ELR2017NAGOYA / 8th ICLEE ABSTRACTS

September 22-25, 2017
Nagoya

Ecology and Civil Engineering Society
Japan Association for Landscape Ecology
Japanese Society of Revegetation Technology

International Consortium of Landscape and Ecological Engineering
Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

公益財団法人名古屋観光ｺﾝﾍﾞﾝｼｮﾝﾋﾞｭｰﾛｰ、公益財団法人 大幸財団の助成をいただいた。

ELR2017 名古屋 / 8th ICLEE　講演要旨集
主 催：日本緑化工学会、日本景観生態学会、応用生態工学会
共催：名古屋大学大学院環境学研究科、ICLEE

口頭発表 9 月 23 日(土)

【レクチャーホール】　ICLEE ……1
【ES ホール】　河川環境 ……16
【講義室２】　動物、道路 ……25
【ES021】　生態系サービス、都市環境 ……34
【ES022】　海岸、植生 ……40

口頭発表　9 月 24 日(日)

【講義室１】　ダム、水環境 ……48
【講義室２】　河川環境 ……59
【ES ホール】　緑化 ……68
【レクチャーホール】　グリーンインフラ ……78

ポスター発表　ES 館エントランス

緑化 ……88
都市環境 ……112
植物・植生 ……125
動物 ……146
外来種 ……165

ポスター発表　減災館減災ホール

保全生態 ……178
環境修復 ……191
生息場・生育地評価 ……200
環境 DNA ……216
水質 ……227
河川環境 ……235
海岸・海域・汽水域 ……252
物質循環 ……266
ICLEE ……275

ポスター発表　ES 館会議室

グリーンインフラ ……279
ランドスケープ・計画 ……288
モニタリング ……304
環境マネジメント・協働・CSR ……309
環境学習 ……315

A game changing approach: Using rain gardens to develop functional green spaces in urban areas

○**Kazuhito ISHIMATSU** (Chugoku Regional Research Centre)

1. Introduction

Based on the concept of Ecosystem-based Disaster Risk Reduction (Eco-DRR), the present study explored a possibility of rain garden installation in the most urbanised area in Hiroshima-city, Japan. Moreover, practical benefits by use of rain gardens and were investigated to pave the way for a policy planning of rain garden installation.

2. Methods

2-1. Study area

The principal urban functions of Hiroshima-city are concentrated in "Delta zone", around 35.6 km^2. The ground level of "Delta zone" is below the maximum water level of the six revers at high tide, which means it is difficult to treat stormwater without a conventional sewerage system. However, the system could not completely handle the current stormwater, thus alternative approaches have to be developed because their expense in the context of the current financial crisis.

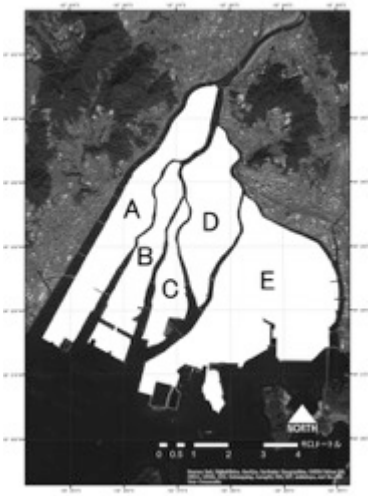


Fig. 1 Localisation of "Delta zone" (Whited areas)

2-2. Preparation for maps

Land use, ground water level, elevation, slope angle and population distribution maps were developed by use of ArcGIS 10.4.1.

2-3. Estimate of financial benefits

According to Ishimatsu et al. (2017), 1 m^2 rain garden could infiltrate stormwater at 0.07 m^3/min. A total volume of infiltration was estimated by multiplying the suggested areas to install rain gardens by 0.07 m^3/min. On the other hand, Hiroshima-city government estimated that the cost of treating rainwater in the city was 88 JPY/m^3. Financial benefits of rain garden installation were calculated by use of a total volume of infiltration and 88 JPY/m^3.

2-4. Measure of ecological network

An ecological network was evaluated by use of formula (1) and (2), as the indicator species was *Plestiodon japonicus* that could disperse among green spaces within 50 m.

$$\mathrm{I}=\frac{1}{A_{total}}A_1^2+A_2^2+A_3^2+\cdots+A_n^2 \quad \text{(1)}$$

$$Connectivity=\frac{\mathrm{I}}{A_{total}}\times 100 \quad \text{(2)}$$

n: The number of linked green spaces

A_{total}: The total area of green spaces (ha)

$A_1 \sim A_n$: The total area of linked green spaces (ha)

2-5. Measure of dwellers' accessibility to green spaces

According to Alexander (1977), 228.6 m was the distance that urban dwellers could get access to green spaces with ease. In the present study, young (under 15 age) and elderly (over 65 age) resident populations within 228.6 m from each of the green spaces were used as accessibility index.

3. Results

3-1. Financial benefits

Rainwater flows to low and flat areas. The land infiltration function depends on ground water level (GWL) and soil property. Delta zone has no clay and silt layer that works like waterproofing sheet. Therefore, the areas with the conditions (elevation < 5.0 m, slope angle < 1.1 degrees and GWL < -2.0 m) were selected as potential areas for rain garden installation (Fig. 2). Next, green spaces, sandy spaces and car parks on the potential areas were identified because those spaces are easier to install rain gardens than building and road areas (Fig. 3). Table 1 indicates financial benefits when those spaces are all replaced with rain gardens.

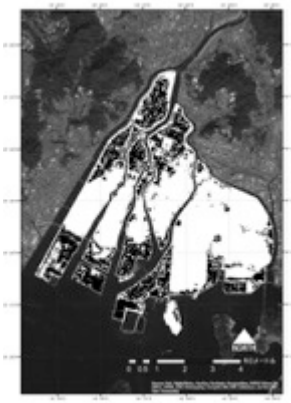


Fig. 2 Potential areas for rain garden installation, elevation < 5.0 m, slope angle < 1.1 degrees, GWL < -2.0 m



Fig. 3 Green spaces, Sandy spaces and Car parks on the potential areas for rain garden installation

Table 1 Estimated financial benefits from rain gardens

	Green spaces	Sandy spaces	Car parks
Area (ha)	44.5	42.5	133.5
Infiltration (m^3/h)	1,869,000	1,785,000	5,607,000
Financial benefits (JPY)	164,472,000	157,080,000	493,416,000

3-2. Improvement of ecological network and dwellers' accessibility to green spaces

As the rain garden installation could also contribute to the increase in urban green spaces, an ecological network and dwellers' accessibility are naturally improved as shown in Table 2, 3, 4.

Table 2 Improved rate of ecological network

	A	B	C	D	E
Before	49.3	47.4	98.8	98.7	55.8
After	53.5	92.2	99.7	98.9	73.8
Improved rates	+4.2	+44.8	+0.9	+0.2	+18.0

Table 3 Improved rate of accessibility for young dwellers

	A	B	C	D	E
Before	40.2	75.1	87.2	91.6	81.2
After	84.8	87.0	98.0	93.2	84.6
Improved rates	+44.6	+11.9	+10.8	+1.6	+3.4

Table 4 Improved rate of accessibility for elderly dwellers

	A	B	C	D	E
Before	82.7	77.0	87.3	90.3	81.7
After	89.7	86.5	96.1	91.4	84.3
Improved rates	+7.0	+9.5	+8.8	+1.1	+2.6

4. Discussion

4-1. Landfill area

The southern part of Delta zone is categorised as landfill area, as the border is on just "Pease Boulevard". Before installing rain gardens on the area, a survey on landfill materials is needed. If some environmental pollutants are contained, it might be difficult to implement the plan because the pollutants could flow into Hiroshima bay that there are many oyster farms.

On the other hand, the northern part of the zone is categorised as grabel, sand and silt. Therefore, it can be safely said that the zone accepts rain gardens without any considerations.

4-2. Human resources for maintenance

Rain garden, which focuses on stormwater infiltration, is a kind of urban green spaces, thus regular maintenances like cutting or mowing are obviously needed. However, it is quite difficult to poach enough human resources for maintenances from the other industries because Japan faces on severe shortage in labour due to the current rapid aging society. The present study, therefore, proposes 3 strategies as follows: 1) to recruit NEET (Not in Education, Employment or Training) as job trainees, 2) to encourage the retired employees so that they can keep on connecting to society, 3) to release rain gardens to urban dwellers like community gardens. The strategies could help rain garden projects to obtain a social consensus.

5. Conclusions

In the present study, three positive impacts of rain garden installation were evaluated and comprehensive issues were discussed. Although stormwater cannot be treated completely without conventional sewage systems in urban areas, rain gardens can decrease the dependence on these (Ishimatsu et al. 2017).

At the same time, it should be noted that some urban areas, e.g. poor drainage or soil pollution areas, cannot accept rain gardens. Thus, an applicability assessment for rain gardens should be conducted before installing them.

Acknowledgements

I sincerely thank Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism for the support of the present study as the Land Use Policy Scholarship Program for young scientists.

Reference

1. Alexander, C. (1977) A Pattern Language: Town, Buildings, Construction, Oxford University Press, New Youk: 304-309pp.
2. Ishimatsu, K., Ito, K., Mitani, Y., Tanaka, Y., Sugahara, T. and Naka, Y. (2017) Use of rain gardens for stormwater management in urban design and planning. Landscape Ecol Eng, 13(1): 205-212.

ICLEE- 2

Greenways as Ecological Corridors
-Benefits of Human Activities for Ecological Corridor-

－HIOKI Yoshiyuki(Tottori University)

1. Introduction

“Development in Europe and USA have common roots, but to a great extent they went their own way owing to geographical, political and scientific diffrencies”1). In this short report, I try to discuss on benefits of human activities for ecological corridor (ENW), to make clear merits of overlapping greenways (GW) and ecological corridors.

2. Ecological Corridors(ECRs) and Greenway(GWs)

Table1 shows common and different points of ECR and GW. Both have linear shape. While ECRs are for inhabitance and movement for flora and fauna, GWs have multi functions mainly for citizens and tourists, include ecological function. The minimum required width for a passage band is 3.5m in Japan, according to the official technical guidelines. Wider greenways have more potential for different functions, such as protection against disasters (fire belts and the escape routes for evacuees), city climate mitigation, and wildlife habitats and corridors.

Table2 shows the relationships between width of ECR/GW and their functions. It becomes possible to create “inner habitat” and parallel different type of ECR, when green belt of GW is wider.

3. Benefits of Human Activities for Ecological Corridor

Three kinds of benefits can be pointed out.

Firstly, forming people’s awareness of greenspace connectivity. Fragmentation of ecosystem may be partly caused by less understanding of importance of their connectivity and network. However, generally, it is difficult for people to recognize habitat connectivity. But, importance of connectivity of pedestrian and bike way is much easier. Then, ecological corridor can be well connected by setting greenway together. The southern Ridge in Singapore is a good example to set canopy walkways in linear shape tropical rainf

orest.

Secondly, ECRs are often constructed with GWs. There are lots of examples that GWs are constructed together with ECRs. In those cases, pedestrians/cyclists can enjoy natural creatures more on the greenway. It is important for forming places of ecological learning.

Thirdly, appropriate human interference is essential to maintain Satoyama ecosystem such as secondly forests and grasslands. Of course, natural ecosystems without human interference are important for ENWs, but most parts of ENWs are consisted of remnant secondly natural lands. Satoyama often keep high biodiversity with appropriate management activities such as mowing, pruning, thinning and interval cutting of coppice. Volunteers are expected to take part of such maintenance activities, but it is not enough. Urban agriculture and forestry should be introduced to keep Satoyama ENWs appropriately.

Can ENWs and GWs exist together?

The answer is of course” Yes”, moreover “They should be existing together.”

As I mentioned above, there are several advantages for overlapping ENWs and GWs. On the other hand, there might be negative impacts for flora and fauna by transportation of pedestrians and cyclists. It should be studied carefully, and impacts should be minimized. Strategies that implement both ENWs and GWs together is strongly expected.

Acknowledgement
This study is financially supported by JSP.

Reference

1) J., Ahern (2004) Greenways in the USA: theory trends and prospects,
Ecological Networks and Greenways Concept, Design, Implementation: 34-55, Cambridge University Press
2) Hioki Yoshiyuki（2017）Greenway－Multi-Functional Low Impact Traffic Way－, Society of GreenInfra Research / Mitsubishi UFJ Research Consulting, Nikkei BP
3) Hioki Yoshiyuki and Ishida Hiroyuki (2016) Horizontal Structure of Greenways, The 7th international Conference on Landscape and Ecological Engineering, pp47. Seoul

Table1 Comparison of Ecological Corridor and greenway

Whole System	ecologcal network	greenway system
Linear Part of Network System	ecological corridor	greenway
Function	Fauna and Flora Movement	Environmentally Low Impact Traffif Way
	Fauna and Flora Habitat	Safe and Comfortable Traffic Way
		Ecological Corridor
		Evacation Route/Firebreak
		Health/Recreation
		Local Community/Commerce
Geometrical Shape	Band/Steppin-Stones	Band
Components	Woodland, Grassland, Wetland, Open Water, Stream etc.	Passage Band
		Green Belt

ICLEE- 3

The effectiveness of sand fixation measures on vegetation restoration and mitigation of wind erosion and sedimentation in desertified rangeland, northern China.

○Akito Kono (Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.)
Norikazu Yamanaka (Arid Land Research Center, Tottori University.)
Susumu Yamada (Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.)
Kazuaki Tsuchiya (Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.)
Toshiya Okuro (Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.)

1. Introduction

Sand fixation measures such as exclosure, straw checkerboard, plant seeding and planting have been applied in the sandy grassland in the dry area of Northeast Asia where degradation of sand dunes is caused by overgrazing. In these measures, promotion of vegetation recovery is required to resume sustainable production activities[1]. In addition, stabilization of the ground surface and mitigating wind erosion and sedimentation are particularly important in the early stage of vegetation restoration[2]. In particular, wind erosion was suggested to be mitigated by enough vegetation coverage[3]. To evaluate the application effect of sand fixation measures with vegetation, it is necessary to understand time course changes and structual changes of vegetation in order to contribute to the stabilization of the ground surface and wind erosion mitigation. Therefore, for the purpose of constructing better rangeland management system, we aim to evaluate the influences of vegetation dynamics on wind erosion and sedimentation in this study. We investigated vegetation dynamics in the early stage of vegetation restoration and the index of mitigation of wind erosion and sedimentation on sand dunes which were applied sand fixation measures.

2. Methods

The study site was Hulunbuir grassland, Inner Mongolia (Fig.1), where establishment of straw checkerboard, exclosure fence, seeding of native species were adopted as a sand dune fixing project for vegetation restoration. In this site, we selected some sandy dunes with different treatment and period (Table1), and conducted vegetation survey and measured soil erosion and sedimentation by erosion pins and sand particle counter (ud-101) (Fig.2).

In the analysis, we compared the richness and the vegetation coverage with the treatment and the slope direction. In addition, we investigated the vegetation coverage and the growth of two seeding native species *Caragana microphylla* and *Elymus* spp. as the time course analysis. We also compared soil erosion and sedimentation with vegetation.



Fig.1 Study Site

Table1 Sites and Treatments

Site Name	Explosure Fence	Straw Checkerboard	Seeding Native Species	Period	Slope Direction
CT	○	×	×	2014	N, E, W
SC	○	○	×	2014	N
site14	○	○	○	2014	N, E, W
site13	○	○	○	2013	N, E, W

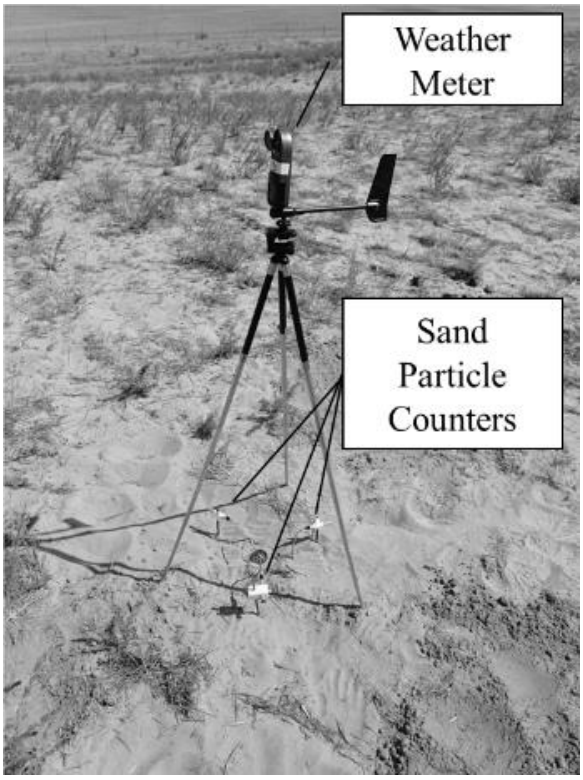


Fig.2 Measuring Equipment

3. Results & Discussion

The number of species was influenced by the treatment. In particular, invasion of various plants was observed in the native species seeding plots. In contrast, the vegetation coverage was influenced by the slope direction and was significantly high on the east side slope that was leeward in the strong winds of the early spring .

In comparison with annual changes of the two seeding native species, the growth of *Elymus* spp. was remarkably vigorous during 1 to 2 years after seeding. On the other hand, the growth of *C. microphylla* was slower than *Elymus* spp.. In initial stage, although *C. microphylla* growed rapidly during 3 years after seeding.

The amount of soil erosion was influenced by the vegetation. The erosion and sedimentation were greatly decreased due to the increase of the vegetation coverage, and the wind erosion was mitigated at the vegetation coverage exceeding a threshold.

The number of drifting sands was compared at the control dune and site 13 (seeded in 2013 site). In the control site, the number of drifting sands was higher than that in the site 13. In addition, threshold of the wind speed to begin drifting sand in site 13 was higher than that in control dune, and the control dune was more susceptible to drifting sand.

From these results, we found that mixing seeding of native grasses with different growth rates was effective to the restoration of vegetation at the initial stage. Moreover, we also consider that restoring vegetation was effective not only in decreasing amount of wind erosion and sedimentation, but in raising the threshold of wind speed and reducing the opportunity to draft sands.

Reference

1) Suding K. N., Gross K. L., and Houseman G. R. (2004) Alternative states and positive feedbacks in restoration ecology. Trends in Ecology and Evolution, 19(1): 46-53

2) Kurosaki Y., Kurosawa Y., Shinoda M. and Yamanaka N. (2016) *Kohsa: Kenkou, Seikatsu Kankyou he no Eikyou to Taisaku*, Maruzen, Tokyo, 150pp

3) Yoshikawa K. (2010) New Restoration Engineering in Northeast Asia. Global Environmental Research. 14:37-46

Evaluating the effects of 50% strip thinning on stream temperature responses in forested headwater catchments

Oanh D, Gomi T, Chiu CW — Tokyo University of Agricultural and Technology
Onda Y — University of Tsukuba

Introduction

Stream temperature is one of important variables for stream ecology (Countant, 1999). Most of fish species in headwater streams have tolerance ranges of water temperature. Rising stream temperature has adverse effect on fish survival (Hicks et al., 1991).

Forest management by riparian vegetation removal elevates stream temperatures because of increases in radiation input (Moore et al., 2005a). Harris (1977) showed that clear cutting elevated 11.6 ºC of maximum stream temperature in 71 ha Needle Branch Creek of Oregon. Based on the review, warming in stream temperature after forest harvesting ranged from 2 to 12 ºC (Moore et al., 2005a).

Variability of stream temperatures may associate with various factors (Johnson, 2004). Localized groundwater inflow typically mitigates increases in stream temperatures (Moore et al., 2005b). For investigate various factors within a catchment, multiple gauging stations with a nested design can be one of the effectives (Bracken et al., 2013). Thus, the objective of this study was evaluating the effect of 50% forest thinning on stream temperature after thinning by using nested observation.

Study Sites

This study was conducted in two headwater catchments located adjacent each other. Two catchments are named as K2 (17.1 ha) and K3 (8.9 ha) in Tochigi prefecture (36º22' N, 139º36' E). Both catchments are covered by 20-50 years Japanese cypress (Chamaecyparis obtusa) and cedar (Cryptomeria japonica) plantation.

We established paired catchment monitoring with nested gauging stations in K2-1 (K2-2, K2-3, and K2-4 for nested) and K3-1 catchments (K3-2 for nested). K2 catchment was subjected to 50% strip thinning from July to December 2011, while K3 catchment remained as control. We monitored before one year pre- and post-treatment periods. Stream temperature was obtained by TruTrack water level logger with $\pm$ 0.3 ºC precision (Trutrack Ltd. New Zealand) at 10 minutes interval.

Analytical procedures

Daily maximum, mean, and minimum temperatures was obtained. Calibration equations between control and treated catchments was developed using Generalized Least Squares method including residual autocorrelation (Gomi et al., 2006).

$$T_{pred} = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 \sin(2\pi j/\mathrm{T}) + \beta_3 \cos(2\pi j/\mathrm{T}) + \varepsilon_t$$

where (T_{pred}) is temperature at treated catchments on day t; x_t is the corresponding temperature at the control catchments; β_0, β_1, β_2, and β_3 are regression coefficient; j is the day of year (j=1 on January); T=365.25 is the number of days in year. The sine and cosine terms are included to model seasonality in the residuals; ε_t is an error term

Then, we estimated treatment effects (T_e) based on observed (T_{obs}) and predicted (T_{pred}) value as

$$T_e = T_{obs} - T_{pred}$$

All of the statistical analysis was conducted using R package.

Results and discussion

Maximum temperature in the treated catchment K2-1 was significantly correlated to the control catchment K3-1 (Fig. 1). The calibration equations between treated and control catchments were significant with p-values < 0.001 for

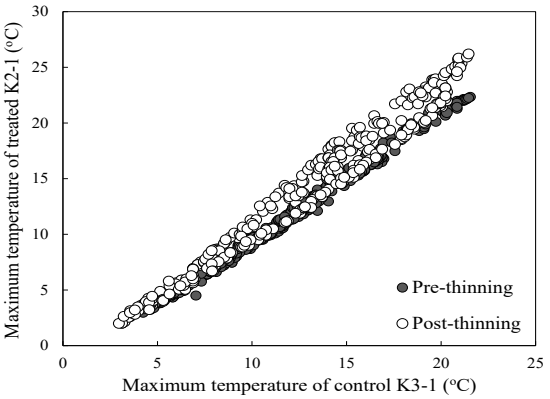


Figure 1. The relationship between daily maximum temperatures of treated and control catchments in the pre and post-thinning.

maximum stream temperature. The residual standard errors were generally less than 0.4 ℃. Mean treatment effects of maximum temperature with the standard deviation were 1.3±1.0 ℃ for K2-1 and 1.0±0.6 ℃ for K2-2 catchment, while K2-3 and K2-4 were 1.1±0.6 ℃ and 0.9±0.6 ℃, respectively. Maximum treatment effects for maximum stream temperature in K2-1 was 4 ℃. Similar to our findings, Guenther et al (2014) found that maximum treatment effects for maximum daily temperature was 5 ℃ after 50 % of selective thinning in Griffith Creek catchment, British Columbia. Even partial harvesting, therefore increasing solar radiation input altered the increases in stream temperature after at the first year of harvesting.

Unlike K2-1, maximum treatment effect for daily maximum stream temperatures was less than 3.1 ℃ in catchments K2-2, K2-3, and K2-4. Low rate increases in stream temperature possible related to groundwater inflow which cooler stream temperature in summer period.

References

Bracken, L.J., Wainwright, J., Ali, G.A., Tetzlaff, D., Smith, M.W., Reaney, S.M., Roy, A.G., 2013. Concepts of hydrological connectivity: Research approaches, Pathways and future agendas. Earth-Science Review 119. 17-34. DOI:10.1016/j.earscirev. 2013.02.001.

Countant, C.C., 1999. Perspective on Temperature in the Pacific Northwest's Fresh Water. Environ. Sci. Div. Publ. No. 4849, Oak Ridge Natl. Lab. ORNL/TM-1999/44. Oak Ridge Natl. Laboratory, Oak Ridge, Tennessee 109p.

Gomi, T., Moore, R.D., Dhakal, A.S., 2006. Headwater stream temperature response to clear-cut harvesting with different riparian treatments, coastal British Columbia, Canada. Water Resources Science 42, W08437, doi: 10.1029/2005WR004162, 2006.

Guenther, S.M., Gomi, T., Moore, R.D., 2014. Stream and bed temperature variability in a coastal headwater catchment: Influences of surface-subsurface interactions and partial-retention forest harvesting. Hydrological Processes 28. 1238–1249, doi 10.1002/hyp. 9673.

Harris, D.D., 1977. Hydrologic changes after logging in two small Oregon coastal watersheds. Geological Survey Water-Supply Paper 2037. USGS, Washington, D.C., 31pp.

Hicks, B.J., Beschta, R.L., Harr, R.D., 1991. Long-term changes in streamflow following logging in western Oregon and associated fisheries implications. Water Resources Bulletin 27. 217-226.

Johnson, S.L., 2004. Factors influencing stream temperatures in small streams: substrate effects and a shading experiment. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 61. 913-923.

Moore, R.D., Spittlehouse, D.L., Story, A., 2005a. Riparian microclimate and stream temperature response to forest harvesting: A review. Journal of the American Water Resources Association 41. 813-834.

Moore, R.D., Sutherland, P., Gomi, T., Dhakal, A., 2005b. Thermal regime of a headwater stream within a clear-cut, coastal British Columbia. Hydrological Processes 19. 2591-2608.

ICLEE- 5

The effect of compost made from pruning materials on *KOMASTUNA* growth in different soil environmental condition.

Enxi Liu(Chiba University)
Terumasa Takahashi(Chiba University)

1. Introduction

Sustainable nutrients recycling through using plant waste is essential in order to maintain soil fertility. Recently, the most common form of organic wastes use is composting which consists of decomposition of organic matter by microorganisms. When pruning materials is used as materials of compost, the final product, pruning compost, is relatively cheap and suitable for soil application(Benito, 2003). Comparing with the conventional compost as dung compost, fallen leaves compost and bark mixed with cow dung compost, the early carbon mineralization potentials of pruning materials compost is much larger than them(Liu et al. unpublished). because of the high early carbon mineralization potentials with pruning materials compost, using pruning compost in soil causes active soil organic matter decomposition and nitrogen immobilization(Benito et al. 2005) Soil microbial biomass are changed by organic matter application to soil(Gleixner at al. 2013). Both positive(Gao and Ahn 2011) and negative（Gleeson et al. 2012） effects of organic matter on soil microbial biomass have been observed. And the differences in the effects are thought that are affected soil conditions. However, the mechanisms and causes of the effects are remain unclear.

In order to explore the effect of pruning materials compost application on plant growth in different soil environment. We focused on soil microbial activities and used soils with various microbial activities for experiment.

2. Materials and method

The experiment carried out in Matsudo Campus, Chiba university (Matsudo city, Chiba prefecture, Japan). The experiment soil was made from forest surface soil, subsoil and sand and mixed them various proportions as Table 1 which have different total carbon nitrogen contents and microorganism activity.

Soils were put on planter with 2 L volume individually. 20 seeds of *Komastuna* (*Brassica rapa* var. perviri) were planted in each planters on DATE. Komatsuna were cultivated for NUMBER days with only watering.

After the cultivation, Komatsuna involved roots were collected on DATE, washed, dried amd measured dry weight individually.

3. Result and Discussion

With compost added, total carbon and nitrogen content in soil and increased obviously (Data were omitted). With addition of pruning materials compost increased ITEMS particularly.

The averages of *Komatsuna* dry weight in each soil were shown in Fig.1. Although soil fertilities were increased with mixing compost, there is negative affect on *Komastuna* growth when pruning compost added except in forest soil conditional environment (TREATMENT NUMBER IN FIG1).

With add 30 % of pruning compost(TREATMENT NUMBER IN FIG1), the *Komatsuna* growth will be limited except in forest soil(TREATMENT NUMBER IN FIG1). In soil with high nutrients content (TREATMENT NUMBER IN FIG1), add 15% of pruning compost is best for Komatsuma growth. In soil with low nutrients content, Komatsuna growth is negative correlation with the concentration of pruning compost.

From these results, it seemed that the pruning compost

inhibits *Komatsuna* growth without fertile condition.

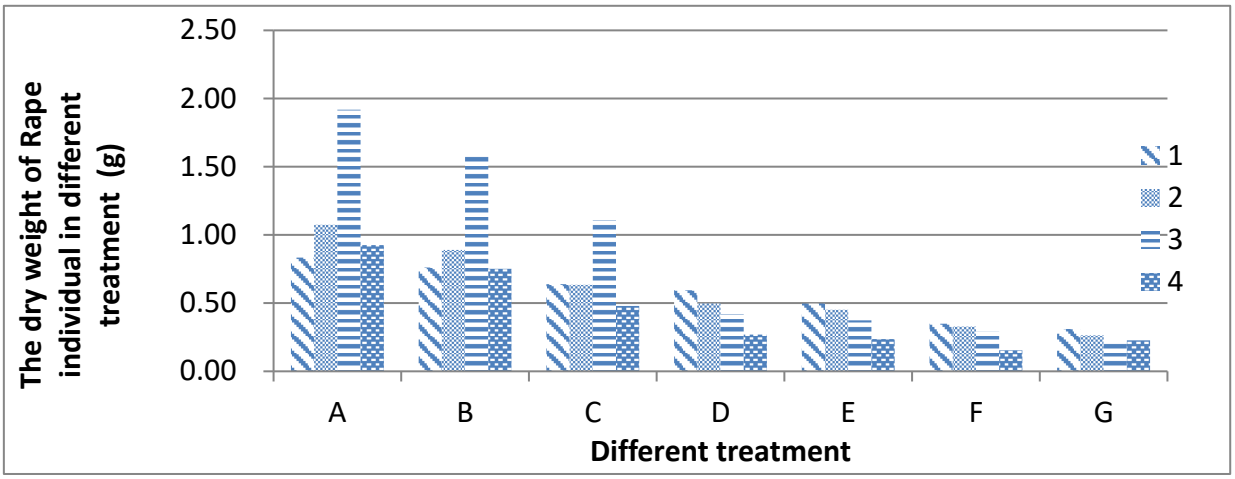


Fig.1 The dry weight of *Komatsuna* individual in different treatment (g)

Table.1 Different treatment structure

		Volume ration	weight kg		
A1	C1		1.57		
A2	C1:P	70%:30%	1.10		0.18
A3	C1:P	85%:15%	1.34		0.09
A4	C1:P	92.5%:7.5%	1.45		0.04
B1	C1:C2:	50%:50%	0.78	0.98	
B2	C1:C2:P	35%:35%:30%	0.55	0.69	0.18
B3	C1:C2:P	42.5%:42.5%:15%	0.66	0.83	0.09
B4	C1:C2:P	46.25%:46.25%:7.5%	0.73	0.91	0.04
C1	C1:C2:	1:2	0.52	1.31	
C2	C1:C2:P	23.3%:46.7%:30%	0.37	0.92	0.18
C3	C1:C2:P	28.33:56.67:15%	0.45	1.11	0.09
C4	C1:C2:P	30.83:61.67:7.5%		1.21	0.04
D1	C2		1.96		
D2	C2:P	70%:30%	1.37		0.18
D3	C2:P	85%:15%	1.67		0.09
D4	C2:P	92.5%:7.5%	1.81		0.04
F1	C2:S:	50%:50%	0.98	1.33	
E2	C2:S:P	35%:35%:30%	0.69	0.93	0.18
E3	C2:S:P	42.5%:42.5%:15%	0.83	1.13	0.09
E4	C2:S:P	46.25%:46.25%:7.5%	0.91	1.23	0.04
F1	C2:S:	1:2	0.65	1.78	
F2	C2:S:P	23.3%:46.7%:30%	0.46	1.24	0.18
F3	C2:S:P	28.33:56.67:15%	0.56	1.51	0.09
F4	C2:S:P	30.83:61.67:7.5%	0.60	1.64	0.04
G1	S		2.66		
G2	S:P	70%:30%	1.86		0.18
G3	S:P	85%:15%	2.26		0.09
G4	S:P	92.5%:7.5%	2.46		0.04

A~G reflect different soil environmental condition, through mixing different properties' soil together to build different soil condition. And 1~4 reflect different concentration of pruning materials compost add, respectively are 0, 7.5%, 15% and 30% pruning materials compost add.

Effects of spatial pattern of green infrastructure on urban runoff reduction

○Byungsun Yang (Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Seoul National University)

Han Kyul Heo (Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Seoul National University)

Dongkun Lee (Department of Landscape Architecture and Rural System Engineering, Seoul National University)

Since the rapid urbanization, most of the population is living in urban area and the percentage of it is expecting to increase more (United Nations, 2010). Due to this population concentration, most of the social and economic infrastructure is concentrated in cities. Considering the centralization of infrastructure in urban area, the vulnerability and impact by the natural hazard is very high. Natural hazard due to climate change in urban area not only impact natural environment but life and property.

Cities have been constructed sewer system across the cities to treat stormwater. The scale of these sewer system has been larger to reduce the flood vulnerability (Willems et al., 2011). Unfortunately, these expansion of conventional gray infrastructure had limitation and recently many cities had experienced sewer surcharge and flooding due to extreme rain events. These extreme rain events due to climate change are happening more often and the frequency and intensity of these natural hazards are increasing every year.

Impervious surface increases frequency, magnitude and volume of storm flow and that is one of the major reason which causes urban flood (Leopold, 1968; Rose & Peters, 2001). Most of the urban area is paved with very low portion of green space. Impervious surface carries stormwater directly into the sewer system without any infiltration or detention. Under this urban hydrological system, flash flood can occur with even small amount of precipitation. In addition, climate change can potentially have large impact on the water cycle by modifying precipitation and evaporation patterns (Ludwig et al., 2013) and also aggravate urban flood.

Green infrastructure is emerging as a concept of planning and design strategy to reduce the risk of urban flood. Traditional gray infrastructure simply functions to convey water rapidly out of urban area. In contrast, decentralized green infrastructure reduces the volume of runoff and delay the peak flow by storing water (Berland et al., 2017). Vegetation canopy intercept and store stormwater in multi layers and soil infiltrates water and also store water in concaved green spaces. Nonetheless, a few studies addressed the effect of the spatial pattern of green infrastructure to reduce stormwater runoff.

In this study, the effect of spatial pattern of green infrastructure reducing stormwater runoff has been analyzed. To analysis the stormwater reduction effect of green infrastructure, not only the infiltration and concaved storage on impervious surfaces, but the infiltration and storage by vegetation canopy had been simulated. For the simulation, high dense urban area in Seoul, Korea had been divided by the type of green infrastructure based on the size, slope, and other variables. As a result, slope, aggregation, and size of the green infrastructure showed high correlation to reduction of runoff. Small size of green infrastructure and concaved green space had lass reduction effect than other variables, but more effective on reduction of peak flow. This study can be referred to implementing guidelines for green infrastructure planning for urban area to respond to urban flood.

This subject is supported by Korea Ministry of Environment (MOE, Project No. E416-00021-0604-0) as "Public Technology Program based on Environmental Policy".

References

Berland A, Shiflett S, Shuster W, Garmestani A, Goddard H, Herrmann D, Hopton M (2017) The role of trees in urban stormwater management. Landscape and Urban Planning 162: 167-177

Kim H, Lee D, Sung S (2016) Effect of Urban Green Spaces and Flooded Area Type on Flooding Probability. Sustainability 8: 134-151

Leopold L B (1968) Hydrology for urban land planning—A guidebook on the hydrologic effects of urban land use. Geological Survey Circular 554. Washington DC, 18 pp.

Liu, W., Chen, W., Peng, C. (2014) Assessing the effectiveness of green infrastructures on urban flooding reduction: A community scale study. Ecological Modelling 291: 6-14

Ludwig F, van Slobbe E, Cofino W (2013) Climate change adaptation and Integrated Water Resource Management in the water sector. Journal of Hydrology 518: 235-242

Rose S, Peters N (2001) Effects of urbanization on streamflow in the Atlanta area (Georgia, USA): A comparative hydrological approach. Hydrological Processes 15: 1441–1457

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2010). World population prospects: The 2009 revision, New York.

Willems P, Arnbjerg-Nielsen K, Olsson J, Nguyen V (2012) Climate change impact assessment on urban rainfall extremes and urban drainage: Methods and shortcomings. Atmospheric Research 103: 106-118

Zhang B, Xie G, Li N, Wang S (2015) Effect of urban green space changes on the role of rainwater runoff reduction in Beijing. China, Landscape and Urban Planning 140: 8-16

ICLEE- 7

Assessment of ecological structure and network in the urban areas

○Youngkeun Song (Seoul National University)

1. Introduction

Urban ecosystem functions are based on the structure of ecological components and the relationships among the factors (i.e., network). Diverse and healthy vegetation structures provide fundamental condition for the qualified habitats. Spatial pattern of green patches plays an important role in promoting biodiversity. Therefore, it is necessary that the structure of urban ecosystem should be well understood at fine and multiple scales in a quantitative manner, if the ecosystem functions in a degraded urban environment need to be restored.

This study attempted to understand the urban ecosystem structures and their functions from the viewpoint of biodiversity. Opportunities and challenges of urban green patches were discussed by illustrating the case studies of Seoul and Cheonan city, Korea. Based on the preliminary evidences, this study highlighted the importance of advanced data acquisition and assessment process for the management of urban biodiversity. Specifically, this study focused on the assessment of ecological network, canopy structure of small green patches, and invasive species risk in the urban forest.

2. Materials and method

The study sites were selected in Seoul and Cheonan cities depending on the sub-topics. Centrality metrics derived from connectivity analysis toolkit advanced our understanding of ecological network at the city level as well as district scale. Airborne and terrestrial LiDAR remote sensing dataset were acquired to quantify canopy structure of small parks and the functions for avian habitat. Invasive species dispersal and human-induced disturbances to the urban forest ecosystem were assessed using species distribution model.

3. Result and discussion

Ecological network, which is the key planning scheme for urban biodiversity, needs to be more specified based on the advanced spatial network model and its quantified results, including small green patches of the city. Centrality metrics effectively showed the contribution scores of each green patch and corridor to the urban ecological network.

The ecological structure of urban green patches, e.g., vertical and horizontal canopy structure, is expected as an effective solution to maximize their functions. Therefore, the structure should be understood at the fine and three-dimensional spatial scale using up-to-date remote sensing techniques, with the evidences for local avian biodiversity.

Invasive species distribution and pathological damages to the vegetation of Mt. Umyeon, imply the importance of management priority, because they are often induced by the ecological disturbance from citizens.

ICLEE- 8

6 year changes in the radioactive landscape of satoyama after Fukushima I NPP accident

T. Kobayashi, T. Takahashi (Graduate School of Horticulture, Chiba Univ.)
○ A. Kondoh (Center for Environmental Remote Sensing, Chiba Univ.)

1. Introduction

Large part of the evacuation area set by the F1NPP accident was canceled this spring, but the almost forest was left contaminated.

Most of the evacuation area is in the so-called satoyama environment of the Abukuma mountain range, and people spent harmonized life with forest. After the cancellation of evacuation, residents need to manage their own radiation exposure by self-help efforts. In such situation, it is the basic principle to grasp the radiation dose distribution of their living area.

Prediction of the radiation environment is also important for land use planning. As a basis of this research, we have measured changes in radiation environment in the life zone of two farmers in Yamakiya district, Kawamata Town, Fukushima for 6 years from 2011. We will report the results and discuss the mechanism of variation.

2. Method

In the Fusayoshi and Bachigi farmland and their vicinities where the hilly and lowlands intertwined, a line of total length of 300 m and 200 m was set in October 2011 so as to cross the valley from the hill respectively. At the every 10m stationary point on the lines, the air dose rate at 1 m above the ground was measured every year using NaI scintillation survey meter.

At several places on the survey line, a soil core sample with a depth of about 30 cm was sampled. Soil sore sample was divided into organic matter layer and mineral soil layer, Distribution of radioactivity by depth was measured once a year.

3. Result

At the beginning, in the Fusayoshi site, the air dose rate on the southeastern slope of the hill was the highest at 2.5-3.0 μSv/h, the east field was the second highest, then on the northwest slope, the dose at the upper slope of the northwestern slope was the smallest about 2.0 μSv/h. The southeast is in the direction of F1NPP, and it seems that the forest on the southeast-facing slope has deposited the radioactive plume well.

The distribution tendency of the other parts did not change until May 2015. In the fall of 2015, topsoil removal was done for decontamination of agricultural land, and the air dose rate of agricultural land on the east side decreased markedly.

The same data was corrected for half-life according to the March 2011 standard, and until May 2015, data was aligned on almost the same line except for decontamination work at the end of the slope at the southeast of the hill in 2012. The change seems to be roughly in accordance with the physical decay of radioactive cesium. In other words, it is suggested that remarkable spatial movement of radioactive substance has not occurred except decontamination work since initial deposition.

23-1

鴨川水系の落差工設置河道における魚類群集の分布様式

京都大学大学院農学研究科 ○横田康平、藤原正幸、
京都大学防災研究所 竹門康弘

1. はじめに

本研究は、京都市内を流れる一級河川である鴨川と支川の高野川における生息場と魚類群集の対応関係を示すことを目的とした。京都市街地域の鴨川水系には落差工が多数設置されているため、河床の緩勾配化や落差工直下の局所洗掘によって、落差工設置河道に特有の河川地形[1)]が形成されている。しかし、本水系の落差工設置河道では、河床勾配、床固工の設置状況、河床掘削工事の履歴などが区間によって異なるため、河床地形や生息場構造の違いを通じて魚類群集も変化すると予測された。そこで、本研究では、全30区間（全長13km）でこれらの対応関係を調査、分析した。なお、本調査は、「京の川の恵みを活かす会」の活動の一環として行われた。

2. 方法

調査は、鴨川と桂川の合流点から上流へ約 13km の流程を対象に2011～16年の8～9月に行った。調査対象流程を、落差工あるいは橋脚を基準に30区間に分けた。調査した区間数は、時間や人員の都合により、年によって異なった。各区間の上流端あるいは下流端から潜水し、目視で魚種を同定し、各生息場類型に出現した魚種の個体数（0、1～10、11～50、51以上の4段階）を記録した。生息場は全21種に分類し、各々について湧水の有無を記録した。また、アユは体長に基づき大中小の3つに、フナ、ナマズ、コイ、ニゴイは幼魚と成魚を区別して記録した。

分析にあたり、川那部・水野（1989）[2)]における産卵場所や主な生息環境の記述に基づいて、各魚種を池沼型、河川止水型、河川流水型に分類した。体長を区別して記録した魚種については、体長の違うものをそれぞれ別の分類群として扱った。

3. 結果と考察

6年間で計48の分類群が確認された。群分析の結果、魚類群集を上流域、中流域、下流域に分けることができた。河川流水型魚類の主要種は、上流域から下流域まで生息していた。その内、例外的にニゴイの成魚は下流域と中流域を主な生息域としていた。池沼型魚類の内、タモロコは下流域、フナ類は、下流域から中流域が主な生息域であった。河川止水型魚類の内、ニゴイの幼魚は下流域から中流域にかけて生息していた。総括すると、主に池沼型や河川止水型の魚類は上流域で減少する一方で、それらに置き換わって現れる種がいないため、上流側ほど種数が少なくなる傾向があった。

池沼型、河川止水型魚類のほとんどが止水的環境のみを利用し、河川流水型魚類は流水的環境と止水的環境の両方を利用していた。ただし、特定の生息場類型が存在するかではなく、生息場類型の特定の組み合わせが魚類の生息を決定すると思われる。そこで、河床勾配や河床材粒径などの土砂水理学的条件と生息場類型の組み合わせの関係について分析する予定である。また、床固工の設置状況や河床掘削工事の履歴などの影響についても検討したい。

4. まとめ

鴨川、高野川の魚類の流程分布を示した。今後は、生息場類型の組み合わせやそれが実現するための物理条件と魚類群集の関係について分析を進める。

引用文献

1) 知花武佳：落差工によって形成される瀬-淵構造の特性、土木学会論文集B、66（3）、223–234、2010
2) 川那部浩哉・水野信彦編：日本の淡水魚、山と渓谷社、1989

23-2

天竜川におけるアユ繁殖場の生息場学的研究

京都大学防災研究所 ○竹門康弘
いであ株式会社　兵藤誠
京都大学防災研究所　角 哲也

1. はじめに

天竜川下流域では、近年漁獲高が減少傾向にあり、アユ漁は低迷している[1)]。その原因と対策を検討するために、2011年に天竜川天然資源再生連絡会が組織され、アユの生育環境や繁殖環境の現状調査ならびにそれらの改善対策が実施されている[2)]。本講演では、そのうち天竜川におけるアユの繁殖場の現状と今後の改善対策の考え方や実施事例について取りまとめた。とくに、アユにとって好適な産卵床条件の観点から、天竜川下流域の河床地形や底質環境の現状を評価した研究例をレビューし、河床環境条件を改善するための河床撹乱条件について考察した。

2. 方法

2011～16 年に公表された天竜川におけるアユの繁殖場の研究事例をレビューした。それらの結果に基づいて、アユの産卵床として好適な河床地形条件について整理するとともに、そのような河床地形条件を形成、維持するため必要となる洪水流量の規模について考察した。

3. 結果・考察

これまで天竜川で発見されたアユの産卵床は、側流路の横断型の瀬頭や伏流水の湧出するワンドの下流に形成された瀬で確認されている。これらの地形条件から，アユの産卵床に必要な条件として，高い河床軟度（シノの貫入深>10cm)，細かい粒径の河床材料（砂利中心)，水深 20～30cm 流速 30-60cm 範囲の瀬の上流側が挙げられた。しかし、こうした場所の産卵数は個体群を維持するには少量であった。いっぽう、毎年天竜川漁協が調査している流下仔魚の流程分布からアユの主産卵場は、河口から 9-20km の範囲にあると推定され[1)]、流下仔魚数の規模から、人が立ち入ることが困難な深瀬で産卵していると推察されている。天竜川にアユの産卵床に適した河床地形条件を形成、維持するためには、砂州尻に位置する瀬が適しており（砂州スケール)、また、数年の生起確率の出水時に堆積傾向の流程が適している（移動砂礫堆スケール）と推定された。

好適なアユの繁殖場を整えるための短期的な対策として、砂州上に導水路を設けて湧水瀬の造成を行った。現存する湧水瀬に上流のたまりから導水路を掘削し、砂州中の水通しをよくするとともに、瀬に置き土をして軟らかい瀬を造成した結果、予測されたとおりの地点でアユの産卵が確認された。今後、より大きな規模で事業化することが目標となる。

いっぽう、波長が短い砂州ほど、河床軟度の大きな瀬ができやすく、かつ出水で新たに形成される湧水が分布することから，長期的な対策としては，短い波長の砂州地形が土砂管理の目標とすると良いと考えられた。

謝辞

本研究では、国土交通省浜松河川国道事務所，電源開発株式会社、天竜川漁業協同組合、天竜川天然資源再生連絡会の助力を受け、また基盤研究(A)(25241024)の助成を受けた。

引用文献

1) 天竜川漁業協同組合，たかはし河川生物調査事務所: 平成 21-23 年度天竜川アユ資源保全調査報告書,
2) まるっと天竜川：知る，天竜川天然資源再生連絡会，http://www.tenryugawa.jp/shiru/shiru.php

23-3

石狩川旧川群における捕獲調査と環境 DNA メタバーコーディングによる魚類相把握

（株）福田水文センター ○藤井和也、兵庫県立大学 土居秀幸、兵庫県立大学 松岡俊将
兵庫県立大学 永野真理子、龍谷大学 佐藤博俊、龍谷大学 山中裕樹

1. はじめに

直接捕獲を主とした魚類相調査は、①投網をはじめ漁具によっては技術習得に熟練を要すること、②調査環境（水生植物の繁茂や泥濘化環境）によっては調査時の移動が制限される場合もあり、多大な労力を要すること、③生息個体数が少ない種や生息箇所の季節的な変化により、すべての魚種を網羅できるとは限らないなどの留意点がある。

一方、近年では直接捕獲によらない生息魚種の推定方法として、環境 DNA 分析による生物モニタリングが実施されている[1)]が、環境 DNA による検出結果と多種の漁具を用いた網羅的な捕獲調査結果を比較した事例は少なく、未だデータの蓄積段階にある。

本研究は、捕獲調査結果と環境 DNA メタバーコーディング分析により得られた結果を比較し、旧川・後背湖沼におけるメタバーコーディング手法適用についての基礎データを得ることを目的とした。

2. 方法

2-1. 魚類捕獲調査

北海道中央部を流れる石狩川流域に点在する旧川・後背湖沼のうち、31 箇所を対象として魚類捕獲調査を実施した。漁具は各調査地点につき電撃捕漁器、投網(目合い二種)、サデ網、曳き網、カゴ網、延縄、刺網（目合い二種）を用いた。

2-2. 環境 DNA メタバーコーディング

魚類捕獲調査実施箇所の近傍にて、表層水を採水し、現地にてガラスフィルター（GF/F）によるろ過を行った。DNA を抽出後、魚類のユニバーサルプライマー[2)]（MiFish)を用いた PCR と、次世代シーケンサーによるシーケンシングを行うことで、メタバーコーディング解析を行った。

3. 結果と考察

捕獲調査の結果、合計 9 科 26 種類を確認した。このうち、環境 DNA メタバーコーディングにより、捕獲確認種の 85%にあたる 8 科 22 種類に対応する DNA を検出し、魚類相把握における環境 DNA 分析の有用性が示唆された。一方、捕獲調査結果と DNA 検出状況に乖離がある池沼もあったことから、在不在を確認するための網羅的な分析手法であるメタバーコーディングと個体サイズや齢構成を把握することができる捕獲調査の両手法を活用することで、より精度の高い魚類相調査を行えると考える。

表 1　捕獲と環境 DNA 分析による検出結果

(a):Capture by traditonal method		(b):eDNA detection by metabarcoding	
No.	Species	No.	Species
1	*Lethenteron* sp.		(N.D.)
2	*Cyprinus carpio*	1	*Cyprinus carpio*
3	*Carassius cuvieri*	2	*Carassius cuvieri*
4	*Carassius buergeri* subsp.2	3	*Carassius* sp.
5	*Carassius auratus langsdorfii*		
–	*Carassius* sp.		
6	*Rhodeus ocellatus ocellatus*	4	*Rhodeus ocellatus ocellatus*
7	*Ctenopharyngodon idellus*		(N.D.)
8	*Phoxinus perenurus sachalinensis*	5	*Phoxinus perenurus sachalinensis*
9	*Tribolodon brandtii brandtii*	6	*Tribolodon brandtii brandtii*
10	*Tribolodon sachalinensis*	7	*Tribolodon sachalinensis*
11	*Tribolodon hakonensis*	8	*Tribolodon hakonensis*
–	*Tribolodon* sp.		
12	*Pseudorasbora parva*	9	*Pseudorasbora* sp.
13	*Gnathopogon elongatus elongatus*	10	*Gnathopogon* sp.
14	*Misgurnus anguillicaudatus*	11	*Misgurnus anguillicaudatus*
15	*Nemacheilus toni*	12	*Nemacheilus toni*
16	*Lefua costata nikkonis*	13	*Lefua costata nikkonis*
17	*Silurus asotus*	14	*Silurus asotus*
18	*Hypomesus nipponensis*		(N.D.)
19	*Hypomesus olidus*	15	*Hypomesus olidus*
20	*Oncorhynchus masou masou*	16	Salmonidae sp.
21	*Pungitius* sp.1	17	*Pungitius* sp.
22	*Gymnogobius urotaenia*	18	*Gymnogobius urotaenia*
23	*Gymnogobius castaneus*	19	*Gymnogobius castaneus*
24	*Rhinogobius* sp.	20	*Rhinogobius* sp.
25	*Tridentiger brevispinis*	21	*Tridentiger brevispinis*
26	*Channa argus*	22	*Channa argus*

4. 謝辞

本研究の捕獲調査データは、北海道開発局札幌開発建設部から提供いただいた。ここに深謝します。

引用文献

1) Yamamoto et al.(2017) doi:10.1038/srep40368
2) Miya et al.(2015) doi:10.1098/rsos.150088

23-4

砂防堰堤壁面に生息するクラマナガレトビケラ

大阪府立大学　平　祥和

1. はじめに

クラマナガレトビケラ *Rhyacophila kuramana*（昆虫綱, トビケラ目, ナガレトビケラ科）の幼虫は、山地渓流細流の岸壁飛沫帯という特異な場所に生息する。本研究は、大阪市街地が迫る低山内の砂防堰堤下流側の外部保護材表面から本種が発見されたことを報告すると同時に、本種幼虫が多産した自然岩盤と比較することで、砂防堰堤を本種の生息場所として評価することを目的とした。

2. 方法

2014 年 5 月 2 日および 9 月 14 日に、本種幼虫とその生息環境を調査し、紀ノ川水系大又川に本種が多産した自然岩盤の環境データ[1)]と照合した。

本種幼虫については、他のベントスと伴に採取し、個体数を記録した。生息場所環境については、砂防外部保護材の表面からランダムに 200 ポイント以上選び、表面温度、表面の水の滴り具合、傾斜角度を測定し記録した。これらの環境データを基に多様度指数を算出し、砂防堰堤と自然岩盤との間で比較した。壁面温度については、最低温度および日変動幅の最大値を抽出し、砂防堰堤および自然岩盤の間で比較した。

3. 結果

対象の砂防堰堤下流の外部保護材の表面には、自然石に似せたコンクリートパネルが並び、多様な角度の傾斜面がみられた。また、常時水が流れており、自然岩盤の飛沫帯と同様にミズゴケ類や付着藻類が繁茂した。

2014 年 5 月 2 日の調査では、幼虫 2 個体（V 齢）および雌成虫 1 個体を採集した。また、9 月 14 日には、幼虫 1 個体（V 齢）および雄成虫を 2 個体採取した。

傾斜角度と水の滴り具合について、砂防堰堤および自然岩盤の多様度は共に高かった。砂防堰堤下流側の表面温度については, 最低温度が 0.5 ℃、最大日変動幅は 2.5 ℃だった。いっぽう、自然岩盤の表面温度については, 最低温度が 4.3 ℃、最大日変動幅は 1.5 ℃ となり、砂防堰堤下流側の壁の表面温度は自然岩盤の表面温度よりも低く、日変動幅は大きかった。

4. 考察

自然石を模して造られた本調査対象の砂防堰堤は、クラマナガレトビケラ幼虫が多産した自然岩盤と同様に、多様な傾斜角度が見られ、その多様な傾斜から多様な水量の微生息環境が作り出されていた。しかし、壁面温度については、自然岩盤よりも冬季の温度が低く、変動幅も広いことから、砂防堰堤は本種幼虫が生息するには若干厳しい環境なのかもしれない。しかし、堰堤外部保護材表面の勾配角度を多様にすることで、その表面を流れる水量も多様になり、クラマナガレトビケラ幼虫に加えて、それぞれの生息場所の選好性にあった飛沫帯ベントス類が生息可能になったといえる。

5. 引用文献

1)Taira, A., M. Yoshimura and K. Tanida (2013): Life cycle and habitat preferences of *Rhyacophila kuramana* (Trichoptera, Rhyacophilidae) at the spring seepage zone on rock surface, Biology of Inland Waters, Suppl. 2: 125-136.

23-5

アミノ酸混和コンクリートによる底生動物の生息場創出の持続効果

日建工学株式会社 ○川島大助，御室伸太郎，
木村哲也，飯干富広，西村博一，中西敬

1. はじめに

コンクリートにアミノ酸（アルギニン）を混和し，コンクリートそのものに環境機能を付加させた素材，アミノ酸混和コンクリート（以下 AC と記す）を著者らは開発した．これまでの研究で，AC が「アユ，ウナギ，テナガエビの誘引効果[*1-3]」，「藻類の生長促進効果[*1]並びに持続効果[*4]」，「底生動物の生息環境の創出効果[*5]」を有することを明らかにした．本研究では，AC による底生動物の生息環境創出効果の持続性を検証することを目的とした．

2. 調査内容

2-1. 調査時期及び場所

2016 年 1 月 22 日，11 月 21 日に，魚野川支川の登川第 6 号床固魚道工（新潟県南魚沼市）で調査を実施した．本施設は，2015 年 12 月に生物への環境配慮の一環として，AC を一部に使用し施工されたものである．

2-2. 調査方法

AC の効果を確認するために，AC を使用した地点，比較対照として，普通のコンクリート（以下 OC）の地点の合計 2 地点を調査地点に設定した．

各地点において，サーバーネット（面積 25cm×25cm，目合 0.5mm）を用いて底生動物を定量採集し，室内において種同定，計数を行った．

3. 調査結果

採集した底生動物の種数及び個体数を図 1 に示す．1 月は AC が 15 種 557 個体，OC が 9 種 166 個体，11 月は AC が 13 種 151 個体，OC が 12 種 89 個体であった．11 月の種数は，AC と OC でほとんど差はなかったが，1 月の種数及び個体数，11 月の個体数は，AC が OC に比べて多かった．1 月は AC，OC ともにハエ目，11 月はトビケラ目，カゲロウ目が多くを占めた．なお，別途実施の調査（1 月[*5]，11 月未発表）では，AC 表面の付着藻類のクロロフィル a 量は， OC に比べて多い結果が得られている．

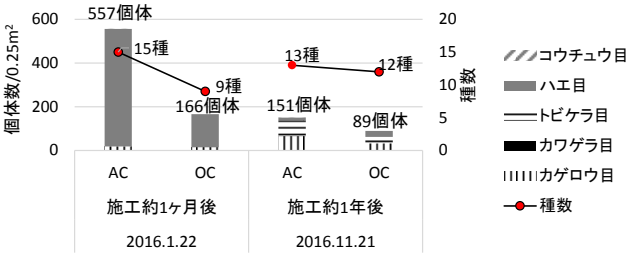


図 1　底生動物の種数及び個体数

4. 考察

施工約 1 年後の AC では，OC に比べて底生動物の個体数が多く，AC による底生動物の生息場創出効果の持続性が明らかになった．AC 表面に多い付着藻類は，「底生動物の生息空間の創出」，「藻類食の底生動物の餌場」として機能し，持続的効果を有すると考えられる．底生動物は，魚類の餌としても重要であり，AC 使用の魚道は，餌（底生動物）の匂いで遡上魚を魚道へ誘引させる効果が期待される．

以上より，AC を従来の OC に付加することにより，土木分野と環境分野のバランスがとれた質の高い河川整備に寄与するものと期待される．

引用文献

*1 アミノ酸混和コンクリートによる付着藻類の生長特性及びアユの蝟集効果に関する研究，河川技術論文集，第 17 巻，pp. 509-512
*2 ウナギが蝟集するアミノ酸混和コンクリートの紹介，平成 23 年度日本水産学会秋季大会講演要旨, p40
*3 テナガエビが蝟集するアミノ酸混和コンクリートの紹介，平成 24 年度日本水産学会秋季大会講演要旨, p37
*4 アミノ酸混和コンクリートによる付着藻類の生長特性の持続効果，応用生態工学会第 19 回研究発表講演集, p140
*5 アミノ酸混和コンクリートによる底生動物の生息環境の創出，平成 28 年度土木学会全国大会 第 71 回年次学術講演会， pⅦ-051

23-6

豊川用水　初立池におけるニラバラン保全対策

独立行政法人水資源機構　豊川用水総合事業部
調査設計課　○小林　淳、調整課　土田　百合子

1. 概要

初立池は､昭和 42 年に完成した豊川用水東部幹線水路の末端、渥美半島先端にある有効貯水量 160 万 m3 のアースダムであり、東海・東南海地震等に対する耐震対策として､平成 24 年から初立池堤体の補強盛土工事を実施した。その際、愛知県内で自生が唯一確認されているニラバラン(「絶滅危惧ⅠB 類」(レッドリストあいち 2015)) の生育地が工事により絶滅する恐れがあったため､有識者の助言を得ながら、保全対策としてニラバランの移植を行った。本発表は移植が難しいとされているラン科に属するニラバランに関し、工事に合わせて実施した保全対策とその結果を報告するものである。

2. ニラバランと保全対策

ニラバランは、千葉県以南の本州、四国、九州、琉球に生育する多年生草本であり、海岸近くの日当たりの良い、やや湿った草地や半裸地に生育するラン科の植物である。



写真 1　ニラバランの葉(左)と花(右)

今回、ニラバランの生育地が補強盛土にて完全に覆われてしまうことから、近隣地への移植を行うこととしたが、ラン科の植物の生育には「菌根菌」と言われる土壌中に共生する菌類の作用が不可欠となるため、有識者からの助言を踏まえ、30cm ほどの深さで周辺土壌ごと運搬、移植した。

3. 保全対策（移植）の実施

ニラバランの移植先として、移植前と同一の土地への移植ができないことから、確実性を高めるため、生育地と環境が類似している地山及び補強盛土面の計 4 箇所を選定し、ニラバランの休眠期である平成 25 年 7 月及び平成 26 年 10 月の 2 回に分けて移植を実施した。

移植に当たっては、有識者の助言、現地指導を得ながら、バックホウ及び人力にて生育地の表土をなるべく崩さないように掘り取り、あらかじめ設置していた木製の運搬土台に積載し、移植箇所に土台をスライドさせ敷き詰めていく方法で実施した。

4. 保全対策（移植）の結果

移植先での生育状況として生育密度を調査し、表 1 に示すとおり移植先の全地点で生育が確認された。

表 1　生育調査結果

移植地	生育密度（株／m^2）※代表地点					状況調査
	移植元	平成25年秋	平成26年春	平成26年秋	平成27年春	平成28年秋
A	約30～50	約30	215	333	179	生育確認
B	約30～50	約30	89	60	9	生育確認
C	約100	-	-	111	113	生育確認
D	約100	-	-	67	83	生育確認

保全対策の成否について、有識者から、3 年程度連続して発芽が確認できれば移植は成功と判断しても良いとの意見があり､平成 29 年春まで連続してニラバランの発芽が確認できていることから、今回の移植は成功したと考えている。

また、本稿が、今後の希少種移植に際しての一助となれば幸いである。

23-7

内水面水産資源の堅牢な管理指針を見出すための微分ゲーム理論

島根大学生物資源科学部 ○吉岡秀和
京都大学大学院農学研究科 日本学術振興会特別研究員 八重樫優太

1. はじめに

内水面水産資源は我が国の水産業を根幹から支え，その存在は，水域周辺の地域，とくに農山村地域の環境・生態の維持や形成に大きく貢献している．近年，我が国では内水面水産資源の漁獲量が激減しており，その影響評価や打開策の立案が急務である．本研究では，不確実な環境下で資源管理指針を見出すために数理経済学を中心に発展してきた微分ゲーム理論[1]に注目し，放流アユの管理指針を検討する．この枠組みでは，Hamilton-Jacobi-Bellman-Isaacs (HJBI) 方程式[1]の非自明な定常解の性質によりアユ管理指針の実現性を評価できる．

2. 数理モデル

放流アユ個体群が卓越する河川を考える．アユは単年性の生活史を有し，春に稚魚が河川に放流され，夏の解禁時刻($t=0$)以降に漁獲が許可される．成魚は，同年秋に死亡する($t=T$)．河川における時刻$t\in(0,T)$でのアユの個体数N_tと平均体重X_tを，跳躍[2]がある伊藤型の確率微分方程式系で記述する：

$$\mathrm{d}N_t=-N_{t-0}\left[\left(R+c_t+\eta_t\right)\mathrm{d}t+\gamma\mathrm{d}Z_t\right] \tag{1}$$

$$\mathrm{d}X_t=X_t\left[\left(g\left(X_t\right)-\omega_t\right)\mathrm{d}t+\sigma\mathrm{d}B_t\right]. \tag{2}$$

B_tは1次元標準Brown運動，Z_tはB_tと独立でLévy測度νを持ち純粋不連続で増分の値域が$[0,\gamma^{-1}]$に含まれる1次元Lévy過程，$R>0$は自然死亡率，$\gamma>0$は捕食圧，$c_t\in[0,c_{\max}]$は時間依存の漁獲圧，gは成長率，$\sigma\geq0$は成長率の確率変動の大きさ，η_t,ω_tは減耗率と成長率の不確実性である．

水産資源の管理者としての人間と個体群動態の不確実性を支配する自然を互いに非協力的なプレイヤーとする，微分ゲーム理論に基づく定式化を行う．ただし，人間は情報収集や現地調査により不確実性を小さくできると仮定する．各時間間隔(t,T)を対象に，人間は以下に示す評価関数ϕを最大化すべく漁獲圧c_tを，自然はϕを最小化すべく減耗率と成長率の不確実性を制御する：

$$\phi(t,n,x;c,\eta,\omega)=\mathrm{E}\left[\int_t^T\left(N_sX_s\right)^{1-\alpha}\left(1-\alpha\right)^{-1}\left(J_1+J_2\right)e^{-\delta(s-t)}\mathrm{d}s\right] \tag{3}$$

ただし，$J_1=c_s^{1-\alpha}$，$J_2=a\eta_s^2/2+b\omega_s^2/2$，Eは条件$(N_{t-0},X_t)=(n,x)$に関する条件付き期待値である．評価関数の各パラメータは人間が設定する．$a,b>0$は重みパラメータ，$0<\alpha<1$は，評価関数のバイオマスN_sX_sへの依存性である．式(3)のJ_1を含む項は漁獲による利益をあらわす．漁獲されたアユは，個人消費，市場販売，水辺の楽校などで用いられる[3]．また，式(3)のJ_2を含む項は個体群動態の不確実性に起因する不利益をあらわす．重みパラメータ$a,b>0$は人間が個体群動態をどの程度正確に把握しているかをあらわす．値関数$\Phi=\Phi(t,n,x)$を$\Phi=\sup_c\inf_{\eta,\omega}\phi\left(t,n,x;c,\eta,\omega\right)$，すなわち，自然に有利なmin-max最適解と定義する．

3. HJBI 方程式の厳密解

動的計画原理[1]によりΦを支配するHJBI方程式

$$-\frac{\partial\Phi}{\partial t}+\sup_c\inf_{\eta,\omega}L\Phi=0 \tag{4}$$

が導かれる．Lはある2階の退化楕円型の微分積分演算子であり，記述は煩雑であるが一意かつ陽的に定まる[1), 2)]．HJBI方程式(4)には，終端条件$\Phi_{t=T}=0$ならびに境界条件$\Phi_{nx=0}=0$が付帯する．

成長率を正定数$g=r>0$とし，終端時刻までに放流アユの大部分が河川に存在しなくなる($T\to+\infty$)状況を考える．このとき，HJBI方程式(4)は厳密解

$$\Phi\left(n,x\right)=\left(nx\right)^{1-\alpha}\left(1-\alpha\right)^{-1}\hat{z} \tag{5}$$

を持つ．$\hat{z}$はある非線型方程式を満たす．命題P1-P3が主結果であり，具体的な意味は講演で紹介する．ただし，“*”はΦを与える最適制御をあらわす．

P1：(5)は(4)の古典解，すなわち粘性解[2]．

P2：$c^*=\min\{c_{\max},\hat{z}^{-1/\alpha}\}$，$(\eta^*,\omega^*)=(1-\alpha)(a^{-1},b^{-1})\hat{z}$

P3：$-\frac{\partial\hat{z}}{\partial\delta},\frac{\partial\hat{z}}{\partial r},-\frac{\partial\hat{z}}{\partial R},-\frac{\partial\hat{z}}{\partial\gamma},-\frac{\partial\hat{z}}{\partial(\sigma^2)},\frac{\partial\hat{z}}{\partial a},\frac{\partial\hat{z}}{\partial b}>0,\ \frac{\partial\hat{z}}{\partial c_{\max}}\geq0$

謝辞 本研究はWEC応用生態研究助成No.2016-02，科研費No.17K15345と17J09125の援助を受けた．

引用文献

1) L. P. Hansen et al., Journal of Economic Theory 128 (2006), 45-90.
2) B. Øksendal, A. Sulem, Applied Stochastic Control of Jump Diffusions, Springer, 2007.
3) H. Yoshioka, Y. Yaegashi, Journal of Mathematics in Industry 7 (2017).

23-8

川内川激特事業における「河川」と「まち」の再生

九州大学工学府/株式会社大進　○小林清文
九州大学工学研究院　林博徳，九州大学工学研究院　島谷幸宏

1. はじめに

鹿児島県薩摩郡さつま町虎居地区では，2006 年 7 月川内川の氾濫により甚大な洪水被害が発生した.

計画高水位を 3.5m も超えた被災要因としては，7 月 19 日から 23 日の 5 日間で 1000mm を超す記録的な豪雨と考えられた. その一方で, 虎居地区の下流に位置する虎居城跡地の大きく蛇行した河道形状による背水の影響が指摘された. [1] 当地区では 1972 年にも同様の洪水が起こり，蛇行した河道部の分水路開削が提案されたが，社会環境や経済的要因等により，実現には至らなかった経緯があった.

本稿では，激特事業という短期間かつ緊迫した状況下にて，再度，分水路開削(写真 1)に取組み，「河川」と「まち」を再生した成果について報告する.

2. 技術的課題

本業務における技術的課題としては，①被災感情が残る住民の不信感を解消するとともに事業の早期合意を形成する，②市街地の用地制約がある中での河川の流下能力拡大と洪水時の水位低減に伴う治水の安全性を確保する，③地域の歴史・景観や川の営みの継承，復興後の地域再生や利活用ニーズも踏まえた川づくりを推進することであった.



写真 1　蛇行した河道部を開削した推込分水路

3. 技術的解決策と成果

3-1. 景観水理模型を活用した住民参加型川づくり

本事業では被災当初より住民参加型や「多自然川づくりアドバイザー制度」を導入するとともに，分水路開削に伴う治水効果と自然環境への影響を検証するため，九州大学と連携した景観水理模型による公開実験を実施し，計画・設計に反映した.

3-2. 分水路開削と石積による治水安全性の確保

河川水位が平常水位より約 4.0m上昇すると本川から分派する越流堰を備えた延長約 250m，底幅約 65m，掘削土量 70 万㎥に及ぶ分水路を開削した. また, 他工区で大量に発生した石材を同地区に運搬し, 延長約 2000mに及ぶ石積護岸による河道拡幅を実現し, 用地的制約と経済性, 堤防強化に寄与させた.

3-3. 川表とした一体感と石組手法による地域再生

石組手法に，虎居城跡地に現存する「布目積み崩し」[2] で統一することで地域性を演出した. また，その検証に景観水理模型を活用したことで，地域住民や施工業者に対する具体的かつ判り易い説明や詳細な検討が可能となり，景観デザインの質的な向上と早期合意形成に多大な成果が得られた.

4. あとがき

現在，竣工後 6 年が経過し，分水路には毎年 3~5 回の洪水流入を繰り返し，水位低減効果は基より新たな生物生息域となる湿地空間等も創出されている.

また，本事業を契機に，川内川水系かわまちづくりや，自然体験型 DMO 等が取り組まれている.

引用文献

1) 土木学会，第 7 回景観デザイン研究会講演集 P295-306，2011
2) 平野隆彰，穴太の石積，あうん社P65，2007

23-9

東京湾の魚類多様性再生に向けた検討
－希少種の生息場利用への着目－

国土交通省国土技術政策総合研究所 ○秋山吉寛、
国土交通省国土技術政策総合研究所 黒岩寛、
国土交通省国土技術政策総合研究所 岡田知也

1. はじめに

内湾域の高度利用に伴う生息場の減少に伴い、魚類群集の多様性は低下する。多様な魚類の生息できる内湾環境を再生するためには、魚類群集の多様性の低下に関わる環境の変化を理解する必要がある。本研究は、魚類の生息場利用パターンを希少種と普通種の間で比較することによって、魚類の衰退と関係する生息場環境について、新たな知見を得ることを目的とする。

2. 方法

東京湾の水深20ｍ以浅で生息が確認されている魚類の生息場環境の情報を収集した。生息場環境は同一魚種であれば海域の違いに関わらず同様と仮定し、様々な水域の情報を収集した。

生息場は6タイプ（淡水域タイプ、干潟タイプ、砂浜タイプ、岩礁タイプ、深場タイプ、外海タイプ）に分類した。アマモ場、岩礁藻場、ヨシ原、タイドプール、流れ藻は、基質に対する局所的デザイン（微地形）の一つとした。生息場タイプは、魚類の成長段階（卵および胎仔、仔魚、稚魚、未成魚、成魚）ごとに整理した。レッドリスト等に基づき、魚類を希少種（絶滅種、絶滅危惧種、準絶滅危惧種）と普通種に分け、両者の生息場利用パターンを比較した。

3. 結果

3-1. 魚の分類群組成

23科35魚種の各成長段階における生息場利用タイプの情報を収集した。そのうち、4科10種が希少種であった。

3-2. 利用する生息場タイプの比較

1魚種あたりの生息場利用タイプ数は、希少種の方が少ない傾向があった。この傾向は仔魚期および稚魚期に顕著であった。生息場を利用する魚種の割合は、希少種に関しては干潟タイプ、砂浜タイプ、淡水タイプの順に高く、普通種に関しては、干潟タイプ、深場タイプ、岩礁タイプの順に高かった。

3-3. 産卵（産仔）場となる生息場タイプの比較

産卵（産仔）場として生息場を利用する魚種の割合は、希少種に関しては、干潟タイプで高く（80%）、深場タイプ（0%）および岩礁タイプ（10%）では低かった。一方、普通種に関しては、干潟タイプ（36%）だけでなく、深場タイプ(44%)および岩礁タイプ(28%)でも高かった。

4. 考察

希少種および普通種の存続にとって、干潟タイプは重要な生息場と考えられる。特に希少種は干潟タイプへの依存が強い。一方、普通種は環境適応力に優れており、様々な生息場タイプで生活できる。希少種の存続は、干潟タイプに特異な底質環境や生物種と密接に関わっており、その結果、希少種は干潟タイプに強く依存すると考えられる。

沿岸域における干潟の埋立（干潟タイプの減少）および消波ブロックの設置(岩礁タイプの増加)が、東京湾の魚類群集組成に影響を及ぼしていると考えられる。

多様な魚類の生息場環境の情報を収集・整理することによって、魚類の衰退と関係する生息場環境について、新たな知見を得ることができた。

23-10

摩耗程度の異なるコンクリート壁面に対するカエル類 4 種の脱出能力の比較

愛知県農業総合試験場　○田中雄一、河村年広、佐伯晶子、加藤 久

1. はじめに

コンクリート製の壁面が垂直または急勾配の農業水路等は、転落したカエル類の脱出が困難で、移動障壁となる。水路からの脱出に影響する一要因として、水路壁の摩耗による凹凸が考えられる[1)]。また、脱出に関する運動能力や行動特性は、種ごとに異なると予想される[1)]。そこで、摩耗程度の異なるコンクリート壁に対する脱出能力の種間差を解明し、脱出対策が必要な水路の摩耗程度と重要視すべき種について考察した。

2. 調査方法

2-1. 供試した種と個体

2015、2016 年の 6～8 月に捕獲した、ヌマガエル、ツチガエル、ナゴヤダルマガエル、およびトノサマガエルの成体を、捕獲後 1 週間以内に使用した。

2-2. 実験装置

図 1 の実験装置を用いた。コンクリート壁の摩耗程度は、算術平均粗さ(*Ra*、㎜)[2)]が 0.23、0.28、0.55 および 1.23 の 4 水準（供用 0～40 年)とした。

2-3. 実験方法

実験装置に入れた 8 個体の 2 時間後の脱出率をもとめた。実験は 5 反復行った。*Ra* が 1.23 の実験では、登はん行動を撮影した。

3. 結果と考察

ヌマガエルとトノサマガエルは全てのコンクリート壁で 7.5%以上の個体が脱出したのに対して、ツチガエルは *Ra* が 0.23 では脱出がみられなかった。さらに、ナゴヤダルマガエルの脱出は *Ra* が 1.23 のコンクリート壁でのみでみられ、脱出率は 12.5%と低かった（図 2)。したがって、これら 4 種の生息地域での対策は、脱出能力が最も劣るナゴヤダルマガエルに着目すべきと考えられた。その場合の対策は、少なくとも *Ra* が 0.55 以下では必須で、1.23 でも講じることが望ましいと推察された。なお、どの種も実験装置の四隅を登はんして脱出したため、本研究で示した *Ra* による基準は、コンクリート面が直交する形状を有する枡や鉄筋コンクリート組立作きょ・直壁型にのみ当てはまる。これら以外の形状の水路では、脱出が著しく困難と推測されるため、摩耗程度に関わらず脱出対策が必要なことが示唆された。

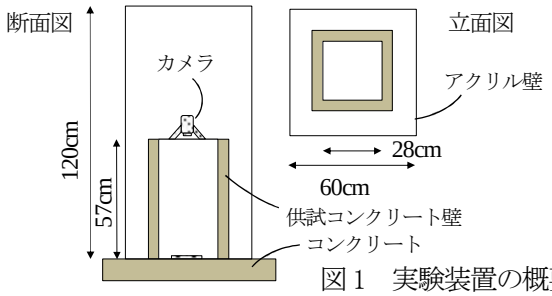


図 1　実験装置の概要

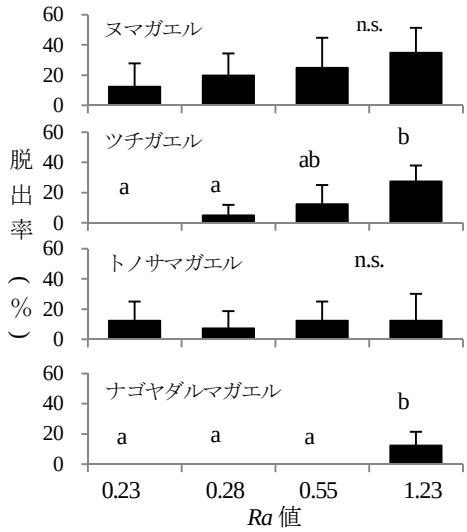


図 2　カエル類 4 種の摩耗程度の異なるコンクリート壁に対する脱出率
平均値+標準偏差、Tukey 法（$p<0.05$）

引用文献

1) 渡部恵司:コンクリート水路によるカエル類の移動障害と個体群保全に関する研究、農工研報告、53：63-104、2014
2) 本間ほか：水路摩耗における健全度評価と構造的機能に関する考察、農工研技報、207：1-11、2008

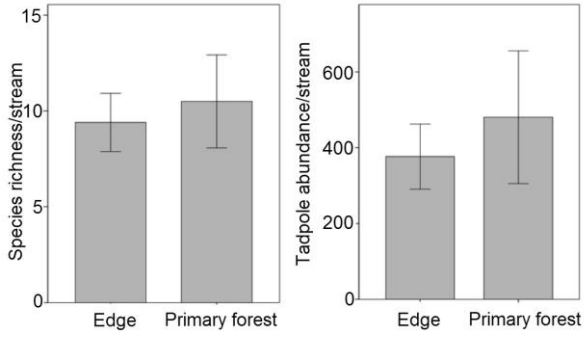
23-11

Impact of habitat disturbance on tadpole community and tadpole-mediated ecosystem services in rainforest streams in Madagascar

○Noelikanto Ramamonjisoa (Nagoya University)
Yoshihiro Natsuhara (Nagoya University)

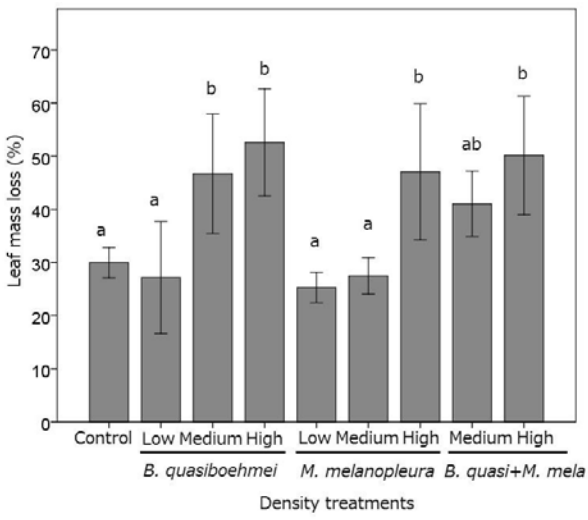
Habitat disturbance can have profound effects on biodiversity, yet the concomitant effects of habitat disturbance on community and the resulting effects on ecosystem functioning have rarely been addressed. This study took advantage of a "naturally established" field experiment to investigate the effects of land use on tadpole community and tested how changes in tadpole abundance and diversity affect stream ecosystem functioning such as litter decomposition, one of the most important ecosystem processes. The study was conducted in Ranomafana Madagascar, which harbors the richest tadpole community in the world. We sampled tadpoles in streams (in pools and riffles) in primary forest and at forest edge, which represents the interface between forest habitats and agricultural areas. We further recorded environmental variables in each stream to determine the factors that may structure tadpole assemblages in streams. We conducted a stream enclosure experiment in which we manipulated abundance and diversity of the two commonest tadpole species to simulate how community structure affects stream ecosystem processes (litter decomposition).

Fig.1 Effects of habitat disturbance on tadpole species richness and abundance in Ranomafana streams



We recorded 27 species by DNA metabarcoding. Primary forest and edge habitats did not differ in species richness (Fig. 1, absolute number of species found in stream), but had distinct species composition. Compensatory colonization events may allow species richness to be maintained as declines in some species were compensated for by increases in others. Tadpole abundance in streams was lower at forest edge than in primary forest (Fig. 1), suggesting that habitat disturbance reduces tadpole biomass. Cross products correlation indicated that both microhabitat environmental and spatial factors determined tadpole assemblages, but the environment exerted larger effect. Enclosure experiment revealed that tadpole abundance exerted larger effect on litter decomposition than species mixture. Litter decomposition did not occur at low tadpole density suggesting that reduction in tadpole abundance can have great effect on ecosystem functioning (Fig. 2). As reported in previous studies, species abundance could play more important role than diversity in delivering ecosystem services in highly diverse communities. In this system, habitat disturbance had strong effects on species composition and tadpole abundance, which may have cascading effects on ecosystem functioning.

Fig. 2. Effects of tadpoles on litter decomposition across different densities in monoculture and species mixture.



23-12

立山カルデラにおけるホンドオコジョと共存した砂防事業の実現に向けた取組み

国土交通省 北陸地方整備局 立山砂防事務所　浅井誠二*1、石井崇*2、村元陽介、山根恭子
（現所属　*1：北陸地方整備局 企画部防災課、*2：北海道開発局 建設部河川計画課）
株式会社建設技術研究所 ○澤樹征司、鈴木荘司、柴田閑、吉井千晶

1. はじめに

ライチョウやホンドオコジョが生息することで知られる立山連峰・室堂に隣接する「立山カルデラ」は、崩壊が著しく幾度もの災害が生じてきたため、人命財産の安全確保に向け砂防事業が行われている。

平成24年､立山カルデラ内の砂防工事計画地にてカルデラ内では初めてホンドオコジョの生息が確認された。本稿ではホンドオコジョと共存した砂防事業を進めるために行われた取り組みを紹介する。

2. 調査検討の取組み

2-1. 分布状況把握調査

平成24年度から26年度にかけ、学識者の指導の下に立山カルデラ内に広く多数のトラップを設置し、ホンドオコジョの捕獲を試みた。捕獲結果を分析したところ、以下の状況が把握された。

①マクロにみると、標高1,400m以上、かつ33ha以上の大面積を持つ高木の林分にのみ生息する。

②ミクロにみると、確認地点は多孔質空間が多く、更に涸れ沢など移動経路として利用しやすい箇所にて高い頻度で確認された。

③生息が確認された樹林の一つ（以降、「対象樹林」と呼ぶ）では砂防工事が進められていたため、影響検討が必要と考えられた。



写真1　ホンドオコジョと保全対策実施状況

2-2. 移動経路追跡調査

志賀高原等でのオコジョに関する既往研究事例を参考として砂防工事による影響を分析したところ、

・ホームレンジ内にある繁殖域を改変しないこと。
・ホームレンジ周縁の移動経路を分断しないこと。

の二点が重要であると考えられた。

これを踏まえ、平成27年度から28年度にかけ、対象樹林に存在する“けもの道”、涸れ沢、多孔質環境等に多数の無人撮影機を設置し、活動範囲や移動経路の利用状況の把握を試みた。その結果、以下の状況が把握された。

①繁殖時期に撮影されたデータはいずれも工事による改変箇所から離れた対象樹林の奥部であった。よって繁殖域（繁殖時期の活動域）へは、工事による影響は及ばないと判断された。

②複数のカメラに連続的に撮影された画像から、ホームレンジ周縁の移動経路が明らかとなった。一方、工事により開放的環境へと変化した移動経路の一部では、個体が撮影されなくなった。よって改変された移動経路の多孔質空間の復元、工事用道路の横断支援策が必要と判断した。

3. 保全対策の取組み

移動経路の改変箇所に対し、人頭大の石を用いて多孔質空間を創出した。併せてモニタリングを行い、保全対策実施箇所にてホンドオコジョの利用が再び見られるようになったことを確認した。

今後は、これまでに明らかになったオコジョの利用経路と工事箇所との関係をもとに、必要な箇所に多孔質空間を創出しつつ工事を進め、ホンドオコジョと砂防事業との共存を図っていく予定である。

23-13

風況特性に注目したオジロワシの風車衝突リスクの予測

徳島大学　○藪原佑樹、帯広畜産大学　赤坂卓美、徳島大学　林佑亮、
九州大学　内田孝紀、猛禽類医学研究所　齊藤慶輔、
株式会社ドーコン　山田芳樹、徳島大学　河口洋一

１．はじめに

近年、日本でも風力発電の導入が進められる中で、鳥類等が風車と衝突するバードストライクといった新たな環境への影響が問題視されるようになった。中でもオジロワシは風車との衝突に起因する死亡例が４０件以上報告されており、個体群存続に対する影響が懸念されている。そのため、オジロワシの風車衝突リスクを高精度で予測し、衝突リスクが高い地域をあらかじめ特定することが出来れば、鳥衝突に配慮した風車設置場所の選定を行う上で重要な知見となりうる。そこで本研究では、GPS 発信機を用いてオジロワシの正確な飛翔高度を明らかにし、シミュレーションから予測する詳細な風況特性との関係をモデル化することで、オジロワシの風車衝突リスクを予測する。

２．方法

2015 年7 月に北海道で４個体のオジロワシ幼鳥を捕獲してアルゴス型 GPS 発信機を装着し、秋期から冬期にかけてオジロワシ幼鳥の位置情報を取得した。まず、オジロワシの飛翔高度（地表面からの高さ）を計算するため、数値標高モデル(DEM)から当該地点直下の地表面の標高を求め、その値を GPS の取得高度から減じた。続いて、風況シミュレーションソフト RIAM-COMPACT（株式会社リアムコンパクト http://www.riam-compact.com/）を用いて各測位地点に対して風況予測を行った。ここでは、気象庁の数値予報データ（GPV データ）から測位時点の風速、風向を抽出した後に、DEM による詳細な地形情報と併せて風況シミュレーションを行い、オジロワシ観測地点の高度 80m における三成分（U,V,W）の風速値を計算した。なお、ここでの U、V、W 成分の風速値は、風の主流方向を x 軸としたときに、それぞれ x 軸、y 軸、z 軸方向に吹く風の強さを意味する。最後に、オジロワシの飛翔高度と風速値を用いて風車衝突リスクを予測するモデルを構築した。すなわち、今後設置が見込まれる大型風車を参考に風車のブレード回転域を高度 40～120 m と仮定し、オジロワシが飛翔したと考えられるデータのうち、この高度を利用した場合を衝突リスクあり、それ以外の場合を衝突リスクなしとして、衝突リスクの有無と風速値との関係を二項分布を仮定した一般化線形モデル（GLM）を用いて解析した。

３．結果および考察

GPS 発信機を装着した 4 個体のうち、3 個体について解析可能なデータを取得することが出来た。解析に使用したオジロワシの飛翔データのうち、風車ブレード高さを利用した場合とそうでない場合はそれぞれ 117 回、141 回であった。モデル選択により得られたベストモデルでは、オジロワシが風車ブレード高さを利用する確率は、U、W 成分に対してそれぞれ負、正の関係がみられた。このことは、水平方向の風が弱く、上向きの風が強くなるほど、オジロワシの風車ブレードとの衝突リスクが高くなることを示唆している。風が強い地域の海岸崖や急斜面の上空では、吹きつける風によって上昇気流が発生しやすく、実際にオジロワシの衝突事故の報告数も多い。このようなリスクの高い地域を、今回得られたモデルを用いて事前に特定することが出来れば、鳥衝突リスクを避ける形での風車設置場所の選定につながる可能性がある。

23-14

春夏秋冬：いつでも湿地にエゾシカが！

酪農学園大学 ○吉田剛司、佐藤瑞奈、佐藤温貴、橋本寛治、吉田遼人
上原裕世、更科美帆、日野貴文

1. はじめに

個体数が増加したニホンジカ（*Cervus nippon*）による生態系被害が各地で報告されている。しかしニホンジカのみならず、シカ類における湿地生態系への影響については不明な点も多く、ニホンジカの湿地の季節的な利用についても把握されていない。

北海道東部の根釧地域には、湿地が多く点在し、近年では、これら湿地でエゾシカ（*C.n. ezoensisi*）による生態系被害が懸念されている。そこで本研究では、GPS 首輪型発信機によるエゾシカの季節移動を追跡し、根釧地域におけるエゾシカの湿地利用について追究した。

2. 研究対象地と手法

本研究は、北海道東部の根釧地域に位置する釧路湿原、霧多布湿原、野付半島にて実施した。釧路湿原は、日本最大の湿原であり、その多くが釧路湿原国立公園に指定されている。霧多布湿原は、国内で 3 番目に大きな湿原で、その核心の霧多布泥炭形成植物群落は天然記念物指定されている。野付半島は、延長 28km に達する日本最大の砂嘴である。全ての研究対象地は、ラムサール条約の登録湿地であり、貴重な湿地景観を有する自然環境である。

本研究では、国内最大規模数の GPS 首輪発信をメス成獣に装着して季節移動を追跡した。釧路湿原では、環境研究総合推進費【釧路湿原にて超高密度状態となったシカの管理を成功させる戦略と戦術】の一環として 32 機、霧多布湿原には浜中町と JA 浜中の協力により 8 機、さらに別海町と連携して野付半島に 7 機の GPS 首輪型発信機（Loteck 社 Iridium 型）、計 47 機を用いて 2013 年から 2017 年にかけてエゾシカの季節移動を解明した。

なお季節は夏季（無積雪期）と冬季（積雪期）に区分し、それぞれの個体の 50% core home range を LoCoH 法によって算出して季節移動の有無を検証した。

3. 結果

釧路湿原で追跡した 32 個体のうち約 84%が釧路湿原から移動しなかった。夏季と冬季では、湿原内の異なる空間を利用するが、釧路湿原境界内を利用する個体が多い。

霧多布湿原では、38%の個体が霧多布湿原内にて年中に生息するが、62%は冬季のみ湿原内に分布し、夏季には他地域（中標津町など）の牧草地に移動することが判明した。

野付半島では、首輪が装着された 7 頭が全て、夏季も冬季も野付半島に生息していた（Table 1）。

Table 1 Number and percentage of non-migratory deer in three wetlands based on GPS tracking

Wetland	n. Deer	Non-migratory, n(%)
Kushiro	32	27 (84)
Kiritappu	8	3 (38)
Notsuke	7	7 (100)
TOTAL	**47**	**37 (79)**

4. 考察

個体差による違いなど根釧の湿地におけるエゾシカの季節移動は不明瞭な点が多い。その一方で、湿地の生態系は明らかにエゾシカによる影響を受け、特にシカ道の形成は湿地景観の植生構造を大きく変化させる可能性が示唆できる。

今後は、これら湿地内での認定事業者による専門的な捕獲などによる個体数調整が急務となる。

23-15

伊勢自動車道のエコロード 20 年の評価

中日本高速道路株式会社・水島秀二　○岩田朋子
株式会社高速道路総合技術研究所・西牟田和沙

1. 背景と調査概要

NEXCO 中日本では日本道路公団当時から自然環境に配慮した道路づくりを行っており，エコロードと呼んでいる。伊勢自動車道（以下，「伊勢道」という。）の玉城 IC（宮川橋）～伊勢西 IC 間は，伊勢神宮の内宮と外宮の間及び伊勢志摩国立公園の普通地域及び特別地域の一部を通過することから（図 1），計画当初より神宮司廳，環境庁（現環境省）との協議が行われた。とりわけ神宮司廳との協議においては，1）森林を中心とする生態系の破壊の防止に留意すること，2）特に大型動物の行動圏について，その維持のため横断の確保には万全の措置を講じること，という 2 つの条件が付された。そのため，沿線の生態系保全に係る事前調査と様々な保全策を実施し，自然環境に配慮した道路を建設した。これまでに工事着手前の調査の他，開通後 4 回（開通後 2 年，5 年，10 年，24 年）行った追跡調査の結果について報告する。

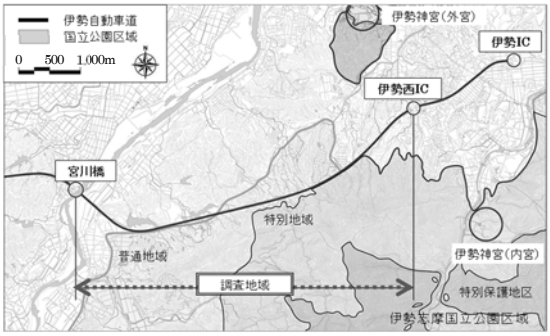


図 1　伊勢道と伊勢志摩国立公園の位置関係

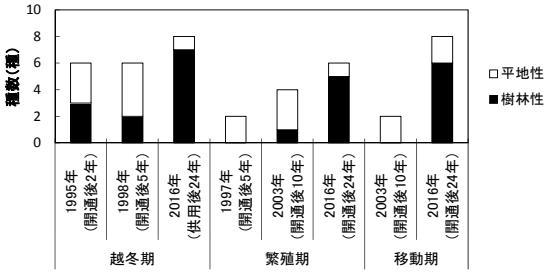


図 2　盛土のり面を利用する鳥類の種数変化

2. エコロード整備から約 20 年後の評価

植物保全策の面からは，周辺樹林に及ぼす間接的な影響の軽減や動植物の生息空間，景観等の保全に配慮して植生復元を図るために盛土及び切土のり面に植栽工を実施した（路線全体に約 15,000 本）結果，多くののり面で樹林化の進行が確認された。中でも，樹林性鳥類の種数が増加した結果から（図 2），のり面樹林が鳥類の生息空間として成長し，保全策の効果を確認することができた。

動物保全策の面からは，野生動物のために設置したカルバートボックス等の横断施設 19 箇所では，開通後これまでに全ての箇所で動物の横断利用が確認された。日光宇都宮道路のエコロード追跡調査においても，野生動物による横断施設の利用が確認されており [1)]，横断施設の確保は，道路建設による野生動物の生息域分断や孤立化の回避に一定の効果を示している。

これまでの 4 回の調査結果より，伊勢道建設時に付された留意すべき 2 つの条件については，概ね達成できていると考えられる。

国立公園を通過する日光宇都宮道路では開通後 30 年まで追跡調査を行い，自然環境保全策の評価を行ったように，伊勢道も継続して追跡調査を行い，長期的な知見を蓄積し，自然環境保全策の効果検証を行っていく予定である。

引用文献

1）白川一代・築瀬知史（2013）エコロード 30 年の成果と自然環境保全の課題について．緑化工学会，39(1)：206-209.

23-16

新東名高速道路愛知県区間において実施された自然環境保全措置とその効果

○春田章博[1)]、菅野太郎[1)]、早河辰郎[2)]、織田銑一[3)]
1）株式会社 環境グリーンエンジニア、2）中日本高速道路株式会社、3）元名古屋大学

１．はじめに

新東名高速道路愛知県区間（55.2Km）は、2016年2月に供用を開始した。この区間の環境保全措置は、環境影響評価（1991年）を皮切りに、「地域環境への配慮」をねらいとして、中日本高速道路株式会社が､約20年余にわたって実施したものである。

２．新東名高速道路整備における自然環境保全措置

環境影響評価後の環境保全措置は、計画・工事・供用の各段階に、学識者・地域の専門家による検討会を設置し、現地調査の結果に基づいて検討した。

３．環境保全措置とその結果

3-1. 計画段階における自然環境調査と保全措置

計画段階の検討は1994年から2004年に実施した。現地調査をもとに、愛知県区間を3地域6地区12地点に環境区分し、これに基づく環境保全措置の基本的な方針と具体的な指針を策定した。また、最新のRDB情報等をもとに保全対象種を再確認した。

3-2. 工事段階における自然環境調査と保全措置

工事段階の検討は、工事開始前の2005年から完了した2015年までに実施した。この期間、継続したモニタリング調査（表-1）と、保全対象種に対する具体的な保全措置を計画・実施した（表-2）。



写真-1　移設の翌年に再捕獲されたヒメタイコウチの移設標識個体
(2012.5.16:愛知県新城市)



写真-2　供用後に生息が確認されたカワネズミ
(2016.10.12:愛知県新城市)

表-1　工事段階に実施した主なモニタリング調査

植物類	希少植物（11科26種）
哺乳類	ニホンカモシカ、カワネズミ、（哺乳類全種調査）
鳥類	希少猛禽類（2科6種）、ミゾゴイ、他
両生類	モリアオガエル
魚類	ネコギギ、ホトケドジョウ、トウカイナガレホトケドジョウ、他
昆虫類	ゲンジボタル、ヒメタイコウチ、他

表-2　工事段階に実施した主な環境保全措置

植物類	移植	希少植物（4地区15種）
哺乳類	移動確保 等	ニホンカモシカ
鳥類	工事中の影響緩和 等	希少猛禽類（2科6種）、ミゾゴイ
魚類	移設 等	ホトケドジョウ、トウカイナガレホトケドジョウ
昆虫類	移設 等	ヒメタイコウチ

3-3. 供用後における自然環境調査

供用後の2016年春季から秋季に、工事段階と同一の手法･水準によるモニタリング調査を実施した。

４．環境保全措置の効果の検証

供用後調査によれば、保全対象種の生育・生息は表-3に示す状態であり、環境保全措置の効果と考えられた。計画・工事・供用後の各段階の調査と保全措置を適正に実施することが重要と考えられた。

表-3　実施された環境保全措置の結果

植物類	定植地に移植された希少植物（4地区15種）の生育（伸長・開花など）を確認。
哺乳類	ニホンカモシカの移動を確認。 カワネズミの生息を確認。 工事前に確認された重要種の全種確認。
鳥類	希少猛禽類（2科6種）・ミゾゴイの繁殖・生息を確認。
両生類	モリアオガエルの繁殖・生息を確認。
魚類	移設先のホトケドジョウ・トウカイナガレホトケドジョウの生息を確認。
昆虫類	ゲンジボタルの生息を確認。 移設先のヒメタイコウチの生息を確認。

23-17

新東名高速道路におけるトウカイナガレホトケドジョウの保全措置とその効果

○山崎篤実[1)]、吉津祐子[1)]、伊藤正人[2)]、森誠一[3)]
1）株式会社荒谷建設コンサルタント、2）中日本高速道路株式会社　名古屋支社
3）岐阜経済大学経済学部　地域連携推進センター

1．はじめに

新東名高速道路（平成 28 年 2 月開通）では、自然環境に配慮した道路事業を行うため、自然環境保全検討会を設立し、現地調査結果より保全対象種を選定し、保全措置を実施してきた。

このうち、トウカイナガレホトケドジョウ（保全対象種）を対象に、生息環境の早期復元を目的として環境保全措置を実施した結果を報告する。

2．実施した環境保全措置

2-1．宝地川の付替河川における保全措置

保全措置は、付替河川の河床に石礫が堆積しやすくなうようにマス状に掘り込み、多様で複雑な流れを創出できるように河床に丸太を設置した。

2-2．猿音川の付替河川における保全措置

保全措置は、魚類の生息環境の復元を目的として、護岸の高木植栽、石流出防止柵の設置、河床の自然石の設置（固定）などを行った。設置した自然石は 30～50㎝ であり、上流から石礫が流下し、河床と自然石の隙間に堆積していくことにより、魚類の生息環境が創出されるようにした。

上記の保全措置は、岩瀬晴夫氏（株式会社　北海道技術コンサルタント 川づくり計画室 室長）の助言を受け、株式会社中日本高速道路が実施した。



写真１　保全措置の実施状況

3．調査方法

付替河川の保全措置実施区間内を 2 名の調査員によりタモ網を用いて魚類の捕獲を行った。

4．調査結果および考察

4-1．宝地川

トウカイナガレホトケドジョウは事前調査では 1 個体確認されていた。付替河川の完成後は、継続的に出現し、供用開始後となる平成 28 年には 6 個体が確認された。

保全措置実施後に魚類の出現個体数が増加する傾向がみられ、特にカワヨシノボリなどの底生魚で顕著であった。魚類の増加は、保全措置に伴う以下の効果がみられたと考えられる。

①河床のマスごとに瀬と淵が形成され、工事前の自然の状態と比較して、瀬と淵の間隔が密になった。
②河床に堆積した石礫や設置した丸太の下などに魚類の隠れ場所が多く創出された。

4-2．猿音川

トウカイナガレホトケドジョウは事前調査では 9 個体確認されていた。付替河川完成後は、2 年目で上流から 1/3 程度（保全措置延長約 100 のうち 35m 程度）の河床に石礫が堆積した。また、魚類の確認個体数は減少したが、トウカイナガレホトケドジョウは継続的に 1～2 個体が確認された。

工事前と比較して出現個体数は減少しており、付替河川全体に石礫が堆積し、護岸より上の植栽が水面を覆うのには、あと数年かかると見込まれている。しかし、環境保全措置としては施工直後においてもトウカイナガレホトケドジョウの生息が確認され、一定の効果がみられたと考えられる。

23-18

新東名高速道路における河川底生動物を指標とした工事中・供用後の水質・土砂流出の監視

○菅野太郎[1)]、春田章博[1)]、平尾義男[2)]、内田臣一[3)]
[1)] 株式会社 環境・グリーンエンジニア、[2)] 中日本高速道路株式会社
[3)] 愛知工業大学 工学部 土木工学科

1. はじめに

新東名高速道路の建設工事では、河川への水質及び土砂流出の影響を軽減するため、ソダ柵入り沈砂池の設置等の環境保全措置を行った（写真1）。

このうち、2016年2月に供用を開始した愛知県区間の一級河川乙川、男川（矢作川水系）では、河川環境の指標となる底生動物を工事着工前の2008年2月から供用1年後の2017年2月までの9年間、継続的に調査し、水質・土砂流出を監視し、環境保全措置の効果を確認した。



写真1　沈砂池の設置状況

2. 調査の実施方法

2-1. 調査地点の設定

乙川、男川では、流入する支流で工事が行われ、水質及び土砂流出の影響が懸念された。

そこで、調査地点は、乙川、男川の支流合流点の上流側と下流側に設定し、工事排水の影響を受ける可能性のある下流側と影響を受けない上流側の調査結果を比較した（図1）。



図1　調査地点

2-2. 調査方法と調査注目種

調査は、現存量の把握を目的とした定量調査と、種組成の把握を目的とした定性調査を行った。調査結果を考察する際は、土砂流出により生息数の減少が予測されるヒゲナガカワトビケラ科、シマトビケラ科などの造網型トビケラ類に特に注目した。

3. 調査結果および考察

底生動物全体の現存量、造網型の現存量、種数は、乙川、男川ともに、支流合流点の上流側、下流側とも、着工・供用後の減少はみられなかった（図2）。

このことから、工事による河川への影響は小さかったと考えられ、水質及び土砂流出防止の環境保全措置が効果的だったことが確認された。

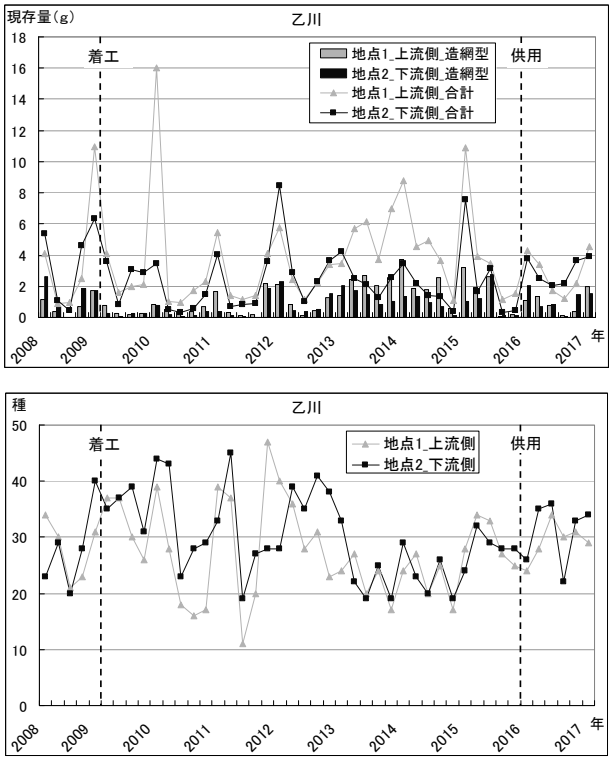


図2　底生動物の現存量(上)と
種数(下)の推移(乙川の例)

23-19

白山山麓の大規模地すべり地における植生復元に関する研究

石川県立大学　○柳井清治・田口　真

1. はじめに

白山(標高 2,702m)源流域仙人谷において、2015 年 5 月に大規模な地すべりが発生し、崩壊土砂は下流に流下し深刻な濁水被害を与えた。この濁水を抑えるために、早期に崩落斜面の植生復元を行うことが課題となっている。しかし発生個所は国立公園特別保護区内にあり、自生植物による復元でなければならない [1)]。他にも道路がなくアクセスが困難、多雨多雪、高標高・急斜面で土砂移動が激しいなど厳しい条件がある。そのため、植生復元を行うにあたって、崩壊によって形成された地形とそこに構成される植生群落の関係を把握することが必要である。そこで本研究では、過去の大規模崩壊地(1934 年発生)の植生調査と地形解析を行い、2015 年地すべり地の修復の方向性を検討した。

2. 研究対象地と研究方法

1934 年 7 月に白山源流牛首川上流域で崩壊が発生し、未曽有の大災害となった。気温の急上昇による融雪と 400mm 以上に達する豪雨が重なり、崩壊土砂が下流河川への土石流となって流下した。とくに別当谷で発生した崩壊が大規模であり、右岸山腹が長さ約 900m、幅約 200m の範囲で瞬時に崩壊し、別名「別当山津波」とも呼ばれた。

「別当谷山津波」から約 82 年が経過した現在、滑落崖の上部域では無植生地が見られるものの、滑落崖下部や土石流堆積地などで植生回復が進んでいる。そこで航空写真を ArcGIS10.4 上に取り込み、樹冠の形状と色彩の違いから植生パッチを判読し、現地においてパッチごとにコドラートを設置し、樹種、樹高、胸高直径、林床植生(草本類、シダ類、地衣類)、各種の被度を調査した。

3. 結果と考察

3-1. 1934 年崩壊地における侵入植生

崩壊発生後 82 年を経過した別当谷崩壊地では、侵入植生は明瞭に 4 つのパターンに区分された。

a) 土石流堆積地－上層はダケカンバが優占し、中下層はコヨウラクツツジやミズキが優占する。

b) 渓流沿い－林床に高茎草本が発達し、上層はオノエヤナギが優占する。

c) 滑落崖下部－ヤハズハンノキ群落が滑落崖下部の急斜面に優占する。

d) 滑落崖上部－崩落が著しい不安定斜面にはススキ群落が発達する。

3-2. 2015 年崩壊地の植生復元方向

別当谷 1934 年崩壊地の植生実態を基に、2015 年地すべり地の植生復元方向について検討した。LiDAR 測量の結果から、地形ごとに侵入植生を予測すると、安定化しつつある滑落崖にはヤハズハンノキ群落、侵食が継続し不安定な滑落崖上部にはススキ群落が発達すると考えられる。また、中腹の地すべり残土や崩土周辺にはダケカンバ等の広葉樹林が発達し、地すべり下部の渓流沿いにはオノエヤナギ群落が発達することが推測される。

植生導入を進めるうえで、大型機械のアクセスは困難であることから、基本的にヘリコプターにより施工を行う必要がある。その際、地形に応じて侵入に適した種子や緑化材料を散布してゆくべきである。そこで種子やヤナギの枝条を崩壊地の周辺の母樹から採取し散布を行い、その効果を追跡してゆく予定である。

引用文献

1) 環境省自然保護局(2015)：自然公園における法面緑化指針解説編.

23-20

愛知・岐阜の道の駅における山菜利用

名古屋大学環境学研究科 ○夏原由博

1. はじめに

山菜はかつては自家消費の食品として人々の生活と切り離せないものであった。しかし、人口の都市への移動や食生活の変化によって、山菜と人々のつながりは希薄になってしまった。そうした山菜が、道の駅や農産物直売所で見かけるようになった。道の駅や直売所は、消費者からは地域特産品が手頃な価格で購入できるというイメージを抱かれている。一方、地域住民からは地域活性化への期待が大きい。道の駅は多面的な機能を有する休憩所として1993年から設置された。1,117駅（2017年）、年間売り上げ2100億円（2012年）、勾配客数２億１千万人（2012年）にのぼる。直売所は平成21年度で16,816店を数え、総売上は9000億円に迫っている。その集客力を活かして地域特産物としての山菜を目玉として位置づけられるケースも少なくない。しかし、中には、豊富な自然資源に恵まれていながら、それらを地域振興に十分に活かせていないところもある。

本研究では、愛知県及び岐阜県の道の駅における平成28年度の山菜の販売状況を把握し、道の駅における自然資源の活用の現状と地理的なポテンシャルを明らかにすることを目的とする。

2. 方法

愛知県16か所、岐阜県54か所の道の駅にアンケートを送付し、今年度の山菜の販売量（袋・個）を種類ごとに調査した。調査の結果、愛知県7か所、岐阜県 29 か所の道の駅から返事をいただくことができた。そのうち、種類ごとに正確な数字で回答をいただいた愛知県4か所、岐阜県18か所の計22か所の道の駅のデータを使用した。

地理的条件として、自然環境保全基礎調査の1/25,000植生図、国土数値情報の、過疎地域データ（平成19年版）、人口集中地区データ（平成22年版）、高速道路時系列データ（平成27年版）を用いた。

道の駅ごとの山菜売り上げを主成分分析で序列化し、立地条件との相関関係を解析した。

3. 結果および考察

道の駅は、山菜売り上げによって3グループに分類できた。第1グループは、山菜の総販売量、扱う山菜の種類数ともに多く、第3グループは量、種類数ともに少なく、第2グループはその中間であった。第1主成分は扱う山菜の種類数と正の相関があり、第2主成分は各道の駅の山菜の販売量に占めるタケノコの割合と正の、および名古屋市中心からの距離と負の相関があった。

また、第1グループと第3グループは、過疎地域つまり山間部に位置するという立地条件は共通であったが、山菜の売り上げに関して異なっていた。要因のひとつとして、第1グループの道の駅は高速道路から近く、都市住民の来店が多いことが考えられた。

現地での聞き取りから、山菜の売上額は、春には農産物の中で数十%に達するということであった。一方で、購買者の中心が年齢が高いことが明らかになった。若い世代は山菜を調理した経験が乏しく、調理方法がわからないことが原因だと推測されていた。道の駅では、今後、加工品の販売や調理方法の効果的な周知などによって、販売量の増加の可能性を考えていた。

23-21

調理による山菜の減セシウム効果

千葉大学大学院園芸学研究科 ○小林達明、中平史織

1. はじめに

福島第一原子力発電所事故によって設定された避難地区の多くの区域の居住および農作物作付け制限が今春解除されたが、森林域では、林縁 10m の範囲のリター層除去が行われただけで、大部分の区域では放射性物質が放置され、生態系を循環していると推察される。

避難区域の阿武隈山地のいわゆる里山の環境にあり、事故までは、山の恵みを生かした生活が営まれてきた。その一つの要素に山菜の利用がある。避難解除後は、ICRP(2007)の言う現存被ばく状況に相当し、住民は自助努力によって自己の放射線被ばく管理を行う必要があるが、自ら採取した山菜の取扱いもそれに含まれる。

筆者らは、福島県川俣町山木屋地区において、里山生態系の放射性物質動態を継続的に測定しているが、昨年度は、調理によって山菜の汚染がどの程度低減できるか実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 方法

タラノキの新芽、フキの茎、シャカシメジとコウタケの子実体を採取して実験室に持ち帰り、それぞれの試料を以下の方法で調理した後、80℃で 72 時間程度乾燥後、粉砕機で粉砕し、U-8 管容器に封入して、ゲルマニウム半導体検出器を用いて放射性セシウムの放射能密度を測定した。

試料により若干の違いはあるが、基本的な調理方法は、①塩を少々加えたお湯で 3～5 分ゆでる、②醤油・みりん・酒・砂糖・だしによる 10 分の味付け煮、③ゆでた材料に食塩 20%加え一か月の塩漬け、④塩漬けを塩抜きしたもの、という 4 つの方法である。

3. 結果と考察

調理の結果、生試料で ^{134}Cs と ^{137}Cs の合計値が 2039Bq/kg DW あったタラノキの新芽は、ゆでることによって放射能密度が 1/2 になり、塩漬けや天ぷらによって約 1/10 になった。

フキは、新鮮試料でも 3.6Bq/kg DW しか放射能密度がなかったが、いずれの調理法によっても 1Bq/kg DW 以下に放射能密度が低下し、全く問題がないレベルとなった。

高級な山菜であるシャカシメジの生試料は 864Bq/kg DW だったが、味付け煮によって放射能密度は 1/10 以下に低下した。塩漬けによっては、1/20 以下に低下した。

地域の非市場経済で重要な役割を果たしていたコウタケの生試料は 6383Bq/kg DW だったが、ゆでることによって 1/4 に、味付け煮によって 1/6 に低下し、塩漬けによっては 1/30 以下に低下した。

以上の結果からは、山菜の減セシウムのためには、塩漬け調理が最も効果があり、次に味付け煮が高い効果があり、ゆで調理も一定の効果があることがわかった。本実験では、放射能密度が高かった試料も塩漬けによって、約 200Bq/kg DW 以下に低減された。

厚生労働省の示す一般食品の放射性セシウムの基準値は 100Bq/kg FW だが、これは、食欲ある 13～18 才の男性が年間に食べる食品の半分が放射性物質に汚染されていると仮定して、トータルの内部被ばく量が年間 1 ミリシーベルト以下になるように設定されている。山菜の摂取量が決して大きくないことを考えると、およその放射能が把握された材料に適切な調理を加えることによって、季節の山菜を楽しむことも可能であることを示していると思われる。

23-22

都市部の湧水の教材化：名古屋市千種区における事例研究

椙山女学園大学教育学部　野崎健太郎

1. 研究の背景と目的

河川が人間生活に大きく影響する日本では、小学校 5 年生の理科に設定された「流水の働き」という内容（単元）で、侵食・運搬・堆積の 3 作用を絡めて河川と地形との関係について詳しく学ぶ。この川の始まり、すなわち水源は、湧水であるが、理科の教科書には、その場所が山間の上流域にあると説明されている。そのため、都市部の子どもたちは、河川環境について、実感の伴った理解を育むことが難しいと考えられる。そこで、発表者は、都市部の子どもたちに身近な水環境を用いた教材の開発が重要であると考えている。

過去の地形図を参照すると、都市部を流れる中小河川は、かつて谷津の源頭部であった場所からの湧水によって涵養されていたことが読み取れる。この湧水が現存していれば、都市部にある水源として格好の教材になると考えられる（野崎・鳥居 2017）。本講演では、名古屋市千種区を対象とし、区内に残された湧水の水質特性を明らかにし、その結果を用いて小学校 5 年生「理科」で授業実践を行った結果を報告する。

2. 調査地と方法

湧水の調査は、名古屋市千種区内の近接する 3 地点で行った。地点 1 は、東山に位置し、集水域に人間活動がない「金明水（標高 67 m）」、地点 2 は、「本山の湧水（標高 28 m）」、地点 3 は、授業実践の場でもある「椙山女学園大学付属小学校の湧水（標高 26 m）である。地点 1、2 では、2016 年 4 月～2017 年 5 月、地点 3 では、2015 年 5 月～2017 年 5 月に、それぞれ月 1 回の頻度で水質調査を行った。湧水の水源となる降水は、地点 1 に隣接する椙山女学園大学星が丘学舎の屋上で採取した。

調査項目は、水温、pH、電気伝導度、溶存酸素、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、リン酸態リン、珪酸である。測定方法は、日本陸水学会東海支部会編集「身近な水の環境科学 実習・測定編，朝倉書店，2014 年」に掲載されている手順で行った。椙山女学園大学付属小学校での授業実践は、2016 年 11 月 24 日に行った。対象は第 5 学年 2 クラス（30 人×2 クラス）全員である。

3. 結果と考察

図 1 は、珪酸濃度と電気伝導度との関係を示している。3 つの湧水は、同じ地質を通過してくるため、電気伝導度の変動幅は、ほぼ同じであった。雨水からは珪酸がほとんど検出されないため、珪酸は地下起源であると言える。一方で、電気伝導度は、地点 1 と雨水の値がほぼ同じ、地点 2、地点 3 と人口集中地帯に近づくほど高い値を示し、これらは人為的負荷の影響が大きいとみなすことができる。この結果を用いて授業実践で用いる教材を考案した。

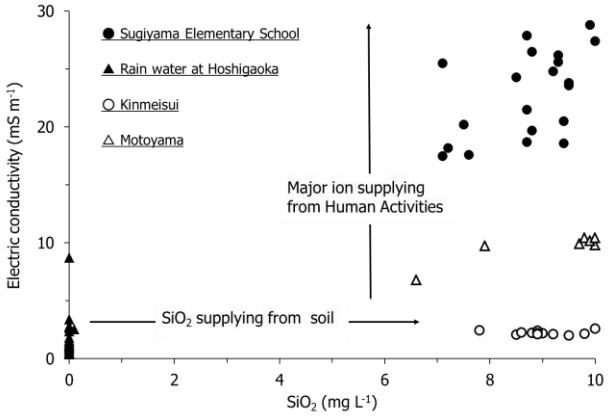


図 1. 椙山小学校，星が丘の雨水，金名水および本山の湧水の珪酸濃度と電気伝導度との関係

23-23

京都市白川における都市内河川の空間構造に対する地域住民の選好性

京都大学大学院農学研究科 ○小田龍聖、TECRIVER 株式会社 脱穎
京都大学大学院地球環境学堂 深町加津枝
京都大学大学院地球環境学堂 柴田昌三

1. はじめに

本研究では良質な河川景観の形成の一助とするため、都市域を流れる小河川を対象として，河川構造の分析と合わせて河川を利用する周辺住民を対象としたアンケート調査を行った。自由記述を含めた分析によって植栽，交通，アプローチなど河川の両岸を含んだ整備状況及び，河川空間に対する選好性を把握し，住民から好まれる河川空間の特徴を考察した。

2. 研究手法

2-1. 調査地

京都市街地を流れる小河川である白川を対象とし、その流路から異なる空間構造を持つ 11 地点を調査地点として選択した。また，この流路を中心とする旧粟田学区の住民を対象として質問紙によるアンケート調査を行った。

2-2. アンケート調査

旧粟田学区の自治連合会の協力を得て、全 38 ヵ町のうち配布許可の得られた 29 ヵ町の全世帯に対して質問紙を配布した。調査は2013年10月に実施し、回収期間は 2 ヶ月として郵送にて回収した。質問項目は回答者属性、河川整備、河川空間に関わる 3 項目を設定した。配布枚数1444枚中305枚が回収され、回収率は 21.1%となった。

2-3. テキストマイニング法

各調査地点の空間構造への選好性に関する自由記述を用い KHCoder2.0 によって判別された品詞ごとに出現頻度を整理した。また、評価地点を外部変数とし、差異の顕著な特徴語の上位 60 語による対応分析を行った。

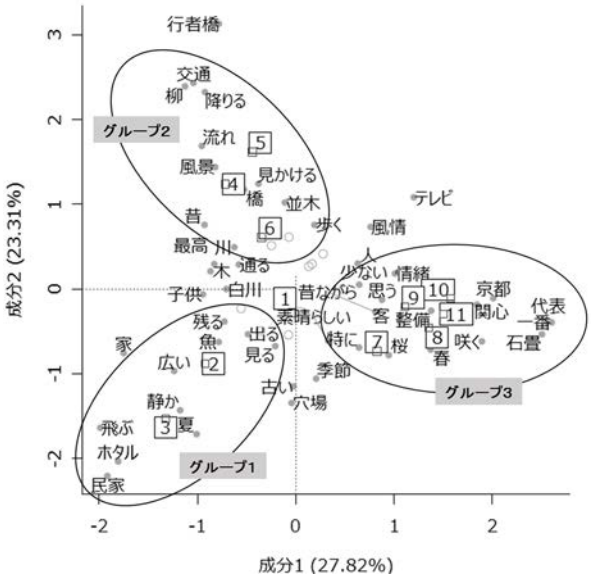


図１　河川の空間構造を好む理由から見た特徴語

3. 結果

自由記述から得られた特徴語を集計したところ、空間を好む理由として「桜」(1 位)、「ホタル」(2 位)、「柳」(4 位) と生き物に関わる語が多く抽出された。好ましくない理由としては「車」(1 位) と言った安全上の問題の他に、「川が見えない」ことが挙げられており、私設橋や植え込みによって水面への視認性が低下することが要因となっていることが示唆された。

調査地点を外部変数とした対応分析の結果を、数量化Ⅲ類の手法によって数理的に得られる成分スコアを軸として散布図に示した（図 1）ところ、「ホタルの飛ぶ未整備の空間」、「整備され川との距離が近い空間」「観光地化され遊歩道の整備された空間」の 3 つに分類され、多様な空間構造が住民によって評価されていることがわかった。

23-24

都市公園「帯広の森」で植栽後 33 年を経て定着した在来草本・木本の分布と林分タイプとの関係

岩手大学大学院連合農学研究科/帯広の森・はぐくーむ ○宮崎直美、
帯広畜産大学 平田昌弘、帯広畜産大学 三浦華織

1. はじめに

都市域の緑地造成で，高木種は林内の微気象に影響を与えると同時に，下層植生の出現と生育を制限する要因である。都市人工林での林相の違いは、植物種の繁殖と生育に影響を与えると考えられる。

本研究では北海道帯広市の都市域で人工林の再生過程を把握するため，植栽後 33 年が経過した落葉広葉樹林，常緑針葉樹林および針広混交林に区分される植栽地に定着した在来草本・木本の分布と林分タイプとの関係を明らかにすることを目的とした。

2. 調査地と調査方法

調査地は帯広市の都市公園「帯広の森」にある 1983 年植栽地（3.9 ha）である。林分タイプを把握するため，林相（広葉樹区，針葉樹区，混交区，上層木なし，広場・通路・防風林跡），林床優占種（ミヤコザサ，オオアワダチソウ，トクサ，その他）の組み合わせによる相観植生図を作成した。光環境を把握するため，林相ごとおよび全天下の定点で光合成有効光量子束密度を測定し，相対値（rPPFD）を算出した。在来草本・木本の分布を把握するため，対象種として草本 4 種，木本 7 種の調査地全域での分布を調査し，分布図を作成した。林分タイプごとの各種の個体数を集計し，個体密度を算出した。

3. 結果と考察

3-1. 林相ごとの光環境と林床優占種

広葉樹区および混交区の広葉樹下は樹冠をハルニレが構成し，林床ではミヤコザサ，トクサが優占した。春の rPPFD がそれぞれ，33.7 %，24.2 %と高かったため，春の展葉前の明るさがミヤコザサ，トクサの優占に影響していると考えられた。

針葉樹区および混交区の針葉樹下は樹冠をチョウセンゴヨウが構成し，林床ではチョウセンゴミシ，フッキソウ，キツリフネなどの優占がみられた。春・夏とも rPPFD がそれぞれ，10.0 %以下，6.0 %以下と低かったため，ミヤコザサなどの特定の種が単独で優占するほどの明るさではないと考えられた。

3-2. 林分タイプの違いによる在来草本・木本の定着

針葉樹区および混交区−その他では，多くの対象種の個体密度に高い傾向がみられた。同地は林床でミヤコザサなどの特定の種が単独で優占しにくく，多くの在来草本・木本が定着したと考えられた。

木本は広葉樹区および混交区−ミヤコザサではどの種も個体密度が低かった。一方で，混交区−オオアワダチソウなどでは木本の個体密度が高い傾向にあった。これらの場所では木本がオオアワダチソウなどの侵入より早く林床で定着したため，競合に優位だった可能性が考えられた。木本の定着は林床優占種の侵入時期が関わっている可能性が考えられた。

4. おわりに

年間で暗い光環境である常緑針葉樹林と針広混交林の針葉樹が多い場所では，林床でミヤコザサなどの特定の種が単独で優占しにくく，多くの在来草本・木本の定着がみられた。今回の結果は，常緑針葉樹を植栽した人工林に多様な在来草本・木本を定着させる有益な情報を提供できると考えられる。各林分の密度，樹種，混交具合，面積などの調査は今後の課題である。また，在来草本・木本の定着要因を明らかにするため，林分の生育段階とミヤコザサなどの林床への侵入過程との関係も今後検討したい。

23-25

人工的に創出された海浜における底生生物相の変遷

阿南高専 ○東和之，阿南高専 大田直友

1. はじめに

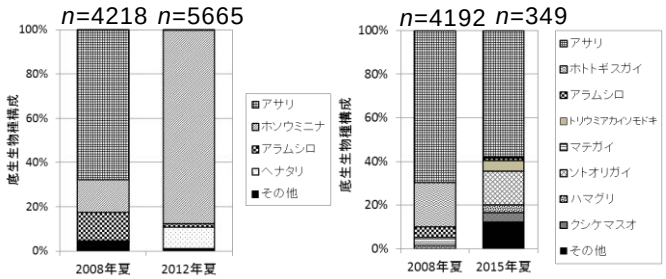
徳島市沖洲地区にある人工海浜は，マリンピア沖洲第2期事業に関連した環境影響評価により，既存海浜の4つの環境条件(波浪条件, 底質粒度, 海浜勾配および海浜植生）を模倣し，既存海浜近傍に2007年に造成された．しかしながら，人工海浜の底生生物相は既存海浜のそれと比較して大きく異なっており，特に底生生物の生息密度が極端に低かった．本発表では，これまでの底生生物定量調査および現地実験より得られた結果から，なぜ人工海浜の底生生物相は既存海浜と大きく異なっていったのかについて考察を行う．

2. 海浜間の底生生物相の比較

両海浜の底生生物相を比較すると，人工海浜造成当初は，アサリ *Ruditapes philippinarum* が両海浜の最優占種であり，底生生物個体数密度も同等であったものの，造成から5年が経過すると人工海浜の底生生物個体数密度は既存海浜の1/20程度となり，海浜間の底生生物相は大きく異なった．海浜間の生物相の最も大きな違いは，既存海浜の最優占種である表在性の巻き貝ホソウミニナ *Batillaria cumingi* が人工海浜ではほとんど確認できない事であった．既存海浜では最終の調査（2012年）まで，ホソウミニナ，ヘナタリおよびアラムシロの表在性生物3種で出現個体数の95%以上を占めていた．それに対し人工海浜では，調査開始当初はアラムシロが確認できているものの，最近の調査（2015年）では，表在性生物は確認できなかった．調査開始当初と比較して個体数を増やしたのは，モクズカニ科のトリウミアカイソモドキと二枚貝クシケマスオであった．

3. ニホンスナモグリによる影響

沖洲人工海浜の底生生物相に極めて大きな影響を与えていると考えられるのは，甲殻類ニホンスナモグリである．スナモグリ科の生物は生物撹拌量が極めて大きいことが知られており，本人工海浜においても200個体m^{-2}以上の密度で生息していた．この高密度に分布したニホンスナモグリの生物撹拌によって，表在性の底生生物は負の影響を受けていると考えられる．現に，人工海浜で行ったホソウミニナの飼育実験では，スナモグリを排除した実験系でホソウミニナの生残率が向上した．人工海浜ではトリウミアカイソモドキおよびクシケマスオの個体群が成長しているが，徳島県の他の干潟においても，スナモグリが分布している場所では，この2種が優占種であることが我々の調査により明らかになっている．これらの2種はスナモグリの巣穴を利用することが知られており，スナモグリの分布域では，スナモグリの存在をうまく利用する種以外は生息できない可能性がある．



a）既存海浜　　b）人工海浜

図1　既存および人工海浜の底生生物相の変遷

以上のことから，現在の沖洲人工海浜の底生生物相は，ニホンスナモグリの影響を大きく受けていると考えられる．しかしながら，富岡湾干潟で10年以上にわたって優占していたハルマンスナモグリが，徐々にその個体数を減少させ，イボキサゴの個体群が復活したという事例も報告されていることから，今後も調査を継続し，人工海浜の底生生物相の変化を注視する必要があると考える．

23-26

海岸砂丘系における自然堤防の復元力と海浜植生

北海道大学大学院農学研究院 ○松島肇、北海道大学農学部 奥山賢汰
東北学院大学教養学部　平吹喜彦、専修大学商学部　岡田穣

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災をはじめ、近年の極端事象の増加による深刻な被害が懸念されている。一方で、日本の人口減少は顕著となり、さらに高齢社会へと向かう中で、これまで整備してきた国土基盤ストックの維持管理は深刻な課題となりつつある。このような社会条件のもと、近年は自然環境の多機能性や復元力を用いた社会基盤の整備が「グリーン・インフラストラクチャー」(以下、GI)として注目されてきた。本報告では、GI としての海岸砂丘系において、海浜植生により形成される自然堤防としての機能に着目して、その復元力と植生との関係について報告する。

2. 海岸侵食からの復元力

海岸砂丘系は砂浜海岸を形成するが、国内の砂浜海岸では海岸侵食による減少が問題となっている。海岸侵食に対する復元力を評価することを目的として、北海道石狩海岸における海岸砂丘系の地形変化と植生変化を把握した。

調査は 2016 年 2 月から 2017 年 7 月にかけて、毎月一回（2017 年 1 月、2 月の積雪期は除く）汀線から第一砂丘までの地形の測量を行った。あわせて、側線に沿って植生調査を行ない、さらに EC および粒径組成を調査した。また、長期的な変化として、2010 年の測量データとの比較を行った。

砂丘自体の変化はそれほどみられなかったものの、汀線から植生の定着がみられる砂丘の開始地点までの変化が大きく、水平方向で最大約 40m、垂直方向で最大約 2m の変化がみられた。EC 値も植生のある地点よりもない地点で高くなる傾向がみられた。また、長期的には植生の変化が顕著にみられる調査区



図　石狩海岸の砂丘変化（上：2010 年、下：2017 年）

もあり、植生の定着が地形の回復に寄与していることが明らかとなった。

3. 消失地形の復元力

東日本大震災では、津波により沿岸部は甚大な被害を受けたが、中には宮城県仙台市に位置する名取川河口左岸地区の井土浦海岸のように、海岸砂州が消失してしまった箇所もある。しかし、その後 5 年間で砂州は復元し、砂州上では植物群落の定着もみられるようになったため、2016 年 8 月に井土浦海岸の植生調査を行った。

3-1. 結果

植生は海岸植物のみから構成される海岸草原が成立していたが、砂州中央に防潮堤が建設されていたため工事用道路から海側は盛土地盤により植生が消失していた。

23-27

海岸砂地における「はまみどりマット」敷設による植物の生育環境の改善効果

特定非営利活動法人自然再生技術協会 ○岡村怜美、森　千夏、田中賢治、熊田啓之

1. はじめに

海岸砂地の飛砂防止を目的に 2014 年に自然侵入型緑化マット「はまみどりマット」が開発された[1)]。「はまみどりマット」は有機質を中心とした植生基盤をマットに封入したものであり、地表面下 20 cm の砂中に千鳥配置で埋設することにより、マットに封入されている栄養分が毛管現象によって地表面に供給されることで自生・潜在している植物を発生・繁茂させる効果がある緑化資材である。

2015 年 10 月に関東沿岸の海岸砂地において生育不良個所を抽出し、はまみどりマットの試験施工を行った。

マット埋設による植生及び植物の生育環境への影響を把握するため植生調査，地中の養分・温度・含水率の観測を行ったのでその結果を報告する。

2. 調査方法

2-1. 植生調査

植生の回復状況を確認するため，試験区内の植被率，植物相等を調査した。

2-2. 生育環境に関する調査

1)含水率・EC 値観測

マット施工箇所（マット区）と試験区外（対照区）のそれぞれ GL-10 cm にデータロガーを設置し，電気伝導度（EC）と含水率の観測を行った。

2)海岸砂地の温度観測

マット施工箇所と試験区内の無施工箇所のそれぞれ GL-10 cm に温度計を設置した。

3. 結果および考察

3-1. 植生調査

試験区内の植生はマット施工箇所を中心に成立している様子が確認された。このことから、マットの埋設により植物の成長が促進されたと考えられる。

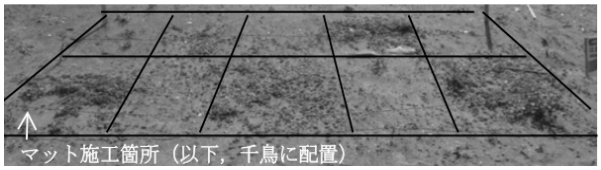


写真１　植生状況（施工８ヶ月後）

3-2. 生育環境に関する調査

3-2-1. 含水率

含水率は、対照区よりもマット区で常に高い傾向がみられた。これは、マット中の有機物が保水力を持つためと考えられる。

3-2-2. EC

マット区では，20 mm/h 程度の降雨があった数日後に値の上昇がみられた。このことから、マット中の養分は、降雨後の晴天時に砂中で生じた毛管現象に伴って上昇してきたと考えられる。

3-2-3. 海岸砂地の温度

GL-10 cm の温度は、対照区では 40 ℃に到達する日が数日確認された。マット区では 40 ℃に達する日は確認されず、最高温度は 35 ℃に留まった。

つまり、マット区では温度の上昇を緩和できていたと考えられる。これは、マット区のほうが地中の含水量が多かったためだと推察される。

4. まとめ

本試験では，はまみどりマットの埋設により植生の回復・養分の供給・土壌の保水力向上・温度上昇の緩和といった効果が確認できた。

引用文献

1) 今富有紀・眞見和樹・田中賢治著：在来植物の復元を目的とした自生型緑化マットの開発に関する実証試験、第 32 回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論文集、pp. 490-493、2014

23-28

小型 UAV を用いた海岸マツ林の林床光環境の推定

徳島大学大学院社会産業理工学研究部　○佐々木剛
京都学園大学バイオ環境学部　丹羽英之
徳島大学大学院社会産業理工学研究部　朝波史香，鎌田磨人

1. 背景・目的

日本の海岸には古くからクロマツが植栽され，防災林として防風・防潮・防砂の機能を発揮するとともに，多様な生態系サービスを提供してきた。各地でマツ林の保全・再生が試みられており，限られた予算，人員で持続的に維持管理していく手法の開発が求められる。一方，クロマツは陽樹であり，その更新には林床の光環境が特に重要である。光環境はギャップサイズや林冠開空度といった森林の 3 次元構造から評価できる。

本研究では，海岸マツ林の効率的な管理に資するため，小型無人航空機（UAV）から取得した画像をもとに，Structure from Motion（SfM）を用いて林冠の 3 次元構造を推定し，ギャップの検出を試み，林床の光環境を表す開空度がどの程度推定可能か検討することを目的とした。

2. 方法

徳島県海陽町大里松原の海岸林を対象とした。林内 28 ヶ所に設けたプロットにおいて，地上 1.3 m の高さで全天球写真を撮影し，開空度を算出した。海岸林全域を対象として UAV（DJI 社 Phantom 3 Pro）による空撮を行い，得られた画像をもとに SfM により表層モデル（DSM）を作成し，標高データの値を引くことにより，0.1 m メッシュの林冠高モデル（CHM）を作成した。各プロットにおいて，中心から半径 10 m のバッファを発生させ，CHM<1.3m の部分をギャップと定義し，バッファ面積に対するギャップ面積率を求めた。この割合を説明変数とし，全天写真より求めた開空度を応答変数とし，単回帰分析を用いて推定を行った。空撮は 10 月と 12 月に画像オーバーラップ率等を変えて計 2 回実施し，それぞれのデータについて検証した。

3. 結果・考察

全プロットを用いた回帰の結果，自由度調整済 R^2 は 2 回の飛行においてそれぞれ 0.709，0.777 と高い値となり，林床の光環境を表す開空度が高い精度で推定できることが示された。特に，開空度が 30％を超えるプロットの多くでは，サイズの大きなギャップが抽出され，マツの生育に適した明るい場所が抽出可能であることが示唆された。一方，開空度 30％未満のプロットでは，十分なギャップ検出ができておらず，開空度の推定精度が低くなった。開空度の小さいプロットはサイズの小さなギャップが多く，林冠の下部まではっきり見える部分が少なく，SfM による 3 次元構造の推定が困難であることが原因と考えられた。

海岸クロマツ林での実生や苗木の生育には 30～40％程度の開空度が必要とされていることから，本研究の結果は，マツの生育に適した明るさの場所を抽出するには十分な精度であると考えられた。今後，データ精度と作業効率とのトレードオフを考慮し，飛行時の設定をより詳細に検討し，具体的な管理技術として確立していきたい。

謝辞：本研究は、（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（4-1504）により実施された。 また標高データは，国土交通省国土地理院が管理する航空レーザ測量データ内の 2m メッシュデータを利用した。

23-29

高知市種崎における里海の鳥類群集

エコシステムリサーチ／京都府立大学 ○楠瀬雄三
京都府立大学大学院 福井亘

1. 目的

生活に対する海の影響が強い地域は里海と呼ばれ、里山と同様に、人の働きかけによって生じた自然には固有の生態系が存在する。里海には、海浜、クロマツ林、畑地、丘陵地などの景観が含まれているが、これらを一体として捉え、生物群集との関係性を調べた研究は少ない。そこで、本研究では、里海の生態系を明らかにする一環として高知市種崎における鳥類の群集構造を調べた。

2. 調査地および方法

調査地は高知市種崎地区である（図1）。2012年4月から2013年3月にかけて、月に1～2回、晴天の条件下で、調査者1名が、6時から10時の間の約1時間30分、約2 ㎞／h で歩行中に半径25m内に見られた個体の種名と個体数を記録した。調査地は、マツ林、海浜、宅地や畑地を含む集落の3つに区分した。繁殖期は4月から6月までとし、越冬期は10月から3月とした。

3. 調査結果

繁殖期にはハシブトガラス、ムクドリ、ヤマガラはマツ林に多く出現したが、越冬期にはムクドリとヤマガラはマツ林に加えて集落でも個体数が多く、ハシブトガラスはマツ林のほか海浜で個体数が多かった。また、トビとヒバリは繁殖期には海浜で多かったが、越冬期にはトビはマツ林や集落での個体数が増加し、ヒバリは確認頻度が低かった。越冬期、繁殖期ともにカワラヒワはマツ林に多く、キジバトとコゲラはマツ林と集落で個体数が多かった。

夏鳥の個体数は、シロチドリとオオヨシキリは海浜で多く、エゾムシクイとセンダイムシクイはマツ林で多かった。

冬鳥の個体数ではツグミは全ての環境で個体数が多く、ジョウビタキとハクセキレイは、シロハラ、アオジは集落で多かったほか、シロハラはマツ林でも個体数が多かった。キクイタダキはマツ林にのみ出現した。

4. 考察

月別の個体数変化は繁殖期で少なく、越冬期で多かった。これは、マツ林以外に樹林生の鳥類の繁殖場所である広葉樹林がないためと考えられる。それは、留鳥のヒヨドリやメジロ、モズで顕著であった。鳥類群集の多様性は繁殖期と比べて越冬期で高かった。それは、越冬期では総種数が多かったことに加えて、個体数の多いビンズイ、メジロ、スズメ、ムクドリ、ヤマガラが特定の環境にそれぞれ分散して出現したためである。そのことは、環境別の類似度が繁殖期と比べて越冬期で低かった要因でもある。

このように、本調査地では異なる環境を広く利用する種群が存在する一方で、特定の環境に強く依存する種群が明らかになった。

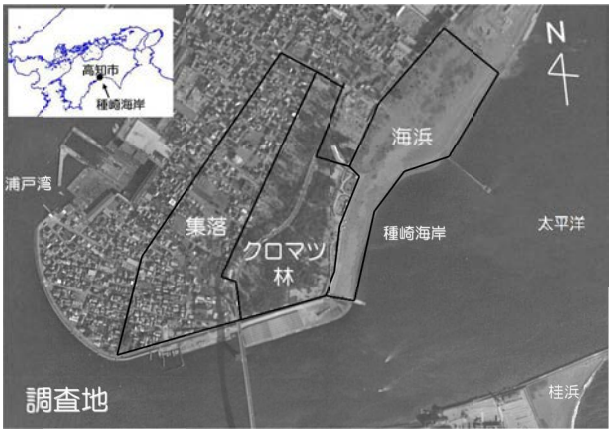


図1　調査地

23-30

田面水を被覆したプラスチックカプセルが水消費量，地表面温度，雑草量に及ぼす影響とそれらがイネ初期生育に与える効果

滋賀県立大学大学院環境科学研究科 ○髙柳春希
西田隆義

1. はじめに

干ばつによる農業用水不足は水稲栽培を主体とする開発途上国にとり喫緊の問題である．この問題を解決するために，干ばつ耐性がある遺伝子組換えイネの導入[1)]や，農業工学技術に基づいた灌漑管理・水資源確保が検討されているが，実用化に至った技術はほとんどみられない．

