

水系ネットワークの再生による氾濫原環境の修復

誌名	水利科学
ISSN	00394858
著者	河口, 洋一 山下, 奉海 石間, 妙子 林, 博徳 高野瀬, 洋一郎 関島, 恒夫
巻/号	306号
掲載ページ	p. 34-52
発行年月	2009年4月

水系ネットワークの再生による氾濫原環境の修復

河 口 洋 一
山 下 奉 海
石 間 妙 子
林 博 徳
高野瀬 洋一郎
関 島 恒 夫

目 次

- I. はじめに
- II. 一時的水域（氾濫原）の減少と生物の応答
- III. アザメの瀬自然再生事業
- IV. 新潟平野における擬似湿地プロジェクト
- V. 佐渡における水系ネットワークの再生
- VI. おわりに

I. はじめに

旧建設省によって始められた多自然型川づくり（平成2年）は、日本の川づくりのあり方を大きく変えてきた。それまで治水利水重視だった川づくりから、河川環境の保全や復元を視野に入れた川づくりに移行した大きな変化点である。その後、平成9年の河川法改正、平成14年の自然再生推進法、平成16年の景観法の成立といった制度化が進み、多自然型川づくりは着実に進められた。さらに、平成17年には多自然型川づくりの見直しと方向性を検討するためのレビュー委員会が設けられ、その成果を受け、翌年には「多自然川づくり」が河川局から通達された。多自然型川づくりから「型」をとった経緯や考え方は、「多自然川づくりポイントブック」に詳しい（多自然川づくり研究会 2007）。また、雑誌河川やリバーフロント、水環境学会誌にも多自然川づくりの特集が

魚類(16種中7種が氾濫原依存種)

- ・ EX : セニタナゴ
- ・ EN : トミヨ、イハラトミヨ
- ・ VU : ホトケシヨウ、イトヨ
- ・ NT : スナヤツメ、カワヤツメ、ウナギ、ワカサギ、ウケクチウグイ、シナイモツコ、アカサ、メダカ、シロウオ、カマキリ、ウツセミガジカ

淡水貝類(14種類中11種類が氾濫原依存種)

- ・ EN : ナタネミズツボ、カワネシガイ、ヒタリマキモノアラガイ
- ・ VU : サトムシオイガイ、ミスコハクガイ、ナタネキハサナキガイ
- ・ NT : イシマキガイ、マルタニシ、マメタニシ、モノアラガイ、カラスガイ、マツカサガイ、マシジミ、ニホンマシジミ

図1 新潟県 Red Data Book 2001に見る近年減少傾向にある魚類・淡水貝類
枠で囲んだ種は氾濫原依存種を示す。

企画されている(日本河川協会 2006; リバーフロント整備センター 2008; 日本水環境学会 2008)。現在の川づくりは、災害復旧に関する工事も全て、多自然川づくりの考えが基本となっている。また、以前と比べて地域住民が川づくりに参加する機会も増え、平成2年に始まった多自然型川づくりを契機に、日本の川づくりは大きく変わってきた。

上述したように、河川環境の保全や復元に関する川づくりは着実に進められているが、近年、氾濫原を利用する魚類や淡水貝類の減少が危惧されている。例えば、新潟県 Red Data Book 2001(魚類・淡水貝類)を見ると、リストに掲載されている魚類16種のうち氾濫原依存種(生活史段階で氾濫原を利用する)が7種、そして淡水貝類においても全体で14種、そのうち11種と、氾濫原依存種の減少が目立っている(図1)。同様の傾向は愛知県や佐賀県でも見られ、このような氾濫原依存種の減少は日本全体の課題と考えられる。本論では、次章で一時的水域(氾濫原)の減少と生物の応答について述べ、Ⅲ章からⅤ章で氾濫原環境の修復や再生、特に水系ネットワークの再生に注目した最近の取り組みを紹介する。Ⅵ章のおわりにでは、氾濫原環境の再生の課題と方向性について考察する。

II. 一時的水域（氾濫原）の減少と生物の応答

写真1は昭和20年代の新潟平野における農作業の様子で、その頃は腰までつかって稲作を行う湿田であった。当時の新潟平野ではドジョウやメダカが大量に捕れ、捕れたドジョウを運ぶドジョウ列車が走り、メダカは佃煮など食用として利用されていた。しかし、現在そのような姿は見られない。生活史段階で一時的水域（氾濫原）を利用する魚類にとって、水田や水路は重要な生息場である。水田はフナやナマズ、ドジョウといった魚類の産卵場として、そして水田・水路は稚魚の生息場として機能している。水田を利用する魚類の生態については、複数の論文や書籍で詳細に報告されている（斉藤 1997；片野 1998；片野・森 2005；村岡 2006）。ところが最近では、圃場整備にともなう用排水システムの改変により、水田や水路といった一時的水域は魚類にとって利用しづらい環境になっている。水路・水田が分断されている環境（圃場整備水田）と、分断されていない環境（未整備水田）で魚類生息量を比較した研究では、圃場整備水田で著しく魚類の生息量が小さく（西田・千賀 2004）、種数も少なかった（Lana and Fujioka 1998；片野ほか 2001）。これは分断の影響と圃場整備に伴い土水路からコンクリート水路に変わったことが大きな要因と考えられ



写真1 昭和20年代の新潟平野における農作業の様子

上：亀田郷土地改良区所蔵，下：本間喜八郎氏撮影，亀田郷土地改良区所蔵

る。さらに、水田で魚類やカエルを採餌するサギ類の分布について比較すると、圃場整備水田では未整備水田と比べ魚類やカエルなど餌生物が少ないため、サギ類の個体数も少ないことが報告されている（Fujioka and Lane 1997；藤岡 1998；Lana and Fujioka 1998）。このように圃場整備による水田環境の変化は、生活史段階の一部を水田や水路で利用する生物の減少を引き起こし、さらにそれらを採餌する上位捕食者の分布にも影響を及ぼしている。

