応用生態工学会
第 27 回さいたま大会 2024
講演要旨集

日時：2024 年（令和 6 年）9 月 18 日（水）～9 月 20 日（金）

会場：埼玉会館

応用生態工学会

本資料は、応用生態工学会第 27 回さいたま大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。

口頭発表

口頭発表一覧

【A 会場】

○ OA1 河川環境①

9:15- 9:30 OA-01

数値解析（iRIC-GELATO）による魚類の遡上性能評価手法の開発

*坂本 和弥[1]、濱木 道大[1]、森田 大詞[1]、今野 義文[2]、清水 康行[3]

(1．株式会社開発工営社、

2．公益社団法人北海道栽培漁業振興公社、3．北海学園大学)

9:30- 9:45 OA-02

河川域における高解像度人工衛星画像および LP データを用いた植生分類：

衛星画像の地上解像度を上げることによる判別性能への効果

*宮脇 成生[1]、木下 長則[1]、伊川 耕太[1]、佐藤 奏衣[1]、江口 健斗[1]、鈴木 研二[2]、

鈴置 由起洋[2]、池内 幸司[3]

(1．株式会社 建設環境研究所、

2．日本スペースイメージング株式会社、

3．一般財団法人 河川情報センター)

9:45- 10:00 OA1-03

常願寺川河川区間における河道内物理環境の長期変化を考慮した

河床・流路変動特性の把握

*山本 悠賀[1]、久加 朋子[1]

(1．富山県立大学)

10:00-10:15 OA1-04

黒部川環境整備工事におけるアミノ酸被膜養生剤の効果検証

*川島 大助[1]、尾辻 俊行[1]、木村 繁[1]、西村 博一[1]、青山 大輔[1]、

石井 利和[2]、柏原 杏[2]

(1．日建工学株式会社、2．大高建設株式会社)

10:15-10:30 OA1-05

淀川河口の置き土による酉島干潟の形成・変形・移動過程

*神崎 裕伸[1]、竹門 康弘[2]

(1．公益財団法人 河川財団、2．大阪公立大学)

-休憩-

○ OA2 河川環境②

10:45-11:00 OA2-01

石礫床河川の砂州掘削に対する短期・中長期的レスポンス

*原田 守啓[1]、北野 陽資[1]、手島 翼[1]、永山 滋也[1]

(1. 東海国立大学機構岐阜大学)

11:00-11:15 OA2-02

鴨川七条落差工におけるアユの遡上難易度の

評価手法に関する研究

*佐藤 和輝[1]、藤原 正幸[1]、竹門 康弘[2]

(1. 京都大学、2. 大阪公立大学)

11:15-11:30 OA2-03

魚道水理模型実験における 3D プリンターの活用

堀内 孝人[1]、*畠山 かずさ[1]、矢田谷 健一[2]、渡邊 潔[1]、

東 信行[2]

(1. 株式会社ホクエツ、2. 弘前大学農学生命科学部)

11:30 - 11:45 OA2-04

北海道・道南河川におけるシシャモ産卵場ポテンシャルの比較

*久加 朋子[1]、山口 里実[2]、加藤 康充[3]、横山 良太[4]

(1. 富山県立大学、

2. 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所、

3. (株)建設環境研究所(現所属:(株)オリエンタルコンサルタンツ)、

4. (株)建設環境研究所)

11:45 - 12:00 OA2-05

神通川におけるサクラマス越夏場所である淵寿命の検討

*丹羽 遥香[1]、藤本 紫衣奈[2]、横山 良太[3]、高木 真也[3]、

小林 勘太[3]、島村 彰[3]、久加 朋子[4]

(1. 富山県立大学工学部(現所属:株式会社フジヤマ)、

2. 富山県立大学工学部(現所属:砺波工業株式会社)、

3. 株式会社建設環境研究所、

4. 富山県立大学大学院工学研究科)

-休憩-

○ OA3 河川環境③

13:30-13:45 OA3-01

越戸川日の出橋落差工に設置する魚道への期待とその機能の検証について

*香山 賢未[1]、内田 大生[2]、笠井 隼太[2]、青木 宗之[2]

(1. 東洋大学大学院、2. 東洋大学理工学部)

13:45-14:00 OA3-02

地下茎を有する水際植生の洪水による流失可能性に関する実験的検討

*五十嵐 善哉[1]、田中 規夫[1]

(1. 埼玉大学大学院 理工学研究科)

14:00-14:15 OA3-03

斜め切り下げの高水敷において低水路際植生が土砂堆積量に与える影響

*久澄 伸太郎[1]、田中 規夫[1]、五十嵐 善哉[1]、中山 尚[2]、松本 敬之[2]、
坂本 雄司[2]

(1. 埼玉大学大学院理工学研究科、2.株式会社建設環境研究所)

14:15-14:30 OA3-04

江の川浜原ダム下流における効果的な土砂還元方法の検討

*大中 臨[1]、山下 桃汰[2]、丸山 啓太[3]、赤松 良久[1]

(1. 山口大学大学院創成科学研究科、2. 西日本高速道路株式会社、
3.東京海洋大学 学術研究院 海洋環境科学部門)

-A 会場 口頭発表終了-

【B 会場】

○ OB1　生息場・生息地評価

9:00 - 9:15 OB1-01

アベサンショウウオの産卵場所造成策の検討

*井上 陽人[1]、渡辺 黎也[1]、糸賀 友紀[1]、佐川 志朗[1,2]

(1. 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科、
2. 兵庫県立コウノトリの郷公園)

9:15 - 9:30 OB1-02

耳石 Sr 安定同位体比で暴くアユの流域内生息場利用履歴

*永山 滋也[1]、太田 民久[1]、藤井 亮吏[1]、原田 守啓[1]

(1. 岐阜大学高等研究院環境社会共生体研究センター)

9:30 - 9:45 OB1-03

信濃川におけるアユの生息状況調査に関する一考察

*原田 泰行[1]、竹内 洋介[1]、枡本 拓[2]、近藤 正[3]、道家 健太郎[3]

(1. 東日本旅客鉄道(株) 信濃川発電所、
2. 東日本旅客鉄道(株) エネルギー企画部、3. 日本工営(株) 新潟支店)

9:45 - 10:00 OB1-04

カジカガエルを用いた扇状地河川の河道と堤内地の
統合的環境評価のための基礎的研究

*唐沢 和輝[1]、大槻 順朗[2]、田和 康太[3]、八重樫 咲子[2]

(1. 山梨大学大学院医工農学総合教育部、2. 山梨大学大学院総合研究部、
3. 国立環境研究所)

10:00 - 10:15 OB1-05

宇津内湖・朱鞠内湖におけるイトウ・湖沼型サクラマスの行動・分布について

*井上 創[1]、川尻 啓太[1]、鈴木 荘司[1]、熊谷 彰浩[2]、尾関 敏久[2]、
千葉 拓永[2]、新居 久也[3]、中野 信之[4]

(1. 株式会社建設技術研究所、2. 国土交通省北海道開発局、
3. 公益社団法人北海道栽培漁業振興公社、
4. 朱鞠内湖淡水漁業協同組合)

○ OB2 環境マネジメント

10:15 - 10:30 OB2-01

林道や鹿害は斜面崩壊に影響を与えているか？

-統計的手法によるアプローチ-

*浅田 寛喜[1]、皆川 朋子[1] (1. 熊本大学大学院先端科学研究部)

-休憩-

○ OB3 保全生態

10:45 - 11:00 OB3-01

異なる水深のマルチトープ(水田退避溝)が

水生動物群集にもたらす保全効果

*糸賀 友紀[1]、田和 康太[2]、渡辺 黎也[1]、井上 陽人[1]、木村 純平[3]、
平峰 拓郎[4]、佐川 志朗[1,5]
(1. 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科 、
2. 国立研究開発法人国立環境研究所、3. パタゴニア日本支社、
4. 株式会社坪口農事未来研究所、5. 兵庫県立コウノトリの郷公園)

11:00 - 11:15 OB3-02

水田及び休耕田ビオトープにおける安定同位体比を用いた生態系機能評価

*髙橋 真司[1]、渡辺 黎也[2]、久保 星[3]、福岡 太一[4]、大庭 伸也[4]
(1. 東北大学、2. 兵庫県立大学大学院、3. (株)ウエスコ、4. 長崎大学)

11:15 - 11:30 OB3-03

長良川の本川および流入河川における沈水植物の分布について

*片桐 浩司[1]
(1. 帝京科学大学 自然環境学科)

○ OB4 植物・植生

11:30 - 11:45 OB4-01

3D-Scan 点群データを用いた河道内樹木群の密生度の３次元分布の推定

*周 月霞[1]、戸田 祐嗣[1]、溝口 裕太[2]、手塚 透吾[3]
(1. 名古屋大学、2. 土木研究所、3. アジア航測)

○ OB5 グリーンインフラ

11:45 - 12:00 OB5-01

A Comprehensive Study on the Role of Pocket Parks in Green Infrastructure Networking in Saitama City

*Herath H.M.M. Sonali Dinesha[1]、Fujino Takeshi[1]、
Senavirathna M.D.H.J.[1]
(1. Graduate School of Science andEngineering,
Saitama University)

-休憩-

○ OB6 動物

13:30 - 13:45 OB6-01

クマタカつがいの巣における長期カメラ観察結果ー関東地方南西部の事例ー

*佐藤 功一[1]、澤田 芳夫[1]、増永 亙[1]、成瀬 優太郎[1]、宮脇 成生[1]、
小林 大助[2]、小林 綾乃[2]
(1. 株式会社建設環境研究所、2. 中日本高速道路株式会社)

13:45 - 14:00 OB6-02

**日本列島における渇水特性および取水制限状況、
水生昆虫の分類群的多様性の広域スケール評価**

*岡本 聖矢[1]、相川 隆生[1]、中川 光[1]、森 照貴[1]
(1. 土木研究所 自然共生研究センター)

14:00 - 14:15 OB6-03

赤外線カメラ搭載型 UAV による害獣調査及び対策事例

*桑原 洋介[1]、山上 翔大[2]、吉津 祐子[1]、小田 優佳[1]、三宅 香成[1]
(1. 株式会社荒谷建設コンサルタント GX 推進部環境調査課、
2. 国土交通省中国地方整備局)

14:15 - 14:30 OB6-04

愛知工業大学周辺におけるヒメタイコウチの生息状況

*内田 臣一[1]
(1. 愛知工業大学 土木工学科)

14:30 - 14:45 OB6-05

日本の河川の水質測定地点約 3000 箇所を対象とした
底生動物の平均スコアの予測

*岩崎 雄一[1]、末森 智美[1]、小林 勇太[2]
(1. 産業技術総合研究所、2. 東京農工大学)

-B 会場 口頭発表終了-

【C 会場】

○ OC1 海岸・海域・汽水域

9:00 - 9:15 OC1-01

天塩川下流の旧川におけるヤマトシジミ生息環境再生の取り組み

*折戸 聖[1]、中里 享史[1]、永田 光博[1]、渡邊 尚宏[2]、篠原 廷宗[2]、西田 侑希[2]
(1. 公益社団法人 北海道栽培漁業振興公社、
2. 国土交通省 北海道開発局 留萌開発建設部)

9:15 - 9:30 OC1-02

御前崎港湾内に出現したコアマモ場・アマモ場の形成過程とその保全に関して

*仁木 将人[1]、川口 眞矢[2]
(1. 東海大学海洋学部、2. NPO 法人 Earth Communication)

9:30 - 9:45 OC1-03

仙台湾南部海岸深沼地区における海岸堤防セットバックの効果
-5 年間のコドラート調査結果に基づく物理環境変化-

*萱場 祐一[1]、佐藤 高広[2]、土井 康義[3]、鈴木 雅人[4]
(1. 名古屋工業大学、2. 株式会社復建技術コンサルタント、
3. 株式会社建設技術研究所、4. 国際航業株式会社)

9:45 - 10:00 OC1-04

仙台湾南部海岸深沼地区における海岸堤防セットバックの植物への効果
－5 年間のコドラート調査結果に基づく砂浜幅の差異と植生回復－

*菅野 宗武[1]、樋村 正雄[1]、平吹 喜彦[2]、黒沢 高秀[3]、佐藤 高広[4]、
萱場 祐一[5]
(1. いであ(株)東北支店、2. 東北学院大学、3. 国立大学法人福島大学、
4. 株式会社復建技術コンサルタント、5. 国立大学法人名古屋工業大学)

10:00 - 10:15 OC1-05

仙台湾南部海岸深沼地区における海岸堤防セットバックの植物相への効果
－5 年間の注目種追跡に基づく砂浜幅の差異と植物分布との関係－

*沖津 二朗[1]、増渕 勝也[1]、瀧口 俊[1]、佐藤 高広[2]、萱場 祐一[3]
(1. 応用地質株式会社、2. 株式会社復建技術コンサルタント、
3. 国立大学法人名古屋工業大学)

10:15 - 10:30 OC1-06

仙台湾南部海岸深沼地区における
海岸堤防セットバックの昆虫類等への効果
－5 年間のピットフォールトラップ調査の結果から－

*川崎 敦[1]、竹門 玄地[1]、塩澤 直人[1]、三宅 孝明[1]、塩練 元輝[1]、
町田 禎之[1]、沼沢 信一[1]、多賀 大輔[1]、占部 城太郎[2]、萱場 祐一[3]、
佐藤 高広[4]、樋村 正雄[5]
(1．株式会社建設環境研究所、2．東北大学大学院生命科学研究科、
3．名古屋工業大学社会工学科、4．株式会社復建技術コンサルタント、
5．いであ株式会社)

-休憩-

○ OC2 環境 DNA

10:45 - 11:00 OC2-01

迅速、効率的、かつ電力不要な eDNA 核酸濃縮手法(QuickConc)の開発

*黒板 智博[1,2]、Qianqian Wu[3]、岩本 遼[1,2]、源 利文[3]
(1．株式会社 AdvanSentinel、2．塩野義製薬株式会社、
3．神戸大学大学院人間発達環境学研究科)

11:00 - 11:15 OC2-02

環境 DNA 分析によるイトウ及びサクラマスの産卵時期推定手法の検討―核/ミトコンドリア DNA 比を用いて―

*山田 夏希[1]、川尻 啓太[1]、井上 創[1]、紀國 聡[1]、鈴木 荘司[1]、古賀 暁洋[2]、
王 軼聡[2]、熊谷 彰浩[3]、尾関敏久[3]、千葉 拓永[3]
(1．株式会社建設技術研究所、2．株式会社環境総合リサーチ、
3．国土交通省北海道開発局)

11:15 - 11:30 OC2-03

流域における魚類分布の気候変動応答に関する基礎的検討

*滝山 路人[1]、赤松 良久[1]、宮園 誠二[1]、福丸 大智[1]、中尾 遼平[1]
(1．山口大学大学院)

○ OC3 外来種

11:30 - 11:45 OC3-01

ダム湖における超音波テレメトリー手法を用いた
オオクチバス（*Micropterus nigricans*）の秋冬の行動生態の解明

*及川 直哉[1]、南 憲吏[2]、長岡 祥平[1]、稲川 崇史[3]、沖津 二朗[3]、
坂本 正吾[3]、大杉 奉功[4]、東 信行[5]、関恭佑[1]、菅原 大誠[1]、朱 妍卉[2]、
宮下 和士[2]
(1．北海道大学大学院環境科学院、2．北海道大学 FSC、
3．応用地質株式会社、4．水源地環境センター、
5．弘前大学農学生命科学科)

11:45 - 12:00 OC3-02

農地景観におけるアライグマの利用頻度及びその時間的変動に影響する要因

*玉田 祐介[1,2]、有松 洋希[1]、厚芝 源太郎[1]、石川 博規[1]、浅利 裕伸[2]
(1．株式会社長大、2．帯広畜産大学)

-休憩-

○ OC4 モニタリング

13:30 - 13:45 OC4-01

AI 画像解析による魚類調査の効率化に関する研究

*楊 継東[1]、髙荷 東[1]、阿部 真也[1]、林 佑亮[1]、新野 聡[1]、増原 碩之[1]
(1．株式会社エイト日本技術開発)

13:45 - 14:00 OC4-02

空間解析によるシラルトロ湖におけるヒシ分布域拡大要因の考察

*山本 泰平[1]、山田 浩之[2]、吉田 磨[3]
(1．北海道大学大学院農学院、2．北海道大学大学院農学研究院、
3.酪農学園大学農食環境学群)

○ OC5 ダム

14:00 - 14:15 OC5-01

Response of phytoplankton community to direct measures against eutrophication in reservoirs of Japan

*張 野[1]、吉村 千洋[1]

(1. Department of Civil and Environmental Engineering,
Tokyo Institute of Technology)

14:15 - 14:30 OC5-02

ダム湖における音響手法を用いたラン藻の計測

*菅原 大誠[1]、南 憲吏[2]、金 相曄[3]、稲川 崇史[4]、沖津 二朗[4]、坂本 正吾[4]、大杉 奉功[5]、東 信行[6]、朱 妍卉[2]、宮下 和士[2]

(1. 北海道大学大学院環境科学院、
2. 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター、
3. 島根大学エスチュアリー研究センター、
4. 応用地質株式会社 地球環境事業部 応用生態工学研究所、
5. (一般財団法人)水源地環境センター、6. 弘前大学農学生命科学部)

14:30 - 14:45 OC5-03

宇治川に生息する濾過食者は生態機能を発揮しているか?:
濾過様式の異なる二枚貝類と造網型に着目して

*原 直子[1]、田代 喬[2]、土居 秀幸[3]、竹門 康弘[4]、片野 泉[5]

(1. 奈良女子大学大学院人間文化総合研究科、
2. 名古屋大学減災連携研究センター、3. 京都大学大学院情報学研究科、
4. 大阪公立大学国際基幹教育機構、5. 奈良女子大学研究院自然科学系)

-C 会場 口頭発表終了-

数値解析（iRIC-GELATO）による魚類の遡上性能評価手法の開発

坂本和弥 1)，濱木道大 1)，森田大詞 1)，今野義文 2)，清水康行 3)
1)株式会社開発工営社， 2)北海道栽培漁業振興公社， 3)北海学園大学

1. 概要

北海道札幌市を流れる豊平川は，毎年約 1000 尾のサケが遡上し，自然産卵が確認されている河川である．しかし現状の問題として砂州堆積等による魚道の閉塞が生じており遡上阻害が懸念されている．また現在の魚類の遡上調査は，現地モニタリング調査が主体となっており，数値解析等により事前に遡上性能を評価した事例は少ない．

本研究では，数値解析による魚道の遡上性能評価手法の開発および評価を目的として，既往の遡上状況調査結果を基に数値解析による遡上経路の再現を試みた．対象とする魚道は豊平川の 8 号床止であり，数値解析には iRIC-GELATO を活用した．対象魚はサケ科魚類とし，遡上経路についてはバイオテレメトリー調査結果（H30 実施）を基に設定した．

2. 魚類調査概要（バイオテレメトリー調査）

魚類調査では，豊平川のサケ科魚類（サケ・サクラマス）に対してバイオテレメトリー手法を用い，図 2. 1 のように各供試魚に EMG 発信機を装着して 9～10 月の遡上経路を追跡した．EMG 発信機は発信する電波の強度により供試魚の河川内の位置を特定し、EMG 値から遊泳速度を把握することが可能な手法である．また，床止周辺の流速・水深等を計測するとともに，サケ科魚類が魚道を利用して床止を遡上しており，既設魚道が健全に利用されていることを確認した．表 2. 1 に調査結果概要を示す．なお，表中の遊泳速度は床止工周辺での滞在時と魚道遡上時の値である。

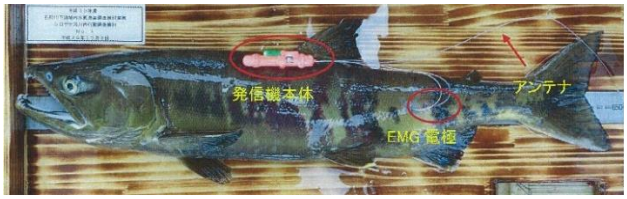


図 2.1 発信機を装着した供試魚

表 2.1 魚類調査結果概要

	サケ	サクラマス
遡上数/供試魚数	1/11	4/5
平均魚体長(m)	0.587	0.499
滞在時の平均遊泳速度(m/s)	0.6	0.9
魚道遡上時の遊泳速度(m/s)	2.0	2.0～2.5

※遊泳速度は床止工周辺での滞在時と魚道遡上時の値

3. 数値解析による遡上シミュレーション

iRIC-GELATO は，iRIC 用に開発された流れとともに輸送される様々な物質の輸送・移動特性を追跡するモデルであり，魚類の巡航速度・突進速度や継続時間等を設定することで，魚類の遡上シミュレーションを行うモデルである．また，iRIC-Nays2DH により 8 号床止周辺の平面的な流況（流速・流向・水深等）を解析し，遡上期の流況が概ね再現できていることを確認し使用した．iRIC-GELATO を用いたサケ科魚類の遡上シミュレーションの表示例を図 3. 1，サケ科魚類の遡上経路比較を図 3. 2 に示す．シミュレーションに用いるサケの遊泳条件（巡航速度・突進速度等）は，魚類調査における床止工周辺の遊泳速度や文献値等を踏まえ設定した．遡上経路の比較をすると測定値と計算値の経路は概ね近い結果となっており，落差の大きい箇所ではなく魚道を選択して遡上する状況を再現することができた．

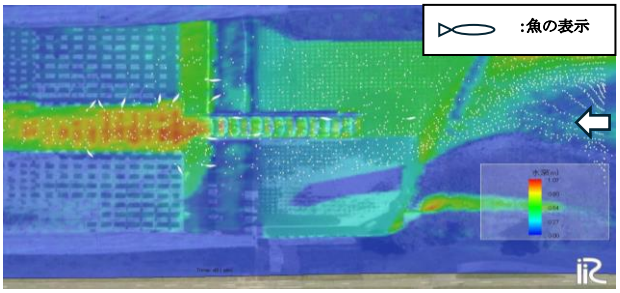


図 3. 1 iRIC-GELATO による遡上シミュレーション

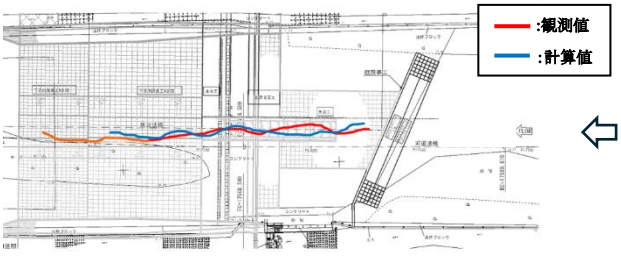


図 3. 2 遡上経路比較（観測値と計測値）

4. まとめと今後の課題

魚類調査を基にサケ科魚類（サケ・サクラマス）の遡上シミュレーションを行い，遡上経路を概ね再現することができた．これにより，iRIC-GELATO が魚道の遡上性能を定量的に評価する手法として有効であることを証明できた．

ただし，突進と巡航のサイクル時間やジャンプの有無等に関するパラメータ設定を一部トライアルにより行っており，今後，モニタリング結果や再現事例を蓄積し，実測値や文献値等による精度向上が必要である．

なお，本研究に用いた魚類調査及び数値解析にあたり，国土交通省北海道開発局札幌開発建設部より多大なご支援を頂いた．ここに記して謝意を表す．

河川域における高解像度人工衛星画像および LP データを用いた植生分類：衛星画像の地上解像度を上げることによる判別性能への効果

宮脇成生 1)，木下長則 1)，伊川耕太 1)，佐藤奏衣 1)，江口健斗 1)，
鈴木研二 2)，鈴置由紀洋 2)，池内幸司 3)
1)（株)建設環境研究所，2) 日本スペースイメージング(株)，3) (一財)河川情報センター

1. はじめに

河川における環境管理，樹林管理等において，植生図は重要な基礎情報である．河川域の植生図は，現在「河川水辺の国勢調査」として全国 109 水系において 5 年に 1 回作成されている．植生図の作成手法も近年進展がみられ，リモートセンシングによる河川域の植生分類技術も開発が進んでいる．Carbonneau et al. (2020) では，航空写真から土地被覆を深層学習により 5 クラスに分類している．また，宮脇ほか (2020, 2021) では，高解像度（地上解像度 0.5m）の衛星画像を用いたオブジェクトベース分類および航空レーザー測量データを用いた植生分類モデルの有効性が示されたが，地上解像度 0.5m のデータに基づくモデルにより分類する植生区分の数は 4 区分では正答率 Accuracy は 0.95 を上回った一方で，7 区分のモデルでは 0.73 という値を示すに留まった．

本発表では，衛星画像の地上解像度を 0.5m から 0.3m に上げて植生分類モデルを作成した場合の精度向上への効果について検討する．

2. 方法

本研究では，渡良瀬川（34～44km）において，既往の研究で有効と考えられた衛星画像のスペクトル情報（各バンドの中央値，標準偏差，その他の指標値），比高に加え，LP データから作成した植生高を植生分類モデルの特徴量に用いて分類性能を検討した．衛星画像のスペクトル情報は，地上解像度 0.5m と 0.3m の画像をそれぞれオブジェクト化し解析に用いた．また，現地調査により植生タイプと位置を記録した（931 地点）．これらのデータを用いて，機械学習の一手法である勾配ブースティングにより植生分類モデルを作成した．ここでは，衛星画像の地上解像度 0.5m および 0.3m それぞれのデータに対して 4 クラスに分類（vc4）および 7 クラスに分類（vc7）する計 4 モデルを作成した．vc4 では，植被を草地，樹林，裸地，水面に分類した．vc7 では，草原をイネ科高茎草地とその他の草地に細分し，樹林をヤナギ類，ハリエンジュ，その他の樹林に細分した．モデルの分類精度の評価は，Accuracy，F1 スコア，macroF1 スコア， Kappa で評価した．また，特徴量の重要性を評価するとともに，予測値との平均的な関係を解析した．

3. 結果および考察

解析結果について，Accuracy の中央値で比較すると，vc4 モデルの場合，地上解像度 0.5m で 0.968，地上解像度 0.3m で 0.961 と両モデルとも同等の高い分類精度を示した．一方，vc7 の場合，Accuracy の中央値は，地上解像度 0.5m モデルで 0.731 と 0.3m モデルで 0.824 であり，衛星画像の解像度を上げることでおよそ 0.1 の向上が認められた．

この結果は．より高い地上解像度の衛星画像を使用することで，より多くの植生タイプへの分類が可能になることを示唆するものと考えられる．

謝辞　国土交通省関東地方整備局より，航空レーザー測量，定期横断測量，植生図の成果を提供いただきました．ここに記して感謝申し上げます．

引用文献

Carbonneau P. E., Dugdale S. J., Breckon T. P., Dietrich J. T., Fonstad M. A., Miyamoto H., and Woodget A. S. : Adopting deep learning methods for airborne RGB fluvial scene classification. Remote Sensing of Environment 251: 112107, 2020.

宮脇成生・伊川耕太・鈴木研二・鈴置由紀洋・池内幸司 (2020) 高解像度人工衛星画像と AI を用いた河川域植生図作成手法の開発. 河川技術論文集 第 26 巻 289-294.

宮脇成生・伊川耕太・鈴木研二・鈴置由紀洋・池内幸司 (2021) 衛星画像および地形データを活用した機械学習による河川植生判別手法の検討．応用生態工学 23:261-278.

宮脇成生・野村大祐・木下長則・鈴木研二・鈴置由起洋・池内幸司 (2023) 高解像度衛星画像及び LP データを用いた河川域植生図作成手法の開発. 河川技術論文集 第 29 巻 55-60.

常願寺川河川区間における河道内物理環境の長期変化を考慮した河床・流路変動特性の把握

山本悠賀 [1)]，久加朋子 [1)]
1)富山県立大学工学部環境・社会基盤工学科

1. はじめに

常願寺川は富山県・岐阜県境の北アルプス北ノ俣岳を源流とする一級河川であり，河川区間の高低差は約 170m，勾配 1/60～1/1100 の我が国屈指の急流河川である．上流域には立山カルデラがあり，1858 年 4 月 9 日に発生した飛越地震により，立山カルデラ内の大鳶山と小鳶山が崩壊した ．崩壊後は出水のたびに多量の土砂が流出する荒廃河川へと変貌し，河床材料には細粒成分の含有率が多くなり，明治から昭和前半にかけて幾度も洪水・堤防決壊に伴う甚大な被害をもたらしてきた．このような背景から，常願寺川河川区間では築堤，河道掘削，護岸・水制工等の整備が行われてきた．これらの整備により，近年の常願寺川では，1969 年 8 月出水に伴う越水なき破堤（上滝床固右岸側）以降，堤防決壊を伴う甚大な被災は生じていない．その反面，常願寺川河川区間では上流からの土砂供給量の減少等に伴う，河床材料の粗粒化を伴う河道内物理環境の変化が生じている．しかしながら，こうした河床材料の空間的な粒度構成の変化を支配する要因や河床材料の長期変化が及ぼす流路変動特性の変化など，分かっていないことは多い．そこで，本研究では近年の常願寺川の河床・流路変動特性を把握することを目的とし，経年的な現地データの整理と，河床材料の時間的・空間的な経年変化を考慮した数値解析を実施した．

2. 調査方法

経年的な現地データの整理には，河床高，河床材料を用いた．数値解析には，流量規模に応じた近年の河床・流路変動特性および粒度分布特性を把握するため，非定常二次元河床変動解析である iRIC Nays2DH を使用した．計算範囲は 3.5k の常願寺大橋付近から 18k の上滝床固までとした．常願寺川は幅広い粒度分布を持つため河床材料は混合粒径とし，2009 年度調査データを元に計算範囲を 3 区間に分けて粒度分布を設定した．計算は，流量規模の異なる条件下における常願寺川の河床・流路変動特性と粒度分布特性について考察した．Case1 はピーク流量 700m^3/s とした．これは 2007 年河川 LP データ取得後の平均年最大流量程度の出水である．Case2，Case3 は，Case1 と同じハイドログラフ形状のもと，ピーク流量を各々1100m^3/s と 1500m^3/s まで引き延ばしたものである．Case4 は S44 年の物理環境を用いた既往最大出水 4200m^3/s の検討，Case5 は Case4 と同じ条件にて河床材料と護岸整備状況を更新した検討である。

3. 結果および考察

常願寺川河川区間の河床高は，1949 年から 1980 年にかけて全区間にて河床低下が生じていた．河床低下の一要因は，同時期に活発に行われていた河道掘削によるものと推察される．経年的な河床高と河床材料，流路形態との関係を整理すると，1997 年以降，15k～18k の区間における流路位置はほぼ変化せず，流路固定化が認められた。これに伴い，河床高は侵食が卓越し，河床材料粒径構成の変化も認められた．粒度構成は 1990 年以降，短期間での河床材料の粗粒化が確認された．次いで，13k 付近から，わずかなみお筋位置の変化が見られるが，河床の侵食，河床材料の粗粒化傾向は継続していた．流路形態は 10k 付近から変化し，流路の複列化が確認され，10k より下流では河床高は堆積傾向に転じた．しかし，粒度分布の細粒化，粗粒化の境界は 5k～6k に存在し，河床の侵食，堆積傾向が変化する境界と異なった．そこで数値解析では，このような河床材料の時間的・空間的な変化について考察する．平均年最大流量程度の Case1 によると，流路位置の変化は限定的であった．出水時の流路形態は 10k～18k ではみお筋が 1 本に集中し，10k より下流では流路が複列化した．河床高の変化は上流ほど明瞭に確認された一方で，8k より下流域では不明瞭になった．これに伴う河床材料の変化を確認すると，10k～18k ではみお筋の粗粒化，8k より下流では明瞭な粗粒化や細粒化傾向は無く，わずかに細粒化している領域が多いように見受けられた．8k より下流にて細粒化する領域が増える要因は，10k 付近から流路が複列化し，掃流力が低下するためである．次いで，Case1 の流量規模を引き延ばした Case2 と Case3 とを比較すると，1500m^3/s 規模においても，常願寺川河川区間では流路や砂州の平面位置に大きな変化は見られなかった．ただし，河床材料に着目すると，流量増加に伴い，6k 付近まで粗礫成分の掃流砂の延伸が確認された。この地点は，現地データにおける河床材料が急激に粗粒化する境界と一致した．つまり，1500m^3/s 規模以上の出水が下流域の河床材料構成に支配的な影響を与えているものと推察される．最後に，既往最大出水を対象とした Case4 と Case5 によると，Case4 では上滝上流にて出水途中に流路が蛇行化し，左岸から右岸へと流路位置が大きく移動した．これに伴い水衝部が上滝床固の右岸側堤まで到達する状況が再現された．近年の河床材料や護岸を考慮した Case5 によると，堤防侵食は確認されなかったものの，上滝床固の右岸側堤防を含む護岸セルの欠損が生じた．つまり，常願寺川河川区間における侵食被災リスク箇所は，現在も上滝床固の右岸側にて存在する可能性が示された．

黒部川環境整備工事におけるアミノ酸被膜養生剤の効果検証

川島大助，尾辻俊行，木村繁，西村博一，青山大輔[1)]，石井利和，柏原杏[2)]
1)日建工学株式会社，2)大高建設株式会社

1. はじめに

これまでの研究で，アミノ酸（L アルギニン）を混和したコンクリートは，「アユ，ウナギ，テナガエビの誘引効果[*1-3]」，「藻類の生長促進効果[*1]並びに持続効果[*4]」，「底生動物の生息環境の創出効果[*5]並びに持続効果[*6]」を有することが明らかになった．本研究では，アミノ酸被膜養生剤を塗布した異形ブロックが水生生物に資する効果を検証することを目的とした．

2. 調査内容

2-1. 材料

アミノ酸被膜養生剤は，アルギニンを混和したアクリル系を主成分とする 2 種の養生剤，リポテックス C1000（以下，養生剤 A），レジキュア H（以下，養生剤 B）であり，これらを異形ブロックの表面に塗布した．

2-2. 時期及び場所

2023 年 12 月 19 日に養生剤 A，B を異形ブロックに塗布，同年 12 月 25 日に黒部川左岸 7.2k 付近，8.4k 付近（富山県黒部市）に設置した．また，比較対照として，未塗布の異形ブロックを設置した．2024 年 2 月 6 日に調査を行った．

2-3. 調査方法

7.2k，8.4k の 2 地点において，「養生剤 A」，「養生剤 B」と「未塗布」の 3 タイプの異形ブロックの各 1 箇所を調査箇所とした．各地点，3 箇所（養生剤 A，B，未塗布）において，ブラシ付きの容器（φ7cm）を用いて，水中で付着藻類を定量採集し，付着藻類のクロロフィル a 量，生物種と細胞数を室内分析した．

3. 調査結果

クロロフィル a 量については，7.2k，8.4k ともに，養生剤 A，B は，未塗布に比べて多かった．養生剤 A と B を比較すると，7.2k，8.4k とも養生剤 B の方が多かった．種数については，7.2k では，養生剤 A と B，未塗布はほぼ同等で，顕著な差はなかった．一方，8.4k では，養生剤 A と B の種数はいずれも 41 種であるが，未塗布は 33 種で，養生剤の種数がやや多かった．細胞数については，全試料とも，珪藻綱が多く，7.2k では，養生剤 AB に比べて未塗布が多かった．一方，8.4k では，未塗布に比べて，養生剤 A と B の細胞数が多かった．

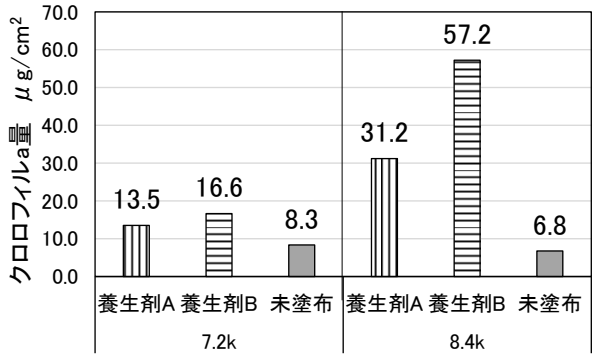


図 1 付着藻類のクロロフィル a 量

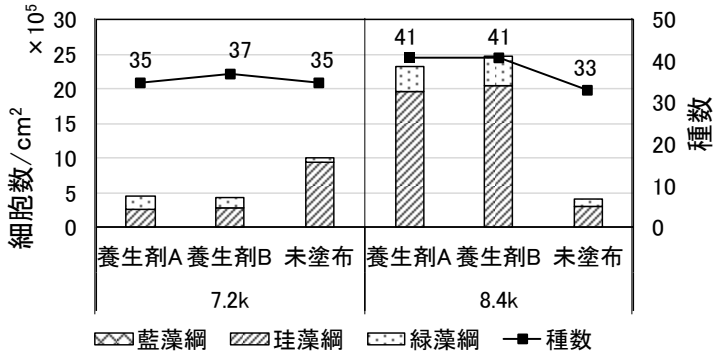


図 2 付着藻類の種数と分類群の細胞数

4. 考察

7.2k，8.4k ともに，養生剤 A,B を塗布した異形ブロックは，未塗布のものに比べてクロロフィル a 量が多く，付着藻類の生長促進効果が明らかになった．さらに，養生剤 B は A よりも多い傾向がみられた．付着藻類の細胞数については，8.4k は未塗布に比べて養生剤 A，B が多いが，7.2k は未塗布の方が多かった．7.2k の未塗布は，緑藻綱（主にカワヒビミドロ）が非常に少なく，珪藻綱が多かった．糸状の緑藻綱に比べて，珪藻綱は個体サイズが小さいため，細胞数が多いことが窺えたが，クロロフィル a 量は，養生剤 A，B が多かった．

以上の結果から，通常の異形ブロックにアミノ酸被膜養生剤を塗布することにより，アミノ酸混和コンクリートと同様に藻類の生長促進効果が確認された．アミノ酸被膜養生剤は，アミノ酸混和コンクリートに比べて，持続性は短いが，工期短縮とコスト低減が図れるため，目的に応じて選択することが可能となり，土木分野と環境分野のバランスがとれた質の高い河川整備に寄与するものと期待される．

引用文献

*1 アミノ酸混和コンクリートによる付着藻類の生長特性及びアユの蝟集効果に関する研究，河川技術論文集，第 17 巻，pp.509-512
*2 ウナギが蝟集するアミノ酸混和コンクリートの紹介，平成 23 年度日本水産学会秋季大会講演要旨,p40
*3 テナガエビが蝟集するアミノ酸混和コンクリートの紹介，平成 24 年度日本水産学会秋季大会講演要旨,p37
*4 アミノ酸混和コンクリートによる付着藻類の生長特性の持続効果，応用生態工学会第 19 回研究発表講演集,p140
*5 アミノ酸混和コンクリートによる底生動物の生息環境の創出，平成 28 年度土木学会全国大会 第 71 回年次学術講演会, pVII-051
*6 アミノ酸混和コンクリートによる底生動物の生息場創出の持続効果，応用生態工学会第　LR2017 名古屋/8th ICLEE 23-5

淀川河口の置き土による酉島干潟の形成・変形・移動過程

公益財団法人河川財団近畿事務所　神崎裕伸
大阪公立大学　竹門康弘

１．はじめに

淀川本川汽水域では，近畿地方整備局淀川河川事務所によって 2003 年～2004 年に海老江，柴島で，2007 年～2009 年は大淀で人工干潟が整備された．これらの干潟は高水敷の掘削（柴島）や捨て石の土台上への置き土（海老江，大淀）で造られており，干潟の位置は固定的に計画された．その際に，土砂や粒状有機物の流動が考慮されていなかったので，閉鎖的な箇所では泥が厚く堆積し嫌気的な環境になっている．そこで，2019 年 8 月～10 月，2020 年 11 月～2021 年 3 月に試験的に造成した酉島干潟では，河床掘削で生じた土砂をそのまま河岸に置き土することによって，土砂の流動を妨げない方式とした[1)]．このため，酉島干潟は毎年形状が変化しつつある．本研究では，置き土を開始してから 4 年間の酉島干潟の変化とその動因について報告する．

２．調査地と方法

酉島の置き土地点は，テトラポットが立ち並び渚帯を欠く河岸であった．置き土は 2019 年 8 月～10 月に約 10,000m³ を，2020 年 11 月～2021 年 3 月に約 20,000m³ を－0.4～0.0kp の左岸，幅約 35m の範囲に敷設され，－0.4～0.8kp の範囲で現地地形測量，底質，底生動物，魚類の調査が行われた．

一方，-1.0～2.0kp の広域の海岸地形変化については，衛星画像を用いて分析した．衛星画像は輝度の補正を行った上で，月齢に応じた潮位変動により生じる水面高さの補正を行った．補正を行った衛星画像を用いて干潟（浅場）の長さ，幅，面積を計測した．さらに，-0.3KP～0.76KP，全 15 測線の測量データから，DEM データを作成し，それを GIS にマッピングして干潟（浅場）における初期河床からの体積変化量を求めた．また，淀川河川事務所によって置き土箇所で調査された底生動物群集，魚類群集のデータを用いて経年変化を分析した．

３．結果と考察

置き土によって酉島に広大な砂浜が出現した．衛星画像における OP+0.6m 以上に該当する浅場の範囲は，下流側に伸びずに上流側に伸びた．浅場の長さは 2 回目の置き土直後の 645m から，約 1 年後の 2022 年 4 月に 892m，約 3 年後の 2024 年 5 月に 813m になり，干潟は上流方向へ延伸するとともに下端は 578m 上流へ移動した．いっぽうで，置き土地点の干潟の幅は，2 回目の置き土直後は 10m であったが，2 年半後の 2023 年 8 月に 2m，約 3 年後の 2024 年 5 月に 0m になり，干潟の幅は減少し続けた．干潟の面積も，2 回目の置き土直後は 13,184 ㎡であったが，2 年半後の 2023 年 8 月に 3,386 ㎡，3 年後の 2024 年 5 月に 2,497 ㎡に減少した．測量した-0.3KP～0.76KP の範囲において，置き土前の初期河床からの体積変化量で求めた土砂量は，2 回目の置き土直後は 16,743 m3，2 回目の置き土から 2 年半後の 2023 年 8 月は 1,953 m3 になり，浅場（干潟部）の体積は減少した．

魚類相は，種の入れ替わりが起きた．置き土をして間もない時期にヒメハゼ，マハゼ等の 8 種が現れ，置き土をしてから 2 年目の 2021 年にシロギス，クロダイ等の 7 種，3 年目の 2022 年にメナダ，カタクチイワシ等の 7 種，4 年目の 2023 年にアイゴ，シマイサキ等の 9 種が続いて現れた．底生動物相については，ヤマトシジミ，スドポリドラ属の個体数が 2023 年に有意に増加した．

以上より，酉島河岸では 3 万 m³ の置き土によって形成された幅 10m 以上の干潟は，毎年上流へ移動伸長して狭まり，３年後には約１km 上流に達する細長い浜に変形するものの，砂地に生息する魚類や底生動物の生息場形成効果は持続することがわかった．本報告では，加えて土砂が上流へ移動する要因として，波浪と飛砂の影響について考察する．

４．謝辞

本研究へ情報提供いただいた近畿地方整備局淀川河川事務所の皆様に深謝します．

参考文献

１）淀川環境委員会 2023.

石礫床河川の砂州掘削に対する短期・中長期的レスポンス

原田守啓[1)]，北野陽資[2)]，手島翼[2)]，永山滋也[1)]
1）岐阜大学環境社会共生体研究センター，2）岐阜大学大学院

１．はじめに

河道の流下能力を向上させるために樹木伐採・河道掘削はごく一般的に行われている．伐採・掘削は，安定化した河道内の物理環境の人為的攪乱によって河川生息場のシフティングモザイクを誘発[1)]する手段ともなりえるが，河道掘削により確保可能な河積には物理的な限界がある[2)]．とりわけセグメント 1 の代表的な河川地形である砂州地形を基盤とした瀬淵構造については，河道掘削による砂州波高の減少が，瀬淵の生態的機能を著しく低下させる懸念がある．「生物の生息・生育・繁殖の場としてもふさわしい河川整備及び流域全体としての生態系ネットワークのあり方検討会」から 2024 年 5 月になされた提言においても，「生物の生息・生育・繁殖の場」を河川環境の定量的な目標として設定する方向性が示されており，治水と環境が調和した持続可能な河道の姿をより具体的に検討すべき時機が到来している．しかしながら，河道掘削後の出水による土砂輸送によって河川地形は変化する．加えて植物の侵入・定着，遷移が生じ，植物の存在が土砂堆積や土砂の移動性にも影響を与える．したがって，掘削直後の状況及び河道掘削後に生じる物理環境の変化を前提として河川環境目標の議論がなされるべきと考えられる．本発表では，石礫床からなる砂州河道における河道掘削が繰り返される中で短期から中長期的に生じる河道のレスポンスについて，既往研究のレビューと木曽川水系長良川を対象とした関連研究成果を踏まえて検討する．

２．砂州掘削後の土砂の再堆積・砂州の再形成・砂州波高の減少

木曽川水系長良川扇状地区間における掘削地 2 サイトの掘削後 2 出水期のモニタリング調査結果[3)]により，砂州掘削後に生じる短期的な応答について議論する．砂州の切り下げは段階的に行われてきており，モニタリング対象とした掘削地は，砂州の切り下げが繰り返され，いよいよ砂州前縁線部に及ぶ大規模な掘削が 2022 年初頭（2021 年度末）に行われた 2 サイト（51.5kp 付近，49kp 付近）を対象とした．2 出水期のモニタリング期間中に掘削地に土砂の再堆積が生じ，砂州前縁線が再形成される方向の変化が継続しているが，砂州波高は減少した．堆積土砂の粒度分布は当該区間の準表層の粒度分布と類似しており，砂州表層材料は全体的に小さくなった．

３．上流から流入・流下する土砂の粒径毎の移動しやすさに起因した河床表層材料の細粒化・砂州波高の減少

幅広い粒径の土砂から成る石礫床河川では，土砂の粒径によってある河道区間を流下するのに要する時間スケールが大きく異なる．原田・手島（査読中）は，既存の掃流砂量式の枠組みを利用して速度の次元を持つ「平均流送速度」を定義し，これを用いて幅広い粒度分布を有する石礫床河川において各粒径の土砂が河川区間を流下するのに要する時間スケールを算出する手法を開発した．木曽川水系長良川の谷底平野と扇状地の各 10km 程度の区間に対して本手法を試行した．47 年分の流量ハイドログラフを与えて，各区間の時間流量に対する掃流力から粒径階毎の平均流送速度及びこれを時間積分した流送距離を算出した．区間通過に要する時間を求めた結果，粒径階毎に区間通過に要する時間オーダーは大きく異なり，細礫では 10^0～10^1 年と試算されたのに対し，粗石は 10^3～10^4 年と試算された．この結果は，砂州掘削後に上流区間から到達する土砂は，より小さい粒径の土砂に限られており，河床表層の石礫の持ち出しを繰り返した際には河床表層材料の細粒化が促進され，河床環境の劣化，代表粒径の縮小に伴う砂州波高の低下が生じることが示唆された．

1) 国土交通省水管理国土保全局：大河川における多自然川づくり―Q&A 形式で理解を深める―, Q5-2, 2022.
2) 原田守啓・萱場祐一：河道の限界－治水と環境が調和した持続可能な河道についての一考察，河川技術論文集，第 28 巻，pp. 451-456.，2022.
3) 北野陽資・原田守啓：石礫床河川の砂州掘削後の河床変動予測における平面二次元計算の活用方法，河川技術論文集，第 30 巻，2024.

鴨川七条落差工におけるアユの遡上難易度の評価手法に関する研究

佐藤和輝[1)], 藤原正幸[1)], 竹門康弘[2)]
1)京都大学大学院農学研究科, 2)大阪公立大学国際基幹教育機構

1. はじめに

京都市内を流れる鴨川には多くの落差工があり、アユなど遡上習性のある魚類や水生生物の移動を妨げているといわれている。本研究では、鴨川においてアユの遡上の障害となっていると思われる七条落差工において、2023 年のアユの遡上実態を調査し、流量によって変化する水理条件とアユの遡上の関係に着目し、新たな指標としてアユ遡上難易度を提案した。

2. 研究対象と水理観測・遡上調査

2.1. 研究対象落差工

鴨川七条落差工は桂川との合流点から約 7.5km 上流、大阪湾からは約 50km の距離に位置する。2015 年度に行われた補修工事後、アユが落差工直下に滞留している様子が確認されており、遡上が困難になったといわれている。

2.2. 水理観測・遡上調査

七条落差工は河川横断方向に V 字の形をしており、横幅は 70m、落差は中央が最もが低く 64cm 、岸際では 80cm 以上となっている。そのため流量によって川幅が変化し(遡上期間平水時(0.21m)流量約 5m³/s、川幅約 36m)、各地点の流速、水深も変化する。また落差工直下の水叩き形状も傾きや高さなど一様でなく、様々な水理条件が存在し、流量によって変化することが確認された。

アユの遡上ルートと遡上数把握のため、落差工の直上流にある七条大橋に、遡上可能と考えられる範囲を含むように 2 台のカメラを設置して毎時 10 分間動画を撮影し、後に動画を目視で確認し分析を行った。 2023 年の遡上調査結果を表 1 に示す。跳躍数は落差工直下右岸側を対象に、毎時 5 分間目視にて遡上行動をしたアユの数である。本調査の結果、七条落差工上流約 4km 地点での観測水位(荒神橋水位)に応じて遡上エリアが変化することがわかった。

表 1 アユ遡上調査結果 (2023 年)

調査日	調査時間帯	左岸エリア (左岸←) 10	11	12	13	14	15	右岸エリア 19	20	21	22	23	24 (→右岸)	総遡上数	跳躍数	荒神橋水位(m)
2023/5/21	10, 13-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	42	0. 29
2023/6/5	13-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	6	109	0. 27
2023/6/7	15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	135	0. 21
2023/6/16	15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	67	0. 20
2023/6/19	13-17	0	0	0	0	0	0	0	6	51	17	0	0	74	302	0. 17
2023/7/6	12-17	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	4	30	288	0. 23
2023/7/21	16-17	2	2	0	0	0	0	4	30	27	26	0	0	91	280	0. 16
2023/7/22	11-17	8	12	0	2	1	0	11	14	3	0	0	0	51	66	0. 15
2023/7/27	10-12	2	4	2	3	0	0	78	136	18	0	0	0	243	523	0. 13

3. 考察

アユの遡上し易さは河川流量によって変わると考えられるため、流量の違いを考慮して遡上し易さを検討した。遡上の難易を示す指標として、アユの遡上数を、アユの滞留数で除した遡上難易度を提案した。アユの滞留数は把握することが困難であったため、観測したアユの跳躍数を基に推定した。遡上難易度は大きいほど遡上が容易であることを表す。各地点の遡上難易度と水位の関係を調べた結果、右岸エリアでは水位(流量)が上がるに従って、より右岸側が遡上しやすくなることが分かった(図1)。地点の難易度を合計した総遡上難易度を、水位(流量)ごとに比較した結果、水位が 0.15m の時、最も遡上しやすいことがわかった(表2)。2023 年の遡上期間(5-7 月)92 日中、比較的遡上しやすい条件(0.13-0.17m)の日は、9 日間のみであった。

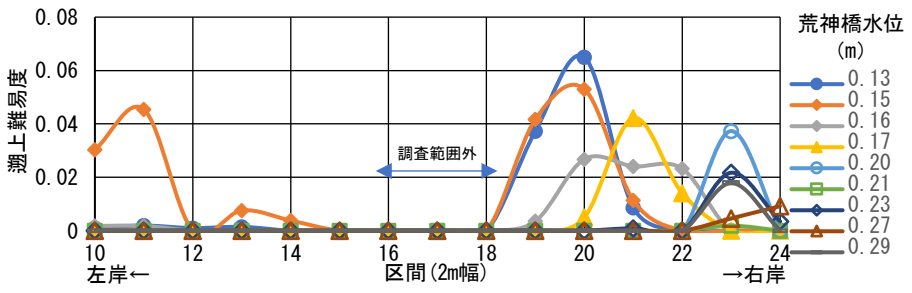


図 1 遡上難易度

表 2 総遡上難易度

荒神橋水位(m)	総遡上難易度
0. 13	0. 116
0. 15	0. 193
0. 16	0. 081
0. 17	0. 061
0. 20	0. 037
0. 21	0. 002
0. 23	0. 026
0. 27	0. 014
0. 29	0. 018

魚道水理模型実験における 3D プリンターの活用

畠山 かずさ[1)],堀内 孝人[1)]，矢田谷 健一[2)]，渡邊 潔[1)]，東 信行[2)]
1）株式会社ホクエツ，2）弘前大学農学生命科学部

1. はじめに

水理模型実験は，魚道等の流れの特性を理解するために有効な手段であるが，従来の模型作製は鋼材や木材などを使用した手作業が主で多くの労力と技術が必要であった．近年 3D プリンターの普及により，手頃な価格で精度の高い模型作製が可能となった．著者らは，魚道ブロックの改良を目的とした水理模型実験で 3D プリンターを使用し，模型の精度向上と人的な作製時間の短縮を図ることができたので，主に模型作製方法についての概要を報告する．

2. 模型作製

2.1. 使用機器

3D プリントに使用した機器等を**表 1** に示す．

表 1 使用機器及びソフト

使用機器名	AnkerMake M5（Anker 社製）
造形方式	FDM（熱溶解積層法）
最大作製ｻｲｽﾞ	幅 235mm×奥行 235mm×高さ 250mm
ｽﾗｲｻｰ	AnkerMake Studio（Anker 社製）
CAD ｿﾌﾄ	Autodesk AutoCAD（Autodesk 社製）

2.2. 模型概要

図 1 に示す 1/3 縮尺の魚道ブロック（幅 0.667m×長さ 0.329m）を作成した．1 ブロック当りの造形時間は約 60 時間であり，流水蛇行性を再現するため 4 ブロックを寸切りボルトによる連結で 1 連とした．

模型サイズが，使用機器の最大作製サイズを超えているため 1 ブロックを 13 分割した．また，越流部（切欠き部）の形状を変化させて実験を行うために隔壁部と基底部に分けて作成した（**図 2**）．各部材はボルト連結とし，隔壁部は水理実験段階においても簡単に基底部と脱着できる．各部材は造形時間短縮のため箱抜き形状とし，中空形状での造形を避けるため頂部を下端として積層した（**図 3**）．

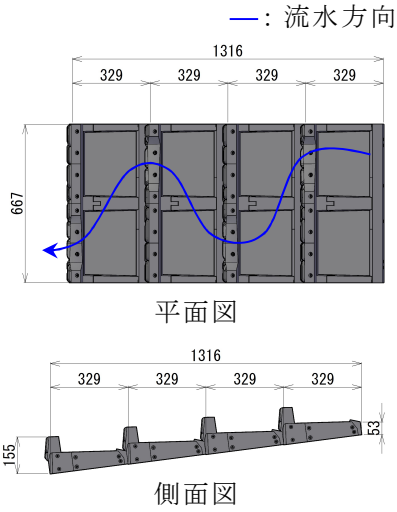


図 1 模型の形状と寸法

3. 水理実験

作製した模型は幅 70cm の長方形水路に据え付けて，水理実験を行った．据付には，コの字型 SUS 製アタッチメントを用いた．また，水路と模型の境界部には，防水テープで止水処理を施した．実験時のプール間水位差は 4.0cm で，切欠き部の越流水深の条件は，最大 5.4cm とした．

本条件下の隔壁にかかる水平方向の全水圧の合力は，約 30N で，曲げモーメントは，約 2N･m である．本実験で，模型に変状が生じることはなかった．

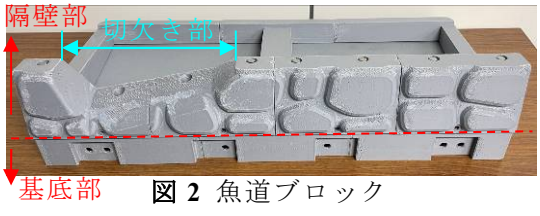


図 2 魚道ブロック

4. まとめ

3D プリンターの最大作製サイズを超える模型であっても，分割造形して連結することで水理実験を行うことができた．3D モデル作成の精度誤差は 1mm 程度の範囲であり，擬岩形状や曲面形状の造形も可能な点に 3D プリンター導入の強みがある．なお，本実験では大まかな流況評価を目的としたが，詳細な水理諸量の評価を行うためには，部材の粗度調整やボルト頭部の被覆が必要になるものと考えられる．今後は，多様な魚種に配慮した魚道ブロックの開発を進める．

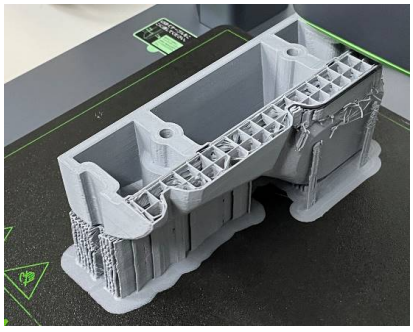


図 3 成形状況

北海道・道南河川におけるシシャモ産卵場ポテンシャルの比較

久加朋子[1)]，山口里実[2)]，加藤康充[3)]，横山良太[4)]

1）富山県立大学大学院工学研究科，2）国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所，3）(株)建設環境研究所（現所属：(株)オリエンタルコンサルタンツ），4）(株)建設環境研究所

1. はじめに

シシャモ（*Spirinchus lanceolatus*）は日本固有種であり，北海道太平洋側西部にのみ生息する遡河回遊魚である。成魚は 10〜12 月にかけて沿岸から河川へ遡上して産卵，卵は翌年 4〜5 月に孵化，孵化後の稚魚はすみやかに海へ降る生態を持つ。北海道・道南では，シシャモの優良な産卵場として，鵡川，沙流川，厚真川（優良順）が知られるが，いずれの河川においても昭和後期から漁獲量が大きく減少している。シシャモの産卵生態については，現地調査結果（新居ほか 2006 など）によると，河川によって幾分の違いはあるものの産卵床は主に水深 0.02 〜 4.0 m，底質の粒径 0.425 〜 2.0 mm（粗砂成分），底層流速 0.3 〜 0.6 m/s の場所に存在すると報告されている。また，調査結果をもとに行われた室内実験（新居ほか 2006）では，成魚の遊泳能力および産着卵の剥離しやすさから，河床材料よりも，底層流速 0.6 m/sec 未満の場所への選好性が強いと確認されている。産卵床に対するシルト・クレイの影響については，堆積厚 4 mm 以上での生残率低下が確認されている。これまで，シシャモの資源量低下要因については，海水温の寒暖差，遡上親魚尾数の少なさ，河川水温の低さなどが影響すると指摘され，現地河川では産卵場造成や放流などの取り組みも継続的に実施されている。しかしながら，産卵場である河道内については，現地調査は実施されるものの，過去から将来，あるいは平水から洪水時といった流況変化の把握を目的とした水理解析を組み合わせた検討は殆ど報告されていない。こうした背景のもと，本研究では，道内（胆振地方）有数のシシャモ産卵場である 3 河川について河道内のシシャモ産卵場ポテンシャルに注目し，水理モデルを用いて鵡川（3 河川で最も産卵数が多い），沙流川，厚真川の比較検討を行うことで，その特徴や課題を把握することを目的とした。

2. 方法

(1) 現地データ

北海道開発局および北海道では，各河川の下流域において毎年シシャモ産卵調査を実施している。本研究では，これらの既往データを提供いただき，経年的な産卵環境および産卵密度，産卵場の物理環境を整理すると共に，統計モデル（一般化線形混合モデル, GLMM）から産卵場として利用実績の高い物理環境を抽出した。

(2) 数値解析

流量規模に応じたシシャモの産卵適地を検討するため，非定常 2 次元流れ・河床変動解析を行った。解析モデルには，オープンソース・フリーソフト iRIC Nays2D+（https://i-ric.org/ja/）を用いた。計算範囲は，各々の河川において産卵可能範囲が含まれるよう，鵡川では 0.8~11.0 km，沙流川では 1.0~6.5 km，厚真川では 2.5~11.0 km とした。計算格子サイズは縦断方向に約 5 m，横断方向に約 2 m とし，河床材料は現地調査結果（開発局および北海道提供）より鵡川，沙流川には 6 mm，厚真川には 5 mm の一様砂を与えた。計算対象は低水路内のみであり，マニングの粗度係数には 0.03 を与えた。初期河床高は，鵡川は R3 年の ALB データ，沙流川は R2 年の ALB データ，厚真川は R1 年の横断測量結果を用いて作成した。計算は，まず掃流砂のみを考慮した流れ・河床変動計算より，流量規模に応じた水深と河床近傍流速の空間分布を求めた。計算流量は，鵡川，沙流川，厚真川の冬季の維持流量および実測流量を参考として複数ケース定めた。いずれのケースも一定流量を通水し，流れが平衡状態となった時点における流量ごとの物理特性の違いを比較した.

表-1 シシャモ産卵場の統計モデル（GLMM：変数は標準化）

	目的変数（着卵密度）	H	H^2	V_b	V_b^2	Br	Sr	L	L^2	切片	AUC
鵡川	>1000粒の有無	3.17	-2.03	2.64	-2.10	0.03	-5.12	0.98	-0.10		0.84
沙流川	>1000粒の有無	2.59	¡0.74	4.02	-4.75	0.04	-0.38	2.90	-0.49		0.88
厚真川	>100粒の有無			7.92	-9.48	0.03		2.89	-0.20		0.85

H:水深，V_b:底層流速，B_r:粗砂割合, S_r:シルト+粘土割合, L:河口からの距離

3. 結果

統計モデル（GLMM）におけるベストモデルの係数を**表-1** に示す。構築されたベストモデルより，鵡川では距離が河口から約 5 km，粗砂割合が高く，底層流速が約 0.63 m/s，水深が約 0.78 m，シルト成分の少ない場所，沙流川では距離が河口から約 3 km，粗砂割合が高く，底層流速が約 0.42 m/s，水深が約 1.74 m，シルト成分の少ない場所，厚真川では距離が河口から約 7 km，粗砂割合が高く，底層流速が約 0.42 m/s，水深は選好性なし，シルト成分の少ない場所と求められた。鵡川，沙流川，厚真川下流域では粗砂割合が比較的高いこと，水深と底層流速にはある程度相関があること，上述の既往報告結果などを考慮すると，水深の選好性の幅は広いが底層流速の選好性の幅は狭いため，産卵適地の数値目標は主に底層流速にて評価できると考えられる。

続いて，数値解析からは，鵡川と沙流川では流量規模に応じた産卵場適地の変化は認められず，どちらの河川も河口から 3.0~3.5 km の範囲の中に産卵場として適する河床近傍流速の場所が集中することが確認された。この範囲は，流量規模が 80 m^3/s 付近までは大きく影響を受けないようである。今回の検討では鵡川と沙流川との間で産卵場としての大きな違いは認められなかった。これについては，鵡川の河口域が直線的な流路へと変化した R2 年度の測量データを用いたためである可能性が考えられる。一方，厚真川は鵡川・沙流川と異なり，比較的上流域まで産卵場が分布した。ただし，流量規模によって産卵場適地の面積や位置が大きく変わりやすく，8~10 m^3/s 程度の流量規模の場合に最も適地が広域的に分布する可能性が示された。

神通川におけるサクラマス越夏場所である淵寿命の検討

丹羽遥香[1)]，藤本紫衣奈[2)]，横山良太[3)]，高木真也[3)]，小林勘太[3)]，島村彰[3)]，久加朋子[4)]
1）富山県立大学工学部（現所属：株式会社フジヤマ）
2）富山県立大学工学部（現所属：砺波工業株式会社）
3）株式会社建設環境研究所，4）富山県立大学大学院工学研究科

1. はじめに

神通川は全国でも数少ないサクラマス漁業が現存している川として知られている．しかしながら，神通川水系のサクラマスの漁獲量は年々減っており，100 年前に約 170 t あった漁獲量は 2000 年ごろから約 1 t となり，2023 年は 0.1 t を下回る漁獲量となっている．サクラマス親魚は春に河川を遡上し，越夏したのち，秋にさらに上流域まで移動し，淵尻にて産卵を行う．親魚は越夏のために淵を利用し，2m 以上の深みが重要と指摘されている（諏佐他 2019）．しかしながら，神通川中流区間は比較的流路移動しやすく，淵環境の維持は難しいようである．どのような淵環境が維持されやすいか等，分かっていない状況にある．藤本・久加(2022)は，神通川河川環境情報図より，神通川本川の淵の数は 2008 年以降維持しているものの，中流区間では淵面積が縮小傾向にあり，合流点のみに比較的大きい淵が形成していることを指摘している．また数値計算より，2500 m^3/s 規模以上の出水では水深 2m 以上の淵面積が大きくなるが，1250 m^3/s 規模の出水が続くと淵面積が縮小する可能性を報告している．しかしながら，藤本の検討では，数値モデルで作成した仮想的な神通川を対象としており，現況での神通川にて存在する淵の寿命（淵が形成し，消失するまで）については検証されていない．加えて，iRIC Nays2DH を用いた河床変動計算では，上流域の露岩化の影響をどの程度考慮する必要があるか，局所的な深みが埋まりやすい計算傾向が見受けられることが課題であった．そこで，本研究は課題解決にあたり，まずは現況での神通川本川における淵を対象とし，1997 年からの経年的な淵の寿命（形成・維持・消失）を把握することを目的とした．ただし，近年の神通川河川環境情報図には淵の水深データが含まれていないため，それらの淵について数値解析（非定常 2 次元流れ・河床変動解析モデル iRIC Nays2DH）を用いて淵の水深を推定することでデータ補完を行うものとした．

2. 調査方法

神通川は富山県内で井田川，熊野川と合流し日本海に注いでいる．神通川には 1954 年に神三ダムが竣工され，サクラマスの遡上範囲は神三ダムまでとなっている．このため，本研究における調査範囲は神通川（河口～24.2km）の国管理区間とする．神通川の淵の寿命について，1997 年～2000 年は田子(2001)の文献，2002 年～2021 年は神通川河川情報図と QGIS（ver.3.22）で淵の形成と消失を整理した．ただし，使用するデータによって調査された淵の水深と調査範囲の違いがある（**表-1**）．淵に影響を及ぼす物理パラメーターは，流量規模に加え，河床材料と地質に着目した．河床材料は 2019 年度の富山河川国道事務所調査結果を使用し，平均粒径 d50 の経年変化を整理した．地質は 2008 年，2009 年の神通川堤防地質調査および横断データ（富山河川国道事務所提供）を使用し，2 つのデータを重ね，上流域での基岩露出域と，将来的に埋没基岩が露出する可能性のある範囲を確認した．加えて，同様の資料を使用し最深河床の縦断の経年変化をまとめた．並びに，iRIC Nays2DH を用い，2021 年グリーンレーザーによる測量データで淵の深さと位置を確認した．

表-1 神通川における淵の既往調査データ概要

使用データ	淵の年代	調査した淵の水深の記録	調査範囲
田子(2001)	1997～2000	2m以上	6.0～24.0km
神通川 河川環境情報図 （富山河川国道事務所）	2002	2m以上と2m未満	0～24.2km
	2008	1m以上	
	2012・2016・2021	記載なし	

3. 結果および考察

神通川の淵の位置と寿命を整理した結果，1997 年～2021 年において淵が最も長く維持したのは，21.5km 地点の左岸であった．この淵は 1997 年から確認され，2016 年までは維持されていたが，2021 年に消失した．これは 2020 年の出水で 21km 付近に岩盤が露出したためであると考えられる．続いて，年ごとの淵の新規形成数と消失数について淵の水深別に整理したところ，淵の形成と消失が目立つのは 1999 年 11 月，2002 年，2008 年であった．ただし，2002 年については，この年から水深 2m 未満の淵もカウントしているため，考察しない．1999 年 11 月は，同年 9 月に上陸した台風 16 号に関係していると考えられる．2008 年は 2004 年に大沢野大橋地点にて最大流量約 6000 m3/s を観測しており，この出水の影響が考えられる．次に，2002 年から 2021 年までの淵の維持を考える．神三ダム前の淵を除く 2002 年に神通川で確認された水深 2m 以上の淵は合計 12 か所確認できた．そのうち，数値計算により 2021 年まで水深 2m 以上を維持していた淵は合計 4 か所であった．それらの淵の位置関係や 2002 年から 2021 年にかけての淵状況の整理より，河口側の淵は維持できるが，埋まりやすい傾向がみられた．中流域の淵は比較的寿命が短いが，水深 2m 以上の淵が新規で形成されやすい傾向があった．上流域は寿命が長く，埋まりにくい傾向がみられた（図はスペース上省略）．

越戸川日の出橋落差工に設置する魚道への期待とその機能の検証について

香山賢未 1)，内田大生 2)，笠井隼汰 2)，青木宗之 2)
1）東洋大学大学院，2）東洋大学理工学部

1．はじめに

越戸川日の出橋落差工（**写真-1**）の下流側に，アユの群れが留まっている光景がよく目にされている．そこで先行研究 1)では，当該落差工に簡易魚道を設置し，稚アユが落差工まで遡上したことを確認した．この結果を踏まえ，埼玉県では Next 川の再生 2)による河川整備のなかで，当該落差工の改修に合わせた魚道の設置を予定している（**写真-2**）．なお，設置箇所の地形条件や水理量等を踏まえ，魚道幅 30 cm，魚道水路勾配を 1/7 とし，魚道を折り返す形状の水路式魚道であり，魚道としては厳しい条件下である．そこで本研究は，当該落差工に設置する魚道の機能検証を目的とし，実物大の魚道を作製し，室内実験を行うこととした．

写真-1　越戸川日の出橋落差工

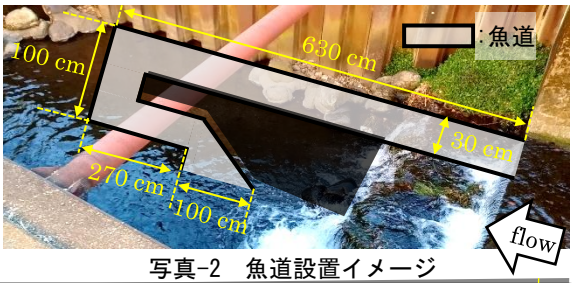


写真-2　魚道設置イメージ

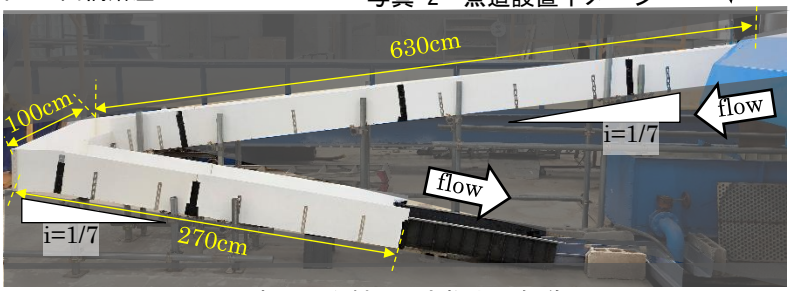


写真-3　作製した実物大の魚道

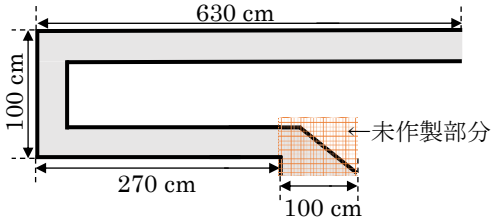


図-1　作製した魚道の概要

2．魚道概要

写真-3 に，作製した実物大の魚道を示す．魚道幅 30 cm，魚道水路勾配 1/7，魚道水路の総延長を 1,000 cm の水路式魚道である．実験室の構造上，魚道下流側 100 cm の設置が困難であった（**図-1**）．しかしながら，実際に設置予定の魚道では，その下流入口に魚類が進入しやすい形状であるため，室内実験では，魚類が魚道内に進入後の検証をメインとする．また，検証時の実験流量は，5.7 l/s とする．

3．期待できること

一般に，水路式魚道の勾配は 1/20 以下にすることが推奨されている 4)．一方で，著者らの研究グループでは，青木ら 4)が 1/10 勾配の水路式魚道をウグイが遡上できることを示した．これは，青木ら 4)が魚道内の粗度要素に工夫を凝らし，魚道内の水深を確保し，ウグイが遊泳可能な多様な流速場を形成したためだといえる．そのため，本研究で検討する 1/7 勾配の水路式魚道であっても，魚道内に粗度要素を工夫して設置し，多様な流速場を形成することで，越戸川に生息する魚類が魚道を利活用し，その生息範囲を拡張していくことが期待できるといえる．

4．今後の展望

実魚の挙動と水理量との関係を明確にし，魚道の機能の検証をより詳細に実施していく予定である．また，設置するより良い粗度要素の形状や設置条件等の検討を行う予定である．

謝辞：朝霞県土整備事務所にデータ等の提供をして頂いた．ここに記して謝意を表します．

参考文献：1)椎名慧，佐藤大誠，青木宗之：都市河川の落差工に設置した簡易的な水路式魚道の機能検証と課題の整理，土木学会論文集 B1 水工学　，Vol.77, No.2, pp. I _1411- I _1416, 2021．2)埼玉県 HP，Next 川の再生，越戸川，Next 川の再生 in 越戸川整備イメージ：https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/226884/seibiime-ji.pdf．3)国土交通省河川局 現　：水管理：国土保全局）：魚がのぼりやすい川づくりの手引き，pp.56-58, 2005．4)青木宗之，佐藤大誠，船越智瑛，新田将之：急勾配な水路式魚道にける粗度配置の工夫とウグイの遡上行動について，土木学会論文集，Vol.78，No.2，pp.61-70，2022.

