

---

---

応用生態工学会

**第20回研究発表会講演集**

---

---

日時：2016年（平成28年）9月2日（金）～5日（月）

会場：東京大学農学部弥生講堂，農学部1号館（東京都文京区）

応用生態工学会

本資料は、応用生態工学会 第 20 回大会（20 周年記念東京大会）研究発表会の発表要旨をまとめたものである。それぞれの要旨は、査読を経ていない。

■後援

国土交通省関東地方整備局，（公財）河川財団，（公社）土木学会関東支部，  
（一社）建設コンサルタント協会関東支部，日本緑化工学会，日本景観生態学会

■応用生態工学会 第 20 回大会（20 周年記念東京大会）実行委員

実行委員長 虫明功臣（東京大学名誉教授）  
副実行委員長 久保市浩右（応用地質株式会社）  
実行委員 浅枝隆（埼玉大学）  
知花武佳（東京大学）  
西廣淳（東邦大学）  
堂蘭俊多（国土交通省水管理・国土保全局）  
西浩司（いであ株式会社）  
島村彰，伊川耕太（株式会社建設環境研究所）  
渡邊敬史（株式会社建設技術研究所）  
前田範章，竹原正泰（国際航業株式会社）  
大杉奉功（水源地環境センター）  
向後裕介（株式会社地域環境計画）  
三好伸浩（日本工営株式会社）  
高松宏行（パシフィックコンサルタント株式会社）  
本田一彦，池田正（八千代エンジニアリング株式会社）  
舟橋弥生（リバーフロント研究所）  
小川鶴蔵，浦川苑子（応用生態工学会）

（順不同，敬称略）

■応用生態工学会事務局

〒102-0083 東京都千代田区麹町 4-7-5 麹町ロイヤルビル 405 号室  
TEL : 03-5216-8401 FAX : 03-5216-8520



2016年(平成28年) 9月2日(金) ~ 5日(月)

# 応用生態工学会第20回大会 (20周年記念東京大会)



## 大会プログラム

於 東京大学農学部弥生講堂, 農学部 1号館

(東京都文京区弥生1-1-1)

<第20回総会・第20回研究発表会・自由集会・エクスカージョン>

(同時開催): 公開シンポジウム

『気候変動下における自然と地域社会のレジリエンスー応用生態工学の新たな展開ー』

### 【全体プログラム】

#### ■9月2日(金) - 1日目-

- |                                       |             |           |
|---------------------------------------|-------------|-----------|
| ・自由集会「小さな自然再生が中小河川を救う!V」              | 9:00~11:00  | 一条ホール     |
| ・自由集会「ダム下流河川の生物群集の特性とその要因」            | 9:00~11:00  | 第8講義室     |
| ・自由集会「生態系の自然浄化機能の理解と活かし方」             | 9:00~11:00  | 第6講義室     |
| ・ポスター発表(コアタイムA)                       | 11:00~12:00 | セイホクギャラリー |
| ・ポスター発表(コアタイムB)                       | 13:00~14:00 | セイホクギャラリー |
| ・自由集会「応用生態工学でUAVを活用する!」               | 14:30~16:30 | 一条ホール     |
| ・会議「第5回河川砂防技術基準(調査編)をもとにした意見交換会」(傍聴可) | 14:30~16:30 | 弥生講堂会議室   |
| ・自由集会「生物多様性の評価におけるβ多様性の重要性」           | 14:30~16:30 | 第8講義室     |
| ・自由集会「河川生態を分かり易く表現する」                 | 16:45~18:45 | 一条ホール     |
| ・自由集会「河川環境保全の現場:過去・現在・未来」             | 16:45~18:45 | 第8講義室     |

#### ■9月3日(土) - 2日目-

- |   |             |              |
|---|-------------|--------------|
| ・口頭発表   | 9:00~12:15  | 一条ホール, 第8講義室 |
|   | 13:00~15:30 | 一条ホール, 第8講義室 |
| ・自由集会「田んぼのいきものをどうやって守っていくか?<br>ー水田水域における多様な生物の保全と再生ー」               | 15:45~17:45 | 一条ホール        |
| ・自由集会「菊池川における河川生態学術研究:菊池川流域における地質による山地溪流の生態系の差異<br>および氾濫原の環境の劣化と再生」 | 15:45~17:45 | 第8講義室        |
| ・懇親会  | 18:00~20:00 | 3号館農学部食堂     |

#### ■9月4日(日) - 3日目-

- |  |             |       |
|--|-------------|-------|
| ・総会  | 10:30~11:30 | 一条ホール |
| ・発表賞表彰   | 11:30~12:00 | 一条ホール |
| ・公開シンポジウム「気候変動下における自然と地域社会のレジリエンスー応用生態工学の新たな展開ー」 | 13:00~17:00 | 一条ホール |

#### ■9月5日(月) - 4日目-

- |                                     |       |                  |
|-------------------------------------|-------|------------------|
| ・エクスカージョン                           | 9:00  | JR高崎線「行田駅」 集合・出発 |
| 利根大堰下流の現地見学(砂礫河原再生, たまり池再生, 湿地整備等)  |       |                  |
| 渡良瀬遊水地の現地見学(水辺再生, エコロジカルネットワーク等)    |       |                  |
| 河道掘削における湿地環境の創出・復元箇所, 首都圏外郭放水路の現地見学 |       |                  |
|                                     | 17:00 | 東武野田線「南桜井駅」解散    |

**【会 場】**

**東京大学農学部弥生キャンパス**（東京都文京区弥生 1-1-1）

電話：03-5841-8205（弥生講堂管理室）

URL：http://www.a.u-tokyo.ac.jp/yayoi/

**【会場までの主な交通機関】**

地下鉄：東京メトロ南北線「東大前」駅下車 徒歩1分

東京メトロ千代田線「根津」駅下車 徒歩8分

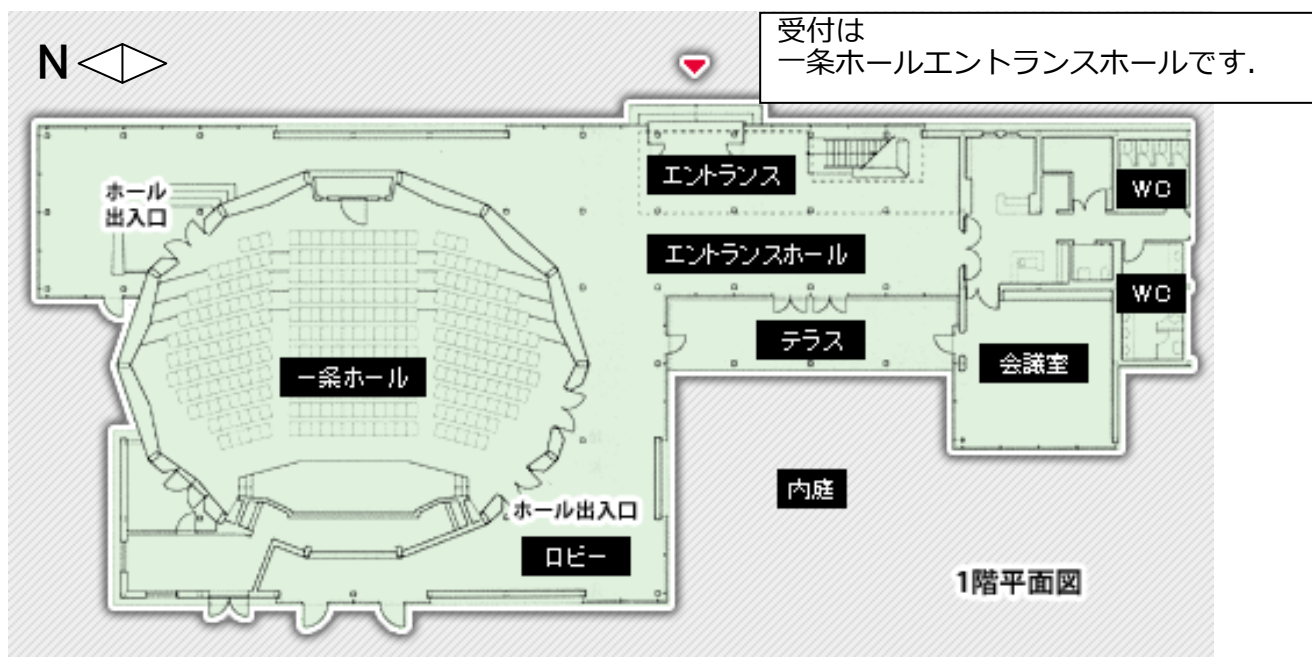
都営バス：御茶ノ水駅（JR 中央線，総武線）より

茶 51 駒込駅南口又は東 43 荒川土手操車所前行

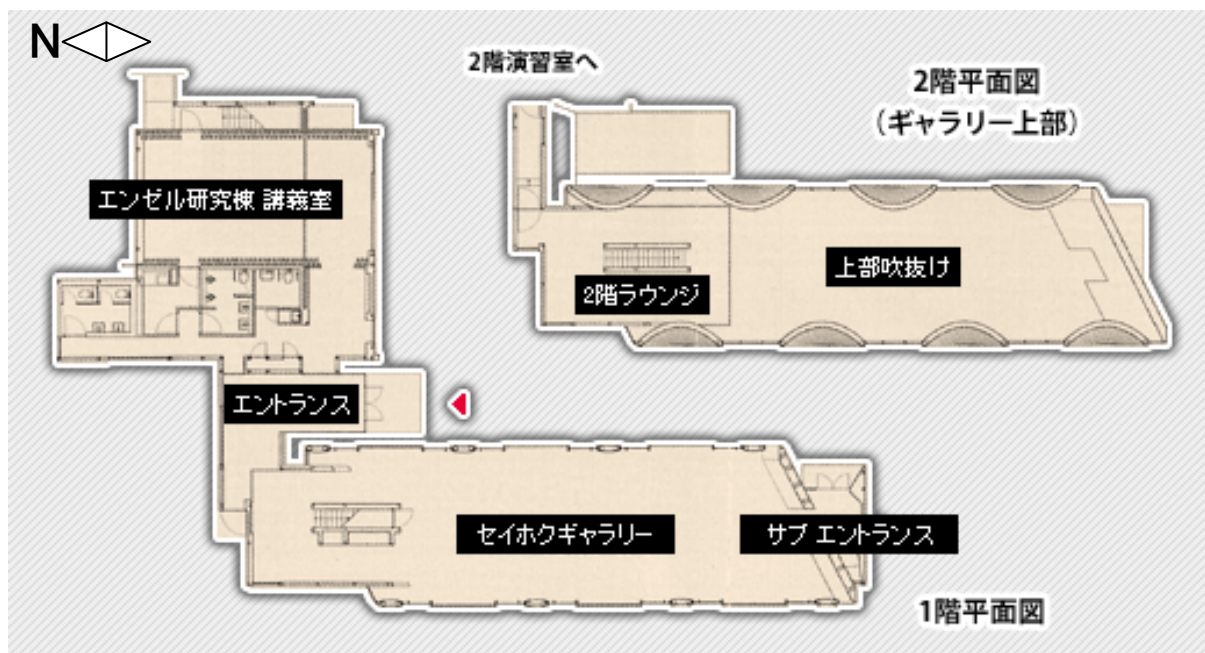
「東大（農学部前バス停）」下車 徒歩1分



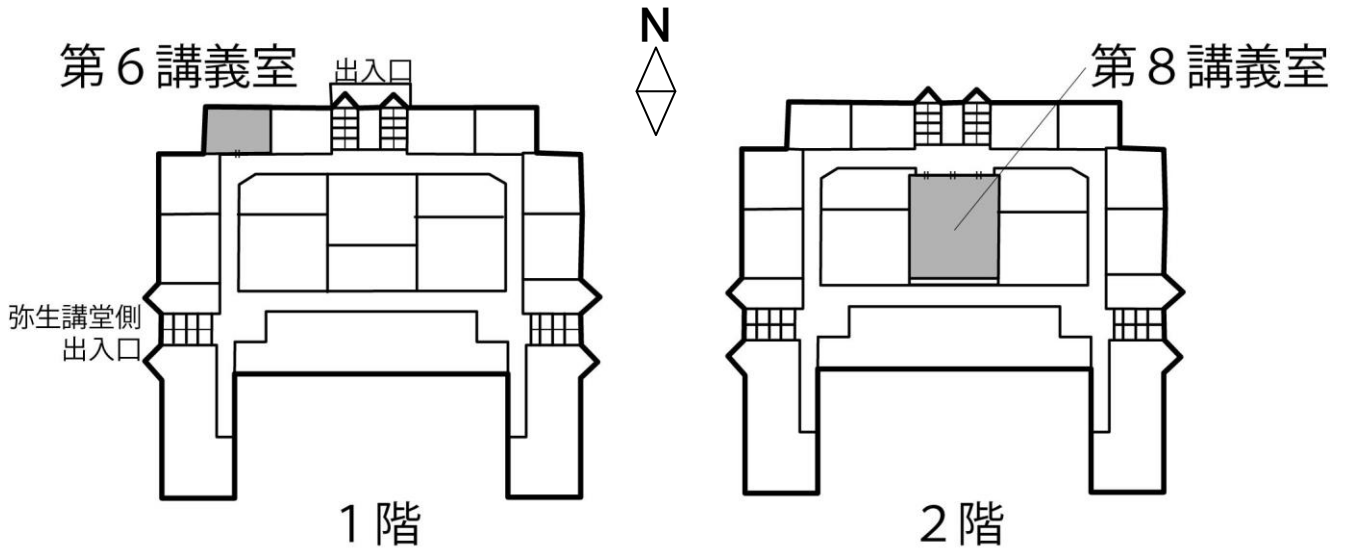
**【東京大学農学部弥生講堂 案内図】**



**【東京大学農学部弥生講堂 一条ホール】**



**【東京大学農学部弥生講堂 アネックス】**



【東京大学農学部1号館】

【土木学会 CPD プログラム認定時間】

実施日	行事名	時刻	CPD 単位
9月2日(金)	研究発表会 1日目	9:00~18:45	6.0
9月3日(土)	研究発表会 2日目	9:00~17:45	6.5
9月4日(日)	公開シンポジウム	13:00~17:00	3.7
9月5日(月)	エクスカージョン	9:00~16:25	4.5

【 プログラム・会場対応表 】

9月2日(金)	弥生講堂一条ホール(300名)	弥生講堂会議室(40名)	セイホクギャラリー	1号館第8講義室(300名)	1号館第6講義室(50名)
8:30	受付開始				
9:00	自由集会 小さな自然再生	—	ポスター・賛助会員展示準備	自由集会 ダム下流河川生物	自由集会 生態系の自然浄化
11:00	—	—	ポスターコアタイムA	—	—
12:00	昼食時間		—	普及・連携委員会	
13:00	—	—	ポスターコアタイムB	—	—
14:30	自由集会 応用生態工学でUAV	会議 河砂基準意見交換会	ポスター・賛助会員展示	自由集会 生物多様性β 多様性	—
16:45	自由集会 河川生態の表現	—		自由集会 河川環境保全の現場	—
9月3日(土)	弥生講堂一条ホール(300名)	弥生講堂会議室(40名)	セイホクギャラリー	1号館第8講義室(300名)	1号館第6講義室(50名)
9:00	口頭発表 A河川環境評価 6	—	ポスター・賛助会員展示	口頭発表 B水質・物質循環 6	—
10:30 (12:15)	口頭発表 C魚類生息環境 6	—		口頭発表 D陸域環境 7	—
12:00	昼食時間		国際交流委員会		
13:00	口頭発表 E底生動物 10	—	ポスター・賛助会員展示	口頭発表 F水生植物 10	—
15:45	自由集会 水田水域の保全	—	ポスター・賛助会員展示撤去	自由集会 菊池川河川生態研究	—
18:00	懇親会(会場:農学部3号館 食堂)				
9月4日(日)	弥生講堂一条ホール(300名)	弥生講堂会議室(40名)	セイホクギャラリー	—	—
9:00	—	幹事会・理事会	—	—	—
10:30	第20回総会		—	—	—
11:30	発表表彰		—	—	—
11:30	昼食時間		—	—	—
13:00	公開シンポジウム		—	—	—
9月5日(月)	エクスカージョン				
9:00	利根大堰～渡良瀬遊水地～首都圏外郭放水路				

弥生講堂2F

実行委員  
控室

弥生講堂2F

実行委員  
控室

弥生講堂2F

実行委員  
控室

【 研究発表会プログラム 】

【研究発表会・一般講演内容(ポスター発表)】

1/7

「※」 発表者、タイトルの後の「研」は研究報告、「事」は事例報告、「審」は審査対象

ポスター発表 9月2日(金) ー1日目ー 11:00~14:00 [会場:セイホクギャラリー]	
11:00~12:00	コアタイムA(セッション末尾奇数番)
13:00~14:00	コアタイムB(セッション末尾偶数番)
<b>セッションA 物質循環</b>	
PA-1	<b>河口湿地帯の二酸化炭素フラックスの動態解析:「研」</b> 大谷壮介 <sup>※</sup> (大阪府立大学工業高等専門学校)・鞠川純平(同)
PA-2	<b>汽水域の一次生産者による炭素固定機能の評価:「研」「審」</b> 安原汰唯我 <sup>※</sup> (大阪府立大学工業高等専門学校)・辻大地(同)・大谷壮介(同)
PA-3	<b>佐波川における一次元・二次元ハイブリット河川生態系モデルの開発:「研」「審」</b> 河野誉仁 <sup>※</sup> (山口大学)・赤松良久(同)・永野博之(群馬工業高等専門学校)
<b>セッションB ダム環境評価</b>	
PB-1	<b>ダム上流の魚類群集と生息域サイズとの関係性—河川水辺の国勢調査データを用いた全国スケールでの傾向把握—:「研」「審」</b> 末吉正尚 <sup>※</sup> (土木研究所)・小野田幸生(同)・宮川幸雄(同)・堀田大貴(同)/(株)建設技術研究所)・永山滋也(土木研究所)・萱場祐一(同)
PB-2	<b>ダム下流部における流路と河川間隙水域の有機物分解速度の季節性:「研」</b> 笠原玉青 <sup>※</sup> (九州大学)・李彦達(同)
PB-3	<b>底泥濃度の違いが魚類の生残率と成長速度に与える影響:「研」「審」</b> 片岡寛敬 <sup>※</sup> (近畿大学)・河内香織(同)
PB-4	<b>矢作川支流の巴川におけるカワゲラの分布:「研」</b> 藤本卓也 <sup>※</sup> (愛知工業大学)・内田臣一(同)
PB-5	<b>砂礫可携集を持つビケラ類のダム上下流における巣材選択:「研」「審」</b> 赤尾大樹 <sup>※</sup> (近畿大学)・河内香織(同)
<b>セッションC 河口域・干潟</b>	
PC-1	<b>河口域の保全に向けた貝類相及び物理環境による河口域の類型化:「研」「審」</b> 森田海 <sup>※</sup> (九州大学)・巖島怜(同)・島谷幸宏(同)
PC-2	<b>瀬戸内海を中心とした干潟におけるウミニナの生息環境調査:「研」「審」</b> 野元あい <sup>※</sup> (大阪府立大学工業高等専門学校)・大谷壮介(同)
PC-3	<b>カニ類生息環境モデルの構築とそれらを適応した防潮堤水際域デザインの検討:「研」「審」</b> 秋山秀樹 <sup>※</sup> (熊本大学)・皆川朋子(同)
PC-4	<b>四国沿岸域におけるアマモ類 3 種の環境特性の比較と生息域推定:「研」「審」</b> 中河哲郎 <sup>※</sup> (徳島大学)・乾隆帝(山口大学)・竹川有哉(徳島大学)・河口洋一(同)

## セッションD 湖沼・湿地・水田・氾濫原

- PD-1 **畑地由来の養分・塩類負荷がミズゴケ類の被度に与える影響:「研」**  
佐藤奏衣<sup>※</sup>(札幌市立大学)・矢部和夫(同)・矢崎友嗣(北海道大学)・木塚俊和(北海道立総合研究機構)
- PD-2 **放棄水田を活用した湿地再生～印旛沼流域・八幡溜での試み～:「事」**  
宮寄舞<sup>※</sup>(東邦大学)・川井田美枝(同)・寺園直美(神崎川を守るしろい八幡溜の会)・西廣淳(東邦大学)
- PD-3 **岡山県南部の農業水路における国内希少野生動植物種スイゲンゼニタナゴの分布と環境要因の関係:「研」「審」**  
咸成南<sup>※</sup>(岡山大学)・宮武優太(同)・川井健太(同)・小林蒼茉(同)・齋藤稔(徳島大学)・青江洋(NPO法人倉敷水辺の環境を考える会)・中田和義(岡山大学)
- PD-4 **霞ヶ浦における2010年から2015年にかけてのアサザ植栽地での繁茂状況の変化:「研」「審」**  
小室隆<sup>※</sup>(東京大学)・山室真澄(同)
- PD-5 **氾濫原依存種保全の観点からみた高水敷緩傾斜掘削の評価:「研」「審」**  
上杉幸輔<sup>※</sup>(熊本大学)・伊東麗子((株)九州開発エンジニアリング)・皆川朋子(熊本大学)
- PD-6 **菊池川における河道内氾濫原水域分類別の氾濫原依存魚種生息場評価:「研」「審」**  
岡村麻矢<sup>※</sup>(熊本大学)・上杉幸輔(同)・皆川朋子(同)
- PD-7 **農業水路における希少タナゴ類の保全技術としての人工産卵床:「研」「審」**  
小林蒼茉<sup>※</sup>(岡山大学)・宮武優太(同)・青江洋(NPO法人倉敷水辺の環境を考える会)・中田和義(岡山大学)
- PD-8 **青森県上北郡七戸町の谷津水路におけるヤマアカガエルの越冬環境の把握:「事」**  
柿野亘<sup>※</sup>(北里大学)・高田沙織((株)キクチ)・竹内基(種市高等学校)・眞家永光(北里大学)・丹治肇(同)
- PD-9 **用排兼用土水路に生息する魚類の生態とその保全策の検討:「事」**  
遠藤真仁<sup>※</sup>(岩手県立大学)・鈴木正貴(同)・辻盛生(同)
- PD-10 **農法と景観構造が水田のカエル類の個体群密度に及ぼす影響 ～環境保全型農法はカエル類の生息に効果的か?～:「研」「審」**  
福島庸介<sup>※</sup>(兵庫県立大学)・内藤和明(同)・丸山勇氣((株)建設環境研究所)・田和康太(兵庫県立大学)・佐川志朗(同)
- PD-11 **水辺ビオトープにおけるゲンゴロウ類の種組成と生息場所について:「研」**  
川崎敦<sup>※</sup>(北里大学)・杉浦俊弘(同)・馬場光久(同)

## セッションE 河川環境評価

- PE-1 **重信川水系における攪乱レジームと河川動物群集の関係:「研」「審」**  
泉哲平<sup>※</sup>(愛媛大学)・吉村研人(水資源機構)・井上幹生(愛媛大学)・三宅洋(同)
- PE-2 **河道リーチスケールでの植生・物理環境のモニタリングにおける縦断水位連続観測の有効性:「研」「審」**  
吉川慎平<sup>※</sup>(大同大学)・鷺見哲也(同)
- PE-3 **2014年の御嶽山噴火から1年後の王滝川水系における秋と冬の付着藻現存量:「研」**  
野崎健太郎<sup>※</sup>(椛山女学園大学)
- PE-4 **樋井川改修後のシロウオ産卵状況:「研」**  
伊豫岡宏樹<sup>※</sup>(福岡大学)、皆川朋子(熊本大学)
- PE-5 **扇状地河川における砂州表層の粒度及び凹凸の空間分布特性:「研」「審」**  
荒川貴都<sup>※</sup>(岐阜大学)・原田守啓(同)
- PE-6 **国内河川における攪乱レジームと底生動物相の関係:「研」「審」**  
渡辺裕也<sup>※</sup>(愛媛大学)・吉村研人(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)
- PE-7 **山間地河道の礫段地形の保全・復元手法に関する基礎的検討～切立川における検討事例～:「研」「審」**  
板垣侑理恵<sup>※</sup>(岐阜大学)・原田守啓(同)
- PE-8 **表層地質に着目した山地河川の地形特性の基礎的検討:「研」「審」**  
天野裕行<sup>※</sup>(岐阜大学)・原田守啓(同)
- PE-9 **直轄河川における平常時水位・水面域の推定方法の検討:「研」「審」**  
宮脇成生<sup>※</sup>((株)建設環境研究所)・伊藤英恵(同)・加藤康充(同)・永山滋也(土木研究所)・萱場祐一(同)
- PE-10 **矢作川白浜工区ワンドに生育するツルヨシと物理環境に関する考察:「研」「審」**  
大濱孝典<sup>※</sup>(大同大学)・吉川慎平(同)・鷺見哲也(同)
- PE-11 **幅水深比による河川景観評価の山口県河川への適用可能性の検討:「研」**  
関根雅彦<sup>※</sup>(山口大学)・王嘉寧(同)・石田信一(山口県河川課)

「※」発表者、タイトルの後の「研」は研究報告、「事」は事例報告、「審」は審査対象

## セッションF 水質浄化・管理

- PF-1 **中小都市河川に流入する高度下水処理水が水生生物相に与える影響:「研」「審」**  
中津彰太<sup>※</sup>(九州大学)・島谷幸宏(同)・林博徳(同)
- PF-2 **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:「事」「審」**  
松下太郎<sup>※</sup>((株)ウエスコ)・渡辺敏(同)・國居彩子(神戸市立須磨海浜水族園)・平川雄治(同)・山橋正明(豊中市)・松原啓充(同)
- PF-3 **Water Quality Conservation and Environmental Management of the Inle Lake in Myanmar:「事」**  
Htet Htet Moe<sup>※</sup>(埼玉大学)・藤野毅(同)・Hnin Wityi((株)建設技術研究所)・伊藤一正(同)
- PF-4 **車軸藻によるファイトレメディエーションの研究:「研」「審」**  
竹内千尋<sup>※</sup>(埼玉大学)・浅枝隆(同)

## セッションG 外来種

- PG-1 **外来魚の侵入リスク評価に用いる生物多様性指標に関する比較検討:「研」**  
角田裕志<sup>※</sup>(埼玉県環境科学国際センター)・満尾世志人(新潟大学)
- PG-2 **外来種アメリカザリガニの駆除手法の検討:「研」**  
中田和義<sup>※</sup>(岡山大学)・牛見悠奈(同)・白石理佳(同)・竹原早恵(同)
- PG-3 **七ヶ宿ダム(宮城県)におけるコクチバスの試験的な防除の取組み及びその効果:「事」「審」**  
坂本正吾<sup>※</sup>(応用地質(株))・丸谷成(同)・山本和司((株)復建技術コンサルタント)・阿部富雄(国交省東北地整七ヶ宿ダム管理所)
- PG-4 **樫野川水系におけるコイの河道内移動分布とその食性:「研」「審」**  
後藤益滋<sup>※</sup>(山口大学)・井上徹志(長崎大学)・城田久岳(香川学園)・合屋知彦

## セッションH 遺伝子・微量元素解析

- PH-1 **微量元素およびストロンチウム安定同位体を用いたヒゲナガカワトビケラの発生地判別の可能性:「研」「審」**  
工藤誠也<sup>※</sup>(弘前大学)・井上博元(岩手大学)・野田香織(弘前大学)・渡邊泉(東京農工大学)・申基澈(総合地球環境学研究所)・東信行(弘前大学)
- PH-2 **河川水中に存在するDNAを活用した重信川の流域内水生昆虫種多様性解析:「研」「審」**  
八重樫咲子<sup>※</sup>(愛媛大学)・渡辺幸三(同)
- PH-3 **淀川水系下流域のアユ個体群の耳石分析とDNA分析による降河履歴の推定:「研」**  
竹門康弘<sup>※</sup>(京都大学)・谷口順彦(淀川河川レンジャー)
- PH-4 **日本の気候勾配に沿ったオナシカワゲラ(*Nemoura* sp.)個体群の比較プロテオーム解析:「研」「審」**  
山野俊介<sup>※</sup>(愛媛大学)・Maribet Gamboa(同)・Maria Claret Lauan(同)・岩田久人(同)・渡辺幸三(同)
- PH-5 **マイクロPIXEを用いた水生生物組織の微量元素分析による生息環境情報の可視化の試み:「事」**  
吉富友恭<sup>※</sup>(東京学芸大学)・鈴木享子(東京学芸大学/東京大学)・及川将一(放医研量研機構)・武田志乃(同)



「※」発表者、タイトルの後の「研」は研究報告、「事」は事例報告、「審」は審査対象

## セッションI 魚類生態・生息環境

- PI-1 **土砂供給の影響予測に向けた魚類による淵の水深利用の把握:「研」**  
小野田幸生<sup>※</sup>(土木研究所)・堀田大貴(同/株)建設技術研究所)・萱場祐一(土木研究所)
- PI-2 **礫の露出高の違いがアユの採餌におよぼす影響—実験水路における河床操作実験—:「研」「審」**  
堀田大貴<sup>※</sup>(土木研究所/株)建設技術研究所)・小野田幸生(土木研究所)・宮川幸雄(同)・末吉正尚(同)・萱場祐一(同)
- PI-3 **イトウの幼魚期と成魚期における食性の比較:「研」**  
鈴木享子<sup>※</sup>(東京大学/東京学芸大学)・川原満(猿払イトウの会)・加賀谷隆(東京大学)・河口洋一(徳島大学)・清水泰(猿払村漁協)・藤本信治(オホーツク活魚)・永井英俊(猿払鮭鱒漁業)・吉富友恭(東京学芸大学)・大竹二雄(東京大学)
- PI-4 **ネコギギ繁殖場の物理条件及び繁殖場整備手法の検討:「研」「審」**  
藤澤貴弘<sup>※</sup>(水源地環境センター)・大杉奉功(同)・清水義孝(いであ(株))・南野洋孝(同)・時耕清志(国交省設楽ダム工事事務所)・川村昭彦(同)
- PI-5 **カワヤツメ幼生による河畔林由来落葉分解物の摂取機構:「研」「審」**  
荒川裕亮<sup>※</sup>(石川県立大学)・柳井清治(同)・村上隆也(同)・三宅克英(同)
- PI-6 **流域特性が回遊性淡水魚類の河川利用に及ぼす相対的重要性:「研」**  
満尾世志人<sup>※</sup>(新潟大学)
- PI-7 **神通川におけるサクラマス*Oncorhynchus masou*の越夏場所の生息条件の選好性:「事」「審」**  
尾関哲史(日本工営(株))・諏佐晃一<sup>※</sup>(同)・佐藤利行(国交省北陸地整富山河川国道事務所 \*現所属 河川部)・星野康弘(同 \*現所属 金沢河川国道事務所)

## セッションJ 魚道・横断構造物

- PJ-1 **渓流域の落差工に対する魚道設置効果:「研」**  
田原大輔<sup>※</sup>(福井県立大学)・片山暢(同)・流守博(福井県建技技術研究センター)・前田健児(同)
- PJ-2 **渓流河川における砂防堰堤スリット化はサクラマスにどのような影響を与えたのか?:「研」「審」**  
大場梢(山形大学)・渡邊一哉<sup>※</sup>(同)
- PJ-3 **河川横断構造物が魚類の流程分布に及ぼす影響—北上川水系中津川を事例として—:「事」**  
辻盛生<sup>※</sup>(岩手県立大学)・鈴木正貴(同)・加藤溪(同)・小野寺海人(同)・加藤豪人(同)

「※」発表者、タイトルの後の「研」は研究報告、「事」は事例報告、「審」は審査対象

## セッションK 底生動物

- PK-1 **渡良瀬川における重金属濃度と底生動物相の時空間的变化：「研」「審」**  
岩崎雄一<sup>※</sup>(東洋大学)・多賀須誠樹(同)・柏田祥策(同)
- PK-2 **Aquatic Insect Community Survey in Chin State, Myanmar:「事」**  
Hnin Myat Mon<sup>※</sup>(埼玉大学)・Takeshi Fujino(同)・Aung Nanda(MSDES)・Daw Htike Htike(MMU)・Khin kyu Kyu(同)
- PK-3 **矢那川における落葉堆積形態の違いが底生生物相に与える影響:「研」「審」**  
佐野尚毅(木更津高専)・菊池祐美(同)・鈴木涼太(同)・松田夏以(同)・湯谷賢太郎<sup>※</sup>(同)
- PK-4 **盛岡市近郊に生息するゲンジボタルの生活史:「事」**  
栗谷川剛志<sup>※</sup>(岩手県立大学)・辻盛生(同)・鈴木正貴(同)
- PK-5 **河川に生息するトンボ目幼虫が好む微生物環境の推定:「研」「審」**  
高良真佑子<sup>※</sup>(近畿大学)・河内香織(同)
- PK-6 **天然記念物・美郷ホテルの飛翔数とカワニナ生息域の関係性:「研」「審」**  
藤宗朋樹<sup>※</sup>(徳島大学)・竹川有哉(同)・河口洋一(同)

## セッションL 陸域環境

- PL-1 **環境保全措置に対するオオタカの反応;営巣地への蓋がけの事例:「事」「審」**  
山本和司<sup>※</sup>((株)復建技術コンサルタント)・田中菜摘(同)・菅原慎一(国交省東北地整福島河川国道事務所)
- PL-2 **アルゴス型GPS発信機を用いた希少猛禽類オジロワシの飛翔特性と風況予測による関係性解析:「研」「審」**  
林佑亮<sup>※</sup>(徳島大学)・薮原佑樹(同)・内田孝紀(九州大学)・斉藤慶輔(猛禽類医学研究所)・山田芳樹((株)ドーコン)・河口洋一(徳島大学)
- PL-3 **環境影響評価における蝙蝠の調査方法に関する考察(2):「事」「審」**  
見上伸<sup>※</sup>((株)日立パワーソリューションズ)・高橋雅也(同)・福井聡(日本気象協会)・和田伸久(同)・魚崎耕平(同)・前川聡(くろしお風力発電(株))

## セッションM グリーンインフラ・ECO-DRR

- PM-1 **エネルギーの地産地消とグリーンインフラ(その2)-公園緑地の震災避難所としての機能強化施策-:「事」**  
藤野毅<sup>※</sup>(埼玉大学)・ディペンドラ(同)・飯嶋光幸((株)高橋製作所)・田島克己(NPO秩父100年の森)
- PM-2 **グリーンインフラが有する多機能性を、いかにして引き出すか?  
麻機遊水地での防災・生物多様性・健康・地域活性化の取組み:「研」「審」**  
上野裕介<sup>※</sup>(東邦大学)・大澤剛士(農研機構)・西廣淳(東邦大学)
- PM-3 **日本における都市型グリーンインフラストラクチャーの導入可能性:住宅地における雨水調整池と空き地の活用策の検討:「研」「審」**  
高橋葉<sup>※</sup>(東邦大学)・上野裕介(同)・西廣淳(同)
- PM-4 **阿蘇地域における植生と斜面崩壊との関連分析~グリーンインフラによる阿蘇草原再生を目指して~:「研」**  
天本昌吾<sup>※</sup>(熊本大学)・吉廣鎮(同)・皆川朋子(同)

「※」 発表者、タイトルの後の「研」は研究報告、「事」は事例報告、「審」は審査対象

セッションN 地域協働・情報発信

- PN-1 **散布体バンクを活用した水生植物の再生可能性と市民参加型プログラムの検討—東京都内の公園を対象に—:「研」「審」**  
 白土智子<sup>※</sup>(東邦大学)・林紀男(千葉県立中央博物館)・内山香(東京都西部公園緑地事務所)・西廣淳(東邦大学)
- PN-2 **水辺の小さな自然再生を通じた川づくりの人づくりPDCA ～コラボで取組む段階的な人材育成プログラム(試案)～:「事」「審」**  
 和田彰<sup>※</sup>((株)建設技術研究所)・岩瀬晴夫((株)北海道技術コンサルタント)・三橋弘宗(兵庫県立大学)、原田守啓(岐阜大学)・林博徳(九州大学)・後藤勝洋(リバーフロント研究所)
- PN-3 **沖縄本島億首川におけるマングローブ林の再生管理に向けた協働モニタリングの開発:「研」「審」**  
 竹村紫苑<sup>※</sup>(総合地球環境学研究所)・鎌田磨人(徳島大学)
- PN-4 **島嶼の地域知を活かした海洋保護区の計画—長崎県五島列島三井楽半島の事例:「事」**  
 清野聡子<sup>※</sup>(九州大学)・坂本峻(同)・井上晃輔(同)・滝沢恭平(同)・會津光博(同)
- PN-5 **博物館における微小な生物生態の視覚化に関する調査—欧州の自然史系博物館及び水族館展示調査から—:「事」「審」**  
 渡辺友美<sup>※</sup>(早稲田大学/お茶の水女子大学)

口頭発表 9月3日(土) - 2日目 - 9:00~15:30 [会場: 弥生講堂一条ホール]

## セッションA 河川環境評価

- 9:00 OA-1 「**遺伝情報を用いた魚類移動環境評価の可能性**」:「研」  
安形仁宏<sup>※</sup>((株)建設技術研究所)・瀬口雄一(同)・太田宗宏((株)建設環境研究所)・飛鳥川達郎(同)・増本育子(中電技術コンサルタント(株))・山原康嗣(同)・村岡敬子(土木研究所)
- 9:15 OA-2 「**環境DNAを用いた河川生物量推定法～回遊性遊泳魚であるアユに着目して～**」:「研」「審」  
乾隆帝<sup>※</sup>(山口大学)・赤松良久(同)・土居秀幸(兵庫県立大学)・一松晃弘(山口大学)
- 9:30 OA-3 「**水文・生息場モデルを用いた河川健全度評価手法の提案**」:「研」「審」  
糠澤桂<sup>※</sup>(宮崎大学)・風間聡(東北大学)・渡辺幸三(愛媛大学)
- 9:45 OA-4 「**微小貝を使った環境評価法の検討**」:「研」  
芝崎美世子<sup>※</sup>(大阪市立大学/大阪自然環境保全協会)
- 10:00 OA-5 「**中小河川における河川環境の整備と保全の目指すべき方向性と目標の検討**」:「事」「審」  
千葉悠子<sup>※</sup>((株)北海道技術コンサルタント)・渡辺恵三(同)
- 10:15 OA-6 「**市民参加による生物モニタリングが参加者の学びと地域への関心に及ぼす影響—チノービオトープフォレストにおける事例紹介—**」:「事」「審」  
辻野昌広<sup>※</sup>(日本生態系協会)・佐々木雅裕(千葉大学)・相澤章仁(同)

## セッションC 魚類生息環境

- 10:30 OC-1 「**河床の細粒底質量とカジカ(大卵型)の摂取餌および栄養蓄積状態との関係**」:「研」  
尾張由輝也<sup>※</sup>(東京大学)・加賀谷隆(同)
- 10:45 OC-2 「**連続砂防堰堤区間での夏季水温上昇**」:「研」  
鷺見哲也<sup>※</sup>(大同大学)・河口洋一(徳島大学)
- 11:00 OC-3 「**テレメリー技術等を用いたサクラマスの生息実態・生息環境特性の把握～黒部川における魚類生息環境の復元に向けて～**」:「研」「審」  
大石三之<sup>※</sup>((株)建設技術研究所)・長野紀章(同)・高橋裕美(同)・田島洋輔(日本大学)・越野正史(前国交省北陸地整黒部河川事務所)・井田聡(国交省北陸地整黒部河川事務所)
- 11:15 OC-4 「**階段式魚道等の流れ場と魚類の移動環境**」:「研」  
村岡敬子<sup>※</sup>(土木研究所)・萱場祐一(同)
- 11:30 OC-5 「**宮中取水ダムせせらぎ魚道の運用水深変更に伴う効果の検証**」:「事」  
青木克憲<sup>※</sup>(東日本旅客鉄道(株))・竹内洋介(同)・栢本拓(同)
- 11:45 OC-6 「**七ヶ宿ダムにおける外来魚の現状と新しい駆除方法の効果**」:「事」「審」  
山本和司<sup>※</sup>((株)復建技術コンサルタント)・田中菜摘(同)・阿部富雄(国交省東北地整七ヶ宿ダム管理所)・坂本正吾(応用地質(株))

12:00~13:00 — 休憩 —

「※」発表者、タイトルの後の「研」は研究報告、「事」は事例報告、「審」は審査対象

## セッションE 底生動物

- 13:00 OE-1 「山地流路工を対象とした枠式人工河岸の導入とその効果の検証」:「事」  
山下奉海<sup>※</sup>(九州大学)・福留峻介(同)・巖島怜(同)・島谷幸宏(同)
- 13:15 OE-2 「河川の平面形状特性が生息場構造へ及ぼす影響」:「研」「審」  
高橋真司<sup>※</sup>(京都大学)・渡辺幸三(愛媛大学)・大村達夫(東北大学)・竹門康弘(京都大学)
- 13:30 OE-3 「人工角柱粗度周囲の底面流れとチラカゲロウの空間選考性に関する水路実験」:「研」「審」  
坂田良介<sup>※</sup>(埼玉大学)・田中規夫(同)
- 13:45 OE-4 「矢作川の瀬における造網性トビケラ類から見た河床攪乱と砂州の微地形との対応」:  
「研」  
内田臣一<sup>※</sup>(愛知工業大学)
- 14:00 OE-5 「大和川の本川と支川における底生動物群集および攪乱後の過程」:「研」「審」  
河内香織<sup>※</sup>(近畿大学)・熊谷元気(同)・矢野貴史(同)
- 14:15 OE-6 「土地区画整理事業に向けた流水性イシガイ類の一時的待避場所の検討～移植後2年間の成長・生残・流出の記録から～」:「研」  
永山滋也<sup>※</sup>(土木研究所)・塚原幸治(ふるさと自然再生研究会)・萱場祐一(土木研究所)
- 14:30 OE-7 「千曲川中流域におけるシマトビケラ科幼虫の二次生産速度の推定」:「研」  
平林公男<sup>※</sup>(信州大学)・中山美咲(同)・岡田俊典(同)・崔翔気(同)
- 14:45 OE-8 「ダム湖におけるザリガニの濁水耐性」:「研」「審」  
飯村幸代<sup>※</sup>(北海道栽培漁業振興公社)・中尾勝哉(同)・川井唯史(北海道立総合研究機構)
- 15:00 OE-9 「特定外来植物ヒガタアシの掘削防除で白川河口の底生動物類はどう変化したか?」:  
「研」「審」  
前原裕<sup>※</sup>(近畿大学/日本スパルティナ防除ネットワーク)・西野惇志(近畿大学)・木村妙子(日本スパルティナ防除ネットワーク/三重大学)・早坂大亮(近畿大学)
- 15:15 OE-10 「神奈川県の流域の地史、林相、ニホンジカ密度が異なる源流河川における底生無脊椎動物群集の構成の変異」:「事」  
大平充<sup>※</sup>(神奈川県自然環境保全センター)・内山佳美(同)

「※」発表者、タイトルの後の「研」は研究報告、「事」は事例報告、「審」は審査対象

口頭発表 9月3日(土) — 2日目 — 9:00~15:30 [会場:1号館第8講義室]

## セッションB 水質・物質循環

- 9:00 OB-1 「山地河川における河床付着物の一次生産等の推定のためのDO連続観測結果」:「研」「審」  
白鳥実<sup>※</sup>((株)四電技術コンサルタント)
- 9:15 OB-2 「溶存酸素濃度の連続観測を用いた矢作川の一次生産量の推定」:「研」  
内田朝子<sup>※</sup>(豊田市矢作川研究所)・今泉久祥(伊勢志摩里海学舎)・谷田一三(大阪市立自然史博物館)
- 9:30 OB-3 「テゲル湖(ドイツ)におけるIDHを活用した気泡循環対策」:「研」  
古里栄一<sup>※</sup>(埼玉大学)・Jayatu Kanta Bhuyan(同)・Ingrid Chorus(Federal Environment Agency Germany)・Jutta Fastner(同)・今本博臣(水資源機構)
- 9:45 OB-4 「アンカーアイスの形成と剥離および物質輸送に関する現地観測」:「研」  
吉川泰弘<sup>※</sup>(北見工業大学)・岡部博一(寒地土木研究所)・鳥谷部寿人(同)・田中忠彦(同)
- 10:00 OB-5 「植生管理用貯水トレンチ内の生息生物と貯留水質に関する研究」:「研」  
山西博幸<sup>※</sup>(佐賀大学)・大石京子(同)
- 10:15 OB-6 「盤州干潟潮間帯泥中の脱窒菌鉛直分布」:「研」「審」  
中村亮太<sup>※</sup>(木更津高専)・湯谷賢太郎(同)

## セッションD 陸域環境

- 10:30 OD-1 「オガルカヤの生育する河川堤防における土壌断面調査」:「事」  
白井宏尚<sup>※</sup>((株)ウエスコ)・渡辺敏(同)・藤田庸介(大阪市建設局)・小林誠治(同)
- 10:45 OD-2 「市民参加型モニタリングにより明らかとなった利根運河堤防部におけるセイウアブラナの分布拡大」:「事」「審」  
相澤章仁<sup>※</sup>(千葉大学)・田中愛子(同)・辻野昌広(日本生態系協会)
- 11:00 OD-3 「キンラン属3種の生態解明と保全手法の確立に向けて」:「研」「審」  
長谷川啓一<sup>※</sup>((株)福山コンサルタント)・大城温(国土技術政策総合研究所)・長濱庸介(同)・光谷友樹(同)・井上隆司(同)・上野裕介(東邦大学)・遊川知久(国立科学博物館)
- 11:15 OD-4 「河川水辺の国勢調査を用いたマクロスケール解析による全国規模での鳥類分布変化の解明」:「研」「審」  
藪原佑樹<sup>※</sup>(北海道大学/徳島大学)・赤坂卓美(帯広畜産大学)・山浦悠一(森林総合研究所)・中村太士(北海道大学)
- 11:30 OD-5 「猛禽類調査法:目視/テレメ/GPS調査結果の比較」:「研」  
阿部學<sup>※</sup>(ラプタージャパン(日本猛禽類研究機構))・中島拓也(同)
- 11:45 OD-6 「猛禽類調査におけるGPS発信器の活用について」:「研」  
阿部學(ラプタージャパン(日本猛禽類研究機構))・中島拓也<sup>※</sup>(同)
- 12:00 OD-7 「トウキョウサンショウウオの基礎代謝における温度と体重の影響」:「研」「審」  
栗田将司<sup>※</sup>(木更津高専)・湯谷賢太郎(同)

12:15~13:00 — 休憩 —

「※」発表者、タイトルの後の「研」は研究報告、「事」は事例報告、「審」は審査対象

## セッションF 水生植物

- 13:00 OF-1 「付着藻による河床礫の揚力特性変化に関する基礎研究」:「研」「審」  
長谷見優<sup>※</sup>(埼玉大学)・田中規夫(同)
- 13:15 OF-2 「佐波川におけるオオカナダモの繁茂・流失要因の検討」:「研」「審」  
赤松良久<sup>※</sup>(山口大学)・乾隆帝(同)・掛波優作(同)
- 13:30 OF-3 「流路側岸植生帯による砂・粒状有機物の捕捉と横断方向平面二次元解析へのその取り込み」:「研」  
尾花まき子<sup>※</sup>(名古屋大学)・全浩成(韓国技術研究院)・辻本哲郎(名古屋大学)
- 13:45 OF-4 「琵琶湖における沈水植物群落の変遷」:「研」「審」  
波多野圭亮<sup>※</sup>(水資源機構)・松永徹(同)
- 14:00 OF-5 「汽水域のヨシ原の成立高さと長期的潮位変動との関連についての考察」:「事」  
渡辺敏<sup>※</sup>((株)ウエスコ)・白井宏尚(同)・藤田庸介(大阪市建設局)・小林誠治(同)・松本和功(同)
- 14:15 OF-6 「ハス(*Nelumbo nucifera*)はどの葉からガスを放出しているのか」:「研」「審」  
古畑光<sup>※</sup>(東京農工大学)・島村誠人(同)・今野凌(同)・利谷翔平(同)・周勝(上海市農業科学院)・寺田昭彦(東京農工大学)・細見正明(同)
- 14:30 OF-7 「The effect of iron exposure on oxidative stress and antioxidative responses of *Egeria densa*」:「研」「審」  
Mahfuza Parveen<sup>※</sup>(埼玉大学)・Takashi Asaeda(同)・Md H. Rashid(同)
- 14:45 OF-8 「Photosynthetic performance and stress response of *Potamogeton anguillanus* to salinity」:「研」「審」  
Hendadura Chandani Chalanika De Silva<sup>※</sup>(埼玉大学)・Takashi Asaeda(同)
- 15:00 OF-9 「Variation of intracellular 2-MIB in cyanobacterium *Pseudanabaena galeata* and its relation to nutrient limitation」:「研」「審」  
Helayaye Damitha Lakmali Abeynayaka<sup>※</sup>(埼玉大学)・Takashi Asaeda(同)
- 15:15 OF-10 「Revisiting SCDM (Sverdrup Critical Depth Model) and quantifying the importance of P-I(Photosynthesis-Irradiance) equation – Case study without photoinhibition-」:「研」「審」  
Jayatu Kanta Bhuyan<sup>※</sup>(Brandenburg University of Technology)・Eiichi Furusato(埼玉大学)・Marion Martienssen(Brandenburg University of Technology)・Brigitte Nixdorf(同)・Hiroomi Imamoto(水資源機構)

【 賛助会員企業展示 】

<p>【日時】9月2日(金) 11:00~9月3日 15:30 【場所】セイホクギャラリー</p>
<p>【賛助会員番号】115 【企業名】八千代エンジニアリング 株式会社 【出展内容】 海洋に生息する生き物やエネルギーを活用した地球温暖化対策の取組のご紹介</p>
<p>【賛助会員番号】127 【企業名】株式会社 建設環境研究所 【出展内容】 企業概要ととりくみ、水中音響カメラのご紹介（ポスター展示）</p>
<p>【賛助会員番号】131 【企業名】株式会社 建設技術研究所 【出展内容】 子どもの心身を育む水辺環境の研究 ～子どもたちの発話からの考察～（ポスター展示）</p>
<p>【賛助会員番号】137 【企業名】いであ 株式会社 【出展内容】 水中 3D スキャン、土砂動態観測等の河川・海域生態系で使える技術のご紹介（ポスター展示）</p>
<p>【賛助会員番号】140 【企業名】日本工営 株式会社 【出展内容】 洪水予測システム、藻類等による表土保全技術、希少植物保護増殖技術等（ポスター展示）</p>
<p>【賛助会員番号】182 【企業名】株式会社 地域環境計画 【出展内容】 モバイルネットワークを利用した自動撮影カメラの新たな展開（実物展示） ドローンだから出来る！今までにない情報のご提供と活用方法のご提案（ポスター展示）</p>



## 【 自由集会プログラム 】

※各集会の詳細内容については変更する場合があります。

### 【自由集会：A】

小さな自然再生が中小河川を救う！Ⅴ

・日時：9月2日(金) 9:00~11:00 会場：一条ホール

【企画】三橋弘宗（兵庫県立大）、林博徳（九州大）、原田守啓（岐阜大）

【趣旨】2012年以來、自由集会「小さな自然再生が中小河川を救う！」のタイトル名により4回の集會を積み重ねてきた。一昨年度に事例集の作成と発刊を契機として、全国各地に様々な取り組みが行われるようになり、多様な主体による参画が推進されている。技術面においても、魚道や河道変化に限らず、様々な工夫が取り入れられるほか、普及に伴って安全面への配慮についても考え方が整理されつつある。今回の集會では、これまで紹介されてこなかった方法（シードバンク）や行政による参画の方法（市、県や国）、そして安全管理についての話題を取り上げ、より実務的に展開し、より多くのセクターからの参加を促すための方策について議論したいと思います。

### 【プログラム】

司会： 三橋弘宗・林博徳

話題提供： 各15分程度×5件（計75分程度）

①これまでの経緯と開催の趣旨説明（三橋）

②事例紹介

「池を掘ってシードバンクをリフレッシュ」

西廣淳（東邦大学）

「行政発信の小さな自然再生 豊田市岩本川モデルの挑戦」

伊藤匠・田中五月（一般社団法人ClearWaterProject）

「河川整備で活かす小さな自然再生の取り組み紹介」

竹内えり子（建設技術研究所）

「小さな自然再生のための水理検討 入門編」

原田守啓（岐阜大学）

③小さな自然再生研究会の発足と実務講習会の案内（JR RN）

会場からのコメントと議論

## 【自由集会：B】

### ダム下流河川の生物群集の特性とその要因

・日時：9月2日(金) 9:00~11:00 会場：1号館第8講義室

【企画】 谷田一三（大阪市立自然史博物館）、一柳英隆（水源地環境センター）

【内容】 ダム下流は、ダムによる流況、流砂、水温・水質、粒状有機物などの変化を要因として、河川の生物群集が変化する。このことについては、応用生態工学会の前身の同研究会設立時以来、広く興味を持たれ、会誌『応用生態工学』においても特集がされている（1999年）。それ以降も、各研究者により研究が続けられているが、いったい何がどこまでわかったのだろうか？

ダム直下がどのような生物群集になるのか、ダムの規模や運用方法などによってどのように反応が異なるのか、どのような要因が主に効いているのか、いままでの研究を総括するとともに、これからのダム管理にも貢献する研究について議論したい。

#### 【プログラム】

- 一次生産者「ダムによって注目される一次生産の脇役たち：矢作川の事例から」  
内田朝子（矢作川研究所）  
・コメント：森 照貴（東京大学）
- 底生動物「底生動物群集はダム下流でどう変化しどう緩和されるか？」  
片野 泉（奈良女子大学）・土居秀幸（兵庫県立大）・三橋弘宗（兵庫県立人と自然の博物館）・水守裕一・松岡真里奈・角絢香（兵庫県立大）  
・コメント：一柳英隆（水源地環境センター）
- 魚類「ダム上下流の魚類群集比較の解析事例」小野田幸生（共生センター）  
加藤康充（建設環境）・森 照貴（東京大学）・末吉正尚（共生センター）  
・コメント：田代喬（名古屋大学）
- ★コメント（議論の導入として）：竹門康弘（京都大学防災研究所）  
議論：谷田一三（大阪市立自然史博物館）コーディネーター  
総括：辻本哲郎（名古屋大学名誉教授）

**【自由集会：C】****生態系の自然浄化機能の理解と活かし方**

・日時：9月2日(金) 9:00~11:00 会場：1号館第6講義室

**【企画】** 中野和典（日本大学工学部）、渡辺敏（株式会社ウエスコ）**【内容】** 人の生活にとって役立つ生態系機能について、概念は知っていても、具体的にわかって操れる人は少ないのが現状です。メカニズムを科学的に理解すれば、生態系の再生や資源利用に対して、今よりもっと積極的になれるはずです。

水質浄化を主題としつつ、快適な環境とヒトの生活を目標として、生きものによる浄化対策の実例、自浄作用の実測に関する情報、意見を交流します。

これまで当学会で扱われることが少なかった分野での意見交換です。今後実装例を増やすためにも、経験、興味のある方のご意見、ご批判を求めます。気軽にご参加ください。

**【プログラム】**

趣旨説明（計 5min.）

- ・中野和典（日本大学） 自然の力を活かした浄化施設
- ・渡辺敏（ウエスコ） 浄化機能の高い自然をつくる

話題提供（各 12min. + 質疑 3min.）

- ・尾花まき子（名古屋大）： 洪水後の砂州の窒素減少
- ・松下太郎（ウエスコ）： 生きもので水族園の水を浄化する
- ・大附遼太郎（日大大学院工学研究科・学生）： 花壇を活用した排水処理システムの開発
- ・中野和典（日大工学部・教員）： 電気と水道が不要で排水が出ないトイレシステムの開発
- ・横田岳史（株式会社リードネット）： 花壇を活用したトイレ排水処理 カンボジアでの取り組み

総合討議，意見交換（20min.）

## 【自由集会：D】

応用生態工学で UAV を活用する！

・日時：9月2日(金) 14:30~16:30 会場：一条ホール

【企画】山田浩之（北海道大学）・伊豫岡宏樹（福岡大学）・上野裕介（東邦大学）

【内容】UAV（ドローンとも呼ばれる）の機体性能の向上，SfM（Structure from Motion）技術の発展によって，自律飛行やオルソ画像の作成，地形測量が簡便に実施できるようになり，貨物運送や農業，災害分野など様々な分野での利活用が進んでいる．応用生態工学会でも環境や生物相調査での事例発表が増えつつあり，今後の益々の発展・普及が期待される場所である．この自由集会では，UAV 調査や SfM 技術の基礎，UAV に関する最近のトレンド，UAV を用いた様々な対象のモニタリング事例，微地形測量，ヒヤリハット事例や苦労話などについて話題提供いただき，各種調査に最適な UAV やソフトウェア，今後の展望，安全な運用方法などについて意見交換を行いたい．

### 【プログラム】

趣旨説明：山田浩之（北海道大学）

話題提供：

1. UAV でわかること，わからないこと：動植物や景観調査の事例から：上野裕介（東邦大学）
2. UAV-SfM による干潟モニタリングとハビタット評価：伊豫岡宏樹（福岡大学）
3. 大地をスキャンする！ 河川，湿地，森林の調査事例：丹羽英之（京都学園大学）
4. UAV を使ったちょっと変わった調査法：山田浩之（北海道大学）

総合討論：

コメンテーター 鎌田磨人（徳島大学）

## 【会議：E】

会議「第5回 河川砂防技術基準（調査編）をもとにした意見交換会」（傍聴可）

・日時：9月2日(金) 14:30~16:30 会場：弥生講堂会議室

【趣旨】国土交通省においては，平成24年6月に河川砂防技術基準（調査編）（以下，河砂基準）が改定されました．その総論には「新たな調査方法等の採用に当たっては，国土技術政策総合研究所等による関連情報の収集・調査等によるほか，学識者や関係者等の意見を聞くことにより最新の調査方法，技術的知見，課題等を把握する作業を定期的に行い，調査編の内容を見直すこと」としており，産官学の連携を通じた河川管理技術の向上が期待されています．

この度，河砂基準の環境分野の記載が，最新の学術的・技術的水準および現場実務での活用実態・実績を踏まえたうえで，必要かつ十分なレベルで適宜改定されるよう学識者や関係者等と意見交換を行うことを目的として第5回意見交換会が開催されます．

※傍聴について：傍聴希望者は傍聴可能です（会場の人数制約有，先着順）．ただし，傍聴者のご発言は出来ません．

### ■意見交換会メンバー

国土技術政策総合研究所：松尾和巳水環境研究官，福島雅紀主任研究官

土木研究所：萱場祐一上席研究員

土木学会環境水理部会：芝浦工業大学 宮本仁志 教授，鳥取大学 矢島啓准教授，  
山口大学 赤松良久 准教授，玉野総合コンサルタント（株）大橋伸之

応用生態工学会：徳島大学 河口洋一 准教授，名古屋大学 田代喬 准教授，  
東邦大学 西廣淳 准教授，国際航業（株）中村敏一

## 【自由集会：F】

### 生物多様性の評価における $\beta$ 多様性の重要性

・日時：9月2日(金) 14:30~16:30

会場：1号館第8講義室

【企画】森 照貴（東京大学）

【内容】応用生態学や保全生態学において、生物多様性を評価することは基本であり、特に種多様性に関しては多くの知見が積み重ねられてきた。しかし、種多様性を評価してきた多くの研究は、比較的小さな空間スケール（局所スケール）で観察される群集に注目し、その群集に含まれる種数（ $\alpha$ 多様性）や種構成に基づいた多様度指数のみを対象としてきた。一方、群集間にある種構成の違い（ $\beta$ 多様性）やより大きな空間スケール（地域スケール）で観察される種数（ $\gamma$ 多様性）についても、言及した研究は少ないのが現状である。局所スケールでの種数（ $\alpha$ 多様性）の減少は、必ずしも地域全体の種数（ $\gamma$ 多様性）の減少を引き起こすわけではない。その一方で、局所スケールでの種数（ $\alpha$ 多様性）が増加したとしても地域全体の種数（ $\gamma$ 多様性）が低下することもある。 $\alpha$ 多様性と $\gamma$ 多様性といった二つの指標が示す変化は、 $\beta$ 多様性を考えることで理解することが可能であり、 $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ 多様性といった3つの指標を一緒に考えることは種多様性を評価する上で重要だと考えられる。ただし、 $\beta$ 多様性の計算方法は数多くあり、類似度もしくは非類似度といった名称で計算されることも多い。そこで、本自由集会では、これまで発表されてきた $\beta$ 多様性を整理するとともに、それぞれの指標が何を意味するのかについて紹介する。そして、実際に $\beta$ 多様性を用いて人為的インパクトを評価した研究例を紹介し、最後に $\beta$ 多様性をどうやって使っていくべきなのか議論していきたい。

#### 【プログラム】

##### ■イントロ（20分）

「 $\beta$ 多様性とは何をあらわしているのか？」森 照貴（東京大学）

##### ■話題提供（各20分×4）

「氾濫原における水域の孤立化が植物群集に及ぼす影響」片桐 浩司（土木研究所）

「河川における流域の農地利用が底生動物群集に及ぼす間接的影響」末吉 正尚（土木研究所）

「農地における土地利用の変化が植物—植生性昆虫群集に及ぼす影響」内田 圭（東京大学）

「河川におけるダムの存在が底生動物群集に及ぼす影響」森 照貴（東京大学）

##### ■議論（20分）

**【自由集会：G】**

河川生態を分かり易く表現する

・日時：9月2日(金) 16:45~18:45 会場：一条ホール

**【企画】** 田代 喬 (名古屋大学)

**【内容】** 河川生態を理解するためには、実際の河川に見られる様々な事物や事象を直接的に観察・観測する活動が基礎となる。しかしながら、河川は複雑かつ変動的な対象であり、現場では捉えにくく感じ取りにくい多くの要素から成立している。本自由集会では、「博物館における河川生態の展示・教材化」や「河川生態を利用した実践・体験型学習」の取り組みを紹介いただきながら、河川生態を分かり易く伝える意義を再確認し、その方法について議論したい。

昨年度大会で企画・実施した「応用生態工学ならではの魅力ある普及・啓発コンテンツとは？」とその後の議論の整理から、テーマを絞って展開する。

**【プログラム】**

趣旨説明：田代 喬 (名古屋大学)

話題提供1：河川生態の展示・教材化：三橋弘宗 (兵庫県立人と自然の博物館)

話題提供2：河川生態を利用した実践・体験型学習：野崎健太郎 (椙山女学園大学)

事例報告：映像メディアの活用：渡辺友美 (お茶の水女子大学・早稲田大学)

総合討議：方法論の整理・捉え方と見せ方：吉富友恭 (東京学芸大学)

コメント：ホームページコンテンツなどへの展開：沖津二郎 (応用地質)

## 【自由集会：H】

河川環境保全の現場：過去・現在・未来

・日時：9月2日(金) 16:45~18:45

会場：1号館第8講義室

【企画】原田守啓（岐阜大）・久米学（京都大）

【内容】応用生態工学に関わる研究者・技術者が、河川環境保全の現場に関わる機会は、年々増えてきている。とくに、生態学、河川工学分野の研究者においては、現場に携わる場面が増えるにつれて、専門的な見地から如何に有効な助言をできるのかという点で、その存在意義が問われているのではないだろうか？その一方で、研究者の助言が、現場において有効に機能しない状況や、技術者の提案が発注者に受け入れられにくい状況があったりもする。また、関係者間のコミュニケーションがうまくいったとしても、その他の要因によって、保全目標が達成できないケースや、結果の検証がなされていないケースもあるだろう。

そこで、本自由集会では、河川環境保全に向けた取り組みが有効に機能するために研究者・技術者が留意すべきことを明確にすることを目的とする。そのために、我が国における取り組みの黎明期から現場に関わってきた研究者・技術者による異なる視点の経験談から、「河川環境保全の現場への関わり方」についての課題と対応策を抽出し、総合討論を通じて共有したい。そして、応用生態工学会の若い世代の研究者・技術者が、河川環境保全の現場でより活躍していける道筋を探りたい。

### 【プログラム】

1. 趣旨説明（10分）

河川工学の立場から：原田守啓（岐阜大）

生態学の立場から：久米学（京都大）

2. 話題提供（20分＋質疑5分）

1) 佐川志朗（兵庫県立大）：（仮）検証可能な調査デザイン、現場の苦労

2) 鬼倉徳雄（九州大）：（仮）生態学者としての現場への関わり方と闘い方

3) 渡辺敏（ウエスコ）：（仮）コンサルタント業務を通じた河川環境保全の提案の仕方

3. 総合討論（35分）

## 【自由集会：I】

田んぼのいきものをどうやって守っていくか？－水田水域における多様な生物の保全と再生－

・日時：9月3日(土) 15:45～17:45 会場：一条ホール

【企画者】田和康太(兵庫県立大学)・佐川志朗(兵庫県立大学/兵庫県立コウノトリの郷公園)・河口洋一(徳島大学)

【内容】水田とその周辺の農業水路やため池、承水路などで構成される水域はいわば水田水域と呼べるものであり、これらの連続性の高い水域では、豊かな生物多様性が維持されてきた。このことは、弥生時代以降、人間が後背湿地を水田に作り変えたことで、かつて後背湿地に生息していた多種の生物が、水田を代替生息地として利用したためと考えられている。しかし、全国的な傾向として、戦後の強毒性農薬の使用や1960年代から本格化した圃場整備事業による水田水域の連続性消失、中山間部での耕作放棄の進行等により、水田水域における生物多様性は大幅に低下した。そうした中、1990年代以降、全国的な水田の生物多様性保全に対する観点の高まりとともに、減・無農薬栽培や湿田および未整備の水田の特性を生かした工法と農法によって様々な取り組みが実施され、その効果が期待されている。本集会では、水田水域に生息する生物を対象とした各地の取り組みとそれらの工法や農法に対する定量的評価の結果を紹介し、水田水域における生物の保全を将来的にどのような手段で進めていくべきか議論する。今後、本集会のシリーズ化を予定しており、初回では、鳥類や魚類といった大型種を中心とした保全事例に着目する。

### 【プログラム】

趣旨説明(田和康太・佐川志朗・河口洋一)5分

話題提供

＜鳥類＞ 40分

コウノトリ野生復帰地における取り組みとその効果(佐川志朗(兵庫県立大学/兵庫県立コウノトリの郷公園))

トキ野生復帰地における取り組みとその効果(関島恒夫(新潟大学))

＜魚類＞ 45分

海域から水田域までのエコロジカルネットワークの確保による魚類群集の保全－鎌谷川を事例に－(田和康太(兵庫県立大学))

魚のゆりかご水田の取り組みとその効果(皆川明子(滋賀県立大学))

農業水路におけるスイゲンゼニタナゴの保全に向けて(中田和義(岡山大学))

総合討論(司会：河口洋一(徳島大学))25分

コメント(江崎保男(兵庫県立大学/兵庫県立コウノトリの郷公園))5分



**【自由集会：J】**

菊池川における河川生態学術研究：菊池川流域における地質による山地溪流の生態系の差異および氾濫原の環境の劣化と再生

・日時：9月3日(土) 15:45~17:45 会場：1号館第8講義室

**【企画者】** 島谷幸宏 (九州大学)

**【内容】** 国土交通省河川砂防技術研究開発，河川生態分野の公募研究に平成 26 年度採択された菊池川流域の研究成果の発表です。

菊池川は，九州中部に位置する流域面積約 1,000 km<sup>2</sup>の河川で，源流域は阿蘇火砕流の影響を受け流域地質は複雑で，下流域は盆地と平野があり絶滅の危機に瀕する 2 枚貝やタナゴ類が生息する氾濫原です。

集会では渓流域，氾濫原域について発表します。渓流域では溶結凝灰岩，花崗岩，安山岩，泥質片岩の 4 種類の地質により，溪流形態が異なり，そこに生息する生物も地質の影響を受けていることを発表します。氾濫原では二枚貝やタナゴ類の現状，氾濫原生態系を保全するための方法について発表します。その後，討論を行いたいと思います。

**【プログラム】**

- ・研究の概要
- ・溪流の形態と生物相
- ・氾濫原の現状と氾濫原依存生物の保全手法

## 【 公開シンポジウム 】

### 【テーマ】

「気候変動下における自然と地域社会のレジリエンスー応用生態工学の新たな展開ー」

### 【企画のねらい】

応用生態工学が目標とする「人と生物の共存」「生物多様性の保全」「健全な生態系の持続」を実現するためには、地域における自然環境の保全と人間の暮らしを調和させる必要がある。一方で、地球温暖化に伴う豪雨災害が多発し、それに伴って国土強靱化が叫ばれ、平成 27 年 11 月には気候変動適応策が閣議決定された。このような状況に対して、環境と地域社会のレジリエンスを高めることが、未来を見据えた重要なテーマとなっている。応用生態工学はこれまで生態学・工学の間の学際領域に新しい視点をもたらしてきたが、今後は社会学・経済学等とも連携し、総合化を図ることがこの課題に対する応用生態工学の果たすべき役割であると考えられる。本シンポジウムは応用生態工学会 20 周年記念大会のハイライトとして、この応用生態工学の新たな展開を議論し、地域社会への貢献の方策を探る機会とする。

### 【プログラム】

9月4日（日）

13：00 趣旨説明

13：10 第1部 「応用生態工学の評価と課題」

- ・応用生態工学会会長 辻本哲郎（名古屋大学名誉教授）
- ・応用生態工学会前会長 谷田一三（大阪府立大学名誉教授）

第2部 「新たな視点と連携」

- ・島谷幸宏（九州大学教授）
- ・西廣淳（東邦大学准教授）
- ・広田純一（岩手大学教授）
- ・宮内泰介（北海道大学教授）

第3部 パネルディスカッション

[コーディネーター]