そこで本研究では水消費の一因となる田面からの蒸発に着目し，それを防ぐ目的で透明ないし黒のポリプロピレンカプセル（以下，PP カプセル）を活用し田面被覆した．メソコズムを用いた多面的評価で有用性が示されたので，報告する．

2. 材料と方法

2017 年 5 月 31 日，戸外に設置したコンテナ（奥行 36.5cm×幅 52.0cm×深さ 30.5cm）に混合培土（滋賀県大附属農の風乾土壌 1.2kg，赤玉 5kg，NPK 各 8%の化肥 12g）および脱塩水（水深 9cm）を入れ，ポット成苗 1 本（ミネアサヒ）を株間 15cm 条間 30cm になるよう計 4 本移植した．

処理区は PP カプセル無投入の対照区，透明 PP カプセル（φ4.8cm）を 40 個投入した透明カプセル区，黒色 PP カプセル（φ4.8cm）を 40 個投入した黒カプセル区とし，反復数を 5 とした．乱塊法に則り，コンテナ間を 15cm，ブロック間を 40cm 空けた．

調査項目はおよそ一ヶ月間の水消費量（蒸発散量），地表面の積算温度，雑草発生量，イネ生育量（草丈増加量，葉色，分げつと葉数の増加数）である．

3. 結果および考察

PP カプセルの投入により 9L 程度節水すると判明した（図 1(A)）．透明カプセル区の葉数は他の区と比べて多かった(表 1)．これは地表面の温度が高くなったことに由来すると推察された（図 1(B)）．

引用文献

1) Selvaraj et al. (2017) *Plant Biotechnol. J.* DOI: 10.1111/pbi.12731

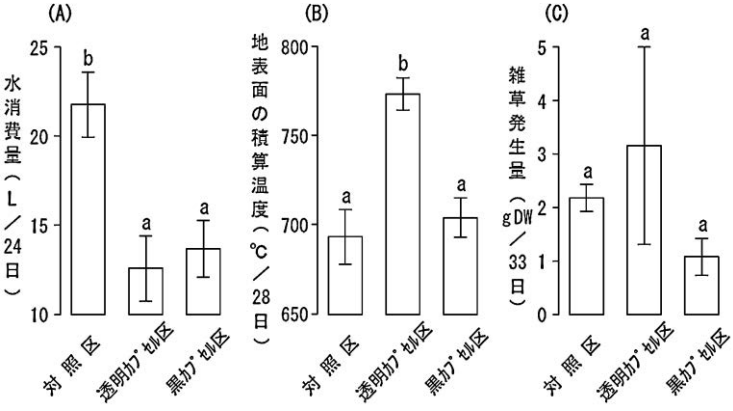


図 1 透明や黒の PP ｶﾌﾟｾﾙが水消費量，地表面の積算温度，雑草発生量に及ぼす影響．ｴﾗｰﾊﾞｰは標準誤差を示す．

表 1 透明や黒の PP ｶﾌﾟｾﾙがｲﾈ初期生育に及ぼす影響（平均値±標準誤差）

草丈増加量(cm)		
対照区	透明ｶﾌﾟｾﾙ区	黒ｶﾌﾟｾﾙ区
35.8±1.4 a	33.6±1.4 a	37.1±1.7 a
葉色（7 月 3 日測定時の SPAD 値）		
対照区	透明ｶﾌﾟｾﾙ区	黒ｶﾌﾟｾﾙ区
32.0±0.8 a	30.9±1.2 a	33.7±1.0 a
分げつ増加数		
対照区	透明ｶﾌﾟｾﾙ区	黒ｶﾌﾟｾﾙ区
6.1±0.4 a	7.7±0.6 a	5.8±0.6 a
葉数増加数		
対照区	透明ｶﾌﾟｾﾙ区	黒ｶﾌﾟｾﾙ区
22.3±1.3 a	31.1±2.0 b	22.0±2.2 a

図表中の同一小文字ｱﾙﾌｧﾍﾞｯﾄ間には有意水準 5%で有意差がない（Tukey's HSD 法ないし Steel-Dwass 法）

23-31

踏圧処理が畦畔雑草植生に及ぼす影響

静岡大学農学部　○稲垣栄洋、静岡大学農学部　稲垣舜也、
(株)エムスクエア・ラボ　加藤百合子、(株)スズキ　河合 眞、
(株)農建　砂川利広

はじめに

一般に農道法面や畦畔法面の雑草管理は、草刈りよって行われるが、草刈りだけで雑草を抑制するためには、高頻度の草刈りが必要となる。さらに、頻度の高い草刈り作業は、水稲害虫である斑点米カメムシの寄主植物となるイネ科雑草の優占度を高めることが懸念されている。筆者らは、過度な草刈りに依存することなく踏圧処理を行うことによってイネ科雑草の優占度を高めることなく、畦畔雑草の伸長成長を抑制する踏圧式除草ロボットを開発に取り組んでいる。本試験では、その基礎として、踏圧処理が、雑草植生の成立する春季から初夏の雑草植生に及ぼす影響について調査を行った。

2. 材料ならびに方法

静岡県磐田市浜新田の平坦地水田の幅２ｍの農道法面を調査地とし、2016 年 4 月 12 日に慣行による草刈りを行った後、(1)自重 4 kg の園芸用腰掛台車２台を横並びに連結させたものを１回走らせた区（以下 0 kg 区）、(2)園芸用腰掛台車に 20 kg の重りを乗せて１回走らせた区（以下、20 kg 区）、(3)1 kg の木槌で表面あたり１回叩いた区（以下、叩き区）に処理頻度を毎日処理（以下、D）と週１回処理（以下、W）の２水準を組み合わせた 0 kg-D 区、0 kg-W 区、20 kg-D 区、20 kg-W 区、叩き-D 区、叩き-W 区の６試験区に対照区を加えた７試験区とした。１試験区は幅２ｍ×畦畔長１ｍの ３反復とした。調査は処理前の４月 11 日と処理１ヵ月後の５月 13 日、２ヵ月後の６月 13 日に、群落高、雑草種ごとの被度、草高、斑点米カメムシの生息数を測定した。

3. 結果および考察

処理１ヵ月後、処理２ヵ月後ともに、無処理区ではネズミムギの優占度が高かったのに対して、処理を行ったすべての区ではシロツメクサが優占し、ネズミムギの被度は抑制された（図-1）。特に 0 kg-D 区、0 kg-W 区、20 kg-D 区、20 kg-W 区ではシロツメクサが優占し、ネズミムギの被度は極めて小さかった（図-1）。また、これらの試験区では、群落高が低く維持されるとともに、イネ科雑草を寄主とするアカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメの個体数は極めて少なかった(図表省略)。一方、叩き-D 区および叩き-W 区では、植生のない裸地が大きくなる傾向にあった。

以上の結果から、踏圧処理を行うことによって、イネ科雑草を抑制できる可能性が示された。また、叩きつけ処理は裸地を増加させたのに対して、自重 4 kg の園芸用腰掛台車のみを１週間に１度走らせるという比較的小さな刺激によってイネ科雑草を抑制する効果が認められた。このことから、低頻度の管理ロボットの作業により、畦畔雑草が抑制できる可能性がある。今後、この結果を基礎として除草ロボットの開発を行っていく予定である。

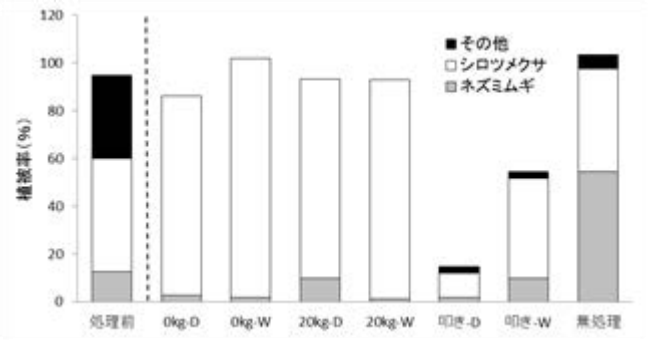


図-1　各処理区における雑草の種組成
（処理後２カ月）

23-32

下草刈り取り管理下にある盛土法面の植生の特徴

京都大学大学院農学研究科 ○小宅由似、京都大学地球環境学堂 今西純一、
西日本高速道路株式会社 石原一哉、中日本高速道路株式会社 小倉 功、
京都大学地球環境学堂 柴田昌三

1. はじめに

花や紅葉の観賞を目的として植樹が行われた法面において、倒木リスクの低減や害虫発生の抑制を目的として定期的な下草刈り取りが実施されるケースが多くみられる[1)]。本研究では、定期的な下草刈り取りがされている法面において出現する植物種の特徴を明らかにし、倒木などの安全リスクを減らす管理を行うための知見を得ることを目的とした。

2. 研究手法

2-1. 調査地

名神高速道路(1964年4月開通)沿いの4法面を対象とした。法面はいずれも盛土であり、10年以上にわたり草刈り機を用いた高さ約5cm程度の下草刈り取りが年1-2回実施されている。

2-2. 野外調査

各対象法面の中央部に5m×5mの調査プロットを4ヶ所ずつ設置した。各プロット内に生育する維管束植物を対象として、全植被率と高さ階層別の植被率、階層毎の出現種と種別の植被率を記録した。

2-3. 解析

各法面の植生の特徴を把握するため、INSPANによる指標種抽出を行った。

3. 結果・考察

3-1. 種組成及び指標種

4法面(合計400㎡)で木本33種、草本15種、つる性植物16種、シダ類1種の合計65種が確認された。法面A、B、Dでは植栽木と考えられるソメイヨシノ、コブシの成木が確認された。

INSPANにより、法面ごとの指標種として草本4種、木本4種、つる性植物5種が抽出されたが、このうち草本1種、木本4種、つる性植物5種の種子散布型が鳥散布であった。また、法面B、C、D共通の指標種として鳥散布型木本のネズミモチが抽出された。

3-2. 群落構造

先行研究で、下草刈り取り管理下では刈り込みに耐えるつる性植物が多くなる傾向が報告され[2)]、さらに上層木が残存する法面では、上層木を皆伐した法面と比べて鳥散布型のつる性植物が多くなる傾向が示唆されており[3)]、本研究でも法面B、C、Dにおいて同様の傾向がみられた。一方で、中木層以上の植被率が比較的低い法面Aでは、他3法面と比較して鳥散布種が少なく、草本が多くみられた。

4. 結論

下草刈り取り管理下にある法面の林床植生は、上層木の植被率による影響を受けており、上層木の植被率が高い法面では鳥散布型のつる性植物が残る傾向が示唆された。中型以上のつる性植物は上層木に巻きつくことで刈り取りを逃れやすく倒木リスクを高める恐れがあるため、上層木の植被率を低下させる、高い位置で下草刈り取りを行うなどの管理を行い、鳥散布型のつる性植物の過剰な侵入を抑制する必要がある。

引用文献

1)内海東男:高速道路における植生のり面の管理、緑化工技術、8(2)、pp.34-38、1981
2)亀山 章:高速道路のり面の植生管理について－定期的な刈り取りが群落に及ぼす影響、応用植物社会学研究、9、pp.39-45、1980
3)星子 隆:高速道路ののり面管理がアカマツ群落の変遷に及ぼす影響、日本緑化工学会誌、25(1)、pp.25-34、1999

24-1　洪水期モニタリングによるダム上下流の土砂移動状況の把握

竹内 洋介，青木 克憲，枡本　拓
東日本旅客鉄道株式会社

1．はじめに

当社が管理する宮中取水ダムは，信濃川河口から約134km に位置する水力発電用取水ダムであり，ダムの右岸側には総落差 11m の魚道が設置されている．2011年には，より魚類の遡上に適した魚道を目指し，ゲート放流方法の変更や魚道の改築が行われた[1)]．これらの変更によるダム下流への影響を把握するため，規定量以上の放流が発生した場合には洪水期モニタリングを実施している．

また宮中取水ダムでは，湛水域の土砂堆積状況を把握するため，年に 1 回の堆積土砂測定を実施している．

本稿では洪水期モニタリングの概要，調査実績，ダム上下流の土砂移動状況を報告する．

2．洪水期モニタリング

洪水期モニタリングは，宮中取水ダムにおいて 1,500m^3/s 以上の放流が発生した場合に，ダム下流において，目視による河床変化及び構造物回りの洗掘状況を確認し，河床変化が著しい場合は横断測量や航空写真撮影など詳細な調査を実施する．調査は 2011 年より実施しており，過年度では，2011 年に 3 回，2013 年に 2 回，2016 年に 1 回の洪水において実施している．

また 2013 年までの調査結果により，宮中取水ダムからの放流量が 3,000m^3/s を超えると河床変化が発生することが分かったため，2015 年より規定量を 1,500m^3/s から 3,000m^3/s に引き上げている．

3．土砂移動状況の把握

3.1　洪水期モニタリングによる把握

洪水が発生した 2011，2013，2016 年において，土砂の移動状況を把握するため，図-1 に示すダム上流 1 地点，ダム下流 1 地点において，線格子法を用いた河床材料調査を実施した．各地点の代表粒径（d_{60}）を表-1 に，2016 年調査の粒径加積曲線を図-2 に示す．

代表粒径を見ると，実施年により粒径は異なるが，同時期の①地点と②地点は同程度の粒径を示している．また粒径加積曲線をみると，①地点と②地点は概ね傾向が類似している．したがって洪水によりダムの上流から下流への河床材料の供給が確実に行われていると考えられる．

3.2　堆積土砂測量による把握

宮中取水ダムでは，年に 1 回湛水域の堆積土砂測量を実施している．その結果をみると，3,000m^3/s を超える洪水がある年の堆積土砂量は，前年に比べて減少傾向となっていた．これは，宮中取水ダムの洪水吐ゲートが巻き上げ式のゲートであり，ダム最下部より放流する構造となっていることから，このような堆積傾向となっていると考えられる．したがってダムが土砂の移動を阻害すること無く，ダムの上流から下流への土砂供給が確実に行われていると考えられる．

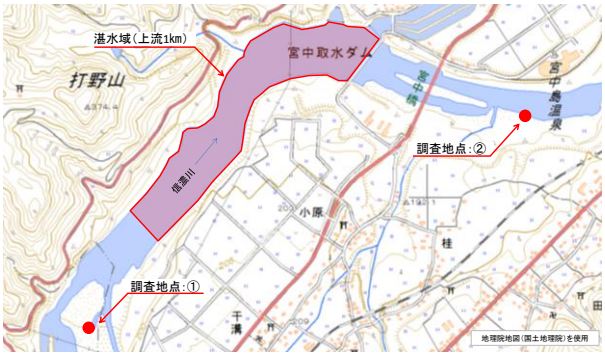


図-1　河床材料調査地点

表-2　地点別代表粒径（d_{60}）

実施年	①（ダム上流）	②（ダム下流）
2011 年	269 mm	250 mm
2013 年	107 mm	98 mm
2016 年	188 mm	158 mm

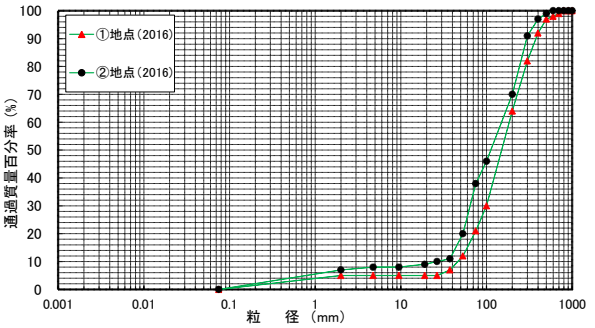


図-2　粒径加積曲線

4．おわりに

洪水期モニタリングや堆積土砂測量により，ダムの上流から下流への土砂供給が確実に行われていることが確認できた．今後もモニタリングを行いながら河川環境と水利使用の調和に向けた取組みを実施していく．

参考文献

1)澤村里志，森山泰明，枡本拓，空閑徹也，竹内洋介：宮中取水ダムにおける魚道施設の設計施工と改築前後のモニタリング，応用生態工学会第 18 回東京大会，2014.9

24-2

ダム下流における河床材と底生動物群集の経年的な変化と土砂還元による改善経路

京都大学 ○波多野圭亮、角哲也、竹門康弘、(独)水資源機構　荒井稔

1. 研究背景と目的

ダム下流では上流からの土砂供給が制限されることで、底質が粗粒化し固化するなどにより、底生動物の種多様性が減少することが知られている[1)]。そのようなダム下流の河床や底質環境の改善のため、土砂還元などに取り組んできている[2)]。

本研究では、比奈知ダム((独)水資源機構、1999年 4 月管理開始)の下流河川における長期モニタリング調査結果を用い、土砂還元の効果を確認するとともに底質の粒度および底生動物群集の改善経路を求めることにより、改善の目標値設定に資することを目的とした。

2. 調査概要と研究方法

比奈知ダムにおいては、ダム管理開始以前の1996年よりモニタリング調査を継続して実施し、2008年より土砂還元を実施している。ダム直下地点、大昭橋地点、四間橋地点において、横断測量、河床材粒度調査、底生動物群集調査(ダム直下地点は除く) 等を実施してきている。また、土砂還元はダム直下で年間平均100m3程度実施している。

攪乱程度を示す指標として無次元掃流力τ*(当該年の最大流量から算出)、粗粒化程度を示す河床材粒度(D60)、底生動物群集のタクサ数や多様性指数H'を用いて相関図を作成し、管理開始直後(図1のc)から管理経過後の土砂還元開始前(図1のd)と土砂還元開始後(図1のe)までの各段階の結果から、その改善経路を示す。

管理開始直後は工事の影響から細粒分が多いものの、管理経過により土砂還元開始前まで粗粒化が進行し、底生動物群集の多様性等が低下するが、土砂還元開始後は改善していくと想定できる。

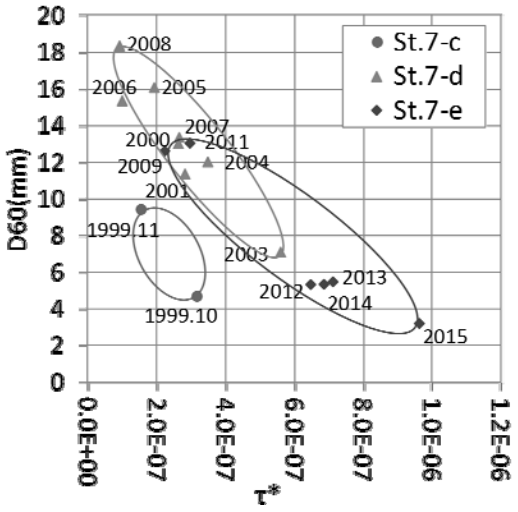


図1　無次元掃流力と河床材粒度の関係
St.7：ダム直下地点、c:管理開始直後、
d:土砂還元開始前、e：土砂還元開始後

3. 結果

図1より、比奈知ダムの直下地点では、土砂還元前までは粗粒化が進行したものの、土砂還元後に河床材粒度が改善し、無次元掃流力が大きくなることが示された。また、その改善経路は、管理開始直後から管理経過後の土砂還元開始前、さらに土砂還元開始後で概ね仮説のとおりの経過を示した。

下流地点の大昭橋地点においては、土砂還元開始後に粒度が細粒化し、底生動物群集の多様性指数が上昇に向かっていた。最下流地点の四間橋においては、土砂還元開始後も粗粒化が進行していた。

引用文献

1)波多野圭亮、池淵周一、竹門康弘：貯水ダム下流の環境変化と底生動物群集の様式、京都大学防災研究所年報、第48号B、pp.919-933、2005
2)池淵周一　編：ダムと環境の科学Ⅰダム下流生態学、京都大学出版会、PP.209-224、2009

24-3

ダム下流における排砂バイパス運用後の底生動物群集の変化

発表者所属 ○小林草平（京都大学）、袋井　肇（関西電力）、
角　哲也、竹門康弘（京都大学）

1. はじめに

国内の多くの河川（特に下流部）において、上流からの土砂供給が遮断され、河床低下や粗粒化が起きている。河川環境が劣化すると、従来の生物群集や健全な生態系の姿が失われやすい。排砂バイパストンネルの建設は、ダム堆砂問題の解決策の１つであるが、同時にダム下流環境の回復への正の効果が期待される。著者らは，トンネルを有する日本とスイスのダムを対象に，トンネル導入によるダム下流環境の回復について評価してきた[1)]．

奈良県の旭ダム（関西電力）はトンネルを有する限られたダムの１つで、運用開始後から毎年環境モニタリングが行われている。本研究では底生動物のデータを整理し、１）トンネル運用年とともに群集は回復するのか、２）回復には何年かかるのか、について明らかにすることを目的とした。

2. 方法

旭ダムは 1978 年に熊野川水系旭川に建設された関西電力株式会社が管理する発電専用のダムである。集水域 39.2km^2 のほとんどは森林に覆われる。トンネルが開始した 1998 年から毎年 1-2 月を中心にダム上流と下流の地点で底生動物採集が行われる。早瀬、平瀬、淵、水際のそれぞれで定量採集（0.0625m^2 ×8 回）が行われる。本研究では、早瀬のデータを中心に整理し、底生動物分類群数またはダム上流と下流の群集類似度（Bray-Curtis 類似度指数）の観点から群集の回復について検証した。

3. 結果

ダム下流における底生動物分類群数はトンネル開始から３年間で急激に上昇し、３年目はダム上流と同等のレベルであった。９年目くらいまでは増加傾向であったが、10 年目以降は減少傾向であった。各年の分類群数は年最大流量と負の関係がみられることから、後半の分類群減少にはこの期間の出水の多さが影響しているかもしれない。

ダム上流と下流の群集の類似度はバイパス開始から３年の間に 0.3 以下から 0.6～0.8 まで上昇し、その後大きな変化はなかった。土砂供給のないトンネル出口上流とダム上流の類似度は近年でも 0.1 であり、トンネル導入の最初の３年間の変化が大きいことが示された。

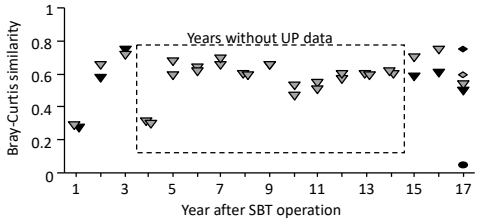


図１　トンネル運用年と群集類似度の関係

4. 考察

トンネル運用年とともにダム下流の底生動物群集が回復していくことは、演者らのこれまでの研究（＝運用年の異なるダム間の比較[1)]）でも示されている。本研究ではその回復が 2-3 年のうちに急激に起こることを示した。この間に少なくとも河床表面の材料が大きく変化した。他のダムでもトンネルの導入により同じ効果が期待されるが、輸送土砂の粒径の影響など今後検証する必要がある。

引用文献

1) 栗津陽介・小林草平・角　哲也・竹門康弘 (2015)：排砂バイパスを導入したダム下流における河床環境と底生動物群集，京都大学防災研究所年報，第 58 号 B，pp. 527-539.

24-4

通し回遊型生物に対するダムの影響評価

○鳥居高志[1)]，石水秀延[1)]，池原浩太[1)]，座覇洋[2)]，平良譲治[2)]
1)いであ株式会社，2)内閣府沖縄総合事務局北部ダム統合管理事務所

1. はじめに

沖縄島の河川に生息するエビ・カニ類と魚類の多くは、通し回遊型（両側回遊型と降河回遊型）の生活史を有している。ダムの存在による環境影響の1つとして、通し回遊型生物の遡上行動の阻害が挙げられる。本研究では、沖縄島における国管理の9ダム（辺野喜ダム、普久川ダム、安波ダム、新川ダム、福地ダム、大保ダム、羽地ダム、漢那ダム、金武ダム；図1）において現地調査を実施し、その結果を基に、通し回遊型生物の遡上行動に対するダムの影響を定量的に評価した。

2. 調査方法

2-1. 魚道利用状況把握調査

魚道が稼働している羽地ダム、漢那ダム、金武ダムにおいて、魚道内でタモ網等を用いて通し回遊型生物を採集した。調査は平成28年度夏季、秋季、冬季の3回（羽地ダムは冬季のみ）実施した。

2-2. 生息状況把握調査

上記9ダムの各ダムにおいて、ダム下流河川の1地点、ダム湖岸の2地点、ダム流入河川の2地点に小型定置網を設置し、通し回遊型生物を採集した。また、比較対象として、貯水ダムの存在しない源河川（図1）においても同様の調査を実施した。調査は平成28年度夏季と秋季の2回実施した。



図1　沖縄島における国管理の9ダム及び源河川の位置

3. 結果

3-1. 魚道利用状況把握調査

漢那ダムの魚道内で19種1,110個体、金武ダムの魚道内で32種3,179個体、羽地ダムの魚道内で3種5個体の通し回遊型生物が確認された。

3-2. 生息状況把握調査

ダム堤体より上流で確認された通し回遊型生物は、計17種であり、ダム別には4～13種、16～665個体であった（図2）。

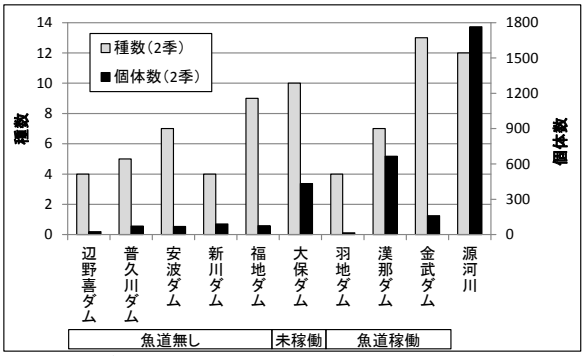


図2　ダム堤体より上流で確認された通し回遊型生物の種数・個体数（平成28年度実施）

4. 考察

ダム堤体より上流で確認された生物の種数・個体数をダム間で比較すると、金武ダムで種数が多く、大保ダムと漢那ダムで個体数が多かった。

これらのことから、通し回遊型生物の遡上行動に対するダムの影響は、大保ダム、漢那ダム、金武ダムで小さいと評価した。影響が小さい要因として、漢那ダムと金武ダムでは魚道が有効に機能していること、大保ダムと金武ダムは竣工後の期間が短いことが考えられた。なお、魚道の無い5ダム（竣工後30年以上経過）においても、通し回遊型生物がダム堤体より上流で確認されており、これらはダム越流時等に堤体を遡上したものと推測される。

24-5

三春ダムにおけるリフレッシュ放流を活用したブルーギル繁殖抑制の試験的取組み

応用地質株式会社 ○坂本正吾、浅見和弘
一般財団法人水源地環境センター 大杉奉功、滋賀県立琵琶湖博物館 中井克樹
国土交通省東北地方整備局三春ダム管理所 菊地裕光、三浦博之

1. はじめに

福島県の阿武隈川水系大滝根川に位置する三春ダムでは貯水池内に特定外来生物ブルーギル *Lepomis macrochirus* が繁殖しており、ダム管理上実行可能な範囲内で行える防除対策が求められていた。

三春ダムにおいて、ブルーギルは6月中旬～7月中旬に水深80cm以浅の場所に産卵することが多い[1)]。また、三春ダムでは河川環境の改善のためのリフレッシュ放流を6月下旬～10月上旬に隔週で実施している。そのため、放流に伴う貯水位の低下時期とブルーギルの産卵時期とが重なった場合、ブルーギルの繁殖を抑制できる可能性がある。

本発表では、平成24～28年の5ヵ年におけるリフレッシュ放流を活用したブルーギルの繁殖抑制の試験的な取組みについて、効果とその効果が得やすい条件について報告する。

2. 方法

2-1. リフレッシュ放流

三春ダムにおける通常のリフレッシュ放流では貯水位は30cm低下するが、平成24年以降の6月下旬～7月においては、50cmを基準に年1～2回貯水位を低下させた（平均約54.3cm、最大91cm、最小35cm）。また、ブルーギルの産卵を促すため、放流直前まで一定期間（2～12日間）貯水位を保持した。

2-2. 繁殖抑制効果の確認

リフレッシュ放流に伴う貯水位の低下前後、貯水池の湖岸全域を船舶または徒歩により踏査し、ブルーギルの産卵床を目視確認した。産卵床を確認した場合は、個数、標高、状態（干し上げ、水中）、産卵床を保護する親魚の有無等を記録した。

3. 結果と考察

リフレッシュ放流に伴う貯水位の低下により、5ヵ年で946の産卵床が干し上げられた他、665の産卵床は水中にあったものの親魚の放棄が確認された。親魚の放棄は水深が浅くなることにより誘発されたと考えられ、貯水位の低下は水位の低下範囲に加えて更に深い場所まで効果が及ぶことが示唆された。

ブルーギルの繁殖抑制効果（産卵床の干し上げ、放棄）は、貯水位の低下幅と有意な相関関係がみられた（$r=0.85, p<0.01$）。貯水位保持期間に関しては、統計的には有意な相関関係はみられなかったが、ブルーギルの産卵床は最短2日で形成された。

リフレッシュ放流を活用したブルーギルの繁殖抑制には、放流前に貯水位を最低2日保持し、50cm以上低下させることが効果的であると考える。

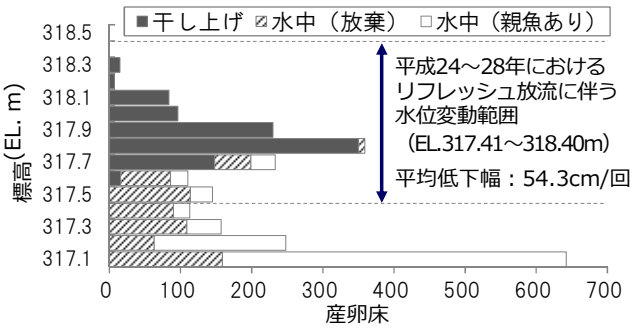


図1 ブルーギルの産卵床の状態及び標高
（産卵床数は平成24～28年の5ヵ年の合計値。）

4. 謝辞

本報告は、国土交通省東北地方整備局三春ダム管理所が実施している特定外来魚調査の成果の一部である。本業務の関係者の皆様に深くお礼申し上げる。

引用文献

1) 大杉奉功・澁谷慎一・沖津二朗・樋口貴哉・中井克樹・土岐範彦・本多吉美：ブルーギルの繁殖コロニーの特徴とダム湖の水位操作を利用した効果的な防除手法、日本緑化工学会・日本景観生態学会・応用生態工学会3学会合同大会（ＥＬＲ2012）講演要旨集、p105、2012

24-6

沖縄県久米島のカンジンダム貯水池における外来魚駆除の多面的効果
―亜熱帯島嶼の自立・持続的水資源環境管理に向けた産官学童団の連係の試み―

久米島町ホタル館　○佐藤文保，埼大院理工　古里栄一

1. 1.　はじめに　―産官学童団の連携と持続的な貯留水品質管理―

沖縄県久米島は琉球王朝時代から交易等で栄えていた歴史を有する島嶼であり，多くのため池が古くから存在するとともに，近年は上水やかんがい用水開発，治水等の目的から複数のダムも建設されている．これらのため池や貯水池の中には，流域に存在する人家や農地，畜産等に由来する人為的影響を受ける場合もあり，それぞれの流域の特性に応じた水質問題が生じている水域もある．一方，本土や沖縄本島と同様に久米島においても食用ガエルやテラピア，ブルーギル等外来種の侵入定着が発生し，ため池や貯水池における生態系・食物連鎖網への悪影響が懸念されている．

ため池や貯水池の水質や水環境，生態系の管理においては，対策施設の造成だけでなく，地域住民や環境学習・教育と合わせた地域児童や学生の参加が重要な役割を果たすと考えられる．言うまでもなく，そうした取り組みは，結果として地域の重要な社会資本施設としての，ため池や貯水池の貯留水の品質の持続的な確保にも有用となる．

本発表では，こうした取組みの一つとして10年以上久米島町ホタル館とNPO法人ホタルの会により実施されている外来種駆除としてのバスターフィッシングの効果のうち，水域からの栄養塩の直接除去効果の面から評価した結果を報告するものである．特に水資源開発施設の貯留水の持続的な品質管理における多様な立場の参加者の総合的な取組みについて着目する立場から，バスターフィッシングを「産官学童団」連携のイベントとして位置づけるものである．なお「産官学童団」は本発表における造語である．産官学は一般に用いられることが多いが，持続性のためには，将来の社会を担う未成年の環境学習・教育を通じた意識醸成や，それらを支えるNPOの役割は重要であると考えられる．しかしながら，こうした連携を表現する用語が社会的に存在しないと考えられることから，学習・教育対象である児童を「童」，活動を支えるNPO法人を「団」とし，本発表では提言の意味も含めてこうした用語を用いた．なお「産」は本イベントへの協賛企業を，「官」は水域管理者である沖縄県南部農林土木事務所や久米島町，具志川土地改良区を，「学」は埼玉大学に相当するものである．

2. 久米島町ホタル館とカンジンダム貯水池

久米島町ホタル館およびNPO法人ホタルの会では，久米島の自然環境保全および環境教育等の観点から様々な活動を実施してきた．その一つとして，近年築造されたかんがい用水開発のためのカンジンダム貯水池の水質・環境保全に関する取組みがある．本貯水池では流域に存在する人家や農地からの栄養塩負荷による富栄養化現象の発生が懸念されていた．このため，流域負荷削減のための棚田的な地形造成による様々な植生タイプによる植生浄化の提案と，建設後の除草等の維持管理への貢献を行っている．また，上述したバスターフィッシングも例年行っており，地域における小中学生の定期的なイベントとして定着している．
バスターフィッシングの駆除対象であるブルーギルは，バイオマニピュレーションの観点においては動物プランクトンの捕食者として富栄養化現象における植物プランクトンの増殖に影響を与える可能性がある．一方，カンジンダム貯水池以外の水域においては，別途ホタル館とホタルの会でこれまでに実施してきた河川の自然再生事業によりウナギ等の在来生物の両側回遊魚の連続性の確保により，在来生態系構成諸水生生物による外来種に対する一定の捕食・抑制作用が生じてきたと考えられる．一方カンジンダム貯水池は，地下ダムでありながら開放水面としての貯水池が存在するという世界でも例を見ない水域特性により，河川連続性の確保によりこうした効果が期待できないという特性が存在する．カンジンダム貯水池が建設された水系は，透水性が高く河川が流下途中で琉球石灰岩に浸透し河口域が存在しない．このため海洋との連続性が存在せずウナギが外来種への捕食者して機能しないことに繋がる．したがって，カンジンダム貯水池における外来種駆除は，直接除去に限られることになる．一方上述したように，富栄養化水域においては外来魚駆除は直接的な栄養塩負荷量の除去効果にも繋がる．こうした観点から本発表では従来生態系の観点から実施されてきたバスターフィッシングの多面的な効果について報告するものである．

本研究の一部は，琉球大学国際沖縄研究所 共同利用・共同研究事業，水資源機構総合技術センター受託研究，河川基金助成事業，高橋産業経済研究財団研究助成，山城池の水質研究に関する協定（久米島町長大田治雄，埼玉大学　古里栄一）により行われた．ここに記して謝意を示す．

24-7

河内川ダム（福井県若狭町）建設予定地に生育する サンショウソウ（*Pellionia minima* Makino）の移植およびモニタリング

○松井　明、京福コンサルタント株式会社

1. はじめに

河内川ダム（福井県若狭町）建設予定地において動植物調査を行った結果、ダム湛水域にイラクサ科サンショウソウ（*Pellionia minima* Makino）が生育するのを確認した。本種は森林伐採等で生育条件の悪化が進み、減少傾向にある。福井県の絶滅のおそれのある野生動植物の県域準絶滅危惧に該当する。本種の保全措置として、湛水域外へ移植し、モニタリングすることになった。本報では、2013～2016年に合計461個体を移植・モニタリングした結果を報告し、移植成功の判断および今後のダム事業における移植した希少植物のモニタリング期間について提案する。

2. 方法

移植個体の葉に対して、縦の辺の長さ（X）とそれに直交する横の辺の長さ（Y）を折尺で計測し、葉サイズを求めた。併せて、移植個体の活力度を、葉の状態、開花、結実、食害・虫害の有無等を基に、目視により評価した。モニタリングは、移植当年は移植直後、1週間後、1ヶ月後、降雪前、翌年以降は年4回（四季）に実施した。

3. 結果

移植したサンショウソウの生存個体数は、2016年冬季の時点で452個体であった（平均生存率98 %）。2016年冬季の葉サイズを移植当年降雪前の葉サイズで除した値から外れ値を省いた中央値を成長率とした。2016年冬季の時点で平均成長率は2.1を示した。移植したサンショウソウの平均葉サイズの増減の経年変化を表1に示す。矢印は前年の葉サイズの平均値の差をt検定した結果、5 %有意と判定された場合を↗、有意と判定されなかった場合を→とした。移植個体の多くは移植翌年に葉サイズが増加したが、一方で、移植翌年に葉サイズの増加が認められない地区があった（A-1、B-2、B-3）。

表1　平均葉サイズの増減の経年変化

移植地	2013	2014	2015	2016	成長率
A-1	移植	→	↗	→	1.2
A-2		移植	↗	↗	5.6
A-3			移植	↗	2.5
B-1		移植	↗	→	5.8
B-2			移植	→	0.9
B-3			移植	→	0.8
C-1			移植	↗	2.1
C-2			移植	↗	3.1
合計					2.1

4. 考察

4-1. 移植成功の判断

移植成功の判断は、移植個体の生存率、成長率および活力度により行った。その結果、A、B、C地区とも全般に移植個体はおおむね生存した。成長率はB-2、B-3を除き1.0を上回った。活力度は全地区とも生育上の大きな異常は認められず、安定して良好に生育した。以上のことから、移植個体は現時点では良好に定着していると判断された。

4-2. モニタリング期間の提案

本調査結果から葉サイズの増加を確認した年以降は、生育上の大きな異常は認められず、安定して良好に生育したことから、移植の翌年以降に葉サイズの増加を確認した時点で、個体が定着したと判断し、移植成功と評価してよい（モニタリングを終了してよい）と推察された。ダム建設現場におけるモニタリングは期間の制約を受けることが多いため、早期の移植成功の判断が重要になる。

24-8

小石原川ダムにおけるコキクガシラコウモリの生息環境を考慮したねぐら環境の創出

(独)水資源機構 朝倉総合事業所環境課 ○村田 裕，中野 春男
九州歯科大学 名誉教授 荒井 秋晴

1. はじめに

コキクガシラコウモリは，福岡県RDBにおいて準絶滅危惧(2011)に指定された日本固有種であり，自然洞窟，廃坑，試掘坑など，特殊な環境に生息する[1)]．本州，四国，九州，奄美大島等に分布し[2)]，同種での出産コロニーを作り，一年に一度，初夏に1仔を出産する[3)]．小石原川ダムは，福岡県朝倉市及び東峰村に位置する筑後川水系小石原川に建設を進めている多目的ダムであり，2016年度からダム本体建設工事に着手している．本稿は，ダム本体建設工事により消失するダムサイト地質調査横坑（以下,「調査横坑」という.）に生息するコキクガシラコウモリの環境保全措置について報告するものである.

2. 生息環境を考慮したねぐら環境の創出

小石原川ダムでは，環境影響評価法に基づく環境影響評価を実施しており，コキクガシラコウモリの環境保全措置として，仮排水路トンネルを活用したねぐら環境の整備や地質調査のための横坑を活用したねぐら環境の整備を実施するとしていた．しかし，仮排水路トンネルは，断面形状が調査横坑より大断面であり生息環境として適さない可能性があると考えられ，地質調査横坑は，ダム建設により全て改変され消失することから，コキクガシラコウモリのねぐら環境としての保全措置坑（以下,「コウモリトンネル」という.）を新たに創出することとした.

2-1. ねぐら環境の候補地選定における留意点

ねぐら環境の候補地選定にあたっては，坑内に大量の湧水が想定されず，試験湛水や洪水により，坑内が一時的でも浸水しない箇所とした．また，コウモリ類が出洞する際に天敵に襲われる危険があるため，坑口を樹林内とし，コウモリトンネルの工事完了後，坑口周辺やトンネル上部において，他の工事等による改変が行われない箇所とした.

2-2. ねぐら環境の設計思想

ねぐら環境として気温(9～21℃)と湿度(85～100%)が適しており[1)]，調査横坑の温度・湿度もほぼ同様の傾向が見られた．このためコウモリトンネルの坑内が調査横坑と同様の温度・湿度になるように， 調査横坑の断面形状と同一とし，調査坑口からの距離が20～80mの場所に留まりが最も多いことから，延長を80mとした．また，坑内を曲げることにより，環境条件に変化を生じさせ，コウモリが好きな場所を選ぶことができるようにした．坑口門扉は，坑内の温度・湿度を調整できるように，コウモリの出入り口となる開口部の大きさを変更可能な構造とした.

3. モニタリング結果及び考察

コウモリトンネル完成直後の2016年3月と4月に調査横坑のコキクガシラコウモリをコウモリトンネルに移殖した．その後のモニタリングにより2016年12月,2016年3月にコキクガシラコウモリを各1個体確認し，2016年9月,10月,2016年1月にはコキクガシラコウモリの鳴き声を複数回確認した.

コウモリトンネルでのコキクガシラコウモリの利用の確認により，生息環境に適したねぐら環境を創出できたと考える。今後もモニタリングを継続し，コウモリ類の利用状況を把握し効果を検証していく.

引用文献

1)福岡県（2011）福岡県の希少野生生物　福岡県レッドデータブック2011 ー植物群落・植物・哺乳類・鳥類ー．195.
2)佐野明・福井大監修(2011)．コウモリ識別ハンドブック改訂版．文一総合出版．20.
3)国土交通省国土技術政策総合研究所(2006)．コウモリ類の調査の手引き（案）.国土技術政策総合研究所資料　No.354 2006.12

24-9

浅い湖沼における底泥有機態リンの動態について

国立環境研究所 ○篠原隆一郎，広木幹也，高津文人，今井章雄，
港湾航空技術研究所 井上徹教，埼玉大学 理工学研究科 古里栄一，
国立環境研究所 小松一弘，佐藤貴之，冨岡典子，霜鳥孝一，三浦真吾

1. はじめに

リンは生物生産には必須の元素である．湖沼において，リンが高濃度になると，それがアオコ現象に代表される植物プランクトンの大増殖の要因の一つとなる．

湖沼底泥の固相のリンは以前より，湖沼内部のリンを蓄積しているプールであると考えられている．底泥から間隙水へとリンが放出される現象については，以前から以下の無機態リンに関するメカニズムがあると考えられてきた．

(1) 底泥に含まれる三価の鉄に吸着したリンが，還元状態において鉄(II)と変化することで間隙水(液相)へと放出される．
(2) 底泥固相中に含まれている，ポリリン酸を含んでいるバクテリアが，還元状態において，ポリリン酸をオルトリン酸にし，間隙水(液相)中へと放出される．

一方，近年，底泥固相の有機態リンから底泥間隙水の液相へとリンが放出され，それが更に無機化されるプロセスも底泥間隙水・水柱へのリン供給にとって，重要なプロセスであると考えられ始めた．事実，底泥柱状コアを分析した際には，鉛直方向に向かって，様々なリン化合物の濃度が減少していることが明らかになっており，それが世界中で報告されている．日本においても，霞ヶ浦において，有機態リンの鉛直的な減少が明らかになっている．

そこで本研究は，霞ヶ浦において，底泥固相の有機態リンおよび無機態リン，底泥間隙水の有機態リンおよび無機態リンの変動を 4 か月間に渡って明らかにした．本研究は底泥固相の有機態リンの分解が，底泥間隙水中の有機態・無機態リンの供給源となっているという仮説を現地観測および，数値実験を用いて検証したものである．

2. 材料と方法

本研究では底泥柱状コアを 2012 年 12 月～2013 年 4 月まで採取し分析を行った．霞ヶ浦の湖心においてコアを採取し，それを実験室に持ち帰った後，鉛直的にコアを切り，それぞれのサンプルについて凍結乾燥を行った上で分析を行った．

数値実験については，鉛直一次元の分子拡散モデルに，底泥固相の有機態リンの分解，底泥液相有機態リンの無機化，底泥液相無機態リンの吸着のプロセスを追加し，計算を行った．

3. 結果と考察

底泥固相中の有機態リンの濃度は 12 月～4 月まで，徐々に減少する一方，底泥固相中の無機態リンの濃度は徐々に増加する傾向が明らかになった．またその増減は両者共同程度であり，有機態リンが分解され，無機化された後，底泥固相に再吸着していることが示唆された．また，数値実験においても，同様の結果となり，少なくとも霞ヶ浦では以前から示されている無機態リンの仮説ではなく，有機態リンによるプロセスがリンの動態にとって支配的であった．これらの固相・液相のリン交換は，底泥柱状コアの物理構造(空隙率)に強く依存しているため，今後それらを詳細に明らかにしていくことが必要であると考えられる．

24-10

ケイ酸溶出材料 SCC の開発と河川での暴露実験

石巻専修大学・高崎みつる　ニュージェック・○神尾重雄、山下剛史、遠藤伸二
総合水研究所・吉村直孝　環境工学（株）・萩原英壽

1. 概要

SCC はシラスチップコンクリートの略称で、火山灰（砂）のシラスと木質チップにセメントを混ぜ、固化した、ケイ酸溶出能力の高い材料である。2011 年 2 月から 2013 年 8 月まで鹿児島県川内川中流部で行った SCC 暴露実験の結果、隣接のコンクリートブロックに比して SCC パネルに付着する生物膜（BF）には、珪藻類や繊毛虫類など生態系の基礎となる微生物が多く出現し、その種類も多様であることが明らかにできた。本発表では暴露実験の結果を紹介すると共に、河川における生態系や生物多様性の回復に向け、SCC の適応が有効と考えられるサイトやケースを紹介します。

2. 開発の背景と経緯

地球環境の変化、流域開発の影響を受けて、日本の河川の水質は変化し、窒素、リン濃度の増加と共にケイ酸濃度の減少が起こっている。窒素、リン濃度の増加は湖沼での富栄養化現象を引き起こす原因として関心が高く、生態系との関係等に関し数多くの研究が行われている。しかし溶存態ケイ酸は生態系の基礎となる珪藻等の殻の原料であり、栄養塩バランス上、優占種となる微小藻類の決定に対して、その濃度がクリティカルな影響を及ぼす可能性がある。そのため現場でのケイ酸供給の研究を進めるため、生物が利用しやすい濃度での溶出が可能で、扱いやすいケイ酸溶出材料の開発が必要となった。2005 年から高崎研究室においてケイ酸溶出の研究がスタートした。
2007 年には環境工学（株）が中心となり SCC の基本配合の決定、ケイ酸溶出試験が実施された。2011 年から 2013 年にかけ、SCC パネル製作と河川護岸への設置と暴露実験が行われた。

3. パネル設置と暴露実験

パネルは川内川河川事務所の指導・助言を受け、川内川中流部左岸側 U 地区での激特事業の新規築堤と護岸の完成後、階段工に近い、低水位以下の位置で 2 枚（45cm×90cm/枚）設置した。暴露実験は築堤工事の仮締切撤去と共に開始し、その後約 2 年半、実験を継続した。パネル及び周辺コンクリートブロックへの付着生物膜（BF）の分析結果の一例を図 1 の円グラフに示す。

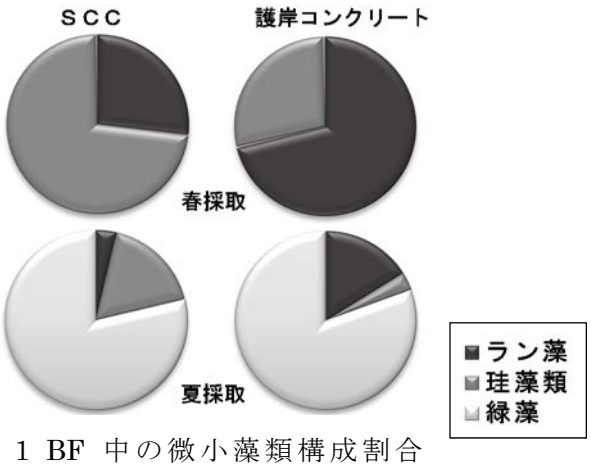


図 1 BF 中の微小藻類構成割合

4. SCC の適応性について

魚道などの改良の際、魚類や甲殻類の餌となる多様な藻類や昆虫の水生幼虫などが多く出現する SCC パネルや高いケイ酸供給濃度を持つ SCC 礫を併設すれば単調な生物相の河川環境の改善に貢献することができます。

24-11

Tegel 湖における IDH を活用した気泡循環対策の効果と アンテナ色素浮力周波数理論の検証

埼大院理工　○古里栄一，　Federal Environment Agency Germany Ingrid Chorus，Jutta Fastner，水資源機構，今本博臣

1. はじめに

貯水池の貯留水の品質管理として，その水質や水環境状態を良好な状態に保全することは，インフラのストックマネジメントとして重要な今後のダム事業の課題の一つである．近年は富栄養化貯水池における水質保全として気泡循環対策が実施されることが多く，一定の効果が得られている．しかしながら，本対策の作用機構にかかる学術的基礎構築が不十分なために経験的な適用となっているのが現状であり，今後は応用生態工学的な観点からの作用機構の明確化と定量化が必要である．

本対策の作用機構の一つとして，藍藻類の光合成にかかる光学的な特性と，植物プランクトンの水中の空間分布を支配する水温成層安定性に着目したアンテナ色素浮力周波数理論が存在する．この考え方は現在多くの貯水池における気泡循環対策の管理において用いられている，ハビタット管理として水温勾配が指標に採用されていることの基礎理論にあたる．一方，アオコ形成藍藻類の生態学的特性である，K 戦略種であることを考慮すれば，中規模撹乱仮説(IDH)の活用も理論的には考えられる．

古くから様々な水環境にかかる学術・技術的な取組みの活発なドイツにおいては，30 年以上前に既に IDH の概念を取り入れた，富栄養化貯水池における気泡循環対策の運用や効果評価が実施されている（ベルリン，テーゲル湖の事例）．わが国におけるアンテナ色素浮力周波数理論と IDH の効果を比較，評価することにより，貯留水品質管理の高度化や的確化が可能となると考えられる．本発表においては，は，テーゲル湖をはじめベルリン周囲の水環境を研究している Federal Environment Agency (UBA)との共同研究として実施中の，テーゲル湖に関する応用生態工学的研究の現状について報告するものである．

2. テーゲル湖における気泡循環の効果

図１に UBA によって実施された現地調査結果のデータベースを用いて解析した結果の１例を示す．有害藍藻類の増殖抑制効果が確認された間欠運用時においては，浮力周波数が無対策時と同程度であることが確認できる．これは，気泡循環による藍藻類増殖抑制効果

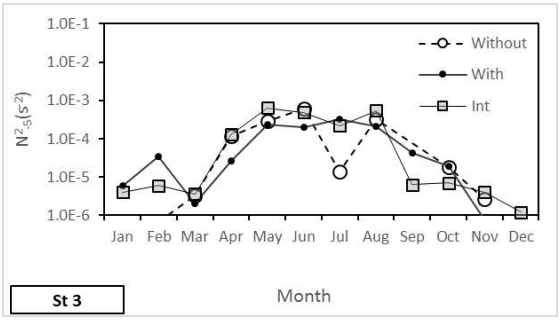


図１　テーゲル湖における成層強度(浮力周波数)の季節変化(Without：無対策年，With：気泡循環対策年間連続稼動年，Int.：間欠運用年)

として，間欠運用時における IDH の効果が生じた可能性を示唆する結果である．発表ではドイツと日本の気象条件の違いにも着目して，わが国における IDH の貯留水品質管理への適用可能性についても報告を行う．

謝辞

本研究の一部は，水資源機構総合技術センター受託研究，河川基金助成事業，高橋産業経済研究財団研究助成により行われた．ここに記して謝意を示す．

引用文献

1) 古里栄一・浅枝隆・須藤隆一，アンテナ色素の吸光特性に基づく藍藻類の光学的および水理学的発生条件の現地データによる検証－アンテナ色素－浮力周波数仮説－，*水環境学会誌*，Vol.26，pp.285-293，2003

2) Ingrid Chorus & Gertrud Schlag, Importance of intermediate disturbances for the species composition and diversity of phytoplankton in two very different Berlin lakes, *Hydrobiologia*, 249, pp.67-92, 1993

24-12

自然堤防帯を流れる河川高水敷掘削後の土砂再堆積過程に流域特性が与える影響

岐阜大学 ○原田守啓、ｱﾏﾅﾄｩﾗ ｻｳﾞｨﾄﾘ、角田美佳

1. はじめに

直轄河川の多くで、河積確保のための河道掘削が計画・実施されており、セグメント２においては高水敷掘削により対応されている例が多い。しかしながら、掘削後の土砂再堆積速度は原生的な氾濫原における土砂堆積速度と比べて１オーダー程度大きい[1)]ことも明らかになってきており、高水敷掘削後のレスポンスに水系・河川によって違いが生じる要因についても未解明な点も多い。

本研究は、高水敷掘削後の掘削地への土砂の再堆積過程に流域特性の違いが与える影響を明らかにすることを目的とし、流域特性のうち、特に、流域地質や流程に依存して異なる河床材料の粒度組成と、河床材料の輸送に関わる流況が異なる中部地域の２河川を対象として、①再堆積土砂の粒度組成、②縦断的な河床材料の粒度組成と③流況特性、の３要素の関係性について簡易な検討を行った。

2. 手法

木曽川水系揖斐川、長良川の高水敷掘削サイトに調査地を設定した。これらのサイトはともに、セグメント１（扇状地）からセグメント２（自然堤防帯）に移行した地点に立地している。これらの調査地において、掘削後の再堆積土砂をサンプリングし、室内土質試験により粒度組成を把握する。各調査地の流況特性の把握は、直近の国土交通省水位流量観測所における観測値を用いる。河川縦断方向の河床材料粒度組成及び河川断面のデータは、国土交通省木曽川上流河川事務所より貸与を受けた。

２サイトにおける再堆積土砂がそれぞれどの程度の流量の条件下で堆積したのかについて、掃流砂量及び浮遊砂の鉛直分布に着目した考察を行った。

3. 結果の概要

本紙執筆時点における結果の概要を以下に示す。

3-1. 河床材料の縦断分布特性

揖斐川、長良川の河床材料の縦断分布形は、両河川で大きく異なっていた。扇状地区間から自然堤防帯にかけての分布形に顕著な違いがみられた。この違いは、両河川の土砂生産源である山地流域の地質の違いに起因する土砂の粒度特性、流下過程での磨耗破砕特性の違いによるものと推察される。

揖斐川流域は、付加体を主とした美濃帯（中でも泥岩・砂岩が主体）で構成されており、セグメント２はこれを起源とする細砂・シルトが主体である。一方、長良川流域は、美濃帯（砂岩・チャート主体）に加えて濃飛流紋岩・安山岩などの堅い火成岩が多く、揖斐川よりも砂利分が多い傾向がある。

3-2. 流況特性

洪水波形等の流量変動特性において両河川に顕著な違いはみられなかった。しかしながら、位況の経年変化から、揖斐川万石観測所では徳山ダムの供用前後における渇水位の変化、長良川墨俣観測所では下流から進められてきた河道浚渫の影響による水位の低下等が確認された。

3-3. 再堆積土砂の粒度組成

揖斐川の再堆積土砂が、シルト～細砂を主体とする[2)]のに対し、長良川の再堆積土砂は、中砂～細礫が主体であった。両サイトでは掘削高さが異なり、長良川サイトのほうが低く（深く）掘削されていて、より粗い粒径の土砂が堆積しやすい傾向がある。しかしながら、揖斐川では掘削直後の掘削面上にシルト・細砂の堆積が生じており、流送されている土砂の粒度がそもそも異なる可能性が高い。

3-4. 流量段階に応じた流砂量と堆積傾向の分析

再堆積土砂の代表粒径に着目し、各流量（水位）ステージにおける掃流砂量及び浮遊砂量の鉛直分布に着目した検討を行った。結果の詳細は当日報告する。

引用文献

1. 永山, 原田, 萱場：高水敷掘削による氾濫原の再生は可能か？～自然堤防帯を例として～, 応用生態工学, 17(2):67-77, 2015.
2. 原田, 永山, 大石, 萱場：揖斐川高水敷掘削後の微地形形成過程, 土木学会論文集B1(水工学), 71(4):I_1171-I_1176, 2015.

24-13

河岸高を考慮した川づくりの方法序説

○渡辺恵三[1)]・岩瀬晴夫[1)]・卜部浩一[2)]
1）株式会社 北海道技術コンサルタント
2）北海道立総合研究機構 さけます・内水面試験場

1.はじめに

～「河岸高」を考慮した川づくりに向けて～

定められた流量を安全に流下させつつ、本来の川のかたちと生き物の生息環境を保全･創出する河道、特に、河岸の高さ（河岸高）について（常々？）考えている。

「河岸」とは、河道の側岸に対応する法肩から法尻までの範囲を指す。「河岸高」とは、その高さであり、整備された河道では、河床から計画高水位以上の背後地までの高さ、あるいは、河床から高水敷、高水敷から堤防や背後地までの高さをいう。

『多自然川づくり』では、計画高水位は背後地程度の高さに設定することや、河床幅を十分に確保することで、出水を経て河道内に自然な形状を持った断面が形成されるとし、川幅水深比が大きい断面とすることを基本に、河川環境の保全と整備を図っている。河岸・水際部の設計は、侵食や堆積等の川の営みにより形成される「自然状態の河岸」を手本に行うとされ、河岸の保全や法勾配、護岸の留意事項が示されている。また、近年の河道（高水敷）掘削では、低水位や平均年最大流量時の水位を指標とした高さの設定が行われている。このように、断面の高さ（河岸高）は、定められた流量に対する川幅と水深や水位の検討によって設定されている。

ここで、演者らは、断面の高さ（河岸高）は、川の地形から検討すべきではないかと考えている。河川形態は、水深や流速及び土砂の流れに影響し、動植物の生息・生育環境を創出する。本報告は、河岸高を考慮した川づくりを提案するために、まず、河岸の自立高や河道の自律断面の特性、河岸高と河川形態や生息環境との関連を検討した。

2.自然状態の河岸の河岸高の特性

河岸高（自立高）は、河岸を構成する材料の強さで定まる。この強さは、土のせん断力であり、粘着力と内部摩擦角､垂直応力を変数とする式で示され、自立高は、これらの変数と単位体積重量を用いて算出される。ただし、自然状態の河岸は、砂礫や砂、粘性土の混合物のため、粘着力と内部摩擦角を定めることが困難（課題）である。

現在、北海道内の約 40 河川を対象に、河岸高（整備後に形成された自立している自然状態の河岸の高さ）を計測（川幅、河床・河岸の勾配や材料などを含む）※している。これまでの結果では、河川の規模等に関係なく、礫河床の河岸高（自立高）は１m 程度であり、整備時の河岸高（水深や水位により設定された河岸高や低水護岸高）より“低い”。

3.サケの産卵環境の河岸高

河岸高と河川形態や生息環境との関連を検討する一環として、石狩川水系の豊平川（札幌市）と漁川（恵庭市）のサケの産卵域のうち、湧水等の影響が少ない比較的上流に位置する産卵場所の河岸高を計測※した。その結果、このような産卵場所の河岸高は、１m 程度であり、周辺の産卵していない場所の河岸高より“低い”。ことが見出せそうである。

多自然川づくりに関する引用文献

・多自然川づくりポイントブックⅠ・Ⅱ・Ⅲ
財団法人リバーフロント整備センター編

謝　辞

豊平川のサケの産卵情報は、札幌市豊平川さけ科学館から提供いただいた。ここに感謝の意を表す。

24-14

網状流路への植生侵入特性

北海道大学 ○久加朋子、寒地土木研究所 山口里実、
北海道大学 渡邉健人、北海道大学 清水康行

1. はじめに

河道内樹木と流路変動の間の関係性に注目した現地調査，水路実験，数値解析はこれまでに多数報告されている[1),2),3)]．これらの報告では，樹木の主な影響として，網状流路の流路本数を減らすこと，河岸浸食の速度を遅くすること,流路の横方向移動を励起すること（蛇行流路の形成），蛇行の発達と流路のショートカットを促すこと等が知られている．しかしながら，これらの報告では樹林化後の流路変動特性についてはある程度明らかにされているものの，植生侵入の第一段階と考えられる裸地砂州への植生侵入に関する検討は少なく，初期の植生分布の違いがその後の流路変動に及ぼす影響については未解明な部分が多い．そこで本研究では，札内川を想定した網状流路を対象とし，種子の定着特性を把握すると共に，植生分布の違いが流路変動特性に与える影響を水路実験から検討した．

2. 実験

実験には，国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所所有の全長 26 m，幅 3 m，勾配 1/100 の可傾斜水路を利用し．河床材料は粒径 0.765 mm の一様砂とし，低水路幅 45 cm，低水路河岸 2cm となるように初期河床を整形し，8.5 時間通水することで目的の網状流路を得た．実験は網状流路形成後に水路全面に種子を散布する Case A と，8.5 時間通水中に給砂材料に種子を混ぜて散布し続けた Case B の 2 種類を実施し，各々，植生生育のため 22 日間の養生を行った後，2 回目の通水 90 分を実施した．実験終了後は植生定着位置を把握すると共に，3D レーザースキャナ（STONEX 社製モデル X300）を用いて河床形状を計測し，河床・流路変動の状況を確認した．

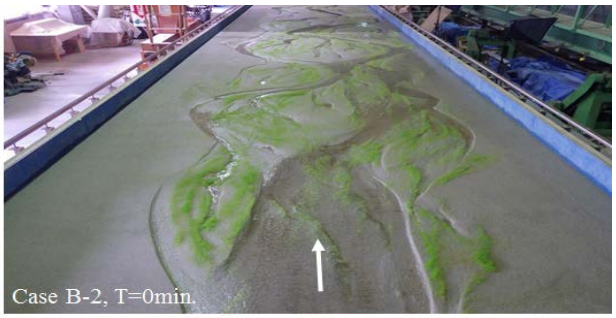


図 1　網状流路への新規植生侵入状況

3. 結果

網状流路では，流れによって輸送される種子は浮州や高水敷上に時空間的に広く分散し，発芽後の様子を見ると（図 1），砂州上に縦断方向に一列に並ぶ様に定着したことが分かる．これは，流路切り替えや消滅に伴う流量減水時に種子が砂州上の水際に取り残されるためである．

植生分布の違いは流路本数の減少と流路変動に明瞭な影響を与えることが示された．砂州上に広域的に植生が繁茂する場合，流路本数が減り，流れの集中に伴う流路幅拡幅と流路の蛇行化が生じた．一方で，流れで種子を散布した場合，砂州上には場所によって密度の異なる植生パッチが形成された．本実験条件下では，こうした植生パッチの形成がより複雑な網状流路の形成を促す可能性が示された．

引用文献

1) Tal, M. and Paola, C.: Effects of vegetation on channel morphodynamics: Results and insights from laboratory experiments, Earth Surface Processes and Landforms, 35, pp. 1014-1028, 2010.
2) Jang, C. L., Shimizu, Y.: Vegetation effects on the mor-phological behavior of alluvial channels、Journal of Hydraulic Research, 45, pp.763-773, 2007.
3) 永多朋紀, 渡邊康玄, 清水康行, 井上卓也, 船木淳悟：礫床河川における河道変化と植生動態に関する研究, 水工学論文集, 60, 1081-1086, 2016.

24-15

河川高水敷における裸地の出現時期がその後の成立植生に及ぼす影響

東京大学 ○山田晋、東京大学 根本正之

1. 研究の背景

攪乱のタイミングは，攪乱発生後に速やかに侵入・定着できる植物種の構成に影響を及ぼす要因の一つである。しかし施工時期は，緑化に適した時期として選定されることはほとんどない。攪乱のタイミングと成立植生の関係を解明することにより，発生する雑草の量や種類を制御し，望ましい植生へ効率的に誘導可能になると期待される。

本研究では，河川高水敷を対象として，異なる時期に実験的に裸地を作り，その後の成立植生を3年間追跡した。河川の維持管理事業では，管理費の縮減に伴って，高頻度の刈り取り管理を必要とするシバ堤防を維持することが難しくなっており，在来種のチガヤ *Imperata cylindrica* var. *koenigii* を用いて，外来種の蔓延を防ぎながら堤防を早期に被覆する緑化（築堤）方法が模索されている。堤防改修に伴う法面緑化を想定し，裸地が発生した場所における植物種の侵入・定着状況を把握することとした。

2. 研究方法

研究サイトは，茨城県取手市稲取地先の利根川高水敷とした。試験区では，乱塊法で配置された 1.5m ×1.5m のプロットを3反復で配置した。

2010 年 5 月に重機で表土を数十 cm 削り取った。飛来種子や発芽を抑止するため，試験開始となるまでプロットを防草シートで覆った。防草シートを 2011 年 3 月 28 日，同 6 月 21 日，同 9 月 6 日に取り去り，それぞれ春季，夏季，秋季の処理区とした。

春季と秋季に植生調査を実施し，記録された種を一年草，多年草，木本植物に分類した。さらに一年草は越年草とそれ以外に細分した。データの統計処理には，GLM を用いた。

3. 結果および考察

植被率は 1 年目にはいずれの区でも概ね 50%以下と低かったものの，2 年目と 3 年目には，2 年目の 9 月区を除けば平均 70%以上となった。2，3 年目における多年草の被度は，6 月区の値が 3 月区および 9 月区の値を有意に上回った。種数については，1 年目には一年草の種数が多年草を上回ったが，3 年目になるととくに 6 月区において多年草が一年草を顕著に上回った。3 年目の多年草の種数は，6 月区の値が 3 月区の値を有意に上回った。

主な優占種の 2 年目と 3 年目の被度および草高の変化をみると，6 月区においては，チガヤの被度が顕著に増加し，草高については明確な変化がみられなかった。一方，3 月区と 9 月区においては，セイタカアワダチソウの被度または草高の増加が，在来種と比べて顕著となった。

裸地の形成時期に応じて異なる裸地形成直後の飛来種子や発芽可能な種の種構成が，上記の差異をもたらす一因と考えられた。

法面改修の適期とされる非出水期（冬季～春先）は，侵略的外来種であるセイタカアワダチソウのまん延を防ぐ観点からも，治水上望ましい優占種とされるチガヤを増やす観点からも，望ましい施工時期とは言い難い。セイタカアワダチソウの被度を抑え，チガヤ優占群落を形成する緑化（築堤）を行うためには，チガヤの種子散布時期であり発芽適期でもある梅雨の頃，チガヤが周囲に分布する河川堤防で裸地を造成することが望ましい。ただし，緑化直後に洪水による侵食を受けるリスクの高い 6 月という多雨期の緑化は，河川堤防においては概して現実的とは言い難い。河川の水流に対面しない「川裏」では土壌浸食を防止する必要は相対的に低く，こうした立地では施工時期を配慮できる可能性はある。

24-16

埼玉県西部，槻川における河床型の分類と分布

i-or-i Landscape Design　平山晴庵

渓流を構成する瀬や淵といった微地形は河床型として分類されてきた(可児, 1944；川那部ほか, 1956；Takahashi，1990 など)．しかし，地形と岩盤分布や河床堆積物の粒径および流れの形態の組み合わせによる分類ではないことや，これまでの分類では未分類となる区間が存在していることから，分類自体を再検討する必要があった．そこで本研究では，3 次元的な河床の地形と河床にみられる構成物，さらに，それに応じてみられる水流の形態から渓流全区間に適用可能な河床型の分類を行なうとともに，河床型の分布をステッププールのみられなくなる全区間に適用し，その分布を規定する要因を考察した．

調査河川は埼玉県西部に位置する荒川水系都幾川支流の槻川とした．槻川は標高 876m の堂平山に源を発し，全長 27.5 km，流域面積 86.0 ㎢，結晶片岩層を流下する．源流部には急勾配の土石流流下区間をもつ，典型的な日本の中小規模山地河川である．

調査手順はまず，槻川下流の武蔵嵐山渓谷の 4 区間を対象に，0.75m 格子ごとに河床標高と河床の礫の長径を計測するとともに，平水時の水流の形態を記載した．地形，堆積物・岩盤分布，流れの形態の組み合わせに基づき調査区間を分割し，それぞれの特徴に基づいて類型化することによって分類の検討を行なった(図 1・2)．以上から，河床型は早瀬，平瀬，淵，瀞，漣に分類され，さらには，早瀬と淵はそれぞれ 2 つに細分された．このうち，これまで未分類であった河川区間の河床型として新たに漣(レン)を加えた．早瀬，平瀬，淵は瀞や漣とは異なり，常に対の関係で出現することから早瀬，平瀬，淵をあわせた瀬―淵を上位の階層の分類とすることにより，河床型は階層性をもつことが明らかとなった．

次に，瀬－淵，瀞，漣の 3 種類の河床型を槻川にあてはめて，流路 500m ごとに各河床型の出現割合を整理した．上流から下流への変化を調査した結果，9 つの特徴ある区間に分割された．一部，区間を取り出し詳細な縦断測量をした結果と合わせて河床型の分布を規定する要因を検討した．以上から，①相対的に急勾配区間では瀬－淵の連続となり，漣は出現しない．また，緩勾配区間では瀬－淵と漣が交互に出現する．②相対的に急勾配から緩勾配への移行区間では瀬－淵は連続的に減少し，緩勾配からより緩勾配への移行区間では断続的に減少する．③緩勾配区間では瀬－淵，漣の単位距離はともに長くなり，瀞は出現しない．すなわち，河床勾配により河床型の分布が規定されることが明らかとなった．

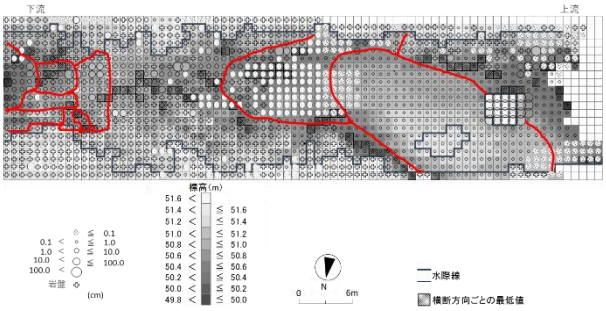


図 1　河床型区分図Ⅰ(標高段彩図＋礫径平面図)

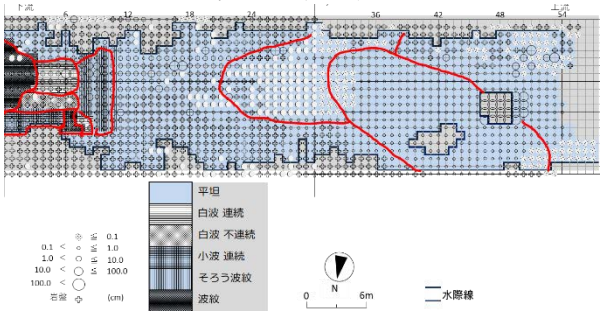


図 2　河床型区分図Ⅱ(礫径平面図＋水流形態分類図)

謝辞

本研究は立正大学大学院地球環境科学研究科において，島津弘教授によるご指導のもと作成した修士論文に基づく．

引用文献

可児藤吉(1944)：渓流棲昆虫の生態．古川晴男『昆虫』上，研究社，171-317.

川那部浩哉・宮地伝三郎・森主一・原田英司・水原洋城・大串竜一(1956)：遡上アユの生態　とくに淵におけるアユの生活様式について，京都大学理学部　生理・生態学研究業績 79，1-37.

Takahashi. G(1990)：A study on the riffle-pool concept, 地形，11，319-336.

24-17

アイスハーバー型魚道の流れ特性とその数値解析モデルによる再現性

北海道大学大学院工学研究院 ○西岡雄太、木村一郎
国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部 旭峰雄

1. 本研究の目的

本研究では、魚道の一種であるアイスハーバー型魚道について、その非定常な流れ特性の解析を行う。

本魚道は、斜面または階段状の河床に流れ横断方向の隔壁を取り付け、その隔壁の上部に越流部となる切欠を、底部に潜孔を設けたものである。しかし、隔壁間のプールにおける流出入部の多さゆえ、プール内において非常に複雑な流況が発生しやすく，時空間的に変化の大きい流れ場が形成されやすい。

一般的に、魚類の遡上行動は水の流れの方向、強さに依存することが知られている [1]。すなわち、魚道内における魚類の遡上行動の解明には、魚道内の流況特性を正確に把握することが重要だと考えられる。魚道内流況の実測・数値解析はこれまで数多く報告されている [2),3)]が、魚道内の流れの非定常性に着目したものは限られている。

本研究では、アイスハーバー型魚道の非定常流れの解明を目的として、実際の魚道における流況実測と数値計算による流況解析を行う。

2. 流況実測

北海道今金町にある、美利河ダム下流部のアイスハーバー型魚道において流況実測を行った。

同じ魚道プール内の 97 点において、超音波ドップラー3 次元流速計を用いた測定を行い、その結果を、各点の流れの乱れの大きさ(乱れエネルギー)と流速の時間的変化についてまとめた。

実測の結果、切欠の上下流部と潜孔の下流部において流れの乱れが大きいこと、潜孔の下流部において、時間的に周期性のある流れの強弱が生じていること、また、同じ魚道プール内であっても流れの乱れ、流れの周期に大きな違いが存在することが明らかになった。その一例を図 1 に示す。

また、トレーサーを用いた観察から、水面近傍に水平方向の循環流が生じていることが確認された。

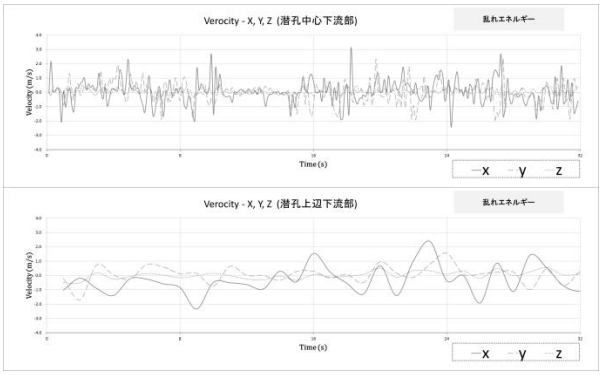


図 1　潜孔中心(上図)と潜孔上辺(下図)の下流部における 3 次元流速の時間的変化

3. 数値計算

密度関数法を用いて、美利河ダム魚道における 3 次元非定常の流れの再現計算、および魚道構造や水理条件を変化させた場合の流況比較を行う。計算結果を可視化した一例が図 2 であり、流れの非定常性や、隔壁直下での大きな流速がよく再現されている。

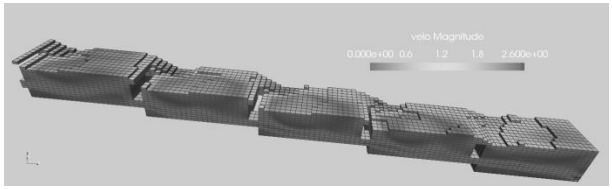


図 2　密度関数法を用いた流況解析の可視化結果

引用文献

1) 泉完 ： バーチカルスロット型魚道におけるアメマスの現地放流実験、農業土木学会誌第 72 巻第 7 号、pp593-598、2003
2) 前野詩朗 ： アイスハーバー型魚道の流れの解析と低流量・河床低下時の機能改善，土木学会論文集，pp. 1081-1086，2015
3) 藤原正幸 ：VOF 法を用いたアイスハーバー型魚道の三次元流況シミュレーション，水工学論文集，pp. 421-426，2007

24-18

中規模河床形態に着目した懸濁成分の流程変化に関する研究

東北大学，京都大学大学院　高橋真司
いであ株式会社　兵藤　誠
京都大学防災研究所　竹門康弘

1. はじめに

河川水中の懸濁成分は掃流砂，浮遊砂及びウォッシュロードに分類される．このうち一部の浮遊砂とウォッシュロードは水流によって流下し，砂州側面や河岸際に捕捉され，河川地形を改変する．また，捕捉された懸濁成分の一部は水勢によって再び浮上し，断続的に流下していく．流下する懸濁成分は，砂州表面への捕捉効果によって減少していく可能性がある．そこで，本研究では中規模河床形態である交互砂州，複列砂州や固定砂州の形状に着目し，それらと懸濁成分の流程変化との関係を明らかにすることを目的とした．

2. 方法

2-1. 調査河川及び調査項目

調査は，天竜川本川のダム群のうち最下流にある船明ダム下流域を対象とした．現地調査は 2016 年 11 月 7-8 日及び 2017 年 2 月 18-19 日の 2 回実施した．砂州による懸濁物質の捕捉機能を評価するために，船明ダム直下から下流5kpまでのおよそ25km区間について，動力船を用いて河川を下りながら複数の砂州下端側で縦断的な水質計測を行った．また，比較対象として主流部及び湧水箇所でも調査した．

水質調査では，地点ごとに採水を行い，懸濁成分の指標として濁度，浮遊粒子状物質（SS）及び強熱減量（AFDM）を測定した．

2-2. 砂州形状解析

調査日近傍の衛星写真を用いて，砂州及び流路の形状を定量化した．採水地点ごとに横断線を引き，直線で囲まれた区間を各調査区間とした．調査区間ごとに砂州形状の特性値を求めた．

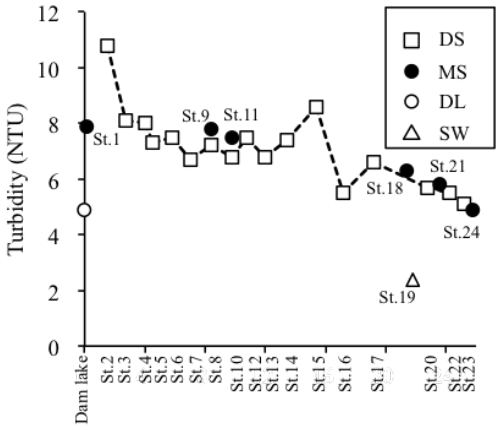


図 1　濁度の縦断変化（11 月調査）
DS：砂州下流側，MS：主流部，DL：ダム湖水，SW：湧水

3. 結果・考察

砂州下端側の濁度は St.2 で 10.8NTU と最も高く，地点ごとに値の増減はあるものの低下傾向にあった（$r = 0.75$, $P < 0.05$）（図 1）．複列砂州区間では，地点間ごとの濁度変化量が区間内中州割合（中州数/総砂州数）と有意な相関関係を示し，単列砂州区間では濁度変化量と区間内内岸長割合（=流路の湾曲部内岸長/総砂州岸長）が有意な相関関係を示した．中規模河床形態の違いに応じた砂州形状特性値が濁度変化量に寄与することが明らかとなった．

謝辞

本調査の実施にあたり，国土交通省浜松河川国道事務所，天竜川漁業協同組合，天竜川天然資源再生連絡会，いであ株式会社建設統括本部水圏事業部に協力を頂いた．また，本研究を進めるにあたり奨励研究（17H00391）ならびに基盤研究(A)(25241024)の助成を受けた．ここに感謝の意を表する．

24-19

扇状地端部を流れる湧水河川の水環境

名古屋大学減災連携研究センター ○田代　喬

1. はじめに

平常時の河川流量に対して湧水の寄与が大きい湧水河川では、四季を通じて一様な流況・水温環境が保たれ、独特な生態系が成立している。本報では、湧水河川において水位・水質を連続観測するとともに、超音波流速計（ADCP：Acoustic Doppler Current Profiler）を用いて3次元流向・流速分布を収集し、湧水の寄与とその影響を中心に、当該河川の水環境について考察する。

本研究は、河川砂防技術研究開発公募・地域課題（河川生態）「木曽三川流域における生物群集を対象とした河川生態系の管理手法に関する研究」（代表：森誠一岐経大教授）の一環として実施した。

2. 材料と方法

対象河川は、濃尾平野西端に位置し岐阜県海津市を流れる揖斐川水系津屋川である。津屋川は「養老の滝」に源を発し、急峻で脆い養老山地から扇状地を形成した後、並流する複数の小河川を集めながら扇状地端部に沿って南流する、流域面積71.2km^2、幹線流路延長 12.6km の河川である。右岸側には扇状地が多数存在する一方、左岸側には堤防が築かれ、圃場整備が行われつつも後背湿地が一部残存する。調査地は、揖斐川合流点から8.3km上流に位置し、湧水を集めた水路が横流入するリーチを選定した。

2016年夏季から冬季に、河川水と湧水の水温・電気伝導度を連続観測したうえで（HOBO Onset Logger、U20L / U24）、出水期を挟む6月7日と12月3日には超音波流速計（Sontek / YSI、River Surveyor M9）によるデータ収集を実施した。超音波流速計は一般に、センサー部に4つの送受信面を備え、発射した超音波ビームが水中の微小懸濁物（浮遊物など）に反射して戻ってくる際に生じる周波数の変化を受信することで一時に多量の情報を取得できる。本機器は、高精度な位置情報を取得可能な RTK-GPS、周波数の異なる5方向の超音波ビームを送受信可能なセンサーを備え、広範な水深領域（20 cm～80 m）での計測が可能である。計測の際は、センサーを搭載した小型艇を曳航しながら、無線接続した PC 上の制御ソフト Hydro Surveyor（Sontek / YSI）にて即時データ整理を行った。

3. 結果と考察

3-1. 水温・水質変動と湧水寄与率の変化

湧水の水温は15℃前後で安定している一方、本川の水温は降雨や季節によって大きく変化した。また、本川の電気伝導度は降雨によって鋭敏な変化を示すとともに、2地点間で変異が認められたことから、湧水による寄与が示唆された。これらの結果から、本川2地点（Sts. UP and DOWN）間の電気伝導度の変異は流入湧水（St. SPRING）によってもたらされると仮定し、湧水寄与率を求めたところ、全期間を通じた平均値で40.1%、夏季には31.6%（8/12-9/2）、冬季には61.9%（11/11～12/2）となった。

3-2. 流れ場の時空間的変異

今回実施した2時期における3次元流れ場の計測により、調査地の河川流量は、6月7日に平均0.16 m^3/s（最大0.43 m^3/s）、12月2日に平均0.21 m^3/s（最大0.47 m^3/s）、湧水流入量はそれぞれ0.022 m^3/s、0.027 m^3/s と推定されたことから、出水期後の12月にいずれもやや多くなった。この結果は前記した冬季の湧水寄与率が大きくなることと反しない。また、瀬・淵によって大きく流量が変動したことから（平均値の 10～220%）、本調査地では湧水水路の流入によらず、河床による湧出、浸透による水交換の影響が少なくないことが示唆された。

24-20

The effects of iron and light intensity on the growth and stress responses of *Egeria densa*

Liping Xia[1], Mahfuza Parveen[1], Takashi Asaeda[1,2]
[1]*Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, Japan*
[2]*Department of Environmental Science, Saitama University, Japan*

Introduction

Aquatic plants frequently encounter multiple stresses under natural conditions, such as high or low temperature, strong or weak light and nutrient excess or deficiency. Iron is an important element for the transpiration controlling enzymes and the synthesis of chlorophyll in the plants. The light intensity is also an important factor for plant growth. Overexposure of Fe or light is known to be toxic to plants because either conditions alter synthesis of chlorophyll, enzyme activity and induce reactive oxygen species (ROS) production in plant [1]. However, the combined effects of Fe concentration and light intensity on submerged plants are scarcely investigated. In this study, the growth and stress responses of the plants were investigated under different Fe concentrations and light intensities.

Materials and Methods

E. densa, a freshwater submerged macrophyte, was used in this study. The plants were grown under three light levels, low (20-30 $\mu molm^{-2}s^{-1}$), middle (90-100 $\mu molm^{-2}s^{-1}$) and high (190-200 $\mu molm^{-2}s^{-1}$), with three Fe concentrations, 0.5, 5 and 10 ppm by adding $FeCl_3$ to the water. The growth rates, photosynthetic pigments, H_2O_2 formation as main reactive oxygen species and antioxidant enzyme activities were examined after 3 days of exposure.

Results and Discussion

Plants which were grown under high Fe concentration and high light intensity showed brown-black discoloration compared to the 0.5ppm of iron with low light. Total chlorophyll concentrations decreased significantly with the increment of iron concentration and light intensity, Fig. 1. Figure 1B shows that significantly high H_2O_2 concentration was found throughout the experimental period in plants under highly increased treatments.

Previous studies reported that high H_2O_2 accumulation has been identified as an important mechanism of leaf senescence [2]. Our study showed

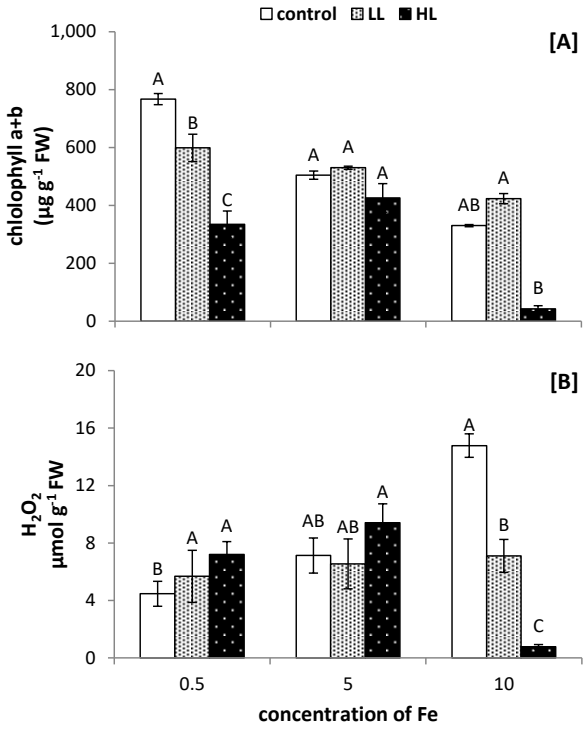


Fig. 1: Combined effect of different Fe concentrations and light intensities on total chlorophyll (A) and H_2O_2 concentrations (B) of *E. densa*. Bars with different letters are significantly different at $P< 0.05$, (n=3).

the reduction of photosynthetic pigments of *E. densa* caused by significant induction of oxidative stress due to excessive exposure of iron concentration and light intensity. This experiment showed that high concentration of Fe and light intensity conditions had substantial influence on physiological processes of plants.

Reference

1. Connolly EL, Guerinot ML. *Iron stress in plants*. Genome biology. 2002; 3 (8): reviews 1024.1.

2. Zentgraf, Ulrike, Petra Zimmermann, and Anja Smykowski. *Role of intracellular hydrogen peroxide as signalling molecule for plant senescence.* Senescence. InTech, 2012.

24-21

巻機山(上越地方)の山頂付近に生育するグラミノイド代表種の種子発芽とその地表面温度

東京農業大学農学研究科造園学専攻卒　○角谷文代
JA アグリげんきの郷　桑山直子
東京農業大学地域環境科学部　鈴木貢次郎

1. はじめに

新潟県と群馬県境に位置する巻機山の山頂付近は，登山道を中心に植生が破壊されてきた。植生が破壊された場所の踏み込み防止後には、ヌマガヤやヒロハノコメススキ、ヤチカワズスゲ等のグラミノイドが多く生育することで知られている。これら3種の種子発芽温度条件や種子が散布される現地の地表面温度を測定し、巻機山山頂付近の踏み込み防止後の場所にグラミノイドが多くなる理由を考察した。

2. 材料および方法

2-1 種子発芽試験

現地においてヌマガヤ、ヒロハノコメススキ、ヤチカワズスゲから種子を採取できたため、これを種子発芽試験に用いた。

種子発芽試験では、種子発芽に及ぼす温度条件を調べる一方、種子を採取してからの期間(種子齢)や種子がおかれる温度、水分条件と発芽率との関係について調べた。まず10～30℃ までの5℃ 間隔に設定した恒温器室内で採取直後の種子発芽に及ぼす温度条件を調べた。対象植物の種子は秋に結実し散布後の種子が積雪下にあることを想定し、残った種子材料に低温湿潤処理を実施した。

2-2 地表面温度の測定

上述のヌマガヤ、ヒロハノコメススキ、ヤチカワズスゲが多く生育する巻機山山頂付近(八合目1,808～1,852 m)で地表面温度を調べた。発芽実験に供試したグラミノイドは植生復元地あるいは基盤の露出が進み、礫の移動の激しい場所の路傍に多い。そのため、裸地区で植生がなく表土が流出している地表面温度を測定した。またグラミノイドが育っている植生の中でも多くの種子発芽や生長が予測されるため、ヌマガヤ等のグラミノイドが育つ植生区内の地表面温度も測定（2004 年 6 月 1 日～同年 11 月 15 日）した。温度計は巻機山山頂付近の“避難小屋”と“本山”近くの 2 地点に設置した。本山付近に裸地区(A 区、標高 1960m、平坦地)、避難小屋付近に植生区(a 区：標高 1825m、傾斜度 16°、傾斜方位東北東、植被率 75%、土壌の粘性は強、埴土)を設けた。結果では日内の最高・最低温度の平均値を求めた。

3. 結果および考察

グラミノイド3種の種子発芽特性ヌマガヤ、ヒロハノコメススキ、ヤチカワズスゲの種子は1ヶ月半～3 ヶ月間の低温湿潤処理を行うと比較的高い温度(20～25 ℃)で高発芽率を示すことがわかった。

2004年6～11月にかけて巻機山山頂付近で測定した地表面温度（植生区と裸地区）は6,7,10月の日内最低温度差は調査時期や調査区に関わらず、ほとんどみられなかった。雪融け後(6 月)の地表面の日内最高温度は25 ℃ 以上(時には30～40 ℃)になり、7月は裸地区と植生区のいずれも上旬(9 日)までは30 ℃を超えることも多く、特に植生区では最高で58 ℃に達した。しかし 9 月下旬(25 日)～11 月 12 日までは、植生区よりも裸地区の地表面温度の方が高くなることが多かった。

晴天時の山岳地における地表面温度は高温になり、裸地では乾燥状態になる。高山における植生復元工では、山岳地に生育する植物の種子は比較的高い温度で多く発芽すること、また山岳地の地表面温度は夏季に高温となり乾燥することにも留意する必要があると思われる。

24-22

在来草本 6 種の発芽有効深と発芽温度特性について

株式会社大林組 技術研究所　○寺井　学

1. はじめに

緑化工事で使用してきた外来種が逸出して周辺に繁茂し，在来種の生育環境が脅かされ，生態系の攪乱が生じていることが問題となっている[3]。そこで外来種を使用しないで，森林表土の利用，地域性種苗の利用，植物を入れずに自然侵入を待つなどの緑化工法が試みられている[2]。しかし，どの工法も植生回復が緩やかで，早期緑化を図ることは難しい。外来草本のトールフェスクやクリーピングレッドフェスクなどは，発芽率が高く，早期にのり面を保護し斜面安定を図ることができたため，従来多用されてきた。現場で在来草本の利用を進めるには，のり面緑化に有効な在来草本を選抜するとともに，それらの種子の発芽率を高めるなどの工夫が必要である。そこで，在来草本 6 種の種子の発芽特性等を明らかにする試験を行った。

2. 試験方法

我が国の温暖地において広く分布し，のり面等の緑化工事で使用可能と考えられるメヒシバ，エノコログサ，チガヤ，ススキ，イタドリ，ヨモギの在来草本 6 種を選定し，発芽有効深と発芽温度特性を確認する試験を行った。

2-1. 発芽有効深の試験

育苗箱（大きさ 245 ㎜×320 ㎜×深さ 70 ㎜）に 5 ㎝厚さの焼赤玉土を培土とし，A：表層播種，B：上層（2.5 ㎝）混合，C：全層（5.0 ㎝）混合の 3 つの区を設定し，在来草本 6 種の種子を各 100 粒，反復数 3，育苗箱計 54 ケで行った。2016 年 7 月 8 日から 28 日間，ビニール温室内の十分な加温条件下で適宜水やりを行った。

2-2. 発芽温度特性の試験

2 台の温度勾配恒温器を用い 5 段階の温度設定（15 ℃～35 ℃）に対して，日較差（温度差 10 ℃を 12 時間交互）の有無，光条件（明：昼 8 時間　LED 照明または植物育成用蛍光灯　光強度 50～60 μmol／(m^2・s)，暗：アルミホイルで遮光）の効果を確認する試験を行った。ろ紙を敷いて水道水を吸水させた 9 ㎝ガラスシャーレに在来草本 6 種の種子を 50 粒撒き 120 ヶのシャーレを用い，2017 年 2 月 15 日から週 1 回発芽個体を計測除去し 35 日間（一部は追加確認のため 2017 年 3 月 27 日から同様に）行った。

3. 結果と考察

メヒシバは一部の区を除いて 80 %以上の発芽率で，覆土の下からもよく発芽した。チガヤは 25 ℃以上で 50 %程度発芽するが，20 ℃以下や覆土の下で発芽率は低下した。イタドリとヨモギは 20 ℃以下で発芽しやすく，夏の温室内で発芽率は 15 %以下，覆土の下で発芽率はさらに下がった。日較差による効果は 6 種とも確認できなかった。チガヤは低温時に光による発芽促進が確認できた。シャーレ試験でエノコログサは約 6 %，ススキは約 15 %と発芽率が低く，エノコログサは種子休眠の影響[1]，ススキは種子の不稔および休眠の影響が考えられた。発芽率の低い在来草本を緑化利用するには，不稔種子を除外して採取する方法，種子休眠を解除する方法の解明が課題と考えられた。

引用文献

1) 林一六（1981）種子の生産と散布．沼田真編，種子の科学．研成社，pp.17-41.
2) 飯塚康雄・栗原正夫・大貫真樹子・久保満佐子・松江正彦（2013）地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き．国土技術政策総合研究所資料，722：1-1~1-71.
3) 日本緑化工学会（2002）生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言．日本緑化工学会誌，27(3)：481-491.

24-23

植生基盤材の厚さや保温シートが積雪寒冷地の緑化植物の生育に与える影響について

国立研究開発法人土木研究所 ○佐藤厚子、山田充、山梨高裕

1. はじめに

北海道のような積雪寒冷地でののり面緑化施工では、積雪、低温の影響を受け、のり面緑化において必ずしも植物の生育に適した条件であるとは限らない。このため、わらむしろや育苗シートなどの被覆資材（以下、被覆資材とする）を施工する場合がある。しかし、被覆資材の効果を計測して、植物の生育状況と比較した事例はほとんど報告されていない。そこで、地盤の凍結深さを低減できるとされる植生基盤材[2)]や被覆資材を試験施工して、植物周辺の温度を測定するとともに植物の生育状況を観察し、その施工による効果を確認した。

2. 試験内容

試験施工箇所（北海道）において、ファイバー種子吹きつけ、腐植酸種子吹きつけ、植生基盤材種子吹きつけ（厚さ 1cm、3cm、5cm）の 5 種類の植生工を施工し、それぞれにわらむしろ、育苗シート、被覆資材なしの 3 種類を施工し、被覆資材による植物の生育へ与える影響を確認した。合わせて植物の種類による影響も調べた。植物はハードフェスク含む工区（ハードフェスク区）とトールフェスクを含む種子工区（トールフェスク区）を設定した。

各植生工について、気温、土中の温度、植物の草丈、植被率、侵入率を測定した。

3. 試験結果

各植生工について被覆資材の有無が表面温度に与え影響を調べ図 1 に示す。全体の傾向として、表面温度が 0℃以上では、表面温度と被覆資材下の温度はほぼ等しい。これは、表面温度が 0℃未満の寒冷な気象条件のもとで被覆資材の保温効果があることを示す。

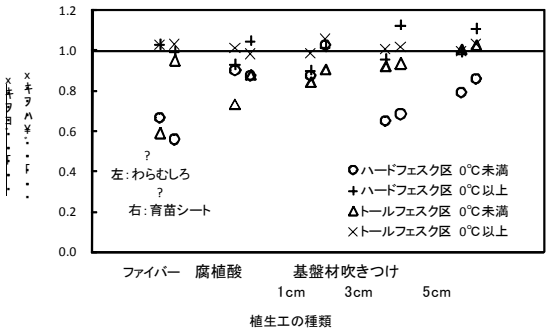


図 1　植生工の種類と被覆資材表面に対する被覆資材下の温度

次に観測日と草丈の関係を調べたところ、10 箇所の調査区のうち 7 箇所で育苗シートを施工した箇所では 5 月下旬から 7 月までの間で草丈が大きく、植物の生育の促進に効果があるといえる。

各工区の観測日と播種以外の植物の侵入率の例を図 2 に示す。わらむしろは侵入率が低い傾向にあり、播種植物以外の植物の侵入を抑制する効果がある。

また、植生基材吹きつけでは厚さを 3 cm 以上とすると播種植物以外の侵入はほとんどないといえる。

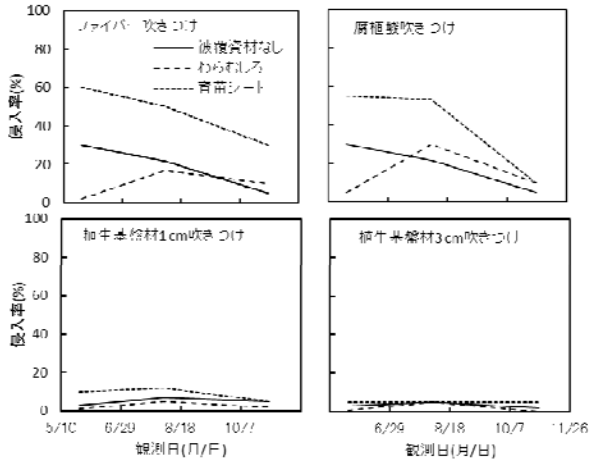


図-2　観測日と侵入率の関係

24-24

落葉広葉樹 13 種の種子発芽に対する湿層処理の効果

東京農業大学地域環境科学部　○益田　光，武井理臣，橘　隆一，福永健司

1. はじめに

樹木種子の休眠打破に対する湿層処理の有効性はすでに数樹種で確認されている。しかし，湿層処理と他の休眠打破法と複雑に組み合わせた処理を行っている例が多く，湿層処理のみの効果に着目した研究例は少ない。

本研究では，種子特性の異なる 13 種の樹木種子について，休眠打破に必要な冷温湿層処理期間を知るために，異なる処理期間毎の最終発芽率と平均発芽日数を比較した。また，そのうち 5 種に対しては，異なる温度及び期間の暖温湿層処理と冷温湿層処理を組み合わせて最終発芽率を比較した。最後に，供試種子の種子特性と湿層処理に対する反応との関係を明らかにするために，冷温湿層処理後の最終発芽率の結果を種子特性ごとに整理して考察した。

2. 材料と方法

種子特性の異なる落葉広葉樹 13 種について，2015 年 6～10 月に東海～東北地方の各地で採種した。樹種毎に精選処理を行った後，ファスナー付ポリエチレン袋に種子を密封して 0 ℃一定に設定した冷蔵庫内で 2016 年 5～6 月まで低温密封貯蔵した。その後，殺菌消毒したポリプロピレン製の密閉容器に一定量の川砂を入れ，種子を播種して水分を与え密閉容器の蓋を閉めた。

13 種に対して，0 ヶ月間，1 ヶ月間，3 ヶ月間，5 ヶ月間，7 ヶ月間の計 5 条件の冷温湿層処理を施した。内 5 種に対しては処理方法の異なる暖温湿層処理と 3 ヶ月間の冷温湿層処理を組み合わせた処理を行った。暖温湿層処理期間は，1 ヶ月間，2 ヶ月間，3 ヶ月間の計 3 条件とした。また，温度条件は，35 ℃恒温，25 ℃恒温，35/25 ℃変温，35/15 ℃変温，25 / 15 ℃変温の計 5 条件とした。暖温湿層処理は温度と期間の条件を組み合わせて行い，変温は 12 時間ごとに切り替わるように設定した。なお，湿層処理中は，試料をアルミホイル箔で包装して暗条件下で行った。

発芽試験は温度条件を 25 ℃一定，光条件を明条件 12 時間（11,000 lux），暗条件 12 時間に設定した人工気象器内で行った。

3. 結果と考察

サイカチ，ツノハシバミ，ケアオダモ，ノリウツギ，タニウツギの 5 種は冷温湿層処理無しでも発芽した。ツノハシバミとノリウツギは一定期間以上処理を施すと最終発芽率が上昇した。一方，サイカチとケアオダモは処理期間が長くなるにつれて最終発芽率が低下した。タニウツギでは有意差はなかった。クロモジ，オオシマザクラ，ウワミズザクラ，オオウラジロノキ，コジキイチゴ，ナナカマドの 6 種は冷温湿層処理無しでは発芽しなかった。ガマズミとマユミの 2 種は全処理期間で発芽しなかった。平均発芽日数は期間が長くなるにつれ短縮する傾向にあった。オオシマザクラ，ウワミズザクラ，オオウラジロノキ，ナナカマドの 4 種では冷温湿層処理中に発芽する個体が見られた。

暖温湿層と冷温湿層の組み合わせ処理を施した 5 種の最終発芽率は 20.0 %以下だった。冷温湿層処理のみと比較してナナカマド，マユミ，ガマズミの 3 種で最終発芽率が高くなったが有意差は無かった。

13 種の休眠打破に必要な冷温湿層処理期間は 3 ヶ月間以上だと判ったが，既存研究と比較して最終発芽率が異なる樹種があった。これは採種年や採種地などにより生じた種子品質の違いによる影響と考えられる。一方で，暖温湿層と冷温湿層の組み合わせ処理ではあまり効果を確認できなかった。また，本研究の暖温湿層処理の設定温度では，対象とした全 5 種に二次休眠を誘起した可能性も考えられた。

24-25

高標高風衝荒廃地における非面的吹付緑化工の効果

東興ジオテック株式会社/斜面樹林化技術協会　○小野幸菜，吉田　寛

1. はじめに

非面的吹付緑化工は，播種工と自然侵入促進工を組み合わせた法面緑化工法で，法面等に生育基盤を非面的に吹付けて緑化し，導入種を主体に形成される初期緑化目標群落の中に人為的にギャップを形成することで周辺植物の自然侵入を図ることにより，法面保護工としての斜面防災機能と，生物多様性に配慮した自然回復機能を両立させる技術である。

今回は長野県内の高標高風衝荒廃地における施工事例について報告する。

2. 施工地概要と方法

本施工地は長野県と群馬県の県境，標高 1,800 m 付近の大崩壊地内に位置し，松川渓谷から強い風が吹き上げる風衝地であることから，植生回復が進まない荒廃地となっている。施工方法は，幅 4m×斜長 15m の施工範囲に金網張工を施工し，横帯状に種子や侵食防止材などを混合した生育基盤を吹付ける緑化領域と，吹付けを行わない自然侵入領域を 1 m 間隔で交互に造成する非面的吹付緑化工（吹付厚さ 5 cm）を行った（以下，両領域を併せて非面的緑化工区という）。施工は 2003 年 6 月 20 日に行った。

追跡調査は施工 3 ヵ月後，3 年 3 ヵ月後，10 年 3 ヵ月後，13 年 2 ヵ月後（2016 年 8 月 31 日）に，緑化領域と自然侵入領域にそれぞれ調査区を設定し，植物群落全体の植被率と群落高，導入植物と自然侵入植物について Braun-Blanquet の全推定法による被度・群度，平均樹高（上位 5 個体の平均値），および成立本数を調査した。また，施工 13 年 2 ヵ月後には非面的緑化工区と隣接する緑化工を実施していない無施工地（以下，無施工区という）にそれぞれ幅 3m×斜長 5m の調査区を設定し，同様の植生調査を行った。

3. 結果と考察

3-1. 施工 13 年 2 ヵ月後の非面的緑化工区

緑化領域は植被率が 95 %，平均群落高が 30 cm に達し，導入したシラカンバ，ナナカマド，自然侵入したミヤマヤナギなどが生育していた。一方の自然侵入領域は植被率が 90 %，群落高が 20 cm とほぼ同程度であった。両領域ともに林床にコケ植物が生育し，類似した植物種で構成される落葉低木群落が形成され，景観的な違和感はほとんど解消された。

3-2. 非面的吹付緑化工の効果

非面的緑化工区全体の植被率は 100 %，群落高は 40 cm であった。一方，無施工区の植被率は 15 % と非面的緑化工区の 1/6 以下，群落高は 20 cm と非面的緑化工区の 1/2 程度と低かった。また，木本植物の成立本数は無施工区で 1.0 本/m² であり，非面的緑化工区の 48.8 本/m² のわずか 2 %にすぎなかった。無施工区は土砂の移動が続き，植物が定着できない状況が長期間続いていると考えられる。

このような高標高風衝荒廃地という厳しい環境条件下であっても，非面的吹付緑化工により生育基盤が保持され，スピードは遅いながらも着実に自然回復が促進できることが確認された（写真-1）。

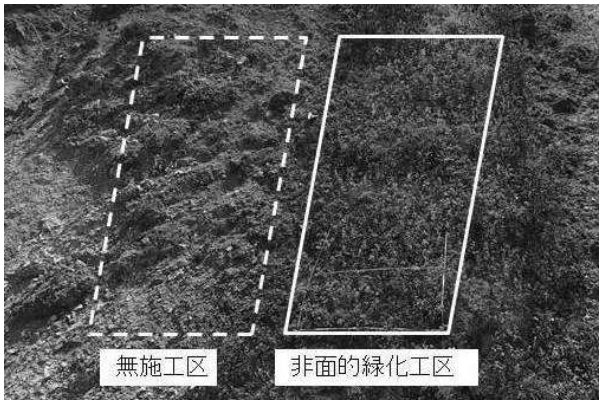


写真-1　施工13年2ヵ月後の非面的緑化工区と無施工区

24-26

壁面緑化システムの構造と樹木の生育特性

株式会社竹中工務店　技術研究所　○佐久間　護

1．　はじめに

壁面緑化は屋上緑化と異なり多くの人目に触れるので，美しさと同時に安全性と耐久性が必要となる。開発した樹木が生育可能な壁面緑化工法は，樹木を本格的に壁面緑化に取り入れた工法である。景観の永続する多様な樹木が壁面で健全に生育し，意匠性だけでなく安全性と耐久性も高い緑化システムを創出することが最大の課題であった。以下に技術開発の概要を報告する。

2.　樹木対応型壁面緑化システム

2-1.　システム概要

壁面緑化パネルの構成は図 1 に示すとおりである。緑化システムの主な構成は，植物を生育させる緑化パネルと自動灌水装置及び植物である。緑化パネルは，再生塩ビボ-ド，不織布，断熱ボ-ド，表面パネルの四層（厚さ 67 ㎜）から成る。植栽ポット付きの表面パネルはガラス繊維補強セメント（GRC）製で，地震や強風でも壊れない強度がある。断熱ボ-ドは植物の根の温度環境変化を和らげ，不織布は上部から来る灌水の養・水分を適度に保持して根に供給する。灌水は最上部に設置したドリップホ-スで点滴給水する。

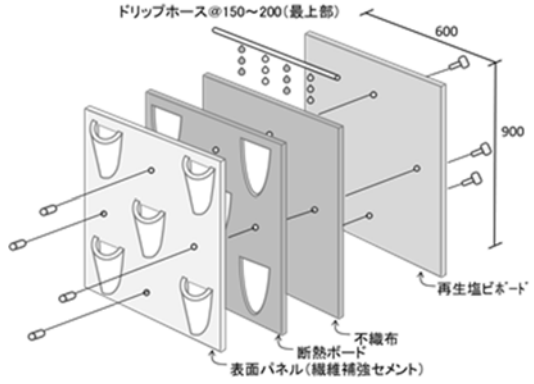


図 1　GRC 緑化パネルの構成

2-2.　樹木の生長量測定結果および考察

壁面緑化パネルの樹木生育特性に関する実験により，壁面で永続的な植栽景観を確保する樹木の健全な生育が確認できた。また壁面を上部からかけ流す灌水方式と断熱性の高い植栽パネルで根系を保護する仕組みは，植物の年間の継続生長をももたらすことがわかった。さらに適切な剪定管理により，樹木の大きさや根系の生育量を抑制可能であることが明らかになった

3.　樹木対応型壁面緑化工法の耐久性検討

3-1.　GRC 緑化パネルの構造検討

FEM 解析の結果，想定する壁面緑化の適用範囲内では緑化パネルに発生する最大応力は短期曲げ許容応力度以内にあることが判り，GRC 緑化パネル本体に対する風荷重への耐久性が担保されたものと推定した。

4.　適用プロジェクト

4-1.　味の素スタジアム外壁への適用

本システムを味の素スタジアムに適用した。緑化パネルの面積は約 1,450 m^2 であり，緑化工事は 2011 年 8 月～11 月で行った。

4-2.　緑化パネル CO_2 固定量の推定

味の素スタジアムに適用した樹木対応型壁面緑化工法の CO_2 年間固定量は 1,450 m^2×5.95 kg/m^2 =8,628 kg/m^2 年と推定した。

5.　まとめ

壁面緑化パネルを用いた樹木生育特性に関する実験，FEM 構造解析により，壁面で永続的な植栽景観を確保する樹木の健全な生育と緑化パネルの耐久性に関する安全性が確認できた。

24-27

法面方位の違いを考慮した2種類の外来草本植物の根系を含む土供試体のせん断特性

○宗岡寿美[1)]，菅原大貴[2)]，山崎由理[3)]，木村賢人[1)]，辻 修[1)]
1）帯広畜産大学　2）日本中央競馬会　3）岩手大学大学院連合農学研究科

1. はじめに

この研究では，北海道における植生工（客土種子吹付工）を想定して作製された2種類の外来草本植物の根系を含む土供試体の一面せん断試験を実施し，根系を含む土層の力学的特性に及ぼす植物の種類・生育状況および法面方位の影響を考察した[1)]。

2. 材料および実験方法

この実験には，北海道十勝管内で採掘・販売された黒土（緑化用客土，自然含水比105 %，4.75 mmふるい通過分），2種類の外来草本植物の種子（トールフェスク（TF，*Festuca arundinacea* Schreb.）・ハードフェスク(HF,*Festuca longifolia* Thuill.)），高度化成肥料（3要素含有率・各14 %），育苗箱（ヤマト育苗箱，B型）および改良型一面せん断試験器（SG-83，(株)丸東製作所）を用いた。

まず，一定の乾燥密度（0.528 g/cm^3）で3層に分けて緑化用客土を育苗箱に充てんした。上層3 cmには高度化成肥料（10 kg/100 m^2）を施用し，2種類の種子を一定の密度で5箱ずつ均一に点播して，覆土厚0.5cmを確保した。加えて，種子を含まない育苗箱（ブランク）も3箱作製した。

その後，十勝地域における植生工の施工適期（施工限界期）を視野に入れて，全13箱の育苗箱を帯広畜産大学構内の実験圃場（平地（勾配0 °）・4方位法面（勾配1:1.2（1割2分，約40 °））に設置し，2016年8月23日～10月26日の65日間，自然条件下で2種類の植物を生育させた。この間，植物の茎葉部（発芽率，発生本数および草丈）を定期測定し，実験圃場近傍で各種気象データを連続測定した。

生育後，実験室内に搬入した育苗箱について，地表面下3 cmの位置がせん断面となるように緑化用客土を不撹乱状態で円柱形（土供試体，56.5 cm^3）に採取し，地盤工学会基準（JGS 0561-2009）に準拠して土の定圧一面せん断試験を実施した。その結果をクーロンの破壊規準における強度定数（粘着力 c・せん断抵抗角 ϕ）で評価した。また，土の一面せん断試験の前後において，植物の茎葉部（乾物重）および根系（根長密度および乾物重）を測定した。

3. 結果および考察

法面方位の違いにより土供試体中の含水比は大きく異なり，ブランクの強度定数（c・ϕ）に大きく影響していた。法面方位ごとにブランクと比較すると，植物の種類・生育状況によって異なるが，土供試体内に根系を含むことで粘着力 c のみが増大した。このとき，トールフェスク（c_{TF}:3.42～3.86 kN/m^2）はハードフェスク（c_{HF}：2.56～3.18 kN/m^2）よりも粘着力 c がつねに大きく，2種類の植物ともに平地で最大値を示した。

他方，法面方位の違いにかかわらず，土供試体内に根系を含むことによる粘着力 c の増加量（Δc_{TF}：2.95～3.03 kN/m^2，Δc_{HF}：2.09～2.30 kN/m^2）および粘着力 c を根長密度で除した値（TF：0.24～0.25 kN，HF：0.25～0.29 kN）は同程度の値を示した。

このように，トールフェスクは施工初年度の法面の早期定着に役立つ外来草本植物である。今後は生態的攪乱などへの配慮を前提とした上で，北海道における植生工の1種類としてトールフェスクの再使用に向けた慎重な議論を開始する段階にきている[1)]。

引用文献

1）宗岡寿美・菅原大貴・山崎由理・木村賢人・辻　修: 法面方位の違いを考慮した2種類の外来草本植物の根系を含む土供試体のせん断特性，日本緑化工学会誌，43(1)，印刷中，2017

24-28

植生指数（NDVI）による樹木評価について

西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社 ○小澤徹三・高橋英樹・極楽寺準也、
西日本高速道路株式会社 首藤繁雄・宇野久水

1. はじめに

高速道路の緑地管理を行う上では、高速道路の沿線において隣接地を含めた樹木リスク評価が不可欠である。しかし、近接目視等の実施においては、膨大な点検対象、急斜面作業に伴う危険性及び私有地への立入等に伴う交渉時間等の課題が生じている。そこで、これらの課題に対応するため、リモートセンシング技術を用いたリスクスクリーニングの一環として正規化植生指数（以下、「NDVI」という。）と樹木リスク評価との関連について検討を行ったので報告するものである。

2. 調査概要

表１に示す。

表１　調査概要

箇所	舞鶴若狭自動車道（36.5～43.9KP）	
日時	平成28年9月～10月	
方法	航空写真	Z/I Imaging社のDMC：解像度15cm（パンクロマチック、可視光、近赤外）
	樹木リスク状況	活力度調査（在来法による4ランク8項目）、形状寸法、病虫害、損傷、傾斜、道路との離隔、枯枝、ツル被覆、周辺状況等

3. 調査結果

3-1. NDVI 解析

航空機によるマルチスペクトルスキャナー測定結果からのNDVI 解析結果、及びグランドツルースデータである樹木リスク状況調査からの樹木リスク評価結果を用いて、グランドツルースデータである樹木リスク状況調査との関連を整理したのが図-2 である。NDVI 値により段彩表現をしているので生育良好なものと生育が不良なものについては、判別することが容易となった。

3-2. NDVI 解析と活力値

NDVI 値と活力値（樹木生育状況）[1] との関連について整理したところ、活力値とNDVI 値には、「R2＝0.7102」の強い相関が認められた。

3-3. NDVI 値と活力値

相関係数は「R2＝0.5762」でNDVI 値と活力値の場合より低くなった。これは、近接目視により行っている樹木リスク評価は、生育状況である活力評価を基本としているが、その他に樹高と離隔、早期落葉等の季節変動、及び、明確な外部兆候が表面に表れる以前に早期の病虫害や損傷状況等を確認できるためであると推定される。また、樹木リスク評価は対応策についても示しているため、個人差や安全側への配慮等の定性的な部分が生じることから、NDVI 値のような定量的評価との差異が生じるものと推定された。しかし、NDVI 値を用いた樹木リスク評価は、膨大な対象を考慮すれば、一次スクリーニングの一環としては、十分に有意であると考えられた。

4. おわりに

樹木リスク評価と樹木リスク事象との関連について、一層のデータ収集と時系列を含めた解析により、原因となる因子とその影響の構造について検討していく必要がある。樹木生育状況を示すNDVI に、それらの因子を加え、時系列を含めた統計解析を行うことにより、より定量的な樹木リスク事象の把握が可能になるものと期待される。

引用文献

1)科学技術庁資源調査会・科学技術庁資源調査所、 高密度地域における資源利用と環境保全の調和、pp.74-121、1973

24-29

暑熱環境に対する街路樹の影響を推定する分布型 GIS モデルの開発

発表者所属 ○平林　聡、The Davey Tree Expert Company 阿部　勉、日本工営株式会社 今村史子、日本工営株式会社 森岡千恵、日本工営株式会社

1. はじめに

屋外における人体の熱的快適度モデル COMFA (COMfort FormulA) [1]に基づき，市街地での暑熱環境に対する街路樹の効果を詳細かつ簡易に推定可能な GIS 分布型モデル,Distributed-COMFA (D-COMFA) を開発した。

2. 方法

COMFA では人体の熱的快適度を，人体のエネルギー収支 EB (W m^{-2}) として以下の式から算出する。

$$EB = M + R_{abs} - Conv - Evap - TR_{emit} \quad (1)$$

M は人の運動により体内で生成される代謝エネルギーと呼吸により失われるエネルギー，R_{abs} は太陽および地表物，地面から得られる放射熱エネルギー，$Conv$ は体内と外界の温度差による熱エネルギーの移動，$Evap$ は発汗にともなう蒸散による熱エネルギーの損失，TR_{emit} は人体からの熱放射によるエネルギーの損失である。

D-COMFA では建物，樹木，土地被覆のポリゴンデータと反射率，建物・樹木の高さとそれぞれへの距離に基づき算出される天空率，気象台での測定データ，緯度・経度および年月日・時刻に基づく太陽高度,方位角により推定される建物･樹木による日陰，人体の活動，着衣量を基に，1 m グリッドにおいて，EB を式 (1) に基づき算出する。EB は「快適」,「暑い」,「非常に暑い」等の熱的快適度に変換される。

3. 結果と考察

米国ニューヨーク市のある街路について、2016 年 8 月 12 日 10 時に，T シャツ，短パン，靴下，スニーカーを身に着け，起立している人を対象として EB を算出した結果を図 1 に示す。EB は建物の影となる緑地が最小であったが，道路上では，街路樹による日陰が最小となった。道路上の日向では EB は大きくなり，さらに建物に近づくほど，天空率が低下し，建物からの反射熱が大きく，EB も増大した。道路上の日向と日陰の EB の平均値はそれぞれ 231,154 W m^{-2} となり，主に樹陰により 33 %の暑熱環境の軽減が認められた。熱的感覚としては，建物の影となる緑地が「暖かい」となったが，道路上では，日向は「非常に暑い」,樹陰部でも「暑い」という結果であった。

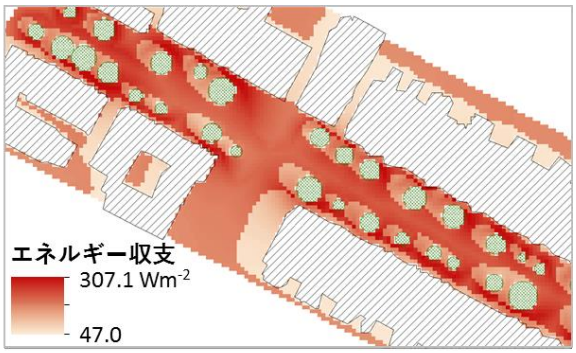


図 1　エネルギー収支(EB)推定結果

4. まとめ

街路における暑熱環境を簡易にかつ汎用的に推定可能な D-COMFA は，ヒートアイランド現象が深刻化している日本の都市部においても，緑地および樹木による暑熱環境緩和の機能を評価し，それらの戦略的な配置や管理に役立てることが可能と考えられる。

引用文献

1)Brown, R.D. and Gillespie, T.J. (1995) Microclimatic landscape design: Creating thermal comfort and energy efficiency. 193 pp. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY.

24-30

市街地における防火効果に関与する落葉樹の遮蔽力について

兵庫県立淡路景観園芸学校/兵庫県立大学緑環境景観マネジメント研究科　○岩崎哲也、公益財団法人都市緑化機構研究部　手代木純、公益財団法人都市緑化機構研究部　鳥越昭彦、国土交通省都市局公園緑地・景観課　高橋涼、長野県建設部都市・まちづくり課　奥原一樹

1. 概要および結果

既往研究等では，樹木による市街地の延焼速度抑制に関する研究や落葉樹と常緑樹の違いが延焼速度にどのように影響を及ぼすかについて検討した資料はほとんどない。そこで樹木による延焼速度抑制効果を検証するため，常緑樹と比較した場合の落葉樹の遮熱力について数値化することを目的とし，既往研究等の資料として落葉樹の着葉期間，樹形の類型，樹冠の空隙などに関する調査や検討結果をもとに落葉樹の着葉期と落葉期のそれぞれの効果の定量化を検討した。これにより，常緑広葉樹を１とした場合の落葉広葉樹の遮熱力≒0.66 という値を得た。

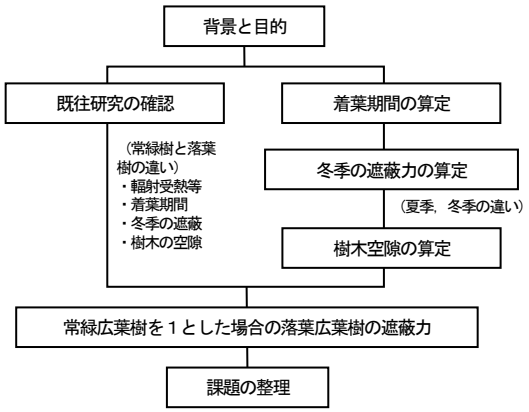


図１　研究フロー

2. 樹木の防火効果について

樹木による防火効果は，遮熱力と耐火力の総合力としての効果であるとされており [1]，このうち耐火力については現時点での定量化は困難である。

樹木による防火効果＝遮熱力＋耐火力

3. 遮熱力の数値化の検討

3-1. 遮熱力と遮蔽力

火災時における樹木の遮熱力は，主に火源から伝播してくる輻射熱を樹葉や幹などによって遮断する能力，すなわち遮蔽力であると考えられる。遮蔽力を落葉樹の冬季落葉等といった生理現象等から指標化する場合，以下に示す３点が代表的な要素と考えられる。

・着葉期間
・冬季の遮蔽（夏季，冬季の違い）
・樹木の空隙

3-2. 着葉期間の算定

既往研究 [2] を基に落葉樹 25 種の平均着葉期間率を算定すると 0.64 となった。

3-3. 冬季の遮蔽力の算定

3-3-1. 落葉樹の夏季の樹冠遮蔽率

既往研究 [1,2] を基に算出すると，常緑広葉樹 46 種に対する落葉広葉樹 103 種の樹冠遮蔽率の割合は 0.93 であった。

3-3-2. 落葉樹の冬季の樹冠遮蔽率

既往研究 [3] の 7 種類から，夏季に対する冬季の遮蔽率の割合は 0.25 となった。

3-4. 樹木の空隙について

既往文献 [4] から，常緑広葉樹 6 種に対する落葉広葉樹 6 種の空隙率の割合は，1.76 であった。

引用文献

1) 岩河信文(1982) 都市における樹木の防火機能に関する研究, 東京大学博士論文
2) 岩崎哲也(2003) 都市樹木の防火力の評価とその活用に関する研究, 明治大学博士論文.
3) (財) 都市緑化技術開発機構, 公園緑地防災技術共同研究会編(2000) 防災公園技術ハンドブック p76-77, pp. 290-310. 公害対策技術同友会, 東京, 329p.
4) 斉藤庸平，岩河信文(1983) 樹木の防火機能に関する研究. 造園雑誌 46(5), pp. 158-163.

24-31

道路事業におけるグリーンインフラの実装に向けた課題に関する一考察

○大城温（国土交通省国土技術政策総合研究所）・長濱庸介（同）・井上隆司（同）

1. はじめに

平成 27 年度に閣議決定された国土形成計画[1]、第４次社会資本整備重点計画[2]では、自然環境が有する多様な機能を活用する「グリーンインフラ」（以下、「GI」という）の取組を推進することが盛り込まれた。今後、様々なインフラに GI が実装されることが望まれるが、防災にかかるインフラにかかる取り組みが先行しており、道路インフラにおける GI の実装についてはこれからというのが現状である。

2. これまでの道路事業におけるＧＩの取り組み

昭和 50 年代に供用した日光宇都宮道路をはじめとして、道路建設による動植物や生態系への影響の低減や、道路用地を活用した動植物の生息環境の創出を目的とした「エコロード」の取り組みがこれまで実施されてきた[3]。しかし、この取り組みは生態系の保全に主眼が置かれており、自然環境が有する多様な機能を道路に活用するという観点はあまり無かったと考えられ、この点がエコロードと GI 化の違いといえる。

3. 道路のＧＩ化に向けた課題

3-1. 道路に活用可能な GI の機能

例えば、堤防であれば「自然堤防」という用語が存在するように、自然物であっても機能する。しかし、道路の交通機能は自然の恵みによって果たすことは不可能である点が GI の議論が先行するインフラと異なる。道路の場合、自然の恵みを活かせるのは、空間機能（防災・温度低減・雨水貯留等）という副次的な機能である（図 1）[4]。また、各機能の効果も明確でないため、プラスアルファの機能と効果しか期待できず、道路管理者にとっては積極的に GI を導入するインセンティブにはなりにくい。

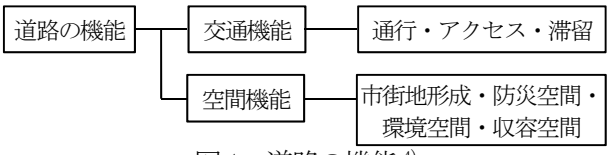


図 1　道路の機能[4]

3-2. 多機能性を活かす仕組み

GI は多機能であるものの、果たす機能は道路管理者にとって必要としていない機能であることも多く、その場合には道路管理者には GI の実装のインセンティブとなりにくいと考えられる。そもそも、行政の仕組みは、特定の機能に対する法制度、予算、組織で構成されており、これらと多機能かつ横断的な GI との調和を図る仕組みが必要である。

3-3. 維持管理の継続性を担保する仕組み

例えば、街路樹や植栽は景観形成や温度低減等の効果があるが、近年は維持管理費の削減に伴い、剪定回数の削減や強剪定の実施により、機能が低下している事例が見られ、維持管理の継続性をどのように担保するかが課題である。

4. 道路のＧＩ化に向けたアプローチ

3.の課題を踏まえると、道路の GI 化には大きく２つのアプローチが考えられる。１つめは、自然の有する多様な機能により道路の機能の一部を代替させる（例えば、防雪柵の代わりに防雪林を導入する）こと、２つめは、道路空間をシェアして道路管理者以外の主体が GI を導入する（例えば、暗渠化された道路下の河川を道路上に復活させる）ことである。

実装する機能と実施主体をリンクさせて検討することで、GI 化の議論が具体化できると考えられる。

引用文献

1) 第二次国土形成計画（全国計画）、閣議決定、pp. 150-151、2015.
2) 社会資本整備重点計画、閣議決定、pp. 68-70、2015.
3) 亀山章 編、エコロード、ソフトサイエンス社、pp. 2-3、1997.
4) (公社)日本道路協会、道路構造令の解説と運用、p. 62、2015.

24-32

福岡における分散型水管理の実装と地域コミュニティ

九州産業大学 ○山下三平，九州大学・島谷幸宏，福岡大学・渡辺亮一

1. はじめに

頻発する豪雨災害とくに都市型水害の対策として，分散型水管理が重要である．雨水貯留浸透機能を流域内で分散適用して表面流出抑制を図る対策である．このような対策の推進には，多くの市民の参加が必要であるし，そのための工夫が不可欠である．

本稿は福岡市を流れる2級河川・樋井川流域で筆者らが取り組んできた，分散型水管理の実装とそのための地域コミュニティ形成の試みについて報告するものである．同様の課題を抱える諸都市に情報を提供し，相互の議論の題材を提供するものである．

2. 樋井川の水害と分散型水管理の課題

樋井川流域（29.1 km^2，幹線流路延長：12.9 km）は約7割が市街化しており，約19万人の市民が生活している．過去70年間に4度の大きな水害を経験し2009年7月の水害では410戸が内・外水氾濫により浸水した．これを受け，氾濫区域の住民と筆者ら大学関係者らを中心として，市民協働の都市型水害対策を実施する「樋井川流域治水市民会議」が，同年の10月に発足した．行政との連携や提案を行う一方，雨水貯留タンクの設置推進や，42m^{3}の雨水活用ができる貯留槽をもつ雨水ハウスの建設を行い，できるところから分散型水管理システムの実装を試みてきた．こうして2015年11月までに合計45回の会議を催し，一定の成果を上げる一方で，分散型水管理の推進における課題も明かになってきた．

そのひとつが，行政による水害対策が一段落し，時間が経過すると，自助の参加意欲が低減する傾向がみられたことである．「市民会議」の参加者は，当初は100名を超えていたが，後半は30名程度で推移し，住民の参加者が下流域の被災者に限られてしまった．非日常の水害対策というものを，いかに日常的な営みの中で持続的に広げることができるかが課題である．

3. 雨庭と地域コミュニティの形成

そこで多くの市民が参加しやすい対策・技術を考案・提示するとともに，日常的な活動と結びついた分散型水管理のプラットフォームの提供が必要と考えられた．こうした取り組みにより実現されるコミュニティを「あまみず社会」と名付けて，研究と実践の両面を推進する活動を，2015年10月から開始しした（JST-RISTEX事業（代表者・島谷））

技術面ではとくに2017年2月に，流域内に「あめ庭憩いセンター」を設置した．先述の「雨水ハウス」と同様の雨水貯留活用の機能を有するだけでなく，緑の自然を楽しみながら展示する，地域の学習拠点として機能し始めている．また，雨庭の雨水浸透機能を測定し，2009年7月豪雨時の雨量を処理する機能の定量化が行われている．

この拠点を含めて，広く流域全体で地域コミュニティのプラットフォームを提供するために，2016年4月から「ミズベリング樋井川会議」を開始した．地域の不動産関係者等の参加により，分散型水管理システムの実装の可能性が拡大しつつあるだけでなく，新しい多くの市民の参加が可能になった．

4. おわりに

このほか，「あまみずコーディネータ養成講座」の開催による技術者養成や，「あまみずタメルンジャーzショー」による児童向け啓発活動などをとおして，多角的・重層的に，分散型水管理システムの普及に取り組んでいる．こうした取り組みが地域に根付いて持続するために，地域のニーズをいっそう明確する調査を準備しているところである．

24-33

グリーンインフラの要素技術である雨水貯留浸透基盤の設置による微気象改善効果
－微気象の人力測定結果－

東邦レオ株式会社 ○野島義照、横浜市 千木良泰彦、株式会社三菱地所設計 津久井敦士、日本工営株式会社 益田宗則、東邦レオ株式会社 武田治夫、東邦レオ株式会社 木田幸男、日本大学 藤崎健一郎

1. はじめに

1-1. 横浜市のグランモール公園の再整備

1999 年に全面開園したが 2015 年に再整備が開始され、最初に「美術の広場地区」が再整備された。

1-2. 雨水貯留浸透基盤の導入

ケヤキが列植されたエリア（以下ケヤキ広場という）他で、保水性舗装面からの水の蒸発，ケヤキの葉からの水の蒸散を活発にし，夏期に涼しさを体感できるようにするために、雨水貯留浸透基盤が導入された。

1-3. グリーンインフラとは

ヨーロッパでは広義に「自然が持つ多様な機能を賢く利用することで，持続可能な社会と経済の発展に寄与する」という意味で使用され，米国においては狭義に「雨水管理，洪水対策と環境保全を同時に実現させる手法」という意味で使用されている。

1-4. 本報告の位置づけ

2016 年夏に横浜市のグランモール公園の美術の広場地区において，一般的な機器を使用して微気象を人力で測定した結果を報告するものである。機器を使用して自動測定した地下水位と気温からの分析を報告した既報[1)]の続報になる。

2. 微気象観測の方法

6 地点で、地表面温度、地上 1.5 m、75 cm 及び 10 cm での WBGT 値(熱ストレスを評価する指標)等の人力測定、熱画像の撮影を 30 分で一巡するように行い、地点 6 で毎正時に風速を測定した。

地点 1 及び地点 2：地下に雨水貯留浸透基盤があるケヤキの緑陰の下（緑陰が十分でなかったので後に緑陰が十分にある地点 1-2 及び地点 2-2 に変更）

地点 3：地下に雨水貯留浸透基盤がないクロガネモチの緑陰の下

地点 4：建物の陰の中

地点 5：陽に曝される芝生地

地点 6：陽に曝される平板ブロック舗装地

3. 観測結果

観測結果の一部を図 1 及び図 2 に示す。

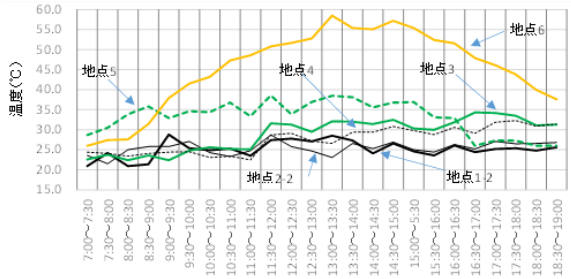


図 1　8 月 4 日 7 時～19 時の地表面温度

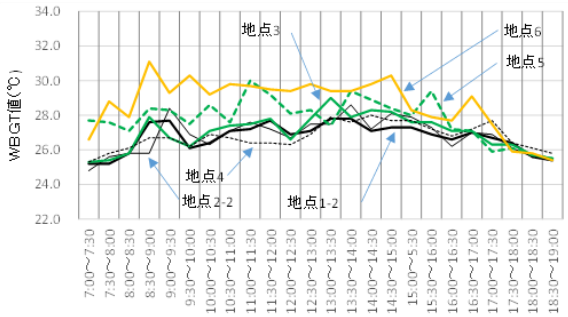


図 2　8 月 4 日 7 時～19 時の WBGT 値

引用文献

1) 野島義照ほか（2017） グリーンインフラの要素技術である雨水貯留浸透基盤の設置による雨水貯留浸透効果及び微気象改善効果. 日本緑化工学会誌, 42(3)： 460-465

24-34

ガバナンス論に基づく海岸マツ林の持続性評価 −3地域における保全活動の比較から

徳島大学大学院社会産業理工学研究部社会基盤デザイン系　○朝波史香
九州工業大学大学院工学府建設社会工学系　伊東啓太郎
徳島大学大学院社会産業理工学研究部社会基盤デザイン系　鎌田磨人

1. 背景・目的

防風・防潮、燃料としての落ち葉、白砂青松の景観といった様々な生態系サービスを提供してきている海岸マツ林を、グリーンインフラとして維持してゆくことが求められている。遷移初期群落としての海岸マツ林を持続的に維持していくため、地域社会における資源管理の仕組みが必要である。

本研究では、「持続可能な社会の構築に向け、上（政府）からの統治と下（市民社会）からの自治を統合し、関係する主体がその多様性と多元性を生かしながら積極的に関与し、問題解決を図るプロセス」[1)]とされるガバナンス論を基に、海岸マツ林の維持に必要な施策支援のあり方について検討した。

2. 方法

徳島県阿南市および海陽町、福岡県福津市の3地域を対象とし、自治体、地域住民、ボランティア等へのヒアリング、また、参与観察等により、土地所有者、保全活動への関与者と内容、マネジメントの仕組みを把握した。そして、ガバメント論を基に管理活動の持続性を比較評価した。

3. 結果・考察

阿南市の海岸マツ林は市有地と民有地が混在し、管理に係る3つの協議会が組織されていた。しかし、市有地に対しては行政任せ、民有地に対しては「あきらめ」が強く、地域住民による自主的管理は行われていなかった。林内に広葉樹が侵入・繁茂し、マツ林として維持することは困難である。

海陽町の海岸マツ林は部落が所有していた。部落のコアメンバーは、暴風から集落を守ること、また、祭りを行い続けることに対する意識と責任を共有していた。そして、自主財源を確保しながら、行政、地域住民、中学校に働きかけつつ管理活動を行うことで美しいマツ林が維持してきている。部落構成員の減少や高齢化が自主活動を継続する上での課題であり、行政施策や外部NPO等と結びついた活動を模索する必要がある。

福岡県福津市では、住民の自治活動としてマツ林管理が行われていた。かつての美しいマツ林を知っている、また、ボランティア意欲が強い、定年退職した方たちによってマネジメントが担われ、その意識は、住民自治によるまちづくりを重要施策と考える福津市の働きかけで設置された「郷づくり推進協議会」によって促進されていた。

3地域内では、福津においてガバナンスが機能しており、マツ林管理の活動の持続性が担保されていると考えられる。阿南や海陽町においても、住民自治によるまちづくりを上位施策と位置づけ、地域内の課題共有、解決のための方法を話し合うためのプラットフォームの構築をとおして、合意形成を促進するための支援を行ってゆくことが望まれる。

1) 松下和夫・大野智彦. 2007. 環境ガバナンス論の新展開. pp. 3-31. 松下和夫 編著, 「環境ガバナンス論」. 京都大学学術出版社, 京都

謝辞: ヒアリングに快く応じてくださった関係者の方々に深謝する。本研究は、(独) 環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (4-1504) により実施された。

24-35

地域住民の常識知を生かした持続的な生活環境の形成に関する研究
−東日本大震災津波被災地小渕浜表浜港における災害復旧事業への住民の対応を例として−

風土形成事務所 ○廣瀬俊介、
阿部聡史

1. 研究の目的

東日本大震災津波被災地で環境影響評価法の適用除外を受けて行われる災害復旧事業においては、原形の規模を遥かに上回る防潮堤嵩上げが進む。これに対しては、防災、生業や生活文化等の生態系サーヴィスの損失が諸研究から懸念されてきた[1)]。

宮城県石巻市の牡鹿半島西部では堤防天端高をT.P. 6.0mとして防潮堤建設が進行している。しかし、小渕浜地区では南北に二つある漁港のうちの一つ表浜港の防潮堤整備に対して、住民の多くが、経験的に知る地形と津波減災の関係を主な根拠とし、住環境と景観の質を損ねないようにとの意図を併せて署名活動を始めるなど[2)]、同県の計画に反対している。この例に表れる生活者の常識知[3)]とその構造を検証すると共に、これらを生かした持続的な生活環境形成について考えることを本研究の目的とする。

2. 調査地

小渕浜は牡鹿半島西南部に位置し、太平洋の側に臨む小渕浜と北側の小湾口部の一角を占める表浜の二漁港を擁する。126世帯、297人が居住する。

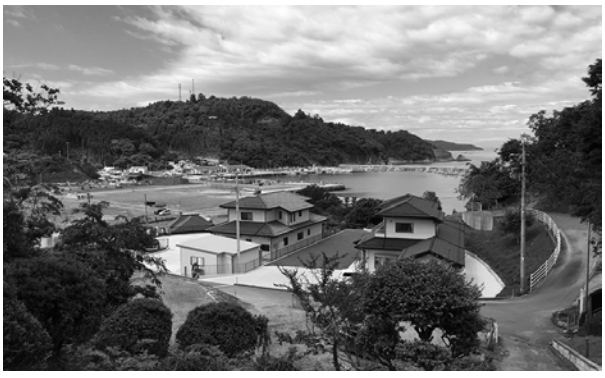


図1 表浜港全景（持福院鐘楼より俯瞰）

3. 関連計画等

「宮城県震災復興計画（2011)」「東日本大震災公共土木施設等復旧方針（宮城県、2012)」「石巻市震災復興基本計画（2011)」「三陸復興国立公園 指定書及び公園計画書（2015)」などがある。

4. 方法

表浜港における災害復旧事業の内容と進行に関した住民意向を尋ねる質問紙調査を、小渕行政区の承認を得て全加入世帯を対象に実施する。回答は、非常時の災害対策から平時の生活、生業までに関係する生活者の常識知の構造の検証を通して分析する。

分析は、牡鹿半島西部の地域環境条件に照らして行う。現地踏査、聞き取り調査、文献調査を基に当地の環境と景観の質を自然、歴史、文化等から総合的に考察し、生活者の常識知との関係性を検証する。

その上に、住民の常識知を生かした地域の生態系と経済系の総合的理解と経営管理、そして持続可能な生活環境の形成について可能性を検討する。

5. 経過報告

2017年6月10日に地区住民と質問紙調査の方法の検討を始め、地域環境条件調査に着手した。また、質問紙調査を7月18日より開始し、8月10日の回収以降分析作業を進める工程を組んでいる。

引用文献

1) 廣瀬俊介：自然と歴史と文化をふまえた震災復興、共存学3、弘文堂、pp.17-34、2015
2) 加藤裕則：揺れる防潮堤 上、朝日新聞宮城県版、2017.6.19
3) ピーター・バーガー、トーマス・ルックマン：現実の社会的構成、山口節郎訳、新曜社、p.34、2003

24-36

山地の歴史的景観を復元する～北九州市帆柱連山の山城遺跡から～

北九州市立自然史・歴史博物館　○中西義昌　御前明洋　真鍋徹

1. 研究の目的

1980 年代後半から、中世史研究では新たな学際的研究が進展した。それは、歴史学・考古学・建築史学などの研究手法を駆使し、文献・絵画資料に加えて遺跡・考古遺物など諸資料から総合的に分析する研究である。全国の山地・丘陵に分布する城跡を対象とする城郭研究もその一分野である[1)]。しかしながら、上記の研究手法は景観研究ではまだまだ活用が進んでいないのが現状である。そこで、本研究では北九州市の帆柱連山（図１）の調査を取り上げる。当該地では自然・文化的景観研究が並行して進められている。城郭研究など人文科学分野の学際的研究からも山地の歴史的景観分析手法の可能性を示す。

2. 簡易測量に伴う山城遺跡の調査と研究手法

16 世紀後半に築かれた城郭は人工的に削平した平坦面や土塁・空堀などの防御施設が残る。簡易測量によりそれらの遺構の形状を調査・作図することで城郭の特徴、築城者の組織編成などの把握が可能である。今回、大蔵登山道沿いにある茶臼山城の調査を行った（図２）。そして、帆柱山城や花尾城など近接事例の既往図[2)]との照合、立地・地勢条件、他の史跡との関係などを分析することで、同時代の帆柱連山の歴史的景観について復元的考察を行った。

3. 山城遺跡から読み解く歴史的景観と今後の課題

茶臼山城は主郭の背後を巨大な空堀で仕切り、正面に大きな横堀状の平坦面を構える。尾根筋に兵を駐屯し、遮断・防御する意図が反映された構造と言える。同様の構造は西方の帆柱山城でも確認できる。このことから帆柱連山を掌握する目的で東西に城が整備されたと考えられる。権現山には鷹見神社上宮と僧房跡が残る。同社はこの地域を支配し前掲の城郭を整備したと考えられる麻生氏との関係が深い。よって、この時代の帆柱連山は神職・寺僧が山上に在住、庇護する領主が城を構え、人々が往来する景観であったと推察される。現在の自然公園とは異なる景観が遺跡から読み取ることができる。

1960 年代のエネルギー革命以後、森林化が進む帆柱連山であるが、戦国時代以前の歴史的景観復元については、城跡など遺跡調査の研究手法による成果から理解が深まることが期待される。

引用文献

1) 千田嘉博・小島道裕・前川要『城館調査ハンドブック』（新人物往来社、1993 年）
2) 紹介した既往図は、村田修三編『図説中世城郭事典』第３巻（新人物往来社、1987 年）に所収されている。



図１　帆柱連山と主な山城遺跡の配置
（国土地理院５万分１地形図 小倉を使用）

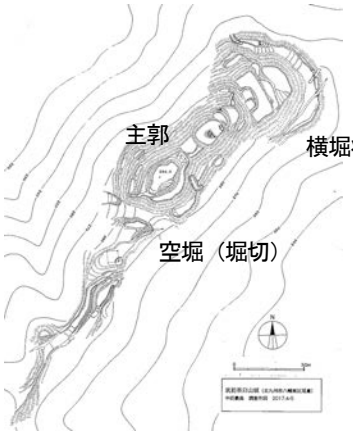


図２
茶臼山城調査図
（中西義昌 調査作図）

24-37

巨椋池を活用した淀川流域の治水手法と生態系創出に関する研究

摂南大学　○北村美紗樹、石田裕子、澤井健二、瀬良昌憲
（株）近畿地域づくりセンター　小川芳也、水辺に学ぶネットワーク　前川勝人
大阪府立大学工業高等専門学校　平子遼、北村幸定

1. 研究の背景と目的

かつて京都府南部に位置した巨椋池（面積 794ha、最大水深約 1.1m）は、宇治川と網目状に繋がっていることで洪水調節機能をもち、淀川流域の多様な生物が生息・生育していた。しかし、1941 年に干拓されてからは生物の姿が消え、治水機能もなくなった。

近年、想定を超える降雨が頻発し、旧巨椋池を含む三川合流域では水害発生度が高まっており、淀川流域では現在の整備計画に加えて、新たな治水対策が必要である。本研究では、①巨椋池の遊水機能を検討し、最適な条件の形状や平常時の利用を考案すること、②過去と現在の巨椋池周辺に生息・生育する生物を把握し、遊水地としたときの生物への影響を考えることを目的とし、治水対策と環境保全の両面で効果が確認できる計画を提案する。

2. 治水対策の検討

本研究では、京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーに製作した巨椋池流域模型ビオトープでの模型実験と氾濫解析ソフト iRIC Nays2D Flood（ver.5.0）での洪水氾濫解析を照合することで治水対策を検討する。ここでは、iRIC Nays2D Flood による解析について記述する。

iRIC Nays2D Flood は、平面 2 次元の氾濫流解析ソフトウェアである。地形情報は国土地理院の基盤地図情報、流量の設定は国土交通省の水文水質データベースを用いて解析を行った。

解析の結果、水は様々な場所から溢れたが、特に標高の低い巨椋池干拓地一帯に広がり、その浸水深は、旧巨椋池の水深より深かった。現在の土地利用を反映した周囲堤を設け、宇治川の特定箇所からの越流は、洪水を溜める有効性が示唆された。

3. 巨椋池の生態系

かつての巨椋池は、ムジナモ、オニバスなど日本産水生植物属の85%に及ぶ約150種の水生植物が生育していた。また、アユモドキなどの魚類43種、貝類36種が生息し、鳥類63種以上が飛来したとされる。

本研究では、全国の遊水地での環境保全に対する事例を踏まえ、巨椋池を遊水地としたときを仮定した。出水時においても流れの緩い遊水地は魚類の避難場となる。また、河川水の越流により栄養分を多く含んだ土が水と一緒に流れ込むことで植物の成長を促すと考えられる。

iRIC Nays2D Floodの解析結果から流速を表すベクトルに注目し本川と氾濫原を比較すると、本川に対して氾濫原の流速が緩く、魚類の遊泳速度に適した環境であるといえる。また、農林水産省近畿農政局の調査（2014年度）より、巨椋池干拓地にもミナミメダカなどの希少種を含む23種の魚類が確認されており、張り巡らされた水路網での内水氾濫なども利用し、水田・水路・河川の連続性をもたせることで湿潤な環境を保つ必要があると考えられる。

4. まとめ

巨椋池の遊水地化は、水害時に洪水を一時貯留できれば、上流域の負担を軽減し、下流域の被害を抑制できるため、周辺地域だけでなく琵琶湖・淀川流域の減災に繋がる。また、流域の中心に位置する巨椋池の生態系再生は、流域全体の生物多様性向上が期待できる。巨椋池を活用することで、琵琶湖・淀川流域の統合的流域管理に寄与できると考えられる。

24-38

九州太平洋沿岸域におけるグリーンインフラの視点を踏まえた津波防災に関する研究

株式会社バイタルリード ○板垣早香
九州大学大学院芸術工学研究院 藤田直子

1. 研究目的

本研究の目的は、九州太平洋沿岸域の津波防災対策の実態および住民の自然資源の活用に対する意向を明らかにすることとした。

地域の自然地形・自然資源・災害伝承といった地域資源を Green Infrastructure（以下 GI と略す）として捉え、今後の九州太平洋岸の津波防災と GI の貢献可能性について言及する。

2. 研究方法

2-1. 研究対象地

九州太平洋沿岸域の中でも「最大津波高が 10m以上」かつ「津波到達時間が 25 分以下」 である大分県と宮崎県の 11 市町村（総合支所等含む全 16 自治体）を調査対象地とした（表 1）。

表 1　研究対象範囲（灰色部）

県名	市町村名	津波高（最大値）(m)	津波到達時間（最短）(分)
大分県	大分市	9	47
	臼杵市	7	51
	津久見市	9	35
	佐伯市	15	18
宮崎県	延岡市	14	18
	門川町	12	18
	日向市	15	18
	都農町	15	21
	川南町	13	20
	高鍋町	11	20
	新富町	10	21
	宮崎市	16	18
	日南市	14	16
	串間市	17	18
鹿児島県	志布志市	7	36
	大崎町	7	40
	東串良町	9	38
	肝付町	10	28
	南大隅町	7	39

2-2. 調査方法

本研究達成のため、①現地調査：地域の歴史性と災害伝承、②自治体アンケート調査：防災対策の現状、③自治会長アンケート調査：地域の防災に対するニーズと地域資源、の 3 つの調査分析を行った。

3. 結果

災害時の自然資源の活用と避難に対する意向について、「地域の資源（まき、山で採れる食べ物等の資源）を災害時にも十分活用できると思う」という項目に対する回答結果を地図上にプロットしたところ、宮崎市の中央の大淀川を中心にほぼ全域に、日南市の油津地区周辺の建物用地部分と鵜戸地区と南郷地区の山地が近く山の資源が豊富であろう土地においても否定的な意見が多い結果となった（図 1）。

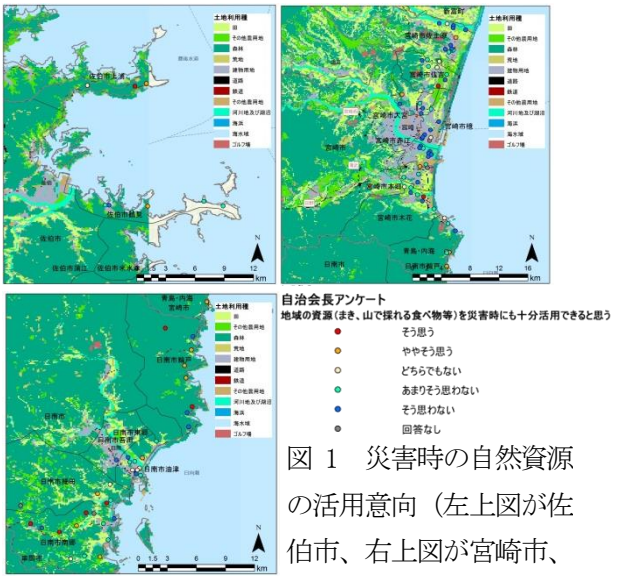


図 1　災害時の自然資源の活用意向（左上図が佐伯市、右上図が宮崎市、左下図が日南市）

4. 考察

佐伯市（上浦地区と鶴見地区）では山と海が近く、津波避難がしやすく、山の資源も活用可能であると認識されており、GI の活用が見込める。

宮崎市中央部の大淀川周辺に、災害時の自然資源活用や避難に対する否定的な意見が多かったことから、重点的に防災対策や GI 導入を図る必要がある。

日南市の災害時の自然資源の活用意向については、山地が多く山の資源が豊富な土地にも関わらず、GI 活用に否定的な意見が存在していたことから、自然資源活用に対する知識が薄い、森林や高台に人が立ち入れないなどの障害が山の活用を阻んでいると推察される。

24-39

都市における自然環境の修復・再生とランドスケープデザイン

国立大学法人九州工業大学 環境デザイン研究室 ○伊東啓太郎
須藤朋美, Shwe Yee Lin

1. はじめに

身近に残された緑地や河川などの自然空間やオープン・スペースを、生物多様性を保全しながら、子どもの「遊び」と「環境学習」を目的として再生・創造していくことは、現代の都市において重要な課題である。また、子どもにとって「遊び」は、自然のしくみを知り、生活の知恵を身につけるための重要な体験である。しかし、宅地開発等により身近な自然環境が減少している中で、特に日本の都市部では、かつて誰もが体験できた遊びや体験型の環境学習を実践していくことは難しいのが現状である。

本報では、実際の計画・設計プロセスと子どものアクティヴィティ、日欧の比較研究を通して、身近なオープン・スペースを、「地域の自然環境の修復・再生」、「環境学習」、「住民参加」、「子どもの遊び」の場として活用できるような環境デザインの手法について、都市の生態系保全とランドスケープ・デザインの観点から議論したい。

2. 計画・設計手法

計画・設計プロセスと子どものアクティヴィティ、日欧の比較研究を通して、身近なオープン・スペースを、地域の自然環境の修復・再生を行いながら「子どもの遊び」、「環境学習」の場として活用できるような新しい環境デザインの手法の検証を行う。複数の機能を持った重層的空間の設計を基本的な考え方(MFLP)として示し (Ito et al,2015)、特に子どもたちの多様なアクティヴィティが生まれる空間が生成するような計画・設計の実践を試みた。

3. Discussion

これまで、日本における環境計画や環境教育のありかたについての問題について明らかにし、都市における環境デザインを行いながら、同時にその活用についてのモニタリングを進めてきた。課題は、1）子どもや地域の人々、教育現場の教師が、遊びや環境学習のためにどのような環境を望んでいるのかということ、2）子どもたちの学習へのモティベーションと教科教育が結びつくような環境学習プログラムの開発　3）学際的な議論から生まれてくる新しい環境デザインや環境活用方法、である。マネジメントのフレームは少しずつ変化しながら、現在、地域と共同で、設計から水辺の植生の管理などのワークショップならびにマネジメントを行ってきた。今回は、計画、設計、施工のプロセスと人を含んだ生態系管理の課題について報告する。

4. References

1）Keitaro ITO, Tomomi Sudo and Ingunn Fjørtoft, Ecological design: collaborative landscape design with school children, Children, Nature, Cities, Routledge, 195-209, 2016

2）Keitaro Ito, Ingunn Fjørtoft, Tohru Manabe, and Mahito Kamada, Landscape Design for Urban Biodiversity and Ecological Education in Japan: Approach from Process Planning and Multifunctional Landscape Planning, Designing Low Carbon Societies in Landscapes, Springer, pp. 73-86 (2014)

24-40

Importance of *kabuyutan* sacred natural sites as biodiversity hotspots in West Java Province, Indonesia

○ダーラン モハマド ザイニ・深町 加津枝・柴田
昌三・今西 純一
京都大学地球環境学大学院

1. Introduction

As one of the sacred natural sites that exist in a worldwide[1], *kabuyutan* are perceived having a potential to safeguard the biodiversity. Besides, the sacredness of *kabuyutan* shows the power of custodian in dealing with the ancestors' mandate to shield its importance. This study was aimed to highlight the current condition and the potential of *kabuyutan* and to recommend some adaptive strategies in dealing with challenges of *kabuyutan*.

