
応用生態工学会

2020年度Web研究発表会講演集

日時：2020年(令和2年)12月5日(土)

会場：オンライン(Zoomウェビナー)

応 用 生 態 工 学 会

本資料は、応用生態工学会 2020 年(令和 2 年)度 Web 研究発表会の発表要旨をまとめたものである。
それぞれの要旨は、査読を経ていない。

応用生態工学会 2020 年(令和 2 年)度 Web 研究発表会 実行委員

実行委員

相崎 優子(八千代エンジニアリング株式会社)
五十嵐美穂(日本工営株式会社)
大杉奉功(一般財団法人水源地環境センター)
沖津二郎(応用地質株式会社)
風戸一亮(日本工営株式会社)
久加朋子(北海道大学)
久保市浩右(応用地質株式会社)
島村彰(株式会社建設環境研究所)
東海林太郎(パシフィックコンサルタンツ株式会社)
難波広樹(日本工営株式会社)
西浩司(いであ株式会社)
前田範章(国際航業株式会社)

学会事務局

北村匡(幹事長)
青江淳(事務局長)
久保田あつ子(事務局)

(五十音順, 敬称略)

応用生態工学会事務局

〒102-0083 東京都千代田区麹町 4-7-5 麹町ロイヤルビル 405 号室

TEL : 03-5216-8401 FAX : 03-5216-8520

【研究発表会・一般講演内容(口頭発表)】

「 」発表者、タイトルの後の「研」は研究報告、「事」は事例報告

口頭発表 12月5日(土) — 9:00~17:30 [会場:第1会場]

セッションA 河川環境(1) 座長:糠澤桂(宮崎大学)

- 9:00 OA-1 **河川合流部の生態的機能と保全方策:「研」**
○原田守啓(岐阜大学), 永山滋也(同), 河口洋一(徳島大学), 萱場祐一(土木研究所)
- 9:15 OA-2 **河川合流部の空間分布と形態区分の検討—木曾三川を例として—:「研」**
○横山綾華(岐阜大学), 原田守啓(同), 永山 滋也(同)
- 9:30 OA-3 **河川における実践的な植生管理方法の提案:「事」**
○野副健司(いであ株), 早坂裕幸(同), 賀川真樹(同), 北岡洋尚(同), 川村昭彦(国交省中部地整河川部), 伊藤真也(国交省中部技術事務所), 森照貴(土木研究所)
- 9:45 OA-4 **熊本県成道寺川におけるホタルの出現個体数の変動と環状道路工事の影響の関係:「研」**
○金子裕大(福岡工業大学), 森山聡之(同)
- 10:00 OA-5 **荒川太郎右衛門自然再生地における湿地環境の再生:「事」**
○渡辺誠(㈱日水コン), 鬼頭岳彦(国交省荒川上流河川事務所), 逢沢英之(同), 中村彰吾(㈱日水コン), 加藤授人(同), 田邊龍太(日本生態系協会)
- 10:15 OA-6 **中国地方一級河川における気候変動が河川水温に及ぼす影響についての検討:「研」**
○赤松良久(山口大学), 宮園誠二(同), 大中臨(同), 谷口徳紀(同)

10:30~10:45 — 休憩 —

セッションA 河川環境(2) 座長:糠澤桂(宮崎大学)

- 10:45 OA-7 **島田川支川を対象にした河川浚渫が魚類生息場に与える影響予測精度検証:「研」**
○加藤琢己(山口大学), 関根雅彦(同), 松永晋平(㈱建設技術研究所)
- 11:00 OA-8 **トビハゼを指標とした河口干潟の種多様性のため環境評価:「研」**
○日浅菜月(広島工業大学), 岡浩平(同)

セッションB 河川地形 座長:森照貴(土木研究所)

- 11:15 OB-1 **幅広い流況下における砂州動態の簡易な分析手法~長良川における検討事例~:「研」**
○平野和希(岐阜大学), 原田守啓(同)
- 11:30 OB-2 **河川が造った地形と生物多様性についての環境教育プログラム:「事」**
○倉本宣(明治大学)・三島らすな(同)・山本知紗(明大/ 現・応用技術株)
- 11:45 OB-3 **揖斐川高水敷掘削後の土砂堆積と微地形・地表面状態の関係性:「研」**
○戸崎大介(岐阜大学), 富田浩生(同), 原田守啓(同)
- 12:00 OB-4 **耳川におけるダム通砂がヒゲナガカワトビケラに及ぼす影響の検討:「研」**
○大中臨(山口大学), 赤松良久(同), 児玉貴央(同), 辻冨月(同), 齋藤稔(同)
宮園誠二(同), 中尾遼平(同), 乾隆帝(福岡工業大学)

12:15~13:15 — 休憩 —

セッションC 植生		座長: 笠原玉青(九州大学)
13:15	OC-1	Aster 属の絶滅危惧種、礫河原のカワラノギクと干潟のウラギクの比較生態学:「研」 ○倉本宣(明治大学), 三島らすな(同), 岡田久子(同), 伊東静一(同), Wu ximei(同)
13:30	OC-2	2019年台風19号の高潮により浸水した海岸林における樹種別の応答:「研」 ○前岡夏楓(広島工業大学), 岡浩平(同), 山中亮一(徳島大学), 鎌田磨人(同), 吉崎真司(東京都市大学)
13:45	OC-3	甲府盆地を流下する河川における侵略的外来種ハリエンジュの遺伝子流動:「研」 ○八重樫咲子(山梨大学), 宮沢直季(同)
14:00	OC-4	環境に配慮した高水敷掘削は、植物群集にどのような変化をもたらすか?:「研」 ○森照貴(土木研究所), 田和康太(同), 内田圭(同/東京大学), 片桐浩司(同/秋田中央高校), 中村圭吾(土木研究所), 萱場祐一(同)
14:15	OC-5	道路事業に伴う絶滅危惧種ズメハコベの保全技術事例-4年間のモニタリング調査結果-:「事」 ○今井久子((株)環境アセスメントセンター), 栗原淳(同), 鈴木千代(同), 堀井晃男(静岡県島田土木事務所)
14:30~14:45 — 休憩 —		
セッションD ハビタット		座長: 久加朋子(北海道大学)
14:45	OD-1	石礫床河川の早瀬の生息場寿命に関する実験的考察:「研」 ○吉川敦希(岐阜大学), 原田守啓(同)
15:00	OD-2	水生生物の生息環境を指標する「さとがわ指数」の開発とその実験的利用—トンボ類の分布解析を例に—:「研」 ○東川航(土木研究所), 森照貴(同), 中村圭吾(同)
15:15	OD-3	イシガイ類・タナゴ類が生息する小河川の連続性・接続頻度の分析:「事」 ○土方宏治(大日コンサルタント(株)), 原田守啓(岐阜大学)
15:30	OD-4	環境要因によるため池環境(ため池の生物多様性にとっての環境)の評価方法の構築:「研」 ○中川亜希子(自然再生と自然保護区のための基金), 中川功(㈱ネイチャースケープ)
15:45	OD-5	「親水性」と「魚類生息環境」の統合的な河川環境評価に向けた課題:「研」 ○新田将之(東洋大学), 小池隼人(同), 青木宗之(同)
16:00~16:15 — 休憩 —		
セッションE 環境DNA		座長: 三宅洋(愛媛大学)
16:15	OE-1	地域の生態系に配慮した魚道整備・維持管理に向けた取り組み:「事」 ○大須賀麻希(㈱建設技術研究所), 戸田満(国交省湯沢砂防事務所), 樫田司紀(同), 笛木久美(同), 澤樹征司(㈱建設技術研究所), 堀裕和(同), 柴田閑(同)
16:30	OE-2	環境DNAによるイワナ在来個体群判定用プライマーの開発:「研」 ○玉田貴(㈱環境総合リサーチ), 芝田直樹(同), 澤樹征司(㈱建設技術研究所), 大須賀麻希(同), 堀裕和(同), 堀田大貴(同)
16:45	OE-3	環境DNA手法を用いた高津川流域における魚類相の網羅的・定量的な評価:「研」 ○中尾遼平(山口大学), 乾隆帝(福岡工業大学), 辻冨月(山口大学), 齋藤稔(同), 赤松良久(同)
17:00	OE-4	オオカナダモの定量モニタリングにおける環境DNA分析の活用について:「研」 ○児玉貴央(山口大学), 宮園誠二(同), 赤松良久(同), 辻冨月(同), 中尾遼平(同)
17:15	OE-5	環境DNA分析を用いた砂防管内における環境調査の効率化の検討:「事」 戸田満(国交省湯沢砂防事務所), 浅野保夫(同), 中川泰成(国交省高田河川国道事務所), 笛木久美(国交省湯沢砂防事務所) 島村彰(㈱建設環境研究所), ○横山良太(同), 関根洋(同), 西方肇(同)

口頭発表 12月5日(土) — 9:00~17:30 [会場:第2会場]	
セッションF 産卵場 座長:根岸淳二郎(北海道大学)	
9:00 OF-1	木曾川水系長良川扇状地におけるアユ個体サイズに着目した産卵環境の調査分析:「研」 ○鈴木崇史(岐阜大学), 原田守啓(同), 永山滋也(同)
9:15 OF-2	河川湧水が卵・仔魚期サケ (<i>Oncorhynchus keta</i>) に及ぼす負の影響:「研」 ○山下祥平(北海道大学), 根岸淳二郎(同), 有賀望(札幌市豊平川さけ科学館), 中川智裕(北海道大学), Mo Zhengwei(同)
9:30 OF-3	天竜川における湧水流路に形成されたアユ産卵床の好適性評価:「研」 ○高橋真司(東北大学), 兵藤誠(いであ株), 山崎弘美(兵庫県), 角哲也(京都大学), 竹門康弘(同)
セッションG 魚類(1) 座長:永山滋也(岐阜大学)	
9:45 OG-1	中小河川における水際部の環境が淡水魚類群集に及ぼす影響:「研」 ○松寺駿(名古屋大学), 森照貴(土木研究所), 肘井直樹(名古屋大学)
10:00 OG-2	個体群モデルを用いたコケチバス (<i>Micropterus dolomieu</i>) 駆除シナリオの検証 — Kankakee Riverモデルの活用 — :「研」 ○松澤優樹(土木研究所), 森照貴(同), 中村圭吾(同)
10:15 OG-3	ウキゴリ属魚類における河川定着過程:「研」 ○満尾世志人(新潟大学), 飯田碧(同)
10:30 OG-4	アユの河川遡上範囲とその関連要因について:「研」 ○加藤駿(新潟大学), 佐藤青(同), 満尾世志人(同)
10:45~11:00 — 休憩 —	
セッションG 魚類(2) 座長:永山滋也(岐阜大学)	
11:00 OG-5	ウキゴリ属における河川加入後の分布様式:「研」 ○佐藤青(新潟大学), 加藤駿(同), 満尾世志人(同)
11:15 OG-6	農業用水路におけるバープ工法を用いた魚類の生息場改善の効果検証:「研」 ○桑名志(徳島大学), 河口洋一(同), 佐藤雄大(同), 岩瀬晴夫(株北海道技術コンサルタント), 勝間健二(以西用水土地改良区)
11:30 OG-7	環境DNA分析による江の川支流のアユ生物量に影響を与える環境要因の検討:「研」 ○宮園誠二(山口大学), 児玉貴央(同), 赤松良久(同), 中尾遼平(同), 齋藤稔(同), 辻冨月(同)
11:45 OG-8	希少淡水魚ネコギギの生息環境改善手法とその効果:「研」 ○大杉奉功(水源地環境センター), 末吉正樹(同), 小澤英樹(いであ株), 南野洋孝(同), 三原武士(国交省設楽ダム工事事務所), 今津崇(同)
12:00~13:00 — 休憩 —	

セッションH 底生動物(1)		座長: 河口洋一(徳島大学)
13:00	OH-1	千曲川中流域におけるカゲロウ類の二次生産力の推定 現存量法を用いて :「研」 平林公男(信州大学), 石川史弥(同), 大塚健斗(同), 岡田俊典(同)
13:15	OH-2	平地河川における出水攪乱が底生動物の群集動態に及ぼす影響:「研」 上田航(愛媛大学), 福崎健太(同), 三宅洋(同)
13:30	OH-3	河川性底生動物量はウナギ生息量の制限要因か?:「研」 熊谷悠志(愛媛大学), 上田航(同), 三宅洋(同), 井上幹生(同)
13:45	OH-4	河川生態系への金属影響を評価する上で,付着藻類,底生動物,魚類のどれを調査すべきか?:「研」 難波広樹(日本工営株)/横浜国立大学, 岩崎雄一(産業技術総合研究所), Jani Heino(フィンランド環境研究所), 松田裕之(横浜国立大学)
14:00~14:15 休憩		
セッションH 底生動物(2)		座長: 河口洋一(徳島大学)
14:15	OH-5	瀬と淵の水理学的変動を考慮した水系内の底生動物分布予測の検討:「研」 糠澤桂(宮崎大学), 宇都宮将(同), 鈴木祥広(同)
14:30	OH-6	河畔林内部を飛翔する水生昆虫成虫の空間分布:「研」 中川智裕(北海道大学), 根岸淳二郎(同), 中村太士(同), Pongsivapai Pongpet(同), Alam MD Khorshed(同), 山下祥平(同), Wu Junyi(同)
14:45	OH-7	Land Use Impact on Water Quality and Stream Invertebrates in Indonesia:「研」 Satrio Budi Prakoso(Ehime University), Yo Miyake(同), Wataru Ueda(同), Hatma Suryatmojo(Universitas Gadjah Mada)
15:00	OH-8	Influence of multiple stressors on hyporheic organic matter decomposition and macro-invertebrates in a gravel-bed river:「研」 ALAM MD KHORSHED(Hokkaido University), Junjiro N. Negishi(同), Pongsivapai Pongpet(同), Tomohiro Nakagawa(同), Shohei Yamashita(同)
15:15	OH-9	Estimation of lateral and longitudinal flight dispersal distances of an amphibiotic stonefly, <i>Alloperla ishikariana</i> , from the hyporheic zone in a gravel-bed river:「研」 Mirza ATM Tanvir Rahman(Hokkaido University/Jahangirnagar University), Junjiro N. Negishi(Hokkaido University), Md. Khorshed Alam(同), Gao Yiyang(同), Janine Rodulfo Tolod(同), Pongpet Pongsivapai(同)
15:30~15:45 休憩		
セッションI その他		座長: 山田浩之(北海道大学)
15:45	OI-2	国営ひたち海浜公園におけるオオウメガサソウ保全に向けて2~種子生産にかかる調査~:「事」 佐々木英代(日本工営株), 秋本淳一(同), 渡辺康平(同), 稲沢太志(国交省常陸海浜公園事務所), 小島孝文(同)
16:00	OI-3	LED照明の色の違いが夜行性のトウキョウサンショウウオの活動量に及ぼす影響:「研」 堀切もも子(木更津高専), 湯谷賢太郎(同)
16:15	OI-4	浅間山管内で確認された稀産種ムツボシクモバチの生態情報について:「事」 篠原幸夫(国交省利根川水系砂防事務所), 野村利幸(同), 佐藤典一(同), 長野紀章(株建設技術研究所), 土井康義(同), 柴田閑(同), 奥田恭介(株CTI アウラ), 大沼尚(同)
16:30	OI-5	道路整備における保全対策技術~海浜植生の復元技術事例:「事」 栗原淳(株環境アセスメントセンター), 今井久子(同), 出縄二郎(同), 櫻井日出伸(国交省四日市港湾事務所)
16:45	OI-6	3次元精密計測による福岡県糸島市姉子浜の「鳴き砂」の保全の検討:「研」 清野聡子(九州大学), 對田陽子(オリエンタルコンサルタンツ), 木村房夫(フルスケール)
17:00	OI-7	北海道で繁殖するオオセグロカモメを対象とした洋上風力発電センシティブティマップ:「研」 佐藤夕夏(帯広畜産大学), 赤坂卓美(同), 藪原佑樹(徳島大学), 風間健太郎(早稲田大学), 河口洋一(徳島大学)
17:30~18:00 休憩		
【夜の部】 12月5日(土) - - 18:00~19:00 【会場:第1会場】		
18:00	~ 若手の会, フリートーク交流会(ぜひ来て近況教えてね!) 応用生態工学会 / 若手の会主催	

OI-1は発表辞退につき欠番

河川合流部の生態的機能と保全方策

原田守啓¹⁾, 永山滋也¹⁾, 河口洋一²⁾, 萱場祐一³⁾

1) 岐阜大 2) 徳島大 3) (国研) 土木研究所

1. はじめに

2019年10月の台風19号(令和元年東日本台風)によりもたらされた豪雨災害では、河川の合流部付近での越水破堤に起因した浸水被害が多く発生しており、被災した河川は今後、災害復旧事業等を通じて大きく改変されることが予想される。本発表では、河川合流部が治水上の弱点となりやすい構造的な課題を整理するとともに、現代の日本においては貴重な河道内氾濫原であり、治水と環境保全を両立した合流部処理の在り方について提案する。なお、本発表は応用生態工学誌に既発表の意見論文(原田ら2020)に拠るものであり、詳細は論文を参照されたい。

2. 合流部の生態的機能

河川における合流部は河川生態系におけるホットスポットである。その要諦は、合流部では多様な生物種の息を可能とする多様な環境が形成されることにある(Benda et al. 2004; Rice et al. 2006)。河川の環境や生物群集は流程に沿って変化することがよく知られている(Vannote et al. 1980)。しかし、実際には、その変化は一定ではなく、不連続的に生じている(Rice et al. 2001)。その不連続性を生み出す最も普遍的な要因が支川合流である。支川合流は本川の流程に沿った縦断的な変化に対して、水温や水質、流量、土砂の量や質、勾配等の急激な変化をもたらす(Benda et al. 2004; Swanson & Meyer 2014)。合流部ごとに生じるこうした環境の変化は、合流部およびその近傍における生物群集を強く規定すると同時に、より広域な環境および生物群集の多様性にも貢献している。論文では、河川合流部そのものが有する生態的機能についてレビューを示している。しかしながら、日本における河川合流部の形態と生態的機能の関係性については未だ不明な点が多く、効果的な保全再生に向けた知見の蓄積が必要である。

3. 合流部が有する治水上の危険性

河川の合流部は、河川生態系において非常に重要な生態的機能を有していることが理解される一方で、令和元年東日本台風災害では、計140箇所です堤防が決壊するという未曾有の浸水被害が発生し、そのうち約8割にあたる112箇所(62河川)が支川と本川の合流部から約1kmの範囲にあったという分析も示されている。なぜ、支川合流部付近が治水上の弱点となったのか、河川管理者が技術的な拠り所としてきた河川管理施設等構造令、河川砂防技術基準(案)計画編における合流部処理の扱いや、実現象の考察に基づいて、要点を示す。まず、本川・支川合流部の洪水時の水位や堤防の構造に着目すれば、一般区間よりも合流部付近、本川よりも支川において、破堤氾濫の危険性が高くなっている。また、河川が合流することによって生じる水位上昇の評価も、河川によっては不十分であった可能性がある。加えて、合流後に河道が狭窄することによってその上流で水位上昇を生じやすいという、日本の河道計画の構造的な危険性が指摘される。

4. 治水と環境保全を両立した合流部処理の在り方の提案

合流部付近での堤防決壊が多数生じたことを受け、今後合流部付近の改修や災害復旧が進められることが想定される。この際、治水安全度の向上のみを志向した際に考えられる改修の方向性は、堤防を強化する方向の改修と、合流部における水位上昇を抑制する方向の改修の2通りが考えられる。後者において、ただ流れをスムーズにすることのみを志向した改修は、直接的な改変のインパクトのみならず、改修後の合流部の生態的機能を著しく損なう可能性が高い。

合流部の生態的機能を保全しながら治水上の安全性を確保するには、合流部における水位上昇量も評価した上で、河川水位が上昇した際に相対的に脆弱な箇所がどこに出てくるのかを見定め、合流部付近に十分な川幅を確保しながら、堤防の安全性を高めることが望ましい。河道計画における課題として、下流側河道の幅が狭く設定されているという構造的な問題も意識し、川幅を確保しながら水位上昇を緩和する方向性での対応が期待される。

参考文献

原田・永山・河口・萱場：中小河川の河道内氾濫原と河川合流部の重要性，応用生態工学，23(1)，pp.109-115，2020

河川合流部の空間分布と形態区分の検討—木曾三川を例として—

横山綾華¹⁾, 原田守啓²⁾³⁾, 永山滋也³⁾

1)岐阜大学大学院 2)岐阜大学流域圏科学研究センター 3)岐阜大学地域環境変動適応研究センター

1.はじめに

近年の豪雨災害における河川氾濫では、河川の合流部やその周辺で多く被害がみられ、河川合流部は治水上の弱点であるとされる一方で、河川合流部は異なる性質を持つ河川が流入する場で、様々な要因により生態的機能が高いことが示されている¹⁾²⁾³⁾。しかしながら、河川合流部には様々な形態があり、どういった形態の合流部が高い生態的機能を持っているかは明らかにされておらず、またそれ以前に、様々な形態を有する合流部の空間的な分布や箇所数の傾向についても不明な点が多い。そこで本研究では、河川の合流部や排水の接続部等に着目し、濃尾平野を流れる木曾三川における①合流部と河道内外との対応関係や形態を明らかにする。これらの分布を抽出・分析するとともに、②河川合流部の形態の量的な違いについて検討する。

2.手法

本研究が分析の対象とする範囲は、木曾川水系木曾川、長良川、揖斐川の本川のうち、河口部から谷底平野部までを対象とし、まず、①空中写真や地図情報より、河川の合流部や排水の接続部等を抽出し、GISデータベースとして整備する。これらは支川にも多く存在することが予想されるが、現時点では対象としていない。②ポイント抽出時にその外観より「構造物なし、樋門・樋管、水門、その他」の4つに区分する。さらに、現地調査により連続性の状況、堤内地側の河川・水路の生息場としての状況を整理する。これらの結果を、セグメント区分との対応関係について注目し、地形の堤外地と背後の堤内地の関係について検討を行う。③構造物がない合流部および、樋門・樋管のある合流部の中で、支川の規模が比較的大きいと考えられる国や県の管理する支川の合流部を対象とし、今回は河川幅について検討を行う。計測箇所は各合流部で4点とし、合流部、その上流側(本川・支川)および下流側(合流後)の幅である。計測方法としては、空中写真から流線に垂直になるよう目視で計測を行う。合流部の幅が大きく変化する区間では、上流側・下流側それぞれ川幅の変化が少ない地点で計測を行う。

3.結果

①合流部は235箇所抽出された。対象河川の区間内の距離に大きく差があるため、1kmあたりの合流部の箇所数の傾向を見ると1.02, 1.20, 1.12と同程度であった。②合流部の形態については、樋門・樋管が全体の6.5割を占め、構造物のない合流部は2.5割と少なかった。また連続性については、木曾川・長良川においては連続性のない合流部の方が多くみられ、特に木曾川では谷底平野区間で連続性のない合流部の割合が顕著である。揖斐川においては連続性のある合流部の方が多くみられたが、全体として6割程度に留まっていた。そして堤内地側にも生息場がある合流部は全体の約3割に限られていた。連続性と生息場の関係については、連続性があり生息場もある合流部は2割弱であった。③分析対象となる合流部は93箇所であった。支川と本川の合流前の幅の比を見ると、支川幅は本川に対し平均約1/20程度で、支川幅と本川幅の比と、合流部幅と本川幅の比には正の相関($R^2=0.45$)がみられた。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 20H04377 (代表：瀧健太郎) の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 原田ら：中小河川の河道内氾濫原と河川合流部の重要性，応用生態工学，23(1)Vol.24，pp.109-115，2020
- 2) Junk W.J.ら：The flood pulse concept in river flood plain systems，Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Sciences，106，pp.110-127，1989
- 3) Tockner K & Stanford JA: Riverine flood plains: present state and future trends, Environmental Conservation Vol.29, pp.308-330, 2002

河川における実践的な植生管理方法の提案

野副健司¹⁾, 早坂裕幸¹⁾, 賀川真樹¹⁾, 北岡洋尚¹⁾, 川村昭彦²⁾, 伊藤真也³⁾, 森照貴⁴⁾
1) いであ株式会社, 2) 国土交通省中部地方整備局河川部
3) 国土交通省中部技術事務所環境共生課, 4) 土木研究所自然共生研究センター

1. はじめに

河川によって成立する植生や植生遷移の進行状況は異なるため、対象とする河川・区間の特性を十分に把握した上で、適切な河川管理の方法を戦略的に検討する必要がある。近年、河道内における樹林化が、治水・環境の両面において問題となっている。そこで、本検討では、定期調査結果を基に伐採・掘削後の植生遷移を可視化することで河川・区間の特性に応じた予防保全の考え方に基づく植生管理（特に樹林化対策）を検討する方法を提案した。

2. 材料と方法

対象河川での伐採・掘削後に予測される植生遷移を可視化するため、河川水辺の国勢調査及び定期横断測量の結果を用い、5年毎の変化確率を求めた。中部地域の河川 A 下流部および河川 B 上流部を対象に、3 巡目～5 巡目までの河川水辺の国勢調査の植生図を GIS 上に集約し、5 年毎の植生の入れ替わりを推移行列としてまとめた。この推移行列を基に、5 年後の植生遷移を予測する「植生遷移確率」を算出し、この確率を用いて伐採・掘削から 30 年間に渡る植生遷移を予測した。伐採・掘削後の植生遷移は、地形条件によって異なることが想定されるため、定期横断測線上で求められる平水位からの比高差に基づき、「冠水・攪乱の影響を受けやすい地盤高」と「冠水・攪乱の影響を受けにくい地盤高」の 2 つに分けて予測を行った。

3. 結果及び考察

伐採・掘削後の 30 年間にわたる予測の結果、河川 A 下流部（セグメント 2-2）では、地盤高に関わらずヤナギ林の定着・拡大が生じ、冠水・攪乱の影響を受けにくい地盤高において植生の再繁茂が早く、ヤナギ林が広範にわたって繁茂しやすいことが示唆された（図 1 参照）。一方、セグメント 1 に該当し、洪水の影響が強いと想定される河川 B 上流部では、冠水・攪乱の影響を受

けにくい地盤高において外来植物ハリエンジュが侵入する可能性があるが、大きな面積を占める樹林は形成されにくいことが示唆された（図 2 参照）。

予測を基に、河川 A 下流部においてヤナギ林の拡大抑制を検討すると、こまめな樹木伐採あるいは盤下げが有効な対策と考えられる。河川 B 上流部では樹林化対策の必要性は高くないが、外来植物ハリエンジュの侵入に注意し、侵入が見られた場合駆除の検討が必要だと考えられる。

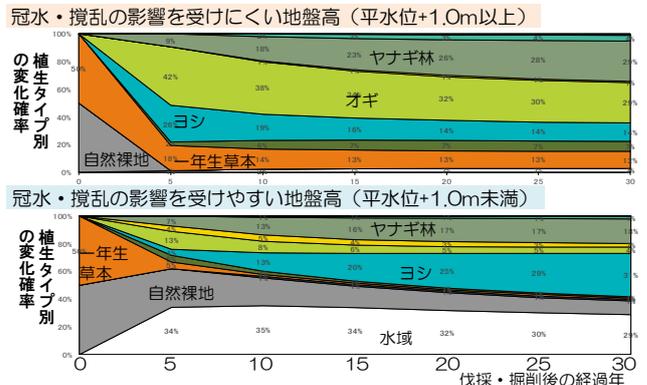


図 1 植生遷移予測結果（河川 A 下流部 seg.2-2）

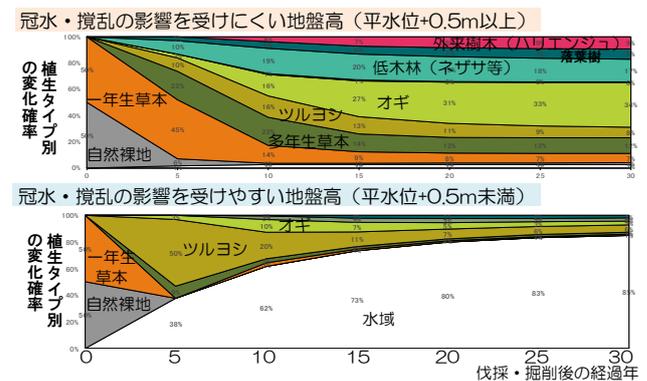


図 2 植生遷移予測結果（河川 B 上流部 seg.1）

中・長期的な植生遷移の予測は、樹林化に至る過程を可視化するだけでなく、伐採・掘削後の再繁茂に伴う伐採コストを推定し、推定したコストを基に最適な伐採サイクルを検討することに活用することができる。本検討での予測は、実績データを基にしており、対象とする河川・区間の特性を反映したものと考えられるが、事業実施箇所等の特定の場所での変化を精度高く予測する場合には、さらなる検討が必要であると考えられる。

熊本県成道寺川におけるホタルの出現個体数の変動と環状道路工事の影響の関係

金子裕大¹⁾, 森山聡之²⁾

1) 福岡工業大学 社会環境学科3年, 2) 福岡工業大学 社会環境学科 教授

1.はじめに

熊本県の都市圏は人口増加傾向があり、交通渋滞が問題となっていた。この交通渋滞を緩和し住民の生活環境を改善するために熊本の都市圏を囲む熊本環状道路の整備が進められている¹⁾。

この工事により生態系への影響が懸念されている。そこで、森山研究室では環状道路建設の影響が見られるかどうかを明確にするために、工事着工前の 2004 年から毎年ゲンジボタルの出現個体数の調査を行っている。

図 1 はこれまでのゲンジボタルの個体数の調査結果で観測個体数の最大値を用いている。図 2 では熊本県成道寺川流域とその観測ルートを ArcGIS Pro を用いて表した地図である。観測個体数のデータを用いて熊本環状道路の工事が各ラインにどの程度の影響を与えたのか検討する。

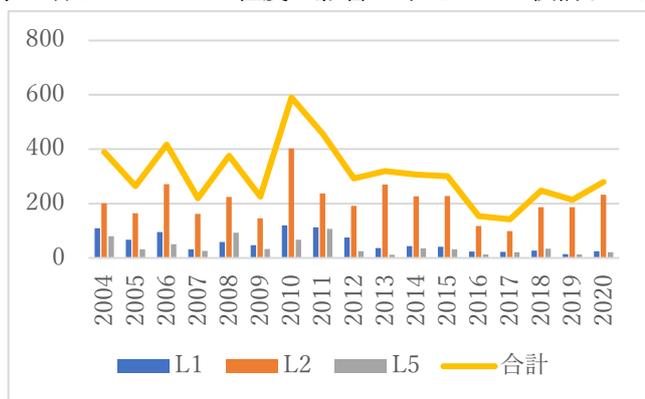


図 1.ゲンジボタルの観測個体数の推移



図 2.熊本県成道寺川流域と観測ルート

2.方法

ホタルの個体数の計測は成道寺川流域の中で L1~L5 と定めたラインごとにラインセンサス・カウント法を用いて行った。2016 年にホタルの飛翔が確認されたため従来のルートである L1~L5 に 2017 年から新たに L6 を加えた。2018 年まではその個体数のデータを GIS でラインごとに表示し、電子地図を作製していたが、2019 年以降は L3、L4 で一部住民に立ち入りを拒否され調査を実施できていない。そのため、今回は L1、L2、L5 のデータのみを使用する。L6 はデータ数が少ないため用いないこととする。