中村太士（北海道大学教授）

[パネリスト]

島谷 幸宏（九州大学教授）

西廣 淳（東邦大学准教授）

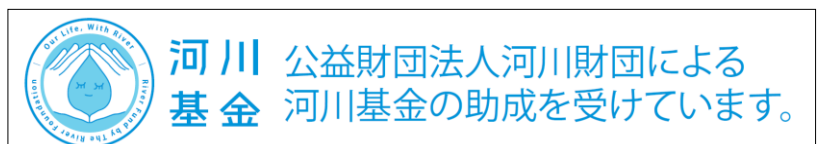
広田 純一（岩手大学教授）

宮内 泰介（北海道大学教授）

天野 邦彦（国土交通省国土技術政策総合研究所）

17：00 終了予定

【参加費】 無料



## 【 エクスカーション 】

### 【企画のねらい】

公開シンポジウムのテーマである「気候変動下における自然と地域社会のレジリエンスー応用生態工学の新たな展開ー」に沿ったエクスカーションとし、気候変動に起因する豪雨災害への対応や長期にわたる環境変化にも適応した環境施策を行っている場所を見学し、その取り組みについて学びます。

#### ① 利根大堰下流

地域に根ざす利根川を目指し、治水対策と環境対策との共存が期待される適切な掘削と管理を行うため、利根大堰下流域において治水と環境の一体的な対策が進められている。

#### ② 渡良瀬遊水地

遊水地の機能と自然再生や水辺環境の保全・再生と地域振興・経済活性化の実現を目指す、エコロジカルネットワーク形成に向けた取り組みが行われている。

#### ③ 江戸川河道掘削における湿地環境の創出・復元

河川改修（河道掘削）に合わせ、江戸川河川敷にかつてあった湿地環境や、水際の連続性（エコトーン）を創出し、湿地、樹林、草地のバランスのとれた河川環境（多様な生態系の基盤創出）を目指している。

#### ④ 首都圏外郭放水路

首都圏外郭放水路の整備は、中川・倉松川・大落古利根川等の洪水の際、その水の一部を江戸川へ放流するために各河川間を地下で結ぶ放水路を建設したもので、これにより流域の浸水被害を解消または軽減し、より安全で良好な生活環境を創造することとしている。

### 【コース・日程(予定)】

- 9月5日(月) 09:00 JR高崎線「行田駅」東口ロータリー出発  
09:25 利根大堰下流の現地見学（砂礫河原再生，たまり池再生，湿地整備等）  
11:45 渡良瀬遊水地の現地見学（水辺再生，エコロジカルネットワーク等）  
12:55 昼食  
14:50 河道掘削における湿地環境の創出・復元箇所，首都圏外郭放水路の見学  
17:00 東武野田線（東武アーバンパークライン）「南桜井駅」解散

※参加申し込みをされた方には、集合や移動、注意事項等の詳細を改めてお知らせします。

## 【ポスター発表】

■ポスター発表コアタイム A

平成 28 年 9 月 2 日(金)11:00～12:00 弥生講堂アネックス セイホクギャラリー

■ポスター発表コアタイム B

平成 28 年 9 月 2 日(金)13:00～14:00 弥生講堂アネックス セイホクギャラリー

# 河口湿地帯の二酸化炭素フラックスの動態解析

大谷壮介<sup>1)</sup>, 鞠川純平<sup>1)</sup>

1) 大阪府立大学工業高等専門学校

## 1. はじめに

地球温暖化の原因である二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の削減は世界的な課題のひとつである。その CO<sub>2</sub> の削減方法として、自然の作用による CO<sub>2</sub> 削減機能が期待されており、特に沿岸域におけるブルーカーボンが注目されている。その中でも CO<sub>2</sub> の放出が大きいと考えられる都市近郊に存在している河口湿地帯はブルーカーボンに加えて、植生によるグリーンカーボンの 2 つの CO<sub>2</sub> 固定機能を有していると考えられることから、CO<sub>2</sub> の吸収に大きく貢献していることが予想される。そこで、本研究では河口湿地帯における CO<sub>2</sub> フラックスの動態を明らかにすることを目的に研究を行った。

## 2. 研究方法

調査場所は大阪府の淀川の河口から約 8 km 上流に位置する右岸側の湿地帯において行った。調査期間は 2014 年 5 月, 8 月, 11 月, 2015 年 2 月, 4~9 月であり, 計 10 回の調査を行った。また, それぞれの観測期間は 2~6 日間である。観測は CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O オープンパスアナライザー(LI-7500, LI-COR 製), 3 次元超音波風速計(SAT-540, SONIC 製)を地面から 4 m の高さに設置し, 測定間隔は 10 Hz として行った。フラックスの時間スケールは 30 分間の CO<sub>2</sub>, 潜熱および顕熱フラックスを算出して, 本研究では負の値を大気から地表面への吸収, 正の値を地表面から大気への放出とした。また, その他の気象条件(気温, 地温, 湿度, 光量子)の観測を行った。

## 3. 結果および考察

CO<sub>2</sub> フラックスが吸収を示した月は 2014 年 5 月, 2015 年 6 月, 7 月, 8 月, 9 月であり, CO<sub>2</sub> フラックスが放出を示した月は 2014 年 8 月, 11 月, 2015 年 2 月, 4 月, 5 月であった。これら 10 回の観測結果について CO<sub>2</sub> フラックスの時間変動の特徴毎に分類を行った。特徴の分類はそれぞれ 2014 年 5 月, 2015 年 6 月, 8 月, 9 月を「日中に吸収を示した月」, 2014 年 8 月, 2015 年 4 月, 5 月を「日中に放出を示した月」, 2014 年 11 月, 2015 年 2 月, 7 月を「時間変動がない月」と分類し, それぞれの CO<sub>2</sub> フラックスの特徴を抽出した。1 日当たりの CO<sub>2</sub> フラックスは - 4.7~1.5 gC/m<sup>2</sup>/day で変動しており, 春から夏にかけて吸収傾向であることが示唆された。

特徴の分類として「日中に吸収を示した月」の CO<sub>2</sub> フラックスは日中に吸収を示しており, 夜間の変動は小さかった。これらの CO<sub>2</sub> フラックスは潜熱フラックス, 気温の間にそれぞれ統計的に負の相関関係が認められた。日中に CO<sub>2</sub> が吸収されていたことから気温の上昇に伴い光合成が行われて, 蒸散による水蒸気の放出と CO<sub>2</sub> の吸収が行われたことが考えられた。「日中に放出を示した月」の CO<sub>2</sub> フラックスは日中に放出を示しており, 夜間は吸収を示した。これらの CO<sub>2</sub> フラックスは顕熱フラックスと統計的に正の相関関係が認められ, また日中に地温が気温を上回っており, 夜間は気温が地温を上回っていた。このことから日中では地温は気温より高いため, 顕熱フラックスは放出を示したと同時に CO<sub>2</sub> は放出されていた。「時間変動がない月」は観測期間中に降水が確認されたことや光量子が低かったため, 他の月と比較して植生などの活性が低い状況であったことが考えられ, CO<sub>2</sub> フラックスの変動が小さかったことが示唆される。

## 4. まとめ

本研究では CO<sub>2</sub> フラックスの変動より類型化を行い, 熱フラックスや物理的な要因の特徴を抽出して, CO<sub>2</sub> フラックスは気温と地温の温度差による物理的な要因とともに植生の存在によって変動していることが考えられた。

## 汽水域の一次生産者による炭素固定機能の評価

安原汰唯我<sup>1)</sup>, 辻大地<sup>1)</sup>, 大谷壮介<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 大阪府立大学工業高等専門学校

### 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。沿岸域の中でも人間活動が活発であり、多様な動・植物が生息している河口域の干潟は二酸化炭素を吸収する場と考えられており、炭素固定に一次生産者が大きく貢献していると推定される。特に河口干潟には多様な一次生産者が生育しているが、それらの炭素固定に対する寄与は総合的に検討されていない。そこで本研究では河口干潟における一次生産者の現存量、生産量および呼吸量を定量化することで汽水域における一次生産者の炭素収支を把握す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上流に位置する河口干潟で1ヶ月に1回実施した。淀川河口干潟における一次生産者としてヨシ、底生微細藻類、植物プランクトンを対象とした。現存量調査について、ヨシは30×30 cmのコドラートを用いて採集し、乾燥重量および炭素濃度を測定した。また、底生微細藻類と植物プランクトンはChl.a量を測定して、C/Chl.a比より炭素換算して現存量とした。ヨシの生産量は調査前後の現存量の増加分より算出して、呼吸量は1シュートを対象に塩ビパイプ・二酸化炭素計(GMP343, VAISALA社)を用いて計測した。また、底生微細藻類の生産量と呼吸量は堆積物のCO<sub>2</sub>フラックスを明・暗のチャンバー法、植物プランクトンの生産量と呼吸量は明暗瓶法により計測することで、炭素固定量と放出量に換算した。

### 3. 結果および考察

年間の平均現存量について、ヨシは **2091 gC/m<sup>2</sup>**、植物プランクトン(水柱当たり)は **1.26 gC/m<sup>2</sup>**、付着藻類は **2.44 gC/m<sup>2</sup>** であり、ヨシの現存量が最も大きかった。各一次生産者の年間の生産量について、ヨシは **3.53 kgC/m<sup>2</sup>/year**、底生微細藻類は **0.10 kgC/m<sup>2</sup>/year**、植物プランクトンは **0.69 kgC/m<sup>2</sup>/year** であった。また呼吸量に着目すると、年間の呼吸量に関してヨシが最も大きく、底生微細藻類の **228** 倍、植物プランクトンの **39** 倍であり、年間の総生産量についてもヨシが最も大きく、底生微細藻類の **123** 倍、植物プランクトンの **19** 倍であった。つまり、現存量・生産量および呼吸量ともに一次生産者の中でヨシが最も大きいことを示している。

現存量および生産量の季節変化について、**3** 種の植物の現存量および生産量は春季から夏季にかけて大きくなり、秋季から冬季にかけて小さくなっていった。各生産者に着目すると、植物プランクトンは年間を通して生産量が呼吸量を上回っており、水中の二酸化炭素を吸収して、炭素を固定していることが考えられる。また、底生微細藻類も植物プランクトンと同様に年間を通して生産量が呼吸量を上回っており、底生微細藻類の生産量(mgC/m<sup>2</sup>/min)と地温( $r=0.716$ ,  $p<0.01$ )、単位 Chl.a 当たりの生産量(mgC/mgChl.a/min)と地温( $r=0.664$ ,  $p<0.01$ )の間には統計的に正の相関関係が認められたことから、底生微細藻類による炭素固定は藻類の現存量ではなく活性が寄与していると考えられた。一方で、ヨシは春季から夏季にかけて大きく生長して炭素を固定していたが、生長が小さくなる夏季には呼吸量が生産量を上回り、代謝が大きくなることでヨシは年間を通して炭素放出になっていると考えられる。呼吸量の季節変化について、底生微細藻類とヨシは春季から夏季にかけて大きくなり、秋季から冬季にかけて小さくなっていった。植物プランクトンの呼吸量は春季と冬季に低く、夏季に大きくなる傾向が認められた。

ここで、年間を通じた総生産量に対する呼吸量の割合を算出すると、ヨシは **83%**、底生微細藻類は **45%**、植物プランクトンは **42%** であり、底生微細藻類と植物プランクトンは炭素固定をしているのに対して、ヨシは炭素放出であると推定された。

# 佐波川における一次元・二次元ハイブリット河川生態系モデルの開発

河野誉仁<sup>1)</sup>, 赤松良久<sup>1)</sup>, 永野博之<sup>2)</sup>

1) 山口大学大学院創生科学研究科, 2) 群馬工業高等専門学校

## 1. はじめに

一般的に、河川における流れ・物質循環モデルは長い区間に適用する際は計算負荷の観点から縦断方向の一次元モデルとして扱われている。しかし、河川内の生物分布等は横断方向に大きく変化するため、河川生態系モデルでは二次元的な取り扱いが必要不可欠である。

そこで本研究では、河川の水系について上流域から下流域まで一貫して取り扱うことができるハイブリット河川生態系モデルを開発した。なお、本モデルは平水時のみを対象としている。

## 2. ハイブリット河川生態系モデル

本研究で構築するモデルは図-1 に示すように、(a)河川の流れ場を解析する河川流動モデル、(b)水温を解析する熱収支モデル、(c)水質を解析する物質輸送モデル、(d)生物バイオマスを解析する生物成長モデル、(e)土砂移動を解析する河床変動モデル、の5つのサブモデルにより構成されている。また本モデルは1次元計算と2次元計算を混合したモデルとなっており、生物成長モデルの附着性藻類、底生動物、魚類について縦断方向に加え横断方向にも解析を行い、生物量を分布で表現した。これらの生物量の初期分布は一般化線形モデルによって予測された生物量分布を与えており、現地観測より得られた生物量データと物理環境データである水深、流速、河口からの距離を用いて構築されたモデルを用いている。さらに本モデルは生物量の季節的な変化を表現したモデルとなっており、アユに関して産卵期における流下を表現している。

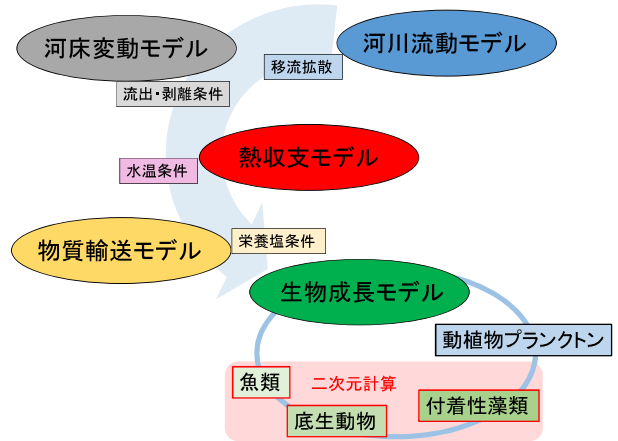


図-1 モデルの概略図

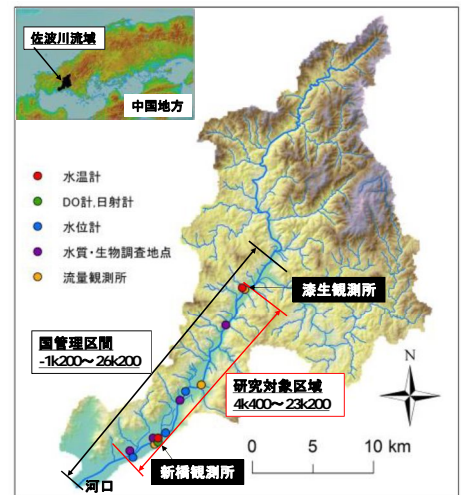


図-2 佐波川流域図と観測地点

## 3. 佐波川への適用

### 3.1. 対象河川概要と現地観測概要

佐波川は山口県のみま中央に位置する幹川流経延長 **56km**、流域面積 **460km<sup>2</sup>** の一級河川である。モデル化をするに先立ち、図-2 に示す各観測地点において水温、DO、日射、水位、流量の長期的な観測を行った。生物、水質に関しては月に **1** 回の定期調査を実施し、魚類に関しては単位面積当たりの湿潤重量を、底生動物・附着性藻類に関しては乾燥重量を計測した。対象区間は **4k400~23k200** とし、現地観測による各種データの有無から対象期間は **2014/8/18~2014/12/31** とした。

### 3.2. 再現性の検証

本モデルの再現性の検証は、まず流れ場の再現性の検討として水位の計算値と実測値の比較検証を行った後、水温、附着性藻類量、底生動物量の再現性の検討を行った。

その結果、流れ場の再現性の検討として十分な再現性を持つことが分かった。水温に関してはある程度の再現性を持つが、水温が低い時期に計算値と実測値がずれていく点について改善する必要があることが分かった。生物量について、時間的な変化の再現性は高い部分もあるが、空間分布の再現性で問題があり、全体的に改善の必要があることが分かった。生物量の季節的な変化の表現に関しては、生物成長モデルの再現性を高める可能性を示した。

## ダム上流の魚類群集と生息域サイズとの関係性

### —河川水辺の国勢調査データを用いた全国スケールでの傾向把握—

末吉正尚<sup>1)</sup>，小野田幸生<sup>1)</sup>，宮川幸雄<sup>1)</sup>，堀田大貴<sup>1)2)</sup>，永山滋也<sup>1)</sup>，萱場祐一<sup>1)3)</sup>

1) 土木研究所自然共生研究センター

2) 株式会社建設技術研究所

3) 土木研究所河川生態チーム

#### 1. はじめに

ダムによる河川の分断化は、河川性魚類の移動・分散の妨げとなり、ダム上流の個体群は下流からの移入が見込めない孤立個体群となってしまう。このような孤立個体群では、生息域の縮小や繁殖機会の減少、偶発的な攪乱などによって、局所絶滅の可能性が高まることから、過去の研究によって示唆されている。一方で、孤立個体群の存続に対しては、数 km の河川長で十分である種もいれば、数百 km 以上の河川長を必要とする種がいることも報告されており、対象とする種の生態的特性によって、孤立後の存続性は大きく異なることが予想される。そこで、本研究では、全国の河川水辺の国勢調査魚類データを使用して、ダム上流の生息域サイズと魚類の種数との関係を異なる生態的特性ごとに検証し、分断化の影響を受けやすい魚類の傾向を把握することを目的とした。

#### 2. 方法

##### 魚類データ

河川水辺の国勢調査データのうち、分断河川区間（ダム上流、またはダムとダムに挟まれた河川区間）の調査地点のデータを抽出した（図 1）。データは地点ごとに集計後、在来種のみを絞り、生態的特性（底生魚・遊泳魚）ごとに種数を算出した。

##### 環境データ

自然環境要因として、各調査地点の標高、勾配を GIS を用いて算出した。生息域サイズは、調査された河川の本流流路長と、支流を含めた流域全体の総流路長を指標としてそれぞれ算出した（図 1）。

##### 解析

一般化線形混合モデル（GLMM）を用いて、種数と生息域サイズとの関係性を検証した。応答変数は種数、説明変数は各環境変数とした。また、魚類相が比較的類似していると考えられる生物地理区をランダム変数として設定した。

#### 3. 結果・考察

底生魚と遊泳魚の種数と生息域サイズとの関係性を GLMM によって検証した結果、底生魚種数は本流の直線流路長と、遊泳魚種数は総流路長とより強い正の関係を示すことが分かった。両生活型の傾向の違いは、分散能力の差によるものと予想される。また、標高や勾配のレンジが類似しているにもかかわらず、ダムとダムに挟まれた区間は、下流にのみダムが存在するダム上流区間よりも、生態的特性に関係なく種数が増える傾向が示された。ダム下流では、様々な環境の劣化が引き起こされる一方で、出水などの攪乱が抑えられるため、偶発的な個体群絶滅がおこりにくかったと予想される。

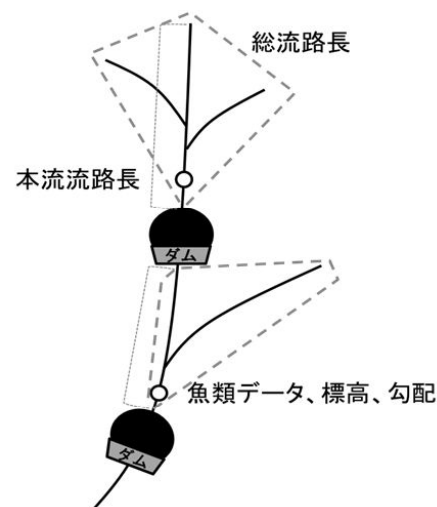


図 1 解析に用いたデータ



## ダム下流部における流路と河川間隙水域の有機物分解速度の季節性

笠原玉青・李彦達

1) 九州大学農学研究院、2) 九州大学生物資源環境科学府

### 1. はじめに

ダム貯水池が下流の河川に与える影響に関する研究においては、流路での調査が多く、河川間隙水域も含んだ研究例は少ない。河川生態系機能の維持に重要な役割を担う場とされる河川間隙水域を含めた、ダムの評価が求められる。また、物質循環の要である有機物に関しては、その貯留量や流れの報告はみられるが、分解などのプロセスに関しては知見が少ない。特に季節性の報告例は少なく、本研究では、流路とのつながりを強く持つ河川間隙水域にも着目し、ダム貯水池の下流における有機物の分解速度の季節変動を明らかにすることを目的にした。

### 2. 方法

調査地は、サイズが同程度な中規模のコンクリートダムである福岡県の犬鳴ダムと猪野ダム周辺に設置した。ダム間の距離は **4km** と近隣に位置するため、気象環境などには大きく相違がないと考えられる。両河川において、ダム直下流 (**200m** 以内) と、湛水域の上流に調査地を設けた。また、犬鳴川に関しては、上流にダム貯水池がない支流にも調査地を設けた。

各調査地点において、有機物の分解と、環境要因として水位や水質などを、秋・冬・春・梅雨の季節ごとに観測を行った。有機物の分解の指標としては綿布の引張強度減少を用いた。綿布を流路と河川間隙水域 (深さ **10cm**) に一定期間置き、実験後の引張強度の減少を測定した。引張強度が **50%** 程度減少することが推奨されており、**2015** 年 **9** 月に行った予備実験からその期間を **3** 週間と決定した。また、生物的要因を考慮するために、綿布を入れるメッシュサイズを変えての実験も行った。

### 3. 結果・考察

流路と河川間隙水域での有機物分解速度の季節性を比較すると、河川間隙水域では季節性が小さかった。流路においては、犬鳴川・猪野川サイトともに冬に分解速度が最も低く、春は秋より分解速度が速い結果が得られた。一方河川間隙水域では、秋と冬では分解速度にほとんど相違がなく、春には分解速度が高くなったが、流路の変化に比べると小さく止まった。その結果、冬には河川間隙水域間で分解速度が流路を上回る結果となり、それ以外の季節においては、流路における分解速度が河川間隙水域よりも高い結果となった。河川間隙水域は、流路との水の交換が頻繁に行われており、今回は特に浅い部分を対象にしたにも関わらず、流路に比べると有機物分解の季節性が抑えられていた。

次に、貯水池の上流・ダムのない支流とダムの直下流部における有機物分解速度を比較した。犬鳴川・猪野川ともに、上流・ダムなしサイトに比較すると、下流サイトは分解速度が低かった。この結果は、流路と河川間隙水域、また観測したすべての季節に共通していたが、特に間隙水域で、また春にその相違が大きかった。これら、有機物分解速度の差異は、ダムを挟んで、またダムの有無で河川の環境は異なっていることに起因すると考えられる。そこで、下流サイトにおいて観測される、比較的高い水温、小さい水位変動、低い硝酸塩濃度に加え、メッシュサイズを小さくして無脊椎動物を排除した実験結果との比較を用いて、考察を行った。

### 4. 謝辞

この研究は、**WEC** 応用生態研究助成 (**2015-02**) により実施されました。また、フィールド調査を行うにあたり多大なサポートを流域環境制御学研究室や九州大学農学部附属演習林から受けました。ここに感謝の意を表します。

## 底泥濃度の違いが魚類の生残率と成長速度に与える影響

片岡寛敬<sup>1)</sup>, 河内香織<sup>1)</sup>

1) 近畿大学農学部

### 【はじめに】

ダム構造物は、河川上流から下流への土砂の移動を遮断しダム湖内に堆積させる。堆積する土砂には有機物が多く含まれるという特徴があり、この有機物が沈降し分解される過程で酸素を消費するためダム湖底は貧酸素状態となり、嫌気状態のダム底泥が形成される。この底泥が排砂や出水時の巻き上げなどにより下流へ流出した場合、溶存酸素の低下と懸濁物質濃度の上昇を引き起こし下流の生態系への影響が懸念される。1991年に黒部川の出し平ダムで行われた排砂の際には、多量のダム底泥が流出したため、下流域での魚類の斃死が報告されている。また、このような人為的な操作によるダム底泥の流出以外にも、和歌山の殿山ダムでダム湖へ洪水が流れこむことによりダム底泥が巻き上げられ流出し、下流で魚類が死亡したことが報告されている(奥西 2005)。ダム底泥と魚類に関する既存の研究はアユ(村岡 2011)やイワナ(木下 2012)など水産資源として有用な種を対象としており、コイ科魚類など日本の河川に広く生息するが水産資源としての価値が高くない種に関する知見は乏しい。しかしこれらの種は個体数が多く現存量も多いため、河川生態系を考える上で重要な構成要素であり、ダム底泥の影響を明らかにすることは適切な土砂管理を行っていくために必要不可欠である。片岡ら 2015 では短期的な曝露に対する魚類の反応を明らかにするため、ダム底泥水中での魚の酸素消費速度の測定実験を行った結果、ダム底泥に対する反応は魚種によって異なる結果が得られた。本研究では長期的な曝露に着目し、ダム底泥が引き起こす溶存酸素の低下と懸濁物質濃度の上昇が長期間継続したときに魚類に与える影響を明らかにするため、魚種ごとの死亡率、成長量に着目して飼育実験を行った。

### 【実験方法】

近畿地方産の淡水魚を供試個体とし、これらの個体を環境に慣れさせた後、実験に供した。ダム底泥は奈良県奈良市淀川水系木津川左支布目川に位置する布目ダムにてエクマンパーズ採泥器を使用してダム湖底から採取したものを供した。これを脱塩素した水道水と混ぜ合わせ SS 濃度 0, 50, 500, 5000, 50000mg/L の 5 段階の濃度の水を作成した。飼育実験は直径 100mm のプラスチック製カップに各 SS 濃度の水を 300ml ずつ入れ 20°C 一定でエアレーションを行い、1 ヶ月間飼育し生残率と成長量を測定した。実験後の個体をパラフィン包埋し組織切片を作製し観察を行った。

### 【結果・考察】

現在実験を行っているカワムツ稚魚(*Candidia temminckii*)(25mm±1.9mm)は SS50000mg/L の処理で 1 週間後に半数が死亡するという結果が得られた。今後は実験期間中の成長量を測定しデータの解析・考察を行う。また、他魚種を用いて引き続き実験を行う。

### 【参考文献】

- 小久保鉄也, 2000. 出し平ダムの排砂実績と黒部川の土砂流出に与える影響. 貯水池土砂管理国際シンポジウムワークショップ論文集, 99-115.
- 奥西 一夫, 2005. 7 へドロ問題をめぐる最近の話題. 国土問題, 66 号.
- 村岡敬子, 天野邦彦, 土居隆秀, 久保田仁志, 三輪準二, 2011. 高濃度濁水下におけるアユの生存率と懸濁物質の粒度組成の関係. 魚類学雑誌, 58(2) 141-151.
- 木下篤彦, 藤田正治, 水山高久, 澤田豊明, 2012. 排砂による河床への土砂堆積に伴うイワナの局所的な避難空間の減少に関する研究. 土木学会論文集 B1(水工学)Vol.68, No.4, p. I\_1117-I\_1122.



## 砂礫可携巣を持つトビケラ類のダム上下流における巣材選択

赤尾大樹<sup>1)</sup>, 河内香織<sup>1)</sup>

1) 近畿大学農学部

### 1. はじめに

ダムは河川縦断方向の連続性を遮断し、ダム上下流で河床の粒径組成を変化させることが知られている。ダム下流では河床を構成する礫サイズが粗粒化することで、底生動物群集の多様性低下を引き起こす事が指摘されている。近年、その対策として下流河川への土砂還元が行われており、土砂還元を実施したことによるダム下流の粗粒化の緩和、それに伴う底生動物群の回復などの研究がされているが、個体ごとの応答に関する研究はされていない。河川に生息する水生昆虫は河川における食物連鎖の低中位に位置し、個体数や種数も多く捕食者の餌資源となることから河川生態系において重要な構成要素である。これらの水生昆虫の中には、河床の砂礫を用いて巣（砂礫可携巣）を作製する種が存在し、これらの種は河床の粒径組成に直接的な影響を受けることが考えられる。しかし、河床の砂礫を巣材として巣を作製するトビケラ類の巣材選択に関する研究は少なく、さらに巣の作製に与える還元土砂の影響についての知見は乏しい。奈良県内を流れる淀川水系の布目川では平成16年より土砂還元事業（置き土）を行っている。堀江（2016）ではダム上流および、ダム下流の地点で河床材料の構成が異なることが明らかとなり、ダムと土砂還元の影響も受けていると考えられた。そこで本研究では、砂礫可携巣を持つ種の巣材選択に焦点を当て、自然環境下に生息するトビケラ類の巣に使用された巣材を、ダム上下流の4地点それぞれで採取した個体で比較を行った。

### 2. 実験方法

布目川に生息する砂礫可携巣をもつトビケラであるニンギョウトビケラ (*Goera japonicas*) とヤマトビケラ属 (*Glossosoma sp.*) を対象に巣に利用されている砂礫の数と大きさ(巣長, 砂礫使用数, 砂礫サイズ)を電子ノギスを用いて計測した。採取地点は①ダム上流, ②置き土直上, ③置き土直下, ④ダム下流 4km 地点(最下流)とし、

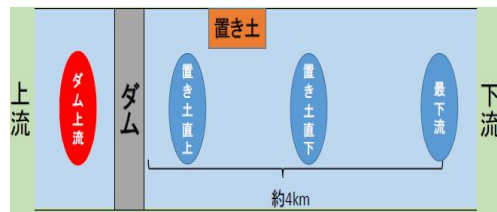


図1. 調査地点

各地点より頭幅の同じニンギョウトビケラを10個体ずつ採取し巣材の比較を行った(図1)。測定結果についてはダムや土砂還元の影響を受けていないとされる上流と、その他3地点との比較を行った。

### 3. 結果

各地点のニンギョウトビケラの巣には、ダム上流で平均130個、置き土直上で平均156個、置き土直下で平均132個、最下流で平均140個の砂礫が使用されており、それら巣に使用されている砂礫の粒径はダム上流で平均0.80mm、置き土直上で平均0.79mm、置き土直下で0.67mm、最下流で0.86mmであった。ダム上流と比較して砂礫使用数では置き土直上で有意に多く、砂礫サイズは置き土直下で有意に小さく、巣長は置き土直上と最下流部で有意に大きい結果が得られ、地点ごとに巣の特徴が異なった。

### 4. 考察

これまでの結果から、ダム上下流の各地点において巣に利用される砂礫の大きさや数に違いが認められたが、それらトビケラの巣と河床材料の構成との間に関係性を見出すことができなかつたことから、さらに計測個体を増やす必要があると考えられる。また、トビケラの巣には流れに対してのおもりとしての役割もあることから、発表の際にはトビケラが実際に生息している場所の流速、水深を計測した結果も合わせて報告する。

### 5. 引用文献

堀江将徳(2016)「ダム上下流の生物群集及び土砂移動から見た布目川における土砂還元の効果」近畿大学農学部2016年度卒業論文

# 河口域の保全に向けた貝類相及び物理環境による河口域の類型化

森田海<sup>1)</sup>, 巖島怜<sup>2)</sup>, 島谷幸宏<sup>3)</sup>

1)九州大学大学院, 2)九州大学持続可能な社会のための決断科学センター, 3)九州大学大学院工学研究院

## 1. はじめに

河口域は潮汐、波浪の影響により淡水と海水が混合し常に変動する特殊な環境である。一方で人間との関わりが強く、人為的改変が著しい場所でもあり、近年では津波対策等の河川改修が増加傾向にある。河口域については学術的、技術的知見が不足しており、環境に配慮した河川改修技術が確立されていないため、環境の保全・再生が十分に行われておらず環境の劣化が懸念される。

本研究では、環境に配慮した河川改修技術確立の前段階として九州北部の河口域について貝類相の現地調査及び解析を行い、貝類相と物理環境の関係把握及び貝類相と物理特性を用いた河口域の類型化を目的とした。

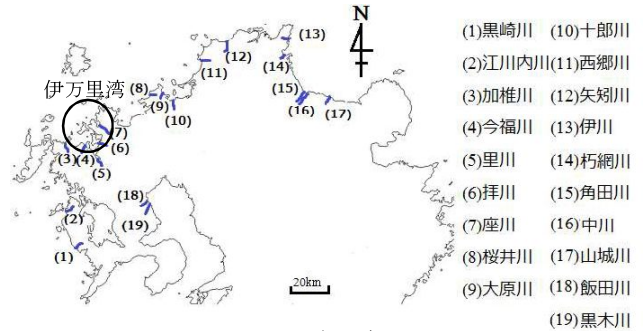


図-1 調査対象地

## 2. 研究手法

本研究では北部九州に位置する19の河口域(図-1)の1リーチを対象に以下の区間調査を行い、統計解析を行った。

- (1)生物調査:大潮及び中潮の際に干出するハビタットに50cm×50cmのコドラートを用いて表層と地中10cmまでの貝類(二枚貝網, 腹足網)を採捕した。採捕した個体は種同定の後、種毎の個体数を記録した。
- (2)物理環境調査:ハビタット面積及び河道の縦横断形把握のため、RTK-GPSを用いて測量を行った。コドラート内の河床材料を採取し、粒度分布を把握した。コドラート内で5点選り塩分濃度及び土壌硬度を測定した。
- (3)物理特性:河床材の粒度や河口の環境を形作る波浪、潮汐、河川の外力を表す計17個の物理特性を解析に用いた。17個の物理特性は物理環境調査及び国土地理院、海上保安庁、各県が公表しているデータから算出した。
- (4)統計解析:採捕した貝類相と物理特性について、統計解析ソフト「R」を用いて階層的クラスタ分析を行い、19の河口域を貝類相と物理特性の類似度から類型化を行った。その後貝類相と物理特性の関係について考察した。

## 3. 結果及び考察

現地調査により19河川で合計150個のコドラートにおいて55種6003個体の貝類を採捕した。貝類相によるクラスタ分析結果から対象とした19河川はA~Dの4つのグループに分類された(図-2)

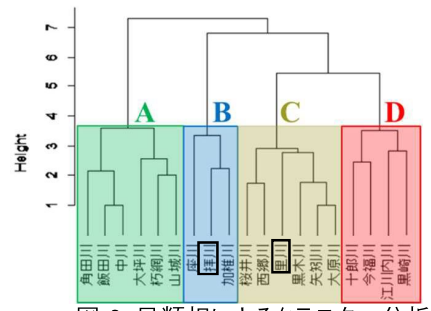


図-2 貝類相によるクラスタ分析

次に物理特性を用いてクラスタ分析を行い(図-3)、貝類相のクラスタ分析結果と比較した。二つの結果は類似しており物理特性と貝類相の分類結果が概ね一致していた。分類結果が一致していない河川として伊万里湾に位置する里川と拝川が挙げられる。両者は物理特性が類似しており、地理的位置も近接することから貝類相は潜在的に相同と考えられる。しかし、里川は河川改修により河道の直線化及び護岸が施工されており、ハビタットが2種、ハビタット面積/河道面積が10%と拝川の6種59%と比較して著しく低くなっていた。貝類相のクラスタ分析と物理特性のクラスタ分析結果の比較により人為影響によって貝類相が劣化した河川を抽出可能であることが示唆された。

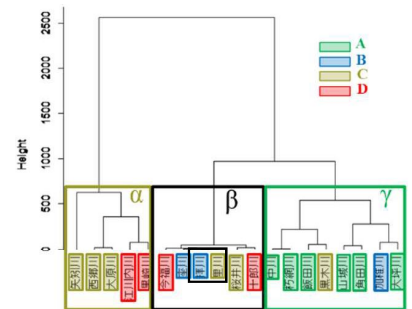


図-3 物理特性によるクラスタ分析

## 瀬戸内海を中心とした干潟におけるウミニナの生息環境調査

野元あい<sup>1)</sup>，大谷壮介<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 大阪府立大学工業高等専門学校

### 1. はじめに

ウミニナは東京湾では絶滅寸前であるが、近年、大阪湾湾奥で個体数の増加が確認されている。表在性のウミニナの保全には生息域の保全が重要であり、特に堆積物と関連性が高いと考えられることから、これまでもウミニナの生息環境は底質選好性の現地実験<sup>1)</sup>や室内実験<sup>2)</sup>から検討されてきた。しかしながら、これらの研究は1ヵ所の生息域を対象にした研究であり、生息域の環境は定性的な検討に留まっているのが現状である。そこで本研究では瀬戸内海を中心とした11ヵ所の干潟において、ウミニナの生息環境の一般性について定量的な検討を行った。

### 2. 研究方法

#### (1) 調査方法

調査は2016年3月から5月にかけて行った。調査場所は広島県佐方川、岡山県錦海湾、香川県志度湾、兵庫県甲子園浜、御前浜、成ヶ島、大阪府深日漁港、近木川、大津川、和歌山県和歌川、三重県田中川の11干潟における計59地点で、ウミニナの個体群密度および底質環境の調査を行った。現地においてウミニナの生息を確認後、ウミニナの存在した地点と存在しなかった地点別にそれぞれ3地点の調査を行った。個体群密度調査は、30 cm×30 cmのコドラートを用いて表層2 cmの堆積物を採集し、2 mmのふるいでふるった後、残ったウミニナ類を採集して殻長を計測した。また、堆積物についてシリンジ( $\phi=2$  cm)を用いて採取した後、実験室に持ち帰り、Chlorophyll a(以下Chl.aと表す)量、粒度組成(シルト・クレイ率、細砂、中砂、粗砂、細レキ、中レキ)、含水率、強熱減量の底質環境を測定した。

#### (2) 解析方法

本研究ではウミニナの存在した地点としなかった地点の底質環境の比較、決定木によるウミニナ有無に及ぼす要因の解析を行った。ウミニナの有無による底質環境の比較については、T検定を用いて検討した。なお、粒度組成に関しては $\chi^2$ 検定を用いて比較した。決定木によるウミニナ有無に及ぼす要因について、ウミニナの有無を目的変数、測定した底質環境を説明変数として決定木の作成を行った。

### 3. 結果

ウミニナの存在した地点の個体群密度は11つの干潟において22~1011 ind./m<sup>2</sup>であり、個体群密度の最も少ない干潟は深日漁港、多い干潟は御前浜であった。また各干潟のウミニナの殻長について、個体群の平均殻長が異なっており、各干潟の平均殻長はChl.a量と統計的に正の相関関係が認められたことから、ウミニナの成長には餌資源である藻類量が寄与していることが考えられた。また、ウミニナ類が生息した地点としなかった地点のそれぞれの底質環境項目について比較を行った結果、すべての項目において統計的に有意な差は認められなかった。さらに、決定木よりウミニナの生息にはシルト・クレイ率、含水率、Chl.a量が主要な要因として選択され、最も寄与が大きかった底質環境はシルト・クレイ率であった。ウミニナが生息してした条件は含水率が20.5%より小さく、シルト・クレイ率が0.58%より大きい条件、またはシルト・クレイ率が0.58%より小さくChl.a量が77.9 mg/m<sup>2</sup>より大きい条件であった。

### 4. おわりに

各干潟のウミニナの大きさの違いにはChl.a量が寄与していると考えられた。また、ウミニナの有無の底質環境について、地点間の差異は認められなかったがウミニナの有無にはシルト・クレイ率、含水率、Chl.a量が影響していることが示唆され、定量的に示すことができた。

#### 参考文献

- 1) 真木英子・大滝陽美・富山清升(2002)：ウミニナ科1種とフトヘナタリ科3種の分布と底質選好性：特にカワアイを中心にして、VENUS, 61(1-2), pp.61-76.
- 2) 山本 百合亜・和田 恵次(1999)：干潟に生息するウミニナ科貝類4種の分布とその要因、南紀生物, 41(1), pp15-22.



## カニ類生息環境モデルの構築と

### それらを適応した防潮堤水際域デザインの検討

秋山秀樹<sup>1)</sup>，皆川朋子<sup>1)</sup>

1) 熊本大学大学院自然科学研究科

#### 1. はじめに

本研究の対象地である津屋原沼(宮崎県宮崎市)の潮間帯にはハクセンシオマネキ, チワラスボ, ナラビオカミミガイ等の絶滅が危惧されている稀少種の生息が確認され豊かな生態系が成立している。しかし, 宮崎市では将来における大型地震が予測されており, 本研究の対象地である津屋原沼周辺でも津波・浸水等の甚大な被害が予想されている。これらの災害に対処すべく, 防潮堤建設が国土交通省によって進められている。津屋原沼に成立している豊かな生態系を維持していくために, 潮間帯の生物生息環境に配慮した防潮堤建設が求められる。潮間帯生物の代表種カニ類は, 既往研究などで標高, 粒度組成によるすみわけを行っていることが明らかであり, 生息環境を定量的に評価する方法として HSI モデルや一般化線形モデルが提案されている。本研究では, 防潮堤建設により特に生息域が減少するコメツキガニ, チゴガニに着目し, 構築した 2 種の生息環境モデルを用いて, いくつかの斜面勾配 Case を設定し, 2 種の生息に適した斜面勾配の検討を行った。

#### 2. 検討方法

現地調査から得られた, コメツキガニ, チゴガニの在不在及び, 環境要因をもとに構築した一般化線形モデルを構築した。今回検討する区間は, 沼開口部から中腹域にかけての区間である。選択された環境要因をもとに検討 Case を設定した。なお, 標高の下限は, 低潮帯下部(-0.5m)とし, 斜面勾配は, 本研究の調査で確認されている範囲内にし, 塩分は, 沼開口部と沼中腹のそれぞれの特徴を良く表す 2 要因を用いた。なお, このエリアにおける D60, 含泥率, 含水率は, 防潮堤建設後における, それらの予測値を算出し, モデルに使用することが可能であると考えられたため, 防潮堤建設前における D60, 含泥率, 含水率それぞれと標高の関係性に着目し, 予測値を算出することにした。

#### 3. 結果及び考察

コメツキガニは, 急勾配が一番適しており, チゴガニは, 低塩分かつ緩勾配が一番適していた。沼中腹域から沼奥は, 塩分が高く, チゴガニの生息確率は極めて低いことから, 塩分の影響を受けにくく, 生息確率が高いコメツキガニを再生させることが適していると考えられる。従って急勾配のような高低差が広く取れる斜面をデザインすることが適していると考えられる。沼開口部は, 沼中腹より塩分が低く, チゴガニの生息確率が大きくなることから, 標高が低いエリアを広く取れる緩勾配の斜面をデザインすることが適していると考えられる。しかし, 緩勾配を用いた場合, 生息可能なコメツキガニの生息エリアが限りなく 0 に近づくため, 改善する必要があると考えられた。そこで, 低潮帯は緩勾配を形成し, 途中から急勾配に変化させる斜面の検討を行った。結果, 両者の生息確立が少しではあるが改善されたため, 緩勾配と急勾配を組み合わせた斜面も有効であると考えられた。

本研究では, より効果的な検討を行うために模型(図 1)を用い, 理解を深めた。



図 1 津谷原沼 潮間帯イメージ模型

## 四国沿岸域におけるアマモ類 3 種の環境特性の比較と生息域推定

中河哲郎 <sup>1)</sup>, 乾隆帝 <sup>2)</sup>, 竹川有哉 <sup>1)</sup>, 河口洋一 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>徳島大学大学院先端技術科学教育部, <sup>2)</sup>山口大学大学院創成科学研究科, <sup>3)</sup>徳島大学大学院理工学研究部

### 1. 目的

アマモ類は浅海砂泥域に生育する海草類で、アマモ場と呼ばれる群落を形成し、沿岸域の生態系において重要な存在である。しかし高度経済成長期以降アマモ場は、沿岸の埋め立てやなどによる生育環境の悪化に伴い減少した。そのため、地方自治体等を中心にアマモ場の保護や再生事業が行われており、過去の研究ではアマモ類が好む環境特性についての研究が数多く行われている。しかし、既存研究は対象地域が一つの干潟に限定される場合が多く、対象とする空間スケールは小さい。また、単一種での研究が多い。そこで本研究では、アマモ、コアマモ、ウミヒルモの **3 種**を対象として各種環境要因に対する応答特性を比較すると共に、既存の研究に比べて広範囲である四国沿岸域において、生育適地推定を行うことを目的とした。

### 2. 方法

アマモ、コアマモ、ウミヒルモの分布データは、水産庁による分布調査のポイントデータを用いた。なお、本研究で用いた分布データはウミヒルモとヤマトウミヒルモを同一種として扱っている。環境要因は、**GIS**を用いて既存の研究からアマモ類が生育するうえで重要な環境要因とされる水深、海底勾配、淡水流入量を作成した。解析範囲は行政区分における徳島県および香川県沿岸から **3km** までの範囲とした。そして各種環境要因はフォーカル統計(円形, 平均)を **0m(無し)**, **50m**, **100m**, **200m** の半径距離にて行った。次に、アマモ類 **3 種**の分布データと作成した環境要因を基に、フォーカル統計の半径距離ごとに **AUC** を確認し、最も **AUC** の高いものを用いて **3 種**の生育適地推定を行った。

### 3. 結果および考察

図 1 に **3 種**の分布予測モデルを示す。モデルの精度指標となる **AUC** は、アマモ：**0.964**、コアマモ：**0.929**、ウミヒルモ：**0.946** となった。環境要因毎の寄与率は水深がアマモで **89.4%**、コアマモで **86.4%**と大部分を占めていた。続いて海底勾配がアマモ、コアマモの順で **9.6%**、**10.7%**、淡水流入量が **1%**、**2.9%**であった。一方でウミヒルモは水深の寄与率が他の **2 種**に比べて **78.9%**と低く、海底勾配の寄与率は **18.4%**と高くなっていた。また応答特性であるが、アマモの海底勾配の応答曲線のピークが **8 度**付近と急な場所でピークを迎えているのに対し、コアマモは海底勾配の応答曲線のピークが **1 度**未満であり海底勾配の緩い場所を好むことが示唆された。そしてウミヒルモは淡水流入量が増加するに従い生息確率が減少したが、その度合いが他の **2 種**と比較して大きいことから他の **2 種**と比較して塩分濃度の濃い環境に生息する傾向にあることが示唆された。

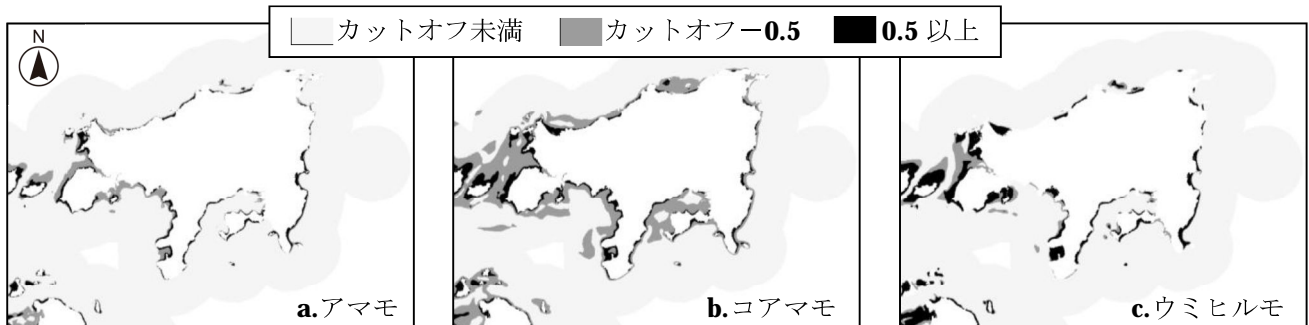


図 1. アマモ類 3 種の分布予測モデル(場所:香川県小豆島)



# 畑地由来の養分・塩類負荷がミズゴケ類の被度に与える影響

佐藤 奏衣<sup>1)</sup>、矢部 和夫<sup>1)</sup>、矢崎 友嗣<sup>2)</sup>、木塚 俊和<sup>3)</sup>

1) 札幌市立大学、2) 北海道大学、3) 北海道立総合研究機構

## 1. はじめに

農地の肥料の使用によって高濃度になった養分・塩類が地下水を通じて下流域の湿原へ流れ込み、湿原が劣化する現象が起こっている。本研究では、養分・塩類負荷の異なる二つの湿原に調査地を設定し、それぞれに設置した調査区点ごとのミズゴケ類の出現を目的変数、地下水位および水質に関する項目を説明変数とする事で、ミズゴケ群落の出現に対する養分・塩類負荷の影響を明らかにする事を目的とした。

## 2. 調査方法

### (1) 調査地

調査地は、北海道胆振群苫小牧市字植苗および同市の柏原に位置する柏原東湿原に設定した。

### (2) 方法

植苗および柏原の各調査地に1辺100 mの正方形の調査区を設置、さらに20 m 間隔で36 地点の定点を設置した。定点には地下水の採水等のための観測孔を設けた。

地下水の水位測定は2014年8~10月及び2015年6, 7, 9月に月一回の頻度で実施した。2014年8~10月に採水した地下水はpH、EC、アニオン、カチオンを測定した。

ミズゴケの出現頻度調査は、2015年7月に定点を中心とする1辺2 m の方形区を設置して行った。水位、水位変動、アニオン、カチオンデータを説明変数、ミズゴケの出現頻度を目的変数、調査地をランダム効果としてGLMM解析を行った。モデル選択は、総当たりによるAIC比較を行い、 $\Delta AIC$  (最少モデルのAICからの差)が2以下のモデルを採択した。ただし、多重共線性のあった説明変数(Cl, Na, K, Mg, Ca)はCa以外を除外してモデル選択を実施した。

## 3. 結果と考察

### (1) 地下水の水位と水質

図1に地下水調査の結果を示す。なお、図に調査期間中の平均値を示した。各調査地における地下水の水位(図1(a))によると、柏原より植苗の方がその分布範囲は広く高い傾向を示した。地下水中のpH(図1(c))は柏原に比べ植苗で高い傾向を示した。また、硝酸(図

1(d)、硫酸(図1(e))とカルシウムイオン(図1(g))柏原に比べ植苗で高い傾向を示したが、アンモニウムイオン(図1(f))は柏原のほうが高い傾向を示した。

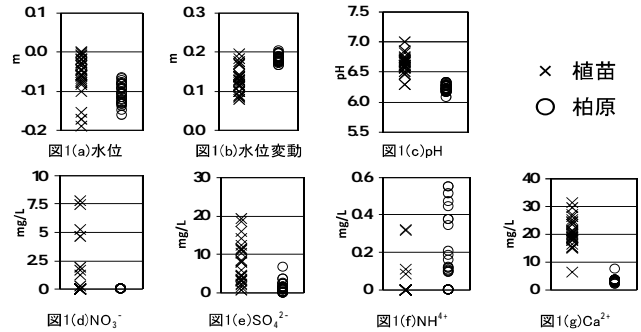


図1 地下水の水位・水質結果

### (2) 調査地点におけるミズゴケの出現頻度

表1 ミズゴケの出現頻度

	あり	なし	合計
植苗	11	25	36
柏原	27	9	36
合計	38	34	72

### (3) GLMMによる統計解析

表2 GLMMによる解析結果

モデル順位	回帰係数						$\Delta AIC$		
	切片	水位	水位変動	pH	$NO_3^-$	$SO_4^{2-}$		$NH_4^+$	$Ca^{2+}$
1	4.45***	15.72						-0.20***	0.00
2	2.50***							-0.14***	1.20
3	4.78***	16.23					-1.44	-0.21***	1.74
4	5.45**	14.72	-6.16					-0.21***	1.76
5	0.57	15.36	0.62					-0.21***	1.96
6	4.43***	15.61			0.00			-0.20***	2.00
7	4.44***	15.68			0.00			-0.20***	2.00

\*\*\*:  $p < 0.001$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$

表2より、選択された全てのモデルの中にCaが有意でかつ負の係数を持つ説明変数として入っていた。Cl, Na, K, MgがCaと多重共線性を持つことを考慮すると、カルシウムイオンに代表されるミネラルがミズゴケの出現に対して負の影響を持つことが考えられる。このことは図2に示したミズゴケの被度(%)とカルシウム濃度の散布図からも、両者間の負の関係性が確認できる。

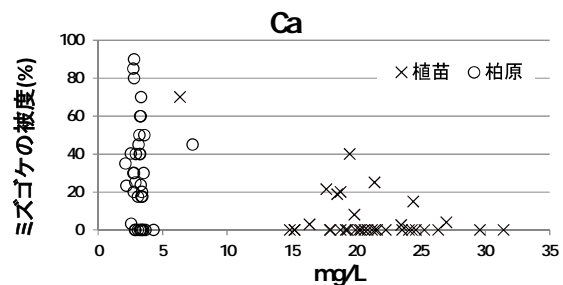


図2 ミズゴケの被度(%)とカルシウム濃度(mg/L)

## 放棄水田を活用した湿地再生～印旛沼流域・八幡溜での試み～

宮寄舞<sup>1)</sup>、川井田美枝<sup>1)</sup>、寺園直美<sup>2)</sup>、西廣淳<sup>1)</sup>

1) 東邦大学理学部, 2) 神崎川を守るしろい八幡溜の会

### 1. 研究の背景と目的

印旛沼の流入河川である神崎川に隣接する湿地「八幡溜」は、**1975**年頃までため池や水田として利用されていたが、現在では管理が停止している。神崎川と八幡溜は土手によって隔てられている。平常時の八幡溜に水面はないが、大雨が降ると土手の崩れた部分（越流部）から神崎川の水が氾濫し、雨水とあまって一時的な水域ができる。水域が維持されれば、氾濫時の魚類の避難場所や止水域を利用する魚類の繁殖・成育場所として機能する可能性がある。本研究では八幡溜と神崎川の地形や水位変動を調査し、八幡溜への水や生物の流入・移入について把握した。そして、八幡溜に止水域が形成された場合の生物のハビタット利用を、淡水魚類・水生昆虫・アメリカザリガニに着目して明らかにした。さらに、八幡溜がかつては野馬の水呑場であったという歴史性や、住宅地に隣接するという立地条件を活かし、市民参加型調査などの行事を展開した。これらの結果や経験をもとに、放棄水田を用いて湿地再生を行う際の利点や課題を検討した。

### 2. 方法

(1) 止水域再生実験：**2014**年に、八幡溜内に、**5**つのコンテナ（縦**557mm**、横**417mm**、深さ**173mm**）を川と直角方向に**5m**間隔で設置した。また**2015**年には、市民との協働により新たな池を造成し、メダカ池と名づけた。メダカ池は川から**2**番目および**3**番目に遠いコンテナ池の南側に造成した。約**6m**四方の範囲の草を刈り、**5m**四方の範囲を全体的に**20cm**ほど掘り下げ、特に水が湧いた**3**箇所についてはさらに**30cm**程度掘り下げた。掘った土は周囲に盛った。

(2) 八幡溜への水の流入調査：降水量と八幡溜への氾濫の関係を検討するため、越流部周辺とメダカ池周辺の地形を測量した。また、神崎川とメダカ池に水位データロガーを設置し、メダカ池では**6**月から**11**月にかけて、神崎川では**8**月から**11**月にかけて水深変化の調査を行った。

(3) 生物調査：各年において、コンテナ池とメダカ池の中に取り残された生物をタモ網や金魚網で掬い、採捕した生物の種類・個体数・体長を記録する調査を原則として月に一度の頻度で行った。

### 3. 結果と考察

平常時の神崎川の水深は約**20cm**であった。測量と水位計測の結果より、神崎川の水位が平常時よりも約**30cm**高くなると越流部を超え、八幡溜への氾濫が生じることがわかった。氾濫は多くの場合、**1**日の降水量が**20mm**程度のときに起きていた。氾濫から数日が経過すると表層水はほとんど消失したが、設置したコンテナには残った。そのコンテナには、多いときにはミナミメダカが**1148**匹確認された（**2014**年**7**月の出水時）。

池の生物調査では、合計**15**分類群の生物が採捕された。全調査期間を通して多かったのはアメリカザリガニであり、毎回確認された。魚類で最も多かったのはミナミメダカだった。採捕した個体の体長組成は、ミナミメダカは**1cm**以下の稚魚が**7**月に最も多く、秋になるにつれ成長した**2～3cm**の個体が増加した。水生昆虫は、ギンヤンマ属などのトンボ幼虫、コマツモムシ属、フタバカゲロウ属幼虫、カ科幼虫などが採捕された。アメリカザリガニは、全調査日で**2cm**以下の稚エビが多かった。

河川とのつながりがある休耕田である八幡溜に池を造成することにより、日当たりのよい湿地を好む水生昆虫や、一時的な水域を産卵・成育場所とする魚類が利用する湿地となることが示された。しかし、侵略的外来種であるアメリカザリガニが増加しやすい条件にあり、その管理が重要な課題であることが示唆された。

## 岡山県南部の農業水路における国内希少野生動植物種 スイゲンゼニタナゴの分布と環境要因の関係

成 成南 <sup>1)</sup>, 宮武優太 <sup>1)</sup>, 川井健太 <sup>2)</sup>, 小林蒼茉 <sup>1)</sup>, 齋藤 稔 <sup>3)</sup>, 青江 洋 <sup>4)</sup>, 中田和義 <sup>1)</sup>

**1)** 岡山大学大学院環境生命科学研究科, **2)** 岡山大学環境理工学部環境管理工学科,  
**3)** 徳島大学生物資源産業学部水圏教育研究センター, **4)** NPO 法人倉敷水辺の環境を考える会

### 1. はじめに

スイゲンゼニタナゴ(*Rhodeus atremius suigensis*)は、岡山県と広島県東部芦田川水系の農業水路や小河川に生息する小型タナゴ類である。本種はかつて、兵庫県千種川水系においても分布が確認されていたが、圃場整備や河川改修等による影響を受けて各地で個体群が絶滅し、兵庫県千種川水系の個体群は、すでに絶滅したとされている。本種の激減傾向は著しく、種の保存法では国内希少野生動植物種に、環境省第 4 次レッドリストにおいては絶滅危惧 IA 類に指定されている。

スイゲンゼニタナゴにとっての重要な生息場所である農業水路において、本種の保全を目的として好適な生息環境を創出する上では、水路における本種の分布と環境要因の関係を把握する必要がある。しかしながら、農業水路におけるスイゲンゼニタナゴの選好環境については、学術的な知見は十分には得られていない。そこで本研究では、農業水路におけるマイクロ生息場スケールでのスイゲンゼニタナゴの分布と環境要因の関係を解明することを目的に、**2014 年 6 月～2015 年 5 月**にかけて、本種が生息する岡山県南部の農業水路で魚類調査と物理環境調査を行った。

### 2. 材料および方法

調査水路の **900 m** の範囲内に物理環境条件が異なる **21** ヲ所の調査地点を設定し、セル瓶を用いた魚類調査を行った。物理環境調査も同時に実施し、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・優占する底質を測定または観察記録した。本研究の調査で得られたデータについて、水温条件と調査水路におけるスイゲンゼニタナゴの生態および行動、水路の管理状況等をふまえて、**6～11 月**を「夏・秋期」、**12～2 月**を「冬期」、**3～5 月**を「春期」としてデータを集約した。そして、スイゲンゼニタナゴの出現地点と非出現地点の物理環境を季節別に比較した。

### 3. 結果および考察

スイゲンゼニタナゴの出現・非出現地点間で、顕著な差が見られた主な物理環境について以下に示す。スイゲンゼニタナゴの出現地点における沈水植物の植被率は、冬期を除き非出現地点よりも高く、夏・秋期では出現・非出現地点間で有意差が認められた。また、冬期においては、スイゲンゼニタナゴの出現地点に占める水上カバーありの地点の割合は **70%**に達し、非出現地点に比べカバーありの地点で本種の出現率が高かった。平均流速では、夏・秋期および春期においては、スイゲンゼニタナゴの非出現地点に比べ出現地点の平均流速は遅かった(平均 **6 cm/s** 未満)。

スイゲンゼニタナゴの採捕個体数と同所的に出現したタナゴ類他種の採捕個体数との関係については、アブラボテ、カネヒラ、ヤリタナゴで、冬期を除く季節において有意な負の相関関係が見られた。したがって、調査水路においては、他のタナゴ類 **3 種**とスイゲンゼニタナゴの選好環境が異なるか、もしくはスイゲンゼニタナゴが他のタナゴ類との種間競争の影響を受けている可能性が示唆された。

以上から、農業水路において、本種の保全策として好適な生息環境を創出する場合には、沈水植物と水上カバーの存在に加えて、緩流域を伴う生息環境を整えることが重要と考えられた。また、タナゴ類他種との種間関係についても考慮する必要があると思われた。

# 霞ヶ浦における 2010 年から 2015 年にかけてのアサザ植栽地での繁茂状況の変化

小室隆（東京大院・新領域）、山室真澄（東京大院・新領域）

## 1. はじめに

日本の平野部の湖沼では高度経済成長期を通じて、周辺田畑での除草剤使用<sup>1)</sup>や、人口増加や産業の近代化に伴う富栄養化の進行により、植生が劇的に変化した。2003年に「自然再生推進法」が制定され、湖沼においてもNPOや地方自治体によって自然再生活動が実施されている。それらの活動の多くは再生目標の時代設定や対象種の選定が、必ずしも科学的根拠に基づいて行われているとは言えない状況にある。即ち、本来ならば湖沼環境が激変する高度経済成長期以前の状況を定量的に把握した上で再生目標などを設定すべきである。しかし当時の状況が容易に再現できないことから、本来その水域に無かったり、環境悪化後に一時的に繁茂した植物が再生の名の下に植栽される例が散見される。本研究では関東平野で最も水域面積が広く、アサザの保全・再生活動が行われている霞ヶ浦（西浦）を対象とした。霞ヶ浦は水域面積200km<sup>2</sup>、平均水深4mと浅く、富栄養化の進行した平野部湖沼である。霞ヶ浦も他の平野部湖沼と同様に高度経済成長期を通じて水生植物が激減した<sup>2)</sup>。

浮葉植物に分類されるアサザ（*Nymphoides peltata*）の霞ヶ浦での植栽・保全活動による影響について加茂川・山室(2016)<sup>3)</sup>は、アサザ植栽を行った消波施設陸側で底質の細粒化と有機物濃度と全硫化物濃度の増加を確認し、環境が悪化していると指摘している。本研究ではこのアサザの生育状況について、霞ヶ浦湖岸全域を対象に調査することで、植栽・保全事業による効果を検討することを目的とした。

## 2. 方法

本研究では2010年と2015年の2度に渡り、霞ヶ浦湖岸全周を対象に踏査を行い、アサザが生育している地点を地図に落とし、写真撮影を行った。その際、生育している地点の座標、アサザの状態も同時に記録した。2度の調査でアサザの生育地点の変化傾向と繁茂面積を求めた。面積の計算にはArcGISを用い、踏査の際に撮影した写真から基準長（生育場所で距離がわかる対象物を同じ画角内に収まるように撮影し、Google Earthや地形図から求めた長さ）を算出し、アサザの繁茂面積を求める際にスケールとして用いた。また2009年に国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所が行ったアサザ分布調査結果を用い比較検討を行った。

## 3. 結果

2015年には15地点でアサザの繁茂が確認された（表1）。植栽事業は右岸の鳩崎、古渡、中岸の石田、根田、左岸の永山の計5地点で行われた。これら植栽地のうちアサザを確認できたのは根田と永山の2地点のみで、残りの13地点の大部分は自然に進入したと判断された。2015年に繁茂が確認されたのは舟溜りや消波堤の内側など、波や風の影響を受けない地点に集中していた。

表 1. アサザの生息確認値点数

調査年	1994-96	1999	2000	2009	2010	2015
地点数	10	6	4	19	17	15

\*1994-2000は西廣ほか(2001)<sup>4)</sup>を使用

\*2009-2010は国土交通省霞ヶ浦河川事務所の報告値を使用<sup>5)</sup>

## 4. 考察

霞ヶ浦では2000年に緊急対策として消波工が設置され、アサザの植栽・保護を行った。このことから分かるように、アサザは本来、波が高い霞ヶ浦で広く分布できる植物ではなく、高度経済成長期以前に生息が確認された地点は全て入り江や湾の最奥部に限定されていた<sup>5)</sup>。現在アサザが繁茂している場所が人工的に消波された場所や水路であることから、アサザは霞ヶ浦本来の自然環境に適応した植物ではないと言える。緊急対策が行われた理由として、アサザは霞ヶ浦でしか種子生産できないとの主張があった。これは霞ヶ浦ではサンプル数が多く他では少なかったことが原因で、霞ヶ浦以外でも種子生産されていることが報告されていることから<sup>6)</sup>、霞ヶ浦で事業を行う科学的根拠は無かったと考えられる。

## 参考文献

- 1) 山室真澄, 神谷宏, 石飛裕, 2014. 宍道湖における沈水植物大量発生前後の水質. 陸水学雑誌, 75, 99-105.
- 2) 山室真澄, 浅枝隆, 2007. 湖沼環境保全における水生植物の役割. 水環境学会誌, 30(4), 181-184.
- 3) 加茂川優紀, 山室真澄, 2016. 霞ヶ浦アサザ植栽地において消波施設が底質に与えた影響. 陸水学雑誌, 77, 39-45.
- 4) 西廣淳, 川口浩範, 飯島博, 藤原宣夫, 鷺谷いづみ, 2001. 霞ヶ浦におけるアサザ個体群の衰退と趣旨による繁殖の現状. 応用生態工学会誌, 4(1), 39-48.
- 5) 国土交通省霞ヶ浦河川事務所, 2011. 浮葉植物（アサザ）の分布調査の経過について. 第12回霞ヶ浦湖岸植生帯の緊急保全対策検討会資料.
- 6) 藤井伸二・上杉龍士・山室真澄, 2015. アサザの生育環境・花型・逸出状況と遺伝的多様性に関する追試, 保全生態学研究, 20, 71-85.

## 氾濫原依存種保全の観点からみた高水敷緩傾斜掘削の評価

上杉幸輔<sup>1)</sup>，伊東麗子<sup>2)</sup>，皆川朋子<sup>1)</sup>

1) 熊本大学大学院自然科学研究科，2) (株)九州開発エンジニアリング

### 1. はじめに

氾濫原は魚類の産卵場や仔稚魚の生息場、植物の生育場としての機能を有しており、高い生物多様性を持つ重要な河川環境だと考えられているが、近年の堤防設置等により激減し、それに伴い氾濫原依存種も減少している。

一方、日本の河川では、流下能力の向上を目的として高水敷を平坦に切り下げる事業（以下、高水敷切り下げ）が計画、実施されている。しかし高水敷切り下げには、掘削後数年程度で土砂が再堆積し、河積阻害となる植生の侵入を助長するなどの課題が指摘されている。このような状況の中、土砂の再堆積、植生の遷移を抑制することを目的として高水敷を緩やかな勾配で切り下げる方式（以下、緩傾斜掘削）が採用されつつある。緩傾斜掘削は土砂堆積を抑制するのみでなく、水際域では冠水頻度や掃流力が増大することで、湿地やワンドのような氾濫原的環境が自然と創出される可能性があると考えられる。

そこで本研究では、氾濫原依存種保全に資する河道内氾濫原の掘削方法について検討するため、菊池川で実施された高水敷緩傾斜掘削に着目し、魚類及び植生を対象に氾濫原依存種の生育生息場としての機能評価を行った。

### 2. 調査方法

対象地区として熊本県菊池川における河口から 29km~30.4km の鍋田地区を選定した。本区間右岸では 2010 年~2013 年にかけて高水敷の緩傾斜掘削が実施された(勾配 1:50)。植生調査は、測線を 29km 地点から約 0.1km 毎に設定し、各測線上に水際から 5m~10m 間隔でコドラートを設置し、コドラート内の植物種の同定と被度の記録、環境要因の測定を行った。ぎよるいは、水際域に一区間 15m~25m の調査区間を 6 区間設定し、各区間の水際から 1m の範囲で魚類調査及び環境要因調査を行った。調査によって得られたデータを用いて、緩傾斜掘削後の水際域の氾濫原依存種の生育生息場としての機能評価を行った。また、魚類の生息場としての機能を、掘削後の水際域と菊池川にある造成ワンドを含めた他のワンドやたまりとを比較して評価した。

### 3. 結果及び考察

植物は 87 種確認され、そのうち氾濫原依存種は 9 種確認された。しかし、ブラジルチドメグサ、ナガエツルノゲイトウといった特定外来種 4 種を含む 23 種の外来植物が確認された。

魚類は 13 種確認され、そのうち氾濫原依存種は 8 種確認された。氾濫原依存種の生息要因を把握するために、氾濫原依存種の種数を目的変数に、環境要因（平均水深、平均流速、河床材料の割合（砂以下）入り組み度（直線距離に対する水際線延長の比））を説明変数として重回帰分析を行った。その結果、氾濫原依存種の種数には入り組み度と平均水深が正に、平均流速が負に寄与しており、最も寄与率が高かったのが入り組み度であった。また、高水敷掘削後調査区間の水際に入り組み度が大幅に増大していることから、緩傾斜掘削が氾濫原依存種の生息場創出に効果があると示唆された。さらに、掘削後の水際に入り組みの大きなワンドが自然と創出されていた。このワンドは菊池川にある他のワンドと比較すると、群集構造は造成ワンドと類似していたが、氾濫原依存種の密度は極めて小さかった。この原因の一つとして、自然につくられたワンドは水深が浅かったことが考えられる。

以上より、氾濫原依存種の生育生息場としての機能や持続性を向上させるためには、洪水攪乱や水際の河床洗掘を助長させるための工夫が必要であることと、水際に繁茂した外来植物の侵入・定着を防ぐ対策が必要であることが示唆された。

## 菊池川における河道内氾濫原水域分類別の 氾濫原依存魚種生息場評価

岡村麻矢, 上杉幸輔, 皆川朋子  
熊本大学大学院 自然科学研究科

### 1. はじめに

菊池川流域における氾濫原依存魚種の保全を考慮した氾濫原環境の修復のあり方を検討するため、これまで著者らは河道内氾濫原水域を形成要因や形態等によりタイプ分類し、砂州上の氾濫原水域が約 **60%**減少したことや二次流路がほぼ消失したこと、止水・低流速域が減少したこと等、氾濫原依存魚種の生息場の減少を定量的に明らかにし、氾濫原依存魚種の生息に負の影響を与えていることを指摘してきた<sup>1)</sup>。また、本流の水が伏流するように設計され、水域内に流水があるワンドがアリアケスジシマドジョウ (*Cobitis kaibara Nakajima*) などの流水性の氾濫原依存魚種の産卵場や生息場として機能していることを明らかにした<sup>2)</sup>。しかしながら、河道内氾濫原水域の出現場所や開口部の向きなどの分類別の氾濫原依存魚種の生息場としてのそれぞれの機能は明らかになっていない。今後、菊池川において氾濫原依存魚種の保全のために河道内氾濫原水域を保全・造成するためには、タイプ分類別の氾濫原依存魚種の生息場としての機能を明らかにすることが重要である。

そこで本研究では、菊池川における氾濫原依存魚種の保全に向けた知見を得ることを目的に、河道内氾濫原水域の分類別に氾濫原依存魚種の生息場としての機能評価を行った。

### 2. 方法

#### 2.1 調査方法及び冠水頻度の推定方法

後背湿地が開発される以前に原生的な氾濫原が存在した場所であり、河川水辺の国勢調査において氾濫原依存魚種が確認されているセグメント **2-1** の区間を対象区間とした。対象区間に過去から存在した河道内氾濫原水域及び造成された河道内氾濫原水域の計 **14** 箇所において水質・物理環境及び魚介類について調査を実施した。また、既往研究において河道内氾濫原水域の魚類の生息に影響を与えると報告されている冠水頻度を水理計算により求めた。

得られたデータを用いて、河道内氾濫原水域の分類毎の氾濫原依存魚種の生息状況や氾濫原依存魚種の生息環境要因の検討を行った。

### 3. 結果及び考察

氾濫原依存魚種は、固定砂州上の河道内氾濫原水域で多く確認された。特に、固定砂州上の河道内氾濫原水域の中でも、高い水中の有機物量と水際の植生率、深い水深、広い水域面積、さらに、冠水頻度が低い水域では氾濫原依存魚種の確認魚種数が多い傾向にあった。これらの水域では、菊池川に生息する氾濫原依存魚種の中でも絶滅危惧種に選定されているタナゴ類やミナミメダカなどの保全の必要性が高い種も多く確認された。これらのことから、物理環境や冠水頻度などの環境要因を考慮して固定砂州上で河道内氾濫原水域を保全・造成することが、菊池川における氾濫原依存魚種の保全に有用であることが示唆された。

#### 参考文献

- 1) 皆川朋子, 恒崎大輔: 菊池川河道内氾濫原の水域再生のための基礎研究, 河川技術論文集, 第 **20** 巻, pp.271-276, 2014.
- 2) 皆川朋子, 岡村麻矢, 鬼倉徳雄, 林博徳, 島谷幸宏: 菊池川において氾濫原依存魚種保全を目的に造成された伏流水流入ワンドの有効性評価, 河川技術論文集, 第 **21** 巻, pp.19-24, 2015.

