

坪井潤一（水産技術研究所）、山本麻希（長岡技術科学大学）

(5) 養殖池での飛来防除技術の開発

要旨

養魚池や釣り堀などのカワウの飛来を忌避する装置として動くテグスの開発を行った。本年度は、動くテグスを支柱の間に通したロープの上を移動するロープウェー型の機材として設計を行った。2つの動くテグスはお互いの位置を Bluetooth 通信によって認識し、常にテグスにテンションをかけながら支柱の間が移動できる仕組みとなっている。これまで試作機 ver2.0 を作成し、屋内環境下において 30 cm 程度のテグス上を移動できることが確認できたことから、今年は、モバイルバッテリー型から AC 電源型への変更(試作機 ver3.0)を作成し、新潟県魚沼市にある内水面試験場にて現地設置を行った。その結果、ワイヤーの設置の手間やスペースの問題があることが明らかとなった。そこで、もともと試験場に設置してあるマイカ線を移動に利用するタイプの試作機 ver4.0 の作成を行った。屋内で作動試験を行ったところ、試作機 ver4.0 がマイカ線上を 0.3 m/s の速度で移動すること、相互通信ができていることを確認できた。しかし、0.3 m/s での走行はモーターへの負荷が大きく、要求仕様である 8 時間程度の連続稼働時間には適さないことが示唆された。このため、今後実施予定の実証試験では 0.2 m/s での動作させることを予定している。

1. はじめに

小型の養殖池においてカワウの飛来を防止するためには、ネットで覆ったり、テグスを設置するのが効果的とされている。しかし、釣り堀や養殖池などでは、一度ネットやテグスで覆ってしまうと、釣り人が入れなくなったり、作業がしにくくなってしまうため、ネットやテグスを設置することができない場所がある。このような場所においてもカワウの飛来を防止するための器具として、テグスの糸自体を動かす「動くテグス」というアイデアをもとに、広範囲の養殖池や釣り堀からカワウの飛来を防止する装置の開発を目的とした。

2. 方法&結果

1). 動くテグス開発過程

2021 年度は「動くテグス」のアイデア概要に基づいて、試作機 ver1.0 および試作機 ver2.0 の設計、開発に従事した。2021 年度は試作機 ver2.0 において、屋内環境下において 30 cm 程度のテグス上を移動できることが確認できた。一方で試作機 ver2.0 はモバイルバッテリーによる駆動を採用しており、連続稼働時間に課題が残されていた。これらの進捗を踏まえて、2022 年度の研究計画(表 1)を立てた。2022 年度上半期は試作機 ver2.0 の改良、実証試験場所の選定や視察を行う事とした。2022 年度下半期は実証試験を行う研究計画とした。

表 1. 2022 年度の研究計画

月	研究活動内容
4 月	試作機の改良
5 月	実証試験場所の選定 試作機の改良
6 月	実証試験場所の見学 実証試験計画の立案 試作機の改良
7 月	試作機の改良
8 月	実証試験 試作機の改良
9 月	実証試験 試作機の改良
10 月	実証試験 試作機の改良
11 月	実証試験 試作機の改良
12 月	実証試験データ取りまとめ
1 月	実証試験データ取りまとめ
2 月	実証試験データ取りまとめ
3 月	実証試験データ取りまとめ

2). 実証試験場所の選定および視察

研究グループ内での打ち合わせにより、実証試験場所を新潟県内水面水産試験場魚沼支場（新潟県魚沼市岡新田 29-1）とすることにした。新潟県内水面水産試験場魚沼支場を実証試験場所として選定した理由として、下記 2 つが挙げられる。

- ①池の形が長方形で、コンクリート舗装されているため「動くテグス」を設置しやすい。
- ②新潟県内水面水産試験場魚沼支場に設置されている AC100V からの電源供給でき、試作機 ver2.0 の課題であった電源の問題を解決できる。

実証試験場所が決定したことを受けて、2022 年 6 月に長岡高専の研究グループが新潟県内水面水産試験場魚沼支場を視察した。視察の結果、縦 4.5 m、横 4.5 m の中型飼育槽（図 1）を実証試験で利用することにした。



図 1. 実証試験を行う予定の中型飼育槽

3). 試作機 ver3.0 の開発

先の新潟県内水面水産試験場魚沼支場の視察および実証試験で利用する飼育槽が決定したことを受けて、試作機の改良を行うこととした。主な仕様の変更点を表 2 に示す。試作機 ver2.0 ではモバイルバッテリーによる駆動であったが、AC100V の供給が可能となったことから回路構成の変更が必要になった。また、試作機 ver2.0 では防塵・防水対策が考えられていなかったため、試作機 ver3.0 では防塵・防水対策を検討することとした。さらに試作機 ver2.0 ではモータや回路の以上があった場合にロボット全体を分解する必要があるなど、整備性に課題を抱えていた。試作機 ver3.0 では動作機構と回路をそれぞれユニット化することで整備性の向上を目指すことにした。

表 2. 試作機の仕様変更内容

項目	試作機 ver2.0 での仕様	試作機 ver3.0 での仕様
電源供給方法	モバイルバッテリー。	AC100V からの給電。
外観	特になし。	防塵・防水対策の検討。
整備性	特になし。	動作機構、回路をユニット化する。

試作機 ver3.0 の開発にあたり、全体像の設計図を再度作成した。図 2(a)が試作機 ver2.0 の全体像、図 2(b)が新たに設計した試作機 ver3.0 の全体像である。試作機 ver2.0 と比較して、奥行きが薄くなった分、高さが大きくなったのが特徴である。試作機 ver2.0 からの設計の変更点として、整備性が挙げられる。試作機 ver3.0 では上部にユニット化した動作部がまとまっており（図 3(a)）、下部にはユニット化した回路部がまとまっている（図 3(b)）。

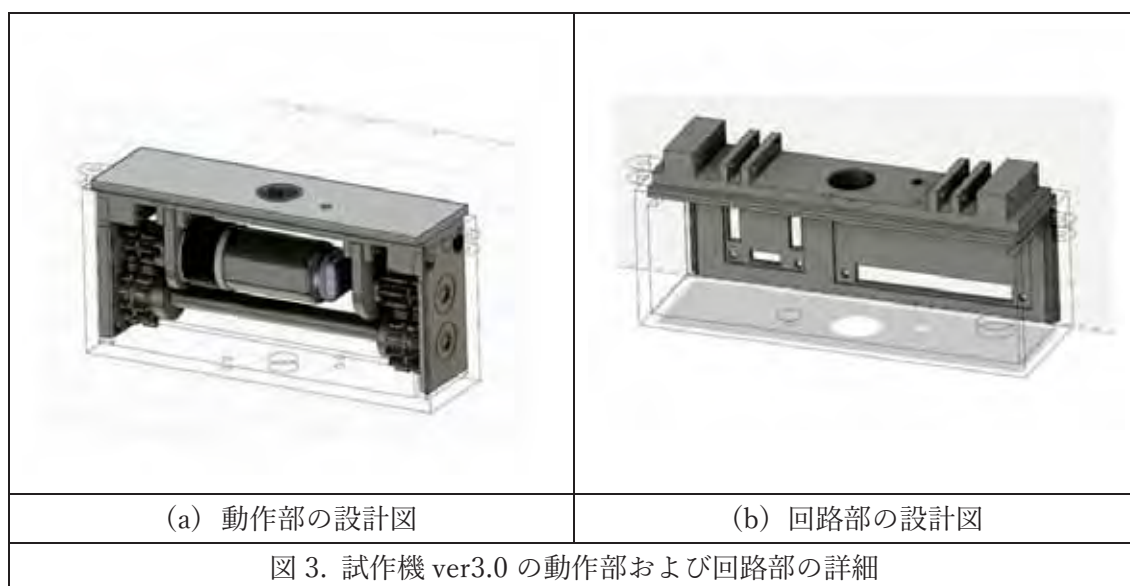
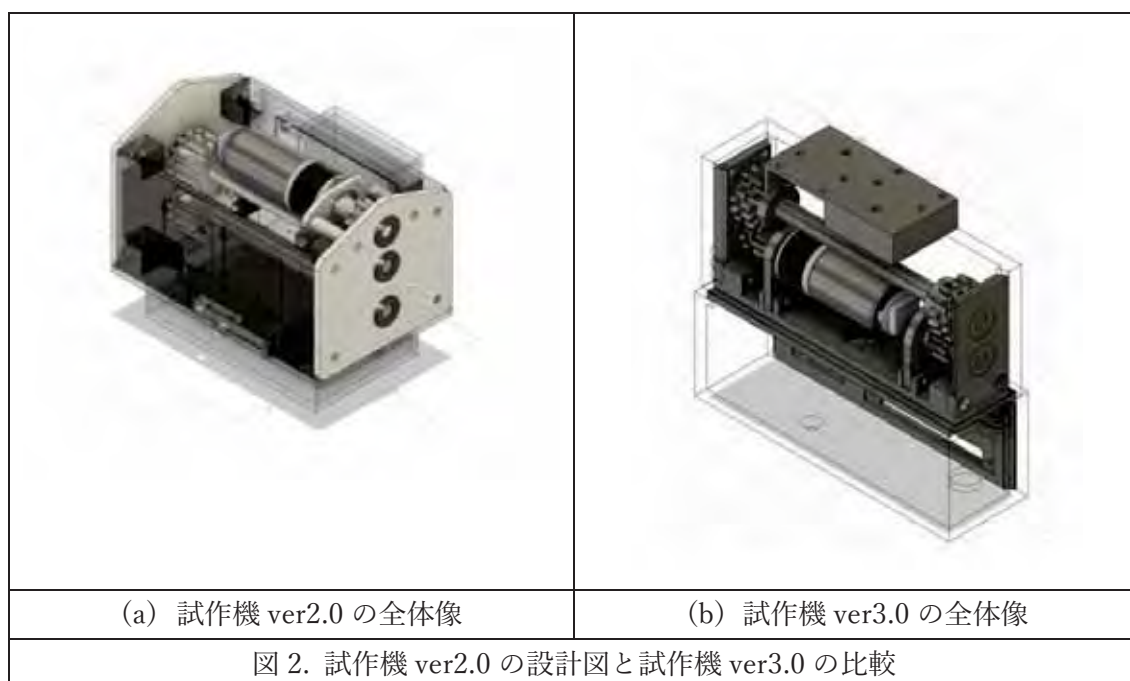


