

令和 3 年 5 月 17 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05783

研究課題名(和文) 特定外来生物コクチバスの本邦河川における影響評価と駆除技術の開発

研究課題名(英文) Estimation of impacts for riverine community and development of effective control method of alien smallmouth bass in a Japanese river

研究代表者

淀 太我 (Yodo, Taiga)

三重大学・生物資源学研究所・准教授

研究者番号：00378324

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：流水環境での生態系被害が懸念されているにもかかわらず、生態的知見に乏しかった特定外来生物コクチバスの河川における生態を把握し、有効な駆除方法を開発することを目的とした。調査は本種の侵入後間もない三重県雲出川で行い、(1)環境DNAを使って侵入範囲の全体像を把握した。(2)胃内容物分析と安定同位対比分析から、成長に伴い水生昆虫から魚類へと食性を変化させ、アユへの依存度も高いことを明らかとした。(3)侵入地点の餌魚の食性を未侵入地点と比較し、直接的な捕食以外に餌の競合や捕食回避行動による間接的影響も受けていることを明らかとした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

流水域に適応的であることから河川での影響が懸念されていたにもかかわらず、これまで河川における生態的知見に乏しかった特定外来生物コクチバスについて、実際に魚類、特にアユへの食害が示唆されたことは、学術的、社会的な意義が大きい。また、開放的環境である河川では駆除を行うために外来生物の侵入範囲の特定が重要であるが、環境DNAを用いることにより労力や時間をかけずにこれを把握する手法を開発し、その精度が高いことを明らかにした。コクチバスを種特異的に検出可能な環境DNA配列は今後広く活用されると思われる。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study was to understand the ecology of smallmouth bass in rivers, for which ecological knowledge is lacking despite concerns about serious damage in river environments, and to develop an effective control method. The study was conducted in the Kumozu River in Mie Prefecture, where the species had just invaded, and the following results were obtained: (1) Environmental DNA was used to determine the overall extent of the invasion. (2) Stomach contents analysis and stable isotope analysis revealed that the diet of the bass changes from aquatic insects to fishes with growth, and that it is highly dependent on ayu. (3) The feeding habits of prey fish at the invaded site were compared with those at the uninvaded site, and it was found that, in addition to direct predation, the fishes were indirectly damaged by food competition and predator avoidance behavior.

研究分野：魚類生態学

キーワード：コクチバス 外来魚 環境DNA 安定同位対比分析 河川

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

コクチバスは、北アメリカ原産の肉食性淡水魚であり、本邦では生物群集への悪影響から外来生物法による特定外来生物に指定されている。近縁のオオクチバスよりも流水環境に適応的で、河川に侵入した場合に、より大きな被害が懸念されている。現在の生息域は主に東日本であるが、近年東海地方や近畿地方の河川から相次いで定着が確認されており、その悪影響が懸念されている。

外来生物の駆除にあたっては侵入後早期の実施が有効であり、これらの生息域拡大前線部における対応は非常に重要である。また、生物群集への被害を軽減するためにも、実施主体のコストを軽減するためにも、駆除は有効かつ効率的な方法をもって行うべきであり、そのためには科学的知見が重要となる。本種については、本邦の止水域については一定の知見があり、駆除・管理のための学術的見地からみた指針が示されているが、流水域については知見に乏しく、かつ原産地の知見の流用は河川環境の特性が大きく異なるため不適であり、駆除を行うための情報が不足している状況にあった。

### 2. 研究の目的

本研究では近年コクチバスが侵入した河川をモデルケースとして、本種の生態を把握し、有効かつ効率的な駆除方法を提案することを目的とする。そのために、2015年に初めて侵入が確認された三重県雲出川水系において(1)侵入範囲の特定、(2)食性の把握、(3)在来生物への影響評価を行った。

