

4-2) 調査研究成果 (カワウ)

(1) バイオロギングによる広域移動の追跡・把握

要旨

近年、カワウの被害対策が進むにつれ、カワウはアクセスの悪い大河川の中州や、急峻なダム湖畔で繁殖するようになり、内水面漁協が被害対策を実施するのが困難になりつつある。また、カワウの個体数が増加するにつれ、被害地点も同様に多くなり、対策が間に合わない状況にあり、被害を効果的に抑制するため、優先的に対策を行うべき地点の情報が求められている。カワウは1年で複数のねぐらやコロニーを利用するため、内水面の重要漁場に飛来し、被害を与えている個体が、被害発生時期に、どのねぐら・コロニーを利用しているのかがわかれば、優先的に個体群管理を行う必要があるねぐら・コロニーを選抜することも可能となる。

そこで本研究では、1)カワウのGPSによる行動追跡調査を実施し、内水面漁業に被害を与えているカワウの採餌行動及びねぐら・コロニーの利用を明らかにすることを目的とした。

今年度は、5県（群馬県、静岡県、広島県、高知県、愛媛県）でカワウの捕獲とGPS装着を試みたが、群馬県で4台、静岡県で1台の装着を行うことができた。そのうち、1台から40日の行動軌跡を得ることができた。今年は捕獲個体のうち2羽が死亡したため、カワウが捕獲後速やかに現地に行き、針を外す作業に取り掛かれるようにLTE回線を利用した遠隔でリアルタイムで現地の映像を確認できるMC1（協和テクノ）を導入した。

1. はじめに

近年、農水省・環境省は「被害地から半径15 km以内のねぐら等を中心として、ねぐら等の管理やそれらを利用するカワウの個体数を管理して、被害を与えるカワウの個体数を10年後（令和5年度）までに半減させることを目指す。」という管理目標（環境省・農林水産省 2014）を設定し、さらに「内水面漁業の振興に関する基本方針」（日農林水産省告示第1432号）において、その目標の早期達成を図ることとした。これにより、各都道府県の行政及び内水面漁協はこの目標を達成させるために、カワウの被害対策として、漁場での被害防除対策、生息環境管理、ねぐら・コロニーなどでの個体群管理を実施している。漁場での被害防除対策では、ロケット花火やかかしを用いたカワウの追い払いや銃器を用いた捕獲、テグス等の設置による飛来忌避対策などが行われ、カワウによる被害金額の推定に必要なデータとして、漁場への飛来数カウント（飛来数調査）が漁業者によって行われている（全内 2010）。生息環境管理では、河川において魚によって住みやすい環境を整えたり、カワウから魚が隠れる場所を創出したりする対策などが行われている。

(全内 2010)。カワウの個体群管理では、ねぐらやコロニーに生分解性テープを張ることとねぐらやコロニーの位置を管理する方法やコロニーの個体数管理のため、偽卵やドライアイスによる繁殖抑制やプロの捕獲技術者による集中捕獲(シャープシューティング)が行われている(全内 2010)。また、カワウの生息数を把握するため、都府県によって、ねぐら・コロニーにおいて生息羽数カウント(生息数調査)が行われている(全内 2016)。

近年、被害対策が進むにつれ、カワウは臆病なため、アクセスの悪い大河川の中州や、急峻なダム湖畔で繁殖するようになり、内水面漁協が被害対策を実施するのが困難になりつつある(全内 2020)。また、カワウの個体数が増加するにつれ、被害地点も同様に多くなり、対策が間に合わない状況(全内 2010)にあり、被害を効果的に抑制するため、優先的に対策を行うべき地点の情報が求められている。また、カワウは1年で複数のねぐらやコロニーを利用するため、内水面の重要漁場に飛来し、被害を与えている個体が、被害発生時期に、どのねぐら・コロニーを利用しているのかがわかれば、優先的に個体群管理を行う必要があるねぐら・コロニーを選抜することも可能となる。

そこで本研究では、1) カワウの GPS による行動追跡調査を実施し、内水面漁業に被害を与えているカワウの採餌行動及びねぐら・コロニーの利用を明らかにすることを目的とした。また、2) 河川におけるカワウの飛来数調査とねぐら・コロニーにおけるカワウの生息調査のデータを用いて GIS 分析を行うことで、河川におけるカワウの飛来数とそのカワウが使用するねぐら・コロニーの位置関係や優先的に個体群管理を行うべきねぐら・コロニーの条件を調べる事を目的とした。

2. 方法

釣り針によってカワウの捕獲を行った。カワウの外部形態計測は、日本海鳥グループが発行している海鳥の計測マニュアル(日本海鳥グループ 2010)に沿って、計測を行った。カワウの体重は、手ばかり 平面目盛板(No.74460、シンワ測定)を用いて 10 g の精度で計測を行った。嘴峰長(BL)、嘴高(BH)、ふしよ長(TS)、頭長(HL)は普及ノギス(No.19975、シンワ測定)を用い、0.1 mm の精度で計測を行った。尾長(TUL)、自然翼長(WL)はフェイバー折尺(No.78605、シンワ測定)で 1 mm の精度で計測した。捕獲した個体の成鳥と幼鳥の判別は、身体前面の羽色が白色がかったら幼鳥、そうでなければ成鳥と判別した。

使用した GPS ロガーはとサイズを表 1 に示す。GPS ロガーの装着は、テフロンリボンとかしめ(銅線用裸圧着スリーブ、ニチフ)を用いたハーネス方式を用いて行った(図 1、図 2)。装着から 1 年半後に GPS ロガーが自然脱落するように、ハーネスを半分に切断してから、綿糸(ダルマ 家庭糸 太口、横田株式会社)で縫い合わせる方法を用いた。装着機器の総重量は、捕獲したカワウの体重(1450-2400 g)のすべて 5%以下であり、飛翔行動への大きな影響を与えない重さと推測されている(Richard 2003)。

GPS による測位間隔は、Solar PinPoint VHF-L タグは、遠隔受信機(PinPoint Commander、

Lotek Wireless Inc.) を用いて、ロガーからの反応があった場合、データ回収を行った。

LoggLawG2（旧型）と LoggLawG2（新型）は、それぞれ 2 時間に 1 回、1 時間に 1 回の測位として設定し、データは LTE 回線を通じて、自動で転送され、カワウポータルから CSV 形式で緯度経度データをダウンロードすることが可能である。

表 1， 本研究で使用した GPS ロガー

機種	Lotek Solar PinPoint VHF-L Tag	Biologing solutions Inc. LoggLaw G2（旧型）	Biologing solutions Inc. LoggLaw G2S（新型）
総重量 [g]	19~25	31	50*
サイズ [mm]	25×80×11	28×85×16	25×80×11
GPS 測位	5 分に 1 回	2 時間 1 回	1 時間に 1 回
データ取得	受信機 (ロガーから 200m 圏内)	自動送信 (4G 回線)	自動送信 (4G 回線)





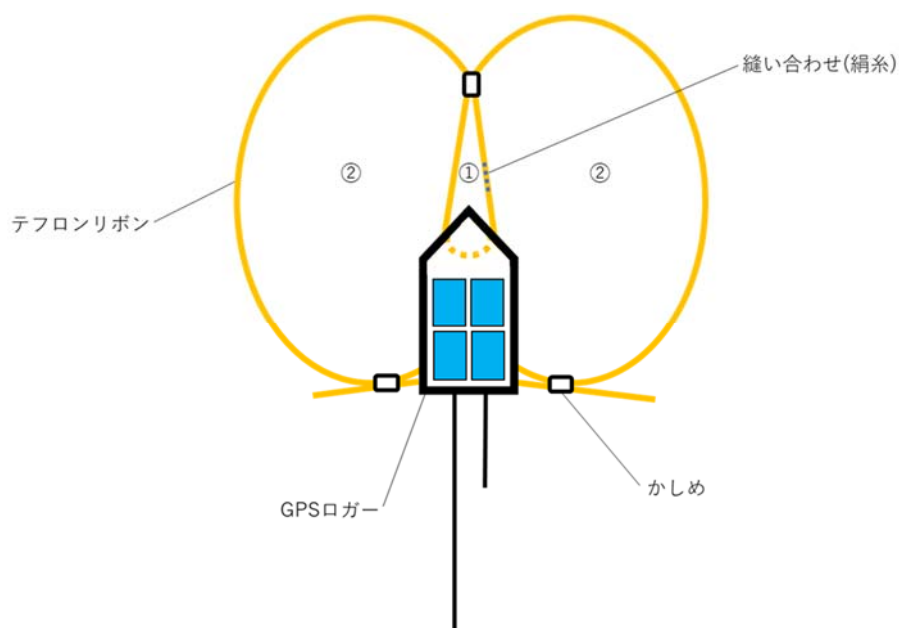


図 1． GPS ロガーとハーネス装着の模式図：①に頭部、②に羽を通し、カワウの背中で GPS ロガーのアンテナが下に来るように装着する。



図 2. GPS ロガーをハーネスで装着した様子

3. 結果

本調査では計 5 個体に GPS ロガーを装着した（表 2）。捕獲した個体の成長段階は幼鳥が 4 個体、成鳥が 1 個体で、うち 1 個体は繁殖期特有の白い婚姻色が出ており、親鳥であった。データ回収に成功したものが、1 個体で、そのうち一週間以上のデータを回収できたものが、1 個体であった（表 2）。