## 農業水路における希少タナゴ類の保全技術としての人工産卵床

小林蒼茉<sup>1)</sup>, 宮武優太<sup>1)</sup>, 青江 洋<sup>2)</sup>, 中田和義<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>岡山大学大学院環境生命科学研究科, <sup>2)</sup>NPO 法人倉敷水辺の環境を考える会

### 1. はじめに

かつての農業水路の主流であった土水路では、多様な流速や水深等を伴う環境が創出され、多くの水生生物が生息していた。しかしながら、高度経済成長期以降になると生産性の向上や労力の軽減を目的に圃場整備事業が推進され、多くの土水路が3面コンクリート化された。その結果、農業水路の環境は大きく変化し、水深・流速の一定化や堰・落差工の設置による上下流の寸断などが生じ、水生生物の育成や繁殖場としての機能が著しく低下した。

このような水路環境の変化等の影響を受けて、農業水路においてはタナゴ類をはじめとした多くの魚類が減少している。特に広島県東部の芦田川水系と岡山県のみ分布するスイゲンゼニタナゴは、農業水路においても生息数が減少しており、種の保存法で国内希少野生動物種に指定されるほど激減している。

タナゴ類は、淡水二枚貝類の鰓内に産卵するという特有の繁殖生態をもっている。このため、スイゲンゼニタナゴを含む希少タナゴ類の保全には、二枚貝類の生息が不可欠となる。演者らは、農業水路におけるスイゲンゼニタナゴなどの希少タナゴ類の保全技術として、人工産卵床に着目した。スイゲンゼニタナゴと同様に国内希少野生動物種に指定され、国の天然記念物にも指定されているミヤコタナゴについては、保全・増殖を目的として、生きた二枚貝類を収容した人工産卵床に関する研究が行われ、ミヤコタナゴの稚魚を多数得ることに成功している（例えば、勝呂, 1998）。このことから、人工産卵床がスイゲンゼニタナゴの保全技術としても有効となる可能性があると考えられる。そこで本研究では、農業水路におけるスイゲンゼニタナゴを含む希少タナゴ類の保全技術としての人工産卵床の有効性について検討することを目的とし、岡山県南部の農業水路において二枚貝類を収容した人工産卵床を設置する野外実験を2014年と2015年に行った。本要旨では主に、2014年に実施した実験について示す。

### 2. 材料および方法

タナゴ類の繁殖期である2014年3月から8月に、岡山県南部のスイゲンゼニタナゴが生息する農業水路において、二枚貝類3種（イシガイ、マツカサガイ、トンガリササノハガイ）を長方形型トレー（長さ50 cm×幅36 cm×高さ8 cm）に種別に収容したものを人工産卵床として設置した。本実験は第1～7期の実験期間を設定して実施し、1期当たりの期間は約3週間とした。各実験期間の終了後、人工産卵床の二枚貝類は実験室の水槽内で個別別に飼育し、二枚貝類から浮出する仔魚の個体数計測と種同定を行った。

### 3. 結果および考察

実験に用いた二枚貝類からは、実験期間を通して、合計679個体のタナゴ類の仔魚が浮出した。その内訳は、イシガイから420個体、マツカサガイから259個体であり、トンガリササノハガイからの仔魚の浮出はなかった。なお、2015年の実験では、トンガリササノハガイからも少数ながら仔魚の浮出は確認された。仔魚は第2期から第7期にかけて出現し、その個体数は第4期で最大となった。種同定の結果、浮出したタナゴ類は、タイリクバラタナゴ、アブラボテ、ヤリタナゴ、カネヒラの4種であった。出現個体数の多かったタイリクバラタナゴ、アブラボテ、ヤリタナゴの産卵母貝種選好性については、タイリクバラタナゴがイシガイとマツカサガイから浮出したのに対して、アブラボテとヤリタナゴはマツカサガイからのみ浮出が確認された。マツカサガイから浮出した仔魚の個体数については、タナゴ類3種間で有意差がみられ、タイリクバラタナゴよりも、アブラボテとヤリタナゴの浮出個体数が多かった。

1個体のイシガイとマツカサガイからは、それぞれ最大で22個体と16個体の仔魚が浮出した。また、同一個体のマツカサガイからタナゴ類3種の仔魚が浮出した例も確認された。これらのことから、先に別個体のタナゴ類が産卵している二枚貝類であっても、タナゴ類は問題なく産卵できることが示された。

以上、環境省第4次レッドリストで準絶滅危惧に指定されているアブラボテとヤリタナゴが人工産卵床を利用したことから、農業水路における希少タナゴ類の保全技術として、演者らが提案する人工産卵床が有効となる可能性が示唆された。今後の研究では、スイゲンゼニタナゴが利用する人工産卵床の条件を解明する必要がある。

## 青森県上北郡七戸町の谷津水路における ヤマアカガエル (*Rana ornativentris*) の越冬環境の把握

柿野亘<sup>\*</sup>、高田沙織<sup>\*\*</sup>、竹内基<sup>\*\*\*</sup>、眞家永光<sup>\*</sup>、丹治肇<sup>\*</sup> (<sup>\*</sup>北里大学、<sup>\*\*</sup>雫ケチ、<sup>\*\*\*</sup>種市高等学校)

### 【背景・目的】

谷津とは、谷津田とその周辺を取り囲む主に二次林から構成される低湿地のことであり、生物多様性が高い環境とされる。近年、配慮性の低い圃場整備事業の実施による直接的な致死・移動障害や水田と水路の管理放棄に伴う生息適地面積の縮小・消失が水生生物の生息分布に負の影響を与えていることが問題となっている。中でもカエル類の生息については通年（成長段階ごと、季節別）で特定の生息環境に依存することから、前述した負の影響は強いと考えられる。生息環境のうち、越冬環境についての知見が極めて少なく、積雪が認められる東北地方の報告はみあたらない。筆者らは**2012**年から調査を継続しており、対象地域のヤマアカガエル (*Rana ornativentris*) の主な越冬場が河川や水路の水域であること、主に落葉塊中に潜行することを明らかにした。一方で、落葉の種類や落葉塊の容量など越冬に好適な条件の把握については課題であった。そこで、落葉塊の特徴と本種の生息密度との関係を把握することを目的として調査を行った。

### 【方法】

青森県上北郡七戸町に位置する高瀬川水系の大林川と二次谷津の湧水を水源とする農業用水路にて、**2015**年**3**月の**1**日、**2**日に野外調査を行った。本用水路は、コンクリート製 U字溝（**1989**年整備）であり、冬季では湧水のみ供給されている。水路約**500**m内の**10**か所の落葉塊を選択し、これを含めた延長距離**100**cmのコドラートを設定した。越冬環境条件調査では、それぞれのコドラートごとの上流側、下流側で水深、水路幅、落葉体積、底質、**EC**、**pH**、**DO**、流速、水温を計測、測定した。水深、水路幅、底質、**EC**、**pH**は流心にて、**DO**は水深を三等分した上層・中層・下層の計**3**地点にて、水温、流速は、水路幅を三等分した右・中・左それぞれの上層・中層・下層の計**9**地点にて計測、測定を行った。落葉体積は堆積している落葉塊の体積を竹尺で計測した。また層ごとに落葉の湿潤体積、乾燥体積、広葉樹と針葉樹の割合を測定した。

越冬個体採捕調査では、水深を上層・中層・下層に三等分し、**2**名で上から落葉を徒手で静かに取り、越冬しているヤマアカガエルを採捕した。下層についてはタモ網（目合**2**mm、開口**35**cm）を用いて落葉と底生無脊椎動物を採取した。採捕されたヤマアカガエルは、体長、雌雄、採捕個体数を、底生無脊椎動物は、採捕個体数を計数し、記録した。なお、採捕個体は計測後に元の場所に放流した。

### 【結果・考察】

採捕個体数を水路面積で除し、さらに**0.55** m<sup>2</sup>あたりの採捕個体数（以下、採捕個体数密度）を算出した結果から、コドラート **N.6** で採捕個体数密度が最も高かった。このコドラートでは、ガガンボ類等の移動性の低い底生無脊椎動物が多数採捕されたことから、落葉塊の攪乱程度が低く安定性が高かったと推察された。また、落葉塊内の垂直分布を把握するために層ごとで採捕を行った結果、ヤマアカガエルは **St.6** を除き、下層で多く確認された。下層に比べて上層や中層では流速が早く特に落葉が流されやすいことや新たに潜行する場合は下層を選択する可能性が考えられた。落葉塊は、年によって形成する場所や規模が異なる。また、形成後に水流によって流下、崩壊する可能性が考えられる。今回の結果は、秋季に早期に形成された落葉塊群において冬季に攪乱（流下、崩壊）がなかった落葉塊で生息密度が高かったと示唆しているのかもしれない。

今後の課題は、落葉塊の形成過程とカエル類の越冬開始時期との関係をより明確にすることである。野外調査に加えて、実験水路にて人為的に落葉塊を作成し、越冬個体の選好性を調べることを目的として、攪乱のある落葉塊と攪乱がなく安定した落葉塊とを比較する再現実験も効果があるかもしれない。以上の越冬環境を明らかにし、越冬生態を把握することは、開発時、管理放棄時にあっても生息分布への負の影響の軽減や生息場創出に貢献できると期待される。



## 用排兼用土水路に生息する魚類の生態とその保全策の検討

遠藤真仁，鈴木正貴，辻盛生，岩手県立大学総合政策学部

1. はじめに 圃場整備が予定されている岩手県盛岡市玉山区芋田武道地区の水田群を流れる用排兼用土水路を対象に、魚類の生息状況および水路内環境を調査した (Fig. 1)。そこで、どのような環境要因が魚類の生息に影響を与えているかを明らかにするとともに、これらの調査結果をもとに、圃場整備時における魚類の保全策の検討を行った。

### 2. 方法

2-1. 調査区の設定 調査対象の土水路の流程に、1 箇所 50m の調査区間 (以下 St.) を計 7 箇所設定した (St. A, St. 1~6)。あわせて、水田内の生息魚を調査するため、水路近隣の水田を 7 筆選定した。

2-2. 調査方法 2014 年 5 月から 2015 年 6 月にかけて、水路網調査を 2 季 2 回、水路環境要因調査を 4 季 4 回、水路魚類採捕調査を 4 季 5 回、水田魚類採捕調査を 1 季 2 回ずつそれぞれ行った。

### 3. 結果

3-1. 水路網調査 St. A, St. 1, St. 2, St. 4, St. 6 は通年通水であること、St. 2, St. 4 の上流部に魚類の遡上を阻害する落差があることをそれぞれ確認した (Fig. 1)。

3-2. 水路環境要因調査 植被率は年間を通して St. A, St. 5, St. 6 はカバー、St. 1, St. 2, St. 3, St. 4 は抽水植物の割合が高かった。底質は年間を通して St. A, St. 2 は砂泥底の割合が高かったが、礫底と石底も確認された (Table 1)。水質の測定値は、魚類の生息に問題がない値であった。

3-3. 水路魚類採捕調査 3 科 5 種類、計 1224 個体を採捕した。また、ドジョウ、ヒガシマドジョウ、アブラハヤの当歳魚の生息が確認された (Table 2)。

3-4. 水田魚類採捕調査 2 科 3 種類、計 41 個体を採捕した。また、ドジョウの当歳魚の生息が確認された。

4. 考察 St. 間にみられた生息魚の偏在から、通年通水かつ抽水植物の生育が魚類の生息に必要であること、ドジョウは水路と水田で再生産が行われている可能性があること、ヒガシマドジョウは砂泥底や礫底を選好していることがそれぞれ明らかになった (Table 1, Table 2)。また、主に河川に生息しているウグイやアブラハヤは、増水時に水路へ進入してきていると考えられた。

以上の本調査で得られた知見をもとに、圃場整備時における生息魚種別の保全工法を Table 3 に整理した。すなわち、水田と水路を移動する魚類の移動経路を確保するために水田魚道を設置し、河川と水路を移動する魚類の移動経路を確保するために魚道を設置する必要があると考えられる。また、コンクリート化による抽水植物の減少を防ぐために、底面が土砂であり抽水植物が生育できる二面張り水路の選択が有効であると考えられる。

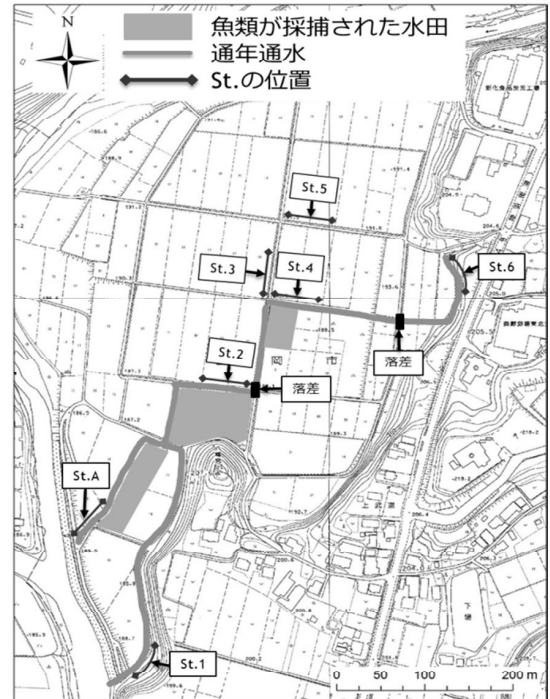


Fig. 1 調査地

Table 1 水路環境要因調査結果 (年平)

調査項目	単位	St.A	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
カバー	%	53.5	12.3	6.1	3.5	10.1	30.5	84.6
抽水植物	%	9.0	31.8	49.4	29.4	33.7	0.0	0.0
混合	%	1.6	6.0	12.8	16.8	0.0	0.0	1.5
砂泥底	%	75.0	100.0	83.4	100.0	91.7	33.3	37.5
礫底	%	12.5	0.0	4.2	0.0	4.2	22.2	20.8
石底	%	12.5	0.0	12.5	0.0	4.2	44.5	41.7
水深	cm	6.8	21.2	14.2	5.5	8.0	5.6	7.5
流速	cm/s	10.7	6.1	9.0	3.6	15.8	10.6	11.3

Table 2 水路魚類採捕調査結果 (全回)

和名	St.A	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	合計
ドジョウ	81	138	650	0	86	1	1	957
ヒガシマドジョウ	0	62	107	0	0	0	0	169
アブラハヤ	4	28	28	0	3	0	0	63
ウグイ	1	10	11	0	5	0	0	27
トウヨシノボリ	0	0	7	0	1	0	0	8
総個体数	86	238	803	0	95	1	1	1224
通年通水	○	○	○	×	○	×	○	

Table 3 圃場整備時の対策工法

生息魚	必要な環境要因	対策工法
ドジョウ		
ヒガシマドジョウ	水田と水路間の移動経路	水田魚道
アブラハヤ		
アブラハヤ	河川と水路間の移動経路	魚道
ウグイ		
ヒガシマドジョウ	砂泥底や礫底	
ドジョウ		
ヒガシマドジョウ	抽水植物の生育	二面張り水路
アブラハヤ		
ウグイ		

## 農法と景観構造が水田のカエル類の個体群密度に及ぼす影響 ～環境保全型農法はカエル類の生息に効果的か？～

福島庸介<sup>1)</sup>、内藤和明<sup>1)</sup>、丸山勇氣<sup>2)</sup>、田和康太<sup>1)</sup>、佐川志朗<sup>1)</sup>

1) 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科

2) 株式会社建設環境研究所本社環境部

### 1. はじめに

圃場整備による湿田の乾田化や3面コンクリート水路の整備による生息環境の連続性の喪失、中干し等の近代的水管理手法は水田に生息する水生動物の生息条件を悪化させ、その個体数を減少させてきた。そのため、豊岡盆地では、再導入されたコウノトリ (*Ciconia boyciana*) の餌環境を改善することを目的の一つとして、環境保全型稲作の一形態であり冬期・早期湛水、中干し延期、減農薬あるいは無農薬による稲作栽培を特徴とする「コウノトリ育む農法」(以下「育む農法」と記載)が実施されている。しかしながら、「育む農法」のコウノトリの餌環境改善(餌動物量の増加)に対する効果を定量的に検証した研究は少ない。また、農法の相違と水田レベルの局所要因にとどまらず水田をとりまく景観構造がコウノトリの餌動物量に影響を与える可能性を考察した先行研究は筆者の知る限り無い。そこで、本研究では、コウノトリの重要な餌となっているカエル類に着目し、個々の水田における農法等の相違及び水田をとりまく景観構造がカエル類の個体数の増加に与える影響を明らかにすることを目的とした。そのため、「育む農法」が実施されている圃場と慣行農法の圃場の畦畔におけるカエル類の種組成と個体群密度を調査するとともに、水田をとりまく景観構造がカエル類の個体数に与える影響について検証した。

### 2. 調査方法

2014年から2016年の3年間の6月に、兵庫県豊岡市内の水田景観構造が異なる3地区(三江、新田、五荘)において環境保全型農法である「育む農法」が実施されている水田と慣行農法が実施されている水田から各10圃場(合計60圃場)を調査圃場として選定し、ライントランセクト法により各水田の四辺の畦畔に設置した調査ルート(長さ20m×幅1m)内に出現したカエル類成体の種組成と個体数密度を目視にて記録した。また、各調査圃場の水深、圃場面積、畦畔の平均植生高・植被率を記録し、各圃場から森林までの最短距離および森林率等を地理情報システムにより求めた。その上で、出現したカエル類の各種ごとの個体群密度を目的変数とし、農法、水深、植生高及び植被率を説明変数とする一般化線形モデルを用いてカエル類の個体数に影響を及ぼし得る要因を検討した。

### 3. 結果と考察

調査の結果、ニホンアマガエル (*Hyla japonica*)、ヌマガエル (*Fejervarya kawamurai*)、トノサマガエル (*Pelophylax nigromaculatus*) の3種のカエル類が記録された。2016年の調査における地区毎の全種類のカエル類をあわせた圃場あたり平均個体数密度(1圃場につき調査プロット80m<sup>2</sup>あたり個体数)(n=20)については、五荘地区において平均38.0個体(/80m<sup>2</sup>)、新田及び三江地区においては29.6個体と16.0個体がそれぞれ記録された。また、トノサマガエルにおいては五荘地区、新田及び三江地区のそれぞれにおいて平均8.25、1.45及び0.65個体(/80m<sup>2</sup>)が確認された。一般化線形モデルによる解析の結果、トノサマガエルの圃場あたり平均個体数密度に対する水深(p<0.05)と植生高(p<0.01)及び植被率(p<0.001)の影響が検出され、これらの要因は農法の違いにも関連すると推測された。発表では、説明変数に他の環境要因も含めたモデルを構築し、農法や景観構造の相違がカエル類の個体数密度に与える影響を考察する。

### 4. 謝辞

圃場での調査に理解と協力をいただいた農業従事者各位に謝意を表す。本研究の一部は、農林水産省委託プロジェクト研究「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のための技術開発」の成果である。

## 水辺ビオトープにおけるゲンゴロウ類の種組成と生息場所について

川崎 敦

北里大学大学院 獣医学系研究科

杉浦 俊弘 馬場 光久

北里大学 獣医学部

### 【背景・目的】

近年、農薬や生活排水による水質汚濁、ため池や水路の改修によって水生昆虫の生息地が減少しているため、水辺ビオトープが重要となっている。水生昆虫の中でもゲンゴロウ類は高次の捕食者に位置するため、水辺環境での生物多様性の指標生物となる。そこで本研究では、青森県十和田市に位置する一本木沢ビオトープを調査対象地とし、ゲンゴロウ類の①生息の確認、②生息場所の推定、③種数・種ごとの個体数、④生息環境・特に植生との関係性、について、明らかにすることを目的とした。

### 【方法】

- (1) 生息の確認：4月27日に一本木沢ビオトープの大ため池（約1ha）南側の岸辺に、述べ30個のトラップを夕方に仕掛け、翌朝に回収し、トラップ内のゲンゴロウ類の有無を確認した。
- (2) 生息場所の推定：一本木沢ビオトープの大ため池を1周するように、岸辺に4月27日、6月18日と20日の3回、述べ70個のトラップを夕方に仕掛け、翌朝に回収し、ゲンゴロウ類の有無を調べ、大ため池内での生息場所を確認した。
- (3) 試験区設定：一本木沢ビオトープの大ため池（約1ha）の南側で、ヨシが繁茂した「ヨシ区」、ガマが繁茂した「ガマ区」、ヨシとガマが混在している「混在区」および植生がない「なし区」の4つの試験区を水際の長さが10～30mで設けた。
- (4) 種数・種ごとの個体数：4月から11月までの8ヶ月間に設定した試験区で隔週を基本に15回、延べ248個を仕掛けた。トラップは夕方に仕掛け、翌朝に回収しトラップ内のゲンゴロウ類の種類、種ごとの個体数を調査した。

### 【結果・考察】

一本木沢ビオトープには、ヒメゲンゴロウ、コシマゲンゴロウ、オオヒメゲンゴロウ、チビゲンゴロウ、コツブゲンゴロウの5種と絶滅危惧Ⅱ類に指定されているゲンゴロウ、マルガタゲンゴロウの2種、計7種が確認できた。これらのゲンゴロウ類は3回の捕獲調査で、大ため池の中でも植生がある南側だけで確認できた。このことから、ゲンゴロウ類の生息には植生が関係していることが推察された。種ごとの延べ捕獲個体数はヒメゲンゴロウが1904個体と最も多く、次にゲンゴロウの30個体、マルガタゲンゴロウの15個体であった。コシマゲンゴロウ、オオヒメゲンゴロウは1個体と5個体にすぎなかった。植生別では、「ガマ区」と「なし区」はゲンゴロウ類を捕獲できなかったが、「ヨシ区」と「混在区」で捕獲できた。特に「混在区」ではヒメゲンゴロウ、ゲンゴロウ、マルガタゲンゴロウ、3種の3分の2から4分の3の個体数を捕獲できた。

### 【結論】

ゲンゴロウ、マルガタゲンゴロウ、ヒメゲンゴロウの3種は水辺ビオトープの中でもヨシとガマが繁茂する水辺を選好していた。

## 重信川水系における攪乱レジームと河川動物群集の関係

泉哲平<sup>1)</sup>, 吉村研人<sup>2)</sup>, 井上幹生<sup>1)</sup>, 三宅洋<sup>1)</sup>

1) 愛媛大学大学院理工学研究科, 2) 独立行政法人水資源機構

### 1.はじめに

河川生態系の保全における流量変動の重要性は広く認識されている。出水や低水による物理的攪乱は生物個体を除去するとともに、生息場所環境を改変することにより、河川生態系に支配的な影響を及ぼす。

経時的な流量変動様式（流量レジーム, **flow regime**）は河川における物理的攪乱の生起状況（攪乱レジーム, **disturbance regime**）を決定する。攪乱レジームは規模（**magnitude**）、頻度（**frequency**）、持続時間（**duration**）、タイミング・予測可能性（**timing or predictability**）および変化率（**rate of change**）の5つの構成要素に分解して定量的に評価することができ、各要素について多くの水文指標が提案されている。これらを利用した生態学的研究が世界各地で行われており、そのほとんどは攪乱レジームが魚類や底生動物の群集構造に影響を及ぼすことと、気候が流量レジームの重要な決定要因であることを報告している。しかし、既存研究の多くは大陸等の大きな空間的スケールで行われており、気候が比較的均一な小さなスケールで行われた研究は少ない。

そこで本研究は、愛媛県を流れる重信川水系において、長期流量データが存在する地点で魚類および底生動物群集の調査を行うことにより、小空間的スケールでの流量・攪乱レジームと魚類および底生動物の群集構造の関係を把握することを目的とした。

### 2.方法

重信川水系に存在する流量観測所のうち、10年間の連続した流量データが存在する地点に、ダム直下の地点を加えた13地点で調査を行った。各調査地で魚類および底生動物のサンプリングと、物理化学的環境および付着藻類量に関する調査を実施した。各調査地の長期流量データから171種類の水文学的指標を算出した。その後、得られた生物データを応答変数、環境データおよび水文学的指標を説明変数とした単回帰分析を行った。

### 3.結果および考察

魚類種数は攪乱レジームと関係していることが明らかになった。最も決定係数の大きかったdh18（出水日数）と種数との間には負の関係が見られた。本流（DA, KM, OM）やダム直下の地点（IS）でdh18の値が大きく、種数が少なかった（図1）。出水の長期化が、生息場所や産卵床の安定性を低下させ、種数の減少を引き起こしたものと考えられた。

底生動物の分類群数は、攪乱レジームよりも水質との関係性が強いことが示唆された。最も決定係数が大きかった全無機窒素濃度の値は下流域の地点（DA, IC, ON）で大きく、これらの地点では種数が少なかった（図2）。これは、水質汚濁により汚濁耐性の低い分類群が喪失し、分類群数が減少したためと考えられた。

### 4.まとめ

本研究は、単一河川流域における河川生物分布に、生息場所の物理的・化学特性に加え、流量・攪乱レジームも影響を及ぼしていることを明らかにした。これにより、河川水系単位で生態系保全を考慮した河川管理を目指す際に、物理化学的環境に加えて流量レジームにも注目することで、より効果的な保全策が提案できる可能性があることが示された。

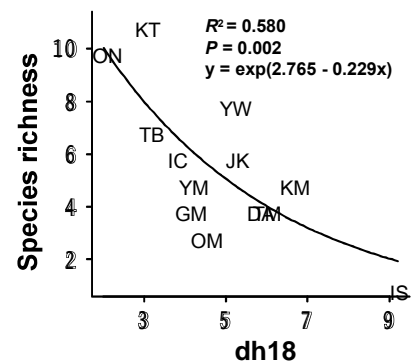


図1 dh18（出水日数）と魚類種数の関係。

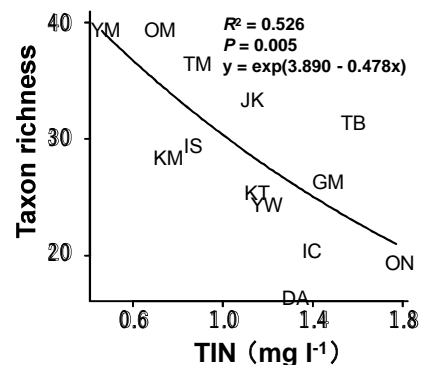


図2 全無機窒素濃度と底生動物の分類群数の関係。

# 河道リーチスケールでの植生・物理環境のモニタリングにおける 縦断水位連続観測の有効性

吉川 慎平<sup>1)</sup>, 鷲見 哲也<sup>2)</sup>

1) 大同大学大学院工学研究科, 2) 大同大学工学部

## 1. はじめに

河道内の植生、物理環境のモニタリングにおいて、現場に攪乱機能を与える本川の水位変動は、評価指標として特に重要な要素である。通常、評価に用いる水文データは、現場上流に河川管理者が観測点（水位計）を設置している場合、これを引用するのが一般的である。しかし、上流のデータを、下流の現場（地先）の、取り分けリーチスケールの攪乱評価に用いる事が適当かは個別の検証が必要である。特に、地先が狭窄部、湛水区間である等、観測点と河道特性が異なる場合は、別途地先の水理特性の調査が必要と考えられる。

## 2. 調査地と研究目的

実際、当研究室で低水路内氾濫原の応答（地形、土砂、植生）についてモニタリングを実施している、矢作川中流の白浜工区（L=600m, 2011年度河道掘削、愛知県豊田市）は、河道湾曲部の内湾側、河床勾配転換点（1/817→1/1246）に位置し、加えて下流頭首工の堰上げ背水による湛水区間が及んでいるという複雑な河道特性を有する。そのため、工区付近ではこれに依存した特異な水位変動が生じていると予測された。

よって、上流 1.4km に観測点が存在するが、工区地点でも独自に水位を観測し、工区付近の水理特性を捉えた上で応答との関係性（相互作用系）を考察することとした。

## 3. 調査方法

観測には自記の小型圧力式センサーを使用した。観測地点は、上下流境界条件の籠川合流点（41.6k）から、明治用水頭首工（35.0k）までの約 6.6km の区間に、工区（39.0k）の他、観測点（国交省・高橋、40.4k）を補完する形で、合計7箇所（最大）を設定した。2014年度から洪水期に連続観測を実施した。

## 4. 結果

### 4.1 工区の水理特性

図-1 は連続観測により得られた、流況別の瞬間縦断水面形である。これにより大きく分けて2つの事が明らかとなった。

- ① 下流頭首工は取水位一定運用（出水時もゲート操作により水位を固定し流速で疎通）のため、水位変動幅は下流に向かって縮小（収縮）する。2014年洪水期中の変動幅は、高橋観測点 2.4m に対し、工区では 1.8m に縮小。
- ② 水面形は湛水区間に入ると緩勾配へ屈曲しており（工区中央付近が水面勾配転換点）、施工区の上流側と下流側で条件が異なる。上流側は、順流区間に接続し水面勾配が出るため流速が速い。それに対し下流側は、湛水区間に接続し流速が遅い。

以上の水理特性から、工区全体として中小規模の出水ではほとんど攪乱が期待出来ないことが確認された。これらは工区の植生等の応答にも顕著に表れている。

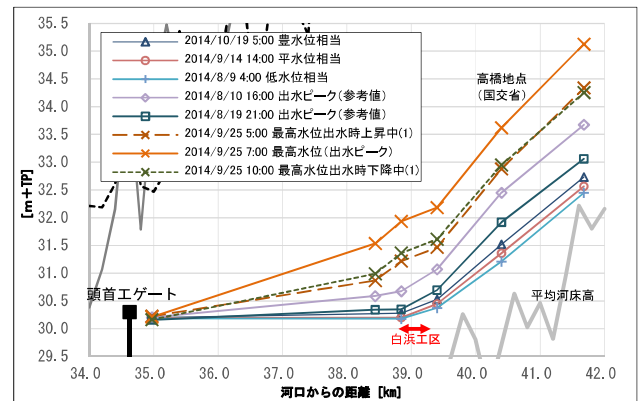


図-1 流況別の瞬間縦断水面形(2014年観測データ) \*高橋は水文水质DB

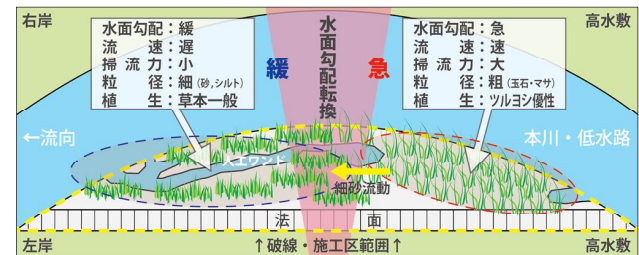


図-2 白浜工区の河道・水理特性と応答のイメージ(現況)

### 4.2 水理特性と植生等の応答(2014~2015年,図-2)

- ① 微地形(比高): 2013年の大出水で土砂堆積が進んで以降、年数回冠水したが、測定の結果、ほぼ変化がない。
- ② 土砂粒径: 表層の土砂の粒度分析した結果、上・中流側は粗粒化、下流側は細粒化と浮遊砂(シルト)堆積傾向にあった。これは、中央付近の水面勾配転換点を境界に、上・下流側で掃流力が異なるためである。
- ③ 植生: 中小出水ではほとんど攪乱を受けないため、植生遷移が急速に進んでいる。また、微地形、土砂粒径に依存した分布が見られ、木本ではヤナギ類が、草本ではツルヨシが粗粒化した上・中流、水際エリアにおいて優占種となっている。細粒化、浮遊砂堆積が進んだエリアには、河原の一般的な一年生草本が優占している。

## 5. 考察

以上、縦断水位連続観測により地先の水理特性を詳細に捉えたことで、工区の応答状況(現象)を、相互作用系の水理(攪乱要素)の観点から説明可能となった。

一連の観測を含めたプロセスは、同様の河道特性が特異な地先のモニタリングの他、水辺環境創出等(高水敷切り下げ等の施工を伴う)を計画する際、事前の調査により、現場の応答を予測的に捉える事に应用可能ではないかと考える。

### 参考文献

吉川慎平・鷲見哲也: 矢作川白浜工区における河道掘削後モニタリングのための縦断水位連続観測, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 2016.



## 2014年の御嶽山噴火から1年後の王滝川水系における秋と冬の付着藻現存量

野崎 健太郎<sup>1)2)</sup>

<sup>1)</sup> 椋山女学園大学教育学部保育・初等教育専修, <sup>2)</sup> 日本陸水学会東海支部会御嶽山噴火影響調査班

### 1. 研究の背景

火山の噴火は、物理的な破壊、水質の変化、付着基質への火山灰の堆積を通じて水域の付着藻群落をかく乱する (Rushforth *et al.*, 1986, *Journal of Phycology*, **22**: 129-137)。日本列島は100程度の活火山を抱えているが、噴火が付着藻群落へ及ぼす影響、噴火のかく乱からの回復過程は研究されていない。活火山の1つである御嶽山(長野県、海拔3067m)は、2014年9月27日に突如噴火し(及川ほか, 2015, 火山, **60**:411-415; Kaneko, 2016, *Earth, Planets and Space*, **68**: 72-82), 噴火による噴出物は、王滝川、そして愛知用水の水がめである牧尾ダムに流入した。噴火が、河川に及ぼす影響についての懸念が高まる中、日本陸水学会東海支部会では、研究者集団の社会的貢献の1つにすべく、「御嶽山噴火影響調査班」を結成し、噴火から1年後となる2015年9月から現地調査を開始した。班員は、田代喬(名古屋大学、河川学)、谷口智雅(三重大学、地理学)、小野田幸生(土木研究所、水域生態学)、野崎健太郎(椋山女学園大学、陸水学)である。本研究は、御嶽山の噴火が河川の付着藻群集に及ぼすかく乱、および、そこからの回復過程を理解するために行った。本講演では、王滝川水系において、2015年9月～2016年2月に行った水質とクロロフィル *a* 量の調査結果を報告する。遂行には WEC 応用生態研究助成金(No. 2015-04)の支援を受けた。

### 2. 方法

付着藻の採集は、御嶽山からの噴出物が流れ込んだ王滝川支流の濁川、濁川に隣接する下黒沢、御嶽山麓の開田高原から流れ出る黒川、濁川合流前後の王滝川本流で行った。濁川の源流域には、御嶽山の噴火口が位置する赤川地獄谷、1984年の長野県西部地震で発生した“御嶽崩れ”と呼ばれる大崩落地がある。濁川は開放的な環境(図1)で、下黒沢は落葉樹の溪畔林に囲まれ、黒川は比較対象として設定した。王滝川本流の2地点は、流域内で最も火山噴出物が流入した濁川の影響を調べるために設定した。

現地では、水温、pH(共立理化学パケット)、電気伝導度(TOA-DDK, CM-21P)、濁度(日本電色, WA1)を測定した。付着藻の試料は、各調査地点の流心で石を3つ拾うことで行った。石面の面積は、石を簡単な図形に例え、面積を算出した。水質は、ガラス繊維ろ紙(東洋ろ紙)でろ過後の試水を用い、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、水色について行った。分析手順は、日本陸水学会東海支部会 編(2014)の教科書を参照した。

付着藻類は、クロロフィル *a* 量(UNESCO法)、乾燥重量を測定した。乾燥重量は50°Cの培養器を用いて実験した。



図1, 王滝川支流の濁川. 大量の土砂が堆積している

### 3. 結果と考察

王滝川の水質は、濁川が流入した後に大きく変化し、濁川が王滝川の水質形成に強く影響していることが明らかになった。クロロフィル *a* 量で示した濁川の付着藻現存量は0.02~0.06 mg Chl. *a* m<sup>-2</sup>であり、常に低かった。下黒沢川の現存量は9月と10月の調査では0.3 mg Chl. *a* m<sup>-2</sup>で低かったが、11月には河畔林の遮光が解消され26 mg Chl. *a* m<sup>-2</sup>の急激な上昇を示し、糸状緑藻 *Stigeoclonium lubricum* や単細胞の珪藻 *Gomphonema* 属の繁茂が観察された。濁川が流入する前の王滝川地点1のクロロフィル *a* 量は35~74 mg Chl. *a* m<sup>-2</sup>であり、大型糸状緑藻の *Cladophora* 属が繁茂していた。しかしながら、濁川が流入した後の王滝川地点2では、クロロフィル *a* 量は激減した。本研究の期間中に、御嶽山からの噴出物が流入した濁川と王滝川地点2では、付着藻群集の形成は観察できなかった。この原因は、河床の物理的かく乱と火山性の酸性河川水であると考えられた。

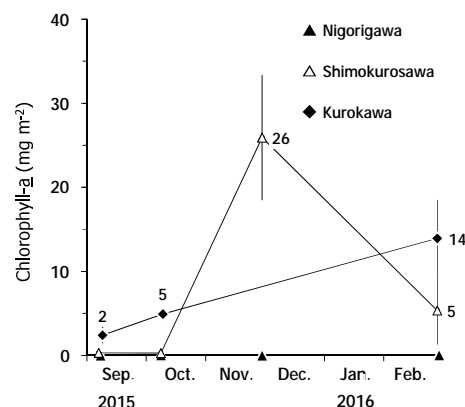


図2. 濁川, 下黒沢, 黒川の付着藻現存量の変化。

# 樋井川改修後のシロウオ産卵状況

伊豫岡宏樹<sup>1)</sup>, 皆川朋子<sup>2)</sup>

福岡大学工学部, 熊本大学工学部

## 1. はじめに

福岡市の市街地を流れる樋井川は、流域面積 29.1km<sup>2</sup> 幹川流路延長 12.9km の博多湾に注ぐいわゆる中小河川である。2009 年 7 月の中国・九州北部豪雨の甚大な被害を受けて、福岡県は、2010 年度から 2014 年度までの 5 年間の計画で、床上浸水対策特別緊急事業として大規模な河川改修を行った。この改修では「多自然川づくり」に積極的に取り組んでおり、スライドダウン掘削や潮止堰の撤去、落差工の分散化など河川の連続性を意識した改修が行われた。<sup>1)</sup>

また樋井川は、春にシロウオ(*Leucopsarion petersii*)がが遡上し産卵を行う河川である。汽水域を特徴的に利用するシロウオはその健全性を示す重要な指標であり、本研究ではその遡上・産卵に着目し、樋井川の河川改修による影響について検討した。

## 2. 調査方法

塩分遡上調査は、潮止堰の撤去後の 2013 年 10 月 4 日(大潮)に、満潮時、下げ潮路、干潮時、上げ潮時、満潮時の計 5 回について、なぎさ橋(0 km)から金桜橋(4.15 km)までにかかる計 14 か所の橋から 3 台の多項目水質計(Hydrolabo DS5, MS5)を使用し、それぞれの最深部での塩分の鉛直プロファイルを測定した。

産卵調査は、2011 年から 2016 年まで 4 月の中旬から中旬の大潮時に行った。調査区間は、潮止堰(3.3 km)撤去前は城西橋(1.75 km)から潮止堰まで、撤去後は塩屋橋(2.2 km)から金桜橋(4.17 km)までとした。調査区間のおおよそ 50m ごとの周辺を代表するような環境を調査地点で 50cm×50cm のコドラートを用いて、表層から 20cm 程度までの礫を取り上げ、卵塊数を記録し、卵塊が認められなかった場合はコドラートと周辺の半径 10m 程度の範囲での産卵の有無を記録した。同時に河床材料を採取し、実験室にて粒度試験を行った。

## 3. 結果

塩分遡上調査の結果、感潮域は満潮時に 300m ほど増加していたが、塩水楔の遡上は堰が撤去された 3.3 km 程度までであった。2015 年の調査時は床上浸水対策事業は終了していたが、河口部での河床掘削の影響で、別府橋付近でわずか 2 卵塊しか確認できなかった。平成 28 年度は工事の影響も見られず、床上浸水対策事業後はじめてまとまった量のシロウオの卵塊が確認された。別府橋(2.9km)付近で産卵が最も多く確認された。また、潮止堰を撤去した 3.3 km よりも上流でも多くの卵塊が確認され、調査地点別では田島橋と金桜橋の間(4 km)で 50×50 cm に 13 卵塊で最多であった。最も上流で見つかったのは 4.3 km 付近であった。

## 4. 考察

樋井川では堰を撤去する前と比べると感潮区間は 300m ほどしか増えていないが、シロウオの産卵場の上限は約 1 km 上流側に移動していた。また、堰の撤去前は、塩谷橋～草香江橋で最も産卵が多かったが、撤去後の主な産卵場は上流側に 400m 程移動していた。感潮域では 2m のスライドダウンによる河床掘削が行われ

たが、主な産卵場の河床高は撤去前より若干高い場所となった。また、産卵場として感潮域よりも上流側を選択する個体も多く確認され、潮止堰の撤去により樋井川全体として産卵場ポテンシャルが大きく上昇したことがうかがえた。

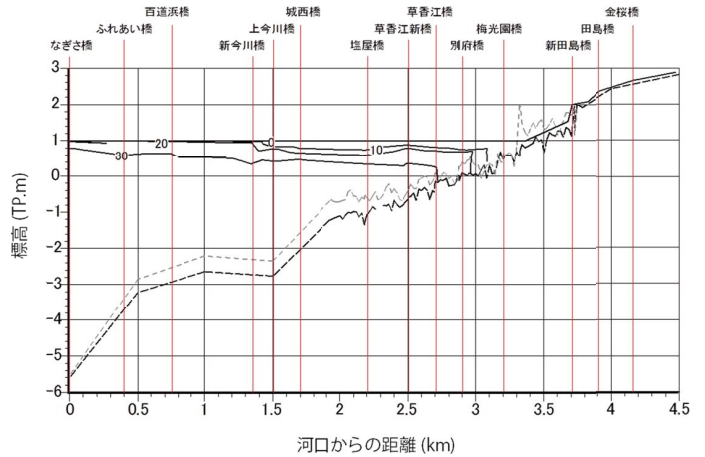


図1 満潮時塩分分布 (2013.10.4)

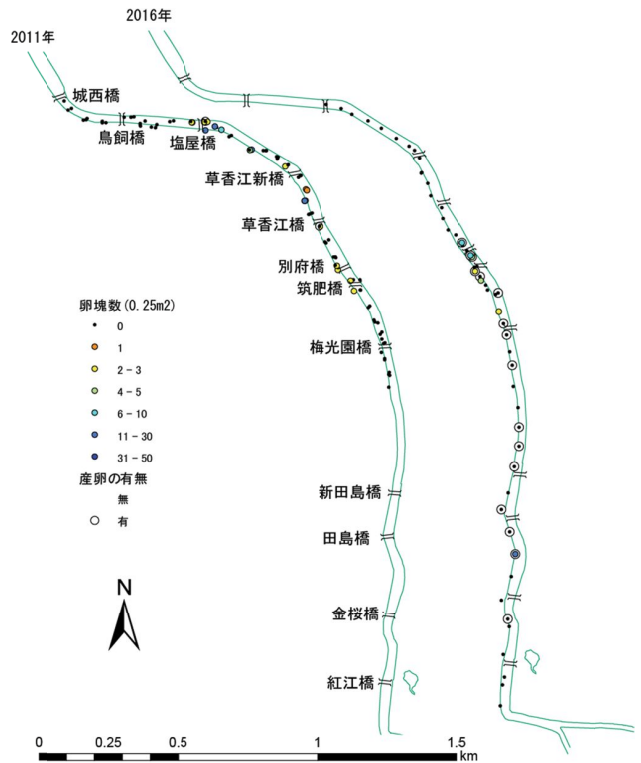


図2 シロウオ産卵状況

### 参考文献

1) 永井智幸, 原田守啓, 林博徳, 高橋邦治, 樋井川における河道安定と瀬淵構造の保全創出の取り組み, 河川技術論文集, vol. 20, 2014.

## 扇状地河川における砂州表層の粒度及び凹凸の空間分布特性

荒川貴都<sup>1)</sup>, 原田守啓<sup>2)</sup>

1) 岐阜大学大学院工学研究科 2) 岐阜大学流域圏科学研究センター

### 1. はじめに

河床近傍は底生生物及び付着藻類の生息場であるだけでなく、遊泳性魚類の生息場としてもその重要性が指摘されている。また、扇状地及び谷底平野における代表的な河川地形である砂州においては、平面的あるいは鉛直方向の分級が盛んに生じることが知られている。そこで本研究では、扇状地区間の砂州を対象に、表層及び準表層の粒度分布と、河床表層の凹凸の現地計測を試行し、その空間的な分布の傾向について考察する。また、本調査にあたって、河床の表面形状の効率的な調査方法として、河床表層を撮影したデジタルカメラ写真を **SfM(Structure from Motion)** ソフトウェアによって処理して得られた河床表面形状の計測精度について検討した。

### 2. 方法

#### (1) 模擬河床を用いた河床表面形状計測の精度検証

**SfM** ソフトウェアによる河床表面形状計測の精度を検証するため、模擬河床を制作し、実測の河床形状とデジタルカメラ画像から **SfM** ソフトウェアを用いて作成した河床表面形状 **3** 次元モデルの **DEM** データを比較した。

#### (2) 現地調査

木曾川水系長良川島田地区 (**48~49kp**) 右岸の固定砂州を対象に、砂州上に配置した **15** 地点における表層及び準表層粒度分布調査と、**SfM** ソフトウェア用に河床表層の写真撮影を行った。調査地点は、砂州上に設定した **5** 本の横断測線に沿ってそれぞれ **3** 地点を設定して行った。調査は平成 **27** 年 **7** 月 **28** 日に行った。

河床表層の粒度分布の計測は面格子法、準表層粒度分布は、サンプルを持ち帰ってふるい分け分析により把握した。写真撮影は、河床に **1m** のコドラートを設置し、デジタルカメラを用いて複数アングルからコドラートで囲った河床を撮影し、その画像を元に **SfM** ソフトウェアにより **3** 次元モデルを作成した。

### 3. 結果・考察

#### (1) 模擬河床を用いた精度検証

**SfM** ソフトウェアによる **3** 次元モデルは、模擬河床の河床表面形状を詳細に再現できた。ポイントゲージによる実測値との比較の結果、模擬河床の凹凸の凸は最大誤差 **5mm** 程度であり、影になっている凹部は実測より **3** 次元モデルの方が高めになることが分かった。模擬河床の凹凸を少ない労力で把握することができた。

#### (2) 粒度分布の空間分布特性

調査地における表層粒度分布は、上流側から下流にかけてわずかに粒径が小さくなるものの、比較的均一な中礫から大礫により占められていた。これに対し、準表層は、上流から下流にかけての変化が大きく、下流側に向かうにつれ、砂・細礫の占める割合が急激に増加する傾向がみられた。

#### (3) 河床の凹凸の空間分布特性

各調査地点において、河床表面形状の **3** 次元モデルから求めた凹凸高さ（河床の最高点—最低点）を求めた。また、比較対象とする指標として、 $d_{84}$ （粒度分布の **84%** 粒径）に着目した。 $d_{84}$  は河床材料の粒径が大きく相対水深が小さい流れにおける水理的粗度の指標として用いられる。

凹凸高さ及び  $d_{84}$  は、上流から下流にかけて小さくなる傾向がみられ、 $d_{84}$  に対して、凹凸高さの方がやや大きい値をとる傾向がある。しかしながら、砂州の最上流で早瀬に近い地点では、凹凸高さが  $d_{84}$  の **2** 倍程度大きく、石礫が重なりあった、浮き石となっている状況を反映しているものと考えられた。

今後、引き続き分析を進め、扇状地砂州における粒度分布及び凹凸の空間分布特性について考察を深めるとともに、河床環境の数値モデル化等について検討を進める予定である。



図1 調査地における河床表層の凹凸高さおよび  $d_{84}$  粒径の空間分布



## 国内河川における攪乱レジームと底生動物相の関係

渡辺裕也<sup>1)</sup>, 吉村研人<sup>2)</sup>, 赤坂卓美<sup>3)</sup>, 森照貴<sup>4)</sup>, 三宅洋<sup>1)</sup>

1) 愛媛大学, 2) 独立行政法人水資源機構, 3) 帯広畜産大学, 4) 東京大学

### 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。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との関係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、地域による群集構成の違いを考慮した攪乱レジームと底生動物相との関係を広域的に把握することを目的とした。この際、空間的スケールが解析結果に及ぼす影響も検討した。

### 2. 方法

日本全国の418地点の流量観測所の20年間の日平均流量データを用いて122種類の水文指標を算出した。これらを用いた主成分分析（PCA）により得られた各PC軸の値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。水国地点の流量観測所との対応より285地点を解析対象とした。クラスター解析により水国地点を分類するとともに、非計量的多次元尺度法（NMDS）による群集構造の解析を実施した。NMDSは、全水国地点を用いて行なうとともに、水国地点を分類して得られた底生動物相グループ内でも行なった。

### 3. 結果

PCAより得た第1-6軸を用いてクラスター解析を行った結果、流量観測所は8つの水文学的グループに分類された。

全地点を対象としたNMDSにおいて、水文学的グループと底生動物相との関係を検討した結果、これらに間に明瞭な関係は見られなかった。水国地点をクラスター解析により7つの底生動物相グループ分類した結果、地理的傾向が見られた（図1）。よって、底生動物の全国的分布には地史的要因が強い影響を及ぼしていると考えられた。各底生動物相グループ内でNMDSを行った結果、底生動物相グループ2では、一部で水文学的グループによるプロットは重複せず、攪乱レジームが底生動物相に影響を及ぼしてくる可能性が示された（図2）。

### 4. 結論

攪乱レジームと底生動物相との対応が、底生動物相グループ内、つまり、生物区内で解析を行うことにより明らかになった。このため、底生動物の保全を目的とした流量管理を行う際には、生物区の違いを考慮する必要があると考えられた。

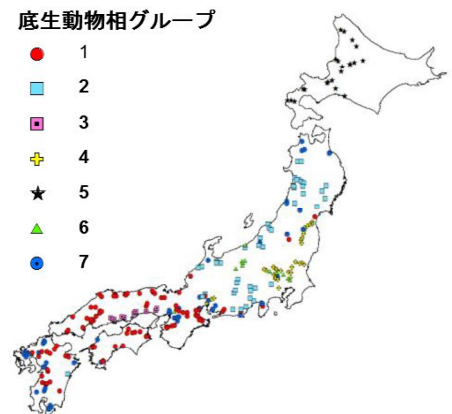


図1 底生動物の存否データに基づく水国調査地点の分類結果。

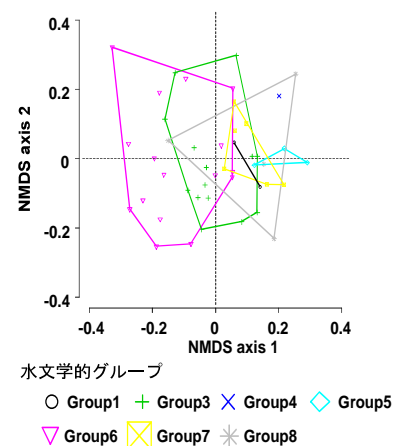


図2 底生動物相グループ2を対象としたNMDSの結果に基づく2次元プロット。水文学的グループによる分類結果を示した。

## 山間地河道の礫段地形の保全・復元手法に関する基礎的検討 ～切立川における検討事例～

板垣侑理恵<sup>1)</sup>・原田守啓<sup>2)</sup>

1) 岐阜大学工学部社会基盤工学科 2) 岐阜大学流域圏科学研究センター

### 1. はじめに

礫段（ステップ・プール）は、山地の比較的急勾配の区間にみられる河川地形で、巨石が横断方向にかみ合って形成される。礫段は、山地特有の瀬淵構造を形成するだけでなく、その強固な構造により河床高を安定させる機能を有している。一方、河川改修後に礫段が消失し、急激な河床低下を生じた事例も多数報告されている。本研究は、改修後に急激な河床低下を生じて礫段地形が失われた山地小河川を対象とし、礫段地形の保全・復元手法を提案することを目的として、現地調査及び水理実験を行った。

### 2. 対象地と方法

護岸整備後の出水により、段階的に礫段が消失し、激しい河床低下が生じている木曾川水系長良川支川切立川（岐阜県郡上市高鷲町）を対象地とする。礫段地形の復元を検討する区間（検討区間、図 1）と、その下流にみられる良好な礫段地形が保全されている区間（対照区間、図 2）について、現地調査を行う。対照区間では、礫段地形及び河岸の状況に着目した調査・分析を行う。また、礫段地形の復元工法について提案するために、礫段地形が形成・保持されるために必要な河岸の粗度に着目した水理実験を行う。

### 3. 結果と考察

#### (1) 対照区間の現地調査

対照区間における 8 段の礫段を調査した結果、ステップ高とステップ間隔の比 ( $H/L$ )、ステップ高と  $d_{84}$  粒径の比 ( $H/d_{84}$ )、河川幅と粒径の比 ( $W/d_{84}$ ) は、既往の文献で報告されている値と概ね一致しており、安定的に保持されているものと判断された。そこで、礫段地形の復元を検討する検討区間における復元工法の参考とするため、各礫段を構成する礫の礫段の並び方に着目した分析を行った。調査地にみられる礫段は、巨礫が 1 列に並んだ単列型であり、両端に巨礫が噛み合っていてその間に玉石が噛み合っている傾向があった。また中央に一際大きい巨礫が配置され、2 スパンとなっている箇所もあった。

#### (2) 河岸の粗度の着目した水理実験

水理実験では、両岸に護岸が整備された検討区間を縮小したイメージでの小型水路での実験を行うものとし、複数の粒径の土砂を混合した条件下において、礫段の形成過程、河岸粗度の有無及び配置の仕方による結果の違い、水理量や、幅などの条件による違いについて検討する。本実験は現在実施中であり、発表時点における進捗を報告する予定である。

### 4. 謝辞

本研究は、河川基金助成事業「山間地河道の河川地形を保全・復元するための改修手法～河岸の粗度に着目して～（助成番号：285211038）」により実施した。また、岐阜県県土整備部郡上土木事務所河川砂防課の協力を得た。



図 1. 検討区間の状況



図 2. 対照区間の状況

# 表層地質に着目した山地河川の地形特性の基礎的検討

天野裕行<sup>1)</sup>・原田守啓<sup>2)</sup>

1) 岐阜大学大学院工学研究科 2) 岐阜大学流域圏科学研究センター

## 1. はじめに

日本の河川管理では、山本のセグメント区分が一般的に使われているが、山地河川の様相は多様であるにも関わらず一括りにセグメント **M** とされている。セグメントMの内部の構造については、体系的な研究がなされておらず、未解明な点が多い。また、流域の地質は、流域からの土砂の生産量、河川の縦断形や土砂の粒度分布にまで影響するといわれている。そこで本研究では、山地河川の河道特性を把握することを目的として、岐阜県周辺地域の複数の流域を対象として、流域毎の地形特性について、GIS等を用いた解析を行う。また、流域の地質の違いに着目し、地質が異なる複数の流域を選び、流域地質が河川地形に与えている影響について検討する。

## 2. 手法

複数流域の比較を行うため、岐阜県・愛知県を流れる河川水系から、代表的な4つの地質帯毎に3~5流域、計15河川流域を抽出した(図1)。ここでいう4つの地質とはすなわち、濃飛流紋岩、美濃帯、飛騨外縁帯、領家帯である。10mメッシュDEMデータを基にArcGISを用いて、流域及び水系網を作成し、対象流域毎の地形特性量を求め、流域地質による相違の有無やその成因について検討を行った。また、水系形状の外見上の特徴や、水系を構成する水流数・延長・密度等、流域形状の特徴、谷地形の特徴といった点に着目して、地形特性を解析した。対象流域のうち、いくつかの河川については、補足的な現地調査を行った。

## 3. 結果と考察

水流次数に着目すると、山間地区間の河川は、1次水流から3次水流の区間の河床勾配(図2)、流域面積、水流次数ごとの延長等に、大きな違いがあることが確認された。濃飛流紋岩、領家帯については、河床勾配、流域形状など複数の観点から、地質帯としてのまとまった特徴が見られた。一方、美濃帯及び飛騨外縁帯については、同じ地質帯でも水系ごとの違いが大きかった。現地調査では、上流から下流にかけての河床材料の変化は一様ではなく、支川流入及び河川周辺からの土砂供給が河床材料に与える影響が大きいことが示唆された。また、現地での観察によれば、地質帯の違いによる河床材料の構成への影響は明瞭であった。

## 4. おわりに

流域や水系の特徴を地質帯のみによって定義することは、現時点では困難であるが、少なくとも、地質帯の違いが流域スケールの河川地形からマイクロスケールの河床材料にまで、広い範囲で影響を与えていることが確認することができた。

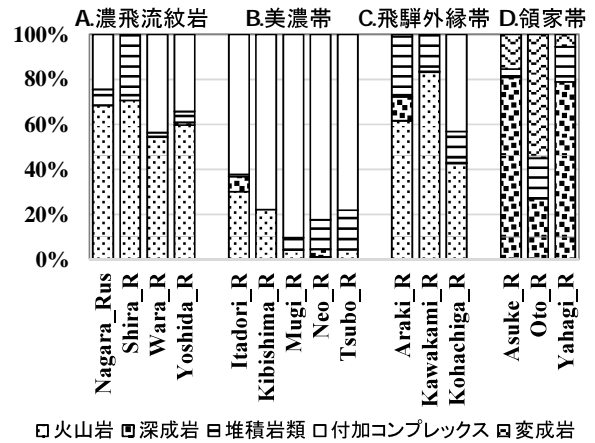


図1 対象15流域の表層地質割合

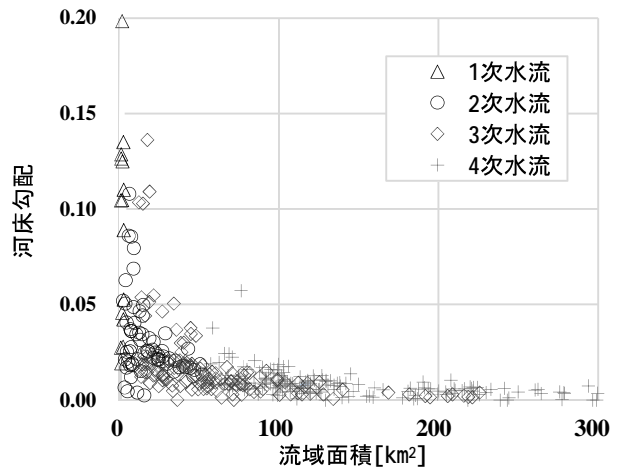


図2 小セグメント毎の流域面積と河床勾配 (15河川の本川の小セグメント398区間)

## 直轄河川における平常時水位・水面域の推定方法の検討

宮脇成生<sup>1)</sup>、伊藤英恵<sup>1)</sup>、加藤康充<sup>1)</sup>、永山滋也<sup>2)</sup>、萱場祐一<sup>2)</sup>

1) 株式会社 建設環境研究所, 2) 国立研究開発法人 土木研究所自然共生研究センター

### 1. はじめに

河川の氾濫原は生物の生息・生育環境として重要な要素の一つであり、その環境特性は増水時の冠水によって強く影響されている。冠水の頻度や持続時間といった特性は、氾濫原（あるいは高水敷）と河川水面との比高によって変化することから、比高は氾濫原環境を評価する上で有効な指標になると考えられる。

氾濫原にとって特に重要な比高は、冠水特性に影響する平常時水位からの比高であり、理論的には、標高データと平常時の水位データがあれば算出することが可能である。河川区域（直轄管理区間）における標高データとしてはレーザープロファイラによる精緻な面的データを、また水位については水位観測所で連続的に記録されている時系列データを使用することができる。しかし、当然のことながら観測所以外の地点における水位情報がないため、観測所間の水位については推定が必要となる。

河川における水位推定は、高水時については水理学的手法（準二次元不等流計算、等流計算等）を用いて比較的精度良く実施されている。しかし、流量の小さい平常時水位の推定手法は確立されておらず、上述の水理学的手法を適用することも困難である場合が多い。そこで、本研究では、平常時の水位および水面を簡易に推定する新たな手法を検討する。ここでは、庄内川を事例として、試験的に実施した結果を報告する。

本研究では、土木研究所が提案する平常時の簡易な水位推定手法（以下、「新手法」と呼ぶ）とその他の手法について比較し、その実用性を検証した。

### 2. 方法

解析対象範囲は、庄内川の直轄管理区間とした。2つの既存手法（線形補間、等流計算）と新手法で水位と水面の推定を（1）と（2）、また推定結果の検証（3）を以下の要領で行った。

#### 1) 水位の推定方法

以下の手法により、距離標毎の水位を推定した。

a) 新手法：①各距離標における河川横断面の最深河床高を下流から順に直線で結び、水位設定のための基準高  $z$  とした。このとき、上流側の最深河床高のほうが低い値の場合は除外した（直線で結ばない）。河口からの距離  $x_n$  における基準高  $z_n$  を求めた。②河口からの距離  $x_n$  における水位  $w_n = y_n + z_n$  とする。ただし、

$$y_n = \frac{z_n - z_a}{z_b - z_a} \times ((y_b + z_b) - (y_a + z_a)) - z_n \text{ とした。}$$

b) 線形補間（観測所間）：各観測所の水位を縦軸に、河川縦断方向の距離を横軸にプロットし、観測所間を結んだ直線を推定水位とした。

c) 等流計算

#### 2) 水面の推定方法

上述の手法で求めた推定水位より水面の範囲を推定した。ここでは、対象とする河川区域の標高値（5m・20mメッシュ）を推定水位が上回る範囲を推定水面とした。

#### 3) 推定結果の検証

推定水位および推定水面について次のデータとの比較を行い推定精度の検証を行った。

- 水位：定期横断測量時の水位
- 水面：航空写真撮影より求めた水面

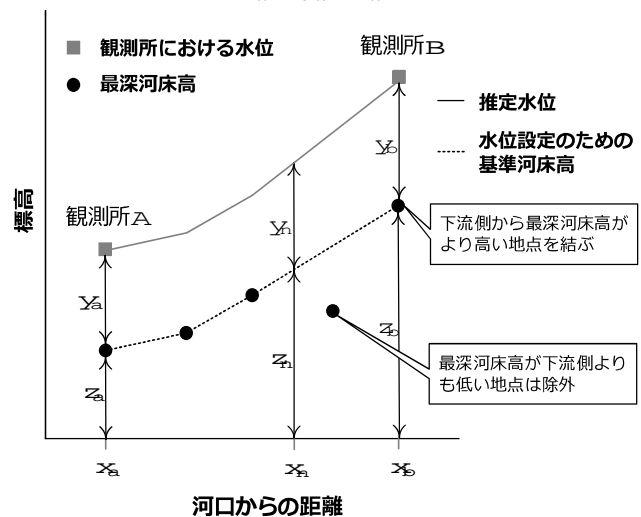


図 水位推定法（新手法）の概念図

### 3. 結果

「新手法」による推定結果は、セグメント 1、2-1、2-2 において良好な結果が得られた。「新手法」と「線形補間」を比較すると、これらのセグメントではいずれも「新手法」による推定結果のほうが良い結果が得られた。一方、セグメント 3 の最下流部および M では、「新手法」と「線形補間」とともに検証データとの一致の程度が低かった。

### 謝辞

本研究で用いたデータは、国土交通省中部地方整備局庄内川河川事務所より提供していただきました。ここに記して御礼申し上げます。

# 矢作川白浜工区ワンドに生育するツルヨシと物理環境に関する考察

大濱孝典<sup>1)</sup>・吉川慎平<sup>1)</sup>・鷲見哲也<sup>2)</sup>

1)大同大学大学院工学研究科 2)大同大学工学部

## 1. 背景・目的

2000年の東海豪雨で、矢作川は一部でほぼ天端高となる大洪水に見舞われ、その後、国土交通省は樹木伐採など治水工事が進められている。

愛知県豊田市御立町矢作川 39km 付近においても、2011年から2012年2月にかけて、治水のために左側より河道を掘削する工事を行った。施工後の当初は、水辺は水没する浅瀬であり、生えている植物は全くなかった。しかし、2013年に起きた大出水の影響でこの区域に土砂交換し、大半が陸化することで植物が侵入・拡大してきた。その中でも、パイオニア植物であるツルヨシやヤナギが、今日までこのワンドに多く生育してきている。

ツルヨシは、環境の面では群落になると冠水時にその群落へ流れてきた土砂が溜まり、土砂の中に混じる栄養がある。村越らの研究では、植生の存在によって砂礫の移動度が高められることが分かっている<sup>1)</sup>。

一方で、治水の面ではツルヨシがワンド内で繁茂し、その分の流水断面積が奪われてしまい、粗度係数が高くなり抵抗となるため、冠水前と同じ流量だと洪水が起きやすくなることが懸念される。

本研究では上記の矢作川白川工区に生えるツルヨシに着目して繁茂過程を記録し、物理条件とともにデータ化することでツルヨシが繁茂しなくなる条件を整理し、現地出水特性との関連性を考察する。

## 2. 測定・調査方法

### 1) コドラートの設定

方法は1m×1mのコドラートを20ヵ所設置する。設置条件は、過去の研究で設けた横断線上に生えているツルヨシとそれ以外も場所に複数設置する。20ヵ所の写真撮影や背丈、コドラートの比高（平水時の水面下からの地表高）、土砂サンプリングを行い、粒度分析する。その後、それらの数値をもとに関連性を調べ、この工区のツルヨシの生育と物理条件の関係を考察する。

### 2) ツルヨシ

5m スタッフを用いてコドラート内のツルヨシの最大の背丈を測る。また、ツルヨシに穂が生えた場合は穂の長さを計測し、穂を除いたツルヨシの値も求める。

ツルヨシの占有率を求めるときは、各コドラートの写真を画像処理し、画像編集ソフトで計算する。

### 3) 土粒子の粒径

表-1 植生と土粒子の相関係数

相関性	背丈 (cm)	比高 (m)	代表粒径 D <sub>60</sub> (mm)	シルト (%)	粒径2mm以下の割合 (%)
占有率 (%)	0.810	-0.157	0.312	-0.085	-0.351
背丈 (cm)	1.000	-0.146	0.375	-0.220	-0.358
比高 (m)	-0.146	1.000	0.288	-0.370	-0.195
代表粒径 D <sub>60</sub> (mm)	0.375	0.288	1.000	0.154	-0.967
シルト (%)	-0.220	-0.370	0.154	1.000	-0.221

コドラートの表面土砂を2mm以下のみサンプリングし、定温乾燥機で乾燥する。その後、乾燥させた土砂はふるい分け分析を行い(9.50mm~0.075mm)、代表粒径 D<sub>60</sub>、粒径2mm以下、シルトの割合を算出する。

## 3. 結果

### 1) ツルヨシ

ツルヨシの背丈は、ほとんどのコドラートで10月には成長が止まる傾向にあり、占有率は増水時につきやすい部分や水際が高い一方で、区域の最上部と最下流ではツルヨシが全く生えていない分かった。

### 2) 土粒子の粒径

代表粒径 D<sub>60</sub> が大きいところのほとんどが上流側であり、下流側は小さいことが判明し、粒径2mm以下はほとんど下流側で多く、上流側が少ない傾向にあった。シルトは、ワンドの水際が多く残っており、内陸は少ない結果となった。

## 4. 考察

コドラート内に生育する植生の密生度、他種の数、繁茂状況をまとめた結果、コドラートごとの植生が不規則に繁茂している傾向となった。

以上の結果をもとに計測項目の相関性を求めた結果(表-1参照)、全ツルヨシの繁茂(占有率や背丈)と比高に相関性がない結果となった。

この事は、通常の河川では流量に応じて水位上昇し、攪乱することで、ツルヨシは比高の低いところで攪乱され、裸地化したところに侵入するのだが、ここでは2014年下流の堰の水位制御のため、では水位上昇が小さく、他の植生が入ってきて、この矢作川では裸地化が起こらないがものと推測された。

### 参考資料

1) 村越直美・内田浩彰：河床粒子の移動度にあたる植生の影響と縦溝地形の形成、堆積学研究、第58巻、pp.105-113、2004



## 幅水深比による河川景観評価の山口県河川への適用可能性の検討

関根雅彦、王 嘉寧（山口大学大学院）、石田信一（山口県河川課）

**はじめに** 大石ら<sup>1)</sup>は、改修後の中小河川の現地調査から、河道が最終的にどのような形態に落ち着くかが幅水深比( $BI^{0.2}/H$ ; B:川幅、I:河床勾配、H:水深、各パラメータは1年確率の1時間降雨継続時間の流量に対する値)とフルード数(Fr)によってある程度判定可能であることを見出した。そして、河川景観を  $BI^{0.2}/H = 7$ ,  $Fr=0.8$  で図1に示す4つの領域に区分し、I, II 領域区分では生物生息場の構成要素である瀬・淵の形成が期待できる一方、III 領域区分では河道の安定性、IV 領域区分では生物生息場の確保に重点を置いた対策を行うなど、設計段階で環境に配慮した工夫が可能になると結論づけた。本研究では、幅水深比とフルード数による景観領域区分の山口県河川への適用可能性を検証すると同時に、魚類生息状況調査により景観領域区分が魚類生息場の良否を説明できるかどうか検討した。

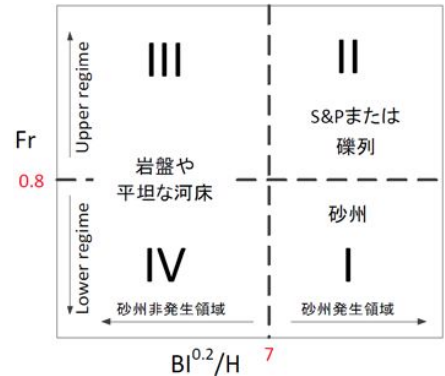


図1 領域区分と河道景観（大石<sup>1)</sup>）

**研究方法** DEM データと航空写真を用い、山口県全河川 200m 毎断面の幅水深比とフルード数を ArcGIS 上で計算した (GIS 領域区分)。また、大田川、真締川 76 断面でレーザー測距儀と RTK-GPS による低水路幅と勾配の簡易測量を行い、幅水深比とフルード数を計算 (実測領域区分) すると同時に、目視により景観領域区分を判定 (目視領域区分) した。また、大田川、真締川を含む 7 河川 1 4 か所の約 20m 区間を網で仕切り、エレクトロフィッシャーを用いて魚が見当たらなくなるまで捕獲した。

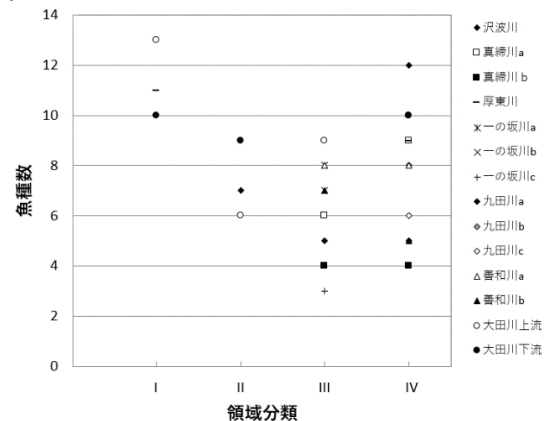


図2 領域区分別魚種数

### 幅水深比とフルード数による景観領域区分の山口県河川への適用

**可能性** 大田川、真締川の目視領域区分が実測領域区分に一致した割合は

43.2%、GIS 領域区分が実測領域区分に一致した割合は 42.4%、目視領域区分が GIS 領域区分に一致した割合は 34.7% であった。一致度は高いとは言えないが、大石らも領域区分の境界付近での河道景観の混在を指摘しており、そうした混在を認めた上での一致度評価法を検討する必要がある。また、調査時の観察によれば、領域区分 I (砂州領域) と判定された区間で、抽水植物の繁茂により水面幅が低水路幅より大幅に小さくなり、実測領域区分と異なる目視領域区分の景観が現れる事例が目立った。植生繁茂自体も河道景観や治水上の問題として認識されていることから、植生繁茂と幅水深比などのパラメータの関係性を見出すことが今後の課題として重要であると考えられた。

### 目視領域区分と魚類生息状況

図2に領域区分別魚種数を示す。領域区分 I は魚種数が多く、魚の生息場として優れている。領域区分 II は、魚種数は I に及ばないが、上流域の河川景観であり、本質的に領域 I より魚種数が少ない可能性がある。同じ上流域の河川景観である領域 III と比較すると、魚種数が下位に位置する地点が含まれないことから、優れた魚の生息場であると推察される。一方、領域区分 III、IV では、対応する領域区分 II、I と比べ、魚種数が同程度に多い地点は存在する一方で魚種数が少ない地点もあり、魚種数が広く分布していることが特徴である。領域区分 I、II は大石らの主張どおり優れた魚の生息場であることが示唆されたのに対し、領域区分 III、IV は、幅水深比では生息場としての良否が評価できないことが示唆された。

謝辞：本研究は山口県官学共同研究の支援を受けた。また、河本純一君、末益佑基君をはじめとした研究室の皆さんの助力を得た。記して謝意を表する。  
参考文献：1) 大石哲也・高岡広樹・原田守啓・萱場祐一：中小河川改修時の川幅設定が河道の景観に与える影響。水工学論文集、第 58 巻、2014 年 3 月

## 中小都市河川に流入する高度下水処理水が水生生物相に与える影響

中津彰太<sup>1)</sup>, 島谷幸宏<sup>2)</sup>, 林博徳<sup>2)</sup>

1) 九州大学大学院工学府, 2) 九州大学工学研究院

### 1. はじめに

近年, 人間環境レベルでの下水処理技術は劇的に改善され, 都市河川では水辺環境を再生するために下水処理水を積極的に利用しつつあるが, 処理水が流下過程で水生生物に与える影響については十分に明らかではない. 本研究は, その影響を明確化し, 河川の水質浄化作用を合わせて評価することを目的とした.

