

# ELR2017 名古屋 講演要旨集

## (応用生態工学会会員発表分)

この講演要旨集は、ELR2017 名古屋／8th ICLEE における応用生態工学会会員による研究発表の講演要旨について、「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」(2017 年 9 月 22 日、ELR2017 名古屋実行委員会) から抜粋して取りまとめたものである。

プログラムにおいて発表番号・タイトル・発表者・連名者が塗りつぶしとなっている講演要旨が応用生態工学会会員による研究発表(口頭発表 37 題、ポスター発表 89 題)である。

## 目 次

### プログラム

口頭発表	1
ICLEE Oral Session	5
ポスター発表	6

### 講演要旨

#### 口頭発表

河川環境	16~24
動物、道路	25~33
都市環境	37
海岸、植生	40~45
ダム、水環境	48~58
河川環境	59~67
グリーンインフラ	78~84

#### ポスター発表

都市環境	122
動物	146~157
外来種	171~177
保全生態	180~190
環境修復	195~199
生息場・生育地評価	200~215
環境 DNA	216~226
水質	227~234
河川環境	235~251
海岸・海域・汽水域	252~256
物質循環	268~270
生態系サービス	273
グリーンインフラ	282~287
ランドスケープ・計画	303
モニタリング	304~307
環境学習	319~327

口頭発表 2017年9月23日(土)

	【ES ホール】 河川環境	【講義室2】 動物、道路
9:00	<p>【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 ○横田康平、藤原正幸、竹門康弘(京都大学)</p>	<p>【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 ○田中雄一、河村年広、佐伯晶子、加藤 久(愛知県農業総合試験場)</p>
9:15	<p>【23-2】天竜川におけるアユ繁殖場の生息場学的研究 ○竹門康弘(京都大学)、兵藤 誠(いであ(株))、角 哲也(京都大学)</p>	<p>【23-11】Impact of habitat disturbance on tadpole community and tadpole-mediated ecosystem services in rainforest streams in Madagascar ○Noelikanto Ramamonjisoa, Yoshihiro Natsuhara (Nagoya University)</p>
9:30	<p>【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 ○藤井和也((株)福田水文センター)、土居秀幸、松岡俊将、永野真理子(兵庫県立大学)、佐藤博俊、山中裕樹(龍谷大学)</p>	<p>【23-12】立山カルデラにおけるホンデオコジョと共存した砂防事業の実現に向けた取組み 浅井誠二、石井 崇、村元陽介、山根恭子(国土交通省立山砂防事務所)、○澤樹征司、鈴木莊司、柴田 閑、吉井千晶((株)建設技術研究所)</p>
9:45	<p>【23-4】砂防堰堤壁面に生息するクラマナガレトビケラ ○平 祥和(大阪府立大学)</p>	<p>【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 ○藪原佑樹(徳島大学)、赤坂卓美(帯広畜産大学)、林 佑亮(徳島大学)、内田孝紀(九州大学)、齊藤慶輔(猛禽類学研究所)、山田芳樹((株)ドーコン)、河口洋一(徳島大学)</p>
10:00	<p>【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 ○川島大助、御室伸太郎、木村哲也、飯干富広、西村博一、中西 敬(日建工学(株))</p>	<p>【23-14】春夏秋冬:いつでも湿地にエゾシカが! ○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(酪農学園大)</p>
10:15	<p>【23-6】豊川用水 初立池におけるニラバラン保全対策 ○小林 淳、土田百合子((独)水資源機構)</p>	<p>【23-15】伊勢自動車道のエコロード20年の評価 ○岩田朋子、水島秀二(中日本高速道路(株))、西牟田和沙((株)高速道路総合技術研究所)</p>
10:30	<p>【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 ○吉岡秀和(島根大学)、八重樫優太(京都大学)</p>	<p>【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、菅野太郎((株)環境・グリーンエンジニア)、早河辰郎(中日本高速道路(株))、織田銃一(元名古屋大学)</p>
10:45	<p>【23-8】川内川激特事業における「河川」と「まち」の再生 ○小林清文(九州大学/(株)大進)、林 博徳、島谷幸宏(九州大学)</p>	<p>【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、吉津祐子((株)荒谷建設コンサルタント)、伊藤正人(中日本高速道路(株))、森 誠一(岐阜経済大学)</p>
11:00	<p>【23-9】東京湾の魚類多様性再生に向けた検討ー希少種の生息場利用への着目ー ○秋山吉寛、黒岩 寛、岡田知也(国土交通省国土技術政策総合研究所)</p>	<p>【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、春田章博((株)環境・グリーンエンジニア)、平尾義男(中日本高速道路(株))、内田臣一(愛知工業大学)</p>

口頭発表 2017年9月23日(土)

	【ES021】生態系サービス、都市環境	【ES022】海岸、植生
9:00	<p>【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 ○柳井清治、田口 真(石川県立大学)</p>	<p>【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 ○東 和之、大田直友(阿南高専)</p>
9:15	<p>【23-20】愛知・岐阜の道の駅における山菜利用 ○夏原由博(名古屋大学)</p>	<p>【23-26】海岸砂丘系における自然堤防の復元力と海浜植生 ○松島 肇、奥山賢汰(北海道大学)、平吹喜彦(東北学院大学)、岡田 穰(専修大学)</p>
9:30	<p>【23-21】調理による山菜の減セシウム効果 ○小林達明、中平史織(千葉大学)</p>	<p>【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 ○岡村怜美、森 千夏、田中賢治、熊田啓之(特定非営利活動法人自然再生技術協会)</p>
9:45	<p>【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 ○野崎健太郎(椙山女学園大学)</p>	<p>【23-28】小型 UAV を用いた海岸マツ林の林床光環境の推定 ○佐々木剛、朝波史香、鎌田磨人(徳島大学)、丹羽英之(京都学園大学)</p>
10:00	<p>【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 ○小田龍聖(京都大学)、脱 穎(TECRIVER 株式会社)、深町加津枝、柴田昌三(京都大学)</p>	<p>【23-29】高知市種崎における里海の鳥類群集 ○楠瀬雄三(エコシステムリサーチ/京都府立大学)、福井 亘(京都府立大学)</p>
10:15	<p>【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 ○宮崎直美(岩手大学/帯広の森・はぐくむ)、平田昌弘、三浦華織(帯広畜産大学)</p>	<p>【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 ○高柳春希、西田隆義(滋賀県立大学)</p>
10:30		<p>【23-31】踏圧処理が畦畔雑草植生に及ぼす影響 ○稲垣栄洋、稲垣舜也(静岡大学)、加藤百合子((株)エムスクエア・ラボ)、河合 真((株)スズキ)、砂川利広((株)農建)</p>
10:45		<p>【23-32】下草刈り取り管理下にある盛土法面の植生の特徴 ○小宅由似、今西純一(京都大学)、石原一哉(西日本高速道路株式会社)、小倉 功(中日本高速道路株式会社)、柴田昌三(京都大学)</p>

口頭発表 2017年9月24日(日)

	【講義室1】ダム、水環境	【講義室2】河川環境
9:00	<p>【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、青柳克憲、柘本 拓(東日本旅客鉄道(株))</p>	<p>【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 ○原田守啓、アマナトウラ サヴィトリ、角田美佳(岐阜大学)</p>
9:15	<p>【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 ○波多野圭亮、角 哲也、竹門康弘(京都大学)、荒井 稔((独)水資源機構)</p>	<p>【24-13】河岸高を考慮した川づくりの方法序説 ○渡辺恵三、岩瀬晴夫((株)北海道技術コンサルタント)、ト部浩一(北海道立総合研究機構)</p>
9:30	<p>【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 ○小林草平(京都大学)、袋井 肇(関西電力(株))、角 哲也、竹門康弘(京都大学)</p>	<p>【24-14】網状流路への植生侵入特性 ○久加朋子(北海道大学)、山口里実(寒地土木研究所)、渡邊健人、清水康行(北海道大学)</p>
9:45	<p>【24-4】通し回遊型生物に対するダムの影響評価 ○鳥居高志、石水秀延、池原浩太(いであ(株))、座覇 洋、平良譲治(内閣府沖縄総合事務局北部ダム統合管理事務所)</p>	<p>【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 ○山田 晋、根本正之(東京大学)</p>
10:00	<p>【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 ○坂本正吾、浅見和弘(応用地質(株))、大杉奉功((一財)水源地環境センター)、中井克樹(滋賀県立琵琶湖博物館)、菊地裕光、三浦博之(国土交通省三春ダム管理所)</p>	<p>【24-16】埼玉県西部、槻川における河床型の分類と分布 ○平山晴庵(i-or-i Landscape Design)</p>
10:15	<p>【24-6】沖縄県久米島のカンジダム貯水池における外来魚駆除の多面的効果ー亜熱帯島嶼の自立・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ー ○佐藤文保(久米島町ホテル館)、古里栄一(埼玉大学)</p>	<p>【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 ○西岡雄太、木村一郎(北海道大学)、旭 峰雄(国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部)</p>
10:30	<p>【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(<i>Pellionia minima</i> 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)</p>	<p>【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 ○高橋真司(東北大学)、兵藤 誠(いであ(株))、竹門康弘(京都大学)</p>
10:45	<p>【24-8】小石原川ダムにおけるコキクガンシラコウモリの生息環境を考慮したねぐら環境の創出 ○村田 裕、中野春男((独)水資源機構)、荒井秋晴(九州歯科大学)</p>	<p>【24-19】扇状地端部を流れる湧水河川の水環境 ○田代 喬(名古屋大学)</p>
11:00	<p>【24-9】浅い湖沼における底泥有機態リンの動態について ○篠原隆一郎、広木幹也、高津文人、今井章雄(国立環境研究所)、井上徹教(港湾航空技術研究所)、古里栄一(埼玉大学)、小松一弘、佐藤貴之、富岡典子、霜鳥孝一、三浦真吾(国立環境研究所)</p>	<p>【24-20】The effects of iron and light intensity on the growth and stress responses of <i>Egeria densa</i> ○Liping Xia, Mahfuza Parveen, Takashi Asaeda(Saitama University)</p>
11:15	<p>【24-10】ケイ酸溶出材料 SCC の開発と河川での暴露実験 高崎みつる(石巻専修大学)、○神尾重雄、山下剛史、遠藤伸二((株)ニュージェック)、吉村直孝((株)総合水研究所)、萩原英壽(環境工学(株))</p>	
11:30	<p>【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 ○古里栄一(埼玉大学)、Jutta Fastner(Federal Environment Agency Germany Ingrid Chorus)、今本博臣((独)水資源機構)</p>	

口頭発表 2017年9月24日(日)

	【ESホール】緑化	【レクチャーホール】グリーンインフラ
9:00	<p>【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</p> <p>○角谷文代(東京農業大学)、桑山直子(JA アグリげんきの郷)、鈴木貢次郎(東京農業大学)</p>	<p>【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</p> <p>○大城 温、長濱庸介、井上隆司(国土交通省国土技術政策総合研究所)</p>
9:15	<p>【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</p> <p>○寺井 学(株式会社大林組)</p>	<p>【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</p> <p>○山下三平(九州産業大学)、島谷幸宏(九州大学)、渡辺亮一(福岡大学)</p>
9:30	<p>【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</p> <p>○佐藤厚子、山田 充、山梨高裕(土木研究所)</p>	<p>【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—</p> <p>○野島義照(東邦レオ株式会社)、千木良泰彦(横浜市)、津久井敦士(株式会社三菱地所設計)、益田宗則(日本工営株式会社)、武田治夫、木田幸男(東邦レオ株式会社)、藤崎健一郎(日本大学)</p>
9:45	<p>【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</p> <p>○益田 光、武井理臣、橘 隆一、福永健司(東京農業大学)</p>	<p>【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—</p> <p>○朝波史香(徳島大学)、伊東啓太郎(九州工業大学)、鎌田磨人(徳島大学)</p>
10:00	<p>【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</p> <p>○小野幸菜、吉田 寛(東興ジオテック株式会社/斜面樹林化技術協会)</p>	<p>【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湊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—</p> <p>○廣瀬俊介(風土形成事務所)、阿部聡史(女川みらい創造株式会社)</p>
10:15	<p>【24-26】壁面緑化システムの構造と樹木の生育特性</p> <p>○佐久間 護(株式会社竹中工務店)</p>	<p>【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—</p> <p>○中西義昌、御前明洋、真鍋 徹(北九州市立自然史・歴史博物館)</p>
10:30	<p>【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</p> <p>○宗岡寿美(帯広畜産大学)、菅原大貴(日本中央競馬会)、山崎由理(岩手大学)、木村賢人、辻 修(帯広畜産大学)</p>	<p>【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</p> <p>○北村美紗樹、石田裕子、澤井健二、瀬良昌憲(摂南大学)、小川芳也((株)近畿地域づくりセンター)、前川勝人(水辺に学ぶネットワーク)、平子 遼、北村幸定(大阪府立大学工業高等専門学校)</p>
10:45	<p>【24-28】植生指数(NDVI)による樹木評価について</p> <p>○小澤徹三、高橋英樹、極楽寺準也(西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社)、首藤繁雄、宇野久水(西日本高速道路株式会社)</p>	<p>【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</p> <p>○板垣早香(株式会社バイタルリード)、藤田直子(九州大学)</p>
11:00	<p>【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</p> <p>○平林 聡(The Davey Tree Expert Company)、阿部 勉、今村史子、森岡千恵(日本工営株式会社)</p>	<p>【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</p> <p>○伊東啓太郎、須藤朋美、Shwe Yee Lin(九州工業大学)</p>
11:15	<p>【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</p> <p>○岩崎哲也(兵庫県立淡路景観園芸学校/兵庫県立大学)、手代木 純、鳥越昭彦(都市緑化機構)、高橋 涼(国土交通省都市局)、奥原一樹(長野県建設部)</p>	<p>【24-40】Importance of kabuyutan sacred natural sites as biodiversity hotspots in West Java Province, Indonesia</p> <p>○ダーラン モハド ザイニ、深町加津枝、柴田昌三、今西純一(京都大学)</p>

**ICLEE Oral Session**  
**Sep.23rd. (Sat.) Lecture Hall, Environmental Studies Building**

Ecosystem Services and Green Infrastructure

- 9:00 **【23-ICLEE1】** A game changing approach: Using rain gardens to develop functional green spaces in urban areas  
○Kazuhito Ishimatsu (Chugoku Regional Research Centre)
- 9:15 **【23-ICLEE2】** Comparison of greenways in Japan and Europe  
○Yoshiyuki Hioki (Tottori University)
- 9:30 **【23-ICLEE3】** The effectiveness of sand fixation technique application on vegetation restoration and resistant of wind erosion and sedimentation in decertified rangeland, northern China.  
○Akito Kono (Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)
- 9:45 **【23-ICLEE4】** Evaluating the effects of 50% strip thinning on stream temperature responses in forested headwater catchments  
○Oanh Dinh Quynh, Gomi Takashi, Onda Yuichi, Chen Wei Chiu (Tokyo University of Agriculture and Technology)
- 10:00 **【23-ICLEE5】** The effect of compost made from pruning materials on KOMASTUNA growth in different soil environmental condition.  
○Enxi Liu, Terumasa Takahashi (Chiba University)
- 10:15 **【23-ICLEE6】** Effects of spatial pattern of green infrastructure on urban runoff reduction  
○Byungsun Yang, Dong Kun Lee (Seoul National University)
- 10:30 **【23-ICLEE7】** Assessment of ecological structure and network in the urban areas  
○Youngkeun Song (Seoul National University)
- 10:45 **【23-ICLEE8】** 6 year changes in the radioactive landscape of satoyama after Fukushima I NPP accident  
Tatsuaki Kobayashi, T Takahashi (Graduate School of Horticulture, Chiba Univ), ○A Kondo (Center for Environmental Remote Sensing, Chiba Univ.)

