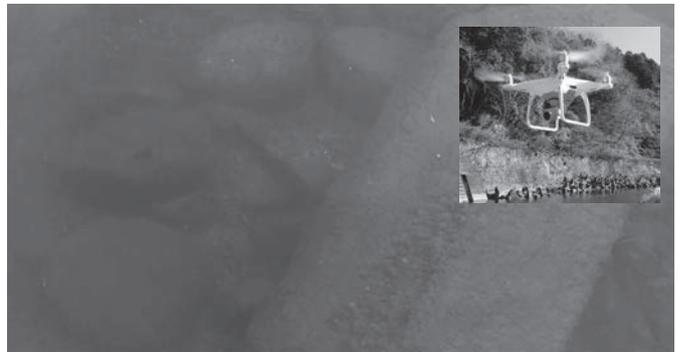
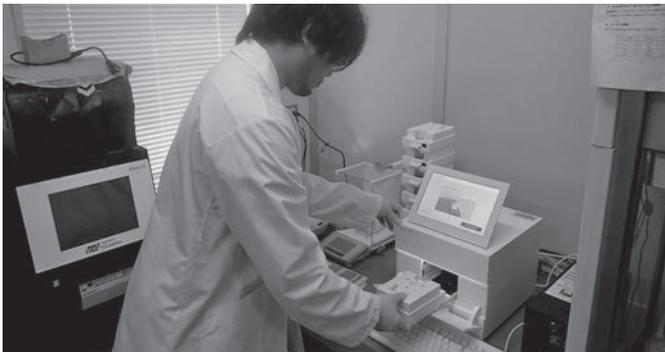
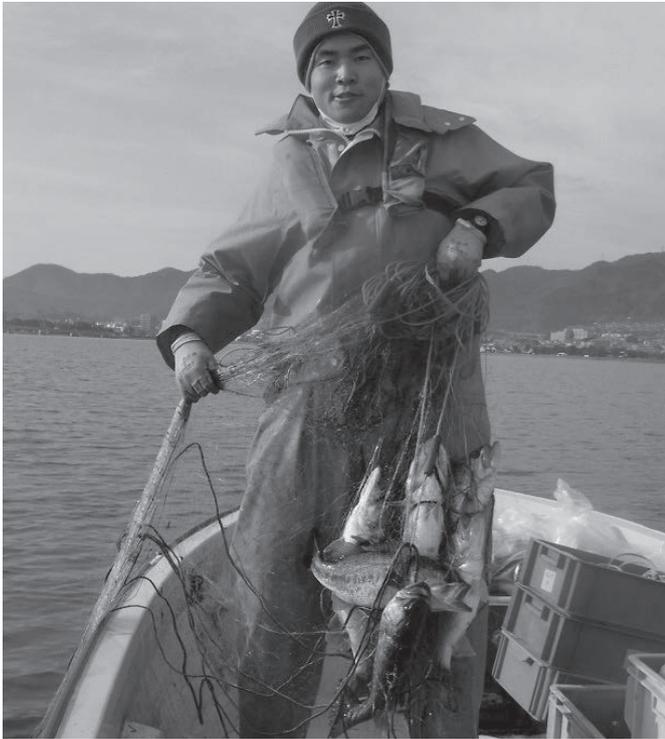


# だれでもできる外来魚駆除3

～オオクチバス、コクチバス、ブルーギルの最新駆除マニュアル～



令和3年3月

水産庁

国立研究開発法人 水産研究・教育機構

全国内水面漁業協同組合連合会

## はじめに

国立研究開発法人 水産研究・教育機構と4つの研究機関は、全国内水面漁業協同組合連合会と連携しながら、水産庁から委託された「効果的な外来魚抑制管理技術開発事業」に取り組み、平成30年度から3年間にわたり、外来魚の駆除技術の高度化について研究開発を行ってきました。そして、今般、その成果や過去の水産庁事業の成果を取り入れて本マニュアルをまとめました。全国の漁業協同組合、市民団体、研究機関等が外来魚駆除活動を行う際の参考として頂ければ幸いです。

## 本マニュアルについて

これまでの水産庁事業では、湖沼のオオクチバスやブルーギル、チャンネルキャットフィッシュ(アメリカナマズ)を対象として、新しい駆除法を開発・確立してきました。そして、平成29年度までの事業成果は、「だれでもできる外来魚駆除2」として公表され、全国で展開されている駆除活動に活かされてきました。

本マニュアルでは、ドローンやバイオリギング、環境DNA分析の先端技術を活用し、河川、湖沼におけるオオクチバス、コクチバス、ブルーギルの生息状況を効率的に把握する手法を紹介しています。さらに、生息状況を把握した上で、オオクチバス、コクチバス、ブルーギルを効率的に駆除する技術についても、多数掲載しています。

本事業における3年間の駆除活動の結果として、駆除を行った河川や湖沼において外来魚が減少した事例がみられました。これらの事例を参考に、全国各地で、効果的な外来魚駆除活動が展開されることを願っています。なお、本マニュアルは一般向けにわかりやすく説明した簡易版です。詳しい内容等については、『効果的な外来魚抑制管理技術開発事業報告書』をご覧ください。



### 注意

本マニュアルで示した多くの駆除法は、都道府県の漁業調整規則で禁止されている場合があります。また、河川や湖(ダム湖を含む)等に捕獲のため施設等を設置する場合、その水域の管理者(国、都道府県、市町村)の許可が必要となる場合もありますので、利用にあたっては、都道府県水産・河川関係部局や水産試験場等の公的機関と相談し、必要に応じて魚類の特別採捕許可等を受けてください。また、例えば、釣りによる駆除では、対象としている外来魚以外にも釣れる可能性があります。地元の漁業協同組合と協働して駆除活動を行うようにしましょう。

