

令和2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



令和3年3月  
水産庁  
編集：国立研究開発法人水産研究・教育機構

## はじめに

国立研究開発法人 水産研究・教育機構水産技術研究所と、国立大学法人長岡技術科学大学は、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「先端技術を活用したカワウ被害対策開発事業」に取り組み、平成 29 年度から 3 年間にわたり、ドローンを活用したカワウ被害対策について研究開発を行ってきました。令和 2 年度から新事業として再スタートし、研究開発と並行して、実証試験地の鬼怒川漁業協同組合、栃木県漁業協同組合連合会、両毛漁業協同組合、群馬県漁業協同組合連合会、秋川漁業協同組合、東京都内水面漁業協同組合連合会、天竜川漁業協同組合、長野県漁業協同組合連合会では、ドローンを使った実践的なカワウ対策や、普及指導の課題克服に取り組んできました。そして、今般、令和 2 年度の本報告書を取りまとめました。

近年、カワウ対策が全国で展開されるようになった弊害として、対策慣れしたり、人がアクセスできないような場所で繁殖したりするようなケースが多くみられるようになってきました。そこで、本報告書では、赤外線カメラ搭載ドローンを使った個体数のモニタリングや、小型汎用ドローンを用いたドライアイス投入による繁殖抑制を紹介しています。対策に慣れた、あるいは、人が近づけないような場所にいるカワウへの対策として活用できる技術であると確信しています。また、被害を与えるカワウを捕獲し GPS ロガーを装着することで、ねぐらや繁殖コロニーを特定、実際の個体群管理策に活かす取り組みも始まっています。

なお、普及向けの技術マニュアルについては、『Let's ドローンでカワウ対策 基礎編（平成 30 年 3 月）』、『Let's ドローンでカワウ対策 vol.2 ビニルテープ張り&自律飛行編（平成 31 年 3 月）』、『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（令和 2 年 2 月）』をご覧ください。全国の水産研究機関、漁業協同組合、市民団体等、カワウ対策に取り組む多くの方々に、これらの成果を活用して頂ければ幸いです。

国立研究開発法人水産研究教育機構 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  
坪井潤一

## 目次

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 1) 事業の全体計画                                 | 4  |
| 2) 実施体制                                    | 5  |
| 3) 事業の成果と残された課題                            | 6  |
| 4) 調査研究成果                                  |    |
| (1) 赤外線カメラを用いたコロニーおよび漁場でのモニタリング技術の開発及び効果分析 | 8  |
| (2) ドローンによる威嚇や捕獲による飛来防除技術の開発               | 36 |
| (3) GPS ロガーを用いたカワウの食害ハザードマップの作製            | 42 |
| (4) コロニーを効率的に発見し繁殖を抑制する技術の開発               | 55 |
| (5) 養殖池での飛来防除技術の開発                         | 60 |
| 5) 成果検討会議の概要                               | 64 |
| 6) カワウ被害対策に関する参考資料（論文、マニュアル、書籍）            | 81 |

## 1) 事業の全体計画

カワウによる内水面漁業被害額は平成 29 年度で 55 億円と推定され、依然として深刻な事態が続いている (<http://www.naisuimen.or.jp/jigyuu/kawau/kawaur1-12.pdf>)。これまで、カワウの繁殖抑制技術や、群れの位置を被害地から遠ざける「個体群管理」の手法の開発が行われ、被害現場で普及しつつある。しかし、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ってきている。そのため、漁業協同組合が実践可能な対策に限られつつあり、結果として未だにカワウの個体数が増加傾向にある地域も見られる。このような背景をうけて、平成 26 年 6 月に、「内水面漁業の振興に関する法律」が施行され、その基本方針において、「被害を与えるカワウの個体数を令和 5 年度までに半減させる目標の早期達成を図る」ことが決定された。

本事業では、この目標の確実な達成を図るため、水産研究・教育機構が中心となり、全国内水面漁業協同組合連合会、長岡技術科学大学とともに、より効率化・省労力化した被害対策が講じられるようドローン（無人航空機）等の先端技術を活用したカワウ被害対策手法の開発を行う（図 1 参照）。