3.結果と考察

全体的に 2010 年をピークに減少傾向にあるが、2020 年のゲンジボタルの個体数は 2019 年よりも増加している。2013 年に工事中であった L1、ホタルが多かった場所が工事によって切り開かれた 2016 年と 2017 年の L2 の個体数の減少は、それぞれ工事の影響であると考えられる。2018 年と 2020 年の増加は、ゲンジボタルが着工後の環境に適応していると考えられるが、L2 以外は 2019 年に一度減少しているため断言はできない。今後も調査を重ね、工事が開始される 2012 年以前、工事着工中、工事終了後の 2017 年以降のデータを比較・検討する必要があると考えられる。

参考文献

1. 熊本市都市建設局土木部道路整備課, 「地域高規格道路熊本環状道路都市計画道路熊本西環状線」
https://www.city.kumamoto.jp/common/UploadFileDsp.aspx?c_id=5&id=16181&sub_id=1&flid=110025,
 2020 年 11 月 15 日閲覧

荒川太郎右衛門自然再生地における湿地環境の再生

渡辺誠¹⁾， 鬼頭岳彦²⁾， 逢沢英之²⁾， 中村彰吾¹⁾， 加藤授人¹⁾， 田邊龍太³⁾

1) 株式会社日水コン， 2) 国土交通省関東地方整備局荒川上流河川事務所，

3) 公益財団法人日本生態系協会

1. 荒川太郎右衛門地区自然再生事業について

「荒川太郎右衛門地区自然再生事業」(以下、本事業と称す。)は、自然再生推進法に基づき日本で最初に設立された協議会である「荒川太郎右衛門地区自然再生協議会」(以下、協議会と称す。)において、東京湾に注ぐ荒川の中流 50.4~54.0km 区間で実施している湿地環境の再生事業である。当地は縦断勾配が 1/1,000 以下と緩やかで、本来は蛇行河川となる場所であるが、河川改修により低水路がショートカットされている。残された旧流路やその周辺は、冠水頻度の低下や土砂堆積、遷移の進行などによって、乾燥化やこれに伴う外来種の侵入、ハンノキ林の高木・壮齢樹化が進んでいるため、本事業は湿地環境を保全・再生し、過去に確認された当該区域の多様な生き物や関東全域における生態系ネットワークの指標種が生息・生育するようにすることを目標として実施している。



図1 荒川太郎右衛門自然再生地 (延長約4km、面積約400ha)

2. 本事業の取り組みと成果

本事業では、主に旧流路の河床と周辺の高水敷を掘削することにより湿地再生を実施している。工事は荒川上流河川事務所が「実施計画」に基づいて 2011 年度から本格的に開始し、2019 年度に終了した。その結果、掘削箇所ではエキサイゼリ等の希少植物の増加や近年確認例が無くなっていたニホンアカガエルの産卵、ハンノキの移植箇所では埼玉県産の蝶であるミドリシジミの飛来・産卵など、再生の目標としていた生物が確認されている。



図2 湿地再生の例



図3 確認された目標種の例

3. 今後の課題

確認されていない、あるいは断続的な確認に留まっている目標種もあることから、生息・生育環境条件が未形成であると考えられるが、具体的な条件は把握できていない。また、整備地ではオオカワヂシャ、自然再生地全体では各種の外来植物やアライグマ、ガビチョウ等が増加しているが、在来種への影響は不明である。エコロジカル・ネットワーク形成の観点からは、近隣の自然地と協働するべき内容もあると考えられる。これらを明らかにし、維持管理に反映することが必要であるが、約 400ha に及ぶ自然再生地を協議会のみで管理することは不可能であるため、社会連携も進めていく必要がある。

※参考情報

- ・荒川太郎右衛門地区自然再生事業 : https://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/arajo_index025.html
- ・荒川太郎右衛門地区自然再生協議会 : <https://sites.google.com/site/tarouemonarakawa/>



図4 社会連携活動の例 (東京デザイン専門学校の学生の企画によるイベントを桶川西高校の協力とサイサン環境保全基金の助成により実施)

中国地方一級河川における気候変動が河川水温に及ぼす影響についての検討

赤松良久¹⁾ 宮園誠二¹⁾ 大中臨¹⁾ 谷口徳紀²⁾

1) 山口大学大学院創成科学研究科 2) 山口大学工学部社会建設工学科

1. はじめに

気候変動による河川環境の変化は河川生態系に多大な影響を及ぼすことが報告されている。中国地方の河川は気象条件によって河川環境が変化しやすく、将来的に河川生態系が気候変動の影響を顕著に受けることが予想される。そこで、本研究では中国地方の一級河川を対象にして、気候変動に関連する環境要因である水温の約40年間の経年変化を解析し、気候変動の影響を顕著に受けている可能性がある河川区域を特定することを目的とした。また、各調査流域において、気温と河川水温との相関を解析し、流域間でこれら環境要因の関係が異なるか検討した。

2. 調査方法

本研究では中国地方の10一級河川を対象にした(図-1)。それぞれの河川の調査地点(合計172地点)において水温の1981~2019の経年変化を単回帰分析により傾きを算出し、調査期間年数を乗じることで40年変化量を算出した。これらの結果をGIS上で表示し、水温の経年変化を空間的に把握した。次に、各調査流域において、気温と水温との相関を単回帰分析により解析した。水温の40年変化量の解析及び気温と河川水温の相関解析には環境省公共用水域水質データを用いた。

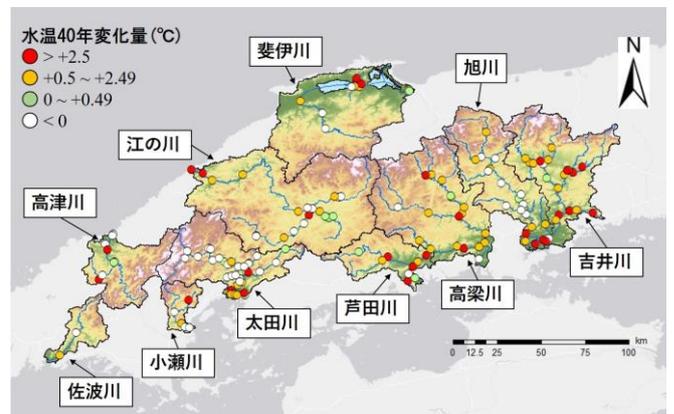


図-1 水温の40年変化量

3. 結果・考察

各河川において、地点間で水温の40年変化量に違いが見られた(図-1)。特に、河川下流域で上昇している地点が多く見られた。次に、気温と河川水温との関係においては、どの河川においても顕著な正の相関がみられた($r^2=0.85\sim0.91$, $P<0.001$)。特に芦田川、斐伊川、吉井川、旭川においては、決定係数が0.9以上あり、他の河川よりも水温が気温の影響を受けている可能性が示唆された(図-2)。これらの結果から、中国地方の一級河川の水温が上昇傾向にあることや将来的に河川水温が気温の上昇に顕著に影響を受ける可能性があることが示唆された。

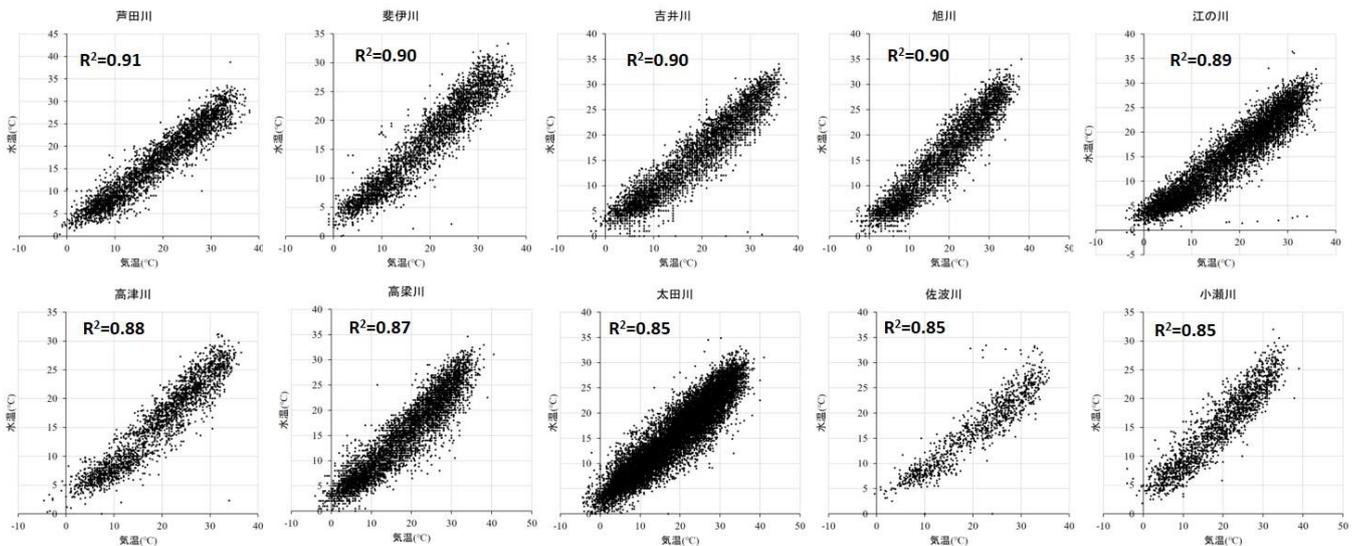


図-2 中国地方10一級河川の気温と水温の相関関係

島田川支川を対象にした河川浚渫が魚類生息場に与える影響予測精度検証

加藤琢己¹⁾, 関根雅彦²⁾, 松永晋平³⁾

1)山口大学大学院創成科学研究科, 2)山口大学大学院教授創成科学研究科

3)株式会社建設技術研究所九州支社水工部

1. はじめに

平成2年の旧建設省による「多自然型川づくりの推進について」の通達以降、我が国で魚類などの生息環境に配慮した河川管理が目指されている¹⁾。しかし、断面の画一化といった河川環境を劣化させかねない課題が残る川づくりもまだ散見され、その理由の一つとして魚類の生息環境の簡易な予測手法がないことがあげられる。そこで、簡易な魚類生息場評価手法として伊藤ら²⁾により生物環境多様性指数(以下 EED と記す)が提案された。EED とは既存の複数魚種の対象区間の水深、流速、河床材料などの環境要素と魚種ごとに定められた生息場適性指数 HSI、植生の有無、Simpson の多様度指数を用いた魚の行動圏内の河川環境多様性評価手法である。EED の算出には生物調査が不要で評価コストを抑えられる。EED では評価されない条件が類似する範囲では、EED が 0.1 増減すると魚種数が 1 種増減する傾向にある正の相関関係が示されている。後に、EED の 2 次元分布を計算する手段として河川の流れ・河床変動解析ソフトウェア iRIC³⁾上で動作する DHABSIM ソルバーが開発された。本研究では、浚渫事業が計画されていた山口県の島田川支流を対象に、DHABSIM で浚渫が魚類生息場に与える影響を予測、浚渫後の魚類調査結果と EED を比較し、計画段階における DHABSIM による魚類生息場予測の精度を検証する。また、河床変動解析を評価に導入し、浚渫後の出水等による地形改変を予測することで、改修終了後の河道地形変化も考慮した魚類生息場評価を可能にする。

2. 調査方法

対象河川は西日本豪雨の影響から 2018 年度末に浚渫工事が行われた山口県東部の 2 級河川島田川支流の末石川、柳井田川、四割川の 3 河川である。末石川は河床を平坦に、柳井田川と四割川は流路の水面から 10cm 上のみを平坦にする工法が執られた。ただし、四割川は調査区間上流から下流に向かって 10m の区間までしか工事は行われていない。本研究では浚渫前(2018/10)浚渫後(2019/6)梅雨後(2019/10)の計 3 回現地にて採捕調査および地形測量、流量測定といった環境調査を行った。以下、魚種数と EED について浚渫前を 1、浚渫後を 2、梅雨後を 3、浚渫後予測を 2'、梅雨後予測を 3' と記す。現地調査結果、設計計画書をもとに地形モデルを作成し、iRIC 内の流況再現ソルバー River2D、河床変動解析ソルバー Nays2DH、DHABSIM を用いて EED を算出した。EED₁、EED₂、EED₃ および EED_{2'} の算出には River2D、DHABSIM を、EED_{3'} の算出には Nays2HD、DHABSIM を用いた。EED_{3'} の算出にあたって Nays2DH による河床変動計算を行ったが、本研究の対象河川は梅雨期の流量観測が行われておらず出水時の流量の入手が困難であった。その為、山口県岩国市玖珂町に該当する 2 年確率降雨強度式を用いた合理式で算出した流量を採用した。平水時の流量には浚渫前の現地調査時の実測流量を使用し、4 時間の平水の後、3 時間かけて出水時流量に達し、それが 10 時間継続した後 3 時間で平水に戻るハイドログラフを作成し、境界条件として与え、この 1 洪水による地形変化をもって出水期を経た後の河床状態と仮定した。以上の過程と前述の 1. における EED と魚種数の関係から EED₁ と EED_{2'} および EED_{3'} の差分から魚種数_{2'}、魚種数_{3'} を決定、魚種数₂ と魚種数_{2'}、魚種数₃ と魚種数_{3'} を比較することで予測精度検証とした。

3. 結果および考察

EED の予測による魚種数の予測精度検証結果を表 1 に示す。全河川に関して季節が違っていてもかかわらず実測と予測の魚種数の差は 1 種以内に収まっており非常に高精度で予測できた。EED は季節や年度が異なっても対象河川の魚種数をおおむね説明でき、植生繁茂を考慮しなくて良い状況では工事竣工後の出水期を経た後の魚種数をおおむね予測できることが分かった。

表1 浚渫後と梅雨後におけるEEDと魚種数の予測と実測の比較

	EED ₂	EED _{2'}	EED ₃	EED _{3'}	魚種数 ₂	魚種数 _{2'}	魚種数 ₃	魚種数 _{3'}
末石川	0.272	0.282	0.689	0.656	2	1	7	6
柳井田川	0.673	0.584	0.830	0.752	8	7	10	9
四割川	0.893	0.795	0.834	0.855	11	10	11	11

参考文献

- 1)国土交通省河川局:多自然川づくり基本指針, 2006
- 2)伊藤浩文, 関根雅彦, 中村好希, 神野有生, 山本浩一, 樋口隆哉, 今井剛:中小河川における魚類生息場評価のための生態環境多様性指数の提案, 土木学会論文集 G(環境), Vol.72, No. 1, pp. 1-11, 2016.
- 3)河川シミュレーションソフト iRIC: <https://i-ric.org/>

トビハゼを指標とした河口干潟の種多様性のための環境評価

日浅菜月¹⁾ 岡浩平¹⁾

1) 広島工業大学環境学部

1. はじめに

干潟は、多くの生物の生息地であり、保全重要度の高い環境である。しかし、埋め立てや開拓などの人為的な影響を受けやすく、日本全国での干潟面積は50年間で約40%減少している。それに伴い、干潟に生息する様々な種が絶滅危惧種に指定され、種の多様性の減少にもつながっている。現在、開発事業による環境影響を軽減するため、環境アセスメントが法制化され、指標種やHS Iモデルを用いた生物の環境影響評価が行われているが、評価対象種以外の他の生物は十分に考慮されていない。そのため、種の多様性の保全には、指標種への対策が他種に与える影響を考慮する必要がある。そこで本研究では、生活史において利用環境の異なるトビハゼを指標とし、複数種の分布を重ね合わせることでトビハゼの保全が他種の保全に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 調査方法

2.1 対象地・対象種

対象地は広島県福山市本郷川河口干潟である。対象範囲は、河口から約800m、川幅が約90mの面積約72000㎡とした。指標種は、環境省のレッドリストで準絶滅危惧種に指定されるトビハゼを選定した。またその他干潟生物を網羅するため、甲殻類のハクセンシオマネキ、貝類のヘナタリとフトヘナタリ、植物は塩生植物各種・ヨシを対象種とした。

2.2 分布調査

まず、指標種とするトビハゼは、生活史を考慮した分布域を把握するため、トビハゼの繁殖期前の7月と繁殖期後の10月において分布調査を行った。対象地の河口干潟を5m間隔で横断し、ハンディGPSを用いて個体の位置を記録した。この時、5cm以上の個体を成魚、5cm以下を稚魚として見分けた。

ハクセンシオマネキ、ヘナタリ、フトヘナタリについては、それぞれの分布域を把握するため、分布調査と方形区調査を行った。分布調査は各種同様に、現地踏査により目視で確認した各種の分布範囲を空中写真に書き込み記録した。方形区調査は、ハクセンシオマネキは54地点、ヘナタリ、フトヘナタリは116地点を分布範囲に設置し、各種の表在の個体数を記録した。その後、QGISのポリゴンツールを用いて各種の分布図を作成した。

塩生植物・ヨシは、現地踏査により確認した植生を空中写真に書き込んだ後、現地での記録・空中写真からQGISのポリゴンツールを用いて、植生図を作成した。

2.3 環境調査

対象地の環境を把握するため、DEM画像(数値標高モデル)、表層土壌図の作成を行った。DEM画像は、小型UAV(phantom 4 RTK)で撮影した空中写真を、合成ソフト(agisoft metashape)を用いて作成した。表層土壌図は、現地踏査での記録、空中写真から表層土壌をQGISのポリゴンツールを用いて色分した。

3. 結果とまとめ

分布調査の結果、トビハゼは、繁殖期前では成魚のみが91個体出現したのが、繁殖期後では成魚が70個体、稚魚が1,166個体出現した。また、分布範囲も繁殖期前と比べ、繁殖期後には大きく広がっていた。繁殖期前の成魚はほとんどが上流側に分布していたのに対し、繁殖期後に出現した稚魚は上流から下流にかけて広く分布しており、成魚と稚魚で分布範囲に違いが見られた。ハクセンシオマネキは、右岸側に分布域が広がり、地盤の高い位置に高密度に分布していた。ヘナタリ、フトヘナタリは対照的に分布しており、ヘナタリは泥地に、フトヘナタリは砂地または植生のある場所に高密度に分布していた。植生は、上流側はほとんどの陸地をヨシが占めていたが、下流にかけては、フクド、ハマサジ、ハマツナなど計6種の塩生植物が生育しており、ほとんどが右岸側に分布していた。今後、過去の分布データや生活史など様々な視点からトビハゼの分布域を推定し、今回得たその他の動植物の分布図、環境要因を重ね合わせることで、トビハゼの保全が他種の保全にどういった影響を与えるのかを考察していく。

幅広い流況下における砂州動態の簡易な分析手法

～長良川における検討事例～

平野和希¹⁾ 原田守啓²⁾

1)岐阜大学工学部社会基盤工学科 2)岐阜大学流域圏科学研究センター

1. 研究背景と目的

河道内に形成される砂州地形は、河川中流域における瀬淵構造の基盤であり、流れや河床材料などの物理的な環境に幅を生じさせ、河川の生物に多様な生息場を提供している¹⁾。また、実河川の幅広い流況下における砂州の動態は複雑であり、出水時の流量下だけではなく、平時の流量下においても、例えば早瀬では出水時の流量下とは異なる緩やかな土砂動態が起き、それらが河道内生息場に影響を与えていることも指摘されている²⁾。流量変動に伴う砂州地形の形成・動態については、数値解析や室内水路通水実験等による分析³⁾が行われているが、河川ごとに異なる砂州動態を整理し、河道内環境に配慮した統一的な河川管理を行うことは未だ難しい現状にある。そこで本研究では、砂州地形の時空間動態に着目し、砂州河道における簡易的な砂州動態の分析手法を提案し、その手法の有効性の評価を、木曾川水系長良川扇状地砂州を対象に行う。

2. 研究手法

2.1 流量ステージの定義とステージ区分検討

ある河川区間の砂州において、砂州形状や河床環境に類似の変化を生じる流量の幅を「流量ステージ」とし、その土砂動態を定義する。また、ステージの区分を土砂水理的に検討する。

2.2 実河川における砂州動態把握

木曾川水系長良川 51.6kp-52.6kp 区間を対象に、出水期である 2020 年 6 月-10 月にかけて、複数回の現地調査を行う。現地調査では、ドローン撮影及び VRS 測量により地形データを収集する。

2.3 流量ステージの有効性評価

対象区間における 2020 年 6 月-10 月の流況を国土交通省水文水質データベースから取得し、流況の把握を行う。また、ステージ区分となる土砂動態から、対象区間のステージ区分の閾値を設定する。その後、調査間の流況を流量ステージにより把握し、流量ステージで定義した砂州動態と実際の砂州動態を比較し、その有効性について検討する。

3. 研究結果

3.1 流量ステージとステージ区分の土砂動態設定結果

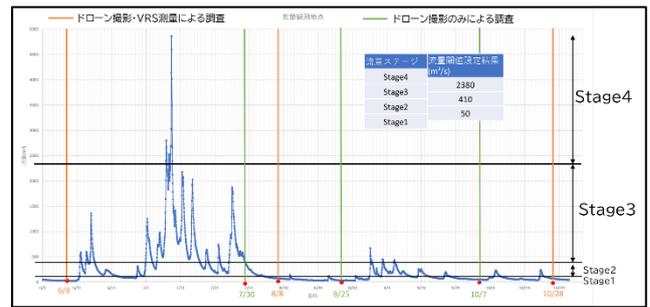
流量ステージの定義及び土砂水理的な検討結果を以下の表に記す。

表：流量ステージの定義と区分を示す土砂動態

流量ステージ	砂州地形に着目した砂州動態	ステージ区分となる土砂動態
Stage4	砂州全体で大きな土砂移動・砂州地形変動	砂州の粒度分布 D_{60} 粒径が移動状態
Stage3	平瀬地形で土砂移動	砂州の粒度分布 D_{60} 粒径が移動状態
Stage2	早瀬地形の大部分の土砂移動	早瀬の粒度分布 D_{60} 粒径が移動状態
Stage1	早瀬地形で粗粒化進行	

3.2 対象区間流況・流量ステージ閾値と調査日の関係

対象区間において、調査記録と調査期間の流況把握及びステージ区分を基にした流量閾値設定結果を以下に記す。



図：調査期間の流況と流量閾値，調査日の関係

3.3 現地調査結果と流量ステージの比較・評価

対象区間において、6 月-8 月にわたり Stage3,4 相当の流況が確認されており、現地調査においても砂州の地形変動・砂州前縁線への土砂供給が確認された。しかしながら、8 月-10 月にわたり Stage1,2 相当の流況が確認されたが、現地調査においては対象区間内の 2 つの早瀬で同様の流量に対する動態が異なることが確認された。Stage1,2 相当の流況時の砂州動態を把握するにはさらに細かな Stage の設定が必要であると考えられる。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 19K04612 (代表：原田守啓) の助成による。

参考文献

1) 小林草平・竹門康弘 木津川における底生動物生息場としての瀬の形態の歴史の変遷 京都大学防災研究所年報第 56 号 B 平成 25 年 6 月
 2) 竹門康弘ら 生息場寿命に基づく河川生態学系の構造解析 科学研究費助成事業研究成果報告書 平成 29 年 6 月
 3) 寺本敦子・辻本哲郎 砂州形状の特性と平水時の流路構造、水工学論文集第 50 巻 2006 年 2 月

河川が造った地形と生物多様性についての環境教育プログラム

倉本 宣（明大農）・三島らすな（明大院農）・山本知紗（明大農 現・応用技術株式会社）

1. はじめに

多摩川流域の川崎市多摩区において、多摩丘陵に位置する生田緑地と明治大学生田キャンパスの地形を中心とする自然についての環境教育プログラムを立案して実施した。

多摩区役所と多摩区内に立地する3つの大学は多摩区-3大学連携事業を実施しており、3大学の1つである明治大学のプログラムとして、農学部農学科応用植物生態学研究室が「多摩川が造った地形の上に生きる」を実施した。厳密に考えれば、多摩川が造ったとは言えない面もあるものの、理解しやすさを優先してこの名称を採用した。

2. 活動場所

多摩丘陵は谷によって解析されており、複数の丘から成り立っている。ここでは、明治大学生田キャンパスのある丘、その西側の西三田団地の位置する丘、川崎市生田緑地の丘の3つを取り上げた。生田キャンパスの丘は上部の平坦面と周囲の急な斜面からなり、原地形をとどめているものの、東側および北側斜面はコンクリート法枠等でおおわれている。西三田団地の丘は団地建設時に大規模な造成が行われており、現地形はほとんど残っていない。生田緑地は大部分が原地形であるものの、戦国時代の合戦や第二次世界大戦の高射砲陣地によって改変が行われている場所がある。

3. 成果

研究室の学生によってパンフレットを作成するとともに、ガイドツアーとシンポジウムを開催した。パンフレットの作成においては、わかりやすいビジュアルなパンフレットの作成に努めた。小規模な土石流が発生した生田緑地において、地形の動態がみられることを紹介した。ガイドツアーは生田キャンパスで行った。生田キャンパスの平坦に見える上部の面において、石積みをたどると多摩川支流五反田川よりの北側が3m近く低いことが観察された。学生にも意識されていないことであったので、興味を持ってもらうことができた。シンポジウムでは主催者側の学生がお客さんが喜んでいて感じたほど好評であった。

パンフレット作成のための調査の過程で、西三田団地の丘は1960年前後に大規模な地形改変が行われていること、生田キャンパスの丘は西側の斜面林に原地形が残っていること、すなわちこの斜面林は地山の上に生育していること、生田緑地の丘はダイナミックな地形の変動が現在も起こっていることが理解できた。

4. 今後の課題

そこで、生田緑地自然会議会長磯谷国士館大学教授とともに、生田緑地長者穴口の土石流発生地点を保全を図りつつ防災工事を行うように川崎市生田緑地整備事務所に働きかけて実施されている。自然会議ではワークショップ等を開催し、理解を深めた。生田緑地整備事務所では2020年度に土石流の発生地点を残置して、泥水が園外に出ない工事を行った。西三田団地の丘では明治大学の小木曾裕兼任講師が西三田団地の住民を対象とするワークショップを8回開催して、北向きの斜面に位置する団地の敷地計画の特性を普及した。生田キャンパスの丘は戦争遺跡の登戸研究所跡地を有しており、地形改変に慎重であるべきであるものの、実態としては工事の計画段階での周知や合意形成が不十分なため、残置すべきものが必ずしも残せない状況である。地形ツアーとシンポジウムの後も、キャンパス内の自然を楽しむ活動を継続しているので、いずれは構成員の視点や大学当局の姿勢も変化することが期待される。

揖斐川高水敷掘削後の土砂堆積と微地形・地表面状態の関係性

戸崎大介¹⁾, 富田浩生²⁾, 原田守啓³⁾

1) 岐阜大工学部, 2) 岐阜大大学院, 3) 岐阜大流域圏科学研究センター

1. はじめに

近年, 記録的な豪雨による大規模な水害が各地で発生しており, 河道の流下能力を緊急的に向上させるために, 全国各地の河川で樹木伐採や高水敷掘削が行われている. 高水敷掘削は治水面だけでなく, ワンドやたまりなどの氾濫原を形成するという環境面の効果も期待されている¹⁾. しかし, 掘削後に土砂の再堆積や樹林化が生じるなどの問題が報告されている²⁾. 土砂の再堆積に関して, 木曾川水系揖斐川で行われた既往研究²⁾より, 高水敷掘削で平坦となった掘削地では, 洪水による冠水で細粒土砂が堆積し微高地が形成される. 一方, 土砂堆積の見られない地点で水域となりたまりが形成される. その後, 冠水が起きる度に微高地には細粒土砂が堆積し続けるが, たまりでは堆積が生じないため, 陸域と水域の分離が進行する.

揖斐川における微地形の特徴の違いとして, 植物の有無, 冠水状態などがあげられる. 本研究は, 木曾川水系揖斐川の高水敷掘削後の土砂再堆積に着目し, 掘削後に形成された微地形ごとの堆積傾向の違い, 植物の有無などの地表面の状態が堆積傾向に与える影響に着目した調査分析を行う.

2. 研究手法

2.1 揖斐川高水敷掘削サイトにおける水位観測

調査地は揖斐川掘削地のうち掘削後十数年が経過してなお堆積が進んでいる揖斐川 37.4kp の掘削地とする. 高水敷と低水路の水位変化と冠水状況を把握するために 2020 年出水期前に調査地の高水敷と低水路の 2 か所に水位計を設置した. 出水後に水位データを回収し, 高水敷と低水路の冠水状況等の分析を行う.

2.2 微高地とたまりの経年的な堆積傾向の分析

微地形の経年的な土砂堆積傾向を把握するため, 本研究室では 2.1 と同様の調査地に 2017 年の出水期前にたまりと微高地に 1 か所ずつ直定規を設置した. 2020 年の出水期前に微高地に新たに 2 か所直定規を設置し, これら 4 地点で定規の値

を目視による土砂堆積厚の記録を行う. その測量データをもとに経年的な土砂の堆積傾向について分析を行う.

2.3 揖斐川高水敷掘削サイトにおける現地実験

土砂の堆積と地表面の関係性を把握するために現地実験を行った. 植物を模した 4 種類のパネルを各 4 枚作成し, 2.1 と同様の調査地の高水敷に設置した. また, 2.1 の水位計データを用いて, パネルの冠水時間, 冠水状況を把握する. そして, 各パネルに堆積した土砂の分析, 比較を行い, 土砂の堆積しやすい地表面の把握を行う.

3. 結果の概要

2017 年から 2020 年までの経年的な土砂堆積をみると, 微高地では 14cm の土砂の堆積が確認されたが, たまりでは -9cm という結果であり, 微高地では堆積傾向が見られるものの, たまりでは侵食傾向が確認できた. また, 2020 年の出水に着目すると, 7 月の出水が長かったため, 微高地では 6 月から 8 月の間でそれぞれの定規の地点で 3cm 以上の土砂の堆積が確認された. 現地実験についても, 土砂パネル付近に設置した定規の地点で土砂堆積厚 6cm が確認され, 深さ 4cm で作成した土砂パネルはすべて土砂で埋まってしまった. パネル内の土砂の分析結果については当日報告する. 水位計による水位観測で, 高水敷と低水路の冠水状態にはほとんど差が確認できず, 高水敷でも低水路と同様に速やかに水が引くことが確認できた. 調査地の下流にクリークが存在し, 水の排水も確認でき, 陸域での土砂の堆積に影響していると考えられる.

謝辞: 本研究の一部は JSPS 科研費 19K04625 (代表: 赤堀良介) の助成により実施した. また, 木曾川上流河川事務所調査課の協力をいただいた.

参考文献

- 1) 永山, 原田, 萱場: 高水敷掘削による氾濫原の再生は可能か? ~自然堤防帯を例として~応用生態工学 17(2), 67~77, 2015
- 2) 原田, 永山, 大石, 萱場: 揖斐川高水敷掘削後の微地形形成過程, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol. 71, No4, 2015 年.

