

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：82104

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K15545

研究課題名（和文）通し回遊種の空間分布予測モデルと食物網評価に基づく魚道設置適地の推定

研究課題名（英文）Estimation of fishway installation sites suitable for diadromous species based on species distribution models and food web evaluation

研究代表者

齋藤 稔（SAITO, Minoru）

国立研究開発法人国際農林水産業研究センター・水産領域・任期付研究員

研究者番号：20869474

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000 円

研究成果の概要（和文）：中国地方の小瀬川水系、および高津川水系を対象として、海と川とを行き来する通し回遊性魚類・エビカニ類の分布状況を明らかにした。また、両水系内における堰堤の設置箇所と性状を把握した。加えて高津川水系において、堰堤の影響が異なる隣接した2地点において、食物網の構造の違いを明らかにした。これらの結果に基づき、両水系における堰堤による通し回遊性生物の遡上阻害状況を評価し、魚道の設置、あるいは改良が効果的な地点の特定を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海と川とを行き来する通し回遊種には、ニホンウナギ・アユ・モクズガニなどの日本人になじみ深い水産有用種が多く含まれる。これら通し回遊種は、堰堤によって海からの遡上を妨げられて生物量が減少していると考えられるため、遡上経路の確保が急務である。本研究では、堰堤による遡上阻害状況を把握し、魚道設置適地を推定する上で特に効果的な分類群の組み合わせを明らかにした。加えて、遡上阻害によって劣化した食物網構造を復元する上でモクズガニが重要な種であることを示した。

研究成果の概要（英文）： Distribution of diadromous fishes and crustaceans, species that migrate between rivers and the sea, were clarified in the Oze and Takatsu river systems, Chugoku Region, western Japan. Installation sites of and specifications of each weir and low-head dam were also surveyed in the two river systems. In addition, food-web structures were compared at two near-by sites in the Takatsu River System that differ in the effect of weirs. Based on these results, the effects of weirs and low-head dams on the distribution of diadromous species were evaluated. The suitable sites for fish way installation or modifications were identified.

研究分野：河川生態学

キーワード：通し回遊 魚類 甲殻類 河道横断構造物 分布

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19（共通）

### 1．研究開始当初の背景

日本や東南アジアをはじめとする島嶼・半島の河川には、海と川とを行き来する通し回遊性の魚類やエビカニ類が多く存在する。その中には、ニホンウナギ・アユ・モクズガニなどの水産有用種が含まれる。しかし、これら通し回遊性生物は、ダムや堰が作られた結果、河川内にある本来の生息場まで遡上できず、多くの河川で個体群が縮小した状態にあると考えられる。そのため、魚道設置・運用による回遊経路を確保することによって、これら生物が優占していた河川生態系を復元する必要がある。その際、堰堤による遡上阻害の程度を種ごとに把握した上で、生息場の復元効果が大きい箇所を事前に推定することが効果的であるものの、その手法開発は進んでいない。

### 2．研究の目的

本研究では、堰堤によって海からの遡上を妨げられている通し回遊種が優占していた河川生態系をより効果的に復元するため、魚道の設置効果が大きい流域を抽出する手法の開発を目指す。そのために、通し回遊種が多産する中国地方西部をモデル地域として、1) 現状での魚類・甲殻類の分布パターンの把握、2) 遡上阻害が食物網に及ぼす影響の推定を行う。これらの結果に基づき、魚道設置・改修による遡上阻害の緩和が生息場復元に大きく寄与する流域を抽出し、設置後の効果を推定可能とする手法の確立を目指す

### 3．研究の方法

#### (1) 生物の分布

##### 潜水目視・採集

山口県と広島県の県境付近を流れる小瀬川水系と島根県西部を流れる高津川水系にそれぞれ11、および50定点を設け、異なる季節に合計2回以上、生物調査を実施した。なお、小瀬川水系においては、通し回遊種の遡上が見込めない弥栄ダム（堤高：120 m）の上流側を調査対象外とした。それぞれの定点において潜水目視を行い、魚類・エビカニ類の出現状況を種ごとに記録した。また、主に小型のヌマエビ類や底生魚を対象として、川岸や河床に隠れている水生生物をたも網にて採集した。ただし、汽水性の種や周縁性の種については、その主たる生息域を網羅できていないため、評価対象外とした。調査範囲は、それぞれの定点において瀬・淵、あるいは瀬・トロを1組以上含む区間とした。

##### 環境 DNA

生物の分布調査を行った定点にて、異なる季節に合計2回、環境 DNA サンプル（1L）の採水を行った。サンプルは、DNA の分解を抑制するために塩化ベンザルコニウムを現場で添加した上で氷冷して研究室に持ち帰り、ガラス繊維ろ紙（粒子保持能：0.7 μm）で濾過した。濾過したサンプルは冷凍保存し、後日、DNA 抽出を行った。その後、魚類については種を網羅的に検出可能な定量メタバーコーディング、モクズガニについては本種に特異的なプライマーを用いた定量 PCR を行い、地点間での相対的な環境 DNA 量の多寡を把握した。