地下茎を有する水際植生の洪水による流失可能性に関する実験的検討

五十嵐善哉[1)]，田中規夫[1)]
1)埼玉大学大学院 理工学研究科

1. はじめに

埼玉県を流れる入間川流域では，水際にはヨシ(*Phragmites australis*)やツルヨシ(*Phragmites japonica*)が，高水敷にはオギ(*Miscanthus sacchariflorus*)が多く分布している．これらは小動物や昆虫等にとって重要な生息環境であり，ヨシやツルヨシは水質浄化能力を有する．また，匍匐茎や地下茎を有するツルヨシやオギは水流に対する侵食抑制効果があることも知られる．激甚化・頻発化する洪水に対し，様々な野生生物に重要な水際植生の維持可能性を検討することは重要である．そこで，本研究では地下茎を有する水際植生の洪水による流失・維持可能性に関する知見を得ることを目的として，地下茎の伸長方向が植生流失に与える影響を水理模型実験により検討する．

2. 水際植生のモデル化と実験方法

既往調査によると，ツルヨシの地上部高さ65 cm，1株あたりの空隙率0.992であった．また，現地調査よりオギの比重は，地上部は0.24-0.83，根は1.12-1.55，全体は0.46-1.00であり，オギの根のヤング率は2.17 GPaであった．これらを参考に，長さの縮尺を1/10として，地上部は比重0.77の釣り糸3号を空隙率が0.992となるように50本束ねて1株とした．地下茎のモデルには，比重が1.18，実スケールのヤング率が1.94 GPaの塩化ビニルを用いた．地上部モデル7株を地下茎モデルで連結した．また，根毛層の緊縛力を再現するため短繊維層を使用した．図-1に示すように，幅50 cmの水路に高さ5 cm，幅20 cmの高水敷を設け，その一部を移動床とし植生モデルを配置した．地下茎の伸長方向は縦断方向，横断方向の2ケースに加えて，植生なしの条件も検討した．また，水位は高水敷高と等しい場合と高い場合の2ケースとして，計6ケースの実験を実施した．

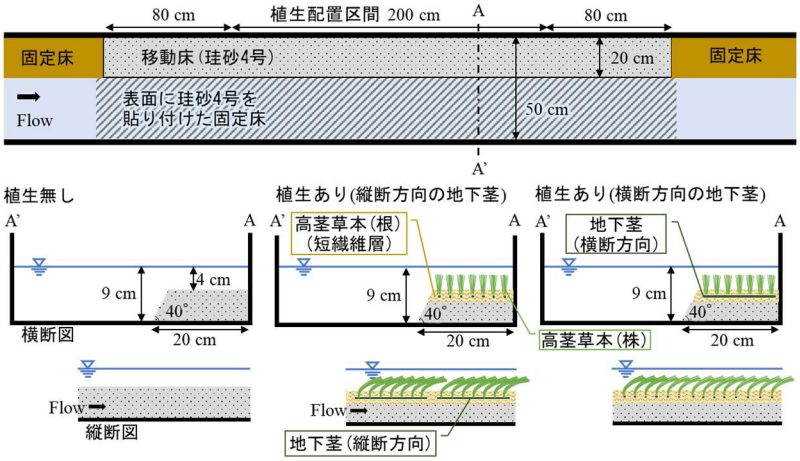


図-1　実験水路の概要と高水敷・水際植生設置の様子

3. 結果と考察

図-2は植生ありの2ケースについて，高水敷横断形状の時間変化を示す．また，図-3は横断方向の最大侵食距離の時間変化を示す．植生なしと比較すると，植生ありの2ケースは水流に対して土砂の流出を防いでいる．特に，株が横断方向に連結された地下茎（横）（図-2b）では，根毛層の下側がヒサシ状に侵食されている様子が観察された．地下茎(縦)のケースでは，水流により侵食が進行すると地下茎で連結された7株が一体となって流失する．そのため，4.5分後から6分後までの間に侵食が大きく進んでいる（図-2b，図-3）．

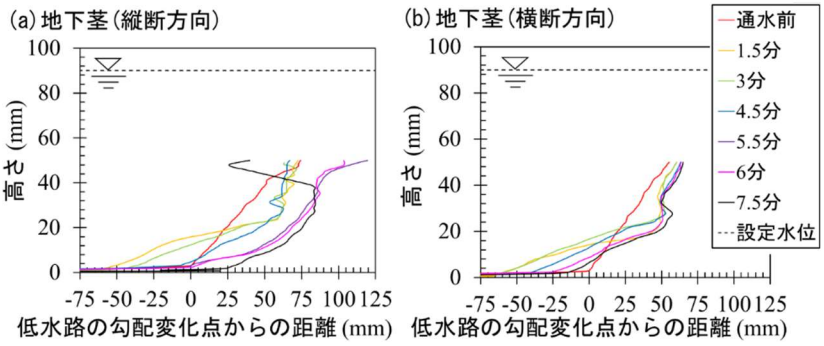


図-2　高水敷横断形状の時間変化（(a)：地下茎(縦)，(b)：地下茎

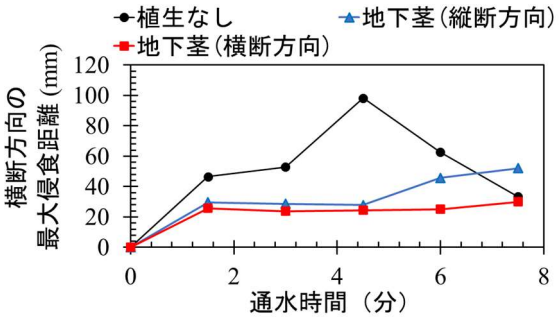


図-3　横断方向の最大侵食距離の時間変化

入間川流域における水辺の国勢調査データの環境基図より，ツルヨシ群落やオギ群落の分布を観察すると，低水路際で縦断的に拡大するものが大半であったが，横断方向に拡大する群落も確認された．実際には，匍匐茎や地下茎は一方向ではなく四方に広がっていると考えられものの，低水路際に群落が拡大している（横断方向の拡大が小さい）場合，地下茎(縦)ケースのように比較的容易に洪水流により流失することが示された．

4. 結論

生物生育環境に重要な水際植生の洪水流による流失について水理実験により検討した．群落が河川に沿って縦断的に拡大（地下茎が縦断的に伸長）する場合，洪水流により根毛層の下部がヒサシ状に侵食され，容易に植生群落が流失する．これは，水際植生の維持には，横断方向への群落の広がりが重要であることを示唆している．

謝辞：本研究には，公益財団法人河川財団の河川基金の一部を使用した．

斜め切り下げの高水敷において低水路際植生が土砂堆積量に与える影響

久澄 伸太郎[1)], 田中 規夫[1)], 五十嵐 善哉[1)], 中山 尚[2)], 松本 敬之[2)], 坂本 雄司[2)]
1)埼玉大学大学院理工学研究科, 2)株式会社建設環境研究所

1. はじめに

河川の流下能力を向上させる手段として樹木伐採や高水敷掘削が行われているが，生物の生育環境を一時的に消失させる点で河川環境に与える影響は大きい．一方で，樹木伐採の手法や頻度，掘削高さや掘削形状を工夫することで，樹林化の抑制や氾濫原を創出できる点で河川環境の保全や再生のための手段にもなる．本研究では低水路に浮遊土砂を戻しやすくする斜め切り下げの高水敷における水際植生の条件と，土砂堆積量の関係に着目し実験を行った．

2. 実験方法

図-1のような幅50cm，勾配1/500の循環式開水路に，河道模型を設置した． 流量0.015m³/s で 1 時間通水し， 上流から硅砂7 号(d_{50}=0.16mm)を低水路区間にのみ30分間給砂した．中水敷（高水敷の切り下げ領域）には水平切り下げと斜め切り下げ(勾配1/5)の2種類を用いた．低水路際に様々な条件の植生モデルを設置し土砂堆積位置や堆積重量（乾燥重量）を比較した．植生模型の高さや密生度を変化させて，それぞれの土砂堆積特性を比較した．土砂堆積をもたらす水平渦の発達を可視化するためにおがくずを水表面に散布した．

3. 結果と考察

図-2に斜め中水敷-密生度33%（植生高さ2.0cm）のSec.5とSec.7におけるおがくずの様子を示す．Sec.5では植生パッチが作り出す剥離渦が高水敷側と低水路側の両方で間欠的に発生し，消失するのが観察できた．Sec.7ではSec.6から発達した大規模な水平渦が消失せずに下流側へ移動するのが観察できた．「植生なし」では明瞭に観察できなかった水平渦は，「植生あり」で明瞭に観察することができた．水平渦の中心付近のおがくずが少ない領域では上昇流が発生しており，低水路下床部の土砂を巻き上げ多量の堆積をもたらした．

各Sec.における砂の堆積重量とその合計を**図-3**に示す．Sec.5からSec.7の大規模水平渦の発達とともに堆積量が増加していることがわかる．Sec.8は，植生が設置されていない区間の影響を受けて堆積量が減少した可能性がある．水平渦が十分に発達していないSec.5を詳細に見ると，水平切り下げの「植生なし」と斜め切り下げの植生密生度が50%では，堆積重量が増加していないことがわかる．水平渦が発達するまでの区間であれば，植生密生度が土砂堆積量に与える影響は小さいことが示唆される．

密生度33%のSec.5とSec.7の砂の堆積の様子を**図-4**，低水路からの距離ごとの堆積重量のグラフを**図-5**に示す．水平渦が発達していないSec.5では，植生一つ一つが作り出す剥離渦（半径3.5cm程度）が砂を堆積させた．水平渦が発達したSec.7では，剥離渦と水平渦（半径14cm程度）の二重の渦が，多量の砂を輸送し堆積をもたらした．剥離渦に加えて水平渦が発生すると，水平渦中心付近の上昇流による土砂の巻き上げが多量の砂を供給し，水平渦下流側の低水路から高水敷方向の流速がより広い範囲に砂の堆積をもたらす．このことから，植生が作り出す剥離渦だけでなく水平渦の発達規模は河川管理上重要な指標となり得る．

4. 結論

1）水平渦が発達していない区間では植生密生度が土砂堆積量に与える影響は小さく，植生が作り出す剥離渦が砂を堆積させる． 2）水平渦の発達後には，植生が作り出す剥離渦と水平渦の二重の渦が多量の砂を堆積させる．

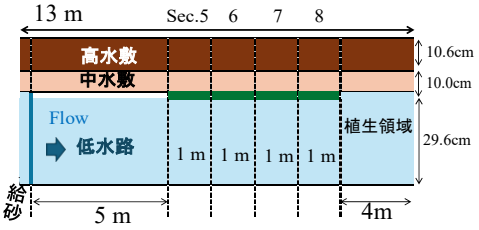


図-1 実験水路模型図

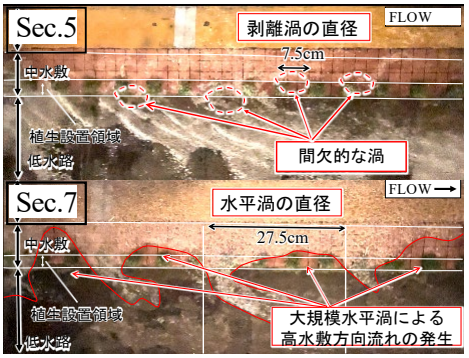


図-2 密生度33%Sec.5,Sec.7の渦の様子

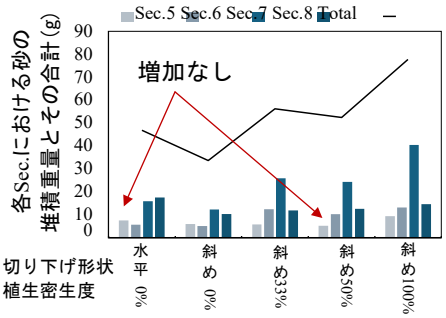


図-3 各Sec. における堆積重量とその合計

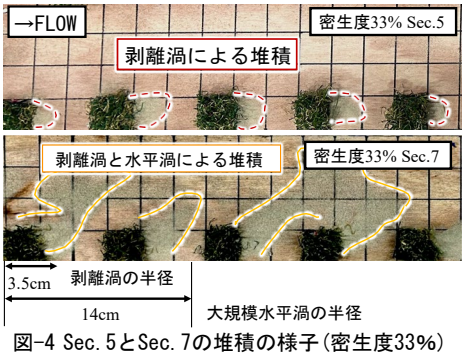


図-4 Sec. 5とSec. 7の堆積の様子(密生度33%)

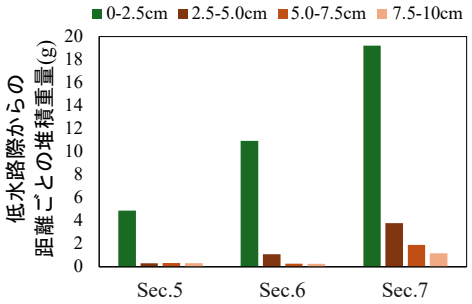


図-5 領域ごとの砂の堆積重量(密生度33%)

江の川浜原ダム下流における効果的な土砂還元方法の検討

大中臨 [1)]、山下桃汰 [2)]、丸山啓太 [3)]、赤松良久 [1)]
1)山口大学，2)西日本高速道路株式会社，3)東京海洋大学

1. はじめに

ダムによる土砂の連続性の遮断は，河床の粗粒化や生物の多様性低下などの河川環境の劣化を引き起こす．江の川の浜原ダム下流では，土砂還元の取り組みとして，2014 年以降ダム下流に置き土を投入している．しかし，置き土の河川環境の改善効果や効果的な投入方法に関する知見は十分ではない．そこで本研究では，江の川の浜原ダム下流における現地調査および河床変動解析を実施し，置き土の流出状況を把握するとともに，効果的な置き土の投入方法について検討した．

2. 検討方法

2022 年 12 月に投入された置き土（約 8000 m³）の流出状況と土砂の動態を把握するため，UAV 写真測量を用いた現地調査と iRIC の Nays2DH による河床変動シミュレーションを実施した．UAV 写真測量は 2023 年 4 月 22 日，6 月 15 日，8 月 7 日に行い，現地調査で得られた各調査日における置き土周辺地形の DSM の差分を取ることで流出量や流出箇所を把握した．河床変動シミュレーションは浜原ダム下流 6 km 区間（**図-1**）を対象とし，置き土の流出量や影響範囲を推定した．

また，上流端の境界条件を 3 ケース（ピーク流量 7890 m³/s，5180 m³/s，2360 m³/s），初期地形の置き土投入位置を 3 ケース（右岸，河道中央，中州）に変化させ，総当たりで合計 9 ケースの河床変動解析を実施し，浜原ダム下流での効果的な置き土投入方法を検討した．

3. 結果および考察

現地調査の結果，江の川浜原ダム下流では，2023 年 5 月 5～8 日に発生した，ピーク流量約 1300 m³/s の出水にて，置き土は 2254 m³（約 28.2%）が流出した．7 月 6～10 日に発生した，ピーク流量約 2630 m³/s の出水では，置き土は 589 m³（約 7.4%）が流出した．調査間で計測された置き土の流出量の合計は 2843 m³（投入量の約 36%）であった．また，河床変動解析の結果，置き土周辺で最大 2.3m の標高低下が見られ，合計流出量は約 2678 m³（実測との誤差率 5.8%）となり，高い再現性が確認された．また，置き土未投入を仮定した地形で行った計算との比較より，置き土は下流約 700 m まで到達していることが推察された．**図-2** は流量 5180m³/s 時におけるそれぞれの置き土投入位置を初期条件とした河床変動解析の結果（最終河床変動量）である．検討の結果，中州を含む流路の中央への置き土の投入が，置き土の流出量を増やす上で効果的であることが明らかとなった．

図-1　調査地点および河床変動計算範囲

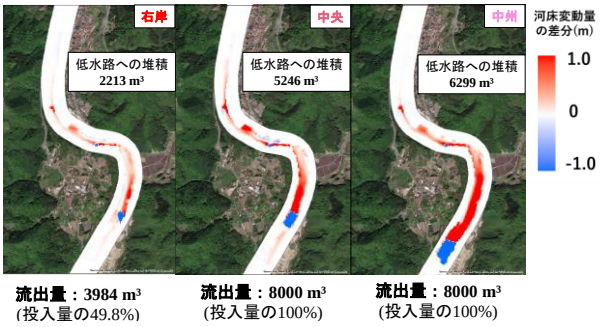


図-2　各投入位置における河床変動計算結果
（流量 5180m³/s 時）

アベサンショウウオの産卵場所造成策の検討

○ 井上陽人[1)]，渡辺黎也[1)]，糸賀友紀[1)]，佐川志朗[1),2)]
1）兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科，2）兵庫県立コウノトリの郷公園

1. はじめに

アベサンショウウオ *Hynobius abei* は国内希少野生動植物種に選定されており，森林伐採や開発，耕作放棄による生息地の乾燥化に伴い生息が脅かされている．先行研究では，石川県における生活史の記載や福井県における産卵場所造成事業が報告されている．しかし，本種の産卵環境に関する情報は不足しており，産卵場所造成後の評価は十分に実施されていない．本研究では，改修した本種の産卵場所の産卵状況と物理環境を調査するとともに，既存の産卵箇所と非産卵箇所の物理環境を比較することにより，産卵場所の造成案を検討することを目的とした．

2. 調査手法

調査地は兵庫県北部に位置する複数の耕作放棄水田エリアである．ここに存在する産卵場所のうち，乾燥化が指摘されていた日当りの良い素掘り水路 1 地点（St. A），及び林内にある土砂で埋没した湧水溜まり 3 地点（St. B-D）において改修を行った．産卵場所の水溜りの縮小・消失を防止するため，前者では 2023 年 10 月に隣接する湧水源から連続する素掘り水路の泥上げに加え，溜まりの創出を行い，水域面積を広げた（図 1）．後者では，堆積した土砂を除去し，湧水孔が保持された溜まりを創出した．

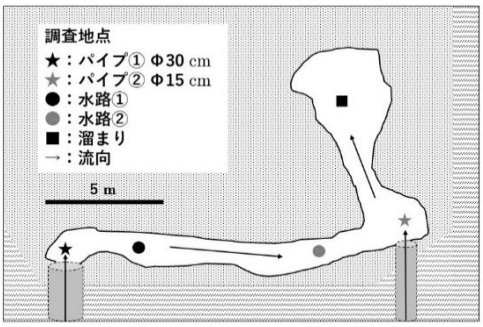


図 1.　造成後 St. A と調査地点の位置

改修効果を評価するため，St. A では 2023 年 12 月中旬から 2024 年 1 月下旬まで，2 日おきに卵嚢調査，物理環境調査を実施した．卵嚢調査では目視に加え，湧水孔のパイプ内はスコープカメラを用いて観察した．物理環境調査では，各地点において，DO，流速，及び水深を計測した．また，水温を 1 時間おきに記録した．調査地全域における本種の産卵場所特性を明らかにするため，林内にある湧水孔，溜まり，及び沢の淀みの各 20 箇所において，2023 年 11 月下旬から 2024 年 3 月下旬まで、2 週間おきに卵嚢及び幼生の目視調査を行った．さらに，St. B-D を含む湧水孔（計 34 地点）では 2023 年 11 月下旬から 2024 年 3 月下旬まで、2 週間おきに卵嚢及び幼生の目視調査を行い，　11 月下旬から 12 月下旬に DO，流速，及び水深を計 3 回計測した．

3. 結果および考察

改修箇所のうち，St. A と B では産卵が確認された．St. A ではパイプ②の出口で計 6 対の卵嚢が，内部では成体及び約 1.1 m 奥で卵嚢が確認された．一方，水路や溜まりでは産卵が確認されなかった．St. B では卵嚢が確認されなかったが，湧水孔流出口で幼生 41 個体（全長約 17 mm）が確認された．さらに，調査地全域においても溜まりや沢の淀みでは産卵が確認されず，湧水孔内と流出口の計 19 地点で卵嚢及び幼生が確認された．

St. A で産卵が確認されたパイプ②の DO，流速，及び水深の値は，水路や溜まりより大きかった．また，調査地内で産卵が確認された湧水孔の流速も大きかったが，DO と水深には差が確認されなかった．

以上より，本種の産卵場所の保全には，流速の大きい湧水孔が保持された溜まりの造成が効果的であると考えられる．

4. 謝辞

本研究にご助言及びご協力をいただいた兵庫県立大学自然・環境科学研究所の太田英利教授，NPO 法人コウノトリ市民研究所の上田尚志氏，宮垣哲雄氏，大槻秀治氏，森谷秀和氏に心より感謝申し上げます．

耳石 Sr 安定同位体比で暴くアユの流域内生息場利用履歴

永山滋也[1)]，太田民久[2)]，藤井亮吏[3)]，原田守啓[1)]
1)岐阜大学 CENSS，2)富山大学，3)岐阜県水産研究所

1．はじめに

アユは日本全国の河川において地域の産業や文化に深く関わっており，河川管理上，特段の配慮を要する重要魚種である．アユは秋に河川中下流部に降河して産卵し，孵化後ただちに流下して，仔稚魚の期間を沿岸/河口域で過ごし，翌春河川へ遡上する生活史を持つ．ダムなどアユの遡上を遮る要因がなければ，アユは上流域にまで達し，夏の間，流域の広範に分布して成長する．そのため，アユ個体群の保全や資源管理を考える場合，健全な河川の連続性・ネットワークに加えて，成長に適した河川区間が流域各所に存在することが重要である．特に，秋の産卵（再生産）に寄与するアユ親魚を多く産する河川区間は，アユ個体群の保全や資源管理上のみならず，環境整備を考慮した河川管理上も重要である．本研究では，河口から 140 km以上にわたりアユが遡上可能な長良川において，主要な産卵場に集まってきたアユ親魚が流域のどこで成長したのかという「生息場利用履歴」を，耳石のストロンチウム安定同位体比（$^{87}Sr/^{86}Sr$）分析から明らかにする．

2．調査方法

2022 年 9～12 月（産卵期），漁師の協力を得て，長良川の主要な産卵場（岐阜市鏡島：河口から 48km）に集まってきたアユ親魚 88 個体（オス 27 尾，メス 61 尾）を瀬張り網漁によって捕獲した．捕獲したアユ親魚の体長・全長等を計測し，耳石を摘出・エタノール保存した．次に，耳石の短軸で切断し，中心核が出るように研磨してスライドガラスに貼り付け薄片サンプルとした．そして，レーザーアブレーションとマルチコレクター(MC-ICP-MS)を用いて，耳石の中心核から縁辺にかけた $^{87}Sr/^{86}Sr$ を分析し，別途作成した水系全体の $^{87}Sr/^{86}Sr$ の同位体地図と照合することで，個体ごとの生息場利用履歴を追跡した．海水の $^{87}Sr/^{86}Sr$ の値は 0.70918 である．この値が耳石の中心周辺に観測されれば海洋生活を経験した天然遡上由来であると判定した．また，耳石の中心核から縁辺にかけた $^{87}Sr/^{86}Sr$ の変化からパターン分けを行い，パターンごとに $^{87}Sr/^{86}Sr$ 同位体地図と照合して，成長期から産卵期にかけた長良川中上流域での生息場利用履歴を検討した．

3．結果と考察

海水の記録を耳石に持つ天然遡上個体は 88 個体中 81 個体（92%）であり，天然遡上個体の高い再生産寄与率が示唆された．また，天然遡上 81 個体について，以下の 5 パターンの生息場所利用履歴が見出された．

① 上流大移動型（28 個体）：郡上より上流（＞110km），また遡上・降河中の本川中流でも成長した個体
② 中流本川定住型（26 個体）：郡上より下流の本川（48-110km）のどこかに留まり成長した個体
③ 中流本川移動型（11 個体）：郡上より下流の本川（48-110km）を移動しながら成長した個体
④ 中流支川定住型（11 個体）：支川の板取川もしくは津保川に遡上し定住して成長した個体
⑤ 中流支川移動型（5 個体）：本川中流部，その後，支川の板取川もしくは津保川に移動して成長した個体

主に本川中上流域（①②③）で成長した履歴を持つ個体が 80.2%（65/81）と多く，この河川区間と，そこまで遡上可能な河川連続性の重要性が指摘される．本川中上流域での河川改修，河道掘削等では，アユの採餌場として重要な大礫・巨礫，生息空間として重要な瀬淵の連続性等を喪失させない特段の配慮が必要である．また，支川の環境と連続性の向上は，支川由来の親魚の増大につながる可能性を秘めていると考えられる．

信濃川におけるアユの生息状況調査に関する一考察

原田 泰行[1)], 竹内 洋介[1)], 枡本 拓[1)], 近藤 正[2)] 道家 健太郎[2)]
1）東日本旅客鉄道㈱, 2）日本工営㈱

1. はじめに

東日本旅客鉄道(株)では, 信濃川中流域の宮中取水ダムにて発電取水を行っており, 宮中取水ダムから信濃川と魚野川の合流地点の約 27km にわたり減水区間となっている. そのため, 夏季については, 減水区間の河川水温が上昇しやすい環境であり, 魚類の生息状況への影響が懸念される. この影響を把握する一環として過年度に水槽にて水温の違いによるアユの行動の変化を観察した. その結果, アユは水温が 28℃を超えると水温 28℃以下の水域へ移動する行動が確認できた. 減水区間では, 夏季に 28℃を超える時間帯があることから, 実際の河川においても同様のアユの行動が確認できる調査手法を検討したが, 採捕等の従来調査手法では川幅の広い信濃川本川で実施するのが困難であった. このため, 今回の調査では, アユの環境 DNA を分析することにより河川水温が 28℃を超える時間帯とそれ以外の時間帯における生息密度の差を把握し, 信濃川本川におけるアユの行動を推察することを試みた.

2. 調査手法

調査は, 減水区間内に 2km～6. 5km の間隔で 5 地点を設定し, 比較的水温が低い午前中と水温のピークとなる午後にそれぞれ採水を行って環境 DNA の分析を行った(**表 1**).

表1 調査手法

調査期間	2023 年 8 月 8 日
調査地点	5 地点(各地点 2 カ所(早瀬 1 カ所, 平瀬 1 カ所)
分析手法	リアルタイム PCR 法
採水頻度	2 回(午前, 午後に各 1 回)
検体数	20 検体(5 地点×2 カ所×1 検体×2 回)
水温測定方法	各地点に水温ロガーを設置し, 10 分ごとに河川水温を取得

3. 結果

採水日の一日の河川水温の変化を**図 1** に, 河川水温と環境 DNA 濃度(コピー数)を**図 2** へ示す. 午後には, 5 地点中 3 地点で河川水温が 28℃を超えていたが, 採水した時間帯による環境 DNA 濃度の明確な差が確認できなかった.

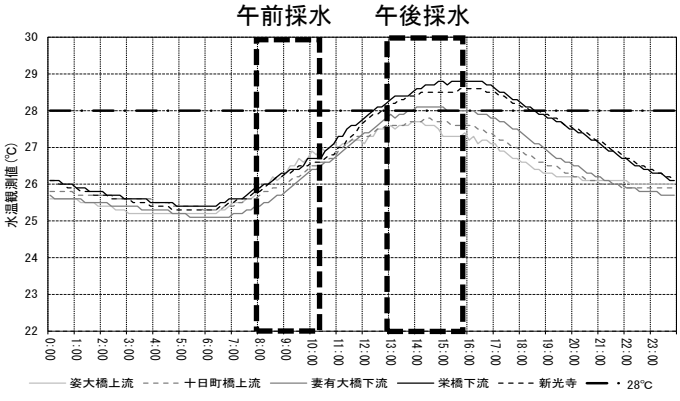


図 1 河川水温結果（8 月 8 日）

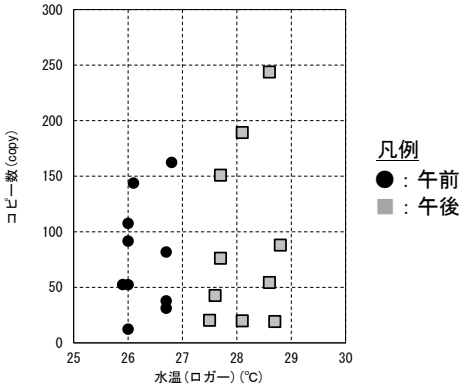


図 2 河川水温結果と環境 DNA 濃度

4. 考察

今回の調査では, 午前と午後ともにアユの環境 DNA が検出され, 双方の時間帯における明確な環境 DNA 濃度の差は確認できなかった. これは, 過年度に実施した水槽実験と異なる結果となった. この原因としては, 実際の河川において, なわばりを持って生息するアユが今回の水温若しくは高水温の継続時間では, なわばりを放棄するまでに至ってなかったことが考えれれる. 今回の結果は, 今後の調査の方向性を検討する上で意義あるものと考えられる.

カジカガエルを用いた扇状地河川の河道と堤内地の統合的環境評価のための基礎的研究

唐沢和輝[1)]，大槻順朗[2)]，田和康太[3)]，八重樫咲子[2)]
1) 山梨大学大学院医工農学総合教育部，2) 山梨大学大学院総合研究部，3) 国立環境研究所

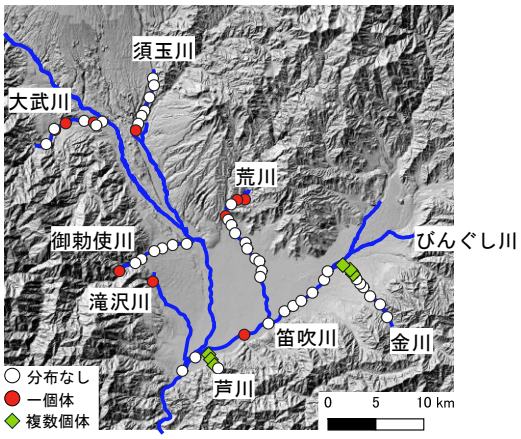
1. 背景と目的

流域治水においては河道とともに堤内地（氾濫域）の活用が求められていることから，河道・堤内地を包括した河川環境整備の好機となっている．しかし，河道と堤内地が連続的に接続することで形成される生息場は自然堤防帯では知られているものの，扇状地河川では十分に把握されていない．そこで本研究では，扇状地河川の河道と堤内地の統合的環境評価のための基礎的研究を実施した．指標種として，河道と樹林を繁殖期・非繁殖期に横断的に行き来するカジカガエル *Buergeria buergeri* に注目し，富士川水系の河川群を対象に，①広域分布調査および②季節別の出現特性の比較を行った．

2. 内容

研究対象は 1 級水系富士川に属する 9 河川（芦川，荒川，びんぐし川，金川，須玉川，大武川，滝沢川，御勅使川，笛吹川）である．富士川流域は，上流域に多様な地質と標高の山地を有し様々な河道形態がみられるのが特徴である

①カジカガエルの分布調査は，2023 年 6 月の夕方から夜間にかけて対象河川沿いの計 60 地点で実施した．各測点においてカジカガエルの広告音を 5 分間聞き取り，その多寡を 3 段階（記録なし，1 個体が鳴いている，複数個体が鳴いている）で評価した．



図–1 カジカガエル広域分布調査の結果

表–1 カジカガエル出現状況の比較：各週月曜日 19 時の記録を表示（1：在，0：不在）

日付	#1芦川	#2荒川	#3びんぐし川 掘削有	#4びんぐし川 掘削無	#5須玉川	#6大武川	#7滝沢川	#8御勅使川
2023/3/27		0	0	0				
2023/4/3		0	0	0				
2023/4/10	1	1	0	0				
2023/4/17	1	1	0	0	0			
2023/4/24	1	1	0	0	0			
2023/5/1	1	0	1	0	0			
2023/5/8	1	0	1	0	0			
2023/5/15	1	1	1	0	0			
2023/5/22	1	1	1	0	0			
2023/5/29	0	1			0			
2023/6/5	0	0			0			
2023/6/12	1	0	0	0	0			
2023/6/19	1	0	0	0	0	1	0	0
2023/6/26	0	0	0	0	0	0	0	0
2023/7/3	1		0	0	0	0	0	1
2023/7/10	0		0	0	0	0	0	1
2023/7/17	0		0	0	0	0	0	0
2023/7/24			0	0	0	0	0	1
2023/7/31			0	0		0	0	0
2023/8/7			0	0		0	0	0
2023/8/14			0	0		0	0	0
2023/8/21				0		0		
2023/8/28				0		0		

②季節別の出現特性の比較については，2023 年 3 月から 6 月に金川，笛吹川を除く 7 河川を対象に，IC レコーダーを設置しタイマー機能で 19 時と 23 時のカジカガエルの広告音を録音し生息状況を比較した．

また，びんぐし川では隣接する掘削実施，未実施区間の双方にレコーダーを設置し出現状況を比較した．

3. 結果と考察

調査①では，芦川で最も複数個体の広告音が記録された地点数が多かった．また，河川縦断的には下流に出現する河川と上流に出現する河川があり，河川ごとに生息する勾配帯，標高帯が異なることが示唆された（**図–1**）．

調査②では，4 月から 6 月にかけて広告音が記録された．また，御勅使川では同時期に調査できたほかの河川に比べ 7 月に広告音が記録された日数が多かった（**表–1**）．

また，隣接する掘削実施区間と未実施区間に IC レコーダーを設置したびんぐし川では，掘削実施区間でのみ出現が確認された．河道掘削によりカジカガエルの繁殖に好適な環境が形成された可能性がある．

今後は，カジカガエルの在不在データを用いたモデル化を行い，生息場を定量評価する予定である．

宇津内湖・朱鞠内湖におけるイトウ・湖沼型サクラマスの行動・分布について

井上創[1)], 川尻啓太[1)], 鈴木荘司[1)], 熊谷彰浩[2)], 尾関敏久[2)], 千葉拓永[2)]
新居久也[3)], 中野信之[4)]
1)株式会社建設技術研究所 2)国土交通省北海道開発局
3)公益社団法人北海道栽培漁業振興公社 4)朱鞠内湖淡水漁業協同組合

1.はじめに

雨竜川第1ダム朱鞠内湖及び第2ダム宇津内湖は、トンネル状の連絡水路（延長約1 km）でつながっている。これらの湖とその流入河川に重要種のイトウ及び湖沼型サクラマス等が生息しているが、連絡水路の工事にあたっては、両種の利用状況を解明する必要があった。本調査では、両種の連絡水路及びダム湖の利用状況を把握するための追跡調査やヒレサンプルを用いたハプロタイプ分析を実施した結果について報告するものである。

2.調査方法

R4 年にイトウは朱鞠内湖側・宇津内湖側各 5 個体の計 10 個体、サクラマスはその年の結氷期にワカサギの穴釣りにより朱鞠内湖側で 5 個体を採捕、発信機装着後に再放流し、春季～秋季に追跡調査を実施した。

ハプロタイプ分析は、連絡水路の利用状況の補足情報を得るために実施したもので、イトウは宇津内湖流入河川の 3 箇所で計 10 個体、朱鞠内湖及びその流入河川で計 8 個体採捕し、サクラマスは宇津内湖流入河川の 3 箇所で計 5 個体、朱鞠内湖流入河川の 3 箇所で計 9 個体採捕し、これらのヒレの一部を採取、抽出した DNA からハプロタイプ分析を行った。

3.結果

イトウは発信器を装着した 10 個体のうち 6 個体が連絡水路を利用しており、そのうち 5 個体は宇津内湖と朱鞠内湖を複数回往来していることが確認された。サクラマスは 1 個体が朱鞠内湖から連絡水路を通過して宇津内湖に移動し、その 3.5 時間後には宇津内湖流入河川のウツナイ川流入部を通過したことが確認された。その後ウツナイ川流入部での信号確認がなかったため、ウツナイ川の本支川のいずれかに遡上し、越夏・産卵したものと推測される。

ハプロタイプの分析では、イトウは朱鞠内湖内でタイプ A、B2、C の 3 タイプが確認されたのに対して、宇津内湖流入河川では B2 の 1 タイプのみが確認された。サクラマスは宇津内湖流入河川では Hap_1、Hap_2 の 2 タイプのみに対して、朱鞠内湖流入河川では Hap_1、Hap_2、Hap_3、Hap_4、Hap_5 の 5 タイプが確認され、両種とも宇津内湖側と朱鞠内湖側で異なる傾向がみられた。

4.考察

イトウ・サクラマスの両種とも連絡水路を介して宇津内湖と朱鞠内湖を移動していることが確認され、特にサクラマス 1 個体は融雪出水後まもなく、連絡水路を通過して朱鞠内湖から宇津内湖に移動し、ウツナイ川流入部を通過後、遡上したと考えられた。この行動は産卵のための河川遡上と考えられ、生活史のなかで湖沼を海洋のように利用し、春季に母川へと遡上する個体群がいることが示唆された。この結果より、湖沼型のサクラマスにとって流入支川においては、産卵環境や幼魚の生息環境だけでなく、成魚の越夏環境も重要であることが示された。

また、イトウはダム湖内で複数のハプロタイプが確認されていることから、流入河川から宇津内湖や朱鞠内湖へ降下した後、連絡水路を介して 2 つの湖を往来していることが示唆された。さらに、流入河川で確認されたイトウのハプロタイプの傾向が各ダム湖で明確に分かれていることから、各ダム湖に降下した個体は産卵期に産まれた河川に遡上していると考えられた。同様に、サクラマスも宇津内湖流入支川と朱鞠内湖流入支川でハプロタイプの分布傾向が異なることから、イトウと同様に母川回帰性は高いと考えられた。当該ダム湖が形成されて 80 年が経過しており、サクラマスでは概ね 27 世代を経ていると推測されるが、本調査によって宇津内湖側と朱鞠内湖側では異なる個体群が、母川回帰性を維持していることが示された。

林道や鹿害は斜面崩壊に影響を与えているか？
～統計的手法によるアプローチ～

浅田　寛喜[1)]，皆川朋子[1)]
1）熊本大学大学院先端科学研究部

気候変動による災害リスクの適応策、あるいは急速に劣化しつつある生物多様性・生態系への対応として、生態系を活用した防災減災（Eco-DRR: Ecosystem-based Disaster Risk Reduction）が注目されている。特に土砂災害に関しては、森林は根系をとおして土壌の強度を高め、斜面崩壊のリスクを低減することが知られている。そのため、Eco-DRR の考え方を踏まえ災害に強い森林づくりを行うためには、森林が有する災害低減機能を十分に発揮する森林管理を行う必要がある。一方で、令和 2 年 7 月豪雨（以下、本災害）により熊本県人吉市街地では甚大な洪水被害が生じるとともに、山間部の森林においては多数の斜面崩壊が発生した。令和 2 年 7 月豪雨により発生した斜面崩壊の要因として、地形や地質以外にも、林道の開設による影響が報告されている。また、林道だけでなく、鹿害により下層植生が消失した結果、斜面崩壊が発生していた可能性が指摘されている。林道の開設や鹿害は森林管理と密接に関係しており、これらが斜面崩壊に及ぼす影響を評価することは、災害に強い森林づくりを実施するための重要な基礎知見となる。しかし、既往研究において、林道や鹿害が斜面崩壊に及ぼす影響は定性的な評価に留まっているものが多く、定量的な知見は不足している。そこで、本研究においては、本災害で発生した斜面崩壊を対象として、統計的手法により林道や鹿害が斜面崩壊に及ぼす影響を定量的に評価し、災害に強い森林づくりに資する知見を得ることを目的とする。

解析単位として尾根線と谷線で囲まれた斜面ユニットを作成し、斜面ユニットと崩壊地を重ね合わせることで、崩壊が発生した斜面ユニットと発生しなかった斜面ユニットを設定した。斜面崩壊の発生に及ぼす地形や地質、雨量、樹種・樹齢、林道、及び鹿害に関するデータを GIS により収集した後、データをモデル構築データとテストデータに分割した。目的変数を斜面ユニットにおける崩壊の有無、説明変数を標高、斜面角度、斜面方位、起伏量、SPI（Stream Power Index）、TWI（Topographic Wetness Index）、表層地質、樹種・樹齢、林道の有無、林道との距離、林道総延長、鹿の生息密度、及び 1 時間最大雨量とした一般化線形モデル（GLM）及びランダムフォレスト（RF）を構築し、林道や鹿害が斜面崩壊に与える影響を定量的に評価した。

GLM を構築した結果、斜面崩壊に正に寄与する有意な要因として、斜面角度、起伏量、TWI、林道の有無、林道総延長、及び 1 時間最大雨量が選択された。一方で斜面崩壊に負に寄与する有意な要因として、標高が選択された。方角に関して、南東は基準である北と比較して有意に崩壊しやすかった。表層地質に関して、火山性、半固結及び未固結地質は基準である固結堆と有意に崩壊しやすく、深成岩と固結堆積物は固結堆と比較して有意に崩壊しにくかった。樹種・樹齢に関しては、多重比較検定を行った結果、複数のカテゴリー間で有意な差が検出された。スギ幼齢林、ヒノキ幼齢林、雑木幼齢林、および伐採跡地は、その他の植生項目と比較して有意に崩壊しやすく、これら 4 つの植生項目の崩壊確率は、崩壊と非崩壊の基準値であるカットオフ値を超過していた。なお、鹿の生息密度は有意な説明変数として選択されなかった。また、RF の結果より、斜面崩壊の発生に与える重要度は樹種樹齢が最も大きく、次いで 1 時間最大雨量であり、林道の重要度は比較的小さかった。本災害による斜面崩壊の発生には林道が関係しているものの、その影響は小さく、樹種樹齢の影響が大きいことが示唆された。また、構築したモデルの精度を示す AUC は GLM で 0.76、RF で 0.80 であり、0.7 を超えているため、モデルの精度は良いと判断された。これらの結果より、今後の森林管理に関して考察を行った。

異なる水深のマルチトープ(水田退避溝)が水生動物群集にもたらす保全効果

糸賀友紀[1)]，田和康太[2)]，渡辺黎也[1)]，井上陽人[1)]，木村純平[3)]，平峰拓郎[4)]，佐川志朗[1)5)]
1)兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科，2)国立研究開発法人国立環境研究所，
3)パタゴニア日本支社，4)株式会社坪口農事未来研究所，5)兵庫県立コウノトリの郷公園

1. はじめに

近年，水田の生物多様性保全を目的に全国で環境保全型農業が実施されている．兵庫県豊岡市で行われている環境保全型農業の「コウノトリ育む農法」の努力要件の 1 つであるマルチトープ（水田退避溝）は（以下，マルチ），中干しや稲刈り等の落水時に水生動物の避難場所となるよう，水田の一部を掘り下げて常時湛水した素掘りの溝のことを指す．我々の研究グループによって，①マルチは一部の水生動物の中干し時の避難場所になっていること，②面積よりも水深の違いがそこに成立する水生動物の種組成に影響を及ぼすことが明らかになりつつある．水田環境に生息する水生動物の多くは生活史の中で水田と恒久的水域（ため池やビオトープ）を補完的に利用している．しかし，マルチが他の恒久的水域や水田と同様の水生動物群集の生息場所として機能しているかは未解明である．また，水深の違いによってどのような水生動物群集が成立するかは明らかになっていない．そこで本研究では，他の水田水域と比較した際のマルチの水生動物群集の特徴を明らかにし，水深の異なるマルチにおいて水生動物群集を比較することによって，それらの保全に適したマルチの水深を検討することを目的とした．

2. 調査方法

両生類や水生昆虫類等の繁殖期である 2023 年 6 月に兵庫県豊岡市三宅地区においてマルチ（MT）4 地点（最大水深：12, 39, 24, 13 cm），マルチ付帯水田（MP）4 地点，無農薬水田（P）4 地点，ソーラーシェアリング水田（S）2 地点，ビオトープ（B）3 地点において，水生動物の掬い取り調査を実施した．物理環境については植被率，水深の計測を行った．2024 年には MT4 の水深を最大 25cm ほどに深くした．また，深場（最大水深約 25 cm）と浅場（水深約 10 cm）を設けた新規マルチ 1 地点とその付帯水田 1 地点，ため池 4 地点を加えて 6 月に同様の掬い取り調査を行った．

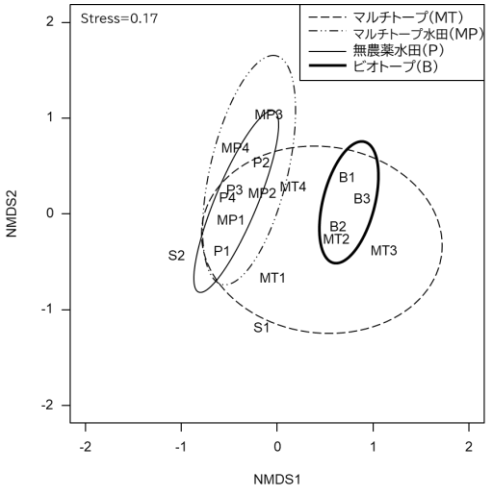


図 1. Bray-Curtis 指数を用いた NMDS による水域タイプごとの水生動物群集の座標付け（枠は各タイプの重心の標準偏差を示す）

3．結果と考察

2023 年 6 月に行った調査において，74 分類群 5,086 個体が採集された（応用生態工学会第 26 回京都大会にて発表済）．そのうちマルチでは 43 分類群 1249 個体が確認され，6 分類群はマルチのみで確認された．NMDS 解析の結果、マルチの水生動物群集はビオトープと水田の中間的な位置にあることが示されたため、マルチは両タイプの水生動物群集の保全に寄与する可能性がある（図 1）．また，PERMANOVA の結果，水域タイプと水深が群集組成に有意な影響を及ぼしていたが，泥深・植被率・面積は影響していなかった．指標種分析の結果，マルチは深場を好むことが報告されているマツモムシと，カエル目幼生が指標種として抽出された．カエル目幼生は中干し時にマルチを退避場として利用する可能性がある．発表では 2024 年 6 月のデータも加え，他の解析結果とともに水生動物の保全に適したマルチの水深について考察する．

謝辞
調査にあたり御協力いただいた地域資源マネジメント研究科の学生及び卒業生の吉田樹一氏，株式会社坪口農事未来研究所の諸氏に感謝申し上げます．なお本研究は，JSPS 科研費 21H03652 および「リジェネラティブ・オーガニック(R0)な水田システムに関する研究-コウノトリ育む農法を基盤として-」の助成を受けて実施された．

水田及び休耕田ビオトープにおける安定同位体比を用いた生態系機能評価

高橋真司[1)]，渡辺黎也[2)]・久保星[3)]・福岡太一[4)]・大庭 伸也[4)]
1）東北大学，2）兵庫県立大学大学院
3）（株）ウエスコ、4）長崎大学

1. 背景

日本全国において、田畑の耕作面積は減少傾向にあり、2014年から2023年にかけて4.4%減少した。また、耕作放棄地は2005年から2015年にかけて9.7%増加する傾向であった。耕作放棄された田畑は、人為的な管理が及ばなくなることで生態系サービスの劣化に繋がることが報告されている。水田における生態系サービスは、持続的な食料供給という役割は勿論、その他に治水機能、土壌侵食防止、水資源涵養機能、景観形成、生物多様性保全機能などが挙げられる。特に、水田は多くの水生及び湿性生物の生息場であり、カエル類やトンボ類のように生活史の一部に水田環境を利用している生物も多く生息している。耕作放棄地において水田生態系を保全するためには水田を維持するのか、休耕田を湿地化し、ビオトープを創出するだけで良いのか科学的知見が不足している。本研究では、水田生態系内の食物網などに着目して、稲作を行う水田と水を張り湿地化させた休耕田ビオトープにおいて安定同位体比を用いて生態系評価を行い、水田生態系の保全再生に資する知見を得ることを目的とした。

2. 調査地点及び方法

調査は、兵庫県西部に位置する棚田で実施した。2023年5月に耕作放棄田となっていた水田を復旧し、稲作を行う水田5枚、休耕田ビオトープ3枚、水田の一部を休耕した混合型1枚の3種の圃場グループを準備した。ドローンによる空撮で各調査地点の面積及び位置情報を得た。水温、pH、DO、濁度は水質メーターを用いて現地で計測した。生物の餌資源として、各区画で付着藻類、土壌、浮遊粒状有機物（FPOM）を採取した。水生植物は代表地点で採取した。各調査地において D型枠のタモ網（枠幅：30 cm、目合：1 mm）を用い、任意の10地点で岸に沿って1 m掬い取り、採取された水生生物の個体数を分類群別に記録した。加えて、安定同位体比分析用に水生生物の定性調査を行い、安定同位体比分析まで冷凍で保存した。安定同位体比分析には、調査地点で出現した主要な種を用いた。すべての試料は、凍結乾燥後、粉砕し粉状にした。各試料1～2 mgをスズカプセルに封入し、分析試料を作成した。炭素・窒素安定同位体比は元素分析装置（Thermo Scientific社製 FlashEA1112）と質量分析計（FinniganMAT 社製 DELTA Plus）から構成されているオンライン分析システムを用いて測定した。計測された安定同位体比に基づいて同位体ニッチ及び食物網解析をおこなった。

3. 結果

各水質項目は、地点ごとに有意差は見られなかったが、棚田の下段側の区画において、硫酸イオンや金属イオン濃度が高まる傾向が見られた。出現生物種は、水田で49種、休耕田ビオトープで43種、中間型で20種であった。多くの地点で、蜻蛉目、半翅目、甲虫目、カエル類の幼生が出現した。生物の群集組成は、水田と休耕田ビオトープで異なり、混合型は休耕田に近い組成を示した。各有機物の炭素安定同位体比は、付着藻類が最も重く、水生植物が最も軽い値を示し、土壌試料とFPOMはその中間の値を示した。生物群集の各餌資源寄与率の平均値は、各グループ間に有意差は見られなかった（P >0.05）。同位体ニッチの指標である Standard Ellipse Area は、水田＞混合型＞休耕田ビオトープの順で高い値を示した。

4. 考察

各グループの群集組成は、水深や植生の被度率などの生息場環境の違いが反映された可能性が考えられる。同位体ニッチからも休耕田ビオトープは水田とは異なる生態系が形成されている傾向が示唆された。また、各圃場グループ間における生物の餌利用の結果から、ビオトープを創出するだけでも水田生態系の保全に貢献できる可能性があることが示唆された。

長良川の本川および流入河川における沈水植物の分布について

片桐浩司 1)
1）帝京科学大学 自然環境学科

1. はじめに

沈水植物群落は，氾濫原水域を代表する植物群落のひとつである．これらは近年，主要な生育場所である湖沼やため池において富栄養化等が進行したために，全国的に減少の一途をたどってきた．現在では，ワンド，たまりといった河川の氾濫原水域が，沈水植物の数少ないハビタットのひとつになっている．また沈水植物群落は，種組成が特殊であり面積が小さく，河川における「特殊性」群落のひとつに位置づけられる．

著者らによる揖斐川における過年度の調査では，沈水植物群落のほとんどは河川沿いのワンド，たまりに成立していた．ワンドとたまりでは沈水植物の構成種が大きく異なったが，この要因として，揖斐川の流路内には流入河川より大量の外来種の切れ藻が流下しており，本川と常時接続するワンドで外来種が優占したことがあげられた．

本研究では，揖斐川に隣接する長良川を対象に，2 河川の沈水植物の分布状況について比較をおこなった．本川，ワンド，たまりのほか，流入河川を対象に，沈水植物の種数と被度，外来種・在来種の割合を比較した．また長良川の 1997 年から 2023 年の過去 26 年間にわたる沈水植物群落の分布状況の変遷について，河川水辺の国勢調査結果と現地調査により把握した．

2. 研究対象地

研究対象地は，長良川本川 23～54km の約 31km の区間と 8 つの流入河川とした．長良川の中～下流区間では，砂利採取，河口・下流区間では河道浚渫・砂利採取等により，河床が大きく低下した．また揖斐川に比べて長良川は堤間幅が狭く，河道内に成立するワンド，たまりの数は極端に少ないことが指摘されている．

3. 方法

河川水辺の国勢調査(長良川)の 1997 年，2002 年，2011 年の群落組成調査データ，環境情報図を用いて，沈水植物群落の分布位置と箇所数を整理した．また 2021 年の航空写真を判読しワンド，たまりを抽出した．抽出された 8 箇所のたまり，4 箇所のワンドのほか，本川の流路内（13 箇所）を対象に現地調査を実施した．本川，ワンド，たまりに 1×1m の調査方形区を設置し，植物の被度(%)を記録した．本川，ワンド，たまり間で，沈水植物の種数，被度合計，外来種・在来種の割合を比較した．

4. 結果と考察

在来種は，いずれの年度においても主要な流入河川が合流する 38km～46km と，33km より下流の区間に分布していた．種の交代はみられるものの，年度によって出現区間に大きな違いはみられなかった．長良川の沈水植物は，揖斐川のようなワンドやたまりではなく，いずれも流路内の河岸付近の水深の浅いところに定着していた．外来種について，出現する区間は在来種と類似しており，経年的にも大きな変化はみられなかった．

揖斐川同様，長良川の流入河川にも，在来種，外来種を問わず，種数，バイオマスともにきわめて豊富な沈水植物相がみられた．とくに本川に広範囲に分布するオオカナダモ，コウガイモ，ササバモは，複数の流入河川で確認された．流入河川で発生した切れ藻や種子の多くが，水流にのって下流へと分散し，本川河岸に定着したものと考えられる．揖斐川同様，長良川でも，本川のみならず流入河川についてもモニタリング対象とする必要がある．

方形区データから，長良川では，ワンド，たまりに比べ，本川の種数，被度合計が高かった．ワンド，たまりには沈水植物がほとんどみられず，揖斐川とは大きく異なる結果となった．ワンド，たまりの透視度は低く，多くの水域で緑藻類やアオコの増殖がみられた．河床低下に伴い，水域が孤立化し，富栄養化が進行していることが示唆された．今後は，本川流路内での群落の定着条件や，群落が成立する要因について把握する必要がある．

3D-Scan 点群データを用いた河道内樹木群の密生度の 3 次元分布の推定

周月霞 [1)]，戸田祐嗣 [1)]，溝口裕太 [2)]，手塚透吾 [3)]
1)名古屋大学，2)土木研究所，3)アジア航測

１．はじめに

3 次元モデルによる流体解析は，河道の横断面内の 2 次流や構造物周辺の複雑な流れ場の再現性の向上に貢献するものと期待されている [1)]．3 次元解析では，樹木群による流水抵抗（$F_d=1/2*C_d*a_s*U^2$，C_d ：抗力係数，a_s：樹木群の密生度）は，密生度を用いて計算されるが，その鉛直分布を捉えることは困難であるため，一般には密生度の平面分布のみが用いられる．そのため，樹木群の密生度の鉛直分布を簡便に推定し，3 次元モデルに用いることは，実体に即した精緻な水理計算，さらには，計算精度の向上につながるものと期待される．

著者ら [2)]は，これまでに，3D-Scan 点群データを用いて樹木群の密生度の平面分布（**図-1** の *xy* 面）を求めたが，本研究では，流れ方向及び流れに垂直する方向（鉛直方向）の樹木群の密生度 3 次元分布の推定を試みる．

２．研究手法

密生度は，3 次元空間(流体体積)に占める樹木群の阻害面積の割合である．本研究では，三重県雲出川で取得した 3D-Scan 点群データは，*x, y, z* の 1×1×1m の立方体（単位流体体積）に分割したうえで，任意の *x* (ここで，流れ方向を指している) の *yz* 面（**図-1**）において，立方体ごとに樹木群の阻害面積を算出し，検討対象エリアの樹木群の 3 次元密生度の分布を推定した．更に，*x* 方向（流れ方向），*z* 方向（鉛直方向）の 1m ごとの密生度分布を推定した．

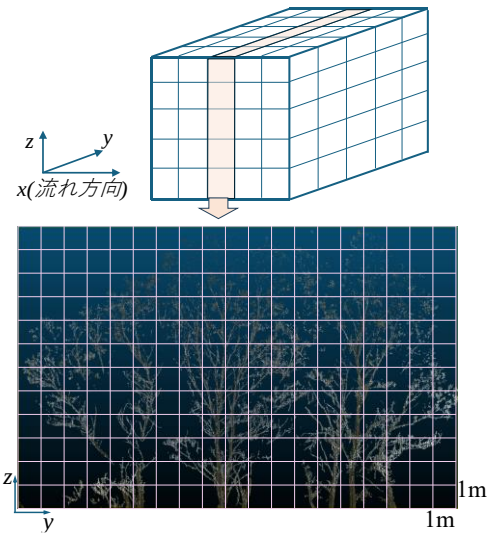


図-1 流れ・鉛直方向の樹木群の密生度の算出イメージ

３．結果と考察

図-2，**図-3** は 3D-Scan 点群データから推定した流れ方向及び鉛直方向の樹木群の密生度の分布である．**図-1**（上）に示す通り，任意の *x* (*yz* 面)には複数の立方体が存在するため，1m ごとに密生度を集計し，流れ方向の樹木群の密生度の分布を**図-2** に示す通り，箱ひげ図とした．検討対象エリアの樹木群の密生度の中位（50th）は，約 0.01～0.02 m^{-1} の範囲に分布し，0.03 m^{-1} 以下に分布すると報告された既往研究の密生度（流れ方向の平均）とほぼ一致した．

検討範囲の最大樹高は 12m であるため，鉛直方向（z 方向）の樹木群の密生度の分布は，**図-3** に示す通り 0～12m の範囲で 1m ごとに集計した．ここから，0～2m の密生度が最も高いことがわかり，これは，林床に繁茂する草本の影響であると考えられる．また，2～5m の範囲では，5m に近づくほど密生度は高まった．この理由として，4~5m 付近は，木本の樹冠が重なり合うために，点群密度が相対的に高まったと考えられる．5 ~12m の範囲では，点群密度の低下に伴い，樹木群の密生度は低下する傾向が確認された．

このように，樹木群の密生度の 3 次元分布（流れ方向：**図-2**，鉛直方向：**図-3**）を表現できた．これら密生度の推定結果を 3 次元モデルに用いることで，実体に即した精緻な水理計算，さらには，計算精度の向上につながるものと考えられる．

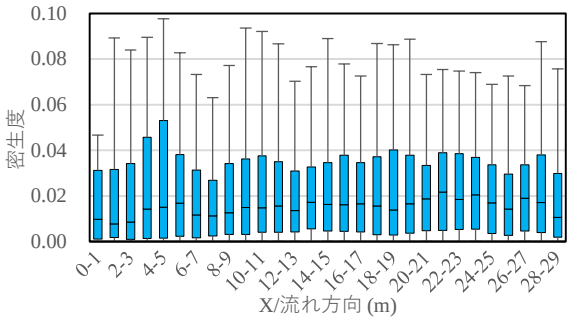


図-2 *x*(流れ)方向 1m ごとの樹木群密生度の分布

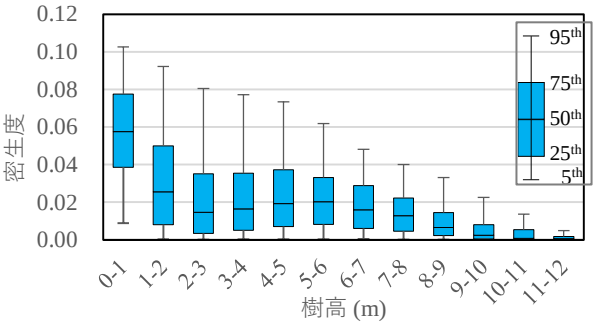


図-3 *z*(鉛直)方向 1m ごとの樹木群密生度の分布

謝辞：本研究は，JACIC 研究助成「航空レーザ測量データを活用した河道内樹木解析」を受けて実施された．

参考文献
1) 柏田ら: 河川技術論文集，Vol.(29), pp. 203-208，2023.
2) 周ら: 土木学会論文集特集号(水工学), 80(16), 23-16057, 2024.

A Comprehensive Study on the Role of Pocket Parks in Green Infrastructure Networking in Saitama City

H.M.M.S.D.Herath, Takeshi Fujino & M.D.H.Jayasanka
Senavirathna Graduate School of Science and Engineering,
Saitama University

1. Introduction

Urban pocket parks in Japan, also referred to as vest pocket parks or urban new commons, play a vital role as essential social common capital [1-3]. Their capacity to provide ecosystem services is vast, not to mention the multifunctionality they can offer if upscaled as green infrastructure (GI) [4-5]. The objective of this study is to establish an extensive database of urban pocket parks in Saitama City, with a focus on analyzing their capacity as elements for GI networking.

2. Methodology

We conducted a comprehensive literature review to define and characterize pocket parks in Japan, leading to the development of a matrix outlining potential types and their features. Using these characteristics, we performed manual data extraction from Google Maps for community-rated pocket park locations and compiled the data into a database using ArcGIS Pro 3.2.0. We did kernel density estimation (KDE) analysis [6-7] on each type of pocket park and then added the results to a critical area detection model (CADM) that we had already made to look for possible GI networking opportunities.

3. Results and discussion

The generated database reveals that Saitama City hosts a variety of vest parks, each catering to different community needs and environmental functions. This diverse array of park types plays a crucial role in providing social common capital for the residents. The KDE analysis revealed distinct spatial patterns of pocket parks across Saitama City, with the highest densities in residential and commercial areas, underscoring their importance to community life. Different Park types displayed unique distribution patterns, with some more common in densely populated areas and others in less urbanized zones.

4. Conclusion and recommendations

The comprehensive analysis of urban pocket parks in Saitama City highlights their diverse types and strategic importance in enhancing GI networking. By identifying key areas of intervention and integrating spatial distribution data with the CADM, this study provides a robust framework for promoting urban sustainability and resilience through effective GI planning. We anticipate continuing to analyze the database, adding additional details such as the park area, characteristics, and available features.

References

1] Rosso, F. et. al., (2024). Env. Mngmt, Vol 349
2] Hu, Y. (2018). Green Intelligent Trans. Sys. Vol 419
3] Tamakura, G (2018) 立命館大学政策科学会, pp.329-346
4] Liu, S. & Wang, X. (2021) Urban Forestry & Urban Greening, Vol 64
5] Bajwoluk, T. & Langer, P. (2023). Sustainability, 15, 5153.
6] Gelb, J. & Apparicio, P. (2024), Geograp. Analysis, 56:62-78.
7] Węglarczyk, S. (2018) ITM Web of Conferences 23, 00037

クマタカつがいの巣における長期カメラ観察結果 －関東地方南西部の事例－

佐藤功一[1)]、澤田芳夫[1)]、増永亙[1)]、成瀬優太郎[1)]、宮脇成生[1)]
小林大助[2)]、小林綾乃[2)]
1)株式会社建設環境研究所、2)中日本高速道路株式会社

１．はじめに

クマタカ *Nisaetus nipalensis* は、絶滅のおそれのある野生動植物種の保存に関する法律により国内希少野生動物種として保護の対象とされており、社会資本整備事業では、クマタカを保全対象として調査及び環境保全措置が実施されている。

中日本高速道路株式会社が実施する、本発表の対象地である関東地方南西部の道路事業では、クマタカの巣内常時観察による調査を実施し、事業計画や保全方針の検討に活用している。本発表では、当該道路事業における 7 年間の巣内常時観察で得られたクマタカつがいの繁殖に関する知見を報告する。

２．調査地および方法

調査地は関東地方南西部のスギ・ヒノキ植林が主体の森林地域である。

調査は、スギに架けられたクマタカつがいの巣内を撮影できる屋外ネットワークカメラ（巣内観察カメラ）を設置し、インターネット経由でリアルタイムの動画を配信するシステムを構築して行った。なお、対象としたクマタカつがいは、同一個体が 2017 年から同じ巣を継続して利用しており、2018 年の繁殖期前に設置した巣内観察カメラにより 7 年間に渡って巣内の状況を観察し、親鳥と幼鳥の飛来状況、産卵状況を記録した。

３．結果

① クマタカの産卵時期の変動

巣内観察カメラにより観察されたクマタカつがいの産卵期間は、3 月中旬～4 月中旬であり、約 1 ヶ月の幅がみられた。（表 1）

表 1　クマタカつがいの繁殖状況

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
幼鳥飛来	＼	3/24	4/7	4/14	－	3/19	5/13	－
産卵日	＼	4/17	4/14	－	3/18	4/9	－	3/18
繁殖	○	○	○	－	○	○	－	＼

幼鳥飛来:前年生まれ幼鳥の巣への最終飛来日　　○:幼鳥の巣立ちを確認

産卵日は、前年に繁殖がない年は 3 月中旬であったが、前年生まれの幼鳥が造巣期（1 月から 4 月）の巣に飛来した年は 4 月中旬であった。

② クマタカの親鳥飛来状況と産卵有無の関係

クマタカつがいが産卵した年と産卵しなかった年では、造巣期（1 月から 4 月）における親鳥の巣への飛来状況に違いがみられた。（図 1）産卵した年では、造巣期に親鳥の巣への継続的に飛来した。一方、産卵しなかった年では、親鳥の巣への飛来は散発的であった。

また、産卵日は造巣期における雌の巣への初飛来からいずれも 60 日程度であった。

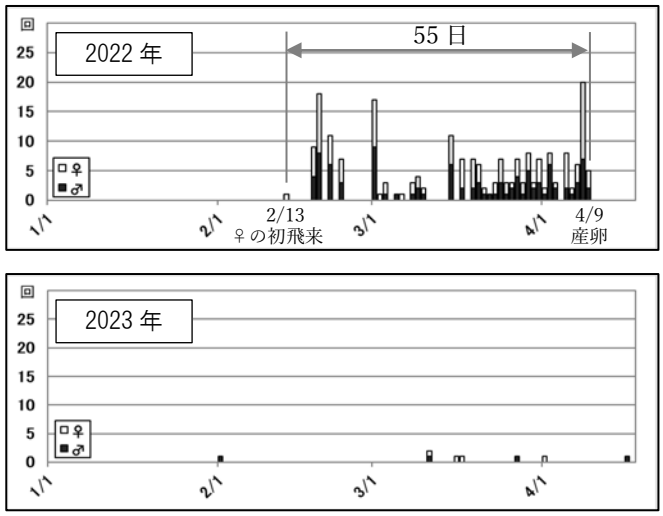


図 1　クマタカつがい親鳥の巣への飛来状況

４．考察

本報告において対象としたクマタカは 1 つがいであるため、この結果をクマタカに一般化することはできないものの、対象のクマタカつがいでは長期の巣内観察カメラにより親鳥の巣への飛来状況を把握することで、その年の繁殖有無と産卵日が推定できる可能性が示唆された。

日本列島における渇水特性および取水制限状況、水生昆虫の分類群的多様性の広域スケール評価

岡本聖矢 1)・相川隆生 1)・中川光 1)・森照貴 1)
1) 土木研究所自然共生研究センター

1. はじめに

世界的な気候変動下にある地球上では近年，前例のない規模の洪水・火災・干ばつ（渇水）が観測されている．特に渇水に至るまでの流量減少は，物質循環，生物種の棲息環境の変化，水供給の変化を通して農業，経済，生物多様性に大きな影響を与える自然現象の 1 つである．河川は特に農業用水や都市用水との関係が強く，水資源利用の観点から河川流量の減少は注目されてきた．将来的にさらなる渇水の頻度増加や期間の長期化が予想されており，河川からの取水制限の頻度や制限期間が深刻化することも懸念されている．一方で生物多様性の観点からは，その生態系を構成する生物群集とその棲息場環境に攪乱として影響するため，河川棲生物の種多様性にとっても重要な要因の 1 つと考えられている．こうした背景下，渇水時における利水と環境の双方への配慮が求められており，地域ごとの渇水時の状況と渇水時の生物種の応答を把握する必要がある．

そこで本研究では，日本列島の全国 109 の一級水系内の河川の流量特性と取水制限状況，流量変動との関係性が知られる水生昆虫の分類群的な多様性を整理し，その関係性について検討した．

2. 方法・材料

渇水の情報として，国土交通省が公開する「水文水質データベース」と「日本の水資源」の 20 年分のデータ（2002–2021 年）を整理した．生物種の情報として，「河川水辺の国勢調査（3–6 巡目: 2001–2020 年まで; 国土交通省）」の底生動物データに含まれる 6 目の水生昆虫（i.e., カゲロウ目，カワゲラ目，トビケラ目，トンボ目，カメムシ目，コウチュウ目）を対象として整理した．整理した生物種と渇水のデータを用いて，1）取水制限期間内および，2）取水制限の実施年度における水生昆虫の分類群数と，3）上の期間とは関係のない期間のものとを比較した．

3. 結果・考察

取水制限は 2002-2021 年の間で瀬戸内海に面したエリアと関東，中部エリアで特に多く実施されており，どの地域でも夏季に発生しやすい傾向があった．加えて，流量観測データが取得できた河川の取水制限開始時の流量はほとんどが平均流量（10 年分）の半分以下の流量であった．取水制限期間中のカゲロウ類・カワゲラ類・トビケラ類の分類群数は他と比較して減少していることが確認できた（GLM, $P = < 0.05$）．本発表では，渇水に関係する流量変動と水生昆虫の分類学的な多様性の関係を詳しく議論する予定である．

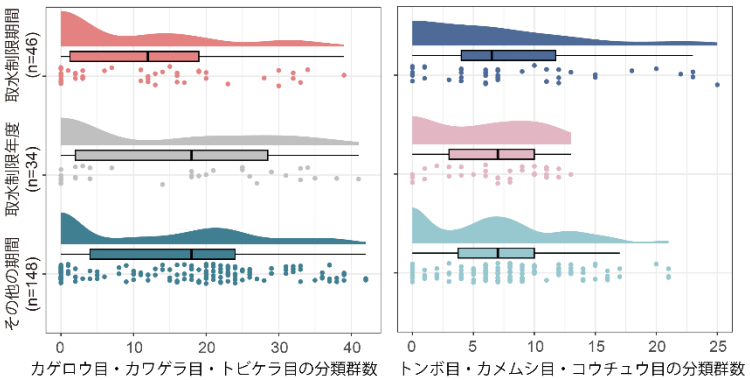


図 1. 取水制限期間とその年度内，取水制限とは関係の無い期間の水生昆虫 6 目の分類群数

赤外線カメラ搭載型 UAV による害獣調査及び対策事例

桑原洋介[1)]，山上翔大[2)]，吉津祐子[1)]，小田優佳[1)]，三宅香成[1)]
1）株式会社荒谷建設コンサルタント，2）国土交通省中国地方整備局

1　はじめに

広島県庄原市に位置する国営備北丘陵公園では、園全体を囲障で囲っているものの、園内にイノシシやニホンジカが侵入し、掘り返し等の被害が報告されている。

本調査は備北丘陵公園施設管理の一環として、赤外線カメラ搭載型 UAV（Mavic3 Thermal，DJI 社製）を用いてイノシシ・ニホンジカ等の生息状況を把握し、デジタル技術を活用した効率的な駆除方法の検討を行ったものである。

2　調査方法

調査対象となるイノシシ・ニホンジカは、夜間に林縁部、広場及び水辺等に移動する可能性が高いと考えられた。このため、公園内の当該箇所や目撃情報及びフィールドサインの多い箇所を中心に飛行を行った。なお、飛行ルートは、目視可能な範囲で 1 回のフライトが 30 分程度となるように計画し、手動操作により実施した。

3　結果

調査の結果、最も多く確認された種はニホンジカ（合計 55 個体）であった。イノシシは合計 15 個体確認され、親子と考えられる 2 つの群れが確認された。このイノシシの群れの 1 つ（成体 1 個体、幼体 6 個体）は、公園敷地外の耕作地で確認され、囲障を通り抜けて公園内に侵入する様子が確認された（図-1）。

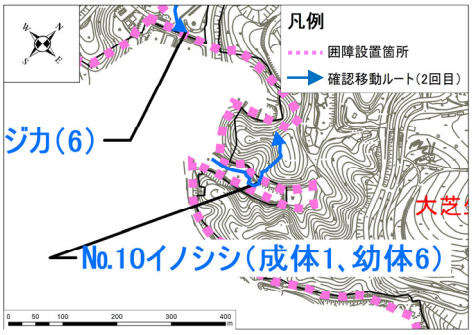


図-1　イノシシの群れの移動ルート

4　考察

囲障点検報告書によると、イノシシの侵入が確認された場所は、イノシシにより柵下に設置した防獣柵が破壊されていることが報告されており、この箇所から園内に侵入していると考えられた。

また、園西側の牧場周辺の囲障においてもイノシシにより柵が曲げられ侵入されたと報告されており、本調査により牧場で確認されたイノシシ 7 個体（成体 4 個体、幼体 3）（図-2）も園内外を移動している可能性が考えられた。

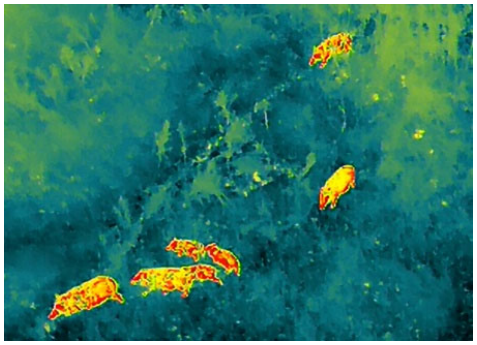


図-2　牧場で確認されたイノシシの群れ

5　イノシシの対策

今回の UAV 撮影で園外から侵入するイノシシの群れを確認したことから、イノシシの侵入する防護柵破損箇所にわなを設置すること等で、効率的に駆除する方法について検討した。

対策としては、イノシシを群れで効率的に捕獲するため、防護柵破損個所付近及び資材搬入・搬出しやすい箇所に囲いわなを設置すること、さらには防護柵を効果的に活用するための設置方法（柵の下部の差し込み・コンクリート張り等）について提案した。

愛知工業大学周辺におけるヒメタイコウチの生息状況

内田 臣一
愛知工業大学 土木工学科

1. はじめに

ヒメタイコウチ *Nepa hoffmanni* Esaki, 1925 は半翅目異翅亜目タイコウチ科に属する体長約 2 cm の昆虫である。主に湿地に生息し、水深数 cm 程度までの浅い水中と水に近い陸上で見つかる。前翅が開きにくく、後翅は退化しているため飛べない。

ヒメタイコウチの日本国内での分布は局地的で、静岡県、愛知県、岐阜県、三重県、和歌山県、奈良県、兵庫県、香川県の 8 県に分布しているが、そのすべての県でレッドリストに掲載されている。

本研究では、2016～2023 年に愛知県豊田市、瀬戸市、長久手市の愛知工業大学周辺でヒメタイコウチの分布を調べた。また、2 地点の定点調査で、個体数の季節変化を調べた。これらの調査により、名古屋市近郊に位置し開発が進むこの地域の自然環境保全のための基礎資料を提供することを本研究の目的とした。

なお、本研究は愛知工業大学 土木工学科において内田が指導した卒業研究（2016 年度 佐藤広規君、2018 年度 柵木大輝君、2019 年度 祖父江 一希君、2020 年度 林 右京君、2021 年度 安井邦洋君、2022 年度 大矢健琉君、2023 年度 寺尾昂祐君、2024 年度 高崎 悟君）などの成果である。

2. 研究方法

湿地などにおいて、極めて浅い水面とその周辺の陸上を足で踏んだり手で探ったりして、目視で探して採集した。各地点で 2～10 人でのべ 120 分間となるように時間を設定して採集した。

この定時間採集によって 6～10 月の夏季を中心に愛知工業大学の周辺で分布を調査した。

ホトケ沢右岸側支流の源流（2016, 2018～2023 年、冬季を含む）と愛知工業大学 7 号館北東側溝（2022, 2023 年、夏季）において、同じ定時間採集によって定点で繰り返し調査した。

3. 結果と考察

分布調査の結果、生息地が多数見つかり、多くの地点で多数の個体が採集された（図）。

ホトケ沢右岸側支流の源流では、6 月下旬～9 月下旬にかけて多く採集された。

愛知工業大学 7 号館北東側溝でも、ヒメタイコウチが採集されることがあった。ここで採集されたヒメタイコウチは、北に約 200 m 以上離れた自然の湿地などからアスファルトの舗装道路を渡って歩いてきた可能性がある。

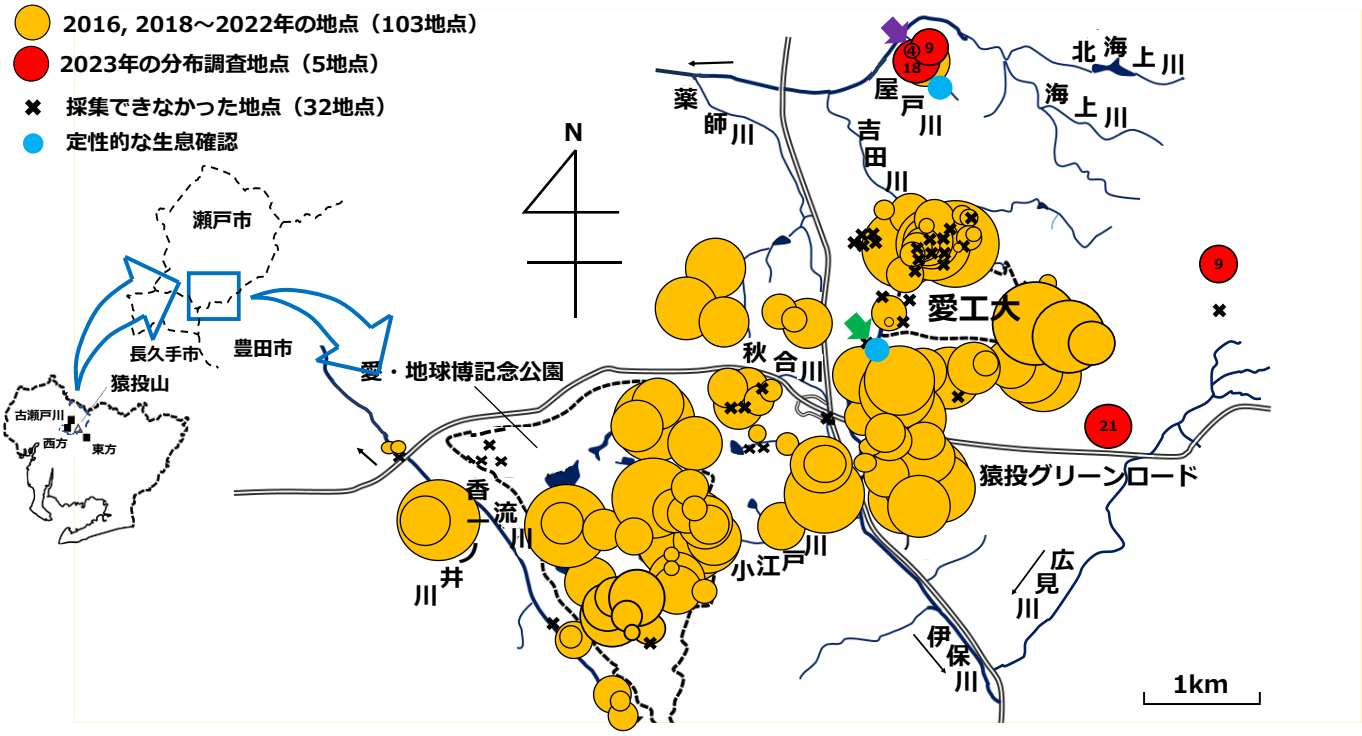


図　愛知工業大学周辺におけるヒメタイコウチの分布

日本の河川の水質測定地点約 3000 箇所を対象とした 底生動物の平均スコアの予測

岩崎 雄一[1)]、末森 智美[1)]、小林 勇太[2)]
1) 産業技術総合研究所、2) 東京農工大学

１．はじめに

河川底生動物の平均スコア（ASPT：Average Score Per Taxon）は、大型無脊椎動物の 71 分類群（主に科レベル）の出現状況に基づき計算される指標で、各地点で採集された科のスコアの総和を採集された科数で割って計算される。平均スコアは、環境省（2017）では“河川環境の良好性”の指標とされ、その調査・評価方法は 1980 年代後半からの調査研究や議論に基づき作成されている。しかしながら、全国レベルで河川の平均スコアを推定した研究はほとんどない。また、平均スコアが底生動物調査でよく用いられる一般的な指標（種数や個体数）とどのような関係にあるかも明らかではない。本研究では、全国の水質測定地点（環境基準点：約 3000 箇所）を対象に平均スコアを推定すること、及び平均スコアとカゲロウ目種数などの底生動物群集の指標との関係を評価することを目的とした。

２．方法

河川の水質測定地点（環境基準点）2925 箇所を対象に、それらの位置情報に基づいて、標高、集水域面積、集水域及び 3 km 周囲の土地土地利用割合（都市、田畑、草地、森林、裸地）を推定した。さらに、pH の最小値、生物化学的酸素要求量（BOD）や浮遊物質量（SS)、全窒素（TN)、全リン（TP）といった水質情報を整理した。次に、河川水辺の国勢調査による底生動物調査結果が利用可能な水質測定地点 239 箇所を対象として，底生動物の平均スコアを整備した物理化学的特徴から予測する重回帰線形モデルを構築した。さらに、構築した重回帰モデルを用いて、全国の水質測定地点の平均スコアを予測し、別途収集・調査した水質測定地点 103 箇所における底生動物調査結果を用いて、予測結果の検証を行った。加えて、上述した水質測定地点 239 箇所の底生動物データを用いて、全底生動物、カゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目の種数及び個体数と平均スコアの関係を調査した。

３．結果と考察

全国の河川の水質測定地点（環境基準点）を対象に整備した物理化学的特徴[1)]に基づき、モデル構築（あるいは、検証）データに対して、76%（57%）の調査地点の平均スコアを誤差±0.5、96%（84%）の調査地点を誤差±1 で推定できる重回帰モデルが構築できた。予測された平均スコアに基づき、全国の環境基準点の 29%が「とても良好」、50%が「良好」、14%が「やや良好」、8%が「良好とはいえない」と推定された[2)]。加えて、平均スコアは、対象としたすべての指標と有意な相関が検出され（$p < 0.05$)、特にカゲロウ目（$r = 66$）やカワゲラ目（ $r = 0.70$）の種数と相関が高く、科レベルの調査結果に基づく平均スコアがこれらの指標としても機能する可能性があることが示唆された。

【引用文献】
1) 岩崎ら(2022) 水環境学会誌, 45: 231–237
2) Iwasaki et al. (2024) Environmental Science and Pollution Research, 31: 28538–28548

天塩川下流の旧川におけるヤマトシジミ生息環境再生の取り組み

折戸 聖[1)]，中里 享史[1)]，永田 光博[1)]，渡邊 尚宏[2)]，篠原 廷宗[2)]，西田 侑希[2)]
1）公益社団法人 北海道栽培漁業振興公社　2）国土交通省 北海道開発局 留萌開発建設部

1. はじめに

『天塩川水系河川整備計画』では、「特に地域にとって重要な漁業資源であるヤマトシジミの生息環境については、関係機関等が連携して天塩川本川・サロベツ川・パンケ沼など汽水域の良好な河川環境の保全や整備に取り組むとともに、かつてヤマトシジミが生息していた旧川の活用に向けた調査検討など、その保全や整備に向けた取り組みを積極的に進める。」こととしている。こうした背景を踏まえ、天塩川の河口から約 12km 上流に位置する振老旧川において、汽水環境の整備によるヤマトシジミ生息環境の再生や、漁場へヤマトシジミの種苗を供給する場としての利活用に向けた試験、オオヒシクイ等の渡り鳥の生息環境改善の取り組みが行われている。

本発表では、振老旧川におけるヤマトシジミの生息環境再生の効果と課題、パンケ沼等へのヤマトシジミ種苗供給に向けた今後の展望について報告する。

2. 事業概要及び調査項目

振老旧川は、昭和 56 年に捷水路工事により天塩川と切り離されて以降、淡水の沼となり、汽水生物であるヤマトシジミが生息できない環境となっていた。平成 23～25 年にかけて、天塩川と振老旧川を繋ぐための樋門が整備され、その間、新たに造成した試験池における塩分観測や、移植放流したヤマトシジミの生息確認、覆砂による底質改善が実施され、それらの成果を踏まえて、平成 26 年に振老旧川が 33 年ぶりに天塩川と接続された。

モニタリング調査としては、ヤマトシジミの浮遊幼生調査、稚貝調査、資源量調査の他、ヤマトシジミの生息環境に関わる水温・塩分・溶存酸素の観測、底質等の各種調査を実施している。

図 1　振老旧川の整備概略図

3. 調査結果

①ヤマトシジミの生息環境（水温・塩分・溶存酸素、底質）

水温・塩分観測の結果、降雨増水が少ない年には、ヤマトシジミの産卵条件とされる水温 20℃以上、塩分 2.3psu 以上を、7～9 月にかけて概ね満たした。溶存酸素については、夏に水深の深い層で、ヤマトシジミの生息条件とされる 1.5mg/l を下回る貧酸素状態が、数日にわたって続くことが確認された。

底質については、覆砂によりシルト・粘土含有率（ヤマトシジミの生息条件は 50%以下）が平成 30 年頃まで低かったが、水深の深い箇所では徐々にシルトが堆積している状況が確認された。

②ヤマトシジミの浮遊幼生、着底稚貝、資源量

ヤマトシジミの浮遊幼生は、水温・塩分が産卵条件を満たした日数が多い年には、大量に発生した。しかし、降雨増水が多い年には塩分が低くなり、産卵条件を満たす日数が少なくなるため、浮遊幼生の発生量も少なかった。

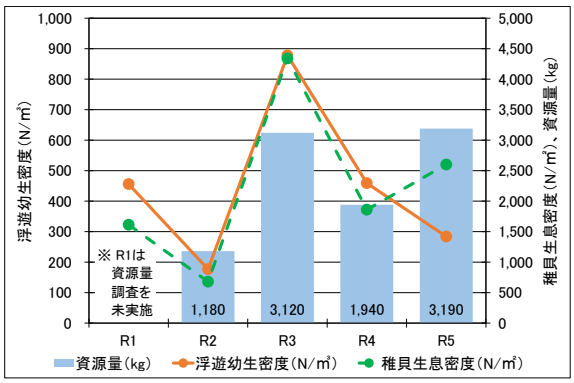


図 2　ヤマトシジミの幼生・稚貝・資源量の推移

稚貝の生息密度は、1,000～4,000 個/m² 程度で変動しており、初期減耗が大きいことが示唆された。また、振老旧川におけるヤマトシジミの資源量は、近年 2～3 トン程度で推移しており、漸増傾向にある。

4. 考察

振老旧川が天塩川と接続されたことによって、振老旧川に塩水が侵入するようになり、汽水環境が整備された。その結果、移植放流されたヤマトシジミから再生産のサイクルが回り始めており、振老旧川においてヤマトシジミの生息環境が再生されたものと考えられる。

課題としては、低塩分や貧酸素、底質のシルト化等が挙げられ、現在、対策について検討を行っている。

また、天然採苗により、人工種苗よりも安価に種苗が得られることが示唆された。得られた種苗は、中層に吊るして中間育成を行うことにより、今後、生残率の高い大型の種苗をパンケ沼等へ供給できることが期待される。

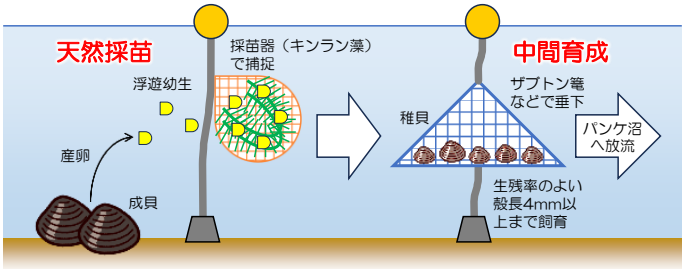


図 3　ヤマトシジミ種苗の供給手法検討（案）

御前崎港湾内に出現したコアマモ場・アマモ場の形成過程とその保全に関して

仁木将人 1)，川口眞矢 2)
1)東海大学海洋学部，2)NPO 法人 Earth Communication

1. はじめに

久々生海岸は御前崎港湾内に広がる砂泥質の海岸である。いつからかここには静岡県指定の準絶滅危惧種コアマモやアマモが出現し、現在は海岸一帯に群生している。当海岸のコアマモ場、アマモ場は 2017 年の冬、NPO 法人 Earth Communication 代表川口眞矢氏によって偶然発見された。当海岸は元々岩礁生の海岸であったこともあり、コアマモやアマモは自生していなかった。重要港湾内であり、防波堤により人の出入りが制限されていることから、いつ頃砂泥生の海岸が形成され、海草藻場が形成されるようになったのかは不明である。このコアマモ場は、2023 年度に J ブルークレジットの認証が行われた。炭素固定量は 0.8 トンであったが、静岡県では初めての登録であった。岩礁生の海岸が砂泥生の海岸へと変化したことから、周辺の波浪環境が変化したことが予想されるが、同時に、砂だけでは無くゴミ等も漂着しやすくなっているため、今後貴重な自然環境を保全していくためには、適度な人の手を入れ、環境を守っていくことが必要となる。

そこで本研究では、過去の航空写真や、御前崎港の歴史や整備過程の整理から久々生海岸の砂泥生海岸への変化の過程を明らかにする。また、現在も分布面積を広げる海草藻場の全体像の把握と J ブルークレジットへの再度の申請を予想し、管理者の負担が軽減される炭素固定量の測定手法に関してマルチスペクトルカメラを搭載した農業用ドローンを用いた調査手法に関して検討を行う。

2. 手法

国土地理院の地図･空中写真閲覧サービスや Google Earth から得た過去の空中写真を活用し、地形変化の過程を検討した。得られた画像を QGIS 上で重ね合わせ、海岸線の変化から砂の移動を検討した。また当海岸は御前崎港の造成から大きな影響を受けてきたと考えられるため、御前崎港の歴史を辿り 1)、砂の移動と御前崎港の造成の関係性について検討した。

コアマモ場の調査には DJI 社製のマルチスペクトルカメラ搭載ドローン P4MULTISPECTRAL を使用した。2023 年 8 月 18 日の干潮時に空撮を行い、空撮時にコアマモ場に事前に 50cm×50cm コドラートを設置することで画像にコドラートが写るようにし、空撮後にコドラートを個別に撮影し、目視でコドラート内の被度評価を行った。撮影結果は DJI 社の Terra により正規化差植生指数（NDVI）を求め、フリーソフトウェア SeaDAS を用いて画像に写っているコドラート内の NDVI 値を抜き出し、NDVI 値と被度との関係を整理した。QGIS による画像解析を行い算出した藻場面積と、NDVI 値と被度との関係から求めたコアマモの有無を判断できる閾値を利用することでコアマモ場の実勢面積を求め、ブルーカーボン量を測定する手法を検討した。

3. 結果

空中写真を使った検証では、1995 年から 2001 年にかけて、地頭方漁港海岸と久々生海岸で共通して顕著な変化が見受けられた。これは御前崎港の西埠頭の一部が増設されたタイミングに一致し、港の増設が波向きを変えたことで砂の堆積する場所が変化し、久々生海岸側の砂は地頭方漁港海岸側の砂が移動し集積したと考えられた。より静穏な環境となることでコアマモが定着しやすい環境になったのではないかと考えられたが、アマモがいつから定着していたのかを特定することは叶わなかった。農業用ドローンによるコアマモ場の計測では、被度階級毎に対象コドラート内の NDVI 値の被度分布を求めコアマモの有無を判断できる適切な閾値を求めた。閾値を利用した画像解析によりコアマモ場での炭素固定量を求めたが、従来の手法と同程度の値が得られ、手法の有効性が認められた。

参考文献：1）静岡県御前崎港管理事務所：御前崎港 開港 50 周年記念誌、2021

仙台湾南部海岸深沼地区における海岸堤防セットバックの効果
- 5 年間のコドラート調査結果に基づく物理環境変化-

○萱場祐一[1)]、佐藤高広[2)]、土井康義[3)]、鈴木雅人[4)]
1)名古屋工業大学、2)株式会社復建技術コンサルタント、
3)株式会社建設技術研究所、4)国際航業株式会社

1. はじめに

仙台湾南部海岸では、東日本大震災の津波により被災した海岸堤防の復旧・復興において自然環境への配慮の観点から様々な影響緩和が行われ、事業者によるモニタリング調査によりその効果の把握が行われていた。しかし、2016年全てのモニタリング調査が終了したことにより、その後の経過を把握できない状況に置かれた。応用生態工学会仙台では、この状況に鑑み、2019年に「仙台海岸環境モニタリングプロジェクト」を立ち上げ、深沼地区の砂浜においてモニタリングを毎年実施している。本プロジェクトは、物理環境班、植物班（コドラート調査、注目種調査）、陸上昆虫班の3班から構成され、①東日本大震災後の撹乱からの回復状況の把握、②環境緩和策として実施した堤防セットバックによる砂浜幅の違いが生態系に及ぼす効果と要因分析、③堤防の影響が後背地へ及ぼす影響把握、を目的として毎年8月末に調査を実施している。本報告では、2019 年～2023年度の5年間の物理環境班の調査を総括した結果を①②の目的に沿って報告する。

2. 材料と方法

モニタリングは仙台湾南部海岸深沼地区の測線 L-1（引堤実施区域、砂浜幅約 105m）と L-2（L1 の南側で引堤非実施区域、砂浜幅約 63m）の測線とその周辺エリアを対象に 2019 年より毎年 8 月末に実施している。物理環境調査は以下のとおりである。①UAV 写真撮影（DJI 社製，Phantom 4 RTK）を堤防より高度 25m，80m から行い、高度 25m 撮影画像から SFM(Structure from Motion）による三次元標高モデルを metashape-pro（Agisoft 社製）を用い作成し，対象範囲のオルソ画像および面的な標高値を取得する。L-1，L-2 測線上において、②土壌硬度（藤原製作所社製山中式土壌硬度計及び長谷川式土壌貫入計），③土壌水分（Campbell Scientific 社製，HydroSense)、④土壌塩分濃度（EC：1:5 水浸出法で代用）を，堤防法尻から一定間隔（3m 毎のコドラート中央）で実施する。

3. 調査結果

砂浜幅が広い L-1 と狭い L-2 の横断形状をみると、L-1 では 3 段のバームからなる多段構造になっていたのに対し、L-2 は単調な断面であった。震災直後の環境検討において「良好な砂浜」と評価した地盤高 T.P.2.5m 以上のエリアの幅は、L-1 では約 60m、L-2 では約 15mであり、 5 年間で大きな変化はなかった。また、地盤高の標高の前後する年の比較を行うと、汀線付近を除いて大きな変化は見られなかった。過年度当学会にて萱場らが（2022）報告した遠州灘海岸における地盤高変化が相対的に大きかったことから、深沼地区は比較的地盤高が安定した砂浜と言えるかも知れない。また、それ以外の物理環境項目については、汀線から堤防に向かった横断方向の差は確認できるものの、各調査実施年間での差異は大きくなかった。

4. 今後に向けて

本プロジェクトも今年（2024 年）は調査開始から 6 年目を迎える。今後も調査を継続し、津波による自然撹乱と海岸堤防の復旧・復興に伴う人為撹乱からの回復過程をより長期に追跡するとともに、海岸堤防のセットバックの効果を詳細に検討したい。このためには、今まで実施してきた①～④の調査項目に加えて、飛砂、波浪等自然攪乱に関する情報の取得を行い、解析を進める必要がある。

参考文献

萱場・大西（2022）遠州灘海岸における海浜性植物の生育要因：生育基盤要因と攪乱要因に着目して．ELR2022 講演要旨集：109.