### 2. 調査方法

**2-1. 研究対象地:** 福岡県福津市を流れる上西郷川(Fig.1)では, 高度処理水が流入しており, 処理水流入前に Cr1~Cr3, 処理水流入後から西郷川への合流までに約 130m 間隔で St1~St6 の計 9 地点を設けた.

**2-2. 水生生物調査:** 瀬を対象とし, 秋, 冬, 夏の 3 シーズンで調査を行った. 底生動物は 50cm 四方のコドラートを各地点 3 か所選択し, K&S 法と礫のブラッシングにより採捕, 種同定を行った. 魚類は電気ショッカーを用いて採捕し, 現地で種同定を行った.

**2-3. 水質調査:** 水温, 残留塩素, 栄養塩類, pH, DO, SS, EC, salt, クロロフィルの全 16 項目を分析した. 調査は, 夏季と冬季にそれぞれ 2 回実施し. 水温については設置型水温計を用いて連続観測を行った.

### 3. 結果

**3-1. 水生生物調査:** 底生動物相分析結果(Fig.2)を示す. 処理水流入前後(Cr3→St1)で出現個体数が大きく減少することが確認された. 一方, 処理水合流後からの流下過程(St3→St6)で個体数は増加傾向を示し, 夏季の St6 については, Cr 区間と同等な個体数まで回復した. しかし, 冬季における処理水の影響は大きく, Cr 区間と St6 を企画した際に, 顕著な回復傾向は確認されなかった. それと同様な傾向が魚類でも確認された.

**3-2. 水質調査:** Cr3→St1 で全残留塩素(TRC)(Fig.3)は最大 0.8mg/L, 水温は最大 7°C, 全リンは最大 0.8mg/L-P 上昇した. 一方, 自然水合流後の St2→St6 で TRC は最大 0.33mg/L, 水温は約 1°C の低下が確認された(Fig.4).

### 4. 考察およびまとめ

Cr3→St1 における水生生物の減少要因として, 水質の劇的な変化が挙げられる. 特に毒性成分である TRC は, 0.1mg/L で耐性種のユスリカ科が優占することからも(大野ら 02), 影響度の大きさが示唆される. 一方で, 水生生物は孵化等のタイミングを微小な水温変化で決定するため(竹門 99), St3→St6 における大気との熱交換による約 1°C の水温低下は, TRC の低下を含め, 水生生物の応答に影響を与えたと示唆される. 冬季は夏季と比較すると, 処理水と自然水の水温差が大きい. 更に, 有効塩素が残存しやすく, 自然水流量減少によって処理水の希釈率が低下するため, 水生生物の応答により大きな影響を与えたと考えられるが, あくまで現場調査結果での考察に留まり, 原因特定には至っていない. 今後は曝露実験, 解析等を通じて原因を解明することが望まれる.

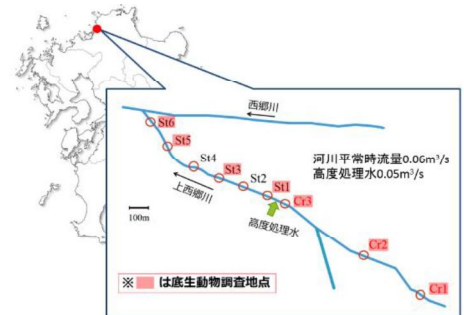


Figure 1 研究対象地



Figure 2 底生動物相

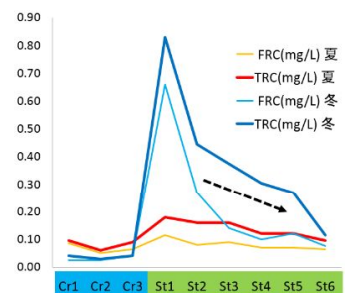


Figure 3 残留塩素(mg/L)

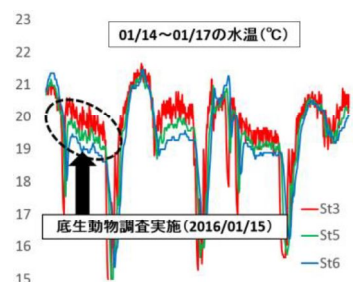


Figure 4 水温変化(°C)

## 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

松下太郎<sup>1)</sup>，渡辺 敏<sup>1)</sup>，國居 彩子<sup>2)</sup>，平川雄治<sup>2)</sup>，山橋正明<sup>3)</sup>，松原啓充<sup>3)</sup>

1) 株式会社ウエスコ，2) 神戸市立須磨海浜水族園，3) 豊中市都市基盤部水路課

### 1. はじめに

2つのテーマを扱う。1つは、飼育生物の排泄物、食べ残して汚れた水の処理技術の開発。コスト面でも経営上の重要課題である。もう1つは普及啓発。国内の環境問題は、公害、有害物質、気候変動、循環型社会、低炭素社会等と変化し、過去数十年で多くを学び、進化してきた。問題に対応すべき主体は多く、扱う対象はより複雑になり、市民が理解し、さらには問題解決の行動へとつなげるための普及啓発には課題が多い。本報は前年の発表した予報<sup>1)</sup>の結果報告である。年間100万人以上が来園する須磨海浜水族園で、生物が汚した水を生物が浄化するシステムを展示し、生物多様性の概念を視覚的に表現して市民に伝えようとした取り組みを報告する。

### 2. 水質浄化技術の開発

水族園の浄化施設の概観を図-1に示す。写真奥にある淡水亀保護施設亀楽園のカメの飼育水を、手前6つの水槽からなる浄化施設へ導き、浄化後に再び亀楽園に戻している。植物吸収に加え、水平流下槽（嫌気脱窒）と鉛直流下槽（好気硝化）を3回連続させ、高効率に水を浄化した。ろ材は廃棄物利用をコンセプトに、ラッコやエイの餌の貝殻、劣化したろ過砂、隣接の沿岸で役目を終えた海苔網を使用した。水量は70分に1回18Lを間欠流入させ、滞留時間は24時間で設計した。水質分析結果を表-1に示す。2016年1月から通水し、半年間で約40m<sup>3</sup>の水を通水したが、現時点の除去率は良好で、全ての項目が90%程度を達成している。植栽は水族園の近隣に生育する身近な植物を使用した。成長が旺盛で定期的に刈取りを行っている。

### 3. 普及啓発

生物多様性の展示の多くは、標本やパネル、映像であ



り、概念やメカニズムの实物を視覚化して展示する例は少ない。本展示において、市民が化学的変化（表-1）を理解することは難しいが、茶褐色な亀楽園の水が浄化水槽の出口では無色透明になることで、浄化効果を実感できる。アクリル水槽を用いたことで、通常見えない通水状況やろ材の様子、植物根の発達等の浄化メカニズムを視覚化でき、解り易く説明できた。本来、水族園には魚やイルカショーを目的に来園する市民が多いが、浄化を通して水族園の仕組みや生物多様性に関心を与えたことは、今後の環境対策の行動にも変容を与える可能性があると感じた。

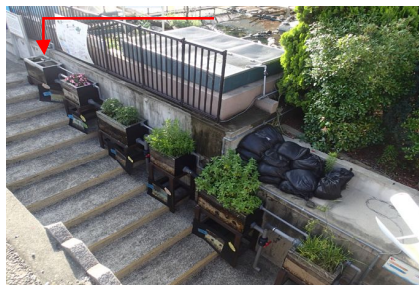
### 4. まとめ

COP10では2050年までに自然と共生する世界を実現することが長期目標として掲げられた<sup>3)</sup>。近年、自然・生態系の社会基盤としてグリーンインフラが注目を集めている。<sup>4)</sup> 資源戦争が激化する近い将来を見据え、日本人が本来得意とした自然の力を活かした生活や無駄が少なく持続可能な生活を復活させることが求められている。今後も、古い知恵の化学的な再評価と新技術の開発、科学・技術の普及連携を継続的に取り組んでいく予定である。

謝辞：本研究は、豊中市による自然浄化事業の予備実験として、一部業務委託を得て実施したものである。ここに記して謝意を表します。

### 5. 参考文献

- 1) 松下太郎，渡辺敏：生態系を活かして水族園の水を浄化する実証実験，応用生態工学会第19回発表会論文集，2015。
- 2) 渡辺友美他：国内展示施設における生物多様性展示の分析と課題，日本教育工学会論文誌39，pp.93-96，2015。
- 3) 環境省：生物多様性国家戦略2012-2020，2012。
- 4) 応用生態工学会：第1回ミュージアム連携ワークショップ in 大阪，2015。



(右)  
図-1 浄化施設  
の概観

(下)  
表-1 水質分析  
結果

項目	平均 流入水 濃度 (mg/l)	平均 放流水 濃度 (mg/l)	平均 除去率 (%)
BOD	6.4	0.9	86
SS	7	<1	86
T-N	4.5	0.32	93
NO <sub>3</sub> -N	2.7	0.07	97
NH <sub>4</sub> -N	1.0	<0.01	99
T-P	0.62	0.10	84



## Water Quality Conservation and Environmental Management of the Inle Lake in Myanmar

Htet Htet Moe <sup>1)</sup>、藤野 毅 <sup>1)</sup>、Hnin Wityi <sup>2)</sup>、伊藤一正 <sup>2)</sup>

1) 埼玉大学・大学院理工学研究科、2) 建設技術研究所・国際部

**Inle Lake, the second largest lake of Myanmar, is situated in Shan State in the north-eastern side of the country. The Inle Lake is not only designated as the main attraction of Myanmar's booming tourism but also nominated as one of the heritage of ASEAN countries. The main business of in this area is agriculture with floating gardens. This lake is considered as a warm polymictic lake and the trophic state is eutrophic. In Inle Lake, there are a lot of floating farms in floating islands and are made from masses of floating vegetation. Floating farms are found around the lake margins, tomatoes being a major crop. The tomato plantation is the major food from the Inle floating island agriculture and produces about three tons per year and distribute throughout the country. The chemical pollutants from the farms, human wastes and domestic wastes produced from the peoples in everyday finally accumulated in the lake and become contaminated.**

**In the last decade, the lake has been facing serious threats due to the use of chemical fertilizers, pesticides, and organic fertilizers, man-made pressure leading to the deterioration of its water quality and shrinkage of the open water area. This paper aims to identify the problems based on data collected from lake authorities, investigation of field data, water quality survey and to prepare the management plan for biodiversity conservation of Inle Lake. It can be useful for the major problems of eutrophication, water pollution, and controlling and monitoring water quality, environmental deterioration and to preserve the lake for future generations.**

## 車軸藻によるファイトレメディエーションの研究

竹内千尋<sup>1)</sup>, 浅枝隆<sup>1)</sup>

1) 埼玉大学大学院理工学研究科

### 1. はじめに

ヒ素などの重金属による土壌や地下水の汚染は、日本だけでなく、あらゆる地域で深刻な環境問題となっている。このような汚染は多くは化学反応を用いて除去されているが、植物を用いた汚染処理技術も近年盛んに研究されている。今回の実験で用いた車軸藻も、藻体の周りを石灰化し炭酸カルシウムバンドを形成するという特徴から汚染処理に役立つ種であると考えられる。本研究では、“ヒ素”をターゲットに車軸藻のヒ素を除去する仕組みの解明を目的とした。

### 2. 調査方法

シャジクモは、オーストラリア原産の *Chara Australis*, 千葉産の *Chara Braunii* をあらかじめ研究室で栽培したものを用いた。ピーカーに、ヒ素の濃度がそれぞれ **0 ng/L**, **0.1 ng/L**, **1.0 ng/L** となるように調節し、石灰化を促すためにカルシウムを **80 ng/L** 加えた。一週間ごとに長さを測定し、藻体の **chlorophyll a**, **chlorophyll b**, **carotenoid**, **CAI**, **APX**, **POD** 車軸藻体のカルシウム濃度とヒ素の濃度を測定した。

### 3. 結果

3週間の車軸藻の茎の伸び率を3つのヒ素濃度で比較すると、図Aよりヒ素の濃度に伴って伸び率が低くなっていることから、明らかにヒ素濃度が伸び率を制御していた。(ANOVA n=3, f=6.29 p<0.05) また、藻体中のヒ素濃度を形態別に分けて測定した結果、図B図Cよりヒ素の取り込みは日数に伴い明らかに減少し(ANOVA n=3, f=30.974 p=0), ヒ素の取り込み方を形態別測定でみると、時間により減少し、特に藻体に吸収されるヒ素が21日には0 ng/L となった。(ANOVA n=3, f=37.365 p=0)

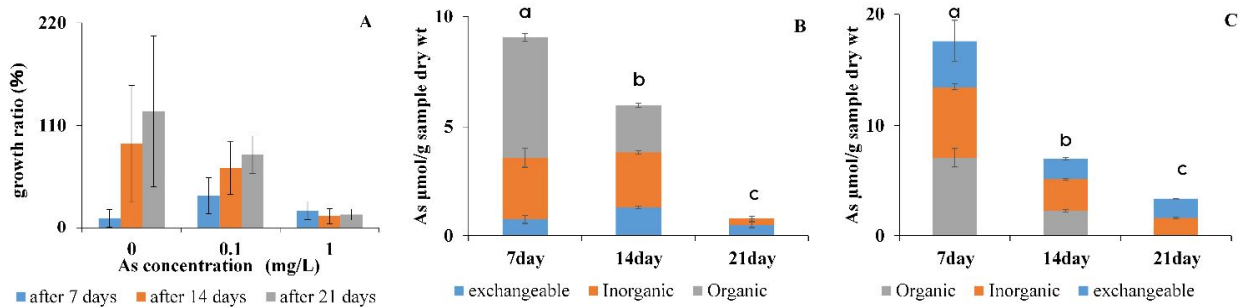


図 A 車軸藻の伸び率 図 B As 0.1 ng/L 中の車軸藻の As 濃度 図 C As 1.0 ng/L 中の車軸藻の As 濃度

### 4. 考察

車軸藻は、成長の過程で明らかにヒ素の影響を受けた。またヒ素の取り込み初めは車軸藻の藻体、石灰化の場所共にヒ素を取り込むが日数と同時に藻体から減っていくところがあった。

### 5. 謝辞

本研究において丁寧に測定方法を教えてくれた研究室のメンバー、常に厳しく指導して下さった浅枝先生、携わったすべての方に感謝いたします。

## 外来魚の侵入リスク評価に用いる生物多様性指標に関する比較検討

角田裕志<sup>1)</sup>, 満尾世志人<sup>2)</sup>

1)埼玉県環境科学国際センター, 2)新潟大学 CTER

### 1.はじめに

外来種の侵入防止は最も基本的でかつ費用対効果が高い外来種対策となる。近年は、生息地モデルを応用した侵入確率の推定に加え、侵入先における在来生物等への影響の大きさを考慮したリスク評価を行うことによって、侵入防止の優先度の評価手法が提案されている。侵入リスクの評価では、「侵入確率」と「影響の大きさに関する指標（以下、便宜的に影響指標と呼ぶ）」とを乗じて計算することが多いが、どのような影響指標を用いるのかについては十分に議論されていない。そこで、本研究では外来魚オオクチバス (*Micropterus salmoides*) の侵入リスク評価に用いる影響指標を検討する目的で、性質の異なる複数の指標を用いてリスク評価を行いその結果を比較した。

### 2.研究方法

本研究の対象地域は岩手県南部の水田が優占する農村景観に位置する農業用ため池（49箇所）である。オオクチバスの侵入確率の推定には、当該地域のため池への侵入確率推定を目的として発表者らが提案した予測モデル (Tsunoda et al. 2015) の結果を用いた。オオクチバス侵入の影響指標については、肉食性外来魚の侵入リスクに関する先行研究（例えば、Vander Zanden and Olden 2008）を参考に、対象地域の魚類相や種の分布情報を用いた。特にオオクチバスの捕食影響を受けやすいとされる在来コイ科魚類を対象として、1)種豊度（総出現種数）、2)種多様度（Shannon-Wiener の多様度指数）、3)保全重要度（環境省レッドリストのランクと国内外来種か否かを判断基準として種ごとに重みづけした得点の総和；Oerti et al. 2002）の3指標を用いた。影響指標の計算には、2008年から2010年に発表者らがそれぞれのため池で実施した魚類相調査の結果を用いて池ごとに計算した。オオクチバスの侵入リスクは、予測モデル結果の「オオクチバスの侵入確率」と「影響指標」とを乗じて、リスクの大きさを10段階で相対評価した。そして、異なる影響指標間でリスク評価の結果を比較した。

### 3.結果と考察

侵入リスクの評価結果は、種豊度と種多様度では7箇所、種豊度と保全重要度では15箇所、種多様度と保全重要度では6箇所がそれぞれ一致した。絶滅危惧種が生息する場所は保全重要度を用いた分析ではリスク大と評価されたが、種豊度や種多様度を用いた分析ではリスク小と評価される傾向にあり、国内外来種が侵入した場所ではその逆のパターンが見られた。本研究結果は、外来魚の侵入リスク評価の際には、評価対象地域の魚類相の状況に応じて適切な影響指標を用いることの必要性を示唆した。特に、対象地域において絶滅危惧種の生息が確認されている場合や国内外来種が広域に侵入・生息する場合には、種ごとに重みづけした影響指標を用いる必要があると考えられた。

### 4.引用文献

- Oerti B, Joye DA, Castella E, Juge R, Cambin D, Lachavanne J-B (2002) Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity. *Biological Conservation* 104: 59-70.
- Tsunoda H, Mitsuo Y, Enari H (2015) Predicting patterns of intentional introduction of non-native largemouth bass into farm ponds in northeastern Japan. *Ecological Research* 30: 15-24.
- Vander Zanden MJ, Olden JD (2008) A management framework for preventing the secondary spread of aquatic invasive species. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65: 1512-1522.

## 外来種アメリカザリガニの駆除手法の検討

中田和義 <sup>1)</sup>, 牛見悠奈 <sup>1)</sup>, 白石理佳 <sup>1)</sup>, 竹原早恵 <sup>2)</sup>

**1)**岡山大学大学院環境生命科学研究科, **2)**岡山大学環境理工学部環境管理工学科

### 1. はじめに

北米産外来種のアメリカザリガニ (*Procambarus clarkii*) は, 1927 年に我が国に移入されて以来, 現在までに全国各地の河川・湖沼・水田等のあらゆる水域に定着し, 分布域を拡げている。雑食性のアメリカザリガニが侵入した水域の一部では, 様々な水生動植物が本種による食害を受け, 絶滅危惧種を含む在来生物が, 本種により深刻な悪影響を受けていることが報告されている。また, 本種が掘る巣穴によって水田漏水が発生する等, 農業被害も生じている。このため本種は, 環境省および農林水産省により緊急対策外来種に, 日本生態学会からは日本の侵略的外来種ワースト **100** に選定され, 被害が生じている水域では, 早急な駆除対策が求められている。

そこで演者らは, アメリカザリガニの効率的な駆除手法の開発を目的とし, これまでに, **1)** 本種の駆除に用いる人工巣穴と, **2)** 本種の駆除に用いる籠と使用餌に関する実験研究を行った。得られた成果については, 応用生態工学 **18** 巻 **2** 号掲載の論文 **3** 編により公表した (白石ほか **2015**; 牛見ほか **2015ab**)。本発表では, これら **3** 編の論文の成果について総合的に紹介する。また, 演者らはその後, アメリカザリガニの駆除に用いるペットボトル製トラップの開発研究も進めている (論文投稿準備中)。本発表では, この研究の成果についても併せて報告する。本要旨では, 白石ほか (**2015**) および牛見ほか (**2015ab**) の概要を以下に示す。

### 2. アメリカザリガニの駆除に用いる人工巣穴サイズ (牛見ほか **2015ab**)

アメリカザリガニが日中は巣穴や隠れ家に隠れる習性をもつことから, 塩ビ管で製作した人工巣穴をアメリカザリガニの定着水域に設置すれば, 本種を捕獲駆除できると予測した。まず室内実験で, 本種の体サイズ別に人工巣穴の好適サイズを明らかにした (牛見ほか **2015a**)。次に, 好適サイズの人工巣穴を本種が定着した池に設置する野外実験を行った。その結果, 好適サイズの人工巣穴で, 抱稚仔個体を含むアメリカザリガニを捕獲駆除できることが示された (牛見ほか **2015b**)。

### 3. アメリカザリガニの駆除に用いる籠と使用餌 (白石ほか **2015**)

アメリカザリガニの捕獲に有効な籠と使用餌の種類について検討するため, 籠の種類による捕獲効率比較実験 (実験 **1**) と, 籠に用いる餌の種類による捕獲効率比較実験 (実験 **2**) を本種が定着した池で行った。その結果, 本種の捕獲駆除には, 練り餌を餌としてエビ籠を用いるのがよいと結論した。

### 4. 引用文献

白石理佳・牛見悠奈・中田和義 (**2015**) 外来種アメリカザリガニの駆除に用いる籠と使用餌. 応用生態工学, **18** (**2**): 115-125.

牛見悠奈・宮武優太・筒井直昭・坂本竜哉・中田和義 (**2015a**) 外来種アメリカザリガニの駆除に用いる人工巣穴サイズ. 応用生態工学, **18** (**2**): 79-86.

牛見悠奈・白石理佳・中田和義 (**2015b**) 好適なサイズの人工巣穴を用いた外来種アメリカザリガニの駆除効果. 応用生態工学, **18** (**2**): 139-145.

## 七ヶ宿ダム（宮城県）におけるコクチバスの試験的な防除の取組み及びその効果

坂本正吾<sup>1)</sup>，丸谷成<sup>1)</sup>，山本和司<sup>2)</sup>，阿部富雄<sup>3)</sup>

1) 応用地質株式会社，2) 復建技術コンサルタント株式会社，

3) 国土交通省東北地方整備局七ヶ宿ダム管理所

### 1. はじめに

コクチバス (*Micropterus dolomieu*) は獰猛な肉食性で、魚類・甲殻類などを捕食することから、在来生物相への影響が懸念され、外来生物法により特定外来生物に指定されている。国土交通省の七ヶ宿ダム（宮城県）において、河川水辺の国勢調査（魚類調査）では、平成 22 年度にコクチバスの生息が初めて確認され、かつ貯水池内で捕獲した魚類の過半数をコクチバスが占めた。また、コクチバスの産卵適地がダム湖岸全域に分布していることが確認された。これらの状況を踏まえ、七ヶ宿ダムでは平成 22、23 年度にコクチバスの防除手法の検討を行い、平成 24 年度からコクチバスの試験的な防除が開始された。以降、コクチバスの試験的な防除は、効果的な手法を順応的に検討しながら、平成 28 年度まで継続されている。本報告では、平成 24 年～28 年度の 5 ヶ年度にわたる七ヶ宿ダムにおけるコクチバスの試験的な防除の効果について、検証結果を紹介する。

### 2. 調査方法

コクチバスの調査は、平成 24 年～28 年に、主に本種の産卵期（5 月中旬～7 月上旬）において、親魚、産卵床内の卵、仔稚魚を対象に行った。親魚については、貯水池内で事前に確認したコクチバスの産卵適地及び産卵床の確認状況を踏まえて設定した 6 つの調査地区に、刺網（目合 50～75mm、網丈約 1m、長さ 20～40m）を各地区 2～3 枚、計 14～16 枚設置し捕獲した。産卵床内の卵については、上記の調査地区において潜水により産卵床を確認し、卵の捕獲や踏み潰し他を行った。仔稚魚については、貯水池湖岸をボートで巡航し、タモ網などにより可能な限り捕獲した。この他、平成 26 年度は河川水辺の国勢調査（魚類調査）を実施し、貯水池内の魚類の生息状況を把握した。

### 3. 結果及び考察

産卵期における刺網での親魚の捕獲個体数は、平成 24 年～26 年度にかけては 600 個体前後であったが、平成 27 年度は 539 個体、平成 28 年度は 499 個体と減少した。捕獲した個体の年齢構成を図 1 に示す。年齢構成は、2 歳及び 3 歳の個体数が経年的に減少する傾向を示しており、若齢層の生息密度は低下してきていると考えられる。

また、平成 26 年度の河川水辺の国勢調査の結果では、平成 22 年度に比べて、貯水池内で捕獲した魚類の中でコクチバスが占める割合が減少し、一方、ウグイやモツゴ、ワカサギ、ヨシノボリ類などの割合が増加した。これらのことから、七ヶ宿ダムにおいて試験的に実施しているコクチバスの親魚の捕獲、卵の捕獲・産卵床の踏み潰し他（年平均で約 440 箇所）、仔稚魚の捕獲は、コクチバスの生息数の減少とともに、ダム貯水池内の魚類生態系の回復に一定の効果を及ぼしていると考えられる。

### 4. 謝辞

本研究は、国土交通省東北地方整備局七ヶ宿ダム管理所が実施している外来魚生息状況調査業務の成果の一部である。本業務の関係機関の皆様に深く御礼申し上げます。

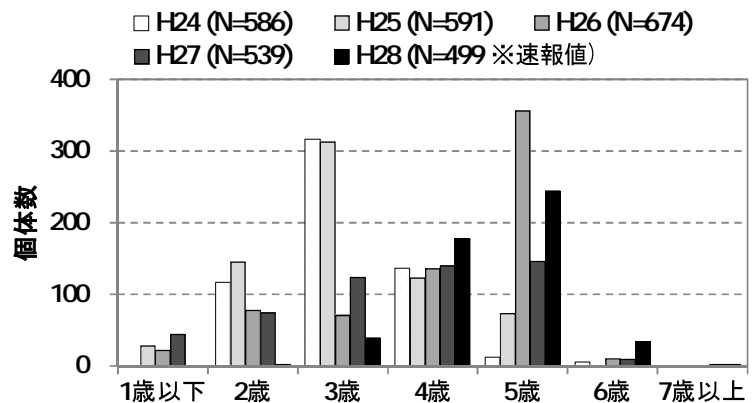


図 1 産卵期に刺網で捕獲したコクチバスの年齢構成

## 榎野川水系におけるコイの河道内移動分布とその食性

後藤益滋<sup>1)</sup>, 井上徹志<sup>2)</sup>, 城田久岳<sup>3)</sup>, 合屋知彦

1)山口大学工学部創成科学研究科, 2)長崎大学水産学部, 3)香川学園宇部環境技術センター

### 1. はじめに

外来種問題は各地で在来生態系への深刻な問題を引き起こしているが、在来種の移入問題も何ら外来種と変わらない影響が容易に想定される。河川生態系を保全する上で、外来種問題と同列に国内移入在来種の影響を考慮すべきであり、放流、増殖に関する指針を提言する必要がある。

筆者らは、山口県山口市を流域とする榎野川において、コイ *Cyprinus* spp.が集団で水路に侵入しカワニナ *Semisulcospira libertina* (Gould)の食害の可能性を示す痕跡を確認したが、本種は既往研究からもオオクチバス *Micropterus salmoides*(Lacepede,1802)やブルーギル *Lepomis macrochirus*(Rafinesque,1819)と同列に警戒すべき種類であり、IUCN（国際自然保護連合）では世界の外来侵入種ワースト **100**にも指定されている。そこで、本研究では本種の周年行動や食性から、本流域内における食害の有無や通年の行動を明らかにすることを主目的とした。

### 2. 榎野川流域におけるコイの個体密度

堰連続区間と堰非連続区間で、横断方向の潜水または陸上からの目視観察で個体数を把握した。若年個体は潜水目視観察の他に、タモ網による徒手採取も行った。調査時季は春季から冬季の**4**季とし、原則的に平水時を実施条件とした。堰非連続間では、夏季から秋季まで中流域の個体密度が高く、**10~20**個体の群れで行動していた。堰連続区間は堰で上下の移動が阻害されるため、季節を問わず高密度であった。また、冬季は高密度な場所はなく、小群または単独で行動していた。夏季から秋季は、産卵適地を求めて支川または本川へ遡り集団行動を取りながら活動している可能性が高く、後述の胃内容物調査でも雌雄ともに生殖腺が発達しており、このような行動特性は主に産卵が目的であると推察される。

### 3. ラジオテレメトリーを利用した本種の河道内分布

堰連続区間、非連続区間の行動把握をするため、雌雄計**4**個体の腹腔内にコイル式電波発信器（ATS社製）を装着し、**10**月下旬から**3**月まで追跡を行った。経時的には冬季も積極的に活動しており、堰連続区間の経日行動は、**11**月**13**日になると雌雄での協調行動が単独行動に変化したことから、産卵期が終結し、分散したものと推察される。**3**月**30**日は再び、一の坂川、本川合流点付近に集まり、**10~15**個体程度の集団を形成していた中に本器を装着した雄、雌個体もその集団で協調行動を行っていた。非連続区間の経月行動は、雄が**600m**、雌個体は**6**kmの範囲で移動しており、堰が無ければ広い範囲を行動圏としていることが示唆された。

### 4. 食性調査及び食害実態調査

採捕した個体の胃内容物は、貝類の割合は高く、その他、魚類の尾、卵、ヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* Navasの頭胸部、コガタシマトビケラ *Cheumatopsyche brevilineata* (Iwata)の頭部、スジエビ *Palaemon paucidens*の頭部、ユスリカの頭部等が発見され、軟体部は消化が進み原形を留めていなかった。植物は、オオカナダモ *Egeria densa* (Planch.) Casp.が胃内から確認され、あとはすでに消化が進んでいて同定までには至らなかった。本種の摂餌は、河床の砂泥ごと口に吸い込み、咽頭歯で噛み砕き、胃内に収めている。胃を切開すると、砕かれた貝殻が共に吸い込まれた泥、砂に混じって確認できた。本川においては、貝類が生息しない範囲と、本種の個体密度の高い範囲とほぼ一致していることから、本種による捕食圧が高いことを窺わせる結果となった。

### 5. 謝辞

本研究を実施するにあたり、河川整備金(No.23-1215-031)の助成を受けた。また、榎野川漁業協同組合、山口県防府水産事務所、山口県土木建築部ならびに総務省中国総合通信局の諸氏には改めてここに御礼申し上げる。

# 微量元素およびストロンチウム安定同位体を用いた ヒゲナガカワトビケラの発生地判別の可能性

工藤誠也<sup>1)</sup>, 井上博元<sup>2)</sup>, 野田香織<sup>3)</sup>, 渡邊 泉<sup>4)</sup>, 申 基澈<sup>5)</sup>, 東 信行<sup>1)</sup>

1) 弘前大農生, 2) 岩手連大, 3) 弘前大理工, 4) 東京農工大農, 5) 総合地球環境学研究所

## 1. 緒言・材料と方法

ヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* は、河川の上～中流域に生息し、河床の石陰に網状の巣を固定する造網性トビケラである。その生態ゆえに幼虫の定住性は高く、本種の体内元素は発生地点の環境を反映するものと考えられた。青森県の岩木川水系 (St.1: 大沢川, St.2-7: 岩木川, St.8-9: 浅瀬石川; 番号は各支流について上流から昇順) で得られたヒゲナガカワトビケラとその近縁種チャバネヒゲナガカワトビケラ *S. sauteri* の体内微量元素を ICP-MS (誘導結合プラズマ質量分析装置), ヒゲナガカワトビケラのストロンチウム安定同位体比  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  を TIMS (表面電離型質量分析装置) によって測定し、発生地点の判別および個体の移動分散評価を試みた。

## 2. 結果と考察

ヒゲナガカワトビケラとチャバネヒゲナガカワトビケラの2種の体内元素組成には、大きな違いが見られなかった。また、ヒゲナガカワトビケラ終齢幼虫の体内元素濃度と河川水の溶存態元素濃度は、多くの元素で連動していた。マンガン、ニッケル、コバルト、カドミウムは、大ダムである目屋ダムの直下 (St.2; Fig.) で最も高濃度となり、ダムから離れるに従って低濃度となっていた (St.3-7)。この傾向は6月よりも10月に顕著であった。夏季に、ダム湖水は表層が暖められることで成層化し、その際に底層水が還元状態となるため、底質に蓄積されていた各種元素は溶出して下流へ放たれていたことが推測され、ヒゲナガカワトビケラの元素組成もその影響を受けたものと考えられた。一方成虫では、ダム湖より上流側と下流側とが明確に区別されたことを除き、これらのような元素濃度における地点差が不明瞭であった。この結果は、ヒゲナガカワトビケラの成虫が特定の調査地点間を頻繁に移動していること、ダム湖によって移動分散が妨げられ上流域に生息する集団が孤立状態にあることを示唆するものであった。

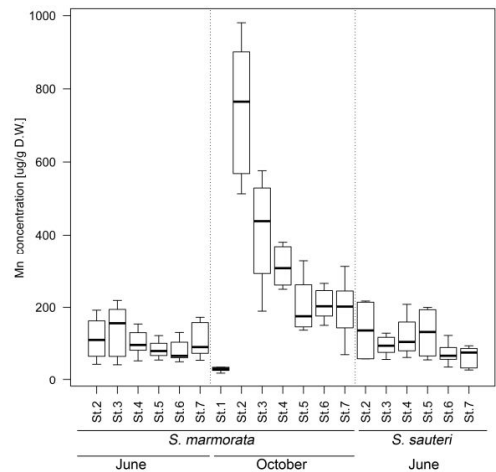


Fig. Manganese concentrations in larvae of *Stenopsyche* spp.

ヒゲナガカワトビケラ終齢幼虫のストロンチウム安定同位体比  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  は、岩木川の本川 (St.2-4 および St.6-7) で 0.70630 - 0.70642 であったのに対し、その支川である大沢川 (St.1) で 0.70643 - 0.70661, 大秋川と岩木川の合流部 (St.5) で 0.70573 - 0.70574, 浅瀬石川 (St.8-9) で 0.70555 - 0.70558 と、本川・支川毎に重複なく異なっていた。また、本川の流量が流入河川のそれに比して大きいためか、流程に沿った  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  の変化は極めて小さいものであった。成虫の  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  も幼虫のそれに近い値をとっていた。

これらの結果から、ダムの影響を強く受け流程方向に大きく変化するマンガン、ニッケル、コバルト、カドミウムなどの元素濃度は個体の発生地点 (とりわけ特定の河川内での位置) を推定する手がかりとなり、さらにストロンチウム安定同位体比によって個体の成育した支川が示されるものと考えられた。微量元素とストロンチウム安定同位体比の両者を用いることで、ヒゲナガカワトビケラの発生地判別可能性が示唆された。

**謝辞** 本研究の一部は、科学研究費助成事業 (課題番号 25-4083, 26340089) ならびにダム水源地環境整備センターWEC 応用生態研究助成 (助成番号 2015-03) によって遂行された。ストロンチウム安定同位体の質量分析は、総合地球環境学研究所「同位体環境学」共同研究の一環として行った。

# 河川水中に存在する DNA を活用した重信川の流域内水生昆虫種多様性解析

八重樫 咲子<sup>1</sup>, 渡辺幸三<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 愛媛大学大学院理工学研究科

## 1. はじめに

近年、生物多様性保全への社会的関心の高まりを受け、河川・水辺の国勢調査や環境アセスメントといった水生生物の種多様性調査が活発に行われている。従来の調査では、サンプリングネット等で採取した生物標本を形態学的に種同定し、種多様性(種数)を評価している。しかしこの手法では、**1)** 希少種・貴重種・絶滅危惧種など個体数の少ない生物の採取が困難である点、**2)** 形態同定には長時間の作業と莫大な人件費を要する点、**3)** 若齢個体や劣化標本は形態同定が困難で誤同定のリスクが高い点、**4)** そもそも底生動物などの小動物群は図鑑に記載されていない種(未記載種)が多く、属・科レベルの粗い分類群同定に止まる、という問題点がある。

そこで、従来の形態同定に代わる生物多様性評価技術として、水中の環境 DNA (水環境 DNA) 分析による生物多様性評価が注目を浴びている。水環境 DNA とは、生物標本由来の DNA ではなく、環境水中に溶けている生物由来の DNA を指す。水環境 DNA は、水中に生息する生物がその生物活動(例: 脱皮, 体液・粘液の生成, 排泄など)を通して水中に排出した DNA であり、生息種の種多様性を網羅的に解明する手法として注目されている。

本研究では、この雑多な生物由来の水環境 DNA を、次世代 DNA シークエンス解析により全種並列的に解読し、DNA バーコーディングにより重信川の水生昆虫群集の種多様性を明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

重信川における環境 DNA 濃縮方法の検討のため、愛媛県中部を流れる一級河川重信川の下流地点の右岸・流心・左岸の3地点の表層部で行った。また、流心では底層部でも採水した。採取した河川水の半数は直ちに実験室を持ち帰り、懸濁物質の濃縮処理を行った。残りの半数は一度河川水を凍結融解させてからろ過を行った。河川水のろ過は孔径 0.1-10 $\mu$ m のメンブレンフィルターを用いて行った。その後、濃縮した有機物をバッファーに再懸濁させ、懸濁液を用いて 56 $^{\circ}$ C で一晚 proteinase K 処理を行った。続いて、フェノール・クロロホルム法を用いて DNA 抽出を行った。抽出した DNA は -20 $^{\circ}$ C で保存した。得られた DNA の濃度は Quantus Fluorometer (PROMEGA) の Quanti Fluor dsDNA System (PROMEGA) を用いて蛍光測定した。続いて、左岸で採取した環境 DNA を対象に、ミトコンドリア DNA (mtDNA) の Cytochrome Oxidase subunit I (COI) 領域の PCR 増幅を行った。その後、昆虫 DNA の回収状況を検証した。PCR 反応溶液は 10 x Buffer (TaKaRa) 1 $\mu$ l, MgCl<sub>2</sub> (25mM, TaKaRa) 0.8 $\mu$ l, LCO (10 $\mu$ M) および HCO プライマー(10 $\mu$ M)をそれぞれ 0.5 $\mu$ l, dNTP (2.5mM, TaKaRa) 0.8 $\mu$ l, TaKaRa EX Taq (TaKaRa) 0.1 $\mu$ l, Dimethyl sulfoxide (DMSO) 0.3 $\mu$ l に採取した環境 DNA を未調整で 1 $\mu$ l 加え、PCR グレード水で全量が 20 $\mu$ l となるよう調整した。PCR 反応には TM100TM Thermal Cycler (Bio-RAD)を用いた。温度条件は 94 $^{\circ}$ C で 2 分加熱した。その後、94 $^{\circ}$ C で 30 秒の熱変性、50 $^{\circ}$ C で 30 秒間のアニーリング、72 $^{\circ}$ C で 1 分間の伸長反応のサイクルを 20 回, 25 回, 30 回行った。最後に、72 $^{\circ}$ C で 10 分間の伸長反応を行い、12 $^{\circ}$ C で保持した。

次に、重信川の上流から下流まで網羅的な河川水のサンプリングを行い、孔径 0.2 $\mu$ m のメンブレンフィルターを用いて河川水をろ過した。上記と同様に DNA 抽出し、PCR 増幅を行った。続いて、illumina 次世代シーケンサー MiSeq を用いて次世代シーケンズ解析を行った。得られたシーケンズデータに対して DNA バーコーディングを行うことで、各地点の生息種を推定した。

## 3. 結果と考察

河川水からの環境 DNA 回収方法を検討した結果、DNA 濃度は採水場所間で統計的に有意な差は認められなかった。一方で、通常の河川水と凍結融解後の河川水からの DNA 濃度を比較した結果、通常の河川水からの DNA 濃度が有意に高くなった。当初は凍結融解がもたらす細胞破壊が DNA 回収効率を高めることが予想されたが、凍結融解中に DNA の分解が進んだことで、最終 DNA 回収量が低下したと考えられる。また、孔径 0.2 $\mu$ m のメンブレンフィルターを使った場合、DNA 濃度が回収した DNA 濃度が高く、少ない PCR サイクル数でも安定した PCR 増幅が見られた。一方で孔径が大きいメンブレンフィルターでは DNA の安定した増幅が見られなかった。したがって、より小さい孔径のフィルターを用いることで水生昆虫由来の懸濁物質を効果的に濃縮できる可能性がある。

今後、環境水の次世代シーケンズ解析を行うことで流域内の水生昆虫種多様性が明らかになると期待される。

## 4. 謝辞

本研究は、科学研究費補助金(基盤研究 B : 16H04437, 若手研究 B : 16K18174, 特別研究員奨励費), ニッセイ財団若手研究・奨励研究助成, および河川財団河川整備基金助成事業(285211062)の資金的援助を受けました。ここに謝意を表します。



# 淀川水系下流域のアユ個体群の耳石分析と DNA 分析による降河履歴の推定

竹門康弘<sup>1)</sup>, 谷口順彦<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 京都大学防災研究所

<sup>2)</sup> 淀川河川レンジャー

## 1. はじめに

京都府鴨川には市内平地区間にも 50 基を超える堰堤や落差工が存在する。その多くには魚道がないため、魚類の移動を妨げている。京の川の恵みを活かす会では、鴨川に天然アユやオイカワの遡上を促すことによって、川の恵みを増やし自然の価値を高めること、そして川の自然を豊かにする活動への参加意欲を育むために、平成 23 年から鴨川の龍門堰、今井堰、四条落差工、三条落差工、丸太町落差工、荒神口落差工に仮設魚道（図 1）を設置し、アユやオイカワなどの遡上数や生息状況の調査を行っている。本研究では、これらの活動によって、大阪湾から溯上した天然海産アユが鴨川のどこまで到達しているかを評価するために、淀川下流各地で漁獲されたアユについて耳石分析ならびに DNA 分析を行った。



図 1 鴨川最下流の龍門堰。H23～25 年に魚道を設置。H26 年に堰の上半分が撤去され連続性阻害が軽減された。

## 2. 調査方法

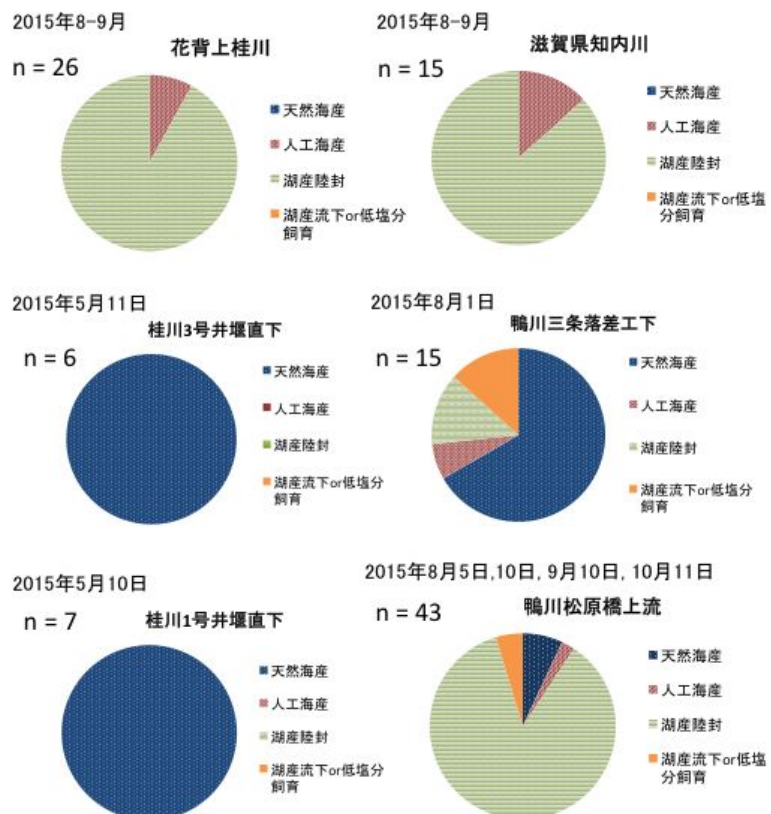
平成 27 年 5 月 10、11 日に桂川の 1 号井堰下と 3 号井堰下で投網により計 13 尾のアユを捕獲した。また、同年 8 月～10 月に鴨川の松原橋上流と三条落差工直下で、友釣りにより計 58 尾のアユを捕獲し、計 71 尾について耳石のストロンチウム・カルシウム比の分析を行なった。また、同年 8 月～9 月に京都府上桂川と滋賀県知内川で友釣りにより捕獲した 41 個体を加えた計 112 個体について、マイクロサテライト DNA を用いた遺伝的系統解析を行なった。マイクロサテライト座として Pal 1, Pal 3, Pal 5, Pal Ayu191, pal Ayu194, Pal Ayu199, Pal Ayu42 の 7 座を用いて増幅し、Applied Biosystem 社のジェネティックアナライザーを用いて検出し、尤度法を用いて琵琶湖陸封型および両側回遊型の判定を行なった。

## 3. 結果と考察

桂川と鴨川で捕獲されたアユのうち耳石分析によって海水履歴が認められた個体の多くは遺伝的にも両側回遊型であることが確認された。とくに 5 月に桂川の 1 号井堰ならびに 3 号井堰で捕獲された個体はすべて海産天然遡上アユであることがわかった。さらに、8 月に三条落差工下で捕獲された個体の 67%、8-10 月に松原橋上流で捕獲された個体の 7% が海産天然遡上アユと判定された。これらの結果から、2015 年には、大阪湾の海産アユが三条落差工下まで到達したこと、ならびに三条～五条の区間のアユのおよそ 1/4 が天然海産アユであったことがわかった。いっぽう、形態的に養殖形質ながら海水履歴のある個体が 1 割強認められた。このため、鴨川産のアユの履歴についてはさらに精査が必要と考えられる。

## 4. 謝辞

本研究は、京の川の恵みを活かす会の活動の一環として実施された。実施に際しては、京都市、京都府ならびに水産庁水産多面的機能促進事業による資金的援助を受けた。また、各地のアユ標本は、賀茂川漁協、保津川漁協、ならびに京淀川漁協の組合員の皆様に採集していただいた。以上の関係者の皆様に感謝の意を表す。



## 日本の気候勾配に沿ったオナシカワゲラ (*Nemoura sp.*) 個体群の比較プロテオーム解析

山野俊介<sup>1)</sup>, Maribet Gamboa<sup>1)</sup>, Maria Claret Lauan<sup>2)</sup>, 岩田久人<sup>2)</sup>, 渡辺幸三<sup>1)</sup>

1) 愛媛大学大学院理工学研究科, 2) 愛媛大学沿岸環境科学研究センター

### 1. はじめに

今日河川管理において生物多様性保全は重要な課題となっている。しかし近年の急速な気温上昇などの気候変動は水温や流量などの河川環境条件を変化させる可能性がある。環境の変化に応答したタンパク質からは、生物がその環境に対してどのように応答し適応するかを知ることができる。そのためタンパク質を対象にした研究は、特定の環境における生物への影響を評価する手段として利用されている。本研究の対象生物であるカワゲラは幼虫の間河川で生息する水生昆虫で、指標生物としても利用されている。しかし、環境の変化に敏感であることから絶滅する可能性が高い分類群だといわれている。また底生動物は河川の生態系の維持に重要な役割を果たしていることから、気候変動に対するカワゲラの応答を理解することは重要である。本研究では、多様な気候環境に生息するカワゲラの応答を把握するため、日本の気候環境勾配に沿ったカワゲラ地域個体群間のタンパク質発現パターンを比較し、地域特異的なタンパク質を調査した。

### 2. 方法

札幌、仙台、岐阜、松山の4地域でカワゲラを採取し、カワゲラの血リンパからタンパク質を抽出した。その後、タンパク質の濃度を蛍光マイクロプレートリーダー (SPECTRA Fluor Plus, TECAN) で測定した後、2.0-3.0 mg/ml になるように希釈、濃縮した。抽出したサンプルを超音波破碎処理し、2次元電気泳動を行うことでタンパク質を分離した。2次元電気泳動は2段階の電気泳動によりタンパク質をゲル上に2次元に展開し分離する手法で、1次元目はpH勾配上で等電点の違いによって分離し、2次元目は分子量の違いによってタンパク質を分離する。本研究では、1次元目においては1次元電気泳動用ゲル (Immobiline DryStrip) のpH勾配3-10のゲルを用い、マニュアルに従い4段階に電圧と流す時間を変えて行った。2次元目においてはNuPAGE 4-12% Bis-Tris Gel (Life Technology) のゲルを用い、電圧と電流をそれぞれ120V、60mAに設定し、時間は約1時間45分で行った。その後Coomassie Brilliant Blue R-250 (BIO RAD) を用いてゲルを染色し、タンパク質を可視化できるようにした。タンパク質スポットが現れたゲルはスキャナーで画像を取り込み、ソフトウェアPDQuestを用いて地域間で発現パターンを比較した。単離したタンパク質は消化酵素トリプシンを用いて断片化した後、MALDI TOF-TOF質量分析計で質量を測定した。得られた質量データはMIS (Mascot) においてタンパク質を同定した。また、同定されたタンパク質はソフトウェアDAVIDを用いてGene Ontologyに基づき分類した。

### 3. 結果と考察

タンパク質の発現パターンを4地域で比較したところ、特異的なタンパク質が札幌で16個、仙台で19個、岐阜で9個、松山で49個見られた。これらのタンパク質を同定し、機能ごとに分類した結果を図1に示す。寒冷的な札幌ではエネルギーに関係するタンパク質が、比較的温暖的な松山では代謝に関係するタンパク質が多く発現していた。温暖な環境下ではより多くのタンパク質が発現し、その機能も多様になると考えられる。

### 4. 謝辞

本研究は、科学研究費補助金・基盤研究 (B) (16H04437) および挑戦的萌芽研究 (26630247) の資金援助を受けて行った。ここに謝意を表します。

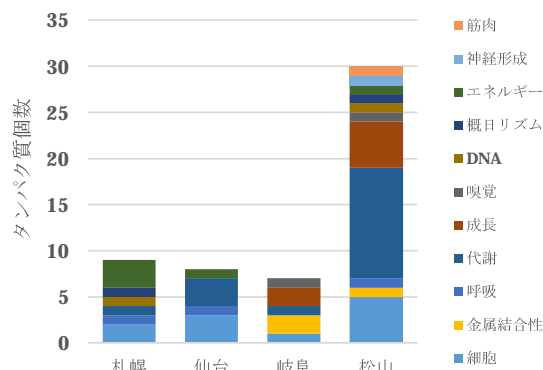


図1 特異的に発現したタンパク質とその機能

## マイクロ PIXE を用いた水生生物組織の微量元素分析による 生息環境情報の可視化の試み

吉富友恭<sup>1)</sup>・鈴木享子<sup>1,2)</sup>・及川将一<sup>3)</sup>・武田志乃<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>東京学芸大学 環境教育研究センター

<sup>2)</sup>東京大学大学院 農学生命科学研究科

<sup>3)</sup>量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所

荷電粒子励起 X 線 (PIXE) 分析法は、加速器からの陽子やヘリウムイオンなどの高エネルギーのビームを照射し、試料から発生する元素固有のエネルギーを持つ X 線 (特性 X 線) を検出する分析方法である。PIXE 分析は生物や環境試料等に含まれる微量元素を精度よく、かつ試料にダメージを与えることなく測定できる非破壊での多元素同時局所分析法として医学・生物学及び環境科学を中心として自然科学全般にわたり広く利用されている。

加速した陽子線を細かく絞り試料の表面を走査することで、試料の二次元元素分布図が作成できるマイクロビームスキニング PIXE (micro-PIXE) は、位置分解能 0.1 $\mu\text{m}$  の精度で試料表面の Na から U までの多元素について同時に分布マップを取得することができるため、組織や細胞内の元素分布の解明や構造解析の研究に適している。一度に多くの情報が得られる他、試料を繰り返し用いることができるため、保存性の点からも希少な試料にも適していると考えられる。また、軟組織から硬組織まで様々な試料の分析に応用することができることも特長である。

応用生態工学分野においては、水生生物の成長や生活史、生息環境との関係に焦点をあてた調査・研究が数多く報告されている。これまで当該テーマにおいては本手法のような物理学的手法を取り入れた分析化学的なアプローチはあまり見られなかったが、本手法の応用を検討することにより、既存の研究をさらに発展させることができると考えられる。例えば、生物の成長の記録が刻み込まれる硬組織の形態的知見と合わせてそこに含まれる微量元素等の化学的情報を得ることで、生物への環境の影響やその履歴を解読する手がかりが得られることが期待される。

本発表では、マイクロ PIXE を水生生物の分析に応用した事例として、1) 淡水および海水において飼育したイトウの鱗隆起線の断面における Sr:Ca の分布検索 (回遊履歴解読の基礎研究として)、2) Pb を経口投与したコイの咽頭歯における Pb の分布 (硬組織を用いた環境モニタリングの基礎研究として)、3) Cu 添加水で栽培したヨシの地下茎組織における Cu の分布検索 (ファイトレメディエーションの観点から)、以上を中心にとりあげる。

実験は放射線医学総合研究所静電加速器棟のマイクロビームスキニング PIXE 分析システム (Model OM2000, Oxford Micro Beam Ltd. UK) を用いて行った。以上の実験結果から、環境水中の微量元素取り込みと組織微小領域における取り込まれた微量元素の分布傾向を示し、生物の回遊履歴や汚染履歴等の生息環境情報の解読に資するデータを可視化した事例を報告する。それぞれの実験の設定、試料の作製方法、マイクロ PIXE の分析条件についても合わせて紹介する。

## 土砂供給の影響予測に向けた魚類による淵の水深利用の把握

小野田幸生<sup>1)</sup>, 堀田大貴<sup>1),3)</sup>, 萱場祐一<sup>2)</sup>

- 1) 土木研究所自然共生研究センター,
- 2) 土木研究所河川生態チーム,
- 3) 株式会社建設技術研究所

### 1. はじめに

ダムからの土砂供給は、ダムの堆砂問題を解決するだけでなく、土砂輸送の連続性も確保することが期待され、その運用が本格的に検討されている。ただし、人為的な土砂供給は自然条件とは異なる場合もあるため、その影響を予測し、軽減化を図る必要がある。本研究対象である魚類に関しては、生息場所の選好性を用いて物理環境の変化に対する潜在的な影響を評価する手法が PHABSIM などで用いられており、その援用が現実的といえる。

魚類の生息場所の選好性は瀬で調査されることが多く、土砂供給に伴う瀬の河床材料の変化による影響・効果の予測に役立てられてきた。ただし、供給された土砂は淵にも堆積する。淵ではもともと細粒土砂が多いため河床材料の変化は少ないものの、土砂の堆積による水深の減少が生じる可能性があり、その影響を予測するための魚類の水深利用の知見が必要となる。

そこで、本研究では複数の淵で潜水調査による魚類センサスを実施し、魚類の水深利用を把握することで、土砂供給の影響を予測するための基礎的知見を取得することを目的とした。

### 2. 方法

調査地として矢作川の中上流を対象に 6 つの淵を設定した。矢作川を対象河川としたのは、総合土砂管理が検討されており、今後、土砂供給により淵の水深の変化が生じる可能性があるためである。また、瀬淵構造が明確な中上流域を対象とし、調査可能な規模の淵を選定した。なお、淵の選定にあたっては、横断構造物の湛水域ではないこと、下流に瀬があり水深の縦断変化がみられることに留意した。

選定後、淵の縦断方向の長さをおよそ 5 等分した地点で横断測線を設定し、最下流の測線は淵と平瀬の境界部分になるようにした。そして、各横断測線を 6 等分した地点の水深を計測した。魚類観察は、測線を 6 等分した区間の上下流各 1 m の幅を対象に、SCUBA を用いた 2 名のダイバーにより実施された。記録内容は、魚種、個体数、体サイズクラス (1: 0~5 cm, 2: 5~10 cm, 3: 10~15 cm, 4: 15~20 cm, 5: > 20 cm)、利用水深の 4 項目である。利用水深については、水深に対する割合を 10% 単位で記録した。

### 3. 結果と考察

調査の結果、17 分類群 (水中で種までの同定が困難であった、シマドジョウ属、ヨシノボリ属を含む) が確認された。その中でも、遊泳魚ではオイカワ、カワムツ、ウグイが、底生魚ではヨシノボリ、カマツカが多数の地点で確認された。遊泳魚は、「浮魚」とも呼ばれるように、河床表面を利用するものはほとんどなかった。さらに、大型個体ほど深部を利用する傾向があった。ただし、最深部までは利用されていなかった。これらの傾向は、複数の淵でも確認されており、共通性が高いと考えられる。底生魚は河床を徘徊する生活型を有するため、中層を利用する個体は見られず、すべて河床表面で観察された。また、水深利用の明瞭な選好性は見られなかった。

本研究の結果より、土砂供給に伴う淵への土砂堆積の影響を水深低下の観点から考慮すると、底生魚よりも遊泳魚に対して注意が必要であることが示唆された。特に体サイズの大きな個体は深部を利用する傾向があるため、土砂供給前後の水深利用を比較する事で、影響が生じていないかを評価する必要があると考えられる。

### 4. 謝辞

現地調査では、土井敦史氏をはじめとする日本海洋生物研究所の方々にご協力頂きました。ここに記して深謝いたします。

# 礫の露出高の違いがアユの採餌におよぼす影響

## 一実験水路における河床操作実験一

堀田大貴<sup>1) 3)</sup>、小野田幸生<sup>1)</sup>、宮川幸雄<sup>1)</sup>、末吉正尚<sup>1)</sup>、萱場祐一<sup>2)</sup>

1) 土木研究所自然共生研究センター

2) 土木研究所河川生態チーム

3) 株式会社建設技術研究所

### 1. はじめに

土砂バイパスや土砂還元（以下、土砂供給）により供給される砂は、洪水時にダム下流に輸送され堆積する可能性がある。河川中流域において代表的な魚種であるアユは、河床の石礫に付着する藻類を餌としており、河床環境の変化によって影響を受ける可能性がある。例えば、アユの生息に適した河床環境について、アユの観察個体数との関係から巨石や浮石などが重要であるとの報告がある（阿部ほか 2014；坪井・高木 2016）。また、食み跡と河床の状況との関連を調査した研究では、採餌の可否を決定づける要因として礫の露出高が重要であることが報告されている。このように、石礫が露出していることの重要性が示唆されている。

土砂供給に伴う細粒土砂の河床への堆積による影響を考える場合、どの程度まで土砂の堆積が許されるかの知見が必要とされる。しかし、河床の礫の埋没の程度とアユによる採餌との関係については詳細には明らかにされていない。野外調査で石礫の露出高の閾値を推定する場合でもそれ以外の要因を完全に排除することは困難である。

そこで、本研究では、礫の埋没度の違いとアユの採餌の応答の関係性を把握するために、実験水路における河床操作実験を実施した。実験では、河床の礫の埋没度を複数条件設定し、アユの採餌行動の比較評価を行った。

### 2. 調査方法

実験は、岐阜県各務原市に位置する国土交通省水辺共生体験館の大型実験水路を利用した。実験水路は延長 25 m、幅 1.5 m の還流式の水路で、下流側の一部の区間を使って実験を行った。河床には砂利（粒径 10-20 mm 程度）を敷き詰め、別途実験河川において養生して藻類を付着させた巨石（コンクリート製、中径 26 cm）を設置した。この際、露出高 3 条件をランダムに配置した。その上で、平均流速 50 cm/s 程度の流れを発生させ、アユを放流した。

放流の後、アユの採餌行動を観察した。なお、水路左岸側の側壁は透明アクリル板の観察窓となっており、隣接する観察室から水中の観察が可能となっている。1 日程度の間、アユを遊泳させた後、食み跡の状況を記録した。

### 3. 結果と考察

観察の結果、すべての露出高の条件においてアユの採餌行動がみられた。そのため、短期的には露出高が採餌行動におよぼす影響は比較的小さいかもしれない。ただし、食み跡を確認した結果、露出高が小さいほど、露出部分が食みつくされる傾向にあった。したがって、長期的には、露出高が小さいほど餌量が不足する可能性があり、アユの成長にも影響を及ぼすかもしれない。土砂供給によるアユへの影響を餌資源の観点から評価する際には、長期的な影響も踏まえて総合的に判断する必要があると考えられる。

### 4. 謝辞

実験の実施にあたり、水辺共生体験館運営会議のメンバーの皆様には実験水路の使用許可を頂くなど便宜を図っていただいた。また、自然共生研究センターの皆様には実験準備に多大なご協力をいただいた。ここに厚く御礼申し上げます。

#### 【参考文献】

- 阿部信一郎・新井肇・荒木康男・榎本昌弘・原徹・藤本勝彦・伊藤陽人・井塚隆・松崎賢・田子泰彦・山本敏哉（2014）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. 37-43.  
坪井潤一・高木優也（2016）アユの生息にとって重要な環境要因の検討。日本水産学会誌 82. 12-17.