2. Methodology

This study was carried out in 33 *kabuyutan* within Ciomas Village, West Java Province, Indonesia. Participant observation through several ethnobotanical methods (free listing and vegetation survey) were used to identify plant species. Participatory plant species database, the IUCN Red List and Indonesia protected plant database were verified to check nomenclatural information. Further, the native species were assumed to have importance both in cultural and ecological aspect to support conservation strategy in biodiversity.

3. Results and Discussion

Results revealed that 249 of 332 plant species were reported to exist in *kabuyutan* and 96 of them have been verified based on vegetation survey. It is assumed that *kabuyutan* is potential to be hotspots of plant diversity as a preferable habitat for abundant plant species[1]. In addition, the presence of all fifteen endangered plant species as well as 32.9% of native species such as a native and IUCN's threatened *tanglar* tree (*Aglaia elliptica* Blume, Bijdr), indicating the importance of *kabuyutan* towards biodiversity conservation. The presence of endemic and threatened species is important in designating a biodiversity hotspot that leads to making up conservation priorities[2].

4. Conclusion

The findings strengthened the potential of *kabuyutan* to be local biodiversity hotspots which would support the global conservation strategy. However, more than half of species were exotic. We suggested that dissemination of knowledge is essential to nourish local people's awareness by encouraging and strengthening the custodian's role.

References

1) Vodouhê, F. G., Coulibaly, O., Adégbidi, A., and Sinsin, B. (2010) Community perception of biodiversity conservation within protected areas in Benin. For. Policy & Econ., 12(7): 505-512.

2)Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., and Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403(6772): 853-858.

ESE-1

三宅島の火山荒廃地における三日月形治山緑化資材（ToCR）を設置したリルにおける自生草本種の植生回復

筑波大学・○欒春陽、森林総合研究所・小川泰浩、筑波大学・上條隆志、
（株）伊豆緑産・岡部宏秋、石森良房

1. はじめに

三宅島では 2000 年の雄山噴火により火山灰と火山ガスの長期影響により植生が破壊された。また、無植生となった地表面は浸食により、多数のリルが形成され、土砂の供給源となった。

本報告では、三宅島の火山荒廃地において、リルを対象として三日月形治山緑化資材（東京クレセントロール、ToCR）[1, 2] を設置し、緑化資材が植生回復に与える効果について検討する。

2. 調査地と施工方法

調査地は東京都三宅島の雄山南西斜面の標高 480 m に位置する火山荒廃地であり、2015 年の施工時点では、ほぼ裸地状態であり、ハチジョウススキがパッチ状に生育するのみであった。2015 年から三宅村の協力を得て、この火山荒廃地斜面上において約 3,000 平方メートルの緑化試験区と対称区を設置した。2017 年 7 月に緑化試験地内に、長さ約 1mの三日月形治山緑化資材（以下、ToCR）245 個を豪雨時に地表に発生する水みち（リル）を中心に設置した。

設置した ToCR は、金網を素材とし、中詰めとして三宅島産のスコリア、木質チップを充填した。

2016 年 3 月に、15 個の ToCR においてハチジョウススキ、ハチジョウイタドリ、オオバヤシャブシの播種試験を行った。他の ToCR については、植物の自然侵入を検討するため播種は行わなかった。

3. 植生調査方法

固定調査枠（1m×1m）を設け、写真撮影と植生調査を行った。緑化試験地では、27 地点（播種なし）において ToCR を含むように調査枠を設置した。対照区においては、リル内に 23 地点設置した。

写真撮影は 2016 年 3 月、6 月、8 月、11 月、2017 年、1 月、3 月、5 月、6 月に行った。撮影した写真から植被率を求めた。月と 2017 年 6 月に行った。調査区内の全植物の種名と個体数を記録した。高さ 2 cm以下、2 cm以上 5 cm以下と 5 cm以上それぞれの個体については、高さと幅を測定した。

4. 結果と考察

調査地内に出現した植物は、ハチジョウススキ、シマタヌキラン、ヒサカキ、オオバヤシャブシであり、ハチジョウススキが大部分を占めた。また、植被率を対照区と緑化試験区間で比較すると、2016 年は、対照区で 4.2±5.4%、緑化試験で 5.4±7.3%であり、有意な差はみられなかった。(U-test、$p>0.05$)。一方、2017 年は、対照区で 7.1±8.6%、緑化試験で 11.7±12.6%であり、有意な差がみられた。(U-test、$p<0.05$)。

施工 2 年目において、緑化試験区で植被率が有意に高くなったことは、ToCR に植物の定着促進効果があることを示している。今度、土砂流出防止機能等を含めて ToCR の機能を検証してゆくことが課題である。

引用文献

1) 小川泰浩・上條隆志・菊池輝海・岡部宏秋・石森良房 (2016) 三日月形治山緑化資材 (ToCR) を設置したリルにおける地表流調節に関する現地観測. 日本緑化工学会誌 42(1) : 248-251.

2) 菊池輝海・上條隆志・小川泰浩・岡部宏秋・石森良房 (2015) 火山性荒廃地における東京クレセントロール工法の治山緑化機能の評価. 日本緑化工学会誌, 41 : 231-234.

ESE-2

ミズクラゲチップの木本植物に対する施用効果

江原大山　○全　槿雨、金　錫宇、李　鎔奎　公州大産　徐　正一
鹿児島大農　寺本行芳　愛媛大農　河野修一、江﨑次夫
マルトモ（株）松本淳一、土居幹治

1. はじめに

エチゼンクラゲや食用クラゲなどを利用したクラゲチップのクロマツ、アラカシ、ネズミサシやチガヤなどの植物に対する施用効果については、既に日本緑化工学会で数多く発表してきた。今回、全国各地の火力発電所や原子力発電所の取水口付近に多量に集まり、発電出力を低下させる要因となっているミズクラゲを利用してミズクラゲチップを製造した。既に草本植物であるミズナへの施用効果につては、昨年のこの大会で発表した。今回はアラカシを用いて木本植物に対する施用効果について検討した。その結果、途中経過ではあるが、ほぼ予測した成果が得られつつあるので、その概要を報告する。

2. 実験材料および実験方法

実験に先立ち、ミズクラゲチップと土壌との混合割合を４段階に定めた。それは、ミズクラゲチップ10ｇ、20ｇ、30ｇおよび40ｇの４段階である。これに従来のクラゲチップ10ｇおよび20ｇの２段階と対照区を設定した。それぞれを市販されている赤玉土（小粒）2.5㍑と混合し、直径21.5cm、高さ15.0cmのポット（中鉢７号3.5㍑）に充填した。これらに種子を播種し、育苗した１年生のアラカシ（10本平均の苗長は10.0cm、平均根元直径は3.5mm）を１ポットに１本植栽した。実験は平成27年４月５日に開始し、現在３年目の生育期間に入っている。掘り取り調査は、平成30年の３月に実施の予定である。実験は５反復で実施した。

3. 結果および考察

平成29年７月15日に樹高と根元直径の調査を実施した。その結果、苗長は平均で、ミズクラゲチップの施用は10ｇ区29.8cm、20ｇ区27.0cm、30ｇ区30.0cmおよび40ｇ区33.3cm、クラゲチップの施用は10ｇ区34.0cmならびに20ｇ区37.1cmであった。対照区は19.8cmであった。ミズクラゲチップ区間、クラゲチップ間および両者の間には差は認められなかった。しかし、すべての試験区と対照区との間には、0.1%～１%レベルの有意差が認められた。また、根元直径は、8.4mm～8.6mmであった。すべての試験区間で有意な差は認められなかった。

このようにミズクラゲチップ区およびクラゲチップの上長成長が対照区に比べて優れていたのは、これまでと同様、ミズクラゲチップやクラゲチップが初期の段階では、水分供給の働きをし、その後は次第に微生物に分解されて肥料効果を発揮していることによるものと判断される。

以上のことから、木本植物のアラカシに対するミズクラゲチップの施用効果は、クラゲチップ同様、非常に高いことが明らかとなった。これにより、ミズクラゲチップの有用性が確認されたと判断される。

4. おわりに

大型のエチゼンクラゲや食用クラゲに比べて小さなミズクラゲから製造されたミズクラゲチップの有用性が草本植物のミズナを用いた実験に続いて、木本植物のアラカシを用いた実験の途中経過からも確認された。引き続き、実験を継続して、来年の春に掘り取り調査を実施して、詳細な検討を試みたい。

なお、研究の一部は、韓国政府の支援による韓国研究財団基本研究支援事業（課題番号：2010-0022532)”の助成を受けて行われた。

ESE-3

「白砂青松」とクラゲチップ

鹿児島大農　○寺本行芳　愛媛大農　江﨑次夫、河野修一
マルトモ（株）松本淳一、土居幹治　江原大山　全　槿雨、金　錫宇、李　鎔奎

1. はじめに

愛媛県松山市東部に位置する粟井地区の地域住民は、「白砂青松」の海岸再生と、直近30年で発生が予測されている南海トラフの巨大地震に伴う津波被害を出来るだけ軽減するため、市内のボランティア団体と連携して防潮堤の前面の海岸砂地約1haに抵抗性のクロマツを用いて海岸防災林の造成を計画した。造成は平成24年3月から始まり、平成28年3月現在で5回実施されている。造成にあたり、周囲環境にできるだけ負荷を掛けないことを第一に考えた。そのため、水分保持と分解後は肥料分となるエチゼンクラゲチップなどを活用した。ここでは、平成29年4月14日に実施した第6回目の測定結果を基に、クラゲチップ土壌改良材などの「白砂青松」再生の主体となる海岸林造成に対する有効性について検討を試みた。

2. 実験方法

実験場所は松山市粟井河原343番地の海岸砂地で、面積は約1.0haであり、ほぼ全面にチガヤが侵入している。この場所に平成24年3月11日、平成25年3月10日、平成26年3月11日、平成27年3月15日及び平成28年3月11日に、クラゲチップとクラゲシートを用いて抵抗クロマツを100本から120本をそれぞれ植栽した。苗木は植栽年度によって異なるが、普通苗とコンテナ苗を用いた。植栽では直径約50cm、深さ40cm程度の穴を、1.5m×1.5m間隔で掘り、その内、クラゲチップ施用区にはクラゲチップ100gを入れ良く攪拌した後、苗長約30cm、根元直径約6mmの2年生のクロマツ苗木を植栽した。クラゲシート区には植穴の底に50cm×50cmのシートを貼り付けた後、苗木を植栽した。両者の併用区には植穴の底にクラゲチップ100gを入れ良く攪拌した後、苗木を植え付けて、地上部から10cm程度のところにクラゲシートを貼り付けて、土を埋め戻した。この他に、無施用の対照区を設定し、同様の方法で苗木を植栽した。

3. 結果および考察

平成24年及び平成25年植栽地における平成29年3月までの樹高の総成長量は、施用区が3.65mと3.95mであり、対照区は6.39mと5.96mであった。両植栽地共に、施用区と対照区との間には、0.1%レベルで有意差が認められた。平成26年植栽地の平成28年度末までの3年間の総成長量は、クラゲチップ区130cm、クラゲシート区120cm、併用区120cm及び対照区80cmであった。平成27年植栽地では、平成27年8月の台風時に海水の冠水があり、対照区で30%、施用区で15%がその後枯死した。その後は順調で、平成28年度末の樹高は施用区85cm、対照区60cmであった。平成28年植栽地では、平成29年7月15日現在、枯死は皆無で、樹高は施用区68cm、対照区44cmであった。施用区と対照区の成長の差は、クラゲチップの水分保持力とこのクラゲチップが微生物によって次第に分解されて無機化し、窒素、燐酸やカリなど肥料分として吸収されたことによるものである。

4. おわりに

以上の結果から、「白砂青松」の基本なるクロマツ林の造成は順調に進行しているもと判断される。なお、本研究の一部は、韓国政府の支援による韓国研究財団中堅研究者支援事業（課題番号：No.2017010181)”の助成を受けて行われた。

ESE-4

山火事跡地の森林再生に及ぼすクラゲゲチップの効果

江原大山　○全　槿雨、金　錫宇、李　鎔奎　公州大産　徐　正一
鹿児島大農　寺本行芳　愛媛大農　河野修一、江﨑次夫
マルトモ（株）松本淳一、土居幹治

1. はじめに

愛媛県の今治市の笠松山は、平成21年8月21日発生した火災で山林約 107ha を焼失した。その翌年から愛媛県、今治市や地元のボランティア団体などによって精力的に復旧作業が進められている。筆者らも地元のボランティア団体と協力して平成 22 年春にクラゲチップや森林土壌生成促進材を活用してアカマツやコナラなどを植栽した。本研究では、クラゲチップを用いて植栽した箇所の8年目の生育状況の調査を実施し、クラゲチップの効果について検討を試みたので、その概要を報告する。

2. 実験方法

笠松山中腹の火災跡地で比較的傾斜が緩やかな箇所約1haにクラゲチップ区、森林土壌生成促進材区、クラゲチップ＋森林生成促進材区および無施用区（対照区）を配置し、それぞれの試験区にアカマツ、コナラ、クヌギおよびヤマザクラの４種を合計 600 本植栽した。植栽では最初に直径 50cm、深さ 30cm の植穴を掘り、その下部にクラゲチップおよび森林土壌生成促進材 100ｇを入れ土壌と充分に混ぜた後、苗木を植え付けた。植栽日は平成22年2月27日である。8年目の調査は、平成29年3月16日に実施した。

3. 結果および考察

第 6 回目の調査は植栽後 8 年目にあたる平成 29 年3月16日に実施した。その結果、クラゲチップ施用区の樹高はヤマザクラが 300cm から 400cm、コナラが330cmから410cm、アカマツが340cmから430cm、クヌギが260cmから380cmであった。これに対し無施用区（対照区）のそれは、ヤマザクラが200cmから 260cm、コナラが 200cm から 270cm、アカマツが220cmから280cm、クヌギが240cmから280cmであった。全ての樹種において、植栽 1 年目、2 年目、3年目、4年目、5年目および6年目と同様、クラゲチップ施用区と無施用区の樹高との間には、0.1 から1%レベルで有意差が認められ、引き続き、クラゲチップ施用の効果が確認された。しかしながら、その伸長率は鈍化傾向になっているので、再施用の時期の検討に入る必要がある。

山火事跡地で植栽工や航空実播工が実施された箇所では、確実に緑化が進行している。しかし、未施行地の一部では７年を経過した現時点においても表面侵食が続いており、飛来した木本や草本の種子が定着することができずに降雨のたびに流下している。これを防止し、飛来種子を定着させるためには、具体的な対策、例えば編柵工、木製土留工や丸太柵工などの対策工事が早急に必要であると考えている。加えて、イノシシによる被害も植栽当初から確認されていることから、受け身的な対策ではなく、積極的に頭数を減少させるような能動的な措置を早急に実施すべきである。

4. おわりに

山火事跡地の森林再生にクラゲチップが有効であることが実証されつつある。引き続き調査を継続して、その効果の継続期間を確認し、再施用の時期についての検討を試みたい。なお、本研究の一部は、”韓国政府の支援による研究財団基本研究支援事業(課題番号：2010-0022532)”の助成を受けて行われた。ここに付記して感謝の意を表します。

ESE-5

もみ殻灰を活用したセメント改良土の緑化基盤材としての適用性

新潟大学大学院自然科学研究科　○島本　由麻
新潟大学農学部　鈴木　哲也，新潟大学農学部　森井　俊広

1. はじめに

稲作地域においてもみ殻の活用は十分に進んでいない。例えば，新潟市ではもみ殻の 60 %が未利用のまま廃棄されている。筆者らは，もみ殻の焼却灰“もみ殻灰”を有効活用し，表層崩壊の防止や河川堤防の緑化へ適用できる緑化基盤材の開発を試みている（図 1）[1]。本論では，もみ殻灰を活用したセメント改良土の緑化基盤材としての適用性を評価した結果を報告する。

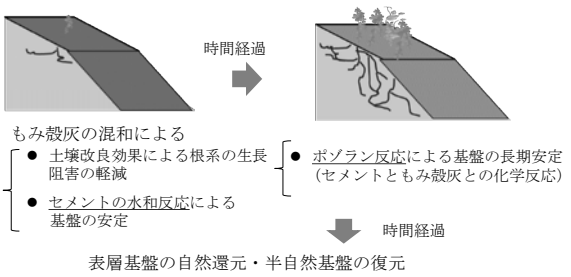


図 1　もみ殻灰を混和したセメント改良土の緑化基盤材としての利点

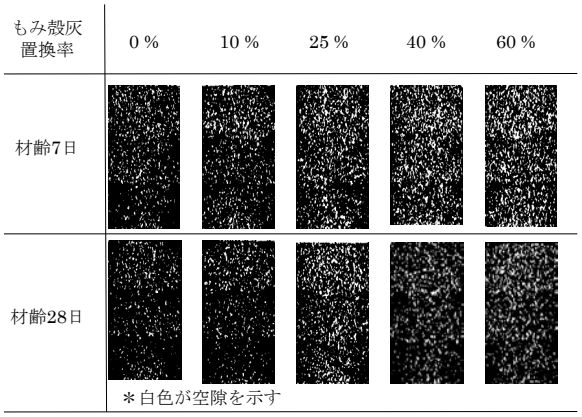


図 2　もみ殻灰置換率と空隙構造の関係

2. 実験方法

もみ殻灰の内割り置換率が異なる 5 つのケースを用意し，圧縮強度試験，X 線 CT 撮影，変水位透水試験，保水性試験（加圧板法）を行った。既往研究[2]から安定性（強度），通気性（空隙率），透水性，保水性に関して性能目標値を設定し，緑化基盤材として適当なもみ殻灰の置換率を検討した。

3. 結果および考察

圧縮強度試験結果よりもみ殻灰置換率 60 %のときに材齢 7 日から 28 日の圧縮強度増加率が 2.5 倍と最大となり，X 線 CT 撮影から求めた空隙率の減少率が 6 %（材齢 7 日：22 %，材齢 28 日：16 %）と最大となることが明らかになった（図 2）。透水試験からすべてのケースで目標値である透水係数 10^{-5} m/s 以上を満たすことが示された。水分特性曲線の比較結果から，もみ殻灰置換率が大きいほど保水性が大きいことが示された。以上から，置換率 60 %では 7 日強度，空隙率および透水性において緑化基盤材としての性能目標値を満たし，ポゾラン反応の効果も最大となると考えられることから，本実験ケースの中で最も適当であることが示唆された。

引用文献

1)　島本由麻・鈴木哲也・森井俊広 (2015) 稲副産物を活用した酸化マグネシウム改良土が植物生長へ与える影響. 日本緑化工学会誌, 41(1): 9-14.
2)　例えば，都市緑化機構 (2004) 基盤整備工事共通仕様書施工関係基準　4　土木造園材料仕様書. pp.33-35.

ESE-6

石炭灰のリサイクル資材を安定剤として用いた植生基材吹付工の地盤工学的安定性

株式会社　宮崎測量設計コンサルタント　○小林　亮太郎
株式会社　宮崎測量設計コンサルタント　　小澤　修
高知工業高等専門学校 名誉教授　　多賀谷　宏三

1. はじめに

火力発電所から排出される石炭灰のリサイクル資材を安定剤として用いた植生基材吹付工において、石炭灰が基礎工の代わりとして発揮する地盤工学的安定メカニズムの研究を行った。研究方法は主に 1) 力学特性を把握するための三軸圧縮試験を行った 2) 破壊メカニズムを解明するための水平引張試験を行った 3) 滑動現象を数値化して評価した。の 3 つである。

2. 試験結果

力学特性試験の三軸圧縮試験(UU 試験)において、材齢 1 日で粘着力 C=5.2×10^{-3} N/㎟、 せん断抵抗角Φ=19.2° 、材齢 5 日で C=23×10^{-3} N/㎟、Φ=26.4° の結果を得た。

水平引張試験においては、摩擦抵抗力は、材齢 0 日で 2.27～4.42×10^{-4} N/㎟、材齢 14 日で 3.50～6.91×10^{-4} N/㎟の結果を得た。

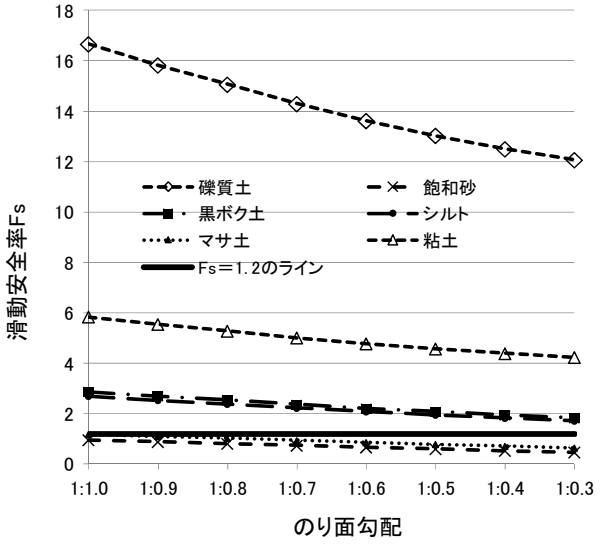


図 1　土砂の場合における、のり面勾配、滑動安全率 Fs、土砂の種類の関係

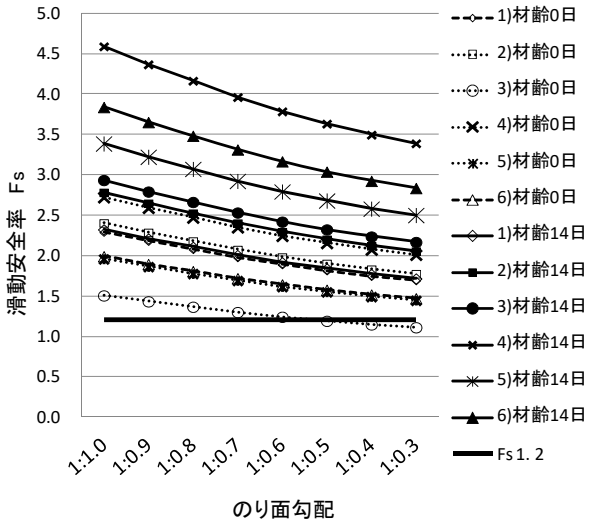


図 2　岩盤の場合における、のり面勾配、滑動安全率 Fs、材齢の関係

3. 考察

それぞれの結果を、土砂および岩盤における滑動を検討する式にあてはめ、滑動安全率 Fs を 1.2 として検討した。結果を図 1 および図 2 に示す。

3-1. 土砂と植生基材との境界付近における滑動

土砂の粘着力 C が 1.1×10^{-3} N/㎟を下回ると、勾配が 1:1.0 より急勾配のとき地山である土砂が滑動し、それと共に植生基材が滑動することがある（図 1)。

3-2. 岩盤と植生基材の境界における滑動

一部の岩盤で勾配が 1:0.5～0.3 になると、滑動安全率 Fs が 1.2 を下回るため、注意を要する。これは、実際の現場における現象と合致する（図 2)。

ESE-7

突固め条件を変えたときの人工軽量土壌の物理性評価

大成建設（株）　○屋祢下亮、北脇優子、小倉　満

1. はじめに

都市の再開発において人工地盤上に緑地空間を設ける事例が増えており、その植栽基盤に火山レキなどを母材に有機系土壌改良材を混合した人工軽量土壌がよく使われている。本研究では、植栽を維持するために締め固まりにくい人工軽量土壌を選定するにあたって、市販の土壌について水分状態を変えて突固めた時の三相分布と飽和透水係数を測定した。

2. 材料および方法

市販されている人工軽量土壌のうち、表-1 に示す 5 種類の土壌（表-1）を供試した。各土壌の水分状態を pF 0、pF 1.8、pF 3.0 に調整したのち、2.5kg のランマーを高さ 30cm から 1 層あたり 25 回落下させ 3 層で 1 リットルになるよう試料を成形した。そこから 100 ml のコアサンプルを抜き取り、三相分布を実容積法によって測定した。また、pF 1.8 に調整して突固めた土壌の飽和透水係数を測定した。

3. 結果および考察

水分状態を変えながら突固めた供試土壌の三相分布を見ると、いずれも土壌水分量が高い状態で突固めると気相率が低下していた（図-1）。そのうち pF 1.8 で突固めたとき、気相率が 20～30%あった土壌は B、C、D だった。

次いで、pF 1.8 で突固めたときの飽和透水係数は土壌によって異なっており（表-2）、土壌 C、D の飽和透水係数が 10^{-5} m/s 程度で,他に比べて高かった。「緑化事業における植栽基盤整備マニュアル」[1]では、飽和透水係数が 10^{-5} m/s 以上の土壌を良と判定しており、土壌 C、D は水分量が高い状態で突固めても植栽基盤に適した排水性を維持できると判断された。

表 1　供試土壌

サンプル No.	土壌の構成
土壌 A	浄水場発生土に粒状活性炭を配合
土壌 B	軽量気泡コンクリート端財に剪定枝を混合
土壌 C	浄水場発生土に石炭焼却灰を混合
土壌 D	天然軽石に堆肥などを混合
土壌 E	浄水ケーキにバーク堆肥を混合

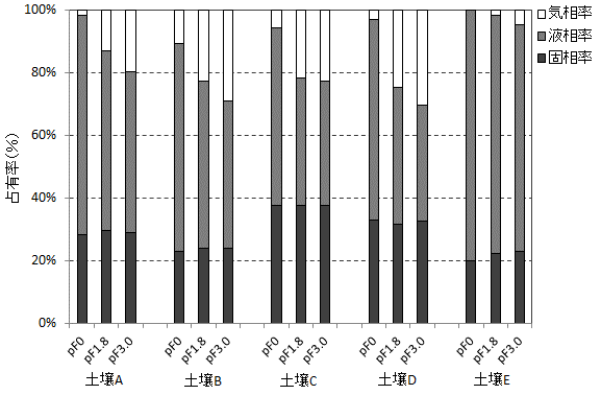


図 1　水分状態を変えて突固めたときの三相分布

表 2　pF1.8 で突固めたときの飽和透水係数

サンプル No.	飽和透水係数（m/s）	気相率（%）
土壌 A	2.6×10^{-8}	13.0
土壌 B	5.2×10^{-7}	22.9
土壌 C	1.8×10^{-5}	21.9
土壌 D	1.6×10^{-5}	24.8
土壌 E	1.4×10^{-8}	1.9

3-2. 植栽試験

土壌 B、C を各々プランターに敷き均し、15 種類の地被植物について生育状況を比較したところ、土壌 C における生育が概ね良好だった。

人工地盤上やプランターのように植栽基盤が制限される場合には、水分状態に関わらず締め固まりにくい土壌が植栽に適していると判断された。

引用文献

1) 日本造園学会緑化環境工学研究委員会編（2000）緑化事業における植栽基盤整備マニュアル．ランドスケープ研究，63:224-241.

ESE-8

特性不安に着目したウレタン製土壌改良材混入芝利用時の心理的効果に関する研究

千葉大学園芸学研究科　○岩崎　寛・曹　丹青・高橋輝昌
アップコン株式会社　長谷川啓示

1. 研究目的

芝生地の利用は鑑賞や裸足で接触するだけでは無く，芝生の上で寝転ぶ，歩くなど様々な形態が考えられるが，それらの利用行動による違いに関する研究はほとんど見られない。また，森林セラピーや園芸療法などの分野においては，近年，個人差による効果の違いが報告されており，個々の心理特性により分類した分析が注目されている。

そこで本研究では，個人差として「特性不安」を取り上げ，特性不安の違いがウレタン製土壌改良材混入芝利用時の心理的効果に与える影響について明らかにすることを目的とし，ウレタン製土壌改良材の混入割合が異なる芝生地において，「寝転ぶ」「歩く」などの利用行動との関係性について検証をおこなった。

2. 実験方法

2-1. 実験地概要

2016 年 10 月に千葉大学松戸キャンパス内の圃場にウレタン製土壌改良材を混入した芝生地を造成し，実施した。芝生地は 7×15 m の長方形であり，ウレタン製土壌改良材の混入割合が異なる 3 区画(0, 20, 60 %)を設置した。芝の種類はコウライシバを用い，ウレタン製土壌改良材は土壌深 0-20 cm の位置に均等に混入した。

2-2. 測定項目および利用行動

心理的効果の測定には、印象評価 SD 法)、気分プロフィール検査 (POMS)、特性不安検査 (STAI) を取り上げた。

実験で用いた利用行動は，実際に芝生で行われる利用行動を想定し，「見る」「座る」「寝転ぶ」「寝転ぶ」の 4 種類とした。

表１　特性不安群によって分類した POMS の結果

寝転ぶ		全被験者			高特性不安群			低特性不安群		
		0%	20%	60%	0%	20%	60%	0%	20%	60%
心理的効果	緊張	▼▼	▼▼	▼▼	－	▼	▼	▼	▼	▼
	抑うつ	▼▼	▼▼	▼▼	▼	－	▼	－	－	－
	怒り	－	－	－	▼▼	－	▼▼	－	－	－
	活気	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	疲労	▼	▼▼	▼	－	▼	－	－	－	－
	混乱	－	－	－	▼	－	▼	－	－	－

歩く		全被験者			高特性不安群			低特性不安群		
		0%	20%	60%	0%	20%	60%	0%	20%	60%
心理的効果	緊張	▼▼	▼▼	▼▼	－	－	－	▼	▼▼	▼
	抑うつ	▼▼	▼▼	▼▼	▼▼	▼	▼	－	－	－
	怒り	－	－	－	－	－	▼	－	－	－
	活気	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	疲労	▼▼	▼	▼▼	－	－	－	－	－	－
	混乱	－	－	－	－	－	－	－	－	－

3. 結果と考察

混入割合による印象の違いを調査した結果，ウレタン製土壌改良材の有無によって差が見られ，多くの利用行動において，普通の芝生地よりウレタン製土壌改良材混入芝，つまり柔らかい芝生の方が良い印象を持つことがわかった。

また，ウレタン製土壌改良材混入芝を利用することにより，感情状態の変化を調査した結果，いずれの芝生地においても，人は芝生の上で「寝転ぶ」「歩く」ことにより，心理的な「緊張」「抑うつ」「疲労」を緩和する効果が得られることが示唆された。特に，普段不安傾向の高い人が芝生で寝転ぶことは心理的効果が高い行動であることがわかった。今回は，3 分間という短時間の芝生利用においてもネガティブな感情の改善に有用であることが検証できた。このことから，観賞用の芝生より，ストレス緩和として寝転べる，自由に入れる芝生を用いることで大きな効果が期待できると考えられた。

ESE-9

除草剤を用いたオオイタドリの抑制効果

（株）北開水工コンサルタント ○田崎冬記、渡邉幸一、村中寿孝
国土交通省 北海道開発局 小樽開発建設部　野口朋毅

1. はじめに

オオイタドリは，北海道内の河川堤防での繁茂が維持管理上の大きな問題となっており，効果的な抑制方法の確立が課題となっている。そこで，本報告では，重曹およびグリホサート処理後２カ年の追跡調査を行い，評価した。また，根茎までの枯殺効果も高いグリホサートについては，今後の堤防天端舗装の維持管理に資する基礎資料とするため，処理方法と効果的な濃度の関係について調査を行った。

2. 方法

試験地は，北海道南西部の一級河川尻別川の河口から 6～9 ㎞ 上流にある堤防法面のオオイタドリ群落および堤防舗装天端の縁に侵入した同種の小群落を対象とし，前者で重曹・グリホサート処理の継続効果検証，後者でグリホサートの処理方法と濃度の検証を行った。各試験方法を表１に示した。

3. 結果および考察

重曹・グリホサート処理の継続効果検証では（図1），2 カ年追跡調査を行った。その結果，処理当年は，いずれも地上茎の枯殺効果が確認されたが，処理翌年は，グリホサートがより抑制効果が高いと判断され，処理方法では，注入が最も効果的と判断された。また，重曹では，滴下の抑制効果が高いと判断された。一方，グリホサートの処理方法・濃度の検証では（図2），処理方法では塗布より噴霧で枯死率が高く，濃度では２ %以上で枯死率が高かったことから，噴霧の２ %以上で処理することで効果的に抑制可能と考えた。

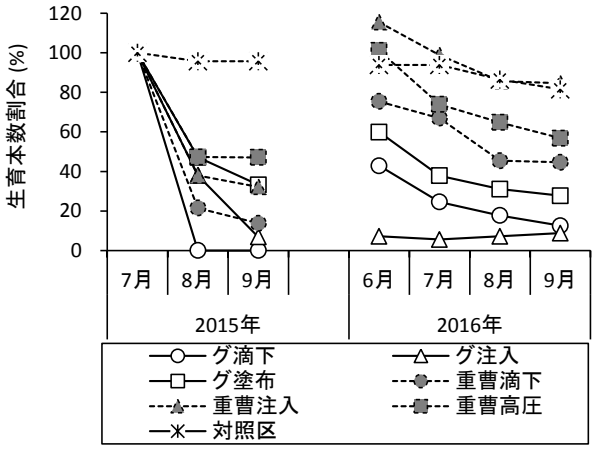


図１　重曹・グリホサート処理後の生育本数割合

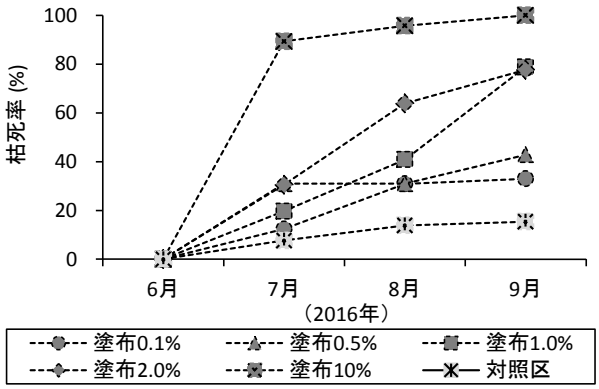


図２　グリホサート処理方法・濃度と枯死の変化

表１　各試験方法

	重曹・グリホサート処理の継続効果検証	グリホサートの処理方法と濃度の検証
試験区	2m×2m	1m×3m
使用薬剤	重曹	グリホサート
	グリホサート	
処理方法	注入（刈取らず，茎に注入）	噴霧（霧吹き。刈取りなし）
	滴下（刈取り後，茎に滴下）	塗布（刈取りなし）
	塗布 （刈取らず，茎葉に塗布）	
	高圧噴霧 （刈取りなし。重曹のみ）	
薬剤使用量	グリホサート1%・20ml/本	0.1 %，0.5 %，1 %，2 %，10 %，各2 ml/本
	重曹15%・20ml/本	
	重曹15%・2L/m2 （高圧噴霧）	

ESE-10

ヤマザクラを用いた荒廃竹林の緑化

愛媛大農　○河野修一、江﨑次夫
鹿児島大農　寺本行芳　マルトモ（株）　松本淳一、土居幹治
江原大山　全　槿雨、金　錫宇、李　鎔奎

1. はじめに

愛媛県内では、里山を中心に放置竹林が急増し、スギ林やヒノキ林にも侵入してその面積を拡大している。このような状況の中で、県都の松山市では、50 万市民の水瓶である石手川ダムの水源かん養林として放置竹林を整備する事業に取り組んでいる。具体的には放置竹林を購入して伐採し、その跡地にクヌギやコナラなどの広葉樹を植栽する事業を推進している。我々は、平成 25 年 3 月に松山市内のボランティア団体と協力して伐採跡地にヤマザクラを植栽した。ヤマザクラを選んだのは、水源かん養機能の向上への寄与や花を鑑賞するだけでなく、将来はスギ材やヒノキ材よりも高価格で取引されるサクラ材としての利用をはかるためである。本研究では、放置竹林伐採跡地に水源かん養機能の高い広葉樹林を早期に造成するための具体的な対策を提示することを目的とした。

2. 具体的な植栽方法

植栽にあたっては、活着率の向上をはかることを第一に考えた。そこで、植栽直後の乾燥を防止し、安定した水分供給をはかる視点から、現在注目を浴びているエチゼンクラゲ類を活用した土壌改良材を用いた。この土壌改良材は施用当初の段階では水分保持効果が非常に高く、その後は分解されて肥料としての効果が期待できる利点を有している。植栽は平成 25 年 3 月 24 日に実施した。最初に２ｍ×２ｍ間隔で、直径約 50cm で深さ約 30cm の植穴を掘り、その下部に土壌改良材 100ｇを施し、土壌と充分に攪拌した後、苗長約 130cm から 150cm、根元直径 13mm から 15mm のヤマザクラの挿し木苗を植栽した。植栽面積は約 40a で植栽本数は 100 本である。

3. 活着とその後の成長

平成 25 年 7 月 1 日に第 1 回目の活着率の調査を実施した。この時点では 100 本すべて活着していることが確認された。新芽も約 20cm から 80cm 程度伸びていることから、順調な成長を示していると判断をした。サクラの開花は平成 27 年春には認められた。第 2 回目の調査は植栽 3 年後の平成 28 年 7 月 23 月に実施した。枯損は無く、樹高は 460cm から 510cm、胸高直径は 58mm から 84mm であり、順調に生育しているようであった。第 3 回目の調査は、平成 29 年 7 月 15 日に実施した。第 2 回目同様、枯損はなく、樹高は 510cm から 630cm、胸高直径は 75mm から 98mm であり、順調に生育しているようであった。

クラゲチップを活用した土壌改良材の施用効果は、これまでの各種の調査や実験から 5 年程度持続することが明らかになっている。このことを念頭に入れて、再施用の時期を見極めながら、放置竹林伐採跡地に水源かん養機能の高い広葉樹林を早期に造成するための具体的な対策を提示したい。

4. おわりに

エチゼンクラゲ類を活用した土壌改良材の施用が、苗木の移植や植栽後の活着率や成長量の向上に有効であることが実証されつつある。引き続き、調査を継続し、その結果を放置竹林伐採跡地の広葉樹の植栽に活かして生きたい。なお、本研究の一部は、韓国・山林庁の支援による融複合基盤の林産業の新産業化技術開発(課題番号：2017061B10-1719-AB01)の助成を受けて行われた。

ESE-11

愛媛県今治市大三島町山火事跡地の植生の回復状況
―航空実播工施工区域を主体として―

愛媛大農 ○江﨑次夫、河野修一
鹿児島大農　寺本行芳　マルトモ（株）松本淳一、土居幹治
江原大山　全　槿雨、金　錫宇、李　鎔奎　公州大産　徐　正一

1. はじめに

平成17年5月28日に愛媛県今治市大三島町台付近から出火し、山林約 133haが焼失した山火事から12年が経過した。鎮火後、愛媛県や今治市を中心とする迅速な対策が実施され、平成17年度末と平成18年度当初に山腹工が2箇所で実施された。加えて、平成 18年5月には植生回復が十分でない箇所や急傾斜地帯を中心に13haの航空実播工が実施された。

今回、航空実播工施工後、11 年を経過した緑化の状況を主体に、平成29年7月に火災跡地の詳細な現地調査を行ったので、その結果について報告する。

2. 航空実播工の概要

焼失面積133haの内、地形が急峻で樹冠が粗く自然回復が望めない区域 13.0ha を現地調査と過去の空中写真より選定した。この区域に草本植物として、ススキ、ヨモギ、イタドリ、メドハギの在来種とバーミューダの外来種、木本植物として治山事業によく用いられるヤシャブシなどの種子を肥料・水などと混用して平成18年5月にヘリコプターで航空実播工を実施した。

3. 調査方法

平成17年5月31日の鎮火直前の空中写真を基に、山火事跡地に10m×10mの試験区を10箇所設定した。調査では、草本植物については、種類と本数・株数および草丈を、木本植物については、種類と本数および樹高を、それぞれ測定した。

4. 結果および考察

平成29年7月15日の調査時点では、導入された草本植物のススキ、ヨモギ、イタドリ、メドハギおよび外来種のバーミューダが確認された。外来種のバーミューダは、前回調査の平成27年7月調査時と比べると衰退傾向にあった。また、木本のヤシャブシも確認された。それぞれの草丈は 80cm から 200cm 程度であった。木本植物では9、10年生のアカマツ、ヤマハゼ、ヌルデ、ヒサカキ、コナラ、ヒサカキ、ヤマツツジやサルトリイバラなどが確認された。侵入した木本植物は航空実播工によって導入された草本植物の成長によって表面侵食が抑制されたことにより、周辺から飛来した種子が発芽、生育したものであると考えられる。 山腹工で植栽されたヒノキは、順調に生育していた。また、地元住民やボランティア団体の人達によって植栽されたヒノキ、ヤマモモ、ウバメガシなども順調生育をしており、全体として山火事後の植生の回復は順調であると判断される。また、調査時点で山腹崩壊地などは認められなかった。

5. おわりに

平成25年7月、平成27年8月および平成29年7月の調査結果から、山火事跡地の植生回復が充分でない箇所や急傾斜地帯では、航空実播工によって表面侵食が抑制され、植生回復が緩やかであるが確実に進行していると判断している。引き続き、調査を継続して植生の推移を明らかにし、山火事跡地の植生管理に活かして行きたい。

なお、研究の一部は韓国・山林庁の支援による融複合基盤の林産業の新産業化技術開発（課題番号：2017061B10-1719-AB01）の助成を受けて行われた。記して感謝の意を表す。

ESE-12

四国中央部の山腹崩壊地の緑化

愛媛大農　○河野修一、江崎次夫
愛媛県東予地方局　村上尚哉、稲本亮平、仲原和也
鹿児島大農　寺本行芳　マルトモ（株）　松本淳一、土居幹治
江原大山　全　槿雨、金　錫宇、公州大産　徐　正一

1. はじめに

愛媛県四国中央市の金生町山田井地区は、中央構造線の北側に位置し、地質は和泉層群である。この地域は平成 16 年に愛媛県東部を襲った一連の台風と平成 20 年 8 月に愛媛県を襲った集中豪雨によって未工事の小規模な山地崩壊跡地がさらに拡大した。そこで、その拡大を防止すると共に、早期に森林を再生させるため、平成 21 年度に山腹工が実施された。その際、エチゼンクラゲ類を活用した土壌改良材（特許第 5105463 号）を植え穴に施用してヒノキが植栽された。

そこで、本研究では山腹工施工地に植栽されたヒノキの活着と成長に及ぼすエチゼンクラゲ類を活用した土壌改良材の施用効果を明らかにし、土壌改良材を利用した森林修復方法を提案することを目的とした。

2. 実験方法

実験場所は、四国中央市金生町山田井地区の標高約 480 m の南向きの傾斜約 25° ～35° の斜面で、中央構造線の北に位置し、面積は約 10 a である。地質は和泉層群で，土壌型は B_B 型土壌から B_c 型土壌である。植栽では筋工（鋼柱柵工）の平坦部に 70 cm 間隔でヒノキとヒメヤシャブシを交互に植栽する際、ヒノキ植栽の植え穴にエチゼンクラゲ類を活用した土壌改良材約 100 g を施して土壌と混ぜた後、3 年生のヒノキを植栽した。斜面の上部に植栽したヒノキ 48 本を対照区（無施用区）、斜面中部から下部植栽したヒノキ 95 本を施用区とした。植栽日は平成 22 年 2 月 25 日である。調査では、予め植栽用のヒノキ苗木全体より、平均的な苗木を 10 本抽出し、苗長、根元直径、最大根長、地上部乾物重量及び地下部乾物重量を測定した。この平均苗長及び根元直径に近い苗木を、植栽した施用区と対照区の中から、測定用としてそれぞれ 30 本ずつ選び、苗長、根元直径（地際）及び枝張りを、成長開始前に測定した。植栽 8 年後の調査、平成 29 年 1 月 23 日に実施した。

3. 結果および考察

8 年後の施用区の樹高は平均で 458cm、根元直径は平均で 6.90cm であった。これに対し、対照区のその値は、それぞれ 343cm、4.75cm であった。両者の間には，樹高及び根元直径共に、1％レベルで有意な差が認められ、土壌改良材施用の効果が 8 年後においても確認された。これには土壌改良材が時間の経過と共に、細菌や糸状菌などの微生物によって少しずつ分解され、栄養分となったことが影響しているものと考えられる。なお、枯損率は、施用区 4.4％及び対照区 8.3％であり、1 年目と同様であった。

4. おわりに

今後、ヒノキの成長の推移を基に、土壌改良材の再施用の時期なども検討しながら、土壌の理化学性の変化などを調査し、エチゼンクラゲ類を活用した土壌改良材の施用が森林再生に及ぼす影響を明らかにしたい。なお、本研究の一部は、韓国・山林庁の支援による融複合基盤の林産業の新産業化技術開発(課題番号：2017061B10-1719-AB01)の助成を受けて行われた。ここに付記して感謝の意を表します。

ESE-13

人工林管理放棄が高野山参詣道の破損に与える影響

和歌山大学大学院システム工学研究科　○野村太郎、
和歌山大学協働教育ユニット　児玉康宏、寺本東吾、和歌山大学システム工学部　中島敦司

1. はじめに

2016 年,「紀伊山地の霊場と参詣道」は一部の霊場と参詣道が新たに世界遺産に追加登録され注目されたが, 参詣道の周辺では, 人工林の管理放棄が問題となっており，表層崩壊などを引き起こすことが危惧される [3]。世界遺産の指定カ所は未舗装のまま残されているため，土砂災害の影響を受けやすい状態にある。特に, ルートの大半を占める樹林の状態と未舗装路の保存との関係についての研究は少ない。本研究では人工林の管理放棄が未舗装路の保存に与える影響を明らかにする目的で，高野山参詣道沿いの植生と参詣道の状態を調査したので，結果を報告する。

2. 調査方法

高野山参詣道である麻生津道, 三谷坂, 町石道, 京大坂道, 黒河道の 5 つの道を調査対象地とし, 国土地理院地理院 Web 地図を用いて，ルートマップを作成した。また，現地において，参詣道の保存状態とルート沿いの壮観植生を調査し，ルートマップに追加情報を与えた。次に, 環境省から公開されている植生図を Web 地図に重ね，破損区間の距離と破損区間対応関係の距離比を求めた [2]。なお，距離比は，各参詣道の総延長に対する各参詣道沿いの植生の総延長で求めた。また, 破損の定義は, 斜面と道の区別がつかない, 下草が道を覆ってしまっている，路肩が崩落しているものの 3 種類とした。

3. 結果・考察

図-1 に各参詣道での破損区間を示した。これによると，高野山参詣道全体では，スギ・ヒノキ

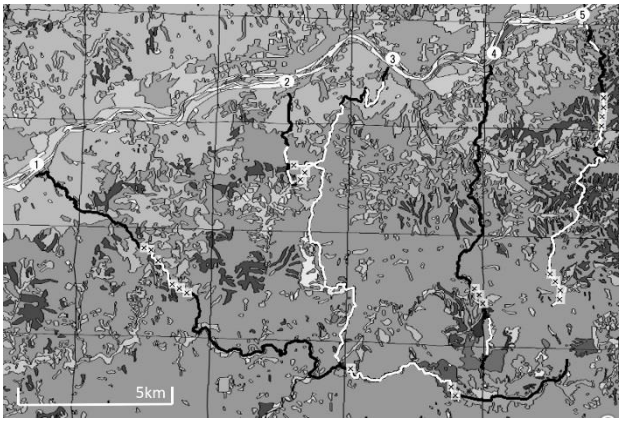


図-1　各参詣道における破損区間 ━ 舗装路 〓 未舗装路　×破損区間　①麻生津道　②三谷坂 ③町石道　④京大坂道　⑤黒河道

の人工林の総延長は 4.78km で距離比は 70%であった。その内, 人工林が管理放棄されている総延長は 4.35km で，スギ・ヒノキ林の 91%を占めていた。管理放棄された人工林内の破損の様子は，斜面と道の区別がつかなくなっていたことから，斜面上部の人工林の管理放棄が進行したことで下草が生えず，小規模な表層流出が発生し，斜面上部から流れてきた表土が堆積したためと考えられた。このことは，掛谷ら(2016)の研究を支持する結果となった [1]。

引用文献

1) 掛谷亮太 (2016) スギ林分の間伐が根系成長と表層崩壊防止機能に与える影響. 日本緑化工学会, 42(2): 299-307.
2) 環境省自然環境局生物多様性センター. “第 6 回植生調査”. http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-022.html (参照: 2016 年 7 月 27 日).
3) 小松光 (2013) 管理棄人工林は洪水を助長するか. 水利科学, 329: 68-90.

ESE-14

地域性植物材料を活用する「熊本モデル」構想を目指した “阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクト”の取り組み

紅大貿易株式会社　○吉原敬嗣、九州産業大学　内田泰三、雪印種苗株式会社　入山義久
東興ジオテック株式会社　小野幸菜、東京農業大学　橘　隆一、京都大学　今西純一
緑化工ラボ　中村華子、和歌山大学　中島敦司

1. 概要

日本緑化工学会生態・環境緑化研究部会で2017年から取り組んでいる「阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクト」は、阿蘇カルデラの草原に生育する植物資材の活用と、小規模な表層崩壊地復旧を兼ねた活動を計画しており、その概要を紹介する。

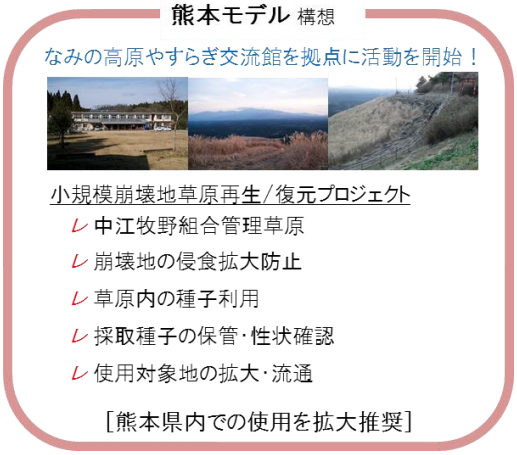
2. 経緯と背景

生態・環境緑化研究部会ではこれまで、地域性の植物資源を用いた緑化・自然再生の事例・問題提起などを収集し、公開してきた。緑化植物における外来植物から地域性在来植物への転換、侵食防止を主目的とした緑化から生物多様性の保全に配慮した自然回復への転換、などに向けた取り組みを進めてきたが、普及にはまだ課題が山積している。2015年10月に環境省から新しい「自然公園における法面緑化指針」が公表され、地域性種苗の活用気運は高まってはいるものの、実際に活用されている事例は非常に限定されている。2016年4月の熊本地震により阿蘇地域では表層崩壊などの様々な被害が発生した。研究部会では、現地をより早く見学し、地域の自然再生について議論するため、2017年3月に熊本県で現地見学会とシンポジウム「熊本地震災害から学ぶ“緑”の役割とその再生」を実施した。シンポジウム、見学会の準備等で訪問していた現地団体・組合とのやりとりの中で、草原の植物の活用を相談されたことが今回のプロジェクトの企画につながった。阿蘇の草原を構成する地域資源の活用と草原の維持管理は地震前から地域が抱える課題であり、さらには国内各地の問題と共通する課題でもある。今回の事例がモデルケースとなって各地の取り組みの参考になることを目指して活動することにした。

3. どのような活動を行うか

阿蘇の草原の魅力、草原の植物についてより多くの市民に知ってもらうため、フィールド・ワークショップを行う。阿蘇市の体験施設「なみの高原やすらぎ交流館」などと協力して現地からの参加者を募集し、観察、体験会を行う。さらに小規模な崩壊地においては、手作業で可能な修復作業を体験してもらう。草原構成種である草本植物の調査では、初年度は形態観察用のサンプルを採取し、地理的変異の予備的な調査を行う。翌年以降に、予備調査で採取したサンプルから調査内容や対象を検討し、遺伝的情報等詳しい調査を行って地域変異について調べ、植物材料の移動範囲に関する情報として公開し社会へ提供する。また、今後行われる復旧事業で地域性植物の活用に必要な情報として、例えば種子の性状調査、採種効率の調査を行い、その結果を公開することで流通、採用の促進に寄与できる可能性がある。

継続的な草原の維持管理のためには、草本植物の利用を促進することも重要である。牧野組合や地域組織が活用拡大を希望する場合は協働やアドバイスを行う等、種苗会社や施工会社の技術者である会員と協力して地域性種苗の確保／活用の取り組みにつなげていきたいと考えている。



ESE-15

道路事業における環境保全措置を行う際の効果的な表土保管方法

国土交通省　国土技術政策総合研究所 ○長濵庸介、大城温、井上隆司

1. はじめに

道路事業における環境保全措置として移植が行われている一年草や二年草については、移植株が寿命を迎えた後の代替わりが難しいことから、希少種の種子を含んだ表土移植など別の方法を検討する必要がある。道路事業は施工期間が長期に渡ることが多いため、表土移植の際には一時的に表土を保管する必要が生じる場合があるが、表土の効果的な管理方法については具体的な知見が見られない。

そこで、道路事業における環境保全措置を実施する際の効果的な表土の保管方法に関する知見を得ることを目的として、希少種が生育している地域から採取した表土について、一定期間保管した後で播き出し試験を行い、植物の出現状況を確認した。

2. 試験方法

表土は、ウスゲチョウジタデが生育する休耕田（採取は平成 27 年 10 月及び平成 28 年 1 月）及びカワヂシャが生育する水路内に堆積した土壌（採取は平成 27 年 10 月）より採取した。

保管方法は、道路事業の現場で実施可能と考えられる方法とした（表 1）。採取した表土は、一部を採り播きに供し、残りは一定期間保管した後で育苗箱（1 箱のサイズ：50×35×10㎝程度）へ播き出した（図 1）。播き出し時期は、一般的に移植時期として最適とされている冬季（平成 28 年 1 月）とした。

3. 試験結果

いずれの保管方法においても希少種の出現が確認された。また、事前の現地調査では確認されなかった希少種の出現も確認できた。土嚢袋に入れて保管する方法は、出現する種数や個体数が他の方法と比較して低下する傾向を示していた（図 2）。

本試験により表土の管理方法に関する基礎的な知見を得ることができた。なお、この試験はモニタリングの中間段階のため引き続き検証を行っていく。

表 1　表土の保管方法

方法	内容
土嚢保管	採取した表土を土嚢袋に入れ、ブルーシートの上に積み重ね、さらにブルーシートを被せて屋外で保管
乾燥保管	採取した表土を育苗箱に広げ、そのまま屋外で保管する
沈水保管	土嚢袋に入れた表土を大型のボックスに入れ、土嚢袋が全て浸かるまで水を張り、蓋を閉めて保管

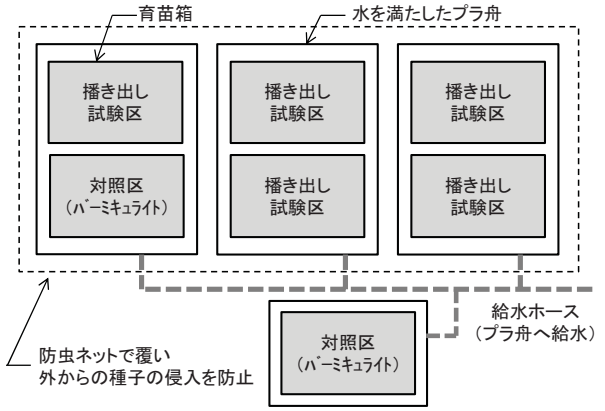


図 1　播き出し試験区の設置状況

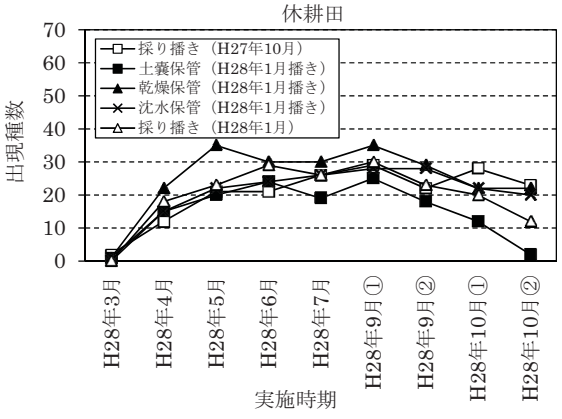


図 2　試験結果の例（植物の出現状況）

ESE-16

オンラインアンケートを用いた高速道路休憩施設の緑地空間に対する利用者の意識調査

○牛田圭亮[1)]・大塚芳嵩[1,2)]・石井麻有子[1)]・岩崎　寛*[1)]
1）千葉大学大学院園芸学研究科　2）農研機構農村工学研究部門

1. 背景

SA における緑地での休憩が，運転者の心と身体をリラックスさせることが報告されている[1)]が，今後，SA 緑地の整備を進めるためには、利用者のニーズをデータとして蓄積することが必要であると考えられる。そこで本研究では，今後の SA 緑地空間の計画及び整備に有用な情報を提供することを目的とし，利用者のニーズを把握するために，オンラインアンケートを用い，高速道路 SA の緑地に対する利用者の意識と利用の現状について把握することを試みた。

2. 研究方法

本調査のオンラインアンケートは，（株）マクロミルの「QuickMill」を用いて実施し，回答者は全体で 1,030 名であった。対象者は関東圏（千葉県，埼玉県，東京都，神奈川県）の居住者とし，対象となる SA を過去 1 年以内に利用経験があることを条件として選定した。調査項目は既往研究を参考に SA を利用する目的や選ぶ基準，認知している施設と利用状況，高速道路走行中に感じる疲労の内容等とした。

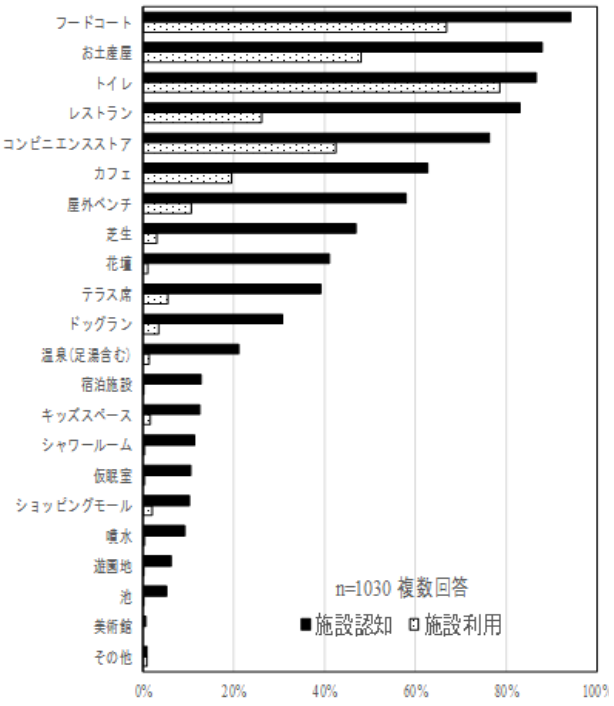


図 1　SA で認知している施設と利用している施設

3. 結果

SA 内で認知している施設と実際に利用している施設について、「フードコート」「お土産屋」「トイレ」「レストラン」などの屋内施設は，認知度が 8 割を超えており，その存在を多くの利用者が認知していた。また「トイレ」「フードコート」は利用率も 6 割を超えていた。一方，「屋外ベンチ」「芝生」「花壇」などの屋外施設に関しては，その認知度は 4 割から 6 割であり，一定の認知度はあるものの，利用率はいずれも 1 割程度か，それ以下となっており，ほとんど利用されていないことがわかった。

4. まとめ

既往研究では，緑地の存在を認識してもらうことが重要であると報告されているが[1)]，認知だけでは利用に結びつかないことがわかった。よって，今後は緑地の存在を発信するだけではなく，高速道路利用者に，SA の緑地を利用したいと思わせる工夫が必要である。その一例として，今回の調査で明らかになった高速道路利用による目や腰の疲労が，SA の緑地を利用することで解消できるといった内容を，具体的な場所や利用方法・効果を合わせて紹介し，利用者の関心を引くなどの提案が必要であると考えられた。

引用文献

1）末永和也・岩崎 寛（2014）高速道路休憩施設の緑地に対する利用者の意識と利用の現状に関する研究．日本緑化工学会誌，40(1)：257-260.

ESE-17

京葉市川ＰＡ（下り線）室内休憩スペースにおける癒し空間の創出について

株式会社ネクスコ東日本エンジニアリング　○漆谷綾乃、小笠原秀治、苅部優子
東日本高速道路株式会社　　元木孝

1. 施設概要

京葉市川PA（下り線）は、現在建設中の新しい休憩施設であるが、高速道路本線を跨ぐ立体構造で屋外に休憩園地を確保することが困難であったことから、建物２階のトイレ前に設けた休憩スペースに積極的な緑化を行い、利用者の高速運転に伴う身体的及び精神的な疲労回復や、ストレスの緩和などに寄与する癒しの空間を創出することとしている。

2. 休憩スペース設計コンセプト

「木漏れ日のなか、つかの間のくつろぎを。」

施設利用者の主動線となる出入口とトイレとのスムーズな通行路を確保しながら、全体に植物を点在させて壁による圧迫感を軽減しつつ、みどりによる囲まれ感を高めた。また、利用者がゆっくりと休めるソファベンチや飲食も可能なテーブルなど、多様なニーズに対応可能な設備を設置するほか、短時間の休憩でも疲労回復・ストレス緩和が期待出来る「ゆらぎ照明装置」による木漏れ日演出を導入し、より質の高い癒し空間の提供を目指す計画とした。

3. 設計計画

3-1. 植物材料及び植栽基盤

休憩スペースは高架下の室内空間であり、自然の採光や降雨が望めない厳しい生育条件となることから、室内緑化の低照度環境下での生育実績を有する植物を使用材料として採用した。

休憩時の飲食も想定される為、雑菌やカビの繁殖や臭気の発生が懸念される一般土壌の使用は避けることとし、また建物の構造上の制限から排水口の設置が困難であった為、発泡錬石を用いた底面貯水型の養液栽培方式(ハイドロカルチャー)を採用した。

3-2. 植物育成用照明「高演色 LED」

従来の室内緑化管理は高頻度な植替えを前提としていたが、健全な生育を促す光合成特性に配慮した照明の導入による植替え頻度低減を検討した。「高演色 LED」は太陽光により近い分光分布を持つ製品で、簡易計測器による一般 LED との比較において、①光合成効率の高い光波長（赤 600～700㎚）で約 10 倍、②光合成光量子束密度 PPFD（植物の光合成に関連する光環境の指標）でも約８倍の光量子量が確認されたことから、植物育成用照明として採用した。

また、平面的な照明計画では光量不足となりやすい樹冠下の下草に配慮し、照射角度を調整可能なユニバーサルダウンライトを用いることとした。

3-3. ゆらぎ照明装置による木漏れ日演出

本スペースでは、より質の高い癒し空間を実現するため、ストレス緩和効果を有するといわれる木漏れ日に着目し、千葉大学園芸学部内のシールドルームにて、生理的指標（心拍変動性と脳血流動態の測定）と心理的指標（SD 法による印象評価とヒアリング）を用い、室内空間での木漏れ日演出と植物が及ぼす人間への効果検証を目的とした実験を行った。

【実験結果】

・木漏れ日演出を行った空間では、交感神経・副交感神経の割合（LF/HF）平均値が 2.0 以下と低くなり、リラックス状態にあったことが示唆された。

・何もない室内空間より、植物や木漏れ日演出のある空間の方が、印象の評価が高かった。

・植物と木漏れ日演出が同時にある空間は好感を得やすく、嫌いと感じる人がいなかった（0/20 人）。

以上実験結果から、室内緑化空間での木漏れ日演出は、疲労回復・ストレス緩和効果の向上が期待出来ると考え、休憩スペース内に導入することとした。

ESE-18

日本における生物多様性を保全するための緑地の認証制度の比較に関する研究

大日本コンサルタント株式会社 ○海老原学
大日本コンサルタント株式会社　森田紘圭

1. はじめに

先進国の多くでは、都市化による緑地の減少と、それに伴う人間や野生生物が享受できる生態系サービスの喪失が課題である。自治体や民間では都市緑化の質的向上を目的とした、認証制度、ツールが開発されており、近年いくつかの比較研究が行われているものの、複数の認証制度の違いを比較するものではない。本研究では国内の都市緑化に関する認証制度をシステム全体として捉え、認証の枠組みや評価手法、評価指標の重み付け等を比較し、特長や適用範囲を明らかにするとともに、不足している視点や共通する課題を考察し、今後の都市緑化の認証制度に求められる視点を明らかにした。

2. 認証制度の枠組みの比較

6 つの認証制度（CASBEE-建築、Green Building 認証（GB 認証）、SEGES、ABINC 認証、JHEP、CHEP）を対象とし、各認証機関が公開しているパンフレット等から情報収集を行い、各制度の枠組みを比較した。現在国内で普及している緑地の認証制度は、建築物全体の環境性能を評価する制度と、生物多様性の保全機能を評価する制度に分かれる。評価テーマは、生物多様性の保全に関する内容が多いが、GB 認証では、周辺環境への配慮、ステークホルダーとの協働等、外部環境への波及効果やつながりが評価されている。評価段階は、計画を評価する事前評価型と、施工後の緑地を評価する事後評価型が存在し、緑地形態や面積は、業態に依存する傾向があるため、業態の特性に合った評価ができるよう、複数のバージョンが揃えられている。評価方法はスコアリング方式、委員会による審査方式、企業独自の取組みを加点する等、新しい取組みを評価する制度もある。

3. 認証制度の分析

緑地評価に特化した 3 つの制度（SEGES、ABINC 認証、JHEP）の評価項目の内容や割合を分析すると、社会・環境に対して貢献度の高い緑地を認定する SEGES では、「自然に親しめる場の確保」や「生態系サービス」等の評価項目の割合が高い。また、人と自然との共生を推進する ABINC 認証では、「生物多様性保全を推進する従業員の育成」や「生態系ネットワークの形成」等、人材育成や周辺への波及効果に関する評価項目の割合が高い。さらに、野生生物の生息環境の保全・再生という観点から緑地を評価・認証する JHEP では、計画設計段階における緑地の質や量に関する評価項目の割合が高い。このように、緑地評価に特化した制度間でも、特性の違いから評価項目の割合にばらつきが生じる傾向がある。

4. 分析結果から見える課題

これまで認証制度による評価を受けた施設は少なくとも 10 業態 150 箇所以上の実績がある。認証制度の普及により、利用者は業態の特性や目的に合わせて適した制度を選択することで、効果的に質の高い緑地が創出可能になった。ただし、評価全体では、緑地創出による効果として、生物多様性の保全が重視されている傾向があり、その他の波及効果や経済的なメリットに対する世間の認識は未だ低い。幅広い業態や一般市民へのさらなる普及促進に向け、費用対効果の認知が必要である。また、認証制度の実効性に対する課題としては、評価精度を担保するため、計画や継続的な取組みを評価するだけでなく、評価内容に実効性の検証を取り入れることも必要と考えられる。

ESE-19

立山ルート弥陀ヶ原における緑化事業の成果と課題

富山県農林水産総合技術センター森林研究所○大宮徹、
富山市科学博物館 太田道人、富山県中央植物園 山下寿之、
立山ルート緑化研究委員会 松久卓、立山黒部貫光㈱ 城賀津樹

1. はじめに

立山ルートの緑化事業が本格的に始動したのは，昭和 45 年（1970 年）であるが、自然保護地区といえども一次緑化には生育のよい外国産の牧草等を用いることが一般的であった当時、あえて現地産植物のみによる緑化が貫かれたことは画期的であった。同事業ではまず、亜高山帯の植物の種子発芽や育苗に関する情報を得るため、現地および圃場で緑化材料を選定するための試験が行われ、木本ではミヤマハンノキとダケカンバ、草本ではヒロハノコメススキなどが使用されることとなった[1)]。

緑化開始後 40 年を経て、開発直後には裸地が目立っていた立山ルート沿線はおおむね植被が回復した。そこでわれわれは、40 年の時間軸で植生復元過程を明らかにすることを目的に、平成 24 年度 (2012 年) から緑化施工地において植生調査を開始した。ここでは、本緑化事業がはじめて手掛けた弥陀ヶ原台地上の旧登山道の緑化施工地について報告する。

2. 調査地と調査方法

工事関係書類、報告書等、紙ベースで記録されている緑化施工地の図面を地理情報システム (GIS) として整理した。さらに各年代の空中写真や現地に残された施工の痕跡等を重ね合わせて、より詳しく緑化の対象となった範囲を推定した。これらの情報をもとに緑化が行われた箇所を特定し、コドラートを設けて植生調査等を行った。また、緑化施工地の近辺で人為的撹乱が認められない箇所にもコドラートを設け、緑化施工地における植生復元を評価するための対照区とした。

3. 結果

3-1. 弥陀ヶ原緑化施工地周辺の自然植生（対照区）

地表はチシマザサあるいはクマイザサで被われ、低木状のハッコウダゴヨウやオオシラビソが生育していた。草本層にはチングルマなどが見られた。

3-2. 弥陀ヶ原緑化施工区の植生

3-2-1. ミヤマハンノキを含む緑化施工地の植生

緑化木としてミヤマハンノキが植栽された 2 箇所ではミヤマハンノキが樹高 4m を超えて繁茂し、これにダケカンバが混生していた。林床には周囲からヒゲノガリヤスまたはクマイザサが侵入し、1 箇所にはオオシラビソが侵入していた。ミヤマハンノキは植栽後しばらく成長が悪かったが、ここ 15 年ほどの間に急激に成長したことが、樹幹解析から分かった。

3-2-2. ミヤマハンノキを含まない緑化施工地の植生

ヒロハノコメススキ等の播種による緑化が施工された 2 箇所で、チングルマあるいはヒゲノガリヤスが侵入して地表を被覆していたが、別の 1 箇所は植被が回復せず、いまだに裸地のままであった。

4. 考察およびまとめ

ミヤマハンノキは緑化木として期待された機能を発揮できたと評価される。その一方で、近年急激に成長し景観上の問題となっている。今後、一次緑化が達成された箇所から、緑化木のミヤマハンノキを除去していく必要がある。また、植生復元の次の段階へどのように誘導するか検討する必要がある。

引用文献

1) 中部山岳国立公園　立山ルート緑化研究報告書（1974）、第 2 報（1980）、第 3 報（1997 年）　立山ルート緑化研究委員会

ESE-20

切土法面に繁茂するクズに対する植生管理が在来植物と土壌環境改変者に及ぼす作用

○西野惇志[1)]・前原裕[1)]・内田泰三[2)]・早坂大亮[1)]
1）近畿大学大学院農学研究科、2）九州産業大学工学部

1. はじめに

外来生物法の策定等を背景に、法面緑化において安全性の確保に加え、「生物多様性への配慮」が求められるようになった。

クズ（*Pueraria lobata*）は日本在来のマメ科植物であるが繁殖力が極めて高く、侵入地の植生の偏向・生物多様性の低下を引き起こす[1)]。そのため、本種は強害雑草とみなされ、特に法面環境において完全防除が求められている。しかし現状、防除の効果とそれにともなう周辺の生物多様性への影響を同時に評価した事例はほとんどない。撹乱後の植生の再生・回復において、生態系における様々な機能を有する土壌動物類の果たす役割は極めて高い。

そこで本研究では、法面環境に繁茂したクズに対する継続的な管の効果と在来植物および土壌環境改変者（土壌動物類）への影響を評価した。

2. 材料および方法

試験は、近畿大学農学部内のクズの優占する切土法面で実施した。法面内に1.5 m 四方の20個の調査方形区を設置し、5つの処理（無処理、除草剤処理、引き抜き処理、年2回刈取り処理、遮光処理(2016年より年1回刈取り処理から変更)）を各4反復施した。生物調査は各年、試験開始後おおむね1.5ヶ月に1回の頻度で半年間行なった。処理後のクズの再生状況および法面植生の回復過程をモニタリングした。土壌動物類、特にアリ類・トビムシ類に注目した調査はピットフォールトラップ法で行なった。

3. 結　果

クズ再生の抑制効果は、引き抜き処理でもっとも高く、除草剤処理では処理2年目から顕著な効果がみられた。また、処理2年目から実施した遮光処理は、引き抜き処理と同様の高い効果を示した。在来植物の種数および植被率は、引き抜き処理区および除草剤処理区において2年目以降有意に高くなった。土壌動物類への影響を検討した結果、多様度指数(H')および総個体数における処理区間の差は認められなかったが、種組成では各処理区間で差がみられた。

4. 考　察

引き抜き処理はクズ再生の抑制効果がもっとも高く、また短期間での根絶が可能となった。処理1年目は裸地が続くなど大きな影響がみられたが、処理2年目には植生が回復したため有効な手段であるといえる。ただし、処理後1年間は法面の安全性を考慮し、地表面を保護する等の対策が必要であると考える。除草剤処理では、継続使用にともない顕著な効果が認められた反面、セイタカアワダチソウの増加が確認された。これは、使用薬剤（イマザピル）がクズに特異的に作用するため同所的に生育していたセイタカアワダチソウに置換された可能性が示唆された。遮光処理のクズに対する効果は高かったが、引き抜き処理と同様の在来植物への影響がみられた。

引用文献

1) Alderman DH、A vine for postmodern times：an update on kudzu at the close of the twentieth century、Southeastern Geographer、38(2)：167-179、1998

ESE-21

壁面緑化におけるつる性植物の生育・利用特性について

大阪産業大学 ○岡田　準人

1. はじめに

都市緑化手法の一つとして、屋上緑化や壁面緑化などの建築物緑化が実施されている。平成 27 年度の壁面緑化施工面積は 55,418 ㎡（暫定値）であり、平成 26 年度の 56,997 ㎡（暫定値）および平成 25 年度の 69,600 ㎡（確定値）よりも減少している[1)]。しかし、緑のカーテンから大規模な壁面緑化にいたるまで、壁面緑化は未だ重要な都市緑化手法の一つである。また、近年は都市部の商業建築を中心に複合植栽による壁面緑化が増加しているが、平成 27 年度の施工面積割合を植栽の種類別で比較すると、つる性植物が 80.2%（暫定値）と最も多く、次いで複合植栽の 10.8%（暫定値）となっており、つる性植物の利用が多いことがわかる[1)]。しかし、つる性植物の生育・利用特性を理解していない施工事例が散見され、壁面緑化が失敗している事例が見られる。

本調査では、事例調査から壁面緑化におけるつる性植物の生育・利用特性の課題を抽出し、資料調査によりつる性植物の生育・利用特性に関する知見を整理することで、課題の改善案を検討した。

2. 調査方法

2-1. 事例調査

兵庫県および大阪府において、壁面緑化におけるつる性植物の生育・利用特性の事例調査を行った。

2-2. 資料調査

既往研究および各種資料を調査し、つる性植物の生育・利用特性に関する知見を抽出・整理した。

3. 結果および考察

3-1. 事例調査の結果

つる性植物の生育特性と施工現場の生育環境が適合していない事例が見られ、土壌環境や光環境など、植物にとって過酷な環境と考えられる事例があった。

つる性植物の登攀形態には、巻き付き型や付着型などの形態があり、造園・緑化の分野では知見が整理されているにもかかわらず、未だに生育特性と登攀補助資材の不適合が見られた（写真 1）。



写真 1　登攀補助資材（ワイヤー）を利用した事例

つる性植物による大規模な壁面緑化には、早期被覆に未だ課題が残されていた。また、大規模な壁面緑化ほど施工後の剪定や肥大成長による剥離等への対処など、維持管理の観点から課題が見られた。

3-2. 資料調査の結果

既往研究および各種資料の調査を行った結果、壁面緑化技術に寄与するつる性植物の生育・利用特性に関する基礎的知見を抽出することができた。

4. まとめ

壁面緑化技術の普及のためには、つる性植物の生育・利用特性に関する課題を抽出し、既往の知見を整理･活用して改善策を検討することが重要である。

引用文献

1)国土交通省：平成 27 年全国屋上・壁面緑化施工実績等調査結果、国土交通省ホームページ、http://www.mlit.go.jp/common/001142669.pdf（更新：2016 年 8 月 9 日、参照：2017 年 7 月 21 日）

ESE-22

寒冷地における在来種による堤防法面緑化試験報告

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所
○谷瀬　敦、杉原　幸樹、新目竜一

1. はじめに

北海道では，河川堤防法面植生種として寒冷気候においても活着しやすく生長も早い外来の草種が導入されてきたが，近年，環境に配慮した在来植生種の導入による緑化が求められている。そのため，本研究所では河川の実堤防を試験地として，在来種子による法面緑化の試験施工を行い追跡調査を実施してきた[1)]。在来種としてヨシ，オギ，ビロードスゲを選定し，これらの種子を腐植酸吹付けと植生シート工により植栽している。また，現地試験結果との比較を行うため，室内において在来種子の発芽試験を行い，発芽率を計測した。本発表では，これらの調査および試験を行った結果について報告する。

2. 試験方法

現地試験植栽は，北海道恵庭市東部の千歳川左岸堤防側帯において，側帯盛土工事完了の翌年の平成23年に実施した。試験植栽は1区画当たり幅5 m，法長8 mの範囲で行い，各試験区の上部と下部にそれぞれ 2 m×2 m のモニタリング枠を設けて調査を行った。播種量は表-1の通りである。

室内発芽試験は現地試験の植栽種であるヨシ，オギ，ビロードスゲについて，現地での調査結果を比較，考察するため，平成27年度と平成28年度の2カ年，室内において発芽試験を行った。

3. 結果と考察

3-1. 現地試験施工結果

植栽してから約1ヶ月後の7月の調査では，ヨシ，オギについては400～600本/m2を超える個体数を確認することが出来た。発芽率に換算すると30%程度であった。ビロードスゲは1個体も確認が出来なかった。8月及び9月の調査ではヨシ、オギの確認個体数は7月の半分程度まで減少した。ビロードスゲの個体の確認は7月同様に出来なかった。

表-1　播種量

工法	植物名	種子重量（粒/g）	純度（%）	発芽率（%）	期待本数（株/㎡）	工法補正	播種量（g/㎡）	播種量（粒/㎡）
腐植酸吹付工	ヨシ	4,474	7	30	500	1.00	5.32	23,802
	オギ	1,815	21	30	500	1.00	4.37	7,932
	ビロードスゲ	900	95	30	100	1.00	0.39	351
	合計				1,100		10.08	32,085
植生シート工	ヨシ	4,474	7	30	500	0.49	10.86	48,588
	オギ	1,815	21	30	500	0.49	8.92	16,190
	ビロードスゲ	900	95	30	100	0.49	0.80	720
	合計				1,100		20.58	65,498

3-2. 室内発芽試験結果

ヨシは播種後1週後の発芽率は30～40 %になり，その後，2週後まで直線的に増加して60 %程度まで上昇した。オギの発芽率は試験年度により大きな差が生じた。28年度の試験では，1週後の発芽率は20 %程度であったが，2週間後の発芽率は60 %程度であった。27年度の試験では，期間中ずっと低い発芽率で推移し，4週後でも10 %未満であり，27年度と28年度の試験結果には大きな差があった。ビロードスゲも試験年度の違いにより発芽率に差が生じた。播種後1週後までの発芽率は，両年とも15 %以下と低い値であった。2週後になると発芽率は急増し，27年度試験では40 %，28年度試験では80 %となった。

3-4. 試験結果の考察

在来種の現地試験と室内発芽試験の結果から，27年度のオギの結果を除いて，室内試験の方が高い発芽率であった。この結果，温度や灌水条件などが揃えば、現地での発芽・定着率が高まる可能性があることが確認された。

引用文献

1) 矢部浩規・林田寿文・数馬田貢・桃枝英幸（2012）堤防法面への在来種植生導入に関する調査．寒地土木研究所月報，708：30-37.

ESE-23

簡易一面せん断試験機による草本根系の地盤補強効果

東海大学　○池谷真希　東海大学大学院　吉富孝弘
東海大学　杉山太宏

1．まえがき

草本によるのり面緑化の目的は、雨水による浸食を防ぐことに加え、根による地盤の補強効果が考えられる。しかし、それを定量的に評価する方法はなく、試験データも少ないのが現状である。

今日、法面緑化には在来種の利用が推奨されているが、実情は9割以上が外来種である。本研究は、草本根系による補強効果の定量化を目指して、一般的な土質試験用内径6cmの円形せん断箱に代わり、一回り大きく箱型のせん断枠[1)]を利用して行った外来・在来種のせん断試験結果について述べる。

2．試料、試験装置と試験方法

土試料には市販の家庭用培養土「プランターの土」を使用した。育苗箱は内径154mm高さ85mmの塩化ビニル管を2つ重ねたもので（写真-1）、培養土を詰めた後、所定量を播種あるいは苗木を設置した。

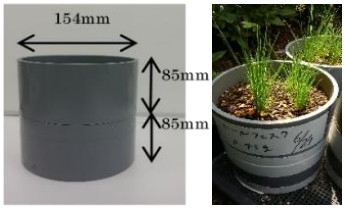


写真-1　育苗箱

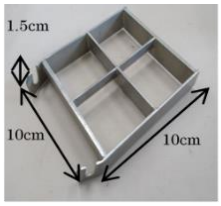


写真-2　せん断枠

植物は、外来種のトールフェスクとホワイトクローバー、在来種のメヒシバ、ヨモギ、カラムシで屋外にて3カ月以上育成した。試験機は、簡易型の一面せん断試験機で写真-2にせん断枠を示した。

茎葉部を刈り取った育苗箱にせん断枠を押し込んだ後、4種類の荷重（3.8、6.1、9.8、12.1kPa）を載荷して30分間経過後、1mm/minのせん断速度で変位15mmまでせん断した。

3．試験結果

育成した根を含む土の垂直応力 σ と最大せん断応力 τ の関係から、最小二乗法で粘着力 c とせん断抵抗角 φ を求めた。表-1は試験結果の一例を示したものである。トールフェスクの根系を含む土の強度は、培養土単体よりも粘着力が2倍程度に増加しているのに対し、4株の苗木を植えたカラムシの強度定数は、培養土とほぼ等しい。過去に実施した木本系の根によるせん断試験では、補強効果が確認される結果が多かったが[2)]、今回設定した播種量と設置本数では、強度あるいは強度定数に顕著な違いは見出せなかった。また、外来・在来種による違いも明確とはならなかった。

表-1　粘着力cとせん断抵抗角 φ

植物名	播種量	c (kN/m²)	φ (deg)
培養土のみ		1.9	32.6
トールフェスク	0.75g	4.0	34.6
カラムシ	4株	2.0	31.0

4．まとめ

植物の根には土を補強する効果があるが、播種量の影響か、今回の実験では明確な効果を確認できなかった。根系による補強効果の定量化に向け、室内のみならず現位置試験も行ってデータ収集が必要である。

参考文献

1）松岡 元：地盤工学の新しいアプローチ、京都大学学術出版会、2003.
2）杉山太宏他：根系を含む粘性土地盤材料の非排水せん断強度特性，日本緑化工学会誌，Vol.32，No.1，pp215-218，2006.

ESE-24

切土のり面散布用ノズルの検討について

㈱ネクスコ・エンジニアリング東北　環境緑化部　緑化技術課　○佐藤純平、同　過信治

1. はじめに

倒木リスク軽減のため、全面伐採作業が行われた切土のり面では、切株からの再萌芽等によるリスクの再発が懸念される。効率的な管理方法として考えている薬剤散布について、切土のり面への散布手法の確立を目的として、現行ノズルでの課題を抽出し、それらを解消した新ノズルの検討を行った事項について報告する。

2. 現行ノズル散布方法

現行ノズルの散布幅は 2～7m まで確保されているが、散布幅を確保するほどドリフト(飛散)の危険性が高まる。ドリフトを低減しながらのり面全面(10m 程度)へ散布する場合、3 回以上の散布となり、のり面から落下等の危険が伴う非効率な散布となる。(写真 1)



写真 1　現行ノズルの散布方法

3. 新ノズルの検討

現行ノズルでの課題を踏まえ、新ノズルについては、のり面全面へ 1～2 回散布を目標とし、散布幅を 5～10m 確保、ドリフト低減チップの使用、投下水量 200ml/㎡を満たすこととし、現行の動噴の性能を考慮して検討した結果、表 1 の仕様となった。

	散布速度 (km/h)	10a あたりの散布時間 (min)	散布圧力 (MPa)	散布量 (L/min)	ノズル案
検討ノズル	2	6	0.7	33.3	

表 1　新ノズルの仕様

4. 現地検証

検討した新ノズルの散布幅、ドリフト状況について、色水を雪面に散布し現場検証を実施した。（写真 2）

その結果、新ノズルではドリフト低減効果が確認され、散布幅も 6.5m確保されていることが確認されたため、2 回の散布で切土のり面全面を散布することが可能となることが確認された。

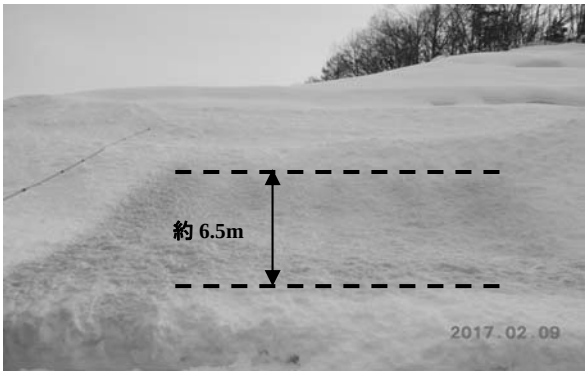


写真 2　新ノズル現地検証状況

5. まとめ

切土のり面という膨大な緑地を維持管理していくためにも、本報告にて検討した新ノズル等も参考にしながら、効率的・効果的な手法を導入し、適切な時期および適切な薬剤での散布により、倒木リスクの減少、景観性の向上に繋がり、お客様に『きれいで安全・快適な空間』を提供できると考える。

ESE-25

Effects of Modern Urbanization to the Green Spaces in Yogyakarta, Indonesia

○Dody Arfiansyah and Nobukazu NAKAGOSHI
Graduate School for International Development and Cooperation, Hiroshima University, Japan
E-mail: arfiansyah.dody@gmail.com

1. Introduction

Green space has important functions in urban ecosystems (Byomkesh et al., 2012). However, the opportunities attract people to move to urban areas. This condition has an impact on the urban development to meet the community needs and security. Unfortunately, the environmental concept has not considered in this development process. Therefore, it is important to study the green spaces change and its driving factors in Yogyakarta City.

2. Methods

2-1. Study Area

Yogyakarta City is located in the middle of Java Island. It lies between 07°15'24"-07°49'26" S and 110°24'19"-110°28'53" E. The city's total area is 32.5 km^2 or 1.02% of the total area of the Special Region of Yogyakarta province (Central Bureau of Statistics, 2016). Yogyakarta City is one of the most emerging metropolitan areas in Indonesia (Hudalah et al., 2014).

2-2. Data and Analysis

The data used in this study consist of satellite images such as Landsat 7 ETM+ year 2000, Landsat 8 OLI/TIRS year 2015, high-resolution satellite image, terrain maps, and government documents.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), land-use change and Driving forces, Pressures, States, Impacts and Responses (DPSIR) analysis are used in this study. NDVI is commonly used for classification of vegetation cover (NASA, 2017). Written mathematically, the formula of NDVI is NDVI = (NIR – VIS) / (NIR + VIS). The land-use analysis is used to get the total area of each land cover. While, DPSIR analysis is adapted to include an explanatory platform for understanding the complexity of environmental issues (The United States Environmental Protection Agency, 2015).

3. Results

The green spaces area in Yogyakarta City reduced from 872.97595 ha in the year 2000 to 773.19795 ha in the year 2015 and built-up areas increased from 2,377.0241 ha in 2000 to 2,476.8020 ha in 2015. In general, built-up areas such as infrastructure, residential and commercial areas dominated the land-use change. It indicated a rapid urbanization. The distribution and reduction of green spaces area shown in figure 1. The driving factors are described in the DPSIR platform in table 1.

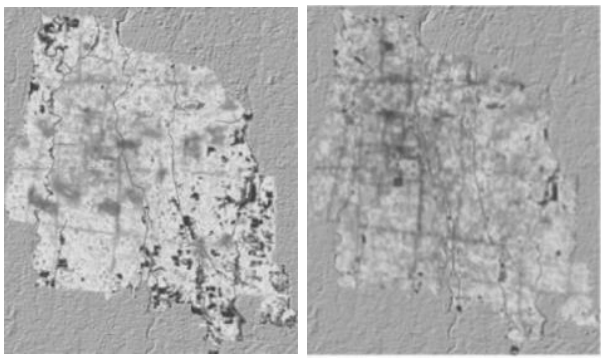


Figure 1. NDVI map of Yogyakarta City 2000 and 2015

Table 1. The result of DPSIR analysis

Driving Force	Pressure	State	Impact	Response
1. Population growth; 2. Increased urbanization; 3. Transportation development; 4. Tourism demand; 5. Education demand and development.	1. Land use change; 2. Rapid development; 3. Environmental degradation. 4. Human well-being.	1. Vegetation coverage; 2. Environmental and water quality; 3. Habitat quality; 4. Community health; 5. Disaster.	1. Reduction of vegetation; 2. Loss of biodiversity; 3. Reduction of water and environment quality; 4. Flooding;	1. Environmental rehabilitation; 2. Environmental Impact Analysis (EIA); 3. Law enforcement; 4. Community participation; 5. Institutional; 6. Spatial planning.

The driving factors consist of driving force, pressure, state, impact and response.

4. Discussion and Conclusion

Population growth, urbanization, transportation development, tourism and education demands influenced the reduction of green spaces area as shown on the above results. It also gave pressures to the city, such as land-use change, rapid development, environmental degradation and human well-being. This condition had other impacts on the reduction of water and environmental quality, loss of biodiversity and flooding. Responses to this issue had already taken by the government.

The results from another study (Divigalpitiya and Handayani 2015) also mentioned that land-use change occurred in the same area from 1997 to 2013 with the presence of urban expansion. The urban area has expanded from the central part of the city to the suburbs. Due to rapid urban development, its expansion has exceeded the city administration boundaries to several districts in the two surrounding regencies, Sleman Regency and Bantul Regency.

In conclusion, urbanization process has occurred in Yogyakarta City and its surrounding areas. Unfortunately, it leads to land-use change, reduction of green spaces area and other urban problems. Further study with high-resolution satellite images is important to understand this phenomenon.

References

1) Byomkesh, Talukder, Nobukazu Nakagoshi, and Ashraf M. Dewan. 2012. "Urbanization and Green Space Dynamics in Greater Dhaka, Bangladesh." *Landscape andd Ecologicall Engeneering* 8 (1): 5–58. doi:10.1007/s11355-010-0147-7.
2) Central Bureau of Statistics, 2016. Yogyakarta Municipality in Figures 2016. Yogyakarta.
3) Divigalpitiya, Prasanna, and K. Nurul Handayani. 2015. "Measuring the Urban Expansion Process of Yogyakarta City in Indonesia: Urban Expansion Process and Spatial and Temporal Characteristics of Growing Cities." *IInternationall Reviewwfor SpatiallPlanning andd Sustanable Development* 3(4): 8–32. doi:10.14246/irspsd.3.4_18.
4) Hudalah, Delik, Tommy Firman, and Johan Woltjer. 2014. "Cultural Cooperation, Institution Building and Metropolitan Governance in Decentralizing Indonesia: Metropolitan Governance in Decentralizing Indonesia." *Internationall Journallof Urban anddRegionall Researchh* 38 (6): 2217–34. doi:10.1111/1468-2427.12096.
5) NASA, 2017. Website: https://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_1.php. Accessed on 12 July 2017 at 6.13 PM.
6) The United States Environmental Protection Agency, 2015. Using the DPSIR Framework to Develop a Conceptual Model: Technical Support Document. Narragansett, Rhode Island, USA.

ESE-26

屋上緑化に用いられるセダム類の葉の形質の違いが蒸発散量に及ぼす影響

東京大学大学院農学生命科学研究科　○松岡達也、土屋一彬、大黒俊哉

1. はじめに

セダム類は、乾燥条件下に置くことで一般的な C_3 型光合成から CAM 型光合成を行うように変化する（CAM 化）。CAM 化は植物体の蒸発散量に影響を与え、その程度は種によって異なる。屋上緑化により環境改善効果を長期的に発揮するには、乾燥ストレス耐性と継続的な蒸発散を両立する植物種が求められる。本研究では、複数のセダム類（*Sedum album, Sedum kamtschaticum, Sedum reflexum*）について、非破壊的手法を用いて CAM 化の程度を測定し、同時に蒸発散量を測定することで、生理学的特性と熱環境の改善効果との関連性を検討することを目的とした。

2. 研究手法

12 日間の非潅水期間中に、Lundoholm[1] らの手法を参考として植栽区の重量変化により長期的な蒸発散量を測定し、同時に Niewiadomska[2] らの手法を参考としてクロロフィル蛍光法により CAM 化の程度の測定を行った。また、12 日目の潅水時は短期的な蒸発散量の測定を行い、実験期間終了後は、植物体の乾燥重量を測定した。

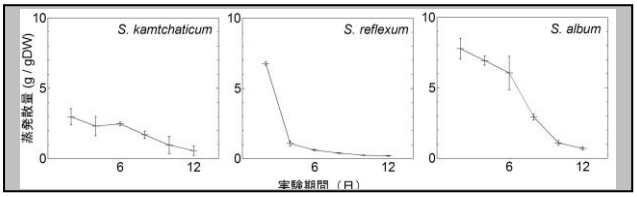


図 1 非潅水下での蒸発散量の継時変化

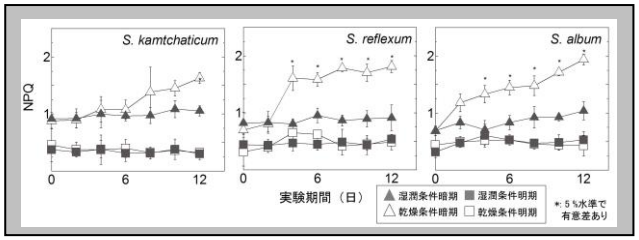


図 2 非潅水下での非光科学的消光の継時変化

3. 結果と考察

蒸発散量の減少と同時に CAM 化の程度を表す非光科学的消光の昼夜差が大きくなったことから、長期間の蒸発散量は CAM 化の進行に伴って減少することが示された（図 1、図 2）。また、CAM 化の進行が緩やかな *S. album* や *S. kamtchaticum* などの植物種では、乾燥ストレス受容度が小さかった。さらに、潅水後の短期間の蒸発散量は葉重量比の大きい植物種で多かった。

得られた結果から、CAM 化の進行が緩やかな植物種では、乾燥ストレス耐性が高く、継続的に蒸発散を行うため、熱環境の改善効果が長期に渡り発揮されると推察された。また、蒸発散量は CAM 化の程度と葉重量比の両方に依存することが推測された。

引用文献

1) Lundholm, J., MacIvor, J. S., MacDougall, Z. and Ranalli, M. (2010) Plant species and functional group combinations affect green roof ecosystem functions. PLoS ONE 5 (3): e9677.
2) Niewiadomska, E., Bilger, B., Gruca, M., Mulisch, M., Miszalski, Z. and Krupinska, K. (2011) CAM-related changes in chloroplastic metabolism of Mesembryanthemum crystallinum L. Planta 233: 275-285.

ESE-27

オフィスの個人デスクに設置した植物への接触が勤務者の心理に与える影響

千葉大学大学院園芸学研究科 ○鄭　蒙蒙・矢動丸琴子・岩崎　寛

1. はじめに

勤務者の精神的ストレスが社会問題となっている現在、職場ストレス対策を目的としたオフィス緑化が期待されている。オフィス緑化に関する既往研究によると、小型の観葉植物を個人デスクの視野に入る位置に設置することで、視覚疲労軽減効果があることや[1)]、職場環境への満足度の向上や、疲労や混乱などといった勤務者の心理状態の改善がみられること[2)]などが報告されている。このように、オフィスに植物を設置することによる効果に関する研究は、いくつか見られるが、その多くは植物を「見ること」による視覚的効果を検証した事例である。植物による心身への効果は、視覚的効果だけはでなく、芳香植物の香りによる嗅覚効果[3)]や、ポトスの葉に触れることによる触覚効果[4)]も報告されている。しかし、これらの効果をオフィス緑化に取り入れた研究は少なく、特にオフィスに設置された植物を「触れる」ことに効果に関しては、ほとんど見られない。

そこで本研究では、実際のオフィスにおいて、個人のデスクに小型の植物を設置し、勤務者による設置期間中の接触行動や、接触による心理的効果について明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

2-1. 研究概要

植物の設置および実験は、2017年8月～9月に東京都内のIT企業の勤務者を対象として実施した。設置期間は1ヶ月間とし、既往研究の設定と同様に個人のデスクに設置することとした。なお、植物設置時に、植物は自由に触れても良いことを伝えた。

個々の嗜好性により、心理的効果に影響が出ると考慮した為、植物は統一せず、個々に好きな植物を選んでもらうこととした。使用植物は、観葉植物16種類(ポトス、ホヤ等)と触感が特徴的な多肉植物4種類(ツキトジ、クロトジ等)の合計20種類とした。

2-2. 測定項目

1)POMS:実験期間中の対象者の気分・感情状態の変化を測定する為、POMSを使用した。POMSとは、対象者の最近の持続的な気分状態を把握する為、緊張・抑うつ・怒り・活気・疲労・混乱の6項目を測定する指標である。

2)VAS:仕事・職場に対する評価として Visual Analogue Scale(以下VAS)を用いた。VASとは、100mmの直線の両端をそれぞれ最良と最悪の感覚と定義し、現在の主観的な症状の程度を示す検査である。本研究では、仕事への集中力、意欲、はかどり、職場での会話、職場環境への満足度の5項目を選定した。

3)質問紙調査:実験期間終了後、質問紙調査を行い、接触の有無や回数、触った理由や効果などに関して把握し、他の測定項目との関係性について考察を行うこととした。

3. 結果と考察

オフィスに設置した植物への接触は勤務者の心理に有用な効果を与えることが示唆された。詳細なデータに関しては、当日発表予定である。

引用文献

1)小坂　凛・岩崎　寛 (2014) 植物の設置によるVDT作業時の疲労緩和効果に関する基礎的研究. 日本緑化工学会誌, 40(1):254-256.
2)矢動丸琴子・大塚芳嵩・中村　勝・岩崎　寛 (2016) オフィス緑化が勤務者に与える心理的効果に関する研究. 日本緑化工学会誌, 42(1):56-61.
3)小澤直子・岩崎　寛 (2013) 芳香植物の香りに対する年代別の印象評価および嗜好性に関する研究. 人間・植物関係学会雑誌, 12(2):7-12.
4)古賀和子・岩崎　寛 (2014) ポトスの葉に触れることによる心理的・生理的効果:人の特性不安傾向に着目した考察. 人間・植物関係学会雑誌, 14(1):5-12.

ESE-28

緑道における空間構造の多様性が歩行者の回復特性に与える影響

東京大学大学院農学生命科学研究科 ○永田健一朗　土屋一彬　大黒俊哉

1. はじめに

近年、都市緑地の持つ心理的効果について様々な研究がなされてきたが、オンサイトでの効果を検証した事例は少ない。中でも、住宅地付近に存在する緑道は、植栽の種類や量、せせらぎの有無など空間構造が様々で、その違いが心理的効果に影響を与える可能性がある。これより、緑道空間構造と回復特性の関係性を把握することで、より効果的な緑地整備が可能になると考えた。したがって本研究では、空間構成要素の多様度に着目し、緑道の空間構造の多様性がその環境の回復特性に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

2-1. 対象地

対象地として、桃園川緑道（中野区）と北沢川緑道（世田谷区）からそれぞれ約600mの区間を選定した。前者は主に草花・低木により構成されており、後者は主に草花・低木・高木・せせらぎにより構成されている。本研究では構造要素の数が多いほど構造の多様性が高いと仮定し、前者は構造の多様性が低く、後者は構造の多様性が高いと評価される。以下、非多様型と多様型とする。

2-2. 質問紙

質問紙はPerceived Restorativeness Scale（PRS）と印象に残った物事を記入する自由回答欄という構成で作成した[1)]。PRSは環境の回復特性を測るための指標であり、芝田の日本語訳を使用した[2)]。

2-3. 実験概要

2016年12月平日に大学生・大学院生32名を被験者とした実験を行った。区間内の構造の細かい変化による影響を考慮し、対象区間を更に150m前後の4つの小区間に分け、これらの平均得点を分析に用いた。行程としては、被験者にそれぞれの小区間の往復歩行と質問紙への回答を求めた。

3. 結果と考察

対象地間でのPRSの下位尺度（逃避、魅了、まとまり、視野、適合、好み）の評価についてWilcoxonの符号順位検定により解析した。結果、多様型が非多様型に比べて逃避、魅了、視野、好みの得点が有意に高く、まとまりに関しては得点に有意な差は見られなかった（図１）。

以上から、緑道内の構造が多様な方が、より高い回復特性を持つ環境であるという仮定が一定程度支持された。構成要素の数の豊富さが環境の魅了や逃避に繋がったと考えられた。今後の課題としては、構造の多様性が回復特性に与える段階的な影響や、各構成要素が持つ影響を検討する必要があるだろう。

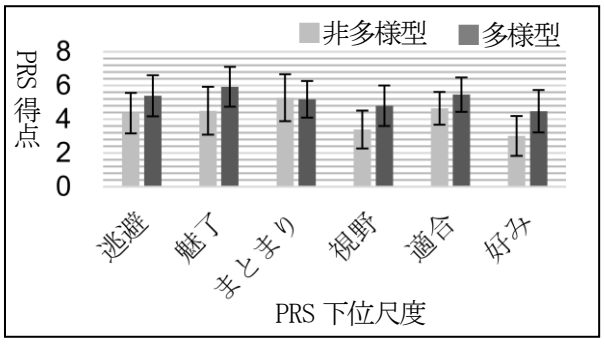


図１　下位尺度ごとのPRS得点

引用文献

1) Hartig, T., Kaiser, F. G.,Bowler, P.A.(1997) Further development of a measure of perceived environmental restorativeness (working paper No.5). Uppsala university, Uppsal:, 19pp.

2) 芝田征司・畑倫子・三輪桂子（2007）日本語版 Perceived Restorativeness Scale(PRS)の作成とその妥当性の検証, 人間・環境学会会誌 11(1): 1-10.

ESE-29

オフィス緑化が勤務者に与える影響に関する研究―業種・職種別による考察―

○矢動丸琴子[1)]・中村　勝[2)]・岩崎　寛[1)]
1）千葉大学大学院園芸学研究科　2）国土緑化株式会社

1. 背景

労働者の約6割がストレスを抱えていることから，ストレスチェック制度が義務化されたが，チェック後の対策は未だ確立されていない。その対策の1つとして植物の効果に着目したオフィス緑化が検証されている。既往研究より，オフィス緑化は勤務者の心理状態を改善することが報告されている[1)]。しかし，対象者それぞれの属性に着目した検証はされていない。そこで，本研究では，業種・職種の違いにより植物設置の効果が異なるか検証することとした。

2. 研究方法

実験は，2016年10月～11月に実際の企業10社に勤務する20～70代の男女480名を対象に行った。業種はIT・食品・設計，職種は営業・事務・企画を選定した。植物の設置期間は1ヶ月とし，設置前後で勤務者の「仕事・職場に対する評価」と「気分・感情状態に対する評価」を測定した。加えて，実験終了後には，質問紙調査と聞き取り調査を実施した。

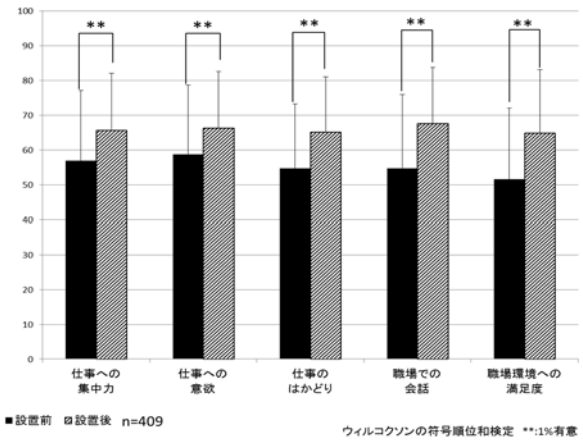


図1　仕事・職場に対する評価の植物設置前後差

3. 結果

植物設置前後での効果について，被験者全体の場合では，「仕事・職場に対する評価」と「気分感情状態に対する評価」のどちらにおいても評価が改善されており，この結果は既往研究[1)]と同様のものとなった(図1)。また，業種別・職種別の解析では目立った効果の違いが見られなかった。しかし，業種と職種を組み合わせた場合の属性においては，一部で他のものとは異なる傾向が見られた。

4. 考察

業種と職種を組み合わせた場合の属性では，植物設置の効果に違いが見られる要因として，個人が行う業務内容に加え，質問紙調査により明らかとなった「業種・職種ごとの植物に対する印象」，「デスクでの滞在時間」，「日頃から抱えているストレスの種類」などが考えられた。

5. まとめ

本研究により，オフィスにおける植物の設置は，勤務者に対して有効であることが既往研究[1)]と同様に明らかとなった。しかし，業種・職種を組み合わせた場合など個人の業務内容を細かく絞っていくと，効果が異なる可能性が示唆された。今後，オフィス緑化を推進していくにあたっては，植物のストレス緩和効果をアピールするだけでなく，どのような業種で，どのような業務を行っているかということにも配慮する必要があると考えられた。

引用文献

1) 矢動丸琴子・大塚芳嵩・中村　勝・岩崎　寛（2016）オフィス緑化が勤務者に与える心理的効果に関する研究. 日本緑化工学会誌, 42(1):56-61.

ESE-30

都市緑地における自然観察プログラムと健康プログラムの連携実施が参加者の意識や心理に与える影響

○市東実里 1）、古賀和子 1）、西廣　淳 2）、岩崎　寛*1）
1)千葉大学大学院園芸学研究科，2)東邦大学理学部

1.　背景と目的

近年，都市公園や緑地では自然観察会が盛んに行われているが，新規参加者の増加が課題となっている[1)]。そこで本研究は，多くの人に都市公園や緑地にある植物，環境への関心を持ってもらうことを目的とし，そのきっかけとして運動を取り入れた「健康プログラム」を取り上げ，「自然観察プログラム」と連携して実施することによる参加者への効果を，意識や心理面から検証した。

2.　調査方法

2016 年 11 月 23 日に、東京都葛飾区にある都立水元公園で実施し、午前に自然観察プログラムを，午後に健康プログラムを 90 分間ずつ行った。参加者は，　10 代から 70 代まで合計 16 名（男性 7 名，女性 9 名）であった。測定項目は、POMS 短縮版、質問紙調査、参与観察とした。

3.　結果と考察

自然観察プログラム、健康プログラムともに、参加前後における POMS の T 得点は、全ての項目においてプログラム前後で 1 %水準の有意差がみられた。既往研究において，自然観察会は利用者の社会的健康感の増進に寄与することが報告されているが，本研究の結果から，精神的健康にも寄与する結果になったと考えられた[2)]。また、都市公園で行う健康プログラムは運動としての効果だけではなく，心理的な効果としても有用であると考えられた。

質問紙調査の結果については、プログラム参加前から自然観察プログラムや健康プログラムに関心があったグループを【関心あり】グループ，プログラム参加前にいずれのプログラムにも関心がなかったグループを【関心なし】グループとし，参加前後の意識の変化について検証した。【関心なし】のグループは，【関心あり】のグループと違う傾向として，自然観察プログラムの方が健康プログラムよりも「健康的だった」という回答が多く見られた。

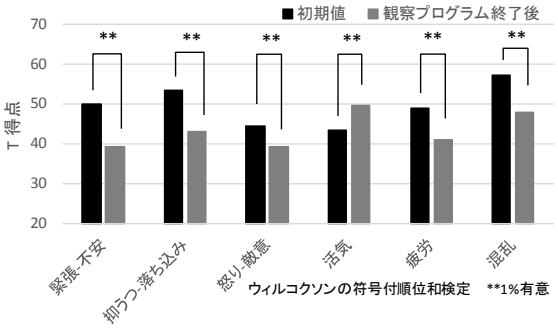


図-1　自然観察プログラム参加前後における感情の変化（n=16）

引用文献

1)　浅野眞希 (2011) 日本における土壌教育の現状と課題，第四紀研究，50(5)：221-230.
2)　大塚芳嵩・那須守・高岡由紀子・金侑映・岩崎寛 (2014) 都市公園における利用行動と健康関連 QOL の関係性．日本緑化工学会誌，40(11)：90-95.

ESE-31

ビル風による都市緑化樹の衰退要因の解明

神戸大院・農 ○難波結希、新良貴歩美、石井弘明

1. はじめに

近年、都市の高層ビル増加に伴い、都市域でのビル風対策として防風植栽の普及が進んでいる。防風植栽樹には一般的に風に強いとされる常緑樹を用いるものの、特殊な性質をもつビル風条件下において防風植栽樹の衰退が多発し問題となっている[1)]。都市は樹木の生育にとって非常に厳しく特殊な環境であるが、都市環境とビル風の特性を踏まえて、都市緑化樹がビル風により衰退する要因を調べた研究は未だない。よって本研究では、防風植栽を用いた適切なビル風対策手法の開発を行うための基礎研究として、樹木生理・生態学の観点から、ビル風によって都市緑化樹が衰退に至る要因を解明することを目的とした。

2. 調査地・対象木

東京都内の高層ビル周囲に防風植栽樹として植栽されたタブノキ 4 個体を対象に行った。現場における風環境と衰退度の調査結果にもとづき、調査木を日常的な風がかなり弱く突風もほぼ吹かない環境下にある健全木「微風健全」1 個体（植栽後 6 年目）、常に比較的強い風が吹くが突風が少ない環境下にある健全木「常風健全」1 個体（植栽後 3 年目）、日常的に吹く風は比較的弱いが突風の多い環境下にある衰退木「突風衰退」2 個体（植栽後 3 年目）に分類した。

3. 方法および結果

シュート形態の測定を行ったところ、「突風衰退」では「微風健全」「常風健全」に比べ当年枝が短く細く、葉面積が小さかった。一・二年枝については、「突風衰退」では落葉が進み、葉枚数が少なかった。

P-V 曲線法により萎れ点の水ポテンシャル（Ψ_{tlp}、MPa）と相対含水率（RWC_{tlp}）を測定し耐乾性を評価した結果、「常風健全」は水分生理的順化反応により高い耐乾性を獲得していたのに対し、「突風衰退」では耐乾性が低かった。

4. 考察

日常的に強風の吹く環境にある個体は、風に対する順化が進み耐乾性が高いため、水ストレスをあまり受けず健全に生育し、枝葉の茂った状態を保つことができると考えられる。一方日常的に吹く風の弱い環境にある個体は、順化が進まず耐乾性が低いため、比較的頻繁に吹く突風によって葉が過蒸散を起こし、強い乾燥ストレスを受けていたと考えられる。これにより様々な生理機能が抑制された結果シュートの成長が制限され、特に当年枝が短く、葉面積が小さく、一・二年葉の落葉数が多くなり、樹体の衰退に繋がったと考えられる。

ビル風は特殊な風環境をもたらすため、耐風性の高いとされてきた樹種でもこのようにビル風に対して順化できなければ衰退する。したがって防風植栽を施す際には現場のビル風特性を調査し、それを考慮した植栽計画を立てる必要があるといえる。

引用文献

1) 木梨智子・大塚清敏・寺井学・片岡浩人（2013）. ビル風対策に用いる植栽の生育状況に関する研究. 大林組技術研究所報 No.77：1-7

ESE-32

都市型ビオトープにおける雑草植生を活用した緑化の評価

岡山大学大学院環境生命科学研究科　○中嶋佳貴
岡山大学大学院環境生命科学研究科　　沖　陽子

1. はじめに

本研究では岡山大学学内水循環施設において，生物の生息空間及び景観形成を担う機能を有する雑草植生を適切に維持するために，自然発生した雑草を活用して緑化を試みた。同時に刈取処理を施し，春季に雑草植生の動態を評価した。

2. 調査場所ならびに調査方法

岡山大学学内水循環施設（4000 ㎡）は 2008 年に竣工し（図 1），クスノキ（*Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl）による林床環境も創出されている。

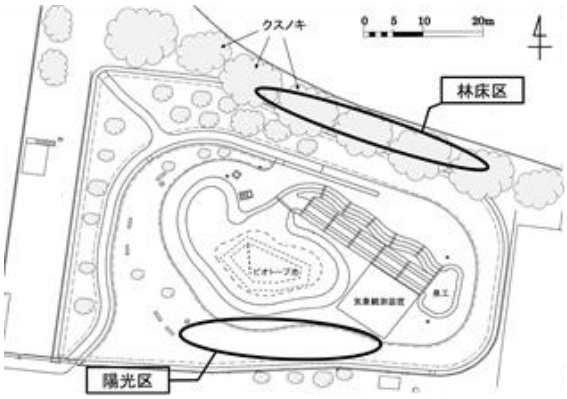


図 1　学内水循環施設における調査地点

本施設は，2009 年秋季に雑草の植被率が 100 %に達し，以降，過繁茂を制御するために，年間 5 回，刈取処理を施した。植生調査は，遮蔽物のないエリアを陽光区とし，クスノキ林床下を林床区として 4 月下旬の刈取処理前に実施した（図 1）。2013 年冬季にはクスノキが剪定され，相対照度は剪定前の約 3.6 %から約 24.5 % に上昇した。調査方法はコドラート法を用い，50 cm×50 cm コドラートを 10 反復設置し，積算優占度を算出した。発生草種は，生育型を区別し，陽光植物及び半日陰植物も判別した。

3. 調査結果及び考察

陽光区では，イネ科叢生型は 2010 年に最も高かったが，翌年以降は低く推移した（図 2）。これに対し，マメ科分枝型は 2011 年以降，高く推移し，分枝型は刈取に対して耐性を有すると示唆された。

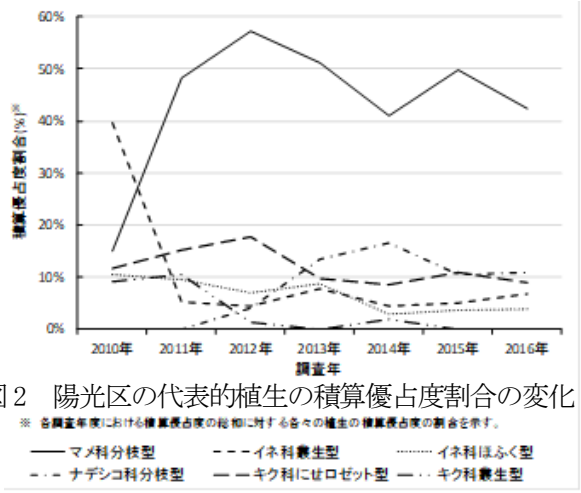


図 2　陽光区の代表的植生の積算優占度割合の変化

林床区では，半日陰植物は 2010 年の 2 %から翌年には 55 %まで急増し，2014 年までは約 40 %で推移したが，2015 年及び 2016 年は 25 %及び 17 %まで減少し，相対照度の上昇が原因と推察された（図 3）。

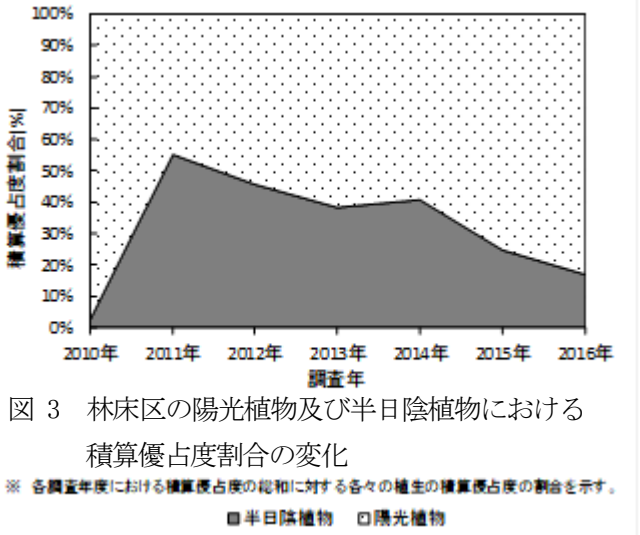


図 3　林床区の陽光植物及び半日陰植物における積算優占度割合の変化

ESE-33

公園の利用者を事例とした 2 種の質問用紙調査の比較検討

農研機構農村工学研究部門 ○大塚芳嵩
千葉大学大学院園芸学研究科 岩崎　寛

1. はじめに

近年、公園と地域住民の主観的な健康状態との関連性を質問用紙調査により検証する研究が多くみられる。一方で、質問用紙調査は多岐にわたり、それぞれの特性に伴う様々なバイアスと適性がある。

そこで本研究は、2 種の質問用紙調査により公園利用者の利用形態と主観的な健康状態を調査し、調査手法の特性を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

本研究は、オンラインアンケート(OA)調査と対面式質問用紙(FF)調査を実施した。OA 調査は東京都江東区にて実施し、回答者の自宅近隣に存在する公園を調査対象とした。調査期間は、2014 年 11 月 1～17 日とし、回答者は 1553 名となった。FF 調査は、同区内の都立木場公園と都立猿江恩賜公園において実施した。調査期間は、2015 年 10 月 1、4、8、11 日の 10～16 時とし、有効回答は 176 名となった。調査項目は回答者属性、公園において実施する利用行動、健康関連 QOL 調査票(15 項目 5 段階評価)を設定した。

3. 結果と考察

3-1. 回答者属性

両調査の回答者属性を比較すると、年齢層は OA 調査においては 40 歳代を中心とした山なりの分布をしているのに対し、FF 調査は 30 歳代や 70 歳代以降の年齢層の割合が比較的高かった。性別については、OA 調査は男女比がほぼ 1 対 1 であるのに対して、FF 調査は女性が男性の 2 倍以上の割合を占めた。属性の分布が異なる理由として、OA 調査は回答者属性をあらかじめ調整できる一方で、FF 調査では調整し難いことが原因と考えられた。

3-2. 公園における利用行動

利用行動の実施率を比較すると、「遊び」「飲食」を除く 9 種類の利用行動の実施率が OA 調査において高かった。この理由として、OA 調査は自記式のため PC モニターに提示されている利用行動の多くを選択しやすい傾向にある一方、FF 調査では調査当時に実施していた利用行動や主目的である利用行動のみが申告されやすいからと考えられた。

3-3. 健康関連 QOL

健康関連 QOL 調査票のスコアを比較すると、OA 調査はどの項目でも平均値、中央値ともに概ね中点「3. どちらでもない」前後のスコアが示された。一方、FF 調査の場合は、平均値、中央値ともに「4. やや満足している」から「5. 満足している」を示しており、比較的健康状態を高く申告していることが示された。各項目のヒストグラムを比較すると、OA 調査においては概ね中点を中心とした正規分布に近い傾向が示された一方で、FF 調査はすべての項目において右肩上がりの分布を示していた。この理由として、オンライン上で回答を行う OA 調査では、健康状態について比較的正直な回答をすることが考えられるが、調査員と相対する FF 調査においてはプライバシーへの懸念から社会的に望ましい回答をする傾向が高まると考えられた。

4. おわりに

以上の結果から、OA 調査は全体的な傾向を調査したい場合、またはプライバシーに関連する内容を調査したい場合に適性が高いことが示された。一方、FF 調査は、調査現場から直接データを採取した確実性の高い結果や事例研究を実施する場合に有効な調査手法であると考えられた。

ESE-34

災害避難所の機能強化策としての都市内緑地の利用と創生

埼玉大学大学院理工学研究科　藤野　毅、スヌワルディペンドラ
埼玉大学工学部環境共生学科　氏家　知宏

1. 背景

平成 28 年 6 月の内閣府の発表より，首都圏における今後 30 年内に震度 6 強以上の地震が発生する確率は 40%以上であり，さいたま市直下地震（M6.9）も想定された.「東京湾北部地震」や「都心西部直下地震」が生じた場合の埼玉県内の避難所生活者数は家屋被害が最大級の場合で 57～66 万人に及ぶと予想している．こうした背景から避難所が果たす機能は極めて重要であり，多くは市や学校の体育館である．しかし，その居住環境は季節によっては大変過酷である．冬季における毛布の備蓄があっても夏季における猛暑の対策として空調設備はない．熊本県教育委員会（2016）は，平成 28 年４月の熊本地震後，避難所となった学校における施設面での課題として備えられていなかったために困った機能についてのアンケート調査を実施し，地震直後に不足する機能の１位は多目的トイレであり，２位は自家発電設備であった．１ヵ月後の５月中旬になると空調設備が最も必要とされた．熊本の避難所では豪雨による一時避難を想定していたため長期間にわたる避難所生活の対応は初めてであり,各所で非常用電源設備の備えが重要視された.発表者らは，木くずなど原料さえあれば発電可能なバイオマス発電施設を都市域に設置することを提案した（藤野他，2017）.

2. 都市内緑地の利用と創生

総務省統計局は５年ごとに住宅・土地を調査し，全国の空き家率は 2013 年で空き家数が 820 万戸，空き家率は 13.5%と発表した．空き家率は地方で高いがその数は人口の多い都市域で多く発生している．“土地カツ net-土地や家の活用と売却”は,「政府の体裁だけの不十分な空き家対策では，空き家の所有者は税負担が増し，地域住民の税金は使われるという，何とも不思議な構造ができあがっていくのを予感させます.」と問題がより深刻になるとコメントしている．本研究は，今後も空き家の後継者がいないのであれば,これを緑地に替えて積極的に活用することを提案する.GIS 解析により活用ポテンシャルを見積もる.

3. 燃料以外の廃棄木質バイオマスの利用

木質バイオマスのエネルギー変換において，多くは炭が排出され廃棄物として処分される．他方，炭は活性炭に換えられて浄水設備をはじめに大量に活用されているが，そのほとんど全てが輸入品で賄われている．万一の良質な水の確保のためにも国内で発生しうる炭の活用として活性炭を確保しておくことも重要ではないかと考える.

引用文献

1）藤野・飯嶋・田島・ディペンドラ：エネルギーの地産地消とグリーンインフラ －技術および社会的課題について－，応用生態工学 20(1)，2017(印刷中)

補遺

本研究は平成 29 年度「大学による地域の課題解決・活性化支援事業補助金（さいたま市)」を受けて実施中である.

ESE-35

東京湾人工島の造成緑地における生物活動に由来する植栽基盤の変化

首都大学東京大学院　都市環境科学研究科 ○松平隼人
首都大学東京大学院　都市環境科学研究科　川東正幸

1. 背景

江戸時代より整備された東京湾臨海部の埋立地は、当初居住地の確保とごみの処理空間として役割を担い拡大してきたが、明治期以降は工業的な利用が中心となり、現在では緑地としての役割も担っている. 生態系サービスの提供が求められる緑地において、生態系基盤である土壌の性状を把握することは植栽の維持・管理の面で重要である. しかし、東京湾に立地した緑地における土壌環境については研究事例が不足している. そこで本研究では造成年度の異なる2つの造成緑地を対象として、植栽後の時間変化と土壌特性の関係に着目した. 特に、植栽後の生育状況および土壌動物の活動による影響を短期間で強く受けた表層土壌に着目し、その変化について検討した.

2. 手法

調査地は東京湾に立地する海の森公園と東京港野鳥公園とした. 前者は、東京都のゴミ最終処分場として利用されていたが、現在は東京オリンピックの馬術競技場として整備中である. また、東京港野鳥公園は市場予定地として造成した地盤が野鳥の生息地となり、公園としての整備が行われ、平成(以下Hとする.)元年に開園された. 調査はH28年7、8月とH29年6月に海の森公園のH28、26、20年度に植栽地と整備後25年経過した東京港野鳥公園において、それぞれ鉛直土壌硬度調査及び、表層(0－5cm)、次表層(5-10cm)、下層(30-40cm)土壌の採取を行った. 各地点における土壌の理化学性 (pH(H_2O)、電気伝導度、全炭素量、全窒素量、三相分布、微生物バイオマス炭素)を測定した. さらにH20年植栽地点のミミズ糞についても同様に理化学性の分析を行った. また、各地点の土壌の水抽出液から陰イオン濃度を測定した. Velasquez et al. (2007)[1] の手法を用いて、各地点の表層土壌から8㎜以上の土壌団粒について生成要因を土壌生物由来、植物根由来、物理作用由来の3要因に分けて土壌団粒の重量組成を算出した. さらに8㎜以下の土壌団粒については Six et al. (1998)[2]に基づき、サイズ別の重量組成を算出した.

3. 結果と考察

計測した全地点の土壌硬度から、植栽後の年数経過に伴い表層における土壌構造の発達と膨軟化が確認された. また、表層土壌の仮比重の低下は気相割合の増加と一致した. 同様に、土壌生物に由来する形状が相似した団粒の割合やマクロ団粒(250μm-2000μm)の重量割合が増加しており、土壌の物理構造に対しても、ミミズなどの土壌動物の活動が影響していると考えられた. さらに表土は、NO_3^--N含量が植栽後に継時的に増加し、微生物活性の一つとして硝化作用の増大が考えられた. 一方、海の森公園の植栽基盤土壌は下層で土壌硬度の変化が乏しいこと、pH(H_2O)は中性から塩基性を示しており、造成による緻密化・建設廃材の混入による影響が長期的に残存していることが示唆された. 以上より、造成時に緻密化された植栽基盤が、特に土壌の表層において土壌生物活動により土壌構造や化学特性の面で生産力を向上させる正の影響を受けている様子が確認された.

引用文献

1) Velasquez, Elena, et al. "This ped is my ped: visual separation and near infrared spectra allow determination of the origins of soil macroaggregates." Pedobiologia 51.1 (2007): 75-87.
2) Six, Johan, et al. "Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils." Soil Science Society of America Journal 62.5 (1998): 1367-1377.

ESE-36

京都市街地における緑地の分布と用途地域に関する研究

京都府立大学大学院 ○山口史絵、福井亘
株式会社パスコ 高岸且

1. はじめに

現在、都市での緑地が重要視される一方で、都市の機能を集約するコンパクトシティ化が注目されている。これにより、郊外に新たな緑地空間の確保が可能となるが[1)]、中心市街地では土地利用の多様化から緑被率の減少が懸念される。そこで本技術報告では、土地利用の基本的な規制である用途地域に着目して、土地利用の混合状況が緑被率にどのような状況であるのかを示すことを目的とした。

2. 研究方法

調査地の緑被地を抽出するためにSPOT7号が2016年6月3日に撮影した衛星画像（分解能1.5m）を用いて最尤法分類を行った。また、調査対象地域を一辺約250mのメッシュで区切り、メッシュ内の各用途地域の面積割合と多様度指数、緑被率を求めた。

3. 結果と考察

3-1. 画像解析

衛星画像から、最尤法分類により緑被地の抽出を行った結果の緑被図は、全体精度が84.0%、Kappa係数が0.678と高度の一致となった画像を使用することとした。緑被地に分類された画素のみを濃く色付けした画像を図1に示す。

3-2. 緑被率と多様度指数との関係

クラスター分析から用途地域の面積割合と多様度が類似したメッシュを分類し、グループごとの緑被率を分散分析・多重比較検定でその差を明らかにした。その結果、住居系を中心とする地域のグループ間の緑被率に有意差がみられ、緑被率が最も高い第一種低層住居専用地域の面積割合に影響されていることが明らかとなった。これは、第一種低層住居専用地域が指定されている地域上に、さらに風致地区が覆うように指定されているためだと考えられる[2)]。

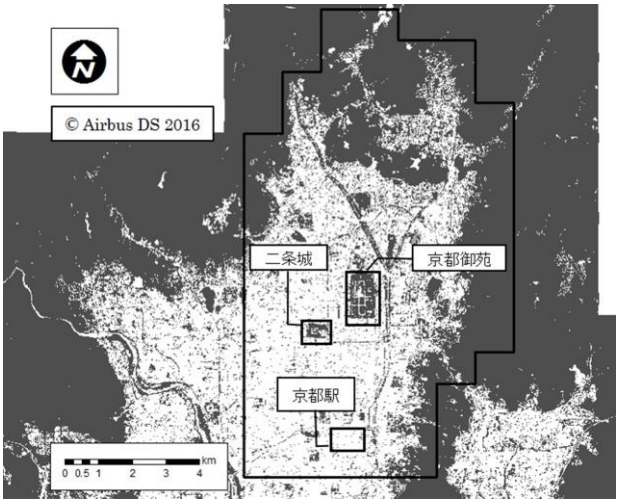


図1 最尤法分類の結果

次に、緑被率と多様度の相関関係を求めたところ、住居系を中心とする地域でのみ強い負の相関関係がみられた。グループの特徴をみると、用途地域の規制内容が緩くなるほど、併せて他の種類の用途地域が多く入り込むほど、相関が強くなると考えられた。この傾向は低層住宅市街地を対象とした既往研究[3)]からも類似した結果が指摘されている。これにより、緑被率が比較的高いグループにおいても、緑被率の増減がメッシュ内の用途地域の構成の多様度によって負の影響を受けていることが明らかとなった。

引用文献

1) 海道清信（2001）コンパクトシティ - 持続可能な社会の都市像を求めて-. 学芸出版社、 pp. 188-189.
2) 京都市.（更新:2017年1月12日）“風致景観の保全”. 京都市ホームページ. http://www.city.kyoto.lg.jp/tokei/page/0000170578.Html（参照: 2017年4月26日）.
3) 恒川篤史・山岡裕子（1988）低層住宅市街地における建物用途と緑被構造. 造園雑誌、 51(3)： 347-352.