図 2(b)および図 3 に示した設計図に基づいて、熱積層型の 3D プリンタ（Zortrax 社製 M300Dual）などを用いて 2 機の機体を製作した（図 4）。製作した機体の寸法は 13 cm × 4 cm × 12 cm となった。機体重量は 1.5 kg であった。防塵・防水対策として、ケーブル接続部分にアルミテープを巻いた。また、部品の隙間をホットボンドで埋めることで、浸水対策を実施した。



製作した試作機 ver3.0 がワイヤー上を移動できるかどうかを確認するために屋内での動作確認試験を実施した。動作確認試験の条件を表 2 に示した。試作機 ver3.0 が移動する 2 本のワイヤーを設置するための設置台を用意した。ワイヤー設置台は屋外タープ用の重し、アルミ丸棒、アルミ角パイプ、3D プリンタで製作した治具を用いて製作した (図 5)。屋内動作確認試験の結果、5 m のワイヤー状を移動できることを確認した。

表 2. 屋内動作確認試験の条件

項目	条件
電源供給方式	AC100V
ワイヤー長	5 m
ワイヤー設置方法	自作のワイヤー設置台を利用

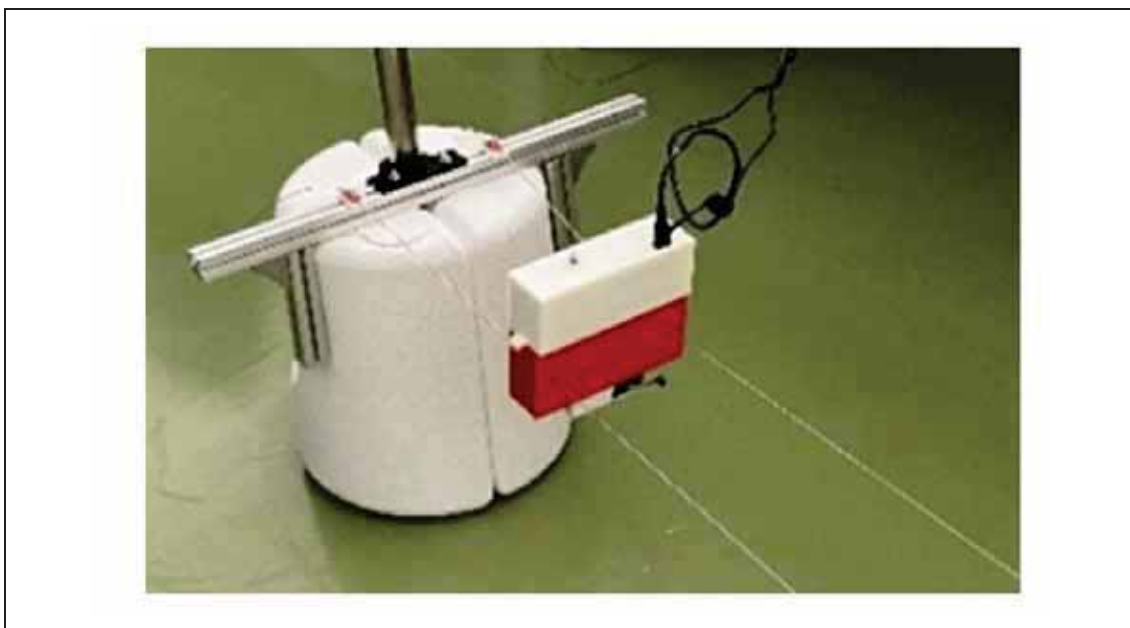


図 5. 屋内動作試験の様子

4). 試作機 ver3.0 の設置試験

2 機の試作機 ver3.0 および 4 台のワイヤー設置台が完成したことから、新潟県内水面水産試験場魚沼支場での設置試験を実施した。設置試験を実施したところ、魚沼支場の方から下記のフィードバックを頂いた。

- ワイヤー設置台の設置スペースを確保することが難しい。
- ワイヤー設置台の高さを調節する必要がある。
- 1 機あたり 2 本のワイヤーを設置するのが手間である。

頂いたフィードバックに基づいて、要求仕様を変更することとした。

5). 試作機 ver4.0 の仕様策定

試作機 ver3.0 の設置試験時に頂いたフィードバックに基づき試作機 ver4.0 の仕様を表 3 の通り策定した。試作機 ver3.0 では自作のワイヤー設置台を用いて移動用のワイヤーを用意していたが、試作機 ver4.0 では飼育槽に既に設置してあるマイカ線を移動に活用することとした。マイカ線は水面から 50 cm 程度上に設置されていることから、ロボットが水面につかないサイズとして、30 cm × 30 cm × 30 cm 以下となるように仕様を策定した。マイカ線の引張強度を勘案して、ロボットの重量は 2.0 kg 以下となるように仕様を策定した。カワウの採食行動時間を 1 分と仮定し、設置予定の飼育槽 (4.5 m × 4.5 m) の往復ができる速度として 0.15 m/s を最低値として設定した。カワウの採食行動は日中に行われることを勘案し、8 時間以上の連続稼働時間を要求仕様として策定した。

表 3. 試作機 ver4.0 の要求仕様

項目	仕様	備考
自走方式	マイカ線上の移動	設置予定の飼育槽に既に設置されている。
大きさ	30 cm × 30 cm × 30 cm 以下	水面に接触しない高さが求められる。
重さ	2.0 kg 以下	マイカ線の耐久力を考慮する。
移動速度	0.15 m/s 以上	カワウの採食行動の時間と飼育槽のサイズから算出。
連続稼働時間	8 時間以上	日中の動作が前提とする。

6). 試作機 ver4.0 の開発

マイカ線上を移動させるために凹凸のある小型プーリーによりマイカ線を送り出す機構を採用した (図 6)。機体を小型化するために、マイコンボードは Raspberry pi zero、モーター

タドライバは Spark Fun 社の Qwiic Motor Driver、モーターは SHA YANG YE industrial 社 12V ギャードモータを採用した。これらの部品が収まるように筐体を設計した。

