

先進事例についての情報収集

要 旨

ブラウントラウト *Salmo trutta* の駆除技術開発を行うため、先進事例の情報収集として、秋田県雄物川水系横手川を視察した。ダム湖での駆除は困難が伴うが、繁殖期に小河川に遡上してくる親魚を効率的に捕獲できる可能性を見出すことができた。

また水中カメラの画像から AI によって魚を判定する手法について、必要な工程を把握するために聞き取り調査を実施した。取得した画像はアノテーションし、出力した上で YOLO というアルゴリズムで学習させる。学習は google colab というツールを使って、python というコンピューター言語によって行うことができる。この手法は、多数の画像を短い時間で分析するのに適しており、精度は必ずしも完全ではないが、長期にわたる出現傾向の推移の分析などに適していることがわかった。

1. はじめに

ブラウントラウト *Salmo trutta* はヨーロッパおよび西アジア原産のサケ科魚類であるが、移植により世界各地に分布し、水圏生態系に大きな影響を与えることから IUCN の侵略的外来生物ワースト 100 に指定されている (帰山 2002)。日本国内においては、本種はご当地サーモンの先駆けとなった信州サーモン作出に不可欠であるため、産業管理外来種に指定されている側面を併せ持つ。また、自然河川であっても、水産資源保全の観点から積極的に駆除が行われている一方で、漁業権魚種に指定されている水域も存在する。こういった観点から、水産庁では、今以上に分布範囲が拡大しないよう呼びかけを行っている (<https://www.facebook.com/suisanjapan.jfa/posts/1259481561055414/>)。このような複雑な背景から、本種の駆除技術、低密度管理技術の開発については、これまで積極的に行われてきたとは言い難い。そこで、本研究では、先進的な駆除対策を行っている秋田県雄物川水系横手川を視察し、今後の駆除技術開発に向けて検討を行った。

また外来魚の駆除のためには外来魚の生態を把握し、外来魚の季節的な移動や行動の特徴、あるいは捕獲予定地点への出現状況などを分析する必要がある。現在、カメラ技術の発達により、多くの画像を得ることができるようになり、その分析も自動的に行うことができるようになってきている。そこで、AI による画像分析技術の特徴と適用に適した分析分野、それに実際の分析の方法について、聞き取り調査を実施した。

2. ブラウントラウトの駆除先進事例視察および効果的な駆除技術の検討

(1) 方法

2022 年 11 月 11 日に、雄物川水系横手川支流の松川を視察した (図 1)。当日は秋田県水産振興センターの佐藤正人主任研究員の案内でブラウントラウトの産卵場所 5 か所を案内いただいた。

視察後、松川にある大松川（おおまつがわ）ダム上流において、秋田県水産振興センターおよび横手川漁業協同組合によって実施された電気ショックによる魚類相調査に参加した。

