

表-4 カワウが選択した採餌環境の GLMM のモデルにおける統計結果 (n=27)

	回帰係数	P 値
上流	-1.91	0.001
下流	-2.12	0.001
その他	-2.30	0.001

ステップワイズ法によるモデル選択の結果、採餌環境区分を含めたモデルが、 ΔAIC が最も低いモデルとなった (表-3)。また、河川横断物と比較して上流、下流、その他の環境は、面積当たりの飛来数が有意に少ないことが分かった (表-4)。

このことから、カワウは河川横断物周辺の環境を選択して採餌を行っている可能性が示唆された。

次に河川横断物内の微環境における、単位面積当たりのカワウの採餌個体数を図-18 に示す。また、河川横断物内の微環境における、カワウの採餌個体数を図-19 に示す。

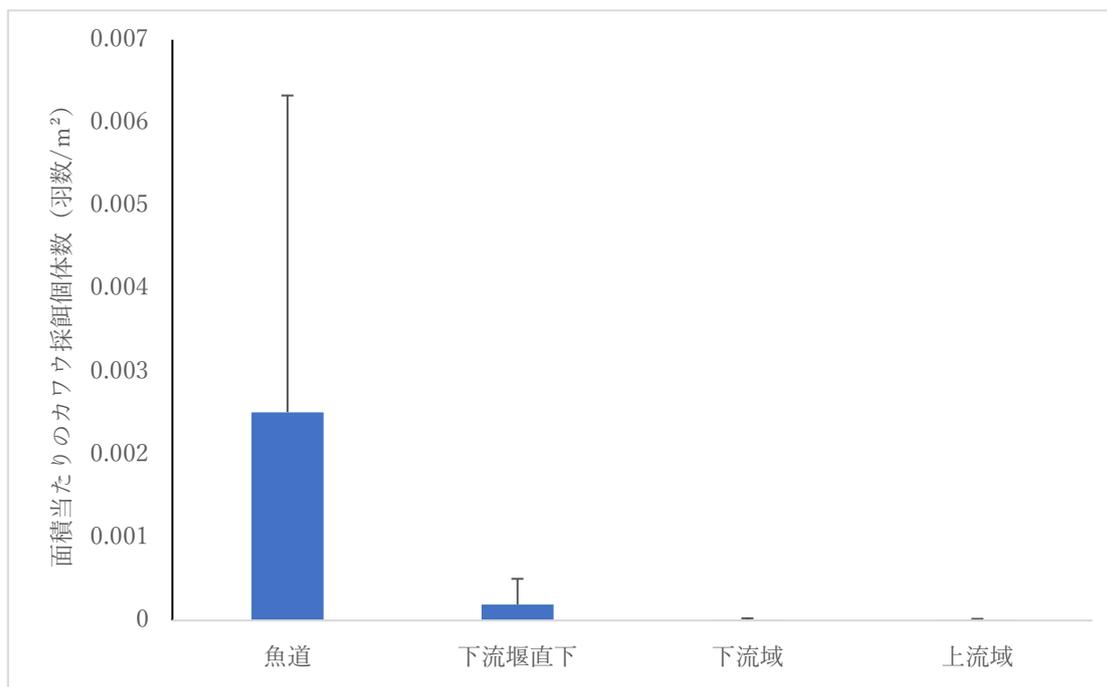


図-18 河川横断物内の河川横断物微環境における面積当たりのカワウの採餌個体数 (宮中ダム ; n=13、妙見堰 ; n=5、太田頭首工 ; n=6)

表-5 単位面積当たりのカワウが選択した採餌環境の GLM モデルにおける統計結果 (n=27)