水田や水路といった一時的水域（氾濫原）を利用する魚類の減少の理由として、1) 河川改修とそれに伴う氾濫原の減少、2) 圃場整備や用排水システムの変化といった農地の改変があげられる。さらに、これら双方の改変によって、図2にみられるような河川と一時的水域である水田環境のつながりが分断されたことも大きな原因と思われる。河川改修前には、出水時の水位上昇とともに一時的水域である水田や水路と河川はつながりやすく、魚類は水田環境を利用することができたと思われる。しかし、河道の直線化や河床掘削による河床低下、そして築堤といった改修後の川では、出水時に河川と水田環境がつながることは殆どない。さらに圃場整備された水田環境では、水路と水田の間にも落差があるため、魚類は水田に遡上することが極めて難しくなっている。このような河川改修や農地改変により、河川と水路、水路と水田が分断され、そしてそれぞれの生息環境が改修により単調化したことにより、一時的水域を利用する魚類や淡水貝類が大きく減少していると考えられる。

このように、河川改修や農地の改変により減少した一時的水域（氾濫原環境）の修復そして氾濫原を利用する生物の保全活動は、従来の河川だけの取り組み（多自然川づくり）で対応することは難しい。次章からは、氾濫原環境の修復に注目した最近の取り組みを紹介する。

Ⅲ. アザメの瀬自然再生事業

松浦川は、佐賀県北部を流れ玄界灘に注ぐ一級河川である。松浦川ではここ数十年、人間による改変が多く見られ、その中でも、治水目的の河道掘削や築堤に伴う氾濫原環境の減少は大きなインパクトの一つである。さらに、氾濫原環境の代償的役割と考えられる水田も、圃場整備の影響によりその機能を果たさなくなっている。このような氾濫原湿地の機能を持った場の減少は、氾濫原に依存する生物の減少や人と川がふれあう場の消失を招いている（島谷ほか

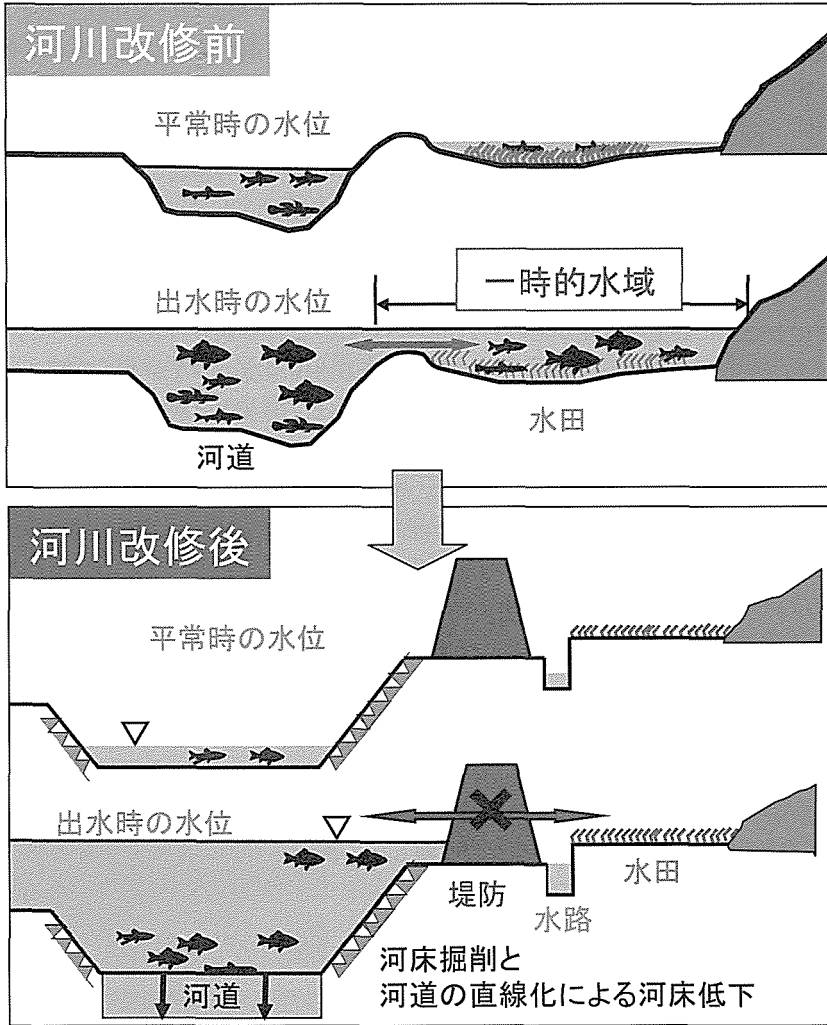


図2 河川改修と圃場整備による河川と水田環境（一時的水域）の分断
国土交通省武雄河川事務所提供

2003)。このような背景から、2003年に国土交通省武雄河川事務所により松浦川沿いの約6 haの水田が、図3に示すような氾濫原的機能を持つ人工的な湿地（アザメの瀬）として再生された（図3；国土交通省九州地方整備局武雄河