# 目次

いつ何をしたらいい？～季節ごとの駆除ごよみ～	4
ダム湖でのオオクチバスの完全駆除達成	5
継続は力！10年以上の駆除研究事例	6
沼の外来魚が減ったら在来種が増えた	7
川のコクチバスを釣ったら 在来魚が増えた～前編～	8
川のコクチバスを釣ったら 在来魚が増えた～後編～	9
釣りによる川のコクチバスの駆除	10
環境DNAって何？	11
環境DNAで冬のコクチバスの居場所を知る	12
小型発信器でオオクチバスを一網打尽	13
冬の駆除は「水深の変化」がポイント	14
目合いと時期で 刺し網による混獲を防ぐ	15
春 温かくなったら延縄で勝負	16
ドローンで産卵床を探す	17
産卵床に卵がある？稚魚がいる？～観察筒の作り方～	18
コラム1：産卵床を守るコクチバスは見つけにくい	
水中ポンプを用いた卵、稚魚の捕獲	19
おとり誘引によるコクチバスの捕獲	20
それって禁止漁法かも～特別採捕許可申請の注意点～	21
コラム2：許可はある？いない？ 水中銃の話	
小型一枚網によるコクチバスの親魚捕獲	22
漁業協同組合によるコクチバスの買い取り	23

# いつ何をしたらいい?～季節ごとの駆除ごよみ～

## 春 外来魚の繁殖期

暖かくなってきたら、そろそろ外来魚の繁殖期です。水温の変化に注意して、川や湖ごとの繁殖期を把握し、次世代を殖やさないようにしましょう。

- 産卵床を探す (P17, 18, 19)
- 産卵床にいる親魚を捕獲する (P5, 21, 22)
- 産卵床を除去する (前々作「だれでもできる外来魚駆除」P2-5) **下記参照**
- 産み付けられた卵や、ふ化直後の稚魚を吸い取る (P19)

## 夏 分散期、成長期

外来魚は川や湖に広く分散し、活発に餌を食べます。釣りによる駆除に最適なシーズンです。駆除イベントや釣り人からの買い取り事業も効果をあげています。

- 釣りだけでも、外来魚は減らせます (P8, 9, 10)
- 市民参加型の外来魚駆除 (前作「だれでもできる外来魚駆除2」のP1参照) **下記参照**
- 漁業協同組合による買い取り (P23)
- テトラの中のバスをおびき出して駆除をする (P20)

## 秋 食いだめ期

冬を前にたくさんの餌を食べるため好奇心旺盛になり、警戒心が最も下がる時期です。水中銃や釣りが威力を発揮します。

- 水中銃による捕獲 (P5, 21)
- 外来魚に小型発信機を装着して越冬場所を探す準備をする (P13)

## 冬 越冬期～深場に集合～

春を前に親魚を効率的に獲るチャンス。このマニュアルでは、これまで注目されてこなかった冬の外来魚駆除にスポットをあてました。

- 外来魚の越冬する淵はどこか、環境DNAで判別する (P11, 12)
- 水深の変化する地形に集まる外来魚を刺し網で獲る (P13-15)
- 冬の終わりから春先にかけて、外来魚を延縄で獲る (P16)

### これまでにつくってきたマニュアル

だれでもできる外来魚駆除

<https://www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/pdf/gairaigyo.pdf>



だれでもできる外来魚駆除2

<https://www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/attach/pdf/naisuimeninfo-12.pdf>



# ダム湖でのオオクチバスの完全駆除達成

これまで全国各地の湖沼でオオクチバスなど外来魚の駆除が行われてきました。しかし、一部の個体を駆除すると、残された個体の生存率や成長率が向上し、個体数が元に戻ってしまう、いわゆるリバウンド現象が生じ、漁業協同組合などの駆除を実施する団体の駆除活動のモチベーションを著しく低下させてしまいます。

2007年から2020年までの14年間、長野県の金原ダム(写真1)では、様々な漁具を駆使しながらオオクチバスの駆除を行ってきました。延べ1,500時間を費やし、成熟個体だけでも1,200尾以上のオオクチバスを駆除してきました(図1, 2)。

例年6月から7月にかけて、オオクチバスは繁殖のため浅い場所に集まってきます(標高の高い金原ダムでは繁殖期が遅めです)。この習性を利用して、毎年繁殖期に、湖岸に沿って潜水目視を行い、オオクチバスをみつけた場合は、水中銃(使用にあたっては各都道府県の許可が必要, P21参照)を使って駆除する(写真2, 図2)と同時に、産卵床の有無を確認しました。2015年以降、産卵床を守るオス親を駆除し産卵床を破壊することで、繁殖を完全に抑制することに成功し、駆除にかかる努力量も大幅に減少しました。

2019年以降はオオクチバスが全くみられなくなり(図2)、ダム湖の水を採取し環境DNA分析(P11参照)を行っても、オオクチバスのDNAは検出されず、高い確率で完全駆除できたと考えられます。今後も、再移入や再繁殖のリスクを抑えるため、ドローン(P17参照)や環境DNA(P12参照)等の先端技術を駆使して、継続的に見守っていきます。

水中銃による駆除は河川に生息するコクチバスに対しても有効であることが明らかになりました。オオクチバス、コクチバスともに、水中銃に興味を示し、近寄ってくる習性が、捕獲効率を高めています。詳しくは動画をご参照ください(<https://vimeo.com/455724936>)。