## イトウの幼魚期と成魚期における食性の比較

○鈴木享子 <sup>1), 2)</sup>・川原満 <sup>3)</sup>・加賀谷隆 <sup>1)</sup>・河口洋一 <sup>4)</sup>・清水泰 <sup>5)</sup>・藤本信治 <sup>6)</sup>  
 永井英俊 <sup>7)</sup>・吉富友恭 <sup>2)</sup>・大竹二雄 <sup>1)</sup>  
<sup>1)</sup>東大院農 <sup>2)</sup>学芸大環境教育 <sup>3)</sup>猿払イトウの会  
<sup>4)</sup>徳島大工 <sup>5)</sup>猿払村漁協 <sup>6)</sup>オホーツク活魚 <sup>7)</sup>猿払鮭鱒漁業

### 1. はじめに

サケ科に属するイトウは、河川改修による生息地破壊や河川構造物による生息域の分断により個体数が激減し、絶滅危惧種 (IA 類: IUCN) に指定されている。本種の保護は急務であるが、保全策の立案に必要な生態に関する基礎知見は乏しい。本研究では、北海道北部に生息するイトウ成魚の胃内容物調査 (2011 年発表) とともに、河川に生息する幼魚の胃内容物調査を実施し、幼魚期と成魚期の食性を明らかにすることを目的とした。

### 2. 材料と方法

#### 2-1 野生魚の採集

イトウ幼魚は、北海道北部の河川上流域において 22 個体を捕獲した。成魚は、同水系において死亡していた成魚 1 個体とオホーツク海沿岸において捕獲した成魚 20 個体を供試魚とした。

#### 2-2 胃内容物の調査と解析

幼魚は麻酔施術後に自作のストマックポンプを用いて、成魚は解剖により、胃内容物を摘出した。摘出した胃内容物は、ただちに 10%ホルマリン溶液で保存した。なお、捕獲した幼魚は胃内容物調査終了後、麻酔からの覚醒を待ち、捕獲地点で放流した。摘出した胃内容物は、可能なレベルまで同定した。また、幼魚では、胃内容物に出現した各分類群の、個体数の割合 (%N)、湿重量の割合 (%W)、出現頻度 (%F) を算出し、これらを用いて餌重要度指数 (%IRI) を算出した。さらに、餌の多様性指数も併せて算出した。成魚では、解剖時に測定した胃内容物総重量と餌のサイズの結果から、充満度と相対餌サイズを算出した。

### 3. 結果及び考察

イトウ幼魚の %IRI は、カゲロウ目幼虫が最も高く (52.3%)、魚類 (17.8%)、陸生チョウ目幼虫 (15.9%)、ヨコエビ目 (10.5%) を加えた 4 分類群で 90%以上を占めた。同定可能な魚類のうち、85.7%はドジョウ科だった。これらのことから、イトウ幼魚は主に水生の底生動物を採餌するとともに、陸生の餌資源も利用していることが明らかになった。また、餌の多様性指数は 0.26 であり、少数の分類群を専食する傾向がみられた。

成魚は、サンプリング地点によらず、確認できた胃内容物は全て魚類であった。また、沿岸で捕獲された降海型イトウはイカナゴ、ウグイ属、サンマ、カレイ科といった海産魚類のみを捕食していた。イトウは成長に伴って魚食性が強くなり、成魚では魚類を専食するようになるという食性変化がみとめられた。発表当日は、充満度と相対餌サイズの結果についても示す。



## ネコギギ繁殖場の物理条件及び繁殖場整備手法の検討

○藤澤貴弘<sup>1)</sup>, 大杉奉功<sup>1)</sup>, 清水義孝<sup>2)</sup>, 南野洋孝<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 *Pseudobagrus 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。

本検討では、飼育施設でのネコギギの繁殖結果から、明らかになった繁殖場に関する物理条件を踏まえた繁殖場整備手法の開発について報告する。

### 2. 調査方法

#### 1) 飼育施設での繁殖 (繁殖場の物理条件)

飼育施設での繁殖方法として、2014年より屋外水槽で自然の河川環境に近い形での飼育(以下、粗放的飼育)による繁殖を試みている。屋外に設置したコンクリート水槽に既往文献や清水の経験をもとに繁殖場や稚魚の隠れ場としての利用を想定した石組みを複数設置し、繁殖を試みた。その後、繁殖に成功した水槽(図1 上図)において、繁殖場とした石組みの物理条件を取得した。その物理条件と野外でネコギギが繁殖に利用していた自然間隙の物理条件とを比較し、ネコギギ繁殖場の物理条件をもとめた。

#### 2) 野外実験 (繁殖場の整備手法)

粗放的飼育の繁殖場や、野外の自然間隙での繁殖場から得た物理条件を元に、ネコギギの繁殖場となる間隙を形成するための「繁殖場ユニット」(図1 右図)を作成した。この繁殖場ユニットを、ネコギギの生息・繁殖環境の改善を目的として河川の実験淵に設置し、ネコギギの利用状況の調査を行った。

繁殖場ユニットは、河川における繁殖場条件をもとに、入り江状のくぼみや、蛇行部下流側の水裏部のような水あ

たりの弱い箇所を選定し、2016年3~6月に設置した。



図1 繁殖が行われた石組み(上)、繁殖場ユニット(右)

### 3. 結果・考察

#### 1) 施設での繁殖 (繁殖場の物理条件)

2015年には粗放的飼育を行った2水槽でネコギギの繁殖が確認された。得られた稚魚の数は合計73個体であった。繁殖した屋外水槽内の石組みと、河川でネコギギが繁殖に利用していた自然間隙の物理条件を比較すると、間隙の内部構造や、入口構造等に類似する傾向が見られた。このことから、ネコギギが利用する繁殖間隙の一定の物理条件が明らかになった(表1)。

表1 ネコギギ繁殖場の物理条件

項目		物理条件
間隙の構成材		石・大石・岩・岩盤
内部構造	奥行き (cm)	約 25~40
	内部最大幅 (cm)	約 5~15
入口位置	水深 (cm)	約 50~100
	流速 (cms)	約 1~5
入口構造	長径 (cm)	約 5~30
	短径 (cm)	約 3~15
入口環境	河床材	礫から岩盤など比較的大きい河床材

#### 2) 野外実験 (繁殖場の整備手法)

設置した繁殖場ユニットのネコギギの利用状況や繁殖場ユニットの物理環境に係る調査結果をもとに、繁殖場ユニットを用いた環境整備手法の開発を行った。

### 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。

## カワヤツメ幼生による河畔林由来落葉分解物の摂取機構

荒川裕亮<sup>1)</sup>, 柳井清治<sup>1)</sup>, 村上隆也<sup>2)</sup>, 三宅克英<sup>3)</sup>

**1)**石川県立大学大学院, **2)**石川県立大学, **3)**同生物資源工学研究所

### 1. 背景と目的

河川に生息する水生生物の重要な餌源として陸上植物からの有機物がある。特に森林起源の落葉は破碎食者と呼ばれる水生昆虫の餌資源となっており、分解を受け細くなった有機物は採集食者などの水生昆虫類に利用され、さらに捕食者である大型の水生昆虫や河川内の最上位の捕食者である魚類につながる食物連鎖が一般的に知られている。しかし河川に生息する魚類の中でも直接有機物を摂食する種類も存在する。これらの魚類は底泥に含まれる有機物を濾しとって栄養源とすることが知られており、底泥を好氣的な環境に保つ重要なエコシステムエンジニアと考えられている。絶滅危惧Ⅱ類に登録されたカワヤツメも幼生期の3年間、河川の底泥に潜って生活をするエコシステムエンジニアである(Shirakawa et al. 2013)。河畔林の減少や細粒有機物が堆積する流れの緩いワンドの減少はこの魚類に大きく影響を与えると考えられるが、有機物をどのようなメカニズムで摂取・利用しているかは不明な点が多い。特にカワヤツメ幼生は盲腸や粘膜皺襞を持たず、難分解性物質である陸上植物由来のデトリタスをどのように栄養として消化・吸収しているかという餌摂食機能が不明である。そこで本研究ではカワヤツメ幼生(以下では幼生と表記)は河畔林由来落葉の利用機構を飼育実験によって明らかにすることを目的とする。また飼育実験に用いた幼生の腸内細菌の個体数と種名を調べ、河畔林由来デトリタスが幼生の腸内細菌に与える影響を検討し、餌摂食機能を解明することを試みた。

### 2. 方法

飼育実験は容器内(横 16cm×縦 11.5cm×高さ 11cm)に底質を入れ幼生を投入し、78日間蓄養し成長量を観察した。容器内の処理は三種類で、給餌しない処理(Control)、落葉リター(ヤナギ類)を粒径が0.1mm以下になるように粉碎したものを10g投入した処理(Litter)およびサケ科魚類の肉片1g/weekを与えた処理(Salmon)である。一つの容器に1尾の幼生を投入し、各処理5反復とし、実験中は毎分50mlの注水を行った。実験開始前と実験終了後に幼生の重量と全長を測定した。また実験終了後、容器内に藻類が繁茂したため、藻類を網で濾して採集し、乾燥重量を測定した。飼育実験より得られた幼生の体の一部と落葉リター、サケ科魚類の肉片、容器内に繁茂した藻類の安定同位体を解析し、窒素-炭素の安定同位体比を算出した。実験終了後のControl処理とLitter処理の幼生の腸から抽出液を取り出し、細菌をLB培地で培養してコロニー数を測定した。また各コロニーから細菌を単離し、DNAの塩基配列から種の同定を行った。

### 3. 結果と考察

飼育実験の結果、Litter処理の幼生はControl処理に比べ、重量と全長において有意に大きくなっていた(Fig.1)。また容器内で繁茂した藻類はControl処理でバイオマスが多く、Litter処理で少ない傾向であった。安定同位体解析の結果、 $\delta^{15}\text{N}$ はSalmon処理の幼生で最も高く、著しい成長が確認されたLitter処理の幼生は他の処理に比べ有意に低かった。落葉リターと藻類の $\delta^{15}\text{N}$ を比較すると、Salmon処理の藻類で最も高く、落葉リターが最も低かった。幼生の腸内細菌の個体数を比較すると、Litter処理がControl処理に比べて有意に多かった。腸内細菌の種を同定した結果、Control処理で6種、Litter処理で7種が確認された。今後実験を行って、同定された細菌が難分解性物質を分解する能力を持つか検討し、幼生の餌摂食機能について考察を行う。



Fig.1 幼生の体長の比較。  
Control (上), Salmon (中), Litter (下)である。



# 流域特性が回遊性淡水魚類の河川利用に及ぼす相対的重要性

満尾世志人

新潟大学 朱鷺・自然再生学研究センター

## 1. はじめに

近年は多自然型河川工法や魚道設置による河川内環境の改善が進みつつあるものの、アユやハゼ科といった河と海とを往来する回遊性淡水魚類に関しては資源量の顕著な減少が続いている。回遊性淡水魚の資源保全に関しては、一部の水産有用種について研究が進んでいるものの、ハゼ科など回遊性淡水魚類の大部分を占めるその他の魚類については知見が限られている。一般的に、河川に生息する淡水魚類の種数は流域面積に比例して増加することが認められているが、回遊性淡水魚類の群集構造がどのような要因によって変化するかは十分に議論されていない。また、海洋と河川の境界的環境である河口域は、回遊性淡水魚による河川の選択や遡上に強く関連していることが予測されるだけでなく、治水目的の掘削や防波堤の設置に伴う土砂堆積など、人間活動による影響も極めて大きな環境となっている。

以上から、河川生態系の包括的保全管理策を構築するためには、ハゼ科など我が国の回遊性淡水魚類を構成する主要グループを対象とし、河川利用や再生産に関連する要因を解明していく必要がある。また特に河川のように階層性を持った環境においては、異なる空間スケールで変化する要因の影響把握が、群集構造の生態学的理解に寄与するだけでなく、保全の際のアプローチを明確にするうえでも重要な意味を持つ。本研究では、回遊性淡水魚類を対象にし、群集構造の形成における流域特性と河口特性の相対的重要性について議論することを目的とする。

## 2. 調査対象地

### 2.1 調査対象河川

新潟県佐渡島内を流れる河川 ( $n=19$ ) を対象とした。対象河川の流域面積は  $5.5 \pm 4.5 \text{ km}^2$ 、河口部の川幅が  $3.6 \pm 1.5 \text{ m}$  程度であり、調査を実施した河口部周辺は大部分の河川で自然護岸となっている。また、6月末～7月初旬にかけての平均水温は  $19.9 \pm 3.8^\circ\text{C}$  であった。

### 2.2 サンプルング

各対象河川の河口部に延長  $50 \text{ m}$  の調査区間を設定し、区間内で調査を実施した。魚類は手網、投網を用いて採捕し、合わせて環境条件（水質、水理）についても記録を行った。魚類の採捕及び環境計測は初夏（6月末～7月初旬）、及び秋季（11月）の2回実施した。また、河川の集水域面積や周辺の土地利用については地図上で計測を行った。

## 3. 結果と考察

調査の結果、15種 846個体の魚類が採捕され、最も多くの河川で出現したのはスミウキゴリ (*Gymnogobius petschiliensis*) で18の河川で採捕され、ついでシマヨシノボリ (*Rhinogobius nagoyae*) 15河川、ミミズハゼ (*Luciogobius guttatus*) 14河川であった。Vriation Partitioningを用いた解析を行った結果、種組成は流域特性と、種数は河口特性と関連を示す傾向にあった。

# 神通川におけるサクラマス *Oncorhynchus masou* の越夏場所の生息条件の選好性

尾関哲史<sup>1)</sup>、諏佐晃一<sup>1)</sup>、佐藤利行<sup>2)</sup>、星野康弘<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>日本工営株式会社 新潟支店

<sup>2)</sup>国土交通省 北陸地方整備局 富山河川国道事務所 \*現所属 河川部

<sup>3)</sup>国土交通省 北陸地方整備局 富山河川国道事務所 \*現所属 金沢河川国道事務所

## 1. はじめに

サクラマスは、約3年の寿命のうち、幼魚期(1年半)と成魚期(半年)の約2年間を河川で過ごし、その間に河川の上流から下流までを生息場所として利用することから河川環境に依存した種である。春に遡上したサクラマスにとっては秋に産卵するまでの間過ごす淵は越夏場所として重要な環境となるが、神通川ではそのような淵が減少している。そこで富山河川国道事務所による神通川自然再生事業では、多様な動植物の生育環境の再生を目的に、サクラマスを河川環境改善の指標種とした淵、多自然流路の整備が実施されてきた。

本事例では越夏場所として整備した淵及び既存の淵におけるサクラマスの利用状況を確認した。また、越夏場所においては湧水等の冷水環境の存在の重要性が指摘されていることから、実際にサクラマスが定位している場所の微生息環境を明らかにし、今後の整備に資する知見を得ることを目的とした。

## 2. 事例の対象地と方法

対象地は、一級水系神通川(流域面積2,720km<sup>2</sup>、幹線流路延長120km)のうち、下流4.3kpから神三ダム24.0kpまでの区間とした。

調査は、自然再生事業のモニタリング調査の一環として平成27年度に実施した。整備した越夏場所4箇所、既存の淵16箇所においてサクラマス成魚の利用状況を把握するため、潜水調査を行った。また、それぞれの物理環境を把握するため、流速、水深、水温、湧水の有無等の把握を行った。また、神通川においてサクラマス成魚が越夏時に利用する場所を把握するために、捕獲したサクラマス5個体に電波発信器を装着、放流し、ラジオテレメトリーによる追跡を実施した。また、サクラマスの主要な越夏条件である水温について、個体に水温計付きの音波発信機を装着し、実際にサクラマスが定位している場所の水温を計測した。

物理環境の調査結果については、多変量解析の手法である一般化線形モデルを用い、サクラマスの生息条件となる要因の分析を行った。

## 3. 結果

### 3.1 潜水調査及び物理環境調査

サクラマスは、整備した越夏場所の2箇所、既存の淵の4箇所で確認された。確認地点の流速は中層で0.5m/sを超える地点がみられたものの、サクラマスが定位していた底層の流速は全て0.5m/s未満と緩やかであった。水深は、0.8m~3.6mで、概ね2.0m以上と水深の確保された場所であった。また、確認箇所の多くにブロック等による隠れ場所が存在していた。

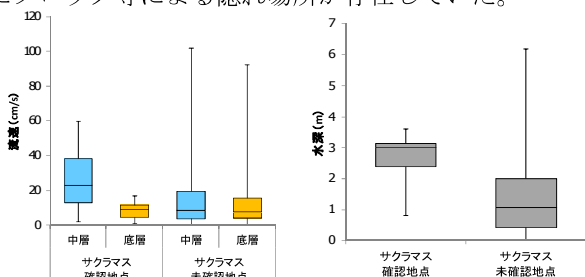


図-1 サクラマス確認地点及び未確認地点の物理環境

### 3.2 バイオテレメトリー調査

発信機を装着したサクラマスは、淵に滞留する個体が確認され、1個体は整備した越夏場所に滞留していた。また、サクラマスに装着した水温計の水温と表層水温の間には明確な傾向は見られず、どちらもサクラマスの生息上限水温とされている25℃を概ね下回っていた。

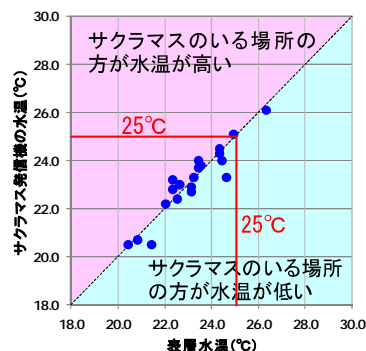


図-2 サクラマス発信機の水温と表層水温の関係

### 3.3 統計解析結果

神通川自然再生事業では、既存文献、有識者の意見、既存モニタリング結果に基づき、流速、水深、面積、淵形式、隠れ場所の存在及び水温がサクラマスの越夏場所における生息条件として設定されている。

統計解析の結果では、上記のうち、水深、流速(中層)がサクラマスの越夏条件に正の関係、流速(底層)は負の関係があると考えられ、統計的に裏付けられた。

表-1 一般化線形モデルの結果

変数	係数	標準誤差	p値	AIC
水深	0.007	0.004	0.076	54.132
流速(中層)	0.083	0.030	0.006	
流速(底層)	-0.192	0.091	0.034	

## 4. 考察

サクラマスが確認された場所の物理環境調査結果及び統計解析結果から、これまでの越夏場所の整備にあたって必要とされてきた生息条件は妥当であり、整備した越夏場所の環境はその条件を満たしていたことが確認された。越夏場所の整備箇所では8月にブロック下部に静止するサクラマスが確認され、越夏場所として利用していたと考えられた。

サクラマスの定位していた場所の水温は表層水温と同程度であった。水温の低い神通川においては越夏場所には必ずしも湧水の存在は必要ではなく、越夏場所の整備にあたっては上記の条件を満たすことが重要であると考えられた。

## 5. 謝辞

本事例は国土交通省北陸地方整備局富山河川国道事務所による平成27年度神通川魚類生息環境調査により実施した。調査にあたり助言をいただいた富山県農林水産総合技術センター水産研究所田子内水面課長、富山漁業協同組合東参事、サクラマスの採捕にご協力いただいた富山漁業協同組合の諸氏にお礼申し上げる。

## 渓流域の落差工に対する魚道設置効果

田原大輔<sup>1)</sup>, 片山暢<sup>1)</sup>, 流守博<sup>2)</sup>, 前田健児<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 福井県立大学海洋生物資源学部, <sup>2)</sup> 福井県建技技術研究センター

### 1. はじめに

河川上流域には、砂防や治山、治水、利水のために落差工や砂防ダムが数多く建設され、水生生物の移動を阻害する要因となる。特に、上流域に生息する底生魚のカジカ大卵型は落差遡上能力が低く、影響を受けやすいため、これまでコンクリートで溪岸や溪底を固める三面張りなど経済性に重点を置いた工法であったが、2012年度から福井県は、既設の落差を解消するために全断面魚道の設置を義務付け、生態系に配慮した新砂防指針を適用した。しかし、落差工の魚道設置等によるカジカ大卵型の移動回復などの生物学的な効果検証は実施されていない。本研究では、イラストマー (VIE) およびマイクロチップ (PIT タグ) による標識移動調査を行い、落差工の魚道設置効果の検証を目的とした。

### 2. 調査方法

堤高 1-2m 程度の落差工群において、魚道が設置された区間を“改修区”、設置されていない区間を“分断区”とし、標識再捕法で 2014 年 11 月から 1 年間、毎月追跡調査を行った。VIE 標識個体は電気ショッカーで採捕し、PIT タグ個体は携帯型水中アンテナで個体位置を確認した。カジカ大卵型は 2016 個体に VIE 標識を、260 個体に PIT タグを導入した。また、カワムツなど遊泳魚 1161 尾に VIE を施し同様の調査を実施した。

### 3. 結果および考察

遊泳魚およびカジカ大卵型のいずれにおいても、改修区では魚道を利用し上流側へ移動した個体が見られたが、分断区では上流側へ移動した個体は確認されなかった。また、カジカ大卵型は標識時にサイズが小さい個体が移動を行っていた。カジカ大卵型の魚道移動率は魚道の種類によって異なり、全断面タイプで高くなる傾向が見られた。また、落差工の無い河川と比較すると、落差工による湛水域の発生がカジカ大卵型の生息場所および移動生態にも影響していることが示唆された。

以上より、落差工の魚道設置は、遡上能力の低いカジカ大卵型および遊泳魚にも有効であり、魚道種類によってその効果は異なっていた。

### 4. 謝辞

本研究は公益財団法人河川財団の河川整備基金助成事業 (共同的研究助成 28-1151-002) によって実施されました。

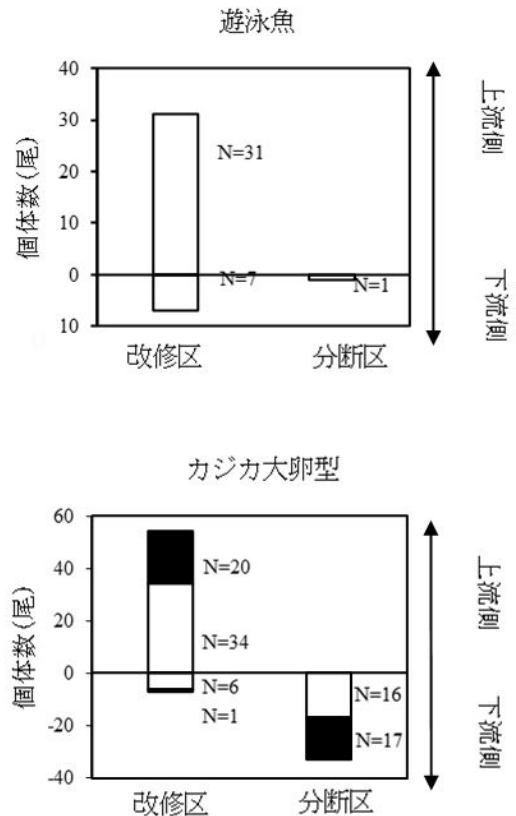


Fig. 1 改修区と分断区の移動の様子  
□:イラストマー標識個体  
■:PIT タグ標識個体

## 溪流河川における砂防堰堤スリット化は

### サクラマスにどのような影響を与えたのか？

大場梢<sup>1)</sup>， 渡邊一哉<sup>2)</sup>

1) 山形大学農学部大学院 生物環境学専攻， 2) 山形大学農学部

#### 1.はじめに

近年砂防堰堤にスリットを入れる取り組みがなされている。砂防堰堤のスリット化は、平常時の土砂を流下させるとともに砂防堰堤のもつ土砂調節効果をより大きくし（佐藤ら、**2000**）また、生物の移動障害の改善が期待されている。本研究ではサクラムスの繁殖期における河川利用に着目し、既設砂防堰堤スリット化による河道創出後の環境動態の把握と、現状の課題点を明らかにすることを目的とした。

#### 2.調査地概要

調査地は、山形県にて古くからサクラマスが遡上する河川として知られている赤川水系梵字川支流の早田川とした。調査区間は、梵字川との合流部から、現在の遡上限界である農業用取水堰までの**2.1 km**とした。早田川では、現在まで二度の河道創出が行われてきた。一度目は、発電用取水堰の土砂吐ゲートが開放（**2007**年）されたことにより、それまで**900m**だった遡上域が**1.2km**に拡大した。二度目は、**2010**年に砂防堰堤のスリット化が行われ、さらに**900m**伸長し、現在の遡上域となっている。

#### 3.調査手法

本研究では**2012**年から**2014**年にかけて産卵期であるサクラムスの巡検調査を行った。調査は調査区間（**2.1 km**）を約**2**時間かけて踏査し、サクラムスの遡上個体数、産卵行動、遡上期間、河川環境の変化などを把握した。また、目視による雌雄の判別、体長の計測、模様、傷を記録し可能な限りの個体識別を行った。加えて**2011**年から**2014**年は、サクラムスの産卵床造成位置の把握も行っている。

結果、親魚の遡上は、河道創出された最上流域まで毎年確認され、**3**年間の遡上数の平均は**98**尾（**SD±27**）、遡上日数の平均は**33**日（**SD±6.8**）、産卵床数の平均は**12**床（**SD±3**）であり、どの値も年ごとの有意な差は見られなかった。

#### 4.調査結果

調査結果より遡上個体数、遡上期間、そして遡上域に変化は認められなかった。この傾向は、竣工直後の**2010**年から認められている。よって、スリット化事業による河道創出は、親魚の遡上域の拡大という点で効果を発揮したと言える。一方で、河道創出域での産卵床造成は認められたが、遡上域全体での産卵床数の増加は見られず、遡上したサクラムスの**1/10**程度の個体しか利用できない産卵環境であることが明らかとなった。

#### 5.考察

不透過型砂防堰堤をスリット化することによる河道創出は、遡上域の拡大という一定の効果を認めることが出来たが、河道創出域は浸食が、旧河道域は堆積と浸食を繰り返しており、事業後**4**年を経過しても、産卵環境としては不安定な状態を招いていることが明らかとなった。サクラムスの遡上目的は産卵であるため、河川の自然復元力を待っていては逆に個体群の喪失を招く恐れがある。そのため、産卵床に必要な材料の提供など、早急な手当てが必要であると考えられた。

# 河川横断構造物が魚類の流程分布に及ぼす影響

## —北上川水系中津川を事例として—

辻盛生, 鈴木正貴, 加藤溪, 小野寺海人, 加藤豪人, 岩手県立大学総合政策学部

### 1. はじめに

河川の流路を横断するダムや堰などの河川構造物は、魚類の河川内移動を物理的に阻害し、流程分布を制約する。河川横断構造物の設置は、河川を利用する魚類にとっては生活の場の消失、縮小化をもたらし、地域個体群内における集団の分断、縮小化、近交弱勢による遺伝的劣化によって絶滅を引き起こすと予測されている。さらに、ダムなどの大型河川横断構造物は、魚類の移動を妨げるだけでなく、河床材料の移動に影響を与える。ここでは、盛岡市内を流れる中津川と支流の米内川(図 1)を対象に、河川横断構造物が魚類の流程分布に及ぼす影響について調査した。

### 2. 方法

河床材料の粒度組成調査は、St.2、St.5、St.6、St.9 において、平瀬の部分を選び、横断方向に河川を 4 等分する地点の 3 カ所に 50cm×50cm の方形区を設定し、目合い 0.3mm のサーバーネットを用いて河床材料を採取した。下流を 2012 年 8 月、上流を 2013 年 6 月に実施した。

魚類採捕調査は、投網(7 投)、エレクトリックフィッシャー(投網後 15 分間)を用いて St.1~St.9 の各調査地で実施した。2012 年~2014 年にかけて、各 St.において春期、夏期、秋期の 3 回実施した。なお、St.2、St.6 については、夏期、秋期の 2 回とした。堰 A、堰 B にはそれぞれ魚道が設置されている。

### 3. 結果・考察

河床材料調査の結果、中津川、米内川のそれぞれ上流である St.5、St.9 における粒径組成に差は見られなかった(図 2)。一方、下流側においては中津川の St.2 で明らかに細粒の分布が少ない傾向が見られた。これは、綱取ダムにおいて細粒分の流下が妨げられ、粗粒の河床材料が優占するアーマー化が進行した状態であることが明らかになった。

魚類採捕調査の結果から、どの魚種においても堰 A 下流部で極端に生息尾数が多い状況が確認され、ウグイ、アブラハヤはその傾向が顕著であった(図 3)。堰 A には魚道が存在するものの、十分に機能していないといえる。ヤマメは、堰 A の上下流で放流が行われていることから上流側にも多く分布し、堰 B の魚道が使われていることが示唆された。カジカについては、St.3、St.4 において全く採捕されなかった。堰 B の魚道がカジカには機能していないこと、綱取ダム下流の St.3、St.4 は、アーマー化によってカジカの生息空間が損なわれていることが疑われた。アーマー化の進んだ中津川に比べ、米内川は魚類の生息空間として適していると考えられることから、堰 A の魚道を優先して改良し、河川環境の良好な米内川への移動経路の確保を図る必要がある。

<謝辞>岩手県釣り団体協議会顧問の大坪啓則氏には、放流に関する情報をいただいた。本調査の一部は、河川環境管理財団河川整備基金を受けて実施した。記して感謝申し上げる。

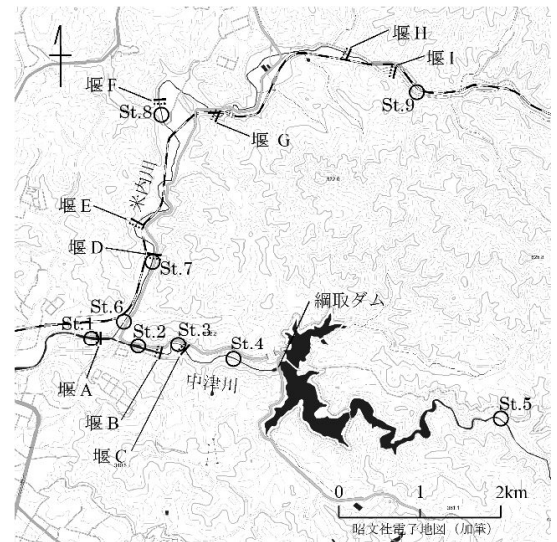


図 1 調査地概要

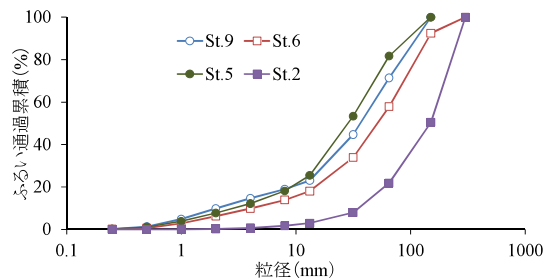


図 2 河床材料の粒径組成 (3カ所平均)

魚種	St.1	St.2				St.3				St.4				St.5			
		米内川	中津川	米内川	中津川	米内川	中津川	米内川	中津川	米内川	中津川	米内川	中津川	米内川	中津川		
ヤマメ	99.7	39.0	14.0	15.7	20.3	14.5	35.0	16.0	2.7								
ウグイ	56.0	0.0	2.0	1.7	2.3	2.0	1.0	0.0	0.3								
アブラハヤ	72.0	5.0	4.0	3.7	0.0	5.5	13.3	8.7	1.0								
カジカ	49.0	19.5	11.3	7.0	5.0	21.5	0.0	0.0	5.7								

単位: 尾

図 3 各 St.における種別の平均採捕尾数 (3期)



## 渡良瀬川における重金属濃度と底生動物相の時空間的变化

岩崎雄一<sup>1)</sup>，多賀須誠樹<sup>2)</sup>，柏田祥策<sup>1,2)</sup>

1) 東洋大学生命環境科学研究センター，2) 東洋大学大学院生命科学研究所

### 1. はじめに

重金属が河川生態系に及ぼす影響は現在においても世界的に重要な問題の一つである。そのため、重金属汚染の影響を受けた生態系がどのように変化し、回復していくのかを調査し理解することは、河川管理や化学物質の管理対策を検討・実施する上で重要な基礎知見となりうる。しかしながら、このような知見を提供できる研究は世界的にも少なく、日本においてはほとんど行われていない。

本研究では、足尾銅山由来の鉱山廃水によって深刻な重金属汚染の影響を受けた渡良瀬川を対象として、重金属濃度および底生動物群集の時空間的な変化とそれらの関係を明らかにすることを目的とした。

### 2. 方法

#### 重金属濃度などの水質の時空間的变化

国土交通省渡良瀬川河川事務所の HP 内で公開されている PDF ファイルより、1960 年から 2010 年にかけて渡良瀬川本流で毎月実施された水質測定データ（図 1）を取得した。それらをデジタルデータ化することで、水質（銅，亜鉛，ヒ素など）の年間平均濃度の時空間的变化を、一次の自己回帰過程（AR1）をモデルの中に含めた一般化加法モデルによって解析した。

#### 底生動物相の時空間的变化

ここでは、1964，70，73，76 年に、井出らが実施した底生動物調査結果をもとに（参考文献参照），渡良瀬川本流に設定された計 11 地点における底生動物群集の種数および個体数を算出し、解析に用いた。また、優占的な科の個体数を用いて主成分分析を行い、底生動物相の主要な時空間的变化を明らかにした。

### 3. 結果と考察

銅および亜鉛濃度は 1960 年代から 1970 年代にかけて大きく減少していた。例えば、銅濃度は、井出らによる底生動物調査が行われた 1964 年から 1976 年にかけて約 1/10 ほどに減少していた（約 500–2000  $\mu\text{g/L}$  から 20–50  $\mu\text{g/L}$  程度に減少）。銅濃度のモデ

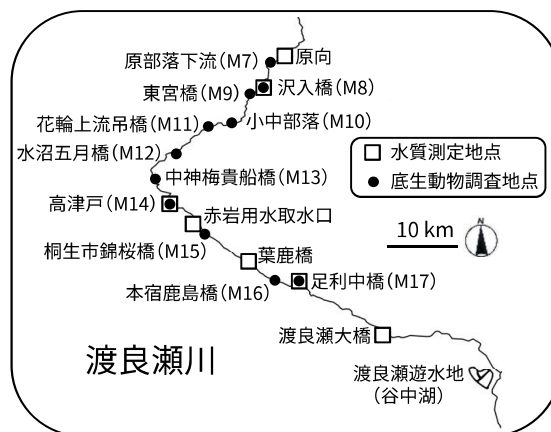


図 1. 渡良瀬川における水質及び底生動物調査地点

ル推定値は、井出らによって測定された銅濃度とおおむね一致していた。他方、有機物汚染の指標である BOD や COD は、1960 年から 1970 年で増加が見られ、その後、近年にかけてほぼ横ばい（あるいは微減）傾向にあった。

1964～1976 年の底生動物調査結果から、底生動物の種数及び個体数は 1970 年代の調査で、増加する傾向にあった。優占的な科の個体数を用いた主成分分析の結果、コカゲロウ科やユスリカ科などの個体数の変化によって特徴付けられる群集構造の時間的な変化が認められたが、群集構造の流程変化はそれに比べて小さかった。発表では、他の底生動物調査結果も含めて解析することで、より長期間の底生動物相の変化について解析し、その変化要因について考察する。

### 4. 謝辞

本研究は、平成 26–30 年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業（S1411016）、および公益財団法人 河川財団の河川基金の支援を受けた。重金属の時空間解析は、国立環境研究所林岳彦博士、産業技術総合研究所頭士泰之博士にご協力・助言を頂いた。

### 5. 参考文献

- 井出嘉雄 (1966) 用水と廃水, 8: 842–856
- 井出嘉雄 (1971) 用水と廃水, 13: 1488–1498
- 井出嘉雄, 荒井徹夫 (1978) 用水と廃水, 20: 301–314
- 井出嘉雄, 小島力 (1978) 用水と廃水, 20: 951–959

## Aquatic Insect Community Survey in Chin State, Myanmar

Hnin Myat Mon<sup>1)</sup>, Takeshi Fujino<sup>1)</sup>, Aung Nanda<sup>2)</sup>, Daw Htike Htike<sup>3)</sup>, Khin Kyu Kyu<sup>3)</sup>

1 Dept. of Environmental Science and Technology, Saitama University, Saitama, Japan

2 Myanmar Sustainable Development Engineering Services Co., Ltd., Yangon, Myanmar

3 River and Coastal Engineering Dept., Myanmar Maritime University, Yangon, Myanmar

**Myanmar is one of the most biodiverse countries in Asia and is biogeographically interesting area, however, anthropogenic activities such as deforestation, mining, river regulation and agriculture have resulted in environmental degradation and biodiversity loss. Since the law on the preservation of the river water quality has not been enacted, continuous biomonitoring plays an important role. In addition, the exact identification of the occurrence species is still very poor. We have conducted qualitative macroinvertebrate sampling in the 2nd-3rd orders gravel bed stream in the Southern Chin State which is located in the southernmost of the Arakan Mountains since 2012. As for Trichoptera, the twenty-one species belonging to 15 genera and 10 families has been recorded for the first time, and most of them are originally from Indo-Himalaya mountains. Among many of the river environment has been degraded by human action, it is evidence that this region is biologically valuable, and the identified species become indicators for environmental conservation. However, effect of shifting cultivation on outflow of sediment to the river is increasingly concerned. In many other regions, new hydroelectric dams are being planned or constructed without an environmental impact assessment. In both academic and social aspects, biomonitoring of aquatic insect community is very important.**

## 矢那川における落葉堆積形態の違いが底生生物相に与える影響

佐野尚毅<sup>1)</sup>, 菊池祐美<sup>1)</sup>, 鈴木涼太<sup>1)</sup>, 松田夏以<sup>1)</sup>, 湯谷賢太郎<sup>1)</sup>

1) 木更津高専環境都市工学科

### 1. はじめに

河川上流で流入する落葉の一部は、河川途中で淵と呼ばれる淀みや、石・倒木などの障害物により河床に堆積する。河川内に流入した落葉など粗粒有機物は破碎食者に摂食されることにより、細分化され、さらに採取食者が分解することで、微生物にも利用可能な栄養源となる。このように、堆積した落葉は、底生生物にとって重要な有機物源となり、河川の生態系を支える上で重要な役割を果たしていることが知られている。しかし、河川における底生生物と有機物の関係についての情報は少なく、落葉の堆積形態や河床構造と底生生物の関係についても報告は少ない。そこで本研究では、河川の落葉堆積形態毎の底生生物相を調査し、落葉堆積形態と底生生物の関連性について明らかにすることを目的とした。

### 2. 調査方法

調査は千葉県木更津市を流れる矢那川において行った。調査対象区間は上流部の約 **3 km** とし、区間内で上流、中流、下流を区分した。調査区域は岸が竹や広葉樹により覆われており、河床は石が少なく砂か泥が主であった。落葉の採取は、まず区分毎に堆積形態が偏らないよう採取地点を選定し、**GPS** を用いて座標を記録した。次に、落葉堆積形態はトラップ型(障害物により落葉が堆積)、淵型(流速が遅く水深が深い)、わんど型(流域から外れた止水域)と分類した。河床に堆積した落葉は網で適量掬い取り、袋に入れて持ち帰り、底生生物と落葉を取り分けた。底生生物は顕微鏡を用いて同定し、個体数と食性を分類した。食性は捕食者、刈取食者、破碎食者、採取食者、堆積物食者の五項目に分類した。落葉は、広い葉、細い葉、葉屑その他に分類し、それぞれ乾燥重量を測定した。

### 3. 結果と考察

調査区間で確認された食性別の生物個体数は採取食者(シマトビケラ科など)が最も多く、次いで刈取食者

(カゲロウ類など)、破碎食者(ヒゲナガトビケラ科など)、堆積物食者(ヨコエビなど)、捕食者(トンボ類の幼虫など)の順となった。堆積型毎の個体数を比較するために、採取地点毎の落葉の乾燥重量で地点毎の個体数を割り、堆積量落葉 **1 g** 当たりの個体数を求め比較した結果、トラップ型に多くの個体数があることが確認された。堆積型毎の広い葉、細い葉、葉屑の割合を百分率で表した結果、トラップ型では細い葉の量が多く、わんど、淵型では細い葉の量が少なく、葉屑の量が多い傾向が若干見られた。また、堆積型毎の食性の割合を百分率で表した結果(図-1)、トラップ型では採取食者が、わんど、淵型では破碎食者が多いことが分かった。上記の調査結果より、トラップ型の堆積落葉には、本来石の下に生息する採取食者や刈取食者が主に生息しており、わんど・淵型では破碎食者が主に生息していることが分かった。矢那川の河床は、石が少ないことから水深が浅く流速が速いところに生息する採取食者が石や木杭などのトラップに堆積した落葉を石の代わりに棲家に行っていると考えられる。一方で、わんど・淵は水深が深く流速が遅いため落葉が長期間堆積しやすいことから破碎食者が好んで生息していると考えられる。これは、トラップ型と比較して、わんど・淵型では葉くずの堆積量が多いことから確認できる。以上より、矢那川の落葉堆積形態の違いによる底生生物相への影響が確認された。

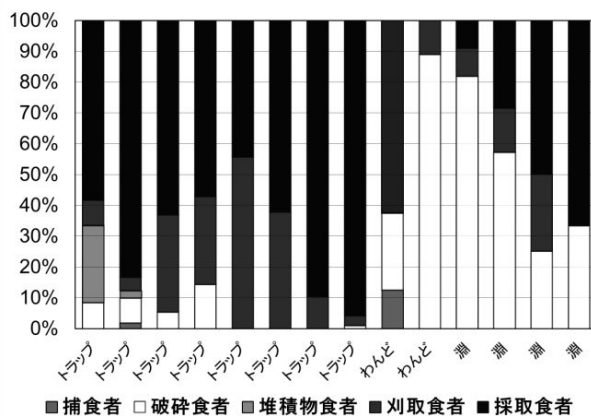


図-1 堆積型ごとの食性百分率



# 盛岡市近郊に生息するゲンジボタルの生活史

栗谷川剛志, 辻盛生, 鈴木正貴, 岩手県立大学総合政策学部

## 1. はじめに

**1-1. 背景と目的** ゲンジボタルの生活史は、幼虫が1年で羽化することや、カワニナを餌とすることなど、広く知られている。しかし、飼育実験で羽化に2年かかった例(村上 1991)や、カワニナ以外を採餌した例(大内 2009)が確認されている。そこで本研究では、岩手県の自然環境下において、ゲンジボタル幼虫の留年個体の存在、および餌資源であるカワニナへの依存性を明らかにすることを目的とした。

## 2. 調査方法

**2-1. 調査日程** 2015年3月から9月にかけて実施した(Table 1)。

**2-2. カワニナ生息調査** 各調査対象地(Fig.1)においてカワニナの生息個体数を調べた。あわせて、ゲンジボタル幼虫の採集を試みた。

**2-3. 飛翔前幼虫調査** 調査は20時から開始し、1時間程度行った。新月や曇りの夜間に水辺を見ながら移動し、ゲンジボタル幼虫の発光を頼りに、生息個体の確認および採集を試みた。

**2-4. 飛翔後幼虫調査** ゲンジボタル成虫の飛翔期間終了後に、前述の「飛翔前幼虫調査」と同様の方法で、残存幼虫個体の採集を試みた。

**2-5. 成虫飛翔調査** 成虫の飛翔個体が多い時間帯である20時から調査を開始した。各調査対象地内に調査地点を定め、目視で発光している成虫個体(飛翔個体、静止個体を区別せず)をカウントした。時間を空けて3回繰り返し、最大個体数をその日の生息個体数とした。

**2-6. 環境調査** 各調査対象地の水質と水路構造を調査した。

**2-7. 幼虫の餌生物選択選好実験** 実験には、飛翔後幼虫調査で採集した大崎地区のゲンジボタル幼虫を使用した。「カワニナ」、「カワニナ+ミミズ」、「カワニナ+切断したミミズ」、「ミミズ」、「切断したミミズ」の5種類の餌生物を入れたシャーレに、幼虫を1個体ずつ放して観察した。

## 3. 結果と考察

**3-1. 効率的な幼虫採集の時間帯** ゲンジボタル幼虫の採集は、昼間にできなかったことから、夜間において幼虫の発光を利用した採集が効率的と考えられた。

**3-2. 留年個体の存在** 成虫の飛翔後に採集した幼虫の体サイズから、調査対象地においてゲンジボタル幼虫は少なくとも1年以上留年している個体が確認された(Fig.2)。

**3-3. 幼虫の餌生物の選好** 大崎地区と小岩井農場のどちらもゲンジボタル成虫の発光個体数がほぼ同様に確認され、さらに双方とも飛翔後の幼虫調査において留年個体を確認した。しかしながら、相当数のカワニナを確認できたのは小岩井農場だけであった。また、大崎地区で採集したゲンジボタル幼虫はカワニナを好んで捕食するものの、切断したミミズも捕食した(Fig.3)。したがって、大崎地区では、カワニナ以外の生物を捕食して生活していると考えられる。

**【謝辞】** 本研究の遂行にあたり(元)小岩井農牧株式会社齊藤政宏氏には、多大な協力を頂きました。この場をお借りして深謝致します。

Table 1 調査日程

調査方法	調査日程	調査回数	
幼虫調査	飛翔前	5/18、19、21、22	4
	飛翔後	8/13、14、15、16、9/14	5
成虫飛翔調査	6/23~7/11	12	
カワニナ生息調査	3/5、4/27、5/6、12、9/4、21	6	
幼虫の餌生物選択選好実験	9/17、18	2	

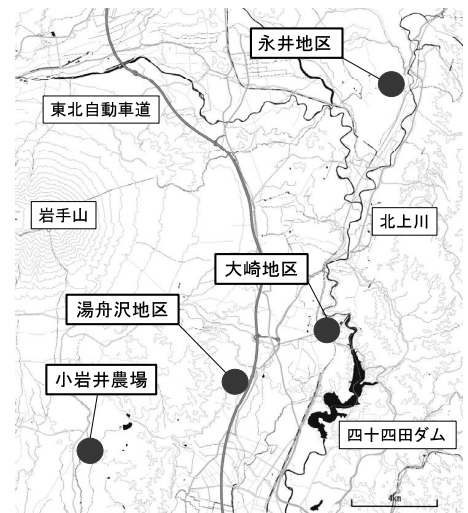
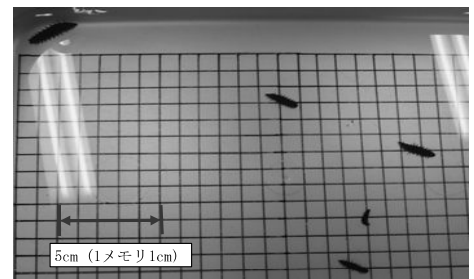


Fig. 1 調査対象地



(大崎地区 撮影日 2015年9月14日)

Fig. 2 留年個体

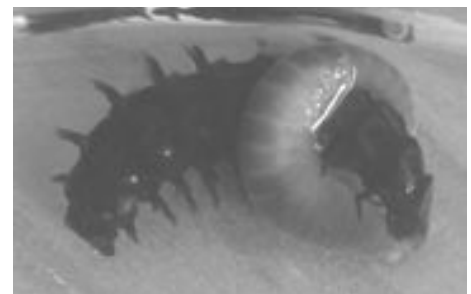


Fig. 3 切断したミミズを捕食する様子

## 河川に生息するトンボ目幼虫が好む微生物環境の推定

高良真佑子<sup>1)</sup>，河内香織<sup>1)</sup>

1) 近畿大学農学部

### 【はじめに】

トンボ目 *Odonata* は、様々な環境にそれぞれ適応した種が生息しているため、良好な環境の指標昆虫とされている種もある。生活環における水中依存期間が長いため、生息環境とは卵期と幼虫期を過ごす水環境を指すことが多い。全体の **70%**以上の種は主に止水域に生息しているが、環境省のレッドリストに掲載されている **58** 種のうち、**28** 種は流水域に生息しており、特に流水域に生息する種は止水域に生息する種と比較して幼虫期間が長いため、生息地の維持、管理のためには幼虫期の生活史を理解することが重要である。しかし先行研究は、幼虫よりも観察や同定が容易であり、陸上からも目視や捕獲による個体数データ収集が可能である成虫を対象としたものが大半であり、また、流水域において幼虫の生息環境を詳細に調査された事例は少ない。本研究では、幼虫の微生物環境と環境要因の関連性に着目し、流水域におけるトンボ目幼虫の生息場所選択の決定要因を明らかにすることを目的とした。

### 【室内試験・野外調査】

移動試験では、水槽内を水流が回るようにポンプを設置し、ヨシの根とアオハダトンボ属 *Colopteryx* 幼虫 **10** 個体を入れ **1** 時間後に各個体のいる水深と流速を **3** 回計測した。耐流試験では、人工水路に幅 **5cm** の流出部をつくりヨシの根を設置して、アオハダトンボ属幼虫とコシボソヤンマ *Boyeria maclachlani* 幼虫を用いて、異なる流速に対する応答を各種 **10** 個体ずつ記録した。

**2015** 年 **10** 月 **6** 日に淀川水系布目川と、**2015** 年 **10** 月 **23** 日に大和川水系富雄川で生息環境調査を行った。植生のある岸際において縦断方向に約 **15m**、河川中央に向かって横断方向に **120cm** の範囲で、一辺 **40cm**×**40cm** を **1** コドラートとし、下流側から **60** コドラートの調査を行った。コドラートごとに水深、**2** 割 **8** 割水深の流速、照度、植生、カバー、水中の植物体、河床材料の割合を計測するとともにゼロイチでの定性データを記録したのち、タモ網を用いて生物を採取した。採取した生物はエタノールで保存したのちにソーティング、同定した。

### 【結果・考察】

移動試験では、アオハダトンボ属幼虫は流速 **16cm/sec** 以下の所に多くいる傾向がみられ、根の上側より下側に多くみられた。耐流試験では、同所的に生息していた **2** 種において、流速に対する応答が異なった。アオハダトンボ属は流速 **20cm/sec** 以上になると離れやすくなる傾向がみられた。コシボソヤンマは **20cm/sec** 以下の流速がより小さい時に泳いで移動しようとする傾向がみられた。

野外調査では、布目川において **21** コドラートから **6** 種 **62** 個体、富雄川において **15** コドラートから **9** 種 **27** 個体のトンボ目幼虫が確認された。布目川は両水深ともに、幼虫のみられたコドラートの流速はみられなかったコドラートの流速より有意に小さく、その値は **5cm/sec** 前後であった。富雄川は幼虫のみられたコドラートの流速も **25cm/sec** 前後と大きく、室内試験の結果と一致しなかった。このことは、巨礫や植物体の存在によるコドラート内の流速分布の差異が大きかったことを示しているものと考えられた。両調査地ともに幼虫のみられたコドラートは照度が小さく、カバー、水中の植物体、砂の割合が大きく、礫の割合が小さかった。魚類や他の水生昆虫類の個体数密度は幼虫と同等かより高い結果であったため、幼虫の微生物場所の選択に捕食者や被食者の存在が影響していると考えられた。発表の際には、**2016** 年 **6** 月 **13** 日に布目川で行った生息環境調査の結果も踏まえて考察を行う。

# 天然記念物・美郷ホタルの飛翔数とカワニナ生息域の関係性

藤宗朋樹<sup>1)</sup>，竹川有哉<sup>1)</sup>，河口洋一<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>徳島大学大学院 先端技術科学教育学部，<sup>2)</sup>徳島大学大学院 理工学研究部，

## 1. はじめに

文化財保護法により，国の天然記念物に指定されている生物の保全活動を行う際には，保存管理計画の策定が義務づけられている．保存管理計画は，記念物を適切に保存・管理し，確実に次世代に引き継ぐための方針を定めた計画であり，これを文化庁に提出することで天然記念物の保全活動を行う許可を貰うことができる．

徳島県吉野川市美郷に生息するホタルおよびその生息地は国の天然記念物に指定されているが，その個体数は年々減少傾向にあり，保存管理計画の策定が急務である．そのためには，ホタルの生息状況を把握し，個体数減少の原因解明と対策案を提案する必要がある．本研究ではホタルの幼虫の生息環境である河川に注目し，幼虫の餌生物であるカワニナの生息状況と河川環境要素の関係性を明らかにすることを目的とした．さらに，カワニナの生息状況とホタルの飛翔数(NPO 法人 美郷宝さがし探検隊より提供)の関係性についても検討を行った．

## 2. 方法

### 2-1 カワニナ個体数調査

ホタルの飛翔数計測地点を参考に，美郷内を流れる川田川に 7 つの調査区を設定した．各調査区を瀬や平瀬などのユニットに分類し，1 つの調査区内で各ユニットタイプを一箇所選定した．各ユニットには調査地点を 15 地点 (1 地点 40cm<sup>2</sup>) 設定し，カワニナの個体数調査および物理環境調査を行った．物理環境調査は，水深，底流速，水深 6 割地点流速，河床材料の種類，河床に付着していたクロロフィル a 量を計測した．カワニナの個体数の季節性を把握するため，2015 年の春と秋の 2 回調査を実施した．

### 2-2 一般化線形混合モデル解析

カワニナの個体数と物理環境との関係性を評価するため，一般化線形混合モデル(ポアソン回帰)による統計解析を行った．目的変数にはカワニナの個体数を，説明変数には計測した各物理環境要因，ランダム変数には調査区を用いた．

## 3. 結果及び考察

春の調査結果から，カワニナの個体数を各ユニットで比較すると，平瀬と溜まりで多かった．また，調査区間の上流より下流側で，この 2 つのユニットが多く存在し，その結果，カワニナの個体数も下流側で多かった．

一般化線形混合モデルの解析結果から(図 1)，カワニナの個体数は砂・岩盤・巨礫・流速の物理環境が強く影響していることが明らかになった．カワニナの個体数が多かった平瀬と溜まりの環境要素をみると，平瀬は岩盤と巨礫が河床を多く占め，溜まりは砂が堆積していた．この 2 つのユニットは流速が遅かった．

発表では，春の調査結果に秋の結果も含めて解析し，カワニナの生息環境とホタルの飛翔数の関係について考察する予定である．

AIC	ΔAIC	切片	水深	(平均 6 割流速) <sup>2</sup>	砂	細礫	中礫	大礫	巨礫	岩盤	(クロロフィル) <sup>2</sup>
633.4	0	-0.427	0.006	-0.303	0.400				0.325	0.377	0.185
		0.392	0.003*	0.083***	0.157*				0.136*	0.142**	0.077*

図 1 一般化線形混合モデル AIC top モデル

\*\*\*P<0.001, \*\*P<0.01, \*P<0.05

## 環境保全措置に対するオオタカの反応；営巣地への蓋がけの事例

山本和司<sup>1)</sup>，田中菜摘<sup>1)</sup>，菅原慎一<sup>2)</sup>

1)株式会社復建技術コンサルタント，2)国土交通省東北地方整備局福島河川国道事務所

### 1. はじめに

道路をはじめとする開発事業では，計画地に希少猛禽類がすでに営巣しているケースや開発中に新たに営巣するケースは少なくなく，営巣中心域を避けて事業を実施することが困難な場合，近年は環境保全措置として人工代替巣を設置する事例が多くなっている．しかしながら，人工代替巣への誘導は，事業特性や希少種保護の観点から非公表の場合が多く，特に失敗事例についてはほとんど公表されていない．

本稿では，オオタカの人工代替巣への利用を促進することを目的に，既存の巣に実施した蓋がけに対する反応を報告するものである．

### 2. 人工代替巣の設置の経緯

相馬福島道路は，常磐自動車道と東北縦貫自動車道を結ぶ約 45km の高規格幹線道路であり，東日本大震災からの早期復興を図る復興支援道路である，早期完成を目指し緊急整備が実施されるものの，計画地は，オオタカ（環境省 RL：準絶滅危惧，福島県 RL：絶滅危惧 I 類）の生息地であり，営巣も確認されていた．そこで，道路建設に先駆けて，営巣地を工事の影響のない計画地外に移動させることを目的に，平成 26 年 8 月に人工代替巣を営巣地から 700m 圏内の 3 箇所を設置していた．

### 3. 営巣地への蓋がけとその結果

人工代替巣について，オオタカの造巣期である平成 27 年 3 月 6 日に利用状況を調査した結果，巣材の持ち込みはなく利用の痕跡は確認されなかった．このため，人工代替巣の利用を促進する目的で，既存の巣が利用できないよう巣への蓋がけを実施した．蓋がけの時期は，対象のオオタカペアが例年 4 月中旬に産卵していることから，産卵の 2 週間前となる平成 27 年 3 月 23 日に実施した．また，樹上作業での施工性とこれまでの実績を考慮して麻布及び麻紐を用いて巣の上部を覆い固定する方法を採用した（写真-1）．

その後，人工代替巣を平成 27 年 4 月 15 日に再確認した結果，利用は確認されなかった．一方，既存の巣については，蓋がけの上部でオオタカによる新たな造巣が確認され，抱卵も確認された（写真-2）．



写真-1 蓋がけの実施状況

### 4. 考察

オオタカの営巣タイプには，同じ巣を継続して利用するタイプと，毎年巣を作りかえるタイプが存在する．対象のオオタカペアは，調査を実施した平成 23～26 年の 4 ヶ年で同一の営巣木を 3 回利用していることから前者であったと推測される．このため，後者のタイプと比較して巣への執着が強く，造巣期における本方式の蓋がけでは，営巣地を変えるほどの効果が得られなかったと推測される．

本事例から，環境保全措置の成功率向上には，対象のオオタカペアの営巣タイプも考慮した蓋がけの時期及び方式の設定や蓋がけによらない方法の検討が必要である．一以 上—



写真-2 蓋がけ上部に営巣したオオタカペア

# アルゴス型 GPS 発信機を用いた希少猛禽類オジロワシの 飛翔特性と風況予測による関係性解析

林 佑亮<sup>1)</sup>, 藪原佑樹<sup>1)</sup>, 内田孝紀<sup>2)</sup>, 斉藤慶輔<sup>3)</sup>, 山田芳樹<sup>4)</sup>, 河口洋一<sup>1)</sup>

1) 徳島大学大学院先端技術科学教育部, 2) 九州大学,  
3) 猛禽類医学研究所, 4) 株式会社ドーコン,

## 1. はじめに

地球温暖化が懸念される中、再生可能エネルギーが世界中で注目を集めている。風力発電は風車の建設や維持費の面で費用対効果が高く、太陽光発電、バイオマス発電などを含めた再生可能エネルギーの中でも、効率的な発電方法の一つであると言われている。その反面で、鳥類が風車に衝突する事故（バードストライク）が世界各地で問題視されており、日本では希少猛禽類オジロワシのバードストライクが顕著である。オジロワシは風を利用して飛翔するため、本種のバードストライクには、風況が関係している可能性がいくつかの研究で示唆されている。しかし、実際にオジロワシの飛翔行動と風況との関係性を予測したものはない。そこで本研究では、オジロワシの観測情報と風況の関係から、飛翔行動と風況や土地利用の関係を明確にすることを目的とする。

## 2. 調査方法

オジロワシの飛翔情報を取得するため、幼鳥 3 個体にアルゴス型 GPS 発信機を装着した。追跡個体の位置情報はオジロワシの活動時間である日中に行い、幼鳥が巣立った秋期から越冬期にかけての 9 月から 3 月までの期間、1 時間毎に 1 点を測位した。取得された位置情報に対して、気象庁の風況データ (QV データ) を元に専用の風況解析ソフト (RIAMCOMPACT) を用い、GPS 発信機により取得された追跡個体の位置情報が存在する地点の風況数値 (風速、風向) の抽出を推定した。また、オジロワシの飛翔と風況の関係性を明確化するために、得られた飛翔高度と風況データを用いて、一般化加法混合モデル (GAMM) を実行した。

## 3. 結果及び考察

調査対象期間において発信機の測位点数は 2489 点、取得率は 43% であった。オジロワシの移動距離は時期や個体によっても異なっており、日本海側からオホーツク海側の直線距離 50k m を 2 時間で移動することもあった。観測地点と土地利用の関係としては、オジロワシが採餌を行うことのできる農用地、荒地、河川及び湖沼、また止まり木の利用として考えられる森林地域で多く観測された。本大会での発表では、土地利用と風況を合わせて検討し、どのような風況、土地利用の状況下で、オジロワシはバードストライクの発生リスクが高い、風車のブレード高さを利用するのかを議論する。

## 環境影響評価における蝙蝠の調査方法に関する考察(2)

○見上伸<sup>1)</sup>・高橋雅也<sup>1)</sup>・福井聡<sup>2)</sup>・和田伸久<sup>2)</sup>・魚崎耕平<sup>2)</sup>・前川聡<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>(株)日立パワーソリューションズ、<sup>2)</sup>(一財)日本気象協会、

<sup>3)</sup>くろしお風力発電(株)

### 1. はじめに

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(2016年6月15日現在)、145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。それに対応する調査方法として、昨年、バットディテクター(以下、**B.D.**)では計測できない、風力発電機の回転範囲を飛行する種の調査方法として、マイクロフォンとバットディテクターを組み合わせた装置、通称“**Anabat**”を50 m級風況鉄塔に装着する方法とその調査結果を報告した。しかし、測定時における種の評価可能範囲、調査結果であるエコロケーションパルスに及ぼす風速や鉄塔からの振動の影響等の、測定時における周辺環境の影響度が不明で、現状、不確実性の高いまま、その影響を評価している状況である。

そこで、調査方法の精度向上を目的として、継続的な**Anabat**の測定結果に加えて、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に**Anabat** (機種名:**Anabat SD2** フリークエンシーディビジョン式、**Titley Scientific** 社製) を10m、30m、50mに装着した50 m級風況鉄塔を設置し、2013年7月～11月、2014年6月～9月、2015年6月～11月の期間で、高度別にエコロケーションを測定した。そして、得られたパルスの形状から、既往文献<sup>1)</sup>を参照にして、各高度別に種群を判別した。

また、周辺環境の影響評価として、ある騒音源に対する測定可能範囲の評価、風況鉄塔で測定された風速データとエコロケーションパルスに及ぼす風ノイズの相関評価、風況鉄塔への**Anabat**の固定方法が及ぼすエコロケーションパルスに及ぼす振動の影響評価をそれぞれ実施した。

### 3. 結果と考察

表に調査結果を示す。風車回転域の50 mでもエコロケーションパルスを確認したことから、2015年度においても、2013、2014年度と同様に、飛行高度が高いコウモリの存在が示唆された。エコロケーションパルスの分析より、50mを飛行していた種は、ヒナコウモリ科と推定される。また、2015年度では、確認数が減少したが、これはマイクロフォンの寿命と考察される。なお、発表当日は、周辺環境の影響評価についても、言及する。

### 4. 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。また、帯広畜産大の赤坂助教にはデータ取得に協力いただきました。ここに御礼を申し上げます。

#### 参考文献

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.

