

# 流水性コクチバスに主眼を置いた 河川における外来魚の個体数推定について

A study of measures to estimate exotic fish population in a river,  
in particular the lotic smallmouth bass

生態系グループ 研 究 員 白尾 豪宏  
生態系グループ グループ長 前村 良雄  
水辺・まちづくりグループ 研 究 員 阿部 充  
企画グループ サブリーダー 都築 隆禎

本研究は、近年全国の河川に分布を拡大し、アユ等の在来生態系への影響・被害を及ぼす、流水性のコクチバスを対象とした河川における個体数推定法の考え方を示すとともに、阿武隈川をモデル河川とした現地実験を行い、個体数推定法の開発を行ったものである。対象箇所は、阿武隈川の70～74km（国土交通省 福島河川国道事務所管内）の瀬3箇所、ワンド2箇所にて、投網（目合18mm）により有効なデータセットを得た。この時、ワンドではブロックネット（目合20mm）による仮締め切り後に実施したが、瀬ではブロックネット未設置の状態で行った。得られたデータセットを、プログラムCAPTUREに入力した結果、瀬、ワンドともに推定個体数を得た。これらの値から算出した推定個体数密度を一定区間のハビタット面積に乘じ、足し合わせた結果、試行的ではあるが区間全体で約9,600尾の推定個体数を得た。得られた値は、他水域のデータの比較や現地の感覚などより概ね現状を表している数値と推察された。

キーワード：外来魚、コクチバス、個体数推定、駆除対策、阿武隈川、CAPTURE、デルーリー法

This study targets lotic smallmouth bass, which now has a wider distribution in rivers in Japan and may cause an impact and damage to indigenous ecosystems including sweetfish, and aims to express our views on estimating the population in a river and to summarize the results of population estimates in the Abukuma River as a model case. At three sites in the riffle 70-74 kilometer long in the Abukuma River (within the jurisdiction of the Fukushima Office of Rivers and National Highways, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism) and two sites in the backwater, where a net (mesh size: 18 mm) was cast, useful data were obtained. In the backwater, a net was cast after a block net (mesh size: 20 mm) was installed, while in the riffle a net was cast into the stream without a block net because of high flow velocity. Data were input to the program CAPTURE, and the estimated populations in the riffle and backwater were calculated. The sum of the values obtained by multiplying the density of the estimated population calculated based on each of the above values by the area of habitat in a certain section is assumed to be the estimated population for the whole section, approximately 9,600 as an experimental value. It is expected that the value obtained reflects the current situation better than data in other water areas or perception at field sites. Keywords : alien fishes, small mouth bass, Abukuma River

*Key words : alien fish, smallmouth bass, population estimation, control measures, Abukuma River, CAPTURE, DeLury's method*

## 1. はじめに

### 1-1 研究の背景と目的

我が国では1980～90年代において、全国の池沼でオオクチバス、ブルーギルといった外来魚を対象としたスポーツフィッシングが大きなブームとなった。これらのバス類は、競合種がないこと、卵や稚魚を親魚が守るため繁殖成功率が高いこと、相次いだ私的な放流等から、急速に全国的に蔓延した。この結果、我が国の淡水生態系は、著しい生物多様性の劣化が生じただけでなく、大規模な漁業被害が顕在化し、外来魚問題として社会問題化した<sup>1)2)</sup>。

2007年にバス類は、飼育や野外への放流等の禁止、違反の場合に高額な罰金の課刑などが盛り込まれた外来生物法に係る特定外来生物に指定された。その後、外来魚問題は、全国的な認識の高まりより、各地で駆除対策が行われつつある。

一方で、近年全国の河川において、新たにコクチバスが分布を拡大しており、様々な問題が顕在化しつつある。



写真-1 コクチバス  
(阿武隈川、2010.6.19)

コクチバスは、止水性のオオクチバス、ブルーギルとは異なり、流水域にも生息可能な種である。このため、前2種が定着できなかった瀬を含む河川内でも繁殖し、水系を通じた広範囲の拡散、アユを始めとした河川生態系への影響が懸念されている<sup>2)</sup>。さらに、前2種のバス類よりも、より冷水域に適応した種であるため、河川上流域におけるヤマメやカジカといった溪流魚にも影響をもたらす可能性も指摘され、実際に一部の溪流域で定着が確認されている<sup>3)</sup>。現在では、湖沼を中心とした止水域での研究は進展してきたが、開放系である河川内でのコクチバスに関する詳細な研究事例は少なく、特に対策効果を把握する個体数推定の方法は確立されていない。

こうした背景を受け、本研究においては、コクチバスを対象とした河川における外来魚対策に資する、個体数推定の検討を目的として実施した。

### 1-2 コクチバスの生態

国内河川や湖沼における既往知見の他、原産国北米での文献資料からみた生態情報について整理する。

#### (1) 国内における既往知見

①原産国：北アメリカで、オオクチバスよりやや北方

に偏り、流水域にも生息する<sup>4)5)</sup>。

②侵入と拡大：大正14年(1925年)にオオクチバスとともに神奈川県芦ノ湖に導入されたが、定着しなかった。その後、平成3年(1991年)に野尻湖(長野県)で初確認され、さらに木崎湖(長野県)、檜原湖(福島県)などで相次いで確認されている<sup>6)</sup>。

③仔稚魚：孵化仔魚の全長は約4～5mm。約8mmになると浮上して摂餌を始め、約10mmで各鱗の鱗条が定数に達する。河川域(長野県農具川)における調査では、仔稚魚は主に流速の緩やかな河岸近くに分布し、水生植物や構造物の周辺の緩流部に多くみられ、体長15mmを超える稚魚は流心部(流速50～60cm/s)でも自由に遊泳することが報告されている<sup>6)</sup>。



写真-2 左：浮上前仔魚(阿武隈川、2010.6.18)

写真-3 右：体長約15mmの稚魚(阿武隈川、2009.)