写真1. 金原ダム(長野県東御市)



写真2. 金原ダムで水中銃で捕獲した最後の1個体

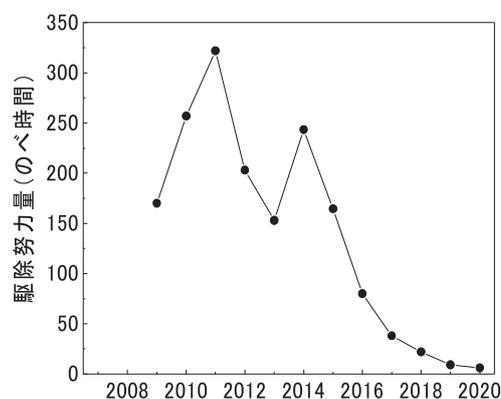


図1. オオクチバスの駆除努力量の経年変化

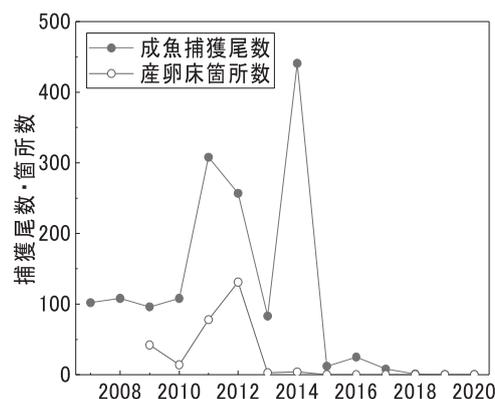


図2. オオクチバスの捕獲数、産卵床数の経年変化

# 継続は力！ 10年以上の駆除研究事例

滋賀県の琵琶湖に隣接する曽根沼 (P7も参照) では、10年以上の外来魚駆除が行われてきましたが、ここではその内容について紹介します。

駆除を始めてから数年間 (2003～2007年) は生息数の多いブルーギルを対象とした釣り、カゴ網、投網を主体に駆除を実施してきましたが、P7のような顕著な在来種の増加は見られませんでした。

そこで、2008年に新たな駆除手法として「電気ショックカーポート：EFB (写真1)」を導入したところ、それまで駆除が難しかったオオクチバスを他の漁法よりも効率的に駆除できることが明らかとなりました。

そこで、2008年以降はオオクチバスに駆除の照準を合わせ、EFBによる産卵期前 (曽根沼では4月中旬) の駆除に加えて、捕り逃がした親魚から生まれた稚魚のタモ網でのすくい捕り、それでも取り逃がしてしまった幼魚を対象とした初冬のEFBを継続してきました (図1)。

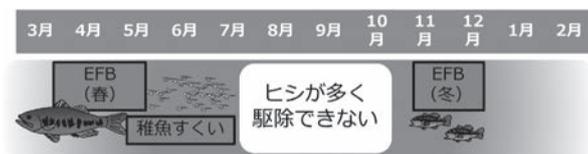
駆除の取り組みの中では、オオクチバスの親魚が少なくなったために、親から共食いされなくなった幼魚が多数生き残る「リバウンド現象」が生じることもありました (図2：2008、2013年)。

しかし、その後も駆除を継続するとともに、幼魚に特化した小型曳き網での駆除や小型三枚網による親魚の更なる駆除、冬季の刺し網での駆除を併用することで、2013年以降はリバウンド現象を生じさせることなく、オオクチバスが少ない状況を維持できています (図3)。

長期間の駆除は大変ですが、まさに「継続は力なり」です。



写真1. 電気ショックカーポートでの駆除



オオクチバス産卵期  
春：産卵期に親魚を集中駆除 初冬：取り残した幼魚を中心に駆除

図1. 曽根沼 (滋賀県彦根市) での駆除の暦

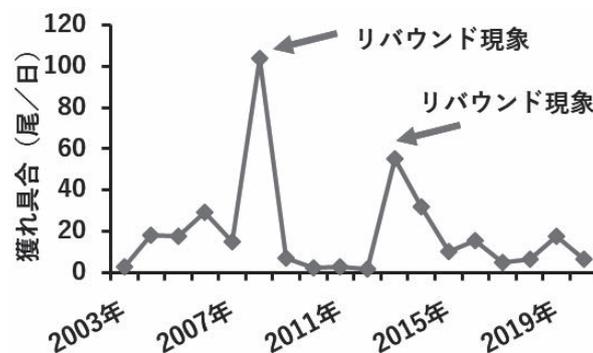


図2. 6-9月の小型定置網でのオオクチバス幼魚の獲れ具合の経年変化

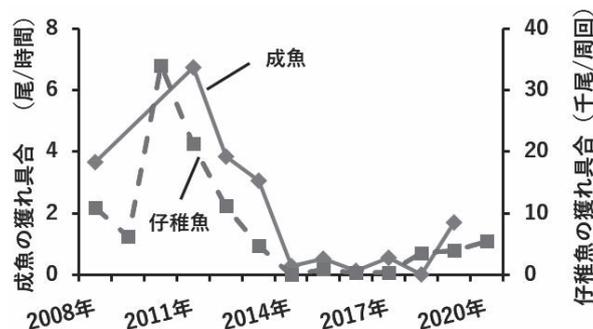


図3. 春のEFBでのオオクチバス成魚の獲れ具合と仔稚魚すくいでの獲れ具合の経年変化

# 沼の外來魚が減ったら在來種が増えた

滋賀県彦根市にある曾根沼(写真1:面積21.6ha、平均水深1.8m)では、2003年からオオクチバス、ブルーギルの駆除を継続してきました(P6参照)。

この曾根沼では、外來魚を駆除するだけでなく、「外來魚が減ると在來魚が増えるのか?」についても調べてきました。

具体的には、沼に写真2に示した全長10数メートルの小型定置網を月に2日間仕掛け、それで獲れる魚類、エビ類の種類と数を毎年記録しました。

その結果、P6の図3に示したように、オオクチバスが急激に減少した2014年以降、この定置網で捕獲される在來魚類やエビ類が種類、数ともに急激に増加しました(図1、写真3)。

