

川の自然環境の解明に向けて

-河川生態学術研究会の概要-

河川生態学術研究会

1. 研究会設立の背景・目的

平成7年（1995年）、河川が本来持っている自然環境の役割を見直して、それまでの河川管理のあり方を再検討しようとする気運が高まる中、生態学と河川工学の研究者が共同して河川生態学術研究会を創設した。河川生態学術研究会では、河川の本質の理解を深めることが重要であるという共通認識のもと、新しい河川管理を検討するための総合的な研究を進めることになった。

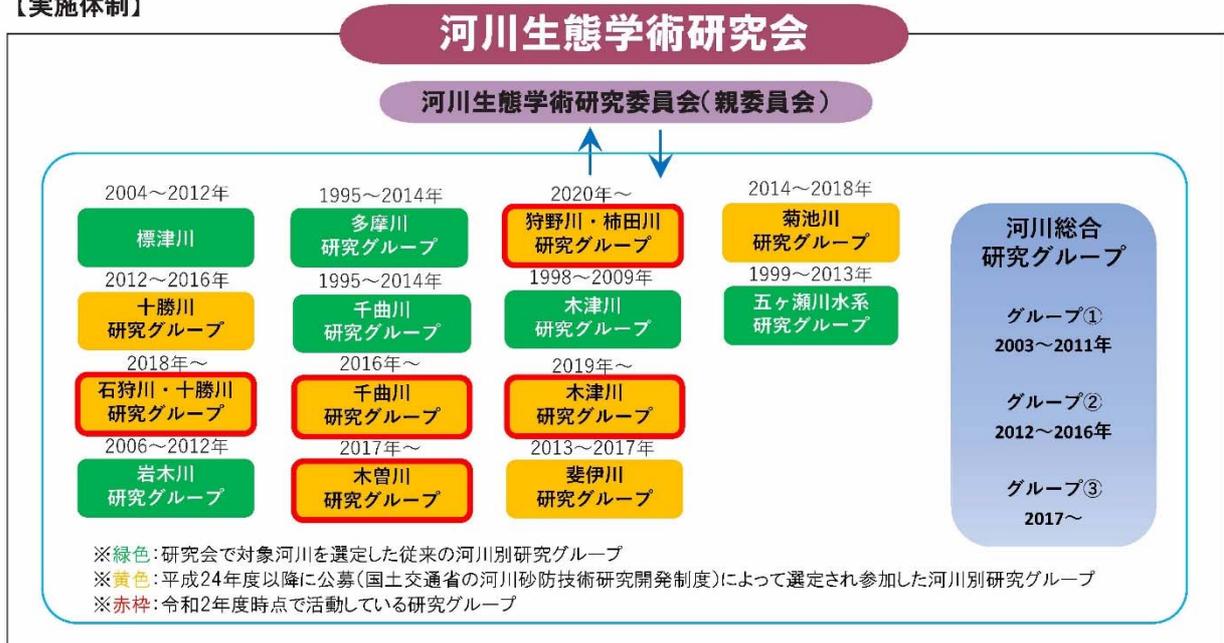
研究は、生態学的な観点より河川を理解し、川のあるべき姿を探ることを目的とし、その達成に向けて、以下のようなテーマを設定し研究を進めている。

- I. 河川流域・河川構造の歴史的な変化に対する河川の応答を理解する。
- II. ハビタットを類型化し、その形成・維持機構、生態的機能を明らかにする。
- III. 生物現存量、種構成、生物の多様性、物質循環、エネルギーの流れを明らかにすることにより、河川生態系の構造と機能を解明し、河川に対する生物の役割を明らかにする。これらを用いて河川の環境容量を推定する。
- IV. 洪水や渇水などの河川が本来持つ攪乱などの自然のインパクト及び河道や流量の管理、物質の流入など的人為的インパクトの影響を明らかにする。河川環境の保全・復元手法を導入し、その効果を把握・評価する。
- V. I～IVに関する結果を総合し、生態学的な視点を踏まえた河川管理のあり方を検討する。

2. 実施体制

研究は大学などの研究者と国土交通省国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人土木研究所などとの共同研究として進めている。