仙台湾南部海岸深沼地区における海岸堤防セットバックの植物への効果
－5 年間のコドラート調査結果に基づく砂浜幅の差異と植生回復－

○菅野宗武[1)]・樋村正雄[1)]・平吹喜彦[2)]・黒沢高秀[3)]・佐藤高広[4)]・萱場祐一[5)]
1）いであ株式会社，2）東北学院大学，3）国立大学法人福島大学
4）株式会社復建技術コンサルタント，5）国立大学法人名古屋工業大学

1．はじめに

仙台湾南部海岸では，2011年３月に発生した東日本大震災の津波災害による海岸堤防の復旧・復興において自然環境への配慮の観点から堤防セットバックなど様々な影響緩和を行ってきた．影響緩和効果については，施工後数年の事業者によるモニタリング調査が完了したことにより，その後の経過を把握できない状況に置かれたことから，応用生態工学会仙台では「仙台海岸環境モニタリングプロジェクト」を立ち上げ，2019年8月から深沼地区の砂浜において生物相および物理環境のモニタリングを行ってきた．本プロジェクトは，物理環境班，植物班（コドラート調査，注目種調査），昆虫班の3班で構成され，①東日本大震災後の撹乱からの回復状況，②環境緩和策として実施した堤防セットバックによる砂浜幅の違いが生態系に及ぼす効果と要因，③堤防の影響が後背地へ及ぼす影響の3つの目的で調査を実施している．本報告では，2019年～2023年度の植物班（コドラート調査）の結果より，特に，①②の目的について5年間のモニタリング結果を総括し，その傾向について報告するものである．

2．材料と方法

仙台海岸の測線L-1（堤防セットバックを実施し砂浜幅が広い:約130m）とL-2（セットバック未実施:約80m）を対象とした．測線L-1，L-2は物理環境班，昆虫班の調査と共通した．調査は2019年～2023年の8月下旬に1回，計5回実施した．設定した測線上に，防潮堤基部を基点として汀線まで3×3m（9㎡）のコドラートを連続設置し，各コドラートで低木層または草本層の高さ（cm単位）と植被率（5%単位）を記録した．コドラート内に生育するすべての構成種を把握し，被度・群度についてブロンーブランケの方法により記録した．得られた結果は5年間の経年変化を整理するとともに，各コドラートの出現種と被度の結果について，二元指標種分析（TWINSPAN Hill 1979）を行い，5年間の変化（植物相の回復や変化状況）について考察した．

3．結果と考察

コドラート調査の結果，堤外地（砂浜）のみで計19種，堤外地を含め計41種を確認した．年毎の出現種数は，堤外地ではL-1が11～14種，L-2が6～7種で年毎に大差なく，砂浜幅の広いL-1での種数が多く，L-2の確認種は全てL-1でも確認された．種数，群落高，植被率の断面分布を経年比較すると，分布パターンは経年的に大きな変化はみられなかったが，特筆すべき変化としてL-2の堤防際の植被率が2022年以降高くなっており，飛砂等により砂が堆積して生育基盤が形成されたと考えられる．TWINSPAN分析の結果，出現する群落タイプを5タイプに区分した．L-1では5タイプ全て，L-2では4タイプがみられ，砂幅幅が広いことにより群落タイプの多様性が高まることがわかった．タイプ別の断面分布はL-1，L-2共に帯状分布であり，汀線からの距離・比高と植生タイプの分布に関係がみられた．5年間の変化をみると，各植生タイプの分布が徐々に海岸側にシフトする傾向がみられた．

4．今後の展望

モニタリング結果から，堤防セットバックにより海岸植生の多様性が向上することがわかった．また，5年間の結果から出現種は安定しており，津波撹乱からは回復したと考えられる．調査の結果，海岸植生分布パターンが徐々にシフトする興味深い現象がみられており，この要因（特に生育場の物理環境との関係）と今後の変化の方向性（年毎のばらつきなのか，方向性をもった変化なのか）について，今後もモニタリングデータを積み重ねることで明らかにしたいと考えている．なお，現地調査では，北海道大学の松島肇先生，応用生態工学会仙台のメンバーにご協力を頂くとともに，一般財団法人東北地域づくり協会から助成を頂いた．謹んで感謝の意を表す．

仙台湾南部海岸深沼地区における海岸堤防セットバックの植物相への効果
－5 年間の注目種追跡に基づく砂浜幅の差異と植物分布との関係－

○沖津二朗[1)]・増渕勝也[1)]・瀧口俊[1)]・佐藤高広[2)]・萱場祐一[3)]
1)応用地質株式会社，2)株式会社復建技術コンサルタント，3)国立大学法人名古屋工業大学

１．はじめに

仙台湾南部海岸では，2011年３月に発生した東日本大震災の津波災害による海岸堤防の復旧・復興において自然環境への配慮の観点から堤防セットバックなど様々な影響緩和を行ってきた．影響緩和効果については，施工後数年の事業者によるモニタリング調査が完了したことにより，その後の経過を把握できない状況に置かれたことから，応用生態工学会仙台では「仙台海岸環境モニタリングプロジェクト」を立ち上げ，2019年8月から深沼地区の砂浜において生物相および物理環境のモニタリングを行ってきた．本プロジェクトは，物理環境班，植物班（コドラート調査，注目種調査），昆虫班の3班で構成され，①東日本大震災後の撹乱からの回復状況，②環境緩和策として実施した堤防セットバックによる砂浜幅の違いが生態系に及ぼす効果と要因，③堤防の影響が後背地へ及ぼす影響の3つの目的で調査を実施している．本報告では，2019年～2023年度の植物班（注目種調査）について，特に①②に関する5年間のモニタリングを総括し，結果を報告する．

２．材料と方法

注目種調査は，植物の面的な分布の特徴から堤防セットバックによる砂浜幅の違い等を明らかにすることを目的とした．調査は2019年～2023年の毎年8月に，仙台湾南部海岸の砂浜に設定した測線L-1（堤防セットバックを実施し砂浜幅が広い:約130m）とL-2（セットバック未実施:約80m）で実施した．L-1，L-2の測線で，測線の両側30mを調査範囲として，踏査で海浜植物の指標種（以下，注目種）の分布を記録した．注目種は，国土交通省の仙台湾南部海岸環境検討に関する既往調査等を参考に，オカヒジキ(*Salsola komarovii*)，オニハマダイコン(*Cakile edentula*)，ハマボウフウ(*Glehnia littoralis*)等の10種を対象とした．注目種を確認した場合は，種名・株数を記録し，ハンディGPS（Garmin社製，GPSMAP64s）で位置を記録した．記録した位置情報はGISソフトを用いて1辺数mのグリッドデータに整理するとともに，横断測量やUAV写真（DJI社製，Phantom４RTK）のSfM解析による標高データも活用して，L-1，L-2での注目種の分布の違いや5年間の経年変化を解析した．

３．結果と考察

確認した注目種はオカヒジキ，オニハマダイコン，ハマボウフウの3種であった．注目種はL-1，L-2ともに砂浜の比高に応じて分布していた．一年生草のオカヒジキは汀線近くに主に出現し，多年生のハマボウフウは地盤高T.P.+2.5m以上に主に出現した．5年間の分布変化については，堤防セットバックして砂浜幅が広い測線L-1でハマボウフウの分布範囲が拡大する傾向があった．5年間の変化の詳細は整理中であり，生育場の標高の変化も踏まえた経年的な傾向を報告する．

４．今後の展望等

今回のモニタリングにより，堤防セットバックによる砂浜幅の違いが堤防建設後の海浜植生の分布に影響したことを確認した．一方で，種子の移動分散，飛砂・波浪の影響，砂浜の水分条件など，さらに調査すべき課題はあり，引き続きデータの蓄積を進めたいと考えている．なお，東北大学占部城太郎名誉教授，東北学院大学平吹善彦教授，福島大学黒沢高秀教授には，計画立案や現地調査に対して有益な助言・指導を頂いた．現地調査では応用生態工学会仙台のメンバーにご協力を頂くとともに，一般財団法人東北地域づくり協会から助成を頂いた．謹んで感謝の意を表す．

仙台湾南部海岸深沼地区における海岸堤防セットバックの昆虫類等への効果
－5 年間のピットフォールトラップ調査の結果から－

○川崎敦[1)]・竹門玄地[1)]・塩澤直人[1)]・三宅孝明[1)]・塩練元輝[1)]・町田禎之[1)]・沼沢信一[1)]・
多賀大輔[1)]・占部城太郎[2)]・萱場祐一[3)]・佐藤高広[4)]・樋村正雄[5)]
1）株式会社建設環境研究所，2）東北大学大学院生命科学研究科，
3）名古屋工業大学社会工学科，4）株式会社復建技術コンサルタント，5）いであ株式会社

１．はじめに

仙台湾南部海岸では，東日本大震災の津波災害による海岸堤防の復旧・復興において自然環境の保全の観点から様々な影響緩和を行ってきた．影響緩和効果は施工後数年の事業者によるモニタリング調査が完了し，その後の経過を把握できない状況に置かれた．応用生態工学会仙台では「仙台海岸環境モニタリングプロジェクト」を立ち上げ，2019年8月から深沼地区の砂浜においてモニタリングを継続してきた．本プロジェクトは，物理環境班，植物班（コドラート調査，注目種調査），昆虫班の3班で構成され，①東日本大震災後の撹乱からの回復状況，②環境緩和策として実施した堤防セットバックによる砂浜幅の違いが生態系に及ぼす効果と要因，③堤防の影響が後背地へ及ぼす影響の3つの目的で調査を実施している．本報告では，昆虫班の5年間（2019年～2023年度）のモニタリング結果について報告する．

２．材料と方法

調査は2019年～2023年の8月下旬に1回，計5回行った．対象は砂浜に生息する地表徘徊性の昆虫類と節足動物とした．調査方法はピットフォールトラップとし，午後に設置し翌日午前に回収した．トラップには餌や誘引物質は入れず，食い合いを防ぐために界面活性剤を添加した水を20cc程度入れた．同定は現場で実施し，同定精度を均一にするため事前に生息種リスト・図版，標本を配付した．トラップの設置方法は次の2パターンとした．

A：防潮堤から汀線まで3×3mのコドラートを連続設定し，中央にトラップを置いた．測線は，L-1（堤防セットバック：約130m）とL-2（堤防セットバック未実施:約80m）とし，物理環境班，植物班の調査と共通した．

B：植生の有無別に汀線に平行に2列を設置した．2021年以降は，L-1の堤内地側にも設置した．

調査結果は，種数・個体数の経年変化を整理するとともに，非計量的多次元尺度法（nMDS）を用いて群集構造を解析した．植物班，物理環境班のデータとの関連についても解析を試みた．

３．結果と考察

A：L-1とL-2で種数を比較すると砂浜幅の広いL-1で種数が多い傾向があった．個体数は，L-1，L-2間の差よりも経年的な変化が大きく，L-1，L-2ともに個体数は減少傾向であった．B：堤外地の植生の有無では種構成に顕著な違いは見られなかった．防潮堤をはさんで堤外地と堤内地の種構成に差が見られた．植物班，物理環境班の結果を踏まえた考察では，5年間の変化を整理し，生息環境の変化も踏まえた経年的な傾向を大会の場で報告する．

４．今後の展望等

東日本大震災の津波被害を受けた仙台湾において，地表徘徊性の昆虫類等について，環境緩和策として実施した防潮堤セットバックによる砂浜幅の違いが昆虫類等の種構成や個体数に及ぼす影響，防潮防が後背地の種構成に及ぼす影響を調査した．また，海辺の生物国勢調査マニュアルに準拠しているトラップBについて，2016年以前の調査結果も比較し，震災直後からの昆虫相の変化を明らかにしたいと考えている．

現地調査では応用生態工学会仙台，(株)エコリス，パシフィックコンサルタンツ（株），宮城昆虫地理研究会のメンバーにご協力を頂くとともに，一般財団法人東北地域づくり協会から助成を頂いた．謹んで感謝の意を表す．

迅速、効率的、かつ電力不要な eDNA 核酸濃縮手法(QuickConc)の開発

○黒板智博[1,2]、Qianqian Wu[3]、岩本遼[1,2]、源利文[3]
[1]株式会社 AdvanSentinel、[2]塩野義製薬式会社、[3]神戸大学大学院人間発達環境学研究科

1. はじめに

環境 DNA（eDNA）分析は、非侵襲的な生態モニタリング手法として注目されている。筆者らは、試料の輸送や操作の複雑さといった課題を解決するため、液中分散するガラスシートを用いた迅速かつ電力不要で現場濃縮可能な核酸濃縮法である QuickConc 法を新たに開発した。本研究では、QuickConc 法の有用性を評価することを目的に、異なる濁度の環境水（河川、海、池）における eDNA の収量と種特異的 eDNA 濃度をガラス膜法および Sterivex 法と比較した。さらに、メタバーコーディング分析によって推定された魚類の種構成の手法間での違いを評価した。

2. 方法

2.1. 採水：2024 年 3 月から 4 月にかけて、河川、海、池から最大 15L 採水した。採水直後、塩化ベンザルコニウムを添加し、速やかに施設へと持ち帰り分析を行った。

2.2. 抽出：環境水から eDNA の濃縮には、ガラス膜(Advantec)、Sterivex(Millipore)、および QuickConc(AdvanSentinel)を使用した。海水は 1L、河川水は 400mL、池水は 70mL を使用し、手法ごとに 4 つの検体を処理した。ガラス膜および Sterivex からの核酸抽出は、環境 DNA 調査・実験マニュアルおよび過去の報告(Wu & Minamoto 2023)を参照し DNeasy Blood&Tissue kit(Qiagen)を用いて実施した。QuickConc 法での核酸濃縮は、対象の環境水にガラスシートを添加および攪拌し、1 分間静置後、付属のフィルターカップにてろ過を行った。濃縮後のガラスシートから DNeasy Blood&Tissue kit を用いて核酸抽出を行った。

2.3. 分析(qPCR)：濃縮手法間の比較を行うため、種特異的な eDNA 量を測定した。各環境においてクロダイ（*Acanthopagrus schlegelii*）、コイ（*Cyprinus carpio*）、およびドジョウ（*Misgurnus anguillicaudatus*)を対象とした。プライマーおよびプローブは過去の報告を参照し(Takahara et al. 2012; Jo et al. 2020; Takahashi et al. 2020)、各種の eDNA 量を測定した。

2.4. 分析(メタバーコーディング)：手法間で検出された種数および種構成に与える影響を評価するために、魚類の eDNA に対してメタバーコーディング分析を行った。ライブラリ調整以降は生物技研(株)に分析を委託し、Miya et al.らが開発した MiFish 法を一部改変して実施した。

2.5. 解析：種特異的な eDNA 量の比較は、ANOVA および TukeyHSD にて解析を行った。異なる処理方法によって得られた魚類群集構成の非類似性を評価するため、非計量多次元尺度構成法（NMDS）分析を実施した。

3. 結果と考察

種特異的な検出においては、河川水、海水、池水いずれにおいても QuickConc 法を用いた場合の eDNA 濃度が有意に高かった(図 1)。メタバーコーディング解析から得られた種数のデータを用いた生物群集解析の結果、河川水では手法間で群集構成が有意に異なる一方で、海水においては手法間で差がなかった(図 2)。

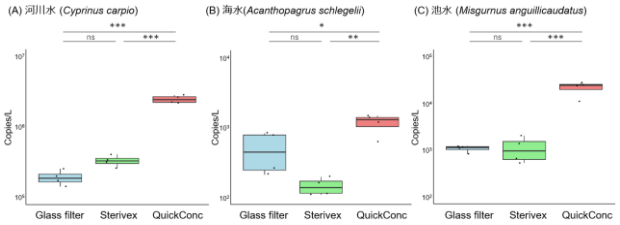


図 1. 手法ごとの種特異的な eDNA 量

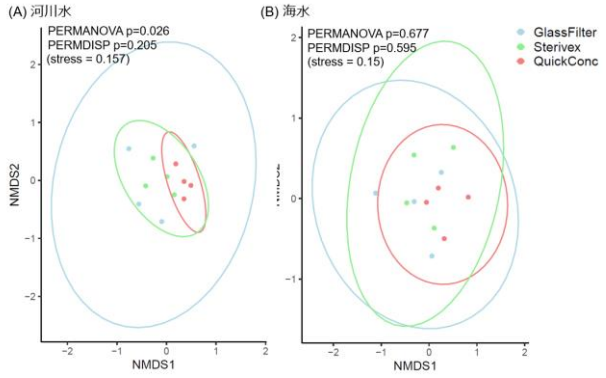


図 2. NMDS を用いた手法ごとの魚種群集解析

4. 結論

QuickConc 法は従来の手法と比較し eDNA の回収量が高く、迅速かつ簡便な手法であることから、生物多様性モニタリングのツールとしての活用が期待される。

参考文献

1) Jo et al., 2020 *Biological Invasions* 22 (2): 455–71.
2) Miya et al., 2015. *Royal Society Open Science* 2 (7): 150088.
3) Takahara et al., 2012. *PloS One* 7 (4): e35868.
4) Takahashi et al., 2020. *PloS One* 15 (4): e0231718.
5) Wu and Minamoto. 2023. *Analytical Sciences* 39 (5): 713–20.

環境 DNA 分析によるイトウ及びサクラマスの産卵時期推定手法の検討
—核/ミトコンドリア DNA 比を用いて—

山田夏希[1)]，川尻啓太[1)]，井上創[1)]，紀國聡[1)]，鈴木荘司[1)]，古賀暁洋[2)]，王軼聡[2)]，
熊谷彰浩[3)]，尾関敏久[3)]，千葉拓永[3)]
1）株式会社建設技術研究所，2）株式会社環境総合リサーチ，3）国土交通省北海道開発局

1. はじめに

石狩川水系雨竜川ダムでは、雨竜川ダム再生事業による周辺環境及び動植物への影響を評価するための事前調査が実施されている。雨竜第 1・第 2 ダムの貯水地である朱鞠内湖及び宇津内湖と流入支川には魚類重要種であるイトウ及びサクラマスが生息しているが、より詳細な影響評価に必要な産卵時期の情報が不足しており、アプローチが困難な場所を含む広域な調査範囲を網羅的に調べることが課題となっていた。

本事例では、水生生物の繁殖行動の把握の新しい調査手法として環境 DNA 分析に着目した。体細胞と比較して、精子に含まれるミトコンドリア DNA は非常に少ない。そのため、水生生物が体外受精時に放精すると水中のミトコンドリア DNA に対する核 DNA の相対的な濃度が一時的に上昇する。この現象を利用し、水中の核/ミトコンドリア DNA 濃度比の経時的な変化を分析することで魚類の産卵時期の推定を試みた。

2. 調査方法

調査は、北海道雨竜郡幌加内町の朱鞠内湖及び宇津内湖に流入する 8 河川で行った。一部の河川では、重要種であるイトウ（*Parahucho perryi*）及びサクラマス（*Oncorhynchus masou*）が生息・再生産していることが過去の捕獲調査により明らかとなっている。2 種を対象とした核 DNA 濃度およびミトコンドリア DNA 濃度の分析のため、各河川につき 2L（1L×2 回）採水を行った。採水は 2 種の産卵時期を考慮してイトウは 4 月～7 月に、サクラマスは 5 月～10 月に実施した。その後、水に含まれる核 DNA とミトコンドリア DNA の濃度比を計算し、産卵時期を推定した。

3. 結果

イトウは、流入河川で 5 月中旬～6 月下旬に核/ミトコンドリア DNA 濃度比の増加が見られた。サクラマスは、9 月上旬～中旬に核/ミトコンドリア DNA 濃度比の増加が見られた。多くの河川では、ミトコンドリア DNA 濃度の変化のみでは現れないピークが、核/ミトコンドリア DNA 濃度比に確認された（図 1, 2）。

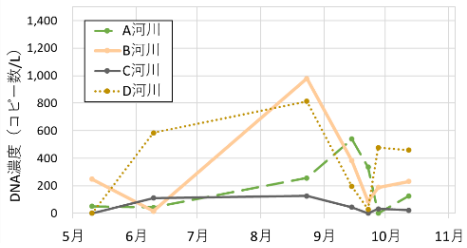


図 1：サクラマスにおける
ミトコンドリア DNA 濃度の経時的な変化

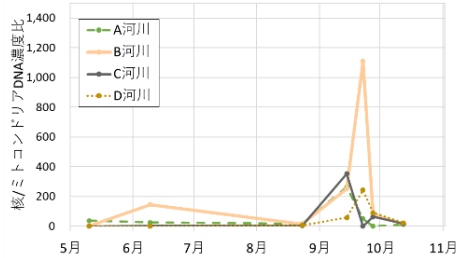


図 2：サクラマスにおける核/
ミトコンドリア DNA 濃度比の経時的な変化

4. 考察

本事例より核／ミトコンドリア DNA 濃度比の変化は、ミトコンドリア DNA 濃度の変化と比較して、一般的な 2 種の産卵時期において顕著に濃度のピークが表れていたことが分かった。これより、当地域におけるイトウ及びサクラマスの産卵時期はそれぞれ 5 月中旬～6 月下旬、9 月上旬～中旬と推定され、産卵時期をより正確に捉えるには核／ミトコンドリア DNA 濃度比を用いることが有効であることが示された。より頻度を高く採水・分析することで、詳細な時期を特定することが可能となる他、採水地点を工夫することで産卵場所の絞り込みを行うことができ、綿密な保全対策検討に貢献できるだろう。

流域における魚類分布の気候変動応答に関する基礎的検討

○滝山路人 1)　赤松良久 1)　宮園誠二 1)　福丸大智 1)　中尾遼平 1)
1)山口大学大学院創成科学研究科

1.　背景

気候変動や人間活動の増大に伴い，生物多様性の減少が国際的な問題となっている．特に淡水域における生物多様性低下は顕著であり，生物多様性ネットゲインのための取り組みが必要不可欠となっている．したがって，水循環の最小単位である流域における網羅的な水生生物の生息状況を現在および将来にわたって把握・推定することによって，淡水の生物多様性の低下を防ぎ，増加に転換していくことが求められている．

本研究では種を網羅的に定量可能な環境DNA定量メタバーコーディング法(qMiSeq法)で得られた魚類データに基づいてMaxEntモデルを構築し，現在および将来気候下における環境要因(河川水温や流量)の変化から，魚類の生息分布の応答を流域網羅的に把握することを目的とした．

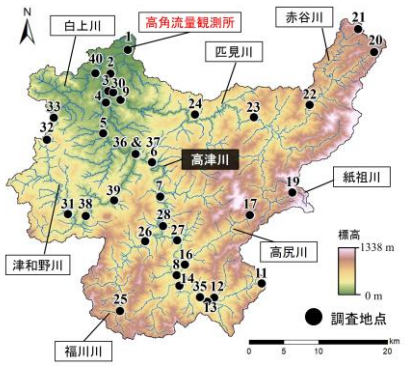


図-1 調査地点

2.　方法

中国地方一級水系である，高津川の計35地点で2022/6/19～21に環境DNA採水を行った(図-1)．魚類データはqMiSeq法で得られた各魚種の在データのみを解析に用いた．環境要因はStrahler法で定義した小流域ごとに標高，河床勾配，土地利用割合，植生情報，水温，流量を算出した．現在水温はロガーによる観測値を用い，将来水温は連続観測から得られた気温と水温の関係式に，バイアス補正をしたd4PDFの4℃上昇実験の気温を入力して算出した．また，IDWにより流域網羅的に現在及び将来の水温を補間した．流量は降雨流出氾濫モデル(RRIモデル)で算出した．現在流量は2022年の解析雨量を用いて算出し，将来流量はd4PDFの4℃上昇実験の雨量をバイアス補正した値を用いて算出した．また，水温は採水日から前1か月間の平均値を用い，流量は各気候条件下での平水流量を用いた．水温，流量以外の環境要因は変化しないものとした．その後，MaxEntにより現在気候でモデル構築を行い，将来条件を適用することで，気候変動に伴う魚類の分布変化を予測した．

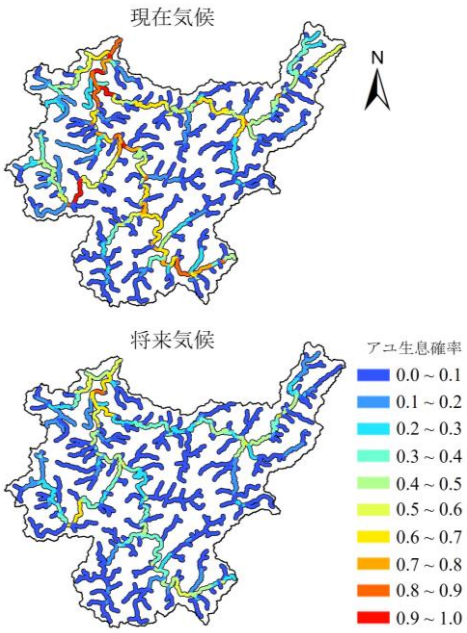


図-2 現在及び将来のアユ生息分布のポテンシャルマップ

3.　結果と考察

図-2に解析結果の一例として水産有用種であるアユの現在および将来の生息分布のポテンシャルマップを示す．MaxEntでのモデル構築の結果，AUCの値が0.82であり，qMiSeq法による魚類データと環境要因から生息適地モデルの構築が可能であった．また，現在から将来で水温は最大7.5℃，平均1.7℃上昇し，流量は最下流の高角観測所で平水流量が56.9m³/sから，43.3m³/sに減少した．この変化に伴い，流域におけるアユの生息確率は流域全体で低下することが明らかとなった．特に本川支川ともに中流部で生息ポテンシャルが大きく低下する傾向であり，アユの生息場保護のためにはこれらの区間を優先的に保護管理すべきことが示唆された．さらに，解析を実施した他の魚種(タカハヤ，カワムツ，オイカワ等)でも将来気候下で生息確率が低下する傾向が見られた．一方，チチブ属やカマツカ，イシドンコ等の底生魚を中心とした魚種は分布の変化が少なく，水温や流量変化による影響は小さいことが示唆された．以上より，qMiSeq法による魚類データとMaxEntを用いることで将来的な魚類の分布変化を予測できることが明らかとなった．

ダム湖における超音波テレメトリー手法を用いたオオクチバス（*Micropterus nigricans*）の秋冬の行動生態の解明

及川直哉[1)]，南憲吏[2)]，長岡祥平[1)]，稲川崇史[3)]，沖津二朗[3)]，坂本正吾[3)]
大杉奉功[4)]，東信行[5)]，関恭佑[1)]，菅原大誠[1)]，朱妍卉[2)]，宮下和士[2)]
1)北海道大学大学院環境科学院　2)北海道大学 FSC　3)応用地質株式会社
4)水源地環境センター　5)弘前大学農学生命科学科

1. はじめに

オオクチバス（*Micropterus nigricans*）は北アメリカ原産の魚食性魚類であり，特定外来生物に指定され規制や防除の対象となっている．本種は止水域，より閉鎖的なダム湖に強く定着する．一度ダム湖に定着すると湖内での増加にとどまらず，下流の河川や湖への流出による新たな定着につながる可能性がある．本種は至適水温となる秋に活動が活発になり，水温低下に伴い湖内の特定地点へ移動し，群れで越冬すると考えられている．活動量が減少していく秋から冬までの生態を解明することで，本種の季節ごとの効果的な防除手法の検討につながる可能性がある．そこで本研究では，超音波テレメトリー手法を用いてダム湖におけるオオクチバスの秋季から冬季にかけての行動を連側的に追跡し，長期かつ短期での行動生態を明らかにすることを目的とした．

2. 方法

福島県田村郡三春町の三春ダム（別名：さくら湖）において，2022 年 9 月から 2023 年 1 月にかけて超音波テレメトリー調査を実施した．対象種であるオオクチバス 3 個体（FL：260 mm, 284 mm, 264 mm）の腹腔内に超音波発信機（アクアサウンド社製)を挿入し，湖内に放流した．受信器（アクアサウンド社製）は湖内の 39 箇所（10 月以降 10 箇所）に係留した．得られた超音波発信機の受信記録から個体の遊泳深度を推定し，月別の平均遊泳深度を算出した．遊泳深度の特性を解析するデータとしては，水温、日長、降水量等を用いた．水温は，ダム湖の表層（0.5 m），中層（10 m），底層（湖底から 0.5 m）に HOBO Pendant ロガー（Onset 社製）を係留し，調査期間内のデータを連続的に取得した．季節ごとの湖内の水温データと本種の遊泳深度を照らし合わせた．調査期間内における本種の日周行動の変化を調べるために日の出から日の入りを日中，日の入りから翌日の日の出までを夜間とし，昼夜での平均遊泳深度を算出した．降水量，流入量、貯水位等の環境情報はダム諸量データベース及び気象庁データベースから取得した．これらの環境情報を加味し，短期的な環境変化における本種の行動変化についても調査した．解析には，統計解析ソフト Python 3.11.5 を使用した．

3. 結果と考察

受信記録は 2022 年 9 月 14 日～2023 年 1 月 19 日まで得られた．算出した月別平均遊泳深度は，9 月から 11 月にかけての変化は少なく，11 月以降で深くなっていた．係留した水温ロガーより，水温躍層が 10 月まで存在していた．水温躍層は水温低下に伴い次第に解消され，一定の水温に変化していった．秋から冬にかけて，湖内の長期的な水温の低下に従い，本種は温度変化が少なく安定した深場を利用するようになったと考えられた．昼夜での月別平均遊泳深度は，昼夜共に 9 月から 11 月にかけての変化は少なく，11 月以降で深くなっていた．昼夜で遊泳深度を比較すると，昼で夜よりも深くなっており，日周鉛直移動が確認された．水温が上昇する日中は深いところに滞在し，水温が下がる夜間に表層に浮上してくると考えられた．一方で短期的な環境変化は，水温躍層が解消される期間において，降雨などにより水温が急激に変化しているタイミングがあった．このタイミングにおいて本種の遊泳深度が変化していた．降雨などの要因によって水温などの湖内環境が変化したことにより，遊泳深度を変化させたと示唆された．本研究より，オオクチバスが月・季節ごとでの長期的な環境変化および降雨などによる短期的な環境変化に対して敏感に反応し，行動を変化させていることを明らかにすることができた．今後，秋季から冬季における，遊泳深度など長期かつ短期での本種の特性に対応した防除が期待される．

農地景観におけるアライグマの利用頻度及びその時間的変動に影響する要因

玉田祐介[1)2)]，有松洋希[1)]，厚芝源太郎[1)]，石川博規[1)]，浅利裕伸[2)]
1)株式会社長大，2)帯広畜産大学

1. はじめに

侵略的外来種は、生物多様性の喪失をもたらす主要因の一つであり、経済的損失や人間の健康にも影響を及ぼすことから、世界的な問題となっている。侵略的外来種に対する適切な対策を検討するためには、その生息地選択を把握することが重要な事項の一つである。また、侵略的外来種が安定的に個体群を形成する環境は供給源（ソース）となり得ることから、個体群の時間的変動とその影響要因を把握し、より優先的に外来種管理が必要な箇所を特定することが重要である。アライグマ *Procyon lotor* は北米原産の中型食肉類で、ペットとして輸入されたものが野生化し、定着している。本種は在来種の捕食、農作物の食害、感染症を媒介する寄生虫の運搬等、多くの影響が報告されており、特定外来生物に指定されている。アライグマは森林や水域を選好する他、都市にも適応することが知られており、その生息地選択は日和見的であることが示唆されている。しかし、環境要因がアライグマの利用頻度に与える影響を調べた研究は多く知られるが、その時間的変動に与える影響を調べた研究はほとんど見られない。そこで、本研究では、アライグマの利用頻度とその時間的変動に影響する要因を明らかにし、外来種管理に資する基礎的な知見を蓄積することを目的とした。

2. 方法

北海道十勝地方の農地景観において、2021 年に 30 地点、2023 年に 30 地点、計 60 地点で調査を実施した。アライグマが主な移動経路として利用する河川や水路を調査地とし、各地点において各年の 7 月～10 月に自動撮影カメラを設置した。撮影画像からアライグマの撮影個体数とその変動係数（標準偏差／平均）を整理した。景観要因として、各地点から半径 500m、1,000m、1,500m のバッファを発生させ、各バッファ内の森林面積率、農地面積率、都市面積率、林縁長合計、河川長合計、道路長合計を算出した。景観要因がアライグマの利用頻度及びその時間的変動に与える影響を調べるため、一般化線形混合モデル（GLMM）及び線形混合モデル（LMM）を構築した。目的変数はアライグマの撮影個体数または変動係数、説明変数は農地面積率、都市面積率、河川長合計、農地面積率と河川長合計との交互作用項、オフセット項はカメラ稼働日数（撮影個体数のみ）、ランダム効果は調査年とした。なお、森林面積率、林縁長合計、道路長合計は、他の景観要因と高い相関を示したため（$r<-0.7$）、説明変数から除外した。

3. 結果・考察

調査の結果、計 60 地点のうち、43 地点でアライグマの生息を確認した。GLMM 及び LMM の結果、半径 500m バッファ内の農地面積率が高く、都市面積率が低く、かつ河川長合計が多いほど、アライグマの利用頻度は高かった。また、農地面積率と河川長合計との交互作用項が説明変数に採択され、農地面積率が低い場合には利用頻度と河川長合計は正の関係を示すが、農地面積率が高い場合には利用頻度と河川長合計はほとんど関係が見られなかった。さらに、半径 1,000m バッファ内の河川長合計が多いほど、変動係数は小さく、利用頻度の時間的変動が小さいと考えられた。アライグマはトウモロコシ等の農作物へ依存することが知られているが、農作物が利用可能な時期は限定される。そのため、一時的な農作物を採餌するために農地を日和見的に利用するが、安定的に生息するためには移動経路や恒常的な採餌場所となる河川環境が重要であると考えられた。

AI 画像解析による魚類調査の効率化に関する研究

楊継東 1)，髙荷東 1)，阿部真也 1)，林佑亮 1)，新野聡 1)，増原碩之 1)
1) 株式会社エイト日本技術開発

1. はじめに

魚類調査では，一般的に人手による投網，タモ網，刺し網，延縄等の捕獲手法（侵襲的な手法）や潜水目視が挙げられる．捕獲調査では，特に刺し網や延縄といった殺傷性の高い漁具の使用を伴うことが多く，捕獲行為自体による魚類への悪影響が懸念される．また，目視調査では，熟練技術者による現地での潜水確認作業が必要である．このような水辺現地作業は多大な労力が必要なほか，危険を伴う．

これらの課題に対し，ビデオカメラ設置による動画映像の記録が行われているが，膨大な映像データを人手で詳細に解析することは困難である．近年では機械学習，特に深層学習を応用した画像解析の自動化研究が活発に行われているが，魚類調査における画像自動認識に関する研究事例はほとんどない．本研究は，ため池を例として，魚類調査の効率化を図るため，AI 画像解析による多魚種自動認識・計数システムを構築した．ここでは，本システムの魚類調査への活用事例について報告する．

2. 教師データ，魚類検出モデル及び個体数計数システムの概要

教師データを取得するため，愛知県日光川流域内にあるため池の 2 か所（Sta と Stb とする）において，小型ビデオカメラを設置し，ビデオ映像データを得た．ビデオ映像から，静止画を切り出し，教師データに供した．教師データの少ない種は，水族館からのデータ取得及び imgaug を用いたデータ拡張等により 1 種につきおよそ 1000 枚以上のデータを得た．

魚類検出には，深層学習を用いた物体検出アルゴリズム YOLOV7 を用いた．入力映像中の魚類を計数するためには，各フレームで検出された魚類個体の同一性を調べ，同一個体に同一 ID を振ることで追跡を行う必要がある．

複数物体を同時に追跡する代表的な手法としてSORTが知られているが，物体がオクルージョンしたときや，非線形的な動きをしたときに追跡が途切れることが指摘されている．水中魚類の場合，定位遊泳を含め非線形的な遊泳行動をとる個体や，複数個体が存在する場合の個体間の重なりに起因するオクルージョンが発生する．このような場合にも適用可能なアルゴリズムOC-SORT(Observation-Centric SORT)を採用した．個体追跡では検出した魚類個体ごとにそれぞれIDが割り当てられ，同じ個体には同じIDが付与されていることから，これら魚種ごとのIDの数をカウントすることで種別の個体数を得た．

3. 結果及び考察

AI 画像解析による魚類識別の結果，当該ため池で 11 種の魚類が確認できた．過去の捕獲調査結果（3 回実施：1 回あたり 7 種程度確認）と比較すると，既往生息種の大半が確認されたほか，新たな種の生息が確認された．なお，人の目視確認結果との比較による精度検証の結果，一部出現頻度の低い種を除き，AI 画像解析は人による計測結果を概ね再現できることが明らかとなった（**図 1**）．

地点別自動認識の結果（**図 2**）では，Sta ではモツゴ，タナゴ亜科が高い割合で出現するのに対し，Stb ではフナ属，フルーギルの占める割合が高くなっており，生息環境に見合った種組成が窺えた．時間帯別でも**図 1** のとおり，個体数（魚類相）の経時変化の把握も可能と考える．

今後は，様々な現場での学習用魚類画像の増加による汎用性の向上，捕獲が規制されている重要な種のモニタリングへの適用等を検討する．

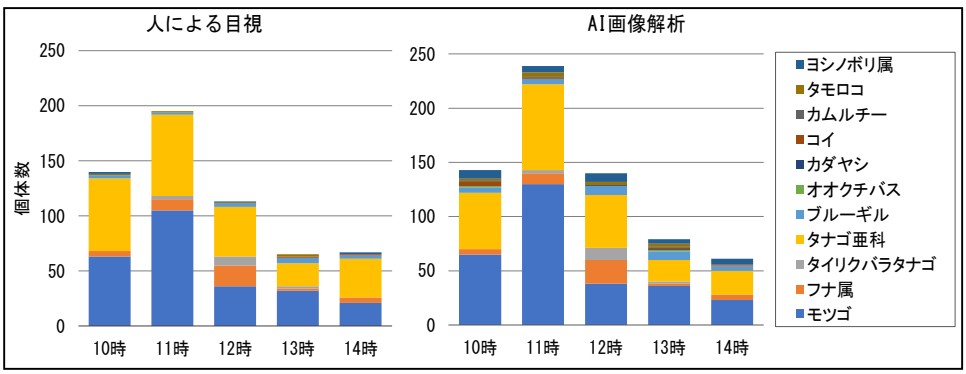


図 1　AI 画像解析の精度検証

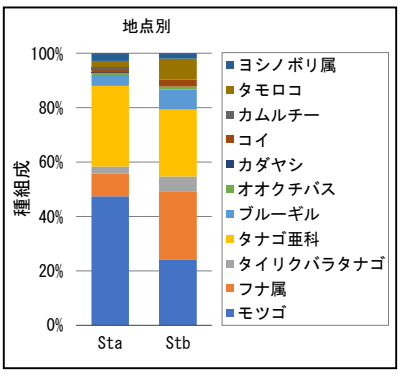


図 2　地点別自動認識の結果

空間解析によるシラルトロ湖におけるヒシ分布域拡大要因の考察

山本泰平[1)]，山田浩之[2)]，吉田磨[3)]
1)北海道大学大学院農学院，2)北海道大学大学院農学研究院，3)酪農学園大学農食環境学群

1. はじめに

湖沼生態系は、流域での人間活動の影響を受け劣化が進んでいる。そのひとつに、ヒシや外来種などの特定の植物の急激な拡大が挙げられる。特に、富栄養な環境を好み、泥や浮泥の底質の場所に生育するヒシの分布域の拡大は、水中の光合成の抑制、水の動きの停滞、下層の酸素濃度の低下、沈水植物の種の減少をもたらすと考えられている。こうしたヒシの拡大は、釧路湿原の東部に位置するシラルトロ湖でも生じており、沈水植物の減少が報告されており、水環境や希少植物の緊急な保全を要する。しかし、具体的な保全策については未検討のままである。保全策の検討には、ヒシや水環境のモニタリングを要するが、保全の場所や方法といった具体策を検討には、できるだけ広域で空間的な状況把握を行ったほうがよい。

水域に限らずこうした空間的モニタリングを可能とするツールとして、最近では UAV 空撮や水質観測ロボットが用いられるようになった。そうしたツールを用いた効率的な空間モニタリングによって、先に挙げたヒシの分布やその拡大要因が明確になる可能性がある。そこで、本研究では、UAV 空撮と水質・水深観測用自律航行ボートを用いた空間調査や解析により、ヒシの分布域の拡大要因について検討することを目的とした。

2. 方法

シラルトロ湖は、釧路湿原東部に位置する面積 1.8m² の湖沼で、平均水深は 1.5m である。衛星画像を用いた解析によると、2007 年頃からヒシの分布域の拡大が進んでいると報告されている（尾山ら 2017）。

ヒシなどの浮葉植物が展葉した水面でも航行可能な自律航行エアボートを製作した。これに水質センサと測深用魚群探知機（Deeper CHIRP+ 2、Deeper 社）を搭載することで、自動的に水質と水深の空間分布データを得るようにしている。このボートに、フライトコントローラ（Pixhawk）や高精度 GNSS 受信機（ZED-F9P 搭載 GNSS レシーバ、SparkFun 社）を導入し、予め Mission Planner（ArduPilot Dev Team）で作成したルートを自動で航行するようにした。水質センサには、pH、DO、EC、水温センサ（Atlas Scientific 社）を用いた。それらの値と位置座標、測定時刻を 5 秒間隔でマイコン（M5Stack basic、M5Stack 社）で SD カードに記録できるようにした。

シラルトロ湖全域の水質・水深を網羅できるように、湖沼の東西方向に 10 本のラインを設定し、先のボートとセンサを用いて、そのライン上の各種データを得た。このほか、ヒシの分布を把握するために Matrice 30（DJI）を用いて高度 100mでの空撮を実施した。この調査を、2023 年 7 月（26、27 日）、10 月（21～25 日）、2024 年 6 月（13～15 日）に実施した。水質・水深データについては、データ異常値などを除いた後に空間展開を施し、各種マップを作成した（ArcGIS Pro 空間補間ツール）。空撮画像については、Metashape Professional（AgiSoft 社）を用いてオルソ画像を作成し、Green Ratio（GR）を算出して、ある閾値を超えた部分をヒシとした。これらのマップ上にグリッドを作成し、各グリッド内での平均水深とヒシの植被率を求めた。

3. 結果および考察

ヒシが展葉した時期には、魚群探知機が葉に接触し、十分な精度の水深データを得ることができなかった。そのため、測深図の作成には、ヒシが繁茂していない 2023 年 10 月と 2024 年 6 月のデータを用いた。測深図から、シラルトロ湖の水深は流入部側の湖北部中央で大きく、流出部に近い南部で小さくなることが確認された。このことから、南部で流入した土砂や有機物の堆積が生じやすいものと考えられた。最もヒシが繁茂していた 7 月の GR マップから全水域に対するヒシの植被率は 54.6%であり、湖南部に分布が偏っていた。また、測深図と GR マップのオーバーレイにより、ヒシは水深 1.2m 以下の範囲で植被率が概ね 100%となっており水深が浅い部分にヒシが分布していることがわかった。水質データとの対応については、データの欠測のため十分な解析ができていないが、水深の空間変異に見られる湖底地形の違いが、ヒシの分布に関係する要因の一つであると考えられた。

Response of phytoplankton community to direct measures against eutrophication in reservoirs of Japan

Ye ZHANG, Chihiro YOSHIMURA
School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology

1. Introduction

Dam reservoirs worldwide encounter eutrophication issues, resulting in detrimental effects on water quality and ecosystems. However, due to the intricate influence of environmental factors, it is difficult to find effective countermeasures, and there are few studies on the influence of these countermeasures on phytoplankton communities. Therefore, this study aimed to determine the effects of direct eutrophication control measures on phytoplankton communities in major dam reservoirs in Japan, considering nutrient loading and reservoir property.

2. Method

Monthly hydrological and water quality data, management annual reports, and phytoplankton data from 55 reservoirs in Japan from 1993 to 2017 were collected and statistically analyzed. Using the Vollenweider model and time series analysis, we examined significant changes in chlorophyll a concentration relative to phosphorus availability. Water quality countermeasures implemented in the past were summarized, and their effectiveness was evaluated using significant change points and the Random Forest model. Finally, the functional group analysis method was used to statistically analyze the changes in phytoplankton communities before and after the implementation of countermeasures in 12 reservoirs in Japan.

3. Results

The number of negative change points was more than the positive ones in chlorophyll a concentration relative to phosphorus availability. Thirty-five percent of the direct measures significantly reduced phytoplankton biomass within three years of their implementation (**Table 1**). The random forest model established by incorporating reservoir environmental conditions had an overall accuracy of 91.7% in predicting the effectiveness of aeration measures and performed reliably in areas except for the Hokkaido climate zone (**Table 2**). Additionally, the random forest model identified dissolved oxygen, total phosphorus, water temperature, and pH as significant factors affecting the effectiveness of direct measures against eutrophication. When algal blooms occurred, Cyanobacteria occupied a higher proportion of cell numbers. However, in some reservoirs, the proportion of Cyanobacteria became much lower than before the countermeasure implementation (**Figure 1**).

4. Discussion

This study indicates that the effectiveness of eutrophication countermeasures varies widely, necessitating improved strategies. The use of random forest models to predict the effectiveness of aeration measures can provide valuable insights before implementation, helping save costs and effectively curb eutrophication. In addition, the reduction or disappearance of cyanobacteria in reservoirs such as Takayama and Hitokura after the installation of aeration systems demonstrates the potential of these systems in controlling harmful algal blooms. Future strategies should focus on integrating climate and environmental variables with nutrient control measures, which will help tailor countermeasures to specific reservoir environmental conditions, improve the effectiveness in managing eutrophication, and continuously improve water quality.

Table 1 Effectiveness of direct measures against eutrophication

Countermeasure type	Number of installations	Effective	Non-effective	Effective rate
Shallow aeration	35	13	22	0.37
Deep aeration	12	4	8	0.33
Surface aeration	4	1	3	0.25
Fence	14	5	9	0.36
Total	65	23	42	0.35

Table 2 Prediction accuracy of Random Forest model for aeration system effectiveness

Climate zone	Samples	Errors	Accuracy
Hokkaido Climate	2	1 (FP)	50.0%
Inland Climate	7	1 (FN)	85.7%
Japan Sea Coastal Climate	5	0	100.0%
Pacific Ocean Side Climate	20	1 (FN)	95.0%
Seto Inland Sea Climate	14	1 (FP)	92.8%
Total	48	4	91.7%

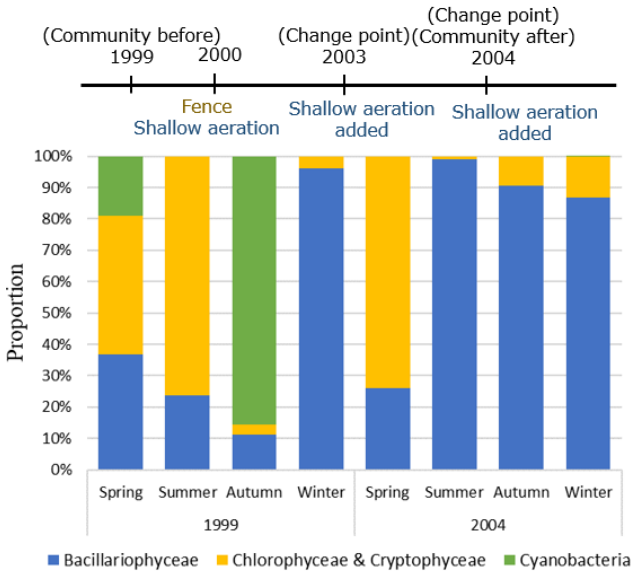


Figure 1 Changes in the proportion of major phytoplankton groups in the surface water of Takayama Dam

ダム湖における音響手法を用いたラン藻の計測

菅原大誠[1)], 南憲吏[2)], 金相曄[3)], 稲川崇史[4)], 沖津二朗[4)], 坂本正吾[4)]
大杉奉功[5)], 東信行[6)], 朱妍卉[2)], 宮下和士[2)]
1)北海道大学大学院環境科学院 2)北海道大学 FSC 3)島根大学 EsReC 4)応用地質株式会社
5)（一般財団法人）水源地環境センター 6)弘前大学農学生命科学部

1. はじめに

ダム湖を始めとする閉鎖的な淡水域におけて，ラン藻の異常増殖によるアオコの発生が問題となっている場合がある．アオコの発生は，生態系への被害，異臭，景観の悪化等の原因となるため対策が必要である．その際，ラン藻の分布を把握し，分布特性を考慮することが求められる．従来，ラン藻の分布把握はラン藻が有する chlorophyll a (chl-*a*)や PCY(フィコシアニン)といった色素を計測する水質調査やラン藻の細胞数を分析する採水調査等によって行われてきた．しかし，計測の性質上，広範囲に及ぶ水域全体のラン藻分布の把握には多大な時間と労力がかかるといった課題があった．そこで近年，音響手法を用いたラン藻の計測が提案されている．本研究では，ダム湖において音響手法を用いラン藻の計測を行い，湖内環境とラン藻の分布の関連を明らかにすることを目的とした．

2. 方法

調査は，福島県田村郡三春町にある三春ダムの貯水池(さくら湖)で行った．三春ダムは，流動制御フェンス・プロペラ式循環装置や曝気式循環装置等，様々な水質管理対策によるアオコの発生の防止に取り組むダムの一つである．アオコの発生が顕著であった 2023 年 8 月下旬の日中に，ラン藻の分布推定のため計量魚群探知機(KSE-300, 120kHz)を用いてさくら湖全域から音響反射強度を収集(音響調査)した．また，湖内の水質を把握するため，多項目水質形計(Hydrolab , model DS5)を用いて水質を調査した．音響調査では，計量魚群探知機を船の左舷に設置し，さくら湖全域を走船しデータを収集した．得られたデータは音響解析専用ソフトを利用し，深度 1.5 m から深度 10 m までを対象範囲として解析した．水質の調査では，さくら湖全域に 11 地点の計測地点を設定し，各計測地点において湖面から深度 10 m まで，連続的に pH，DO(mg/L)を計測した．これらの結果から，水質やラン藻の分布状況を把握した．

3. 結果と考察

音響調査によるラン藻の分布推定の結果，ダム堤体付近と蛇石川流入部の 2 つの水域で分布が多いと推定された．これらの水域では，pH，DO の計測値も大きくなっており，ラン藻が多い水域にみられる特徴的な環境となっていた．ラン藻が多く分布した要因について，堤体付近では，湖水の堤体へ向けた流れによりラン藻が集積していたと考えられた．蛇石川流入部では，流動制御フェンスによってラン藻がフェンス上流に滞留していると考えられた．湖内環境と分布の関連を評価するために，表層から深度を 3m ごとに区切り，各層における水平分布図を作成した．その結果，堤体周辺では，すべての層において分布が多いと推定されたのに対し，蛇石川流入部では流動制御フェンス・プロペラ式循環装置付近で深度 1.5~4.5 m 及び 4.5~7.5 m の層で分布が少なく，深度 7.5~10 m の層で分布が多くなると推定された．これらの結果から，堤体周辺では，湖水の流れによって集積したラン藻が曝気式循環装置による深層部からの循環によって，各層に拡散されていると考えられた．蛇石川流入部では，流動制御フェンスによって上流部表層に集積したラン藻をプロペラ式循環装置によって底付近へ輸送するといった水質対策が影響していたと考えられた．以上のように，湖内環境と密接に関連するラン藻の分布を音響手法による計測によってとらえることができた．ダム湖のように人為的な影響による環境変化の激しい水域においては，湖内環境の変化に合わせたラン藻の分布を把握することが重要であり，その点において音響手法によるラン藻の計測は非常に有効であると考えられる．

宇治川に生息する濾過食者は生態機能を発揮しているか？ 濾過様式の異なる二枚貝類と造網型に着目して

原直子[1)]，田代喬[2)]，土居秀幸[3)]，竹門康弘[4)]，片野泉[5)]
1)奈良女子大学院人間文化総合研究科，2)名古屋大学減災連携研究センター
3)京都大学大学院情報学研究科，4)大阪公立大学国際基幹教育機構
5)奈良女子大学研究院自然科学系

1. はじめに

ダムの設置による大きな問題の一つに，ダム湖からの大量のプランクトン流入が挙げられる（Chang, 2008, Doi, 2008）．一方，ダム直下では濾過，摂食を行うことによって，河川水中のプランクトンなどを減少させるという生態機能をもつ濾過食者が高密度に生息することも知られている（Katano et al., 2009）．そのためプランクトン密度が高いダム直下では，濾過食者の生態機能によってプランクトン密度が減衰していると考えられてきた．しかしながら，実際に濾過食者がダム下流域で濾過機能をどのように発揮しているかについての研究はほとんどない．そこで本研究では，濾過様式の異なる２つのタイプの濾過食者，自ら吐き出した糸で捕獲網を形成し流下プランクトンなどを摂食する造網型トビケラと直接水を吸い込んで濾過を行う二枚貝類に着目し，それぞれ野外でどの程度濾過機能を発揮しているかについて調査した．

2. 方法

濾過食者が豊富に生息することが知られている宇治川を調査地とし，流量が比較的安定している８月から１月にかけて２年間で計６回の調査を実施した．事前調査から，二枚貝類のカワヒバリガイ（*Limnoperna fortunei*）と造網型トビケラのシマトビケラ科がそれぞれ優占していると考えられる上流区間と下流区間，約 750 m を調査区間とした（図 1）．各区間の河道地形は超音波ドップラー流速計を用いて，生息している濾過食者については eDNA 量を測定することで指標とした．濾過対象物である植物プランクトン量（chl.*a* 量）を測定することで，カワヒバリガイが優占している区間とシマトビケラ科が優占している区間における植物プランクトン量の減衰傾向を比較した．

3. 結果と考察

まず河道地形を測定したところ，上流区間は川幅が狭く，水深が深い狭窄部であること，下流区間は川幅が狭く，水深が浅い拡幅部であることがわかった．eDNA 量の測定結果から，上流区間と下流区間にはそれぞれカワヒバリガイとシマトビケラ科が高密度に生息しており，優占している濾過食者に大きな違いがあった．また植物プランクトン量の減衰傾向を比較した結果，全調査日において，両区間で減衰傾向が見られたものの，上流区間でより強く減衰している傾向が見られた．このことから宇治川では，造網型トビケラであるシマトビケラ科と比較して，上流区間で優占している二枚貝類のカワヒバリガイの濾過能力が卓越している可能性が示された．またシマトビケラ科は日本全国に生息する在来種であるのに対し，カワヒバリガイは特定外来種に指定されており，水利施設などで大量に増殖し，詰まりや悪臭などの問題を引き起こしている．以上のことから，本研究によって天ヶ瀬ダム下流域では特定外来種であるカワヒバリガイに河川の濾過機能が大きく依存している可能性についても示唆された．

(a)

(b)

図 1 調査地点の様子
(a)岩盤に付着したカワヒバリガイ
(b)礫に付着したオオシマトビケラの巣

ポスター発表

ポスター発表一覧

○ PA 河川環境

PA-01：景観パターンの定量化で見えた護岸ブロックの不自然さや違和感の原因

*永山 明[1]、森 照貴[2]

（1．共和コンクリート工業株式会社 技術部、2．自然共生研究センター）

PA-02：石狩川上流の河床低下対策実施箇所における水生生物の生息状況の変化について

*清澤 道雄[1]、根岸 透吾[1]、板谷 誠治[1]、竹野 泰典[1]、小林 充邦[2]、今村 仁紀[2]

（1．株式会社ドーコン、2．北海道開発局旭川開発建設部旭川河川事務所）

PA-03：底生動物群集における濁水撹乱からの回復過程での生活史フェノロジーの影響

*中川 光[1]、森 照貴[1]

（1．土木研究所）

PA-04：多自然川づくりの普及と実践のための 100 の問い（基本編）

*相川 隆生[1]、森 照貴[1]

（1．国立研究開発法人 土木研究所 自然共生研究センター）

PA-05：河川における ALB データを活用した植物群落の分布特性の把握の試み

*岡井 陽平[1]、溝口 裕太[1]、田中 孝幸[1]

（1．土木研究所）

PA-06：ALB 測量データを活用した球磨川及び川辺川の瀬淵形態と魚類相の評価

*原田 祥[1]、皆川 朋子[1]

（1．熊本大学）

PA-07：UAV 空撮画像から河川環境評価要素の抽出方法に関する研究

*石山 あい[1]、渡邉 一哉[2]

（1．山形大学大学院農学研究科、2．山形大学農学部）

PA-08：小河川河道内における
陸生節足動物の生息状況
ー河道地形と冠水頻度に着目してー

*濱田 陸太郎[1]、渡辺 黎也[1]、佐川 志朗[1]

（1．兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科）

PA-09：RRI モデルを用いた水系スケールでの掃流力推定における河道断面形状の影響

*外山 尚直[1]、手島 翼[1]、原田 守啓[2]

（1．岐阜大学大学院自然科学技術研究科、2．岐阜大学環境社会共生体研究センター）

PA-10：汽水域環境の予測評価：iRIC 環境評価ソルバの新機能開発

*村上 純一[1]、川口 究[1]、中田 裕章[1]、衣川 涼子[1]、齋藤 靖史[1]、福永 葵衣[1]

（1．いであ株式会社）

PA-11：全国のダムを対象としたダム堆砂量 予測モデルの構築と将来予測

*宮 嘉良[1]

（1．元熊本大学自然科学教育部修士）

PA-12：河畔林による平地河川の水温上昇抑制～複数流域の比較による検証

*末吉 正尚[1]

（1．国立環境研究所琵琶湖分室）

PA-13：河川の生物学的評価に必要な底生動物の同定レベル：既存文献の整理

*難波 広樹[1]、岩崎 雄一[2]

（1．日本工営株式会社名古屋支店技術第二部、2．産業技術総合研究所）

PA-14：矢作川水系などにおけるヒメドロムシ科・ドロムシ科の生息状況

石川 進一朗[1]、*内田 臣一[1]

（1．愛知工業大学 工学部 工学研究科 建設システム工学専攻 生態研究室）

PA-15：人為改変された河川地形と落葉枝リターによるボトムアップカスケードの関係性について

*土方 宏治[1]、原田 守啓[2]、永山 滋也[2]

（1．岐阜大学大学院、2．岐阜大学環境社会共生体研究センター）

PA-16：淀川・点野地区に新設されたワンドの魚類群集の変化

*石田 裕子[1]、山本 義彦[2]

（1．摂南大学理工学部都市環境工学科、

2．大阪府立環境農林水産総合研究所生物多様性センター）

PA-17：砂州掘削後の地形変化は予測可能か

*北野 陽資[1]、原田 守啓[2]

（1．岐阜大学自然科学技術研究科、2．岐阜大学 環境社会共生体研究センター）

PA-18：山地氾濫原河川における魚類群集の時空間変動

*小田 郁実[1]、根岸 淳二郎[1]、中路 達郎[1]、中村 太士[2]、石山 信雄[2]、宇野 裕美[3]、
岩瀬 晴夫[4]、渡辺 恵三[4]、植田 和俊[5]、藤原 弘昭[6]、折戸 聖[7]、藤井 和也[8]、劒持 嵩之[9]、
井上 創[10]、坂井 励[11]、川村 敦[12]、中野 信之[13]

（1．北海道大学大学院環境科学院、2．北海道大学大学院農学院、

3．東北大学大学院生命科学研究科、4．株式会社北海道技術コンサルタント、

5．パブリックコンサルタント株式会社、6．内外エンジニアリング北海道株式会社、

7．公益社団法人北海道栽培漁業振興公社、8．株式会社福田水文センター、

9．国土交通省水管理・国土保全局、10．株式会社建設技術研究所、

11．北海道大学雨龍研究林、12．株式会社CTIリード、13．朱鞠内湖淡水漁業協同組合）

PA-19：粒径が異なる土砂が河川を流下するのに要する時間スケール

*手島 翼[1]、原田 守啓[1]

（1．岐阜大学）

PA-20：山地河川での多自然川づくりによる地形と魚類への影響 -山附川の事例-

*髙田 浩志[1]

（1．九州大学）

PA-21：水生昆虫は礫河原を通過して羽化できるか？

*劉 山木[1]、根岸 淳二郎[2]、Villaruel Mc Jervis[1]

（1．北海道大学大学院環境科学院、2．北海道大学大学院地球環境科学研究院）

PA-22：砂州と関わる河川地形と夏季水温の時空間分布特性

*イ ウン[1]、根岸 淳二郎[2]

（1．北海道大学環境科学院、2．北海道大学地球環境科学研究院）

PA-23：河川と接続する半止水域の堆積物からみた近過去の氾濫原環境の変遷

*田代 喬[1]、陀安 一郎[2]

（1．東海国立大学機構名古屋大学、2．人間文化研究機構総合地球環境学研究所）

PA-24：AI 画像解析による干潟性ハゼ類の分布予測精度の比較

*山本 一輝[1]

（1．福岡工業大学大学院社会環境学研究科社会環境学専攻）

PA-25：Toxicity and accumulation of Boron in freshwater Cladocerans

*Ganegoda Kankanamge Dehini[1]、Fujino Takeshi1、Mishima Iori [1,2]、
Hagimori Masayori[3]、Takada Shinya[3]

（1．Graduate School of Science and Engineering, Saitama University 、
2．Center for Environmental Science in Saitama、
3．Faculty of Pharmaceutical Sciences, Mukogawa Women's University）

PA-26：サクラマスを対象とした産卵環境修復のための応用生態工学的取り組み

*棟方 宏昇[1]、渡邉 一哉[2]

（1．山形大学大学院農学研究科、2．山形大学農学部）

PA-27：竹リターからの溶出が渓流水質与える影響の評価

*笠原 玉青[1]、Ariane Gourlaouen[2]

（1．九州大学 大学院農学研究院、2．九州大学大学院生物資源環境科学府）

○PB ダム

PB-01：日本の流水型ダムの特徴に関するレビュー

*中村 亮太[1]、小林 草平[2]、角 哲也[2]

（1．京都大学大学院、2．京都大学防災研究所）

PB-02：貯水ダムが流量変動に伴う底生動物・魚類群集の時間的変化に及ぼす影響

*大脇 海人[1]、二神 拓弥[2]、赤井 翔平[1]、井上 幹生[1]、三宅 洋[1]

（1．愛媛大学大学院理工学研究科、2．愛媛大学工学部）

PB-03：Thermal effects of flow regulation by a run-of-the-river (ROR) dam on the fish distribution in the Toyohira River, Hokkaido

*ゴ ウンイ[1]、根岸 淳二郎[2]、有賀 望[3]、Mihara Janine[1]

（1．Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University、
2．Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University、
3．Sapporo Salmon Museum）

○PC 環境 DNA

PC-01：水生植物の環境 DNA は河川の右左岸の植生を捉えることが可能か？

*槐 ちがや[1]、中島 颯大[1,2]、篠原 隆佑[3]、菅野 一輝[4]、釣 健司[1]、村岡 敬子[1]

（1．国立研究開発法人土木研究所 流域水環境研究グループ流域生態チーム、
2．国土交通省、3．（株）ウエスコ、4．（株）建設環境研究所）

PC-02：環境 DNA アーカイブの活用の試み ～外来珪藻の早期検出の事例～

*釣 健司[1]、村岡 敬子[1]、鵜木（加藤） 陽子[2]、清野 聡子[2]、田中 孝幸[1]

（1．(国研)土木研究所、2．九州大学）

PC-03：PCR 効率を用いた環境 DNA 分析不調実態の定量的な評価

*村岡 敬子[1]、菅野 一輝[1,2]、釣 健司[1]、田中 孝幸[1]

（1．国研 土木研究所、2．㈱建設環境研究所）

PC-04：環境 DNA を用いたセトウチサンショウウオ(*Hynobius Setouchi*)の
生息に影響する環境要因の推定

*松本 奈々[1]、坂田 雅之[2]、國政 祐太[3]、山本 優奈[3]、源 利文[3]
（1．神戸大学国際人間科学部、2．北海道大学大学院農学研究院、
3．神戸大学大学院人間発達環境学研究科）

PC-05：ダムの魚道必要性検討における環境 DNA を用いたイワナ属在来個体群の検出

*伊豆 凜太郎[1]、榊原 貴之[1]、渡辺 有紀[1]、真木 伸隆[1]、佐原 雄二[2]
（1．パシフィックコンサルタンツ（株）、2．弘前大学名誉教授）

PC-06：環境 DNA 定量メタバーコーディング分析による検出魚類相の周年変化

*野村 七重[1]、渡部 健[1]、長野 和也[1]、地引 汰一[1]、蔭山 敦士[2]、角田 直輝[2]、岩下 拓磨[2]
（1．パシフィックコンサルタンツ株式会社、2．国土交通省 中部地方整備局 豊橋河川事務所）

PC-07：DNA 存在形態を考慮した濁水における環境 DNA 回収の検討

*三上 優貴[1]、徐 晨[1]、糠澤 桂[2]
（1．宮崎大学大学院工学研究科、2．宮崎大学工学部）

PC-08：宮崎県小丸川水系における水文モデルと環境 DNA を用いた生物量推定

*野崎 康平[1]、徐 晨[1]、糠澤 桂[2]
（1．宮崎大学院工学研究科、2．宮崎大学工学部）

PC-09：降雨時における水文・水質特性を考えた環境 DNA による陸生種調査の検討

*XU CHEN[1]、糠澤 桂[2]
（1．宮崎大学工学研究科、2．宮崎大学工学部）

PC-10：堆積物環境 DNA を用いた魚類相調査に関する基礎的検討

*中尾 遼平[1]、岡田 経太[1]、坂田 雅之[2]、赤松 良久[1]
（1．山口大学大学院創成科学研究科、2．北海道大学大学院農学研究院）

○PD 外来種

PD-01：IoT インターバルカメラを用いたボタンウキクサの早期発見・早期駆除手法に関する検討事例

*平中 晴朗[1]、四柳 仁寿[1]、城間 洸貴[1]、杉本 嵩臣[1]、山口 賢一[1]
（1．いであ株式会社）

PD-02：特定外来生物ウシガエルの駆除トラップに用いる誘引餌の検討

*中市 純矢[1]、勝原 光希[1]、中田 和義[1]
（1．岡山大学大学院環境生命自然科学研究科応用生態学研究室）

PD-03：ナガエツルノゲイトウ等の特定外来生物の駆除及び管理

*益子 理[1]、弓木 麻記子[1]、菅原 泰幸[1]
（1．いであ株式会社）

PD-04：ウルトラファイルバブル(UFB)水は水田外来雑草
ヒメホテイアオイの生育を抑制するか？

*タパ マガラ シラザナ[1]、藤野 毅[1]、高崎 寛則[1]、澤田 暢介[2]、加村 賢治[2]
（1．埼玉大学大学院理工学研究科、2．株式会社丸山製作所）

○PE モニタリング

PE-01：マルチビームソナーを用いた河川内魚類行動観測システムの試行

*林田 寿文[1]、安形 仁宏[1,2]、大石 銀司[1]、王 勇[3]
（1．（国研）土木研究所自然共生研究センター、2．（株）建設技術研究所、3．古野電気（株））

PE-02：河川には何本の樹木があるのか？：
広葉樹林および竹林に適した航空レーザ計測データの処理手法

*溝口 裕太[1]、手塚 透吾[2]、周 月霞[3]、戸田 祐嗣[3]、田中 孝幸[1]
（1．土木研究所、2．アジア航測、3．名古屋大学）

PE-03：棚田ビオトープ間を繋ぐコルゲート管魚道における魚介類の遡上実態の解明

*伊藤 蓮哉[1]、渡辺 黎也[1]、木村 純平[2]、佐川 志朗[1]
（1．兵庫県立大学大学院、2．パタゴニア日本支社）

PE-04：自動録音転送装を用いたカエル類の省力的なモニタリング方法の検討

*桑原 実希[1]、守山 拓弥[1]、平 謙次郎[2]、渡邉 麻子[2]、鵜澤 茉矢[2]
（1．宇都宮大学 農学部、2．株式会社ウエスコ）

PE-05：小型鳥類のモニタリングに適したトリガーカメラ用検知センサの検討

*吉田 彩乃[1]、矢澤 姫乃[1]、山田 浩之[2]、北野 雅人[3]、佐野 祐士[3]、宮田 弘樹[3]、三輪 隆[3]
（1．北海道大学大学院農学院、2．北海道大学大学院農学研究院、3．竹中工務店技術研究所）

PE-06：Assessment of Surface Water Area Changes in Inle Lake,
Southern Shan State, Myanmar

*ラミン ココ[1]、Takeshi Fujino[1]
（1．Saitama University）

PE-07：ドローン搭載カメラ画像からのモリンガの成長モニターと各基本成長比率の評価

*王 子健[1]、藤野 毅[1,2]、松永 栄一[3,2]
（1．埼玉大学理工学研究科藤野毅研究室、2．埼玉グリーンインフラ SDGs 研究会、
3. GPIC 合同会社）