中でも、琵琶湖の固有種で重要な水産資源である「ホンモロコ」の増加が著しく、曾根沼では、毎年春になるとホンモロコがヨシ帯に産卵する様子を多数観察できます(写真4)。

外來魚(特にオオクチバス)を減らすことで、かつて在來魚類でにぎわっていた水辺を取り戻すことができるのです。



写真1. 曾根沼



写真2. 小型定置網

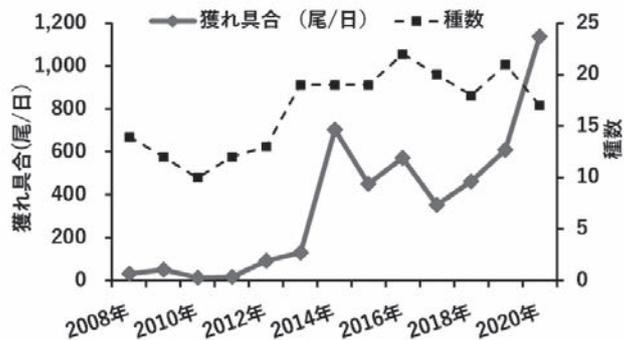


図1. 4-9月の小型定置網での在來魚介類の獲れ具合と確認された種数の経年変化



写真3. 2020年5月21日の定置網での漁獲物(中央のブルーギルを除いて、すべて在來魚介類)



写真4. ヨシ株に産み付けられたホンモロコの卵

# 川のkokochibasuを釣ったら 在来魚が増えた～前編～

長野県の千曲川では、夏季にkokochibasuがオイカワ・ウグイ稚魚を捕食するために浅い場所に蜻集し、容易に釣れます。このような水域においてkokochibasuの集中駆除を試みたところ、オイカワ・ウグイ(以下、「オイカワ等」)の釣獲状況を改善することができました。

千曲川にkokochibasuを集中して駆除を行う「駆除区」区間長136m、幅48～54mと駆除を行わない「対照区」区間長100m、幅57～61mを設定しました。両区とも瀬と淵があり、流れが停滞する場所、いわゆる水裏部(うみうらぶ)を含んでいます。4月から観察を始めると、7月初旬にkokochibasuが追いかけ、オイカワ等が跳ねて逃げ回る行動が確認されました。そこで駆除区において7月から8月まで集中駆除のべ19回実施しました。駆除は、フライフィッシング、ルアーフィッシング、投網を併用して行いました。投網は釣り駆除の後に補完的に行いました。フライフィッシングでは、先バりにkokochibasuを対象としたストリーマー、枝バりにオイカワ等を対象としたウェットフライを2個結んだ仕掛けを用い、kokochibasuを駆除しながらオイカワ等の釣れ具合を把握しました(写真1, 図1)。

釣りはフライフィッシング・ルアーフィッシングとも調査員が水深50cm～70cm程度の場所に立ちこみ、下流に向かって釣り下がりました(写真2)。岸から川に向かって仕掛けを投げた場合、kokochibasuが釣り人に気づき、釣れにくくなることがわかりました。そこで、川に立ちこんで釣り下がるという方法をとりました。この時期のkokochibasuは群れていることが多く、1箇所でも10尾以上釣れることもありました。スレてきたらルアーや毛ばりを交換すると釣れ具合が回復することがありました。kokochibasuが群れている場所は水裏部が多かったです。



写真1. ウェットフライ(左)とストリーマー(右)

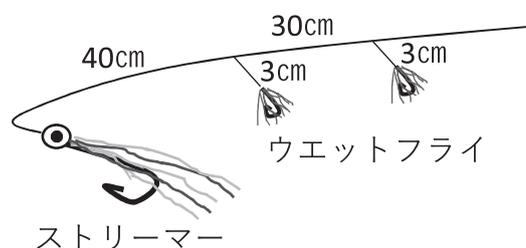


図1. フライフィッシングの仕掛け



写真2. 駆除区での釣り



写真3. オイカワを吐き出すkokochibasu (フライフィッシングで捕獲)

# 川のkokochibasuを釣ったら 在来魚が増えた～後編～

長野県の千曲川では、駆除を進めkokochibasuの累積漁獲重量が増えていくと、フライフィッシングによるkokochibasuの釣れ具合(以下、「CPUE」)も低下していきました(図1)。CPUEと累積漁獲重量との関係から、駆除開始前の駆除区にはkokochibasuが18.5kg生息していたと推定されました。駆除終了時の累積漁獲重量は17.2kgでしたので、93%を除去したことになります。kokochibasuの累積漁獲重量とオイカワ等のCPUEの関係をみると、kokochibasuの累積漁獲重量が増えるに従い、オイカワ等のCPUEは増加していきました(図2)。

オイカワ等はkokochibasuがいると摂食の頻度が減少することが知られており、kokochibasuが減ったことで、オイカワ等の摂食が活発となったと考えられます。調査最終日における駆除区と対照区のkokochibasu及びオイカワ等のCPUEは駆除区ではオイカワ等が高いのに対し、対照区ではkokochibasuの方が高い結果となりました(図3)。