耳川におけるダム通砂がヒゲナガカワトビケラに及ぼす影響の検討

大中臨¹⁾, 赤松良久¹⁾, 児玉貴央¹⁾, 辻冨月¹⁾, 齋藤稔¹⁾

宮園誠二¹⁾, 中尾遼平¹⁾, 乾隆帝²⁾

1) 山口大学創成科学研究科, 2) 福岡工業大学社会環境学部

1. はじめに

宮崎県の耳川では、2017年から大内原ダムと西郷ダムにおいて通砂運用を実施している。通砂はダム放流時に水と土砂を同時放流するダム操作であり、下流域に土砂を供給できる一方で、底生動物の生物量減少が懸念される。そのため、ダム下流区間における通砂による底生動物への影響評価は、河川生態系への影響を考慮した通砂運用の一助になると考えられる。そこで本研究では、耳川においてダム通砂が底生動物に及ぼす影響の検討を目的とし、底生動物の優占種であるヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* (以下、ヒゲナガ) を対象とした環境 DNA 分析を行い、ダム通砂前後における本種の分布および生物量の変化について検討した。

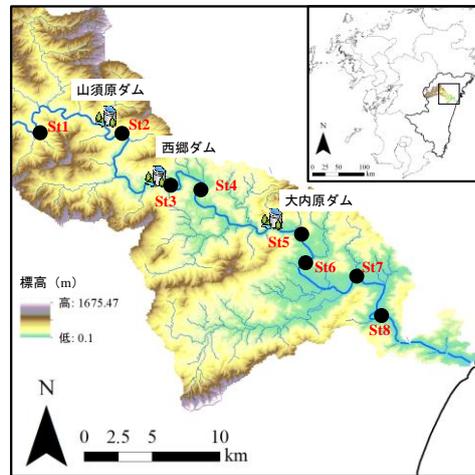


図-1 耳川における環境 DNA 採水地点

2. 対象地域および調査方法

2016年から2019年にかけて、山須原ダム、西郷ダム、大内原ダムそれぞれの上下流を含む8地点(図-1)で計15回の採水調査を実施した。各地点で表層水を1Lずつ採水して研究室に持ち帰り、ガラス繊維フィルターにてろ過したのち、ヒゲナガの環境DNAを抽出した。ヒゲナガのDNAを種特異的に検出可能なプライマーセットにてリアルタイムPCRを行い、各試料中におけるヒゲナガの環境DNA濃度を測定した。なお、西郷ダムと大内原ダムでは2019年までに2回(2017/9/14, 2018/9/18)、通砂が実施されている。また、本研究では流量の増大に伴う掃流力の増加がヒゲナガの生物量に影響すると予測し、環境DNA濃度と採水地点より上流側近傍のダムの放流量との関係を検討した。

3. 調査結果および考察

2017/11/3と2018/9/3において通砂実施区間内では通砂実施区間外に比べ、ヒゲナガの環境DNA濃度が大幅に減少しており、その傾向は特にダム近傍の地点で顕著であった(図-2)。また、全区間において最大放流量が150m³/sを超える場合は、環境DNA濃度が大幅に減少した(図-3)。これらのことから、耳川におけるダム通砂は通砂による細かい粒径の土砂の供給によって底生動物(ヒゲナガ)の生物量を減少させ、特に放流量が150m³/sを超える場合には、生物量を大幅に減少させる可能性があることが示唆された。

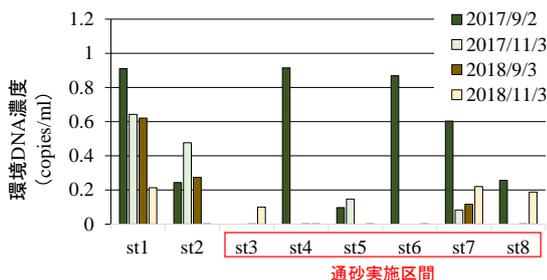


図-2 通砂実施年における通砂前後の環境 DNA 濃度

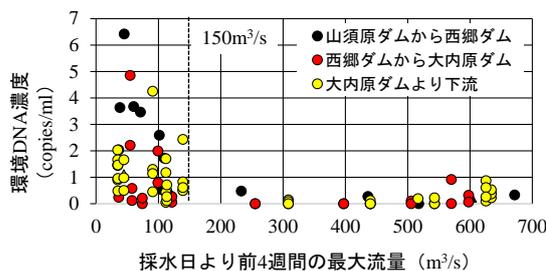


図-3 最大放流量と環境 DNA 濃度の関係

Aster 属の絶滅危惧種，礫河原のカワラノギクと干潟のウラギクの比較生態学

倉本 宣¹ 三島らすな² 岡田久子¹ 伊東静一¹ Wu ximei² ¹明大農 ²明大院農

Aster 属の絶滅危惧種カワラノギク *Aster kantoensis* Kitamura（環境省レッドリスト絶滅危惧Ⅱ類、第二次レッドリストではⅡ類）とウラギク *Aster tripolium* L.（環境省レッドリスト準絶滅危惧種、同じくⅡ類）は、それぞれ礫河原と干潟の象徴種として保全活動が実施されてきた。カワラノギクは現在生育が確認されている、鬼怒川水系、多摩川水系、相模川水系で保全活動が実施されている。ウラギクは多摩川河口、葛西臨海公園などで保全活動が実施されている。多摩川河口におけるウラギクの保全活動を行った市民は、多摩川中流のカワラノギクの保全活動を参考にしようとした。

私たちは、カワラノギクの調査を多摩川中流の福生市永田地区を中心に、ウラギクの調査を東京湾の江戸川区葛西臨海公園を中心に行ってきた。

見かけ上の生活史はカワラノギクは一回繁殖型の多年草、ウラギクは二年草と異なるものの、ウラギクの小型のロゼットは越冬して翌年もしくは翌々年以降に開花結実して枯死することが観察されるので、ウラギクも一回繁殖型の多年草であり、干潟という生産力の高い立地に生育しているため開花の臨界サイズを超える個体が多いものと考えられる。すなわち、両種は一回繁殖型の多年草であり、立地の生産力の違いが見かけの生活史を替えているのであって、基本的な生活史は類似している。

両種とも、開花期が秋遅いので、成虫越冬する昆虫がポリネーターである。

基本的な種子散布様式は両種とも風散布であり、水散布や動物付着散布も可能である。

両種とも永続的な埋土種子集団を作る生理的な性質を持っておらず、種子の発芽時期の後には生育場所の土壌中には種子が残っていなかった。

大きく異なるのは、ウラギクが塩生植物であり、海水が混じった水で生育できるのに対して、カワラノギクは生育できない点である。

イギリスにおいて、`Sea Wall`などの著書があり、Soft Wall の設計や施工に携わってきた Tim Gardener と東京湾の護岸を調査したときに、Tim から灰色の岸を緑に変えようという提案があった。現在のコンクリートの護岸を植物に覆われた土羽の護岸に変えることは、護岸の構造の変化だけでなく、土地利用の変化を伴うために容易ではない。しかし、近年の生物多様性意識の高まりに対応して、東京湾の海上公園関係者か

らも緑の護岸に対する関心もたれるようになりつつある。

カワラノギクについては、1980年代から保全生態学的な研究が進められ、2000年代からは個体群の復元のための実務が展開されてきた。そこで、日本ではまだあまり行われていないウラギクの保全と再生に、カワラノギクの保全と再生のための研究成果を適用できる可能性がある。具体的には、永続的な埋土種子を作らない短命な植物のメタ個体群としての取り扱いやポリネーターの誘因があげられる。

保全対象となる植物の種は環境省レッドリスト掲載種数が 2163 種であることに示されるように膨大であり、1種1種研究している時間的余裕はない。そこで、すでに研究が進んだ種の成果を応用する視点が重要になると考えられる。



写真 上、カワラノギク、下、ウラギク

2019 年台風 19 号の高潮により浸水した海岸林における樹種別の応答

前岡夏槻¹⁾、岡浩平¹⁾、山中亮一²⁾、鎌田磨人²⁾、吉崎真司³⁾

1) 広島工業大学, 2) 徳島大学, 3) 東京都市大学

1. はじめに

四方を海に囲まれる我が国では、古くから海岸林が飛塩や飛砂から人々の生活を守ってきた。これまで海岸林ではクロマツが主に植栽されてきたが、近年は手入れ不足から広葉樹の侵入が進んでいる。またマツザイセンチュウ病によるクロマツの減少からも、海岸林の維持において広葉樹とクロマツの併用を進める必要性が高まっている。海岸林へ導入する広葉樹を選定するにあたり、樹種ごとの海岸環境への耐性の把握は必須である。そこで、本研究では樹種ごとの潮害に対する耐性の知見を増やすことを目的に、高潮による潮害が発生した徳島県大里海岸林を対象に、樹種ごとの生存および枯死状況の把握を行った。

2. 調査方法

2.1 対象地

太平洋に面する徳島県大里海岸林は、全長約 4km におよぶ幅約 100m の林帯を有し、潮害防備・保健保安林に指定されているほか、日本の白砂青松 100 選にも選定されている。林内は植栽によるクロマツと広葉樹が併用されており、また年 2 回強度の下草刈りも行われている。2019 年 10 月に発生した台風 19 号は、本県の沖合を通過する際に高潮を発生させ、林内へ浸入した海水により林帯前線から約 80m 後方に高潮の漂流物による痕跡を残した。これにより林帯全域で潮害が発生し、樹木に変色や落葉などの異常が確認されている。本研究では、空中写真と現地踏査から、高潮による被害が最も大きいと考えられた地点の幅 135m、奥行 100m を対象範囲とした。

2.2 毎木調査

潮害に対する樹木の応答を見るために、2020 年 8 月から 9 月にかけて樹木の状態把握を行った。対象地内を 5m 四方のメッシュで分けし、樹高が 1.3m 以上の樹木を対象に樹種、胸高直径、残存する葉の量と色を記録した。さらに胴吹きやひこばえを見せる個体は潮害後に再生した個体とみなし、葉の再生位置を記録した。

2.3 植生図

樹種構成を面的に把握することを目的に、2020 年 10 月に小型 UAV によって撮影した空中写真を合成ソフト (agisoft metashape) によってオルソ画像化し、これをもとに植生図を作成した。また空中写真による樹種判定の精度を高めるため、一部範囲の樹木を対象に、樹種と RTK 測位による位置座標を記録し、QGIS を用いて樹種を確認した。

2.4 地盤高

林内の地盤高を把握するため、2020 年 8 月に汀線から林帯にかけて測線を設置し、測量を行った。高潮によって礫が堆積した林帯前線部は、高潮以前の胸高直径の測定ラインをもとに、堆積高を推定した。

3. 結果・まとめ

樹木は 652 本/ha、全 9 種が出現した。林帯は前線部をクロマツ、中間部をクロマツとクスノキ、後方部ではクスノキ、ヤマモモ、ケヤキによって主に構成されていた。また、個体ごとの被害は、林帯後方で確認された高潮による痕跡線を境に分かれていた。痕跡線より内陸側では、どの樹種も概ね 8 割以上の生存が確認できた。一方、痕跡線よりも海側では林帯中間部の生存率は 5 割を下回り、前線部の生存率は 3 割以下だった。林帯中間部における樹種ごとの生存率を比較すると、クロマツの生存率が約 3 割であったのに対し、広葉樹のクスノキとヤマモモは約 3 割、エノキは約 8 割であった。また、中間部における生存個体には再生が確認されたものも含まれ、その樹種はクスノキ、ヤマモモ、タブノキ、ネズミモチであり、いずれも常緑広葉樹だった。地盤高は、林帯の前線部から後方部まで約 1.5m の差があった。前線部では礫による地形変化が見られ、約 1m の堆積が確認された。また、高潮による痕跡線の標高は 10m であった。今後は、個体ごとの応答と位置、地盤高との関係について解析を進め、同じ樹種内で応答の差が出た要因について言及していきたい。

甲府盆地を流下する河川における侵略的外来種ハリエンジュの遺伝子流動

八重樫咲子¹⁾, 宮沢直季¹⁾
 1)山梨大学

1. はじめに

近年,日本の河川敷では外来種ハリエンジュ(*Robinia pseudoacacia*, ニセアカシア)の侵入が問題視されている。この植物は北アメリカ原産で,かつて緑化や養蜂のために日本へ導入された。しかしこの植物は強い繁殖力を持ち,日本全国の河川で急速に分布域を広げ,現在では河道の樹林化の主要植物のひとつとなった。河道の樹林化は洪水時の流下能力低下や倒流木による流下阻害を引き起こす。また,高い環境適応力と繁殖力,窒素固定による環境変化能力を持つため,在来の植物相への影響も大きい。洪水リスク低減と生態系保全を目的として,これまでに多くの河川でハリエンジュの駆除が行われてきた。しかしその度に新しい個体が侵入して定着し,ハリエンジュ群落が再生される結果となった。河道から効果的にハリエンジュを除去するためには,ハリエンジュの分布拡大経路を明らかにして,元から絶つ必要がある。そこで本研究では,山梨県内の甲府盆地を流下する河川の河道を対象として,ハリエンジュの流域内遺伝子流動を調査した。遺伝解析にはマイクロサテライト領域を利用した。マイクロサテライトは2-6塩基単位の繰り返し領域であり,これまでも動植物の分散や親子関係の解明に用いられてきた超多型遺伝マーカーである。

2. 方法

山梨県甲府盆地内を流れる釜無川・笛吹川の流域9地点(図1)で,10-30個体のハリエンジュから若葉を採取した。釜無川は土砂生産量が多く,本流にダムが存在しない。次に,採取したハリエンジュの葉を冷凍して破碎し,CTAB法とイソプロパノール沈殿法によりDNAを抽出した。その後,ハリエンジュのマイクロサテライト10領域(Rops02, Rops05, Rops08 (Lian and Hogetsu 2002), Rops16 (Lian et al. 2004), RP035, RP106, RP109, RP150, RP206, RP200 (Mishima et al. 2009))を対象にPCR増幅を行った。PCR反応溶液の組成はサンプルDNA 1.5μl, Taq DNA polymerase (TAKARA) 0.25U, 各プライマー, 1×PCR Buffer (TAKARA), 2.5mM MgCl₂, 0.4mM dNTP (TALARA)とし,超純水で全量が10μlとなるよう調節した。PCR反応は95°C2分の後,95°C30秒,55°C30秒,72°C1分を35回繰り返し,72°C5分で反応後,4°Cで保存した。その後,キャピラリー電気泳動により,PCR増幅されたDNA断片長を分析した。この分析は株式会社FASMACに委託した。得られたPCR産物長の決定にはGeneScan® (Thermo Fisher Scientific)を用いた。最後にGenAlex v 6.5を用いて遺伝的多様性と集団間の遺伝距離を計算した。

3. 結果と考察

全171個体(平均18個体/地点)の遺伝子型を決定した。笛吹川流域と釜無川流域の遺伝的多様性を比較したところ,平均対立遺伝子数と近交係数は釜無川流域で有意に高かった(t検定, $p < 0.05$)。これは両流域の流況の違いが関連している可能性がある。

謝辞

本研究は山梨県建設技術センター社会資本整備に関する研究助成事業,科学研究費補助金(番号:18K13858・19KK0107),環境研究総合推進費(5-2006)および山梨大学学内融合研究プロジェクトからの資金援助を受けました。また,現場調査・室内実験の際に渡辺裕貴氏,宮本和哉氏(山梨大学)など山梨大学工学部土木環境工学科の学生の協力を得ました。ここに感謝の意を表します。

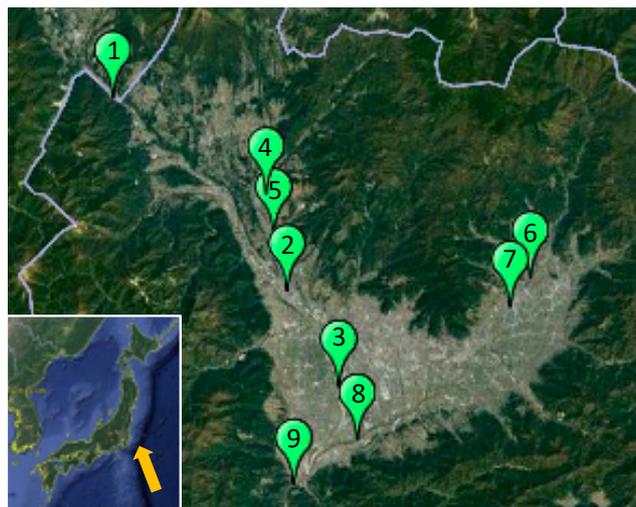


図1 ハリエンジュのサンプリング地点

表1 各地点の遺伝的多様性

地点	個体数	平均対立遺伝子数	ヘテロ接合度(観察値)	ヘテロ接合度(推定値)	近交係数
1	18	7.000	0.589	0.665	0.136
2	17	8.600	0.530	0.759	0.314
3	21	7.000	0.594	0.697	0.195
4	22	9.100	0.785	0.807	0.028
5	20	9.200	0.676	0.811	0.173
6	24	6.900	0.809	0.764	0.000
7	21	7.200	0.791	0.785	0.002
8	14	4.400	0.662	0.698	0.095
9	14	7.200	0.678	0.779	0.142

環境に配慮した高水敷掘削は、植物群集にどのような変化をもたらすか？

○森照貴¹⁾、田和康太²⁾、内田圭^{1), 3)}、片桐浩司^{2), 4)}、中村圭吾^{1), 2)}、萱場祐一⁵⁾

¹⁾ (国研) 土木研究所自然共生研究センター、²⁾ (国研) 土木研究所河川生態チーム、³⁾ 東京大学大学院農学生命科学研究科、⁴⁾ 秋田県立秋田中央高等学校、⁵⁾ (国研) 土木研究所水環境研究グループ

1. はじめに

治水能力の向上を目的とする高水敷（河岸から堤防にかけての陸域部分）の掘削は全国で実施されており、目標流量を流下させるために必要な断面（河積）の確保が進められている。鬼怒川においても 2015 年に発生した台風による水害を契機に、高水敷の掘削が計画され、当初案では水平に地盤を掘削する単純な形状が予定されていた。高水敷の掘削は氾濫原環境の創出機会となり得ることから、生物多様性の保全など環境の観点から形状を工夫する重要性が言及されている。しかし、実際に高水敷掘削の形状について、デザインとしての検証を行った事例は極めて乏しい。そこで、鬼怒川で計画された高水敷掘削に対し、発表者らが環境に配慮した形状（水平ではなく、様々な地盤高を有する）を提案したところ、実際にその基本形状を反映した掘削が行われることとなった。そして、2016 年から BACI デザインに基づいたモニタリングを行い、環境配慮型の掘削が植物群集に及ぼす影響について検証を行った。

2. 調査方法

高水敷掘削は、平水位や低水位などを基準として水平面を造成することが多い。しかし、本来の氾濫原には、窪地や微高地などの凹凸、そして斜面があるなど起伏に富むものである。そこで、環境配慮型として考案した形状は、1つの砂州に対し高さの異なる3つの水平面とその間をつなぐ2つの斜面が陸域側と水域側に存在するものであり、縦断方向に捉えれば X（エックス）の形状となる（図1）。

鬼怒川にて、環境配慮型の高水敷掘削が行われた2か所（調査地 A および C）に加え、掘削が行われていない調査地 B を調査地点 A と C の中間に設定し、BACI デザインに基づいた植物群集のモニタリングを 2016 年から 2019 年にかけて行った。

3. 結果と考察

モニタリングの結果、様々な地盤高を有する環境配慮型の高水敷掘削には植物の生物多様性を高める効果があったことが示された。掘削前の 2016 年には調査地間で植物種数に違いはなかったが、施工が行われた 2017 年には掘削地の方が、非掘削地よりも種数が減少していた。しかし、2018 年には種数が急増し、翌年以降も維持されていることが示された。掘削が行われた場所では、調査地全体の種数（ γ 多様性）が増えていたわけだが、コドラートスケールでも種数（ α 多様性）が増えていることに加え、コドラート間での種構成の違い（ β 多様性）も大きくなったことに起因していた。

本研究より、掘削という攪乱は種数の増加をもたらすが、水面との様々な比高を持つ地盤が存在することで、より多くの種が出現することが示された。掘削による人為的な攪乱のみでも、植物種数を増加させていたことから、水平に広く掘削したとしても種数は増加するものと考えられる。しかし、より低い地盤やより高い地盤を作ることで、土壌水分などの環境要因などの変異性も高まり、特定の地盤高のみでは出現しない種が出現することになる。つまり、掘削という効果に加え、環境の変異性を創出することで、掘削地全体における高い多様性をもたらされており、形状を工夫した高水敷掘削の重要性が示された。

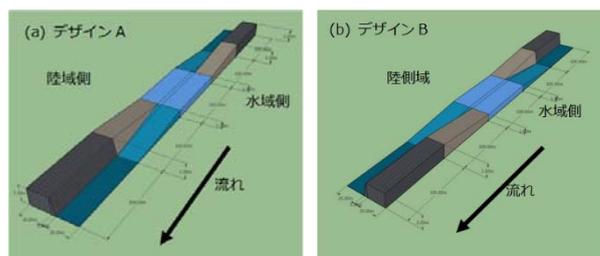


図 1. 環境配慮型の高水敷掘削の形状についての基本デザイン

道路事業に伴う絶滅危惧種スズメハコベの保全技術事例 -4年間のモニタリング調査結果-

今井久子 1)、 栗原 淳 1)、 鈴木千代 1)、 堀井晃男 2)

1) (株)環境アセスメントセンター

2) 静岡県島田土木事務所

1. はじめに

スズメハコベは、湿地や水田に生育する小型の1年草で、攪乱依存種のひとつである。スズメハコベは湿地の開発や水田の営農形態の変化（農薬の多用や乾田化など）により生育地や個体数が減少し、危機的な状況にあることから、国および静岡県ともに「絶滅危惧Ⅱ類」に選定されている（環境省 2020；静岡県 2020）。道路事業により改変される予定の放棄水田で確認したスズメハコベを保全するため、工事前の2016年に、人為的攪乱（生育環境の維持管理）方法の検討および移植（表土移植）を行ったことは既報のとおりである（今井ほか 2018）。2017年の工事開始以降も、保全対策および保全対策の効果を検証するためのモニタリング調査を継続している。保全地（約12m×10.5m）は、道路事業に伴い稲作を停止し6年経過（2020年時点）した放棄水田で、供用後は道路の管理用地となるため、稲作は再開されない。

本発表は、水田や放棄水田などの二次的な湿性を主な生育地とし、稲作に深い関わりをもつスズメハコベを保全するための対策とその効果について、既報後の内容を追加して報告する。

2. 保全対策およびモニタリング調査の実施

工事前の2016年に生育地の改変最小化を図り、改変範囲のスズメハコベを移植（表土移植）した。保全地（改変範囲外）では、稲作に深い関わりをもつ攪乱依存種のスズメハコベを保全するため、人為的攪乱（耕耘、草刈り）を工事中の2018年以降に行っている。なお、保全地はスズメハコベ分布拡大を目的に、生育地に隣接する放棄水田まで、2018年に人為的攪乱を拡大した範囲を含む。耕耘は毎年1回、草刈りは2018年のみ1回行っている。モニタリング調査は、工事開始した2017年以降、スズメハコベの開花・結実期にあたる9月から10月に行っている。

表1 保全対策およびモニタリング調査の実施状況

	実施日	項目	備考	
工事前	2016 11月以降	生育地の改変最小化		
	11月14日	移植(表土移植)	改変範囲のスズメハコベ	
工事中	2017 10月6日	モニタリング調査		
	2018	4月9日	人為的攪乱(耕耘)	ショベルカー使用 生育地隣接まで攪乱
		5月8日	再移植(表土移植)	移植先から生育地へ
		7月5日	人為的攪乱(草刈り)	刈払機使用
	9月12日	モニタリング調査		
	2019	7月17日	人為的攪乱(耕耘)	ショベルカー使用
		9月3日	モニタリング調査	
	2020	7月17日	人為的攪乱(耕耘)	手押し耕耘機使用
		10月13日	モニタリング調査	

3. 対策の効果と課題

効果 モニタリング期間中（2017年～2020年）、保全地で開花結実したスズメハコベを継続して確認した。保全地では2016年以降、継続して一年草が優占しており、植生遷移を制御できていた。このため、保全対策による一定の効果はあったと考えられる。

課題 一方、2017年以降スズメハコベの分布範囲は部分的になった。これは、優占種が草原性植物のキンエノコロに置き換わったことから、保全地の乾燥が進んだことが要因の可能性がある。このため、キカシグサなどの湿地性植物が優占できる湿性な水分条件を維持することが課題である。スズメハコベが生育していたのは、耕耘に使用したショベルカーなどの走行跡に形成された、雨水の集まりやすい凹地であるため、キンエノコロなどの草原性植物よりもキカシグサなどの湿地性植物が多い。このような凹地形成は、湿性な水分条件の維持に有効であると考えられる。重機による耕耘を兼ねたやや深めの（より雨水の集まりやすい）凹地を形成するには、手押し耕運機よりも重量のある農機具を使用することで、効果が高まる可能性がある。

表2 スズメハコベの確認状況および生育地の植生状況変遷(優占種)

		2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
スズメハコベ		全面	1箇所	3箇所	5箇所	2箇所
優占種	キカシグサ	●				
	ヒロハホウキギク	●	●			
	キンエノコロ			●	●	●

石礫床河川の早瀬の生息場寿命に関する実験的考察

吉川敦希¹⁾・原田守啓²⁾

1)岐阜大学大学院自然科学技術研究科 2)岐阜大学流域圏科学研究センター

1. 研究背景と目的

河川中上流域の河川地形は、幅広い粒径の土砂から構成されており、平瀬 - 早瀬 - 淵の繰り返しからなる瀬淵構造が存在する。これらの河川地形が、魚類・底生生物・植物などの生物に様々な生息場を提供している¹⁾。また、瀬淵には様々な分布・形態が存在し、それによって生物の利用の仕方が異なり、一般的には早瀬と淵に生物量が多いことが知られている^{2,3)}。

砂州河道の瀬淵の河床環境に生じている時間方向の変化に着目すると、大出水時には早瀬と平瀬で土砂が移動・堆積し、その後平水時から中小出水時に早瀬の瀬頭の河床が浸食し、瀬尻に堆積するような緩やかな土砂移動^{4,5)}が生じる。このような穏やかな河床環境変化は、生物が生活する上での質的变化に深く関係している。これを「生息場寿命」の概念に当てはめると、平水時の穏やかな流れによって河床環境の変化が生じにくい状態になっていく様子は早瀬の「老化」現象、また、大きな洪水のような攪乱外力によって土砂が流され、新しい河床状態になる様子は早瀬の「若返り」現象と捉えることができる。そこで本研究は、木曾川水系長良川の扇状地間を対象に平瀬-早瀬-淵の縦断形を模した混合粒径条件の移動床水路を設定し、平水時を模した水流量となる一定流量を流下させることで、石礫床河川の早瀬において平水時に生じる河床環境の変化を土砂水理学的観点から分析し、早瀬の生息場寿命（老化、若返り）の観点から考察する。

2. 研究手法

2.1 早瀬の物理環境調査

木曾川水系長良川の代表的な早瀬を対象に現地調査により、実際の瀬淵の河床状態を観察し、流速、水深、河床材料、縦横断測量のデータを取得する。

2.2 早瀬の河床環境の時系列変化に関する移動床実験

早瀬の河床環境の時系列変化を観測・分析するために、現地調査より調査データの得られている長良川の扇状部を対象に平瀬-早瀬-淵の縦断形を模した混合粒径条件の移動床実験を行う。流量や粒度分布は、直線水路（水路長 6m、水路幅 30 cm、勾配 1/200）上に再現できるよう力学的に相似なスケールで行う。水路のはじめから平瀬長 2.0m、平瀬勾配 1/200、早瀬長 2.6m、早瀬勾配 1/30 とし、淵は水路下流端を塞ぎ上げて作成する。使用土砂は長良川の代表的な早瀬で採取し、ふるいにより 37.5mm 以上の粒径の土砂を省いて用いる。流量は代表粒径 d60 における無次元掃流力について実際の早瀬と

相似な関係を取り、9.4L/s を流下させることとした。通水は、30 分×2、1 時間×1、2 時間×1、4 時間×1 の計 8 時間とし、以下の各計測を行う。平水時から中小出水時の河床形状の時系列変化、掃流砂の移動状況の解析、表層粒度・準表層粒度の変化、掃流力の変化について考察するために、流量、水位（水深）、河床高、流砂量、移動粒径、河床の粒度分布について計測する。

3. 結果・考察

3.1 早瀬の物理環境調査結果

流速、水深、河床材料、縦横断測量のデータをもとに実験の条件、方法を決定する。ここでは詳細は省略する。

3.2 早瀬の河床環境の時系列変化に関する移動床実験結果

通水による河床形状の時間変化は大きく観られないが、平瀬から早瀬への移行区間の土砂が流され早瀬の下流端に溜まる。通水を重ねることで流砂量は減り、通水後、河床表層が粗粒化し、準表層は使用土砂の粒度と変わらない。このことから、河床の細かい土砂が流れ、表層が粗粒化し、粒度分布が変化することで、掃流力も変化し、大きな洪水のような流量が流れない限り、河床は安定することが考えられる。これが生息場の「老化」現象を表していて、「若返り」現象は早瀬の土砂のみではなく、平瀬の土砂も動くような大きな洪水によって生じると考えられる。詳しくは口頭発表にて報告する。

4. 今後の展開

実際の早瀬の河床の状態に近づけた条件で追加実験を行う。また、現在は無給砂にて実験を行っているが、平瀬からの早瀬への土砂供給を考慮するために、給砂実験も行う。そして、iRIC Nays2DH と本研究室で開発した iRIC Nays2DH GBR による実験再現の数値計算を行い、計算結果比較と実験の詳細分析を行う。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 19K04612（代表：原田守啓）の助成によるものです。

参考文献

- 1) 原田守啓・萱場祐一(2015)「河川中上流域の河床環境に関する研究動向と課題」
- 2) 小林草平・竹門康弘(2013)「木津川における底生動物生息場としての瀬の形態の歴史的変遷」
- 3) Takeyoshi Chibana et al. (2005) 「Hierarchical Analysis of Physical Environment in Riffles」
- 4) 兵藤誠ら(2013)「洪水時の地形の浸食堆積履歴が河川生息場の好適性に及ぼす影響」
- 5) 兵藤誠、竹門康弘、角哲也、栗津陽介、鄧朝暉：洪水による地形の浸食堆積・硬化軟化プロセスが河川生息場の変動履歴に及ぼす影響、土木学会論文集 B1(水工学), Vol170, No. 4, I_1345-I_1350, 2014

