

## はじめに

国立研究開発法人 水産研究・教育機構 中央水産研究所と、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。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、3か年の成果として、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、スピーカーによる餌場での追い払い、ビニルテープ張りによるねぐらや繁殖コロニーの除去、ドライアイス投入による繁殖抑制、これら3つの対策をドローンを用いて行う技術を開発し、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。

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。これらの成果が、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  
中央水産研究所 沿岸・内水面研究センター  
坪井潤一

## 目 次

1) 事業の全体計画 .....	3
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) 効果的かつ効率的なドローンによる追い払い技術の効果検証 .....	9
(2) 効果的かつ効率的なドローンによるビニルテープ張り技術の開発 .....	26
(3) ドローンを用いたドライアイス投下による繁殖抑制技術の開発 .....	43
(4) 赤外線およびノーマルカメラ搭載ドローンを用いた ねぐら・コロニーにおけるカワウの個体数計測手法の確立 .....	49
5) 成果検討会議の概要 .....	80
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）.....	92

## 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 ([www.naisuimen.or.jp/jigyuu/kawau/kawaur1-12-2.pdf](http://www.naisuimen.or.jp/jigyuu/kawau/kawaur1-12-2.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 月に施行された「内水面漁業の振興に関する法律」の基本方針において、「被害を与えるカワウの個体数を平成 35 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った（図 1 参照）。