これまでも駆除回数を重ねるごとにkokochibasuのCPUEが減少することが報告されていますが、これらの知見は川幅10～20mの比較的小規模な河川での調査によるものでした。今回、川幅50m程度の大規模河川であっても、区域を限定した釣りを主とする駆除によって、kokochibasuの生息量を減少させることができ、在来魚の釣獲数を増やすことができました。

なお駆除区の水裏部(P8参照)は、毎年、kokochibasuの産卵床が作られる場所でした。2018年5～6月の産卵期には親魚の駆除は全く行いませんでしたが、2019年5～6月の産卵期には集中的に産卵親魚の駆除を行いました。その結果、8月に0歳魚と思われる10cm未満のkokochibasuの釣れ具合が前年に比べ半減しました(図4)。産卵親魚の集中的な駆除を行った結果、繁殖が抑制された効果と考えられます。

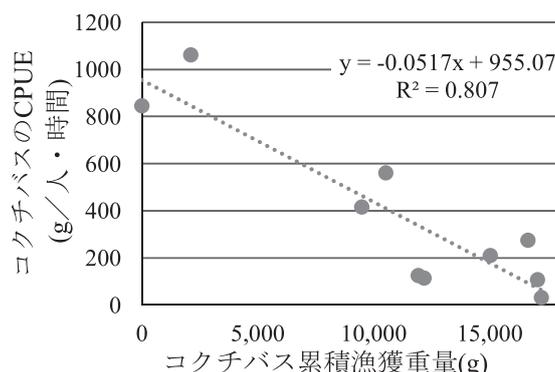


図1. kokochibasuの累積漁獲重量とフライフィッシングによるCPUEの関係

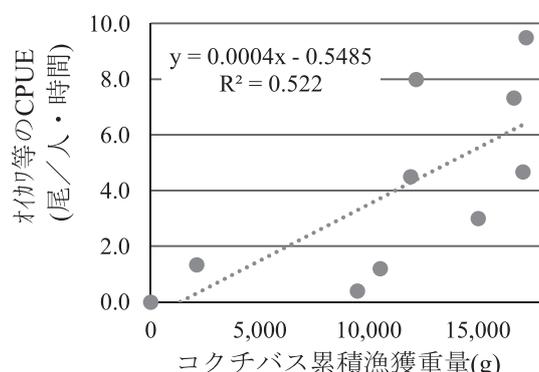


図2. kokochibasuの累積漁獲重量とオイカワ等のCPUEの関係

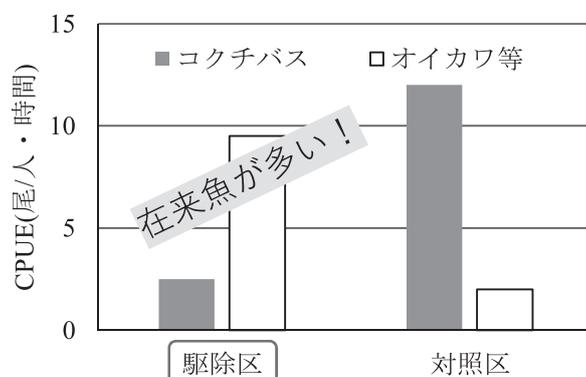


図3. 駆除区と対照区のCPUEの比較

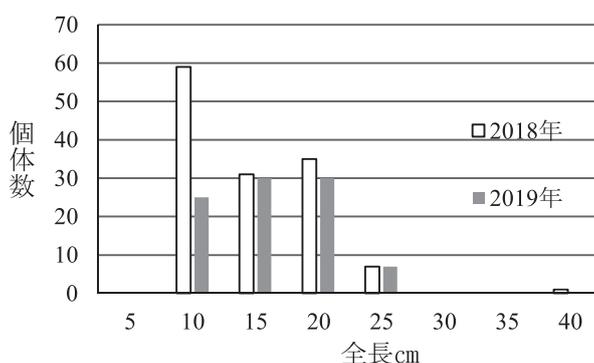


図4. 8月に駆除区でフライフィッシングで釣ったkokochibasuの全長組成

# 釣りによる川のコクチバスの駆除

栃木県では、那珂川水系逆川で餌釣りによるコクチバスの駆除を4年間行ってきました。

コクチバス釣りというと、ルアーを用いた釣り方が一般的ですが、過去の調査により、大型のミミズを使った餌釣りの方が効率良く釣れることが確認されています(だれでもできる外来魚駆除2参照)。

図1は過去4年間の調査結果です。釣れ具合(CPUE)は当初の3年間は順調に減少していましたが4年目で下げ止まりました。

釣れた魚の全長については、30cm以下の個体の割合が当初3年間は減少しましたが4年目で増加に転じました(図2, 3)。この30cm以下の個体の割合の増加は、小規模ながら全体的なコクチバスの個体密度の低下により30cm以下の個体の生存率や成長率の向上(リバウンド現象)が生じたことが原因であると思われる。加えて大型個体には餌を避ける行動を示す個体が散見されました。

釣りによる駆除はコクチバスの密度が一定水準以上であれば効果を得やすいですが、一定水準を下回るとリバウンド現象や学習によるスレにより効果が得にくくなると考えられました。