## ポスター発表 (会場: ES 館会議室)

2017年9月23日(土)9:00~18:00 9月24日(日)9:00~13:00

### 緑化

■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

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

■ESE-2 ミズクラゲチップの本木植物に対する施用効果

○全 権雨、金 錫宇、李 鎔奎(江原大学)、徐 正一(公州大学)、寺本行芳(鹿児島大学)、河野修一、江崎次夫(愛媛大学)、松本淳一、土居幹治(マルトモ株式会社)

■ESE-3 「白砂青松」とクラゲチップ

○寺本行芳(鹿児島大学)、江崎次夫、河野修一(愛媛大学)、松本淳一、土居幹治(マルトモ株式会社)、全 権雨、金 錫宇、李 鎔奎(江原大学)

■ESE-4 山火事跡地の森林再生に及ぼすクラゲチップの効果

○全 権雨、金 錫宇、李 鎔奎(江原大学)、徐 正一(公州大学)、寺本行芳(鹿児島大学)、河野修一、江崎次夫(愛媛大学)、松本淳一、土居幹治(マルトモ株式会社)

■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

○島本由麻、鈴木哲也、森井俊広(新潟大学)

■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

○小林亮太郎、小澤 修(株式会社宮崎測量設計コンサルタント)、多賀谷宏三(高知工業高等専門学校)

■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

○屋柵下亮、北脇優子、小倉 満(大成建設株式会社)

■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

○岩崎 寛、曹 丹青、高橋輝昌(千葉大学)、長谷川啓示(アップコン株式会社)

■ESE-9 除草剤を用いたオオイトダリの抑制効果

○田崎冬記、渡邊幸一、村中寿孝((株)北開水工コンサルタント)、野口朋毅(国土交通省北海道開発局小樽開発建設部)

■ESE-10 ヤマザクラを用いた荒廃竹林の緑化

○河野修一、江崎次夫(愛媛大学)、寺本行芳(鹿児島大学)、松本淳一、土居幹治(マルトモ株式会社)、全 権雨、金 錫宇、李 鎔奎(江原大学)

■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—

江崎次夫、河野修一(愛媛大学)、寺本行芳(鹿児島大学)、○松本淳一、土居幹治(マルトモ株式会社)、全 権雨、金 錫宇、李 鎔奎(江原大学)、徐 正一(公州大学)

■ESE-12 四国中央部の山腹崩壊地の緑化

○河野修一、江崎次夫(愛媛大学)、村上尚哉、稲本亮平、仲原

和也(愛媛県東予地方局)、寺本行芳(鹿児島大学)、松本淳一、土居幹治(マルトモ株式会社)、全 権雨、金 錫宇(江原大学)、徐 正一(公州大学)

■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

○野村太郎、児玉康宏、寺本東吾、中島敦司(和歌山大学)

■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

○吉原敬嗣(紅大貿易株式会社)、内田泰三(九州産業大学)、入山義久(雪印種苗株式会社)、小野幸菜(東興ジオテック株式会社)、橘 隆一(東京農業大学)、今西純一(京都大学)、中村華子(緑化エラボ)、中島敦司(和歌山大学)

■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

○長濱庸介、大城 温、井上隆司(国土交通省国土技術政策総合研究所)

■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(千葉大学)、大塚芳嵩(千葉大学/農研機構)、石井麻有子、岩崎 寛(千葉大学)

■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

○漆谷綾乃、小笠原秀治、苅部優子(株式会社ネクスコ東日本エンジニアリング)、元木 孝(東日本高速道路株式会社)、池田利行、細野哲央(千葉大学)

■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

○海老原学、森田紘圭(大日本コンサルタント株式会社)

■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

○大宮 徹(富山県農林水産総合技術センター森林研究所)、太田道人(富山市科学博物館)、山下寿之(富山県中央植物園)、松久卓(立山ルート緑化研究委員会)、城賀津樹(立山黒部貫光株式会社)

■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、前原 裕、早坂大亮(近畿大学)、内田泰三(九州産業大学)

■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

○岡田準人(大阪産業大学)

■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

○谷瀬 敦、杉原幸樹、新目竜一(土木研究所寒地土木研究所)

■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

○池谷真希、吉富隆弘、杉山太宏(東海大学)

■ESE-24 切土のり面散布用ノズルの検討について

○佐藤純平、過 信治(株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北)

## 都市環境

■ESE-25 Effects of Modern Urbanization to the Green Spaces in Yogyakarta, Indonesia

○Dody Arfiansyah, Nakagoshi Nobukazu (Hiroshima University)

■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

○松岡達也、土屋一彬、大黒俊哉(東京大学)

■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

○鄭 蒙蒙、矢動丸琴子、岩崎 寛(千葉大学)

■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

○永田健一朗、土屋一彬、大黒俊哉(東京大学)

■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(千葉大学)、中村 勝(国土緑化株式会社)、岩崎寛(千葉大学)

■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、古賀和子(千葉大学)、西廣 淳(東邦大学)、岩崎寛(千葉大学)

■ESE-31 ビル風による都市緑化樹の衰退要因の解明

○難波結希、新良貴歩美、石井弘明(神戸大学)

■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

○中嶋佳貴、沖 陽子(岡山大学)

■ESE-33 公園の利用者を事例とした2種の質問紙調査の比較検討

○大塚芳嵩(農研機構)、岩崎 寛(千葉大学)

■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

○藤野 毅、スヌワルディベンドラ、氏家知宏(埼玉大学)

■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

○松平隼人、川東正幸(首都大学東京)

■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

○山口史絵、福井 亘(京都府立大学)、高岸 且(株式会社パスコ)

## 植物・植生

■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

○小島倫直(株式会社竹中工務店技術研究所)

■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

○伊藤彩乃、庄司顕則(株式会社緑生研究所)、赤崎洋哉、松前満宏(株式会社東芝横浜事業所)、山崎 旬(玉川大学)、遊川知久(国立科学博物館筑波実験植物園)

■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

○鎌田進悟、早坂大亮(近畿大学)

■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

○亀井 碧(和歌山大学)、友田誠也(イビデングリーンテック株式会社)、上野山公基(和歌山県)、川中一博(株式会社タニガキ建工)、井上裕介(株式会社ケイエフ)、吉原敬嗣(紅大貿易株式会社)、湯崎真梨子、中島敦司(和歌山大学)、山田 守(SPTec・YAMADA)

■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—

○竹内真一、杉尾良隆、篠崎圭太郎、松島大樹(南九州大学)、飯田真一((国研)森林機構森林総合研究所)

■ESE-42 中国半乾燥地固定砂丘上に生育する臭柏(*Savina vulgaris* Ant.)の砂に埋没した地下樹形の構造

○堀内泰貴、亀井 碧、田所 怜(和歌山大学)、須崎史也(クボタ環境サービス株式会社)、張 国盛(内蒙古農業大学)、三木直子(岡山大学)、中島敦司(和歌山大学)、吉川 賢(岡山大学)

■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

○庄司顕則、伊藤彩乃(株式会社緑生研究所)、赤崎洋哉、松前満宏(株式会社東芝横浜事業所)、山崎 旬(玉川大学)、遊川知久(国立科学博物館筑波実験植物園)

■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

○川内谷勇真、宋 白楊、中村 大、川口貴之、川尻俊三、山下聡(北見工業大学)

■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 *trnL* (UAA) 3' exon - *trnF* (GAA) 領域および *atpB* - *rbcL* 領域の遺伝変異

○澤田 円、我妻尚広、岡本吉弘、森 志郎(酪農学園大学)

■ESE-46 塩生植物のハマツナ、ハマサジ、フクドの発芽特性

○長田美保、岡 公平(広島工業大学)

■ESE-47 在来野草の緑化利用を目的とした発芽特性の把握

○武田ゆうこ(国立研究開発法人建築研究所)、舟久保 敏(国土交通省国土技術政策総合研究所)、今村史子(日本工営株式会社中央研究所)、森岡千恵(日本工営株式会社社会システム事業部環境部)

- ESE-48 飛砂の発生抑制に植物体の形状は影響するのか？  
○宮脇真美、劉 佳啓、木村玲二、衣笠利彦(鳥取大学)
- 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  
○永留真雄、小林達明(千葉大学)
- 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  
○山瀬敬太郎、藤堂千景(兵庫県立農林水産技術総合センター)、矢倉資喜(公益財団法人ひょうご環境創造協会)、平野恭弘(名古屋大学)
- 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  
○田端敬三、鈴木雄也、奥村博司、阿部 進(近畿大学)
- 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  
○島田博匡(三重県林業研究所)、野々田稔郎(三重県庁)
- ESE-53 ティーバッグを使った土壌微生物活性の測定  
○高橋輝昌(千葉大学)、守野 陣(株式会社バンダイナムコエンターテインメント)、寺田健人(損保ジャパン日本興亜ひまわり生命保険株式会社)、土田健人(株式会社ワークスアプリケーションズ)
- ESE-54 福岡県瑞梅寺ダム集水域の森林景観の変化予測  
○橋本啓史(名城大学)、太田貴大(長崎大学)、児島利治(岐阜大学)、竹島喜芳(中部大学)
- 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  
○長島啓子(京都府立大学)
- 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  
○安江匡弘、佐藤厚太、錦戸 豪(株式会社ニシノ)、山田 守(SPTec・YAMADA)、塚田篤徳(日本特殊緑化協会)
- ESE-57 盛岡城跡の植生景観—樹木管理  
○竹原明秀(岩手大学)

## 動物

- 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  
○笠原里恵(弘前大学)、森田知沙((株)テクノ中部)、香川裕之(東北緑化環境保全(株))、赤坂卓美(帯広畜産大学)、東 信行(弘前大学)
- 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(東京学芸大学/東京大学)、笹栗麻優子(東京学芸大学)、市村政樹(標津サーモン科学館)、吉富友恭(東京学芸大学)
- 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  
○渡邊一哉、大場 梢(山形大学)
- 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  
○湯谷賢太郎(木更津高専)

- 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  
○野田康太郎(宇都宮大学)、中島直久(東京農工大学)、守山拓弥(宇都宮大学)、森 晃(小山市)
- 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  
○多田正和(岡山大学)、伊藤邦夫(倉敷市)、中田和義(岡山大学)
- 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  
○塩田圭祐(兵庫県立大学)、田和康太(土木研究所)、丸山勇氣((株)建設環境研究所)、佐川志朗(兵庫県立大学/兵庫県立コウノトリの郷公園)
- 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  
○北垣和也(兵庫県立大学)、大迫義人、佐川志朗(兵庫県立大学/兵庫県立コウノトリの郷公園)
- 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—  
○泉山真寛(兵庫県立大学)、田和康太(土木研究所)、丸山勇氣((株)建設環境研究所)、佐川志朗(兵庫県立大学/兵庫県立コウノトリの郷公園)
- ESE-67 圏央道茂原第一トンネル上部の哺乳類による利用  
○平川颯也、○麻生海斗(明治大学)、細川迭男(東日本高速道路(株))、倉本 宣(明治大学)
- 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  
○見上 伸、高橋雅也、根本玲央((株)日立パワーソリューションズ)、福井 聡、魚崎耕平、西林直哉((一財)日本気象協会)
- 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  
○徳田 誠(佐賀大学)、荒井秋晴(北九州市)、松田浩輝、吉岡裕哉、安達大貢、明石夏澄(佐賀大学)
- 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  
○小田巻直矢、藤原道郎、大藪崇司、澤田佳宏、山本 聡(兵庫県立大学)
- ESE-71 NFI データ活用したニホンジカの分布拡大予測  
○村上拓彦、望月翔太、千葉加奈子(新潟大学)
- 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  
○東口 涼、柴田昌三(京都大学)
- 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  
○望月翔太、箕口秀夫(新潟大学)
- 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  
○大槻知弘、上村恵也(株式会社ネクスコ・エンジニアリング東

北)、佐藤紀由(株式会社東日本高速道路)

■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

○上田羊介、望月翔太、村上拓彦(新潟大学)、今村 舟(新潟ワイルドライフリサーチ)、山本麻希(長岡技術科学大学)

■ESE-76 Spatial Characteristics of Conflict between Wildlife and Local Human Communities in Kerinci Seblat National Park, Indonesia

○Dian Indah Pratiwi, Nakagoshi Nobukazu (Hiroshima University)

## 外来種

■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

○山根 明(西日本技術開発株式会社)、友口勇生、内田泰三(九州産業大学)

■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—

○衣笠利彦、石橋京子(鳥取大学)

■ESE-79 鳥取砂丘の外来植物オオフトバムグラの発芽特性

○沼田 萌、衣笠利彦(鳥取大学)

■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

○辻 真弥、日置佳之(鳥取大学)

■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

○近藤賢太郎(株式会社オオバ)、内田泰三(九州産業大学)、田中 淳(国土防災技術株式会社)

■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

○丹羽英之、阿部 惣(京都学園大学)

■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(近畿大学/日本スパルティナ防除ネットワーク)、玉置雅紀(国立環境研究所)、入口友香(近畿大学)、花井隆晃(日本スパルティナ防除ネットワーク/(株)テクノ中部)、西野惇志、早坂大亮(近畿大学)

■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(国土交通省国土技術政策総合研究所)、畠瀬頼子(自然環境研究センター)、舟久保 敏(国土交通省国土技術政策総合研究所)

■ESE-85 石狩浜海浜植物保護地区におけるアズマヒキガエルの効果的な防除

○鈴木あいり、更科美帆、吉田剛司(酪農学園大学)

■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(兵庫県立大学)、源 利文(神戸大学)、土居秀幸(兵庫県立大学)、片野 泉(奈良女子大学)

■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

○山本和司、佐藤高広、鷺田なぎさ((株)復建技術コンサルタント)、岩淵直喜(国土交通省鳴子ダム管理所)

■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

○小林 誠、廣高 空、河内香織(近畿大学)

■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

○甲斐由香利、西山悠平、西廣 淳(東邦大学)

## ポスター発表 (会場: 減災館減災ホール)

2017年9月23日(土) 9:00~18:00 9月24日(日) 9:00~13:00

### 保全生態

- 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—  
○中村華子(緑化工ラボ)
- 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  
○島田直明(岩手県立大学)
- 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、丸山芳史、加藤賢次(日本工営(株))、奈良一秀、本多美佐季(東京大学)、黒澤伸行、奈良憲孝(国土交通省常陸海浜公園事務所)
- G-4 香川県有明浜における絶滅危惧種ハマウツボ *Orobanche coerulea* の個体群動態  
○戎谷 遵、岡 公平(広島工業大学)、小西武利(有明浜の海浜植物を観察する会)
- 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  
○石井正人((株)建設環境研究所)、赤畠義徳(国土交通省三重河川国道事務所)、吉岡俊人(福井県立大学)、平山大輔(三重大学)
- G-6 絶滅危惧種カワヂシャの保全手法: 休耕田を用いたトレンチ法による生育数と生態  
○高崎 誠、長谷川啓一(株式会社福山コンサルタント)、松本竹吾(株式会社緑生研究所)、八代勝弘(日本測地設計株式会社)
- G-7 キクタニギクの保全再生活動について  
○百生太亮、白須友貴、丹羽英之、森本幸裕(京都学園大学)、佐藤正吾(京都市都市緑化協会)
- 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  
○八木健爾、関岡裕明、坂口奈美(株式会社BO-GA)、國永知裕、松村俊幸(福井県自然保護センター)
- 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—  
李 雅諾、○佐伯いく代(筑波大学)
- G-10 Species diversity and forest structure of logged-over peat swamp forests in Riau, Indonesia  
○Prayoto, Nakagoshi Nobukazu (Hiroshima University)
- G-11 河川における鳥類の保全優先エリアを探る—河川水辺の国勢調査を利用した検討—  
○田和康太、森 照貴(土木研究所)、永山滋也(岐阜大学)、片桐浩司(秋田県立秋田中央高等学校)、萱場祐一(土木研究所)
- 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(国土交通省江戸川河川事務所)