○PF 生息場･生息地評価

PF-01：琵琶湖からの流出河川（瀬田川）における冬鳥の種多様性：改修された瀬と淵での比較

安井 弘[1]、*服部 昭尚[1]
（1．滋賀大学教育学部）

PF-02：東京学芸大学環境教育研究センター附属教材植物園におけるカエル類の生息状況
ー採捕調査と環境 DNA 調査を併用してー

*鈴木 享子[1]、藤田 宏之[2]、小柳 知代[1]、平田 大介[1]、吉冨 友恭[1]
（1．東京学芸大学 環境教育研究センター、2．埼玉県立川の博物館）

PF-03：小型水生昆虫によるコンテナビオトープの利用実態

*松澤 優樹[1]、森 照貴[1]
（1．国立研究開発法人土木研究所 自然共生研究センター）

PF-04：新たな河道掘削工法「額縁掘削」による水生動物の生息場所創出効果

*阿部 穂乃香[1]、渡辺 黎也[1]、佐川 志朗[1,2]
（1．兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科、2．兵庫県立コウノトリの郷公園）

PF-05：巨瀬川流域における魚類相把握と災害復旧に向けた環境配慮事項の検討

*山﨑 庸平[1]、林 博徳[2]、Masukawa Lou[3]、鹿野 雄一[2]

（1．九州大学大学院土木工学専攻、2．九州大学大学院工学研究院環境社会部門、
3．National Institute of Applied Sciences of Lyon）

PF-06：衛星画像により推定した水田の湛水開始時期を指標とするカエル類の生息適地モデル構築

*安野 翔[1]、藤田 宏之[2]、大和 広明[1]

（1．埼玉県環境科学国際センター、2．埼玉県立川の博物館）

PF-07：栃木県の水田水域を対象とした市民科学データを用いた種分布モデルの構築

*菅原 颯真[1]、守山 拓弥[2]、中島 直久[3]

（1．宇都宮大学大学院地域創生科学研究科、2．宇都宮大学農学部、
3．帯広畜産大学環境農学研究部門）

PF-08：中小河川の環境はどの程度の生息場スケールで評価するべきだろうか？

*佐藤 駿次[1]、原田 守啓[1]、永山 滋也[1]

（1．岐阜大学）

PF-09：徳島県吉野川流域における農地の地形的特徴による分類

*長谷川 太一[1]、東山 航[1]、宇野 宏司[1]、今井 洋太[1]

（1．神戸市立工業高等専門学校）

PF-10：三峰川上流域における在来イワナの分布パターンとその決定要因について

*柳生 将之[1]、宮澤 明日加[1]、中村 泰幸[1]、元木 達也[1]

（1．株式会社環境アセスメントセンター）

**PF-11：環境 DNA を利用した平面二次元生態水理解析による人為的流量変動が
魚類生息環境に及ぼす影響の評価**

*厚東 七海[1]、福田 信二[1]

（1．東京農工大学）

PF-12：ALB 計測による地形データと環境 DNA 分析による魚類データの関係性分析

*沖野 友祐[1]、廣永 茂雄[1]、池田 欣子[1]

（1．アジア航測株式会社）

PF-13：鳴声の音源定位によるシマフクロウの生息位置把握の試み

*中村 紘喜[1]、土門 優介[1]、鈴木 祐太郎[1]、石塚 正仁[1]、内山 秀樹[1]、工藤 晃央[1]、
矢野 幹也[2]、鈴木 麗璽[3]、中臺 一博[4]

（1．株式会社ドーコン、2．株式会社セ・プラン、3．名古屋大学大学院情報学研究科、
4．東京工業大学工学院）

○PG 保全生態

PG-01：愛媛県重信川における極端な流量変動に伴う底生動物群集の時間的変化

*大江 航志[1]、三宅 洋[1]

（1．愛媛大学大学院理工学研究科）

PG-02：大淀川水系砂防事業におけるキムラグモ属の保全の取組

*山石 海斗[1]、中原 良一[1]、金光 浩伸[1]、吉田 英明[2]

（1．いであ株式会社、2．宮崎河川国道事務所 工務第二課）

PG-03：重信川本川と周辺水域における異常低水発生時の底生動物・魚類群集の動態

*赤井 翔平[1]、遠藤 弘盛[2]、井上 幹生[1]、三宅 洋[1]

（1．愛媛大学大学院 理工学研究科、2．愛媛大学 工学部）

PG-04：湿地環境おける埋土種子の発芽と水分条件に関する研究

―三ツ又沼ビオトープを対象として―

*堀江 真純[1]、鈴木 享子[2]、吉冨 友恭[2]、小柳 知代[2]

（1．荒川上流河川事務所、2．東京学芸大学 環境教育研究センタ）ー

PG-05：映像データを用いたオオコノハズク(*Outs lempiji*)の抱卵および育雛行動の事例研究

*野田 将臣[1]、守山 拓弥[2]

（1．宇都宮大学大学院 地域創生科学研究科 農村生態工学研究室、2．宇都宮大学 農学部）

PG-06：田島ケ原サクラソウ自生地の異なる植分における土壌含水比の差異

*荒木 祐二[1]、寺田 瑞彩[2]、藤野 毅[1]

（1．埼玉大学、2．元埼玉大学（学））

PG-07：希少植物ムジナモの保全と水生動物相の変遷：宝蔵寺沼 10 年間の調査結果

*塚本 晃大[1]、宮坂 夏輝[2]、稲葉 一希[2]、山城 俊[2]、児玉 源太郎[2]、吉木 大樹[2]、日比野 拓[2]

（1．埼玉大学大学院教育学研究科、2．埼玉大学教育学部）

PG-08：タナゴ類保護に向けたイシガイ類の飼育・繁殖技術の確立

*中西 亮太[1]、八嶋 勇気[1]、奥田 覚子[1]、北川 忠生[1]

（1．近畿大学大学院農学研究科）

PG-09：放棄水田の再湛水による湿地生態系回復への取組み -朝倉市秋月の事例-

*大竹 里菜[1]、林 博徳[2]、髙田 浩志[2]、池松 伸也[2]、鹿野 雄一[2]

（1．九州大学大学院工学府、2．九州大学大学院工学研究院）

PG-10：ネットオークションにおける小型サンショウウオ類の 13 年間の取引実態

～希少種と新種記載・法規制～

*江口 健斗[1]、上野 裕介[2]

（1．株式会社 建設環境研究所、2．石川県立大学）

PG-11：遊休水田に創出した小面積の再生湿地における水生動物群集の特徴

*田和 康太[1]、柗島 野枝[1]、西廣 淳[1]

（1．国立環境研究所 気候変動適応センター）

○PH 植物･植生

PH-01：釧路湿原におけるハンノキの年輪成長量に基づく釧路川蛇行再生の影響評価

*根本 優大[1]、山口 拓弥[1]、大石 哲也[2]、宮本 仁志[1]

（1．芝浦工業大学、2．寒地土木研究所）

PH-02：撹乱と地形・地質的要因が植生群落構造に与える影響の定量的評価

*羽田野 将希[1]、副島 顕子[2]、皆川 朋子[2]

（1．熊本大学大学院自然科学教育部、2．熊本大学大学院先端科学研究部）

PH-03：宝蔵寺沼ムジナモ自生地におけるムジナモ保護増殖

～野生絶滅から 100 万株まで回復した取り組み事例～

*日比野 拓[1]、藤野 毅[2]、金子 康子[1]

（1．埼玉大学教育学部、2．埼玉大学大学院理工学研究科 ）

PH-04：国内耕作地で栽培するモリンガの成長に関するデンドロメーターによる水・CO2 交換量の測定

*タンコ コハン[1]、藤野 毅[1]、松永 栄[1]

（1. Graduate School of Science and Engineering, Saitama University ）

○PI 生態系サービス･グリーンインフラ

PI-01 ：河畔林を生かした洪水流の集水メカニズムによる Eco-DRR 効果評価

*水野 敏明[1]、小倉 拓郎[2]、島本 多敬[3]、山内 啓之[4]、八反地 剛[5]、濱口 貴仁[3,6]、片山 大輔[7]

（1. 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、2. 兵庫教育大学、3. 琵琶湖博物館、
4. 立命館大学、5. 筑波大学、6. 滋賀県土木部流域政策局、7. 元琵琶湖博物館）

PI-02 ：水害防備林の生態系サービスに関する研究

―地域住民の暮らしや防災意識に着目して―

*中島 幸香[1]、三苫 千春[2]、浅田 寛喜[1]、皆川 朋子[1]

（1. 熊本大学大学院、2. 元熊本大学）

PI-03 ：雨庭が節足動物の種多様性へ与える影響とその要因の調査

*植平 隆暉[1]、西田 貴明[1]

（1. 京都産業大学）

PI-04 ：雨庭の普及のための VI とサイン計画－解説サインの制作を例に－

*吉冨 友恭[1]、正木 賢一[1]、所谷 茜[2]、田浦 扶充子[3]、島谷 幸宏[2]

（1. 東京学芸大学、2. 熊本県立大学、3. 九州大学工学研究院）

PI-05 ：遊水地としての耕作放棄水田における微地形管理手法の検討

*東山 航[1]、長谷川 太一[1]、宇野 宏司[1]、今井 洋太[1]

（1. 神戸市立工業高等専門学校）

PI-06 ：ネイチャーポジティブに資する自然資本クレジットについて

*中村 圭吾[1]、宮川 幸雄[2]、鈴木 敏弘[2]

（1. 国立研究開発法人土木研究所、2. 公益財団法人リバーフロント研究所）

PI-07 ：アオコ・漂流ゴミ自動回収ボートの開発

*楊 逸群[1]、山田 浩之[2]、吉田 浩平[3]

（1. 北海道大学大学院農学院生態環境物理学研究室、2. 北海道大学大学院農学研究院、
3. 大沼ラムサール協議会）

PI-08 ：グリーンインフラ認証制度の検討について

*鈴木 敏弘[1]、中村 圭吾[2]、宮川 幸雄[1]

（1. リバーフロント研究所、2. 土木研究所 流域水環境研究グループ ）

PI-09 ：中間貯蔵施設周辺地域における生態系モニタリングと生態系サービス評価

*石井 弓美子[1]、菊池 心[2]、吉田 拓矢[2]、藤野 正也[3]、玉置 雅紀[1]

（1. 国立環境研究所、2. いであ（株）、3. 福島大学）

○PJ その他

PJ-01 ：3D 自然景観簡易作成ソフトウェア Twinmotion® への
数値標高データ導入ツール HeightMapClipper の開発 及び無償公開

*野村 大祐[1]、櫻田 和則[1]、工藤 尚史[1]

（1. 株式会社建設環境研究所）

PJ-02：子どもたちと育むネイチャーポジティブ：荒川のニホンウナギ生息調査と環境学習

*柳澤 大喜[1]、日比野 拓[1]

（1．埼玉大学教育学部）

PJ-03：数値解析を用いた土木遺産女男石護岸施設の有する治水機能の検証

*徳永 茉咲[1]、林 博徳[2]

（1．九州大学大学院工学府土木工学専攻、2．九州大学大学院工学研究院環境社会部門）

PJ-04：兵庫県における高解像度 DEM を用いた河川堤防抽出手法の検討

*今井 洋太[1]、坂 潤哉[1]、長谷川 太一[2]、東山 航[2]、宇野 宏司[1]

（1．神戸市立工業高等専門学校 都市工学科、2．神戸市立工業高等専門学校 都市工学専攻）

景観パターンの定量化で見えた護岸ブロックの不自然さや違和感の原因

永山　明[1)]，森　照貴[1)]
1）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

「美しい山河を守る災害復旧基本方針」には、河川環境（景観）に配慮した事業を進めるために、護岸ブロックを使用する際の留意事項が示されているが、「素材の大きさ」と「景観パターン」に関する基準の明示には至っていない。既往の研究では、既存の護岸ブロックの景観パターンに関するヒアリング調査が行われたが、その多くが河川に用いるには景観として問題があると評価され、石積みとは違う違和感や不自然さに関するコメントが目立った。このように護岸ブロックの景観パターンについての問題が指摘されているにもかかわらず、問題を生み出す違和感や不自然さの原因についての定量的な判断材料は乏しいのが現状である。

2. 調査方法

本研究では、石積み護岸に注目することで、素材の大きさと景観パターンの評価基準を算出できるものと考え、中小河川にて施工された 45 現場の石積み護岸（野石乱積みおよび布積み・谷積みの間知石積み）の写真収集と、既往の研究で用いられた 36 グループの代表的な護岸ブロックの標準割付図（CAD データ）（図 1）を用いて、「素材の大きさ」、「目地の角度」、「素材の縦石割合と縦横比」、「四ツ目の割合」に着目し特徴量を求め、石積みと護岸ブロックとの比較を行った。

3. 結果と考察

石積み護岸に注目することで算出できた景観パターンの評価基準（案）を表 1 に示す。特徴量を算出した結果、素材の大きさのみ、石積みと護岸ブロックに大きな差は見られなかったが、「目地の角度」「縦石の割合と縦横比」「四ツ目の割合」については、明らかな差が見られた。目地の角度については、石積みの目地角度は「連続的なバラツキ」を有し、護岸ブロックの目地角度は「離散的なバラツキ、もしくはバラツキなし」の特徴が見られた。また、石積みには「避けた方がよい積み方（基本事項）」として、「四ツ目」「縁切り」「縦石」「芋串」「四ツ巻」などがあり、これらは「構造的に弱くなる（崩壊につながる可能性がある）」という理由の他に、これらを避ける事は「景観的・技法的の定則」とされている。それを示すように、石積みにおける「縦石の割合」と「四ツ目の割合」は少なく、反対に護岸ブロックにおける割合は大きかった。護岸ブロックの多くが石積みを模した擬石模様であるが、その特徴量が石積みの特徴量と異なっていることが、違和感や不自然さを生んでいる原因と考えられる。評価基準を満たしていない項目を改善することが、より良い河川景観の創出に寄与するものと考えられる。

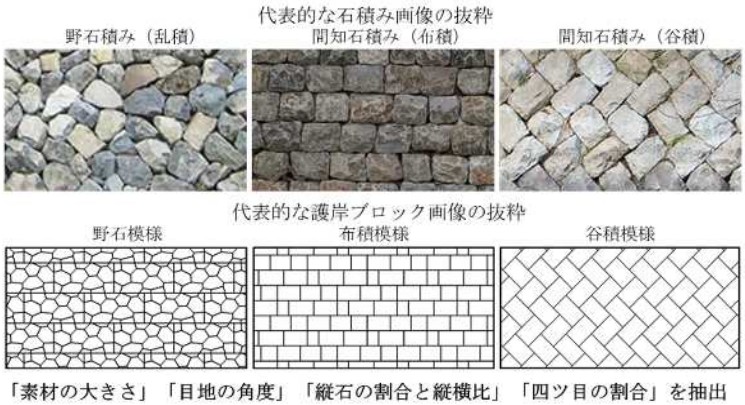


図1 解析に用いた代表的な石積みと護岸ブロックの画像

表1 景観パターンの評価基準(案)

景観パターンの評価基準（案）
① 素材の大きさ： 素材の平均値は20cm以上40cm以下（30cmを目安）
② 目地の角度 ： 離散割合が30%以下であり、間知石に近い模様は10°の範囲でバラツキを有し、野石乱積に近い模様は目地角度の階級数が40以上有する
③ 縦石の割合 ： 縦石の割合は10%以下 縦石の縦横比： その縦石の縦横比は1:1.4未満
④ 四ツ目の割合： 四ツ目の割合は10%以下

石狩川上流の河床低下対策実施箇所における水生生物の生息状況の変化について

清澤道雄[1)]、根岸透吾[1)]、板谷誠治[1)]、竹野泰典[1)]、小林充邦[2)]、今村仁紀[2)]
1)株式会社ドーコン、2)北海道開発局旭川開発建設部旭川河川事務所

1. はじめに

旭川市を流下する石狩川上流では、S50 年代までに河床の砂利採取や高水敷の造成により低水路幅が減少し、掃流力が増加したことにより河床低下が進行した。河床低下により、既設護岸や橋脚の安定性低下等の懸念や、砂礫流出による魚類等の水生生物の生息環境の悪化等の課題がみられた。

H26 から低水路拡幅、覆礫による河床低下対策工事が下流から段階的に実施されている（図 1）。工事の実施と並行して、工事区間の露岩面積や河床材料調査と合わせて魚類・底生動物のモニタリング調査が実施されている。ここでは、魚類・底生動物調査結果から河床低下対策区間における工事前後の水生生物の生息状況の変化を把握する。

2. 調査方法

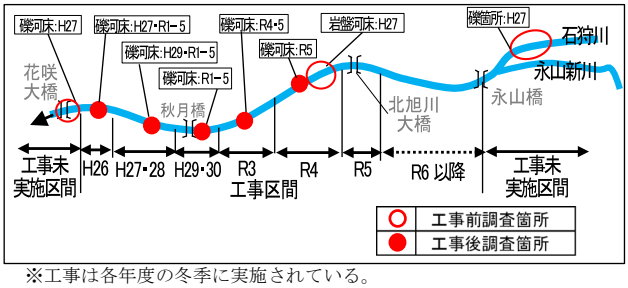
河床低下対策区間は、北海道旭川市の石狩川上流の花咲大橋～永山橋に位置する。魚類及び底生動物の調査状況は図 1 に示すとおりであり、H27 に工事前の位置付けで調査が実施され、その後工事実施後の区間で継続的に調査が実施されている。魚類・底生動物ともに、各調査箇所の平瀬・早瀬において 2～3 箇所、捕獲・採集地点を設定した。調査時期は夏季の平水時とし、調査手法は、魚類は 10m×3m の範囲において電気ショッカーやタモ網等により、底生動物はサーバーネットにより定量採集を行った。

3. 調査結果と考察

①魚類（図 2）：工事前は工事区間の岩盤河床では、ウグイ類・フクドジョウで構成される魚類相であったのに対して、工事未実施区間の礫河床では、ウグイ類・フクドジョウに加えてサクラマス（ヤマメ）、ハナカジカもみられた。工事後は実施直後の H27 に、H26 工事区間ではウグイ類、フクドジョウ、サクラマス（ヤマメ）、ハナカジカがみられ、施工前の工事未実施区間と同様の魚類相であり、工事 9 年後の R5 も同様であった。

②底生動物（図 3、図 4）：H26 工事区間では、工事前は工事区間の岩盤河床では、掘潜型が全体の 80%以上であったが、工事未実施区間の礫河床では掘潜型は 30～40%であり、匍匐型、造網型も一定割合みられた。工事後は工事直後 H27 から掘潜型の割合が低くなり、造網型、匍匐型も構成されるようになった。工事 9 年後まで、その状態が維持された。工事 9 年後は、造網型の割合が高い。多様度指数も変動はしているが、工事後は工事前の岩盤河床よりも高い状態を維持した。DCA 分析による工事区間全体の底生動物相の変化は、工事前の岩盤河床は掘潜型中心の底生動物相であったが、工事後は匍匐型、造網型によった底生動物相となり、工事前の礫河床と近い底生動物相へと変化した。

③考察：覆礫により河床が岩盤から礫へと変化したことにより、礫間に生息するハナカジカや匍匐型・造網型の底生動物が生息するようになり、底生動物の多様度は高くなったと考えられる。⇒河床低下対策工事により魚類、底生動物の生息環境を改善していたと考えられる。



※工事は各年度の冬季に実施されている。

図1　調査箇所の模式図

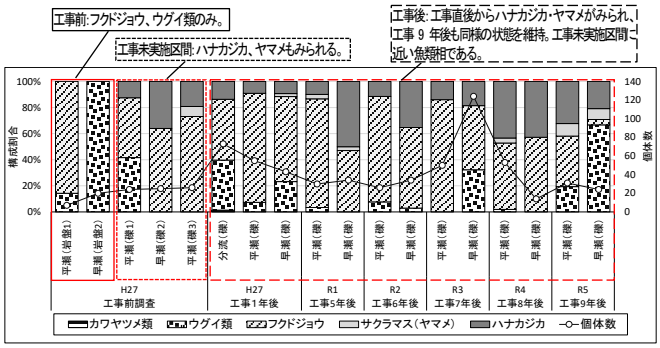


図 2　工事前後の魚類相変化（H26 工事区間のみ）

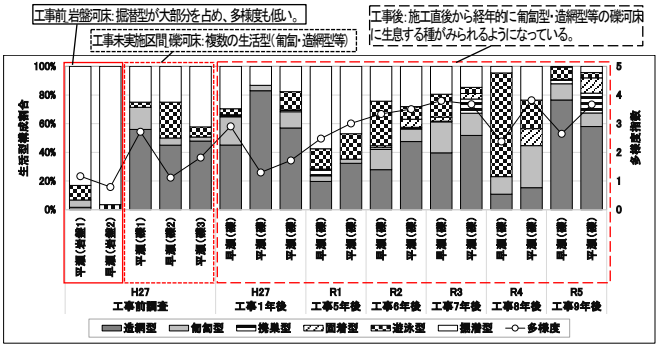


図 3　工事前後の底生動物生活型の変化（H26 工事区間のみ）

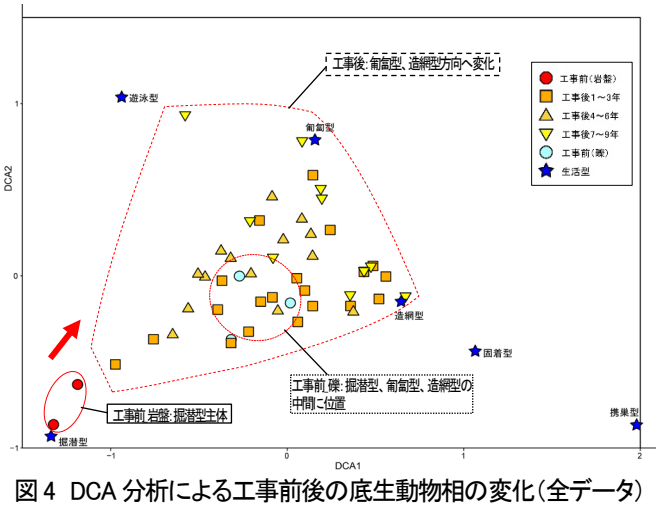


図 4　DCA 分析による工事前後の底生動物相の変化（全データ）

底生動物群集における渇水撹乱からの回復過程での生活史フェノロジーの影響

中川光[1)]，森照貴[1)]
1）土木研究所自然共生研究センター

1. はじめに

水生昆虫などの河川底生動物は生活史サイクルにおいて種内で明瞭な同調性を示すことがあり、現存量の増減が一年の特定の季節にのみ集中する種が存在する（いわゆる、季節ブルーム）。 こうした季節ブルームは、その種が生息する河川の水文レジームへの適応した結果であると想定される。そのため、恒常河川から渇水河川への流況変化は、季節ブルームの消長に影響を及ぼし、生態系に大きな変化をもたらす可能性がある。日本では明瞭な季節性を示す恒常河川が多く、季節ブルームを生じる水生昆虫種が数多く存在する。こうした生活史フェノロジーの種間差は、渇水撹乱からの群集回復過程に影響することが予想される。

2. 調査方法

人工渇水実験は土木研究所自然共生研究センターの有する 2 本の実験河川（全長約 800 m）にて行い、1 本を操作区（渇水有）とし、もう 1 本をコントロール区（渇水無）に設定した。2023 年 7 月にモニタリングを開始し、3 週間後に操作区で一週間通水を停止し、流量を回復させた後も 12 月までモニタリングを継続した。底生動物は一週間おきにサーバーネット（25 cm 角）を用いて瀬と淵にて採取を行った。得られたデータから、生活史フェノロジーの種間差、ここでは化性（1 年あたりの世代数）と季節ブルームの有無、が渇水撹乱からの回復過程においてどのように影響するのかを検討した。

3. 結果

操作区で行った一週間の通水停止により、底生動物の種数および現存量は大きく減少した。その後、種数と現存量はそれぞれ 2 週間と 4 週間程度でコントロール区とほぼ同水準まで回復した。しかし、種毎に見ると、年多化性かつ個体群内で成長・繁殖タイミングがあまり同調しない種では渇水撹乱後、比較的速やかに個体群密度の回復が観察されたのに対し（図 1a）、コントロール区で明瞭な季節ブルームが見られた種では、渇水後の回復は秋以降の季節ブルームまで遅れるか（図 1b）、回復が確認されなかった（図 1c）。

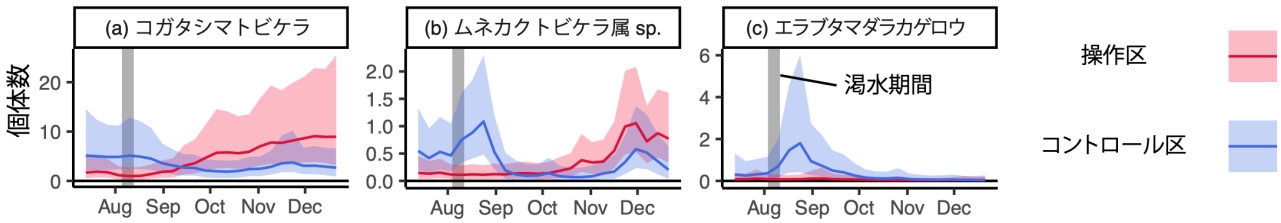


図 1 操作区（赤）およびコントロール区（青）における水生昆虫 3 種の個体群動態。実線と色のついた範囲はそれぞれ状態空間モデルによる中央推定値と 90%信頼区間を示す。

4. 考察

本研究では、生活史サイクルが同調する種について、一週間程度の短期間の渇水撹乱が数ヶ月先の個体群動態にまで影響しうることを示した。日本の河川に生息する水生昆虫には、年一化以上の生活史サイクルをもつ種や、成長・繁殖が個体群内で同調する種が多く存在する。本研究の結果は、気候変動に伴う渇水撹乱が増加した際、渇水がごく短期間であっても一部の種に長期的な影響をもたらす可能性を示している。

多自然川づくりの普及と実践のための 100 の問い（基本編）

○相川隆生 [1)], 森照貴 [1)]
1)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

多自然型川づくりの通達（1990 年）により始まった多自然川づくりは、当初は特定の河川改修における、先進的モデル事業などにより実施された。その後、河川法の改正（1997 年）により、河川環境の整備と保全が目的に加えられ、自然再生やかわまちづくりなどの事業により、生物の生息・生育・繁殖環境の保全と整備、魅力ある水辺空間の整備と保全など、様々な取り組みが進められた。1990 年に始まってから約 15 年が経過し、多自然型川づくりが定着しつつある一方で、河床や水際を単調にする河川改修が実施されるなどの課題が指摘された。その後、多自然型川づくりレビュー委員会の提言を受けて、多自然川づくり基本指針（2006 年）が定められ、多自然川づくりは、河川の調査・計画・設計・施工・維持管理等の全てのプロセスにおいて実施されることとなった。さらに、河川法改正から約 20 年が経過した 2017 年に、多自然川づくり推進委員会による「持続性のある実践的多自然川づくりに向けて」の提言が出され、河川環境目標の明確な設定、技術的手法のとりまとめ、人材の育成・普及啓発などが記載されている。「人材の育成・普及啓発」については、様々な場所で講義や研修が行われているが、理解度を計る方法がない。そのため、基本からの理解が必要なのか、特定の分野に関する知識が不足しているのか、各人が認識することは難しい。そこで、本発表では「多自然川づくりの普及と実践」を目的に、理解度を計るための 100 問を基本編として作成した。

2．学習問題の作成

自然共生研究センターでは、毎年「河川技術研修」として、国や自治体の係長層の職員を受入れ、多自然川づくりに関する座学と実技の体験型研修を行っている。その中で「多自然川づくりチェック」として小テストを実施した。回答では、多自然川づくり基本指針や河川環境の基礎知識など、また生物の生息環境に関する理解不足が確認された（表-1）。この小テストを参考に、河川整備を行う技術者に対して多自然川づくりへの理解と知識を得られるように、学習問題を 100 問作成した。問題は、中小河川が対象である「多自然川づくりポイントブックⅢ」と、大河川が対象である「大河川における多自然川づくりーＱＡ方式で理解を深めるより」に基づき、一問一答形式（三者一択）により作成した。

表-1　多自然川づくりに関する研修会（R5 年度）　小テストの分類と設問と正解率

NO.	分類	設問	正解率	NO.	分類	設問	正解率
1	多自然川づくり基本指針	事業段階	69%	11	瀬淵の河川環境	淵の形成	38%
2		対象行為	15%	12		瀬淵の縦断勾配	69%
3		事業費	62%	13		瀬淵の生息場	0%
4	河川環境の基礎知識	セグメント	54%	14		瀬淵の指標	77%
5		扇状地の景観	23%	15	礫河原の河川環境	礫河原の生物	54%
6		扇状地の写真	31%	16		礫河原の樹林化	38%
7		自然堤防帯の写真	77%	17	ワンドたまりの河川環境	ワンドの形成	46%
8		扇状地の環境	54%	18		たまりの形成	23%
9		三角州の環境	69%	19		ワンドの底質	62%
10	瀬淵の河川環境	早瀬の形成	77%	20		ワンドの樹林	54%

3．問題の概要と今後

出題は河川法改正や多自然川づくりの定義、適用範囲、河川環境への配慮事項など、できる限り幅広く選んだ。回答する過程で、多自然川づくりの内容、考え方、ポイントなどが理解できることを心掛けた（表-2）。

現在は基本編として考えているが、回答の傾向を踏まえつつ、レベル別に問題を整理することを考えている。本発表では実際に問題を提示することで、議論することを予定している。

表-2　多自然川づくり１００問　問題の分類と設問の概要

NO.	分類	設問	NO.	分類	設問	NO.	分類	設問	NO.	分類	設問	NO.	分類	設問
1	河川法の改正	改正内容	21	土砂堆積（セグメント2-2）	堆積土砂の種類	41	中小河川（河床掘削）	設定の基本	61	中小河川（護岸の明度）	留意点	81	瀬淵の利用（淵）	考え方
2	多自然川づくり定義	定義内容	22	土砂輸送形態	掃流砂	42	〃　（河道拡幅）	設定の基本	62	〃　（護岸の彩度）	〃	82	瀬淵の生物（瀬）	〃
3	多自然川づくり適用範囲	適用範囲内容	23	〃	浮遊砂	43	〃　（片岸拡幅）	設定の基本	63	〃　（護岸のテクスチャー）	〃	83	瀬淵の生物（淵）	〃
4	河川改修の環境配慮	引用資料	24	〃	ウオッシュロード	44	〃	蛇行部	64	〃　（護岸のパターン）	〃	84	瀬淵の仕組み（全般）	〃
5	河川環境情報図	記載内容	25	高水敷整備	人の利用	45	〃	地盤高	65	〃　（護岸の分節）	〃	85	〃（谷底平野など）	考え方（図解）
6	環境調和と治水事業	考え方	26	生態系ネットワーク	意味と形成	46	〃　（澪筋設定）	流量	66	〃　（河畔樹木の保全）	〃	86	〃（扇状地など）	〃
7	多自然川づくりポイント	考え方	27	〃	成功のポイント	47	〃	深さ	67	〃	効果（全般）	87	瀬淵の存続	考え方
8	河川環境の理解	地形区分	28	河道内樹林の再繁茂対策	ヤナギ類	48	〃	法線	68	〃	効果（都市部）	88	瀬淵の保全	〃
9	〃	生物の着目点	29	〃	ハリエンジュ	49	〃　（河床幅確保）	ポイント	69	河川の地形区分	名称（図解）	89	礫河原	〃
10	〃	水国データの活用	30	〃	タケ・ササ類	50	〃　（河岸水際）	計画設計	70	蛇行区間の瀬と淵	考え方	90	礫河原の利用	〃
11	護岸設置（セグメント１）	取組事例	31	〃	効果的な手法	51	〃　（護岸前面）	留意点（地形）	71	山付部の河畔林	〃	91	礫河原の生物	〃
12	護岸設置（セグメント２）	〃	32	〃	効果的な工法	52	〃	留意点（材料）	72	水際の植物	〃	92	礫河原の存続	〃
13	護岸設置（セグメント３）	〃	33	外来植物除去	目標設定	53	〃	留意点（法面）	73	礫河原	〃	93	氾濫原の環境	〃
14	護岸設置	工夫内容	34	〃	監視のポイント	54	〃（セグメント1,M）自然河岸	形成の留意点	74	ワンド・たまり	〃	94	ワンド・たまりの特徴	〃
15	〃	護岸素材	35	自然再生事業モニタリング	効果的な計画	55	〃（セグメント2）自然河岸	〃	75	ヨシ原・湿地	〃	95	〃　の利用	〃
16	〃	自然環境機能	36	中小河川（計画高水）	設定の基準	56	〃　（護岸の環境上の機能）	留意点	76	汽水環境	〃	96	〃　の生物	〃
17	〃	施工時の環境配慮	37	〃　（法線）	〃	57	〃　（護岸の周辺環境との調和）	〃	77	干潟	〃	97	〃　の存続	〃
18	高水敷掘削	高さ設定の配慮	38	〃　（流下能力）	〃	58	〃　（護岸の生物生息空間など）	〃	78	ヨシ原、塩生植物	〃	98	〃　の劣化	〃
19	土砂堆積（セグメント１）	堆積土砂の種類	39	〃　（大都市域河道計画）	〃	59	〃　（護岸の周辺環境との調和：法肩）	〃	79	瀬と淵	〃	99	氾濫原の維持	〃
20	土砂堆積（セグメント2-1）	〃	40	〃　（河床掘削）	土限値	60	〃　（護岸の露出）	〃	80	瀬淵の利用（瀬）	〃	100	木曽川のワンド改善	取組事例

河川における ALB データを活用した植物群落の分布特性の把握の試み

岡井陽平[1)] 溝口裕太[1)] 田中孝幸[1)]
1) 土木研究所

1．序論

河川では，高水敷を中心に，様々な植物群落がモザイク状に分布するが，1990 年代以降，木本群落の面積が増加するいわゆる樹林化が進行しており，治水と環境両面の問題となっている．植物群落の分布の特徴を，それらが立地する物理環境と関連付けて定量的に把握し，河川管理の基礎情報とすることが望まれるが，これまでは，物理環境の空間解像度（例えば，縦断方向に 200m 間隔ごとの横断測量）が制約となり，群落レベルでの立地環境の詳細な整理は行われていない．昨今，河川地形を高い空間解像度かつ広域に計測できる航空レーザ測深（以下,ALB）による河川測量が普及し，直轄管理区間を中心に ALB データの蓄積が進んでいる．そこで，本研究では，ALB データから求まる高い空間解像度の地形を用いて，植物群落の分布を説明する物理環境の把握を試みた．

2．材料と方法

対象地は，小貝川のセグメント 2-2 区間の延べ 43.5km（面積 1107.6ha）である．植物群落は，河川管理において管理対象となりやすいジャヤナギーアカメヤナギ群集のほか，対象地に分布する 16 種類の代表的な群落を対象とした．物理環境は，植物群落の分布を説明する指標として，平水時の水面比高（以下，比高）と水際からの距離（以下，水際距離）[1)]に加え，ALB データの活用により把握が可能となった Convergence Index（以下，CI）とした．CI は，地形の凹凸を表す指標であり，土壌の水分条件と関係があると想定される．なお，植物群落の分布は，河川水辺の国勢調査の植生図，物理環境の指標は，ALB データから作成した 0.5m/pixel のラスタデータを用いた．ここでは,5m 四方メッシュを最小単位とするため,物理環境の指標は,同メッシュに含まれる全ピクセルの平均値とした．

3．結果と考察

比高（図-1）に着目すると，ジャヤナギ-アカメヤナギ群集とヨシ群落は比高 3m 以下に集中し，オギ群落は多様な比高に分布した．自然裸地は比高 0m 付近の 66%を占め，日常的な冠水や攪乱を受ける物理環境では植物群落が発達しにくいことが示唆された．

また，一般に，ジャヤナギ-アカメヤナギ群集(低木林)は，土壌が湿潤な物理環境を好み,これは,水際距離 0～50m に同群集の 75%が集中し，比高 2m ほどに分布する（図-2）ことからも明らかである．このほか，水際距離が大きくなるほど，CI が小さい（凹地）物理環境に分布することがわかる．セグメント 2-2 の凹地には，降雨や洪水で冠水した際に水がトラップされ，比較的長期にわたって湿潤な状態が続くと考えられる．そのため，ジャヤナギ-アカメヤナギ群集(低木林)の分布に凹地が有利に働いたと推察され，その度合いを表す CI が有用であることが示唆された．

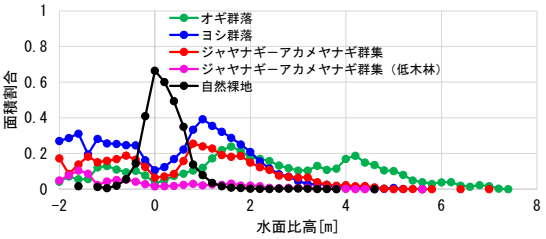


図-1　水面比高ごとの植物群落の面積割合

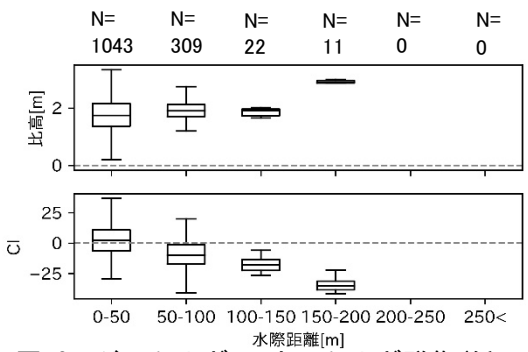


図-2　ジャヤナギ-アカメヤナギ群集(低木林)の水際距離 50m ごとの比高と(上)と CI(下)（エラーバーは四分位範囲の 1.5 倍）

謝辞：本研究の遂行にあたり，下館河川事務所より ALB データと植生図を提供いただいた．ここに記して謝意を表する．

参考文献

1) 内藤太輔ら： 全国の河川を対象とした河道内植生の分布特性と成立要因および河道掘削後の変化，河川技術論文集，22，pp.469 -474，2016

ALB 測量データを活用した球磨川及び川辺川の瀬淵形態と魚類相の評価

原田祥[1)]，皆川朋子[2)]
1）熊本大学大学院自然科学教育部
2）熊本大学大学院先端科学研究部

1. はじめに

本研究で対象とする球磨川及び川辺川は,尺アユをはじめとする豊かな自然環境に恵まれており,生物の生息場,産卵場として重要な瀬淵の分布や特徴を精確に把握することは今後の河川計画を効果的に進める上で不可欠である.しかしこれまで一級河川を対象とした瀬淵の分布や水理量は，主に景観的な把握や国土交通省が行う 200m 間隔の定期横断測量データに基づく水理シミュレーションにより評価されてきたが，再現性は高くはなかった.そこで，近年，実用化が進んでいるグリーンレーザ測量（以下 ALB）データの活用に着目する．また瀬淵形態は，これまで分類は行われているが，形成要因に着目した分類や水理特性，生態学的機能との関係に関する定量的知見は限られている.そこで本研究では,①ALB 測量データを活用した球磨川及び川辺川における瀬淵形態の評価,②瀬淵形態のタイプの水理特性や魚類に着目した生息場としての機能を評価することを目的とする.

2. 研究手法

球磨川上流（河口から 52.6km～91.8km）および川辺川下流（球磨川合流部から 0km～15km）を対象に，空中写真より瀬淵と確認できるものをプロットし，M 型（河道の湾曲部に形成される瀬 Mr，淵 Mp），T 型（中規模河床形態における単列砂州や交互砂州によって形成される瀬 Tr，淵 Tp），D 型（河川横断構造物による湛水の発生で形成される淵 Dp），S 型（基岩によって形成される瀬 Sr，淵 Sp），C 型（川幅の減少による淵 Cp），R 型（障害物の下流に形成される淵 Rp），G 型（礫の堆積により形成される瀬 Gr）に分類し，セグメント毎の分布状況を把握した．また ALB 測量データを用いて，河川シミュレーションソフトウェア iRIC（International River Interface Cooperative　Nays2DH iRIC.3x 1.0 64bit version 1.5.301）によるシミュレーションを行い，水深，流速，フルード数を算出した．また，各瀬淵タイプの魚類の生息状況を把握するため，環境 DNA 分析により調査を行った.

3. 結果及び考察

球磨川において最も多く確認できた瀬のタイプは Tr であり，蛇行により形成される Mr，基岩や巨礫により形成される Sr，Gr も確認できた．T 型，M 型は中規模河床形態によるものであり，全体の 63%を占めていた．淵は Sp，Tp，Mp，Rp が同程度確認でき，全体の 90 パーセント以上となった．セグメント毎の分布に着目した場合，河口から 85.2～91.8km，76.0～85.2km はダムや堰の影響により，基岩の露出や巨礫の堆積による瀬淵が多く，　66.4～76.0km，　52.6～66.4km はダムによる影響の低減や，川幅水深比の増加，支川による土砂供給の回復により中規模河床形態由来の瀬淵が多い傾向が確認できた．一方、川辺川において多く確認できた瀬のタイプは Tr，Mr であり，全体の 83%を占めていた．淵は Mp，Tp が多く確認でき，全体の 63%を占めていた．セグメント毎の分布に着目した場合，球磨川合流地点より 9.1～16.8km，0～9.1km ともに中規模河床形態による瀬淵が大多数を占めていたが，下流に向かうほど Mr が減少し，Tr が増加する傾向が覗えた．川辺川は球磨川と比較すると穿入蛇行が多く横断構造物が少ないため，中規模河床形態による瀬淵が多いこと考えられる．球磨川における形成要因毎の水理特性について，瀬の流速は有意な差が検出されなかったが，淵の水深は有意な差が検出され，Mp が Tp，Rp よりも大きな値を取ることが定量的に示された．川辺川においても傾向は同様であった．また，瀬淵タイプにおける魚類の分布状況の特徴について整理した.

UAV 空撮画像から河川環境評価要素の抽出方法に関する研究

石山あい[1)]，渡邉一哉[2)]
1)山形大学大学院農学研究科，2)山形大学農学部

1. はじめに

河川には多くの生物が生息しており，生物の生息場や利用環境としての空間的な評価を行う必要がある．河川環境を評価するための方法として，任意の点や断面での直接計測が行われているが，これには多くの時間や労力を必要とする．また，面的な環境把握が行われておらず，河川全体を対象とした空間的な評価を簡便に行う方法が求められている．近年，Unmanned Aerial Vehicle（以下，UAV）や，その自動航行ソフトが普及し，河川地形を把握する際の問題解決が期待されている．一方で，UAV を用いた河川地形の計測に関しては，任意の断面での計測とその精度検証を行う事例が多く，面的な空間評価を可能とする UAV の特性を活かした事例は少ない．

河川環境の評価を行うためには，環境を構成している要素とその変動を広範囲で把握する必要がある．そこで，本研究では UAV で撮影した空撮画像を用いて河川の物理情報を広範囲で抽出・可視化する画像処理方法を検討することを目的とした．

2. 調査方法

山形県庄内地方を流れる一級河川赤川の中下流域を調査対象とした．UAV 撮影は，自動航行ソフトを用いて撮影計画を作成し，DJI Air 2S（DJI 社製)にて実行した．カメラは附属のノーマルの光学カメラを用いた．水面の反射を軽減するため，撮影の際にはカメラに ND/PL フィルターを装着した．また，UAV 撮影と同時に水深などの実測を行うことで,撮影した静止画像から抽出する環境情報との比較を行った.モニタリング調査は融雪後の 6 月から，月 1 回程度を目安に曇天～晴天時に実施し，河川に濁りがない日を対象とした．水深の実測は 6 月～11 月に行った．撮影された画像からオルソ画像を作成し，水域と陸域を分離することで河道のみを抽出し，これを解析対象とした．

3. 結果と考察

調査範囲の水深は，最深部で 5m 程度であった．画像内の RGB の輝度値を用いて水深情報の抽出を行った．輝度値は撮影された水深の影響だけではなく，撮影時の照度によっても変化する．画像ごとの照度の影響を軽減するため，輝度値を用いた補正を検討した．結果，実測した水深と高い相関を示す補正式が得られた．補正式から得られた値を抽出した環境情報を画像上に色や形などを用いてアウトプットすることで，実態に沿った水深分布を広域で可視化することができた．

UAV で撮影した静止画像の輝度値から環境情報の抽出を行ったことで，従来のレーザー測量やマルチスペクトルカメラを使用する測量方法などと比較した際に，コストや専門的は技術の点からも簡便になったと考えられる．また，広域な環境情報を空間的に表現できることから，河川を利用する際に物理環境を表現したマップの作成や，魚類の産卵場や採餌場として適した環境の把握や造成計画の検討など，目的に応じた多彩な情報の可視化が可能である．

小河川河道内における陸生節足動物の生息状況
—河道地形と冠水頻度に着目して—

濱田陸太郎，渡辺黎也，佐川志朗
兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科

1. はじめに

河川の流水域では，相対的に水深が小さく流速の大きい「瀬」と，水深が大きく流速の小さい「淵」が流路に沿って繰り返し出現する．それぞれの流路単位では，生息する魚類や水生昆虫類が異なるため，多様な流路単位の存在は河川全体の生物多様性の維持に貢献している．河道内地形は，水域だけではなく陸域の生物にも影響を与えており，特に，土砂や有機物の堆積しやすい空間である河川合流部では，微地形や植生，日照などに変化が生じ，狭域空間に多様な陸域環境が形成されている．また，陸域部は，定期・不定期的に生じる増減水によって環境の性状に時空間的変化が生じる．しかし，これらに着目した研究は，地表性徘徊昆虫類（特にゴミムシ類）に先行事例があるのみで，他の昆虫類や節足動物全体にまで対象を広げた研究はみられない．以上を踏まえて本研究は，河川陸域部の河道地形と冠水頻度に着目して陸生節足動物の生息状況を把握することを目的とした．

2. 調査方法

調査地は，兵庫県北部を流れる一級河川円山川の支流である鎌谷川（流路延長 4.3 ㎞）の中流部 600 m 区画である．調査地をそれぞれ上下流サイトに区分し，草本を均一に刈り取った左岸側において，ピットフォールトラップ調査を 2024 年 5～9 月に実施した.河道地形の影響を評価するため，上流サイトの河川合流部と非合流部にそれぞれ 100 m リーチを設けた．トラップは各リーチに 30 個ずつランダムに設置した後，3 日後に回収し，捕獲された節足動物を可能な限り低次の分類群まで同定し，計数した．環境要因として，トラップ設置個所において水際からの距離，比高，土壌水分，植生被度，および水面率を記録した.冠水頻度の影響を評価するため，下流サイトの左岸法面（14 度，幅 7.8 m）を 2 つのエリアに区分した．1 つは，過去 10 年間の円山川本流の水位データより，年に 1 回以上は冠水が起こったと推定された水際から 1.7m までのエリア（冠水区），2 つ目はそこから 2 m のバッファーを介して，水際から 3.7 m～5.4 m のエリア（非冠水区）である（図 1）． 2 つのエリアにランダムにトラップを 30 個ずつ設置し，3 日後回収した．また，上流サイトと同様に環境要因を計測した．

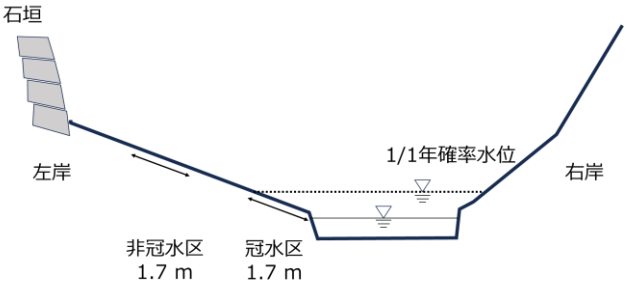


図1 下流サイトの横断面図

3. 結果・考察

春期（5 月）調査において，河川合流部と非合流部で節足動物の種組成に違いが見られた．前者には，固有の種が多く，河川や海浜の砂地に生息するヨツボシホソアリモドキ *Pseudoleptaleus valgipes* が確認された．一方，後者の出現種数は少なく，アリ科とコモリグモ科が多数を占めた．また，冠水エリアと非冠水エリアにおいて，節足動物の種組成が異なっていた．冠水エリアでは，特徴的な種として，ウスイロミズギワゴミムシ *Paratachys sericans* が採集された．非冠水エリアでは，コモリグモ科のフジイコモリグモ *Arctosa fujiii* が多数を占め，種数が少なかった．以上より，河道地形と冠水頻度の双方が種多様性に影響を与えていると考えられる．発表では夏期および，環境要因を含めて解析した結果を示し，節足動物の種組成や多様性に与える影響について報告する．

4. 謝辞

本研究の実施に当たり，地域資源マネジメント研究科の大学院生には多くのご協力を頂いた．兵庫県立コウノトリの郷公園の関係者には立ち入り許可と草刈りにご協力頂いた。心より感謝申し上げる．

RRI モデルを用いた水系スケールでの掃流力推定における河道断面形状の影響

外山尚直 1)，手島翼 2)，原田守啓 3)
1), 2) 岐阜大学大学院自然科学技術研究科，3) 岐阜大学環境社会共生体研究センター

1. はじめに

出水時，河道内では流水や土砂移動によって攪乱が生じている．洪水による攪乱は河川生態系にとっての生息環境を改変する重要なイベントであり，洪水に対する河川環境のインパクト・レスポンスを考える上では，水系スケールでの洪水攪乱規模・頻度の把握が重要である．

このような中，平野・原田 1)は，洪水攪乱の強度を示すために河床面に作用する「掃流力」に着目し，各区間の河床材料の代表粒径に対する無次元掃流力を指標とした．また，降雨-流出-氾濫モデル(RRI モデル)に掃流力，無次元掃流力を計算・出力できるように拡張し，水系を構成する各河川区間が受ける洪水攪乱強度を定量的に評価する手法を開発した．本研究では，平野・原田 1)の手法の掃流力の推定における河道断面形状の影響に着目し，支川・上下流などの地点毎に異なる断面形状を有する水系スケールを対象とした時の，掃流力の再現性の検証及び断面形状との関係を明らかにすることを目的とし，水系スケールで掃流力の推定を目指す．

2. 研究手法

本研究は長良川流域を対象とし，山地・平野を問わず流域一体で解析することができる RRI モデル 2)を拡張した平野・原田 1)のモデルを使用する．モデル設定に必要な地形情報は WWF が提供する 15 秒(約 450m)解像度の HydroSHEDS を，降水量は気象庁のレーダー/雨量計解析降水量データ，2020 年の出水期(5~10 月)を使用する．また，断面情報については，集水域面積を説明変数とする近似式により決定し，簡易的に矩形断面としている．

掃流力の検証方法については，平面 2 次元解析の固定床計算により，掃流力を算出し，RRI モデルで設定した出力地点付近の計算格子を抽出し，検証対象とする．断面形状情報の入手が困難な支川及び上流域については，掃流力の算出には水深の影響が大きい事から県が管理している水位計と RRI モデルでの計算水深で比較検証する．

3. 結果と考察

流量の再現性については，流量の誤差の大きさを考慮してモデルの精度を評価する指標である Nash 係数の値が忠節(50.2kp)の地点で 0.851 と流量波形の再現性は高いことを示した．

掃流力の検証結果については,忠節の地点を対象に流量を 500(m^3/s)から 500 ずつ増やし計 4 ケース実施したが，全ての流量規模で RRI モデルでの掃流力計算結果が平面 2 次元解析による掃流力計算結果分布の最大値付近を示し，過大評価していることを示した．この結果を河道断面形状に着目すると，忠節地点の RRI モデルでの断面形状は実断面より川幅が狭く，矩形である．これにより，砂州及び複断面形状による流量に応じた水面幅と水深の変化を考慮できていないことが示唆された．しかし，支川・上流域での検証では，津保川の肥田瀬で RRI モデルでの計算水深波形が水位計波形と酷似し，掃流力の再現性が良好であることを示した．これは，支川・上流域では川幅が狭く実断面形状が RRI モデルで近似した矩形断面に近いためと考えられる．

これらから，流量の再現性が良好でも，水系スケールで RRI モデルを用いて掃流力を推定するには河道断面形状の影響が大きい事が示された．今後は，RRI モデルで近似した断面形状で掃流力が良好に再現できる地点の閾値を決定する必要があり，川幅及び水面幅などを考慮して検討する．また，断面形状が大きく外れ，再現性が悪い地点に関しては，平面 2 次元解析での掃流力計算結果より，区間ごとに流量に応じた掃流力の変化を表す近似式を RRI モデルに組み込むことを検討しており，水系スケールで RRI モデルを用いて掃流力の推定を目指す．

参考文献

1) 平野,原田：流域スケールにおける洪水攪乱外力の評価手法，土木学会論文集 B1(水工学)Vol.78,No.2,I_912,2022
2) 佐山，岩見：降雨流出氾濫(RRI)モデルの開発と応用，土木技術資料，56-6,2014

汽水域環境の予測評価：iRIC 環境評価ソルバの新機能開発

村上純一 1)，川口究 1)，中田裕章 1)，衣川涼子 1)，齋藤靖史 1)，福永葵衣 1)
1) いであ株式会社

1. はじめに

近年の技術の進展に伴い、国土交通省では、公共工事における BIM/CIM の原則適用や 3 次元管内図の整備など、3 次元データの活用が推進されている。また、今後の河川環境管理においては、「生物の生息・生育・繁殖の場」の定量的な目標設定や評価が求められている。iRIC ソフトウェア（以下 iRIC）は、洪水や河床変動など、河川の様々な数値シミュレーションに対応しており、3 次元データを活用した河川整備や河川環境の定量的な評価に有用なツールである。

今回、荒川下流において河道掘削の設計をするにあたり、iRIC を用いて掘削やその後の洪水による河川環境の予測評価を行い、掘削やヨシ原や干潟といった重要な河川環境の変化を把握することにした。しかし、iRIC の既存機能は荒川下流のような汽水域の環境評価には適していないため、独自に新機能を追加し、汽水域環境の予測評価を適切に行えるように改良した上で、河道掘削後の河川環境の予測評価を行った。

2. 方法

① 河道形状の将来予測

現況河道と河道掘削後の整備河道の 2 ケースを対象に、平面二次元河床変動計算を実施して将来河道の予測を行った。また、次ステップで相対潮汐地盤高の計算に用いるため、変動後の河道形状において、朔望平均干潮位から満潮位にかけての水位変化を計算した。

② EvaTRiP Pro の新機能開発

iRIC による河川環境の予測評価は、EvaTRiP Pro という環境評価に特化したソルバ（計算プログラム）を改良して実施した。既存の EvaTRiP Pro に、汽水域の環境評価において重要な相対潮汐地盤高を用いた環境評価機能を追加し、計算条件にヨシやカニ類等が選好する相対潮汐地盤高を設定することで、対象生物の生育・生息適地の分布を予測した。

3. 結果と考察

開発した機能を用いて河道掘削後の河川環境の予測評価を行った結果、ヨシ原は将来的には現況よりも増加すること、干潟生物（カニ類）の生息適地や干潟（潮間帯）面積は河道掘削により増加し、将来的にも維持されることが予測された。

今回開発した新機能により、汽水域でも EvaTRiP Pro を用いて環境評価を実施できるようになり、他河川においてもそれぞれの地域特性・環境特性に応じた河川環境の定量評価が可能になったと考えられる。

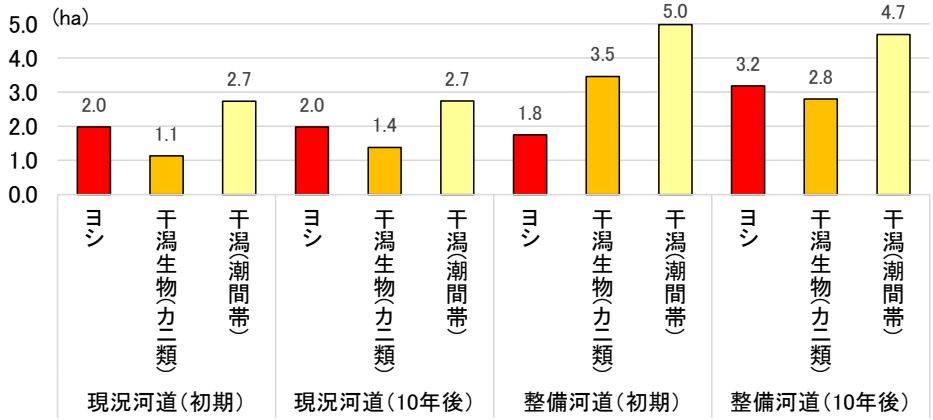


図 1 現況河道と整備河道における将来的な適地面積の比較

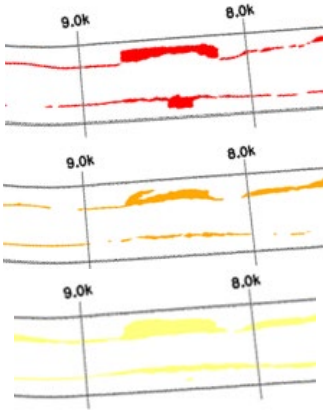


図 2 将来河道での適地分布

謝辞：本開発は、国土交通省関東地方整備局荒川下流河川事務所受託業務の一環として行われた。また、ソルバ開発にあたり土木研究所の林田寿文主任研究員、鳥取大学の河野誉仁助教に様々な助言をいただいた。

森林面積率はダム堆砂量に関与しているか？

宮嘉良[1)]，皆川朋子[2)]
1）元熊本大学大学院自然科学教育部
2）熊本大学大学院先端科学研究員

１．はじめに

ダム貯水池内堆砂量の増加はダムの利水容量を減らし，取水口をさえぎり，ダムの供用期間を短縮させる。国土交通省による「令和 3 年直轄・水資源機構管理ダムの堆砂状況」に記録された 127 基のダムのうち，令和 3 年 3 月末時点で，堆砂率（堆砂量/堆砂容量）が 100%を超えたダムが 11 基存在する。

ダムの堆砂量に関しては，これまで，影響因子として、地形因子，地質因子，雨量因子，流量因子は堆砂量への影響を明らかにされているが，集水域の山地の状況を含め解明されていない．近年，気候変動に伴う豪雨の増加に加え，山地の斜面崩壊の増加も予想されていることから，ダム堆砂量は今後さらに増加することが予想される。

そこで，本研究ではダム貯水地の堆砂管理に資する情報を得るため，ダム集水域の森林の状況にも着目したダム堆砂量予測モデルを構築し，山地森林の状況の影響を評価することを目的とする。

２．方法

全国 446 ダムにおける 2008 年～2018 年までの年間堆砂量データを対象に比堆砂量予測モデルを構築した。モデル構築ための学習データは 80%ダムのデータとし，応答変数を各ダムの比堆砂量，説明変数を優先地質と地形因子である谷密度、平均標高、起伏量、集水域内の平均傾斜(平均傾斜 1)、集水域内の最大傾斜と最小傾斜の平均値(平均傾斜 2)、最大傾斜，及び森林面積率、平均年比流量、年総降水量、年最大 24 時間雨量，1 時間最大雨量とした一般化線形混合モデル（GLMM：Generalized Linear Mixed Model）を構築した。

そして，これらの説明変数は相互に多重共線性があるものは排除して用いた、構築したモデルについて精度を検証するため，交差検証(Cross-validation)を行った。5 分割交差検証は，R 言語の KFold 関数を使用して,5 つの異なるトレーニングセットとテストセットを抽出した。

３．結果及び考察

分析の結果，ベストモデルの説明変数として優占地質，起伏量，年比流量，24 時間最大雨量及び森林面積率が選択された。説明変数の一つに森林面積率が選択され，5 分割交差検証の結果も、森林面積率は有意な係数（$P<0.5$）になった。ダム集水域の森林の管理がダム堆砂量を評価する上で重要であることが示された。また、ベストモデル中に，森林面積率と堆砂量は負の相関を示し、堆砂量に対する有意な抑制効果が認められる。

モデル検証として，構築されたベストモデル各独立変数により，比堆砂量（予測値）を逆推定した，その結果，相関係数は 0.8 以上で，強い相関関係が示された。

４．まとめと今後の課題

全国 446 ダムにおける 2008 年～2018 年までの年間堆砂量データを対象に比堆砂量予測モデルを構築した。ベストモデルの説明変数の一つに森林面積率が選択され，ダム集水域の森林の管理がダム堆砂量を評価する上で重要であることが示された。

森林は，土砂災害防止機能と土壌保全機能を持っている．今後は，ダム堆砂量の課題に寄与する森林管理や斜面管理のあり方についても検討していく予定である。

河畔林による平地河川の水温上昇抑制～複数流域の比較による検証

末吉正尚
国立環境研究所琵琶湖分室センター

１．はじめに

近年、国内において多地点での河川水温の高密度観測ならびに予測モデルの構築が様々な研究者によって進められている。例えば、地質に依存した水温の変化や河畔林による水温上昇の抑制などが報告されており、水温を経由した生物分布への影響評価や将来の気候変動影響に使用されている。一方で、これまでの研究は小河川や山地河川に注目した研究が多く、平地河川での水温研究は不足しがちである。また平地河川を含む研究においても、一つの流域や少数の流域を対象とした研究では上下流の観測地点間の独立性が担保できず統計上の問題も生じる。これらの課題を踏まえ、本研究では琵琶湖にそそぐ独立した 19 の流域を対象に下流（標高 100m 前後）と上流（標高 200m 前後）観測地を設定することで、上流から下流への水温変化と観測地間の土地利用との関係から、平地河川における水温に影響を及ぼす景観要因を明らかにした。

２．材料と方法

2023 年 6 月から琵琶湖にそそぐ 29 流域 57 地点で毎時水温を観測した。このうち、上下流の観測地点のペアが揃っている流域は 19 流域 38 地点となる。水温は日平均水温へと換算し、地点ごとに夏季最高水温を算出した。上記日平均水温および夏季最高水温データを用いて、まず 57 地点の夏季最高水温と集水域の景観要因との関係を一般化線形混合モデル(GLMM)で検証した。各流域内の疑似反復を考慮して、ランダム切片に流域 ID を指定した。景観要因として、集水域の土地利用（荒地率）、河川 50m バッファー内の土地利用（都市率、草地率、森林率）、標高、沖積河川率、火成岩・石灰岩率を用いた。次に 19 流域の上下流の観測地を対象に、水温差（下流-上流）を算出した。上下流の夏季最高水温差と観測地間の景観要因との関係を一般化線形モデル(GLM)で検証した。使用した景観要因は観測地間の流路距離、集水面積比、標高差、集水域内都市率、火成岩・石灰岩率、河川 50m バッファー内の森林率である。GLMM および GLM において係数値の 90%信頼区間を算出し 0 に被らない係数を影響のある要因として判断した。

３．結果と考察

地点ごとの夏季最高水温は、河畔林率（河川 50m バッファー内の森林率）と標高が影響する要因として選ばれた。標高が高いほど、河畔林率が高いほど水温が下がる傾向がみられた。上下流の水温差に対しては、河畔林率のみが影響のある要因として選ばれた。地点間の流路沿いの河畔林率が高いほど水温変化が小さくなる結果となった。河川水温は大気温と相関し、日射エネルギーによって上昇することが知られており、河畔林は日射を遮ることによって水温の上昇を抑制する効果があることが報告されている。夏は特に日射が強くかつ樹木に葉が生い茂る時期のため、河畔林の有無が強く影響したと考えられる。下流の水温は高い地点で 30 度を超えており、多くの生物にとって適正水温外となる。河畔林の管理は河川生物への高水温の負の効果を低減できるかしれない。一方で、気候変動対策として河積確保のための河畔林伐採も求めれており、両者のバランスを考慮した河川管理が重要となるだろう。

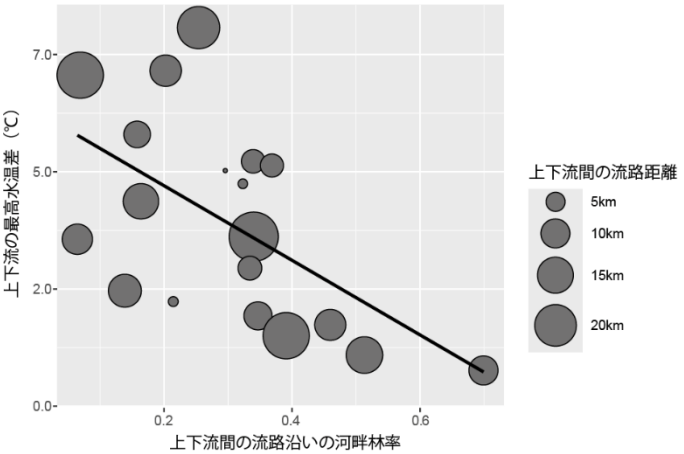


図. 上下流間の夏季最高水温差と流路沿いの河畔林率との関係
各プロットが一つの流域を示し、上下流間の流路距離を大きさで示した。

河川の生物学的評価に必要な底生動物の同定レベル：既存文献の整理

難波広樹[1]，岩崎雄一[2]
([1]日本工営，[2]産総研)

１．はじめに

河川の生物学的評価（水生生物相の状態や健全性を野外の生物群集を調査することによって評価すること）では，水生昆虫を含む河川の大型無脊椎動物（以下，底生動物）が国際的にも主要な調査対象として用いられている(Birk et al 2012, Namba et al. 2020).底生動物は比較的定住性が高く，1年に数世代回るものから1世代回るのに数年を要するものまで様々なライフサイクルを持つ.また,比較的容易なサンプリングで，化学物質などの人為的な要因に様々な感受性を持つ多様な種を採集できるという特徴を有している（Barbour et al. 1999, Rosenberg et al. 2008, Iwasaki et al. 2018）.これらの底生動物の特徴は，特定の場所における影響を評価したり，例えば 1 年間といった比較的長期の累積影響を観察したりする上で，底生動物を用いた評価が有用であることを示している（Barbour et al. 1999）.

生物学的評価や河川生態系への人為的影響を評価する際に，どのレベルの分類学的レベルまで同定すべきか（最適な同定レベル）の決定は重要である.同定レベルの決定に際しては，生態学的に意味のある単位であるか，得られる情報量として問題ないか，経済，時間，技術的なコストが問題ないか，数値解析を行う上で支障がないか等が主要な論点とされている（Lenat & Resh 2001,Jones 2008）.しかし，実際の同定レベルの選択では明確な正当性を持たずに設定されることが多く，サンプル処理のコストや時間がどの程度許容できるかのみの主観的な基準に基づいていることが多い（Cranston 1990）.また最適な同定レベルの選択について体系的に整理されている論文は，世界的にはLenat and Resh(2000)やJones (2008)などに留まり，日本国内においても，これらを整理した研究例は我々の知る限りない.このような整理は，日本国内においても，河川の生物学的評価を目的とした調査・研究を実施する上においても，役に立つと期待される.また，近年は従来の形態学的同定手法に加えて，分子学的同定手法として，現地で採取した水試料（環境 DNA）や底生動物試料から DNA を抽出することで，モニタリングする手法も進んでいる(Eriksen 2013).環境 DNA を用いて種や属等の同定する際にも課題はあり，これらの環境 DNA を用いた環境評価等の方法を適切に検討する上でも，生物学的評価に必要な同定レベルに関する情報を整理しておく意義は大きいだろう.

２．方法

本事例報告では，底生動物を用いた生物学的評価に分類学的な解像度が及ぼす影響についてレビューしたJones (2008) をベースに，Mueller(2013)などの研究例も参照し，底生動物を用いた河川の生物学的評価を実施する場合に必要な同定レベル及び必要な同定レベルに影響を及ぼす要因について整理する.

３．結果と考察

総じて，底生動物を対象とした調査では，科（あるいは目）レベルの同定でも種や属レベルと同等の検出力を有する場合があることが報告されていた.また，必要な同定レベルに及ぼす影響要因は，以下の表の通りに整理できた.今後，底生動物を用いた調査研究に最適な同定レベルを決定づける上では，研究目的・デザインに応じて，これらの要因を考慮して，評価に用いる同定レベルを決定することが賢明である.

表 1 同定レベルに影響する要因

同定レベルに影響する要因	観測される傾向
用いる指標の種類(分類群数，多様度指数等)	科レベルの同定レベルでも属や種レベルと同等の検出力を保有する場合がある.
用いる多変量解析の種類	科レベルの同定レベルでも属や種レベルと同等の検出力を保有する場合がある.
検出する影響の程度	わずかな影響を検出するためには種のデータが必要とされるが，明らかな影響を検出するためには属や科，あるいはさらに粗い同定レベルのデータで検出することができるとしている.
調査対象範囲の大きさ	複数の大規模な河川流域など広域での評価する際などは，同一の種が出現しないなど，粗い同定レベルで評価する必要性が出てくるが，単一の河川区間内など比較的小規模地域で実施された研究では，より詳細な同定レベルでの評価が可能になる.
進化の歴史・種分化の程度	多様性が高い場合には，種数（分類群数）の計算など，詳細な同定レベルでの評価によってより検出力を高めることができる.

矢作川水系などにおけるヒメドロムシ科・ドロムシ科の生息状況

石川進一朗，内田臣一
愛知工業大学 土木工学科

1. はじめに

矢作川では 1970 年代までに建設されたダムなどの影響で河床の撹乱が減った。現在、土砂還元によって撹乱を復活させようとする事業が進められており、その撹乱の程度を評価できる指標生物が求められている。すでに水生甲虫ヒメドロムシ科の一部の種類の幼虫は河川間隙水域を好んで生息する可能性が指摘されている（杉江・内田, 2022)。この研究では、ヒメドロムシ科・ドロムシ科を矢作川水系などでさらに調査して、撹乱の指標生物となり得るか検討した。

2. 調査方法

矢作川水系などでヒメドロムシ科・ドロムシ科を 2001 年 10 月～2024 年 6 月に定時間採集、定量採集、定性採集、河床掘削採集、灯火採集により約 120 地点で採集した（愛知工業大学保管標本を含む)。

3. 結果と考察

得られたヒメドロムシ科・ドロムシ科は 13 属 23 種であり、このうちヒメドロムシ科の成虫の中で最も個体数が多かったのはアワツヤドロムシで 456 個体、幼虫の中で最も個体数が多かったのはツヤドロムシ属で 1218 個体だった。

ツヤドロムシとミゾツヤドロムシは矢作ダムより上流で多数採れたが、矢作ダムより下流ではほとんど採れなかった（図 1)。このことから、両種は河床撹乱を好む種類であると考えられる。

河川間隙水域に生息する生物を対象とした河床掘削採集では、底生動物を対象とした定量採集と比較して、アシナガミゾドロムシ属、ミゾドロムシ属、マルヒメドロムシ属、ツヤドロムシ属の幼虫が多数採れた。このことから、これらの幼虫は河川間隙水域に多く生息し、撹乱を好む可能性がある（図 2～4)。

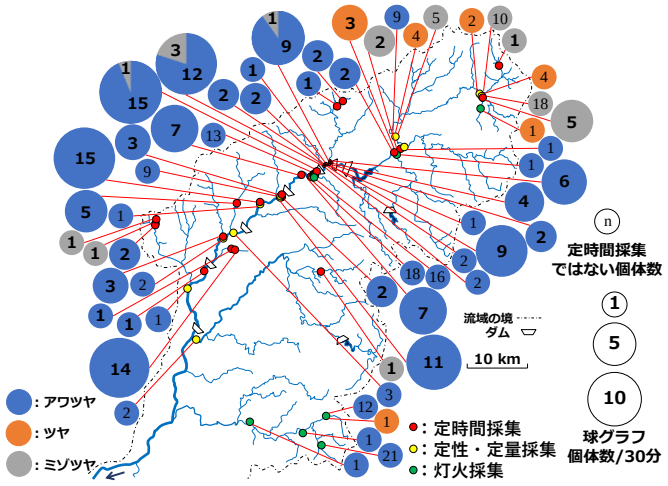


図 1. ツヤドロムシ属の成虫の分布

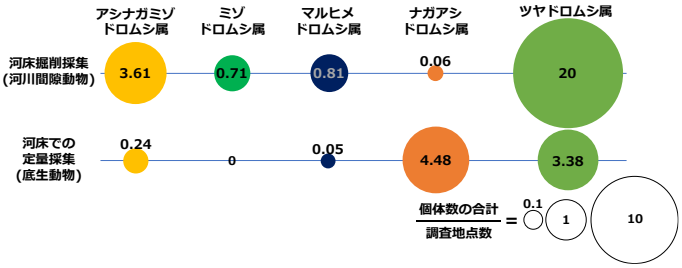


図 2. 河床掘削採集と定量採集で採れたヒメドロムシ科の幼虫の個体数

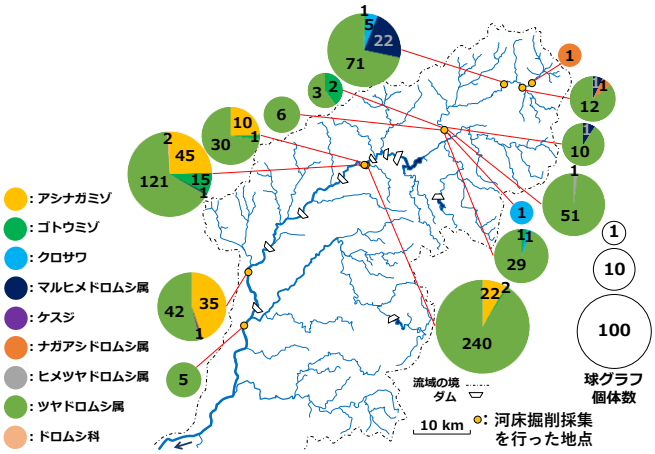


図 3. 河床掘削採集で採れた幼虫

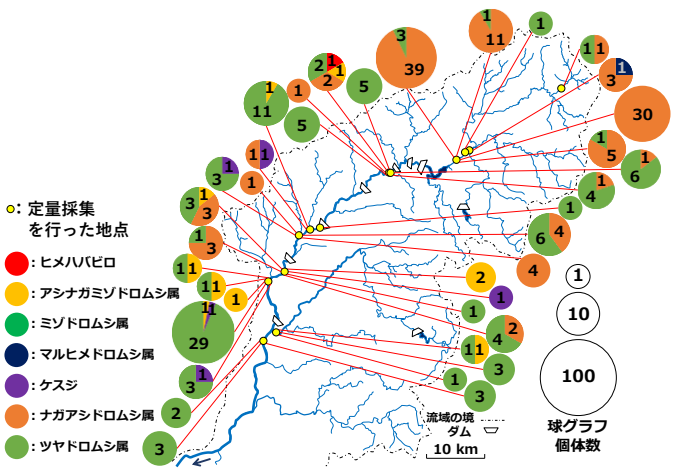


図 4. 定量採集で採れた幼虫

引用文献

杉江俊城・内田臣一（2022）河川間隙動物（特にコナガカワゲラ属幼虫）の生息環境の特徴. 愛知工業大学研究報告, 57: 47-80.