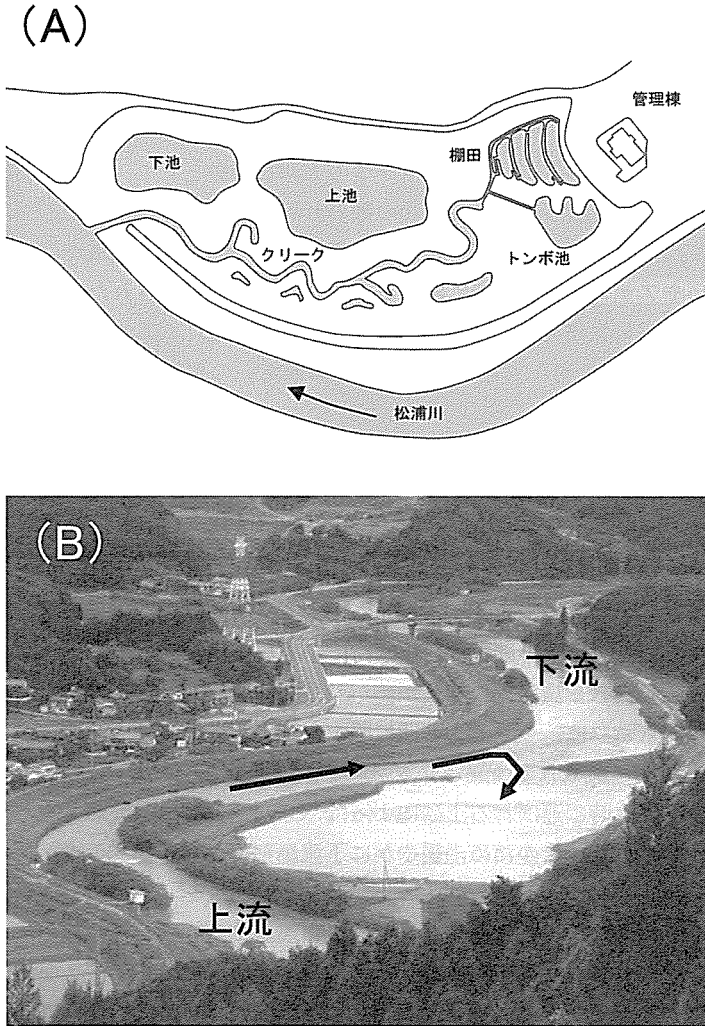


図3 (A) アザメの瀬概要平面図, (B) 出水時のアザメの瀬の写真
国土交通省武雄河川事務所提供

川事務所 2008)。

アザメの瀬自然再生事業では、水理的な連続性と流量変動による動的攪乱システムをもった氾濫原湿地の再生が計画された。具体的には、氾濫原に依存す

るコイやナマズ、ドジョウなどの生息場、産卵場、稚魚の生育場所としての機能を有することを想定し、平水時は湿地的な環境が維持され、出水時には河川水がアザメの瀬全体に流入し適度の攪乱が起こる機能を求めた（島谷ほか 2003）。

アザメの瀬自然再生におけるもう一つの大きな特徴として、住民参加による検討会を徹底して繰り返し、アザメの瀬の計画立案・実施を行った点である。検討会では、住民が昔のアザメの瀬の様子を語るとともに、水域での生物との触れ合いやアザメの瀬の構造に関する意見や要望が多く出された（国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所 2008；島谷ほか 2003）。このような経緯により、「氾濫原湿地の再生」と「人と自然のふれあいの再生」を目標にアザメの瀬は完成した。

アザメの瀬は、大小7つの池とクリーク、棚田からなっており、大部分は地盤高の低い湿地的な環境となっている（図3A）。松浦川と湿地の境界は小堤防で区切られており、平水時に松浦川との水理的連続性があるのはクリークのみとなっている。

アザメの瀬の構造で特筆すべきことは、クリークの開口部が川の下流側にあることである。アザメの瀬では、平水時や小規模な出水時には小堤防により直接的な土砂の流入や洪水流の流入が防がれ、後背湿地的な環境は維持されるが、大規模な出水時には、クリークの開口部より河川からの水が逆流するかたちでアザメの瀬内に流入するシステムである（図3B）。上流から水が入るシステムの場合、出水時に運ばれる土砂によって、アザメの瀬の環境が大きく変わることが予想された。そのため、緩やかに下流から水が入るシステムが採用されている。

現在、アザメの瀬地区はクリークと下池で竣工から5年、その他のエリアで3年が経過している。近年の魚類のモニタリング調査では、アザメの瀬内で32種の魚類が生息していることが確認された（国土交通省武雄河川事務所 2004-2008）。その中には、平成13年に松浦川で実施された水辺の国勢調査で確認されていないメダカも含まれていた。メダカのように止水域を主な生息場とする魚類にとって、アザメの瀬は貴重な生息場として機能していることが窺える。他にも、平成16年の魚類産卵調査では、ナマズ、フナ、コイなどの産卵と稚魚の生息が確認されており（写真2）、計画当初の目標である氾濫原依存魚類の産卵場としての機能が再生されたことが確認された（国土交通省九州地方整備