表 2. 装着日と捕獲場所とロガーの種類、データ取得状況

装着日	捕獲場所	ロガー	送受信機 ID	データ取得
2024-10-28	相川橋上流（群馬）	Lotek	56368	行方不明
2024-2-28	八坂橋（群馬）	G2	2305003	40 日間追跡
2024-10-19	幸橋（群馬）	G2S	2405009	ロガー回収済み
2024-10-19	昭和橋（群馬）	Lotek	45846	行方不明
2024-11-9	狩野川大橋（静岡）	G2S	2405011	死亡か脱落

Solar PinPoint VHF-L タグ（Lotek）のロガーを装着した 2 個体は、コロニーでデータ受信を試みたが、データを得ることができなかった。LoggLawG2（旧型、Biologing solutions Inc.）は 40 日ほどデータが取れたが、途中でデータの送信が途絶えた（図 3）。これまでのロガーのデータ取得状況を見ても漏水したため、途中で機械が故障したことが原因と推測される。この個体は、ねぐらとして高津戸ダムのみを利用し、桐生川と三ケ日村にある池で採餌をしていた。一方、G2S ロガーは、放鳥後、個体が死亡したため、ロガーを回収

した。狩野川で装着した個体は、放鳥後、移動し、その後、同じ場所から動かないことから、死亡、あるいは、脱落したものと考えられる（図4）。この他にも、高知県、広島県、愛媛県でカワウの捕獲を試みたが、生きた状態のカワウを捕獲することができなかった。

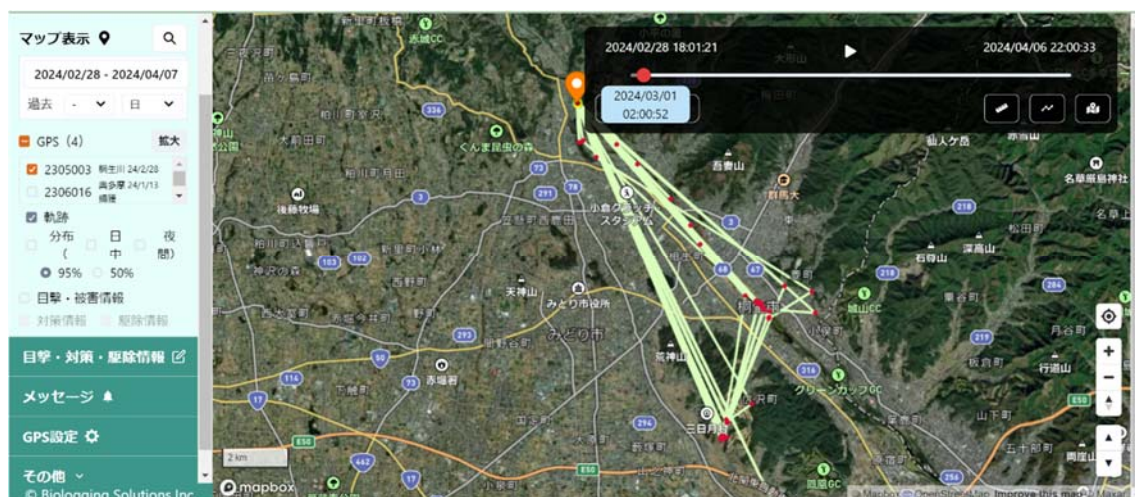


図3 桐生川で捕獲したID230503の個体のGPSの軌跡

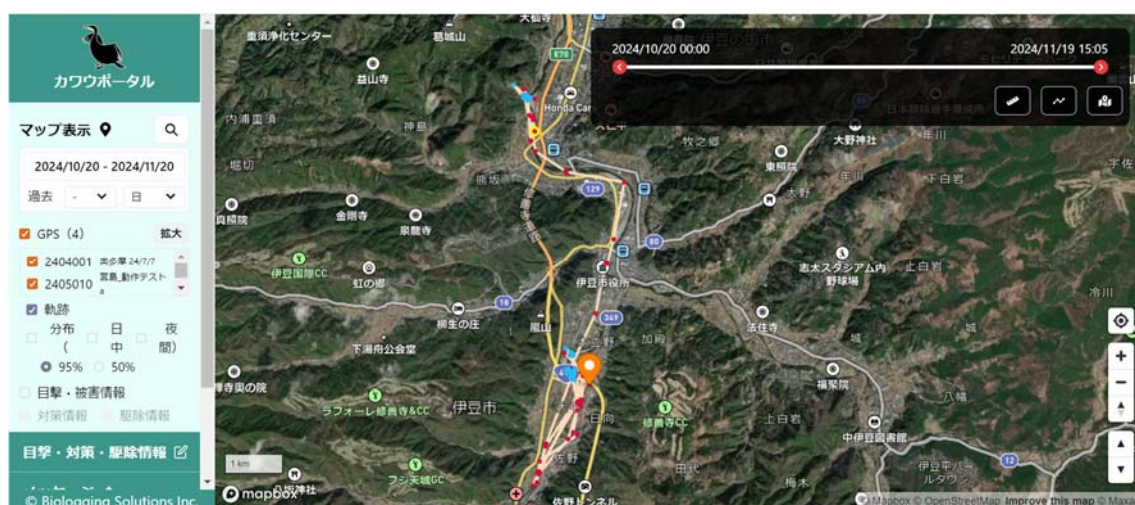


図4 狩野川で捕獲したID2405011の個体のGPSの軌跡

3). 考察

本年度は、カワウの放鳥後、2 個体が死亡した。釣った後にカワウが暴れることで、体内で針を飲んで胃腸を傷つけるなどして、衰弱したためと予想される。カワウがかかってから速やかに捕獲することが望ましいが、人間が近くにいるとカワウが飛来しないこともあるため、今年は、回収の際遠隔操作で現地をリアルタイムで観察できる MC1（協和テクノ、図 5）という自動撮影カメラを使用した。これによって、カワウに近づかずに捕獲状況をリアルタイムで観察することができるため、今後のカワウの速やかな捕獲を進めるうえで重要である。

今年は、全国内水面漁連と協力し、群馬県、栃木県以外の漁協で GPS 装着を希望する漁協に装着を試みた。しかし、カワウを釣ることが難しく、なかなか装着にこぎつけることができなかった。今後は、ウを釣る技術の講習会などを行うことで技術の普及をはかったり、カワウを釣る以外の方法で、生きた個体の捕獲する方法の検討を行っていく必要がある。

捕獲の効率化

通信カメラによる遠隔監視 使用機器：MC-1



設置が簡単



アプリでリアルタイム映像を確認・録画可能

図 5 カワウの捕獲状況を確認するため自動撮影カメラを使用した

4. 成果の公表

なし

山本麻希（(株) ういるこ）、坪井潤一（水産技術研究所）、三栖誠司（全国内水面漁業協同組合連合会）

(2) 飛来数報告アプリの開発・普及

要旨

各都道府県の内水面漁業協同組合や連合会では、組合員が観察・報告した漁場へのカワウ飛来数の集計に多大な労力を要していた。そこで、組合員を中心とした報告者の負担を軽減し、より精度の高いカワウのモニタリングを実現することを目的に、スマートフォンなどのICTを活用した報告プラットフォームのシステムを開発した。システム開発と並行して、組合員への普及活動を実施し、23 の都道府県の内水面担当者および連合会に対する説明を行った。