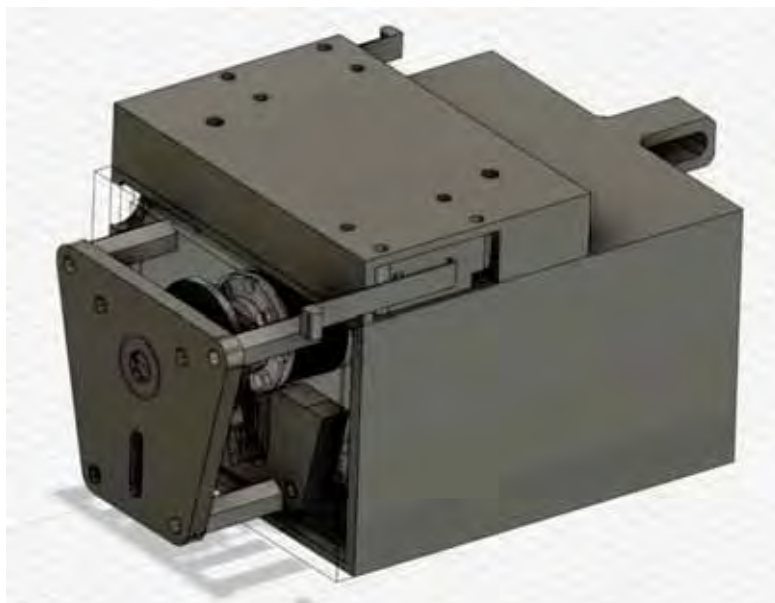


図 6. 試作機 ver4.0 の全体像

図 6 の設計図に基づき、熱積層型の 3D プリンタ（Zortrax 社製 M300Dual）などを用いて機体を製作した（図 7）。

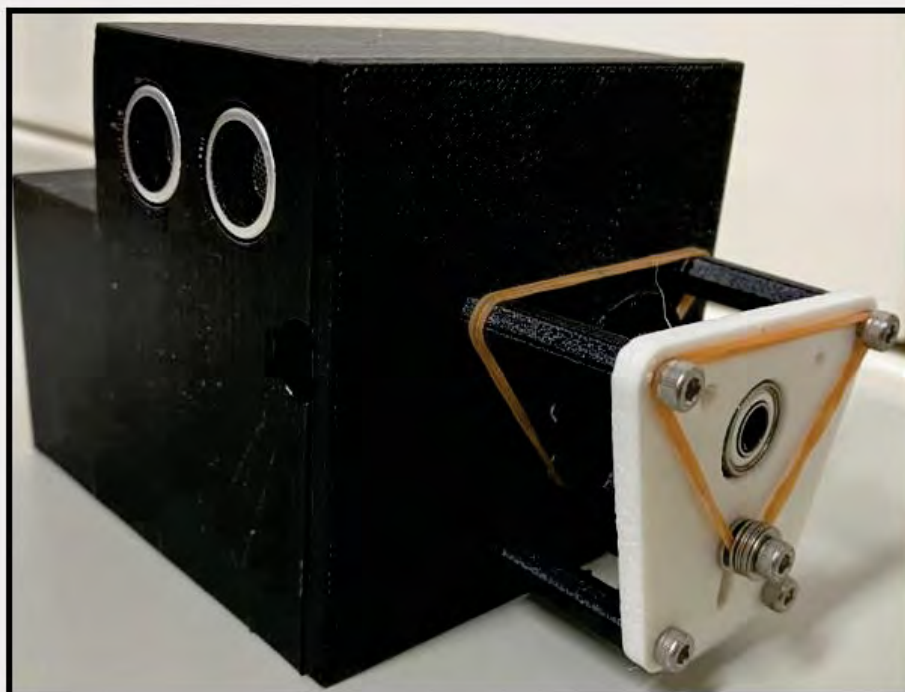


図 7. 製作した試作機 ver4.0

制作した試作機 ver4.0 がマイカ線上を移動できるかどうかを確認するため、屋内動作実験

を行った（図 8）。試作機 ver4.0 がマイカ線上を 0.3 m/s の速度で移動すること、相互通信ができていることを確認できた。しかし、0.3 m/s での走行はモーターへの負荷が大きく、要求仕様である 8 時間程度の連続稼働時間には適さないことが示唆された。このため、今後実施予定の実証試験では 0.2 m/s での動作させることを予定している。



図 8. 屋内動作試験の様子

3. 成果

令和 4 年（第 32 回）電気学会東京支部新潟支所研究発表会 2022 年 11 月 26 日（土）にて、「自走式ロボットとテグスを組み合わせた鳥害対策技術の検討」

中島 励（長岡工業高等専門学校）、東 隆佑（長岡技術科学大学）、白井 正樹（電力中央研究所）、坪井 潤一（国立研究開発法人水産研究・教育機構）、山本 麻希（長岡技術科学大学）、和久井 直樹（長岡工業高等専門学校）として口頭発表をおこなった。

山本麻希（長岡技術科学大学）、三栖誠司（全国内水面漁業協同組合連合会）

5) 成果検討会議の概要

令和4年度先端技術を活用したカワウ被害対策開発事業

第1回検討委員会 議事要録

開催日時：令和4年7月28日（金）午後3時15分～5時

開催形式：会場＋WEB併用（会場：東京国際フォーラム 会議室 G402）

出席者

水産庁

横内 誠司 増殖推進部 栽培養殖課 内水面指導班課長補佐

久米 瑞樹 増殖推進部 栽培養殖課 内水面増殖係

検討委員

羽山 伸一 日本獣医生命科学大学 教授

山本 誉士 麻布大学 獣医学部 准教授（WEB）

安永 勝昭 東京都内水面漁連 代表理事会長（兼実証地域 秋川漁協組合長）

実施機関

坪井 潤一 （国研）水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境応用部門

沿岸生態システム部 内水面グループ 主任研究員

山本 麻希 長岡技術科学大学 工学研究科 技学研究院 生物機能工学専攻 准教授

実証地域漁協

中島 淳志 両毛漁業協同組合 代表理事組合長（WEB）

中島 奈緒美 ” 総代（WEB）

福田 一 栃木県鬼怒川漁業協同組合 事務局長代理（WEB）

古山 勝也 秋川漁業協同組合 参事（WEB）

伊藤 伸一 天竜川漁業協同組合 代表理事組合長（WEB）

原 隆義 ” 副組合長（WEB）

酒井 豪 ” 漁場管理委員長（WEB）

井出 美知代 ” 事務局（WEB）

オブザーバー

庄司 亜香音 環境省 野生生物課 鳥獣保護管理室 野生生物専門官（WEB）

福田 智之 農林水産省 農村振興局 鳥獣対策・農村環境課 課長補佐

堀澤 正一 ” 鳥獣被害対策技術普及第1係

小西 浩司 群馬県水産試験場 主席研究員（WEB）

高山 佳一 群馬県漁業協同組合連合会 専務理事（WEB）

吉田	豊	栃木県水産試験場	主任研究員
村井	涼佑	〃	技師
加賀	豊仁	栃木県漁業協同組合連合会	専務理事 (WEB)
竹内	智洋	長野県水産試験場	技師 (WEB)
藤澤	孝男	長野県漁業協同組合連合会	参事 (WEB)
鵜殿	謙二郎	東京都産業労働局	水産課 主任
大久保	芳木	奥多摩漁業協同組合	代表理事組合長
見目	幸司	〃	副組合長 (WEB)
須崎	隆	〃	副組合長 (WEB)
木岡	和恵	〃	事務局長 (WEB)
鈴木	延幸	(株)ホビージャック	代表取締役
事務局			
中奥	龍也	全国内水面漁業協同組合連合会	専務理事
三栖	誠司	〃	総務課長
師田	彰子	〃	業務課長補佐

議事次第

1. 開会 全内漁連
2. 挨拶 全内漁連、水産庁
3. 本年度事業実施状況の報告および検討 水研、長岡技術科学大学
4. その他

議事概要

全国内水面漁業協同組合連合会事務局の司会で開会。挨拶は前会議の冒頭で合同の挨拶があったため省略。羽山委員長が座長となり進行した。出欠状況を報告後、水産技術研究所の坪井主任研究員及び長岡技術科学大学の山本准教授より事業概略説明と今年度の事業計画等について資料をもとに報告があり、それぞれの検討を行った。

① 事業概略と本年度事業計画の検討（配布資料に基づき説明）

（１）水産技術研究所担当分

～事業概要～

今年度の事業は３年目。４カ年の事業で来年度はマニュアル作り等、取り纏めに向けて動いていくスケジュール。前の事業はドローンに特化してマニュアルも３年連続作成した。

さらに普及させていくことと他の技術も開発しているところ。

～繁殖抑制技術の効率化と指導普及～

- ・赤外線カメラを活用したカワウ個体数把握技術の開発及び効果分析、GPS ロガー等を使っ

た漁場にカワウを寄せ付けない技術の開発及び効果分析、コロニーでどうやって繁殖抑制をしていくか等のその他先端技術の活用を検討と効果分析、という大きく3つの課題になっている。