人為改変された河川地形と落葉枝リターによるボトムアップカスケードの関係性について

土方宏治 1)，原田守啓 2)，永山滋也 2)
1）岐阜大学大学院，2）岐阜大学環境社会共生体研究センター

1. はじめに

河川上流域では，有機物は落葉枝リター（以下，リター）や小動物等の他生有機物が卓越し，底生動物はリターを基礎資源とするシュレッダーが優占する傾向にあると考えられている．河川改修を受けた河道では，改変された地形がリターをより多く長く滞留させられるかによって，上位栄養段階のバイオマスの豊富さが左右されると考えられる．河川生態系のバイオマス増加の観点からリターをより良く滞留させる多自然川づくりの技術開発は重要である．しかし，改修された河川地形とリターによるボトムアップカスケードのインパクト・レスポンスの関係性はわかっていない．本研究ではこれを明らかにし，リターによるボトムアップ効果を高められる河川地形について考察する．

リターは図に示す様々な経路で河道に供給され，流下する過程で水面に露出した石礫，倒流木へのトラップや流れの淀んだ箇所への堆積により水域に滞留する．出水時には陸域も含め，滞留したリターのフラッシュが起こるため，河道内の滞留量は徐々に減少する．底生昆虫は，水域に滞留したリターを餌として成長し，昆虫類を餌とする魚類は水域の底生昆虫を利用する．

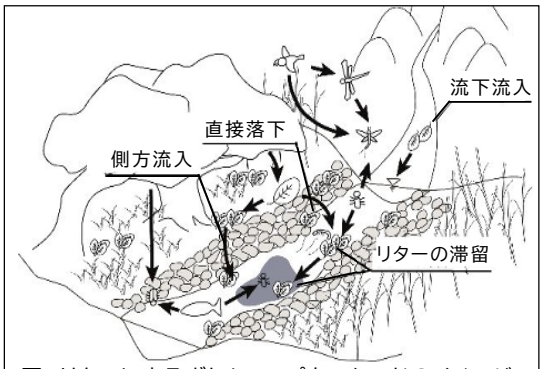


図 リターによるボトムアップカスケードのイメージ

以上より，滞留量の時空間変化は河川地形や外力の時空間変化との関係が深く，河川地形の改変に応じてリターによるボトムアップカスケードが変化すると想定される．

2. 対象地・方法

対象地は木曽川水系津保川支川の川浦川，中之保川，武儀倉川とし，各河川に約 100m の対象区間を 3 区間設定した．調査時期は 2024.5～2025.4 とし，方法①は 6 月に実施した．方法③～⑥は毎月実施し，方法⑦は底生動物のバイオマス変動を踏まえた任意の時期に実施する．

方法①河川地形計測：RTK-GNSS 測量により，点群データを得る
方法②平面二次元不定流計算：出水時の水位・流速を算出する
方法③水深，流速計測：1m コドラート内で水深・流速を計測する
方法④滞留量調査：1m コドラート内のリター被度を計測する
方法⑤流下流入量調査：5mm 目合いのネットでリターを補足する
方法⑥底生動物調査：0.5m コドラート内で定量調査を行う
方法⑦魚類調査：eDNA メタバーコーディング分析を行う

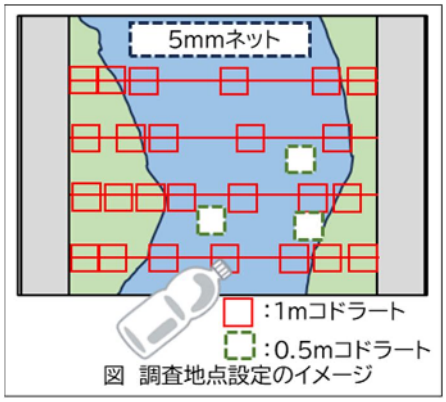


図 調査地点設定のイメージ

3. 結果と考察

5 月，6 月の滞留量調査結果を右図に示す．滞留量は，環境区分で捉えれば早瀬，水際，淵に多く，水理量で捉えれば単位幅流量（流速×水深）の少ない箇所で多い傾向にあることがわかってきた．今後，河川地形と流速，水深の分布の分析を行うことで，リターをよく留められる河川地形についての考察が進むと期待される．発表ではポスター作成時点のデータから中間時点のデータ分析と考察を行う．

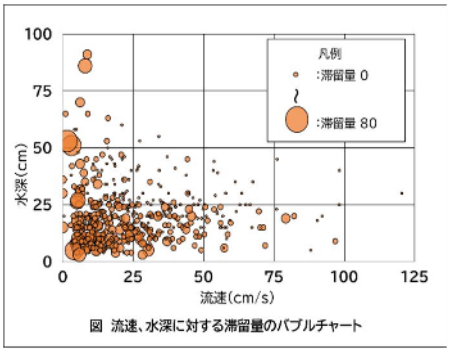


図 流速、水深に対する滞留量のバブルチャート

淀川・点野地区に新設されたワンドの魚類群集の変化

石田裕子 1),山本義彦 2)
1）摂南大学理工学部
2)大阪府立環境農林水産総合研究所生物多様性センター

1. はじめに

淀川では，1874 年～1889 年の淀川改修工事によりつくられた水制工に長い年月の末土砂が堆積し，ワンドと呼ばれる本川と接続した止水域が形成された．ワンドは独自の生態系が成り立っており，水生生物の生息場所として重要である．しかし，治水等の目的のため，戦後の度重なる河川改修により，130 個を超えていたワンドは半分以下に減少した．これを解消するために，国土交通省近畿地方整備局淀川河川事務所は，ワンド倍増計画を打ち出した．淀川・点野地区では，2018 年に開放型ワンド，2019 年と 2020 年に閉鎖型ワンドがそれぞれ整備された．本研究では，既存のワンドと新設ワンドの魚類群集を調べることにより，これらのワンドが魚類の生息場として機能するかどうかを検討した．

2. 調査方法

淀川・点野地区（20.6～20.8km 地点）において，既存の 2 号ワンド，2018 年に新設された開放型の 3 号ワンド，2019 年に新設された閉鎖型の 4 号，2020 年に新設された 5 号ワンドで，調査を 2019 年 4 月，7 月（4 号ワンドのみ 8 月），10 月，2020 年 7 月，10 月，2021 年 4 月，7 月，10 月，2022 年 4 月，7 月，10 月に実施した．環境調査として，水温，DO，EC，pH，COD を測定した．2022 年は各ワンドの土砂を採取し，ふるい分け試験を行い，粒度分布を求めた．魚類の採集は地曳網（サイズ：2.5m×30m，目合い：5mm）を用いて実施した．採集された個体は定規と一緒に撮影し，画像処理ソフトウェア ImageJ を用いて，体長および個体数を計測した．

3. 結果および考察

2019 年は 7 月下旬に初めて 4 号ワンドへの冠水が確認された．4 号ワンドは 8 月の調査で初めて魚類が採集された．採集個体数は夏に多く，それ以外の季節に少なかった．2019 年は 3 つのワンドで在来魚が優占し，遊泳魚のオイカワや砂地を好むカマツカやコウライニゴイが確認された．

2020 年は 6 月，7 月，10 月にワンドの冠水が確認され，10 月に個体数が多くなり，閉鎖型の 4 号ワンドで個体数が多くなった．2 号ワンドと 3 号ワンドではオイカワが優占し，4 号ワンドと 5 号ワンドではコウライモロコが優占したが，オオクチバスやブルーギルが他のワンドに比べて多かった．

2021 年は 5 号ワンドではオオクチバスやブルーギルが多かったが，それ以外のワンドではオイカワやコウライモロコなどの在来魚が多かった．

2022 年は他の年に比べて水位の上昇が小さかった．閉鎖型の 4 号や 5 号ワンドではコウライニゴイやフナ類などの止水性魚類も確認されたが，特にブルーギルが優占となった．開放型の 2 号ワンドや 3 号ワンドでも外来魚類の割合が増加した．

外来魚であるオオクチバスとブルーギルの割合は，年間では 10 月に最も多くなった．これは，夏の間に生まれた当歳魚が多数採集されたためと考えられる．また，閉鎖型ワンドでは年を経るごとに外来魚の割合が増加し，開放型ワンドでも同様の傾向が見られた．冠水頻度や規模が小さくなると，新設ワンドの止水化が進み，外来魚の生息環境として機能してしまう可能性が考えられる．

砂州掘削後の地形変化は予測可能か

北野陽資 1)，原田守啓 2)
1）岐阜大学自然科学技術研究科，2)岐阜大学環境社会共生体研究センター

1．研究背景と目的

近年，河道の流下能力向上を目的とした河道掘削が行われている．しかし，石礫床河川の砂州河道における過度な砂州の切り下げは砂州を骨格とした瀬淵構造と河床環境の劣化に繋がる恐れも指摘されている．そのため砂州掘削は環境への影響が少なく掘削形状が長持ちすることが望ましい．計算により河床変動を予測できればより良い形状を模索できるようになるため，本研究では石礫床の砂州河道において砂州掘削後の河床変動の検討及びより良い掘削形状選定のための平面二次元河床変動計算モデルの運用方法について考察することを目的とした．

2．研究手法

2.1 掘削地のモニタリング調査

本研究では木曽川水系長良川扇状地区間において 2022 年度初頭に砂州前縁線に及ぶ大規模な掘削が行われた 2 サイト(掘削地 1(金華)：51kp 付近，掘削地 2(大縄場)：49kp 付近)を調査地に選定した．調査地では 2022 年以降，出水期前後のタイミングで数回の UAV による空中写真撮影，VRS 測量及び河床材料調査を行った．

2.2 平面二次元解析モデルを用いた再現計算

再現計算には iRIC Nays2DH ソルバーを用いた平面二次元解析モデルを使用した．本研究では特に流量波形と河床材料の設定方法に重点を置き検討を行った． 河床材料の設定は現地から得られた表層と準表層(表層下)の粒度分布をモデルの交換層と堆積層にどのように与えるかをいくつかのケースに分けて再現性の違いを確認した．

3．結果の概要及び考察

図 1 2 出水期にわたる地形の変化(大縄場)

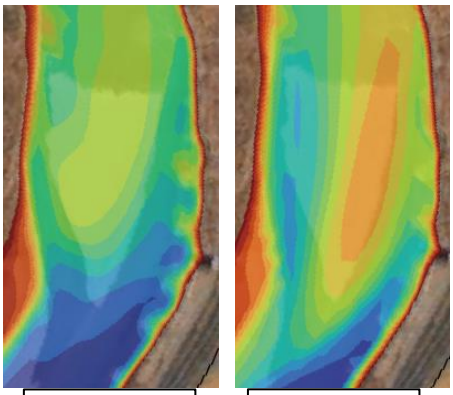


図 2 再現計算結果(準表層)

図 1 に 2 出水期にわたる地形変化のモニタリング調査結果を，図 2 にモデルを用いた地形の再現計算結果を示す．掘削地のモニタリング調査から 2 度の出水期経過後に掘削地 1 では 1.1 万 m^3，掘削地 2 では 2.5 万 m^3 もの土砂の再堆積がみられ，どちらの掘削地においても掘削前の形状に戻るような堆積傾向を示している．

再現計算では表層の粒度分布を用いたケースは地形を再現できず，準表層の粒度分布を用いたケースが比較的現実に近い河床変動を示した．交換層・堆積層に準表層の粒度分布を与えることは現実とは異なるが，準表層の土砂が河床変動の主となる現象の表現を目論む際には有効であると考えられる．

今回実施した計算において掘削地に作用する掃流力及びそこから求められる移動限界となる土砂の粒径を確認したところ，両掘削地において実際に堆積した土砂と計算上移動限界となるであろう土砂粒径のレンジが対応関係にあり，河床変動計算よりも簡易な固定床計算で掃流力を確認することで掘削後に堆積しうる土砂の粒径集団を予想できることが示唆された．

山地氾濫原河川における魚類群集の時空間変動

小田郁実[1)], 根岸淳二郎[1)], 中路達郎[1)], 中村太士[2)], 石山信雄[2)], 宇野裕美[3)], 岩瀬晴夫[4)], 渡辺恵三[4)], 橋本有悟[4)], 澤崎和也[4)] 久富悠一朗[4)], 石野有純[4)], 南穂香[4)], 植田和俊[5)], 木戸結菜[5)], 村上直史[5)], 藤原弘昭[6)],久保山剛[6)], 折戸聖[7)],藤井和也[8)] 劒持嵩之[9)], 井上創[10)], 川尻啓太[10)], 山田夏希[10)], 川村敦[11)], 坂井励[12)], 原悠子[12)], 中野信之[13)]
1)北海道大学大学院環境科学院, 2)北海道大学大学院農学院, 3)東北大学大学院生命科学研究科, 4)株式会社北海道技術コンサルタント, 5)パブリックコンサルタント株式会社, 6)内外エンジニアリング北海道株式会社, 7)公益社団法人北海道栽培漁業振興公社, 8)株式会社福田水文センター 9)国土交通省水管理・国土保全局, 10)株式会社建設技術研究所, 11)株式会社 CTI リード, 12)北海道大学雨龍研究林, 13)朱鞠内湖淡水漁業協同組合

1. はじめに

河川や湖といった淡水環境の生態系は小面積であるにも関わらず生息する種数が多く種多様性が高い。しかし気候変動に伴う地球温暖化や、河川直線化や農地化をはじめとした人為的影響により、淡水環境は大きく劣化し種多様性も大きく低下している。中でも河川地形の一つである氾濫原ではアクセス性の良さから人為的影響が大きく劣化も激しい反面、特に山地の氾濫原地形における種多様性に関する研究は不足している。そこで本研究では、北海道の山地氾濫原河川において、魚類群集の時空間変動とその規定要因を明らかにした。

2. 調査方法

北海道幌加内町に位置するブトカマベツ川において、2021 年 8 月、2022 年 6 月、2022 年 9 月、2023 年 6 月に環境調査と魚類調査を実施した。調査区間は上流部の本流と分流、下流部の本流と分流で 4 種類のサイトを設置し、各サイトにおいて 3 反復を設け、合計 12 区間とした。環境調査は川幅・水深・流速・底質サイズ・カバー面積の計測と、流量計算を行った。また、環境要因の時間変動を明らかにするために、気温・河川流量・河川水温 の長期データを取得した。魚類調査はエレクトロフィッシャーを用いた魚類の捕獲を行ったあと、捕獲魚種の同定と個体数および体長の計測を行った。これらのデータから RDA により魚類群集を二次元平面上にプロットするとともに、群集構造の変動に寄与する環境要因の特定を行った。

3. 結果

環境要因の時間変動として、2022 年 6 月と 2023 年 6 月 (以下、初夏)における低水温と高流量、2021 年 8 月・2022 年 9 月 (以下、晩夏)における高水温と低流量があげられた。また、2021 年の夏 (7/1 ~ 8/10)は例年の夏と比較して高水温・低流量であった。空間変動として、下流部の分流サイトにおいて川幅・水深・流速・流量といった環境要因の値がすべて小さく、他のサイトと比較して流れの穏やかな環境であった。魚類は全 4 回の調査で 3031 個体が捕獲された。全体の特徴としてはハナカジカ (*Cottus nozawae*)やフクドジョウ (*Barbatula barbatula*)が優占していた。特にハナカジカにおいて時間変動が顕著に見られ、当歳魚・一歳魚と考えられる小型個体の個体数が初夏よりも晩夏で少なく、全 4 回の調査のうち前半 2 回の調査において、後半2回の調査よりも少なかった。空間変動としては、下流部の分流サイトにおいて特殊な魚類群集がみられ、ほかのサイトでは優占していたハナカジカやフクドジョウが少ないと同時に、カワヤツメ属 (*Letentheron sp.*)が優占していた。

4. 考察

小型ハナカジカが晩夏に少なかった理由として、初夏の小型個体は一歳魚であるのに対し、晩夏の小型個体は当歳魚であり、個体サイズの小ささから捕獲されなかった可能性があげられた。前半 2 回の調査にて小型ハナカジカが少なかった理由は、2021 年夏の高水温・低流量条件が小型ハナカジカの生息に不適であった可能性が考えられる。小型個体は大型個体よりも高水温・低流量条件に敏感であり、そうした条件下では小型個体の生存率が下がることが示唆された。また下流部の分流サイトは川幅や水深、流速などの環境要因の値が小さいという特殊な環境から、魚類群集もカワヤツメ属をはじめとした流れの穏やかな環境を好む種が生息し、氾濫原河川における種多様性を高める役割を果たしていると考えられる。

粒径が異なる土砂が河川を流下するのに要する時間スケール

手島 翼[1)]，原田 守啓[2)]
1)岐阜大学大学院，2)岐阜大学

1. 背景と目的

河川の洪水流下能力を高めるための対策として，河道掘削や樹木伐採が行われたりするが，扇状地区間など河床材料の粒径が比較的大きな区間内の河道掘削による問題として，河川地形の単調化（瀬淵の劣化）や河床環境の劣化（河床材料の細粒化）が危惧されている[1)]．このことから，掘削後の河川環境への影響を検証することは非常に重要であると言える．例として，掘削後の粒度分布がどう変化するかを考慮した際，中上流域の粒度分布は幅広く，礫は砂と比べて流送速度が遅い[2)]というように，粒径の違いによる土砂が河道を流下するのに要する時間スケールには幅があると考えられる．しかし，土砂の流下に要する時間を直接的に検討可能な手法は存在しない．そこで本研究では，既存の掃流砂量式の枠組みを利用して速度の次元を持つ「平均流送速度」を定義し，これを用いて幅広い粒度分布を有する石礫床河川において各粒径の土砂が河川区間を流下するのに要する時間スケールを算出する手法を検討し，木曽川水系長良川の谷底平野区間と扇状地区間にて本手法の試行を行った．

2. 手法

本研究では，河床にある砂粒子が単位時間当たりに移動を開始する確率である pick-up rate（P_s）と一回の運動で移動する距離である Step length（Λ）を用い，時間の逆数の次元をもつ P_s と距離の次元をもつ Λ との積が速度と同じ次元をもつことに着目し，これを「平均流送速度」として表現を試みた．混合粒径条件下では P_{*si} は(1)式[3)]，Λ は(2)式[4)]が知られている（なお，Λ は均一粒径を対象としている式である）．

$$P_{*si} = P_{si}\sqrt{D_i/(Rg)} = 0.03 \times \tau_{*i}\left(1 - \frac{0.7 \times \tau_{*ci}}{\tau_{*i}}\right)^3 \quad (1) \qquad \lambda = \frac{\Lambda}{D} = 3.0 \times 10^3 \times \left(\frac{u_*}{\omega_0}\right)^{3/2}\left(1 - \frac{u_{*c}}{u_*}\right) \quad (2)$$

ここに，P_{*si}：粒径別無次元 Pick-up-rate，D_i：粒径，R：水中比重，g：重力加速度，τ_{*i}：粒径別無次元掃流力，τ_{*ci}：粒径別無次元限界掃流力（修正 Egiazaroff 式より d_{60} を代表粒径として算出），λ：無次元 Step length，u_*：摩擦速度，ω_0：沈降速度（Rubey の式），u_{*c}：限界摩擦速度（岩垣の式）である．

計算区間は，谷底平野区間（以下 Vp 区間）（66.5～77.0kp）と扇状地区間（以下 Af 区間）（45.5～56.4kp）のそれぞれ約 10km 区間とし，計算にあたって河道形状に着目した区間分割（それぞれ 6 区間）を行った．与条件となる粒度分布は，Vp 区間は 2022 年に行った現地調査結果を，Af 区間は平成 26 年度に行われた調査結果をそれぞれ平均された代表的な粒度分布を設定した．なお，粒径区分は，砂，細礫，中礫，粗礫，粗石 1，粗石 2，巨石の 7 段級に区分した．流量データは忠節水位流量観測所にて 1976～2022 年に観測された時刻流量データを準備し，47 年分の時刻流量から得られる各時間・区間・粒径階における平均流送速度の算出を行った．

3. 結果の概要

計算の結果，相対的に粒径の細かい土砂は流送速度が速く，粗い土砂は遅いという妥当な結果を得ることができた．また，混合粒径の遮蔽効果の影響により，細かい土砂では，Pick up されても数日しか移動せずまた停止する傾向が多く見られたのに対し，粗い土砂では，あまり Pick up されず，特定の洪水時しか移動しない傾向が見られた．また，算出結果として 10km 程度の河道区間を流下するのに要する年数が粒径階によって，10^0～10^4 年までの幅を持つ結果となった．

本研究で提案した計算手法により算出される「平均流送速度」は，粒径の違いによる移動特性や，セグメントの違いによる土砂輸送の傾向を表現することができ，この手法により，中長期的な河床材料の粒度分布予測を可能にすることができるのではないかと考えられる．今後は，経年的な河床材料の粒度分布の変化が表現できるようにする等，拡張していく予定である．

参考文献

1）原田，萱場（2022）：河道の限界一治水と環境が調和した持続可能な 河道についての一考察，河川技術論文集，第 28 巻，pp451-456.
2）国土技術政策総合研究所，土木研究所（2009）：ダムと下流河川の物理環境との関係についての捉え方，国総研資料第 521 号．土研資料第 4140 号，pp3-1-3-39.
3）中川，辻本，原（1976）：混合砂れき床面の粗粒化過程について，京都大学防災研究所年報，第 20 号 B，pp145-160.
4）Sekine and Kikkawa（1992）：Mechanics of saltating grains, Journal of Hydraulic Engineering，ASCE，Vol.118，No.4，pp536-558.

山地河川での多自然川づくりによる地形と魚類への影響　-山附川の事例-

髙田浩志 1)
1)九州大学大学院工学研究院　環境社会部門

1．はじめに

近年、「昆明・モントリオール生物多様性枠組」、「生物多様性国家戦略 2023-2030」等生物多様性の劣化とその対処の必要性について報告されており、河川生態系を意識した川づくりの重要性が高まっている。一方で多自然川づくりの実践で山地河川（セグメント M）に分類される河川での多自然川づくりの例は少なく、追跡調査の結果は少ない。本研究では、河床の固定を行わずに川幅の拡幅と巨石を利用した自然再生を行いつつ河川改修した山地河川の山附川を対象に地形測量、物理環境調査、魚類調査を行い、改修後約 10 年が経過した場合の地形と魚類相の変化を明らかにして工法の効果を評価することを目的とした。

2．調査方法

研究対象地は宮崎県西臼杵郡高千穂町押方にある五ヶ瀬川支流の山附川および近傍の自然河川の跡取川である。調査区間は縦断方向に 60m の調査区間を山附川で 4 か所、跡取川で 2 箇所設定し、地形測量、物理環境調査、魚類調査を実施した。地形測量はトータルステーション、RTK-GNSS を利用して 2011 年 6 月、8 月、10 月、2020 年 2 月に実施し、縦断図を作成した。物理環境調査は、流速、水深、底質材料、植生を測定した。魚類調査はエレクトロフィッシャーを利用し、ハビタット毎に魚類採捕を 2010 年 5 月、2011 年 5 月、11 月、2012 年 5 月、2019 年 12 月に実施した。ハビタットは、平瀬、早瀬、淵に分類した。

3．結果

図 1 に山附川の調査区間の 2011 年から 2020 年の河床縦断の変化を示す。河道内にあった巨石に上流から供給された石が捕捉され、巨石の上下流で深い淵が形成されていた。20m 区間の魚類の個体数の平均は山附川、跡取川でも年々上昇していた。Mann-Whitney の U 検定で比較したところ、2010 年 2 月、2011 年 5 月には平均個体数に有意な差がみられなかった（図 2）。魚種はタカハヤ、カワムツ、ウナギ、ヤマメ、ドンコ、ウグイが確認され、ハビタット毎の魚類密度を分類したところ、どの魚種も淵の環境で多く確認された（図 3）。

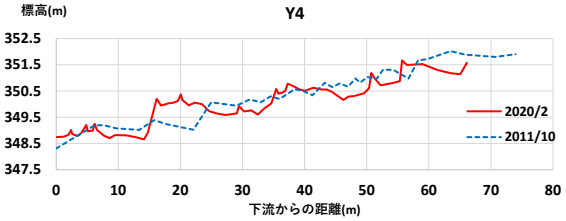


図 1　縦断河床の澪筋の変化

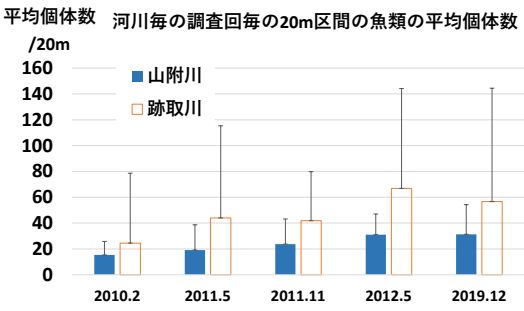


図 2　魚類の平均個体数の変化

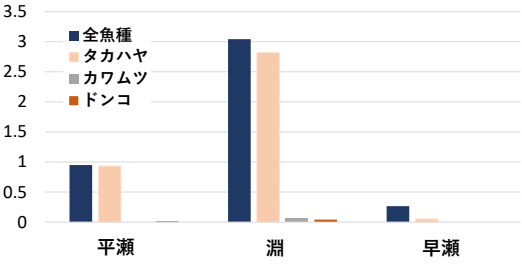


図 3　ハビタット毎の魚類密度

4．考察

山附川で行われた拡幅工法と巨石の残置により渓流に本来みられる河床構造である Step-pool の再現が確認できた。また、Step-pool の形成により淵の環境が生成され魚類の生息地が供給されていた。山附川の淵のタカハヤの密度は跡取川のタカハヤの密度と同程度であったがカワムツ・ドンコの魚類密度が跡取川の淵の魚類密度と比較して小さかった。河床地形、水深、河床材料の違いは大きくは見られず、カワムツ・ドンコ・タカハヤで流程分布を比較してタカハヤが最も高い流程で確認されることから、山附川改修区間の下流の小滝による遡上阻害が魚類密度へ影響を与えたのではないかと考えられる。

水生昆虫は礫河原を通過して羽化できるか？

劉山木[1)]，根岸淳二郎[2)]，Mc Jervis Soltura Villaruel[1)]
1)北海道大学大学院環境科学院，2)北海道大学大学院地球環境科学研究院

1.はじめに

礫河原は堆積した土砂の層が露出したもので，河川水の有機物を濾過し，陸上と水中の生物に生息地を提供する特殊な景観である。礫河原は礫床河川の広範な部分を占め，地下では河川水と地下水が混合する飽和間隙水域を形成し水生昆虫を含む無脊椎動物の重要な生息地として機能する。河川性水生昆虫の多くは，卵，幼虫，およびさなぎ（一部のみ）の生活史を水中で過ごし，羽化成虫は陸上で繁殖した後河川で産卵を行う。羽化様式は，浮上後水面から，あるいは水際へ上陸後，と二タイプに分けられるが、礫河原地下部の飽和間隙水域に生息する種（間隙依存種）を含む包括的な知見はない。本研究では，礫河原の生態学的重要性と水生昆虫の生物多様性への役割への解明への寄与を念頭に，間隙依存種の羽化様式を礫河原に関連付けて明らかにする。予測として，間隙依存種の一部が礫河原を垂直方向に通過して羽化すること，そして，単位面積あたりの間隙依存種の羽化個体数は水際で最も多く礫河原上（陸地上）が最も少ないこと，の2点を設定した。

2.方法

十勝川水系にある一級河川札内川（流域面積725km²，流路延長82km）の縦断距離約30mの礫河原で2024年の春から夏にかけて野外調査を行った。注目する間隙種は過去の文献およびデータの予備解析から，ホソカワゲラ科，イシカリミドリカワゲラ（ミドリカワゲラ科），およびカワトビケラ科とし，3回行った調査期間はそれぞれの分類群の羽化数が最も高い時期に重ねた（5月7日-13日：ホソカワゲラ科，5月23日-29日：イシカリミドリカワゲラ，6月27-7月3日：カワトビケラ科）。測定したデータは，河川の物理環境，水質，および生物サンプルである。物理環境では，礫河原の堆積物の粒径組成や間隙パイプ（間隙依存種捕獲用トラップ設置装置）の位置する地表面と地下飽和水面の差に基づいた礫層の厚さなどである。水質は流路表面水と間隙パイプ内のpH，DO，ECおよび水温を測定した。生物サンプルでは，流路河床と間隙域から無脊椎動物群集を得た。さらに、羽化トラップを水上，水際、河原上に設置して羽化昆虫を捕獲した。

3.結果

幼虫に関して，間隙トラップからは間隙種の個体が得られ，流路河床サンプルからは間隙種はほとんど確認できなかった。河川由来の羽化昆虫は，カゲロウ目，カワゲラ目，およびトビケラ目がその多くを占めた。水上設置の羽化昆虫は間隙種に限定されず多様な科に属する個体が捕獲された。一方で，水際に加えて礫河原上（陸上）では間隙種が著しく高い割合で捕獲された。間隙種の羽化個体の捕獲数はトラップの設置場所によって大きく異なった。ホソカワゲラ科の羽化個体数密度は水際が7.87，水面は0.77，陸地は0.07 numbers/m²/dayであった。イシカリミドリカワゲラの羽化個体数密度は水際が14.66，水面は3.55，陸地は0.22 numbers/m²/dayであった。流路からの距離、礫層の厚さとの関係やその他の種の動態については現在分析中である。

4.考察

ホソカワゲラ科とイシカリミドリカワゲラは水面，飽和堆積物（水際），および不飽和堆積物（陸地）を通過して羽化することが確認された。礫河原を通過して羽化する羽化様式はこれまで定量的な報告がなく新規の知見である。飽和間隙水域に生息する昆虫にとって様々な羽化様式に適応することは，適応的な生存戦略として理にかなっている。また，これらの分類群については予測の通りに水際での羽化数が最も多かった。カワゲラ目は陸上上陸後の羽化がその様式として多く知られている。この理由の一つとして，カワゲラ目が多く見られる間隙種が礫河原下の飽和間隙水域から開放水面として最短経路の水際を羽化場所に選ぶことが挙げられるのかもしれない。今後，得られた羽化個体数密度を各景観タイプの総面積に乗じることで総数に換算し，羽化総個体数に対する各景観タイプの重要性を推定する計画である。間隙種とその他の種の羽化様式を時空間的に礫河原に関連付けて整理することで，礫河原の生態学的重要性と水生昆虫の生物多様性への役割への解明が進む。

砂州と関わる河川地形と夏季水温の時空間分布特性

イウン[1)]，根岸淳二郎[2)]
1)北海道大学環境科学院、2）北海道大学地球環境科学研究院

１．はじめに

IPCCの2018の報告によると、1970年代から地表面の温度は高くなっており、このような地球温暖化についてはよく知られている。地球温暖化が河川の水温に影響を与え、特にアジアの中緯度地域でこれらの水温上昇が激しいという研究結果もよく報告されている(Liu et al., 2020)。河川の水温は河川生物や水質に様々な影響を与える。特に水温の上昇は河川生物のライフサイクルに影響を与え(Bonacina et al., 2022)、低温の河川に生息する魚種にとっては深刻な伝染病や寄生虫などを呼び起こす危険もある(Carraro et al., 2017)。このように、河川の水温上昇は深刻な問題となっており、この上昇が激しいと言われる地域では特に河川水温の変動を抑える必要があると考えられる。

そこで、本研究では、河川の地形の一つである「砂州(Gravel bar)」が、日射量や気温などの影響を受けにくく、地下水との熱交換を通じて河川を流れる水よりも水温の変動が少ない（Burkholder et al., 2007）という点に着目し、砂州が持つ夏季水温変動への影響を砂州発達度や河川地形が異なる河川を比較することで明らかにした。

２．調査方法

研究対象として流量制御や強度な横断規制を伴う整備の影響で機能的な砂州が少ない札幌市の豊平川と、比較的多くの機能的砂州が残っている帯広市の札内川を選んだ。以下に示す水温モデリングと現地観測を組み合わせる手法とした。水温、流量、および気象データについては、2023年と2024年に取得した。

水温モデリングについて、基盤地図情報からダウンロードされた標高のデータを用いて、HEC-RASから豊平川と札内川の地形を読み込み、河川環境を1次元非定常等流計算に熱収支を加味してモデル化した。また、研究期間中に観測された本流と支流のそれぞれの水温データおよび流量データ、気象庁が提供する気象データを使用して予測される水温データを得た。このように出た結果値を実際に観測された河川の水温と比較し、水温に影響を与える様々な制御要素を評価した。

砂州内の水温変動評価について、札内川に位置している砂州の一つに設置されている間隙水域観測用井戸ネットワークを用い砂州の中の水を採取できる多くのパイプの中に水温測定のロガーを設置して調査期間中、砂州の中を通る水の水温変動を可視化した。

上記された二つの方法は、流量が多く日射が弱く河川環境（地形や砂州）も水温に影響を与えにくい時期(5-6月)と、流量が少なくなり日射や気温が高く河川環境（地形や砂州）も水温に影響を与えやすい時期(7-8月)を比較するように行っている。夏季のデータについては、現在測定中であり、豊平川のデータについては、現在解析中である。

３．結果

5月中に札内川で行われた調査では、流量が多く、気温が高くならなかったことから河川環境が砂州の中の水温の影響を受けにくい環境であった。

（１）水温モデリング：全ての地点で、1日の水温平均の実測値とモデリングの値が0.9以上の高い正の相関を示した。特に、一番上流である地点は0.99という値を表し、下流に行くほど1日間の変動に少しずつずれる傾向があったものの、0.93と0.96という相関係数を得た。

（２）砂州内の水温変動評価：砂州の中の日内水温変動は、河川の日内水温変動よりも明らかに低い傾向を表した。本流の水温変動が6℃から17℃の値を表すことに対して、ほとんどの砂州の水温は8℃から12℃で1日間の変動が少ないことが確認された。特に、砂州を通した水が河川と合流する地点では1日間の変動もほとんど見えず、一般的な河川とは全く異なる水温変動を表せた。

４．考察

本流の流量が年間平均量よりも比較的高く、砂州から流出される水の影響を受けにくい時期である5月は、モデリングの値と実測された値が一致するという予測と実験の研究が一致した。その上、砂州の中の水温は河川の水温とは大きく異なった。高い水温安定度は比較的よく知られている現象であり、この傾向は既往研究の報告と合致する。札内川においては間隙水と表面水の水交換が卓越していることが知られているので、今後本流の流量が減り、河川の水温が砂州の影響を受けやすくなる時期になってからは、それによる本流の水温の変動への影響が豊平川でのモデリング結果との対比の中で明瞭に見られると期待される。

河川と接続する半止水域の堆積物からみた近過去の氾濫原環境の変遷

田代　喬[1)]，陀安一郎[2)]

1) 東海国立大学機構名古屋大学，2) 人間文化研究機構総合地球環境学研究所

1. はじめに

本報では，自然堤防―後背湿地帯を流れる河川に連なる半止水域における堆積コアの調査・分析から（例えば，占部編（2014）「湖沼近過去調査法」，共立出版），過去数十年間に蓄積されてきた各種物質含有量等の変化にもとづき，近代以降の氾濫原環境の変遷を考察する．ここで扱う材料は，田代ほか（2023）河川技術論文 29：515-520 に新たな分析結果を加えたものである．本調査は，2017-2021 年度国交省河川砂防技術研究開発公募・地域課題（河川生態）（代表：森誠一）にて着手し，2019-2024 年度地球研・同位体環境学共同研究，2021-2022 年度河川基金，2022-2024 年度人間文化研究機構「人・モノ・自然プロジェクト」連携公募共同研究の支援を受け，地球研・実践プロジェクト 2023 年度 IS・2024 年度 FS の一環として実施した．

2. 材料と方法

濃尾平野西縁を流れる揖斐川水系津屋川（流域面積 71.2 km^2、幹川流路延長 12.6 km）に連なる複数の半止水域を選定した．津屋川は，養老山麓の扇状地群の末端を縫うように，周辺の河間（ガマ，泉）から湧水を集めて流れるが，その中流区間は右（西）岸に堤防が無く，左（東）岸は輪中集落と隣接している．津屋川周辺には湧水性の希少魚ハリヨ（*Gasterosteus aculeatus subsp.*）が生息するが，調査した水域の一つは海津市教育委員会により整備・管理されたもので現在も多数の生息が確認されている．各調査水域では代表 1 地点にて，柱状採泥器（佐竹式コアーサンプラー，離合社）により最長 50 cm 長（5.4 cm 径）の底泥コアを採取した．

持ち帰った柱状試料は一定層厚に切り分け，湿潤密度・乾燥かさ密度を計測した後，すり潰した乾燥検体に対し ZH instruments 社製 SM-30 により微弱な外部磁場をかけて帯磁率を計測し，底質調査方法（環境省）による強熱減量試験と金属類分析（ICP-MS（Agilent 7700x）による Pb，Zn，Cd，Cr，Ni，Ti 含有量の測定）を行ったほか，占部編（2014）にしたがい，次に示す「鉛-210 年代決定法」を適用した．すなわち，ポリスチレン製のバイアル瓶内に一定高さで最密充填した後（粒子から放出される気体 ^{222}Rn とその壊変で生じる ^{214}Pb，^{210}Pb とが放射平衡に達するまで封入），γ 線スペクトロメーター（SEIKO EG&G 社，MCA7700）によって全 ^{210}Pb，^{214}Pb（半減期 22.3 年）と ^{137}Cs の各比放射能[Bq/g]を定量化した．堆積物中には，岩石中の ^{226}Ra 起源の supported ^{210}Pb も含まれるため，放射平衡状態で supported ^{210}Pb と同じ比放射能をもつ ^{214}Pb を全 ^{210}Pb から差し引くことにより大気由来の過剰 ^{210}Pb の比放射能を求めた．この過剰 ^{210}Pb 比放射能の壊変過程を CRS（Constant Rate of Supply）モデルにより分析して堆積年代の深度分布を推定したうえで，核実験や原発事故など人為由来で増加する ^{137}Cs 比放射能を示準に検証した．

3. 結果と考察

各半止水域を通じた氾濫原環境の変遷については，それぞれに異なる形成年代を反映し，過去 28～76 年間の堆積環境を明らかにすることができた．推定された堆積速度は，湖沼や内湾の既報値（0.1 g cm^{-2} yr^{-1} 前後）より大きく（0.37～2.14 g cm^{-2} yr^{-1}），本川流路との接続状況や降水量などにより変異した．堆積コアにおける各層の分析値では，乾燥かさ密度，帯磁率，強熱減量や各種金属含有量は地点による違いが大きかった．人工的に整備された水域の水底材料（堆積物）は，かさ密度が大きく，帯磁率，強熱減量，金属含有量は小さかったが，これは湧水を担保するための庭園的な整備と維持管理を反映していると思われる．また，1970 年代に堆積したと推定された層では，その前後に比べて Pb 含有量がやや多くなっており，種々の有機鉛化合物を含むガソリンが使用された時期と一致するなど，過去の環境汚染を反映した結果を呈していた．なお，帯磁率は堆積速度と同調して増減する様子が見受けられ，占部編（2014）の指摘のように，洪水事象を推察する副次資料としての可能性が考えられた．

AI 画像解析による干潟性ハゼ類の分布予測精度の比較

山本一輝[1)]，大中 臨[2)]，小山彰彦[3)]，赤松良久[2)]，乾 隆帝[4)]
1) 福岡工業大学大学院社会環境学研究科，2) 山口大学大学院創成科学研究科，
3) 九州大学農学研究院，4) 福岡工業大学社会環境学部

1. はじめに

河川汽水域は，特有の生物が生息し，かつ生産力も非常に高い水域であるため，人為的な負の影響を可能な限り小さくするような河川管理や自然再生，さらには，気候変動に対応した保全・管理が課題である．そのためには，調査時間が大潮干潮時前後に限られる河川汽水域において，多くの種に適応可能で，かつ短時間で，誰にでも調査可能な，再現性のあるモニタリング技術の構築が必須である．よって本研究では，干潟性ハゼ科魚類を対象に，深層学習による画像解析によって各種の分布状況を予測し，種間あるいは調査エリア間で予測精度の比較をおこなうことにより，画像解析によるハゼ科魚類のモニタリングを実施するための基礎的知見および課題の抽出を目的とした．

2. 調査方法

熊本県の球磨川河口域（以下熊本エリア）において，2021 年 10 月 4 日から 2023 年 8 月 30 日まで計 6 回，133 地点，山口県の佐波川および椹野川河口（以下山口エリア）において，2021 年 3 月 29 日から 2023 年 8 月 18 日まで計 13 回，221 地点において調査を実施した．調査方法としては，50×100 cmのコドラートを設定し，およそ胸高から干潟表面をデジタルカメラで撮影後，深さ約 40 cm程度穴を掘り，その中の魚類をたも網で掬う方法を基本とした．調査は日中の大潮最干時の前後 3 時間で実施した．画像解析は，VGG16 の全結合層を SVM に置き換えた機械学習モデル（大中ら，2020）を用いた．VGG16 の重みは ImageNet で訓練済みのものを利用した．

3. 結果と考察

採集調査の結果，熊本エリアと山口エリアの両方で 10 地点以上出現した種は，エドハゼ，キセルハゼ，タビラクチ，チワラスボ，ツマグロスジハゼ，ヒモハゼおよびマサゴハゼの 7 種だった．各種の識別率（(実測・予測ともに在の枚数＋実測・予測ともに不在の枚数)÷使用した画像の合計枚数）について図 1 に示している．熊本エリア，山口エリアともに最も識別率が高かったのはエドハゼ，最も低かったのはツマグロスジハゼだった．エリア間で識別率の違いをみてみると，エドハゼのように，両エリアで識別率が高かった種や，キセルハゼやタビラクチ，ヒモハゼのようにエリア間で識別率に差が見られた種，ツマグロスジハゼのように両エリアで識別率の低かった種がみられた．熊本エリアでは，識別率と画像の枚数に正の関係性がみられたことに対し，山口エリアではその傾向がみられなかったことから，予測精度には，画像の枚数だけでなく，各種の生態的特性も関係していることが示唆された．

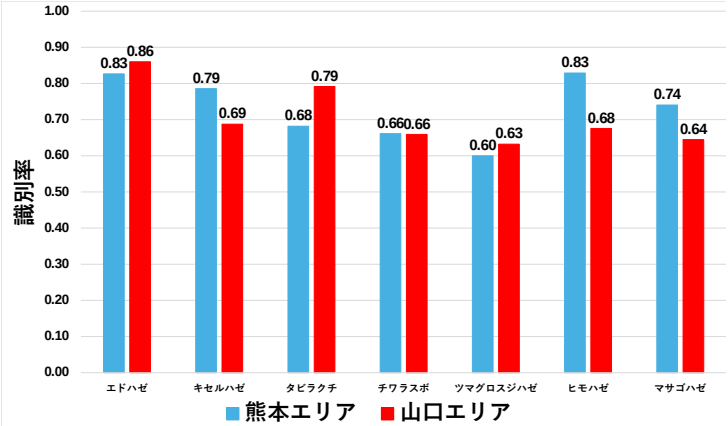


図 1　熊本エリアおよび山口エリアにおける各種の識別率

Toxicity and accumulation of Boron in freshwater Cladocerans

Ganegoda Kankanamge Dehini[1)], Takeshi Fujino[1)], Iori Mishima[1),2)], Masayori Hagimori[3)]
Shinya Takada[3)]
1). Graduate School of Science and Engineering, Saitama University,
2). Center for Environmental Science in Saitama,
3). Faculty of Pharmaceutical Sciences, Mukogawa Women's University

1. Introduction

Boron (B) is a metalloid which frequently exists in earth crust. B is considered as a trace element for plant growth, nevertheless, in higher concentrations it is toxic for plants and animals. However, some key ecological phenomenon related to B, such as bioaccumulation and biomagnification in the natural environment is not clear yet. Two freshwater zooplanktons, namely *Daphnia magna* and *Moina macrocopa* were used to determine the toxicity and the accumulation of B. Although the *D. magna* is considered as the typical zooplankton for toxicological studies, B toxicity is new to the *M. macrocopa.* To determine the accumulation of B, a novel fluorescence probe which detects B compounds was used, as the fluorescence probe is an indirect and efficient method to detect the B inside the living organisms.

2. Research method

D. magna and *M. macrocopa* neonates <24 h old were exposed to acute toxicity tests under the guidelines of Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). All the neonates were obtained from laboratory cultured healthy females and tests were conducted for 48 hours under semi static renewal conditions without food and aeration. Water quality (Dissolved Oxygen, Temperature, Conductivity, Total dissolved solids and pH) of each test vessel was monitored before and after the test. Survival was recorded after 24 and 48 h and lethal concentration (LC_{50}) was calculated by probit analysis. Subsequent to the exposure period, surviving individuals were incubated with 100 µmol/L B fluorescence probe and individuals were imaged using florescence microscope (BZ-X810, Keyence, Osaka, Japan). Image J software was used to determine the florescence intensity and all the statistical tests were performed using IBM SPSS statistics 19.

3. Results

Survival of neonates gradually decreased with increasing the exposure duration and B concentration. Depending on survival data, the 24 h and 48 h median LC_{50} values were obtained for *D. magna* and *M. macrocopa* as 220 mg B/L, 109 mg B/L and 168 mg B/L, 65 mg B/L respectively. LC_{50} results indicate even though the majority of toxicological studies are conducted related to the *D. magna*, the *M. macrocopa* is more sensitive to the B toxicity than *D. magna.* According to the fluorescence images acquired from both species showed evidence of B accumulation inside the body specially related to the gut region. In both species, the fluorescence intensity was gradually increased with the B concentration and a statistically significance difference of fluorescence intensity was observed in the individuals in 175 mg B/L (highest treated B concentration) compared with the controller group (p <0.05, oneway ANOVA,).

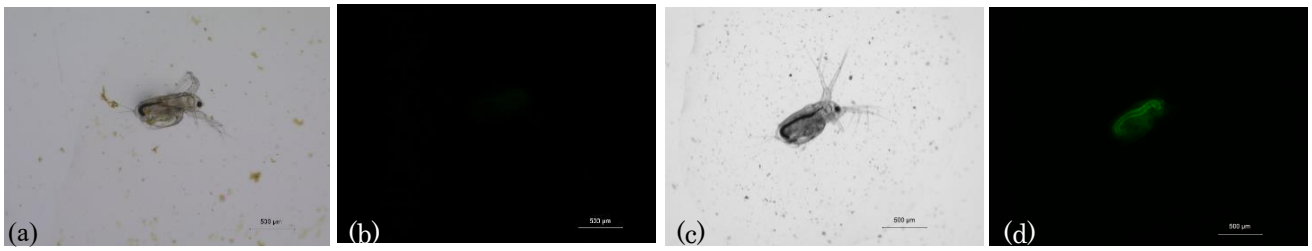


Figure 1). (a) monochrome (b). fluorescence images of individuals in controller (c) Monochrome (d) fluorescence images individuals in 87.5 mg B/L

4. Conclusion

Results of this study revealed that *M. macrocopa* exhibit a rather sensitivity for B than *D. magna*. Moreover, the fluorescence images showed that there is a concentration dependent fluorescence increase with respect to both species and novel fluorescence probe is a successful method to detect the intra organism accumulation of B. Therefore, it is worth conducting further studies on chronic B accumulation as variety of data available for B toxicity on different species will improve the knowledge on relative B sensitivity of the environment.

サクラマスを対象とした産卵環境修復のための応用生態工学的取り組み

棟方宏昇[1)]，渡邉一哉[2)]
1)山形大学大学院農学研究科，2)山形大学農学部

1. はじめに

山形県の県魚であるサクラマス（*Oncorhynchus masou masou*）は近年資源減少が続いている．赤川水系では横断構造物の建設により，流域の約 58%が遡上不可能となっていることが要因（河内 2011）の一つとされている．

このような環境下における資源減少の解決策として，人工産卵場の造成が挙げられる．「水辺の小さな自然再生」は，北海道から九州までの広い地域で活動しており，北海道のサケや滋賀県でビワマスなど，産卵できる環境の整備が進められている．一方で，「どのような場所にどのような施工を行えば良いのか」と言った視点での取り組みは少なく，技術的な確立はなされていないのが現状である．

そこで本研究では，降海型サクラマスの繁殖期前に産卵環境の適・不適をユニット単位で判定し，不適ユニットにおいて産卵環境の修復を行うこととした．これに繁殖期の実態調査に基づく検証を加え，このサイクルを複数年に渡って繰り返しながら，環境評価と修復の包括的な技術の確立を目的とした．

2. 調査方法

山形県赤川水系梵字川支流早田川を対象地とした．早田川は，古くからサクラマスの産卵遡上河川として知られている．早田川におけるサクラマスの遡上範囲は，梵字川との合流部から，物理的な遡上限界である農業用取水堰までの 2.1km である．サクラマスの産卵遡上は，毎年 10 月初旬から開始されるため，9 月に産卵環境の適・不適をユニット単位で評価した（環境評価）．環境評価は，産卵場として利用されやすい淵を対象に，産卵環境として必要条件である粒径集団（以降，適材）に関する項目を因子とした．環境評価に基づき，「適材が不十分」かつ「同一ユニット内の陸域に適材が十分である」ユニットを修復可能と判断した．環境修復方法は，佐藤・渡邉（2020）で提示された，身体負荷量が低くなる造成方法を参照し，同月下旬に実施した．

繁殖期間は，踏査により遡上個体や産卵床の位置や数を把握し，事前評価や環境修復を実施した場の利用の有無を検証し，翌年は改良を加えて再び検証することを繰り返した．

3. 結果と考察

産卵環境評価の結果，適と評価したユニットと実際に使われたユニットの割合は，2021 年は 78%，2022 年は 70%，2023 年は 89%となり，本研究での手法は適切と言える．環境修復は，2021 年は 4 カ所で造成し，2 カ所が利用された．2021 年の結果をもとに，2022 年は造成面積を拡大して，3 カ所造成し，2 か所が利用された．2023 年は下端部の敷設方法について改善を行ったところ，4 か所中 3 カ所の利用が確認された．サクラマスに対する「発見のしやすさ」を向上させたことが利用率の向上につながったと考えられた．

4. 今後の課題

環境評価を行う時期と，造成された産卵環境の維持が課題となる．台風や秋雨などがもたらす増水は，ユニット内の適材の分布を容易に変化させ，逆に干天期間が長い場合は，河床が露出するなど，調査のタイミングによって過大・過小な評価結果となる場合がある．造成においても「発見のしやすさ」や「造成時の低い身体負荷」といった現行法の特性を損なわず繁殖期間から基底流量が低下する降雪期までの耐久性の向上を図る必要がある．

参考文献

河内正行（2011）：赤川水系におけるサクラマスの遡上限界．平成 22 年度新しい技術の試験結果，山形県農林水産部，137-138.
佐藤可菜恵，渡邉一哉(2020)：作業者への負荷量からみた実施条件-サクラマス産卵環境の持続的な創出にむけて，環境情報科学学術論文集 34，139-144.

竹リターからの溶出が渓流水質与える影響の評価

Effects of Leaching from Bamboo Litter on Stream Water Quality in a Mountain Stream

笠原玉青[1)], Ariane Gourlaouen[2)]
1） 九州大学大学院農学研究院、2）九州大学大学院生物資源環境科学府

１．はじめに

成長が早く再生可能な資源として利用されたり、侵入能力が高さから劣化した土地の植生回復・土壌浸食の制御のために利用されたりと、世界的に社会的に竹は重要である。その一方で、侵入能力の高さから、周辺生態系へもたらす影響も懸念されている。里山地域においては、放置竹林の二次林や人工林への侵入が顕著で、森林生態系・景観を変化させていることが問題となっている。森林と強いつながりをもつ渓流も竹林拡大の影響を受けていることが予測されるが、まだほとんど研究例がない。河畔林からのリターは、渓流にとって重要な栄養塩・有機物供給源であり、渓流水質に影響を与えてる。竹林の拡大により竹リターの供給が増えた場合に、河川水質はどのような影響を受けるだろうか。今後人口の減少や温暖化によって、竹林の拡大がさらに加速すると考えられている中、竹林化した河畔林の面積が増えることは必死である。そこで本研究では、リターからの溶出に着目し、竹と在来河畔樹種を比較して、竹リターの増加が渓流水質に与える影響を検討した。

2．調査方法

調査は福岡県を流れる多々良川の源流部に位置する新建川で実施した。調査区間での流域面積は約 80 ha、平水時の流量は約 10 L である。森林流域であるが、渓流水の硝酸態窒素濃度は季節を通して 1.2～1.5 mg/L と高い。タケに加え、同じく春から初夏かけてに落葉する在来樹種で、調査区間の河畔林でみられるスギとクスノキのリターを用いた。落葉直後だけでなく、分解過程での溶出を測定するために、リターバックを作成し、河床に設置後 1 日、8 日、16 日、28 日、42 日後にそれぞれ回収した。残存リターを超純水に浸し、5h、25h、50h 後にサンプリングし溶出物質の濃度を測定し、樹種間の比較を行った。リターバックは、乾燥重量 5 g のリターを 5 mm メッシュで、乾燥重量 3 g のリターを 0.1 mm メッシュで、タケ、クスノキ、スギ、ミックスの 4 種類を作成した。また、本研究では、リターから溶出する溶存有機炭素（DOC）や栄養塩に着目した。

3．結果

リターからの溶出はタケとその他の樹種では大きく異なった。スギとクスノキにおいては、サンプリングごとに DOC 濃度の上昇がみられたが、タケにおいては実験期間中 DOC 濃度にほとんど変化がなかった。また、DOC 濃度の増加とともにスギとクスノキのサンプルにおいては硝酸態窒素（NO_3-N）濃度が減少がみられたが、タケのサンプルでは NO_3-N 濃度もほとんど変動しなかった。これらの結果から、スギやクスノキのリターは DOC を溶出し、また生分解性の高い DOC の割合が高く、流路内の窒素保持に重要な役割を果たしている。一方で、タケは DOC をほとんど溶出せず、NO_3-N への影響も小さいことが示唆された。リターの分解過程での溶出の変化も考慮し、竹林の拡大が渓流水質に与える影響を検討する。

日本の流水型ダムの特徴に関するレビュー

中村亮太 1), 小林草平 2), 角哲也 2)
1)京都大学大学院, 2)京都大学防災研究所

1. はじめに

治水専用ダムのうち常用洪水吐きを河床部に有するダムを流水型ダムと呼んでいる. 洪水外力増加への対応策の一つとして近年流水型ダムの建設事例が増えている. 流水型ダムはその構造上, 運用上の特徴から, 河川の連続性を損なわない構造物であるとして, 流砂系や河川生態系に与える影響が小さいとされているものの, その実際について十分に理解されているとは言い難い. その要因として流水型ダム事例の少なさ, 運用年数の短さがしばし指摘される. 一方で, 農地防災ダムとして建設された流水型ダムは比較的古いダムが多く, ダム管理者も多岐にわたるため, 流水型ダムとして把握されていないダムも存在する. また既往研究における研究対象ダムは, 益田川ダムや西之谷ダムなどの代表事例に限られている. そこで本研究では流水型ダムによる流砂系や環境への影響に関する知見の蓄積に向けて基礎的な情報を提供することを目的として, 日本における既存流水型ダムの特徴や課題について整理した.

2. 流水型ダムの抽出

本研究では,「目的が洪水調節, 農地防災のみであるダム」,「河床部に放流設備を有し, 平常時に貯水しないダム」,「放流設備として取水塔を用いないダム」の条件を満たすダムを流水型ダムとして抽出した. 抽出にあたっては, ダム年鑑 2019, ダム便覧（ともに一般財団法人日本ダム協会), 衛星画像, ダム管理者への聞き取り調査, 現地視察を参考にした. その結果, 31 基のダムが流水型ダムとして抽出された（24 基：運用中, 7 基：建設中または計画中). 建設年代に注目すると, 1957 年から 1975 年の期間に建設されたグループと, 2005 年以降に建設されたグループに大別される. 流水型ダムの分布に注目すると, 流水型ダムは九州地方をはじめ平均年間降水量の多い地域に多かった.

3. 流水型ダム貯水池における堆砂量とその規定要因

(1) 流水型ダム貯水池における堆砂率

9 基の流水型ダムについて, ダム管理者より堆砂量データを収集した. 各ダムについて最新の堆砂量の値を代表値とした. ただし, 堆砂除去が実施されているダムについては堆砂除去実施の前年のデータを代表値とした. 流水型ダムにおける堆砂率（総貯水容量に占める堆砂量の割合）は, 0.14~10.2%の範囲にあることが分かった.

(2) 堆砂率の規定要因

重回帰分析によって, 流水型ダムにおける堆砂率の規定要因について考察した. 説明変数として, 相対的水みち幅と排砂量ポテンシャルを用いた. 相対的水みち幅W_f/W_{bot}は, 貯水池内を流れる河川の横幅W_fを貯水池底部幅W_{bot}で除した値である. 排砂量ポテンシャルQ_sは, 清華大学による経験式によって算出されるフラッシング排砂量を洪水吐き幅, 土粒子密度, 重力加速度によって正規化した値である. W_f/W_{bot}はダムサイトの地形, Q_sは洪水吐き規模に大きく左右される. これら 2 変数を説明変数として重回帰分析を実施したところ, 以下に示すように堆砂率を有意に説明する回帰式が得られた（$R^2 = 0.5981$, $p < 0.05$）.

$$\text{堆砂率} = 8.818 - 7.564\left[W_f/W_{bot}\right] - 31.334\left[Q_s\right]$$

特に流水型ダムが$W_f/W_{bot} = 1$とみなせる急峻な山間部にある場合, 堆砂率は大きくても 1.25%程度であり, 流砂の連続性に与える影響は小さいと考えられる.

4. 今後の課題

ここでは日本における流水型ダムの抽出と堆砂の特性について示した. 当日のポスター発表では, 洪水吐き諸元や貯水池地形などに関して整理した内容についても言及する予定である.

貯水ダムが流量変動に伴う底生動物・魚類群集の時間的変化に及ぼす影響

○大脇海人 [1)]，二神拓弥 [2)]，赤井翔平 [1)]，井上幹生 [1)]，三宅洋 [1)]
1）愛媛大学大学院理工学研究科　2）愛媛大学工学部

1. はじめに

貯水ダムは，広範な物理化学的環境の改変や生息場所の分断を引き起こすことにより河川生態系を劣化させる要因である(Belletti et al. 2020)．このため，貯水ダムの上下流では出水や低水に対する河川生物の応答にも変化が生じる可能性がある．しかしながら，流量変動に伴う河川生物群集の時間的変化に貯水ダムが及ぼす影響ついてはこれまで多くの知見が得られていない．

2023 年 7 月 1 日に愛媛県石手川で大規模出水が発生し，中流域に位置する湯渡地点では既往最高水位を記録した．その後，当該地域では記録的な少雨が観測され，河川では長期的な低水が発生した．愛媛大学保全生態学研究室では 2013 年 3 月および 6 月の平水時に石手川ダム上下流域で河川生物調査を実施している．そこで本研究は，この過去データを活用し，攪乱発生後に再訪調査を行うことにより，貯水ダムが底生動物および魚類の時間的変動に及ぼす影響明らかにすることを目的とした．

2. 調査方法

本研究は石手川ダム上流の自然区間，発電取水による減水区間および石手川ダムの下流区間に各 2 箇所の調査地を設定した．再訪調査は 2023 年 7 月 24 日，9 月 1 日，10 月 12 日，12 月 21 日および 2024 年 3 月 6 日に実施した．各調査地にて底生動物および魚類の定量的な調査を実施した．底生動物および魚類群集の群集構造を比較するために非計量的多次元尺度法(NMDS)による序列化解析を行った．

3. 結果および考察

2013 年と 2023 年の調査の結果，計 106 分類群，6,667 個体の底生動物，計 11 種，2,412 個体の魚類が確認された．底生動物および魚類の相対個体数に基づく NMDS による解析の結果，自然区間と比較して減水区間およびダム下流区間で攪乱後に群集構造が大きく変化していた(図 1, 2)．底生動物はダム下流区間では底質の粗粒化により礫間を選好する種が有利に避難できたことが原因として考えられた．一方，減水区間は平水時に流れが穏やかであるため，緩流域を選好する分類群の優占が起こり，それらの多くが出水攪乱によって排除されることが考えられた．魚類は減水区間およびダム下流区間では平水時と出水攪乱時の流況が大きく異なるため，群集構造が大きく変化したと考えられる．これらの結果に基づき，貯水ダム周辺の河川における流量変動攪乱を考慮した保全策について考察する．

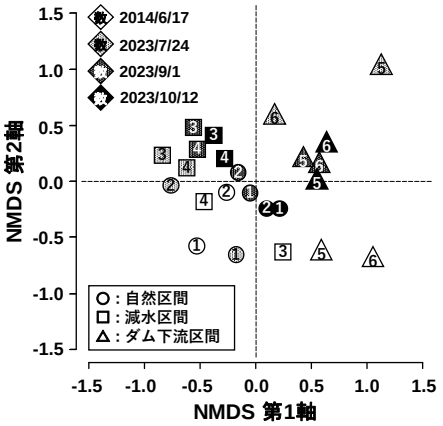


図 1　底生動物の相対個体数に基づく NMDS による各調査地の 2 次元プロット．プロット中の数字は調査地を表す．

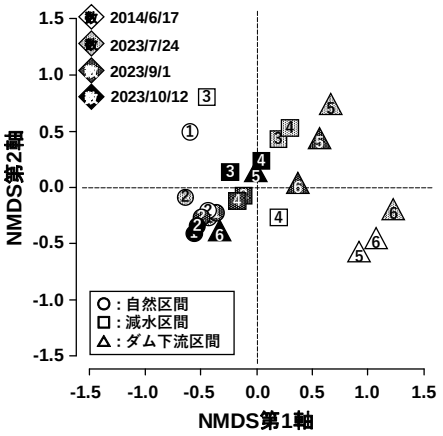


図 2　魚類の相対個体数に基づく NMDS による各調査地の 2 次元プロット．プロット中の数字は調査地を表す．

引用文献

Belletti B. et al. (2020). More than one million barriers fragment Europe's river. *Nature* 588(7838):436-441.

Thermal effects of flow regulation by a run-of-the-river (ROR) dam on the fish distribution in the Toyohira River, Hokkaido

J. Wu[1], J.N. Negishi[2], N. Aruga[3], J. T. Mihara[1]
[1]Graduate School of Env. Science, HU [2]Faculty of Env. Earth Science, HU [3]Sapporo Salmon Museum

1. Introduction

Understanding the ecological impact of the dam-induced reduction in freshwater habitat connectivity and its restoration are of critical importance for the effective conservation of aquatic species and watershed management in the Anthropocene, among which the importance of thermal continuity is further emphasized in confronting current global climate change (Kitanishi et al., 2012). Run-of-the-river (ROR) dams in rivers divert a portion of natural flow (even >90% occasionally) for electricity generation and create bypassed reaches with reduced flow (Gibeau and Palen, 2020) where the thermal capacity-based (the amount of water heated or cooled by solar radiation) thermal discontinuity are potentially prevalent but rarely studied previously, as opposed to that based on energy budget (cold water pollution) (Olden and Naiman, 2010). Given the thermal sensitivity of fishes as typical ectotherm species, this study aimed to explore the effects of ROR dam-induced thermal discontinuity on the distribution of fish from different thermal guilds and life stages in the Toyohira River, Hokkaido, as well as the short-term response after its mitigation. We hypothesized that the distribution of cold-water species, especially spawning adults, is more sensitive to thermal discontinuities, but less responsive to short-term changes in water temperature.

2. Methodology

Electrofishing for the widespread cold-water sculpin (*Cottus nozawae*) and warm-water stone loach (*Barbatulus toni*), and environmental factor measurement were conducted at eleven sites at the bypassed reach, tailrace, downstream of tailwater confluence, and another control tributaries in the Toyohira River before (Oct. 22) and after (Jul. 23 and Sept. 23) the flow manipulation as pre-event and post-event separately. Target species were categorized by total length into three age groups- Young-of-the-year (YOY), Juvenile, and adult according to the histogram for each time occasion.

3. Result and discussion

The mainstream thermal discontinuity at pre-event and its disappearance at post-event represented by the variation of daily mean water temperature (DMWT) were detected. The significances of reach ($p < 0.001$) and interaction between reach and time occasion ($p < 0.01$) indicated a notably lower abundance of *C. nozawae* at the bypassed reach than the nearby downstream of tailwater confluence at pre-event, and the increasing trend in CPUE at the bypassed reach even though not significant among time occasions reveal by the pairwise comparisons. Negative effects of temperature were detected on *C. nozawae* abundance on Oct. 22 and Sept. 23 with a higher coefficient on Oct. 22, which implies the role of the annual hottest period in shaping the distribution pattern of cold-water fish and the unresponsive of their distribution to the thermal condition change in a short-term. For *B. toni*. The insignificant p values for both the reach and the interaction between reach and time occasion indicated the homogeneous distribution pattern of *B. toni* at all reaches. The significant effects of DMWT were never detected for *B. toni* on all three occasions, demonstrating less thermal sensitivity and weak temperature-mediated distribution for warm-water fish. All life stages of *C. nozawae* except YOY were revealed to be thermally sensitive, which explained the significantly lower abundance of juveniles and adults at the bypassed reach and suggested the necessity to consider the thermal adaptation of elder cohorts when promoting the establishment and conservation of cold-water fish populations.

水生植物の環境 DNA は河川の右左岸の植生を捉えることが可能か？

槻ちがや[1)]，中島颯大[1,2)]，篠原隆佑[3)]，菅野一輝[4)]，釣健司[1)]，村岡敬子[1)]
1)土木研究所，2)（現）国土交通省，3)（株）ウエスコ，4)（株）建設環境研究所

1. はじめに

水生維管束植物（以下，水生植物）の環境 DNA は河川水から得られることが知られている．一方で，魚類とは異なり，細胞が細胞壁に覆われている水生植物は細胞が壊れにくく，魚類に比べて環境 DNA の流下距離が長いと考えられ，右岸と左岸でそれぞれ採水したとしてもその差を検出できない可能性がある．本研究では土木研究所の過年度の環境 DNA 調査で水生植物を検出することができた九頭竜川水系を対象に植生調査と採水を行い，水生植物の環境 DNA 分析により河川の右左岸の植生を捉えることが可能か検討した．

2. 調査方法

2023 年 5 月に九頭竜川 5 地点および日野川の 1 地点の右左岸において環境 DNA の採水と植生調査を行った．採水は各地点で 1L の河川水を採水した．水試料は 10℃以下で保冷運搬し，土木研究所内においてろ過した．抽出 DNA を用いて，核 DNA の ITS 領域，葉緑体 DNA の trnL，matK，rbcL 領域上で設計された 4 つのプライマーを使用した環境 DNA メタバーコーディング解析（以下，MB 解析）を行った．MB 解析で取得した配列について BLAST を行い，最も相同性が高いものを検出種とした．相同性が同じ種が複数存在する場合は，属もしくは科単位の分類に留めた．また，植生調査は採水同日に採水地点から上流に 200m もしくは 1km の堤外地をできる限り踏査し，確認された水生植物種を記録した．

3. 結果と考察

植生調査では合計 12 科 19 種が確認され，そのうち 2 種（キショウブ，オオカワヂシャ）は外来種だった（表 1）．環境 DNA 分析のうち matK 領域ではヨシやマコモを種レベルで，ホザキノフサモが含まれるフサモ属やバイカモが含まれるキンポウゲ属は属レベルで検出できた．また，右左岸の両方で確認できた種（ヨシ）がいる一方で，植生調査では両岸で確認されたものの matK 領域の環境 DNA 分析では片岸のみの検出または未検出であった種もみられた．発表では他の領域も含めて右左岸の検出状況について考察を行う予定である．

表 1　各地点での植生調査結果と eDNA の matK 領域で検出された種もしくは属の対応

河川	調査地点	河口・合流部からの距離	セグメント	種数	植生調査＋環境 DNA 結果（*1:matK 領域で種として検出、*2：matK 領域で属止め検出、*3：eDNA のみ検出）
九頭竜川	九九福 F1（右岸）	3.2km	3	2	ヒメガマ（ヒ）、ヨシ*1（ヨ）
	九九福 F2（左岸）	3.8km	2-2	3	ウキヤガラ（ウ）、ヨ*1、キショウブ（キ）
	九九福 2（右岸）	17.8km	2-2	1	クサヨシ（ク）
	九九福 2（左岸）	17.8km	2-2	3	ク*2、キ、ヨ
	九九福 3（右岸）	22.6km	2-1	3	ツルヨシ（ツ）、ホザキノフサモ、ヨ
	九九福 3（左岸）	22.6km	2-1	4	ク、キ、ツ、バイカモ
	九九福 4（右岸）	27km	1	3	イボクサ、ツ、ク
	九九福 4（左岸）	27km	1	2	ク、ツ
	九九福 5（右岸）	31km	1	8	ク、キ、ヨ*1、セリ、ツ、マコモ、キンポウゲ属 sp.*3、コカナダモ sp.*3
	九九福 5（左岸）	31km	1	8	マコモ*1、キ*2、ク、ヒ、ツ、キンポウゲ属 sp.*3、フサモ属 sp.*3、ヨシ*3
日野川	九日福 F1（右岸）	6.2km	2-2	11	ク、キ、ヨ、イボクサ、マツバイ、カワヂシャ、オオカワヂシャ、ウキヤガラ、イグサ、マコモ、ミゾハコベ
	九日福 F1（左岸）	6.2km	2-2	6	ガマ属 sp.、ツ、コウキクサ、ク、ウキシバ、セリ

環境 DNA アーカイブの活用の試み ～外来珪藻の早期検出の事例～

釣健司 1)，村岡敬子 1)，鵜木（加藤）陽子 2)，清野聡子 2)，田中孝幸 1)
1.(国研) 土木研究所，2.九州大学

1. はじめに

環境中の生物由来の DNA を分析し，生物の分布情報を取得する環境 DNA 分析の活用が進んでいる。環境 DNA の利点の一つに採水時点における生物情報のアーカイブ（以下，環境 DNA アーカイブ）を得られる点がある．ある目的のために取得した環境 DNA サンプルは分析後も冷凍保管したのち，再度分析することで他の種や分類群などの分布情報を得ることが可能である．環境 DNA アーカイブが有効な事例として，外来生物の早期検出が挙げられる．外来生物は侵入初期の防除が有効かつ費用対効果が高い場合が多く，侵入初期の低密度の時点では高感度な環境 DNA 分析が効果的であると考えられる．本研究では近年日本に侵入した，ミズワタ状の群体を形成し生態系への影響や河川景観の悪化が懸念される外来珪藻 *Cymbella janischii*（ミズワタクチビルケイソウ）について，過去に収集した多地点の環境 DNA サンプルを分析し検出を試みた．また，経時サンプルを用いて本種の季節変化と環境 DNA 量の関係について検討した．

2. 調査方法

2020～2022 年に国土交通省により実施された「河川水辺の国勢調査 テーマ調査」等で収集した約 40 水系 500 以上の地区において環境 DNA サンプルが取得されており，このうち *C. janischii* の既往研究における季節消長の特徴から，検出が期待できると判断した 4～8 月，1～3 月に採水された 14 の河川と 10 のダム下流河川の環境 DNA サンプルを対象とした．環境 DNA サンプルは各地点で表層 1L を採水し，メンブレンフィルター（孔径 0.45μm）でろ過したのち，環境 DNA 学会マニュアルに従いフィルターから DNA を抽出したものを分析に供した．Kato-Unoki et al. (2024)及び鵜木ら（未発表）による *C. janischii* に特異的なプライマー・プローブを用いたリアルタイム PCR により本種の環境 DNA コピー数を定量した．また、本種が検出された地点において 4 月から翌年 3 月までの毎月または 3 ヶ月毎の経時的なサンプルについて同様の方法で分析を行い，本種の環境 DNA の季節変化を確認した。

3. 結果・考察

リアルタイム PCR の結果、那珂川、多摩川、大分川及び北上川水系田瀬ダム下流の猿ヶ石川で *C. janischii* の環境 DNA が検出された（図 1）．那珂川，多摩川については本種の侵入がすでに確認されている．大分川、猿ヶ石川で本種の侵入はこれまで報告されていないが，大分川は近隣の大野川水系において確認されており，本種が侵入している可能性が高いと考えられる。また、猿ヶ石川の位置する東北地方の雄物川水系、阿武隈川水系では本種が確認されている．一方，これまで本種の確認報告がない近畿南部，中国，四国地方のサンプルでは非検出であった．那珂川と多摩川の検出地点を対象に経時的なサンプルを分析したところ，夏季の水温の上昇にともなってコピー数が減少し，晩秋以降に水温の低下に伴い再び検出される傾向がみられた（図 2）．これは既往研究の目視・顕微鏡観察でみられた傾向と同様であった．以上から環境 DNA アーカイブを利用し外来珪藻の新規侵入の可能性のある水系と本種の季節消長を環境 DNA から推定することができた．環境 DNA により外来種を早期に検出できた場合には，現地調査による確認，防除や拡散防止対策とその喚起を行うことで分布の拡大を最小限に留めることが期待される．今後も環境 DNA の利用機会は実務の分野でもますます増えると考えられ，環境 DNA アーカイブとして利用できるよう適切に保存していく取り組みが重要である．

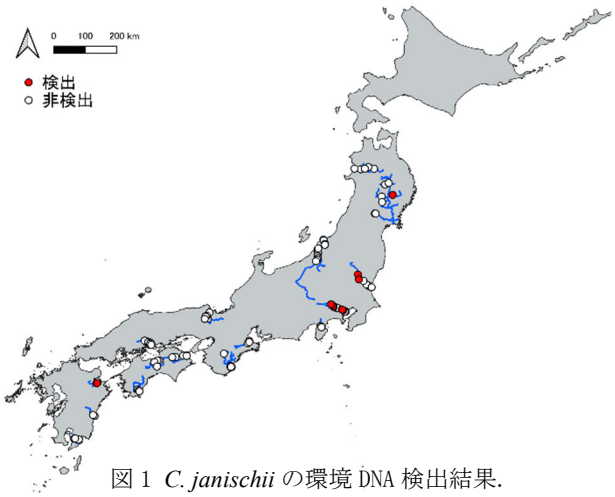


図 1 *C. janischii* の環境 DNA 検出結果.

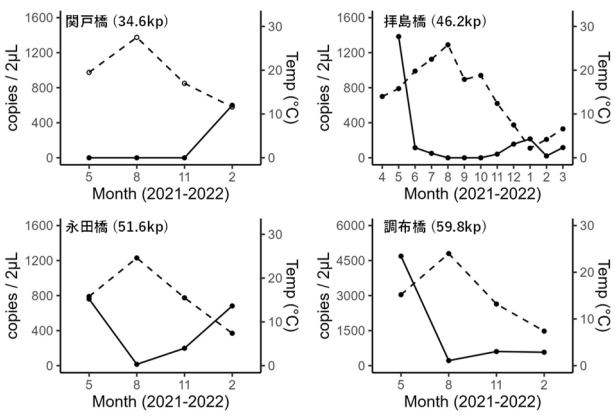


図 2 多摩川における *C. janischii* のコピー数の季節変化．実線：環境 DNA コピー数，破線：水温.

〈参考文献〉Kato-Unoki, Y., Mayama, S., Kurihara, A., & Minamoto, T. (2024). Development of specific detection assays from environmental DNA of invasive diatom *Cymbella janischii* in Japan. Limnology, 1-8.

PCR 効率を用いた環境 DNA 分析不調実態の定量的な評価

村岡敬子[1)]、菅野一輝[1,2)]、釣健司[1)]、田中孝幸[1)]

1. 国研　土木研究所、2.(株)建設環境研究所

1. はじめに

河川や湖沼の水といった環境中に含まれる生物の DNA を利用する環境 DNA 分析では、サンプル中に含まれる DNA 以外の物質が PCR を阻害し、分析不調を引き起こす場合がある。その原因物質には天然由来のものも多く、種類も多岐にわたるため、調査時にその影響を完全に排除することは困難である。河川管理の現場における環境 DNA の活用を想定した場合、分析不調は業務の円滑な進行の妨げとなるだけでなく、生物情報の欠損につながる恐れもある。そこで本研究では、河川やダムにおける環境 DNA の分析不調の傾向について、PCR 効率による定量的な評価を行った。

2. 材料および方法

全国の地方整備局の協力を得て、定期水質調査等を通じ地点や季節の異なるのべ 1,094 サンプルを収集した。各サンプルは、孔径 0.45μm のメンブレンフィルターを使い全量(1L)をろ過し、残渣から QIAGEN 社製 DNeasy Blood & Tissue Kit を用いて DNA を抽出した。抽出した DNA 2μL に、ニッポンジーン社製インターナルポジティブコントロール（以降 IPC）2μL（40 copy/μL 相当)を加えたものをテンプレートとし、Thermo Fisher 社製 Power SYBR™ Green PCR Master Mix を用い、同社製 qPCR 装置 StepOne で定量 PCR（20μL 系 4 反復）を実施した。各サンプルの PCR 効率は、IPC 40copy のスタンダードサンプルの Ct 値を用いて算出した。

3. PCR 効率による分析不調の評価

多摩川では、分析不調が生じやすいとされる汽水域にあたる下流 2 地点の PCR 効率が通年低くなるとともに、5 月には上流域を含む多くの地点で、他の月よりも PCR 効率が低くなった(図-1)。PCR 効率のレベルは河川やダムによって異なるものの、多くの河川では春夏にかけて低くなり（図-2)、灌漑や出水の影響が考えられた。ダムではダム湖内の PCR 効率がダム流入部やダム下流よりも低い傾向を示し、微細粒子の影響が考えられた。また、分析効率が 0.2 を下回ると MiFish 分析が不調となる傾向がみられた。このように、PCR 効率を用いることで、河川やダムにおける環境 DNA 調査の際の分析不調の傾向を客観的に捉えることができた。今後、分析不調の予測・回避に向けて水質データや降雨の状況などを踏まえた精査を進めるとともに、分析不調を回避するためのサンプルの取り扱いについても比較実験を行う予定である。

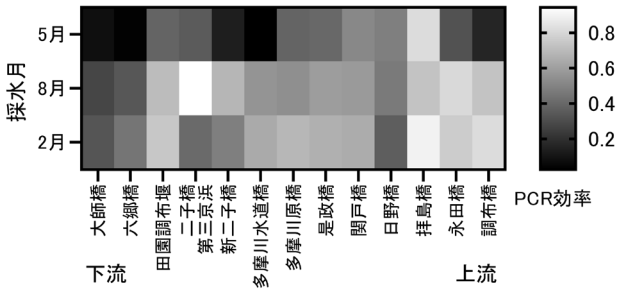


図-1 PCR 効率の分布（多摩川）

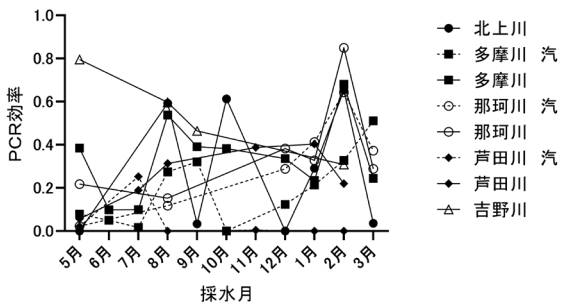


図-2 PCR 効率の年間変動（抜粋）

環境 DNA を用いたセトウチサンショウウオ(*Hynobius setouchi*)の生息に影響する環境要因の推定

松本奈々[1)]，坂田雅之[2)]，國政祐太[3)]，山本優奈[3)]，源利文[3)]
1)神戸大学国際人間科学部，2)北海道大学大学院農学研究院，3)神戸大院・人間発達環境学

1. はじめに

淡水域における生物多様性の喪失は，地球規模で極めて深刻な状況であり，保全が急務である．中でもため池は希少生物のレフュージアとしても機能しており，多様性保全において重要とされる．六甲山系の神戸市北区小河地区のため池群では，絶滅危惧Ⅱ類に指定されたセトウチサンショウウオ(*Hynobius setouchi*)の生息が確認されている．セトウチサンショウウオは，小型の止水性サンショウウオであり，近畿地方西部，中国地方東部，四国地方東部といった瀬戸内海を囲む範囲に広く生息していることが確認されている．しかし，本種の保全に必要な繁殖場所や幼生の成長場所に関する基本的な情報は十分にわかっていない．そこで本研究では，従来手法に比べ簡便かつ非破壊的，非侵襲的に生息の把握を行うことができる環境 DNA 分析手法を用いて，本種の生息に影響する環境要因を推定することを目的とした．

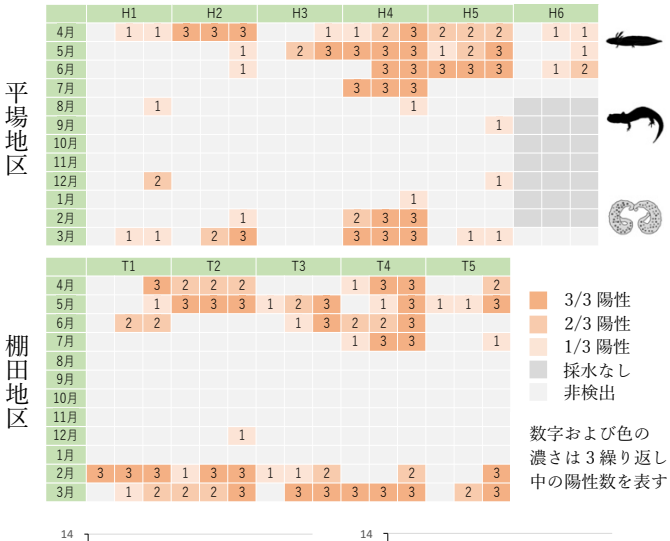
2. 方法

セトウチサンショウウオの分布域及び生息に影響する環境要因を把握するため，環境 DNA 分析及び水質調査(水温，pH，電気伝導度，溶存酸素濃度)を行った．調査地域は，六甲山系の山林（以降平場地区と呼ぶ）内の 6 箇所(H1~H6)，耕作放棄された棚田（以降棚田地区と呼ぶ）区域内の 5 箇所(T1~T5)の合計 11 箇所のため池である．いずれも棚田として稲作に用いられていた地区であるが，平場地区は耕作放棄されてから約四十年経過して山林化しており，棚田地区は放棄されてから数年経っているが，山林化しておらず草本類が多い地域である．また，本種の DNA 検出の季節性を検証するため，2023 年 4 月から 2024 年 3 月までの 1 年間にわたり，合計 12 回の調査を実施した．各ため池の 3 箇所で採水し，セトウチサンショウウオの種特異的検出を行った．

3. 結果と考察

環境 DNA 分析の結果，調査をしたすべてのため池から本種の DNA が検出された(表 1)．1 月上旬~4 月上旬の繁殖期に DNA が検出されたことから，11 地点すべてのため池が繁殖に利用されていることが明らかとなった．しかし，一部のため池では，幼生が生まれ成長する春から初夏に本種の DNA が検出されるものの，幼生が上陸する直前の 7 月には検出されなくなった．H1，H2，H3，T2，T5 では 6 月に脊椎動物の生残に影響を与えるとされる溶存酸素濃度 4mg/L を下回り，DNA 検出率も低下した(図 1)．セトウチサンショウウオの分布を規定する要因を解明するために，応答変数に環境 DNA の検出/非検出，説明変数に水質項目，ランダム項に採水月，採水地点を入れた一般化線形混合モデル（GLMM）による解析より，溶存酸素濃度が低下すると本種の DNA 検出確率が有意に下がることが示された($p = 0.015$)．このことから，夏場にかけての溶存酸素濃度の低下がセトウチサンショウウオの幼生の生残に悪影響を与えている可能性が示唆された．

表 1 セトウチサンショウウオの環境 DNA 検出結果



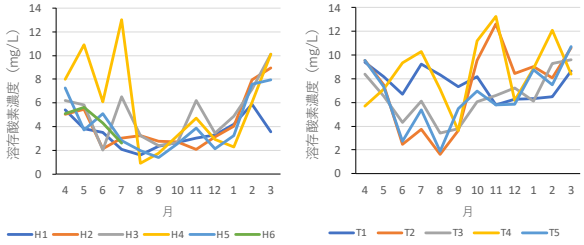


図 1 溶存酸素濃度の推移(左は平場地区，右は棚田地区)

ダムの魚道必要性検討における環境 DNA を用いたイワナ属在来個体群の検出

伊豆凛太郎 1)、榊原貴之 1)、渡辺有紀 1)、真木伸隆 1)、佐原雄二 2)
1)パシフィックコンサルタンツ（株）、2)弘前大学名誉教授

１．はじめに

青森県鰺ヶ沢町のダムでは、魚道が設置されていないことから、河川縦断方向の移動阻害が指摘されており、特にダム上流域のイワナ属個体群の減少および遺伝的多様性の劣化の懸念について地域住民によって問題提起されていたが、調査コスト及び安全面の課題から魚類採捕調査が行われていなかった。

今回、魚道設置の必要性検討において、環境 DNA を用いた魚類調査を行うことにより、安全かつ効率的にイワナ属魚類の生息実態を把握し、検討に必要な情報を取得することが出来たため、事例として報告する。

2. 調査方法

魚類の分断状況、ダム上下流におけるイワナ属個体群の生物量の差異、上流のイワナ個体群の遺伝的多様性について実態を確認するため、環境 DNA 分析を実施した。ダム下流部および上流部の各 1 地点において試料水を採水した。源流域であることから魚類の生息密度が低いことが予想されたため、採水量は 1 地点あたり 2L とした。

分析方法は原則として「環境 DNA 調査・実験マニュアル Ver.2.2」（環境 DNA 学会,2020.4.3 発行）に従った。分析は、メタバーコーディング法及び、イワナ属を対象とした種特異（定量 PCR）分析法、ハプロタイプ分析法の 3 つの分析手法を用いた。

3. 調査結果

1)メタバーコーディング法

ダム下流で 3 種、ダム上流で 2 種の魚類が検出されており、ダム下流でのみタイヘイヨウサケ属の一種（サクラマス（ヤマメ）の可能性が高い）を検出した（表 1）。

表1 検出された魚類リスト

学名	和名	ダム下流	ダム上流	備考
Cottus pollux	カジカ	○	○	
Oncorhynchus sp.	タイヘイヨウサケ属の一種	○		サクラマス（ヤマメ）の可能性が高い
Salvelinus sp.	イワナ属の一種	○	○	

2)種特異分析

ダム上下流における分析の結果、ダム上流の方が下流に比べてイワナ属のコピー数が多かった（図 1）。ダム上流の採水地点は湛水域であったため、結果にはさらに上流から流下したイワナ属の環境 DNA が含まれている可能性があるが、ダム上流ではイワナ属の生物量が少ないという状況は見られなかった。

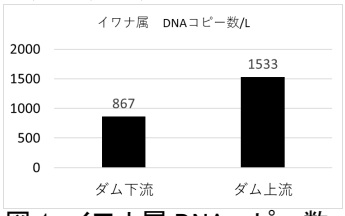


図 1 イワナ属 DNA コピー数

3)ハプロタイプ分析

ダム上流で検出されたイワナ属の配列が、青森県の在来個体群と考えられる「青森県奥入瀬川で採取された個体群」のハプロタイプと一致した。ダム上流には当該地域固有のイワナ属が生息する可能性が高く、上流域に在来個体群が維持されている可能性が示唆された（表 2）。

表 2 イワナ属のハプロタイプの検出数

採水地点	検出配列数	備考
ダム下流	0	※
ダム上流	1	青森県奥入瀬川

※ダム下流ではハプロタイプが検出されなかったが、阻害物質の影響や、メタバーコーディング、種特異分析に比べ増幅効率が低い事の影響が考えられる

４．考察

河川横断構造物は、魚類の移動障壁として生息地の分断や個体群の絶滅リスク上昇等の負の影響がみられる一方、外来魚等の拡散を食い止めるという対極の効果も持ち、魚道のむやみな設置や構造物の撤去は被害の拡大にも繋がりうる（今村ら 2019）。当ダムが位置する河川の下流部では、地元漁協により毎年ヤマメの放流が実施されているため、魚道の設置はヤマメの生息域をダム上流部まで拡大させ、イワナ属在来個体群との競争を引き起こす懸念がある。また、当ダムの集水面積はイワナ在来個体群の維持に十分な面積が確保されていると考えられたため、上流部の個体群保全の観点から当ダムにおいては、魚道の設置は不要であると結論付けた。

今回の事例では、採捕調査の困難な渓流部で魚道必要性の検討に有用な情報を安全かつ低コストで取得できた結果となった。

<参考文献>

・今村彰生・速水花奈・坂田雅之・原利文 (2019) 河川横断工作物とニジマスが北海道のイワナ属の生息に与える影響：環境 DNA 分析の結果をもとに. 保全生態学研究 24:71-81.