ESE-37

光合成－気孔反応連成モデルのパラメータ推定手法に関する検討

株式会社竹中工務店技術研究所　○小島倫直

1. 目的

植物の光合成速度は，植物生長に関わる炭素同化速度を示す定量指標である。この光合成速度を評価指標として植物生育環境適否評価を行い緑化計画に活用することが検討されてきた。この際に問題の一つとなるのが，環境ストレスへの応答性を反映する植物種毎のモデルパラメータ同定である。本報では，統計手法に基づくマルコフ連鎖モンテカルロ法（MCMC 法）適用によるパラメータ取得省力化の可能性に着目して，手法の検討を行った。

2. 実験

モデルパラメータ推定対象とする光合成速度・気孔開度計測データの取得実験を，C3 植物のクスノキ（*Cinnamomum camphora*）を用いて 2016 年 8 月から 9 月にかけて実施した。光量子束密度・大気 CO_2 濃度・葉温・葉面飽差の 4 つの環境要素に着目し各環境要素の影響について把握した。

3. 光合成－気孔連成モデルパラメータ推定手法

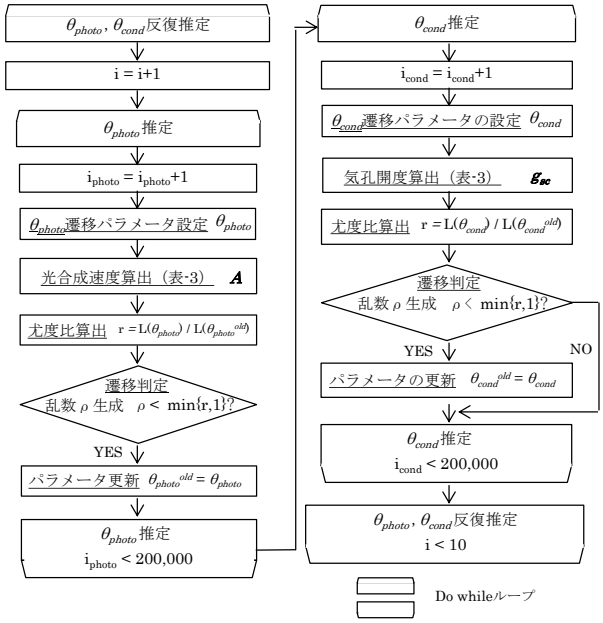
3-1. パラメータ推定手法

光合成モデル（FvCB モデル）および気孔モデルには，多数のパラメータが含まれる。これらのパラメータを求めるには，多くの実験データが必要で労力を要する。この課題解決に向けて，ベイズ統計手法に基づいた MCMC 法による光合成･気孔モデルパラメータ探査のアプローチを検討した。パラメータ算出フローを表 1 に示した。

3-2. 本手法により得られたパラメータ

図 1 にモデルパラメータ探査の推移を示した。パラメータ推移は収束と考えられる挙動を示し，パラメータ値のヒストグラムを見るとピークを持つ分布型が示された。MCMC 法により尤もらしいパラメータが探査されたと考えられる。得られた結果は，既往の文献値と比べても妥当と考えられる値であった。

表 1 パラメータ算出フロー



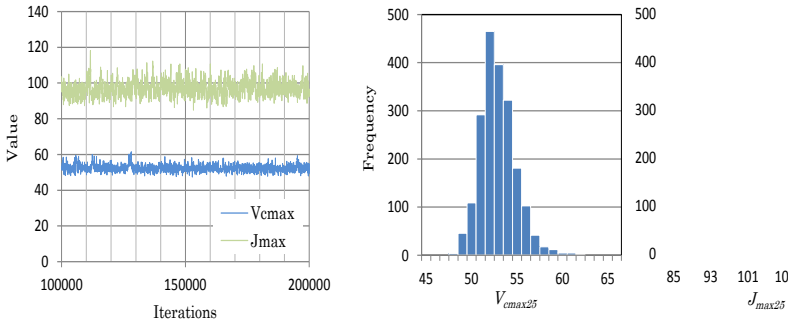


図 1 Vcmax25 と Jmax25 のパラメータ探査結果

4. まとめ

本検討では MCMC 法による光合成･気孔モデルパラメータ推定の可能性が示された。目標とするモデルパラメータ取得の省力化に向けて，本手法の適用に必要とする計測データ数について考え方を整理することが今後の重要課題である。

ESE-38

埋立地の植栽林における野外播種試験法によるクゲヌマラン（*Cephalanthera longifolia* (L.) Frisch）の種子発芽および初期成長の観察

株式会社緑生研究所(現：茨城県自然博物館) ○伊藤彩乃、株式会社緑生研究所 庄司顕則、
株式会社東芝横浜事業所 赤﨑洋哉、株式会社東芝横浜事業所 松前満宏、
玉川大学農学部 山﨑旬、国立科学博物館筑波実験植物園 遊川知久

1. はじめに

クゲヌマランは海岸のマツ林などに自生するとされる絶滅危惧種である。近年、埋立地を中心に個体数が増加しているが、その生態については不明な点が多く、保全対策の検討が困難である。今回、本種の生育が確認された埋立地の植栽林で野外播種試験を行い、本種の種子発芽と初期成長を観察した。

2. 調査方法

シラカシ・タブノキ植栽林のクゲヌマラン群生地内において、2015 年 10 月に回収した種子を用いて埋設用マウントを作成し、地中 20 cm の深さに埋設した。埋設地点は林縁から林内にかけてランダムに選んだ 15 か所とし、それぞれの地点の高さ 1m の相対照度と地表面の土壌水分を測定した。約 6、9、12 か月後に埋設用マウントの回収を行い、種子の発芽数および発芽ステージ（表 1）を観察した。

3. 結果

3-1. 深さ別発芽率

経過月数に関わらず、5 cm よりも深い場所での発芽率が高かった。約 12 か月後は、0～5 cm に比べ 15～20 cm での発芽率が有意に高かった（図 1）。

表 1　発芽ステージの特徴

ステージ	特徴
ステージ0（S0）	反応なし。
ステージ 1（S1）	胚が立体的に膨らむ。
ステージ 2（S2）	内種皮が割れる（発芽とみなす）。
ステージ 3（S3）	外種皮が割れてプロトコームが露出する。
ステージ4（S4）	仮根が確認される。
ステージ 5（S5）	出芽が確認される。
ステージ 6（S6）	根の分化が確認される。
ステージ 7（S7）	根の伸長が確認される。

3-2. 相対照度・土壌水分と発芽率

相対照度・土壌水分ともに、発芽率との相関関係はみられなかった。

4. 考察

5 cm よりも深い場所での発芽率が高いことから、クゲヌマランの発芽・成長に適した共生菌はやや深い場所に多いと考えられる。1 年間という短い期間にも関わらず、樹林内の様々な光・土壌水分環境で広く発芽・成長がみられた。このことから、埋立地の樹林環境はクゲヌマランの生育に適していると考えられ、都市部の植栽林がクゲヌマランの保全に貢献している可能性が示唆された。

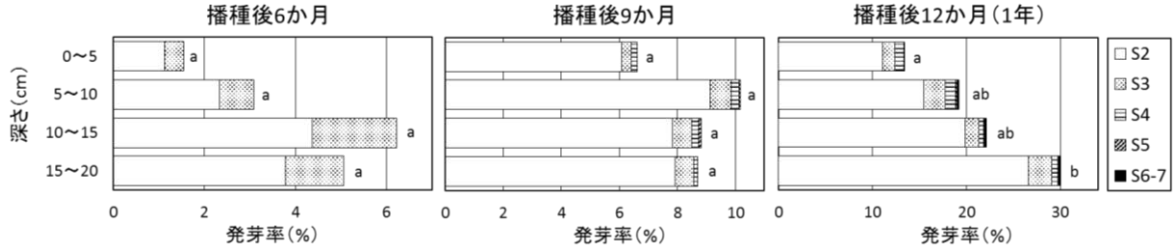


図 1　地表からの深さ別発芽率（異なるアルファベットは深さ間で有意差があることを示す。Steel-Dwass test, $p < 0.05$）

ESE-39

異なる管理様式を持つ半自然草地の植物機能群多様性

近畿大学大学院農学研究科　○鎌田進悟・早坂大亮

1. はじめに

古くから茅場や放牧地として利活用されてきた半自然草地の生態系は複雑かつ固有性が高く、生物多様性のホットスポットのひとつに位置づけられている。しかし、効率的な代替資源への転換や農業従事者の高齢化にともなう草地管理の放棄により、半自然草地は近年、急速に消失しつつある。里地・里山における生物多様性の保全には、対象地域の自然的・社会的特性に応じたより効果的な保全・管理手法の検討が望まれる。

半自然草地の保全を目的とした研究はこれまで数多くあるが、これらの研究は「種」のみに着目したものや「個別事例的」なものが多い。種を単位とした評価は、種数の増加にともなって環境要因との関係や種間の相互作用の系が複雑化し、データの解釈が困難になる。また，半自然草地の種組成は地域性の影響を強く受けるため一般化（広域スケールへの外挿）も難しい[1)]。

群集構造に及ぼす環境要因の影響を探る有効な指標の一つとして、機能形質が挙げられる。機能形質に着目することで、地域による種組成の違いを越えて環境要因に対する群集構造の応答メカニズムを単純化・簡便化した形で表現可能となり、また、多様性と群集の安定性に関する群集生態学の一般則を見出すことにも繋がる[2)]。

そこで本研究では、残された数少ない半自然草地の保全に向けた基盤的研究として、異なる管理様式下で残存・成立する半自然草地の特長について、機能形質の質的変化のパターンに着目して明らかにすることを目的とする。

2. 材料・方法

本研究で対象とする草地管理の様式は、「火入れ」、「放牧」および「火入れと放牧の相乗」の 3 つとする。火入れのみの管理地として曽爾高原（奈良県：38ha）および生石高原（和歌山県：18ha）を、放牧のみの管理地として碇高原（京都府：33ha）および黒沢牧場（和歌山県：24ha）を、火入れ・放牧の相乗管理地として若草山（奈良県：24ha）および上山高原（兵庫県：8ha）をそれぞれ選定し、調査を行なう。各調査地の草地内に 100 m のラインを複数本引き、10 m 間隔で 1 m^2 の方形区を設定し植生調査を実施する。得られた各植物について、ラウンキエの生活型、地下器官型、種子散布型および棘・毒の有無（嗜好・不嗜好性の指標）の 4 つの機能形質を文献等から整理する。

これらのデータを基に、各機能群の構成パターンにおよぼす草地管理様式の効果について、一般化線形混合モデル（GLMM）や正準対応分析（CCA）等を用いて検討する。

引用文献

1) Koyanagi, T., Kusumoto, Y., Hiradate, S., Morita, S., Yokogawa, M., Takahashi, Y., Sato, C.. 2013. New method for extracting plant indicators based on their adaptive responses to management practices: application to semi-natural and artificial grassland data. Applied Vegetation Science, 16：95-109.

2) Sasaki, T., Katabuchi, M., Kamiyama, C., Shimazaki, M., Nakashizuka, T., Hikosaka, K.. 2014. Vulnerability of moorland plant communities to environmental change: consequences of realistic species loss on functional diversity. Journal of Applied Ecology. 51:299-308.

ESE-40

地域性種苗の播種量の違いが緑化草地における植被に及ぼす影響

和歌山大学システム工学部 ○亀井碧、イビデングリーンテック株式会社 友田誠也、
和歌山県 上野山公基、株式会社タニガキ建工 川中一博、株式会社ケイエフ 井上裕介、
紅大貿易株式会社 吉原敬嗣、和歌山大学産学連携イノベーションセンター 湯崎真梨子、
和歌山大学システム工学部 中島敦司、SPTEC・YAMADA 山田守

1. はじめに

2015 年，環境省から『自然公園における法面緑化指針』が策定された。ここでは，外来種は生態系，種，遺伝子に対して撹乱のおそれがあるとされ，自然公園内における緑化工事では生物多様性への配慮のもと，地域性種苗利用の植生工が基本となった。

しかし，外来種と比較して種苗単価の高い地域性種苗の活用は広く普及していない。そこで，本研究では地域性種苗の播種量削減を目的とし，初期緑化水準に対して必要な播種量を求める実験を行った [1)]。

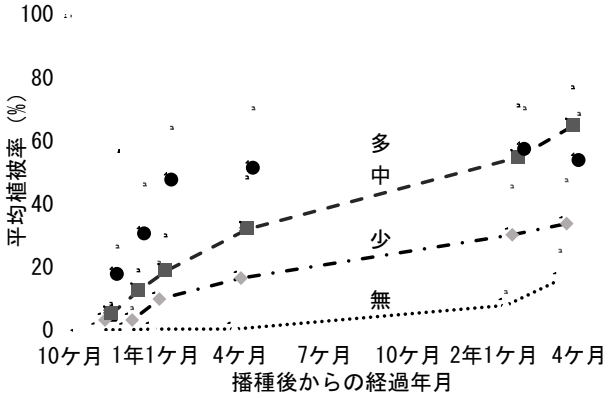


図１　各区コドラート内の平均植被率の経過

2. 調査方法

和歌山県伊都郡高野町細川において，2013 年の秋から冬にかけてノコンギク，イタドリ，チカラシバ，ススキ，ノリウツギ，ウツギの 6 種を採種し， 2014 年 6 月に基盤材（チップ）を吹き付けた法面へそれらを播種した。試験区は無播種区と播種区にわけ，播種区は『道路土工切土・斜面安定工指針』に記載の発生期待本数に応じる量の中量播種区（中量区），それより 1/2 倍の量の少量播種区（少量区），2 倍の量の多量播種区（多量区）に分割した [2)]。播種後，各区に 1 m×1 m のコドラートを 3 つずつ設置し，2015 年 5 月から 2016 年 10 月にかけてコドラート内の出現種ごとに成立本数，植被率，草丈および野生動物による食痕，表層の破損の有無を記録した。

3. 結果および考察

各区コドラート内の平均植被率の経過を図-1 に示した。これによると，植被率 50 %に達したのは多量区で播種後 1 年 1 ケ月，中量区で 2 年 2 ケ月だった。この結果，植被率からみると，播種後 2 年間では中量よりも多い播種量で，播種後 2 年以降では中量程度の播種量で緑化水準を満たすと考えられた。

調査地ではシカの生息が確認され，出現種の食痕は形状からもシカによるものと考えられた [3)]。播種した草本のうち，チカラシバ，ススキは食痕がみられないか僅少で，播種区において優占していた。また，それらの個体下では実生を含む小型の植物が多くみられた。したがって，チカラシバ，ススキはシカが不嗜好とする植物種であり，これが優占した要因と考えられた。さらに，個体下の植物をシカから隠し，それらの生育を補助した可能性も考えられた。

引用文献

1) 環境省自然環境局：自然公園における法面緑化指針解決編、pp. 1-24、2015
2) 日本道路協会：道路土工切土工・斜面安定工指針（平成 21 年度版）、pp. 242-244、2009
3) 和歌山県：和歌山県ニホンジカ第二種特定鳥獣管理計画、pp. 2-3、2017

ESE-41

根鉢秤量法に基づくヒートレシオ法による樹液流計測のキャリブレーション
－シダレモミジ(*Acer palmatum* Thunb.)を対象にして－

南九州[illegible]
(国研

1. はじめに

樹液流計測のキャリブレーション法として、多く適用されているのが切木法と強制通水法てこれらの手法は高精度に樹幹内を流れる水の量価できるが､樹幹を完全に切断しなければなら;そこで、立木に近い状態で精度良く蒸散量を計る手法であり、樹液流計測のキャリブレーショ法として有効な根鉢秤量法を提案し、シダレモ､ンに適用し、２ヵ年に渡りヒートレシオ（HR）法のキャリブレーションを実施した結果を取りまとめた。

2. 根鉢秤量法

この方法は、樹木の移植工事に行われるプロセスから着想を得たものである。対象個体の根系を重機により慎重に掘り出した後、根系へのダメージを極力抑えるように動力噴霧機による水流を用いて丁寧に土壌を剥離し、根巻きを行って根鉢を作成する。その後、大型の電子天秤上にて、根鉢からの蒸発を抑制させた状態で根鉢の重量を秤量し、その重量変化量から蒸散量を求める方法である。

測定対象のシダレモミジは、樹高は1.5 m、地際周囲長41 cmである。

3. 測定結果と考察

図1に､日スケールのHR法により測定したヒートパルス速度の積算値と根鉢秤量法による蒸散量の関係を示す。

両者の間には非常に高い正の相関があることが分かる｡本調査個体におけるHR法のキャリブレーション式は、図1におけるヒートパルス速度の日積算値が80 cm/d未満の低流速の場合に1次式、同じく80 cm/d以上の高流速の場合に2次式[1)]を併用すること

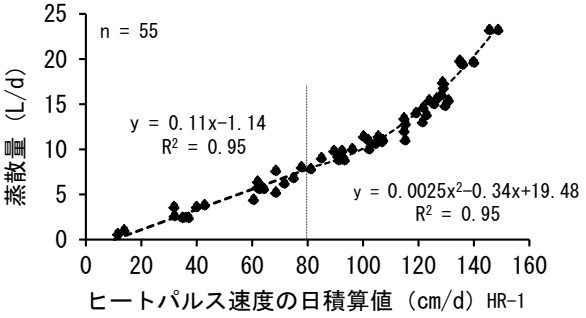


図1 蒸散量とヒートパルス速度の関係

とした。このキャリブレーション式に基づいて、樹液流量を算定し、両年のET_0（基準作物蒸発散量）と比較した結果、両者の包絡直線式の傾きは経年で2.06から2.75に増加した。両年ともに全落葉量から葉面積を測定した結果、2.52 m^2から7.31 m^2へと2.9倍に増加していた。樹液流量の増加は葉面積の増加と一致しており、調査個体は2年間で明瞭に樹体を生長させた。通常の約4倍の重量で根鉢を作成した結果、損傷を免れた根系が水分を継続的に吸収し、比較的活発な光合成活動が維持されたものと推察され、根鉢作成から２ヵ年で蒸散量や葉量の大きな増加に繋がったものと考えられる。

4. おわりに

根鉢秤量法は根系への損傷を最小限に留めるように根鉢を作成することにより、その後の調査個体の順調な生育が期待でき、高精度な樹液流速測定法のキャリブレーションを行うことが可能であると結論できる。

引用文献

1)小南裕志・鈴木雅一 ： ヒートパルス法による実蒸散量の推定. 京都大学農学部演習林報告, 62: 197-207.1990

ESE-42

中国半乾燥地固定砂丘上に生育する臭柏（*Sabina vulgaris* Ant.）の砂に埋没した地下樹形の構造

和歌山大学システム工学部　堀内泰貴、和歌山大学システム工学部　亀井碧、
和歌山大学システム工学部　田所怜、クボタ環境サービス株式会社　須崎史也、
内蒙古農業大学　張国盛、岡山大学大学院環境生命科学研究科　三木直子、
和歌山大学システム工学部　中島敦司、岡山大学大学院環境生命科学研究科　吉川賢

1. はじめに

ユーラシア大陸中緯度の乾燥，半乾燥気候下の山地や沙地に分布する臭柏(*Sabina vulgaris* Ant.)は，根系がよく発達し，枝の匍匐による更新が行われているため砂の固定効果が比較的高いといわれている[1, 2]。このため砂漠化を抑制する乾燥地緑化の材料植物として利用されている。

しかし，臭柏の群落が固定砂丘の頂上に成立する要因のひとつとして，吸水源と根の対応関係は明らかになっていない。そこで，本研究では固定砂丘上に生育する臭柏を掘り上げ，地下部の形態についての構造解析を行ったので結果を報告する。

2. 調査方法

調査は中国の内蒙古自治区にある毛烏素沙地（北緯 38 °18′，東経 109 °38′）で行った。固定砂丘で生育している臭柏個体を掘りだし，地下部で確認された 329 ケ所の節間の距離，節基部の直径，分岐が見られた箇所では分岐の角度と方向（方位）について記録した。定根，不定根が見られた場合には，その着生位置、直径も記録した。これらのデータを元に，CAD によって三次元の構造図を作成し，地下で確認された部位の形態的な特徴から臭柏の生存戦略について考察した。

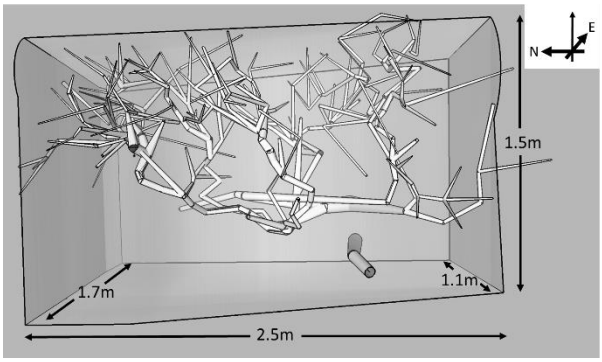


図-１　三次元で表現した臭柏と固定砂丘の概形

3. 結果および考察

地下部の三次元構造図を図-1 に示したが、定根は確認できず，不定根が疎らに軸から伸長している状況にあった。さらに、垂直方向に２段の側方伸長が確認され，また，その側方伸長部位の節部から地上部に向けて伸長している部位が確認された。この成長様態は，根のものではなく，砂で埋没した過去の地上部であることが確認された。

このように，臭柏は幹が飛砂で埋没されても個体を維持することが明らかとなった。その上，埋没した幹から不定根を発生させることで給水範囲を拡張させ，伸長成長，肥大成長を大きくすると考えられた。この成長戦略は，乾燥地の流動砂丘に生育する植物でいくつか知られているが，固定砂丘においても同じであったことから，流動砂丘の固定化に対し，臭柏の生存戦略が関わっている可能性が指摘された。

引用文献

1)　北京大学地理系ほか（1983）毛烏素沙区自然条件及其改良利用. 科学出版社，北京，210pp.

2)　温 国勝・王 林和・吉川 賢（2002）中国半乾燥地に生育する臭柏(*Sabina vulgaris* Ant.)の生理的特性と生態的特性. 日本緑化工学会誌，27(3)：526-532.

ESE-43

埋立地の植栽林における野外播種試験法によるキンラン（*Cephalanthera falcata* (Thunb.) Blume）の種子発芽および2年間の成長の観察

株式会社緑生研究所 ○庄司顕則、株式会社緑生研究所(現：茨城県自然博物館)伊藤彩乃、
株式会社東芝横浜事業所 赤﨑洋哉、株式会社東芝横浜事業所 松前満宏、
玉川大学農学部 山﨑旬、国立科学博物館筑波実験植物園 遊川知久

1. はじめに

埋立地の植栽林において野外播種試験法を用い、絶滅危惧種キンランの繁殖を試みた。本報では2年間の取り組みについて報告する。

2. 調査方法

2014年8月27日に回収した果実から種子を取り出し埋設用マウントを作成し、12月に地中20cmの深さに埋設した。試験区はキンラン生育地および非生育地とし、非生育地はブナ科樹種がみられる植栽林およびヤマモモ植栽地である。その後、約6、8、12、20、24か月後に埋設用マウントを回収し、種子の発芽数および発芽ステージ（表1）を観察した。

3. 調査結果

キンラン生育地およびキンラン非生育地（ブナ科樹種）の試験地における播種12か月後、24か月後の深さ別の発芽・成長状況を図1に示す。なお，ヤマモモ植栽地においては，発芽は確認されなかった。

播種12か月後には発芽率が1.2％未満と低く、地点・深さともに発芽状況に顕著な傾向がみられなかった。播種24か月後には、キンラン生育地の発芽率は0～5 cmでやや高いが、他の深さとの間に有意な差はみられなかった。一方、キンラン非生育地（ブナ科樹種）の発芽率は0～5 cmで有意に高く、他の深さと比較してより成長した個体がみられた。

4. 考察

今回の観察では2年目に発芽率が大きく増加したことから、キンランの野外播種試験を行う際は少なくとも2年以上の時間が必要と考えられる。

表1　発芽ステージの特徴

ステージ	特徴
ステージ0（S0）	反応なし。
ステージ1（S1）	胚が立体的に膨らむ。
ステージ2（S2）	内種皮が割れる（発芽とみなす）。
ステージ3（S3）	外種皮が割れてプロトコームが露出する。
ステージ4（S4）	仮根が確認される。
ステージ5（S5）	プロトコームから出芽が確認される。
ステージ6（S6）	根の分化が確認される。

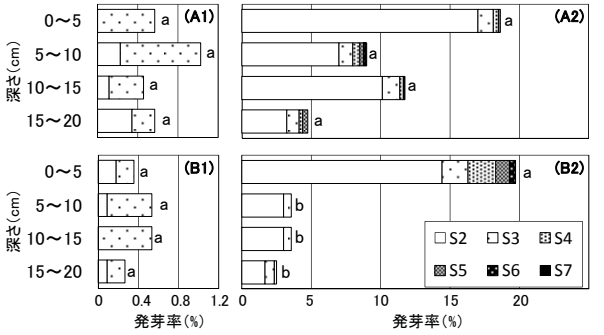


図1　地表からの深さ別の発芽率

キンラン生育地12か月後（A1），24か月後（A2），キンラン非生育地（ブナ科樹種あり）12か月後（B1），24か月後（B2）。異なるアルファベット（a, b）は深さ間で有意差があることを示す(Steel-Dwass test, $p < 0.05$)。

また、当該地のキンラン生育地では0～5 cmだけでなく、5 cmより深い土壌中においても共生菌との接触率が高かったため、発芽後の生育率が高くなった可能性が示唆される。一方、キンラン非生育地では5 cmより深い土壌中では共生菌との接触率が低かったために生育する発芽種子が少なかった可能性がある。このような共生菌の分布状況といった土壌生態系の実態を把握することで、都市部の植栽林を本種の保全に活用していくことができると考えられる。

ESE-44

凍結融解履歴を受けた草本植物の根系を含む細粒土のせん断特性に関する基礎的研究

北見工業大学大学院　○川内谷勇真、宋白楊
北見工業大学　中村大、川口貴之、川尻峻三、山下聡

1. 研究背景

植生工には，積雪寒冷地ののり面において春期に発生する表層崩壊を抑制する効果が期待できると考えられてきた。しかしながら，凍結融解履歴を受けた根系を含む土の力学的性質については明らかとなっていない。そこで本研究では，凍結融解履歴を受けた草本植物の根系を含む細粒土のせん断特性を把握しうる試験方法の確立に取り組んだ。

2. 試験概要

本研究では，根系を含まない供試体（以下，土供試体）と，コマツナ（*Brassica rapa* var. *perviridis*）の根系を発達させた供試体（以下，根系含有土供試体）を作製し，凍結融解履歴を与えた後に一面せん断試験[1)]を実施した。せん断試験は供試体を飽和させ，2 種類の鉛直応力で行った。また，試験前後には供試体内部の根系を X 線 CT スキャンで観察した。

3. 試験結果及び考察

図-1 は各供試体のせん断応力の最大値 τ とそのときの鉛直応力 σ_v の関係を示したものである。未凍結の根系含有土供試体では，高鉛直応力の試験結果（△）は概ね土供試体のみの試験結果を近似した直線上に位置しているものの，低鉛直応力の試験結果（▽）は直線の少し上方に位置している。このことから，低鉛直応力下では少なからず根系による増強効果が発揮されていると考えられる。一方，凍結融解履歴を与えた根系含有土供試体では，鉛直応力の高低に関わらず，試験結果（△，▽）は概ね近似直線上に位置しており，凍結融解によって根系による増強効果が失われたのではないかと推察される。

図-2 は低鉛直応力でせん断試験を行った根系含有供試体の X 線 CT 画像である。未凍結の根系含有土供試体の根系は切断されておらず，せん断に抵抗していることが伺える。凍結融解履歴を与えた根系含有土供試体の根系は不連続であり，凍結融解で損傷し，せん断に抵抗できていないと考えられる。以上の結果は一面せん断試験結果と良く整合している。

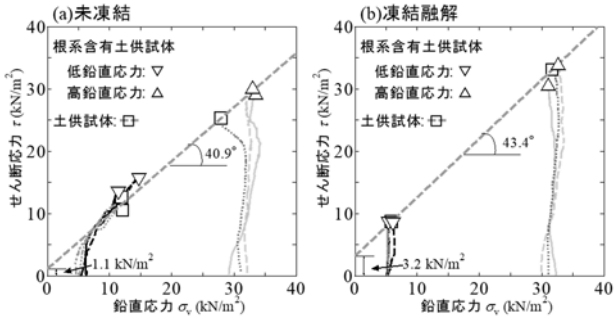


図-1　最大せん断応力と鉛直応力の関係

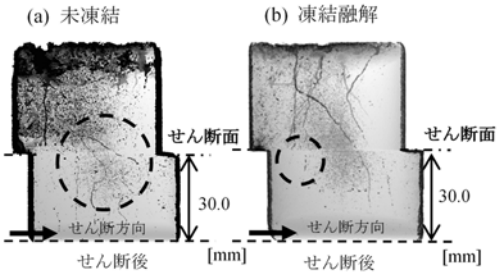


図-2　せん断後の根系含有供試体の X 線 CT 画像

4. まとめ

一面せん断試験と X 線 CT 撮影を併用した一連の試験方法によって，凍結融解履歴を受けた根系を含む土のせん断特性や凍結融解作用が根系に及ぼす影響をある程度評価できることが明らかとなった。

引用文献

1) 地盤工学会（2009）地盤材料試験の方法と解説 JGS 0561-2009 土の圧密定圧一面せん断試験方法. pp. 675-676.

ESE-45

羅臼湖と富良野岳におけるエゾコザクラの葉緑体ゲノム *trn* L（UAA）3’ exon – *trn* F（GAA）領域および *atp* B – *rbc* L 領域の遺伝変異

酪農学園大学大学院酪農学研究科 ○澤田円、酪農学園大学大学院 我妻尚広、岡本吉弘、森志郎

1. はじめに

エゾコザクラは北海道の高山帯の雪田跡に群生するが，どの分布地域でも密度が低く，北海道レッドデータブックにおいて希少種として扱われている。生物多様性を保護するには遺伝子の多様性を把握し，それらに配慮した保全や復元が必要である。そこで，本調査ではこれまでに調査されていないエゾコザクラの自生地である羅臼湖と富良野岳で葉緑体ゲノム *trn* L（UAA）3’ exon – *trn* F（GAA）領域と *atp* B – *rbc* L 領域の遺伝変異の有無を調べた。

2. 材料ならびに方法

材料は2016年7月29日に北海道目梨郡羅臼町の羅臼湖二の沼周辺と2016年8月7日に北海道空知郡上富良野町の富良野岳の登山道周辺から採取した。採取した葉を抽出液に浸漬しDNAを加温抽出した。抽出したDNAはWizard SV Gel and PCR Clean Up System を用いて精製し，PCR法により増幅した。電気泳動法により目的のDNA断片を分離し，抽出・精製した。この鋳型DNAをシークエンスのテンプレートとしてBig Dye Terminator ver1.1 Cycle Sequencing KITでシークエンス反応を行い，塩基配列解読装置で塩基配列を決定し，塩基配列解析ソフトウェアMEGA4で遺伝変異の有無を調べた。また，その結果を基にDnaSP ver.5でハプロタイプ多様度および塩基多様度を算出した。

3. 結果と考察

羅臼湖および富良野岳において地域個体群内には両領域ともに遺伝変異が見られなかった。しかし，羅臼湖と富良野岳の塩基配列を比較した結果，*trn* L（UAA）3’ exon – *trn* F（GAA）領域では2ヶ所の置換と1ヶ所の欠失，*atp* B – *rbc* L 領域では5ヶ所の置換が見られ，地域個体群間では違いが見られた。

本調査で得られたエゾコザクラの塩基配列とこれまでに報告されている大雪山系，幌尻岳，羅臼岳と利尻島のエゾコザクラの塩基配列[1,2]を比較したところ，羅臼湖の塩基配列は *trn* L（UAA）3’ exon – *trn* F（GAA）領域が羅臼岳および利尻島と一致したが，*atp* B – *rbc* L 領域は大雪山周辺と比べ，羅臼岳および利尻島と高い類似性を示したが一致せず，新たなハプロタイプの存在が明らかになった。また、富良野岳の塩基配列はいずれの領域も大雪山周辺で検出されたハプロタイプのうち，一番多く検出されたハプロタイプと一致した。一方，それぞれのハプロタイプ多様度と塩基多様度を算出したところ，羅臼湖および富良野岳ではどちらも0であった。これらのことから，各地域個体群は環境変化の影響を受けやすい状態であることが示唆された。

引用文献

1) 国立遺伝学研究所．“DNA Data Bank of Japan”. http://www.ddbj.nig.ac.jp/index-j.html（参照: 2017年3月2日）.

2) 澤田円・我妻尚広・岡本吉弘・森志郎（2016）大雪山におけるエゾコザクラの葉緑体ゲノムの遺伝変異．日本緑化工学会誌, 42(1): 160-162.

ESE-46

塩生植物のハママツナ、ハマサジ、フクドの発芽特性

広島工業大学大学院 工学系研究科 環境学専攻 ○長田美保　岡浩平

1. はじめに

塩生植物は、満潮時に冠水し、干潮時に干出する河口などの干潟に生育する植物のことをいう。塩生植物は干潟の埋め立てにより生育地が減少しており、絶滅の危機に瀕した種も多い。

近年、人工的に干潟を創出し、塩生植物の保全活動が実験的に行われている事例がある[1)]。人工的に造成した干潟に塩生植物を再生するためには、種ごとの選好する生育立地と生態特性について把握する必要がある。塩生植物の生育立地に関する既往研究は多いが、耐塩性以外の塩生植物の生態特性を扱った既往研究は少なく、発芽特性も不明な点が多い。

そこで、本研究では塩生植物の保全・再生を目指し、日本の代表的な塩生植物のハママツナ、ハマサジ、フクドの3種を対象にして、温度や光などの条件に対する発芽特性を明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法

実験に使用した種子は、広島県広島市にある太田川放水路の干潟から2016年10月に採取し、自然乾燥後に実験開始まで室温で保管した。発芽実験は、塩生植物3種を対象にして、5℃と20℃の恒温条件で行い、明暗の光条件の処理区にそれぞれ分けて、3回反復で行った。明条件は24時間蛍光灯を照射し、暗条件はアルミホイルを2重に覆って光を遮断した。各処理区では、ろ紙を2枚敷いたシャーレに、種子を20粒ずつ並べ、5mlの滅菌水をいれて培養した。実験期間は、2017年6月に開始し、5℃が36日間、20℃が20日間とした。

3. 研究結果とまとめ

フクドは、5℃と20℃ともに明暗条件では発芽率にほぼ差がなく、20日目の発芽率は88.3～100%とすべての処理区で高かった(図1)。フクドの発芽にかかる時間は温度により差があり、20℃では5日目、5℃では20日目に発芽率がほぼ頭打ちになった。

ハマサジは、5℃ではほとんど発芽しなかったが、20℃の20日目の発芽率は明条件が70%、暗条件が85%となり、暗条件でやや高い傾向にあった。

ハママツナは、5℃と20℃ともに20日間ではほとんど発芽しなかったが、観察を継続した5℃では20日以降に発芽がみられた。5℃の36日目の発芽率は、明条件が38.3%、暗条件が63.3%となり、暗条件で高い傾向にあった。

今後の予定として、今回の実験で使用したハママツナの種子は硬実種子の可能性が高いことから、硫酸処理や低温湿層処理による休眠打破の効果を検証する。また、培地の塩分濃度や水分量を変えて3種の発芽実験を行い、現地の発芽や定着との応答関係を検証する。

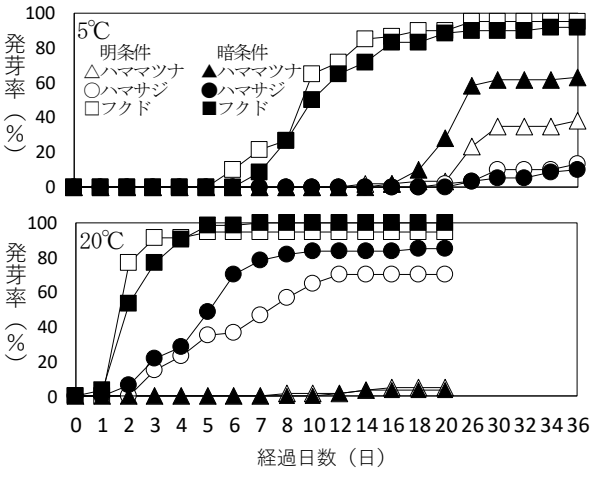


図1　発芽率の推移（上段5℃，下段20℃）

引用文献

1) 川上佐知・篠崎孝・高濱繁盛・堀米幸矢・田方忠彦・陣野信孝(2007) 希少な塩生植物群落の形成を目指した干潟創出技術に関する研究, 海洋開発論文集, 第23巻, 579-584

ESE-47

在来野草の緑化利用を目的とした発芽特性の把握

国立研究開発法人建築研究所 ○武田ゆうこ、国土交通省国土技術政策総合研究所 舟久保敏
日本工営（株）中央研究所 今村史子、日本工営（株）社会システム事業部環境部 森岡千恵

1. はじめに

公共事業では、コストや入手のしやすさから外来牧草による緑化が主流となっている。外来生物法等を背景に、在来種の利用といった地域生態系への配慮が求められることが増えているが、在来野草の種子は、市場に流通しているものが少ないこと、増殖方法が不明な種も多いことから緑化資材としての活用が難しい。本研究では、在来野草を活用する第一歩として、できるだけ簡単で発芽率が高い発芽条件を明らかとすることを目的に発芽試験を実施した。

2. 試験方法

2-1. 対象種の選定

法面や公園等の草地での利用を前提に、図1で示した考え方に基づき、関東地方で広く自生している41種から種子を採取した。

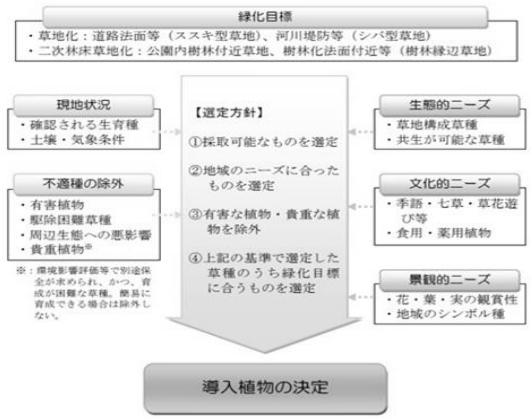


図1　導入植物決定の考え方

2-2. 発芽条件の設定

既往知見がある種はそれに準じ、ない種は属・科での知見を、属・科での知見もない種は、生態特性を参考に設定した。温度条件は恒温を基本とし、発芽率が低かった場合には変温での試験を追加した。

2-3. 発芽試験の実施

種子200粒ずつを、ろ紙を敷いて湿らせたシャーレに均等な間隔で並べ、インキュベーター（パナソニック製MIR-154）に設置した。発芽は幼根を確認した時点とし、発芽数の計測を行った。試験期間は、概ね発芽率に変化がなくなるまでとした。

3. 試験結果

試験結果のうち、最も発芽率が得られた試験条件と発芽率を、表1に示した。

表1　在来野草41種の発芽状況

種No.	科名	種名	前処理	温度条件	発芽率
1	タデ	ミズヒキ	低温湿層	変温	96%
2	タデ	イヌタデ	低温湿層	変温	75%
3	タデ	スイバ	低温湿層	変温	96%
4	ナデシコ	カワラナデシコ	常温	恒温	94%
5	ナデシコ	ウシハコベ	常温	変温	100%
6	アケビ	ミツバアケビ	低温湿層	恒温	45%
7	オトギリソウ	オトギリソウ	低温	変温	48%
8	バラ	キンミズヒキ	低温湿層	恒温	98%
9	バラ	キジムシロ	低温	変温	19%
10	バラ	オヘビイチゴ	低温	変温	62%
11	バラ	ナワシロイチゴ	低温湿層	変温	56%
12	バラ	ワレモコウ	低温	変温	57%
13	マメ	ミヤコグサ	常温	恒温	6%
14	カタバミ	カタバミ	常温	恒温	62%
15	フウロソウ	ゲンノショウコ	低温	恒温	95%
16	スミレ	タチツボスミレ	低温湿層	恒温	74%
17	サクラソウ	オカトラノオ	低温湿層	変温	73%
18	シソ	ウツボグサ	低温湿層	恒温	21%
19	シソ	アキノタムラソウ	低温	恒温	20%
20	オオバコ	オオバコ	常温	恒温	100%
21	オミナエシ	オミナエシ	低温	恒温	52%
22	オミナエシ	オトコエシ	低温	変温	62%
23	キキョウ	ツリガネニンジン	低温湿層	恒温	87%
24	キキョウ	キキョウ	低温	変温	60%
25	キク	シラヤマギク	常温	恒温	63%
26	キク	ノアザミ	低温湿層	恒温	44%
27	キク	ノハラアザミ	低温	変温	90%
28	キク	ヒヨドリバナ	低温	変温	36%
29	キク	ハハコグサ	常温	恒温	14%
30	キク	カセンソウ	低温湿層	恒温	1%
31	キク	ユウガギク	低温	変温	28%
32	キク	コウゾリナ	常温	恒温	98%
33	キク	オニタビラコ	常温	恒温	95%
34	ユリ	オオバギボウシ	低温湿層	恒温	94%
35	ユリ	アマドコロ	低温湿層	恒温	81%
36	ユリ	ツルボ	低温	恒温	94%
37	ツユクサ	ツユクサ	低温湿層	恒温	58%
38	イネ	カモジグサ	常温	恒温	85%
39	イネ	トダシバ	低温	変温	37%
40	イネ	ケチヂミザサ	低温	変温	85%
41	イネ	アキノエノコログサ	低温	変温	24%

4. おわりに

一部の種を除き、概ね20%以上の発芽率を得るに至った。今後の緑化資材としての可能性は、種子の保存性と回収率についても検討する必要がある。

ESE-48

飛砂の発生抑制に植物体の形状は影響するのか？

鳥取大農 ○宮脇真美、鳥取大乾地研 劉佳啓
鳥取大乾地研 木村玲二、鳥取大農 衣笠利彦

1. 背景および目的

乾燥地ではしばしば飛砂が発生し、農業生産や生活環境を悪化させる。飛砂の発生抑制には植被による砂の捕捉（サンドトラップ）が有効であり、植物の側方面積が大きく関わっていることが知られている[1]。しかし植物は種によって様々な側面形を持つため、側方面積が同じでも形によってサンドトラップ量が異なる可能性がある。これまで植物の形状がサンドトラップに影響していることはしばしば指摘されてきたが、その影響を実験的に評価した研究はほとんどない。そこで風洞内で立体模型を用いた実験を行い、植物体の形状がサンドトラップにどのように影響するのか調べた。

2. 方法

実験には、水平投影面積と側方面積を 9π cm^{2}に統一した球、円柱、円錐、逆円錐の模型を用いた。風洞内に模型を1個および植被率3%、9%、14%、22%に相当するように設置し、風速8～12 m s^{-1}の風を5～15分流した後、砂の堆積面積および量を測定した。

3. 結果および考察

逆円錐形の模型は砂を全くトラップしなかった（図1）。球、円柱、円錐形は、風速が上昇するにつれ堆積量が減少した。いずれの風速でも、球と円柱形は円錐、逆円錐形と比べ有意に堆積量が多く、植物のサンドトラップに植物体の形状が大きく影響することが示唆された。

球、円柱、円錐形は、植被率が上昇するにつれて堆積量が増加した(図2)。円錐形は、植被率14%までは球、円柱に比べて有意に堆積量が少なかったが、植被率22%で球、円柱と同程度まで堆積した。逆円錐形は植被率14%まで砂をトラップしなかったが、植被率22%で他の形状の半分程度の堆積量がみられた。このことから、形状によるサンドトラップの差は、植被率が高いと小さくなることが示唆された。

以上から、植物体の形状を考慮することで、飛砂およびそれに付随する黄砂の発生予測の精度向上が期待できる。また、飛砂の発生に対する植物体の形状の影響は、乾燥地の中でも特に飛砂が発生しやすい、植被率の低い地域で大きいと考えられる。

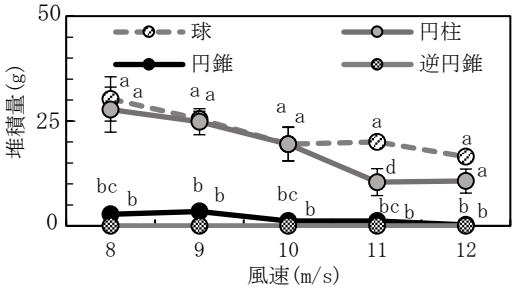


図1　模型1個によるサンドトラップ量

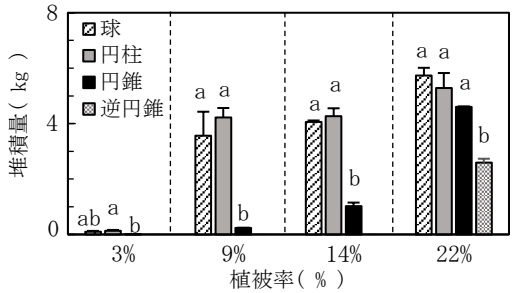


図2　異なる密度で設置した模型によるサンドトラップ量（風速8m s^{-1}）

引用文献

1)Okin,G.2007, A new model of wind erosion in the presence of vegetation, J. Geophys. Res., 113(D11208), doi:10.1029/2004JD005288.

ESE-49

ヤマユリ（*Lilium auratum* Lindley）の生育ステージ推移に伴う乾物生産および分配の変化

千葉大学大学院　園芸学研究科　○永留 真雄・小林 達明

1. 研究の目的

ヤマユリなど多年生草本は通常生育ステージが進むにつれて生存率が高くなるが，著者らは既往研究においてヤマユリ幼齢個体（略称：J）から抽出茎ステージに推移直後の個体（略称：B1）の生存率が当年生 J と同程度まで再度低下する現象を確認している。このため栽培環境下においてＪと B1 を主対象とし，B2(B1 より大サイズの抽出茎個体)，開花個体である F(未結実)およびF(結実)の５つの生育ステージに分類した個体の栽培試験を実施し，各器官への季節的な乾物分配特性を比較した。

2. 結果

休眠期の地下部生重量（BW：g）と茎立ち確率（P）を回帰分析したところ，J から B1 に推移する閾値は 0.666g 前後であった。

各生育ステージの季節変化特性について，2015 年の測定結果から J および B1 の乾物重量は芽吹き直後の 4 月に全体・地下部ともに最小値を示し（表-1），B1 については観測した地下部乾物重量最小値の休眠期乾物重量に対する割合が全生育ステージ中最も低い比率（37.1%）であった。2016 年に J および B1 の 3 月後半～5 月末までの詳細な乾物重量季節変化を調べた結果，B1 は J よりも遅く芽吹きその後地上部に高い乾物分配を行った結果，休眠期乾物重量に回復する推定日が約 18 日遅い結果となった（図-1）。

3. 考察

茎抽出後，B1 は J よりも地下部生重量当たりで多くの葉面積を持つが，同時に茎などへより高比率の資源分配が行われた。乾物生産の季節変化からヤマユリ群落地の維持には芽吹き時期から 5 月末まで明るい林床環境が存続することが必要であることが示唆された。

表-1　各生育ステージの休眠期乾物重量，芽吹き日，器官別乾物重量最小値を観測した日数および休眠期乾物重量回復に要する推定日

サイズクラス Size class	休眠期乾物重量(g) dry matter in dormant period(g)	芽吹き日 Date of sprout	器官区分 Part	乾物重量最小値 observed minimum dry matter: 乾物重量(g) dry matter(g)	休眠期乾物重量に対する割合(%) propotion to dry matter in dormant period(%)	経過日数 Days after sprouted	休眠期乾物重量と同値(100%) 推定経過日数 Estimated days after sprouted
J	0.173 ±0.072	4/4 ±4	全重量(Total)	0.160 ±0.049	92.6%	17 ±3	18
			地下部 (Underground parts)	0.081 ±0.033	46.8%	17 ±3	24
B1	0.315 ±0.124	4/5 ±4	全重量(Total)	0.206 ±0.090	65.6%	14 ±3	19
			地下部 (Underground parts)	0.117 ±0.062	37.1%	14 ±3	29
B2	2.35 ±0.97	4/12 ±3	全重量(Total)	1.79 ±1.08	76.0%	11 ±6	22
			地下部 (Underground parts)	1.61 ±0.60	68.4%	40 ±8	51
F (未結実) (Fruit decayed)	8.63 ±3.52	4/18 ±3	全重量(Total)	6.43 ±2.95	74.5%	7 ±4	44
			地下部 (Underground parts)	4.34 ±1.85	50.3%	36 ±6	119
F (結実) (Fruited)	8.63 ±3.52	4/18 ±3	全重量(Total)	6.43 ±2.95	74.5%	7 ±4	44
			地下部 (Underground parts)	4.34 ±1.85	50.3%	36 ±6	130 171

数値は平均あるいは平均値±標準偏差を示す(n=6)　Each value shows mean value or mean value ±*S.D.* (n=6)

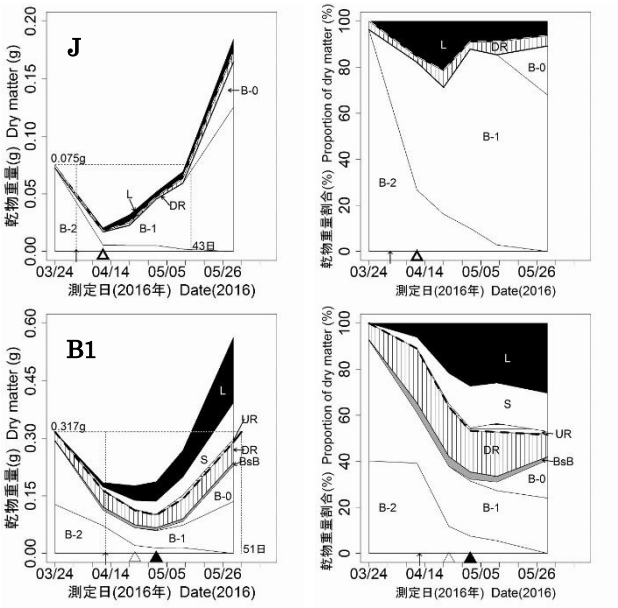


図-1　春期の J および B1 における器官別乾物重量（左図）および比率の詳細変化（右図）

凡例　B-0:当年生鱗片　B-1:1 年生鱗片　B-2:2 年生鱗片　BsB:底盤　DR:下根(牽引根)　UR:上根(地上根)　S:茎　L:葉(合計)

ESE-50

斜面地におけるコナラ（*Quercus serrata* Murray）の根系分布と引き抜き抵抗力

兵庫県立農林水産技術総合センター・○山瀬敬太郎
兵庫県立農林水産技術総合センター・藤堂千景
公益財団法人ひょうご環境創造協会・矢倉資喜
名古屋大学大学院環境学研究科・平野恭弘

1. はじめに

斜面地において表層崩壊の抑制効果は、地下部の樹木根が土壌層中に多量に、かつ広範囲に生育することで、土の剪断に対する抵抗力が補強され発揮される。この剪断抵抗力補強の最大強度は、根が引き抜かれる瞬間の引っ張り応力によってもたらされ、この力は剪断面下の根を引き抜いた時の引き抜き抵抗力によって推定可能[1)]である。

引き抜き抵抗力は、根の直径や本数、長さや分岐角度の影響を受ける。中でも根直径は、引き抜き抵抗力を精度高く予測できる[2)]ことから、崩壊防止力を推定する重要なパラメータと考えられ、樹種ごとに根直径と引き抜き抵抗力の回帰式が得られている。しかし既往研究の多くは、根直径 30 mm 未満に限定された関係式を構築しているため、樹木根による剪断抵抗力の補強を推定するためには、既往の関係式に根直径 30 mm 以上の根を加えた新たな関係式の構築が必要である。また、斜面地において広葉樹の地上部は、傾斜した幹の上側が成長し、引っ張り応力を受けてあて材が形成されることが知られている。しかし、地下部の根系分布や引き抜き抵抗力が斜面地の影響を受けるかどうかの知見は十分に得られておらず、斜面地での樹木根による崩壊防止力を評価する場合には、これらのデータ収集が重要である。

2. 調査方法

本研究では、斜面地（勾配 5～48°）における根系分布と引き抜き抵抗力を明らかにするために、コナラ 6 個体を対象に、根元半径に立木間中央距離 0.5 m を加えた距離を半径とし、深さ 1 m の円柱状の土壌断面を掘削した。断面上にみられる直径 1 mm 以上の根の位置を記録するとともに（n=4,483）、引き抜き抵抗力を測定した（n=640）。

3. 結果

根直径と引き抜き抵抗力との関係は、根直径 30 mm 未満の場合と、それに 30 mm 以上の根を加えた場合との間に有意差がみられ（共分散分析、$p<0.05$）、根直径が増加しても引き抜き抵抗力はそれほど高まらないことが明らかとなった。また、斜面上方と下方に伸長する根で、根直径と引き抜き抵抗力との関係に差はみられなかった（共分散分析、$p=0.62$）。一方、急傾斜に生育する個体と比較して地上部サイズが小さいにも関わらず、緩傾斜に生育する個体で、かつ下方伸長する根ほど、根直径は統計的に大きくなる傾向がみられた（一般化線形混合モデル、$p<0.05$）。

引用方法

1)阿部和時：森林の崩壊防止機能に関する研究の動向、山林 1553、58-67、2013
2)山瀬敬太郎・谷川東子・池野英利・藤堂千景・大橋瑞江・檀浦正子・平野恭弘：異なる土壌環境下における根系構造と引き抜き抵抗力との関係、日緑工誌 41、301-307、2015

ESE-51

都市近郊二次林におけるムラサキシキブ(*Callicarpa japonica* Thunb.)の開花状況とその影響要因

近畿大学農学部 ○田端敬三、鈴木雄也、
奥村博司、阿部　進

1. はじめに

二次林の低木層の主要構成樹種，ムラサキシキブは初夏に淡紫色の花，秋季に紫色の果実をつけ，林内を彩り，また果実は，鳥類や哺乳類の餌資源として，二次林の生物多様性も高める。しかし現在，二次林の多くが放置され，植生遷移の進行により，林内光量は減少し，本種の生育，開花不良が懸念されている。本種の衰退を防ぎ，開花促進を図るには，開花状況とその影響要因の把握が重要である。そこで本研究は，都市近郊二次林でのムラサキシキブの開花特性を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2-1. 開花調査

近畿大学奈良キャンパス内二次林に設置したコア調査エリア(面積1ha)内に生育する胸高直径1cm以上のムラサキシキブを対象とし，2014年5月31日～7月25日に，開花の有無を確認した。

2-2. 個体サイズ測定

ムラサキシキブ対象個体および，各ムラサキシキブ対象個体を中心とする半径6mの円形範囲内に生育する胸高直径1cm以上の全周辺競争木について，樹高，胸高直径，根元の位置を2014年9月～2015年2月に計測した。

2-3. 解析方法

ムラサキシキブ対象個体の開花について，「I:対象個体サイズ」，「II:周辺木との競争の程度」，「III:地形条件」，「IV:土壌理化学性」の4要因との関連性を個別に検討した。さらに，開花の有無を目的変数，4要因を説明変数，確率分布を二項分布，リンク関数をロジットとする一般化線形モデルにより，開花への各要因の影響を総合的に検討した

3. 結果および考察

3-1. 開花と各要因との個々の関連性

今回解析対象としたムラサキシキブ172個体のうち135個体（全体の78.5%）で開花が確認された。樹高平均値は開花無3.4m，開花有4.4mで有意差が見られた（$p < 0.001$）。胸高断面積合計の平均は，開花無9.9cm^2，開花有20.7cm^{2}と開花有個体が有意に高い値を示した（$p < 0.001$）。開花と周辺木との競争の程度との関係は，半径6m範囲内に存在する周辺競争木との樹高の相対比の総和，周辺競争木との胸高断面積の相対比の総和について，いずれも，開花無個体が開花有個体に対し，有意に高い値を示した。また生育地点の傾斜角度の平均は，開花無35.3^o，開花有30.9^{o}で有意差が見られた（$p<0.05$）。生育地点の土壌理化学性（含水率，pH，可給態P含量，交換性K含量）はいずれも，開花無と開花有の間で，有意差はなかった。

3-2. 開花に対する影響要因の総合的評価

開花の有無に影響する要因を，一般化線形モデルによって総合的に検討した結果，開花予測に最適と判定されたモデルでは，樹高および，ムラサキシキブ対象個体から半径4m範囲内の常緑性の上層木との胸高断面積相対比の総和が説明変数として選択された。この開花モデルの予測精度は81.4%と，非常に高い値を示した。次いで2番目に精度が高いと判定されたモデルでは，樹高とムラサキシキブ対象個体から半径4m範囲内に存在する常緑性の全周辺木との胸高断面積相対比の総和が説明変数として選択された。以上から，本種の開花には，半径4m範囲内に位置する常緑性の競争木密度が最も強く影響していることが示唆された。

ESE-52

三重県中部地域におけるスギ・ヒノキ立木の引き倒し抵抗力

三重県林業研究所 ○島田博匡、三重県庁 野々田稔郎

1. はじめに

森林の土石流に対する抵抗力を明らかにするために、立木引き倒し試験による最大引き倒し抵抗モーメント（以下、最大抵抗モーメント）の測定が行われ、各地でデータが蓄積されるようになっている。本研究では、三重県中部地域においてスギとヒノキを対象とし、様々な胸高直径（以下、DBH）の立木に対して引き倒し試験を行い、過去に測定事例がほとんど無いDBH30 cm以上の大径木の最大抵抗モーメント値を含めたデータセットからDBHと最大抵抗モーメントの関係を整理した。この関係を他地域と比較し、地域差の状況と地域差をもたらす要因について検討した。また、スギ、ヒノキそれぞれに対して、最大抵抗モーメントと地上部パラメータ及び地下部パラメータとの関係を解析し、樹種差をもたらす要因について検討を行った。

2. 調査地と方法

調査地は三重県津市白山町内の林齢 50～60 年生のスギ人工林、39～60 年生のヒノキ人工林である。基盤の地質は黒雲母角閃石花崗閃緑岩で、表層がマサ化しており、土壌型はB_D及び$B_{D(d)}$であった。

調査地内の立木から様々な DBH の立木をスギ 20 本、ヒノキ25 本選定し、引き倒し試験を行った。試験木のDBHはスギが24.9～40.8 cm、ヒノキが16.1～36.4 cm であり、DBH 30 cm 以上の試験木はスギ12 本、ヒノキ 11 本含まれていた。また、過去に同調査地で得られたスギ3 本、ヒノキ7 本のデータを加え、スギ23 本、ヒノキ32 本のデータセットを解析に使用した。

3. 結果及び考察

スギ、ヒノキ毎にDBHと最大抵抗モーメントの関係を指数式で近似して得られた回帰式において、同じDBHではヒノキの方がスギよりも最大抵抗モーメントが大きい傾向がみられた（図1）。この回帰式より推定される最大抵抗モーメントは、スギ、ヒノキともに他地域で得られた既存研究の回帰式から求められる値よりも小さい傾向がみられた。本研究の全データからの回帰式のみならず、既存研究と同様にDBH 30 cm未満のデータから求められた回帰式でも小さかったことから、この差異にはデータセット中の大径木の有無以外の要因が影響したと考えられる。本調査地の土質（砂質土）の内部摩擦角は既存研究の他地域と比べて小さくないことから、土質の差異に起因する地域差よりも施業履歴の違いや根系発達に関係する土層深が強く影響した可能性がある。

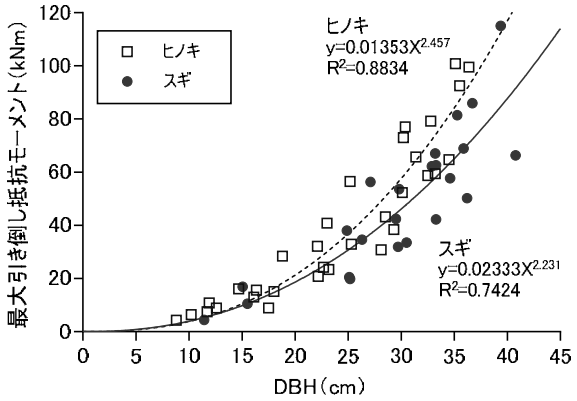


図1　DBHと最大抵抗モーメントの関係

また、スギ、ヒノキの樹種差について、スギでは根系の回転中心の深さ、ヒノキでは回転中心の深さに加えて根鉢半径が最大抵抗モーメントと有意な相関を示した。さらにヒノキの根鉢半径はDBHと高い相関を示し、両者間の最大抵抗モーメントの差はDBHが大きいほど広がる傾向がみられたことから、ヒノキのDBHの増大に伴う、根鉢半径の拡大がこの差異に関係している可能性がある。

ESE-53

ティーバッグを使った土壌微生物活性の測定

千葉大学園芸学部　○高橋輝昌
株式会社バンダイナムコエンターテインメント　守野 陣
損保ジャパン日本興亜ひまわり生命保険株式会社　寺田健人
株式会社ワークスアプリケーションズ　土田健人
千葉大学園芸学部　人見拓哉

1. はじめに

緑地生態系において、土中の有機物分解は物質循環特性を規定する要因の一つである。これまで、有機物分解特性の把握に使われてきたリターバッグ法や土壌酵素活性の測定には、それぞれ長短がある。

本研究では、土中の有機物分解特性を簡易に把握する方法として、土中に埋設したティーバッグの内容量の変化を指標(TBI)とする方法(Keuskamp et al. 2013)に着目し、様々な緑地でTBIの測定を試みた。

2. 方法

2-1. 有機物分解活性の指標

Lipton社のTea Bag(Green Tea Sencha、Rooibos Tea)を実験に用いた。Tea Bagを測定試料として使用することには、質の揃った一定量の植物の葉が入っていて、かつ、大量に用意することができるという利点がある。このTea Bagの初期と土壌に埋設後約90日目の重量を以下の計算式に代入し、有機物分解活性の指標(k、S)を得た。

$ag = 1 - Wg(t)/Wg(0)$　　$S = 1 - ag/Hg$

$ar = Hr(1 - S)$　　$Wr(t)/Wr(0) = ar\exp(-kt) + (1 - ar)$

S : Stabilization factor(長期蓄積能)

k : Decomposition rate(初期分解速度)

$Wg(0), Wr(0)$: 初期の内容物重量(g)

$Wg(t), Wr(t)$: 掘り出し時の内容物重量(g)

ag, ar : 野外での分解可能な割合

Hg, Hr : 加水分解性物質の割合

t: 埋設期間(day)　$Hg = 0.82$　$Hr = 0.59$

$Wg(0) = 2.0$　$Wr(0) = 2.1$

2-2. ティーバッグの埋設

化学的性質が異なる緑地土壌に初期重量を測定したティーバッグを埋設した。各緑地の地面に20 cm×20 cmの方形区内を6カ所設け、方形区一つあたりGreen TeaとRooibos Teaのバッグ各2個ずつ(方形区の四隅に一つずつ配置)を土壌深8 cmに埋めた。

埋設後およそ90日目にティーバッグを掘りだし、バッグ表面の土を洗い落とし、80 ℃の乾燥機で3日間風乾させ、乾燥重量を測定した。

ティーバッグの初期重量と埋設後の乾燥重量を2-1の式に代入し、長期蓄積能(S)と初期分解速度(k)を算出した。

併せて、ティーバッグを埋設後2週間毎に内容物の変化を測定した。

3. 結果

kとSはともに積算地温が高い時にはpHと正の相関関係にあったが、積算地温が低いときには有機物濃度と正の相関関係にあった。kは積算地温が高いほど大きくなった。Sでは、積算地温の影響は明らかではなかった。kでは、埋設後2週間程度で土壌間の大小関係が明らかになった。Sでは、埋設後90日程度まで土壌間の大小関係は安定しなかった。

引用文献

1) Keuskamp Joost A., Bas J. J. Dingemans, Taru Lehtinen, Judith M. Sarneel and Mariet M. Hefting (2013) Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems, Methods in Ecology and Evolution, doi: 10.1111/2041-210X.12097

ESE-54

福岡県瑞梅寺ダム集水域の森林景観の変化予測

名城大学 ○橋本啓史、長崎大学 太田貴大、
岐阜大学 児島利治、中部大学 竹島喜芳

1. はじめに

受益者ニーズを反映した地域独自の森林整備計画策定のための地図整備を目的に、筆者らは福岡県糸島市の瑞梅寺川流域をモデルケースとして研究を進めている。

瑞梅寺川の上流には瑞梅寺ダムがあり、糸島市および福岡市の一部の水源となっている。瑞梅寺ダム集水域の森林（人工林）の持つ水涵養機能にまずは注目し、異なる森林整備シナリオ下で水涵養機能がどのように変化するかの予測手法の開発を目指している。

本発表では、異なる森林整備シナリオ下で植生、特に人工林の状態（密度やサイズ）がどのように変化するのかを予測する手法を提案する。

2. 使用したデータ

糸島市が森林計画用に 2014 年に取得した航空機 LiDAR データから作成された 25cm 解像度のデジタルサーフェイスモデル（DSM）と 50cm 解像度のデジタル地形モデル（DTM）、10cm 解像度の航空写真。国有林、福岡県有林、糸島市有林、民有林の森林簿および小班界の GIS データ。

3. 提案手法

3-1. 現在の密度・樹高・胸高直径の推定

まず森林簿の小班単位で現在の密度と平均樹高を LiDAR データから推定する。GIS ソフトウェアを用い、平滑化した DSM から最大値フィルターで樹頂部を抽出する。樹高は樹頂部の DSM と DTM の差とする。それぞれの小班内の最大樹高を求め、最大樹高よりも著しく樹高の小さい同一小班内の樹頂部（例えば最大樹高の 50%未満）は除く。残った樹頂部の数をカウントし、小班の面積で割って密度を求める。

次に森林簿上の小班の植栽樹種に応じて福岡県農林業総合試験場資源活用センターが開発した「福岡県スギ収穫予測システム」または「福岡県ヒノキ収穫予測システム」[1]（MS エクセルのワークシート）に小班単位の現在の林齢（森林簿の植栽年から計算）、立木密度と最高樹高（LiDAR データで推定した値）を入力し、平均胸高直径と地位を推定する。

3-2. 将来の人工林の密度・樹高・胸高直径の予測

上記で推定した「現況」は、LiDAR データの取得年の状況である。「福岡県スギ収穫予測システム」および「福岡県ヒノキ収穫予測システム」[1]を用いて LiDAR データ取得年から現在まで無間伐であった場合の密度・樹高・胸高直径を推定できる。また任意の間伐率を設定し、適正密度に誘導するために必要な今後の間伐回数・年を求め、その管理下で予測される密度・樹高・平均胸高直径を推定できる。

4. 課題

福岡県の収穫予測システムのエクセルファイルを改良し、データ取得年の林齢・密度・樹高を入力すれば、現在および将来の無間伐時・適正間伐を行った場合ごとの特定年度の密度・樹高・胸高直径を予測できるようにした。しかし、この予測は小班ごとに計算しなければならず、流域内全ての小班について同時には予測できない。GIS 上で広域に予測ができるシステムの構築が今後の課題である。

引用文献

1)福岡県農林水産部農山漁村振興課：福岡県材積表及び福岡県人工林収穫予測システム、http://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/sugi-yosoku.html、2015 年 10 月 5 日最終更新

ESE-55

シカの食害環境下にあるナラ枯れ被害林分の実生の発生とその要因

京都府立大学生命環境科学研究科　長島啓子

1. はじめに

かつて里山として利用していたアベマキ・コナラ林において、ナラ枯れが広がりを見せている。林冠木の枯死は、林内の光環境を改善することにより森林の更新を促進すると考えられる。ところが、シカの採食によりナラ枯れ被害林分の更新阻害が生じる可能性が指摘されている。本研究では、シカの食害環境下にある都市近郊のナラ枯れ被害林分の更新の可能性を把握するため、実生の発生とそれを規定する要因を防鹿ネットの有無やプロット位置などとの関係から把握した。

2. 調査方法

京都市左京区に位置する宝ヶ池公園の「桜の森」の西向き斜面の中部から下部にかけて見られるナラ枯れ被害林分に 35 × 35 m の方形区を設置した。その方形区内に、シカの食害を防止する防鹿ネットを張った 2 × 2 m の調査区(P)と、防鹿ネットを張らない対照区(Cp)を、それぞれ方形区上部に 2 個ずつ(P1, P2, Cp1, Cp2)、中部に 1 個ずつ(P3, Cp3)、下部に 2 個ずつ(P4, P5, Cp4, Cp5)設置した。

実生の調査は、2014 年 4 月から 8 月までおおむね 2 週間ごとに実施し、樹種を記載するとともに、個体数を計数した。また光環境を調べるため、プロットの中心、高さ 50 cm において全天空写真撮影を行い、開空度を算出した。更に、各実生プロットの中心とプロットを 1/4 に細分した範囲の中心の合計 5 箇所において、山中式土壌硬度計による土壌硬度の測定をした。

3. 結果と考察

調査区と対照区で位置の対応するプロット間の個体数を比較したところ、調査区の方が多い傾向が見られ、特に下部プロットでその違いは顕著であった。一方、種数については、調査区の下部のプロットの種数が多いものの、上部と中部のプロットでは調査区と対照区に大きな差は見られなかった。また、クラスター分析の結果、各植生群には調査区、対照区のプロットが混合していた。このことから、防鹿ネットの設置は個体数の増加に寄与したものの、種数や種組成には影響を与えていないと考えられた。

CCA の結果、開空度とプロットの位置が種組成を規定する要因として示され (図)、方形区内の開空度が低い上部から中部のプロットでは、アオハダ、ヒサカキ、ネジキ、タカノツメ、ソヨゴなどから成る植生群 I、ソヨゴが優占する植生群 II が形成される傾向にあった。いずれも上層からの種子供給によって発生したものと考えられた。これらの実生が成長するとソヨゴなどの低木から構成されるマツ枯れ低質林[1]と同様の植生が形成される可能性が示唆された。一方、明るい下部プロットには先駆種とともにコナラの実生が見られた植生群 III が形成される傾向がみられた。このことから、明るい斜面の下部において防鹿ネットを設置することで、コナラの再生が促進されることが期待された。

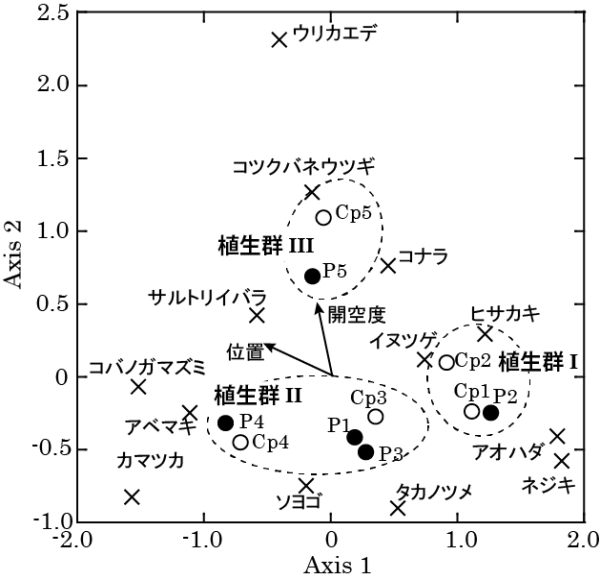


図　CCA による各植生群と環境要因との関係

引用文献

1) 呉　初平・安藤　信 ： 京都市のマツ枯れ被害林における 10 年間の林分動態、日本緑化工学会誌、35、pp. 440-447、2010

ESE-56

岐阜県内の法面緑化施工地におけるニホンジカ被害に関する約5年間の植生モニタリングと被害対策に関する考察

株式会社ニシノ ○安江匡弘、佐藤厚太、錦戸　豪
SPTEC・YAMADA 山田　守、日本特殊緑化協会 塚田篤徳

1. はじめに

近年､法面緑化施工地においてニホンジカ(以下、シカ) 被害が顕在化している。法面緑化施工地におけるシカ被害は、まず、緑化植物の採食により植生が衰退し裸地化する。その後、登攀に伴う生育基盤材の踏み荒らしや降雨等により生育基盤材が侵食し、地山が露出することになる。

本報告では、シカの生息域内で実施された植生基材吹付工(厚さ5㎝、以下、吹付工)および植生基材注入工(袋状の注入マットを敷設・固定したのち、注入マット内に生育基盤材を注入する工法(工法名:バイオ・オーガニック工法)厚さ7㎝、以下、注入工)の2つの植生工を対象とした約5年間の植生モニタリングの結果を基に、シカ被害を考慮した法面緑化対策について考察した。

2. 調査法面の概要と調査方法

調査法面は、岐阜県下呂市内に位置し、勾配は1：1.0 (45 度)で、南東向きである。調査対象個所は、吹付工と注入工の2工法が接して施工された個所とした。播種草本4種および発生期待本数合計 1,500 本/㎡は2工法とも同じである。

植生モニタリングは､2011年10月(施工5ヵ月後)から2016年9月(施工5年4ヵ月後)の間で5回実施した。調査項目は、植被率 (定点写真による)、出現種の被度階級などである。

3. 調査結果および考察

3-1. 植被率の傾向

吹付工区の植被率は、施工5ヵ月後→2年2ヵ月後、3年2ヵ月後、4年2ヵ月後および5年4ヵ月後の順に、3%→50%→30%→10%→10%と2年2ヵ月後をピークに低下し4年2ヵ月後以降は植被率10%とほぼ調査区全体が裸地状態であった。注入工区の植被率は同順で90%→60%→40%→40%→50%と5ヵ月後のピークののち40～60%を維持していた。なお、両工法ともシカの採食被害を受け続けていた。

3-2. 出現種の傾向

吹付工区の優占種は、最も植被率が高かった2年2ヵ月後では侵入植物のダンドボロギクであった。その後､生育基盤の侵食が進行し特に優占種はない。

注入工区の優占種は、調査期間中、播種植物のメドハギであった。なお、メドハギは採食を受けていたが再生していた。注入工区は生育基盤材が袋状マット内にあり、シカの登攀を受けても侵食が見られなかった。生育基盤材が残存することでメドハギが再生可能であったと考えられる。

3-3. シカ生息域における法面緑化工

シカの生息域における法面緑化工は、外来草本など嗜好性植物の導入を避けること、踏み荒らしを受けても侵食されにくい工法を選定することが望ましいと考えられ、吹付工と注入工を比較すると注入工が適した工法と判断できる。

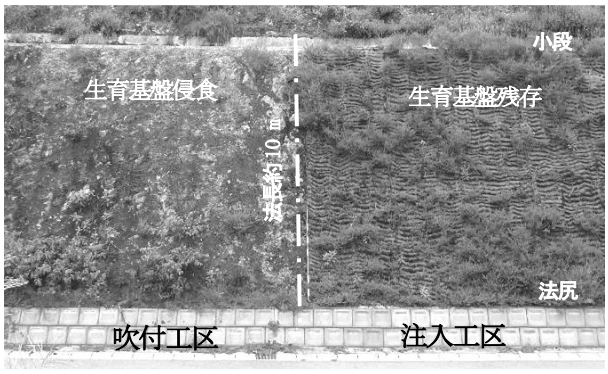


写真1　施工5年4ヵ月後の生育状況

ESE-57

盛岡城跡の植生景観—樹木管理

岩手大学人文社会科学部　竹原 明秀

1. はじめに

城下町を起源とする中規模以上の都市において，都市中心部に存在する城（城郭）跡は定形で面積が広く，都市公園をはじめ，宗教・文化・教育・行政施設などの敷地として現在，多様に活用されている。特に市街地では堀を含めた空間は，都市の水辺・みどりの空間拠点として，また潤いのある都市景観として重要である。一方，城跡は史跡として文化財に指定されている場合がほとんどで，天守などの建築物以外にも石垣や土塁，堀などの人工的な地形も保存対象とされている。加えて，その都市や地域文化，豪族，藩主などの歴史を彷彿させる拠点で，観光地としての価値も大きい。

このように城跡は，都市公園としての機能，文化財としての保存，観光地としての活用など，多彩な顔がある。これらが均衡の元に，城跡が管理・整備されている状況であるのか，景観生態学的視点からの検討も必要であろう。

ここでは岩手県盛岡市にある盛岡城跡における植生景観と樹木管理について紹介する。

2. 盛岡城跡の概要

盛岡城跡は盛岡市の中心市街地にある平山城で，約 8.4 ha（史跡指定地）に本丸～三ノ丸，堀割，移設建築物，石碑などの工作物，便益施設などからなる[1]。築城は慶長 3 年（1598）から始まり，明治 7 年（1874）に城内の建物は取り壊され，明治 39 年（1906）に長岡安平の設計による岩手公園（現，盛岡城跡公園）として整備・開園した。さらに昭和 12 年（1937）に国の史跡に指定された（指定理由：濠湟石壁土壘が良好に保存されている）。昭和 59 年（1984）から発掘調査と石垣の修復が実施されている。

3. 盛岡城跡の植生景観

盛岡市の景観行政は，盛岡城跡から周辺山地への眺望確保・保全が目標とされてきた。一方，盛岡城跡は市街地に取り残された島状の緑地で，例えば石垣の存在による城跡として認識される視点場は限られている[2]という。したがって，景観的視点では盛岡城跡は緑地（都市公園）であり，市街地内における大規模な自然環境（スギ，トチノキ，クヌギなどの大径木が多数），身近な自然環境（みどり・水辺・文化・レクリエーション）に位置づけられる[3]。

4. 盛岡城跡の樹木管理

盛岡城跡の樹木記録によると，1406 本（スギ，マツ，ケヤキなど，1890），1570 本（モミジ，スギ，サクラなど，1966），3116 本（ツツジ，イロハモミジ，ソメイヨシノなど 156 種，2009）で，ほぼ植栽木が占めている[4]。これらの樹木管理の基本理念[4]として「盛岡市の歴史的経緯を踏まえた情報共有によって盛岡城跡の文化財としての価値の保全を図りながら歴史遺産の正しい理解につなげ，都市公園機能との共生を再構築するものとする。」とされている。これに基づき，地区別・樹木別に管理方針が定められ，基本的に石垣や遺構の保全に影響を及ぼす樹木，危険木などを剪定・伐採することとしている。これらには視点場と眺望の確保という視点からも追従している。

今後，盛岡城跡における石垣修復を含む文化財保存事業では樹木（みどり）の減量化が進むであろう。

引用文献

1）盛岡市（2012）史跡盛岡城跡保存管理基本計画書．142pp.
2）盛岡市（2011）盛岡市歴史文化基本構想．237pp.
3）盛岡市（2016）盛岡市自然環境及び歴史的環境保全計画．50pp.
4）盛岡市（2017）史跡盛岡城跡植栽管理基本計画．155pp.

ESE-58

岩木川の河畔林で営巣するオオタカの採食生態と食物資源

弘前大学 ○笠原里恵，株式会社テクノ中部 森田知沙，
東北緑化環境保全株式会社 香川裕之，帯広畜産大学 赤坂卓美，弘前大学 東信行

1. はじめに

河畔林は，出水時に流下を阻害するなどの危険性から積極的な管理が求められる一方で，多くの生物の生息場所としての機能をもつ．地域の生物に配慮した河川管理のためには，この機能を理解することが重要である．青森県を流れる岩木川の河畔林では，毎年多くの猛禽類の営巣がみられる．本研究ではオオタカに着目して，河畔林の機能について検討した．

2. 調査方法

岩木川における繁殖期の成鳥の狩り場環境（探餌および獲物にアタックする環境）を明らかにするために，2013～2016 年の間に発見したオオタカの各巣について，巣内育雛期に巣の周辺に 2～4 定点を設置し，行動観察を行った．また，雛への給餌内容を明らかにするために，ビデオカメラを巣内に設置した．さらに，鳥類をおもな食物とするオオタカの餌資源量を定量化するために，オオタカ成鳥の一般的な行動圏を鑑みて，各営巣木から半径 3㎞ 圏内における鳥類の観察個体数を餌資源量として調査した．調査は，行動圏内の土地被覆ごとに 10 分間のプロットセンサスを実施し，併せて，土地被覆間における個体ののべ移動数も記録した．土地被覆の区分は，（1）開放水域，（2）河畔林，（3）草地，（4）果樹園，（5）耕作地（6）人工地，の 6 種類とした．

3. 結果

3-1. オオタカの狩り場環境

一般化線形混合モデルを用いた分析の結果，オオタカ成鳥は，河畔林や草地で探餌する傾向が見られた．また，獲物へのアタック行動は，果樹園や河畔林，人工地で観察される頻度が高かった．

3-2. 雛への給餌内容

撮影を実施した巣に共通して，巣に搬入された食物はムクドリがもっとも多く，各巣の総搬入数の 28～57%を占めた．次いでスズメもしくはハト類が多く，総搬入数の 0～12%を占めた．このほか，イエネコの幼獣やネズミ類，モグラ類などの哺乳類の搬入も確認された．

3-3. 餌資源量

プロットセンサスの結果から，オオタカの巣に搬入された頻度が共通して高かったムクドリ，スズメ，ハト類は，すべての調査地点において堤内地の人工地でもっとも観察個体数が多かった．またこれらの鳥類において，土地被覆間で観察されたのべ移動数は，人工地－草地，人工地－耕作地，人工地－河畔林，あるいは人工地－果樹園で相対的に多かった．

4. 考察

オオタカの利用頻度が高い狩り場環境は，身を隠して待ち伏せをしやすい河畔林や，その林縁に接した草地であった．これらの環境では，潜在的な食物資源量は必ずしも豊富ではなかったが，鳥類の移動量が相対的に多かった．このことは，オオタカが潜在的な餌量よりも，採食のし易さによって狩り場を決定している可能性を示しており，岩木川のオオタカは，河畔林などで待ち伏せをし，餌資源量の多い人工地などから移動してくる獲物を効率よく狩っていると考えられる．以上のことから，岩木川のオオタカにとって，河畔林は営巣場所だけではなく，狩り場としても重要な機能を果たしているといえるだろう．

ESE-59

北海道伊茶仁川に生息するアメマスの回遊履歴解析

○鈴木享子[1),2)]、笹栗麻優子[1)]、市村政樹[3)]、吉冨友恭[1)]
[1)]学芸大環境教育、[2)]東大院農、[3)]標津サーモン科学館

1. はじめに

アメマス（*Salvelinus leucomaenis*）は、サケ科イワナ属に属する通し回遊魚である。北海道では知床半島以外のほぼ全域に分布し、平地では特に道東や道北に多く見られる。アメマスの生活史は、成長の過程で海に下る降海型と一生を淡水で過ごす河川残留型とに大きく分かれ、産卵後も死亡することなく産卵を繰り返す多回産卵魚である。複雑なライフサイクルを持つと報告されているものの、地域ごとの生活史特性の知見は乏しいのが現状である[1), 2)]。

魚類の生活史や回遊生態の解明には、耳石の微量元素を用いた回遊履歴の推定が有効である。耳石のSr濃度は、個体が経験した環境水の塩分の指標となることが知られており、魚類の河川・海洋生活期を明らかにする手法として広く用いられている[3)]。

本研究では、北海道伊茶仁川に生息するアメマスを対象として、耳石のSr濃度から回遊履歴を推定することを目的とした。

2. 材料と方法

2-1. 供試魚

淡水飼育魚1個体と野生魚6個体を実験に供した。淡水飼育魚は、標津サーモン科学館内の淡水(0 psu)の水槽で飼育した個体を用いた。野生魚は、北海道道東の標津町を流れる伊茶仁川にて採捕した。淡水飼育魚の年齢は1＋、尾叉長と体重はそれぞれ137 mm, 243 g であった。野生魚の平均の尾叉長と体重はそれぞれ、341±144 mm, 761.1±980.5 g であった。耳石は摘出後蒸留水で洗浄し、常温で保存した。

2-2. 耳石の試料作成

耳石はエポキシ樹脂に包埋し、鉱物薄片作製装置により耳石核が露出するまで凸面から研磨した。その後、自動研磨機によってOP-S懸濁液を用いて研磨面を琢磨した。琢磨後の耳石試料は、イオンスパッターを用いて表面に白金パラジウム(Pt-Pd)を蒸着させた。

2-3. 耳石の微量元素分析

耳石の線分析及び面分析には、波長分散型電子線マイクロアナライザー（EPMA）を用い、耳石のCaとSrの濃度を分析した。線分析は核から縁辺までを対象とし、加速電圧15 kV、照射電流値5.0×10^{-8} A、ビーム径9 μm、分析間隔10 μmで分析を行った。面分析は研磨面全体を分析範囲とし、その条件は、加速電圧15 kV、照射電流値3.0×10^{-7} A、ピクセルサイズ2 μm×2 μmとした。

3. 結果及び考察

伊茶仁川に生息するアメマスは、一生を通じて淡水にとどまる個体や、汽水域や沿岸域といった海水の影響のある場所を生息場として利用する個体等、多様な回遊パターンを有することが明らかになった。また、明瞭な海洋生活期を持つ個体はみられず、海洋への依存度は低いことが示唆された。伊茶仁川は、下流域に豊富な栄養塩や餌資源となる魚類が生息していることから、河川を有効に利用している可能性が考えられた。

引用文献

1) Arai T, Koyake A, Kitamura T (2005) Migration of anadromous white-spotted charr *Salvelinus leucomaenis*, as determined by otolith strontium: calcium ratios. Fisheries Science 71: 731-737.
2) Morita K, Morita SH, Nagasawa T, Kuroki M (2013) Migration Patterns of Anadromous White-Spotted Charr *Salvelinus leucomaenis* in eastern Hokkaido, Japan: the solution to a mystery? Journal of Ichtyology 53: 809-819.
3) 大竹二雄 (2010) 9章 耳石解析. 魚類生態学の基礎(塚本勝巳 編). 恒星社厚生閣. 100-109.

ESE-60

サクラマスの選好性に着目した河川環境の変動把握

山形大学○渡邉　一哉、山形大学大学院 大場　梢

1. はじめに

本研究の調査地である赤川水系梵字川支流早田川は、古くから多くのサクラマスが遡上する河川として知られている。

早田川は、2010 年に砂防堰堤がスリット化事業によって、梵字川合流部から 2.1 ㎞上流の農業用取水堰までが遡上域となった。その一方で、事業完了直後から砂防堰堤上流側の堆積部は下流に流出し、下流部は従来存在していた淵が埋まる堆積作用が卓越している事が先行研究により明らかとなっている。そして近年は、堰堤上流部の土砂の浸食・流出は収まりつつあり、同時に流路が安定するようになった。下流部は、堆積していた事業由来の土砂や岩が流れによって除去されつつあることが観測されている。つまり、早田川におけるサクラマス遡上域の河川環境は、事業により大きく改変され、そして河川がもつ自律形成作用によって、あるべき状態への復帰過程にあるといえる。

本研究はサクラマスの産卵場の選好性に着目しながら河川環境の変動を把握することとした。

２．調査手法

サクラマスの産卵期間（10 月初旬～11 月中旬ごろまで）に、調査区間（2.1ｋｍ）を約 2 時間かけて踏査し、サクラマスの遡上個体数、産卵行動、を記録した。加えて 2011 年からは，サクラマスの産卵床造成位置の把握を、2015 年・2016 年には産卵床の構成材料の粒度分析も行った。

３．結果と考察

本研究では、産卵期間の連続踏査を平均 40 日行った。結果、産卵床の礫材が、2～40㎜ が 40%、41～90㎜ が 60%の混合割合であるものが流れに対する耐久性が高く有利な環境と考えられた。このような産卵場は早田川に進入した時期の早い個体が、優先的に選択していることが明らかとなった。なお、産卵床の造成域は平均 1.93 ㎡ SD±1.32 であった。水深は平均 30.5 ㎝ SD±17.8 であった。

産卵個体が河川へ進入し産卵して死亡するまでの時間は、約 7 日 SD±3.1 であった。7 日のうち最初の 1～2 日で場所を決定し産卵床を造成していた。その後の余命時間は産卵床の補強や他の個体の追い払いなどの防衛活動に費やされていた。

産卵床数の変動を、リーチ単位で河川を区分けした 20 区間ごとに計数した。2010 年から 2014 年までは、遡上域が 2 倍に拡大したにもかかわらず、事業前の産卵床数と大きな違いが認められなかった。ところが 2015 年から増加に転じ、2016 年は事業前の約 2 倍となった。先述の産卵場選好条件を加味すると、いくつかの区間でサクラマス親魚が発見しやすく利用しやすい産卵環境が増加したと考えられる。

調査結果によって明らかとなった産卵場特性、すなわち礫材（構成と面積）、水深が選好条件の主たる要素になりうるかを検証するため、コンクリート水路で検証実験を行った。その結果、現地調査結果から得られた仮説を支持する結果が得られた。既往研究で指摘されている河床間隙域から生じる流速差や温度差といった、主に側線で感知すると言われる物理情報以上に、目視によって選択していることが考えられた。

本研究の成果は、近年目覚ましい発達を遂げている空間把握技術を用いることで、これまで以上に広範囲の生態学的な河川環境評価手法の確立を示唆する知見となろう。

ESE-61

流水場と退避場がある環境でのミナミメダカとカダヤシの行動の違い

木更津高専・環境都市　湯谷　賢太郎

1. はじめに

ミナミメダカ *Oryzias latipes*（以下メダカ）は日本全土に広く分布する在来種で雌雄ともに全長 3.5cm 程度である．一方で，カダヤシ *Gambusia affinis* は北アメリカを原産とする外来種で全長は雄が 3cm，雌が 5cm 程度である．両種とも流れの緩やかな小川や水路を好み，生息地が重なる場合が多い．

現在では，水田や用水路の整備による棲み処の消失，水質の悪化，さらに外来種であるカダヤシの侵入によりメダカは数を減らしており，環境省レッドリストにより絶滅危惧Ⅱ類に指定されている．

メダカの保全のためには失われた生息地を保全・再生していくことが必要になるが，その際には競合する外来種であるカダヤシの生息にとって有利となってはいけない．そのため，両種の生態特性をよく研究し，メダカにとっては好ましく棲みやすい環境であるが，カダヤシにとっては好ましくなく棲みにくい環境を明らかとする必要がある．

そこで本研究では河川におけるメダカとカダヤシの行動特性の違いに関する基礎的知見を得ることを目的とし，流水場と退避場がある環境でのメダカとカダヤシの行動の比較を実験により行った．

2. 方法

実験は，流水からの退避場所を設けた水路の 270×590㎜の区間を用いて行った（図 1）．流速は両種の遊泳速度を参考に約 5，8，10，13，15cm/s になるように調整した．水路内にランダムに選定した実験対象魚 7 匹を投入し，ビデオカメラを水路の真上に設置して人の出入りを制限した部屋で撮影を行った．低流速で半日ほど馴致させたのち，水路内を 60 分間撮影し，後半の 30 分を実験データとした．1 ケース

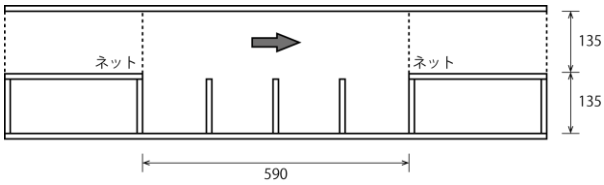


図 1　実験水路概略図

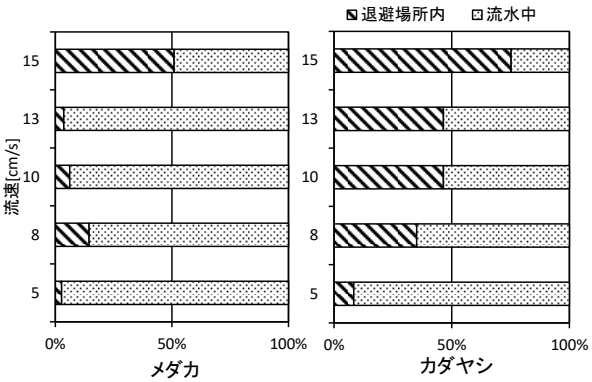


図 2　メダカとカダヤシの退避場と流水中の滞在時間割合

につき両種 3 回ずつ実験を行った．水温は約 22℃，水深は 2～3cm に調整した．撮影した動画は 1 秒ごとに画像に変換し，ImageJ を用いて遊泳行動を座標値として記録した．座標の記録は 1 実験 1 匹を対象とした．

3. 結果

退避場所に滞在した割合は流速 5cm/s では両種とも実験時間の 5%前後であった．カダヤシでは，流速の増加とともに退避場所に滞在する時間が延び，流速 10cm/s を超えると実験時間の 50%程度を退避場所で過ごした．メダカは，流速 13cm/s までは退避場所に滞在する時間に変化は見られず，流速 15cm/s になると退避場所での滞在時間は急に増加し，実験時間の 50%程度となった．（図 2）

ESE-62

PITタグを用いたトウキョウダルマガエルの雌雄における移動分散の差異

宇都宮大学大学院　○野田康太朗、東京農工大学大学院　中島直久
宇都宮大学　守山拓弥、小山市役所　森晃

1. 背景と目的

水田水域を生息場とする生物相の中でカエル類は、農村生態系において中間的捕食者であり、周囲の大型動物の餌資源として支えている[1)2)]。日本固有種のカエル類のうち、トウキョウダルマガエル（*Pelophylax porosus porosus*）を研究対象種とした。本研究では生活史の視点から、雌雄による移動分散の差異を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

対象地は栃木県河内郡上三川町内の地下水灌漑を行っている有機水田9枚とした。本研究では、畦畔及び田面内(畦畔から約2m)にて捕獲・再捕獲調査を行うとともに、環境要因との関係を示すために畦畔ラインセンサス調査を並行して行った。捕獲調査の際、標識にはPITタグ[3)]を用いた。データの整理加工を行う際はArcGISを用いた。野外調査ではArcPADをインストールしたPDA端末を使用した。個体の属性は、PITタグの標識番号、頭胴長、体重、雌雄(7月9日以降)とした。環境要因のデータを入力する際、対象地をGIS上で10mのメッシュに区切った。

3. 研究結果及び考察

調査は2016年6月17日から9月22日まで全16回行った。86個体(頭胴長46～88mm)にPITタグを挿入・放逐し、34個体を再捕獲した。対象地では6月下旬から一部の水田で中干しが始まり、8月下旬には多くの水田が湛水期間を終えた。水田3のみ9月22日まで湛水が確認された。中干し期間中は、一時的に湛水している水田や水路以外では、個体を捕獲することができなかった。オスは繁殖期に周囲の水田から湛水している水田に移動し、2週間から1ヶ月程度留まる個体も観察された。また、夜間は水面にて活発に鳴いている様子が確認された。しかし、

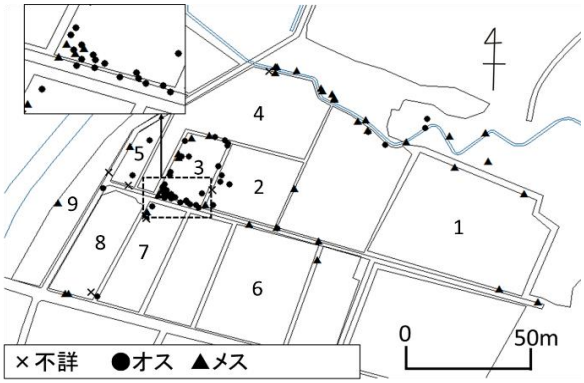


図1.7月9日～9月22日の雌雄別分布状況

メスは湛水している水田だけでなく、水路や周辺の法面などでも多くの個体が確認された。水田3にはメスが9月5日、オスが9月22日まで確認された。長期に渡って、湛水している水田に留まるメス個体はオスに比べて少なく、一度繁殖場に向かい、その後、水路や周囲の水田に移動分散する傾向が観察された。また、本種のメスは約10～20日の間隔で2回または3回産卵することが報告されている[4)]。これより、一度繁殖場から離れたメス個体は、2回目や3回目の産卵の時に改めて繁殖場に集まる可能性も考えられた。本種は水田が湛水されていれば、9月前後まで繁殖が行える可能性がある。本調査から、湛水期間を通じて、オス個体が湛水した水田で確認されたことから、湛水期間を延長することで多くの個体に繁殖の機会が増え、個体群の維持に繋がると示唆された。

引用文献

1)水谷正一(2007) 水田生態工学入門
2)日鷹一雅(1990) 自然有機農法
3)野田康太朗 (2016) 水田水域におけるトウキョウダルマガエルの移動分散に関する研究, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp. 2-18
4)芹沢孝子・芹沢俊介 トノサマガエル-ダルマガエル複合群の繁殖様式 Ⅲ. トウキョウダルマガエルの性成熟と産卵, 日本爬虫両棲類学雑誌 12(3): 70-79., Jun. 1990

ESE-63

水田管理がナゴヤダルマガエルの越冬場所選択に与える影響

岡山大学大学院環境生命科学研究科 ○多田正和，倉敷市 伊藤邦夫，
岡山大学大学院環境生命科学研究科 中田和義

1. はじめに

東海･中部･近畿･中国･四国地方の水田環境に生息するナゴヤダルマガエル（*Pelophylax porosus brevipodus*）は，環境省レッドリスト 2017 で絶滅危惧 IB 類に指定されており，生息地・個体数ともに減少傾向にある。しかしながら，ナゴヤダルマガエルの生態については不明な点が多く，本種の保全策を検討する上では生態に関する知見の蓄積が必要である。

既存の知見では，ナゴヤダルマガエルが繁殖に参加可能となる条件に，越冬の経験が必要との報告がある [1)]。したがって，本種の個体群を保全する上では，越冬場所の整備は不可欠である。しかし，本種が越冬場所として選好する水田の物理環境条件は未解明である。そこで本研究では，水田におけるナゴヤダルマガエルの越冬に必要な環境条件の解明を目的として，岡山県内の水田で野外調査を実施した。

2. 材料および方法

本種の越冬期に実施した野外調査では，慣行栽培の水田および隣接する休耕田で計 62 ヵ所（慣行水田 19 ヵ所，休耕田 43 ヵ所）の調査地点を設けた。本調査では，各調査地点にコドラート（50 cm×50 cm）を設置し，コドラート内を掘り進めながらナゴヤダルマガエルの越冬個体を探した。そして，ナゴヤダルマガエルの越冬場所および非越冬場所で以下に示すデータを収集した。

土壌環境のデータを得るため，コドラート周辺の任意の 3 ヵ所で，100 cm^3 定容積サンプラーを用いて地表面から深さ 5 cm の土壌を採取した。その後，炉乾燥法によって，体積含水率，含水比，間隙率，飽和度を算出した。また，土壌硬度計（山中式硬度計）を用いて，土壌を採取した場所の周辺 3 ヵ所で表土の硬度を測定した。

コドラート内で越冬個体が確認された場合には，その場で頭胴長（mm）をデジタルノギスで測定し，判別が可能な場合は雌雄を記録した。また，コドラート内を被う植生の植被率と，測定が可能な場合には，表土から越冬個体の総排泄孔までの深さとした土壌深度（cm）も同時に記録した。

3. 結果および考察

野外調査の結果，62 地点の調査地点のうち 18 地点で，ナゴヤダルマガエルの越冬個体が確認された。その内訳は，休耕田 17 地点，慣行水田 1 地点であり，越冬場所は休耕田で有意に多かった（Fisher の直接確率検定，$P<0.05$）。また，越冬個体が確認された地点は全て，植物の枯死体や切藁などのカバーに覆われていた。調査地の土壌環境については，土壌硬度，含水比，飽和度，間隙率において，慣行水田と休耕田とで有意差が認められた（Mann-Whitney の U 検定，$Ps<0.001$）。

以上より，本調査地においては，ナゴヤダルマガエルは越冬場所として主に休耕田を利用していることが明らかとなった。休耕田は慣行水田に比べて，含水比や飽和度が有意に高く，土壌硬度は有意に低い値を示した。この理由については，慣行水田におけるコンバインによる土の締固めや冬季の田起こしなどが影響したと思われた。圃場の維持管理方法は，ナゴヤダルマガエルの越冬場所の創出や消失に強く影響する可能性が示唆された。

引用文献

1) 芹沢孝子（1983）トノサマガエルーダルマガエル複合群の繁殖様式 I. 愛知県立田および佐屋における成長と産卵. 爬虫両棲類学雑誌, 10 (1), 7-19.

ESE-64

コウノトリ育む農法水田に生息する水生および陸生動物の安定同位体比の特徴

兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科　○塩田圭祐
土木研究所水環境研究グループ河川生態チーム　田和康太、（株）建設環境研究所　丸山勇気
兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科・兵庫県立コウノトリの郷公園　佐川志朗

1. はじめに

兵庫県豊岡市では一度絶滅したコウノトリの野生復帰事業が進行している。当地では2003年より餌動物の増加を目的とした、環境保全型の水稲農法であるコウノトリ育む農法（以降、「保全型農法」と記載）が行われており、これには無農薬や減農薬、中干の延期など所定の条件が課せられている。保全型農法と従来通りの慣行型農法に生息する水生および陸生動物（以降、「小動物」と記す）に関する研究は少ない上、理化学的に比較分析した研究は行われていない。本研究では保全型農法と慣行型農法に生息する小動物の採集を行い、両農法において安定同位体比の比較を試みたのでここに報告する。

2. 方法

2014年6月および2015年7,8月に小動物の採集を行った。調査地は豊岡盆地内の保全型農法3地区28圃場、慣行型農法3地区34圃場の計62圃場である。採集の結果、13分類群292個体のサンプルを得た。サンプルは乾燥粉末に加工した後スズカプセルに詰め、炭素および窒素の安定同位体比分析に供した。得られた分析値を用い、小動物の主分類群において保全型農法と慣行型農法間で有意差検定（マンホイットニーのU検定）を行った。

3. 結果および考察

検定の結果、水生動物のうちにおいて陸上移動が不可能な種（陸生移動×）の$\delta^{15}N$値において、保全型農法の値が慣行型農法と比較し有意に大きかった（表1）。一方、水生動物で陸上移動が可能な種（陸生動物○）および陸生動物については$\delta^{15}N$に有意な差は見られなかった（表1）。

保全型農法においては、堆肥や有機資材の活用が義務付けられており。資材には米ぬか、油粕、魚粉などが配合される。これにより保全型農法の食物網の栄養基盤（デトリタスやプランクトン）において$\delta^{15}N$の値が大きくなることが考えられる。小動物はその場の栄養基盤をベースに食物網を形成するため、陸上移動できない水生動物は、生息する農法の栄養基盤に直に連動する。すなわち、保全型農法では$\delta^{15}N$値が大きくなることが考えられる。また一方で、陸上移動が可能な小動物は単一農法の影響だけではなく、両農法の栄養基盤も反映されるため、$\delta^{15}N$値の差異が検出されなかった可能性がある。発表では、これらの小動物を捕食するコウノトリの分析値についても結果を示し、コウノトリに対する保全型農法の小動物の寄与についても考察する。

表1　水生および陸生動物の安定同位体比の中央値

			$\delta^{13}C$			$\delta^{15}N$		
			保全型農法	慣行型農法		保全型農法	慣行型農法	
水生動物	陸上移動×	アカネ属幼虫	−26.7	−26.1		5.38	3.39	***
		カイエビ	−25.8	−25.8		4.46	3.01	**
		アマガエル幼生	−26.8	−26.1		6.26	3.66	*
		カエル類幼生	−26.0	−27.7	*	6.64	3.20	***
		ドジョウ	−25.9	−25.7		6.87	5.77	*
	陸上移動○	ヒメガムシ成虫	−27.1	−27.4		3.77	3.93	
		コガムシ成虫	−26.8	−25.5		4.31	3.71	
		ヒメゲンゴロウ成虫	−25.1	−24.5		4.97	4.52	
		コシマゲンゴロウ成虫	−26.7	−26.6		5.45	4.69	
		アマガエル成体	−24.4	−24.3		4.71	5.47	
		トノサマガエル成体	−24.4	−23.5	*	6.50	6.01	
陸生動物		イナゴ属	−23.8	−23.0		5.14	3.11	
		ショウリョウバッタ	−13.1	−12.9		1.46	0.93	

***:P<0.001, **:P<0.01, *:P<0.05, Mann-Whitney U test

5. 謝辞

本研究は、豊岡市の農業生産者に協力いただきましたので、ここに深謝します。なお、本研究は（農林水産省委託プロジェクト研究「生物多様性を活用した安定的農業生産技術の開発委託事業」H25-H29）およびJSPS科研費26340009の補助を受けて行われた。

ESE-65

兵庫県円山川汽水域周辺の止水環境における水生動物の多様性分布とコウノトリの採餌利用

兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科　○北垣和也
兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科、兵庫県立コウノトリの郷公園　大迫義人
兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科、兵庫県立コウノトリの郷公園　佐川志朗

1. はじめに

兵庫県北部を流れる円山川は、下流部の河床勾配が 1 / 10,000 と小さく、河口から 16 km 上流まで汽水域が分布する。また、河道内にはワンドやタマリ、湾など多様な止水環境が存在しており、生物多様性の高いエリアである。過去にも円山川本流の調査・研究は行われているが、周辺の止水環境を網羅した研究は行われていない。また、円山川周辺は野生復帰したコウノトリ *Ciconia boyciana* の採餌場所にもなっている。本研究ではこれら止水環境における水生動物の多様性分布と、コウノトリの採餌場所との関係性について検証することを目的とした。

2. 方法

円山川河口から 1.6-3.0 km の範囲を調査エリアとした。このエリアにはワンドやタマリ、本流と繋がった湖沼、楽々浦湾といった多様な止水環境がまとまって存在する。これら 4 タイプの環境ごとに調査区を設定し、さらにそれぞれの調査区内に各 3 地点の計 12 地点の調査地を選定した（St.1-12）。調査期間は 2017 年 6-7 月とし、各調査地の水際において、たも網（幅 60 cm、網目 3 mm）による追い込み捕獲（追い込み距離 1 m）を 20 箇所で行い（計 240 箇所）、採集した水生動物の同定と計測を行った。あわせて、水深、植生幅、水温、溶存酸素量、電気伝導率および水素イオン濃度の測定も行った。調査エリアにおけるコウノトリの利用頻度を定量化するために、近隣に定着しているコウノトリ（個体番号 J0391）の発信器データを整理した。

3. 結果と考察

調査の結果、魚類（4 科 10 種、412 個体）、甲殻類（5 科 9 種、207 個体）、および両生類（1 科 1 種、313 個体）の水生動物が捕獲された。魚類は汽水性のハゼ科で主構成され、なかでもビリンゴ *Gymnogobius breunigii* が 316 個体と魚類全体の 76% を占めた。確認された魚類の体長は平均 27 mm、レンジが 14-61 mm であった。以上より、調査エリアは主に、汽水性の小型ハゼ科魚類の生息場所として機能していることが示唆された。St.1-12 で捕獲された各種ごとの個体数を用いてクラスター分析（ユークリッド距離、ウォード法）を行った結果、St.10（タマリ）とそれ以外の 11 調査地の 2 グループに区分された。前者はウシガエル幼生 *Rana catesbeiana* (larvae)、アメリカザリガニ *Procambarus clarkii* およびカダヤシ *Gambusia affinis* によって構成される外来種主体の群集構造を示した。コウノトリの発信器データについては現在解析中であるが、St.3（湖沼）と St.10-12（タマリ）での定位点が多かった。

発表では各調査地の水生動物の群集構造や物理環境構造の特徴について詳細を述べ、水生動物の多様性とコウノトリの定位場所との関係性についても報告する。

4. 謝辞

本研究を行うに当たって多大なご協力をいただいた、国土交通省豊岡河川国道事務所の濵田皓司氏、円山川漁業協同組合の福井泉氏に心より感謝致します。なお、本研究は JSPS 科研費 JP16H02994 の助成を受け実施された。

ESE-66

兵庫県豊岡市の水田ビオトープにおける水生動物群集
－コウノトリ育む水田との比較－

兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科　○泉山真寛
土木研究所水環境研究グループ河川生態チーム　田和康太、株式会社建設環境研究所　丸山勇気
兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科・兵庫県立コウノトリの郷公園　佐川志朗

1. はじめに

兵庫県但馬地域では、コウノトリの野生復帰事業が進められている。この事業の一環として、コウノトリの餌場にもなる水田作りが行われている。また、休耕田を活用した水田ビオトープも設置されている。しかし、両湿地に生息する水生動物に関しての研究は十分ではない。本研究では、コウノトリが営巣し縄張りを形成している水田域（以降、「水田」）と水田ビオトープ（以降、「ビオトープ」）の両湿地において、水生動物群集を比較したので、ここに報告する。

2. 調査方法

豊岡市内のコウノトリ育む水田を 8 枚（祥雲寺区コウノトリ縄張り内 4 枚、庄境区コウノトリ縄張り内 4 枚）と、コウノトリの郷公園内のビオトープ 10 枚の計 18 調査地にて、水生動物を採集した。各調査地では、ランダムに 8 ヶ所の採集箇所を設け、各採集箇所において 35 ㎝幅、4 ㎜目のタモ網で、畔際に向かって 3-5 回の掬い取りを行った。なお、両湿地は小河川を挟んだ隣接エリアに位置する。調査期間は、水田が 2015 年 6-7 月、ビオトープが 2017 年 6-7 月とした。

3. 結果と考察

両湿地において、コウチュウ目、カメムシ目、トンボ目およびカゲロウ目など 53 タクサが確認された。個体数密度（inds / m^2）を算出して比較した結果、アカネ属やシオカラトンボ属などのトンボ科では水田の方が 15.3 倍高く、イトトンボ亜目ではビオトープの方が 98.7 倍高かった。また、コウチュウ目、カゲロウ目では、ビオトープの方が、水田よりもそれぞれ 1.8 倍、40.7 倍高かった。今回、採集されたコウチュウ目幼虫の大半は、ゲンゴロウ類とガムシ類であり、これらの幼虫には肉食のものが多い。調査時にもゲンゴロウ類幼虫がイトトンボ亜目の幼生やカゲロウ目幼虫を頻繁に捕食しており、数値上でも、ゲンゴロウ類幼虫密度とイトトンボ亜目幼生およびカゲロウ目幼虫の合計密度との間には有意な正の相関が確認された（$R^2 = 0.528, P < 0.05$）。以上より、ゲンゴロウ類幼虫にとって、イトトンボ亜目幼生およびカゲロウ目幼虫が重要な餌資源になっている可能性がある。発表では、両湿地の水生動物群集の詳細と物理環境との因果関係を提示するとともに、本研究成果を踏まえて行った環境教育および生物多様性保全のための湿地管理の実行についても紹介する。

4. 謝辞

本研究は、豊岡市の農業生産者、行政、農業関係機関の方々に多大なご協力をいただきました。ここに深く感謝致します。なお、本研究は（農林水産省委託プロジェクト研究「生物多様性を活用した安定的農業生産技術の開発委託事業」H25-H29）の補助を受けて行われた。

ESE-67

圏央道茂原第一トンネル上部の哺乳類による利用

明治大学農学部 平川颯也、明治大学大学院農学研究科 ○麻生海斗、
東日本高速道路(株)関東支社市原管理事務所 細川迭男、明治大学農学部 倉本　宣

1. はじめに

道路の建設により生態系は、様々な負の影響を受ける[4,5]。近年このような道路による負の影響に配慮された道路の建設がなされている。このような道路はエコロードといい、ミティゲーションの考え方の一つである[3]。

トンネル上部や橋梁上部に作られた通行路（以下オーバーパスとする）は尾根部等の道路より高い獣道を利用する野生動物に有効な施設である。またオーバーパスの野生動物の利用を左右する要因として人の利用が挙げられる[6]。動物専用のオーバーパスは海外で多く実績が見られるが、日本においては事例が少ない。

首都圏中央連絡自動車道にある茂原第一トンネルは延長が約 75 m，幅員が 45 m の日本では類を見ない規模の動物専用のオーバーパスである。また中小型哺乳類を保全対象としており、大型哺乳類の移動を制限する措置がなされており、フェンス下部には中小型哺乳類通過用の約 30 cmの枠が空いている。他にも雨水を引き込んだ池など最先端の技術が込められている[2]。

本報告では茂原第一トンネルで、保全対象となっている中小型哺乳類をセンサーカメラで撮影し、建設 2 年後のトンネル上部の利用や横断の状況について記録することを目的とする。

2. 結果

撮影された動物は撮影数が多かった順にノネコが 308 枚、ホンドタヌキが 279 枚、ニホンイノシシ（以下イノシシとする）が 111 枚、アライグマが 56 枚、ニホンノウサギが 48 枚、ニホンアナグマが 26 枚、ハクビシンが 8 枚、イタチ類が 3 枚、判別不能が 59 枚だった。

特徴的な行動として、イノシシは中小型哺乳類用のフェンスの枠を腹這いになり通過していた。イノシシの利用が徐々に増加していた。

3. 考察

イノシシの利用が徐々に増加していたが、イノシシは学習能力が高いこと[1]が知られていることから、フェンスへの慣れが生じたため頻繁に利用するようになったと考えられる。調査地はイノシシを侵入させないためのフェンスが存在するが、頭を突っ込み、腹這いになり通過している姿が撮影された。フェンスの枠が大きすぎるため、さらなる検討が必要であると考えられる。

引用文献

1) 堂山宗一郎・江口祐輔・上田弘則・植竹勝治・田中智夫（2011）イノシシにおける Hebb-Williams 迷路を用いた学習能力の評価. 日本家畜管理学会誌・応用動物行動学会誌, 47(1): 68.
2) （一社）アニマルパスウェイと野生動物の会（2017）シンポジウム意見交換会報告書.pp. 18-20.
3) 亀山章編（1997）エコロード―生き物にやさしい道づくり―. ソフトサイエンス社, pp. 2-9.
4) 増田泰（2002）エコロードから野生動物保護を考える. 滋賀県琵琶湖研究所所報, 19: 78-82.
5) 園田陽一・倉本宣（2008）多摩丘陵および関東山地における非飛翔性哺乳類の種組成に対する森林の孤立化の影響. 応用生態工学, 11(1): 41-49.
6) 上野裕介・園田陽一・松江正彦・栗原正夫（2014）野生動物に対する道路横断施設の設置と事後調査に関する技術資料. 国総研資料, 795: 5-34.

ESE-68

高高度を飛翔するコウモリ調査における計測装置の影響

(株)日立パワーソリューションズ ○見上伸、高橋雅也 根本玲央、
(一財)日本気象協会 福井聡、魚崎耕平、西林直哉

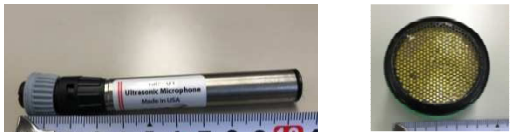
1. 背景と目的

2011年11月の環境影響評価施行令の改正に伴い、10,000 kW以上の風力発電事業が第一種事業として、新たに追加されて以来(2017年7月18日現在)、187事業が経済産業省で審査された。この審査の中で、コウモリに関する指摘事項は、年々増加傾向である。その中で、最もよく用いられる方法は、地上からバットディテクター(以下、B.D.)を用いた音声調査であるが、風力発電機の回転範囲を飛翔する種については、計測することができない。そこで、それらの種の調査方法として、マイクロフォンを50 m級風況鉄塔に装着し、自動録音機能付きB.D.を用いる方法を用い、高高度のコウモリ類の飛翔、コウモリ類の出現に及ぼす風速や天候の影響を評価してきた。一方で、これまで、自動録音機能付きB.D.にはゼロクロッシング方式のAnabatを用いてきたが、様々な機種が開発され、その1つがフルスペクトラム方式のSM4batである。

そこで、調査方法の精度向上を目的として、SM4batによる測定結果を取得して、その結果の特徴分析、Anabatの測定結果との比較、測定時における周辺環境の影響を評価した結果を報告する。

2. 調査方法

青森県北津軽郡中泊町、福島県須賀川市、高知県幡多郡三原村にSM4bat（フルスペクトルグラム方式、Wildlife Acousticis 社製）を用いた装置を風況鉄塔に設置し、高度別にエコロケーションパルスを測定した。なお、鉄塔への設置は10m、50m設置し、青森県では'17年6月30日、福島県では'17年4月24日、高知県では'17年6月5日を計測開始日とした。図1、2にSM4batとAnabatの外観写真を示す。また、青森県の鉄塔には、Anabat (機種名:Anabat SD2 ゼロクロッシング方式、Titley Scientific 社製)を用いた装置も設置した。そして、得られたパルス形状を比較し、既往文献[1]を参照にして、種群を判別した。さらに、SM4batの測定時における周辺環境の影響を評価した結果も報告する。



a) SM4bat　　b) Anabat

図1　各装置のマイクロフォン外観写真



a) SM4bat　　b) Anabat

図2　自動録音機能付きB.D外観

3. 結果と考察

青森県のSM4batによる調査において、風車ブレード回転域の50 mで、エコロケーションパルスを確認できたことから、本装置においても、飛翔高度が高いコウモリ類の存在が示唆された。

なお、発表当日は、SM4batを用いた他県の測定結果及び周辺環境の影響評価、また、SM4batとAnabatの特性比較について言及する。

謝辞

コウモリの保護を考える会の林聡彦氏、故向山満氏におかれましては、Anabatの紹介、データ解析に助言をいただきました。

引用文献

1) コウモリの会(2011)コウモリ識別ハンドブック（改訂版）. 文一総合出版

ESE-69

嘉瀬川ダム完成前後のダム湖周辺におけるテンの活動場所の変化

佐賀大・農 ○徳田　誠、北九州市 荒井秋晴、
佐賀大・農 松田浩輝、吉岡裕哉、安達大貢、明石夏澄

1. はじめに

ダム建設による環境改変の影響は、ダム湖と周辺流域のみならず、ダム周辺の陸上生態系にも直接的・間接的に様々な影響を及ぼすと考えられる。

嘉瀬川ダム（佐賀県佐賀市；2012 年 3 月竣工）においては、発表者の一人、荒井により、ダム建設前の 2003 年以降、定期的な糞の確認によるテン *Martes melampus*（食肉目：イタチ科）の活動性の調査が実施されている[1)]。

その結果、かつて多くの糞が確認された A ルートではダム建設の本格化とともに確認される糞数が低下し、竣工後も確認糞数が少ないままであることや、ダム建設に伴い新たに建設された付替道路（E ルート）で多くの糞が確認されるようになったことから、ダム建設の前後でテンの活動が活発な場所が変化したと考えられている。

また、かつてはテンが頻繁に利用していた水位変動帯では、試験湛水後、植生が回復しつつある現在でもテンの糞はほとんどみられないことなどが明らかになっている[1)]。

本研究では、2016 年から 2017 年にかけてテンの活動性を継続調査した結果について報告する。

2. 調査方法

調査は 2016 年 1 月から 2017 年 7 月にかけて毎月１回実施した。ダム湖周辺の水位変動帯を含むルートを徒歩で回り、テンによると見られる糞が確認された場合には撮影し、場所を記録して糞を回収した。

また、2016 年 6 月から 2017 年 7 月にかけて、水位変動帯の２カ所に赤外線センサーカメラを設置し、変動帯を利用する哺乳類を調査した。

3. 結果および考察

2016 年の前半は、前年度までと同様に E ルートでもっとも多くテンの糞が確認される月が多かった。2016 年の夏以降、それまでは糞の確認頻度が低かった B ルートにおいて比較的多くの糞が確認された。これらの糞の中には、ウワミズザクラの種子が多く含まれていたため、2016 年は B ルートにおいてウワミズザクラが豊作だった影響で、本ルートにおけるテンの活動が活発であった可能性が考えられる。2016 年秋以降は A ルートでもある程度の糞が確認され、前年よりも回復傾向が認められたが、これが一時的なものか、あるいは今後も回復傾向が続くのかは今後の継続調査が必要である。

2016 年 7 月以降から 2016 年 12 月にかけて、水位変動帯に設置した赤外線センサーカメラでは、ニホンノウサギ、タヌキ、イノシシなどがそれぞれ複数回撮影されたが、テンは撮影されなかった。また、上述の定期調査でも、水位変動帯においてはテンの糞はほとんど確認されなかった。したがって、2016 年も、前年度までと同様に、水位変動帯では、テンはほとんど活動していなかったものと考えられる。

これらに加え、2017 年前半の糞の確認データおよび赤外線センサーカメラで撮影された哺乳類データを含め、嘉瀬川ダムのダム湖周辺におけるテンの活動性の変化について考察する。

引用文献

1) 荒井秋晴・浅見和弘・一柳英隆：ダム湖沿岸の哺乳類による利用. ダムと環境の科学 III　エコトーンと環境創出（谷田一三・江崎保男・一柳英隆 編）、pp. 213-232、2014

ESE-70

兵庫県淡路島における人による管理・イノシシによるタケノコ摂食が竹林再生に及ぼす影響

兵庫県立大学大学院 緑環境景観マネジメント研究科/淡路景観園芸学校
○小田巻 直矢・藤原 道郎・大藪 崇司・澤田 佳宏・山本 聡

1. はじめに

日本各地に見られる竹林の拡大現象は，兵庫県淡路島も例外ではない。これまでの淡路島における研究では，管理可能な竹林・管理すべき竹林の検討されてきた。一方で，竹林パッチレベルで見た具体的な管理手法や，イノシシなどの野生動物によるタケノコ摂食など，環境条件を加味した管理手法は確立されていない。そこで本研究では，人による管理とイノシシによるタケノコ摂食の量的調査を行なうことにより，管理や摂食の強弱によりどれ程竹林再生に影響を及ぼすのかを明らかにし，より具体的な管理手法を確立することを目的として調査を行った。

2. 調査地・調査対象

兵庫県淡路島の北部に位置する，兵庫県立石の寝屋緑地内の竹林を調査地とし，モウソウチク（*Phyllostachys edulis*）と，ニホンイノシシ(*Sus scrofa*)を調査の対象とした。

3. 竹稈およびイノシシによる摂食数調査

石の寝屋緑地の竹林において，幅 4m のベルトを 3 箇所設置し，ベルトトランセクト法による竹稈調査，イノシシによるタケノコ食痕の量的調査を行った。調査地では，林内における平坦部から斜面に対し直行するベルト 1（長さ 50m），ベルト 2（長さ 40m），平坦部の竹林の林縁に並行するベルト 3（長さ 45m）を設置した。ベルト内において，竹稈の胸高直径の計測，稈齢の推定，イノシシによるタケノコの食痕のカウントを行った。なお，食痕のカウントについては，安藤（2015）による調査手法を参照した。

また，公園管理者の資料提供により，竹林管理の実態を把握した。

4. 調査結果

林内におけるベルト 1 の竹稈数では，平坦部 91 本，斜面部 79 本，合計 170 本，うち当年生稈は 0 本，食痕は 4 個であった。ベルト 2 では平坦部 76 本，斜面部 91 本，合計 167 本，うち当年生稈は 0 本，食痕は 10 個であった。ベルト 1，2 ともに，平地部における粗朶組の内部から急傾斜な斜面下部へかけて，胸高直径 10cm ほど，2～3 年生の竹稈が，斜面上部では笹状の竹稈が多く分布していた。このことから，傾斜や粗朶などの物理的条件は，イノシシによるタケノコ摂食を回避する要素となり，竹稈再生の助長につながると示唆できる。一方，平坦部かつ林縁部であるベルト 3 では，竹稈数 123 本のうち当年生稈は 1 本，食痕は 41 個，単位面積あたり 22 個/100 ㎡と，調査区の中でも最大を示した。2 年生の稈はわずかであり，3 年以上の稈が多く分布していた。いずれも胸高直径は 10cm 前後のものが多く見られた。このことから，少なくとも 2 年間は，竹稈の再生が抑えられている状態にあると言える。

また調査地における竹林管理状況であるが，2010 年に石の寝屋緑地が公園として開園する際，強度の竹林伐採が実施され，それ以降では，園路沿いに出現したタケノコの除去のみが実施されていることがわかった。林内においても，2010 年の伐採以降，管理が行われているかは不明であった。

5. 考察

林内と林縁とでは，イノシシによるタケノコの摂食量の差は明らかであり，地形的要因はイノシシの摂食行動，竹稈再生に影響しているのではないかと考えられる。

ESE-71

NFI データ活用したニホンジカの分布拡大予測

新潟大学 ○村上 拓彦，新潟大学　望月 翔太，
新潟大学　千葉 加奈子

1. はじめに

近年，ニホンジカ（以下，シカ）の分布拡大による農林業被害が増加傾向にある。シカの分布拡大地域においては遅滞相管理という手法が提唱されている。遅滞相管理とはモニタリングを通じて管理エリアの選定や捕獲体制の整備・強化を行う管理の考え方である。この遅滞相管理を行うにはシカの分布拡大の地域と時期の把握が必要である。しかし，シカの分布拡大は東日本地域を中心とした広い範囲で起こっている。そのため広域スケールのシカの分布データが必要となる。林野庁主導で行われる国家森林資源調査（NFI，事業名は「森林生態系多様性基礎調査」）には森林被害の観点からシカの調査項目がある。今回，この NFI データを用いればニホンジカの分布拡大予想のためのシミュレーションを実施できると考えた。

本研究の目的は，シカの分布拡大の早期対策のために，NFI データを用いて東日本地域でのシカの分布拡大モデルを作成することである。

2. 方法

東日本地域を対象としたため静岡県，岐阜県，石川県をシカの分布源と仮定し，それ以東の本州地域を研究対象地とした。

解析を行うにあたって NFI データと同じ 4km ごとのメッシュを作成した。シカの 2008 年および 2013 年の在データから 2 点間の距離を算出し，各メッシュごとに分布拡大距離を求めた。この分布拡大距離は分散確率に用いた。

シカの分布拡大モデルを作成するために二項分布に従ったロジスティック型の一般化線形モデル（GLM）を適用した。

3. 結果

GLM について，着目した説明変数のうち農業従事者人口密度，森林面積，標高，積雪深，住宅地からの距離，森林からの距離の 6 つが選択された。変数選択の結果，森林面積，標高，住宅地からの距離は正に寄与し，農業従事者人口密度，積雪深，森林からの距離は負に寄与した。

NFI データを用いたシカの分布拡大予想マップを作成した。2018 年までの予想結果では富山県，新潟県，福島県などの広い範囲でシカの分布拡大が予測された。2023 年までの予想結果では山形県ならびに秋田県全域においてシカの拡大範囲が広がった結果が得られた。2033 年までの結果ではニホンジカの本州における分布拡大はおおむね収束することが示された。

4. 考察

モデル結果から，シカの分布拡大は森林及びその林縁から分布拡大していき，人間活動の影響が少ない地域に対し分布拡大が起こりやすいと考えられた。積雪深は負に高く寄与したことから，シカの分布拡大は積雪によって制限されると推察された。

2018 年までの予想結果では長野県から栃木県の分布源からの分布拡大のほか岩手県五葉山地域周辺からの拡大も確認された。これらの県ではすでに県内の分布拡大が確認されており，今後は県境を越えた分布拡大が予想される。また 2023 年の分布拡大地域において山形県に対し新潟県，岩手県といった複数方向の分布源からの分布拡大が起こる可能性が示された。このことから今後のシカの分布拡大は複数の周辺地域からの分散分布によって達成されることが推察できた。

ESE-72

一斉開花後のチュウゴクザサ(*Sasa veitchii* var. *hirsuta*)群落再生における ニホンジカの継続的採食圧の排除がもたらす効果

京都大学大学院農学研究科 ○東口 涼、
京都大学大学院地球環境学堂 柴田昌三

1. 背景と目的

京都府京都市北部地域では2004年から2007年にかけて、チュウゴクザサの大規模な一斉開花・枯死が起きたが、開花直後から6年間にわたってチュウゴクザサの再生過程のモニタリングが行われ、発生した実生がニホンジカによる高い採食圧を受けることで、群落再生が阻害される可能性が指摘されていた[1)]。しかし継続的なモニタリングは実施されず、一斉開花後の回復過程にある群落の再生にシカが与えた長期的な影響は明らかにされていなかった。本研究では2007年の開花から7年間以上の継続的な採食を受け続けた群落の再生過程を追跡調査した。また防鹿柵によって実験的にシカを排除し、柵内外で実生の成長をモニタリングすることで、一斉開花後の再生過程におけるシカ採食圧の影響を明らかにした。

2. 方法

本研究は京都丹波高原国定公園内に位置する2集落、3 地点の調査区での観察結果から構成される。継続的採食下にある群落(調査区 A)、継続的採食後防鹿柵で保護した群落(調査区 B)、一斉開花直後から採食圧が完全に排除された群落(調査区 C)を設定し、群落内の実生のサイズを計測した。トレイルカメラによってシカの存在を確認した上で、3 地点を比較し、一斉開花後の回復過程におけるシカ採食の影響と、その採食圧排除による再生促進の効果を考察した。

3. 結果と考察

シカ採食圧の違いに着目し設定した3調査区間の比較でチュウゴクザサの回復に明瞭な違いがあったことから、開花後の再生過程において、シカ採食は特に影響の大きい環境要因であったと言える。

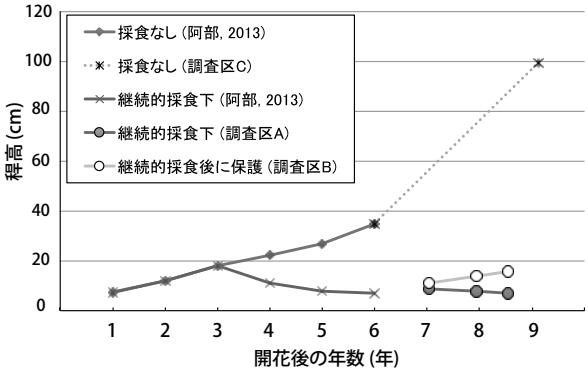


図1 採食履歴の違いによる稈高の変化

稈高の変化に着目して、既往研究[1)]と本研究の結果を模式的に併記すると図1のようになった。開花後7年にわたって採食を受けた結果、個体サイズが矮小化し、群落が衰退していたことがわかったが、継続的採食圧を受け衰退していた場合でも、防鹿柵によって採食圧を排除することで、群落は再び回復を始めることが明らかになった。また一斉開花時点から人為的にシカの影響を完全に排除した場合は、一斉開花から9年間でチュウゴクザサ群落としてほぼ標準的な大きさに回復していた。自然下では採食圧が大きな再生阻害要因となっており、これを排除することが一斉開花後のササ群落の再生を促進することが示された。

引用文献

1) 阿部佑平・柴田昌三 (2013) シカの採食が一斉開花・枯死後のチュウゴクザサの実生更新に及ぼす影響. 日本緑化工学会誌、 38: 449-453.

ESE-73

長期モニタリングデータを活用したツキノワグマ出没リスクの評価

新潟大学　○望月翔太・箕口秀夫

1. はじめに

ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) は、農業被害や林業被害のみならず人命に係わる重大な事故を引き起こすことから、里地への出没がとくに警戒される動物である。また、ツキノワグマの有害捕獲は、地域住民の安全管理の観点から行われることが多いため、捕獲された個体の多く（捕獲頭数の約 9 割）が殺処分されており、過度な捕殺による生息数の減少が懸念されている。ツキノワグマによる農林業被害や人身被害を防ぐとともに、ツキノワグマの個体群を維持するためには、被害状況を把握するとともに、行動や生息地利用といったツキノワグマの生態を知り、科学的かつ計画的な管理を実施していく必要がある。本研究では、長期間にわたり蓄積されたツキノワグマの目撃情報を利用し、ツキノワグマ遭遇リスクの地図化を試みた。特に、ツキノワグマは季節ごとに利用する餌資源が異なることがわかっている。そのため、遭遇リスクの季節変化についても評価した。

2. 対象地・方法

使用したデータは、新潟県が全県を対象に蓄積している 2006 年からのツキノワグマ目撃情報である (図 1)。このうち、2006 年と 2010 年、2014 年は目撃件数が多く、ブナ・ナラ類の凶作年だったため、大量出没年とした。

ツキノワグマ遭遇リスクを評価するために、最大エントロピー法を用いた出没確率の推定を行った。出没を説明する環境要因として、ツキノワグマの生息地利用を調べた既存の研究を参考にして、ツキノワグマの生息地選択に影響を与えそうな環境要因を演繹的に決定した。

3. 結果・考察

大量出没年では、平常年に比べツキノワグマに遭遇するリスクが高くなることがわかった。特に、平常年では市街地周辺での目撃情報が多く、ツキノワグマの出没が限定的であるのに対し、大量出没年では市街地の距離に関係なく出没が確認された。本研究では、県民から集めたツキノワグマの目撃情報を用いた。今後、ツキノワグマを含めた野生動物との軋轢を減少させていくためには、研究者や行政、地域住民、猟友会などが協同で対象となる動物の情報を蓄積していく必要がある。また、そこで得られた情報を分析・開示する事で適切に野生動物管理が実施される事を期待する。

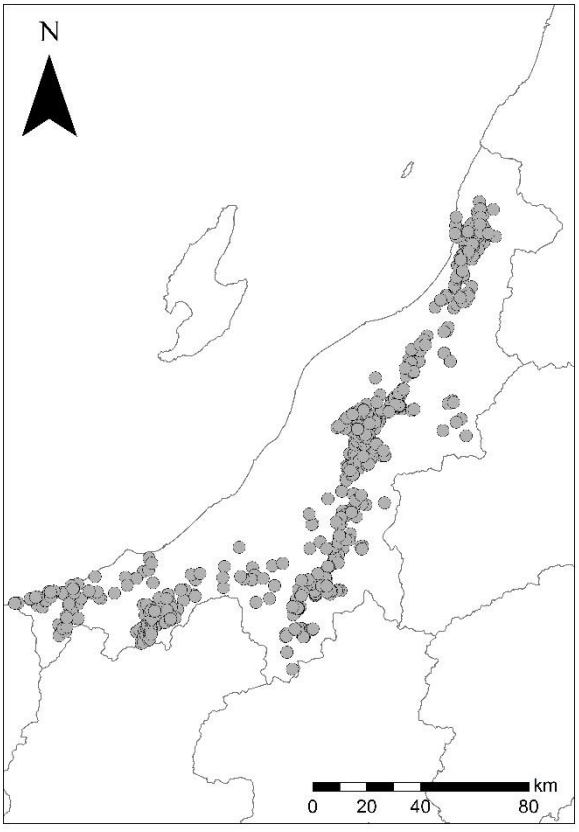


図1. 2006年（大量出没期）の目撃情報

ESE-74

秋田自動車道錦秋湖 SA におけるツキノワグマ対策について

㈱ネクスコ・エンジニアリング東北 環境緑化部 ○大槻知弘、同 上村惠也
東日本高速道路㈱ 東北支社 管理事業部 佐藤紀由

1. はじめに

平成28年5月に秋田県で人がツキノワグマに襲われて死亡する事故が発生し、秋田自動車道錦秋湖SA（以下「SA」とする）内でもツキノワグマが捕獲されたことから、SA 周辺の行動等を調査し、対策の検討を行った事項について報告する。

2. SA 及び周辺のツキノワグマの行動

平成 28 年 6 月下旬に、SA 内に設置していた罠で、ツキノワグマが捕獲されたことから、9 月に SA 内及びその周辺において、痕跡等の調査を実施した。その結果、SA 内では糞や立木への爪痕があり、SA 内のクリの木にはクマが実を採ろうと樹上で枝を折ることでできる鳥の巣状の熊棚が確認され、クリ園への侵入を確認した（図 1）。

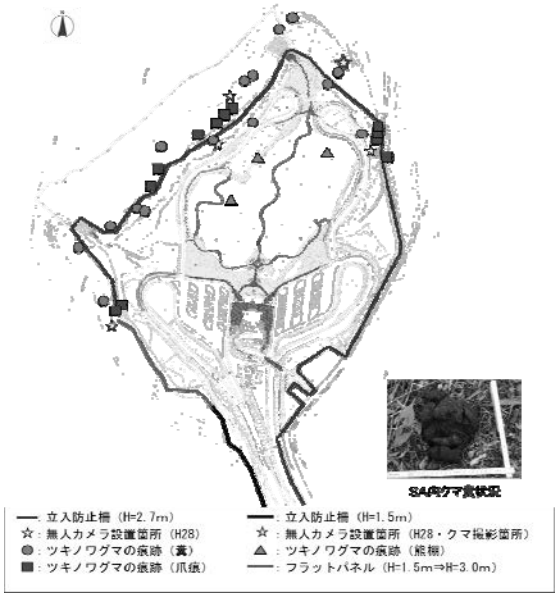


図 1　錦秋湖 SA におけるツキノワグマの痕跡

3. 無人カメラによる自動撮影

SA 内及びその周辺においてツキノワグマの多数の痕跡が発見されたことから、10～11 月に無人カメラによる SA 内の侵入状況の調査を実施した。その結果、SA 内に侵入している映像は確認されなかったものの、SA 区域外に設置したカメラではツキノワグマが撮影され（写真 1）、SA 周辺ではツキノワグマが依然として活動していることが確認された。



写真 1　無人カメラによるクマ撮影

4. ツキノワグマ対策工

対策として、既存の立入防止柵から、爪がかからないフラットパネルによる嵩上げを平成 28 年 10 月に設置完了（写真 2）するとともに、ツキノワグマが開けた空間を避ける性質があることから、間伐、草刈りを実施した。対策工設置後は、ツキノワグマの侵入は観察されていないが、今年度も通年で観察を行い対策工の効果検証を行う予定である。



写真 2　フラットパネルの設置状況

ESE-75

ニホンザルによる農作物被害発生地域における住民感情に関する空間分析

新潟大学大学院 ○上田羊介、新潟大学大学院 望月翔太、新潟大学 村上拓彦
新潟ワイルドライフリサーチ 今村舟、長岡技術科学大学 山本麻希

1. 背景

近年、野生鳥獣による農作物被害は日本全国の農村地域における社会問題の一つである。中でも中・大型哺乳類による被害は深刻であり、早急な解決が必要とされている。本研究で対象とするニホンザルによる農作物被害は他の中・大型哺乳類であるイノシシやシカによるものとは異なる。ニホンザルは対策を講じなければ、農作物への依存が他種よりも早いペースで進行していく。そしてニホンザルの多くはメスの血縁を基点とした群れを形成し、群れの行動圏内をまとまって移動しながら生活する。その結果、行動圏内の集落に群れが集中的に出没し、被害が発生する。群れの出没や被害発生要因には行動圏内の景観構造が影響しており、環境改変により被害の軽減が可能であることが明らかになってる[1]。

環境改変や捕獲という対策メニューは他の動物種に対してもよく用いられるが、ニホンザルは昼行性であることから住民の活動中に集落に出没するため、これらに加えて追い払いといった住民主体の対策が推奨されている。よってニホンザル被害対策では地域主体の被害対策が特に求められる。継続的な被害対策のためには、住民の対策意欲をいかに維持していくかが重要となる。そのためニホンザル被害対策において住民に焦点を当てた社会学的な研究が行われている[2]。しかしその数は少なく、未だ不明な部分が多い。景観構造はニホンザルの出没に影響するため、住民感情に対する影響も予想されるが、その影響はわかっていない。そこで本研究ではアンケート調査を用いて被害対策に関わる住民感情に地理的要因が与える影響を明らかにしようと試みた。

2. 手法

アンケート調査は2017年4月に新潟県を通してニホンザル被害が発生している自治体に対して回答用紙の配布を行い、現在 7 市町村からの回答が返ってきている。発表ではニホンザルの出没や景観構造が住民感情に与える影響に関する分析結果を示す予定である。

3. 参考文献

1)望月 翔太、 村上 拓彦 & 芝原 知。 ニホンザル (Macaca fuscata) における農地選択の季節変化。 景観生態学 18、 159-171 (2013)。

2)山端 直人、 鈴木 克哉 & 室山 泰之。 集落ぐるみのサル追い払い実施集落の住民活力に関する考察： 三重県内64集落での検証。 *農村計画学会誌 = J。 Rural Plan。 Assoc。* 31、 333-338 (2012)。

ESE-76

Spatial Characteristics of Conflict between Wildlife and Local Human Communities in Kerinci Seblat National Park, Indonesia

○Dian Indah Pratiwi and Nobukazu Nakagoshi
Graduate School for International Development and Cooperation, Hiroshima University
Email: dian916@gmail.com

1. Introduction

Sumatran forest is the last sanctuary for Sumatran tiger and elephant as well as many other wildlife species (O'Brien et al., 2003). Since Indonesian Development Program in 1960s however, a huge land cover change has been occurred all over the island due to respond to social economic development Indonesian Ministry of Forestry, Directorate of Forest Planning, 2014). The conditions resulted on the habitat fragmentation and reduction which endanger the sustainability of wildlife species and arouse human-wildlife conflict (Magle et al., 2012; Sillero-Zubiri and Switzer, 2001).

To conserve the surviving of wildlife species as well as Sumatran forest, a well-planned and managed conservation program is a must. Therefore, further studies on human-wildlife conflict and human-forest interaction is necessary. Referring to the landscape specific attribute of human-wildlife conflict, this research uses landscape ecological approaches to define spatial characteristic of the conflict location.

2. Methods

This research used wildlife conflict data in Kerinci Seblat National Park, Indonesia from 2005-2014. Data analysis was conducted using Wilcoxon signed rank test, chi-square, and linear regression. Several overlaying data with spatial features were conducted to get the specific characteristic of the conflict location. Information on land use type was obtained from LULC classification of (2005) and digital land use map from Indonesian Ministry of Forestry.

3. Results

The result of this study showed several spatial characteristics of human-wildlife conflict location. First, most of the conflict happened when the village location was close to the national park borders. Secondly, beside village location, the settlement location within the village also indicated the specific characteristic of the conflict location. Settlement area which located in national park boundary accounted for 50.6 % conflict cases during 2005-2014. Wilcoxon signed rank test result of the settlement location again the distance variables showed that most of settlements where the conflict happened are near the forest. Less agreement upon tested again road indicator.

