

表 2. 変数減少法による重回帰分析の結果

	説明変数	係数	標準誤差	t	p
フルモデル	圏沿岸ねぐコロ生息数	0.007	0.006	1.181	0.238
	圏内陸ねぐコロ生息数	0.032	0.003	9.688	< 0.001
	被害ねぐコロ平均距離	-2.776	2.493	-1.113	0.266
	被害ねぐコロ最小距	0.733	1.276	0.574	0.566
	被害ねぐコロ最大距	1.222	1.329	0.919	0.358
	圏内陸ねぐコロ箇所数	-2.223	1.475	-1.507	0.132
	圏コロ箇所数	-1.636	2.165	-0.756	0.45
	圏ねぐ箇所数	-0.364	1.461	-0.249	0.804
	定数	13.188	3.492		
ベストモデル	圏内陸ねぐコロ生息数	0.031	0.003	9.948	< 0.001
	被害ねぐコロ平均距離	-0.82	0.304	-2.695	0.007
	圏内陸ねぐコロ箇所数	-2.74	1.002	-2.734	0.006
	定数	13.58	3.105		
従属変数：平均確認羽数					n=534

前述の結果を図に表したものを図 12 に示す。この図では、滋賀県の大規模ねぐら・コロニーデータの存在により、他のねぐら・コロニーのデータがグラフの左下の部分に密になってしまい、全体の傾向が把握しづらい。よって、左下の部分を拡大したものを図 13 に示す。それぞれの図を見ると、前述と同じく、内陸ねぐら・コロニーの生息数が多くなるほど、そして、平均距離が近くなるほど、カワウの飛来は多くなる傾向があった。また、図より被害地点からねぐら・コロニーまでの平均距離 5 km 以下のデータが少ないことが分かる。これは、ねぐら・コロニー近くの魚の資源量は、高い捕獲圧で減少してしまったために、このような結果となった可能性が考えられる。