水生生物の生息環境を指標する「さとがわ指数」の開発とその実験的利用 — トンボ類の分布解析を例に —

東川航¹⁾, 森照貴¹⁾, 中村圭吾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

河川、池沼、湿地、水田といった陸水環境は、多様な水生生物の生息場としてこれまで機能してきた。近年では、都市開発等による土地利用の著しい転換に伴って、水域の生息場としての空間的条件が大きく変化しており、その実態を把握するためのツールの開発が望まれている。吉岡ら(2013)は、植生図を基に分類した土地利用の多様度を「さとやま指数(M-SI)」として地図化しており、これは陸域における生息場の多様性を空間的に評価するのに大変適している。一方で、M-SIは陸水環境の分類情報をほとんど考慮しないため、水生生物の生息環境を指標するには脆弱と考えられる。

そこで本研究では、国土交通省による主要水系調査の結果を利用して、水域の生息場としての空間的評価を目的とした「さとがわ指数(SGI)」を開発した。また、濃尾平野において、秋季に産卵のために水域を訪れるトンボ類成虫の種数とM-SIおよびSGIとの関係性を検証した。

2. 調査方法

①「さとがわ指数(SGI)」

濃尾平野に対応する3次メッシュの各セルについて、主要水系調査(H13)等の結果から河川、池、水田、その他(都市を含む)の各カテゴリーの面積と周囲長を算出し、それらを用いた下式によりSGIを求めた。

$$SGI = [1 - \{(河川 AP)^2 + (池 AP)^2 + (水田 AP)^2 + (その他 AP)^2\} \{1 - (都市 AP)\} \{1 - 1/(浅場 PR + 2)\}]$$

※AP: セル内における面積割合
浅場 PR: セル内に含まれる河川と池の周囲長および農業用水路長の合計値

②秋季のトンボ類成虫の分布調査と統計解析

算出した濃尾平野のSGI(0~0.674)について、0および「0より大きい値を4クラスに等間隔分類したもの」の計5クラスを色分けしてマッピングし、各クラスにつき無作為に選んだ10セルを調査地域とした(図1)。

上記の計50セルについて、航空写真を参照しながら、トンボ類の出現種数が最も多く見込めそうな場所に調査地点を設け、2020年9月下旬から10月上旬の間に、各地点において20分間のラインセンサス調査を行った。トンボの種数や個体数に加えて、天気、風およびその場の環境(水田、河川等)も記録した。

トンボ類の種数に対するM-SIおよびSGIの効果を一般化線形混合モデル(GLMM)により解析した。AICを用いたモデル選択によりベストモデルを求めた。

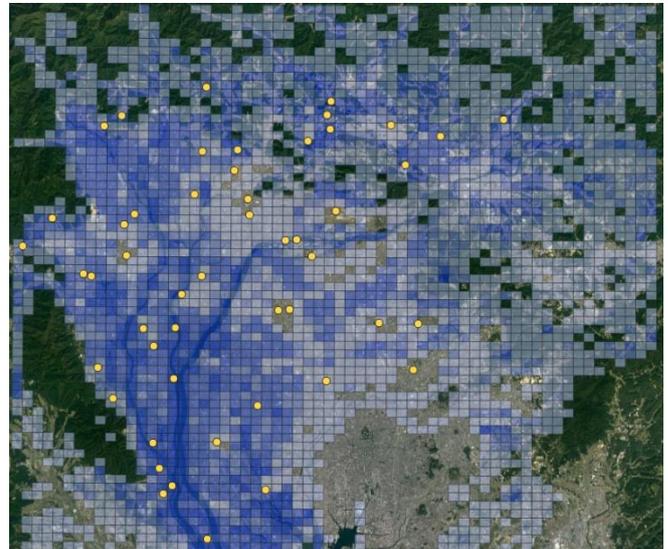


図1. 濃尾平野におけるSGI(指数0: 無色; 指数0より大きいほど濃い青色)およびトンボ類調査地点(黄丸)

3. 結果

出現したトンボ類成虫は全19種であり、優占したアカネ属(*Sympetrum*)の各種をはじめ、アカネ属以外のトンボ科、カワトンボ科、アオイトトンボ科、イトトンボ科、およびヤンマ科が観察された。

M-SIとSGIの間に相関はなく、GLMMによる統計解析では両変数間に交互作用は認められなかった。また、両変数ともトンボ類種数に対して正の効果をもつことが明らかとなった。調査地の環境については、有意な効果が認められなかった。

4. 考察

本研究で開発した「さとがわ指数(SGI)」は、先に開発された「さとやま指数(M-SI)」とは異なる情報源から算出されているため、両者を組み合わせることで生息場の評価精度を上げることが可能と考えられる。実際に、水陸の両方を利用するトンボ類の(少なくとも秋季の)種数は、両指数によって説明されている。また、本発表には含めていないが、濃尾平野の魚類種数については、SGIのみが有意な説明力をもつことも分かっている(東川ら, 未発表)。このように、対象生物の生息地利用に合わせて、両指数を使い分けることも重要であろう。こうした生息場の空間的な評価手法は、生態系ネットワークの再生・復元の観点から、今後の多自然川づくりや流域治水といったグリーンインフラ事業において大いに効果を発揮するものと考えられる。

イシガイ類・タナゴ類が生息する小河川の連続性・接続頻度の分析

土方宏治¹⁾，原田守啓²⁾

1) 大日コンサルタント株式会社，2) 岐阜大学・流域圏科学研究センター

1. はじめに

平野部の氾濫原は近代以降の河川整備事業や土地改良事業により，治水安全度の大幅な向上や効率的な営農が可能になった反面，氾濫原としての生態的機能は著しく低下している．一般に大河川に流入する用排水路は樋門・樋管等が設置されるため，水生生物にとっての連続性は大きく損なわれており，特にイシガイ類やタナゴ類といった氾濫原環境に依存する種の生息分布域は大幅に狭まった状況にある．

木曾川水系伊自良川支川村山川（岐阜市）は，揖斐川・根尾川扇状地，長良川扇状地に挟まれた後背湿地氾濫原的な土地に位置する農業用小河川である．多くのイシガイ類・タナゴ類が生息するが，河道改修が予定され，河道拡幅や河床の切り下げに伴う生息環境の変化が予想される．氾濫原環境に依存するイシガイ類・タナゴ類の保全には村山川だけでなく，合流先の伊自良川との関係性を考慮した対策を検討する事が重要である．本研究は生息地環境保全のための基礎的検討として，村山川と伊自良川の接続状況やその時期，頻度と種の生活史の関係に着目し，水文データ観測及び解析を行った．

2. 対象地・方法

村山川は伊自良川の支川であるが，その流末は新堀川に接続しており，交人堰の運用により，農繁期（4月～10月）は伊自良川方面に，農閑期（11月～3月）は新堀川方面に流れる．調査地点は図1に示すとおりを設定し，断面法による流量観測を行った．また，村山川下流部と伊自良川合流部では自記式水位計による連続水位観測を行った．

それらのデータを基に水位推定式を作成し，雨量・水位観測所データを用いて過去10年の水位推定を行い，両地点の水位変動から接続状況の評価を行った．

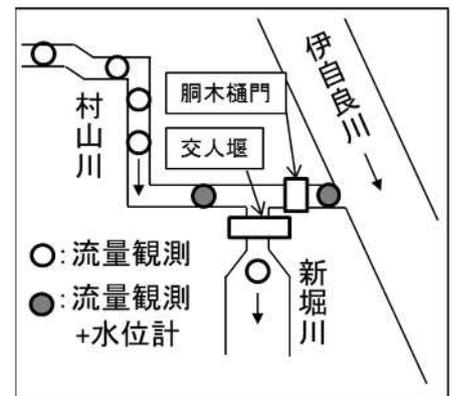


図1 調査箇所図

3. 結果と考察

村山川は通年で流水があり，流速は上流部において $0.05\sim 0.15\text{cm/sec}$ ，中流部 $0.10\sim 0.35\text{cm/sec}$ ，下流部 $0.75\sim 0.30\text{cm/sec}$ となっている．農繁期においては村山川上流から伊自良川合流点の間では横断構造物による魚類の移動の妨げは無く，連続性は高い．加えて，年平均 2.1 回の大規模出水により冠水し，村山川-伊自良川間の魚類の移動が活発になると推察され，両河川を魚類等が頻繁に往来していると考えられる．一方，農閑期は主に新堀川に水が流れるため，伊自良川との連続性は低く，年平均 2.6 回の中程度の出水時には魚類等の移動が容易な状況になるが，冠水するほどの大規模出水は起こらない．また，新堀川合流点の樋管は生物の移動が困難な構造であることから新堀川との連続性も低い状況にある．

村山川に生息するイシガイ類・タナゴ類の多くは5月～7月前後が繁殖期であり，この時期にそれぞれの宿主との接触が必須になる．各種の生活史と村山川の流況及び出水イベントの発生時期と比較すると，伊自良川との連続性および接続頻度の高い時期と繁殖期が重なっている．以上の事から現状の村山川はイシガイ類・タナゴ類の繁殖期に伊自良川との連続性が高く，それぞれの宿主と接触することが可能であり，特にイシガイ類は大規模出水により宿主となる魚類の移動が促され，イシガイ類の幼生が宿主と接触しやすい環境にあると推測される．

謝辞 本検討に使用した村山川の観測水位は，村山川の管理者である岐阜市河川課より貸与いただいた．

環境要因によるため池環境（ため池の生物多様性にとっての環境）の 評価方法の構築

中川 亜希子¹⁾， 中川 功²⁾

1) 一般社団法人 自然再生と自然保護区のための基金， 2) 株式会社ネイチャースケープ

1. はじめに

国内のため池は、豪雨災害による決壊等を契機に防災重点ため池の基準が見直され、改修のほか統廃合・容量縮小が検討されつつある。また、里山と同様に管理放棄によるリスクも懸念される。今やため池の生物多様性はわが国の灌漑開始以来最大の危機を迎え、その保全策の検討・立案は急務といえる。しかし、ため池個別の環境評価にあたっては、その膨大な池数や生物調査に要する時間・経費が課題であり、同時に、ため池の総合的な環境評価手法に関する研究も少ない。こうした状況を踏まえ、ため池の生物多様性を護岸・水質・植生といった多くの生物に共通する環境要因を用い広域的・網羅的に把握する環境評価手法の構築を通じて、全体的な保全策の迅速な立案を支援することを本研究の目標とした。また同時に、評価結果のポテンシャルマップへの可視化を通じ、行政や土地改良区などの担当者や市民など多様な主体の参画の促進に寄与できればと考えた。

2. 研究方法

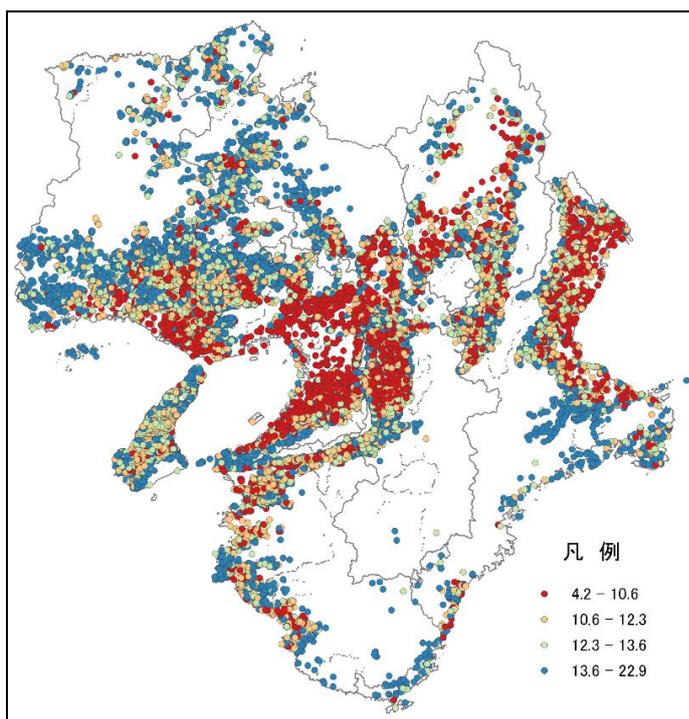
研究は次の手順により進めた。(1)多くの生物に共通して有効な環境要因の文献調査、(2)専門家でなくともハンディ機器等により即時調査が可能な環境要因の抽出(11要因)、(3)環境要因のスコア化を通じた評価手法の構築、(4)近畿地方92池の現地調査と環境評価、(5)現地調査の評価結果を目的変数、現地調査に拠らず把握可能な26の環境要因を説明変数の候補とするため池環境の予測モデルの作成、(6)予測値の検証、(7)予測モデルにより近畿地方の全ため池の環境評価を推定したポテンシャルマップの試作、(7)予測値の検証。

3. 結果および考察

本評価手法は、「現地調査による環境評価手法(現地評価手法)」と、その評価を予測する「予測モデル」より構成される。「現地評価手法」の特徴は、多くの生物に共通して有効な11の環境要因を調査・採点し、スコアは0点～22点までの値を付与した。スコアの分布は正規分布に近い値をとる。(ただし、鳥類にとって重要な水域面積と保護区の有無は、他の生物群と共通しないという理由より調査項目から除外したことから、鳥類の生息環境については評価の対象外となる。)

「予測モデル」は、250m圏市街地率など土地利用率の6変数による重回帰式である(自由度調整済決定係数0.40)。近畿地方のため池においては、本モデルにより高評価と予測される条件は、①市街地・工場地帯には位置しない、②平野部の水田地帯より山間の谷津田、③畑・果樹園・牧草地・ゴルフ場の中ではない、④比較的規模のある湿地帯をもつ、⑤集水域の森林率が高い、となった(図：標高250m未満のため池における環境ポテンシャルマップに可視化)。本評価手法・予測値の妥当性については、第三者により「生物多様性が豊か」と評価されるため池についての予測値が、近畿圏全ため池の平均より統計的に有意に高得点であることから、おおむね妥当とみられる。今後、護岸改修や「かいぼり」の頻度といった個々の発生イベントや環境要因の地理情報としての提供が充実され、これらを説明変数へ追加していくことで、予測精度のさらなる改善の余地が残されていると期待される。口頭発表では特に神戸市内におけるポテンシャルマップと「防災重点ため池」を重ね合わせ、成果の活用方法について提案する。

本研究は、公益財団法人トヨタ財団(研究助成2016～2018年度)により助成頂いた。



「親水性」と「魚類生息環境」の統合的な河川環境評価に向けた課題

新田将之¹⁾, 小池隼人¹⁾, 青木宗之¹⁾

1) 東洋大学理工学部

1. はじめに

河川の生態系保全と親水性向上を両立させた川づくりが求められる昨今、両視点を統合した環境評価手法が必要だが、両視点から河川環境を評価し比較分析した事例は少ない。本研究では、荒川水系小畔川を対象に、生息環境評価手法として RHS・HQA を適用し、また児童利用を想定した親水性の評価項目を作成して同河川への適用を試みた。そして双方の結果を比較することで、河川の親水性と魚類生息環境の統合的な評価に向けた課題を検討した。

2. 方法

荒川水系小畔川の中流部 700m 区間を対象に、流況変化に応じて定めた計 23 の横断面（下流から測点 A～W）において現地調査を実施した（2019 年 9 月, 11 月, 12 月の計 3 回）。調査項目は、魚類, 流速, 水深, 水質, 河岸・河道内植生, 河床材料, 河川形態である。生息環境評価手法として採用した RHS・HQA は、物理的環境に着目して生息環境としての河川の多様度を数値化する調査・評価手法である。本来、同手法は 500m 区間を 1 サイトとして評価するが、小畔川のような小規模河川では、より短い区間で瀬・淵のユニット構造が見られるため、本研究ではそれに合わせて 3 測点を 1 サイトとして評価した。親水性評価では、環境学習等への活用が期待される小学生児童を想定し、生物, 水理, 水質の 3 点から、既往文献より児童の安全性と行為の多様性の観点から適正とされる項目とレンジを整理し配点した（表-1）。

表-1 HQA スコアと親水スコアの算出方法

【生息環境】HQA スコアの評価項目と配点	
河川形態	河川形態（早瀬, 平瀬, 淵, とろ）に応じて, 1 分類が確認される毎に 2 点加点
河床材料	代表粒径（砂, 砂利, 礫, 石）に応じて, 1 分類が確認される毎に 2 点加点
河道内植生	植生（コケ・藻類, 広葉抽水植物, ヨシ/イグサ/スゲ類, 浮葉・浮遊植物, 広葉沈水植物, 針葉沈水植物）の 1 分類が確認される毎に 1 点加点
河岸植生	①人工物・裸地の場合 0 点, ②1~2 種類の植物が確認された場合 1 点, ③3 種類以上の植物が確認された場合 2 点を, 測点ごとに加点
護岸状況	①コンクリートブロック等の人工物の場合 0 点, ②蛇籠等の環境配慮工法の場合 1 点, ③植物等の自然物の場合 2 点を, 測点ごとに加点
【親水性】親水スコアの評価項目と配点	
生物	児童の『魅力種』として指摘される①魚類と②甲殻類が確認されれば, 項目毎に 1 点加点
水理	①流速 0.8m/s 以下, ②水深 0.6m/s 以下であれば, 項目毎に 1 点加点
水質	①水温 22℃以上, ②pH6.5~8.5, ③DO7.5mg/L 以上, ④濁度 10NTU 以下であれば, 項目毎に 0.5 点加点

3. RHS・HQA の適用結果と親水性の評価結果

調査の結果、オイカワ *Opsariichthys platypus* など計 12 種の魚類が採捕された。HQA スコアと親水スコアを算出したところ（表-2）、HQA スコアでは、評価項目のうち河川形態のばらつき（標準偏差±0.8）が最も大きく、また合計スコアが高かった 5 サイトは河川形態の値が高い傾向があった。従って、短区間を 1 サイトとする本手法でも、植生とリーチスケールの河床構造の発達に応じた物理的環境の多様性が評価できることが推察された。親水スコアでは、評価項目のうち水理と生物のばらつき（標準偏差±6.0）が大きく、また合計スコアが高かった 5 サイトは両項目の値が高い傾向があった。本研究で用いた親水性の評価方法は、水理・生物の両条件に依拠すると推察された。

4. 統合的な河川環境評価に向けた課題

HQA スコアと親水スコアの関係性をみるために回帰分析したところ、相関関係はなかった ($R^2=0.0005$)。これは、HQA スコアはリーチ構造の発達度（リーチスケールでの環境の変異の大きさや異質性）を表現するのに対し、親水スコアは一定の環境レンジと特定の魚種に基づいているので、RHS・HQA で表現されたリーチ内の異質性と、親水性で評価された一定のレンジの環境が含まれることが必ずしも関連しないためだと考えられた。今後、小畔川のような小規模河川における親水利用を分析し、環境の多様度との関連性を考慮した評価項目を検討する必要がある。

表-2 HQA スコアと親水スコアの評価項目別の算出結果

種別 評価項目	HQA スコア						親水スコア			
	河川形態	河床材料	河道内植生	河岸植生	護岸状況	合計	水質	水理	生物	合計
平均値±標準偏差	4.4 ± 0.8	4.0 ± 0.6	3.7 ± 0.4	2.6 ± 0.4	5.6 ± 0.7	20.3 ± 1.5	4.0 ± 0.2	4.8 ± 0.6	4.2 ± 0.6	13.1 ± 0.9

地域の生態系に配慮した魚道整備・維持管理に向けた取り組み

国土交通省 北陸地方整備局 湯沢砂防事務所 戸田満、檜田司紀、笛木久美
株式会社建設技術研究所 澤樹征司、堀裕和、柴田閑、○大須賀麻希

1. はじめに

湯沢砂防事務所管内では、管内全域に設置された魚道の機能維持・改善に取り組んでいる。これまでは魚類の遡上に配慮し上下流の連続性の確保の観点から優先的に取組む施設を定めてきたが、今回、一歩進んだ取り組みとして地域特有の生態系の構成要素である「イワナ在来個体群」の存在も視野に入れつつ、魚道の改修優先箇所の検討を試行している。本稿では、従来の「聞き取り調査」と新たな手法である「環境 DNA 解析」を用いて、管内全域のイワナ在来個体群の分布を把握した事例を紹介する。



図1 湯沢砂防事務所管内(Google earthより)

2. 取り組みの概要

2-1. 聞き取り調査

管内の河川を管轄する 3 箇所の内水面漁業協同組合を対象として聞き取り調査を実施し、放流履歴がある箇所から分断され遡上が困難な区間等、イワナ在来個体群の生息可能性がある 6 流域 11 箇所を抽出した。

2-2. 環境 DNA サンプルの採水

聞き取り調査から抽出した 11 箇所で、環境 DNA 分析用の試料水を各 2 リットル採取し、10%ベンザルコニウム塩化物液を 2ml 添加し、高温による DNA の破損を抑制するため冷蔵にて分析室に輸送した。



図2 採水状況

2-3. 環境 DNA の解析

サンプル水 1L をグラスフィルター (Whatman GF/F47mm) で濾過し、市販のキットを用いて DNA を抽出した (DNeasy Blood and Tissue Kit : QIAGEN 社)。得られた DNA を用いてライブラリ調整を行い (8 反復)、シーケンシングを行った (MiSeq Reagent Kit v2 500 cycles, MiSeq : Illumina 社)。

2-4. 解析結果の解釈

環境 DNA によるハプロタイプ分析により、すべての試料水よりイワナのハプロタイプが抽出され、全体で 191 種類の配列が確認された。既知のタイプの最小リード数は Hap42/47 の 513 であり、リード数が 513 を下回る配列については誤差として除外した結果、有効と判断したハプロタイプは 29 タイプであった。また、そのうち既知のハプロタイプは 14 タイプであった。

確認された既知のハプロタイプのうち、Hap1、Hap11、Hap14、Hap19、Hap36、Hap38、Hap42/47 については日本海側での確認記録がないことから他の地域から持ち込まれたタイプであり、これらが含まれていた調査地点は遺伝子交雑が発生しているものと判断した。一方、計 3 流域 5 箇所ではこのような不自然な交雑がみられず、在来個体群が生息していると判断された。これらのイワナ在来個体群の生息域は、魚止めの滝等により遡上が困難な源流域に残存していた。

3. 考察

簡便かつ安価な環境 DNA 解析技術を用いることにより、多くの地点で手軽にイワナ在来個体群の分布域を明らかにすることができた。今後は、従来の魚類へ配慮した上下流の連続性確保の観点に加え、状況に応じて地域特有の生態系構成要素であるイワナ在来個体群の生息水域保全の観点も視野に入れつつ魚道整備・維持管理のありかたを検討していきたい。

環境 DNA によるイワナ在来個体群判定用プライマーの開発

玉田貴¹⁾, 芝田直樹¹⁾, 澤樹征司²⁾, 大須賀麻希²⁾, 堀裕和²⁾, 堀田大貴²⁾

1)株式会社環境総合リサーチ, 2)株式会社建設技術研究所

1. はじめに

砂防事業を対象とした環境保全の分野では、イワナ(*Salvelinus leucomaenis*)の在来個体群の保全が重要視されている。視覚的な特徴によって在来個体群を判別することは非常に困難なことから、一般的に採捕個体の DNA を用いたハプロタイプ判定が行われてきた。しかしながら、十分な数のハプロタイプ分析を行うためには、採捕や体組織の一部の切り取りなど物理的損傷を与えることが問題であった。

そこで本研究では、環境 DNA を用いたハプロタイプ検出用のプライマーを作成し、調査圧が極めて小さく、効率よく地域個体群のハプロタイプ組成を判別できる検出系を作成した。また、本発表では、上記の検出系の開発状況、検証結果を報告するとともに、今後どのように活用していくべきかを検討した結果を報告する。

2. 調査方法

Yamamoto et al.,2004 で用いられているイワナハプロタイプ判定用の配列をもとに、環境 DNA に対応させられるようプライマー配列を設計した。設計したプライマーは、ミトコンドリア DNA 上の Cytb 領域を対象とし、増幅長は 480 bp であった。サンプル水のろ過にはガラス繊維ろ紙(Whatman GF/F 47mm)を用い、環境 DNA マニュアルに沿って DNA 抽出を行った。得られた環境 DNA を用いて、設計したプライマーによる次世代シーケンサー解析を実施した(MiSeq Reagent Nano kit v2 500cycles)。手法の比較には、栃木県内の養魚場で採水した 2L 分のサンプルと、同養魚場で飼育されていたイワナを無作為に 30 個体分抽出して得られた鱭切り DNA を用い、それぞれのハプロタイプ構成を比較した。

3. 結果と考察

鱭切りによるハプロタイプ判別では、30 個体から 6 タイプが検出され、環境 DNA 手法では 13 タイプが検出された。

鱭切りによって得られた 6 タイプは、すべてが環境 DNA 手法でも検出されており、環境 DNA 手法の検出力の高さが伺えた。

さらに、鱭切りで確認された 6 タイプのうち、2 タイプが新規ハプロタイプであったが、この 2 タイプは環境 DNA でも同様に検出された。

これらに加えて、鱭切り手法と環境 DNA 手法では、得られたハプロタイプの構成比が酷似していたため、2L の水から得られた環境 DNA が、30 個体分の鱭切り以上の検出力を持つことが示唆された。

さらに、環境 DNA 手法の簡便さを踏まえると、環境 DNA による地域個体群の検出は、採捕調査が難しい山岳地帯や、個体密度が小さな地域において非常に実用的であると考えられる。今回の結果では、養魚場であっても未知のハプロタイプが存在することが明らかになっており、鱭切り法で在来個体群を管理するには、まだデータベースが成熟していないことを示している。

そのため、環境 DNA によって網羅的なハプロタイプ調査を行えば、在来個体群の保全に対して有効なハプロタイプのデータを低コストで効率的に蓄積し、より効果的な保全活動を行うための足掛かりになるのではないかと考えている。今後、環境 DNA を活用した全国レベルでのハプロタイプデータベースの整備に貢献していきたい。

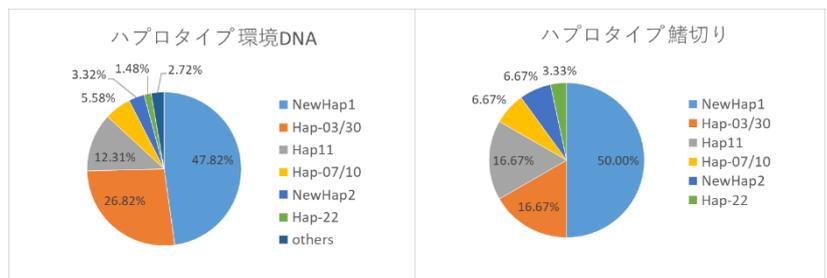


図 1 ハプロタイプ検出結果(左：環境 DNA、右：組織片)

環境 DNA 手法を用いた高津川流域における魚類相の網羅的・定量的な評価

中尾遼平¹⁾, 乾隆帝²⁾, 辻冨月¹⁾, 齋藤稔¹⁾, 赤松良久¹⁾

1) 山口大学大学院創成科学研究科, 2) 福岡工業大学社会環境学部

1. はじめに

河川における魚類の多様性を評価するには、魚類の種組成だけでなくその分布や生物量についても網羅的に評価する必要がある。しかし、調査には多大な努力量を要すること、調査範囲外の個体の情報を取りこぼす可能性が高いこと等から、採捕や潜水目視調査だけでは魚類の多様性を河川単位で網羅的に把握することは困難である。そこで本研究では、魚類環境 DNA の網羅的な定量評価手法 (qMiFish 法) を適用し、島根県高津川流域における魚類相や生物量の網羅的・定量的な評価を行なった (図-1)。また、得られた魚類相を在不在ベースの魚類相と比較することで、手法間で得られる情報の違いについて検討した。

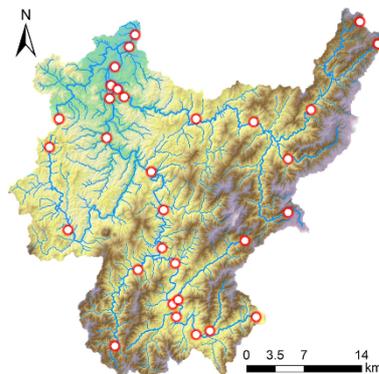


図-1 調査地概要図

2. 方法

2018 年 9 月に島根県高津川水系の調査地 31 地点で採水調査を行なった。MiFish プライマーを用いて魚類環境 DNA を PCR 増幅し、Illumina iSeq100 で塩基配列を決定した。また、各サンプルに含まれている濃度既知の定量スタンダード DNA を利用し、魚類のシーケンスリード数を DNA コピー数に変換した。得られた魚類の在不在データおよびコピー数データを用いて nMDS による群集解析を行ない、結果を比較することでそれぞれの方法で得られる魚類相の特徴の違いについて評価した。

3. 結果

本研究では、qMiFish 法によって高津川水系の水サンプルから計 43 種の海産魚・淡水魚が検出された。オイカワとカワムツを用いた環境 DNA 濃度比では、標高によって出現パターンが大きく変化することが示された (図-2)。また群集解析では、ニホンウナギ等の回遊魚や汽水・海産魚および源流域に生息するゴギが、高津川水系の群集構造に有意な影響を与えていた (図-3)。一方で、在不在データを用いた解析では多種が群集構造に影響を与えており、qMiFish とは異なる結果が示された。

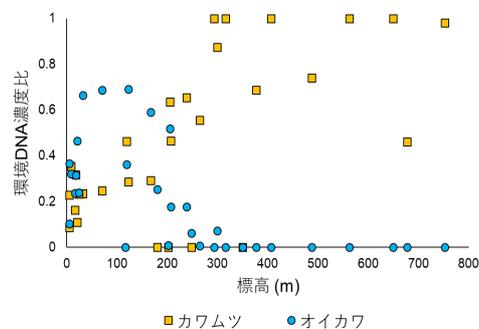


図-2 環境 DNA 濃度比の比較結果

4. 考察

本研究では、qMiFish 法で魚類の環境 DNA 濃度を網羅的に推定することで、流域内における魚類相や各種の出現パターンを定量的に評価できる可能性が示された。また、魚類の群集解析を実施する際には、環境 DNA 濃度を用いることで、量的な情報を考慮した魚類群集の評価が可能になると考えられる。一方で、DNA 濃度の低い種や検出地点の少ない種の情報は見落とされがちになることから、在不在データを参照する等、種を見落とさないような注意が必要になる。

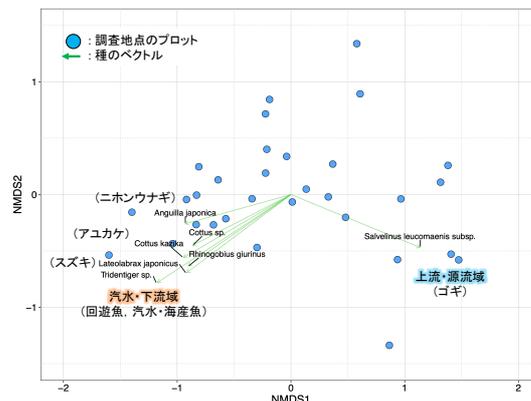


図-3 qMiFish での群集解析結果

オオカナダモの定量モニタリングにおける環境 DNA 分析の活用について

児玉貴央¹⁾, 宮園誠二¹⁾, 赤松良久¹⁾, 辻冨月¹⁾, 中尾遼平¹⁾

1) 山口大学大学院 創成科学研究科

1. はじめに

大規模河川における広域的な沈水植物の生物量調査を行う場合、一般的に実施される直接観察手法では多大な労力や時間がかかることから、効率的に生物量を推定できる観察手法が求められる。本研究では、環境 DNA 分析を用いた従来法よりも効率的なオオカナダモ定量モニタリング法の開発を目的として、河川の左岸・流心・右岸において採水を行い、採水箇所間で環境 DNA 濃度に違いがあるか検討した。また、休眠期と成長期の環境 DNA 濃度を比較することで、成長段階により環境 DNA の放出量に違いがあるか検討した。さらに、環境 DNA 濃度が採水地点上流の生物量を最も正確に反映する採水箇所及び空間スケールについて検討した。