### 環境修復

- 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  
○小川泰浩(森林総合研究所)、上條隆志(筑波大学)、岡部宏秋、石森良房((株)伊豆緑産)
  - 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  
○堀田佳那、富松孝次、石井弘明(神戸大学)
  - 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  
○佐野哲也(東北工業大学)、八島慎吾(藤井産業株式会社)、渡辺康太(共同ネットワーク)、五十嵐賢也、佐藤大基、市沢らな(東北工業大学)
  - 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  
○市沢らな、佐野哲也(東北工業大学)
  - 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(豊田市矢作川研究所)、今泉久祥((一社)伊勢志摩里海学舎)、山本敏哉、白金晶子(豊田市矢作川研究所)
  - 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  
○山本敏哉、内田朝子、白金晶子(豊田市矢作川研究所)
  - 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・蘚類について  
○白金晶子、山本敏哉、内田朝子(豊田市矢作川研究所)
  - 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  
○久保田七海、丹野幸太(アジア航測(株))、近藤 誠、千葉 拓(国土交通省高崎河川国道事務所)、清水義彦(群馬大学)
  - 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  
○上野公彦(岐阜県美濃土木事務所)、米倉竜次(岐阜県水産研究所)
- ### 生息場・生育地評価
- 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  
○安達直之、山城明日香、河口洋一(徳島大学)、佐川志朗(兵庫県立大学/兵庫県立コウノトリの郷公園)
  - G-23 四国におけるコウノトリの生息適地推定  
○角屋 亮、藪原佑樹、河口洋一(徳島大学)、大迫義人、江崎保男(兵庫県立大学/兵庫県立コウノトリの郷公園)
  - G-24 ナベヅルの越冬を可能にする水田・畦畔の景観構造  
○岩佐愛恵、今井洋太、鎌田磨人(徳島大学)

■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  
 ○辻 雄介(美和环境コンサルタント(株))

■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  
 ○吉川慎平、鷺見哲也(大同大学)

■G-27 農業用水路網における外来種の分布傾向  
 ○満尾世志人、油田照秋(新潟大学)

■G-28 石礫の露出高とアユの体サイズとの関連  
 ○小野田幸生(土木研究所)、堀田大貴((株)建設技術研究所)、萱場祐一(土木研究所)

■G-29 広島県芦田川水系の農業水路におけるスイゲンゼリナゴの選好環境  
 ○成 成南、竹内和也(岡山大学)、竹下邦明(復建調査設計(株))、中田和義(岡山大学)

■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、木寺法子、西廣 淳(東邦大学)

■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、藤澤貴弘((一財)水源地環境センター)、小澤英樹(いであ(株))、時耕清志、川村昭彦(国土交通省設楽ダム工事事務所)

■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、大杉奉功((一財)水源地環境センター)、小澤英樹(いであ(株))、時耕清志、川村昭彦(国土交通省設楽ダム工事事務所)

■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  
 ○片岡大河(東京工業大学)、梁 政寛(ベルリン自由大学)、吉村千洋(東京工業大学)

■G-34 環境要因が河川性魚類に与える影響の評価ー菊池川水系扇状地部を対象にー  
 ○秋庭広大、鬼倉徳雄、佐藤辰郎(九州大学)

■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  
 ○藪下拓斗(兵庫県立大学)、佐川志朗、内藤和明(兵庫県立大学/兵庫県立コウノトリの郷公園)

■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  
 ○斎藤昌幸(山形大学)、倉島 治、伊藤元己(東京大学)

■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  
 ○井上太樹、野寄弘道(日本工営(株))、舘井 恵、井上博文(国土交通省山鳥坂ダム工事事務所)

## 環境 DNA

■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

○児玉紗友里、皆川朋子(熊本大学)、土居秀幸(兵庫県立大学)

■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～  
 ○秋山秀樹、皆川朋子(熊本大学)

■G-40 実河川における環境 DNA の影響範囲の検討ーアユを用いた野外実験ー  
 ○山口皓平、赤松良久、乾 隆帝、後藤益滋、小室 隆(山口大学)

■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～  
 ○乾 隆帝(山口大学)、土居秀幸(兵庫県立大学)、赤松良久、後藤益滋(山口大学)、松岡俊将(兵庫県立大学)、佐藤博俊、山中裕樹(龍谷大学)

■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  
 ○清野聡子、會津光博、井鍋祐介(九州大学)、佐土哲也、宮正樹(千葉県立中央博物館)

■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  
 ○長谷川啓一、古澤輝雄((株)福山コンサルタント)、中野江一郎((株)生物技研)

■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  
 ○川浪健太郎、皆川朋子(熊本大学)、土居秀幸(兵庫県立大学)

■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  
 赤松良久(山口大学)、土居秀幸(兵庫県立大学)、○後藤益滋、小室 隆、乾 隆帝(山口大学)、永野真理子(兵庫県立大学)、源 利文(神戸大学)

■G-46 河川での外来沈水植物オオカナダモの環境 DNA 分析ー太田川での例ー  
 ○田中克幸、加藤康充、宮脇成生、島村 彰((株)建設環境研究所)、土居秀幸(兵庫県立大学)

■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  
 ○山野俊介、渡辺幸三(愛媛大学)

■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  
 ○鈴木宏幸、村岡敬子、萱場祐一(国立研究開発法人土木研究所)

## 水質

■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  
 ○五十嵐美穂、福田悠太、秋田麗子、金 海生(日本工営(株))

■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

赤松良久(山口大学)、渡辺 豊(ルーチェサーチ(株))、土居秀幸(兵庫県立大学)、平坂直行(ルーチェサーチ(株))、○小室隆、後藤益滋、乾 隆帝(山口大学)

■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組成と季節変化について

○森貞里咲、山田佳裕(香川大学)

■G-52 ダム下流における濁水流下過程について

○本山健士、中西 哲、岩田幸治、石神孝之(国立研究開発法人土木研究所)

■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)についてー地下水を、分かりやすく・親しみやすく「見せる」「魅せる」とりくみー

○浅井 樹、宮原智哉、小川豪司、青山夏海(アジア航測株式会社)、渡部 元(国土交通省国土政策局)

■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

○山崎由理(岩手大学)、宗岡寿美、木村賢人、辻 修(帯広畜産大学)

■G-55 タイダル方式による水質浄化の可能性と課題

○松下太郎、山下博康、渡辺 敏((株)ウエスコ)、笹井隆秀(神戸市須磨海浜水族園)、山橋正明、松原啓充(豊中市都市基盤部)

■G-900 Calcite and Biogenic Manganese Oxides on the Cell Walls of Charophyte *Chara braunii*: Formation and Arsenic Removal Function

Chihiro Takeuchi, ○Shahram Amirnia, Takashi Asaeda (Saitama University)

河川環境

■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

○池田 潤(流砂系クラブ)

■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

○宮島泰志、鈴木太郎((株)建設技術研究所)

■G-58 「芝焼き」による荒川下流部の堤防植生管理の考察～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、丸山勇氣、叶 正興、富田邦裕((株)建設環境研究所)、中須賀 淳、池部憲次、中村幸一、野口秀明(国土交通省荒川下流河川事務所)

■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

○柴田 閑、澤樹征司、鈴木大輔(株式会社建設技術研究所)、石田哲也、浅野未来(国土交通省松本砂防事務所)

■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

○高榮晋平、鈴木享子、吉富友恭(東京学芸大学)

■G-61 森林攪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

○大平 充(神奈川県自然環境保全センター)、渡邊祐介(玉野総合コンサルタント(株))、五味高志(東京農工大学)

■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

○岩田祥子(名古屋大学)、浦部美佐子(滋賀県立大学)、田代喬(名古屋大学)

■G-63 河道に倒入したマダケの水生昆虫による利用

○宮崎航介、河内香織(近畿大学)

■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

○渡辺裕也(愛媛大学)、吉村研人((独)水資源機構)、赤坂卓美(帯広畜産大学)、森 照貴(東京大学)、三宅 洋(愛媛大学)

■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

○布川雅典、柏谷和久、谷瀬 敦、新目竜一(寒地土木研究所)、山本裕之(北海道開発局今金河川事務所)

■G-66 ダム下流河川への土砂還元の影響ー二瀬ダムの事例ー

○加藤康充、関根 洋、益岡卓史((株)建設環境研究所)

■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

○菊地亮太、東 信行(弘前大学)

■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

○東 善広、水野敏明(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)、北井 剛(滋賀県立琵琶湖博物館)

■G-69 自然共生型流域圏形成のための基礎的研究ー1級河川高梁川を事例として

○原 孝吏、伊東啓太郎(九州工業大学)

■G-70 簡易音響測深機を用いた河川地形測定の適用可能性について

○中西 哲、本山健士、岩田幸治、石神孝之(土木研究所)

■G-71 Model-based assessment of urban water management strategies for a dimictic lake

○Robert Ladwig (IGB, Technical University Berlin), Elena Matta (Technical University Berlin), Georgiy Kirillin(IGB), Eiichi Furusato (Saitama University), Reinhard Hinkelmann(Technical University Berlin), Michael Hupfer (IGB)

■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

目崎文崇、○三宅 洋、泉 哲平(愛媛大学)

海岸・海域・汽水域

■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

○安原汰唯我、大谷壮介(大阪府立大学工業高等専門学校)

- 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  
 ○繁富 剛(西日本高速道路(株))、西牟田和沙((株)高速道路総合技術研究所)、宮田文徳(西日本高速道路エンジニアリング関西(株))
- G-75 UAVによる写真測量を用いた干潟微地形変化  
 ○伊豫岡宏樹(福岡大学)、小山彰彦、鬼倉徳雄(九州大学)、乾隆帝(山口大学)
- 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—  
 ○小山彰彦(九州大学)、乾隆帝(山口大学)、鬼倉徳雄(九州大学)
- G-77 河口域におけるアカテガニ類幼生期の生息環境  
 ○村上隆也、柳井清治(石川県立大学)
- G-78 海底地形がアマモ場の形成に与える影響  
 ○池田航助、水町泰貴(和歌山大学)、大南真緒(和歌山県工業技術センター)、中島敦司(和歌山大学)
- 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  
 ○宮浦 徹(東興ジオテック株式会社)、吉崎真司(東京都市大学)
- 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  
 ○大澤啓志(日本大学)、内野沙織((有)大陽)
- 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  
 ○七海絵里香(株式会社愛植物設計事務所)、大澤啓志(日本大学)
- 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  
 ○田中 淳、中澤 洋、佐藤威臣(国土防災技術株式会社)
- 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  
 ○白井史昌、清長孝成、池田航助、中島敦司(和歌山大学)
- 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  
 ○吉崎真司(東京都市大学)、長嶋大輔(株式会社オリエンタルコンサルタンツ)、清水亜里沙(武蔵工業大学(現:主婦))
- G-85 日本産在来海浜植物の地域性評価および発芽特性  
 ○津田その子、守谷栄樹(中部電力株式会社)、小林 聡、富田基史、阿部聖哉、松木吏弓(電力中央研究所)
- G-86 房総半島沿岸域における UAV-SfM を用いた海浜植生の生体構造の把握  
 ○中田康隆、小口 高、早川裕弐(東京大学)

## 物質循環

- 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

- 斎藤 翔、小林達明、高橋輝晶(千葉大学)
- 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  
 ○人見拓哉、高橋輝昌(千葉大学)
- 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  
 ○佐藤辰哉、笠間 基(北見工業大学)、出島広大(阿寒共立土建(株))、丸谷靖幸(岐阜大学)、駒井克昭(北見工業大学)
- G-90 溪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  
 ○久保朋也、笠原玉青、大槻恭一、智和正明(九州大学)
- 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、井元大樹(大阪府立大学工業高等専門学校)、鴨狩諒、上月康則(徳島大学)

## 生態系サービス

- G-92 史跡地樹叢の土壌浸透能  
 ○寺本行芳(鹿児島大学)、江崎次夫、河野修一(愛媛大学)、松本淳一、土居幹治(マルトモ株式会社)、全 槿雨、金 錫宇(江原大学)
- G-93 棚田地形が土砂崩落の軽減に与える影響  
 ○中島敦司、中野慎二(和歌山大学)、Ganeindran Rainoo Raj(栗田工業株式会社)、水町泰貴(和歌山大学)
- G-94 文化的サービスとしての海の景観利用  
 ○松葉史紗子、山北剛久(海洋研究開発機構)
- 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  
 ○七海絵里香(株式会社愛植物設計事務所)、大澤啓志(日本大学)

## ICLEE

- ICLEE P-1 On-site evaluation of growing status of flowering cherry trees using delayed fluorescence.  
 ○Junichi Imanishi (Kyoto Univ), Yuko Ikushima, Masakazu Katsumata (Hamamatsu Photonics K. K.), Tamao Kojima (Sun Act Co. Ltd.)
- ICLEE P-2 The geographical distribution of genetic variation of *Lespedeza cuneata* (Dum.Cours.) G.Don  
 ○Ayumi Imanishi (Kindai Univ), Junichi Imanishi (Kyoto Univ), Motonori Kimura, Chika Mitsuyuki, Yoshihiro Tsunamoto (Tohoku Univ), Yuji Isagi (Kyoto Univ), Yoshihisa Suyama (Tohoku Univ)
- ICLEE P-3 A Study on the improvement of Ecological Revegetation Slope Standards Considering Soil Characteristics ; focused on the granite soil Type of Gangwon province  
 ○Kim Namchoon (Dankook University)

## ポスター発表 (会場: ES 館エントランス)

2017年9月23日(土)9:00~18:00 9月24日(日)9:00~13:00

### グリーンインフラ

- 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  
○古野正章、古野宏明、友口友生、小林大祐、内田泰三(九州産業大学)、早坂大亮(近畿大学)
- ESC-2 グリーンインフラ形成に向けた樹冠遮断の評価  
○平野亮将、米村惣太郎、渡部陽介(清水建設株式会社)
- ESC-3 雨庭の降雨流出特性の定量的評価  
山田駿介(住友林業株式会社)、○柴田昌三(京都大学)
- ESC-4 欧州における雨庭デザインの動向報告  
○阿野晃秀(京都学園大学)
- 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  
○飯田義彦(国連大学サステナビリティ高等研究所)
- 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  
○高橋 栞、西廣 淳(東邦大学)、徳江義宏、今村史子(日本工営(株))、上野裕介(石川県立大学)
- 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—  
○今井洋太、渡辺公次郎、鎌田磨人(徳島大学)
- 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—  
○唐 明暉、藤田直子、枝尾亜斗夢(九州大学)
- ESC-9 グリーンイ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  
○小島葉月(石川県立大学)、長谷川啓一((株)福山コンサルタント)、上野裕介(石川県立大学)

### ランドスケープ・計画

- 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—  
○濱崎壮史、伊東啓太郎、掲野慎一郎(九州工業大学)
- 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  
○山田 諒、日置佳之(鳥取大学)
- 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)
- 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  
江崎次夫、河野修一(愛媛大学)、鳥生貴英、○光田明德、栗林修平、黒光達彦(愛媛県東予地方局今治支局)、福見勇次郎、渡

- 部昭裕、亀田幸徳、寺岡平和、松尾由布旗(愛媛県東予地方局)、全 槿雨、金 錫宇、李 鎔奎(江原大学)
  - ESC-14 景観植物の利用と生物多様性の保全  
○山本 聡(兵庫県立淡路景観園芸学校)
  - 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  
○村上健太郎(名古屋産業大学)、森本幸裕(京都学園大学)
  - 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  
○平山英毅、富田瑞樹、原 慶太郎(東京情報大学)
  - ESC-17 緑化シンボルとしての「市区町村の花・木」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  
○吉川慎平(自由学園)、渡部俊太郎(京都大学)
  - 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  
○下嶋 聖(東京農業大学)、伊藤二郎(三俣山荘事務所雲ノ平山荘)
  - 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—  
○枝尾亜斗夢、藤田直子、唐 明暉(九州大学)
  - ESC-20 長崎県対馬における群倉の分布実態に関する研究  
○小林秀輝、藤田直子(九州大学)
  - 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設計に関する研究—北九州市原町緑道を対象として—  
○稲田太一、伊東啓太郎(九州工業大学)
  - 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—  
○古閑丈瑛、伊東啓太郎(九州工業大学)
  - 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—  
○小池拓也、伊東啓太郎(九州工業大学)、安田陽名子(三井共同建設コンサルタント株式会社)、鬼武伸男(北九州市役所)
  - ESC-24 廈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  
○福井 亘(京都府立大学)
  - 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  
○上杉幸輔、天本昌吾、皆川朋子(熊本大学)
- ### モニタリング
- ESC-26 湿地環境の水文モニタリング・評価手法  
○藤村善安、山本芳樹(日本工営(株))
  - 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  
森本淳子、○畔柳晶仁(北海道大学)、ト部 寛(ウラベ科学

(株))、鈴木 玲(ひと自然つながり工房)、木村浩二、三輪哲哉(雪印種苗(株))、志田祐一郎((株)野生生物総合研究所)、岡孝雄(アースサイエンス(株))

■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

○山田浩之、安部晋吾(北海道大学)、上田紘司、嶋田哲郎((公財)宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団)

