

五ヶ瀬川水系における河川生態学術研究

River ecological research in the Gokase river system

生態系グループ 研究員 岩川 敬樹
生態系グループ グループ長 坂之井 和之
研究部門 主席研究員 渡邊 茂
河川・海岸グループ 研究員 千葉 潤一

五ヶ瀬川流域は宮崎県北部のほぼ全域を占め、この地域における社会、経済、文化の基盤をなすとともに、水量も豊富で自然環境や景観もきわめて優れている。最大支川である北川の淡水域には、湧水に支えられた湿地やワンド、河畔林、アユの産卵場などが分布し、汽水域にはカワスナガニなどの重要種が生息している。一方、五ヶ瀬川水系では、平成9年9月出水により北川で激特事業、平成17年9月出水により五ヶ瀬川、大瀬川、祝子川、北川で激特事業が実施された。

河川生態学術研究会 五ヶ瀬川水系研究グループでは、以下の研究目的に沿って、平成21年度から平成23年度にかけて研究を行い、平成24年度にこれらの研究成果をとりまとめた。

研究目的：北川研究グループの成果を受け継ぎ、個別の研究を互いに繋ぐことで物理系と生態系を繋ぐ新しいモデルを構築する。北川と五ヶ瀬川における激特事業の人為的インパクトによる河川環境への影響を把握して、激特事業で実施された河川環境の保全と再生の取り組みの生態学的な効果を検証する。さらに、一次生産と生物分布の調査を実施して、北川と五ヶ瀬川の豊かさの違いを比較する。これにより、多くのデータと知見を蓄え、人為的インパクトによる影響を可能な限り小さくするための提言を行い、今後のより良い河川管理の持続的発展に寄与することを目的とする。

キーワード：五ヶ瀬川水系、激特事業、インパクト - レスポンス、河川生態系変動予測モデル、一次生産

The Gokase River System spreads over almost all areas of northern Miyazaki Prefecture, making it the area's social, economic and cultural foundation as well as bringing abundant flow with extremely beautiful natural environment and landscapes. The largest tributary river, the Kita River, contains freshwater with wetland and backwaters, supported by springs, riparian forests and spawning grounds for Ayu *Plecoglossus altivelis*, while blackish water is a habitat for important species such as freshwater crab, *Deiratonotus japonicus*. Meanwhile, in the Gokase River System, Serious Disaster Special Emergency Projects were implemented in the Kita River due to flash floods in September 1997. The projects was also implemented in the Gokase, Oose, Houru, and the Kita rivers due to flash floods in September 2005.

The Gokase River System Research Group of the River Ecological Research Group of Japan has conducted research studies from FY 2009 to FY 2011 and finalized the research results within FY 2012, under the following research objectives:

Research Objective: The research will succeed the results from the Kita River Research Group, with its aim to establish a new model by linking individual research to combine physical and ecological aspects of the research. The research will elucidate the effects to the river environment by the impacts of the projects in the Kita and the Gokase rivers and evaluate conservation measures to the river environment and ecological effects of restoration measures. Additionally, the research will survey primary production and biological distribution and compare biological abundance between the Kita River and Gokase River. By conducting the research, abundant data and scientific knowledge will be collected and advise the minimum impact measures and contribute to the sustainable river management to the future.

Key words: gokase river system, serious disaster special emergency projects, impact-response, calculated river ecosystem models, primary production

1. はじめに

五ヶ瀬川は、宮崎県と熊本県の県境にある向坂山(標高1,684m)にその源を発し、高千穂溪谷を流下しながら、複数の支流を合わせて延岡平野に入り、大瀬川を分派して、延岡市街地を通り河口付近において祝子川、北川を合わせ、日向灘に注ぐ、幹川流路延長106km、流域面積1,820km²の一級河川である(図-1)。

五ヶ瀬川流域は宮崎県北部のほぼ全域を占め、この地域における社会、経済、文化の基盤をなすとともに、水量も豊富で自然環境や景観もきわめて優れている。

最大支川である北川の淡水域は、湧水に支えられた湿地やワンド、河畔林、アユの産卵場などが、汽水域にはカワスナガニなどの重要種が生息している。



図-1 五ヶ瀬川水系流域図

2. 五ヶ瀬川水系における激特事業

五ヶ瀬川水系では平成17年9月の台風14号に伴う出水により大きな災害が発生した。これにより、再度災害の防止を目的として、五ヶ瀬川本川とその派川大瀬川、支川北川、支川祝子川において、平成17年度～22年度を工期とする「五ヶ瀬川激甚災害対策特別緊急



図-2 五ヶ瀬川野田地区河道掘削工事の状況
(左: 工事前 H19.3、右: 工事後 H22.5)