- ・GPS ロガーのデータから、アユ放流場所とコロニーを頻繁に往復している。内陸のカワウは全て被害を与える個体と言える根拠。繁殖期に子育て用に捕食されるアユを守るのが繁殖抑制のポイント。
- ・繁殖期初期には強い個体が大きい卵をたくさん産んで子育て能力も高いので、前半の強い親の繁殖を効率的に抑制した。
- ・鬼怒川漁協管内のコリーナ矢板では、3月に3回、3機同時に飛ばして対策を行い、45 巣 166 卵を処理できた。45 巣×3.5 万円=157.5 万円分のアユを守った計算。
- ・ドローンを使わず、木登りでのドライアイス投入では、投入器に GoPro を付けて、他のモニターに wifi で映像を飛ばして巣の状況を確認しながら指示して実施した。命綱を付ける等安全に気を付けてやっている。

～捕獲技術の開発 ドローン（＋刺し網）でカワウを追い込めるかやってみる～

- ・カワウの捕獲は昨年度の取り組みで捕獲できないことが分かったので、追い込んで捕獲に繋がられないかやってみた。空中の刺し網と岸からは人力による追い払いをして、水中刺し網に追い込み捕獲成功した。ただ、全てのカワウに使える訳ではなく、まだ飛翔能力が低い若い個体のため成功したと考えられる。
- ・マスコミでも引き続き紹介されているので普及に努めている。
- ・コロニー発見から GooglePhoto で情報共有し、水試がダム管理者、自然環境課と調整し、テープ張りでコロニー除去までスムーズにできるようになった。
- ・山梨でコロニーの場所を移動させたいという現場ニーズがあり、擬親＋擬巣と擬音（ヒナの鳴き声）による擬コロニーを使って巣ができたので他の取り組みとして紹介。

（2）長岡技術科学大学担当分

～GPS 行動追跡調査及びモニタリング調査によるカワウの飛翔・採餌行動の解明～

- ・被害を与えているカワウがどこに戻ってどういう行動をしているかを調べるのがこの研究の大目的。これまで衛星追跡は他でも行われていたが、当時は GPS アルゴスを使っていたが、最短で6時間に1点の測位だったので時速 60 キロで飛ぶカワウの動きはよく分からない状態だったので、採餌の行動圏やねぐら・コロニー間の移動を明らかにする。
- ・もうひとつは環境省のねぐらコロニー調査のデータと漁協が実施している飛来調査のデータが溜まってきたのでこれらの GIS 分析も実施する。
- ・前回の会議（3月）以降の動きは、今年は7台ロガーを購入しており、昨年残り1台と合わせて8台装着予定。場所は栃木と群馬の2箇所。
- ・ロガーの装着方法を改善した。ハーネス方式だと一生外れない可能性があるのですが、ランドセル方式を糸で縫って止めることで、糸が劣化によりそのうち取れるという仕組み。
- ・ロガーは Lotek 社の機種。冬に電池切れが起きたが、5分に1回の設定でデータ回収を行う。栃木県水試や群馬県の漁協の皆様にご協力いただいている。

- ・4 個体ほど長期間のデータが出てきた。（データ回収状況：ロガー装着計 17 羽、データ回収計 8 羽、現在装着中計 11 羽、狩猟回収計 5 羽）
- ・コリーナ矢板の親個体は放流場所周辺のピストン移動を繰り返している。
- ・4 月に鬼怒川で装着して 6 月にデータ回収した巣立ちヒナ個体は、鬼怒川だけでなくゴルフ場の池や逆川を利用して、育雛行動はなく、ブラブラしているような記録。
- ・2 月に桐生川で装着して 4 月にデータ回収した巣立ちヒナ個体は、渡良瀬川で県境をまたいで採餌していた。また、新しいねぐらを発見した。
- ・6 月に桐生川で装着して 7 月に狩猟された幼鳥個体は、ねぐらではない河畔林のようなところで過ごしていたと推測。
- ・今後の GPS データ解析で、河川での採餌環境を知るため、地形情報や魚種調査データを組み合わせる。

～ねぐら・コロニーのデータと飛来調査データを組み合わせた GIS 分析～

- ・これまでの 15 キロ圏内のデータだとその場所の環境で左右されてしまうので、県単位でデータが揃っているところでやってみる。
- ・最大数と平均飛来数をもとに、ねぐらコロニーとの関係を分析する。
- ・周囲の河川のポイント数や海の面積との関連等を分析したい。

～カワウに対する忌避効果の高い防除方法の確立～

- ・魚沼試場でテグスとレーザーの試験をやっている。
- ・テグスの張り方について、全国の漁協へアンケート調査をしたい。どこにどの様に張る、苦勞する点、テグスの素材、設置間隔、設置時の課題、効果の有無等を聞きたい。できれば河川だけでなく、養鱒の団体にも聞いてみたい。
- ・低出力レーザーについて、オルサという会社のレーザーが意外とよい。昼間は効かないと考えていたが効いている。クラス 2 という目に入っても安全という規格。緑と赤で 360 度回るようなもの。昼間でも 20～30m は届いている。夜は 200～300m。釣り堀や池等に効果ありそう。野外用の仕様になっていないので、対策をして 6 月に 20 日間程使ってみた。元々カワウが少ない時期だったがカモには効いていたように見えた。防水や湿度対策をして再度テストしてみる。

～動くテグスの開発～

- ・試作機の改良を続けている。防水対策等現場で動せるようにして、実証試験を行う。

コメント

- 【坪井主任研究員】レーザーは人命救助用等で結構出ているが基準を超えてそうなものもある。
- 【山本准教授】間違っって空に向けると航空機への影響等も懸念される。低出力でも効くのがよい。色々効果の宣伝があるが実際見ないと分からないのでまずはテストを重ねる。
- 【坪井主任研究員】東電の鉄塔にいるカワウにレーザーを使った。忌避はするが段々戻って

くる時間間隔が短くなっていた。

【山本准教授】慣れる予測はあるが、飛来防除として何%減らせるかという見方を数値化したい。

【坪井主任研究員】現場ではレーザーは期待が高い。

【山本准教授】これまでは高出力でないと効かないと考えられていた。今回、低出力で細かく動いてくれるレーザーが出てきたので期待したい。

【坪井主任研究員】長野水試の竹内様から。価格はどれ位か？

【山本准教授】赤緑のタイプで 30 万円、赤緑青で 40 万円と聞いている。新潟県内の養鱒場で被害があるので導入予定。

【坪井主任研究員】養鱒場では鳥が病気を持ってくることがあるので、飛んでくることを避けたい。

【秋川漁協安永組合長】山本先生にお願いして釣り場のカワウを追い払う動くテグスも考えてくれているが、若干時間がかかっているので、飛行場で使うレーザー（日本通信エレクトロニクス）があり、その商品は防水対策もしてあるので、購入を検討している。

【山本准教授】そのレーザーは高出力なので網膜が切れる位なので、気を付けてほしい。

【秋川漁協安永組合長】秋川ではなく、多摩川の堰の上にいる鳥を狙ってみたいが今日の話があったのでよく検討したい。

【坪井主任研究員】テグスは私も期待しているが、各地で様々やり方があるのでどんなか。

【山本准教授】アンケートはどういう方法がよいか。Google フォームとかは。

【全内三栖】ネットを使った方法だと限られるかも。

【山本委員】GPS について。今基礎生態を追跡するのが重要だと思うが、追跡しながら対策してその効果を調べるということはされないのか。

【山本准教授】それも考えていて、鬼怒川と両毛漁協で追い払いもやっているののでできると思う。実際装着した個体が対策している場所を避けているかとかは見れると思う。

【山本委員】色々な対策をされているので、それぞれの共通項とかを見つけ出していくと定量的な評価に繋がると感じた。

【山本准教授】その観点も是非見ていきたい。

【坪井主任研究員】東京都でも GPS ロガーを始めたそうなので、情報提供いただければ。

【東京都鶴殿主任】都の単独事業で GPS の調査をする。多摩川と秋川の流域で GPS を装着して 3 年間位様子を見ていく計画。群馬や栃木の取組みについて伺うこともあるかと思う。レーザーの話ではカワウ対策で音を使う対策に苦情が多いのでお知恵を拝借したい。

【坪井主任研究員】ドローンに取付けられるなら何かできそう。

【山本准教授】軽いのでできると思う。

【両毛漁協中島組合長】テグスについて、きっちり張らないと効果がなさそう。垂れてきて流されたりすると管理が大変。今は 2 ミリくらいの太さを張っている。間隔は最初 30m 位だったが効果少なく、10m 位でより細かく張ると降りてこなくなった。釣り人に見える