2. 調査方法

江の川の土師ダム下流区間(約 30km)を対象として、2020 年 3 月 18-19 日(休眠期)、8 月 5-6 日(成長期)に採水(本流 10 地点の左岸・流心・右岸の 3 箇所)と UAV による河道内の空撮を行った(図-1)。水サンプルはろ過・DNA 抽出した後、定量 PCR により各採水箇所におけるオオカナダモの環境 DNA 濃度を定量化した。また、空撮画像から Metashape (Agisoft 社)・ArcGIS (ESRI 社)を用いて、オオカナダモの群落面積を算出した。

3. 結果と考察

休眠期および成長期においてオオカナダモの環境 DNA 濃度は採水箇所間(左岸・流心・右岸)で差異がなかったことから、河川のどの位置で採水してもオオカナダモの環境 DNA を検出できることが示唆された(Friedman test: $P=0.273, 0.741$)。また、休眠期および成長期の採水箇所 3 点平均における環境 DNA 濃度を比較したところ、成長期の環境 DNA 濃度は休眠期より有意に高い傾向にあり、成長期の採水が休眠期の採水よりオオカナダモの検出に対して有効であることが示唆された(図-2)。

各採水箇所の環境 DNA 濃度と採水地点上流のオオカナダモの群落面積の相関をみたところ、休眠期ではすべての採水箇所の 400-2400m の空間スケールにおいて有意な正の相関がみられた(表-1, Kendall's rank correlation tau: $P<0.05$)。このとき、左岸・右岸と比較して流心・採水箇所の 3 点平均における環境 DNA 濃度が群落面積とより強い正の相関を示した。このことから、休眠期において流心の 1 か所で採水を行うことにより、採水地点上流のオオカナダモの相対的な生物量を推定可能であることが示唆された。また、休眠期とは対照的に成長期では、どの空間スケールにおいても環境 DNA 濃度と群落面積に明確な関係はみられなかったが($\tau < 0.378, P > 0.156$)、これは環境 DNA 採水前に調査区間内において発生した大規模出水(2020 年 7 月 14 日)の影響が考えられる。この出水により切れ藻が発生することで、採水地点上流のオオカナダモ群落以外の藻体から発生した DNA が群落面積との相関をなくしている可能性が考えられる。

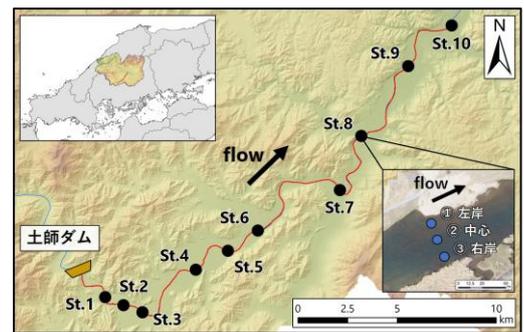


図-1 調査地点

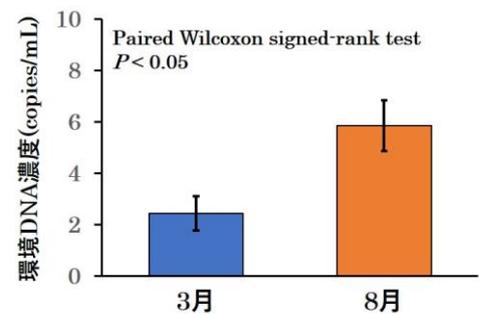


図-2 3月および8月の環境 DNA 濃度の比較

表-1 3月の環境 DNA 濃度と群落面積の関係 ※太字→ $P<0.05$, 赤字→ $\tau > 0.7$

上流範囲	左岸	流心	右岸	3点平均
100m	0.046	0.138	0.276	0.138
200m	0.200	0.378	0.511	0.378
400m	0.511	0.689	0.644	0.689
800m	0.556	0.822	0.600	0.733
1200m	0.689	0.867	0.644	0.867
1600m	0.689	0.778	0.644	0.778
2000m	0.778	0.778	0.611	0.833
2400m	0.667	0.778	0.722	0.722

環境 DNA 分析を用いた砂防管内における環境調査の効率化の検討

戸田満¹⁾, 浅野保夫¹⁾, 中川泰成²⁾, 笛木久美¹⁾
島村彰³⁾, 横山良太³⁾, 関根洋³⁾, 西方肇³⁾

1)国土交通省湯沢砂防事務所, 2)国土交通省高田河川国道事務所, 3)株式会社建設環境研究所

1. はじめに

湯沢砂防事務所管内(以後,管内)は,直轄砂防事業としては最も広い地域で事業を実施しており,調査箇所が非常に多く,また,急流河川であるため,安全面から調査実施に制約を伴う箇所も多いことから,精度を保ちつつ,安全かつ効率的な調査手法の検討が求められている.そこで,魚類の採捕調査の代替として,採水により調査を行う魚類の環境 DNA メタバーコーディング分析の有効性について,調査精度と経済性の観点で検討を行った.

2. 方法

管内で,平成 21 年から平成 29 年に,魚類の採捕による調査(以後,採捕調査)が実施された 50 箇所の調査地区から,水系,溪流環境,標高等の条件により選定した 15 調査地区(図-1)において環境 DNA 分析のための採水を行った.分析に供する検体は,各調査地区から 1 検体とした.採水量は 1 L とした.検体の運搬及び魚類のユニバーサルプライマー(Miya et al. 2015)を用いた分析は,基本的に,環境 DNA 学会の環境 DNA 調査・実験マニュアル ver2.2 に従った.環境 DNA 分析の結果は,過年度に実施された採捕調査の結果と比較した.

3. 結果

過去に実施された採捕調査では計 6 目 13 科 27 種が確認された.一方,環境 DNA 分析では計 5 目 12 科 35 種が検出されたことから,総確認種数は,環境 DNA 分析の方が採捕調査よりも多かった.採捕調査で確認された 27 種のうち,環境 DNA 分析で検出された種は 20 種(74%)であった.また,管内に生息の可能性があるものの,これまでの採捕調査では確認されていない希少種(エゾウグイ,トミヨ属,シナイモツゴ等のレッドリスト掲載種)が環境 DNA の分析で検出された.

調査地区ごとにみると,15 地区中 14 地区で環境 DNA 分析による検出種数の方が採捕調査よりも多かった.また,採捕調査において確認された種の 77% (各地区の平均)が環境 DNA 分析で確認された.

次に,湯沢砂防事務所の管内における魚類の採捕調査(1 季 1 回)と環境 DNA 分析(1 季 1 回地区あたり 1 検体)の費用を管内の調査条件から試算して比較したところ,環境 DNA 分析の費用は,調査地区数が 1~2 地区のときは採捕調査の費用に対して 104~95%となり効率化はできない状況であったが,調査地区数が 7 地区以上となった場合は,採捕調査の費用の 70%程度,10 地区以上の場合には 60%程度と多数の地区の調査を実施する場合に,環境 DNA 分析が効率的となる可能性が示された.なお,本試算は,湯沢砂防事務所の管内における環境条件及び調査内容に基づくため,環境 DNA 分析全般の傾向とは限らない点に注意が必要である.

4. 考察

環境 DNA 分析(1 季 1 回)は,過去の魚類調査(複数季)で確認された種の 7 割以上を検出できること,確認種数は採捕調査よりも多いこと,採捕調査では確認されない希少種が検出されたことから,精度的に有効な調査手法と考えられた.また,調査地区数が多くなる場合に,環境 DNA 分析は効率的となることが示された.

調査対象となる流域が広く,調査対象となる砂防施設(調査地区)が多い湯沢砂防事務所管内においては,環境 DNA 分析による魚類相調査は有効な調査手法であると考えられる.例えば,環境 DNA 分析によって流域全体や管内全体の生物相を効率的に把握し,必要に応じて,事業箇所周辺において,事業ごとの特徴に合わせた採捕調査等を実施するなど,今後の調査体系を検討することが可能になると考えられる.

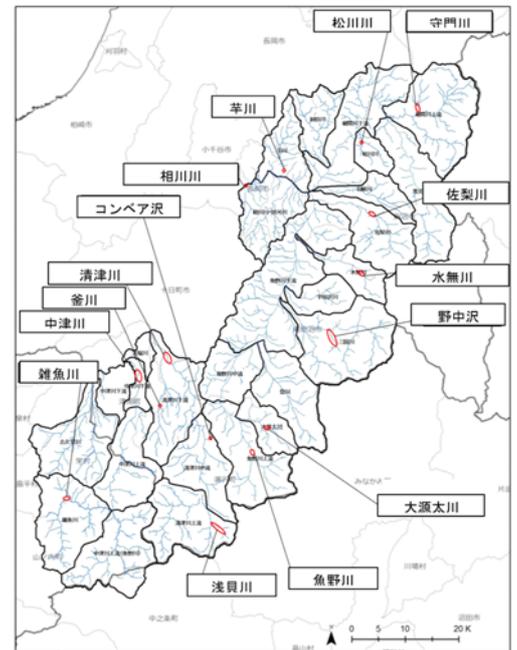


図-1 採水した調査地区の位置図



図-2 魚類の採捕調査(左)と採水(右)

木曽川水系長良川扇状地におけるアユ個体サイズに着目した産卵環境の調査分析

鈴木崇史¹⁾・原田守啓²⁾・永山滋也³⁾

1) 岐阜大学大学院 2) 岐阜大学流域圏科学研究センター 3) 岐阜大学地域環境変動適応研究センター

1. はじめに

アユ(*Plecoglossus altivelis altivelis*)は、内水面漁業の水産資源として、ヤナ漁等の観光資源としてなど、わが国において重要な魚種である。とりわけ木曽川水系長良川のアユ及びこれを支える長良川の流域環境やこれに関わる人間活動は「清流長良川の鮎」として世界農業遺産に認定されている。一般的にアユは、河川中下流域の早瀬の礫河床に産卵することが知られているが、石田¹⁾²⁾³⁾は、瀬の形態を分類し、形態の異なる早瀬を産卵に利用するアユの個体サイズの違いがあることを示しているものの、土砂水理学的な物理環境の考察に乏しく、降河個体ないしは産卵に参加する個体サイズの時間変化についても深く考察されていない。発表者らは、河床の物理環境に着目したアユ産卵適地評価手法の構築を目的とし、木曽川水系において過去数年にわたりアユ産卵床の現地調査を実施した過程で、石田が述べている「瀬の形態の違いにより産卵場として利用するアユ個体の違い」があることを確認した。

本研究では、長良川扇状地砂州における河床環境の異なる早瀬（浅瀬、深瀬）に着目し、2020年秋季に調査対象とする早瀬で産卵に参加するアユ個体サイズを把握するとともに、違いの主要因となる瀬の物理環境条件、アユ降河個体の時間変化との関係について検討する。

2. 手法

長良川扇状地区間を対象に、アユ産卵個体のサイズと瀬の物理環境の関係性に着目して、以下の調査を行った。

2.1 早瀬の物理環境調査およびアユ産卵個体サイズの把握

2020年10月中旬に長良川扇状地において予備調査の際に産着卵が確認された瀬のうち、長良川扇状部に位置する金華橋上流の砂州(52.0kp 付近)を抽出し、一つの砂州に位置する浅瀬と深瀬を調査対象とした。2020年10月28日と11月7日の計2回調査を行った。瀬の物理環境調査では、流速・水深、ふるい分け試験による粒度分布、瀬の河床勾配を計測する。アユ産卵個体サイズを把握するため、水中カメラ (GoProHERO7) を設置し、日没時間の概ね30分前から日没までの産卵行動を撮影する。撮影した動画を概ね30秒ごとに切り取り、ImageJを用いて標準体長を計測する。

2.2 落ちアユ漁獲状況調査

降河個体サイズと量の時間変化を把握するため、長良川の落ちアユの伝統漁法である瀬張り網漁の漁師の協力を得て日々の漁獲状況の記録を行う。調査期間は、2020年9月下旬から11月下旬までの期間で、扇端部に位置する鏡島大橋下流(47.5kp 付近)の漁場で行う。また、得られた結果に基づき、長良川の流況との関係性、2.1の調査地で産卵に参加する母集団となるアユ降河個体の量とサイズの時間変動について考察する。

3. 結果の概要

早瀬（浅瀬、深瀬）における2回の物理環境調査の結果、瀬の流速にはあまり違いがみられなかったものの、水深、河床材料、河床勾配では違いがみられた。画像解析により得たアユ産卵個体群のサイズの分布に対して2標本t検定を行った結果、10月28日の調査においては、浅瀬では小型のアユが、深瀬では大型のアユが産卵を行っている傾向が見られた。11月7日の調査結果では、10月28日に比べ、浅瀬ではアユの個体サイズが大型化し、深瀬では産卵参加個体数自体が大きく減少していた。これらの結果に対する総合的な考察及び落ち鮎漁獲状況調査結果については当日報告する。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 19K04612（代表：原田守啓）の助成により実施された。

参考文献

- 1) 石田力三：アユの産卵生態-II 産卵魚の体型と産卵床の砂礫の大きさ，日本水産学会誌，Vol.27，No.12，1961
- 2) 石田力三：アユの産卵生態-III 産卵場の水深と産卵魚の体型，日本水産学会誌，Vol.28，No.4，1962
- 3) 石田力三：アユの産卵生態-V 産卵場の構造，淡水区水産研究所研究報告，Vol.17，No.1，1967

河川湧水が卵・仔魚期サケ (*Oncorhynchus keta*) に及ぼす負の影響

山下 祥平¹⁾, 根岸 淳二郎²⁾, 有賀 望³⁾, 中川 智裕¹⁾, Mo Zhengwei¹⁾

1) 北大・環科院, 2) 北大・地環院, 3) 札幌市豊平川さけ科学館

1. はじめに

サケ (*Oncorhynchus keta*) は秋から冬にかけて河川を遡上し、表流水と地下水起源の湧水が混在する河床間隙水域に位置する河床約 20–30 cm 深に産卵する。サケ卵は積算水温 (日平均水温の累計) が約 480 °C・日で孵化し、約 960 °C・日で仔魚が産卵床から脱出し遊泳を開始する「浮上」が始まる。このようにサケ初期生活史段階は河床への依存度が高いことから、産卵床環境を保全することは重要である。サケは湧水湧出箇所を選択的に産卵し、特に産卵期が遅い後期遡上群の卵・仔魚の成長を促進させる湧水の正の側面が指摘されている (1)。一方で、地下水中で還元された低酸素濃度の湧水によるサケ卵・仔魚の生残率低下や成長阻害などの負の側面も報告されている (2)。本研究では、北海道豊平川において、溶存酸素濃度 (以下, DO) の低値と電気伝導度 (以下, EC) の高値が報告されている湧水がサケ卵・仔魚に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2019 年 11 月に豊平川放流魚と同一起源の千歳川産サケから採卵した発眼卵を使用した。野外実験として、2020 年 1 月に、約 2 km 区間の産卵床 20 ヶ所に、中央で仕切られ各区画に 100 粒ずつ入った孵化ボックスを 4 個ずつと、水質測定用の塩ビ管 (内部に温度ロガー付) を河床約 30 cm 深に埋設した。積算水温が 500, 630 °C・日に達したボックスを回収し、現地で斃死個体数を計数し生残率を算出した。生残個体は実験室に持ち帰り、尾叉長 (0.01 mm) と体重 (0.001 g) を測定した。各産卵床の DO (mg/L), EC (mS/m), pH を計 4 回測定し、一部溶存イオン濃度も測定した。各ボックス回収までに測定された DO, EC, pH, 水温の各平均値に対し主成分分析を行い、DO, pH に負の相関、EC, 水温に正の相関がある第一主成分軸スコアを「湧水度」と定義した。

室内実験として、2019 年 12 月から 2020 年 3 月にかけて、発眼卵から積算水温 960 °C・日に達するまで、水槽内で飼育した。4 つの処理区 (低水温処理区: 低水温・高 DO・低 EC, 低 DO 処理区: 高水温・低 DO・高 EC, 高 EC 処理区: 高水温・高 DO・高 EC, 高水温処理区: 高水温・高 DO・低 EC) を繰り返し 3 で設けた。水槽の中央を無数の穴が開いた板で仕切り、左右をそれぞれ生残率用と成長率用とし、各区画に 100 粒ずつ配置した。実験期間中、斃死個体の計数・排除および DO, EC, pH, 水温の測定を各水槽で毎日実施した。孵化後、週に一度、各水槽の成長率用区画から仔魚を 3–5 個体取り出し、尾叉長と体重を測定した。

3. 結果と考察

野外実験において、生残率は実験実施区間の最下流 2

つの産卵床で著しい低下が見られたが、環境要因との関係は見られず、未解明な部分が残った。尾叉長と体重は積算水温 500, 630 °C・日回収のいずれにおいても湧水度の増加につれ有意に低下した (図 1)。

室内実験において、生残率は低 DO 処理区で著しく低下し、その他の処理区では有意差はなかった。尾叉長は、高 EC 処理区、高水温処理区、低水温処理区の順に有意に低値を示した (図 2)。体重は、高 EC 処理区で他の処理区に比べ有意に低値を示した。

両実験により、低 DO・高 EC の湧水がサケ卵・仔魚に負の影響を及ぼすことが明らかとなった。低 DO 環境は、サケ仔魚の生残に直接的な影響を及ぼした。一方で、高 EC 環境は、サケ仔魚の生残に直接的な影響を及ぼさないが、体サイズの小型化により、浮上後の生残に負の影響を及ぼすことが示唆された。低 DO・高 EC からは都市化に伴う水質汚濁の影響が推察され、豊平川の対象区間において湧出する比較的温度の高い湧水は必ずしも質の高いサケ産卵環境を提供していない。

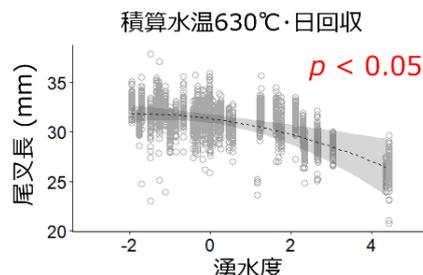


図 1. 野外実験の積算水温 630 °C・日における湧水度とサケ仔魚の尾叉長の関係

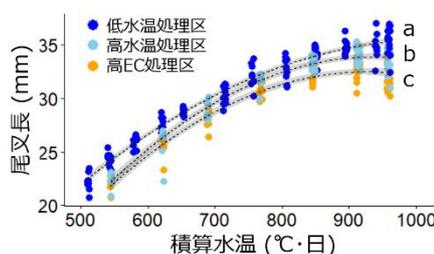


図 2. 室内実験の各処理区における積算水温とサケ仔魚の尾叉長の関係

引用文献

- (1) 卜部浩一・三島啓雄・宮腰靖之. 2013. 十勝川水系におけるサケ・サクラマスの産卵環境評価 (資料). 北海道水産試験場研究報告, 84: 47–56.
- (2) Youngson, A.F., Malcolm, I.A., Thorley, J.L., Bacon, P.J., and Soulsby, C. 2004. Long-residence groundwater effects on incubating salmonid eggs: low hyporheic oxygen impairs embryo development. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61(12): 2278–2287.

天竜川における湧水流路に形成されたアユ産卵床の好適性評価

高橋真司¹⁾, 兵藤誠²⁾, 山崎弘美³⁾, 角哲也⁴⁾, 竹門康弘⁴⁾

1) 東北大学工学部, 2) いであ株式会社, 3) 兵庫県, 4) 京都大学防災研究所

1. はじめに

アユ (*Plecoglossus altivelis altivelis*) は、天竜川の主要な水産資源の一つであり、漁協による養殖や種苗放流を行う事で資源の維持・増大が図られている。天竜川では度々発生する濁水の影響で産卵床環境が劣化している可能性が指摘されている。一方、砂州の下流側に形成される砂州尻ワンドは砂州間隙内を通過した透明度の高い湧水によって形成されるハビタットであり、本川が濁水状態であっても透明度が高い状態が維持されている。砂州尻ワンドに湧き出る湧水流量が多くなると湧水流路が出現し、湧水で構成される瀬が形成される事がある（以下、湧水瀬）。既往研究では、湧水瀬内にアユの産卵床が形成されることが報告されているが、湧水瀬の規模や環境条件と産卵床適性との関係については十分に究明されていない。そこで、本研究ではまず、産卵床の見出された湧水流路がどのような中規模河床形態に形成されたかを調査し、流況や河床変動が湧水流路形成に及ぼす影響を明らかにした。その上で、産卵床の規模や本川との位置関係に基づき、湧水流路の産卵床としての好適性について考察した。

2. 調査方法

本研究では、天竜川本川のダム群のうち最下流にある船明ダム下流域を調査対象範囲とし、河口から 7kp~15kp の範囲に点在する複数砂州及び砂州内を流れる湧水流路を調査対象とした。現地調査は 2018 年 11 月 10~12 日と 2019 年 11 月 13~15 日に実施した。調査地点で水質及び物理環境の測定を行い、同地点でアユの産卵床調査を実施した。産卵床が形成される湧水流路と砂州地形の特徴の関係性を定量化するために、砂州毎に中規模河床形態パラメーターと出水による砂州面積の変動量を求め、産卵床が形成される湧水流路の環境条件を評価した。

3. 結果

全 2 回の調査で 9 つの砂州、32 箇所調査を実施し、16 箇所アユの産卵床が確認された（図 1）。2018 年の調査では、14.9~7.6kp の範囲で産卵床が確認され縦断方向に点在していた。一方、2019 年では 15.0kp~11.9kp の範囲で産卵床が確認され比較的上流側で確認された。各種環境条件と産卵床の有無との関係を明らかにするためにロジスティック回帰分析を行なった結果、流速や濁度、砂州変動量等の複数環境条件で有意な回帰モデルが選択された。

4. 考察

天竜川下流域では、複数の湧水流路内でアユ産卵床が形成されている事が明らかとなった。7.0kp~15.0kp の区間では、3 年連続で湧水瀬内に産卵床が確認され、本湧水流路は産卵床に適した条件を安定的に保持していた。これは、同区間の右岸砂州が、流量の多い湧水流路を形成するためと考えられる。ただし、本調査で確認された産卵床は本川合流地点から 0.31km~1.16km 上流の範囲に分布していた。長大な湧水流路の上流側に産卵床がある場合には、孵化した仔魚が本川に流下するまでに死亡するリスクがある。とくに 1.16km 上流の湧水瀬の下流には長大な止水域があり、仔魚の流下に時間がかかると予想される。このため、流下仔魚の生存率を考慮すると、本川までの距離が短い場所に好適な湧水瀬が形成されることがアユ個体群にとって有利となると考えられた。

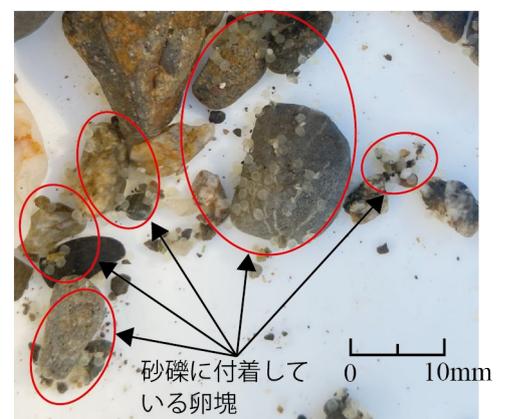


図 1 湧水瀬で発見されたアユの卵

中小河川における水際部の環境が淡水魚類群集に及ぼす影響

松寺駿¹⁾, 森照貴²⁾, 肘井直樹¹⁾

1)名古屋大学大学院生命農学研究科, 2)土木研究所自然共生研究センター

1. はじめに

淡水魚類にとって水際部は重要である。水際部の抽水植物帯は多くの魚種の産卵場や稚魚の生息場として利用される。しかし、十分な河岸浸食幅を取ることが難しい中小河川では、治水上の理由からコンクリート護岸が設置される場合が多く、水際部の環境が大きく変化する。コンクリート護岸が淡水魚類に及ぼす影響は、生活様式によって異なる。先行研究では、河岸植生の繁茂した区間に比べてコンクリート護岸を設置した区間で、遊泳魚の生息量が減少した一方、底生魚はあまり変化しなかった。これらの違いの要因を明らかにすることは、保全対象となる淡水魚類の生活様式に合わせた水際部環境の整備に貢献する。

河岸植生には流下する細粒土砂を捉える働きがあり、コンクリート護岸の設置により河岸植生が減少すると周囲の河床環境が変化する可能性がある。また、河床材料の大きさは底生魚の生息に影響することが示されている。これらを踏まえると、コンクリート護岸の設置が底生魚に及ぼす影響は、各魚種の好む河床材料の大きさに応じて変化すると考えられる。さらに、日本の河川では海からの距離に応じた回遊魚や汽水魚の生息量の違いによって種組成が異なり、水際部環境による影響も異なると考えられる。そこで本研究では、3つの生活様式（遊泳魚、砂泥底を好む底生魚、礫底を好む底生魚）の淡水魚類と水際部環境との関係を明らかにし、地域ごとの種組成との関係についても検討した。

2. 調査方法

水際部環境をコンクリート水際部（河川水が直接コンクリート護岸に接している場合）と自然水際部（コンクリート護岸が設置されているものの、水際に土砂が堆積して河岸植生がみられる場合）に分類した。次に、両岸にコンクリート水際部が存在する場合を CC

タイプ、片岸にコンクリート水際部、他方に自然水際部が存在する場合を CN タイプ、両岸に自然水際部が存在する場合を NN タイプと定義した。

揖斐川、長良川の中流域と下流域において中小河川を3本ずつ選定し、各河川にて3つの水際タイプの調査区間を1つずつ選定した。2019、2020年の夏季に魚類採集を行い、採集した魚類は3つの生活様式（遊泳魚、砂泥底を嗜好する底生魚、礫底を嗜好する底生魚）に分類した。また、各調査区間で25個の測点を設け、流速、水深、河床材料を計測した。

水際部環境および調査地域の違いが物理環境および各生活様式の淡水魚類に及ぼす影響を明らかにするため、一般化線形混合モデルを用いた解析を行った。水際タイプおよび調査地域を説明変数とし、流速、水深、河床材料の平均値と標準偏差、および各生活様式の種数、個体数を応答変数とした。また、各調査区間における淡水魚類の群集構造を Jaccard の距離を用いた非計量的多次元尺度法により解析した。

3. 結果と考察

水際部環境が淡水魚類へ及ぼす影響は、生活様式ごとに異なっていた。遊泳魚は CC タイプで種多様性や個体数が減少した一方、底生魚は嗜好する河床材料の大きさに応じて、CC タイプの区間における個体数の反応が異なっていた。

水際部環境が淡水魚類の群集構造（種数、個体数、種組成）に及ぼす影響には、地域による違いがみられた。水際部環境の整備によって淡水魚類の保全を行う際は、対象となる地域の物理環境や種組成にも注目する必要があると考えられる。

CN タイプは NN タイプに近い群集構造を示した。コンクリート護岸が設置される河川においては、両岸がコンクリート護岸に接していることに比べれば、片岸のみでも自然な水際部が形成されることで、淡水魚類群集への影響を緩和できる可能性が示唆された。

個体群モデルを用いたコクチバス (*Micropterus dolomieu*) 駆除シナリオの検証 - Kankakee River モデルの活用 -

松澤優樹¹⁾, 森照貴¹⁾, 中村圭吾¹⁾

1) 土木研究所自然共生研究センター

1. はじめに

近年, 人間活動に伴い, 自然分布域外に導入された動植物が世界各地で様々な生態的攪乱を引き起こしている. そのうち, 在来生物を脅かすものや, 生態系に大きな影響を及ぼすものは侵略的外来種と呼ばれており, 日本では侵略的外来種の被害を防止・低減するため, 2005 年より施行された外来生物法により特定外来種の輸入や販売, 飼育等を規制し, 一定の効果が得られている. 一方で, 一度侵入した外来生物の根絶は困難であり, 根絶には多大なコストが要求される.

コクチバス (*Micropterus dolomieu*) は 1925 年に導入が試みられた北米原産の肉食性淡水魚で, 1990 年代から密放流等で分布域を拡大している特定外来生物である. 近縁種であるオオクチバスよりも低水温や流水環境への適応力が高いと考えられており, 今後, 様々な河川に定着し希少種や水産有用魚種への悪影響が懸念されている. また, 本格的な個体数増加が最近のため, 生態的知見が整備途中であり, 根絶や低密度管理のための知見の積み上げが重要である. また, 河川において根絶・低密度管理に成功した例はなく, 根絶・低密度管理を実現するための効果的な駆除方法の開発や個体数管理手法の確立に加えて, どのくらいの個体数を何年駆除する必要があるのか明らかにすることは, 駆除コストを考える上で必要な情報となる.

そこで, 本研究では, 北米 (Kankakee River) で現地調査結果に基づいて作成された本種の個体群モデルを用いて, 根絶や低密度管理に必要な年間駆除個体数・年数等について検証した.

2. 方法

本研究で用いたコクチバスの個体群モデルは北米 (Kankakee River) において 1977 年から 1990 年の 13 年間, 毎年 8 月に実施された, 電気ショッカーポートによる捕獲調査をもとに構築された個体群モデルである (Peterson & Kwak, 1999). 本モデルは 4 歳魚

から繁殖し, 最高 6 歳魚とする個体群モデルを構築しており, 0 歳魚の個体数推定にはリッカー型の密度効果を考慮しており, 前年の成魚の数に加えて, 産卵期の流量と越冬期の流量がパラメーターとして使用されている. また, 1 歳魚と 2 歳魚の生存率は一定と仮定し, 3 歳魚以上は死亡率に加えて, 釣獲による減少も考慮している. 最終的には, 本モデルを使用することで Kankakee River における, 卵, 未成魚, 成魚を個別に駆除を実施したときの平行個体数および根絶にかかる年数を求めた. さらに, 本種の繁殖は浅場で行われることが多く比較的駆除が容易である産卵床駆除と未成魚もしくは成魚の駆除を同時に実施した場合の根絶のための駆除割合と年数を求めた.

3. 結果と考察

卵, 未成魚, 成魚を個別に駆除を実施した場合, 根絶には少なくとも, 50%以上の個体を継続的に駆除する必要があった. また, それぞれ 80%の駆除を継続的に行った場合, 根絶までに 30 年前後の継続的な駆除が必要であった. 次に産卵床駆除と未成魚もしくは成魚を同時に行った場合, 根絶に必要な成魚と未成魚の駆除割合は大きく減少した.