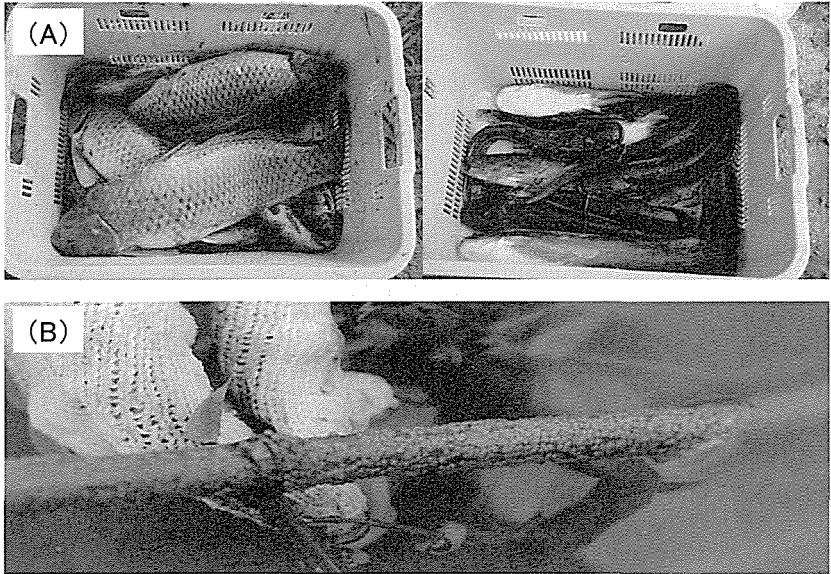


写真2 (A) 出水後にアザメの瀬で確認された魚類(コイ, ナマズ), (B) 出水後のアザメの瀬内で確認された魚類の卵 国土交通省武雄河川事務所提供

局武雄河川事務所 2004)。また平成19年度に九州大学が実施した調査では、約1800個体ものドブガイなどの淡水性二枚貝も確認された。さらに翌年の調査では、採取したドブガイのほとんどの個体にタナゴ類の産卵が確認された(林ほか未発表データ)。ドブガイとタナゴは、ともに氾濫原を利用する種であることから、アザメの瀬では氾濫原湿地としての機能が再生されつつあると考えられる。

一方、人と自然とのふれあいの再生に関しては、平成18年の水田やトンボ池の完成以来、毎年地域の小学生を対象に、田植え、草刈り、稲刈りなどの水田耕作体験教室や環境学習教室が開催されている。また、アザメの瀬では地域住民が自発的に植生の維持管理作業に協力し、水害防備林の植樹や草刈りが行われている。このように人と自然のつながりについても、少しずつ再生していると考えられる。松浦川アザメの瀬自然再生事業は、平成19年度土木学会環境賞を受賞するなど、事業内容や竣工後の取り組みが高く評価されている(土木学会 2008)。

Ⅳ. 新潟平野における擬似湿地プロジェクト

信濃川の下流に位置する新潟市は、市の名の由来のとおり多くの潟が散在する大氾濫原地帯であり、かつてはその一帯に芦沼と呼ばれる深田が広がっていた。1970年代以降、効率的な稲作を目指した大規模圃場整備により水田の乾田化や灌漑システムのパイプライン化が推し進められ、新潟平野は一大穀倉地帯へと生まれ変わったが、それは過酷な農作業から農民を解放することとの引き替えに、多様な生物の生息環境を奪うことになった。しかし、その後生産調整（減反）や後継者不足など、全国的に稲作を取り巻く環境が激変し、結果として、全国一の水田面積を抱える新潟市でも、多くの耕作放棄地が生み出されるという事態にいたっている。耕作放棄地の増加は、新潟市における都市景観や水田が持つ多面的機能の悪化に繋がるだけでなく、一度放棄されると復田が容易でないことから、昨今、食糧戦略の観点からも問題視されている。こうした農地管理の現状を改善し、田園型政令指定都市新潟の生物多様性回復と景観形成に貢献することを目的として、新潟大学では新潟市と連携し、“田園型都市における生物多様性回復のためのネットワーク形成”という課題のもと学官連携プロジェクト（通称：擬似湿地プロジェクト、代表：新潟大学紙谷智彦、<http://www.niigata-u.ac.jp/gakugai/st/001/200710.html>）を立ち上げ、氾濫原としての水田環境の修復に取り組んでいる。本プロジェクトでは、主に、①農林地・水路・河川敷に生息する野生動植物の回復と保全、②生態系ネットワークの機能と構造、③農林地理情報システムの構築、④環境に配慮した農地農村管理計画、⑤農地水利システムの分断緩和と減農薬有機栽培に必要な技術の観点から検討を進めているが、本節では、生物多様性の回復を目指した水田－水路間の水系ネットワークの再生について、その取り組みを紹介する。

新潟大学擬似湿地プロジェクトでは、2007年に農家および土地改良区の協力を得て、新潟市内にある約3 haの休耕田に擬似湿地環境を創出した（写真3A）。しかし、擬似湿地環境とつながる水路（排水路）と、魚類の供給源となる幹線排水路との間には1 mにも及ぶ落差が存在しており（写真3B）、繁殖や採餌のために遡上する淡水魚の移動を大きく阻害していると考えられた。そこで、研究の第一段階として、幹線排水路と水路（排水路）の連結性が、水路の魚類密度および種多様性に与える影響を明らかにするため、連結がほとんど

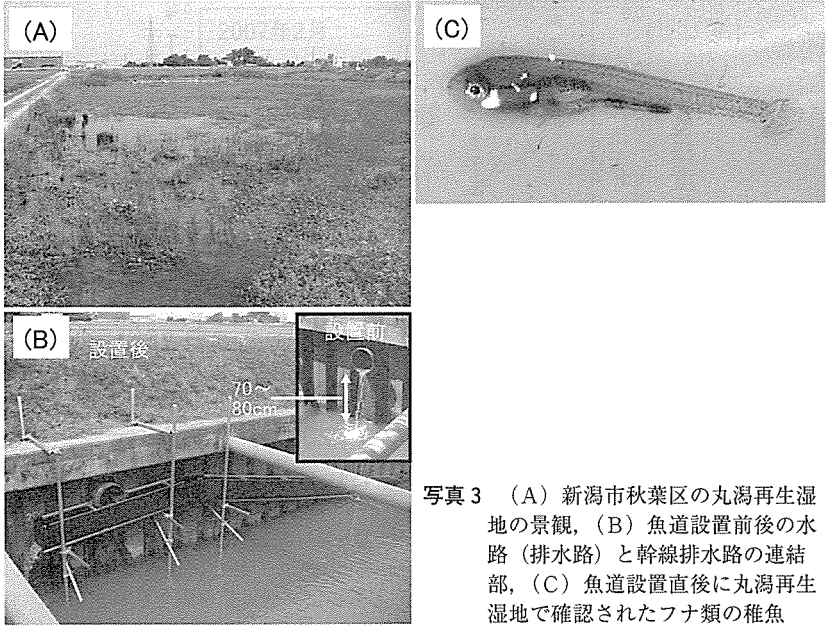


写真3 (A) 新潟市秋葉区の丸潟再生湿地の景観, (B) 魚道設置前後の水路(排水路)と幹線排水路の連結部, (C) 魚道設置直後に丸潟再生湿地で確認されたフナ類の稚魚

