〔山梨県〕

擬卵およびドライアイスを用いたカワウ繁殖抑制技術の開発

山梨県水産技術センターの坪井です。
本研究は、私が主担当を任された初めての研究です。9月には特許を取りました。

本研究の出発点は、アユを巡って釣り人とカワウが競合していて、その軋轢を解消するべくカワウにも少し我慢してもらおうということです。では、どうやって我慢してもらうか。ここでは全て紹介できませんので、「Let's カワウ対策」という対策本を全内漁連から出版していただきましたので、詳しくはそちらをご覧ください。インターネットでも閲覧できます。

今日、ご紹介するのは、カワウ対策のうちの一つ、繁殖抑制についてです。

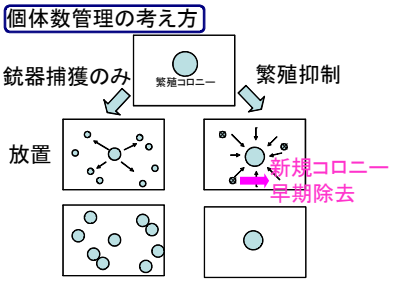
背景

カワウの特徴ですが、まず、魚を潜って食べます。体重が2kgの鳥で、1日に1羽が500gの魚を食べるということで、水産被害が広がっているものです。
たくさん食べるということの他にもう一つ、とても長い距離を飛べるという特徴があります。たまにカワウに足環（標識）がついていたりするんですけど、この足環の記録から、琵琶湖で産まれ育った鳥が、山梨県で確認されたということもあります。広域的に移動する鳥です。

カワウ対策には、いろいろな方法があるんですけども、我々が魚を守りたい場所で、カワウを追い払うという対策の他に、集団繁殖地で繁殖を抑制し、個体数を減少させるという方法があります。先ほどのトラフグの研究と同じで、生き物の数を増やそうと思えば繁殖を促進すればいいし、減らそうと思えば繁殖を抑制する、邪魔をするということが大切だと思います。

繁殖地でメインの繁殖場所、コロニーと呼んでいますが、繁殖コロニーからサテライト的に広がって行くんですね。広がった先でまた個体数が増えてというふうなので、新規のコロニーを除去したり、核心部（ソース）となるねぐらコロニーで繁殖抑制をするという対策が効果的といえます。

ここで繁殖コロニー単位での個体数管理について説明します。従来やられてきた対策に銃器による捕獲があります。鉄砲で撃つと目の前で鳥が落ちるので効果があるように思えるんですけど、先ほど説明したように、繁殖コロニーを攪乱すると、いろんな場所に散ってしまいます。散った先々で、また増えてしまうので、鉄砲で撃つだけでは、結局は被害が広範囲に及ぶだけではなくて元の個体数よりも増えてしまっているというような現状があります。



そうではなくて、繁殖を抑制することによって、個体数を抑え、新しいコロニーを早期発見・早期除去という作業を継続することで、個体群を管理し被害を軽減するほうが効率的です。

巣落としの問題点

産卵・育雛 ⇨ 巣落とし ⇨ 産卵・育雛 ⇨

巣落とし ⇨ 産卵・育雛・・・・・・・

繁殖期が長いコロニーでは無駄

結果的に 食害増大（繁殖のための捕食）
糞害増大（森林枯死、水質悪化）

繁殖抑制なら、木を切ってしまえばいいとか、巣を落とせばいいという意見もあると思うのですが、なかなかうまくいかないのが現状です。産卵して雛を育てているときに巣を落とすと、確かに雛も死にます。しかし、非常に繁殖期が長かったり繁殖力の強い鳥なので、また巣を作り卵を産んで雛を育てる。そのエネルギー源は魚です。巣作りにもコストがかかっていて、使っている枝が平均で1000本 、1本1本雄の親鳥が集めます。コストのかかる巣をまた作らせて、また巣落とし、となると非常に効率が悪い。繁殖期の長いコロニーでは、結果的に魚が食べられる量が増えたり、繁殖期が長引き森林が枯れてしまったり、糞で周辺の湖沼の水質が悪くなったりと残念な結果になりがちです。