写真-4 当歳魚の群れ(阿武隈川、2009.8.25)

④成魚：最大で標準体長500mm程度に成長する。本栖湖(山梨県)では体長約280mm(2年魚)や、約300mm(4年魚)の記録がある。長野県の青木湖などでは最高7歳まで生存し、平均して雄は2歳、雌は3歳で成熟する<sup>6)</sup>。



写真-5 産卵床を保護するコクチバス親魚2歳魚と目される(阿武隈川、2010.06.18)

⑤産卵：産卵期は春～初夏で、青木湖（長野県）では水温が15℃を超える5月下旬～水温26℃に達する7月中旬まで繁殖活動がみられている<sup>6)</sup>。阿武隈川（福島県）では5月下旬から6月中旬に繁殖のピークが確認されている。産卵場所は、礫河床の水底であり、雄が周囲より3～10cm深く掘った産卵床をつくり、雌を誘って産卵させる。青木湖（長野県）では、水温15～24℃の時期に、水深22～162cmの場所での産卵床確認が報告されている。産卵床は約15cm～1m四方程度で、栈橋の橋脚、投棄タイヤ、転石、倒木などの遮蔽物（カバー）に接した場所に形成される傾向がある<sup>6)</sup>。阿武隈川では、異形ブロックの周辺に産卵床が確認されている。卵は、やや楕円球型で径およそ2mmの沈性付着卵である。卵が孵化するまでの期間、および孵化後の仔稚魚は、雄親が保護する<sup>6)</sup>。なお、阿武隈川における保護親魚は、産卵床を中心に、周辺で移動と停止を繰り返しながらパトロールしており、濁りが大きいほど産卵床付近から離れない様子が確認されている。原産国における雌1尾当たりの産卵数は、2,000～20,825粒である<sup>7)</sup>。



写真－6 コクチバスの産卵床（阿武隈川、2010.06.18）

- ⑥食性：魚類や甲殻類の他、水生昆虫や陸生昆虫など、さまざまな動物を餌としており、原産国ではコクチバスの食性はその生息環境に応じて変異が大きいことが知られている。長野県の青木湖では成長にともなって水生昆虫からウグイやワカサギ等の魚類や陸生昆虫に主餌料が移行し、野尻湖では底生性魚類から遊泳性魚類に主餌料が移行する傾向が確認されている<sup>6)</sup>。阿武隈川ではアユやウグイ等の遊泳魚の他、アメリカザリガニやコヤマトンボの幼虫などが胃内容物として確認されている。
- ⑦形態：最大では体長で600mm近くの報告もあるが、ふつう500mm程度。上あごの後端は目の後縁を超えない。体は茶褐色で、背側はやや暗色がかかり、腹側は白色にちかい。ふつう横に多数の暗色の帯がある。

## (2) 原産国における生態的知見

ここでは、アメリカ合衆国（ミシガン湖：インディアナ州、イリノイ州、ウィスコンシン州、ミシガン州）、カナダ（オンタリオ州）において得られている生態的知見について、文献資料から得られた情報を示す。

表－1 北米におけるコクチバスの生態的知見<sup>7)</sup>

項目	成長段階	生態的知見
生息場	仔稚魚～幼魚	陰になる場所を探す習性が強く、生涯を通じて日光から遮断された薄暗い場所を好む。多くは浅い水域に見られるが、水深4～6mの深さにも生息する。通常は河岸から張り出した茂みや石の下、周りなどの暗い静かな場所に生息する。
	成魚	幼魚同様に流心の脇の淀みに生息するが生息水深は幼魚よりもやや深い。良好な生息環境は川幅10.5m以上、澄んだ冷たい水、岩や樹木などの遮蔽物が多い、深い淵がある、流速は中庸、川底は大小の礫で構成される、河床勾配は0.75～4.7m/km (1/1,333～1/213)、淵の水深は1.2m以上、水路の40%が瀬で構成される所。
移動	成魚	16～21℃になると産卵のために遡上し、産卵地への強い回帰性を示す。1シーズンは1つの淵で過ごし、深くて暗い場所を求める。
繁殖	成魚	4月中旬～5月上旬、あるいは7月まで繁殖する。繁殖時の水温は12.8～23.9℃で産卵は16～18℃で行う。岩石の多い湖の浅場、河川の浅場、背水、入り江、支川などに移動し、石、岩、砂利や粗い砂を産卵のために必要とする。水深0.3～1.8mの場所に13～20℃の時に産卵床を雄が形成する。雄親魚は孵化後数日間仔魚を護衛する。安定した高水位、流速0.1m/secの条件を好む。
	卵	大きさ1.8～2.8mmで灰白色、明琥珀色ないし淡黄色で不透明な沈性粘着卵。卵には1個の大きな油球(0.9～1.7mm)と多数の小さな油滴がある。産卵床内の卵数は2,000～20,825粒。孵化期間は15.6℃で6日、18.9℃で5日、21.1℃で4日、22.2℃で2.5日。孵化時の仔魚の全長は4.6～5.9mm、生存率を最大とするためにはDO6mg/l以上が必要とされる。

## 2. 河川における外来魚の現況把握の考え方

### 2-1 外来魚対策の基本的な考え方

外来種対策における一般的な見解として、在来生態系に与える影響やコストの面から見て、外来種の持ち込み・侵入の予防措置がもっとも効率が高く、確実な対策といえる。また、すでに侵入してしまった外来種への対策においても、早期発見・早期駆除による根絶がコストや効果の意味で有効である<sup>8)</sup>。