個体群モデルを使用した駆除シナリオから根絶には高い駆除割合と長い年月が必要であることが示唆された. 流量や気温の条件に日本の各河川の条件を代入し, 河川ごとの駆除モデルを構築することで, 日本におけるコクチバス駆除対策への援用が可能になると考えられる. 一方で, 原産地と日本では, コクチバスの生態や生活史に差異があることや河川規模も異なることから, 今後, 日本の河川におけるモデルの汎用性について検証が必要である.

引用文献

1) Peterson & Kwak : MODELING THE EFFECTS OF LAND USE AND CLIMATE CHANGE ON RIVERINE SMALLMOUTH BASS, *Ecological Applications*, 9(4), 1999, pp. 1391-1404.

ウキゴリ属魚類における河川定着過程

満尾世志人¹⁾、飯田碧¹⁾

1)新潟大学 佐渡自然共生科学センター

表1 GLMM 解析によって抽出されたスミウキゴリ加入個体の定着率と関連のある要因

Variable	Estimate	Adjusted SE	z	P
コンクリート河床割合	-0.759	0.368	-2.059	< 0.05
流量	-1.135	0.315	-3.6	< 0.001
魚止めまでの距離	0.757	0.215	3.525	< 0.001
加入時平均体サイズ	0.809	0.184	4.386	< 0.001

1. 背景と目的

サケやアユなどの海と川を往来する通し回遊魚は、河川だけでなく河畔林など陸域との生態系間相互作用においても重要な働きを持っている。一方で、そうした回遊魚に関する研究は一部の水産有用種に限られており、小規模な沿岸河川や島嶼河川など極めて広い分布域を持つにもかかわらず、ハゼ科魚類など小型の通し回遊魚についてはほとんど知見が認められない。特に河川加入後の定着は人為的環境改変による影響を強く受けることも予測されることから、そのメカニズムに関する知見は河川環境の保全管理を検討する上でも重要であると考えられる。加えて、異なる生息地間を移動する生物においては、ある生息地でのパフォーマンスがそれ以降の生息地における成長など影響を与える Carry-over effect が知られているが、通し回遊魚について検討された事例は極めて乏しい。そこで本研究では、異なる環境特性を持つ 27 河川での調査から、ウキゴリ属魚類の河川定着過程における変動要因について議論を行う。

2. 方法

佐渡島の沿岸に形成される独立した 27 の河川を調査対象とした。対象河川の平均水面幅及び平均流量はそれぞれ約 400cm、約 0.2 m³/s である。各河川の最下流部に延長 50m の調査区間を設定し、2019 年 6 月から 2019 年 10 月にかけて、区間内において手網を用いて加入個体の採捕を行った。加入個体の採捕は 2 週間に 1 度の頻度で実施し、期間内に採捕された当歳魚の個体数を加入個体数として扱った。加えて、2020 年 4 月に電気ショッカーを用いて調査区間内の採捕を行い、ここで採捕された 2 歳魚の個体数を 2019 年加入個体の定着状況を示す指標とした。加入個体の採捕に合わせ、調査区間内の水理諸元や河床材料について記録を行うとともに、1 か月に 1 度の頻度で底生無脊椎動物の採集を行いウキゴリ属魚類の餌資源量を把握した。また、各河川について河口周辺の河床勾配、河口から 500m までの範囲に関する落差数、積算落差高、魚止め (1m 以上の落差) までの距離、コンクリート河床割合についても記録を行った。

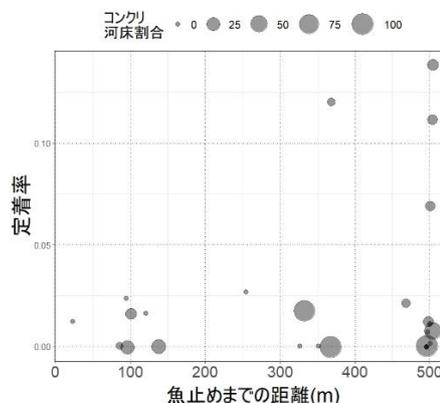


図1 定着率と魚止めまでの距離及び河床材料との関係

3. 結果

各河川におけるスミウキゴリの定着率を対象に解析を行った結果、河川定着とコンクリート河床の割合や魚止めまでの距離との間に負の関係が認められた (表 1、図 1)。また、加入時における平均全長が定着率に対して正の関係を示す傾向も認められた。

4. 考察

本研究結果は河川改修等による人為的環境改変が本種に及ぼす影響の大きさを示唆していると考えられる。特に定着率と魚止めまでの距離との関係は、本種が河川加入後に比較的広範囲にわたって河川を利用していることを示唆しているとともに、魚止めの位置が通し回遊魚の生息にとって重要な意味を持つことを示していると考えられる。また、加入時の体サイズと定着率に関連は、通し回遊魚の生活史において海から河川への Carry-over effect が存在することを示すものと考えられる。

アユの河川遡上範囲とその関連要因について

加藤駿、佐藤青、満尾世志人

1)新潟大学 佐渡自然共生科学センター

表 1, GLM による遡上距離と個体数密度の関係の検討結果

	Estimate	SE	Zvalue	Pvalue
Intercept	6.28	0.013	474.91	<2e-16 ***
Density	0.024	0.001	42.64	<2e-16 ***

1. 背景と目的

アユ(*plecoglossus altivelis*)は内水面漁業の中でも主要な魚種であるが、その資源量は 1992 年以降減少を続けている(浦部ら 2016)。アユが生活史を全うするためには、海域から河川上流部の幅広い範囲の環境が良好で連続的である必要がある。しかし、日本ではほとんどの河川内に横断構造物が存在し、連続性が維持されていない。アユの資源量を増やすためにはこの問題に対処する必要がある。そのためにはアユの生息状況を把握し、遡上環境や産卵場、生息環境などの整備を行う必要がある。この現状を踏まえ、現在、アユの資源管理や保全に関連し、遡上数や産卵場、生息環境について多くの研究が行われている(水野ら 2020、高橋 2012、浦部ら 2016)。一方で、遡上を行う際に通る魚道や稚魚の遡上数については数多く研究されているが、生息状況を把握する上で重要である潜在的な遡上範囲についてはまだ知見が少ない。また、遡上範囲に影響を及ぼす河川環境についてはほとんど評価されていない。

そこで本研究では、佐渡島の河川群を対象とし、アユの遡上範囲と河川環境との関連性を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 調査地

佐渡島内の沿岸河川から、原則として移動障害となりうる横断構造物(堰)のない 17 の河川を選定した。

2.2 遡上距離の計測

河口から約 100m おきに調査地点を設定し、アユの個体数を 3 分間カウントした。カウントを行うにあたり重複を避けるために下流側から上流側に向かって遡上する個体のみをカウントした。調査地点は 2 地点連続でアユが未確認となるまで設定し、最後にアユが確認された地点までを遡上範囲とした。また、調査実施時期は、遡上範囲が最大になると考えられる 7、8 月とした。

2.3 遡上距離と関連する要因の調査

各河川において河口区間・遡上限界区間・非遡上区間の 3 区間を設け、各区間で水温、流量、流速、水深、水面幅、藻類量、被覆度(樹木)・カバー率(草本)について記録した。また、河口区間・遡上限界区間において、投

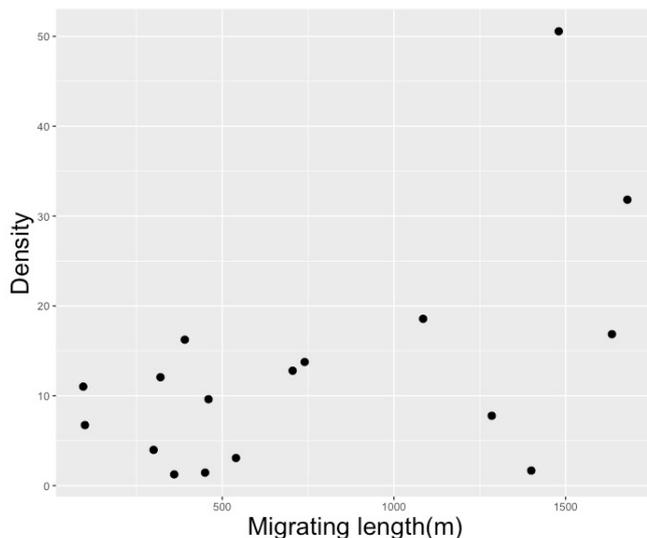


図 1. 遡上距離と個体数密度

表 2, GLM による遡上距離と平均速度の関係の検討結果

	Estimate	SE	Zvalue	Pvalue
Intercept	7.62	0.42	18.162	< 2e-16 ***
平均速度	-0.016	0.006	-2.724	0.006 **

網を用いて魚類採捕を行い、採捕個体数を密度の推定に用いた。

3. 結果・考察

GLM を用いて解析を行った結果、遡上範囲とアユの個体数密度には有意な正の関係が見られることが明らかとなった(表 1、図 1)。これは密度の上昇にともなう利用可能な資源量の低下など、個体間の競争が遡上行動に関連している可能性を示唆していると考えられる。

また、遡上範囲と平均流速の間には有意に負の関係が見られた(表 2)。流速が大きくなるに従い、遡上によって得られる利益よりも遡上するためにかかるコストの方が大きくなるため遡上距離が短くなるのではないかと考えられる。

また、本発表では藻類量と遡上距離や密度との関係についても紹介する予定である。

ウキゴリ属における河川加入後の分布様式

佐藤 青¹⁾、加藤 駿¹⁾、満尾世志人¹⁾

1)新潟大学 佐渡自然共生科学センター

1. 背景と目的

日本の淡水魚の7割は海と川を行き来する通し回遊魚である。近年、人間活動、気候変動などにより通し回遊魚は世界的に減少傾向にある。一方で、通し回遊魚に関する研究は水産有用種が中心であり、代表的構成種群であるハゼ科については知見が乏しい。本研究で対象とするウキゴリ属は我が国に広く分布するハゼ科魚類であり、河川の下流域を主な生息場としている(中西 1978)。ウキゴリ属については、これまでに遊泳能力や近縁種間での棲み分けについて報告されている(Miyazaki & Terui 2016; 矢田谷ら 2017)。一方で、河川加入後の生活様式は河川への定着過程として重要であるにもかかわらず、ウキゴリ属の河川加入直後の生活様式に関する詳細な報告は認められない。特に河川において下流部や河口域は人間活動の影響を強く受けるため、河川管理を考える上で重要な環境である。そこで本研究では加入個体の流程分布を通じ、ウキゴリ属魚類の河川利用様式を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

新潟県佐渡島において4つの沿岸河川(椿川、和木川、大倉川、大川)を対象とした。各河川の河口部から上流にかけて、30mおきに延長30mの調査区間を6つ設定した。各調査区間内において、たも網を用いた加入個体の採捕を2020年8月から11月にかけて実施し、採捕された個体について全長の計測を行った。また、採捕調査に合わせ、環境調査として、各区間において水深、流速、底質、水温について記録を行った。

3. 結果

24区間で8月は186個体(スミウキゴリ(*Gymnogobius petschiliensis*)148個体、シマウキゴリ(*Gymnogobius opperiens*)28個体)、9月は156個体(スミウキゴリ136個体、シマウキゴリ20個体)採捕された。

加入個体の採捕と流程分布の結果より、上流部向かうにつれ、加入個体の密度が下がる傾向が見られた(表1)。また、各区間とウキゴリ属を対象に解析した結果、全長と正の相関が認められた(図1、図2)。

表1 スミウキゴリの流程分布

		調査区間					
		1	2	3	4	5	6
密度 (n/m ²)	8月	0.40	0.52	0.27	0.20	0.18	0.08
	9月	0.30	0.38	0.19	0.30	0.16	0.19

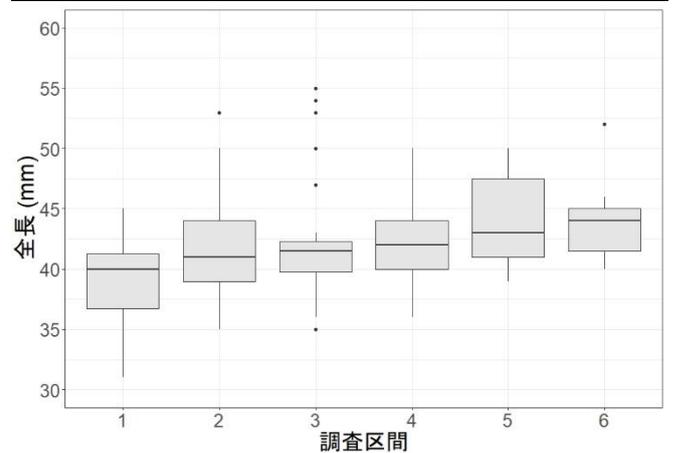


図1 スミウキゴリ加入個体の流程分布(8月) n=148

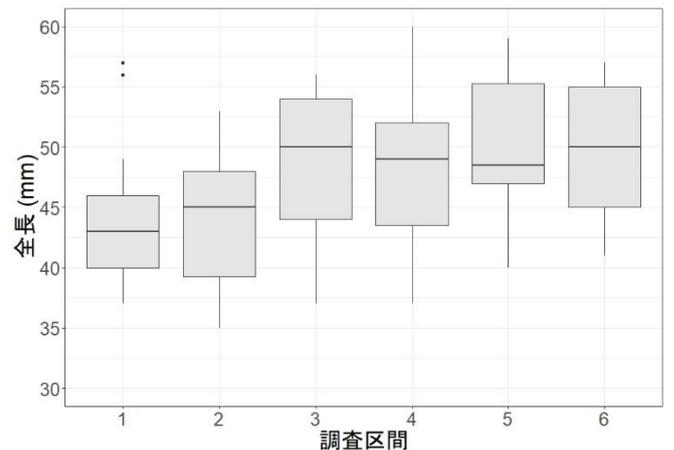


図2 スミウキゴリ加入個体の流程分布(9月) n=136

4. 考察

個体数分布の傾向から、ウキゴリ属は下流が主要な生息場であると考えられる。

また、体サイズに関する分布傾向から、ウキゴリ属は河川加入後、成長しながら遡上していると考えられる。

農業用水路におけるバープ工法を用いた魚類の生息場改善の効果検証

桑名志¹⁾，河口洋一¹⁾，佐藤雄大¹⁾，岩瀬晴夫²⁾，勝間健二³⁾

1) 徳島大学大学院，2) 株式会社北海道技術コンサルタント，3) 以西用水土地改良区

1. はじめに

河川氾濫原を主な生息地とする魚類の代替生息場として、水路や水田の果たす役割が注目されている。特に、水路は生息地としてだけでなく、産卵場への移動経路としても重要な役割を担っている。しかし、魚類にとって必要な場所は、近年、利排水の効率化を求めてコンクリート3面張りに改修されており、移動経路の分断や、流路の単一化が進行している。そのような水路あるいは河川環境を修復する手法の1つとして、流れを阻害することなく、土砂を溜めて寄り洲を作ることができ、川の流れや河床材料に多様性を安価に回復することが可能なバープ工に関心が寄せられている。そこで本研究では、徳島県国府町の鮎喰川において、コンクリート3面張護岸の施された農業用水路を対象に、魚類の生息場所の再造成実験となるバープ工を行い、これに伴う物理環境の変化や魚類群集の反応を明らかにし、改修後の生息場改善効果について検証することを目的とした。

2. 調査方法

調査地は、徳島県国府町に位置する吉野川水系鮎喰川下流の以西用水である。以西用水は、もともと土水路の農業用水路であったが、現在はコンクリート3面張りの水路となっている。以西用水上流部の集水池から下流にかけて約420mの区間に、長さ20mの調査区を8つ設定した。その中の4つの調査区にバープを設置した。農業用水路にバープを設置したことによる物理環境及び魚類の生息状況の変化を検証するため、BACI (Before-After-Control-Impact) デザインを採用し、バープの設置前後における物理環境および魚類の生息状況を比較した。

3. 結果と考察

表1 バープ設置の前後における出現魚種の違い

水深については、バープの設置前後で平均値に大きな違いはないが、変動係数をみるとばらつきが大きいという結果になった。また、流速についても同様の結

学名	和名	バープ設置前		バープ設置後		バープ設置1年後	
		コントロール区	バープ区	コントロール区	バープ区	コントロール区	バープ区
<i>Anguilla japonica</i>	ニホンウナギ				○		
<i>Carassius auratus langsdorfii</i>	ギンブナ		○		○		○
<i>Tanaka lanceolata</i>	ヤリタナゴ				○		
<i>Opsariichthys platypus</i>	オイカワ	○	○	○	○	○	○
<i>Nipponocypris temminckii</i>	カワムツ	○	○	○	○	○	○
<i>Pseudorasbora parva</i>	モツゴ			○			
<i>Gnathopogon elongatus</i>	タモロコ	○	○	○	○	○	○
<i>Hemibarbus barbus</i>	ニゴイ				○		
<i>Pseudogobio esocinus</i>	カマツカ	○	○	○	○	○	○
<i>Striped loach</i>	オオシマドジョウ			○			
<i>Silurus asotus</i>	ナマズ				○		○
<i>Rhinogobius flumineus</i>	カワヨシノボリ	○	○	○	○	○	○
合計種数		5種	6種	7種	10種	5種	7種

果を得ることが出来た。このことから、バープを設置したことで流路内に流れの速い場所と遅い場所が創出されたと言える。魚類調査の結果、バープ設置前には確認されなかったニホンウナギやナマズなど7種が新たに確認された(表1)。特に捕獲数の多かった5種について、魚種ごとにバープ設置による個体数の変化を解析した結果、カワムツ、タモロコは、バープ設置による有意な個体数の増加が認められた。このことは、バープの設置により流れが多様に変化し、遊泳魚である2種にとって好適な環境が形成されたためと考えられる。本発表では、魚種によってバープ設置による効果が異なった理由についても考察する。

環境 DNA 分析による江の川支流のアユ生物量に影響を与える環境要因の検討

宮園誠二¹⁾ 児玉貴央¹⁾ 赤松良久¹⁾ 中尾遼平¹⁾ 齋藤稔¹⁾ 辻冨月¹⁾
 1) 山口大学大学院創成科学研究科

1. はじめに

日本におけるアユの資源量は減少傾向にあり、水系ネットワークにおけるアユの生物量を迅速に推定し、資源管理上重要な流域を絞り込む必要がある。河川支流はアユを含む魚類の重要な生息場となりうる。本研究では環境 DNA 分析を用いて、江の川中流域の支流と本流のアユの環境 DNA 濃度を比較し、アユ生息場としての支流の機能を評価した。さらに、支流におけるアユの環境 DNA 濃度と環境要因との関係から、アユが支流を利用するために必要な環境条件を検討した。

2. 調査方法

2019年の8月5～9日に江の川の土師ダム下流区間(約40km)の本流及び支流の18地点において、環境DNA採水を行った(図-1)。また、支流調査地点の流量、川幅、最大水深、最大流速、水温、オオカナダモ被度(約100m上流まで)を測定した。採集した水試料はろ過、DNA抽出、定量PCRを行った。次にWilcoxon rank-sum testを用いて本流と支流のアユ環境DNA濃度の違いを検討した。続いて、同様の解析手法を用いて、自然河川型の支流と用水路型の支流のアユの環境DNA濃度の違いを検討した。最後に、ケンドールの順位相関係数を用いて支流のアユの環境DNA濃度と環境要因との関係を解析した。

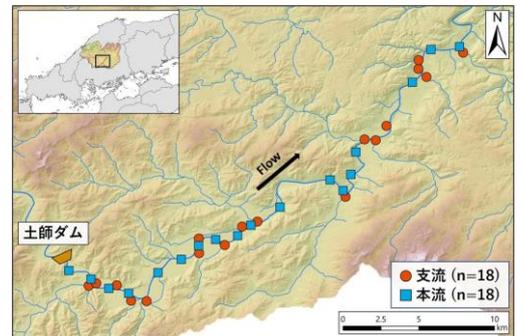


図-1 支流及び本流の調査地点図

3. 調査結果及び考察

本流と支流のアユ環境DNA濃度の間には有意な違いがみられなかったが($P=0.149$, 図-2), 支流の調査地点においては、自然河川型の支流のアユの環境DNA濃度が用水路型の支流の環境DNAよりも有意に高かった($P<0.01$, 図-3)。これらの結果から、江の川の本流がアユの生息場として機能していることが示唆された。

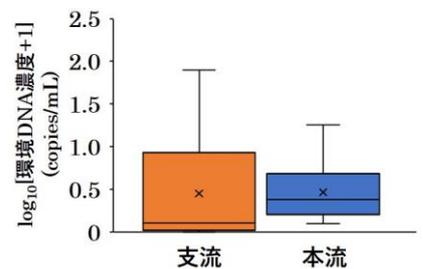


図-2 支流・本流の環境DNA濃度

支流のアユ環境DNA濃度と河川流量・最大水深・川幅との間に有意な正の相関がみられた(図-4)。その他の環境要因については、アユの環境DNA濃度との間に顕著な相関はみられなかった。これらの結果から、2019年の夏季においては、江の川支流において、流量や水深がアユの生物量に影響している可能性があることが示唆された。しかし、用水路型の支流においては、流量が高くても環境DNA濃度が低い調査地点もあったことから、他の環境条件(例えば、河床材料)が影響していることも示唆された。

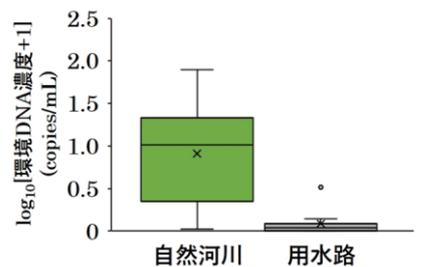


図-3 支流(自然河川・用水路)の環境DNA濃度

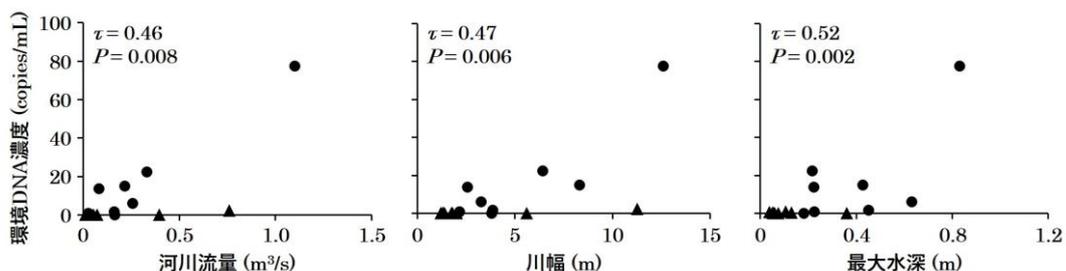


図-4 支流におけるアユ環境DNA濃度と環境要因の関係(●:自然河川型, ▲:用水路型)

希少淡水魚ネコギギの生息環境改善手法とその効果

○大杉奉功¹⁾, 末吉正樹¹⁾, 小澤英樹²⁾, 小澤英樹²⁾, 南野洋孝²⁾, 村山美月³⁾, 三原武士³⁾, 今津崇³⁾
 1)一般財団法人 水源地環境センター, 2)いであ(株), 3)国土交通省 設楽ダム工事事務所

1. はじめに

ネコギギ (*Tachysurus ichikawai*) は伊勢湾、三河湾流域に生息するナマズ目ギギ科の淡水魚で国の天然記念物やレッドリスト等の絶滅危惧種に指定されている。愛知県東部の豊川では、設楽ダムの建設に伴って本種の生息環境が影響を受けると予測されたため、環境保全措置として生息適地の整備と移植を行うこととしている。そのため、野外における本種の生息環境と繁殖環境の調査結果から生息及び繁殖に適したハビタット条件を抽出しハビタットモデルを作成して、移植適地の選定と生息環境の改善手法を検討することとした。本発表では、選定した移植適地において複数の生息環境改善手法を検討し、整備を行った際の環境改善効果の程度を分析すると共に、野外実験により検証を行ったので、その結果を報告する。

2. 方法

ネコギギの生息及び繁殖に適したハビタット条件は、伊勢湾流域で広く適用することを目指し河川の簡易な踏査データを用いて作成したパラメータを用いることとした。パラメータに用いた現地踏査データは、淵の大きさ、水深、河床材料や、出水時の隠れ家となるような環境の有無等のデータで構成されている。これらの現地踏査データを従属変数、ネコギギの生息の有無を生息可能性として、当歳魚の確認の有無を繁殖可能性として目的変数とし、一般化線形モデル (GLM) を用いたモデル選択により、移植対象淵の生息環境を評価した。

表1 移植候補淵選定のための GLM モデルで選択されている変数

評価レベル	使用変数 (環境条件)
ネコギギ生息可能性 (成魚)	淵の幅、平水時の水深、出水時避難箇所的水深、河川規模
ネコギギ繁殖可能性 (当歳魚)	淵の幅、平水時の評価*1、出水時避難場所の有無、出水時避難場所の評価*2、河川規模

*1 平水時の淵は、十分に河床間隙があり、水深があり、流速が低いか
 *2 出水時避難場所は、十分に広く、河床間隙があり、水深があり、流速が低いか

環境改善手法は、ネコギギの生活環を考慮し生息環境および繁殖環境の両モデルで選定されたパラメータに着目すること、整備の難易度を考慮して①～④の4段階で評価することを踏まえ検討を行った。GLM モデルにおいてネコギギの生息可能性ならびに繁殖可能性の評価値として選定されている変数を対象に、これら4段階の施工によって変数の評価値が改善される物理環境項目について表2に示す。

表2 施工により改善される物理環境項目

物理環境	施工方法		施工方法			
			① 岸際への石組みの設置	② 深みへの石組みの設置	③ 水制工の設置 (下流側緩流部創出)	④ 淵の堰上げ (水深を深く)
GLM モデルで選定されている変数	淵の幅	平水時※				●
		深い水深				●
		河床間隙		●		
	出水時避難場所※	緩流部			●	
		深い水深				●
		河床間隙	●			
		緩流部		●		

※出水時避難場所の有無は「深い水深」、「河床間隙」、「緩流部」のいずれかが有る場合、評価が上がり、平水時および出水時避難場所の評価は、「深い水深」、「河床間隙」、「緩流部」の全てがある場合評価が上がる。

3. 結果

放流実験の結果から、GLM モデルによって予測された淵の生息環境条件の評価値が高いほど放流したネコギギ個体の生残率は概ね高く、繁殖可能淵と評価された淵におけるネコギギの繁殖も確認され、評価モデルの有効性が示された。また、出水によって水位が低下した放流淵において④の淵の堰上げの改善施工を行うことで繁殖率の改善が見られ、施工方法の有効性が示された。今後はその他の施工方法の有効性の検討を進めるとともに、多数の淵で改善効果の検証を行うことで、ネコギギの生息環境改善手法の確実性を高めることが重要である。

謝辞: 本検討を進めるにあたり、設楽ダム魚類検討会の委員の皆様には、最新の知見にもとづく有益な助言をいただいた。ここに記して謝意を表します。

千曲川中流域におけるカゲロウ類の二次生産力の推定—現存量法を用いて—

○平林公男・石川史弥・大塚健斗・岡田俊典
信州大学 繊維学部 応用生物科学

1. はじめに

カゲロウ類は河川底生動物群集の中でも個体数が多く、優占種となることが多いため、二次生産者としても重要な役割を果たしている。本研究では、千曲川中流域の岩野地区(源流より 125km ; 河床勾配約 1/1000)の瀬におけるカゲロウ類幼虫の季節変動と年変動を明らかにし、科ごとに二次生産力を算出することを目的としている。本報告では、2017 年 10 月に起きた洪水の前後でマダラカゲロウ科のみが、洪水後に二次生産力が増大したことから、その理由を明らかにするために、本科をさらに属ごとに区分し、それらの生産力を推定した。

2. 方法

2017 年 10 月に、水位が 3m を超える大規模洪水が発生した。この出水を挟んで、前後 1 年間のカゲロウ類の個体群変動を明らかにし、二次生産力推計して、洪水がカゲロウ類の生産力に与える影響について調査した。2016 年 11 月から 2018 年 10 月までの間、毎月 1 回、岩野地点の瀬でサーバーネット(NMG42, 30×30 cm²,メッシュサイズ 450μm;以下 MS450μm)を用いて、カゲロウ類幼虫を 3 サンプルずつ採集した。採集したサンプルは実験室に持ち帰り、10%ホルマリンで固定した。カゲロウ類の同定は川合・谷田(2018)の検索 key を用い科毎に整理した。マダラカゲロウ科についてはさらに属レベルに分類し、密度と湿重量を計測した。また、二次生産力の算出方法としては、Zelinka (1984) の手法を採用し、現存量法から二次生産力を推定した。

3. 結果と考察

カゲロウ類の二次生産力は、2017 年 10 月の洪水以前 1 年間と洪水後 1 年間で、大きく変化した。すなわち、洪水前に比べて、洪水後の方が、多くの科において相対的に生産力が小さくなった。その理由としては、ヒラタカゲロウ科、コカゲロウ科、シロイロカゲロウ科等の多くの科で、生産力が半減したためであろうと推察できた。しかし、チラカゲロウ科では、洪水前後で大きな変化は認められず、マダラカゲロウ科については、むしろ二次生産力が洪水後に大きく増加した。この理由を探るべく、マダラカゲロウ科の中をさらに詳しく見てみると、マダラカゲロウ属と、トウヨウマダラカゲロウ属の 2 属は洪水後に生産力が大きく増加しており、トゲマダラカゲロウ属と、アカマダラカゲロウ属は、洪水前後であまり大きな変化が認められないことが明らかとなった。トウヨウマダラカゲロウ属は、洪水から 5 ヶ月後の 3 月に、洪水前よりも大きな現存量のピークが認められ、マダラカゲロウ属についても同様に、洪水から 8 ヶ月後の 6 月に大きなピークが認められた。これら 2 属の二次生産力の増大が、マダラカゲロウ科全体の増加に影響を与えていることが明らかとなった。これら 2 属は比較的小型であり、生活環も早く回すことができる可能性もあり、今後、室内実験などを通して、さらなる解明につなげていきたいと思っている。

【謝辞】

本研究を遂行するにあたり、国土交通省北陸地方整備局千曲川河川事務所の方々に大変お世話になった。この場をおかりしてお礼申し上げます。

平地河川における出水攪乱が底生動物の群集動態に及ぼす影響

上田航¹⁾, 福崎健太¹⁾, 三宅洋¹⁾
1) 愛媛大学大学院理工学研究科

1. はじめに

出水による物理的攪乱は河川生態系の支配的な決定要因と考えられている。平野部を流れる河川（以降、平地河川）は、人為的改変に伴う河道の狭窄化や不浸透域の拡大による降水の河川流出の早期化により流量変動が激化しており、河川生物への影響が懸念されている。しかし、人為的な改変の進行した平地河川において出水攪乱が生物に及ぼす影響に関する知見は十分ではない。さらには、平地河川における出水攪乱の評価に適した、汎用性や精度が高い手法も明らかになっていない。そこで本研究は、愛媛県道後平野を流れる 12 の小規模平地河川にて継続的に底生動物の採集を行い、出水攪乱が底生動物群集の動態に及ぼす影響を解明することを目的とした。さらに、同時に複数の攪乱評価手法を実施することで、平地河川への適用性の高い攪乱評価手法を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