	標準誤差	P 値
下流堰直下	-2.57	0.001
下流域	-6.61	0.001
上流域	-6.00	0.001

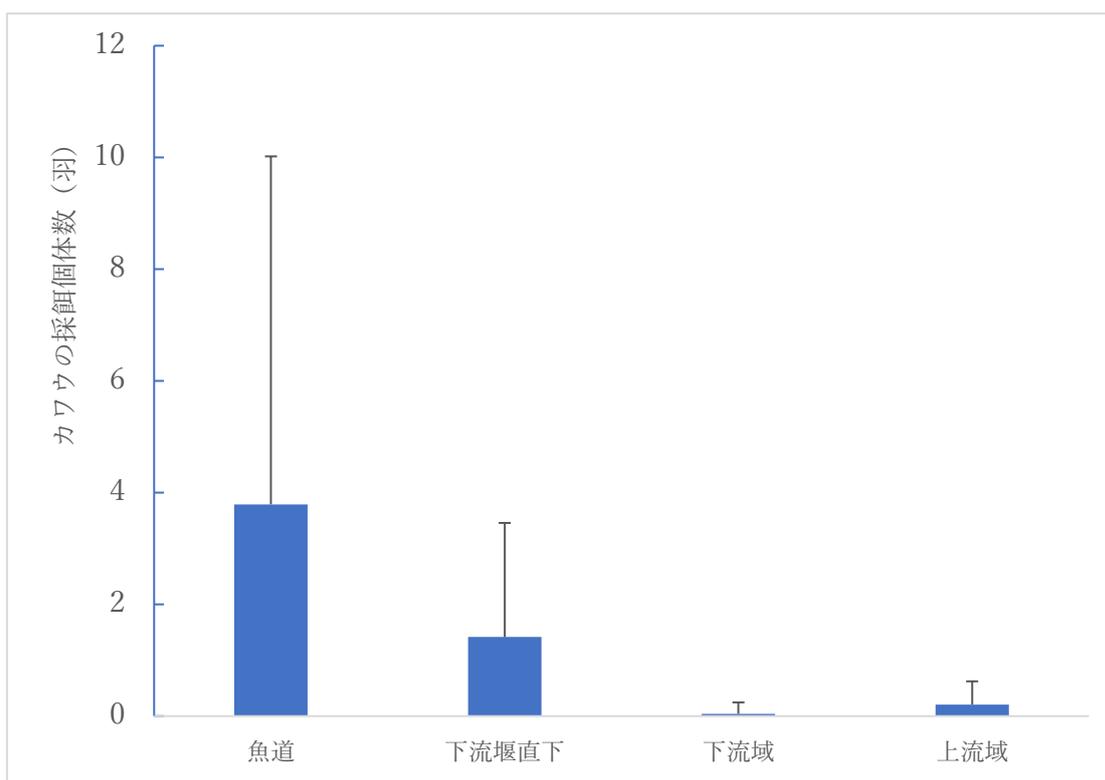


図-19 河川横断物内の河川横断物微環境におけるカワウの採餌個体数

表-6 カワウが選択した採餌環境の GLM のモデルにおける統計結果 (n=27)

	標準誤差	P 値
下流堰直下	-0.98	0.03
下流域	-4.51	0.001
上流域	-2.90	0.001

魚道と比較して下流堰直下、下流、上流は、それぞれ有意に面積当たりの採餌個体数（着水、潜水）が少ないことが分かった（図-18、表-5）。

また、採餌個体数の統計結果から魚道と比較して下流堰直下、下流、上流で有意に採餌個

体数が少ないことが分かった（図-19、表-6）。

最後に、その他の環境下で、カワウが採餌していた場所についての結果を述べる。その他の環境で採餌していた個体数は 21 個体で、これは休息を含む全観察個体数の 13.2%に相当した。