【実施体制】

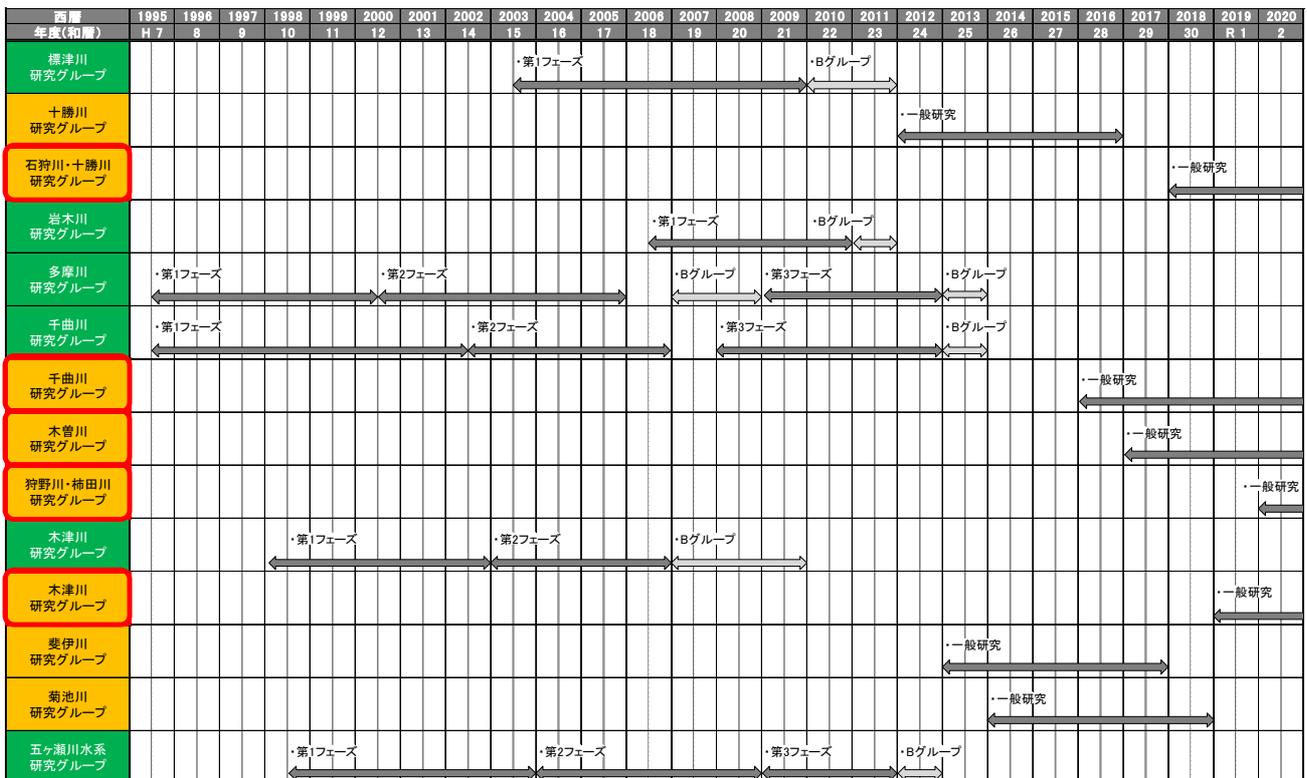


3. 研究会の歴史

研究会は、平成6年(1994年)からの4回の準備検討会を経て、平成7年(1995年)に設立した。同年には、実際のフィールドを対象に調査研究を行う河川別研究グループとして、多摩川と千曲川を研究対象とした二つの研究グループが研究を開始した。その後、かく乱の多い砂河川の木津川で平成10年(1998年)から、北川(のちに五ヶ瀬川水系に拡大)では、大規模出水に伴う激特事業と連動する形で平成11年(1999年)から、蛇行復元試験地を持つ標津川で平成16年(2004年)から、汽水湖である十三湖を持つ岩木川で平成18年(2006年)から、それぞれ研究が開始され、研究対象河川は全国に広がった。平成24年(2012年)からは、新たに河川砂防技術研究開発公募(国土交通省)に採択された研究グループが参加する形となり、平成24年(2012年)の十勝川をはじめとし、斐伊川(2013年)、菊池川(2014年)、千曲川(2016年)、木曾川(2017年)、石狩川・十勝川(2018年)、木津川(2018年)、狩野川・柿田川(2020年)が研究会に参加した。

また、平成16年(2004年)に設置された総合研究グループは、河川別研究グループの研究成果を横断的にとりまとめたり、特定のテーマに着目した全国の河川の研究などを進めている。設置当初のグループは、「植物」、「基礎生産」、「ベントス」、「河川生態の構造と機能」の4つの研究テーマを設定し、研究テーマごとにワーキンググループを設け研究を進めた。平成24年(2012年)からは二つ目のグループが、河川水辺の国勢調査結果など統一的なデータを用いて、全国的な樹林化傾向の把握やメカニズムの解析に取り組んだ。平成29年(2017年)に始まった現行のグループからは、若手研究者の育成にも重点が置かれ、気候変動が河川水温、河川生態系へ与える影響の把握、回遊性生物が河川生態系に与える影響の把握(生態系ネットワーク)をテーマとした2グループが研究を進めている。

河川別研究グループの研究経緯



※緑色: 研究会で対象河川を選定した従来の河川別研究グループ

※黄色: 平成24年度以降に公募(国土交通省の河川砂防技術研究開発制度)によって選定され参加した河川別研究グループ

※赤枠: 令和2年度時点で活動している研究グループ

4. 研究の紹介

～流域地質及び河道・氾濫原改変が菊池川水系の河川生態系の構造と機能に及ぼす影響とそれに基づいた河道管理手法に関する研究～

菊池川(2013～2018) 代表: 島谷幸宏(九州大学大学院教授)

研究目的

- ① 溪流の地質別の生態系の構造と機能を理解し、河道管理手法を提案
- ② 氾濫原生態系の構造と機能を理解し、氾濫原生態系を担保する河道掘削手法を提案
- ③ 流域と氾濫原域の河川生態系がどのように関連しあっているのかの知見の集積

● 河川の概要と目的

菊池川は源流を阿蘇外輪山の尾ノ岳(標高 1041m)南麓に発し、上流の菊池渓谷を経て有明海にそそぐ流域面積 996 km² の 1 級河川である。上流山地の地質は多様で、低地には菊鹿盆地および菊池平野の広大な穀倉氾濫原が広がる九州では中規模の 1 級河川である。流域の地質は複雑で、西部には阿蘇火砕流堆積物である溶結凝灰岩、それより古い火山噴出物である安山岩、北部には泥質片岩さらに花崗岩類が分布する。

本研究では、上流地質が異なることを念頭に流域および氾濫原の物理化学的環境と生物群集との関係を明らかにし、上流域と下流域との関係性をしだいに関連付けながら知識を集積し、河道改修等の河道管理に生かすことを目的とした。



図-1 菊池川流域図
上流域の地質の異なる流域および盆地・河口平野の氾濫原で研究を行い、それらをつなげていく。

● 地質による溪流の物理

菊池川の支流を含む九州中北部の山地溪流を対象に物理環境について調査を行った結果、物理的構造は河床材料の粒径、粒径分布、河床材料の形状に影響を受け図-2 に示す通り大きく異なった。

間隙水に関しては安山岩と泥質片岩を流れる溪流では、表流水の平均 10%ほどが河川間隙水域に浸透し、その割合が高かったのに対し、花崗岩は 5%、溶結凝灰岩を流れる溪流では < 2% と低い割合であった。



- 泥質片岩**
 - ・ 扁平な礫が多いためStepは小さい
 - ・ 流出しやすく、安定性が低い
 - ・ 礫の掃流力に見合わないKeystone型Step
- 溶結凝灰岩**
 - ・ 岩盤河床で平坦な河床
 - ・ 岩盤河床から岩塊が抜け、局部的深掘れ
 - ・ 水系密度が小さく、平行状の水系パターン
- 花崗岩**
 - ・ 大きなStepを形成するコアストーン
 - ・ プールは真砂で覆われる
 - ・ 比較的安定したStep-Pool構造
- 安山岩**
 - ・ 巨石も多く、大きなStep-Pool構造
 - ・ 礫で構成された深いPool
 - ・ 比重が小さいため、Stepが破壊されやすい

図-2 地質別のステップ・プールの構造

● 地質による溪流の生物群集構造

底生動物に関しては、地質により生活型個体数(密度)に差があり、砂が多い花崗岩で遊泳・滑り・匍匐・固着型が少なく、掘潜型が多く、岩盤が卓越し、河道内に堆積する土砂が少ない溶結凝灰岩では、造網型が少なかった。サワガニは、泥質片岩、続いて安山岩で密度が高かった。これらの細粒河床材が少ない地質では、河床間隙が多く、とくに甲幅 10mm 以下の 1 歳程度までの個体(これらの小型個体は自ら穴を掘ることが少ない、おもに間隙に潜む)の隠れ家を提供していた。室内実験からは、花崗岩のように間隙が少ない場合、同種大型個体に共食いされる確率が高くなり、そのことが密度の低い要因と推察された。大型個体は、隠れ家として穴を掘ることができるが、泥質片岩では水中の礫間隙に隠れるのに対して、砂に埋もれてしまう花崗岩では陸上の石の下の砂に穴を掘り隠れ家としていた。

カワネズミの生息確率は、泥質片岩で低く、溶結凝灰岩では高かった。在否を応答変数とした統計モデルからは、ステッププール河道の連続性とコンクリート護岸率が影響していると考えられた。勾配が 2%以上のステッププール河道の連続性は溶結凝灰岩で高く、泥質片岩で低かった。古い地質である泥質片岩は、掘り込まれた勾配が小さい本流に対して短いステッププール河川が流入する形で、生息河川が 1 本ずつは断片化されていた。溶結凝灰岩は、同じ規模の支流が合流し、本流と支流の違いが大きくなく生息河川が連続していた。

