



第26回

河川生態学術研究発表会

令和 6 年 11 月 21 日（木） 10：30～17：45

発表要旨



富士川研究グループ

扇状地氾濫原水域における水温変動特性と魚類の生息分布特性

発 表 者： 大槻順朗
山梨大学大学院総合研究部工学域土木環境工学系

要 旨：

流域治水では、治水施策に連動した氾濫原の環境整備が期待されるが、両者の相乗を生むためには、氾濫原水域の環境形成や機能について更なる知見が求められる。扇状地氾濫原水域は河川から取水し、用排水路や水田を開発することで形成された半自然的な水域であり、水域は本川からの取水と地下水の汲み上げや自噴する湧水により形成され、比較的安定的な流況となっている。一方、扇状地河川は夏季にしばしば渇水が生じて瀬切れが生じ、本川と氾濫原水域との間で流量の奪い合いの状況が生じる。また、流量の減少により水温が上昇しやすい状況となっており、本川で 30 度を超える著しい高水温となる一方、扇状地氾濫原水域では湧水の影響を受けて本川よりも水温が低い場があり、夏季の生息場として重要な場となっているかもしれない。

本研究では、扇状地河川および氾濫原水域における水温動態とそれによる生物への影響を評価し、流域治水における氾濫原水域の環境上の価値づけに寄与することを目的に、1 級河川富士川流域の甲府盆地における扇状地河川と扇状地面上の氾濫原水域を対象とした多点での現地調査により、①対象地における水温観測による動態評価、②環境 DNA メタバーコーディング法による対象域の網羅的な季節別魚類生息分布調査を行った。

その結果、扇状地の本川と氾濫原水域では異なる水温変動特性が確認され、特に夏季には本川の高温の河川水が取水されるが、地下水湧出の影響が強い局所的な領域では低水温・安定水域が形成される。魚類相に関しては、扇状地河川本川と氾濫原水域での魚類の出現状況が魚種によって異なり、本川では夏季に出現しなくなる魚種や、夏季にのみ氾濫原水域で出現する魚種が存在する。扇状地氾濫原水域が提供する低水温域と魚類相に明確な特徴は見出せなかったが、温暖化の進行に伴い、貴重な低温生息場環境を提供する可能性があると考えられる。

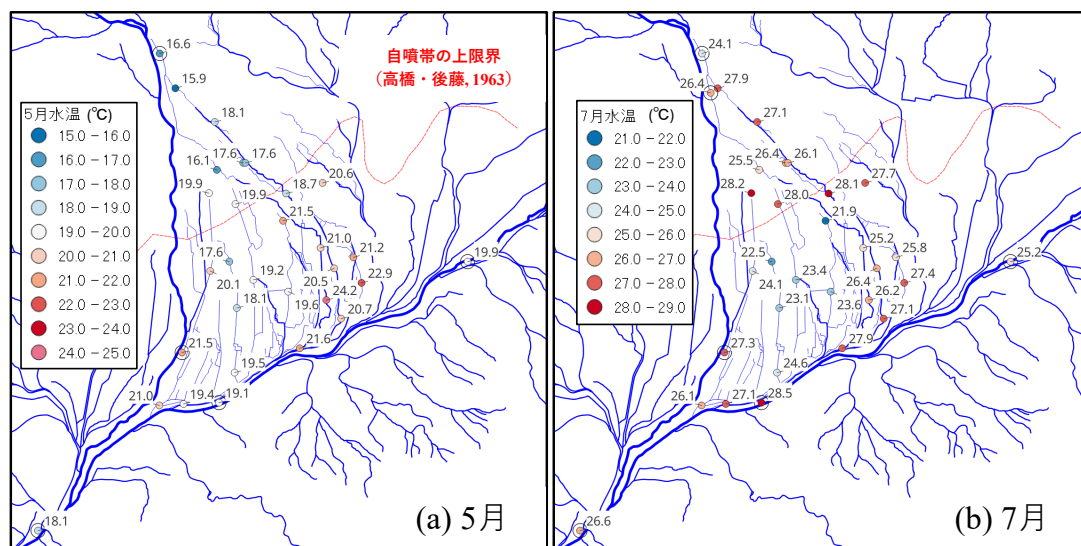


図 季節別の水温観測のスナップショット (丸囲みの地点は本川域の調査地点を示す)

長良川研究グループ

長良川研究グループの研究概要

発 表 者： 萱場祐一
名古屋工業大学

要 旨：

長良川研究グループでは、長良川とその流域を対象として R5 年より 5 か年の予定で (R4 は FS) 以下の 4 つの視点で研究を進めている。本発表では、研究概要を概説するとともに、特に、河道掘削を巡る河川環境の予測・評価については河川環境目標との関係も論点の一つとして説明を行いたい。

<研究概要>

①対象流域において気候変動が進んだ場合を想定した流域治水シナリオを設定する。②生物生息空間としての機能を有している浸透・貯留空間を流域治水シナリオに基づき配置した際の流域スケールでの生物多様性の予測・評価を行う。また、③任意の河道分担流量を流下させた場合の河道掘削を行った後の陸域・水域の河道地形・植生の変化を適切に予測する手法の開発を行う。④③の成果を活用して、流域治水シナリオに応じた河道分担流量に対応する河道掘削を行った際の河道内での生物多様性の予測・評価を行う。これらの成果を活用して、最終的には、流域治水が進んだ場合の浸透・貯留量の増加と流域における生物多様性の向上、そして、河道分担流量の抑制に伴う河道掘削ボリュームの低減が河道の生物多様性の向上、を統合的に評価し、流域治水シナリオの進展に応じた流域－河道における包括的な生物多様性を明らかにする。

<河道掘削を巡る河川環境の予測・評価>

この中で、③については、河道を陸域と水域に分け、それぞれの領域において生物多様性を評価する方法、予測する方法の開発を行い、また、この方法を用いて、河道掘削後の生物多様性を推定し、最適な河道掘削断面（生物多様性の損失を最小化・最大化する）を設定するための技術開発を行っている。また、予測・評価対象は河川環境目標の設定とも関係するため、この点を視野に入れる必要があるだろう。

陸域における評価対象は植生を基本とするが、植生分類を基本とする景観パッチがシフティングすることも考慮した検討を行っている。水域における予測・評価の対象は瀬淵構造とするが、瀬淵構造とその生態的機能については明確な結び付きがなされていない要素が多く、河道掘削に伴う瀬淵構造の微妙な変化が河川生態系に及ぼす影響については不明な点が多い。本研究では、この点にも着目した研究を行っている。

本発表では、研究概要として全体のフレームを説明した上で、特に、③については、現在の進捗状況を紹介する。

流域治水の整備に伴うハビタット多様性変化の推定

発 表 者： 溝口裕太
土木研究所自然共生研究センター

要 旨：

1. はじめに

気候変動下において将来の洪水時の流量は約 1.2 倍、発生頻度は約 2 倍と推定され、災害の激甚化・頻発化が懸念されている。昨今、総合的かつ多層的な水災害対策である流域治水が全国的に浸透しつつあり、複数の流域治水メニューのうち、グリーンインフラの活用が期待されている。本研究では、グリーンインフラを生かした流域治水を推進することで、生物多様性の回復に貢献するのかが明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

長良川の支川である津保川の集水域を対象とした。津保川集水域の基礎情報を収集した上で、土地利用を河川、湖沼・ため池、水田、畑地、樹林、都市の 6 項目に集約した。治水・環境面の効果を明確にするために、流域治水シナリオを仮定した上で、(1)治水効果、(2)土地被覆の多様性変化、(3)生物生息環境の改善効果の試算を試みた。まず、シナリオは、谷戸地形と未利用田を標高情報と衛星画像を用いて抽出し、それらに貯水、浸透機能を付与するケースを仮定した。その上で、(1)は過去の降雨波形を対象とした降雨流出解析、(2)は Simpson の多様度指数をベースに考案した指標 $D^{(1)}$ の計算、(3)は 10 種のトンボ類を対象とした Maxent モデルによる生息適地面積の計算を行い、現在の土地利用と流域治水シナリオの土地利用による違いを比較した。

3. 結果と考察

流域治水シナリオとして貯水、浸透機能を付与する谷戸と未利用田は、それぞれ約 12.3km²、約 0.33km² が津保川集水域（約 293km²）において抽出された（図 1）。(1)治水効果は、過去 3 ケースの降雨流出解析から、現在の土地利用よりも、シナリオにおいてピーク流量が 6%ほど低減した。(2)土地被覆の多様性変化は、指標 D の流域平均が 0.138 から 0.186 に上昇した。

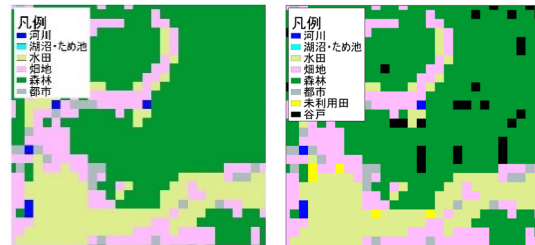


図 1 土地利用の変化 (左:現在 右:シナリオ)

(3) 生物生息環境の改善効果は、トンボの生息適地面積が明瞭に拡大したのは 2 種、減少したのは 2 種となり、種により応答が異なった。本研究で構築した Maxent モデルは対象種に限られること、森林の調査地点が少ないことが一因として考えられ、引き続き調査データの充実を図ることが重要である。

4. まとめ

本研究で仮定する流域治水シナリオを実施することで、ピーク流量の低減などの治水効果に加えて、土地被覆の多様度指数の向上が期待される。しかしながら、トンボ類の生息適地面積については、種ごとに応答が異なるため、本研究で仮定したシナリオだけでは必ずしも自然環境の質の向上につながらない可能性が示唆された。

参考文献

1) 安形仁宏, 森照貴, 東川航: 流域治水の推進によるハビタット多様性変化推定の試み, 応用生態工学会第 26 回京都大会, PF-4, 2023.

長良川本川および支川における沈水植物の分布と生育環境

発 表 者： 片桐浩司
帝京科学大学自然環境学科

要 旨：

1 はじめに

河川の氾濫原水域は、急減する沈水植物の数少ないハビタットのひとつである。河川の沈水植物群落を対象にした研究はきわめて少ないが、著者らによる揖斐川における研究では、沈水植物群落のほとんどは河川沿いのワンド、たまりに成立した。ワンドとたまりでは沈水植物の構成種が大きく異なったが、この要因として、揖斐川の流路内には支川より大量の外来種の切れ藻が流下しており、本川と常時接続するワンドで外来種が優占したことがあげられた。

本研究では、河床低下等により良好なワンドやたまりがみられない長良川を対象として、本川と支川における沈水植物群落の分布状況を把握した。さらに沈水植物群落の成立に必要な条件について把握した。長良川本川 23～54km の約 31km と、長良川に流入する 9 つの支川を研究対象地とした。

2 方法

水国の 1997 年、2002 年、2011 年の調査結果を用いて、沈水植物群落の位置と箇所数を整理した。2023 年から 2024 年にかけて、本川流路 50 地点、河岸 21 地点のほか、たまり 9 地点、ワンド 8 地点に調査区を設定し、現地で植物の被度(%), 環境条件（河岸からの距離、水深、流速、河床材料）を記録した。統計解析として、植生のありなしでの環境条件の比較にマンホイットニーU 検定、本川、ワンド、たまり等の比較に Kruskal wallis test, Steel dwass の全群比較を用いた。

3 結果と考察

長良川本川における沈水植物の分布は、揖斐川のようなワンドやたまりではなく、いずれも流路内であった。環境条件の解析から、河岸から 6m の範囲内で、水深が浅く（180cm 未満）、流れの緩やかな砂上に定着していた。

長良川の支川、とくに右岸側から流入する支川には、オオカナダモ、コウガイモ、ササバモなど種数、バイオマスともにきわめて豊富な沈水植物相がみられた。オオカナダモ、ササバモなど支川に広く分布する種については、長良川との合流部付近で多量の切れ藻の流下が確認された。支川で発生したこうした切れ藻や種子が、水流によって下流へと分散し、本川河岸に定着したものと考えられる。

