

4) 調査研究成果

(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

要旨

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。

1. はじめに

カワウは卵を取り除くだけでは、再び産み足してしまうため、ニセモノの卵（擬卵）と置き換えるか、何らかの処理によって、ふ化しない卵にすることが必要となる。ドライアイスを巣内に投入し卵の発生を止め、繁殖を抑制する技術は、山梨県ですでに確立されている（坪井・芦澤 2012）。しかし、擬卵でもドライアイスでも、繁殖抑制対策を行うと、繁殖コロニーをかく乱することになり、結果としてカワウは人のアクセスしにくい場所に営巣することが経験的に知られている。遠隔的にドライアイスを運搬、巣内に投入する技術が開発されれば、より多くのコロニーで繁殖抑制が可能となり、個体数増加を抑制できると期待される。本課題では、ドライアイスを用いた卵冷却による繁殖抑制にドローンを導入することで、高所やアクセスの悪い場所における繁殖抑制を可能にすることや、かく乱を最小限に留めるための技術開発を行うものである。3 年の実証試験通じて、カワウの巣内に遠隔的にドライアイスを投入し、繁殖を抑制する技術の開発を目的とした。

2. 方法

表 1 の道具を利用して、ドライアイスをドローンで運搬し、遠隔的に投入するためのシステムを開発した。巣に接触することにより、自重で底が抜ける装置を 3D プリンターにより作成した（図 1）。投入装置、クッションゴム、クリップを含めた総重量は 150g 以下となり、ドライアイスを 250g 入れても、総重量は 400g 程度となった。小型汎用機である Phantom4 のペイロード（持ち上げる力）は 800g 程度であるため、安定性を損なわずにドライアイスを運搬、投入することが可能となった。

2 月 14 日に実証試験地である栃木県矢板市のため池に形成された繁殖コロニーにおいて、ドローンを用いてカワウの繁殖状況を確認したところ、すでに営巣が本格化しており、抱卵する親鳥も確認された（図 2）。そのため、卵捕獲許可申請（矢板市）及びドローンでドライアイスを運搬

するための許可申請（東京航空局）を行い、2019年3月7日、13日、19日、26日、4月5日に、繁殖抑制を行った。長さ2mのクッションゴム4～8本を連結しその両端をドローンに装着し屈曲部に投入装置を吊り下げた。また、投入装置やクッションゴムが枝に絡むと、ドローンの帰還が困難になることから、ドローンの脚とクッションゴムの固定にクリップを用い、ドローンが全力で上昇するとクリップが外れるような強度に設定した。

なお、全ての現地調査を鬼怒川漁業協同組合と協働で行った。

表 1. 試験で使用した機材一覧

	製品名	備考
ドローン（ドライアイス投入）	DJI社 Phantom 4 Pro V2.0	モニターとなるタブレットPCは別途必要
替えバッテリー	DJI社 Phantom 4 シリーズ用バッテリー	
ドローン保険	東京海上日動火災	
3Dプリンター	Anycubic i3 Mega	
3dプリンター用フィラメント	PLA樹脂（オレンジ等）	フィラメントは鮮やかな色のほうが作業性が良い
ベレット状のドライアイス	昭和炭酸, 12kg入り	
クッションゴム 4-8本	YAMASHITAゴムヨリトリ R/RS, 2mm×2m	ドライアイス容器をドローンから吊るすひも
クリップ 2個	LION バインダークリップ No.107	ドローンの脚にクッションゴムを装着する

