



---

## 発表要旨

---

第23回

# 河川生態学術研究発表会

令和3年10月29日(金) 10:00~17:30



---

# 筑後川研究グループ

---

## 平成 29 年 7 月豪雨後の生物の残存条件と回復状況に関する一知見

発表者： 鬼倉 徳雄  
九州大学大学院農学研究院

## 要 旨：

平成 29 年 7 月九州北部豪雨では筑後川中流域北側の支川で大規模攪乱が生じ、数河川で壊滅的な生態系破壊が確認された。特に、斜面崩壊による土砂の流入と堆積が、支流の上流から中流域にかけて各所で認められ、そのような場所では災害発生数か月後、水生生物は生息していなかった。下流域では、大規模な浸水被害が出たが、災害後も絶滅危惧種を含む高い魚類の多様性が維持されていた。

本研究では、平成 29 年 7 月豪雨で大きな被害を受けた筑後川中流右岸に流入する支川を中心として、激甚化した大規模災害レベルで、水生生物の残存個体群を担保できる河川および構造の特性を明らかにすること、無生物状態となった河川での生物多様性の回復プロセスを追跡することを主たるテーマとして、研究を行っている。

災害直後に上流・中流域の 16 地点で魚類の残存状況（環境 DNA、目視、採捕調査に基づく）を調べたところ、7 河川で魚類は生息せず、5 種以上が残存した場所はわずか 3 地点であった。河道内への土砂堆積が著しい場所およびストリームパワーが大きかった場所で、生息魚種数の少なさが顕著であった。表層地質に着目した時、流域内が火山岩類で構成される河川での地形変化量は小さく、また、下流側にダム湖やため池が存在する場所での魚類のストック効果の可能性が確認できた。浸水被害の大きかった下流域では災害直後でも魚類の多様性の低下は確認されなかった。対象河川の河床がかつての本川からの供給土砂で形成され、河床が破壊される前に越水するため、出水時に主要なハビタットが破壊されないことがその理由と考えられた。

災害直後、魚類の生息が確認できなかった赤谷川では下流域から魚類の種多様性の回復が始まり、3 年経過後で 10 種程度（災害後の残存地点数が多かったタカハヤ、カワムツ、ドンコ、オイカワ、広い流程分布をもつ河川性のカマツカなど）が確認できるようになった。被害が小さかった支川が接続しており、半数程度はそこからの加入の可能性が想定された。ただし、その支流に生息しない魚種も出現し始めており、そういった種については筑後川本流から加入している可能性が高いと考えられる。タカハヤについては、壊滅的な場所での個体数の回復が見られ始めたが、それらのミトコンドリア DNA ハプロタイプは 1 のみで、遺伝的多様性は極めて低いと判断された。

水生昆虫類は、表層地質の異なるエリアで調査を行い、飛翔性昆虫や世代交代が早い種を中心に、分類群数、個体数の回復が認められた。ただし、表層地質の相違は明確で、特に、花崗岩で構成される流域での回復が遅れる傾向が顕著であった。また、表現型に可塑性を持つシマアメンボで、九州北部豪雨被災地での長翅型の出現頻度が高いのに対し、江戸時代以降大きな災害がないコントロールエリアでは長翅型の出現頻度は少なく、多くは無翅型であった。

さて、災害による生態系・生物多様性のダメージの有無やその大きさに関わらず、我々の調査地の幾つかにおいて災害復旧工事が迅速に行われ、また、今後も継続的に行われていくこととなるだろう。これらの工事は、場所によっては、豪雨災害以上のダメージを、生態系・生物多様性に与えてしまうだろう。本課題の北部豪雨後の回復プロセス等の調査だけでなく、災害復旧工事の影響、工事後の回復プロセス等を含めた視点での研究を新たに展開し、災害復旧の在り方や復旧時の河道設計のやり方など、解決策を提案できるように尽力したい。

---

# 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－：本研究の目的，構成，2年度目までの活動概要

発表者： 塚越 哲  
静岡大学大学院理学領域

要 旨：

狩野川は伊豆半島を含めた静岡県東部を涵養し、駿河湾の北東岸にそそぐ流域面積約 852 km<sup>2</sup>、全長約 46 km の一級河川である。古来より下流域でたびたび氾濫がおり甚大な被害をもたらしてきたが、1965 年に河口から 17.8 km 地点に分岐点をもつ放水路が完成した。

このような特色のある狩野川について、現在（一般研究 2 年目）以下の 3 つの観点より研究を進めている。

I. 50 余年経過した放水路がもたらす生態系影響評価

- ① 河川における動物の移動・分散および流域における植生の侵入・喪失を推定する
- ② 放水路口（内浦湾）における貝類等の生息状況から放水路の長期影響を推定する
- ③ 過去の資料と現場観測により、流況調整による河川構造の変化の分析する

II. 豪雨イベントの直接影響評価

- ① 水位変動予測モデルを作成し、降雨パターンと河床形態の関連を見出す
- ② 水位変動に対する底生動物の応答および出水時のアユが受ける生態的影響を見出す
- ③ 降雨イベントと河川水質の関係、並びに湧水の河川および沿岸環境への関与を示す

III. 沿岸生態系への影響評価

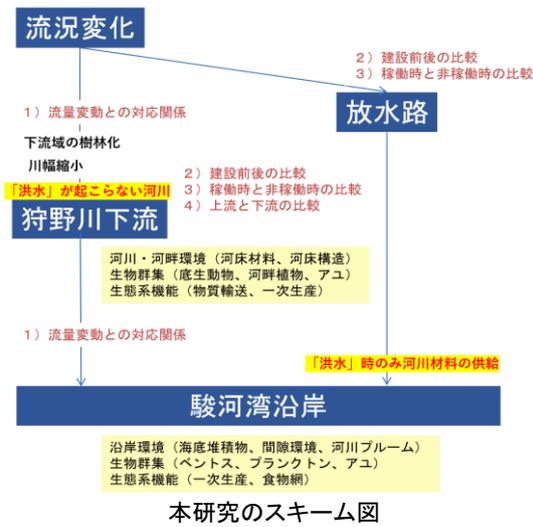
- ① 水位変動が本川河口部および沿岸部のメイオベントスに与える影響を示す
- ② 河川水量の変動を受けて、生産力から見た沿岸生態系の応答を示す