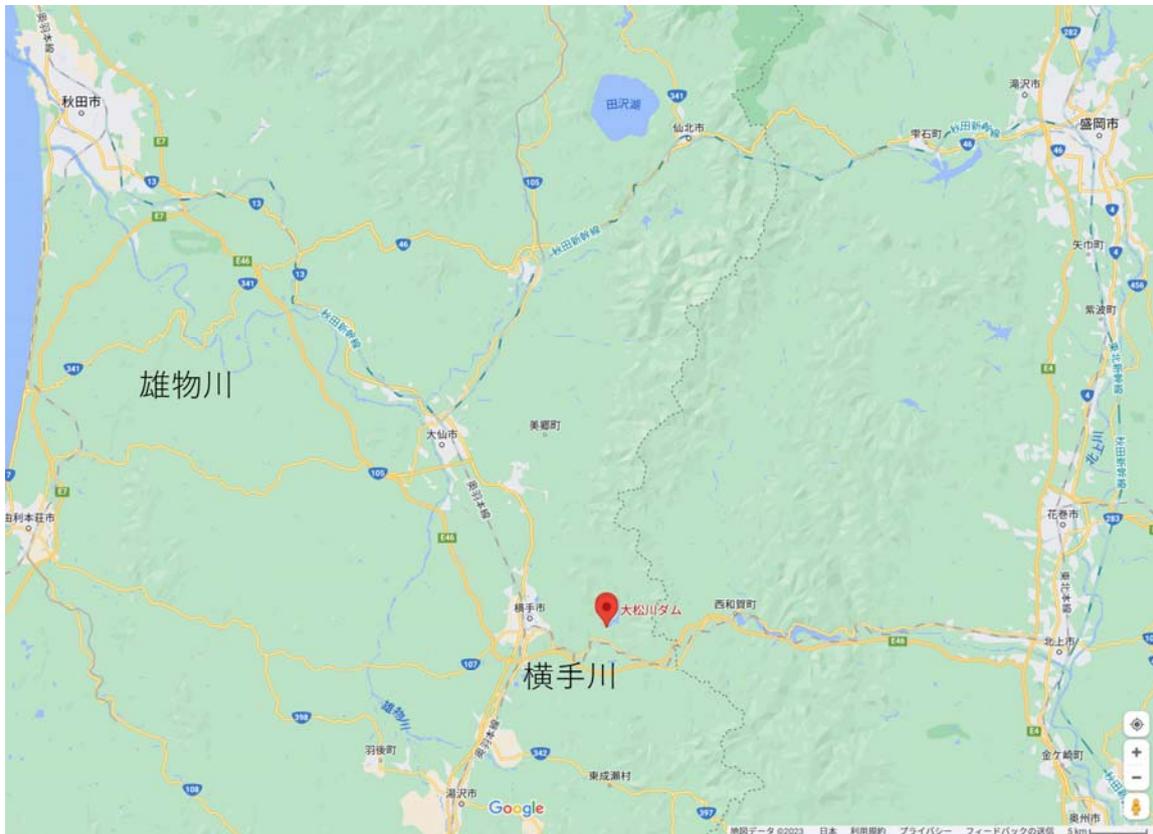


図1 視察および捕獲調査を行った松川および大松川ダム

(2) 結果と考察

ブラウントラウトの産卵床は、淵尻とよばれる淵の終わり、瀬のすぐ上流の部分に多くみられ、サケ科魚類の一般的な産卵場所であった。また、イワナと同様に、川岸の樹木や草本が流路を覆っているカバーを好んで利用していた。ブラウントラウトは小河川でも全長が50cm以上に成長するため、産卵床自体が大きく、容易に発見することができた（写真1）。

大松川ダムにほど近い相野々駅に設置された地図には、「ブラウンの里」という標記がみられた（写真2）。佐藤正人さんによると、移植の歴史は古く100年以上前にさかのぼる、とのこと。当時、食料確保のため海に降らない大型のサケ科魚類として、ブラウントラウトが移植されたという。その後、大松川ダムが建設され、ブラウントラウトの生息域が広がったとされる。実際、横手川漁協の電子遊漁券が購入できるサイトでも、ブラウントラウトの釣り場として紹介されている（写真3）。

大松川ダムの流入河川は当然、大松川であるが、ダム流入地点から500mほど上流に支流が流れ込んでおり、その源流の湧水池が「ブラウンの里」である。毎年11月になると、大松川ダムからこの支流に多くのブラウントラウト親魚が産卵のため遡上するため、魚類相調査を行った。

電気ショッカーによって採捕されたサケ科魚類は、ブラントラウト 26 個体、イワナ 6 個体、ヤマメ 1 個体であった。そのほかに 100 個体以上のウグイが採捕された。ブラントラウトのみ漁協に持ち帰り、測定および性成熟を判別するため解剖を行った。その結果、性成熟していた 17 個体中、オスが 9 個体、メスが 8 個体であったが、50mm 以上の個体の多くがオスであった (図 2)。

オスのほうがメスよりも繁殖の投資エネルギーが少なくて済むこと、また、繁殖相手をめぐる争いはオスのほうが激しいことを考えると、メスよりもオスのほうが大型化する可能性が高い。また、漁具の選択性に注目すると、電気ショッカーの特性として、小河川ほど、また、大型個体ほど捕獲効率が高い。そのため、繁殖期に捕獲しやすい大型オスを小河川で待ち受けて捕獲する手法が効率的な駆除手法といえる。帰山 (2002) も、秋冬季の産卵期に親魚を捕獲することが重要な対策であるとしている。