### 3. 研究の方法

#### (1) 侵入範囲の特定

雲出川水系におけるコクチバスの侵入範囲を特定するため、環境 DNA 分析を使用した。魚類全般を対象とするユニバーサルプライマーである MiFish を用いたメタバーコーディング法に加え、予め雲出川で採集したコクチバスから作成した本種の特異的プライマーを用いたリアルタイム PCR 法を適宜併用し、本種の在不在を評価した。

調査は、雲出川本流 7 地点、支流八手俣川に存在するダム湖 1 地点、支流中村川 6 地点およびダム湖 1 地点、支流榊原川 6 地点、支流長野川 6 地点で採水し、分析に供した。

#### (2) 食性の把握

コクチバスの食性を把握するため、雲出川本流 2 地点および支流榊原川の 1 地点で不定期に本種採集し、氷殺後研究室持ち帰り分析に供した。

胃内容物分析 コクチバスの胃を摘出し、胃内容物を分類するとともに、個体数比(%N)、重量比(%W)、出現頻度(%F)を算出し、餌料重要度指数[IRI=(%N+%W)×%F]によって評価した。

安定同位体比分析 で使用したコクチバスに加え、雲出川本流のコクチバス調査地点 2 地点で環境生物(落葉、付着藻類、水生昆虫、甲殻類、魚類)を採集し、炭素・窒素安定同位体比分析を行い、SIAR を用いた混合モデルでコクチバスの各餌生物への依存度を評価した。

#### (3) 在来生物への影響評価

(2)の結果に加え、雲出川本流のコクチバス未侵入地点において環境生物を採集し、炭素・窒素安定同位体比分析を行い、在来魚の同位体比を比較することでコクチバスの侵入にともなう在来魚の食性変化(競争・干渉による間接的影響)を評価した。

### 4. 研究成果

#### (1) 侵入範囲の特定

本研究の結果、27 地点中 3 地点からコクチバスの環境 DNA が検出された。既往知見(国土交通省、2016)と併せて考えると、雲出川本流において本種は大仰石橋頭首工から潮止め堰堤である香良洲頭首工までの淡水域に広く侵入しており、支流においても、榊原川、長野川、中村川の下流地点にまで侵入していることが明らかとなった。

なお、本研究および別途行った雲出川本流、八手俣川、榊原川における魚類採集調査と環境 DNA 分析において、コクチバスの在・不在の結果は一致し、環境 DNA 分析を用いて高精度で本種の検出が可能と考えられた。

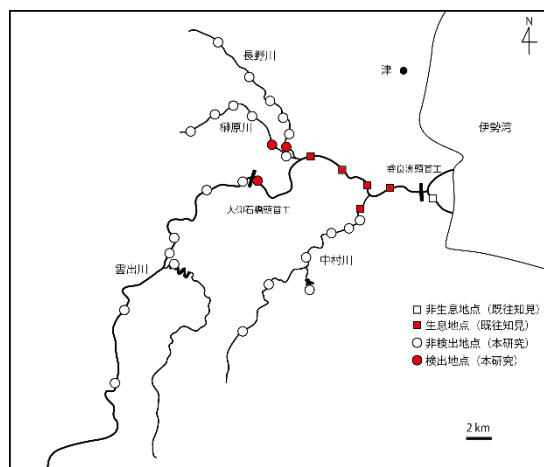


図 1. 環境 DNA 分析結果.

(2) 食性の把握

雲出川本流のコクチバス生息上限の赤岩橋（大仰石橋頭首工直下）および下流域の小野江頭首工，支流榊原川の中村橋地点において，投網および釣りによってコクチバスをそれぞれ 77 個体（78～385 mmSL），95 個体（59～405 mmSL），63 個体（118～347 mmSL）個体を採集した。これらについて，便宜上 100 mmSL 未満を小型，100～180 mmSL を中型，180 mmSL 以上の個体を大型と区分して解析した。