事業(通称: 激特事業)」が行われた。

この激特事業においては、隔流堤による五ヶ瀬川と大瀬川の分離、高水敷の掘削による河積の拡大などが行われたが、北川の激特事業(平成9年度～13年度)と同様、河川環境をできるだけ保全するために、干潟、ヨシ原、ワンドの保全、瀬・淵構造の保全、河畔林の保全などが行われた。²⁾

3. 河川生態学術研究の取り組み

3-1 研究グループの目的と方針

五ヶ瀬川水系研究グループは、北川研究グループの成果³⁾を受け継ぎ、個別の研究を互いに結びつけることで物理系と生態系を繋ぐ新しいモデルを構築する。また、北川と五ヶ瀬川における人為的インパクトによる河川環境への影響を把握して、激特事業で実施された河川環境の保全と再生の取り組みの生態学的な効果を検証する。さらに、一次生産と生物分布の調査を実施して、北川と五ヶ瀬川の豊かさの違いを比較する。これらの研究により、多くのデータと知見を蓄え、河川工事等による人為的インパクトの河川環境への影響を可能な限り小さくするための提言を行い、今後のより良い河川管理に寄与することを目的として行った。

五ヶ瀬川水系研究グループは、平成21年度より以下の研究方針に基づき、平成21年度から平成23年度にかけて調査・分析を行い、平成24年度に研究成果のとりまとめを行った。五ヶ瀬川水系研究グループにおける研究方針は以下の通りである。

- ・これまで研究してきた北川に、激特事業が実施されている五ヶ瀬川本川と派川の大瀬川を新たに加える。
- ・グループの全体テーマは「河川環境の維持・管理・再生」を発展的に継続する。

なお、研究対象地域は図-3に示すとおりである。



図-3 研究対象地域

3 - 2 研究課題と研究担当者

研究課題は、河川生態系変動予測モデルの構築、激特事業の保全と再生の効果検証および一次生産と生物分布の調査である。研究課題ごとの研究担当者は以下に示すとおりである。

河川生態系変動予測モデルの構築

岩本俊孝 宮崎大学 副学長
 及川 信 九州大学大学院 准教授
 鬼倉徳雄 九州大学大学院 助教
 楠田哲也 北九州市立大学大学院 教授
 杉尾 哲 宮崎大学 名誉教授
 矢原徹一 九州大学大学院 教授
 福島雅紀 国土技術政策総合研究所 主任研究官
 傳田正利 土木研究所 主任研究員

激特事業の保全と再生の効果検証

岩本俊孝 宮崎大学 副学長
 及川 信 九州大学大学院 准教授
 鬼倉徳雄 九州大学大学院 助教
 神田 猛 宮崎大学 教授
 小池裕子 九州大学 名誉教授
 島谷幸宏 九州大学大学院 教授
 傳田正利 土木研究所 主任研究員

一次生産と生物分布の調査

鈴木祥広 宮崎大学 准教授
 高見 徹 大分工業高等専門学校 准教授
 鬼束幸樹 九州工業大学大学院 准教授
 東野 誠 大分工業高等専門学校 准教授
 皆川朋子 熊本大学大学院 准教授

なお、公益財団法人リバーフロント研究所は、これらの研究を進めていくための事務局として、研究会等の開催を行うとともに、これらの研究成果を「五ヶ瀬川水系の総合研究」としてとりまとめた。

3 - 3 研究成果

河川生態学術研究会における研究成果は、「五ヶ瀬川水系の総合研究」にまとめられている。これと併せて発表された論文等についても記載しているので、各研究テーマの詳細については、そちらを参考にされたい。

(1) 河川生態系変動予測モデルの構築

河川は、出水に伴う自然的攪乱が絶えず作用するダイナミックな場である。この河川に河床掘削などの人為的インパクトが作用した場合に、河川生態系がどのように反応するかを予測することは、河川環境を保全する上で極めて重要である。しかし、河川生態系は、水域と陸域の生物系と非生物系が複雑に繋がって構成されているため、その理解には困難が伴う。そこで、これまで個別に検討してきた研究成果を互いに繋ぐこ

とによって、自然的攪乱や人為的インパクトに対する河川生態系の影響予測を行うための河川生態系変動予測モデルの構築を試みた。

物理基盤植生変化モデル

河道の変化予測に関する河川工学の知見と、生物の応答に関する生態学の知見を融合させて、河川整備後の流下能力、生物生息環境を一体的に評価する予測手法を構築した。予測手法は河道形状と河床材料の時空間変化を予測する物理基盤モデルと、植生の繁茂・遷移・破壊を予測する植生応答モデルで構築された物理基盤・植生変化モデルを用いて、ヤナギを対象とした現地調査結果をもとに、樹木の成長に応じて樹木の洪水流への影響度合いを変化させるモデルに拡張したものである(図-4)。