繁殖抑制方法

擬卵置き換え　　ドライアイス

我々がやっているのが、にせものの卵である擬卵と本物の卵を置き換えるということです。

孵化するまで卵を温め続ける習性があるので、擬卵を巣の中におくと、カワウは繁殖期が終わるまで擬卵を温め続け、その結果雛の孵化を防ぐことができます。

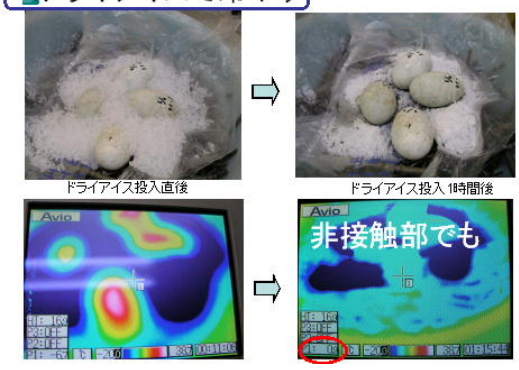
擬卵は石膏でできているのですが、石膏を流し込む型枠を山梨県工業技術センターで作ってもらいました。

もうひとつの方法は、ドライアイスによる卵の冷却です。本物のカワウの卵を冷やすことによって、発生を止めてしまって、孵化しない本物の卵をカワウに暖めさせるというものです。

ここで、ドライアイス法を思いついたきっかけを紹介します。従来の擬卵の置き換えでは、頭上にある巣のカワウ卵を取り出すのは手間がかかっていました。また、巣の高さが、最高11mになるので非常に危ないということもあり、もっと簡単な方法はないかと悩んでいました。そこで、巣の中でカワウの卵の発生を止めればいいんじゃないかというのが開発のきっかけです。

ドライアイス法の開発のきっかけ

ドライアイスで冷やす



最初は液体窒素で冷やすというアイディアが出たのですが、自分が液体窒素をかぶる可能性が非常に高いということで、困っていたら、工業技術センターの研究員からドライアイスがいいのでは、というアドバイスを受けました。ドライアイスは-80℃くらいと超低温です。サーモの映像を使って調べてみようということで、半分ぐらい卵がかぶるぐらいにドライアイスを投入してみたら、1時間経つとだいたいこれが0℃ぐらいなんですけど、非接触部分でもかなり低温になっていることがわかりました。医学部の先生にも開発チームに入っていただいていたのですが、卵白の一部でも凍ると溶けたあともゼリー状になり、一部でもそうなると発生が進まないということを教わりました。イメージ的には、卵黄が死なないと発生が止まらなさそうですが、実験結果から、卵白の一部だけでも凍ると、繁殖抑制ができることが判りました。

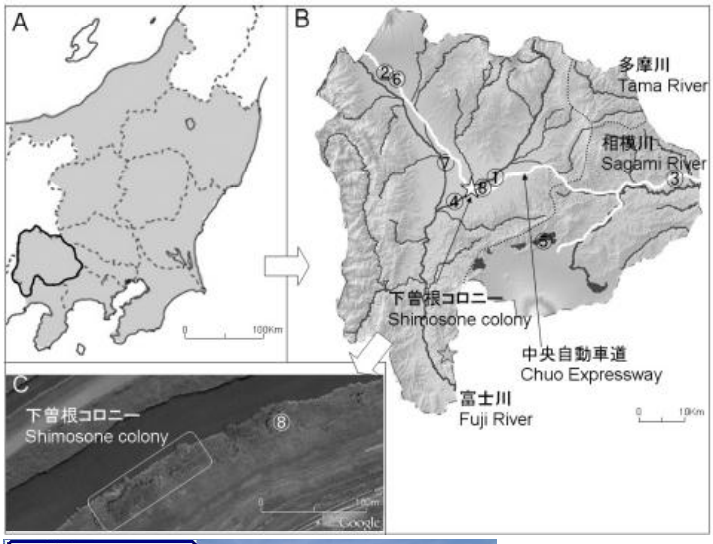
ドライアイスの短所

冷やしすぎると（入れすぎると）割れる

卵が半分くらい埋まるくらい（250g）がベスト

しかし、あまりの冷却力で卵白が凍り、膨張した卵白で殻にひびが入ってしまします。その後、溶けると卵の中身が出てきてしまいます。卵が軽くなると親が産み足すため、冷やし過ぎは禁物です。

ドライアイスの量を変えて実験した結果、卵が半分くらい埋まるぐらいがベストだとわかり現場に行きました。



ここが山梨県ですが、グレーで塗ったところが、関東カワウ広域協議会に参画している都県です。カワウは広域を移動する鳥なので、広域連携しましょうということで、関東カワウ広域協議会が設立されました。

