

戦-10. 在来魚種保全のための水系の環境整備手法の開発

研究予算：運営費交付金（治水勘定）

研究期間：平18～平22

担当チーム：水環境研究グループ（河川生態）

研究担当者：天野邦彦、村岡敬子

【要旨】

本研究は、在来魚集団維持のために必要な水系内の空間配置や連結性の考え方を示し、現在の水系の中で効果的に水域環境を保全・修復するための考え方や手法の提案を行うために実施しているものである。平成20年度は、陸封型の中卵性カジカの子稚魚期における利用空間の物理環境調査を実施し、カジカの再生産に必要な物理環境要素を推定した。また、イワナの遺伝情報を用いた在来個体群の保全策を検討した。

キーワード：在来魚種、子稚魚、地域集団、遺伝情報

1. はじめに

河川に生息する魚類の中には、その生活史の中で河川だけでなく周辺の小水路やそこにつながる湿地・水田地域などを利用するものが多く、これらの魚種は個々の移動能力に応じてこれらの水域が適切に連続することを必要とする。こうした魚類における個体の移動は水系内に広く分布する個体同士の交流にもつながり、水系内の在来魚の集団としての存続にも大きく関わっている。このような水系を面的に捉えた河川環境の整備は在来魚種を中心とした健全な生態系の保全のためにも必要であり、国土交通省で重点的に取り組みつつある課題のひとつでもある。

しかしながら、河川周辺の水域が人間活動によって物理的にも時間的にも大きく改変されている現状の下、在来魚種の保全を目的とした事業の効果を得るためには、現在の河川および周辺の水環境と魚類が必要とする水域の条件を的確に把握し、魚類の移動能力と結びつけた評価を行うとともに、必要な水環境を保全・復元していくことが重要である。

本研究では、在来魚集団維持のために必要な水系内の空間配置や連結性の考え方を示し、現在の水系の中で効果的に水域環境を保全・修復するための考え方や手法の提案を行うために実施しているものである。

平成20年度は、本研究において指標魚種としている陸封型の中卵性カジカの子稚魚期における利用空間の物理環境調査を実施し、カジカの再生産に必要な物理環境要素を推定した。また、イワナの遺伝情報を用いた在来個体群の保全策を検討した。

2. 手法

2.1 カジカ集団保全を目的とした調査

2.1.1 研究対象魚種の概要

本研究で取り扱う魚種として、河川中流域や支流に生息し、分断や生息環境の悪化の影響を受けやすい魚種を基準とした。カジカ科は底生魚の仲間、アユなどの浮遊性の遊泳形態をとる魚に比べて移動能力が乏しい。そのため、河道内の横断工作物による移動阻害の影響を受けやすいとされ、例えばカジカ科のハナカジカは河川改修やダム建設の影響により激減したといわれる¹⁾。

日本固有種であるカジカ属カジカ科カジカ中卵型 (*Cottus sp. ME*、以下「カジカ」) は河川中下流を中心に生息し、孵化後の一定期間を海で生活する両側回遊性の生活環を有する。本種は、生活史の中での移動範囲が大きいとともに、河川上下流における移動阻害要因の影響を強く受けることが予想される種のひとつである。

平成18年度より調査対象としている九州地方のA川中流域のカジカ集団は、回遊性の中卵型でありながらも河川陸封個体群とされる。本カジカの生息域が、河川事業により受ける影響を回避するために、他の生息地への移殖実験が行われている(図-1)。本研究では、A川のカジカの生息域が横断工作物により移動が阻害されていることを利用し、それぞれの地点のカジカ集団を仮想上の“地域集団”として扱い、生息環境を現地調査と遺伝情報を組み合わせて評価するための調査を実施した。

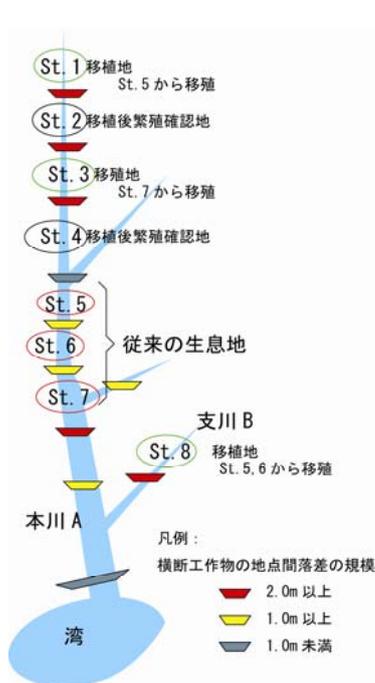


図-1 調査地点概要図(1) カジカ

2.1.2 稚仔魚の利用環境に関する現地調査

当該地域においてカジカの孵化時期となる2008年3月から、出水期をまたいだ9月末まで期間において8回にわたり、A川の従来の生息地および移植後に稚仔魚の確認数が少ない支川Bにおいて、カジカの仔稚魚分布および物理環境調査を行った。