Overlaying the LULC type map with the human-forest interaction activities data signed typical location characteristic. First, human-wildlife conflict happened frequently when it was low human activities inside the forest area. Second, conflict emerged when there were high intensity of human activities around the forest edge. Thirdly, there was a tendency of mixed land use utilization around national park borders.

References

1) Forest Planning Directorate (2014) Forest Statistic 2013 (Jakarta, Indonesia: Ministry of Forestry).*In Indonesian language, tittle translated by author.
2) Magle, S.B., Hunt, V.M., Vernon, M., and Crooks, K.R. (2012). Urban Wildlife Research: Past, Present, and Future. Biological Conservation *155*, 23–32.
3) O'Brien, T.G., Kinnaird, M.F., and Wibisono, H.T (2003) Crouching Tigers, Hidden Prey: Sumatran Tiger and Prey Populations in a Tropical Forest Landscape. Animal Conservation *6*, 131–139.
4) Sillero-Zubiri, C., and Switzer, D (2001) Crop Raiding Primates: Searching for Alternative, Humane Ways to Resolve Conflict with Farmers in Africa. Wildlife Conservation Research Unit, Oxford University, Oxford.

ESE-77

年 2 回刈り（除草間隔 40 日）によるセイバンモロコシ抑制の可能性

西日本技術開発株式会社環境部　○山根 明、九州産業大学大学院工学研究科　友口 勇生
九州産業大学工学部　内田 泰三

1. はじめに

九州の一級河川における河川堤防では、治水機能を維持することを目的に、通常年 2 回の除草が実施されている。しかし近年、現行の除草条件下では外来種セイバンモロコシの繁茂が著しく、堤防点検等に支障がでてきている [2]。河川水辺の国勢調査の結果 [1]によると、六角川（H27）では堤防面積の 56%、筑後川(H23)では 47%、遠賀川(H26)でも 27%が本種に覆われており、九州では今後さらなる拡大が懸念されている。

本研究は、現行の年 2 回の除草条件下において、除草間隔や除草時期の違いが本種の成長に及ぼす影響を確認したものである。

2. 方法

現地調査は遠賀川水系の堤防敷法面（下境地区）で行った。調査期間は、本種の成長期である 6 月～10 月とし、1 年間(H28)実施した。試験区は幅 50m（800 ㎡）で、除草は 8 月 9 日と 9 月 21 日（除草間隔 40 日）に実施した。調査項目は、草丈、被度、乾燥重量（地上部の重さ）、出穂率の 4 項目とし、草丈・被度は 7 回、乾燥重量は 2 回(前述の除草時期)、出穂率は 1 回（10 月 31 日）測定した。草丈・被度・出穂率の測定は、試験区に任意に設置した 5 箇所の方形区（1m×1m もしくは 2m×2m）で行った。草丈については、1 箇所あたり 3 本の平均を方形区の値とした。乾燥重量は方形区の一部（0.5m×0.5m もしくは 1m×1m）を地際から刈り取り、80℃168 時間乾燥後に測定した。

対照区については試験区外に設置し、通常の除草作業が実施される直前に現地調査を行った。なお、現地調査は 7 月 1 日と 10 月 31 日(除草間隔 120 日)に実施し、草丈・被度は 8 回、乾燥重量は 2 回（前述の現地調査日）、出穂率は 1 回（10 月 31 日）測定した。

3. 結果および考察

年 2 回刈り（除草間隔 40 日）の結果（草丈・被度・出穂率は 10 月 31 日時点）は、草丈は平均 49cm、被度は平均 20%、乾燥重量は 257g（2 回分合計）、出穂率は 0%であった。

年 2 回刈り（除草間隔 120 日）の対照区の結果（同 10 月 31 日時点）は、草丈は平均 204cm、被度は平均 83%、乾燥重量は 658g（2 回分合計）、出穂率は 93%であった。

年 2 回刈り（除草間隔 40 日）は、対照区と比較するといずれも低い値を示しており、セイバンモロコシ抑制の可能性が確認された。

4. おわりに

本研究は、既往報告 [3]で示唆された年 2 回刈り抑制の可能性を検証するために実施したものである。

今後も現地調査を継続し、草丈等の経年的変化を把握することによって、今回の除草条件における本種の抑制の可能性を明らかにしていく予定である。

引用文献

1) 国土交通省「河川環境データベース」（河川水辺の国勢調査）、http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/03/index.htm
2) 前田薫：大野川における適正な堤防管理に向けた課題と取り組み、九州技報 47、九州地方計画協会ホームページ http://k-keikaku.or.jp/xc/modules/pc_ktech/index.php?content_id=1875、2010
3) 山根明・原田佐良子・内田泰三：河川堤防に繁茂する侵略的外来種セイバンモロコシの抑制技術の検討、日本緑化工学会 41(4)、pp.472-478、2016

ESE-78

モンゴルにおける有害雑草*Artemisia adamsii*の発芽生態
-発芽の環境依存性と残渣による自己抑制効果-

鳥取大学農学部 ○衣笠利彦、石橋京子

1. はじめに

*Artemisia adamsii*はキク科の多年生草本で、撹乱地に侵入し急速に拡大する。モンゴルでは近年過放牧など草原の過剰利用が原因で、*A. adamsii*の分布が拡大している。*A. adamsii*は家畜の嗜好性が低いため、草原の牧草地としての質を維持するにはその侵入と拡大を制御する必要がある。そこで発芽抑制による*A. adamsii*の拡大コントロールの可能性を検討するため、種子の発芽特性を明らかにした。また*A. adamsii*には植物体から放出される揮発性物質による他種への成長影響が知られており[1]、自身の発芽に対しても抑制的な効果を持つ可能性がある。そこで*A. adamsii*の枯死残渣による発芽の自己抑制効果を検証し、防除への応用可能性を検討した。

2. 材料と方法

発芽試験を7つの温度条件（5～35℃）および3つの光条件（赤色光、遠赤色光、暗所）で行い発芽特性を調べた。次に*A. adamsii*の枯死残渣を寒天に封入した培地を作成し、検定植物としてよく用いられるレタスと*A. adamsii*の発芽阻害を検定した。また、通常の寒天培地に播種後残渣の入った容器内に設置することで、揮発性物質による発芽阻害を検定した。

3. 結果と考察

*A. adamsii*の発芽は光を必要とし、温度に大きく依存していた（図1）。赤色光下における発芽最適温度は約18℃で発芽率は約70%であった。

*A. adamsii*の残渣を封入した培地では、レタスの発芽は阻害されないものの*A. adamsii*の発芽は大きく阻害された（図2A）。また通常の寒天培地に播種した場合でも、残渣を入れた容器内に設置すると発芽が阻害され、残渣を除去しても発芽は阻害され続けた（図2B）。これらのことから、*A. adamsii*の残渣による発芽阻害は選択性が高く、発芽を阻害している物質は、揮発性かつ水溶性であると考えられた。

以上から、*A. adamsii*の定着は、撹乱後の速やかな土壌被覆によって低減できると考えられた。また*A. adamisii*の植物体が放出する化学物質によって、発芽を選択的に阻害し防除できる可能性が示された。

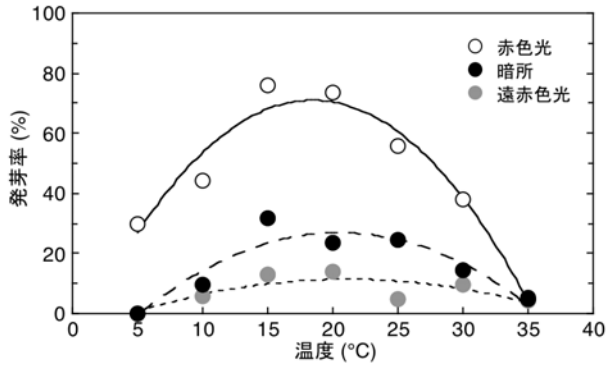


図１　*A. adamsii* の発芽の光および温度応答

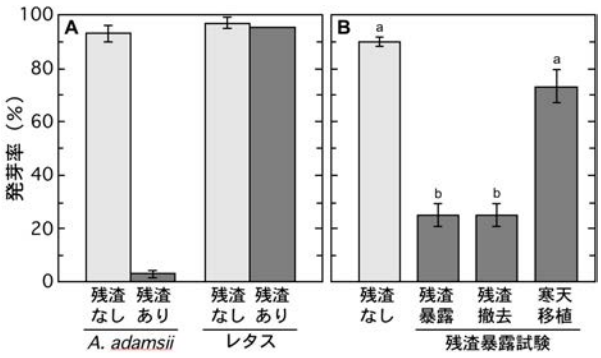


図２　(A) *A. adamsii* 残渣を封入した培地での発芽試験、(B) 揮発性物質による発芽阻害の検定

引用文献

1) Tsubo, M., Nishihara, E., Nakamatsu, K., Cheng, Y., Shinoda, M. (2012) Plant volatiles inhibit restoration of plant species communities in dry grassland. Basic and applied ecology, 13:76-84.

ESE-79

鳥取砂丘の外来植物オオフタバムグラの発芽特性

鳥取大院農 ○沼田萌、鳥取大農 衣笠利彦

1. 背景と目的

鳥取砂丘は砂丘植物の貴重な生息地であるが，砂防林の造成により砂の移動が抑えられたため内陸性の植物が侵入し，砂丘の草原化や砂丘植物の生息域の縮小が問題となっている．侵入した内陸性植物の中でもアカネ科 1 年草のオオフタバムグラ（*Diodia teres*）は出現頻度が高く，人力による選択的除草によって分布の拡大はある程度抑えられているものの，対象地域が広範囲に及ぶため効率的かつ省力的な防除法の確立が求められている．1 年草は種子を唯一の繁殖手段とするため，防除法を検討する上で種子発芽特性の理解は非常に重要である．そこで本研究では，オオフタバムグラの発芽特性を把握し，種子発芽の抑制による防除が可能であるかどうか検討した.

2. 材料と方法

種子を低温湿潤状態（5℃）に 0 日から 50 日間晒し赤色光下 30℃で発芽させることで休眠打破効果を検証した．次に，30 日間の低温湿層処理後 15℃から 40℃に設定したインキュベータで 3 つの光条件（赤色光，遠赤色光，暗所）で発芽させた．発芽試験には 1 条件につき 50 粒用い，発芽せず 30 日間経過もしくは発芽が 5 日間連続して観察されなくなった時点で試験を終了した.

3. 結果と考察

低温湿層処理日数が長くなるにつれて発芽率は上昇し，20 日から 30 日間の処理で飽和に達した（図 1）．鳥取砂丘の 1 月の平均地温は 5℃を下回りかつ降水量は 200mm に達しており，この環境がオオフタバムグラの種子休眠打破に関係していると考えられる．30 日間の低温湿層処理後の発芽試験では，遠赤色光下および暗所ではほとんど発芽せず，種子が他植物の被陰下や地中に存在する場合，ほとんど発芽しないと考えられた（図 2）．一方赤色光下では発芽に温度依存性が見られ，最適温度は約 27℃で発芽率は 58.1%であった．この発芽適温は，6 月から 8 月の鳥取砂丘の地温に近く，発芽はこの時期に集中しそれ以外の期間ではあまり見られないと考えられた.

以上から，オオフタバムグラの種子は発芽に光と適温が必要で，休眠打破に低温湿潤環境が必須であるなど発芽に必要な条件が多いことが明らかになった．覆砂や冬期環境の操作によって発芽抑制が可能だと考えられるが，十分な防除を行うためにはさらに埋土種子集団形成の有無や種子寿命を把握する必要がある.

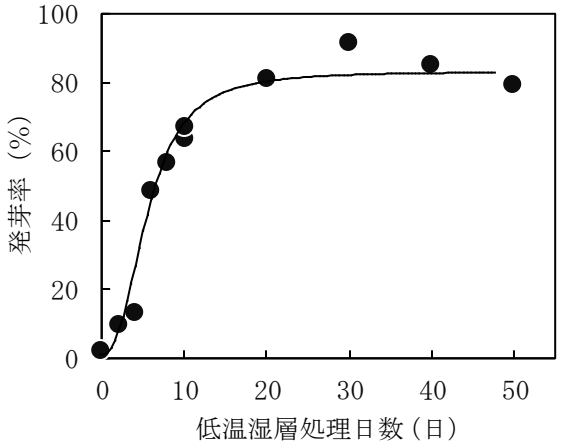


図 1：低温湿層処理日数が発芽率に与える影響.

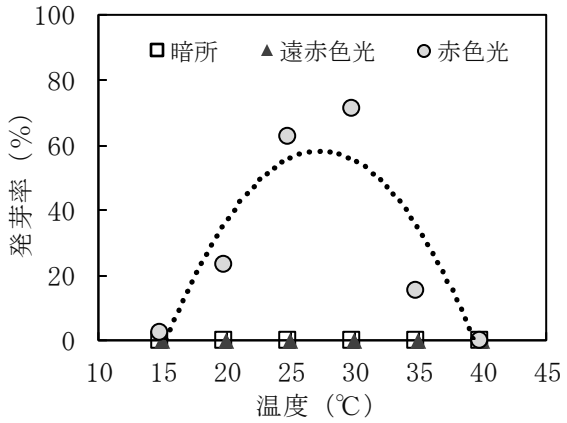


図 2: 異なる温度および光条件における発芽率.

ESE-80

種特性からみた外来植物の侵略性評価モデルの作成

鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科　○辻　真弥、鳥取大学農学部　日置　佳之

1. はじめに

現在、緑化をはじめとする様々な目的で外来植物が広く用いられている。その一部は逸出して分布を拡大し、侵略的外来種と呼ばれる。環境省の生態系被害防止外来種リスト等は、主に植物の専門家の知見によって作成されてきた。しかし、情報収集や議論に時間を要しており、迅速な外来種対策のためには評価の簡便化が求められる。そこで、情報の入手が比較的容易な種特性を点数化する評価モデルを試作した。

2. 方法

2-1. 試作モデルの作成と実用性の検討

既存の評価モデルや外来種リストを用い、植物の種特性を点数化するモデルを試作した。日本に生育する50種を、試作モデル、John&Lindaのモデル[1]、及びPheloungのモデル[2]で評価し、結果の相関関係を調べた。さらに、試作モデルで、生態系被害防止外来種リスト掲載種の200種を評価した。

2-2. 情報入手の難易度

試作した侵略性評価モデルと、Pheloung[2]及びJohn&Linda[1]のモデルを用いて、セイタカアワダチソウの評価を行った。それら3つのモデルの回答率をみることで情報の入手の難易度を比較した。

3. 結果と考察

3-1. 試作モデルの作成と実用性の検討

「環境適応性」、「持続性」、「拡大性」、「予想される被害」、「管理の難易度」の5つのセクションに大別され、計35の設問により構成されるモデルを試作した。日本に生育する50種を、試作モデル、Pheloungのモデル[2]、及びJohn&Lindaのモデル[1]で評価したところ、結果に高い正の相関が見られた。また、生態系被害防止外来種リスト掲載種の全200種を評価した結果、特定外来生物16種を含む48種を「侵略性が著しく高い種」として抽出できた。しかし、13種は「侵略性がない種」として判定されたため、これらの種にも対応するような改良が必要である。

3-2. 情報入手の難易度

セイタカアワダチソウを評価したところ、試作モデルでは、35問中30問(85%)、Pheloungのモデル[2]では、49問中27問(55%)、John&Lindaのモデル[1]では15問中6問(45%)に解答することができた。このことから、試作モデルは既存モデルより簡便に評価ができると考える。

4. まとめ

種特性に着目して評価モデルを試作した。試作モデルによる評価は、既存の評価モデルに比べて評価に必要な情報入手の難易度を軽減した上で同等の評価を行うことが可能であった。今後の課題として、実際には問題視されているにも関わらず侵略性が認められなかった種にも対応できるような改良が求められる。

引用文献

1) John E.R. Weiss B. and Linda J. Iaconis B. (2002) Pest plant invasiveness assessment.The State of Victoria, de-pertment of Natural Resources and Environment, 40 pp.

2) Pheloung, P.C., P.A. Williams and S.R. Halloy. (1999) A weed risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions, Journal of environment-al management, 57:239-251

ESE-81

桜島における導入外来牧草類の変遷と種子繁殖特性

○近藤賢太朗（株式会社オオバ）・内田泰三（九州産業大学工学部）
・田中　淳（国土防災技術株式会社）

1. はじめに

のり面工・斜面安定工（植生工）では，現在も外来牧草類が多く使用されている。しかし，導入された外来牧草類は緑化施工後 10 年を経ても優占することは珍しくなく，20 年以上経過しても観察されることも少なくない。このように外来牧草類が長期的に生存することは，自然生態系への影響も危惧されよう。

一方，本調査地である桜島においても，のり面や山腹における植生工に外来牧草類が多く使用されている。本報では，桜島の八谷沢地区および西道川地区を対象とし，導入外来牧草類の変遷と種子繁殖特性について検討した。また，これらを考えるうえでの一助として，施肥量の違いが外来牧草類の成長に及ぼす影響についても試験を行った。

2. 調査方法

2005～2015 年の堰堤整備によって生じた切土のり面のうち，任意の 43 ヶ所を対象に調査を行った。2016 年 8 月上旬，各のり面に 1 m×1 m のコドラートをのり面の面積に応じて 2～6 つ設置し，コドラートに含まれる種の被度と外来牧草類の出穂数を調査した。なお，比較対照として，在来草本類のススキの出穂数についても調査した。

一方，下記の要領で栽培試験を行い，施肥量の違いが外来牧草類の成長に及ぼす影響について検討した。桜島で採取した火山灰土（8.3 L）をプラスチックコンテナに充填した。現地の施肥量に準じたものを標準施肥区として，1/2 施肥区，1/4 施肥区ならびに無施肥区を設定した。ここではオニウシノケグサおよびススキ(成立期待本数 100 本)を対象とした。ガラスハウス内において適宜灌水下で 2014 年 5 月下旬から 2014 年 10 月上旬まで育苗し（3 反復），10 月上旬に地上部乾物重を秤量した。

3. まとめ

本研究において，桜島に導入された外来牧草類は極めて速い速度で衰退・消滅し，在来草本類であるススキに移り変わることが明らかとなった。すなわち，導入外来牧草類は緑化施工後 4～5 年で衰退し始め，在来草本類であるススキに移り変わる。そして，施工後 6 年で導入外来牧草類が消滅することが確認された。また，これらの急速な移り変わりには，追肥の未実施や降灰等による土壌の貧栄養化が強く影響していると考えられており [1]，本研究の栽培試験の結果もこれを支持しよう。

一方，Uchida ら（2017）[2]は，桜島に導入されたハイウシノケグサを対象に調査を行い，出穂数が極めて少ないことを報告している。この様な傾向は本研究においても同様であり，とりわけギョウギシバおよびカモガヤで顕著であった。

以上，桜島では，導入外来牧草類は極めて速い速度で衰退・消滅し，種子繁殖についても抑制されていることが示唆された。従って，桜島における導入外来牧草類については，栄養繁殖および種子繁殖の双方において逸出リスクが低減されているものと考えられた。

引用文献

1)近藤賢太朗・内田泰三・田中　淳・佐藤亜貴夫（2017）桜島切土のり面における外来牧草類の変遷ー八谷沢地区の砂防堰堤整備を事例としてー．日本緑化工学会誌，42(3)：444-449.
2)Uchida, T., Tanaka, J., Kondo, K., Hayasaka, D., Tomoguti, Y., Arase, T. and Okano, T.（2017）Evaluating the dynamics of alien species(poaceae) used for erosion control on Sakurajima volcano. Int. J. of Geotec. Mat. & Env., 12：114-120.

ESE-82

ナンキンハゼ（*Triadica sebifera*（L.）Small）の時空間的な分布変化と防除シナリオごとの分布確率の推定

京都学園大学 ○丹羽英之、京都学園大学 阿部惣

1. はじめに

京都市北区に位置する宝が池公園の森林は，ナラ枯れやシカの食害が顕著で，街区に囲まれた都市林であるため，ナンキンハゼが侵入する条件の多くを満たしている。既に，多数のナンキンハゼが生育しており，住民を中心に結成された「京都宝の森をつくる会」による伐採活動が始まっている。伐採箇所での追跡調査は実施されているが，宝が池公園全体のナンキンハゼの分布や種子生産の有無，侵入経路といった防除対策を検討する上で必要となる情報がない。外来種の防除活動を行う場合，事前に面的な分布を把握し，空間的な管理計画を立案することが重要である。本研究では，宝が池公園におけるナンキンハゼの時空間的な分布変化を明らかにし，防除シナリオごとのナンキンハゼの侵入確率を推定することを目的とした。

2. 材料・方法

京都市北区に位置する宝が池公園を調査対象とした。調査範囲（森林）では侵入したナンキンハゼの分布，調査範囲（周辺街区）では主に植栽されたナンキンハゼの分布を調べた。都市環境では被食型種子散布の散布距離は約300ｍ程度とされている。本研究では，それより範囲を広げ調査範囲（森林）から500ｍのバッファを調査範囲(周辺街区)とした。2016 年に宝が池公園内で行われたナンキンハゼ伐採活動の時に記録されたナンキンハゼの樹高と樹齢データ（長島ら未発表）をもとに，樹高から樹齢を推定した。森林内のナンキンハゼの確認ポイントデータの密度を計算することで（カーネル密度推定，検索範囲 50 m），樹齢ごとのナンキンハゼ分布密度を算出した。森林におけるナンキンハゼの分布データと環境要因データからナンキンハゼの侵入確率を評価するために，SDM (Species Distribution Model) の 1 手法である MaxEnt を用いモデルを構築した。

3. 結果・考察

森林に侵入したナンキンハゼの分布，種子供給源となっている可能性の高い周辺街区のナンキンハゼの分布を把握することができた。森林に侵入したナンキンハゼの樹高から樹齢を推定することで，ナンキンハゼ侵入の時空間的な変化を推定することができた。種子生産する樹齢に至っていない樹齢 2 年以下のナンキンハゼは比較的広範囲に分布するが，種子生産が可能だと考えられる樹齢 3 年以上のナンキンハゼは局所的に分布していた。特に，樹齢 5 年以上の密度が高く，すべての樹齢の密度が高い伐採区に近接する場所は，侵入年代が早く種子生産の可能性が高いため，防除する優先度が最も高い場所だと考えられる。モデルにおける変数の貢献度と重要度，応答から，ナンキンハゼの分布確率を最も高めるのは結実個体からの距離であり，結実個体から 600 m 以内が閾値となることが示唆された。また，TWI が高い（＝谷）でギャップが形成されている場所が侵入適地だと考えられた。伐採を想定した分析により，最も近い公園の植栽結実個体を伐採した場合，防除する優先度が高い場所の分布確率が低下することがわかった。さらに，調査範囲（森林）から 500 m の範囲にある結実個体をすべて伐採した場合，森林全体の分布確率が低下することがわかった。

ESE-83

日本に侵略したヒガタアシ（*Spartina alterniflora*）の故郷を探る

○前原裕[1,2]・玉置雅紀[3]・入口友香[1]・ 花井隆晃[2,4]・西野惇志[1]・早坂大亮[1]
1）近大院農、2) JNPS、3）国立環境研究所、4) (株)テクノ中部

1. はじめに

ヒガタアシ *Spartina alterniflora* は、北米東部原産の塩性湿地に生育するイネ科の多年草で、世界でもっとも侵略的な種のひとつに位置づけられている *Spartina anglica* の近縁種である。隣国の中国では、1970 年代頃より産業利用目的で本種を意図的に導入してきたが、管理下から逸出し沿岸部を中心に分布を拡大させている。Guo *et al.* (2015) および Bernik *et al.* (2016) は、中国のヒガタアシ集団と原産地域集団との遺伝的構造を比較し、中国に導入された集団が計 4 つのハプロタイプに分けられることを報告した。わが国では 2000 年代中ごろに非意図的な侵入が確認されたが、侵入箇所は地理的に距離があり、また交流の乏しい愛知県と熊本県のみとなっている。現時点においてこれら 2 地域に侵入したヒガタアシがどこから侵入してきたのか、またこれらが同一由来の個体であるのかなどについては不明である。そこで本研究では、日本におけるヒガタアシの侵入実態の解明に向けた基盤的研究として、国内集団遺伝的構造を明らかにし、国外分布集団との比較を行った。

2. 方法

本種の侵入が確認されている愛知県および熊本県の各河川からパッチごとに 1 個体の植物断片を採集し、全 DNA を抽出後、2 つの遺伝解析に供した。

1 つ目は各地域集団の起源を明らかにする目的で、葉緑体 DNA を用いて解析を行なった。PCR 法により葉緑体 DNA 中の *trnT-trnF* 領域を増幅し、カラム精製後に塩基配列を決定した。また、各パッチの植物断片から得られた塩基配列について、国内地域集団間の関係性を明らかにするとともに、原産地（北米）および既侵入地（中国）の遺伝情報との比較を行った。2 つ目は国内集団内および集団間の変異を明らかにする目的で、核 DNA を対象とした解析を行った。Blum *et al.* (2004) により報告されたマイクロサテライトマーカー11 座を用いて分析の後、各種の解析を実施した。

3. 結果

各河川 20 個体程度の *trnT-trnF* 領域の塩基配列を決定した。その結果、国内に侵入した集団は全て、C4 というハプロタイプを示した。本ハプロタイプは原産地域の北米では主に南東部、人為的導入地域の中国では沿岸地域の広域で確認されている。貿易統計データによると、愛知県および熊本県内の港湾はともに、北米との間で交易の実績がほとんどない。一方、中国とは定期的な交易が行われている。このことから、我が国に侵入したヒガタアシは、中国経由の二次的導入である可能性が示唆された。尚、核 DNA を対象としたマイクロサテライト領域については、現在解析中である。

ESE-84

河川における特定外来生物（植物）等 6 種の埋土種子分布及び発芽特性

○山岸裕[1)]、畠瀬頼子[2)]、舟久保敏[1)]
1）国土交通省国土技術政策総合研究所 2）一般財団法人自然環境研究センター

1. はじめに

河川における外来植物対策においては、地上の植生状況のみならず、種子供給源及び発芽可能な埋土種子集団である土壌シードバンクにおける外来種の存在を把握することが重要と考えられる。そのことにより、外来植物の侵入段階及び今後の分布拡大等の植生変化を把握することができ、それらを踏まえた効率的な管理方針の立案が可能となる。しかし、外来植物の河川における土壌シートバンクの形成については、十分なデータの蓄積がない。そこで、本研究では、外来植物の河川空間における土壌シードバンクの分布特性及び発芽特性を把握することを目的として、河川敷での植生調査及び採取した土壌サンプルの撒きだし実験を行った。

2. 調査方法

特定外来生物（植物）等であるアレチウリ、オオキンケイギク、オオハンゴンソウ、オオブタクサ、シナダレスズメガヤを主な対象として、全国の 6 河川（北上川、荒川、鬼怒川、多摩川、木曽川、吉野川）で各河川 18 箇所（3 地区×6 箇所/地区）の調査箇所を設定し、植生調査（平成 26 年 10 月及び平成 28 年 6 月下旬～7 月上旬）及び土壌採取（平成 27 年 2 月下旬～3 月上旬）を行った。また、国総研内の緑化温室で採取土壌の撒きだし実験を行った（平成 27 年 5 月～平成 29 年 2 月）。

3. 調査結果及び考察

各植物種の各河川での植生調査結果による地上部生育状況及び撒きだし実験での発芽状況を表 1 に示す。アレチウリは、撒きだし実験での発芽も含めると、すべての河川で確認された。オオブタクサは、木曽川、吉野川では、確認されなかった。オオキンケイギクは、多摩川、木曽川のみで確認された。オオハンゴンソウは、北上川のみで確認された。シナダレスズメガヤは、北上川、荒川を除く 4 河川で確認された。その他、撒きだし実験の結果から、オオハンゴンソウを除く 4 種で、撒きだし 2 年目にも発芽が確認され、永続的土壌シードバンクの形成が示唆された。また、シナダレスズメガヤでは、地上部に生育が確認されなかった箇所でも実生発芽が多数見られ、土壌中への種子散布、拡散が広い範囲で進んでいることが分かった。

表 1　各植物種の各河川での植生調査結果及び撒きだし実験での発芽状況

（単位：箇所数）

		北上川	荒川	鬼怒川	多摩川	木曽川	吉野川	合計
アレチウリ	地上部で生育	7	5	0	4	5	9	30
	実生調査で発芽	2	4	1	3	3	1	14
オオブタクサ	地上部で生育	3	9	4	8	0	0	24
	実生調査で発芽	3	7	3	8	0	0	21
オオキンケイギク	地上部で生育	0	0	0	4	8	0	12
	実生調査で発芽	0	0	0	3	4	0	7
オオハンゴンソウ	地上部で生育	7	0	0	0	0	0	7
	実生調査で発芽	6	0	0	0	0	0	6
シナダレスズメガヤ	地上部で生育	0	0	8	3	10	8	29
	実生調査で発芽	0	0	11	7	14	11	43
（オオカワヂシャ）	地上部で生育	0	0	1	1	0	1	3
	実生調査で発芽	0	0	11	10	0	1	22

注）この表で、土壌サンプル採取後、地上植被率のあった H28時点の多摩川-1地区及び2地区の一部、鬼怒川-3地区の地上部植生はカウントしてない。

4. まとめ

・オオブタクサでは 2 年度目の発芽は比較的少なく、1 年草ではあるが、抜取・刈取による種子供給抑制が有効な防除法となる可能性がある。アレチウリ、オオキンケイギクでは 2 年度目以降も相当数の発芽が確認され、継続的な抜取・刈取が必要である。

・各種とも地上部の被度階級が増加するに伴って埋土種子量が増加する傾向がみられた。埋土種子の蓄積を防ぐためには、地上部の被度階級が低い侵入初期段階での防除が必要と考えられる。

ESE-85

石狩市海浜植物等保護地区におけるアズマヒキガエルの効果的な防除

酪農学園大学　○鈴木あいり、更科美帆、吉田剛司

1. はじめに

北海道石狩市に位置する石狩浜海浜植物等保護地区（以下：保護地区）は、環境省レッドデータブックにて絶滅危惧Ⅱ類で希少種に指定されているイソスミレ（*Viola grayi*）の北限の生育地であり、その他にも多様な海浜植物が生育する優れた景観にて形成されている。また石狩海岸のエゾアカヤマアリ（*Formica yessensis*）のスーパーコロニーは、世界的にも稀な大規模コロニーとして、1983 年に IUCN のレッドデータブックにも登録された。

一方で近年は、石狩川流域にて国内外来種アズマヒキガエル（*Bufo japonicas formosus*）の分布が拡散している。アズマヒキガエルは、その生態系影響が強く懸念されるために、2016 年に北海道生物多様性条例に基づき指定外来種に指定され、野外に放つことが禁止されている。2005 年に石狩川河口付近で成体が確認された後、石狩浜周辺での個体数は増加傾向にあり、2011 年頃には保護地区に隣接する親船名無沼にて繁殖が確認された。アズマヒキガエルは地表性カエルであり、主にアリ類を大量に捕食する。保護地区は、エゾアカヤマアリを含む多様なアリの生息地として知られ、さらにイソスミレはアリに種子散布を依存しているため、アズマヒキガエルの定着によって、アリ類のみならず海浜植物の分散への影響も懸念される。そこで本研究では、アズマヒキガエルの繁殖地である親船名無沼に試験的に防除柵と落とし穴トラップ(フェンストラップ)を設置し、アズマヒキガエルの捕獲に効果的であるか検証した。

2. 手法

北海道におけるアズマヒキガエルの繁殖期は 4 月中旬から 5 月下旬であることから、4 月 16 日からフェンストラップを設置した。昨年に親船名無沼にて最もアズマヒキガエルの卵塊が多く発見された地点を対象として、幅約 1m のプラダンによる防除柵を約 50m に渡り設置し、柵間や周辺にバケツや衣装ケースを用いた落とし穴トラップを設置した（図 1）。

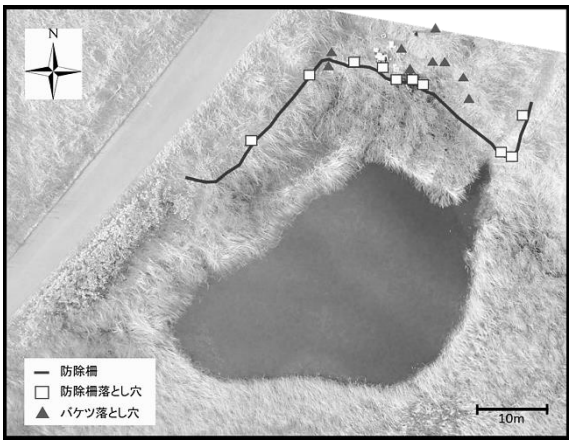


図 1. UAV による研究対象地の空撮画像と防除柵と落とし穴トラップ

3. 結果と考察

本研究では 453 個体のアズマヒキガエルを捕獲した。5 月 1 日から 5 月 6 日にかけて捕獲数は多い傾向にあり、全体の 90%以上がこの期間に捕獲された。最も捕獲数が多かったのは 5 月 1 日の 152 個体であり、全体の 40%以上を占めていた。

本研究では、試験的に沼の一部のみに防除柵を設置したため、アズマヒキガエルは沼に侵入している。しかし対象地のアズマヒキガエルの繁殖期は非常に短いことが解明でき、さらにフェンストラップによる防除は効果的であることが証明できた。

また、イソスミレの種子を運ぶアリの種類は明確でなかったが、本研究ではエゾアカヤマアリも種子を運搬することを確認できた。今後はイソスミレとアリ、さらにアズマヒキガエルのアリの種に対する嗜好性などを明確にすることで、北海道の希少な海浜植生を国内外来カエルから保全する方針を明確にしていきたい。

ESE-86

環境 DNA によるため池の外来生物分布調査：ミシシッピアカミミガメにおける適用と PCR 阻害要因の検討

○相馬　理央[1)]，源　利文[2)]，土居　秀幸[3)]，片野　泉[4)]
1)兵庫県立大学大学院環境人間学研究科，2)神戸大学大学院人間発達環境学研究科
3)兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科，4)奈良女子大学理学部化学生命環境学科

1. はじめに

ため池は，灌漑用水の確保を目的に造られた人工的な止水域であり，用水路や水田などの様々な環境と繋がることで多様な生物に生息場を提供してきた．しかし近年では，都市化の影響により利用されないため池が増加し，その管理や外来生物などの対策が問題となっている．

ミシシッピアカミミガメ（*Trachemys scripta elegans*）は，観賞用として輸入・流通したものが遺棄されたことで全国各地に分布している．本種は悪化した環境に耐性があり，雑食性で卵捕食もするため，在来のカメ類への影響や，食害による農業被害が問題視されている．これらの対策には広域的な生息分布の把握が必要であるため，環境 DNA を本種の在/不在判定および定量に利用できれば，調査の大幅な効率化が期待できる．

本研究では，兵庫県東播磨地域のため池で実施されたミシシッピアカミミガメの生息域調査において，環境 DNA 技術の適用及びもんどり罠による捕獲との比較・検討を行った．さらに，環境 DNA 技術において検討すべき課題である PCR 阻害の要因についても検討を行った．

2. 方法

野外調査は，加古川市・稲美町・明石市・高砂市のため池 24 面において，2015 年 7 月から 9 月の期間に実施した．各ため池の岸付近にもんどり罠 6 基を設置し，カメ類の捕獲を行った．罠は午後（夕方中心）に設置し，翌日の昼までに回収した．捕獲したカメ類は種名，個体数，重量を記録した．また，罠設置の直前に環境 DNA 分析用の採水を行った．採水場所は，各ため池のもんどり罠 6 基の設置場所 6 地点とし，それぞれ 500mL 採水した．

サンプル水は実験室にてろ過（GF/F），DNA 抽出（DNeasy Blood and Tissue Kit）を行い，抽出 DNA を冷凍保存した．抽出 DNA サンプルは，ミシシッピアカミミガメに特異的な PCR プライマーと TaqMan 蛍光プローブを用いて，リアルタイム PCR（PikoReal）にて DNA 量を定量した．

また，環境 DNA の PCR 阻害要因について検討するため，環境要因として懸濁物質（SS，有機物と無機物を測定）とクロロフィル *a* 量（Chl. *a*）の測定も行った．ミシシッピアカミミガメの池毎の捕獲数と環境 DNA 量をそれぞれ標準化し，その値の差（捕獲数－環境 DNA 量）を求め，環境要因との関係を検討した．

3. 結果と考察

環境 DNA 量と生物量の関係は，ミシシッピアカミミガメについては，環境 DNA 量が生物量を比較的反映している結果となった．また環境 DNA 量のデータは，もんどり罠を設置した採水場所 6 地点のデータを平均した値を用いると定量の精度が向上した．このことから，複数地点からサンプリングを行うことで，環境 DNA による生物量の推定をより正確に行えることが示された．

環境 DNA の PCR 阻害要因の検討の結果，SS 中の有機物量が多いほど，捕獲数と環境 DNA 量の差分値が大きくなり，PCR が阻害されている傾向が見られた．また Chl. *a* 量についても同様の傾向が見られたことから，植物プランクトンが PCR 阻害に影響している可能性も考えられた．今後，さらなる検証を行い，PCR 阻害の要因を解明する必要がある．

ESE-87

河川水辺の国勢調査結果からみた魚類相の特徴と外来魚生息の可能性；鳴子ダムの事例

株式会社　復建技術コンサルタント　正会員　○山本　和司
株式会社　復建技術コンサルタント　正会員　　佐藤　高広
株式会社　復建技術コンサルタント　　鷲田なぎさ
国土交通省　東北地方整備局　鳴子ダム管理所　専門員　　岩渕　直喜

1. はじめに

鳴子ダムは、宮城県大崎市に位置する北上川水系江合川に建設されたアーチダムである。貯水池では、遊魚が可能であるが、ブラックバス類（オオクチバス、コクチバス、ブルーギル）は、平成5年度から平成28年度までに6回実施された河川水辺の国勢調査で一度も確認されていない。本稿は、貯水池での遊魚が可能にも関わらずブラックバス類が定着していない要因について明らかにしたものである。

2. 鳴子ダムの平成28年度の魚類調査結果

鳴子ダムでは、平成28年度に魚類を対象とした河川水辺の国勢調査が実施された。調査の結果、6目8科22種の魚類が確認された。ブラックバス類等の特定外来生物は未確認であった。

3. ブラックバス類の定着の可能性

貯水池内で捕獲された多くは、表層～中層型のアブラハヤ及びウグイの未成魚個体であり、ブラックバス類による捕食圧の影響は確認されなかった。また、これまで実施されている河川水辺の国勢調査においてもブラックバス類が捕獲されなかったことから、貯水池にブラックバス類が生息する可能性は非常に低いと考えられる。

4. ブラックバス類が定着できない要因

4-1. 産卵適地の不足

ブラックバス類の産卵は、水深1～2m程度の遮蔽物のある砂礫質にすり鉢状の産卵床を形成して行われる。鳴子ダムは、急峻な地形からなり、湖岸付近は急勾配で水深が急に深くなる。また、貯水位の低下により露出した比較的浅い箇所は、礫が少なく、主に砂～泥の堆積物からなる。このため、ブラックバス類の産卵適地となる環境が少ないため、産卵が制限されていると考えられる。

4-2. 産卵期の水位操作

ブラックバス類の産卵期は、概ね5月から7月である。鳴子ダムは、融雪による流入量の増加を利用し、5月上旬まで貯水位を常時満水位まで上昇させ、その後は洪水期に備えて制限水位まで水位を低下させる（図1）。このため、ブラックバス類が産卵したとしても産卵床は干出し、繁殖を抑制していると考えられる。

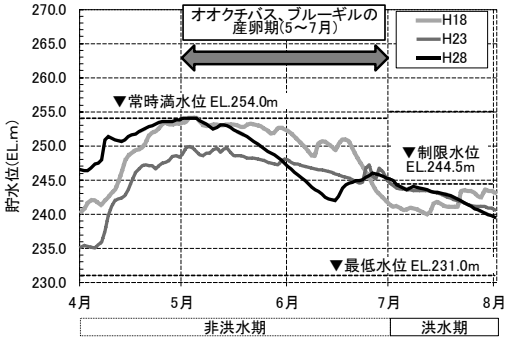


図1　日貯水位の状況

5. 今後の課題

ブラックバス類が定着できない要因は、鳴子ダムの特徴から明らかにすることができた。鳴子ダムは、遊魚も可能なことから違法放流されている可能性が考えられる。一方で、これまでの河川水辺の国勢調査でブラックバス類は未確認である。今後は、ブラックバス類が鳴子ダム貯水池で生存できない要因について解明していきたい。　　－　以　上　－

ESE-88

布目川に生息するチャネルキャットフィッシュの食性

近畿大学農学部環境管理学科里山生態学研究室　○小林誠　廣髙空　河内香織

【はじめに】チャネルキャットフィッシ *Ictalurus punctatus*（通称アメリカナマズ）は,北米大陸原産のナマズ目イクタルルス科に属する淡水魚である。雑食性で繁殖力が強く、背鰭と胸鰭に鋭い棘をもち、水産有用資源や在来種への食害、漁業者の負傷、漁網や漁獲物の損傷など、深刻な被害を多くもたらしたため、特定外来生物に指定された。本種は奈良県で平成 19 年度「河川水辺の国勢調査」にて、淀川水系の支川である布目川で初めて確認された。しかし、その後詳しい研究や報告はなく有用種や在来種への影響が懸念される。【目的】布目川におけるチャネルキャットフィッシュの食性を胃の内容物調査から明らかにするとともに、安定同位体比分析を用いて河川生態系における食物連鎖での位置づけを明らかにする。【方法】淀川水系木津川左支布目川及び布目ダムにおいて、釣り及びＤフレームネットを用いた見つけ獲りにより、チャネルキャットフィッシュを採集した。捕獲した個体はその場で全長、体重を計測し、血抜きを行った。1)個体の腹部を切り開き、消化管を取り出すとともに卵塊の有無を確認した。取り出した消化管は胃と腸に分け、内容物の重さを算出した。内容物は目視、実体顕微鏡レベルで確認した。2)本種の背中部分の筋肉片の一部を切り取り、送風式乾燥機にて 50℃48 時間乾燥させ、粉砕した。その後粉末を、個体ごとにマイクロチューブに入れ、クロロホルムとメタノールを体積比 2:1 の混合液を 1ml 加え、脱脂処理を行った後、安定同位体比分析を行った。【結果】 1)チャネルキャットフィッシュの消化管内容物を観察したところ、藻類、植物片、魚類、木の実、水生昆虫、陸生昆虫、甲殻類、貝類などが確認できた。その中でも、植物片、水生昆虫、陸生昆虫の出現率が高く、特に水生昆虫では、トビケラ目やユスリカ科が多く見られ、オオシマトビケラにいたっては、1 個体の消化管から 227 個体確認できたものもあり、幼虫から成虫まで餌として利用されていた。2)安定同位体比分析は、チャネルキャットフィッシュが水生昆虫などの他の生物より栄養段階が高かった。しかし、ギギやギンブナと比較すると栄養段階の有意差は認められなかった。【考察】木の実やトビケラ目の蛹など、季節により食べやすいものを捕食していると考えられた。また 1 個体から確認されたオオシマトビケラの量や陸生昆虫が見られたことから、岸際もしくはこれらの滞留場所まで移動しながら捕食していると考えられ、また、安定同位体比分析の結果から、他の雑食性魚類との餌資源の競争が考えられ、河畔林由来の餌資源供給がなければ、水生生物への餌資源の依存が強まり、さらなる生態系への悪影響が考えられる。在来の魚種との間に同位体比の違いが認められなかったことは、これらの魚種が生態系の同じ地位にいることを示し、チャネルキャットフィッシュによる直接的および間接的な影響が考えられる。【今後の展開】本研究の成果は餌資源の多様性とダム湖周辺に幅広い年齢層のチャネルの生息を示した。本研究ではサンプルの季節的な偏りがみられたので、2017 年より月 1 回の頻度でチャネルキャットフィッシュの採集と底生生物採集を行い、季節的な食性の変化を把握する。またダム湖とダム下の河川での食性の差異を見る。更に今後は耳石を年齢の指標として利用し正確な年齢を見て、ダム下の河川に小型のチャネルが定着しているという予測に繋げる。

ESE-89

水田型湿地におけるアメリカザリガニの潜在的捕食者

東邦大学理学部 ○甲斐由香利、西山悠平、
西廣淳

1. 背景と目的

水田は食糧生産の場であるとともに、多様な動植物にハビタットを提供する湿地として、生物多様性保全上も重要な場所である。しかし、農業の近代化や休耕田の増加により、ハビタット提供機能が低下していることが指摘されている。このような状況のもと、一部の地域では休耕田に適度な撹乱を加え、生物多様性保全の場として活用しようとする機運が高まっている[1)]。休耕田を多様な生物が生息する場として維持する際の問題の一つに外来種の影響が挙げられる。中でもアメリカザリガニ（以下ザリガニと記す）は、捕食や水生植物の切断による物理的環境の改変を通して、湿地の生物多様性に対して強い悪影響をもたらす。

本研究では食物連鎖を通じた外来種密度抑制に着目し、ザリガニの詳細な行動時間帯と、千葉県内での野外調査から、湿地化した休耕田におけるザリガニの潜在的な捕食者を把握した。

2. 方法

一定時間間隔で撮影する定時撮影と、動く物体に反応して撮影する赤外線撮影が可能な自動撮影カメラを用いて2通りの調査を行った。

ザリガニの行動時間帯を把握する調査では、コンテナ内飼育している個体を5分間隔で撮影し、活動度を巣穴との位置関係により3つに分類し、それぞれの頻度を求めた。

野外における潜在的捕食者の調査では、千葉県白井市・印西市内の放棄水田に設けた3つの池に自動撮影カメラを設置し、訪れる動物を撮影した。1つ目は白井市内の放棄水田に新たに造成した6m×6mの池（八幡溜の池）、2つ目は印西市内の放棄水田に新たに造成した3つの4m×3mの池（田んぼ池）、3つ目は田んぼ池と同じ谷津の谷底面に以前から存在する9m×6mの池（鴨池）である。

3. 結果と考察

飼育実験の結果、ザリガニは特に日没直後の時間帯で最も活動が活発になることが明らかになった（図1）。

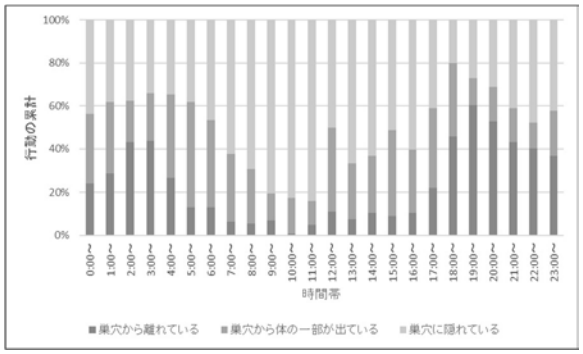


図1　アメリカザリガニの行動時間帯

野外での潜在的捕食者の調査では、八幡溜でアオサギ、ゴイサギ、ホンドタヌキの3種、鴨池ではこれらにダイサギ、ハシボソガラスを加えた5種の生物が確認された。特にザリガニと行動時間がよく一致するゴイサギが潜在的捕食者として重要であることが示唆された。しかし、田んぼ池ではアオサギとノウサギしか確認されなかった。

今後の課題として、個体差、個体サイズ、季節などの要因がそれぞれの調査にどのように影響しているかを突き止めたい。

引用文献

1) 大黒 俊哉（1998）生物多様性を保全する場としての休耕田. 農業水産技術ジャーナル 21, 12:38-42.

G-1

貴重かつ身近な環境をどのように保全するのか　－唐桑半島の事例から考える－

緑化工ラボ　○中村華子

1. 概要と対象地

宮城県気仙沼市唐桑半島のマツ枯れ被害地を事例に、貴重な生態系や景観保全が必要な地域の保全・管理はどうあるべきか検討した。対象地は気仙沼市（旧唐桑町）小長根、三陸復興国立公園の第 1 種特別地域を含む半造園地で、海岸植物やマツが特徴的な景観を形づくっている。過去に熱源の影響を受けた結晶質石灰岩が岬となっており[1]岬上の平地（標高約 12 m 以上）にはクロマツ、アカマツが、低木層はヒサカキやガマズミなどが優占している。周辺ではかねてからマツ材線虫病の被害が確認されていたこと、踏みつけ等による海岸植物の減少等が課題となっていた。さらに 2011 年には東北地方太平洋沖地震の影響により自然環境や施設が影響を受け、また、2011 年、2012 年はヘリコプターによる樹冠部への薬剤散布ができずマツ枯れ被害が拡大した。マツ枯れへの対応管理として、2015 年に枯死した個体の一部を伐採し、燻蒸処理した後ウッドチップにして現地へ敷設した。更に 2016 年、そのチップを敷設した箇所の一部にマツが補植された。

2. 自然発生した実生による天然更新の検討

現地では成木の枯死や伐倒処理により光環境が改善した立地に 2、3 年生の健全なマツの実生が多数成立しており、天然更新の可能性もあると考えた。そこで 2016 年 1 月に予備調査を行い、更新の可能性を検討した。一辺 5 m の調査区で 5 年生以内のマツ実生を調べたところ 2011 年以降の実生は 30,400 本/ha で、このうち 2013 年以降に発芽した個体が 70 %（21,200 本/ha）だった（図-1）。伐採処理による開空率の上昇が寄与していることが考えられる。基盤が石灰岩であることから[1]、溶食作用で生じた隙間など地中から供給された水を、定着した植物が利用できることが考えられ、まだ小さい個体が多いことを考慮しても、現状で健全な実生が成立している場所では、今後も継続的な維持管理を行うことで天然更新が期待できると考えられた。

3. 自然公園の継続的管理の必要性－これからのエリア・マネジメントにおける手法・取り組み

マツ林の管理では有機物の除去が重要であり、マツを補植するのであればその場所にはチップを敷設すべきではない。植生・管理目標と手法の不適合が起こらないように適応的かつ持続可能な管理をすることが望まれる。自然公園など重要な生態系を含む地域における管理手法としては自然再生協議会による維持管理、公園運用が可能だが、そのほかのエリア・マネジメント手法として、小規模多機能自治やプロセス・プランニング手法等を採用することが考えられる。自然公園は半永久的に生態系や周辺環境の保全と、利用との調和を図りつつ管理を継続する必要のある公有財産であり、公共の場である。行政による初期事業が行われた後も、地域で活動できる公益団体の協力を得ながら、植生の再生や生態系保全に向けた取り組みを多用な主体により継続することが望まれる。地域の実情に応じた取り組みが可能になることが必要であると考えられた。

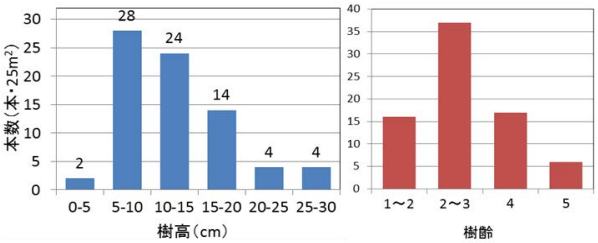


図-1　実生の樹高階および樹齢の分布（n=76）

引用文献

1）神戸信和・島津光夫（1961）5 万分の 1 地質図幅「気仙沼」，地質調査所

G-2

岩手県の震災復旧工事前後の海浜植物の生育状況と砂浜植生保全対策

岩手県立大学総合政策学部　○島田直明

1. はじめに

東日本大震災を引き起こした津波や地盤沈降によって、沿岸域では甚大な被害を受け、海岸部の砂浜植生や防潮林にも多大な影響を与えた。砂浜植生は発災当年から再生している場所もあり、津波では地上部の枯損などの影響はあったものの、地下部に根茎が残存している場所では、比較的速やかな再生が見られた。一方、地盤沈降によって、海浜植物の生育範囲が狭まることによる影響が大きいと考えられる。

発災後の岩手県の砂浜の海浜植物の植物相を研究[1)]によれば、岩手県の砂浜のうち、種の供給源となる多くの海浜植物を有している砂浜は18ヶ所と少ない。これらの海浜においても復旧工事が行われる場所も多く、海浜植物への影響が懸念される。

2017年度になって復旧工事が終了した海岸もみられるようになってきたことから、工事後の植物相の調査を行う。工事前の植物相と比較し、復旧工事による海浜植物への影響を考察する。

また、岩手県内の幾つかの海浜において砂浜植生の保全対策が講じられている。筆者が関わった事例である野田村十府ヶ浦、山田町船越、釜石市根浜などについて紹介する。

2. 調査方法

砂浜の植物相調査は復旧工事が行われる前の2012～2014年を中心に調査された。同じ海岸において2017年夏季に再調査する予定である。あわせて、復旧工事前後の砂浜の形状などについて調査する。

3. 砂浜植生保全対策

3-1. 野田村十府ヶ浦

三陸復興国立公園の第3種特別地域に指定されている十府ヶ浦は、面積10ha、全長2㎞と岩手県内では最大級の砂浜であり、多くの海浜植物が確認された。海浜植物が多く確認された米田地区の防潮堤のかさ上げ工事は2014年度末から本格的に始まり、現在も続いている。

十府ヶ浦では、①現地保全区の設置、②根茎や種子を含んだ表土の移植と工事終了後の再移植、③種子や根茎による苗づくりと工事終了後の移植によって海浜性種の保全を行うことになった。2017年度からは近くにある野田村立野田小学校と協働で海浜植物の苗づくりを始めた。

3-2. 山田町船越

船越は面積1.5haと大きくない砂浜であるが、工事前の調査では海浜植物の種類が多かった。2015年秋から工事が始まり、現在もかさ上げ工事が続いている。

船越でも十府ヶ浦と同様の保全対策が講じられている。2016年度からは近くにある山田町立船越小学校と協働で海浜植物の苗づくりを始めた。

3-3. 釜石市根浜

根浜では、防潮堤の内側に残存している海岸林において、海岸林の再生や海浜植物の生育環境整備、海浜植物の苗づくりなど活動が岩手県や住民などの参加により行われている。

引用文献

1）島田直明ほか：岩手県の砂浜植生回復に関わる生態学的な評価と保全対策の提案、総合政策16(1)、pp. 19-34、2014。

G-3

常陸海浜公園におけるオオウメガサソウの保全に向けて～安定同位体比及びDNA分析を用いた調査～

○佐々木英代[*1]、丸山芳史[*1]、加藤賢次[*1]、奈良一秀[*2]、本多美佐季[*2]、黒澤伸行[*3]、奈良憲孝[*3]
1：日本工営株式会社、*2：東京大学大学院新領域創成科学研究科、
*3：国土交通省関東地方整備局常陸海浜公園事務所

1.はじめに

国営常陸海浜公園のアカマツ林内には、準絶滅危惧種のオオウメガサソウの南限個体群が分布する。公園では保全ゾーンを設け、開花期のみ開放して観察会を行うなど、保全及び集客対象としている。一方、園内では近年マツ枯れが著しく進行し、オオウメガサソウの生育への影響が懸念される状況であり、過年度より各種の調査が実施されてきた。平成 28 年度には、オオウメガサソウ分布調査等の過年度のデータの整理に加えて、DNA 分析により根に共生する菌根菌の同定、林分による共生菌の違い、安定同位体分析により菌への栄養依存性等を明らかにし、保全対策の検討を行った。

2. 植生図の変化とｵｵｳﾒｶﾞｻｿｳ確認地点数の変化

H16、H24 に実施されたオオウメガサソウの広域的な分布調査結果と、H16、H25 に作成された植生図を比較し、オオウメガサソウの確認位置と群落、アカマツ群落の変化とオオウメガサソウの確認地点数の変化について整理した。その結果、H16、H24 ともに 9 割がアカマツ群落内で確認され、H24 の確認地点数はH16 から約 4 割減少した。H16 からH24 までアカマツ群落として維持されていた場所では 3 割弱の減少に留まったが、アカマツ群落から他の群落（落葉広葉樹林）へ変化した場所では 7 割以上減少した。

3.オオウメガサソウ調査（平成 28 年）

3-1. 調査地点

オオウメガサソウの株数モニタリング地点の結果、過年度の分布調査結果等より、アカマツ林内の生育良好地点 2 地点、不良地点 1 地点、コナラ林内の生育地点 2 地点を設定した。

3-2. 調査内容

①各調査地点から採取したオオウメガサソウ根からDNA 抽出、塩基配列により菌根菌の同定。
②オオウメガサソウ及び周辺植物の葉を用いた炭素と窒素の自然安定同位体比測定
③全天写真による光環境調査
④ベルトトランセクト調査（1 m枠内のオオウメガサソウ株数と環境要素、5m 幅内の低木以上の樹冠投影図、群落断面図）。

3-3.結果

①オオウメガサソウの根から主にベニタケ科に属する菌が検出され、周辺樹木と外生菌根を形成する菌種が優占していた。また、同じアカマツ林内で、生育良好地点と不良地点を比較すると、生育良好地点では検出された菌の種数が多かった。アカマツ林とコナラ林で比較すると、アカマツ林で種数が多く、検出される菌種組成が異なっていた。
②オオウメガサソウの $\delta^{13}C$ 値は、部分的菌従属栄養植物であるイチヤクソウ [1]より低く、周辺の独立栄養植物と有意な差は無かった。一方、$\delta^{15}N$ はイチヤクソウに近い値であった。
③開空度は、生育良好な地点では夏冬の差が少なく、生育不良地点では差が大きい傾向がみられた。
④オオウメガサソウ生育良好地点では、高木はアカマツ優占、亜高木はほぼなく、低木層にナツハゼ、コナラ、ヤマウルシ等が生育していた。

4.まとめ

・オオウメガサソウはベニタケ科等の外生菌根菌と共生しており、菌への炭素依存度が低いが、窒素は菌から獲得していると考えられた。
・アカマツ群落とコナラ群落における共生菌の検出状況の違いから、松枯れに伴う上層木の変化が土壌中の菌根菌の組成に影響し、その結果オオウメガサソウにとって有益な菌が減少している可能性が考えられた。
・アカマツ群落においても、落葉広葉樹低木本数が多い場所では、夏冬の開空度の差が大きく、オオウメガサソウ株の減少が大きい傾向がみられたことから、光環境が生育に影響する可能性が考えられた。

5.保全にむけたアカマツ林の管理

従来より実施しているマツ枯れ対策の推進に加え、夏冬の光環境の違いを緩和させるため、アカマツ林内の落葉広葉樹低木の伐採を提案した。

＜参考文献＞

1)松田陽介　森林生態系における樹木と林床植物をつなぐ菌根菌ネットワーク機能的意義の解明，科学研究費助成事業研究成果報告書，H25.5

G-4

香川県有明浜における絶滅危惧種ハマウツボ *Orobanche coerulescens* の個体群動態

広島工業大学大学院工学系研究科（現：国土防災技術株式会社） ○戎谷　遵、
広島工業大学環境学部地球環境学科 岡　浩平、
有明浜の海浜植物を観察する会　小西 武利

1. 研究背景及び目的

ハマウツボ（*Orobanche coerulescens*）は、全国の海岸に生育する一年生の寄生植物で、西日本における主な宿主植物はカワラヨモギ（*Artemisia capillaris*）である。ハマウツボは、環境省第4次レッドリストにおいて絶滅危惧Ⅱ類に選定されている他、地域版では計40都道府県のレッドリストに記載されている。特に瀬戸内海沿岸部は、全ての沿岸府県のレッドリストにハマウツボの記載があることから、地域絶滅の危険性が特に高い地域と考えられる。対象地である香川県有明浜は、ハマウツボが生育する瀬戸内海でも数少ない海浜の一つである。本研究では、有明浜における6年間のハマウツボ個体群の動態調査の結果より、有明浜における今後のハマウツボの保全手法を議論したい。

2. 研究対象地及び調査方法

香川県観音寺市有明浜は、海岸長南北 2km、最大海浜幅約100mと、瀬戸内海の中でも大規模な海浜の一つである。有明浜に生育する海浜植物は昭和 44年に市の天然記念物に指定され、市民団体「有明浜の海浜植物を観察する会」や「有明浜のアサギマダラ飛翔会」による保護区の管理、希少植物の保護・植栽、海浜植物の観察会等が行われている。

有明浜の植生は、汀線よりコウボウムギ（*Carex kobomugi*）→ハマゴウ(*Vitex rotundifolia*)→カワラヨモギと変化する成帯構造が見られるが、カワラヨモギ群落が出現するのは、有明浜の中でも海浜幅の広い一部の海浜に限られている。ハマウツボは、カワラヨモギ群落内のみに生育地が限定されていることから、絶滅の危険性が特に高い種といえる。また、有明浜では昭和44年の天然記念物指定当時からハマウツボが確認されているが、当時の生育数は十数株程度であった。その後2012年まで生育数に顕著な変化はなかったが、2013年になり生育数が大きく増加した経緯がある。

研究方法は、2012年～2017年にかけて、ハマウツボの発生期間である 4月～6月に、週２回以上を目安に有明浜を巡回し、ハマウツボの有無を確認した。ハマウツボの分布地点では、個体の写真を撮影し、位置情報の記録、株数、宿主個体からの距離、周辺の植生等を記録した。

3. 研究結果とまとめ

ハマウツボの地点数及び株数は、2012年10地点32株、2013年26地点101株、2014年20地点42株、2015年50地点109株（最多）、2016年30地点74株、2017年19地点42株（最少）と、現在減少傾向にある（図-1）。分布地点ごとの平均株数は2012年が3.2株、2013年3.9株、2014年2.1株、2015年2.2株、2016年2.5株、2017年2.2株であった。最多株数は2012年が7株、2013年20株、2014年6株、2015年16株、2016年12株、2017年の8株であった。このように現在危機的状況にある有明浜のハマウツボの保全手法ついて、発表では議論したい。

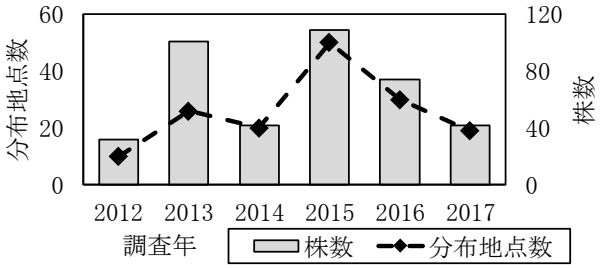


図１　調査年別のハマウツボ株数の推移

G-5

三重県河川で確認されたアゼオトギリの生態調査と地域協働による保全

(株)建設環境研究所 ○石井正人、国土交通省三重河川国道事務所 赤畠義徳、
福井県立大学生物資源学部 吉岡俊人、三重大学教育学部 平山大輔

1. はじめに

アゼオトギリは河川及び畦畔に生育し、環境省レッドデータブック絶滅危惧ⅠB 類の希少植物である。三重県レッドデータブックでは絶滅種とされていたが、平成 25 年に櫛田川水系の河川敷で再発見を受け絶滅危惧Ⅰ類に変更された。この生育地（自生地）においてアゼオトギリ個体群とその周辺環境の調査を実施し、生態的知見を蓄積するとともに、自生地での消失を回避する「回避措置」の検討及び「リスク低減措置」のため河川内外への移植等を実施し、河川管理における保全対策手法、移植・増殖手法の検討を行い、地域協働により保全活動を行っている。

2. 自生地における個体群調査

2-1. アゼオトギリ自生地の生育環境

アゼオトギリは河川内の堤防法尻付近に生育し、堤防法面にはセイタカアワダチソウが、河川敷にはオギが優占し、法面は年２回除草された明るい環境である。当該立地は平成 17 年度に行われた河道掘削により成立し、アゼオトギリは出水時に通水する凹地に生育している。

2-2. 調査時期及び調査方法

調査は平成 26 年８月から、平成 29 年５月まで計９回実施した。個体の生育する範囲にコドラートを９箇所設置、個体識別を行い、植物高、個体の広がり（長径・短径）、開花・結実の有無について測定した。

2-3. 自生地個体群の動態

平成 26 年８月に 28 個体確認されていたが、平成 27 年５月に 66 個体となり、その後２度の出水で 11 月には 34 個体と減少したものの、平成 28 年５月に 40 個体、平成 28 年８月に 68 個体と増え、平成 29 年５月現在 50 個体となり、季節における変動はあるものの概ね維持されている。出水の影響で個体の衰弱(泥の付着、葉群の形状変化)がみられるものの、新規加入の個体もみられ、出水による攪乱と人為的攪乱（管理除草）による個体群が維持されているものと考えられる。自生地の保全のためには、現在の冠水頻度と土壌水分条件が変わらないよう直接的改変を避けること及び堤防法面の定期的な除草の継続が必要と考えられる。

3. リスク低減措置（保全対策）

保全対策として福井県坂井市板倉地区の先行事例を参考に、河川内外への移植を試験的に行うため、自生株の移植や挿し枝によるポット苗の移植等の複数手法で実施した。挿し枝によるポット苗の移植が最も短期間で効率的に活着生育し、開花結実も多くみられた。しかし、挿し枝によるポット苗の移植は一旦定着すれば開花・結実も当年からみられるものの、１～２年で枯死がみられる傾向となった。また、自生株と比較し周辺の他の草本に被陰される個体もみられるため頻度の高い除草が必要であること、挿し枝はクローンであることから、播種によるポット苗の移植も併用して行うことが必要と考えられた。

4. 保全活動の枠組み

平成27年5月にアゼオトギリ保全勉強会を設立し国土交通省、多気町、農地・水保全活動組織、ボランティア団体、高校等により構成され、三重県、先行事例地の福井県の大学・高校にも協力を得ている。これまで計６回勉強会を開催し、栽培マニュアルも作成した。現在、今後の保全ロードマップを作成し、長期的・継続的な活動にするため、緩やかな連携で地域協働による保全を推し進めているところである。

G-6

絶滅危惧種カワヂシャの保全手法：休耕田を活用したトレンチ法による生育数と生態

○(株)福山コンサルタント　高崎誠、(株)福山コンサルタント　長谷川啓一、
（株）緑生研究所　松本竹吾、
平塚市ツインシティ大神地区土地区画整理組合　事務局　八代勝弘（日本測地設計(株)）

1. はじめに

開発事業用地内に絶滅危惧植物が生育している場合、移植等の保全策が必要となることがある。移植等は、事業着手前に実施する必要があるものの、事業地が未整備のために移植先が確保できず、一時的な仮移植が必要となることがある。また、水分条件が重要となる湿性植物が対象となる場合、仮移植地の設定も容易ではない。

本報告では、平塚市の区画整理事業地において、湿性の絶滅危惧植物であるカワヂシャ（*Veronica undulata*、環境省 RL：NT）の保全手法としてトレンチ法（休耕田に湿性植物を生育させるための素堀状の植え込み地を設け、生育に必要な水分が雨水等地表水で貯まるようにしたもの）による保全を試みた結果を報告する。

2. 方法

平成28年4月に休耕田へトレンチを設置し仮移植を行った。設置したトレンチは、近隣の休耕田を借り受け、小型のバックホウを用いて幅 90cm×深さ 35cm×延長 10m のトレンチを 5 列設置した。配置方法は、4 列は東西方向、1 列は南北方向とした。設置したトレンチ内に、カワヂシャ 751 株を仮移植した。その後、月 1 回の頻度で株数、生育状態、平均草高、葉張り、開花の有無、着果の有無のほか仮移植トレンチ内の水深、水温、pH のモニタリングを行った。

3. 結果

トレンチ法による仮移植の結果、調査期間中のトレンチ内の生育数は、水深が低下した後の 11 月頃から増加した。(図-1)

また、本調査を通じ、当地で確認されたカワヂシャの生態は以下のとおりである。

- 開花期：5 月 10 日前後～6 月 17 日前後の期間
- 結実期：5 月 20 日前後～6 月 17 日前後の期間、結実期は開花時期と並行する。蒴果のため、果実が成熟すると裂け種子が飛散する。
- 種子採取可能時期：5 月 30 日～6 月 10 日前後
- 発芽期：12 月 6 日に発芽を確認、11 月から発芽しているとみられる。
- 発芽後の生育：トレンチ内での発芽率は高いが、冬季の霜により発芽実生が枯死していた。
- 種子の散布方法：風散布の他、水面に浮遊した種子が流され定着することが確認された。

4. 考察と課題

休耕田におけるトレンチ法による保全は、カワヂシャの暫定的な保全策として有効と考えられた。同様に、その他の湿性植物も機能する可能性が高い。

ただし、本試験では、5 箇所設置したトレンチのうち 2 箇所では発芽しなかった。10～12 月に十分に水深が低下しているトレンチ 3 箇所のみ発芽しており、発芽初期の水位管理が重要と考えられた。

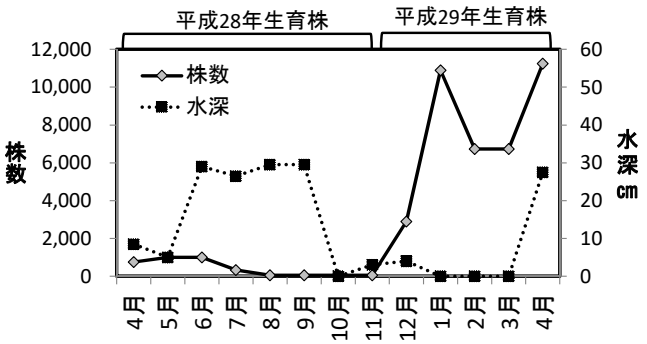


図１　トレンチ内の株数と水位変化（5 箇所平均）

G-7

キクタニギクの保全再生活動について

京都学園大学バイオ環境学部 ○百生太亮、白須友貴、丹羽英之、森本幸裕
公益財団法人京都市都市緑化協会　佐藤正吾

1. はじめに

キク科キク属 *Chrysanthemum* の多年草キクタニギク（菊渓菊）（学名：(広義) *C. seticuspe*、(狭義) *C. seticuspe* f. *boreale* ）は晩秋に黄色の小さな花を次々と咲かせる。花や葉に芳香があり、かつて香料、薬用、食用として利用された。本種は京都の東山から流れ出る菊渓（菊谷）川の河川敷に自生していたと伝えられるが、東山では絶滅。京都市内の自生地もごく限られ、森林・河川環境の変化、シカの食害等により希少となった（京都府レッドデータブック：絶滅危惧種)。現在、キク科キク属のモデル植物として、広島大学を中心とする研究プロジェクト「ＮＢＲＰ広義キク属」が進む[1)]。今回、本種和名の由来となった野菊の名所･菊渓の文献調査結果、現在進行中の保全活動と今後の課題を報告する。

2. 菊渓の歴史と今

2-1. 菊渓と菊渓川

キクタニ（ダニ）は菊渓、菊谷、菊澗と表記。下流の川は菊渓（谷）川、菊川と呼ばれた。東山区の地名「下河原町」はその河原があった名残であることが、以下の絵図、地誌等の記録から推察される。

・『元禄十四年實測大絵図』（元禄 14 年=1701 年）：高台寺から建仁寺境内を経て鴨川に注ぐ様子、東山が畑などに利用されている様子が描かれる。
・『雍州府志』(天和 2～貞享 3 年頃＝1682～86 年頃)：鷲峯山 (高台寺) の項。「十の境」の一つ「菊潭水」を飲み長寿となった僧がいると伝える。
・『都林泉名勝図会』（寛政 11 年=1799 年）：双林寺長喜庵の項。文人のサロンだった塔頭。境内に菊渓が流れる様子が描かれる。
・『花洛名勝図会』（元治元年=1864 年）：金玉山双林寺の項。西行、頓阿を偲んで訪れた本居宣長が菊渓を詠んだ歌などを紹介。
・現代（航空写真）：近代の市街化で下流の川はほぼ暗渠化され、キク類が育つ河原はない。東山も明るい森林が失われ、照葉樹林化が進行している。

3. 保全・普及啓発活動

本来の生息域のほとんどが失われている現状に鑑み、普及啓発活動として地域性種苗の生息域外保全から着手し、自生地の再生への展開を図っている。

・ＫＥＳ環境機構の活動：企業等が生物多様性のためのＣＳＲ活動として、栽培に参加。
・京都伝統文化の森推進協議会の活動：東山の林相改善事業の一環として菊渓付近に植栽し、モニタリングを開始。

4. 保全再生の今後の課題

①東山のモニタリング調査の継続と評価、②山野の環境の改善と維持、③遺伝的多様性の確保、④緑化工の種子に混入した外来キクタニギクが 1990 年代に 15 府県で見つかり、在来植物の遺伝的多様性確保の面で懸念されるため[2)]、園芸品種、近縁種との交雑の可能性に留意、⑤人々の記憶や史料等からキクタニギク関連の生活文化の掘り起しを進める必要性。

引用文献

1）ナショナルバイオリソースプロジェクト：http://www.nbrp.jp/report/reportProject.jsp?project=chrysanthemum-0, 2017.5.19
2）中田政司:栽培菊と外来ギクによる日本産野生ギクの遺伝的汚染 in 山口裕文編著『栽培植物の自然史 II』北海道大学出版会, 2013



写真１　キクタニギク

G-8

福井県池ヶ原湿原において再生した湿原植生の 4 年間の植生管理の取り組み

株式会社ＢＯ－ＧＡ ○八木健爾、関岡裕明、坂口奈美
福井県自然保護センター 國永知裕、松村俊幸

1. 経緯

池ヶ原湿原は、福井県勝山市にある面積約 1.5ha の低層湿原（標高 609m）でありミズチドリをはじめ、県内での分布が限られる湿原植物が生育する。池ヶ原湿原では、1990 年代になるとヨシやハンノキが繁茂するようになり、希少な湿原植物の生育が衰退した。その衰退原因は、周辺の土地改変による“著しい地下水位の低下”とヨシの資源利用停止による“ハンノキ林、ヨシ原への急激な湿生遷移の進行”によると推察した（2009～2012 調査）。そこで、湿原植生再生を目的に、水路への水位調整堰の設置やハンノキ・低木の伐採及びヨシ刈りを実施し、その後、植生管理として毎年ヨシ刈りを実施している。

2. 再生・植生管理作業

2-1. 湿原再生作業（2009～2012 年）

再生作業の１つとして、地下水位回復のため、湿原周辺の水路及び湿原内に、土のうを積み上げた水位調整堰を設置し、湿原からの流出水をせき止めた。

また、再生作業の２つめとして、植生遷移の進行を停止させ、退行させるため、湿原内に繁茂するハンノキ・低木を伐採し、また、ヨシ刈を刈り取った。

2-2. 植生管理作業（2013 年以降）

上記の湿原再生作業の実施後、回復した湿原植生を維持するため、3 区画（1 区画あたり 0.3ha 程度）に分けた範囲を毎年ローテーションでヨシ刈りしている（6 月下旬と 10 月下旬の年 2 回）。この際、希少な湿原植物等は選択的に刈り残している。

3. モニタリング

3-1. 方法

湿原内の８か所に塩ビ管の観測井戸を設置し、地下水位、pH、EC（電気伝導度）を計測している。

また、ミズチドリ及びノカンゾウを湿原植物の指標として、その生育範囲を記録している。

3-2. 結果

湿原内の地下水位は、水位調整堰を設置して以降、特に夏季の低下が著しかった地下水位を回復・維持できた。また、地下水の水質（pH、EC）は、弱酸性で貧栄養な値を維持していることを確認した。

湿原植物の生育は、湿原再生作業として実施したハンノキ・低木の伐採及びヨシ刈りの実施後、ミズチドリが 1,200 ㎡から 2,700 ㎡に、ノカンゾウが 1 ㎡から 3,700 ㎡に生育範囲が大きく増加した。

また、植生管理作業においては、ローテーションによる年２回のヨシ刈りを継続している間、ミズチドリ及びノカンゾウの生育範囲の維持ができた。

一方、ヨシの生育がまばらになり、実生由来のハンノキ・低木が高い被度で生育する場所もあった。

4. まとめ

池ヶ原湿原において、湿原再生作業として実施した地下水位の低下防止及び植生遷移の退行管理の結果、衰退していたミズチドリ、ノカンゾウ等の湿原植物の生育量が増加し、それらを含む湿原植生に誘導することができた。また、その後のヨシ刈りのローテーションによる植生管理の継続により、現在に至るまで希少な湿原植物が生育できる植生の状態を維持することができた。一方で、2 回/年のヨシ刈りを継続する中で、ヨシの生育密度の低い場所を中心にハンノキ・低木が繁茂する傾向も発生した。今後ハンノキの個体数増加により、ミズチドリ等の湿原植物の生育が維持できなくなることも懸念されるため、ハンノキ・低木類の増加を抑制する必要がある。

G-9

地域遺産としての湧水湿地の価値
―中津川市岩屋堂における湿地と人々との関係に着目して―

筑波大学李雅諾、筑波大学○佐伯いく代

1. 研究の背景と目的

東海地域には湧水湿地といわれる特異な湿地があることが知られている。[1] 湿地は、伊勢湾周辺に分布する東海丘陵要素植物[2]の生育地となっており、その多くは絶滅危惧種となっている。湿地は平坦な低標高地に位置し、人々の生活空間に近い場所にある。そのため、貴重な植物の生育地としては認識されづらく保護区の指定が進みづらい。本研究ではそのような湿地の一つである岐阜県中津川市岩屋堂の湧水湿地を対象として、①植物相、②動物相、及び③地域の人々と湿地との関係性を明らかにし、このような小さな自然を地域の遺産として保護していくための基礎情報を得ることを目的とした。

2. 調査方法

中津川市岩屋堂にある湧水湿地の一つを対象とし、湿地内に 10m×20m の調査区を 3 つ設置した。その中で植生調査を行い、自動センサーカメラを設置して動物相を調べた。さらに本湿地および近隣の湿地の所有者に対し、湿地の利用の歴史や動植物との関わり、保全活動などについて聞き取り調査を行った。

3. 結果

3-1. 植物相

調査区内において、79 種の維管束植物を確認した。うち 6 種は国のレッドリストに掲載されている種であった。胸高断面積合計の値によればハナノキがもっとも優占し、幹数ではヒノキがもっとも優占していた。3 つの調査区は互いに至近距離にありながら、出現する植物が平均で 53.7%も異なっており、高いβ多様性が保持されていた。

3-2. 動物相

自動センサーカメラを用いて調査したところ、タヌキなど里山に特徴的な哺乳類が多く記録された。全体として、動物は昼より夜に多く活動していた。集落に近い湿地であるため、人間を避けている可能性が示唆された。

3-3. 地域の人々と湿地との関わり

湿地の所有者に聞き取り調査を行ったところ、彼らの家系は何代にもわたって本集落に居住し、湿地を所有していた。湿地は先祖から受け継がれてきた大切な土地として認識され、水源や、木材・薪炭・文化素材の供給源などとして利用されていた。どの所有者も湿地内の動植物について豊かな知識を有していたが、その一部が絶滅危惧種であるといった情報は近年、意識され始めたものであった。

4. 考察

植生調査の結果から、調査対象地は絶滅危惧種や地域固有種を含む多種多様な植物が生育し、生物多様性の保全の観点から重要な湿地と位置付けられた。その一方で、湧水湿地が利用されてきた歴史は長く、所有者は湿地に対して愛着や責任といった独特の感情を有していた。湧水湿地はその地域に住む人々にとっての身近な自然文化遺産であり、生物多様性上の価値に加え、人々と湿地との間に培われた歴史的・文化的関係性をも包含して保全していく視点がもとめられる。

引用文献

1)植田邦彦：東海丘陵要素の起源と進化、北海道大学図書刊行会、3-18、1994
2)植田邦彦：東海丘陵要素の植物地理　I. 定義，植物分類，地理，40、pp. 190-202、1989

G-10

Species diversity and forest structure of logged-over peat swamp forest in Riau, Indonesia

○ Prayoto and Nobukazu NAKAGOSHI
Graduate School for International Development and Cooperation, Hiroshima University
Email: mrpray2000@gmail.com

1. Introduction

Peatlands contain high organic material from dead plants, naturally as water logged forests known as peat swamp forests. Although the forests in Southeast Asia have high biodiversity to support human life, human activities decrease its biodiversity. Various flora and fauna disappear before even being recorded, identified, and utilized (Miettinen and Liew, 2010). Unfortunately, study of species diversity is limited in Indonesia. Therefore, it is necessary to study species diversity and forest structure, especially in logged-over peat swamp forests.

2. Material and Methods

2-1. Study area

Kampar peninsula is located on the eastern coast of Sumatra Island lies between Siak River and Kampar River (0°10'N–1°514'S, 101°50'–103°07'E). It has tropical climate with annual mean rainfall and temperature which was about 2500 mm and 26.5°C, respectively (Statistics of Riau Province, 2015).

2-2. Sampling plot

The coordinate of plot one is 0°41′5"N, 102°36′18"E and plot two is 0°40′22"N, 102°35′59"E. Each plot size is 100 m x 100 m and divided into 16 Record Unit (RU) with 25 m x 25 m size. Each RU consists of several subs-RU's depending on growth stages. Vegetation measurement conducted in September 2014.

2-3. Vegetation measurement

Species are identified by local villager and technical staff from Forestry Service of Riau Province. Local name translates into the scientific name. Diameter measures at 130 cm above ground with Phi band meter. The first branch is used as tree height while hagameter is used to measure tree height with trigonometry algorithm.

2-4 Vegetation data analysis

The data is analyzed base on the species name, frequency, diameter, and height (Magurran, 1988).

3. Results

3-1. Species diversity and species composition

Shannon-Wiener Diversity Index (H') were moderate between 2.21 to 2.88 for all growth stage. Shannon-Evenness Index (E') were high 0.82 to 0.90.

There were 44 species of 29 families in two hectares sampled plot. Plot two had more species than plot one 36 and 34, respectively. The distribution pattern of growth stage followed reversed J shape (Table1).

3-2. Species dominance

Syzygium acutifolium had the highest Important Value Index (IVI) at all growth stage in our study area. Other high IVI species varied between each growth stages. The commonest families were Myrtaceae, Dipterocarpaceae, Lauraceae, Sapotaceae, and Euphorbiaceae. Index dominance was low 0.06 to 0.14.

3-3. Basal area, tree density, diameter, and height

Tree density and basal area of plot two (186 stems/ha and 17 m²/ha; Table 1) were higher than plot one (127 stems/ ha and 8 m²/ha). Tree diameter 5 cm–20 cm was dominant in plot one and plot two 83.9% and 80.9%, respectively, the number of trees gradually decreased with the increase of diameter. Tree height 13–18 m was dominant (79.5%) in plot one, while in plot two tree height was evenly distributed.

3-4. Tree volume

Trees volume in plot two was higher than plot one 252.19 m³/ha and 99.04 m3/ha, respectively.

Table 1. Number of species and density

Growth stage	Number of species	Density/ha
Plot 1	34	19,986
Seedlings	20	15,518
Saplings	22	3,680
Poles	20	660
Trees	19	127
Plot 2	36	33,350
Seedlings	18	28,852
Saplings	19	4,675
Poles	16	637
Trees	28	186

4. Discussion

Species diversity and species number in Sumatra and Kalimantan were 2.7 to 3.3 (Gunawan et al., 2012) and 25 to 86 species (Rosalina et al., 2013), respectively, which was higher than that of our study due to selective logged over forest. Dominant species in our study was common species in peat swamp forest in Sumatra. According to the International Union for the Conservation of Nature Red List, we identified three endangered species namely *Shorea uliginosa, Gonystylus bancanus,* and *Combretocarpus rotundatus*.

Basal area of trees and poles in plot one and plot two was lower than that of natural forest in Kalimantan, the value was 20.57 to 41.8 m^2/ha (Sidiyasa, 2009). Similarly, tree density was only half of natural forest 389 to 753 stems/ha.

Tree volume in our study was lower than average tree volume in Indonesia (255.32 m^3/Ha; Ministry of environment and forestry, 2014).

5. Conclusion

Vegetation community in the study area was regenerating logged-over peat swamp forest with moderate stability. It can be seen from the forest structure that mostly dominated by tree diameter of less than 20 cm and height of less than 20 m. Based on IVI, the forest designated as *Syzygium acutifolium* association.

All recent finding including us, show that the policy to convert logged-over peat swamp forest to industrial plantation should be reviewed. Further vegetation analysis on the different logged-over forest is needed to understand the effect of selective logging on species diversity and forest structure in peat swamp forest.

References

1) Gunawan, H., Kobayashi, S., Mizuno, K., Kono, Y., 2012. Peat swamp forest types and their regeneration in Giam Siak Kecil-Bukit Batu Biosphere Reserve, Riau, East Sumatra, Indonesia. Mires and Peat 10, 1–17.
2) Magurran, A.E., 1988. Ecological Diversity and its Measurement, Princeton University Press. New York, 192 pp.
3) Miettinen, J., Liew, S.C., 2010. Degradation and development of peatlands in Peninsular Malaysia and in the islands of Sumatra and Borneo since 1990 296, 285–296.
4) Ministry of environment and forestry, 2014. Potential of forest resources from plots of national forest inventory. Jakarta, 41 pp (in Indonesian).
5) Rosalina, Y., Kartawinata, K., Nisyawati, Nurdin, E., Supriatna, J., 2013. Floristic composition and structure of a peat swamp forest in the conservation area of the PT National Sago Prima, Selatpanjang, Riau, Indonesia. Reinwardtia. A Journal on Taxonomic Botany, Plant Sociology and Ecology 14, 193–210.
6) Sidiyasa, K., 2009. Structure, composition, and diversity of stands in Sungai Wain Protection Forest in Balikpapan, East Kalimantan. Journal of Forest Research and Nature Conservation VI, 79–93 (in Indonesian with English Abstract).
7) Statistics of Riau Province, 2015. Riau in figure 2015. Statistics of Riau Province, Pekanbaru.

G-11

河川における鳥類の保全優先エリアを探す—河川水辺の国勢調査を利用した検討—

国立研究開発法人土木研究所水環境研究グループ河川生態チーム ○田和康太
国立研究開発法人土木研究所水環境研究グループ自然共生研究センター 森　照貴
岐阜大学流域圏科学研究センター 永山滋也
秋田県立秋田中央高等学校 片桐浩司
国立研究開発法人土木研究所水環境研究グループ河川生態チーム 萱場祐一

1. はじめに

河川環境は多種の鳥類にとって重要な生息および繁殖場所となっている。また、一例として、大型動物食鳥類が生息域のアンブレラ種としての役割を持つように、鳥類は河川域において陸域と水域の相互作用を示す重要な指標となる。しかし、近年の河川環境の改変によって、鳥類の生息域が限定され、多種の鳥類が激減の一途を辿っている。そこで、本研究では、河川水辺の国勢調査（以下、水国）における鳥類データを用い、河川域の植生や水域と鳥類との関係性を明らかにするため、解析を試みた。その結果を踏まえ、鳥類の保全優先区の検討を目指した。

2. 方法

本研究では、鬼怒川を対象河川とした。まず、2007年における水国の6 km 地点から101 km 地点までの鳥類観察データから、各地点の種数を抽出した。なお、この調査では、鳥類の繁殖期である初夏期と越冬期である冬期に分けて調査が実施されていたため、それぞれの時期に分けて解析を行った。次に、環境条件として、鳥類調査の各ポイントから上下流合わせて 2 km の範囲内にある植生および水域タイプを2006年の水国環境基図データから抽出し、それらの面積を求めた。植生タイプについては、オギ・ヨシ群落、草地、広葉樹などの計7タイプ、水域タイプについては、ワンド、淵、たまりの計3タイプとした。これらのデータを用い、調査時期ごとの全鳥類、水鳥（カイツブリ目、ペリカン目、ツル目、カモ目、チドリ目）、猛禽類それぞれの種類数を目的変数、環境条件を説明変数とする回帰木分析を実施した。

3. 結果と考察

初夏期の調査では、計63種、冬期の調査では計88種の鳥類が記録され、冬期の種数が増加していた。水鳥と猛禽類についても、初夏期と冬期とで比較すると、それぞれ19種から26種、6種から11種と冬期において顕著に種数が増加した。回帰木分析では、初夏期の鳥類、冬期の猛禽類そして初夏期の水鳥においてオギ・ヨシ群落の面積が第1変数として選択された。また、これらの目的変数において、オギ・ヨシ群落の面積が一定以上の値であると、種数が顕著に増加する結果となった。他に、初夏期の猛禽類では、一定面積以上の草地が第1変数となり、種数が増加した。多種の水鳥は魚類や甲殻類等の多い水辺のヨシ帯を餌場とし、造巣場所としてもオギ・ヨシ帯を利用する。さらに初夏期のオギ・ヨシ帯は外敵からの隠れ家としても機能することから、特に初夏期にオギ・ヨシ群落の多い場所に水鳥が集まっていたものと推察される。その一方で、猛禽類は、初夏期には繁茂したオギ・ヨシ帯を積極的な餌場として利用せず、これらが枯れて餌の発見効率が上昇する冬期にオギ･ヨシ帯を利用したものと考えられる。このように、鬼怒川の場合、オギ・ヨシ群落は様々な分類群の鳥類にとって、繁殖期と越冬期共に重要な生息環境となっている可能性が高い。しかしながら、保全エリアの選定については、定量的な野外調査や他の水系との比較などを組み合わせながら、今後、慎重に検討していく必要があるだろう。

G-12

利根運河（一級河川）における地域協働による堤防植物の保全活動

○大谷周 [a)]，利根運河協議会エコロジカル・ネットワークＷＧ
a)国土交通省江戸川河川事務所（利根運河協議会事務局）

1. 利根運河と利根運河協議会

利根運河は、利根川と江戸川を結び、千葉県柏市・流山市・野田市をまたがって流れる一級河川である。明治 23 年（1890 年）に開削され、舟運の役割を終えた現在、近代化産業遺産等に認定される貴重な土木遺産であるとともに、残された自然環境はさまざまな動植物の生息・生育場となっている。

この利根運河が、地域の人びとに親しまれ、周辺の自然環境や歴史文化と調和した、より美しい環境が形成されることを目指し、柏市・流山市・野田市・千葉県・国土交通省の各行政関係者、有識者、民間団体の代表によって、平成 19 年（2007 年）に「利根運河協議会」が設立された。

同協議会では『エコパーク実施計画（H20 策定）』に基づき、関係者が連携・協力しながら、利根運河の生態系の保全や観光振興などに関するさまざまな取り組みを推進している。[1)]

2. 希少植物の保全対策（合同モニタリング調査等）

地域関係者が協働で行っているさまざまな活動のひとつに、希少植物の保全対策が挙げられる。

利根運河は台地を掘削して造成されており、開発の進む都市近郊においても、一級河川として 100 余年のあいだ残されてきた歴史から、さまざまな希少植物がみられる。500 種以上確認されている利根運河の植物のうち、約 30 種が環境省や千葉県のレッドリストに掲載されている希少種である。[2)]

利根運河協議会 自然環境部会の下に組織されるエコロジカル・ネットワークWGでは、いくつかの保護区（ノウルシ、レンリソウ、ヒメシオン等）を設定し、年２回の合同モニタリング調査と市民メンバーによる競合種の除去、河川管理者による堤防除草時期の調整によって、こうした希少植物の保全を図っている。

保護対象種は年々増加しており、散策者の多い利根運河において、訪れる人びとの目を楽しませるといった効果も期待しながら活動を継続している。また、合同モニタリング調査は、地域の市民団体（かしわ環境ステーション、ＮＰＯさとやま、東葛自然と文化研究所、利根運河の生態系を守る会、野田自然保護連合会等）や行政関係者が集まり、協力しながら自然保護を行う大切な場にもなっている。



写真１　合同モニタリング調査

3. 外来植物の駆除（アレチウリ除去活動）

利根運河の希少植物保全のため、外来植物（特定外来生物アレチウリ等）の駆除にも重点的に取り組んでいる。一般公募も行っているこの活動は、地域の人びとに外来種への関心を高めてもらう機会である。また、平成 24 年から継続してきた結果、駆除箇所のアレチウリ分布面積は活動初年度の 50%程度まで（平成 28 年度時点）減少している。

引用文献

1)利根運河協議会：利根運河エコパーク実施計画、2009.
2)利根運河の生態系を守る会 植物調査班：利根運河の花ごよみ、2006.

G-13

高濃度火山ガスに対応した緑化工法による自生草本種の植生回復

森林総合研究所・○小川泰浩、筑波大学・上條隆志、
（株）伊豆緑産・岡部宏秋、（株）伊豆緑産・石森良房

1. はじめに

三宅島では2000年の雄山噴火以降、高濃度火山ガスが長期間にわたり森林植生に深刻な被害を与えた。

本報告では、火山ガスの影響を受けた荒廃地を自生種で緑化した草本植生の5年間にわたる回復実態を明らかにする。

2. 調査地と施工方法

調査地は東京都三宅島の雄山南斜面の標高430～460ｍに位置する角屋敷沢の緑化試験区[1)]である（図１）。2011年春季に東京都三宅支庁の協力を得て、この試験地を緑化した。卓越風の風下斜面であるため試験地設定当時から高濃度火山ガスが断続的に到達し、地表も酸性化し裸地状態であった。

火山高濃度地域に採用された緑化工法は、バンカー工法である。空気よりも重い火山ガスが斜面を流下する際に植物体をできるだけ直撃しないように、メートルサイズの植え穴（バンカーと呼ぶ）とその周囲に盛土を造成し、そこに植栽や播種を行う緑化工法である[1)]。バンカーは2種類（S区：3ｍ×5ｍ、L区：5 ｍ × 7 ｍ）とし、その深さは0.5 ｍである。各区にバンカーを規則的に10カ所配置した[1)]。

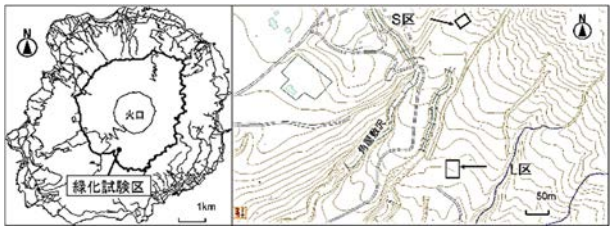


図1　緑化試験区の位置

3. 植生調査方法

火山ガスが植物に与える影響を検討するため、緑化草本（ハチジョウススキとハチジョウイタドリ）生育状況を調査し、緑量指数[1)]（楕円体体積換算）、形態指数[2)]（MI）、盛土植被率の経年変化を把握した。

4. 結果と考察

S区やL区における草本の緑量指数や植被率は、気象庁が観測している三宅島高濃度火山ガス（二酸化硫黄）の噴出量が日量500トン程度に減少した2013年以降に変化が顕著になった。

バンカーに植栽した栄養繁殖する草本ジェネットの広がりと自然草高（草丈）の成分より生育型戦術を定量的に判定する形態指数（MI）は、2012年をピークに減少傾向となった。

ハチジョウススキは、火山ガス噴出期(2011-2012)から火山ガス減少期（2013-2015）株の高さと広がりに大きな差がなく（MI変動小）草本の体積を増加させて生育する陣地強化型の生育型であった。これに対しハチジョウイタドリはススキよりも陣地拡大型の傾向（MIが2以上）であった。火山ガス噴出期のハチジョウイタドリは、高さ方向には火山ガスで枯損し、栄養繁殖で平面的に広がってMIが高くなり、火山ガス減少期になると高さ方向にも生育しMIが減少したと考えられた。

調査結果から火口から1㎞離れた緑化試験区における植生回復傾向と火山ガス濃度観測値の減少傾向が対応していることを確認した。

バンカーに植栽したハチジョウススキとハチジョウイタドリは、高濃度火山ガスの影響を受けても枯死せずに生育し、それぞれ異なる生育型を示した。

引用文献

1)小川泰浩・岡部宏秋・黒川潮：三宅島雄山の火山ガス高濃度地域における山腹緑化試験、日本緑化工学会誌、38(1)、pp.164-167、2012
2)根本正之編著：雑草生態学、朝倉書店、174pp.、2006

G-14

森林復元を目指した緑化地における木本群落の回復過程の評価

神戸大学　○堀田佳那・冨松孝次・石井弘明

1. はじめに

日本において生態系の復元を目的として緑化が行われる場合、目標とする植生が二次林であることが多い[1)]。緑化後は追跡調査を行い、目的や目標が達成されているか否かを評価する必要がある。しかし従来の量的指標（緑被率など）では、生態系の復元という観点からの緑化目標を達成できているか評価できない。そこで、本研究では植栽により森林の復元が図られた緑化地において、質的な評価を目指して、特に森林の群落構造に着目し緑化地の動態を把握することとした。その際、緑化地だけではなく実際に目標とされた二次林の動態を同時に把握することで、緑化地の動態との違いを明らかにした。

2. 方法

2-1. 調査地概要

神戸市内の公園「キーナの森」（北区山田町・西区押部谷町）において調査を実施した。キーナの森は大きく分けて二次林と緑化地の２種の森林を有す。二次林は1960年頃に管理放棄されたと推察される。キーナの森の北側は大きく掘削されており、現在は神戸複合産業団地となっている。緑化地はこの産業団地と二次林との間に、周辺の二次林との生態的・景観的連続性をもつことを目的として2002･2003年に苗木植栽が行われた。

2-2. 調査方法

緑化地および二次林にそれぞれ10 m×10 mの調査区を３区ずつ設け、それぞれ2012･2017年に毎木調査を行った。胸高（1.3 m）以上の、藤本を除く全木本個体の樹種判定および樹高測定を行った。

3. 結果

3-1. 個体密度

５年間で個体密度は、緑化地では１割未満の減少であったのに対し、二次林では２～３割の減少であった。特に二次林ではソヨゴが他の樹種より多く枯死し、枯死個体の倒木が周辺の個体（特に中低木種）の枯死や主幹の折れなどを引き起こしていた。

3-2. 林分構造

緑化地では2012年の段階で、出現個体が二次林のようには階層化していなかった[2)]。2017年の調査においても同様であった。二次林ではソヨゴが減少したことにより中木層を占める樹種が変化していくことがうかがえた。

4. 考察

緑化地ではこの５年間では林分の構造がほとんど変化していなかった。一方で二次林の変化は大きく、両者の群落およびその動態が現状では異なることが示せた。二次林を目標林として設定する場合、１回の調査では、目標林として適切な林分を選定することは困難であると考えた。そのため目標林の選定にあたっては異なる遷移段階の林分における調査の実施、あるいは同一林分でも経時変化を追跡するような調査を実施する必要がある。また本調査においては管理放棄後の二次林を目標林として設定しており、目標として適切であるかという検討も必要である。緑化地と二次林は遷移段階が異なるが、緑化地において遷移を促すために、積極的に伐採などの管理施業を行うことは有効ではないかと考えた。

引用文献

1)阿部和時・福永健司・中野裕司・西澤睦博・寛松秀夫・山田守・吉田寛（2004）のり面における自然回復緑化の基本的な考え方のとりまとめ. 日本緑化工学会誌, 29(4)：509-520

2)Hotta, K. and Ishii, H., Evaluation of a natural forest restoration project in Kobe City, Japan ten years after planting, Applied Forest Science, 24(1): 15-20, 2015

G-15

津波被災地に造成された「千年希望の丘」広葉樹植栽地の植栽基盤特性と植栽木の初期成長について

東北工業大学 ○佐野哲也、八島慎吾、渡辺康太、
五十嵐賢也、佐藤大基、市沢らな

1. はじめに

宮城県岩沼市で行われている「千年希望の丘」の整備は、マツを主体とした海岸保安林の背後に津波に対する多重防御の一環として複数の避難丘とそれらを結ぶ園路を築き、法面に広葉樹ポット苗を密植する緑化事業である。植栽木に常緑広葉樹種が多く採用されている点、植栽基盤に津波堆積物が使用されている点が特徴であり、津波威力の減衰など期待されている機能を発揮できる森林が形成されるのか追跡調査を行い検証していく必要がある。2016 年度の時点で植栽年度の異なる植栽地が 5 か所存在するが、本研究ではそれぞれで植栽木と植栽基盤の現状調査を行ったので、その結果を報告する。

2. 調査方法

事業に関連する植栽地の中から、植栽年の異なる 5 か所（2012 年～2016 年植栽）を選定し調査を行った。各調査地に 10×16 m の方形区を設置し、植栽木の種名、樹高、地際直径、位置を記録した。また、植栽基盤の調査として、長谷川式土壌貫入試験（地表から深さ 100 cm まで）と長谷川式透水試験（深さ 20 および 40 cm）を実施したほか、方形区内の 5 か所で表層から 10 cm おきに土壌を採取し、土壌の化学性（pH、電気伝導率、強熱減量）を調べた。

3. 結果および考察

3-1. 植栽木の初期成長

植栽年を異にする 5 つの調査区における植栽木の樹高階分布を図 1 に示す。植栽時の樹高は 50 cm ほどであったが、植栽から 4 年ほど経過した 2012 年植栽地では最大 450 cm に達する個体も見られた。種組成は植栽年により異なるが、タブやシラカシなど常緑広葉樹 18 種、ヤマザクラ、コナラなど落葉広葉樹 7 種が確認された。個体密度は 2012 年～2015 年植栽地の 2.6～3.5 個体/m^2 に対し、2016 年植栽地では落葉樹や常緑中低木を意図的に多く植栽したため 5.1 個体/m^2 と高くなっていた。

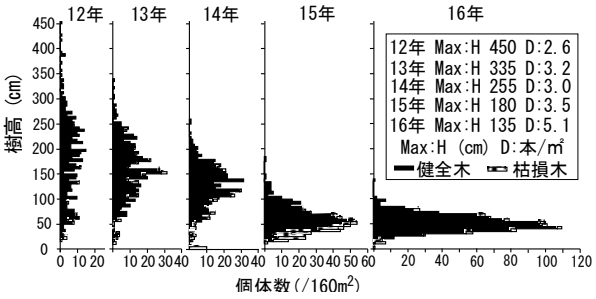


図 1　植栽年度別の樹高階分布

3-2. 植栽基盤特性

表層から 30～35 cm までは S 値の値が 1.5 cm/drop 以上と柔らかく、それより深くなると S 値が 1 以下になる硬い場所が見られた（図 2）。硬い層は津波堆積土砂層と対応しており、最終減水能が 25 mm/h 以下と表層に比べて透水性が極端に悪くなった。土壌化学性の経時変化については、場所による盛土材の違いの影響もあり、明確な傾向は見いだせなかったが、土壌有機物量ついては増加傾向が示唆された。

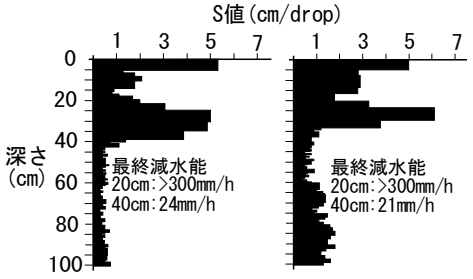


図 2　土壌貫入試験の結果（2014 年植栽地）

G-16

津波被災地に造成された「千年希望の丘」広葉樹植栽地における土壌微生物活性評価手法の検討

東北工業大学 ○市沢らな、佐野哲也

1. はじめに

宮城県岩沼市の海岸沿いで整備されている「千年希望の丘」は、津波に対する多重防御のために造成された盛土上の植栽地であり、植栽後のモニタリングが必要とされている。FDA 加水分解活性法は、植生回復に伴う土壌生物性の変化を評価する手法の 1 つであるが、分解後に生成される発色物質が土壌に吸着されることが指摘されている[1)]。そこで本報では、「千年希望の丘」においてFDA加水分解活性法を適用し土壌微生物活性の変化を評価する場合、盛土材料の違いを考慮する必要があるのか検討した。

2. 実験方法

植栽年度が異なる3か所の植栽地において深さ0～5cmの範囲で土壌を採取し試料とした。各植栽地の土性は、砂質埴壌土(2012年)、砂質埴土(2014年)、砂壌土(2016年)であった。FDA活性の測定は、Adam and Duncanによる方法[1)]をもとに土壌の量と培養時間をそれぞれ変化させ測定を行い、最適条件を検討した。また、フルオレセインの土壌への吸着を検討するため回収率を算出した。

3. 結果および考察

供試土壌量および培養時間とFDA活性の関係をそれぞれ図1、図2に示す。いずれの調査区も供試土壌は乾土重で2.4gまで、培養時間は60分まで直線的であり、Adam and Duncan の推奨条件と同様に、土壌量は乾重量でおよそ 1.6g、培養時間は 20 分間が適当であると考えられた。

フルオレセインの回収率は、盛土ごとに違いがあり、粘土含有率が多い土壌で高くなる傾向が見られた(図 3)。土壌による回収率の違いを考慮すると、

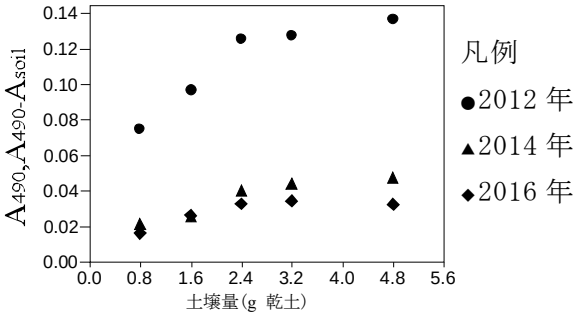


図 1　土壌量と吸光度の関係

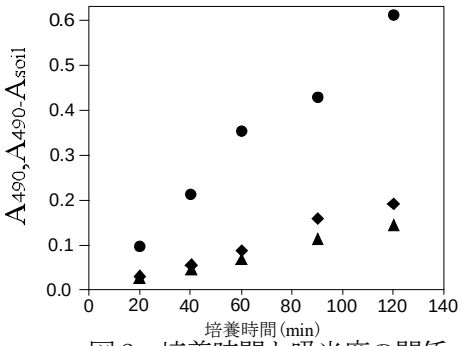


図 2　培養時間と吸光度の関係

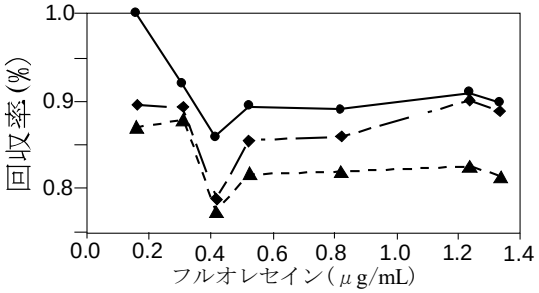


図 3　フルオレセインの回収率

植栽後の経過時間が長くなるほどFDA活性が高くなる傾向が明確になった。「千年希望の丘」の異なる場所でFDA活性を測定し微生物活性を比較する場合は、土壌ごとに回収率の検定を行う必要がある。

引用文献

1)Adam, G., Duncan, H: Soil Biology and Biochemistry, 33(7-8)、pp. 943-951、(2001)

G-17

アーマーコート化の解消によるアユの生息環境の再生実験
Ⅲ．一次生産者の応答

○内田朝子[1)]・今泉久祥[2)]・山本敏哉[1)]・白金晶子[1)]
1）豊田市矢作川研究所　2）一般社団法人 伊勢志摩里海学舎

1. はじめに

愛知県中央部を流れる矢作川（流域面積 1830km^2、流路延長 118km）では、近年、天然アユ遡上量が数百万尾と 10 年前の数十万尾より増加しているにも関わらず釣れないことが問題となっている。その要因の一つに餌（付着藻類）の質の変化が考えられる。

矢作川本流の阿摺ダム直下 700m 付近のソジバ（かつてのアユ友釣り漁場）では、アユが摂餌する礫にコケ植物が繁茂し、アユの餌となる微細な付着藻類の生息環境に大きな変化が起きている。豊田市矢作川研究所では、阿摺ダム下流に新鮮な礫（矢作川ダムに流入した礫）を敷き詰め、出水により付着藻類が剥離更新しやすい河床環境を創出した。

本研究では、新鮮な礫と既存礫の一次生産量の変化を比較し、河床改善実験が付着藻類の生育に与える影響を評価することを目的とした。

2. 方法

河川の一次生産力の評価は溶存酸素ロガーによる長期観測から推定する方法（マスバランス法（Odum, 1956））を用いた。ソジバに設置した礫置き区（縦 22 m × 横 15m）と対照区（縦 22 m × 横 15m）に、溶存酸素ロガー（miniDO$_2$T，環境システム株式会社）を設置し、10 分間隔で水温と DO を測定した。各地点の再曝気係数は、夜間、光合成がおこなわれない時間帯の DO の時間変化から推定し（萱場, 2005 ; 岩田, 2012）、一次生産量を求めた。マスバランス法の 1 点観測法では、観測地点から数百 m 上流の河川区間が DO 値に影響を及ぼすとされているため、本実験区間の生産量を把握できない可能性がある。そこで袋法を併用し、マスバランス法で求めた一次生産量の検証を行った。

袋法は、礫置き区および対照区において月 1 回の頻度で行った。各区でランダムに拾い集めた礫を 35cm×25cm のカゴに敷き詰め、透明のポリ袋に入れ（明状態）、20ℓ の河川水を静かに注ぎ入れ、袋内の溶存酸素濃度を測定（蛍光式溶存酸素計 LDO-HQ30d ハック社）後、中の空気を抜いて袋の口を閉じた。同様に黒ビニール袋を用いて作成したものを暗状態とした。それぞれの袋は各区の平均水深に沈め、約 3 時間後の溶存酸素濃度の変化を測定した。培養時間中に生じた溶存酸素の増減から一次生産量を推定した。なお、2 週間に 1 回の頻度で付着藻類を採取し現存量（クロロフィル *a* 量）と種組成の分析を行った。

3. 結果および今後の課題

実験開始（4 月 25 日）後、5 月 9 日から 6 月 7 日のマスバランス法で推定した一次生産量を図に示した。礫置き区の一次生産量は 5 月 9 日から 22 日にかけて徐々に増加し、6 月に入ると対照区との差は小さくなった。

今後、袋法のデータを積み重ね、両手法で推定した一次生産量のデータを比較検証し、河床改善実験による付着藻類の一次生産の応答を把握する予定である。

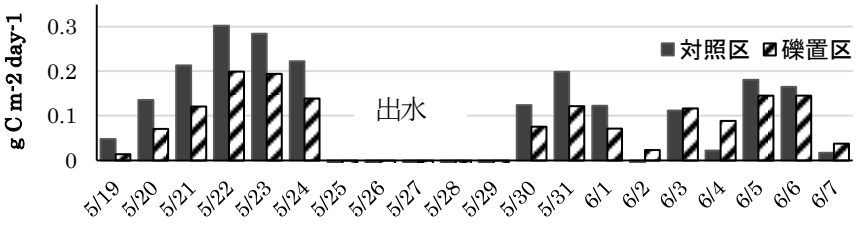


図　マスバランス法による一次生産量の変化

G-18

アーマーコート化の解消によるアユの生息環境の再生実験
II. 実験区画でのアユの定着状況

豊田市矢作川研究所 ○山本敏哉、内田朝子、白金晶子

1. はじめに

矢作川では多くの天然アユが遡上するものの、中流部を中心にアユの友釣りの不振が顕著となっている。冷水病による影響も懸念されるため、矢作川漁協では解禁期間を早めるなどの対策を講じているが、中流部では目立った効果がなく釣り人の川離れが進行している。こうした現状に対し、 我々はアーマーコート化による河床の安定が、付着藻類の変化を通じアユの摂餌行動に大きな影響を与えているのではないかと考え、2017 年 4 月より礫を 330㎡の範囲に厚さが概ね 20㎝になるよう敷き、アーマーコート化を解消する実験を開始した。ここでは開始後 4 ヶ月間の状況のうち、実験エリア内でのアユの定着状況について報告する。

2. 方法

アユの調査は 2017 年 5 月 11 日より約 2 週間に 1 回の頻度で実施した。アユの定着の有無は、潜水による目視観察で確認した。調査の時間帯は 10～12 時の間とした。観測にあたり、1 人の調査員がシュノーケリングで「礫置き区」、「対照区」ならびに「礫転がり区」でアユがいた位置をマッピングした。アユの位置の確認は、5m 間隔で碁盤目状に配置した石（黄緑色に着色）を目印として目測で行った。記録の際には、位置に加えアユの個体数と全長（最大と最小）を把握し、さらに単独アユの場合には他個体を威嚇する行動がみられた場合には「縄張りアユ」と判断した。

3. 結果

5 月 11 日には、礫置き区に 40～50 尾の群れと単独アユ 1 尾が、礫転がり区に約 20 尾の群れアユが確認され、対照区では全く確認されなかった。5 月 25 日には礫転がり区で 6 尾の群れが確認されたのみだった。6 月 9 日には、礫置き区に 2～6 尾からなる 6 個の群れと 3 尾の単独アユが、対照区で 3～6 尾からなる 4 個のアユの群れが、礫転がり区には 5～8 尾の群れが 2 個、単独アユが 1 尾確認された。その後、7 月 20 日には、礫置き区で 3～12 尾からなる群れが 24 個と大幅に増加し、縄張りを持ったアユも 5 尾確認された一方で、対照区では 2 尾からなる群れアユが 1 個、礫転がり区では 3 尾と 5 尾からなる群れが 2 個と単独アユが 3 尾みられたのみだった。

アユの全長は、5 月 11 日が 9～12㎝、6 月 9 日が 10～15㎝、7 月 20 日が 12～18㎝（縄張りアユは 15～16㎝）の範囲にあった。

4. 考察

7 月以降、礫置き区でアユの生息数が増加したことは、礫を敷設した場所をアユが付着藻類を摂餌する場として選択していることを示唆する。対照区ならびに礫転がり区には、コケ植物や大型糸状藻類が所々に繁茂しており、それらをアユが忌避していたと考えられる。

現時点での課題としては、1）礫置き区の水深が他よりも浅いため、対照区や礫転がり区と物理的な条件が揃っていないこと、2）礫の投入が非常にコストのかかる作業であるため、繰り返しの標本が取得できていないことが挙げられる。9 月末まで調査を継続しデータをとりまとめる中で、実験デザイン面の課題も整理し、次のステップへとつなげていきたい。

G-19

アーマーコート化の解消によるアユの生息環境の再生実験
I. 実験の概要と物理環境・藚類について

○白金晶子・山本敏哉・内田朝子（豊田市矢作川研究所）

1. はじめに

愛知県中央部を流れる矢作川（流域面積1830 km^2、流路延長 118 km）は本流に 7 つのダムが建設されており、ダム下流ではアーマーコート化が進行し、天然アユを始めとする河川生物の生息に影響を与えている。特にアーマーコート化が顕著な場所では生活史の長い藚類の繁茂が見られ、アユの餌となる微細な付着藻類の生育場が奪われている。

そこで、アユの良好な生息環境を再生させるため、新たに礫を置いた河床を造成した実験区を設けて、アユのなわばり行動、餌環境を回復させるための実験を行ったので報告する。なお、本研究は天然アユ生態調査実行委員会の事業の一環で行われている。

2. 方法

2-1. 実験区の概要

本研究は矢作川本流の阿摺ダム下流（通称 ソジバ、河口から約 51.8 km）に実験区 A、B、C を設けて行った（図）。実験区 A には 2017 年 4 月 25-26 日に約 15 m x 22 m の面積に上流の矢作ダムに貯まった礫（長径 約 8 - 30 cm）を運搬して、約 20 cm の高さに敷き詰めた「礫置き区」、同様の面積の「対照区」、出水により礫が流れた時のクレンジング効果を確認する「礫転がり区」を設置した。実験区 B、C では藚類の生活史を把握するため、人為的に藚類を剥ぎ取った「剥ぎ取り区」、新たに礫を置いた「礫置き区」、「対照区」の 3 区画で、藚類の被度の変化を調べた。各区には 1 m x 3 m のコドラートを 3 つ設けた。

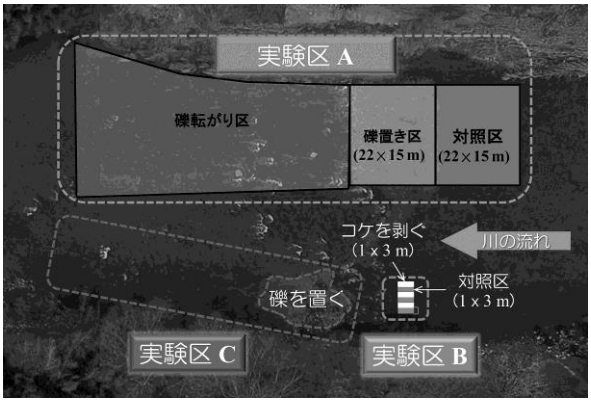


図　実験区の概要

調査項目は物理環境として水深、流速、粒径組成、水位を測定し、河川生物はアユを主とした魚類、底生動物、付着藻類、藚類を調べた。本報告では実験区 A の物理環境および藚類の被度、実験区 B、C の藚類の被度について報告する。

2-2. 物理環境と藚類

実験区 A において、礫置き区、対照区ともに 5 m メッシュの交点に長径約 10-20 cm のマーカー礫を設置し、各区 12 交点のマーカー礫上で、水深、流速を測定した。マーカー礫を中心とした 1 m^2 の範囲では粒径組成、藚類の被度を調査し、マーカー礫の移動の有無も確認した。水位ロガーを設置し、水位の変化も記録した。

3. 結果

3-1. 実験区 A - 物理環境と藚類 -

礫置き区は対照区と比較し、水深が浅く、流速が速い環境であった。粒径は礫置き区で 6.4-25.6 cm が優占し、対照区では 25.6 cm 以上の礫が優占していた。藚類の被度は新たに礫を置いた礫置き区で、約 2 ヶ月後に 10%に増加していた。実験開始から 2 ヶ月間で、水位は最大 1.4 m 上昇したが、マーカー礫の移動は見られなかった。

3-2. 実験区 B - 藚類 -

コケ剥ぎ区では藚類の被度が約 2 ヶ月後に 10%に回復した区画が見られ、さらに糸状緑藻カワシオグサが 4 割近くを覆っていた。

G-20

神流川における掘削路開削による洪水攪乱の誘発と礫河原再生

アジア航測株式会社　○久保田七海、丹野幸太
高崎河川国道事務所　近藤誠、千葉拓

1. はじめに

神流川は、礫河原が特徴的な扇状地河川であったが、下久保ダム（昭和 43 年完成）の建設以降、流況が安定したため、河道が固定化し、礫河原が減少するとともに、近年は、外来植物のハリエンジュなどが繁茂し、樹林化が進行していることが治水と景観の面から問題となっている。神流川では、樹林化対策として、伐木などの河川整備を行う一方で、河道掘削といった簡易的な工事によって洪水攪乱を誘発し、樹林化を抑制する試みも行っている。ここでは、平成 25 年度河川整備工事で掘削した水路（掘削路）におけるモニタリング結果について報告する。

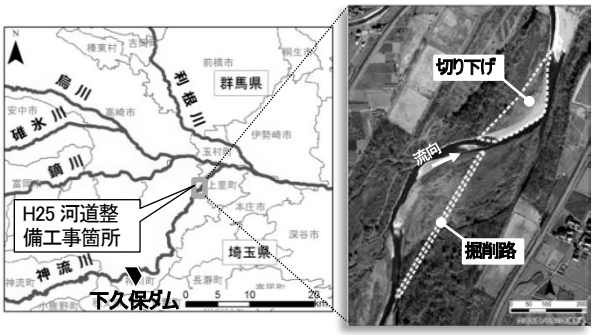


図 1　神流川の平成 25 年度河道整備工事の位置

2. 掘削路における洪水攪乱の状況

掘削路（図 2）では、平成 27 年台風 18 号の出水時に洪水攪乱が誘発され、主流路が掘削路へシフトし、礫河原が再生するなどの地形変化が生じた。

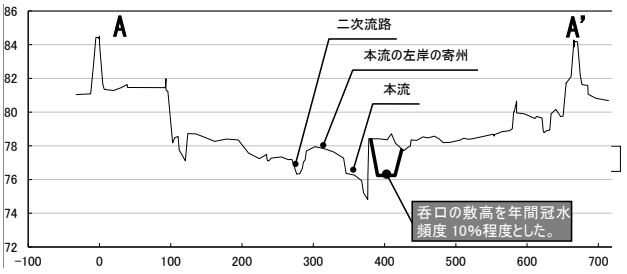


図 2　平成 25 年掘削路開削工事の概要

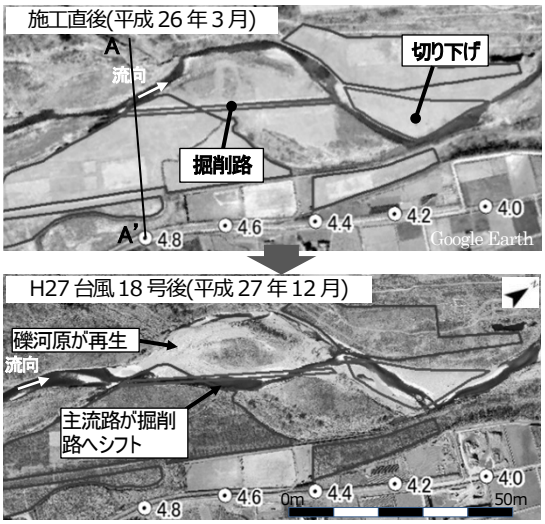


図 3　H27 台風 18 号後の地形変化

3. 調査方法

モニタリングの調査項目を表 1 に示す。

表 1　調査項目

調査項目	調査内容
植生図作成	調査対象範囲内の植生図を作成した。
ドローン撮影	調査対象範囲内をドローンによる空中写真撮影した。
水位観測	圧力式水位ロガーにより水位を観測した。
昆虫調査	踏査により陸上昆虫類の生息状況を調査した。

4. 調査結果

掘削路周辺では、平成 28 年の中小出水においても土砂移動が確認され、中州の樹林が流失するなど樹林化抑制の効果が見られた。昆虫調査では、再生した礫河原において、カワラバッタ等の礫河原を好む昆虫の生息が有意に多く確認された。

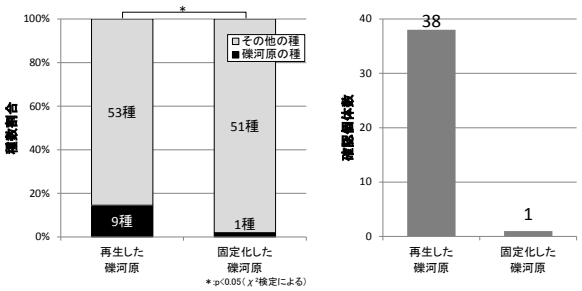


図 4　礫河原性の昆虫の確認種数および個体数

G-21

一級河川と農業用排水路との接続点における落差解消とその評価

○岐阜県美濃土木事務所　上野公彦
岐阜県水産研究所　米倉竜次

1. 背景と目的

岐阜県では、多様な生物が遡上・降下できる「水みち」の連続性を確保するために、河川部局では「森－川－海」、農政部局では「農業用排水路－水田」という「水みち」の連続性を確保する取組みが行われてきた。しかし、組織の横断的な連携が取れていなかった。そこで、河川部局と農政部局が連携して「河川ー農業用排水路ー水田」という面的な「水みち」を確保する取組みを実施するとともに、重点的（継続的）に事業を展開する場としてモデル地区を選定し、落差解消による効果の検証を行うこととした。

2　落差解消の方法

2.1 モデル地区の選定

モデル地区の選定にあたっては、落差解消によって効果が期待できる地区、河川部局と農政部局両者が取り組める地区、環境への理解がある地区を条件とした。その条件に該当する地区の１箇所として、岐阜県関市千疋地区（武儀川）を選定した。

2.2 体制

モデル事業を実施するにあたり、地区の方々、岐阜県河川部局、岐阜県農政部局、関市農務課で組織する「関市千疋地区水みちの連続性推進部会」を組織し、役割分担を確認するとともに取組内容の情報共有を図った。

2.3 河川区域内の落差解消

一級河川武儀川と農業用排水路の接続点の落差（約１m）の解消は岐阜県美濃土木事務所が行った。落差工下流には擬石付根固ブロックを用いたスロープ形式の魚道を設置し、落差を解消した。設置にあたっては、横断方向にV字の勾配を設けることで、少流量でも水深が確保できるようにするとともに、下流末端には深みを設け、魚類の生息場・休息場を創出した。

2.4 農業用排水路内の落差解消

農業用排水路の落差（約０．６m）の解消は、岐阜県自然共生工法研究会の環境修復ワーキンググループが主体となり、地域の方々も参加して行った。農業用排水路内の落差には、建築用ブロックを用いて階段式プールの簡易魚道を設置するとともに、落差上流の農業用排水路には、建築用ブロックでバーブ工を設置し、魚類の生息場を創出した。

3　効果の検証

施工前後に、岐阜県水産研究所が農業用排水路内の生物調査を実施した。その結果、新たに４種の生物を確認した。また、施工前後の比較では、魚種数は平均で７種増加し、落差工解消による魚種の増加を確認した。以上により、関市千疋地区をモデルとした水みちの連続性確保の取組みは良好であり、今後の展望も期待できる。

4　おわりに

今回の取り組みにより、接続点と排水路内の落差を解消することで、魚類の遡上・降下が可能となり、魚種数の増加を確認することができた。今後は、生物調査を継続するとともに、その他の幹線水路内の落差解消や水田魚道の設置も検討し、水みちの連続性確保の取り組みを継続していく予定である。また、本地区を先進事例として、全県的な取組みとして普及していきたい。

G-22

徳島県鳴門市南部の水田地帯におけるコウノトリの餌生物量評価

徳島大学大学院 ○安達直之，
徳島大学大学院 山城明日香，同 河口洋一，
兵庫県立大学大学院，兵庫県立コウノトリの郷公園 佐川志郎

1. 背景と目的

鳴門市南部地域にて 2015 年に営巣を開始したコウノトリのペアが，今年 2017 年に 4 羽の雛を孵化させた. 国内第二の繁殖地となりつつある鳴門市であるが, 繁殖に必要な餌生物量が存在しているのか科学的に検証されていない. そこで本研究では, 1. 豊岡市との比較から餌を必要とする繁殖期に十分な餌生物量が存在するか, 2. ハス田で餌生物量が季節的に変化するかを明らかにすることを目的とした.

2. 方法

調査方法は野生環境下で自活によって繁殖した豊岡市のペアのデータと比較するために豊岡市で行われた調査方法(水谷 2014)と同様な方法で行った.

調査は 6〜7 月（繁殖期）と 10〜11 月（秋期）に水生生物調査と陸生生物調査を実施した. 調査場所は対象地域から偏りのないように稲田 10 地区，ハス田 10 地区を設定し, 各地区から稲田またはハス田を 1 筆ランダムに選んだ.

解析は，二群間の比較の場合は Wilcoxon の順位和検定を行い，多群間の場合は Kruskal-Wallis の検定を用いて，有意差がみられた項目では Steel-Dwass の方法により多重比較を行った.

3. 結果

繁殖期における鳴門市の餌生物量は，水生生物では豊岡市と同水準であったが，陸生生物では豊岡市よりも少ないことが判明した(表 1)．また，ハス田の餌生物量は繁殖期に比べて秋期の収穫前は同水準であったが，収穫後では有意に減少が見られた(表 2)．

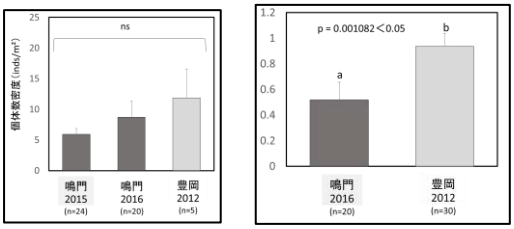


図 1　豊岡市と鳴門市の餌生物密度の比較
（左：水生生物，右：陸生生物）

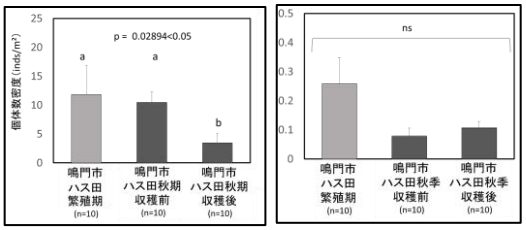


図 2　時期別に見たハス田の餌生物密度
（左：水生生物，右：陸生生物）

4. 結論

鳴門市南部地域ではコウノトリの繁殖期に豊岡市に比べて，陸生生物は少ないものの，水生生物は同水準に存在していたことから，繁殖に必要な餌が十分に存在すると考えられる.

稲田では秋期に落水により水生生物がほとんど存在しなかったが，ハス田では秋期の収穫前まで落水を行わないため，水生生物が多く存在していた．このことから，鳴門市南部地域では稲田とハス田という管理方法が異なる水田が存在することで，より長い期間，コウノトリの餌生物を提供している可能性が考えられる．一方で，秋期の収穫後には水生生物量が低下しており，餌生物を確保するにはハス田の収穫後の管理方法の見直しが必要であると考える.

引用文献

水谷瑞希・佐川志朗：福井県越前市西部地域の春期と夏期におけるコウノトリの餌動物密度の評価『野生復帰　第 3 巻』pp39-50, 2014

G-23

四国におけるコウノトリの生息適地推定

徳島大学大学院先端技術教育部・○角屋亮、藪原佑樹、河口洋一
兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科、
兵庫県立コウノトリの郷公園・大迫義人、江崎保男

1. 背景と目的

兵庫県豊岡市にある兵庫県立コウノトリの郷公園を中心に行われたコウノトリの野生復帰事業により、コウノトリの野外個体数は増加している。しかし、豊岡市周辺におけるコウノトリの収容力は限界を迎えており、コウノトリの新たな定着場所を増やすことは喫緊の課題である。

そこで本研究では、近年コウノトリの飛来が多数報告されている四国を対象に、コウノトリの目撃情報を基に Maxent を用いて解析を行い、四国スケールでの本種の生息適地を推定することを目的とした。

2. 方法

四国におけるコウノトリの目撃記録は、コウノトリの郷公園が集計した、2007 年から 2016 年の 10 年間における目撃情報を用いた。既存研究から、本種の生息に必要な環境として、海岸付近に位置する河川と水田が同時に存在し、完全な平地ではなく適度に起伏がある丘陵である地域と示唆されている。そこで、地形・環境指標値として国土交通省の国土数値情報から、標高・斜面傾斜度・海岸線からの距離・河川面積・森林面積・水田面積を求めた。コウノトリの飛来地点と種々の環境指標との関係について、MaxEnt を用いて解析し、得られた生息適地推定モデルから四国全域におけるコウノトリの潜在的な生息適地を推定した。

3. 結果および考察

本種の目撃記録を月別に集計したところ、四国には主に 11 月から 2 月の冬季に飛来していることが明らかになった。また、全目撃記録 649 地点のうち 500 地点が香川県丸亀市、66 地点が愛媛県西予市、40 地点が徳島県鳴門市周辺であり、この 3 地域で目撃記録の 98%を占めた。

Maxent の結果から、本種が利用する環境は、水田が多く斜面傾斜度が緩やかで、森林面積が少ない場所であることが示された。さらに、得られた生息適地推定モデルを用いて四国全域での潜在的なコウノトリ分布を推定した結果、新たに愛媛県西条市、高知県四万十町、高知県高知市周辺の 3 地域が潜在的な生息適地であると推定された（図 1）。

今後は、生息適地と推定された中でも目撃記録が多い少ないがあるため、その地域間の土地利用の違いや、圃場整備の有無、ハス田やため池といった冬季の湛水環境などに注目して、コウノトリの飛来条件をより詳細に明らかにしていきたい。

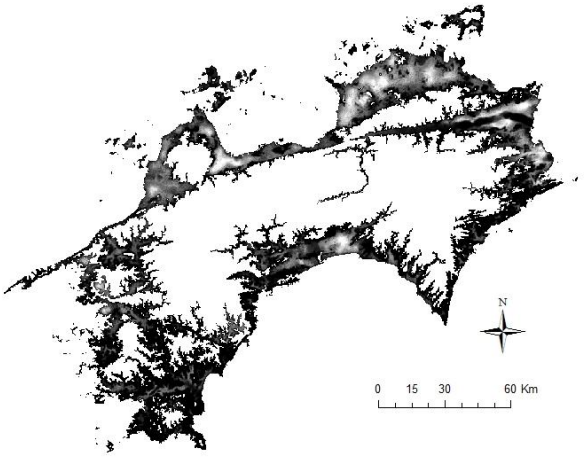


図 1　四国におけるコウノトリの潜在的な生息適地

G-24

ナベヅルの越冬を可能にする水田・畦畔の景観構造

徳島大学大学院先端技術科学教育部 ○岩佐愛恵、今井洋太
徳島大学大学院社会産業理工学研究部　鎌田磨人

1. はじめに・目的

ナベヅルは､夏季はロシアの南東部などで繁殖し、冬季に越冬のために飛来する、絶滅危惧Ⅱ類の大型鳥類である。冬季、鹿児島県出水市に世界の推定個体数の 90%近くが集中飛来する。このような過密状態での越冬は集団疾病等のリスクが高いため、環境省は、越冬地を各地に分散させようとしている。

本研究では、徳島に飛来したナベヅルが餌場として利用した場の生態的特徴を空間階層的に解析し、ナベヅルの分散越冬を促進させるのに必要な環境要因を明らかにする。なお、越冬地で、ナベヅルは、主に落ち穂や植物の種子・根、昆虫や水生生物を餌として利用することが知られている。

3. 方法

徳島県に飛来したナベヅルが採餌に利用した場所を目的変数、国土数値情報から得られる地形や土地利用等を説明変数として､Maxent を用いて広域的な餌場適地推定モデルを構築した。そして、徳島県内で餌場としてのポテンシャルが高い領域を抽出した上で、実際の利用状況と比較した。そして、ポテンシャルの高い場所で、飛来が確認された場所とされなかった場所を区分した。

ポテシャルが高い地域の中でのナベヅルによる空間利用の有無が、餌資源となる二番穂や畦畔植生の量、道路密度等といった、小さな空間スケールで認められる環境要因に起因するとの仮説を検証するため、以下のように調査を行った。

徳島県小松島市、阿南市を調査対象地とし、広域的空間モデルで餌場適地と推定された場所の中で、飛来が確認された地域２か所と、確認されなかった場所 3 か所に調査プロット（500×500m）を設置した。プロットを UAV 空撮し、撮影画像をもとに SfM ソフトを用いてオルソ画像を作成した。オルソ画像をもとに、詳細な土地利用図を作成し集計した。そして、2016 年 12 月から 2017 年 3 月にかけて毎月、水田と畦畔の植生環境調査を行った。

4. 結果・考察

広域空間モデルでは、山地から離れた低平地で、まとまった水田があり、周辺に宅地が少ない場所が餌場適地となることが示された。

餌場としてのポテンシャルが高い地域の中で、ナベヅルが飛来しなかったプロットは、飛来したプロットに比べて舗装道路の面積割合が大きかった。道路が舗装されている場所では自動車や人の行き来が激しく、ナベヅルが警戒して降りられないと推測された。すべてのプロットで 12 月から 3 月にかけて二番穂と畦畔の植生量が減少したが、ナベヅルが飛来したプロットでは、二番穂、畦畔の植生量が遅くまで多く残る傾向があった。二番穂､畦畔の植生量が、ナベヅルへの餌供給として重要だと考えられる。二番穂の植生量が多いにも関わらずナベヅルの飛来が認められなかったプロットは、舗装道路面積の割合が高い所であり、餌量が十分であると考えられる場所でも、交通量の多さが利用の妨げになると考えられた。

ナベヅルの越冬には餌資源と道路の条件の両者を満たす必要がある。餌資源確保のためには、稲のすきこみや草刈りを遅らせるなどの農法改善が求められる。ナベヅルの警戒を解くためには自動車などの立ち入りを制限や、ネットによる目隠しが有効であると考えられる。これらの実現には地域に暮らす人々の理解と協力が欠かせない。

G-25

取水堰可動ゲートの開閉時間数がアユ遡上数の年変動に及ぼす影響

美和環境コンサルタント(株) ○辻 雄介

1. はじめに

アユの資源量は海から遡上する稚魚数の多寡に影響されるが，遡上数は年変動が大きく予測が難しい．種苗放流を実施している河川では，不漁や体サイズの低下を防ぐためにも海産遡上アユの遡上数を事前に予測し適切な放流数を決めることが重要である．遡上数の予測は遡上数変動要因を解明する事で可能になると思われる．

本研究では錦川における遡上数変動要因について，河口部の取水堰に着目して検討した．

2. 方法

調査地の錦川は山口県東部を流れる2級河川で，流域面積885㎢，流路延長110㎞の県下最大規模の河川である．河口部には取水堰があり可動のゲートが設置されている．本研究では仔魚流下時期のゲートの稼働状況と稚アユ遡上数や流下仔アユの卵黄指数[1)]の変化について調査した．

ゲートの稼動状況は仔魚流下時期（10月～12月）の開閉状況についての管理記録を整理した．海産遡上アユの遡上数は2013年～2017年の3月～5月に取水堰魚道で水中ビデオ撮影による調査結果を使用した．卵黄指数調査では2014年10月～12月にゲートの開閉によるアユ仔魚の卵黄指数の変化をモニタリングした調査結果を使用した．

3. 結果

錦川の5年間の遡上数は約9～150万尾と推定され，最大で15倍以上の変動があった．遡上数と前年10月～11月のゲート開放時間数と比較すると高い相関（$r=0.9054$，$P<0.05$）が得られた（図1）．

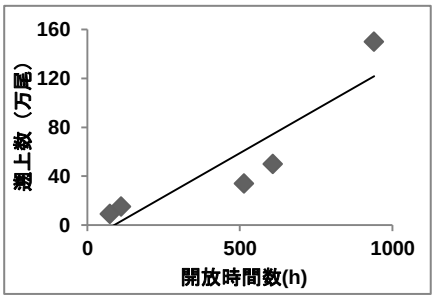


図1．遡上数とゲート開放時間数の関係

流下仔魚の卵黄指数は，ゲートの開放前では0～1が大半を占めており平均は0.6であったが，開放後は2～3が50%近くを占め平均値は1.5であった．

4. 考察

錦川における稚アユ遡上数は仔魚流下時期のゲート開放時間数と相関しており，ゲートの開放により堰上流湛水部の流速が上がったことで流下仔魚数や生残率が増加したものと考えられる．これは卵黄指数が開放後に高くなっていることからも支持される．また，10月・11月の降雨量と遡上数との間に相関は見られなかったが，降雨等による河川流量の増加でゲートは開放される．このことから開放によって下流への排出量が増えたことで，仔稚魚の生息場となる海・河口域の栄養塩量が増加し，続いて植物プランクトン，カイアシ類も増加し，仔魚の餌料環境が改善されて成長が良好となり生残率が上がり遡上数が増加したという可能性も考えられる[2)]．今後は可動ゲートの開閉による堰上流部の流速や流れの変化をシュミレーションにより検証する予定である．

引用文献

1) 塚本勝巳(1991) 長良川・木曽川・利根川を流下する仔アユの日齢. 日本水産学会誌, 57 (11), 2013-2022.

2) 原田慈雄・高橋芳明・藤井久之(2009) 和歌山県日高川における近年のアユ資源変動メカニズム. 海洋と生物, 31(5): 508-514.

G-26

ハリヨ生息環境を支える養老山麓津屋川湧水群を中心とした水環境の現状と課題

大同大学大学院　○吉川慎平，大同大学　鷲見哲也

1. 研究の背景と目的

木曽川水系津屋川流域の湧水池には，冷水性の希少魚であるトゲウオ科のハリヨ(*Gasterosteus microcephalus*)が生息している．ハリヨ(**図-1**)は水温が20℃以下の清水でなければ生息できず [1]，流域西側(養老山地)からの地下水を起源とする湧水環境に大きく依存している．かつては，流域全体(本川)にも生息していたとされるが，1980 年代以降，本川水質の悪化，水域の消滅(埋立)等により，生息地，個体数が激減した [2) 3)]．現在は，本川沿いの湧水池に僅かに残るのみである．2012 年には代表的な生息地(清水池)が国の天然記念物にも指定され，地元・岐阜県海津市により保全計画 [4)]が進められている．一方，ハリヨの保全に必要不可欠な湧水自体については，水質や流量の季節変動等，定量的な情報が不足しているのが現状である．本研究では，ハリヨ生息環境を支える水環境の現状を調査し，保全のための基礎的な情報を収集した．

2. 研究方法

2015 年 5 月より月 1～2 回，中流湧水群を中心に流域全体で，水質・流量の調査を実施した．水質は，水温，気温，EC，NaCl，pH，ORP の他，任意でイオン分析を実施した．その他，GIS を用いて流域全体の地形，地質，水系等の空間的な情報整備も実施した．

3. 結果と考察

調査から，ハリヨの生息環境として重要な中流湧水群の水温変動に関する結果を**図-2** に示す．ハリヨが生息可能な水温は 20℃以下であり，これを結果と照合すると，各湧水池は中央値が 18℃以下と低く，変動幅も小さく安定的であるが，本川は中央値が約20℃と高く，変動幅も 12～24℃と大きい．各湧水池は本川を介して水域として接続しているが，夏期，冬期は湧水池と本川間の水温ギャップが大きく，ハリヨの移動阻害が生じている可能性が考えられる．また湧水は，水温と EC の関係から，浅層，中間層，深層地下水に分類出来ることが分かった．EC に関しても，湧水池系と本川では大きく異なることがわかった．



図-1　婚姻色のハリヨ♂（「アクア・トトぎふ」にて著者撮影）

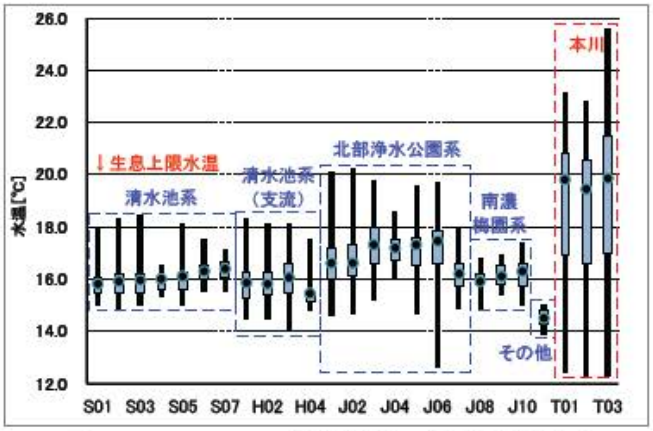


図-2　2015.5～2016.11 各調査地点の水温変動幅と分布
（●は中央値，2015.5～2016.11, 30 回分）

4. 今後の課題

ハリヨ生息地(中流湧水群)と本川(流域全体)の水質調査結果の比較考察，特に本川縦断での水温と EC の変化．流域の地質と水質，湧水・本川流量と水質の関係性が挙げられる．

参考文献

1) 森誠一：トゲウオのいる川 淡水の生態系を守る，中公新書，1997.
2) 南濃町：わき水の魚ハリヨの生活史，1991.
3) 森誠一：木曽三川の自然環境および自然再生への取組，河川 No. 850，日本河川協会，2017.
4) 海津市：津屋川水系清水池ハリヨ生息地保存管理計画(案)，2015.
5) 吉川慎平，鷲見哲也：平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，ハリヨ生息地としての木曽川水系津屋川流域の構造と湧水環境，2017.
6) 吉川慎平，鷲見哲也：第 51 回日本水環境学会年会講演集，木曽川水系津屋川ハリヨ生息地の湧水環境と水質の季節変動，2017.
7) 吉川慎平，鷲見哲也：土木学会 第 72 回年次学術講演会講演概要集，木曽川水系津屋川のハリヨ生息地保全を目的とした湧水機構の推定，2017.