山梨県では、甲府盆地のほぼ中央部、星印のところに下曽根コロニーという県内唯一の繁殖地があります。

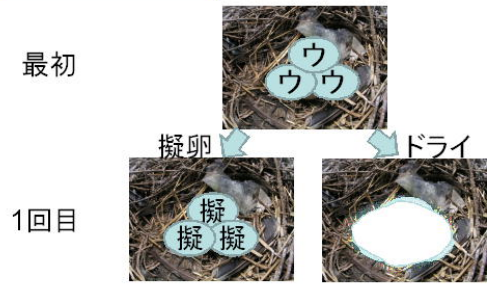
①～⑧は新しくできたコロニーで、速攻で除去しています。

山梨県では、星印の下曽根コロニーで集中的に管理しようという作戦です。

下曽根コロニー

三脚の背景に転々と見えるのがカワウの巣です。ここで繁殖抑制の作業をしています。

ドライアイスvs擬卵



これは巣内のイメージ図です。擬卵とドライアイスで、シミュレーションをしてみたいと思います。

最初はカワウの卵が3つあります。

1回目の処理で擬卵に置き換える。こちらはそうではなくて、ドライアイスをやることにします。

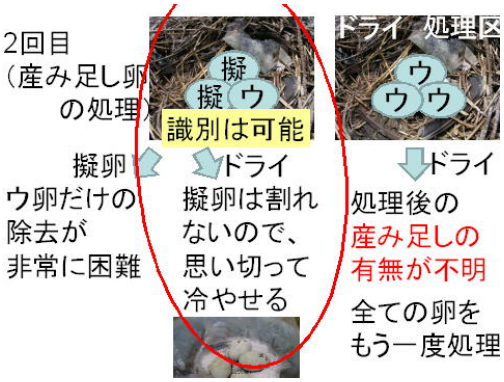
ドライアイスはしばらくすると、溶けて無くなります。しかし、処理後にカラスが卵を持ち去ってしまうことがあります。カラスが1個の擬卵もしくはカワウ卵を持ち去った後に、カワウが1卵産み足すとします。

処理後の卵数の変化

減: カラスが持ち去る

増: 親が産み足す

処理後、再び巣内をのぞいてみると・・・

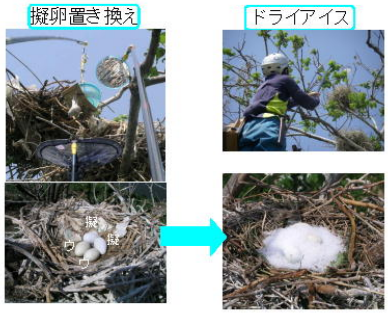


だいたい3週間後に、2回目の処理をします。そのとき巣内はこんな感じになっています。

擬卵であれば、形がいびつなので、産み足されたのがわかります。しかし、この状態からカワウの卵だけを粘着シートで除去するのは非常に困難です。

一方、ドライアイス処理区では、3個あって1個食べられた後、もう1卵産み足されると見分けがつきません。そこで、初回は擬卵、2回目はドライアイスという併用がベストです。産み足し卵をドライアイスで、思いっきり冷やせます。産み足しは通常1回だけなので、万が一、産み足し卵が冷やされすぎて割れても大丈夫です。

擬卵? ドライアイス



擬卵の置き換えでは、本物のカワウ卵の除去が手間です。アユ釣り用の竿の先に、ねずみ取り用の粘着シートを裏返しにしてボウルに装着した器具を装着したもの（U-For Catcher ウーフォーキャッチャー）を駆使するため、なかなか難しくて手間がかかります。擬卵の置き換えのあとに、産み足された分をドライアイスで冷やしましょう、というのが先ほどの併用作戦です。

繁殖抑制作業日数

年	営巣数	作業日数	方法
2006	194	16	擬卵のみ
2007	159	14	擬卵に加え、ドライアイスを試験的に導入
2008	147	10	擬卵、ドライアイス併用
2009	153	8	擬卵、ドライアイス併用

擬卵+ドライアイスの併用で効率化

ここまでが、ドライアイスの技術開発と現場での実践というお話なんですけども、ドライアイス法を導入したことで、効率化も計られています。営巣数は2006年に最大となり、その後、減少、現在は横ばいが続いています。しかし、作業日数それ以上のペースで減っていて、現在では、2006年の半分の日数で対策を行えるようになりました。安全に早く作業できるようになりました。