調査では、潜水により調査区間全域においてカジカの分布を確認し、確認地点の河床付近の流速、水深、河床材料(第1、第2優占)、泥の有無およびその物理環境の規模(面積)を記録した。また、カジカの有無に係らず、流下距離10m間隔で横断面の物理環境調査を行った。

2.2 渓流魚集団の保全に関する検討

2.2.1 指標魚種の概要

今年度より、本研究における指標種として、山間地の溪流部に広く分布するイワナを追加した。イワナ(*Salvelinus leucomaenis*)はサケ科イワナ属に属し、溪流部を中心に分布する陸封個体の集団には、形質上変異が生じた地域特有の集団=在来集団が存在する²⁾。溪流地域に建設される砂防堰堤等の河道工作物が、近縁の沢間におけるイワナの自由な移動を阻害する場合には、在来集団の孤立を招くことが指摘されており、近年では砂防堰堤において本種を含む溪流魚を対象とした魚道等の整備が進められている。

本種は溪流釣の対象魚でもあり、長期間にわたり日本各地で積極的に放流がなされており、その放流個体として日本各地の在来集団や海外からの移入個体との

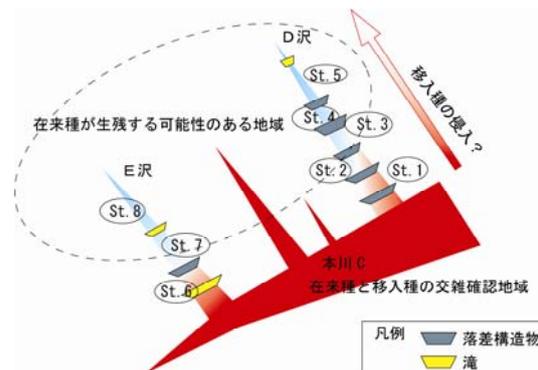


図-2 調査地点概要図(2) イワナ

交配を繰り返した養殖魚を用いたため、イワナ在来集団と放流されたイワナとの交雑による、在来集団の遺伝的攪乱の問題が指摘されている²⁾。

生息区域の分断は、地域間の個体との交流を阻害するため、在来集団の保全上好ましくないが、在来魚集団と人為的に移入された他の水系の個体や外来種の個体(以下移入個体という)との接触もまた防ぎ、結果的に貴重な在来魚集団が遺伝的攪乱を免れる結果となる場合もある。本研究では、河川事業によって分断影響の低減が想定されるC川上流域をモデル地区とし、遺伝情報を用いてイワナ在来集団の保全策を検討した。

2.2.2 調査の概要

本調査対象であるC川では、イワナの放流が継続的になされており、放流歴のある地域に生息するイワナが、既に移入個体との交雑集団であることが報告されている。このような状況はC川上流域の複数の沢でも同様であるが、漁協等のヒアリングではD沢、E沢を含む一部の沢には放流履歴がなく、さらに沢内に複数の横断工作物があることから、本沢に生息するイワナの集団が在来集団である可能性が高いとされている。河川事業に伴う変更の可能性のある本地域において、本沢に生息するイワナ集団が在来集団であるか否かを確認すると共に、保全対象となる集団を抽出し、保全計画に資するために、遺伝情報を用いた解析を行った。

遺伝情報分析のサンプルとして、図-2に示す8地点および各々の沢の下流端において、計192個体のイワナのヒレを採取した。採取したヒレサンプルは、95%エタノールに浸した状態で実験室内に持ち込み、フェノール抽出によりDNA(Deoxyribonucleic acid,デオキシリボ核酸)を取り出し、そのABI Prism 3100による解析を行った。遺伝情報は、①mtDNA cyt-b(ミトコンドリアDNAチトクロームb領域)の配列bpを用いた、移入個体との交雑の有無の確認、②核ゲノム情報を対象としたマイクロサテライト解析、AFLP解析を行った。マイクロサテライト解析は、久



写真-1 確認された稚魚および確認地点の河床材
保田ら³⁾の方法を用い、Takara EX-Taq、F側に蛍光修飾した9つのプライマーセットにより行った。AFLP解析では、ABI社製 AFLP Plant Mapping Kitを用いた前処理の後、2塩基に反応する制限酵素処理1回と3塩基のランダムプライマー6組により多型情報を得た。