ように目印は貼っている。レーザーは昔ミラーでやったのは効果があったが手間がかかった。ドローンでフラッシュを付けて飛ばしてやったが個体差があるようだ。今日の話から危険のないレーザーをぶら下げてやるとよいかと思った。あとロガーの報告の中で、桐生川で狩猟された個体があったが、ちょうど記録された場所はアユがたくさんいた場所。たくさん食べられる所だったので帰らなかったのかと考える。カワウ釣りでは頑丈に設置したはずの支柱が引きづられて流心に移動して回収不能になったりしたので改良を考えている。

【坪井主任研究員】カワウ釣りは今後データが溜まってくると思う。山本委員の意見もデータが集まると新たな発見があると思うので期待したい。テグス張りは古くて新しいトピックで、カワウ対策でテグス張りしてない漁協の方が少ないと思う。季節や採餌場としての魅力度によっても変わるので黄金比のような共通の答えはないと思うが成功事例を共有できるとよい。レーザーは安全が担保されているもので効果を出して情報発信できたらよい。

【山本准教授】ファントムのバッテリーを自動充電するニュースを聞いたのだがそれができるなら対策の労力が減るのでは。

【ホビージャック 鈴木氏】あれだけの容量は置いただけでは充電できないはず。そういうニュースは色々出るがその後実用されているとは限らない。普通の充電でも目は離せないのも、自動でやるとなると火事等の危険がとても高い。

【栃木県漁連加賀専務】栃木県では知事の肝入りでデジタルを使って様々な課題を解決しようという事業があって、カワウ関係で2つ事業が動いている。1つは安価でデータの回収が簡単なGPSロガーを作ろうというもの。今試作中で10月位には約20台できる。栃木県の中だけで使うのは難しいので、半分位関東中心に試作してみて貰えないかという話がある。詳細はHPに。<https://www.tochigi-digitalhub.jp/project/>

今までは近くに行ってデータを回収しないといけませんが、LTEの技術を使ってクラウドに送信して回収するというようなもの。皆さんの意見も聞きながらやっていきたい。もう1つはフィッシュパスのアプリの話があったが、もう少し簡単にできないかというもので、漁協だけでなく釣り人や一般の方にも協力いただいて調査ができないかというアプリ開発を進めている。LINEを使ってやるというもので10月位に試作ができる。県内で試作してみて来年4月位には規模を広げて実証試験をしたい。簡単にデータが収集できるものにしたいがアプリを使用するにはサーバー使用料が必要になるので、そこをどう手当てしていけばよいか今後相談したい。

【坪井主任研究員】私も参加させていただいている。カワウの専用アプリを作っても中々開かない。LINEなら使い慣れているので、写真を送ると何羽いたとか自動で質問が来るような感じ。それをビッグデータにしていく。

【栃木県漁連加賀専務】アプリはデータの記録もできるようにして、事務局の仕事も楽になるようになればと考えている。

【坪井主任研究員】天竜川漁協の様子はどうか。

【天竜川漁協伊藤組合長】うちの方は今ねぐらからカワウがいなくなっているが、月 1 回 5 漁協で調査は継続している。

【鬼怒川漁協福田氏】最近の鬼怒川の状況はカワウの数は減っている。追払いでは年間 100 万円程買っていた中国製の花火が音が出てよかったが、マイクロプラスチックの関係で輸入が禁止になって、今は効果の少ない花火になってしまっている。今年は 100 万尾の Ayu を放流したが釣り客も少ない状況があって、カワウ対策も必要だが集客も問題になっている。今後はレーザーの利用に興味を持っている。湖等もあるので効果的に使えるようになるとうい。

【坪井主任研究員】この事業が始まって 6 年目で、まだまだできることがあると思う。今後もしいついたことがあれば連絡ほしい。

午後 5 時終了

令和4年度先端技術を活用したカワウ被害対策開発事業
現地検討会 議事要録

開催日時：令和4年12月15日（木）午後1時30分～5時

開催場所：栃木県矢板市石関 1121-107 コリーナ矢板

出席者

水産庁

横内 誠司 増殖推進部 栽培養殖課 内水面指導班 課長補佐

検討委員

安永 勝昭 東京都内水面漁連 代表理事会長（秋川漁協 組合長）

実施機関

坪井 潤一 （国研）水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 沿岸生態システム部

内水面グループ 主任研究員

福田 野歩人 〃 主任研究員

関根 信太郎 〃 研究員

山本 麻希 長岡技術科学大学 工学研究科 技学研究院 生物機能工学専攻 准教授

丸山 拓也 〃 大学院生

実施地域漁協

渡邊 立美 栃木県鬼怒川漁業協同組合 理事

福田 一 〃 事務局長代理

郷間 康之 〃 主任

深澤 裕介 〃 技術担当

柳田 朱美 〃 事務担当

中島 淳志 両毛漁業協同組合 代表理事組合長

中島 奈緒美 〃 総代

伊藤 伸一 天竜川漁業協同組合 組合長

西村 満美 〃 事務局

オブザーバー

加賀 豊仁 栃木県漁業協同組合連合会 専務理事

吉田 豊 栃木県水産試験場 主任研究員

村井 涼佑 〃 技師

片平 篤行 群馬県農政部鳥獣被害対策支援センター 調査研究係長

下田 優 〃 主幹

渡丸 敬美 〃 副主幹

竹内 智洋	長野県水産試験場	技師
上島 剛	〃	環境部長兼佐久支場長
鵜殿 謙二郎	東京都産業労働局農林水産部水産課	主任
鈴木 延幸	(株) ホビージャック	代表取締役
小林 宏行	〃	技術主任
西谷 明	有限会社オルサ	代表取締役
事務局		
中奥 龍也	全国内水面漁連	専務理事
三栖 誠司	〃	総務課長

議事次第

1. 開会 全内漁連
2. 挨拶 全内漁連、秋川漁協、水産庁
3. 事業の実施状況について 水研、長岡技科大、
実証地域（鬼怒川漁協、両毛漁協、秋川漁協、天竜川漁協）
4. 現地視察 コリーナ矢板敷地内の池

議事概要

全内漁連の中奥専務理事、鬼怒川漁協の福田事務局長代理、水産庁裁培養殖課横内課長補佐様より挨拶の後、水産技術研究所の坪井主任研究員、長岡技術科学大学の山本准教授並びに丸山様、オルサの西谷代表取締役、鬼怒川漁協の福田参事兼事務局長、両毛漁協の中島組合長、秋川漁協の安永組合長、天竜川漁協の伊藤組合長より資料等に基づいて事業の実施状況について報告があった。その後、敷地内の池へ移動し、現地視察とドローンのテスト飛行を行った。

【坪井主任研究員】事業の概要について説明。来年度のマニュアル作成予定に向けてドローン以外の取組も柔軟にやっていく。繁殖抑制は時期が大切で、近くにいる人（漁協）でないと難しい。前半の繁殖力が強い個体の対策が必要で栃木だと3月～。どんどんやりにくい場所へ移るが腕と根性でやっている。コリーナでは3日やった割には上々。那珂川北部では木登りでやっている。

ドローンを使った捕獲は最初うまくいかなかったが水中刺し網も使って挟み撃ちでやってなんとか成功した。オルサより提供のあったレーザーについては、3Dプリンターでドローンに取り付ける台を制作できた。ファントム4は500gまでは持てる。レーザーは288g。

ドローンを使った対策はドローンの業者委託では難しい。アユを守りたい人がやるのがよい。

【長岡技大丸山氏】GPS データロガーによる行動追跡調査については、群馬県の桐生川でカワウ釣りを実施したが、捕まったカワウが溺死する等あってなかなかうまくいかなかった。栃木水試で自動回収装置を作ってくれた。取れたデータからカワウがどれ位どこで食べたか採餌環境を調べていく。国交省から貰ったデータと合わせて解析予定。Sentinel-2 の画像も使ってみる。今後、1～3月で成鳥に付けたい。

GIS データ分析では2018～2022 は集計終了。次は統計解析。東京都の秋川でもGPS ロガーを取り付けることができ、50 羽位のコロニーを見つけられたので、被害を与えるカワウを見付けて数えることに繋がっている。

【長岡技大山本准教授】動くテグスについて、改良を重ねている。カワウにとって絶対嫌なのは接触刺激。ゴンドラの会社に行ってイチから設計し直して、防水対策等も行い進化中。設置試験でいくつか課題も見つかったので再試験予定。

テグス張りは全国でやっているがマニュアルがなく、効果あるやり方が分かっていないのでアンケートをやる予定。マニュアルにも反映させる。

レーザーはアグリレーザーでやっていたが、100 ミリワットで失明する危険があり危ない。オルサのバードシールドレーザーは緑と赤の本数が多く、目に当たっても大丈夫。今後テストしていく。