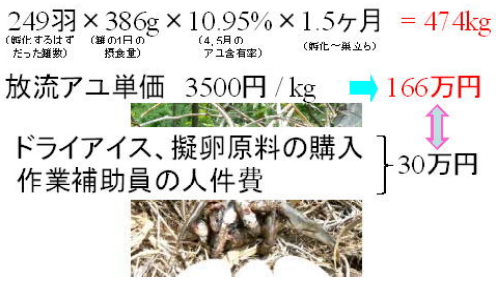
ドライアイスvs擬卵 2007-2009年の3年間

$p = 0.661$

作業日数が減っても効果が落ちているわけではありません。ドライアイス区と擬卵置き換え区では、孵化した雛の割合が同程度、つまり2つの手法で同等の効果が得られたことを示しています。

繁殖抑制による被害抑制額（2008年）

通常 1.87羽 / 巣　の雛が巣立つ



何をやるにしても、コスト意識、つまり費用対効果の算定は大切です。2008年を例にとると、処理をしないと一つの巣から1.87羽ぐらいの雛が育ちます。巣の数×1.87が孵化する雛の数の期待値です。また、雛は一日に400gくらいの魚を食べます。胃の内容物の一割ぐらいがアユだということで、アユの値段を換算しているのですが、孵化から巣立ちまで45日ぐらいで、これらの値を使って、かけ算します。

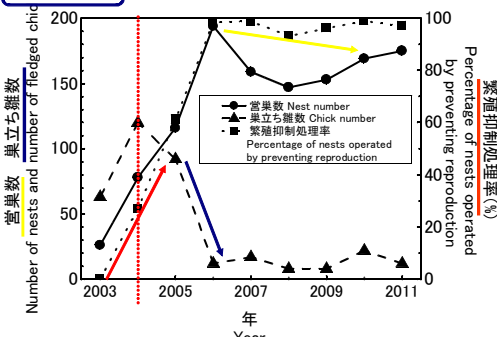
その結果、繁殖抑制しなければ474kgぐらいのアユが食べられていただろうと推定され、琵琶湖産アユの価格をベースに、金額に直すと166万円ぐらいということがわかりました。

一方、コストであるドライアイス、擬卵の石膏代、人件費を算出すると30万円程度で、先ほどの被害抑制額と比較すると、費用対効果は高いといえます。

次に繁殖抑制でカワウの個体数はどうなったかというお話です。営巣数、巣立った雛の数、繁殖抑制を処理してきた率を図示しました。

2004年ぐらいから繁殖抑制を始めて、2006年以降は繁殖抑制の処理率（■）がほぼ100%、つまり、ほとんど全ての巣で繁殖抑制をしています。巣立ちの雛数(▲)は、毎年10羽前後です。ただし、他の地域からカワウが入ってきてしまう（移入）ので、雛の加入を防いでも個体数の激減にはつながっていないということで営巣数(●)はそれほど減っていません。

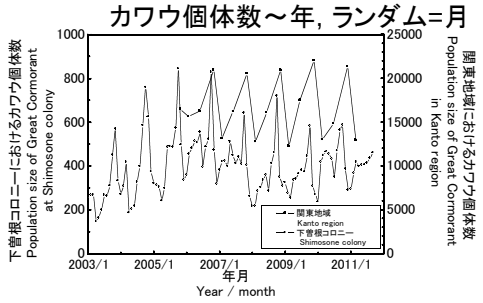
繁殖成績



カワウ個体数

glmmML(ポアソン分布)

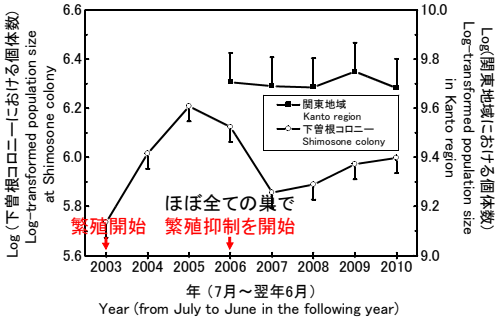
カワウ個体数～年, ランダム=月



カワウの個体数は、関東広域（●）の20,000羽ぐらいで安定していて、山梨県（○）では500羽ぐらい、多い年で900羽だったのですが、秋の移入個体が多く、増減の明確な傾向はみてとれません。

ということで、一般化線形混合モデルという方法で解析すると、だいたいこんな感じになります。

カワウ個体数（季節変動を考慮）



今度は、縦軸に対数をとっています。だいたい関東が横ばいに対して、山梨県の下曽根コロニーでは繁殖抑制をした年に、激減しているということがわかりました。個体数は増えている傾向ですが、繁殖抑制を本格的に始める前と比べると、だいぶ低い値で推移していると、言えます。