このような目的をもとに、2 年度までに主に以下のような成果がみられた。

- ・Segment2-1 では、河原の下層や河床における砂・細礫の増加率がやや大きく、分級作用の低下、瀬淵の消失が疑われる。また鮎産卵床の目詰まりを起こす可能性がある。
- ・Segment2-2 において、粒径 0.5～30mm の河床堆積物が主体となり、氾濫原では樹林化（メダケ）の繁茂が顕著になる。また他の同規模河川よりも草本類が少ない。



狩野川水系南部の治水 | しずおか河川ナビゲーション (shizuoka-kasen-navi.jp)



- ・放水路分岐点の上流では、増水時に水生昆虫の個体数が激減するが、下流ではその影響が少ない。昆虫の移動は遺伝子サテライトマーカーで追跡可能となる。
  - ・放水路出口では貧酸素水塊が形成され、多くの陸生植物片が堆積し、還元環境特有の貝類相、微生物相が形成されている。
  - ・本川河口部沿岸では、大規模出水の前後で、メイオベントスの個体数密度が大きな影響を受けることが観測された。
  - ・微量元素分析、サテライト情報の解析によって、大規模出水時の狩野川が駿河湾の一次生産に関与していることが観測された。
- 続く講演により、上記の成果の中からいくつかを取り上げて詳しく解説する。

粒度組成と断面形状に見る狩野川中下流域の特徴

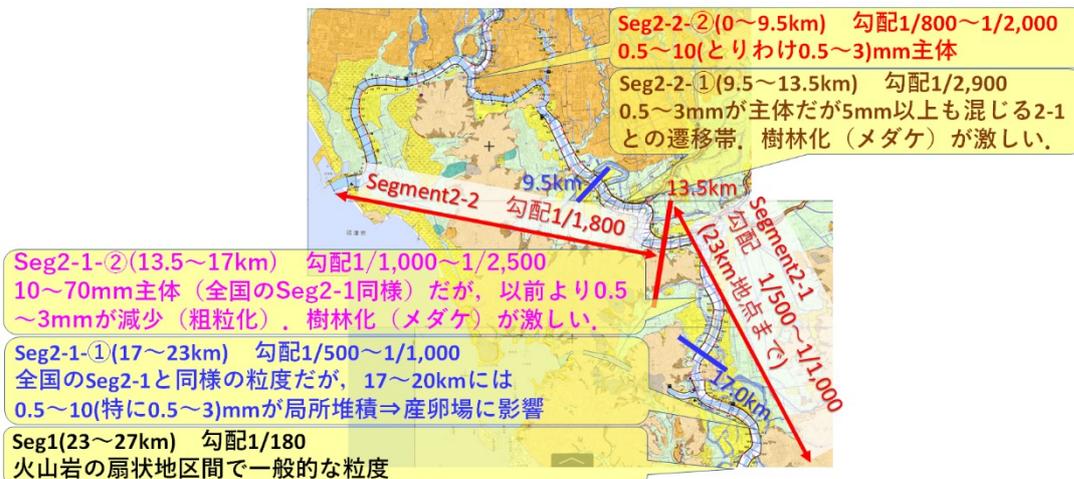
発表者： 知花 武佳  
 東京大学大学院工学系研究科 准教授

要旨：

河相を理解するには、流程に沿って類似した河道特性が見られる区間（セグメント）に分割し、各セグメントの河道特性を分析する必要がある。河道特性は、平均年最大流量、河床勾配、代表粒径、およびそれらに規定される川幅で表される（山本，1994）。我々は、粒度組成と河岸満杯流量下での川幅水深比という二指標に注目し、これらと平均年最大流量や河床勾配との関係について、全国の河川を対象として研究している。

狩野川の場合、下図に示すセグメントに分割することができ、狩野川放水路分派点は17.8km地点である。平均年最大流量は放水路建設前に1,100m<sup>3</sup>/sであったものが、建設後は700～850 m<sup>3</sup>/sに低下している。各セグメントの特徴を上流から概観すると、セグメント1や2-1-①は火山岩流域特有の巨礫を有する粒度分布で、他河川のセグメント1や2-1にも見られる典型的なものである。ただし、セグメント2-1-①では、全国的に割合の少ない0.5～10mm（とりわけ0.5～3mm）が局所的堆積し、特に分派点付近の水中で顕著である。これが鮎の産卵場の目詰まりをもたらしている可能性がある。なお、17.6～18.6km区間では放水路建設前より川幅水深比が増加しており、これも局所堆積による影響が疑われる。セグメント2-1-②も全国のセグメント2-1と同程度の粒度ではあるが、放水路建設直後に比して0.5～3mmの割合が減少し粗粒化が確認される。また、分派点直下流の14.8～17.4kmでは近年川幅水深比が減少し、メダケの樹林化が顕著である。しかし、河岸満杯流量下での底面摩擦応力は放水路建設前後でさほど変化はなく20(N/m<sup>2</sup>)程度で、山本(1994)の示す全国の他河川と同程度である。セグメント2-2は0.5～3mmが中心であるが、セグメント2-2-①は5mm以上の粗粒分が混じりメダケが見られるなどセグメント2-1に近い。なお、0.5～20mm程度の粗粒分を有するセグメント2-2河道は、一般的に川幅水深比が小さいことを確認しており、泉ら(2021)の示す通り河岸満杯流量は平均年最大流量より小さい。ただし、河岸満杯流量下の径深（≒水深）から算出した底面摩擦応力はいずれの河川も同様であることから、安定した河岸が形成され、川幅が狭くなるのが特徴であると考えられる。セグメント2-2-②は0.5～3mm主体で過去から変化していない。セグメント2の状況をまとめたものが下図である。

参考：山本（1994）沖積河川学，泉ら（2021）細砂で構成された側岸部を有する礫床河川の自律形成機構，河川技術論文集。



生物系データから見た狩野川とその放水路出口の動態と今後の研究の展望

発表者： 塚越 哲  
静岡大学大学院理学領域

要 旨：

狩野川は河口から 17.8 km 地点に分岐点をもつ放水路が完成して 50 余年を経るが、この放水路がもたらした可能性のある生態系への影響について着目する。

まず放水路分岐点より下流の河畔植生について着目すると、過去 30 年間のデータからは下流では上流に比べて樹木繁茂面積が増加・卓越している。また他の河川と比較して草本性植物の種数が少ない傾向がみられ、代わりにツルヨシ、ススキ、メダケの大規模な群落が形成されている。砂州が安定的である場所か、あるいは増水によって大きく改変されやすい場所であるかによっても、生育する植物種が異なることが考えられる。