長良川では、ワンド、たまりに沈水植物がほとんどみられず、揖斐川とは大きく異なる結果となった。ワンド、たまりの透視度は低く、多くの水域で緑藻類やアオコの増殖がみられた。河床低下に伴い、ワンド、たまりが孤立化し富栄養化が進行していることが示唆された。一方で、揖斐川とは異なり、長良川では本川流路内に広く沈水植物群落が成立していた。この要因のひとつとして、揖斐川に比べ長良川の濁度が低いために（国土交通省水文水質データベースによる）、河岸付近の浅い水底に十分な光が届いていることが示唆された。今後は、支川と本川の連結性の解析や、本川流路内での種の定着条件、群落が長期的に維持される要因について把握する必要がある。

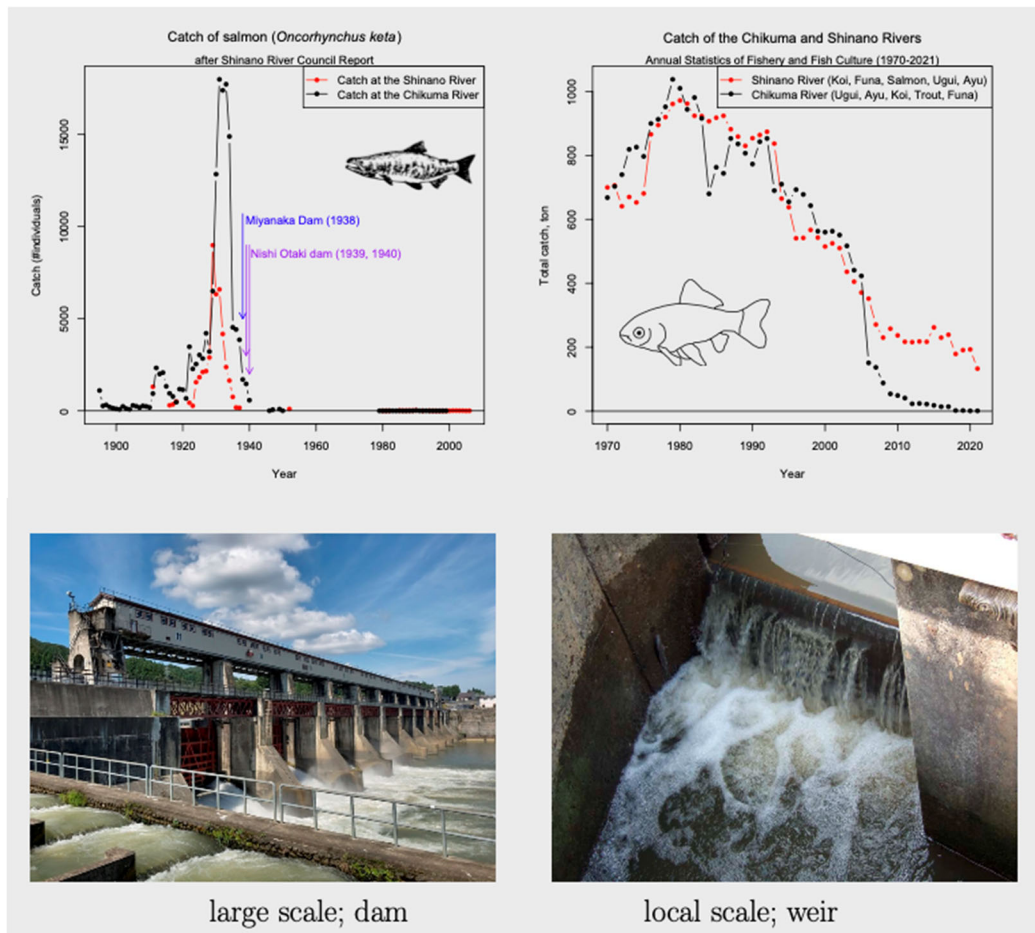
千曲川・信濃川研究グループ

On the importance of habitat continuity for riverine ecosystems and related restoration measures

発表者： Hiroshi Hakoyama
Institute of Freshwater Biology, Nagano University

要 旨：

Freshwater fishes use a variety of habitats through dispersal and migration. Habitat fragmentation and flood disturbances that interfere with such habitat use are increasingly affecting the movement and distribution of freshwater organisms and the persistence of populations. Using the Chikuma and Shinano River systems as our primary field, we aim to comprehend the habitat connectivity of freshwater organisms, particularly fish, and the influence of river disturbances and runoff-induced alterations on this connectivity. We will also investigate their effects on metapopulation structure, persistence, community dynamics, and organism interactions. Additionally, we will assess the impact of environmental factors, including water quality, on organism distribution. To track the movement of freshwater organisms, we will develop new video monitoring technology for various fish species. Finally, our research will evaluate how river structure and flood disturbance affect fish migration and propose strategies to restore fish habitat use throughout the Chikuma and Shinano River systems, including the improvement of fish passages.



Effects of water flow velocity on metabolic functionality of freshwater epilithic biofilms: a field and laboratory study

発表者: Alessandra CERA, Sakie KODAMA, Hiroshi HAKOYAMA
Institute of Freshwater Biology, Nagano University

要旨: Freshwater microorganisms can form a complex community on submerged rocks in streams, called biofilm. The biofilms are at the base of the food web and contribute to cycle of carbon and nutrients, thus they assume a significant functional role. The catalysis of carbon sources by biofilm is investigated for a better understanding of the effect of disturbances on microbial metabolic activity. Both field observations and laboratory experiments were performed. We used EcoPlates to measure the catalysis of carbon sources. Data from EcoPlates provided a community-level metabolic profile for each sample, which was analysed by linear mixed effects model by the software R.

1st field study: epilithic biofilm samples were taken by a pool and run area 10 m apart in Chikuma River (Ueda City) and showed significantly higher metabolic activity in the run. Based on this result, a more elaborated field study was carried out.

2nd field study: 3 rivers were sampled (Chikuma, Hiru, Urano). Epilithic biofilm was taken from pools, runs, and riffles. The catabolic activity was significantly increased in samples from riffles (Figure 1b) and from Hiru River (Figure 1a). A laboratory experiment was deemed necessary to clarify the relationship observed.

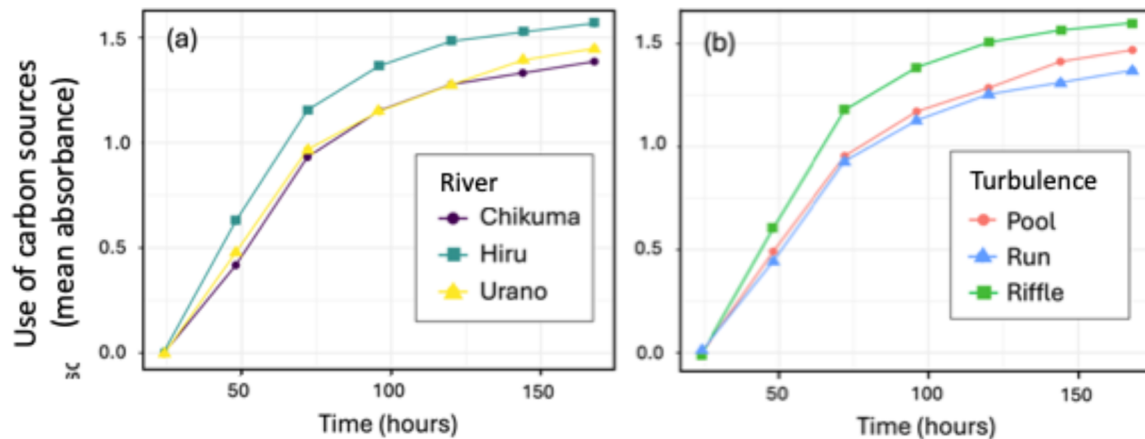
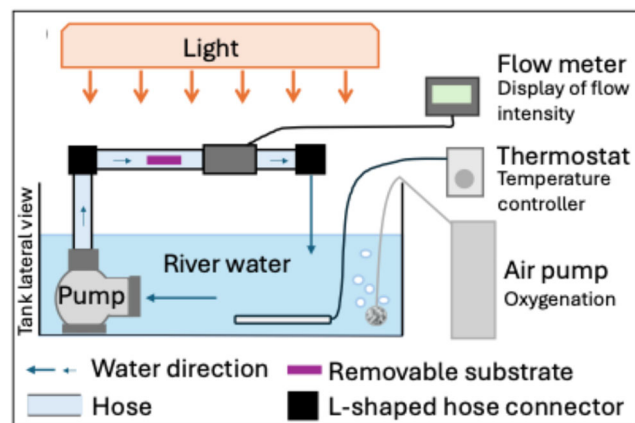


Figure 1. Catabolic activity of biofilm samples measured by absorbance values expressed by (a) river and (b) water turbulence. The samples are incubated at constant temperature for 168 hours and measured every 24 hours.

Laboratory experiment: biofilm was grown on 4 substrates placed in 4 tanks (Figure 2), each with a different intensity of disturbance by water flow. The results will quantify the catabolic activity at specific water flow intensities, clarifying the effect of water flow disturbance on the biofilm metabolism.

Figure 2. Scheme of the experimental tanks.



River fragmentation at the local scale: effects on biodiversity

発表者： Leanne FAULKS*, Alessandra CERA, Sakie KODAMA, Hiroshi HAKOYAMA
Institute of Freshwater Biology, Nagano University

要 旨：

Aims

1. Examine the connectivity between tributaries and the mainstream of Chikuma River at a local scale around Ueda city, Nagano Prefecture.
2. Assess the diversity and abundance of freshwater taxa in fragmented and connected tributaries.
3. Understand the response of different trophic levels to fragmentation.
4. Assess the genetic structure of *Rhynchocypris lagowskii steindachneri* (aburahaya) across the local survey area.

Methods

We examined satellite imagery and conducted on-site inspections to find and measure small scale barriers like weirs across the study area. We selected 18 sampling sites for the assessment of habitat, fish and macroinvertebrate diversity as well as biofilm microorganism metabolism. Fish diversity was assessed by eDNA and electrofishing surveys. Macroinvertebrate diversity was assessed by kick-net sampling and microorganism metabolism was assessed by using EcoPlates. We collected *R. l. steindachneri* from 19 sites and performed genetic structure analyses based on 1026 SNPs derived from the Gras-Di method. We used univariate and multivariate modelling to determine if the different levels of biodiversity were best explained by habitat heterogeneity, natural isolation, and/or fragmentation by barriers.

Results

Preliminary results indicate that natural isolation and fragmentation by barriers reduces fish taxa diversity and fish community genetic diversity. In addition, the genetic structure of six fish species (based on eDNA) was significantly correlated with the number of barriers (Mantel test $p=0.001$, Mantel's $r = 0.58$, see also Figure 1).

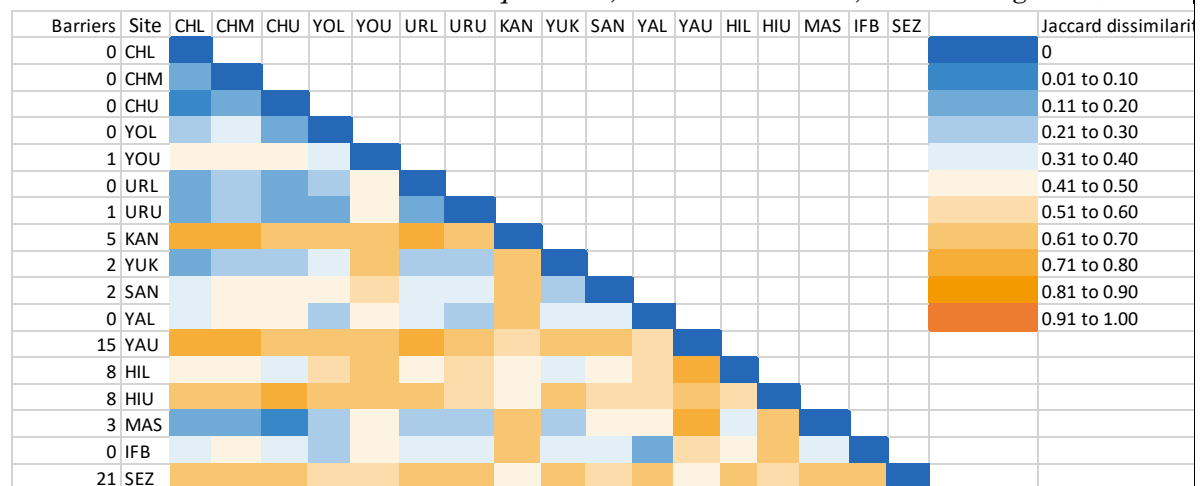


Figure 1. Jaccard dissimilarity (based on eDNA haplotypes detected in six fish species) between local survey sites. Orange indicates high dissimilarity, i.e., higher genetic differentiation. Sites with high genetic differentiation were also more fragmented from the mainstream (had a higher number of barriers).