■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

○藤本泰文((公財)宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団)、山田浩之(北海道大学)、嶋田哲郎((公財)宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団)

■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

○河合洋人(NPO 法人竹人)

#### 環境マネジメント・協働・CSR

■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ー福岡市福津市の海岸松林を対象としてー

○柳田壮真、伊東啓太郎(九州工業大学)

■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ー茨城県常陸大宮市ビジョン美和の森を対象としてー

○中尾 宏(東京情報大学)、下嶋 聖、鈴木伸一(東京農業大学)、原 慶太郎(東京情報大学)

■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ー福岡県福津市を対象としてー

○長谷川逸人、伊東啓太郎、古橋範明(九州工業大学)

■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 (Kyushu Institute of Technology)

■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ー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ー

○池尻絵美、伊東啓太郎(九州工業大学)、新堀輝雄、花田菅江(福津市役所)

■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

○藤原道郎、澤田佳宏、豊田正博(淡路景観園芸学校／兵庫県立大学)

#### 環境学習

■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)

■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

○中村彰宏(大阪府立大学)、守村敦郎(人間環境大学)

■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

○馬 晨、三輪柚佳里、倉田将幸、藤田直子(九州大学)

■ESC-40 参加体験型農園の効果に関する研究ー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ー

○倉田将幸、藤田直子、馬 晨(九州大学)

■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

○常葉耕平、日置佳之(鳥取大学)

■ESC-42 AR技術と3Dモデルを用いた河川流域環境に関する教育ツールの開発

○河野誉仁、赤松良久、乾 隆帝(山口大学)、神谷大介(琉球大学)、高田一樹(サイバネットシステム(株))

■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

○平吹喜彦、菊池慶子(東北学院大学)、遠藤源一郎、赤谷加奈(いきものパレット)、新浜町内会

■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

○加藤かすみ、深町加津枝(京都大学)

■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

○須藤朋美、伊東啓太郎(九州工業大学)、山下太郎、山下育子(北白川学園北白川幼稚園)、沖川美司子(北九州市福祉事業団沢見あやめのもり保育所)

■ESC-46 音の多様性が子どもの遊び行動に及ぼす影響ー小学校ビオトープにてー

○飯川裕基、伊東啓太郎、古閑丈瑛(九州工業大学)

■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ー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ー

○秋葉祐三子、伊東啓太郎、須藤朋美(九州工業大学)、川本卓史(株式会社オリエンタルコンサルタンツ)

■ESC-48 環境学習ワークショップを通じた身近な自然環境の活用に関する研究

○鮎川奈津子、伊東啓太郎、馬場成輝、山本将由(九州工業大学)、池田敬一、野見山千寿代(芦屋東小学校)

■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ー樋井川流域活動の情報発信拠点づくりを事例としてー

○吉富友恭、増田由起(東京学芸大学)

## 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<sup>1)</sup>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）<sup>2)</sup>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のではなく、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、山と溪谷社、1989

## 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<sup>1)</sup>。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<sup>2)</sup>。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攪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<sup>1)</sup>、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>

## 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濁化環境）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<sup>1)</sup>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獲器、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<sup>2)</sup> (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年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られる。

表 1 捕獲と環境 DNA 分析による検出結果

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

## 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

## 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、山地溪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<sup>1)</sup>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ポイント以上を選び、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.

## 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<sup>\*1-3</sup>」、「藻類の生長促進効果<sup>\*1</sup>並びに持続効果<sup>\*4</sup>」、「底生動物の生息環境の創出効果<sup>\*5</sup>」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<sup>\*5</sup>、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増殖効果に関する研究, 河川技術論文集, 第17巻, pp. 509-512
- \*2 ウナギが増殖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 テナガエビが増殖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

## 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m<sup>3</sup>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」と言われる土壤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 <sup>2</sup> ）※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	
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。

## 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<sup>1)</sup>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<sup>1)</sup>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<sup>2)</sup>がある伊藤型の確率微分方程式系で記述する：

$$dN_t = -N_{t-0} \left[ (R + c_t + \eta_t) dt + \gamma dZ_t \right] \quad (1)$$

$$dX_t = X_t \left[ (g(X_t) - \omega_t) dt + \sigma dB_t \right]. \quad (2)$$

$B_t$  は 1 次元標準 Brown 運動、 $Z_t$  は  $B_t$  と独立で Lévy 測度  $\nu$  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、 $\sigma \geq 0$  は成長率の確率変動の大きさ、 $\eta_t, \omega_t$  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  $\phi$  を最大化すべく漁獲圧  $c_t$  を、自然は  $\phi$  を最小化すべく減耗率と成長率の不確実性を制御する：

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

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  $N_s X_s$  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<sup>3)</sup>。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

$\Phi = \sup_c \inf_{\eta, \omega} \phi(t, n, x; c, \eta, \omega)$ 、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<sup>1)</sup>により  $\Phi$  を支配する HJBI 方程式

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

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<sup>1), 2)</sup>。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 ( $T \rightarrow +\infty$ ) 状況を考える。このとき、HJBI 方程式(4)は厳密解  $\Phi(n, x) = (nx)^{1-\alpha} (1-\alpha)^{-1} \hat{z}$  (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  $\Phi$  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<sup>2)</sup>。

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

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

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).

## 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を越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。<sup>1)</sup> 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 $m^3$ 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」<sup>2)</sup>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

## 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20 m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。

## 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<sup>1)</sup>。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<sup>1)</sup>。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 ( $Ra$ , mm)<sup>2)</sup>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桝や鉄筋コンクリート組立作きよ・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ことが示唆された。

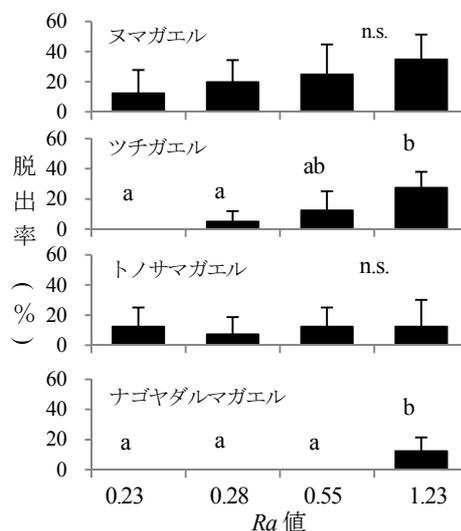
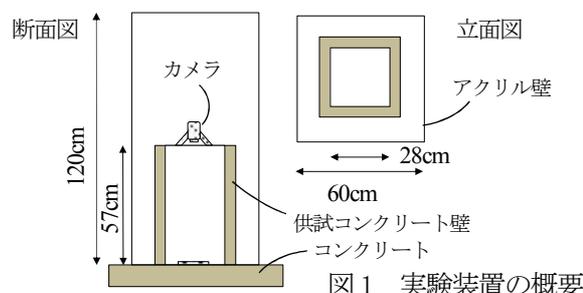


図2 カエル類4種の摩耗程度の異なるコンクリート壁に対する脱出率  
平均値+標準偏差、Tukey法 ( $p < 0.05$ )

### 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

## 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\*<sup>1</sup>、石井崇\*<sup>2</sup>、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。

## 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40~120m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。

## 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<sup>1)</sup>、菅野太郎<sup>1)</sup>、早河辰郎<sup>2)</sup>、織田銚一<sup>3)</sup>

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 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 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。

## 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<sup>1)</sup>、吉津祐子<sup>1)</sup>、伊藤正人<sup>2)</sup>、森誠一<sup>3)</sup>

- 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る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30~50cm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。

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。

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。

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<sup>1)</sup>、春田章博<sup>1)</sup>、平尾義男<sup>2)</sup>、内田臣一<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 株式会社 環境・グリーンエンジニア、<sup>2)</sup> 中日本高速道路株式会社

<sup>3)</sup> 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中の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。

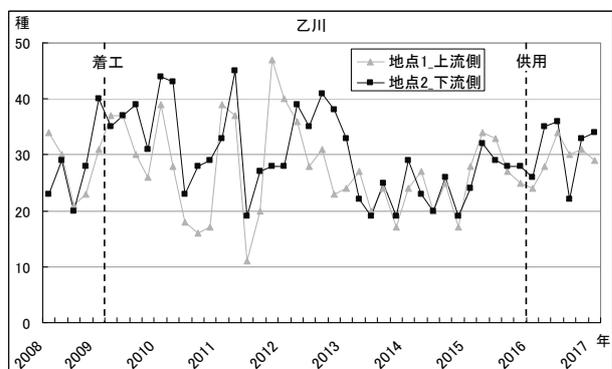
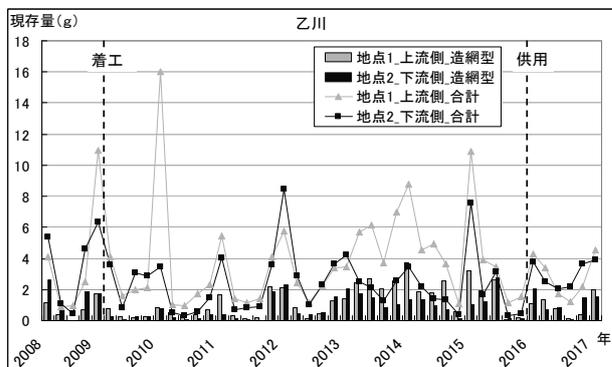


図2 底生動物の現存量(上)と種数(下)の推移(乙川の例)

## 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

椋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67m）」、地点2は、「本山の湧水（標高28m）」、地点3は、授業実践の場でもある「椋山女学園大学附属小学校の湧水（標高26m）」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に隣接する椋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。椋山女学園大学附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。

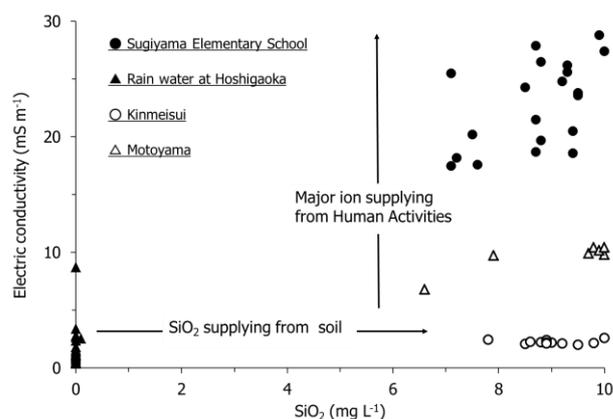


図1. 椋山小学校，星が丘の雨水，金名水および本山の湧水の珪酸濃度と電気伝導度との関係

## 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

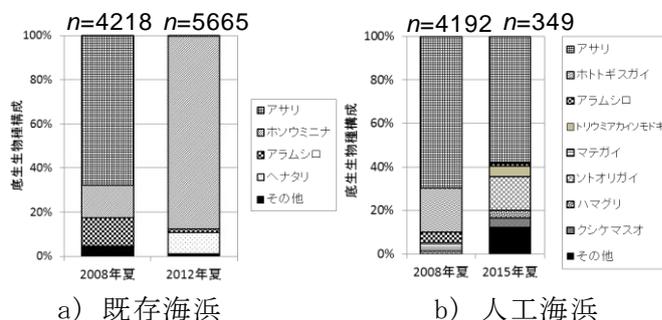


図1 既存および人工海浜の底生生物相の変遷

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攪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攪拌によって、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。

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。

## 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 ○高柳春希  
西田隆義

### 1. はじめに

干ばつによる農業用水不足は水稻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<sup>1)</sup>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、分けつと葉数の増加数）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

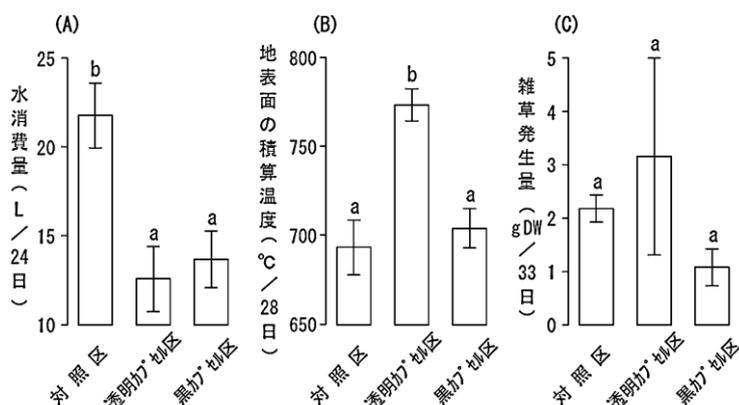


図1 透明や黒のPPカプセルが水消費量，地表面の積算温度，雑草発生量に及ぼす影響。エラーバーは標準誤差を示す。

表1 透明や黒のPPカプ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	透明カプセル区	黒カプセル区
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	透明カプセル区	黒カプセル区
32.0±0.8 a	30.9±1.2 a	33.7±1.0 a
分けつ増加数		
対照区	透明カプセル区	黒カプセル区
6.1±0.4 a	7.7±0.6 a	5.8±0.6 a
葉数増加数		
対照区	透明カプセル区	黒カプセル区
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ベ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)

竹内 洋介, 青木 克憲, 柘本 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<sup>1)</sup>。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<sup>3</sup>/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<sup>3</sup>/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<sup>3</sup>/sから3,000m<sup>3</sup>/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<sup>3</sup>/sを超



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

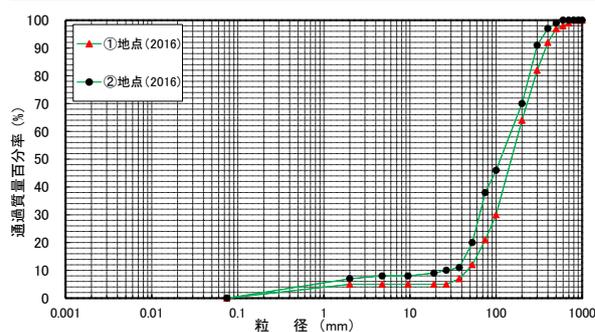


図-2 粒径加積曲線

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。

## 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, 柘本拓, 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, 応用生態工学学会第18回東京大会, 2014.9

## 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、底質が粗粒化し硬化するなどにより、底生動物の種多様性が減少することが知られている<sup>1)</sup>。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<sup>2)</sup>。

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100m<sup>3</sup>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 $\tau^*$ (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。

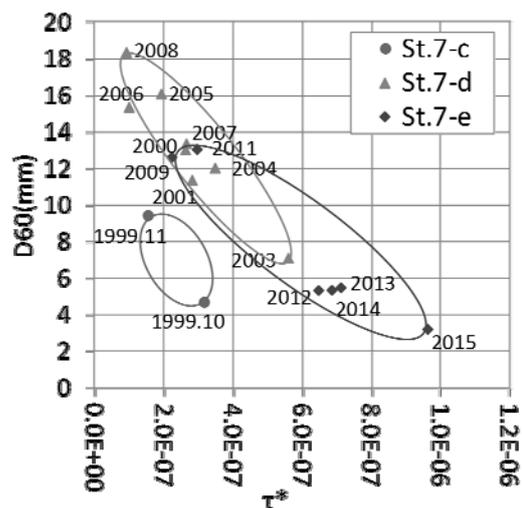


図1 無次元掃流力と河床材粒度の関係  
St.7: ダム直下地点、c:管理開始直後、  
d:土砂還元開始前、e:土砂還元開始後

## 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った。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

## 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<sup>1)</sup>。

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<sup>2</sup>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<sup>2</sup>×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。

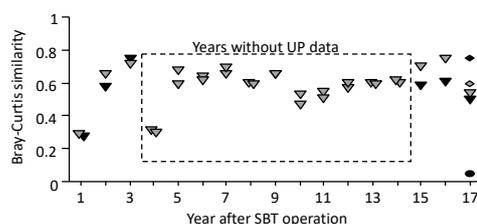


図1 トンネル運用年と群集類似度の関係

## 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<sup>1)</sup>）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.