G-27

農業用水路網における外来種の分布傾向

新潟大学 朱鷺・自然再生学研究センター
○満尾世志人、油田照秋

1. 研究の背景と目的

水田水域における圃場整備の際には、その灌漑システムは農業用ダムを伴うなど広域的かつ複雑な送水網へと更新される事例が多い。こうして構築される送水網は自然の地形や水系を超えて広がるため、生物の移動分散にも大きな影響を与えることが予測される。しかしながら、圃場整備後の灌漑システムによって構築される新たな水域ネットワークが水田生態系に及ぼす影響についてはこれまで大きく見過ごされてきた。全国で総延長 40 万キロに及ぶ農業水路は現在更新時期のピークを迎えており、今後さらに各地で圃場整備が進められていくと予想されることからも、灌漑システムが農業生態系に与える影響の把握は喫緊の課題であると考えられる。

そこで本発表では、灌漑システムが外来生物の侵入・分散リスクに与える影響の解明を目的とし、異なる水系において外来種の分布傾向について比較を行った。

2. 方法

2-1. 調査対象地域

新潟県佐渡市の国仲平野に広がる水田地帯を対象地域とした。国仲平野は面積約 150km^2 程であり、複数の異なる灌漑システムによる水路網が広がっている。

2-2. 調査方法

灌漑システムの異なる水田地帯を対象に 10m の調査区間を複数設定し、水生生物の採捕を行った。採捕は手網を用いて行い、環境条件として水質、水理諸元、護岸構造、底質、植生繁茂状況、整備状況の計測を行った。

表 1　調査地に魚類の出現状況。下線は国内外来種を示す。

	Species		Occurrence
1	ドジョウ	*Gymnogobius petschiliensis*	29 /37
2	タモロコ	*Gnathopogon elongatus*	7 /37
3	ヨシノボリsp	*Rhinogobius* sp.	6 /37
4	ウキゴリ sp	*Gymnogobius* sp	1 /37
5	キタノメダカ	*Oryzias sakaizumii*	1 /37
6	オイカワ	*Opsariichthys platypus*	1 /37
7	モツゴ	*Pseudorasbora parva*	1 /37

表 2　灌漑様式と外来種の出現傾向。Fisher's Exact Test p = 0.015

	外来魚の出現	
	有	無
ダム灌漑	8	15
河川灌漑	0	14

3. 結果と考察

これまでの調査から 7 種の淡水魚類が確認された。このうち、タモロコ、オイカワ、モツゴは自然分布域の異なる種であり、本調査対象地域における国内外来種と考えられた（表 1）。確認された外来種は谷津田などの独立した小規模な水域では出現せず、比較的大規模な送水網が広がる水域でのみ生息が確認されたことから（表 2）、送水網の違いが外来種の分散に影響を及ぼしている可能性があると考えられた。

G-28

石礫の露出高とアユの体サイズとの関連

土木研究所 ○小野田幸生、株式会社 建設技術研究所 堀田大貴、
土木研究所 萱場祐一

1. はじめに

ダムの堆砂問題の解決は、ダムの治水・利水機能の確保だけでなく、土砂輸送の連続性の回復も期待できる[1)]。ただし、ダムからの人為的な土砂供給が本格化されるに際して、水生生物への影響の評価や予測は必須であり、その基礎となる知見が求められる。水産有用魚種であるアユに関しては、土砂供給による付着藻類の剥離・更新が餌の質を高めるという報告がある一方で[2)]、土砂の供給過多による石礫の埋没が採餌場所を変化させる影響についてはほとんど検証されてこなかった。それに応えるために、著者らは、砂を多く生産する矢作川水系で、石礫の露出高（砂面から石礫頂部までの高さの最大値として定義）とアユの食み跡の有無との関連を調べ、少しでも石礫が砂面から露出していれば（露出高：10 ㎜程度）アユの食み跡が見られるという結果を得た[3)]。アユの好漁場の条件[4)]比較すると過小評価と考えられ、群れアユや小さいサイズのアユによる食み跡が混入したためと考えられる。したがって、水産有用魚種のアユへの配慮という視点からは、アユの体サイズやなわばり形成の有無を含めた評価が必要となる。そこで、本研究では、なわばりアユ（ここでは、なわばりの防衛行動や石礫への固執を示したアユと定義）の有無や体サイズと利用された石礫の露出高との関連を調べ、水産有用魚種としてのアユに必要とされる露出高の設定に資する知見を提供することを目的とした。

2. 方法

矢作川水系で河床の砂の多寡の異なる地点を 13 地点（矢作川本川 5 地点、巴川 6 地点、籠川 2 地点）設定した。各地点の瀬を対象に、スノーケリングを用いて 2 人×1 時間程度観察し、なわばりアユの有無、体サイズを記録するとともに、なわばりアユが良く利用した石礫をナンバリングした錘で目印した後、その露出高を計測した。

3. 結果と考察

アユの食み跡は全調査地点で確認されたが、なわばりアユは露出高の大きな石礫のある上流側の地点でのみ確認された。このことから、なわばりアユはより大きな石礫を利用すると考えられる。実際、アユが利用した石礫の露出高の範囲は 20～400 ㎜程度で、アユの食み跡が残された石礫の露出高よりも大きい傾向が見られた。また、体サイズの大きななわばりアユほど、大きな露出高をもつ石礫を利用する傾向があった。したがって、水産価値の高いアユを保全するためには、食み跡の有無から予想されるよりもより大きな露出高をもつ石礫が必要になると考えられる。今後も、石礫の露出高とアユの体サイズやなわばり行動との関連などを蓄積し、河川の土砂管理に反映させていく必要があるだろう。

引用文献

1) 池淵周一編：ダムと環境の科学Ⅰ ダム下流生態系、京都大学学術出版会、285pp、2009
2) 坂本博文ほか：河川土砂還元を組み合わせた真名川ダム弾力的管理試験「フラッシュ放流」、河川技術論文集 11、pp. 273-278、2005
3) 小野田幸生：石の埋没度とアユの食み跡の関連解析による堆積土砂量の許容値の検討、河川整備基金助成事業報告書、21pp、2017
4) 阿部信一郎ほか：河床に露出した巨石の割合とアユの漁獲不振の関係、水産増殖 62、pp. 37-43. 2014

謝辞

本研究は、公益財団法人 河川財団の河川基金の助成を受けています。

G-29

広島県芦田川水系の農業水路におけるスイゲンゼニタナゴの選好環境

岡山大学大学院環境生命科学研究科 ○咸 成南，竹内和也
復健調査設計株式会社 竹下邦明，岡山大学大学院環境生命科学研究科 中田和義

1. はじめに

国内希少野生動植物種に指定されている淡水魚のスイゲンゼニタナゴは，各地で個体数が減少または個体群が絶滅しており，現在は広島県芦田川水系と岡山県のみで生息が確認されている。芦田川水系における本種の分布については，演者らが 2016 年と 2017 年に本水系の広域的な範囲で実施した調査結果では，1 水域の農業水路（以下，水路 A）のみで確認された（竹内ほか，未発表）。したがって，芦田川水系のスイゲンゼニタナゴ個体群の絶滅を回避する上で，水路 A における本種の保全は極めて重要となる。

スイゲンゼニタナゴの保全策を検討する上では，本種が選好する微生息環境を明らかにする必要がある。そこで本研究では，水路 A におけるスイゲンゼニタナゴの選好環境を解明することを目的とし，2016 年 10 月と 2017 年 6 月に魚類調査と物理環境調査を行った。得られた結果については，岡山県南部の農業水路におけるスイゲンゼニタナゴの選好環境 [1] と比較した。

2. 材料および方法

水路 A の 500 m の範囲内に，物理環境条件が異なる 32 ヵ所の調査地点を設定し，セル瓶を用いた魚類調査を実施した。物理環境調査は魚類調査と同時に行い，各調査地点において，水深・流速・沈水植物の植被率・水上カバーの有無・障害物の有無・優占している底質を測定または観察記録した。

3. 結果および考察

魚類調査の結果，スイゲンゼニタナゴが出現した地点数は，10 月は 5 地点，6 月は 3 地点であった。また，採捕された合計個体数は，10 月は 6 個体，6 月は 4 個体であった。

スイゲンゼニタナゴが出現した地点の水深と流速の平均値は，水深 36.2 cm，流速 5.1 cm/s であった。本種の非出現地点の水深と流速については，それぞれ平均で 36.2 cm および 4.8 cm/s であり，出現地点との顕著な差は見られなかった。本種の出現・非出現地点における沈水植物の植被率についても，出現地点と非出現地点の平均値はそれぞれ 44.8% と 40.4%であり，顕著な差は認められなかった。一方，スイゲンゼニタナゴの出現地点には水上カバーが存在する場合が多く，10 月では出現地点 5 地点のうち 4 地点，6 月では出現地点 3 地点のうち 1 地点が水路にかかる構造物からなる水上カバーの下であった。

水路 A でスイゲンゼニタナゴが出現した地点のデータについて，岡山県南部の農業水路におけるスイゲンゼニタナゴの選好環境 [1] と比較したところ，調査期間全体を通じての出現地点での平均水深は，水路 A では 36.2 cm であったのに対して，岡山県の水路では 37.7 cm であり，大きな差は見られなかった。また，同様に流速については，水路 A では平均 5.1 cm/s であり，岡山県の水路でスイゲンゼニタナゴが出現した地点と同じく緩流域であった。一方，沈水植物の植被率については，水路 A では平均 44.8%であったのに対して，岡山県の水路では 52.1%であり，岡山県の水路の方がやや高かった。さらに，沈水植物の優占種については，水路 A ではセキショウモであったのに対して，岡山県の水路ではオオカナダモとコカナダモであり，優占種の違いが認められた。

以上から，水路 A においてスイゲンゼニタナゴを保全する上では，沈水植物が存在し，水深 40 cm 程度の緩流域を確保することが重要と考えられた。

引用文献

1) 中田和義・宮武優太・川井健太・小林蒼茉・咸 成南・齋藤 稔・青江 洋（2017）岡山県南部の農業水路におけるスイゲンゼニタナゴの選好環境. 応用生態工学，19 (2), 117-130.

G-30

千葉県北部の小河川におけるスナヤツメの生息環境

○平野佑奈[1)], 木寺法子[2)], 西廣淳[2)]
1)東邦大学理学研究科, 2)東邦大学理学部

1. はじめに

スナヤツメは、近年減少が著しい生物のひとつである。砂の堆積・湧水が供給される環境に生息するとされているが、千葉県においては河川開発や湧水地の減少によって個体数が激減し、千葉県レッドリストの最重要保護生物（A）に指定されている。本種の分布や生息環境に関する研究は少なく、特に開発が進んだ地域に孤立的に残された生息地での生態は明らかになっていない。本研究では、減少が著しいスナヤツメの生息環境の保全のため、ニュータウン開発が進む千葉県北部の小河川に残存するスナヤツメの分布と生息環境の特徴を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2-1. スナヤツメの分布調査

印旛沼・手賀沼水系の計8河川について、スナヤツメの分布調査を行った。

2-2. 谷津の水路調査

スナヤツメの生息が確認された小河川の特徴を明らかにするため、それと隣接し、タイプの異なる5つの水路の計8地点でスナヤツメの分布と環境条件の調査を行った。さらに、特に生息密度が高かった水路において、100mの範囲に20ヶ所の調査区を設け、1区画あたりの個体密度と微環境の関係を調べた。調査は2016年11月4日から2017年6月13日の間に5回行った。

3. 結果と考察

印旛沼・手賀沼水系の計8河川での調査の結果、スナヤツメが確認できたのは相互に接続する2河川のみであり、その他の河川では分布は認められなかった。護岸や湧水の不足、砂地の減少が制限要因となっている可能性がある。

スナヤツメが生息していた河川と周辺水路での調査の結果、スナヤツメが確認できた2河川は、底質に砂が堆積しており、かつ流速が比較的速い特徴をもっていた（表1）。今回の調査では、湧水がなく護岸がされた河川でも、砂が堆積していればスナヤツメが確認できた。底質が砂でも、流速が遅い水路や水深が極端に浅い水路では生息が認められなかった。流速が遅く底質が泥質の水路では、アメリカザリガニの高密度な生息が確認され、スナヤツメは確認できなかった。

スナヤツメが高密度で確認された水路の調査では、11月・2月・4月に成体が、6月の調査では1cmから2cmの小さな幼生が複数採取できた。こられのことから、この河川で生活史が完結している可能性が示唆された。

スナヤツメが高密度で確認された河川内でも、底質が泥の場所ではスナヤツメが生息していなかった。今後、このような場所に手を加えることにより、スナヤツメの生息地を拡大できるかという実験も行っていきたい。また、幼生・成体関係なく川の上部を植物が覆っている場所に多く出現する傾向が見られた。この傾向についても今後検討していきたい。

表1　水路調査の結果

Site	スナヤツメ	調査項目				
		底質	湧水の有無	水深 cm	流速 m/s	水路構造
1	○	砂	○	6.5	0.175	自然
2	○	砂	○	8	0.174	自然
3	○	砂	×	8	0.21	護岸
4	×	石、泥岩	×	19	0.373	護岸
5	×	砂	○	3	0.011	自然
6	×	砂	○	4.5	-	自然
7	×	砂	×	5	0.023	自然
8	×	泥	○	14	0	自然

G-31 ネコギギの繁殖環境の特徴と野外における整備手法の検討

○大杉奉功[1)]，藤澤貴弘[1)]，小澤英樹[2)]，時耕清志[3)]，川村昭彦[3)]
1)一般財団法人 水源地環境センター，2)いであ（株），
3)国土交通省 設楽ダム工事事務所

1. はじめに

ネコギギ *Tachysurus ichikawai* は、東海地方(伊勢湾・三河湾周辺域)の河川上中流域に生息するナマズ目ギギ科の純淡水魚である。分布の生物地理学的な特殊性や希少性により、1977 年に国の天然記念物に指定されており、環境省のレッドリスト 2015 では､絶滅危惧 IB 類に指定されている。愛知県東部の豊川では、設楽ダムの建設を予定しており、ダムの建設・供用に伴ってネコギギの生息環境が影響を受けるため、環境アセスメントでは保全措置が必要であると予測評価されている。そのため、ネコギギを対象とする環境保全措置(移殖や生息環境の整備)のための様々な技術開発を実施している。

これまでの検討として、平成 16 年に、ネコギギの生息淵の調査から得られた知見より、本種の生息適地評価モデルとして、繁殖場の HSI モデルが作成されている。このモデルではネコギギの繁殖巣穴に適した条件を奥行き 30cm 以上、巣穴付近の流速 4cm/s 未満としている。しかし、HSI モデルでは繁殖巣穴に関わる物理条件の一部は示されているが、繁殖巣穴の詳細な構造については不明であった。

豊川では平成 24 年 4 月に生じた河道内への土砂崩れによる崩落以降、数年間にわたり、ネコギギの個体数が増加した淵が確認された。その時の確認地点は、崩落箇所周辺に留まらず淵全域に広がっており、その淵は崩落に伴う環境変化により一時的に本種の生息環境として高いポテンシャルを持つ状態になっていたと考えられた。ネコギギと同属のギギは野外の繁殖場所の不足が、個体群の制限要因となっており、人工巣の設置が個体数の増加や個体群の維持に有効であるとされている[1)]。豊川においても繁殖巣穴の数がネコギギ個体群の制限要因となっている可能性があり、人工的な巣穴を用いた繁殖場の創設はネコギギの保全にとって有効であると考えられる。

本検討では、ネコギギの繁殖巣穴の特性を把握するため、過去に繁殖利用された自然間隙の条件を精査し、ネコギギの繁殖場の整備に関する知見を充実させると同時に、ネコギギの生息環境の整備に資するための好適な繁殖巣穴の条件に適した繁殖場ユニットの構造について検討する。

2. 方法

ネコギギの繁殖巣穴の特性を把握するため、過年度調査結果のデータを整理した。繁殖巣穴は平成 16 年から平成 28 年の間に断続的に調査されており､本報告では豊川 17 ヶ所、その支川 7 ヶ所で確認された繁殖巣穴のデータを用いた。

1) 繁殖場の物理条件

過年度の現地調査において、繁殖巣穴として利用されていた自然間隙の物理データを整理した。

2) ネコギギ生息淵における繁殖巣穴位置

繁殖巣穴として利用された自然間隙の確認位置等を、航空写真から判別し整理した。

3) ネコギギ生息淵における繁殖巣穴の周辺環境

繁殖巣穴として利用された自然間隙の周辺の河床材料、上流部の水流阻害物の有無、水際の状況を整理した。

3. 結果・考察

1) 繁殖場の物理条件

繁殖利用された自然間隙は奥行き 30cm 以上内部最大幅 20cm 以上の比較的大きな間隙が利用される傾向にあった。

また、多くの自然間隙において上部は単一の構成材からなる遮光性の高い状態であった。

2) ネコギギ生息淵における繁殖巣穴位置

繁殖巣穴の多くは岸沿いに位置しており、確認数が多かったのは淵の上流側の水裏にあたる箇所であった。

3) ネコギギ生息淵における繁殖巣穴の周辺環境

河床材が礫・石が優先するような転石帯での確認が多くみられた。地形としては約半数の繁殖巣穴の上流部に水流阻害物が確認された。

4) 繁殖場ユニットの構造

以上の過年度調査結果を整理した情報に基づき繁殖場ユニットの構造を検討した。

4. 謝辞

本検討を進めるにあたり、設楽ダム魚類検討会の委員の皆様には、最新の知見にもとづく有益な助言を頂いた。ここに記して謝意を表する。

引用文献

1) 山根英征・渡辺勝敏：ギギの繁殖制限要因としての営巣場所の不足と人工巣の実用性、関西自然保護機構会誌 30(1)、29-34、2008

G-32 河川踏査データを用いたネコギギの生息適地解析と整備手法の評価

○藤澤貴弘 1)，大杉奉功 1)，小澤英樹 2)，時耕清志 3)，川村昭彦 3)
1)一般財団法人 水源地環境センター，2)いであ（株），
3)国土交通省 設楽ダム工事事務所

1. はじめに

ネコギギ *Tachysurus ichikawai* は、東海地方（伊勢湾・三河湾周辺域）の河川上中流域に生息するナマズ目ギギ科の純淡水魚である。分布の生物地理学的な特殊性や希少性により、1977 年に国の天然記念物に指定されており、環境省のレッドリスト 2015 では、絶滅危惧 IB 類に指定されている。愛知県東部の豊川では、設楽ダムの建設を予定しており、ダムの建設・供用に伴ってネコギギの生息環境が影響を受けるため、環境アセスメントでは保全措置が必要であると予測評価されている。そのため、ネコギギを対象とする環境保全措置（移殖や生息環境の整備）のための様々な技術開発を実施している。

これまで、ネコギギの生息淵のマイクロハビタット調査から得られた物理パラメータより、生息適地評価モデルとして、繁殖場の HSI モデルが作成されている。このモデルでは、ネコギギの隠れ場、活動場、繁殖場の 3 項目で作成している。これらをもとに、ネコギギの非生息淵を評価し、増殖個体の放流実験淵の選択等の検討を行っている。

しかし、これらのモデルは淵内の多くの物理パラメータを含んでおり、淵の評価には詳細な調査が必要となっている。また、近年のモニタリング調査結果より、ネコギギは単独の淵を利用するだけでなく、周辺の連続した淵も利用していることが明らかになっている。そのため、生息適地の探索は、多くの淵から選ぶ必要があり、また、良い淵が近隣に比較的連続して分布している場所を選択することが望ましい。過去の淵評価モデルでは、出水時の変数が考慮されていなかった。

本報告では、淵のスクリーニングに用いることを念頭に、簡略的なデータから試みた淵の評価モデルの作成について報告する。

2. 調査方法

1）簡易評価を用いた現地踏査

現地踏査は、豊川及び支川海老川、野々瀬川において、淵の基本的な環境状況（大きさ、水深、河床材料）の他、出水時の流況等について記録を行った。なお、現地踏査結果については、「平水時における生息地としての評価」と「出水時における生息地としての評価」についてそれぞれ水深、流速、河床間隙について定性的に 3 段階の評価を行った。

2）解析（データ解析の手法）

各淵において、過去のネコギギの確認及び、当歳魚の確認を記録した。ここでは過去にネコギギが確認されたことがある淵を「生息可能淵」、当歳魚が確認された淵を「繁殖可能淵」とし、これらを応答変数とした。

説明変数としては、河川の位置を示すものとして、河川と河川規模を、淵の大きさや形状を示すものとして、淵面積と淵の相対的な幅を入れた。河床材は最も優占するものをカテゴリーとして入れた。平水時の淵内部の構造として、間隙の有無、水深、流速及び、それらの評価がある。出水時の避難場所としては、避難場所の有無、避難場所の間隙、水深、流速が評価されている。本報告では、間隙の有無、水深、流速を分割していれるモデル（分割モデル）と総合評価を入れたモデル（総合モデル）を別々に計算した。モデルの作成は R を用い、一般化線形モデル（GLM）により行った。モデルにおいては、AIC を基準に変数の選択を行った。また、ネコギギの有無、当歳魚の有無のモデルそれぞれにおいて、分割モデルと総合モデルの AIC を比較し、より説明力の高いモデルを選択した。

選択されたモデルを用いて、豊川及びその支川各淵における確認率を推定した。一部の淵については、環境改善前後の確認率も算出し評価した。

3. 結果・考察

モデル選択の結果、生息可能性については分割モデルを、繁殖可能性については総合モデルを選択した。GLM による解析に基づき、各淵の評価を実施した結果、豊川及び支川海老川、野々瀬川において確認率が高い淵が連続する区間が確認された。また、環境改善淵については改善前後で確認率が上昇した。以上より生息適地評価方法のひとつとして河川踏査データを用いることが可能であると考えられた。

4. 謝辞

本検討を進めるにあたり、設楽ダム魚類検討会の委員の皆様には、最新の知見にもとづく有益な助言を頂いた。ここに記して謝意を表する。

G-33　階層的な空間スケールを明示化した河川性魚類の種分布モデリング

東京工業大学　○片岡大河
ベルリン自由大学　梁政寛
東京工業大学　吉村千洋

1. はじめに

生物は分散や自然環境など様々な要因によって、異なる空間スケールのパターンを持って分布する。しかし、種の分布を単一スケールで解析することが現在の空間生態学において主流であり、空間スケールごとに異なる分布のメカニズム（例：ニッチと移動分散）に影響する環境要因を別個に推定することができない。本研究では、種分布パターンを異なる空間スケールに分解し、階層的に分析することによって、異なるスケールにおける環境要因の重要性を評価する手法の開発・適用を目的とした。

2. 方法

解析には神奈川県相模川の魚類種の在不在データを用いた（69 種、45 地点、対象区間長はおよそ 30km）。種分布パターンの空間構造を明らかにするため、Principal Coordinates of Neighbour Matrices (PCNM; Borcard & Legendre, 2002) を用いた。PCNM は調査地点間の距離行列に主成分分析を行い、複数スケールの空間パターンを記述する説明変数を生み出すことによって応答変数のさまざまな空間構造を検出する手法である。

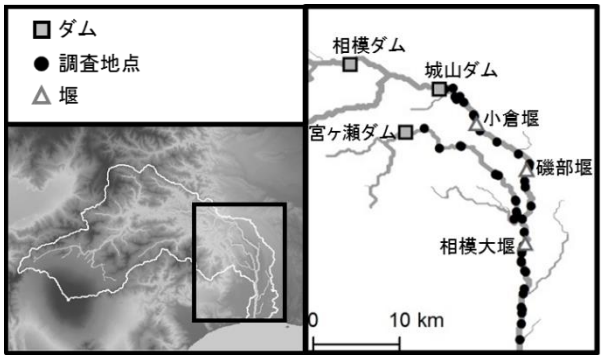


図 1　相模川における生物調査地点

本研究では、まず 69 種個々に対して、これらの PCNM 変数を用いて、ロジスティック回帰モデルにより、種分布パターンを複数の空間スケールに分解した。次に機械学習法ランダムフォレストを適用し、異なる空間スケールにおける種の在不在パターンに対する環境要因の重要度を算出した。なお環境要因には堰の有無、サンプリング条件、河口からの流路長、相対水深、河床材の代表径などを用いた。

3. 結果と考察

約 30km スケール（すなわち対象区間長、サブ流域規模）のパターンを表す変数が最も多い 19 種に対して有意な関係を持った。次いで約 2.5km スケール（セグメント規模）を表す変数が多くの種と有意な関係を持った。ランダムフォレストを用いて、これらの PCNM 変数に対する環境要因の重要度を算出した結果、サブ流域規模では河口からの距離や相対水深などが、またセグメント規模では堰の存在が種分布パターンに大きな影響を与えている可能性が示唆された。一方、従来の方法（単一スケール、在不在をそのまま解析）で解析を行った際にはこの傾向は検出されなかった。本手法では、実現ニッチに対する環境要因と、移動・分散に関わる要因を別個に推定できたと考えられる。異なるスケールの環境要因を用いた解析は多いが、このように分布パターン自体に階層性を持たせた種分布モデルはほとんど例がなく、幅広い適用が望まれる。異なるスケールでの重要な環境要因を推定することで、効果的な河川生態系保全に役立つ。

G-34

環境要因が河川性魚類に与える影響の評価 -菊池川水系扇状地部を対象に-

九大院農　○秋庭広大
九大院農　鬼倉徳雄,　九大院工　佐藤辰郎

1. 研究背景

河川性魚類の生息には，河川内の様々な環境要因（水温，勾配，河床材料，水質，植生等）が寄与している．本研究の対象地である菊池川流域は，複雑な地質構造を持つ．同一水系内であっても河川ごと，あるいは小水域ごとに異なる地質構造を持ち，また，河川間で異なる魚類相を示すことが知られている．地質の複雑さは，河川環境要因の相関を介して，間接的に魚類の生息に影響すると考えられる．本研究では，セグメント 1 区間を対象として，河川性の各魚種の生息に影響する環境要因の特定を試みた．

2. 材料・方法

2-1　調査方法

複雑な地質構造を有する熊本県菊池川水系の 5 河川（菊池川・合志川・上内田川・岩野川・迫間川）を対象とした．これらの河川内で勾配が 1/60～1/400 の区間（扇状地部）に調査点を設け（45 地点），魚類相を調べるとともに，水温（夏季・冬季連続観測），水質，河床材料，ヨシ被覆度のデータを収集した．また GIS を用い，小水域規模での土地利用を把握した．

2-2　解析方法

各魚種の分布と上述した環境要因との関係性を明らかにするため，一般化線形モデルを構築した．応答変数は各魚種の在・不在とし，二項分布に従うと仮定した．説明変数は，水温をはじめとする河川環境データ，流域土地利用のうち，相関のない変数（夏季水温，freq30*1，中央粒径値，EC，水田・森林・農地の各メッシュ数）を用いた．

表１．ベストモデルで選択された環境要因

和名	Science name	夏季水温	Freq30	中央粒径値	EC	水田	森林	農地
アユ	*Plecoglossus altivelis altivelis*				-0.0099			
ナマズ	*Silurus asotus*					76.535		
タカハヤ	*Phoxinus oxycephalus jouyi*	-0.6405	0.07669					
ドンコ	*Odontobutis obscura*			0.01444		47.628		
コイ	*Cyprinus Carpio*		1.2126	0.0273		69.1	-20.1	
ギンブナ	*Carassius auratus langsdorfii*					82	-15.4	
オヤニラミ	*Coreoperca kawamebari*					-34.421		24.884
ドジョウ	*Misgurnus anguillicaudatus*	4.66	0.4031				77.2	
アリアケスジシマドジョウ	*Cobitis kaibarai*	1.06			-0.0168		-42.5	
アリアケギバチ	*Tachysurus aurantiacus*	1.67	13.6	-0.019		-43.921	23.343	
メダカ	*Oryzias latipes*						-17.31	
コウライモロコ	*Squalidus chankaensis tsuchigae*	0.9274	0.173					
カムルチー	*Channa argus*		0.1054					

*1 Freq30：長径*中径/短径>30 となる岩石の割合

3. 結果・考察

6 魚種が，扁平な岩石の割合を示す Freq30 を正に選択した（表 1）．アリアケギバチ等の底生魚は，河床間隙を生息場や産卵場としており，扁平な岩石が多い地点が，より生息に適した河床環境であると考えられる．また，タカハヤは夏季水温に負の選好性を示した．この魚は，河川上流域を好むが，低水温区間が中流部にまで続く河川では，その生息域が下流に広がるものと推察される．水田や森林のメッシュ数を選択する魚種も多数見られた．ナマズ等は水田や水路を産卵場として利用することから，水田メッシュ数に正の選好性を示したと考えられる．このように，菊池川扇状地部において，各河川性魚種の生息に影響する環境要因が特定された．その環境要因のいくつかは，本水系内での地質構成の際に由来すると考えられる．流域の地質構造が環境要因を介して，河川性魚類の生息に影響を与えていることを示唆した結果といえる．

G-35

コウノトリ野生復帰地の異なる水田農法地帯におけるカエル類の生息状況比較

兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科　○薮下拓斗
兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科　兵庫県立コウノトリの郷公園　佐川志朗
兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科　兵庫県立コウノトリの郷公園　内藤和明

1. はじめに

兵庫県豊岡市では、コウノトリが生息できる環境作りを目指して、2003年からコウノトリ育む農法(以下、「育む農法」と記載)による稲作が導入されている。本農法は慣行農法とは異なり、無農薬や減農薬、冬期湛水や中干し延期などコウノトリの餌動物の生息を期待した多くの要件を課している。しかし本農法が餌動物に与える影響に関する研究は、水生動物群集やアカネ属に着目したものが見られる程度であり、その他の分類群についての研究は十分ではない。本研究ではカエル類成体に着目し、育む農法、慣行農法および水田ビオトープの3エリアにおいて、春季から夏季におけるカエル類の出現、移動を調査したのでここに報告する。

2. 調査方法

兵庫県豊岡市の育む農法水田が優占している祥雲寺エリア(以下、「育む農法区」と記載)と慣行農法が優占している鎌田エリア(以下、「慣行農法区」と記載)、そして両区に隣接する水田ビオトープエリア(以下、「東湿地区」と記載)を調査区とした。月に2回、各調査区において延長1 kmのラインセンサスルートを設け、ルートの両側に分布する水田の畦(幅1.5 m)を対象に出現したカエル類を捕獲した。捕獲したカエル類は実験室に持ち帰り、頭胴長と体重を計測した後、イラストマータグを施し捕獲地点に放した。

3. 結果と考察

7月までの計4回の調査でニホンアマガエル、アカガエル類、ツチガエル、トノサマガエル、ヌマガエルの5種類、計197個体を確認した(育む農法区:73個体、慣行農法区:84個体、東湿地区:40個体)。各調査区の各種の累積個体数を用いてχ^2検定を行った結果、育む農法区と慣行農法区との間には有意な差は見られなかったのに対して(χ^2=1.67, P=0.434)、両農法区と湿地との間には有意な差が確認された(χ^2=60.89, P<0.001)。すなわち、ニホンアマガエルとトノサマガエルは育む農法区および慣行農法区の主要な構成種として類似しており農法間の相違は確認されなかった。一方、東湿地区ではアカガエル類とツチガエルが特異的に確認され、両農法区とは異なる種組成を示した。

発表ではカエル類の出現状況およびサイズ構成の時系列変化について詳細を示し、各農法との因果関係についても考察する。

4. 謝辞

祥雲寺地区および鎌田地区の営農者の方々に深謝いたします。本研究は(農林水産省委託プロジェクト研究「生物多様性を活用した安定的農業生産技術の開発委託事情」H25～H29)の補助を受けて行われた。

G-36

それって温暖化と関係あるの？クマゼミの分布北上を生息適地解析から検討する

山形大学農学部 ○斎藤昌幸
東京大学大学院総合文化研究科 倉島 治
東京大学大学院総合文化研究科 伊藤元己

1. はじめに

本研究では、統計モデルによってクマゼミの現在の分布、現在の潜在的生息適地分布、気候変動後の潜在的生息適地分布をそれぞれ推定、比較する。この比較から1)現在のクマゼミの分布は平衡状態に達しているか（潜在的な生息適地が現在の分布よりも北部に存在しているか）、2)気候変動によって潜在的生息適地の量はどれくらい変化するか（気候変動は将来の分布変化に寄与するか）を明らかにする。これらの結果を踏まえて、分布北上に関する考察をおこなう。

2. 方法

日本における本種の在不在データを得るために、環境省第5回自然環境保全基礎調査による分布データ（2 次メッシュ）を使用した。ただし、完全な不在データは存在しないことから、他のセミ類の分布記録も参照し、本種以外のセミ類1種以上の分布記録はあるが、本種の記録はないというメッシュを偽不在として使用した。

本種の分布に影響する環境要因として、気候、地形、土地利用を選択した。気候に関係する要因として、有効積算温度から推定される孵化率と 5-7 月の降水量を用いた。また、地形要因として傾斜角を、土地利用要因として森林率と都市率を用いた。

空間的自己相関を考慮した条件付き自己回帰モデルを用いて、本種の分布と各要因の関係を調べた。推定されたモデルのパラメータを用いて、1)現在の分布の再現、2)潜在的な生息適地推定をおこなった。

将来の潜在的な生息適地の分布変化について見積もりをおこなうために、4 つの全球気候モデルとそれぞれにおける4つの代表濃度経路を用いたシナリオ分析をおこない、気候が変動した場合の潜在的な生息適地を算出した。

3. 結果と考察

解析の結果、孵化率と降水量、都市率は本種の分布に有意な正の効果を、傾斜角と森林率は有意な負の効果を示した。孵化率の効果がもっとも大きかったことから、分布規定要因として気候は重要であると考えられる。また、推定された空間的自己相関の値を見てみると、全体としては西日本に比べて東日本で小さい傾向があり、なんらかの要因でクマゼミの分布が西日本に制限されている可能性が示された。

現在の分布の再現と潜在的な生息適地を比較すると、現在の気候下においてもクマゼミの生息適地は分布より北部に存在することが示された。これは現在のクマゼミの分布が平衡状態に達していないことを示唆している。すなわち、近年の分布北上は、気候温暖化による生息適地の拡大というよりむしろ個体の移動分散や意図的・非意図的な人為的移動によるものかもしれない。ただし、シナリオ分析の結果によると、いずれのシナリオにおいても潜在的生息適地のメッシュ数はやや増加したことから、温暖化を含む気候変動がクマゼミの生息適地の拡大を促進させるということは起こりうると考えられる。

関連文献

・ Saito, M. U., Kurashima, O. and Ito, M. (2016) Climate change and the northward shift of *Cryptotympana facialis* in Japan: evidence from national survey data. *Climate Research* 68: 13-23
・ 斎藤昌幸・倉島 治・伊藤元己 (2017) 気候変動はクマゼミの分布を北上させるか？生息適地解析からの検討. *Cicada* 23: 41-47

G-37

生息適地解析を用いた生息環境整備の検討：流水性トンボ類アオサナエの事例

日本工営株式会社 ○井上太樹、日本工営株式会社 野嵜弘道
国土交通省四国地方整備局山鳥坂ダム工事事務所 舘井恵
国土交通省四国地方整備局山鳥坂ダム工事事務所 井上博文

1. はじめに

環境保全措置として生息環境整備を実施する際、場所や整備規模の具体化が課題となる。また、整備内容を具体化する際に、客観的な根拠に基づく検討が求められる。

四国地方整備局山鳥坂ダム工事事務所による山鳥坂ダム建設事業では、流水性トンボ類のアオサナエを対象とした保全措置を検討しており、その整備内容の具体化が課題となっている。本報告では、現地調査結果に基づく生息適地解析により、事業者の実施可能な範囲を考慮しつつ、生息環境整備の候補箇所および必要な整備内容・規模の検討を行った事例を紹介する。

2. 検討方法

対象地は一級水系肱川の支川、山鳥坂ダム建設予定地の河辺川の中下流（流程約 18km）とし、現地調査の範囲には周辺河川を適宜追加した。

対象種であるアオサナエは､幼虫期の 2～3 年を河川流水中で過ごすため、山鳥坂ダム建設事業環境影響評価書においてダム建設による幼虫生息環境への影響が予測されており、適切な保全措置の実施が求められている。

現地調査により、河辺川および周辺河川における生息状況（河床材料、河川形態）を把握した。調査結果に基づき、流程 100m スケールで Maxent による生息適地解析を実施し、生息に寄与する環境要因および生息適正度に基づく生息適地/不適地を推定した。さらに、解析結果等を用いて、整備候補箇所を抽出し､必要とされる整備の内容と規模を検討した。

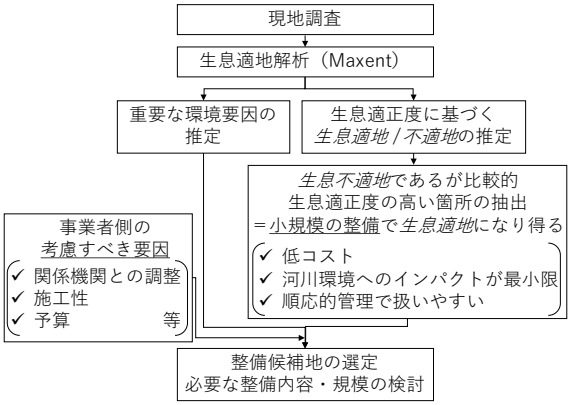


図 1　生息環境整備内容の検討の流れ

3. 結果および考察

生息適地解析の結果、河床材料では砂、河川形態では平瀬やワンドがアオサナエの生息に適しており、これらの環境を整備する必要性が高いことが示唆された。また、ダムの湛水予定地上流端部周辺や上流側の河川は、現在は生息不適地であるが、一部の改善で生息適正度を高められうる箇所が分布していると考えられた。これらの結果を踏まえ、直轄区間内（ダム湛水予定地上流端部周辺）で比較的小規模な整備（早瀬から平瀬へ 50 ㎡程度、河床材料を大礫から砂へ 50 ㎡程度の変化）で生息適地を創出できる可能性があると推定された。

4. 謝辞

本事例は国土交通省四国地方整備局山鳥坂ダム工事事務所による山鳥坂ダム動植物保全対策検討業務により実施した。また、検討にあたっては、山鳥坂ダム・鹿野川ダム環境検討委員会の委員の皆様より有益な助言を頂いた。ここに謝意を表します。

G-38

環境 DNA を用いた球磨川荒瀬ダム撤去後のアユ生息場評価

熊本大学大学院自然科学研究科 ○児玉紗友里
熊本大学大学院先端科学研究部 皆川朋子
兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科 土居秀幸

1. はじめに

熊本県南部を流れる球磨川の代表的な魚種の一つとしてアユ(*Plecoglossus altivelis*)が挙げられるが,近年, 遡上量・漁獲量共に減少傾向にある. その要因として, 河床低下に伴う生息場・産卵場の減少, 荒瀬ダムや遥拝堰等の横断構造物による流水域の湛水域化や河川の分断化が及ぼす遡上阻害等が指摘されている.

このような中,球磨川の河口から約 20km 地点に位置する荒瀬ダムは 2012 年度よりダム撤去事業が実施されている. 現在, ダム堤体の撤去は概ね終了しており, 約 7.7km あったダム湛水区間は流水域へと回復し, 荒瀬ダム建設以前と同様の位置に瀬や砂州が出現している.流水域の回復や遡上阻害の解消は,流水性及び回遊性魚種であるアユの生息にも寄与するものと考えられることから, ダム撤去に伴う河道形状の変化による生物の応答を定量的に評価することは, 荒瀬ダムの撤去が日本初の大ダム撤去事例であることを考慮すると, 今後の河川管理や生態系修復を行う際の重要な知見になるものと期待される.

しかしながら, 球磨川は大河川かつ急流河川であるため, 潜水観察や投網等による魚類調査ではアユの生息状況を定量的に評価することは困難である. そこで本研究では, 近年研究が急速に進んでいる環境 DNA 分析を用いて, ダム撤去に伴う流水域の回復によるアユの生息への寄与を定量的に評価することを目的とする.

2. 方法

調査はダム撤去がアユの生息へもたらす効果を明らかにするために, 流水回復区間（河口から約 20km から約 7.7km 上流まで）と下流流水区間（河口から約 12km から約 20km 地点まで)に調査地点を設定し, 表層水 2L を採水した. また, 各瀬における評価を行うために, 流水回復区間においては, 瀬の上・下流側で採水した. サンプル水は冷暗状態で実験室に持ち帰り, 当日中に GF/F ガラスフィルターでろ過し, アルミホイルに包んで冷凍保存した. 後日, フィルターから DNA を抽出し, リアルタイム PCR を用いて定量 PCR を行った.

流水域が回復した区間におけるアユの生息場を評価するために, アユの環境 DNA 濃度について下流流水区間と流水回復区間の 2 群間で t 検定により比較した. また, 各瀬の評価を行うために, 各瀬の上・下流における環境 DNA 濃度の差を算出し, 比較した.

3. 結果

本調査結果から, ダム湛水区間から流水域へと回復した流水回復区間においてアユの環境 DNA の検出が確認された. この流水回復区間におけるアユの環境 DNA 濃度と, 下流流水区間におけるアユの環境 DNA 濃度の間に有意差が検出されなかったことから, 流水回復区間には下流流水区間とほぼ同程度のアユが生息している可能性が示唆された. 以上のことから, ダム撤去により回復した流水区間はアユの生息場として機能している可能性が考えられ, 荒瀬ダム撤去はアユの生息場回復へ寄与していることが示唆された.

また, 流水回復区間のうち, 葉木（河口から約 20.5km 地点）の瀬の上・下流における環境 DNA 濃度の差が最も大きかったことから, 葉木はアユの良好な生息場となっている可能性が考えられた.

G-39

環境 DNA を活用したアユ生息量モデルの構築とこれを用いた過去の生息場評価
～三面川におけるアユ生息場再生にむけて～

熊本大学大学院自然科学研究科　○秋山秀樹
熊本大学大学院先端科学研究部　　皆川朋子

1. はじめに

本研究の対象地である三面川は、ダム建設後河道特性が変化し、砂州の消失や樹林化が進行し、三面川を代表するアユの現存量も減少している。このような現状をうけ、2013 年より河床環境を改善する河床正整が局所的に行われている。しかしながら今後、三面川におけるアユの生息場再生を図っていくためには、まず、人為的改変が小さかった過去や現況の生息場を把握し、どの程度改変が生じているのかを定量的に明らかにしておく必要がある。

本研究では、近年新たな河川生物手法として着目されている環境 DNA 分析を用いて、三面川における過去と現在のアユの生息分布の定量的把握試みる。具体的には、①アユの環境 DNA 濃度と河道特性の関係性に着目し、現況のアユの分布をモデル化し、②奥三面ダム建設前におけるアユの生息場評価を行うとともに、奥三面ダム建設による河道特性の変化とアユの減少要因を考察し、今後の産卵場や生息場の再生等を行う際の基礎資料を得ることを目的とする。

2. 対象河川

三面川は、流路延長 50km、流域面積 677km2 の新潟県村上市を流れる二級河川であり、古くから鮭の川として広く知られて、アユ釣りも盛んに行われている。三面川には河口から 20km の地点に三面ダム（1953 年竣工）及び 43km の地点に奥三面ダム（2001 年竣工）の２つの多目的ダムが設置されている。

3. 方法

河口から三面ダムまでの約 20 ㎞を対象区間とした。対象区間および支流に縦断的に調査地点を設け採水した。採水試料は、冷暗状態で実験室に持ち帰り、DNA を抽出しリアルタイム PCR を用いて定量した。ダム建設前と現在の河道特性や水理諸量に関しては水理シミュレーションを行うことにより再現し求めた。これらの結果を用いて、アユの環境 DNA 濃度を目的変数とした回帰式を構築し、ダム建設前の河道に適用することによりアユの生息量評価を行った。

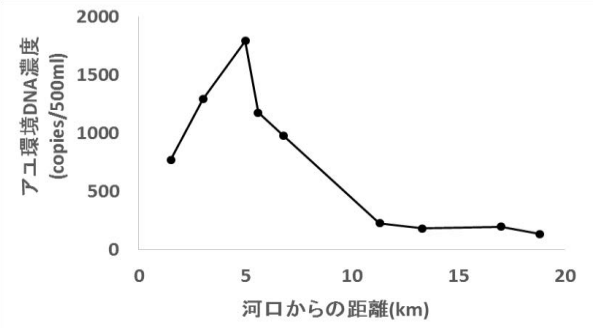


図 1　アユの環境 DNA 濃度分布（2017.7）

4. 結果

奥三面ダム建設前後において川幅水深比 B/h 等が変化し、樹林化やアユの生息場としての質の低下の要因となっていることが把握された。また、構築された環境 DNA 濃度の物理諸量を用いた回帰式を用いて、過去の生息場評価を定量的に評価することができた。今後、これらの結果を踏まえ、産卵場の再生、生息場の再生等の検討を行っていく予定である。

引用文献

1）Doi: Environmental DNA analysis for estimating the abundance and biomass of stream fish, *Freshwater Biology*, Volume62, Issue1, pp30-39, 2017.

G-40

実河川における環境 DNA の影響範囲の検討
- アユを用いた野外実験-

山口大学工学部　○山口皓平、
山口大学大学院創成科学研究科　赤松良久、乾隆帝、後藤益滋、小室隆

1. はじめに

近年、水域における生物の調査方法として、水中に存在する DNA（以下環境 DNA）情報を調べることで生物の生息状況を評価できる手法の開発が急速に進んでおり、野外調査や室内実験において、止水のみならず、流水環境においても環境 DNA 量によって現存する生物量が説明可能であることが示されている[1)]。しかしながら、流水環境における環境 DNA の影響範囲については未だ不明な点が多い。そこで本研究では、アユが生息しない河川において野外実験を行うことにより、環境 DNA の影響範囲と流下に伴う環境 DNA 量の減耗について明らかにすることを試みた。

2. 調査方法

2-1. 野外実験

野外実験は、環境 DNA を用いた予備調査によりアユが確認されなかった山口県の厚東川水系甲山川で 2017 年 6 月に行った。堰直下のプール部を網で仕切って養殖アユを 50 尾放流し、4 時間の馴致を行った後、放流箇所直下、放流箇所から 80m、200m、450m、1000m の 5 地点において、30 分間隔で 3 回採水（1L）を行った。各採水地点の流速および流量については、ポータブル電磁流速計 FH950（日本ハイコン株式会社）を用いて馴致時間中に行った。

2-2. 環境 DNA 分析

採水したサンプルは冷却保存して持ち帰った後、GF/F ガラスフィルター0.7μm で濾過した。フィルターからの DNA 抽出にはサリベットチューブおよび DNA 抽出キットを用いた。抽出した各地点の DNA 溶液は、リアルタイム PCR 法によりアユに特異的な DNA を定量化した。

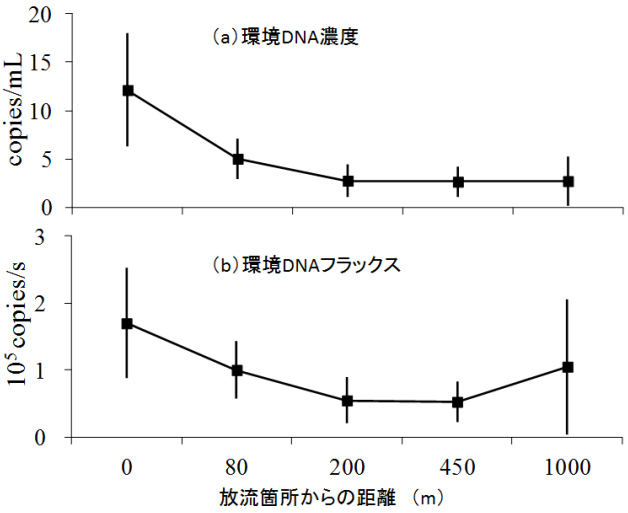


図 1. 各地点における(a)環境 DNA 濃度と
(b)環境 DNA フラックス

3. 結果と考察

各地点における環境 DNA 濃度（copies/mL）と環境 DNA フラックス（copies/s）の平均値±標準偏差を図 1 に示している。環境 DNA 濃度は、放流箇所直下が最も高く、下流に向かうほど減少傾向を示し、80m で直下の約 41%、200m で直下の約 23%だった。環境 DNA フラックスは、濃度とおおむね同様の傾向を示したが、1000m 地点で増加する傾向が見られた。これらの結果から、環境 DNA は 200m 流下する間にその大半は検出されなくなるものの、1000m 流下しても完全に消滅する訳ではないことが示唆された。

引用文献

1) H. Doi, R. Inui, Y. Akamatsu, K. Kanno, H. Yamanaka, T. Takahara, T. Minamoto: Environmental DNA analysis for estimating the abundance and biomass of stream fish, Freshwater Biology, Vol.62, pp.30-39, 2017

G-41

河川における魚類調査法としての環境 DNA メタバーコーディングの有効性の検証
～西日本の複数河川を対象に～

山口大学 ○乾 隆帝、兵庫県立大学 土居秀幸、山口大学 赤松良久、後藤益滋
兵庫県立大学 松岡俊将、龍谷大学 佐藤博俊、山中裕樹

1. はじめに

近年、採取した水試料に存在する DNA の情報を解析することで、生物の生息状況を評価するモニタリング手法（環境 DNA 分析）の開発が急速に進んでおり、特定種の在・不在だけではなく、次世代シーケンサーを用いたメタバーコーディング手法によって、魚類の種組成を網羅的に明らかにする手法も開発されている[1)]。しかしながら、河川流水域において採集・目視調査と比較し、有効性を検証した例は少ない。よって本研究では、西日本の 5 水系において潜水目視および採集調査と環境 DNA メタバーコーディングを同時におこなうことにより、環境 DNA メタバーコーディングの有効性の検証を試みた。

2. 方法

2016 年 10 月から 11 月に、江の川、小瀬川、筑後川、松浦川および川内川の 5 水系の計 13 地点において、上下流方向に約 100m の調査範囲を設定し、下流端付近の流水域の流心と、止水・半止水域の岸際の 2 箇所で採水（1L）をおこなった後（図 1）、潜水目視（1 人×1h）およびタモ網による採集（1 人×1h）をおこなった。

採集した河川水は、GF/F フィルターでろ過後、キットを用いて環境 DNA を抽出した。DNA 抽出物について、魚類ユニバーサルプライマー(MiFish)[1)] を用いてマーカー(ミトコンドリア 12S)領域の PCR 増幅を行った。PCR 産物について、MiSeq によるシーケンスを行い、塩基配列を決定した。得られた配列は低クオリティの配列を除去した後、データベースとの比較を行うことで分類群の推定を行った。

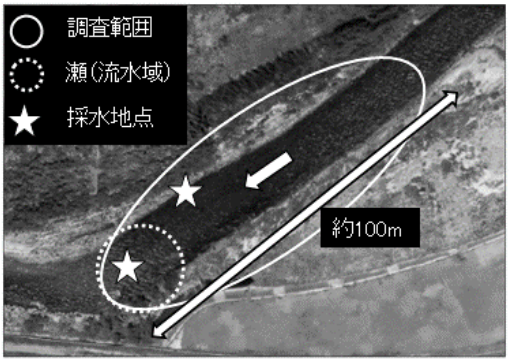


図 1　調査地点のイメージ

3. 結果と考察

全 13 地点の確認種数は、潜水目視とタモ網による調査では 10.3±5.5 種（平均±標準偏差）だったのに対し、メタバーコーディングでは 18.0±7.7 種だった。また、確認された計 50 種のうち、潜水目視とタモ網による調査のみで確認された種が 1 種だったことに対して、メタバーコーディングのみで確認された種は 13 種だった。これらの結果から、環境 DNA メタバーコーディングは、河川においても効率の良い魚類のモニタリング方法である可能性が高い。

また、流心と岸際のメタバーコーディングの結果比較したところ、確認種の大多数は重複していたものの、流心のみ、岸際のみで確認された種がそれぞれ存在したことから、精度の高い魚類調査のためには、両所で採水することが望ましいといえる。

引用文献

1) Miya, M., Sato, Y., Fukunaga, T., Sado, T., Poulsen, J.Y., Sato, K., Minamoto, T., Yamamoto, S., Yamanaka, H., Araki, H. & Kondoh, M. MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: Detection of more than 230 subtropical marine species. Royal Society Open Science, 2, 150088. 2015

G-42

環境 DNA メタバーコーディングによる福岡県糸島半島２河川の魚類構成の比較

九州大学大学院工学研究院 ○清野聡子、九州大学大学院工学研究院 會津光博、
九州大学大学院工学研究府 井鍋祐介、千葉県立中央博物館 佐土哲也、
千葉県立中央博物館 宮正樹

1. 背景と目的

水需要は戦後増加し、水資源確保のためダムが建設されていったが、ダムの建設は土砂供給を阻害する等、河川生態系に影響を与えることが明らかとなってきた。ダムが生態系に与える影響を推測する上で、魚類相を調査することは有効な手段である。しかし、従来の目視や投網、電気ショッカーによる調査は、時間がかかる上に種同定には専門的な知識が必要となる。この問題を補完する技術として、環境 DNA メタバーコーディングが注目されている。

そこで、本研究では環境 DNA メタバーコーディングを用いて福岡県糸島半島にある瑞梅寺川（ダムを有する）と雷山川（ダムを持たない）の魚類相を比較することで、ダムが生態系へ与える影響を推測することを目的とした。

3. 方法

2016 年 10 月から 11 月にかけて、瑞梅寺川、雷山川の各 4 地点より河川水を採水し、濾過を行った。全 DNA を抽出後、MiFish プライマーセット[1)]を用いて 12S rRNA を増幅し、MiSeq による超並列シーケンスを行なった。得られたデータは先行研究[1)]に従い、種特定を行なった。

4. 結果

両河川より魚類を検出でき、そのうち種までの特定ができた種は瑞梅寺川で 26 種、雷山川 17 種であった。両河川で確認された共通種は 15 種であった（図１）。

瑞梅寺川	雷山川	瑞梅寺川	雷山川
共通種		一方でのみ確認された種	
カワムツ		ヤマトシマドジョウ	ドジョウ
オイカワ		ゴクラクハゼ	カムルチー
コイ		アベハゼ	
ギンブナ		スジハゼ	
タカハヤ		カネヒラ	
カマツカ		カジカ	
タモロコ		アブラボテ	
ボラ		ゲンゴロウブナ	
ミナミメダカ		オオクチバス	
ナマズ		ウナギ	
セスジボラ		クロダイ	
スズキ			
マハゼ			
ウキゴリ			
アユ			

図１　両河川で検出され、種特定まで至った種。

5. 考察

本研究で検出された魚種を先行研究[2)]と比較したところ、新たに検出された種が確認され、環境 DNA メタバーコーディングが有用であることが示された。

両河川の種数を比較したところ、ダムを有する瑞梅寺川の方が多いことが明らかとなった。これはダムがあるにも関わらず、河川環境が良好に保たれていることを表している。本研究ではダムの持つ負の影響を検出できなかったが、定期的な採水調査と環境調査を実施することで、ダムの与える影響や河川環境と魚類相の関連性が明らかになると期待される。

引用文献

1) Miya M, Sato Y, Fukunaga T, Sado T, Poulsen JY, Sato K, Minamoto T, Yamamoto S, Yamanaka H, Araki H, Kondoh M, Iwasaki W (2015). MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. R. Soc. open sci. **2**: 150088. http://dx.doi.org/10.1098/rsos.150088.

2) 中島敦・鬼倉徳雄・松井誠一・及川信 (2006).福岡県における純淡水魚類の地理的分布パターン.魚類学雑誌.53 巻.2 号.117-131p.

G-43

環境 DNA 分析の環境アセスメントへの適用実証：
魚類メタバーコーディングによる魚類相調査の可能性と課題

○(株)福山コンサルタント　長谷川啓一、(株)福山コンサルタント　古澤輝雄、
㈱生物技研　中野江一郎

1. はじめに

環境 DNA 分析は、動物の糞やはがれおちた鱗、皮膚等から遊離した DNA 断片を分析することで、生体の捕獲を行わずに動物相および生息量を推定可能な調査技術といわれており、環境アセスメントの現場での適用が期待されている。

次世代シーケンサーとリアルタイム PCR を用いた DNA 分析コストは低下しつつあり、かつ MiFish 等の同時に複数種が検出可能なユニバーサルプライマの開発も進み、普及に向けた環境は整いつつある。一方で、環境アセスメント調査として使用するために、どのようなサンプリング回数や間隔や頻度、サンプリング手法が適切か、どの程度の信頼性や検出力を持つのか等、検証すべき課題は多く残されている。

そこで本研究では、環境アセスメント調査の一環として魚類調査（捕獲調査）を実施した結果と、環境 DNA により魚類相を調査した結果を比較検証し、魚類メタバーコーディングを環境アセスメントの魚類相調査へ導入する可能性と課題を検討した。

2. 方法

道路事業の環境アセスメント調査の一環として、関東南部の生活排水が流入する小河川において、平成 23 年～平成 28 年までの 6 年間に渡り魚類の捕獲調査を行った結果と、平成 29 年 5 月に一度、環境 DNA によるメタバーコーディングを行った結果を比較した。

捕獲調査は、春夏秋冬の各季 1 回の年 4 回の調査を計 24 回実施した。調査方法は、手網、投網、かご網等による任意採取調査を実施し、不明種については、採集したサンプルを室内に持ち帰り、種の同定等を行った。

環境 DNA による調査は、平成 29 年 5 月に捕獲調査を実施した河川と同一の河川において、流心・たまり・表層・底層等の多様な環境から少量ずつ採水し、計 1ℓのサンプルを 2 サンプル採水した。採水後は低温で持ち帰り、コアサイズ 0.7㎜のグラスファイバーフィルターにてろ過して DNA 抽出を行い、Illumina MiSeq を使用して MiFish によるメタバーコーディング解析を行った。

3. 結果と考察

本研究の結果、環境 DNA のメタバーコーディングにより検出された種は、ドジョウ、フナ、オイカワ等の捕獲調査で確認されていた種の一部の確認となった。本研究では、最小限のサンプル量および調査頻度で検証を行っているため、さらに確認種数を増やすためには、サンプリング頻度、位置、手法等の調査量を増やす必要があるものと考えられる。一方で、調査努力量が小さく済むという環境 DNA を用いるメリットも減ってしまうこととなる。環境アセスメントの調査目的と求める精度に応じた、最適な調査手法設計が必要と考えられた。

また、環境 DNA の分析感度が良いために、調査箇所では生息不可能な種も検出された。これは、調査箇所は生活排水が直接流入していたため、排水由来で検出されたものと考えられる。このため、調査時の不注意による異物混入や、周辺の漁業活動等の人的影響の除外が必要な場合も考えられる。解析結果から有効な結果と除外すべき結果を解釈・分離するための手法が必要と考えられた。

講演では、これらの詳細について報告する。

G-44

氾濫原生態系保全に向けた環境 DNA 法を用いたヌマガイ生息場・生息量の評価に関する研究

熊本大学大学院自然科学研究科　○川浪健太郎
熊本大学大学院先端科学研究部　皆川朋子
兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科　土居秀幸

1. はじめに

水域の生物量の把握は陸域と比べて困難であり、魚類に関しては網などを用いても正確な現存量を把握できない現状にある。近年、湖沼や河川で採水した採水サンプルに浮遊・存在する DNA の情報を調べることで、水棲生物の生息状況（在・不在、現存量、個体数密度など）を評価する生物モニタリング手法の開発が急速に進んでいる。この手法は，環境 DNA 分析と呼ばれており、環境 DNA とは水中などの環境中に存在する生物由来の DNA を示す。現在、様々な種の水棲生物にこの環境 DNA 分析が適用されており、代表種としてアユ[1]（*Plecoglossus altivelis*）やコイ[2]（*Cyprinus carpio*）が挙げられる。

また、魚類に限らず、貝類に環境 DNA 法を用いることも可能であり、二枚貝にも適用されている[3]。イシガイ目二枚貝は、絶滅が危惧されるタナゴ・ヒガイ類の産卵基質となり他の生物と共生関係を有しており、イシガイ類は河川生態系におけるキーストン種群であり氾濫原環境の重要な環境指標生物とされる[4]。二枚貝の調査は、目視調査、潜水調査、鋤簾を用いた調査が挙げられるがどの調査においても多くの時間・労力がかかってしまう。しかし、この手法を二枚貝にも適用することで、二枚貝の生息状況を採水することで調べることが可能となる。

対象地である熊本県菊池川においてはタナゴ類や二枚貝の減少が指摘されており、さらに佐賀県松浦川の氾濫原水域において、ヌマガイ（*Anodonta lanta*）やイシガイ（*Unio douglasiae*）などの生息場が十分に明らかになっていない。そのため、氾濫原生態系保全のために二枚貝の生息場所の特定が必要とされている。

そこで、本研究では氾濫原生態系保全を目的として、環境 DNA 法を用い、熊本県菊池川と佐賀県松浦川で二枚貝の生息場所を明らかにする。

2. 調査方法

菊池川や松浦川における調査地点においてそれぞれ 2L 採集した。採水サンプルは冷暗状態で実験室に持ち帰り、当日中に GF/F ガラスフィルターでろ過し、アルミホイルに包んで冷凍保存した。後日、フィルターから DNA を抽出し、リアルタイム PCR を用いて定量 PCR を行った。

3. 結果

菊池川の氾濫原水域において過去の調査で生息が確認されている地点と同じ地点で DNA が検出され、環境 DNA 法の調査方法の有効性が確認された。さらに松浦川における複数の氾濫原水域で DNA が検出され、生息場、生息量の多寡が明らかになった。

引用文献

1) Doi H., Takahara T., Minamoto T., Matsuhashi S., Uchii K. and Yamanaka H.: Droplet digital polymerase chain reaction (PCR) outperforms real-time PCR in the detection of environmental DNA from an invasive fish species, Environmental Science & Technology, Vol.49, pp.5601-5608.2015a.
2). Takahara T., Minamoto T. and Doi H.: Using environmental DNA to estimate the distribution of an invasive fish species in ponds. PLOS ONE, 8, e56584, 2013.
3).Richard F.Lance and Matthew:Detecting eDNA of Invasive Dreissenid Mussels, Report on Capital Investment Project 2012
4). 根岸淳二郎,萱場祐一,塚原幸治,三輪芳明: 指標・危急生物 としてのイシガイ目二枚貝：生息環境の劣化プロセスと 再生へのアプローチ,応用生態工学 11 (2) ,pp.195-211, 2008

G-45

佐波川、高津川におけるオオカナダモの被度と環境 DNA 量との関係性

山口大学 赤松良久、兵庫県立大学 土居秀幸、
山口大学 ○後藤益滋、小室隆、乾隆帝、兵庫県立大学 永野真理子、
神戸大学 源利文

1. はじめに

近年、日本国内の河川では、南米原産の沈水植物であるオオカナダモが大繁殖をしており、防除や侵入の抑止への対策が急務となっている。しかしながら、河道における沈水植物の現存量を迅速かつ、広域に調査を行うことは困難であった。これに対して、湖沼や河川水中に浮遊・存在する DNA（以下，環境 DNA）情報を調べることで、水棲生物の生息状況を評価する手法の開発が急速に進んでいる。魚類、両生類などでは、環境 DNA 量が生物量と強い正の関係性があることも明らかになりつつある。そこで、本研究では空撮情報から得たオオカナダモの被度と環境 DNA 量の関係を明らかにし、オオカナダモの現存量把握への環境 DNA の利用可能性を検討した。

2. 調査地

空撮及び環境 DNA の採水は、中国地方の 1 級水系である佐波川および高津川で 2016 年 7 月（8 月）、11 月（高津川のみ）に実施した。佐波川では，本川の河口から約 10.5km から 25.5km の間に 12 地点、高津川では本川の河口から約 35km から 46.2km の間の 11 地点の計 23 地点の採水地点を設定し、空撮は上記の範囲で行った。

3. 調査方法

3-1. UAV による河道の空撮及び被度の算出

空撮は、Phantom4(DJI 社製)を用いて動画撮影をした。撮影データは、Image Composite Editor を用いてスナップショット画像に編集し、ArcGIS10.2.2 を用いて、オオカナダモの群落をトレースするポリゴン及び低水路のポリゴンを作成した。作成したポリゴンを、河川縦断方向にオオカナダモ群落および低水路の面積を算出し、オオカナダモ群落の面積を低水路面積で除することにより、低水路におけるオオカナダモの被度を算出した。

3-2. 環境 DNA の採水及び定量

各地点の採水は、表層水を 1L 採取し、冷暗保存をして持ち帰り、GF/F ガラスフィルターで濾過した。DNA の抽出には、サリベットチューブおよび DNA 抽出キットを用いた。抽出した DNA 溶液は、Piko Real Real-Time PCR System を用いて、オオカナダモ特異的なプライマープローブによる定量 PCR をおこなった。

3-3. オオカナダモの被度と環境 DNA との関係

採水地点から上流方向 50m～1600m における空撮情報で得られたオオカナダモの被度と、環境 DNA 量の関係性を調べた。

4. 結果と考察

両河川において、上流方向 50m～1600m におけるオオカナダモの被度と環境 DNA 量について明確な関係性はみられなかった。また、高津川における季節変化をみると、7 月は被度と環境 DNA には正の相関がみられたものの、11 月は採水地点から 200m 以降が負の相関となるなど、季節変化においても被度と環境 DNA 量に関係性の一致がみられなかった。これには、比較的高密度で広範囲に繁茂するオオカナダモでは、その場の環境 DNA 量との関係が明確になりにくいものと推察される。よって、環境 DNA によるオオカナダモの検出は河川内での広い範囲での分布を示し、直上の密度などを反映しないことが明らかとなった。

G-46

河川での外来沈水植物オオカナダモの環境 DNA 分析　-太田川での例-

（株）建設環境研究所　○田中克幸、加藤康充、
宮脇成生、島村彰、
兵庫県立大・院・シミュレーション　土居秀幸

1. はじめに

河川域への外来植物の侵入は全国で問題となっている。外来沈水植物オオカナダモも全国で分布を拡大している種の一つである。オオカナダモの環境 DNA は、ため池等の止水環境において、生育の有無やバイオマスの指標となることが報告されている[1)]。本研究では、流水環境である太田川水系(広島県)において、本種の環境 DNA を分析し、本種の生育状況に対する環境 DNA 量との相関性について検証した。

2. 調査方法

調査範囲は、太田川 10.0k～18.0k 区間、三篠川 0.0k～16.0k 区間、根谷川 0.0k～4.0k 区間とし、2k ごとに河川水 1L を採水した。同時に、地点周辺のオオカナダモの生育の有無を目視確認した。

調査は、春季（平成 29 年 5 月 15 日～16 日）と夏季（平成 28 年 8 月 16 日～17 日）の計 2 回を実施した。

既往報告[1)]に則り、各地点の河川水を GF/F ガラスフィルターで濾過し、環境 DNA サンプルとした。サンプルからキットにより環境 DNA を抽出した。オオカナダモ種特異的プライマー・プローブ[1)]を用いて、定量 PCR により、オオカナダモの環境 DNA 量を検量した。

3. 調査結果

3-1. 太田川の場合

春季は、16.0k より下流側で、夏季になると、春季に確認のなかった 16.0k より上流側でも生育が確認された。環境 DNA は全地点で検出されたものの、生育のない地点と比べ、生育が確認された地点の環境 DNA 量は概ね多く、生育状況に対する環境 DNA 量にある程度の相関性が示された。

3-2. 三篠川の場合

春季は、9 地点のうち、3 地点で生育が確認され、夏季は 7 地点へと増加した。

環境 DNA 量は、顕著に多い地点があるものの、生育状況との相関性は示されなかった。

3-3. 根谷川の場合

春季、夏季ともに生育の確認はなかった。

環境 DNA 量は少ないものの、全地点で検出され、下流側より上流側で環境 DNA 量が増加した。根谷川では、上流より流下する環境 DNA の影響が表れたものと考えられる。

表 1　採水地点別の生育状況と環境 DNA 量の一覧

No.	河川名	距離（k）	目視確認		eDNAコピー数 (copies/L)	
			春季	夏季	春季	夏季
1	太田川	太10.0k	○	×	5095.8	3081.3
2		太12.0k	○	○	6953.0	9554.3
3		太14.0k	○	○	6245.8	4702.7
4		太16.0k	×	○	823.4	1604.5
5		太18.0k	×	○	1373.3	10446.0
6	三篠川	三・根0.0k	×	○	2284.2	1023.1
7		三2.0k	○	○	27790.1	4388.9
8		三4.0k	○	○	10662.1	9384.3
9		三6.0k	×	×	11377.9	3009.8
10		三8.0k	×	○	11344.2	18503.8
11		三10.0k	×	○	2980.4	6148.5
12		三12.0k	×	×	12991.9	7412.6
13		三14.0k	○	○	7125.0	10472.0
14		三16.0k	×	○	23077.8	10474.3
15	根谷川	根2.0k	×	×	704.4	1949.1
16		根4.0k	×	×	3010.1	4440.6

引用文献

1) Use of environmental DNA to survey the distribution of an invasive submerged plant in ponds; A. Fujiwara et al.; Freshwater Science, 2016,35:748-754.

G-47

効率的な環境 DNA 採取のための最適な環境試料の検討

愛媛大学大学院理工学研究科 ○山野俊介
愛媛大学大学院理工学研究科 渡辺幸三

1. はじめに

河川で行われる生物モニタリング調査では，採取が容易な底生動物がよく用いられる．従来の形態的特徴に基づく同定方法は，分類キーの複雑さから，専門家が必要になる．特に小さい個体やサンプルの一部が欠損している場合，同定が困難であり，多大な労力と時間が費やされる．

近年，環境 DNA を用いた生物調査が注目されている．環境 DNA とは水や土などの環境中に微量に含まれる DNA のことで，その環境に生息する生物が排出する唾液や糞尿，脱皮殻，皮膚片などに由来する．調査方法は採水するだけであるため，生息環境を破壊することなく調査できる．また，採水量を増やすことで,従来の調査では採取が難しい夜行性の種や,希少種の検出にも役立てることができる．一方で,河川から環境 DNA を採取する際には，水中に微量に存在する DNA を検出するために，大量の水を採水する必要がある．

本研究では，河川からの効率的な DNA 収集を目的として，河川水と河床からそれぞれ DNA 抽出を行い，最適な試料と必要な量を検討した．

2. 方法

2.1 野外調査

調査は，愛媛県を流れる一級河川重信川の中流で行った．河川水は水面のすぐ下で採水した．また，河川水を採取した同じ地点で，河床サンプルも採取した．河床からの採取方法は，円筒状の容器を河床に置いて固定し，河床の堆積物をかき混ぜることで，懸濁した水を採水した．河川水・河床サンプルからそれぞれ 1L 採水を行った．採取した水試料は，クーラーボックスに入れて冷却しながら実験室に持ち帰り，DNA 抽出を行うまで 4℃で保管した．採水や実験に用いる器具はコンタミネーションを防止するため，10%に薄めた漂白剤に 1 時間以上浸け，蒸留水で洗い流して滅菌した．

2.2 室内実験

採取した水は持ち帰った後，すぐにメンブレンフィルター（セルロース混合エステル，孔径 0.22μm）を用いて吸引ろ過を行った．河川水，河床サンプルそれぞれ 50mL，100mL をろ過した．その後，ろ過したフィルターを DNA 抽出まで-20℃で保存した．ろ過したフィルターは細かく裁断して，遠心チューブに入れ，proteinase K (Qiagen) でタンパク質分解を行った後，フェノール・クロロホルム法により抽出を行った．その後，エタノール沈殿を行い，最後に TE buffer（1M Tris-HCl pH8.0, 0.5M EDTA pH8.0)を用いて DNA を溶出した．抽出した DNA の濃度は，Nanodrop を用いて測定した．得られた DNA からミトコンドリア DNA の Cytochrome Oxidase sbunit I 領域の PCR 増幅を行った．

3. 結果と考察

河川水と河床から抽出した DNA 濃度を比較したところ，河床の方がより高い濃度が得られた．このことから，環境 DNA は河川水よりも河床において高い濃度で堆積していると考えられる．また，ろ過量による比較を行ったところ，河川水についてはろ過量が多い方が高い DNA 濃度を示し，河床ではろ過量が少ない方が高い濃度を示した．これは，河床サンプルに含まれる，細かい砂礫などの無機物が DNA 抽出の効率を低下させ，DNA 濃度の低下を引き起こしたと考えられる．

G-48

河川事業への展開を視野に入れた環境ＤＮＡサンプリング技術に関する実験的検討

国立研究開発法人土木研究所水環境研究グループ河川生態チーム
○鈴木宏幸、村岡敬子、萱場祐一

1. はじめに

近年注目されている環境ＤＮＡは、水域環境においてもその活用研究が進められている。河川における環境ＤＮＡ調査の大きな利点として、必要な試料は河川水のみであるため、従来の捕獲調査や目視調査といった生物調査に比して、簡易に多くの調査結果を得られるという点があげられる。

一方で、必ずしも生息している生物のすべてのＤＮＡが検出されない等の、結果の不確実性や、サンプリング後の試料の、効率的な保存方法とＤＮＡ抽出のための濾過・処理方法が定まっていないといった課題が存在する。特に今後河川管理者が生物調査の一環として環境ＤＮＡ調査を実施する上で、効率的な作業方法を提示することは重要な要素である。

そこで本報では、必要量の環境ＤＮＡを確保しつつ、可能な限り現場作業を効率化するという観点から、河川水のサンプリングと試料の保存、処理方法について検討した結果を報告する。

2. 方法

本調査では、長崎県の山地中小河川において採水後、表１に示す３つの条件で保存処理し、減圧式濾過によって濾紙（目地0.22μm）に捕捉されたＤＮＡを計測した。また各サンプルについて、１枚の濾紙で濾過する河川水の量を、125ml、250ml、500mlと変化させ、1枚あたりのＤＮＡ捕捉量の変化についても分析した。

ＤＮＡの抽出および計測は、試薬キット（DNeasy PowerWater Kit:MO BIO 社）を用いて濾紙からＤＮＡを抽出後、全自動電気泳動分析装置（4200 TapeStation：Agilent 社）によって計測した。

表１　各サンプルの処理方法

サンプルＡ	採水後すぐに現場で濾過し、ドライアイスとともに冷凍保管したもの
サンプルＢ	採水した河川水を冷蔵便にて実験室へ宅配（約２日）後、濾過したもの
サンプルＣ	採水した河川水を冷蔵便にて実験室へ宅配（約２日）後、冷凍、解凍してから濾過したもの

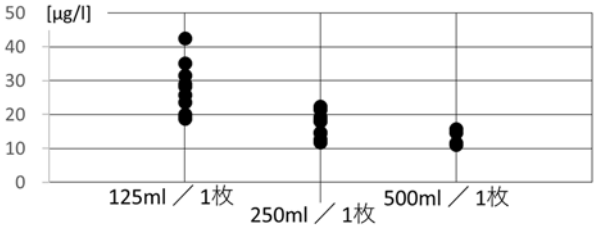


図１　濾過量毎のＤＮＡ捕捉量比較（サンプルＡ）

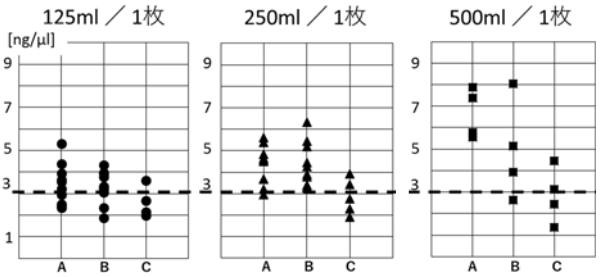


図２　各サンプルのＤＮＡ補足量比較

3. 結果・考察

サンプルＡの濾過量毎のＤＮＡ捕捉量を１Ｌあたりに換算すると（図1)、125ml／1 枚で濾過した試料が、最もＤＮＡの抽出効率が良い結果となった。しかし 125ml／1 枚毎の捕捉量では､以降のＤＮＡ分析に必要な目安量である 3ng/μl（図 2 中の破線）を下回る結果がみられることから、濾過量は 250ml 以上が望ましいと考えられた。

サンプルＡ～ＣのＤＮＡ捕捉量を検証すると（図2)、どの濾過量でも捕捉量がＡ≧Ｂ＞Ｃと変化しており、特にサンプルＣの捕捉量が低いことは、未濾過での冷凍・解凍によるＤＮＡの損耗が大きくなったことが示唆された。

G-49

庄内川下流域における塩水遡上に伴う水質変動の実態把握について

日本工営(株)名古屋支店 ○五十嵐美穂、日本工営(株)環境部 ○福田悠太、日本工営(株)河川・水工部 秋田麗子、日本工営(株)中央研究所 金海生

1. はじめに

庄内川下流域は河口から枇杷島 14k 付近までが感潮域であり、河川からの淡水流入と潮汐の影響により、時空間的に水質が変動する場となっている。

本稿では、塩水遡上に伴う水質変動の実態を把握するために実施した下流域（－2.0～14.4k）での現地観測（平成 27～28 年）結果とそれにより得られた知見を報告する。

2. 方法

データロガー付の観測機器を河床面付近に設置し、水質(塩分濃度、溶存酸素、水温)及び水位の連続観測を 5 地点で行った。観測期間は、潮位変化(大潮・小潮)による違いを連続的に捉えるため 15 日程度とし、季別変化の把握のため、夏季及び冬季に実施した。あわせて、広域かつ水深方向における情報を得るため、同時間帯に 7 地点での水質(塩分濃度、溶存酸素)の鉛直分布を測定する一斉観測を行った。夏季及び冬季の各大潮、小潮時の計 4 回の観測とし、1 回の観測では、干潮、上げ潮、満潮、下げ潮時の 4 タイミングでのデータを取得した。

また、これらの観測結果を検証材料とし、鉛直二次元水質解析モデル(CE-QUAL-W2)を構築、再現性の検討を行うとともに、現象考察に資することとした。再現計算に係る諸条件を、表 1 及び 2 に示す。

表 1　再現計算の設定条件

項目	条件
対象期間	平成 27 年 3 月 1 日～平成 28 年 2 月 29 日
対象区間	14.4k～-4.0k
河道地形	低水路：平成 27 年度調査、高水敷及びその他区間：平成 23 年度定期横断測量データ

表 2　境界条件の設定

項目	条件
気象条件	名古屋観測所(気象庁)のデータ(気温、降水量、風向・風速、日射量、湿度、雲量)
上流端 流入条件	流量:枇杷島水位流量観測所の時刻流量 水温:枇杷島水質底質観測所のデータ 塩分濃度:真水のため、0 とする
下流端条件	潮位:名古屋港潮位、水温、塩分:伊勢湾湾奥の連続観測データを水深補間して設定

3. 結果および考察

調査結果より、塩水の遡上形態は、小潮時は弱混合型、大潮時は強混合型の塩分分布の特徴を呈していた。冬季の小潮時に塩水楔が発達しやすく、最上流の観測地点(10.8k)まで塩水の到達が確認された。

鉛直二次元水質解析モデルによる再現検討の結果、塩分濃度、水温の水深分布及び時間変化はともに現地観測結果と概ね一致し、再現性を確認した。

通年の予測計算より、潮汐変動の影響により周期的に逆流と順流が生じること、流量の変動幅は下流ほど大きく、-2.0k では最大 600m3/s(水流量 14m3/s の 43 倍)及ぶことが推測された。この大規模な逆流が塩水遡上の外力であると考えられる。

また、調査結果・解析結果ともに、平均的に塩水が到達する上流端は 8～9k 付近であり、これは底生動物相において汽水型と淡水型の種の割合が変化する地点と概ね一致した。

溶存酸素は、調査の結果、夏季は 1mg/l 未満となる地点があるが、冬季はどの地点でも 7mg/l 以上と季別変化が大きかった。夏季の連続観測結果では、塩分濃度と溶存酸素が逆相関を示すことから、夏季の溶存酸素の低下は、海域からの貧酸素水の遡上による影響が支配的と考えられ、今後その機構解明が課題である。

G-50

河川・湖沼における自動採水ドローンの開発と実用性の検証

山口大学大学院　赤松良久、ルーチェサーチ株式会社 渡辺豊、兵庫県立大学　土居秀幸 、ルーチェサーチ株式会社　平坂直行、山口大学大学院　○小室隆、山口大学大学院　後藤益慈、山口大学大学院　乾隆帝

1. 背景

近年、ドローンの発展は目覚ましく、様々な分野での活用法が検討されている。建設分野では、特に地形測量に広く用いられているが、ドローンの活用法は地形測量だけでなく、様々な可能性が考えられる。河川・湖沼の環境モニタリングにおいて、湖沼ではボートを用意する必要があり、また流れの早い河川内では採水や水質計を用いた計測自体が困難であり、多大な労力と時間が必要であった。これに対して、ドローンを用いて採水・水質計測を行うことによって、河川・湖沼の環境モニタリングが半自動化されると考えられる。そこで、本研究では河川・湖沼における自動採水ドローンを開発し、その実用性を検証する。

2. 方法

2-1. 採水ドローンの開発

採水ドローンはドローンと 10m 程度のワイヤーの先につけられた 1L の採水ボトルを取り付け可能な採水器から構成される（図 1)。採水器はまず水表面で自動的に沈み、採水する必要がある。そこで、採水器の片方に重しを付けることによって重心をずらし、これによって、着水後は自動的にボトルが横転し採水が行われる仕組みとした。この仕組みは現在特許申請中である。また、使用したドローンは共著のルーチェサーチ社が独自に開発したドローンであり、6 枚羽で 5kg までの積載をしても安定して飛行ができることが大きな特徴である。

2-2. 灰塚ダムにおける採水ドローンの検証

広島県の灰塚ダムの 5 地点において 2 回のドローンを用いた採水を実施した。そのうち 1 回ではボートによる採水を同時に行い、採水ドローンの実用性を検証した。また、ボートによって得られた採水サンプルとドローンによって得られた採水サンプルの水質分析および環境 DNA 分析を行い、両者の測定結果を比較した。さらに、ボートと採水ドローンによる採水時間についても比較した。

3. 結果

開発した採水ドローンは着水後 5～10 秒でボトル満杯に採水を行い、採水後も安定した飛行で水サンプルの輸送を行えることが示された。船着場から 230m 地点で検証した結果、採水ドローンによる作業はボートを用いた採水の 1/3 以下の時間で行えることが明らかとなった。船着場から距離が離れるにつれて、さらに採水ドローンによる作業時間の短縮が期待できる。また、ドローンおよびボートで採水したサンプル水の T-N 等の水質の計測結果から、両者の差はオートアナライザーを用いた T-N の測定誤差範囲（5%程度）内に収まることが明らかとなった。同様に、環境 DNA についてもドローンおよびボートによる採水においてブルーギルとオオクチバスの 2 種を特定し、通常のボート採水の結果と差がないことが明らかとなった。



図 1. 採水ドローン

G-51

有機物汚濁が著しい河川における植物プランクトンの種組成と季節変化について

香川大学大学院農学研究科　○森貞里咲
香川大学農学部　山田佳裕

1. はじめに

香川県は降水量が少なく、蒸発量が多いため、水資源の供給が不安定である。そのために、効率的な水利用を目的として、流域にはため池を、河道には堰を設けている。その結果、堰より河川中に止水域が形成され、藻類が増殖する環境が生まれている。主要河川である新川は有機物汚濁が著しい河川で、懸濁態有機物の大部分は藻類であり、藻類の起源の一つが、流域のため池であることがわかっている(福田 2014)。本研究では、水の滞留時間が長い河川における有機物の動態解析に資するために、新川河口堰に形成された止水域における植物プランクトンの種の季節変化と存在量を明らかにした。

2. 観測地点及び方法

調査は香川県の新川で行った。流域には 1ha 以上のため池が 90 箇所、可動堰は 13 基存在する。調査は最大の止水域を形成している河口で行い、2016 年 2 月~2017 年 3 月の期間中、週 1 回の割合で河川水を採取した。試料水は持ち帰り、ルゴール液で固定をした後、濃縮し、光学顕微鏡 (400~1000 倍) に取り付けたカメラで植物プランクトンを撮影し、細胞数の計測を行うとともに、同定を行った。

3. 結果及び考察

観測期間を通して、河口堰で形成された止水域で優先する種は藍藻の *Microcystis* sp.、*Anabaena* sp.、*Planktothrix agardhii*、珪藻の *Cyclostephanosudubius*、*Stephanodiscus hantzschiihf..tenuis*、緑藻の*Scenedesmus* sp.であった。藍藻類が頻繁に出現し、2017 年 1 月からは珪藻類が比較的多く出現した。新川下流に存在する主要な藻類は剥離した付着藻類ではなく、植物プランクトンであった。藍藻類の中でも特に、*P. agardhii* が頻繁に出現し、常に優占上位であった。2016 年 12 月 3 日には 1.0×10^5 cell / ml を超え、11 月 22 日に支配的に優占した時には、総細胞数の 89%を占めていた。しかし、2017 年に入り、*P. agardhii* 数は減少し、3 月には存在が確認出来なかった。2017 年 1 月から優占種の上位になったのが、*C.udubius* と *S. hantzschii f. tenuis* で、2017 年 2 月 28 日は、これら 2 種だけで 90%を占めた。また、2017 年 1 月 18 日に細胞数は 4.5×10^4 cell / ml に達し、89%を占めた。

細胞数は、水温が上昇し始める 4 月から 6 月にかけて多く、2016 年 5 月 5 日に 8.6×10^4 cell / ml になった。7、8 月には減少し、2016 年 8 月 25 日は期間中で最も少ない 3.3×10^3 cell / ml であった。9 月中旬から 11 月には *Microcystis wesenbergii* と *Microcystis aeruginosa* が増えることで細胞数は再び上昇し、10 月 14 日には 1.6×10^5 cell / ml になり、観測期間中で最も多くなった。水温が低くなる 12～3 月においても、細胞数は 10^3～10^4 cell / ml 程度であった。新川の植物プランクトンの細胞数は、日本の河川と比較して多く、富栄養湖である霞ヶ浦に匹敵していた（今村・安野　1981）。

新川では、堰により止水域が形成されることで滞留時間が長くなり、植物プランクトンが多く存在することがわかった。富栄養湖でみられる藍藻類が季節に関係なく、河川水中に多く存在しており、新川の有機物汚濁の主たる要因として重要であることがわかった。

G-52

ダム下流における濁水流下過程について

国立研究開発法人　土木研究所 ○本山健士、中西哲、岩田幸治、石神孝之

1. はじめに

ダム貯水池における濁水長期化が日本全国で確認されている。この濁水が下流に放流されることによる魚類等の河川生物への影響については、地元住民の関心も高く改善要望もあるが、河川管理者が許容される濁水の濃度および流下範囲を把握することは現状困難である。そこで、ダム下流河川を対象に現地調査を行い、濁水の流下範囲及びSS低下量に関する検討を行った。

2. 現地調査結果

2017年6月13日にAダムの下流において現地調査を実施した。調査は大きな支川の流入のないAダム下流の約3.5kmの範囲において、5地点を選定し、濁水を採水し濁度・SSを測定した。図1及び表1に現地調査結果を示す。図1より、濁水が流下していく過程において、SSが低下することを確認した。

次に実河川における SS 低下量について検討するため、減少係数Kを用いて整理した。減少係数Kを式(1),(2)に示す。

$$E = E_0 e^{-KT} \quad (1)$$

$$K = ae^{-bx} \quad (2)$$

ここで、E：流下時間TにおけるSS(mg/L)、E_0：初期SS(mg/L)、K：減少係数（s^{-1}）、T:流下時間(s)、a,b：係数（実験よりa=9.00×10^{-5}, b=2.84×10^{-2}）、x：河床材料の中央粒径(mm)を表す。

本検討では、実際のダム事業において使用されている既存モデル[1]と室内実験より得られた新規モデルの減少係数を用い、現地調査結果を整理した。

既存モデルの減少係数Kは現地調査をもとに算出するものであり、本検討における減少係数Kは上下流端の現地調査結果をもとに算出した。一方、新規モデルは式(2)に示すとおり、河床材料との関係式であり、既往の室内実験より得られたものである[2]。

既存モデルは現地調査結果から回帰により減少係数を推定する手法である。そのため、調査地点以外の推定及び予測には適用できない。一方、新規モデルは現地調査結果と比較すると予測計算の値は乖離するものの、表1に示す区間ごとの減少係数と比較すると値が近い区間も存在する。新規モデルは環境変化に対応したモデルとなっているものの、河床材料による影響以外にもSSが低下する要因があると考えられる。

3. まとめ

現地調査より、実河川においてSSが低下することを確認した。また、新規モデルによる予測計算については、モデルの高度化や河床材料以外のSS低下要因の分析、室内実験結果より得られた係数の適用性等について引き続き検討する必要がある。

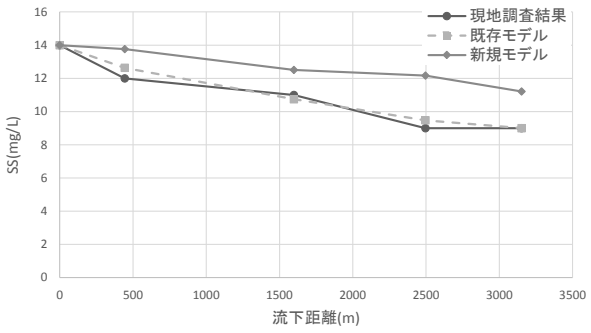


図1　現地調査結果

	現地調結果			既存モデル		新規モデル		
	流下距離(m)	SS(mg/L)	区間ごとの減少係数(s^{-1})	減少係数(s^{-1})	予測SS(mg/L)	河床材料の中央粒径(mm)	減少係数(s^{-1})	予測SS(mg/L)
No.1	0	14		4.15E-05	14.00	92.05	6.60E-06	14.00
No.2	443.6	12	1.03E-04		12.63	72.11	1.16E-05	13.76
No.3	1597.9	11	2.23E-05		10.74	51.31	2.10E-05	12.50
No.4	2495.8	9	6.62E-05		9.47	59.37	1.67E-05	12.16
No.5	3152.4	9	0.00E+00		9.00	51.50	2.09E-05	11.21

表1　現地調査結果と減少係数K

引用文献

1)（財）ダム水源地環境整備センター：ダム事業における環境影響評価の考え方、pⅢ-118～Ⅲ-120、2000.3

2)本山健士, 中西哲, 石神孝之：河床材料の影響を踏まえた減少係数モデルの実河川への適用について, 土木学会第72回年次学術講演会

G-53

国土調査としての「地下水の見える化調査」（地下水情報図等の整備）について
－地下水を、分かりやすく・親しみやすく「見せる」「魅せる」とりくみ－

アジア航測株式会社　○浅井樹、宮原智哉、小川豪司、青山夏海
国土交通省国土政策局　渡部元

1. はじめに

今日の我が国においては、地下水位の低下や地盤沈下など従来から認められてきた課題のほかに、市街地拡大による地下水涵養量の減少、外国資本による水源地の買収、大規模地下構造物の建築、大都市における地下水位の上昇など新たな課題も浮上してきた。さらには、地下水を利用したミネラルウォーター事業の拡大や、大規模災害発生時や渇水時の命綱としての地下水利用、水田の冬期湛水事業など地下水の積極的な涵養、地下水の熱利用など、地下水の持つ様々なポテンシャルへの注目も高まっている。

このような背景を踏まえ、国土交通省国土政策局国土情報課では､国土調査法に基づく｢水基本調査」として､｢地下水情報の見える化調査」等を実施してきており、現在までに「神奈川県西部地区」「熊本地区」「大野地区」「甲府地区」「別府地区」等に関して、各地区毎に、地下水の動態とその地区の特徴や利水様態等を重ね合わせた｢地下水情報図」集を作成し、地下水情報を「見える化」「見せる化」することにより、住民の方々の地下水に関する理解を増進するとともに、パイロット地区以外の地域での取組の促進を目指して地下水情報図の整備の手順等についての準則化・マニュアル化の検討を行っている。

2.「地下水情報図」とその目的

「地下水情報図」とは、当該地域の特徴や個性からテーマを設定し、地形や水文地質構造、地下水の水位や比湧出料など地下水に関連する科学的・技術的な基本情報と、利水現況や産業・湧水点等の社会的・文化的な情報を重ね合わせ解説を加えることにより、地下水と人との関わりを明らかにした「主題図簿集」である。(図 1)。

このように、地下水が重要で貴重な資源であることやその脆弱性などを、広く地域内外の住民・企業等の皆様に分かりやすく「見える化」「見せる化」することで、多くの主体が参画する、新しい地下水の利活用・保全の試みが広がるとともに、地域学習や地域産業のブランド化等、地域づくり・地方創生の助力となることも目指している。

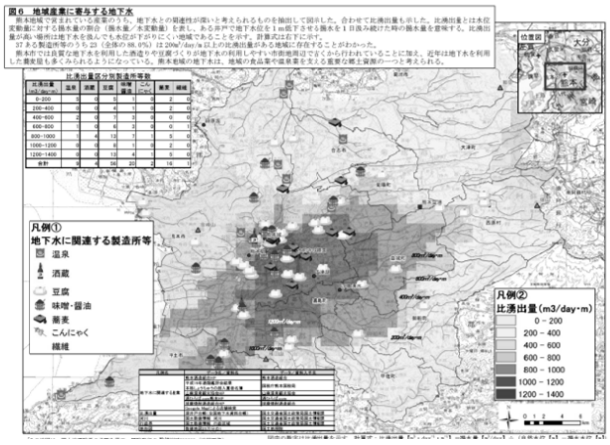


図1　地下水と地場産業
(地下水に関わる工場・店舗等と比湧出量との関係)

3.　「地下水情報図」の利活用の実際と今後

例えば、山梨県では、県庁による山梨の水ブランド戦略の策定の検討会と資料として活用されたとともに、福井県大野市では、地下水をテーマにした、まちあるき活動などにも活用され、図の一部は平成 29 年度の「水循環白書」にも掲載された。

今後は、全国 200 余といわれる地下水盆の主なものについて着実な整備を進めると共に、各種オープンデータとの連携、立体視化や VR/AR（仮想現実／拡張現実）等との連携等、地下水情報の活用の場がより一層広がり、より広い層の方が興味を持って頂けるような「魅せ方」の工夫が懸案であろう。

なお、これまでに作成された地下水情報図をはじめとした「地下水の見える化調査」の成果は、国土交通省のサイトから公開されている。

G-54

農業地域における土地利用の多様性と河川水質との関係

岩手大学大学院連合農学研究科　○山崎由理
帯広畜産大学　宗岡寿美，木村賢人，辻　修

1. はじめに

農業地域における水質保全対策としての土地利用改変は地域の生態系に配慮する必要がある。このとき，Kadoya and Washitani (2011)は里山里地における土地利用のモザイク性を評価する指標としてSatoyama Index (SI)を考案し，SI が高いほど潜在的な生息地の利用可能性が高いことを報告している。

本研究では，大規模畑作酪農が展開されている十勝地域において SI を用いて土地利用の多様性を評価し，河川水質と SI との関係を検証した。

2. 河川水質調査および流域の土地利用解析

北海道東部の十勝川本川最下流点（No.17）・支川（最下流点，16 地点：A～T）で 2007～2011 年の 6 月下旬，8 月下旬（9 月上旬）および 10 月下旬の平水時に河川水を採水した。水質分析項目は，全窒素（T-N），硝酸態窒素（NO_3-N），全リン（T-P），生物化学的酸素要求量（BOD），浮遊物質（SS）および電気伝導率（EC）の 6 項目である。

流域の土地利用解析には GIS を用い，採水調査を行った 21 流域の SI を算出した。

SI はシンプソンの多様度指数をもとに農地とその他の土地利用のモザイク性の度合いを表す指標で 0～1 の値をとる。SI の算出式を以下に示す。

$$\mathrm{SI} = \mathrm{ALHI} \times \frac{p_{other}}{k} \times \frac{k}{k-1} \quad (1)$$

$$\mathrm{ALHI} = 1 - \sum_{i=1}^{s} p_i^2 \quad (2)$$

ここで，*Pother* はその他の土地利用のメッシュ数，*k* はユニット空間内の全てのメッシュ数，*Pi* はユニット空間に占める土地利用 *i* の面積率である。ここでは，国土数値情報の土地利用細分メッシュ（100m メッシュ）および AVNIR-2 高解像度土地利用被覆図（10 m メッシュ）の解像度の異なる 2 つの土地利用データを用いた。また，500m, 1km, 6km および 10km の 4 パターンのユニットサイズを適用した。

3. 結果および考察

十勝川流域（No.17）の SI は流域の中央部で低く，本川および支川の上流部で高い値を示した。10m 解像度では SI 1.0 および SI 0.0, 100m 解像度では SI 1.0 および SI 0.0 の分布量が流域内で最も大きく，十勝川流域では農地に卓越した土地利用および森林の 2 種類の土地利用に 2 極化されているといえる。

つぎに，21 流域における SI の平均値を**図 1** に示す。SI が 0.6 以上を示した 10 地点は土地利用の多様性が高く，生物の生息環境が維持されていた。一方，7 地点では SI が 0.2 以下と小さく農業的土地利用が集約され，生物の生息環境が失われていた。

ここで，各流域の SI と河川水中の T-N 濃度，NO_3-N 濃度および EC（平均値）との間に有意な負の相関（–0.68～–0.84 : $p < 0.01$）が得られ，土地利用のモザイク性が高いほど河川水中の窒素濃度および EC 値は低下していた。

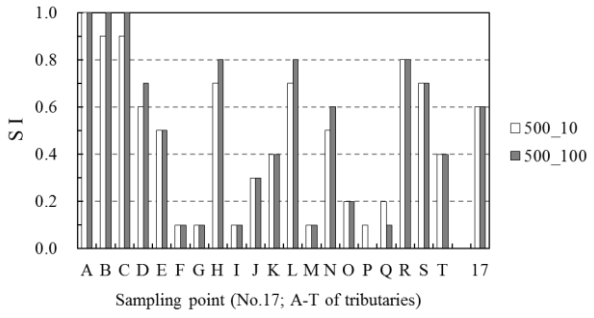


図 1　調査地点における SI の平均値

G-55

タイダル方式による水質浄化の可能性と課題

株式会社ウエスコ　○松下太郎、山下博康、渡辺敏
神戸市立須磨海浜水族園　笹井隆秀
豊中市都市基盤部水路課　山橋正明、松原啓充

1. はじめに

近年、グリーンインフラが注目されている。そのような中、豊中市では下水処理水の再利用を目的として、タイダル方式の浄化施設を建設し、同施設で浄化した水を流域の農業用水として利用する試みに取り組んでいる。他方、神戸市立須磨海浜水族園でも、約2年前から亀の飼育水を同じ方式で浄化し、それを来客者向けに教育展示している[1)]。

本稿では、両施設の取り組みから見えてくるタイダル方式の水質浄化の現状と課題について報告する。

2. 方法と施設概要

両施設の概要を表1に示す。施設構造は、湛水した水平槽と水を通過させるだけの鉛直槽の連続とし、間欠的に給水するタイダル方式とした。調査は定期的な水質分析と植物及びベントスの確認とした。

表1　浄化施設の概要

項目	豊中市 施設	須磨水 施設
水質特性	下水処理水	亀飼育水槽水
水量	1,150m³/日	0.37m³/日
濾材,植物	礫,稲等	礫・貝・網,セリ等
滞留時間	約7時間	約24時間

3. 調査結果

豊中施設では、施設下流にいくに従い、NH_4-Nの減少とNO_3+NO_2-Nの増加が見られ、硝化が進行していた。しかし、T-Nの低下がみられないことから、脱窒反応が生じていないと判断した（表2参照）。一次生産者として糸状藻類、浮草類の異常繁茂も経験したが、一部に作成した陸地（潮上帯）をきっかけにヨシ、ガマ等の植物の発達も認められた。底生動物は、通水直後からゲンゴロウ類、トンボ類、貝類等が発生しブルームを迎えたが、2ヶ月後には浄化が進んだ下流ほど種数が多くなる傾向がみられた（表3参照）。

須磨の施設は、運用開始から約2年が経過するが、現在も9割以上の窒素除去機能を有している。

表2　水質分析結果

項目		流入水	放流水	浄化率
豊中施設	T-N　(mg/l)	12	11	8%
	NO_3-N(mg/l)	3.3	6.5	-
	NH_4-N(mg/l)	6.3	2.8	56%
須磨施設	T-N　(mg/l)	4.2	0.39	91%
	NO_3-N(mg/l)	1.9	<0.01	99%
	NH_4-N(mg/l)	1.1	0.04	96%

表3　豊中施設のベントス調査概要

位置	優占種	n／m²
上流	ﾕｽﾘｶ科,ｸﾛﾁﾋﾞﾐｽﾞﾑｼ,ｹﾞﾝｺﾞﾛｳ科等	2,500～2,900
下流	上記に加え、ｻｶﾏｷｶﾞｲ,ﾋﾒﾋﾗﾏｷﾐｽﾞﾏｲﾏｲ等	5,000～6,700

4. まとめ

浄化成績の違いは、通水量と有機物量（水素供与体）に起因すると考えられる。須磨水族園は滞留時間が長く、亀の排泄物による有機物が多いことにより脱窒が生じている。副次的効果が大きかったことは共通する。須磨水族園では、生態系機能の解説に役立っており、カップルや年配者等の大人が興味を持っていた。豊中施設では、生物量豊かな人工湿地を通水することで、下水処理水のイメージが払拭されており、今年の渇水時には、農業用水として大いに活用され、下流域の耕作者に喜ばれた。積極的な豊中市職員は、ホタル類の再生を目標に、稲の植栽、施設外への上陸棚の整備等に取り組んでいる。

今後も、人間が管理し生活により役立つグリーンインフラの整備を目指して取り組んでいきたい。

引用文献

1)松下太郎,渡辺敏 他：水族園における水質浄化技術の開発と生物多様性の普及啓発,応用生態工学会第20回発表論文集,2016

G-900

Calcite and Biogenic Manganese Oxides on the Cell Walls of Charophyte *Chara Braunii*: Formation and Arsenic Removal Function

○Chihiro Takeuchi[1], Shahram Amirnia[1], Takashi Asaeda[1]
[1]Department of Environmental Science, Saitama University, Saitama, Japan

Decontamination of heavy metals from water by algae (phycoremediation) is known as a viable method[1]. Arsenic contamination in water is a serious problem in many countries worldwide. We examined As (III) accumulation in calcifying charophyte *Chara braunii*[2] in a laboratory experiment for 4 weeks. In this work, besides calcification on the plant due to photosynthetic activity, we report formation of a distinct type of biogenic deposits on the cell walls of the plant in presence of Manganese (Mn). The plants were grown at As(III) concentration of 0.25 mg/l, two Mn concentrations (0.2 and 2 mg/l), and two Ca concentrations (4 and 40 mg/l) in three replicates. A modified basic Forsberg culture solution developed for charophytes was used. The tested plants were digested according to the EPA 3050 method, and their metals contents were measured by ICP-AES. Using optical microscopy, two types of deposits were observed on the plant cell wall surfaces: 1) white annular calcite bands in alkaline condition (pH 8) at the presence of HCO_3^- and Ca^{2+} were appeared on the intermodal cells; 2) brownish spots inhomogeneously distributed on the main internodal cells as well as the branches. Scanning Electron Microscopy (SEM) analysis was revealed that the brown deposits have volcano-like (fujitsubo) shapes with diameters of 5-10 microns (Figure 1). Composition of the fujitsubo-shaped deposits was identified to be Manganese Oxide (MnO_x) employing EDX (Energy Dispersive X-Ray) elemental mapping technique. Maximum As (III) uptake by the plant was found to be an average of 10.1% by the end of 4th week in Ca and Mn concentrations of 40 and 2 mg/l, respectively. Transition of soluble Mn ions into insoluble biogenic Mn-oxides may provide a long-term trap for As upon plants' senescence and decomposition. We aim to address this hypothesis in the next step of this research.

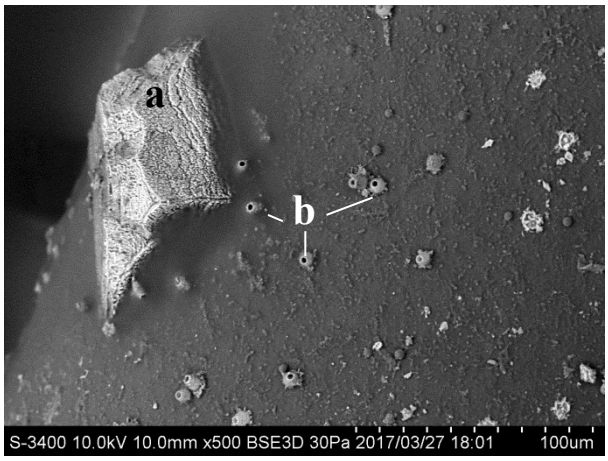


Fig.1 SEM micrograph of Calcium Carbonate (a) and 'fujitsubo-shaped' Mn deposits (b) on the cell walls of *C. Braunii*.

References

1) Gomes PIA, Asaeda T (2009) Phycoremediation of Chromium (VI) by *Nitella* and impact of calcium encrustation. J. Hazard. Mater. 166:1332–1338.
2) NIES-1391, Microbial Culture Collection at National Institute for Environment studies.
3) Singh R, Singh S, Parihar P, Singh VP, Prasad SM (2015) Arsenic contamination, consequences and remediation techniques: A review, Ecotoxicology and Environmental Safety, 112: 247–270.

Acknowledgements

This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number 16F16750, and KAKENHI Grant Number 15K16750.

G-56

旧迫川周辺の河跡湖群における湖岸地形と湖畔林の特徴

流砂系クラブ　○池田潤

1. 背景と目的

沖積河川湾曲部の名残である河跡湖（三日月湖）は、本来流水の営力によって河道として形成されたものである。それが捷水路完成後に静水域となり、湖岸の崩壊、底泥の堆積、水際植生の拡大により浅水化、湿原化、陸化が進行しつつある。農村地帯における河跡湖は、護岸や埋め立てによる改変が少なく、水域と周辺農地との間に多様なエコトーンを形成している。しかしその実態はあまり知られていない。したがってこのような地形・植生が変化しつつある河跡湖の現状を把握し、その水辺環境を評価するための基礎資料を得ることを目的に調査を行なった。

2. 方法

宮城県北部涌谷町の旧迫川下流域に分布する河跡湖群に関して、現地踏査により湖岸地形と湖畔林構成樹種の特徴を把握しタイプの分類を行なった。湖畔林については根株から樹幹が萌芽再生、株立ちしているものが多いため、湖岸頂部より上の部分が2m以上のものについて株ごとの樹種を記録した。

3. 結果と考察

湖岸地形は以下の6タイプが識別された。

(1)**壁型**：湖岸斜面がほぼ垂直。湖岸頂部の樹木根系による土塊把持。(2)**緩勾配型**：湖岸斜面が20～30°程度。疎林部に発達。(3)**前面ベンチ型**：湖岸下部の水際にベンチ状の平坦部が発達。湖岸崩落に伴う土塊の堆積により形成。(4)**沼沢地型**：河跡湖上下流端の旧川締切部周辺。ヨシ，ガマ等の抽水植物帯の拡大が顕著。(5)**山付型**：山腹斜面下部。(6)**人工改変型**：最近の湖岸崩壊箇所における捨石根固部分。

湖畔林は以下の４タイプに分類された。

(1)**ひさし型**(Canopy)：樹冠が湖面上に水平方向へ張り出すもの。(2)**着水型**(Hat)：湖面上に垂下した下枝・枝先が水没または水中で萌芽。(3)**直立型**：樹幹が直立。(4)**草本低木型**：草本類および湖畔林構成木の実生更新低木に覆われるもの。

湖岸地形と湖畔林のタイプは相互に関連があるものの、湖岸地形・湖畔林タイプと旧河道蛇行部の凹岸凸岸との間に関連は認められなかった。

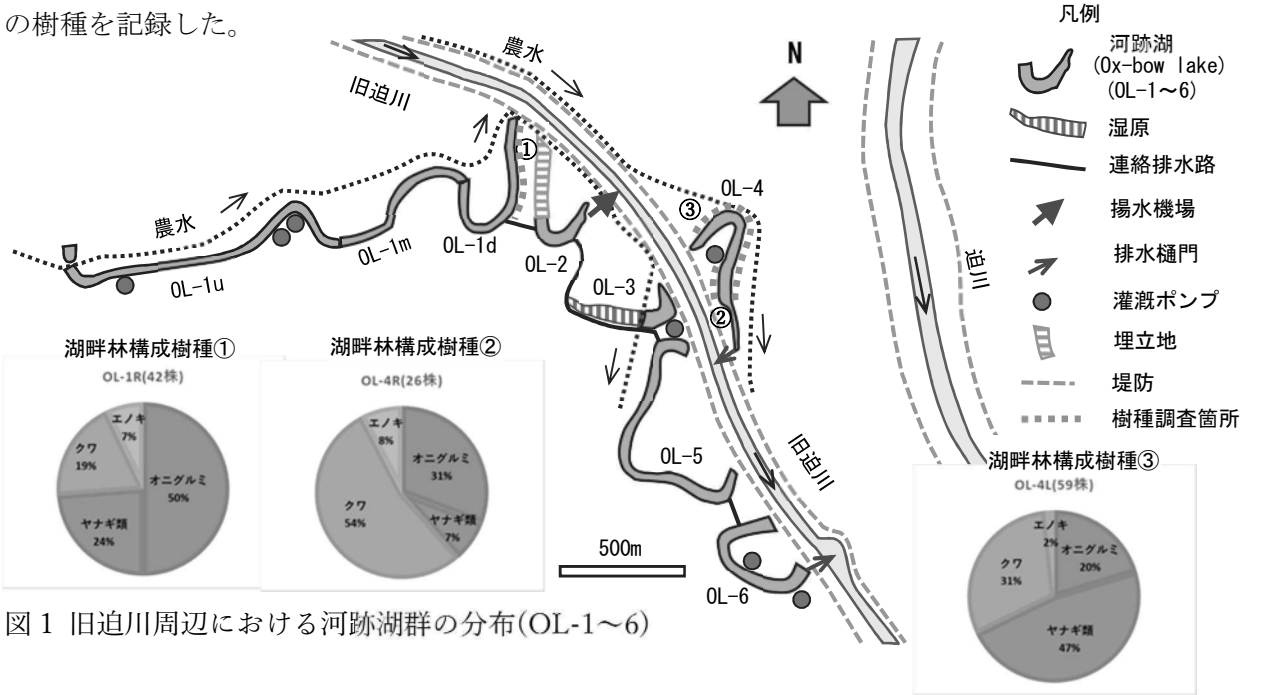


図1 旧迫川周辺における河跡湖群の分布(OL-1～6)

G-57

改良芝を活用した河川堤防法面の小動物被害の抑制・植生管理に関する検討

株式会社建設技術研究所 ○宮島 泰志、鈴木 太郎

1. 堤防法面の維持管理における現状と課題

河川堤防法面の被覆材に使用されている野芝は、数年後に高茎雑草に遷移し、耐侵食機能の低下、刈草処理費の増加、堤防点検の支障となっている。また、菜の花の繁茂する法面では腐植にミミズが発生し、ミミズを餌とするモグラ、アナグマが堤防に巣穴を掘り、河川堤防の健全性に影響を与えている。

国土交通省九州地方整備局では、堤防の機能維持及び維持管理費用の縮減を目的として、耐久性に優れた改良芝の試験導入を行っている。本研究では改良芝の被覆材としての有効性評価、及び張芝の長寿命化に向けた管理手法の検討を行っている。

2. 改良芝の河川堤防被覆材としての有効性評価

2-1. 試験施工及びモニタリングの概要

改良芝のモニタリング箇所は、九州管内の1級水系のうち計11水系の試験施工箇所を対象とした。評価対象の改良芝は表1に示す計10品種である。

表1　評価対象の改良芝品種一覧

分類	品種
野芝系品種	チバラフワン、エルトロ
野芝と高麗芝の種間雑種	みやこ、ビクトール
ムカデ芝系品種	ティフ・ブレア、TB緑化工法、ザッソレス（センチピード系）
イヌ芝系品種	ザッソレス（セントオーガスチン系）
他種とのブレンド	ザッソレスハイブリッド、ひめのブレンド

モニタリングでは、試験施工箇所に複数の調査枠を設定し、群落組成（芝及び雑草の植被率の把握）、トルク計を用いた土壌緊縛力（土中の根によるトルク抵抗値の把握）を行った。また一部の試験箇所では維持管理方法（抜根・刈り取り）や回数（1～3回/年間）の異なる維持管理試験を行い、除草前後の植被率や草丈、除草後の刈草発生量等の把握を行った。

2-2. 有効性評価結果の概要

有効性評価は、「被覆機能」、「耐侵食機能」、「維持管理コスト」の3項目で評価を行った。

張芝施工後5年目の箇所において、被覆機能では改良芝は野芝より植被率が高い傾向にあり、また耐侵食機能では、改良芝は野芝と同等の土壌緊縛力であり、セイバンモロコシなどの高茎雑草と比較して高い土壌緊縛力を維持することが把握された。

維持管理コストでは、図1に示すように、改良芝では雑草が少ないため、刈草処分費が野芝の約 1/2 となる結果が得られた。なお、高茎雑草のセイバンモロコシ繁茂箇所での処分費用は野芝の160倍以上となることから、改良芝によって雑草への遷移が抑制されれば維持管理費の縮減に繋がる。

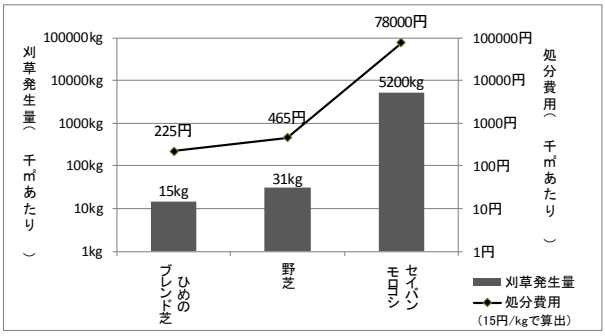


図1　芝と雑草の刈草発生量、処分費用の比較

3. おわりに

堤防法面の維持管理費の内訳は、除草が1/4程度であり、残り3/4を集草・積込・運搬・処分が占める（ハンドガイド使用の場合）。改良芝の刈草発生量が少ないという特性を活かし、刈りっぱなしで集草処分を行わない維持管理を導入できれば、高頻度の除草で改良芝の良好な状態を維持しつつ、維持管理費の縮減につながることが期待できる。このため改良芝の被覆維持とコスト縮減の両立が可能となる新たな維持管理手法の検討を進めている所である。

「芝焼き」による荒川下流部の堤防植生管理の考察
G-58 ～荒川下流堤防での「芝焼き」再開に向けた取り組みの紹介～

○大宮 裕樹[1)], 丸山 勇気[1)], 叶 正興[1)] , 富田 邦裕[1)], 中須賀 淳[2)], 池部 憲次[2)], 中村 幸一[2)], 野口 秀明[2)]
1）㈱建設環境研究所, 2）国土交通省　荒川下流河川事務所

1．はじめに

埼玉県と東京都を流れる荒川の下流部では、昭和53年頃より、葛飾区の区間等において堤防法面で「芝焼き」が実施されてきた。しかし、平成23年の東日本大震災発生以降は、「芝焼き」実施による放射性物質の影響が懸念され、芝焼きが休止されている。

一方、堤防植生の経年変化をみると、草丈の高い外来牧草地タイプ(セイバンモロコシ群落等が優占)や広葉草地タイプ(セイタカアワダチソウ群落等が優占)の分布が拡大し、これにより堤防点検等の支障や堤防機能の弱体化等といった維持管理上の課題も生じている。

上記を踏まえ、限られた予算の中で効率的かつ適切な堤防管理を行うため、健全な堤防植生の確保を目指し、芝焼きが植生に与える影響を把握することを目的に、芝焼き試験を実施した。

芝焼き試験は平成28年度末に実施し、平成29年度もモニタリング調査を継続している。本稿では、芝焼き試験前と直後を比較し、草地タイプ別の燃焼状況、補足調査(芝焼き試験前後の放射線測定結果)について中間報告するものである。

2．調査方法

2-1．芝焼き試験の実施状況

冬季(平成29年2月28日)の荒川左岸11k付近(延長50m)において、園芸用バーナーを用いてシバ等の植物を燃焼させた。芝焼き直後の植生の燃焼状況を把握するため、焼失率(地表部の露出率)を25%刻みで記録した。



写真１　芝焼き試験実施状況(荒川11k付近)

2-2．芝焼きによる植生影響調査

芝焼きによる堤防植生の生育状況への影響を把握するため、植生調査を芝焼き前に1回、芝焼き後に4回(春・夏・秋・冬季)行うこととした。調査地区は、芝焼きの影響を把握するため、「芝焼き箇所」及び同様の草地タイプが分布する「参照区間」の2地区を設定した。調査方法は、芝焼き前後の植生への影響を定量的に把握するため、植生図作成調査、植生生育状況調査とした。詳細な調査方法を表-１に示す。

表-1　芝焼きによる植生影響調査の方法

調査項目	調査内容
植生図作成調査	堤防法面上を踏査し、堤防植生タイプ区分(シバ草地、チガヤ草地、外来牧草地(一年生・多年生)、広葉草地(外来・在来))ごとに、植生図を作成。
植生生育状況調査	草地タイプごとに2m×2mのコドラートを3箇所設け、植物の種類、草丈、植被率を記録。

3．結果・考察(中間報告)

3-1．芝焼き試験直後の植生の燃焼状況

芝焼き試験直後の植生の燃焼状況は、草地タイプによって燃焼状況に違いがみられた。特に、冬季に地表部が枯れないネズミムギ群落が優占する外来牧草地タイプ(燃焼率0～25%)で燃焼率が低かった。

3-2．燃焼状況から推測される芝焼きによる堤防植生への影響

荒川下流部に侵入している外来植物のうち、ネズミムギ(一年生)が優占する草地は、シバ草地等と比較して、従来実施してきた冬季の芝焼きでは、十分に燃焼せず、冬期に枯死していない外来植物の抑制効果等は低いものと推測される。今後のモニタリング調査では、燃焼率が低かった草地を含めて、芝焼きが各種の草地タイプに与える影響を把握し、今後の堤防植生管理に活用していきたいと考えている。

4．補足調査(芝焼き試験前後の放射線測定結果)

現地試験箇所及びその周辺で芝焼き前・中・後の放射線量(空間、表面)及び粉じん中濃度の変化を測定した。

放射線量測定の結果、芝焼きに伴う放射線量率は芝焼き前後でほぼ変化もなく、全箇所で空間線量率は十分小さく、粉じんに含まれる放射性物質の濃度についても検出限界値未満であった。このため、芝焼きを行っても支障がないと判断した。

5．謝辞

本試験を進めるにあたり、埼玉大学名誉教授の佐々木 寧先生、永澤 明先生及び埼玉大学院理工学研究科教授の井上 直也先生には、ご助言をいただいた。ここに記して謝意を表します。

G-59

自然公園内の崩壊地における無種子厚層基材吹付施工 5 年間の植生変遷

株式会社 建設技術研究所 ○柴田閑、澤樹征司、鈴木大輔
国土交通省　松本砂防事務所　石田哲也、浅野未來

1. はじめに

近年、法面緑化に使用された外来種が導入範囲以外に逸出し、周辺地域の生態系に影響を及ぼす事例が多数報告されている。自然公園などの自然性が高い地域では、これらの種を導入しない『自然配慮型工法』の選択が推奨されているが、斜面安定への寄与、従来の緑化との機能の差が明確になっておらず、採用可否の判断が難しい。このため、自然公園内かつ高標高域において、自然配慮型工法の一つである「自然侵入促進工」を導入した法面で施工後５年間の植生変遷を追跡した事例を報告する。

2. 調査地および調査方法

調査地は、長野県北安曇郡白馬村の北股入川に面した面積 1,402 ㎡（植生基材吹付実績より）の斜面である。対象斜面は白馬岳登山口に面するため、地元から自然景観の早期回復が要望されていたことから「自然侵入促進工」として、無種子の厚層基材吹付工を行った。ただし、対象斜面は標高 1,200m を超す高標高域に位置し、植生被覆に時間がかかることが想定されたため、年１回の定点写真撮影と群落組成調査を実施した。

3. 調査結果

対象斜面の植生被覆と主な構成種の変遷を表１、植生被覆状況の変遷を写真１に示す。

法面全体の植被率は、施工から 2 年間は 5～15%で地表面が目立ったが、施工から 3 年後以降に 60%の植生被覆が得られ、地表面が目立たなくなった。

優占する植生は草本のオオヨモギであったが、施工４年目以降にはヤマハンノキなどの低木林が出現した。外来種は、施工２年目にヒメジョオン数個体がみられたが、施工３年目以降みられなくなった。

なお、調査期間中に表土の大規模な流出や斜面の崩壊など、目立った被害は発生しなかった。

表１　植生被覆の変遷

	H24	H25	H26	H27	H28
優占種	ｵｵﾖﾓｷﾞ	ｵｵﾖﾓｷﾞ	ｵｵﾖﾓｷﾞ	ｵｵﾖﾓｷﾞ	ｵｵﾖﾓｷﾞ
主な構成種	ｵｵｲﾀﾄﾞﾘ ﾌｷ ﾌﾞﾅ ﾃﾂｶｴﾃﾞ	ﾃﾝﾆﾝｿｳ ﾌｷ ﾋﾒｼﾞｮｵﾝ ｻﾜｸﾞﾙﾐ	ﾃﾝﾆﾝｿｳ ﾌｷ ﾀﾆｳﾂｷﾞ ｵﾉｴﾔﾅｷﾞ	ﾃﾝﾆﾝｿｳ ﾌｷ ﾀﾆｳﾂｷﾞ ﾔﾏﾊﾝﾉｷ	ﾃﾝﾆﾝｿｳ ﾌｷ ﾀﾆｳﾂｷﾞ ﾔﾏﾊﾝﾉｷ
植被率	5%未満	15%	60%	60%	65%



写真１　対象法面の植生被覆状況の変遷

左/施工直後（H23.11）右/施工５年後(H28.7)

4. 考察・評価

対象法面の目標達成状況を既往指針等と対比し、評価した。

- 施工 5 年後には指針[1)]が示す管理目標（5 年後に植被率 50%）を超えており、現時点では対象斜面は管理が必要な状態ではないと評価できた。
- 対象斜面の植生は周辺の自生種で構成され、植生発達を阻害するクズや外来種は繁茂しなかったことから、対象斜面は無種子の厚層基材吹付工により自生種による緑化が達成されたと評価できた[2)]。

1)(社)日本道路協会：道路土工　切土工・斜面安定工指針, p. 275, 2009
2)国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室：地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き　pp. 1-67～1-68, 2013

G-60

上越地域の小河川に生息する カマキリ（*Cottus kazika*）の回遊と生息場に関する基礎研究

東京学芸大学大学院 教育学研究科 ○髙榮晋平
東京学芸大学　環境教育センター　鈴木享子
東京学芸大学　環境教育センター　吉冨友恭

1. はじめに

カマキリ（*Cottus kazika*）は降河回遊型の生活史を有する淡水性のカジカ科魚類である。近年、河川改修等生息域の改変による生息数の減少が危惧されており、その保全に資する遡上・降河の令期や生息環境に関する情報といった基礎的知見の蓄積が求められている。本研究はカマキリの回遊履歴の解明およびそれらの当歳魚の生息環境を把握することを目的として、上越地域に生息するカマキリを対象に耳石断面における元素分析および胃内容物を用いた食性解析を行った。

2. 材料および方法

調査は平成29年5月から11月にかけて、新潟県能生川水系および木浦川水系において行った。採捕は新潟県農林水産課および能生内水面漁業協同組合の指導のもと行い、さで網およびたも網を用いた徒手採捕によった。

2-1. 耳石分析

摘出した耳石は樹脂中に包埋し、研磨紙を用いて核を露出させ、薄片試料とした。分析は放射線医学総合研究所のマイクロPIXE分析器を用い、加速エネルギー3.0 MeV、積算電荷量500 nCで測定した。

2-2. 食性解析

食性調査はカマキリに加え、調査地域において同所的に生息しているウキゴリ類およびヨシノボリ類の3属を対象として行った。胃内容物の解析手法として餌重要度指数[1)]を用い、餌料生物の生息場の違いから対象魚の生息場の検討を試みた。

3. 結果および考察

3-1. 回遊履歴推定

カマキリの耳石断面を構成する元素としてP, S, Ca, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Sr確認された。一般に海水のSr濃度は淡水と比較し100倍程度高いことが知られており、耳石のSr濃度が高い部分は海水域で生活をしていた時期に形成された領域であることが推定できる。分析の結果、耳石核付近ではSr濃度が高く、核を起点として耳石最長径方向に400 μm付近からSr濃度の低下がみられた。これらの個体は、生活史初期を海水域で過ごし、その後海洋から河川へと生息域を移動したことが推測された。

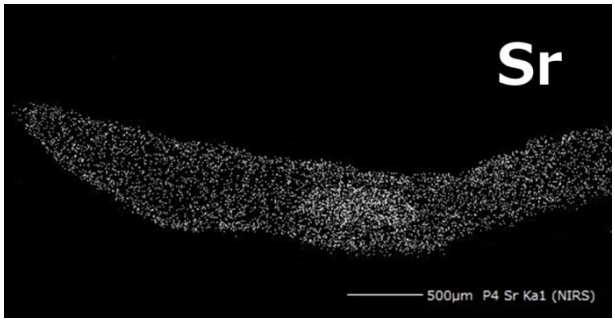


図1　カマキリの耳石断面におけるSrの分布

3-2. 底生魚3属の生息環境

6月までの調査では3属とも主要な餌料生物はカゲロウ目であるが、ウキゴリ属については特に潜掘性のモンカゲロウ科や止水域に生息するアメンボ科など水際域に特徴付けられる餌料生物がみられた。

4. 参考文献

1) Pinkas I, Oliphant MS, Iverson ZL (1971) Food habitats of albacore bluefin, tuna and bonito in California waters. California Department of Fish and Game Bulletin 152: 1-350

G-61

森林撹乱が源流の河川環境およびミネトワダカワゲラ個体群に及ぼす影響
：森林伐採と斜面崩壊の履歴に対する応答の比較

神奈川県自然環境保全センター ○大平　充、
玉野総合コンサルタント株式会社 渡邉祐介、
東京農工大学大学院農学府 五味高志

1. はじめに

森林は、地表流流出やそれに伴う土砂流出の抑制や、リターなどを供給する機能を有しており、その撹乱は河川の底生無脊椎動物などに対し、さまざまな影響を及ぼすことが明らかにされてきた。森林は撹乱による維持・更新機構を内包するシステムであるため、森林施業の計画を自然状態で起こる撹乱に似せることで、人為的撹乱による負の影響を抑制するという自然撹乱の模倣（Emulation of natural disturbance）という考え方が議論されている。

そこで本研究では、渓畔における人為的撹乱である森林伐採と自然的な撹乱である斜面崩壊の河川環境および源流河川に生息するミネトワダカワゲラ *Scopura Montana* 個体群に対する影響の差異を比較し、森林伐採の負の影響を軽減する施業方法を議論することを目的とした。

2. 方法

群馬県みどり市に位置する渡良瀬川の支流域に位置する東京農工大学の演習林である FM 草木において調査を行った。本流域は約 400ha であり、過去 100 年の森林の更新履歴が記録されている。過去の斜面崩壊は、地形図の読図によりその範囲を把握した。

調査は 2013 年 9 月に実施した。40 地点の一次の支流において流路長 10m の調査区間を設定し、2 人で10分間Dフレームネットを用いて河床のリターや土砂を採集し、その中のミネトワダカワゲラの個体数をカウントした。同時に河川内の局所的な環境条件として、リター被覆面積、樹冠被覆率、河床材料、水深、河川幅を計測した。

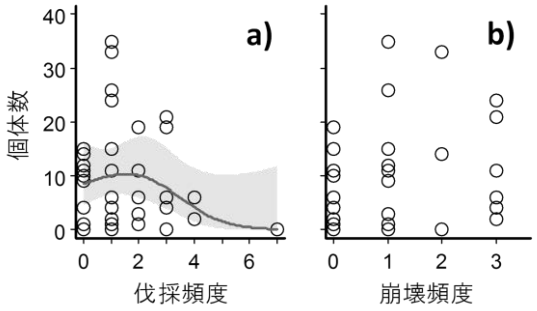


図1 ミネトワダカワゲラの個体数と集水域内の森林伐採 a、および斜面崩壊 b の頻度の関係

3. 結果と考察

調査地点の集水域内における森林伐採および斜面崩壊のそれぞれについて、合計頻度、面積、および最近の撹乱からの経過年（森林伐採のみ）との関連を一般化加法モデル（負の二項分布、log-link 関数）により検討した。その結果、森林伐採については合計頻度と負の関連が見出されたが（図 1a）、斜面崩壊との関連は見出すことはできなかった（図 1b）。

集水域内の伐採頻度は最大で 7 回であり、崩壊頻度に対して高い頻度で起こっており、これに伴う斜面からの土砂流出やリター供給の減少がミネトワダカワゲラ個体群の定着・増加に対し、より顕著に負の影響を及ぼしていることが考えられる。このため、同一集水域内の集中的な更新と伐採を伴う過度の利用を抑制する必要がある可能性がある。

本発表では、河川環境との関連を含めた解析結果を含め、森林伐採による河川環境の改変を介した作用機構を斜面崩壊との比較に基づいて議論する。

G-62

カヌースラロームコースの整備が水生昆虫に与える影響

名古屋大学工学研究科　岩田祥子、滋賀県立大学環境科学部環境生態学科　浦部美佐子、
名古屋大学減災連携研究センター　田代喬

1. はじめに

カヌースラロームは急流で行う競技である。コースに設置されたゲートを通過する速さを競う。現在日本のカヌースラロームコースは自然河川に施工して造られている。

一方、ある場所に生息している水生昆虫の群集組成は、その生息地の地形に依存するという事がこれまでの研究でわかっている（太田・高橋，1999；谷田，2000；中村，2013)。

カヌーコースが施工された河川では、地形が工事の前後で変化する。そのため水生昆虫の群集組成はカヌーコースができることで変化すると考えられる。しかしカヌーコースを調査地とした水生昆虫に関する調査はこれまで行われていない。

そこでカヌーコースの整備が水生昆虫の群集組成に与える影響を調べることを目的とし研究を行った。そしてカヌーコースの整備が生物の生息・生育・繁殖環境を創出する可能性を検証した。

2. 方法

調査は岐阜県揖斐川郡揖斐川町にある揖斐川カヌーコースで行った。コースは人工的に造設された中州によって本流と区切られている。中州の右岸側がカヌーコースである。中州の左岸側はカヌーコースが作られる以前の環境と同じであると考えられるため、左岸側を対照区とした。

カヌーコースの環境条件を知るために2016年5月、7月、10月の3回、FlowTracker（SonTec社）を用いて流速と流向を測定した。コースの両岸それぞれで約40地点の流速を測定した。また、水生昆虫の採集地点の地形を狭窄部の上流、その下流、直線部分に分類し記録した。また底質粒度も記録した。カヌーコース内全範囲の水深分布と流速分布を知るために、2017年6月にHydroSurveyor（SonTec社）を用いて再度流速を測定した。カヌーコースの右岸側の19 地点で水生昆虫を採集した。また、対照区の 5 地点で同様に水生昆虫を採集した。採集した水生昆虫を実験室にて同定・計数した。

各地点における底生動物のタクサ数と個体数について、カヌーコースと対照区を比較するためにU検定を行った。水生昆虫の群集組成を採集地点間で比較するために主成分分析を用いた。次に、カヌーコース内の水生昆虫の群集組成と採集地点の地形との関係を調べるために、各採集地点の水生昆虫の群集組成について階層クラスター分析を行った。

3. 結果と考察

タクサ数と個体数の比較の結果からは、カヌーコースと対照区の間に明確な差が無かった。

主成分分析の結果では、3回の調査のいずれもカヌーコースのプロットは対照区のプロットよりも広範囲に位置していた。このことからカヌーコース内の水生昆虫の群集組成は採集地点間での違いが対照区よりも大きいという事が言える。

5月のクラスター分析の結果，5つのクラスターに分けた場合対照区の5つの採集地点が全て同じクラスターに分類された。一方，カヌーコース内の採集地点は5つの異なるクラスターに分類され、直線部は対照区と同じクラスターに分類された。

結果から、人工的に複雑な地形を造る事で，カヌーコース内の水生昆虫の群集組成が多様化していると考えられる。このことから、カヌーコースの整備が底生生物の新たな生息・生育・繁殖環境を創造する可能性があると考えた。

G-63

河道内に倒入したマダケの水生昆虫による利用

近畿大学農学部環境管理学科里山生態学研究室　○宮崎航介　河内香織

【要旨】

【はじめに】　現在、全国各地で竹林の拡大が問題となっている。そして、日本に主に生息している竹は、マダケ *Phyllostachys bambusoides*、モウソウチク *Phyllostachy sedulis*、ハチク *Phyllostachys nigra var. henonis* の３種であり、中でもモウソウチクは筍や竹材生産を目的として中国から導入され、その後管理放棄された。竹林拡大で問題視されているものがこの種である。マダケについても同様で、特に河川付近に侵入しているのはマダケである場合が多い。竹林を良好な状態で保つためには、密度を 4000 本/ha 程度に伐採などで抑える必要があるが、調査区や、その周辺の竹林では管理されている形跡はなく、非常に高い密度で生えている。そのため、押し出されて耐え切れなくなった竹が河道内に落ち込んでいる光景が多くの場所で確認できる。今回の調査地として選択した布目川でもこのような状況の竹林が数多く存在している。布目川は淀川水系の奈良県北部を流れる木津川の支流の一級河川である。これらの河道内に倒れこんだ竹が河川生態系にどのような影響を与えているかはあまり明らかにされていない。

【目的】　竹林の拡大が生態系に与える影響の研究は主に陸上を対象にしているものが多く、河川生態系に与える影響は詳しく分かっていない。そこで、本研究は河川生態系において重要な役割を持つ水生昆虫群集に着目して、河道内に竹が倒入した際の影響を明らかにすることを目的としている。

【方法】　布目ダム下流域の川岸付近まで竹が侵入している約 50m区間を調査地に設定した。竹が河川に倒入した日をそろえるため、河道周辺の竹林から川に倒れこんでいる竹を、人為的に水面より下まで倒し、ロープと杭を使って水中に固定した。竹が倒れてきてからの短期的な影響と長期的な影響を調べるため、倒入から 14 日後と 39 日後の 2 回現地調査を行うこととした。調査は、25cm×25cm のサーバーネットを用いて行った。場所による水生昆虫群集の違いを把握するため、水中に固定した竹の葉、竹の葉の真下の河床、竹の花、竹の花の河床、砂地、礫、ヨシ、沈水しているヨシの葉の 8 箇所をそれぞれ 3 サンプルずつ採取した。竹の葉や花の部分は水面下にある部分をそのまま切り取りサンプルとした。サンプリングの際には、その場の水深、流速、底質も同時に記録した。そしてそれらのサンプルを同定した。

【結果】　本発表では、ソーティングによる水生昆虫群集について、特に竹の倒入に着目して比較考察を行う。

【今後の展開】　現在ソーティングの途中であるが、構成している水生昆虫の種類には違いが見られたため、これから詳しく分析していきたい。

G-64

国内河川における攪乱レジームが底生動物の多様性に及ぼす影響

愛媛大学 ○渡辺裕也、水資源機構 吉村研人
帯広畜産大学 赤坂卓美、東京大学 森照貴、愛媛大学 三宅洋

1. はじめに

出水や低水にともなう物理的攪乱は，生物個体の除去や生息場所環境の改変により河川生物群集に支配的な影響を及ぼすことが知られている．また，長期的な流量変動様式（流量レジーム）は物理的攪乱の生起状況（攪乱レジーム）を決定する．これまでに攪乱レジームを表す多くの水文指標が提案されており，流量・攪乱レジームと河川生物を対象とした研究に用いられている．

本研究は日本全国の河川の長期流量データより多数の水文指標を算出し，国内河川を流量レジームにより分類することを目的とした．また，底生動物に関する既存の広域データを利用し，攪乱レジームと底生動物の種多様性の関係を広域的に把握することを目的とした．

2. 方法

日本全国の450地点以上の流量観測所の20年間の日平均流量データを用いて171種類の水文指標を算出した[1)]（図1）．この際，河川規模が解析結果に大きく影響する可能性があるため，20年間の日平均流量で除することにより標準化した値を用いた．これらの指標を用いた主成分分析（PCA）により得られた各PC軸を変数とするクラスター解析により流量観測所を水文学的に分類した．

河川水辺の国勢調査（水国）河川版の底生動物調査から各調査地点における各分類群の存否を整理した．水国地点と流量観測所を一対一に対応させた後，攪乱レジームと底生動物の多様性の関係を明らかにするため，底生動物の分類群数を応答変数，各PC軸を説明変数とする一般化線形モデル（GLM）を用いた解析を行った．説明変数には各PC軸の二次項も含めた．赤池情報量基準に基づいてモデル選択を行い，得られたモデルを最適モデルとした．最適モデルに取り込まれた各説明変数を単独の説明変数として，応答変数との間で単回帰分析を行った．



図1　解析対象の流量観測所

3. 結果および考察

国内河川の代表的な攪乱レジーム特性を表すPC軸を用いてクラスター解析を行った結果，流量観測所は攪乱レジームの異なる水文学的グループに分類された．いくつかのグループは融雪出水の有無などによって特徴づけられ地理的特徴を示したが，全国に広く分布するグループも存在した．

GLMによる解析の結果，底生動物の分類群数の説明変数として複数のPC軸が最適モデルに取り込まれた．単回帰分析では，攪乱レベルが高いほど種多様性が低下する傾向が見られた．これは，攪乱にともなう物理的排除により低攪乱耐性分類群の喪失が起こっているためと考えられた．

引用文献

1) Olden J.D. & Poff N.L. (2003) Redundancy and the choice of hydrologic indices for characterizing streamflow regimes. River Research and Applications 19: 101-121.