横断測量データと航空写真からみた千曲川中流域における河道変遷

発表者： 井土貴斗，吉村芽唯，*豊田政史
信州大学工学部

要 旨：

【目的】

日本の河川において、全国的に樹林化や砂州の減少傾向がいわれているが、河道地形の変遷に着目して定量的に評価した研究はあまりみられない。本研究では、信濃川水系の千曲川中流域において、河道内の土砂動態と流路形態に着目し、約 45 年間（1976 年～2020 年）の河道地形の変遷を把握する。さらに、令和元年東日本台風の発生前後における地形変化を明らかにし、出水が千曲川の河道地形に及ぼした影響について検討を行う。

【方法】

千曲川中流域の距離標 109km～22km を対象区間とした。浅野ら（2004）を参考にして、図-1 のように、千曲川中流域を地形要因に基づいて 7 つの区間に分け、横断測量データと航空写真から土砂動態と流路形態にかかわる河川水理量（河道内土砂量、屈曲度、結節網状度など）の経年変化を求めた。

【結果】

昭和 51（1976）年～令和 2（2020）年の河道の地形変遷を検討した結果、千曲川中流域全体における河道内土砂量の変動幅は経年的に大きくなっており、この期間全体でみると土砂量は増加していた。流路形態に大きな変化はみられなかったものの、結節網状度は減少し、直線的な流路を形成する傾向にあった（図-2 参照）。

令和元年東日本台風の発生前後において、河道内土砂量は、特に河床勾配の大きい区間①では減少、立ヶ花狭窄部手前の区間④では増加傾向にあり、千曲川中流域全体でみると土砂量は増加していた。流路形態については、区間①を含む距離標 100km 付近より上流では結節網状度が大きく減少していたことから、流路の変化や中州の減少などの変化が顕著にみられた。

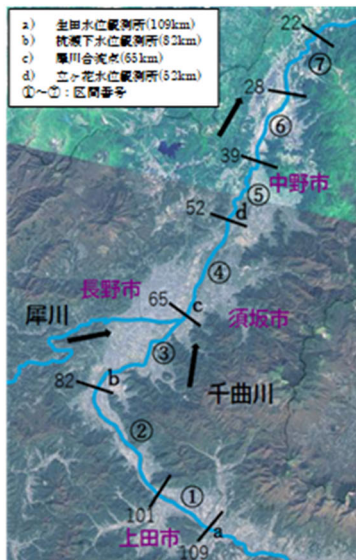


図-1 千曲川中流域の区分

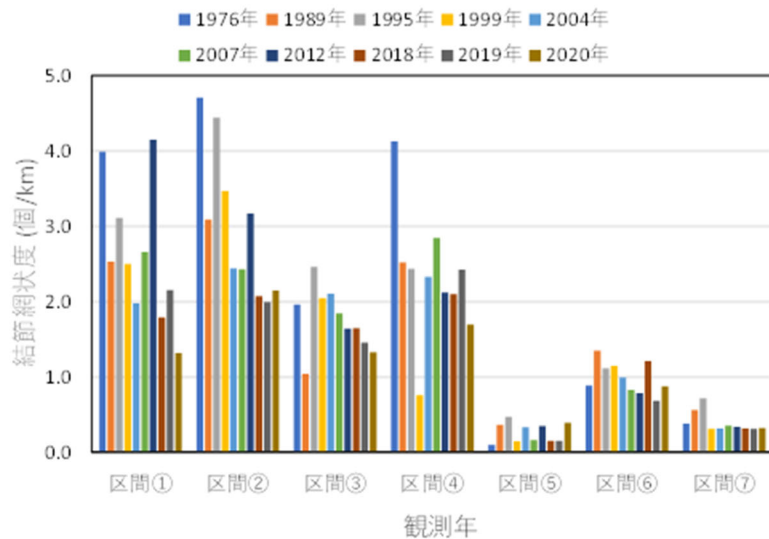


図-2 結節網状度の経年変化

参考文献

浅野誠一郎ら（2004）：横断測量データおよび航空写真を用いた千曲川中流域における河道の縦横断形状の変化に関する研究，応用測量論文集，15，109-115。

筑後川研究グループ

平成 29 年 7 月九州北部豪雨からの河川生態系の回復および災害復旧の影響 ：全体概要

発 表 者： 鬼倉 徳雄
九州大学大学院

要 旨：

平成 29 年 7 月九州北部豪雨は、福岡県南部（特に朝倉市・東峰村）を中心に線状降水帯が形成、維持されて、同じ場所に時間雨量 100mm を超えるような猛烈な雨が降り続いた結果、多数の山地崩壊が起これ、筑後川中流右岸に注ぐ幾つかの支川に大量の土砂が流入、甚大な被害をもたらした。幾つかの支流で河川生態系に大きなインパクトを与えたことが知られている。この災害については応用生態工学会で災害調査団を結成し、災害直後のデータを集積したが、本研究はその時のメンバーを中心に、新たな視点や技術で、その後の追跡調査を実施できる新規メンバーを加えて行っている。

主に、北部豪雨のインパクト、災害時に生物を担保した構造、その後の生物と物理場の回復（表層地質の違いに着目しながら水生昆虫で評価：広域については環境 DNA 定量メタバで魚類を指標）、個体群回復初期の遺伝的集団構造とその後の回復（タカハヤ、ヨコエビ）、そして、災害復旧等の河川改修によるインパクト（魚類、ヒメドロムシ類）などを調査している。また、災害復旧時の環境目標設定、重要河川・重要地の選定、回復が早い魚種の予測、流域の災害史、フミン酸の動態など、その研究は多岐にわたる。そして、最近では、矢部川水系や六角川水系でも調査を開始し、本調査地だけでは不明確な知見を補完するための情報を集積している。また、令和 5 年に起こった豪雨との比較も行われている。以下に、得られた知見の概略を示す。

豪雨のインパクト：魚類の種数は最小で 0。地形変化量とストリームパワーで説明可能。

生物を担保した構造：ダム・ため池、本川、被害が小さかった支流、中流左岸支流（定量メタバで DNA 量の増加を確認）、（廻水路などの人工河川）

被害軽減（あるいは被害ゼロ）：伝統工法（野鳥川）、越水・内水氾濫等（桂川下流域、六角川下流域）、ダム貯留による放水量調整（小石原川：江川ダム）、廻水路（矢部川水系）

魚類の回復：災害発生後、回復が早いと予想されたタカハヤから徐々に回復（遺伝的多様性も上昇。ため池の上で顕著）。魚類の種数が 0 から急激な回復（赤谷川：本流と支川の大山川から加入）。

水生昆虫類の回復：地質により回復に要する時間に相違（河床の回復も同様。花崗岩河川の回復が生物・河床材料とも遅い）。水枯れ等の発生による負の影響（水文の変化？）

河川改修インパクト大：研究の途中より河川改修が本格化し、多くの河川で生物に大きな負の影響を与えたことを確認（上流域：ヒメドロムシ類など、下流域：タナゴ類など）。単なる生物の回復遅れだけでなく、将来回復しない種がでる可能性大（生物に無配慮な構造が多）。短期間で全川改修の桂川下流では（豪雨の生物影響はなかったにもかかわらず）、改修で魚類の種数減少。種の保存法指定種の緊急避難・人工繁殖と再導入を実施（現在、産官学民協同事業に発展）。

改修インパクト小：上記の被害軽減河川（伝統工法・ダム）のうち小規模改修や掘削で対応できた河川

H29 と R5 の比較：R5 豪雨後の小石原川中流魚類相は大幅に変化。ダムによる被害軽減効果が H29 ほど働かなかった（H29 は環境 DNA メタバで確認）。上流側の江川ダムの豪雨前の貯水量と豪雨中の放水量に左右されたと判断（H29 は梅雨期の降水量が少なかったため、洪水調節容量を持たないダムも貯水により効果を発揮した）

土石流後の溪流生態系の変化

発 表 者： 一柳英隆¹⁾²⁾，佐藤辰郎³⁾，伊豫岡宏樹⁴⁾
 1) 熊本大学，2) 熊本県立大学，3) 九州大学，4) 九州産業大学

要 旨：

斜面崩壊や土石流を受けた溪流河道は、河床構成材料の移動、河岸等からの流入物の堆積により、物理特性が大きく改変される。それらの生息基盤の攪乱・改変により、そこに成立する生態系も影響をうける。その後、時間の経過とともに、ステッププール構造と河床材料構成の変化により徐々に河道の物理的特性は変わっていくと推測される。溪流生態系の群集構造もそれに応じて変化すると考えられる。

また、地質に由来する岩盤の固さや崩壊特性、勾配に関連して、河道における侵食・堆積の傾向、河道内に堆積した土砂の粒度組成に河川間で違いがあるため、地質が異なれば、攪乱時の河道の変化の様相が異なり、また、そこからの回復の傾向も異なることも予想できる。

平成 29 年 7 月九州北部豪雨では、筑後川中流部右岸山地部の多くの溪流が大規模に改変された。我々は、豪雨直後から、地質が異なる複数の溪流（花崗岩、泥質片岩、安山岩）に調査地点を設け、河道構造、河床材料構成、底生動物群集のモニタリングを継続してきた。ここでは、その豪雨による攪乱の直後から数年にわたる変化を報告する。

花崗岩、泥質片岩の溪流は、攪乱直後には細かな河床材が多く、それに埋められることにより河道が平坦化した。その後、細粒分が徐々に抜け、大きな攪乱を受けなかった溪流に近づきつつあるが、下流に砂防ダムが新設された泥質片岩の溪流では、出水により堆砂が進んだ区間での再度の細粒化、瀬切れが見られた。

安山岩の溪流は、攪乱直後も細粒で覆われることがなく、その後は大きな変化が認められていない。

底生動物のうち、コカゲロウ科は、攪乱直後から個体数が多かった分類群であり、3 年後には対照地点との差はほぼなくなった。ヒラタカゲロウ科は、直後には対照地点との差があるものの、かなり近づきつつある。オドリバエ科は、対照地点よりも攪乱地点の方が直後に多かったものの、その後減少し、対照地点に近づきつつある。ヒメドロムシ科は安山岩では比較的対照地点に近いものの、とくに花崗岩や泥質片岩では差が大きく、回復がかなり遅いと考えられた。底生動物全体の種数で見た場合、花崗岩、泥質片岩、安山岩の順に回復が遅く、4-5 年では、どの河川も攪乱を受けなかった河川の種数には達しなかった。また、河道の物理環境の回復に沿わない底生動物群集の変化も見られた。それについては、当日ポスターで言及したい。

筑後川における環境 DNA 定量メタバーコーディングを用いた九州北部豪雨後の魚類群集モニタリング～2017 年から 2023 年にかけての変遷～

発 表 者： 乾 隆帝¹・赤松良久²・中尾遼平²

1：福岡工業大学社会環境学部，2：山口大学大学院創成科学研究科

要 旨：

1. はじめに

筑後川流域は、平成 29 年 7 月九州北部豪雨により多大な被害を受けた。大規模災害による生態系への影響や、災害後の生態系の回復過程を明らかにすることは、筑後川だけでなく他の流域における河川管理および生態系保全に有用であると考えられる。よって本研究では、筑後川において魚類を対象に、環境 DNA 定量メタバーコーディングを用いて大規模災害直後（2017 年）、2 年後（2019 年）、4 年後（2021 年）および 6 年後（2023 年）の分布状況の比較を試みた。

2. 調査方法

筑後川水系のうち、九州北部豪雨での被害が大きかった 9 河川（以下被災地支川）19 地点と、対照区として被害の小さかった 6 河川（以下対照区支川）15 地点、そして当該エリアの筑後川本川 20 地点の計 54 地点を対象に、で表層水 1L の採水をおこなった。採取した水サンプルは、濾過、DNA の抽出後、定量メタバーコーディング法（qMiFish, Ushio et al. 2018）を用いた分析をおこなった。さらに、得られた結果を基に、2017 年、2019 年、2021 年および 2023 年で、各地点における在来淡水魚類の環境 DNA 濃度および種数の比較をおこなった。