河口より 13 km 地点の植物の繁茂状態

一方、放水路出口が面する江浦湾（駿河湾奥北東部）でも、これまで知られていなかった情報が得られている。放水路出口から数百 m 沖までは水深 2m 以浅で底質は砂質で干潟のような環境となっているが、それよりも沖では急激に水深が大きくなり 7-20m と観測された。そこには陸上植物の腐食片が堆積し、貧酸素環境が形成されており、キヌタレガイ、ハナシガイ等還元的環境に生息する二枚貝類が産出した。この黒色堆積物中からは、放水路出口付近とは全く異なる還元的環境に生息する微生物群集も検出された。このことは放水路が湾内に運び込んだ大量の陸上植物片がこの場の環境を改変し、特異な生物相を形成したことを示唆するものである。

本研究ではこの他にも、コンピューターシミュレーションによる河川フラックスの動態、水生昆虫の個体群動態と遺伝子拡散、本川河口部の間隙性動物の動態、アユの海水馴化実験、狩野川支流ごとに特色ある微量元素の挙動、サテライト情報から狩野川が駿河湾に及ぼす一次生産への影響なども観測されている。現在本プロジェクトは Phase1「何が起きているか」（2020-2022 年度）から Phase2「それはどういう意味か」（2021-2023 年度）に移行しながら研究を遂行し、最終的には Phase3「それをどう生かすか」（2023-2024 年度）を目指している。



狩野川放水路付近の見取り図と St.1 付近に堆積していた陸上植物片

---

# 木津川研究グループ

---

## 中聖牛による河床地形変化

発表者： 竹林 洋史  
京都大学防災研究所

### 要 旨：

#### 1. はじめに

聖牛は、伝統的に使用されている透過型水制の一つであり、流水に対して抵抗として働く。そのため、流水中に設置すると、流向を変化させるとともに、聖牛下流域の流速を低減させる。また、流れが聖牛に直接衝突する点において淀み点を形成し、鉛直下方へ流れによって河床に局所洗掘を形成するとともに、流速が低減された聖牛下流域に土砂の堆積域を形成する。これらの特徴は平均河床位が変化しない場で見られる透過型水制の一般的な特徴である。一方、実河川では聖牛スケールの空間では平均河床位が変化しない場は少なく、特に砂州の上流端・下流端付近は平均河床位が変化しやすい。しかし、平均河床位が低下もしくは上昇傾向の場で聖牛周辺の河床変動特性がどのように変化するかについては十分な知見が得られていない。そこで、本研究では、平均河床位が低下もしくは上昇傾向の場において聖牛が流れ及び河床形状の変化に与える影響を検討する。

#### 2. 聖牛周辺の河床変動特性に関する水路実験

##### 2.1 実験方法と実験条件

長さ 20m, 幅 0.5m, 勾配 1/300 の直線矩形水路に平均粒径 1.56mm のほぼ一様な粒径の珪砂を 7cm の深さに敷き詰め、移動床の状態で行った。実験は給砂条件の異なる 3 つの条件で行った。Case 1 は平衡給砂, Case 2 は給砂無し, Case 3 は平衡給砂の 3 倍である。給水は 0.0125m<sup>3</sup>/s で定常的に与えた。無次元掃流力は 0.075 であり、河床の全ての場所で流砂が確認された。聖牛の模型は、高さ 11cm, 幅 12cm (アルミニウム棒: 11cm), 長さ 18cm であり、直径 8mm の木とアルミニウムの円柱を用いて作成した。

##### 2.2 結果と考察

平均河床位が変化しない条件 (Case 1) 及び平均河床位が低下傾向の条件 (Case 2) では、聖牛上流端付近が大きく洗掘される。一方、聖牛下流端付近には土砂が堆積する。そのため、聖牛は前方に傾いた状態となりやすい。平均河床位が低下傾向の条件 (Case 2) では、平均河床位が変化しない場に比べて、局所洗掘孔と洗掘孔外側の河床位との差が小さく、聖牛が河床変動に与える影響は小さいと考えられる。平均河床位が上昇傾向の条件 (Case 3) では、聖牛上流端付近の洗掘孔が形成されなかった。そのため、聖牛はほぼ水平状態を維持していた。平均河床位が上昇傾向の場 (Case 3) では、聖牛下流端付近は土砂で埋没した。また、洗掘孔も形成されず聖牛周辺が平坦床に近い状態であったため、聖牛の存在によって発生する河床変動は小さいと考えられる。

#### 3. 木津川に設置された聖牛周辺の河床変動特性に関する平面二次元河床変動解析

##### 3.1 解析方法と解析条件

流れの基礎式は、平面二次元の浅水流方程式を用いた。流砂形態は、掃流砂と浮遊砂を考慮した。聖牛は植生と同様に、運動方程式の中で抗力として評価した。解析対象領域は、木津川の 14.8k~15.2k の右岸に形成された砂州であり、砂州上には、2017 年に 3 基、2018 年にさらに 3 基の聖牛が設置されている。上流からの供給流量は 2019 年に発生したピーク流量 500m<sup>3</sup>/s 以上 (飯岡地点の測定値) の出水を対象とした。

##### 3.2 結果と考察

2019 年に発生した出水を対象とした河床変動解析によると、聖牛を考慮した場合としない場合の河床位の差の最大値は約 50cm であった。聖牛が河床変動に与える影響の空間スケールは、1cm 以上の河床変動を対象にすると、横断方向に約 200m, 流下方向に約 500m であった。また、5cm 以上の河床変動を対象にすると、縦横断方向に約 100m であった。

低水敷タマリの環境と底生動物群集の応答

発表者： 片野 泉  
奈良女子大学大学院自然科学系

要 旨：

木津川中流域の寄洲に設置された聖牛周辺には、多様な低水敷タマリ・ワンドが創出されている。タマリやワンドは寿命の短い一時的な水域であるものの、単調で一様な環境になりやすい中流域河道において、河川生物にとっての新たなハビタットとなるため、中流域の生物多様性を高めるのに役立つと考えられる。そこで私達は、低水敷タマリ・ワンドに成立する生物群集構造と環境因子との関係を明らかにするため、2020年6月より調査を開始している。

2020年度には合計4回（6月、8月、11月、3月）の調査を行ない、各時期はそれぞれ、6月は梅雨による増水前、8月は寄洲地形を変える規模の増水があった約1ヶ月後、11月は9-10月の秋雨後に水位が安定してから約1ヶ月後、3月は安定した水位の時期に当たっている。各調査日には、ドローン撮影により低水敷におけるタマリ・ワンドの位置状況を把握した後（図1）、物理化学的環境因子として水温、電気伝導度、pH、全リン・全窒素量などを測定し、植物・動物プランクトンと底生動物を採集した。あわせて、採集データを詳細に解釈するために環境DNAサンプルも採集し、無脊椎動物・魚類のユニバーサルプライマーを用いたメタバーコーディング分析を行った。