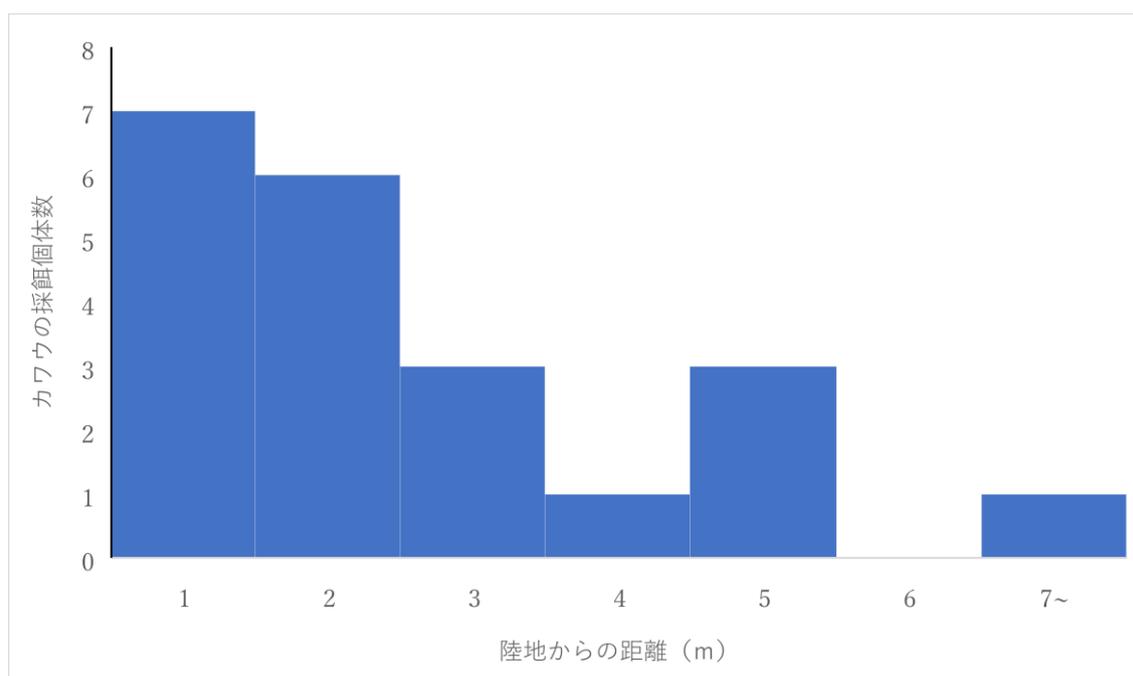


図-20 その他の環境におけるカワウの採餌地点と陸地からの距離のヒストグラム

その他の環境におけるカワウの採餌地点と陸地からの距離のヒストグラムを図 20 に示す。その他の環境で採餌が確認された 21 個体中、川岸や中州から、5 m 以内で採餌していた個体は全体の 95%に相当した（図 20）。このことから、カワウは、河岸や中州などの陸地から 5 m 以内のエリアを採餌場所として多く利用する事が示唆された。

また、新潟県信濃川、栃木県鬼怒川、群馬県渡良瀬川の調査地においては、ドローンの撮影で川底が確認可能な比較的水深の浅い場所を採餌場として利用している個体が 21 個体中 11 個体確認された。

カワウの採餌環境において白波の有無について分析した結果から、白波有で 9 個体、白波無で 12 個体の採餌が確認された。白波有で確認された個体は新潟県信濃川の 14 個体中 5 個体に相当し、栃木県鬼怒川では 4 個体中 2 個体、群馬県では 3 個体中 2 個体に相当した。

以上のことから、カワウは岸際 5 m 以内のエリアを採餌場所として利用する傾向が見られ、白波の有無に関しては、どちらの環境においても採餌を行っていることがわかった。し

かし、新潟県信濃川は水深が深く、濁っている河川環境が多かったため白波有での採餌個体の割合が少なかったが、栃木県と群馬県のみで見ると白波有の場所で採餌している割合が多かった。