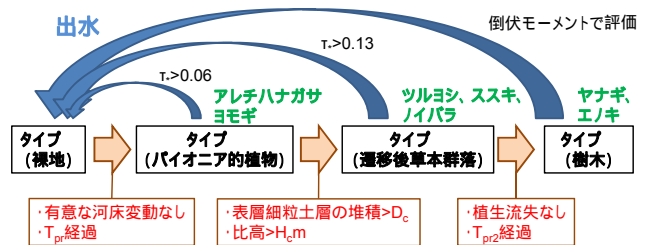


図 - 4 植生変化モデルの概要 (Tは無次元掃流力)

このモデルをベースとして、樹木繁茂の平面分布と経年変化、および過度の平面分布から、後述する哺乳類行動予測モデルが構築されている。

また、選好度指標値として平水時の中央粒径値、流速、水深、水深の二乗値から魚類生息予測モデルが構築されている(図-5)。

さらに、感潮区間における平水時の水際への砂分の堆積量を算出した結果から甲殻類生息予測モデルが構築されている(図-6)。

これらのモデルについての詳細は後述するが、これらの研究成果やモデルを利用することにより、モニタリング指標から治水機能や河川環境の状態評価が可能となり、河道掘削や樹木伐採など、河川管理の手法検討に活用されることが期待できる。

哺乳類行動予測モデル

哺乳類行動予測モデルは、物理基盤植生変化モデルから提供された樹木繁茂の平面分布と経年変化、および過度の平面分布を条件として、植生環境の変動に応答するタヌキとウサギ、アナグマ、イタチなど、哺乳類の行動を予測するモデルである(図-7)。このモデルは、体内エネルギー変化を考慮した行動選択や移動経路選択、あるいは空間選好性を考慮した移動経路選択を含めることで、野生動物の採食・エネルギー消費、

時系列的に変動する空間情報を反映した移動経路選択を表現することができる。これにより、工事時の騒音や振動等の発生あるいは河道掘削や樹木伐採等による動物の回避行動を予測できることとなった。また、本モデルの特徴である多種・多個体の野生動物のシミュレーションを行うことにより、この予測結果に基づいた人為的インパクトが作用した場合の河川環境の変化による動物への影響を評価できるようになった。

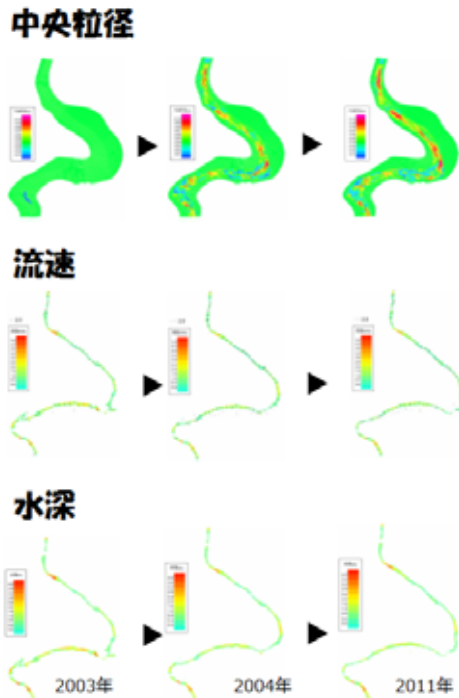


図 - 5 物理基盤変動予測モデルに基づいて算出された中央粒径値、流速及び水深分布

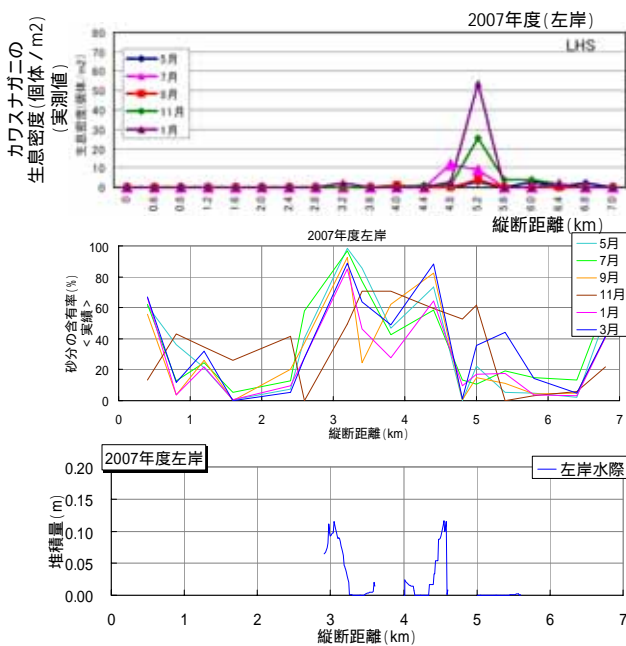


図 - 6 カワスナガニ生息密度および砂分含有率 (実績値) と砂分堆積量 (計算値) との関係

レーションを行うことにより、この予測結果に基づいた人為的インパクトが作用した場合の河川環境の変化による動物への影響を評価できるようになった。



図 - 7 野生動物行動予測システムのシステム構成

魚類生息予測モデル

魚類生息予測モデルは、流況と河床材料の変動にตอบสนองするボウズハゼの生息分布を予測するモデルである。このモデルは、北川における魚類の生息分布と生息環境についての調査結果に基づいて、河床材料、流況、水温の中から平水時の流速、水深、中央粒径値を選定して、それらを説明変数とする一般化線形混合モデルで構築したものである (図 - 8)。