【オルサ西谷代表取締役】元々は光通信の計測器が専門。このレーザーは焦点が合わないことも特徴。JR に頼まれた時、昼間効かないのが問題だった。このレーザーなら昼間でも100～200m位でも効いた。3タイプあって、イノシシ対策として茨城のレンコン農家で2冬目のテスト中。鳥の両目に当てれば太陽があってもいけると考えた。レーザーの本数も1本だと慣れてしまうことが分かった。〔動画紹介〕夜の方が効き目が高い。

実証地域漁協より

【栃木県鬼怒川漁協福田氏】今年、夏に298羽有害鳥獣で駆除した。猟期としては今年の11月から今年の2月にかけて422羽、合計720羽を駆除した。自然環境課が7月の県内の3箇所調査した数は1090羽だった。そのうち鬼怒川漁協管内は845羽で全体の77%。鬼怒川以外の小さなコロニーは少なくなっているようだが、鬼怒川は変わらない模様。アユについては、大きな個体が増えた。

【栃木県水試村井技師】令和3年の生息調査では1931羽と推定しているのに対し、駆除は1645羽実施しているが被害は大きく減っていない。GPS ロガーはこれまでに12羽付けて、7羽分のデータを回収できている。そのうち、令和2年7月～令和3年4月の幼鳥の行動は、栃木、茨城、東京、群馬、千葉の間を広域で移動していた。成鳥は栃木、群馬、埼玉を移動していて、2回子育てをしていると考えられる。この結果から広域対策が改めて必要で、餌場等を見極めてポイントを絞って行うことが省力化に繋がる。新型のロガーにつ

いては、SIM カードを使用して 2 時間に 1 回の計測になるが、移動の記録は分かり、データ回収に行かなくてもよいのが利点。20 個作り、15 個は県内で取付けて 5 個は他県でも協力いただければ提供したい。

(コメント)

【坪井主任研究員】今回のデータでは福島には行っていないので、この辺りのカワウの北限と考えられ、広域協議会の対策に繋がるものとなる。

【群馬県両毛漁協中島氏】群馬への移動は日帰りか？（9 月に行っていくつかのねぐらを使っている所以で季節移動と考える。）

【群馬県両毛漁協中島氏】カワウ釣りの様子を動画で紹介。釣りに適した条件が難しい。サギ類が届かない、魚が適度に泳ぐとか程よい場所がある。夜のデータ回収は危ないが楽しみながらやりたい。

【東京都秋川漁協安永氏】令和元年 10 月の台風 19 号の前は 1 人 100 羽捕ったりしたが、今はカワウが減っている。多摩川で捕獲を依頼して、11 月に捕れた。都の事業で GPS ロガーによる追跡を行っている。

【東京都水産課鵜殿氏】衛星通信でデータ回収できるモデルを 2 台、これまでのデータ回収が必要なモデルを 5 台の計 7 台を取り付ける。3 年間の実施予定。

(コメント)

【坪井主任研究員】色々広がっている。GPS は基礎の部分であるので、被害減少に繋げたい。

【長野県天竜川漁協伊藤氏】毎月第 1 日曜日に定点観測をしている。カワウ釣りには看板設置等が必要か？前夜仕掛けて朝に捕るとか。（溺死等もあるので基本は見ておく必要がある。）冬には飛来が減るがアユを放流すると来る。上流の諏訪湖ではなく、下流から来ていると思うので連携したい。先程紹介のあったレーザーに興味を持った。

(コメント)

【坪井主任研究員】レーザーに限らずだが、海外製は価格高騰しているので、国産利用は良い取組。オルサ様のレーザーは鳥の目側からの仕組みから考えられたもので効果ありそう。天竜川の下流の浜名湖からの飛来も考えられるので、逆探知が早い。その他の場所でも琵琶湖とかでも付けられるとよい。エビデンスができて波及していく。

その後、コリーナ矢板の施設内の池へ移動し、現地視察と水研の坪井氏による、ファントム 4 にオルサのレーザー機器を取り付けてテスト飛行を行った。池の周辺の樹木は所々葉も見られ、糞により枯れている箇所もあったが、あいにくカワウはその時間池に戻って来ていなかった。また、ホビージャックの小林氏による、マビック 2 のテスト飛行も行った。

午後 5 時頃終了

令和4年度先端技術を活用したカワウ被害対策開発事業
第2回検討委員会 議事要録

開催日時：令和5年3月7日（火）午後3時15分～5時

開催形式：会場＋WEB併用（会場：TKP神田駅前ビジネスセンター5階 会議室5C）

出席者

水産庁

横内 誠司	増殖推進部 栽培養殖課 内水面指導班課長補佐
久米 瑞樹	増殖推進部 栽培養殖課 内水面増殖係
鈴木 聖子	増殖推進部 栽培養殖課 栽培養殖専門官（WEB）

検討委員

羽山 伸一	日本獣医生命科学大学 教授
山本 誉士	麻布大学 獣医学部 准教授
安永 勝昭	東京都内水面漁連 代表理事会長（兼実証地域 秋川漁協組合長）

実施機関

児玉 真史	（国研）水産研究・教育機構 水産技術研究所 企画調整部門 研究開発コーディネーター
坪井 潤一	（国研）水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境応用部門 沿岸生態システム部 内水面グループ 主任研究員
山本 麻希	長岡技術科学大学 工学研究科 技学研究院 生物機能工学専攻 准教授

実証地域漁協

中島 淳志	両毛漁業協同組合 代表理事組合長（WEB）
中島 奈緒美	〃 総代（WEB）
福田 一	栃木県鬼怒川漁業協同組合 事務局長代理（WEB）
峰岸 秀雄	秋川漁業協同組合 参事（WEB）
伊藤 伸一	天竜川漁業協同組合 代表理事組合長（WEB）
酒井 豪	〃 漁場管理委員長（WEB）

オブザーバー

村上 靖典	環境省 野生生物課 鳥獣保護管理室 室長補佐（WEB）
庄司 亜香音	〃 野生生物専門官（WEB）
堀澤 正一	農林水産省 農村振興局 鳥獣対策・農村環境課 鳥獣被害対策技術普及第1係長
佐藤 英夫	鳥取県内水面漁業協同組合連合会 代表理事会長（WEB）
小西 浩司	群馬県水産試験場 主席研究員（WEB）
高山 佳一	群馬県漁業協同組合連合会 専務理事（WEB）

村井 涼佑	栃木県水産試験場	技師
加賀 豊仁	栃木県漁業協同組合連合会	専務理事 (WEB)
藤澤 孝男	長野県漁業協同組合連合会	参事 (WEB)
龍 岳比呂	東京都産業労働局	水産課 課長代理 (WEB)
鵜殿 謙二郎	東京都産業労働局	水産課 主任
齋藤 宏和	三重県内水面漁業協同組合連合会	構造改革コーディネーター (WEB)
鈴木 延幸	㈱ホビージャック	代表取締役
事務局		
中奥 龍也	全国内水面漁業協同組合連合会	専務理事
三栖 誠司	〃	総務課長
師田 彰子	〃	業務課長補佐

議事次第

1. 開会 全内漁連
2. 挨拶 全内漁連、水産庁
3. 本年度事業実施状況の報告および検討 水研、長岡技術科学大学
4. その他

議事概要

全国内水面漁業協同組合連合会事務局の司会で開会。挨拶は前会議の冒頭で合同の挨拶があったため省略。羽山委員長が座長となり進行した。出欠状況を報告後、水産技術研究所の坪井主任研究員及び長岡技術科学大学の山本准教授より事業概略説明と今年度の事業実施状況等について資料をもとに報告があり、それぞれの検討を行った。

① 事業概略と本年度事業実施状況の報告および検討（配布資料に基づき説明）

（１）水産技術研究所担当分

～事業概要～

今年度の事業は３年目。４カ年の事業でこれまではドローンが主体でやってきたが他にも様々な技術が出てきた。来年度はカワウ対策DX（Digital Transformation / デジタルトランスフォーメーション）として取り纏めのマニュアル作りをする他、技術普及の横展開を進めたい。

～繁殖抑制技術の効率化と指導普及～

- ・赤外線カメラを活用したカワウ個体数把握技術の開発及び効果分析、GPS ロガー等を使った漁場にカワウを寄せ付けない技術の開発及び効果分析、コロニーでどうやって繁殖抑制をしていくか等のその他先端技術の活用を検討と効果分析、という大きく３つの課題になっている。