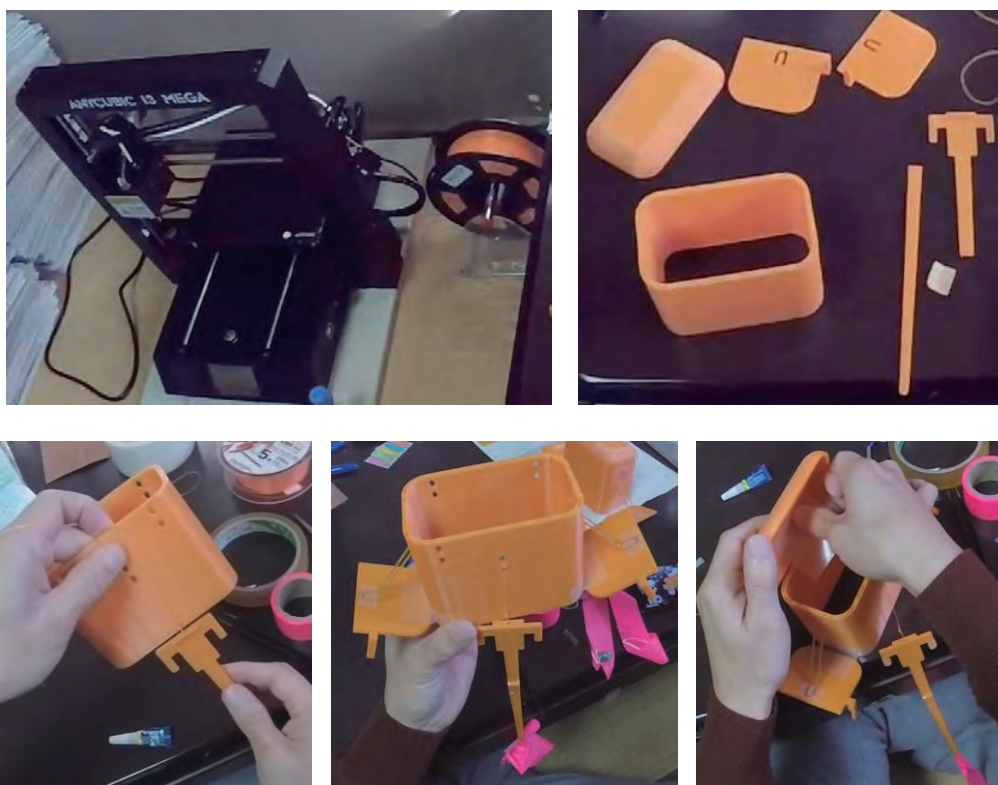


図 1. ドライアイスを遠隔的に投入する装置を作るため、3D プリンターでパーツを作り（上）、釣り糸、養生テープ、輪ゴムを使って組み立てた（下）



図 2. 2019 年 2 月 14 日、栃木県矢板市の実証試験を行った繁殖コロニー巣では抱卵する親鳥が確認された（黄色矢印）

3. 結果と考察

対策は6人から10人で行い、2～3機のPhantom4を用いて、3卵以上の巣を選定しながら、繁殖抑制作業を行った（図3）。初日にあたる3月7日は、産卵状況のモニタリングを行い119巣を確認した。その後、試験的にドライアイスの投入を1巣について行った。3月13日から本格的に繁殖抑制対策を行い、5日目の4月5日には、3時間程度で16巣でドライアイス処理を行った。複数回の作業を行うと、前回までに処理した巣が未処理の巣と判別できなくなってしまうため、食品添加物である青色1号を、装置に入れたドライアイスにごく少量混ぜてから、投入作業を行った（図4）。合計で40巣171卵について、ドライアイスによる冷却処理を行った。