胃内容物分析

これらの胃内容物を分析した結果，赤岩橋の個体からはオイカワ，ニゴイ類，カマツカ類，アユ，ヨシノボリ属の魚類やコカゲロウ科，ヒラタカゲロウ科，カワゲラ科の水生昆虫，バッタ目の陸生昆虫，ヌマエビ属，スジエビ，モクズガニが確認された。小野江頭首工からはオイカワ，カマツカ類，スゴモロコ類，イトモロコ，アユ，ヨシノボリ属の魚類とコカゲロウ科，ヒラタカゲロウ科，カワゲラ科の水生昆虫，ハチ目，バッタ目，コウチュウ目の陸生昆虫，ヌマエビ属の甲殻類が確認された。中村橋からはオイカワ，ニゴイ類，カマツカ類，ヨシノボリ属の魚類，ヒラタカゲロウ科，カワゲラ科，トンボ科の水生昆虫，バッタ目，トンボ目，コウチュウ目の陸生昆虫，ヌマエビ属，スジエビ，モクズガニ，無尾類の両生類が確認された。

成長に伴う変化をみると，赤岩橋では小型個体および中型個体では水生昆虫が最も重要な餌料であったが（%IRI=68.4，55.5），魚類の%IRIは28.0，55.5と増加し，大型個体では最も重要な餌料となった（%IRI=92.7）。小野江頭首工では小型個体で水生昆虫が最も重要な餌料であることは同様であったが（%IRI=84.4），中型個体から魚類が最も重要な餌料となり（%IRI=98.3），大型個体は魚類のみが胃内容物として確認された（%IRI=100）。中村橋では小型個体は採捕されておらず，中型個体では水生昆虫が最も重要な餌料であったが（%IRI=82.9），大型個体では魚類が最も重要な餌料となった（%IRI=88.2）。

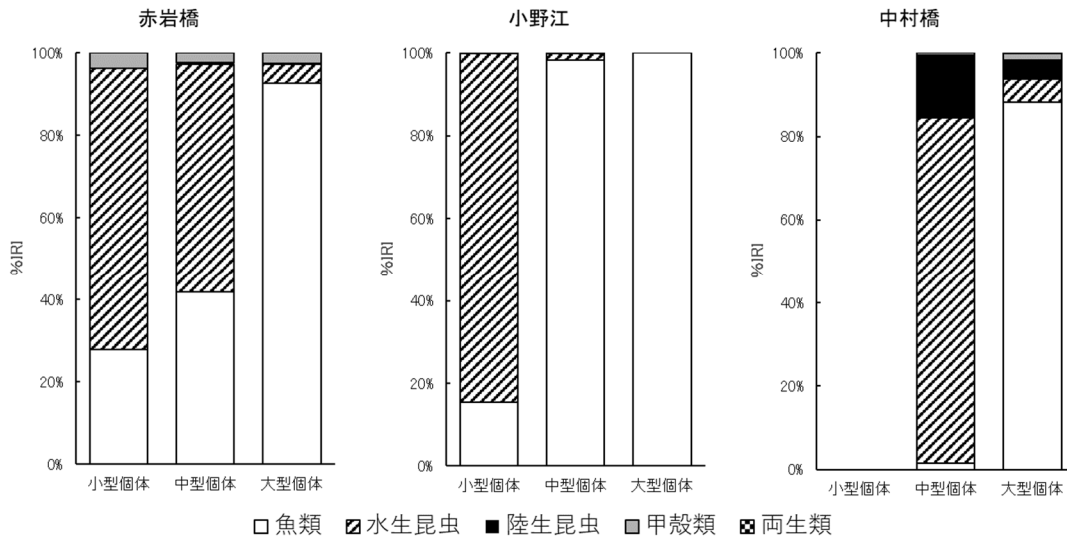


図2. コクチバス胃内容物分析結果.