3. 結果と考察

筑後川水系における 4 年間の調査で、全 43 種の在来淡水魚類が確認された。2017 年は 41 種、2019 年は 39 種、2021 年は 41 種、2023 年は 41 種と、流域全体としての検出種数は毎年ほぼ同じであった。全地点の在来淡水魚の環境 DNA 濃度の平均値は、2017 年が 20696 copies/L、2019 年が 15059 copies/L、2021 年が 226552 copies/L、2023 年が 117366 copies/L となり、2021 年が最も高く、2019 年が最も低かった。

支川各地点における各調査の在来淡水魚の環境 DNA 濃度を、前回調査時の在来淡水魚の環境 DNA 濃度で割った数値を用いて、各地点の在来淡水魚の環境 DNA 濃度の推移を見たところ、(a) 2017 年から 2023 年にかけて増加し続けた地点、(b) 2017 年から 2021 年まで増加し続け 2023 年に減少した地点、(c) 2019 年に減少、それ以降は増加し続けた地点、(d) 2019 年に減少、2021 年に増加、2023 年に減少した地点、(e) 2021 年まで減少し続け、2023 年に増加した地点、に区分することが出来た。(a) および (b) には、小野川、大肥川、佐田川、桂川など、主に 2017 年の豪雨災害の被害の大きかった北岸側の支川の地点が主に含まれていた。(c) および (d) には、巨瀬川や宝満川など、2017 年の豪雨被害が小さかった支川の地点が主に含まれていた。(e) には赤谷川のみが含まれていた。これらの結果から、2017 年の豪雨被害の大きかった河川は、2017 年から 2021 年まで在来淡水魚の生物量が増加し続けた一方、2017 年の豪雨被害の小さかった河川は、2019 年に一度生物量が減少した後 2021 年にかけて生物量が増加するという特徴が見出された。また、2021 年から 2023 年の生物量の増減については、2017 年の豪雨被害との関係性は見いだせなかったため、2021 年から 2023 年にかけての環境の変化が影響を及ぼしている可能性が示唆された。

災害後のタカハヤの遺伝的多様性の回復プロセス

発 表 者： 栗田喜久 1)・鹿野雄一 2)・鬼倉徳雄 1)
1) 九大院農, 2) 九州オープンユニバーシティ

要 旨：

2017 年に発生した九州北部豪雨によって、複数の被災河川において魚類の生物量の激減が生じたことが、当研究グループの調査によって明らかとなった（菅野ほか 2020）。一方で、その後の調査から、被災河川においても一部の魚介類は、いち早く生物量を回復していることが判明した。国内における既往研究では、一度河川災害によって壊滅したと考えられる地点での個体群の回復プロセスについてはほとんど知見がないが、被災地域では強いボトルネックにより遺伝的多様性が周辺の非被災地地域にくらべ低くなり、徐々に遺伝的多様性が回復すると予測される。そこで本研究では、災害直後から複数の地点で個体群の回復が見られたタカハヤを対象に、遺伝的多様性の回復プロセスの解明を目的とし、2020～2023 年度にかけて筑後川流域（図 1）にて採取したサンプルの遺伝的多様性を評価し、地点間および年度間で比較した。

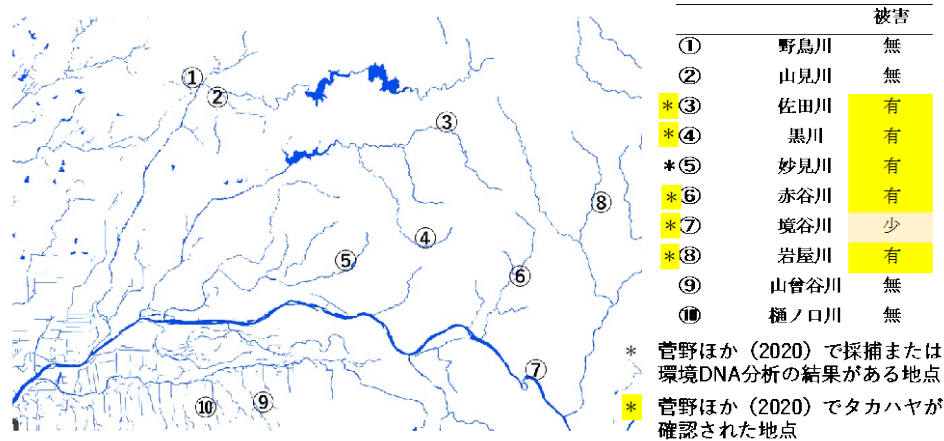


図 1. 遺伝的多様性回復モニタリングのためのタカハヤ採集地点とその情報

筑後川水系の 10 地点（図 1）にて採集した個体（各地点 10 個体以上）について、鰭の一部を切除し、DNA 抽出に用いた。mtDNA の調節領域 663 bp とシトクロム b 領域 1162 bp を対象にプライマーを設計し、それぞれ配列を決定した。得られた配列について、Arlequin を用いて各個体地点における集団の遺伝的多様性の指標として、ハプロタイプ数 (H) とハプロタイプ多様度 (h) を算出した。

現在までに、2020-2022 年度のサンプル間を比較した結果、ハプロタイプ多様度 h に大きな変化が認められなかった地点（h の増減が 0.2 未満）として、山見川、佐田川、堺谷川、山曾谷川、比較的小さな上昇（h の上昇が 0.2 以上 0.4 未満）が認められたのが、赤谷川と岩谷川、比較的大きな上昇（h の上昇が 0.4 以上）が野鳥川、黒川、妙見川、樋ノ口川であった。すなわち半数以上の地点において、わずか 2 年間で、タカハヤの遺伝的多様性の回復が示唆された。

これまでの結果で特質すべき点として、2020 年度の調査では極めて低かった黒川・妙見川の 2 集団の遺伝的多様性が、2 年間で劇的に回復した点である。妙見川では、菅野ほか（2020）の報告から、採集地点直下のため池にてタカハヤの環境 DNA が検出されている。したがって、出水により流下したタカハヤがため池で受け止められたことで、速やかに上流域へ再進出できたことが、遺伝的多様性の上昇につながったと推察される。他方、黒川の調査地点直下には大規模な砂防堰堤が存在し、下流からの移動がこれほど短期間に、かつ遺伝的多様性に影響を与えるほど大規模に生じたとは考えにくく、回復のリソースとなる個体群が地点上流に存在する可能性がある。

大災害後の生物多様性の回復ソースとなりうる河川環境

発 表 者： 鬼倉 徳雄・研究グループ全員
九州大学大学院

要 旨：

平成 29 年 7 月九州北部豪雨は、福岡県南部の朝倉市・東峰村を中心に、多数の山地崩壊を発生させ、筑後川中流右岸に注ぐ幾つかの支川に大量の土砂が流入、河川生態系に大きなインパクトを与えた。上流から扇状地までの区間において、土砂で河川が埋まり、生物の生息が確認できない河川もあった。一方、下流域については浸水被害が発生したものの、生態系への影響はほとんど認められず、災害 3 か月後の調査で、令和 2 年 2 月に種の保存法指定種となったセボシタビラを含め、希少な淡水魚が多数、確認された。このような背景のもと、災害直後より被災河川で調査を行い、生物の回復プロセスを追跡してきた。その中で、生物多様性の回復ソースとして寄与した（あるいはその可能性が高いと判断された）河川構造を以下に取りまとめる。

- ① ダム・ため池 災害直後に行った環境 DNA 調査により、通常、止水には生息しない魚種を含め、数種が検出された。大出水時も緩流域が形成されるため、流されてきた生物をストックする効果があったと判断される。
- ② 河川が土砂で埋まり、魚類が姿を消した赤谷川では、わずか数年で魚類の種多様性の回復が認められた。ひとつの要因は、被害が小さかった支流の大山川からの加入である。ただし、大山川に生息しない魚種の加入も認められており、筑後川本流も回復に寄与していると判断された。
- ③ 環境 DNA 定量メタバーコーディングにおいて、災害直後の DNA 量を確認したところ、平成 29 年 7 月に豪雨被害がなかった左岸側支流（巨瀬川）の DNA 量が大きかった。出水時に被害が少なかった支川は、流域全体から見た場合でも、魚類の一時的な避難場所として機能していると判断された。
- ④ 豪雨時に流量がコントロールされる廻水路・クリークなどの人工河川は、出水時でも安定的な生息場と種多様性が維持されており、生物多様性回復ソースとして機能している可能性が高い。
- ⑤ 令和 5 年豪雨で越水した河川において、その 3 か月後に魚類相調査を行ったところ、わんどやたまりに流水型の魚種（カマツカ、ヤマトシマドジョウなど）が確認された。わんどやたまりが流水型の魚種の避難所として機能したことを裏付ける結果であり、その後の回復にも寄与していると類推された。



令和 5 年豪雨後の小石原川中流で確認されたたまり(左)と採集された生物(右、大量のコガタノゲンゴロウとヤマトシマドジョウ)

大出水時に被害が軽減された河川や生息場は、当然、被災河川の生物多様性の回復ソースとして寄与するはずである。伝統工法（野鳥川）、越水・内水氾濫等（桂川下流域、六角川下流域）、ダム貯留による放水量調整（小石原川：江川ダム）、廻水路（矢部川水系）、クリーク（六角川）などが挙げられる。

中小河川の魚類に壊滅的影響をもたらした平成 29 年九州北部豪雨の外力とレジリエンス要因の分析

発表者： 富重幹太¹⁾， 鬼倉徳雄²⁾， 皆川朋子³⁾

¹⁾ 元熊本大学大学院（現（株）東京建設コンサルタント），²⁾ 九州大学，

³⁾ 熊本大学

要 旨：

平成29年九州北部豪雨では多数の斜面崩壊やそれに伴う土石流等によって福岡県朝倉市、東峰村を流れる筑後川右支川の複数の中小河川で甚大な被害が生じた。直後に行われた魚類調査では、複数の地点で魚類が全く確認されない地点があることが報告されている。特に中小河川においては、豪雨による大規模な攪乱を受けやすく、かつ豪雨災害後の河川改修により大きく河川環境が改変されてしまう可能性が高い。本研究では、H29年7月九州北部豪雨により大規模攪乱の影響を受けた中小河川に生息する魚類を対象に、H29年7月九州北部豪雨の影響評価（その1）、災害後の河川改修の影響評価を行い、これを踏まえ河川整備のあり方について検討する（その2）ことを目的としている。ここでは、その1として、この大規模な豪雨が魚類に及ぼした影響を定量的に評価した結果について報告する。

豪雨直後に菅野らが取得した魚類調査結果（菅野ら 2020）の魚種数を目的変数、洪水外力や洪水に対するレジリエンスに関与すると考えられる要因を説明変数とした一般化線形モデル（GLM）を構築した。解析の結果、GLMでAICが低い上位4モデル（ $\Delta AIC < 2$ ）全てで、豪雨前後の地形変化量、谷密度及びダム/ため池の有無が選択された。地形変化量は負に寄与する有意な説明変数であり、地形変化量が $1.27\text{m}^3/\text{m}^2$ 以上の場所では、魚類が全く確認できない壊滅的な攪乱が生じていたことが明らかになった。また、地形変化量をよく説明する外力は1時間最大雨量であり、概ね約 105mm/hr 以上の場所は魚類が全く確認できない地形変化量であることが示された。一方、谷密度及びダム/ため池の有無は正に寄与する有意な説明変数であった。これらは大規模豪雨時に魚類の避難場として機能し、豪雨後の魚類の回復ソースとなるであろう。また、広く分布し、生息個体が多いと推定される種は豪雨に対して残存できる可能性が比較的高く、底生魚や礫間に生息する種は豪雨に対して脆弱である可能性が示唆された。地質に関しては有意に寄与する要因として選択されなかったが、地形変化量に関与し、花崗岩、変成岩は豪雨による地形変化量が大きいが、安山岩地質の河川は変化量が小さく、地質も間接的に魚類に影響を及ぼしていると考えられた。

平成 29 年九州北部豪雨後の河川改修後の河道と魚類相及びこれを踏まえた今後の河川整備のあり方

発 表 者： 皆川朋子¹⁾， 富重幹太²⁾， 津上真太郎¹⁾

¹⁾熊本大学, ²⁾元熊本大学（現（株）東京建設コンサルタント）

要 旨：

中小河川においては、豪雨による大規模な攪乱を受けやすく、かつ豪雨災害後の河川改修により大きく河川環境が改変されてしまう可能性が高いため、豪雨攪乱やその後の河川改修に対する河川生物への影響を定量的に評価し、これを踏まえ、気候変動下における河川整備のあり方を検討し示す必要がある。その2では、継続して実施している魚類調査から、災害後に実施された河川改修による河道のレスポンスや魚類に及ぼす影響を評価し、これを踏まえ河川整備のあり方を検討することを目的としている。