#### (2) 堰堤の分布・性状

小瀬川水系と高津川水系において、調査定点下流側の流路を可能な限り踏査し、堰堤の設置状況を把握した。合わせて、魚類やエビカニ類の遡上状況に影響すると考えられる堰堤の性状（堤高・落差・法面の角度・水たたきの有無・魚道の設置状況等）を計測・記録した。

#### (3) 食物網の評価

高津川水系において、堰堤の影響が異なる2地点を選定し、食物網を網羅するよう、魚類・エビカニ類やそれらの餌資源となる粒状有機物・陸上植物・付着藻類・水生昆虫等の安定同位体分析用サンプルを採集した。採集した生物サンプルは、採集現場で網袋、あるいは実験室で水槽に収容して24時間以上飼育し、空胃状態とした。その後、氷冷した上で冷凍保存した。魚類では、体サイズに応じて筋組織を摘出して、あるいは体全体をサンプルとして用いた。エビカニ類と貝類では殻を除去した。水生昆虫では、体全体をサンプルとして用い、小型な種・個体については必要に応じて複数個体をまとめた混合サンプルとした。粒状有機物や付着藻類のサンプルはガ

ラス繊維濾紙（粒子保持能：1.2  $\mu\text{m}$ ）で捕集し、サンプルの一部を酸処理した。いずれのサンプルも 60°C で 24 時間以上乾燥させた後に粉末化し、錫カプセルに包埋した。その後、定法に従って炭素と窒素の安定同位体比をそれぞれ測定した。

#### 4．研究成果

##### （1）生物の分布パターンと堰堤

小瀬川水系では、魚類 9 科 29 種、エビカニ類 4 科 8 種が確認された。そのうち、海と川とを行き来する通し回遊種は魚類で 5 科 15 種、エビカニ類で 3 科 6 種であり、いずれも過半数を占めた。堰堤は、本川で 1 基、3 本の支川で 52 基の合計 53 基確認された。これら堰堤のうち魚道が設置されていたのは、本川の中市堰と支川の下流に位置する 1 基のみであった。いずれの支川においても、下流側から 1 箇所目の定点の上流に堤高約 5 m の堰堤が確認された。

通し回遊種を対象としたクラスター分析の結果、通し回遊性の魚類とエビカニ類は、分布域や堰堤の影響度合いが異なる 3 群にまとめられた。小瀬川本川では、3 箇所の調査定点のいずれにおいても、カジカ（中卵型）やゴクラクハゼが確認された。これら魚種は、主に下流域に生息する、あるいは落差を超える能力が相対的に低い種であるため、在・不在レベルで見た場合、本川下流域の堰（堤高：2.6 m）の両岸に設置された魚道が遡上経路確保に貢献していると考えられた。遡上が可能であると報告されている高さの堰堤であっても、その数が多い場合、特に遡上能力が高いオオヨシノボリやモクズガニといった種の河川内分布を制限することが示された。

高津川水系にて支川を中心に当初の予定よりも調査定点を増やして調査を行った結果、50 定点にて淡水産の魚類 12 科 39 種、エビカニ類 4 科 12 種が確認された。そのうち、魚類 7 科 18 種、エビカニ類 3 科 10 種が通し回遊種であった。堰堤は、合計 182 基が確認された。流域面積が小さい支川や上流域では、魚道が設置されていない堰堤が多く認められた。

通し回遊種を対象としたクラスター分析の結果、出現パターンが異なる 4 つの種群と種の出現パターンが異なる 4 つの地点群が認められた。本川に下流域で流入する支川では、支川内における堰堤の密度が高い場合、下流側の定点では確認された通し回遊性のハゼ科魚類やエビ類が上流側の定点で確認されない傾向が示された。また中流域で本川に流入する支川では、魚道がない堤高 5 m を超える堰堤の上流側において、カジカ科魚類に加えてテナガエビ類が欠落していた。一方、モクズガニやオオヨシノボリは堰堤の上流側まで出現する傾向が示された。したがって、これら通し回遊種の分布状況を同時に調査することで、堰堤による通し回遊種の遡上阻害状況を大まかに把握できる可能性が示された。魚道設置適地の推定モデルについては、引き続き改良を進める。

##### （2）食物網

生物・有機物のサンプルを用いて、窒素と炭素の安定同位体比分析を行った。堰堤の上流側では、通し回遊性のエビ類や一部ハゼ科魚類が確認されなかった。堰堤の上流側と下流側の双方で確認された種の多くは、両定点でおおむね同様の餌資源利用パターンを示した。ただし、カワムツなどの一部のコイ科の遊泳魚では餌資源利用のパターンや栄養段階に変化が認められた。多くの通し回遊種では、似通った餌資源を利用する非通し回遊種が認められた。ただし、モクズガニは他の種と比べて付着藻類等の河川由来の餌資源を多く利用する傾向が示された。そのため、魚道設置・改修にあたっては、他の種による代替が困難であると考えられるモクズガニの遡上阻害を緩和することが、堰堤上流側の食物網構造を復元する上で特に有効であると考えられた。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1 . 発表者名 齋藤 稔・畑間俊弘・中尾遼平・赤松良久
2 . 発表標題 小瀬川水系弥栄ダム下流における堰堤による通し回遊性生物の遡上阻害状況
3 . 学会等名 応用生態工学会
4 . 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6 . 研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7 . 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------