安定同位体比分析

餌生物について，肉食性底生魚，雑食性底生魚，雑食性遊泳魚，アユ（植食性遊泳魚），肉食性水生昆虫，植食性水生昆虫，肉食性陸生昆虫，植食性陸生昆虫1（チョウ目など），植食性陸生昆虫2（バッタ目など），植食性甲殻類，肉食性甲殻類に分類し，SIARによる混合モデル分析の結果，赤岩橋では小型，中型，大型個体を問わず魚類の寄与率が最も高く，特にいずれの体長区分においてもアユの寄与率が17.6～35.0%と高い値を示し，また成長に伴って寄与率が上昇した。小野江頭首工では，小型個体ではバッタ類（植食性陸生昆虫2）の寄与率が最も高かったが（13.1%），中型個体や大型個体では魚類の寄与率が上昇し（62.8%，60.8%），そのなかでもアユの寄与率は成長に伴って上昇し，大型個体では餌生物のなかで最も高い値を示した（16.5%）。

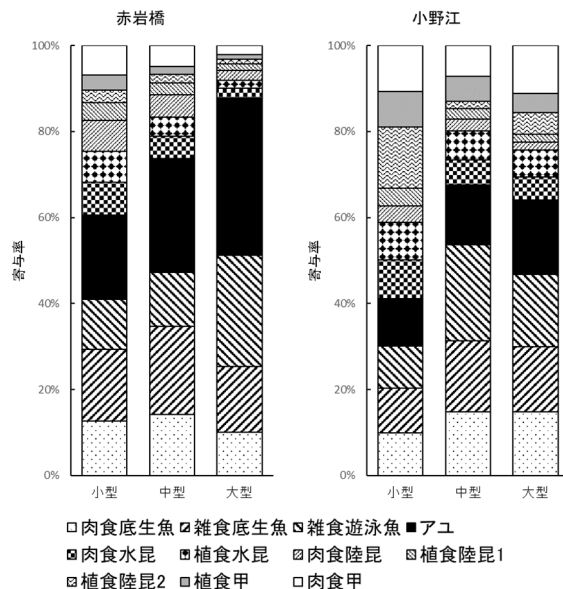


図3. コクチバスの各餌生物についての寄与率.

### (3) 在来生物への影響評価

雲出川本流におけるコクチバスの侵入上限である赤岩橋から上流に約 2 km 上流に位置し、比較的物理的環境の類似する新成瀬橋付近をコクチバス未侵入地点として赤岩橋との比較対象とした。赤岩橋と新成瀬橋で共通して採集された在来魚であるオイカワおよびアブラハヤ(雑食性遊泳魚)と、カマツカ、ヌマチチブ、カワヨシノボリ(雑食性底生魚)の 5 種について、餌生物である付着藻類、甲殻類、肉食性水生昆虫、植食性水生昆虫の寄与率を SIAR によって求め、比較した。