ない地域(以下、分断サイトとする)と、連結が保たれている地域(以下、連結サイトとする)を選択し、両サイトにおける水路の魚類相を比較した。なお、本プロジェクトで擬似湿地環境が創出された休耕田は、連結がほとんどない前者の地域に位置する。その結果、サイト間で魚類密度に明瞭な差異は認められなかったものの、分断サイトではドジョウ1種のみが確認されたのに対し、連結サイトでは、1年を通じてタモロコ、ツチフキ、フナ類、タイリクバラタナゴ、ドジョウ、シマドジョウの6種の生息が確認され、種多様度指数は分断サイトより連結サイトの方が通年で有意に高いことが明らかになった(図4、石間ほか未発表データ)。次に、魚類の多様性が高い連結サイトにおいて、水路内の物理環境が魚類の生息場所利用に与える影響を明らかにするため、水深、流速、被覆植生比率、河床変動、土水路の有無など計9変数を測定し、魚種別の環境選好性を検証した。魚種別の環境選好性を正準対応分析(CCA)により解析した結果、ツチフキは1年を通して排水パイプロが多い環境(河床に深いよどみが形成される)を選好する傾向があったが、その他の5種は季節的に選好環境をシフトさせていることが明らかとなった(図5、石間ほか未発表デー

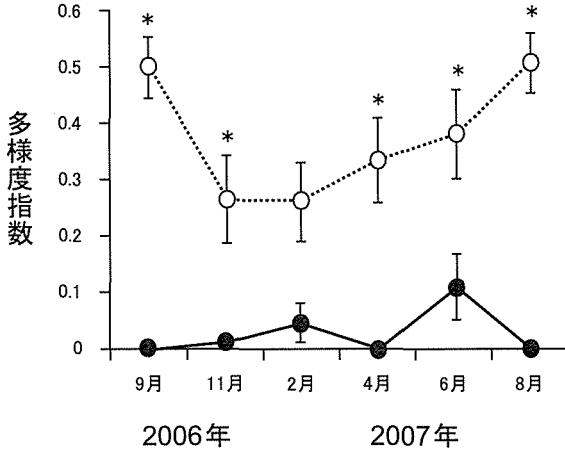


図4 連結サイト (○) と分断サイト (●) における排水路の魚類の多様度指数 (石間未発表データ)

Simpsonの多様度指数Dは次式より算出した。 $D = 1 / \sum p_i^2$ ここで p_i は総個体数に対する i 種の個体数の割合を示す。*はMann-WhitneyのU検定により2サイト間に有意性 ($P < 0.05$) が認められたことを示す。誤差棒は平均±標準誤差を示す。

タ)。以上の結果から、水路内における魚類の種多様性を向上させるためには、まず、魚類の供給源となる河川もしくは幹線排水路との落差を解消して水系ネットワークの連続性を確保することが重要であり、次に、各魚種が生活史段階で必要とする生息場を備えた水路構造に再整備することが必要であると結論づけられた。

これらの結果を踏まえ、第一段階として幹線排水路から擬似湿地までの水系ネットワークを再生することで魚類の多様性を高めることを目指し、分断サイトにおいて3ヶ所の排水路口に魚道を設置した (写真3B)。現在、連結の効果を検証中であるが、魚道の設置後、フナ類など、これまでに水路および擬似湿地環境で確認されなかった魚類の遡上および繁殖が確認されている (図3C, 高野瀬ほか未発表データ)。本プロジェクトでは、水系ネットワークの再生とともに、併せて、新潟市内の用排水路における魚類の広域分布調査を行い、魚類の種多様性あるいは魚類現存量を決定する予測モデルの構築と要因解析を進めている。今後は、この予測モデルを広域に外挿し魚類分布予測マップを作成した上で、魚類の多様性向上を図ることが見込める耕作放棄地を抽出し、擬似

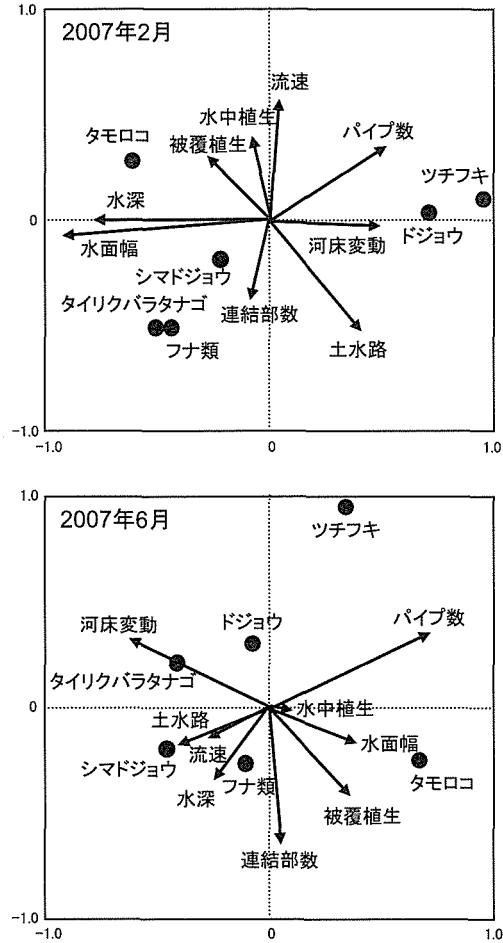


図5 連結サイトにおける魚類の種構成と環境要因に関する準正対応分析の座標分布 (石間未発表データ)