表 設置高度 50m における通過事例数

観測月	2013年 観測日数	2013年 通過事例数		2014年 観測日数	2014年 通過事例数		2015年 観測日数	2015年 通過事例数	
		20kHz	50kHz		20kHz	50kHz		20kHz	50kHz
6月	—	—	—	2	23	22	25	1	1
7月	12	39	0	31	140	106	31	1	0
8月	25	16	275	14	294	22	31	5	0
9月	30	262	2	5	33	17	30	0	2
10月	31	11	0	—	—	—	13	1	0
11月	30	4	0	—	—	—	17	0	0
12月	31	0	0	—	—	—	—	—	—



# エネルギーの地産地消とグリーンインフラ(その2) -公園緑地の震災避難所としての機能強化施策-

藤野 毅<sup>1)</sup>、ディペンドラ<sup>1)</sup>、飯嶋光幸<sup>2)</sup>、田島克己<sup>3)</sup>

1) 埼玉大学大学院理工学研究科、2) 株式会社高橋製作所、3) NPO 秩父 100 年の森

## 1. 概要

熊本の震災でも知るように、屋外で過ごす被災者の居住環境は過酷である。単身高齢者が増加するさいたま市で同様な事態が発生した場合、特に猛暑時か厳寒時であれば被災者の避難中における健康を害するリスクは高い。現在学校や公園が避難所と指定されていても、非常用電源の確保はわずかであり、この問題を克服できれば被災者の避難中の死亡リスクは大幅に軽減される。本研究は、小型木質バイオマス発電システムを公園内に導入できた場合を想定し、避難所の空調用電源や風呂等の熱源に活かすことによるリスク軽減効果を見積もる。次に原料確保のために緑地等で得られる剪定材や炭素密度の高い竹林の公園内の利用可能性を検討する。平常時にも原料の安定した供給が可能になれば、自ら公園内外の施設へ熱と電気の供給が実現する。近未来において起こり得るリスク削減と将来ビジョン策定の施策を提案する。

## 2. 検討内容

例えば、さいたま市・三橋総合公園などは、体育館やプールが併設されており、元々避難所としての機能性は高い。しかし、季節によっては多大なエネルギー確保が必要である。検討内容としては、**1)**各公園で受け入れ可能な被災者数、必要となる消費エネルギー量、導入するプラントの規模、原料のストック確保の可能性、および平常時の通常運転に向けた事業採算性を検討し、導入の実現可能性を精査する。**2)**さいたま市の公園内の微気象を計測し、屋外での避難における居住環境としての妥当性(例えば緑被によるWBGT\*低下への効果)および健康リスクの大きさを評価する(事業採算性を市担当部課と検討する)。**3)**木質バイオマス確保のための検討として、GIS等を活用した剪定材の搬送経路と経済収支、竹林の整備の可能性、バイオマス原料の性能を検討する。および**4)**合意形成の議論に向けた情報解析を行う。以上より、さいたま市の気候特性に応じた死亡リスク軽減効果とその費用を見積る。

## 3. 効果

もし、さいたま市民 100 万人が秩父地域へ 1 人 100 円の寄付をすると一億円が集まる。“埼玉県内販ふるさと納税”のような寄付が実現したとすると県内 4 地区の森林整備が進み、未利用材のさらなる供給が可能になる(図1)。都市市民が山林に対して少しずつ財政的支援をすることで、森林整備と都市防災との一体的な運営が可能になる(図2)。



図1 秩父・機能化中間土場構想

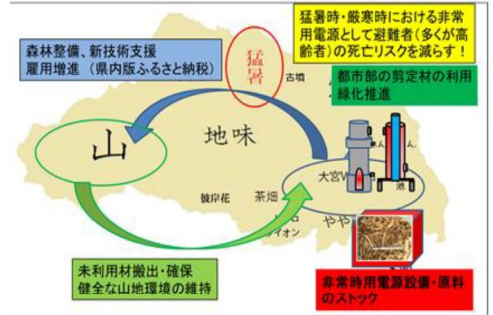


図2 さいたま市の公園緑地の震災避難所としての機能強化施策の提案

## グリーンインフラが有する多機能性を、いかにして引き出すか？

### 麻機遊水地での防災・生物多様性・健康・地域活性化の取組み

上野裕介<sup>1)</sup>，大澤剛士<sup>2)</sup>，西廣淳<sup>1)</sup>

1) 東邦大学理学部，2) (研)農研機構・農業環境変動研究センター

グリーンインフラストラクチャー（**Green Infrastructure**）は、自然の持つ力や仕組みを活かした社会資本整備や防災減災、国土管理の考え方である。この考え方は、国土交通省が昨年公表した国土形成計画と社会資本整備重点計画においても明記され、今後のインフラ整備に活かされることとなっている。

グリーンインフラの最大の特徴は、その多機能性である。例えば都市緑地は、新鮮な大気供給や水源涵養の機能、人々のレジャーや憩いの場、災害時の避難場所や救助の拠点、生物の生息場や生産緑地としての機能など、市民生活を豊かにする様々な機能を併せ持つ。これらの機能は、人間の工夫や技術によって、様々に引き出すことができ、その工夫の余地が大きいほど、より優れたグリーンインフラであると言える。

静岡市にある麻機遊水地は、**1974年7月**に発生した七夕豪雨を契機に、市内を流れる巴川に整備された約**100 ha**の遊水地である。遊水地は、大雨時には治水施設として機能する一方、平常時にはオープンスペースとして多面的に活用でき、優れたグリーンインフラとしての可能性を秘めている。さらに麻機遊水地は、県庁所在地である静岡市の市街地に近く、遊水地に隣接して障害者が通う特別支援学校や複数の病院もある。このような立地条件のもと、障害者の自立支援を軸に、地域住民と病院、民間企業、行政、大学などの連携によって様々な湿地環境を活かしたイベント（農作業体験、おさんぽ会、池づくり、柴揚げ漁、ヨシ原の火入れ、葦船作りなど）が行われている。

本発表では、はじめに、グリーンインフラが駆動する「自律的かつ持続的に人の暮らしと自然環境が守られる仕組み作り」に向け、演者らが病院や特別支援学校、市民らと取り組んでいる麻機遊水地での活動を紹介する。次に、人々の意識や健康の面から遊水地の自然環境を評価した結果を紹介する。最後に、豊かな社会の実現に寄与するグリーンインフラの導入を進めていく上での課題を検討した結果を示し、議論する予定である。



写真 1. 麻機遊水地の風景



写真 2. 自然体験イベントで配布した草花のしおり



## 日本における都市型グリーンインフラストラクチャーの導入可能性：

### 住宅地における雨水調整池と空き地の活用策の検討

高橋栞<sup>1)</sup>，上野裕介<sup>2)</sup>，西廣淳<sup>2)</sup>

1)東邦大学大学院理学研究科，2)東邦大学理学部

近年、グリーンインフラストラクチャー（**Green Infrastructure**：以下、**GI**）の導入が盛んに議論されている。**GI**とは、自然環境の持つ力や仕組みを活かした社会資本や土地利用計画を指し、その最大の特徴として「多機能」であることが挙げられる（西田・岩浅 2015）。**GI**が有する機能には、災害時における防災・減災や、平常時における生物の生育環境、水質浄化機能、良好な自然景観、環境学習や憩い、健康増進の場としての機能等がある。また、従来のインフラに比べて長期的な維持管理費が安く、生態系サービスも含めると利用者が得られる経済的価値（ベネフィット）が高くなるため、総合的に見て経済的であるという指摘もある。

ヨーロッパにおいて**GI**は、ハビタットを連結しネットワーク化する土地利用計画について用いられている。一方、北米（アメリカ・カナダ）では、ヨーロッパと同様の意味に加え、異常気象に伴う防災・減災の視点や、雨水管理をはじめとする水循環の健全化のための施設そのものを指して用いている例が多く認められる。北米では、都市や住宅地での雨水管理と生物生息空間の保全を両立させる**GI**として、**rain garden**、**green roof**、**bioswale**、**green road**などが導入されていた。ただし修景的な目的で植物が導入されている場合が多く、生物多様性保全との両立を示した例は稀であった。また一部の国では、**GI**と既存のインフラ（グレーインフラストラクチャー）の両方の長所を活かしたハイブリッド型インフラの導入も始まっている。

国内では、2015年8月に閣議決定された「国土形成計画（全体計画）」において、日本の現状として、急激な人口減少、少子化、高齢化、巨大災害の切迫、インフラの老朽化、食料・水・エネルギーの制約、地球環境問題が挙げられ、これらの問題に対応する国土形成手法の一つとして、**GI**が示されている。また2015年9月に閣議決定された「社会資本整備重点計画」においても、「自然環境が有する多様な機能を積極的に活用する「グリーンインフラ」の取組や生態系ネットワークの形成など、（中略）環境・エネルギー等の面から、生活の質の向上に寄与する取組を強化する」ことが明記され、さらに「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」の取組により、自然環境の保全・再生・創出・管理とその活用を推進する」という文言も示されている。このように、**GI**の概念や技術は、今後の日本において様々な社会資本整備において活用が期待されている。

そこで著者らは、日本における都市型グリーンインフラの導入に向け、3つの切り口から研究に取り組んでいる。

第1に、国内外の**GI**の事例や政策の整理を行い、それらの特徴と傾向分析を行った。

第2に、千葉県船橋市をモデル地区に選び、住宅地に点在するコンクリート製の雨水調整池に着目し、治水機能と湿地性の生物多様性保全機能、および人による利用（親水利用）機能を付加した多機能型**GI**に改良する方策を調査した。

第3に、ニュータウン開発が進む千葉県白井市において、点在する草原性の空き地に注目し、草原性の生物多様性保全と、レクリエーションや環境教育への利用など**GI**としての空き地の有効活用方策について検討している。

本講演では、これら3つの成果を発表する。

## 阿蘇地域における植生と斜面崩壊との関連分析 ～グリーンインフラによる阿蘇草原再生を目指して～

天本昌吾<sup>1)</sup>、吉廣鎮<sup>2)</sup>、皆川朋子<sup>3)</sup>

- 1) 熊本大学大学院自然科学研究科, 2) 熊本大学工学部社会環境工学科  
3) 熊本大学大学院 先端科学研究部 環境科学部門 水圏環境分野

1992年に締結した生物多様性条約を発端に、世界各地で自然保全、再生が注目されてきた。日本では2003年に自然再生基本方針が閣議決定され、多くの自然再生事業がこれまでに行われてきた。一方、現在の日本情勢は、先の阪神淡路大震災、東北大震災等より防災に対する社会ニーズは高まっている。また、地球の気候変動に伴い、日本で集中豪雨の頻度が増加傾向にあることや、南海トラフ、首都直下型地震といった災害に備え、防災対策を進めていかなければならない。しかし、日本は超高齢社会に突入し、厳しい財政状況にある中、新たな防災施設を作ることさらには財政状況をひっ迫させる。このような中、グリーンインフラが日本で近年注目されてきている。グリーンインフラとは自然の恵みを活用した社会資本と定義される。欧州ではグリーンインフラの概念は1990年代後半から普及しており、近年では2004年に起きたインド洋大津波時、マングローブ林が後背地の保護に大きな役割を果たしたことは、グリーンインフラの顕著な例といえる。グリーンインフラは地域の防災役立つことに加え、通常時にも水質浄化や地域住民へのレクリエーションの提供など様々な生態系サービスを提供する。さらに、生態系を活用した減災・防災は、コンクリートなどいわゆるグレイインフラに比べ費用が安価である場合が多い。このような背景のもと今後グリーンインフラ事業が増えることは明白であり、知見の蓄積が必要である。

本研究で対象とする阿蘇地域は世界農業遺産に指定されており、広大な草原地を有し、生物多様性の保全において大変貴重な地域である。しかし、草原を維持する放牧、採草、野焼きの担い手である農畜産業従事者は昭和40年代から減少し、これに伴い草原の面積も大きく減少した。この状況を踏まえ、阿蘇の持続的な草原管理を実現することを目的に、2012年に環境省が「阿蘇草原自然再生時事業野草地保全・再生事業実施計画」を策定し、生物多様性豊かさの保全と野焼きの再開等による野草地の再生に取り組んでいる。しかしながら、農畜産業従事者の減少に歯止めはかからず、阿蘇の草原、生物多様性の存続は危機的状況にある。

このような状況の中、阿蘇では2012年の九州北部豪雨、2016年熊本地震と大きな自然災害にみまわれ甚大を被った。既往の研究において、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が明らかにされている。遠藤らは根系が斜面崩壊抑止につながることを力学的に明らかにし、潘らは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を実験により明らかにしている。また、阿蘇地域を対象とした研究では、九州北部豪雨時の土砂崩壊について研究がなされており、森林が斜面崩壊に負に寄与することが報告されている。しかしこれまで阿蘇地方で起きた地震については、多くの研究がなされ、地形変動状況や震度分布についての多く報告されているが、植生が地震による斜面崩壊にどう影響しているかは検討されていない。阿蘇の草原が減少し、豊かな自然が失われ、斜面崩壊の危険性が高まりつつある今、阿蘇地方における植生状況と斜面崩壊についてその関係性を明らかにしておくことは急務といえる。

以上を背景に研究では、阿蘇草原再生にむけた基礎知見を得ることを目的に、過去に起きた阿蘇地方の地滑り、斜面崩壊点について、それらの地点の植生状況とハザードに対する脆弱性について斜面崩壊に植生を及ぼしているか分析を行った。

# 散布体バンクを活用した水生植物の再生可能性と市民参加型プログラムの検討 —東京都内の公園を対象に—

白土智子<sup>1)</sup>、林紀男<sup>2)</sup>、内山香<sup>3)</sup>、西廣淳<sup>1)</sup>

1) 東邦大学, 2) 千葉県立中央博物館, 3) 東京都西部公園緑地事務所

## 1.はじめに

都市公園の多くが「池」を擁しており、その中には自然池沼に由来する池も存在する。自然池沼に由来する池では、レクリエーション・憩いの場の提供といった都市公園一般の機能に加え、湿地の生物多様性保全の機能も期待できる。しかし、水質悪化や人工護岸化、外来種の移入などにより、生態系の変化や生物多様性の低下が生じている場合がある。これらの生態系の修復には、基盤となる植生の再生が必要である。本研究では、東京都内の公園を対象として、消失した水生植物の再生可能性を散布体バンクの残存性の面から明らかにするとともに、その調査過程における市民参加のあり方を実践的に検討し、参加型調査プログラムを開発することを目的とした。

## 2.調査方法

東京都内の井の頭恩賜公園にある井の頭池と水元公園にある小合溜を対象に、潜在的な植生と植生の変遷を把握するため、文献・標本情報による植物相の把握を行った。小合溜に関しては土壌中の種子・胞子の抽出・計数を行い文献情報の補完を行った。また各池で実生発生法による散布体バンク調査を行った。また、井の頭池では、実生発生法による散布体バンク調査を市民参加により実施する方法を検討した。

## 3.結果と考察

文献・標本情報の調査の結果、過去に一度でも確認された水生・湿生植物は、井の頭池では**72**分類群、小合溜では**121**分類群であった。各池において、**1959**年以前と**1960**年以後の水生植物相を比較すると、両池とも在来種数は**5**割以下に減少しており、外来種数の比率が増加していた。

井の頭池では、「ベランダでできる井の頭池シードバンク調査」と名づけた市民参加型散布体バンク調査に着手した。井の頭池でのボランティア活動に参加している市民を対象に参加者を募集した結果、**15**人から参加応募があった。この方々と**2**月にかいぼりて露出した池底から土砂を採取し、**30×40×20cm**のコンテナ**2**つにまきだして各家庭に持ち帰り、一つを冠水条件、一つを湿潤条件で維持し、原則として一か月に一度の頻度で発生した実生の記録を推進者に送る方法で、調査を開始した。現在、調査を継続中である。

研究者自身が実施している散布体バンク調査では、井の頭池からは**30**分類群、小合溜からは**20**分類群を超える植物が確認されつつある。そのうち、環境省レッドリスト掲載種としては、井の頭池ではイノカシラフラスコモ、ハダシジャクモ、ジャクモ**3**種が、小合溜ではニッポンフラスコモ、ナガホノフラスコモ、ジャクモ、タコノアシの**4**種が確認された。これらの種の多くは、現在の池の植生から消失した種であった。したがって自然池沼に由来する公園の池の底質には、水生植物再生に有望な散布体バンクが含まれていることが明らかとなった。これらのことから、都市公園にある自然池沼に由来する池は、現地で適切な自然再生を行うことにより、水生植物保全に資する場となると考えられる。

# 水辺の小さな自然再生を通じた川づくりの人づくり PDCA ～ コラボで取組む段階的な人材育成プログラム（試案）～

\*和田彰<sup>1)</sup>，岩瀬晴夫<sup>2)</sup>，三橋弘宗<sup>3)</sup>，原田守啓<sup>4)</sup>，林博徳<sup>5)</sup> 後藤勝洋<sup>6)</sup>

- 1) 株式会社建設技術研究所国土文化研究所 2) 株式会社北海道技術コンサルタント  
3) 兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 4) 岐阜大学 流域圏科学研究センター  
5) 九州大学大学院 工学研究院 6) 公益財団法人リバーフロント研究所

## 1. はじめに

平成 26 年 11 月に改定された自然再生基本方針では、広域的な自然環境の保全・再生に向けた草の根レベルの取組みとして「小さな自然再生の推進」が位置付けられた。著者らは、小さな自然再生を、①自己調達できる資金規模であること、②多様な主体による参画と協働が可能であること、③修復と撤去が容易であること の 3 条件を満たす活動と定義し、有志による「小さな自然再生」研究会を通じて事例や技術の普及に取り組んでいる。

費用が安価で、気軽に作業に参加でき、その効果が短期間で確認できることなどもあって、小さな自然再生への関心は高まりつつある。一方で、歴史がまだ浅く事例も少ないため、技術面でも効果の検証面でも不十分であり、また河川管理者や地元関係者との合意形成など、取組みを円滑に進めるための技術体系は未だ発展途上と言える。

本報告では、水辺でできる小さな自然再生の全国への普及と技術向上を目的とした段階的な人材育成プログラムについて言及する。

## 2. 段階的な人材育成プログラム（試案）

小さな自然再生の担い手を増やし、技術の向上を図りながら全国の色々な場所で活動を展開していくためには、(1)参加のハードルを下げる担い手の応援体制、(2)技術や進め方の理論を磨く場、(3)理論をモノづくりに実体化する体験（技能習得）、(4)試験施工し観察する現場の創出 などが有効と考える。（表 1）

特に、これまで度々その重要性が指摘されてきた「失敗もできる現場」を増やすことが小さな自然再生の推進に向けては重要であり、身近な現場で、自然の応答を自ら確かめられる小規模なスケールで、技術的留意点に配慮しながら試験的な工事を計画・挑戦し、その経過を観察しながら軌道修正していく一連の PDCA プロセス（見直し）は、川づくりに共通する理論と技術体系を習得する一つの手助けにもなるであろう。

表 1—小さな自然再生の普及に向けた段階的な人材育成プログラム（試案）

段階	到達目標	取組み	具体プログラム	これまでの取組み
(1) 共感と共有の場 づくり	課題解決に必要な理念と基礎知識、成功体験に触れる。	同じ問題意識を持つ者が集まる仕組みを創り、課題解決のヒントとなる情報とツールを整備・普及する。	座学 ・研究会（勉強会）設立 ・ホームページ構築 ・事例集制作（ケースバイケース） ・サポート窓口設置（Q&A）	→「小さな自然再生」研究会 →ホームページ開設 →事例集発行 →（未）
(2) 議論で知を磨き 形式知を創造	何をすることで課題解決に繋がるかの道筋と仮説が備わる。	開放的で自由な雰囲気の中で互いのアイデアを交換・共有し、課題解決への仮説を創造する機会を提供する。	座学 観察 演習 ・シンポジウム ・意見交換会、座談会 ・ワークショップ（座学・フィールド）	→（未） →自由集会 →現地研修会
(3) 形式知の体系化 と実地演習	頭の知識と技術・技能が結びつき、持論と自信が備わる。	上記(2)の仮説を体系化し、頭の知識を実際の現場で試す、まずは小さなスケールで作る場を設ける。	座学 演習 ・技術指針（教科書）制作 ・施工体験（実地演習）	→（未） →（未） ※H28 年度予定
(4) 現場検証と軌道 修正	成功・失敗経験を積み、新たな知へと進化する。	身近な場所で試験施工を行い、その経過を観察する一連の取組みを支援（助言）、後押し、フォローする。	実技 座学 ・試験施工（河川管理者主体 or 協働） ・モニタリング	→（未） →（未）

## 3. 今後の取組み

本稿で示した人材育成プログラム（試案）の質を高めながら、全国のケーススタディの蓄積を図り、ワークショップや施工体験の開催、また河川管理者が主体となった試験施工への後方支援などを通じて小さな自然再生の担い手の技術と技能向上の機会を創出していく。更に、本活動へ関心を高め、参加者を全国に拡大していくためにも、「気軽さ」や「楽しさ」を追求した人材育成プログラムを構築できればと考える。

## 4. 謝辞

小さな自然再生の普及に向けた諸活動は、「小さな自然再生」研究会メンバーに加え、現地研修会の現場を管理する河川管理者や各行事参加者の協力、また公益財団法人河川財団の河川基金の助成を得ながら取り組んでいる。ここに感謝の意を記す。

# 沖縄本島億首川におけるマングローブ林の再生管理に向けた 協働モニタリングの開発

竹村紫苑<sup>1)</sup>，鎌田磨人<sup>2)</sup>

1)総合地球環境学研究所，2)徳島大学大学院理工学研究部

## 1. はじめに

沖縄本島億首川のマングローブ林は観光資源として活用されている。その一方で、橋の設置による川幅の縮小・流深部の固定化や、拡張工事によって貯水容量が10倍となった新金武ダムの運用に伴う出水時の河床変動領域の縮小を通じて河床の地盤高と底質が変化し、結果としてマングローブの更新立地が急減すると考えられている。マングローブ林を観光資源として永続的に活用していくためには、人為的な再生管理が不可欠であり、そのためにはステークホルダー自身が再生管理に活かしていけるモニタリングシステムを構築する必要がある。本研究では、簡便な方法によってマングローブ林で生じる変化を把握するためのモニタリング手法を開発した。そして、協働モニタリングを再生管理に利用することの有効性について検討する。

## 2. 方法

1) スマートホン（以下、スマホ）を用いてマングローブ林の状況を撮影し、UAVで撮影した高解像度オルソ写真によって、被写体の位置情報を補正できるスマホ調査システムを開発した。その上で、2016年1月および3月に地元エコツアー会社のカヌーインストラクターとスマホ調査を試行した。2) 億首川のマングローブ林内に19箇所の調査区を設置し、各調査区に打ち込んだ塩ビ管の長さを計測することによって、カヌーインストラクターが河床高変化を把握可能な調査方法を開発した。河床高変化量は2012年6月にGNSSおよびトータルステーションによって定点中央部の標高を測定した後、長さ1mの塩ビ管を0.3m地表に出るように打ち込み、1ヶ月毎に地表に露出している塩ビ管長さを測定することにより算出した。3) 同調査区において2012年6月、11月、2013年3月に落とし穴式トラップ法によってカニ類を捕獲し、種別に個体数を確認した。同時に、地盤高および底質を測定した。そして、一般化線形モデルを用いてマングローブ林内に生息するカニ類の地盤高および底質に対する選好性をモデル化し、生物指標となるカニ類を選定した。

## 3. 結果および考察

UAVとスマホのGPS機能を活用したスマホ調査の結果、若木が維持されている場所、マングローブ林が枯死している場所、マングローブ以外の陸生植物が侵入している場所が簡便に記録できることが明らかとなった。本手法はスマホさえあれば調査が可能であり、再生事業による森林の復元状況を把握する手法として有効である。

河床高変化モニタリングの結果、2012年6月から現在までの期間において、マングローブの生育地全体で堆積傾向にある場所と、浸食傾向にある場所において河床高の二極化が進行してきていることが明らかとなった。本手法は、干潟に打ち込んだ塩ビ管長さを測定するという簡便な調査であるが、マングローブ生育地における長期的な河床高変化を把握可能であり、再生事業による砂州の復元状況を追跡する手法として有効である。

カニ類の地盤高と底質に対する選好性の結果から、選好性が異なる6種（フタバカクガニ、ミナミアシハラガニ、ツノメチゴガニ、リュウキュウコメツキガニ、ミナミコメツキガニ、オキナワハクセンシオマネキ）が生物指標として選定された。これらの種は落とし穴式トラップにより簡便に採集でき、同定も容易なことから、再生事業前後におけるカニ類分布の比較を通して、再生事業による干潟の復元状況を評価する手法として有効である。

本研究で開発したモニタリング手法によって、マングローブ林・砂州・干潟のモニタリングをステークホルダー自身の手で行っていくことが可能となった。今後、2015年6月に発足した『億首川環境保全推進協議会』において、再生事業に向けたモニタリングを実施し、その有効性を検証していく予定である。



# 博物館における微小な生物生態の視覚化に関する調査 —欧州の自然史系博物館及び水族館展示調査から—

渡辺 友美

早稲田大学 人間総合研究センター

お茶の水女子大学 サイエンス&エデュケーションセンター

## 1. はじめに

博物館・科学館・動物園・水族館等を含む博物館展示施設は幅広い利用者層に向けた情報発信が可能な場であり、近年では急激に劣化する生物多様性等、生物や環境への理解を促す場としても重視されている（環境省，2012）。生物多様性の理解においては、生態系ピラミッドの最下層を占める微生物など、認識しづらい微小な生物の存在や役割を、正しく理解させることも重要な課題である。しかし博物館展示の中心となる生体や標本群の中で微小な生物群はそのままでは訴求力が低いことから、展示として可視化するための工夫が必要となってくる。そこで本調査では、自然史系資料の展示において長い歴史を持つ欧州の博物館において、微小な題材の可視化の手法に着目して現地調査を実施した。なお、本調査における微小な題材は実体顕微鏡での観察が適切なサイズ以下を対象とし、微生物、数ミリ程度の生物、生体組織、細胞等を含めた。

## 2. 調査概要

2015年11月23日から12月3日にかけてフランス、イギリス、オランダの自然史系博物館及び水族館合計14館の展示について、調査を実施した。

## 3. 調査結果

調査の結果、21の事例で微小な生物生態に関する題材を扱った展示が見られた。題材としてはプランクトン、土壌性微生物、昆虫等の生体、花の構造や骨格といった生物器官の構造が、生物多様性に関連した展示として11の事例で扱われていた。そのうち遺伝を扱う展示2例では、形質として見ることができる遺伝的多様性として羊毛の縮れやショウジョウバエの変異が拡大装置とともに展示されていた。一方、調査研究の手法として「視覚化」自体を扱ったり、最新の研究を紹介する展示は7例にのぼり、ここでは昆虫や魚など身近な題材を使って拡大観察する体験が重視されていた。

微小な生物の存在に関しては、直接実物が提示できなくても画像の美しさを強調したり、体験性を高めることで興味を引く工夫がされていた。例えばモノクロの走査型電子顕微鏡写真にはどの館でも擬似カラーが施され、絵画のように展示されていた（Natural history museum, Palais-decouverte）。また写真や映像を用いたインタラクティブ装置は、像の拡大や観察場所に関する操作系が分かりやすく作り込まれていた（British Museum, Natural history museum, Naturalis 他）。一方で、微小な生物の役割の理解には解説の提供も必要だが、そこにもいくつかの工夫が見られた。例えばGrande galerie de l'Évolution du Muséum national d'histoire naturelleの情報検索装置では、対象生物に吹き出しで語らせたり、グラフィカルな表現を多く取り入れた親しみやすいインターフェイスデザインを取り入れていた。また覗くのみで終わりがちな顕微鏡観察装置にボタン式の音声解説を設け、観察方法や観察視点を提供するPalais-decouverteのアリの生態観察装置もユニークであった。

## 4. 謝辞

本研究はJSPS 科研費 26750074 の助成を受けて実施しました。

## 【口頭発表】

平成 28 年 9 月 3 日(土)9:00～15:30 弥生講堂一条ホール, 1号館第8講義室



## 遺伝情報を用いた魚類移動環境評価の可能性

安形仁宏・瀬口雄一（株式会社 建設技術研究所）

太田宗宏・飛鳥川達郎（株式会社 建設環境研究所）

増本育子・山原康嗣（中電技術コンサルタント 株式会社）

村岡敬子（国立研究開発法人 土木研究所）

各種河川事業と生物生息環境との関係は、生息状況と物理環境の関連を調査することで検証されている。例えば、堰による魚類等の移動阻害や魚道の設置効果は、堰の上下流の魚類相の比較や堰構造・魚道の流況等と魚類の遊泳能力を比較することで得られる<sup>1)</sup>。しかし、河川流量規模等の刻々と変動する河川の物理環境と、魚類生息状況の関連性把握が困難な現状にある。

これらの問題を解決する可能性のある調査手法として、学術的にも広く浸透している遺伝子解析技術が挙げられる<sup>2)</sup>。例えば、上下流の個体群に遺伝的な違いが認められれば、検証結果は大きく変わると考えられる。従来の調査データから得られる情報と生物の遺伝情報から得られる情報を組み合わせることで、生息環境への影響をよ

り的確に検証でき、河川事業において、より客観的かつ効果的な環境保全対策や環境配慮策を講じられると考えられる。

以上のような着眼点<sup>3)</sup>に基づき、本研究は河川環境調査への遺伝情報の適用・実用化を目指し、一級河川太田川にて魚類の移動環境の評価を試みたものである。研究の実施にあたっては、①単独堰堤の魚類移動環境のモニタリング（高瀬堰）、②水系広域における魚類移動環境の調査（太田川直轄区間）の2課題について検討を行った。

「単一堰堤における魚類の移動環境の評価」では、Gene-mapper®により得られた分析データを用いて、2012、2013年に採取したカワムツの地点間の遺伝的距離を求めた。5地点の遺伝的な関係は、地点の位置関係を反映するものとなり、各地点間の遺伝的距離は、十分に小さい値であった。

「水系広域における魚類移動環境の評価」では、2012、2013年に採取したカワムツ・カワヨシノボリ・アカザ・カマツカを対象に検討を行った。例として、カワムツの個体の帰属性解析の結果では、複数のダムの上流にあたる地点を除き2012年、2013年共に明瞭な差異を示す地点は観察されなかった。また、地点間の遺伝的距離はダム上流の地点を除き、十分に小さい値であった。

以上より、地点間の遺伝的距離が近いことから、魚類移動環境が比較的良好であることを遺伝情報の視点から確認することができた。また、実河川の規模においても遺伝情報により魚類の移動環境評価が可能であることが示されるとともに、適用に際して調査計画・分析・解析を行う上での留意点が整理された<sup>4)</sup>。

なお、本研究の実施にあたり、国土交通省中国地方整備局、同太田川河川事務所には全面的な協力を賜った。また、太田川漁業協同組合、太田川上流漁業協同組合の皆様には、現地におけるサンプリングにおいて、情報の提供も含め御協力いただいた。ここに、本研究への御協力に対し、心より感謝の意を表す。

### 引用文献

- 1) 魚ののぼりやすさからみた河川横断施設概略点検マニュアル(案)：建設省河川局治水課、1993
- 2) 河川におけるDNA多型分析技術の活用事例集：DNA多型分析応用技術研究会・財団法人リバーフロント整備センター、2010
- 3) 事業に伴う河川環境調査における生物の遺伝情報活用に関する方向性～生物の遺伝情報を河川事業の影響評価へ活用する計画について～：ELR2012、安形ら、2012
- 4) 土木研究所共同研究報告書第478号 河川事業における遺伝情報の活用に関する共同研究報告書：土木研究所他、2015

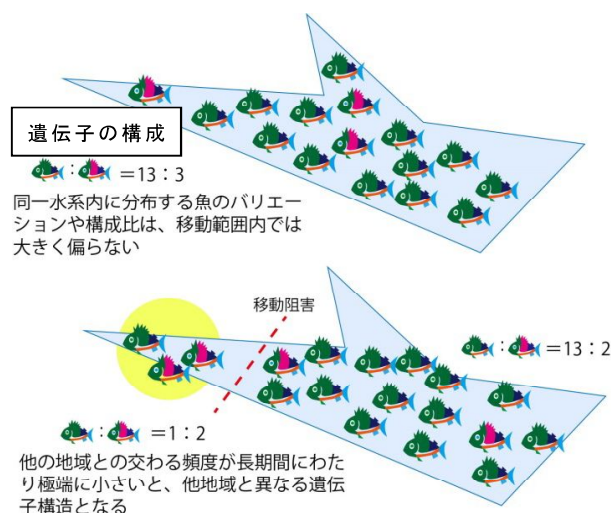


図 移動環境の阻害に伴う遺伝的な偏り発生イメージ<sup>4)</sup>

## 環境 DNA を用いた河川生物量推定法～回遊性遊泳魚であるアユに着目して～

乾 隆帝<sup>1)</sup>, 赤松良久<sup>1)</sup>, 土居秀幸<sup>2)</sup>, 一松晃弘<sup>1)</sup>

1) 山口大学大学院 創成科学研究科, 2) 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科

### 1. はじめに

現在、河川環境の変化を捉える指標として、主に種多様性に着目されることが多い一方、生物の現存量変化に着目されることは少ない。その理由としては、水生生物の定量化の困難さが挙げられる。そこで本研究では、水産上有用種であるにもかかわらず、定量化が困難なアユに着目し、(1)環境 DNA 分析を用いてアユの定量化を試み、目視調査による現存量（実測値）との関係性を調べ、環境 DNA の生物量調査方法としての有効性を明らかにすること、(2)目視調査によって得られたデータを用いて物理環境の変化に応じたアユの現存量の空間的な分布・現存量予測モデルを構築し、環境 DNA 量と、採水地点上流区間の現存量推定値との関係性を調べることにより、環境 DNA の空間解像度を明らかにすることを目的とした。

### 2. 方法

(1) **アユの潜水目視調査** 山口県の一級河川である佐波川の 10 地点を対象に、2015 年 5 月、7 月、10 月の 3 回調査を行った。各地点ともに、瀬を含む縦断方向約 80m の調査範囲を定め、約 15m 間隔で横断方向に 6 ラインを設定し、潜水目視調査を行った。さらに、密度(n/m<sup>2</sup>)とアユの平均体重(g/n)を乗ずることで現存量(g/m<sup>2</sup>)を算出した。

(2) **環境 DNA 分析** 潜水目視調査をおこなう直前に、調査範囲に含まれる瀬の下流側で表層水の採水(1L)を行った。サンプルは冷暗状態で輸送し、当日中に濾過作業を行った。フィルターから DNA を抽出後、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。

(3) **環境 DNA の空間解像度の検討** アユの現存量予測モデルには一般化線形モデル(GLM)を用い、目的変数に各月、各ラインにおけるアユの現存量、説明変数に各月、各ラインにおける流速および河口からの距離を用いた。現存量予測モデルを、iRIC ソフトウェアを用いて算出した流れ場の結果に外挿することにより、佐波川の直轄区間内におけるアユの現存量推定を行い、その結果を用いて、各調査地点の採水ポイントから上流方向に一定距離の推定現存量を算出し、各地点の環境 DNA 量との関係性を調べた。

### 3. 結果と考察

(1) **アユの現存量と環境 DNA 量の関係** 目視調査による現存量（実測値）と環境 DNA 関係性を調べた結果、R<sup>2</sup> 値が 5 月では 0.915、7 月では 0.824、10 月では 0.951 となり、すべての月で高い値を示した。これらの結果から、環境 DNA 量とアユの現存量には強い正の関係性があることが示された。

(2) **環境 DNA の空間解像度** 5 月、7 月、10 月のすべてにおいて、アユの現存量は、流速および河口からの距離で説明されることが明らかになった。各月で構築された現存量予測モデルの精度を単回帰分析によって検証した結果、7 月の精度が最も高く (R<sup>2</sup>=0.4495)、5 月が最も低かった (R<sup>2</sup>=0.2095)。次に、7 月および 10 月の現存量予測モデルを用いて空間解像度の検討をおこなった結果、両月ともに、採水地点からの距離が大きくなるにつれて決定係数が高くなる傾向を示したが、7 月は 800m でピーク(R<sup>2</sup>=0.6759)を迎え、10 月では 400m でピーク(R<sup>2</sup>=0.9134)を迎えた。これらの結果から、環境 DNA の空間解像度は、採水地点からおおむね 400m から 800m 範囲内の密度を反映したものと予想される。

### 4. まとめ

環境 DNA 分析は、従来の手法では定量化が困難である遊泳魚の定量化が可能であることが示されたため、河川の生物モニタリング手法として非常に有用であると言える。本研究手法を他の分類群まで発展させることにより、様々な分類群の生物の現存量の網羅的な把握が可能になることが期待される。

# 水文・生息場モデルを用いた河川健全度評価手法の提案

糠澤 桂<sup>1)</sup>, 風間 聡<sup>2)</sup>, 渡辺幸三<sup>3)</sup>

1) 宮崎大学工学部社会環境システム工学科, 2) 東北大学大学院工学研究科, 3) 愛媛大学大学院理工学研究科

## 1. はじめに

河川生物の適応的生息・生育能力を表現する指標である河川健全度の定義および定量的な評価手法の確立が急務である。しかし、種多様性の評価事例は多いものの、我が国における生物調査に基づくによる健全度評価は汚水生物学を提唱した津田<sup>1)</sup>以来、国内ではまとまった研究事例が無いのが現状である<sup>2)</sup>。これまで数多くの健全度指標が提案されているが、多くの手法に共通するのは汚水に対する生物の耐性を考慮することである。しかし、従来までの取り組みは一般的に時期・場所が限られている。上流～下流に渡って物理環境が時間的に変動する河川において、スナップショット評価による局所的な情報のみから流域全体を論ずるのは困難であった。そこで本研究では、分布型水文モデルにより再現された水の動態を考慮して構築した水生昆虫群集の生息場適性 (HSI) モデル<sup>3)</sup>を用いて、流域スケールで河川健全性を評価することを目的とする。

## 2. 方法

### 2.1 対象流域と水文モデル

宮城県中央部に位置し、流域面積 939km<sup>2</sup> の名取川流域を対象領域とした。本流域を対象に白岩ら<sup>4)</sup>が開発した分布型流出・水温モデルより 2006 年 1 月から 12 月の 1 年間における水深、流速、水温を算定した。本モデルは大きく河道部と斜面部の二つに分けられる。斜面部をさらに直接流層、基底流層、積雪・融雪層の 3 層に分けて計算しており、それぞれ kinematic wave 法、貯留関数法、degree-day 法を、河道部において dynamic wave 法を用いている。

### 2.2 水生昆虫群集の生息場モデル

高瀬ら<sup>3)</sup>により構築された 32 分類群の底生無脊椎動物 HSI モデルを使用した。内訳は、ウズムシ目 1 分類群、カゲロウ目 8 分類群、カワゲラ目 4 分類群、コウチュウ目 2 分類群、トビケラ目 12 分類群、双翅目 3 分類群、咽蛭目 1 分類群、広翅目 1 分類群である。生息場モデル構築のために用いた環境指標は、(1)水温(年平均・年最大・年最小)、(2)水深(年平均・年最大・年最小・年間変動の分散)、(3)流速(年平均・年最大・年最小・年間変動の分散)、(4)勾配、(5)土地利用、(6)植生、(7)市街化率、(8)市街地までの距離、(9)森林までの距離、(10)水辺までの距離である。

### 2.3 水生昆虫群集の生息場モデル

算出した HSI から分類群毎平均スコア (ASPT)<sup>2)</sup>、カゲロウ目・カワゲラ目・トビケラ目の合計分類群数 (EPT)、Shannon-Weiner 多様度指数、Benthic index of biotic integrity (B-IBI)<sup>5)</sup>、主成分分析による第 1～5 主

成分得点を健全度指標として計算した。ASPT の算定には底生動物の科に対応する 1~10 の範囲のスコアを用いる<sup>2)</sup>。HSI>0.5 の時に対象分類群が出現すると仮定して、出現した科のスコアを平均して ASPT を計算した。Shannon-Weiner 多様度指数については高瀬ら<sup>3)</sup>と同様に HSI から算出した。B-IBI は米国にて開発された複数の生物指標を用いて健全性を判定する手法である<sup>5)</sup>。本研究では、13 項目のうち汚濁耐性の低い巻貝およびイガイ属の分類群数、Corbicula の割合、貧毛類の割合、雑食動物または腐食動物の割合の 4 項目を除外した 9 項目を評価項目として使用した。

## 3. 結果と考察

水文・生息場モデルを用いることにより、流域スケールの河川健全度を推定することが出来た。健全度指標 9 項目間の相関を調べた結果、B-IBI、EPT、多様度指数、第一主成分 (PC1) は互いに高い相関を示した (R=0.72-0.99, P<0.01)。これは、EPT が複数指標を用いる高度な健全度指標を代用出来る事実を示唆する。また、主成分分析により底生動物相を決定づける主要な因子として新たな健全度指標が合成された可能性がある。対数変換された集水面積は全ての健全度指標と有意な相関を示した (P<0.01)。ASPT、PC2、PC4 については正の相関で、他の指標は負の相関であった。主成分スコアは健全性と含意の異なる変数となるケースが想定されるため、健全度指標は概ね集水面積の増加に応じて低下する傾向が示されたと言える。一元配置分散分析の結果、いずれの健全度指標においても土地利用間 (水田、森林、市街地など) において有意な差異があることが示された (P<0.01)。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金 (25241024, 竹門康弘; 16H02363, 風間聡; 26630247, 渡辺幸三; 16H05750, 渡辺幸三; 26820196, 糠澤桂) の助成を受けたものである。併せてここに深甚なる謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 津田松苗, 汚水生物学, 北隆館, 1964.
- 2) 谷田一三, 河川環境の指標生物学, 北隆館, 2010.
- 3) 高瀬陽彦, 糠澤桂, 風間聡, 渡辺幸三, 分布型水文モデルと確率密度関数を用いた底生動物の生息環境および種多様性評価, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.70, No.4, pp.L1297-L1302, 2014
- 4) 白岩淳一, 風間聡, 沢本正樹 (2006) 気候変動による河川水温の影響. 水工学論文集 50: 1063-1068
- 5) Kerans, B. L., and J. R. Karr, Development and testing of a benthic index of biotic integrity (B-IBI) for rivers of the Tennessee Valley Authority. Ecological Applications 4(4):786-785, 1994.

## 微小貝を使った環境評価法の検討

芝崎美世子

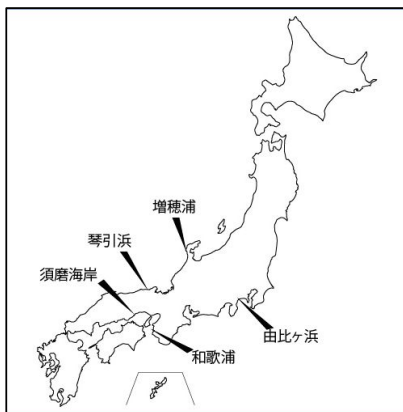
大阪市立大学大学院・公益社団法人 大阪自然環境保全協会

### はじめに

「微小貝」は、成貝になっても数ミリほどの大きさにしかならない小さな貝であり、一般にはあまり知られていないが、その種数はかなり多い。

河口から沿岸域の多様な生物群集などを保全するためには、微小生息域（マイクロハビタット）の理解が欠かせない。微小貝は、このような微小生息域に適応し、浮遊性や付着性などの多様な生態をもつ生物群であり、アマモや藻類などの剥ぎ取り食、プランクトンなどの濾過食、肉食性、腐肉食性などの様々な食性をもっており、沿岸海域の環境を理解するうえで多くの情報をもつ。

海岸の砂の中には、これらの微小貝の貝殻片が大量に含まれている。そこで打ち上げ貝を用いた環境評価法を検討するため、全国のおもな海岸から貝殻片を含む砂を採集して、その種分布を調べ、環境調査手法を考察した。



### 1 調査地域

増穂浦（石川県）、由比ヶ浜（神奈川県）、和歌浦（和歌山県）の3海岸は「日本三大小貝の浜」として、古くから知られてきた。これらの海岸では、年間を通じて多様な種類の打ち上げ貝が見られ、磨耗や破損の少ない貝殻片を大量に得ることができる。

本調査では、この3海岸に加え、瀬戸内海にある須磨海岸（兵庫県）、微小貝で知られる琴引浜（京都府）の2海岸を加えた5海岸で調査を行った。また尾崎海岸（大阪府）、福岡海岸（福岡県）などでも調査を行い、流入河川や海岸地形などの分析の参考にした。

### 2 調査方法

2015年5月～2016年2月に、それぞれの海岸ごとの数カ所から、微小貝の貝殻片を多く含む砂を持ち帰り、砂の中から500殻～1000殻を基準に貝殻片を採取して種同定を行い、海岸ごとの種比率を算出した。2ミリ以下の貝殻片については、実態顕微鏡を用いて種同定を行った。また砂の粒度や円磨度を観察し、流入河川の上流域の地質や海岸域の水深分布などから海岸ごとの環境を考察した。

### 3 結果と考察

打ち上げ貝は、一度に大量のサンプルを誰でも簡単に得られ、保存がしやすいという利点がある一方で、気象条件や季節によって種構成が変化する。また同じ海岸でも採集地点によっても種比率が異なっており、増穂浦では、湾の中央部で二枚貝の殻長が最も大きくなり、東側で巻貝の比率が高くなる。こうした分布の違いは、沿岸域の生息環境を反映しているだけでなく、海流や海岸地形により、打ち上げ条件に違いがあることを示している。打ち上げ貝を使った環境評価では、こうした条件も考慮しなくてはならないが、微小貝は化石試料として地層から産出することも多く、古環境解析にも用いられるため、タフォノミーの観点からも、より多くの海岸での調査報告が求められる。

## 中小河川における河川環境の整備と保全の目指すべき方向性と目標の検討

千葉悠子<sup>1)</sup>、渡辺恵三<sup>1)</sup>

1) 株式会社 北海道技術コンサルタント

### はじめに

平成9年の河川法改定等を背景に平成17年に「河川砂防技術基準 同解説 計画編」が改定され、環境の整備と保全の考え方や検討すべき内容等について整理された。本基準には、河川環境等に関する計画の策定にあたって、河川・流域等の特性及び歴史的な変遷を把握し、河川環境等の整備と保全の目指すべき方向性と目標の設定及びそれを実現するための方策を策定することが明記されている。

本報告では、市街地を流れる中小河川における、河川環境等の整備と保全の方向性や目標設定の過程、課題を紹介する。

### 対象河川

対象河川であるA川は、北海道道北の市街地を流れる流域面積13.1k㎡、流路延長8.9kmの1級河川である。河床勾配は1/600～1/310、水面幅は10m程度である。

### 河川環境の整備と保全の目指すべき方向性の検討と環境目標の設定

「河川砂防技術基準 同解説 計画編」において、河川環境の整備と保全の目指すべき方向性は、“もともとの川の姿”とともに“その川らしい動植物”の生息・生育環境の保全・復元に留意して設定することとされている。しかし、“もともとの川の姿”、“その川らしい動植物”をどのように設定するかが課題となる。

A川では、平成10年（整備前）の環境調査において、全区域でウグイ、トミヨを主とする魚類が確認されている。一方で、地元関係者より、昭和50年頃にはサケの遡上が見られたとの報告を受けている。また、平成23～25年にはサケの遡上と産卵床を確認した。このことから、“もともとの川”を昭和50年代とし、“その川らしい動植物”をサケと位置付けた。しかし、サケの産卵環境の保全と復元には、整備後の単調な河道、微細土砂の堆積、クサヨシ等の植生繁茂等の課題があった。この課題の対策を行い、サケの産卵環境が創出されたが、サケの遡上が見られない年があること、土砂の堆積が著しいこと、土地利用に伴う水質等をふまえ、サケの産卵環境を維持していくことは困難であり、方向性として妥当ではないと判断した。

よって、現状や将来を見据えて、A川の河川環境の整備と保全の方向性は“整備前（平成10年頃）”に主に確認されていたウグイ、トミヨの生息環境の保全・復元を目指すこととした。

上記の方向性を踏まえ、環境の目標は“緩流域の創出や自然に近い水際を復元し、ウグイ、トミヨの生息状況を整備前の生息環境に回復させること”とした。

### 方向性と目標にむけた方策の試行

暫定計画で整備が終了した区間は、単調な河道となっている。今後の将来計画ではさらに河道が拡幅されることから、同様に単調な河道となることが予測される。環境の目標を達成するための方策として、“バープ工<sup>\*1)</sup>”の試験施工を行った。バープ工の設置周辺では、緩流域や水際に深みが創出され、対照とした単調な区間に比べてウグイ、トミヨの生息密度が高かった。今後の将来計画にむけて、もともとの川幅や横断形を参考に、バープ工等の施設検討もあわせた低水路等の計画を検討している。

\*1 バープ研究会 HP (<http://www.stream-barbs.jp>)

# 市民参加による生物モニタリングが参加者の学びと地域への関心に及ぼす影響

## ーチノービオトープフォレストにおける事例紹介ー

### Citizen Participated Ecosystem Monitoring Affects Participant's Learning and Interests in Local Nature A Case Study on "CHINO Biotope Forest"

辻野昌広<sup>1)</sup>, 佐々木雅裕<sup>2)</sup>, 相澤章仁<sup>2)</sup>

1) 公益財団法人日本生態系協会, 2) 千葉大学大学院園芸学研究科

**TSUJINO Masahiro<sup>1)</sup>, SASAKI Masahiro<sup>2)</sup>, AIZAWA Akihito<sup>2)</sup>**

**1) Ecosystem conservation society-Japan, 2) Chiba University**

地球規模での環境変化の影響が、身近な生活へ急速におよぶなか、生物多様性国家戦略 **2012-2020** では、「地域における人と自然の関係を再構築する」ことが重要視されている。その具体的な推進方策の中では、私たちが起こすべき実践的なアクションを普及するため、身近な自然を活用した環境教育の推進が示されている。

自然環境を利活用するためには定期的なモニタリングが欠かせないが、広範囲でモニタリングを継続することは資金や人員などの負担が大きい。そこで、本事例ではモニタリングを市民参加の生物観察会として実施した。市民参加による生物調査は、参加者の能動性を引き出すことで、地域づくりに取り組むきっかけとなる可能性がある。

観察会を実施したことでビオトープへの関心が確実に高まり、多くの参加者が今後より積極的に利用したいという意見が見られた。また、参加者同士で対話による認識のすり合わせが行われ、経験の共有化が実現していたことが示唆されたことは、科学を自分たちの目線で理解することにつながる意義深いものである。

今回の観察会で記録されたデータは簡便性と客観性を併せ持った方法を用いてとられたものであるため、生物モニタリングデータとしての質は高く、今後のビオトープ内やその周辺の自然の変化をとらえる基礎資料となる。モニタリングは特別な変化が生じてから開始しても遅いため、今回のような簡易かつ客観的にできるモニタリングを観察会として普段より継続することは効果的な方法だといえる。

これまで、地域生態系の情報は空間的な広がりや考慮した整備がされず、広域での生態系ネットワークの定量的な評価指標とするには適さなかったが、移動性が高く普遍性のある指標種を採用することで、周辺の河川や公園緑地など自然とのつながりが定量的に評価可能となった。また検討対象とする空間スケールを変化させたときに生物多様性と生態系ネットワークの関係がどのように変化するかを考慮した生態系ネットワーク計画検討が可能となるであろう。

今後の展開として、モニタリングを継続し結果を出していくことが最も重要である。同様の観察会を継続的に実施してデータを記録することで、ビオトープの変化を把握する手がかりとしてモニタリングの成果を活用することが期待できる。さらに周辺のビオトープや自然緑地・水辺等で同様のモニタリング結果を蓄積していくことで、生態系ネットワークの中に位置付けてビオトープの現状評価や目標設定が可能となる。こうした蓄積により、広域における生態系ネットワークを視野に入れた都市緑地整備方針を提案することができる。

#### 謝辞

観察会に参加された皆様のご協力により、成果をまとめることができました。観察会の開催には『関東・水と緑のネットワーク拠点百選』の支援を受けました。ありがとうございます。



# 山地河川における河床付着物の一次生産等の推定のための DO 連続観測結果

白鳥 実

株式会社四電技術コンサルタント

## 1. はじめに

河川における付着藻類の一次生産等の推定方法の一つに、連続観測した河川水の DO を解析して計算する方法がある。本手法は、もともとはイギリスで提唱されたものであるが、日本の河川にも適用した例がある。しかし、その適用例は多いとはいえ、日本の河川のように流れが速く浅い河川に適用するにあたっての事例収集は十分ではない。そこで今回、四国の山地河川をフィールドに、河床付着藻類の一次生産等の推定のために DO を連続観測したので、その結果について報告する。

## 2. 調査方法

調査は、四国を流れる一級河川吉野川の支川である銅山川の中流に位置する 1 地点で実施した。調査地点上流には、直列に複数のダムが存在し、通常時の流水は発電や利水のために流域外に分水されている。そのため、調査地点の通常時の流量は概ね 0.3~0.5m<sup>3</sup>/s で安定している。なお、調査地点付近での集水面積は約 260km<sup>2</sup>、河床勾配は約 1/220、BOD は 1.0mg/L 未満である。

調査地点において、上下流の 2 点で DO を連続観測した。上流観測点は早瀬の直下に設定し、下流観測点は水深 1m 程度で流れの緩いトロ（平均流速約 2cm/s）を約 120m 流下した点とした。なお、観測は HOBO 溶存酸素ロガー U26-001 を用い、10 分間隔で実施した。

## 3. 調査結果および考察

【夏季】上下流とも DO の規則的な日周変動が見られ、正午付近に最大値を示し、夜間には低下していた。また、DO 飽和度も同様の傾向を示しており、昼間のピーク時には上下流とも 110~120% に達し、夜間には上下流とも 90% 程度まで低下した。なお、夜間の DO 飽和度が下がり続けずにある程度で一定になるのは、観測点内での河川水中の酸素需給と曝気による空気中との酸素交換が

釣り合っている結果と考えられる。次に、上下流間での差に注目すると、上流から下流への DO の増分は、光合成を伴う昼間に多く見られたものの、夜間にも下流の DO が高い場合が多く、上流から下流へと流下する際に酸素が供給されている結果となった。この原因は、昼間の DO が極度に過飽和になり、付着藻類によって生産された酸素が水中に溶け込めず、石上に気泡として残っていたことにあると考えられる。具体的には、夜間には付着藻類による酸素生産はなくなるものの、石上に残った酸素の気泡が供給源となることで、観測点間を流下しても DO 消費がない結果になったと考えられる。

【秋季】上下流とも DO は正午~夕方前に最大値を示し、夜間には低下していた。また、DO 飽和度も同様の傾向を示しており、昼間のピーク時には上流では 110% 程度、下流では 110~120% に達していた。夜間には上流では 100% 程度に、下流では上流より数% 低い値になっていた。次に上下流の DO 差を見ると、日照条件が良い日ほど上流から下流への DO の上昇幅が大きくなる傾向にあった。また、夜間には下流 DO が上流より低くなり、呼吸や分解に伴う酸素消費が卓越していることが伺えた。

## 4. おわりに

調査の結果、夏季においては、夜間にも流下に伴い DO が高くなるなど、河床付着物等による酸素消費を観測することができず、今回の観測条件では一次生産等の推定は困難であった。一方、秋季には、光合成と酸素消費を反映した DO 変動を示しており、一次生産等の推定が可能と考えられた。

## 5. 謝辞

本調査は、国土交通省四国地方整備局吉野川ダム統合管理事務所からの委託業務の中で実施したものです。ご協力いただいた職員の皆様には、感謝申し上げます。

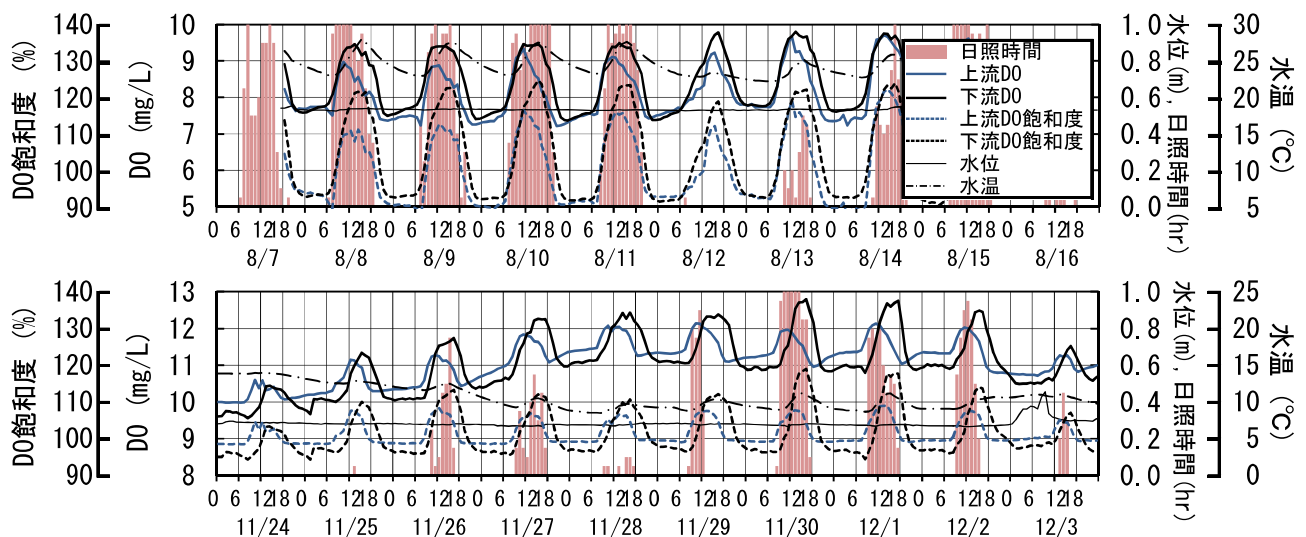


図 DO 観測結果 (上段: H27 年度夏季、下段: H27 年度秋季)



## 溶存酸素濃度の連続観測を用いた矢作川の一次生産量の推定

内田朝子<sup>1)</sup>・今泉久祥<sup>2)</sup>・谷田一三<sup>3)</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 3) 大阪市立自然史博物館

### 1. はじめに

近年、河川の一次生産力の評価に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））が試みられている。しかし、日本の自然河川で実測された事例は数少ない（萱場, 2005；中野他, 2015）。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**）は天然アユが遡上し友釣りが盛んな一級河川である。近年、天然アユの遡上量は数百万尾と **10** 年前の数十万尾より増加しているが、釣果が悪く、釣れないことが問題となっている。本研究では、アユが釣れない要因として挙げられている「縄張りを形成しない」を解明するため、アユの縄張り形成に関連する付着藻類の生育状態の評価をマスバランス法で試みた。

### 2. 調査方法

矢作川中流域（河口から約 **40.0** ～ **44.2km** 付近）のアユ友釣り漁場において、**2015** 年 **8** 月下旬から **12** 月に溶存酸素ロガー（miniDO<sub>2</sub>T 水温・溶存酸素データロガー、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。**st.1** は、越戸ダム下流に位置する古巣水辺公園前の瀬肩、**st.2** は同瀬尻、**st.3** は豊田大橋下流の瀬尻、**st.4** は久澄橋下の瀬尻に設置した。溶存酸素データロガーは **st.1** と **st.3** では委託製作したステンレス設置台に、**st.2** と **st.4** ではステンレスの支柱にそれぞれ取り付け流水中に設置した。調査対象とした瀬では、潜水観察によるアユの生息密度、友釣りの釣果および礫面の付着藻類を採取し現存量（クロロフィル *a* 量）を把握した。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溶存酸素濃度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。

### 3. 結果と考察

**st.1** と **st.2** の溶存酸素濃度の日変化は昼間と深夜に二つのピークを示すことが多く、再曝気係数の推定ができなかったため **2** 点法で一次生産量を求めた。一方、**st.3** と **st.4** のそれは昼間にピークのある一山型を示し **1** 点法で解析した。

各瀬の一次生産量の変化を図に示した。**9** 月 **22** 日から **11** 月 **11** 日における一次生産量は **2** 点法で求めた古巣水辺公園前で約 **5.1** ～ **13.4 gC/m<sup>2</sup>/day**（出水期間：**9** 月 **25**～**27** 日および **10** 月 **1**～**8** 日は解析検討中）、**1** 点法の豊田大橋と久澄橋（**9** 月 **22**～**24** 日欠測）で

はそれぞれ **0.6** ～ **4.5**、**1.0** ～ **5.1**

**gC/m<sup>2</sup>/day** であった。本調査で得た矢作川の一次生産量は既往研究における千曲川や多摩川の中流の値に近かった。

これらのことから、マスバランス法は矢作川の付着藻類の生産力を評価する有効な手法であると考えられる。また、古巣水辺公園前で観測された溶存酸素濃度の二山型日変動は、上流の越戸ダム湖水に起因している可能性がある。このような場所で一次生産の推定をおこなうには **1** 点法では解析できないため **2** 点法を用いる必要がある。

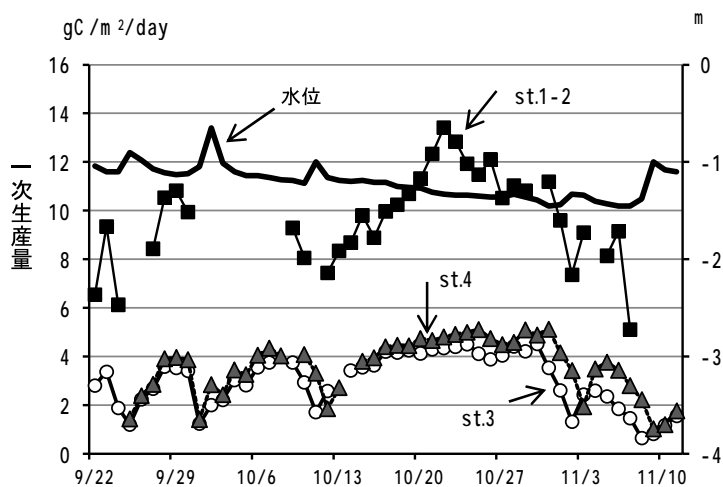


図 矢作川で推定した一次生産量の変化

# テーゲル湖（ドイツ）におけるIDHを活用した気泡循環対策

古里栄一<sup>1)</sup>, Jayatu Kanta Bhuyan<sup>1)</sup>・Ingrid Chorus<sup>2)</sup>・Jutta Fastner<sup>2)</sup>・今本博臣<sup>3)</sup>

1) 埼玉大院理工, 2) Federal Environment Agency, Germany, 3) 水資源機構

## 1. はじめに

ダム貯水池の水質保全において、気泡循環対策は重要な選択肢の一つである。本対策手法は、植物プランクトンのハビタットである水理状態の制御を行うことにより発生する植物プランクトンのエコタイプを利水上好ましいものに維持することを対策機構の一つとする。したがって、応用生態学的な対策手法であると言える。応用生態工学において重要な原理の一つとして、中規模攪乱仮説(Intermediate Disturbance Hypothesis, IDH)が存在する。本仮説はサンゴ礁や熱帯雨林を対象として提案され、わが国においては河川環境において適用される試みが存在する。欧米においては20年以上前から貯水池の植物プランクトン群集に対してこの原理の適用が試みられ、本仮説が適用できる可能性が大きいことが知られている。ドイツの首都ベルリンに位置するテーゲル湖においては約30年前に導入された気泡循環対策の効果評価に関してIDHが適用されており、応用生態工学的な富栄養化技術の学術基盤構築において極めて重要な知見が存在する。本発表は、テーゲル湖をはじめベルリン周囲の水環境を研究しているFederal Environment Agencyとの共同研究として実施中の、テーゲル湖に関する応用生態工学的研究の一環として行われるものである。

## 2. テーゲル湖および気泡循環対策の概要

表-1,2にテーゲル湖および導入された気泡循環装置の概要を示す。テーゲル湖はベルリン市街のテーゲル空港に隣接する自然湖沼であり、サイズは日本の多目的ダムと類似している。テーゲル湖はベルリン市の約20%の人口に相当する上水原水の供給源であるが、流域の殆どがベルリン市街および農地であるために1970年代に過栄養化状態となり、有害藍藻類の増殖などの深刻な利水障害が生じていた。このため、1980年に表-2に示した条件の気泡循環対策が実施された。現時点ではその設計根拠は不明であるが、現在日本で用いられている気泡循環装置の施設規模としては対策成功レベル(k値として約240)の施設規模に相当する。

## 3. 対策効果および考察

図-1に、運用方法の異なる年の成層強度としての浮力周波数と水温鉛直分布を示す。稼働強度に応じた水温成層形態および浮力周波数の変化が確認された。特に、夏季(7月)のデータを用いたにも関わらず連続稼働を実施した年は表層部に約水深5mに水温のほぼ均一な混合層が形成されており、有害藍藻類のハビタットである安定成層の形成が抑制されていたことがわかる。以上より施設規模に応じた夏季の水温成層形態が生じていたと考えられる。また、間欠運用時には表層に成層が形成されているが、深部まで水温が15℃以上の層が形成されており、間欠稼働により運用を停止していた期間である7月であるために表層付近に日射による水温成層が形成されていたと考えられる。こうした水温成層が形成されると、循環時に増殖した沈降速度の大きい珪藻類の沈降が促進される効果があるために、間欠的に運用したことにより、藍藻類と珪藻類の双方に抑制的で、かつ多様性を増加させるような、中規模攪乱仮説に基づいた運用効果が生じる条件が生じる可能性があること事が考えられる。今後はIDHと気泡循環対策の運用効果の関係について更に検討を進める予定である。

## 謝辞

本研究の一部は、埼玉大学Lab-to-Lab事業および河川基金助成事業、公益財団法人 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。

表-1 テーゲル湖の概要\*1

項目	数値	単位
湛水面積	31	Km <sup>2</sup>
最大水深	16	m
平均水深	6	m
湖水容量	2.46	千万m <sup>3</sup>
滞留時間	約60	日

\*1, Chorus and Schlag (1993) より

表-2 気泡循環対策の概要

要素	数量	単位
基数	15	基
空気量*1	4,200	Nl/min/基
吐出水深	12~16	m
施設規模(k値)*2	240 (490 <sup>3</sup> )	-

\*1, Lindenschmidt and Hamblin(1997)における総空気量 91,000m<sup>3</sup>/dと基数から算定

\*2, (古里ら2007)

\*3, 約1/2の面積を占める浅い水域を除いた値

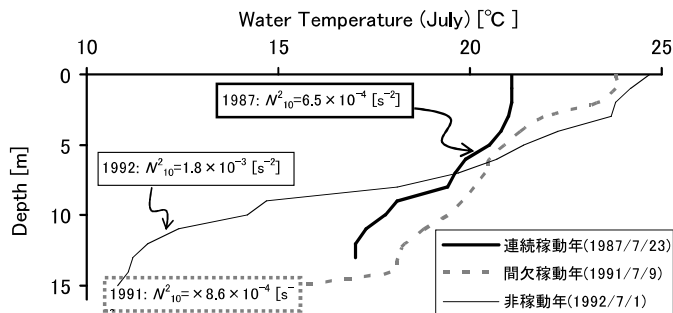


図-1 稼働条件に応じた夏季(7月)の水温鉛直分布の違い

## アンカーアイスの形成と剥離および物質輸送に関する現地観測

吉川泰弘<sup>1)</sup>, 岡部博一<sup>2)</sup>, 鳥谷部寿人<sup>2)</sup>, 田中忠彦<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>北見工業大学, <sup>2)</sup>寒地土木研究所

### 1. はじめに

気温が零下となる寒冷地の河川では、河床にアンカーアイスが形成される。利水面では、剥離したアンカーアイスが取水口に流入し取水障害を引き起こす可能性がある。環境面では、無脊椎動物や魚類の冬期の生息環境を変化させる。アンカーアイスの形成と剥離および環境への影響に関する知見が求められている。環境面については、著者らは独自にアンカーアイスによって藻類が輸送させる現象について研究を進めている。本研究は、アンカーアイスの形成と剥離の条件およびアンカーアイスによる物質輸送の解明を目的として、水中カメラを用いて形成と剥離の過程を連続観測し、観測事例が少ない河床温度の測定を実施した。上流のアンカーアイス、下流の氷板下の晶氷、河川水において、クロロフィル a と BOD の縦断的な観測を実施した。

### 2. 調査方法

2015年12月から2016年2月の期間に、北海道の湧別川の河口から25.7km(遠軽橋)と26.7km(いわみ橋下流, 以下KP26.7)において、現地観測を実施した。

KP26.7周辺において、長径340mm, 短径190mmの粗石を採取し、この粗石の中心部に円径40mm, 深さ130mmの穴を開けた。河床の温度の測定は、この穴に温度計のセンサー部が粗石の内部となるように設置し、設置後の穴はゴム栓にて密閉した。照度計はKP26.7より約4m下流に設置した。水温計はKP26.7より約2m下流に設置した。流速計はKP26.7より約2m上流に設置した。水中カメラは、河床材料の自然状態を撮影するために、KP26.7より約5m上流に設置した。水中カメラ画像から、アンカーアイスの形成と剥離の時間を測定した。測定回数は、形成は計6回、剥離は計7回であった。上流のKP26.7においてアンカーアイスおよび河川水の採取を行い、下流のKP25.7において氷板下の晶氷および河川水の採取を行った。採取した水の種組成、BOD、クロロフィル a の分析を行った。

### 3. 結果と考察

アンカーアイスが形成される3時間前からの河床温度の変化と、アンカーアイスが剥離される3時間前からの河床温度の変化を図-1, 2に示す。図-1より、アンカーアイスが形成されるまでに河床温度が低下している。平均値で見ると、形成3時間前は0.011°Cであり形成時は-0.005°Cであった。図-2より、アンカーアイスが剥離されるまでに河床温度が上昇している。平均値で見ると、形成3時間前は-0.002°Cであり剥離時は0.033°Cであった。剥離時は、形成時に比べてばらつきが大きい。河床温度が低いにも関わらず剥離した期間は、相対的に水温が高く流速が速い条件であった。河床温度が高いにも関わらず剥離する時間が遅れている期間は、水中カメラよりアンカーアイス上に粗粒分の土粒子が堆積していた。一つの要因として、土粒子により全体の重量が増加したため剥離が遅れたと推察できる。本観測結果より、形成の条件として河床温度の低下、剥離の条件として河床温度の上昇が推定された。

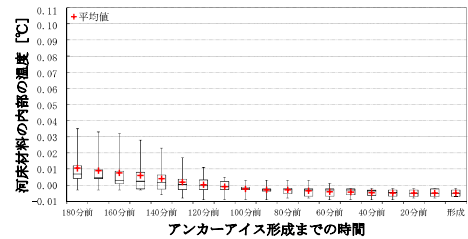


図-1 アンカーアイス形成までの河床温度

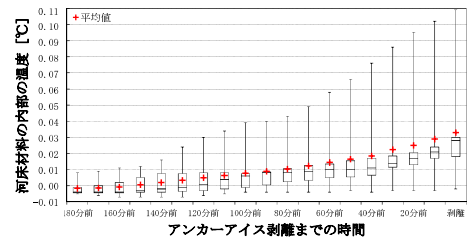


図-2 アンカーアイス剥離までの河床温度

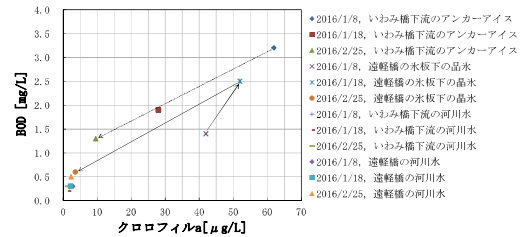


図-3 アンカーアイス、氷板下の晶氷、河川水におけるクロロフィル a と BOD

剥離に関しては、流速や土粒子の影響などを考慮する必要があることが推察された。

いわみ橋下流(KP26.7)と遠軽橋(KP25.7)において、アンカーアイス、氷板下の晶氷、河川水のクロロフィル a と BOD を図-3 に示す。上流のアンカーアイスおよび下流の氷板下の晶氷は、河川水に比べてクロロフィル a および BOD が高い。上流のアンカーアイスは、時間の経過とともに、クロロフィル a および BOD は低下している。下流の氷板下の晶氷は、時間経過とともに、クロロフィル a および BOD が上昇し、その後、低下している。上流の水中カメラ画像から、河床材料に付着した藻類をみると、アンカーアイス発生後は、発生前に比べて河床材料の藻類が剥離している。本観測結果から、アンカーアイス形成時に河床材料に付着している藻類を取り込み、アンカーアイス剥離時に藻類も同時に剥離して下流へと流れ、下流の氷板下の晶氷に堆積し藻類を供給する寒冷地河川特有の物質輸送があることが推察できる。河川水は、上下流でクロロフィル a と BOD の変化は小さい。氷に含有する特徴的な優占種として、ミズオ(*hydrurus foetidus*)があげられる。

### 4. まとめ

本研究により、アンカーアイスの形成と剥離の条件の一つとして河床温度の影響が明らかとなった。また、アンカーアイスによる藻類の輸送という寒冷地河川特有の縦断的な物質輸送に関する知見を得た。

# 植生管理用貯水トレンチ内の生息生物と貯留水質に関する研究

山西博幸<sup>1</sup>・大石京子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>佐賀大学低平地沿岸海域研究センター

1. はじめに 有明海湾奥部に位置する六角川水系牛津川感潮域では、ガタ土の堆積と高水敷のヨシ繁茂による流下阻害が河川管理上の大きな課題となっている。ここでは、ヨシの植生管理の対策工として考案された貯水トレンチの設置が、水域生態系に及ぼす影響評価の一環としてトレンチ内の水生生物の変遷と貯留水質についての調査報告を行う。

2. 調査方法 有明海湾奥部に位置する六角川水系牛津川 **4.8km**左岸に **5種類**の貯水トレンチを施工し、これらトレンチ内の水質を多項目水質計と定期採水によって調査した。また、同時にトレンチ内の水生生物の生息調査を行った。さらに、一部のトレンチでは、一潮汐を基準とした水位、流速及び濁度センサーによる連続観測とともに自動採水器による採水を行った。

3. 調査結果及び考察 3.1 トレンチ内の生物相の特徴 調査①(平成**27**年**6**月**23**日)では、魚類(ハゼ類)としてアベハゼ、シモフリシマハゼが多数を占め、調査②(平成**27**年**10**月**8**日)では魚類(その他)の個体数の増加が見られたが、この内約**9**割をミナミメダカが占めた。調査③(平成**27**年**12**月**9**日)では、甲殻類(エビ類)として汽水域で多く見られるシラタエビが全採取個体数の約**9**割を占めるという結果が得られた。このことから、貯水トレンチ内における優占種は、アベハゼ、シモフリシマハゼ、ミナミメダカ、シラタエビの**4**種であると判断した。また、平成**26**年度に実施された調査結果<sup>1)</sup>と今回の結果を比較したところ、特に生物種数の減少が明らかとなった(図-1)。この原因として、トレンチ内に流入する多量のSS沈積による生息空間の減少に伴う生息場機能の低下が挙げられる。一方、シャノン-ウィナー指数は安定しており、結果として、その環境になじんだ生物相へと遷移しているといえる。

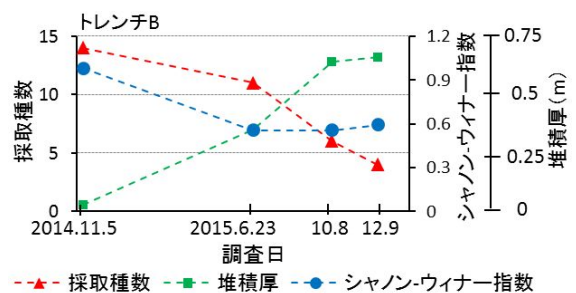


図-1 採取種数と生物多様度の推移

3.2 トレンチ内の短期的な水質変化特性 図2は、平成**27**年**12**月**24**日から**26**日にかけて行ったトレンチ**D**内の貯留水の水位、塩分、SS及びNH<sub>4</sub>-Nの経時変化を示したものである。図より、水位上昇時に高濃度の懸濁物が流入し、このイベントが貯水トレンチ内の底泥堆積量や懸濁態有機物の沈積に大きく影響することとなる。また流入後の水中懸濁物の除去速度をSSの一次反応式( $\frac{dC_{SS}}{dt} = -kC_{SS} = -(wh)C_{SS}$ ,  $C_{SS}$ : SS濃度,  $k$ : SS除去速度係数,  $w$ : 見かけの沈降速度,  $h$ : 水深)と仮定すれば、 $k$ は**10(1/day)**程度、 $w$ はおよそ **$7 \times 10^3$**

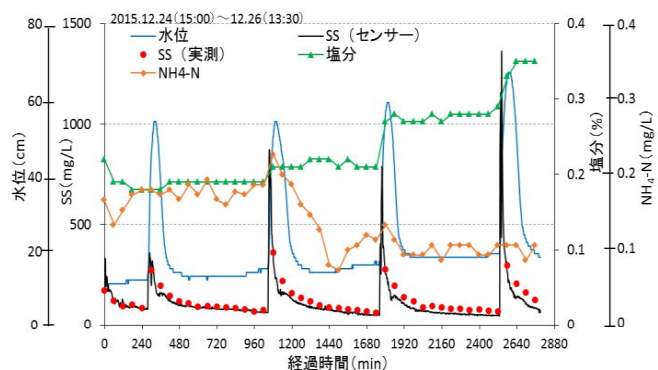


図-2 トレンチD内の水位、塩分、SS及びNH<sub>4</sub>-Nの経時変化

( $\text{cm}^2\text{sec}$ )と概算される。さらに、トレンチ内への流入量 $Q$ をトレンチ表面積、最大水位および最大水位に至る時間で見積もり、その際の湛水相当の水柱体積 $V$ を使って上記 $k$ に相当する希釈率 $r(=Q/V)$ を概算したところ、およそ**12(1/day)**となった。つまり、トレンチ内のSS除去には希釈率と沈降除去とが同程度で寄与する結果となった。なお、図中に併記したNH<sub>4</sub>-N濃度変化の一部はSSと同じ挙動を示すものの、水温や滞留時間により上記 $k$ の評価はSSと同様とはならず、長期的なトレンドを明確に見出すには、これらを考慮した解析が必要である。

4. おわりに 植生管理用貯水トレンチの機能評価の一部として、生物・水質調査の結果を示した。なお、本研究は平成**27**年度河川整備基金助成事業の助成のもとで実施された。また、現地調査の遂行及びデータ整理は、当時、佐賀大学理工学部都市工学科4年であった井上紀行君に帰するところが大きい。ここに記して謝意を表す。

参考文献 1) 長濱・山西, 土木学会論文集G(環境), Vol. 71, No. 7, III\_145-III\_150, 2015.