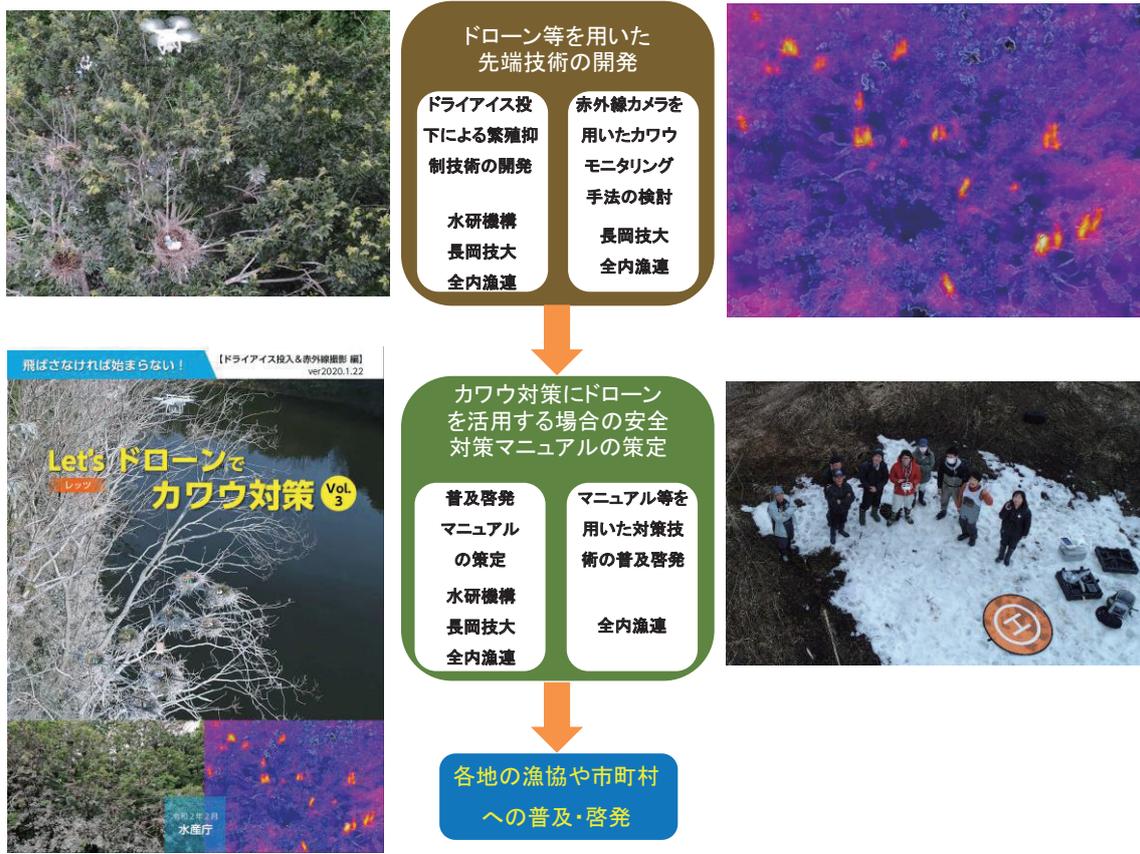


図1. 全体模式図

## 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 中央水産研究所及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及びドローンを使ったカワウ対策のマニュアル作成については、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の指導を受けました。

### 検討委員

(順不同・敬称)

羽山 伸一	日本獣医生命科学大学	(平成 29～31 年度)
山本 圭介	特定非営利活動法人 甲斐けもの社中	(平成 29～31 年度)
南山 金光	兵庫県内水面漁業協同組合連合会	(平成 29～30 年度)
安永 勝昭	東京都内水面漁業協同組合連合会	(平成 31 年度)

### 検討委員会事務局

(順不同・敬略)

大越 徹夫	全国内水面漁業協同組合連合会	(平成 29 年度)
内田 和男	全国内水面漁業協同組合連合会	(平成 29～31 年度)
三栖 誠司	全国内水面漁業協同組合連合会	(平成 29～31 年度)
師田 彰子	全国内水面漁業協同組合連合会	(平成 29～31 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 中央水産研究所 内水面研究センター (平成29～31年度)	
山本 麻希	長岡技術科学大学	(平成29～31年度)
川畑 龍平	長岡技術科学大学大学院	(平成29年度)
三浦 遼大	長岡技術科学大学大学院	(平成30年度)
岡本 直也	長岡技術科学大学大学院	(平成31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) 効果的かつ効率的なドローンによる追い払い技術の効果検証

カワウによる捕食被害を減じるため、ドローンに小型スピーカーを搭載し、ドローンのカメラを用いてカワウを追跡しながら爆音で追い払う方法を用いて、群馬県みどり市渡良瀬川流域において、その効果検証をおこなった。平成 29 年度の研究から、渡良瀬川の相川橋の上・下流に 500~600m の幅で 2 つの追い払い区と非追い払い区をそれぞれ設置し、カワウの飛来数をドローンの自動飛行機能を用いて調査したところ、試験区内全域において、実験期間前よりカワウの飛来数が減少していることが示唆されたため、調査範囲を追い払い地点を中心とした半径 20km に拡大し、カワウの飛来数調査を行った。その結果、追い払い地点から 0~5km 区間内のカワウの飛来数は追い払い後に減少していることが示唆された。一方、5~10km 区間のカワウの飛来数は増加していたことから、ドローンによる追い払いは、追い払いを行った数百m の区間から 5km ほどの範囲で忌避効果を示す可能性が示唆された。

新機種のマavic2 ED (マビック 2 エンタープライズデュアル) は、スピーカーが機体本体に固定されていることから、飛行中の安定性も高く、また、スピーカーが常に前方に向かって音が出るように搭載できることから、音も大きく、遠くまで届くことが明らかになった。以前、Phantom 4 Pro に洗濯ネットとビニールホースでスピーカーを下げて追い払いを行った際、飛行中の振動によりスピーカーが回転し、ドローンの飛行が不安定となり、墜落しそうになった事例がある。このような墜落事故を未然に防ぐためにも、今後は、Phantom 4 Pro よりも Mavic2 ED を用いたほうが、より安全性の高い追い払い対策となることが示唆された。

自動追尾機能によるカワウの追跡を試みたところ、被写体の識別は、背景に対し、ある程度コントラストがはっきりしていることが条件であることが明らかになった。カワウは黒色であり、背景の水の色との識別が難しいため、自動追尾は困難を極めた。また、アクティブトラックは、人を対象に開発されており、カワウのシルエットが人より小さいことも困難であった一因と考えられた。また、カワウまで 5 m ほど接近した際に、飛び立つカワウが多く、自動追尾を行う前に画面から外れてしまうケースが多く見られた。