得られた結果より、カワウの飛来数を減らすためには、被害地点の近くのねぐら・コロニーからテープ張りなどによって移動させていくことが効率的であると考えられる。

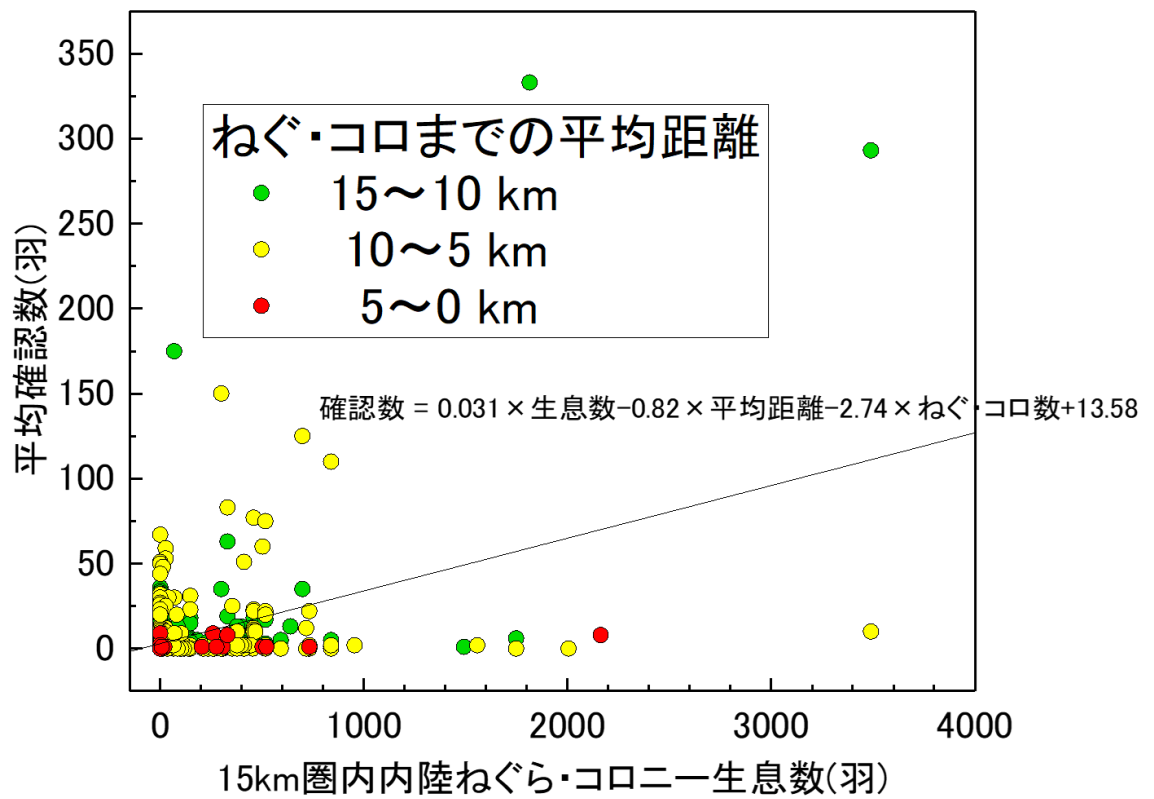


図 12. 平均確認数、内陸ねぐら・コロニーの生息数、平均距離の関係

※図の回帰直線は、平均距離と内陸ねぐら・コロニーの箇所数の中央値を
代入し、記した

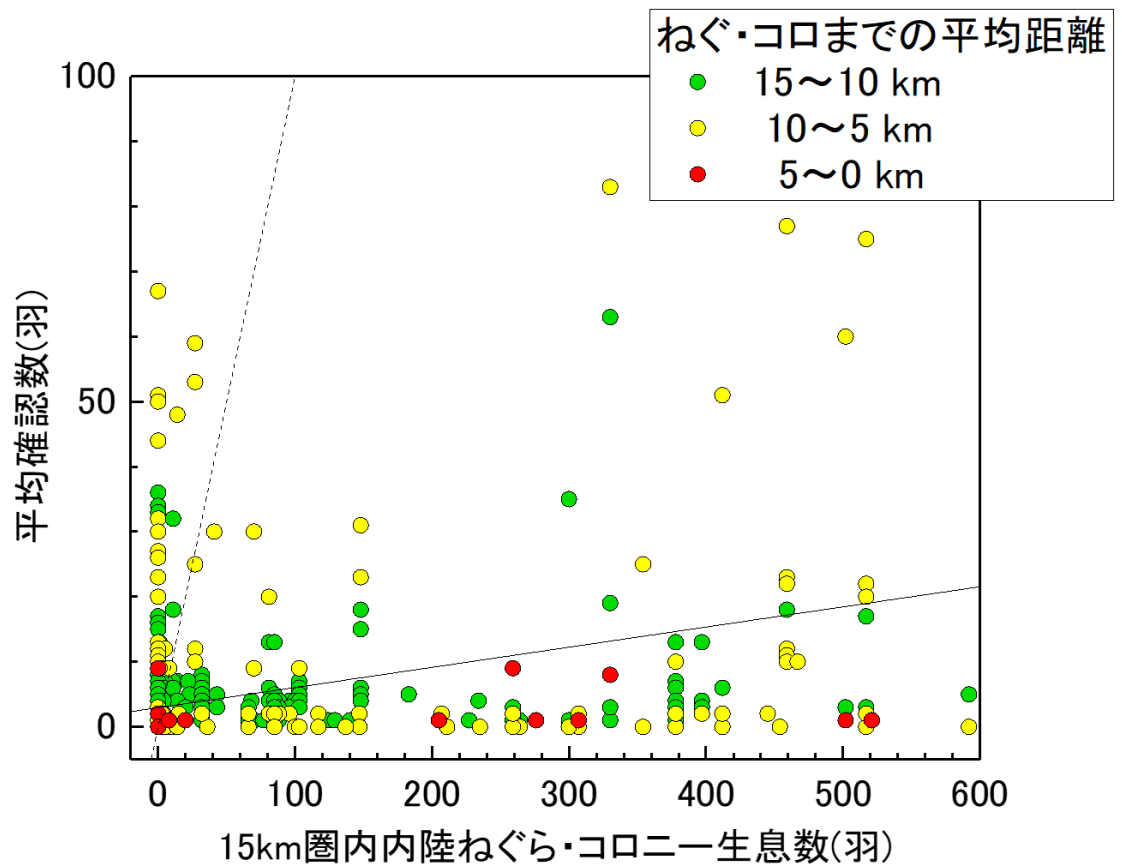


図 13. 図 12 左下の拡大図

※平均確認数（羽）＝ 内陸のねぐら・コロニーの生息数としたときの回帰直線

4. 成果の公表

なし

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）

(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

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高度化を行った。2020年3月に、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、わずか2回の処理で16巣58卵の繁殖を抑制することができた。周辺水域を管轄する鬼怒川漁協組合員自らドローンを操縦し、ドライアスを投入したことは特筆に値する。

鬼怒川漁協のアユ放流がほぼ終了した2020年5月1日に繁殖状況の確認のため空撮を行ったところ、138巣で確認された雛はわずか31羽のみであり、営巣数についても、2019年の193巣から大幅に減少した。今後も、繁殖抑制を継続し、ドローンによるドライアイス投入のみで、どこまで営巣数を減少させることができるか、中長期的な効果を判断する必要がある。

1. はじめに

繁殖コロニーの位置を把握することがカワウの個体群管理における第一歩である。しかし、対策を進めるほど、カワウは人目のつかない場所にコロニーを形成する。ドローンはこのような場面でも威力を発揮すると期待されている。繁殖コロニーを早期に発見することができれば、ビニルテープ張りによる除去も容易にできるし、本研究のメインテーマである繁殖抑制も処理すべき巣や卵の数が少なくて済む。

繁殖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ための技術開発を行うも

のである。

2.方法

コロニー探索は、これまでドローンを飛ばすことができなかった東京都内において、航空法の対象外である 200g 未満の超小型ドローン（DJI 社マビックミニ）を使用して実施する予定である（コロナ禍のため、2020 年度は未実施）。

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。

カワウの巣へのドライアイス投入に際し、卵捕獲許可申請（矢板市）およ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）を行った。2 つの許可証が届いた後、2020 年 3 月 9 日および 23 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、長さ 2m のクッションゴムを 4 本から 8 本を連結し、U 字状にしてドローンに装着し、投入装置を吊るして繁殖抑制を行った。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ることで、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
ペ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