今回のみの調査結果では未解明な点があまりにも多いものの、オスを効率的に捕獲し、代わりに 3 倍体などの不稔オスを作成、放流すれば、産卵のために順次遡上してくるメスの繁殖成功度を大きく低減させることができるかもしれない。



写真 1 松川でみられたブラウンの産卵床



写真2 大松川ダムの上流には「ブラウンの里」がある



横手川・大松川ダム（横手川漁協）（秋田県横手市）

周辺施設



【観光】ダム公園もある新たなアウトドアスポット

大松川ダム

施設紹介

イワナ、ヤマメはもちろんのこと、巨大なブラウントラウトが生息するという。50cm前後のブラウントラウトが釣り上げられています。ダムの上流には、大松川ダム公園があり、水遊びのできる副ダムや芝桜の中の遊歩道などがあり、キャンプなども楽しめる。

アクセス

019-1101

秋田県横手市山内大松川

TEL:0182-53-3462 FAX:

写真3 ウェブ遊漁券販売サイトFISH PASSでも、大松川ダムはブラウントラウトが釣れると謳われている

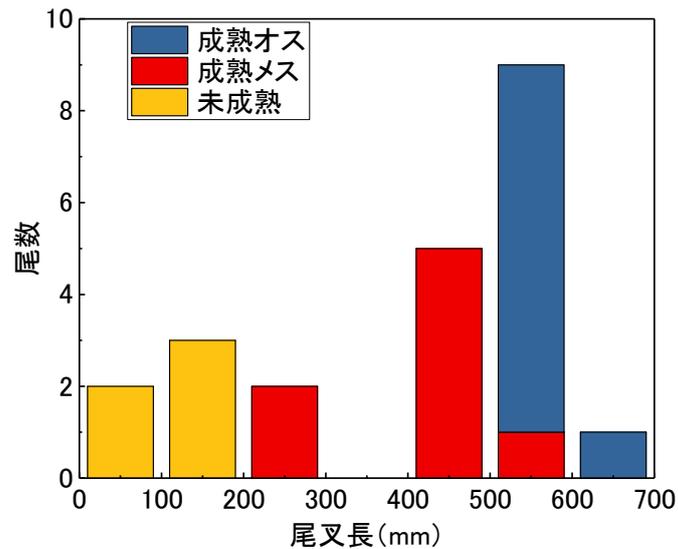


図2 大松川ダムで捕獲されたブラウントラウトの尾叉長分布

3. 外来魚等の生息状況の把握に資する技術、捕獲した外来魚等の測定計数技術について、先進的な事例についての聞き取り調査

(1) 調査方法

調査方法

水域における外来魚の自動計数を目標とし、そのために必要な工程を把握するために、北海道大学水産工学講座に対して手法について聞き取り調査を実施した。また実際に動作を確認するために、カメラ（GoPro9）を用いて水産機構日光庁舎内観覧施設の飼育池において水中を撮影し、写真を取得した。撮影は5秒に1回のタイムラプス撮影とし、225枚の写真を取得した。この写真を使用して分析のテストを実施した。適宜水産研究・教育機構沿岸生態システム部漁業生産力グループの支援を受けた。

(2) 結果及び考察

AIによる自動計数には、1) アノテーション、2) ファイル形式の変換、3) 学習、4) 判定、5) エクセルに出力の5つの工程があり、それぞれプログラムが必要である。このうちアノテーションについては VoTT という無料のアプリケーションを利用することができる。学習については YOLOv5 という、人工知能を利用する。YOLOv5 は google 社が提供している google colab によって動かすことができる。MATLAB というソフトウェア（同名の MATLAB という言語で作動する）を使う方法も紹介されたが、有償であることから、詳細な調査を見送った。