- ・鬼怒川漁協管内のコリーナ矢板では、年々対策しづらい場所に巣ができるが、3機同時に飛ばして対策を行ったことで3回の活動で45巣166卵を処理できた。45巣×3.5万円＝157.5万円分のアユを守った計算。この3月も毎週ドライアイスの対策をする予定。早期の対策が大切で、現場に行ってみてもうヒナがいる状況だと厳しい。
- ・DIPS2.0の申請について、これまでのウェブサイトと互換性がゼロで大変だった。水産庁から国土交通省へ声がけいただいたお陰で何とかできた。
- ～捕獲技術の開発 ドローン（＋刺し網）でカワウを追い込めるかやってみる～
- ・カワウの捕獲は空中の刺し網と岸からは人力による追い払いをして、水中刺し網に追い込み捕獲成功した。
- ・山梨でコロニーの場所を移動させたいという現場ニーズがあり、擬親＋擬巣と擬音（ヒナの鳴き声）による擬コロニーを使って巣ができたので他の取り組みとして紹介。
- ・レーザーを使った対策では、安全性をクリアした2ミリワットの機器をドローンに取り付けて対策できるようになった。
- ・エアライフル射手の育成事例では、岐阜県の郡上漁協で若手がいたが多忙により辞めてしまった。

（2）長岡技術科学大学担当分

～GPS 行動追跡調査及びモニタリング調査によるカワウの飛翔・採餌行動の解明～

- ・被害を与えているカワウがどこに戻ってどういう行動をしているかを調べるのがこの研究の大目的。これまで衛星追跡は他でも行われていたが、測位精度が低かった。技術の進歩によりGPSロガーでより詳しい行動追跡ができるようになった。
- ・環境省のねぐらコロニー調査のデータと漁協が実施している飛来調査のデータを合わせたGIS分析はまだあまり良い結果が出ていないので今回は割愛する。
- ・捕獲場所は栃木と群馬の2箇所。装着台数は18台。機種はSolar PinPoint VHF-L Tag。データの回収に約200m範囲内にいないといけない。測位間隔は5分に1回程度の設定が最適。ただ、栃木県の予算で今と同じ位のサイズで4G回線の電波が入るエリアであれば自動でデータを送信してくれロガーが開発されている。
- ・採餌トリップの行動範囲を算出してみた。カワウは採餌にかけている時間が短く、GPSの測位データだと巣や羽を休めているところで過ごす時間が多く見積もられてしまうため、日の出から2時間（採餌が多い）における、カワウのカーネル密度が高いメッシュにおいて、測位点がある場所の環境を抽出、判定した。（データ回収状況：ロガー装着計18羽、1週間以上のデータ回収は幼鳥5、成鳥3の計8羽、狩猟計7羽、データ未回収3羽）
- ・結果、カワウは、ねぐら・コロニーから約15km圏内で行動する個体が多い。
- ・コロニー周辺では、繁殖期間は成鳥についていって採餌している幼鳥がいる。カワウの採餌トリップは、非繁殖期間では、日の出30分前に出発して日の出後30分位で帰ってくることが多い。
- ・トリップ回数から、繁殖期の成鳥が1日500g採餌しているという推定は過少評価と考え

られる。飛翔による移動速度は、時速 50～60km が実質的なところ。

- ・採餌場所については、魚が溜まりやすい淵が多い。個体差はある。時期による変化もあり。魚が多くいる川には集まってしまう。
- ・繁殖期間にベテランの親のヒナを育てさせないことが大切。
- ・コロニー間移動の記録では時速 90km を超えた例が 3 例あった。追い風の条件等が加わったと推測されるが驚きの記録。
- ・結論として、被害地点から 15km 圏内のねぐら・コロニーを優先的に管理することが大切。放流時期・場所における徹底的な追い払い・駆除のほか、繁殖コロニーでのドライアイスを用いた繁殖抑制を行う。河川の淵での対策（テグス張り）。県を超えた広域的な管理体制を作り、連携強化が必要。

コメント

【坪井主任研究員】トリップ長について、相当よい結果と思う。

【山本准教授】13 頁の単位 (min) は (h) の誤り。ねぐら・コロニーの往復だけでなく、いい餌場に行っているデータも含まれる。

【山本誉士委員】生態を知るにはとてもよい表が出ていると思う。これをどのように管理にいかすか。採餌場所の検証はどこかでした方がよいのではないか。GPS の時間帯も。

【山本准教授】昨年度、岸から 5 m 以内で採餌が多いというような結果は出た。時間帯については、朝 2 時間以外の時間も比較したい。管理に繋げるには地域ごとに違う動きをすることが新たに分かったので、地域のカワウの動きを把握することも大切。

【山本誉士委員】エース級の親はどう見分けるのか。

【山本准教授】早期に産卵する個体でよいと思う。今回のデータからは分からないが推測的に間違いないかと思う。

【三重県内漁連齊藤氏】（チャット）今度見学させていただきたい。

【坪井主任研究員】いつでもどうぞ。

～自走式ロボットとテグスを組み合わせた鳥害対策技術の検討～

- ・これまでの様々な対策から、慣れないものとして接触刺激を嫌がることからスタートした企画。不規則な動きを目指し、新潟県内水試の試験池でテストをした。マイカ線（主に農業用に使われているヒモ、結束や補強用）上を自走する方式。0.2m/s の早さが適当。連続 8 h の使用に耐えうる仕様を目指しているが、テストの結果モーターが焼けてしまったので要改良。

～テグスアンケートとレーザーによる防除装置の効果検証～

- ・アンケートを実施して集計中。デジタル回答は 50 漁協であとは紙。
- ・低出力レーザーによる忌避装置を使用する上では、2 ミリワット以内の安全規格内であることが必要。秋川と奥多摩でテストしてみたが、あまり効果がなかった。低い位置からレ

レーザーを当てる必要がある模様。引き続きテストを行っていく。

コメント

【安永委員】懐中電灯の方が効果あった場合もあった。鳥によって違うのかも。

【山本准教授】光は慣れる。レーザーは効果が続く評価がある。今後もテスト続ける。

【東京都鶴殿氏】夕方、光があるとレーザーは届かなかった。

【山本准教授】昼は30m、夜は300mであとは出力次第だが、高出力なものは管理できる場所でやっている。

【坪井主任研究員】山梨でも誘因→追い出しのため、高出力のものを使って効果があった。

【山本准教授】100 ミリワットなら昼でもカラスが逃げた。でも鳥の目に当たると網膜を傷つける恐れがある。ネットなどで、簡単に危険な規格のレーザーが買えてしまうのでルール作りが必要。

【山本准教授】テグス張りについては、河川の流れに垂直ではなく平行でもいいはず。

【安永委員】流し針の効果がアップする方法を開発した。評価できる方法はないか。特許とか。

【山本准教授】実用新案とかよいかも。

【全内漁連師田】自走式ロボットはいくらくらいか。

【山本准教授】まだ分からないが3Dプリンタを使っているのでもそんなににならないはず。

【坪井主任研究員】養殖池での網だと、フンから魚病が出ることがあるので、自走テグスができるとうい。

【両毛漁協中島組合長】テグス張りは占有許可取っているか。

【坪井主任研究員】正式に聞くと必要と答えざるを得ないだろう。日頃の付き合いや信頼によってやり易くなる。

【鬼怒川漁協福田氏】事務所の担当者によって変わる。

【坪井主任研究員】案山子を打ち込む場合は河川占有許可をきちんと取得した上でやる。

② その他

【坪井主任研究員】各地域の最近の状況はいかがか。

【安永委員】秋川の場合、釣り人が入るとカワウがいなくなる。

【鳥取県佐藤会長】テグス張りは現在は電話して伝えている。以前は届出の話もあったが話合いで解決した。

【坪井主任研究員】先週鳥取県へ伺った。土木サイドの河川環境への配慮がかなりされている。

【鬼怒川漁協福田氏】これまでに比べると減っている模様。対策をしてきたお陰だと考えている。

【坪井主任研究員】やった甲斐があったと思ってくれることも大切で、鬼怒川は本流でヤマ

メがよく釣れている。

【両毛漁協中島組合長】コロニーの個体群管理は行政対応してほしい。群馬では実績のあった対策（シャープシューティング等）ができなくなる事例が出ている。環境学習もやっていて、カワウの話もしている。釣り人や地域の人にも漁協のことを知ってもらうようにしていくべき。テグスのことも同じ。

【天竜川伊藤組合長】2月16日に本流で45～50センチのイワナとかアマゴの大きいものを放流した。甲斐があつてか解禁から人が入っている。インスタで調査結果を載せたりしているので、普及も進めている。