いくつかの環境因子については、寄洲上の位置勾配（砂州頭から砂州尻、陸域から水域）に沿った変化がみられ、それらは季節により異なる傾向があった。例えば各タマリの水温は、水温の高い時期には砂州尻に行くに従い低下する傾向があったが、水温の低い時期には砂州上の位置によらずほぼ一定もしくは砂州尻でやや上昇する傾向にあった（図2）。現時点でプランクトンや底生動物の群集はまだ分析途中であるが、本発表では現在までの成果について報告したい。

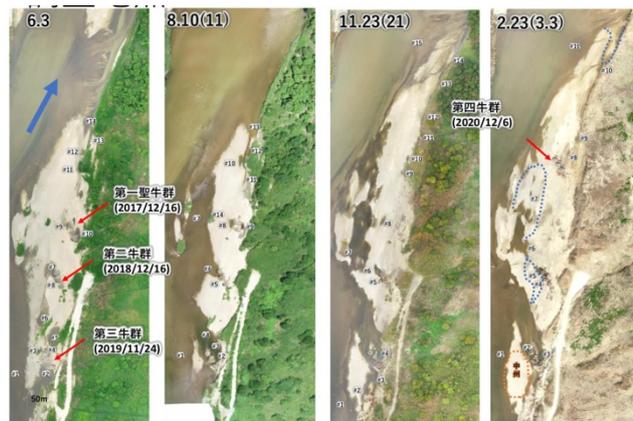


図 1 各季節でのワンド・タマリの状況

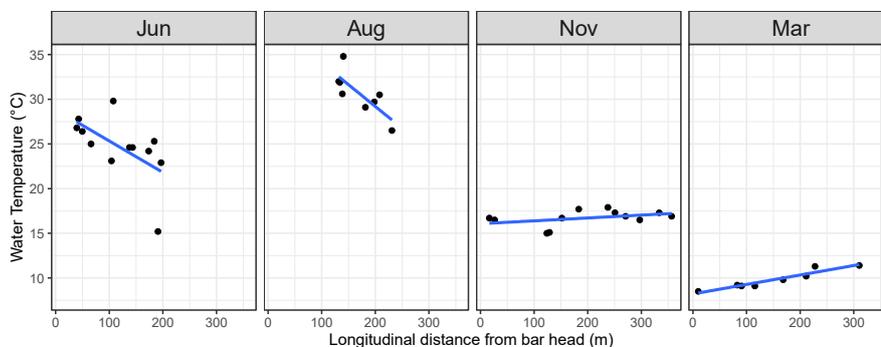


図 2 タマリ水温の位置勾配と季節変化

## 砂州内の河床間隙生物の時空間分布調査

発表者： 田中 亜季

奈良女子大学 大和・紀伊半島学研究所 共生科学研究センター

## 要 旨：

木津川下流では、土砂供給の減少による河床低下や河道の二極化を改善する局所対策として竹蛇籠や聖牛といった伝統的河川工法が試験施工されている。本研究は、これらの伝統的河川工法によって形成された河床地形の生息場評価のために、「聖牛群」が設置された砂州において河床間隙生物群集の空間分布と出水後の時間的変化を調査した。

砂州下に広がる河床間隙域には、主に 1 mm 以下の生物が生息しており、後生動物、細菌、菌類など、多岐にわたる分類群が存在する。これらの生物は、有機物、植物由来物質の分解、河川内の生産や生物量にも大きく貢献しており、河川生態系の全容を明らかにするうえで、間隙動物群集は重要な存在と捉えられている。

伝統的河川工法「聖牛群」が砂州上に存在すると、砂州頭で河床の浸食が砂州尻で堆積が卓越することが分かってきたが、各聖牛群周辺においても浸食と堆積を生じている。その結果、各所にタマリが出現する結果、この砂州内の河床間隙水域では、水温、透水係数、溶存酸素といった環境条件の異質性が高まり、河床間隙域生物の群集構造にも影響を及ぼすと考えられる。また、砂州上のタマリは冠水と干上がりを繰り返すので、それらの過程で河床間隙域の生物群集がどのような挙動を示すかについても興味深い課題である。

そこで、本研究では、①聖牛群が設置された砂州全体の河床間隙生物の空間分布を明らかにすること、ならびに②タマリ形成から消失までの河床間隙生物の短期間の動態を明らかにすることを目的とし、併せて聖牛群が存在することによる間隙動物群集構成が生態系にどのような影響を及ぼしうのかについて検討することとした。

目的①では、聖牛群が設置されている木津川砂州において、砂州頭砂州間隙 3 地点、砂州尻砂州間隙 3 地点、砂州下流側の聖牛新設予定の 1 地点、砂州上に点在するタマリから 3 つのタマリを選択し、その上流側間隙と下流側間隙に各 1 地点、計 13 調査地点を設定した。調査は、2020 年 6 月・8 月・11 月、2021 年 3 月に行われた。各調査地点において、深型スコップにより半定量性の河床間隙サンプル (5,000 cm<sup>3</sup>) と粒度分析用サンプルを採集し、溶存酸素・水温・pH・電気伝導度をその場で計測した。採集場所付近では土壌貫入計による河床強度計測 (8 月以降) と、採集場所の穴の中でピエゾメーター (深さ伏流水面下 25 cm) による変水位透水試験を行った。ピエゾメーター内では、透水試験前に溶存酸素・水温を予め計測した。河床間隙サンプルは、エタノールで固定し持ち帰ったのち、0.031 mm 以上の生物を含む有機固形物を浮遊選別した。さらに検鏡しやすいように篩でサイズ分けを行ったのち、現時点では 0.5 mm 以上のサンプル内に含まれる間隙生物の同定・係数を行った。

目的②では、聖牛群が設置されている砂州低水路上で比高が一番高く大規模出水後すぐに調査を開始できるタマリを 1 つ選択した。調査は、2020 年 9 月 25 日 (平水時より 1.83 m 増水) と 2020 年 10 月 10 日 (同 4.46 m 増水) に増水がピークに達した 2 つの出水において、出水前から数日おきに最長約 1 か月後まで行った。調査地点は、タマリの水際を基準にタマリ内外に設定し、目的①と同様の調査を行った。タマリ内の間隙サンプルは、塩ビパイプと厚手ビニール袋を使用し、タマリ表層水の浸入を防止し採集した。