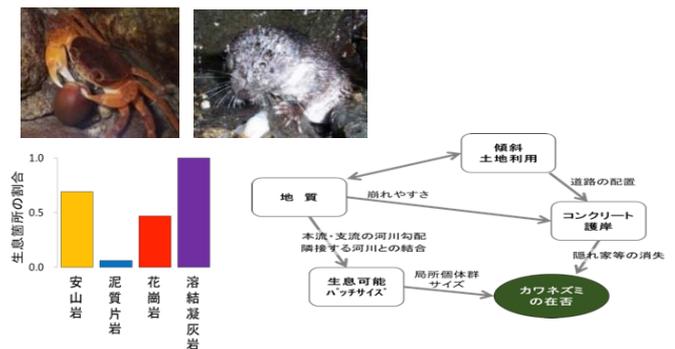


図-3 カワネズミの生息確率と生息要因

●下流の河道内氾濫原的環境の変化

下流域の堤内地、堤外地とも環境の劣化と魚類、二枚貝の減少は著しい。河道内の氾濫原水域の変遷を空中写真を用いて比較した結果、ワンドや二次流路の数は1959年に比べ約40%に、特に二次流路は3%に減少していた。また、川幅水深比(B/h)及び無次元掃流力を算出し、砂州の形成領域区分の変化、止水域の面積の変化を評価した。その結果、1963年には単列砂州発生領域や複列砂州発生領域がみられたが、2012年には砂州非発生領域もしくは単列砂州発生領域に移行し、ワンドやたまりなどが出現しにくい河道となり、河川の縦断的な河川環境の多様性が低下した。このような変化はタナゴ類を含む氾濫原依存種の生息環境に負の影響を与えていると考えられた。

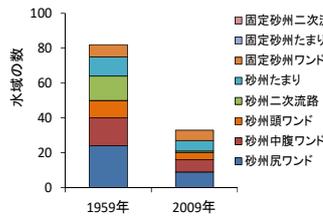


図-3 ワンド・たまり変遷

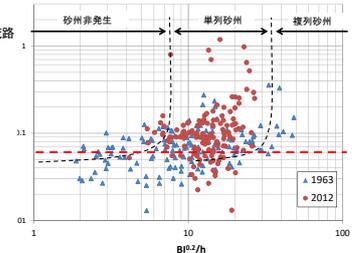


図-4 砂州形態の変化

●氾濫原環境の保全・再生

堤内地の水路網の人工化は著しく、二枚貝およびタナゴ類の保全は急務である。

堤内地と堤外地に分けて魚類の保全を検討した結果、堤内地では土水路の保全と二枚貝やタナゴの生息ポテンシャルの高い場所の再生工法の導入が重要であり、河道内では高水敷掘削等を行う際には、氾濫原依存種の生息場、出水時の避難場になりうる水域を造成し、氾濫原依存種の生息場の復元を積極的に図る必要がある。菊池川河川事務所との協力により多数のワンドたまりを計画し実際の造成が行われた。また堤内地の水路に対して地元住民との協働により二枚貝の保全工法を導入した。

高水敷掘削等を行う際の保全手法の提案を行った。たとえば「造成ワンド・たまりは、保全重要エリア近郊および支流合流点下流に優先的に造成すること。」「ワンド・たまりの土砂堆積等には摩擦速度が関与するため、あらかじめ土砂堆積速度と要因の評価を行い、定期的に堆積した土砂の掘削等、メンテナンスを計画的に行う必要がある。」などである。

また、高水敷の斜め掘削は外来種のナガエツノゲイトウの侵入を促進することを明らかにした。

●上流の地質の下流への影響

上流の地質の影響は下流まで及ぶがそれは項目によって異なることが明らかになった。下流への影響を概念的に図に示した。グレーの帯の幅が大きいほど、地質による影響度が下流に及んでいることを示している。

ハビタットの形状は河床材料の大きさや分布の影響を強く受けるため、土砂発生源に近い上流域ほど地質の影響を顕著に受ける。

平常時流量や水温は、中流域で湧水が顕著に発生する溶結凝灰岩と他の地質の河川で差が大きく、下流に行くとその影響は小さくなる。

底生動物は水温および底質の材料に敏感であり、上中流域で地質の影響度は大きく下流では小さい。

魚類は渓流域に出現する種数が少なく、上流域では地質の影響は顕著ではなく、中流では河床材料と水温の影響により下流では低地の広さや傾斜度が地質により異なることから地質の影響を受けている。

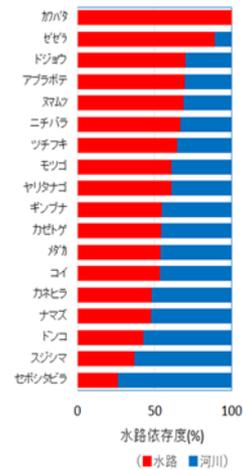


図-5 氾濫原依存種の水路、河川依存度

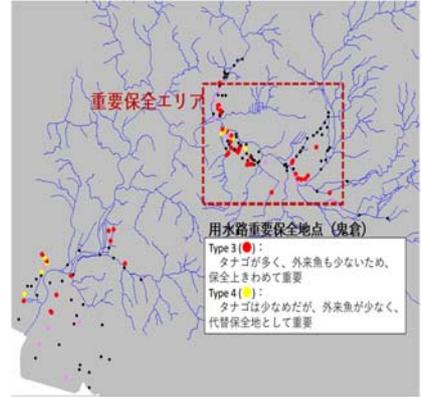


図-6 タナゴ・二枚貝重要保全な用水路(鬼倉)



図-7 造成されたワンド



図-8 水路の再生

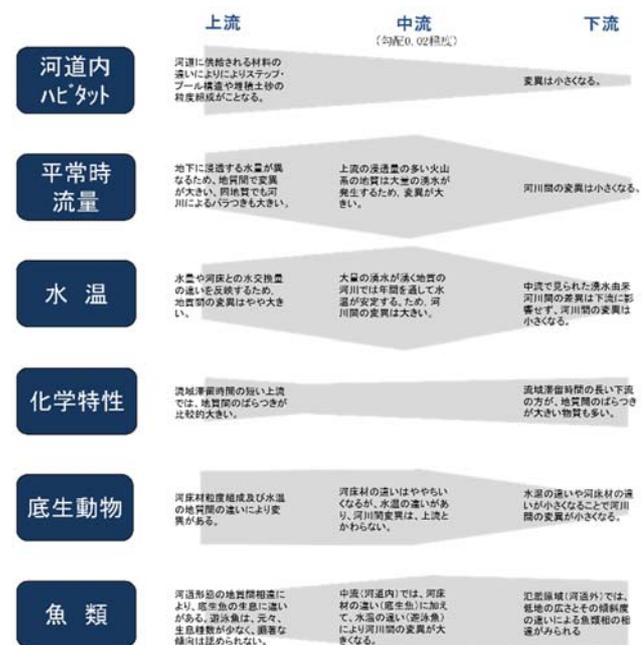


図-9 地質の影響は下流にどう及ぶか

研究目的

- ①「生息場の質と構造」が多様で「物質循環と生物生産性」が活発に行われている河川中流域の瀬・淵ユニットにおいて、観測技術・分析技術を駆使し、物理環境、一次生産及び二次生産を一連の系としてとらえる「生物生産系」の構造解明を行う。
- ②河川生態系は、時間的・空間的な変動が大きいとため、複数年・流域を通じた野外データ観測を継続し、二次生産力の変動幅を明らかにする。
- ③フィールドにおいて直接観測が出来ない項目や、推測が難しい項目については、近年著しい進歩が認められる数値モデルを駆使し、二次生産系全体の把握に努めるとともに、二次生産系を良好に保つための河川管理基準を提案する。