豪雨により被災しその後河川改修が行われた5流域における2022年までの魚類の回復状況について、各調査時期における魚類確認種数を応答変数、災害からの経過年を説明変数とした一般化線形混合モデル（GLMM）による分析を行った。GLMMの確率分布はポアソン分布、リンク関数はlog関数、調査地点をランダム効果とした。その結果、赤谷川流域、北川では災害からの経過年が有意な正の変数として選択され、確認魚種数が有意に増加している傾向が確認された。一方で、桂川流域では災害からの経過年が有意な負の変数として選択され、魚種数が有意に減少している傾向が示される等、応答は異なっていた。回復傾向にある河川では、災害時に雨量や土砂による影響が小さく、魚類が残存できた支流があること、集水面積が比較的大きいこと、河川改修が完了し、川幅縮小に伴いハビタットが形成されていることが回復の要因として挙げられた。ただし、魚種ごとにみると、例えば赤谷川流域では遊泳性、流水性の魚種は11種、赤谷川支川大山川では8種確認されたが、一方で潜在的に分布すると予測（鬼倉・中島，2020）された底生魚6種は確認されていない。本流域の地質は花崗閃緑岩であり、もともと砂の供給量が多い河川であるが、災害による表層崩壊により供給量が増加し、かつ改修により川幅が拡張され掃流力が低下したことで、特に下流区間の河床は砂が優占する河川に変化したと考えられた。底質の変化に伴うハビタットの変化に加え、流砂により一次生産量や底生動物の生物量が抑制されていることが魚類の餌資源にも影響を与え、魚類相に影響を及ぼしていると考えられた。

魚類の回復傾向がみられた赤谷川や大山川では、2023年7月に再び豪雨により多量の砂が河川に供給され、確認魚種も大きく減少した。2024年8月には支川大山川の下流区間で回復傾向がみられたが、その後の台風により再び土砂が堆積し魚類が減少した。また、筑後川合流部には赤谷川から流出した多量の土砂が堆積しているため、本川から支川への加入が阻害される可能性がある。これらを踏まえ、特に気候変動において災害及び生物への影響リスクが大きいと考えられた砂河川における河川整備のあり方を検討するため、地質が異なる河川を対象に、改修内容（改修断面等や導入された工法）、河床形態及び魚類相の回復に与える影響について調査・分析し、地質を考慮した河川整備のあり方について検討を進めている。

桂川の生物多様性の回復を目指した産官学の協同

発 表 者： 大杉智美・中武洋佑・大井和之（九環協）・福岡県朝倉県土整備事務所・中島淳（福岡県保環研）・林博徳・鬼倉徳雄（九大）
（一財）九州環境管理協会

●取組背景

筑後川水系桂川は平成 29 年 7 月の九州北部豪雨災害を受け、平成 30 年度からわずか 5 年間で河川の拡張工事を進めることが求められていた。さらに、本河川は種の保存法指定種のセボシタビラをはじめ 6 種のタナゴ類が生息し、福岡県内でも極めて多様性の高い河川であった。このため、多くの専門家から河川環境へのより一層の配慮が求められ、その対応を迫られた。しかしながら、短期間での整備では治水と環境の両立を図ることは極めて困難であり、行政の力だけでは「桂川が本来持つ多様性の高い河川環境の再生」を実現させることは容易ではなかった。

ここでは、“河川の生物多様性の保全”を行政だけに背負わせるのではなく、行政、研究者、民間事業者が協同しそれぞれが持つ力を結集して「桂川の生物多様性の回復」を目指した取組や課題、今後の展望について紹介する。

●取組概要

福岡県では多自然川づくりアドバイザー制度を活用し、助言指導を受けながら施工計画を作成したが、大規模かつ短期間の工事により、施工計画を工事に反映させることは容易ではなかった。このため、研究者の助言と施工業者の協力を得て、施工段階にできる環境配慮対策を進めた。

九州大学では、大規模工事によるセボシタビラへの影響を回避するために、セボシタビラの系統保存及び人工繁殖を進め、これまでに 2 回、合計 300 個体の再導入を行い、現在もセボシタビラの人工授精及び飼育を続けている（放流前には、関係機関が一堂に会した勉強会を開催）。

民間事業者の取組としては、桂川及び荷原川の施工業者 22 社が環境配慮に賛同し、現地の資材を活用し、早瀬工やワンドの造成を引き受けてくれた。これにより延長約 4.6km で環境配慮対策が実施できた。また、河川整備後の桂川の現状をモニタリングするために、民間事業者による環境 DNA 調査が継続して行われ、セボシタビラを除く 5 種のタナゴの生息やアリアケスジシマドジョウ、カワヒガイなどが現在も生息していることが確認された。また、新たな試みとして、イシガイ類の環境 DNA 調査を実施し、大規模な河床掘削の後に二枚貝類の生息がどのように変化し、その後どのように回復していくのか継続した調査が続けられている。

●今後の展望

福岡県では、本年度より整備後のモニタリング調査を開始し、これまでの配慮対策についての評価や課題の整理を行っていくこととしている。また、九州大学ではセボシタビラの再導入に向けた検討を行っている。民間事業者では、生息数が少ない種や採捕調査では確認しづらい二枚貝類の効率的な調査手法の検討を行い、簡易に河川評価ができる手法の検討を行っていく予定である。



完成後の八の字堰



造成したワンド

山地溪流河道の安定性に関する現地調査と移動床模型実験

発 表 者： 佐藤辰郎¹⁾，高田浩志¹⁾
 1) 九州大学大学院工学研究院

要 旨：

山地河川は急勾配で土砂生産源に近く、大規模出水時に大きく河道が変化する。そのため、河道の変動を抑えるためのコンクリート床固工や落差工などの工法が日本国内の山地河川に広く採用されてきた。その結果として、環境の単調化、縦断的な連続性の分断、生物多様性の劣化など様々な環境面の問題が発生している。特に時間的な制約のある災害復旧事業の場合、山地河川の環境や生態系に配慮した復旧事業はほとんどなされていない。筑後川においても、平成 29 年 7 月九州北部豪雨で多くの山地河川が被災し復旧事業が進められてきたが、河川環境や生態系に配慮した復旧は実施されなかった。これまで治水と環境の両立を目指した河川管理が進められてきたが、平地河川と比較して、山地河川の多自然川づくりに関する研究は限られており、環境に配慮した山地河道の改修も数件程度に留まっているのが現状である。その要因としては、山地河川の河床の安定性に関する知見が不足していることが大きい。

本研究では、山地河川における多自然川づくりの確立に向けた基礎的知見を得るために、山地河川における多自然川づくりの数少ない事例である山附川において、大規模出水時の河道の変化状況を調査した。具体的には河道の安定性を高めるために人為的に残置された巨石が大規模出水によってどの程度移動したのかに着目し、その移動状況を UAV 空撮と SfM 解析によって明らかにすると共に、水理シミュレーションから求めた流体力や掃流力、相対水深等の物理パラメータと対応付けることを試みた。

山附川は 2005 年台風 14 号で被災した後、多自然アドバイザー制度を活用しながら、川幅拡大部の保全、巨石の残置といった河川環境に配慮した復旧事業が実施された。2022 年 9 月には台風 14 号によって総雨量 400mm を超える豪雨となり、再度大きく河道が変化した。本研究では災害前に撮影された UAV 空撮画像と災害後の画像を比較することで、巨石（直径 1m 以上、中径 0.5m 以上）の移動状況を明らかにした（図 1）。2022 年出水によって、約 1km の調査区間で確認された巨石 373 個のうち 291 個の巨石が移動していた。移動の有無を目的変数、2022 年出水時の水理パラメータを説明変数とするロジスティック回帰分析と AIC によるモデル選択を行なった結果、相対水深（巨石の大きさに対する水深の比）、巨石の存在形態（単体 or 非単体）、無次元掃流力が有意な説明変数として選択された。山地河道の河床の安定性に深く関連する巨石について、大規模出水時の安定性、持続性に関する知見が得られた。

また当日のポスターでは、巨石で構成されるステップの安定性について、地質の影響（粒度分布、形状、比重）を明らかにするために実施した移動床水理模型実験の結果についても報告する。



図 1 2022 年出水前後の巨石の移動状況

巨瀬川流域における魚類と河川改修時における配慮事項

発表者： 山崎庸平
九州大学大学院土木工学専攻

要 旨：

1. はじめに

近年、気候変動に伴い豪雨災害は頻発化・激甚化している。巨瀬川流域でも令和5年7月に甚大な豪雨災害が発生し、河川改修工事が検討されている。本研究では豪雨災害後の巨瀬川において、河川改修が予定されている区間における魚類相及び物理環境の把握を行い、今後の河川改修時に配慮すべき事項を明らかとすることを目的とする。

2. 研究方法

改修が検討されている区間(合流点より16.5km地点まで)において縦断延長約100mの調査区を6つ設け、魚類調査と物理環境調査を行った。各調査区で定量採捕調査(時間努力量を統一)を行い、魚類の種類及び個体数を記録した。物理環境として、各調査区の流心における流速、水深、河床粒径を50測点で計測した。

3. 調査結果

本調査では全6区において計29種4012個体を採捕した。環境省レッドリストにおいてVU以上に指定される希少種であるニホンウナギ、カゼトゲタナゴ、ツチフキ、ヤマトシマドジョウ、アリアケスジシマドジョウ、ミナミメダカが確認され、高い種多様性が伺えた。特にアリアケスジシマドジョウについては、区ごとに確認される個体数に顕著な違いが見られた(図1)。物理環境では河床材料に違いが見られ、St. 3, 5では粗砂・細礫の割合が大きいのに対し、その他では礫質であった(図2)。

4. 考察

河川の健全度を評価するための平均スコア法

(中島・鬼倉 2012)により巨瀬川の健全度を算出すると、平均スコアは3.08となり「I:とても豊かな自然が残る環境」として分類された。このことから、巨瀬川の魚類生態系及び環境の保全の重要性が高いことがわかる。巨瀬川流域地質(図3)を見ると、各支川はそれぞれ異なる地質条件の源流を持つことが分かる。巨瀬川流域地質は変成岩が大半を占めるが、一部花崗岩地質からなる支川が流入している。そしてアリアケスジシマドジョウが多く確認

された調査区(St. 3及び5)は、花崗岩地質からなる支川の直下流に位置していた。本種の個体数の違いは、生息環境として重要な河床材料(即ち花崗岩地質由来の砂)の影響を受けていると推察される。改修時には多様な河川環境の維持に加え、河床材料の供給や土砂輸送を担う支川等の周辺環境を含めた幅広い対策が必要だと考えられる。

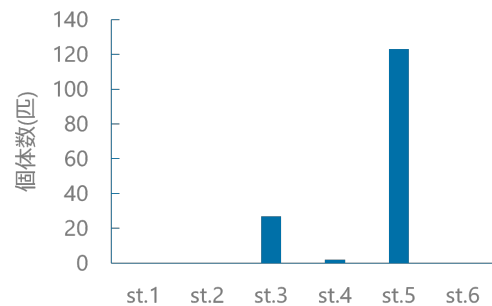


図1 アリアケスジシマドジョウ個体数

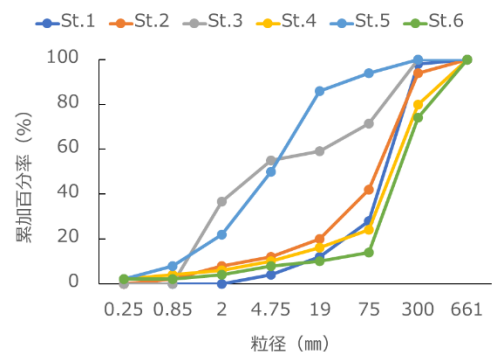


図2 河床材料の粒径加積曲線

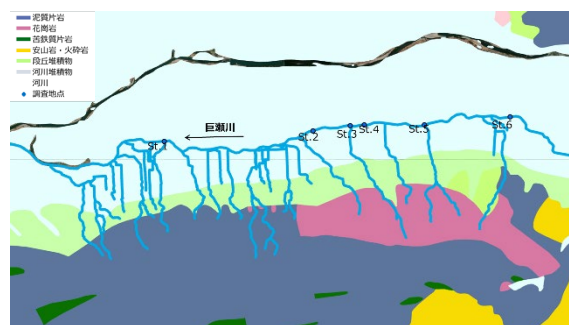


図3 巨瀬川支川と地質図

(20万分の1日本シームレス地質図®に追記)