今回の研究発表では、聖牛群が設置された砂州の間隙域内環境と生物群集の空間分布様式と洪水時の短期的な間隙域内環境と生物群集の変遷について、現時点までに検鏡・解析の終了した部分の結果を報告する。

高水敷たまり・わんどの魚類・底生動物群集

発表者： 石田 裕子  
 摂南大学理工学部

要 旨：

【研究背景と目的】

木津川下流域では、上流からの土砂供給の減少により河床低下が進行し、低水敷と高水敷の二極化が生じている。河道の二極化は、高水敷の冠水頻度の低下や樹林化を引き起こしている。その対策として、木津川 15-16km 右岸砂州では、伝統的河川工法である中聖牛が試験的に設置された。増水時の中聖牛の水勿ねと堰上げ効果で、高水敷たまりの冠水頻度が高まり、生息環境が更新されることが期待される。本研究では、中聖牛の設置された砂州における高水敷たまりの水生動物群集の季節変化について報告する。

【調査地、時期および方法】

木津川 15-16km 右岸砂州の高水敷の旧河道沿いに直列する 3 つのたまりを調査対象とした。また、冬季には旧河道の下流端に位置する砂州尻わんどでも調査を実施した。

調査は 2019 年 8 月、2020 年 2 月、6 月、10 月、2021 年 3 月、6 月、10 月に実施した。今回は、2020 年 2 月-10 月のたまりの結果について示す。

環境条件として、水温、水質 (pH, 溶存酸素濃度, 電気伝導度, COD), 底質を測定した。生物調査として、タモ網による半定量調査およびもんどりによる採集を実施した。特に、二枚貝類については、複数人による採集を実施した。

【結果および考察】

調査地の高水敷たまりでは、6 月と 10 月の調査前に冠水したことが確認されている。採集された水生動物群集を図 1 に示す。全体を通して、十脚目（ヌマエビ類）が多かった。2 月に双翅目が多く見られ、6 月や 10 月には魚類が比較的多く見られた。下流たまりは総個体数が少なかったものの、どの季節でも多様性指数 H' が高かった。下流たまりは砂地の底質が多く、上流端から伏流水が湧出しており、季節を通じて水温が比較的安定していた。下流たまりでは、他のたまりよりも多くの魚種が確認された。一方、上流たまりは底泥が厚く堆積し、COD も高かったが、調査期を通じてタイリクバラタナゴや二枚貝類が採集された。中流たまりは比較的多くの生物が確認された。10 月には体長の小さいタイリクバラタナゴが確認され、たまり内で繁殖していると考えられる。しかし、二枚貝の生息数は少なかった。上・中流たまりの生息環境の改善のためには、さらに冠水頻度を高める必要がある。

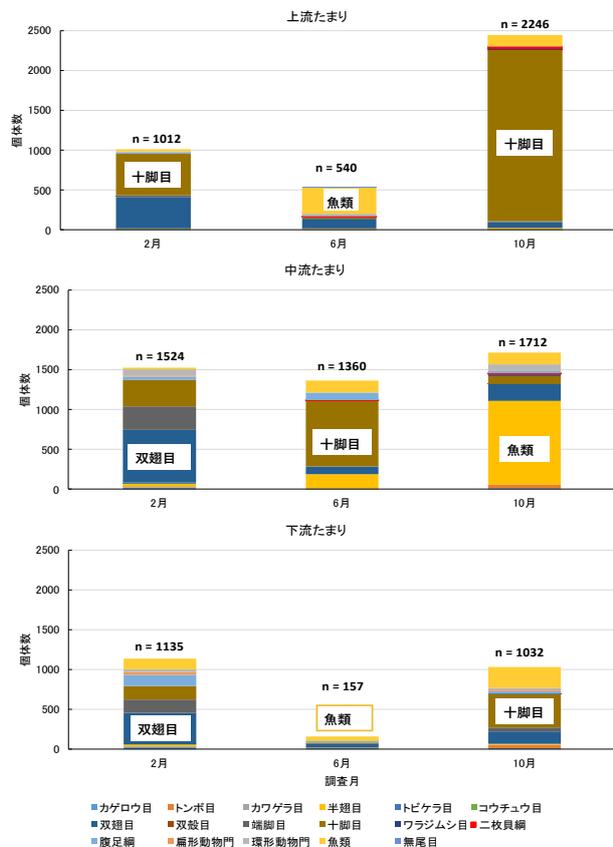


図 1 水生動物群集の変化 (タクサ別)

---

## 石狩川・十勝川研究グループ

---

## 気候変動下における河川生態系のレジリエンス

## ー 河川構造, 生物多様性, 生態系機能に着目して

発表者： 中村 太士  
北海道大学 大学院農学研究院

## 要 旨：

石狩川水系空知川・豊平川, 十勝川水系札内川を中心に, 湧水ー非湧水, 洪水後の攪乱レガシー (流木) などにより形成される環境の異質性が, 攪乱後の河川構造 (河床変動, 河畔林の破壊), 植物 (草本, 木本)・動物 (陸生・水生昆虫, 魚類, 鳥類) の群集組成や生態系の構造 (食物網: コウモリ類) に与える影響を調査した. その結果, 分類群によって洪水攪乱のインパクトやその後の回復速度が異なること, 攪乱レガシーが植物の回復・維持に寄与することが示された. また, 回復過程を検証する際の生活史の考慮の重要性が明らかとなった.

空知川では, 流域地質が水温変動に影響し, 水生生物相の分布, 種内での個体交流や温度耐性の違い, 生態系機能 (有機物分解) にまで波及することが示された. 豊平川では, 地形および生物の長期データ解析や現地調査から, 河床低下や河床材料の粗粒化によってサケ産卵床分布域が減少する傾向にあること, 湧水汚濁がサケの再生産に負の影響を及ぼすことがわかってきた. また河道変化モデルで実際の現象を表現するには, 洗掘量に応じた植生の根の影響 (耐侵食性) を反映させた斜面崩落モデルを適用する必要性がわかってきた. 流況および水温予測については, 流域水循環モデルおよび統計モデルの両方から検証を進め, 精度の高い予測が可能となった. これら水温モデルと種間競争を統合した種分布の将来予測のために, アメマスおよびオショロコマの長期個体群変動データの解析を行い, 温度変化がアメマスとの種間競争を介して, 特にオショロコマの 0 歳魚の個体数の増減に影響している可能性を明らかにした.