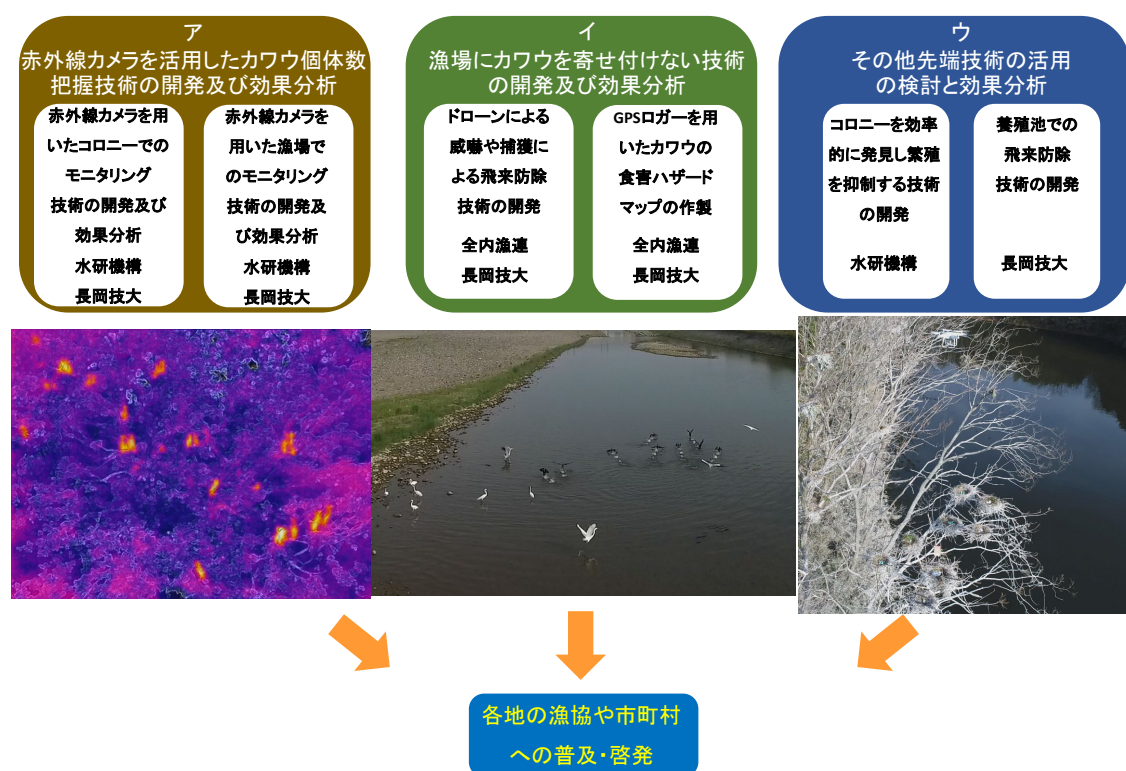


図1. 全体模式図

## 2) 実施体制

本事業では、国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所および長岡技術科学大学によって調査研究が行われ、その研究の進め方や報告およびドローンを使ったカワウ対策の普及については、全国内水面漁業協同組合連合会が設置した有識者等で構成される検討委員会によって指導を受けた。

### 検討委員

(順不同・敬称)

|       |                   |         |
|-------|-------------------|---------|
| 羽山 伸一 | 日本獣医生命科学大学        | (令和2年度) |
| 山本 圭介 | 特定非営利活動法人 甲斐けもの社中 | (令和2年度) |
| 安永 勝昭 | 東京都内水面漁業協同組合連合会   | (令和2年度) |

### 検討委員会事務局

(順不同・敬略)

|       |                |         |
|-------|----------------|---------|
| 内田 和男 | 全国内水面漁業協同組合連合会 | (令和2年度) |
| 三栖 誠司 | 全国内水面漁業協同組合連合会 | (令和2年度) |
| 師田 彰子 | 全国内水面漁業協同組合連合会 | (令和2年度) |

### 調査研究担当

(順不同・敬略)

|         |                                                        |         |
|---------|--------------------------------------------------------|---------|
| * 坪井 潤一 | 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所<br>環境応用部門 沿岸生態システム部 内水面グループ | (令和2年度) |
| 山本 麻希   | 長岡技術科学大学                                               | (令和2年度) |
| 岡本 直也   | 長岡技術科学大学大学院                                            | (令和2年度) |
| 新竹 政仁   | 長岡技術科学大学大学院                                            | (令和2年度) |
| 丸山 拓也   | 長岡技術科学大学                                               | (令和2年度) |