図 21～23 に、実際にカワウがその他の環境で採餌していた事例の写真を示す。



図-21 2021/6/12 栃木県鬼怒川において確認されたカワウの採餌環境 白波有
赤丸：カワウの位置を示す。赤矢印：カワウの遊泳方向



図-22 2021/9/21 群馬県渡良瀬川において確認されたカワウの採餌行動、白波無
赤丸：カワウの位置を示す。赤矢印：カワウの遊泳方向



図-23 2020/4/12 新潟県信濃川において確認されたカワウの採餌行動、白波無
赤丸：カワウの位置を示す。赤矢印：カワウの遊泳方向

4) 考察

本研究からカワウは、採餌場所として河川横断物周辺を有意に選択していることが示唆された(図-17)。カワウの採餌場所を河川横断物上流 300m・下流 300m・その他の環境の 3 つに分類し、飛来数調査を行った結果、河川横断物下流 300m 以内で遊泳している個体数が上流・その他の環境に比べ有意に多いとの報告がある(三浦 2019)。これは、河川横断物の設置が淡水魚の遡上を阻害し、横断物下流に魚が滞留したため、カワウは魚が高密度になった横断物下流を採餌場所として選択しているのではないかと考察している(三浦 2019)。たしかに、2012 年 5 月から 2014 年 10 月に流路延長 34.5 km の岩手県北上川水系中津川で、北上川水系中津川流域で 4 箇所、その支流の米内川で 4 箇所、合流地点直後で 1 箇所の計 9 箇所で投網による調査を行った研究では、階段式魚道が設置されている河川横断物の下流側において、調査 1 回あたり平均で約 200 尾の河川魚が捕獲されており、1 箇所の調査で全体の 41% を占める魚類が捕獲されていた(辻ほか 2020)。以上のことから、階段式魚道は魚類の遡上の妨げとなっており、河川横断物の下流で高密度となったところをカワウが採餌場所として選択している可能性が示唆される。

本調査においても、河川横断物周辺にカワウの採餌が多いという結果は、三浦(2019)の結果を支持するものだが、本研究においては、さらに河川横断物の微環境の選択性について詳細な分析を行った結果、横断物の上流域、下流堰直下、下流域に比べ、特に魚道内でカワウの飛来が多いことが明らかとなった(図-18, 図-19)。前述の北上川における調査地の魚道の構造は階段式魚道であった(辻ほか 2020)。本調査の対象となった新潟県宮中ダムの魚道も階段式魚道という構造である(東日本旅客鉄道株式会社 2017)。階段式魚道を模した構造でアユとオイカワの遡上特性を検証した実験では、魚道内の流量の増加に伴い流速が速くなることでアユとオイカワの遡上率は増加するが、魚道内の動きにおいてアユは魚向が定まっておらず、上流方向へ遡上ができていない個体が確認されているほか、アユは流速が速い魚道内の落下流内を遡上に利用しており、疲労が蓄積されやすい可能性があることが報告されている(鬼東 2017)。このことから、階段式魚道においては、アユは、魚道内に滞留しやすいことが予想される。よって、宮中ダムの階段式魚道などは、遡上中のアユが魚道内に滞留しやすく、そこをカワウが採餌場として利用していることが示唆される。

妙見堰は、プールタイプの魚道であるが、魚道内に流れる流量によってプールの仕切りとなる隔壁が倒れる仕組みを有しており、流量が少ない条件下でも淡水魚類が魚道内を行き来することが可能となっている(国交省 2005)。たしかに、本研究において、妙見堰の魚道内でのカワウの採餌個体数は 91 例中 11 例と全体の 12% だった。このことから、上記のような水量によって淡水魚類の移動がしやすい魚道ではカワウの捕食被害はある可能性があるものの、その被害は同じプールタイプの魚道を有している宮中ダムのような階段式魚道と比較して、採餌に利用する傾向は低いことが示唆される。

太田頭首工は、呼び水が設置されておらず、魚道を淡水魚が利用できていないことが示唆される。実際に魚道が機能していないことが報告されており(中島 私信)、上記のような

魚道においてカワウの採餌行動は確認されなかった。太田頭首工の魚道についてはカワウの被害対策を行うとともに、淡水魚類が遡上可能な魚道の改変が必要である。

本研究でカワウの飛来が確認されなかった勝瓜頭首工は水路タイプの魚道であり、他の河川横断物と比較して、水深が浅かった。計3日間の本調査において、全面式魚道の内側で水はほとんど流れておらず、魚道内の底が乾いている場所が多く確認された。上記のような環境下ではサギが採餌場や休息場として利用していたが、カワウが潜水しやすい水深ではなかったため、カワウが採餌場所として選択しなかった可能性がある。一方、勝瓜頭首工では堰直下にあたる区域で3日間ともサギ類の採餌行動を確認したことから、カワウ対策よりもサギ類の捕食被害対策を行う必要がある。

以上のことから、階段型魚道のように水平部と切欠き部のある隔壁を階段状に配置し、魚類の休息場となるプールを階段状に連結した単純な構造を模した条件の河川横断物においては、魚道内に遡上するアユなどの魚類が滞留する環境を作りやすいため（鬼東 2017）、そこでカワウに集中的に捕食される危険がある。更に、現在日本に設置してある魚道の9割以上が階段式魚道という報告がある（中村 1995）ことから、階段式魚道におけるカワウの捕食被害が懸念される。しかし、魚道は人工構造物に囲まれ、面積も小さいエリアであることから、テグス張りなどの物理的にカワウの侵入を防ぐ設置型の防除対策をすることで、効率的にカワウによる捕食被害を防ぐことができるだろう。