1. はじめに

カワウモニタリングシステムの基礎技術は、令和元年度の「やるぞ内水面漁業活性化事業」において、栃木県漁業協同組合連合会が実施した「ICTを活用した漁獲データの収集（遊漁者からの情報収集）による漁獲量の推定」を起点としている。この事業において、スマートフォンやデジタルカメラで撮影した画像の geotag（位置情報）を読み取り、デジタル地図にマッピングする技術を独自開発したことが、本技術の出発点である。

令和2年度には、岐阜県漁業協同組合連合会が同事業で実施した「ICTを活用した生息状況把握システムによるカワウ対策の効率化」において、システム開発の検証と実用化を加速した。令和3年度以降、岐阜県漁業協同組合連合会から業務を受託し、カワウモニタリングシステムの改良に取り組んできた。

システム開発以外の業務領域として、年間200以上の漁協や行政機関を訪問し、内水面漁業の課題を収集・把握した。そのうえで、ICT技術を活用した業務改善や利便性向上、新技術の普及・啓蒙に注力してきた。これらの技術と活動を基盤として、「令和6年度 効果的な内水面水産資源被害防止技術開発事業（カワウ）」において、全国版の飛来数報告アプリの開発と普及に取り組んだ。

2. 方法

令和6年度の取り組みとして、システムの開発と普及に重点を置き、以下の内容を実施した。

- ・2024年4月-6月：システムの開発に必要な要件のヒアリングと取りまとめ
- ・2024年7月-10月：システムの企画・開発
- ・2024年11月-2025年2月：各都道府県へのシステム説明および普及活動

関係機関や関係者へのヒアリングを踏まえ、以下のとおりシステムの要件を整理した。

- a. 想定利用者：男性 65～75 歳の漁協組合員

- b. データ入力方法：想定利用者の年代に配慮し、手動での入力作業を極力抑える仕様とした。具体的には、現場で撮影した画像をシステムに投稿することで、入力に必要なデータを自動取得する。自動取得するデータは、撮影日時、撮影位置（緯度・経度）、カメラの向きの3種である。なお、利用者の使用デバイスによってはデータ自動取得が困難な場合があるため、手動補正が可能な仕様とした。
- c. その他：調査区分（飛来 / 着水 / コロニー / ねぐら / 捕獲）は選択式入力方式とし、羽数入力時にはキーボードを電卓入力方式に切り替わる仕様とした。

システムへのデータ入力手順は、以下の通り。

1. 写真のアップロード
2. 撮影日時（自動取得）
3. 調査区分（選択式）
4. 羽数（電卓入力）
5. 撮影位置（自動取得）
6. 撮影方向（自動取得）
7. 飛来方向（画面上で指を滑らせて作図）
8. 「完了」ボタンを押して投稿



図1. データ入力手順リーフレット

投稿データは構築したサーバに送信後、以下3つの状態に自動分類され、サーバ内でデータ管理を行う。

- ・解析待ち：投稿データのサーバ処理が進行中の状態
- ・未入力：サーバ処理に必要な項目が不足しており地図にプロットされていない状態
- ・登録済み：サーバ処理が完了し、デジタル地図にプロットされた状態

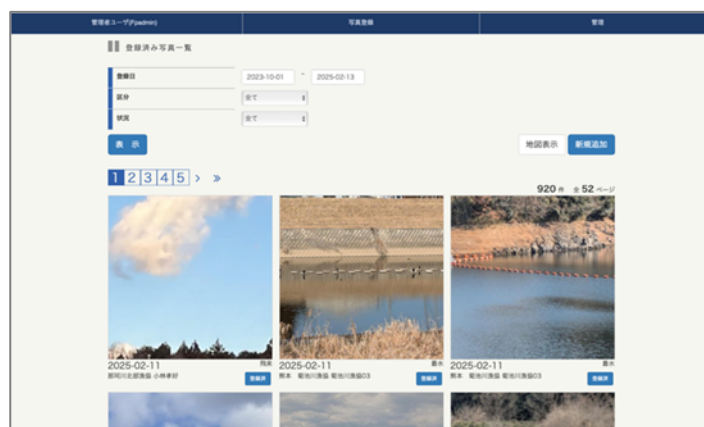


図2. システム内の投稿データ一覧画面とデータ管理状態「登録済み」の様子

投稿データには利用者識別が求められており、以下の方法により識別を可能とした。投稿データの利用者識別には、QRコード登録方式を採用した。漁協ごとにQRコードを事前発行し、利用者がスマートフォンで読み取ることで登録画面に遷移する。氏名入力は必須とし、メールアドレスは任意項目とした。登録完了後に発行されるユニークナンバーが、システムログインIDとなる。また、WEBアプリのブラウザ機能を活用することで、スマートフォンの「ホーム画面への追加」が可能となり、再ログインの際の労力を圧縮できるものとした。



図 3. 投稿者登録の方法

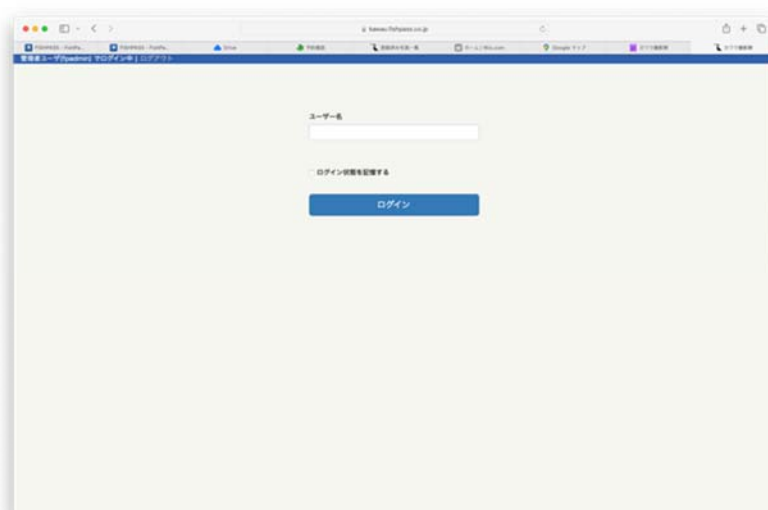


図 4. システムログイン画面

投稿データのダウンロードおよびアップロード機能を以下のとおり実装した。

- ・専用 URL から投稿データを CSV/Excel 形式でダウンロード可能（専用 URL およびログイン情報は非公開）
- ・ダウンロード項目：登録対象 / システム通知内容 / データ ID / 登録者 / 所属 / 撮影日時 / 緯度 / 経度 / 確認数 / 飛来状況（着水羽数、通過羽数） / 飛来方向（上流、下流、東西南北） / 追払い方法 / その他の方法・備考
- ・専用 URL から上記項目を記載した CSV/Excel 形式のデータをアップロード可能で、読み込んだデータは地図上に自動反映される
- ・投稿データは、サーバ内への書き込み完了時に Google スプレッドシートへ自動転送され、全体シートおよび漁協別シートが生成される（共有リンク URL は非公開）

データID	登録者	所属	撮影日時	緯度	経度	投稿内容	確認数	飛来状況	飛来方向
SV0677624a41022989	名瀬川流域	名瀬川流域	2025-01-04 12:00	34.802870	136.116245	江ノエー	8	0	
SV0677624a41022989	名瀬川流域	名瀬川流域	2025-01-04 18:15	34.802823	136.120133	農業	1	1	0
SV0677624a41022989	名瀬川流域	名瀬川流域	2025-01-09 10:34	34.818923	136.101195	農業	34	34	0
SV06780a308a421526	名瀬川流域	名瀬川流域	2025-01-10 12:49	34.818254	136.102418	農業	5	5	0
SV06780a308a421526	名瀬川流域	名瀬川流域	2025-01-10 12:49	34.818254	136.102418	農業	2	0	2
SV06780a308a421526	名瀬川流域	名瀬川流域	2025-01-10 12:49	34.818454	136.102234	農業	2	0	2
SV06780a308a421526	名瀬川流域	名瀬川流域	2025-01-10 12:49	34.818454	136.102234	農業	2	0	2