●河川及び研究地区の概要

千曲川は甲武信ヶ岳(2,475m)に源を発し、長野市において犀川を合わせて北流し、新潟・長野県境で信濃川と名を改める。信濃川は一級河川で、日本で最も流路延長の長い河川である。常田地区は上田市に位置する常田新橋から上田橋を中心とした約 1,500m の区間である。河原は中流区間特有の砂礫で構成されており、平均河床勾配は、1/180 程度、代表粒径は約 60mm で蛇行を繰り返しながら瀬と淵を形成する中流域の景観が顕著である。また、岩野地区は長野市岩野地先に位置する岩野橋を中心とした約 1,000m の区間である。平均河床勾配が 1/1,000 程度、代表粒径は約 40mm で、複列砂州と交互砂州の混在領域となっている。



図-2 信濃川流域図(千曲川)

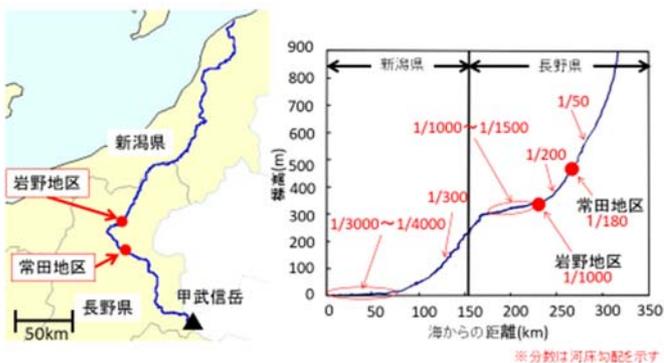


図-1 調査地点と河床勾配

●二次生産系を解明するための研究体制

本研究においては、千曲川中流域における二次生産系を明らかにするために、以下の 7 研究小グループ(バクテリア生産グループ、一次生産グループ、水生昆虫類グループ、魚類グループ、鳥類グループ、物理環境・モデルグループ、流域スケールでの水収支グループ)を作成し、調査研究にあっている。以下に調査グループ毎に、これまでの研究成果の概要を示す。

【バクテリア生産グループ】

常田地区(瀬・淵)、岩野地区(瀬)の 3 地点において、河川水中およびバイオフィルム中のバクテリア生産量を千曲川で初めて測定した。生産量は地区、河川単位の違いよりも季節変動が卓越することが明らかとなり、生産量、呼吸量ともに極めて小さいことが明らかとなった。

【一次生産グループ】

現場での水中溶存酸素濃度の連続観測からマスバランス法により純生産量と呼吸量の算出を行った。また、現場での付着藻類の現存量変化の観測および室内培養実験から付着藻類の剥離量と被食量の純生産量に占める割合を求めた。さらに流下有機物の起源を炭素安定同位体比から求め、これら情報を統合し、常田地区における炭素の物質収支を推計した。



図-3 常田地区調査地点



図-4 岩野地区調査地点

典型的な瀬淵ユニットにおける季節を通じた生物観測			
<対象段階>	<手法>	<生物群>	<期待される成果/推定パラメータ>
バクテリア生産	安定同位体法 (15N-dNA法)	バクテリア	・河川水及びバイオフィルムのBPの測定
一次生産	現存量法 室内実験 安定同位体	藻類	・見かけの一次生産の季節変化 ・純生産量、付着藻類の剥離量と被食量 ・域内生産と域外生産の識別
二次生産	現存量(個体数) 安定同位体 DNA分析	動物プランクトン	・現存量の動態、年齢組成・成長解析 ・瀬淵(とワンド)の利用様式、季節移動 ・餌内容、捕食量と被食量 ・捕食-被食関係、食地位
高次生産(消費)	定点カメラ撮影 顕微鏡法	動物プランクトン	・選伝子から見た網膜群構造

【水生昆虫類グループ】

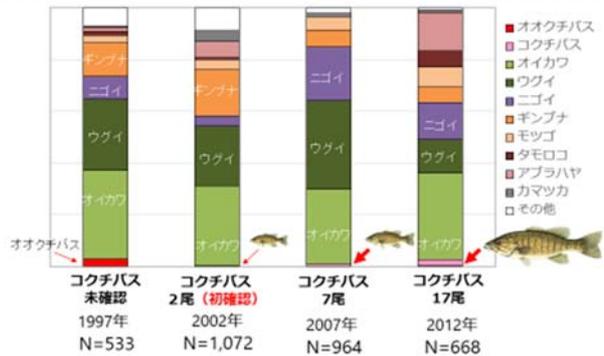
①羽化法を用いてユスリカ類、ガガンボ類、その他の水生昆虫類について、瀬淵における二次生産速度を推計した。②カゲロウ類については、現存量法から瀬・淵における二次生産速度を推計した。③瞬間成長法を用いて、トビケラ主要5種の生産速度を推計した。以上の結果から、水生昆虫類の生産速度に与える要因として(1)年による洪水攪乱の時期と規模の違い、(2)流程の異なる場所による違い、(3)瀬淵の違いの3点に整理できた。さらに、トビケラ類の生産速度が水生昆虫全体の50%以上を占めること、カゲロウ類は全体の10%程度しか占めないが、物質循環の観点からは極めて重要であることなどが明らかとなった。一方、流域スケールでは、瀬や淵、ワンド・たまりなどの様々な生息場を利用する水生昆虫類の個体群構造と遺伝構造の解析を実施した。その結果、水系内の移動分散の方向性や強度に関する解析を実施し、水系内の「source-sink(供給源-供給先)」の関係性を議論するとともに流域内における遺伝的多様性のホットスポット評価を実施した。



【魚類グループ】

千曲川中流で優占する在来魚ウグイ、オイカワ、ニゴイならびに外来魚コクチバスの分布、個体数、現存量の動態を経年調査した。中流域のコクチバスは2015年の調査開始以降、個体数密度、現存量ともに高い水準を維持してきたが2019年にはじめて低下が認められた。また集中的なコクチバス駆除を実施した一部のエリア(半閉鎖空間ワンド)ではモツゴ、フナ類などの小型コイ科魚類の増加が認められた。これまで得られた魚類組成(現存量)および食性データに基づき、「瀬」と「淵」における主要魚種の日当たり捕食量(藻類、水生昆虫、魚類)を推定した。