特に, 昨年度実施した内容については, 2016 年災害前のデータが揃う十勝川水系で, 動物 (間隙性羽化水生昆虫, コウモリ類) の時系列変化を調査した結果, 両分類群とも回復傾向にあった. 空知川では, 複数年にわたり流域地質が水温の時空間的異質性創出に寄与していることが確認され, ハナカジカの個体群間の交流や温度耐性の違いに影響している可能性が示唆された. また, サケ科魚類の 20 年間の個体群動態を解析し, 温度変化が種間競争を介して, オショロコマの個体数 (0 歳魚) の増減に影響している可能性を明らかにした. 豊平川では, 野外調査により, 湧水の汚濁がサケ仔魚の成長および卵の生残に負の影響を与えていること, 野生稚魚の降下数や自然再生産効率の詳細を明らかにした. また河床変動解析により, 豊平川における河床地形は年最大流量以上の出水で大きく変化していることを示した.

河道変化モデルの開発研究では, 洗掘量に応じた植生の根の影響 (耐侵食性) を反映させた斜面崩落モデルを適用することが重要であることが示された. 流況および水温予測については, プロセスモデルではタンク数や最適化手法改良, 統計モデルでは統計モデル自体の改良 (Spatial Stream Network Models) と調査地の追加を行うことで, 流域の基盤条件を踏まえた気候変動影響の感度分析が可能となる方法の開発を行った.

## タイトル 札内川における 2016 年洪水からの河川河畔生態系の回復

発表者： 根岸 淳二郎  
北海道大学大学院地球環境科学研究院

## 要旨：

洪水かく乱は河川生態系の構造や機能を強く規定する要因である。近年、気候変動に伴う降雨量やパターンの変化に伴い河川流況の変化が顕在化しつつある。過去に例を見ない規模の台風に伴う出水イベントはその一例として挙げられる。一方で、特に国内では河川生態系の構造や機能を極大イベントに対して中長期で評価した事例は稀有である。北海道東部札内川において 2016 年の記録的洪水からの最大 5 年間にわたる河川河畔生態系の回復過程を、砂礫礫地上徘徊性昆虫相、砂礫礫上有機物分解量、河川内底生動物・魚類相、河畔・河川境界での羽化水生昆虫相に焦点を当てて、調べた。羽化水生昆虫相以外はほぼ回復した（図）。羽化水生昆虫の回復が遅れている理由として、河床間隙水域に生息し 3 年の生活史を有するカワゲラ目の一種についていまだ個体数が回復しておらず、このことが群集構造全体の回復におけるボトルネックとなっている。生起頻度が低い大規模洪水攪乱に対しては、既往規模の洪水イベントではかく乱を受ける程度や頻度が低かった領域に生息する生物相が特に脆弱な応答を呈する可能性が示唆された。その他多くの構造機能が回復していることから、札内川は極大イベントに対しても 5 年程度の時間スケールでは頑強であることが示された。堤外地空間が広く残ることで流れ避難場がある程度維持されていること、また、堤外地の非冠水領域や低内地の一部の陸域環境が陸上生物相の一時避難場として機能していること、が頑強性の機構として考えられる。

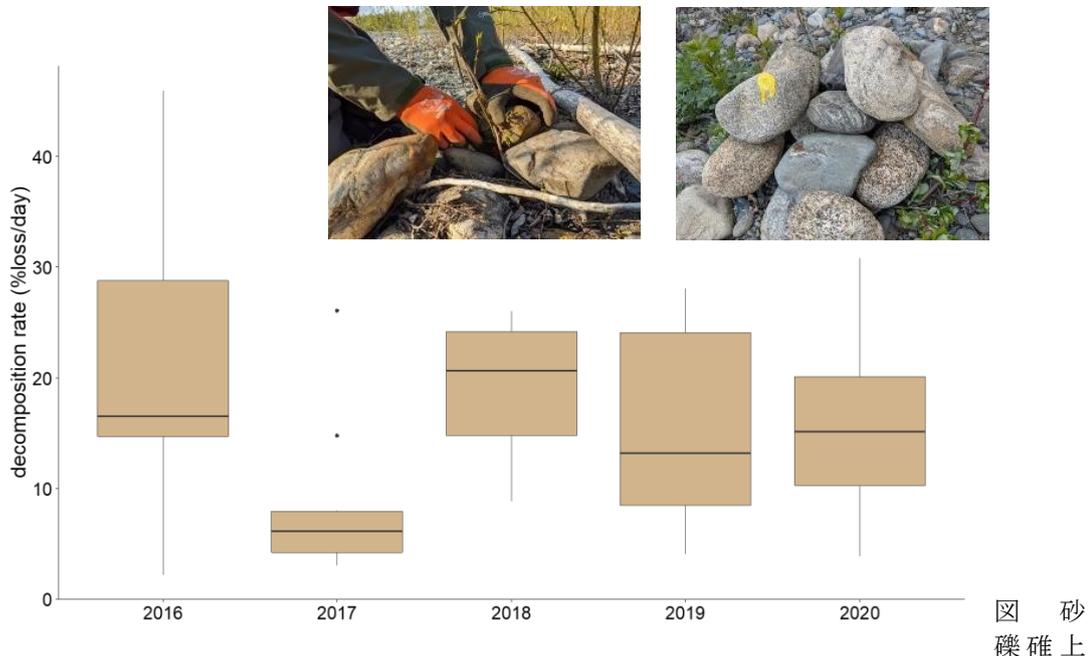


図 砂礫礫上に一定量の有機物を与え分解率を測定した結果を示す。洪水後の 2017 年に著しい低下がみられるが 2018 年以降は洪水前 2016 年の値と同水準を維持している。写真は、測定用の有機物を現地の礫で囲い設置している様子。分解者は、徘徊性の無脊椎動物全般である。

## 流域地質が河川水温・生態系に与える影響

発表者： 石山 信雄  
北海道立総合研究機構 林業試験場

## 要旨：

石狩川・十勝川研究グループでは、河川生態系の異質性を生む要因として、流域の地質に着目した研究を行ってきた。特に本研究グループが着目しているのが、「地質の違いが創出する河川水温の時空間的異質性」である。下図が示すように、石狩川を含む複数の森林河川で水温観測を継続した結果、火山岩が優占する河川ほど、夏季水温が冷涼に保たれていることが明らかとなってきた。火山岩による北海道での平均的な夏季平均水温の冷却効果は約 $3.5^{\circ}\text{C}$ であり、気温からの単純計算で $600\text{m}$ の標高差にも相当する。一方、冬季水温は火山岩河川で高い傾向にあった。