河川横断物周辺以外のその他の環境下においてカワウは、河岸や中州などの陸地から5 m以内を採餌場として選択している傾向が見られた（図-20）。また、比較的水深の浅い環境を選択し、採餌行動をとっている個体が確認された（図-21, 図-22, 図-23）。カワウは流速 160 cm/min, 水深 20 cm 程度の浅瀬でも採餌が可能であることが報告されている（井口ら 2008）。本調査の結果でもカワウは、陸地に近い環境で採餌を行う傾向が見られることから、カワウの被害対策として、河岸に近いエリアに魚の隠れ場所を設置するのはカワウの捕食被害を減らす上で有効な対策と考えられる。近年、淡水魚の隠れ家として竹ぶせを岸から 2~5 m, 水深 60~70 cm より浅い場所に設置する手法が確立されている（栃木水試 2012）。竹ぶせは毎年、竹を設置しなおさなければならないが、粗朶を用いた魚の隠れ場などは、河川内に一度設置すれば構造物が砂に埋もれない限り、永続的に魚の隠れ場としての機能を発揮する（佐藤 2015）。また、黒テグスを 2 m 間隔で池の上部に並列的に張り、さらに池周縁の足元に張ることで、アオサギ、ダイサギ *Ardea alba*, カワウに対し高い飛来抑制効果が得られることが報告されている（谷口 2018）。近年、カワウの飛来防除対策は、河川において人が追い払いを行う方法が主流だが、このようにカワウが採餌する微環境が明らかになったことで、採餌されやすい場所にピンポイントに設置型の防除対策を行うことで、現在、最も主流な飛来防除対策である人による追い払いの労働力を減らすことが可能となるだろう。

3. 成果の公表

日本鳥学会 2021 年度大会 ポスター発表 P18 C 「日本河川におけるカワウの採餌環境選

択要因」 ○新竹政仁・山本麻希（長岡技大）・坪井潤一（国立研究開発法人水産研究・教育機構）

日本鳥学会 2021 年度大会 自由集会 W2 カワウを通じて野生動物と人との共存を考える（その 23）—ドローンや発信器を用いたモニタリング—にて「ドローンを使ったカワウのモニタリグ」岡本直哉、新竹政仁、○山本麻希（長岡技大）で口頭発表を行った。

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）

(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

要旨

昨年度は、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。今年度は、営巣樹木に刺し網を張ることに成功したが親鳥、雛ともに捕獲には至らなかった。今後、巣立った直後の雛を水中の刺し網で捕獲する際、刺し網への追い込みにドローンを活用したい。

1. はじめに

銃器の使用が難しい場所におけるカワウ捕獲技術の開発は、内水面漁業協同組合など関係者からのニーズが非常に高い。本研究では、大型汎用ドローン（DJI 社, Inspire 2）によってカワウを捕獲する技術の開発を目的とした。

2. 方法

2021年5月19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、大型汎用ドローン（DJI 社, Inspire2）を用い、樹上で営巣するカワウの成長および雛の捕獲を試みた。8mのアユ用の釣り竿の先端2本を取り除き、5.8mの長さの棒とし、目合い10cmの刺し網を吊るした（図1）。なお、実施に際しては、カワウの捕獲許可（矢板市）を取得した上で行い、全ての現地調査を鬼怒川漁業協同組合と協働で行った。



図1. カワウを捕獲するための仕組み

3. 結果と考察

営巣する樹木に刺し網を張ることに成功した (図2)。しかし、親鳥、雛ともに捕獲には至らなかった。親鳥は刺し網を張る前に飛び去り、雛は枝づたいに移動し、刺し網に触れることなく逃げた。なお、張った刺し網は、下部に設置したテグスを引っ張ることで回収した (図3)。

次年度は、水中刺し網を用いたカワウ捕獲の際、刺し網を吊るしたドローンを、巣立った直後の雛を追い込むために活用したい (図4)。