## 通し回遊型生物に対するダムの影響評価

○鳥居高志<sup>1)</sup>，石水秀延<sup>1)</sup>，池原浩太<sup>1)</sup>，座覇洋<sup>2)</sup>，平良讓治<sup>2)</sup>

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）。

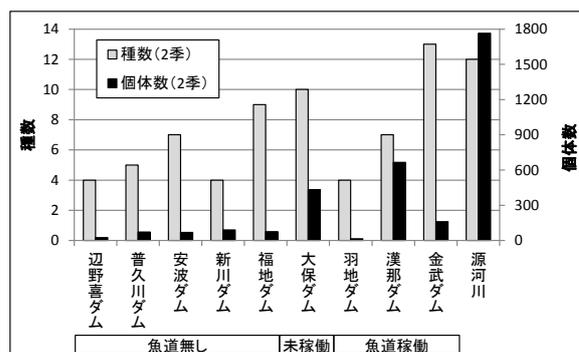


図2 ダム堤体より上流で確認された通し回遊型生物の種数・個体数（平成28年度実施）

### 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。

## 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<sup>1)</sup>。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られる。

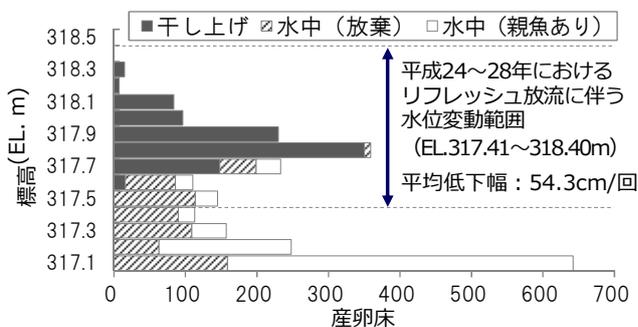


図1 ブルーギルの産卵床の状態及び標高  
 (産卵床数は平成24～28年の5ヵ年の合計値。)

## 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

沖縄県久米島のカンジング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—

久米島町ホテル館 ○佐藤文保, 埼玉大院理工 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、こうした取り組みの一つとして10年以上久米島町ホテル館とNPO法人ホテ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り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. 久米島町ホテル館とカンジングダム貯水池

久米島町ホテル館およびNPO法人ホテルの会では、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グダム貯水池の水質・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、カンジングダム貯水池以外の水域においては、別途ホテル館とホテ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。一方カンジングダム貯水池は、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。カンジング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として機能しないことに繋がる。したがって、カンジング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。

## 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<sup>1)</sup>。本州、四国、九州、奄美大島等に分布し<sup>2)</sup>、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<sup>3)</sup>。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<sup>1)</sup>、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 一植物群落・植物・哺乳類・鳥類一. 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

### 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， 富岡典子， 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細菌が、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。

## 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年にかけて、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。

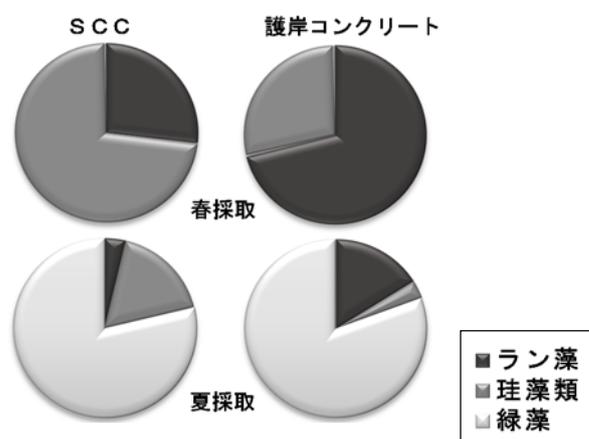


図1 BF中の微小藻類構成割合

## 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。

## 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

埼玉大院理工 ○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、中規模攪乱仮説 (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・技術的な取り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

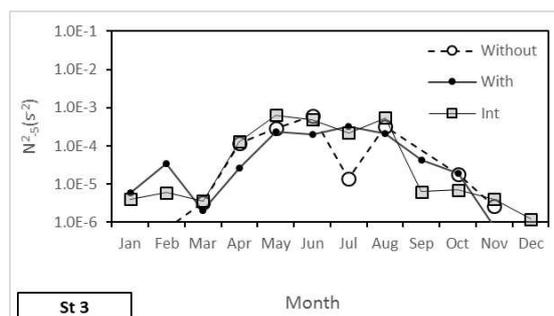


図1 テゲル湖における成層強度(浮力周波数)の季節変化(Without: 無対策年, With: 気泡循環対策年間連続稼働年, Int.: 間欠運用年)

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

## 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、アマトウラ サイトリ、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

木曾川水系揖斐川、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、国土交通省木曾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碎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濁水位の変化、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<sup>2)</sup>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)掘削されており、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.

## 河岸高を考慮した川づくりの方法序説

○渡辺恵三<sup>1)</sup>・岩瀬晴夫<sup>1)</sup>・ト部浩一<sup>2)</sup>

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。

## 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 渡邊健人、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<sup>1),2),3)</sup>。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残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 morphological 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.

## 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、魚道的一种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<sup>1)</sup>。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<sup>2),3)</sup>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。

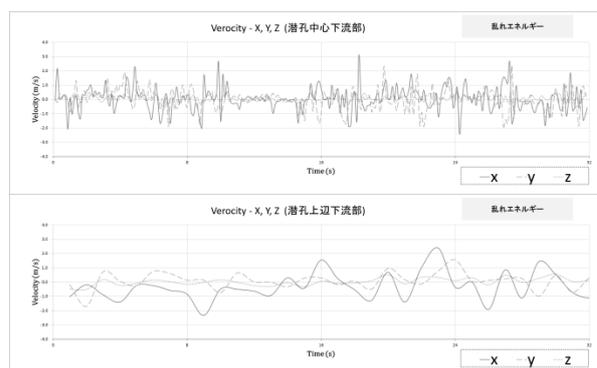


図1 潜孔中心(上図)と潜孔上辺(下図)の下流部における3次元流速の時間的変化

## 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。

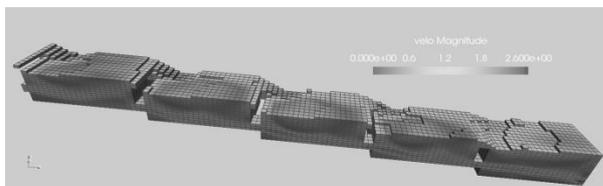


図2 密度関数法を用いた流況解析の可視化結果

## 引用文献

- 1) 泉完：パ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

## 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.

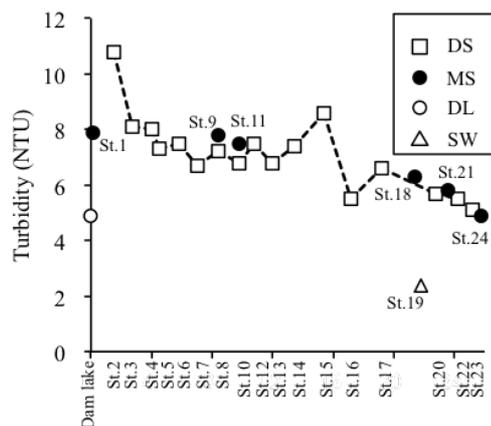


図1 濁度の縦断変化 (11月調査)  
 DS: 砂州下流側, MS: 主流部, DL: ダム湖水,  
 SW: 湧水

## 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.

## 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)「木曾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<sup>2</sup>、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 (HOB0 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°C 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<sup>3</sup>/s (最大 0.43 m<sup>3</sup>/s)、12 月 2 日に平均 0.21 m<sup>3</sup>/s (最大 0.47 m<sup>3</sup>/s)、湧水流入量はそれぞれ 0.022 m<sup>3</sup>/s、0.027 m<sup>3</sup>/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。

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

Liping Xia<sup>1</sup>, Mahfuza Parveen<sup>1</sup>, Takashi Asaeda<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, Japan

<sup>2</sup>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  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), middle (90-100  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) and high (190-200  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), with three Fe concentrations, 0.5, 5 and 10 ppm by adding  $\text{FeCl}_3$  to the water. The growth rates, photosynthetic pigments,  $\text{H}_2\text{O}_2$  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  $\text{H}_2\text{O}_2$  concentration was found throughout the experimental period in plants under highly increased treatments.

Previous studies reported that high  $\text{H}_2\text{O}_2$  accumulation has been identified as an important mechanism of leaf senescence [2]. Our study showed

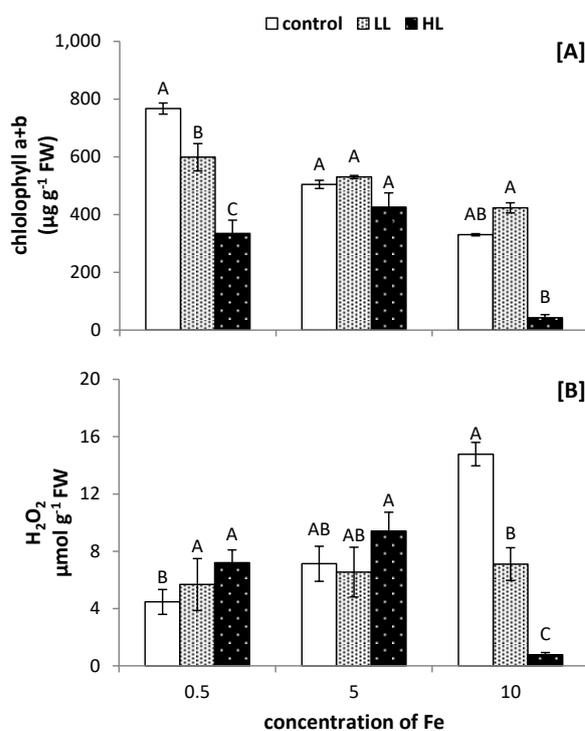


Fig. 1: Combined effect of different Fe concentrations and light intensities on total chlorophyll (A) and  $\text{H}_2\text{O}_2$  concentrations (B) of *E. densa*. Bars with different letters are significantly different at  $P < 0.05$ , ( $n=3$ ).

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

- Connolly EL, Guerinot ML. *Iron stress in plants*. Genome biology. 2002; 3 (8): reviews 1024.1.
- Zentgraf, Ulrike, Petra Zimmermann, and Anja Smykowski. *Role of intracellular hydrogen peroxide as signalling molecule for plant senescence*. Senescence. InTech, 2012.

## 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<sup>1)</sup>、第 4 次社会資本整備重点計画<sup>2)</sup>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組が先行しており、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 の取組

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」の取組がこれまで実施されてきた<sup>3)</sup>。しかし、この取組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)<sup>4)</sup>。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。

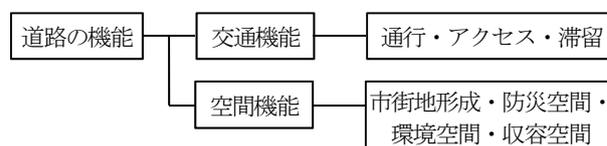


図 1 道路の機能<sup>4)</sup>

#### 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。

## 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持ち、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。

## 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 年以内に震度 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 ヶ月後の 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す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ー技術および社会的課題についてー, 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。

## 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3km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。

## 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<sup>1),2)</sup>、笹栗麻優子<sup>1)</sup>、市村政樹<sup>3)</sup>、吉富友恭<sup>1)</sup><sup>1)</sup>学芸大環境教育、<sup>2)</sup>東大院農、<sup>3)</sup>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<sup>1), 2)</sup>。

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<sup>3)</sup>。

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、鉸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 $5.0 \times 10^{-8}$  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 $3.0 \times 10^{-7}$  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 Ichthyology* 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.

## サクラマスを選好性に着目した河川環境の変動把握

山形大学○渡邊 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2.1km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、2~40mmが40%、41~90mm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 $1.93 \text{ m}^2 \text{ SD} \pm 1.32$ であった。水深は平均 $30.5 \text{ cm} \text{ SD} \pm 17.8$ 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 $\text{SD} \pm 3.1$ 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。

## 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つてはいけない。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 × 590mm 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

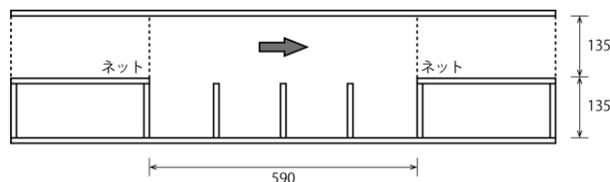


図 1 実験水路概略図

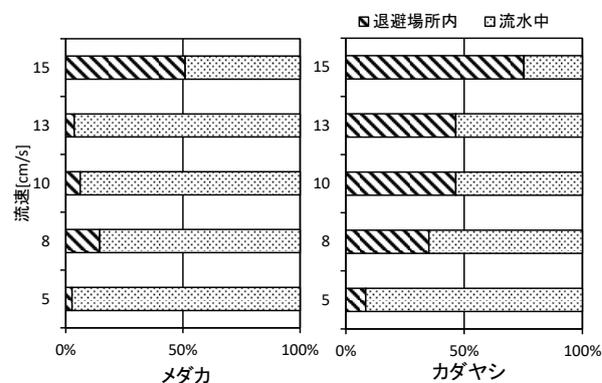


図 2 メダカとカダヤシの退避場と流水中の滞在時間割合

につき両種 3 回ずつ実験を行った。水温は約 22°C、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%程度を退避場所でも過ごした。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)

## 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<sup>1)</sup>。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<sup>3)</sup>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、

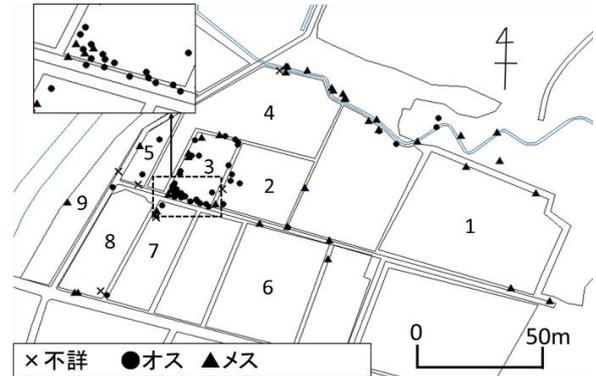


図1.7月9日~9月22日の雌雄別分布状況  
メスは湛水している水田だけでなく、水路や周辺の法面などでも多くの個体が確認された。水田3にはメスが9月5日、オスが9月22日まで確認された。長期に渡って、湛水している水田に留まるメス個体はオスに比べて少なく、一度繁殖場に向かい、その後、水路や周囲の水田に移動分散する傾向が観察された。また、本種のメスは約10~20日の間隔で2回または3回産卵することが報告されている<sup>4)</sup>。これより、一度繁殖場から離れたメス個体は、2回目や3回目の産卵の時に改めて繁殖場に集まる可能性も考えられた。本種は水田が湛水されていれば、9月前後まで繁殖が行える可能性がある。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

## 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<sup>1)</sup>。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 ヲ所(慣行水田 19 ヲ所, 休耕田 43 ヲ所) 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 ヲ所で、100 cm<sup>3</sup> 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 ヲ所で表土

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,  $P_s < 0.001$ )。

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る。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.