一方で、外来魚問題の場合、普段は見ることのない水中での事象であることから、問題が顕在化した後に対策がとられるケースが多いと想定される。このような状況下でのコクチバス対策においては、駆除の程度によっては、1個体あたりの餌条件が良くなることから成長を促進させ産卵数の増加に繋がることから、返って個体数の増加に繋がる場合がある。従って、効果的・効率的な駆除実施のためには、図－1に示すように、定量的な生息状況把握・評価に基づく順応的な対策が必要と考えられる。

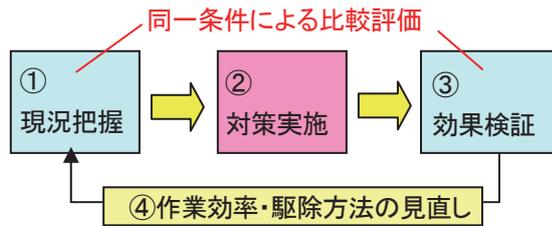


図-1 順応的な外来魚対策の手順

- ① 現状把握：外来魚の生息状況を定量的に把握
- ② 効果的な対策の実施
- ③ ①と同条件の現状把握に基づく対策効果の検証
- ④ 作業効率を踏まえた対策手法を見直し、よりよい対策を講じる

ここで、重要となるのは、上記①、③における、外来魚の定量把握の方法である。河川における外来魚の定量把握を考える上で、以下に述べる3点を考慮した方法として考えることとした。

第一に、河川は地形的特性から、上下流に長い開放形状を呈し多様なハビタットを形成する。したがって、個体数推定を行う区間は、瀬淵等の多様なハビタットを含む河川形状の基本単位である一蛇行区間を基本に算出するものとした。なお、直線河道の場合は樋門・樋管や水際の入り組み等を含むように留意した1km区間を基本とするものとした。

第二に、これまでの知見より、コクチバスは繁殖、分散、越冬など生活史に合わせたハビタットの使い分けや移動を行っていると考えられる。したがって、個体数推定の実施時期は、当歳魚が十分に成長して平瀬など河川の広い範囲に個体が分散する夏季を選定した。

第三に、ハビタットに合わせた効率的・効果的な漁法により採捕を行う必要がある。これに関しては、別途検討により、平瀬とワンドにおいて最も良好な成績であった投網(目合18mm)を採用することとした。

以上の考えに基づき、コクチバスの定量把握方法に関する考え方を以下に述べる。

## 2-2 現状把握の手順

外来魚の定量把握においては、推定生息個体数、および推定生息個体密度、またはCPUE (Catch per unit of effort : 単位時間当たりの調査努力量) として求める考え方がある。ここでは、イメージのし易さなどから、推定生息個体数および密度の算出を目標とする。

推定生息個体密度は図-2に示すように河川の1蛇行区間を基準に、内包されるハビタット単位の推定生

息個体密度を算出し、面積を乗じることで推定生息個体数を算出する。さらに、各ハビタット面積との積の和より「代表調査区間」の推定生息個体数を算出する。また、外来魚の生息状況がセグメントごと到大別されるとの仮定の下、1蛇行区間における推定生息個体数を蛇行区間数によりスケールアップすることで「現状把握対象区間」の推定生息個体数を算出する。用語については以下のように定義する。

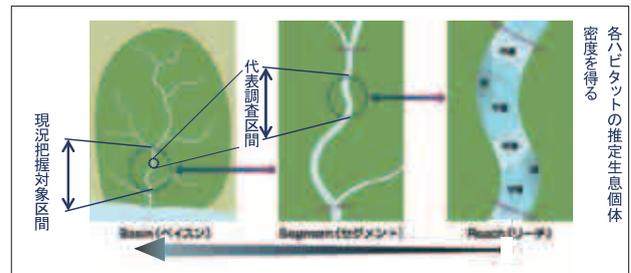


図-2 現状把握対象区間、代表調査区間の考え方

### 【用語の定義】

- 現状把握**：現状把握対象区間内の生息外来魚の概数を把握すること。
- 現状把握対象区間**：外来魚の現状把握を行おうとする任意の区間。
- 代表調査区間**：現状把握対象区間に含まれ、セグメントごとに設定する代表的な環境を有する調査区間。

一方で、河川における外来魚の現状把握に関する手順について図-3に示す。

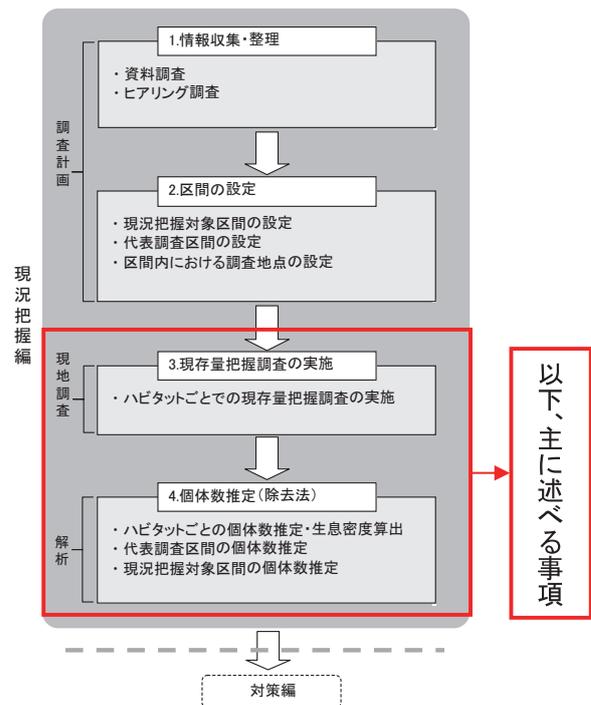


図-3 外来魚の現状把握の手順

以下に、上記フロー中の「3.現存量把握調査の実施」「4.個体数推定(除去法)」に着目した検討結果について述べる。

### 3. モデル河川における現況把握の適用

モデル河川の設定は、多様なハビタットが存在し、かつ対象魚のコクチバスがすでに広く分布しており個体数が多い阿武隈川を設定した。なお、阿武隈川の延長は239kmと長大であり、上流側が福島河川国道事務所管内、下流側が仙台河川国道事務所管内となる。このうち、アユへの漁業被害が顕在化しており、平成16年から国(河川、ダム)、県(水試含む)、漁協が一体となって「外来魚対応連絡会」を設置し、積極的な取り組みにより協力を得られた福島河川国道事務所管内とした。