3. 解析結果及び考察

3.1 カジカの仔稚魚が利用する物理環境

回遊性のカジカの仔魚は、孵化直後に河川の流れに沿って汽水域まで流下することが知られている。しかしながら、A川における孵化期の調査では、さいのうの残る孵化直後の仔魚が、また親魚が卵を保護している産卵床の直近の河床で多数確認された。また、孵化後間もない仔魚、稚魚共に本調査期間を通じて、小礫がある川底で確認された(写真-1)。これらのことから、A川におけるカジカは、中卵生といわれながらも、孵化後に流れに沿って下流に流下するわけではなく、河川に留まる生態を有していることが推測された。

潜水観察の結果、仔稚魚が確認された地点の小礫は、3,4月時点で概ね5~20mm程度であったが、5月時点で20~50mm、7月には50~100mmと徐々に大きくなるが、7月下旬以降は50~200mmと大きな変化が見られなくなった。仔稚魚の体長は特に4~6月までの伸びが著しく(図-3)、成長と共に、生息地に必要な小礫の規模も大きくなることが推定される。

図-4はカジカ(稚魚・成魚共)の体長と確認地点における礫の大きさの関係を示す。ここに、d2は、カジカが確認された地点における河床材料の第1優占、第2優占材の径のうち大きいものを示す。カジカの体長が50mm以下程度の範囲では、礫の大きさは10~800mmの広い幅に分布するが、体長が50mmを超えると、河床の礫が体長と同程度以下の箇所ではほとんど確認されていない。カジカの成魚は礫の下に身を隠す習性が知

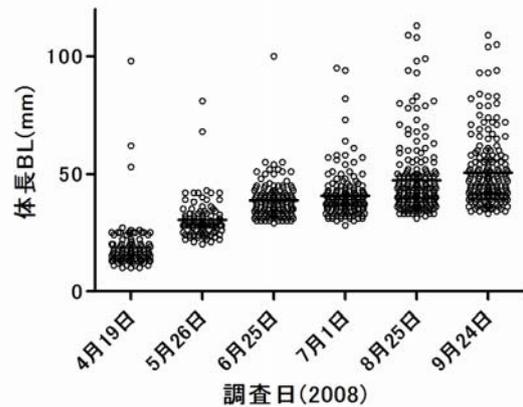


図-3 カジカの体長の推移

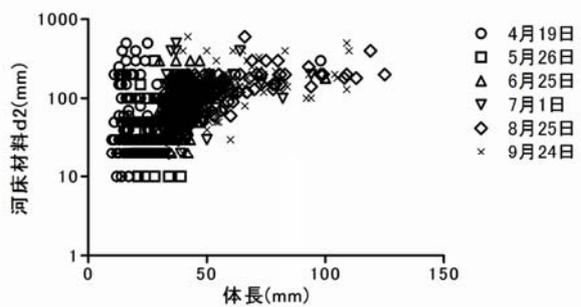


図-4 カジカの体長と河床材料の大きさ(d2)

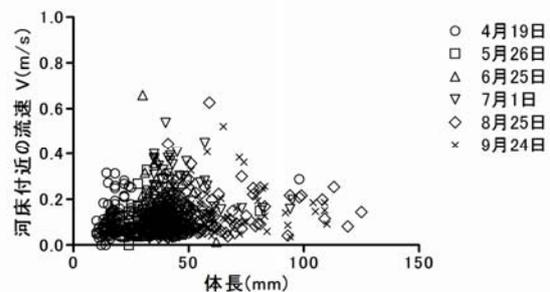


図-5 カジカの体長と河床付近の流速

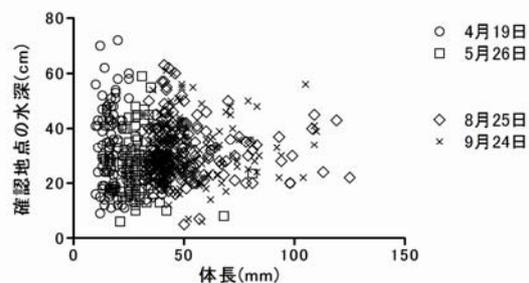


図-6 カジカの体長と確認地点の水深

られており、A川体長に応じた十分な大きさの礫が必要であることが再確認されるとともに、その目安は体長が50mmを超えるほどに成長した後であることが推測された。一方で、孵化から6月までの間にみられ

る小さな個体は、礫の大きさととの関係がみられず、体が隠れるサイズの礫よりもむしろ河床の小礫の有無が重要である可能性がある。尚、全調査期間を通じて、カジカの体長と、流速・水深との明確な傾向はみられなかった(図-5, 6)。

以上のことより、A 川のカジカについて以下のことが推察された。

- ① 回遊性の中卵型でありながらも河川陸封個体群とされる A 川カジカは、回遊性のカジカとは異なり、孵化後も河川に留まる生態を有する。
- ② 孵化後間もない仔稚魚は、河床に小礫がある空間を必要とし、成長とともに大きな礫を必要とするようになる。すなわち、カジカの仔稚魚は成長と共に体に応じた河床材料、流れの場を必要とすること考えられる。