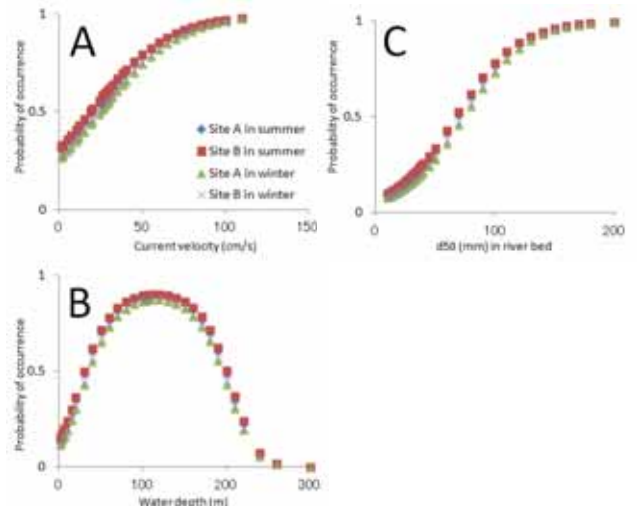


図 - 8 ボウズハゼの出現と環境要因との関係性
流速 (A)、水深 (B)、中央粒径値 (C)

このモデルは、ボウズハゼがその地点での生息を好む度合い (選好度) を説明できる。以下にベストモデル式を示す。

$$y = 1 / (1 + \text{EXP}(-(-4.822 + 0.0597(d50) + 0.0398(CV) + 0.0588(WD) - 0.000249(WD^2) + \text{ranef season} + \text{ranef site})))$$

(y : 出現確率; $d50$: 中央粒径値; CV : 流速; WD : 水深; ranef season : 季節性に関するランダム切片; ranef site : 地点に関するランダム切片)

前述の物理基盤植生変化モデルから提供された平水時の広域な物理基盤の情報に基づき、広域的なボウズハゼの選好度指標値を算定して、その変化を評価することで、出水に伴う自然の攪乱や河床掘削などの人為的インパクトが水域に作用した場合の河川環境に与える影響を評価できることを示した。また、ボウズハゼがほぼ1mの水深と大流速を選好するため、ボウズハゼを瀬の指標生物として評価することで、河道環境の保全に応用できると結論付けた。

甲殻類生息予測モデル

甲殻類生息予測モデルは、汽水域の流況と河床材料の変動に应答するカニ類の生息分布を予測するモデルである。このモデルは、北川におけるカニ類の生息分布と生息環境についての調査結果に基づいて、評価対象としてカワスナガニ (*D. japonicus*)、ケフサイソガニ (*P. deianira*)、タイワンヒライソモドキ (*H. penicillatus*)、ヒメヒライソモドキ (*P. ishii*)、トゲアシヒライソガニモドキ (*P. capillidigitatus*) の5種を選定し、それらの生息を決める説明変数として塩分、60%粒径、標高、均等係数、曲率係数、河口からの距離およびそれぞれの2乗項を選定して、一般化線形混合モデルで構築したものである(図-9)。カニ類は出水による自然的攪乱があってもすみやかに自身の生息に適した環境へ移動することが可能なため、本モデルを用いてカニ類の生息環境を評価することが可能であることから、これらの保全方法等を検討するには、河川改修における人為的インパクトによる影響の予測や代替ハビタット創出の際の総合的な判断に活用できることを示した。

植生変化予測モデル

植生変化予測モデルは、前述の物理基盤モデルから提供された物理基盤の情報などをもとに、マクロな植生の破壊や回復を表現するモデルである(図-10)。このモデルは、植被指数をVBと定義し、その変動と無次元掃流力の関連付けを行って構築したものである。既に国土交通省国土技術政策総合研究所により構築されている植生応答モデルに比べて算定が簡易であるが、植生の区分は草本類と木本類であり、植生種の表現はできない。しかし、植生の破壊と回復を定量的に表現することで、河川敷におけるマクロな植生の過去の状況

と現状を把握し、将来を予測できることを示しており、出水に伴う自然の攪乱や河床掘削などの人為的インパクトが河川敷に作用した場合の植生に与える影響を評価可能としている。