図 5. 投稿データの Google スプレッドシートへの反映

上記要件を満たすシステム開発を 10 月に完了した。早速、現場でのデータ入力と関係者による広域モニタリングを両立し、カワウ対策の効率化を目指すところである。

モニタリングの重要性とシステム理解及び普及の方法として、対人対面でのコミュニケーションが有効であるため、23 の都府県や連合会への説明訪問を実施した。訪問先からは「自県の状況は把握しているが、他県の動向や情報が分からず、有効な対策や傾向を捉えにくい」という課題が挙げられ、関係者で相互確認できるモニタリングシステムの有用性に理解を得られている。ただし、既存の紙ベース調査と新規のシステムへの投稿の二本立ての場合、報告業務が増加することを懸念していた。そのため、重複する仕組みを解消するなど、関係機関において適切な調整を行なう必要があることが分かった。

-普及に向けた取り組み

まずはカワウモニタリングシステムの認知を広げるため、行政及び連合会を中心に全国巡回に取り組んでいます。

行政機関（23団体）

北海道	東京都	滋賀県	香川県
青森県	神奈川県	京都府	愛媛県
岩手県	新潟県	大阪府	高知県
宮城県	富山県	兵庫県	福岡県
秋田県	石川県	奈良県	佐賀県
山形県	福井県	和歌山県	長崎県
福島県	山梨県	鳥取県	熊本県
茨城県	長野県	島根県	大分県
栃木県	岐阜県	岡山県	宮崎県
群馬県	静岡県	広島県	鹿児島県
埼玉県	愛知県	山口県	沖縄県
千葉県	三重県	徳島県	

白は未接触、黄色は一次接触済み、オレンジは導入済み

連合会（24団体）

北海道	東京都	滋賀県	香川県
青森県	神奈川県	京都府	愛媛県
岩手県	新潟県	大阪府	高知県
宮城県	富山県	兵庫県	福岡県
秋田県	石川県	奈良県	佐賀県
山形県	福井県	和歌山県	長崎県
福島県	山梨県	鳥取県	熊本県
茨城県	長野県	島根県	大分県
栃木県	岐阜県	岡山県	宮崎県
群馬県	静岡県	広島県	鹿児島県
埼玉県	愛知県	山口県	沖縄県
千葉県	三重県	徳島県	

白は未接触、黄色は一次接触済み、オレンジは導入済み

図6. 普及活動にて訪問説明をした行政機関と内水面漁業協同組合連合会

また、三重県内水面漁業協同組合連合会は、和歌山・奈良・愛知・岐阜・滋賀・静岡などの隣県と連携し、自主的に「カワウ基礎講習会」を開催した。行政機関と組合関係者が交流し、ワークショップ形式でカワウ個体数管理のための地図を作成するなど、基礎に忠実でありながら独自性のある取り組みとなった。その中で、カワウの生態に関する知識を前提としつつ、広域モニタリングを通じた個体数の把握と管理の重要性が改めて認識された。このような取り組みを主要地区で開催して、継続的にカワウ対策の理解を深める機会を増やしていく必要があると感じた。



図7. カワウ基礎講習会の様子

3. 結果と考察

令和6年度のシステム開発は要件に従い、10月に完了した（デジタル地図にプロットされたカワウ情報は図7より閲覧可能）。デジタル技術は日々進化しており、システムを時代に応じて適応させ続けることが重要である。技術の進化を注視しつつ、小規模な改善を継続し、モニタリングシステムの最適化と普及を進める必要がある。

クラウドサービスを基盤としているため、プラットフォーマー側の仕様変更や制限に対応できる体制が求められる。また、使用団体数の増加に伴いデータ量の増大が予想されること

から、サーバ容量やメモリの増強が課題となる。サーバ維持管理は運用コストに直結するため、令和7年度にデータ量およびアクセスピークの規模を把握し、最適なサーバ選定を検討する。

令和6年11月以降の普及活動を通じ、既に岐阜県、熊本県、三重県に加え、栃木県の参加が内定している。さらに、令和8年度からの本格的な運用参加を希望する団体も複数あることから、令和7年度はトライアル期間として試用を進め、普及拡大に努める予定である。現場関係者の声を収集し、利便性向上および機能改善を継続することで、本事業の目的達成に向けて取り組む。

これまでの関係者へのヒアリングにおいて、「報告したカワウ情報がどのように活用されているのか不明で、報告のモチベーションが低下している」との指摘が複数あった。今事業では、収集情報の可視化および関係者間の共有を実現することで、報告者のモチベーション維持とやりがいの創出を目指す。

4. 成果の公表

モニタリングシステムには16,165件の投稿データと450人の投稿アカウントが登録されている。以下の図のデジタル地図にて表示可能となっている。



図8. 令和4年度カワウ飛来調査のデータ反映画面



図 9 . モニタリングシステム内のデジタル地図への QR コード

渡辺智典（株式会社フィッシュパス）

(3) コロニーを効率的に発見し繁殖を抑制する技術の開発

要旨

主に漁協が主体となって取り組んでいるねぐら・コロニー管理と繁殖抑制について、効率的な実施方法とその効果を検証した。

GPS ロガーを用いたカワウの行動調査を行い、ねぐら・コロニーの発見方法を検討した。その結果、GPS ロガーを活用することで、従来の方法に比べて少ない労力で新たなねぐらを発見できることが明らかとなった。また、繁殖抑制対策としてドライアイスを用いた卵の発生阻止を行い、過去最高の処理数を達成した。さらに、テグス張りによる飛来防止策の実施状況を調査し、漁協の高齢化や人手不足が課題であることが明らかになった。

1. はじめに

全国で問題になっているカワウによる水産資源に対する食害は栃木県でも同様に確認されており、県のカワウ管理指針では、平成 29 年の被害額は 3 億円に上ると試算されている。栃木県は県のカワウ管理指針において冬期の生息羽数を 1,000 羽に抑えることを目標としており、対策を進めている。具体的には、①個体数の増加を阻止する対策（ねぐら管理、捕獲等）、②飛来防止対策（テグス張り等）、③カワウに捕食される魚を守る対策（放流方法の検討等）の組み合わせによる対策を実施している（図 1）。①のうち、捕獲については毎年約 1,400 羽の実績があり、全国では滋賀県に次ぐ規模だが、未だに目標である 1,000 羽に抑えることはできていない。さらに今後は、漁協や猟友会の高齢化がさらに進むことが想定されることから、①に取り組む人的資源も減少する。そこで本研究では、特に漁協が主体となって実施している前記の①、②、③について、効率的に実施する方法の検討とその効果検証を行った。また、②の飛来防止対策のうち、テグス張りについて漁協での実施状況をとりまとめた。

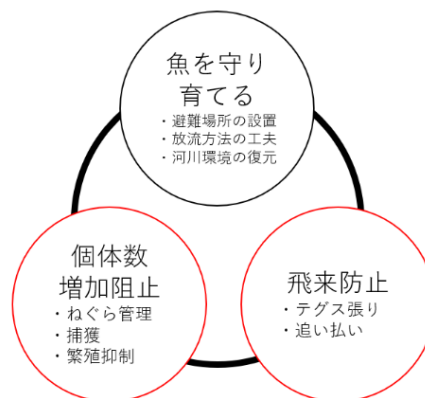


図1 栃木県のカワウ対策の考え方

2 実施内容

(1) 効率的にコロニーを発見する方法の検討

①目的

カワウのねぐら・コロニーは人目に付きにくい山中のため池などに形成されることが多いため発見が困難である。また対策を進めるにつれ、より人に発見されにくく、作業がしづ

らい場所にねぐら・コロニーを形成するといわれている¹⁾。通常のカワウのねぐら・コロニーの特定は、飛来方向などからおおまかな位置を推定し、足を運び実際に目視する必要がある、非常に労力がかかる。そこで、漁場に飛来するカワウにGPS ロガーを装着し、ねぐらの位置を逆探知するバイオロギング調査を行い、得られた行動データを分析した。

②方法

GPS ロガーはLoggLaw G2S (Biologging Solutions Inc., 重量約 50g) を使用した。位置情報を 30 分毎に記録し、データ送信は 21 時に行われるよう設定した。カワウへの装着にはハーネス (BallyribbonMills TH-25) と圧着スリーブを用いた。なお、ハーネスは途中で切れ込みを入れ、経年劣化によりカワウから自然に脱落するようにした。