**千曲川中流「河川水辺の国勢調査」
～コクチバスは2002年に初確認、徐々に増加～**



【鳥類グループ】

瀬淵ユニットにおける鳥類別の利用頻度の現地観測を定点カメラにより行った。岩野地区と常田地区に加えて鼠橋地区、冠着地区に調査範囲を拡大した。その結果、食物へのアクセス性が瀬淵の鳥類相とその多寡に影響を与えるという一般性を確認することが出来た。また、淵がおもに昼間利用されるのに対し、瀬では昼夜を通して鳥類の利用が見られ、捕食圧が相対的に高いことが示唆された。

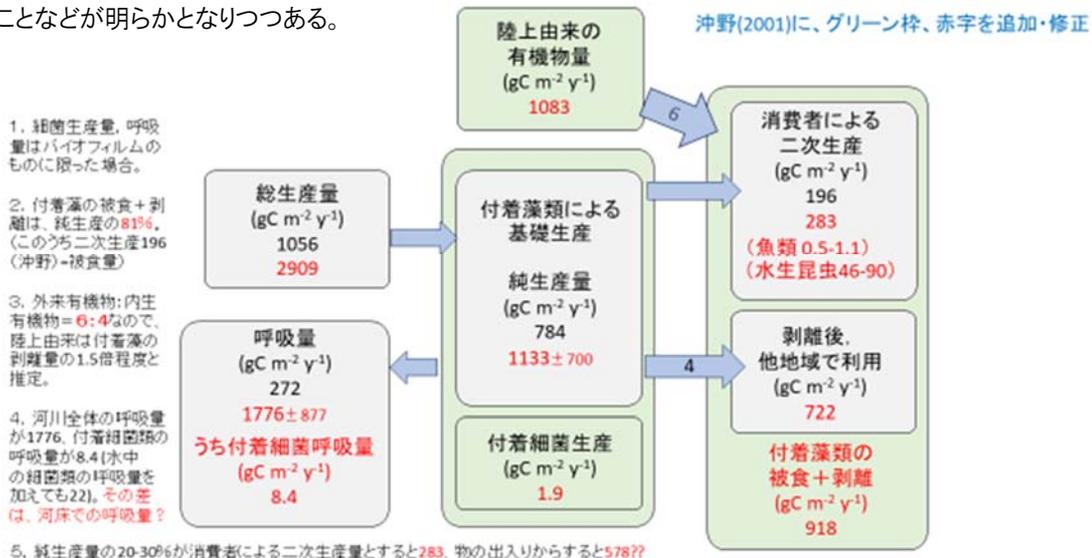
【物理環境・モデルグループ】

淵における微細粒子堆積シミュレーションを行い、その堆積に関する空間的な分布を検討した結果、常田の淵では、左岸近くの主流部から外れた箇所に流下物質が堆積しやすい傾向にあり、岩野の淵では、左岸側と淵中流部の右岸側に堆積しやすい傾向が得られた。

また、平均流量時の河川版コンパートメントモデルを発展させ、複数年間の計算が可能な河川版コンパートメントモデルに発展させ、岩野地区・常田地区において有効性を確認した。その後、生産性管理基準として有効と仮定した $b(\text{平水時の平均川幅}) / h(\text{平水時の平均水深})$ の有効性を確認した。

●まとめ

千曲川中流域における炭素の物質収支については、下図に示すとおり(暫定版)である。バクテリアの生産量・呼吸量が極めて小さいこと、外来有機物と内生有機物の比が6:4であること、河床の呼吸量がかなり大きいと予想されることなどが明らかとなりつつある。



研究目的

- ①流域の地史的背景を踏まえ、河川物理環境への現生的な人為的改変に対する生物応答を進化史的時間スケールから適応現象(=生息場の変化過程と生態応答)として検証する。特に、土砂動態や湧水動態など河川環境の時間的・地理的変動が生物(魚類)群集に与える影響を、外来種動向を含めて固有淡水魚の生息分布に焦点を置いて解析する。
- ②本研究成果を根拠にした改善事業の効果評価をし、地域連携の視点をもって保全・再生事業の実施レベルまで発展させ、今後の事業管理における目指すべき河川環境目標を検討する。

●河川及び研究地区の概要

木曾三川は、濃尾平野周縁の山麓域に扇状地を発達させつつ、下流一帯に平野を形成させた主要因であり、本来的に広大なデルタ・氾濫原や潤沢な伏流水・湧水といった環境特性をもった日本最大級の河川水系である。当該流域は、淡水魚類をはじめ多くの固有種群が生息する生物地理学的に貴重な地域であり、保全上の価値も緊急性も高い。特に希少種であるイタセンバラ、ネコギギ、ハリヨ(以上、国指定天然記念物)などの淡水魚をはじめ日本有数の豊かな淡水生物相を構成し、進化的かつ保全上重要な種・集団が分布する。



図-1 木曾川ワンド郡

●研究背景と概要

河川生態系の歴史の変遷と環境の変異を、多様な人為的影響を踏まえて、生物の多様な時間スケールごとに応答する適応現象の検証を目的とする。特に、河道内氾濫原のワンド形成と扇状地伏流水を集水する湧水河川の湧水動態に焦点を置いて、環境変化が固有の対象種にどのような影響を与えてきたかを把握する。さらに研究成果を根拠にした改善事業の効果評価をしつつ、今後の事業管理において目指すべき河川環境目標を検討していく。

●テーマⅠ 河道内氾濫原(攪乱更新の水域)の環境変遷における魚類の生息実態

- ①全ゲノム解析による歴史的な人口動態解析によって、イタセンバラは縄文海進期に減退し、縄文海退後の平野形成による淡水域の面的に広がりとともに分布拡大したと示唆された。また一方、本種の現状実態は、流心に開口し、接続水域数が多いなど冠水し易いワンド域に有意に生息する傾向があり、氾濫原環境への適応を推定された。
- ②集団遺伝学的解析によって、イタセンバラはワンド群間で自由交流が保たれておらず、また左右岸間でも遺伝的組成が異なり、低水路が両岸間の集団交流を阻害する影響が示された。さらに興味深いことに、近年自然形成された中洲のワンド集団は両岸の中間的な遺伝的組成を示し、中洲の存在は岸間の交流維持への寄与を示唆した。
- ③ワンド49箇所を対象に、最近約10年間の二枚貝生息量を比較した。その結果、2007年の生息ワンド19箇所中17箇所、その大幅な減少がみられた。また、2007~2018年の間で5箇所のワンドが形成され、いずれも二枚貝が定着し、イタセンバラの産卵が高い割合で確認された(図-2)。
- ④稚魚期(5月)から産卵期(10月)にイタセンバラの環境DNA分析をした結果、産卵初期(9月)の出水と連動して成魚の移動分散が示された。しかし一方で、再生産に寄与しない「無効分散」の実態も明らかになった。
- ⑤糞DNA分析から外来種ヌートリアによる二枚貝の食害が裏付けられた。結果、二枚貝の再生産効率が悪化し、イタセンバラにも負の影響が懸念された。
- ⑥保全応用-1: 濁水位~平水位高で高水敷掘削された地区では、その後の微地形変化に伴い新しくワンドが形成され、二枚貝の定着が多く確認された。ただし10年以上経過すると、ワンド面積も二枚貝量も減少傾向となり、環境の経年劣化が示された(図-3)。以上から、高水敷掘削を一定期間ごとに繰り返し行う「循環的氾濫原再生」の有効性が示された。
- ⑦保全応用-2: 個別ワンドの環境改善策としては、底泥の除去や樹木伐開等による一定の効果が示された。これらの改善策が行われたワンドでは、二枚貝が新たに定着し、イタセンバラの産卵、稚魚の浮出も確認された。