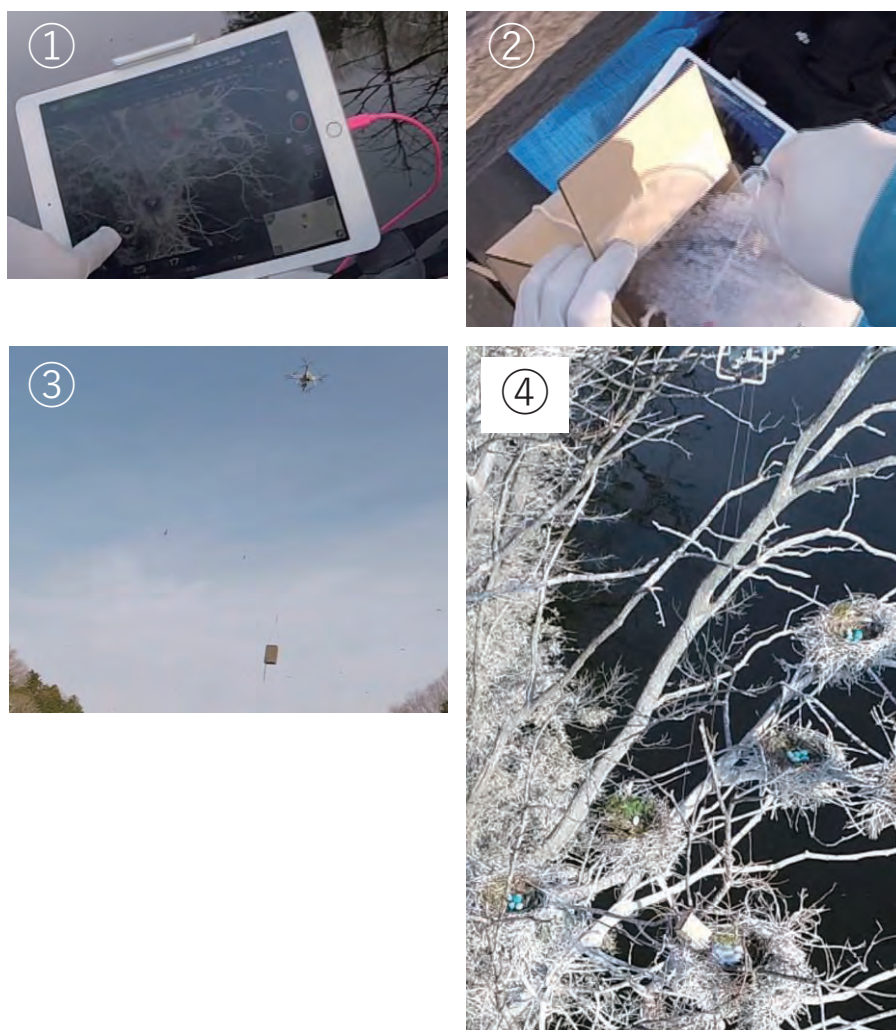


図3. ①投入する巣を決めた後、②装置にドライアイスを入れ、③ドローンで運搬し、④巣に装置の下端が接触すると同時に底が抜けることにより、ドライアイスを投入した（実際の対策の動画 <https://vimeo.com/326527798>）