環境 DNA 定量メタバーコーディング分析による検出魚類相の周年変化

野村 七重[1)]、渡部 健[1)]、長野 和也[1)]、地引 汰一[1)]、蔭山 敦士[2)]、角田 直輝[2)]、岩下 拓磨[2)]
1）パシフィックコンサルタンツ（株）、2)国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所

1. はじめに

環境 DNA 分析では、一般的には対象魚種の活性が高まる時期に検出率が高くなると考えられているが、魚類は種ごとに様々な生活史を有し、活性が高くなる水温や繁殖期も異なる。このため、環境 DNA 分析により水域の魚類相の網羅的把握を目的とする場合、調査（採水）時期の選択が検出種数に大きな影響を与えると考えられるが、検出種の周年変化に関する知見は少ない。そこで、本研究ではダム湖周辺の淡水河川をモデルとして、環境 DNA 分析を周年で行うことで、検出種の季節変動パターンを把握し、効果的なサンプリング時期を抽出することを目的とする調査を行った。その際、定量メタバーコーディング分析を利用することにより、魚種ごとの環境 DNA 濃度の季節変化を把握し、流域の魚類相を効率的に把握する調査時期選定に関する知見が得られたので報告する。

2. 調査方法

矢作ダム周辺の河川に 7 箇所の調査地点（図 1：D1～D7）を設定し、1 月、4 月、6 月、8 月、10 月、12 月に採水を実施した。各調査地点でポリエチレン容器に約 1L、河川水を採水した。採水後すみやかに DNA 分解抑制薬剤（オスバン）を投入し、冷蔵状態で実験室まで運び、グラスファイバーフィルターを用いて吸引ろ過を実施した。その後、フィルターから DNA 抽出を行い、抽出された DNA は分析まで-25℃で凍結保存した。分析では、1stPCR で解析領域（MiFish 領域）を増幅し、この段階で既知濃度に調整された内部標準 DNA を添加した。2ndPCR では、サンプルを識別するためのタグ配列とシーケンサー解析用の配列を付与し、増幅後、非特異的な増幅産物を除去・精製し、終濃度が 11pM となるように最終ライブラリーを調整した。濃度調整済みサンプルについて次世代シーケンサーを用いて DNA の配列情報を取得した。取得した配列に対し、プライマー領域の削除、ノイズ除去等を行い、データ解析対象の配列を作成した。代表配列を解析する OTU 解析を行い、その後、USEARCH global を用いて得られた配列をデータベース（MitoFish,NCBI 等）と照合して種名の割り当てを行い、魚種リストを作成した。

3. 結果

各地点とも、魚類の活性期である 4 月～10 月で検出種数が多くなった（図 2 上段）。特に 6 月もしくは 10 月（活性期の初夏季および秋季）に検出種数が最大となる地点が多かった。また、冬季（12 月～1 月）は検出種数が低下し各地点とも、1 月もしくは 12 月(冬季)に検出種数が最小となった。全魚類合計の環境 DNA 濃度（全環境 DNA 濃度）は、いずれの地点でも多くの淡水魚類の活性期である 4 月～10 月に濃度が高くなり、6 月から 10 月に最大となった。また、いずれの地点でも多くの淡水魚類の非活性期である 12 月～1 月に濃度が低下し、1 月に最小となった。これらの傾向は、多くの魚種で共通して見られたが、異なる挙動を示す魚種もあった。矢作川本川のダム下流に設定した地点（D1、D2、D4、D5）の通期の検出種数はいずれも 35 種から 38 種であり、地点間で大きな差はなかった。一方、全環境 DNA 濃度は、支流（明智川）の合流点より下流側に設置した地点（D1、D2）と上流側に設置した地点（D4、D5）とでは大きく異なり、合流点より上流側では、下流側に比べ濃度が著しく低くかった（図 2 下段）。

4. 考察

分析の結果、検出種数は、いずれの地点でも大きな季節変動がみられたが、共通して冬季は検出種数が大きく低下する傾向がみられた。冬季は、全環境 DNA 濃度も大きく低下していたことから、冬季の検出種数の低下は、魚類の活性が低下し、放出される環境 DNA 量が減っているためであることが強く示唆された。一方、検出種数は、いずれの地点でも魚類の活性期である 4 月～10 月は相対的に高い値となり、特に、6 月もしくは 10 月に検出種数が最大となった地点が多かった。6 月と 10 月の 2 回の調査による合計検出種数の、通年（6 回）の調査による合計検出種数に対する割合は、平均 90.2%（82.1～100%）となった。単年の調査結果ではあるが、矢作ダム周辺の河川では、6 月（初夏季）および 10 月（秋季）の 2 季の調査により、魚種が効率的かつ網羅的に把握できる可能性が示された。今回の調査でダム下流に設定した地点において、通期の合計検出種数では大きな差がなかったが、全環境 DNA 濃度では大きな差がみられるケースが確認された。これは、定量メタバーコーディング分析が、種の検出のみでは把握できない、魚類の生息環境（状況）の異質性を捉えることができる可能性を示すものである。

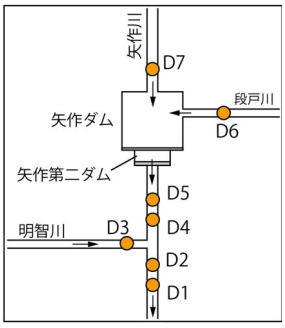


図 1　調査地点位置図

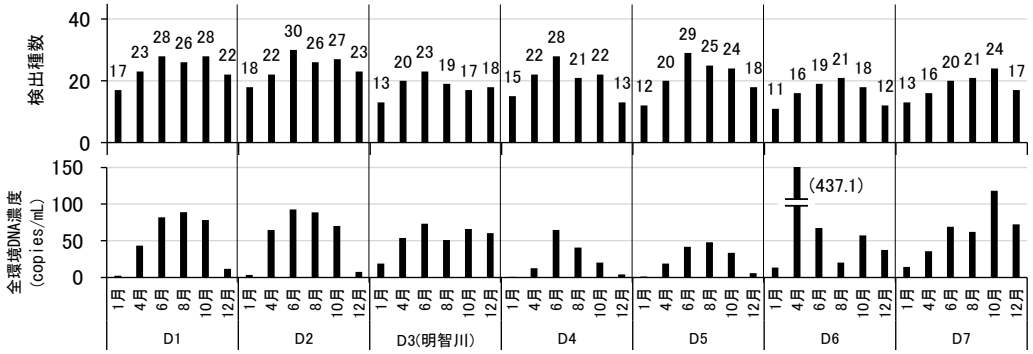


図 2 調査地点・採水月別の検出種数（上段）・魚類全環境 DNA 濃度（下段）

DNA 存在形態を考慮した濁水における環境 DNA 回収の検討

○三上優貴 1)，徐晨 2)，糠澤桂 3)
1)，2）宮崎大学大学院工学研究科，3）宮崎大学工学部

1. はじめに

環境 DNA（eDNA）の検出可否は生物・環境的な条件に左右される．環境中の eDNA の粒径・存在形態は多岐に渡っており，特に濁水中では懸濁物質との吸着により eDNA の粒径が増大することが報告されている 1)．しかし，研究報告は少なく，基礎的な知見の収集に留まっているのが現状である．そこで本研究では，eDNA の存在形態として細胞外，細胞内，吸着 DNA を考慮して，懸濁物質の量・質が異なる条件下における挙動を室内実験により明らかにすることを目的とした．これにより，濁水条件の違いが存在形態の異なる eDNA の挙動に与える影響を評価した．

2. 方法

本研究では，蒸留水および研究用に飼育しているコイ（*Cyprinuscarpio*）の水槽水と河川で採取した土砂を混合して，5段階の目標濁度を設定した実験を行った．試料水作成において，水槽水500 mLと乾燥土砂（焼却無し）および焼土（焼却有り）を約750 rpmで10分間撹拌し，目標濁度（土砂重量）として0・20（0.5 g）・50（1.0 g）・100（2.5 g）・200（4.0 g）ppmの水試料を作成した．eDNA濃縮において孔径0.7 µmと2.7 µmのガラス繊維ろ紙（GF/FとGF/D;ワットマン社）を使用してそれぞれ480 mLの通水量で吸引ろ過を行った．ろ過終了後，DNeasy PowerSoil Pro Kit（QIAGEN社）を用いてキットのプロトコルに従い，ろ紙からDNAを抽出した．その後，デジタルPCRによりeDNA濃度の定量を行った．Branodão-Dias *et al.*（2023）の手法に倣い，濁度200 ppm（焼却無し）の水試料において阻害性の評価を行った2)．また，作成した水試料においてpH，電気伝導率（EC），水温，濁度，全有機炭素（TOC），総窒素（T-N）を測定した．強熱減量は焼土と乾燥土砂の重量の差を求めることにより算出した．データ解析では，一般化線形モデル（GLM）を用いて，eDNA濃度と環境要因（濁度，EC，pH，TOC，T-N，水温）の関係を評価した．さらにモデルにおいて濁度とTOC，濁度とろ紙の交互作用を考慮した．AICが最小となる変数の組み合わせをベストモデルとして評価に用いた．

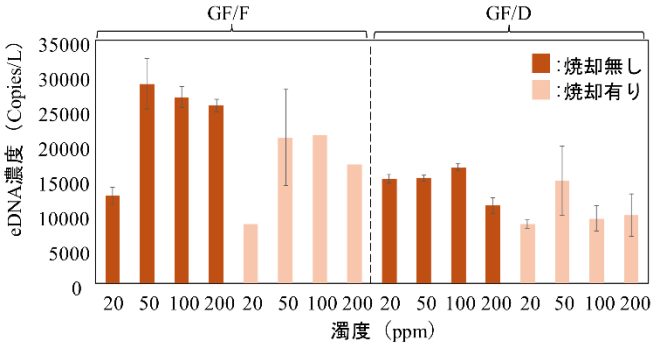


図-1　平均 eDNA 濃度と標準誤差

3. 結果と考察

PCR における阻害性の評価を行った一部の水試料において，阻害が確認された．この理由として，採取土砂における腐植物質が原因と推察される．図-1 にコイの eDNA 濃度の定量結果を示す．GF/F を用いた水試料の平均 eDNA 濃度は 8467～28765 Copies/L，GF/D を用いた水試料において 1771～16714 Copies/L の範囲であった．よって，濁質を有する水試料に対して，GF/F を用いた濃縮のほうが孔径の大きい GF/D よりも eDNA を回収できることが示唆された．濁度の増加に伴い eDNA 濃度が増加したが，100 ppm を超える高濁度条件下では濃度が低下する傾向が見られた．これは，小さな eDNA の吸着によってろ紙に捕捉される成分が増加したことと，高濁度条件下における PCR 阻害物質の増加が原因と推察される．GLM を行った結果，AIC 最小となる変数として濁度，TOC，ろ紙の種類，濁度と TOC の交互作用が採用された．濁度，TOC とろ紙の種類において正の効果，濁度と TOC の交互作用において負の効果が確認された．

参考文献

1) Barnes, AM., Christopher, Lindsay. W., Jerde, L. C., Mahon, R. A., Turner, R. C., Lodge, M. D.：Environmental conditions influence eDNA particle size distribution in aquatic systems, *Environmental DNA*, Vol.3, No.3, pp.643-653, 2020.
2) Brandão-Dias, F.P.P., Tank, L.J., Snyder, E.D., Mahl, H.U., Perers, B., Boslster, D., Shogren, J.A., Lamberti, A.G., Bibby, K., and Egan, P.S.: Suspended Materials Affect Particle Size Distribution and Removal of Environmental DNA in Flowing Waters, *Environmental Science & Technology*, Vol.57, pp. 13161-13171, 2023.

宮崎県小丸川水系における水文モデルと環境 DNA を用いた生物量推定

宮崎大学 ○野﨑康平[1)]，徐晨[2)]，糠澤桂[3)]
1），2）宮崎大学大学院工学研究科，3）宮崎大学工学部

1. はじめに

近年では，様々な種の調査に環境 DNA （以下，eDNA）分析が適用されている．存在量を評価する研究において，実験施設や閉鎖性水域では，eDNA 濃度とバイオマスや存在量に正の相関がみられる[1)]が，実河川においては相関のないケースが確認される[2)]．その要因として，eDNA の希釈，つまり放出源の生物量が同じでも流量の多い河川では eDNA 濃度が低下することが挙げられる．そこで本研究では，eDNA 濃度と流量データ，eDNA 放出率を組み合わせて，実河川においてアユ（*Plecoglossus altivelis*）とカマツカ（*Pseudogobio esocinus*）を対象に生物量を推定する手法の開発を目的とする．

2. 方法

宮崎県中部に位置する小丸川水系において調査を行った．調査時期は秋季・春季・夏季とし，下流から上流までの60地点において1 Lの採水を実施した（**図-1**）．カマツカを対象に行った室内実験においては，2個の60 cm水槽にそれぞれ2匹と1匹を放流し，eDNAの放出率を算定した．減衰率と放出率を算定するために，カマツカ個体を放流直後から24時間後までに水槽水を8回採水し，個体を水槽から取り除いた1時間後から24時間後までに水槽水を7回採水した．各水槽における採水量は0.5 Lとし，採水後30分以内に濾過を行った．現地または水槽から採取した水試料は，孔径0.7 μmのガラス繊維ろ紙（GF/F;ワットマン社）を用いて減圧濾過を行った．DNAの抽出はDNeasy PowerSoil Kit（QIAGEN社）を用いて既存のプロトコルに従いDNAを抽出した．その後，デジタルPCRによりeDNA濃度の定量を行った．eDNAの放出率と減衰率は既往の研究[3)]に倣い算出した．アユのeDNA放出率は既往の研究から得た解析に基づいて設定した．バイオマスあたりのeDNA放出率（e.g., copies / h / g）を室内実験より算出している6編を抽出した．このうち，対象種のアユと同じ遊泳魚の放出率の範囲は5.10×10^{4}～15.89×10^{6}，平均値は3.47×10^{6}であった．調査地点における流量データは，分布型流出モデル[4)]を用いて算出した．算出した各地点における流量とeDNA濃度を掛け合わせてeDNAフラックス（copies / s）を算出した．eDNAフラックスを各対象魚類の単位重量で除することでバイオマス量（g）を算出した．

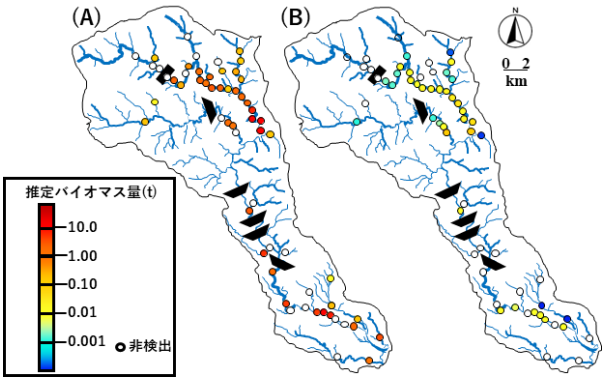


図-1　推定バイオマス量
（A）1 匹水槽放出率による春季のカマツカ
（B）放出率平均値による夏季のアユ

3. 結果

現地調査において採取した水試料より対象種の eDNA をポジティブと判定した地点数は秋季調査において，アユ 21 地点，カマツカ 29 地点，春季調査においてアユ 34 地点，カマツカ 41 地点，夏季調査においてアユ 38 地点，カマツカ 39 地点であった（**図-1**）．最終的なカマツカの単位重量当たりの平均放出率（copies / h /g）は，2 匹水槽は 3.35×10^{3}，1 匹水槽は 1.25×10^{4} となった．減衰率実験において非線形回帰モデルに基づいて算出された減衰定数（/ hour）は，2 匹水槽は 0.1614，1 匹水槽は 0.2847 となった．放出率の平均値より算出したアユのバイオマス量（t）は，秋季は8.65×10^{-5}～5.63×10^{-2}，春季は1.44×10^{-4}～8.78×10^{-2}，夏季は 3.54×10^{-5}～2.20×10^{-1} であった．1 匹水槽の放出率より算出したカマツカのバイオマス量（t）は，秋季は 4.10 $\times10^{-2}$～7.38，春季は 1.21×10^{-2}～16.45，夏季は 9.76×10^{-3}～25.23 であった．

参考文献

1) Takahara, T. et al.: Estimation of fish biomass using environmental DNA. *PloS One*, Vol.7, No.4, 2012.
2) 斎藤稔ら：徳島県日和佐川における河畔魚道の設置がアユの河川分布に及ぼす効果，河川技術論文集，第 26 巻，pp.379-384，2020.
3) Nukazawa, K. et al.: Simulating the advection and degradation of the environmental DNA of common carp along a river. *Environ. Sci. Technol.* 52, 10562-10570, 2018.
4) Mineda, H. et al.: Assessing environmental flow alterations induced by dams and climate change using a distributed hydrological model at catchment-scale. *Journal of Water and Climate Change*. Vol.14, No.12, pp.4821-4863, 2023.

降雨時における水文・水質特性を考えた環境 DNA による陸生種調査の検討

○徐晨 [1)]，糠澤桂 [2)]
1）宮崎大学大学院工学研究科，2）宮崎大学工学部

1. はじめに

これまで，環境 DNA（eDNA）の調査対象は水生・半水生種がほとんどだったが，陸生種が水源における水浴や排泄に伴い DNA を水中に放出し，eDNA として検出可能になることが報告されている [1)]．しかし，陸生種が水域と接触する機会が少ないかつ不規則であるため，対象種が実際に存在していても，水域において eDNA を検出できないことが課題である [2)]．そこで本研究は，降雨時に発生する表面流出により，自然河川との接触がない畜産動物（ウシ）の eDNA が水域で検出可否を評価し，検出に関する要因を分析した．

2. 方法

調査領域は宮崎市内を流下する清武川水系の3支流；水無川，岡川，田上川と田上川に接続する用水路とした．調査は2021年9月～2023年6月の降雨直後において，合計6回実施した．eDNA調査のために2 Lの採水を2反復で実施した．降雨時における高濁度のサンプルをろ過する際に閉塞が問題となるため，孔径0.7 μmと2.7 μmのガラス繊維ろ紙（GF/F，GF/D；ワットマン社）を使用してそれぞれ1 Lの通水量で吸引ろ過を行い，両者におけるろ過効率や回収率も評価した．ろ過終了後，DNeasy PowerSoil Kit（QIAGEN社）を用いて，ろ紙からDNAを抽出した．その後，ミトコンドリアのシトクロムb（Cytb）領域を標的とするプライマーおよびプローブ[3)]を使用し，対象種であるウシのeDNA濃度を定量した．また，正規分布の確率曲線を用いてハイエトグラフをフィッティングし，正規分布のパラメータ（平均値μと標準偏差σ）を降雨イベントの特徴を表す変数として利用した．その後，正規分布に従った一般化線形混合モデル（GLMM）を用いて，対数化したeDNA濃度を目的変数，各環境要因（e.g., μ，σ，濁度）を説明変数，地点をランダム変数とし，eDNA濃度と各環境要因との関係を評価した．モデリング前に，Generalized Variance Inflation Factor（GVIF）を用いて，各説明変数間の多重共線性を調べた．

3. 結果と考察

調査時期別のeDNA濃度として，2021年9月期に855～8267 Copies/L，11月期に0～1350 Copies/L，2022年5月期に250～3801 Copies/L，9月期に0～2934 Copies/L，11月期に4807～399185 Copies/L，2023年6月期に0～1040 Copies/Lの範囲であり，47サンプルのうち42サンプルにおいて陽性を確認した．よって，全調査地点において，降雨時における河川水試料から，安定的に陸生種を検出・定量できることが分かった．ろ紙別の検出結果については，全体的に GF/F の方が eDNA を多く回収する傾向が見られた．表－1 に GLMM の結果を示す．eDNA 濃度に対して，σ，濁度，pH が有意な正の効果，水路距離が有意な負の効果を有していた．これより，降雨継続時間が長い条件において，eDNA の陸域から河川への流出・輸送が促進されることが示唆された．水路距離が長い条件において eDNA 濃度が低下する傾向は，陸域から河川に流入した eDNA が水路輸送に伴い生化学的な分解や沈降により減衰し，検出しにくくなることを示唆している．

表－1　一般化線形混合モデルの結果

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(>|z|)	
(Intercept)	-8.839353	3.296157	-2.682	0.00732	**
μ	0.0647521	0.068103	0.951	0.34171	
σ	0.5171631	0.198253	2.609	0.00909	**
濁度	0.0113739	0.005002	2.274	0.02297	*
ソース源-河川距離	0.0032812	0.002963	1.108	0.26806	
水路距離	-0.008985	0.003927	-2.288	0.02211	*
電気伝導度	-0.00095	0.005421	-0.175	0.86093	
pH	1.3971576	0.436643	3.2	0.00138	**
フィルター	0.9712289	0.354047	2.743	0.00608	**
濁度：フィルター	-0.00513	0.004279	-1.199	0.23057	

参考文献

1) Rodgers, T.W. and Mock, K.E.: Drinking water as source of environmental DNA for the detection of terrestrial wildlife species, *Conservation Genetics Resources,* Vol..7, pp.693-696, 2015.
2) Harper, L.R., Handley, L.L., Carpenter, A.I., Ghazali, M., Muri, G.D., Macgregor, C.J., Logan, T.W., Law, A., Breithaupt, T., Read, DS., McDevitt, AD., and Hänfling, B.: Environmental DNA (eDNA) metabarcoding of pond water as tool to survey conservation and management priority mammals, *Biological Conservation,* Vol. 238, 2019
3) Dooley, J.J., Paine, E., Garrett, D.S. and Brown, M.H.: Detection of meat species using TaqMan real-time PCR assays. Meat Science, Vol.68, No. 3, pp431-438, 2004

堆積物環境 DNA を用いた魚類相調査に関する基礎的検討

中尾遼平[1)]・岡田経太[1)]・坂田雅之[2)]・赤松良久[1)]
1）山口大学大学院創成科学研究科，2）北海道大学大学院農学研究院

1. はじめに

河川における環境 DNA 分析を用いた生物調査では，環境試料として主に河川水が用いられているが，近年，河川水とは異なる情報をもつ可能性のある河床堆積物についても注目され始めている．一方で，河川において河床堆積物が用いられてきたのは小規模河川等が多く，河川水辺の国勢調査が実施されているような一級水系などの大河川では検討されていない．本研究では，大規模河川における堆積物環境 DNA を用いた魚類相調査のための基礎的検討を目的として，河床堆積物からの環境 DNA 精製手法の適用および河川水との比較を実施した．

2. 調査方法

2023 年 10 月に山口県の一級水系である佐波川水系において，流程に沿って 3 地点(上流，中流，下流)の調査地を選定するとともに，各調査地内で左岸，右岸，流心の計 3 箇所(下流のみ左右岸の 2 箇所)のサンプリング地点を設けた(図-1)．各サンプリング地点にて，河川水 1L および河床堆積物の表層 10g を採取し，それぞれのサンプルから環境 DNA を精製した．DNA 精製には，河川水では Tsuji et al. (2022)を，河床堆積物では Sakata et al. (2021)のアルカリ法および Promega 社の Waste water DNA/RNA extraction kit とビーズ精製による手法(DC 法)を用いた．その後，MiFish プライマーを用いたメタバーコーディングによって魚類相を推定し，河川水や河床堆積物から検出された魚類の種組成の違いや特徴について考察した．

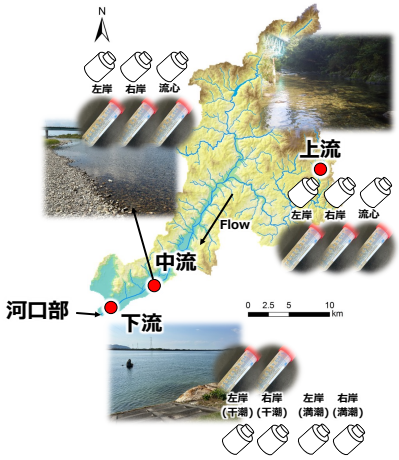


図-1 本研究の概要図

3. 結果と考察

環境 DNA 分析の結果，河川水で 50 種(満潮時を含めると 75 種)，堆積物で 33 種の魚類環境 DNA が検出された．また，堆積物の DNA 抽出法間では大きな差はなかったが，アルカリ法で若干種数が多くなる傾向がみられた(図-2)．堆積物で検出された魚種環境 DNA の大部分は河川水からも検出されており，堆積物よりも河川水のほうが魚類の多様性をより反映している可能性が示唆された．一方で，もっとも多様性の高い下流において，河川水で検出されず，堆積物でのみ検出された種もみられたことから，堆積物環境 DNA が河川水とは異なる DNA 情報を持つという点において，過去の研究事例と一致していた．また，この種は満潮時に河川水から検出された種であったことから，干潮時に堆積物を採取することで満潮時にのみ出現する魚類の多様性情報も得られる可能性が示された．しかし，個々の堆積物サンプルから得られている多様性情報は河川水に比べて少なかったことから，より高品質な情報を得るためにPCR阻害物質の除去などの手法の改善が必要になると考えられた．

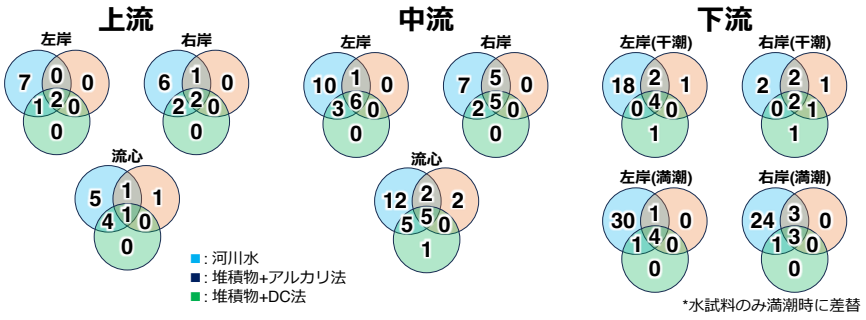


図-2 各流程の河川水および河床堆積物から検出された魚種数の比較

IoT インターバルカメラを用いたボタンウキクサの早期発見・早期駆除手法に関する検討事例

平中晴朗・四柳仁寿・城間洸貴・杉本嵩臣・山口賢一
いであ株式会社

1. はじめに

沖縄県糸満市にある農業用地下ダムの付帯施設である沈砂池において,外来性浮遊植物であるボタンウキクサ（特定外来生物）が大量に繁茂し,水質悪化への懸念やボタンウキクサの除去作業等に係る管理者負担の増大が問題となっていた.こうした状況を改善するため,当該沈砂池において通信機能付きインターバルカメラによる継続的な監視と早期防除対応を組み合わせた効率的な管理手法を検討した.本発表では検討内容と今後の展望について紹介する.なお本発表は農林水産省発注の令和５年度調査業務で実施した内容を再整理したものである.

2. ボタンウキクサの動態を把握するモニタリング手法の適応と防除対策

2.1 調査対象施設の概要

調査対象施設は,沖縄本島南部の糸満市に位置し,畑地かんがい用水の確保を目的に国営事業により造成された米須地下ダムの付帯施設として整備された沈砂池で,その規模は,深さ約 4.5m,面積約 3,500m²,最大容積は約 1.5 万トン,施設管理者は糸満市である.2021 年にボタンウキクサ（*Pistia stratiotes*）が初めて確認され,その後急速に水面を埋め尽くす状態となった.水質への悪影響を懸念した地元土地改良区が除去を試みたが改善には至らず,効果的な対策が希求されていた.

2.2 調査概要

調査で検証を試みた管理方法は,通信機能付きの自動撮影カメラ（TREL 4G-R IoT：高速 LTE 通信に対応）を沈砂池の周囲 3 か所（流入部・中央部・流出部）に設置し,ボタンウキクサの動態を遠隔監視しながら,重労働とならない程度に小まめな駆除作業を行うというもの.撮影間隔は 9:00,12:00,15:00 とし,撮影された画像データはメールアドレスに定期的に送信される.管理者は１日に１回状況を端末画面から目視で確認し,映像に映るボタンウキクサが水面を覆う割合を５段階の「浮草量」で示し駆除実施の判断基準とした.撮影期間は、2023 年 8 月～2024 年 2 月とした.

本手法は,侵入した浮遊植物が大繁茂に至らないように低密度に管理する対策であるため,水面を覆うほど大繁茂した場合は,一度大掛かりな駆除が必要である.本沈砂池でも,自動撮影カメラを設置する前の 2023 年 7 月に,沈砂池全体に繁茂するボタンウキクサの大規模な防除を実施している.防除後は映像を通した監視を継続し,５段階の判断基準に照らして 2023 年 8 月～2024 年 2 月までに概ね月 2 回の防除作業を実施した.

3. インターバルカメラによるモニタリングの現地適用性

調査期間を通じて、本種の浮草量が５段階のうちレベル 1（25%未満）で推移し、低密度の状況が維持されていることが確認できた.このことは,防除回数を重ねるごとに防除量が減少していることからも裏づけられる。防除頻度は、夏季は月 2 回程度実施したが、秋季から冬季（2023 年 11 月～2024 年 2 月）は月 1 回でも適当と判断された.撮影範囲は沈砂池の約 7 割であったが,ボタンウキクサの動態を日単位で把握する上では問題はなかった.この点は、モニタリング開始からしばらくは、実際の水面の状態も確認しつつ試験的にカメラの角度や配置を調整して、最終的な配置を決定すればよい.また,映像から,降雨時にボタンウキクサが流入する状況や,抽水植物帯に滞留していた株が風によって水面に拡散する状況についても把握することができた.

4. 今後の展望

以上のことから,ＩｏＴインターバルカメラの活用による早期発見・早期駆除手法は,ため池のような分画して管理可能な水域において侵入した外来性の浮遊植物を低密度に管理する効率的な手法として、現地に適用することが可能であると判断できた.今後さらに,施設管理者の負担軽減を図るため,自社では,現在,物体検出モデル（YOLO）等の AI を用いて,本種の早期発見を自動化するアラートシステムを構築中である.

特定外来生物ウシガエルの駆除トラップに用いる誘引餌の検討

中市純矢[1)]，勝原光希[1)]，中田和義[1)]
1）岡山大学大学院環境生命自然科学研究科

１．はじめに

北米原産のウシガエルは，1918 年に食用として日本に移入されて以降，現在までに全ての都道府県に分布域を拡大している（松井・森，2021）。ウシガエルは，侵入先の在来生物に対して，捕食などを通じて甚大な悪影響を及ぼしている（Hirai, 2004）。このため本種は，環境省と農林水産省により特定外来生物に指定されている。ウシガエルの成体の駆除に使用するトラップについては，アナゴ篭などが有効とされている（環境省，2014)。また，ウシガエルは夜行性のため，トラップを仕掛ける時間帯は夜間が推奨されている（環境省，2014)。しかしながら，本種の成体を捕獲するためのトラップに使用する誘引餌については，これまでのところ未検討である。トラップに用いることでウシガエルの成体を効率よく誘引できる餌の種類が明らかになれば，本種の捕獲駆除をより効果的に進めることが可能になると考えられる。そこで本研究では，本種が定着した池で野外実験を行い，ウシガエルの成体を効率的に捕獲可能な誘引餌を検討した。

２．材料および方法

本研究の野外実験では，ウシガエルを捕獲するトラップとして，環境省（2014）が推奨する市販のアナゴ篭を用いた。篭の中に入れる誘引餌は，釣り用として市販されているザリガニ型ルアー（大創産業株式会社製，クローワーム；色　スカッパノン）と市販の練り餌（マルキユー株式会社製，寄せ太郎；100 g）の 2 種類とした。ウシガエルが定着している池に 5 ヵ所の実験地点を設定し，2023 年 8 月から 2023 年 11 月にかけて計 23 回，ザリガニ型ルアーを入れたトラップ，練り餌を入れたトラップ，対照区として餌を入れないトラップを各実験地点に同時に仕掛ける実験を実施した。トラップの設置時間は一晩とし，トラップを回収した後，捕獲されたウシガエルの個体数と体サイズ等について記録した。

３．結果および考察

実験の結果，ザリガニ型ルアーで 71 個体，練り餌で 51 個体，餌なしで 46 個体の計 168 個体のウシガエルの成体が捕獲された。一般化線形モデルを用いて，ザリガニ型ルアー・練り餌・餌なし間で捕獲個体数を比較した結果，餌なしのトラップに比べてザリガニ型ルアーを用いたトラップでは，有意に多くの個体が捕獲された。一方で，餌なしと練り餌を用いたトラップ間では，捕獲個体数に有意差がなかった。以上から，ウシガエルの成体の駆除では，ザリガニ型ルアーを入れたトラップの設置が有効と考えられた。

４．文献

Hirai T. (2004) Diet composition of introduced bullfrog, *Rana catesbeiana*, in the Mizorogaike Pond of Kyoto, Japan. Ecological Research, 19: 375–380.

環境省（2014）特定外来生物ウシガエル　中国・四国版.
（https://www.env.go.jp/nature/intro/4document/files/r_bullfrog_shikoku.pdf．確認日 2024 年 7 月 2 日）

松井正文・森　哲（2021）新 日本両生爬虫類図鑑．サンライズ出版，彦根，232 pp.

ナガエツルノゲイトウ等の特定外来生物の駆除及び管理

益子理 1), 弓木麻記子 1), 菅原泰幸 1)
1) いであ株式会社

1. はじめに

ナガエツルノゲイトウ(学名:*Alternanthera philoxeroides* ）は南米原産の多年草で、川岸等の水辺に根を張り、主に水面上に茎や葉を伸ばす植物である。茎や根の数 cm の断片から容易に再生する。乾燥や塩分にも強く、畑地や海岸の砂浜にも生育できる。さらに茎は千切れやすいうえに軽くて水に浮く。千切れた断片は水の流れによって運ばれて水田・畦畔等に侵入する。このような繁殖力旺盛な植物が一度農地に入ってしまうと駆除することは困難である。本種の繁茂により、河川・水路の通水阻害、用排水機場の取排水障害、除塵機やポンプ等への負荷や詰まり、在来植物との競合、被覆下の溶存酸素量の低下・水質悪化、水生生物の生息環境の悪化、農地への侵入による収量減・収穫作業への影響など、様々な影響や被害が生じており、各地で大きな問題となっている。本種は、その繁殖力の強さ、生態系や農林水産業へ被害を及ぼす等の理由から外来生物法で『特定外来生物』に指定されている。

2. 駆除・管理方法

現状、本種の駆除は主に手作業による除去であり、大群落に対しては水草刈取船や重機等を使用し大規模に実施されている。機械による駆除では根や茎が残るため、手作業によるきめ細やかな除去作業が併用されている。しかし、本種は旺盛な繁殖力を有し再繁茂するため闇雲に駆除を行ってもすぐに再生してしまうことも大きな問題である。拡散防止策、再繁茂抑制対策、継続的な維持管理を含めた計画的な実施が駆除の成否を分ける鍵となっている。

3. 取り組み事例

今回の発表は、ナガエツルノゲイトウという植物の生態に関する「生態学」と、水草刈取船、重機の使用や水利施設運用と言った「土木工学」の双方の領域を同時に検討しながら、健全な水環境の整備や利活用・健全な生態系の持続に資する「人と生物の共存」を達成する行政活動が分野の垣根を越えて実践された応用生態工学の考え方そのものを体現した好事例である。

例えば千葉県では、地域の身近な水辺における問題解決のため、行政のみならず駆除作業者、駆除計画の立案・結果の評価を行う環境コンサルタント、地域住民や活動団体が連携し一丸となって解決に進んでいる。水深や周辺の植生繁茂状況から水草刈取船の活用と人力駆除を使い分け、効率的な駆除を実施している。事前に繁茂状況の調査を行い、優先順位や手法の選定など複数年にわたる駆除計画を策定しつつ、駆除成果から得られた知見を計画にフィードバックしている。一方で実際の駆除においては自然植生の中に入り込み駆除不能な場所では拡散しないように監視も必要となる。そのため、駆除後の維持管理の観点から地域での持続可能な水草管理の仕組みについても検討し、水環境保全の普及啓発や自発的な活動を支援する目的で、市民団体が外来水生植物を駆除する活動への補助事業も並行して実施するなど、行政と市民等での協力関係を構築し役割分担をしながら運用している。

4. 今後の展望

全国的に問題となっている本種をはじめとする特定外来生物への対応については、駆除・監視を効率的に行うとともに、被害のない低密度管理を実現するため、更なる効率化・順応的管理が求められる。また、現在駆除した植物体は該当する市町村での焼却処分が一般的であるが、今後は地球温暖化や地域資源の有効活用の観点から、バイオマス資源として活用し地域における資源循環につながる取り組みの発展に期待する。

ウルトラファイルバブル(UFB)水は水田外来雑草ヒメホテイアオイの生育を抑制するか？

Thapa Magar Srijana[1)], 藤野 毅[1)], 高崎寛則[1)], 澤田暢介[2)], 加村賢治[2)]
[1)]埼玉大学理工学研究科, [2)]株式会社丸山製作所

1. 背景と目的

無農薬水田は、環境負荷の軽減や農産物のブランド化に貢献することが期できるとともに生物多様性を保全する機能を有する。他方で埼玉県内の無農薬水田では外来種のヒメホテイアオイ *Heteranthera reniformis Ruiz* et Pavon（ミズアオイ科・アメリカコナギ属）が定着してしまい、毎年相当の労力を掛けて除去している(写真1)。そこで、外来種の生育を抑制する稲作の管理技術が求められている。近年、作物の生育を促進する技術として水中の溶存酸素を長期間保持することが期待できるウルトラファインバブル水（以下、UFB 水）の利用に注目が集まっている[1]。但し、過剰な酸素の供給は細胞の酸化を誘発させ、結果作物の生育を抑制する可能性もある[2]。そこで本研究はヒメホテイアオイの初期生長に及ぼす UFB 水の影響を調査する。

写真1 水田に繁茂するヒメホテイアオイ(埼玉県川島町)材料と方法

2. 材料と方法

UFB 水の生成は埼玉大学構内(35.86 N,139.60 E)に供給する水道水に株式会社丸山製作所製の MUFB ウルトラポンプ（名称 UP0290M-1）を接続して行った。生成される UFB の大きさは およそ100-200 nm の範囲であり、その数は 5.86e+07 +/- 4.83e+0個/ml と推定される。蛍光式溶存酸素計(HACK 社 HQ-30D)による溶存酸素濃度は6.8mg/L であった。ヒメホテイアオイの初期生育実験は大学構内のガラス温室に園芸用ポットを用いて砂に種をそれぞれ50個埋設し、a)UFB 水、b)UFB 水と純水の混合、c)純水の３種類に対して9日間の発芽状況を記録した。さらにヒメホテイアオイの苗木２本をインキュベーター内で２週間培養し、植物の成長として葉の枚数を観察した。条件は温度：30/25℃ 明暗周期：12/12時間とした。

3. 結果

ヒメホテイアオイの発芽は、播種後３日目から確認され、発芽率は４日目から７日目にかけて高くなり、８日目から９ 日目にかけて終わった。３つの使用水のうちUFB 水を含む２つの水が純水の場合と比較して６%低下した。

次に、２週間後の葉の枚数の観察結果は a)UFB 水、b)UFB 水と純水の混合、c)純水という順に多かったが、グループ間で有意差は見られなかった。

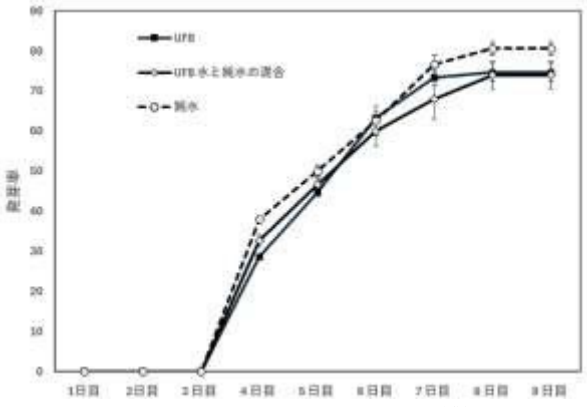


図1 種子の発芽に UFB の影響

4. 今後の予定

これまでの事例でUFB 水による様々な作物の成長促進効果が報告されているが、対象植物や実験条件による効果の度合いは不明である。今後は抗酸化物質の測定など様々な角度から評価する。

[補遺] 本研究は令和6年度 民間企業との共同研究「UFB を用いた持続可能な農業技術の開発」の一環として行われた。

[参考文献]

[1] Chirwa, W., Li, P., Zhan, H., Zhang, Y., & Liu, Y. et al., *J. Clean. Prod.*, **449**, 141629 (2024).
[2] Ikeura, H.; Takahashi, H.; Kobayashi, F.; Sato, M.; Tamaki, M. *J. Plant Nutr.* **40** (1), 115−127 (2017).

マルチビームソナーを用いた河川内魚類行動観測システムの試行

○林田　寿文[1)]、安形　仁宏[1), 2)]、大石　銀司[1)]、王　勇[3)]
1) 土木研究所自然共生研究センター、2)（株）建設技術研究所、3) 古野電気（株））

1．はじめに

河川における魚類の生息環境の評価をする上で、魚類生息量の把握はその一助となる。そのため、これまで潜水や水中カメラなどにより魚類の生息調査を行ってきたが、調査範囲は限られていた。そこで河川内のより広範囲での調査を可能にするため、広帯域マルチビームソナー（以下 MBES とする）に着目した。

MBES は、超音波を送受信することで、主に海域において魚群や海底地形の調査が可能な機器である。しかしながら、MBES は海域と比較して水深が小さく複雑な河床形状を有するなどの河川内の条件下における魚類調査手法としては確立されていなかった。本研究では、河川で MBES の試行を行い、MBES を適用する上での有効性の確認、課題・留意点を抽出することを目的とした。

2．材料と方法

シロザケなどの大型魚が確認できる千歳川 KP0.8 付近（水面幅約 70 m, 水深約 2 m）右岸に、MBES（WMB-1320F, FURUNO 社製）を設置した（2023/10/12, 12:19-15:59）。MBES は水深 1.0 m に設置し、対岸に向かって水平方向に超音波を送受信した（図 1）。解析は、主に強反射を測定するダイナミックレンジとして 8 dB を使用した。また補助としてノイズを含むが微弱な反射を測定する 32 dB も使用した。データは約 8 分間毎に出力し、8 dB で確認されたものの計測を PC 上で行った。これまで何も反応がなかった箇所でエコー強度が一時的に大きくなったものを魚類と推定、その内同一の対象が連続で反応しているものは移動を確認できるとし回数を算出した。ただし、MBES は個体識別を行う分解能がなく同一個体が何回も反応する場合があることから、本研究では延べ回数として整理した。

3．結果と考察

図 2 は距離別のエコー強度の平均値を時系列で並べたものである。魚類と推定したものは 431 回、その内移動も確認できたものは 231 回であった。調査中、水面には目視で確認できた流下物がほぼなかったことから、同様に水深 1m 付近にも流下物はないと判断し、本データはほとんどが魚類だと推察している。本調査では 2 回以上の乱反射により 10m 以遠のノイズが大きく、場所によって魚反応の確認が困難になった。

MBES を河川で使用する場合、水面や河床などが起因となる乱反射の影響範囲を少なくすることが重要となることがわかった。一方ノイズが少ない場合には、MBES の特性を考えると水深が大きく魚類調査が困難な淵や、濁った箇所でも、時系列変化などの確認手法として有効であると推察することができる。加えて、河川内での魚類調査に MBES が使用できると、魚類捕獲が不要になるなど少人化による省コストや、水中での作業がなくなる安全性の向上につながるメリットも挙げられる。今後、水中カメラや環境 DNA と組み合わせた計測を行い、魚種同定、遊泳速度の推定なども行う予定である。また、河川内でより精度良く計測するため、MBES の計測に望ましい水深や川幅などの適用条件を把握する必要もある。

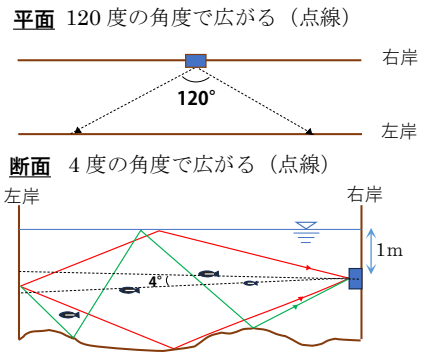


図 1 マルチビームソナーの超音波送受信イメージ

赤と緑の線は超音波の反射イメージ

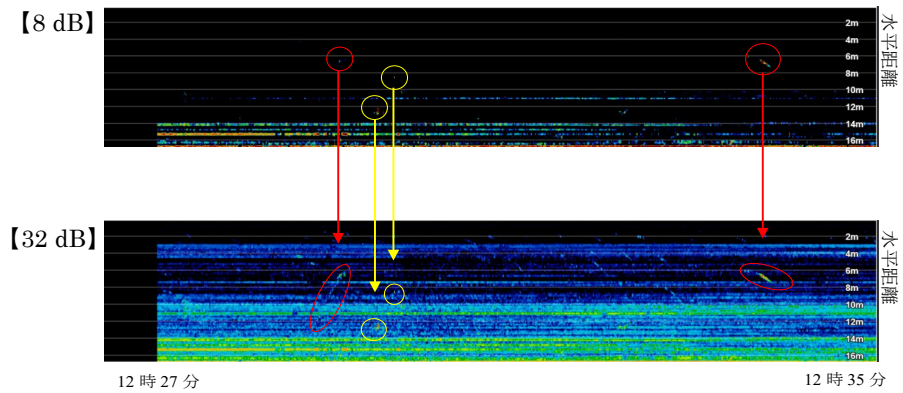


図 2 マルチビームソナーにおける距離別エコー強度の時系列変化の一例　(12:27～12:35)

○：確認された対象物，○：移動している対象物

河川には何本の樹木があるのか？：広葉樹林および竹林に適した航空レーザ計測データの処理手法

溝口裕太 [1)]，手塚透吾 [2)]，周月霞 [3)]，戸田祐嗣 [3)]，田中孝幸 [1)]
1)土木研究所，2)アジア航測，3)名古屋大学

1. はじめに

河道内の樹林は，洪水時の流下能力を左右するため，その繁茂状況を把握することは重要である．森林分野では，航空レーザ計測（ALS）によるモニタリングとその処理手法の開発が進められ，そこから求まる任意領域での樹木の位置，樹高，直径，体積などは資源管理の基礎情報となっている．また昨今，河川分野では定期縦横断測量としてALSが実施されるようになった．地形の把握を主目的としたALSデータではあるが，森林分野の処理手法の援用によって，河道内の樹林の効率的な把握に貢献することが期待される．

森林分野を中心に，これまで様々なALSデータの処理手法が提案されてきた．そのうち，局所最大値フィルタリング（LMF）は，森林資源管理での実装例が多く，比較的精度が高いこと[1,2]，広域なデータ処理を得意とすることから，河川分野にも導入しやすい処理手法である．その一方で，LMFは針葉樹人工林に多用され，河道内において大きな割合を占める広葉樹林や竹林での適用性の議論は十分とは言い難い．本報では，河道全域の樹林の包括的な把握に向けて，著者らが広葉樹林と竹林のそれぞれを対象に構築を進めてきたLMFに関して，既発表の研究成果[3-6]を整理し，概観することを目的とする．

2. 局所最大値フィルタリング

LMFによる樹冠の最高点（樹頂点）の抽出には，Digital Surface Model（DSM）などのラスタデータを用いる．その基盤となるALSデータは，3次元の位置情報を持つ点の集合（3D点群）である．そのため，LMFを適用する樹林の特徴に応じて，ラスタデータの種類と空間解像度を選択し，ALSデータからラスタデータを生成することになる．

LMFによる樹頂点抽出の概念を**図-1**に示す[3)]．LMFは，探索領域である円の直径としてWindow Size（WS）を選択した上で，探索領域の中心メッシュが極大値となるときに，そのメッシュを樹頂点として抽出し，樹木の位置とするものである．この処理をラスタデータのすべてのメッシュにおいて実行すれば，任意領域の樹木の本数を求めることができる．既往研究によると，針葉樹林では，ラスタデータの種類をDigital Canopy Height Model（DCHM），空間解像度を0.5m/pixel，WSを2.5～3.5mや樹高H（DCHM）の関数である$2.51503+0.00901H^2$とすることで，比較的精度よく樹頂点を抽出できることを報告している（**表-1**）[1,2]．

3. 広葉樹林および竹林に適した処理手法

著者らは，江の川や雲出川において，広葉樹林と竹林を対象に，LMFの構築を進めてきた[3-6]．その結果，**表-1**のように，河道内の樹林は，針葉樹林，広葉樹林，モウソウチク植林，マダケ植林に分類した上で，それぞれに適したラスタデータの種類と空間解像度，WSを選択し，LMFを実行すれば一定程度以上の精度を見込めることが明らかとなった．

このような**表-1**の違いは，樹林の特徴に依存しており，樹冠形状と樹林の密度から説明できる．モウソウチクとマダケは，樹頂点が明瞭であるなど針葉樹と樹冠形状は類似するが，高い密度で繁茂し，樹冠幅が小さい．そのため，針葉樹林に比べて高い空間解像度のラスタデータと，小さなWSを選択することが精度の向上に貢献する[3,4]．また，広葉樹は針葉樹と異なり，扁平な樹冠形状を持つため，樹頂点が明瞭ではない．そのため，ラスタデータとして標高差の小さな樹頂点付近を際立たせることができるDigital Canopy Ruggedness Model（DCRM）を選択することがLMFにおいて不可欠である[5)]．このように，河道内の代表的な樹林ごとに，一定程度以上の精度を有するLMFの処理手法を構築することができた．今後は，LMFを用いて河道全域の樹林を把握するとともに，それを初期値として洪水時の水理計算を簡便に実行できるスキームを構築する予定である．

謝辞：本研究の一部は，令和5年度河川基金助成事業（2023-5211-011）の支援を受けて実施された．ここに記して御礼申し上げる．

引用文献：1)Silva *et al.*: CJRS, 42, pp.554-573, 2016. 2)Popescu & Wynne: PE&RS, 70(5), pp.589-604, 2004. 3)手塚ら：土木学会論文集特集号(水工学), 80(16), 23-16023, 2024. 4)溝口ら：河川技術論文集, 29, pp.49–54, 2023. 5)手塚ら：応用生態工学, 印刷中. 6)周ら：土木学会論文集特集号(水工学), 80(16), 23-16057, 2024.

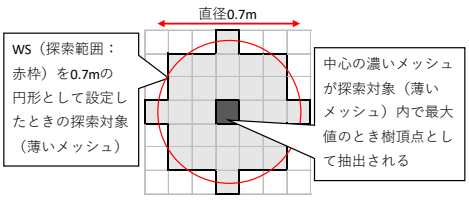


図-1 局所最大値フィルタリングによる樹頂点抽出の概念図[3)]

表-1 広葉樹林・竹林・針葉樹林に適した航空レーザ計測データの処理手法の例

		広葉樹林[2,5)] ヤナギ高木林　落葉広葉樹林 常緑広葉樹林　果樹園など	竹林[3,4)] モウソウチク植林	竹林[3,4)] マダケ植林など	針葉樹林（参考）[1,2)] 植林地（スギ・ヒノキ）常緑針葉樹林など
Raster	Type	DCRM	DSM	DSM	DCHM
	Resolution [m/pixel]	0.5	0.1	0.1	0.5
Window Size (WS) [m]		$1.22+0.29H$ $3.09632+0.00895H^2$	1.3～1.4	0.9 程度	2.5～3.5 $2.51503+0.00901H^2$
抽出精度 *F*-score（参考）		0.60～0.62	0.60～0.63	0.69	0.82～0.83

H: DCHMから求まる樹高

棚田ビオトープ間を繋ぐコルゲート管魚道における魚介類の遡上実態の解明

伊藤蓮哉[1)]，渡辺黎也[1)]・木村純平[2)]・佐川志朗[1)]

1)兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科，2)パタゴニア日本支社

1. はじめに

多くの淡水魚類は水田水域を自然湿地帯の代替環境として利用してきた．しかし，水田地帯の土地開発や圃場整備事業による水路のコンクリート化，水路と田面の水面差の拡大，乾田化により個体数が減少し，環境省レッドリスト 2020 では淡水魚類の 42%が絶滅危惧種に選定されている．放棄田や休耕田を活用したビオトープは，水田生態系に対し高い保全効果が立証されているが，魚類に対する効果について検証した研究は少なく（片山ほか 2020），ビオトープ間魚道については実証例，研究例は皆無である．また，水生動物にとってのビオトープ間の連続性は，生息場の選択性や遺伝的多様性を高めることが期待される．以上を踏まえ，本研究では棚田状のビオトープ間を繋ぐコルゲート管魚道を対象とし，魚介類の遡上実態の解明と魚道機能を評価することを目的とした．

2. 方法

調査は兵庫県立コウノトリの郷公園内ビオトープに 3 基存在するコルゲート管魚道（Φ300mm）のうち 2 基（図 1）において，周辺水田の代掻き時期であった 2024 年 5 月 21 日～5 月 31 日の 11 日間で行った．魚道の流入口に小型定置網（目合い 5mm）を 24 時間設置後回収し，採捕された魚介類は種及び体長を記録した．また魚類については，捕獲場所からの移動実態の把握のため St. A の採捕個体のみ 2mm 程度の切断標識を付けた．物理環境は魚道の流入口及び流出口の越流水深，6 割水深における流速を測定し，流量を算出した．さらに各魚道流入口横で水位計（HOBO_onset_U20L-04）により，1 時間間隔でビオトープの水位変動を計測した．

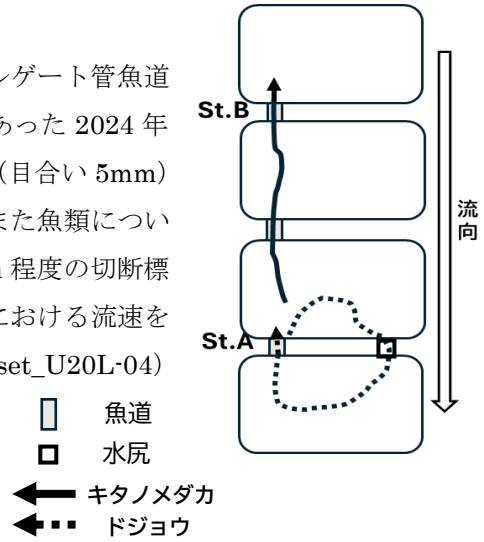


図 1　調査地の概略平面図

（注）St. A，St. B は調査魚道，実線，点線矢印は再捕個体の予想移動ルートを示す．

3. 結果・考察

魚類ではドジョウ，キタノメダカ，フナ属，タモロコ，及びモツゴが，その他ではミナミヌマエビ，アメリカザリガニ，ツチガエル，及びシュレーゲルアオガエル幼生が捕獲された．したがって，多くの魚介類が魚道を遡上しており，コルゲート管魚道は魚類以外の遡上にも機能することが明らかとなった．しかし，外来種であるアメリカザリガニの遡上には，留意する必要がある．また期間中，St. A でドジョウ 4 尾，St. B でキタノメダカ 1 尾が再捕された．これを踏まえ，前者は水尻から降下後，魚道を再遡上し，後者は複数のビオトープ間を遡上したと考えられた（図 1）．発表では田植え時期（6 月）及び 間断灌漑期（8 月）の結果も併せて，体サイズ別遡上個体数と物理環境との関係についても紹介する．

4. 謝辞

兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科の皆様に調査協力を頂きました．深くお礼を申し上げます．また，本研究は「リジェネラティブ・オーガニック(RO)な水田システムに関する研究」の援助を受け，行われました．

自動録音転送装置を用いたカエル類の省力的なモニタリング方法の検討

桑原実希[1)]，守山拓弥[1)]，平謙次郎[2)]，渡邉麻子[2)]，鵜澤茉矢[2)]

1）宇都宮大学農学部，2）株式会社ウエスコ

１．はじめに

水田水域に生息するカエル類の一部の種は，環境省や都道府県のレッドデータブック・レッドリストに掲載されている．さらに，カエル類は食物網の中位に位置しており，その減少は下位の栄養段階の餌昆虫や上位の捕食者に影響を与える．水田に生息するカエル類は農法の変化によりその生息数への影響を受けることが知られている．一方，近年大規模農家の増加や農政の変化等により水田に作付けする米の種類（食用米・飼料用米）や作付け時期が変化している．こうした変化は，水田での湛水時期の変化等を通じカエル類の生活史に影響を与えている可能性がある．そのため，作付けする米の種類や作付け時期が異なる複数の圃場を対象とし，カエル類の生息数と水田の湛水時期に関する知見の集積が必要である．しかし，一般的に用いられるモニタリング方法であるラインセンサス調査（以下，現地踏査）は時間と労力がかかるため，多くの圃場での調査を実施することは困難である．そこで，本研究ではカエル類の鳴き声を録音しスペクトログラムを表示，そして分析を行うことで現地踏査に代わる信頼性を保持しつつ省力的な調査方法の確立を目的とした．

２．方法

2-1 自動録音転送装置の設置：対象地は栃木県宇都宮市内の栽培品種と農事暦が異なる圃場とし，気象条件の違いによる差が生じないように同じ町内で約 2 ㎞以内の圃場を選定した．そして各圃場に，太陽光パネル，マイク，小型 PC，サイクルタイマー，バッテリー，Wi-Fi から構成される自動録音転送装置（以下，本装置）を設置した．毎日①20：00～21：00，②22：00～23：00，③0:00～1:00，④2：00～3:00 の計 4 回を録音し，録音した音声ファイルをクラウド上に転送した． **2-2 自動録音転送装置を用いた音声録音の分析：**クラウド上に転送された音声ファイルは，音声編集ソフトウェアを用いてスペクトログラムを表示し，mating call の聞き取りを，未確認（鳴き声は聞こえない），単数不連続（1 個体が鳴いている），少数不連続（2,3 個体が時間を空け鳴いている），複数不連続（4 個体以上が鳴きかわしている）の 4 段階で評価した（茂木（2021）を参考）．**2-3 現地調査による精度検証：**各圃場の畦畔を歩き，畦畔から見通すことのできる範囲の水田内や畦畔上にいるカエル類を目視で確認する現地踏査を月 6 回行った．その後，現地踏査によって確認できた個体数と先述した 2-2 で行う音声録音の分析結果との比較，精度の検討を行った．

３．結果及び考察

2024 年 1 月 15 日に仮設置を行い，不具合を調整したのち同年 3 月 25 日から 8 月 31 日まで調査を実施した．**3-1 音声ファイルの取得率：**各ステーションの取得率は，ST1　89.5%，ST2　96.8%，ST3　86.5%であった（6 月 15 日時点）．データの欠損要因は，Wi-Fi の不具合，強風による太陽光パネルからバッテリーにつながるコードの抜け落ち等である．**3-2 スペクトログラム表示による音声データの評価：**現時点で，シュレーゲルアオガエル（*Zhangixalus schlegelii*），ニホンアマガエル（*Dryophytes japonicus*），トウキョウダルマガエル（*Pelophylax porosus porosus*），ニホンアカガエル（*Rana japonica*），アズマヒキガエル（*Bufo japonicus formosus*），ツチガエル（*Glandirana rugosa*）が音声により確認された．現地踏査で個体が確認されなかった種の鳴き声も録音でき，繁殖のためだけに水田を利用する種の評価やイネの草丈が延び，視距が短くなることによる過小評価を防ぐことに有効であると考える．

４．今後の予定

現地踏査と音声調査による比較，録音の好適な頻度や時間帯の検討を行う予定である．

引用文献：茂木万理菜，守山拓弥，中島直久（2021）水田の水管理がトウキョウダルマガエルの再生産に与える影響，農業農村工学会論文集 89(2)，p. I_353-I_362

小型鳥類のモニタリングに適したトリガーカメラ用検知センサの検討

吉田彩乃[1)], 矢澤姫乃[1)], 山田浩之[2)], 北野雅人[3)], 佐野祐士[3)], 宮田弘樹[3)], 三輪隆[3)]
[1)]北海道大学大学院農学院, [2)]北海道大学大学院農学研究院, [3)]竹中工務店技術研究所

1. はじめに

生物多様性が急速に失われている危機的状況を受けて、その損失を回復させるネイチャーポジティブの実現に向けた活動が進められるようになった。それを背景に生態系全体の継続したモニタリングの需要が高まっている。

生態系モニタリングで一度に監視できる項目は限られるため、生態系ピラミッドの上位に位置し、地域の環境変化を反映しやすい鳥類がその対象となることが多い。最近では、そうした鳥類のモニタリングに、トレイルカメラ等のトリガーカメラを用いた自動監視が多用されている。トリガーカメラの検知センサには、動体の熱変化を検知する焦電型赤外線（PIR）センサが用いられているが、誤検知・検知漏れが生じやすいことが知られており、小型の動物、例えば小型鳥類では、検知率が低下し約 3 割しか検知されていないことが報告されている（Randler *et al.* 2018）。このことから、モニタリングデータの精度向上のためには、小型鳥類などの熱変化の小さい動物の検知に適したセンサについて検討を要するが、それを調べた事例は少ない。そこで、本研究では、従来用いられてきた PIR センサのほか動体検知に適した複数のセンサを選定し、鳥類のモデルを用いた屋内外での試験によって小型鳥類のモニタリングに適したセンサを選定することを目的とした。

2. 方法

一般的に動体検知用センサとして用いられる PIR センサ、ドップラーセンサのほか、室内の人の移動検知に用いられているカラーセンサ、超音波やレーザーの測距センサを用いて予備試験を行い、小型の動体検知に適したセンサの候補を選定した。その結果、Grove 調整可能 PIR モーションセンサ（Seeed Technology 社、以下 PIR）、TCS34725 カラーセンサ（ストロベリー・リナックス社、以下カラー）、24GHz ドップラーセンサ（日清紡マイクロデバイス社、以下ドップラー）を候補とした。候補としたセンサは何れも感度が調整可能であり、そのうちドップラーは対象物の接近と離反に分けて反応を出力することもできる。その候補のセンサをマイコン（M5stack Basic、M5stack 社）で製作したデータロガーに接続して検知結果を記録できるようにした。それらを用いて、複数の感度を条件に設定し、次の試験を実施した。動体には、ヒータ（設定 40℃）を内蔵した鳥モデルを用いた。この鳥モデルをセンサから 50cm離れた位置に設置し、Arduino Uno で制御したサーボモータにより 30 秒間隔で縦方向に動かすようにした（図 1）。なお、この鳥モデルの動作は、検知出力とともに先のマイコンに記録されるようにしている。この動作を 100 回繰り返すことで試験を実施した。各センサは、外気温や照度に影響を受けることが考えられたことから、先の試験を屋内と屋外でそれぞれ 3 回実施した。試験は、北海道大学農学部内実験室と同農場内で実施した。各センサの検知精度は、鳥モデルの動作のうち正しい検知が行われたことを示す再現率、検知出力のうち正しく検知されたことを示す適合率を用いて評価した。

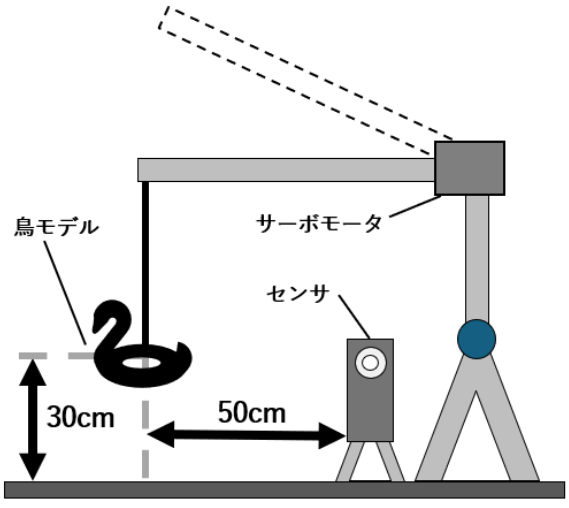


図 1 実験方法

3. 結果と考察

室内試験の結果、全てのセンサの再現率、適合率はともに最大で 100%を示した。PIR については感度を最大にした場合に再現率は高まるものの、適合率が低下する傾向があった。これは、誤検知が生じるためであった。ドップラーは、ある感度以上にした場合、再現率、適合率ともに概ね 100%を示した。

屋外試験の結果、直接太陽光がセンサに照射されるなど、照度の高い環境下でカラーの値が飽和し、検知できなくなることがわかった。このことから、太陽光が直接入射するような環境下では、カラーセンサをトリガーに用いることは困難と考えられた。

Assessment of Surface Water Area Changes in Inle Lake, Southern Shan State, Myanmar

La Minn Ko Ko [1)] 藤野 毅 [1)]
1)埼玉大学理工学研究科

Introduction

The Inle Lake, situated in Shan State, Myanmar, ranks as the country's second-largest lake, hosting a population exceeding 170,000 people in its vicinity. The primary livelihood of these inhabitants revolves around agriculture, with a notable emphasis on floating gardens. Renowned for its picturesque setting, diverse wildlife, and unique human cultures, the Inle Lake stands out as one of Myanmar's premier tourist attractions. Additionally, it serves as a crucial water source for one of the nation's significant hydroelectric complexes. Nonetheless, the lake faces severe threats from both natural and anthropogenic factors spanning several decades, posing risks such as the reduction of open water surface area and a potential decline in water quality (Lwin and Sharma, 2012). This study aims to concentrate on monitoring changes in the lake's surface water area, contributing valuable insights to the sustainable management of the land ecosystem.

Materials and Methods

Landsat 7 (2003-2012) and Landsat 8 (2013-2023) were obtained from the Earth Explorer website (https://earthexplorer.usgs.gov/) and used to examine changes in water surface area and overall land use/cover changes between 2003 and 2023.This study employed Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) through geospatial analysis tools such as ArcGIS. Based on the Inle region ground condition, 4 land uses were categorized (Water, Settlement, Agriculture and Forest). To validate the classification results, 200 sampling points were collected for each land class on the google earth pro. Then, maximum likelihood classification method was used to assess the accuracy of this research. Additionally, correlation with the surface water area changes of Inle lake and meteorological variables (such as rainfall (https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP_CLM/index.htm)and evapotranspiration(https://aquastat.fao.org/climate-information-tool/) was analyzed to understand which climatic variables contribute to the surface water area changes.

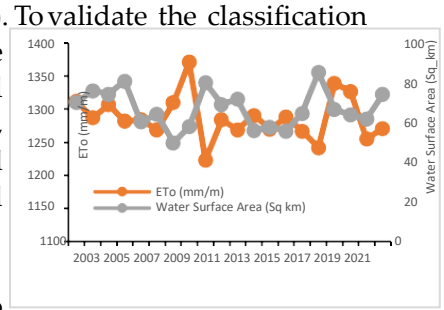


Fig 1: Evapotranspiration and Water Surface Area

Results

The study revealed noticeable fluctuations in the surface water area of Inle Lake over the two decades. The area varied significantly over the years, ranging from a minimum of 49.81 sq km in 2009 to a maximum of 85.15 sq km in 2018. There was no consistent trend of increase or decrease, indicating a complex interplay of factors influencing the lake's surface water area.The classification accuracy for the land use and land cover maps varied each year, with overall accuracy ranging from 0.58 (2018) to 0.88 (2015) and kappa values ranging from 0.337 (2018) to 0.806 (2015). Annual rainfall data, ranging from 291.27 mm in 2003 to 920.65 mm in 2010, showed high variability without a clear correlation to the water surface area changes. Rainfall data exhibited peaks in certain years but did not consistently align with the fluctuations in the lake's surface water area.

Conclusion

The surface water area of Inle Lake showed significant year-to-year fluctuations with no clear increasing or decreasing trend over the 20-year period. Rainfall and evapotranspiration showed no significant direct correlation with the changes in surface water area, suggesting that other factors, possibly anthropogenic activities or unexamined natural processes, might be contributing to the observed dynamics. These findings provide crucial insights into the spatial and temporal dynamics of Inle Lake's ecosystem, highlighting the need for continued monitoring and more detailed investigation into the underlying causes of these changes to support sustainable management strategies.