#### 3-1 モデル河川の概要

モデル河川の概要について、資料調査により得られた、福島河川国道事務所管内 平成16年度 河川水辺の国勢調査(魚介類)で整理された河川の概況等について表-3、図-4に示す。

表-3 阿武隈川の概要

幹川流路延長	239km
流域面積	5,400km <sup>2</sup>
流域	福島県、宮城県、山形県の10市33町13村より構成、流域内人口は約149万人
主な河川横断施設	三春ダム(大滝根川)、七ヶ宿ダム(白石川) 他

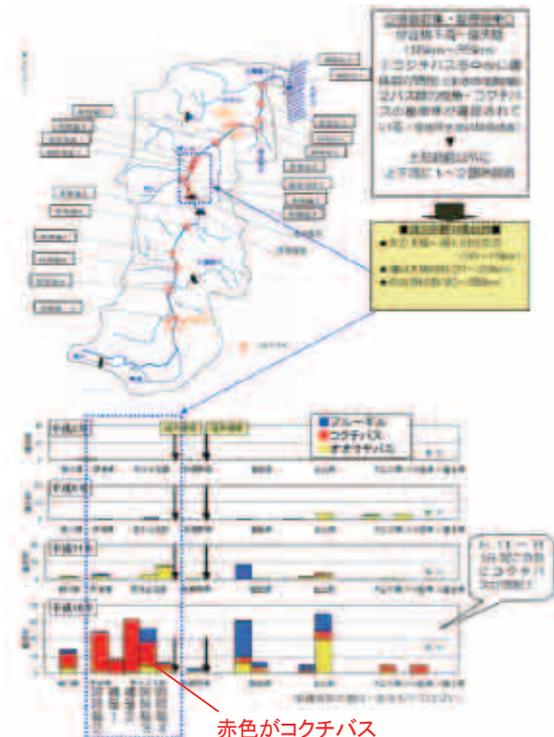


図-4 阿武隈川の外来魚の確認状況

#### 3-2 調査区間の設定

検討対象として設定した代表調査区間は、図-5に示す、瀬、淵、ワンド等の多様なハビタットが存在し、コクチバスの魚影が濃い阿武隈川の70~74kmに位置する一蛇行区間とした。



図-5 阿武隈川 代表調査区間

#### 3-3 現存量調査の実施

現存量調査の実施は、以下に示すような河道内のさまざまなハビタットタイプごとに外来魚を定量採捕し、個体数密度の算出・各ハビタット面積によるスケールアップを行って、推定生息個体数である現存量を把握するものである。

##### 河道内のさまざまなハビタットタイプ

1. 瀬(早瀬、平瀬)
  2. 淵(S型、M型、R型、及びこれらの複合型)
  3. ワンド・たまり
  4. 水制(異型ブロック、捨石、沈床など)
  5. 植生帯(抽水、沈水、浮標)
  6. 支川合流部
  7. 樋門、樋管排水路
  8. 船溜まり
- など

なお、今回は、既往調査によりコクチバスの確認が多く、ブロックネットの仮締め切りが可能で現存量推定が行いやすいワンド・たまり(以下「ワンド」と)、流れによりブロックネットの設置が困難であり河川内のハビタットとして面積の大きな平瀬(以下「瀬」)を対象に行うものとした。

##### (1) 瀬における現存量把握

実際の採捕箇所であるコドラートの設置箇所は、事前の現地踏査、試験採捕を行い、コクチバスの生息状況を確認した上で設定した。また、この他、比較対照地区として大正橋付近、荒川合流部付近においても調

査地区を設定した。

【調査地区の設定】

調査地区は、河川の縦断方向に長辺がくるよう、20m×10mの長方形として巻き尺にて計測して設置した。調査地区の四隅には、目印のため鋼杭を打設した。打設による個体散逸への影響を回避するため、採捕の開始は杭打設より20分経過後とした。また、ブロックネット（目合約20mm）の設置を試みたが、流れの影響が非常に大きく設置困難であったことから、当初の予定通り未設置で調査するものとした。

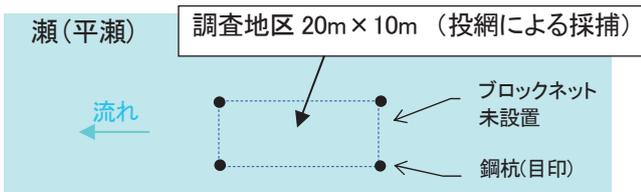


図-6 現存量調査（瀬）の調査地区設定イメージ

る目的から、採捕個体の回収後すみやかにおこなった。

(2) ワンドにおける現存量把握

代表調査区間内の蛇行部における砂州上流部のワンド・たまり（以下ワンドという）を対象に調査地区を設定した。また、比較対照として大正橋付近のワンドにおいても調査地区を設定した。