## 盤洲干潟潮間帯泥中の脱窒菌鉛直分布

中村亮太<sup>1)</sup>, 湯谷賢太郎<sup>2)</sup>

1)木更津高専 環境建設工学専攻, 2)木更津高専 環境都市工学科

### 1. はじめに

近年, 干潟の保全, 造成が行われており, それに伴い, 干潟の水質浄化など干潟の特性に関する様々な研究が進められている. 特に, 浄化作用の定量的評価をするうえで, 物質循環や海域からの物質の取り出しと密接な関係にある脱窒が重要視されている.

これまでに, 干潟の浄化量の推定など様々な調査研究が行われてきた. 脱窒菌数の分布に関しては, 脱窒菌数と含泥率の間に高い相関があり, また, 脱窒菌数の鉛直分布は **0~2cm** の表層を中心に夏に多くみられる<sup>1)</sup>という報告がある. しかし, これも潮汐との関連について述べられておらず, 脱窒菌と潮汐作用を総合的に考察した報告はなされていない.

本研究では, 干潟の脱窒菌に着目をし, 脱窒菌数の鉛直分布と底質環境, 潮汐との関係を明らかにすることを目的とする.

### 2. 実験概要

本調査は, 東京湾の千葉県木更津市の盤洲干潟で, **2015年9月から2か月**毎に行った.

土壌試料は干潮時に表面から深さ **17.5cm** まで採取し, 深さ **2.5cm** 毎にサンプルとした. **MPN** 法より脱窒菌数を算出し, 底質環境 (酸化還元電位, 無機態窒素濃度・有機態窒素濃度の定量) と潮汐の変動の測定を行った.

### 3. 結果および考察

脱窒菌数は, 表層で最も多く下層に向けて減少傾向を示した. また季節別にみると, 夏季から冬季に向け減少した. 酸化還元電位 (**Eh**) の鉛直分布は約 **-100mV~220mV** の範囲であり, 季節的変動は見られなかった (図-1). 硝化と脱窒の **Eh** の閾値を **200mV<sup>2)</sup>** とすると, 調査を行った時期, 盤洲干潟では脱窒反応 (還元) が起こり得る状態であったと思われる. **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N** は夏季に多く, 冬季に向けて減少した. **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N** の季節変化は, 温度低下によって, 土壌中の微生物の活性が弱まったことを反

映したのだと考えられる. **NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N** は明瞭な傾向は確認できなかった (図-2). 有機態窒素量 (**Org.-N**) でも, 季節的变化は確認されなかった. 鉛直分布においても, 明瞭な傾向は確認されず, ほぼ一般的な分布傾向であった.

潮汐の変動により, 調査地点は満潮時には約 **23cm** 水没し, 干潮時には約 **6cm** 干出した. このことより, 表層から **6cm** の底質土壌は環境の変化が大きいことが確認された. 脱窒菌数の分布と比較すると, 表層 **6cm** までに比較的多くの菌が存在しており, 潮汐が脱窒菌数に大きな影響を与えている可能性が示唆された.

### 参考文献

- 1) 古賀あかね, 農業農村工学会論文集, No.260, pp.15-22, 2009.4.
- 2) J.P. Vanderborght and G. Billen, *Limnology and Oceanography*, Vol.20(6), pp.953-961, 1975.

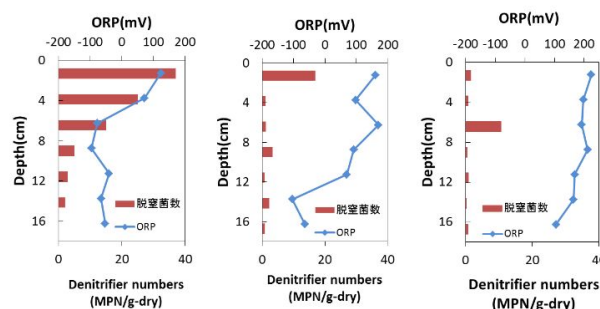


図-1 脱窒菌数及び酸化還元電位の鉛直分布  
(左から 9月, 11月, 12月)

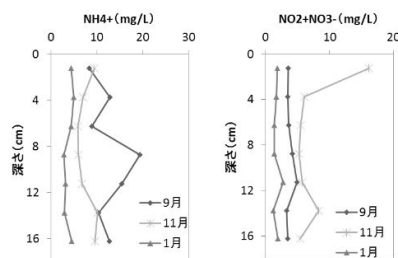


図-2 無機態窒素濃度



# 河床の細粒底質量とカジカ（大卵型）の摂取餌および栄養蓄積状態との関係

尾張由輝也<sup>1)</sup>, 加賀谷隆<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 東京大学農学部

## 1. はじめに

細粒土砂の流入は、河川生物及び河川生態系に大きなインパクトを及ぼす攪乱と認識されている。河川底生魚のカジカ（大卵型）(*Cottus pollux*)は、水生昆虫類を主な餌とし、石礫によって形成される間隙空間を主な生息場所とする。近年、本種は生息地や個体群サイズが減少し、環境省カテゴリでは準絶滅危惧種に指定されている。細粒土砂の堆積は、間隙空間の減少を通して河川性カジカ類の生息環境を悪化させるとともに、餌となる水生昆虫群集にも変化を生じうる。また、細粒土砂が多い河川における水生昆虫の現存量は、堆積が顕著でない場合でも、掃流砂による攪乱により低レベルに抑えられることが示唆されている。しかしながら、細粒土砂が餌を介してカジカ類に及ぼす間接的影響については理解が不十分である。本研究は、様々な河川における野外調査により、河床の細粒底質量とカジカの摂取餌量、摂取餌組成、栄養蓄積状態との関係を明らかにすることを目的とする。

## 2. 方法

那珂川水系、鬼怒川水系、渡良瀬川水系の、様々な流域地質、河床地質を示す6地点において、河床表層の底質構成を評価するとともに、カジカの捕獲と胃内容物分析を行った。各地点とも、細粒土砂堆積は顕著ではなく、カジカの生息密度は比較的高い。2015年7月（カジカの繁殖期後に相当）に、手網を用いて各地点10~17個体のカジカを捕獲し、体計測後にストマックポンプにより胃内容物を採取し放流した。胃内容物は、原則として科レベルまで同定し、各餌個体について、体計測値より既往の回帰式を用いて重量を推定した。各餌品目について、各カジカ個体の胃内容物中に占める個体数割合と重量割合、各地点の全分析個体に占める重要度指数（＝（個体数割合＋重量割合）×出現率）を算出した。カジカ個体の栄養蓄積状態の指標として、肥満度を算出した。

## 3. 結果

調査地点河床の粗砂（ $\Phi = 1\sim 2\text{ mm}$ ）割合もしくは細砂（ $\Phi < 1\text{ mm}$ ）割合と、カジカ個体の総摂取餌重量との間に、相関は認められなかった。餌品目組成について対応分析を行った結果、摂取餌組成の地点間における相違は、河床の細砂割合（0~38%）と強い対応関係を示した。細砂割合が0%の2地点では、摂取餌において礫面固着性の小型のウスバガガンボ属が優占し（>40%）、細砂割合と摂取餌に占める本属の割合には負の相関が認められた。一方、細砂割合は、礫間生息種、遊泳移動性種、大型種の各割合、摂取餌の多様性（Shannon-Wiener 指数）と正の相関を示した。重回帰分析の結果、カジカ個体の肥満度には細砂割合の負の効果が認められた。

## 4. 考察

河床の細砂底質量とカジカの摂取餌量、摂取餌組成の関係から、細砂底質の少ない河川では、カジカは礫面固着性の小型の餌を多数摂食する採餌様式を示すのに対し、細砂底質の多い河川では、移動性が高い大型の多様な餌を少数摂食する採餌様式を示すといえる。礫表面に固着生活するウスバガガンボ属は、高密度で生息する場合、カジカにとって発見が容易かつ集中的に利用できる餌と推察されるが、掃流砂による研磨作用の影響を受けやすく、細砂底質の多い河川では生息密度は低いと考えられる。一方、細砂底質の多い河川では、カジカのエネルギー摂取量は同レベルでも、利用可能な餌量が少ないために採餌効率が低下し、それゆえカジカの肥満度は低レベルに抑えられていると推測される。本研究の結果は、河床の細粒底質量は、カジカの生息場所である礫間隙空間の量を大きく低下させないレベルでも、餌を介してカジカの栄養蓄積状態に影響を与えることを示唆するものである。

## 連続砂防堰堤区間での夏季水温上昇

鷲見 哲也<sup>1)</sup>・河口 洋一<sup>2)</sup>

1) 大同大学工学部, 2) 徳島大学リサーチイノベーション研究部

### 1. 対象地域と研究目的

冷水性魚類オシロココマは、地球温暖化により1990年初頭比+2°Cで知床半島で絶滅すると予測され、個体群の現状が調査されている<sup>3)</sup>。一方、半島の地形は隆起が海岸付近まで迫り、河川の多くは海岸付近で河床勾配が大きい上に、谷の下刻・拡大による土砂生産が多い。よって道路等の維持のため下流部に連続砂防堰堤を持つ。

本研究では、連続砂防堰堤が配置された区間では、夏場により大きな水温上昇をもたらすと仮定し、現地観測を行い、場の簡易なモデル化の上、影響を考察した。研究の対象は、平均気温上昇や基底水温上昇の機構ではなく、堰堤連続区間での水温上昇幅の大きさとする。

### 2. 現地調査の概要

対象区間は、知床半島西側の金山川で流路延長11.5km、の下流部である。河口から2km以内に22基の堰堤が設置され、基底水温が高くし、真夏の快晴日昼間の水温は21°Cほどまで上昇することが事前にわかっている。

調査区間は2区設け、下流の連続堰堤区間は延長447m、平均河床勾配1/34、堰堤9基を持ち、殆どが幅20~30mの頂部水平のコンクリート堰堤である。上流区間は、延長300m、平均勾配1/33、堰堤1基を持ち、水深0.6mの湾曲部の淵以外は、水深0.3m以内の瀬・平瀬である。

連続堰堤区間では、(1)滝落ち、(2)プール部、(3)マウンドと越流部、(4)浅いラッパ状の幅広水面流路、の4つが堰堤間で繰り返される場の特徴が見られる(図-1)。

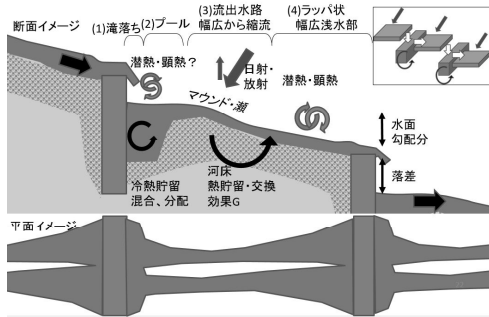


図-1 連続堰堤区間 流れ場の概念図

### 3. 調査方法と結果と考察

夏場の昼間の温度上昇幅の要因について調査するため、多地点水温連続計測と気象要素の計測を行った。両者の重複期間は2014年8月2日~17日、2015年8月14~16日である。雲の少ない晴天の平水日で水温が20°Cを超えており、生息環境として厳しい。図-2のように上流無堰堤区間では瀬の下流部でやや日射に対する応答があるが、区間全体での変動幅は0.5°C程度と小さい。堰堤区間では、幅広流れでの日射応答が強く、プール部では緩やかで、区間全体で下流へ1.5°C程の上昇を示した。

プール部と平面的な幅広部の水温差(図-3)は、日射強度に対して傾き0.003°C/(W/m<sup>2</sup>)前後で強く応答する場

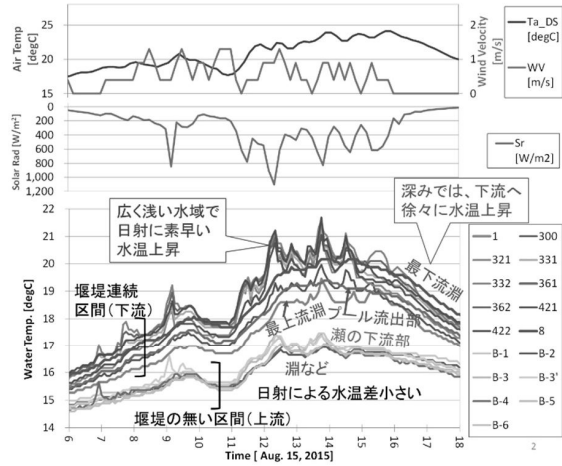


図-2 気象条件水温変化 (2015年)

(Ta:気温, Sr:日射強度(短・長波), WV:10分平均風速)

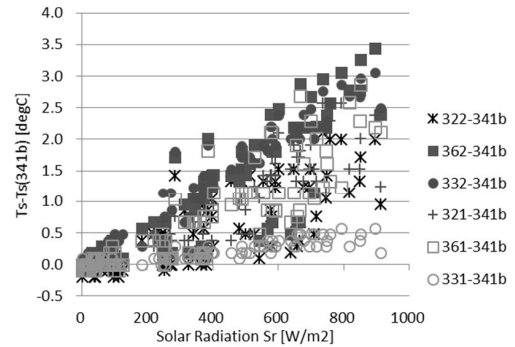


図-3 各地点水温のプール部との温度差と日射強度(2014年)

所が現れ、日射が弱くなるとすぐに低下するのは、プール部では混合しながらまだ冷たい水を供給するからであると考え。日射のみの熱収支で検討したところ上記感度を誤差20%程度以内で説明できた。

幅広部での日射の熱量流入の大きさと、通過時間の長さが支配することに鑑み、直上流のより良い流れ場形成を促すより望ましい堰堤形状を今後検討する必要がある。

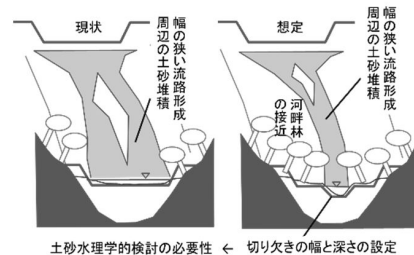


図-4 日射の効果を抑制する砂防堰堤形状の検討

謝辞 科学研究費 p 基盤研究(b) 「世界遺産・知床の自然を脅かす気候変動とダム：冷水性サケ科魚類の応答と保全策の提案」(代表:河口洋一)の助成を受けた。

参考文献 1) 北海道森林管理局：平成25年度知床半島におけるオシロココマ生息等調査事業報告書、2014。



# テレメトリー技術等を用いたサクラマス<sup>1)</sup>の生息実態・生息環境特性の把握 ～黒部川における魚類生息環境の復元に向けて～

大石三之<sup>1)</sup>，長野紀章<sup>1)</sup>，高橋裕美<sup>1)</sup>，田島洋輔<sup>2)</sup>，越野正史<sup>3)</sup>，井田聡<sup>3)</sup>  
1) (株) 建設技術研究所，2) 日本大学理工学部まちづくり工学科，  
3) 国土交通省北陸地方整備局黒部河川事務所

## 1. はじめに

黒部川は本川の河床低下による支川との連続性分断、滞筋の直線化による淵の減少等が発生しており、魚類の生息環境の劣化傾向がみられる。そのため、国土交通省では、これまで魚類の生息場等の確保に向けて支川合流部（やすらぎ水路）の整備を実施しており、今後は、本川において魚類が棲みやすい川づくりを行うこととしている。

具体的には、サクラマス (*Oncorhynchus masou masou*) に着目して、川づくりを行う予定としているが、黒部川における本種の生息実態や生息環境特性にかかわる情報は限定的である。そこで、本研究では、良好な川づくりに向けて、テレメトリー技術等を用いて黒部川のサクラマスの生息実態・環境を調査したものである。

## 2. 調査方法

本研究では、サクラマスの生態把握のためのテレメトリー調査と、越夏環境特性把握のための潜水観察調査を実施した。テレメトリー調査は、黒部川で採捕したサクラマス（15 個体）に、個体識別可能なテレメトリー発信器を装着し、5/26 に黒部川に放流した。その後、10/27 まで月 1 回程度の頻度で追跡調査を実施した。潜水観察調査は、7 箇所を淵を対象に 8 月～9 月にかけて 3 回、潜水観察を行い、サクラマスの有無と物理環境の観測等を行った。

## 3. 結果および考察

### (1) 生息実態

テレメトリー調査で長期的に移動状況を追跡した個体の調査結果、および潜水観察調査結果を図 1 に示す。

テレメトリー調査結果を見ると、黒部川を遡上するサクラマスは、放流後、①すぐに越夏場付近まで遡上する個体 (No.4)、②徐々に越夏場付近に遡上する個体 (No.2,7)、③7 月頃まで河口域に留まり、その後遡上する個体 (No.11,12) の 3 つのタイプがあり、個体により遡上形態が異なることが確認された。

本種の季節的分布をみると、越夏時期（8 月頃）には黒部大橋～愛本堰堤付近に分布すると推測された。

また、既往知見では、黒部川における本種の産卵場は、宇奈月ダム下流（20k 付近）とされていたが、7.0k 付近のやすらぎ水路や 12.6k 付近の支川合流点においても産卵が確認された。このことから、愛本堰堤下流において、本種の越夏や産卵に配慮した川づくりが重要であることが示唆された。

### (2) 越夏環境特性

潜水観察調査におけるサクラマスの確認状況と物理環境等との関係を図 2 に示す。

黒部川の越夏場としては、淵の規模は 1,500m<sup>2</sup> 以上必要となり、規模が大きくなるほど個体数が増加する傾向にあることが確認された。また、水深 2 m 前後の淵では間隙があり、河岸河床に石礫が存在すると越夏場として機能し、水深が深い淵では間隙がなくとも越夏場なることが確認され、今後の川づくりにおける環境条件が示唆された。

## 4. 謝辞

本研究の実施にあたっては富山大学 田中晋 名誉教授、富山県水産試験場 田子泰彦 内水面課長に助言をいただくとともに、黒部川内水面漁協からサクラマスや漁獲量データを提供いただきました。記してお礼申し上げます。

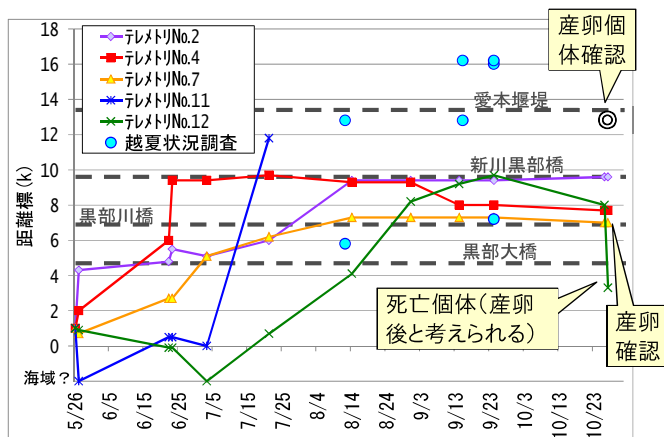


図 1 サクラマス確認地点の季節分布等

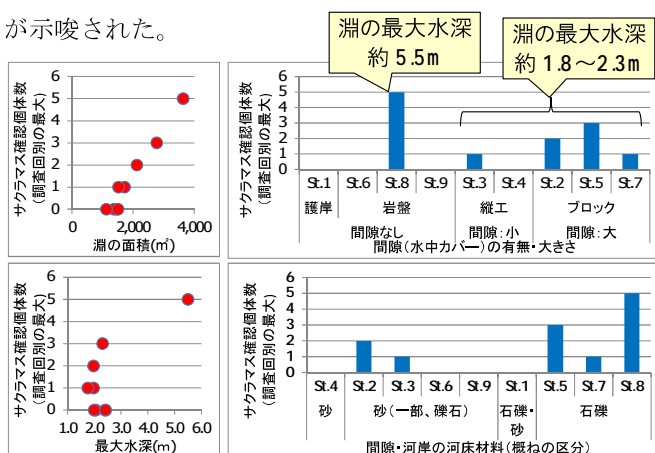


図 2 サクラマスの確認状況と物理環境の関係

## 階段式魚道等の流れ場と魚類の移動環境

村岡敬子<sup>1)</sup>、萱場祐一<sup>1)</sup>

1) 国立研究開発法人 土木研究所

### 1. はじめに

回遊性魚類だけでなく、多くの魚類はその生活史の中で、河川の上下流、あるいは周辺水域に移動するため、これまで魚類の移動を人工的に妨げる可能性のある河道内の構造物には、積極的に魚道が整備されるとともに、さまざまな魚種が利用可能な魚道となるように対象魚種の遊泳能力（特に突進速度）に配慮した設計がなされている。流量調節装置を有しない魚道では、河道内流量の変化等に応じて魚道内の流況が変動することから、効果的な魚道を設計するためには、流況変化が魚類の移動環境にどのような影響を与えるのかが重要となる。また、魚道が設置されていない小落差の堰堤においても、出水時等の堰上げが魚類の移動環境を一時的に改善する可能性もある。しかしながら、現地調査を通じてこれらの現象を捉え、設計論に結びつけることは困難である。本研究では、実験水路内に魚道等人工構造物の実物大模型を設置し、流況と魚類の遊泳行動から魚類の移動環境について検討を行った。

### 2. 調査方法

土木研究所内の屋外実験水路（幅 **40cm**）内に実物大の階段式魚道隔壁（**2** 形状）、低落差の堰堤（**2** 形状）の二次元模型（幅 **40cm**）を製作し、越流水深 **5 - 30cm**、落差 **5 - 20cm** の範囲で流況を変化させた。実験には、アユ、カジカ、イワナを利用し、アユおよびカジカは2時間、イワナは1時間にわたり遊泳行動を観察するとともに、遡上行動を17秒間にわたり高速ビデオカメラ（DITECT Co., Ltd., Sports Corder, Tokyo, Japan）5台により記録した。また、天ぷら粉をトレーサーとした流況撮影を行い、PIV解析を実施した。

### 3. 結果

階段式魚道の隔壁模型を用いた実験では、アユ・イワナ共にいずれの実験条件においても遡上行動を示したが、堰上げにより越流部からの流れが表面流となるケースでは、遡上行動数が低下し、これは既往の知見と一致する<sup>1)</sup>。カジカはアユ・イワナに比べて遡上行動が活発ではなく、なかでも越流水深 **10cm** の落下流となるケースでは、遡上行動を示した個体は観察されなかった。一方、遡上行動を示した個体における遡上成功率は、イワナ・アユ・カジカ共に堰上げによって高くなる傾向を示した。

低落差構造物の実験では、下流側が傾斜した台形断面の模型においてイワナの遡上失敗率は、越流水深が **5cm** の場合に **10cm** 以上に比べて有意に高くなる結果が得られた。カジカでは傾斜した下流面に沿って遡上しようとする個体が観察されるものの、隔壁を越えた個体は観察されなかった。矩形断面のケースでは、イワナ・カジカともに頂部からの流れにアプローチする個体は観察されなかった。

### 4. 考察

アユ・イワナ共に本実験の範囲においては十分遡上可能な遊泳能力を有しているが、工作物の水理条件によっては移動に影響を受けることが示唆された。頂部からの流れへのアプローチの観点からは、流れの方向に向かって定位するアユやイワナの定位位置が、頂部からの流れを捉えやすい位置にあることが重要である事が追認された。落下流の流況であっても、越流水深小さいケースでイワナの遡上失敗率が高くなる事から、魚の遊泳能力に応じた頂部からプール内に達する流れが必要で有ることが示唆された。一方、底面の流れの緩やかな場所に定位するカジカでは、落下流であっても頂部からの流れが隔壁下流面-底面に沿う流況や、速い流れが底面に至るような表面流の流況では隔壁から遠い位置に定位し、これが遡上行動に影響を与えていると考えられた。

一方で、いずれの魚種も堰上げにより、遡上行動を示した個体の遡上成功率が高くなった。これまで、隔壁や構造物の頂部付近における流線の勾配が大きく変化する断面において、アユやカジカが下流に押し戻され、遡上の失敗の一因となる状況が観察されていることから、越流部の流れの流線は緩やかに変化する表面流が高い遡上成功率に結びつくのではないかと推定された。さらに、表面流状態では、隔壁頂部付近の主流が隔壁面から離れるため、隔壁に沿って遡上するカジカの移動に良い影響を与えるのではないかと考えられた。これらの結果から、カジカの遡上しやすさの点からは、階段式魚道のプール水深を浅く、流量を大きくすることが効果的である可能性が示唆された。さらに、階段式魚道の設計においては、対象魚の遡上行動や定位位置に配慮したプール内の流況の設定と、頂部の通過しやすさの点から考えた断面形状や水深のありかた双方を考えていく必要があると考えられた。

### 5. 謝辞

本実験データの解析にあたっては、金澤和史氏に多大なる協力をいただきました。ここに深謝いたします。

1) 林田寿文、本田隆秀、萱場祐一、島谷幸宏（2000a）：階段式魚道のプール内流況とウグイの遊泳行動，水工学論文集，44，1191-1196

# 宮中取水ダムせせらぎ魚道の運用水深変更に伴う効果の検証

青木 克憲<sup>1)</sup>、竹内 洋介<sup>1)</sup>、楨本 拓<sup>2)</sup>

- 1)東日本旅客鉄道株式会社 信濃川発電所業務改善事務所
- 2)東日本旅客鉄道株式会社 信濃川発電所業務改善推進部

## 1. はじめに

信濃川発電所宮中取水ダムは、発電用のダムとして新潟県十日町市の信濃川河口から約134kmの位置にあり、落差11mの魚道が設置されている。宮中取水ダムの魚道は、平成23年度に改築を実施し(図-1)、改築に伴い新設したせせらぎ魚道のフラッシュ放流試験についてこれまで一定の効果をj確認している\*)。本稿では、せせらぎ魚道の順応的管理として運用水深の変更を行った経緯、その後の効果検証について報告する。

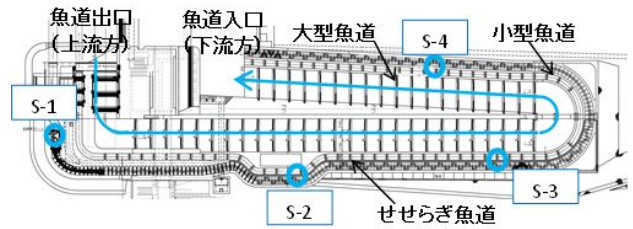


図-1 改築後の宮中取水ダム魚道

## 2. せせらぎ魚道の概要

せせらぎ魚道はより多様な魚種が遡上できるようにすることを目的に設置した。主に遊泳力の小さな魚種である底生魚等を対象とし、遡上経路を蛇行させる構造として1/20程度まで緩勾配化を図った。また、プール内は固定しない玉石を配置することで、遡上魚の休憩場所となりうるよどみ域を配置するなど、任意の水路形状を形成できるように整備した。

## 3. せせらぎ魚道運用上の課題

せせらぎ魚道を運用していくに当たり2つの課題が生じた。1つ目は出水時のダム放流により魚道入口部に土砂が堆積しやすい環境になっていること、2つ目は魚道折り返し部上流の玉石に付着藻類が異常繁茂し、遊泳力の小さな魚種の遡上を阻害していた。これら課題に対し、フラッシュ放流試験を行い一定の効果は確認できたが、根本的な課題の解決へは至っていない。

## 4. せせらぎ魚道運用水深の変更

上記の課題に対し、せせらぎ魚道の運用水深を変更することで、水深、流速を増やし、環境の改善を図れるのではないかと考えた。従来せせらぎ魚道は、ゲート入口開度8cmで運用していた。この開度はせせらぎ魚道新設時に設定された開度であり、対象とした底生魚の遡上能力を考慮し設定されている。このゲート開度を平成26年12月1日より15cmへ試験的に変更し、せせらぎ魚道内の水深、流速を増やすことで課題が改善されるか、実際の運用の中で検証を行った。

## 5. 効果の検証

### 5.1 物理環境の変化

運用水深の変更に伴い変化したせせらぎ魚道の物理環境を表-1に示す。せせらぎ魚道の最大水深が8cmから15cmに、最大流速が0.58m/sから0.79m/sに変化した。

表-1 物理環境の変化

ゲート開度	最大水深(cm)	最大流速(m/s)
8cm	8	0.58
15cm	15	0.79

### 5.2 土砂堆積量及び付着藻類繁茂状況

図-2、図-3にゲート開度8cm、15cm時の魚道入口部の土砂堆積状況及び付着藻類の繁茂状況を示す。土砂堆積状況について、ゲート開度8cmでは、土砂が堆積しており、流路内の玉石が目視で確認が出来ない状況であったが、ゲート開度15cm時では、土砂の堆積がほぼ無く、流路内の玉石が目視で確認することができた。また、付着藻類の繁茂状況について、ゲート開度8cmでは、藻類が浮遊している状況であったが、ゲート開度15cm時では、それらが掃流されていることを確認することができた。

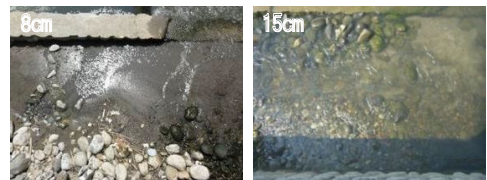


図-2 魚道入口部の土砂堆積状況の変化



図-3 付着藻類の繁茂状況の変化

### 5.3 魚類遡上状況

運用水深を15cmに変更する前後において、遡上する魚種の変化を表-3に示す。変更前には魚種が多い年で9種であったが、変更後は15種に増えている。これは変更前には主に底生魚の遡上が確認されていたが、変更後は底生魚に加え、アブラハヤ、ヤマメなどの遊泳魚の遡上も確認することができた。底生魚の種数、数に大きな変化はなく、底生魚にも遊泳魚にも利用しやすい環境となっていることが伺える。現在の運用水深を当面継続し、傾向を把握することとする。

表-2 魚類遡上状況の変化

No	目名	科名	種名	変更前				変更後			
				H24	H25	H26	H27	H24	H25	H26	H27
1	ヤツメウナギ	ヤツメウナギ	スナヤツメ類				1				
2	コイ	コイ	フナ属				2				
3			オイカフ		10	1	5				
4			アブラハヤ	1	2	1	15				
5			カサゴ		3		2				
6			モツゴ	1			4				
7			タモロコ				1				
8			ドジョウ			1					
9			カサゴ		1						
10			スズキ	1	6	2	2				
11	ナマス	アサギ	アサギ	3	1		6				
12	サケ	アユ	アユ	1			1				
13			ブラックトラウト				1				
14			ニシヨウイフナ	1							
15			ヤマメ		1		5				
16	カサゴ	カサゴ	カサゴ	6	65	4	15				
17	スズキ	サンフィッシュ	ヨクチハス		3		1				
18		ハゼ	トウヨシノボリ	59	57	26	46				
計	6目	9科	18種	9種 74個体	9種 148個体	7種 36個体	15種 115個体				

## 参考文献

\*)竹内洋介, 楨本拓, 森山泰明, 澤村里志: 宮中取水ダムせせらぎ魚道の新設と順応的管理について, 土木学会第70回年次学術講演会, II-136, pp.241-242, 2015



## 七ヶ宿ダムにおける外来魚の現状と新しい駆除方法の効果

山本和司<sup>1)</sup>，田中菜摘<sup>1)</sup>，阿部富雄<sup>2)</sup>，坂本正吾<sup>3)</sup>

1)株式会社復建技術コンサルタント

2)国土交通省東北地方整備局七ヶ宿ダム管理所

3)応用地質株式会社

### 1. はじめに

七ヶ宿ダム（宮城県刈田郡七ヶ宿町；オールサーチャージ方式）は，阿武隈川水系白石川に建設された宮城県内最大規模の中央コア型ロックフィルダム（堤高 90.0m，堤頂長 565m）である。

ダム建設によって出現した七ヶ宿湖（約 410ha）は，サクラマスやワカサギが生息しており在来魚の釣り場として利用されている。現在は，平成 22 年に生息が確認された特定外来生物のコクチバスの増殖が顕著であり，在来魚に与える影響が懸念されている。そこで，七ヶ宿ダムでは平成 22 年よりコクチバスを対象として調査手法の検討を行い，平成 24 年からダム湖全域で試験駆除を実施している。

本稿では，七ヶ宿ダムに生息する外来魚の現状を把握すると共に，これまでの駆除方法の効果を明らかにし，今後の外来魚対策について検討した。



図-1 七ヶ宿ダム位置図

### 2. 現況の駆除方法について

七ヶ宿ダムでは，親魚，産卵床及び仔稚魚の 3 項目について，捕獲あるいは破壊による駆除を実施している。捕獲された親魚は，平成 22 年から平成 25 年にかけて年々サイズの小さい個体の優占度が低下していく傾向がみられ，若齢層の個体の減少が示唆された。しかしながら，平成 24 年と平成 25 年の捕獲数に大きな変化は見られず，試験駆除の明確な効果は確認できなかった。産卵床については，1m 以浅に集中しているものの EL287.7～289.7m の限られた範囲に集中しており，外来魚の産卵場は地形条件により限られた空間に存在していると考えられた。また，仔稚魚は，浮上後は群れにならず比較的早く拡散し，捕獲できる期間が一週間程度と短かった。

### 3. 新しい駆除方法の検討

平成 25 年までの調査結果から現況の駆除方法の明確な効果は確認できず，同様の駆除方法を継続するだけでは外来魚の駆逐は困難であると考えられた。そこで，コクチバスの産卵特性から実行可能な駆除方法のうち，七ヶ宿ダムの環境特性

（①オールサーチャージ方式で産卵期に人為的な水位操作が不能，②ダム湖は約 410ha あり広大，③冬季は積雪に伴い流入量が減少し水位が低下，④季節によって強い西風が吹く（最大風速 30m/s 以上），⑤宮城県内では比較的積雪が多い）及び施工性から，産卵場を防獣ネットあるいはステン

レス製の金網で覆う方法が最も効果的と考え設置した。設置翌年の平成 26 年は水位が高く，検証できなかったが，平成 27 年の追跡調査では，防獣ネット区での産卵は確認されず，金網区についても 1 箇所の確認に留まった。この結果から，本駆除方法は，コクチバスの産卵を抑制する効果が確認できた。また，対照区についても高密度での産卵床の形成が確認され，産卵床の潰し合いから産卵の確認は小数に留まった。

今後は，本駆除方法をダム湖全域に展開し，外来魚の早期根絶を目指す。

— 以 上 —



図-2 防獣ネット及び金網の設置状況

## オガルカヤの生育する河川堤防における土壌断面調査

白井宏尚<sup>1)</sup>、渡辺 敏<sup>1)</sup>、藤田庸介<sup>2)</sup>、小林誠治<sup>2)</sup>

1) 株式会社ウエスコ、2) 大阪市建設局

### 1. はじめに

オガルカヤ *Cymbopogon tortilis* var. *goeringii* は、日当たりのよい草地に生える多年草である。河原や造成地など土地が痩せていて競争相手の少ない場所に生育するが、最近あまり見かけなくなった。淀川でも近年めっきり少なくなり、保全対象になっている。本報の調査対象地は淀川のオガルカヤが生育する堤防で、将来事業改変を受ける。新たに整備する堤防への移植保全を予定されるが、移植先の立地が合わない、移植したオガルカヤは減少し別の植生に置き換わる。河川堤防は人工物であるが、古いものは、場所、施工方法等によって内部構造、表層土壌が大きく異なる。対象地域で本種が生育する位置と範囲は過去 10 年以上変化していないことから、オガルカヤが優占する場所は他とは違う特殊な土壌構造、立地的特徴を有するのではないかと推測し、土壌条件を事前に把握した。防災上、自然環境保全を目的に堤防を掘削して調査することはほとんどない。今回そのような機会に恵まれたので、植生管理の視点から堤防の土壌断面構造を調査した結果を報告する。

### 2. 方法

淀川約 7.0~8.0km の堤防天端付近に生育するオガルカヤを対象とした。現場では主にチガヤと混在していたことから、比較の視点から「オガルカヤ密 (2 断面)」、「チガヤ優占、オガルカヤ疎 (2 断面)」、「チガヤ優占、オガルカヤ無 (1 断面)」、「クズ群落 (1 断面)」の計 6 ヶ所で土壌断面調査を実施した。重機を用いて、1m 四方、深さ約 1m の穴を掘削し、土壌断面を形成した。各断面において、写真撮影を行うとともに、土性、土色、構造、石礫分布、硬度、根茎分布等を記録した。調査後は、速やかに埋め戻して十分に締め固めた上で、元あった植生または張芝で表層被覆の現状復元を行った。調査は平成 27 年 11 月に実施した。

### 3. 結果と考察

土壌断面調査の結果、以下の点が明らかとなった。

- i. 堤防天端付近の土壌は、オガルカヤの疎密、有無に係わらず、水はけの良い土壌である。
- ii. オガルカヤの根は表層 10cm 程度に集中し、地下茎はほとんど発達せず、各個体が株状に生育した。
- iii. チガヤの地下茎は表層 10cm 程度にのみ発達し、細根は 1m 以上下層にまで発達する場合もあった。
- iv. 地表がクズに被われると、他の植物の生育は抑制され、土壌中の根の分布も疎になっていた。

i の水はけの良さはオガルカヤの生育の必要条件と推測されたが、今回調査した全ての断面に共通する。a) 表層から 5~10cm より下に細礫と中礫に富むスカスカの層位が 10~20cm 分布すること、b) 土壌硬度は疎か極疎でフカフカ、c) 土性は壤土か砂質壤土、砂土で粘りが無い、d) 可塑性も無いが弱で透水性が悪い。これが水はけの良さに寄与していると考えられた。種間競争では、チガヤの地下茎との競合、クズの被覆に弱いことが分かった。

以上から、オガルカヤを新しい堤防上で保全するには、水はけの良い土壌を整備すること、チガヤと混在することを避けオガルカヤを一定程度まとめて移植すること、クズの侵入を抑制することが有効と考察した。

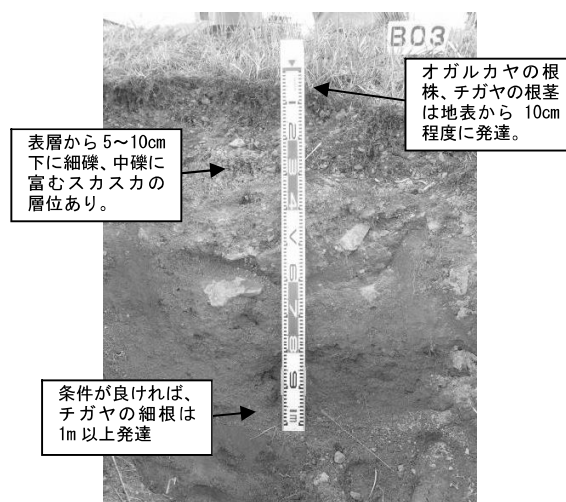


写真1 チガヤ優占、オガルカヤ疎の土壌断面写真

謝辞：土壌断面調査の実施においてご協力いただいた国土交通省淀川河川事務所、淀川の生物保全に関する指導、助言、情報提供を頂いた淀川環境委員会の皆さまに対して、ここに記して謝意を表します。

# 市民参加型モニタリングにより明らかとなった利根運河堤防部における

## セイヨウアブラナの分布拡大

相澤章仁<sup>1)</sup>，田中愛子<sup>1)</sup>，辻野昌広<sup>2)</sup>

1) 千葉大学大学院園芸学研究科，2) 公益財団法人日本生態系協会

### 1. はじめに

利根運河は、利根川と江戸川を結ぶ流路延長 **8.5 km** の一級河川である。その堤防は部分的に切土と盛土を組み合わせてできており、掘削時に客土は行っておらず、大規模な植生工の痕跡もみられない。さらにはインフラ管理として年 **2 - 3** 回ほどの草刈りが行われて続けており、非意図的ながら在来の草地性植物にとって良好な環境を与えている。市民団体『利根運河の生態系を守る会』では、**2013** 年より著者らと共に植生モニタリングを行っており、対象種として設定した在来種・外来種の定量的な分布評価を行っている。本発表では、**2014** 年頃から人為によって導入されたセイヨウアブラナに焦点を絞り、その分布の広がりについて報告し、利根運河において行われている市民参加型モニタリングの有用性についての検証を行う。

### 2. 調査方法

利根運河兩岸の天端に整備されている遊歩道沿いに **50 m** 間隔で調査地点を設置し、表法面における対象種の出現状況を調査した。各調査地点では、遊歩道と平行に **10 m**、法面に沿って **5 m** の範囲内に **1 m** × **1 m** のコドラートを無作為に **5** つ投げて設置した。設置されたコドラートごとに対象種を探し、被度などは考慮せず存在/不在の情報を記録した。調査は **2013** 年-**2016** 年の間に年 **2** 回ずつ（春；**4** 月・**5** 月，秋；**9** 月・**10** 月）行った。セイヨウアブラナについては、その広がりが懸念され始めた **2014** 年から調査対象種に設定した。

### 3. 結果

セイヨウアブラナは、**2014** 年には左岸 **5** 箇所、右岸 **1** 箇所ですら記録されておらず、地点あたりで出現したコドラート数も少なかった。**2015** 年には分布を広げ、その密度も高まり、**2016** 年では左岸 **22** 箇所、右岸 **20** 箇所に広がり、左岸では **5** つすべてのコドラートで出現が確認された地点が **9** 地点にのぼるなど、その密度の高まりも明らかとなった（図 1）。

### 4. 考察

本研究で用いた調査手法はセイヨウアブラナの分布拡大を定量的に評価しており、感覚的な訴えになりがちな外来種の広がりの懸念を客観的に示した好事例となった。今後はセイヨウアブラナの拡大を促進する要因などを検証し、今後の管理に役立つ知見を得る必要がある。

### 5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、利根運河の生態系を守る会植物調査班、国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所の方々大変お世話になりました。心より御礼申し上げます。

2014 春 (100cm コドラート) 右岸: 5/12 左岸: 4/14



2015 春 (100cm コドラート) 右岸: 4/27 左岸: 5/11



2016 年春 右岸: 4/11 左岸: 5/9

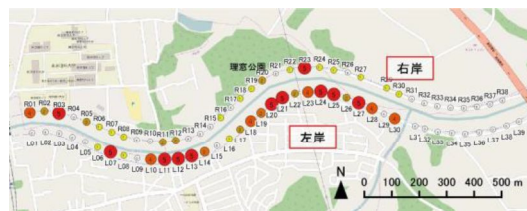


図 1 セイヨウアブラナのモニタリング結果  
丸の大きさや色の濃さで各調査地点での出現したコドラート数が示されている。

## キンラン属 3 種の生態解明と保全手法の確立に向けて

長谷川啓一<sup>1)2)</sup>, 大城温<sup>3)</sup>, 長濱庸介<sup>3)</sup>, 光谷友樹<sup>3)</sup>, 井上隆司<sup>3)</sup>, 上野裕介<sup>1)4)</sup>, 遊川知久<sup>5)</sup>  
**1)**元国土交通省 国土技術政策総合研究所, **2)**株式会社 福山コンサルタント  
**3)**国土交通省 国土技術政策総合研究所, **4)**東邦大学 理学部  
**5)**国立科学博物館 筑波実験植物園

### 1. はじめに

キンラン属は、我が国の里山地域を代表する植物種群であり、菌根菌との共生関係を持つ部分的菌従属栄養植物である。キンラン属に関する研究成果は近年多く見られており、菌根共生メカニズムの一部の解明や、各地における生育環境の報告など、本種の生態解明が進められている。一方で、実際に保全の現場で求められる移植や播種等の保全技術に関する具体的な知見は乏しく、保全手法の確立には至っていない。

そこで、本研究では、キンラン、ギンラン、ササバギンランの**3**種を対象に、種の基礎的な生態解明にむけた調査、および効果的な保全手法の検討を行った。

### 2. 調査方法

調査は、茨城県南部の樹林において実施した。調査項目は、キンラン属 3 種の分布、樹林の管理状態、生育地点の林内環境（植生被度、近接する樹木の樹種と胸高直径、リター層の厚さ、土壌硬度、土壌水分、開空率）とした。また、ハモグリバエ類による 3 種の食害状況を調べ、結実率を求めた。

### 3. 結果

調査地内のキンラン属の分布は、3 種ともに下草刈りなどの樹林管理を行っている場所に生育地が集中していた。樹林の管理を行っているエリアでは、3 種いずれも多数地点で多数株確認されたのに対し、非管理エリアでは、キンランが 1 カ所でわずかに生育しているのみであった。**3**種の生育環境を比較すると、微環境の違い（開空率、草本被度、土壌硬度）や、近接する外生菌根性の樹種に違いが見られた。**3**種ともに、結実から種子生産に関して害虫の影響を強く受けていた。防虫用の袋がけを行わなかった大半の株でハモグリバエ類による被害を受けており、食害を受けていない健全株はわずかであった。

### 4. 生態調査結果の考察と保全手法検討

キンラン属の保全のためには、生育環境を維持するための樹林管理の促進に加え、ハモグリバエ類による食害対策が重要と考えられた。これらの結果を踏まえ、効果的な保全手法の確立を目指し、株移植手法の検討や播種による保全の試み等の各種実験を実施している。講演では、これらの取り組みについても予報として報告する。

### 6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、東邦大学理学部の西廣淳准教授、玉川大学農学部の山崎旬教授、木村研一氏には研究計画段階よりご指導やご助言を頂いた。ここに記して心より感謝申し上げる。



## 河川水辺の国勢調査を用いたマクロスケール解析による

### 全国規模での鳥類分布変化の解明

藪原佑樹<sup>1) 2)</sup>、赤坂卓美<sup>3)</sup>、山浦悠一<sup>4)</sup>、中村太士<sup>1)</sup>

1) 北大院・農、2) 徳島大・理工学研究部、3) 帯広畜産大、4) 森林総研・植生

#### 1. はじめに

近年、気候や地形に加えて、人間活動も広域の生物分布に影響を及ぼすことが指摘され、国土利用の変遷に伴うマクロスケールでの生物分布の変化に注目が集まっている。日本の河川では、ダム建設や河川改修に伴い、樹林化による氾濫原の景観変化が急速に進行してきた。これまでの地域スケールの研究から、樹林化が生じた河川では、河原に生息する生物種が減少する一方で、森林性生物は増加することが指摘されている。しかし、様々な気候や地形、土地利用を含むマクロスケールにおいても同様に、樹林化が生物分布を変容させるかは明らかにされていない。そこで、全国規模で行われた河川水辺の国勢調査のデータセットを解析し、1) 気候や地形だけでなく氾濫原景観も同様にマクロスケールの鳥類分布に影響するか、2) 全国での氾濫原景観の変化に応じて鳥類分布は変化しているか、の二点について検証した。

#### 2. 調査方法

本研究では、国土交通省が取りまとめている河川水辺の国勢調査のデータセットを活用した。解析に先立ち、異なる二つの年代で鳥類調査が行われた76水系327地点を対象に、繁殖期の鳥類調査で記録された鳥類の種数と個体数を整理した。その際、各種の生息地選好性に基づいて、出現した鳥類を森林性鳥類と砂礫性鳥類という二つの機能群に分類した。さらに、河川水辺の国勢調査で作成された植生基図のデータと、気候や地形に関するGISデータを収集し、局所、マクロスケールでいくつかの環境指標を集計した。解析では、まず、これまでマクロスケールの生物分布を規定する主要因として考えられてきた気候や地形、土地利用のほかに、ダムの影響をあらわす指標、および局所スケールでの裸地や樹林地面積割合が全国河川における鳥類の空間分布にどの程度影響しているかを構造方程式モデルにより明らかにした。その上で、氾濫原景観の時間的な変化に応じて、鳥類分布が全国規模で継時的に変化しているかについても検証した。

#### 3. 結果と考察

構造方程式モデルの結果、森林性、砂礫性鳥類の分布は、気候や地形といったマクロスケールの環境要因の直接的影響よりも、樹林地や砂礫地の面積割合といった局所の氾濫原環境の影響を強く受けていることが明らかになった。さらに、全国規模での樹林化に伴い、森林性鳥類の個体数は5年間で増加、砂礫性鳥類は減少傾向にあった。これらの結果は、氾濫原景観がマクロスケールの鳥類分布に大きく影響しており、氾濫原の樹林化によって鳥類相が全国規模で変化していることを示している。今後は、全国的に個体数を減少させている砂礫性鳥類を対象として、生息地である裸地環境が豊富に存在する地域(e.g. 降水量が豊富で標高差の大きい地域)を中心に保全策を講じていく必要があると考えられる。

## 猛禽類調査法：目視／テレメ／**GPS** 調査結果の比較

ラブタージャパン（日本猛禽類研究機構）阿部 學、中島拓也  
猛禽調査法は目視であるが実態把握には無理である。にも拘らず行動圏算定や事業の影響評価まで行っている。演者らはオオタカに人工衛星追跡型 GPS 発信器を装着し、行動圏面積を過去の調査法との間で比較を行った結果、実態と大きな乖離があった。雄は定住性が強いが雌は渡り鳥である。猛禽界では雌雄の判別（雌＞雄）まで外見に依存しているが科学的とは言えない。これらの結果を受けて今後の猛禽調査の在り方について考察する。

### 猛禽類における **GPS** 発信器の活用について

阿部 學、中島拓也、橋本哉子：ラブタージャパン（日本猛禽類研究機構）

猛禽類調査は目視に依存しているが、稜線、樹林帯が障壁となって視野範囲には限界がある。演者らはイヌワシ、クマタカ、オオタカ、ハヤブサ、サシバ等 **200** 余個体にソーラ搭載の **GPS** 発信器を装着して人工衛星で追跡してきた。その結果、緯度・経度、飛翔高度、方位などが日々得られるので、行動圏は元より選好環境、なわばりの有無、移動・分散などの生態情報の他、事業の影響評価にも応用可能なデータが得られたので紹介したい。

# トウキョウサンショウウオの基礎代謝における温度と体重の影響

栗田将司<sup>1)</sup>, 湯谷賢太郎<sup>2)</sup>

1)木更津高専 環境建設工学専攻, 2)木更津高専 環境都市工学科

## 1. はじめに

トウキョウサンショウウオ (*Hynobius tokyoensis*) は、首都圏近郊を生息地としており、他のサンショウウオ類と比較して開発などの影響を受けやすく、絶滅が危惧されている<sup>1)</sup>。

そのため、本種の保護に関する活動や研究については盛んにおこなわれているが、既往の研究の大半は分布や産卵に関する研究である。しかし、本種を保全するにあたっては、分布や産卵の情報も重要であるが成体の生態に関する情報も重要であると考えられる。

生態に関する情報の中でも温度環境の変化は、消化、成長、代謝などといった両生類生態学のほとんどの側面に影響を与えていることから、開発などによる温度環境の変化が本種に及ぼす影響を知ることは、本種の保全を考える上で重要であると考えられる。そこで本研究では、トウキョウサンショウウオ成体の体重と周囲の温度環境が基礎代謝に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

## 2. 方法

本実験で使用した個体は、平成 25 年から 27 年の毎年 3 月に千葉県木更津市伊豆島で採取した卵を孵化させ育てた個体と、平成 28 年に千葉県木更津市伊豆島で採取した個体を用いた。

酸素消費量の測定は、恒温室で行い、実験中の室温は一定に保ち、5℃、10℃、15℃、25℃の 4 パターンで行った。呼吸量測定装置であるレスピロメーターは **Gilson Constant Pressure Respirometer**<sup>2)</sup> を参考に改良を加えたものを用いた。測定は一時間間隔で行い、実験終了後に使用した個体の体重を測った。

基礎代謝量予測の式は、得られたデータに補正を加えた後、重回帰分析によって求めた。

## 3. 結果と考察

本実験で得られた測定結果より求めた基礎代謝と体重の関係を図 1 に示す。それぞれの温度ごとに回帰線

を引き比べてみると、それぞれの温度ごとの酸素消費量と体重には、関係があることがわかった。

トウキョウサンショウウオと海外の様々なサンショウウオの測定結果<sup>3)</sup> を比べてみると、同じ体重で比べた時、海外の様々なサンショウウオよりトウキョウサンショウウオの方が基礎代謝が高い傾向にあることがわかった。

本実験で得られた測定結果より基礎代謝を **SMR** (ml/h)、温度環境の温度を **temperature** (°C)、トウキョウサンショウウオの体重を **mass** (g) として基礎代謝量予測の式を導出すると式は以下のようになった。

$$\log_{10}(SMR) = 0.0367(\text{temperature}) + 0.757(\log_{10}(\text{mass})) - 1.65$$

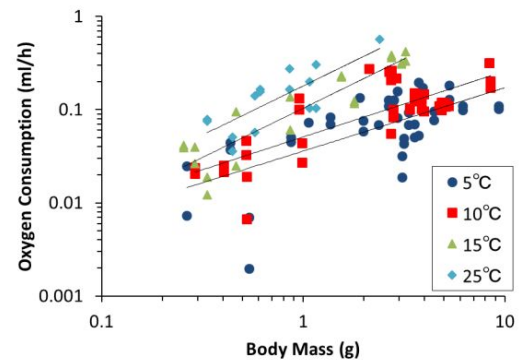


図 1 基礎代謝と体重の関係

## 参考文献

- 1) 環境省 別添資料4) レッドリスト(2015)【両生類】：  
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/28059.pdf> (2015 年 12 月 5 日閲覧)。
- 2) J.R.B. Lighton, *Measuring Metabolic Rates: A Manual for Scientists*, Oxford University Press, 2008.
- 3) M.E. Feder, W.W. Burggren, *Environmental Physiology of the Amphibians*, University Of Chicago Press, 1992.

## 山地流路工を対象とした枠式人工河岸の導入とその効果の検証

○山下奉海（九大決断セ），福留峻介（九大工），巖島怜（九大決断セ），島谷幸宏（九大工）

### 方法

山地のコンクリート三面張り河道の生物多様性復元を目的に，河床設置型の枠式人工河岸を開発した．この人工河岸は，1.0m×2.0m×0.08mの木枠と礫の河床材料で構成される（Fig. 1）．人工河岸をコンクリート河床に設置する際は，木枠のみを河床面に固定し，河床材料は固定せずに配置する．木枠とコンクリート河床の間は通水する構造である．この人工河岸はさほど河積をとらないため，多くの場合，洪水時の流下に対して大きな障害になることはない．河床材料は洪水時に流される可能性があるが，その場合も河床材の補充は困難ではない．人工河岸の河床材料については，どのような粒径の材料が生物多様性復元に効果的かが不明であったため，typeL（巨礫 40%，大礫 20%，中礫 20%，細礫 20%），typeM（70mm 程度の礫 100%），typeS（30mm 程度の礫 100%）の 3 タイプの粒径組成の人工河岸を用意した．人工河岸の生物多様性復元効果を検証するため，3 タイプの人工河岸を熊本県の緑川水系金山川上流のコンクリート三面張りの河道に Fig. 2 のように配置した．また，コンクリート三面張り区間には同面積の対照区（C）を，直上流の自然区間の水際には同面積の参照区（R）を設けた（Fig. 2）．S，M，L，C，R のそれぞれで環境条件，サワガニ個体数，水生昆虫出現種数を比較することで，人工河岸の効果の検証を行った．

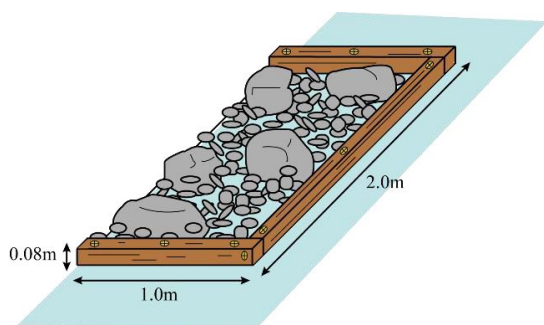


Fig. 1 枠式人工河岸の模式図

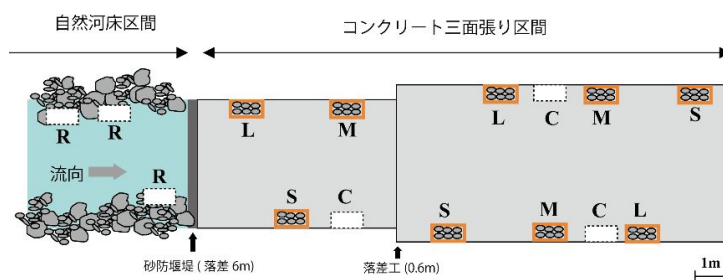


Fig. 2 それぞれの河床材料タイプの人工河岸（S，M，L）と対照区（C），参照区（R）の位置図．

### 結果・考察

それぞれの粒径タイプの人工河岸（S，M，L）と対照区（C），参照区（R）の環境条件を比較した結果，S，M，L，CはRよりも水深，流速が小さかった．すなわち，人工河岸の環境条件は自然河床区間の水際と同様にはならなかった．サワガニの生息密度を調査した結果，人工河岸では，冬季にはわずかしかなかったサワガニが，5月になると多く出現するようになった（Fig. 3）．水生昆虫の出現種数もおおむねサワガニと同様の傾向であったが，ヒゲナガカワトビケラなどは，RよりもS，M，Lでの出現頻度が多かった．これらの結果から，枠式人工河岸は，山地流路工の生物多様性復元にある程度の効果があると考えられた．応用生態工学会大会では，人工河岸の適切な粒径，管理法，鳥類の利用状況についても言及する予定である．

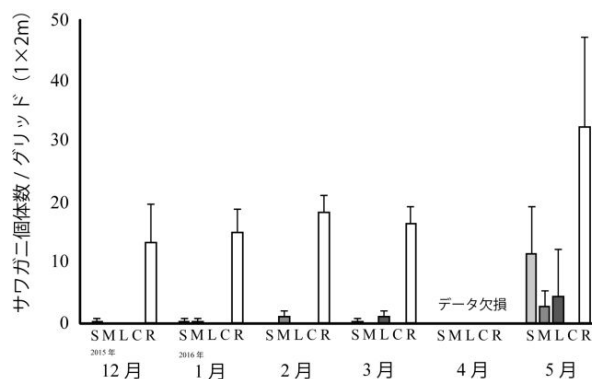


Fig. 3 それぞれのタイプの人工河岸（S，M，L）と対照区（C），参照区（R）の月ごとのサワガニ採捕個体数．

# 河川の平面形状特性が生息場構造へ及ぼす影響

高橋真司<sup>1)</sup>、渡辺幸三<sup>2)</sup>、大村達夫<sup>3)</sup>、竹門康弘<sup>1)</sup>

1) 京都大学防災研究所

2) 愛媛大学大学院理工学研究科

3) 東北大学未来科学技術共同研究センター

## 1. はじめに

河川は複数の空間スケールで形態区分され、空間の大きい順に水系、セグメント(10<sup>3</sup>-10<sup>4</sup> m)、リーチ(10<sup>1</sup>-10<sup>2</sup> m)、生息場(10<sup>0</sup>-10<sup>1</sup> m)、微生物場(10<sup>-1</sup>-10<sup>0</sup>)に分類することができる。このうち生息場(早瀬、淵、ワンドなど、図1)は、河床材料、勾配、水深、水面状態等から総合的に類型化することができる。さらに、生息場は底生動物の群集構造や動態と関連付けることで、河川生態系の評価に利用されている。一方、生息場より一段階大きい空間スケールであるリーチは、各種生息場をセットで内包する空間であり、河川の蛇行度等の評価に用いられる空間スケールである。蛇行度等の河川の平面形状特性は、内包されている生息場の構造に直接的な影響を及ぼしていると考えられる。生息場の構造を指標とした河川管理を考える場合、リーチスケールにおける河川地形の管理を考慮する必要がある。そこで、本研究では河川の平面形状が生息場構造へ及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

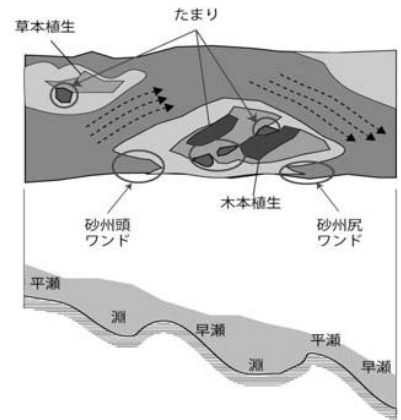


図1 生息場構造の俯瞰図と縦断面図

## 2. 調査方法

調査地点は、東北地方の50河川区間とし、山地河川やダム河川、都市河川を含む。生息場構造は高精度GPSを用いて河川地形を視覚化し定量化した。生息場は流水性4分類(早瀬、平瀬、トロ、淵)、止水性3分類(砂州頭ワンド、砂州尻ワンド、たまり)の計7分類とした。得られた生息場データから生息場構造の多様度、個数及び面積比を算出した。河川の平面形状特性を表すパラメーターとして蛇行波長、蛇行長、蛇行度(=蛇行波長/蛇行長)、川幅を求めた。加えて、調査河川区間ごとの生息場複雑度(=周囲長<sup>2</sup>/面積)も求めた。

生息場構造の決定要因を明らかにするために平面形状パラメーター及び複雑度を説明変数、生息場構造の多様性、個数及び面積比を応答変数として、重回帰分析を行った。その後、変数増減法によりモデル選択をおこなった。また、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、応答変数との間で回帰分析を行った。

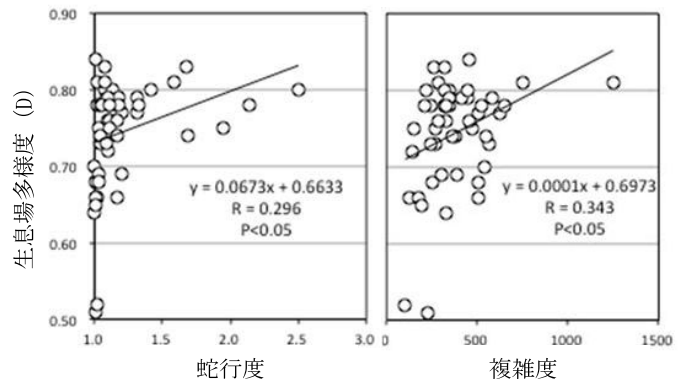


図2 重回帰分析に取り入れられた説明変数と生息場多様性との関係。図中の数値は回帰式と相関係数(r)及びP値。

## 3. 結果

重回帰分析の結果、河川の蛇行度及び複雑度が生息場構造に影響を及ぼしていた。モデル選択の結果、生息場多様度の最適モデルには蛇行度と地形複雑度が説明変数に取り込まれ、係数はいずれも正の値を示した。推定された重回帰モデルは次の通りである。

$$\text{生息場多様度} = 0.0001 \times \text{複雑度} + 0.062 \times \text{蛇行度} + 0.63 \quad (r^2 = 0.192, F_{2,46} = 5.451, P < 0.01)$$

河川の蛇行度と複雑度を単一の説明変数とした場合、生息場多様度との間にいずれも有意な正の相関が確認された。

## 4. 考察

本研究は、河川の平面形状の特性値である蛇行度と地形複雑度が生息場多様性に影響を及ぼすことを明らかにした。河川の蛇行度が高まると水の流れが複雑となり、生息場の形成の主要因である砂州の形成や河床地形変動が生じやすくなる。そして、河川内の生息場の種類と数が増加することで河川区間内の全体における複雑度は高まり、それが結果的に生息場多様度の増加につながると予想される。本研究は、生物多様性と密接に関わっている生息場多様度の保全及び再生を考慮した河川管理を行う上で重要な知見を提供するものであると考えられる。

## 5. 謝辞

本研究は、科学研究費補助金(25241024、16H04437、26630247、16H00400)の資金的援助を受けた。

## 人工角柱粗度周囲の底面流れとチラカゲロウの空間選考性に関する水路実験

坂田良介<sup>1)</sup>, 田中規夫<sup>1)2)</sup>

1)埼玉大学大学院, 2)埼玉大学レジリエント社会研究センター

## 1. 研究背景と目的

土砂還元の河川環境に与える効果に関連して多くの研究例が存在するが、物理過程が生物相へ与える影響<sup>1)</sup>については不明の部分が多い。水生昆虫等の空間選好性を把握する第一段階として、本研究では避難所を形成する粗度として水路幅と同じ長さの角柱を底面に配置し、角柱周囲の流れ場が水生昆虫の避難所形成に与える影響を水路実験によって評価した。

## 2. 実験概要

本実験では、幅( $W$ )**40cm**、最大深さ( $D$ )**38cm**、および長さ( $L$ )**500cm**のサイズの水路に、避難所を模擬した構造として、木製角柱(高さ $H$ **75mm**、流れ方向長さ $L$ **75mm**)を設置した。この構造により粗度前面部と背面部には渦構造が発生し、その境界で分けられる**4領域**を研究対象とした(図-1)。剥離流れが発生し、かつ水生昆虫の自由な移動を可能とするため相対水深比は**1.3倍**とした。この時、粗度前面部のよどみ領域区間は粗度の高さの**1.0倍**、粗度後部から再付着点までの距離は**7.9倍**であった。水生昆虫はチラカゲロウ(平均体長**19mm**、平均体高**4mm**)を用い、水路中心線上の底面にて、粗度からの距離を変えた**16地点**から各**6~7回**投入を行い、投入後の挙動を調査した。底層流速は昆虫実験終了後PIVにより測定した。可視化はグリーンレーザー、トレーサーとしてアルミニウム粉末と**KC**フロックを用いた。

## 3. 実験結果および考察

図-2 に各投入位置における他の領域への移動率を示す。粗度前面部では、粗度との相対距離が離れると粗度の上を通過して領域Cに移動する割合が多くなった。領域Aでは、粗度を越えていく上向きの流れが生じるがその影響が底面に及んだと考えられる。領域Dへの投入では、それより上流の領域には移動しなかった。これは領域CとDの境界にある再付着点での乱れが昆虫の移動を阻害していることが考えられる。粗度前面部のよどみ域(領域B)と粗度背面部の剥離流れ内部(領域C)が、水生昆虫の避難所としてどちらも有効であった。また、図-3 に別領域への移動率とその投入位置での昆虫の高さの平均流速の関係を示す。各領域で流速が大きくなると移動する割合が高くなるが、その変化の勾配は異なり、領域Bおよび領域Cでの傾きは領域Aでの半分以下となった。水生昆虫の挙動と乱れとの関連などについて今後解析していく予定である。

## 4. 結論

水路実験によって、水生昆虫が角柱粗度周囲の流れ場、特に底面流速の影響を受ける傾向が異なることが明らかになった。領域による乱れ構造の違いが昆虫の空間選好性に影響を与えていることが示唆された。

5. 謝辞 本研究の一部は(公)河川財団の**H28**年度河川基金によって行なわれた。記して謝意を示す。

参考文献 1) Tanaka, N., Shinyama, H., Sakata, R., Invertebrate dynamics in the downstream of a dam after sediment supply, 11th Int. Symposium on Ecohydraulics (ISE) 2016, Melbourne, Australia, 2016.