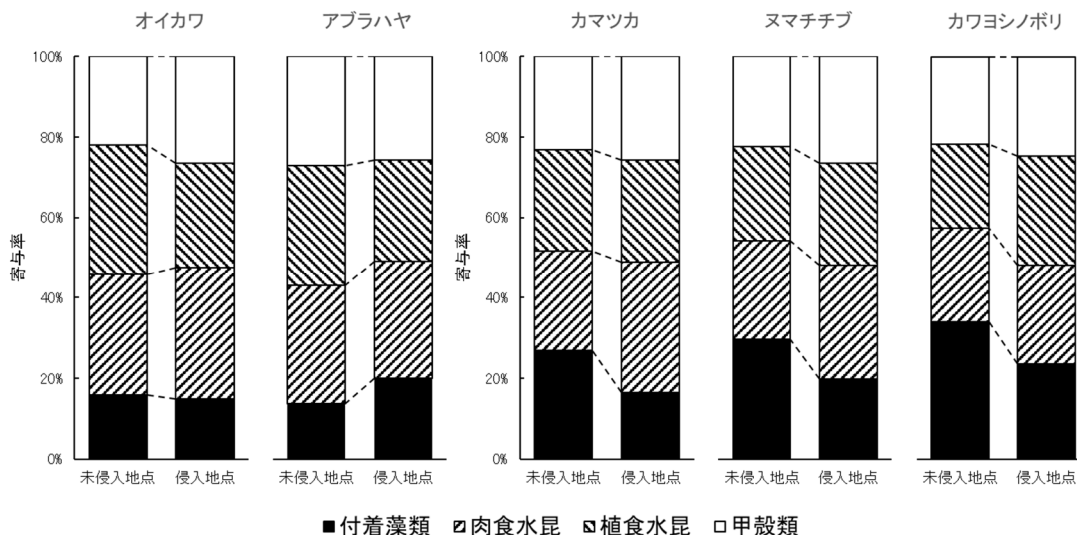


図 4. コクチバス侵入地点と未侵入地点における在来魚の食性の比較。

その結果、雑食性遊泳魚については、付着藻類の寄与率はコクチバス未侵入地点に対し侵入地点においてほぼ同等(オイカワ 15.9vs14.8%)あるいは増加(アブラハヤ 13.6vs20.1%)で、水生昆虫の合計値が減少(オイカワ 62.1vs58.6%,アブラハヤ 59.3vs54.3%)しているのに対し、雑食性底生魚については、3 種とも付着藻類の寄与率が顕著に減少し(カマツカ 27.0vs16.5%,ヌマチチブ 29.7vs19.9%,カワヨシノボリ 33.9vs23.5%),水生昆虫の合計値が増加した(カマツカ 49.9vs57.9%,ヌマチチブ 48.0vs53.8%,カワヨシノボリ 44.3vs51.9%)。地点間における付着藻類や水生昆虫の現存量が原因であるならば、各魚種で同じ傾向を示すと考えられる。本研究で得られた、魚類の生活型によって異なる変化傾向がみられる理由として、コクチバスが侵入することによって、捕食対象である魚類が捕食回避あるいは餌の競合によって食性を変化させられていることが考えられる。すなわち、雑食性遊泳魚はコクチバスからの捕食回避のため、また小型のコクチバスと餌である水生昆虫が競合するため、水生昆虫の寄与率が低下し、付着藻類の寄与率が上昇したものと考えられる。一方、雑食性底生魚については、コクチバスからの捕食回避のために河床の石の下に隠れる時間が増加すると考えられる。付着藻類は日光を受ける河床の石の表面に多く存在するため、付着藻類の寄与率が減少し、河床の間隙にも生息する水生昆虫の寄与率が上昇したものと考えられる。すなわち、本研究の結果は、コクチバスの侵入が在来の小型魚類に対し、直接的な捕食以外に、間接的にも影響を与えていることを示唆する。

### (4) まとめ

本研究によって、雲出川水系におけるコクチバスの侵入範囲の全体像が明らかとなった。本水域においては、本流域の中流～下流域に放流されたものが本流域内で拡散するとともに、支流にも遡上して生息域を拡大しつつある状態であると考えられる。本流および支流の侵入範囲上端には大型の堰堤が存在しており、これが障壁となっているものと考えられる。堰堤を越えて下流への拡散は容易であるため、駆除は上端より行うことが望ましい。

胃内容物および安定同位対比分析からは、小型個体は水生昆虫を主要な餌料とするが、成長に伴って魚食へと食性が変化し、特にアユへの依存度が高くなると考えられた。このことから、流水域においてコクチバスはアユを含めた魚類を食害するとともに、小型個体は在来魚と水生昆虫を巡る競合関係にあることが示唆された。また、この仮説は、在来魚の食性が、未侵入地点と侵入地点で変化することによって支持される。当初目的のうち、有効な駆除方法の開発は行うことができなかったが、流水域における食性や在来魚への捕食実態および間接的な影響の存在が明らかとなり、一定の成果は得られたものと考えている。

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 林遼介・淀太我
2. 発表標題 特定外来生物コケチバスの三重県雲出川への侵入範囲の現状
3. 学会等名 日本魚類学会2019年度年会
4. 発表年 2019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
---------	---------