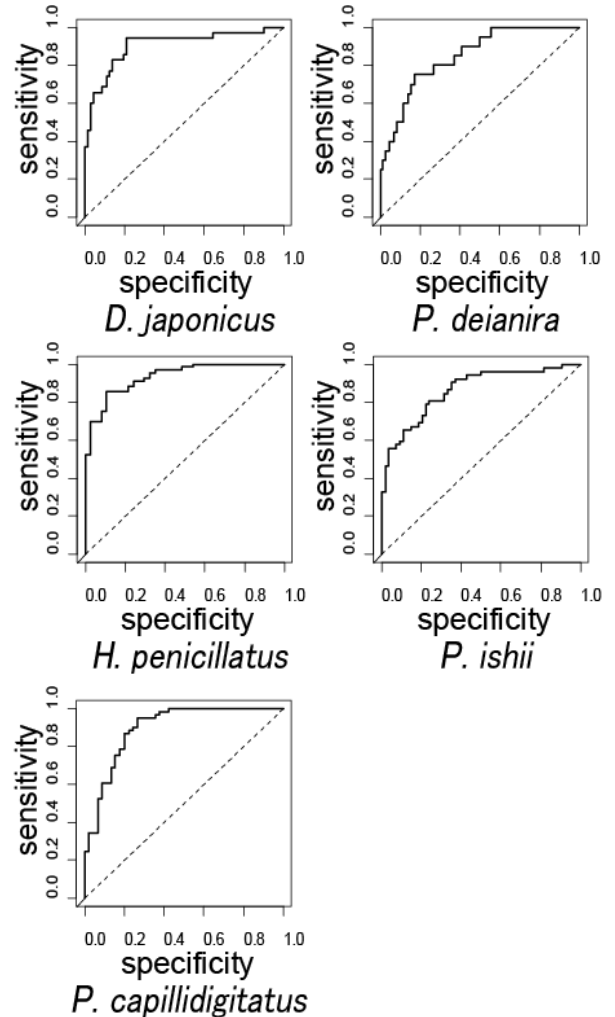


図-9 モデルによるカニ類のROC曲線

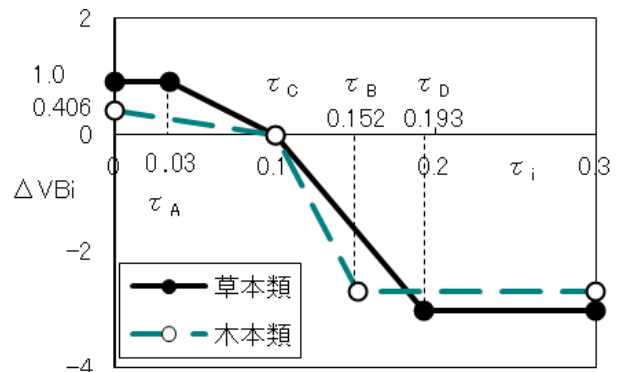


図-10 同定した植被指数の年変化量の関数式

植生種多様性変動予測モデル

植物種多様性変動予測モデルは、上記の植生域変動

予測モデルで算定された植被指数の情報などをもとに、植生タイプの状態推移と種組成を予測するものである。このモデルは、現地の砂州における植物種数とその分布についての調査結果に基づいて、各植生タイプについて種数・面積関係を求め、この関係から植物種多様性と植被指数の関係式を導くことによって、植被指数の変化とともに、植物種多様性がどのように変化するかを予測できる。モデル構築の過程で、高水敷では、半裸地 草地 樹林と遷移が進むにつれて、種数が直線的に増えるのに対して、水際では、水際草地（ツルヨシ群落など）で種数がそれほど増加しないという特性などを明らかにして、高水敷と水際を区分することで出水履歴にともなう河川敷植生の植物種数がどのように変動したかを再構成することを可能とした（図 - 11）。

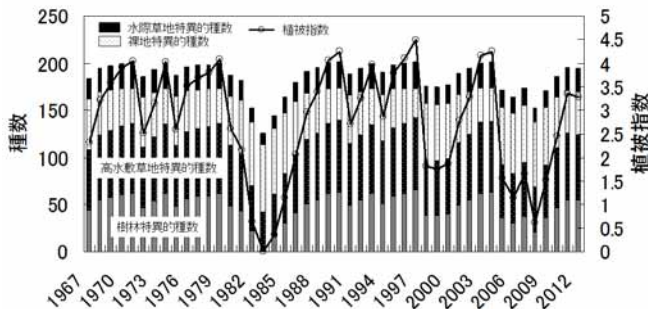


図 - 11 過去の植被指数の変動にともなう各植生タイプ特異的種数推定値の変化

このモデルによって得られた結果から、大きな乱後に年最大流量が小さな状態が続けば高水敷草地・水際草地特異的種だけでなく、樹林特異的種が急速に回復するのは、激特事業において、河畔林などの自然環境に配慮した河道掘削など、自然再生的手法を含むさまざまな対策がとられたことで、河川敷に各植生タイプ特異的種の種子供給源が残されたためであると推定した。