【調査地区の設定】

調査地区は、個体の移出入を防ぐため、ブロックネット（目合約20mm）を設置して、調査区を隔離した。

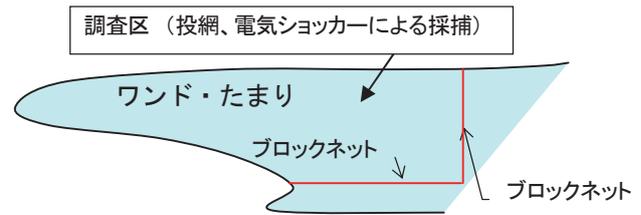


図-7 現存量調査（ワンド）の調査地区設定イメージ

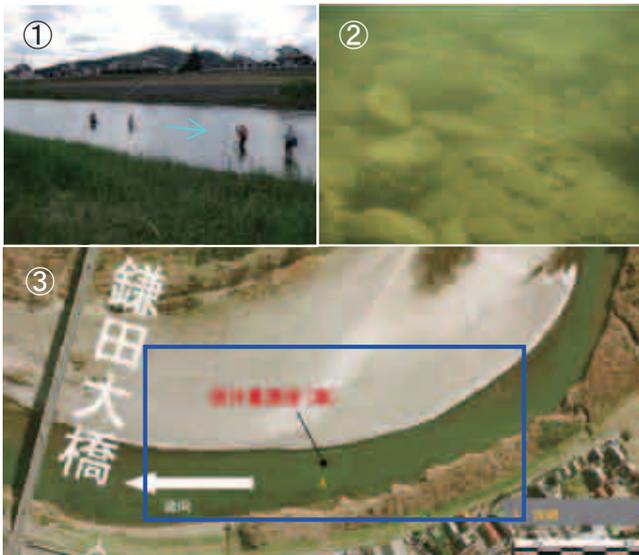


写真-7 ①鎌田大橋付近の調査状況、②河床状況、③調査地区

【採捕方法】

採捕方法は、既往調査において瀬における外来魚の採捕実績のある投網（目合18mm、網裾10mm）とした。調査区への個体の移出入の影響を低減させるため、できるだけ採捕時間を短縮して行う目的で、投網による採捕は、上下流に分かれた2名の打ち手により実施し、口頭で次に投げるエリアを決めながら行った。調査地区内をまんべんなく投網を打ち、1セットあたり10～13投を3回通り（3セット）繰り返した。なお、1セット当たりの投網投数は、この後の解析処理にフィットさせる目的で、採捕個体数の減少傾向がみられるまでとなるよう留意した。また、各調査セットの間隔についても、調査地区内外の個体の移出入の影響を低減させ



写真-8 ①鎌田大橋付近の調査状況、②調査地区、③ブロックネット設置状況、④河床状況（木工沈床）

【採捕方法】

採捕方法は、投網（目合18mm、網裾10mm）に加え、背負い式電気ショッカー（スミスルート社 Model 12A）を使用した。査地区内をまんべんなく投網を打ち、1セットあたり14～16投を3回通り（セット）以上繰り返した。さらに投網による1セット終了後、電気ショッカーによる水際部1巡の採捕を3回繰り返した。なお、鎌田大橋付近においては、時間の制約上（採捕個体数が多く時間がかかり夕刻過ぎになった）電気ショッカー実施は3セットまでとし、以降は投網のみで実施した。また1セット当たりの投網投数は、採捕

個体数の減少傾向がみられるまでとなるよう留意した。

(3) 調査結果

【調査条件】

瀬、並びにワンドにおける調査条件を図-8、表-2、3に示す。なお、それぞれの調査実施日は2009年8月25、26日であり、1週間以上流況が沈静化している中で行った。

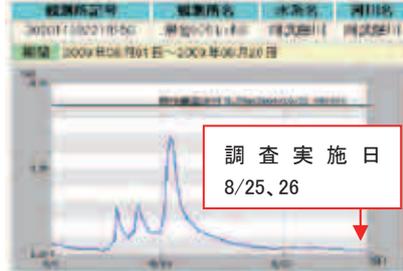


図-8 至近水位観測所(黒岩)における流況

表-2 瀬 現存量調査の調査条件

調査地区名	ハビタット	採捕内容		調査区	調査実施時刻	水温*1 °C	水深*2 cm	流速*3 cm/s
		投網	電気ショッカー					
大正橋付近	平瀬	打ち手1名+採捕補助1名を1組として、2組で実施 13投×3回		①下流側	11:10~11:45	25.2	53	73.2~63.9
				②上流側	12:00~12:20		-	-
鎌田大橋付近	平瀬	10投×3回		①右岸側	14:20~14:50	25.3	43	16.9~15.6
荒川合流部付近	平瀬	10投×3回		①沖側	17:10~17:25	23.8	68	33.6~25.0
				②岸側	17:30~18:00		54	17.6~12.4

\*1 水温:各調査区の調査終了後に調査区中央部の表層より約30cmでの測定値  
 \*2 水深:各調査区の調査終了後に調査区中央部の測定値  
 \*3 流速:各調査区の調査終了後に調査区中央部の流心から岸方向3点(沖、中、岸)における6割水深3回測定値の最大値~最小値

表-3 ワンド 現存量調査の調査条件

調査地区名	ハビタット	採捕内容		調査区	調査実施時刻	水温*1 °C	水深*2 cm	流速*3 cm/s
		投網	電気ショッカー					
大正橋付近	ワンド	打ち手1名+採捕補助1名を1組として、2組で実施 16投×3回	機材操作1名+採捕補助1名を1組として採捕 水際部3回	①右岸	10:20~11:30	24.6	30~61	0
鎌田大橋付近	ワンド	14投×5回	水際部3回	①右岸	16:00~18:00	24.3	23~58	0

\*1 水温:調査区ごとの調査終了時に調査区中央部の表層より約30cmでの測定値  
 \*2 水深:調査区が不定形で広いことから、調査終了時に水域中央部の縦断方向6点において測定した最小値~最大値  
 \*3 流速:死水域のため0とした