今後は、釣りによるCPUEが下がっても、効率良くコクチバスを捕獲することが可能となる技術の開発が求められます。

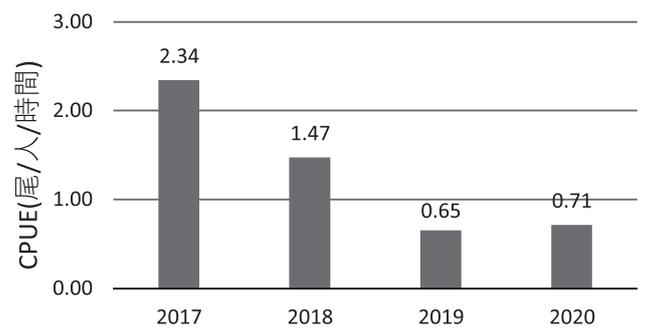


図1. 2017-2020年のコクチバスの釣れ具合 (CPUE)

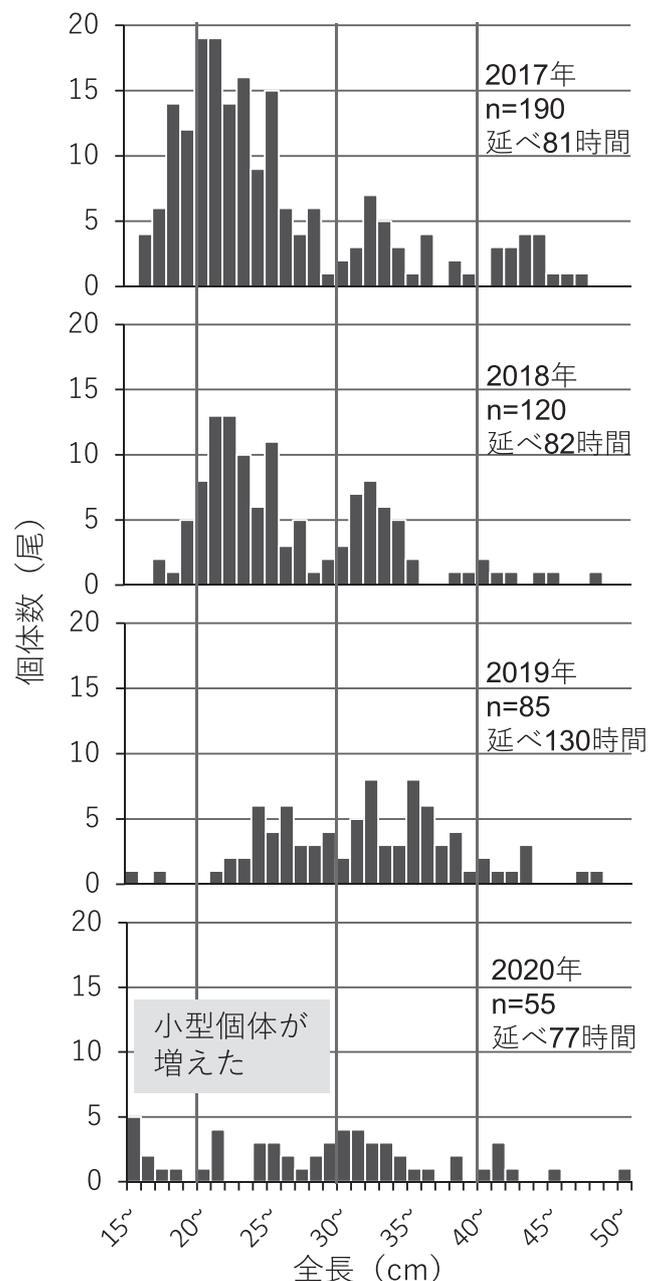


図2. 2017-2020年のコクチバスの全長組成

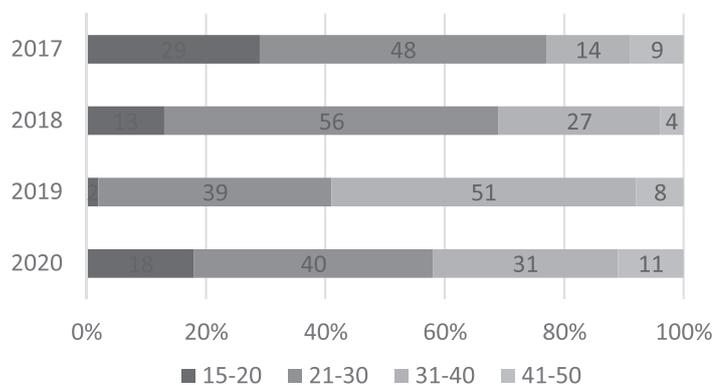


図3. 2017-2020年の捕獲サイズの割合

# 環境DNAって何？

魚から川や湖の水に溶けだしたほんのわずかなDNA（遺伝子）を採取し（写真1）、新型コロナウイルスで有名になったPCR検査に使う機械でDNAを増幅し（写真2）、生息している魚を特定したり、それがどのくらいたくさんいるのか調べる新しい技術です。最近技術が確立され、日本の多くの水域で取り入れられています。例えば、コクチバスが川のどのあたりまで侵入しているのか、といったことを調べるのに威力を発揮しています。この機械の中では川の水の中のDNAが増幅され、それが早く検出されるほど元々のDNA量が多いことがわかります（図1）。DNA量が多いほど生息量が多いと推測されます。

採取するのは魚ではなく「水」です。調べたい川や湖の水を採取し、ろ過します。ごく微量のDNAを採取するため、通称コンタミと呼ばれる本来そこには無いはずのDNAの混入を避けることが大切です。例えば、別の調査で使った道具や衣類を消毒せずにそのまま使うと、DNAが間違っに入ってしまう可能性があります。環境DNAのサンプリングはコンタミとの戦いと言えます。肉眼では絶対に見えないDNAをイメージして作業を行います（写真1）。