【坪井主任研究員】釣り人を呼ぶことで案山子的な対策になることについては、最初はたしか富山の田子さんが言い始めたはずだが、大河川の生きる道とも思うので是非継続していただきたい。

午後5時終了

6) カワウ被害対策に関する参考資料

・論文

Platteeuw M.、 Koffijberg K.、 Dubbeldam W. Growth of cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* chicks in relation to brood size、 age ranking and parental fishing effort. *Ardea* 83: 235-245 (1995).

https://www.researchgate.net/profile/Maarten_Platteeuw/publication/272152957_Growth_of_Cormorant_Phalacrocorax_carbo_sinensis_chicks_in_relation_to_brood_size_age_ranking_and_parental_fishing_effort/links/58d01e3aaca27270b4ace7aa/Growth-of-Cormorant-Phalacrocorax-carbo-sinensis-chicks-in-relation-to-brood-size-age-ranking-and-parental-fishing-effort.pdf

成末雅恵、 松沢友紀、 加藤七枝、 福井和二. (1999) : “内水面漁業におけるカワウの食害アンケート調査”、 *Strix*、 17、 p. 133-145

https://www.wbsj.org/nature/public/strix/17/Strix17_15.pdf

福田道雄・成末雅恵・加藤七枝(2002) : “日本におけるカワウの生息状況の変遷” . 日本鳥学会誌、 51(1)、 p. 4-11

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjo1986/51/1/51_1_4/_pdf/-char/ja

福田道雄(2002) : “日本におけるカワウの繁殖生態”、 日本鳥学会誌、 51(2)、 p. 116-121

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjo1986/51/2/51_2_116/_pdf/-char/ja

亀田佳代子・松原健司・水谷広・山田佳裕. (2002) : “カワウの基礎研究と応用研究 日本におけるカワウの食性と採食場所選択”、 日本鳥学会誌、 51(1)、 p. 12-28.

https://web.archive.org/web/20181103064419id_/https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjo1986/51/1/51_1_12/_pdf

Robert-Coudert・ Y. Grémillet D・Kato、 A. (2006) : “Swim speeds of free-ranging great cormorants”、 *Marine Biology*、 149(3)、 p. 415-422.

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00227-005-0242-8.pdf>

田中英樹(2010) : “I-3. カワウの餌魚種選好性—飼育実験から—”、 日本水産学会誌、 76(4)、 p. 711-711.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/suisan/76/4/76_4_711/_pdf/-char/ja

Tetsumi Takahashi、 Kayoko Kameda、 Megumi Kawamura、 Tsuneo Nakajima. Food habits of great cormorant *Phalacrocorax carbo hanedae* at Lake Biwa、

- Japan, with special reference to ayu *Plecoglossus altivelis altivelis*.
Fisheries Science 72: 477-484 (2006).
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1111/j.1444-2906.2006.01175.x.pdf>
- 坪井潤一・桐生 透. 卵の置き換えがカワウの繁殖成功および個体数に与える影響. 日本鳥学会誌 56: 33-39 (2007).
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjo/56/1/56_1_33/_article/-char/ja/
- 井口恵一朗・坪井潤一・鶴田哲也・桐生 透. アユを食害するカワウの摂餌特性. 水産増殖 56 (3) : 415-422 (2008).
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aquaculturesci/56/3/56_415/_pdf
- 坪井潤一・福田道雄・加藤ななえ・斉藤成人・石田 朗・須藤明子. 標識されたカワウの本州内陸部への移入. 日本鳥学会誌 58(2): 171-178 (2009).
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjo/58/2/58_2_171/_article/-char/ja/
- 佐藤真衣・井上裕紀子・石垣麻美子・山脇諒子・中川靖大・新妻靖章. 愛知県二地域におけるカワウの食性. 日本鳥学会誌 58(2): 196-200 (2009).
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjo/58/2/58_2_196/_pdf/-char/ja
- Jun-ichi Tsuboi and Akihiko Ashizawa. Seasonal decline of investment in egg production with increasing food abundance on the Great Cormorant in a riverfront colony. Ornithological Science 10: 113-118 (2011).
https://www.jstage.jst.go.jp/article/osj/10/2/10_2_113/_article/-char/ja/
- Nao Kumada, Tomoko Arima, Jun-ichi Tsuboi, Akihiko Ashizawa, and Masahiro Fujioka. The multi-scale aggregative response of cormorants to the mass stocking of fish in rivers. Fisheries Research 137, 81-87 (2012).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783612002743>
- 坪井潤一・芦澤晃彦. 山梨県におけるカワウ繁殖コロニー管理. 日本鳥学会誌 61(1): 38-45 (2012).
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjo/61/1/61_1_38/_pdf
- 山本麻希・桑山大実・鈴木誠治・高橋晃周・加藤明子 (2012) : 心拍数を指標としたカワウに効果的な心理的ストレスの評価、日本鳥学会誌 61 巻 (2012) 1 号 p. 29-37
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjo/61/1/61_1_29/_pdf/-char/ja
- 日野 輝明・石田 朗 (2012) : GPS アルゴス追跡による東海地方のカワウの行動圏と季節移動、日本鳥学会誌、61 巻 1 号 p. 17-28
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjo/61/1/61_1_17/_pdf

- 熊田 那央、藤岡 正博、本山 裕樹 (2014) : アユの大量放流はカワウのねぐらやコロニーの分布に影響するか、日本鳥学会誌 63 巻 1 号、p.23-32
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjo/63/1/63_23/_pdf
- 熊田那央. 日本の河川におけるアユ放流がカワウの採食行動や分布に及ぼす影響. 筑波大学博士論文 (2014).
<http://hdl.handle.net/2241/00123153>
- Kei' ichiro Iguchi、Hideki Tanaka、Takushi Shinagawa、Tetsuya Tsuruta、Takaharu Natsumeda、Koji Konish&Shin-ichiro Abe (2015) : Differing Wariness for Approaching Humans among Cormorant Migrants Advancing into Rural or Urban Habitats、Journal of Agricultural Science、 Vol. 7、No. 11
<https://pdfs.semanticscholar.org/7905/f3eea6dc2ce89cb581041b6da76b8e2f8777.pdf>
- Jarrold C. Hodgson、Rowan Mott、Shane M Baylis、Trung T Pham、Simon Wotherspoon、Adam D Kilpatrick、Ramesh Raja Segaran、Ian Reid、Aleks Terauds、Lian Pin Koh (2018) Drones count wildlife more accurately and precisely than humans Methods in Ecology and Evolution Volume 、 9、 Issue 5、 p. 1160-1167
<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/2041-210X.12974>
- Fijn、Ruben C.、de Jong、Job W.、Adema、Jeroen、van Horssen、Peter W.、Poot、Martin J.M (2022) : GPS-Tracking of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* Reveals Sex-Ruben C.
- Fijn、Theo J. Boudewijn and Martin J. M. Poot (2022) : Long-term attachment of GPS loggers with tape on Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* proved unsuitable from tests on a captive bird
- ・国立研究開発法人 土木研究所 自然共生研究センター (2000) : ARRC NEWS 特集 魚の住む川へ
- ・対策マニュアル
 (下記マニュアルは、全国内水面漁業協同組合連合会ウェブサイト
<http://www.naisuimen.or.jp/jigyoku/kawau.html> より、閲覧ダウンロード可能)
- 山本麻希. カワウってどんな鳥? 全国内水面漁業協同組合連合会 (2008).
- 山本麻希. カワウに立ち向かう. 全国内水面漁業協同組合連合会 (2009).
- 山本麻希. カワウに立ち向かう 2. 全国内水面漁業協同組合連合会 (2010).
- 坪井潤一. Let' s カワウ対策. 全国内水面漁業協同組合連合会 (2010).

坪井潤一・山本麻希・加藤ななえ．カワウを数える データをまとめる 地図化する！

全国内水面漁業協同組合連合会（2017）．

水産庁．Let' s ドローンでカワウ対策 基礎編．水産庁（2018）．

水産庁．Let' s ドローンでカワウ対策 Vol. 2 ～自律飛行&ビニルテープ張り 編～．
水産庁（2019）．

水産庁．Let' s ドローンでカワウ対策 Vol. 3～ドライアイス投入&赤外線撮影 編～．
水産庁（2020）．

・書籍

坪井潤一．空飛ぶ漁師カワウと人との上手な付き合い方．成山堂書店、東京（2013）．

www.amazon.co.jp/dp/442585411X

加藤ななえ（2014）：かわうのほん～共生ってなんだろう？～、NPO 法人バードリサーチ
（電子出版）http://www.bird-research.jp/1_katsudo/kawau/kawaunohons.pdf