【採捕結果】

瀬、並びにワンドにおける採捕結果を表-4、5に示す。なお、瀬では表-4中にグレーの網かけで示している大正橋付近②上流側、並びに荒川合流部付近①沖側において、コクチバスの採捕合計数が2尾未満と少ないため、解析対象から除外した。この他オオクチ

バス、ブルーギルが少数採捕されたが、ここではコクチバスについて掲載した。

この結果、図-9に示すように、採捕個体のほとんどは体長7~9cmで当歳魚と目された。また、調査区の面積は、測距離計による測定値とCAD平面図を参考に、鎌田大橋付近:840m<sup>2</sup>、大正橋付近:1,300m<sup>2</sup>と算出された。

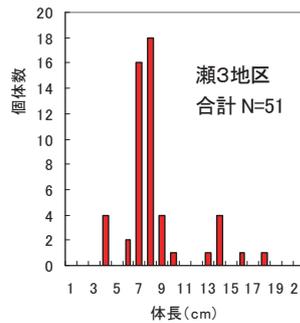
表-4 瀬 現存量調査の調査結果

調査地区名	ハビタット	調査区	合計 コクチバス	投網採捕回数		
				1セット	2セット	3セット
大正橋付近	平瀬	①下流側	16	13投 10	13投 4	13投 2
		②上流側	1			
鎌田大橋付近	平瀬	①右岸側	11	10投 4	10投 5	10投 2
		①沖側	2			
荒川合流部付近	平瀬	②岸側	21	10投 14	10投 4	10投 3

表-5 ワンド 現存量調査の調査結果

調査地区名	ハビタット	合計 コクチバス	投網採捕回数					電気ショッカー採捕回数		
			1セット	2セット	3セット	4セット	5セット	1セット	2セット	3セット
大正橋付近	ワンド	27	16投	16投	16投	-	-	水際1巡	水際1巡	水際1巡
			10	4	2	-	-	9	1	1
鎌田大橋付近	ワンド	183	14投	14投	14投	14投	14投	水際1巡	水際1巡	水際1巡
			25	33	51	30	22	11	6	5

コクチバスの体長分布 (投網)



コクチバスの体長分布 (投網)

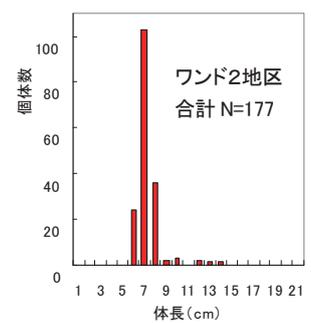


図-9 投網採捕個体の体長分布 (左:瀬合計、右:ワンド合計 縦軸が異なることに注意)



オオクチバス (除外)

写真-9 鎌田大橋付近ワンド 投網採捕結果 (5セット、上段に見えるオオクチバスは除外した)

### 3-4 個体数推定(除去法)

現存量を把握するための個体数推定計算は、United States Geological Survey (USGS) の計算プログラム CAPTURE(キャプチャー)のremoval model (除去法)を用いた。本プログラムは、努力あたり漁獲量が資源量に比例し、資源が漁獲のみで減少していくような場合、努力当り漁獲量の時間的な減少傾向を利用して、初期資源量と漁獲率の推定を行う除去法概念から作成されたものである。

一方で、本プログラムは、移出入のない個体群における採捕率および個体数を推定するプログラムである。従って、本調査においてブロックネット未設置の条件下にて瀬での調査を行ったことから、本来の使用条件に適合しない。しかしながら、今回は、あえて試行的に計算値を求めた。

#### (1) 個体数推定結果

CAPTUREより得られた、瀬、並びにワンドに設定したコードラート内における個体数推定値を表-6、7に示す。

表-6 瀬 CAPTURE による個体数推定結果

調査地区名	ハビタット	実採捕数	投網 個体数推定値		
			推定値	95%下限値	95%上限値
大正橋付近	平瀬 (①下流側)	16	16	16	23
鎌田大橋付近	平瀬 (①右岸側)	11	14	12	40
荒川合流部付近	平瀬 (②岸側)	21	21	21	30

表-7 ワンド CAPTURE による個体数推定結果

調査地区名	ハビタット	実採捕数	投網 個体数推定値			電気ショッカー 個体数推定値		
			推定値	95%下限値	95%上限値	推定値	95%下限値	95%上限値
大正橋付近	ワンド	10	12	11	33	11	11	11
鎌田大橋付近	ワンド	161	195	174	253	22	27	55

#### (2) 代表調査区間における個体数推定

得られた推定個体数と調査地区の面積から推定個体数密度を算出し、代表調査区間におけるハビタット毎の面積に乗じて足し合わせ、代表調査区間における推定生息個体数を算出した。結果を表-8に示す。なお、

早瀬や淵、護岸・水制のハビタットについては、今回採捕を行っていないため、これらにおける推定個体数は算入されていない。

この結果、代表調査区間内の平瀬には約5,200尾、ワンドには約4,400尾、合計で約9,600尾のコクチバスの生息が推測される結果となった。

表-8 代表調査区間内の推定生息個体数

ハビタットタイプ	調査地区(コードラート)内の値				代表調査区間内の値	
	推定個体数(尾) (Capture)	調査地区面積(m <sup>2</sup> )	推定個体数密度(尾/m <sup>2</sup> )	1個体当たりの生息面積(m <sup>2</sup> )	ハビタット面積(m <sup>2</sup> )	ハビタットごとの推定個体数(尾)
平瀬	14	200	0.07	14.3	74,000	5,180
早瀬	-	-	-	-	4,800	
淵	-	-	-	-	87,000	
ワンド・たまり	195	840	0.23	4.3	19,000	4,411
護岸・水制	-	-	-	-	17,000	
合計	209	1040	-	-	201,800	9,591