(2) 激特事業の保全と再生の効果検証

大瀬川と五ヶ瀬川の隔流堤の築堤・隔流水門の運用による激特事業の影響を評価した。隔流水門運用前後の五ヶ瀬川水系河口域におけるハゼ類相の類似性および類似性区分ごとの平均出現種数を比較したが、大きな変化は認められなかった（図 - 12）。したがって、五ヶ瀬川水系感潮域内の生態系に対する激特事業の影響は、ハゼ科魚類の観点からはないと判断された。

また、北川激特事業で設置された感潮域の大規模なワンドおよび既存の霞堤、五ヶ瀬川激特事業で設置された緩傾斜河岸および五ヶ瀬川と大瀬川との分離のた

めに行われた隔流堤について、生物を指標として効果・影響を評価した。北川の感潮域に設置された大規模なワンドにおける魚類相、魚類に対する産卵場などの機能は、改修により消失したワンドと比較した結果、その機能は回復しており、ワンドの形状も5年以上にわたり維持されている。これは、感潮域において代償措置として設置された大規模なワンドが効果的に機能していることを示している（図 - 13）。

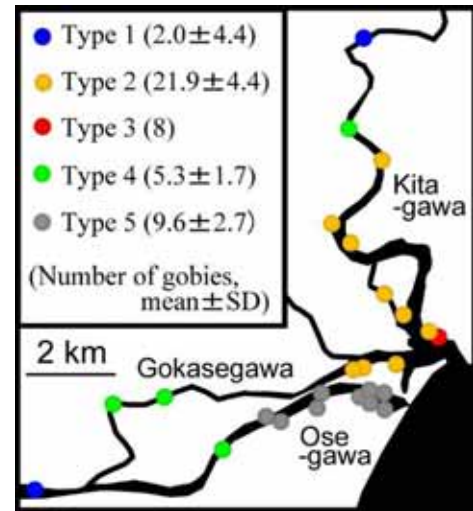


図 - 12 五ヶ瀬川水系河口域におけるハゼ類相の類似性および類似性区分ごとの平均出現種数

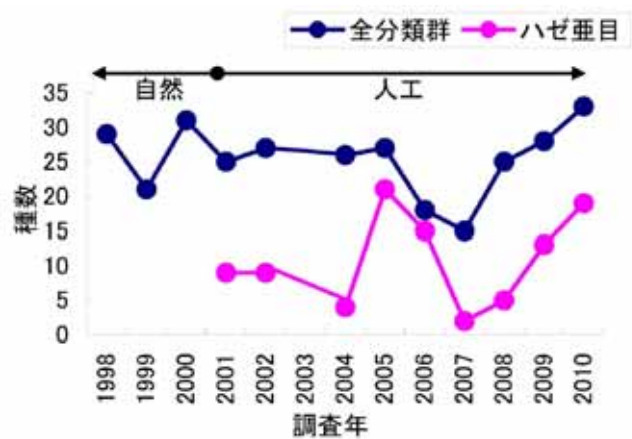


図 - 13 北川人工ワンドの造成前（自然）と造成後（人工）における魚種数の経年変化

五ヶ瀬川の感潮域に設置された緩傾斜河岸は、河川改修によって失われがちな潮干帯の保全を行おうとした河岸である。潮干帯を保全することによって底生動物の多様性が確保された（図 - 14）。感潮域における環境に配慮した河川改修技術はまだ確立されていないが、潮干帯保全を念頭においた緩傾斜河岸は有効であり、全国的に見ても大変参考になる成果であり、その普及が望まれる。

霞堤の生態的機能についての研究では、洪水が堤内地に入り込むことによる環境機能についての評価を行った。河川と堤内地の水路や湿地との連続性が多くの淡水生物にとって重要な生息条件となるが、霞堤は治水のみならず環境面においても生物多様性に効果的な技術であると評価された。家田・川坂湿地は霞堤によって維持されている可能性が示唆されたが、十分に証明するまでには至らなかった。

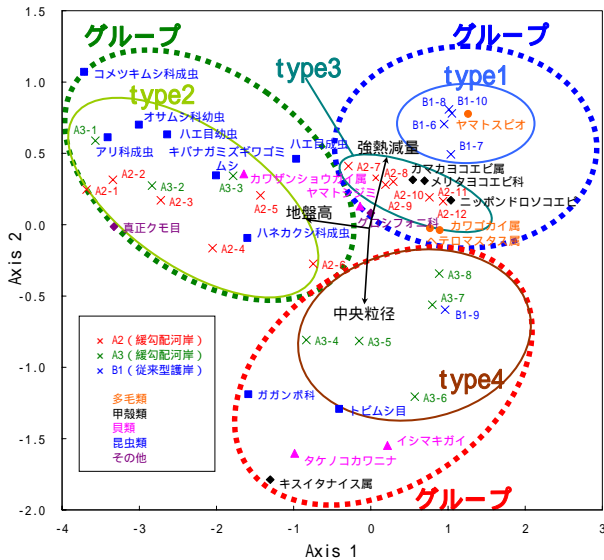


図 - 14 正準相関分析結果による底生動物の分布

(3) 一次生産と生物分布の調査

一次生産は生物群集の生存を保障する基礎となる。本研究は、この一次生産量の推定にチャレンジし、一次生産量は時間的に少なくとも日単位での平均値として扱う必要があることを示した。また、一次生産量と生息生物との関係性を得ることを意図して行われた。