本研究は、愛媛県道後平野を流れる 12 の小規模な平地河川に調査地を設定し、2019 年の 2 月、5 月、7 月および 10 月に計 4 回の調査を実施した。各調査地点において定量的な底生動物の採集を行い、同時に物理化学的環境の計測を行った。各調査地点における攪乱の程度を評価するために、Pfankuch 法およびトレーサー法の 2 種類の手法を採用した。底生動物調査の実施時に河床の状態を目視観察し、Pfankuch index (PI) の底質要素に関するスコアを求めた。2018 年 12 月から 2019 年 11 月にかけて、標識した礫（トレーサー）の移動状況を 1 カ月間隔で観察し、各調査地におけるトレーサーの移動率（tracer movement, TM）を算出した。底生動物群集と出水攪乱の関係性を明らかにするために、底生動物の生息密度および分類群数を応答変数、各攪乱指標を説明変数とした一般化線形モデル（GLM）による分析を行った。

3. 結果および考察

GLM による解析の結果、底生動物指標と両攪乱指標との間には有意な関係が見られた（図）。底生動物の生息密度は PI の値が小さな調査地および TM の値が中程度の調査地で高かった。分類群数については、PI が中程度の調査地および TM が低い調査地で多かった。生息密度と PI および分類群数と TM の間で見られた負の関係については、河床攪乱が激しい地点で底生動物より多く除去されたためと考えられる。TM および PI の値が大きい地点で生息密度および分類群数が小さな値を示したことについても、同様の解釈が可能である。一方、TM が小さい地点で生息密度が低かった要因としては、特に TM の値が小さかった AK と UC の 2 地点では礫サイズが大きかったため攪乱強度が過小評価された可能性が考えられた。また、PI が小さな値を示した地点で分類群数が少なかった原因としては、水質の著しい劣化にともなう低汚濁耐性種の不在が考えられた。以上の結果より、平地河川においても出水攪乱は底生動物の重要な決定要因であるが、その影響は局所的な環境要因により左右されることが示唆された。

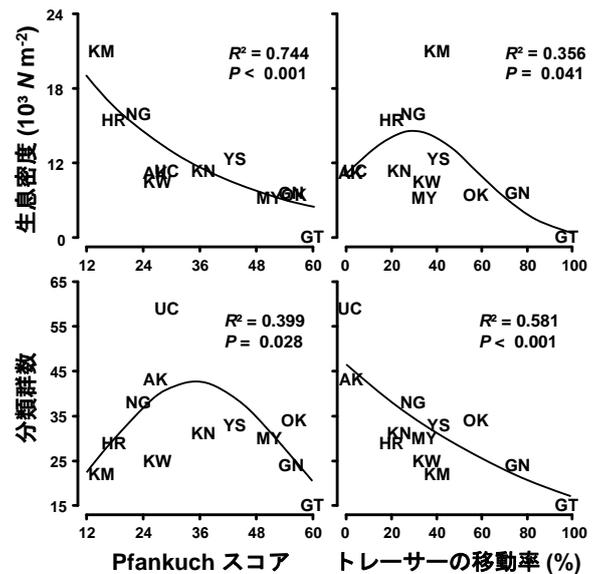


図 底生動物の生息密度（上）および分類群数（下）と Pfankuch スコア（左）およびトレーサー移動率（右）との関係。

河川性底生動物量はウナギ生息量の制限要因か？

○熊谷悠志¹⁾, 上田航¹⁾, 三宅洋¹⁾, 井上幹生¹⁾

1) 愛媛大学大学院理工学研究科

1. はじめに

ニホンウナギ (*Anguilla japonica*) は我が国における重要な水産物である。しかし、ウナギの個体数は急激に減少しており、個体群回復を目指した保全活動の必要性が高まっている。ニホンウナギは海洋で生まれ、沿岸・河川で5年から15年を過ごす降河回遊魚である。河川はウナギの主要な育成場であり、人間の管理によって生育環境の保全が可能な水域でもあるため、河川におけるニホンウナギの生態に関する知見を集積が求められている。

既往研究により、河川における生息場所環境の物理構造がウナギの生息量に強く影響する可能性が示されている。他方、餌資源に関する研究からはウナギ類が底生動物から魚類までを幅広く摂餌し、ニホンウナギについては甲殻類を特に選好することが報告されている。しかしながら、一般的に餌資源量は河川性魚類の生息量を強く制限するにもかかわらず、ウナギの生息量と餌資源量との関係性を検討した研究は行われていない。

そこで本研究は、愛媛県道後平野南部を流れる小規模河川においてウナギとその餌資源である底生動物の調査を実施した。得られたデータに基づいてウナギと餌資源の量的関係を解析することにより、餌資源量がウナギの生息量に及ぼす影響を把握することを目的とした。

2. 方法

本研究は、2019年9月19-20日に愛媛県道後平野南部を流れる国近川および森川にて調査を実施した。各河川の源流域から最下流域にかけて、本川に沿った5地点に調査地を設けた。河川規模に応じて各調査地に20-60mの調査区間を設定し、各調査区間の流心部および岸際部にて定量的に底生動物サンプルを採取した(計4サンプル/調査地)。底生動物は可能な限り下位の分類階級まで同定、計数し、分類群ごとに絶乾重量(mg)を秤量した。エレクトロフィッシャーを用いて各調査区間の下流から上流に向かって2回のパスを実施し、ウナギを定量的に採捕した。各個体の尾叉長(cm)と湿重量(g)を計測し、採捕箇所に戻した。

3. 結果および考察

GLMによる解析の結果、国近川では甲殻類のバイオマスとウナギの生息密度との間で、森川では底生動物の総バイオマスおよび甲殻類のバイオマスとウナギの生息密度およびバイオマスとの間で正の関係が見られた(図)。これらの結果は、底生動物量がウナギ生息量の制限要因となり得ることを示している。ただし、森川では水際植生の成立状況が、森川では河口からの距離がウナギ生息量に影響している可能性も考えられた。

以上の結果から、ニホンウナギ個体群の回復を目指す今後の保全活動においては、餌資源となる生物の生息状況も考慮することが重要と考えられた。ただし、餌資源量-ウナギ生息量関係は他の環境要因の影響と交絡している可能性があるため、今後はこれら制限要因間の相互関係を解明することが望まれる。

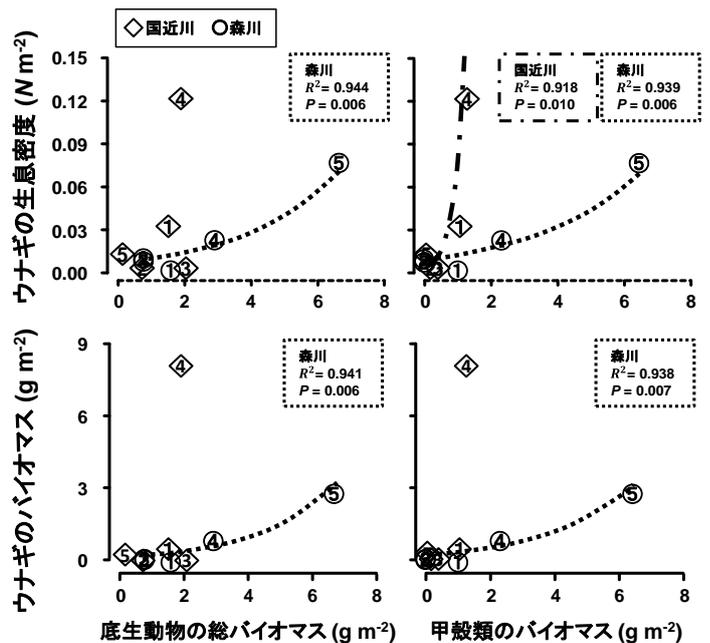


図 ウナギの生息密度(上)およびバイオマス(下)と底生動物(左)および甲殻類(右)のバイオマスの関係。

河川生態系への金属影響を評価する上で、付着藻類、底生動物、魚類の どれを調査すべきか？

難波広樹^{1,4}，岩崎雄一²，Jani Heino³，松田裕之⁴
(¹日本工営，²産総研，³フィンランド環境研究所，⁴横浜国立大学)

1. はじめに

河川において重金属汚染の生態系への影響は、国際的にも長年の懸念事項である。しかし、これらの生態リスク評価において一般的に用いられる室内毒性試験結果から、野外環境下における生態影響を正確に予測することは困難である。そのため、実河川において水生生物を対象とした野外調査を実施し、その調査結果に基づいた評価を活用することが有益である。

河川の生態影響評価を目的として水生生物調査を実施する際に、調査対象となる代表的な生物学的グループは付着藻類、底生動物（主に水生昆虫）、そして魚類である。これら3つのうちどのグループを調査に用いれば良いかは最初の疑問点である。その判断のためには、(1) 既往研究においてどの生物学的グループが一般的に調査対象となっているか、(2) 3つの生物学的グループ間で金属汚染に対する応答は類似するか、さらには(3) 金属汚染に対してより応答性の良い生物学的グループはどれか、といった知見が有用である。しかし、これらを明らかにした研究はない。

本研究では、金属汚染河川の水生生物調査結果をもとに生態影響評価を実施した既往研究を対象として、上記3つの問いへの回答を提供することを目的として、システマティックレビューを実施した。

2. 方法

1991年から2015年までに出版され、金属汚染河川または酸性河川において付着藻類、底生動物、または魚類を対象とした生態影響調査を実施した合計202件の論文（以下、研究）を収集した。これらの研究において、付着藻類、底生動物、魚類のそれぞれが調査対象として選択された数を計数した。また、同時に単一または複数の生物学的グループを調査対象にした研究の数についても計数した。

次に、3つの生物学的グループにおける応答性の相関を定量的に評価するために、複数の生物学的グループを調査した9つの研究から、調査結果の生データ（密度、種数、多様度指数などの生物指標値）を取得した。複数の生物学的グループを調査した研究は、「主に1回の調査で多地点における金属濃度の空間的な変化」と「限られた地点における金属濃度の時間的な変化（と生物相の回復）」に着目した2つの研究群に分けられた。そのため、それぞれの研究群ごとに、異なる生物学的グループにおける生物指標間の相関（ r ）を総当たりで算出した。

さらに、金属汚染に対してより応答性の高い生物学的グループを明らかにするために、複数の生物学的グループを調査した9つの研究から金属汚染指標の生データ（金属濃度またはpH）が取得できた7つの研究を対象とした。そして各研究で金属汚染指標と生物指標間の相関（ r ）を総当たりで算出し、3つの生物学的グループ間で相関係数の値の大小を比較した。

3. 結果と考察

選出された合計202件のうち、付着藻類、底生動物、魚類を調査対象とした研究の割合はそれぞれ23%、62%、15%であった。したがって、水生昆虫を主とする底生動物が最も頻繁に調査対象として選出されていることが明らかとなった。また、複数の生物学的グループを調査対象とした研究は202件のうち、わずか10%と極めて少なかった。

異なる生物学的グループにおける生物指標間の相関を調査した結果、高相関（ $r > 0.7$ と定義）であった組合せの割合は、金属濃度の空間的な変化の研究群で11%（5/44）、時間的な変化の研究群で22%（13/58）であった。また、底生動物と付着藻類間及び底生動物と魚類間で、金属汚染指標との相関係数の大小を比較した場合、ほとんどの場合で（88%）底生動物指標が金属汚染指標とより高い相関を示した。これらの結果から、付着藻類、底生動物、魚類間の応答の類似性は多くの場合低く、3つの生物学的グループの中では、金属汚染等に対する底生動物指標の応答性が相対的に高い場合が多いことが示された。

以上より、金属汚染による河川生態系への影響をより包括的に理解するためには複数の生物学的グループを調査対象とすることが望ましいが、金属汚染に対する応答性の高さという観点からは底生動物を対象とすることが有効である可能性が示唆された。

【謝辞】本研究は、（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（5RF-1801）により実施された。

瀬と淵の水理学的変動を考慮した水系内の底生動物分布予測の検討

宮崎大学工学部 ○糠澤桂, 宇都宮将, 鈴木祥広

1. はじめに

流域一貫の河川環境管理を実現するために、環境勾配に沿った生物の分布パターンを予測する生息場モデルの構築が有益と考えられる。しかし、流域単位での河川生息場モデルにおいては、河川生物の生息場の質を決定づける環境因子 (e.g., 流速) の検討およびそのデータ整備が不十分であることが挙げられる。魚類を対象とした研究では、瀬や淵を表現する水理学的変数を予測変数に用いることで、予測精度が向上したことを報告している¹⁾。その一方で、底生動物の広域生息場モデル研究においては、その存在量や種数の豊富な瀬を対象とした事例が多いものの、瀬と淵の水理学的差異を説明因子として考慮した研究事例は見当たらない。

そこで本研究では、宮崎県小丸川水系において瀬・淵の水理学的変動を考慮した底生動物群集の網羅的な調査と集団学習モデルを組み合わせ、水系内の底生動物分布モデルを構築することを目的とする。

2. 方法

宮崎県中央に位置する小丸川水系(流域面積 474 km², 幹川流路延長 75 km) で調査を行った。調査地点は、下流から上流までの 82 地点の瀬 (n = 62), 淵 (n = 14) 又はその両方を有する地点 (n = 6) を選定した。

調査項目は、底生動物と 15 項目の環境変数(瀬・淵類型, 河床材料, 流速, 水深など)とした。25 cm×25 cm の方形枠付サーバーネット (φ=0.5 mm) を用いて 4 か所/地点の瀬・淵における底生動物の定量採取を行った。

底生動物のモデルを機械学習の手法であるランダムフォレスト (RF) と勾配ブースティング (GBM) を用いて構築した。まず、全ての環境変数を予測変数として用いて 5 地点以上に出現した分類群 (136 分類群) の在/不在 (分布) を応答変数とするモデルを構築し、各変数の重要性の平均値を算出した。その後、底生動物の分布予測における流速と水深および瀬・淵類型の寄与を評価するために、水理変数以外の重要性の高い変数 5 つのモデルに加え、5 変数に流速と水深を加えたモデルを構築して比較した。80%

のデータを無作為抽出してモデル構築し、残り 20% のデータを用いた AUC (Area Under Curve) 算出を 10 反復行う交差検証を実施した。水理因子に依存すると考えられる生活型として固着型, 携巢型, 滑行型の底生動物を対象に予測精度の変化を評価した。

3. 結果と考察

全予測変数を用いて RF を構築し、算出した 136 分類群の平均変数重要性を図-1 に示す。最も重要性の高い変数は標高となり、次いで集水面積, 水深, 流速が相対的に重要な変数となった。淵の調査結果を統合することで、瀬のみの調査に基づく既往研究²⁾と比べて水理変数の予測変数としての重要性が大きく向上した。

水理変数を予測変数に用いたモデルにおいて、3 生活型の AUC は上昇し、特に滑行型は RF と GBM の双方にて AUC が有意に増加した (paired t-test, P<0.05)。流速や河床材料の粒径に選好性を有する種 (e.g., アシマダラブユ属) の顕著な精度増加が確認された。

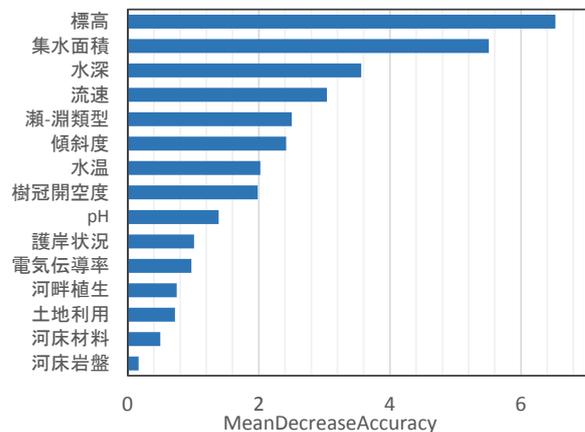


図-1 ランダムフォレストによる 136 分類群の底生動物モデルにおける平均変数重要性

参考文献

- 1) Vezza et al.: Random forests to evaluate biotic interactions in fish distribution models, *Environmental Modelling & Software*, Vol. 67, pp. 173-183, 2015.
- 2) 糠澤ら: 宮崎県小丸川水系の底生動物の個体数変動における餌資源因子の影響評価, *土木学会論文集 B1(水工学)* Vol. 75, No.2, pp. I_511-I_516, 2019.

河畔林内部を飛翔する水生昆虫成虫の空間分布

中川智裕¹⁾, 根岸淳二郎²⁾, 中村太士³⁾, Pongsivapai Pongpet¹⁾,
Alam・MD・Khorshed¹⁾, 山下祥平¹⁾, Wu Junyi¹⁾

1) 北大・環科院, 2) 北大・地環院, 3) 北大・農学研究院

1. はじめに

カゲロウ目, カワゲラ目およびトビケラ目(EPT)は, 幼虫期に河川や湖沼の水域を, また成虫期に隣接する陸域をその生息環境として利用する. 一方で, これらの水生昆虫は生育段階に応じて生息域を変えることにより, 魚類や鳥類など水陸域双方の捕食者に重要な餌資源として利用される. これまで, 河川生態系の保全に向け, サケ科魚類の遡上を可能にする魚道の設置や堰堤の切り下げ, あるいは, 氾濫原環境依存種に配慮した植生管理などの環境配慮型事業が数多く行われている. しかし, 生活史段階で水陸域を広範に利用する水生昆虫について陸域環境まで検討や配慮した事業の事例は数少ない. この一つの理由として, 水生昆虫の陸域環境の利用に関わる詳細が未解明である点が考えられる. 本研究では, 砂礫河川の河畔林にて, EPT の空間分布, および, 分布と微気象条件の関係を調べた.

2. 調査方法

北海道東部十勝川支流札内川の扇状地(セグメント 1) 約 300 m の区間両岸の河畔林 2 箇所(左岸: 450 m×50 m, 右岸: 350 m×120 m) に調査プロットを設置した. 調査プロットをさらに垂直区と水平区に分けた. 垂直区では, 林内 10 または 12 箇所の樹枝に滑車を設置し, ロープを吊り下げた. 1 箇所につき 1 枚または 3 枚の粘着板トラップ(257 mm×100 mm)を高さ 0.65 m から 18 m の範囲に設置した. 水平区では, 園芸用ポール(1800 mm)に, 黄色または青色の粘着板トラップを 10 本ずつ固定し, 設置した. 昆虫採取は 2020 年 6 月 2 日から同年 7 月 16 日まで行い, トラップは約 1 週間ごとに交換した. 回収したトラップは研究室に持ち帰り, EPT を科レベルに分類し個体数を計数した. 計 45 個の気象観測用データロガーをトラップに併設し, トラップ期間中の気温と相対湿度を 30 分毎に計測した. また, 約 10 キロ離れた AMeDAS データを解析に使用した.

3. 結果および考察

5 回の回収によって, カゲロウ目は 709 個体, カワゲラ目は 6207 個体, トビケラ目は 1954 個体が得られた. このうち個体数が多かった上位 5 科を解析に用いた. 多くの分類群は, 水平方向に 100 m 以上, 高さ 15 m 以上にも分布していた. ミドリカワゲラ科を除いた全ての分類群は, 水平方向の距離の増加にしたがって, 個体数は有意に減少した. 全ての分類群は, 中間の高さにおいて, 最も個体数が多かった. 距離, 高さに関わらず, ミドリカワゲラ科の割合が最も多く, 優占していた. 本科は林内の日中の気温の変動係数が高い場所で, 個体数が有意に多かった. また, 風速が大きい時期に, 日中の気温の変動係数が有意に高かった. 以上の結果から, 多くの分類群は河畔林内を水平方向および垂直方向に広い範囲で分布していることが明らかとなった. 地表付近に設置するトラップでは, 個体数の過小評価や分布域の誤解を招く可能性が示唆された. また, 河畔の樹林化が生物相に及ぼす悪影響が数多く報告されてきたが, ミドリカワゲラ科に対して, 再生産の場提供の観点から樹林化による正の影響も考えられた. 一方で, 本科が, 風の影響を受けやすい林内空間を利用していることが示唆された. しかし, そのメカニズムについては不明点残り, 更なる詳細な解析が必要である.

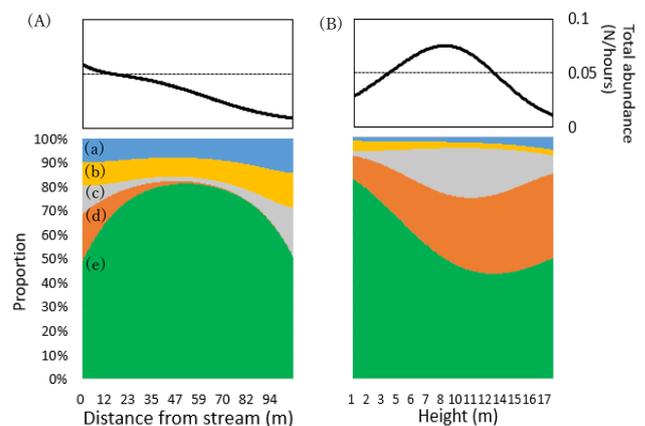


図1 各分類群の距離 (A) および, 高さ (B) に応じた割合を示す. (a) オナシカワゲラ科, (b) ヒラタカゲロウ科, (c) カワリナガレトビケラ科, (d) カワトビケラ科, (e) ミドリカワゲラ科.

Land Use Impact on Water Quality and Stream Invertebrates in Indonesia

O Satrio Budi Prakoso¹⁾, Yo Miyake¹⁾, Wataru Ueda¹⁾, Hatma Suryatmojo²⁾

1) Graduate school of Science and Engineering, Ehime University

2) Faculty of Forestry, Universitas Gadjah Mada

1. Introduction

There is a growing need to understand the impact of catchment land use on stream ecosystems. In Indonesia, the development of agricultural and urban area in catchment was reported to cause water pollution in rivers and streams. However, few studies have focused on the land use impact on invertebrate assemblages in Indonesian streams. In this study, we conducted field survey in Yogyakarta, Indonesia, to evaluate the influence of land use on water quality and invertebrate assemblages.

2. Methods

The field survey was conducted at study sites in 23 streams in Yogyakarta, Indonesia, on May 4-6, 2019. We established study reach in riffle at each site. Surface water sample (250 ml) was taken at each site. Benthic macroinvertebrate were collected by kick sampling using a D-frame net. In laboratory, concentrations of NO₃-N, NO₂-N, NH₄-N and PO₄-P in the water samples were measured using an auto-analyzer. Invertebrates were sorted and identified to the family level. Percentages of land cover (urban, agriculture and forest) were calculated for the catchment of each site. We developed generalized linear models (GLMs) to evaluate the effects of land use on water quality variables and invertebrate metrics (abundance, taxon richness, EPT abundance and richness). Non-metric multidimensional scaling (NMDS) was used to evaluate the changes in invertebrate taxonomic composition among the study sites.

3. Results and Discussion

GLMs revealed that the percent urban area in catchment of each study site showed a significant positive relationship with the concentrations of NO₃-N and PO₄-P in stream water. Invertebrate taxon richness was negatively related to the relative catchment area of urban (Fig.1), positively with that of forest, but not with agriculture. There was a negative relationship between the concentration of NH₄-N and taxon and EPT richness (Fig.2). Furthermore, the results of NMDS showed the loss of intolerant taxa at study sites with intensive land use and high nutrient concentrations (Fig.3). In conclusion, human land use resulted in the reduction in water quality and loss of invertebrate diversity. We suggest that forest regeneration and wastewater treatment are important to restore stream ecosystems in Indonesia.

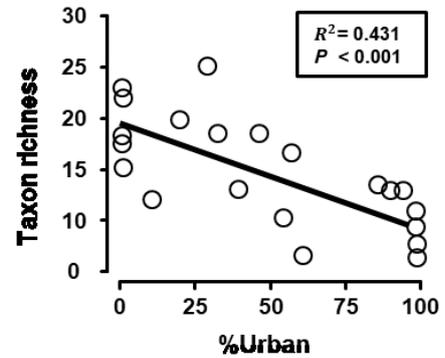


Fig.1. Relationship between invertebrate taxon richness and the relative area of urban land use in catchment.

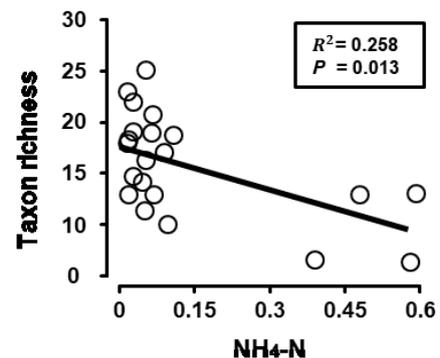


Fig.2. Relationship between taxon richness and the concentration of NH₄-N.

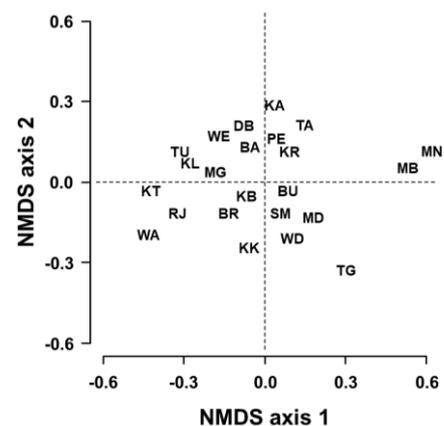


Fig.3. Plot of axis 1 versus 2 for the NMDS of invertebrate abundance.

Influence of multiple stressors on hyporheic organic matter decomposition and macro-invertebrates in a gravel-bed river

MK Alam¹), JN Negishi²), P Pongsivapai¹), T Nakagawa¹), S Yamashita¹)

¹)Graduate school of environmental science, Hokkaido University

²)Faculty of environmental earth science, Hokkaido University

1. Introduction

The anthropogenic activities originated stressors have degraded freshwater systems, affecting the ecosystem function throughout the world¹. Although various stressors have been investigated, majority of them assessed either individual effect or for benthic zone^{2,3}. Multiple stressors may affect ecosystems in different ways compared with the cases with independent effects¹. Hyporheic zone plays key roles in ecosystem functioning of rivers but has received little attention from the perspective of the effects of multiple stressors. Measurements of organic matter decay provides an informative functional metric of hyporheic zone. However, very few attempts have been made on the influential factors for organic matter decay in the hyporheic zone⁴. This study examined how multiple stressors, i.e., dissolved nutrient and fine sediment (fine), affect hyporheic organic matter decay rate.

2. Methodology

The study was conducted from July to November 2019 in the Satsunai river, eastern Hokkaido, Japan. The influence of co-occurring stressors was investigated by utilizing the existing gradient of nutrients (a point source of pollution existed from a wastewater treatment plant) and manipulating the amount of fine. We measured decomposition rates of *Alnus Japonica* dried leaves (3 g each) at a 30 cm depth from streambed. The experiment was conducted at four sites having six sub-sites each; three of each sub-site were either left untouched or treated with fine. PVC-made wells were installed in some pits for water collection. Treatment with fine was made by adding 40 kg fine sediments to treatment pit immediately before returning of excavated sediment to pits. Temperature loggers were buried together with leaves. For nutrient treatments, sites were set up according to the relative position of the point source of pollution having two sites below and above respectively. The water physicochemical parameters were measured during the incubation period of traps.

3. Results and discussions

Significant spatial variability of nitrate concentration was found and the amount of fine sediment in treatment leaves was found to be higher at all the sites. Added fine sediment had the pervasive effect, significantly reducing the decomposition rate whereas, relatively higher nitrate concentration increased the rate as a single stressor. The organic matter decomposition rate was relatively higher at lower sediment level regardless of sites and nutrient levels. However, there was no clear pattern that

supports the interactive effects of two stressors (Figure). The macro-invertebrate shredders (family: Lepidostomatidae) exhibited clear positive response to the higher nutrient level. However, there was no pattern that supports the interaction between two stressors. These results suggested that the macro-invertebrates were the major driving components for organic matter decay process. Furthermore, the microbial activity could contribute as a key biological factor for driving organic matter decay process in the sub-surface zone. Overall, our findings showed the ramification of the multiple stressors on the sub-surface organic matter decomposition process which unraveled the complex mechanisms of this active ecotone.

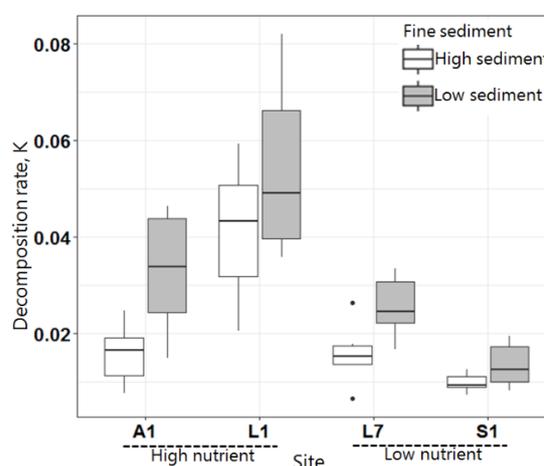


Figure: A plot showing the decomposition rate at different sites at different sediment and nutrient levels

References

- (1) Piggott, J.J., Lange, K., Townsend, C.R., Matthaei, C.D., 2012. Multiple stressors in agricultural streams: a mesocosm study of interactions among raised water temperature, sediment addition and nutrient enrichment. *PLoS One*, 7(11), e49873.
- (2) Wagenhoff, A., Townsend, C.R., Phillips, N., Matthaei, C.D., 2011. Subsidy-stress and multiple-stressor effects along gradients of deposited fine sediment and dissolved nutrients in a regional set of streams and rivers. *Freshwater Biology*, 56, 1916–1936.
- (3) Pesce, S., Fajon, C., Bardot, C., Bonnemoy, F., Portelli, C., Bohatier, J., 2008. Longitudinal changes in microbial planktonic communities of a French river in relation to pesticide and nutrient inputs. *Aquatic Toxicology*, 86, 352–360.
- (4) Cornut, J., Elger, A., Lamrigot, D., Chauvet, E., 2010. Early stages of leaf decomposition are mediated by aquatic fungi in the hyporheic zone of woodland streams. *Freshwater Biology*, 55, 2541–2556.

Estimation of lateral and longitudinal flight dispersal distances of an amphibiotic stonefly, *Alloperla ishikariana*, from the hyporheic zone in a gravel-bed river

Mirza A.T.M. Tanvir Rahman^{1,3}, Junjiro N. Negishi², Md. Khorshed Alam¹, Gao Yiyang¹, Janine Rodulfo Tolod¹, and Pongpet Pongsivapai¹

¹ Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, Japan

² Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, Japan

³ Department of Environmental Sciences, Jahangirnagar University, Bangladesh

Introduction

The life-history traits of amphibiotic insects are not well understood. These insects inhabit in the hyporheic zone (below the riverbed) as larvae and in the terrestrial ecosystem as adults (Gibert *et al.* 1994), however, there is no knowledge concerning their dispersal characteristics. In this study we sought to address this by examining how far amphibiotic insects dispersed away from the channel (laterally) and along upstream or downstream (longitudinally) in a gravel-bed river.