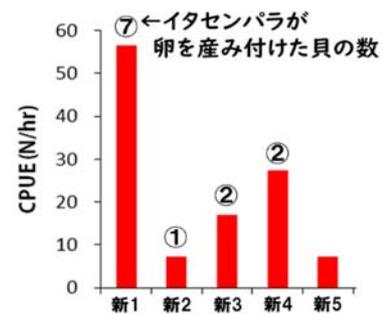


図-2 新規川ワンドの二枚貝生息量

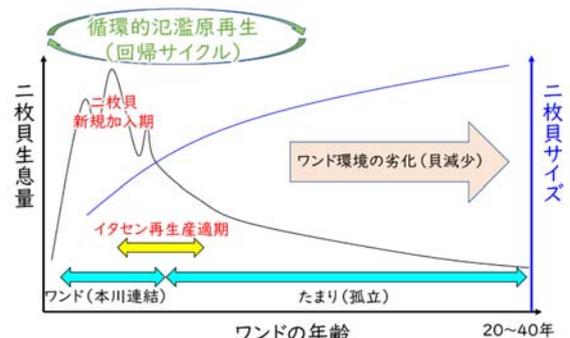


図-3 ワンド経年劣化と生物生活史を考慮した循環的氾濫原再生の概念図

●テーマⅡ 湧水動態が魚類生態に及ぼす応答、復元および効果検証

①湧水を集水する津屋川において、水位・水質・流量観測に基づき水文学的流況と伏流水・湧水の寄与度の巨視的把握および湧出・浸透過程の微視的診断を目的として、山地支川から扇状地に全量覆没し本川沿いで湧出することを時系的かつ場所的(流れ場の3次元構造)に明示した。特に幅広の河道域では泥が数十cm堆積しており、その下の砂層は扇状地からの地下水圧により湧水する作用があると把握された。また、河川史として、流域の沖積低地における河道水系の変遷を歴史資料、多種の地図解析および堆積層の同位体解析から推定し、元来の湧水生態環境を再現する予定である。

②津屋川右岸の氾濫原に分布する湧水群について、出水時の攪乱に関する基礎的な調査を行い、出水期の各湧水地の水位の連続観測を行い、その地点内挿によって10箇所の任意の湧水地の冠水頻度と水位の特徴を把握した。冠水頻度の高い湧水地とほとんど冠水しない湧水地があり、大きな変動があった。また、中下流部の水位上昇は本川上流からの降雨による流量増加ではなく、合流する揖斐川の出水状況に大きく依存する特徴が明らかになった。



ハリオ

③ハリオ生息地に湧く湧水の涵養域を同定し、各湧水地域の湧水量の河川流量への寄与を場所と時期で比較した(図-4)。河川水および湧水の溶存ストロンチウム同位体比は、上流から下流まで上昇していく傾向が見られ、河川流程に沿った生息場所の良い指標であり、この結果から魚類の移動履歴に適用すべく検討をした。この結果や集団遺伝学的解析の蓄積を用いて、ハリオの移動交流の程度を明らかにし、湧水環境の依存性を解析し保全に応用する。

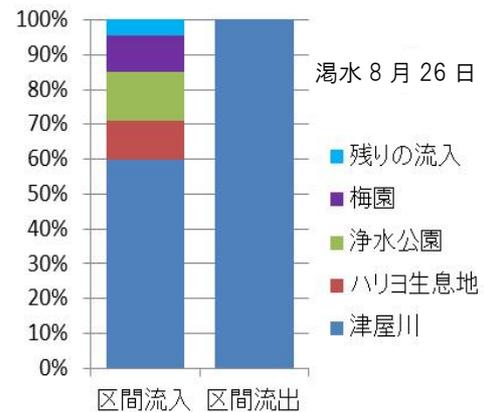


図-4 ハリオ最大生息水域 600m 区間の湧水を含む流量と水収支

④ハリオの集団遺伝構造や繁殖生態の把握によって、生息状況が30年前のデータと比較して明らかに悪化しており、現況環境を参照するだけでなく、過去の生息環境を再現する必要性を明示した。

⑤津屋川の湧水が潤沢な中流域において、本流域と湧水地域の湧水影響範囲の季節変動を比較して、ハリオなど淡水魚の生活史とベントス群集を調査した。特に水温、流速、水深を中心とした時系列変化をもとに、ハリオ等の生息場に与える影響を解析した(図-5)。

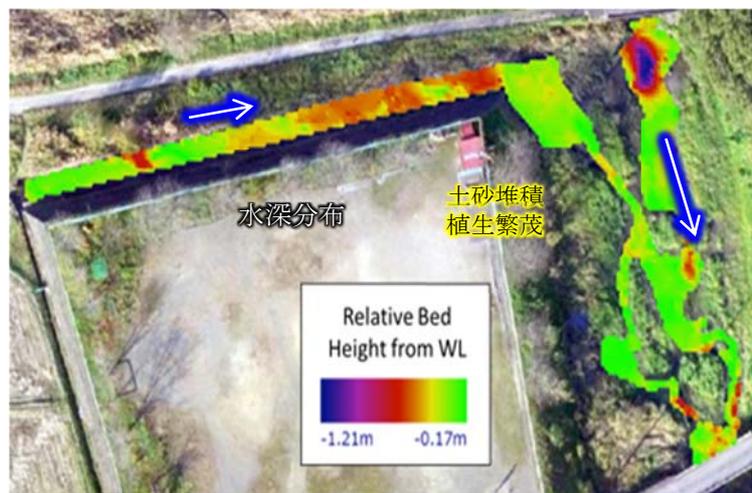


図-5 水河川における River Surveyor M9 (ADCP)による計測結果

⑥保全応用-1:河床の一部は泥の堆積が湧水を抑止しており、湧水再生を水文学的に検討した。夏期でも20℃以下の水温環境が維持される掘削面積を推定した。

⑦保全応用-2:生息環境の最適状況を繁殖成功率等の計測から判定し、土事的な環境改善の根拠を提示した。改善後、その効果を評価し、湧水生態系の修復手法に一助した。

●まとめ

土砂と伏流水の動態に依拠するワンドや湧水地域の環境特性の成因や変動を、水文・水理学的把握に加え環境DNAや同位体などの解析から追跡し、その応答としての生物挙動を群集生態や集団遺伝的なアプローチから明らかにし、現状の自然的攪乱と人為的インパクトが河川生態に与える影響を検証した。また、環境保全事業の機能効果に必要な視点・手法を提示し、実際の河川事業に活用できる検討をした。

気候変動下における河川生態系のレジリエンス
 — 河川構造、生物多様性、生態系機能に着目して —
 石狩川・十勝川(2018~2022 予定) 代表: 中村太士(北海道大学大学院教授)