## 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 $\delta^{15}\text{N}$ 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 $\delta^{15}\text{N}$ 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 $\delta^{15}\text{N}$ 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 $\delta^{15}\text{N}$ 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、 $\delta^{15}\text{N}$ 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

	$\delta^{13}\text{C}$		$\delta^{15}\text{N}$	
	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。

## 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、なかでもピリンゴ *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濱田皓司氏、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。

## 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 丸山勇氣  
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する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 cm幅、4 mm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 taxaが確認された。個体数密度(ind/m<sup>2</sup>)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。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。

## 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 (フルスペクトラム方式、Wildlife Acoustics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<sup>1)</sup>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。



図1 各装置のマイクロフォン外観写真

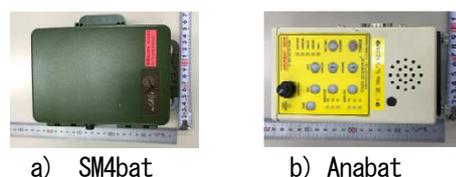


図2 自動録音機能付き B.D 外観

## 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

## 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変化の影響は、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<sup>1)</sup>。

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<sup>1)</sup>。

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・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・柳英隆 編）、pp. 213-232、2014

日本に侵略したヒガタアシ (*Spartina alterniflora*) の故郷を探る

○前原裕<sup>1,2)</sup>・玉置雅紀<sup>3)</sup>・入口友香<sup>1)</sup>・花井隆晃<sup>2,4)</sup>・西野惇志<sup>1)</sup>・早坂大亮<sup>1)</sup>

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。

## 環境 DNA によるため池の外来生物分布調査：

## ミシシipp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<sup>1)</sup>、源 利文<sup>2)</sup>、土居 秀幸<sup>3)</sup>、片野 泉<sup>4)</sup>

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ipp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ipp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ipp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ipp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ipp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。

## 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 鷺田なぎさ  
 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。

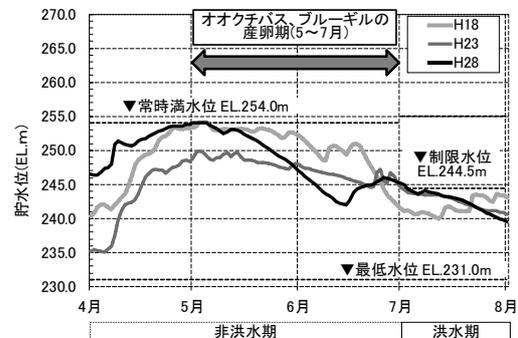


図1 日貯水位の状況

## 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 —

## 布目川に生息するチャン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 廣高空 河内香織

【はじめに】チャンネルキャットフィッシュ *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ン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、チャン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°C48時間乾燥させ、粉碎した。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) チャン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、チャン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、チャン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ン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回の頻度でチャン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ンネルが定着しているという予測に繋げる。

## 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攪乱を加え、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<sup>1)</sup>。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）。

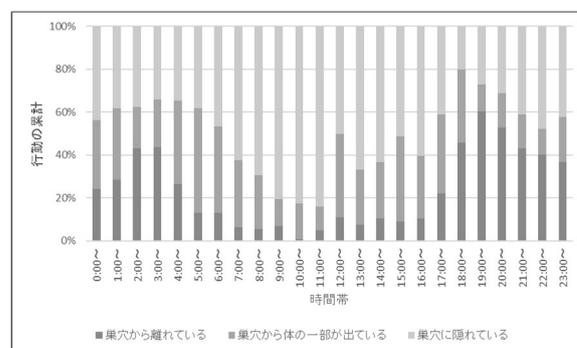


図1 アメリカザリガニの行動時間帯

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、ホンドリタヌキの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-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. 植生図の変化とアカマツの確認地点数の変化

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（1m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 $\delta^{13}\text{C}$ 値は、部分的菌従属栄養植物であるイチヤクソウより低く、周辺の独立栄養植物と有意な差は無かった。一方、 $\delta^{15}\text{N}$ 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

## 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6km地点から101km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2km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。

## 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<sup>a)</sup>，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。<sup>1)</sup>

### 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。<sup>2)</sup>

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。

## 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<sup>1)</sup>・今泉久祥<sup>2)</sup>・山本敏哉<sup>1)</sup>・白金晶子<sup>1)</sup>

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<sup>2</sup>、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<sub>2</sub>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。

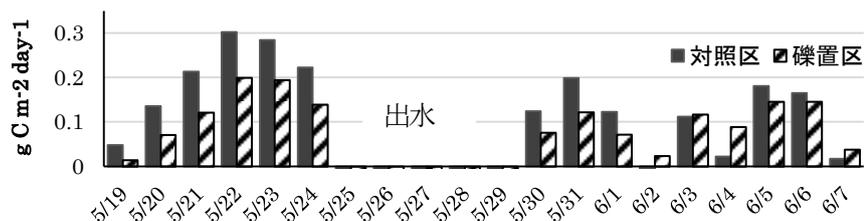


図 マスバランス法による一次生産量の変化

## アーサ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、我々はアーサ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330m<sup>2</sup>の範囲に厚さが概ね20cmになるよう敷き、アーサ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間隔で基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9～12cm、6月9日が10～15cm、7月20日が12～18cm（縄張りアユは15～16cm）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取りまとめる中で、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。

## 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・蘚類について

○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<sup>2</sup>、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蘚類の繁茂が見られ、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

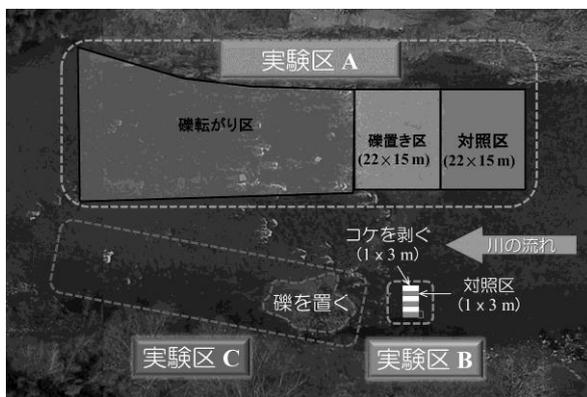


図 実験区の概要

する「礫転がり区」を設置した。実験区 B、C では蘚類の生活史を把握するため、人為的に蘚類を剥ぎ取った「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、蘚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。

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、蘚類を調べた。本報告では実験区 A の物理環境および蘚類の被度、実験区 B、C の蘚類の被度について報告する。

##### 2-2. 物理環境と蘚類

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<sup>2</sup> の範囲では粒径組成、蘚類の被度を調査し、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 - 物理環境と蘚類 -

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。蘚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 - 蘚類 -

コケ剥ぎ区では蘚類の被度が約 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。

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。

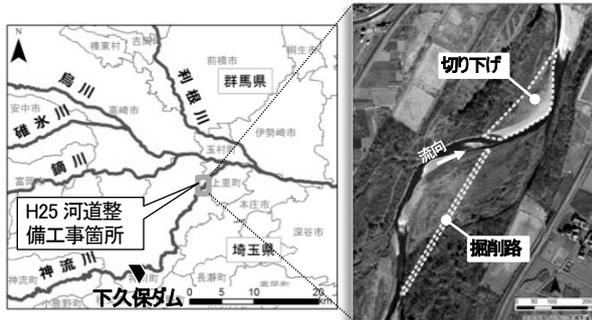


図1 神流川の平成25年度河道整備工事の位置

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。

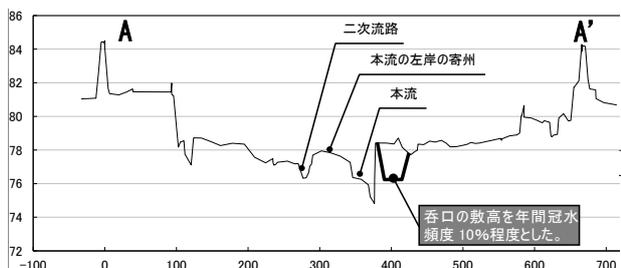


図2 平成25年掘削路開削工事の概要

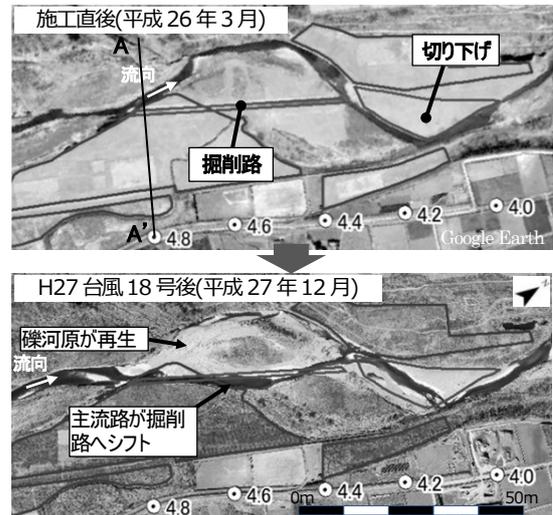


図3 H27 台風18号後の地形変化

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。

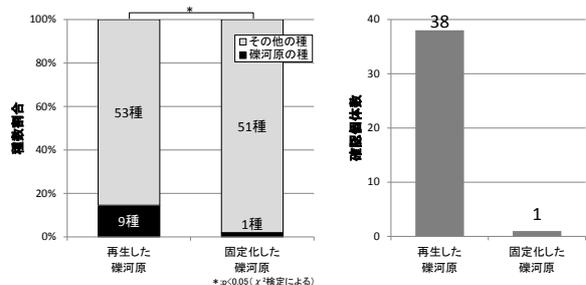


図4 礫河原性の昆虫の確認種数および個体数

## 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-農業用排水路-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1 m）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0.6 m）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プ工を設置し、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。

## 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)。

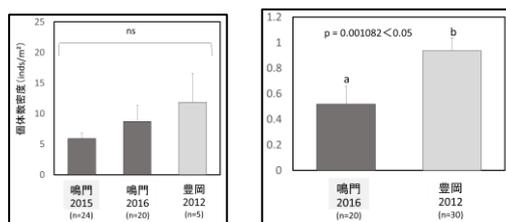


図1 豊岡市と鳴門市の餌生物密度の比較

(左：水生生物，右：陸生生物)

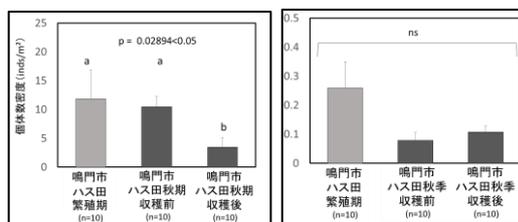


図2 時期別に見たハス田の餌生物密度

(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られる。

## 引用文献

水谷瑞希・佐川志郎：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

## 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。

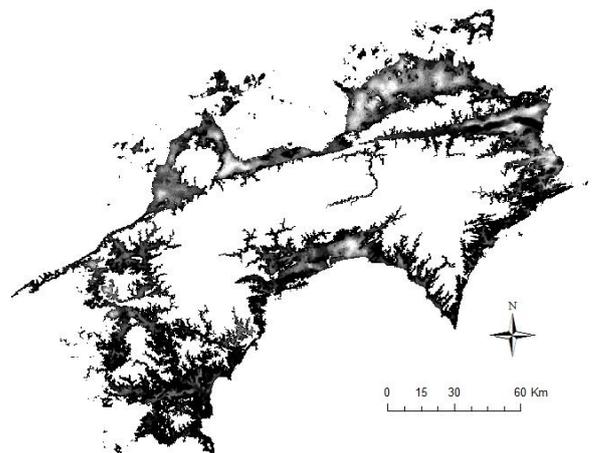


図1 四国におけるコウノトリの潜在的な生息適地

## 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 km<sup>2</sup>、流路延長110km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<sup>1)</sup>の変化について調査した。

ゲートの稼働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)。

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

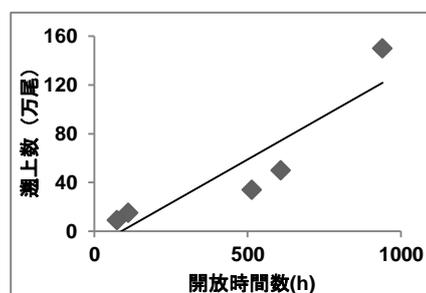


図1. 遡上数とゲート開放時間数の関係

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<sup>2)</sup>。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ミュレーションにより検証する予定である。

## 引用文献

- 塚本勝巳(1991)長良川・木曾川・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.
- 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.

## 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 鷺見哲也

## 1. 研究の背景と目的

木曾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<sup>1)</sup>、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<sup>2)3)</sup>。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<sup>4)</sup>が進められている。一方、ハリヨの保全に必要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、ハリヨの移動障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)

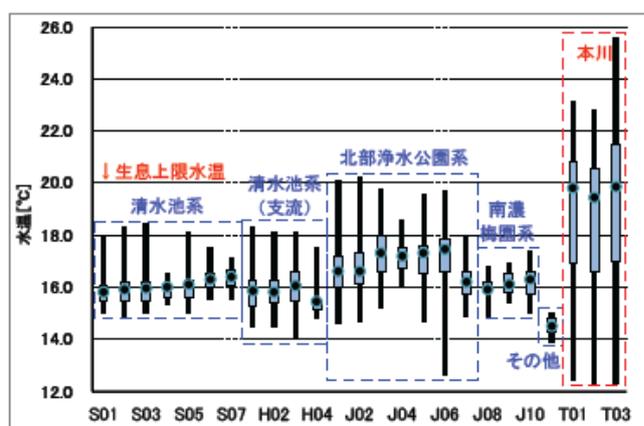


図-2 2015.5~2016.11 各調査地点の水温変動幅と分布 (●は中央値, 2015.5~2016.11, 30回分)

## 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: 木曾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, 鷺見哲也: 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曾川水系津屋川流域の構造と湧水環境, 2017.
- 6) 吉川慎平, 鷺見哲也: 第 51 回日本水環境学会年会講演集, 木曾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, 鷺見哲也: 土木学会 第 72 回年次学術講演会講演概要集, 木曾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.

## 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、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<sup>2</sup> 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	<i>Gymnogobius petchiliensis</i>	29 / 37
2 <u>タモロコ</u>	<u><i>Gnathopogon elongatus</i></u>	7 / <u>37</u>
3 ヨシノボリ sp	<i>Rhinogobius</i> sp.	6 / 37
4 ウキゴリ sp	<i>Gymnogobius</i> sp	1 / 37
5 キタノメダカ	<i>Oryzias sakaizumii</i>	1 / 37
6 <u>オイカワ</u>	<u><i>Onsariichthys platypus</i></u>	1 / <u>37</u>
7 <u>モツゴ</u>	<u><i>Pseudorasbora parva</i></u>	1 / <u>37</u>

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。

## 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<sup>1)</sup>。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ふ報告がある一方で<sup>2)</sup>、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 mm 程度）アユの食み跡が見られるという結果を得た<sup>3)</sup>。アユの好漁場の条件<sup>4)</sup>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な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 mm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。

## 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<sup>1)</sup>と比較した。

### 2. 材料および方法

水路Aの500mの範囲内に、物理環境条件が異なる32カ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 경우가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<sup>1)</sup>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・小林蒼葉・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.