GPS ロガーは鬼怒川で 2 羽、那珂川で 2 羽に装着することを目標とし、釣りによる捕獲を試みた。釣りは、20cm 程度の生きたニジマスに釣り針 (がまかつ 管付チヌ 8 号) を結んだ PE ラインを縫い刺しにし、約 1kg の石のおもりに固定する方法により実施した。サギ類の混獲を避けるため、餌のニジマスを水深 70cm 以上の場所に泳がせ、常時監視した。捕獲されたカワウは、体重を測定し、外見的特徴から成鳥と幼鳥を区別して記録した。

③結果及び考察

12 月 6 日から 1 月 14 日にかけて、鬼怒川 (宇都宮市) と那珂川 (那珂川町、那須烏山市) で各 2 羽のカワウを捕獲し、GPS ロガーを装着した (図 2)。捕獲したカワウは、成鳥が 1 羽、幼鳥が 3 羽であった。GPS ロガーを装着した 4 羽のうち、No. 4 は 3 日ほどでデータの取得が不可能になったが、他の 3 羽については 2 月 12 日時点までデータの取得ができています。

No. 1 の個体は、GPS ロガーを装着した 12 月 6 日から県が定点調査 (3 月、7 月、12 月に実施) を行っているねぐら・コロニー以外の場所で夜を過ごしていることが確認された。そこで、現地調査を行ったところ、池のほとりにある樹木の一部が糞で白くなっており、100 羽程度がねぐらとして利用していることが推測された。このねぐらの付近にはゴルフ場だけ

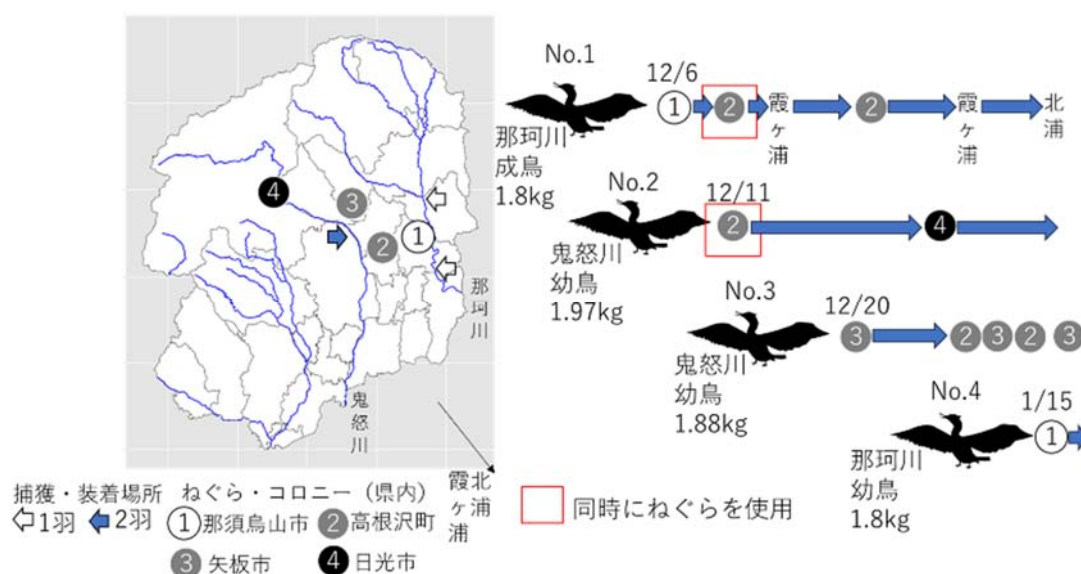


図 2 GPS ロガー装着場所とねぐらの利用状況の推移

でも5か所あるが、GPS ロガーを活用したことにより1回の調査でねぐらを発見することができた。GPS ロガーを活用することで、狙い通り非常に少ない労力で新しいねぐらを発見することが確認できた。

また県の定点調査対象となっている鬼怒川と那珂川の間位置するSコロニーでは、12月11日から12月17日まで、一時的にNo.1とNo.2が同時に利用していたが、前者は那珂川、後者は鬼怒川と別々の水系に飛来していることが確認された(図3)。さらに、両個体とも短期間の間にねぐらを転々とする傾向が確認され、特にNo.1の個体は、捕獲されてから1か月の間に、利用するねぐらを5回変更していた(図2)。アユの放流から解禁にあたり漁業被害が大きく、カワウの繁殖期である春～夏にかけては、成鳥は育雛のために同じコロニーに居続けることが確認されている²⁾。本研究では、1-2か月の結果ではあるが、非繁殖期である冬において、比較的長期間データが取得できている両個体共にねぐらを転々とする傾向が見られたことは興味深い。今後も引き続きデータの取得と解析を進め、特に繁殖期以降の行動パターンを把握し効果的な対策立案に結びつけていく必要がある。



図3 Sコロニーから那珂川水系と鬼怒川水系に飛来する様子

(2) 繁殖抑制による個体数管理の検討

①目的

鬼怒川流域に存在する県内最大のCコロニーでは、7年前から栃木県鬼怒川漁協が繁殖抑制対策による個体数管理を続けている。鬼怒川流域はCコロニー以外にも複数のコロニーが存在しており、これらのコロニーでも繁殖抑制対策を実施している(図4)。しかし、対策を効率化する観点から、複数のコロニーを1つのコロニーに集約し、そこで繁殖抑制による個体数管理を行うことが望ましい。そこで、流域単位での個体数管理手法の開発を目的とし、繁殖抑制対策による効果検証とコロニーの集約手法の効果検証を実施する。



図4 鬼怒川流域のコロニー

②方法

栃木県矢板市にあるCコロニーで巢内へのドライアイス投入による繁殖抑制対策を2024年2月14、29日、3月14、27日の合計4回実施した。ドローン(DJI PHANTOM4PRO V2.0)でドライアイスを投下し、卵にふりかけることで卵の

発生を阻止した。対策終了後には、処理した巣の数と卵の数を計数した。全ての対策が終了した 2024 年 5 月 1 日には C コロニー全体の営巣数、ふ化ヒナ数を計数し、営巣数と総処理数から処理割合を算出した。

また、その翌年となる 2025 年の繁殖期には、カワウを C コロニーへの集約することを目的として、繁殖抑制対策前となる 12 月から 1 月にかけて、C コロニー付近に存在する E コロニーと T コロニーにヒモ張りによる追い払いを実施した。ドローンを用いて生分解性のビニールヒモをコロニー内の木に巻き付けることでカワウを追い払うことを狙った。対策後は定期的に夕方にコロニーにおけるカワウの羽数を計数し、その効果を検証した。なお、流域内にはさらに S コロニーでもカワウの繁殖が確認されているが、ここでは地元猟友会が計画的に管理し、ふ化ヒナを 0 羽に抑えているため、今回の試験では対策を実施しなかった。

③結果及び考察

2024 年に C コロニーで 4 回実施した巣内へのドライアイス投入による繁殖抑制では、51 巣 212 卵を処理した。過去 6 年間で最大の処理数であり、総営巣数における処理巣数の割合も 52.3% で過去最高であった (図 5)。また 5 月 1 日にふ化した雛を計数した結果、5 羽のみが確認され、産卵初期の孵化はほぼ全て抑制できたと考えられた。

また 2025 年の繁殖抑制対策に向けた C コロニーへの集約について E コロニーと T コロニーでヒモ張りを実施した結果を表 1 に示す。E コロニーにおいては、12 月に 129 羽が確認されていたが、対策後には 0 羽になり、コロニー化を防ぐことができた。一方で、T コロニーは、対策しても個体数に大きな変化がなく、少数ながら巣や卵が確認され、コロニー化を防ぐことができなかった。T コロニーからカワウを追い払えなかった原因として、ヒモを張った密度が足りず、コロニーへの執着心がヒモ張りの恐怖心を上回ったためと考えられる。今回の T コロニーでは、非繁殖期に実施する程度の密度で対策を実施したが、繁殖期直前にコロニーから追い出すためには普通より高密度にヒモ張りを行うことが重要であると考えられた。集約先の C コロニーでは、計数可能であった個体数に大きな変化が