水生甲虫ヒメドロムシを指標とした自然災害と河川改修の影響評価

発表者： 中島淳
福岡県保健環境研究所

【背景】コウチュウ目ヒメドロムシ科は、幼虫・成虫ともに流水性の真水生の昆虫で、国内から 62 種・亜種が知られている。本科成虫は水中の溶存酸素を直接取り込むプラストロン呼吸を行うため、界面活性剤流入等の水質悪化に弱い。また、種により岸際植生帯や瀬などそれぞれ固有の環境に依存する。このことから、その種組成や個体数が、良好な水質や環境構造の指標になることが知られている。そこで本研究ではヒメドロムシを指標として、自然災害と河川改修の影響評価を試みた。

【方法】調査地点は筑後川水系のうち、九州北部豪雨（2017 年）の影響を受けた朝倉市域の 8 地点、江戸時代の享保水害（1720 年）の影響を受けたと考えられるうきは市域の 5 地点の、合計 13 地点とした。調査地点はいずれも山地河川のセグメント M に相当する。調査は 2021 年夏季から 2024 年夏季にかけて、夏季（6・7 月）、秋季（10 月）、冬季（2 月）に合計 10 回実施した。採集は口径 40 cm、目合 1 mm の D フレームネットを用いて、各地点の瀬を中心に 10 分間／人の時間採集により行い、得られたヒメドロムシ科の種類・個体数を記録した。得られた結果に基づいて季節ごとの消長を把握し、次いで個体数が多い時期のデータを用いて、九州北部豪雨 8 地点と享保水害 5 地点での種数、個体数、多様度指数（H'）を比較した。また、九州北部豪雨 8 地点のうち、直近に河川改修が実施されていない地点と実施された地点について、同様に種数、個体数、多様度指数を比較した。

【結果と考察】調査期間を通じて、13 種 636 個体のヒメドロムシ科を採集した。採集された種はミゾツヤドロムシが 188 個体と最も多く、次いでアカモンミゾドロムシが 146 個体、マルヒメツヤドロムシが 126 個体であった。採集種数と個体数は夏季と秋季が多く、冬季は少ない傾向にあった（図 2）。そこで、夏季と秋季のデータに基づいて、以後の解析を行った。九州北部豪雨 8 地点と享保水害 5 地点について、種数、個体数、多様度指数の比較を行ったところ、いずれも九州北部豪雨地点の方が有意に少なかった（Mann-Whitney U test, $P < 0.01$ ）。次に九州北部豪雨 8 地点のうち、直近に河川改修が実施されていない地点と実施された地点について、種数、個体数、多様度指数の比較を行ったところ、いずれも直近に改修された地点の方が有意に少なかった（Mann-Whitney U test, $P < 0.05$ ）。以上の結果から、激甚的な自然災害による攪乱は、ヒメドロムシ相に大きな影響を与えるものと考えられた。また、激甚的な自然災害の影響は大きいですが、その後の人為的な河川改修による攪乱の影響はさらに大きいことが示唆された。



図 1. 調査をした 13 地点



図 2. 採集されたヒメドロムシの種数と個体数の季節変化

筑後川中流域における近世以降災害史

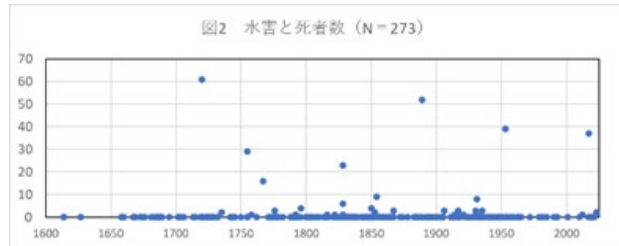
発 表 者： 寺村 淳
大正大学

要 旨：

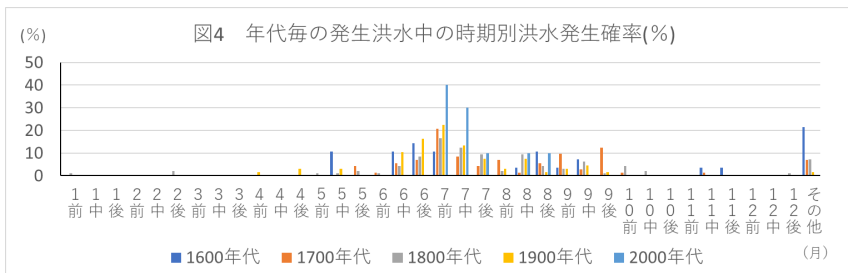
はじめに：平成 29 年 7 月九州北部豪雨以降，筑後川水系では毎年のように既往最大降雨，既往最大水位が記録されており，筑後川本川の氾濫はないものの，支川の氾濫・内水氾濫が頻発している．令和 5 年 7 月にも筑後川中流域で支川の氾濫，土砂災害が発生している．一方でこれらの水害が，筑後川の長い歴史において，頻度や規模がどの程度の位置づけであるかは十分に検討されていない．そこで，災害記録の残る近世以降の筑後川中流域の水害史と，災害の歴史における近年の水害の位置づけについて検討を行った．

結果と考察：筑後川中流域の近世以降の水害の記録を抽出した結果，273 件の事例が確認された．特に 1800 年代の水害記録は多く，96 件が確認され，ほぼ毎年水害が発生しているような状況であった．

水害による人的被害に注目すると，273 件中 35 件の事例で死者数の記録があり，少なくとも 12.8%の水害で人的被害があったことがわかる．筑後川中流域で最大規模の人的被害が出た水害は，享保 5(1720)年の耳納山地を中心に発生した大水害で，その他明治 22(1889)年，昭和 28(1953)年の水害も特に人的被害が多い．昭和 28 年水害は九州を中心に西日本各地で大きな被害が発生した．筑後川流域でも 147 人の死者が出たが，中下流域に限定した場合 39 人の死者が確認されている．平成 29 年の九州北部豪雨はこれらに次ぐ 37 名の死者が確認されており，歴史的に非常に大きな水害であったことがわかる．



洪水が発生した時期は7月が最も多く，さらに月を3分割し詳細を見ると，7月初頭をピークに6月末から7月中旬に4割程度の水害が



発生している．これは近年の梅雨の終わりに発生する水害の傾向と一致している．さらに，100 年毎の各時期の水害発生割合を比較し，年代によって，洪水発生時期に違いがあるかを比較したところ，2000 年代で 7 月の洪水発生割合が多くなっていることが明らかになった．また，9 月の洪水が 1700 年代で多い傾向にあるが，この他年代による有意な差は確認できなかった．

筑後川中流域では，洪水時の土砂災害の記録が 35 件確認され，これは全洪水事例の 11%になる．土砂災害の規模については享保 5(1720)年の洪水時に最大で 7737 か所となっており，時代・事例毎の規模を定量化することは難しい．

一方で，土砂災害が発生した洪水の 56.7%で人的被害が発生しており，これは人的被害が発生した洪水の 48.6%にのぼり，土砂災害が人的被害を発生させるリスクは，洪水の氾濫より突出して高いと言える．

筑後川支流のフミン物質濃度の時系列変化及び土地利用との関係

発表者： 田中 亘
長崎大学 工学部 社会環境デザイン工学コース

要 旨：

フミン物質（フミン酸、フルボ酸）とは、水中の溶存態有機物の一種であり、近年特にフミン物質が土壌中の鉄と結合し河川水や地下水へと溶け込む機能が沿岸生態系に大きく貢献していると指摘されている。フミン物質は、土壌の植物遺体から溶出によって作られるため、H28 九州北部豪雨などで被災した河川においてその供給量が減少している可能性がある。

そこで本研究では、筑後川からのフミン物質の供給量に関する基礎的な知見を得るため、筑後川本川と、H28 九州北部豪雨で被災した支川を含む主たる支川において河川中のフミン物質濃度を測定し、季節変化や土地利用との関係、流域の被災との関連を調べた。

材料と方法:筑後川本川とその主たる支川に示す地点において、2021 年 12 月 28 日、2022 年 8 月 28 日、2023 年 9 月 23 日、2024 年 2 月 26 日及び 8 月 28 日に河川水を採水し、研究室に冷蔵状態で持ち帰ったのち、蛍光光度法でフミン物質の濃度を測定した。フミン物質の解析には島津製作所社製分光蛍光光度（UV-1800）計を用いて解析した（励起波長 220-500 nm、蛍光波長 250-600 nm）。得られたスペクトルデータについて、土壌系のフミン物質において既存の研究で報告されている Ex 290-400 nm/Em 410-510 nm に現れるピークの値を比較することでフルボ酸の濃度を比較した。

結果と考察:図 1 に過去 3 年の夏季の各採水場所のフルボ酸濃度を示す。おおむね河川上流から下流になるにつれ河川水中のフミン物質濃度が上昇する傾向にあった。一方で、時系列的なフルボ酸濃度の回復は明確には見られなかった。また、冬季より夏季においてフミン物質が増加する傾向がみられ、微生物による水溶性有機物の生産が活発になる夏季のフミン物質供給量が多いという一般の河川でみられる傾向が得られた。

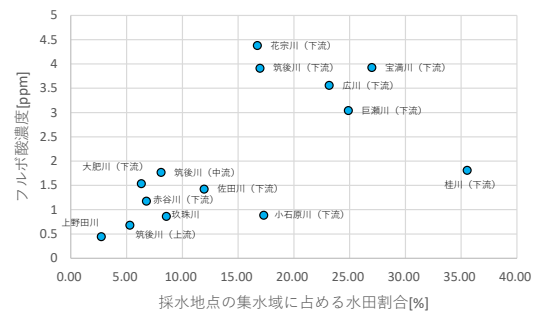
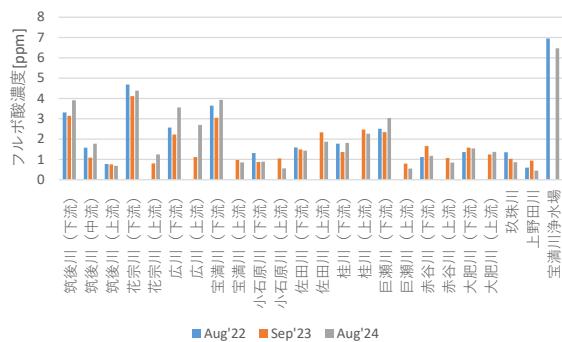


図 1. 各採水地点におけるフルボ酸濃度(夏季のみ抜粋) 図 2. 河川水中のフルボ酸濃度と水田割合(24 年 8 月)

各河川での測定値と流域の土地利用の中で特に相関関係の見受けられた集水域内の水田面積率の関係を図 2 に示す。フミン物質は有機物を多く含む土壌から生産されるため、特に森林土壌を多く有する川のフルボ酸濃度が高いものと推測していたが、森林面積率とフミン物質の相関は明確ではなかった。より明瞭な相関を示したのは、水田面積率であり単相関では有意な正の相関を示した。これは、水田における湛水・灌漑の営みがフミン物質を生産しているものと考えられる。一方で集水域中に多くの水田を含む桂川及び小石原川において水田面積率に比してフミン物質の濃度が低い傾向が見受けられた。両河川とも H28 九州北部豪雨で被災し、山体から新たに生産された真砂土によって河道が更新された河川である。こうした河川の流域では、有機物を大量に含む土壌が失われたこと、水田の復旧が未だ完了していないことなどによりフミン物質の濃度が低下していることが示唆された。

狩野川研究グループ

流況変化に対する河川－海洋沿岸生態系の応答：狩野川水系における解明と生態系保全策

発 表 者： 塚越 哲・加藤憲二
静岡大学理学部

【今年度の主な成果】

一般研究5年目の今年度は、これまで得られた成果をまとめ、最終年度として河川管理にどう寄与していくかを見据えたプロジェクト研究を展開している。

放水路の建設後約60年を経て、本川河道形状については河道特性に応じた変化がみられる。放水路分派点（河口距離17.8km）から下流約5km（セグメント2-1）では、流量減少に応じた川幅縮小と河床低下が生じ、狭く深い河道が形成されていた一方で、それより下流から河口まで約11km（セグメント2-2）では河岸満杯流量に大きな変化がなく、洪水分派の影響の出方が異なることを示した。また一次元河床変動計算の結果、分派点下流の河道形状変化には、放水路の洪水分派に伴う流量変化に加えて給砂量の減少傾向がみられた。その要因は、分派点上流部での堆積や放水路への流出によって下流へ流れる土砂の量が減少したためと推察された。