\* 推進リーダー及び本報告書のとりまとめ責任者

### 3) 事業の成果と残された課題

#### (1) 赤外線カメラを用いたコロニーおよび漁場でのモニタリング技術の開発及び効果分析

赤外線カメラが標準搭載されたドローンが普及しつつあり、ノーマルカメラと同じ画角で、同時に2種類の動画撮影が可能になった。赤外線とノーマルの動画を併用することで、ねぐら・コロニーでの生息数、漁場への飛来数をより正確に、効率的に把握できることが明らかになった。一方、夕暮れ時に行うねぐら・コロニーでの生息数調査では、カワウとサギ類の見分けがつかない、という課題が残っている。今後、総カウント数からサギ類の生息数を差し引くなど、だれでも使える技術に高めていく必要がある。

#### (2) ドローンによる威嚇や捕獲による飛来防除技術の開発

ドローンによる威嚇はスピーカーをドローンに搭載することで、効果的に行うことができるようになった。群れのごく一部の個体であってもドローンで捕獲することができれば、飛来防除につながると期待される。今年度は、大型汎用ドローンに刺し網を吊るして捕獲を試みたが、刺し網が樹木に絡まり、その後、刺し網がプロペラに絡んで、墜落してしまった。今後、ドローンから吊るす装置の改良を行うことで、ドローンでカワウを捕獲する技術開発につなげたい。

#### (3) GPS ロガーを用いたカワウの食害ハザードマップの作製

釣り針捕獲によって被害を与えるカワウを生け捕りにし、GPS ロガーを装着し、その後、ねぐら・コロニーなどで無線を使って、移動データを収集する新規性および独創性の高い試みである。初年度より5個のロガーすべてを装着することに成功し、カワウの行動圏が15km程度であることを科学的に証明できたことは特筆に値する。今後、さらにサンプル数を増やし、より精度の高い技術として、他地域にも展開できるよう事業を推進していく。

#### (4) コロニーを効率的に発見し繁殖を抑制する技術の開発

都市部のコロニーの探索は、ドローンの飛行自体が航空法で禁止されているエリアが多く、人がアクセスしにくい水辺では、人知れずカワウの繁殖が行われるケースが目立つ。航空法の対象外である超小型ドローンを使用し、早期に繁殖コロニーを発見することができれば、早期対応が可能になる。本年度はコロナ禍により、東京都内の実証試験地での飛行がかなわなかったが、来年度以降の実施に向け関係者と調整を行った。小型汎用機を使用してドライアイスのカワウの巣内に投入する技術は、栃木県内の実証試験地において、より効率的に、より安全に実施する技術が確立されつつある。

#### (5) 養殖池での飛来防除技術の開発

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。R2 年度中に機材の設計が終了し、試作機の開発を行った。R3 年度は試作機を用いて現地実証試験を行うことを予定している。

前事業では、漁場での追い払い、ビニルテープ張りによるねぐら・コロニーの除去、ドライアイスによる繁殖抑制、個体数モニタリング、これら4つの対策全てを、ドローンを用いて行うことが可能になった。また、3年連続で、ドローンを活用した対策手法を紹介したマニュアルを作成した。

しかし、ドローンによるカワウ対策は、カワウ被害に苦しむ内水面の漁業協同組合等、現場に普及しているとはまだまだ言い難い状況にある。今後、地域ごとにキーパーソンとなるドローンのオペレーター育成が急務である。ドローンや機械に詳しい人ではなく、魚やカワウの生態に詳しい人が、ドローンのオペレーターとしてカワウ対策を行っていくことが望まれる。そのためには、全内漁連主催のドローン講習会だけではなく、4か所に増やした実証試験地からの水平展開を図り、これまで以上に「先端技術を活用したカワウ対策」を推進する必要がある。

## 4) 調査研究成果

### (1) 赤外線カメラを用いたコロニーおよび漁場でのモニタリング技術の開発及び効果分析

#### 要旨

ドローンを用いたカワウのねぐら・コロニーにおけるカウント手法の確立と、目視と赤外線カメラによるカウント、画像処理を用いた自動カウントと手動カウントを比較し、ドローンによるカワウカウント利用の有効性について検討を行った。

カワウのねぐら・コロニーに合わせて、使用するドローンの機種と、撮影するカメラの設定や撮影方向を変えることで、多くの条件のねぐら・コロニーにおいてカウントが可能であると示唆された。また、カワウだけが繁殖を行うねぐら・コロニーでは、赤外線カメラ搭載ドローンで日没 30 分後以降に撮影することでカウントができることが示唆された。一方、カワウがサギ類と同居するねぐら・コロニーにおいては、日没直後から 20 分後までにノーマルカメラの撮影でサギの個体数カウントを行い、日没 30 分後に赤外線カメラで撮影し、カワウとサギ類全体のカウント数からサギ類の個体数を引くことでカウントができる可能性が示唆された。