ドローン搭載カメラ画像からのモリンガの成長モニターと各基本成長比率の評価

王子健[1)], 藤野 毅[1,2)], 松永栄一[2,3)]
[1)]埼玉大学理工学研究科, [2)]埼玉グリーンインフラ SDGs 研究会, [3)] GPIC 合同会社

1. 背景と目的

モリンガは北インドが原産地で熱帯・亜熱帯に広く分布し、栄養価が高く、多くの途上国では一つの産業として栽培されている。本研究では、さいたま市緑区の見沼田んぼで栽培を試みたモリンガの成長過程を非破壊で評価することを目的にモリンガの成長モニターについて論じる。ここに NDVI はその成長観測の重要指標である。NDVI は通常、衛星リモートセンシングデータを使用して計算され、目標地域の緑色植生の成長状況を評価するために使用される。ここは衛星を頼れず、NDVI の代わりにドローン搭載カメラ画像からのモリンガ RGB 指数で成長観測を行う。また、直接測定データによりモリンガの各成長比率を計算して基本植物特性を評価する。

2. 材料と方法

図１に示すように、ARCGIS Pro にディープラーニング（ディープラーニングとは、画像上の特定の植物を選択してコンピューターに学習、訓練させ、その画像上のすべての特定の植物を自動的に選択することで、人手を節約し、人的誤差を減らすことである）でモリンガの区域を識別し、黄色の四角で囲まれた部分はすべて*モリンガである。この区域の RGB データを*使用して RGB 指数を計算することができる。算出指数がモリンガの成長状況が評価できる。同時に、現地からモリンガの丸一本を持ち帰り、各部位の重量、乾重、葉面積などを測定する。これらのデータを用いてモリンガの各種成長比率を計算する。比率には、LAR 葉面積比、SLA 比葉面積、LWR 葉重比、Harvest Index 収穫指数、Root-Shoot allometric coefficient 根-茎アロメトリック係数がある。

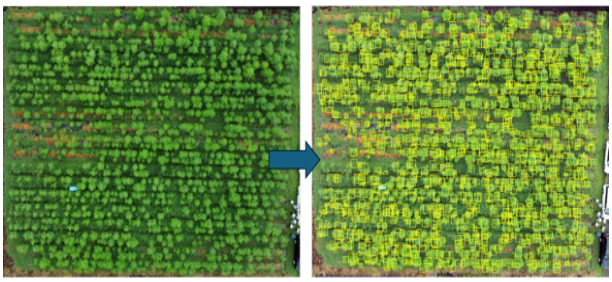


図１ 左：ドローンによるモリンガの撮影画像、右：ディープランニングによるモリンガ樹冠の判別画像

3. 結果

表１に示すように、GLIの数値が増えると成長傾向が示される。RGBVI数値の増加は緑の色の増加を示す。VARIの数値が増えると健康状態の改善や成長の盛んさが示される。NGRDI数値の増加は窒素含量の増加や環境要因の影響を示す。次に、**表２**に示すように、モリンガのLAR値が低いことは、成長が葉面積を減らし、水分蒸発を抑えて乾燥環境に適応しようとする傾向があることを示している。高いSLA値は、葉が比較的軽く、高い光合成速度と急速な成長を特徴とすることを示している。高いLWR値は、モリンガが成長過程で資源をより多くの葉に割り当てていることを示し、これは高い光合成能力と成長速度を持つからである。収穫指数が高いことは、モリンガが高い生産価値を持っていることを示している。また、根-茎のアロメトリック係数が0.803から、モリンガは種子から収穫可能になるまでの120日間で、地上部の成長速度が地下の根茎部分よりも速いことが分かる。これにより、モリンガは適応能力が高く、耐乾性があり、一定の商業価値を持つ植物であることがわかる。

表１ RGB 指数

	GLI	RGBVI	VARI	NGRDI
8月9日	0.189	0.540	0.169	0.115
8月23日	0.202	0.566	0.181	0.125
9月6日	0.252	0.646	0.250	0.177

表２ 各成長比率

LAR	SLA	LWR	収穫指数	根-茎アロメトリック係数
0.005	0.029	0.191	0.364	0.803

琵琶湖からの流出河川（瀬田川）における冬鳥の種多様性：改修された瀬と淵での比較

安井弘 [1)], 服部昭尚 [1)]
1）滋賀大学教育学部

１．はじめに

ラムサール条約登録湿地である琵琶湖から唯一流出する自然河川（瀬田川）は，最上流部で護岸と浚渫が施され，人工河川の様相を示している。一般に，自然河川には瀬と淵が見られ，多様な生息場所が形成され（川那部・水野 2013），浅い水域や中洲には多様な水鳥が生息する（Mitsch & Gosselink 2023）。完全に護岸され，抽水植物はほとんどなく，商業施設も多い瀬田川の最上流部にも淵や中洲を伴う瀬が認めら，浅い水域が存在している。本研究では，特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地（琵琶湖）に隣接する瀬田川の最上流部において，冬鳥（水鳥）の種多様性を瀬と淵で比較し，改修された瀬と淵をどのように水鳥が利用しているのかを調査した。

２．調査方法

観察は，衛生画像から判読できる瀬田川上流の瀬と淵の 2 地点において（図），2020 年 12 月 6 日から 2021 年 2 月 19 日の間の 21 日，雨天を除く平日 12 時前後に約 1 時間 30 分行った。2 地点の右岸をそれぞれ上流から下流へ歩き，目視，双眼鏡（10×42）または望遠鏡（20 - 45×60）を用いて水鳥を探索し，発見した位置，種名，個体数及び行動パターンを印刷した衛星画像（GoogleEarth）上に記録した。個体が瀬と淵のどのような場所をどのように利用しているのか知るために，場所の特徴が顕著な区間（基本的に同一面積，一部例外あり）を設定し（下図参照），目撃個体の行動パターンを潜水採餌，逆立ち採餌，首採餌，休息，移動，漂流，その他などに分類した。種数のほか，均等度（個体数の偏り）を考慮した Shannon-Wiener の多様度指数 *H'*を用いて種の多様性を比較した。

３．結果

瀬ではカンムリカイツブリ *Podiceps cristatus*，カワウ *Phalacrocorax carbo*，マガモ *Anas platyrhynchos*，カルガモ *A. poecilorthyncha*，オカヨシガモ *A. strepera*，ヒドリガモ *A. penelope*，ハシビロガモ *A. clypeata*，ホシハジロ *Aythya ferina*，キンクロハジロ *A. fuligula*，オオバン *Fulica atra*，ユリカモメ *Larus ridibundus* の 11 種，淵ではハシビロガモとユリカモメを除く 9 種が確認された。平均種数では，瀬で 5.3，淵で 5.0 であったが有意差はなかった（t-test: ts=0.77, p=0.44）。Shannon-Wiener の多様度指数 *H'*では，瀬で 0.957，淵で 0.755 となり，有意差が認められた（t-test: ts=2.52, p=0.0155）。瀬で最も *H'*が高かった 2 区域（①中洲と右岸の隙間；④ 河畔林を伴う岸辺）では，種間の個体数の偏りが小さく，浅場から深場まで存在し，人影等を遮る程度の河畔林等が存在し，首採餌個体と潜水採餌個体と休息個体が多く観察された。淵で最も多様性が低かった 1 区域（⑨浅瀬の広い水域）では，オオバンの個体数が極めて多く（82%），首採餌と潜水採餌の個体が多く観察され，沈水植物のコウガイモ *Vallisneria denseserrulata* の大群落が存在した。

４．考察

完全に護岸された瀬と淵の間には多様度指数 *H'*の有意差が認められた。この差は，種数よりも個体数の偏りの違いにより生じており，種数だけでは瀬と淵の違いは検出できなかった。休息や潜水採餌，水面採餌など，さまざまな行動を行っている個体が見られた区域において特に多様性が高かった。これに対して浅瀬が広がる淵の水域（⑨）では，オオバンの採餌個体数が極めて多く，多様性が最も低かった。単調な環境では一部の種の個体数が突出して多様性が低くなり，多様な水深と遮蔽物を持つ環境では多様性が高くなるものと推測できる。水鳥の種数調査や個体数調査はよく見られるが，多様度指数と遮蔽物や水深構造に目を向けることにより，水鳥が生息しやすい環境を把握できるかもしれない。

図．観察場所の瀬と淵：特徴が顕著な区域を示す

引用文献

川那部浩哉・水野信彦（2013）河川生態学，講談社
Mitsch W. J., Gosselink J. G., et al.（2023）Wetlands 6th ed, Wiley

東京学芸大学環境教育研究センター附属教材植物園におけるカエル類の生息状況
—採捕調査と環境 DNA 調査を併用して—

鈴木享子[1)]，藤田宏之[2)]，小柳知代[1)]，平田大介[1)]，吉冨友恭[1)]
1）東京学芸大学 環境教育研究センター
2）埼玉県立川の博物館

1．はじめに

農業の近代化や耕作放棄地の増加に伴い、日本固有の水田生態系を代表する生物が絶滅危惧種に指定されるようになった。特に、カエル類の多くは生活史の中で水域と陸域の両方が必要であるため、水田およびその周辺環境の変化が生息状況に大きな影響を及ぼしている。

2021 年、日本は国際目標である「30 by 30」に合意し、国土の 30%以上を自然環境エリアとして保全することを約束した。国立公園等だけでなく、地域や企業、団体によって生物多様性保全が図られている土地を OECM として国際データベースに登録し、その保全を推進する取り組みが始まっている。近年では、大学のキャンパスが緑地保全や生物多様性保全に重要な役割を果たしているとして注目されている。

本調査地である東京学芸大学環境教育研究センター附属教材植物園は、2024 年に環境省が主導する「自然共生サイト」に認定された。東京学芸大学小金井キャンパスは豊富な緑地があり、特に環境教育研究センターの教材植物園は水田・畑地・池・竹林・雑木林・果樹など多様なフィールドで構成されており、農薬を使わないことを基本方針としている。本園は本学の教育研究活動の場として使われているだけでなく、学外団体の活動の受け入れや地域住民の利用も多く、地域に開かれた管理運営を行なっている。大学内の緑地保全や生物多様性保全に向けては、まずは生息生物や周辺環境を調査し、これらの特性を把握・理解する必要がある。本研究では、東京学芸大学環境教育研究センター附属教材植物園の水田周辺と池を対象に、採捕調査と環境 DNA 調査を併用し、カエル類の生息状況及びその生息地特性を明らかにすることを目的とした。

2. 調査方法

調査地は、東京学芸大学キャンパス内の北西端に位置する環境教育研究センターの教材植物園である。本研究では、教材植物園の池および水田脇（水田に連続している湿地環境）を対象に、カエル類の生息状況を調査した。

採捕調査では、タモ網を用いてカエル類の幼生を採捕した。種は現場で同定し、調査終了後に採捕地点にて放した。また、同地点において、環境 DNA 分析のための採水（表層水）を行なった。採取した水サンプルは、DNA を抽出後、両生類を網羅的に増幅するユニバーサルプライマーを用いて解析を行い、両生類相を把握した。

3. 結果と考察

両調査の結果、教材植物園には、ニホンアカガエル、ニホンアマガエル、アズマヒキガエル、モリアオガエルの 4 種が確認された。モリアオガエルは移入の可能性が高いが、その他 3 種は東京都レッドデータブック（2023）北多摩エリアにおいて絶滅危惧種に指定されており、本学の教材植物園が都内でも貴重なカエル類の繁殖場・生息場となっていることが示された。これらのカエル類は、水域・陸域の両空間を生息場としており、生活史を完結するには成長に伴う生息場間の移動が不可欠となる。本園が多様な生態系を有すること、池・水田－草地－樹林地が隣接・連続していることが、カエル類の繁殖・生息に重要な役割を果たしていることが示唆された。また、農薬を使わない、複数の植生管理を組み合わせるといった管理方策や餌となる昆虫類・ミミズなどの無脊椎動物の多様さもカエル類の生息に正の影響を及ぼしている可能性が考えられた。

教材植物園のカエル類の生息には、生息地環境の多様性・連続性、植生管理の特徴、餌資源の多様性が関連しているものと考えられ、本教材植物園が生物多様性保全に重要な役割を担っていることが示唆された。

小型水生昆虫によるコンテナビオトープの利用実態

松澤優樹[1)]　森照貴[1)]
1)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

近年、農地、水路・ため池、農用林などの里地里山を構成する自然環境は減少しており、その中でも水辺での生物多様性は著しく減少している。環境省レッドリスト2020に掲載された脊椎動物の50%以上が淡水域に依存している陸水生態系の生物種であり、水辺環境の再生や保全は喫緊の課題である。特に氾濫原の代替環境としての役割を果たしていた水田やため池は圃場整備や乾田化が進み、生き物の生息場としての質は劣化している。一方で、流域や地域単位で氾濫原環境の質を評価する方法は限られており、良い氾濫原環境がどこに残っているか、どの地域で保全を進めるのが有効か等の評価をすることは困難である。そこで本研究では、広域に簡易なコンテナビオトープを設置し、コンテナビオトープにはどのような水生昆虫が飛来するのか、また飛来する種や個体数から周辺の水辺環境の評価を試みた。

2. 調査方法

濃尾平野に広域に設置した19地点のコンテナビオトープ（120×86×46cm）において、すくい取りによる水生昆虫（トンボ目、カメムシ目、コウチュウ目）の調査を実施した。コンテナビオトープは設置時（2022年7月）に約30cmの深さまで水を入れその後は雨水による給水のみで水を維持した。また、飛来した昆虫類の産卵場や隠れ家としてヨシを植栽したプランターを2つ設置した（図1）。コンテナビオトープのすくい取り調査は2022年9月から2024年5月に年3回合計6回（5月、9月、12月）実施した。さらにコンテナ設置地点の周囲1km以内に任意に設定した3地点（河川、用水路、水田、湿地等）においても水生昆虫のすくい取り（2人×5分の努力量）を実施し、コンテナ設置地点の周辺水域における水生昆虫を調査する予定である。

3. 結果と考察

コンテナビオトープの調査では、合計1科、4属、20種の水生昆虫を採捕した（トンボ目：1科6種、コウチュウ目：1属12種、カメムシ目：3属2種）。特に、9月や12月の調査時に多く飛来していたことから、水田の中干し期や水田へ水を導水しない冬季には、小型水生昆虫にとって越冬場や避難場として機能していることが示唆された。種数についてはコウチュウ目が最も多かった。これはコンテナ内にヨシ入りのプランターを設置したことにより、草食のガムシ類が飛来したことに起因していると考えられる。個体数についてはシオカラトンボが最も多く、すべての設置地点において採捕された。シオカラトンボは産卵時に水草が必要ないことから自然度の低い都市部でも出現したと推察される。よって出現する種の生態的特徴からの水辺環境を予測できる可能性が示唆された。ポスターでは、コンテナビオトープ内の水生昆虫とコンテナ設置地点周辺に生息する水生昆虫の種数や個体数の関係性についての調査結果を示し、コンテナビオトープによって地域の水辺環境の豊かさをできるのか発表する予定である。

図1　設置したコンテナビオトープ

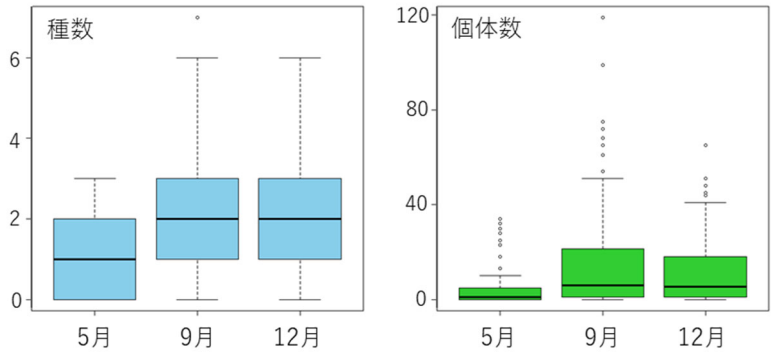


図2　各季節における一つのコンテナに飛来した水生昆虫の種数と個体数

新たな河道掘削工法「額縁掘削」による水生動物の生息場所創出効果

阿部穂乃香[1)]，渡辺黎也[1)]，佐川志朗[1)2)]
1) 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科 2) 兵庫県立コウノトリの郷公園

1. はじめに

河道内氾濫原は水生動物の生息および避難場所として重要であるが，河川改修による川の直線化・護岸化などにより消失してきた．平野部の直轄河川では，河道内氾濫原の再生手法について具体的方策が示されているが，日本の河川延長の大部分を占める中小河川ではそれらの知見が少ない．兵庫県北部を日本海に流下する中小河川の竹野川（流路延長 21 km）では河道内氾濫原の創出を目的として，新たな河道掘削工法である「額縁掘削」が導入された．本工法は，土砂撤去時に中洲の水際を小堤として残すことにより，濁水の防止，澪筋の保全（本流区），および氾濫原の創出（掘削区）が期待されている（図 1）．しかし，保全および創出効果については未解明である．本研究では，堆積土砂全面の A, B, C を掘削した河道（御又）と上下流側の A, C を掘削した河道（下塚）の 2 タイプにおいて，物理環境および水生動物の調査を行い本工法の生態的評価を行うことを目的とした．

2. 調査方法

調査地は河川形態が Bb 型を呈する御又（河口より 12.1 km 上流）および下塚（6.7 km 上流）であり，いずれも掘削区と本流区で調査を行った（計 4 調査区）．物理環境および水生昆虫類の調査を 2024 年 5 月に，大型水生動物（魚類，甲殻類，カエル類幼生，および大型水生昆虫類）の調査を 6 月に実施した．物理環境調査では，各調査区において無作為に 30 地点を選定し，流速，水深および優占河床材料を記録した．また，そのうち 10 地点においてタモ網（枠幅 35 cm；目合い 1.0 mm）を用いて 35cm コドラート内の水生昆虫類を捕獲した．捕獲した個体は生息環境を示す 6 つの生活型に分類した．大型水生動物調査では，各調査区において投網 10 回，タモ網 30 分×2 人の努力量を揃えた捕獲を実施した．

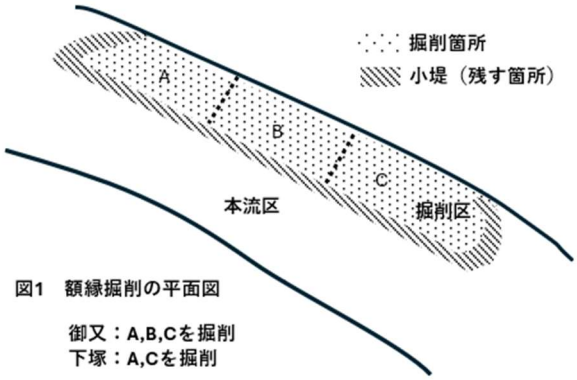


図1 額縁掘削の平面図

3. 結果および考察

物理環境については水深および流速共に掘削区が本流区に比べ小さい傾向にあり，特に下塚の掘削区 C は止水的環境を呈した．また河床材料は御又掘削区では中礫および大礫が 9 割，下塚掘削区では大礫，中礫およびシルトが同程度を占めた．水生昆虫類は現在集計中であるが，各調査区で 5 サンプル（合計 20 サンプル）を集計した結果，生活型別の個体数割合は，御又では両区で差がみられなかった．一方，下塚の掘削区ではシルトおよび砂に潜る掘潜型が優占しており，匍匐型が優占する本流区とは異なった．また，大型水生動物は 21 種 873 個体が確認され（4 地区の合計），御又の掘削区ではカワムツおよびカワヨシノボリの幼稚魚が卓越した．下塚の掘削区ではカジカガエル幼生が優占し，ニシシシマドジョウ，ナマズの稚魚，タイコウチは当該区のみで捕獲された．以上より，額縁掘削の掘削方法が異なることで，御又では穏やかな浅い流れのある二次流路が，下塚では止水的環境であるワンドが創出されたことが明らかとなり，前者は Nursery habitat として，後者は水田水域に特徴的な水生動物の生息場所として機能していることが示唆された．発表では 4 調査区の他，掘削が行われていない対照区も含めて掘削区の特異な生息環境の詳細を御紹介する．

謝辞　本調査を行うにあたり兵庫県立大学大学院の伊藤蓮哉氏，糸賀友紀氏，井上陽人氏，濱田陸太郎氏，山本瑞真氏，福井県立大学の田原大輔教授，豊岡土木事務所，竹野川漁協組合の方々にご協力頂いた．心より感謝申し上げる．なお本研究は JSPS 科研費 21H03652 による補助を受けて行われた．

巨瀬川流域における魚類相把握と災害復旧に向けた環境配慮事項の検討

山﨑庸平 1), 林博徳 2), Lou Masukawa 3)鹿野雄一 4)
1)九州大学大学院工学府土木工学専攻,2),4)九州大学大学院工学研究院環境社会部門
3) National Institute of Applied Sciences of Lyon

1. はじめに

近年、気候変動に伴い豪雨災害は頻発化・激甚化している。巨瀬川流域でも令和 5 年 7 月に甚大な豪雨災害が発生し、河川改修工事が検討されている。本研究では豪雨災害後の巨瀬川において、河川改修が予定されている区間における魚類相及び物理環境の把握を行い、今後の河川改修時に配慮すべき事項を明らかとすることを目的とする。

2. 研究方法

改修が検討されている区間（合流点より 16.5 ㎞地点まで）において縦断延長約 100m の調査区を 7 つ設け、魚類調査と物理環境調査を行った。各調査区でエレクトリックショッカー・タモ網を用いた定量採捕調査（時間努力量を統一）を行い、魚類の種類及び個体数を記録した。物理環境として、各調査区の流心における流速、水深、河床粒径を各区で 50 測点計測した。

3. 調査結果

本調査では全 7 地点において計 29 種 4737 個体を採捕した。環境省レッドリストにおいて VU 以上に指定される希少種であるニホンウナギ、カゼトゲタナゴ、ツチフキ、ヤマトシマドジョウ、アリアケスジシマドジョウ、ミナミメダカが確認され、高い種多様性が伺えた。特にアリアケスジシマドジョウについては、区ごとに確認される個体数に顕著な違いが見られた(図 1)。物理環境については河床材料に違いが見られ、St. 3 ,5 では粗砂・細礫の割合が大きいのに対し、その他では礫質となっていた(図 2)。

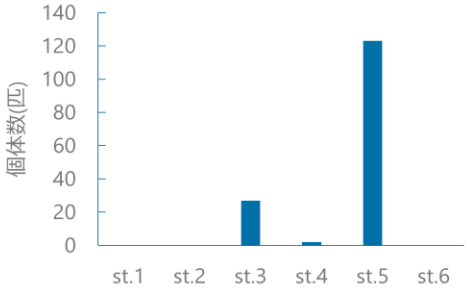


図 1　アリアケスジシマドジョウ個体数

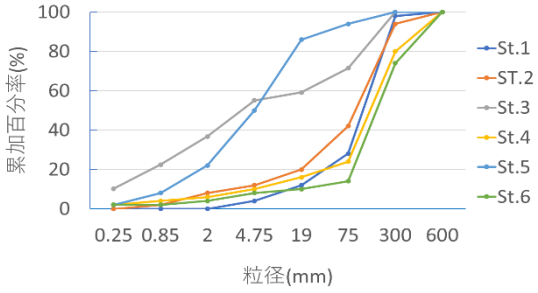


図 2　河床材料の粒径加積曲線

4. 考察

魚類の生息場所としての水環境の健全度を評価するための平均スコア法（中島・鬼倉 2012）により巨瀬川の健全度を算出すると、平均スコアは 3.08 となり「I:とても豊かな自然が残る環境」として分類された。このことから、巨瀬川の魚類生態系及び環境の保全の重要性が高いことがわかる。巨瀬川流域地質（図 3）を見ると、各支川はそれぞれ異なる地質条件の源流を持つことが分かる。巨瀬川流域地質は変成岩が大半を占めるが、一部花崗岩地質からなる支川が流入している。そしてアリアケスジシマドジョウが多く確認された調査区（St. 3 及び 5）は、花崗岩地質からなる支川の直下流に位置していた。本種の個体数の違いは、生息環境として重要な河床材料（即ち花崗岩地質由来の砂）の影響を受けていると推察される。改修時には多様な河川環境の維持に加え、河床材料の供給や土砂輸送についても配慮し、支川等の周辺環境を含めた幅広い対策が必要だと考えられる。

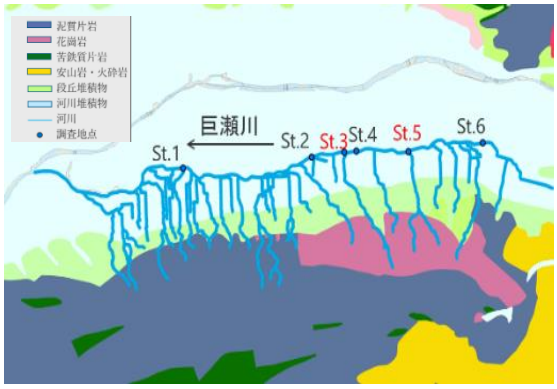


図 3　巨瀬川支川と地質図
(20 万分の 1 日本シームレス地質図®に追記)

衛星画像により推定した水田の湛水開始時期を指標とするカエル類の生息適地モデル構築

安野翔[1)]，藤田宏之[2)]，大和広明[1)]
1)埼玉県環境科学国際センター，2)埼玉県立川の博物館

1. はじめに

湛水された水田はカエル類の繁殖場所や幼生の成育場所として機能する。しかし、水稲の栽培品種や輪作の有無等の条件によって、湛水期間は水田ごとに大きく異なる。湛水期間がカエル類の繁殖時期あるいはそのピークと一致しなければ水田での繁殖が困難になり、個体群存続が危ぶまれる可能性がある。本研究では、まず田植え時期が水田間で大きく異なる埼玉県北部・東部において、天候の影響を受けない合成開口レーダ（SAR）で撮影された画像から湛水開始時期を推定する。そこに野外調査で得られたカエル類の分布データを併せることで、生息適地モデルを構築し、湛水開始時期とカエル類の分布の関係を明らかにする。

2. 調査方法

2-1. 衛星画像による湛水開始時期推定

ヨーロッパ宇宙機関が無償公開している SAR 搭載衛星の Sentinel 1（回帰日数 12 日、解像度 10m）を利用し、埼玉県北部・東部における各水田圃場の湛水開始時期を推定した。湛水直後の水田では後方散乱係数が顕著に低下することが知られており、湛水開始時期推定に用いることができる。湛水有無判定の閾値決定および正答率判定のための教師データとして、光学衛星 Sentinel 2 での撮影画像を用いた。Sentinel 1, 2 が同日に撮影した 2018 年 6 月 2 日のデータを用い、2,344 圃場を抽出して P タイル法による閾値推定および正答率評価を行ったところ、VH 偏波の正答率（85.1%）は VV 偏波（80.8%）よりも高かったため、VH 偏波の閾値（-23.1dB）を推定に用いることとした。2022 年の各水田圃場のポリゴンに 4〜7 月に撮影された SAR 画像の VH 偏波後方散乱係数の平均値を格納し、対象期間内に初めて閾値を下回った時期を湛水開始時期とした。

2-2. カエル類の分布調査

2024 年 5〜6 月の夜間に上記の対象地域内の計 109 地点でカエル類の鳴き声による分布調査を行った。夜間に各地点で 3 分間鳴き声を聴いて種を判別するとともに、IC レコーダによる鳴き声の録音も行った。

2-3. 生息適地モデル構築

対象地域内の 500m メッシュに上記で推定した湛水開始時期ごとの水田面積を格納し、市街地や森林、河川といった土地利用ごとの面積についても格納した。今後、カエル類各種の分布データと併せ、MaxEnt モデルを用いて種ごとの生息適地を予測する。

3. 結果と考察

湛水開始時期の推定結果を地図上で可視化したところ、湛水が早い水田ほど東側、遅い水田ほど西側に分布していることが確認できた。特に加須市、杉戸町、幸手市では 4 月中に湛水される水田が多数認められる一方で、西側の行田市、熊谷市では 6 月下旬以降に湛水される水田が多く、田植え時期の最も遅い米麦二毛作水田と推測される。カエル類については、合計 3 種が確認された。ニホンアマガエルと国内移入種のヌマガエルは対象地域内のほぼ全域で確認されたのに対し、トウキョウダルマガエルは湛水開始時期が早い東側を中心に鳴き声を確認することができた。現在、これらのデータを用いて生息適地モデル構築に向けて解析を進めているところである。

栃木県の水田水域を対象とした市民科学データを用いた種分布モデルの構築

菅原颯真[1)]，守山拓弥[2)]，中島直久[3)]
1）宇都宮大学大学院地域創生科学研究科，2）宇都宮大学農学部，3）帯広畜産大学環境農学研究部門

1．はじめに

平成 13 年度の土地改良法の改正により，土地改良事業実施の原則として，「環境との調和への配慮」が位置づけられている．環境との調和に配慮しつつ，計画的かつ総合的に土地改良事業を進めていくためには，水田生態系に関する種の分布等の生態学的知見の集積が求められる．近年，生物の分布を把握する手法の 1 つとして注目されている種分布モデルは，環境要因から間接的に生物の生息分布を推定・予測する手法である．ここで，市民科学データを用いて種分布モデルを構築した事例は少なく，特に，水田生態系を対象とした事例はごく限られている．よって本研究では，過去に栃木県で行われた住民参加型の生きもの調査の結果を用いて，Maxent とランダムフォレスト（以下，RF）を用いて栃木県における水田生態系の種分布モデルを構築し，各手法の推定精度を比較し，市民科学データを用いた種分布モデルを構築する際の適したモデルについて検討する．

2．方法

種分布モデルの構築には，解析手法として Maxent と RF を用いた．生息データには，栃木県「田んぼのまわりの生きもの調査」より，平成 19 年から平成 23 年の地区ごとの生息データを取得した．生息データが得られた地区数は 377 地区であり，魚類・両生類・水生昆虫類から確認地区が比較的多い対象種を 11 種選定した．説明変数とする環境要因には，気象要因と土地利用形態を取り上げ，多重共線性を回避するために，変数間の相関係数が 0.75 未満となることを確認した．解析の際には，モデルの過学習回避のために k-分割交差検証法を用いた．予測精度の評価では，感度（sensitivity），特異度（specificity），AUC（area under the curve），kappa 及び TSS（the true skill statistic）の 5 つの評価指標を計算した．以上の解析は，フリーの統計ソフトウェア R4.3.1 のパッケージ dismo，dplyr，maxent 及び randomForest を用いて行った．

3．結果と考察

種分布モデルを構築することにより，生息適地図と各評価指標値を得た．得られた生息適地図と各評価指標値のオイカワ（*Zacco Platypus*）の一例を，**Fig. 1** と **Table 1** に示す．対象種とした 11 種が確認された地区数は 51~350 地区であり，オイカワが確認された地区数は 144 地区であった．予測精度の評価指標の計算結果について，AUC は値が高いほどモデルの精度は良いとされ，0.7 以上で実用可能な精度と判断される．本研究で対象とした種の予測精度はすべて AUC が 0.7 以上であったことから，実用可能であると判断した．実測の在（いる）を予測できた割合である感度（sensitivity）について，RF に比べ Maxent で全体的に値が大きくなる傾向があり，Maxent が RF に比べ予測値で在と評価する場合が多いことが示唆された．

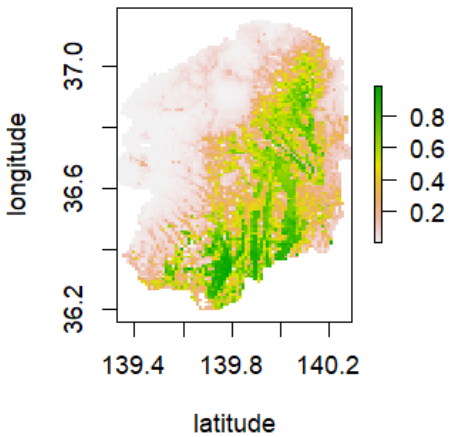


Fig. 1 オイカワの生息適地図（Maxent）

Table 1 オイカワ（Maxent）の評価指標値

	AUC	感度	特異度	kappa	TSS
Maxent	0.834	0.910	0.654	0.292	0.564
RF	0.863	0.882	0.726	0.353	0.607

4．今後の課題

本研究では，11 種を対象として Maxent と RF で種分布モデルを構築し，比較・検討を行った．今後は，生息データ数が極めて少ない種など，対象種をさらに拡張し解析するとともに，種の違いがモデルの予測精度へ及ぼす影響などについても検討する予定である．

中小河川の環境はどの生息場スケールで評価するべきだろうか？

佐藤駿次 1)，原田守啓 2)，永山滋也 2)
1）岐阜大学自然科学技術研究科，2)岐阜大学環境社会共生体研究センター

1．はじめに

従来行われてきた治水改修の結果，中小河川では狭くて深い横断面が多く形成されてきた．これは限られた河川用地内で洪水流量を安全に流下させる点に対して有利である一方で，瀬淵の消失に伴う河川環境の単調化の懸念が指摘された．

大石ら(2014)[1]は中小河川のセグメント 1 において，川幅水深比 B/H が 15 を超える地点において砂州景観が多く見られることを示した．一方で砂州の有無という景観レベルの議論にとどまり，生息場との関係は不明な点が残る．厳島ら(2024)[2]は都市中小河川における調査をもとに，中小河川の環境評価では底質環境や植生の状態など，微環境を適切に評価可能な手法の検討が必要であるとしている．

以上のような過去の中小河川の環境評価にかかわる議論を踏まえ，本研究では中小河川の環境評価に必要な環境情報のスケールについて検討する．

2．研究手法

調査箇所は長良川流域の中流域に位置する中小河川である伊自良川，板屋川，石田川，川浦川のうち，河道断面形状や景観が異なる箇所を 2~3 箇所を選定し計 9 地点とした．

物理環境の調査として水深・流速，河床材料粒径の測定と，川幅水深比の推定を行った．また生息魚類の調査としてタモ網による魚類捕獲調査，環境 DNA qMiFish 法による分析を実施した．

（qMiFish は山口大学環境 DNA 研究センターに委託）

3．結果と考察

川幅水深比(B/H)と捕獲魚種数・環境 DNA 検出魚種数の関係を図-1 に示す．図-1 より川幅水深比では中小河川の生息魚種数を説明できないことがわかった．この結果を踏まえ，微生息場スケールの環境情報を含めて評価する手法を検討している．

また著者らは本研究を通して，大河川の環境は瀬淵が明瞭であるため瀬淵スケールの要因により支えられているのに対して，中小河川の環境は瀬淵が不明瞭であるが河床や水際が多様な微環境を創出することから，微生息場スケールの要因に強く支配されていると考えている（図-2）．この議論の詳細は当日発表する．

参考文献

1) 大石哲也ら：中小河川改修時の川幅設定が河道の景観に与える影響，土木学会論文集 B1(水工学) Vol.70．No.4，pp.997-1002 (2014)
2) 厳島怜ら：鶴見川流域を対象とした都市中小河川の魚類群集構造と環境要因の関係，土木学会論文集 Vol.80,No.16,(2024)

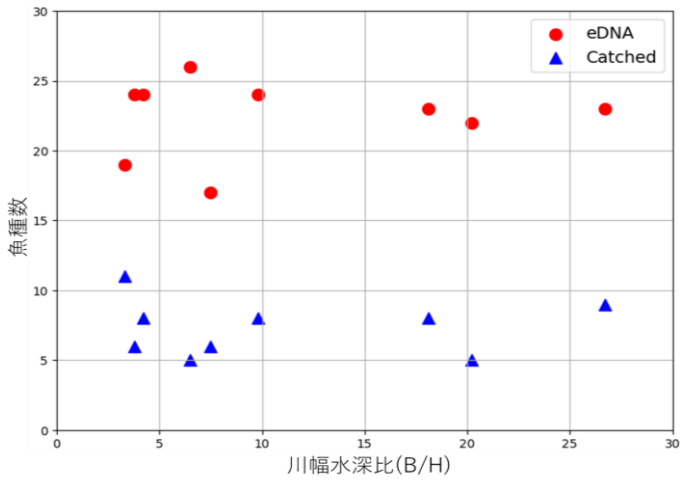


図-1　川幅水深比と捕獲，eDNA 検出魚種数の関係

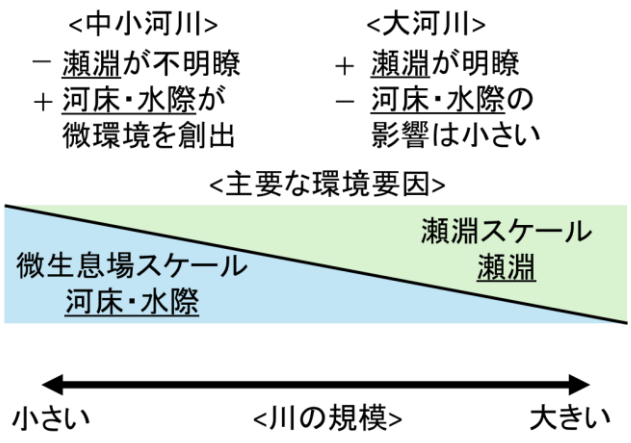


図-2　主要な環境要因のスケールは川の規模で異なる

徳島県吉野川流域における農地の地形的特徴による分類

長谷川太一[1)], 東山航[1)], 宇野宏司[2)], 今井洋太[2)]
1) 神戸市立工業高等専門学校都市工学専攻, 2)神戸市立工業高等専門学校都市工学科

1. はじめに

近年、我が国では気候変動の影響による水災害が激甚化・頻発化している。それにより河川整備の考え方が改められ、流域治水が今後の治水において重要であるとされている。流域治水には集水域、氾濫域に位置する農地を活用することが求められており、農地を活用した流域治水を進めるためには、農地の立地特性に応じた治水方針・技術を見出しておく必要がある。

本研究の対象である徳島県吉野川下流域では、コウノトリの飛来・繁殖に象徴されるように、湿生生物種群のハビタットとして機能している農地が存在している。また、同地域の農地は雨水・洪水貯留機能が高いことも知られている。

水田等の農地における雨水や氾濫水の一時貯留の可能性及び可能量や水・湿生生物のハビタットとしての価値を、地形で規定される農地タイプと結びつけることができれば、立地特性に基づく生物多様性保全及び治水方針・手法を見出せる可能性がある。以上のことから、本研究では農地の地形的特徴による分類を試みた。

2. 研究方法

地形的特徴による分類を行うにあたって、本研究では QGIS3.28.5 を用いてデータを作成した。徳島県吉野川の流域界のデータは国土数値情報によって提供されているものを使用した。水田分布図は農林水産省が提供している農地区画情報より作成した。傾斜角と窪地深度は基盤地図情報により提供されている 5m メッシュの地形モデルを使用し、作成した。傾斜角は slope 機能を用いて算出し、窪地深度は SAGA の Fillsinks 機能を用いて算出した。

吉野川流域界、水田分布図、傾斜角、窪地深度、100m メッシュのデータにより、吉野川流域内の水田が存在する 100m セルの地形的特徴を算出した。なお、傾斜角は平均値、窪地深度は合計値を用いた。分類方法は統計ソフト R 及び Mclust パッケージを用いて集計をおこなった。

3. 結果及び今後の予定

分類を行った結果、徳島県吉野川流域における農地は地形的特徴に基づき、分類された。それぞれのグループは 20 万分の 1 地形区分図と対応していた。しかし、隣接するセルが全く異なる分類がされている箇所があった。隣接するこの要因としてセルが全く異なる分類がされる原因として局所的な地形の変化が考えられる。また、堤防と斜面に囲まれた人工的な窪地も分類に大きく影響を与えていた。人工的地形を考慮した地形的特徴に基づく農地分類も必要であると考えられる。

今後は得られた地形分類の結果を用いて、現地調査によって得られたカエル類やタナゴ類の空間分布と重ね合わせることで地形と水・湿生生態系との関係性についても評価したい。

三峰川上流域における在来イワナの分布パターンとその決定要因について

柳生将之[1)]，宮澤明日加[1)]，中村泰幸[1)]，元木達也[1)]
[1)] 株式会社 環境アセスメントセンター

近年，気象条件の変化等に起因する自然災害が激甚化，頻発化しており，災害から人々の暮らしや財産を守る防災・減災への取組みが急務となっている．一方，治水・利水・環境への配慮を目的とする国土交通省では，ネイチャーポジティブ等の世界的な潮流を受けた生態系の健全性の回復にむけて，生物の生息・生育・繁殖の場としてもふさわしい河川整備及び流域全体としての生態系ネットワークのあり方を模索しているところである．

たしかに生物の生息・生育に関する情報が長期的に蓄積されている大河川では，河川整備に対する目標を立てやすいかもしれない．しかし，山地河川（いわゆる砂防渓流）では，守るべき人々の暮らしや財産が少ないうえ，調査対象範囲が広いことによって生態系に関する調査が十分に行われていないため，目標が立てにくい．また，河川上流の高標高地ほど降雨量・強度が増加することに加え，戦後の拡大造林における保水力の問題，大型草食獣の増加による下層植生の衰退，林地開発や災害復旧事業等が複合的に関連するなど，解決すべき課題が多い．

山地河川生態系を象徴するイワナの在来個体群（在来イワナ）は，河川工作物による生息地の分断や他地域産の放流種苗による遺伝子汚染，林地開発等によって減少している．特に，本州の在来イワナの生息範囲は，中央値で数百メートル程度と推定されており，非在来イワナの除去とともに生息空間を拡大する必要性が提案されている．

演者らは，長野県伊那市を流れる三峰川上流域 173km^2，105 地点におけるイワナの分布状況を調査し，流域面積及び河床勾配の地理的条件からイワナの潜在的な生息適地を評価した．さらに，他地域産の種苗放流情報や河川工作物の位置を重ね合わせ，在来イワナの保全重要ゾーンの特定を試みた．

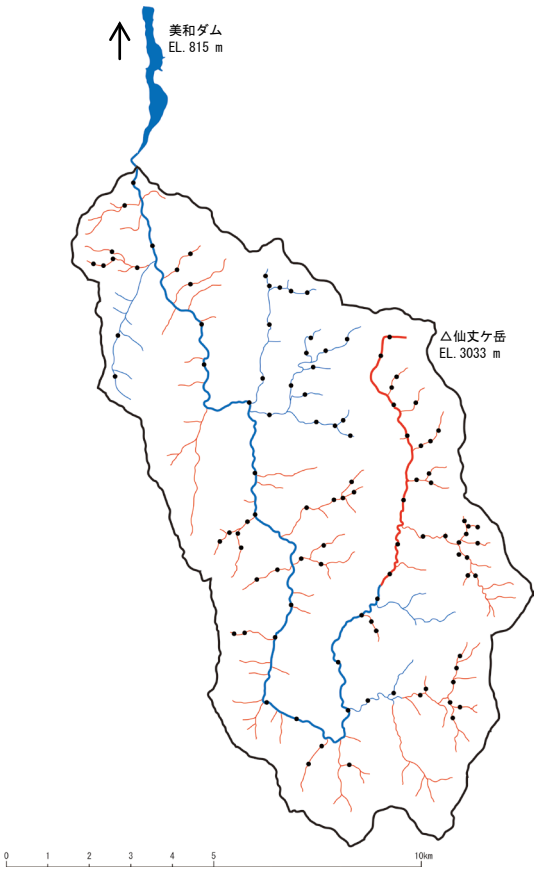


図 1 調査範囲（黒丸は調査を行った地点）

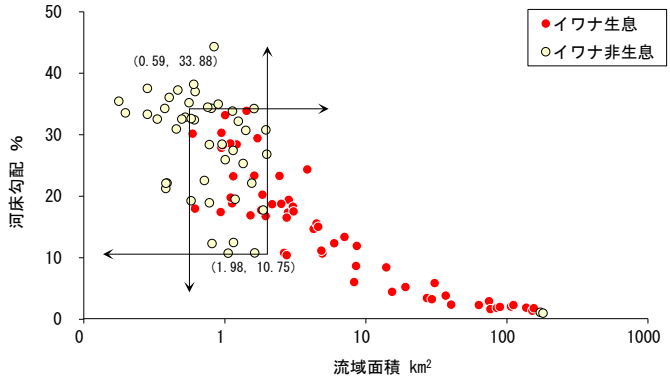


図 2 イワナの生息・非生息と流域面積、河床勾配

表 1 流域面積、河床勾配とイワナの出現率

		集水面積m^2					
		0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-10.0	10.0-150.0
河床勾配%	0-5						1.00
	5-10					1.00	1.00
	10-15		0.00	0.00	0.00	1.00	
	15-20		0.50	0.67	0.75	1.00	
	20-25	0.00	0.00	1.00	0.75	1.00	
	25-30		0.50	0.40	0.50		
	30-35	0.00	0.25	0.33	0.00		
	35-40	0.00	0.00				
	40-45	0.00	0.00				

環境 DNA を利用した平面二次元生態水理解析による人為的流量変動が魚類生息環境に及ぼす影響の評価

厚東　七海[1)]，福田　信二[1), 2)]
1)東京農工大学大学院農学府農学専攻食農情報工学コース，
2) (国研)農業・食品産業技術総合研究機構農業情報研究センター

１．はじめに

発電や洪水調節のためのダム放流は，急激な河川の流量変動を引き起こすとともに，流速や水深，水温などの河川内物理環境が変動し，生態系に多大な影響を及ぼすことが指摘されている [1]．そのため，多様な河川環境と水利用が存在する河道区間において，国土交通省[2]が定める多自然川づくりのための客観的かつ定量的に評価する生態環境評価手法の確立が求められている．また，近年効率的な生物調査手法として環境 DNA が利用されており，魚類の網羅的な生息状況の把握に役立つ．そこで本研究では，人為的な流量変動が河道内の魚類生息環境に及ぼす影響の定量評価手法の検討を目的として，生態水理解析を実行し，環境 DNA 解析による検証を目的とする．

２．解析手法

水力発電による流量の変動がみられた，球磨川上流域の約 3.5 km 区間の河道を対象に平面二次元水理モデルを構築し，非定常流生態水理解析を実行した．解析には，河川の流れ・河床変動解析ソフトウェア iRIC [3]を使用した．地形データは ALB（航空レーザー測深）データを用いた．境界条件は，上流端流量は水文水質データベース[4]の多良木観測所での流量のうち，環境 DNA 調査を行った 2023 年 10 月のデータを用い，下流端水位には地形データに基づく等流計算の結果を与えた．モデルの再現性は，多良木観測所の水位を用いて検証した．

水理解析によって得られた計算値から，HSI 曲線に基づく魚類生息場適性を解析した．魚類の HSI 曲線は既往の研究[5] [6] [7]と環境 DNA 解析結果を参考に，球磨川に生息する複数魚種において，成長段階別に水深と流速の 2 種について作成した．対象区間における生息場適性を定量的に表現するために，重み付き利用可能面積 WUA を使用した．生息環境評価の妥当性については現地の環境 DNA 解析結果を利用して検証した．

３．結果と考察

カワムツ，ウグイ，オイカワ，アユの 4 種の成魚における WUA の時系列変動を**図 1** に示す．どの魚種に対しても，流量が大きな値をとるほど，WUA が増大したことが分かった．10 月 16～31 日の人為的流量変動期には全ての魚種の WUA が大幅に変動しており，短期間の周期的な流量変動が魚類生息環境に大きな影響を与えることが示唆された．アユは他の魚種と比較して WUA が小さな値を示したが，これは環境 DNA 濃度でも同様の傾向がみられた．

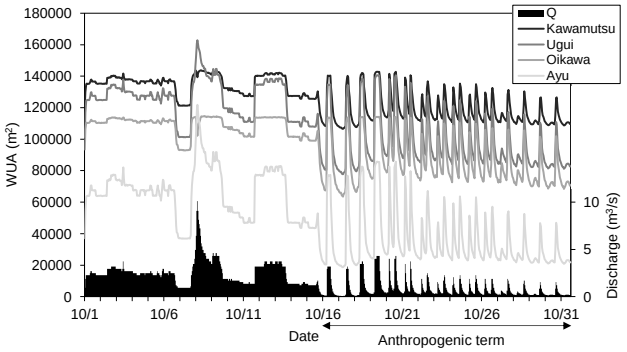


図 1　魚種（成魚）ごとの WUA の時系列変化

続いて，研究対象地の環境 DNA 解析で優占魚種と判断されたオイカワについて，成長段階別で WUA と流量の関係をみると（**図 2**），成長ステージによって WUA が最大となる流量が異なることが確認された．HSI 曲線から明らかなように，稚魚期には成魚期よりも浅い水深で生息場適性が高くなることから，低流量で成魚期より WUA が大きくなったと考えられる．全ての成長段階において，流量 5 m³/s 以下で WUA が最大値をとっており，低流量での流量変動が影響を及ぼすことが示唆されており，成長段階を考慮した環境評価と流量調節が必要である．

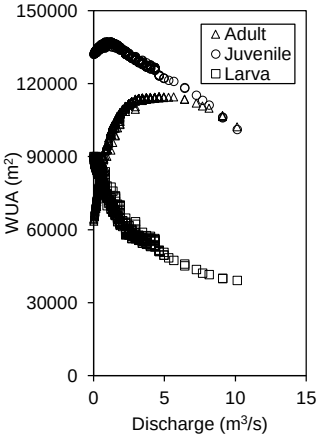


図 2　オイカワの成長段階別 WUA と流量の関係

参考文献

[1] Greimel et al. : Hydropeaking Impacts & Mitigation，Riverine Ecosystem Management，pp. 91-110, 2018.
[2] 国土交通省: 川から始まる川から広がる魅力ある地域づくり, p.2, 2017.
[3] iRIC (International River Interface Cooperative Project) （参照 2024.7.3）: <https://iric.org/ja/>, 2024.
[4] 国土交通省（参照 2024.6.20）: 水文水質データベース　多良木観測所, <http://www1.river.go.jp/> , 2024.
[5] 伊藤他： 中小河川における魚類生息場の評価手法の利用方法について，土木学会論文集G（環境），69 (7)，III_481-III_488, 2016.
[6] 鬼束他: 板櫃川における魚類生息域の季節変化の調査，土木学会論文集 B1（水工学），68 (4)，I_703-I_708, 2012.
[7] 国土技術政策総合研究所（参照 2024.7.6）: 河川水辺の国勢調査　九州河川版, <https://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/>, 2024.

ALB 計測による地形データと環境 DNA 分析による魚類データの関係性分析

沖野友祐[1)]，廣永茂雄[1)]，池田欣子[1)]
1)アジア航測株式会社

1. はじめに

近年、水中も含めた地形データ取得が可能な ALB 計測（航空レーザ測深）が全国で実際され、魚類の生息環境評価等での活用が期待されている。また、魚類調査における環境 DNA（eDNA）分析の適用に向けた研究や実践利用も盛んである。今後、ALB 計測による魚類の生息環境の分析と eDNA 分析データを組合せることで、魚類の生息環境の連続的な評価や生息予測が可能になると期待される。本稿では、基礎的検討として ALB データと eDNA データの関係性分析を行った。

2. 仮説の設定

雲出川の既往知見（北川ほか 2022）では、eDNA の流下距離と河床勾配の相関が示唆され、勾配が 1/500 程度なら、採水地点から約 2.8km 上流側の生息種の eDNA と高い相関があると報告されている。しかし、環境の複雑さが eDNA の検出に与える影響は分かっていない。そこで、本検討では、勾配 1/500 程度、距離 1km の区間を設定し、区間最下流端（採水地点①）の eDNA は、区間最上流端（採水地点⑤）の eDNA を補足可能であるとした上で、区間内の環境が単調であれば eDNA の相同性は高くなり（図 1 左）、区間内の環境が複雑であれば eDNA の相同性は低くなる（図 1 右）と仮定した。

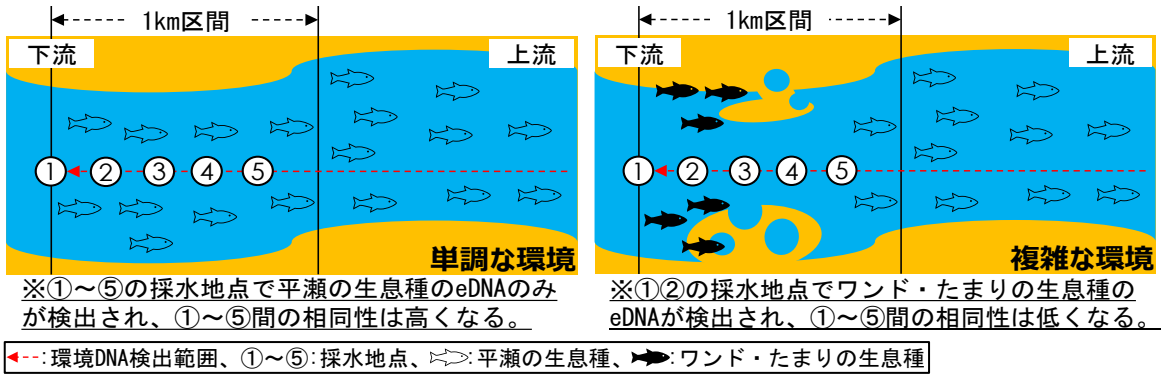


図 1　環境の複雑さによる魚種検出差異のイメージ

3. 方法

検討対象河川は、既往知見と同様の砂河川に分類される鈴鹿川とした。勾配が概ね 1/500 かつ環境条件（瀬淵割合や水深等）が異なる 5 区間を選定し、各区間で 200m 間隔（計 5 地点、各地点は両岸採取）の採水を行った。区間内の eDNA の相同性は、5 地点間の類似度指数を求め評価した。ALB データと eDNA データの関係性分析では、ALB データから算出した 5 つの環境データ（①瀬淵面積割合、②水際線距離、③蛇行度、④水深のばらつき、⑤平均水深）と、eDNA の類似度指数の相関を求めた。

4. 結果

魚類は、5 区間で計 29 種を検出した。環境が単調な区間は、区間内の検出種の類似度指数が高く、環境が複雑な区間は、区間内の検出種の類似度指数が低かった。ALB データと eDNA データの相関を求めた結果、「蛇行度」「平均水深」は相関がみられず、「水際線距離」は相関がみられ、「瀬淵面積の割合」「水深のばらつき」は、魚類検出種の類似度指数と強い相関を示した（図 2 参照）。

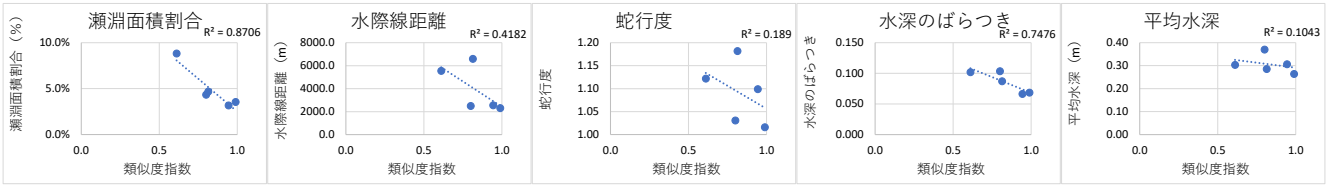


図 2　類似度指数と地形データの相関

5. まとめ

ALB・eDNA データ間には、関係性が示唆された。今後は、河道幅や水深など条件の異なる河川で検証を行い、eDNA 分析地点の最適化や ALB 計測で得られた各環境データの組合せによる河川環境評価モデルの構築を進める。

鳴声の音源定位によるシマフクロウの生息位置把握の試み

中村紘喜[1)], 土門優介[1)], 鈴木祐太郎[1)], 石塚正仁[1)], 内山秀樹[1)], 工藤晃央[1)], 矢野幹也[2)],
鈴木麗璽[3)], 中臺一博[4)]
1)株式会社ドーコン, 2)株式会社セ・プラン, 3)名古屋大学 大学院情報学研究科,
4)東京工業大学 工学院

1. はじめに

シマフクロウ(*Ketupa blakistoni blakistoni*)は、種の保存法の国内希少野生動植物種等に指定される希少鳥類であり、保全の必要性が高い種である。

本種の北海道の生息域周辺において事業を実施するにあたり、生息範囲をモニタリングしながら行う必要があった。しかし、モニタリングにあたり、①人による鳴き声確認調査では鳴いた場所（生息範囲）の絞り込みが難しいこと。【推定精度の観点】②人の存在等の調査による本種への影響【調査圧の観点】の 2 点が課題であった。

2. 調査方法

上記 2 点の課題を解決する調査方法として、マイクロホンアレイで録音した鳥類の鳴き声データを音源分離・定位を行う音声解析システムである HARKBird で音源を定位する調査方法（Suzuki et al. 2017）に着目し、本調査手法（以下、音源定位法）の活用による、生息範囲推定の高精度化及び調査圧の低減の有用性を検証した。

調査は図-1 に示すとおり、現地でマイクロホンアレイを 2 箇所に設置し、シマフクロウの鳴き声を録音。2 箇所で同時に記録された鳴き声のデータを Audacity で鳴き声の帯域(150～300Hz)に処理し、HARKBird で音源方向を定位した。定位されたデータのうち、本種の鳴き声のみを抽出し各箇所から定位方向の重なりで生息範囲を推定した。

検証に使用する本種の鳴き声データ取得は、鳴き交わしが活発となる求愛期の 2023 年 2 月上旬・下旬、3 月中旬の鳴き交わしが活発な日没後の数時間に行った。

図-1　調査フロー

録音状況　　マイクロホンアレイ
図-2　調査機材

3. 結果

調査の結果、シマフクロウの鳴き声の音源を定位することができた。また、音源定位の位置と目視確認の位置の差（誤差）を確認した。今回の試みから、本手法がシマフクロウに適用でき、生息位置の把握に有効であることが示された。

4. 考察

推定精度の観点より、結果にはバラツキや誤差が生じたものの、人による鳴き声の確認調査よりも推定した生息範囲が狭かった。一方、調査圧の観点において、マイクロホンアレイは設置の作業時間は 20 分程度で、人による鳴き声確認調査の 1/6 程度であること。小型で動作がないことから、人による鳴き声確認調査よりも調査圧が小さいといえる。このため、シマフクロウの生息範囲のモニタリングに有用であると考える。

今回用いた音源定位手法による調査結果には、気象条件・地形による音の反射等の状況によって誤差が生じるため、調査目的に応じて利用適否・方法を検討する必要があると考える。

愛媛県重信川における極端な流量変動に伴う底生動物群集の時間的変化

○大江航志 1)，三宅洋 1)
1）愛媛大学大学院理工学研究科

1. はじめに

流量変動は河川における最も普遍的な現象の一つである．近年，人為的な気候変動の進行にともなう流量変動の極端化が報告されており（Milly et al. 2002），出水攪乱や低水攪乱による河川生物の多様性の低下が懸念されている．出水および低水による物理的攪乱は，直接的に河川生物を除去するばかりでなく，その生息場所環境を改変することにより，間接的にも影響を及ぼしている．さらに，流量変動にともなう攪乱はその発生直後のみならず，長期的にも河川生物群集に時間的な変動をもたらす．したがって，流量変動に伴う河川生物の群集動態を捕捉するためには，長期的・継続的な河川生物調査の実施と，それにより得られたデータの時系列的な解析を行う必要がある．

愛媛県重信川では過去19年間にわたって継続的な底生動物調査が実施されており，長期的なデータが蓄積されている．本研究は，この長期データに加え，大規模出水攪乱発生後に継続的な調査を実施することで，流量変動にともなう底生動物群集の動態を把握することを目的とした．さらに，重信川本流の上流部から下流部まで流程に沿って調査を実施することで，底生動物の群集動態に影響を及ぼす要因を明らかにすることを目的とした．

2. 方法

2005年5月から2024年2月にかけて愛媛県を流れる重信川本流で底生動物調査（以後，定期調査）を実施した．流程に沿った14地点に調査地を設け，3か月間隔で調査を行った（図）．各調査地にて定量的な底生動物の採取を行い，同時に物理化学的環境を計測した．重信川下流部に位置する出合流量観測所では7月1日に戦後5番目の高水位（4.42 m）を記録し，その後，記録的な長期低水が発生した．定期調査により得られたデータを平水時データとして活用することとし，同様の調査地を再訪して継続的な調査を実施した．調査日は2023年7月20日，8月4日，8月25日，9月28日，11月7日，2024年2月27日である．調査機会が底生動物群集に及ぼす影響を明らかにするために一般化線形モデル（GLM）による解析を行った．さらに，底生動物の群集構造を比較するため非計量的多次元尺度法（NMDS）による序列化解析を行った．

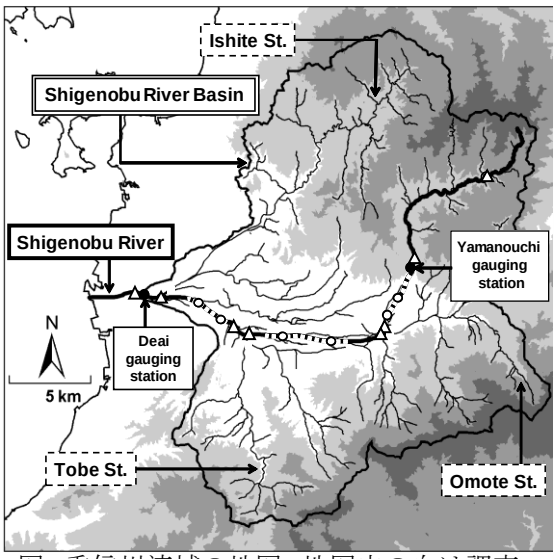


図　重信川流域の地図．地図中の白は調査地を，黒丸は水位観測所を示す．重信川本流の点線は間欠流区間を示す．

3. 結果および考察

本研究では定期調査と再訪調査で採取した全サンプルを合計して，248 分類群，791,573 個体の底生動物が採取された．流量変動に対する底生動物群集の動態には出水－低水間で違いが見られた．出水攪乱後，ほとんどの調査地で底生動物の個体数および分類群数は減少していた．一方，流量減少による低水攪乱の影響は地点間で差が見られ，上流部の地点より下流部の地点で大きい傾向が見られた．これらの結果より，流量変動に伴う底生動物の時間的変化を決定する要因と，気候変動適応型の河川管理手法について考察する．

引用文献

Milly P., Wetherald R., Dunne K. & Delworth T. (2002) Increasing risk of great floods in a changing climate. *Nature* 415: 514-517.

大淀川水系砂防事業におけるキムラグモ属の保全の取組

山石海斗[1)]，中原良一[1)]，金光浩伸[1)]，吉田英明[2)]
1)いであ株式会社，2)宮崎河川国道事務所　工務第二課

1.はじめに

宮崎河川国道事務所が管轄する大淀川水系砂防事業は、高崎川上流域に広がる土砂生産量の多い霧島山系の重荒廃地域における土石流対策を目的として、宮崎県西諸県郡高原町や都城市周辺における砂防堰堤等の施設整備を進めている。霧島山系は、傑出した自然環境を誇る霧島錦江湾国立公園に含まれていることから、本砂防事業は希少生物の事前調査や事業影響の検討等、自然環境へ配慮しながら進められてきた。

キムラグモ属は、崩落地や法面等の土が露出した崖地環境に生息するクモ類であり、大淀川水系上流域の山林で多数の個体の生息が確認されている。崖地環境は安全性等の点から公共事業の際には護岸や擁壁へ整備される場合が多いため、キムラグモ属の生息環境は減少傾向にあり、環境省レッドリスト、宮崎県レッドリストでともに絶滅危惧Ⅱ類に選定されている（環境省 2020、宮崎県 2020）。

大淀川水系砂防事業は山間の渓谷や渓流で進められており、キムラグモ属が生息する崖地環境も含まれるため、環境保全措置が必要となる場合が多かった。公共事業等におけるキムラグモ属に対する環境保全措置の事例は限られていたことから、キムラグモ属への適切な環境配慮を実現することを目的として、本業務ではキムラグモ属の移植と生息環境となる崖地環境の創出を試験的に実施した。本発表では、これらの取組をとりまとめ、報告する。

2.移植の試行

砂防事業による生息地への影響が予想されたキムラグモ属の個体について、工事前に事業影響を受けない場所へ移植した。移植は次の手順で実施した。①生息条件の記録：移植個体の巣穴の直径や深さのほか、確認箇所の傾斜角や土壌湿度等を記録した。②移植先の選定：①の傾斜角や土壌湿度等の計測結果を参考に移植先を選定した。③個体の捕獲：移植個体を巣穴から掘り出して、捕獲し、保管した。④人工巣の掘削：移植先に移植個体の巣穴と同様の規格の巣穴（人工巣）を掘削した。⑤個体の移植：人工巣内に個体を移植した。

移植後にモニタリングを実施し、キムラグモ属の人工巣への定着状況を把握した。その結果、キムラグモ属の人工巣への定着率は全体で約 33～80%であり、平均約 58%であった。特に人工巣の維持において、地表面が攪乱されにくい箇所を移植先として選定することが重要であると考えられた。

3.生息場の創出

砂防事業による影響を受けることが予想されたキムラグモ属の生息地を代償することを目的に、キムラグモ属の生息場（崖地）を試験的に創出した。先行研究において、キムラグモ属の生息環境の条件としては傾斜角が重要な要素とされていたことから、異なる傾斜角の試験施工箇所を 9 箇所作成し、定着状況や地形変化の状況を 2 年間モニタリングした。

その結果、傾斜角が 80 度の施工区で特に多くの個体の営巣が確認されており、地形変化が比較的少ないことや表層土壌の流出が限られていたことが要因と考えられた。またその他の要因として、土質が粘土質の土壌や火山灰土であること、餌の発生源となる樹林が周辺にあること等もキムラグモ属の定着に関係しているものと考えられた。キムラグモ属の生息場の創出は、土壌が粘土質の樹林周辺において傾斜角が 80 度程度の崖地を創出することで実現できると考えられた。

重信川本川と周辺水域における異常低水発生時の底生動物・魚類群集の動態

○赤井翔平 1)，遠藤弘盛 2)，井上幹生 1)，三宅洋 1)
1）愛媛大学大学院理工学研究科　2）愛媛大学工学部

1. はじめに

流量変動は河川における普遍的な現象の一つである. 出水や低水による物理的攪乱は, 直接的に河川生物を除去するばかりでなく, 生息場所環境の改変を介して間接的にも影響を及ぼすことから, 河川生態系特性の支配的な決定要因として認識されている. 近年では, 人為的な気候変動の進行に伴う流量変動の極端化が報告されており (Milly et al. 2002), 出水攪乱や低水攪乱が河川生物に及ぼす影響の増大が危惧されている. しかし, 極端な流量変動は発生予測が困難であるため, それらが水生生物群集に及ぼす影響についての知見は不足している.

愛媛県重信川では, 2023 年 10 月から 2024 年 2 月にかけて記録的な低水が発生した. そこで, 重信川本川とその周辺水域にて, 低水発生中とその前後の平水時に, 底生動物および魚類とそれらの生息場所環境に関する調査を実施した. これらの結果から, 本川とその周辺水域における, 両生物群集の低水発生に伴う動態を把握することを目的とした.

2. 調査方法

2023 年 9 月 5 日 (低水発生前), 11 月 15 日 (低水発生中) および 2024 年 3 月 5-6 日 (水位回復後) に, 重信川中流域とその周辺水域にて調査を実施した (各 3 調査地). 各調査地において流水的区間と止水的区間に調査区間を設定した (計 12 地点). 各調査地にて底生動物および魚類の定量的な調査を実施した. 群集構造を把握するために, 底生動物については非計量的多次元尺度法 (NMDS) による解析を, 魚類については積み上げグラフによる可視化を行った.

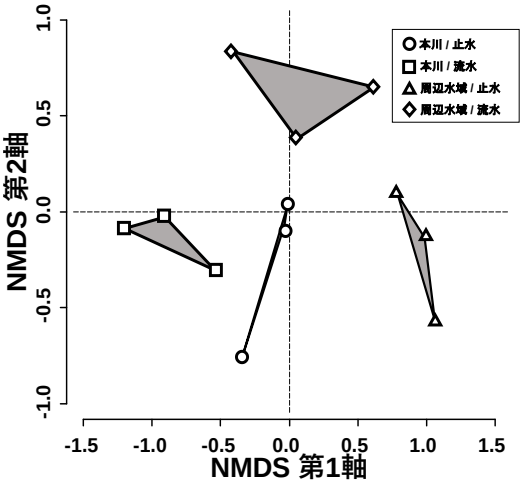


図 1 底生動物の個体数に基づく NMDS による各調査地の 2 次元プロット.

3. 結果および考察

低水攪乱前の調査の結果, 計 79 分類群, 9,345 個体の底生動物, 計 20 種, 733 個体の魚類が確認された. NMDS による解析の結果, 周辺水域の流水的区間の調査地は, 第 2 軸の値が正の領域にプロットされ, 特異な群集が成立していることが明らかになった (図 1). これは, 河床が礫質であったことに加えて, 湧水起源により流量が安定していたためだと考えられる. 魚類は水域間で種組成が大きく異なっていた (図 2). 本川ではシマヨシノボリ (*Rhinogobius* sp. CB) が優占していた. 流れが速く, 礫間の生息場所が多く存在していたことが要因だと考えられる. 一方で, 周辺水域ではタカハヤ (*Rhynchocypris oxycephalus jouyi*) が優占していた. 周辺水域は, 湧水起源のため, 本川と比較して水温が低く, 冷水を選好する本種の重要な生息場所になっていると考えられる. これらの結果に基づき, 本川と接続する周辺水域の流域の多様性保全における重要性と, 具体的な保全策について考察する.

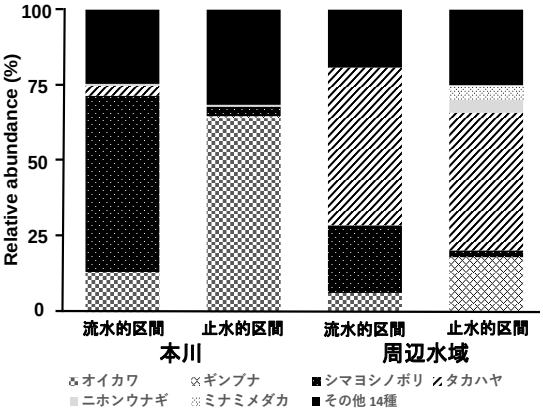


図 2 各調査地における魚類の相対個体数.

引用文献
Milly P., Wetherald R., Dunne K. & Delworth T. (2002) Increasing risk of great floods in a changing climate. *Nature* 415: 514-517.

湿地環境おける埋土種子の発芽と水分条件に関する研究

―三ツ又沼ビオトープを対象として―

堀江真純[1)]，鈴木享子[2)]，吉冨友恭[2)]，小柳知代[2)]
1）荒川上流河川事務所
2）東京学芸大学　環境教育研究センター

1．はじめに

三ツ又沼ビオトープは埼玉県上尾市、川越市、川島町の境に位置する入間川と荒川の旧流路跡であり、湿地帯が現存する地域である。旧流路跡は水生植物や湿生植物、魚類や昆虫、両生類、水辺を餌場とする鳥類、哺乳類といった多様な生物が生息しており、また希少な動植物の生息地にもなっている。しかし、日本では湿地環境が減少しているため、多くの動植物の生息環境が失われつつある。近年では、植物種の保全や復元を目指し、埋土種子の活用が期待されているが、湿地植生の再生に果たす埋土種子の役割について、知見が十分とはいえない現状がある。また、保全・復元事業実施の際、対象種の発芽特性の把握が重要であるが、そうした知見は極めて不足している。

そこで、本研究では土壌シードバンクに含まれる植物種とそれらの発芽特性を明らかにすることを目的として、三ツ又沼ビオトープのヨシ原、沼、湿地を対象とした埋土種子の発芽実験を複数の水位条件を設定して行い、出現種とそれらの傾向について明らかにした。また、得られた結果をもとに、三ツ又沼ビオトープの管理目標をふまえた今後の植生管理や保全活動のあり方について考察した。

2．調査・実験方法

埋土種子の発芽実験に用いる土壌は、2023 年 7 月 12 日に三ツ又沼ビオトープ内の 3 地点(ヨシ原、沼、湿地)で採取した。埋土種子発芽実験では同年 7 月 18 日から実生発生法を用い、異なる水位における発芽状況を比較するために、各調査地で「水位-１cm(底面が湿潤)」「水位 0cm(表面まで飽和)」「冠水(表面から 5cm 冠水)」「水位 15cm(表面から 15cm 冠水)」の 4 つの水位を設定した。同年 10 月 31 日の時点で 1cm 以上の植物を同定し、発芽数についても、同日に記録を行った。

3．結果と考察

埋土種子発芽実験では、計 21 種（うち外来種 4 種）の植物が出現し、総個体数は 429 種であった。すべての調査地から湿地環境に生息する種が出現し、埋土種子集団が形成されていることが明らかになった。発芽した植物種の中には、埼玉県で絶滅危惧 IB 類(EN)に指定されているアゼテンツキ、埼玉県で絶滅危惧Ⅱ類(VU)に指定されているシロガヤツリ、環境省レッドリストで絶滅危惧Ⅱ類、埼玉県で絶滅危惧Ⅱ類(VU)に指定されているシャジクモといった希少種が含まれていた。また、生態系被害防止外来種リスト（環境省自然環境局）で重点対策外来種に指定されているセイタカアワダチソウが出現した。

異なる水位条件を設定した発芽実験から、水分環境が特定の種の発芽数や出現種数に影響を与えることが明らかになった。ガマとミゾハコベは水位 5cm 以上の条件で発芽し、土壌が完全に冠水した条件でのみ発芽する傾向がみられた。シロガヤツリおよびアゼテンツキは水位-1cm、水位 0cm の条件でのみ発芽がみられ、水位が 5cm 以上と高い条件では発芽が抑制される傾向がみられた。また、セイタカアワダチソウは、水位が上がるほど発芽数が減少する傾向がみられたことから、冠水状態においては発芽が抑制されることが考えられた。

三ツ又沼ビオトープにおいて埋土種子による植生管理を進めるには、ビオトープの水位条件を適切に管理することで、外来植物の発芽を抑制し、絶滅危惧種を含む在来植物の発芽を促進していくことが重要であると考えられた。

映像データを用いたオオコノハズク（*Outs lempiji*）の抱卵および育雛行動の事例研究

野田将臣[1)]，守山拓弥[2)]
1)宇都宮大学大学院地域創生科学研究科，2)宇都宮大学農学部

1. はじめに

研究対象種であるオオコノハズク（以下本種）は，減少を理由に県単位で絶滅危惧種に指定されており保全が必要な種である．フクロウの仲間を含む猛禽類の保全には，分布域や生息数だけでなく，種ごとの繁殖生態・食物資源量等の基礎的な生態情報が必要となる．しかし，夜行性である本種の生態は目視観察が困難であり調査が難しく，特に繁殖期における生態に関する研究事例は少ない．そこで，本研究では，映像データを用いて本種の抱卵および育雛行動の解明を行うことを目的とした．

2. 調査方法

2-1 調査対象地：新潟県佐渡市相川町の一軒家の屋根裏での調査を行った． 対象の家屋は，佐渡島の西部に位置しており，家屋の西側は日本海に面し，東側は山地となっている市街地である．**2-2 映像データの収集：**対象の家屋の屋根裏に小型赤外線カメラを設置し24時間撮影を行い，SDカードに記録した．後日SDカードに記録した映像の確認を行った．SDカードの交換は屋根裏外で行い，営巣への影響がないように努めた． **2-3 映像データの解析：**親個体の抱卵・抱雛時間，雛との接触時間，在巣時間を記録した．また，親個体による給餌回数および給餌内容を記録した．給餌内容は，細かな種まで特定できなかったため，ネズミ類・カエル類・鳥類・無脊椎動物のように大まかな区分に分類し記録を行った．識別できないものは不明と記録した．

3. 結果および考察

3-1 抱卵・抱雛時間，雛との接触時間，在巣時間：親個体の抱卵・抱雛時間は雛が自立して動き始めた5月14日ごろから著しく減少した．雛が成長，親個体が覆いかぶさされなくなった5月19日からは，親個体の抱卵・抱雛は見られなくなった．雛との接触時間および在巣時間も雛の成長に伴い減少した．なお，巣立ち時（6月2日開始）には在巣時間が増加し，巣立ちを促していた可能性が考えられた． **3-2 給餌回数：**親個体の抱卵・抱雛が見られなくなった 5月19日ごろからは給餌回数が急激に増加し，給餌回数が最も多かったのは5月21日で50回であった．本調査における給餌回数は雛の成長とともに確実に増加し，雛の巣立ち直前では減少した．これは，白石ら（2007）によって行われたフクロウの繁殖生態と給餌食物の調査での給餌回数の推移と類似していた．したがって，給餌回数の推移は他の猛禽類と同様の傾向であると考えられた．**3-3 給餌内容：**主に環形動物と見られる無脊椎動物333回，ネズミ類63回，カエル類18回，小型鳥類8回，不明18回であった．本調査における給餌内容は，繁殖期を通して無脊椎動物が優占であった．一方で，S Priyambodo （2020）らは餌の消費量をもとに餌の嗜好性のレベルを算出した結果，ネズミを多く消費し，有意差があったとしている．また，風間（2003）が新潟県に生息する本種の食性についてペリットでの調査を行ったところ，ネズミ類が中心であったとしている．本調査の結果が既往研究と異なる原因として，地理的特徴など何らかの原因により，本来餌として好まれるとされているネズミが必要量採餌できず，無脊椎動物が代替えの餌となった可能性が考えられた．

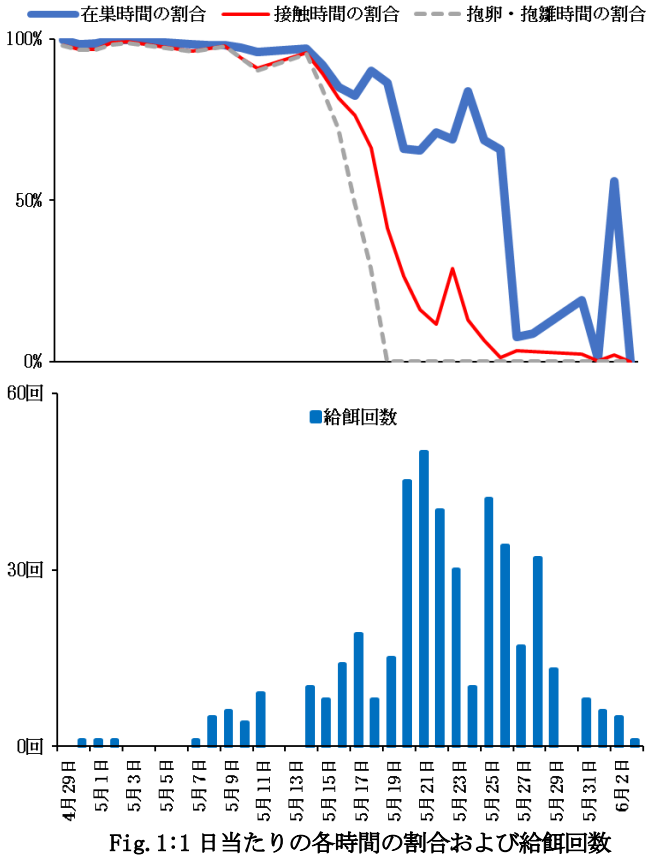


Fig. 1:1 日当たりの各時間の割合および給餌回数

田島ケ原サクラソウ自生地の異なる植分における土壌含水比の差異

荒木祐二[1)]，寺田瑞彩[2)]，藤野毅[1)]
1)埼玉大学，2)元埼玉大学(学)

1. はじめに

国指定特別天然記念物である田島ケ原サクラソウ自生地では，絶滅危惧種であるサクラソウの個体数が 2003 年の 235 万株をピークに減少傾向にある。その一因として土壌の乾燥化が進行し，競合種の分布域が拡大してサクラソウの光合成が妨げられる点が指摘されている。これまで，田島ケ原サクラソウ自生地における土壌水分状態の把握にはポータブル土壌水分計が用いられてきたが，精度を欠いてサクラソウの分布と土壌水分の関係性を十分検討できずにいた。そこで本研究では，土壌水分とサクラソウの分布の関係性を明らかにすることを目的とし，サクラソウの生育密度の異なる 6 地点の環境下に土壌水分センサーを固定して土壌水分の変動を継続的に測定した。

2. 調査方法

野外調査は 2022 年 2～11 月および 2023 年 3～11 月に田島ケ原サクラソウ自生地で実施した。サクラソウ密度の高い調査区を H 区（H1，H2，H3），低密度の調査区を L 区（L1，L2，L3）とした。6 調査区において，土壌水分センサー（EC-5，METER 社）を表土から 2～3 ㎝の深さに固定し，30 分間隔で誘電率を測定して含水比を求めた。データーロガー（MIJ-12，Environmental Measurement Japan 社）は支柱に巻き付けて地表から離して設置し，測定したデータを記録した。また，センサーを中心に 1m×1m の方形区を各調査区に設け，植物社会学的手法による植生調査を 2022 年 4 月に実施した。

3. 結果と考察

植生調査の結果から，H1 のサクラソウの植被率は 70%と顕著に高かった。H2 と H3 のサクラソウの植被率は，それぞれ 20%，10%と比較的高い値を示した。一方，L1～L3 の調査区ではサクラソウは散在する程度であった。

各調査区の含水比の平均値（2022 年）は，それぞれ H1：0.30g/g，H2：0.42g/g，H3：0.34g/g，L1：0.21g/g，L2：0.23g/g，L3：0.16g/g となった（図 1）。H 区の含水比は 3 調査区とも 0.2g/g を常に上回った一方，L 区では含水比が頻繁に 0.2g/g を下回った。サクラソウ株数が最大となった H1 では含水比が H 区の中でもっとも低い値で推移した。これらのことから，サクラソウの健全な生育にはフェノロジーに応じた含水比の適値があることが示唆された。

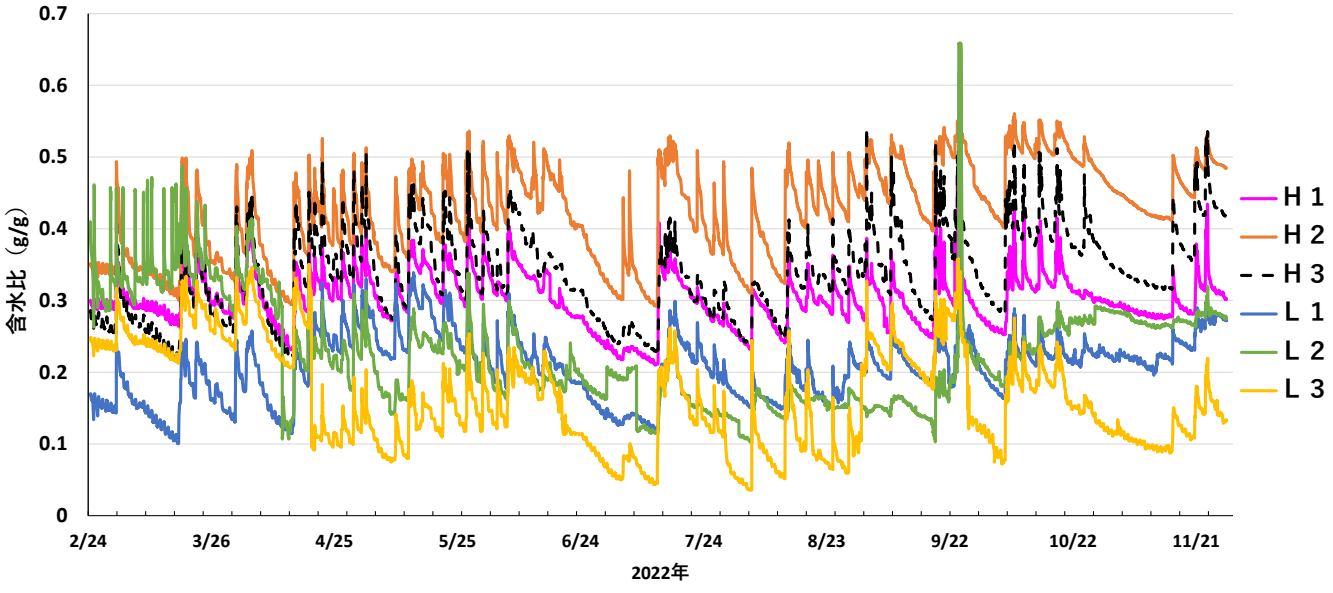


図 1　各調査区における含水比の推移（2022 年 2 月 24 日～11 月 28 日）

希少植物ムジナモの保全と水生動物相の変遷：宝蔵寺沼 10 年間の調査結果

塚本晃大[1)]，宮坂夏輝[2)]，稲葉一希[2)]，山城俊[2)]、児玉源太朗[2)]，吉木大樹[2)]，日比野拓[2)]
1）埼玉大学大学院教育学研究科，2）埼玉大学教育学部

1. はじめに

水生植物で食虫性のムジナモは、牧野富太郎によって日本に生育していることが発見されたが、昭和時代に生息地が激減し、埼玉県羽生市にある宝蔵寺沼が、国内最後のムジナモ自生地となった。1966 年に国の天然記念物に指定されてすぐに、ムジナモは沼から消失し、野生絶滅の状態が続いたが、近年の保全活動によってムジナモの株数が増え、一年を通して宝蔵寺沼にムジナモが見られるようになった。株数増加の要因としては、ヨシ刈りなどによる植生環境の変化や、ムジナモを食べる外来生物の駆除による水生動物相の変化などが挙げられる。我々は 2010 年から毎年、宝蔵寺沼において水生動物の採捕調査を行い、ムジナモの繁茂との関係を調べてきた。本発表では、ムジナモの株数が順調に回復した過去 10 年間（2013～2023 年）の水生動物相調査の結果とムジナモ株数の推移を照らし合わせ、水生動物相とムジナモの回復との関係を考察する。

2. 調査方法

羽生市宝蔵寺沼ムジナモ自生地内の 3 か所を調査地点に設定し、毎年 3～4 回（3 月、6 月、10 月、12 月）水生動物の調査を行った。各地点ですくい網 3 基、網受け 3 基、四つ手網 1 基を用いて水生動物を採捕し、ヨシがなく水路が開けている場合のみ投網も行った。採捕された水生動物は、自生地内で生物の同定と形態観察を行った。特定外来種は現地で駆除し、その他の生物は自生地内に戻した。

動物種	2013年度採捕数	2023年度採捕数
ヨシノボリ属	0	4
モツゴ	54	205
コイ	1	0
フナ属	1	0
ドジョウ	0	4
オオクチバス	1	0
カダヤシ	27	18
タイリクバラタナゴ	0	8
ブルーギル	0	1
ウシガエル幼生	195	16
アメリカザリガニ	38	141
スジエビ	416	347
ヌカエビ	32	0
カワリヌマエビ属	0	170
ヤゴ	22	2
ヒメタニシ	2	6
合計	789	924

表 1. 2013 年度と 2023 年度の水生動物採捕数の比較.