地表水・地下水交換フラックスを考慮したHGSシミュレーターによって放水路の有無による分派点上・下流側における流路と流速の変化を可視化した。これに加えて、今年度は気象条件や地形、地質、土地利用によって区分される流域内の地域ごとの地表水・地下水交換フラックスを明示し、狩野川本川の流況変化に対する各支川の影響が異なることを明らかにした。

狩野川の駿河湾生態系への影響として重要な栄養塩の供給については、河川水中のアンモニア濃度の高さなどから間隙水中の微生物活性の大きさが推測され、地表水・地下水交換フラックスの大きさやその変動との関連で検討を進めている。さらに今年度は安定同位体解析から沿岸表層の植物プランクトン生産が動物プランクトンや魚類の高次段階の生産を支えていることを示した。

河畔に繁茂するメダケ群落は、無次元掃流力の高い湾曲部外岸に群落を多く形成しており、過去10年間で放水路下流での群落の面的増加率が200%を超えることが明らかになった。メダケは地下茎の進展に伴う稈の再生によって群落を拡大するため強い流れへの抵抗力が大きく、同時にこの特徴が流下した土砂の堆積を促進する。メダケ群落の拡大はこのような河道形成への影響のみならず、メダケが優占するような場ではオギなどの草本類は群落を形成することができず、河畔植生の多様性が失われていくという問題もある。

狩野川河川水は栄養塩類の濃度が高く、沿岸生態系の一次生産に寄与することを昨年度紹介した。安定同位体分析を進めたところ、この有機物が上位の栄養段階へとつながっていくことが認められた。駿河湾を代表するシラスとの関係を検討してみると、図6のように狩野川の流量との間にある程度の相関があることも認められた。河川水が沿岸生態系に与える影響の理解を深めるためにさらに検討を進める。

この他、出水時に放水路出口の江浦湾に放出されたアユが遡上して生き残れる可能性を考察した実験や、同じく江浦湾における黒色堆積物の面的広がり の把握と底生生物の生態に関する報告については各々のポスターで詳しく解説する。

第75回静大祭（11/1－11/3）において、理学部との共同企画として本研究成果の展示を行い多くの見学者を得た。

【今後の展望】

豪雨多発化の生態系影響に加え、狩野川においては出水対策として用いられる放水路の運用方法にも検討が求められる。得られた成果に基づいて管理者との検討作業を進める。

駿河湾東部江浦湾海底堆積物(狩野川放水路出口)に生息するニッコウガイ科二枚貝類の還元環境への適応

発 表 者： 亀山隆，佐藤慎一，加藤憲二
静岡大学理学部

要 旨：

<背景>

狩野川は静岡県伊豆半島の天城山系を源流とする一級河川であり，駿河湾に注いでいる．1965年に狩野川放水路が建設され，台風などによる高水位時には放水路を開放し，河川水の一部を駿河湾東部の江浦湾に放水する．放水路が開放されると，陸性植物片を含む有機物や浮遊砂を含む河川表流水が放水路出口の江浦湾へ放出される．この時，海底に沈降・蓄積した有機物の分解に酸素が消費されることで，江浦湾海底堆積物は還元的な堆積物環境（還元環境）となる．還元環境では，酸素の欠乏により好気呼吸を行う生物の生息が困難になるだけでなく，有害物質である硫化水素（ H_2S ）が発生することで，二枚貝類をはじめとする底生生物は死滅してしまう．このような還元環境に生息することが知られているキヌタレガイ科二枚貝類は，鰓上皮細胞内にて化学合成細菌と共生関係を構築することで還元環境に適応していることが報告されている．キヌタレガイ科の鰓上皮細胞内の共生細菌は硫黄酸化細菌と近縁であり，還元型無機硫黄化合物（ H_2S ）を酸化させることで得たエネルギー（ATP）を宿主であるキヌタレガイ科に供給している．そして，キヌタレガイ（*Solemya pusilla*）は放水路の開門（陸性有機物の供給）の有無に拘らず，江浦湾海底堆積物中から採集されている．しかしながら，江浦湾海底堆積物に優占する二枚貝類はニッコウガイ科のヒメザラガイ類（*Pinguitellina* sp.）とサクラガイ（*Nitidotellina hokkaidoensis*）である．現時点においてニッコウガイ科二枚貝類（ヒメザラガイ類，サクラガイ）が化学合成細菌と共生しているという報告はされておらず，ニッコウガイ科二枚貝類の還元環境に対する適応方法は未解明である．そこで本研究では，化学合成細菌との共生が報告されていないニッコウガイ科二枚貝類（ヒメザラガイ類，サクラガイ）が還元環境に対してどのように適応しているのかを解明することを目的とした．

<結果・考察>

エクマンバージ採泥器を用いて狩野川放水路出口付近の江浦湾にて海底堆積物を採泥し，その中に含まれているヒメザラガイ類とサクラガイなどを採集した．二枚貝各種の鰓における共生細菌の存在を確認するため，Haematoxylin eosin (HE) 染色または DAPI 染色処理した鰓組織切片を作成し，鰓組織に現存する原核生物を観察した．その結果，ヒメザラガイ類とサクラガイの鰓組織からバクテリア様粒子が観察され，その原位置はヒメザラガイ類では鰓細胞内，サクラガイでは鰓細胞外（鰓フィラメントの間）と異なっているように見えた．

次に，二枚貝各種の鰓に含まれる原核生物の同定をするため，鰓に含まれる微生物相を対象とした 16S rRNA 遺伝子解析を行った（夏季・冬季・春季）．その結果，すべてのヒメザラガイ類の鰓から多様な代謝様式が存在する *Clostridiales* 目に属すると考えられる原核生物が 5.5～82.8%の割合で検出された．一方，サクラガイの鰓では，夏季と春季に *Arcobacter* 属（硫黄酸化細菌）が共通して検出されたにも拘らず，冬季には *Arcobacter* 属が検出されなかったことから，季節によって鰓に含まれる微生物相が変化することが示唆された．そして，同所的に生息するヒメザラガイ類とサクラガイの鰓から検出された微生物相が異なっていたことから，二枚貝各種が異なる方法で還元環境に適応している可能性が示唆された．さらに，今後は二枚貝各種とその鰓に含まれる原核生物の関係について詳細な検討を進め，ニッコウガイ科二枚貝類が還元環境に対してどのように適応しているのかを明らかにする．

狩野川放水路によって海に流されたアユは生きられるのか？

発 表 者： 松尾周平¹，伊藤武留²，飯郷雅之³，峰岸有紀⁴，井ノ口繭⁵，
日下部誠¹

¹静岡大学理学部，²筑波大学理工情報生命学術院，

³宇都宮大学農学部，⁴東京大学大気海洋研究所，

⁵東京大学大学院農学生命科学研究科

要 旨：

狩野川は、古くから大雨による氾濫を繰り返しており、流域の安全を守るための治水事業は大きな課題であった。1965年に狩野川放水路が完成し、その後、狩野川の水害は明らかに減少した。しかしながら、放水路が周辺の生態系に与える影響については、これまで議論されていない。狩野川に生息するアユについて、放水路の出水により、アユ成魚が狩野川から放水路内へ流される事例が知られている。狩野川アユは地域産業に直結している魚種であるため、放水路がアユの生態系に与える影響について精査する必要がある。そこで本研究は、アユ成魚の浸透圧調節機構を解析する生理実験と塩分嗜好性を調べる行動実験により、放水路より海に放出されたアユが狩野川水系に戻ることができるかを評価した。

まず始めに海水馴致実験により、狩野川アユの浸透圧調節機構について解析した。淡水飼育のアユを50%海水に移行し1日間馴致させた後、100%海水に移行し14日間飼育した。50%海水に移行してから1日後、100%海水に移行してから1日、7日、14日後に血漿、エラ、腎臓を採取した。海水馴致期間の血漿浸透圧を測定した結果、100%海水移行1日後に一時的に有意な上昇を示したが、14日後までには元の値に戻った。このことから、アユ成魚は、海水環境においても体内の浸透圧を維持できることがわかった。次にエラと腎臓において、浸透圧調節に関与するイオン輸送体・チャネルにおける発現動態の解析を行った。その結果、エラでは Na^+ と K^+ の輸送を行う $\text{Na}^+/\text{K}^+-\text{ATPase}$ (NKA)と Cl^- チャネルであるCFTRのmRNAが、腎臓ではNKAと Na^+ と H^+ の交換輸送体であるNHE3のmRNAが、100%海水馴致1日後に有意な増加を示した。他の広塩性魚類においても海水環境における塩類の排出のために、エラや腎臓でのNKA、CFTR、NHE3の発現調節が重要である。先行研究と本研究の結果を合わせて考察すると、アユは成魚でも海水環境への順応機構を有していることが示唆された。

次にアユ成魚の塩分嗜好性を調べる行動実験をY字型水槽を用いて実施した。Y字型水槽の上流部左側から海水を、上流部右側から淡水を流し、合流地点を汽水域とすることで、アユが好む塩分を選択できる水槽を設置した。汽水域にアユを放流し、その後2時間の様子をビデオカメラで撮影した。その結果、放流から2時間後に15尾中9尾が淡水域を選択していたことから、アユ成魚は淡水環境を好む傾向にあることが示唆された。

これまでの結果を統合すると、狩野川放水路によって海に流されたアユは海水環境にも生存可能であるが、淡水の方へ移動する可能性が高いことが示唆された。放水路の出口である江浦湾から狩野川河口までは直線距離にして5km程度あることから、放水路に放出されたアユは、より近い淡水環境である放水路内を遡上する可能性が高い。狩野川の河川生態系に配慮した放水路運用のためには、放水路から狩野川へ戻れる魚道の設置が必要かもしれない。

総合研究グループ（汽水域チーム）

感潮河川潮間帯における生物の面的モニタリングのための技術革新研究

発表者： 乾 隆帝
福岡工業大学社会環境学部

要 旨：

1. はじめに

河川汽水域は、特有の生物が生息し、かつ生産力も非常に高い水域である。しかしながら、これまで河口堰や導流堤の建設、河道の掘削等の河川整備により負の影響を受け続けてきたため、今後は負の影響を可能な限り小さくするような河川管理や、自然再生が課題となっている。さらには、今後の気候変動に伴う災害の激甚化や、海面上昇による感潮区間の変化も予想されているため、それらに対応した保全・管理も課題である。

河川汽水域における保全・管理方法のためには、河川汽水域に生息する種の生息範囲や、生息環境のレンジを明らかにする必要があるが、純淡水域に比べてそれらの情報が不足しているのが現状である。その理由として、調査時間が大潮前後の数日の干潮時前後に限られることや、調査方法が確立していない等の理由が挙げられる。

よって本研究では、河川汽水性に生息する、特に干潟域に生息する多くの種に適応可能で、かつ短時間で、誰にでも調査可能な、再現性のある面的モニタリング手法の構築とそれらの手法を用いた汽水性生物の種多様性の地図化を目的にしている。

2. 研究内容

本研究では、ハゼ類、カニ類および二枚貝類を対象として、(1) 干潟表面画像の AI 解析によって種の分布を判別する方法、(2) 干潟表面画像の AI 解析によって物理環境（地盤高、粒度）を定量化した後に分布予測モデルを用いて種の分布を判別する方法、(3) 干潟においても通用する環境 DNA 分析 3 つの手法の構築を試み、さらに、確立した手法によって、対象河川汽水域における各種生物の分布の面的評価をおこなうことを目的としている。

(1) の方法としては、高解像度カメラを搭載可能な UAV を用いて低空（10-15m）で干潟表面を空撮した後、干潟表面に 1×0.5 m のコドラートを設置し、干潟表面の画像をデジタルカメラ撮影した後、コドラート内に生息しているハゼ類、カニ類および二枚貝類を採集する。その後、採集された生物データと画像データを整理し、AI による深層学習をおこなう。

(2) の方法としては、(1) と同様に高解像度カメラを搭載可能な UAV を用いて低空（10-15m）で干潟表面を空撮した後、干潟表面の画像をデジタルカメラで撮影した後、その地点の干潟底質の粒度分析をおこなう。その後、粒度データと画像データを整理し、AI による深層学習をおこなう。