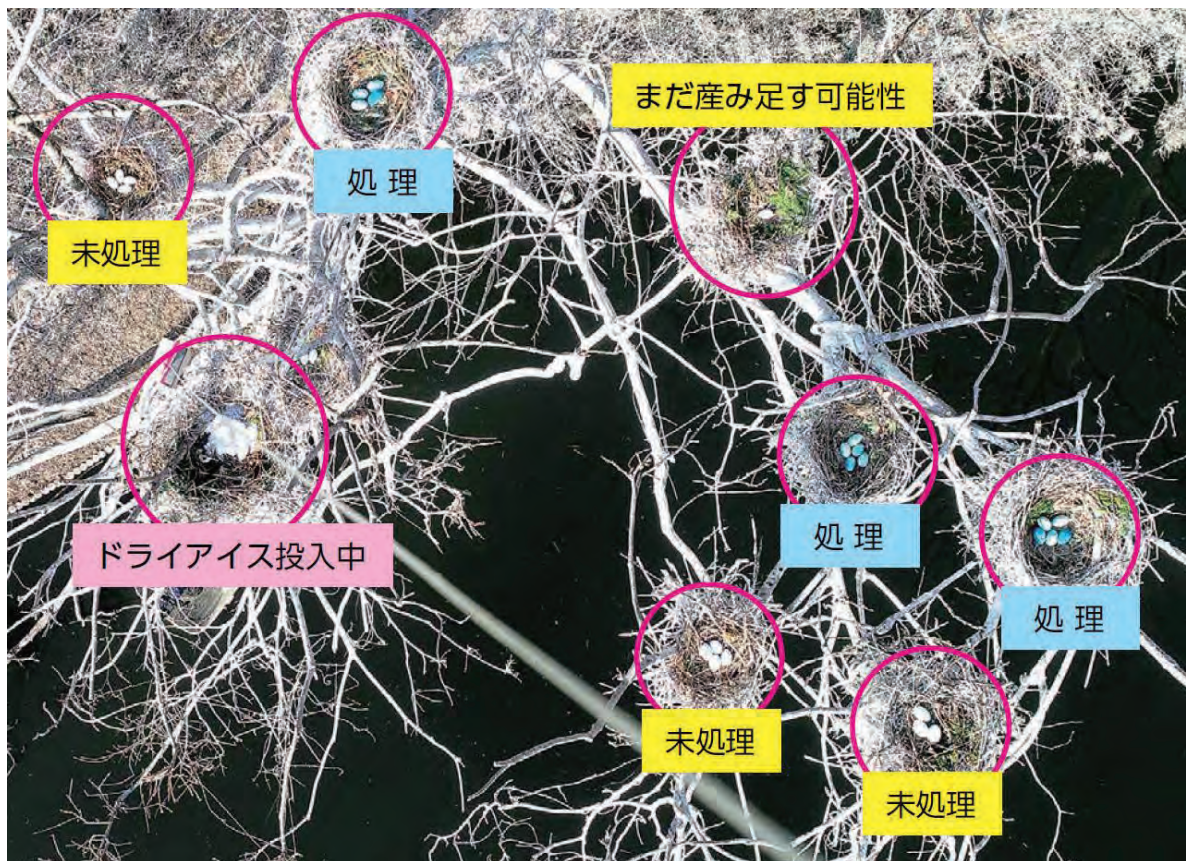


図 4. 処理済みの巣と未処理の巣を区別するために、食品添加物である青色 1 号をドライアイスに少量添加し、卵を染色した。

2019 年 5 月 1 日に、事後のモニタリング調査を行ったところ、産み足しにより 3 巣でヒナが確認されたが（図 5）、他の 37 巣では繁殖を完全に抑制できた。



図 5. 2019 年 5 月 1 日に実証試験地のコロニーで確認されたカワウのヒナ

ドライアイスの投入に必要な機材は表 1 のとおりで、費用は 53.1 万円であった。一方、1 巣にドライアイスを入れると 3.5 万円分のアユを守れると試算された（図 6）。37 巣で繁殖抑制できたため、被害抑制効果は 128 万円となり、費用対効果は 2 倍以上であると推定された。



図 6. 繁殖抑制を行うことで守られるアユの金額の試算. ヒナ 1 羽 1 日あたりの捕食量は Platteeuw et al. (1995) を外挿し、アユの比率は胃内容物調査結果を用いた

繁殖期初期は、親鳥が多く大きな卵を産み、巣立たせる雛の個体数も多いことが明らかになっている (Tsuboi et al. 2011)。そのため、繁殖期初期にドローンを活用して繁殖抑制を行うことは、カワウの繁殖戦略に合致しており、水産被害の軽減もより一層期待できる。カワウの産卵に合わせ、タイミングよく対策を行うには、コロニーでのモニタリングが必要不可欠である。1 週間に 1 度のペースで営巣状況、産卵状況をモニターすることが、繁殖抑制作業の費用対効果を最大にする秘訣である。

ドローンを使ったドライアイス投入は、全ての巣で行えるわけではない。タイミングが合わずにヒナがふ化してしまうこともあり得る。そもそも、枝が邪魔して、ドライアイス投入することが不可能な巣もある。そのため、実証試験を行ったコロニーでは、6 月初旬に、巣立つ前のヒナを対象に、散弾銃による捕獲を行っている。かく乱を最小限にするため、1～2 回の作業にとどめ、1 回の作業時間も早朝の 2 時間程度である。今後、このコロニーでは、繁殖抑制と散弾銃による捕獲で、個体数や営巣数の減少がみられるかどうか、対策およびモニタリングを継続的にやっていく予定である。

4. 成果の公表

フジテレビ プライムニュース (ドライアイス投入, 2018 年 4 月 30 日)

坪井潤一 Let' s ドローンでカワウ対策. 日本鳥学会 2018 年度大会 自由集会「カワウを通じて野生生物と人との共存を考える (その 21) — カワウ被害防除の新技术 —」.

NHK 甲府 山梨クエスト (“空飛ぶ漁師” カワウから魚を守れ!), 2019 年 7 月 5 日)

坪井潤一 (中央水産研究所)、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)