コンタミを避け、正しく採水、ろ過するには、消毒や器具の使い方など、具体的なやり方を専門家に教わることが一番の近道です。まずは、水産試験場など公的研究機関に問い合わせてみましょう。まず、どんなものか、調べてみたいという方は、環境DNA学会のサイトにマニュアルなどが掲載されています（<https://ednasociety.org/>）。



環境DNA分析を始める際、分析にかかる費用も気になるところです。日進月歩の新技术ですので、費用は年々安くなる傾向にあります。1サンプルの分析でおおよそ2～5万円程度かかります（2020年12月現在）。採水、ろ過に必要な消耗品も含めた分析費用についても、まずは専門家に相談することをお勧めします。

実際の採水作業の様子はこちら（<https://vimeo.com/429507736>）。



写真1. 環境DNA分析のための採水・ろ過（栃木県黒川）



写真2. 定量PCRによるDNAの増幅（北海道大学）

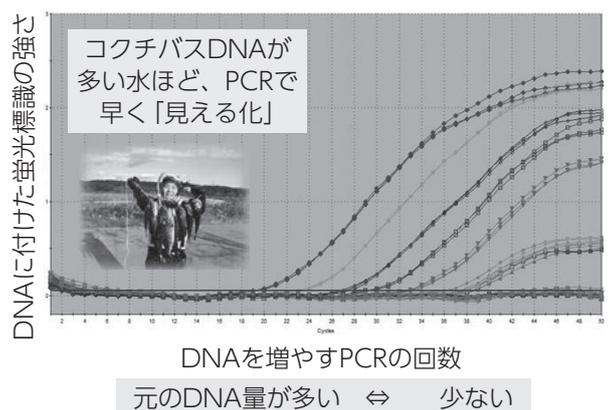


図1. 環境DNAによるコクチバスのDNA量測定

# 環境DNAで冬のコクチバスの居場所を知る

冬に日本の川で活発に動きまわることができ  
るコクチバスは大型個体に限られることが明らか  
になりつつあります。冬の生息場所を特定す  
ることで、繁殖期である春を迎える前に、大型  
個体を効率的に駆除できると期待されます。

栃木県内で行った予備調査では、流れのゆる  
い、深い淵に集中分布していることがわかって  
きました。しかし、深すぎて川底まで見えなかつ  
たり、テトラの奥に潜む個体を発見したりする  
ことは至難の業でした。

そこで、環境DNA分析によって、コクチバ  
スが多く生息するとされる淵の始まりの部分  
(淵上流)と終わりの部分(淵下流)で、採水し  
コクチバスのDNA量を測定しました(図1)。



写真1. 12月中旬に、那珂川で捕獲されたコクチバス  
(栃木県那須烏山市)

12月から翌年2月にかけて採水を行った8か所のうち7か所の淵で、淵下流のコクチバスのDNAのコピー数が淵上流よりも著しく高い傾向がみられ、残り1か所では、淵の上下ともに、濃度が比較的高い傾向がみられました。