図-10 阿武隈川 代表調査区間内におけるコクチバスの推定生息個体数

## 4. 考察

以上において算出した代表調査区間における推定生息個体数について、現地におけるサンプリングや算出過程等を踏まえ、得られた値の信頼性や他の推定値との比較考察を行った。

### 4-1 推定値の信頼性について

今回の結果から得られた個体が占める平面積は、平瀬で14.3m<sup>2</sup>あたりに1尾、ワンド・たまりで4.3m<sup>2</sup>あたりに1尾の計算となる。実際の個体の生息は、均一に個体が分布している訳ではなく、河岸や異形ブロックなどのストラクチャー周辺に偏在して生息している様子が、大正橋付近ワンドにおいても見られている(写

真-4)。これらを見直し、押しなべて考えた場合、表-9に示す他の閉鎖性水域における外来魚の個体密度、現地から得られる感覚的な見地から、比較的現状を表していると思われた。なお、精度についてはさらなる検証が必要と考える。

表-9 他の閉鎖性水域における推定個体数密度との比較

場所	対象種	推定方法	推定生息尾数	水域面積 (m <sup>2</sup> )	面積当たり推定生息個体数 (尾/m <sup>2</sup> )	備考
阿武隈川 鎌田大橋	コクチバス	CAPTURE	約9,600	201,800	0.07 0.23	
野尻湖沿岸部 (長野県)	ブルーギル オオクチバス コクチバス	潜水による個体数センサス	-	-	0.756 0.029 0.056	9)
田清池 (長野県)	ブルーギル	デルーリー法	約13万	44,000	2.9	10)
池原大池 (長野県)	ブルーギル		-	-	1.6	10)
深泥ヶ池 (京都府)	ブルーギル	ピーターセン法	9545	-	0.04~0.12	駆除開始時 <sup>11)</sup>
女神湖 (長野県)	オオクチバス	ピーターセン法	約5,300	-		1年魚以上 <sup>12)</sup>
琵琶湖 (草津市山田地先ヨシ群落の沿岸域)	ブルーギル	ピーターセン法	1,451.3±180.8尾 1,512.9±168.6尾	-	1.1~1.7	1年魚以上 <sup>13)</sup>

### 4-2 個体数推定値の比較

ここでは、投網と電気ショッカーの2方法からの推定値の比較と、他の個体数推定方法との比較を行った。結果を以下に示す。

#### (1) 電気ショッカー結果を踏まえた推定値の比較

ワンドで実施した個体数推定結果について、投網のみの個体数推定値と投網+電気ショッカーの併用による個体数推定値の計算値の相対比較を行った。

これらの関係を図-11に整理した。

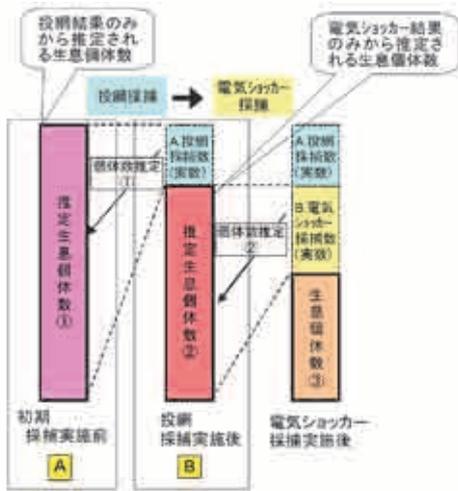


図-11 投網のみの個体数推定値と投網+電気ショッカーの個体数推定値比較の考え方

**A**：(推定生息個体数①)と、**B**：(推定生息個体数②+投網採捕数)は本来同数であるが、投網採捕数による推定生息個体数①と電気ショッカー採捕による推定生息個体数②の精度の違いにより差が生じる。そこで**A**と**B**の値を個別に得ることで個体数推定値の比較を行った。結果を表-10に示す。

表-10 投網採捕数による推定と、電気ショッカー採捕数による推定の比較

調査地区名	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>A</b> と <b>B</b> の差
	推定生息個体数①	A.投網採捕数(実数)	推定生息個体数②	A②	
大正橋付近	12	10	11	21	9
鎌田大橋付近	195	161	27	188	7

大正橋付近では、**A**：12に対し、**B**：21となり母数に対する差(9個体)がみられた。

本地区では、投網採捕数(10個体)に比べ、電気ショッカー採捕数(11個体)と多かったところが特筆すべき点である。電気ショッカー採捕数が多くなった要因として、本地区は伏流により透明度が高く、調査者がコクチバスに察知されやすいため、個体の多くが根固めブロック周辺に隠れたことが考えられる。

鎌田大橋付近では、**A**：195に対し、**B**：188となり、母数に対する差(7個体)は相対的に小さかった。

推定生息個体数の母数が20程度と小さい場合、誤差が大きくなる可能性があるが、200程度であれば、投網のみによる推定値は電気ショッカーを含めた推定値と大きく変わらない可能性が示唆されたことや、推定個体数の算出が手法の違いにより大きく変化するものではないことが示された。

#### (2) デルーリー法の推定値との比較

デルーリー法は、漁獲により資源量が減少するにつれ、努力量あたり漁獲量が減少する関係を利用して、初期資源量 = 個体数推定を行う方法である。

表-11に瀬、並びにワンドで得られたデータに基づくデルーリー法による個体数推定値、とCAPTUREでの推定値の比較結果を示す。

表-11 デルーリー法とCAPTUREによる推定値の比較

調査地区名	ハビタット	漁法	CPUE単位	採捕回数	R <sup>2</sup>	F検定 p	実採捕数	個体数推定値 CAPTURE	個体数推定値 デルーリー法
大正橋付近	瀬	投網	13投	3	0.992*	0.058*	16	16	17
鎌田大橋付近	瀬	投網	10投	3	0.206	0.700	11	14	27
荒川合流部付近	瀬	投網	10投	3	0.877*	0.229	21	21	22
大正橋付近	ワンド	投網	16投	3	0.571	0.454	10	12	19
大正橋付近	ワンド	電気ショッカー	水際一周	3	0.750*	0.333	11	11	11
鎌田大橋付近	ワンド	投網	14投	3	0.750*	0.333	161	195	12,721
鎌田大橋付近	ワンド	電気ショッカー	水際一周	3	0.904*	0.201	22	27	30