3. 結果と考察

宝蔵寺沼ムジナモ自生地は、約 3 ヘクタールの広さに幅 1 から 2m の水路が張り巡らされている。自生地は、近隣の河川や隣接する三田ヶ谷池とつながっていないものの、洪水時には三田ヶ谷池から水生動物が移入してくる可能性がある。2013 年と 2023 年の採捕された水生動物種と採捕数を比較すると、スジエビが自生地の優占種として維持されていることが示唆される（表１）。スジエビの次に多く生息している種は、2013 年度はウシガエル幼生、2023 年度はモツゴであった。先行研究で、ウシガエル幼生がムジナモを摂食することが示唆されており、羽生市教育委員会はムジナモ保全を目的としてウシガエル幼生の駆除を継続的に実施している。この駆除活動により、2016 年度からウシガエル幼生の採捕数は減少しており、これと反比例してムジナモ株数が増加していることが確認された（図１）。一方、アメリカザリガニの個体数は増加しており（表１）、これはウシガエル成体による捕食圧の低下が原因と考えられる。

図 1. 10 年間のウシガエル幼生採捕数とムジナモ株数の推移

１０年間の調査から、継続的な特定外来生物の駆除活動が希少植物ムジナモの保全に有効であることが示され、今後もこの駆除活動を継続していく必要があることが示唆される。

タナゴ類保護に向けたイシガイ類の飼育・繁殖技術の確立

中西亮太[1)]，八嶋勇気[1)]，奥田覚子[1)]，北川忠生[1)]
1）近畿大学大学院農学研究科

1) はじめに

日本産タナゴ類（コイ目コイ科タナゴ亜科）は，環境省版レッドリストにおいてほぼ全種が絶滅危惧種に選定されており，保全が必要である．タナゴ類は，イシガイ類（イシガイ科二枚貝類）の鰓に産卵する特殊な生態を持つため，タナゴ類を安定的に保護する上で，イシガイ類の確保が必要となる．しかし，イシガイ類の生育に適した餌環境を人工的に創出・維持することは困難であることから，イシガイ類の飼育繁殖方法の確立は十分でなく，タナゴ類を保護する上でも大きな課題となっている．発表者らは，イシガイ類の低コストかつ再現性の高い飼育・繁殖技術の確立を目的とした研究を行っている．現在までの成果として 500 L の円形水槽に一般的に入手しやすい材料である真砂土と牛糞堆肥を混合した飼育用土を施肥し，底層の嫌気化を避けるため，飼育系内を月 2 回の攪拌した条件で，止水性種のミナミタガイ *Beringiana fukuharai* の長期飼育と成長に成功した．ミナミタガイの幼生は，ヨシノボリなどの魚類に寄生した後，着底・変態し稚貝となる．また，幼生に寄生された魚類は，寄生に対して一時的な抵抗性を持つことが知られている．上述の実験では，同時に飼養していたシマヒレヨシノボリ *Rhinogobius tyoni*（以下，ヨシノボリ）に，ミナミタガイの幼生が寄生していることが確認されたが，稚貝の発生には至っていない．また，牛糞堆肥の初期施肥量が水量に対して一定以上の濃度で施肥した区画では，全てのミナミタガイが斃死したことから，堆肥の過剰な施肥は飼育系内の急激な富栄養化を招き，ミナミタガイの斃死に繋がったことが示唆された．そのため，本研究では，牛糞堆肥の代替として，急激な富栄養化を防止するため分解速度の遅いバーク堆肥を施肥するとともに，段階的に施肥する追肥法を導入した改良を行ってきた．本発表では，2024 年 11 月より，異なる堆肥を試用や追肥法の実施などの飼育条件の改良を行っている実験の経過報告を行う．

2) 材料・方法

500 L の円形水槽でミナミタガイ 8 個体とその幼生の寄生宿主としてヨシノボリ 25 個体を同時に飼養した．実験区は，堆肥なし（真砂土），牛糞堆肥（真砂土，牛糞堆肥），混合（真砂土，牛糞堆肥，バーク堆肥），追肥（真砂土，牛糞堆肥，牛糞堆肥を追肥）を 3 反復した 12 区画を設定した．また，牛糞堆肥とバーク堆肥の中間的な分解速度である馬糞堆肥（真砂土，馬糞堆肥）を，富栄養化を抑えつつ飼育環境を創出することが可能だと考えられることから試験的に 1 区画設けた．現在，計 13 区画におけるミナミタガイの生存率，成長量（殻長，背縁長，湿重量）について各月で計測・算出している．また，繁殖数について，月 1 回ヨシノボリの体表に寄生したミナミタガイの幼生を目視で観察し，ヨシノボリ 1 個体当たりの幼生の寄生数を算出するとともに，実験終了時に各水槽の飼育系内の稚貝を採捕し計数する．

3) 2024 年 5 月末までの結果および考察

全区画でミナミタガイが高い生存率を示している．馬糞堆肥を用いた区画では，ミナミタガイが最も成長しているが，ミナミタガイは春季から秋季にかけて成長するため，今後の実験期間内に他の区画でも成長が期待される．繁殖に関しては，ミナミタガイの幼生によるヨシノボリへの寄生が確認できた．しかし，寄生期間とされる約 10-25 日を終えても稚貝が確認できていない．この要因として管理として行っている攪拌強度が高く，稚貝に負の影響を与えた可能性，越冬できずヨシノボリの個体数が少なくなったことにより，宿主が不足している可能性，稚貝が採捕可能なサイズに成長できていない可能性などが考えられる．一方で，本実験と同様に真砂土と牛糞堆肥を用いた学外のプールにおいては稚貝が発生したため，飼育用土自体に問題はない可能性が高いと考えている．

放棄水田の再湛水による湿地生態系回復への取組み　–朝倉市秋月の事例–

大竹里菜[1)], 林博徳[2)], 髙田浩志[2)], 池松伸也[2)], 鹿野雄一[2)]
1) 九州大学大学院工学府, 2) 九州大学大学院工学研究院

1．はじめに

開発や土地利用の変化による湿地環境の減少は著しく、生物多様性の更なる劣化が懸念されている。本研究対象地の野鳥川流域は九州でも屈指の淡水生態系ホットスポットとされているが、近年その環境は耕作放棄地の増加による荒地化や、過度な河川、水路等の改修によって荒廃が著しい。そこで著者らは、当該流域の秋月地区において、放棄水田を湿地として再生する取組みを開始した。さらに、その効果について生物調査を行い、本取組みが湿地生態系の回復に及ぼす影響について明らかにすることを試みた。今回は 2 週間の試験湛水の実践内容と、予備調査により得られた結果、及び今後の展望について報告する。

2．対象地と取組みの進捗

対象地（図 1）は、かつて水田であったが約 5 年前から耕作が行われていない。そのため現況は荒地性草本の繁茂が著しい。野鳥川の支川から導水する水路が接続しているが、石積み護岸からの水漏れがひどく、また 5 年程放棄されていたため対象地内の土壌にひび割れが発生しており、安定的に湛水することが困難であった。そこで、石積みの隙間に草や土嚢を詰めるなどして修復にあたったところ、2023 年 6 月末から約 2 週間湛水することができた。しかし、7 月の集中豪雨により対象地内及び水路に土砂が堆積し、再び湛水は困難となっている。本論では、その間の湿地における両生類の分布状況調査結果と湿地再生へ向けた進捗について報告する。

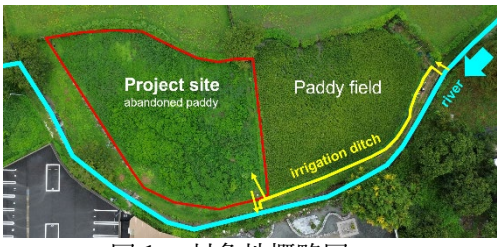


図 1　対象地概略図

3．調査方法

生物調査にはラインセンサス法を用いた。対象は両生類とし、3 人で 30 分間対象地全体を踏査し、目視で確認された種と個体数を記録した。

4．試行結果と考察

約 2 週間湛水した結果、解放水面を有する湿地が創出され（図 3）、両生類はヌマガエル・アマガエルの 2 種が確認され、ヌマガエルについては個体数が有意に増加した（図 2）。取組み休止後（図 4）は、湿地としての機能は失われセイタカアワダチソウ等の荒地性草本が茂り、ヌマガエルの個体数は有意に減少した。わずか 2 週間の湛水で個体数に明らかな増加が見られたことから、本取組みを継続することで更なる湿地生態系の回復が見込めるものと期待している。

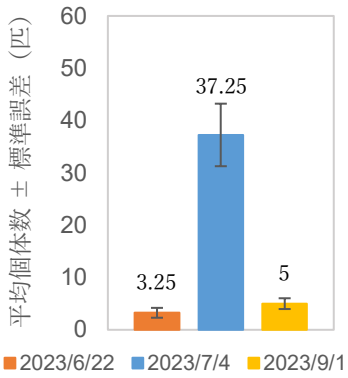


図 2　ヌマガエルの平均個体数推移

図 3　2023 年 7 月 4 日の状況

図 4　2023 年 9 月 1 日の状況

5．今後の展望

今回の試験湛水によって、両生類の生息場維持のためには湿地の維持が重要であることが明らかとなった。放棄水田への湛水は、2023 年の 7 月出水以降休止状態となっていたが、2024 年 4 月から再び水路の補修や代かきを行い、安定的な湛水に向けた取組みを進めている。今後は年間（特に対象両生類の繁殖期)を通しての湛水の実現へ向けて取り組んでいく予定である。なお、当該地には営農者や住民等多くの利害関係者がおり、合意形成が不可欠である。今後は、ワークショップ等を行い、利害関係者と湿地の活用方法や管理体制について協議を進める予定である。

ネットオークションにおける小型サンショウウオ類の13 年間の取引実態～希少種と新種記載・法規制～

江口健斗[1)]，上野裕介[2)]
1）株式会社　建設環境研究所，2)石川県立大学　生物資源環境学部

１．はじめに

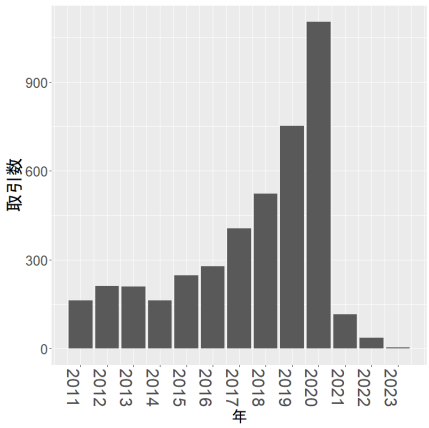
近年、インターネットを介した希少野生動物の商取引が大きな問題となっている。インターネットを介した野生動物の取引は採集圧による種の絶滅リスクを増大させることが指摘されており、喫緊の課題となっている。希少種の中でも採集による地域個体群の消滅が強く懸念される分類群に、小型サンショウウオ類がある。日本産小型サンショウウオ類は短期間で多くの新種が記載されており、2011 年には 20 種とされていたものが、2024 年現在では 51 種に増加している。日本には 2024 年 3 月現在で 51 種の小型サンショウウオ類が生息している。さらに、近年も分類学的研究が続けられており、この 13 年間に各地の地域個体群が相次いで新種記載されている。地域個体群の消滅等の懸念から、2020 年にはトウキョウサンショウウオ（Hynobius tokyoensis）が、2022 年には一度に 25 種が取引禁止となった。新種記載や法規制が国内のインターネット取引に与える影響を調べることは、希少種等の保全計画を組む上で重要である。そこで、本発表は種の希少性と新種記載・法規制が商取引に与える影響を明らかにする目的で行った。

２．方法

本発表では、日本産小型サンショウウオ類の希少性と新種記載からの期間に着目し、その取引価格にどのような影響を与えるかを明らかにすることを目的としている。調査は、2011 年 1 月から 2023 年 12 月までの間に国内の各インターネットオークションサイトの「ペット・生き物」カテゴリに出品・落札された小型サンショウウオ類（生体）の取引履歴（商品名、価格、落札日、商品画像や説明など）を網羅的にアーカイブし、無償または有償で提供される企業の情報を用いて行った。これらのデータを基に、集計・分析を行った。

３．結果と考察

2011 年 1 月から 2023 年 12 月までの間に、28 種で 4262 件の取引を確認した。取引数は 2020 年をピークに 2020 年以降大きく減少していた。これは、2020 年にトウキョウサンショウウオ（H. tokyoensis）が取引禁止されたことに由来すると考えられた。詳しい分析の結果は当日発表する。



遊休水田に創出した小面積の再生湿地における水生動物群集の特徴

田和康太[1)]，柗島野枝[1)]，西廣淳[1)]
1）国立環境研究所　気候変動適応センター

1. はじめに

遊休農地は農地として適切に維持・管理できなくなった状態の土地を示し，農業の担い手不足や不利な耕作条件等により，国内では年々その面積を増加させている．遊休農地の存在による共同水利施設の老朽化や病害虫の発生，獣害の増加，不法投棄の増加などは各地域の農業や生活環境にも多大な負の影響をもたらす．また，植生遷移が進み，樹林化した遊休農地では復田が困難となるため，各地域における遊休農地の把握ならびに解消が喫緊の社会的課題の一つとなっている．一方で，遊休農地化した水田（以下，遊休水田）を湿地として適度に管理することで，復田しやすくなるだけでなく，洪水緩和や水質浄化，生物多様性の保全などを両立させるグリーンインフラとしての機能が期待される．これらの取り組みは「里山グリーンインフラ」と呼称され，流域治水のメニューや気候変動適応策としても大きな注目を集めている．

千葉県北部では，里山グリーンインフラの観点から，谷津谷底部の遊休水田の湿地化が複数の場所で進められている．しかしながら，水管理や面積を含め，どのような湿地を創出すれば生物多様性の保全に効果的なのかについて未解明な点が多い．本研究では，遊休水田に人力で創出した小面積の再生湿地において水生動物を対象とした生息状況調査を実施し，これらの湿地を利用する水生動物群集の特徴を明らかにすることを目指した．

2. 調査方法

千葉県富里市立沢区の谷津の遊休水田を対象とした．調査地はかつて谷津田として利用されていたが，少なくとも 2010 年から耕作放棄され，土壌表面が乾燥し，樹林化が進行していた．この遊休水田において 2023 年 5 月から定期的に除草や竹林の伐採作業が進められた．また，2024 年 5 月までにこの遊休水田内に計 3 つの小面積の区画（1.5 m^2，2.0 m^2，2.3 m^2）を設け，各区をスコップで地表面から約 50 cm 程度掘り下げた．調査地では地下水位が高いため，意図的に湛水することなく 3 つの区画すべてが水深約 10 cm の止水湿地となった．

これらの止水湿地において 2024 年 5 月から月 1 回の頻度で水生動物を対象とした掬い取り調査を実施した．調査には 1 mm メッシュのタモ網を用い，各区 4 つのコドラートを設けた．採集された水生動物の個体数を分類群ごとにまとめた．また，これらの湿地の直近にある湧水を用水とする通年湛水の再生湿地（2021 年完成，約 150 m^2）および水田（約約 1,760 m^2）と水生動物群集を比較した．

3. 結果と考察

5 月と 6 月の調査の結果，止水湿地で計 12 科 18 分類群 200 個体の水生動物が採集された．17 分類群のうち，10 分類群が水生コウチュウ目で占められた．水生コウチュウ目のうち，最も個体数が多かったのは不安定な止水域を好むホソセスジゲンゴロウだった．また，ヒメゲンゴロウ，コシマゲンゴロウ，コガムシ，キベリヒラタガムシの 4 種については幼虫が採集され，この湿地で繁殖したものと推察された．5 月の結果について，Bray-Curtis 指数を用いた非計量多次元尺度法（NMDS）による二次元への座標付けの結果，止水湿地と通年湛水湿地のプロットは第一軸を境に二分され，それらの中間に水田のプロットが配置された．水生動物群集は調査地タイプごとに異なった（PERMANOVA，$p < 0.0001$）．通年湛水湿地では水生コウチュウ目は全く採集されなかった一方で，止水湿地でみられなかった水生カメムシ目のコミズムシ属やマツモムシ，シュレーゲルアオガエル幼生の個体数が多い特徴があった．このように，遊休水田を湿地化する際，用水を確保して安定的な通年湛水を維持するだけでなく，地下水位に依存した不安定な湿地を創出することや小面積の区画を創出することでも生物多様性の保全に寄与する可能性がある．発表では，2024 年 7 月以降の調査結果や各湿地の物理環境を含め議論を深めたい．

釧路湿原におけるハンノキの年輪成長量に基づく釧路川蛇行再生の影響評価

根本優大[1)]，山口拓弥[1)]，大石哲也[2)]，宮本仁志[1)]
1)芝浦工業大学，2)寒地土木研究所

1. はじめに

近年，社会基盤整備と自然環境保全のバランスを保ち，経年的に変容する貴重な水域を再生するための自然再生事業が日本各地で行われてきた．本研究で対象とする釧路湿原茅沼地区では，河道の直線化に伴う湿地のハンノキ林への変容や湿原景観の喪失などが問題となり，2010 年に自然再生事業として河道の蛇行再生が行われた．本研究では，茅沼地区周辺で生育するハンノキの年輪コア試料（成長錐コア）を採取することで，ハンノキの樹齢の判読と年輪の刻み幅から成長量を推定し，推定値の変化から蛇行再生前後における再蛇行化がハンノキの成長に与えた影響の評価を試みた．

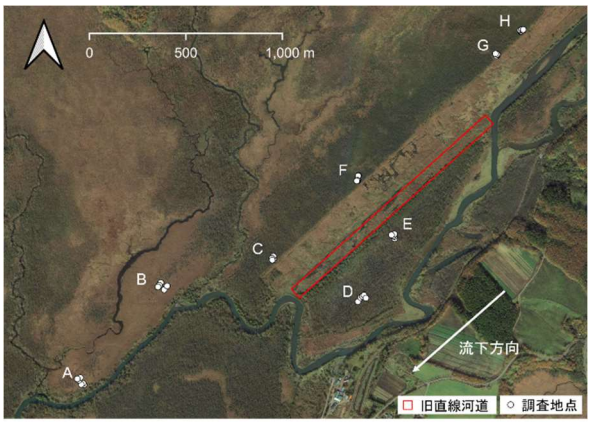


図-1 釧路湿原茅沼地区のハンノキ調査地点

2. 対象地点

図-1 に本研究においてハンノキの年輪調査を行った地点を示す．本研究では，茅沼地区周辺においてハンノキの生育状態が異なると事前に予想した A~H の 8 地点を調査地として選定し，それぞれの地点において標準的な成長状態を示すハンノキ 5~6 本に対して年輪調査を実施した．

3. 方法

調査地点で生育するハンノキの樹齢と年輪成長量を測定するため，胸高部分で成長錐コアを採取した．樹齢判読と年輪成長量の測定には Dendro Measure を用いた．その後，A~H の調査地点ごとに判読した樹齢と蛇行再生の実施年を照らし合わせ，蛇行再生前後における年輪成長量の違いを比較した．

4. 結果と考察

表-1 調査地点に生育するハンノキの平均樹齢（年）

	A	B	C	D	E	F	G	H
樹齢	34.8	34.6	37.8	34.4	38.2	27.2	40.0	23.6

表-1 に各調査地点の平均樹齢を示す．F,H 地点の樹齢は 25 年程度である一方，A,B,C,D,E,G 地点の樹齢は 35 年程度であった．これにより，本研究の調査地点でのハンノキ個体は樹齢が 10 年程度異なる 2 つのグループに大別されることが分かる．どちらのグループも，河道の直線化が完了した 1984 年以降，蛇行再生が完了した 2011 年以前の間に調査地に進入し成長したことが示される．

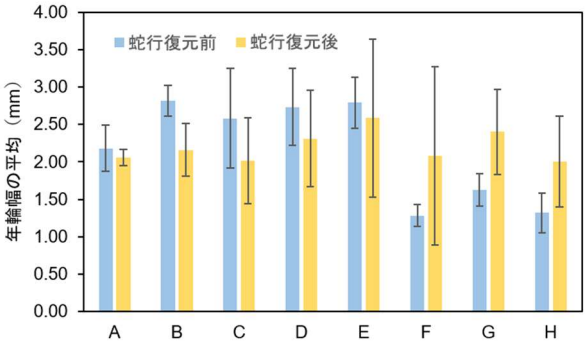


図-2 蛇行再生前後での年輪成長量の比較

図-2 には，各調査地点における河道再蛇行化前後の年輪成長量平均値とその標準偏差を示す．A,B,C,D,E 地点では再蛇行前に比べて年輪成長量は減少したが，旧直線河道の右岸側に位置する F,G,H 地点では年輪成長量が増加した．年輪成長量は気候条件以外にも，河川堆積物や水文環境に影響されると考えられる（2004 冨士田）．従って，F,G,H 地点において蛇行後の成長量が増加したのは，気候条件というよりもむしろ，栄養塩や水文環境など，成長を促進する環境条件が整ったためであると考えられる．

謝 辞:国土交通省北海道開発局釧路開発建設部には，調査の実施およびデータの提供ほか多くのご協力を頂いた．記して謝意を表します．

撹乱と地形・地質的要因が植生群落構造に与える影響の定量的評価

羽田野将希[1)]，副島顕子[2)]，皆川朋子[2)]
1)熊本大学大学院自然科学教育部
2)熊本大学大学院先端科学研究部

１．研究背景・目的

近年異常気象の影響により斜面崩壊が頻発しており，それに伴う人的，物的被害の増加が問題視されている．熊本県においても，令和２年７月豪雨により，多数の斜面崩壊が県内の至る所で発生した．そのため，豪雨時に斜面崩壊が発生する場所の正確な予測が求められている．斜面崩壊の発生要因は様々あるが，地質・地形的条件や植生が影響することも明らかになっているため，これらの要因を用いて斜面崩壊の発生リスクを定量的評価した研究が多く行われている．しかし，群落構造などの植生の詳細な状態を考慮した研究は限られる．一方，日本各地に存在する里山は，多くの斜面崩壊や伐採を経験して群落がモザイク状に成立している．これは，伐採や斜面崩壊といった撹乱が発生したため，二次遷移が進行していくためだと考えられる．撹乱が発生した場所は本来持っていた土壌の保水効果などの斜面崩壊抑制機能を失っていることから，早期的な植生回復を図るために，撹乱後の植生の動態を解明することは，防災・減災的観点からも非常に重要である．しかし，同時期の撹乱であっても，地形・地質的要因によって植生回復速度は異なることが指摘されているが，撹乱からの経過年数と地形・地質的要因との影響の比較を定量的に評価した研究は少ない． そこで本研究では，令和２年７月豪雨によって斜面崩壊が発生した熊本県芦北町天見岳を対象として，二次林の植生構造や群落組成を調査し，植生群落構造と撹乱からの経過年数と地形・地質的要因の関係を明らかにすることを目的とした．

２．研究方法

熊本県芦北町にある天見岳内に 15 のコドラート地点を設置し，植生調査を行った．各コドラート地点において階層区分，出現種，出現種の被度・群度を調査し，その結果を用いて，植生構造や群落組成の解明を行うためにクラスター分析，シルエット分析， INSPAN（指標種分析）を行った．また，環境要因として本研究では傾斜，標高，撹乱からの経過年数，地形，母岩を用いた．データの取得のため，DEM データの解析，傾斜図，CS 立体図の作成を行い，地質の同定，地質境界を把握するため，地質調査を行った．次に，植生と環境要因との関係を知るためにNMDS（非計量多次元尺度法）を行った．

３．結果・考察

クラスター分析，シルエット分析から，天見岳の二次林は斜面崩壊跡から遷移した２つ，伐採跡から遷移した３つの５つのグループに分類できた．NMDS では，グループ間の違いは遷移段階を反映していることが示唆された．また，植生構造と有意に相関があったのは撹乱からの経過年数と地形的要因であった．地質的要因は有意ではなかったこと，地形的要因の寄与率は撹乱からの経過年数よりも小さかったことから，天見岳の植生は，地形・地質的要因よりも撹乱からの経過年数の影響が大きいことが明らかとなった．しかし，本研究で用いていない環境要因の影響も考えられるため，より正確な植生回復過程の動態の解明は，更なる環境要因の考慮が必要である．本研究では斜面崩壊地のコドラート地のデータが少なかったこと，詳しい地形分類での解析が行えなかったことから，斜面崩壊の発生予測として用いるためには，再解析を行う必要性がある．

宝蔵寺沼ムジナモ自生地におけるムジナモ保護増殖
～野生絶滅から 100 万株まで回復した取り組み事例～

日比野拓[1)]，藤野毅[2)]，金子康子[1)]
1）埼玉大学教育学部，2)埼玉大学大学院理工学研究科

1. はじめに

埼玉県羽生市宝蔵寺沼は国内最後のムジナモ自生地として 1966 年に国の天然記念物に指定されたが、その後すぐにムジナモは沼から消失してしまった。ムジナモ消失の要因を探り、さらにムジナモ保護増殖を目指して、埼玉大学と埼玉県、羽生市教育委員会が協力し、1970 年代より調査研究を続けてきた。特に、2009 年から 5 か年計画で行った「宝蔵寺沼ムジナモ自生地緊急調査」は、ムジナモ保護増殖の強力な道筋を築く上で大きな役割を果たした。この調査では、埼玉大学の研究者が中心となり、植物、動物、土壌、水質、遺伝子など多面的に観点から調査を行った。緊急調査の結果から、ムジナモだけを保全するのではなく、沼全体に多様な生物がバランスよく生育できる環境の構築が必要であることが示唆された。そのため、①排水ポンプを稼働し水の流れを作り出すこと、②ヨシなどの草刈り方法と時期の検討、③ウシガエル幼生やザリガニなどの外来生物の駆除、④サデカキによる陸地化した水路から浅瀬を造成すること、などの対策を行ってきた（図 1）。緊急調査以降も、ムジナモが長期にわたって生育できる環境を維持するために活動を継続している。2022 年には宝蔵寺沼のムジナモの個体数が 100 万株を超え、継続的な活動の成果が示された。本発表では、ムジナモの生育調査の結果と、ムジナモ保護増殖にとって効果のあった活動について報告する。

2. 調査方法

宝蔵寺沼ムジナモ自生地にて、毎月（3 月～11 月）ムジナモの生育状況と株数を観測した。水路ごとのムジナモの生育状況の推移に着目し、生育状況の悪い場合はその要因を分析した。また、サデカキによる水路の掘り直しや草刈りの時期といった生育環境変動要因がムジナモの生育に影響を与えるかどうかも調査した。

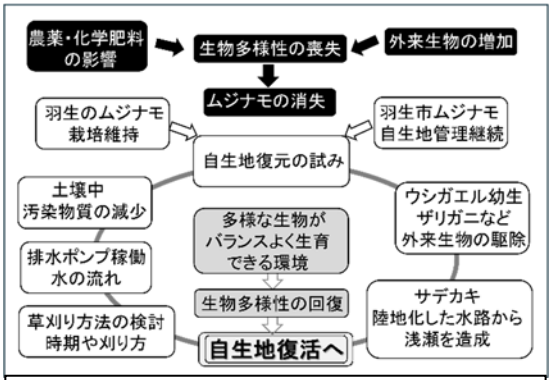


図 1. 宝蔵寺沼ムジナモ自生地ムジナモの消滅から復活にいたる道のり

3. 結果と考察

緊急調査終了から 3 年後の 2016 年に自生地のムジナモは 15 万株を超える増殖を示した。この状況を受け、同年、ムジナモ自生地北部の区画ではムジナモの放流を廃止した。その翌年以降もムジナモは順調に生育し、2018 年には 45 万株、2022 年には 116 万株と（図 2）、長期にわたって安定した個体数を維持し、野生復帰といえる状況になった。

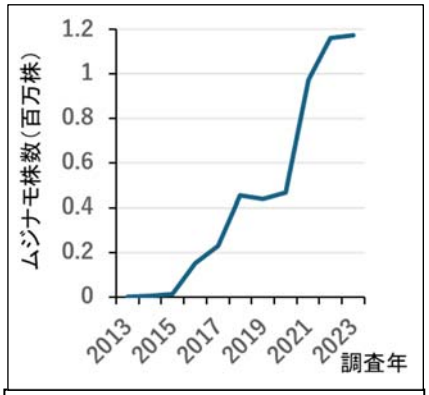


図 2. 宝蔵寺沼のムジナモ株数（ひと月の最高株数）の推移

水深を浅く掘り直した水路では、ムジナモの著しい増殖が見られたが、植食動物の侵入が抑制されたことが要因と考えらえる。また、水路際の注水植物を残す草刈りを実施することで、水路に適度な日陰をつくり藻類の繁茂を抑制するとともに、冠水時にはムジナモの流出を防ぐ効果も見られた。このように、長年の試行錯誤と、多様な生物がバランスよく生育できる環境づくりという取り組みが、ムジナモの保護増殖を成功に導いたといえる。

4. 謝辞

この活動に長年協力いただいた羽生市教育委員会と羽生市ムジナモ保存会に心より感謝申し上げます。

国内耕作地で栽培するモリンガの成長に関するデンドロメーターによる水・CO_2交換量の測定

タンココハン[1)], 藤野 毅[1,2)], 松永栄一[2,3)]
[1)]埼玉大学理工学研究科, [2)]埼玉グリーンインフラ SDGs 研究会, [3)] GPIC 合同会社

１．背景と目的

我々は首都圏の広大で貴重な緑地「見沼田圃」の新たな価値を創出することを目的にグリーンカーボン事業としてモリンガ栽培による農地の炭素貯留を試みている。モリンガの成長は土壌と気候に大きく依存するが、わが国で詳しく生長量を調べた例は他に存在せず、植物生態生理の観点から詳しく調査する必要がある(写真1)。

モリンガは熱帯樹木であるが一昨年からわが国でも成長することが確認しており、水および CO_2交換量が年間でどれくらいであるかを調査する目的で、幹にデンドロメーターを設置して日変化レベルの変動量から成長量を評価する。

写真1 見沼田圃に生育するモリンガ(2023年9月4日)

２．材料と方法

モリンガの栽培はさいたま市緑区大道の耕作地において行い、幹の周径が5cm以上に達したところでデンドロメータをにより、モリンガの幹周と蒸散に伴うひずみを連続的に計測する。期間中、一部の株を抜き取りモリンガ各部位の乾重量と炭素量を分析し、土壌水分と播種間隔による影響を調べる。蒸散による水消費量から水利用効率を算定する。モリンガ幹の太さの変化を計測するために、デンドロメーター（MIJ-02LM, 日本環境計測株式会社製）を使用した。この器具を使用することで、幹の寸法の変動を捉え、ターガープレッシャーによって引き起こされた膨張と収縮のパターンについての洞察を提供することができます。データ収集は2023年11月14日から30日までの間に行われ、その結果を図１に示しています。

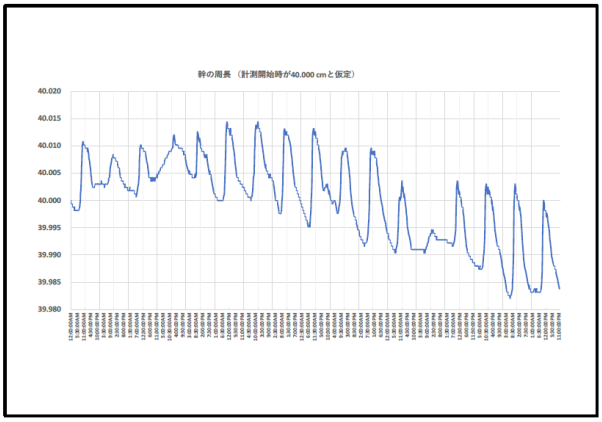


図１ モリンガ幹の時間経過による太

３．今後の予定

今年もデンドロメーターを使用してこの種のデータを収集します。現在、モリンガの木はまだ成長途中で、幹がデンドロメーターを設置する十分な大きさに達していませんが、これが達成され次第、デンドロメーターを設置します。デンドロメーターを用いて幹の日々の膨張と収縮を研究するだけでなく、温度、湿度、土壌水分、降雨などのデータも組み合わせて、幹の径成長と環境要因との相関を分析します。

[補遺] 本研究の一部は2024年度 サイサン環境保全基金による助成を受けて行われた。

河畔林を生かした洪水流の集水メカニズムによるEco-DRR効果評価

水野敏明[1)*], 小倉拓郎[2)], 島本多敬[3)], 山内啓之[4)], 八反地剛[5)], 濱口貴仁[3)6)], 片山大輔[7)]
1)琵琶湖環境科学研究センター,2)兵庫教育大学,3)琵琶湖博物館,4)立命館大学, 5)筑波大学,
6)滋賀県土木部流域政策局, 7)元琵琶湖博物館

1. はじめに

令和３年に流域治水関連法が制定されたため、洪水で河道から水が溢れることを想定した防災を考える必要が生じている。江戸時代には、河道から水が溢れることを想定しつつ減災する霞堤などの減災手法が、日本各地に存在していた。ところが、近年は洪水防備林となる河畔林が急速に減少している。本研究では、少なくとも江戸時代には霞堤内の河畔林として洪水の減災メカニズムが活用されていた、洪水防備林「河辺いきものの森」を対象にして、河畔林内の集水メカニズムを可視化してEco-DRR効果評価することを目的として研究を実施した。

2. 方法

研究対象地は、琵琶湖に流入する愛知川の扇状地に形成された河畔林で、江戸時代には霞堤内であった「河辺いきものの森」調査対象とした。地形はドローンLiDARを用いて10cm解像度の超高精細な測量を行った。さらに、点群処理ソフトScanXで森林の地上部分を剥ぎ取りDEMデータに変換した。DEMデータを用いてiRICで流れの２次元シミュレーションを１ｍメッシュで行い、河畔林内の集水メカニズムを可視化した。

3. 結果(図1)

洪水初期には河畔林に流入した洪水流は、集水されて最初の河道が生じた。さらに、大洪水の際には、最初に生じた河道と愛知川本川の河道との間に２つ目の河道が生じる結果となった。

4. 考察

日常は河畔林であるが、洪水時には集水して元々霞堤内にあった支川に排水する河道があることがわかった。さらに、大洪水時には神社・集落と離れた側に２つ目の川が生じるように流路が計画されていた可能性があることが示唆された。このシミュレーション結果から、石積みの水制工（猿尾）が２つ目の河道を生じる起点となっている可能性も示唆されるが、その役割や効果についてはほとんどわかっていない。そのため、今後は琵琶湖東岸の「猿尾」と称される水制工について、より詳細に調査研究していく必要があるもののと考えられる。

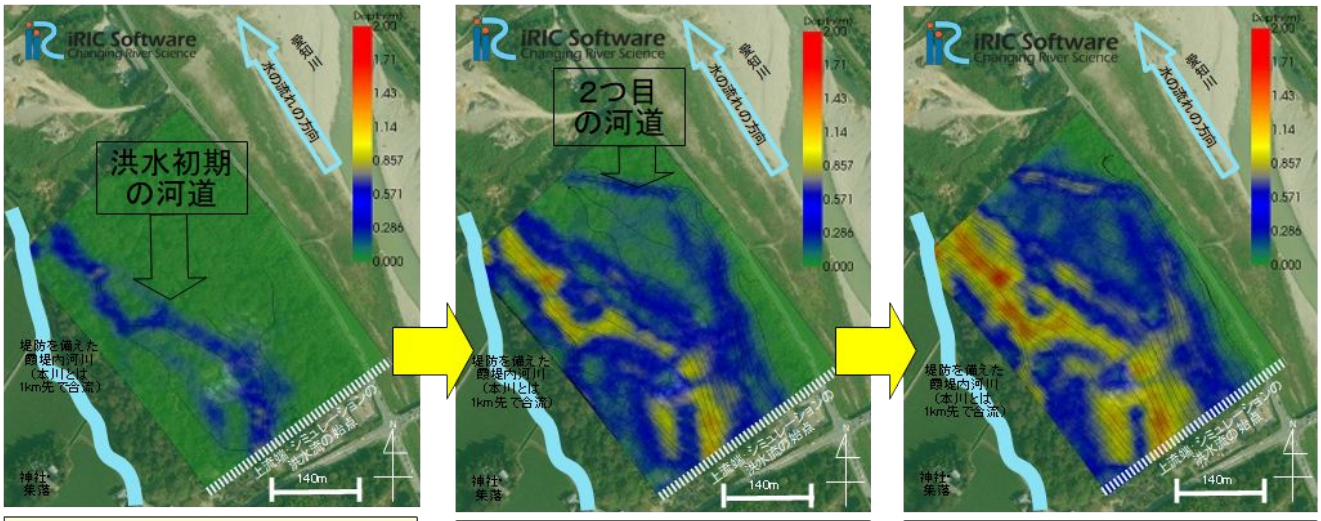


図１　河畔林内の洪水流の集水メカニズム

水害防備林の生態系サービスに関する研究
—地域住民の暮らしや防災意識に着目して—

中島幸香 1)，三苫千春 2)，浅田寛喜 1)，皆川朋子 1)
1）熊本大学大学院，2)元熊本大学

１．はじめに

水害防備林とは、洪水による被害を軽減する目的で河道周辺に植栽された竹林や樹木帯のことを指し、堤内地の水害被害を低減する Eco-DRR として近年注目されている。水害防備林は生態系サービスの機能を持つと考えられるが、調整サービスとしての治水機能以外の価値、特に地域住民の暮らしとの関係や防災意識との関係は明らかではない。また、放棄竹林が問題となるケースが増加し、維持管理が課題となっている。そこで、本研究では、水害防備林の価値に関する基礎知見を得るため、球磨川の支川に存在する水害防備林を対象に、地域住民の暮らしにおける価値を明らかにすることを目的にアンケート調査を実施した。

２．方法

水害防備林が多く現存する川辺川、万江川流域住民にアンケート調査票をそれぞれ 200 世帯（各世帯３部）に配布した。評価項目は、属性、水害防備林の認知、利活用、維持管理とした。

３．結果及び考察

アンケート配布 400 世帯のうち、149 世帯 270 票（川辺川流域 122 票、万江川流域 134 票、その他 14 世帯）を回収した。水害防備林の防災機能を認知している割合は、川辺川流域で 30.6%、万江川流域で 25.2%であった。水害防備林としての防災機能は知らず、竹林の存在のみ認知しているのは、川辺川流域で 55.0%、万江川流域で 58.8%であった。竹林の存在は半数以上が認知しているが、防災機能まで認知している住民は少なかった。一方、竹の利用については、食用利用が最も高く、川辺川流域で 66.4%、万江川流域で 60.2%であり、いずれの河川においても水害防備林の防災機能に対する認知を大きく上回っていた。食用以外での利用では、「七夕の笹」への利用が最も多く、次いで家庭菜園や花壇などの「支柱」であり、ほうき、釣り竿や物干し竿、稲を掛けるための竿、農業の資材、消臭剤、門松、山で木を切るときの目印として利用されていた。万江川流域では「どんどやき」、川辺川流域では「川神祭り」など地域の祭りで利用されていた。また、竹を用いた行事を通して地域のつながりが強化されたと感じていると回答したのは 63.5%であった。しかし、竹を使用する地域の行事について、以前はあったが現在はないという回答がみられ、地域の住民のつながりが希薄になることにつながる可能性が危惧される。維持管理に関しては、維持管理を行うことが地域の人々と関わる機会になるかという問いにはばらつきがあったが、竹林が適切に管理されるべきだと回答したのは 75.6%であった。しかし、自らが維持管理に携わりたいかと問われると消極的な回答が多かった。地域住民の高齢化が影響しているためだと考えられる。

水害防備林の防災機能の認知と住民の防災意識との関係を把握するため、カイ二乗検定により検定した結果、防災機能の認知と自主防災組織への参加との間には正の相関関係が検出された。防災機能の認知が防災意識や地域防災力の向上につながる可能性があると考えられる。

４．まとめと今後の課題

川沿いに竹林が存在していることは多くの住民が認知しているが、水害防備林としての役割を認知しているのは各河川 3 割程度である。一方で、竹の食用利用は各河川 6 割程度と比較的高い。食用以外にも七夕の笹や支柱などの利用もあり、地域住民は水害防備林を地域資源として活用していることがわかった。竹を用いた行事を通して地域のつながりが強化されたと感じていることが明らかになり、水害防備林がコミュニケーションツールとしての機能を持つと考えられる。また、カイ二乗検定により、水害防備林の認知と地域住民の防災意識には正の相関関係が検出された。

今後は、水害防備林のコミュニケーションツールとしての機能を明らかにし、防災意識や地域防災力の向上につながる利用や、保全・維持管理方法を検討する。それらが、水害防備林の持つ生態系サービスとしての機能の向上につながる可能性があると考える。

雨庭が節足動物の種多様性へ与える影響とその要因の調査

植平隆暉[1)]西田貴明[1)]

1)京都産業大学

1. 背景と目的

近年、生物多様性の劣化、水災害の激甚・頻発化などの社会課題解決のためのアプローチとして、グリーンインフラが推進されている。これまで日本で整備されてきたグリーンインフラは様々であるが、なかでも雨庭は京都市や横浜市で多く整備されている。グリーンインフラの社会実装には自然が持つ多様な機能を定量的に評価することが不可欠であるとされているが、日本においてグリーンインフラの機能を定量的に評価した研究は、雨水流出抑制など、防災効果を評価したものが多く、生物多様性について定量的に評価した例は限られている。本研究では、日本の雨庭の生物多様性保全機能を定量的に評価するため、2024 年 4 月に滋賀県立近江富士花緑公園に整備された雨庭と、公園内の雨庭以外の緑地において節足動物を採集し、種の多様度を比較する。さらに、気温、土壌の湿度、植栽の被度などの環境データを測定し、種の多様度との関係を分析することで生物多様性を高める雨庭の設計に役立てることを目的とする。

2. 方法

滋賀県立近江富士花緑公園において、ピットフォールトラップと粘着性のトラップを使用し、節足動物を捕獲する。同様に、雨庭の付近に存在する公園内の緑地において節足動物を捕獲し、種の多様性を比較する。ピットフォールトラップはプラスチック製のカップを用いて、雨水を抜くため底面に直径 1mm 程度の穴を複数個あける。粘着性のトラップは、ピットフォールトラップでは捕獲できない爬虫類などの高次消費者を捕らえるための箱型のものと、雨庭の植栽に誘引される飛翔生の節足動物を捕獲するための樹木の枝等から吊り下げるものを使用する。捕獲した節足動物は個体数・種数を計測し、多様度指数を用いて多様度を評価する。また、地表面付近の気温や湿度、植物の被度などの環境データを測定し、回帰分析によって種の多様度に影響を与える環境データを特定する。

3. 今後の展望

本研究では、雨庭における節足動物の種の多様性を明らかにすることを目指す。これにより、雨庭の生物多様性保全の施策としての有効性を示し、雨庭のさらなる普及につながることを期待する。さらに、種の多様性を高める環境要因を特定することで、今後整備される雨庭がこれまで以上に生物多様性保全に寄与できるように設計できるようになる可能性が考えられる。

雨庭の普及のためのVIとサイン計画
―解説サインの制作を例に―

吉冨友恭[1)]，正木賢一[1)]，所谷茜[2)]，田浦扶充子[3)]，島谷幸宏[2)]
1）東京学芸大学　2）熊本県立大学　3）九州大学工学研究院

1. はじめに

多くの人や組織が連携して流域治水に取り組むためには、取り組みのイメージを共有するとともに、具体的な取り組みの内容をわかりやすく伝えることが求められる。本研究では、球磨川の地域共創流域治水の理解促進や成果普及の取り組みの一つとして、雨庭（屋根等に降った雨水を下水道に直接放流することなく一時的に貯留・浸透させる構造を持った植栽空間 ）のVI（Visual Identity：ロゴマーク等によるコンセプトの視覚表現）の提案とサイン（解説情報を掲載したパネル）の制作を行った。VI計画においては、雨庭のイメージをシンプルな造形と色彩により視覚的に表現したロゴマークを作成した。また、サイン計画においては、制作過程で要点の整理と伝わりにくい表現の確認を行い、雨庭を解説するサインの具体的な制作例を提示した。

2. VIとサイン計画

VI計画では、取り組みのイメージの流域における普及を図るため、地域共創流域治水と雨庭のロゴマークを作成した。地域共創流域治水のロゴマークは、雨水に見立てた「しずく」、グリーンインフラを象徴する「植物の葉」、自然の恵みを表した「花びら」の造形要素を組み合わせて構成し、水色、緑色、桃色を用いて表現した。雨庭のロゴマークには、水色と緑色に、豊かさを表す黄色を加え、雨庭にかかわる人々や集まる生物が想起されるよう造形要素を組み合わせた。雨庭のサインの制作は、①情報収集と編集、②試作版の制作、③評価と検証、④改善点の抽出、⑤完成版の制作の順に進行した。熊本県立大学の雨庭を対象として、利用者に伝えたい内容を関係者に確認し、「雨庭とは」「雨庭の機能」「雨庭の応用」「グリーンインフラ」の4項目に整理した。それぞれの項目に、既存の資料に用いられていた写真、図、グラフ等を挿入して全体を構成した。試作版のサインを制作して雨庭の現場に設置し、熊本県立大学の雨庭の関係者や来訪者8名に対する聞き取り調査を行った。はじめに掲載内容を読んでもらい、その後に印象を聞き取り、その記録をもとに取り入れるべき表現や改善すべき表現について検討した。

3. 提案された表現

サインの見出しには、地域共創流域治水と雨庭のロゴマークを取り入れた。聞き取り調査の結果、試作版のサインによって雨庭に関する要点が正しく伝わっていることが示されたが、一部にわかりにくい表現や読み飛ばす箇所等があることが確かめられた。また、難解でイメージしにくい部分の指摘、わかりやすく伝えるための図や文章の表現の提案がなされるとともに、写真の追加や配置の調整等の要望も確認された。以上の知見を反映し、完成版のサインを制作することができた。試作版と完成版の比較によって、掲載すべき情報や表現が明瞭に示された。完成版では図版を中心に改善を行った。主な点としては、イラストレーションによる地中や構造物に隠れた水の流れの視覚化、実測データに基づく降雨量と貯留・浸透の関係のグラフの導入、降雨や植物の開花等、時期が限られる事象の写真の掲載等であった。詳細情報や最新情報については、利用者がQRコードを携帯端末により読み取り、リンク先のウェブサイトで提示できるようにした。雨庭のサインの制作を通じて、雨庭のとらえにくい部分の可視化の表現や、補完すべき知識や情報、写真やグラフを用いる際の留意点等を確認することができた。

謝辞：試作版のサインを用いた調査にあたっては、熊本県立大学の学部生や緑の流域治水研究室の研究員の皆様にご協力いただいた。本研究はJST共創の場形成支援プログラム JPMJPF2109の支援を受けている。

遊水地としての耕作放棄水田における微地形管理手法の検討

東山航[1)],長谷川太一[1)],宇野宏司[2)],今井洋太[2)]
1）神戸市立工業高等専門学校都市工学専攻，2)神戸市立工業高等専門学校都市工学科

1. はじめに

近年我が国では，農業者の減少や高齢化の進行等に伴い，耕作放棄地の面積が増加している．耕作放棄された水田（以降，耕作放棄水田）は湿潤状態を維持することで，生物多様性保持機能や洪水緩和機能などの多面的機能を維持向上させることが明らかにされている．耕作放棄水田は，治水面・生態系保全面の両方から重要な空間であり，多面的機能を維持していくためには，耕作放棄水田を湿地として適切に管理する手法を検討する必要がある．

耕作放棄水田を活用した湿地保全の先進事例に，兵庫県豊岡市の田結湿地が挙げられる．この地域では，止水板の設置や畦の形成による耕作放棄水田の管理が行われてきた．しかしながら，経年劣化や洪水流による荒廃が課題となり，より効率的な管理方法としては確立されていない．また，近年は管理頻度の低下により，水流による侵食が進み，放棄水田内の地形の二極化が進行している．このような状況から，田結湿地では耕作放棄水田を湿地として効率的かつ持続的に管理する新たな手法の構築が求められている． 本研究では，微地形管理手法として，テスラバルブ構造に着目した．テスラバルブ構造は，維持管理の観点から，資材を用いることなく水流を制御することが可能であり，従来の管理方法に比べ，費用対効果に優れていると考えられる．テスラバルブ構造の水路を微地形として耕作放棄水田内に再現し，二次元流れ解析を行い，耕作放棄水田の効果的な微地形管理手法について検討した．

2. 研究方法

計算領域は，研究対象地において実際に湿地管理を行うことを想定し，田結湿地の面積及び形状に合わせて設定した．計算領域の縦断勾配は放棄水田内における上流端付近と下流端付近の平均標高から算出し，約 1/100 とした．横断方向の勾配は一様とした，地形についてはテスラバルブ構造を計算領域の中心線に沿って配置させ，その部分を 0.3m 切り下げることで反映させた．テスラバルブ構造において，分流角度 （30°，60°，90°，120°）に着目し，二次元流れ解析を実施した．流れ解析は，中小規模の河川の氾濫解析等において使用されている iRIC ソフトウェアの Nays2D Flood を用いて行い，得られた水深や流速分布の結果から評価した．

3. 結果

テスラバルブ構造の分流角度：30°，60°，90°，120°における，二次元流れ解析を実施した． 60°，90°，120°の条件では，水路内の水がループ部分をカーブし，下流から上流に切り替わる位置で溢れ，主に水路外側で水が流れた．この結果，水路外側の流速が相対的に大きくなった．一方で，30°の場合は水が水路内に一様に流れ込み，流量ピーク付近で溢水が生じたものの，60°，90°，120°の条件に比べて溢水が抑制された．

4. まとめ及び今後の予定

60°，90°，120°の条件では，水路外側で水が流れることによって水流による侵食が進み，テスラバルブの形状が維持できなくなる可能性がある．一方で，30°の場合は溢水が生じにくいことから，テスラバルブの複雑な流路を維持でき，持続的な湿地の管理の可能性を見出せた．今後の解析においては，流量を増大させ，出水期を想定した流れ特性を把握することを目指す．また，水路周辺に部分的な盛土や畦を形成したケースを複数検証し，洪水流の制御の可能性を検討する．さらに，水・湿地生物の生息・生育状況を調査し，水・湿地生態系保全への効果も評価したい．

ネイチャーポジティブに資する自然資本クレジットについて

中村圭吾 1)，宮川幸雄 2)， 鈴木敏弘 2)
1)（国研）土木研究所 流域水環境研究グループ，2)（公財）リバーフロント研究所

1. はじめに

国際的なネイチャーポジティブの潮流のなか、環境保全の最後の手段として開発事業などの環境負荷を相殺（オフセット）するクレジットが注目されている。クレジットの中でも自然の機能に由来するクレジットは自然資本クレジット（natural capital credits）と呼ばれている。クレジットは個人や企業が気候変動や生物多様性等に寄与する環境プロジェクトに投資できる仕組みであり、クレジットの創出は自然に対する民間投資を促す仕組みとしても着目されている。発表では英国を中心とした自然資本クレジットの例 1)を紹介するとともに日本への適用について考察する。

2. カーボンクレジット

自然資本クレジットのなかで最も一般的で市場も大きいのがカーボンクレジットである。森林造成による吸収が主なものであるが、英国では泥炭によるクレジット創出も存在している。

3. 生物多様性クレジット

カーボンクレジットの次に検討が進んでいるのが生物多様性クレジットである。英国では開発前より環境を良くする義務（ネットゲイン政策）を負う環境法に由来するコンプライアンス市場が形成されている。民間のハビタットバンク（ミティゲーションバンク）が販売しているクレジット（ユニットと呼ばれる）と政府が販売している法定生物多様性クレジットがある。後者は前者よりも割高になっており、民業を圧迫しない工夫がなされている。

4. 栄養塩クレジット

栄養塩クレジットは、新しい宅地開発等が水質に与える影響を緩和するため、例えば郊外で水質浄化に寄与する湿地再生などを実施する土地管理者に支払うための仕組みである。法に基づくコンプライアンスクレジットであり、現在はティーズ川流域など限られた流域でのみ実施されているが、今後さらに拡大予定である。

5. 洪水緩和クレジット

洪水緩和クレジットは英国の林野庁を中心に 2025 年の実施を目指して検討が進んでいる。洪水緩和の例としては、河畔の林地が増水時に水理的粗度として機能することにより、下流への流出を遅らせ、林地を含む河道内貯留を促進することによる洪水緩和量を定量化し、クレジット化して販売するアイデアである。この投資が進むことにより生物多様性、炭素吸収などと同時に防災への寄与が期待される。

６．日本への適用について

国交省の河川環境のあり方に関する提言の発表に際し、「ネイチャーポジティブを実現する川づくり」を進めることが宣言されている。しかし、河川によっては、治水が優先され、どうしても河道内の自然が劣化してしまう場合がある。その時に、例えば、河道でなく流域内において環境改善を図ることにより事業影響を相殺（オフセット）するのが生物多様性オフセットの考え方である。ネイチャーポジティブな川づくりの先には、生物多様性クレジットのようなオフセットの仕組みが必要である。したがって、国内においても英国事例などを参考に自然資本クレジットの検討を進める必要があるが、農地を肯定的に捉えるなど、日本の事情に適合する仕組みの構築が必要である。

※本稿は、SIP 第 3 期「スマートインフラマネジメントシステムの構築」JPJ012187（研究推進法人：土木研究所）のサブ課題 e1「魅力的な国土・都市・地域づくりを評価するグリーンインフラに関する省庁連携基盤」によって実施された成果である。

参考文献 1) HM Government (2023) Nature markets: A framework for scaling up private investment in nature recovery and sustainable farming.

アオコ・漂流ゴミ自動回収ボートの開発

楊逸群[1)]，山田浩之[2)]，吉田浩平[3)]
1)北海道大学大学院農学院，2)北海道大学大学院農学研究院，3）大沼ラムサール協議会

1. はじめに

湖沼やダム湖では、富栄養化によるアオコの大量発生による生活用水や生態系への影響が問題視されてきた。最近では、マイクロプラスチック（5 mm 以下のプラスチック）の水域への蓄積が新たな問題として認識されるようになった。それらの問題の解決に向けて、様々なアオコ、マイクロプラスチックやのその元となるゴミの回収方法が考案されているが、導入コストが高額で使用機器が大型という問題があり、湖沼などでの導入事例が少ないのが現状である。この問題を克服するためには、小型で導入コストの低い方法を検討する必要がある。

最近では、UAV（ドローン）や自動掃除機などにみられるようにロボット技術が発展し、自動化に要する制御装置の低価格化やプログラムの公開が進んでいる。そこで、本研究では、それらを活用して小型で安価な自律航行型のアオコ・漂流ゴミ自動回収ボートの開発を行うことを目的とした。

２．方法

船体には、一般的な単胴型の船体と比べて航行の安定性と直進性が高く、航行時に胴間に水が通る双胴型を採用することとした。動力には、水草の繁茂した環境や浅水域での利用を考慮して、水面や水中の障害物の影響の受け難いエアボート型の動力を採用した。双胴船は、サイドフロート（L1100×W200×H250 mm）とアルミフレームを用いて製作した。動力部分は、2 機のモーターとプロペラをアルミフレームに固定し、左右のプロペラ回転数を変えることで旋回できるようにした。それらを組み合わせて、エアボート型双胴船を構築した。操縦用の送受信機には、テレメトリー機能を搭載した Skydroid T12（Quanzhou Skydroid Technology 社）を用いた。

そのボートを目的のルート上を自律航行させるために、UAV 等の自律飛行に用いられるフライトコントローラと GNSS 受信機を導入した。それらには様々な製品が流通しているが、比較的安価でありながら性能が良い PixHawk 2.4.8 と NEO-M8N コンパス搭載モジュールを選定した。この航行ルートの作成には、フライトプランソフトウェアの Mission Planner（ArduPilot Dev Team）を用いた。

アオコや漂流ゴミの回収には、網をけん引する方法を採用した。網は、ペットボトルなどのゴミのほか、アオコやマイクロプラスチックを回収し、なおかつ、目詰まりが生じ難い目合い、材質のものを採用した。予備試験の結果、目合い 250 μm のポリエステル製のプランクトンネット（口径 300 mm、長さ 1000 mm）を採用することとした。また、網内がゴミで飽和した場合、目詰まりした場合には、網が抵抗となってボートの航行が阻害されるため、送信機からの操作で網の開口部の開閉ができるようにした。網の開口部に取り付けたワイヤーをサーボモータの回転により引張することで開閉するようにした。このサーボモータの制御には、マイコンの Arduino Uno 互換機を用いた。このマイコン、フライトコントローラ類、バッテリーを防水ケースに格納して先のボートに搭載した。これらの材料費は、合計で約 17 万円であった。

３．結果と考察

航行が安定する網のけん引位置を検討する目的で、性能試験をいくつかの水域で実施した。その結果、網の抵抗により若干蛇行はするものの、けん引位置をボート後方にした場合に最も航行が安定することを確認した。また、漂流ゴミを回収可能なことも確認した。アオコやマイクロプラスチックの回収性能については、発表時に報告する予定である。

グリーンインフラ認証制度の検討について

鈴木敏弘[1)]，中村圭吾[2)]，宮川幸雄[1)]
1)（公財）リバーフロント研究所，2)（国研）土木研究所 流域水環境研究グループ

1. はじめに

グリーンインフラは、「社会資本整備や土地利用等のハード・ソフト両面において、自然環境が有する多様な機能を活用し、持続可能で魅力ある国土・都市・地域づくりを進める取組」のことをいう。広義には Eco-DRR、NbS の考え方が含まれる。「国土形成計画（全国計画）」（2023 年 7 月）では、グリーンインフラの取組の推進による複合的な地域課題の解決が位置づけられており、全国の自治体、企業、NPO 等では、官民連携を含む先行的・先進的なグリーンインフラの取組が進められている。これらの自治体、企業、NPO 等を支援し、取組を一層推進するための方策として、グリーンインフラ認証制度の導入と活用が挙げられる。

発表では、グリーンインフラ機能に着目し、既存の認証制度と比較し、効果的で持続可能なグリーンインフラの取組推進において必要と考えられるグリーンインフラ認証制度について提案する。

2. グリーンインフラに関連する認証制度とグリーンインフラ機能

グリーンインフラに関連する認証制度は、世界・日本に数多く存在する。認証制度が対象とする機能と目的に応じて様々な制度設計がみられる。ここでは、制度設計の基本となるグリーンインフラ機能に着目して既存の認証制度を比較した。

既存の認証制度の比較・整理の結果、約 13 のグリーンインフラ機能を特定した（図）。機能に応じた認証制度の例として、水源涵養機能：AWS 認証、バイオマス資源の供給機能：FSC 認証（林産物）、生物多様性保全：自然共生サイト、ABINC 認証、景観・住環境形成機能：SITES 認証、複数機能：SEGES、良好な都市緑地認証（仮）等が挙げられる。

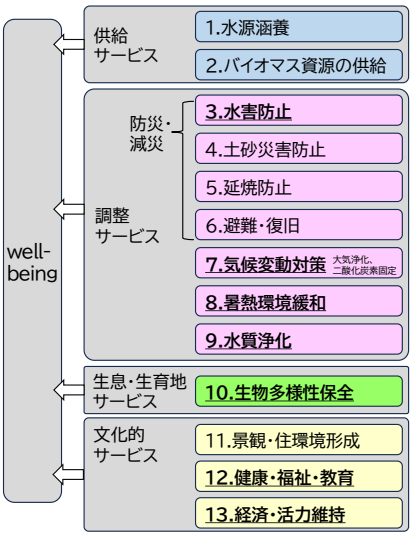


図　グリーンインフラ機能

認証内容は、ガバナンスやマネジメント等の必須項目と認証対象に応じた選択項目を組み合わせて評価する制度が多くみられる。評価の方法は、チェックリスト形式の定性評価や、数値を求める定量評価と内容を求める定性評価を組み合わせた制度がみられる。一方、グリーンインフラ機能の価値を定量的に評価し認証に反映した制度は限られる。

3. グリーンインフラ認証制度の提案

比較の結果、自治体、企業、NPO 等を対象として効果的で持続可能なグリーンインフラの取組を推進することを目的としたグリーンインフラ認証制度では、ベースになるガバナンスやマネジメントに加えて、グリーンインフラ機能を評価して、認証することが妥当と考えられた。

これらを踏まえ、グリーンインフラ認証制度として、13 のグリーンインフラ機能について、スケール（大中小）、評価レベル（松竹梅）を考慮した定性・定量評価の方法を提案した。合わせて、認証体制、認証メリット、既存の認証群との連携、情報公開等の枠組みについて検討を進めている。

※本稿は、SIP 第 3 期「スマートインフラマネジメントシステムの構築」JPJ012187（研究推進法人：土木研究所）のサブ課題 e1「魅力的な国土・都市・地域づくりを評価するグリーンインフラに関する省庁連携基盤」によって実施された成果である。

中間貯蔵施設周辺地域における
生態系モニタリングと生態系サービス評価

○石井弓美子[1]・菊地心[2]・吉田拓矢[2]・藤野正也[3]・玉置雅紀[1]
1：国立環境研究所・2：いであ（株）・3：福島大学

1. 背景および目的

福島第一原子力発電所周辺の中間貯蔵施設地域は 2045 年に住民に返還される予定であるが、それまでに周辺地域では避難解除が進み住民が戻り活動再開が予想される。このような状況において、中間貯蔵施設地域では住民帰還が遅れることにより復興の遅れが生じることが懸念されることから、明確な将来デザインを検討する必要がある。本発表では中間貯蔵施設周辺地域の生物多様性及び生態系サービスを評価し、当該地域の科学的根拠に基づく跡地利用の将来デザインのために活用することを目的とする。また、生物多様性評価に必要な生物相モニタリングも同時に行う。

2. 実験手法

生物相モニタリング調査として、ほ乳類及び赤トンボ類の調査を行った。ほ乳類の調査はカメラトラップによるモニタリングを 2022 年 9 月から 2023 年 3 月にかけて行った。カメラは避難指示区域外、避難指示解除区域、帰還困難区域、中間貯蔵施設区域に設置した。また、赤トンボ類の調査は 2022 年 10 月から 11 月にかけてトンボセンサーを中間貯蔵施設区域と避難指示解除地域に設置することにより行った。

生態系サービス評価については、福島県の避難地域 12 市町村及び周辺地域において、震災の前後 10 年間程度（2000～2020 年）の資料及びデータの収集・整理を行い、供給・調整・文化・ディスサービスなどの評価項目について生態系サービス評価を行い、震災による影響を分析した。また、福島県民を対象とした Web アンケートにより、資料収集では評価が難しい住民の生態系サービス利用評価を試行した。

3. 実験結果

ほ乳類のカメラトラップによる調査の結果、中間貯蔵施設地域では 10 種の動物が観察された。そのうち、ホンドタヌキ、アライグマ、ホンドギツネ、ニホンノウサギの観察頻度が周辺地域に比べ中間貯蔵施設地域で高くなっていた。赤トンボの総数は避難指示解除地域の水田における観察数と違いは見られなかったが、赤トンボの一種であるノシメトンボについては水田が再開されていない中間貯蔵施設地域でも高い頻度で観察された。

生態系サービスのうち供給サービスでは、農産物や水産物などは震災の前後に関わらず横ばいから減少傾向にある指標が多かった。また、震災によって影響を受けた指標のうち、避難地域内と域外で影響の程度が異なる指標は農産物（水稲、大豆、果実）、水産物などであった。一方で、木材の生産量（域外）や、木質粒状燃料（域外、域内）は増加していた。調整サービスは震災前後で大きな変化が見られなかった。Web アンケートの結果では、山菜やきのこ等の利用が地域や震災の前後で変化していた。

4. 考察

生物相モニタリングにより中間貯蔵施設地域ではホンドタヌキなど里山の生物がある程度観察されたことから里地里山の環境が維持されていることが示唆され、また、行動範囲の狭いノシメトンボも観察されたことから中間貯蔵施設地域内では水場を利用する昆虫類が維持できる環境にあることが推察された。

供給サービスは震災後に著しく減少したものの、木質粒状燃料の生産量などは震災後に域内外で生産量が大きく増加した。これは震災後の復興に向けた需要や、脱炭素施策の推進によって木材やバイオマス燃料の活用の動きが活発になった影響も背景にあると考えられた。調整サービスは震災前後で大きな変化が見られなかった。今後 Web アンケートにより住民がどのような生態系サービスにどれだけ価値を感じているか評価を行う予定である。

謝辞

本研究は、環境省・（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費【JPMEERF22S20900】により実施した。

3D 自然景観簡易作成ソフトウェア Twinmotion® への 数値標高データ導入ツール HeightMapClipper の開発 及び無償公開

野村 大祐[1)]，櫻田 和則[1)]，工藤 尚史[1)]
1）株式会社建設環境研究所

1．背景

3D 景観デザインツールである Epic Games, Inc. 社の Twinmotion® は、ゲームエンジンの一つだが、容易に扱えることから、近年建設土木分野で、計画段階での将来景観イメージ作成等の用途で用いられている。Twinmotion® は各種 3D データを容易に取り込める一方で、地形情報の取り込みには 2024 年 3 月時点で次の課題があり、WEB 上の情報も少ない状況にあった。

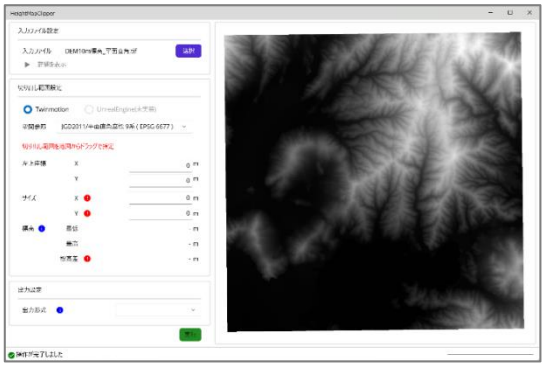
① Twinmotion® に地形として取り込めるのは PNG 画像のみ。
② Twinmotion® に取り込める範囲には制約があり、切り出し等の加工が必要（制約：8km 四方までの範囲で、かつ長さは整数区切り）。
③ Twinmotion® に取り込むと高さが再計算され元の標高が分からなくなる。

これらの課題を解決する、容易に地形情報を取り込むための補助ツールを開発し、無償公開した。（https://www.kensetsukankyo.co.jp/business/environment/research/heightmapclipper.html）

2．開発したツールの概要

上記課題を解決する次の機能を有する。

① GIS で一般的に使われる位置情報を持った GeoTiff を取り込み、Twinmotion® に取り込める PNG 形式に加工する。
② GIS 無しで、取り込んだ画像を任意の範囲で切り出すことができる。
③ Twinmotion® 取り込み時に元の標高に戻すための補正値情報を同時に提供する。



ツールの画面イメージ

加えて、切り出し範囲を単に元の形式と同じ GeoTiff 形式で出力することもできる。そのため、切り出し範囲を段階的に絞り込んだり、Twinmotion® に貼り付けるために地形と同じ範囲で空中写真等を切り出す用途にも活用できる。

ツールは Windows 上で動作する GUI（Graphical User Interface）を備えたアプリケーションとし、C#.NET で開発した。地理情報の処理には GDAL（https://gdal.org/index.html）を用いた。

3．今後の展望

より自由度の高いデザインが可能なゲームエンジンとして Unreal Engine® があるが、地形取り込みにはやはり複数の加工手順が必要であり、これも HeightMapClipper で対応していきたい。

子どもたちと育むネイチャーポジティブ：荒川のニホンウナギ生息調査と環境学習

柳澤大喜[1)]，塚本晃大[2)]，江口博[3)]，佐藤正太[4)]，柵瀬信夫[5)]，日比野拓[1)]
1）埼玉大学教育学部，2）埼玉大学大学院教育学研究科
3）埼玉南部漁業協同組合，4）サステうなビリティ・クラブ，5）鹿島建設（株）

1. はじめに

埼玉県には多くの河川と豊かな湖沼が広がり、こうした水辺の環境から特有の食文化が育まれてきた。特に、さいたま市浦和の街では、鰻料理をふるまう飲食店が多くあり、街の名物として親しまれてきた。しかし、近年、ニホンウナギは乱獲や環境の変化により激減し、現在、絶滅危惧 1B 種として国際自然保護連合（IUCN）のレッドリストに記載されている。持続可能な社会を目指すため、生物多様性を保全することは不可欠である。私たちにとって身近な存在であるウナギは、生物多様性の重要性を理解する上で格好の教材となるだろう。

そこで私たちは、市民団体、漁協、企業、大学が協働し、荒川と支流の芝川で毎年、ニホンウナギの生息調査と環境学習活動を実施している。この活動を通して、子どもたちに生物多様性の大切さを伝え、「ネイチャーポジティブ」な考え方を育むことを目指している。本発表では 2024 年に行った荒川での生息調査と参加型の調査活動を元にした環境学習の詳細を報告する。

2. 調査方法

2024 年 5 月に荒川の秋ヶ瀬取水堰下流端から JR 武蔵野線鉄橋下流端までの区域にて、水生生物の採捕調査を行った。ふくろ網 6 基、うけ 12 個、ウナギ竹筒 12 個を左岸沿いに仕掛け、 1 週間後に参加した子どもたちとともに引き上げ、捕獲されたニホンウナギやその他の水生動物の種数と個体数を調査した。捕獲したウナギには個体識別のために PIT タグを埋め込み、採捕地点に放流した。

図. 大きなふくろ網を引き上げている様子

3. 環境教育の内容

参加したイオンチアーズクラブ*23 名の小・中学生に、1. 荒川の今昔、2. 汽水域とは、3. 川魚の食文化、4. 水質の悪化と改善、5. 外来種の問題についてパネルを用いて説明を行った。学習の動機付けの後、漁協などのスタッフが網などの仕掛けを引き上げ、子どもたちが水生生物を回収し、観察しやすいように水槽やバットに移した。ウナギに対しては PIT タグの埋め込みの実演とともに、環境モニタリングの手法を説明した。学習のまとめとして、絶滅危惧種やウナギの捕獲量減少の理由などパネルを使って説明した。

＊ イオンの店舗を拠点に環境をテーマとした体験・学習を行う組織

ニホンウナギ	3
モクズガニ	3
クロベンケイ	1
スズキ	2
テナガエビ	67
マハゼ	4
ヌマチチブ	6
ウキゴリ	1
スジエビ	34
ヤゴ	1
ブルーギル	12
カワアナゴ	5
ミシシッピアカミミガメ	6
スッポン	1

表. 採捕された水生生物の種名と個体数

4. 結果・考察

ニホンウナギ 3 匹を含む、14 種 146 匹の水生生物が採捕された。ブルーギルやミシシッピアカミミガメといった特定外来生物も確認され、子どもたちは事前学習の内容を実体験として学ぶことができた。この環境学習を通して、ウナギが地元にわずかに生息していること、そしてその他さまざまな水生生物が生息していることを、調査活動を通して体験した。地域の子どもたちとともに河川環境の現状について考える機会を創出できた。この活動を毎年継続することで、ネイチャーポジティブの実現へ貢献していく。

数値解析を用いた土木遺産女男石護岸施設の有する治水機能の検証

徳永茉咲[1)], 林博徳[2)]
1)九州大学大学院工学府土木工学専攻, 2)九州大学大学院工学研究院環境社会部門

1. 目的

近年地球温暖化の進行により大雨や短時間強雨の発生頻度は増加している．それに伴い，河川氾濫などの災害の発生回数は増加すると考えられ，従来の治水対策では対応が難しくなりつつある．また，近年世界的に生物多様性の減少も問題となっており，その回復が急務である．このような状況において，河川防災とネイチャーポジティブを両立するための手段として，自然を基盤とした解決策である NbS(Nature-based Solutions)が注目されている．しかし，NbS はその効果や維持管理のコストなどが不透明であり，導入にあたっての課題となっている．日本国内には，空石積み構造物や霞堤など，伝統的治水施設が多数存在しており，古くから治水・利水効果を発揮してきた．それに加えて，これらの伝統的治水施設は岩などの自然素材が使用されているため周囲の景観や生物多様性との親和性が高く，NbS の一つと位置付けることができる．福岡県朝倉市秋月地区は古くからの城下町であり，地区内に城下町を守るための様々な伝統的治水施設がある．女男石護岸施設はそのような伝統的治水施設の一つであり，二対の巨石と河床の多数の巨石，背後の鋸状の石積み護岸から構成されている．秋月地区内を流れる野鳥川が筑後川の一次支川である小石原川に合流する地点に位置している．秋月藩成立初期に作られた治水施設であり，洪水時に上流からの流れを女男石護岸施設にぶつけることで，水の勢いをやわらげ，小石原川の流路を固定し、背後地を守る治水効果があるとされている．しかし，実際に女男石護岸施設があることで，どの程度の治水効果がもたらされているのかは明らかになっていない．本研究では，福岡県朝倉市秋月地区の女男石護岸施設を対象に平成 29 年 7 月九州北部豪雨時の流量を再現した解析シミュレーションを行い，女男石護岸施設の治水効果を明らかにすることを目的とする．

2. 研究対象地

本研究の研究対象地は福岡県朝倉市を流れる小石原川の，女男石橋から女男石頭首工までの区間である(図 1)．研究対象区間内において，支川である野鳥川が小石原川に合流しており，合流地点からさらに下流に女男石護岸施設が位置している．

図 1 研究対象地と Case2 で埋め立てた地点

3. 研究方法

河川計算ソフトウェア iRIC を用いて解析シミュレーションを行い，女男石護岸施設の持つ治水機能を検証した．解析は，女男石護岸施設の洪水時の流れを再現した場合（以下 Case1）と，図 1 の破線で囲まれた部分を埋め立て，女男石護岸施設が無くなった場合（以下 Case 2）の 2 通りを行った．Case1 の地形データはドローン測量と RTK 測量の結果を元に作成した．Case2 の地形データは Case1 の地形データを基に，図 1 の破線部が埋め立てられた場合を想定し，横断図を変更することにより作成した．また，女男石護岸施設の一部である川底の多数の巨石は，河道内の粗度を変えることにより表現した．小石原川の上流端の流量と，支川の野鳥川から合流する流量については，国立研究開発法人土木研究所(ICHARM)の降雨流出氾濫モデル(Rainfall-Runoff-Inundation: RRI Model)を用いて求めた．対象降雨は平成 29 年 7 月九州北部豪雨とし，2019 年 7 月 5 日 9:00 から 2019 年 7 月 6 日 9:00 の 10 分間隔の降雨データを用いた．降雨データの作成には国土交通省が運用・管理する，XRAIN リアルタイム雨量表示・ダウンロードシステムのデータを用いた．発表では，女男石護岸施設の有る場合(Case1)と無い場合(Case2)で解析結果を比較し，女男石護岸施設が周辺の水の流れに与える影響について報告する．

兵庫県における高解像度 DEM を用いた河川堤防抽出手法の検討

今井洋太[1)], 坂潤哉[1)], 長谷川太一[2)], 宇野宏司[1)], 東山航[2)]
1) 神戸市立工業高等専門学校 都市工学科, 2)神戸市立工業高等専門学校 都市工学専攻

1. はじめに

近年，大雨による洪水被害が多発しハザードマップなどの事前防災のニーズが高まっており，河川堤防の情報を正確に得ることが重要となってきている．日本国内においては，国土交通省が管理する一級河川であれば，堤防の位置や高さなどの情報が整備されているが，中小河川や古い河川においては，管轄する自治体の河川の維持管理費が不足しているなどの理由から，情報が十分に整備されていない現状がある．そこで，本研究では兵庫県を対象とし，5m 解像度の DEM データに加え，兵庫県で整備されている高解像度 DEM を用いて河川堤防の抽出方法について検討を行うこととした．

2. 研究方法

本研究では， 5m 解像度の DEM データ及び 1m 解像度 DEM データを用いた．既往研究[1),2)]を参考に，DEM データより相対標高，傾斜角，傾斜方位，断面曲率を算出した．

相対標高は周囲の最低標高との標高差である．堤防天端は周辺より高い位置にあるため，相対標高が大きくなると考えられる．傾斜角は周囲 8 セルと標高を比較して得られる傾斜角度のうち，最大の傾斜角度である．堤防の天端は平面であるため，傾斜角が小さくなると考えられる．

傾斜方位は周囲 8 セを見たときに傾斜角が最大になる方位を 360°で示した値である．天端を中心とした反対側の斜面は 180°進んだ方向を向いているため，天端の両側の斜面の向きの差は 180°に近くなる．そのため， 2 つの斜面の向きの差と 180°との差が小さくなると考えられる．

最大曲率は周囲のセルから計算された 4 方向の曲率のうち，最大値を断面曲率とし，堤防断面方向の曲率を表している．堤防のように上に凸の形状であれば正の値となることが考えられる．

本最後にこれらの４つの地形条件に対して複数の閾値を設定し，閾値を組み合わせることで河川堤防ポテンシャルを評価した．

3. 結果

兵庫県において既往研究の方法に基づく堤防抽出を試みた．その結果，5m 解像度 DEM を用いて求められた堤防ポテンシャルと 1m 解像度 DEM を用いた堤防ポテンシャルにおいて，それぞれ傾向が異なっていた．5m 解像度 DEM を用いた堤防抽出では比較的規模の大きい河川堤防を抽出できていたことに対し，1m 解像度 DEM を用いた堤防抽出では，大河川の堤防抽出は難しかったものの，中小河川の堤防をより検出できていた．

4. 参考文献

1) Sasaki, O., Tsumura, Y., Yamada, M., and Hirabayashi,Y.: Automatic levee detection using a high-resolution DEM - Case study in Kinu river basin, Japan, Hydrological Research Letters, Vol.17(1), pp.9-14, 2023.

2) 松永 葵, 佐々木 織江, 津村 悠虎, 鼎 信次郎, 平林 由希子：静岡県静岡市における高解像度 DEM を用いた堤防の自動検出, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.80,No.16,23-16131, 2024.