藻類増殖に必要な微量成分を中心に水質を検討した結果によると、五ヶ瀬川・北川とも pH がアルカリ側にあり、濁度は低く、DO は酸素飽和度以上になっており、DO 環境は良好な河川であるが、SiO₂ は五ヶ瀬川では平均 31.2mg/l であり、北川よりも約 2 倍高くなるなど、上流の地質の影響がみられた。バイオアッセイの手法を利用して、藻類の増殖制限物質を検索した結果、五ヶ瀬川上流の相対生長量は、無添加と比較して FeCl₃ 添加と Fe-EDTA 添加のいずれでも増殖量が有意に高くなること、五ヶ瀬川下流では、FeCl₃ 添加、Fe-EDTA 添加に加えて、PO₄-P 添加と重金属添加において、無添加と比較して増殖量が有意に高くなることを示した。さらに、北川上流では無添加と比較して FeCl₃ 添加、Fe-EDTA 添加、SiO₂ 添加および重金属添加において、無添加と比較して増殖量が有意に高くなること、北川下流では SiO₂ と重金属が制限物質であることを示した。

加えて、五ヶ瀬川上中下流および北川上下流の付着藻類の窒素安定同位体比 ¹⁵N を測定し、流域ごとに起源の異なる窒素を付着藻類が摂取して有機物生産を行い、河川生態系を支えていることを示した(図 - 15)。このように五ヶ瀬川下流域の河川生態系は、人間活動による窒素供給によって維持されていると考えられた。

五ヶ瀬川と北川における溶存酸素濃度から純酸素生産量を推定した。その結果、降雨後の増水によって濁度、色度、TOC が上昇し、これが一次生産における呼吸速度の見積りに影響を及ぼすこと、北川は五ヶ瀬川に比較して、夜間の溶存酸素飽和度の低下量が大きく、総生産速度は五ヶ瀬川の約 2.9 倍大きいことを明らかにした。

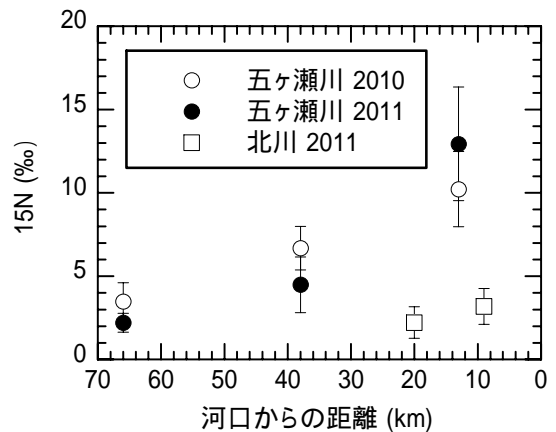


図 - 15 河口からの採取地点までの距離と各地点における付着藻類の ¹⁵N の関係

五ヶ瀬川と北川における魚類調査の結果、下流から 10km 付近における遊泳魚の優占種は、北川ではカワムツ、五ヶ瀬川ではオイカワである、五ヶ瀬川には岩熊井堰が存在し、魚類の縦断方向の移動が制約されるため、北川と比較して 1 リーチ内の尾数の月変化は緩慢である、オイカワ、カワムツ共に体長に伴う生息域の明瞭な変化は観察されなかった、生息領域の月別変化も明瞭には認められなかった、アユは低水深で高流速の領域を好むが、オイカワおよびカワムツは水深および流速共に広範囲に分布しており、明確な棲み分けは見受けられない、小河川においても魚類の生息調査を行ったところ、オイカワ、カワムツおよびギンブナは棲み分けしていたので、小河川では利用可能空間に対して尾数が多いために棲み分けが必要となっているなどが明らかとなった。

五ヶ瀬川および北川と同じ生物地理学的地域(エコリージョン)に属する番匠川、小丸川、大淀川、川内川、白川を比較対象とし、川の魚類の生息環境の評価を試みた。その結果、五ヶ瀬川の三輪と北川の長井

を対象地点とした現地観測結果と平面2次元数値計算結果では水理条件に明確な差異は確認されなかった、

五ヶ瀬川と北川における、1977～2009年の33年間での年平均流量は北川の長井で約30m³/s、五ヶ瀬川の三輪で約60m³/s、流量の分散は、五ヶ瀬川の方が大きい、北川を除けば、流量の変動とともに生息する魚種数は多くなり、流量の分散が約20,000m⁶/s²以上では一定値に漸近する、などを明らかにした(図-16)。