湿地環境の創出や水田魚道の設置など、生物多様性確保のための具体的な改善策を提案していきたいと考えている。

V. 佐渡における水系ネットワークの再生

平成20年9月25日、27年ぶりに10羽のトキが佐渡島の空を羽ばたいた。放鳥前の約1年間、トキが自然界で生きていくための訓練（例えば飛翔や採餌訓練）がトキ野生復帰ステーションの大型ゲージで行われた。しかし、試験放鳥に先立ち実施されたトキ生息環境の事前評価では、冬場の餌不足が指摘されており（環境省自然環境局野生生物課保護増殖係 2007）、採餌環境の整備は緊急を要した課題である。

トキは水田や水路、そして河川といった水辺を採餌場として利用するため、そこに生息する魚類はトキの餌生物として重要である（丁 2007）。ところが、私達の研究プロジェクト（通称：トキの島再生研究プロジェクト、代表：九州

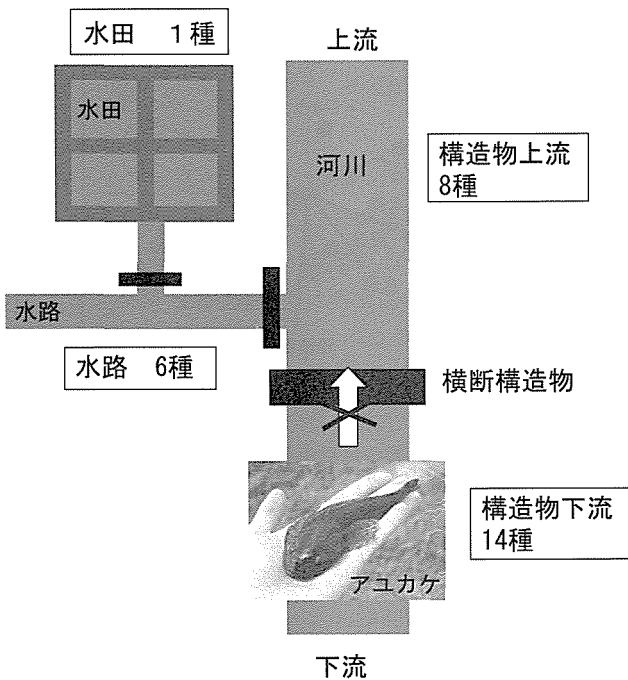


図6 佐渡島の天王川における魚類の分布状況（河口未発表データ）
枠内の数は出現種数を示す。

大学島谷幸宏、<http://sadotoki.org>）が行った調査では、佐渡の多くの川は横断構造物（主に取水堰）が高密度に設置され、水田は圃場整備が行われている範囲が広く、そのため川の上流と下流、川と水路（主に排水路）、そして水路と水田の間はそれぞれ分断されている環境が多かった（図6）。例えば図6で示す天王川では、最下流の構造物の直下までアユカケ（降下回遊魚）が生息していたが、その上流では確認されていない。このような水系ネットワークの分断により、構造物の下流から上流にかけて魚類の種数が減少し、さらに、川から水路にかけても種数が減少していた。佐渡の川の多くは行程が短く、河床勾配は急で、海から数キロも遡ると山地帯を流れている。そのため大雨による川の出水も激しく、川の氾濫を抑える目的で、河岸はコンクリートブロックで護岸され、河道は直線化されるなど、治水・利水重視の川づくりが行われてきた。しかし、水系ネットワークの分断によって魚類の流域内移動が制限された孤立環境下では、魚類の種多様性や現存量の低下が引き起こされることが報告されている（森 1999）。そのため、トキ野生復帰に向けた採餌環境整備が求められる佐渡では、分断された水系ネットワークの再生、河床環境の改善といった川の環境修復が進められている。

トキ野生復帰ステーションの近くを流れる天王川では、新潟県佐渡地域振興局と農林水産省北陸農政局、トキの島再生研究プロジェクトが協働し、そして水田管理者やNPO（潟上水辺の会）と連携しながら、水系ネットワークの再生とその評価を行っている。佐渡地域振興局は、河川における魚類の移動障害を解消するため、最下流部に連続する二つの農業用取水堰の緩傾斜化を行った（図7-1）。北陸農政局は、産卵のために水田を利用する魚類が、水路（排水路）から水田に遡上できるよう、落差のあった水路と水田の連結部に仮設の水田魚道を設置した（図7-3）。トキの島再生研究プロジェクト（九州大学）では、北海道技術コンサルタントの協力のもと、河川と水路の連結部にある落差の解消を行った（図7-2）。これら異なる環境を跨ぐ一連の改良工事により、限られた小流域ではあるが、魚類は河川－水路－水田間を移動することが可能になっている。

水系ネットワークの再生前、そして再生後に調査を行い、現在その効果を検証している。繋がりを再生した後、降雨に伴う水位の上昇によって、ドジョウが川から水路、そして水路から水田に移動していることが確認されている。新たに魚道を設置した水田では、設置前にはまったく魚類が確認されなかったが、