石狩川水系・空知川では、この水温の時空間的異質性が河川生物の分布（個体数、群集構造、遺伝的構造）、河川内の生態系機能、さらには河畔の陸上捕食者の分布に与える影響について現地調査を行っている。魚類については、冷水性のハナカジカを中心に研究を進めており、生息密度は夏季水温が低い火山岩河川で高いことや、遺伝子流動解析から低水温な火山岩河川が流域内で個体供給源（ソース）となり得ることなどが明らかとなってきた。また、本種を含む群集構造についても地質間で差が認められた。水生昆虫調査では、火山岩河川は他の河川より総個体数が多く、異なる群集組成を示していた。機能的に見ても、破碎食者の個体数は夏・冬共に火山岩河川で有意に多く、この水生昆虫相の違いは有機物分解の年間を通じた安定性に寄与していた。

また近年では、上述した地質間での河川生物相の違いが、陸上捕食者の分布に及ぼす影響についても調査を始めている。羽化した水生昆虫を捕食するコウモリ類、鳥類に着目した研究を進めている。例えばコウモリ類については、羽化水生昆虫と活動量に正の相関関係が認められ、羽化水生昆虫の量が火山岩河川で他の河川より多くなる時期（8月、10月）には、コウモリ類の活動量も同様に地質間で差が認められた。

上記のように流域地質は森林河川の水温レジームに影響することで、そこに生息する河川生物だけでなく、それらが担う生態系機能や依存する陸上捕食者の空間分布にも波及することが示唆された。今年度も一部の調査については継続調査をおこなっており、上記結果の検証を進めている。

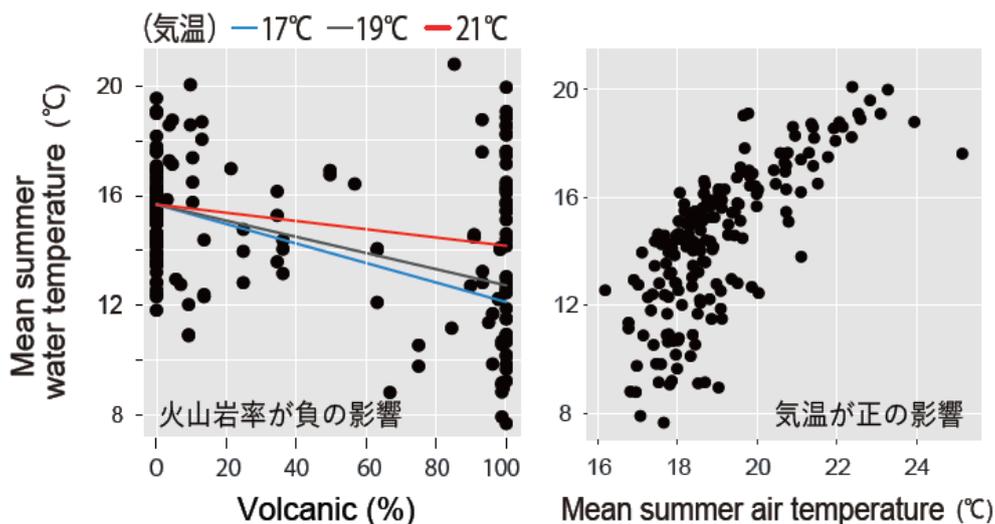


図 夏季平均水温と流域地質および夏季平均気温との関係

---

総合研究グループ  
(気候変動チーム)

---

## 河川水温の時空的変動とそれが河川生態系に与える影響

発表者： 一柳 英隆  
 熊本大学大学院先端科学研究部

## 要 旨：

温度は、生物の生理や行動、分布、群集の構造、生態系の機能などに強く影響を及ぼす要因である。気候変動による温度上昇により、生物の季節性、体サイズ、生活史特性、分布などが過去と比較して変化しているという報告が世界的に蓄積されつつある。

温度の上昇による生物や生態系の変化については、陸上や海洋と比較して、河川では信頼性の高い長期観測結果が乏しい。日本においては、過去から河川環境の様々な調査が行われ、それを統合することで、河川における温暖化の影響を解析することが可能であると考えられる。ここでは、河川水温と河川に生息する生物について、実際にどのような変化が起こってきたのか、その実態を明らかにすることを目的として研究を進めた。

なお、ここでは一柳が代表して報告するが、皆川朋子、石田桂（以上、熊本大学）、佐藤辰郎（九州産業大学）、M・レイハナ（九州大学）、加賀谷隆（東京大学）、小林草平（温州大学）、乾隆帝（福岡工業大学）、大槻順朗（山梨大学）により行われたものである。

全国の水温が含まれるデータを集約し、1981~2015年の35年間の水温の変化とその要因を解析した。

季節を通じた河川の水温変化率は、全国平均で0.03°C/年であり、上昇傾向が確認された。地方によって水温変化率には違いがあり、関東地方で高い場合が多く、北海道、東北地方及び九州地方で低い傾向がみられた。水温変化率の地点間変異に対しては、湧水流入率と関連すると考えられる水温の気温に対する反応が最も変異を説明し、水温の気温に対する回帰の傾きが小さな地点ほど、経年的な水温変化率が低かった。その結果、どの地方においても、通常、高標高の場所で水温上昇が小さく、河口近くの標高が低い地点では水温上昇率が大きい傾向があった。また気温や降水量の変化には地理的な変異があり、それが水温変化率の変異に影響していた。人為的な要因については、人口密度や建物用地割合が高くなった地点で、水温上昇が大きい傾向があり、その傾向は冬季に強かった。

菊池川水系をモデルとして、複数の気候変動シナリオ、気候モデルを用い、ダウンスケーリングすることで、各地点の水文（流量）、河道内水理、水温を予測する統合的なモデルを作成した。水温の変化は、地点や場所のより異なり、気候変動影響の強さは流域内でも場所により異なることが示された。

河川水温の温度上昇に伴う河川生態系に変化については、各地の群集の変化と水温上昇との関係、河川生息生物の分布の変化について研究を進めた。

多摩川水系では、1989~1991年に各地点での水温とともにトビケラ相が明らかにされている。同じ地点において、トビケラ類の採集と水温測定を2019~2021年（30年後）に行い、標高分布が上昇している種があることを確認した。分布標高の変化の大きさは、種によって異なった。分布の変化と種の特性的関係性を一般化することは、今後の気候変動による生態系変化を予測するのに重要になるだろう。