研究目的

- ①大規模洪水攪乱後の回復過程(5~10年の短期変化)を明らかにする。
- ②長期モニタリングデータを使って、物理環境と個体群の安定性(15年以上の長期変化)を明らかにする。
- ③流域水循環モデル(流量・水温)を構築する。
- ④モデル統合と複数の気候変動シナリオによる予測を行い、河川管理のあり方を提案する。

●背景と目的

気候変動による流況、流砂、河畔植生の変化はすでに発生している。本プロジェクトの目的は、1)攪乱前後(5~10年の短期変化)の河川構造、生物多様性、生態系機能について比較検討することにより、気候変動下における河川生態系のレジリエンスを評価する、2)15年以上の長期モニタリングデータを使った時系列解析を行い、異なる地質や湧水・非湧水河川が流域に存在することが、年変動や攪乱に対する地域個体群の安定性に及ぼす影響を評価する、3)流域水循環モデルおよび統計モデルによる水温予測モデルを構築し、気候変動下における種間競争を踏まえた種分布予測を実施する、4)上記調査結果およびモデルを統合し、複数の気候変動シナリオ(CO₂増加、現状維持、抑制など)に対する河川生態系の応答と、それに基づく防災、生物多様性、生態系機能の保全戦略、河川管理の在り方を提案する、ことにある。

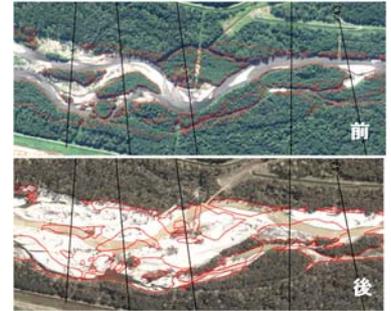


図-1 2016年洪水前後の札内川

●2016年大規模洪水攪乱(図-1)からの生物相の回復

砂礫性の陸域昆虫類は攪乱後減少したが、1年後にはすでに回復しつつある。また、水生昆虫や魚類は、洪水直後にも大きく個体数を下げておらず、洪水攪乱への頑強性が高いことが示唆された(図-2)。また、「湧水河川は攪乱に対しても頑強である」という仮説は、ある程度支持され、攪乱後の飛翔昆虫量やコウモリの活動量は湧水河川の方が高かった。湧水や非湧水河川が支流レベルで存在することが、流域全体を利用する上位捕食者への安定した餌供給につながっていると考えられる。

□ 上流 (貧栄養)
 ■ 下流 (富栄養)

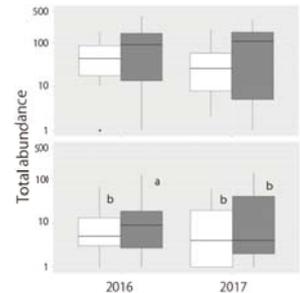


図-2 2016年洪水前後の水生昆虫(上)と魚類(下)の個体数変化 Negishi et al. (2019) Landsc. Ecol. Eng.

●長期モニタリングデータによる解析

湧水の重要性は魚類個体群についても認められ、空知川オショロコマ0歳魚は湧水河川で個体数変動が安定している傾向があった。また、豊平川では、地形・生物の長期データから、河床高の低下、産卵期の水面幅の短縮、低水路内の比高差の拡大などによりサケの産卵適地が年々減少しており、産卵適地でない環境での産卵が近年見られることが示された。

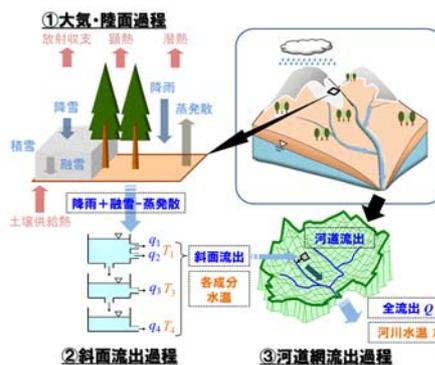


図-3 流域水循環モデルのイメージ

●水温推定モデルの構築

流況および水温予測については、小流域での水温・流況データの追加収集・分析を進め、流域水循環モデル(図-3:水文モデル)、および GLM による統計モデルを構築した。その結果、流域地質は気温に次いで水温変動に大きな影響を与えていることが明らかになった。

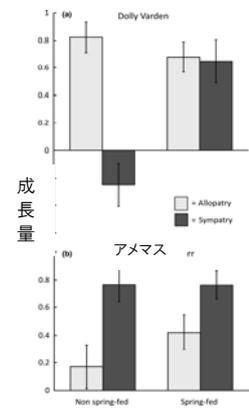


図-4 温度依存競争 Watz et al. (2019) Freshw. Biol.

●気候変動と生物の応答

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、エンクロージャー実験を実施した結果、アマモスのオショロコマに対する優位性が河川水温の上昇と共に高まり、温度依存性の競争を介してオショロコマが温暖化により深刻な影響を受けることが示唆された(図-4)。

気候変動下での空知川流域の河川流量と水温の変化を予測するため、北海道内主要河川流域の水収支を検証し、現在気候と将来気候(RCP8.5)の水循環評価が可能な空間解像度 1km のダウンスケーリング気候データベースを構築した。火山岩流域では湧水寄与度の高さから水温が夏季に冷涼であることが示され(図-5)、そうした水温の違いがハナカジカなどの冷水を好む魚類の個体数、水生昆虫羽化量・タイミング、陸上捕食者であるコウモリ類の分布に影響を与えることが明らかになりつつある。

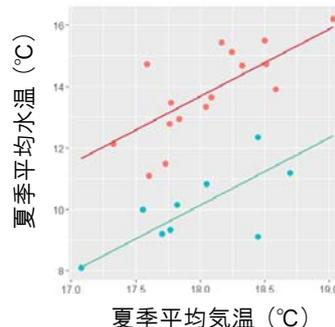


図-5 流域水循環モデルのイメージ



研究目的

- ① 聖牛などの伝統的河川工法が河床地形や滯筋を改変する効果を明らかにする
- ② 砂州上の位置と聖牛によるたまり等の生息場形成効果との関係を明らかにする
- ③ 数値計算やモデル実験により, 目的に応じた聖牛の設置法を検討する
- ④ 伝統的河川工法を活用した河床地形管理手法を提案する

研究概要

淀川水系の木津川下流(図-1)では、土砂供給の減少による河床低下と河道の二極化によって、前木津川研究グループが解明した砂州の生態機能が劣化する途上にある。本研究は、伝統河川工法を用いた砂州の生態機能の改善対策を野外で試験するものである。聖牛(図-2)などの伝統的河川工法には、河床の侵食・堆積促進効果により区間スケールの河床地形を制御する働きがある。本研究では、聖牛を砂州頭、砂州中、砂州尻の侵食堆積傾向の異なる地点に設置し、それぞれの地形形成効果を生息場評価と合わせて調査する。また、河床変動計算による聖牛の設置法を変えた場合の予測研究も行うことで、伝統的河川工法を河床地形管理に活用する手法の確立を目指している。