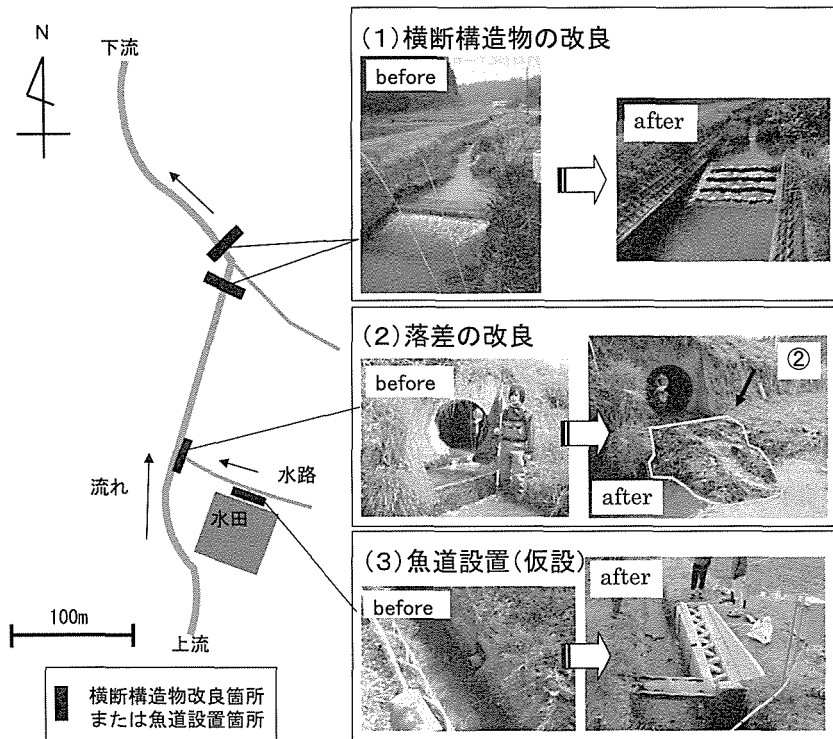


図7 佐渡島の天王川における水系ネットワークの再生
 (1) 新潟県佐渡振興局による河川内横断構造物の改良
 (2) トキの島再生プロジェクトによる河川と水路の落差解消
 (3) 農林水産省・北陸農政局による水田魚道(仮設)の設置

設置後の2008年6月には、ドジョウの稚魚が多数確認された(図8)。一時的な水域を産卵場として利用するドジョウが、魚道の設置によって水田やビオトープ(放棄田)に遡上したことは、水系のつながりを再生した効果と考えられる。

今回紹介したのは水系ネットワークの再生に関する取り組みだが、トキの島再生研究プロジェクトでは関係する行政機関と連携し、河川、水路、水田、草地におけるトキの主要な餌生物量(ドジョウ、バッタ類、カエル類等)をGIS上で広域に推定するモデルを構築している。現在行政機関が進めるトキの採餌環境整備(公共事業)において、限られた予算で効率よく採餌環境を整備していくには、対象とする餌生物の分布がどういった環境要因(景観要因:水田面

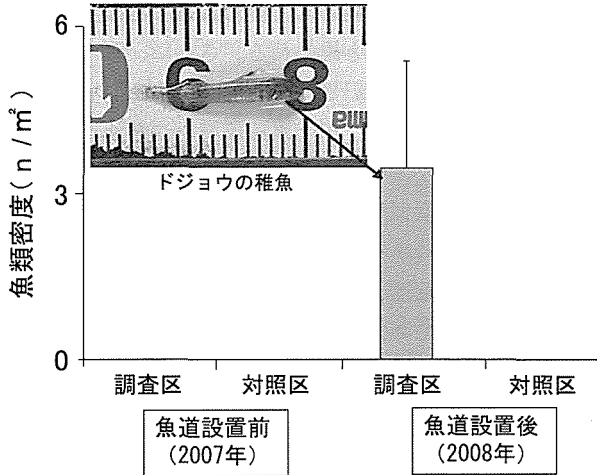


図8 水田魚道設置前後における水田の魚類密度の比較
(平均±標準誤差, 山下未発表データ)

調査区は水田魚道を設置した水田, 対照区は水田魚道を設置していない水田を示す。

積, 森からの距離等と局所要因: 水深, 河床材料等) によって規定されているのかを把握してそれら餌生物量の分布を面的に示し, さらに, 場所や対象生物に合わせた環境修復の効果も予測することが求められている。このような餌生物の情報に放鳥トキや中国トキの生態情報 (営巣・ねぐら環境) を加味し, 効率よく採餌環境整備を行う範囲を絞り込むアプローチは, トキ野生復帰を進める上で不可欠と考えられる。

Ⅵ. おわりに

アザメの瀬は住民参加型の事業で国土交通省が行ったものである。この事業の特徴は, 治水と環境 (氾濫原再生) の両方の機能を上手く引き出している点で, 一般に治水目的と環境目的の河川整備は相反すると考えられがちだが, アザメの瀬に見られるように十分な空間を確保できる場合, 治水と環境は必ずしも河川整備の目的として相反するわけではない。日本中で氾濫原環境は減少しており, アザメの瀬のように出水時に本川から再生氾濫源に河川水が緩やかに入り込む仕組みは, これからの河川整備の一つの選択肢と思われる。また, 現

在は運動場やレクリエーションの場として使われることの多い河川敷で、氾濫原環境の再生を行うことも可能だと思われる。さらに、河川管理区間に限定せず、現在樋門によって分断されている河川と周辺の水田環境についても目を向け、氾濫原依存種の現状分布から、川と水田環境をつなぐ川づくりのあり方も検討すべきだと思われる。

一方、新潟平野における疑似湿地プロジェクトや佐渡の天王川における取り組みは、アザメの瀬のように単独の行政機関で進められるものではない。水系ネットワークの再生による氾濫原環境の修復では、多くの場合複数の行政機関が関わることになる。そのため、関連する行政機関の組織横断的な連携体制を構築し、地域住民と協働して事業をすすめる体制をつくれないと、水系ネットワークの再生は行えないことになる。