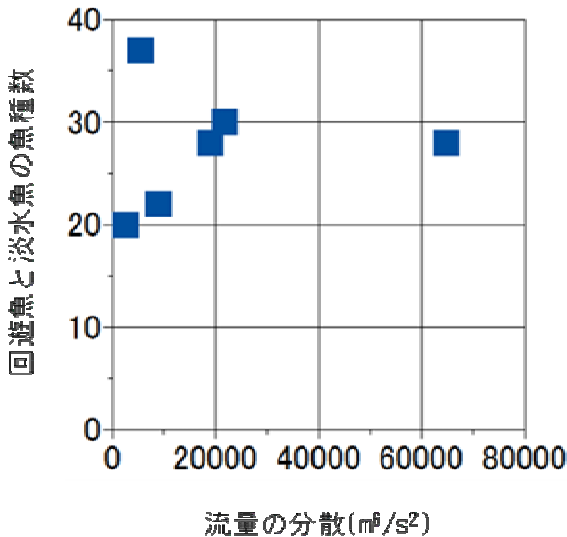


図-16 淡水魚と回遊魚の総数と流量変動との関係

地形・地質と感潮域に生息するカニ類の分布に着目して、五ヶ瀬川及び北川の河川構造と生物相を明らかにした。五ヶ瀬川、北川の感潮域の地形・地質の特徴として、五ヶ瀬川では広い沖積層が形成されているが、北川では粘板岩・千枚岩が分布する山沿いを穿入(せんにゅう)蛇行していることである(図-17)。

本研究の結果、カニ類は、北川11種、五ヶ瀬川12

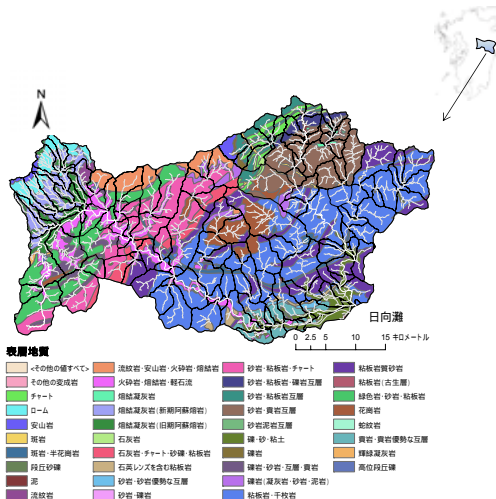


図-17 五ヶ瀬川流域の表層地質

種であること、調査結果が得られた北川25地点、五ヶ瀬川24地点における地点平均出現種数及び標準偏差はそれぞれ、2.4±1.4種、1.6±2.1種であり、北川の出現種数が五ヶ瀬川よりも多いことを明らかにした。

水際域河床材料の粒度組成は、五ヶ瀬川感潮域では砂分が多く礫質の割合が少ないが、北川では、感潮域上流部まで礫質が広く分布し、蛇行によって左右岸で粒径が異なっていた。また、北川左岸では、河岸から片理した粘板岩・千枚岩の礫が供給されていた。このような粒径の違いが、感潮域に生息するカニ類の分布に關与していた。

両河川の感潮域に生息するカニ類を類型化し、それぞれの河川の特徴を把握したところ、北川ではカワスナガニが生息する礫の割合が大きく、塩分が低い地点が多くみられ、五ヶ瀬川ではアリアケモドキが生息する砂の割合が大きく、背後に植生帯が存在する地点が多くみられ、それぞれの河川の特徴的な構造として抽出された。

4. おわりに

五ヶ瀬川水系研究グループでは、河川環境への理解を深め、河川管理への貢献を積極的に図っていくことを念頭に、これまでの研究成果を研究論集として、平成24年度にとりまとめた。

物理基盤モデルと植生変化モデル、哺乳類行動予測モデル、魚類および甲殻類生息モデルを結びつけたことにより、河川環境をより総合的に評価することが可能となった。また、実際の河川管理への応用についても期待できると考えている。

最後に本報告をまとめるにあたり、五ヶ瀬川水系研究グループの諸先生、国土交通省九州地方整備局延岡河川国道事務所の方々のご指導とご助力を頂いた。ここに記して厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 五ヶ瀬川水系河川整備計画, (2008)
- 2) 延岡河川国道事務所:「みずからまもる」プロジェクト(延岡河川国道事務所ホームページ)
- 3) 北川の総合研究 - 河川環境の保全と再生のあり方 - 平成21年2月 -
- 4) (財)リバーフロント整備センター:五ヶ瀬川水系河川生態系影響調査検討業務, (2011)
- 5) (公財)リバーフロント研究所:五ヶ瀬川水系河川生態系影響調査検討業務, (2012)
- 6) 五ヶ瀬川水系の総合研究 - 河川環境の維持・管理・再生について - 平成25年3月 -