G-65

超音波発信機により明らかになった美利河ダム湛水域に流入したサクラマスの行動

寒地土木研究所 ○布川雅典、柏谷和久、谷瀬敦、新目竜一
北海道開発局　今金河川事務所　美利河ダム管理支所　山本裕之

1. はじめに

サクラマス（*Onchorynchus masou*）は人工放流の効果が小さいため、資源の維持増殖には河川の環境保全、とりわけ遡上および降河環境の保全が重要である。近年、魚類の移動阻害を防止するために魚道が貯水ダムに設置されている。しかし、サクラマスがダム湛水域に流入した後の行動はあまり知られていない。この点を明らかにするために、バイオテレメトリー手法を用いて移動行動を調査したのでその結果を報告する。

2. 調査地および調査方法

調査地は北海道南部後志利別川に設置された美利河ダム湛水域である。美利河ダムには、後志利別川、ピリカベツ川およびチュウシベツ川が流入する湛水域が形成されている。そのため、ダム湛水域を迂回してチュウシベツ川の下流部とダム下流後志利別川とをつなぐ魚道が設置されている。また、チュウシベツ川には魚道へ流水と魚類を導く分水施設があり、この付帯施設として河川内に横断構造物（本堤と副堤）が設置されている。

湛水域における残留型サクラマス（以下ヤマメ）の行動を明らかにするため、超音波発信機を装着し、分水施設本堤の上流と、チュウシベツ川がダム湛水域に流入する流入部（以後流入部とする）においてそれぞれ 20 個体ずつ、2016 年 8 月に放流した。受信機は分水施設導水路上流と魚道、チュウシベツ川流入部、ダム湛水域、後志利別川流入部およびピリカベツ川流入部に設置した。

3. 結果及び考察

本堤上流における放流個体は 9 個体が分水施設に進入し、ダム湛水域まで降河した個体は確認されなかった（図 1-A）。これまでの調査ではスモルトではあるものの放流魚の多くが魚道まで達しており [1]、今回の調査も同様な傾向が認められた。

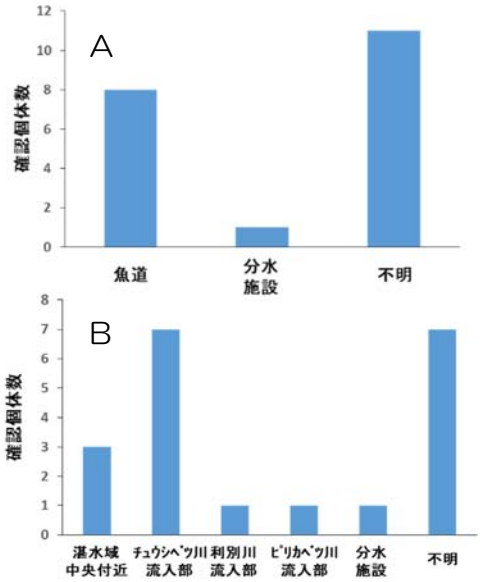


図 1　ヤマメが最後に確認された場所における個体数。A) 分水施設本堤放流個体 B) チュウシベツ川湛水域流入部放流個体

流入部における放流個体は 3 個体が流入河川に遡上していた。さらに、3 個体は湛水域において 43 日から 71 日間滞在していた。放流された流入部で滞留する個体も 7 個体認められた（図 1-B）。また、ヤマメの行動には河川及び湛水域ともに水位変動との関連性が示唆され、流量が十分にあれば遡上途中に存在する落差工を超えて、湛水域の個体が分水施設まで遡上できることが明らかになった。

引用文献

1) 林田寿文・渡邉和好・矢部浩規：バイオテレメトリー手法を用いた小型魚の降下行動調査事例の紹介、寒地土木月報、730、pp. 45-48、2014

G-66

ダム下流河川への土砂還元の影響 － 二瀬ダムの事例 －

（株）建設環境研究所 ○加藤康充、関根洋、益岡卓史

1. はじめに

二瀬ダムは、完成から約 50 年が経過し、堆砂率は計画堆砂容量の約 90%となっている。また、ダム下流河川では、河床高が低下し、河床に大きな岩や岩盤が目立つようになってきている。

そこで、二瀬ダムでは、2011 年と 2012 年を除き、2003 年から毎年、貯砂ダムなどから約 1 万 m^3、累計約 10 万 m^3 の土砂還元をダム下流で行っている。また、併せてモニタリング調査を実施し、ダム下流河川への土砂還元の影響を検討している。

本発表では、土砂還元による、ダム下流河川の河床構成材料、魚類（カジカ）、底生動物への影響について報告する。

2. 方法

調査は 2003 年から 2016 年に実施した。

河床構成材料の粒度組成調査は、冬季に実施した。調査方法は線格子法とした。

魚類調査は、秋季に実施した。調査は、早瀬でエレクトリックショッカーを用いた。

底生動物調査は、秋季に実施した。調査方法は、早瀬では 3 箇所をランダムに選び、50 ㎝×50 ㎝のサーバーネットを使用して採集を行った。平瀬・淵では、タモ網を使用して定性採集を行った。

3. 結果

河床構成材料の代表粒径（d60）については、土砂還元が継続実施され、流下量が多かった 2010 年までは細粒化する傾向であった。また、大規模な出水があり、かつ土砂還元が実施されず、土砂の流下量が減少した 2011 年から 2013 年は粗粒化する傾向がみられ、その後は細粒化と粗粒化を繰り返した。

魚類のうち、カジカの個体数については、土砂還元が継続実施された 2010 年までは増加傾向にあった。しかし、土砂還元が実施されず、大規模な出水があった 2011 年の翌年の 2012 年では個体数は減少した。ただし、土砂還元再開後の 2015 年以降ではやや増加した。

底生動物の種数については、土砂還元が継続実施された 2010 年までは増加傾向にあったが、2011 年の大規模出水後の 2012 年、2013 年では減少した。ただし、土砂還元再開後では増加傾向がみられた。

カジカの個体数と土砂還元との関係を把握するため、一般化線形混合モデルを行った結果、カジカの個体数が多いのは、調査範囲内では下流であり、前年及び当年の土砂還元量が多く、当年に大きな出水があり、前年のカジカの個体数が多いことが関係することが示唆された。

底生動物の群集組成の変化と環境との関係について把握するため、非計量多次元尺度法を行った結果、前年の土砂還元量、河口からの距離、優占河床材料の粒径が群集組成に関係することが示唆された。

4. 考察

調査結果から、継続的な土砂還元により、カジカの個体数や底生動物の種数の増加がみられていたが、土砂還元が中断されていた 2011 年の大規模な出水により、カジカの個体数、底生動物の種数とも減少する傾向がみられた。また、土砂還元を実施していた 2007 年の出水の方が 2011 年の出水より規模は大きかったが、カジカの個体数、底生動物の種数の減少には繋がっていなかったことから、土砂還元の実施の有無が、これらの影響の違いに関係している可能性も示唆された。

また、底生動物の群集組成は前年度の土砂還元量、カジカの個体数は、当年だけでなく、前年度の土砂還元量も関係し、継続的な土砂還元が環境改善に繋がることが示唆された。

G-67

再開発ダム完成前後のダム下流生態系における物質循環の比較

弘前大院・農生　○菊地亮太、弘前大・農生　東信行

1. はじめに

青森県を流れる岩木川では上流域において 1960 年から約半世紀の間､目屋ダムが運用されてきたが､2016 年にダムが切り替わり新たに津軽ダムが運用されている。このダムには新たに選択取水設備や水質保全ダムなどの環境対策が施され、さらにダム湖水の放水口も変更されている。岩木川には多種多様な生物が生息しているが、目屋ダムの影響でダム下流においてダム湖水放流サイトからの距離に応じ、食物網・物質循環・水生昆虫相などに変化が生じていた。しかし環境対策を施したダムに切り替わり、放水口の位置も変更されたことで異なる変化が予測される。このような再開発ダムに切り替えられたというインパクトに対する河川の応答に関する報告は極めて少ない。そこで本研究では、ダム下流域の食物網・物質循環に注目し、再開発ダムに対する河川の応答を調べた。

2. 調査地・調査方法

津軽ダムではダム堤体直下から放水されるのに対して、目屋ダムでは下流取水時以外約 5km に放水口があった。それを考慮し、津軽ダム上・下流に計 11 地点の調査地を設けた。春 (6 月)、夏(8 月)、秋 (10 月) に各地点に生息する魚類・底生無脊椎動物・粒状有機物・付着藻類を対象に分析を行った。魚類の採集にはエレクトロフィッシャー (SMITH-ROOT 社製) を用い､底生無脊椎動物は 20cm×20cm のコドラートを設けタモ網で採集を行った。粒状有機物は 100μm のプランクトンネットで採集を行い、河川内の付着藻類は、水中の石から擦り取り採集を行った。分析には炭素・窒素安定同位体比分析を用いた。

ほぼ同じ位置に建設された新旧の規模や構造環境配慮設備などが異なる二つのダムを比較することで、ダムの性質が下流河川に与える影響の違いについて検討を行った。

3. 結果

炭素安定同位体比分析において津軽ダム直下の調査地で、魚類・底生無脊椎動物共にダム切り替わり前に比べて炭素安定同位体比の値が減少していた。しかし季節的な反応は両者で異なっており、魚類においては春の時点ではダム切り替わり前と比べて減少はあまり見られなかったが、夏・秋と季節が進んでいくにつれ次第に値が減少していった。それに対し、底生無脊椎動物では春の時点で値が大幅に減少しており、季節を通じての値の変化は見られなかった。窒素安定同位体比においては、ダム切り替わり前と同傾向であり、特に変化は見られなかった。

4. 考察

魚類と底生無脊椎動物の炭素安定同位体比の減少にはダム湖で生産された植物プランクトンの影響が考えられる。魚類と底生無脊椎動物で季節的な反応が異なったのは、個体の炭素入れ替わり速度の違いが関係していると考えられ、魚類においては採集した個体がダム切り替わり前生まれだったため春の時点ではダムの影響を反映しておらず、夏・秋と季節が進むにつれ徐々にダムの影響を反映していったと考えられる。

底生無脊椎動物においては年 2 化以上であり、個体の炭素入れ替わり速度が魚類よりも速いため春の時点で既にダムの影響を反映していたと考えられる。

G-68

空撮画像を用いた表層河床材料の平均粒径分布の推定

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター ○東善広、水野敏明、
滋賀県立琵琶湖博物館 北井剛

1. はじめに

主要な琵琶湖流入河川におけるコアユの近年の産卵状況は、特定の河川に産卵が集中する傾向がみられるが、その一因としては、河川構造物等による土砂移動の阻害が、河床の粗粒化と固化を引き起こし、産卵環境を悪化させている可能性が考えられている。そうした中で、滋賀県では、粗粒化解消の河床改善対策について検討を始めている。

しかしながら、こうした改善対策は、初めから大規模に実施することが困難であることや他の環境条件の制約により、それを実施したとしても産卵数の増加といった直接的な効果はすぐには現れにくいと考えられる。そのため、こういった対策を発展させていくためには、対策によって粒径分布がどう変化したかというような基本的な河床環境変化の「見える化」も重要であると考えられる。

そこで本研究では、今後、粗粒化解消の河床改善対策が実施された場合に、小型 UAV 等による空撮から表層河床材料の粒径分布の変化を簡易に把握することが可能かどうかを検証するために、既存の空撮画像を用いた解析を試みたので報告する。

2. 方法

主要な琵琶湖流入河川の一つであり、1970 年代前半、上流部にダムが建設された愛知川を対象として、2015 年 4 月下旬に滋賀県が撮影したオルソ補正航空写真画像（空間分解能 40㎝）を用い、中流域の２つの砂州域について画像解析を行った。以後、その２つの砂州域について、下流寄りのものをＡ、上流寄りのものをＢと呼ぶ。ＡとＢとの距離は約 7㎞である。空撮画像から表層粒径分布を求める方法は、粒径が大きくなるほど明暗差が生じやすい特性を応用したものである[1)]。

具体的には、まず、カラー画像を明暗の情報だけをもつグレースケール画像に変換し、解析対象域から植生域を除外したのち、各画素と周辺画素との間から算出した標準偏差値の分布を求めた。次に、Ａにおいて、2017 年 5 月、6 月に現地調査を実施し、複数地点において表層粒径を測定した。空撮時期と現地調査時期は大きく異なるが、Ａから約 1㎞ 上流の地点における 10 分間隔の水位観測データ（滋賀県）を調べると、この期間中には大きな出水はなかった。そのため、両時期で砂州上の粒径分布の変化はほとんどないとして、Ａの各地点の平均粒径と画像の標準偏差値との相関関係によりＡ、Ｂについて表層平均粒径分布を求めた。

3. 結果と考察

Ａの表層は、現地調査から概して言えば平均粒径 30㎜ 以上の領域が多く、それ以外は平均粒径 10㎜ 以下の領域が一部に存在する状況だった。空撮画像から求めた分布は、概ねその特徴が表れていた。また、Ｂについても、空撮画像から求めた分布を複数地点の現地データと比較したところ、両者は概ねよく対応していた。ただし、樹木の影が写り込んだ領域や砂州の起伏が大きい領域については両者に大きな差が生じていた。

このことから、一部の条件下では課題があるが、空撮画像を用いて河床改善対策前後における粒径分布の変化を把握できる可能性を示すことができた。

引用文献

1) 渡邉正一・綱川浩章・井良沢道也・柏原佳明・臼杵伸浩・西村直記・大野勝正：画像解析による表面粒径把握の試み、第 62 回平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集、pp. A. 242-A. 243、2013

G-69

自然共生型流域圏形成のための基礎的研究～１級河川高梁川水系を事例として

国立大学法人　九州工業大学大学院工学府　○原孝吏、伊東啓太郎

1. はじめに

岡山県南部と広島県の一部を流域圏として持つ１級河川高梁川水系は、その下流域が近代において臨海型の工業地帯として急激に発展した。そのため、農業的土地利用と都市的土地利用が混在しており、江戸時代から形成されてきた農業基盤である用水路が、都市化した地域のなかで治水・利水の観点から三方コンクリートの水路として整備され、居住地域の中にありながら、これまでの生態系や農村景観といった地域の風土への配慮はなされずに形成されてきた。また,江戸時代からの歴史的な建造物が保存され残っている倉敷川河畔では、かつて舟運として利用された倉敷川は、現在、輸送路としての機能を失ったが、伝統的な町並みとしての景観を保存するため、景観地区に指定され、河川は歴史的な景観に配慮して修景整備され、歴史的景観の一部として地域のアイデンティティーとなっている。

2. 研究目的

自然共生型の流域圏については,第三次全国総合開発計画のなかで,その理念について触れられているが,現在まで実際の地域計画や都市計画では,ほとんど考慮されてきていない。また,高梁川下流域においては,その急激な都市化によって大気汚染や河川の水質の悪化など生活環境の面での問題が顕在化しており,これからの環境と共生する社会の形成に向けて,高梁川水系の流域圏において,自然と共生した流域圏形成のため,地理情報システム上で地域に関連する情報をデータベース化し可視化するものとする。

本研究では、川から都市や地域を捉えて,自然の持つ豊かを環境形成に活かせている地域とそうでない地域との間には大きな地域差が生じており、都市化した高梁川流域における河川と土地形成の関係性に着目して、地域の環境形成のあるべき姿を明らかにしようとするものである。１級河川である高梁川水系を事例として,倉敷川河畔のように地域の自然や文化といった風土に根ざした地域形成を目指し、その上流域である森林地域を持つ新見市、中流域であり江戸時代に備中松山城が築城された高梁市、下流域であり水島工業地域を有する倉敷市を中心とする三つの圏域に分類するものとする。

3. 研究方法

地理情報システムを利用し、近世の古地図から現代の都市計画図、さらには現代最新の衛星画像までを、高梁川流域の地域の姿として地図情報としてGIS上でデータベース化し、高梁川下流域の土地形成過程と河川形成過程を可視化する。

4. 結果と考察

近世以降における高梁川下流域の土地形成過程と河川形成過程に着目し、それらの歴史的変遷をデータベース化することによりそれぞれの形成過程の関係性について考察する。このことにより、高梁川流域の風土や文化、生態系といった基礎的情報が、都市化した下流域の地域計画や都市計画を立案する上での基礎的情報として一元的に地理情報システム上で閲覧することが可能となり、また、可視化された地域情報は、防災や観光等といった地域情報としての利用が可能となり、地域活動の活性化につながるものと考える。

引用文献

1)国土交通省中国地方整備局：高梁川水系整備計画、2016
2)丹保憲仁：「自然と共生した流域圏・都市の再生」、pp228-257、2009

G-70

簡易音響測深機を用いた河川地形測量の適用可能性について

国立研究開発法人土木研究所 ○中西哲、本山健士、岩田幸治、石神孝之

1. はじめに

近年ダム等により分断化された土砂を下流河川に還元する事業が進められている。瀬や淵といった河川微地形は河川に生息する生物の生息場として重要であり、土砂供給イベントによる詳細なモニタリングが必要である。一方各種センサーの小型化や通信技術の発達によって、小型で安価な音響測深機が、主にレジャー用として流通・市販されるようになった。これらは音響による水深計測と GPS による位置情報を計測可能であり、取扱が容易な設計となっている。このような音響測深機を利用することで、河川微地形の変遷を低コストで把握することが可能であると考えられる。本発表ではこれら音響測深機の位置および水深の精度について検討を行った。

2. 地形計測

今回使用した簡易音響測深機は Deeper 社製 Deeper PRO+である。この測深機は主にレジャー用魚群探知機として開発されたものであり、水深および位置情報等のデータの他、音響の計測データや計測時間等を操作用のタブレット上に保存できる。

精度検証の対象としたサイトは、ダム下流の山地河川にある縦断方向約 30m、横断方向約 10m、水深 2m 強の淵である。この淵について測深機によるランダムの計測を行った。また、測深機を水面に固定計測し、同時に VRS-GPS による同地点の位置情報を計測した。水深の計測は実測による計測と測深機による計測結果を比較した。

3. 結果

図 1 に音響測深機による計測結果（ポイントデータ）および計測当日の水際線（黒太ラインデータ）を示す。概ね水面上にポイントが存在するが、計測当日の水際線と比較すると、陸側に計測点が見られる。VRS-GPS との比較結果は、水平方向に 1m～3m ほど異なる結果となった。また計測データの最大解像度は 15cm 程度であり、これ以上詳細な位置情報は取得できなかった。

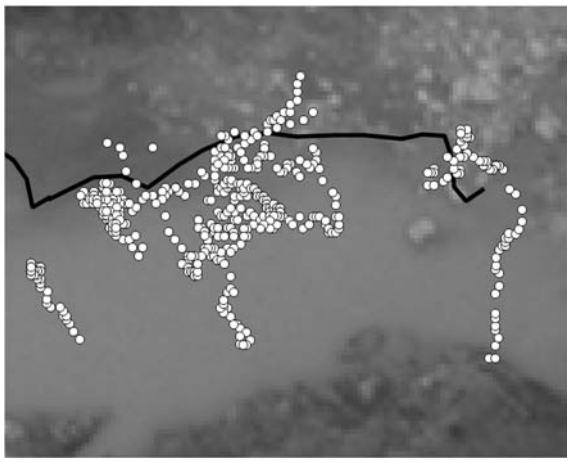


図 1　測深機による位置計測データ

水深データについては、測深機による誤差は数%以内に収まっており、概ね良好な結果となった。しかし、水深 50cm 未満は機器の仕様により計測不可能であった。

4. まとめ

市販の音響測深機を用いた音響測量および位置情報の精度について検討を行った。その結果、水平位置データについては、最大 3m 程度の誤差がある結果となった。この誤差は、山地河川のため衛星の補足率が低下するほかに、位置情報の補正を行っていないために生じたものと考えられる。水深データについては妥当な結果となったことから、位置データの取得の高精度化や浅深部の計測手法の工夫により、河川微地形把握の有用なツールになると考えられる。

G-71

Model-based assessment of urban water management strategies for a dimictic lake

Robert Ladwig[1,2], Elena Matta[2], Georgiy Kirillin[1],
Eiichi Furusato[3], Reinhard Hinkelmann[2], Michael Hupfer[1]

1. Introduction

The urban surface water system Lake Tegel in Berlin, Germany, faced various environmental stressors in the past. The construction of a complex water management setup resulted in an improvement of the water quality. To address these future challenges, coupled hydrodynamic-ecosystem lake models are applied, aimed at the simulation of the lake system and at future projections of its state.

2. Materials and methods

The General Lake Model coupled to Aquatic EcoDynamics Model Library is used to investigate if a simple 1D-model is applicable for the simulation of the lake system. We investigated different scenarios of alternative discharge regimes under climate change using projected meteorological data. Further, to take into consideration the impact of the complex hydrodynamics the multidimensional free-surface flow model TELEMAC-MASCARET is used in combination with Delft Water Quality Module. This model is applied to simulate the effect of changing flow velocities and meteorological boundary conditions on the lake ecosystem.

3 Results and discussion

Similar to other lowland lakes (Kirillin 2010), Lake Tegel can eventually shift due to climate change from a dimictic state to a monomictic one resulting in the absence of winter stratification as well as a longer vegetation period and higher buoyancy frequency during summer (Fig. 1). On the other hand, the impact of global warming can be delayed or even weakened by an active phosphorus-elimination plant. Here, the artificially induced discharge of the management system mitigates the impact of global warming on the lake ecosystem.

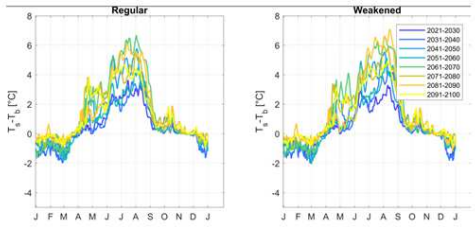


Figure 1: Stratification changes over time
(left: plant with regular discharge regime; right: reduced discharges)

4. Contact

E-mail: ladwig@igb-berlin.de

[1]Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin, Germany

[2]Chair of Water Resources Management and Modeling of Hydrosystems, Technical University Berlin, Berlin, Germany

[3]Department of Civil and Environmental Engineering, Saitama University, Saitama, Japan

References

1) Kirillin G. 2010. Modeling the impact of global warming on water temperature and seasonal mixing regimes in small temperate lakes. Boreal Environ Res. 15:279–293.

G-72

子供にとって魅力的な生物に着目した都市河川の親水性評価

愛媛大学大学院　目崎文崇，愛媛大学大学院　○三宅洋，愛媛大学大学院　泉哲平

1. はじめに

河川のレクリエーション機能は子供の健全な成長にとって重要である[1)]．子供を河川に誘引する要因として,豊かな生物相の存在が挙げられる.しかし，従来の河川生物の調査手法は専門性が高く，川遊び場としての機能を評価するには子供視点を導入した調査手法が求められる．多くの子供たちにとって身近な河川である都市河川は，環境劣化により水遊び場として顧みられることは稀である．しかし近年，都市河川環境の改善が報告されており，川遊びが可能な地点が増加している可能性がある[2)]．そこで本研究は，松山市内の多地点で，子供が実施可能な方法により，子供にとって魅力的な生物の生息状況を把握した.また,潜在的な川遊び候補地点を抽出し，「子供の川遊び場」創出のための方策を考察する．

2. 方法

本研究は，2016 年 10 月 27-31 日に愛媛県松山市の都市河川 24 地点で生物・環境調査を実施した．子供視点の親水性評価を行うため，子供でも実施可能なタモ網によるキックサンプリング（ガサガサ）により，各調査地において生物サンプルを採取した．サンプルより確認された底生動物および魚類から，子供にとって魅力的な河川生物（魅力種）を選出した．選出にあたっては，複数の児童書における掲載状況を参考にするとともに，子供による採取の好適種であることを条件とした．

魅力種の生息状況の決定要因を明らかにするために，魅力種の種数および生息密度を応答変数，生息場所環境変数を説明変数として一般化線形モデル（GLM）によるモデル選択を行った．さらに，最適モデルに取り込まれた各環境変数を単独の説明変数として，応答変数との間で単回帰分析を行った．

3. 結果および考察

採捕された河川生物のうち，25 種 1391 個体が魅力種として選出された．魅力種が特に多かった宮前川および大川水系の上流域（MY1，MY2，OK1，OK2，YS1；図 1）は，潜在的に子供の水遊びを誘引しうる地点と考えられた．

GLM による最適モデルには，河川規模と水質に関する環境変数が多く取り込まれた．単回帰分析の結果，魅力種の生息密度および種数は氾濫原幅の増加に伴い減少する傾向があった．また，全無機態窒素濃度およびリン酸態リン濃度が高い地点で魅力種の生息密度や種数が高くなることはなかった．大規模河川における激しい流量変動攪乱と水質の劣化が魅力種の減少の原因であることが示唆された．これらの結果から，都市河川において魅力種を増加させ，子供の親水性を高めるには，小規模河川において水質改善を行うことが効果的であると考えられた．

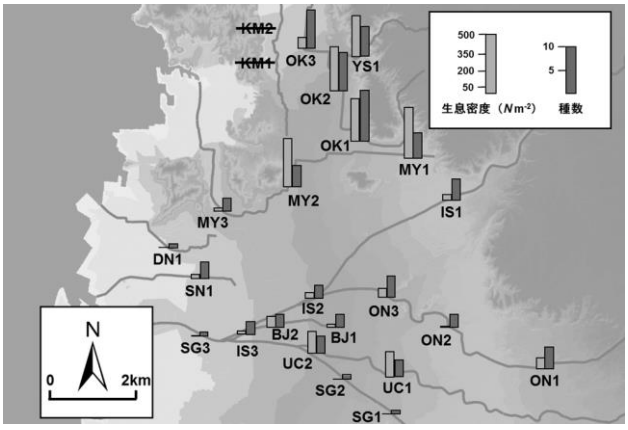


図 1　魅力種の生息密度および種数.

引用文献

1)藤江龍，土屋隆裕：青少年の体験活動に関する実態調査，国立青少年教育振興機構，2016.

2)綾史郎：くらしと淀川 近年の淀川の生態環境の変化，生活衛生，Vol. 48，pp. 334-340，2004.

G-73

淀川汽水域におけるヨシの光合成速度の現地実験と炭素固定機能の解明に向けた生長動態解析

大阪府立大学工業高等専門学校　○安原汰唯我
大阪府立大学工業高等専門学校　　大谷壮介

1. はじめに

沿岸域ではブルーカーボンによる炭素固定機能が見込まれている．特に汽水域にはヨシ帯が広がっているため，光合成によって二酸化炭素を吸収して，炭素固定に寄与していると推定される．

筆者らは淀川河口干潟において多様な一次生産者が生育している中でヨシが干潟全体の炭素収支に最も大きく寄与していることを示してきた[1)]．

そこで本研究では，ヨシの生長動態に関する特徴を把握して，さらに現地で生育するヨシを対象に同化箱を用いた光合成速度の定量化を行うことで炭素固定速度を求めることを目的とした．

2. 研究方法

調査は大阪市を流れる淀川河口から8 km上流に位置する干潟で，ヨシを対象に1ヶ月に1回実施した．光合成・呼吸速度の計測はヨシの葉一枚を対象に，二酸化炭素計(GMP343, VAISALA 社)および同化箱を用いて，二酸化炭素濃度の増減を測定した(2017 年4月～)．現存量調査について，2012 年 6 月よりヨシを採集し，乾燥重量および炭素濃度を測定した．

3. 結果と考察

3-1. 光合成速度および呼吸速度

葉1 gあたりの光合成速度および呼吸速度について，光合成速度は4月に0.0384 mgC/g/min，7月に0.0375 mgC/g/min であった(図1)．また，呼吸速度は4月に0.0106 mgC/g/min,7月に0.0119 mgC/g/minであり，呼吸速度より光合成速度の方が高かった．

3-2. 現存量

ヨシの現存量は 301-4784 gC/m^2 で変動していた．また,4月と7月の現存量はそれぞれ684 gC/m^2, 1329 gC/m^2 であった．ヨシの現存量は春季から夏季にかけて増加して，秋季から冬季にかけて減少する季節変化を有しており，さらに年変動も大きいことがわかった．

3-3. 炭素固定速度および炭素排出速度

光合成・呼吸速度および現存量を用いて炭素固定・排出速度を算出した．炭素固定速度は 4 月に1.0057 mgC/m^2/min,7月に23.71 mgC/m^2/minとなり，3か月で23.6倍となっていた．一方で，炭素排出速度は 4 月に 0.243 mgC/m^2/min，7 月に 8.360 mgC/m^2/min であり,炭素排出速度は34.4倍となっていた．また,炭素固定速度は排出速度に比べて約2.4～5.2倍大きく，4月と7月の光合成速度は，大きく変化していないことから，炭素固定速度には現存量が寄与していると示唆される．

4. 今後の展望・課題

今後は炭素固定機能の解明に向けた生長動態解析を行うと同時にバイオマスを推定するモデルの構築を行う予定である．

参考文献

1) 安原汰唯我，辻大地，大谷壮介：汽水域の一次生産者による炭素固定機能の評価，応用生態工学会第20回大会，PA-2.,2016.

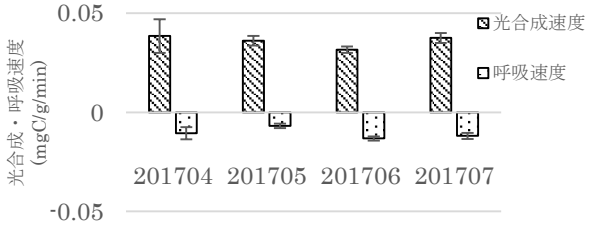


図1　光合成速度および呼吸速度の経月変化

G-74

鵜殿に生育するヨシ(Phragmites australis（Cav.）Trin.)の生長特性に関する中間報告

株式会社西日本高速道路関西支社滋賀高速道路事務所保全計画課 ○繁冨　剛
株式会社高速道路総合技術研究所緑化技術センター緑化研究室 西牟田　和沙
西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社道路技術部　　宮田　文徳

1. はじめに

ヨシはイネ科の植物で、日本では全国の河川敷にみられる植物である。大阪府高槻市の淀川右岸河川敷の鵜殿ヨシ原に生育するヨシ（以下、鵜殿ヨシ）は、雅楽等で使用され古来より珍重されている。

現在建設中の新名神高速道路は、鵜殿ヨシ原を含む淀川を橋梁で横過する計画である。鵜殿ヨシの生育特性に関する研究としては「鵜殿に生育するヨシの発芽特性および実生苗生育特性について」[1)] の技術報告の結果より、鵜殿ヨシは常時冠水しない陸地部（以下、陸域）の環境で生育することで、細胞組織が緻密なヨシになると想定された。本研究は、異なる環境下で育てた生育差のある鵜殿ヨシの実生苗を、苗圃へ移植し、同一の条件下で育成した場合の中間報告である。

2. 調査方法

調査は下記の調査を実施した。（表 1）

2-1.　全数調査

立ち枯れたヨシを、地際部から刈り取り、枯葉の除去後、試験区ごとに条数を集計し、全個体の稈高、茎径を測定した。

2-2.　地上部乾燥重量測定

試験区ごとに、地上部乾燥重量を測定した。

表 1　生育量調査内容及び測定項目一覧

生育量調査		測定項目	備考
項目	内容		
全数調査	計測	条数(本数)	地際で切断，葉を取り除く
	測定	稈高(草丈)	切断面から穂の付け根まで
		茎径(2節目下)	直交する2方向(長軸，短軸)
乾燥重量測定	乾燥	ー	80℃で96時間以上
	測定	地上部乾燥重量	

3. 調査結果のまとめ

調査項目ごとの施肥や地下水位による影響の有意差について整理した（表 2)。異なる環境下で育てた生育差が影響を与えていると考えられ、結果、陸域環境で太く緻密なヨシが生育する傾向は検証された。

3-1.　生育環境のまとめ

ヨシの生育は、当初の生育環境条件の差が、その後の成長量に対して影響を及ぼしていることが判明した。また、その生育差は同一環境に移植した場合でも、2 年間では解消しないことが明らかになった。

表 2　施肥及び地下水位条件の生育差の計測結果

影響差	施肥による影響差		地下水位による影響差	
計測	1 年目	2 年目	1 年目	2 年目
条数	IB>元>無 (p<0.05)	有意差なし	有意差なし	有意差なし
稈高	IB>元>無 (p<0.05)	IB>元>無 (p<0.05)	有意差なし	有意差なし
断面積	IB>元>無 (p<0.01)	IB>元>無 (p<0.01)	底>灌>半>冠 (p<0.05)	底>灌>半>冠 (p<0.05)
乾燥重量	IB>元>無 (p<0.01)	IB>元>無 (p<0.01)	有意差なし	有意差なし

4.　おわりに

本研究は、鵜殿ヨシの保全を目的とした基礎的な調査を行った。生育形質の異なるヨシを陸域に移植した後に、生育差が解消することを予想したが、2 年間では生育差は解消できないことが示唆された。

引用文献

1) 西牟田和沙・簗瀬知史（2016）鵜殿に生育するヨシ（Phragmites australis (Cav.) Trin.）の発芽特性及び実生苗生育特性について. 日本緑化工学会誌、 42: 232-235.

G-75

UAVによる写真測量を用いた干潟微地形変化

福岡大学 ○伊豫岡宏樹
九州大学　小山彰彦，鬼倉徳雄，山口大学 乾隆帝

1. はじめに

干潟域には砂堆や構造物周辺の洗掘等の微地形がみられ，土砂動態や生物生息環境を考える上では，極めて重要なファクターである．しかしながら，一般に行われている深浅測量等の測定間隔ではこれらの微地形は平均化され評価が難しい．本研究では，無人航空機（UAV）を用いて低空航空写真を撮影し，連続する二次元写真から三次元モデルを生成するSfM（Structure from Motion）技術によって得られた地形データから干潟の地形変化について検討を行った．

2. 方法

調査は球磨川河口干潟を対象として， 2016 年春，秋，2017 年春の 3 回の UAV による航空写真測量の結果を用いた．航空写真測量は大潮干潮時の前後 2 時間程度で実施した．撮影条件は，既存の文献[1)]を参考に写真のオーバーラップ率が 65%以上となるように，撮影高度を 50m，UAV の移動速度を 6m/s とした．航空写真の撮影に合わせて SfM のキャリブレーション用に配置した 10 か所程度の地表基準点（GCP）と，精度検証用におおむね航空標識の範囲内で30～60 地点程のRTK測量(Trimble R4 GNSS）を行った．その後 SfM ソフトウェアによって地形モデルを構築し，その標高と RTK 測量によって得られた標高を比較し，精度を確認した後GIS上で地盤高の変化量で算出した．SfM ソフトウェアはにはAgisoft PhotoScan を用いた．

3. 結果

RTK 測量と SfM による精度検証を行ったところ，いずれの観測も RMSE= 3 cm程度の良好な再現結果を得た．2016 年春から 2016 年秋の変化と 2016 年秋から 2017 年春の変化を比較すると，出水気を挟んだ春から秋にかけては堆積傾向が強く，澪筋の付近では 20 cm以上の地形変化が観測された．一方，秋から春にかけては，撮影範囲の地盤高の高低差が少なくなっており，全体的に浸食傾向が見られた．

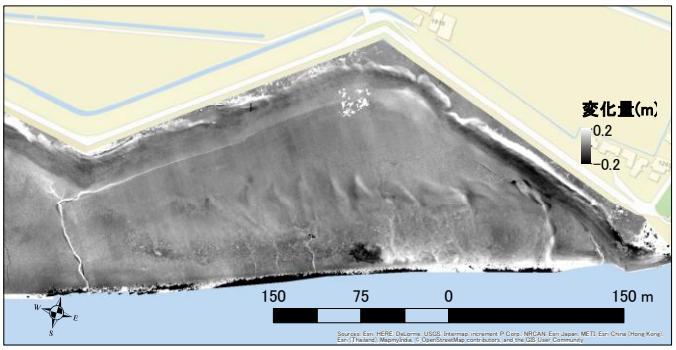


図１　地盤高の変化量（2016 年春～2016 年秋）

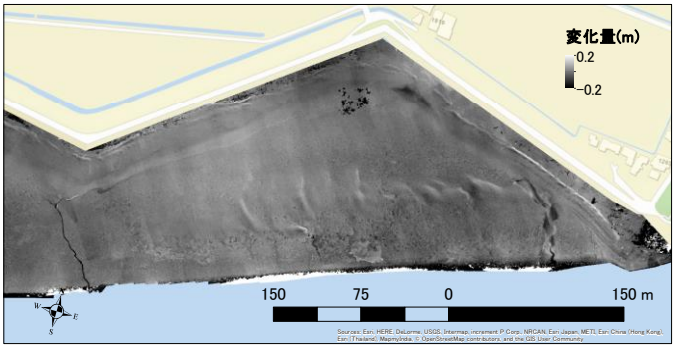


図２　地盤高の変化量（2016 年秋～2017 年春）

本手法を用は，干潟域の土砂移動を高精度に把握することが可能であり，は解像度や精度からもこれまでに行われていた手法と比べ微地形や底質に依存するような生物の生息環境を正確に評価することのできるツールとなる．

引用文献

1）井上公，内山庄一郎，鈴木比奈子，自然災害調査研究のためのマルチコプター空撮技術，” 防災科学技術研究所研究報告，vol. 81, pp. 61-98, 2014.

G-76

河口干潟の生物相の変遷－球磨川河口域における5年間のモニタリングを例として－

九大院農 ○小山彰彦，山口大院創成 乾 隆帝，九大院農 鬼倉徳雄

1. 背景

河口には河川水や潮汐，波浪などの外力によって多様な干潟環境が形成される．そして，河口域に生息する生物はそれらの環境の相違に合わせて棲み分けている．上述した日常的に変動する外力に加え，出水などの季節的なかく乱を受けて，河口域の底質環境は常に変動し続けている動的平衡状態にある．つまり，河口干潟の生物多様性を保全するためには，長期的にモニタリングを行い，底質環境の変化とそれに伴う生物相の変遷を把握する必要がある．本研究では，筆者らが定期的に実施している河口域のモニタリングによって得られた底質情報と生物相の情報を基に，河口域の底質変化，および生物相の応答の解明を試みた．

2. 材料と方法

調査地は，熊本県の一級水系球磨川の球磨川，および前川の河口域として，球磨川・前川に計100ヶ所の調査定点を設置した．2012年から16年の5年間，毎年10月において各定点で底質採集と，タモ網・スコップを用いた生物採集を実施した．採集した底質は篩を用いて，礫（> 2 mm），砂（2-0.063 mm），泥（< 0.063 mm）に区分し，全量に対する礫・砂・泥の含有率（%）を算出した．また，生物については，ハゼ亜目魚類，十脚目甲殻類，および二枚貝類を対象とした．

14年と15年の底質情報の一部が欠損したため，12年・13年・16年の底質情報を解析に使用した．生物情報については12年から16年までのデータを使用した．また，各地点の生物情報は在・不在（1・0）情報とした．12年・13年・16年の300地点において出現頻度が5%以上の55種を解析対象種とした．各種の出現した地点の礫・砂・泥の平均含有率を指標としたクラスター分析を行い，底質環境に対する種の類型化を試みた．そして，12年から16年までの5年間において，クラスター分析で得られた各類型群の平均出現種数を比較した．

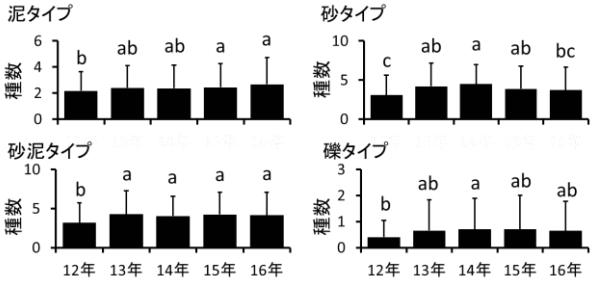


図1 各タイプの平均出現種数
（a > b > c，$P < 0.05$）

3. 結果と考察

まず，12年・13年・16年の底質に着目すると，12年から13年にかけては，平均で約2%，砂含有率が増加した．一方，13年から16年にかけて約3%泥含有率が増加した．つまり，モニタリング初期の球磨川河口域の底質は砂質化傾向にあり，そして後期には泥質化したと考えられる．

クラスター分析の結果，解析対象の55種は，泥質環境に生息する11種（泥タイプ），砂質環境に生息する21種（砂タイプ），砂泥質環境に生息する14種（砂泥タイプ），砂礫質環境に生息する7種（礫タイプ），その他2種の5タイプに区分された．12年より5年間の泥・砂・砂泥・礫タイプの平均出現種数に着目すると，特に砂質化傾向にある13年・14年では砂質タイプの種数が高く，泥質化傾向にある15年と16年では泥タイプの種が卓越していた（図1）．これらの結果から，球磨川河口域の底質環境は年ごとに変化し，それに応じて河口域に卓越する種群タイプも変化することが示唆された．解析結果の詳細や生物相の変遷については，本発表で示したい．

G-77

河口域におけるアカテガニ類幼生期の生息環境

石川県立大学大学院 ○村上隆也、石川県立大学 柳井清治

1. はじめに

石川県金沢市を流れる犀川の河口部には、普正寺の森と呼ばれる森が隣接しており、アカテガニ、クロベンケイガニ、ベンケイガニの3種が生息する豊かな生態系が存在する(これら3種を以下、アカテガニ類とする)。しかしながら、治水目的で現在この森の一部を切り取り、河道の拡幅工事を行う計画[1)]が進んでおり、その影響が懸念されている。拡幅工事による汀線付近の環境改変の影響を検討する上で、アカテガニ類のメガロパ期から稚ガニ期にかけての着底・生息環境を明らかにすることが必要である。

カニ類の幼生は、一般的に海で浮遊しながら過ごした後、メガロパとなって生息地へと移動していく。このメガロパ期は、浮遊生活から底生生活への移行期に当たるため、生活史において最も重要な時期である。メガロパは着底の際、生息場選択を行うことが知られており、本研究対象のアカテガニ類についても、着底する底質を選択しているとされている[2)]。しかしながら、アカテガニ類のメガロパが着底の際、どのようにして底質を選択するのかについて未だ詳細な調査は行われていない。そこで本研究では、異なる底質環境におけるアカテガニ類メガロパの着底量と、稚ガニの生息数を定量的に調査した。

2. 調査方法

2-1. 着底量調査

着底量調査は2016年8月から11月にかけて行った。調査は犀川最下流部の左岸で週一回、底質条件を変えた3種類(コンクリート板、人工芝マット、クリケットマット)のマット(30 ㎝×30 ㎝)を用い行った。設置地点は2ヶ所で、設置は回収日の1～3日前に行った。持ち帰ったマットから付着物をブラシで洗い流し、濾紙を用い採集した。回収日の月齢は概ね大潮、小潮になるように設定し、回収は20時頃に行った。回収の際、各地点の物理環境(水温、流速、水深)を測定した。

2-2. 上陸量調査

2016年11月5日に稚ガニの個体数密度調査を、汀線付近の3種類の底質環境(コンクリート、堆砂地、植生地帯)において行った。調査地点はいずれも犀川最下流部の左岸に5ヶ所設置した。底質環境がコンクリートの場所は25㎝×25㎝方形枠を利用し、枠内の稚ガニ数を現地で計数した。底質環境が堆砂地、植生地帯の場所は、現地での目視確認が困難であったため、移植ゴテを用い15㎝×15㎝程度の表層をサンプルとして持ち帰った。持ち帰ったサンプルをバットの中に洗い流し、稚ガニ数を計数した。

3. 結果と考察

着底量調査の結果、メガロパの着底量は人工芝マットが最も多く、底質条件によって有意な差が見られた。また、着底は9月から10月にかけて多く見られ、その後、徐々に減少していき11月29日に着底が確認できなくなった。着底量の増加が見られた日はすべて大潮(満月、新月ともに)であり、明瞭なピークを示した。上陸量調査の結果から、稚ガニが確認された底質環境は、コンクリートと植生地帯のみであった。稚ガニは植生地帯に最も多く、底質環境ごとに個体数密度に有意な差が見られた。この結果、植生地帯は上陸直後の稚ガニにとって、重要な生息場であり、保全を行うことの重要性が示された。

引用文献

1)石川県：犀川水系河川整備計画、pp. 15-16、2005
2)福田 靖:カニ類の幼生(総説)、日本ベントス研究会連絡誌、17/18、pp. 18-32、1979

G-78

海底地形がアマモ場の形成に与える影響

和歌山大学大学院システム工学研究科 ○池田航助、和歌山大学大学院システム工学研究科　水町泰貴
和歌山県工業技術センター　大南真緒、和歌山大学システム工学部　中島敦司

1. はじめに

日本の浅海域には古くからアマモ場と呼ばれるアマモ（*Zostra Marina* L.）やコアマモ（*Zostra japonica* Asch. et Graebn.）の群落が存在する。しかし，沿岸部の開発によって浅海域の環境が変化し，アマモ場の消失が危惧されるようになった[1)]。

近年では，アマモやコアマモの研究やアマモ場の造成技術の開発が行われているが，波浪などの影響により定着が不安定であることも指摘される[1, 2)]。

そのため，本研究では，アマモ場の形成位置と波浪の関係に注目し，海底地形がアマモ場の形成に与える影響について明らかにすることを目的とした。

2. 調査方法

紀伊半島西部南東部を対象として，現地調査を行い，アマモ場の形成を確認した地点を海底地形図上に記録した。そして，海底地形とアマモ場の形成位置との対応関係を判読した。

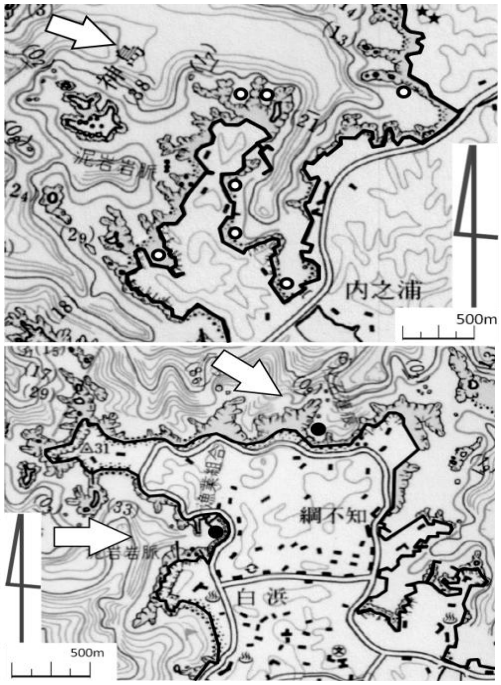


図１　入り江（上），外海に面した地点（下）におけるアマモ場の分布（白丸：入り江，黒丸：外海に面した地点，矢印：波の向き）

3. 結果および考察

紀伊半島西部南東部では 25 地点でアマモ場の形成を確認した。25 地点のうち，15 地点が入り江，10 地点が外海に面した条件であった。紀伊半島においては，静穏な浅海域だけでなく，波の影響が大きい外海に面した地点でもアマモ場が確認されたが，群落は漁港や防波堤などの消波設備や岩礁などの裏側の静波条件下で形成されていた。したがって，外海からの波が直接到達する場所であっても，波の影響を緩和する消波設備や岩礁などが存在することでアマモ場は形成されると考えられた。また，波の影響が小さい入り江においても岩礁などに囲まれた静波条件下で，より多くのアマモ場の形成を確認した。

このように，岩礁などの消波構造が，到達した波力を緩和し，アマモやコアマモ個体の流出を阻害，または漂流したアマモやコアマモの種子や茎葉を捕捉することで，岩礁などの消波構造の裏側でアマモやコアマモが定着し，アマモ場が形成されると考えられた。

引用文献

1) 藤原宗弘（2013）瀬戸内海浅海域におけるアマモ場造成技術に関する研究．香川県水産試験場研究報告，14：1-51.

2) 平岡喜代典・杉本憲司・三浦仁志・寺脇利信・岡田光正（2006）アマモ場再生事例と実証試験に基づくアマモ場再生の検討．環境科学会誌，19(3)：241-248

G-79

静岡県遠州灘海岸林におけるマツ枯れ後の立地環境が植生の遷移に及ぼす影響

東興ジオテック株式会社　○宮浦徹
東京都市大学 環境学部　吉﨑真司

1. はじめに

我が国の沿岸域には砂防や防風、膨潮等の防災を目的としたクロマツ海岸林が多くで造成され、維持管理されている。2011 年の東日本大震災以降、防災機能の高い林について改めて関心が高まってきているが [2]、明治初期頃から始まったとされるマツ枯れや、管理放棄による広葉樹林化でクロマツ海岸林として維持されていない地域も多く存在する。海岸に近い環境という点で、広葉樹林による防風、防潮等の防災機能の発揮が懸念され、今後の海岸林を考えるうえで、広葉樹導入について多くの議論がなされている [3]。

静岡県掛川市の遠州灘海岸林は数列に渡り帯状に連なっており、西側からの強い季節風を海の方へ逃がすよう海岸線に斜交する人工斜め砂丘上に造成されているという特徴を持っているが [4]、マツ枯れの被害が多く、早期伐採等の対策により林内の植生遷移による広葉樹林化で林相が大きく変化してきている。近年、海岸林において針広混交林や常緑広葉樹林への転換を含めた施業方法が提示されるようになり [1]、当該地でも広葉樹の導入が検討されつつある。

そこで本研究では、海岸林への広葉樹導入において、立地環境によっても目標とする樹種が異なることを明らかにするために、マツ枯れ後の植生遷移と立地環境との関係を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2-1. 対象地

本研究は、マツ枯れ被害の甚大な静岡県掛川市の弁財天川と菊川の区間約8 ㎞に位置する海岸林を調査対象地とした。

2-2. 調査方法

調査地の林相を把握するため、2008 年 6～9 月に現地踏査による林相把握を行った。また、マツ枯れ後に広葉樹が成立している地点において、優占する種を把握するための植生調査と土壌調査を行った。

3. 結果

3-1. 林相状況

対象地における海岸林約 97.7 ha のうち、約 57%が広葉樹の優占する海岸林であることが分かった。また、クロマツの混在する海岸林は約 24%であり、残りの 19%は裸地・草地等の状態であることが分かった。

3-2. 立地による土壌環境

調査地の傾斜角は 10° ～37° とばらつきがみられたが、海側に近い海岸林の傾斜が大きいことが分かった。また、含水比においては海側に近い海岸林と陸側の海岸林の立地環境で違いは見られなかったが、北向き斜面が約 16 %、南向き斜面が 8～9 %と斜面の向きによる差があることが分かった。

引用文献

1) Taoda, H. (1988) Succession of Pinus thunbergii forest on coastal dunes, Hitotsuba Coast, Kyushu, Japan. Hikobia 10: 119-128.
2) 山中啓介・藤原道郎・林田光祐・後藤義明・鈴木覚・宮前崇・井上章二・坂本知己 (2012) 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震で発生した津波が仙台市井上地区の海岸林に及ぼした影響 -防潮堤と海岸クロマツ林の被害との関係-. 海岸林学会誌, 11: 19-25.
3) 吉﨑真司 (2012) 海岸林再生における広葉樹植栽について. GREEN AGE, 05: 12-15.
4) 吉﨑真司 (2014) 我が国における海岸緑化の現状と課題-静岡県遠州灘海岸林を例として-. 景観生態学, 19(1): 35-40.

G-80

仙台平野の津波被災海岸林における土壌攪乱強度とカワラナデシコの生育密度の関係

日本大学生物資源科学部 ○大澤啓志、㈲太陽 内野沙織

1. 背景・目的と方法

ナデシコ科カワラナデシコ（*Dianthus superbus* L. var. *longicalycinus* (Maxim.) Williams）は，本州～九州，中国，朝鮮半島，台湾に分布する多年生草本である。2011 年の東日本大震災で津波によるダメージを受けた仙台湾域の海岸林（宮城県岩沼市）において，本種が多数開花している地区が認められている [1]。異なる土壌攪乱強度の立地において本種の生育密度が異なることに着目し，本種の攪乱への適応能を考察した。表土に対する攪乱強度は，表土残存区，表土流出区，基盤土流出区の 3 区分とした，各条件区で 1 m^2 のコドラートを任意に 5 ヵ所設置し，カワラナデシコの全ての株を目視計数した（2015 年 8 月及び 2016 年 8 月実施）。

2. 結果と考察

表土流出区が突出して高い値（平均 90.2～96.4 株／m^2）を示し，両調査年とも他の条件区に対し有意差が認められた（Bonferroni 補正による一元配置分散分析，P<0.01）。表土残存区と基盤土流出区は同程度の値であった。連続調査年による違いはほとんど見られなかった。すなわち，津波被災後 5～6 年時点で表土に対する攪乱強度の違いにより，本種の生育密度に差が生じており，本種は表土の攪乱に対する耐性を有するのみならず，それを積極的な個体数増加の契機にしていると言える。このため，本種は r 戦略種の性質が強いと考えられた。なお，表土流出区は開花株数と 1 cm 以下の幼個体の多さが特筆され，多くの実生，多くの若齢株，多くの成熟開花株からなる個体群構造を呈していた。

コドラート内の土壌硬度，土壌水分，開空率，草本層植被率の計測結果の内，表土残存区よりも表土流出区の方が植物の発芽・生育に適すると考えられるのは，草本層植被率のみであった。これに対し表土流出区は，2015 年時点でテリハノイバラ等により平均 50 %までは回復しているものの，2011 年の津波直後はほぼ裸地状態であったと推察される。本種の種子は光条件が整えば高い発芽能力を有するため，地表部が陽光に晒される裸地的環境において多数の発芽・生育が生じたと考えられる。

一方，より強度の攪乱を受けた基盤土流出区と比較すると，さらに草本層植被率が小さな値にもかかわらず株密度は低くなっていた。ただし基盤土流出区の土壌硬度の著しい低値（平均土壌硬度 0.3 mm）を示し，V 字にえぐられた極めて緊縛の無い斜面（平均 18°）では風雨により常に表面の砂の移動が生じていると推察される。実際，基盤土流出区では，このような砂の移動が生じる海浜域に生育するコウボウムギやハマヒルガオ等が優占していた。これが影響し，本種の種子の発芽・定着が阻害され，基盤土流出区の密度が低く抑えられてきた可能性が強い。

3. まとめ

本調査地は，2011 年の津波のみならず例えば慶長三陸地震（1611 年）や昭和三陸地震（1933 年）等，過去にも繰り返し津波被害を受けている立地である。すなわち，本地区では津波といった大規模攪乱によりダイナミックに生育規模を拡大あるいは縮小させつつ個体群を維持してきたものと推察される。本種のハビタットの保全や在来種としての緑化利用においては，この攪乱依存性に留意する必要がある。

引用文献

1) Osawa, S., Arai, E. and Nanaumi, E. (2016) The distribution of *Dianthus superbus* var. *longicalycinus* on the tsunami- stricken coastal forest in Sendai Bay. The 15th International Landscape Architectural Symposium of Japan, China, and Korea, Program and Proceedings: 37-47.

G-81

万葉集および勅撰和歌集にみる松の詠まれた立地の変遷

株式会社 愛植物設計事務所 ○七海絵里香、日本大学生物資源科学部 大澤啓志

1. はじめに

人は古来より周囲の植生景観やそこに生育する象徴性の高い植物に対し、様々な意味や美意識を見出してきた。今日の緑化に対する価値観や美意識はこれまで累積してきた緑化文化の基層の上に成り立っており、今後の緑化を考える上では、現在につながっている過去からの緑化文化の内実を検討することは意義あることと考える。本研究では、万葉集および勅撰和歌集を基に松の詠まれた立地を把握し、奈良時代から室町時代にかけて注目された植生景観が成立し得る立地を検討し、松に対する人々の意識構造の変化過程を考察することを目的とした。

2. 調査方法

調査はまず、万葉集および勅撰和歌集(古今和歌集～新続古今和歌集)から松が詠まれた歌を全て抽出し、加えて、題名や詞書，題詞（和歌や俳句の前書きとして，その作品の動機，主題，成立事情等を示したもの）に「まつ（松）」の記述があるものも同様に抽出した。次に、抽出した歌の原文および現代語訳の確認を行った。そして、歌の内容から松の詠まれた立地が類推できるものを抽出し、その立地を示す用語を区分し、集計した。さらに、対象の和歌集において松の詠まれた立地の変遷を見るため、和歌集の編纂された年代を基に700年代､900年代､1000年代、1100年代、1200年代、1300年代、1400年代に区分し、各年代区分での松の詠まれた立地の割合について集計した。また､「山」の立地については、関連用語との関係や具体的な山名の有無の歌数割合を見た。最後に、松の風の音について、臨海部／内陸部の歌数割合の状況が変化する700年代～900年代、1000年代～1100年代、1200年代～1400年代に分けて、立地別での歌数割合を求めた。

3. 結果・考察

万葉集および21編の勅撰和歌集において、松は計1,493歌で詠まれており､各和歌集では平均約4%（N=22）で詠まれていたことから、700～1400年代にかけて、松が歌に詠まれる対象となり続けた樹木であることが示された。また、松の詠まれた立地は最も古い年代（700年代）では臨海部32.5%に対し内陸部は3%に止まっており、さらに、臨海部の中でも「磯」に比べて「浜」が圧倒的に多かったことから、当時、松を詠むのに「浜」の松が最も好まれていたことが読み取れた。しかし、時代が下るにつれて山のアカマツ林の歌数割合の急増が認められ、特に1200年代を境に割合が逆転したほどに「山の松」への価値の転換が生じていた。これは、歌中の山に関連する用語の種類が多様化したこと､さらに、900年代以降では大半が具体的な山名のない「山」の立地の松が詠まれていたことから、「名もなき山」への嗜好が広まったためと考えられた。また、年代区分別の風の音を表した歌数割合は、内陸部、特に「山」では700～900年代の7%から1200年代以降は25%に達していたことから、「視覚としての浜の松」から、「聴覚としての山の松」への嗜好の変化を読み取ることができ、特に山の松（多くはアカマツ）の間を吹き抜ける風音（聴覚）と結び付けて松を読む嗜好が時代を下るにつれて定着したと言える。

本研究で明らかにした松に対する変わらない価値観､あるいは時代毎による価値観の変化や多様化は、松とその植生景観に対する象徴性、時代性をよく表しており、その文化性の深さを物語っている。この様な文化性を踏まえた緑化という視点も今後重要と考えるとともに、個々の緑化植物の持つ歴史的な文化性の掘り起こしについての研究蓄積も求められる。

G-82

愛知県田原市西ノ浜海岸林におけるクロマツの根系掘削および周辺地下水位調査の事例

国土防災技術株式会社 ○田中淳、国土防災技術株式会社 中澤　洋
国土防災技術株式会社 佐藤威臣

1. 調査場所・調査木

調査場所は、愛知県田原市の西部、渥美半島の伊勢湾に面する(北西向き)海岸線に沿って位置する。

調査木3本（表1）は、いずれもクロマツで汀線から約180ｍ離れ(防潮堤道路の中央からの距離150ｍ）汀線とほぼ平行に約100 ｍ間隔で並んでいた。

表1　調査木諸元

調査木	胸高直径(cm)	樹高(m)	地盤標高(m)	緯度(°)	経度(°)
N1	19.5	10.8	1.42	34.61926944	137.0437028
N2	15.9	9.3	0.88	34.62016111	137.0442139
N3	16.4	10.1	1.05	34.62078333	137.0446167

2. 調査方法

2-1. 根系掘削調査方法

クロマツの根系掘削調査は､根の切断に気をつけ、土壌断面を出すよう鉛直根が確認できるまで掘り進めた。その後鉛直根と思われる根の成長深度を測定した後、全体を掘り進め、掘り出した。その後、バックホウにて掘削を進め、調査時の地下水位を確認した。

2-2.　地下水位観測方法

地下水位の観測は、BV-0～5 の 6 地点にて実施した。地下水位変動の観測は、分解能 1 cm の水位センサ（製品名：DS-1）を設置し、半自動観測データ収録器にて 60 分ごとに 1 回（10 分間）のデータを記録した。

3. 調査観測結果

3-1. 根系深度調査結果

調査結果を図1に示す。3本の最大根系深度は、平均は地表面-1.03 m、平均標高は、(東京湾中等潮位（以下T.P.)) 0.08 ｍであった。いずれの根も滞水によって根の生長が阻害された影響が見られた。

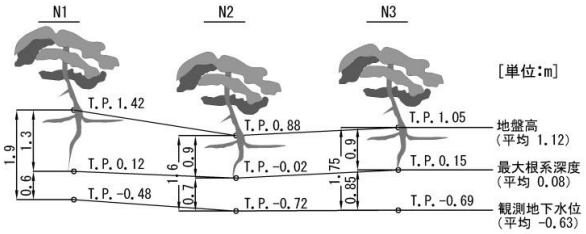


図1　根系掘削調査結果

3-2. 地下水位変動観測結果

調査期間6地点の地下水位の変動を表-2に示す。地下水位は、いずれの観測孔も同じように変動した。調査木に近接しているBV-0は､掘削深が浅かったため、最低水位を観測できなかった。

表2　地下水位の変動幅（単位［m］）

	BV-0	BV-1	BV-2	BV-3	BV-4	BV-5
汀線からの距離	180	100	290	450	430	400
防潮堤道路中央からの距離	150	30	220	380	360	360
地盤高	1.27	1.91	2.47	2.37	2.11	2.95
最高水位	1.22 (0.85)※1	0.96	1.00	1.03	0.70	1.08
最低水位	0.26※2	0.15	0.21	0.20	−0.10	0.23
中央水位	−	0.35	0.47	0.49	0.18	0.55
平均水位	−	0.38	0.53	0.55	0.25	0.60
最頻値	−	0.26	0.46	0.48	0.15	0.54
水位差	−	0.81	0.79	0.83	0.80	0.85
観測期間	2013/2/15～2014/12/2 655日間		2014/7/24～12/2 131日間			

※1:2014/7/14～12/2(131日間)の値
※2:観測孔の深度が足らず最低水位は観測不能

4. 最大根系深度と地下水位の関係

地下水滞水期間と最大根系深度の関係を把握するには至らなかった。しかし、調査位置によって地下水位の高さは異なるが、水位変動の傾向は同様であるため、いずれかの水位変動データ、特に調査木付近のBV-0と水位変動が近いBV-1を活用し地下水位変動を予測することは可能と考えられた。

G-83

生育環境の違いが潮上帯のハマボウ（*Hibiscus hamabo* Siebol det Zucc.）稚樹の樹形に与える影響

和歌山大学大学院システム工学研究科○白井史昌、清長孝成、池田航助、
和歌山大学　システム工学部　中島敦司

1. はじめに

ハマボウ（*Hibiscus hamabo* Siebol det Zucc.）は，耐塩水性の夏緑性低木であり，近年は生育地を減らしている [2)]。ハマボウの生態に関する研究はいくつかあるが [1, 2)]，不明な点も多い。本研究では，紀伊半島に自生するハマボウ群落を対象に，成木と稚樹の関係性について調べたので結果を報告する。

2. 材料および方法

2016 年 4 月から 12 月の期間，紀伊半島でハマボウ群落の分布が報告されている 6 地点 [2)]に生育する成木と稚樹の位置は GPS を用いて記録した。並行して，樹高 150㎝ 未満の稚樹の樹高と地際直径，主幹の節間数を測定した。

3. 結果および考察

3-1. 生育場所ごとの更新個体数と成立位置

表 1 に，調査対象地の 6 地点で生育する母樹の個体数に対する更新個体数を示した。これによると，成木から離れて生育する稚樹よりも，樹冠下で生育するものが多く確認された。また，成木の露出根の付近や消波ブロックの隙間に生育する稚樹が多見された。このため，成木の露出根や消波ブロックなどには，落下，漂着した種子を捕捉する機能があると考えられた。

3-2. 生育場所の違いが稚樹の成長に与える影響

図 1 に，ゆかし潟，太田川，内之浦干潟親水公園，富田川に生育する稚樹の樹高，地際直径，主幹の節間数の相関を示した。これよると，場所ごとの散布の分布傾向には違いがあったが，全体として有意な相関が認められた。また，ゆかし潟に生育する個体の節間長は他の 3 地点の個体と比べて大きく，内之浦干潟親水公園に生育する個体の年間肥大成長量は他の 3 地点と比べて大きかった。さらに，他の 4 地点よりも年平均降水量が 800㎜ 多い太田川における節間長と年間肥大成長量は他の 4 地点と変わらなかった。このため，紀伊半島内での降雨の多少は，稚樹の樹形形成に影響を及ぼすレベル差にないと考えられた。

表 1　成木に対する稚樹の個体数と稚樹の生育位置

Habitats	Number of saplings per adult tree	Parsentage of saplings per total saplings(%)	
		Under canopy	Out of canopy
Hidaka	0.3	80.6	19.4
Kirime	0.0	0.0	100.0
Uchinoura	0.1	76.0	24.0
Tonda	0.3	68.8	31.3
Yukashi	0.3	80.0	20.0
O-ta	0.6	100.0	0.0

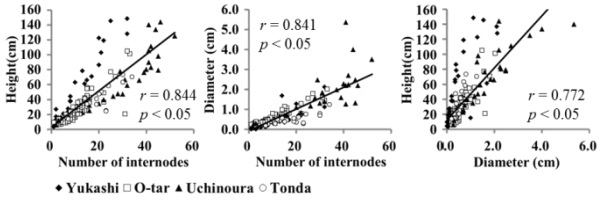


図 1　稚樹の樹高，地際直径，主幹の節間数の関係

4. 引用文献

1) 北村泰一・永利薫織（2005）小丸川入り江に生育するハマボウ種子の耐塩水性について．南九州大学研究報告　自然科学編，35: 1-12.
2) 中西弘樹（1979）ハマボウ群落の分布と生態．日本植物分類学会植物分類・地理，30(4〜6): 169-179.

G-84

湘南海岸における砂防柵の設置による微地形と風環境の変化が飛砂害に及ぼす影響

東京都市大学環境学部 ○吉崎真司
株式会社オリエンタルコンサルタンツ 長島大輔
武蔵工業大学環境情報学部（現：主婦） 清水亜里沙

1. はじめに

我が国の沿岸域では，最近は海岸防災林の造成や建物の性能向上等によって飛砂害は減少しているものの，防災林の前面への自転車道や遊歩道建設等に伴う飛砂害は依然として多い。また，南海トラフ地震と津波の被害が心配される関東以西の太平洋岸における災害に強い海岸防災林の造成や維持にあたっては樹林前面の微地形の検討や飛砂の発生状況の把握が必須である。そこで，砂面変動による飛砂害が激しい神奈川県湘南海岸において，砂防柵設置による微地形と風環境の変化が自転車道への飛砂害に及ぼす影響を明らかにすることを目的に研究を行った。



写真１　湘南海岸自転車道上の堆砂状況

2. 材料ならびに方法

神奈川県湘南海岸の自転車道は，総延長 8.4 km，幅員3～4ｍのアスファルト舗装である(写真-1)が，砂浜と砂防林に挟まれた場所にある[1]ために毎年飛砂害が発生している。最寄りの気象庁辻堂観測所のデータ（2009~2014）によれば，当該地では春季に海から吹く南南西の強風が飛砂害の発生に関係していると考えられた。そこで，砂浜幅が 50 ｍ以上で波の影響を受けない７タイプの微地形から除砂量の異なる３タイプを抽出して，2008 年と 2014 年の２時期における砂防柵の設置位置と微地形測量、風環境測定及び堆砂量，植生の調査を行った。

3. 結果と考察

表１に各調査地点の現地調査結果の概要を示す。

表１　調査地点の砂浜幅、植生、柵の変化

地点	D		B		C	
西暦年	2008	2014	2008	2014	2008	2014
砂防柵	１列 有り	１列 埋没	２列 有り	１列 斜め	３列 有り	１列 有り
砂浜(m)	80	82	67	82	69	78
植生	有り	有り	無し	無し	有り	有り
植被(%)	26.5	12.1	0	0	41.8	9.5
植生（m）	31 １列	30 ２列	0	0	20 １列	12 ２列

調査結果から，柵の設置の有無や設置位置，柵の新設と砂中への埋没が微地形の変化（形成される砂丘の位置）に影響し，微地形の変化と柵の防風・防砂効果によって減風域の範囲や飛砂が堆積する場所が変化することで，自転車道への堆砂量（飛砂害の程度）にも影響を与えることがわかった。

鈴木(1981)は，「堆砂垣を連ねて出来た砂丘の頂に起伏がある場合には，その起伏が次第に増幅され，凹所の後方の林帯に被害をもたらす例も多い。」[2]と述べており，砂浜における飛砂害の低減は，砂浜後方の海岸防災林を健全に維持していくためにも重要であり，今後は植生被覆による砂面の安定効果についても検討する必要があると考えられた。

引用文献

1) 神奈川県湘南なぎさ事務所(1997)白砂青松ー湘南海岸の保全と整備の歩みー.
2)鈴木　清(1981)湘南海岸における砂地緑化工に関する考察　緑化工技術，8(2)：17-21.

G-85

日本産在来海浜植物の地域性評価および発芽特性

中部電力株式会社・○津田その子、守谷栄樹
（一財）電力中央研究所・小林聡、富田基史、阿部聖哉、松木吏弓

1. 背景および目的

生物多様性に配慮した緑化工事に用いる在来種の入手にあたっては、遺伝子レベルの多様性を守るため、地域間の移動にも配慮した「地域性種苗」の利用が求められている。しかし、吹付工事で多用される草本植物の地域的な差異に関する研究事例は少なく、遺伝子攪乱のリスク低減を優先させ施工地の近くのみから入手することが推奨され、施工コストの増加が不可避となっている。

当社はこれまでに、イネ科を主体とした草本植物10種について、葉緑体DNA多型解析にもとづく国内の地域間の遺伝的差異や、発芽率を評価し、調達や利用が容易な在来種の選定を進めている[1),2)]。さらに本研究では、沿岸地域の在来種として海浜植物6種について、葉緑体DNA多型による地域性および発芽条件に関し同様の調査を実施した。

2. 材料および方法

2-1. 供試材料および採取地点

中部地方の沿岸に典型的にみられる海浜植物6種（表1）について、本州、四国、九州の沿岸部13地域で採取し、葉緑体DNA多型解析には、環境省で検討を進めている地域区分および国土区分を網羅する計288個体の葉、発芽試験には中部地域から採取した個体の種子を用いた。

表1　供試材料

科	和名
カヤツリグサ	コウボウムギ
カヤツリグサ	コウボウシバ
キク	ネコノシタ
クマツヅラ	イワダレソウ
マメ	ハマエンドウ
ヒルガオ	ハマヒルガオ

2-2. 方法

葉緑体DNA多型は5領域（rps16、trnL intron、trnT-trnL、trnC-petN、trnG intron；ただし、ハマエンドウについては rps16、trnC-petN の代わりに aptI-atpH、psbA-trnH）を用いて解析した。発芽試験は、12時間日長、明期25℃暗期18℃、10,000lx下で、湿らしたろ紙上の発芽個体数を週1回6週まで計測した。また、種ごとに必要な前処理を検討した。

3. 結果

3-1. 葉緑体DNA多型による地域性解析

葉緑体DNA多型によるハプロタイプ数は、ハマヒルガオが2タイプで地理的な特徴は認められなかった。ネコノシタは5タイプで九州および山陰で多型が見られたが、その他は1タイプのみで関東以北は分布がなかった。ハマエンドウは7タイプあったが日本海側と太平洋側で主体となるタイプが異なる傾向が認められた。コウボウムギ、コウボウシバ、イワダレソウについては、今回解析した5領域において多型は検出されず1タイプのみとなった。

3-2. 室温で乾燥させた種子を用いた発芽試験

コウボウムギ、コウボウシバ、ネコノシタについては、5℃暗条件で60日間の低温湿層処理を加えることにより、それぞれ25%、58%、27%の発芽率となった。ハマエンドウ、ハマヒルガオは種皮の一部に傷をつけることで、それぞれ98%、76%と高い発芽率が得られた。

引用文献

1) 津田ら：日本緑化工学会誌 40(1)、pp.72-77、2014
2) Tomita *et al.*：Landscape and Ecological Engineering 13(1)、pp. 33-44、2017

G-86

房総半島沿岸域における UAV-SfM を用いた海浜植生の成帯構造の把握

東京大学大学院 新領域創成科学研究科 自然環境学専攻 ○中田 康隆
東京大学 空間情報科学研究センター 小口 高、早川 裕弌

1. はじめに

日本の海岸砂丘には、かつて砂の動的な挙動が多様な地形を形成し、それに対応した植生が成立することで、多様性の高い生態系が存在していた。しかし、都市化・護岸工事・砂防林造成等の各種開発により、縮小・消失が進行してきた。そのため元来の自然環境が残る砂丘は皆無である。しかし少数ではあるが部分的に海浜とその後背に小規模な砂丘が残存する箇所が存在する。ここでは汀線から陸側に向けて飛砂量や飛塩量が変化する環境勾配に沿って、植物が棲み分けを行い成帯構造が形成される。本研究の対象地域である千葉県では東日本大震災後、防潮堤の新設・増設が進み、数少ない成帯構造の残存箇所も消失しつつある。そのため比較的簡易な手法で成帯構造を早急に把握し、保全や再生を実施する必要がある。そこで、本研究ではUAV-SfM手法(小型無人航空機を用いたSfM多視点ステレオ写真測量)を用い、植生分布と地形等の立地環境の対応関係から成帯構造を定量的に把握することを試みた。

2. 方法

調査は2016年9月・2017年3月に九十九里浜、白浜、富津洲で実施した。UAVの飛行高度は40m、GCP(Ground Control Point)は各海浜で10箇所設置し、GNSS(Global Navigation Satellite System)を用いてその位置を計測した。SfM ソフトウェアの一つであるAgiSoft社のPhotoScanを用いて、数値表層モデル (以下、DSM)・オルソ画像を作成した。植生調査は2016年10月に実施し、1m×1mのコドラートを各海浜に約30箇所設置し、種名と植被率を記録した。TWINSPAN(two-way indicator analysis)により植生を区分し、優占種で群落名を決定した。ここで得られた群落とオルソ画像から植生図を作成した。DSM から算出した環境データと植生図を重ね合わせ、選好度指数を用い、各植生の選好する立地を求めた。

3. 結果と考察

コウボウムギ群落は汀線から見て前方から中方の位置に分布し、比高は低から中、傾斜は緩傾斜、堆積環境、傾斜方位は南向きを好む傾向にある。ハマヒルガオ群落は海浜の前方に分布し、侵食傾向の立地を好む。オニシバ群落は海浜の前方に分布し、緩傾斜の立地を好む。ネコノシタ群落は緩傾斜を好んだ。ケカモノハシ-ネコノシタ群落は海浜の中方に分布し、比高も中を好む。チガヤ群落は海浜の中から後方に分布し、比高は中から高を好む。コマツヨイグサ群落は海浜の中から後方に分布し、比高は中、傾斜は緩く、侵食傾向の立地を好む。

房総半島における成帯構造は海浜の前方にハマヒルガオ・オニシバ群落が優占し、中方にコウボウムギ・ネコノシタ・ケカモノハシ群落、後方にコマツヨイグサ・チガヤ群落と変化する傾向にある。海浜前方は波蝕により攪乱を受けやすい立地であることから、ハマヒルガオ等の先駆種が分布していると考えられた。海浜の中程は砂の移動が多く、堆積環境を好むようなコウボウムギ・ケカモノハシが優占していると考えられる。後方の安定した立地ではチガヤ・コマツヨイグサが分布しているが、コマツヨイグサはチガヤよりも比高が低く、侵食傾向の立地を選好すると考えられる。本研究ではUAV-SfMを用いて簡易的に取得できるデータから海浜植生とその立地環境の対応関係を解析した。今後はこれらの結果を基に保全や再生における指標を作成し、他地域との比較を行いたい。

G-87

林床における落葉分解に伴う放射性セシウムの吸着様式の変化

千葉大学大学院園芸学研究科 ○斎藤　翔
小林達明、高橋輝昌

1. 背景と目的

2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故によって放出された放射性セシウム(以下, ^{137}Cs)は，東日本地域の森林を広範囲に汚染した。本研究の対象地域である阿武隈地域は森林が多く，森林資源で生計をたてたり，農業用の堆肥として落ち葉を使用したりする住民がいる。そのため，今後の森林生態系内での^{137}Cs動態の予測や，除染計画の考案のためには，林床のリター内の植物に吸収されやすい吸着様式の^{137}Cs量の割合の把握が重要である。本研究では新鮮落葉のL層を，リターバッグ法を用いて約半年間林床に置き，^{137}Cs濃度や吸着様式にどのような変化があるのかを調査した。また，有機物層除去処理試験を行った試験地でも，同様にリターバッグ法を用いて調査した。

2. 調査地と調査方法

調査は，福島県伊達郡川俣町山木屋地区のタバコ畑を囲うコナラ林で行った。2013年6月29日から7月1日にかけて，南東向きの斜面林に幅9m，斜面長35mの試験区を設けA～C区とした。A区は対照区，B区は表面汚染密度値が3Bq/cm^{2}以下となるまでA_0層全体および鉱質土層の一部も削り取った。C区ではL層とF層の一部を，熊手を用いて除去した。

2016年5月1日に，各試験区にリターバッグを設置した。回収は6～11月にかけて毎月行い，^{137}Cs濃度を測定した。その後，逐次抽出法を行い，可給態である水溶態・交換態画分と不可給態である残渣を測定した。

3. 結果と考察

リターバッグ内リターの^{137}Cs濃度は，A区で3000Bq/kgから7000Bq/kgまで最も増加し，B区，C区でも増加がみられた。特に温暖多湿となる9月，10月に^{137}Cs濃度が大きく増加し，糸状菌による^{137}Csの吸収と関係がある可能性があった。リターバッグ内リターの^{137}Cs濃度は，試験区の土壌中^{137}Cs放射能の影響を受け，A区で最も高く，B区で最も低かった。(図省略)。

リターバッグ内リターの^{137}Csの吸着様式分布は，初期に80%以上が可給態であったが，10月末までにA区では約24%にまで減少し，B区C区では約11%にまで減少した。これは，林床処理を行うことで，有機物層の厚さが薄くなり，鉱質土層がより露出しやすくなったため，降水により土壌がリターバッグ内に流入し，土壌中の粘土鉱物に可給態である水溶態画分，交換態画分の^{137}Csが固定されたことが原因であると考えられた。不可給態である残渣は増加傾向であった。リターバッグ内リターの^{137}Cs濃度の増加は，不可給態である残渣によるものであった(図1)。

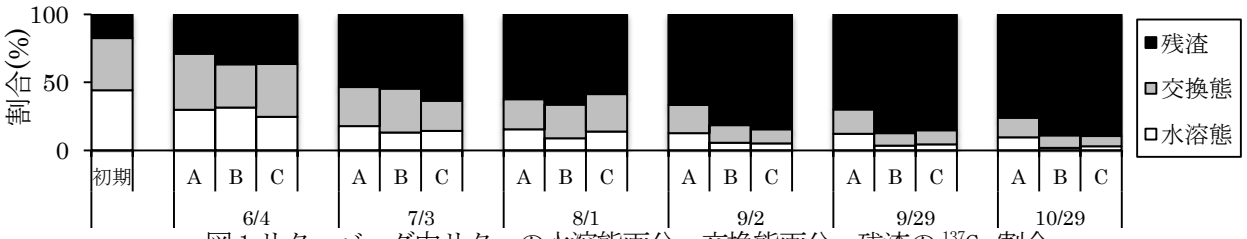


図1 リターバッグ内リターの水溶態画分，交換態画分，残渣の^{137}Cs割合

G-88

都市化による土壌の化学性の変化が植物体の無機化特性に与える影響

千葉大学大学院園芸学研究科　○人見拓哉、高橋輝昌

1. はじめに

緑地を持続的に管理するうえで、緑地の物質循環特性の把握が重要である。土壌での植物体の分解は、物質循環経路の中で、重要な位置を占める。土壌での植物体の分解には、植物体の元素濃度が影響すると予想される。植物体の元素濃度はその植物が生育する土壌の化学的性質の影響を受ける。Takahashi et al(2015)は都市化に伴い土壌の酸が中和されることを明らかにした。土壌の酸の中和は土壌の様々な化学的性質を変化させる。

そこで本研究は、都市化に伴う土壌の化学的性質の変化が植物体の元素濃度と植物体の無機化特性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

調査地は千葉県松戸市と市川市、群馬県みどり市と埼玉県秩父市の樹林地とした。すべての調査地に共通して生育しているイヌシデ(*Carpinus tschonoski*)を調査対象樹種とした。イヌシデの剪定の影響を受けていない枝葉と生育している土壌を採取し分析に供した。

国土地理院基盤地図情報の道路縁データを使用し、調査個体の位置から半径200mの円内部に含まれる道路の長さ(m)を都市化の指標とした。

土壌の化学的性質を測定し、調査地間で比較して都市化の影響について検討した。植物の養分吸収に関係する土壌有機物濃度、窒素(N)濃度や可給態元素に着目して検討した。

植物に含まれるNなどの元素濃度を測定し、調査地間で比較して都市化の影響を明らかにするとともに、土壌の化学的性質との関係について検討した。

植物体の無機化特性調査は、植物体に含まれる炭素の無機化特性(無機化率)を測定し、植物の元素濃度との関係ついて検討した。

3. 結果と考察

道路の長さと植物体のN濃度との間には正の相関がみられた。これは、都市化による化石燃料の燃焼などによって緑地へNが供給されたためと推察された(大浦、2010)。

植物体の無機化特性は、植物体からの二酸化炭素放出速度が、培養開始から急激に増加し減少したのちに緩やかに増加し、再び減少するようになった(図1)。これは、分解される有機物の質によって分解する微生物相が変化したことが推察された。そのため、植物体の無機化特性について分解前期・中期・後期の3段階に分け、各段階の無機化率と植物体の元素濃度との関係について検討した。初期の二酸化炭素放出量が急激に増減する時期を前期、緩やかに増加する時期を中期、再び減少する時期を後期とした。

分解前期の無機化率は、植物体のN濃度と正の相関にあった。N源が豊富にある条件では、微生物は易分解性有機物が与えられれば、バイオマスを速やかに増加させる。分解後期の無機化率は、植物体のN濃度と負の相関にあった。分解後期には、主にNが少ない条件下で活動する微生物が難分解性有機物を無機化することが推察された。

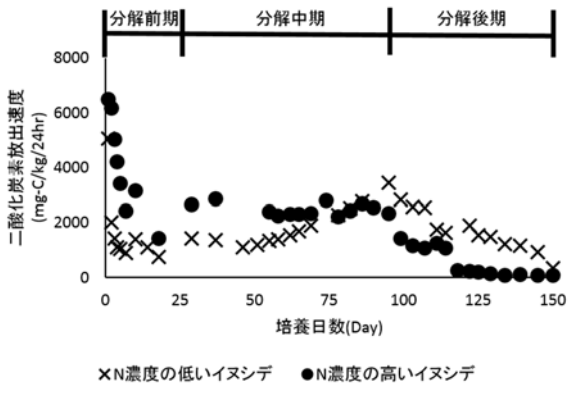


図1. 植物体の無機化特性の経時的変化

G-89

釧路川流域における有機炭素流出予測にむけた基礎的検討

北見工業大学工学部社会環境工学科・○佐藤辰哉
北見工業大学大学院工学研究科社会環境工学専攻・笠間基
阿寒共立土建株式会社・出島広大
岐阜大学流域圏科学研究センター・丸谷靖幸
北見工業大学工学部地球環境工学科・駒井克昭

1. はじめに

屈斜路湖を源流とする釧路川流域は，主に牧草地，森林，畑地，湿地といった土地利用により構成されており，それぞれに由来を持つ有機炭素物質が釧路沿岸域に流出していると考えられる．しかしながら，釧路川流域での有機炭素輸送メカニズムは，複雑な土地利用，寒冷地特有の気候に依存しており，将来予想される地球規模の気候変化に対する応答を予測するには未解明な事項が多い．そこで本研究では，釧路川流域からの溶存有機炭素（DOC）流出量の将来予測に先立ち，流域全体でのDOC濃度の季節変化の把握，小流域を起源とする溶存有機物（DOM）の由来を表すトレーサーとなりうる蛍光性溶存有機物（CDOM）の抽出，および釧路川流域全体からのDOCの負荷量の推定法に関する検討を行う．

2. 研究対象領域

(1) 試料採取及び処理方法

調査地点は，釧路川流域におけるSt.1～18の全18地点（そのうち，St.1，9，および11はそれぞれ屈斜路湖，シラルトロ湖，および塘路湖）である．2012年4月28～29日（融雪期），と同年7月17～18日（夏期平水時）に採水を行い，DOC分析，蛍光分析を行った．2014年6月21日，8月16日，および11月9日にはSt.13，17，および18の3地点で採水し，同様な分析を行った．なお，負荷量の計算を採水時刻と同時刻の国土交通省により測定されている水位から推定した流量を利用して行った．

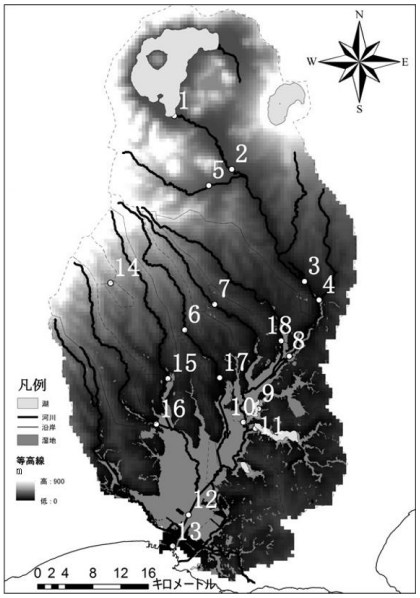


図1　調査地点

3. 結果と考察

St.9と11の2地点を除き，夏期平水時よりも融雪期のDOC濃度が高いことから，長期的なDOCの流出量の評価において，融雪期におけるDOC輸送は無視できないと予想された．

土地利用などを考慮して対象流域を5つの小流域のグループに分け Kruskal-Wallis 検定を行った結果，融雪期と夏期平水時の両時期において，タンパク質様物質のピークは釧路川流域のDOCの異なる起源の評価に利用できる可能性が示唆された．

St.13，17，および18のそれぞれで観測されたDOC負荷量の比からSt.13のDOC負荷量はSt.17と18のDOC負荷量とある程度の経験的な関係性を有していることがわかった．

G-90

渓流における河川間隙水域の有機物貯留機能と貯留量の季節変動

九州大学大学院生物資源環境学府　○久保朋也、九州大学大学院農学研究院　笠原玉青、
大槻恭一、智和正明

1. はじめに

渓流域河道において、陸上由来の有機物を効率よく生態系内に取り込むために重要と考えられる有機物貯留機能について多くの研究がなされてきたが[1)]、河川間隙水域も有機物貯留能を持つことも明らかとなってきた。河川間隙水域は、攪乱時などに粒状有機物(POM)が埋まり、貯留されることに加え[2)]、間隙水中に溶存有機炭素(DOC)も長く停留する。このため生物活動が活発であり、河川生態系の呼吸量の 70%以上を占めることがある[3)]。しかし、河川間隙水域における有機物の貯留や分解機能、その季節性を測定した例は少ない。そこで、本研究では河川間隙水域に貯留される有機物量を測定し、加えて有機物分解速度を測定することで、河川生態系における河川間隙水域の有機物の貯留機能および分解機能を評価することと同時に、貯留量の季節的な変動を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

調査は、福岡県多々良川水系の新建川で行った。ステップ地形に着目し、河道から地下へ水が流れ込む地点を流入点、地下から流出する地点を湧出点とし、平水時における流入点と湧出点の間隙水と河川水中の DOC 濃度および POM 量、土砂に含まれる POM 量を測定し、比較した。分解機能の指標として、DOC に関しては生分解性有機体炭素(BDOC)濃度、POM に関しては綿布の引張強度減少率をあわせて測定した。

3. 結果と考察

河川間隙水域における間隙水の DOC と POM 濃度が河川水よりも高いことが観測されたことから、河川間隙水域の流入地点に河道由来の POM が供給され、その後 POM からの溶出により、流入点において DOC 濃度が高くなることが示唆された。BDOC 濃度は流入点において高く、湧出点において低かったことから(図 1)、間隙水中の DOC は，間隙域を流れる過程で生分解性の高い BDOC が優先的に分解されていることが示唆された。また DOC の季節変動として、冬と比較して秋と春に濃度が高い傾向が見られた。

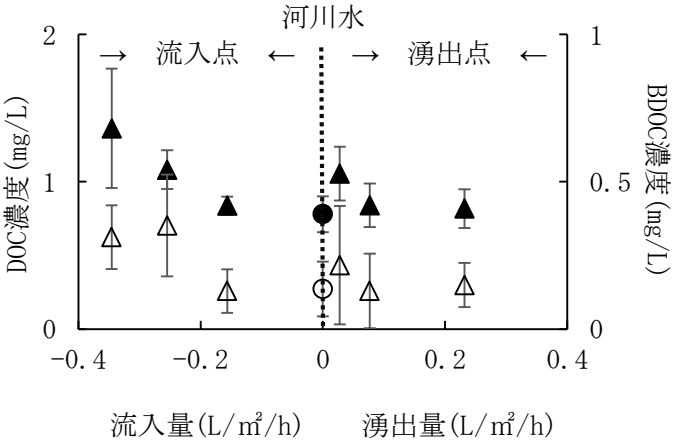


図 1. DOC 濃度、BDOC 濃度と水の流入量、湧出量の関係

4. 引用文献

1)Sutfin, N. A., Wohl, E. E., and Dwire, K. A.(2016): Earth Surface Process. Landforms, 41, 38-60.

2)Pusch, M.(1996): Hydrobiologia, 323, 107-118.

3)Naegeli and Uehlinger (1997): Journal of the North American Benthological Society, 16 (4) , 794-804.

G-91

大阪湾湾奥の過栄養域の二酸化炭素フラックスと水質の関係

大谷壮介[1]、井元大樹[1]、鴨狩諒[2]、上月康則[3]
[1]大阪府立大学工業高等専門学校、[2]徳島大学大学院先端技術科学教育学部
[3]徳島大学環境防災研究センター

1. はじめに

沿岸域において二酸化炭素(CO_2)が吸収されていることが報告されている．これまでにも沿岸域において CO_2 の収支が検討されているが，これらは大気と水面の収支や季節による CO_2 フラックスの変動を示したものであり，水質との関連性について時間変動とともに考察したものではない．

本研究は渦相関法を用いて実測に基づいた CO_2 の収支を観測し，沿岸域における総合的な CO_2 フラックスを明らかにすることを目的に研究を行った．

2. 研究方法

大阪湾湾奥の御前浜にて 2016 年の 9 月 21 日～11 月 7 日まで現地観測を行った．本水域は閉鎖性水域であり，赤潮や青潮の発生が確認されている．観測は 3 次元超音波風速計(SAT-540，ソニック社)，オープンパス型の赤外線ガス分析装置(LI-7500，LI-COR 社)を用いて 3 次元風速および二酸化炭素濃度を 10 Hz の間隔で計測した．本研究では渦相関法を用いて CO_2 フラックスを算出する際，温度や水蒸気の変動に伴う空気密度変動の影響を補正して，30 分ごとの CO_2 フラックスを算出した．CO_2 フラックスはマイナスを吸収，プラスは放出とした．また気温・光量子等も同時に計測して，これらの観測機器は海面より 8.1 m の位置に設置した．さらに，水深 1 m の地点に多項目水質計(MS5，HydoroLab 社)を設置して，水温，pH，ORP を 30 分ごとの連続モニタリングを実施した．

3. 結果および考察

3-1. 二酸化炭素フラックスの変動

2016 年 9 月 21 日から 11 月 7 日における CO_2 フラックスは-0.90～0.66 $mgCO_2/m^2/s$ の間で変動し，観測期間中の CO_2 フラックスの平均値は 0.0017 $mgCO_2/m^2/s$ と若干の正の値を示したことから，全体的に放出であった．

また，潮汐変動を考慮して CO_2 フラックスの値を大潮と小潮で分けて解析を行った．大潮(9/22-9/24，10/7-10/9，10/22-10/24，11/6-11/8)は 3 回あり，3 回のうち 2 回は放出を示し，1 回は吸収を示したが CO_2 フラックスはほとんど±0 $mgCO_2/m^2/s$ に近かった．一方で小潮 (9/29-10/2，10/14-10/17，10/29-11/1)は 4 回とも CO_2 フラックスは負の値を示していたことから，CO_2 を吸収する場となっていた．

3-2. 二酸化炭素フラックスと他の要因の関係

小潮と大潮期で CO_2 フラックスの吸収・放出に違いが認められたので，7 回の小潮，大潮毎に CO_2 フラックスとそれぞれの変数との相関関係を確認したが，CO_2 フラックスは気温，光量子，風速等の変数と相関係数が 0.5 以上の強い相関関係は認められなかった．さらに，CO_2 フラックスと水温，pH および ORP といった水質項目の相関関係を検討したが，強い相関関係は認められなかった．

4. まとめ

対象地は大阪湾湾奥の閉鎖性水域であるため海水の交換がほとんどない．大潮時には潮位変動によって海水交換が行われるが，小潮時には海水交換が行われないことと，栄養塩が豊富にあるため植物プランクトンの光合成が活発になって閉鎖性水域であるがために小潮時の CO_2 フラックスは吸収を示したことが考えられた．

G-92

史跡地樹叢の土壌浸透能

鹿児島大農　○寺本行芳　愛媛大農　江﨑次夫、河野修一
マルトモ（株）松本淳一、土居幹治　江原大山　全　槿雨、金　錫宇

1. はじめに

現在、全国各地で史跡地の樹叢内が非常に暗くなっており、これに伴って土壌侵食が発生したり、土壌浸透能が低下し、大きな災害につながる可能性が指摘されている。特に、最近は地球温暖化に伴って、総降雨量や時間当たりの降雨強度が非常に大きくなっていることから、早急な対策が求められている。災害を未然に防止しながら、貴重な文化財である史跡を保持し、有効に活用していくためには、当然のことながら樹叢内の間伐を早急に進める必要がある。

そこで、筆者らは愛媛県内で史跡地内の樹叢で土壌浸透の測定を実施した。その結果を基に、樹叢整備の方向性を示したので、その概要を報告する。

2. 調査対象地および調査方法

調査対象地は、愛媛県内の史跡地樹叢で、松山城、宇和島城及び旧等妙寺境内などである。調査では樹叢内を踏査した後、それぞれの調査地で 30 ヶ所を選び、簡易浸透試験器を用いて土壌浸透能を測定した。

3. 結果および考察

踏査の結果、調査対象地では樹叢の手入れがほとんど実施されていないので、樹叢内は非常に暗くなっていた。このため、林床には下草や落葉落枝は見あたらず、降雨のたびに、雨滴によって土壌表面が叩かれ、土壌侵食が発生している箇所が多かった。これに伴って土壌表面の浸透能が低下し、表面侵食も発生している箇所も確認された。調査樹叢内の相対照度および浸透能の値は、通常に手入れがされた樹叢に比べて、一部の調査地を除いて 5～60%程度と著しく小さな値を示した。このことは、時間降雨 100㎜ 以上の降雨であれば、すべての樹叢内で表面流が発生し、これが表層崩壊につながる可能性を有している。また、形状比は、その値が 70～120 程度であり、適期に手入れをした森林内の形状比 65～70 に比べると、著しく大きな値を示している。この値が大きくなると風や雪に対する抵抗力が弱くなり、立木の幹折れや倒壊の恐れの確率が高くなるので、史跡に大きな影響が出ることは容易に予測できる。今、正に愛媛県内の史跡を取り巻く樹叢は大きな問題を抱えているといえる。早急に間伐などの手入れを実施しなければ、梅雨や台風期の豪雨の際には、貴重な文化財や史跡が失われるだけでなく、地域住民にも多大な影響が出ることは容易に推測できる。樹叢は再生可能であるが、失われた文化財や史跡は復元しても、それは所詮、イミテーションである。このことを肝に命じて文化財や史跡の保存と利活用、そして、樹木も管理にあたるべきである。

なお、このような樹叢の状態は、文化財や史跡に関係するだけでなく、愛媛県を始めとして全国各地の除間伐の遅れた一般の森林にも当てはまることであり、これらの森林には早急に手入れを実施していかないと大災害を誘発する危険性を有していることを指摘しておきたい。

4. おわりに

次世代につないでいかなければならない貴重な文化財や史跡が、今危機に直面している。我々は、文化財や史跡と樹木（森林）との共存共栄を考えなければならない。具体的には、樹木（森林）にしっかりと手を加えれば、文化財や史跡は守れる。

なお、本研究の一部は、韓国・山林庁・融複合基盤の林産業の新産業化技術開発（課題番号：2017061B10-1719-AB01)”の助成を受けて行われた。

G-93

棚田地形が土砂崩落の軽減に与える影響

和歌山大学システム工学部　○中島敦司、和歌山大学システム工学部　中野慎二、
栗田工業株式会社　Ganeindran Rainoo Raj、和歌山大学システム工学研究科　水町泰貴

1. はじめに

2011 年の台風 12 号による豪雨は，紀伊半島の各所に深刻な土砂被害を引き起こした [1]。特に和歌山県那智勝浦町では土石流による人的被害が起きたが，棚田地形のような緩傾斜地で土石流が停止する事例もみられた。そのため本研究では，棚田が土砂被害の軽減に与える影響について解明することを目的とした。

2. 調査方法

本研究では和歌山県東牟婁郡那智勝浦町市野々地区の那智川流域の長谷川，平野川，樋口川，内ノ川を調査対象とした。土石流に関する位置情報と，航空写真を用いて，発生した土石流の源頭部と流末位置を判読した [2]。また，地形図から谷地形を抽出し，抽出した地形データをスマートフォンに反映し，それをもとに現地調査を行った。

3. 結果および考察

図-1 に現地調査で確認した土石流の源頭部と流末の位置を整理した。あわせて，それぞれの位置の高度，傾斜角を求めたところ，土石流の源頭部は傾斜角 30 °を越える急傾斜地形に集中し，一部では傾斜角 15 °程度の斜面や，標高の低い場所でも発生していた。これらの結果を元に，土石流が停止した棚田地形の割合を表-1 に整理した。これによると，対象とした 4 つの谷の中で 3 つの谷では棚田地形で土石流の捕捉が認められ，具体的には，長谷川では発生 7 ケ所中で棚田での捕捉 4 ケ所（57％），平野川では 6 ケ所中 3 ケ所（50％），樋口川では 13 ケ所中 6 ケ所（43％）であった。また，いずれの谷でも棚田地形のあった位置の平均傾斜角度は，その谷の全平均傾斜角度よりも大きかった。

以上のように，那智川流域で棚田地形のあった谷では，土石流が途中で停止する事例が多くみられた。これは，棚田地形がもつテラス構造に土石流が乗り上げることで，土石流の流下速度が低下し，土石流が捕捉されたためと考えられた。したがって，棚田地形のテラス構造は，小規模な砂防堰堤の役割を果たす可能性があると考えられた。

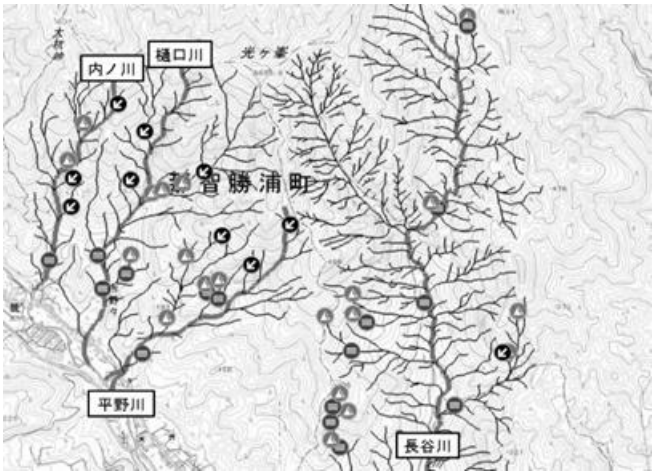


図-1 那智川 4 つの支流域について，写真判読と現地調査で発見した土砂災害の情報
（：川にまで流下した土石流の源頭部，：途中で停止した土石流の源頭部，：停止した土石流の流末）

表-1 土石流と棚田の関係と傾斜角度

		谷	長谷川	平野川	樋口川
土石流と棚田の関係	棚田有・停止	4 (57%)	3 (50%)	6 (43%)
	棚田無・停止	2 (29%)	0 (0%)	1 (7%)
	棚田有・流下	0 (0%)	0 (0%)	6 (43%)
	棚田無・流下	1 (14%)	3 (50%)	1 (7%)
全傾斜	最大傾斜角度	35.73°	36.36°	33.57°
	平均傾斜角度	21.44°	23.96°	15.88°
棚田地形有傾斜	最大平均角度	34.34°	37.76°	28.44°
	平均傾斜角度	14.38°	25.61°	22.26°

引用文献

1) 平成 23 年紀伊半島大水害の 被害と復旧の記録 和歌山県 県土整備部 http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/080100/documents/higai_gaiyou_120914.pdf （参照：2017 年 7 月 14 日）
2) 国土交通省．“平成 23 年台風 12 号土砂災害関連情報”．国土交通省 HP. http://www.kkr.mlit.go.jp/kiisanchi/map.（参照: 2017 年 4 月 28 日）

G-94

文化的サービスとしての海の景観利用

国立研究開発法人海洋研究開発機構
○松葉史紗子・山北剛久

1. はじめに

生態系サービスは人間の福利を支える重要な役割を担っている。ミレニアム生態系評価で分類された4 つの生態系サービス（基盤サービス、調整サービス、供給サービス、文化的サービス）はいずれも過去の人間による生態系の改変による劣化が報告されている。将来にわたって人間が生態系サービスからの恵みを利用し続けるためには、生態系サービスの劣化を食い止め、持続的利用を推進することが必須である。文化的サービスは、レクリエーションや美的景観といったアメニティから、精神的な拠り所や宗教的価値を創出し、その急激な消失は、社会の疎外化や縮小化を招くと危惧されている。しかしながら、文化的サービスはその他のサービスに比べて、指標の開発や定量的な評価が遅れているのが現状である。

本研究では、海の景観がもたらす文化的サービスに着目した。海の景観は、古くから絵画や景勝地としても親しまれ、観光・レクリエーションで利用する観点からは経済的価値も認められている。海が見える場所は、その場所の地形や人工構造物によって変わりうるため、堤防建設やリゾート開発といった土地利用の変化に影響を受けやすいものの、景観と人々の利用を関連づけて十分に評価できていないために、破壊された場合の損失が測られにくい。そこで、堤防の有無や、沿岸周辺の土地利用の違いが、文化的サービスとしての景観利用に与える影響を検証した結果を報告する。

2. 方法

(社)日本の松の緑を守る会が 1987 年に白砂青松の松林の保全と回復を図る目的で選定した地点を海の風致景観代表地とした。景観利用の実態として、各地点から 5 ㎞バッファを発生させ、バッファ内に含まれる宿泊施設数と宿泊収容人数の合計値、および地価（2012 年公示価格）の平均値を求めた。代表地との比較のために、代表地から 5 ㎞以上離れた沿岸部からランダムに地点を抽出し、代表地における利用の実態と比較を行った。

3. 結果・考察

第 3 回自然環境保全基礎調査の結果をもとに、自然景観の基盤をなす地形、地質及び自然景観として認識される自然現象の特性を整理すると、海岸景観およびその他水景に属する景観は、山地景観（火山含む）、河川景観に続いて多い。東北沿岸や紀伊半島、四国、九州などに点在しており、国土の幅広い沿岸域で、地域資源として認められていることが示唆された。

海の風致景観代表地について、周辺の宿泊施設数、収容人数、地価をランダム地点と比較した結果、風致景観代表地では、宿泊施設、宿泊収容人数ともにランダム地点よりも多く、地価も高くなる傾向がみられた。一方、海水浴場代表地について、ランダム地点と同様に比較してみたところ、宿泊施設、宿泊容量は多いものの、地価は同程度であった。

地価の高さや、宿泊施設の多さから人々が風致景観を海水浴といったレジャーと同様に利用していることが示唆されるが、全国スケールで風致景観の利用の実態がどのように異なるのか、さらに探索していく必要があるだろう。

G-95

宮城県岩沼市の津波被災海岸林におけるカワラナデシコの生育量の変動

株式会社 愛植物設計事務所 ○七海絵里香、日本大学生物資源科学部 大澤啓志

1. はじめに

カワラナデシコは「秋の七草」の一で、日本では古くから愛でられてきた在来野草類である。本種の主なハビタットは山野の草原的な環境であるが、海岸域の海浜・砂丘あるいはクロマツ海岸林もその一つとなっている[1)]。これに対し、2011 年の東日本大震災で津波によるダメージを受けた仙台湾域の海岸林（宮城県岩沼市）において、本種が多数開花している地区が認められている[2)]。筆者らは被災 3 年後の 2014 年に、当地区においてその生育分布を調査した[2)]が、さらにその 2 年後の 2016 年に継続して分布調査を行い、その状況を確認したので報告する。このような大規模な自然攪乱に対する本種の動態を検討することは、本種の生態的特性を踏まえたハビタットの保全・修復において重要と考える。

2. 調査方法

調査は 2014 年調査時（6 月実施）と同じ地点で同様の方法で行った。すなわち、汀線に概ね直行する東西軸で 5m 幅の測線に沿って 4m ごとの区画が連続するベルトトランセクトとして、調査区内に生育する草丈 5cm 以上カワラナデシコの全個体の位置をプロットした（2016 年 6 月実施）。ただし、海岸部の復興整備事業の一環で半数の調査区が消失（盛土や石敷き）・荒廃（重機による踏み荒らし）しており、そこは調査対象からは外した。合わせて植生状況も記録した。最後に 2014 年時と 2016 年時の確認株数やその分布状況の比較を行った。

3. 結果・考察

2014 年に設置した 6 本の測線の内、1 本が完全に消失し、残りの 5 測線も部分的な消失・荒廃が認められた。2014 年調査時の全 46 区画のうち、2016 年時は 23 区画が現存していた。この 23 区画（920m^2）において、カワラナデシコは計 1,414 個体が確認された。密度は 154 個体／100m^2 となり、2014 年の全調査区画での 45 個体／100m^2 の 3.4 倍となっていた。これは前回の調査時に多数確認されていた 5cm 未満の幼個体[2)]が成長したためと考えられる。

直接的な比較ができる今回調査した 23 区画のみについてみると、2014 年の計 535 個体から計 1,414 株と大きく増加していた（2.6 倍）。測線別では、Line.1 が 2014 年の 81 株から 2016 年の 303 株（3.7 倍）、同じく Line.2 が 203 株から 713 株（3.5 倍）、Line.4 が 29 株から 81 株（3.8 倍）、Line.5 が 102 株から 111 株（1.1 倍）、Line.6 が 120 株から 206 株（1.7 倍）であり、測線毎で増加割合に多寡が認められている。

一方、草本層の平均植被率は 70～100％と高く、2014 年時の 50～75％[2)]より増加していた。優占種はヒメヤブラン、テリハノイバラ、シバ等と 2014 年[2)]と極端な変化はなかったが、一部でススキといった大型多年草、あるいはコナラ、ヌルデ、ヤマザクラ、クロマツ等が低木林化して一定の被度を示す区画もあり、植生遷移が進みつつあると判断された。

以上、2014 年から 2016 年にかけて草丈 5 ㎝以上のサイズの個体が著しく増加していることが示された。ただし、津波によって草原環境になったところも遷移により低木林に移行しつつあり、今回示した本種の増加傾向への影響把握が今後求められる。

引用文献

1） 新井恵璃子・大澤啓志・七海絵里香（2015）沼津千本浜におけるカワラナデシコ（*Dianthus superbus* var. *longicalycinus* (Maxim.) Williams）の生育立地特性，日本緑化工学会誌 41(1)，85–90.

2） Osawa, S., Arai, E. and Nanaumi, E. (2016) The distribution of *Dianthus superbus* var. *longicalycinus* on the tsunami- stricken coastal forest in Sendai Bay. The 15th International Landscape Architectural Symposium of Japan, China, and Korea, Program and Proceedings: 37-47.

On-site Growth Evaluation of Flowering Cherry Trees Using Delayed Fluorescence

○Junichi Imanishi (Kyoto University)
Yuko Ikushima, Masakazu Katsumata (Hamamatsu Photonics K.K.)
Tamao Kojima (Sun Act Co. Ltd.)

1. Introduction

Flowering cherries are popular ornamental trees that herald the arrival of spring in Japan. Cherry blossom festivals, or *Hanami*, are a special feature of Japanese life. Because of their popularity and cultural significance, tree vigor assessment is an important issue in their management [2), 4), 6)].

Potential indicators of tree vigor include sap flow rate, photosynthesis and transpiration rates, and crown temperature [5)], SPAD value (an index of leaf chlorophyll concentration), leaf area, light-saturated net photosynthesis rate [6)], and chlorophyll fluorescence (CF) [3)]. Assessments indicate that the effectiveness of these indicators is related to photosynthetic activity of leaves.

In this study, we focused on delayed fluorescence (DF). In DF and CF, photon emission is a result of the radiative deactivation of the singlet-excited state of the Photosystem II (PS II) antenna, chlorophyll *a*. However, the excited antenna chlorophyll in DF is formed by back electron transfer and charge recombination in the reaction center of PS II, followed by regeneration of the excited chlorophyll state of the PS II antenna system by fast energy transfer[1)]. The sensitivity of DF to changes in photosynthetic processes has made it a useful tool for testing plant stress responses [1)].

2. Methods

This study was conducted on a 30–40° west-facing mountain slope in Kyoto, Japan (34°59′39.7″N, 135°47′8.9″E), from June 6–July 27, 2016. At the site, approximately 750 cherry trees (*Cerasus* spp.) were planted in 2000. Recently, their growth has declined owing to high tree density and relatively small size of the crown relative to tree height.

We selected 27 trees to cover a wide range of tree vigor conditions. For each tree, we cut a branch > 2 m in length from the top of the crown, and immediately transported it to a concrete pump house, where weak light and cool air temperature were constantly maintained. We cut the base of the branches to reduce their length to 1.5 m and sampled three leaves for measurement while keeping them attached to the branch and removing the other leaves to prevent water loss during dark adaptation. After 30-min dark adaptation, DF was measured for 120 sec using a high sensitivity luminometer C12934, portable prototype (Hamamatsu Photonics K. K., Japan). Excitation condition was set at 22 μmol m^{-2} sec^{-1} for 5 sec with red LED (peak wavelength: 687 nm). Further, we conducted four-rank visual tree vigor assessments and measured CF with Light Curve Protocol (LC3) using FluorPen FP100 MAX (Photon Systems Instruments, Czech Republic), leaf chlorophyll concentration at three points for each leaf using SPAD-502 (Konica-Minolta, Japan), and three-year annual growth of the branch bearing the leaf samples.

A classification tree model to predict good or bad leaf condition was built with two-third of the tree samples using package rpart in R ver. 3.11. The

prediction at the tree level was determined based on majority among three leaves. The model performance was verified with area under curve (AUC) of receiver operating characteristic (ROC) curve and Kappa statistic using the rest of the samples by IBM SPSS Statistics ver. 24.

The characteristics of the samples in each end group were analyzed. Good 1, Good 3, Bad 2 and Bad 3 denote the groups predicted as good at the first partition, good at the third partition, bad at the second partition, and bad at the third partition, respectively

3. Results

3-1. Classification Tree Model

Conditions of partitioning were DF 8.1−9.0 sec ≧ 5.71×10^5 for Good 1, (DF 2.1−3.0 sec / DF 0.9 sec) ≧ 0.379 for Bad 2, (DF 9.1−10.0 sec / DF 7.1−8.0 sec) < 0.700 for Bad 3, and else for Good 3.

3-2. Performance of Model

3-2-1. Leaf Level

The percentage of correct answers was 70.4 % for verification leaf samples. AUC of ROC curve was 0.750 for the verification samples, indicating that the model had moderate accuracy. Kappa statistic was 0.379, indicating that the strength of the agreement was fair. The accuracy of the third partition was not good (correct : incorrect = 17 : 6).

3-2-2. Tree Level

The percentage of correct answers was 77.8 % for verification leaf samples. The Kappa statistic was 0.526, indicating that the strength of the agreement was moderate.

3-3. Characteristics of Samples in Each End Group

The overall trend of quantum yield (QY) in the Light Curve Protocol was Good 1 > Good 3 ≒ Bad 2 > Bad 3. In addition, the trend of branch growth of the current year (BGC) was the same. However, the trend in the four-rank visual assessment was Good 1 ≒ Good 3 > Bad 2 ≒ Bad 3.

4. Discussion

The percentage of correct answers by the classification tree model was 70.4 and 77.8 % at the leaf and tree levels, respectively. They revealed fair to moderate accuracy in terms of AUC or Kappa statistics. This model performance was acceptable.

The first partition could be the result of high chlorophyll content of trees in good condition. The second and third partitions were difficult to interpret. The disagreement on Good 3, Bad 2, and Bad 3 in QY, BGC, and four-rank assessments indicated that the second and the third partitions were not very successful. In this study, approximately the half of samples was assigned to relatively good condition, according to the results of four-rank assessment. Because the growth of trees at the study site have been gradually declining, assigning good trees more severely might lead to improvement of the prediction model.

Reference

1) Goltsev V, Zaharieva I, Chernev P, Strasser RJ (2009) Delayed Fluorescence in Photosynthesis. Photosynthesis Res 101(2-3):217-232
2) Kume M, Hioki Y (2006) Relationships between Vitality of *Prunus ×yedoensis* Matsum and Soil Hardness in Block Parks. J Jpn Soc Reveget Tech 32(1):98-101 (in Japanese with English abstract)
3) Kunimasa A, Oyabu T, Sawada Y, Yamamoto S, Fujihara M (2012) Possibility of the Object Diagnostic for the Decline Degree of Tree Vigor by Water Stress using Hand-Held Chlorophyll Fluorometer. J Jpn Soc Reveget Tech 38(1):56-60 (in Japanese with English abstract)
4) Masuda T, Iwase Y (1989) Effects of Soil Conditions on the Growth of *Prunus yedoensis* in Marugame Castle (Kameyama Park). J Jpn Soc Reveget Tech 15(2):36-44 (in Japanese with English abstract)
5) Morimoto Y, Takei J, Kominami H, Hanayama H, Miwa K (1991) The Vigor Assessment of Street Trees, *Zelkova serrata*. J Jpn Soc Reveget Tech 17(1):9-15 (in Japanese with English abstract)
6) Satomura A, Imanishi J (2005) A Study of Diagnostic Indices of Vitality of *Prunus jamasakura*. J Jpn Soc Reveget Tech 31(1):15-20 (in Japanese with English abstract)

ICLEE P- 2

The geographical distribution of genetic variation of *Lespedeza cuneata* (Dum. Cours.) G. Don

○Ayumi Imanishi (Kindai University)
Junichi Imanishi, Motonori Kimura (Kyoto University),
Chika Mitsuyuki, Yoshihiro Tsunamoto (Tohoku University),
Yuji Isagi (Kyoto University), Yoshihisa Suyama (Tohoku University)

1. Introduction

From the viewpoint of biodiversity conservation, the use of native species is recommended in revegetation of artificial slopes that appear in new road constructions [1]. However, approximately 99 % of native species seeds used for revegetation are imported from foreign countries such as China [2].

The revegetation using the same species from foreign country may cause genetic disturbance of indigenous populations. However, genetic variation among Japanese populations has not been revealed. Therefore, we studied geographical distribution of genetic variation of indigenous *Lespedeza cuneata* (Dum. Cours.) G. Don in Japan.

2. Methods

L. cuneata (Fabaceae) is a perennial herb and frequently used species for revegetation. It is distributed from Hokkaido to Okinawa and inhabits sunny hills and embankments. *L. cuneata* (Dum. Cours.) G. Don var. *serpens* (Nakai) Ohwi ex Shimabuku is a variety of *L. cuneate* and distributed from Honshu to Okinawa. The stem of *L. cuneata* var. *serpens* creeps on the ground.

We collected leaves of *L. cuneate*, *L. cuneata* var. *serpens*, and three related species, *L. juncea* (L. f.) Pers., *L. pilosa* (Thunb.) Sieb. et Zucc., and *Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl., throughout Japan from August to November, 2015. The number of analyzed samples of *L. cuneate*, *L. cuneata* var. *serpens*, *L. juncea*, *L. pilosa*, and *K. striata* were 50, 7, 6, 4, and 2, respectively. All the samples except *L. juncea* were deemed indigenous.

Genomic DNAs were extracted from leaves using a modified CTAB methods [3]. Genetic variation was assessed based on information of single nucleotide polymorphisms (SNPs) in the base sequence of nuclear genome provided by MIG-seq [4].

We detected SNPs using Stacks [5] with the options: m = 10 for ustacks, r = 0.5 for populations. Using the information of SNPs, we conducted Bayesian clustering by Structure [6]. We performed 20 independent runs for each value of K from 1 to 10 with admixture and allele frequencies correlated model options. Each run consisted of 50,000 iterations after an initial burn-in of 50,000 iterations. The optimum number of clusters was determined by comparing median values of posterior probabilities of K in each K by CLUMPAK [7].

3. Results & Discussion

We identified 738 SNPs. The highest posterior probabilities of K were obtained at $K = 6$. The Structure analysis indicated that the populations of *L. cuneate* and *L. cuneata* var. *serpens* were clearly divided from the three related species, *L. juncea* (Cluster 3), *L. pilosa* (Cluster 6 : Cluster 3 = 88 % : 12 %), and *K. striata* (Cluster 4).

The populations of *L. cuneate* and *L. cuneata* var. *serpens* were divided into different genetic clusters: The main clusters in *L. cuneate* and *L. cuneata* var. *serpens* were Cluster 1 and 2, respectively (Fig. 1). Five samples collected as *L. cuneate* were genetically *L. cuneata* var. *serpens*. Because they were under mowing or grazing

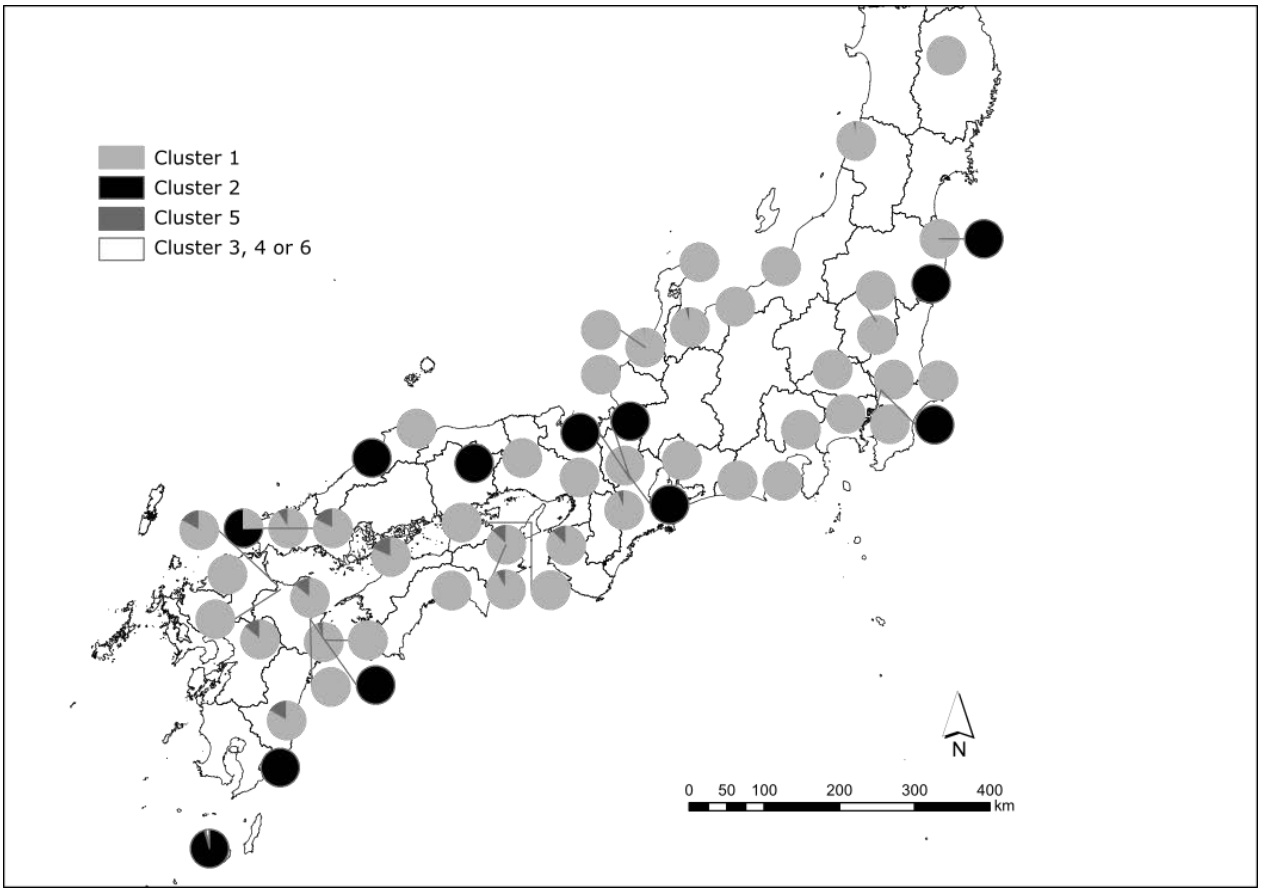


Fig. 1 Genetic variation of *L. cuneate* and *L. cuneata* var. *serpens* revealed by Structure analysis ($K = 6$). The main clusters in *L. cuneate* and *L. cuneata* var. *serpens* were Cluster 1 and 2, respectively.

management and had ascending stems, it was difficult to distinguish the two species visually.

Although the genetic variation of *L. cuneata* except for the five incorrectly identified samples was similar from Tohoku to Kyushu, some of the *L. cuneata* samples in western Japan had fraction of Cluster 5. It indicates *L. cuneata* expanded habitat range from west.

In the next step, we are planning to compare with genetic variation of *L. cuneata* used for revegetation to evaluate the risk of genetic disturbance.

Reference

1) Kameyama A, Kobayashi T and Kuramoto N (eds.) (2006) Handbook of Revegetation for Biodiversity Conservation. New Approach of Planning and Technique for Ecologically Sustainable Landscape. Chijin Shokan, Tokyo (in Japanese)

2) The Ministry of the Environment of Japan (2007) Survey Report for a Vegetation Management Policy and Evaluation Index for Ecosystem Conservation. The Ministry of the Environment of Japan, Tokyo (in Japanese)

3) Milligan B (1992) Plant DNA isolation. *In* Hoelzel AR (ed.) Molecular genetic analysis of populations: a practical approach. pp. 59-88. IRL Press, Oxford

4) Suyama Y and Matsuki Y (2015) MIG-seq: an Effective PCR-based Method for Genome-wide Single-nucleotide Polymorphism Genotyping using the Next-generation Sequencing Platform. Scientific Reports 5: 1-12

5) Catchen J, Hohenlohe P, Bassham S, Amores A, and Cresko W (2013) Stacks: an Analysis Tool Set for Population Genomics. Molecular Ecology 22 (11): 3124-3140

6) Pritchard KJ, Stephens M, and Donnelly P (2000) Inference of Population Structure using Multilocus Genotype Data. Genetics 155 (2): 945-959

7) Kopelman NM, Mayzel J, Jakobsson M, Rosenberg NA, Mayrose I (2015) CLUMPAK: A Program for Identifying Clustering Modes and Packaging Population Structure Inferences across *K*. Molecular Ecology Resources 15: 1179-1191.

ESC-1

都市の生物多様性保全における小学校プールの役割

九州産業大学工学研究科 ○古野正章、古野宏明、友口友生
九州産業大学工学部 小林大祐、内田泰三、近畿大学農学部　早坂大亮

1. はじめに

緑地、河川、公園、街路樹などが都市の生物多様性保全で担う役割が評価されている[1,2]。また、都市内には多くの小学校もある。小学校については、プールが持つ水生昆虫のハビタットとしての役割が注目されている[3,4]。そこで本研究では、プールの立地環境などの条件が、水生昆虫の生息に及ぼす影響について検討した。本報ではその基礎として、無管理期間のプールにおいて水生昆虫を抽出した結果を報告する。

2. 方法

本研究では、近年都市開発が進み人口増加率の非常に高い福岡県糟屋郡新宮町に注目し、新宮町立の小学校4校（立花小、新宮小、新宮北小、新宮東小）を対象とした。対象のプールにおいて、作業員5名で1時間プール水中の水生昆虫を抽出し、種および個体数の記録を行った。ただし、立花小においては個体数が多量であったため種の抽出のみ行った。調査は、プール授業のための清掃直前である2017年5月下旬～2017年6月上旬に行った。

3. 結果および考察

本調査において計18種の水生昆虫を確認した（表1）。これらのうち、トンボ科が最も多く6種で個体数も多かった。

他方、学校間において水生昆虫の種組成や個体数に違いがみられた。これは、周辺緑地からの距離や屋上プールなどといったプールの構造、薬剤散布の有無などの条件が影響していることが示唆された。

引用文献

1) 古野正章・内田泰三・薛　埈桓：都市の生物多様性保全における街路樹空間の役割、日緑工誌、40(1)：247-250、2014
2) Furuno M., Uchida T., Xue J.-H., Hayasaka D.and Arase T. : Multifunctional roles of street trees: plant biodiversity in urban areas, Proceedings of The 4th International Conference of Urban Biodiversity and Design, p.344, 2014
3) 森川政人・小林達明・相澤章仁：学校プールに形成される水生昆虫相の成立要因に関する研究、日緑工誌、38(1)：103-108、2012
4) 吉田愛美・山野井昭雄・渥美茂明・笠原恵：小学校プールにおける水生生物の動向調査と教材化の検討、兵庫教育大学学校教育学研究、28：107-111、2015

表1　確認された水生昆虫一覧

種名	学名	目	科	学校名			
				立花小†	新宮小‡	新宮北小‡	新宮東小‡
オオミズムシ	*Hesperocorixa kolthoffi*	カメムシ目	ミズムシ科			2	
コノシメトンボ	*Sympetrum baccha matutinum*	トンボ目	トンボ科	●	4		
コマツモムシ	*Anisops kuroiwae*	カメムシ目	マツモムシ科			4	
コミズムシ	*Sigara substriata*	カメムシ目	ミズムシ科			49	1
サワガニ	*Geothelphusa dehaani*	エビ目	サワガニ科	●			
シオカラトンボ	*Orthetrum albistylum speciosum*	トンボ目	トンボ科				31
ショウジョウトンボ	*Crocothemis servilia*	トンボ目	トンボ科		9		1
タイリクアカネ	*Sympetrum striolatum imitoides*	トンボ目	トンボ科	●	58		13
チャイロマメゲンゴロウ	*Agabus regimberti*	甲虫目	ゲンゴロウ科			2	
ナツアカネ	*Sympetrum darwinianum*	トンボ目	トンボ科				55
ナミアメンボ	*Aquarius paludum paludum*	カメムシ目	アメンボ科	●	2	12	12
ネキトンボ	*Sympetrum speciosum speciosum*	トンボ目	トンボ科				172
ニホンアカガエル	*Rana japonica*	両性網無尾目	アカガエル科	●			
ハイイロゲンゴロウ	*Eretes sticticus*	甲虫目	ゲンゴロウ科		1		
ハネナシアメンボ	*Gerris latiabdominis*	カメムシ目	アメンボ科			9	
ヒメアメンボ	*Gerris lacustris latiabdominis*	カメムシ目	アメンボ科		3		
マツモムシ	*Notonecta triguttata*	カメムシ目	マツモムシ科			4	
ヒメモノアラガイ	*Austropeplea ollula*	有肺目	モノアラガイ科				16

†：種のみ抽出、‡：種および個体数の抽出

ESC-2

グリーンインフラ形成に向けた都市緑地の樹冠遮断の評価

清水建設(株) ○平野尭将、米村惣太郎、渡部陽介

1. はじめに

近年、都市のグリーンインフラ形成が求められる中、都市緑地における集中豪雨や内水氾濫等の雨水流出抑制対策が注目されている。しかし、都市緑地の雨水流出抑制効果の評価に関する知見は少ない。特に、雨水流出抑制効果の一つである樹冠による雨水遮断効果の定量的な評価がなされていない。

そこで本研究では都市緑地の樹冠遮断効果に関する定量評価を目的として、清水建設技術研究所ビオトープ(東京都江東区)で現地計測を実施した。

2. 方法

樹冠遮断とは枝葉や幹に捕捉され、遮断された雨水の一部が地表面に到達せずに蒸発する現象のことである。樹冠遮断量は式(1)を用いて求められる[1,2]。

樹冠遮断量＝降水量(林外雨)－林内雨量－樹幹流量　(1)

本計測では林冠木のスダジイ(樹高6.8m、胸高直径15.5cm)を計測対象とした。計測期間は2016年6月28日～9月30日である。計測項目は以下3項目を1降雨毎に計測した。以下、計測方法を示す。

降水量　:技術研究所本館屋上に転倒ます型雨量計(1転倒＝0.5mm)を設置した。

林内雨量:林内の降水量を把握するため、樹幹中心から放射方向90°間隔で各樹冠の中間地点に合計で4ヵ所、貯留型雨量計を設置した。

樹幹流量:樹幹を流下する雨水を把握するために樹幹にウレタンマットを巻き付け、ビニールホースで貯水タンクに集水し、流量を計測した。

3. 結果と考察

降水量と樹冠遮断量の関係および降水量に占める樹冠遮断量の割合を図1に示す。

1降雨毎の樹冠遮断量の割合は、降水量13mm以下の場合は53～100%、降水量17～100mmの場合は13～37%だった。林地を対象とした樹冠遮断量の割合は10～30%と報告されており[2]、都市緑地でも林地と同程度の樹冠遮断量が期待できると考えられた。

加えて、林地での既往報告と同様に、降水量が少ない場合は降水量に占める樹冠遮断量の割合が増加し、降水量が大きくなると樹冠遮断量の割合が減少する傾向も把握された[1,2]。

4. おわりに

林地ではLAI(葉面積指数)と樹冠遮断量が相関関係にあることが報告されている[3]。今後は、樹冠遮断量とLAIの関係を検討するため、LAIの異なる個体の樹冠遮断量の計測を予定している。

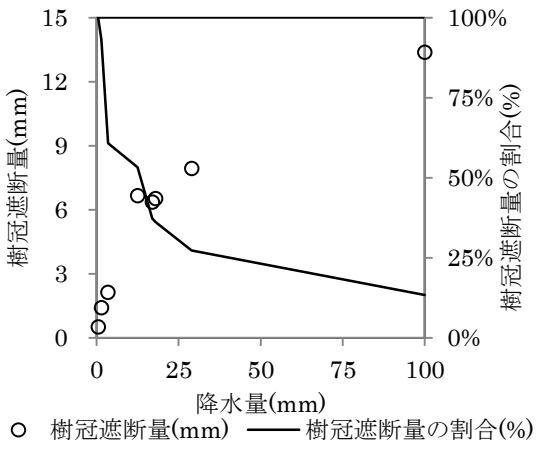


図1　降水量と樹冠遮断量の関係および降水量に占める樹冠遮断量の割合

引用文献

1)森林立地調査法編集委員会編:森林立地調査法－森の環境を測る－、pp.160-162、博友社、1999
2)杉田倫明編: 水文科学、pp.104-117、共立出版、2009
3)Park, H., et al.:Seasonal and Inter-Plot Variations of Stemflow, Throughfall and Interception Loss in Two Deciduos Broad-Leaved Forests, pp.17-30, J.Japan Soc. Hydrol & Warter Resour., Vol. 13, 2000

ESC-3

雨庭の降雨流出特性の定量的評価

住友林業株式会社 ○山田駿介、京都大学 柴田昌三

1. 背景と目的

都市部における緑被面積の減少や不透水性地表の面積増加によって、日本の都市の水循環システムの形成において重要な役割を持つ緑被の雨水貯留浸透機能および洪水緩和機能が失われつつある。この問題への対策として、近年注目されているのが屋上緑化や貯水池に代表されるグリーンインフラである。本研究では、このグリーンインフラの中でも特に雨水管理に重点を置いた「雨庭」を対象とした。雨庭とは、アスファルトや屋根などの不透水性舗装に降った雨を集め、一時的に貯留し、浸透させるための植栽空間と定義され[1)]、欧米では多くの導入例があるにもかかわらず、日本での導入例は少ない。そこで、その効果を定量的に評価するため、日本国内のある雨庭を対象に降雨量・流出量・地下水位の実測を行い、降雨流出特性の定量的把握を試みた。

2. 材料と方法

京都学園大学太秦キャンパスに導入された雨庭を調査対象とした。研究手法としては、調査地における降雨量・地下水位・流出水位の実測および地形測量、土壌水分特性曲線や間隙率などの土壌の水分特性を把握するための土壌分析、雨庭の降雨流出特性を把握するための流出率の算出を行った。

なお、調査期間中（2015/8/10～2015/12/25）に降雨流出（流出水位計の値が 0 以上）が観測された計 8 回の降雨イベントを(A)～(H)とする。

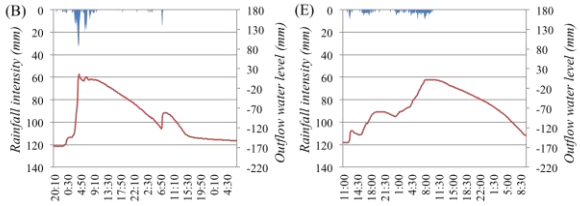


図１　降雨強度（上）と流出水位（下）

表１　各降雨イベントの流出率

Event	Period	Total rainfall (m^3)	Total runoff (m^3)	Runoff from pavement (m^3)	Runoff from rain garden (m^3)	Runoff rate (%)
(A)	2015/8/16 21:20～8/18 16:30	34.259	0.923	0.632	0.291	0.8
(B)	2015/8/19 20:10～8/22 7:50	50.099	1.953	1.069	0.884	1.8
(F)	2015/10/1 13:10～10/3 3:10	21.366	1.112	0.276	0.836	3.9
(G)	2015/11/17 12:40～11/19 23:20	47.521	8.049	0.998	7.051	14.8
(H)	2015/12/10 15:30～12/12 12:20	49.731	15.796	1.059	14.737	29.6

3. 結果と考察

3-1. 流出メカニズムの把握

降雨流出が発生した降雨イベントのうち、(B)(E)の降雨強度と流出水位の変化を図１に示した。図のように、降雨強度が 30 ㎜/h を超える降雨に対しては急激な流出水位勾配の変化が見られ、他のイベントにおいても同様の変化が見られたことから、この値が雨庭の浸透能の下限値であることが示唆された。

3-2. 降雨流出特性の定量的評価

雨庭全体の貯留容量を計算したところ、95.934 m^3 であった。この値は、観測したどの降雨イベントの総降雨量も上回るものであった。

また、表１のように降雨流出の発生した５回のイベント（残り３回は計測できず）の流出率（＝雨庭からの流出量／雨庭への流入量）を計算したところ、流出率の最大値は 29.6 %であった。

3-3. 雨庭の機能評価

本研究における雨庭には一定の降雨流出抑制機能があると考えられる。ただし、雨庭の浸透能を超える降雨強度の大きい降雨に対しては、その機能は限定的であることもわかった。

引用文献

1) 国土交通省.（更新：2013 年 8 月）“日本の水資源　本編　第 1 章　水の循環と水資源の賦存状況”. 国土交通省の Web サイト. http://www.mlit.go.jp/common/001006431.pdf（参照: 2015 年 12 月).