図-1 中聖牛 9 基が設置された木津川砂州



図-2 2019年11月に設置した中聖牛

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

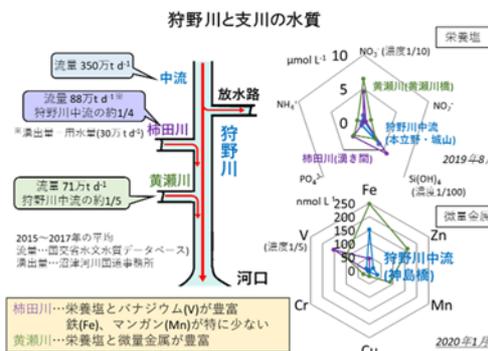
狩野川・柿田川(2020~2024 予定) 代表: 塚越哲(静岡大学教授)

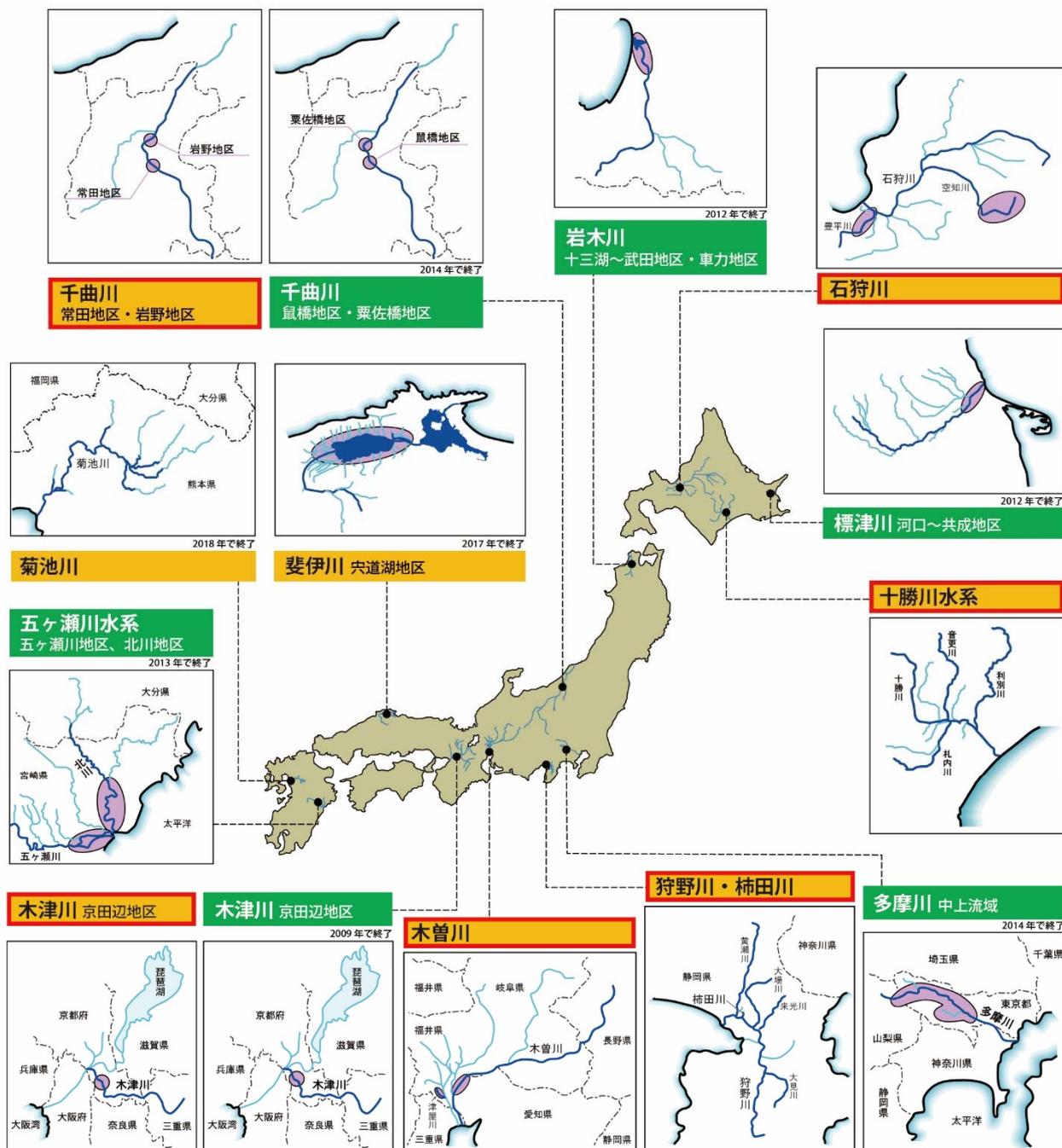
研究目的

- ① 狩野川水域の水文モデルを作成し、豪雨イベントとバイパス放水路による水量調節操作が下流域や沿岸の生態系に及ぼす影響を、水位変動や河床構造の変化などから明らかにする。
- ② バイパス放水路の上流と下流、豪雨イベントの前後などを対比的にとらえ、底質、フロラ、ベントス、微生物、非生物要素の挙動を明らかにし、これらの豪雨イベントと流量調節による応答を河川から沿岸に及ぶ環境下で明らかにする。
- ③ 研究成果を統合し、バイパス放水路をもつ河川管理の特色を生かして生態系の保全や生物多様性の保護に応用する。

研究概要

静岡県東部を涵養する狩野川は、豪雨時における下流の氾濫をバイパス放水路の建設によって克服した河川である。このような河川において、バイパス放水路が建設されたことによる生態への影響を観測するとともに、バイパス放水路の機能が、その上流と下流、さらに沿岸域にどのような生態的影響を与えるのかが、フロラから微生物に至るまでのサイズ、生態を異にする生物や、有機および無機物質の挙動をとらえることによって、明らかにされる。さらに豪雨時の水の挙動をモデルと河川構造の精査によってシミュレートし、実際の降雨時の流量観測でクロスチェックを行いながら、豪雨時の流量予測体制を確立する。これらによって、バイパス放水路をもつ当該河川の適切な管理方法を生態系保全の観点から模索する。





※緑色：研究会で対象河川を選定した従来の河川別研究グループ

※黄色：平成24年度以降に公募(国土交通省の河川砂防技術研究開発制度)によって選定され参加した河川別研究グループ

※赤枠：令和2年度時点で活動している研究グループ

お問い合わせ先

国土交通省水管理・国土保全局 河川環境課
 治水課
 〒100-8918 東京都千代田区霞が関 2-1-3

TEL 03(5253)8447
 TEL 03(5253)8450
 Homepage : <http://www.mlit.go.jp/>

公益財団法人リバーフロント研究所
 〒104-0033 東京都中央区新川 1-17-24 新川中央ビル 7階

TEL 03(6228)3860
 Homepage : <http://www.rfc.or.jp>

平成9年7月 第1版 発行・令和2年12月 第16版 改訂

このパンフレットの内容は、河川生態学研究会各研究グループの研究成果および河川生態学研究会委員会で検討成果をとりまとめたものです。
 許可なく転載・複製することを禁じます。