\*>0.60で採択 \*<0.100で採択

この結果、デルーリー法による直線回帰式との相関が見られたのは4例 ( $R^2 > 0.60$ )、10%有意水準において有意と見なされたのは1例 (F検定、 $p < 0.10$ )であり、二つの条件を満たしたケースは大正橋の瀬で投網により算出された17個体のみであった。

また「鎌田大橋ワンド 投網」の12,721個体は、CAPTUREによる推定値195個体と大きく乖離し、他の推定値が実測値と大きく変わらない点や、現地状況からみた感覚として過大な値と考えられた。

全体としては、デルーリー法の採択率が低い結果から、CAPTUREによる個体数推定が行いやすいと考えられた。

## 5. おわりに

本研究では、開放系における外来魚の個体数推定を実験的に行い、試行的ではあるが推定値を得ることができた。また、得られた値は、他水域のデータの比較や現地の感覚などより、現状を表している数値と推察された。

今後は、ワンドや瀬などの一定区間内を仮締め切りし、この中で所定の方法を実施して得られた個体数推定値と、締め切ったワンド内を水抜きし、得られた全数の外来魚の個体数と比較するなどの絶対数による検証が考えられる。

また、個体数密度を算出した調査地点の設定数についても、細かく設定した場合と雑駁に設定した場合との比較を行い、得られる個体数密度の値がどの程度の代表性を表現しているものかも検証しておく必要がある。

さらに、今回は実際のフィールドで採捕可能な平瀬、並びにワンド・たまりにおける現存量把握を試みたが、大水深の淵や流速1m/s以上程度の早瀬等については調査方法が確立しておらず、採捕対象としての除外も含めた検討が必要と思われる。

このように推定値の精度の検証や向上に関する課題は尽きることはないが、今後は、実際の対策を交えながら、ある程度の指標として耐えうるものなのかどうかといった、より実務的な観点からの検証を進め、河川における外来魚対策の推進に寄与していきたい。

## 謝辞

本研究は、現地調査や分析等でご指導いただいた、「河川における外来魚対策検討会」委員である、東京水産大学(現東京海洋大学)名誉教授 多紀保彦先生(座長)、独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所 片野修先生、名城大学 谷口義則先生、近畿大学 細谷和海先生、岐阜経済大学 森誠一先生、(座長以下五十音順)に多大なるご支援とご協力をいただきました。

また、現地データの提供等に関し、国土交通省 河川局 河川環境課、東北地方整備局 河川環境課、福島河川国道事務所 調査第一課の方々、調査・解析に協力いただいた株式会社 建設環境研究所の関係者の方々に多大なる協力を賜りました。ここに深く感謝いたします。まことにありがとうございました。

## <参考文献>

- 1) 細谷和海 (2007) 1.外来魚が在来魚に与える影響.ブラックバスを科学する～駆除のための基礎資料～, p.2 - 12
- 2) 淀太我 (2007) 2.ブラックバスの移植歴と拡散の背景. ブラックバスを科学する～駆除のための基礎資料～, p.13 - 17
- 3) 成田薫・広瀬充 (2008) コクチバスの溪流河川への侵入～裏磐梯大川入川における魚類相の季節的变化およびコクチバスの移動,福島県内水面水産試験場研究報告,6: p.61 - 68.
- 4) 淀太我 (2002) 外来種ハンドブック.コクチバス～それでも放される第二のブラックバス,p.118.
- 5) 川那部浩哉・水野伸彦・細谷和海 (2001) 山溪カラー名鑑 改訂版 日本の淡水魚.山と溪谷社,p.504 - 505.
- 6) 井口恵一郎・淀太我 (2003) 第1章コクチバスの生態学的特性に関する研究.外来魚コクチバスの生態学的研究及び繁殖抑制技術の開発.農林水産省技術会議事務局,p.8 - 51
- 7) Robert W.Newbury・Marc N.Gaboury,翻訳 財団法人リバーフロント整備センター (1998) 河道解析と魚類生息域の設計 現地調査マニュアル,p.164 - 171.
- 8) 監修 外来種影響・対策研究会.発行 財団法人 リバーフロント整備センター (2009) 河川における外来種対策の考え方とその事例【改訂版】.p.31.
- 9) 北野 聡 (2008) 夏季の野尻湖沿岸域におけるオオクチバス,コクチバス,ブルーギルの分布.長野県環境保全研究所研究報告4: p.79 - 82.
- 10) 山本 聡 (2003) 田溝池におけるブルーギル現存尾数推定 - II (ブルーギル食害等影響調査).平成15年度長野県水産試験場事業報告,p.37.
- 11) 安部倉完・堀道夫・竹門康弘 (2007) 2006年度 深泥ヶ池外来魚除去事業結果.
- 12) 熊川真二 (2003) 女神湖におけるオオクチバスの生息尾数推定 - II.平成15年度長野県水産試験場事業報告,p.33.
- 13) 臼杵崇広・井出充彦・関慎介・片岡佳孝・高橋誓 (2003 - 2005) 試験区画における外来魚駆除で示された今後の駆除のあり方.滋賀県水産試験場平成17年度研究成果集.