ESC-4

欧州における雨庭デザインの動向報告

京都学園大学　○阿野晃秀

1. ランドスケープ主導の雨水マネジメントの潮流

1-1. アメニティ充実化の傾向

雨庭発祥の地である米国では Low Impact Development、英国では Sustainable Drainage Systems などの呼び名で普及が始まったランドスケープ主導の雨水マネジメントであるが、近年 Artful Rainwater Design や Water Sensitive Design の呼称が用いられ始めている。その背景には、洪水緩和や水質浄化などの機能に重点を置き、雨水を処理（Treatment）してきたこれまでのデザインを見直し、雨水を恵みの雨として歓迎（Celebration）することでランドスケープデザインのアメニティへと積極的に活用しようとする考え方の転換がある[3)]。

1-2. 雨庭機能の分類と各要素のデザインの発展

雨水がある敷地に入り、移動し、出て行くまでの全段階に置いて雨水活用の視点を取り入れる方針を Stormwater Chain[2)] と呼ぶ。その構成要素の主要な機能分類を見ると、流出抑制（Prevention）, 導水（Conveyance）, 貯留・浸透（Detention/Retention）, 濾過（Filtration）となるが、これらの各段階で、審美性に配慮したより上質な空間体験の創造を目指して、多様なデザインの工夫が始まっている[3)]。



図１　アメニティを重視した欧州の雨庭の例

2. 良質な空間を将来的に担保する制度と技術開発

質の高い空間を維持するために必要不可欠なマネジメントも、雨庭の計画段階から考慮されている[1)]。維持管理のコストに応じてソフト面（民間資本を導入する PG・BID 等やコミュニティ参画などの社会システム）、ハード面（技術開発）の両面から多様な制度と技術が検討されている。

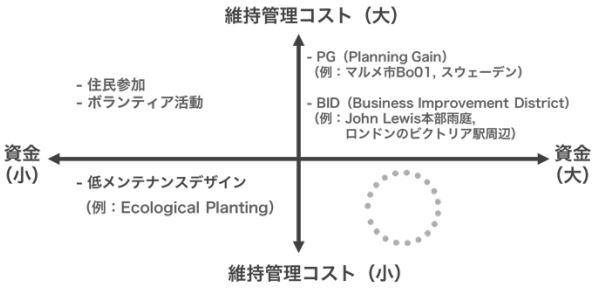


図２　マネジメントを考慮した雨庭作りの戦略例

技術面では、植物の生存戦略（CSR Strategy 等）を考慮して、省資源・省管理で半自立的に審美性の高い景観を維持できる Plant Community をデザインする Ecological Planting の研究開発が進められており[4)]、生物多様性への貢献度も高いことからロンドンオリンピックパークの雨庭の植栽でも同手法が主に用いられた。日本においても、多様な自生のフロラを活用するための研究開発を進めたい。

引用文献

1) Dempsey, N., Smith, H. and Burton, M (Eds). (2014) *PLACE-KEEPING*. New York, Routledge

2) Dunnett, N. and Clayden, A. (2007) *RAIN GARDENS*. Portland, Timper Press

3) Echols, S. and Pennypacker, E. (2015) *ARTFUL RAINWATER DESIGN*. Washington, Island Press

4) Koppler, M. and Hitchmough, J. (2015) Ecology good, aut-ecology better; improving the sustainability of designed plantings. *Journal of Landscape Architecure*, 10, pp 82-91

ESC-5

歴史都市の「グリーンインフラ」: 金沢市の用水網が有する多様な生態系サービス

国連大学サステイナビリティ高等研究所
いしかわ・かなざわオペレーティング・ユニット ○飯田義彦

1. はじめに

グリーンインフラの考え方に基づいた、既存の都市構造物の社会実験的な改変が欧米を中心に進みつつある。わが国でも、これまでの単機能的なグレーインフラ重視から自然の持つ多様な機能を利用するグリーンインフラ的な発想への転換を政策論や計画論に導入する動向が活発化している。こうした動きをふまえつつ、歴史的な都市の中に蓄積されてきた構造物について「グリーンインフラ」という概念から改めて見直してみる必要があろう。

2. 金沢市の用水網の概要

石川県のほぼ中央部にあたる金沢市では、主に17世紀を中心として加賀藩の城下町を構成する構造物として惣構掘や多くの用水が建設され、現在にまで至っている。それらは、歴史的に、灌漑、防火、消雪、水車などの用途で用いられてきた。市内の用水は55本、総延長約150kmあるとされ、都市内に貴重な水辺のネットワークを提供している。平成8(1996)年には、金沢市用水保全条例が制定され、後世に継承する政策的な対応も図られてきた。

3. 7用水で記述されている生物種名

金沢市教育委員会（2000）[1]は、金沢市に貫流する用水および都市的小河川について調査し、全80ヶ所のうち34ヶ所の事例を整理したもので資料的な価値が高い。その中で、動植物についての記述内容がみられた、金浦用水、鈴見用水、小橋用水、中島用水、寺津用水、辰巳用水、鞍月用水を対象に生物種名を整理した。

浅野川から取水している前4者では、かつてドジョウ、ナマズ、フナ、ウグイなどがみられ、小橋用水や中島用水では川エビ、中島用水では遡上性の魚種（サケやマス）の記述もみられた。一方で、犀川から取水している後3者ではウグイ、ウナギ、コイなどが記述されていた。また、ホタルに関する記述は両河川の用水で確認された。

4. 用水網が有する多様な生態系サービス

ここにみられる魚種は、伝統的に漁獲の対象でもあり、用水網は多様な水利用に加えて供給サービスの機能も果たしていた。しかし、昭和年代に行われた周辺の区画整理によって、用水自体の構造や周辺環境の質的な変化が生じ、これらの魚種の確認が困難になってきたことが推察される。

また、金沢市では、市内約1,100の子ども会が参加するホタル調査が1987年から現在まで30年ほど続けられており、用水網が水辺の環境教育や地域理解の場となり[2]、市民に文化的サービスを提供する機能が近年はより注目されてきた。しかし、都市化や少子化などにより、用水沿いでのホタル調査の実施状況には変化が出てきている。

金沢の用水は、現在でも石積みが維持されているところが多く、町中の武家屋敷の庭にも導水されるなど、独特の文化的な価値を有している。このように、歴史都市においては、「グリーンインフラ」を生態的、経済的、工学的な評価だけでなく、文化的側面からも積極的に評価し、今後の多様な機能の維持向上に努めることが期待される。

引用文献

1）金沢市教育委員会：金沢市文化財紀要 157 金沢の用水・こばし調査報告書前編、296p、2000
2）飯田義彦：金沢市ホタル調査の実施体制とその社会的意義、平成28年度 日本造園学会中部支部大会 研究発表要旨集13、pp. 47-48、2016

ESC-6

住宅地の空き地のグリーンインフラストラクチャー化に向けた機能評価

東邦大学大学院理学研究科 ○高橋栞・西廣淳
日本工営（株）中央研究所　徳江義宏・今村史子
石川県立大学 生物資源環境学部 上野裕介

1. 背景と目的

近年、少子高齢化、人口減少、コンパクトシティ政策の推進等による一部の都市圏への人口集中の加速により、住宅地における空き地や未利用地の増加が予想されている。また、老朽化が進むインフラの維持管理・更新の費用の負担が困難になるとの試算も出されている。そのため今後の国土利用や持続可能な地域づくりを進める上では、空き地や未利用地の有効活用が重要になると指摘されている[1)]。

住宅地の空き地は、地下水の涵養、都市型水害の緩和、ヒートアイランド緩和等の生態系サービスを提供するグリーンインフラ（GI）として機能しうる。さらに、これまでの開発に伴って全国で生育・生息場所が減少した動植物のレフュージアとしての機能も期待できる。これらの機能を評価し、地図上で統合することは、開発等による生態系サービスの損失の回避や、空き地の懸命な保全・活用計画の立案に資すると考えられる。

そこで本研究では、都市に残存する空き地を、生物多様性と生態系サービス機能の両面から評価し、多機能なGIとしての活用可能性を検討した。具体的には、生態系の調整サービス（ヒートアイランド緩和、地下水涵養）および草原の植物へのハビタット提供機能を評価し、GIマップを作成した。評価対象地である千葉県白井市の下総台地上は、明治期まで牧（馬の放牧場）として利用され、広範囲で草原環境が維持されてきた。近年はニュータウン開発が進んだものの、住宅地内の空き地や未利用地に草原環境が残る場所が存在している。

2. 研究の方法

まず、衛星写真からの判読と現地調査により市内の空き地や未利用地1000箇所以上を特定し、ポリゴンとしてGISデータ化した。次に、白井市の基盤地図情報を用い、各空き地から発生させたバッファ内でヒートアイランド緩和効果を享受する宅地面積や居住者数との関係を機能として評価した。また、累積流量の積算値から地下水の涵養機能を評価した。最後に、草原の植物種多様性を指標する植物を7種選定し、その分布から生物の多様度と上述の各機能の評価の関連性を評価した。

3. 結果

生態系機能（ヒートアイランド緩和・地下水涵養）と生物多様性（草原植物）から評価した空き地のGIマップを作成できた（図1）。

発表では、緑地に対する市民のニーズを把握するアンケート調査の結果を踏まえ、マップの利活用についても議論する。



図1　空き地の水源涵養機能評価

引用文献

1) Gardiner MM1, Burkman CE, Prajzner SP (2013) The value of urban vacant land to support arthropod biodiversity and ecosystem services. Environ. Entomol. 42(6): 1123-1136

ESC-7

浸水想定区域内の法的土地利用区分に基づく地域類型
-農地が持つ洪水調節機能を活かせるか？-

徳島大学大学院先端技術科学教育部 ○今井洋太
徳島大学大学院社会産業理工学研究部 渡辺公次郎　鎌田磨人

1. はじめに

2015年9月9日から11日にかけて発生した「平成27年9月11日関東・東北豪雨災害」によって決壊した鬼怒川の水を受けとめたのは、氾濫原に作られた農地であり、土地転換によって宅地化された場所では、大きな被害を受けた。また、人口減少に伴い、税収は低下し、高度経済成長期に造られた多くのグレーインフラは、老朽化が進み、今後必要な維持管理更新費が得られなくなると試算されている。

このような中、洪水調節機能を有する農地をグリーンインフラストラクチャー（以下、グリーンインフラ）ととらえ、活用していくことが望まれている。農地をグリーンインフラとして活用していくためには、農地を農地として維持できるような法的土地利用区分と、洪水リスクを有する場所との関係を把握する必要がある。

本研究では、まず、日本の国土利用に係わる法体系を整理したのち、農地の維持に関係する法的土地利用区分を整理した。そして、洪水リスクのある地域において、土地の開発行為や農地の維持に関係する法的土地利用区分の割合を算出し、土地利用規制のかかっている場所を明らかにした。さらに、各都道府県におけるGDPを用いて農地の洪水調節機能を活かし、グリーンインフラとして活用できる場所について検討した。

2. 方法

まず、浸水想定区域データを用いて、日本全域における浸水想定区域をGIS上で地図化した。次に、法的土地利用区分のうち、農地の維持に関係する農用地区域、市街化調整区域、市街化区域について、浸水想定区域内におけるそれぞれの占有割合を都道府県毎に算出した。これらのデータは全て国土数値情報より取得した。農地がもつ洪水調節機能を活かすべき地域を、各都道府県の資本量と関係づけて、明らかにするため、都道府県毎のGDP値と浸水想定区域内の農用地区域割合及び市街化区域割合の関係性を把握したのち、それらの値を用いてクラスター分析を行い、浸水想定区域内の法的土地利用区分に基づいて地域を類型化した。

3. 結果及び考察

浸水想定区域内の法的土地利用区分は、各都道府県によって異なっていた。各都道府県におけるGDP値と浸水想定区域内の農用地区域割合および市街化区域割合との間には、それぞれ負の相関、正の相関がみられた。クラスター分析の結果、各都道府県はGDP値が低く、農用地区域割合が高いグループ、GDP値が高く、市街化区域割合が高いグループ等、5つのタイプに類型化された。前者のグループでは、資本も少なく、維持されうる農地が多く存在することから、このような地域では、現在の法体系を活用しながら、農地をグリーンインフラとして活用すべき地域であると考えられる。一方、後者のグループでは、資本が大きく、市街化区域割合が多いことから、グレーインフラに頼らざるを得ない地域であることが示された。

ESC-8

Eco-DRRの視点から見た複合災害下の都市土地利用評価—熊本県を事例として—

九州大学大学院芸術工学府　○唐明暉
九州大学大学院芸術工学研究院　藤田直子
九州大学芸術工学部　枝尾亜斗夢

1. はじめに

日本は世界的にみても災害が多い国である。地震、台風、噴火などの災害発生により、人命や経済に大きな損害が齎される。特に一つの災害発生の後に別の災害が発生すると、被害は更に大きくなる。2016年4月に最大震度7の熊本地震が発生した後にも、6月に熊本県内で豪雨災害が発生し、大きな被害が出た。

Eco-DRR（Ecosystem-based disaster risk reduction）は生態系を活用した防災・減災の考え方である。現在各国でEco-DRRを応用した減災の研究が進められている。Udoら[1]は、砂浜生態システムを保護するには海岸砂浜保護地域ネットワークを構築すべきだと述べている。またBregjeら[2]は洪水管理対策工事に対して生態系洪水管理を提唱している。またMartaら[3]は、生態系減災対策のコスト利益分析を行っている。

複合災害とは、ひとつの自然現象ではなく二つ以上の自然現象によって発生した災害を指す。秋間[4]らは、都道府県別に洪水・高潮複合災害の潜在的被害額を分析し、37都道府県で洪水氾濫、1県で高潮、8府県で複合災害が最大となると示している。しかし、Eco-DRRの視点から複合災害を研究した事例はみられない。

以上を踏まえて、本研究では、複合災害の発生場所と、その場の土地利用を分析し、Eco-DRRの視点からより効率的でコストの低い災害対策を明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法

本研究は熊本県を対象に実施し、特に2016年4月の熊本地震と6月の豪雨災害が発生した市町村に注目した。

2016年熊本地震と豪雨の発生データ、並びに災害発生データ（例えば土砂災害、洪水、河川の氾濫など）を収集し、複合災害の発生時期、発生地点、災害の組み合わせ、被害の状況を分類した。それらのデータを元に土地利用と複合災害の影響の関連を分析し、リスクを明らかにした。そして、Eco-DRRの視点から生態系サービスの減災効果を評価し、複合災害の影響範囲と比較することで、自然資源の利用に基づく効果的な減災方式を明らかにした。

3. 結果

これまでに地震と豪雨の発生データ、災害発生データの収集が完了し、複合災害の発生時期や発生地点と被害状況の分類を行った。その結果、地震という突発的な災害によって豪雨という例年発生する災害の被害範囲が拡大した地点が多い事が分かったが、一方で影響を受けていない地域も存在していることが分かった。その原因をGISを用いた空間分析によって探っていく予定である。

引用文献

1)Udoら(2016)、Advances in Natural and Technological Hazard Research、Vol.42、p401-434
2)Bregjeら（2016)、Advances in Natural and Technological Hazard Research、Vol.42、p181-198
3)Martaら（2016)、Advances in Natural and Technological Hazard Research、Vol.42、p45-74
4)秋間将宏ら（2015)、「適応策推定のための洪水・高潮複合災害の相対的脆弱性」、水文・水資源学会

ESC-9

グリーンインンフラによる持続可能な地域づくりに関する可能性調査：金沢市の防災・環境・社会経済の統合に向けて

石川県立大学 ○小島葉月、福山コンサルタント 長谷川啓一、石川県立大学 上野裕介

1. 背景

グリーンインフラ（Green infrastructure）は、自然環境の持つ力や仕組みを、社会資本整備や国土管理などに活かす概念であり、世界各国で防災や気候変動への適応策、地域経済の振興、農林水産業の活性化など、様々な政策や社会経済の文脈で用いられるようになってきた。

国内でも、人口減少、地方の疲弊、インフラの老朽化、防災・減災、自然環境の悪化など、社会・経済・環境に係る課題が山積しており、新たな社会資本整備や国土管理の在り方が求められている。

そこで本研究では、グリーンインフラの社会実装を促し、グリーンインフラを地域の防災能力の強化や観光振興、環境保全などによる持続可能なまちづくりや地方創生につなげる具体的プロトコルを示す。

2. 目的

金沢市をモデルケースとして、地方都市における社会・経済・環境のトリプルボトムラインの現状と課題を、各種統計情報、ハザードマップ、地域の計画から明らかにし、地理情報システム（GIS）を用いて地図化する。さらにグリーンインフラが持つ多面的機能を活かすことで、地区ごとに異なる課題に対応し、子供から老人まで安心して暮らすことができる持続的かつ魅力的な地域づくりの方策を検討する。

3. 方法

金沢市の社会・経済・環境のトリプルボトムラインの現状と課題を明らかにし、市の目指すところを知るために、以下の資料を収集し、分析に活用した。

まず、金沢市の社会・経済・環境の現状と課題を明らかにするために、国土交通省の国土数値情報（地形、道路、公園、学校、観光施設、土地利用など）、総務省の国勢調査（年齢別人口統計、居住環境など）、国や自治体が作成したハザードマップ（津波浸水予測、揺れやすさマップ、土砂災害警戒区域、河川氾濫警戒区域、避難場所など）、環境省の環境基礎調査（植生図など）、各緑地の位置・特性情報を収集した。

次に、これらの情報を基に、災害リスク、人口分布、避難施設、経済活動などの空間情報をGISに整理し、地域の持続可能性アセスメントの視点から社会・経済・環境情報に基づく市内各地域の評価とゾーニングを行い、得られた結果を地図に示した。

最後に、金沢市の各種計画（都市計画、景観計画、環境計画、緑の基本計画、生物多様性戦略など）もふまえ、市内各地の地域特性に応じ、緑地を活用したグリーンインフラの可能性について議論を行う。

4. 結果と考察

本研究の結果、市内各地の地域特性に応じたグリーンインフラの導入が必要なことがわかった。金沢市は、6 割を占める山林と、わずかな台地、広大な低地（沖積平野）からなる。金沢の城下町は、隣接した2河川（犀川、浅野川）に挟まれた細長い台地にそって形成されてきた。この江戸時代から続く住宅地は、道幅が狭く、家屋が密集し、高齢化率も高い。一方で、高度経済成長期に開発された住宅地は、山際の土砂災害警戒区域に隣接し、近年の新興住宅地は、伝統的に田畑として利用されてきた低湿地に現在も拡大を続けている。このように各地域にリスク要因が存在する一方、市内各所に緑地が存在し、グリーンインフラとして地域の防災、生活環境の改善、癒しや健康、イベントや観光活用など、住民生活や地域活性化を担うポテンシャルも存在していた。

ESC-10

生態学的な空間評価と流域ビオトープネットワーク計画に関する研究
―福岡県遠賀川流域を対象として―

九州工業大学工学部　○濵﨑壮史
九州工業大学大学院工学府　伊東啓太郎
掲野慎一郎

1. はじめに

河川は地域生態系にとって重要な役割を持っている。近年、治水、利水に重きをおいた開発による河川周辺の生物多様性の低下が問題となっている。これに対して、生物多様性の回復・保全対策として、ビオトープ間をネットワークで繋ぐ方法がある。そこで、本研究では遠賀川流域を対象にビオトープの現況評価、マクロ・メソ・ミクロスケールの3つのスケールからビオトープネットワークの評価を行い、流域ビオトープネットワークの計画の提案を目的とした。

2. 研究方法

2-1. 遠賀川流域のビオトープタイプ分類、現況評価

遠賀川流域のビオトープの現状の評価を目的として、植生図や土地利用図、RuLIS、景観分類を用いて、ビオトープタイプ分類を行った。

2-2. 鳥類生息空間としての潜在性評価

田川市の都市公園、社寺林を対象に鳥類調査、周辺環境調査から、クラスター分類、重回帰分析を行った。

2-3. 3スケールからみたネットワーク解析

重力モデル・グラフ理論[1)]を用いて、マクロ、メソ、ミクロスケールからみたビオトープネットワークの連結性の解析を行った。

2-4. ビオトープネットワーク計画の提案

形成状況をもとに流域ビオトープネットワーク計画の提案を行った。

3. 結果と考察

ビオトープタイプ分類では、12の景観タイプ、29のビオトープタイプに分類された。クラスター分析では、田川市における都市公園、社寺林32箇所を5グループに分類された。重回帰分析の結果、対象拠点における鳥類の種数には「拠点面積」、「周辺樹木率」が大きく影響していることが分かった。

マクロスケールにおいて、将来、開発される可能性が高い拠点[2)]が喪失することによる全体のネットワークの変化を見た。質的にも位置的にも非常に重要な拠点である田川市は開発危険性の高い拠点であり、優先的に保全を行う必要があると考える。メソスケールでは、河川周辺では拠点となる緑地が存在せず、市街化も大きく進んでいることから、河川周辺のネットワーク連結性を高めることを提案した。ミクロスケールでは、空き地や耕作放棄地、都市公園を積極的に活用し、ビオトープネットワークの創出、質の向上を図ることを提案した。

4. 今後の展望

生態系上位の種の存在は、拠点が健全な生態系を持つことを示す。これをみたす種を指標種として定め、健全な生態系をもつ拠点を抽出することで、質の高いビオトープネットワークの構築を目指す。

引用文献

1)Fanhua Kong・Haiwei Yin・Nobukazu Nakagoshi・Yueguang Zong：Urban green space network development for biodiversity conservation:Identification based on graph theory and gravity modeling、Landscape and urban planning95、p16-27、2010
2)荒川仁・嶋田美智子：市川市における緑地の配置方針の検討、日本造園学会誌、pp.329-332、1997

ESC-11

小型 UAV を用いた大山隠岐国立公園鏡ヶ成湿原の自然再生計画図の作成

鳥取大学大学院農学研究科 ○山田諒、鳥取大学農学部 日置佳之

1. はじめに

鏡ヶ成湿原(約 1.85ha)は大山隠岐国立公園の集団施設地区に位置する中間湿原であるが、流路の深掘れによる地下水位の低下、陸生植物の繁茂により湿原生態系が劣化している。2015 年度、鳥取大学農学部生態工学研究室による湿原の詳細な調査が行われ、得られた湿原の現況により 8 つにゾーニングされた[1)]。湿原再生のための処置を示す方法として、地下水位・日照条件などの環境図や植生図などを GIS で作成し、それを重ね合わせることで再生計画の図面として用いるのが有効であり[2)]、鏡ヶ成湿原の自然再生事業の実施においても再生計画図を作成したうえで事業を進めることが必要であると考えられる。また、近年、小型無人航空機(Unmanned Aerial Vehicle、UAV)の普及が著しく、頻繁に飛行させることができ、分解能の高い画像を手軽に取得できるなど利点がある。そこで今回は、小型 UAV により作成した基図を用いてゾーニングしたエリア別に自然再生計画図の作成を試みた。

2. 方法

空撮は 2015 年 10 月 28 日に実施し、機体は Phantom2 Vision+(DJI 社)を用いた。高度 40～50 m、飛行速度 2～4m/s を維持しながらキャプチャー機能(3 秒毎に撮影)を用い、撮影を行った。また 60%のエンドラップ、30%のサイドラップを維持できるよう飛行させた。オルソモザイク画像の作成は Sfm ソフトウェアの Agi Photoscan Professional を用いた。オルソモザイク画像は後に ArcGIS 内で 0.5m メッシュの Lidar データにより幾何補正を行った。再生計画図の作成は、2015 年度の調査[1)]によって得られたデータ (12 の植生群落、水みち、希少種)、と湿原再生に必要な施業方法を図化した。

3. 結果及び考察

作成したオルソモザイク画像の分解能は数cmであり、ミズゴケなどの細かな植生分布を判読することができた。また、撮影時期が秋であったため落葉性か常緑性の違いによって、特定の低木樹種(常緑のハイイヌツゲ)の抽出が容易であった。画像の判読のみでも、詳細な植生分布を把握できることから、作図労力の軽減や湿原への立ち入りによる環境への影響を最小限にできると考えられる。作成した再生計画図は、大縮尺(1/500 程度)であり以前に提案された湿原管理方針[3)] と比較すると作業方法・場所をより具体的に図示することができた。これにより、合意形成や実務において作業内容・場所等の把握が行いやすくなった。

4. 成果の活用

小型 UAV を用いて詳細な自然再生計画図を作成することができた。2016 年度から、本計画図を基に環境省大山隠岐国立公園管理事務所・鳥取県日野振興センター・江府町・休暇村 奥大山・鳥取大学農学部生態工学研究室の共催、また一般ボランティアも交えて湿原の再生作業を実施している(湿原守ろうプロジェクト in 鏡ヶ成)。また、再生作業と並行しながら小型 UAV を用いて、作業経過や植生の変化のモニタリングを行っている。

引用文献

1) 山田 諒・日置佳之：大山隠岐国立公園鏡ヶ成湿原の再生計画の検討、日本景観生態学会北海道大会講演集、p30、2016
2) 日置佳之：小規模湿原の再生、GREEN AGE 第 39 巻、pp7-11、2012、日本緑化センター
3) 環境省中国四国地方環境事務所・株式会社ニュージェック：グリーンワーカー事業 鏡ヶ成草原景観保全検討調査事業、2010

ESC-12

Dynamics of wetland landscape in the Tumen River Basin of China from 1960 to 2009

○Xiaojun Zheng (Nagoya University)
Peng Sun (Zhengzhou University)
Weihong Zhu (Yanbian University)
Jing Fu (Chinese Academy of Fishery Sciences)
Zhen Xu ((Yanbian University)

Human activities aided by climatic changes have resulted in the substantial loss of wetlands in the Tumen River Basin of China in the past five decades. In this study, the landscape dynamics of wetlands and possible causes upstream, midstream and downstream of the Tumen River Basin from 1960 to 2009 were investigated using remote sensing and geographic information systems (GIS). Analytical methods, such as the dynamic degree, transfer matrix and indices, such as the patch number (NP), area percentage of landscape patches (LAND), mean patch size (MPS), patch density (PD), Shannon's Diversity Index (SHDI), and Shannon's Evenness Index (SHEI), were utilized to describe the landscape dynamics. The results showed that over the past 50 years, human-made wetlands, including paddy fields and reservoirs, increased, whereas natural wetlands, including marshes, lakes and rivers, decreased. In the study period, a large number of natural wetlands were converted into human-made wetlands and non-wetlands. For wetland landscape changes, the NP, landscape fragmentation index, and SHEI index increased, whereas the average patch areas and SHDI decreased. In addition, we found that human factors were the main driving forces for the reduction of natural wetlands in this area, among which agricultural activities had the strongest impact. Great losses of natural wetlands have led to regional ecological problems, such as a decline in biodiversity and soil degradation.

Fig.1 Scope of the study

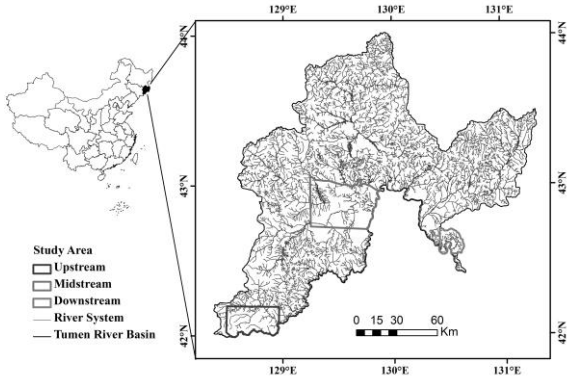
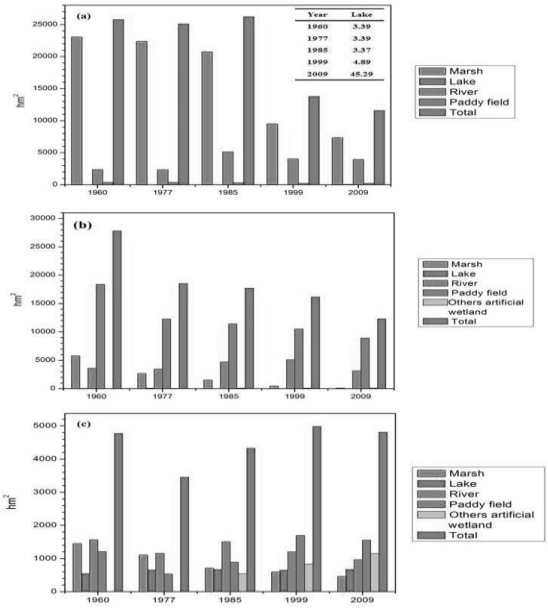


Fig.2 The change of the wetland area of different periods in Upstream （a）, Midstream （b） and Downstream (c) of Tumen River basin (unit: hm^2)



ESC-13

ドローン（小型無人機）を活用した山火事跡地の再生状況の把握

愛媛大農 ○江﨑次夫、河野修一
愛媛県東予地方局今治支局　鳥生貴英、光田明徳、栗林修平、黒光達彦
愛媛県東予地方局　福見勇次郎、渡部明裕、亀田幸憲、寺岡平和、松尾由布旗
江原大山　全　槿雨、金　錫宇、李　鎔奎

1. はじめに

愛媛県今治市の笠松山は平成20年8月24日に発生した火災によって山林約107haを焼失した。その翌年から愛媛県、今治市や地元のボランティア団体などによって精力的に、植栽などの復旧作業が進められてきた。しかし、笠松山一帯は急傾斜地が多く、加えて花崗岩の風化したマサ土で表層が生成されているという条件も重なって、斜面上部や山頂付近の急傾斜地帯では植栽が実施できない厳しい状況下にあった。

そこで、斜面上部の侵食を防止し、早急に植生を回復させ、災害を未然に防止するために、平成23年度および平成24年度に航空実播工が実施され、着実な成果がみられた。また、周辺から飛来してきた草木の種子や鳥獣類によって運ばれた種子の定着・発芽も見られ、山火事跡地全体の植生再生に弾みがついてきている。

今回、火災後、9年を経過した現在の再生状況を把握し、今後の維持管理に活かすための資料を収集するために、ドローン（小型無人機）を用いて、平成29年3月10日と、平成29年7月3日に山火事跡地を撮影したので、その概要を報告する。

2. ドローン（小型無人機）の諸元

ドローンはDJI社製のPhantom４を使用した。最大飛行時間は約28分、運行限界高（海抜）は600m、最大速度は20m/sである。カメラのレンズは、FOV94° 20mm(35mmに換算)f/2.8、∞フォーカスを搭載している。植生の被覆率は、撮影された写真を基に、植生部分と非植生部分とを区分けして求めた。

3. 解析結果

平成29年3月10日の撮影時は、植生の成長開始前であり、草本および落葉性の木本植物は確認することが出来なかった。このため、山火事跡地の植生による全体の被覆率は40%程度であった。平成29年7月3日の撮影では、草本および落葉性の木本植物も出芽・展葉しており、植生による全体の被覆率は60%程度であった。また、急傾斜地をはじめとして全域で崩壊地などは確認出来なかった。

山火事跡地は、順調に植生が回復しているようであるが、植生の生育基盤である土壌が花崗岩の風化した栄養分の乏しいマサ土であるため、その速度は非常に緩やかである。局所的には未だ侵食を受けている箇所もある。笠松山一帯は、典型的な瀬戸内気候帯に属するため、雨が少なく乾燥する地域である。しかし、最近は地球温暖化の顕在化に伴って総降雨量や時間当たりの降雨量が増大している。従って、火災跡地の植生回復を促進させる具体的な対策を施すことと、局所の侵食防止を図ることが、災害の防止や減災につながるものと判断される。

4. おわりに

山火事跡地の植生の回復をドローンを用いて撮影した。撮影写真を解析の結果、これまでの愛媛県内の山火事跡地に比べると、再生速度は遅いが着実に植生回復が進んでいるようであった。

なお、本研究の一部は、韓国・山林庁の支援による融複合基盤の林産業の新産業化技術開発(課題番号:2017061B10-1719-AB01)の助成を受けて行われた。ここに付記して感謝の意を表します。

ESC-14

景観植物の利用と生物多様性の保全

兵庫県立淡路景観園芸学校／兵庫県立大学大学院　○山本聡

1. はじめに

日本では、2004 年の特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律（外来生物法）の制定以来、特定外来生物の指定やそれらの防除対策が進められている。同時に法律の趣旨の周知も必要であり、実際に植物を扱う現場での認識が重要となる。

これまでの外来植物の地域での生育については、緑化のための植栽によるものが取り上げられてきたが、園芸的に利用されていたものが逸出し、繁茂する場合もある。園芸的な植物利用を行う場としてガーデンショーを取り上げ、一般参加での出展庭園に使用されている植物種名を把握するとともに、対策が必要な外来植物の使用状況を調査した事例[1)]も存在する。ここではそれらの事例をもとに、直近のデータを追加し、10 年間の動向を把握することを目的とした。

2. 調査・解析方法

兵庫県で毎年開催される「ひょうごまちなみガーデンショーin 明石」での「ガーデンコンペひょうご」への出展庭園を対象に、2007 年から 2016 年までの 10 年間に使用された植物の種名（一部品種名）について、主催者発表資料からリストアップした。次に、それらの使用植物の種類数の年ごとの変化について把握した。さらに、生物多様性保全の観点から「生態系被害防止外来種」のうち総合的な対策が必要な植物種をリストアップし、その変遷や特徴について把握した。

なお、使用植物種名は、出展者から提出された資料に基づいて主催者により公表されているため、出展者の植物に対する意識が表れていると言える。今回、出展者の意識の把握を通じて、生態系被害防止外来種の認識を捉えるといった観点から出展者の提出した植物名を基本的にはそのまま活用するものとした。但し、品種レベルや異名など異なる記載であっても明らかに同一の種であると判断できるものは一種としてカウントした。

3. 結果及び考察

対象としたガーデンショーにおいて、生態系被害防止外来種の使用は毎年見られた。その種数については、2014 年までの調査では、毎年２～４種の利用が見られていたが、今回の追加調査（2015 年、2016 年）においても同様であった。特に、パンパスグラスは継続して利用が見られ、ランタナ、ツルニチニチソウとともに注意が必要と思われた。また、ユウゼンギクは複数の団体が使用していることが明らかとなった。

表１　生態系被害防止外来種の使用状況

植物名		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	使用頻度
重点対策外来種												
ホテイアオイ	*Eichhornia crassipes*	○				◎						2
パンノキ	*Artocarpus altilis*			○								1
ヒメイワダレソウ	*Phyla canescens*				○							1
ランタナ	*Lantana camara*						◎		○	○		3
ツルニチニチソウ	*Vinca major*							○		○	○	3
その他の総合対策外来種												
ヒメツルソバ	*Persicaria capitata*	○						○				2
ユウゼンギク	*Aster novi-belgii*	○					○				◎	3
パンパスグラス	*Cortaderia selloana*	○	○		○	○		○	○	○		7
ナンキンハゼ	*Triadica sebifera*		○			○						2
エニシダ	*Cytisus scoparius*			◎								1
ジュズサンゴ	*Rivina humilis*							○				1
シンテッポウユリ	*Lilium × formologi*								○			1
年度別使用種数		4	2	2	2	3	2	4	3	3	2	

注）図注の○は使用団体数（○は1団体、◎は2団体）

引用文献

1) 山本聡・城山豊：ひょうごまちなみガーデンショーにおける使用植物の傾向について、平成 28 年度日本造園学会関西支部大会研究・事例報告発表要旨集、pp. 47、2016

ESC-15

小面積化に対する林床性シダ植物の反応　名古屋市、大阪北部、京都市のデータセットから

名古屋産業大学現代ビジネス学部 ○村上健太郎、
京都学園大学バイオ環境学部 森本幸裕

1. 目的

都市域の孤立した社寺林におけるシダ植物の在／不在データを用いて、林床性シダ植物への小面積化の影響を調査した。

2. 使用したデータ

名古屋市 43 箇所の社寺林群（NGO:2012 年 9 月～2017 年 5 月調査)、大阪府北部地域 35 箇所の社寺林群 (OSA:2006 年 4 月～2006 年 11 月調査)、京都市の社寺林群 27 箇所（KYO:2000 年 9 月～2002 年 8 月）[1] のシダ植物の在／不在データを用いた。

3. 解析

NGO, OSA, KYO のグループごとに、種数-面積関係を検討した。その際、古典的な片対数モデルと同様に樹冠面積（A）を対数変換し、単回帰を行った。各回帰式の比較には共分散分析を用いた。また、種ごとの各調査地点の在／不在を目的変数とし、樹冠面積を説明変数としたロジスティック回帰分析を検討して、種ごとの小面積化に対する反応を調べた。その際、面積のみを投入して作成したモデル(a)と、グループの違い（NGO, OSA, KYO）をダミー変数として投入したモデル(b)の両方を作成し、ROC 曲線を描き、AUC(曲線下の面積)によりモデルの精度を検討した。

4. 結果及び考察

4-1. 種数－面積関係の比較

種数（S）を目的変数とした単回帰分析では、NGO, OSA, KYO の各グループの種数－面積関係は下記の通りとなった。

$S=5.23+3.73\times\log A$　（$R^2=0.468$）・・・NGO

$S=8.48+10.73\times\log A$　（$R^2=0.766$）・・・OSA

$S=12.65+15.77\times\log A$　（$R^2=0.738$）・・・KYO

共分散分析による各回帰式の比較では、すべての組み合わせで有意（$p<0.05$）に異なっていた。名古屋、大阪府北部、京都では土地の履歴にかなりの違いがあり、それらが影響している可能性がある。例えば京都は戦争中に空襲の被害を受けていないが、その他の地域は火災にあっている。一方、地形的、微気象特性が違いを引き起こしている可能性もあるため、それらの影響について調べる必要がある。

4-2. ロジスティック回帰分析

モデル(a)または(b)において尤度比検定で有意（$p<0.05$）なモデルが作成されたのは、検討した 49 種（出現頻度 3 回以上の種）のうち、37 種（75.5%）であり、面積に出現頻度が影響されている種がきわめて多かった。得られた回帰式を用いて出現頻度 50%となる面積値（LD50）が大きかった（即ち小面積化の影響を受けやすいと考えられる）林床性シダ植物を抽出すると、ハカタシダ（LD50: 20.43 ha)、キジノオシダ（16.02 ha)、オオキジノオ（13.90 ha)、ハリガネワラビ（12.48 ha)、ナンゴクナライシダ（11.96 ha)、ウラジロ（10.98 ha)、コシダ（10.41 ha）などが挙げられ、これらは小面積化に敏感であると推定された。山地林では普通種であったり、害草であったりする種が含まれているが、これらは都市域ではむしろ環境指標性の高い種と考えられるであろう。

引用文献

1) Murakami K., Maenaka H. and Morimoto Y., 2005. Factors influencing species diversity of ferns and fern allies in fragmented forest patches in the Kyoto city area., Landscape and Urban Planning, 70 (3-4): 221-229.

ESC-16

被災景観域における森林パッチ消失が連結性に与える影響度の定量的解析

東京情報大学 大学院総合情報学研究科 ○平山英毅
東京情報大学　総合情報学部　富田瑞樹，原慶太郎

1. はじめに

生物にとっての生息地間の移動のしやすさ（連結性：connectivity）は個体群の存続に重要なテーマである．また，分断化景観における種の保全戦略においては，優先度を考慮した生息地の保全が重要である．一方，2011 年 3 月の東北地方太平洋沖地震に伴う津波により，沿岸域の森林は大きく分断された．これまで，地震と津波に伴う土地被覆や生態系の変化に関しては報告がなされているが[1,2]，連結性に着目した報告はなされていない．本研究では，震災に伴う森林パッチの消失が連結性に与える影響度を定量的に明らかにすることを目的とした．

2. 対象地と時期

宮城県仙台市仙台湾沿岸域を対象地とし(図 1)，震災前（2010 年 4 月 4 日）と震災直後（2011 年 4 月 13 日）の 2 時期を対象時期とした．

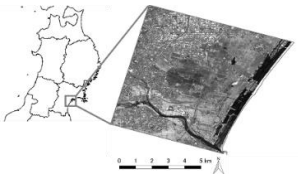


図 1.　対象地（2010 年 4 月 4 日）．

3. データと方法

3-1. 森林パッチの抽出とネットワーク構築

RapidEye データを用いて機械学習の一つである Random Forests(RFs)により土地被覆分類処理を実施し，分類結果から森林クラス（森林パッチ）を抽出した．さらに，パッチ間の距離が 2,500 m 以内にあるパッチを移動可能な経路とし，パッチネットワークを構築した．

3-2. 連結性を用いたパッチごとの影響度評価

森林パッチの消失が連結性に与える影響度については，特定のパッチが消失した場合に，対象地全体の連結性指数（IIC : Integral index of connectivity[3]）の値がどの程度まで低下するかを測定することで算出した．また，時期間の比較には算出した影響度を正規化した値を用いた．

4. 結果

震災直後（2011 年 4 月 13 日）には，津波によって森林域は大きく分断され，連結性指数の値は非常に大きく低下した．また，影響度が高い森林パッチの分布は震災前後で異なる傾向が見られた．震災前は海岸林が影響度の高いパッチとして集中して分布していた．一方，震災直後は縮小した海岸林と耕作地内に点在するパッチの影響度は同程度であったことから，震災直後の耕作地内のパッチは，震災前よりも連結性に与える影響度が高くなったことが明らかになった．

5. 考察と結論

震災に伴う津波により海岸林の面積が大きく縮小したことで，耕作地内の小面積パッチが連結性へ与える影響が相対的に大きくなったと考えられた．これらの影響度の高いパッチを保全することが，連結性の維持にとって重要であることが示唆された．

引用文献

1) Hara, K., Zhao, Y., Tomita, M., Kamagata, N. and Li, Y. (2016). Impact of the Great East Japan Earthquake and Tsunami on Coastal Vegetation and Landscapes in Northeast Japan: Findings Based on Remotely Sensed Data Analysis. Ecological Impacts of Tsunamis on Coastal Ecosystems, 253–269.
2) Ishihara, M. and Tadono, T. (2017). Land cover changes induced by the great east Japan earthquake in 2011. Scientific Reports, 7, 45769.
3) Pascual-Hortal, L. and Saura, S. (2006). Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: Towards the priorization of habitat patches and corridors for conservation. Landscape Ecology, 21(7), 959–967.

ESC-17

緑化シンボルとしての「市区町村の木・花」選定種の全国調査結果と GIS による空間的可視化の試行から

自由学園最高学部（大学部）　○吉川　慎平
京都大学フィールド科学教育センター　渡部　俊太郎

1. 研究対象

現在，全国 1,700 余の自治体のほとんどは「市区町村の木・花・鳥・魚」などと銘打って，地域（郷土）の自然や景観，農林水産物等の中から，代表的な動植物種をそれぞれ独自に選定し，その街のシンボルとして公表している．その中でも「市区町村の木・花」は緑化推進のシンボルとしても位置付けられ，様々な場面で市民への啓発に利用されている（**図-1**）．造園・土木分野に関係する事例としては，選定種をシンボリックな植栽として用いること以外に，街中を観察すると，マンホール（**図-2**），ガードフェンス（**図-3**），歩道用タイル（**図-4**），カントリーサイン（市区町村境界標識，**図-5**），等々のデザイン（図柄）としても広く活用されていることが分かる．

2. 本研究の目的と先行研究

本研究では，これらの「市区町村シンボル」に着目し，自治体における選定状況の実態調査（リスト化），並びに GIS を用いた空間的可視化（マップ化），その他統計的手法を用いて全国的な選定の傾向等を明らかにし，地域分析や緑化工学に寄与する要素が隠されていないか，多面的に考察することとした．

対象に関係した先行研究として，品田・百瀬（2006）が「花」を中心とした選定に至る経緯について [1]，上野・曽根・栗原（2014）が「木」の全国調査について [2]，それぞれ報告している．これに対して本研究では，「木」に加え「花」や，それ以外のシンボルについてもリスト化し，マップ化も試みることとした．

3. 調査方法

基盤となる各自治体のシンボル選定の有無及び選定種のリスト化については，2017 年 5 月～7 月に全国自治体マップ検索 [3] から市区町村の公式 Web サイトを網羅的に閲覧し，Excel 上に転記した．同時に選定年，決定プロセス（公募，委員会，等）についての記述がある場合はこれも記載した．Web サイトから選定状況を確認できない自治体は一時保留とし，後日当該自治体へ問い合わせることとした．





図-1　立看板の例（左）埼玉県 秩父市，（右）三重県 松坂市





図-2　マンホールの図柄に活用された市町村シンボルの例
（左）埼玉県 小川町，（中）神奈川県 旧・相模湖町，（右）熊本県 熊本市




図-3　ガードフェンス　　**図-4　歩道用タイル**





図-5　カントリーサイン（市区町村境界標識）
（左）岩手県 釜石市の花・ハマユリ，（右）北海道 占冠村の木・カエデ

4. 今後の課題

作成したリストのブラッシュアップ及び分析，GIS による可視化作業等が挙げられる．

参考文献

1) 品田早苗，百瀬響：「郷土」と結びつくイメージ―「郷土の花」選定過程を 中心に―，北海道教育大学紀要（人文科学・社会科学編）57（1），2006.
2) 上野裕介，曽根直幸，栗原正夫：市町村のシンボル樹種からみた日本人の自然観の地域性・時代性とランドスケープへの影響，ランドスケープ研究 77(5)，2014.
3) 地方公共団体情報システム機構（全国自治体マップ検索）Web，https://www.j-lis.go.jp/index.html，2017.5～7 参照.

ESC-18

北アルプス雲ノ平における地理空間情報技術を援用した植生復元事業について

東京農業大学　○下嶋　聖、東京農業大学
三俣山荘事務所雲ノ平山荘　伊藤　二朗

1. はじめに

登山ブームを背景に、多くの山岳地では踏圧を起因とした登山道の崩壊などによる植生荒廃が生じている。植生荒廃した箇所をもとの姿に戻すため、各主体による植生復元活動が展開されている。

山岳地において植生復元を行う上での課題は、１つめは未だ植生復元の技術そのものが体系化されていない中、効果的・効率的な工法をどのように考えるか、２つめは活動に伴う許可申請をどのように円滑に進めるか、の２点が挙げられる。

本報告では、対象地である北アルプス雲ノ平において、2008 年より実施している植生復元活動を対象に、植生復元を進めるプロセスを植生荒廃の把握、許可申請に伴う図面作成、植生復元工の検討、施工評価の４つに分け、各プロセスにおいて、GIS（地理情報システム）に代表される地理空間情報技術を援用し、植生復元活動を円滑にすすめるための技術と方法論の構築を行った。

2. 方法

本報告の対象地である雲ノ平は、黒部川源流に位置し、北アルプスでも屈指の最奥地である。標高 2,400～2,800m からなる溶岩台地で、泥炭の堆積と多雪地帯であるため雪田草原が広がる。しかし登山者の踏圧により裸地が出現し、消雪、降雨、霜柱が繰り返されることにより登山道の洗掘が進行し、裸地が拡大した。

雲ノ平における植生復元活動は、現地の山小屋である雲ノ平山荘と東京農業大学とがパートナーシップを組み、現地調査を含め 2006 年より取り組み、2008 年より富山森林管理署の協力の下、各関係省行政にも周知・支援を図り、流域環境アクションプログラムとして植生復元事業を約 10 年間進めてきた。

3. 地理空間情報技術を援用した植生復元事業

地理間情報技術を援用することにより、従来の植生復元事業で課題となっていたことが改善された（図 1）。植生復元を進めるプロセス上において、①植生荒廃の把握では、DGPS 測量を援用することで、裸地などの位置情報の取得などが簡略化、短縮化することができた。②許可申請に伴う図面作成では、植生復元事業に伴う許可申請に必要な図面の作図の軽減化、基盤データの構築を図ることができた、③植生復元工の検討では、図面及びデータに基づく施工内容の検討と実施が可能となった、④施工評価では、モニタリング環境を整備し、施工内容をデータ化することにより施工方法の検証することが可能となった。

以上、植生復元事業の内容を可視化しかつ定量的に把握することが可能となり、事業を円滑にすすめる上での有効性を確認した。

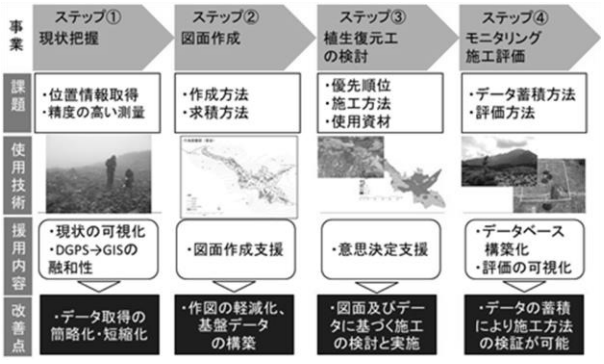


図 1　地理空間情報技術を援用した植生復元事業

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K21572 の助成を受けた。

ESC-19

熊本地震被災地におけるランドスケープに関する研究
復興計画に基づく景観変化の解析

九州大学芸術工学部 ○枝尾亜斗夢
九州大学大学院芸術工学研究院 藤田直子
九州大学大学院芸術工学府 唐明暉

1. 背景と目的

2016年4月16日1時25分、最大震度7を記録した熊本地震（本震）が発生した。この地震は住宅やインフラだけでなく、自然環境にも影響を与え、地滑りやがけ崩れなどの土砂災害が約150件も発生した[1)]。震災から1年が経過した現在では、熊本県の被災地で被災者に向けた住宅供給、防災力の強化、都市計画の見直しなど本格的な復興が始まっている。

震災によるランドスケープの影響を考えると、建物への被害、地滑りやがけ崩れなどの土砂災害などを原因とした1度目の景観変化が起こる。その後、震災復興の過程において、生活上の利便性や安全性を求めて住宅供給やインフラ整備などが行われ、それに伴い景観は大きく変化する。これが2度目の変化である。

本研究では熊本地震被災地における復興に対する自治体の動きを景観変化の側面から分析し、復興の過程で景観がどうのように変化するのかを空間解析により明らかにする事を目的として研究を行った。

2. 研究方法

本研究ではまず、熊本県下全45市町村に対して、各自治体が作成した震災復興計画の収集・分析を行った。この分析では各市町村独自の計画に焦点を当て、計画策定の背景、特徴、景観に関する言及を重点的に分析した。この分析で復興計画と景観変化の関係を把握し、また各自治体では何を独自に重要視しているのかを明らかにした。

その後、景観に関する言及の有無に応じて自治体を複数抽出し、復興計画の実施によって生じる変化を解析した。

3. 結果

熊本県下全45市町村の震災復興計画の収集を試みた結果、16市町村で震災復興計画の策定が行われ、5市町村が策定予定となっていることが分かった。さらに、それらの市町村の中で景観に関する計画を明示した復興計画を策定した地域は熊本市、宇土市、宇城市、嘉島町、益城町、御船町、高森町、南阿蘇村、西原村の9市町村であった。これらの計画は観光と密接に関係しており、ほとんどの各自治体で観光と景観を並行して議論されていた。

また、復興計画中に記載されている個別の計画について分析を行ったところ、景観変化が予測される計画は16市町村全てに存在し、計117計画が該当した。これらの計画の中には被災時の被害への対処を目的としたものがほとんどであるが、各市町村が被災前からかかえていた問題に対して、今回の被災を機に改善していこうとする計画も見られた。それに加え、今回の各自治体の熊本地震復興計画ではほとんどの自治体において「創造的復興」という言葉が用いられていた。このことからも、復興まちづくりによって景観改善を図ろうとする意図が見られた。

これらの分析から、復興計画においての景観変化に関する議論は、約半数の自治体で行われており、復興における景観の重要性が明らかとなった。

引用文献

1) 内閣府(2016):熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害況等について
2) 小野 良平・赤坂 信(2007):特集「近代ランドスケープ遺産の価値とその保全」について:ランドスケープ研究70(4),269-272
3) 恵谷 浩子(2008):住宅意識の反映としての文化的景観:ランドスケープ研究:日本造園学会誌73(1),18

ESC-20

長崎県対馬における群倉の分布実態に関する研究

九州大学大学院芸術工学府　○小林秀輝、九州大学大学院芸術工学研究院　藤田直子

1. 研究背景と目的

対馬は九州と朝鮮半島の間の海域である対馬海峡に浮かぶ長崎県の離島である。この対馬の農村集落には現地で「コヤ」と呼称される倉庫が多く見られる[1)]。この倉庫の特徴として、複数の集落で群倉(倉庫群)が形成されていることと、石屋根である事が挙げられる。石屋根の実態については、小林・藤田[2)]が対馬全島調査を行い、43棟の石屋根倉庫が残存していることを明らかにした(移築を除く)。群倉については、岡・高山[3)]がその形成が石屋根の使用とあわせて火災・強風・豪雨・土石流・がけ崩れといった自然災害に対する防災対策であると指摘している。

これまで群倉の研究は対象集落に偏りがあり、全島的な掌握調査はなされていなかった。そこで、本研究では全島の群倉の実態を明らかにすることを目的として調査と分析を行った。

2. 研究方法

研究対象地である長崎県対馬は浅茅湾を挟んで主に上島と下島で構成されている。全島が対馬市に属するがさらに6町に分かれている。



図1 研究対象地

調査は、既往研究や筆者らのこれまでの調査結果をもとに、集落内の群倉の有無を明らかにするために空中写真と既往研究を用いて対馬全島の集落を対象に判別調査を行った。この調査によって島内の分布状況を把握した後、現地調査によって群倉の立地や形態を記録した。それらのデータを立地と形態に着目して分類し、その類型の分析を行った。

3. 結果

判別調査の結果(表1)、群倉が確認された集落は全島で26集落、無いと判別できた集落が53集落、群倉の有無を判別できなかった集落が48集落あった。町別に見ると、最も南部に位置する厳原町では最多の12集落で群倉が確認された。

現地調査では、海や川、山、道といった様々な寄り辺に沿った群倉が確認された。群倉を形成する倉庫の棟数や向き、配置については集落によって大きく異なっていたが、これは集落の立地や土地利用の相違が要因であると推察された。

表1 対馬全島における群倉の有無

町名	群倉の有無		
	有り	無し	不明
上対馬町	4	1	16
上県町	4	0	17
峰町	2	9	3
豊玉町	2	18	5
美津島町	2	14	6
厳原町	12	11	1
合計	26	53	48

引用文献

1)小林久高、安藤邦廣、黒坂貴裕、濱定史、柳和先、釜床美也子:対馬における「コヤ(板倉)」の建築構法の特性、日本建築学会技術報告集、13(26), pp.699-704, 2007
2)小林秀輝、藤田直子:長崎県対馬における石屋根の倉の分布と残存状況の実態に関する研究、ランドスケープ研究、Vol.80(5), pp.531-536, 2017
3)岡秀一、青山高義:大地の遺産としての対馬、E-journal GEO、Vol.9(1), pp.44-49, 2014

ESC-21

生態学的視点及びシークエンス景観に基づいた緑道の設計に関する研究
－北九州市原町緑道を対象として－

九州工業大学工学府　○稲田太一
九州工業大学工学府　伊東啓太郎

1. はじめに

都市は人工構造物で覆われた市街地を形成しており，都市の自然環境は依然として減少動向が続いている．さらに民有緑地の都市的土地利用への展開にともない，今後とも都市の緑は減少していくと見込まれている[1)]．そこで本研究では，市街地の中にある緑道を対象地として，シークエンス景観構造の把握・考察および樹木調査により環境特性の把握を行い，街路空間における緑のあり方を提案することを目的とした.

2. 研究対象地

本研究では，北九州市原町緑道を対象地とした.原町緑道は，かつて陸軍兵器を製造していた小倉陸軍兵廠への輸送用引き込み線路を，1976 年に北九州市が緑道として整備した都市緑地である．また原町緑道は，中核地区や，拠点地区をつなぐ回廊地区の中でも，樹林連続地として大きな役割を果たしている.

3. 研究方法

3-1. 対象地におけるシークエンス景観構造の把握

35mm 判換算焦点距離が 6mm である全方位カメラ「Galaxy Gear 360」を用いて，対象地 10m ごとに全方位静止画を撮影した．撮影した全方位静止画を前，後，右，左，上の五方向に切り分けを行い，「PhotoshopCS4」を使用して，景観構成の面積率を算出し，景観構造の把握を行った.

3-2. 対象地における生態学的特性の把握

対象地の生態学的特性を把握するために，樹木の毎木調査を行い，樹種・樹高・胸高直径をもとに，生態学的特性の把握および考察を行った.

3-3. グリーンインフラとしての緑道のあり方と緑道の事例

グリーンインフラの概念に沿って，都市における緑のネットワークある街路や緑道について事例をもとに，街路空間におけるにおける緑のあり方の提案を行った.

4. 今後の展望

本研究から，緑道は,歩車分離による安全面,ヒートアイランド現象緩和や生態的回廊としての環境面,散歩道や緑景観としての健康面,災害時の避難路といった防災面と多様な社会的課題を解決する可能性がある,グリーンインフラであることがわかった.しかし,緑のマスタープランや緑の基本計画に着目すると,広域の緑地に関する計画が多く,街路や緑道といった道路空間の緑化についての計画は,少ないよう思われる.そのため,都市の街路における緑の維持管理体制の確立のために，安全性と景観調和のための緑の保全マニュアルや街路樹マスタープランといった計画が必要となってくる.よって,道路空間の本来の交通機関やライフラインなど他の都市基盤の共存や,沿道住民などの意向を取り組んだ計画の策定や,街路空間における緑の評価手法や道路特性に応じた緑化の基準の提案を行っていく必要がある.

引用文献

1)「緑の都市再生ガイドブック」：都市緑化技術開発機構,ぎょうせい,はじめに,2006

ESC-22

直接的自然体験の場としての都市公園の設計手法に関する研究
-空間特性と利用者行動に基づくデザイン提案-

九州工業大学大学院工学府 ○古閑丈瑛
九州工業大学大学院工学府　伊東啓太郎

1. はじめに

近年、都市化の進行に伴い都市における自然環境の減少が指摘されている。一方で生活の様々な場面で自然とのふれあいなどのニーズが高まってきており、自然豊かで生き物にふれあえる空間が求められている[1)]。また、それら自然との触れ合いの中でも、実際に触れ、かかわり合う直接体験は重要[2)]だと言われている。そこで、本研究では福岡県北九州市に位置する福祉公園を対象とし、植物と五感に着目した空間特性の把握を行い、考察することで、直接的自然体験の場としての都市公園の設計・活用手法について提案することを目的とする。

2. 調査方法

2-1. 緑地分布の変遷の把握による対象地の位置づけ

ArcGIS を用いて、福祉公園を中心とした半径 4 km 圏内の緑地分布図を作成し緑地の変遷の把握を行った。

2-2. 草本・毎木調査による現状把握

草本・毎木植生調査で得たデータをもとに出現種の優占度を算出、および周辺公園との比較により対象地の現状把握を行った。

2-3. 五感と植物種に着目した空間特性の把握

本研究では、五感に着目し、空間特性の把握を行った. 植物が持つアフォーダンスを「五感への刺激により行動を誘発させるもの」と定義し、文献調査をもとに種の選定を行った. 選定種が確認された場所やそれらの重なりを分析することで、対象地の空間特性の把握を行った。

3. 結果と考察

対象地周辺の緑地総面積は、1922 年から 2011 年では 56.2%の減少がみられる。対象地は北九州市において生態系ネットワークの拠点地区に設定されていること[3)]などから、従来の都市公園としての機能だけでなく、生物の生息空間や地域の憩いの場、環境学習の場など様々な役割を果たす空間である。

草本植生調査より、優占度の割合に着目すると、在来種が約 75%を占めていた。また、毎木調査では、周辺の公園よりも単位面積当たりの本数は多くなっていた。これらのことから、自然体験の場として、十分な要素を有していると考えられる。

五感を刺激すると考えられる植物は草本・樹木ともに確認された。しかし、味覚・嗅覚・視覚それぞれのレイヤーの重なりはほとんど見られず、単一な空間となっていた。

本研究より、対象地では五感を刺激する草本・樹木は存在するが、自然体験を促す空間となっていなかった。そこで、それぞれの機能を持ったレイヤーを重ね合わせ複数のアクティビティを同時に生み出すことを期待する Multi-Functional Landscape Planning[4)]を導入することで、生態系サービスを活用した自然体験の場としての空間を創出することが可能だと考えられる。

引用文献

1)都市緑化技術開発機構編：エコロジカルネットワーク、pp.59-60、2000
2)中央環境審議会、1996
3)北九州生き物との共生モデル検討会：「生き物との共生モデル」報告書 pp.4、2015
4) Ito Keitaro et al：Children,Nature,Cities、pp.199-200、2016

ESC-23

生物多様性保全を目的としたエコロジカル・ネットワーク計画に関する研究
―北九州市山田緑地周辺を対象として―

九州工業大学工学部　○小池拓也
九州工業大学大学院工学府　伊東啓太郎
三井共同建設コンサルタント株式会社　安田陽名子
北九州市役所　鬼武伸男

1. はじめに

近年，市街化の進展に伴い，緑地が大幅に減少し，生物の生息空間の分断や消滅が進行した結果，緑地の質及び，都市の生物多様性の低下が問題となっている[1)]．そこで本研究では，北九州市山田緑地周辺を対象に，空中写真より作成した植生図を用いて自然環境の現況を把握し，都市における生物の生息分布把握・生息環境評価，そしてエコロジカル・ネットワークの評価・構築について考察および提案する．

2. 研究方法

2-1. 自然環境の把握

国土地理院発行の空中写真をもとに ESRI 社の ArcGIS10.1 を用いて，山田緑地周辺及び山田緑地，中央公園における土地利用区分図を作成した．さらに，空中写真と現地調査によって，山田緑地及び中央公園における植生図を作成し，自然環境の現況を把握した．

2-2. 生息環境評価

シジュウカラを指標種として，都市緑地における鳥類の確認地点と確認地点を中心としたバッファ内の樹林地率のデータを基に，単回帰分析を行った．また，クラスター分析を行い，シジュウカラの生息環境である樹林地の分布・形状をクラスター別に整理し，シジュウカラの生息環境モデルを定義した．

2-3. エコロジカル・ネットワーク構築を目的とした緑地計画の提案

シジュウカラの生息環境モデルを設定し，ルートごとの景観パターンをもとに九工大～中央公園ルートをモデルケースとしてエコロジカル・ネットワーク計画の提案を行った．

3. 結果と考察

植生図を作成した結果，山田緑地はコナラなどの落葉樹が，中央公園はシイ・カシなどの常緑樹が多くを占めていることがわかった．単回帰分析の結果，シジュウカラの確認個体数と樹林地率との相関は見られなかった．クラスター分析を行った結果，4 つのクラスターに分類でき，クラスター1≪樹林地率が高い空間≫において，シジュウカラ確認地点の合計は 14 地点であり，確認個体数は 26 羽と最も多く確認された．これらの調査結果から，クラスター4≪樹林地率が徐々に上がる空間≫に分類された地点を樹林地の配置や形状を変えるなどクラスター1≪樹林地率が高い空間≫へと緑地の環境改善を行うことで，生物の生息空間としての機能が向上し，より多くのシジュウカラの利用を促進することができると考えられる．

本研究では，シジュウカラを指標種としてエコロジカル・ネットワーク計画の提案を行った．今後，都市におけるエコロジカル・ネットワークを構築するうえで，人の利用を考慮していく必要があると考える．

引用文献

1) 李承恩ら（2001）「トンボ類を指標生物とした都市域におけるビオトープの空間的特性の評価」

ESC-24

厦門市における都市緑化空間と繁殖期の鳥相との関係について

京都府立大学大学院生命環境科学研究科　○福井亘

1. はじめに

中国東南部沿岸地の福建省厦門市は，緑化推進が進んでいるものの，緑地や生態系との関係事例についての報告は少ない。また生態の視点からの鳥類調査報告[1,2]があるが，総合的な鳥相調査はみられない。本報告は緑化の状態と鳥相から，今後の植栽との生物多様性を含めた植栽，情報を提示するものである。

2. 調査地概要と調査方法

調査地と調査地点（以下，地点）は，同市の広域緑地帯として，白鷺洲公園（以下，白鷺）の5地点，杏林湾環湖緑帯（以下，杏林）の8地点，五緣湾湿地公園(以下,五緣)の6地点の計19地点設定した。

土地被覆は，現地踏査とGoogle map 2015年の航空写真を利用し，農地や樹木の中高木，低木など21区分をGIS（Arc View 10.4.1）でデータ作成し，地点より半径200 mの環状帯（バッファ）内における土地被覆の割合を地点ごと詳細に算出した。

鳥類調査は，ポイントセンサス法[3]を用い，調査時間は6時から15時，各地点10分間[3]，観察半径約25 mの半円球の空間に出現する鳥種名と個体数，確認場所を記録，調査期間は繁殖期の2015年5月から6月の各地点7回調査，天候は雨天の日を除いた。鳥類種については，参考文献[4,5,6]を参照した。

3. 調査結果と考察

調査結果から9目25科56種の鳥種が確認された。総個体数が多い上位5種では，暗绿绣眼鸟（メジロ）の252羽，灰喜鹊（オナガ）の206羽，麻雀（スズメ）の147羽，鹊鸰（シキチョウ），白头鹎（シロガシラ）の123羽，鳥種数が最も多いのは五緣3の21種，総個体数では白鷺3の160羽であった。

水辺性鳥類は，水環境の地点で白鷺（コサギ）を中心に多く確認し，水環境の無い杏林の地点では確認されなかった。白头鹎が杏林全地点で確認されなかったのは，完成直後の緑地帯だった点が忌避原因ではと考えられる。鹊鸰は杏林中心に確認し，白头鹎とは反対の結果だが，草本や地被植物，芝生など各地点で占める割合の違いとの関連性はなく，暗绿绣眼鸟も土地被覆との関連性は確認できなかった。湿地割合の高い五緣の地点は鳥種数が最も高く，草原性鳥類の东方大苇莺（オオヨシキリ）や棕扇尾莺（セッカ）を確認した。これは調査視認範囲内に芦苇（ヨシ）が多いためと推察される。草地割合が最も高い杏林の地点では白腰文鸟(コシジロキンパラ)と斑文鸟（シマキンパラ）のみで，この種の生息環境[5,6]が農耕地や雑草地により，確認したと思われた。

4. おわりに

鳥類にとって公園緑地内の植栽と湿地，水環境との関係が影響を与えていると思われた。水環境は水辺性鳥類にとって重要な要素であることは自明だが，休息や採餌できる空間の存在有無で異なった結果だった。さらに，草地である雑草地の環境は，一部の鳥種にとって利用環境を提供していたことから，緑地・公園内の植栽などについて，全て人為的に管理する状況が望ましいのか，今後の検討課題である。

引用文献

1) 方文珍・陈小麟・陈志鸿・林清贤・王立（2006）厦门夏季滨海湿地鸟类群落多样性研究．厦门大学学报，45(3)：442-444.
2) 邱春荣（2007）厦门市春夏两季鸟类多样性研究．野生动物杂志，28(4)：23-28.
3) Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A., and Mustoe, S. H.（2000）Bird census techniques second edition. Academic Press: pp. 91-112.
4) 董路・雷进宇・刘阳・危骞・余日东（2016）中国鸟类名录 4.0. 中国观鸟年报，56 pp.
5) Mac Kinnon., J. and Phillipps, K.（2000）A field guide to the bird of China. Oxford University press, 586 pp.
6) 赵欣如・肖雯・张瑜（2010）野外观鸟手册．化学工业出版社，308 pp.

ESC-25

阿蘇地方における植生を加味した斜面崩壊確率モデルの構築とリスク評価

熊本大学大学院自然科学研究科　○上杉孝輔
〃　（現　佐賀県庁）　天本昌吾
熊本大学大学院先端科学研究部　皆川朋子

1. はじめに

近年，阿蘇地方においては，2012 年の九州北部豪雨，2016 年の熊本地震など，大きな自然災害にみまわれ，土砂崩壊や家屋倒壊等，甚大な被害が生じている．このような中，2015 年に開催された国連防災会議において，生態系の管理と防災の関係性が明瞭に位置づけられ，阿蘇地方においても生態系サービスを活用した防災対策について検討を行う必要があると考えられる．

植生と斜面崩壊との関係性に関しては，これまでに，草原地帯，森林地帯が裸地に比べ斜面崩壊を起こしにくいこと，根系が斜面崩壊抑止につながることや，草木が成長していく過程で土層全体の強度が増進すること等が報告されている．しかしながら，阿蘇地方を対象とした植生の斜面崩壊抑制機能評価は行われておらず，現在整備されている土砂災害警戒区域・特別警戒区域マップに関しても，傾斜，標高以外の地形的特徴や植生，地質などは考慮されていない．

そこで本研究では，阿蘇地方で発生した斜面崩壊を対象に，斜面崩壊に影響を及ぼす要因を植生や地質等を含め評価し，これを加味した阿蘇地方における土砂崩落確率を算出しマッピング化し示すことを目的とする。

2. 方法

九州北部豪雨，熊本地震時の土砂崩壊のデータを用い，一般化線形モデル（GLM：Generalized linear model）を用いて崩壊確率を表すモデル構築した．要因は地形起伏量，斜面形状，斜面勾配，最大斜面方向，土地利用（植生），表層地質，震源からの距離，集水面積を用いた．その後，構築したモデルを用いて，阿蘇全体の土砂崩落確率を算出しマッピングし，既存の土砂崩壊ハザードマップと比較した．

3. 結果

解析の結果，熊本地震時，九州北部豪雨時ともに針葉樹，広葉樹が斜面崩壊を抑制する植生として選択された．広葉樹，針葉樹は根茎の影響で斜面崩壊抑制機能を持つことが示されているが [1)]，これを支持する結果が得られた．植生を有効に活用することで土砂崩落リスクを極力下げ，地域のハザードに対する脆弱性を向上していくことが重要である．また，得られたモデルを用いて，それぞれ阿蘇全体の土砂崩落リスクを可視化した．これを既存のハザードマップの土砂崩落危険個所と比較した結果，新たな土砂崩落危険個所が抽出された．この地帯には民家が点在しており，土砂崩落が発生した場合，人的被害が発生する可能性が示唆された．今後土砂崩落に対するハザードマップを作成する際は，現在のハザードマップのよう地形条件のみで作成するのではなく，地質，植生を加味したハザードマップの提示を行っていく必要があると考えられた．

引用文献

1)　阿部和時：樹木根系が持つ斜面崩壊防止機能の評価方法に関する研究，森林総研研報，pp105-181，No.373，1995.

ESC-26

湿地環境の水文モニタリング・評価手法

日本工営（株）中央研究所○藤村善安、山本芳樹

1. はじめに

湿地は、特有の生物の生息・生育を支えるとともに、水文的・気象的な緩衝作用を有するといった重要な役割を果たしている。水文環境は、湿地を特徴づける最重要因子であるが、湿地内外に生じる自然的および人為的影響を受けて容易に変動すると考えられる。したがって、湿地の管理を行ううえで、水文環境のモニタリングは不可欠といえる。

2. モニタリングの要件

長期のモニタリングを行うために最も重要なことは、経費、設備、技術的難易度といった点での継続可能性である。仮に、観測設備が壊れやすい場合には継続的なデータ取得は難しく、その設備のために頻繁なメンテナンスを要する場合には維持管理費という点で継続性が困難となる。また、技術的に簡単であることは、必ずしも専門技術者が作業に携われない場合には特に重要となる。

次に、観測されたデータから湿地の状況を評価するためには、限られた観測地点のデータから湿地全体を評価できることが望ましい。そのためには、湿地全体の水の流れを把握したうえで観測地点を決める必要がある。さらに、湿原の水文環境に変化があった場合に生じるモニタリングデータの変化を予測しておくと、データ解釈に有用と考えられる。

本発表では、以上のような考えに基づいて実施している北海道東部にある西別湿原での地下水位モニタリングの事例を紹介する。

3. 調査地概況とモニタリングの目的

西別湿原は面積約 7.4ha の泥炭地で、氷河期の遺存種とされるヤチカンバの生育地として北海道の天然記念物に指定され保全が図られている。地下水位観測の目的は、水文環境の変化をとらえること、さらに変化があった場合にはその要因についての示唆を得るために実施している。

3. 実施内容

3-1. 観測箇所・観測項目の検討

全域を踏査して、湿原内の地表高、地下水面形、水の流出入箇所等を把握した。その上で、湿原内で最も水位が高い地点と低い地点の２か所で井戸を用いた水位観測を行うこととした。水位が最も高い箇所は、降水のみがインプットになっており水収支の構成が単純でデータ解釈がしやすいという利点がある。水位が最も低い箇所は、高い箇所のデータと合わせることで湿原全体の把握に活用することを期待して設定した。

3-2. 簡易モデルの構築

上述した２地点のデータを単一のモデルで表現できるよう改良したタンクモデルを構築した。これは降水の影響を除いた評価を行うためのもので、１つ目の目的である水文環境の変化の有無を捉えることに活用する。

3-3. 三次元モデルの構築とシナリオ分析

水文環境の変化が検知された場合に、その要因についての示唆を得ることができるよう、起こりうる状況を想定した三次元地下水流動解析を行った。その結果、例えば湿原を囲む排水路の１つが深くなった場合には、水位が高い地点の水位が低下する一方で、水位が低い地点の水位は変化しないことが予測された。このような予測結果を用意しておくことで、水文環境に変化が生じた場合の原因究明をより的確に行うことができる。

ESC-27

農地切り下げ面に再生した湿地植生のポールカメラによるモニタリング

北海道大学大学院 ○森本淳子、北海道大学 畔柳晶仁、ウラベ科学(株) 卜部覚、
ひと自然つながり工房 鈴木玲、雪印種苗(株) 木村浩二、雪印種苗(株) 三輪哲哉、
(株)野生生物総合研究所 志田祐一郎、アースサイエンス(株) 岡孝雄

1. はじめに

湿地生態系は、立ち入っての植生調査が困難であり、立ち入り自体が容易に環境と植生の変化を引き起こすため、植生モニタリングが困難である。そこで、既存のポールカメラの構造を改変し、直接観察できない近景についても、現場に立ち入らずに植生の種同定および植被率の測定することを目的として、ジンバル付長軸ポールカメラを製作し、実際に前述の野外実験地で湿地植生の再生モニタリングを行った。本報告では、当該カメラの湿地植生の再生モニタリングへの適性について議論する。

2. 材料と方法

2-1. 野外実験地の概況

北海道夕張郡長沼町（年平均気温: 7.2 ℃、年平均降水量: 1005.6 mm ）、舞鶴遊水地（42°55'N、141°41'E）の一部に整備された野外実験地にて本研究を行った。

2-2. ジンバル付き長軸ポールカメラの製作

小型軽量のカメラ GoPro HERO3+（GoPro Inc.）に2軸型ジンバルを後付けし、電源とともに1〜5 m 伸縮可能なポールに固定した（写真1）。ポールとの接続部はボルトで緩めに固定し、2軸型ジンバルで対応できない回転方向のブレに対応できるようにした。

2-3. モニタリング計画

野外実験地（66 m×16 m）の短辺をまたぐ方向にロープを7本渡し調査ラインとした。2016年と2017年の7月〜9月、上段（標高4.4 m）の区域を、ロープに沿って撮影を行った。撮影ポイントは約70 cm 間隔とし、ラインあたり合計6地点とした。1地点あたり、ロープの直上と直下の2回撮影した。歪なく撮影できる面積は0.36 m^2（0.6 m×0.6 m）だった。モバイル端末の GoPro アプリ Capture を用いて、撮影前の画像確認・撮影開始を行った。カメラの設定は解像度12 MB、画角 narrow、10枚/秒連写とした。



写真1　ジンバル付きリモートカメラの製作

3. 結果と考察

3-1. ジンバル付き長軸ポールカメラの操作性

両手でポールを支える必要があり、端末を操作する補助を最低1名はつける必要があった。すべての調査地点での撮影に1時間程度、後日の画像判読に4時間程度を要した。合計時間では、現場での直接観察と変わらないと推察される。非かく乱で調査を行えることが本手法の大きな特長といえる。

3-2. 植生モニタリング

連写は、強風で揺れる植物体の同定に、ロープ上下での撮影は、植生高が異なる種の同定に役立った。現場の植物標本が、撮影画像からの種同定には欠かせなかった。未結実や非開花のため種同定が不可能だった個体（イネ科・スゲ属）があった。湿地植生の再生初期の変化をとらえることができた。

ESC-28

自動撮影全周魚眼カメラを用いたトンボ類の遠隔モニタリング

北海道大学大学院農学研究院 ○山田浩之，北海道大学農学部　安部晋吾
公益財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団　上田紘司・嶋田哲郎

1. はじめに

従来，トンボ類のモニタリングにはラインセンサス法が用いられるが，羽化から産卵までの個体数の時系列の変動を評価するには，高頻度の調査が必要となる．一方，最近のカメラの高機能化や情報通信・画像処理・技術の発展とともに，その頻度を要する生物監視分野への応用に期待が寄せられている．

著者らは，2016 年度より遠隔操作カメラを用いたマガン個体数の監視システムの開発を進めている．このシステムは，湖沼に設置した魚眼カメラで，飛び立ち・ねぐら入りする飛行するマガン等の全天空撮影を行い，取得された静止画像を基地局のパソコンに送信し，画像処理により秒から分間隔の個体数を求める作業を自動で行うものである．本研究では，そのマガン用システムを流用して，産卵時等に水面に飛来するトンボ類監視用のシステムを開発した．それを用いたトンボ類の監視を実施することで，そのシステムの耐久性・安定性を確認した．さらに，取得した静止画像からトンボ類が監視可能かについて調べることで実用性を評価した．

2. 方法

オオセスジイトトンボの生息する伊豆沼（宮城県登米市・栗原市）で，これまでにその産卵行動が確認されている湖岸を観測地点に設定した．その地点にて，無線カメラ（総画素数 12Mpx，220 度全周魚眼レンズ搭載，最大伝送距離約 1.5 ㎞）を，水面での産卵行動を撮影できるように，水面から約 2m の高さで鉛直下向きに設置した．その地点から約 130m 離れた位置にある施設に基地局を設置した．そこに設置したパソコンから遠隔での撮影設定，画像取得を行った．2017 年 6 月 7 日～7 月 8 日の概ね毎日 10～11 時の間に，2～10 秒間隔のタイムラプス撮影を実施した．

3. 結果および考察

高温多湿環境下で約 1 カ月の運用に耐え，電波干渉による受信遅延が生じることがあったものの，遠隔操作で設定した撮影時刻間の静止画像を取得することに成功した．それらの画像から，飛行・静止したコフキトンボやチョウトンボ等は，目視により確認することができたが，オオセスジイトトンボは確認できなかった．これについて背景差分による画像処理での検出も試みたが，結果は同じであった．

採捕したオオセスジイトトンボを，飛行する高さ，産卵場として用いる水生植物上などに固定して撮影した．その結果，飛行位置での検出は可能であったが，植物上での検出は困難であった．これは，カメラの解像度が不足し，同系色の植物との違い，細い腹部の形を検出できなかったためと考えられる．

4. おわりに

本研究で開発したシステムにより，色調が背景と区別し易いトンボ類の監視は可能であること，それらのトンボは画像処理でも検出可能であること，イトトンボ類を対象とする場合，より近距離での撮影の実施，あるいは，より解像度の高いカメラへの変更を要することがわかった．今後は，先の機器や撮影条件の改善とともに，監視精度を高め，絶滅危惧種のイトトンボ類の生活史の解明を進めたい．最後に，本研究は，環境研究総合推進費（1-1602）「フィールド調査とロボット・センサ・通信技術をシームレスに連結する水域生態系モニタリングシステムの開発」の助成を受けて実施したことを付記する．

ESC-29

全周魚眼スマートフォンカメラを用いた水生生物の遠隔モニタリング

公益財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団　○藤本泰文
北海道大学大学院農学研究院　山田浩之
公益財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団　嶋田哲郎

1. はじめに

従来，水面下に生息する魚介類のモニタリングには各種漁具，水中カメラや，音響映像装置等が用いられてきた．近年，撮影機材の高機能化や情報通信・画像処理・技術の発展とともに，より簡便で精度の高いモニタリング手法の開発が期待されている．

著者らは，2016 年度より遠隔操作カメラを用いた野生生物のモニタリングシステムの開発を進めている．このシステムは，野外に設置した魚眼カメラで，撮影を行い，取得された静止画像を無線通信するものである．本研究では，このシステムを流用して，水面下の魚介類のモニタリングシステムの開発に取り組んだ．

2. 方法

伊豆沼・内沼（宮城県登米市・栗原市）の湖岸に位置している池を調査地とした．モニタリング用のカメラには，総画素数 24Mpx のスマートフォン（Xperia X Compact，ソニーモバイルコミュニケーションズ株式会社）を用い，より広角の画像を得るために 180 度全周魚眼レンズ（MLens V2，MPOW 社）を搭載した．これを防水ハウジングに格納し，水中からの無線通信を可能とする同軸ケーブルと外部からの電源供給ケーブルをカメラに接続した．解像度を維持したタイムラプス撮影と撮影予約，画像の自動アップロードを可能とするために，python を用いてスクリプトを作成した．カメラの遠隔操作には，android 用の TeamViewer Host（TeamViewer）を用いた．カメラの無線通信は，先の同軸ケーブルと陸上に設置した WiFi ルータ（Aterm MR04LN，NEC）を経由して，インターネットに接続した．このシステムの構築により，インターネットを通じた撮影予約，撮影間隔の秒単位の指定等の遠隔操作，撮影された画像のクラウドへの自動アップロードが可能となった．

3. 結果および考察

水面下 20cm の位置に設置したカメラ周辺の透視度は撮影時 24cm であった．数日間撮影を行ったところ，モツゴやブルーギル，ウシガエルの幼生が撮影された．撮影されたモツゴは全長約 40mm の未成魚で，カメラから十数 cm の位置で撮影された個体は，側面の黒い縦帯が鮮明に写り，魚種を容易に判別できた．ブルーギルは全長約 80mm の若齢魚で，黄色い腹部など体色も判別可能であった．稼働中のカメラの消費電力は約 2W であり，バッテリーと太陽光パネルでの連続運用が可能であることも確認した．今後は，メンテナンスフリーでの運用を目指して，藻類の付着防止ワイパーの搭載を検討している．

4. おわりに

開発したシステムを試験した結果，小型魚の種判別も可能なモニタリグシステムであることを確認した．体色も確認できたことから，婚姻色など魚類の産卵リズムのモニタリングにも活用可能だと考えられた．今後は，さまざまなタイプの画像を撮影し，システムの改善と活用方法について検討していきたい．最後に，本研究は，環境研究総合推進費（1-1602）「フィールド調査とロボット・センサ・通信技術をシームレスに連結する水域生態系モニタリングシステムの開発」の助成を受けて実施されたことを付記する．

ESC-30

Google の地理空間情報を用いた竹林の健康診断の可能性

NPO 法人竹人 ○河合洋人

1. はじめに

竹林の拡大が報告され、それに伴う様々な問題が指摘されるようになっており、拡大要因やその対策に関する研究が進められている。その一方で基礎的なデータである竹林の分布やその現況に関しては正確なデータが少ない状態にある。特に現況に関してはその実態が掴めているとは言い難い。

分布を把握するデータにはリモートセンシングデータがあり、Google は日本全国の衛星データや空中写真データ、地上パノラマ写真データ（ストリートビュー）を提供している。また現況を簡易的に調べるツールとしては緑と水の連絡会議が作成した「竹林の健康診断」があるが、現地での目視判定を必要とする。そこでこの両者を組み合わせることで、低コストで労力の少ない竹林の健康診断が可能ではないかと考えた。今回はその検討結果を報告する。

2. 調査対象および調査方法

有効性を検討するため愛知県名古屋市を調査対象とした。名古屋市はいわゆる三大都市圏のひとつであり、市の東部の丘陵地帯には里山的な景観を残しており市内の各所に竹林が点在している。

調査はまず Google Earth の最新データ（2015 年 10 月 25 日撮影）と Streetview の地上パノラマ写真を組み合わせて目視判読を行なった。抽出した竹林に番号を振り、Excel の乱数発生関数を用いて、抽出精度評価に 17 箇所、健康診断の精度評価に 28 箇所の竹林を選定した。選定した竹林に対して Streetview の地上パノラマ写真を用いた健康診断（以降、写真判定とする）と現地調査による判定（以降、現地判定とする）をおこない、どの程度一致するのかを比較した。なお判定項目は種類・密度・テングス病の進行状況・植生・面積である。

3. 結果および考察

3-1. 目視判読による竹林の抽出

17 箇所の比較では誤判読はなく、正確に竹林を抽出することが出来た。今回は竹林の有無に絞って判読を実施しているため、面積の判読は実施しておらずこの点は留意する必要がある。一方、衛星データならびに空中写真データで判読しづらかった箇所は Streetview の地上パノラマ写真を用いることで判読することが可能であった。これは未経験者による判読では有効な手段であると思われる。

3-2. 健康診断における判定の比較

判定の可否では種類のみ 46.4%が判定可能であり、その他の項目は 67.9%が判定可能であった。いずれも項目においても判定が出来なかった竹林は、撮影位置からの距離が 28.3～64.0m（中央値）と離れており、判定可能であった竹林（8.0～10.3m）より遠いことが分かった。これは距離が判定の可否に影響を与えていることを示している。判定の一致率でみると、密度の判定において一致率は 58%、その他の項目は 80%以上であり、密度の判定では一致した竹林は撮影位置からの距離が 8.7m（中央値）であったが、一致しなかった竹林の距離は 17.5m（中央値）であった。

こうした点から、撮影位置から近い竹林、具体的には道路周辺の竹林であれば健康診断が可能であると考えられる。

（可能であれば、試験的におこなった愛知県名古屋市および奈良県生駒市高山町における健康診断の結果も報告したい）

ESC-31

市民参加による持続可能な松林整備手法に関する研究
—福岡県福津市の海岸松林を対象として—

国立大学法人九州工業大学工学部 ○柳田壮真
国立大学法人九州工業大学大学院工学府 伊東啓太郎

1. 背景と目的

海岸保安林は、防風機能や防砂機能を有しており、地域の生活環境の保全に重要な役割を果たしている。しかし、松林を含む緑地の保全活動は人員不足、参加者の高齢化といった課題を抱えており、中島ら[1)]がいうように、幅広い市民の参加を促し、少ない労力による管理計画を策定する必要がある。

本研究では、松林の環境状況から整備重点箇所を選定すると共に、整備活動の現状と市民の松林に対する意識を把握し、地域に根ざした持続可能な松林整備手法を提案することを目的とした。

2. 対象地

研究対象地は福岡県福津市にある海岸保管林の松林である。福津市は平成29年3月に「第２次福津市環境基本計画」、「生物多様性ふくつプラン」を九州工業大学環境デザイン研究室、市民団体、市民、教育研究機関、行政と協働で策定した。現在は、計画の具体的な取り組みを進めている。

松林では、福津市の郷づくり推進協議会から発足した団体を中心に整備活動を行っているが、人員不足、参加者の高齢化などの課題があり、効率的な整備活動と人員の増加が求められる。また、外来植物の生育による松林の景観の変化が見られる。

3. 研究概要

3-1. 土地利用変遷の把握

航空写真から、ArcGISを用いて土地利用の判別、解析を行った。さらに、松林利用者に対してアンケート調査、ヒアリング調査を行い過去と現在の松林の利用実態を比較した。

3-2. 林床特性の把握

松林の生態的特性の把握として松林林床の植生調査を行った。得られた結果をもとに、ArcGISを用いて林床被覆分布図を作成し、松林の景観整備に関する考察を行った。

3-3. 海岸防災林としての機能評価

現在の松林が保持している防災機能を評価することを目的として、毎木調査を行い、松の樹高や胸高直径を把握した。得られた結果をもとに、ArcGISを用いて生長特性図を作成し、保安林としての機能を評価した。また、海岸保安林として望ましい環境の整備に関する考察を行った。

3-4. 整備活動の現状と人の意識把握

整備団体の方にヒアリング調査を行い、松林整備の現状を把握した。また、福津市市民に対して、松林の保全に関するアンケートを行い、在住地域や在住年数、職業などの項目を含めた、松林保全に対する意識と地域住民の整備活動への参加意欲を可視化し、松林整備手法や整備活動の普及・啓発に関する考察を行った。

引用文献

1) 中島、古谷：千葉県北総地域の残存緑地に対して里山活動参加者が期待する里山イメージに関する研究、ランドスケープ研究　67(5)、2004、p.658

ESC-32

環境 CSR としての植樹活動による森林管理方策の構築と評価
～茨城県常陸大宮市ピジョン美和の森を対象として～

東京情報大学　○中尾宏、東京農業大学　下嶋　聖、
東京農業大学　鈴木伸一、東京情報大学　原　慶太郎

1. はじめに

21 世紀に入り、急激な気候変動による環境悪化や従前の経済活動による成長限界が指摘されている中、CSR（ Corporate Social Responsibility ）いわゆる「企業の社会的責任」の一環として行われる環境活動が重要視されつつある。その多くは「環境・CSR」活動、または「CSR・環境」活動（以下「環境 CSR」活動）と称し、国内外の植樹活動、砂漠緑化推進、里山再生などのさまざまな方法で行われている。従来、こうした活動には市民単独あるいは市民と行政の協働型の活動形態が多かったが、近年、多様な主体が参画することで、経済面や人材面での一定の効果を有し、地域に根ざした活動が持続的に行えることから、期待が高まっている。

一方、環境 CSR 活動は、企業活動による環境負荷の代償（カーボンオフセット）や企業のイメージアップに利用されている面もあり、必ずしも活動を行う地域のニーズや活動がもつ本来の趣旨にそぐうものばかりではなく、科学的知見に基づいた計画・管理の立案が不十分なまま活動が先行している場合もある[1)]。

本報告では、ピジョン株式会社が「育樹（いくじゅ）」と称して、茨城県常陸大宮市で約 30 年にわたり継続的に行っている植樹活動を対象に、林業を専門としない事業者が環境 CSR の一環で行う植林活動の維持、継続を担保することを主眼に、植林計画、管理、運用の一連の植林活動に関わる手法を計画論及びシステム経営論的側面より構築し、体系化を試みた。構築された手法に基づき、植樹活動計画及び森林計画の統合した育樹計画マスタープランを立案し、産学協同により実践した事例について報告する。

2．方法

計画論的手法に則り、科学知見に基づく育樹計画マスタープランを立案するため、毎木調査や植生調査など各種森林環境調査に加え、地理空間情報技術を活用して当該地の現状把握を行った。次に、植林活動を持続する上での課題抽出を行い、植林活動を実施する上でのゾーニング計画、植林方法、育樹ロードマップを検討し、森林管理方策として「プロジェクトマネジメントマップ」と称した育樹計画マスタープランを具体化したチャートを作成した。

3．森林管理方策構築の意義と成果

現在森林行政では、民有林における不在村林がもたらす様々な地域社会問題の解決の糸口を従来のハード整備からソフト整備にシフトすることにより、継続性のある事業計画が展開されるよう様々な施策が検討されている。こうした課題解決には、多種多様な課題や取り組むべき項目、時系列的に発生する事象など複雑性や多様性に対応する必要がある。本研究で示したプロジェクトマネジメントマップにより俯瞰的に事業を把握することが可能となり、事業に関わる担い手が代わっても事業継続を担保する手法の一つを提示することができた。

謝辞

本研究は JSPS 科研費　235340147 の助成並びに仲田洋一氏寄付研究を受けて実施したものです。ピジョン株式会社取締役最高顧問仲田洋一氏に感謝いたします。

引用文献

1）中尾宏・下嶋聖・関山絢子：CSR 活動として自社保有地で行う企業の森づくりの特異性について－茨城県・常陸大宮市ピジョン美和の森を対象として－、東京情報大学研究論集 16 (1)、pp. 47-69、2012

ESC-33

地域資源としての里山環境の活用を目的とした環境マネジメントに関する研究
―福岡県福津市を対象として―

国立大学法人 九州工業大学工学部
○長谷川逸人、伊東啓太郎、古橋範明

1. はじめに

近年の里山環境の荒廃は、地域固有の文化の喪失や景観の悪化、生物多様性の劣化が懸念されている。急速に進む里山環境の荒廃を止めるためには、自然資源の持続可能な利用を実現することが必要である[1)]。福岡県福津市では、2016年度に生物多様性ふくつプランを含む第2次福津市環境基本計画を九州工業大学環境デザイン研究室が主導の元、市民団体、市民、教育研究機関、行政と協働で策定し、計画の中で里山環境の保全・再生の取り組みを定めた。実際に里山環境を地域の重要な資源として活用するためには、継続的な整備・保全活動が必要であるが、管理者の高齢化や産業構造の変化などにより、担い手不足が生じている。そこで本研究では、福岡県福津市大峰山を対象として、土地利用の変遷、植生の空間的分布・特徴の把握を行い、グリーンインフラストラクチャーとしての里山環境の機能評価を行った。また、地域住民と協働の里山環境保全活動のしくみづくりを行い、地域資源として活用する手法の提案を目的とした。

2. 研究概要

2-1. 里山環境の利用履歴の変遷

対象地における里山環境としての土地利用の変遷を把握するため、土地所有者や周辺住民へのインタビュー調査をもとにGTA解析を行った。

2-2. 竹林環境攪乱による植生動態の把握

大峰山における森林の状態及び竹林拡大の現状を把握するため、①ArcGISを用いた航空写真の解析による広域での竹林分布の推移を測定。②毎木調査による狭域での竹林分布を把握し、高密度環境が他の植生に及ぼす影響についての評価。③竹を伐採する地面からの高さの違いが竹の再生過程に及ぼす影響の評価を行った。

2-3. 竹林密度の違いによる植生動態への影響と景観の評価構造の関係

植生動態及び景観の評価構造の関係の把握を目的として、①竹の伐採密度の差が林床の植生動態に与える影響の評価。②竹林整備前後での竹林景観の差が人に与える印象についてのアンケート調査。
③SfMを用いて竹林密度に変化をつけて三次元モデル化し、整備活動に参加していない人を対象に景観評価実験を行った。また、②、③の結果をSD法により解析した。

2-4. 地域住民協働のしくみづくり

地域住民の方々と協働で行う整備活動のしくみづくりとして、「北部九州里山再生プロジェクト」を立ち上げた。整備活動では、竹の伐採作業に加え、伐採した竹を用いた空間づくりや周辺住民との交流会を通じた里山保全活動の意義について情報の発信を行った。これらの自然体験活動を通して、参加者の環境に対する意識の変化についてアンケート調査を行い考察した。

引用文献

1)環境省、里地里山環境の保全・活用「SATOYAMAイニシアティブ」
http://www.env.go.jp/nature/satoyama/initiative.html

ESC-34

Research of urban ecosystem services for conservation management of nature environment in Myanmar: the case study in Yangon

○Shwe Yee Lin, Keitaro Ito, Tomomi Sudo,
Yurie Hanada, Takahiro Nakamatsu, Oda Yusuke

1. Introduction

Myanmar is in the midst of critical transformation in the path of its development and modernization after more than 50 years of economic, social and political segregation (JICA, 2015). The country has relied heavily on natural resources to boost its economy, and to provide energy and livelihoods for its population, serious environmental problems have emerged as a result, including deforestation, accelerated loss of rich biological diversity, and increased pollution (NCEA and UNEP 2008). At the same time, the rapid action to conserve the nature environment has not taken quickly, the future capacity of condition of environment in Myanmar will face critical diminished.

With the major economic system changes, many new developments are observed in every sector of Myanmar. Urban landscaping is the integral pattern of modern urban construction and also presents the development of economic conditions. The influences of population growth and rapid increasing development leads to the urbanization and consequently to the degradation of nature environment in urban. Despite the laws and regulations for conservation of nature environment and biodiversity, its practical implementation faces several major challenges and weaknesses.

2. Study Area and Methodology

The study area of this research is in Yangon, a previous capital city, is located at the southern part of Myanmar. It is the central business city of Myanmar. It alone represents about one fifth of national economy (Khaing. T. T, 2015). In this study, we consider (1) the land use changes in Yangon, (2) the current conditions and problems of urban parks and urban national park in Yangon, and (3) the preference and perception of residents considering ecosystem services.

3. Result and discussion

Results indicate urbanization is dramatic in decades. The urban parks are the green space in Yangon. Most users are younger people for the communicate with others in the study area parks. Moreover, there is too little area of green area for the residents. As continuously, our future findings will generate further discussion on the planning for conservation management of nature environment and biodiversity with the investigation in particular the workings and effects of community, perception of local communities and residents on ecosystem services.

Reference

1)JICA, 2015, Japan's International Cooperation. http://www.mofa.go.jp/files/000118826.pdf.

2)NCEA and UNEP, 2008, Myanmar National Environmental Performance Assessment Report, Regional Resource Center for Asia and the Pacific Bangkok, Thailand

3)Khaing.T.T, 2015, Urbanization:The Structures of Sustainable Urban Landscape of Myanmar, International Conference on Myanmar Studies, University Academic Service Centre (UNISERV), Thailand

ESC-35

地域環境保全を目的とした協働のしくみづくりと実践に関する研究
-福津市環境基本計画及び生物多様性戦略策定プロセスを通して-

九州工業大学大学院工学府 ○池尻絵美, 伊東啓太郎
福津市役所 新堀輝雄, 花田菅江

1. はじめに

環境への意識の向上に伴い, 身近な自然の価値が再認識されており, 地域固有の生態系を重視した保全施策の推進に向けた具体的な動きが見られる. この地域性を重視した環境保全を実施する際, 市民団体の活動に大きな期待が寄せられている [1]. しかし近年, 地域コミュニティの基盤である住民自治組織や市民団体の弱体化が顕在化しつつある. そうした中で, 従来からある地縁組織を尊重しつつも, 行政組織と住民との間を取り持つ, 新たな住民自治組織を設立して, 地域コミュニティの基盤を強化しようとする動きがみられる [2]. そこで本研究は, 福岡県福津市を対象とし, 自治活動を行っている地域ごとの特性を評価, 環境保全に関して地域住民が持つ意識, 団体間ネットワークを明らかにした. そして 2016 年度に九州工業大学環境デザイン研究室と, 福津市・市民・市民団体・教育研究機関との協議を重ね, 策定した「第 2 次福津市環境基本計画」, 及び「生物多様性ふくつプラン」を実行に移すため, 地域環境保全のための新たなしくみを提案することを目的とする.

2. 研究方法

2-1. 郷づくり地域における地域特性の把握

福津市は市民が主役の地域自治活動を行う「郷づくり」という 8 つの地域に分かれている. この自治活動を行っている地域ごとに, ArcGIS を用いて環境特性の把握を行った. また, 総人口・少子高齢化率・人口密度・年齢別人口などの人口構成の把握を行い, 環境特性と人口構成から見た郷づくり地域ごとの地域特性を評価した.

2-2. 住民の意識把握による地域イメージの分析

福津市を活動拠点とする人々を対象とした意見交換ワークショップ(以下 WS)を実施し, 地図指摘法を用いて福津市の魅力・課題がある場所, その場所についての意見の抽出および整理を行った. また, WS で抽出された意見を元に, 福津市在住の市民 1000 人にアンケート調査を行った.

表 1　調査概要

WS 実施日	2015 年 9 月 12 日(土)
調査対象	参加者 60 名
場所	水産高校　図書館
アンケート実施日	2016 年 6 月 12 日～30 日
調査対象	福津市在住 20 歳以上の市民 1000 人
回収率	29. 3%

2-3. 環境保全活動を行う市民団体の活動

郷づくり地域推進協議会および, 環境保全活動を行う市民団体を対象にヒアリング調査を行い, 活動場所の把握を行った. また, 郷づくり地域推進協議会, 行政, 市民団体の組織間ネットワーク評価を行った.

2-4. 地域環境保全を目的とした協働のしくみの提案

地域特性・住民意識・環境保全活動場所を踏まえ, 現状の環境保全活動の整合性評価及び, 団体間ネットワークにおける協働体制の評価を郷づくり地域ごとに行い, 福津市における現状の地域環境保全を把握・評価し、よりよい地域協働での環境保全のしくみについての提案を行った.

引用文献

1) 佐藤裕美子, 熊谷洋一：鶴見川流域の地域環境保全における市民団体活動及びネットワーキング組織に関する研究, 日本造園学会誌 66(5), p815-818, 2003
2) 萩原和・星野敏・橋本禅・九鬼康彰: 住民自治組織のネットワーク構造が組織間信頼に与える影響, 環境情報科学論文集 25, p155, 2011

ESC-36

兵庫県淡路島における自然環境の多機能性を活かした地域づくりに関する研究

淡路景観園芸学校/兵庫県立大学大学院緑環境景観マネジメント研究科
○藤原道郎、澤田佳宏、豊田正博

1. はじめに

少子高齢化等による地域の担い手の減少，施設の老朽化による維持費増大，自然災害のリスクや規模の増大等，地域の持続可能性を阻害する要因が山積している中，人工的な施設の単一機能に対して，自然環境の多機能性が着目されつつある。多機能な自然環境を活かした自律的かつレジリエンス（復元力）の高い地域の実現は，持続可能性な地域づくりに貢献すると考えられる。そこで，人口減少地域における二次的自然環境の保全手法を検討し，多機能性に立脚した持続可能性を探ることを目的とした。

2. 調査地および方法

調査地は兵庫県南部に位置する淡路島（約 593 ㎢）とした。山頂から海岸までの距離が近く様々な景観要素がコンパクトにまとまっている。自然環境の機能のうち景観機能，生物多様性保全機能，健康回復機能に着目し，森林域における二次林，農村域における畦畔草原，海岸域における砂浜植生を主な対象とし，キャンパス内での再生試験および地域の現場での管理活動を行うことにより，維持に必要な人為的管理とその担い手創出の可能性の検討を行った。

3. 結果および考察

3-1. キャンパスおよび県立公園での持続的管理試験

2009（平成 21）年から，キャンパス内の二次林において専門職大学院の授業の中で，生物多様性保全のための放置里山林管理を実施している。5 月ないしは 6 月の 2 コマ（90 分×2）を使い管理対象地（10×10m）の毎木調査および林床植生調査を行い間伐対象木を選定し，11 月ないしは 12 月の 2 コマを使い間伐作業を実施している。管理手法は高林管理と呼ばれるもので，高木は残し低木層の常緑広葉樹を中心に間伐を行い，林内の光環境を改善させた。その結果，これまで林内では限られていた落葉樹の実生定着が生じた。その後，年次経過に伴い萌芽再生枝の伸長成長が顕著であり，低木層の被度が増加し常緑樹林化も進行していた。

キャンパス内の造成空間の外来種草原において年 1～2 回の刈取りと集水域内の畦畔草原からチガヤ，ウツボグサなどの種子を集め播種することで，優占種・出現種を外来種から遺伝的にも地域起源の植物へと変化させることができた。

竹林においては県立公園において間伐試験を行い，管理強度と頻度の検討を行った。約 8 年ローテーションでの間伐での維持が可能であると考えられた。

3-2. 地域での活動

維持管理活動だけでは持続が難しいため，二次的自然の資源化が進められている。例えば竹に関してはタケノコとして道の駅等で販売，パウダーとして飼料・肥料としての販売があるが，現在，竹チップを燃料としての活用がある。タケノコ掘りのイベントや竹林管理に専門職大学院学生や学部学生が参画することは地域活動の継続にもつながっていた。棚田畦畔の草刈りも生物多様性および景観機能の維持には欠かせないが，単なる労力というだけでなく，畦畔草原植物の観察を行うことで自らの活動の結果を知ることができる。地域の高校生とともに活動し高校生による主体的な活動につなげることができると考えられる。さらに，それら活動の健康効果について，園芸療法的手法を用いて検証を行い，健康回復も同時に期待して都市域から地域づくりに参加する人材を増やすことで，自然環境の多機能性を活かした地域づくりにつながるものと考えられる。

ESC-37

景観の変化を市民に伝える方法 徒歩

○真鍋徹・御前明洋・中西義昌・富岡優子（北九州自歴博）、須藤朋美・伊東啓太郎（九州工大）

1．目的

有機的な相互作用を伴ういくつかの生態系が組合わさった空間である「景観」は、人間活動などの様々な要因（変化要因とする）の影響をうけ、時間とともに変化する存在である。また、同様な変化要因であっても地域によって景観の変化プロセスやパターンが異なる場合もある。地域における景観の構造や、景観の変化パターンやプロセス、変化要因の把握は、地域計画の策定に際しても重要であるため、地域住民も認識すべき事象であると考える。しかし、景観の概念や景観の構造そして景観が変化する存在であることは、市民に熟知されているとは言い難い。このような観点から、本研究では、博物館という社会教育機能を有する場で、市民に景観の概念や景観の変化を伝える方法の開発を目的とした。

2. 方法

景観の変化を捉えるためには、現在の景観と過去の景観の比較が必要である。そこで、過去の景観復元を扱った既往文献を調査し、復元した景観、復元に用いた資料や復元手法などを整理した。この結果を参考に、「都市近郊の山林景観」の変化を題材とし、市民対象の対話形式の講演会を実施し、景観変化の効果的な視覚化・知覚化手法を検討した。また、調査した文献に記載されていなかった過去の景観復元資料として、博物館に寄贈された昭和初期から戦後まもない頃に撮影された映像フィルム（劣化フィルム）を取り上げ、その修復およびデジタル化を行うとともに展示などへの利用可能性を検討した。

3．結果および考察

既往文献の調査の結果、復元対象となった景観は、農山村、都市近郊域、海岸域など、非常に多岐にわたっていた。これら景観の復元には空中写真や既往の植生図などがよく用いられていたが、明治期以前の景観復元には迅速図や絵図なども利用されていた。また、過去の景観の復元手法の構築を目的とした研究がある一方、復元した過去の景観から時系列的な変化パターンの把握や変化要因の検討を目的とした研究も数多く存在していた。

景観変化を伝える資料として、過去に市民が登山等の記念に撮影した地点と同一の地点を探査し、現在のその地点の状況を記録した画像を作成した。また、対象地域の異年代の空中写真や、それらを基にした異年代の植生図も準備し、都市近郊の山林景観の変化を認識し易い視覚化方法を検討した。その結果、同一地点における過去と現在の状況を記録した写真の比較が、景観変化の定性的な理解（視覚化）には最も効果的であった。また、植生図から解析した各年代の各景観構造の面積値は、景観の定量的な変化の理解（知覚化）を深める効果があった。

劣化したフィルムは、しっかりとした技術を有する企業に修復を依頼すれば、過去の景観復元に活用できることがわかった。

現在、「都市近郊の山林景観」とともに「都市域の里山的景観」、「山地の歴史的景観」の復元をテーマとした博物館展示の実施に向け、より効果的な展示手法の検討などを行っている。

ESC-38

タブレット端末を利用した植物学習と樹木管理のためのサクラ属のデータベース（CerasusDB）の開発

大阪府立大学 ○中村彰宏、人間環境大学　守村敦郎

1. はじめに

植物の名前を覚えることは、植物や環境問題、生態系の管理を考えることにつながると思われ、それゆえ植物学習は重要といえる。現在、様々な図鑑等はあるものの、野外に持ち出せて学習に使えるコンテンツは開発されていない。そこで、本研究では、野外での植物の学習、緑地の管理者が樹木管理に使用できるタブレット上で動くデータベース（以下、DB とする）のプロトタイプを開発すること、その効果の一部を評価することを目的とした。

2. 方法

本研究では、野外における植物観察のための図鑑 DB と開花や生育状況の調査のための樹木管理 DB から構成されるシステムの構築を目指した。対象植物は、毎春に多くの人々が観察するサクラ属(*Cerasus*)とし、都市内緑地である大阪府堺市に位置する大阪府立大学のキャンパスを対象地とした。2014 年から 2016 年春までにサクラ属の個体位置と開花状況を調査した。格納した DB を、野外で植物観察や調査で使用する機器は、操作性や画面の大きさからタブレット端末（iPad Air2 等,Apple 社）とし、タブレット端末に付属するカメラの利用が容易である DB ソフト（FileMakerPro15 Advanced, FileMaker 社）を用いて、DB を開発した。DB 内で植栽位置情報を編集するための WebGIS を ArcGIS for Server Enterprise（ESRI 社）で構築した。

3. 結果と考察

3-1. 図鑑データベースの構築

対象地で 415 個体のサクラ属が確認され、‘染井吉野’、‘関山’、オオシマザクラなどの 44 種類を同定でき、これらを対象とした図鑑 DB を作成した。種や栽培品種等の名前から、花の特徴等から検索でき、解説ページ（図１）に移動する設定とした。花からの検索では、開花時期、花色、花径、花弁数、がく片の鋸歯などの特徴から該当種の解説ページに移動するように作成した。図鑑のように紙面の制約がないため、多くの検索用のページを作成でき、さらに花画像、開花時期などに埋め込んだボタンから直接該当種のページへジャンプできるようにした。解説ページでは画像を拡大表示もでき、デジタル端末ならではのメリットを活用できた。



図１　図鑑データベースの解説ページ

3-2. 管理データベースの構築

管理 DB では、全個体の全体画像と近年の 2 年分の開花画像を格納できる設定とし、タブレット端末のカメラで撮影した開花写真も格納できた。また、野外の幹にナンバリングした番号、空中写真上につけた個体番号からも該当個体を検索できる機能を設定した。外部のサーバーに構築した WebGIS を DB 内にリンクすることで、DB 上で個体位置を修正でき、効率的な個体測量が可能となった。以上より、学習用 DB と管理 DB を作成でき、野外での植物学習と樹木管理に有効なシステムを構築できた。

ESC-39

「団地で叶える“農で繋がる暮らし”」の実現に向けた利用者分析と農園デザイン

九州大学大学院芸術工学府 ○馬晨
九州大学芸術工学部 三輪柚佳里
九州大学芸術工学部 倉田将幸
九州大学大学院芸術工学研究院 藤田直子

1. 背景と目的

日本では戦後の住宅不足を解消する目的として、昭和 30 年から 40 年代に大規模住宅団地が多く開発されたが、現在、それら高経年の団地の衰退が指摘されており、団地の老朽化、低未利用地の増加、急激な高齢化、それに伴うコミュニティの希薄化などが問題視されている。一方で、近年都市農業が推進されている他、農体験を通じた食育が行われるようになっている。これらの背景から、団地の未利用地を地域住民が利用できる農園へ転用させることにより、地域コミュニティの活性化を図り、多世代に対する食育に寄与するのではないかと期待できる。

本研究では、未利用地の存在する団地において地域の現状把握と農園に対するニーズを明らかにする事、並びに、それらのニーズを満たす園内デザインを明らかにする事を目的として研究を行った。

2. 方法

対象地として福岡県福岡市早良区有住小学校校区を取り上げる。校区内の室住団地は、昭和 45 年代に建設された鉄筋コンクリート造5階建74棟からなる総戸数 2,262 戸の大規模団地である。団地敷地内の北端に現在利用されていない駐車場があり、その土地を共同農園とすることとして検討する。

研究方法は、①GIS を用いた農園予定地および福岡市内の各種農園からの時間による到達圏の解析、②団地内外の各主体(UR 都市機構、自治協議会、老人ホーム、小学校、幼稚園)へのヒアリング調査による地域の現状と農園のニーズの把握、③団地居住者を対象にした全戸アンケート調査による生活の実態や地域活動への参加の実態および農園のニーズの把握、④前項までの結果を踏まえた農園デザインの作成(全体構成、配置等)を実施した。

3. 結果

調査①の結果、室見川以東とりわけ北部の住民の農園利用が期待される事が分かった(図 1)。

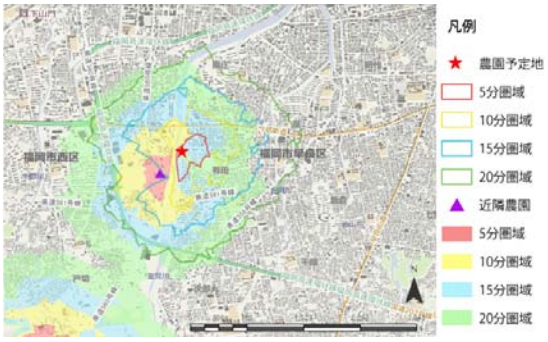


図 1　農園予定地と近隣農園からの徒歩到達圏

調査②と③の結果、農園利用の対象者については、老人ホームも幼稚園も農園開設に対する期待があったため、幅広い年齢層を視野に入れる必要があり、団地居住者だけでなく周辺住民の誘致活動も積極的に行ってよい事が明らかになった。運営・利用方法については、野菜の栽培から食まで一連して行えるプログラムを提供すること、体験農園のように指導者のいる農園利用の仕方を提供することが必要であると判明した。団地住民には健康づくりに興味関心を持つ人が多く、農的活動については興味があると答えた人が半数以上存在し、その内 43%が週 2～3 日利用したいと答え、40%の人が週 1 日利用したいと答えた。調査④ではこれらのニーズを満たす農園のデザインを明らかにするため、全 10 回のワークショップを実施して詳細を決定することとしている。

ESC-40

参加体験型農園の効果に関する研究
福岡市有住校区室住団地での農園開設における食育と園芸福祉の可能性

九州大学芸術工学部 ○倉田将幸、九州大学芸術工学研究院 藤田直子、九州大学芸術工学府 馬晨

1. 背景と目的

農園芸に携わることにより、心身の健康や癒しに効果があることは古い時代から言われており、「園芸福祉」が 1998 年に松尾 [1)]により提唱された。園芸福祉とは、園芸による福祉的機能を積極的に活用して私たちの幸せを推進しようという考え方 [1)]であり、対象はすべての市民で自らの活動でこれを享受することができる。

一方、第 3 次食育推進基本計画 [2)]によると、高齢者を始めとする単独世帯やひとり親世帯、貧困の状況にある子供に対する支援が重要課題として取り上げられており、「個食」や「孤食」を減らし地域等で「共食」する機会を増やすという目標が掲げられている。

以上を踏まえ本研究の目的は、農園開設における農的活動がもたらす食育と園芸福祉の可能性を分析し、地域コミュニティ形成に寄与する農園の運用方式を明らかにすることとした。

2. 研究方法

本研究では対象地として福岡県福岡市早良区有住小学校校区を取り上げた。対象敷地の北の端に現在利用されていない駐車場があり、その土地を共同農園として開設することが決定している。三輪ら [3)]によると、団地内にある未利用地での農園開設のニーズがある一方で、現状は、一人暮らしの人が多い、関わり合いはあまりない、子供と高齢者の関わりが少ない、地域活動の参加率が低いといった問題がある事が把握されている。

2-2. 調査方法

対象校区の居住者に対して 2 段階の調査を行った。まず、自治会、有住小学校、老人ホームへのヒアリング調査を実施し、共同農園での利用方法・食育に対する関心・農的活動に対する意識を明らかにした。次に、農的活動による食育、体験農園における園芸福祉の事例を収集し、運用と効果を分析した後、本研究対象地への適用について検討を行った。

3. 結果

ヒアリング調査の結果、各施設における農園に対するニーズが明らかになった（表１）。この結果を元に、他事例の運用と効果との比較を行い、本対象地に相応しい農園の運用方式を明らかにしていく。

表１　ヒアリング結果

	老人ホーム本部長	公民館館長	小学校校長	こども園園長代理
対象	40 名のうち一人で活動できる希望者	シニア会、子供たち	学生約 230 名	園児約 100 名
活動時間帯	日曜日 サービスがない日		放課後	自由
必要とする施設等	トイレ 休憩所 農機具 車いすでも作業できる空間	農機具 トイレ 休憩所	農機具 トイレ 休憩所	トイレ 休憩所 裸足で活動できる地面 手洗い場
その他	現状より良い効果が期待できる	障害者への配慮	安全性 子どもが楽しめる工夫 地域との関わり	安全性 自然活動は重要

引用文献

1)松尾　英輔（2005)、「園芸福祉はいま-誕生、現状、そして、展望」、園学研、Vol.4、No.4、p373-378
2)内閣府（2016)、「第 3 次食育推進基本計画」
3)三輪　柚佳里、藤田　直子（2016)、「未利用地を利用したコミュニティ形成に関する研究」、日本造園学会九州支部

ESC-41

小規模湿原における環境学習施設の計画手法の検討

鳥取大学持続性社会創生科学研究科　○常葉耕平
鳥取大学農学部　日置佳之

1. はじめに

小規模湿原は、自然再生の対象となることが多い生態系の 1 つである。再生された湿原には、木道などの環境学習施設が整備される場合が多い。しかし、小規模湿原の環境学習施設の計画手法は必ずしも確立されているとは言えない。そこで本研究では、小規模湿原における環境学習施設の計画手法を検討した。

2. 方法

2-1. 事例研究地

事例研究地は、岡山県真庭市蒜山の津黒高原湿原で、面積は 0.5ha である。ここでは 2013～2015 年に自然再生事業が行われ、環境が改善した結果、貴重な動植物が生息している。

2-2. 環境学習施設の 4 つの原則

環境学習施設は下記の 4 つの原則を満たす必要があると考えられる。(1)低環境負荷 (2)生物観察機能 (3)安全・快適性 (4)景観性。これらの原則を満たすために、本研究では**図 1** に示す手順で計画を行った。本研究では、一般的に湿原に設置されることが多い、木道、展望地及び広場の位置選定手法について検討した。

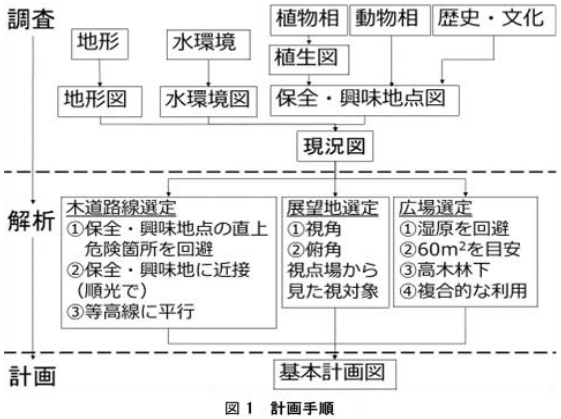


図 1　計画手順

2-3. 現況図

計画与条件を明らかにするために地形図､植生図､水環境図を準備した。地形図は、トータルステーションを用いて現地測量した。植生図、水環境図は 2015 年度作成された図を用いた。植生図、動物相の調査をもとに、保全・興味地点図を作成した。現況図は、地形図、水環境図及び保全・興味地点図を 1 枚の図面に描いたものとした。

2-4. 木道路線選定方針

①保全・興味地点の上を回避する。②保全・興味地点を近くでかつ、順光で見ることができるよう東～南～西側に木道を配置する。[1)]③できるだけ等高線に平行に通すように配慮する。

2-5. 展望地の選定方針

展望地は、湿原を見る視角が広く、また、俯角 8°～10° で見下ろせる [2)] 視対象地内における保全・興味地点の面積の割合が高い地点が適すると考えた。

2-6. 広場の選定方針

①保全・興味地点、危険箇所を回避する。②60㎡程度の面積 [3)]。③日陰が出来る場所。④景観性に配慮する。

3. 結果・まとめ

上記の手順により木道、展望地及び広場の候補地を選定し、4 つの原則を満たすと考えられる環境学習施設の計画案を作成した。今のところ、1 事例研究にすぎないので、他の小規模湿原にも適用・検証する必要がある。なお、本計画案は、真庭市の協力により 2017 年度から実際に施工する予定である。

引用文献

1) 亀山章・倉本宣編:エコパーク、pp. 109、1998
2) 樋口忠彦:景観の構造、pp. 園地 26、1975
3) 環境省:自然公園等施設技術指針、pp. 4、2015

ESC-42

AR 技術と 3D 模型を用いた河川流域環境に関する教育ツールの開発

山口大学大学院創成科学研究科　○河野誉仁，赤松良久，乾隆帝
琉球大学環境建設工学科　神谷大介，サイバネットシステム株式会社　高田一樹

1. はじめに

河川における環境学習において，フィールド学習ではとらえることが難しい現象や，俯瞰的な観点から河川流域環境を理解するには，動画や効果的な可視化を使った魅力的な環境教育コンテンツが必要である．そこで本研究では AR 技術と 3D 模型を用いた河川流域の環境教育コンテンツの開発を目的とし，環境教育コンテンツとしての効果を検証した．

2. AR 技術を用いた可視化システム

3D 模型の作成には，国土地理院基盤地図情報の数値標高モデルを用いて，水平方向 1/600 スケール，鉛直方向 1/200 スケールの 3 次元の流域標高図を作成した．AR コンテンツの表示にはサイバネットシステム株式会社が開発した cybARnet を用いた．cybARnet は「cybARnet アプリ」と「cybARnet 開発者ポータル」から構成され，タブレット等で QR コードを読み込むことでチャンネルをダウンロードし，3D 模型上に重ね合わせて表示させることができる．

3. 河川流域環境コンテンツの作成

中国地方の 4 つの一級河川（江の川，斐伊川，高津川，芦田川）を対象として，各流域の標高，土地利用，水質，魚類データをダウンロードした．標高，土地利用，水質に関しては，地理情報システム（GIS：Geographic Information System）を用いてコンテンツの作成を行った．魚類に関しては，対象河川に共通して存在する代表的な種の在/不在ついて調査地点ごとに整理した．

4. AR 技術と 3D 模型による可視化結果

cybARnet を用いて河川流域環境コンテンツを AR チャンネルとして登録した．標高，土地利用については 3D 模型の起伏に合わせて可視化され，凡例が立体的に表示される．水質に関しては標高図の上に本川に沿った BOD を示している．魚類の在/不在に関しては水質に加えて，調査地点において対象魚がいる場合にはイラストを表示しており，魚類の特性を明記したパネルも付け加えている（図 1）．

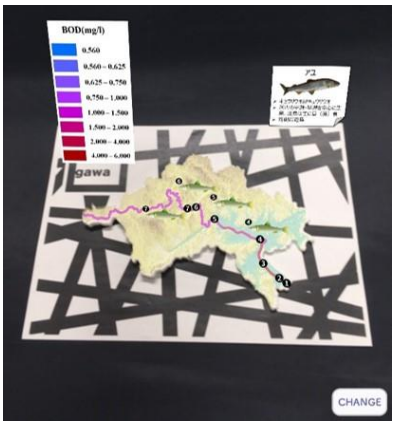


図 1　芦田川における BOD とアユの在/不在の可視化の様子

5. 教育ツールの適用と有用性の検証

平成 28 年 9 月 14 日に開催された山口県立宇部高等学校スーパーサイエンススクール生徒研究発表会において，4 名の高校生がポスターを用いた発表を行い，それと同時に AR と 3D 模型による可視化結果を iPAD を用いて体験可能な形で展示した．

発表後に発表を聞いた学生にアンケートに回答してもらった．その結果，本研究で開発した教育ツールは「流域」という概念，および「河川環境」を理解するために有効であることが分かった．さらに，プレゼンテーションを行った生徒からは，説明しやすさに関して肯定的な意見が得られた．

ESC-43

里浜復興・まちづくりにおける「地域の自然・歴史景観マップ」作成活動とその意義

東北学院大学教養学部・○平吹喜彦、東北学院大学文学部・菊池慶子、仙台市宮城野区新浜町内会、いきものパレット・赤谷加奈、生態系サービスの享受を最大化する‘里浜復興シナリオ’創出プロジェクト、南蒲生/砂浜海岸エコトーンモニタリングネットワーク

1. はじめに：背景とねらい

2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震に伴う激震と地盤の沈降・液状化、そして大津波によって未曾有の被害を受けた仙台湾岸の砂浜海岸・沖積平野では、「合意形成、多重防御、居住地の内陸移転」を基軸とする復興が進められてきた。この国家的プロジェクトは、推進主体である行政機関が、「未来志向の復興」という理念を掲げて実施してきたが、まちづくりやふるさと復興の担い手である住民、そして海岸や田園を特徴づける自然環境に対する配慮の欠如がしばしば問題視されてきた。

今次の災害と復興は、1000 年に一度という極めて稀な出来事であるとはいえ、地球規模で進行する気候変動や日本各地で頻発する地震・洪水・地滑りといった災害に対峙するための事前復興や適応策を検討・実施するにあたって、東日本大震災の被災地で生起した事象を分析･総括することは有意義である。本発表では、住民主権・合意形成・多重防御による復興･まちづくりを活性化させた、「地域の自然と歴史を探求し、結果を見える化・共有化した活動」を取り上げ、活動の背景、経過、意義、課題について景観生態学的な視座から紹介する。

2. 新浜（しんはま）地区の概要

「地域の自然・歴史景観マップ」としての『ふるさと 新浜マップ 2016』を作成した新浜地区は、仙台市宮城野区岡田の沿岸部に位置する（N38°14′37″、E140°59′21″; 2019 年 4 月の人口 211 人､世帯数 70)。集落の中心部は自然堤防上に立脚し、およそ 1.3km を隔てた汀線との間には前浜や小砂丘、水路（貞山運河)､後背湿地から構成される砂浜海岸エコトーンが広がる。2011 年の巨大地震・津波は、開墾後 400 年の歴史を刻む新浜地区にも甚大な被害をもたらしたが、ほどなく町内会が中心となって現地再建を図る復興まちづくり指針がつくられ、まちづくり実践計画・アクションプランの策定へと発展した。

3.『ふるさと 新浜マップ 2016』の概要と評価

『ふるさと 新浜マップ 2016』は A4 判、両面見開き、フルカラーの体裁で、(1)震災以前の（あるいは復興後の）ふるさとの心象風景が版画風に描写された表紙､(2)地域の現況を鳥瞰した見開きマップ､(3)マップ作成の経過や意図を記述した裏表紙からなる。さらに(4)大震災後も存続する「砂浜海岸エコトーンの生物・自然」と「石碑や墓碑、仏像といった地域固有の歴史遺産」に関する解説紙面を 1 枚挿入した(https://sites.google.com/site/ecotone/sendai/print/pamphlet/参照)。特に (4) については、2014 年以降さまざまな分野の専門家・市民団体、新浜住民､行政機関が協働で実施してきた海辺の自然観察、砂浜生物とそのハビタットの保全活動、そして 2015･2016 年に加速した歴史遺産の再発見と科学的評価、住民主導の課題解決型ワークショップにかかわる成果が盛り込まれている。

住民相互、暮らしと自然、祖先と未来世代、そして多様な支援者・来訪者と新浜地域の結びつきを育むプラットホームとしての機能を期待して作成された『ふるさと 新浜マップ 2016』は、いま、新たな発想やかかわり合い、実践を誘発し続けている。

ESC-44

「いしかわ自然学校」における自然体験活動と移住者の役割

京都大学大学院地球環境学舎 ○加藤かすみ
京都大学大学院地球環境学堂 深町加津枝

1. 背景

環境教育の手法の１つとして、自然体験活動の社会的要請が高まってきている。自然体験活動の実施主体のことを自然学校と呼ぶが、日本に２つしかないネットワーク型自然学校の1つが石川県にある[1)]。それが「いしかわ自然学校」であり、様々な主体が連携し石川県の豊かな自然をフィールドとした自然体験プログラムを展開している。このような活動においては、移住者は外からの新しい視点で地域の魅力を再発見し、地域の自然や文化についての理解を深めるための具体的なプログラムを提案、実践する役割を担っていくことが期待される。「いしかわ自然学校」を対象に、主体となる団体や関係者、プログラムなどの特徴を明らかにするとともに、自然体験活動の主体者となる移住者の役割を検討することを目的とした。

2. 調査方法

「いしかわ自然学校」の 2009~2016 年のプログラムに関するデータ分析を行い、変化や特徴を明らかにした。また、関係者への聞き取り調査を行い、「いしかわ自然学校」の構想などを把握した。さらに、自然体験活動を行っているＩターンおよびUターン移住の方々に聞き取り調査を行い、移住理由や活動に至った経緯などを整理した。アンケート調査では、指導者およびプログラム実施団体の方々を対象に、所属団体における移住者の有無、移住者に対する意識などを明らかにした。

3. 結果

3-1. 自然学校プログラムデータ分析結果

８年間で 136 の団体が活動を行った。実施場所は能登、金沢、加賀地域それぞれで地域の自然資源や文化資源を活かしていることが分かった。

3-2. 聞き取り調査結果

「いしかわ自然学校」の立ち上げに際し、①行政・民間・教育委員会が相互に連携・協力するシステムを作り、各々が得意とする内容や手法での自然体験活動の提供を目指したこと、②指導者養成を通して人のネットワークづくりができたこと、③移住者が石川県で活動しやすい仕組みがあったこと、が明らかになった。

3-3. アンケート調査結果

現在の移住者の役割は、「新しいことを提案してくれる」「専門性や特技を活かしてくれる」ことなどが挙げられた。今後は「交流を活発化させる」ことや、「団体運営の継承」をすることが期待されている。

4. 結果

「いしかわ自然学校」は、石川県全域をフィールドとして、多様な主体が多様な自然体験プログラムを実施しており、地域に根ざした任意団体がプログラム数・内容の多様性を支えていた。また、調査結果から、自然学校関係者は移住者の存在を肯定的にとらえ、活動の中心人物になっていくことを期待していることも示唆された。人的ネットワークを活かして自然体験プログラムとしての内容を充実させ、持続的な活動としてつなげていく方策を、行政、民間、そして各地域の関係者が連携して取り組む必要があると言える。

引用文献

1) 西村仁志 (2006) 日本における「自然学校」の動向―持続可能な社会を築いていくための学習拠点へ―. Doshisha University policy & management, 8(2): 31-44.

ESC-45

幼児期の自然体験の充実を目的とした環境マネジメント及び身近な自然の活用手法に関する研究

国立大学法人九州工業大学大学院工学府　○須藤朋美、伊東啓太郎
学校法人北白川学園北白川幼稚園 山下太郎、山下育子
社会福祉法人北九州市福祉事業団沢見あやめのもり保育所 沖川美司子

1. はじめに

子どもにとって、「遊び」は身体の発達や社会性、創造力などを育てる、複合的な「学び」の機会として重要な体験である。しかし、都市化の進行や社会構造の変化に伴い、子どもたちの遊ぶ場所と機会が失われている。特に、都市部における自然環境の減少は著しく、身近に残された緑地や河川といった自然空間やオープンスペースを、子どもの「遊び」と「環境学習」を目的として再生、創造していくことは、現代の都市において重要な課題である[1)]。特に、幼児期の自然体験は、子どもの自然観を形成する最初の段階として重要である。そこで、本研究では、幼稚園、保育園の自然環境と子どもたちの遊びに着目し、幼児期の子どもの自然体験の充実を目的とした環境デザイン手法及び自然環境の活用手法について提案する。

2. 研究対象地

本研究では、スタディケースとして、都市部に位置し、異なる自然環境を有する2つの幼稚園、保育所を対象地とした。1 つ目の北白川幼稚園は、京都市の小高い山の中に立地し、園内及び周囲を森林が取り囲んでいる。2 つ目の沢見あやめのもり保育所は福岡県北九州市に位置し、園内に自然要素は少ないものの、隣接する九州工業大学のキャンパスや近隣の夜宮公園といった自然環境が園外にある。

3. 研究方法

3-1. 対象地の自然環境特性と利用実態の把握

GIS を用いて各研究対象地の自然環境の特性を把握した。さらに、保育者へのインタビュー調査により、保育の中で活用している自然環境を地図上に反映し、その特性を明らかにした。

3-2. 子どもの遊び行動の把握

保育者へのインタビューにより、子どもたちの遊び行動を調査した。データをアフォーダンス・セオリー[2)]に基づき分析し、子どもの遊び行動へと自然環境の関係を明らかにした。

4. 結果と考察

本研究により、昆虫や落ち葉といった、子どもが手に取ることのでき、動きや四季により変化のあるものが子どもたちの様々な遊びを誘発していることが明らかとなった。このことから、地域の生物多様性を保全し、生態系に配慮した園庭のデザインが子どもの遊びの充実につながると考えられる。また、地域の自然環境を活用した環境学習の実施にあたっては、専門家と保育者が協力することが重要である。今後は、自然体験を通して子どもたちの自然に対する態度や意識はどのように変化するのか、また、子どもと接する保育者が自然をどのようにとらえているのかを調査し、幼児期の環境教育の在り方を考察するとともに、環境学習を通した環境マネジメントの可能性について考察していく。

引用文献

1) Ito, K., Sudo, T. & Fjørtoft, I.：Ecological Design: Collaborative Landscape Design with School Children, Murnaghan, A. and Shillington, L (Eds.), Children, Nature, Cities. Routledge, New York, pp.195-209., 2016

2) Gibson, J.J.：THE ECOLOGICAL APPROACH TO VISUAL PERCEPTION、Classic Edition, Phycology Press、New York, 2015

ESC-46

音の多様性が子どもの遊び行動に及ぼす影響-小学校ビオトープにおいて-

九州工業大学工学部　○飯川裕基
九州工業大学大学院工学府　伊東啓太郎
古閑丈瑛

1. はじめに

近年では,音環境に対する関心が高まってきており，サウンドスケープ・エコロジーなどの研究が深まっている。

音環境は，景観生態学において様々な役割を担っている。例えば，景観学において，周囲の音環境によっては，ランドスケープに対する人々の評価が変化する[1]ことが明らかになっている。また生態学において，騒音による確率共鳴による共存する種の多様性の促進についての研究[2]や音環境の多様性から生物多様性の評価する研究[3]も行われている。

以上のように景観生態学にとって，音環境は非常に重要な要素の一つだと考えられる。

本研究では，福岡市立壱岐南小学校の学校ビオトープにおける 1)音環境の多様性の測定 2)音環境の多様性が与える子どもへの影響 3)子どもの音の好みについて，分析・考察を行うことで音環境の多様性が子どもの遊び行動に及ぼす影響を把握するための研究である。

2. 対象敷地

福岡市立壱岐南小学校
住所：福岡県福岡市西区戸切２丁目 17-1

3. 方法

3-1. サウンドマップの作製

サウンドレコーダによる音環境の測定を，中休み,昼休み，放課後(夜)の３つの時間帯で行い，音環境の多様性およびその時間変化，そして周波数特性の観点からサウンドマップを作成する。

3-2. 子どもの行動調査およびアンケート調査

子どもの行動調査を行い，サウンドマップと照らし合わせ，行動分析を行うことで，音環境の多様性と子どもの行動との関係について考察する。

アンケート調査を行うことで，子どもが多様な音環境において，どのような音，または音環境に対して 1)興味をもつか 2)好みの傾向を示すか 3)心情がどのように変化するかの３項目を調査する。アンケート結果と子どもの行動，サウンドマップを照らし合わせ，考察を行う。以下に，アンケート項目を表す。

引用文献

1) Jose Luis Carlesa, Isabel Lopez Barrioa and Jose Vicente de Luciob, Sound infuence on landscape values (1998)

2) Ying-Cheng Lai and Yi-Rong Liu, Noise Promotes Species Diversity in Nature (2005)

3) Sueur J, Pavoine S, Hamerlynck O and Duvail S, Rapid acoustic survey for biodiversity appraisal (2008)

ESC-47

身近な自然環境を活用した子どものあそびと育ちを促す実践と検証
～子どもの伴走者である大人の認知変容と行動変化について～

○秋葉祐三子 1)，伊東啓太郎 1)，須藤朋美 1) 川本卓史 2)，
1)九州工業大学大学院工学府　2)株式会社オリエンタルコンサルタンツ

1980 年以降、日本における子どものたちあそびの空間は限界まで小さくなり、分解が始まっている。[1] 親世代の自然体験の減少も顕著で、農村でも子どもたちの外遊び時間はなきに等しい。子供の身体能力の低下は、日本社会全体の将来に取っても無視できない状況であると言われて久しく [2]、国民自らがそれぞれの立場に応じて行う健康対策、として、外遊びやスポーツを通じた子どもの体力の向上を掲げている。

宅地開発などにより、身近な自然環境が減少している中で、残された自然空間やオープンスペースを子どもの「遊び」と「環境教育」を目的として再生・維持・創造していくことは、大変重要な課題である。[3] 公園や空き地、校庭や園庭なども子どもたちが日常的に自由に出入りできる希少な自然空間であり、四季を通じて子どもたちのあそびを誘発し、様々な気づきや学び、動作に習熟し身体能力を高めることのできる大切な場所である。

学校内で遊ぶ自由時間も減少し続け、登下校時のみちくさもままならない。子どもたちの群れももはや自然発生的には生じない。子どもの権利条約にもあるように、子どもにとってあそびはまなびである。育ちに必須であるあそびが奪われ、子ども達は機能不全を起こしている。

北九州市若松区響灘緑地にある大型都市公園グリーンパークと北九州学術研究都市周辺に開発中の新興住宅地ひびきの地域において、乳幼児を含む子どもと自然のふれあい遊びを取り戻す取り組みを試行している。当地域は今年四月北九州市内最大規模の新設小学校が開校し、子育て家庭が流入し、乳幼児人口が激増している稀有な地域で、乳幼児、学童児の遊び環境の整備は急務であるが、追いついていないのが現状である。

身近な自然環境Green Infrastructureを活用した活動、北九州市での乳幼児、学童児その親対象の「みちくさ会(2016)」[4]、「グリーンパーク探検隊(2016,2017)」等について報告する。(一部は独立行政法人環境再生保全機構、地球環境基金助成)

本活動では、現存の身近な自然環境を活用した、乳幼児を含む親子が日常生活において独自に再現可能な活動提案を目指す。指導者とともに過ごすプログラムの中で具体的な親子活動を提案し、活動中の観察記録、その後の様子の観察、インタビューなどを行った。実践現場での子供たちのあそびや育ちの豊かさを親が認識することで、親の構えに小さいが明らかな変化が生じることがわかった。親子での自然体験が、親自身の体験を通じた学びの機会となる。

幼い子どもの日常において子どもと自然を取り持つ最も身近な伴走者は、親などの保護者であるが、自然についての適切な知恵や経験が不足している。その土地の自然と人との暮らしぶりそのものが、風土であり伝承されるべき文化であるが、世代間の伝承は途絶えており、活動の担い手自体の不在も新たな課題となっている。

引用文献

1) 千田　満：こどものためのあそび空間 1998
2) 文部科学省平成 14 年答申)「新健康フロンティア戦略」(平成 19 年)
3) Ito, K., Sudo, T. & Fjørtoft, I. : Ecological Design: Collaborative Landscape Design with School Children, Murnaghan, A. and Shillington, L (Eds.), Children, Nature, Cities. Routledge, New York, pp.195-209., 2016
4) 秋葉ら 2017 同学会にて報告

ESC-48

環境学習ワークショップを通した身近な自然環境の活用に関する研究

九州工業大学工学部○鮎川奈津子, 伊東啓太郎, 馬場成輝
山本将由, 芦屋東小学校 池田敬一, 野見山千寿代, 国土交通省 九州地方整備局 遠賀川河川事務所 河川環境課, 河口堰管理支所, 福岡県芦屋町 環境住宅課

1 はじめに

近年, 地球規模の環境問題への対応が重要な課題となっている中, グリーンインフラの重要性が日本で指摘されている[1]. さらに, 地域の環境問題が, 地球規模の環境問題につながるという現状があるため, 常に地球規模の視野をもちながら, 地域の問題に関わる環境学習を行うことに注目が集まっている[2].

本研究では福岡県遠賀郡にある遠賀川魚道公園を対象地とした. 本対象地は 2008 年から福岡県遠賀郡芦屋町, 国土交通省九州地方整備局, 九州工業大学環境デザイン研究室の三者協働で計画・設計し, 2013 年に完成した. 現在は本対象地を活用した環境学習ワークショップ（以下, WS とする）を行っている. この WS を通して身近な自然環境の学びの場・遊びの場としての空間活用の調査を行い, 近年注目されているグリーンインフラの考え方を考慮した, 身近な自然環境の活用について提案することを目的とした.

2. 調査方法

2-1 子どもを対象とした利用特性

子どもが求める身近な自然環境の構成要素による空間特性の把握を行い, 結果を本対象地と比較することで, 本対象地の利用特性に関する考察を行うことを目的とした. まず芦屋東小学校に通う小学 1 年生から 6 年生を対象に, 身近な自然環境の抽出を行うために公園にフォーカスをあてた利用特性に関するアンケート調査を行った. 調査項目は, よく遊ぶ公園, 選定理由, 遊び内容, 使用頻度, 理想の公園像, 遠賀川魚道公園の認識状況・利用状況について調査し多変量解析で分析を行った. さらに, アンケートから抽出された公園の構成要素（面積, 緑被率, 小学校からの距離, 樹木の数, 遊具の数, ベンチの数, 小低木, 低木, 大低木）を調査した. また, 公園以外の身近に感じる自然環境の把握を目的とし, 芦屋東小学校に通う子どもにヒアリング調査を行い, テキストマイニングで分析した.

2-2 生態学的特性

本対象地にはどのような植物種が空間内を構成しているか明らかにすることを目的とし, 5m×5mのコドラートを設置, ベルトトランセクト法を用いた植生調査を行った.

2-3WS の評価

WS が子どもにもたらす意識変化の把握を目的とし, 全 WS で実施した, WS 毎の感想文・イメージマップテストをテキストマイニングで分析した. さらに, 本対象地を活用した WS に対する WS 関係者の意識把握を目的とし, ヒアリング調査およびアンケート調査をし, テキストマイニングと多変量解析であるコレスポンデンス分析を行った.

2-4 総括

本研究では, 身近な自然環境の活用に関する考察を行い, 学びの場, 遊びの場として求められる身近な自然環境の活用についての考察および提案を行う.

引用文献

[1] 西田貴明・岩浅有記「わが国のグリーンインフラストラクチャの展開に向けて～生態系を活用した防災・減災, 社会資本整備, 国土管理～」（『季刊　政策・経営研究』vol. 1, 2015）
[2] 中央環境審議会「これからの環境教育・環境学習-持続可能な社会を目指して-」, 1999

ESC-49

参加型展示計画ワークショップのデザインに関する実践的検討
-樋井川流域活動の情報発信拠点づくりを事例として-

○東京学芸大学　吉冨友恭
東京学芸大学　増田由起

1. 展示計画方法の検討

流域における環境活動推進のための展示・教育機能をもつ情報発信拠点の整備においては、その質を向上するために利用者参加型の手法を取り入れていくことが求められる。本研究では、樋井川流域の「あまみず社会研究会」が整備する分散型水管理の実現を目的に流域における雨水貯留・浸透の科学的理解と要素技術の普及を促す情報発信拠点「あまみず科学センター」の展示計画方法について検討した。具体的には、当該活動に取り組む市民や大学関係者が参加する展示計画ワークショップを実施し、参加者への聞き取り調査を中心に、ワークショップに取り入れたKJ法[1)]および模型制作が参加者の意識や展示計画にもたらす効果について考察した。また、展示制作の専門家への聞き取り調査を行い、博物館等における一般的な展示計画との対応関係を整理した。

2. KJ法と模型制作の効果

展示計画ワークショップにおいてKJ法がもたらす効果としては、多様な意見やアイデアが集約される、共通する思考のポイントがわかる、意見やアイデアの関係を見出すことができる、ストーリーとして可視化できること等が確認された。一方、模型制作がもたらす効果については、来場者の動き・目線が意識できる、屋外・屋内の活用が意識できる、展示物のイメージを具体化できる、展示物の配置のバランスや偏りを認識できる、形に表現できる楽しさを感じる等の傾向がみられた。KJ法から模型制作への流れにおいても効果が認められた。主に、来場者目線への視点の変換がなされること、意匠化によりアイデアが視覚的に具体化されること、ゾーニングを含む空間化がなされることが確かめられた。模型制作という決められた空間条件が提示された状況においては、広がったアイデアに制限がかけられる反面、多くのアイデアから伝えたい内容、採用したい方法が焦点化され、与えられた空間にバランス良くまとまっていく傾向も見られた。



写真1. KJ法による展示内容の検討



写真2. 模型制作による展示方法の検討

引用文献

1)　川喜田二郎（1967）発想法-創造性開発のために. 中央公論社.

The Improvement of Slope Revegetation Standards for Ecological Restoration According to Soil Properties

- Granite Soil of Gangwon Area in Korea –

Gang Tae Bok (Graduate School of Dankook University)
Kim Nam Choon (Dept. of Green & Landscape Architecture, Dankook University)
Kim Eun Bum (Graduate School of Dankook University)

1. Introduction

This study conducts a field survey on the characteristics of plants for the revegetation of the slope faces of the weathered granite soil, such as the characteristics of the location of the road, the physical and chemical characteristics of the soil, varieties that appear, plant community structure, coverage ratio, the coverage ratio of foreign-introduced plant varieties, the growth rate of plants, visual landscape and the invasion of harmful varieties aiming to improve the revegetation standards for the road slope faces, considering the stability, environment and visual landscape of the slope faces of the weathered granite soil.

2. Method of Research

Concerning the field investigation of the site of this study, the road slope faces of 12 target sites in the Gangwon region, consisting of weathered granite soil slopes were investigated, and as a result, concerning the revegetation methods applied to each of the soil, seed spraying methods + coarse straw-mat mulching works and thin layer-soil combination media hydro-seeding measures were applied to the banking and cutting earth and sand sections, while thin layer-soil combination media hydro-seeding measures and thick layer-soil combination media hydro-seeding measures were applied to the sections of the cutting ripping rock and blasting rock.

3. Result Analysis

Concerning physical characteristics according to the soil environment of cutting earth and sand section, sandy soil, sandy loam soil, and loamy sand were distributed, and concerning the revegetation methods for the slopes, the chemical characteristics of the soil in the sites were lower grades except for the sites constructed with the soil media hydro-seeding measures.

As a result of a survey on the characteristics of plant environment, concerning the varieties that appeared, 22 varieties appeared in the section of the banking earth and sand (seed spraying methods + coarse straw-mat mulching works), which were the fewest, while 31 varieties appeared in the section of the cutting blasting rock (thick layer-soil combination media hydro-seeding measure), which were the most. In addition, 24 varieties appeared in the section of the cutting earth and sand (seed spraying methods + coarse straw-mat mulching works); 25 in the section of the cutting earth and sand (thin layer-soil combination media hydro-seeding measure); and 28 in the section of the cutting ripping rock (thin layer-soil combination media hydro-seeding measure).

It was found that the coverage ratio was the lowest in the section of the banking earth and sand (seed spraying methods + coarse straw-mat mulching works) at 73.19%, while it was the highest in the section of

the cutting earth and sand (thin layer-soil combination media hydro-seeding measure) at 93.33%. It was found that the coverage ratio of foreign-introduced plant varieties was the highest in the cutting blasting rock (thick layer-soil combination media hydro-seeding measure) at 54.20%, while it was the lowest in the section of cutting earth and sand (thin layer-soil combination media hydro-seeding measure) at 27.78%. The growth rate of plants was the lowest in the section of the cutting earth and sand (seed spraying methods + coarse straw-mat mulching works) at 9.07g, while it was the highest in the section of the cutting ripping rock (thin layer-soil combination media hydro-seeding measure) at 11.35g.

As a result of a survey on the revegetation of slope faces, it was found that in applying revegetation methods to weathered granite soil slopes, the construction is not carried out by selecting an optimal method, considering soil characteristics, and even if poor construction and defects occur, the methods were selected which had lowest construction costs (seed spraying methods + coarse straw-mat mulching works) for the construction, which was problematic. Thus, it was found that it would be necessary to apply the soil media hydro-seeding measures for the construction as for the method appropriate for weathered granite soil slopes.

4. Conclusion

Concerning the design criteria for revegetation methods for the slopes, the same methods should be applied to the section of earth and sand soil slope, firm earth and sand soil slope, weathered soil slope. As a result of this study, it is necessary to select and design a revegetation method for slopes concerning earth and sand, firm earth and sand, weathered soil and weathered granite soil slope, and at this time, concerning the selection of methods, the soil media hydro-seeding measures are more excellent than seed spraying methods + coarse, straw-mat mulching works and applying more than 2cm as the thickness of the base materials of vegetation if possible would be most reasonable.

It is judged that in the future, in selecting a revegetation method of thin layer-soil combination media hydro-seeding measures in slope faces of the weathered granite soil (cutting earth and sand section), it would be necessary to decide a reasonable thickness for the construction of the base materials of vegetation through test construction on the site according to the soil conditions and introduce and apply that to the site

Reference

1) Sung Ho Kil, Dong Kun Lee, Tong Mahn Ahn, Mee Hyun Koo, Tae Yeon Kim (2012) A Study on the Vegatation Properties of Slope Areas according to the Soil Hardness. J. Korean Env. Res. Tech 15(5):115-127
2) Nam Choon Kim (2016) Technical Articles : The Study on the Selection of Revegetation Methods on Weathered Granite Cut-soil Slopes. J. Korean Env. Res. Tech 19(2):121-135
3) Yeon Jae Park, Gi Seong Jeon, Dong Gil Cho, Yun Jin Shim, Jung Nam Do, Mi Young Park (2016) The Mixing Ratio of Wood Waste on Slope Revegetation base Materials. J. Korean Env. Res. Tech 19(4):45-59

ELR2017 名古屋　実行委員会

実行委員長 夏原 由博（名古屋大学）

実行委員（50 音順）

日本緑化工学会：岩崎寛，大藪崇司，橘 隆一，田中賢治，中島敦司（幹事長），中村華子，福井亘，福永健司，村上健太郎

日本景観生態学会：伊東啓太郎，鎌田磨人，小串重治，鈴木重雄，竹村紫苑，丹羽英之，橋本啓史，日置佳之，藤田直子，藤原道郎（幹事長），村上拓彦，望月翔太，森本淳子

応用生態工学会：青江 淳，浦川苑子，沖津二朗，尾花まき子，河口洋一，関根秀明，田代 喬，藤田乾一（幹事長）

日本景観生態学会・日本緑化工学会・応用生態工学会・ICLEE 合同大会講演要旨集
第２刷　2017 年 10月4日発行
発行　ELR2017 名古屋実行委員会
名古屋市千種区不老町　名古屋大学大学院環境学研究科