まとめ

カワウの繁殖抑制技術を確立した

2006年以降、雛の孵化をほぼ完璧に抑え個体数は対策直後に減少？ 安定

現在も、コロニー内での吐き戻しからの被害量推定調査の傍ら、繁殖抑制対策を継続中

まとめますと、カワウの繁殖抑制技術を本研究で確立し、2006年以降、雛の孵化をほぼ完全に抑えて、個体数が対策直後に減少しました。その後微増していますが、安定しています。現在も繁殖抑制対策と個体数モニタリングを継続中です。

結論

繁殖抑制は

短期的な効果として

育雛のために捕食される（はずだった）魚類を守ることができる

長期的な効果として

カワウ個体群を絶滅させない程度に個体数を減少させる

対策である

結論です。繁殖抑制は、先ほどの被害額の説明どおり、短期的な対策ですが、雛を育てる為に捕食されるはずだった魚類を守ることができる費用対効果の高い対策です。

また、長期的な効果として、（カワウも在来種なので）カワウの個体群を絶滅させない程度に減少させられる対策であるといえます。

繁殖抑制技術の普及啓発活動

口頭発表
- 日本鳥学会大会
- カワウ対策講習会（鳥取県、埼玉県、福井県、岡山県、富山県、栃木県 他）

執筆
- 月刊養殖
- Let's カワウ対策（全内漁連）
- 空飛ぶ漁師 カワウと付き合う（ベルソーブックス, 執筆中）

実演指導　長岡技大, 広島県, 大分県

普及啓発でいろいろなところでしゃべらせてもらったり、書かせてもらったりしてます。

実演指導もさせていただき、新潟、広島、島根ですでに導入され、岐阜や大分でも導入される見込みです。

以上です。ありがとうございました。

〔関係質疑〕

○宮城県（サキグロタマツメタ関係）

漁業情報サービスセンター（為石専務）：
　大変興味深いお話をありがとうございました。サキグロタマツメタは絶滅種と言われていたそうですが、なりそうな気配があったというときに、他にいたのか輸入したアサリに混じってきたのか、実は絶滅していなくて残っていて、自然の環境要因がそれが繁殖するような時期を迎えたのか、いずれにしても輸入に頼っても繁殖したような環境になっても、おそらく環境の要因がだいぶサキグロタマツメタにとっていい状態になっていると感じるんですね。その分布の中心をみると、実は瀬戸内海と渤海ですね。たとえばサワラなどはほとんど瀬戸内海と渤海で産卵するんですが、共通する環境要因が良くなって、サキグロタマツメタが繁殖したんだというようなところはなにか検討されているんでしょうか。

宮城県（酒井場長）：
　本県にはおそらく元々サキグロタマツメタはいないと思います。貝類の調査をずいぶんやってきていますが、これの貝殻をとったということはまったくありません。なぜ大陸かといいますと、輸入アサリ貝はハングル文字が書かれた麻袋に入っていて、その中からサキグロタマツメタがみつかっているという事例もありました。そういうことから輸入アサリに混じって入ってきたというのは間違いないのですが、なぜ獲れるようになったのか、昔は獲れなかったのに最近環境が変わって獲れるようになったのか、ということは残念ながらわかりません。

漁業情報サービスセンター（為石専務）：
　そうですか　わかりました。ありがとうございました。

北海道（鳥澤場長）：
　質問とは違うのですが、確認のために一言申し上げさせて頂きます。冒頭に審査委員会の開催前に受賞が決まっていたという発言がありましたが、審査の都合もありますので、3ブロックから推薦していただくということは決まっているのですが、表彰規定の中でも、表彰するのは3件以内ということになっていますので、審査をした結果、優秀な成果があったということです。

○長崎県（トラフグ関係）
　特に質問無し

○山梨県（カワウ関係）

青森県（松宮所長）：
　説明の途中で1回しか産み足さないというような話でしたが、仕組みを教えてください。

山梨県（坪井研究員）：
　基本的には産み足す仕組みには2種類あると思っているんですけど、巣落としのように巣が完全に無くなってしまったということで、親に処理がばれてしまって産み足すというものと、通常4～5卵の卵を産むんですけど、1日おきに1卵ずつ産んでいくんですね。3卵しか産んでいない。まだ２卵産むはずだったはずだったのに途中で処理をしてしまうことがある。この研究で産み足しと言っているのは、後者の場合でして、次に10日ぐらい間を開けて確認しに行くと、ほぼ産卵が終わっているいうことで1回しか産み足さないという表現をしました。説明が悪かったです。

青森県（松宮所長）：
　ありがとうございました。