#### (2) 効果的かつ効率的なビニルテープ張り技術の開発

秋田県皆瀬戸板ダム、山形県須川河畔、最上川河畔、栃木県鬼怒川河畔、群馬県高津戸ダム、新潟県宮中ダムの 6 か所でビニルテープ張りの実証試験を行い、7 か所全てで、ねぐら・コロニーの除去に成功した。皆瀬戸板ダムでは、500m 離れた湖岸から 2 台のドローンを用いた設置を試みた。また、山形県の河畔林に作られたコロニー 2 か所、新潟県宮中ダムの急斜面にできたコロニー 1 か所で、ドローンを用いてビニルテープを設置した。

秋田県の皆瀬戸板ダムでは、ドローンを帰還させる際、ドローンから下がっているビニルテープが風圧で巻き上がって本体に絡まる事故が発生した。以後、ビニルテープを使い

切らないうちにドローンを戻す際は、操作者と別の者がテープの端を保持することを徹底したところ、上記の事故は防ぐことができた。ドローンを用いることで、これまで積雪の多い北陸や東北の日本海側においては実施が困難だった3月の営巣開始時期にテープを張ることが可能となった。

### (3) ドローンを用いたドライアイス投下による繁殖抑制技術の開発

ドローンを活用したドライアイスによるカワウの繁殖抑制技術の開発を行った。今年度は、巣に接触することで自動的に底が抜ける投入容器を3Dプリンターで作成することが可能になり、大幅な経費削減と軽量化に成功した。2019年3月から4月にかけて栃木県矢板市にあるカワウの繁殖コロニーにおいて、開発した装置を用いて繁殖抑制対策を行ったところ、処理を行った40巣のうち37巣で繁殖を完全に抑制することができた。

費用対効果について試算したところ、ドローン本体やドライアイスなどの経費53万円に対し、食害抑制効果が128万円と試算されたため、2倍以上の費用対効果があると推定された。

### (4) 赤外線およびノーマルカメラ搭載ドローンを用いたねぐら・コロニーにおけるカワウの個体数計測手法の確立

様々な条件で赤外線カメラを用いたカワウのねぐら・コロニーの撮影を行った結果、市販されている赤外線カメラ搭載のドローンでは、鳥の種まで判別することが困難であることが明らかになった。そのため、個体数カウントに適した場所としては、サギ類などと混生していない、カワウのみが生息するねぐら・コロニーであると結論づけられた。

赤外線撮影については、汎用機であるMavic2 Enterprise Dualを用い、アプリケーションとしてDJI PilotかDJI GS Proを使用した場合、撮影モードはホットメタル、またはホットスポットが適していた。ホットスポットモードで、機体とコロニーの樹木にとまるカワウまでの距離が10m程度であれば、赤外線カメラを用いた個体数カウントが可能であった。コロニーの上から撮影した場合と、横から撮影した場合を比較すると、横から撮影した場合の方がカワウのシルエットがはっきり写るため、より正確な個体数カウントが可能であることが明らかになった。

Mavic2 Enterprise DualやPhantom4のノーマルカメラを用いて、カワウのねぐら・コロニーのカウントを行う場合、照度が100luxより高い時間帯、つまり日の入りにできるだけ近い時間を狙って撮影を行うことが望ましいことが明らかとなった。照度が100luxの時間帯は、その日の天候に大きく左右されるものの、日の入り後5~10分程度に相当し、調査は比較的早い時間帯に限られる。そのため、100lux未満の照度になった後に、ねぐら・コロニーに入ってくるカワウが多数みられた場合、個体数カウントが過小評価になる可能性が示唆された。

3か年の事業を通じ、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（巻末の参考資料参照）。

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、実証試験地を各地に設定し、これまで以上に「ドローンでカワウ対策」を水平展開する必要がある。