(3) の具体的な方法としては、河川の滞筋の表層水を分析する方法、河床に単管パイプを約 1m 打ち込み河床間隙水の採取する方法、シャベルで穴を掘り河床間隙水を採取する方法により得られたサンプルをメタバーコーディング分析を実施し、同時に実施した採集調査結果と比較することにより、環境 DNA 分析の検出精度の比較をおこなう。さらに、ハゼ類には、通常魚類に用いられる MiFish プライマーでは検出不能な種も多く含まれているため、ハゼ類用（特にミミズハゼ類の識別が可能な）のユニバーサルプライマーを新規作成し、MiFish プライマーで得られた結果との比較をおこなう。

本発表では、(1)、(2)、(3) すべての概要について説明する。研究内容の詳細については、本研究テーマに関するポスターセッション 4 題を参照していただきたい。

干潟の表層画像からハゼ科魚類の分布を判別できるのか？

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

要 旨：

1. はじめに

河川汽水域は、特有の生物が生息し、かつ生産力も非常に高い水域であるため、人為的な負の影響を可能な限り小さくする河川管理や自然再生が必須であるが、調査可能な時間が短いだけでなく、調査手法も確立されていないという課題がある。よって本研究では、多くの種に適応可能で、かつ短時間で、誰にでも調査可能な、再現性のあるモニタリング技術の構築の一環として、干潟性ハゼ科魚類を対象に、干潟表面の画像を深層学習によって解析することによって、各種の分布状況がどの程度予測できるのかを明らかにすることを試みた。

2. 調査方法

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

3. 結果と考察

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

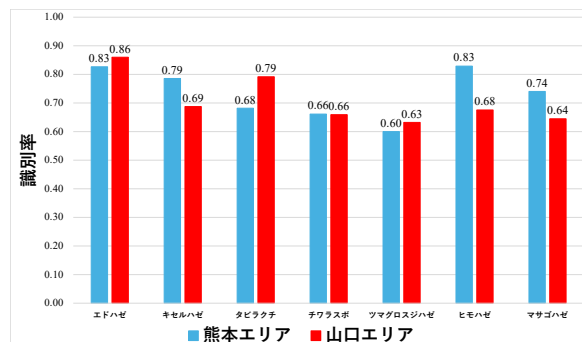


図1 熊本エリアおよび山口エリアにおける各種の識別率

干潟の表層画像から底生生物群集を判別できるのか？

発 表 者： 小山彰彦¹・山本一輝²・大中 臨³・赤松良久³・乾 隆帝⁴
¹九大院農・²福工大院社環・³山大院創生・⁴福工大社環

要 旨：河口沿岸域における潮間帯の干潟では、塩分や底質などの非生物要因に加え、生物要因も底生生物群集が形成に影響する。実際に、干潟の非生物要因は類似するものの、異なる生物群集を形成しているケースも確認されている。言い換えると、物理化学環境を測定する従来のアセスメント手法では、生物群集の相違を適切に判別できず、ひいては干潟生態系の現況を正確に評価できない可能性がある。

他方、底生生物は匍匐、摂食、排泄、および巣穴形成などを介して干潟表層に様々な生物痕を残す。つまり、干潟の表層画像の特徴から、生物群集の相違を判別できる可能性がある。そこで、本発表では AI 画像判別技術により、表層画像から底生生物群集を判別可能なのかを検討した。

データの収集は、2021 年 3 月から 2023 年 8 月にかけて、山口県と熊本県の河口干潟で主に実施された。100 cm × 50 cm 方形を対象として、干潟表層画像をデジタルカメラにて撮影した。その後、対象域を深さ 40 cm 程度まで掘り返し、底生生物の採集と同定を行った。加えて、表層底質については各コドラートに対して、礫 (>2 mm)、砂 (2 mm ~ 0.063 mm)、および泥 (<0.063 mm) の割合を求めた。

約 340 ヶ所のコドラートを設置し、底生生物を 80 種以上確認することができた。このうち、現場で誤同定する可能性が低く、山口県と熊本県のいずれでも確認された 35 種を群集タイプの指標とした。本研究では、群集間の類似性を加味したタイプ分けが必要であるため、階層的に 2 分割を繰り返す TWINSpan を採用した。その結果、コドラートの生物群集は 7 タイプに区分された（下図左部を参照）。タイプ間で底質を比較した結果、群集間の類似性が特に高い Ab1a と Ab1b は底質も類似していた（下図右部）。一方、各タイプ間の代表種を抽出した結果、上述した 2 タイプは異なる群集構造を有することが示された。当日の発表では、AI 画像判別技術による各タイプの判別精度を示すとともに、その有効性を議論したい。

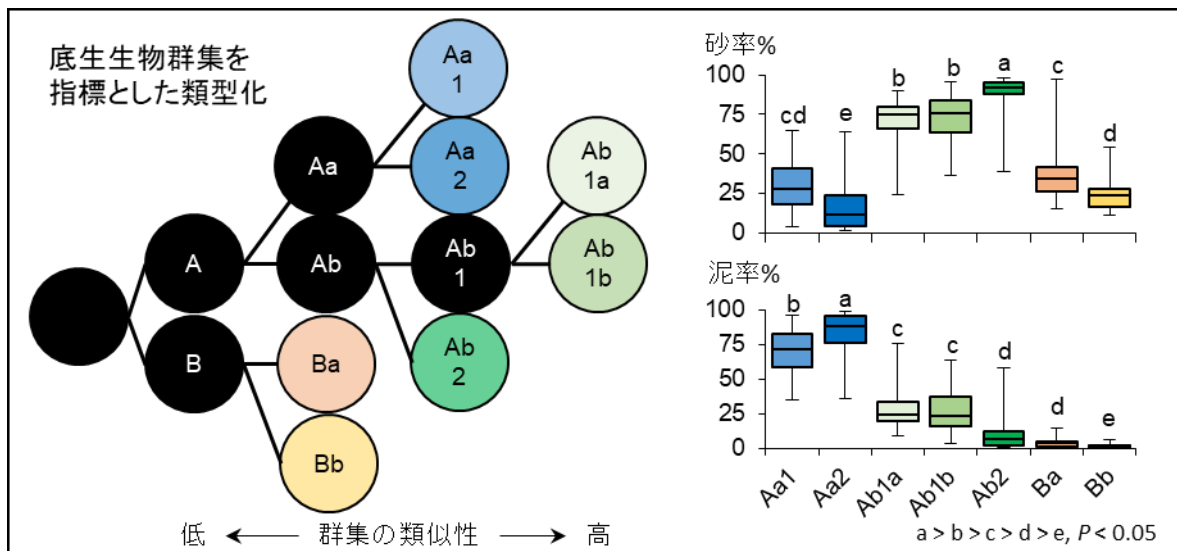


図. 類型化によって得られた7タイプ(左部)とそれらタイプ間の底質の特性(右部)

UAV 航空写真を用いた AI 画像解析による干潟底質分類

発 表 者： 伊豫岡宏樹・石神和・藤永拓矢・大中臨・赤松良久・乾隆帝
 1: 九州産業大学建築都市工学部, 2: 三井共同コンサルタント,
 3: 大阪公立大学, 4: 山口大学大学院創成科学研究科, 5: 福岡
 工業大学社会環境学部

要 旨：

1. はじめに

衛星画像や有人航空機からの航空写真を用いたリモートセンシング技術は広範囲を面的に評価する強力なツールであるが、その地上分解能は衛星写真の最も良いもので 0.3m/pix 程度、航空写真で 0.1m/pix 程度であり干潟の細かい物理環境をとらえるには十分とはいえない。一方 UAV による航空写真は、比較的低い高度で撮影するためその地上分解能も前述の衛星写真や航空写真と比べ格段に高い。本研究では、UAV 航空写真から作成されたオルソ画像と現地調査の結果を反映した機械学習によって作成した底質判別モデルを用いて干潟底質分布を面的に把握する手法を開発し、底質判別に適した解析条件を明らかにすることを目的とした。

2. 調査方法

佐波川、横曽根川、球磨川、前川の河口干潟にて底質のサンプリング、RTK - GNSS 測量を行い、UAV による干潟航空写真撮影を行った。底質は篩分け試験により、礫分・砂分・細粒分を算出しカテゴリ化を行った。撮影した航空写真は、画像処理ソフトを用いてオルソ画像とし 10mm/pix で出力した。教師画像は、サンプリング座標に加えて植生、道路、水没部、コンクリート、ブロックなど目視から判別可能なカテゴリについて座標を追加し、オルソ画像から一辺 50, 100, 200, 400, 800pix の正方形画像として各座標を中心に周囲 9 画像を抽出した。判別画像は、教師画像と同様の条件となるように、オルソ画像を等間隔で分割した。機械学習については、畳み込みニューラルネットワークの一つである GoogLeNet を転移学習させ全結合層および出力層の重みを更新するため、教師画像の 70% を学習に、残りを検証に使用し、200Epoch の再学習を行った。

3. 結果と考察

50, 100, 200, 400, 800pix のケースそれぞれの検証精度の平均値は 93.2, 94.0, 95.6, 93.1, 81.6% となり、本手法により高精度に底質を判別することが可能であった。今回用いた解像度（10mm/pix）の場合、一辺 200pix の画像を用いると判別精度が高くなる傾向があった。一方 800pix の画像を使用すると極端に検証精度が低下したが、画像サイズが大きくなるに伴い、一つの画像内に複数のカテゴリに相当する底質が含まれることや、想定したカテゴリと明らかに異なる人工物などが映り込んでいる場合はそれらを削除するために教師データが減少することによるものと考えられる。今回明らかとなったような画像範囲や解像度で教師データを整理しておけば、サンプリングを伴わない底質分布図の作成が行える可能性がある。

干潟域におけるハゼ科魚類を対象とした環境 DNA 検出系の開発および有効性の検討

発 表 者： 中尾遼平¹，井藤大樹²，小山彰彦³，赤松良久¹，乾隆帝⁴
 1： 山口大学大学院創成科学研究科，2： 徳島県立博物館，
 3： 九州大学農学研究院，4： 福岡工業大学社会環境学部

要 旨：

1. はじめに

近年，水域における魚類多様性の調査手法として環境 DNA 分析が活用されはじめ，さまざまな水域でその有効性が示されている．一方で，砂泥底や礫底中に生息する魚類の環境 DNA を検出しづらいことなどから，河川感潮域ではその多様性を過小評価しがちであることが示唆されている．本研究では，河川感潮域で通用する環境 DNA 分析手法の開発を目的として，汽水域に生息するハゼ科魚類のうち特にミミズハゼ類を網羅的に検出するための環境 DNA 検出系の開発し，実河川でその性能を検討した．

2. 調査方法

データベースの登録配列および配列決定したミトコンドリア DNA 情報からミミズハゼ類を網羅的に検出するための検出系を作成し，組織 DNA で対象分類群を網羅的に検出できることを確認した．さらに，作成したプライマーの野外における有効性を検証するため，河川 5 水系（佐波川，榎野川，海部川，銚子川，古座川）の感潮域において，1) シャベルで河床を掘削して滲み出てきた河床間隙水および 2) 河川表層水または干潟滞水の表層水を環境 DNA 分析に供した．その後，環境 DNA 分析で得られた魚類相データと同日に実施された採捕の魚類相を比較した．

3. 結果と考察

5 水系から得られた干潟の表層水および河床間隙水の環境 DNA サンプルから，イドミミズハゼを中心とするミミズハゼ類を検出するとともに，キセルハゼやエドハゼなどのウキゴリ類が検出された．ウキゴリ類はミミズハゼ類と近縁なグループであり，組織 DNA での増幅チェックでもよく増幅されたことから，実河川サンプルでも検出されたと考えられる．また，礫底，砂底（砂泥底），泥底のどの干潟環境においても環境 DNA からミミズハゼ類を含む上記のハゼ科魚類を検出できたことから，河川感潮域における本研究で開発した検出系の有効性が示唆された．また，礫底においては，環境 DNA 採捕調査よりもミミズハゼ類を効果的に検出できていることが示唆された．一方で，砂底（砂泥底），泥底における環境 DNA の種多様性は採捕よりも低くなるが多かった．これは，ミミズハゼ類やウキゴリ類を除く他のハゼ科魚類が開発した検出系の対象外となっていたためであると考えられ，感潮域におけるハゼ科魚類の多様性をより網羅的に検出するための改善が今後の課題となると考えられる．