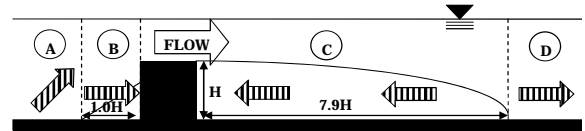


図-1 実験対象領域と水生昆虫多数派の移動方向

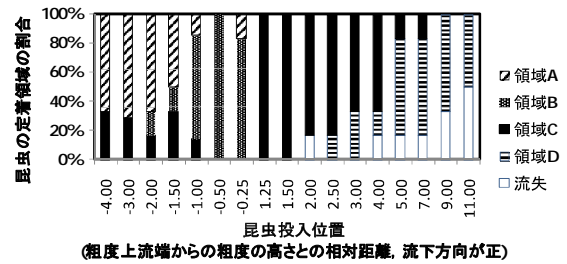


図-2 各投入位置における移動先の割合

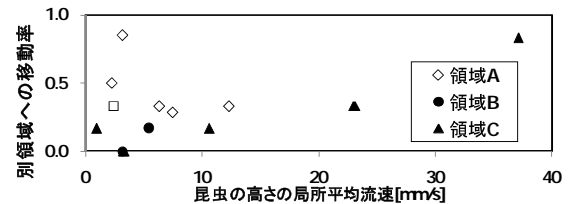


図-3 別領域への移動率と昆虫の高さの平均流速





## 大和川の本川と支川における底生動物群集および攪乱後の過程

河内香織<sup>1)</sup>, 熊谷元気<sup>1)</sup>, 矢野貴史<sup>1)</sup>

1) 近畿大学農学部

### 【はじめに】

大和川水系は、奈良東部の笠置山地を発端として、奈良盆地を西部に流れ、大阪湾に流入している幹川延長 **68km** 流域面積 **1070km<sup>2</sup>** の一級河川である。大和川は水質の汚い川として全国的に有名であるが、近年は回復傾向にある(水質改善幅 **25年1位**、国交省)。2014年3月下旬、生物の生息場所の創出を目的として、八尾市大正橋付近の直線部右岸側を掘削して縦断方向 **52m**、凹部 **14m** のワンドが造成された。また、この上流には橋脚によって自然に形成されたワンドが存在する。本研究では形成過程の異なる **2** つのワンド、およびそれぞれのワンドに隣接する直線区間 **2** 地点を設定し、区間ごとの水深、流速、流向分布、水質、および生物のデータを収集した。萩原ら(2014)では、夏季のデータから大正橋のワンドではワンドへの土砂堆積量が流出量を上回っているため、ワンドが閉塞しやすいと考えられた。本発表では矢野ら(2015)が継続して行った調査結果を底生動物群集に焦点を当てて報告するとともに、大和川の支川である富雄川にて河床の移動、生物相の調査と攪乱後の過程について調査を行ったので報告する。

### 【調査区間と調査方法】

**本川** 大和川本川では **2015** 年の **7** 月と **10** 月に調査を行った。調査区間は縦断方向に **100m** をとり、上流から、河内橋直線、河内橋ワンド(藤井寺市)、大正橋直線、大正橋ワンド(八尾市)の **4** 区間を設定した。河内橋直線は川幅が狭く、右岸側にヨシ類が生育し、左岸側に砂州が形成されている。河内橋ワンドは自然に形成されたワンドで河川とワンドの間の中州にヤナギ類が生育し、ワンドは砂州で囲まれている形状をしている。大正橋直線は右岸側にはヤナギ類やヨシ類が生育し、左岸側は護岸されている。大正橋ワンドは人工造成されたワンドで礫が置かれ、河川中央部にも置き石が設置されている。左岸は粘土で覆われ、ヤナギ類が生育している。平常水位が **-1.87m** とされており、安全性の面から調査日は平常水位を下回る日を設定した。調査方法は、①水深、流速、流向分布、底質比率を各調査区間の横断方向に **1m** ずつを **1** ラインとし、縦断方向に **10m** ずつ **11** ライン測定した。②サーバーネットによる定量調査は、縦断方向の偶数ラインを横断方向に右岸岸際、右岸中央、左岸中央、右岸岸際の **4** 地点、計 **20** 地点の底生生物を調査した。③見つけ取りは横断方向に右岸、中央、左岸の **3** 区間に分けて生物調査を行った。

**支川** 大和川支川の富雄川は、頭首工や床止め等人工構造物が多数設置されており、流路の大部分が右岸側左岸側ともにコンクリート張りである一般的な都市河川である。ここに調査区間を設置し、河床にセディメントトラップを設置することによって、砂礫の移動量を推測した。サーバーネットにて底生動物を採取するとともに、梅雨時の増水の合間を縫って流下物ネットと遡上ネットを設置することで、平水時と増水後の底生動物相の変化および底生動物の移動の把握を試みた。

### 【結果と考察】

本川では、直線区間ワンド区間ともに出現した底生動物はユスリカ科が多かった。大和川支川の富雄川でも、出現した底生動物はユスリカ科が多かった。次いでどちらの河川でも、コガタシマトビケラ属、コカゲロウ科の出現頻度が高かった。富雄川ではハグロトンボもしくはアオハダトンボの幼虫が時期によっては多数見られた。発表では大和川本川における底生動物相について直線区間とワンド区間での比較を行う。支川の富雄川に設置したセディメントトラップに堆積した砂礫量は岸際よりも瀬で多く、瀬では **1** 日あたり **29kg/m<sup>2</sup>** 程度の砂礫が堆積したと推定された。富雄川では増水による河床の移動および、流下した底生動物と遡上した底生動物についても考察する。

### 【参考文献】

萩原大(2014)「大和川に造成したワンドにおける環境の変遷と今後」近畿大学農学部 **2014** 年度卒業論文  
矢野貴史、片岡寛敬、赤尾大樹、河内香織(2015)「大和川の直線区間およびワンド区間における平水時の水理特性と生物の対応」応用生態工学会第 **19** 回研究発表会講演集 **P54**

## 土地区画整理事業に向けた流水性イシガイ類の一時的待避場所の検討 ～移植後2年間の成長・生残・流出の記録から～

○永山滋也\*・塚原幸治\*\*、萱場祐一\*\*\*  
(土木研究所自然共生研究センター\*、ふるさと自然再生研究会\*\*、  
土木研究所河川生態チーム\*\*\*)

流水性イシガイ類 **4** 種が約 **5,500** 個体生息すると推定された岐阜県関市のA地区では、土地区画整理事業が予定されており、現在、一部が着工されている。これにより、今後、同地区内の水路は埋め立てられ、新しい水路が整備される。新しい水路の構造については、イシガイ類の生息を考慮し、別途技術的検討が行われている。一方で、水路の建設中にイシガイ類をどこに待避させるべきかという問題がある。本研究では、異なる **3** つの候補地においてイシガイ類の移植実験を行った。そして、**2** 年間にわたる調査から、イシガイ類の成長、生残、流出の候補地間での差異、それらの季節性にに基づき、一時的な待避場所および移植手法について検討した。

A地区の水路の上流側に位置する **2** つの水路（支線水路、幹線水路）と **1** つのため池を待避場所の候補サイト、A地区内の水路を対照サイトとして、A地区から採捕したイシガイ類 **3** 種（マツカサガイ、カタハガイ、オバエボシガイ）を、**2013** 年 **9** 月に移植した。透過型のコンテナに現地の砂礫とイシガイ類各種 **10** 個体ずつを入れ、それを各サイトに **5** つずつ設置した。ため池ではイシガイ類のみをコンテナに入れ、岸から約 **3m** 離れた水深約 **50cm** の水中に浮いた状態となるよう設置した。すべての供試個体（各種 **200** 個体）には **ID** を付け、移植後 **1** 年間は毎月 **1** 回、その後の **1** 年間は **3** ヶ月に **1** 回、死亡と流出を記録した。また、殻長は全期間を通して **3** ヶ月に **1** 回計測した。そして、成長量、生残率、流出率を **2015** 年 **11** 月までの約 **2** 年間追跡し、季節的变化と候補地間での差異を検討した。

ため池では、他の **3** サイトに比べ、全種について成長量が大きく、生残率も高く、流出率は低かった。支線水路は対照区よりも成長量は大きい、流出率が高かった。幹線水路は、成長量と流出率が低く対照区と同程度であったが、生残率が低かった。これらの結果は、サイトの物理環境、水路の水利用形態、および餌環境に関係していると考えられた。また、生残率は **5**～**7** 月に低下、流出率は **3**～**4** 月および **8** 月に増加、成長量は **5**～**10** 月に増加するという傾向があり、季節による気象条件との関係が推察された。

以上から、一時的待避場所として、候補地の中ではため池が最も安全であると考えられた。しかし、リスク分散の観点からは他の水路も利用する必要があり、支線水路では流出リスクを抑える対策が、幹線水路では十分な流水の通年確保が必要であると考えられた。

## 千曲川中流域におけるシマトビケラ科幼虫の二次生産速度の推定

平林公男<sup>1)</sup>、中山美咲<sup>2)</sup>、岡田俊典<sup>3)</sup>、崔 翔気<sup>3)</sup>

1) 信州大学学術研究院, 2) 信州大学繊維学部, 3) 信州大学大学院理工学域

1. はじめに：シマトビケラ科に属する昆虫類は、河川の底生動物の中でも個体数や現存量の大きなグループの一つである(河合・谷田 2005)。本科に属する幼虫類は、河川水中の有機物を集めて捕食することで、本来は流れ去る有機物をその場に生物体という形でストックするという重要な役割を果たしている。しかし、本科幼虫類の生活史に関する報告や生産性に関する報告は数少ない。この理由として世代数が多く羽化期が長いことなどがこれまでに指摘されている(津田 1942)。本研究では千曲川中流域において、年間生息密度で優占するウルマーシマトビケラに注目し、その成長解析を行い、年間世代数などの生活史を明らかにし、千曲川中流域における二次生産速度を推定することを目的とした。また、羽化量並びに P/E 比からの推定法を用いて、同様に二次生産速度を算出し、比較/検討を行った。

2. 調査方法：幼虫調査は 2012 年 4 月～12 月の間、毎月 1 回、千曲川中流域の常田新橋付近(県境より 105km 上流、以下 St.1) と冠着橋付近(県境より 87km 上流、以下 St.2) の 2 地点で行った。底生動物の採集にはサーバーネット(NMG42、30×30cm<sup>2</sup>、メッシュ 450μm)を用い、各地点の瀬の部分で 3 サンプルずつ採集し、現地においてエタノール 70%となるように固定した。このとき同時に環境要因として水温、水深、流速、pH、EC、DO を測定した。試料は実験室に持ち帰り、肉眼および実体顕微鏡を用いてトビケラ目、カゲロウ目、カワゲラ目、その他の目に分類し、個体数を測定した。さらにトビケラ目については種レベルまで分類し(河合・谷田 2005)、個体数と湿重量を計測した。ウルマーシマトビケラ幼虫については成長解析を行うために接眼マイクロメーターを用いて頭長(上唇から頭部後方まで)を測定し、齢別判定を行った。それらのデータから瞬間生成率・生長速度法により、年間の二次生産速度を推定した。成虫調査は、2015 年 4 月～2016 年 3 月までの間、St.1 の瀬と淵にエマージェンストラップを 3 機ずつ設置し、24 時間内に羽化した成虫を毎月捕獲し、羽化量定量ならびに P/E 比からの推定法を用いて二次生産速度を推定した。

3. 結果と考察：シマトビケラ科幼虫は 4 月～12 月

の間、St.1 では合計 3980 個体、St.2 では 3939 個体が採集された。St.1 ではナミコガタシマトビケラ(以下ナミコガタ)が 2009 個体(全体の 50%)捕獲され、次いで、ウルマーシマトビケラ(以下ウルマー)が 1748 個体(44%)であった。St.2 ではナミコガタが 1535 個体(39%)、次いでウルマーが 1378 個体(35%)、エチゴシマトビケラ(以下エチゴ)が 981 個体(25%)捕獲された。一方、湿重量においては、St.1(総計 11316.9mg)で、ウルマーが 61%、ナミコガタが 31%であった。St.2 (総計 15179.0mg)ではウルマーが 49%、ナミコガタが 25%、エチゴが 23%であった。両地点において、個体数密度ではナミコガタシマトビケラの割合が高いが、湿重量ではウルマーシマトビケラが優占種となっているため、本研究ではウルマーシマトビケラに注目し、生活史を明らかにすることとした。ウルマーシマトビケラ幼虫 1028 個体の頭長を測定し頻度分布を作成した。谷田(1980)に記載されている本種の頭幅による齢別判定の結果をもとに、頭長と頭幅の相関関係を調べ、得られた式をもとに頭長を頭幅に変換し、齢別判定を行った。～400μm を 1, 2 齢、410～600μm を 3 齢、610～1000μm を 4 齢、1010μm～1400μm を 5 齢とした。これらの結果をふまえて齢別構成による季節変動を検討した結果、St.1、St.2 ともに 4 月、5 月は 5 齢幼虫の割合が高く、6 月では 2～3 齢の割合が高いため、5 月～6 月の間に羽化期があると推測された。また、積算温度を計算し世代数を算定したところ、6 月～10 月の間にも 3 回の羽化期があると推測された。水温が発育零点(9.4℃)を上回る 5 月～10 月の本種の二次生産速度は、St.1、St.2 ともに 5 月から 8 月にかけて徐々に増加し、9 月に最大となった。St.1 における 5 月～10 月の二次生産速度は 221.4 AFDW mg/m<sup>2</sup>、St.2 では 181.3 AFDW mg/m<sup>2</sup> となった。St.1 における二次生産速度は St.2 におけるその 1.2 倍ほどとなった。成虫の調査結果からも、年間の二次生産速度が推定でき、幼虫から推定した値よりもやや低い値となった。個体の大きさがほぼ同じである北米南アパラチア地域のシマトビケラ属の年間生産速度は 26.7～86.3 AFDW mg/m<sup>2</sup> である(谷田 2008)ので、これらのデータと比較しても、千曲川中流域は高い生物生産性を示すことが示唆された。

【謝辞】 本研究の一部は河川財団の助成を受けて行われた。

## ダム湖におけるザリガニの濁水耐性

飯村幸代<sup>1</sup>・中尾勝哉<sup>1</sup>・川井唯史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>公益社団法人 北海道栽培漁業振興公社・<sup>2</sup>地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 稚内水産試験場

### 1. 研究背景と目的

ザリガニ *Cambaroides japonicus* は、日本固有種で、環境省レッドリスト（絶滅危惧Ⅱ類）の記載種である。北海道 A ダムでは、建設前から本種が流入河川で確認されており、湛水に伴う生息環境の劣化や消失が危惧されているものの、これらを考察するための知見は少ない。

湛水によるダム湖内の水質変化の一つとして、濁水長期化現象が知られる。A ダムにおいても、融雪出水に伴う高濁度が長期間観測されており、水中の懸濁物質および湖底の堆積物が、本種の鰓への付着・損傷等による生理的影響をもたらすことが想定される。本研究では、室内での濁度耐性試験、現地フィールドでの理化学的観測（水質・底質）および生存試験を実施し、融雪期におけるダム湖の濁水が、本種の生存等に及ぼす影響の有無について検討を行った。

### 2. 方法

#### 2-1. 室内濁度耐性試験：試験 1

試験は、2010 年 11 月 15～19 日、24～28 日にかけて、当公社実験室（札幌市）にて行った。試験は、JIS 規格（JIS K 0102）のうち、「71.魚類による急性毒性試験」に準拠した。懸濁物質は、カオリンおよび本種が生息している場所の底質（泥）を用い、濁度は 0,300,600,3000,6000mg/L の 5 段階に設定し、鉛直循環式水槽により各濃度の維持に努めた。水温は、ダム湖の融雪期を想定し 6℃に設定した。供試個体は、各水槽の中層に 9 尾を収容し、実験開始から 4, 8, 24, 48, 96 時間後の生存状態の確認を行った。

#### 2-2. 湖内垂下試験：試験 2

2010 年 5 月 11 日～6 月 1 日に、湖心 2 地点（St.A・St.B；表層・中層・底層）、常時満水位より標高の高い河川 1 地点（St.C；底層）で、供試個体 5 尾を個別別に収容したネットを各層に設置し、1 週間毎に生存確認と、水温、濁度、DO の鉛直観測を行った。また、St.A の表層および底層において、自記式濁度計による長期観測を行った。

#### 2-3. 湖底堆積物試験：試験 3

2011 年 5 月 17 日～6 月 7 日に、湛水前に本種が確認された湖内 3 地点で、湖底堆積物採集用のセジメントトラップと、供試個体 5 尾を収容した試験カゴを湖底に設置した。設置・回収時には、水温、濁度、DO の鉛直観測を行った。

### 3. 結果と考察

試験 1 では、全ての濃度で供試個体の生存が確認された。試験 2 では、St.B（最深部近傍）の底層でのみ、設置から 8 日後までに全個体が斃死したが、その他の地点では全個体の生存が確認された。St.B の底層では、濁度が 298mg/L、DO が 2mg/L 以下であり、他の地点と比べて高濁度および低酸素の状況にあった。また、試験 3 では、湖底堆積物の堆積厚は最大 1.74mm であり、いずれの地点においても供試個体の斃死は確認されなかった。

室内試験および現地試験の結果から、本種は、今回の影響想定に反し、融雪湛水時における水中懸濁物質および湖底堆積物への強い耐性を備えていることが明らかとなった。また、St.B（試験 2）での斃死の原因は、深水層における低酸素と推定された。低酸素は試験 3 の調査範囲において確認されなかったことから、湛水前に本種が分布していた範囲では、融雪期における斃死の可能性は低いことが推定された。

今後は、ダム湖内の成層がより強くなる夏季における低酸素水塊の分布状況について検討を行う必要がある。一方、夏季に流入河川で濁水を伴う人為的な水位上昇試験を行った結果（未発表）、本種は濁水部から非濁水の流水部に忌避する行動を示したことから、湛水域における濁水の忌避行動についても検証を行う予定である。

## 特定外来植物ヒガタアシの掘削防除で白川河口の底生動物類はどう変化したか？

前原裕<sup>1,2)</sup>, 西野惇志<sup>1)</sup>, 木村妙子<sup>2,3)</sup>, 早坂大亮<sup>1)</sup>

1)近畿大学大学院・農, 2)日本スパルティナ防除ネットワーク, 3) 三重大学大学院・生物資源

### 1.はじめに

ヒガタアシ(*Spartina alterniflora* Loisel.)はイネ科に属する北米および南米東海岸原産の塩性湿地植物である。本種はその高い環境改変作用(干潟の草原化)等から、我が国において「緊急対策外来種」に指定されている。重機による掘削は、本種の防除手法として効果と効率に優れると考えられるが、干潟の生物、特に底生動物への影響が懸念される。しかし、本手法は世界的にみても実践事例がないため、生態系影響は不明である。そこで本研究では、熊本県白川河口干潟を事例に、ヒガタアシの掘削防除(図1)により生じた底生動物相の変化とその応答のパターンについて調査した。



図1. 浚渫船によるヒガタアシ掘削防除

### 2.調査方法

調査は、2015年の8月(掘削前)および10月(ヒガタアシ群落掘削後)に、白川河口干潟にて行なった(北緯32°46′49.4″, 東経130°36′29.5″)。河口から1 kmの範囲を調査地点とし、ヒガタアシ群落(25サンプル)、在来のヨシ群落(8サンプル)および無植生帯(36サンプル)の3つの植生帯に分類した。各植生帯の同一地点において、掘削前後で底生動物の定量調査を実施した。コアサンプラー(内径7 cm, 長さ20 cm)を用いて、地点ごとに1~4箇所の土壌を採取し、目合850 μmのふるいに残った底生動物を採集した。採集された底生動物は、可能な限り下位の分類群まで同定し、個体数を計数した後、網または目レベルの分類群に整理した。これらの分類群の構成に及ぼす植生と時間(掘削前後)の効果について、一般化線形混合モデル(GLMM)で解析した。また、Sørensenの類似度指数(CS)を用いて、掘削前後における植生帯間の底生動物群集の類似性を検討した。

### 3.結果

調査の結果、約14種類の底生動物が採集され、5つの分類群(腹足類, 二枚貝類, フクロエビ類, 十脚類, 多毛類)に分類された。掘削前において、分類群の構成は植生帯ごとに大きく異なり( $\chi^2=183.88$ ,  $df=8$ ,  $P<0.001$ )、無植生帯とその他の植生帯は、腹足類およびフクロエビ類の有無で明確に区分された。分類群の構成に及ぼす植生と時間(掘削前後)の効果について解析した結果、有意な交互作用がみられ( $\chi^2=9.06$ ,  $df=2$ ,  $P=0.011$ )、特に、ヒガタアシ群落の分類群の構成は掘削後に大きく変化した。それにともない、ヒガタアシ帯とヨシ帯との類似度(CS)は掘削前の79%から30%まで低下した。一方で、ヒガタアシと無植生帯との類似度は掘削前の26%から59%に上昇した。掘削後ヒガタアシ群落では多毛類が増加しており、その他のすべての動物群は全く確認できなかった。

### 4.考察

掘削前に無植生帯とその他の植生帯の分類群の構成は大きく異なっていたが、ヒガタアシ群落の掘削後の分類群の構成は大きく変化し、植生帯であるヨシ群落よりも無植生帯に類似した。多くの分類群は掘削後にヒガタアシ群落では消失したが、多毛類のみは増加したことから、分類群毎で掘削の影響が異なることが示唆された。

### 5.謝辞

環境省九州地方環境事務所, 国土交通省九州地方整備局熊本河川国道事務所, および日本スパルティナ防除ネットワーク事務局には本研究に係り多大なご協力を賜った。

## 神奈川県の流れの地史、林相、ニホンジカ密度が異なる 源流河川における底生無脊椎動物群集の構成の変異

大平充<sup>1)</sup>，内山佳美<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>神奈川県自然環境保全センター

### 1. はじめに

現在、森林の公益的機能の回復を目指した森林整備が各地で展開されている。水源の涵養や土砂流出の抑制といった森林の機能は、水や土砂などの流出を通して河川の生態系と深く関連するため、整備に対する評価・フィードバックが求められる。山地の源流河川は集水域から水や土砂、有機物が供給・貯留される場であり、そこに生息する底生無脊椎動物は、集水域の物質の移動に影響する地上部の植生に加え、土壌の形成や水の浸透、土砂生産に関わる地下部の岩盤の質にも影響を受けると考えられる。このため、まず現状の集水域を取り巻く複合的な状況の整理と底生無脊椎動物群集の対応を把握する必要がある。そこで本発表では、多様な地史の変遷を有し、針葉樹人工林の管理の衰退やニホンジカ(以下シカ)による林床植生の衰退が課題となっている神奈川県下での、地質や林相、シカ密度と源流河川の底生無脊椎動物の関係を報告し、予想される森林整備の効果やその検証について議論する。

### 2. 方法

神奈川県下の4地域9つの源流河川(集水面積2.8-23.4ha, 表)において、底生無脊椎動物の採集を行った。採集方法は定性採集とし、河床材料や流速が異なる環境を網羅して採集した。採集時期は8~9月と12月とし、採集には目合い0.5mmのDフレームネットを用いた。定性的な採集によるデータであり生息量の比較が難しいため、解析には摂食機能群、生活型、世代時間、分類群による構成比を用いた。

解析は、まず流域特性を整理するために、スギやヒノキ、落葉広葉樹の被覆率やシカ密度に加え、流域地形量、その他地域や流域の特性として降水量、標高、集水面積による主成分分析(PCA)を行い、各流域を座標付けした。次に、PCAに対応した直接傾度分析である冗長性分析(RDA)を用いて、底生無脊椎動物の構成比を座標付けし各流域の種組成の傾向を、またそれと関連が強い流域変数をモデル選択により検討した。この際、シカ密度、流域平均幅、落葉広葉樹林率、標高間で高い相関( $r>0.8$ )があったため、シカ密度をこれらの変数の代表とした。

表 調査対象とした流域の地質と地形、シカ密度、針葉樹人工林率

地域	流域	流入河川	地質	流域平均幅	形状係数	平均斜面勾配	平均流路勾配	シカ密度 (糞塊密度/km)	スギ林率	ヒノキ林率
陣馬	A	相模川	小仏層群、相模湖層群 (中生代堆積岩類、 古第三紀堆積岩類)	0.50	3.01	0.56	0.18	0.07	0.63	0.16
	B			0.38	2.05	0.60	0.30		0.75	0.13
	C			0.51	1.73	0.62	0.22		0.85	0.15
東丹沢	A	相模川	丹沢層群 (新第三紀堆積岩類)	0.24	0.79	0.65	0.32	12.25	0.47	0.35
	B			0.26	1.12	0.56	0.41		0.09	0.45
西丹沢	A	酒匂川	石英閃緑岩 (深成岩類)	0.15	0.20	0.62	0.23	26.53	0.10	0.05
	B			0.18	0.24	0.57	0.26		0.00	0.21
箱根	A	酒匂川	火山噴出物 (第四紀火山岩類)	0.32	0.67	0.49	0.30	2.70	0.26	0.47
	B			0.31	0.42	0.46	0.16		0.36	0.16

### 3. 結果

PCAの結果、第一に各流域を特徴付ける第一軸(PC1)に対し、平均流域幅、形状係数、スギ林率(以上正の負荷)、標高、シカ密度、落葉広葉樹林率(以上負の負荷)が寄与した(図a)。各地域と関連付けると、陣馬、箱根、東丹沢、西丹沢の順に平均流域幅、形状係数、スギ林率が大きく、またこの順に標高、シカ密度、落葉広葉樹林率が小さいという序列になった(図a)。

またRDAの結果、摂食機能群(第一軸(RDA1))による説明率0.49)、生活型(0.43)、分類群(0.41)に対し、世代時間(0.76)の構成比の説明率が高かった。モデル選択の結果、シカ密度が有意な変数となり( $p=0.02$ )、1年未満の世代時間の種群の構成比と正の関係があった(図b)。

### 4. 考察

丹沢山地は海底堆積物がプレート運動により本州に衝突・隆起して形成され、その基岩を構成する石英閃緑岩や丹沢層群は激しい地殻変動の影響を受けているため風化・侵食が進みやすい。また、丹沢地域の流域では狭い流域地形(小さい流域平均幅・形状係数)により特徴付けられた。このような地史・地形に加え、落葉広葉樹林率の高さとシカが高密度に分布するという複合的な特徴によって、高頻度の土砂流出などの高い攪乱頻度が生じていることが、世代時間が短い種群が優占した理由として挙げられる。一方で、陣馬地域は古い地質により構成されており、同時に幅の広い流域地形、そして土砂や有機物が滞留しやすいスギ林率が高いという特徴をもつため、地域間の底生無脊椎動物群集の構成に世代時間という人口統計学的な差異が生じていると考えられる。

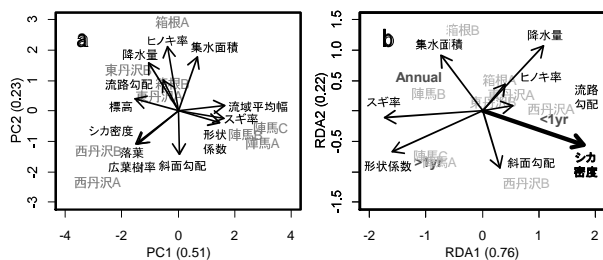


図 a 主成分分析による各流域の座標付け、および b 冗長性分析による世代時間の構成比の座標付け(文字の位置がスコアを表す)と流域変数の負荷(矢印)



# 付着藻による河床礫の揚力特性変化に関する基礎研究

長谷見優<sup>1)</sup>, 田中規夫<sup>2)3)</sup>

1)埼玉大学, 2)埼玉大学大学院, 3)埼玉大学レジリエント社会研究センター

## 1. 研究背景と目的

長谷見ら<sup>1)</sup>は、河床に付着藻(流線形)が存在する場合や、ある程度アーマー化の進んだ状態では河床礫の抗力係数は増大し、礫間の細砂成分は移動しづらいが、礫そのものは動きやすくなっている可能性を示唆した。しかし、流線形のコケは礫の抗力を減少させ、礫を動かしづらくするが、逆に増大する場合もあることを示している論文<sup>2)</sup>もある。そこで本研究では、付着藻が礫の表面流速を減少させ、礫上面部と礫下面部の圧力差を抑えることにより、礫に生じる揚力を抑え、礫を動かしづらくしているのではないかと考え、礫に働く揚力と付着藻の関係を解明することを目的とした。

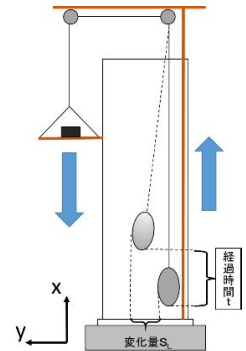


図-1 実験装置概要

## 2. 実験概要

本研究では礫の吊り上げ実験を図-1に示す円筒水槽で行い、揚力を求めた。河床におけるせん断方向を  $x$ 、その垂直方向を  $y$  と定義する。揚力  $L$  は時間変化により変化しないとし、揚力  $L = \text{質量} \times y$  方向加速度により揚力を求めた。

## 3. 結果および考察

図-2に2016年4月(春季)に秩父の二瀬ダム下流域で採取した付着藻つき礫について、付着藻の有無による揚力  $L$  のレイノルズ数  $Re$  による変化を示す。同じ礫において、揚力は付着藻により0.3~0.8倍まで抑えられていた。しかし、礫3のみ付着藻ありの方が大きい揚力を示した。礫3は短径に対して長径が大きく(細長く)、似た条件である礫2や礫8に比べて重量が大きかった。また、礫7(小型で扁平)、礫8(小型で丸型)における付着藻の有無による揚力の差が他のものと比較しても大きい値を示した。熊谷の荒川本田地先で2016年6月(夏季)に付着藻つきの礫を採取し追加実験を行った結果を図-3に示す。追加実験では揚力は付着藻により0.2倍まで、2ケースでは目視で確認できないほど抑えられていた。

## 4. 結論

揚力測定実験により、付着藻は異常繁茂することにより多くの場合は揚力を抑え、自らが生えている巨礫の流動を本能的に防いでいる可能性が示唆された。礫形状の影響や付着藻の種類や量などに関して更なる実験が必要である。

**謝辞** 本研究の一部は(公)河川財団のH28年度河川基金によって行なわれた。記して謝意を示す。

## 参考文献

- 1) 長谷見優・田中規夫・松尾昂祐・中嶋一貴: 付着藻類繁茂の有無と礫間距離による河床礫群の抗力特性変化に関する基礎実験, 土木学会関東支部発表会, II (50(CDROM)) 2016.
- 2) Suren, A M et al., Drag coefficients of streambryophytes: experimental determinations and ecological significance, *Freshwater Biology* 45, pp. 309-317, 2000.

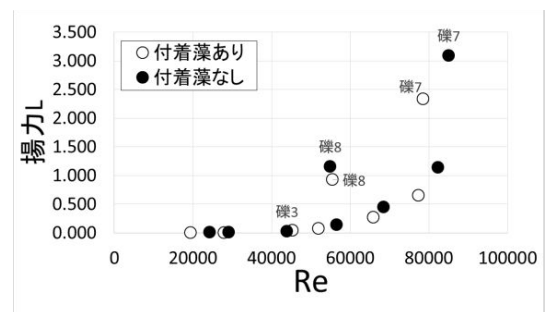


図-2 レイノルズ数  $Re$  と揚力  $L$  の関係

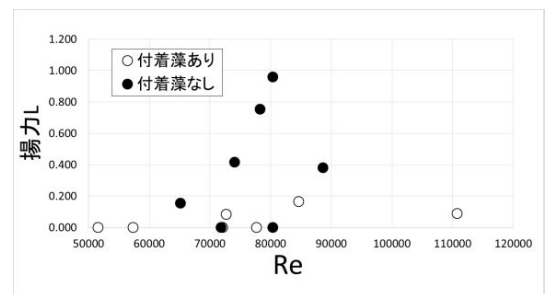


図-3  $Re$  と揚力  $L$  の関係(追加実験)

## 佐波川におけるオオカナダモの繁茂・流失要因の検討

赤松良久<sup>1)</sup>, 乾 隆帝<sup>1)</sup>, 掛波優作<sup>1)</sup>

1) 山口大学大学院 創成科学研究科

### 1. はじめに

オオカナダモは、南米原産の外来沈水植物である。従来は、湖沼や水路を中心に繁茂していたが、近年は、河川の本流でも繁茂している事例が数多く報告されており、実際に景観悪化や漁業被害が生じている。このような背景から、侵入・繁茂のモニタリング手法の構築、および繁茂抑制に繋げるための、繁茂・流失要因の解明は必須である。そこで本研究では、(1) UAV を用いた河川におけるオオカナダモ被度の定量モニタリング手法の確立、(2) 被度を左右する環境条件の解明、および (3) 流失を左右する環境条件の解明を目的にした。

### 2. 方法

(1) **繁茂状況の把握** 山口県の佐波川水系において、2015年9月に、Phantom3 を用いて堤防一堤防間の動画を撮影した後、スナップショット画像を作成した後、オオカナダモ群落をトレースするポリゴンおよび低水路のポリゴンを作成し、低水路におけるオオカナダモの被度を算出した。

(2) **被度を左右する環境の抽出** 繁茂エリアにおける低水路の平均河床高、夏季平水時の平均的な流れ場の特性（流速、水深）の算出、堰からの距離の算出、および水質の観測をおこなった。河床高および流れ場の特性は、河川の流れ場の計算ソフトウェアである iRIC ソフトウェアの Nays2D Flood ソルバーを用いて算出した。堰からの距離、集水域面積の算出および計算結果の集計には ArcGIS 10.2 を用いた。水質は、撮影と同時期に、該当区間において採水をおこない、T-N および T-P を算出した。これらの変数を説明変数、オオカナダモの被度を目的変数とし、一般化線形モデルのより被度を左右する環境を明らかにすることを試みた。

(3) **流失を左右する環境条件の抽出** 出水前の被度が40%以上であった2地点を調査地点に設定し、年最大規模の出水を挟んだ2015年8月と9月に撮影をおこなった。前述の手法によりオオカナダモ群落をトレースするポリゴンを作成し、10m×10m のグリッド単位での流失率を算出した。流失条件として、両サイトにおける出水時の流速、掃流砂量、河床変動量、および無次元掃流力を iRIC ソフトウェアの Nays2D Flood ソルバーを用いて算出した。

### 3. 結果と考察

(1) **被度を左右する環境条件** 一般化線形モデルの結果、被度には、下流方向の堰までの距離が最も強く関係しており、他にも河床の高さおよび流速が強い関係性を持つ一方、水深や、上流方向の堰までの距離、水質との関係性が弱いことが示され、佐波水系においては、堰の上方でかつ堰に近く、流速が中程度（約0.57m/s）で、撮影区間の中では上流側で繁茂しやすい傾向を示すことが明らかになった。

(2) **流失を左右する環境条件** オオカナダモの流失率と関係性の強い条件を整理すると、サイト1では無次元掃流力( $R^2=0.304$ )、流速( $R^2=0.278$ )、掃流砂量( $R^2=0.270$ )、河床変動量( $R^2=0.092$ )の順に関係性が強く、サイト2では、流速( $R^2=0.184$ )、無次元掃流力( $R^2=0.179$ )、掃流砂量( $R^2=0.102$ )、河床変動量( $R^2=0.092$ )の順に関係性が強いことが示された。これらの結果から、両サイトともに、流速、無次元掃流力とオオカナダモの流失率の関係性は強く、明確な正の関係性を持っていた一方、掃流砂量については両サイトともに関係性はあまり強くないことが明らかになり、出水時に1.5m/s以上の流速が発生する箇所、あるいは、無次元限界掃流力以上の無次元掃流力が発生する箇所においては、オオカナダモの大幅な流失が起こる可能性が示された。本研究で構築した手法は、今後、河川における沈水植物のモニタリングや、繁茂条件の解明に大いに役立つツールとなり得るため、今後の河川管理上、非常に有用なものになると言えよう。

## 流路側岸植生帯による砂・粒状有機物の捕捉と

### 横断方向平面二次元解析へのその取り込み

尾花まき子<sup>1)</sup>，全 浩成<sup>2)</sup>，辻本哲郎<sup>1)</sup>

1) 名古屋大学大学院工学研究科，2) 韓国技術研究院

#### 1. はじめに

流路側岸の植生帯は、洪水時に流れの抵抗となるほか、横断方向へは主流路の早い流れと植生帯の遅い流れの隣接による混合作用を引き起こし、流砂や粒状有機物（以下、**POM** とする）を捕捉することが特徴的である。本研究では、流路側岸植生帯が引き起こす横断混合現象に着目し、水路実験により見出された砂・**POM** の輸送および捕捉に関する運動特性と、昨年ので発表された植生粗度境界層（**BRBL**）の概念を、平面二次元解析での横断方向の流れと浮遊砂解析に取り込む手法を構築する。

#### 2. 砂・POMの捕捉に関する水路実験

流路側岸に植生帯を有する河道での横断方向流れに着目した水路実験（尾花ら，**2012**）では、主流路にのみ浮遊砂と **POM** を供給したにも関わらず、横断混合現象の影響を受けて、**1)**植生域と非植生域との境界部分に、浮遊砂が畝状に堆積する様子が観察された。**2)****POM** は植生域まで運動領域を広げ植生域へ侵入するものの単独では堆積しなかった。という特徴的な堆積特性が抽出されている。

#### 3. 植生粗度境界層の概念と平面二次元解析横断方向へのその取り込み

一方、著者らは植生粗度境界層(**BRBL**)の概念を、植生内における鉛直方向の流速分布に取り入れて、植生域内固有流速と粗度境界層での対数則を接続させ流速分布を改良して抵抗則を改良、土砂輸送における重要パラメータである摩擦速度  $u^*$  の評価の向上を行ってきた。この概念を、新たに①浮遊砂の乱流拡散係数、②横断方向の渦動粘性係数( $\nu_{th}$ )に拡張して取り入れるという工夫を行った。これによって主流部を流下してくる浮遊物質が側岸植生帯に侵入、植生帯内の特徴的なせん断流場での濃度分布を介しての沈降・巻き上げを議論した。

#### 4. おわりに

**BRBL** 概念を植生域内の浮遊砂濃度分布に適用し、平面 2 次元解析で用いる水深平均濃度と底面濃度の関係を求めた。また、水平方向の渦動粘性係数が鉛直方向のその **5** 倍であることを平均流速横断方向分布から確認し、**BRBL** 概念を用いた植生域内の渦動粘性係数を浮遊砂の水平方向の乱流拡散にも援用した。主流部において既知濃度で投入された浮遊粒子は横断混合によって植生域内に侵入する。植生帯内の水深平均濃度と先の底面濃度・水深平均濃度比と **BRBL** 内摩擦速度に支配される巻き上げフラックスとから砂の場合は植生帯内での畝状堆積過程が記述され、水路実験結果を説明できた。**POM** は単独では植生域内に侵入するものの今回の水理条件では堆積せず、先の研究で指摘したような砂との干渉があって初めて堆積すると判断された。

#### 謝辞

本研究は、文科省科研費若手研究 **B**（課題番号 **15K18121**）および河川基金助成事業の研究の一部として実施したものである。ここに記して、御礼申し上げます。

#### 参考文献

尾花・内田・辻本：河道内植生域での土砂堆積と粒状有機物捕捉について，河川技術論文集，第 **18** 巻，pp.47-52，**2012**。

## 琵琶湖における沈水植物群落の変遷

波多野圭亮<sup>1)</sup>, 松永 徹<sup>1)</sup>

独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所

### 1. はじめに

水資源機構は、琵琶湖総合開発事業の一環として、水資源開発と琵琶湖治水を目的に琵琶湖開発事業を実施し、1992年4月より管理を開始した。琵琶湖開発事業により、事業前の最低水位である B.S.L. (琵琶湖基準水位)  $-1.03\text{m}$  を大きく下回る B.S.L.  $-1.5\text{m}$  まで琵琶湖の水利用が可能となった。このため、水位変動による沈水植物への影響の把握を目的として、1997年から毎年、湖北の早崎、湖西の安曇川、湖南の赤野井の3地点で調査を行ってきた。本報告では、琵琶湖沿岸域における沈水植物群落の変化および現状について報告するものである。

### 2. 調査方法

調査地点として、図-1 に示す琵琶湖の三大ヨシ帯の3地点(北湖2、南湖1)を設定した。沈水植物調査は、毎年8~9月に各調査地点において、水際線から幅2m、長さ10mのベルトトランセクト法による潜水目視観察を実施した。調査範囲は、北湖の早崎・安曇川測線においては群落生育下限までとし、南湖の赤野井測線においては群落生育下限に達しないため対岸までとした。潜水目視観察により、被覆率、種別被度階級、群落高を調査したほか、水深、底質の計測を行った。



図-1 沈水植物調査測線位置図

### 3. 調査結果

各測線の沈水植物の水深帯別の被覆率を図-2~4に示す。いずれの測線についても、水深帯別の被覆率では、水位変動の大きい B.S.L.  $-2.0\text{m}$  以浅に比べて B.S.L.  $-2.0\text{m}$  から B.S.L.  $-5.0\text{m}$  の被覆率が高い。また、全体的な被覆率の変動では、2003年と2015年は3測線ともに低下し、2011年に安曇川測線で、2012年に早崎・赤野井測線で被覆率が低下した。被覆率の低下が見られたいずれの年も、渇水年では無く、琵琶湖の水位は B.S.L.  $-0.4\text{m}$  程度までしか低下していない。なお、被覆率の低下後は、2015年を除き各測線ともに2年程度で回復が見られた。

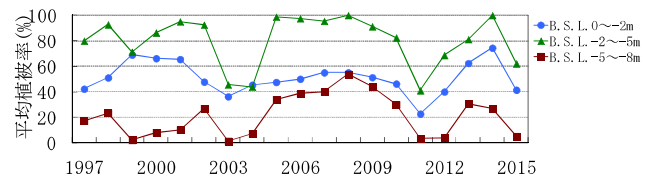


図-2 安曇川測線における水深帯別平均被覆率

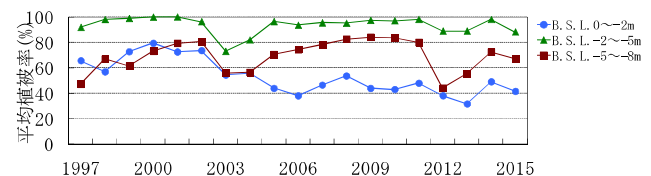


図-3 早崎測線における水深帯別平均被覆率

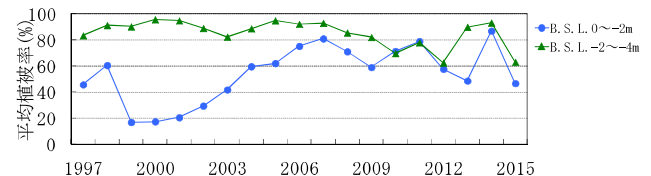


図-4 赤野井測線における水深帯別平均被覆率

### 4. 沈水植物の変化要因の検討とまとめ

沈水植物の変化について、被覆率の低下と水位、気象、底質等に注目して要因を検討した。琵琶湖開発事業の管理後の渇水年は1994年、2000年、2002年の3回あり、利水補給によって水位はそれぞれ B.S.L.  $-1.23\text{m}$ 、 $-0.97\text{m}$ 、 $-0.99\text{m}$  まで低下したが、調査を開始した1997年以降に

において水位低下と被覆率との関係は、現時点で明確に把握できていない。ただし、南湖については、1994年の B.S.L.  $-1.23\text{m}$  の観測史上最も低い水位を記録して以降、南湖全域へ沈水植物が繁茂拡大しており、水位低下がそのきっかけとなったと考えられている。このことから、一時的な水位低下は、水深の深い範囲の沈水植物の生長を促進する側面もあり、水位低下は状況によっては必ずしも沈水植物の減少には繋がらないものと考えられる。

また、いずれの地点も被覆率が低下した2003年は、冷夏となり、琵琶湖の平均水温(表層)が平年よりも低下したことも低下要因の一つと考えられた。2011年の安曇川測線における被覆率の低下については、調査直前の台風12号(9/2~9/4)の通過による波浪による影響と考えられ、2012年の早崎・赤野井測線の被覆率の低下については、透明度の低下が要因として示唆された。

以上から、これまでのところ琵琶湖開発事業の利水補給に伴う水位低下による沈水植物への影響は明確ではない。引き続き、沈水植物を含めた琵琶湖沿岸域環境に注視しつつ、適切な水管理を行っていききたい。

## 汽水域のヨシ原の成立高さとの関係についての考察

渡辺 敏<sup>1)</sup>，白井宏尚<sup>1)</sup>，藤田庸介<sup>2)</sup>，小林誠治<sup>2)</sup>，松本和功<sup>2)</sup>

1) 株式会社ウエスコ，2) 大阪市建設局

### 1. はじめに

大阪の淀川河口域に発達するヨシ原、干潟の保全は、河川管理上の最重要課題の1つである。河口汽水域の干潟の調査、研究は近年活発化しているものの<sup>1),2)</sup>、その体系的理解は十分とはいえず、具体的な保全技術は確立されていない。

河口汽水域の生態系は、土砂移動に伴う地形や堆積物の底質変化によって影響を受ける<sup>3)</sup>。日々の潮汐や塩水フロント（高濃度水塊）の遡上による地形変化は、時として数mの変化を起こすが、これは潮汐水位以下の干潟、低々水路内で起こる現象である。一方、数ヶ月～十数年のオーダーで起こる洪水や高波来襲による土砂移動は、一部砂州上にも地形変化を及ぼすが、対象にした淀川河口のヨシ原部は、過去30年あまりの間、横断地形、平面地形が全く変化していない。

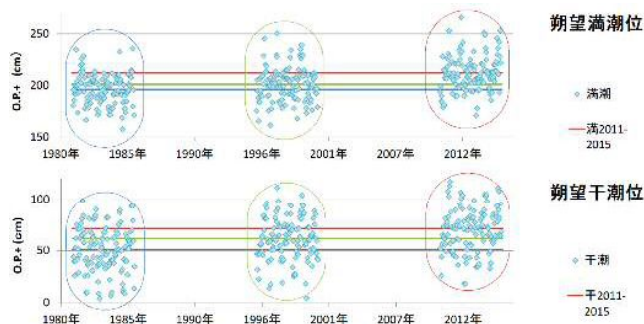
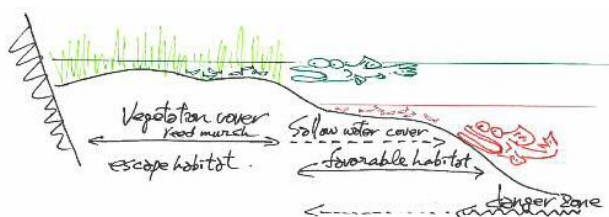
これまで淀川河口域では、ヨシ原が成立する地盤高さは大阪湾の基準水位 **O.P.+1.2～2.2m** であることを基礎にして、干潟、ヨシ原再生事業が実施されてきた。この基準値は今から10～20年前の実測値に基づく。筆者らの最近の現地調査で、ヨシ原が分布した地盤高は **O.P.+1.3～2.3m** で、上記基準値より10cm高い。前者の調査位置よりも数百m下流の計測データである点からも矛盾しており、気懸りであった。

ある日、天声人語の記事で、徳島市内の船頭が海面水位の水位が上がって橋をくぐり難くなったとする記事があった。職場の同僚F氏は「毎年の潮位は変動していて、それに従ってある海浜のコウボウシバの分布域が変化している可能性がある」と指摘していた。

長い前置きになったが、本報では、大阪湾の長期的な潮汐水位の変動を把握し、ヨシ原の地形整備の仕方について考察した結果を報告する。

### 2. 方法

淀川約7.0～8.0kmの干潟ヨシ原を対象にして、複数の横断測線を設定し、現況の地形、表層材料、ヨシ原の分布等を調査した。15年前のヨシ原成立地盤高に関する



る資料は国土交通省から提供を受けた。過去のヨシ原、干潟の平面分布は昭和23年からの空中写真の判読、横断地形は国土交通省による昭和30年代からの定期横断測量成果を用いて変遷を把握した。大阪湾の潮汐水位は、気象庁による大阪湾の潮汐観測資料に基づく。

### 3. まとめ

- i. 干潟の地形は、日常的な潮汐や出水で良く動く動的平衡な生態系である。
- ii. ヨシ原は水面との相対比高で成立高さが規定され、一段高いテラス地形に分布するが、その地形は安定しており、数十年間変化していない。
- iii. 大阪湾（淀川河口）の海面水位は15年前と比べて10cm高くなった。過去100年では、30～50年の周期で約10cmの幅をもって変動していた。
- iv. 汽水域で、ヨシ原の地形を一律の高さで整備すると全滅する可能性があるが、ヨシ原が成立する比高幅約1.0mの地形的環境傾度を与えれば、数十年の潮位変動にも耐えて存続しやすくなる。

謝辞：測量データ等を貸与頂いた国土交通省淀川河川事務所、淀川の干潟、ヨシ原復元に関する指導、助言、情報提供を頂いた淀川環境委員会の皆さまに対して、ここに記して謝意を表します。

### 4. 参考文献

- 1) 財団法人河川環境管理財団：汽水域の河川環境の捉え方に関する手引書，2004。
- 2) 山本晃一：河川汽水域，技報堂出版，2008。
- 3) 末次忠司ほか：沖積河川の河口域における土砂動態と地形・底質変化に関する研究，国総研資料第32号，2002。

## ハス (*Nelumbo nucifera*) はどの葉からガスを放出しているのか

古畑光<sup>1)</sup>・島村誠人<sup>1)</sup>・今野凌<sup>1)</sup>・利谷翔平<sup>1)</sup>・周勝<sup>2)</sup>・寺田昭彦<sup>1)</sup>・細見正明<sup>1)</sup>

1) 東京農工大学 工学部 化学システム工学科

2) 上海市農業科学院 生態環境保全研究所

### 1. はじめに

ハス (*Nelumbo nucifera*) は中国や日本ではその地下茎が食用として、また世界では観賞用として親しまれている水生植物である。ハスは葉の中央部に荷鼻と呼ばれる気孔が密集した部位 (いわゆる“ヘソ”) を持っており、この荷鼻からガスが放出されていることが知られている。(Matthews and Seymour, 2014)。

ハスのガス輸送に関してはこれまでに様々な研究が行われている。Matthews and Seymour (2014) はハスの茎内を行き来するガスの流量とその方向に日周変動があることを示した。しかし、Vogel (2004) によれば、ガス放出が確認されない葉もあることが指摘されており、どのような葉がガス放出を行うかは明らかとされていない。

これまで、葉および葉に連結した茎におけるガス輸送が研究されてきた。しかし、ハスは葉一つ一つが独立しておらず、地下茎を通して一連の葉が繋がっている。従って、一株の中でどのような葉がガス放出を行うか調べる必要がある。

本研究の目的は、ハス一株のうちガス放出を行う葉を特定することである。まずはフィールドでガスを放出する葉を調べ、日周変動を明らかにし、ついで室内実験でハス一株の葉からのガス放出を詳細に調べる。

### 2. 調査方法

葉がガス放出を行っているか確かめるため、茨城県土浦市のハス水田において、荷鼻をスライムで覆い、スライムが膨張するか否かを確認した。これを計 100 枚の葉で行った。ガス放出が確認された葉に関して、ガス放出流量の日周変動を調査した。ガス捕集用のテドラーバッグを接続したキャップでハスの荷鼻を覆い、その周辺をスライムで埋め、放出されるガスをテドラーバッグに 5 分間捕集した。ガスはシリンジで複数回に分けて抜きとり、総量を求めた。

### 3. 結果および考察

スライムを荷鼻に取り付けた後、数秒でスライムの

膨張を確認した。しかし、ガス放出が確認できたのは 100 枚中わずか 5 枚だった。

ガス放出が確認された葉 5 枚に関してガス放出量の日周変動を調査した。その結果、葉により異なるガス放出挙動を示しており (図 1)、午前中に高くなる傾向にある葉や、昼夜を通して一定流量を示す葉が確認された。これらの葉はハス田からランダムに選んだため、フィールド調査の段階では調べた葉が同じ株のものかは分からない。ガスを放出する葉と地下茎および環境因子との関連性を今後明らかにする必要がある。

### 4. 結論

フィールド調査の結果、荷鼻よりガス放出を行う葉はわずかであることが明らかとなった。さらに、ガス放出量の日周変動は葉によって異なる挙動を示した。今後、ガス放出する葉の特定に関しては、地下部を可視化し、地下部と関連づけて判断していく。ガス放出機構解明に関しては、ガス放出挙動に大きく影響する環境因子の特定を行う。

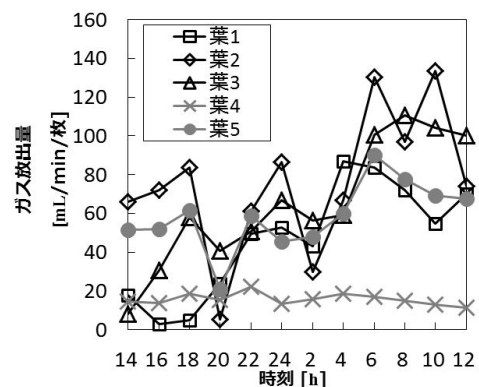


図 1. 荷鼻から放出されるガス流量の日周変動

### 参考文献

1) Matthews and Seymour, *Plant Cell Environ*, **37**, 402-413, 2014

2) Vogel, *Plant Syst. Evol.* **249**, 9-25, 2004

### 謝辞

本研究は、環境省環境研究総合推進費 (1-1404) により実施された。ここに記して謝意を表す。



## The effect of iron exposure on oxidative stress and antioxidative responses of *Egeria densa*

Mahfuza Parveen<sup>1</sup>, Takashi Asaeda<sup>2</sup>, Md H. Rashid<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Department of Environmental Science and Technology, Saitama University

### Introduction

Iron is one of the important and frequently occurring metals in the environment. It is also a vital trace element for plants, which involved in chlorophyll biosynthesis, and in many components of photosynthetic and electron transport systems [1]. However, excess concentrations of iron can exhibit toxicity for plant by altering photosynthesis, enzyme activity, and most commonly inducing reactive oxygen species (ROS) production. To minimize the biological damages, plants have developed antioxidative defense systems, including antioxidative enzymes (CAT, APX). *Egeria densa* is a submerged, freshwater perennial plant that is found in both lentic and lotic environments, and also very common in Japan. In the present experiment *E. densa* was treated with 0.05, 10, 20, 30, and 50 ppm iron ( $\text{Fe}^{3+}$  added from  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), and the physiological change, oxidative stress and antioxidative responses were observed after 14 days exposure .

### Results and discussions

Plant growth, total chlorophyll and IAA concentrations were decreased when plant exposed to more than 20 ppm iron concentrations (Fig. 1). Previous studies reported that heavy metal exposure could modify a number of physiological processes and particularly chlorophyll degradation.  $\text{H}_2\text{O}_2$  and MDA content increased significantly ( $p < 0.05$ ) when plants exposed to 30 ppm iron concentration and became highest in 50 ppm iron concentration. To prevent oxidative stress  $\text{H}_2\text{O}_2$  could be eliminated by CAT and APX [2]. With the increasing concentrations of iron activities of CAT and APX also increased until 30 ppm iron exposure. Activities of these two enzymes decreased when plants exposed to 50 ppm iron concentrations, suggesting the protective function of the protective enzymes reach their limit in this concentration. The study provides the evidence that, *E. densa* can tolerate 30 ppm iron exposure, and the antioxidative enzymes are sufficient to prevent biological damage mediated by oxidative stress.

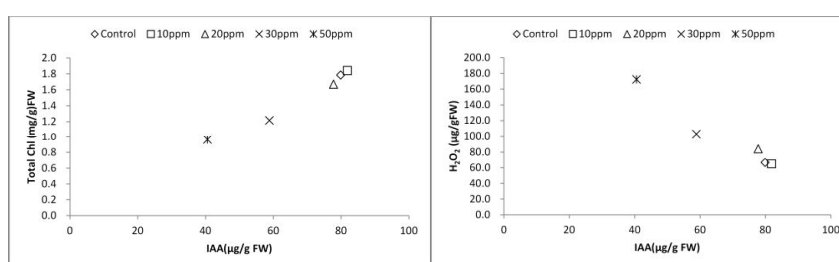


Fig. 1 Relation between IAA and total chlorophyll concentration (A), and IAA and  $\text{H}_2\text{O}_2$  content (B) when plants exposed to different iron concentrations

### References

- Xing, W., D. Li, and G. Liu, Antioxidative responses of *Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. John to short-term iron exposure. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2010. **48**(10): p. 873-878.
- Koca, H., et al., The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 2007. **60**(3): p. 344-351.



## Photosynthetic performance and stress response of *Potamogeton anguillanus* to salinity

Hendadura Chandani Chalanika De Silva<sup>1</sup>, Takashi Asaeda<sup>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

Salinity of water which is caused by the presence of excessive amounts of salts is one of the most influencing factors for the spatial distribution of submerged macrophytes. When the salinity level in water exceeds the threshold level, it alters the water status, including ion balance and osmotic pressure which leads to a salt stress on submerged macrophytes. For instance, the long term field observations in Shinji lake, Japan revealed that, there were significant changes in density and distribution of *Potamogeton anguillanus* along with the salinity gradient. So, the present study was focused to determine the effects of photosynthetic performance and salinity induced oxidative stress on *P. anguillanus* under laboratory conditions.

### Materials and Methods

The target macrophytes species *P. anguillanus* were collected from Shinji lake, Shimane, Japan and acclimatized under laboratory conditions before initiating the experiment. Approximately 7 cm long apical tips of *P. anguillanus* were planted in PVC pots with well washed river sand and acclimatized under controlled conditions up to one week period. Then, they were introduced into five different setups with different salinity levels ranging from 0 ppt to 12 ppt (0, 3, 6, 9 and 12). The long term effects of salinity have been tested after two weeks time duration with reference to the plant growth rates and three types of photosynthetic pigments including Chlorophyll-a, b and Total carotenoids. In addition, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> formation as main reactive oxygen species and several anti-oxidant enzyme activities including Peroxidase (POD), Catalase (CAT) and Ascorbate peroxidase (APX) were examined to determine the stress response levels.

### Results and Discussion

There were significant ( $p < 0.005$ ) decreasing of Chlorophyll a and b contents and Chlorophyll fluorescence along with the salinity gradient. Further, there was an increment of total carotenoid indicating the salinity induced stress of *P. anguillanus* (Figure 1). The variations of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> concentration and POD activity also provide evidence for the salinity induced oxidative stress of current study (Figure 2).

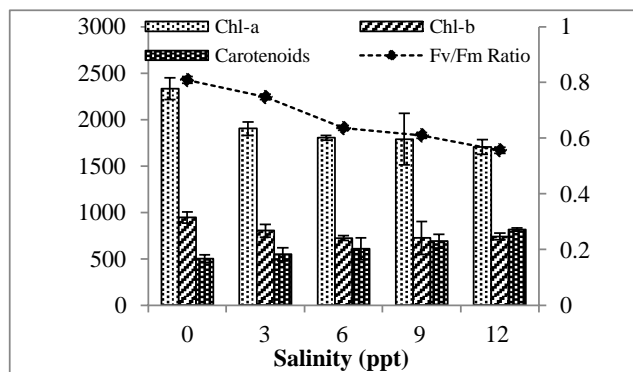


Figure 1: Variations of Chlorophyll fluorescence and Photosynthetic pigments with salinity of *P. anguillanus*

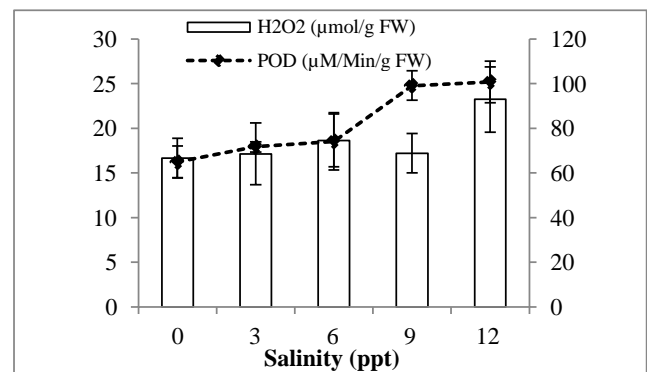


Figure 2: Variations of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Concentration and POD activity with salinity of *P. anguillanus*

The findings of the present study revealed that, salinity stress caused for the stunting of growth and reduction of photosynthetic pigments of *P. anguillanus* due to the significant induction of oxidative stress by excessive salt concentrations. The findings of this study are particularly helpful for the understanding the interaction between submerged macrophytes and environmental parameters, particularly salinity.

## Variation of intracellular 2-MIB in cyanobacterium *Pseudanabaena galeata* and its relation to nutrient limitation

Helayaye Damitha Lakmali Abeynayaka and Takashi Asaeda

Department of Environmental Science and Technology, Saitama University, Saitama, Japan

### Introduction

Musty odor compound (2-MIB) formation by cyanobacterium *Pseudanabaena galeata* (*P. galeata*) is regulated by many environmental factors including temperature (Kakimoto et al., 2014), light intensity (Wang et al., 2015) and availability of nutrients (Su et al., 2015). The understanding of the effects of environmental factors on biosynthesis of 2-MIB in cyanobacteria is essential to improve odor management. Hence the main objective of present study was to develop relationship between limited N and P concentrations and intra cellular 2-MIB concentration of *P. galeata*.

### Methodology

*P. galeata* cultures were incubated at  $20 \pm 0.5$  °C under white fluorescence light of  $20 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  (12 h dark, 12 h light) in autoclaved BG11 medium. After 30 days *P. galeata* cells were re-suspended in BG 11 media with 3 different N and P concentrations (see Table 1) then cultured under same incubation conditions.

Cells were harvested after 7, days. Optical density at 730nm (OD730), chlorophyll-a (Chl-a) concentration and intracellular 2-MIB concentration were analyzed.

Table 1 N and P concentrations

N:P	NaNO <sub>3</sub> (mg/L)	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (mg/L)	N (mg/L)	P (mg/L)
30:1	182.1	5.6	30.0	1.0
	91.1	2.8	15.0	0.5
	18.2	0.6	3.0	0.1

### Results

Variation of Chl-a and intracellular 2-MIB (30:1 N:P ratio) is shown in Fig. 1. After 7 days, intracellular 2-MIB concentration was significantly increased with nutrients concentration (ANOVA  $P=0.00$ ). Yet any significant relationship of Chl-a and OD730 was not observed with respect to the nutrient concentrations in culture media. High amount of 2-MIB was synthesized at 5.5 mg/L P concentration and Chl-a concentration in that culture was the lowest. 2-MIB in nutrient limiting conditions were comparatively lower in contrast OD730 and Chl-a were higher in those conditions than nutrient rich sample.

### Discussion

Cyanobacteria are well-known contributors of musty odor and taste issues in fresh waters worldwide. Management of nutrient over load in to the lakes and rivers is possible controlling mechanism of the musty odor issues in fresh waters because biosynthesis of

odorous 2-MIB in cyanobacteria is significantly reduced under nutrient limiting conditions. However by this process cyanobacterium biomass could not reduce considerably. Cyanobacteria have tolerance to survive and growth even in nutrient limiting environments. Hence the application of some other controlling mechanisms such as artificial mixing (Asaeda and Imberger, 1993) or pressure induced sedimentation (Abeynayaka et al., 2015) essential to cyanobacteria biomass control.

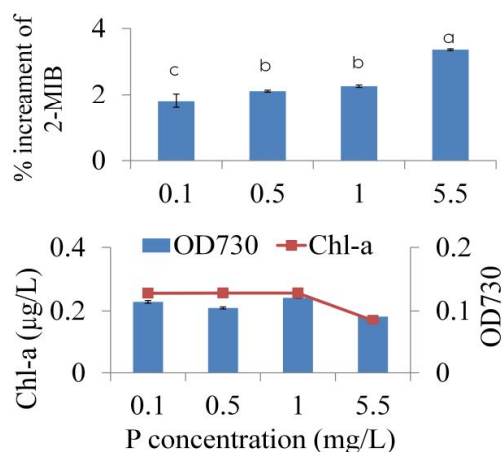


Fig. 1 Variations of 2-MIB, Chl-a and OD730 in experiment A, B and C

### Further researches and suggestions

Relative expression of 2-MIB biosynthesis regulating genes MIBS and GPPMT of *P. galeata* will be analyzed. Impact of lower nutrient concentrations below 0.1 mg/L on 2-MIB synthesis will be investigated. Further researches with different cyanobacteria species and nutrient limiting conditions and field observations are recommended.

### References

- Abeynayaka, H. D. L., Tanaka, K., Atsuzawa, K., Kaneko, Y., and Asaeda, T. (2015). Pressure Induced Adverse Effects on Buoyancy Regulation of Fresh Water Cyanobacteria: *Pseudanabaena galeata* and *Microcystis aeruginosa*. In "Ecology and civil engineering society conference", Vol. 19, Nihon University, Koriyama, Japan.
- Asaeda, T., and Imberger, J. (1993). Structure of bubble plumes in linearly stratified environments. *Journal of Fluid Mechanics* **249**, 35-57.
- Kakimoto, M., Ishikawa, T., Miyagi, A., Saito, K., Miyazaki, M., Asaeda, T., Yamaguchi, M., Uchimiya, H., and Kawai-Yamada, M. (2014). Culture temperature affects gene expression and metabolic pathways in the 2-methylisoborneol-producing cyanobacterium *Pseudanabaena galeata*. *Journal of Plant Physiology* **171**, 292-300.
- Su, M., Yu, J., Zhang, J., Chen, H., An, W., Vogt, R. D., Andersen, T., Jia, D., Wang, J., and Yang, M. (2015). MIB-producing cyanobacteria (*Planktothrix* sp.) in a drinking water reservoir: Distribution and odor producing potential. *Water Research* **68**, 444-453.
- Wang, R., Li, D., Jin, C. X., and Yang, B. W. (2015). Seasonal occurrence and species specificity of fishy and musty odor in Huajiang Reservoir in winter, China. *Water Resources and Industry* **11**, 13-26.

# Revisiting SCDM (Sverdrup Critical Depth Model) and quantifying the importance of P-I (Photosynthesis-Irradiance) equation - Case study without photoinhibition-

Jayatu Kanta Bhuyan<sup>1)</sup> ▪ Eiichi Furusato<sup>2)</sup> ▪ Marion Martienssen<sup>1)</sup>  
▪ Brigitte Nixdorf<sup>1)</sup> ▪ Hiroomi Imamoto<sup>3)</sup>

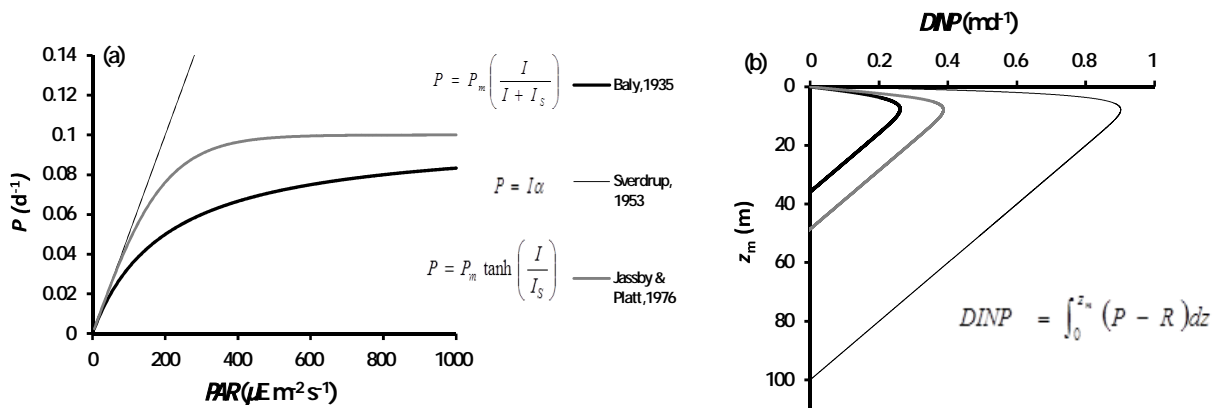
1) Brandenburg University of Technology, 2) Saitama University, 3) Japan Water Agency

## 1. Introduction

More than 60 years ago, Sverdrup (1953) formulated the critical depth ( $z_{cr}$ ) model (SCDM) and gave for the first time how a basic ecosystem model works, namely the onset of phytoplankton blooms. He found an analytical solution for the  $z_{cr}$  through several basic assumptions. He used the simplest linear photosynthesis irradiance (P-I) light curve equation ( $P = I\alpha$ ). However, in his model quantitative estimation of the effect of the assumption on the  $z_{cr}$  value was not considered. In this study, we discuss about quantifying the importance of P-I equations for estimating critical depth without photoinhibition.

## 2. Materials and Methods

For comparison with the linear equation used by Sverdrup (1953) two P-I curve equations are chosen which are based on simple Rectangular Hyperbolic type (Baly, 1935) and Hyperbolic Tangent type (Jassby & Platt, 1976) as typical models except for photoinhibition types. The difference among the three curves can be clearly seen from **Fig. 1** (a). The Beer-Lambert's Law,  $I(z) = I_0 e^{-\varepsilon z}$  is used to P-I equations for calculating Depth Integral net Photosynthesis ( $DINP$ ) which gives  $z_{cr}$  when  $DINP$  is equated to 0.



**Fig. 1** Comparison of P-I curves (a) P-I relationships, (b)  $DINP$ :  $I$  is photosynthetically available radiation ( $PAR$ ),  $I_0$  is the surface Incident ray,  $I_s$  is the saturation incident ray ( $\mu E m^{-2} s^{-1}$ ),  $P$  is the photosynthesis rate,  $P_m$  is the Light saturated maximum photosynthesis rate ( $d^{-1}$ ),  $\alpha$  is the Initial slope of the curves ( $P_m/I_s$ ) ( $m^2 s \mu E^{-1} d^{-1}$ ),  $z_m$  is the mixed depth,  $z_{cr}$  is the critical depth (m),  $\varepsilon$  is the attenuation constant ( $m^{-1}$ ) and  $R$  is the Total losses ( $d^{-1}$ ).

## 3. Results and Discussions

The basic assumption of a linear P-I equation for SCDM was indisputably pedagogical. But in reality this assumption is over estimated for the  $DINP$  compared to other P-I models. By comparing with other P-I models, rectangular hyperbolic and tangential types we can estimate the range of difference among the P-I curves. There is also remarkable difference in  $z_{cr}$  among the selected P-I equations as it can be seen from **Fig. 1** (b). The P-I curve equation although depends on the physiology of phytoplankton species, plays an important role in estimating  $z_{cr}$ . Thus, from this study it is concluded that for estimating  $z_{cr}$ , the selection and quantifying the importance of P-I equations should be considered.

## 4. Acknowledgements

This research was partly supported by the Lab-to-Lab project, Saitama University and the River Fund of The River Foundation, Japan and the Research Fund of Takahashi Industrial and Economic Research Foundation.

## References

- Baly ECC: The Kinetics of Photosynthesis. *Proc. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.*, **117**(804), 218-239, 1935.  
Jassby AD, Platt T: Mathematical formulation of the relationship between photosynthesis and light for phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, **21**(4), 540-547, 1976.  
Sverdrup HU: On Conditions for the Vernal Blooming of Phytoplankton. *J. Cons. int. Explor. Mer.*, **18**(3), 287-295, 1953.

応用生態工学会 第 20 回大会（20 周年記念東京大会） 発表講演集  
2016 年 9 月 2 日 発行

**【発 行】**

応用生態工学会第 20 回大会（20 周年記念東京大会）事務局  
大会実行委員長 虫明 功臣

応用生態工学会事務局

〒102-0083

東京都千代田区麹町 4-7-5 麹町ロイヤルビル 405 号室

TEL : 03-5216-8401 FAX : 03-5216-8520