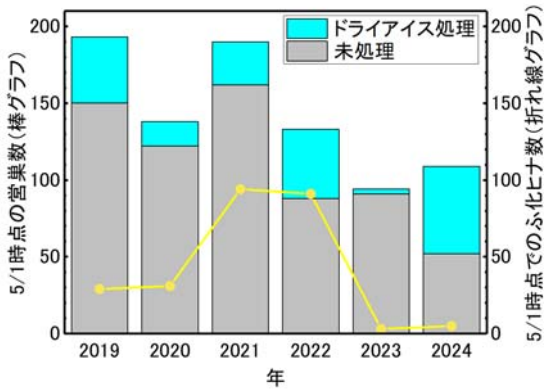


図 5 C コロニーで実施した繁殖抑制対策の推移

表 1 鬼怒川流域のコロニーにおける対策の内容と個体数

コロニー名	対策内容	個体数 (12月)	個体数 (1月)
Cコロニー	集約して繁殖抑制	64	78
Eコロニー	除去 (1/7)	129	0
Tコロニー	除去 (1/21)	74	63
Sコロニー	猟友会による捕獲 予定	236	147
計		503	288

見られなかった。しかしながら、1月のCコロニーでの観察時には、12月とは異なる就埤場所が形成されており、そこが目視での個体数カウントが困難な場所であったことにより計数不能個体が多数生じたことが推測された。このことから、今後集約の効果を検証するには、これらも計数できる方法（ドローンで確認するなど）を検討する必要があると考えられた。

（3）飛来防止技術の検討

①目的

漁場に飛来するカワウからの食害防除対策として、テグス張りが全国の河川で行われている。効果的なテグス張りの方法としては山梨県の養魚池で、2m 四方のネット状のテグスを張り巡らせることで飛来を防いだ事例がある³⁾。しかし、河川は支柱の設置等が難しく、ネットを張ることは現実的ではないことから、改めて効果の高いテグス張りの方法を検討する必要がある。そこで、河川における効果的なテグス張りの方法を検討するにあたっての基礎的な情報を得るため、テグス張りに関する実施内容や考え方について漁協からの聞き取り調査を行った。

① 方法

栃木県内でアユの漁業権を有する10漁協にテグス張り対策に関する聞き取り調査を実施した。聞き取り項目は、テグス張り実施の有無、テグスの間隔、実施にあたっての課題等とした。

② 結果及び考察

調査の結果、10漁協のうち9漁協がテグス張り対策を実施していた。テグスの間隔は、中小河川は大河川よりも密に張っている傾向がみられた（図6）。大河川の漁協（カワウ対策に積極的な1支部）と中小河川の2漁協のテグスの総長について比較してみたところ、同じ努力量（人/日/km）で中小河川は4-12倍ものテグスを張ることが可能であった（表2）。この差は、大河川は中小河川と比べ、テグスを張るために大きな労力が必要であるために生じたものと考えられる。

テグス張りの課題については、人手不足、効果的な間隔が不明、大河川では張ること自体が困難といった意見が挙げられた（図7）。人手不足については、活動の主な担い手である漁協組合員の高齢化及び減

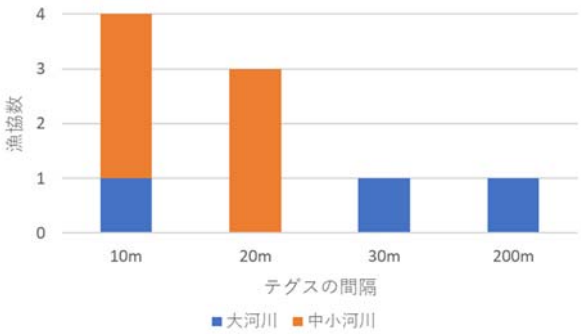


図6 大河川と中小河川のテグスの間隔

表2 大河川と中小河川で必要な努力量の差

	漁場流程 (km)	テグスの総長 (km)	人員 (人/日)	1kmあたりの努力量 (人/日/km)
大河川	2	2.1	21	10
中小河川A	17	30.0	26	0.87
中小河川B	18	20.0	45	2.25

少が原因だと推測できる。一方で限られた人員でテグス張りを実施するために工夫を凝らしている漁協もあり、アユを放流する際に同時にテグス張りを実施する、一般の釣り人に協力を募るといった事例があった（図 8）。釣り人もカワウの脅威を認識しており、対策を必要だと考えている（水試未報告）ため、釣り人と連携したカワウ対策について検討する余地があると考えられる。また、テグス張りの間隔については、ほとんどの漁協で過去の実験や前任者からの引継内容を実施しており、効果的な間隔がわからないとの意見も多かった。このことから、大河川と中小河川のそれぞれで効果的なテグスの間隔について検討が必要と考えられる。

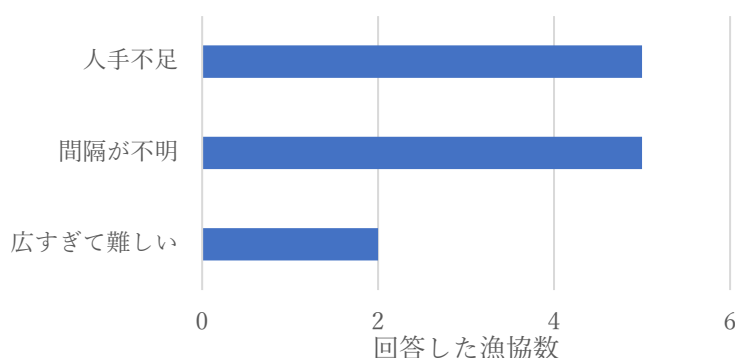


図 7 漁協が抱えるテグス張りの課題

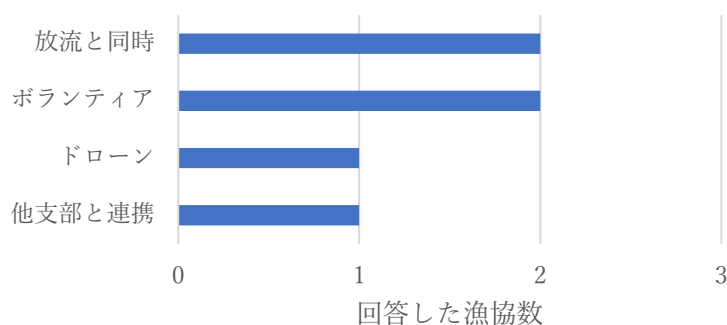


図 8 効率的にテグス張りを行うための工夫

3 引用文献

- 1) 坪井潤一, 山本麻希. GPS ロガーを用いたカワウの食害ハザードマップの作製. 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報告書. 2022 : 12-81
- 2) 村井涼佑, 丸山拓也, 吉田豊, 小堀功男, 渡辺立美, 郷間康之, 坪井潤一, 山本麻希. カワウ対策技術の高度化ーGPS ロガーを使用したカワウの行動追跡ー. 栃木県水産試験場研究報告. 2022 ; 67 : 47-48
- 3) 谷沢弘将. 黒色防鳥糸による魚食性鳥類の飛来防止効果. 試験研究成果情報. 2015 (<https://www.pref.yamanashi.jp/documents/85138/27kuroirobotyoshi.pdf>)