本研究では、河川の水温変化の空間変異、それに対する各環境要因の影響を解析した。また、検証例が稀な河川性生物の温暖化に伴う分布変化を示した。気候変動に伴う温度上昇に対する生物の反応は一様ではない。たとえば、ある生物にとってみれば、夏の上昇よりも、秋や冬の温度上昇の方が影響が大きいかもしれない。生物に対する温度上昇の影響のパターンを認識し、その影響を緩和する河川での適応策を提案することが必要になるだろう。

---

総合研究グループ  
(生態系ネットワークチーム)

---

両側回遊性魚類・甲殻類の多様性および海洋資源輸送機能の評価

発表者： 佐藤 拓哉  
京都大学生態学研究センター

要旨：

高緯度地域の河川流域において、遡河回遊性のサケ科魚類が海洋から流域の上流へと移動することで、海洋の栄養塩を運搬し、流域生態系に大きなインパクトを及ぼすことは広く知られている。一方、アジアモンスーン気候帯に位置する日本の多くの温帯河川では、それら遡河回遊魚に加えて、小型ながら、非常に多様でかつ極めて膨大な個体数の両側回遊性魚類・甲殻類が、海洋と河川間を移動することで、流域生態系の生物多様性・生態系機能を形作る鍵となっている可能性がある。本研究プロジェクトでは、そうした両側回遊性生物の遡上実態を解明し、その生態的役割を明らかにすることを目的とした。さらに、河川水辺の国勢調査データ果をもとに、全国の一級河川 109 水系における回遊性魚類の種多様性情報を取りまとめ、回遊性魚類の種多様性に基づく水系の類型化を試みた。

和歌山県有田川・日置川・富田川での年間を通したモニタリングより、両側回遊性魚類は、種ごとに異なる遡上季節性を有しており、それらが群集全体として、春から秋にかけて遡上時期を長期化していることを定量的に明らかにした。また、環境 DNA サンプルから両側回遊魚の種を特定できることを確認し、小河川では、種ごとの季節的遡上を環境 DNA 分析によって評価できることを明らかにした。

両側回遊性魚類の遡上個体のイオウ安定同位体比を調べたところ、海洋由来の有機物に近い値を示しており、遡上魚群が海洋資源輸送機能を有している可能性が明らかになった。そこで、遡上個体を捕食すると思われるナマズとオオクチバスの脊椎骨分画のイオウ安定同位体比を調べたところ、それら魚食魚個体の中には、海洋由来資源に大きく依存している個体や時期があることが示唆された（推定寄与率の最大＝約 40%）。

既存の全球的解析で指摘されているように、遡河回遊魚については高緯度ほど、降海回遊魚については低緯度ほど高い傾向が明らかになった。一方、両側回遊魚の種多様性は、緩やかながら、低緯度地域ほど高い傾向が認められた。しかし、両側回遊魚の種多様性と緯度の関係は、他の回遊タイプほど顕著ではなく、特に低緯度地域では同程度の緯度でも種多様性に大きな流域間の差異が認められた。これらの違いの一部は、各水系が流入する海域と関係しており、海流の影響を受けにくい瀬戸内海や有明海・八代海に流入する水系では、同緯度帯で太平洋側に流入する河川よりも種数が少ない傾向が認められた。これは、太平洋側に流入する水系では、おそらくは海流分散によって南方系の種群が分布することが多いのに対して、瀬戸内海や有明海・八代海に流入する水系では、そういった種群の分布確率が低いことが影響していた。今後の河川管理においては、回遊性魚類の多様性パターンも考慮して、海洋－河川のつながりに配慮した管理策の検討も重要であろう。

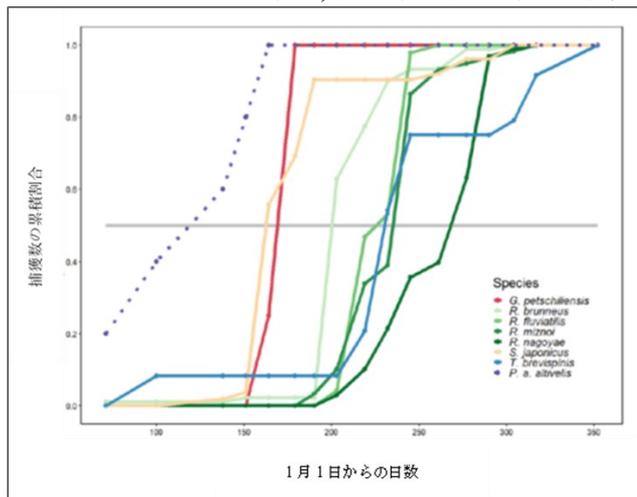


図1. 両側回遊魚各種の捕獲数の累積割合。図中の横線は累積割合50%を示す (Tanaka et al. 2020の図を改変・引用)

両側回遊性魚類・甲殻類の生態学的役割の解明

発表者： 宇野 裕美  
北海道大学地球環境科学院 日本学術振興会特別研究員 CPD

要 旨：

大量に遡上する両側回遊生物の中でも、特にヌマエビやヤマトヌマエビなどの甲殻類は遡上能力が高く、海からの連続性の保たれた河川最上流部において時に非常に高い密度で生息する。野外目視観測や流下ネット・環境 DNA を用いた調査により、海に近いほどその個体数密度が高いこと、さらに大型ダムの上流にはそれらの回遊性甲殻類がみられないことが確かめられた。

我々はこれらの両側回遊性甲殻類の有無および密度が河川生態系に与える影響について、水生昆虫や藻類・底生有機物・河川水中の栄養塩濃度など様々な側面から評価を行った。野外操作実験、飼育実験、野外広域調査、安定同位体などの様々なアプローチによる研究の結果、両側回遊性のエビの密度は他の河川生物群集および物質循環の両方に影響を与えることが示された。エビが高密度で存在する条件下では、エビによる摂食および攪乱により底生有機物の量が減少し、底生有機物を摂食するユスリカやトビイロカゲロウなどの密度が共に減少した。さらに、エビからの排泄により、河川水中のアンモニア濃度が 2.4 倍にも上昇することが分かった。

これまで、河川の生物相や水質はその集水域の土地利用や該当河川リーチの管理などによって決まるといった常識があった。本研究の結果はその常識を覆し、下流部のダムの有無など海との連続性が担保されているかどうか回遊性生物の有無やその密度に影響し、それが生物間の相互作用を通じて間接的に回遊しない生物の密度や河川水質にまで影響を与えることが明らかになった。