氾濫原に生息する多くの生物は、生活史段階により異なる生息環境を利用する。そのため氾濫原環境の再生を行う場合、現地調査から生物の分布状況を把握し、対象生物の生活史をふまえて、異なる生息環境のつながりを見直すことが重要である。関島・三谷（印刷中）は、トキの生息環境再生を考える上で、無農薬・無化学肥料や冬水たんぼの実践など環境保全型農法の取り組みは栄養段階下位の生物には効果があるが、魚類・両生類など栄養段階上位の生物を甦らせるためにはエコロジカルネットワークの再生が不可欠であると指摘している。氾濫原環境の再生には、河川、水路、水田といったそれぞれの場における環境修復の取り組みも重要であるが、それらのつながりを維持、または再生することも重要で、それぞれの環境を管轄する行政機関や地域住民、そして研究者のつながりと協働が不可欠となるだろう。

謝辞

新潟大学が行っている疑似湿地プロジェクトは、(財)日本生命財団および新潟大学学長裁量経費の助成を受けて行われた。佐渡における水系ネットワークの再生は、(財)トヨタ財団、科研費(若手研究B19710027)、環境省「地球環境研究総合推進費(F-072)」の助成を受けて実施された。

引用文献

- 1) 丁長青(2007)トキの研究(山岸哲監修 蘇雲山・市田則孝訳). 新樹社, 東京
- 2) 土木学会(2008)環境賞受賞一覧, 土木学会ホームページ, <http://www.jscc.or.jp/>

prize/prize_list/3_kankyo.shtml

- 3) Fujioka, M. and Lane, S.J. (1997) The impact of changes in irrigation practices in rice field on frog populations of the Kanto Plane, central Japan. *Ecological Research*12 : 101 – 108
- 4) 藤岡正博 (1998) サギが警告する田んぼの危機. 「水辺環境の保全—生物群集の視点から—」(江崎保男・田中哲夫編), pp.34–52. 朝倉書店, 東京
- 5) 環境省自然環境局野生生物課保護増殖係 (2007) トキ野生復帰専門家会合参考資料.
- 6) 片野修 (1998) 水田・農業用水路の魚類群集. 「水辺環境の保全—生物群集の視点から—」(江崎保男・田中哲夫編), pp.67–79. 朝倉書店, 東京
- 7) 片野修・細谷和海・井口恵一郎・青沼佳方 (2001) 千曲川流域の3タイプの水田間での魚類相の比較. *魚類学雑誌*48 (1)
- 8) 片野修・森誠一 監修・編 (2005) 農業水路・小川にすむ魚. 「希少淡水魚の現在と未来—積極的保全のシナリオ—」, pp.155–216. 信山社, 東京
- 9) 国土交通省 (2001) 河川水辺の国勢調査 (松浦川魚介類編), 国土交通省ホームページ, <http://www3.river.go.jp/chouhyou02.asp>
- 10) 国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所 (2004–2008) 平成15年度—平成19年度アザメの瀬地区環境調査業務報告書.
- 11) 国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所 (2008) 国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所ホームページ アザメ新聞, <http://www.qsr.mlit.go.jp/takeo/torikumi/azame/sinbun.html>
- 13) Lane, S.J. and Fujioka, M. (1998) The impact of changes in irrigation practices on the distribution of foraging egrets and herons (Ardeidae) in the rice fields of central Japan. *Biological Conservation* 83 (2) : 221–230
- 14) 水野信彦・御勢久右衛門 (1993) 生活史の研究— (1) 産卵と発育. 「河川の生態学」(沼田真監修), pp.118–133. 築地書館, 東京
- 15) 森誠一 (1999) ダムと魚類. 「淡水生物の保全生態学—復元生態学に向けて—」(森誠一編著), pp.86–102. 信山社サイテック, 東京
- 16) 村岡敬子 (2006) 田んぼ 人間が創り維持している雑魚の生息環境. 「魚類環境生態学入門」(猿渡敏郎編著), pp.51–73. 東海大学出版会, 神奈川
- 17) 日本河川協会 (2006) 特集・多自然川づくり. *河川*62 (11) : 3–50
- 18) 日本水環境学会 (2008) [特集] 多自然川づくりの展開. *水環境学会誌*31 : 334–353
- 19) 西田一也・千賀裕太郎 (2004) 都市近郊における農業用水路の環境要因および水田が魚類の生息に及ぼす影響—東京都日野市の農業水路を事例として—. *農業土木学会論文集*233 : 29–39

- 20) リバーフロント整備センター (2008) 特集 多自然川づくり. リバーフロント62 : 2-25
- 21) 斉藤憲治 (1997) 淡水魚の繁殖場所としての一時的水域. 「日本の希少淡水魚の現状と系統保存」(長田芳和・細谷和海編 日本魚類学会監修), pp.194-204. 緑書房, 東京
- 22) 斉藤憲治・片野修・小泉顕雄 (1988) 淡水魚の水田周辺における一時的水域への侵入と産卵. 日本生態学会誌38 : 35-47
- 23) 関島恒夫・三谷泰浩 (印刷中) トキの野生復帰を実現するための自然再生シナリオの構築. 緑の読本
- 24) 鳥谷幸宏・今村正史・大塚健司・中山雅文・泊耕一 (2003) 松浦川におけるアザメの瀬自然再生計画. 河川技術論文集 9 : 451-456
- 25) 多自然川づくり研究会 (編) (2007) 多自然川づくりポイントブック. 財団法人リバーフロント整備センター, 東京

(河 口：徳島大学ソシオテクノサイエンス研究部 准教授
 山 下：九州大学工学研究院 博士後期課程
 石 間：新潟大学自然科学研究科 博士後期課程
 林 　：九州大学工学研究院 博士後期課程
 高野瀬：新潟大学超越研究機構 特別研究員
 関 島：新潟大学自然科学研究科 准教授)