村井涼佑、横塚哲也（栃木県水産試験場）

(4) 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))。

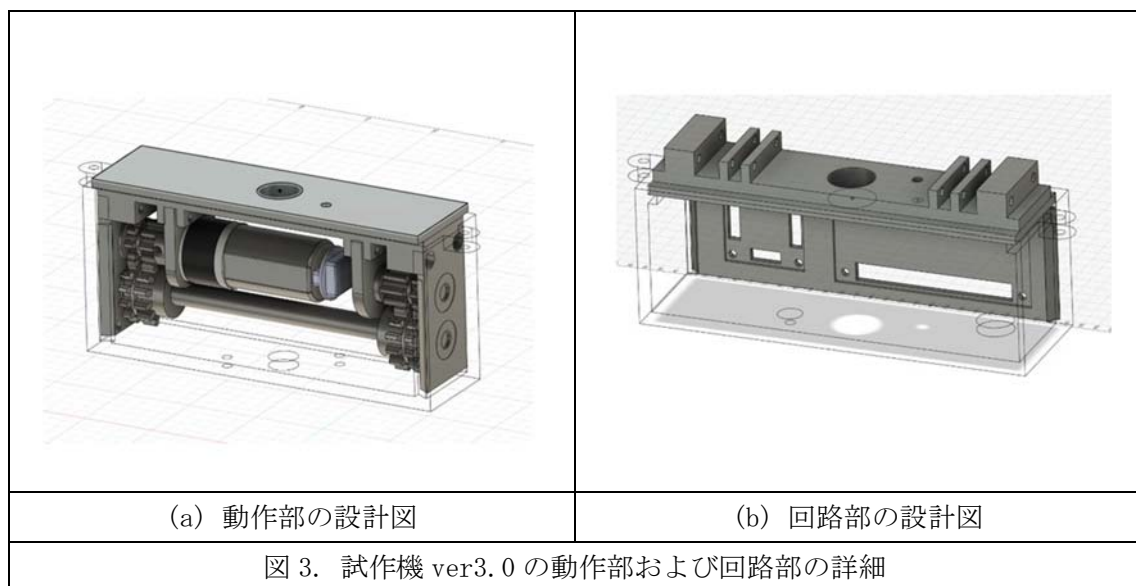
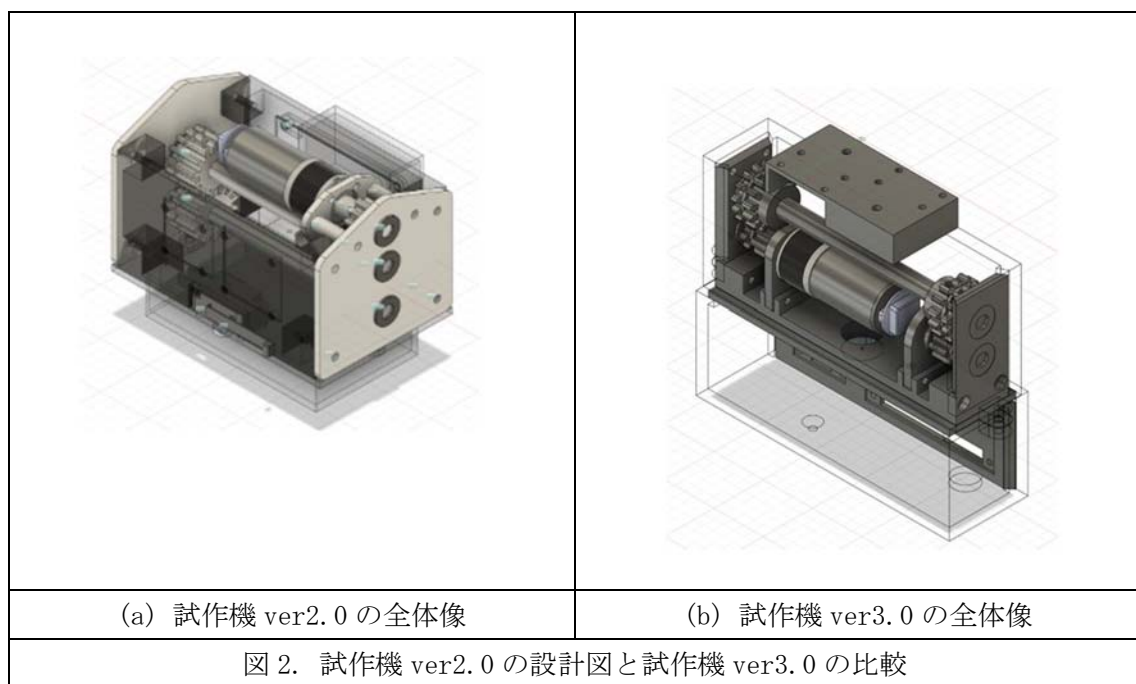
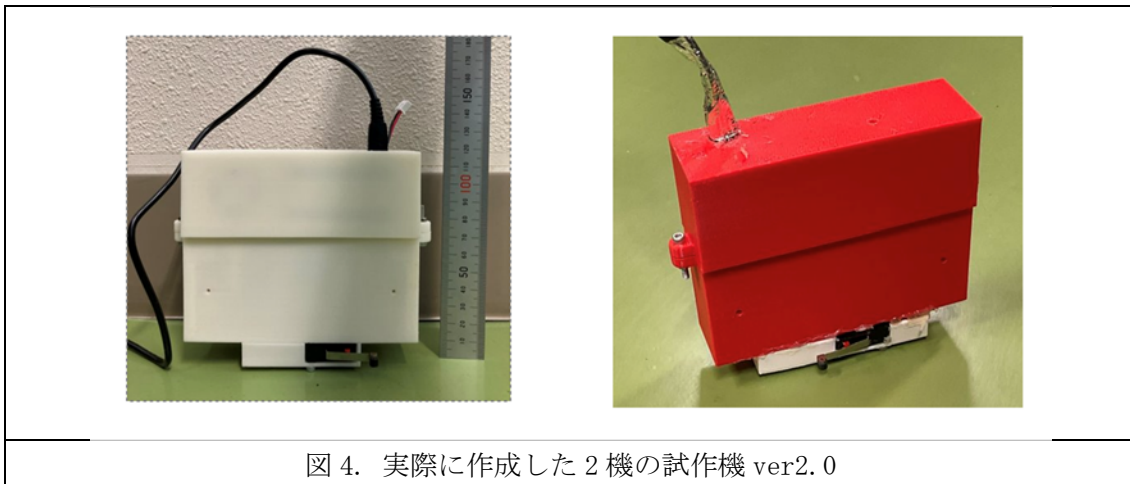


図 2(b)および図 3 に示した設計図に基づいて、熱積層型の 3D プリンタ（Zortrax 社製 M300Dual1）などを用いて 2 機の機体を製作した（図 4）。製作した機体の寸法は 13 cm × 4 cm × 12 cm となった。機体重量は 1.5 kg であった。防塵・防水対策として、ケーブル接続部分にアルミテープを巻いた。また、部品の隙間をホットボンドで埋めることで、浸水対策を実施した。



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

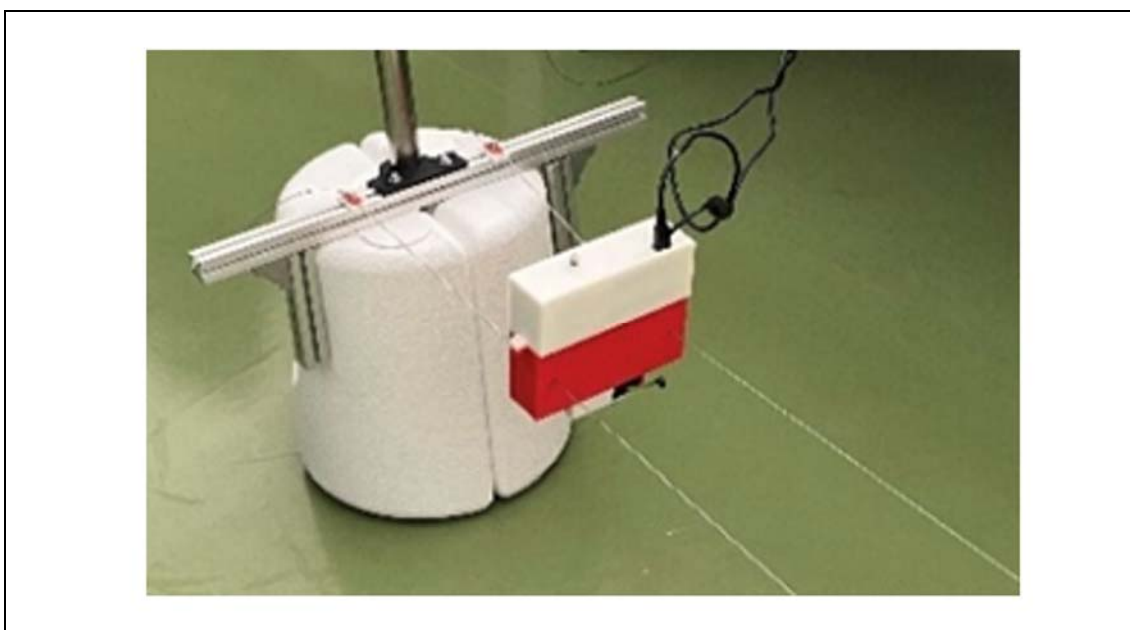


図 5. 屋内動作試験の様子

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 v3.0 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 ギヤ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设计了。