3. 2 溪流魚集団の保全に関する検討結果

本調査では、既に日本各地の在来集団の配列が DDBJ によって公開されている mtDNA 配列を用いて、調査区域における移入個体あるいは移入個体と交雑した個体の有無を確認した。本手法は、現在、種の判別として一般的な手法である。

その結果、St. 1 および St. 6 において、半数以上の出現率にて本水系内で確認されていないタイプの遺伝子型が確認された。これらの地点よりも上流域では、D 沢、E 沢共に全個体が、本水系特有の遺伝子型を示し、在来集団であることが推測された。

しかしながら、核 DNA 分析の結果からは、St. 4 において少なくとも 3 尾の個体が、St. 1 および C 川と類似した情報を有することが明らかとなった。この 3 尾に確認された特徴が、直下の St. 2, 3 においては低レベルでしか検出されていなかったことから、この 3 尾の特徴は下流域もしくは同様の移入個体との交雑集団から人為的に持ち込まれたものと考えられる。さらに、こ

れらの体長から、これらの個体のうち 2 尾は当歳魚、1 尾は 1+ と推察されており、交雑世代が既に繁殖に参加している可能性が高い (図-7)。

これらの結果を踏まえ、D 沢では St. 5 を現状のまま維持し、St. 5 よりも下流の個体との交流の機会をもたせないことが保全につながると判断された。同様に、E 沢では St. 7, 8 共に下流域との交雑が認められず、両地点の個体がひとつの集団として交流の機会をもてるような保全策の検討が望ましいと考えられる。

4. まとめ

A 川では、カジカは仔稚魚期から成長するに依りて、異なる物理環境を必要とすることが推察された。現生息地における昨年度行った遺伝情報をういた検討においても、必ずしも A 川全域がカジカの再生産に適しているわけではないことが示唆されている。成魚が利用する環境や産卵場の環境だけでなく、孵化後仔稚魚が到達できる範囲に必要な物理環境があるかなど、魚の生活史全体を見越した生息環境の保全が重要である。

また、C 川では、在来集団への移入個体による攪乱を高精度に検出し、保全策に結びつけることができた。C 川のように、分断による影響だけでなく、外来魚の移入という人為的攪乱が同時に発生している場合、当該地域の在来魚集団の保全のためには、分断が外来魚との接触を阻んでいることもあり、生息域が他地域と分断されている現状を維持しつつ、その集団を保全する方策を検討する必要がある。

今後は、A 川、C 川を通じて開発された手法を進展させ、他の在来魚種集団の保全に資することができるよう、他の魚種や分析手法などについても引き続き比較検討していく予定である。

参考文献

- 1) 環境省：レッドデータブック汽水淡水魚編、平成 15 年 5 月
- 2) 中村智幸、イワナをもっと増やしたい！「幻の魚」を守り、育て、利用する新しい方法、平成 19 年 12 月
- 3) Shoichiro Yamamoto, Kentaro Morita, Satoshi Kitano, Katsutoshi Watanabe, Itsuro Koizumi, Koji Maekawa and Kenji Tkamura(2004) Phylogeography of White-Spotted Charr(*Salvelinus leucomaenis*) inferred from Mitochondrial DNA Sequences. ZOOLOGICAL SCIENCE 21:229-240

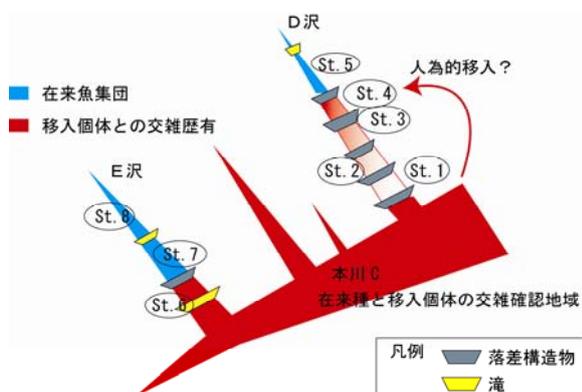


図-7 在来魚集団の分布域の推定結果(イワナ)

A STUDY OF ENVIRONMENTAL PLANNING METHOD FOR CONSERVATION OF NATIVE FISH SPECIES

Abstract : In order to conserve environmental conditions for native fish, it is important to assess their habitats on larger spatial scale. The landlocked sculpin (*Cottus kazika*) populations insulated in upstream area, and Salmonid fish (*Salvelinus leucomaenis*) were selected for this study. Young sculpin needs suitable sizes cobbles on the bottom of their habitats. And the sizes relate with their body length. These can be used to estimate the breeding habitats conditions and its continuity. The genetic structure judged that the native salmonoid fish population remained on the few area .

Key words : native fish, native population, weir, sculpin, salmonoid fish