## 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<sup>1)</sup>, 木寺法子<sup>2)</sup>, 西廣淳<sup>2)</sup>

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。これからのことから、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に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					水路構造
		底質	湧水の有無	水深 cm	流速 m/s		
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<sup>1)</sup>、藤澤貴弘<sup>1)</sup>、小澤英樹<sup>2)</sup>、時耕清志<sup>3)</sup>、川村昭彦<sup>3)</sup>

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<sup>1)</sup>。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、上流部の水流障害物の有無、水際状況を整理した。

### 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障害物が確認された。

#### 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<sup>1)</sup>、大杉奉功<sup>1)</sup>、小澤英樹<sup>2)</sup>、時耕清志<sup>3)</sup>、川村昭彦<sup>3)</sup>

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。

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存在データを用いた（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。

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存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、存在をそのまま解析）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。

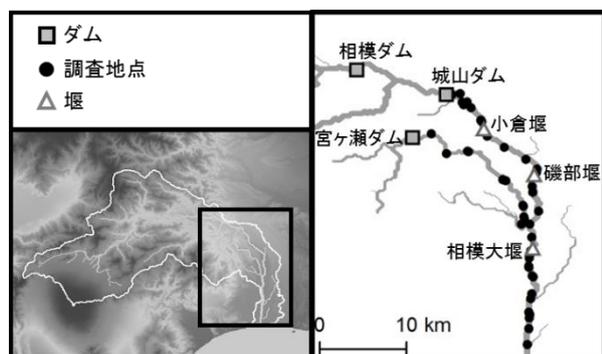


図1 相模川における生物調査地点

## 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<sup>\*1</sup>、中

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	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>				-0.0099			
ナマズ	<i>Silurus asotus</i>					76.535		
タカハヤ	<i>Phoxinus oxycephalus jousi</i>	-0.6405	0.07669					
ドンコ	<i>Odontobutis obscura</i>			0.01444		47.628		
コイ	<i>Cyprinus Carpio</i>		1.2126	0.0273		69.1	-20.1	
ギンナ	<i>Carassius auratus langsdorffii</i>					82	-15.4	
オヤニラミ	<i>Coreoperca kawamebari</i>					-34.421		24.884
ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	4.66	0.4031					77.2
アリアケスジマドジョウ	<i>Cobitis kaibarae</i>	1.06			-0.0168			-42.5
アリアケギバチ	<i>Tachysurus aurantiacus</i>	1.67	13.6	-0.019		-43.921	23.343	
メダカ	<i>Oryzias latipes</i>							-17.31
コウライモロコ	<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>	0.9274	0.173					
カムルチー	<i>Channa argus</i>		0.1054					

\*1 Freq30：長径\*中径/短径&gt;30となる岩石の割合

中央粒径値、EC、水田・森林・農地の各メッシュ数）を用いた。

## 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。

## 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 ○藪下拓斗

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定、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 $\chi^2$ 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( $\chi^2=1.67, P=0.434$ )、両農法区と湿地との間には有意な差が確認された

( $\chi^2=60.89, P<0.001$ )。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。

## 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 野寄弘道  
 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。

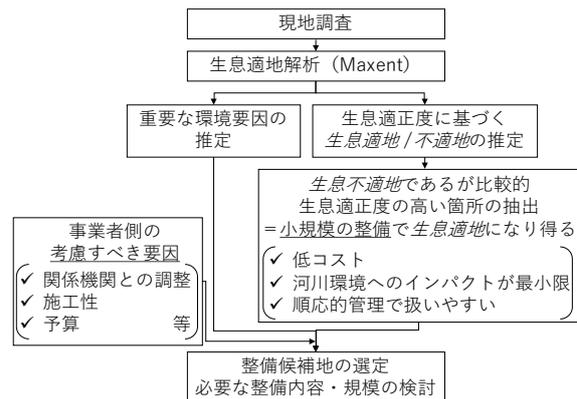


図1 生息環境整備内容の検討の流れ

### 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 m<sup>2</sup>程度、河床材料を大礫から砂へ50 m<sup>2</sup>程度の変化）で生息適地を創出できる可能性があるかと推定された。

### 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。

## 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、荒瀬ダムや遙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。

## 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を試みる。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 677km<sup>2</sup> 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 km を対象区間とし

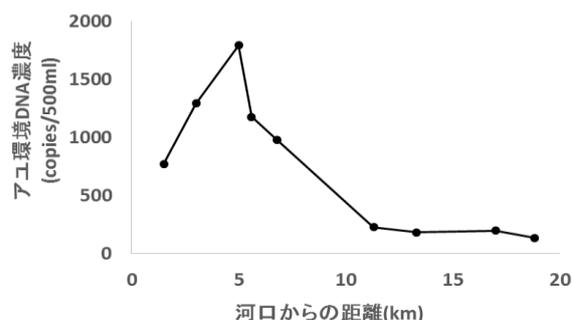


図1 アユの環境 DNA 濃度分布 (2017.7)

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。

### 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.

## 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<sup>1)</sup>。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 0.7  $\mu\text{m}$  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。

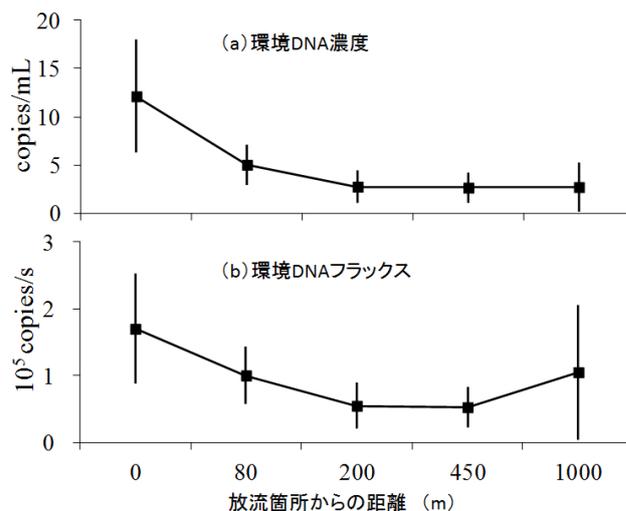


図 1. 各地点における (a) 環境 DNA 濃度と (b) 環境 DNA フラックス

## 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

## 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<sup>1)</sup>。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 箇所を採水（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)<sup>1)</sup> 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。

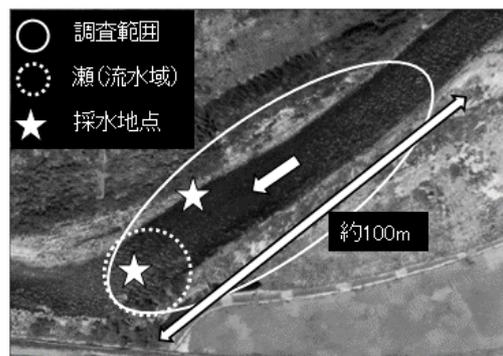


図 1 調査地点のイメージ

### 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  $10.3 \pm 5.5$  種（平均土標準偏差）だったのに対し、メタバーコーディングでは  $18.0 \pm 7.7$  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., Fukumaga, 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

## 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<sup>1)</sup>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<sup>1)</sup>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<sup>2)</sup>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く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.

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、  
(株)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 10 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 0.7mm 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。

## 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<sup>1)</sup> (*Plecoglossus altivelis*) やコイ<sup>2)</sup> (*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<sup>3)</sup>。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<sup>4)</sup>。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., Matsushashi 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

## 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 量と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 量との関係性を調べた。

### 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。

## 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<sup>1)</sup>。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<sup>1)</sup>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<sup>1)</sup>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
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.

## 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°C 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 0.22 $\mu$ m）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°C 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。

## 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 $0.22\mu\text{m}$ ）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:M0 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

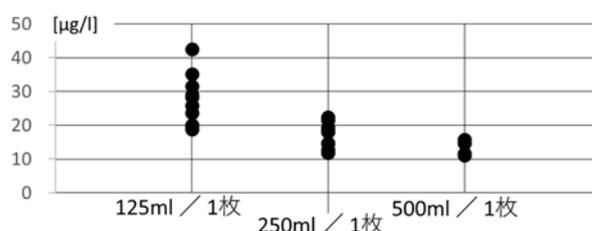


図1 濾過量毎のDNA捕捉量比較（サンプルA）

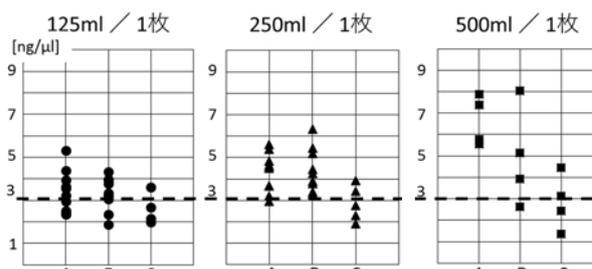


図2 各サンプルのDNA補足量比較

## 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 $3\text{ng}/\mu\text{l}$ （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 $A \geq B > C$ 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。

## 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、季節変化の把握のため、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 600m<sup>3</sup>/s(水流量 14m<sup>3</sup>/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 以上と季節変化が大きかった。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。

## 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、ドローンの活用方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

## 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 *Okrqcfstks* sp.、*Cpcaena* sp.、*Planktothrix agardhii*、珪藻の *Cyclostephanosudubius*、*Stephanodiscus hantzschii*f.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  $1.0 \times 10^5$  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* の数は減少し、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、*Cudubius* 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  $4.5 \times 10^4$  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  $8.6 \times 10^4$  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  $3.3 \times 10^3$  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  $1.6 \times 10^5$  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  $10^3 \sim 10^4$  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。

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。

$$E = E_0 e^{-KT} \quad (1)$$

$$K = a e^{-bx} \quad (2)$$

ここで、E：流下時間TにおけるSS(mg/L)、E<sub>0</sub>：初期SS(mg/L)、K：減少係数(s<sup>-1</sup>)、T：流下時間(s)、a、b：係数(実験よりa=9.00×10<sup>-5</sup>、b=2.84×10<sup>-2</sup>)、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<sup>1)</sup>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<sup>2)</sup>。

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に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。

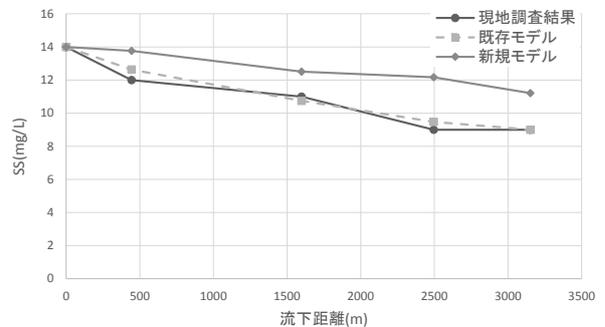


図1 現地調査結果

	現地調査結果			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 <sup>-1</sup> )	減少係数(s <sup>-1</sup> )	予測SS(mg/L)	河床材料の中央粒径(mm)	減少係数(s <sup>-1</sup> )	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

## 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<sup>1)</sup>。

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わ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	1,150m <sup>3</sup> /日	0.37m <sup>3</sup> /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<sub>4</sub>-Nの減少とNO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>-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 <sub>3</sub> -N (mg/l)	3.3	6.5	-
	NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	6.3	2.8	56%
須磨施設	T-N (mg/l)	4.2	0.39	91%
	NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	1.9	<0.01	99%
	NH <sub>4</sub> -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/m <sup>2</sup>
上流	ユスリカ科、カサネミズシ、ゲンゴロ科等	2,500~2,900
下流	上記に加え、カマカイ、ヒレマキミズマイ等	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、ホテ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

## Calcite and Biogenic Manganese Oxides on the Cell Walls of Charophyte *Chara Braunii*: Formation and Arsenic Removal Function

○Chihiro Takeuchi<sup>1</sup>, Shahram Amirnia<sup>1</sup>, Takashi Asaeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Science, Saitama University, Saitama, Japan

Decontamination of heavy metals from water by algae (phycoremediation) is known as a viable method<sup>1</sup>. Arsenic contamination in water is a serious problem in many countries worldwide. We examined As (III) accumulation in calcifying charophyte *Chara braunii*<sup>2</sup> 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  $\text{HCO}_3^-$  and  $\text{Ca}^{2+}$  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 ( $\text{MnO}_x$ ) 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 4<sup>th</sup> 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.

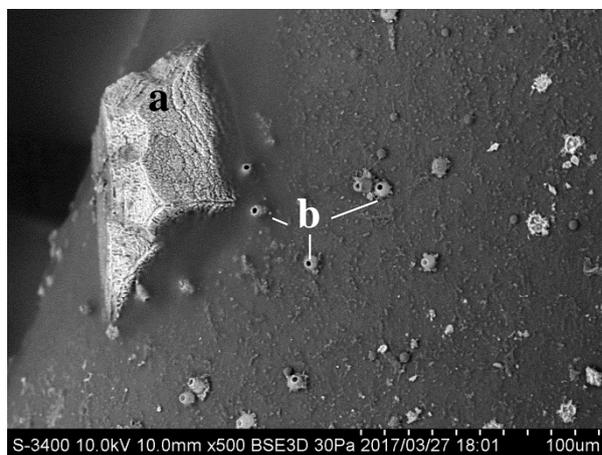


Fig.1 SEM micrograph of Calcium Carbonate (a) and 'fujitsubo-shaped' Mn deposits (b) on the cell walls of *C. Braunii*.

### 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.

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。

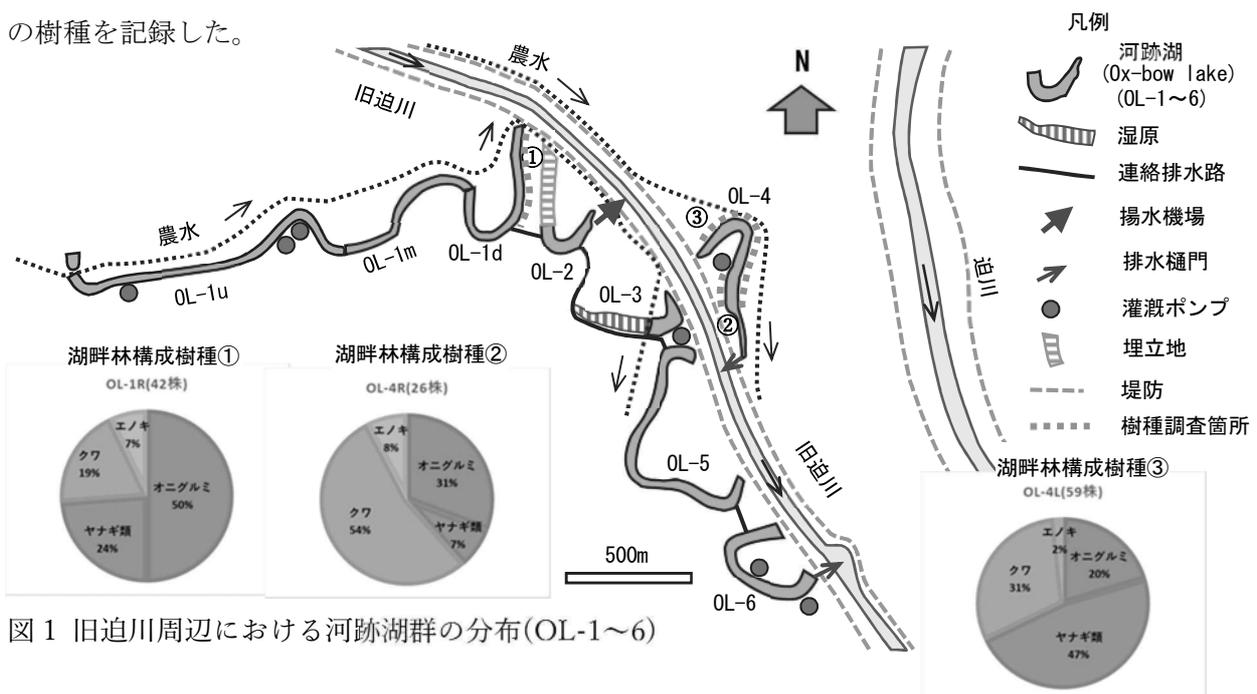


図1 旧迫川周辺における河跡湖群の分布(OL-1~6)

## 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（センチビード系）
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。

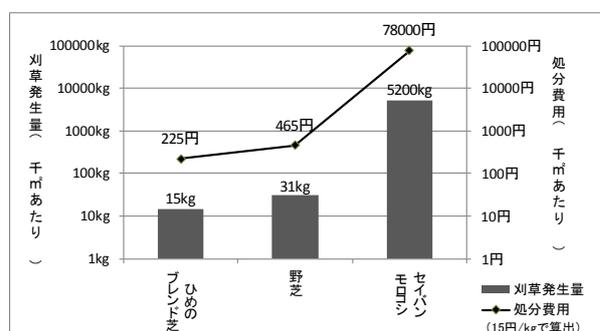


図1 芝と雑草の刈草発生量、処分費用の比較

## 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を期待できる。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  
 ～荒川下流堤防での「芝焼き」再開に向けた取り組みの紹介～

G-58

○大宮 裕樹<sup>1)</sup>, 丸山 勇氣<sup>1)</sup>, 叶 正興<sup>1)</sup>, 富田 邦裕<sup>1)</sup>, 中須賀 淳<sup>2)</sup>, 池部 憲次<sup>2)</sup>, 中村 幸一<sup>2)</sup>, 野口 秀明<sup>2)</sup>  
 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はほぼ変化もなく、全箇所でも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。

**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 ○高榮晋平  
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 吉富友恭

## 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<sup>1)</sup>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  $\mu$ m 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。

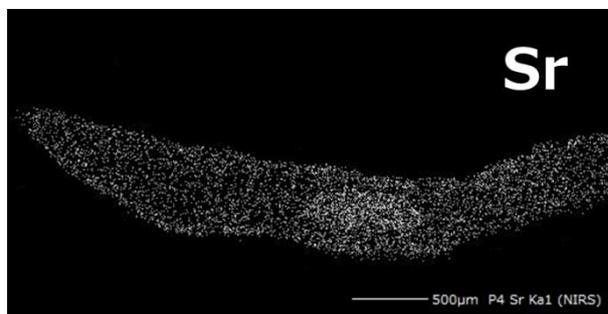


図 1 カマキリの耳石断面における Sr の分布

### 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

## 森林攪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 渡邊祐介、  
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、その攪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。森林は攪乱による維持・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攪乱に似せることで、人為的攪乱による負の影響を抑制するという自然攪乱の模倣 (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、溪畔における人為的攪乱である森林伐採と自然的な攪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。

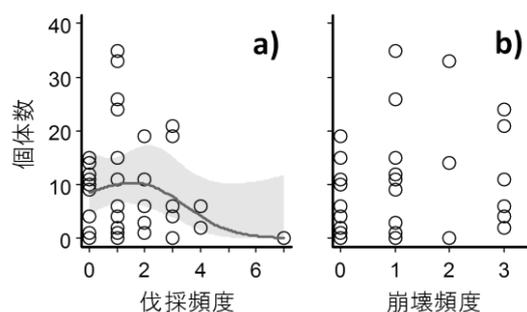


図1 ミネトワダカワゲラの個体数と集水域内の森林伐採 a、および斜面崩壊 b の頻度の関係

### 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、および最近の攪乱からの経過年 (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。

## カヌー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る速さを競う。現在日本のカヌー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思われる。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。コースの兩岸それぞれで約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

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は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月のクラスタ分析の結果、5つのクラスタ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に分類され、直線部は対照区と同じクラスタに分類された。

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。

## 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 *Phyllostachys 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、この場で確認できる。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。

## 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<sup>1)</sup> (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.