環境DNA分析の導入で、外来魚のいる場所が早期に特定され、駆除効率が飛躍的に高まる可能性を秘めています。

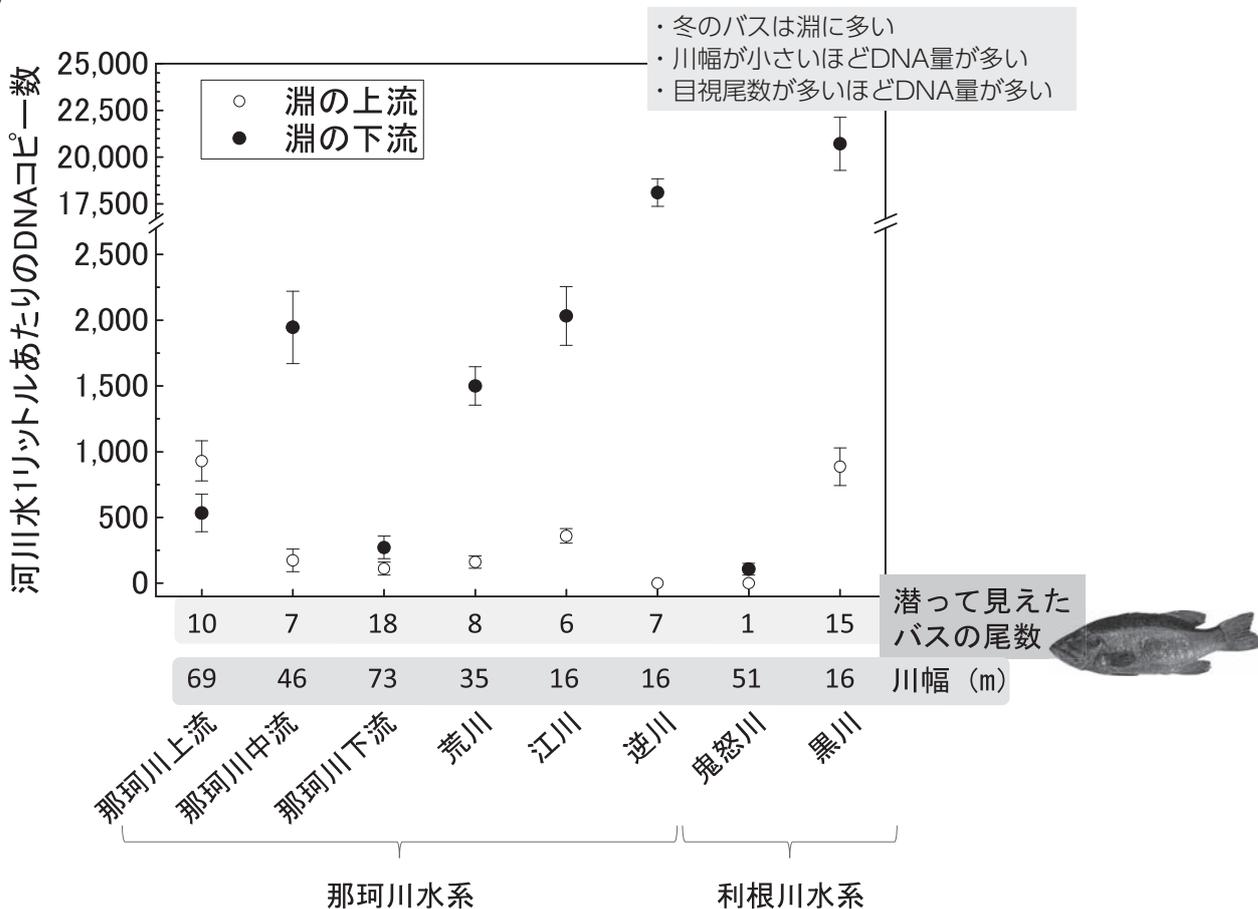


図1. 検出されたコクチバスのDNA量

# 小型発信器でオオクチバスを一網打尽

小型発信器によりオオクチバス越冬場所の探査を行ったところ、蜻集する場所がわかり、刺し網で効率的に駆除できることがわかりました。

長野県松本市にある美鈴湖(標高1,000m、周囲2km、最大水深12m)ではヘラブナやワカサギ釣りが行われていますが、オオクチバス及びブルーギルも生息していることから駆除を実施しています。

10月にオオクチバスを刺し網で5尾捕獲し(全長23.2~42.4cm)、小型発信器:(株)サーキットデザイン社製LT-04-2を装着しました(写真1)。装着魚は湖の東側に3尾、西側に2尾に分けて放流しました。装着魚の追跡は、指向性アンテナと受信機(YAESU FT817ND/T)を用いて12月下旬まで実施しました。その結果、11月に東側に放流した2尾と西側に放流した1尾が湖の南に位置する同じ入江に移動し、12月下旬までその入江から移動しませんでした(図1)。そこで、その入江の入り口を囲うように刺し網を仕掛けた後、寒冷紗を70×40cmに切り取ったものをカワウのデコイとして伸縮棒の先に取り付け、水中に入れて激しく上下させ、刺し網方向に魚を追い込むようにしました(写真2)。その結果、2日間で37尾のオオクチバスを捕獲することが出来ました(写真3)。比較のため他の場所でも同様の方法で刺し網を設置しましたが、オオクチバスは捕獲できませんでした。

小型発信器を取り付けることで、オオクチバスの越冬場所を探し当て、刺し網で効率的に捕獲することができました。

なお、キャッチアンドリリースが禁止されている水域において、発信器を取付た調査や駆除を行う場合、手続きが必要になる場合があるため事前に関係都道府県へご相談ください。

小型発信器の費用は、1個5万円程度です。また、受信機はアンテナも含めると12万円程度です。5個体のオオクチバスに装着すると、およそ40万円の費用が必要になります。漁業協同組合単独で実施するには難しいので、まずは、都道府県の水産研究機関に問い合わせると良いでしょう。



写真1. 発信器を取り付けたオオクチバス

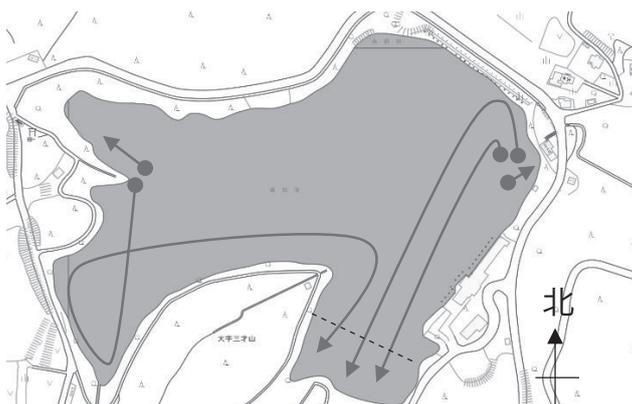


図1. 装着魚の動向

●は放流地点、赤線は装着魚の動向、矢印は最終到達地点  
点線は刺し網でオオクチバスを捕獲した場所



写真2. 寒冷紗で作成したカワウのデコイ

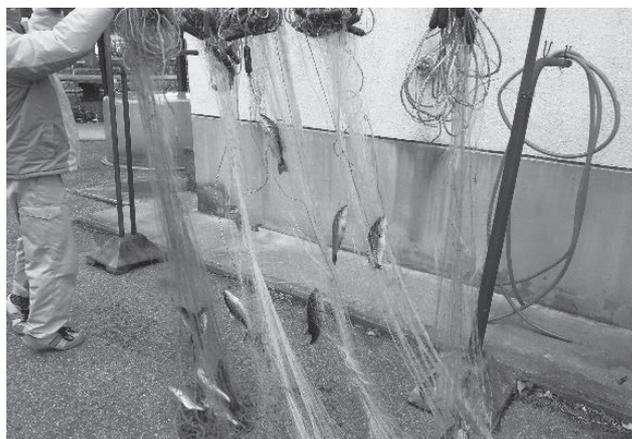


写真3. 刺し網で捕獲したオオクチバス