結果より得られた、ドローンを用いた手法の利点と欠点を考慮し、様々なねぐら・コロニーに適したカウント手法選択ができるフローチャートを作成した。新潟県内のねぐら・コロニーに当てはめて、手動カウントとドローンによるカウントの費用を試算したところ、ドローンを用いた方が年間で約 25 万円の予算削減が見込め、約 5 年の調査継続で、ドローンの本体を購入する費用と等しい金額を削減することが可能ということがわかった。また、調査にかかる時間は年間で約 102 時間削減できることが示唆された。このように本研究のドローンを用いたカウント調査手法を応用することで、カワウのねぐら・コロニー調査の予算と労働力を確実に削減できること示された。

また、漁場におけるカワウの飛来調査において、ドローンを活用したところ、河川横断物のプール型魚道や堰の放水口を利用してカワウが採餌を行っていることが明らかとなった。また、自然護岸の河川では、流れの緩やかな岸よりの淵を採餌場として利用していた。また、自然護岸や人工護岸に比べ、河川横断物の方がカワウの飛来数が多い傾向がみられた。

## 1. はじめに

ねぐら・コロニー調査は、環境省が事務局を務める各地域の広域協議会によって実施時期は前後するが、主に繁殖開始となる春（3～5月）、繁殖後雛が巣立ちを迎えた後の夏（7月）、ねぐら・コロニーの移動が起こる冬（11～12月）の年3回ねぐら・コロニーにおける生息調査を行うことが基本となっている（環境省 2013）。ねぐら・コロニー調査の特性上、1日1箇所の調査しか実施できないうえ、ねぐら・コロニーを観察できる地点まで険しい道に行く必要があるケースや、ねぐら・コロニーによっては、近づけず観察できない場所も存在する。このようにねぐら・コロニーにおける生息調査は、労働力、拘束時間の面で多くの課題を抱えている。

現在、機械学習や画像処理に関する技術が発展し、画像に写っているヒトや車両などを、自動的にカウントする技術が確立している（Nassim *et al.* 2017；安岡ら 2018）。これらの画像処理技術を野生動物の自動カウントに応用する研究も始まっている（小川ら 2019）。カワウにおける生息個体数のカウント調査が抱える問題解決のため、ドローンによる撮影技術と画像処理によって、個体数カウントを自動化する技術を応用することで、調査に必要な時間や労働力を減らし、ランニングコストを押さえて低予算化につなげることが期待できる。

被害を与えるカワウについては、「カワウ被害対策強化の考え方」（環境省；農林水産省 2014）に基づき、R5 年度までに H25 年時の飛来数から半減させるという方向で現在、カワウ対策が進められている。カワウは採餌の際に人目を避ける傾向にあり（井口ほか 2008）、採餌行動については不明な点も多い。一般にカワウは夜間、ねぐら・コロニーで集団で休息し、日の出から2時間以内に最も採餌が盛んになる。その後、近場で休息を行い日が落ちる前にねぐら・コロニーに帰巢する（環境省 2013）。行動範囲は広域にわたり、GPS を装着した行動調査から、最大で 60 km の移動を行った例もあるが、一般には、ねぐら・コロニーから 2～11 km の範囲に 9 割のポイントが含まれるとの報告がある（バードリサーチ 2009, 日野・石田 2012）。新潟県においては、平均移動距離  $14.9 \pm 3.7$  km（三浦 2019）飛来することが分かっている。また、明治時代以降、人命、資産、生活の保護の背景から、急速に発展を続けてきた河川整備が生態系を崩壊させており（国交省 1996）、特に人工護岸と河川横断物が魚類の生息域を縮小する要因となっている（豊島 1996, 岸・徳原 2012, 辻ほか 2020）。カワウの採餌能力は非常に高く、河川を利用する魚類より速い速度で遊泳するため（Roupert-Coudert *et al.* 2006, 矢田谷 2018）、河川構造物の単純化が魚の隠れ場所を奪い、カワウの採餌を容易にしていることが懸念されている（成末ほか 1999）。2018 年度の水産庁事業で、ドローンを用いてカワウの採餌行動調査を行ったところ、河川横断物の上流、下流、横断物以外の河川での飛来状況を調べたところ、河川横断物下流での遊泳個体が有意に多い事が明らかとなった。（三浦 2019）。このようにドローンを用いることでこれまで観察しにくかったカワウの採餌行動を効率的に把握できる