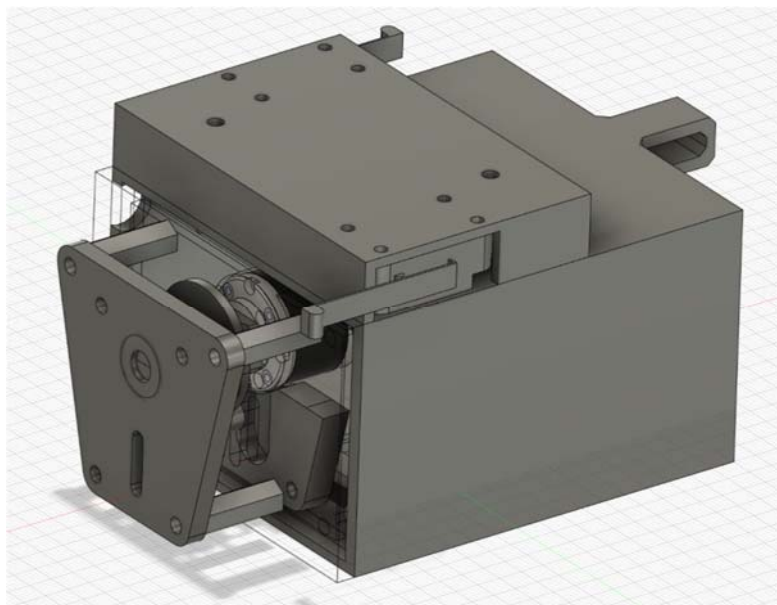


図 6. 試作機 ver4.0 の全体像

図 6 の設計図に基づき、熱積層型の 3D プリンタ（Zortrax 社製 M300Dual1）などを用いて機体を製作した（図 7）。

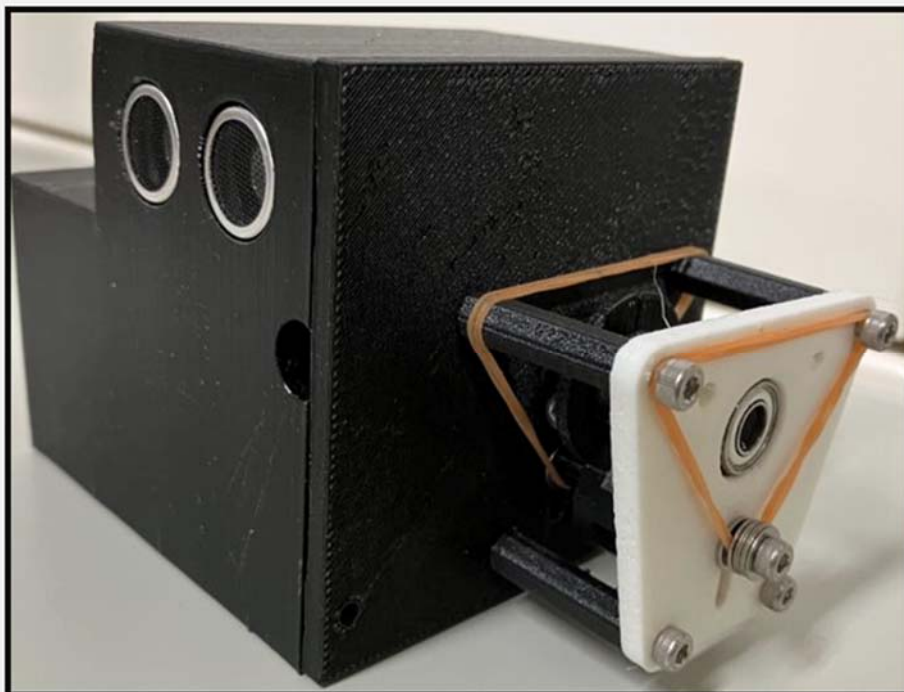


図 7. 製作した試作機 ver4.0

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) 持続可能なカワウ対策実施体制の構築

要旨

カワウの釣り針捕獲による GPS ロガーの装着の取り組みが全国で展開されるなか、一連の手法、特に、釣り針でカワウを確実に捕獲することが最も難しいことが明らかになった。そこで令和 6 年度はカワウ捕獲の実施体制を構築することを目的に、青森県、広島県、山梨県で試行的に実施し、これまで釣り針で 100 羽以上のカワウの捕獲実績のある山梨県でのみロガー装着に成功した。

1. はじめに

釣り針捕獲は、そもそも銃器の使用が難しい場所におけるカワウ捕獲技術として、平成 22 年に技術マニュアルの中で公表されている（Let's カワウ対策，全国内水面漁業協同組合連合会 2010）。その後、釣り針捕獲は駆除手法の 1 つとしてゆるやかに普及していった。2020 年ころから GPS ロガーにソーラーパネルが搭載され、発信機能が付いたことから、1 度の捕獲のみでカワウの行動追跡がほぼリアルタイムで可能になった。そこで、被害発生現場でカワウを捕獲し GPS ロガーを装着すれば、これら加害個体の利用するねぐらや繁殖コロニーが明らかになるため、栃木県水産試験場と鬼怒川漁協が協働で始めたのがきっかけである（カワウ対策 DX，水産庁 2024）。関東一円を季節移動する個体もみられ、現在、本手法は各都道府県の注目を集めている。しかし、釣り針捕獲の許可を取っても、また、ロガーを入手しても、カワウを捕獲できなければ意味がない。本年度は、青森県赤石川、広島県宮島、および山梨県桂川（相模川）において、釣り針によるカワウの捕獲および GPS ロガーの装着を試みた。

2. 方法

2024 年 7 月 27 日に青森県赤石川漁協の事務所において、釣り針によるカワウの捕獲および GPS ロガーの装着の講習会を行った（図 1）。



図 1. デコイを使った GPS ロガー装着の練習

しかし、当日は大雨で釣り針の設置ができずに終わった。

11月5日に、広島県宮島の杉之浦（海面）で捕獲を試みた。青森県と同様に、宮島漁協において、釣り針によるカワウの捕獲および GPS ロガーの装着の講習会を行った。その後、組合長の船でカワウを釣り針で捕獲するための仕掛けを6か所に設置した（図2）。翌朝、仕掛けを確認したところ、1本の仕掛けが大きく移動しており、餌として使用したベラも無くなっていたが、カワウの捕獲には至らなかった。



図 2. 宮島漁協の丸本組合長と釣り針捕獲で使用した餌（ベラ）

12 月 16 日に山梨県桂川において、カワウの捕獲を試みた。青森県、広島県と同様に、都留漁協において、釣り針によるカワウの捕獲および GPS ロガーの装着の講習会を行った。その後、桂川において生きたヤマメを使って、5 本の釣り針を延縄方式で設置した（図 3）。



図 3. ヤマメを生き餌として延縄方式で釣り針を設置した（山梨県富士吉田市桂川）

3. 結果と考察

12月17日早朝、都留漁協の組合員がカワウが掛かっていることを確認し、関係者が釣り針をセットした現場に急行した。鱒用の配合飼料の空き袋にカワウを収容した。窒息を防ぐため、袋の角を数センチ切り落とした状態で使用した。その後、袋からカワウを取り出し、速やかにGPS ロガーを装着した後、放鳥した(図3, 動画 <https://vimeo.com/1039843382>)。



図 3. 飼料袋からカワウを取り出し GPS ロガーを装着した（QR コードは捕獲動画の URL）

その後、GPS ロガーからは定期的に緯度経度データが送信されており、ねぐらが河口湖の鵜の島であることが特定された。

青森県の例では、講習会を実施する関係で日時を事前に限定しなくてはならず、増水によって釣り針の設置すらできなかった。そのため、講習会後も自力で釣り針捕獲をする技量が求められる。広島県の例では、海面での捕獲であり、どこにカワウが着水するのか、ポイントを絞りにくいことが課題としてあげられる。山梨県のように、確実にカワウが飛来するポイントを把握しているかどうか、捕獲率を大きく左右することが改めて浮き彫りとなった。都留漁協では 2006 年から釣り針捕獲を継続的に実施しており、これまで 100 個体以上のカワウを捕獲してきた経験がある。今後、ロガー装着の候補地の選定の際、ニーズや熱意だけではなく捕獲実績（すでに捕獲体制が構築された地域）を最優先することが重要である。

4. 成果の公表

なし

坪井潤一（水産技術研究所）、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）