## 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環境の保全、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

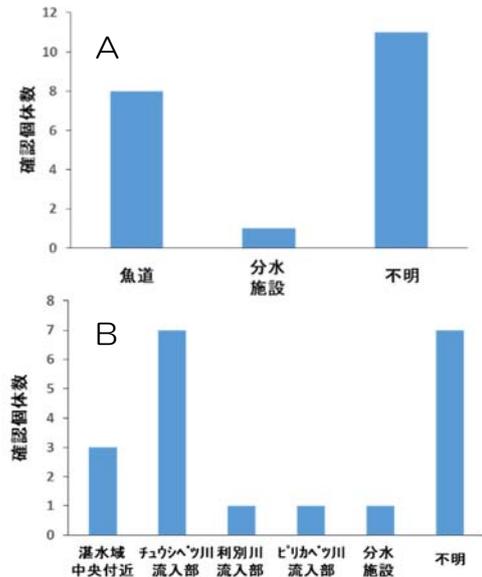


図 1 ヤマメが最後に確認された場所における個体数。A) 分水施設本堤放流個体 B) チュウシベツ川湛水域流入部放流個体

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マ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<sup>1)</sup>、今回の調査も同様な傾向が認められた。

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で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・渡邊和好・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

## 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、50cm×50cm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。

## 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 100 $\mu$ m 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。

## 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、こういった対策を進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 40cm）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7km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<sup>1)</sup>。

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1km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30mm以上の領域が多く、それ以外は平均粒径10mm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) 渡邊正一・綱川浩章・井良沢道也・柏原佳明・白杵伸浩・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

## 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な計測を行った。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

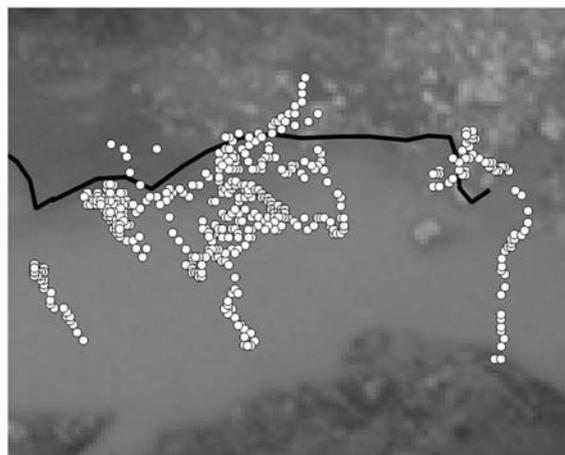


図 1 測深機による位置計測データ

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。

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。

## Model-based assessment of urban water management strategies for a dimictic lake

Robert Ladwig<sup>1,2</sup>, Elena Matta<sup>2</sup>, Georgiy Kirillin<sup>1</sup>,  
Eiichi Furusato<sup>3</sup>, Reinhard Hinkelmann<sup>2</sup>, Michael Hupfer<sup>1</sup>

### 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.

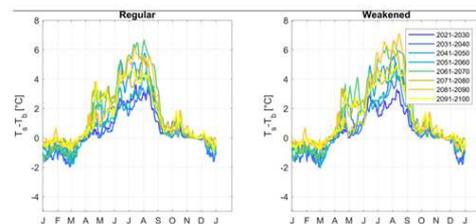


Figure 1: Stratification changes over time

(left: plant with regular discharge regime; right: reduced discharges)

### 4. Contact

E-mail: ladwig@igb-berlin.de

<sup>1</sup>Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin, Germany

<sup>2</sup>Chair of Water Resources Management and Modeling of Hydrosystems, Technical University Berlin, Berlin, Germany

<sup>3</sup>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.

## 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<sup>1)</sup>。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<sup>2)</sup>。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。

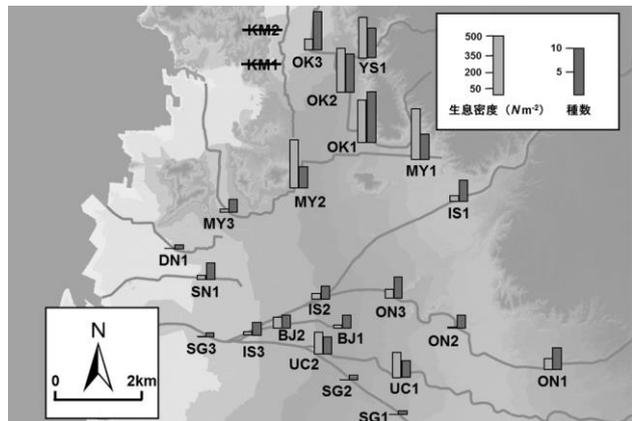


図1 魅力種の生息密度および種数。

### 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.

## 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<sup>1)</sup>。

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<sup>2</sup>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<sup>2</sup>, 1329 gC/m<sup>2</sup>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<sup>2</sup>/min, 7月に23.71 mgC/m<sup>2</sup>/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<sup>2</sup>/min, 7月に8.360 mgC/m<sup>2</sup>/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.

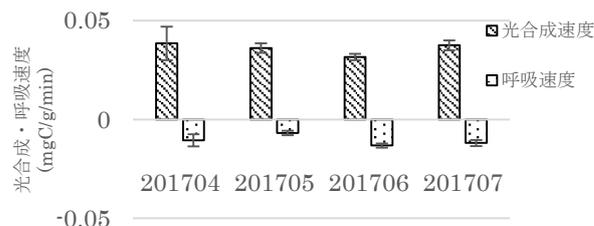


図1 光合成速度および呼吸速度の経月変化

## 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淺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<sup>1)</sup>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ソフトウェアにはAgiisoft 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=3cm程度の良好な再現結果を

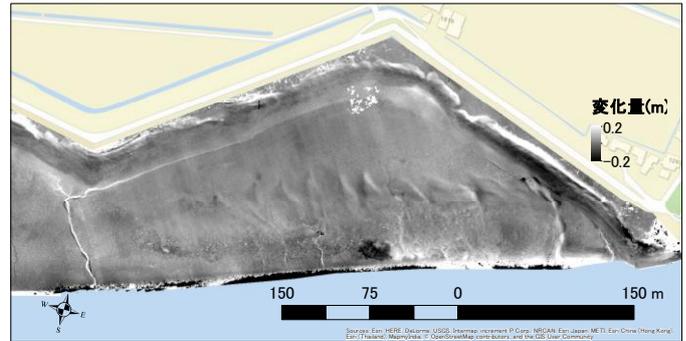


図1 地盤高の変化量 (2016年春~2016年秋)

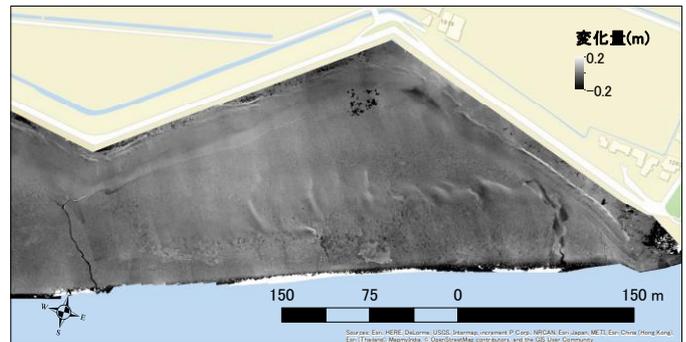


図2 地盤高の変化量 (2016年秋~2017年春)

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なり、滞筋の付近では20cm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。

本手法を用いると、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、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が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.

## 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

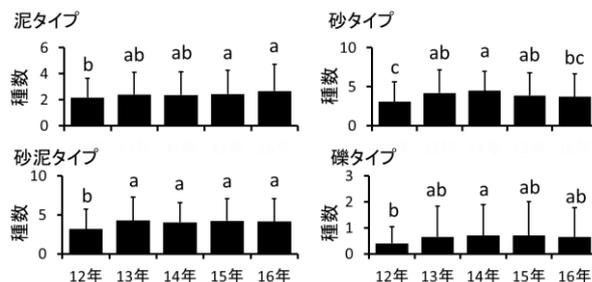


図1 各タイプの平均出現種数

(a &gt; b &gt; c, P &lt; 0.05)

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。

## 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。

## 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、河道の拡幅工事をを行う計画<sup>1)</sup>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変化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<sup>2)</sup>。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(30cm×30cm)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25cm×25cm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15cm×15cm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

## 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川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。

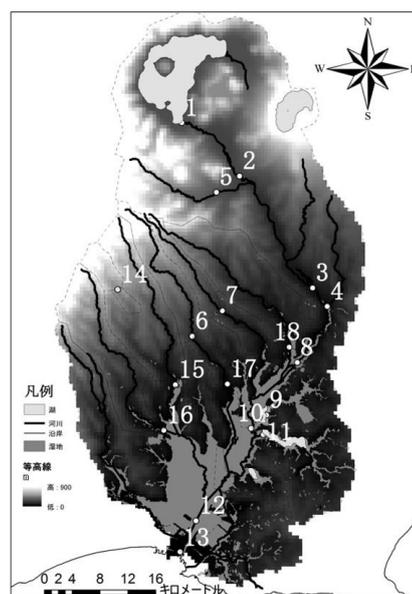


図 1 調査地点

### 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。

## 溪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

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<sup>1)</sup>、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<sup>2)</sup>、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<sup>3)</sup>。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。

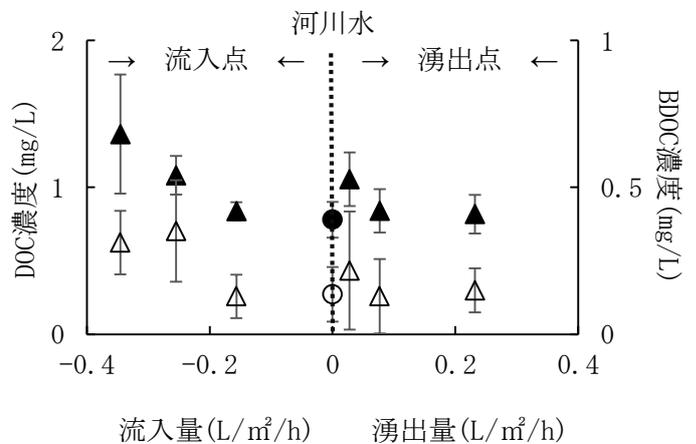


図1. DOC濃度、BDOC濃度と水の流入量、湧出量の関係

### 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.

## 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<sup>1</sup>、井元大樹<sup>1</sup>、鴨狩諒<sup>2</sup>、上月康則<sup>3</sup><sup>1</sup>大阪府立大学工業高等専門学校、<sup>2</sup>徳島大学大学院先端技術科学教育学部<sup>3</sup>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<sub>2</sub>)が吸収されていることが報告されている。これまでも沿岸域においてCO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>の収支を観測し、沿岸域における総合的なCO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>フラックスを算出した。CO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>フラ

ックスは-0.90～0.66 mgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/sの間で変動し、観測期間中のCO<sub>2</sub>フラックスの平均値は0.0017 mgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>フラックスはほとんど±0 mgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/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<sub>2</sub>フラックスは負の値を示していたことから、CO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>フラックスは吸収を示したことが考えられた。

## 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5km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5km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。

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<sup>3)</sup>。

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<sup>2)</sup>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<sup>3)</sup>。



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<sup>1)</sup>。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。

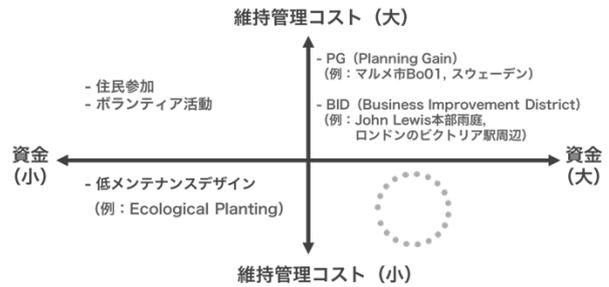


図2 マネジメントを考慮した雨庭作りの戦略例

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<sup>4)</sup>、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, Timber 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 Architecture*, 10, pp 82-91

## 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<sup>1)</sup>。

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）として機能する。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楽しむ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

- Gardiner MML, 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-9

### グリーンイ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。

## 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壊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、阿蘇全体の土砂崩壊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<sup>1)</sup>、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壊リスクを極力下げ、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壊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壊危険箇所と比較した結果、新たな土砂崩壊危険箇所が抽出された。この地帯には民家が点在しており、土砂崩壊が発生した場合、人的被害が発生する可能性が示唆された。今後土砂崩壊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.

## 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の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、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の確に行うことができる。

## 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1.5km)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.

## 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ン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。

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。

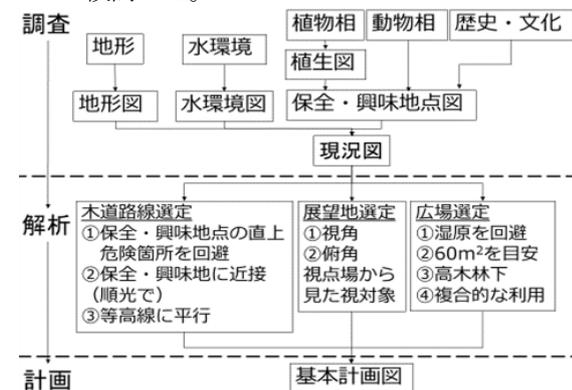


図1 計画手順

2-3. 現況図

計画と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。<sup>1)</sup>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<sup>2)</sup>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。②60m<sup>2</sup>程度の面積<sup>3)</sup>。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

## 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/不在に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）。

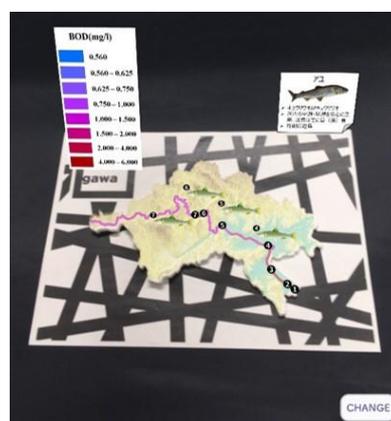


図1 芦田川におけるBODとアユの在/不在の可視化の様子

## 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。

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 吉富友恭  
 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<sup>1)</sup>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・視線が意識できる、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、来場者視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

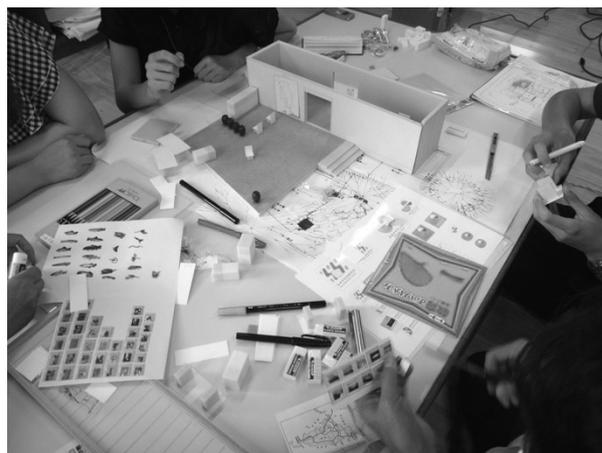


写真2. 模型制作による展示方法の検討

### 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.