Methods

Alloperla ishikariana was selected as the focal species because it numerically dominates over other amphibites in an 18 km river segment of a 4th-order gravel-bed river in Hokkaido, Japan (Negishi *et al.* 2019). We set Malaise traps at various distances from the channel towards the riparian forest to estimate lateral dispersal distances. An elevated stable nitrogen isotope ratio in downstream larvae, caused by the influence of effluent from a wastewater treatment plant, was used to assess longitudinal dispersals by identifying and tracking adult movements.

Results and Discussion

Laterally, 50th and 90th percentile dispersal distances were 11.66 and 35.09 m for female *A. ishikariana*, and 20.59 and 59.20 m for males, respectively. Longitudinally, 50th and 90th percentile dispersal distances were 0.74 and 1.43 km for females, and 3.11 and 7.87 km for males, respectively. The sex-related difference was clear, and consistent with previous studies that found that females travel less far (Kuusela and Huusko 1996, Petersen *et al.* 1999). A higher number of adults demonstrated upstream movement, suggesting an upstream bias movement in the longitudinal direction of *A. ishikariana* similar with other reported aquatic taxa (Hershey *et al.* 1993, Macneale *et al.* 2005). Overall, amphibiotic

stoneflies did not exhibit distinct dispersal characteristics compared with the results of previous reports on presumably benthic taxa (e.g., Briers *et al.* 2002, Winterbourn *et al.* 2007, Winterbourn and Crowe 2001). Our findings support an improved visualization of a multi-dimensionally connected river ecosystem in terms of material flow, including vertical connectivity.

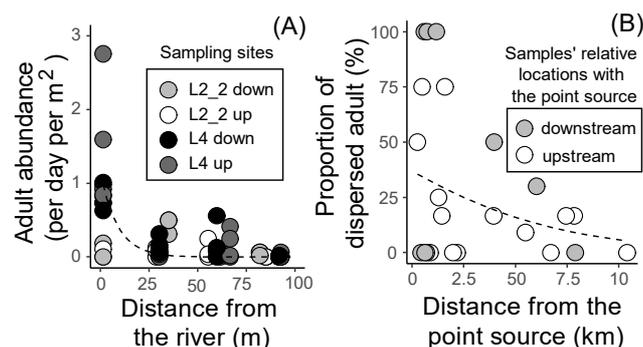


Fig. Lateral (A) and longitudinal (B) dispersals of adult *Alloperla ishikariana*. Dotted lines represent model regression lines

References

- Briers *et al.* (2002) *Archiv für Hydrobiologie* 155:627–644
 Gibert *et al.* (1994) *Groundwater Ecology*, Academic Press Inc., pp 11-13
 Hershey *et al.* (1993) *Ecology* 74:2315–2325
 Kuusela and Huusko (1996) *Ecological Entomology* 21:171–177
 Macneale *et al.* (2005) *Freshwater Biology* 50:1117–1130
 Negishi *et al.* (2019) *Freshwater Science* 38:591–604
 Petersen *et al.* (1999) *Freshwater Biology* 42:401–416
 Winterbourn and Crowe (2001) *Freshwater Biology* 46:1479–1489
 Winterbourn *et al.* (2007) *Fundamental and Applied Limnology* 168:127–135

国営ひたち海浜公園におけるオオウメガサソウの保全に向けて 2

～ 種子生産にかかる調査 ～

佐々木英代*1、秋本淳一*1、渡辺康平*1、稲沢太志*2、小島孝文*2

1：日本工営株式会社、*2：国土交通省関東地方整備局常陸海浜公園事務所

1.はじめに

国営ひたち海浜公園のアカツ林内には、準絶滅危惧種のオオウメガサソウの南限個体群が分布する。公園では保全ゾーンを設け、開花期のみ開放して観察会を行うなど保全及び観光資源としている。一方、国土交通省、および里山パートナーによる定点調査より、オオウメガサソウの著しい減少が明らかとなり、有効な保全対策の実施が急務となっている。

園内では、定点調査に加えて東京大学、茨城県生物多様性研究グループ等により保全に向けた調査研究が実施されている¹⁾³⁾。これらの調査研究の中で、園内のオオウメガサソウの結実率が非常に低い可能性を指摘されていた。

このため、種子繁殖の現状を探るために、訪花昆虫調査、人工交配実験を行った。

に夜間に訪花していた。オオウメガサソウはマルハナバチ媒花とされるが³⁾、マルハナバチの訪花は確認できなかった。

(2) 人工交配実験

- ・オオウメガサソウは自花授粉でも結実可能であった。
- ・人工交配あり区の結実率は50～100%であるのに比べ、人工交配なし区の結実率は10～30%程度であり、人工交配をした場合で結実率が高かった。
- ・人工交配なしの場合、袋がけなし区は結実率が10～35%程度であるのに比べ、袋がけあり区の結実率は10～15%程度と低かった。
- ・種子が充足していたものについて、処理区ごとに果実サイズを比べると、他花受粉>同花受粉>自然状態の順で大きな果実をつけていた。

2. 調査方法

(1) 訪花昆虫調査

蕾をつけたオオウメガサソウ株の前に、タイムラプス専用カメラ、あるいはトレイルカメラを設置し、30秒～5分間隔でタイムラプス撮影を行った。撮影時間は一部機種では24時間実施した。撮影した写真のうち、解析に用いたのは開花開始から花弁が落下するまでとした。

(2) 人工交配実験

下記の5種の操作区を設け、週1回程度の見回りを行って経過を観察した。果実が褐色化したところで回収し、果実のサイズの測定、種子の充実状況を4段階で評価した。

表 操作区の設定

	人工交配	袋掛け	花粉由来
1	あり	あり	他花
2			同花
3		なし	他花
4	なし	あり	
5		なし	

(3) 観察

花の構造、開花から結実までの状況などについて随時観察を行った。

(3) 観察

- ・蕾から開花、結実にいたる過程で花の向き、葯の方向が変化した。花粉の放出は開花直後が最も多かった。また柱頭は蕾のうちから外部に露出し、強い粘性をもち、しばしば小型昆虫が捕捉されていた。

4.まとめ

国営ひたち海浜公園のオオウメガサソウには、小型の生物が多く訪花しており、このため結実率が低いものと考えられた。

しかし、自家不和合性はなく、人工授粉により結実率が上昇することから、種子生産を増やすためには人工授粉は有効であることが明らかとなった。

観察の結果より、花粉が大量に落下する時期は開花初期であり、この時期が人工授粉のタイミングとして適していると考えられた。

3.調査結果

(1) 訪花昆虫調査

- ・カメラによって撮影された生物のうち、綱以下まで同定できたものは9種であった。最も撮影枚数が多かったのはハチ目(アリ科)であり全体の70%以上、次いで、ワラジムシ目(オカダンゴムシ、ワラジムシ目)で7%を占めた。
- ・確認された種はいずれも小型の種が多く、花粉媒介が可能と考えられる種は、ワラジムシ目、ゴキブリ類で、主

<参考文献>

- 1) 伊藤彩乃・庄司顕則・山下由美・遊川知久 2019. 野外播種試験はツツジ科にも有効～日本での分布南限地におけるオオウメガサソウ保全のための取り組み～. 日本緑化工学会誌 44 (3) : 533-536.
- 2) 伊藤彩乃・庄司顕則・糟谷大河・山下由美・遊川知久 2020 世界の分布南限地において危機的状況にあるオオウメガサソウ(ツツジ科)の保全に関する研究.)自然保護助成基金助成成果報告書 vol. 29 199-211
- 3) 本多美佐季・奈良一秀 2018. 絶滅危惧種オオウメガサソウの共生菌と菌従属栄養性. 日本生態学会第65回全国大会
- 4) 阿部恵子・大原 雅 2004. 北海道におけるイチヤクソウ亜科とマルハナバチの生活史の対応関係. 日本生態学会大会講演要旨集, 第51回日本生態学会大会

LED 照明の色の違いが夜行性のトウキョウサンショウウオの活動量に及ぼす影響

堀切もも子 湯谷賢太郎 木更津高専

1. まえがき

現在、トウキョウサンショウウオの個体数は減少しており、環境省のレッドリストにおいて絶滅危惧Ⅱ類 (VU) ¹⁾ に指定されている。その要因として、大規模開発などによる生息地の荒廃が挙げられる。これまで保全に関する研究や活動が行われてきたが、人為的な開発行為がトウキョウサンショウウオに与える影響についての研究は見つからない²⁾。一方で近年、人間による開発の影響として光害が着目されており、セアカサラムンダーや本種について、夜間照明は採餌や繁殖の活動時間を制限する可能性があるとの報告がある³⁾⁴⁾。また、両生類ではスライミーサラムンダーとセアカサラムンダーの 2 種において光の色による行動の変化の違いが確認されているため、本種においても同様に光の色による影響を受けていると考えられる⁵⁾。そのため、本研究では夜間の人工照明の色の違いがトウキョウサンショウウオの活動量に及ぼす影響を知ることが目的として実験を行った。

2. 実験方法

一度の実験でそれぞれ体重が異なるトウキョウサンショウウオ 4 体を用いた。本種 1 体につき実験容器一つを用意し、容器の底面と同じ面積のスポンジを敷き、両脇に隠れ家を置いた。発泡スチロール製の底面から蓋までの高さを 10cm とした脱走防止用ネットを容器に被せた。実験装置の概略図を図 1 に示す。サンショウウオ 1 体につき容器を 1 つ用意し、LED 照明の照度は 1lx に設定して照明の色を変化させて実験を行った。実験個体の夜間行動は、上部に設置されたビデオカメラを用いて撮影した。撮影した動画の中で実験個体が 3×3 のマス間を移動した回数を計測し、それを基に移動距離 (m) を求め、消灯時の移動距離を 100% として活動時間を比較した。

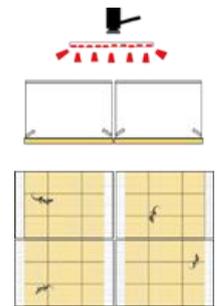


図 1. 実験装置の概略図

3. 結果と考察

まず、光の波長と活動時間 (%) の関係を図 2 に示す。それぞれの色のピーク波長を記号で表し、ピーク波長から短・長波長側に光の強度の合計の 40% の範囲を取り、線分で示した。また、測定を行ったどの色においても既往の研究と同様に、移動距離と体重の間には正の相関関係が見られた (図 3) ⁴⁾。白の光については、含まれる光の波長帯を線分で表した。白と赤の光において、消灯時と比較して活動時間が 40% 以下に留まっており、それ以外の色と比較して少なくなっていることがわかる。また、黄色の光では活動時間が消灯時の約 90% となっており、ほかの色と比較して点灯時の影響を受けていないことが示された。

既往の研究から、トウキョウサンショウウオは可視光が見えていると考えられる⁶⁾。また、海外のとあるカエルの幼生は生息場にある植生の色に似た約 500~600nm の波長 (緑色) に走光性を示すという報告があることから、本実験で黄色の光の下で点灯時の影響が小さくなったのは本種の本来の生息場にある隠れ家や採餌に関するものに黄色のものがあるからではないかと考えられる⁶⁾。一方、落ち葉にタングステンランプを照射して透過率を測定したところ、赤から長波長側の光をよく透過していたため、本種は生息場に赤の波長が届くかどうかで昼夜の区別をしている可能性があり、赤の波長が含まれていた光の下で活動量が少なくなったと考えられる。

参考文献

- 1) 千葉県レッドデータブック改訂委員会 (2011), p. 139, 千葉県環境生活部自然保護課
- 2) 草野保, 川上洋一 (1999), <http://salamander.la.coocan.jp/salamander/chap2.html> (参照 2019-11-30)
- 3) A. Rohacek, B. Buchanan, and S. Wise (2010), 24th International Congress for Conservation Biology 2010 meeting
- 4) 佐野尚毅他. 応用生態工学会第 22 回研究発表会講演集. 2018, p. 131
- 5) F. John Vernberg, The American Midland Naturalist Vol. 54, No. 2, pp. 382-393 1955.
- 6) Martin E. Feder and Warren W. Burggren, The University of Chicago Press, 1992, 646p.

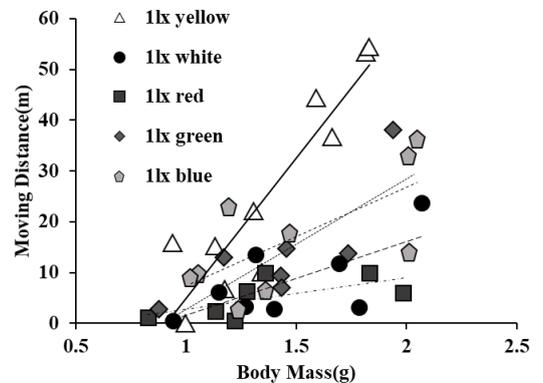


図 2. 光の波長と活動時間 (%) の関係

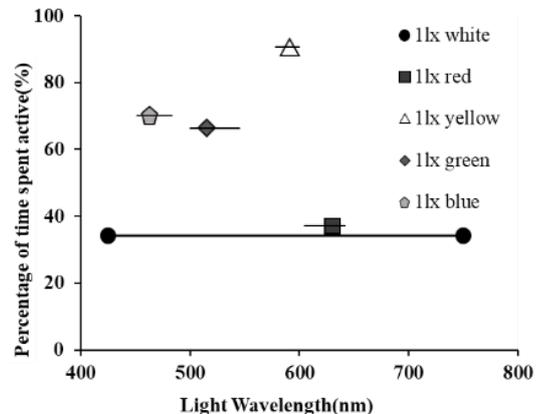


図 3. 各色における体重と移動距離の関係

浅間山管内で確認された稀産種ムツボシクモバチの生態情報について

篠原幸夫¹⁾、野村利幸¹⁾、佐藤典一¹⁾

長野紀章²⁾、土井康義²⁾、柴田閑²⁾、奥田恭介³⁾、大沼尚³⁾

1) 国土交通省 利根川水系砂防事務所, 2) 株式会社建設技術研究所, 3) 株式会社 CTI アウラ

1.はじめに

浅間山山麓の火山砂防事業計画地で実施した環境調査において、県内初記録となるムツボシクモバチ(クモバチ科:環境省レッドリスト準絶滅危惧種)の生息が確認された。本種は河川敷の砂地を中心に戦前の観察記録¹⁾²⁾が得られているが、河川改修などによる生息地の減少により、近年は全国的に確認記録が少なく、隣接する栃木県のレッドデータブックでは絶滅危惧Ⅰ類に指定されている。これまで浅間山山麓のような亜高山域の涸れ沢における生息記録はこれまでに得られていないことから、本種の生息実態と火山砂防事業との関係を明らかにしながら、保全対策に向けた取り組みを報告する。

2.対象種の生態的特徴

文献による本種の特徴を以下に示す。

- ・メスは成体越冬し、3~4月に川原などの砂地でコモリグモ類を狩り、巣穴に運び込み産卵
- ・卵から孵った幼虫はコモリグモ類を食べて成長して蛹化し、秋に成虫が羽化して巣穴から出現
- ・秋に羽化した成虫は巣穴を掘らず、メスのみ越冬



写真 ムツボシクモバチ 左/成虫、右/巣穴

3.生息実態調査

3.1 調査手法

2019年に浅間山山麓の火山砂防事業予定地および周辺域を広く踏査し、成虫の営巣行動および巣穴の位置と環境を記録した。調査時期は、産卵期である春季、婚姻・分散期である夏季および秋季とした。

調査地区は工事着手年度が異なる3地区(A~C)および事業用地外(D)の4地区とした。

3.2 調査結果

確認調査の結果(表1)、成虫は春と秋、巣穴は春に集中して確認された。また、成虫は工事中のA地区で多く、巣穴は工事着手前~工事中のB地区で多く確認され、未着工のC地区では確認されなかった。

春季の成虫による捕獲対象はアライトコモリグモが大半であった。巣穴に運び込んだのち入口を塞ぐことから、確認された巣穴よりも多くの巣穴が存在すると考えられた。

表1 ムツボシクモバチの季節別・地区別確認数

地区区分	工事着手	環境	面積(ha)	成虫			巣穴		
				春	夏	秋	春	夏	秋
A	2015	高木林、造成裸地	55.12	24	6	7	7	0	0
B	2019.8	高木林、造成裸地	34.06	18	0	22	10	0	9
C	未施工	高木林	20.47	6	0	4	1	0	0
D	事業用地外	低木林、自然裸地	20.76	15	0	12	8	0	0
合計				63	6	45	26	0	9

3.3 利用実態(事業との関係)

成虫、巣穴の環境区別確認数(表2)をみると、巣穴は自然裸地・造成裸地の区別なく確認されているものの、植被率が20%を超える場所や敷均しの頻度が高い場所では確認されなかった。また、巣穴が最も多く確認された『敷均しの頻度が低い場所』は、車両通行月1回程度の管理用通路上であった。なお、その後に実施した2020年5月調査では、伐採後1年未満の造成裸地に巣穴が3箇所確認され、造成直後でも敷均し頻度が低ければ速やかに侵入することが伺えた。

一方で成虫は林縁の植被率20%以上の場所でも多く確認されていた。これは乾いた林縁部を好むアライトコモリグモ³⁾を採餌するためと考えられる。

表2 環境区別確認数(春季)

	自然裸地		造成裸地		
	植被率 20%未満	植被率 20%以上	敷均し有 (頻度高)	敷均し有 (頻度低)	敷均し無
巣穴	15	0	0	14	6
成虫	66	3	0	31	14

4.保全対策の検討

本種の営巣地および環境利用状況から、浅間山麓に広がる自然裸地以外に、事業により発生する造成裸地でも生息範囲を拡大していた。観察結果から、巣穴の形成個数の差は、餌場となる林縁部からの距離と植生や敷均しの有無による巣穴の形成しやすさ(表土の硬度など)に依る可能性がある。一方で、植物の根際に潜り込む成虫が確認され、巣穴の入口が確認しにくい草地や樹林地内でも営巣している可能性が示唆された。

本種は春の産卵後から秋の羽化期まで幼虫が地中で過ごすことから、営巣適地における5~9月の土地造成の影響が最も大きいと想定される。このことから、本種の営巣が集中する場所では影響を低減するための対策として以下が挙げられる。

- ・地形改変や舗装を行う場合は、8月~10月の成虫の活動期間に実施する。
- ・幼虫の地中生活期間(6~9月)の土地造成が避けられない場合、営巣期(4~5月)に除草シートや鉄板などで地表を覆い、本種の営巣を抑制する。

本種の生態は未解明であるが、現在判明している情報からは上記の対応で繁殖への影響を低減可能である。

6.謝辞

本稿の作成にあたり、群馬県自然環境調査研究会の小池正之先生、信州大学農学部名誉教授の中村寛志先生に調査や保全対策についてご助言をいただきました。この場をお借りして深く感謝の意を表します。

7.参考文献

- 1) 岩田久二雄(1975h) ハラグロドクグモとムツボシベッコウ 自然観察者の手記 朝日新聞社 357-366
- 2) 丸山工作(1943) ムツボシベッコウバチに就いて 日本蜂類談話会々誌 1(1): 14-19
- 3) 藤井靖浩(1997) 関東平野北西部におけるコモリグモ類(クモ目: コモリグモ科)の生態学的研究 Acta Arachnologica 1997年 46巻 1号 p. 5-18

道路整備における保全対策技術～海浜植生の復元技術事例

栞原 淳 1), 今井久子 1), 出縄二郎 1), 櫻井日出伸 2)
 1) (株)環境アセスメントセンター、2) 国土交通省中部地方整備局四日市港湾事務所

1. はじめに

高松海岸は、開発等によって干潟や砂浜が消滅しつつある三重県の北勢地域（伊勢湾北部）において、半自然海岸として残る貴重な海岸である。この海岸の一部を通過する臨港道路「霞4号幹線」の整備（2018年4月1日開通）では、高松海岸や干潟の多様な機能の保全を目指し、各種の環境保全対策を実施している。本発表では、道路整備に伴い撤去した範囲（約1ha）の海浜植生を復元する、全国的にも少ない技術事例を報告する。

2. 復元方法

海浜植生の復元工事は、「臨港道路霞4号幹線事業実施に伴う懇談会」の助言を踏まえ、2016年の概略検討、2017年の詳細検討を経て、2018年10月24日から2019年1月29日の期間に実施した（図1）。また、復元工事期間中、施工業者に手引書に基づき現地指導した。

(1) 海浜植生の成立条件から目標植生と配植を決定

海浜植生の成立に適した当該海岸における地盤高（図2）を把握し、その結果に基づいて、整備撤去範囲内の復元目標とする植生とそれらの配植を決定した。

(2) 現地で18,440株の海浜植物を調達

復元には4種類の海浜植物（コウボウムギ、コウボウシバ、ケカモノハシ、ハマゴウ）、計18,440株を使用した（表1、写真1）。これらの植栽苗は、高松海岸の地域固有性を考慮し、流通苗の購入や他海岸からの持ち込みなどは行わず、全て当該海岸から調達（採取）した。

(3) 植栽後の手厚い管理（灌水作業）を実施

植栽は、「一日の必要量を調達（採取）し、植栽する」作業を繰り返した（写真2）。水の吸い上げの悪い海浜植物（ハマゴウ）は、調達苗を十分に浸漬してから植栽した（写真3）。特に、復元工事の期間中（毎日）、植栽した全ての箇所を対象に、1箇所ずつ灌水する「集中灌水」を実施し、活着率の向上を図った（写真4）。

3. まとめ

海浜植生の復元を確実にを行うには、海浜植生の成立地盤高を踏まえた目標植生と配植の決定、当該海岸の地域固有性に配慮した植栽する海浜植物の現地調達、植栽後の十分な管理（灌水作業）、これらの一連の工程を適切に実行することが重要である。

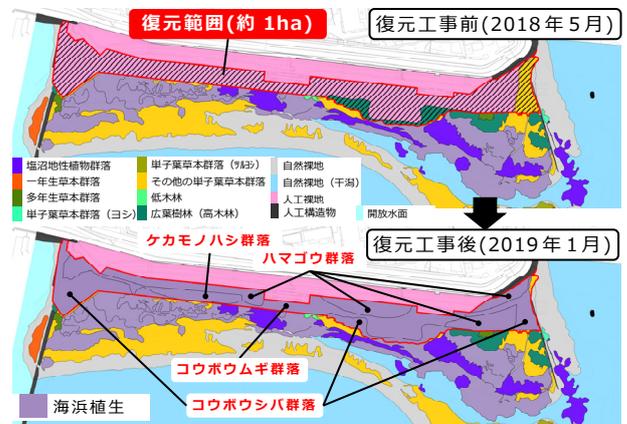


図1 海浜植生の復元工事前後（赤字の群落名は目標植生）

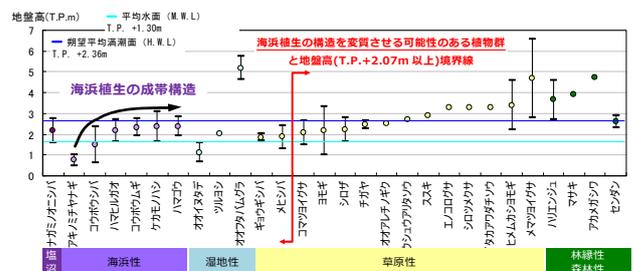


図2 海浜植生と他の植生の成立地盤高の違い（2016年8月調査）

表1 復元に使用した海浜植物とその数量（株数）

植物	数量(株)	植物	数量(株)
コウボウムギ	2,338	ケカモノハシ	318
コウボウシバ	6,290	ハマゴウ	9,494
		計	18,440



写真1 海浜植物調達（ケカモノハシ）
（2018.11.5撮影）



写真2 植栽作業（コウボウシバ）
（2018.11.5撮影）



写真3 調達苗の浸漬（ハマゴウ）
（2018.11.5撮影）



写真4 植栽後の集中灌水の様子
（2018.10.24撮影）

3 次元精密計測による福岡県糸島市姉子浜の「鳴き砂」の保全の検討

九州大学大学院工学研究院 ○清野聡子、オリエンタルコンサルタンツ 對田陽子
フルスケール 木村房夫

1. 目的

砂浜の侵食が深刻化している。その対策のために高速で高精度の地形把握手法の開発が急務である。特に「鳴き砂」の砂浜は、科学的に興味深く、地域の文化財でもある。その維持に地形と砂の条件を満たす管理のためには、対象海岸の微地形の把握、波浪による動態、土砂移動の推定、モニタリングによる順応的管理が必要である。そこで砂浜の動態把握に UAV による 3 次元地形測量を導入した。

2. 研究内容

福岡県糸島市二丈町にある姉子浜は、玄界灘に面する延長約 1.1km の砂浜である(図 1)。当地の「鳴き砂」は市天然記念物に指定されている。砂は背後の山からの小河川からの流下や、岬の岩の崩落、風化により供給されている(図 2)。しかし姉子浜は近年侵食傾向にあり、鳴き砂の浜の劣化が懸念されている。予防保全のためにも状況把握と管理に資する高精度の地形把握が必要となっている。

3 次元地形測量を、2020 年 3 月より季毎に UAV (PHANTOM 4 Pro) による写真撮影にて行った。写真判読では後浜の微地形や海浜植生を指標にし、背後地から汀線までの地形的連続性の保全状態による区域分けを行った(図 3)。後浜の断面形は、鳴き砂の状態が良い(擦過

音が大きい) ◎区域では凸、×区域では凹であり、後浜の堆砂状況と対応していた。

3. 考察

砂浜の 3 次元測量から得られた微地形の情報や連続的な断面群は、従来の汀線測量より格段に多い情報をもたらした。後浜や砂丘の微地形に注目すれば、地形的連続性の喪失や、凹の地形が連続する侵食傾向の区域を判別できる。3 次元地形情報から優先的に対策すべき描出し、海岸管理の現場で役立つ。

「鳴き砂」の海岸は、砂がダイナミックに動きながら背後地から汀線までの地形的連続性を維持する状態の良い砂浜の代表例である。その研究により得られた 3 次元的な特徴は、砂浜管理の目標となると考えられる。

謝辞：本研究は一般社団法人 Civil ユーザグループの技術支援を頂いた。



図 1 糸島市姉子浜 図 2 砂の供給元の磯



図 3 姉子浜の背後地の開発による地形的連続性、後浜幅等による区分と状態評価

北海道で繁殖するオオセグロカモメを対象とした

洋上風力発電センシティブティマップ

佐藤夕夏¹⁾，赤坂卓美¹⁾，藪原佑樹²⁾，風間健太郎³⁾，河口洋一²⁾

1) 帯広畜産大学，2) 徳島大学大学院社会産業理工学研究部

3) 早稲田大学人間科学部

1. はじめに

洋上風力発電は陸上風力発電よりも極めて大きな発電量を持つことから、近年気候変動問題の緩和策として最も有力視されている再生可能エネルギーのひとつである。その一方で、風車への海鳥の衝突等、野生動物への影響も懸念されている。このため、海鳥の生息に配慮した風力発電事業計画のための実用的なセンシティブティマップが求められるが、多くの国で作成されていない。本研究は、海鳥類への影響を最小限にとどめることを目的に、オオセグロカモメ *Larus schistisagus* をケーススタディとし、本種の生息場選択に関わる要因を明らかにし、センシティブティマップを作成した。

2. 調査方法

2018年6-8月に、北海道道東地方に生息するオオセグロカモメ6個体にGPSロガーを装着し、5分間隔で利用場所を特定した。各追跡個体が利用した海域における高頻度利用域を推定するために、位置情報からカーネル密度を算出し、オオセグロカモメの空間利用に関係する要因を明らかにするために、目的変数を各メッシュのカーネル密度、説明変数を海水面温度(°C)、クロロフィルa、水深(m)、営巣地からの距離(m)、海岸および漁港からの最短距離(m)としたフルモデルを、一般化加法混合モデル(GAMMs)を用いて構築した。得られたベストモデルを用いて、物理環境データから各メッシュの利用頻度を推定し、これをセンシティブティマップとした。

3. 結果

6月24日から8月31日までに得られたGPS位置情報は6個体合計62,912点であった。飛翔は特定の方位に限定されていなかったが、カーネル密度推定により利用頻度は、特に東部の沖合や海岸線沿いで高い傾向が認められた。GAMMsの結果、オオセグロカモメの利用頻度は海水面温度、クロロフィルa、および営巣地からの距離が関係しており、海水面温度やクロロフィルaの上昇に伴い増加し、営巣地からの距離に応じて減少した。しかし、営巣地からの距離が25kmを越えた辺りからは横ばいとなった。これらの結果を用いてセンシティブティマップ(図1)を作成したところ、営巣地に近接した海域だけでなく、遠方であっても高リスクの場所が存在していた。

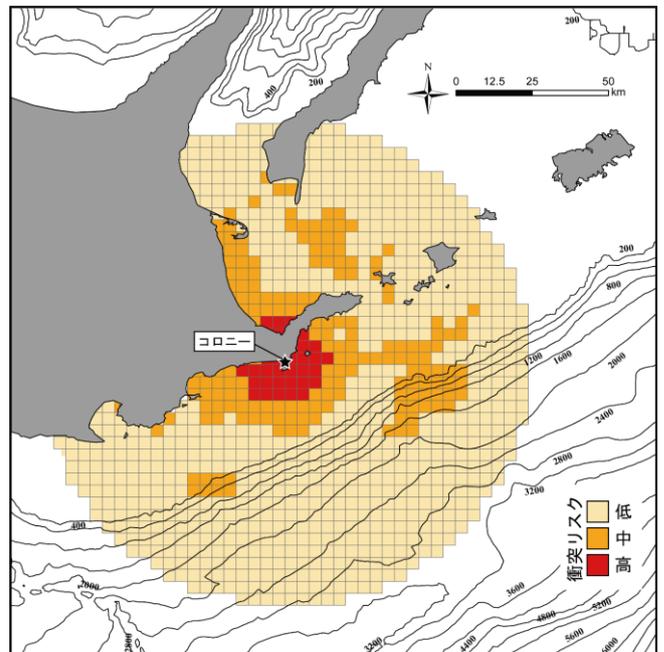


図1. 作成されたセンシティブティマップ。

4. 考察

本研究の結果から、オオセグロカモメに対する風車への衝突リスクは、営巣地の近くだけでなく、潜在的に餌資源量が多い海域であれば、本種が風車に衝突する可能性が高くなることが示唆された。国内での洋上風力発電事業が計画されつつある今日では、本研究で示された手順で緊急にセンシティブティマップを作成し、開発地選択に活用する必要がある。

国内での洋上風力発電事業が計画されつつある今日では、本研究で示された手順で緊急にセンシティブティマップを作成し、開発地選択に活用する必要がある。

応用生態工学会 2020 年度 Web 研究発表会 講演集
2020 年 12 月 01 日 発行

【発 行】

応用生態工学会 2020 年度 Web 研究発表会事務局

応用生態工学会事務局

〒102-0083

東京都千代田区麹町 4-7-5 麹町ロイヤルビル 405 号室

TEL : 03-5216-8401 FAX : 03-5216-8520