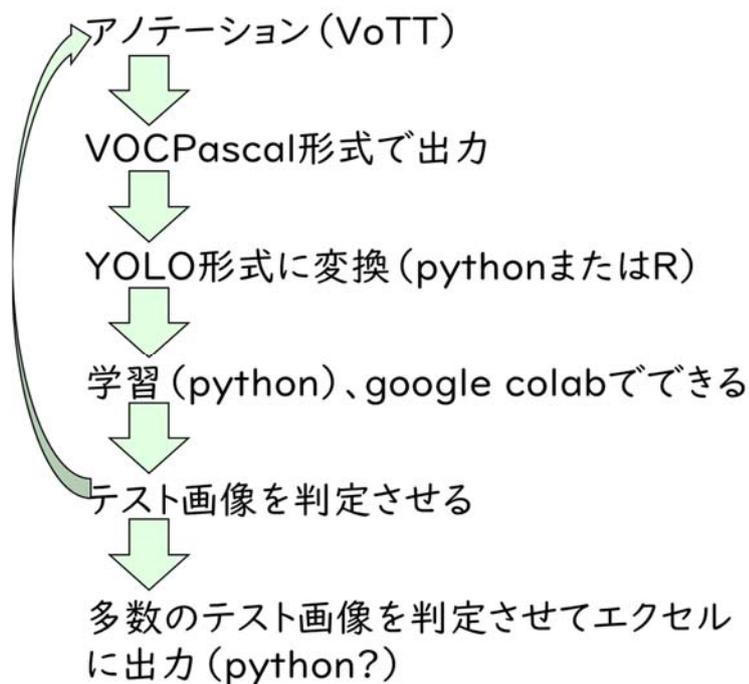


図3 AIによる自動計数で想定される工程

アノテーションとは、学習用の画像のうち、興味のある対象（この場合は魚）が写り込んでいる部分をコンピューターに教え込む作業である。実際の作業としては、ソフトウェア上に表視された画像のうち、魚を四角形で囲むことになる。アノテーションはソフトウェアで完了するので作業自体は難しくないが、作業量が多く、また後述の通り、学習させる画像の選び方しだいで結果が左右される。

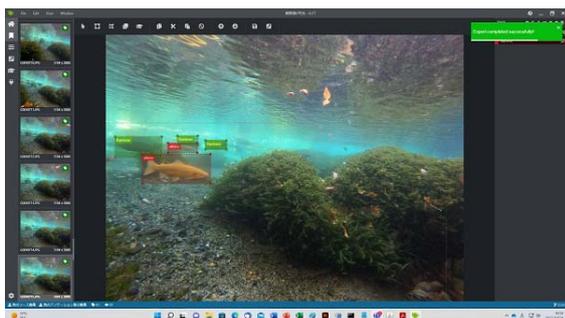


図4 VoTTを使用したアノテーションの例

アノテーションが完了したら、出力し、YOLOv5に適したファイル形式に変換する。その後、YOLOv5を使用して学習させるが、学習についてはgoogle社が提供しているgoogle colab上で、言語としてはpythonを使用して行うことができる。この学習の工程はプログラムするコードが最も複雑で、今回の分析テストでは最後まで確認できていない。またより確からしい学習のためには、与えるパラメーターのチューニングも必要である。

学習が終了すると、パラメーターの形で結果が得られる。このパラメーターを使ってテスト画像に何尾の魚がいるかを判定させる。この際、明らかに魚がいるにも関わらず認識してくれない場合、あるいは明らかに魚でないものを魚と認識する場合が生じる。これはアノテーションの画像が十分でない、あるいはアノテーションが適切でない場合に起こりやすいので、誤認識の起こりかたを考慮して、それを補う形で画像を追加してアノテーションするなどの方法で再度学習をやり直す。この作業を繰り返すことにより、次第に判定の精度が上がっていく。

納得のいく判定精度が得られたら、たとえば「あるファイルの画像を全て判定して、結果をエクセルにソートして出力」といった作業が可能になる。これにはまた別のプログラムが必要になる。現在のところ、アノテーション→判定の繰り返しはかなりの時間を要するので、相当に大量のデータ処理を要する作業でなければ、費やした労力に見合った成果は得られない。少なくとも 1000 尾ぐらいであれば、手で数えたほうが早いようである。精度はさほど高くなくても、大量の画像を処理する必要がある場合、たとえばタイムラプスカメラで大量の画像を取得し、長期間の傾向を把握するような作業に適していると考えられる。

4. 成果の公表

なし

5. 参考資料

帰山雅秀 (2002) ブラウントラウト. 編) 村上興正, 鷲谷いづみ. 外来種ハンドブック. pp 113. 地人書館.

坪井潤一・増田賢嗣 (水産研究・教育機構)