

標識再捕法の精度についての検証実験

生月秀幸・酒井敦史・境田稜・垣内柊人（兵庫県立農業高等学校 生物部）
松本宗弘・森垣岳（兵庫県立農業高校 生物部顧問）

1. はじめに

生物部は絶滅危惧種であるカワバタモロコの県内での分布調査と保全活動を2007年から行っている。2008年のカワバタモロコの調査時に外来種が侵入していることが判明し、池干しを行って外来種を駆除し、2009年からカワバタモロコの生息数がどのように変化していくのかを調べるために標識再捕法を用いて調査している。(図1)さらに、講演会で生物の排泄物等に含まれる環境DNAを検出することで生物の生息状況やおおまかな生息数がわかる環境DNA手法を知り、標識再捕法と組み合わせることでさらに精度の高い調査を行うことができるのではないかと考え、大学と共同研究を行った。



写真1 カワバタモロコ

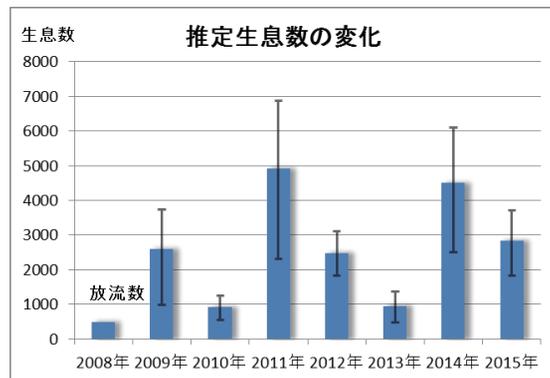


図1 推定生息数の変化

2. 標識再捕法について

標識再捕法とは対象の生物がどれほど生息しているのかを調べる調査方法である。まず、調査対象の池に数か所、モンドリという捕獲罟を仕掛けてカワバタモロコを捕獲する。その後、捕獲したカワバタモロコに麻酔をかけて、性別と体長、体重などを測定し、尾びれの一部を切り取って標識として放流する。(標識は生物の活動に影響を与えない程度)一週間後に再度同じ地点から捕獲を行い、一回目の捕獲数と再捕獲数、その中の標識のある個体数を調べて、算出式 ($n/N=r/R$ N:全体の生息数 n:捕獲数 R:再捕獲数 r:標識個体数) に当てはめて池全体の推定生息数を求める。

3. 目的

標識再捕法での推定生息数は2009年から2012年にかけて1年ごとに増減を繰り返しながら個体数を維持していることが分かった。(図1)しかし2013年の調査で、個体数が増加すると予想していたのに対して実際は減少してしまった。その後は以前のように増減を繰り返しているが、このような結果となった原因として、再度外来種の侵入等が考えられたが、環境DNA手法で確認したところ外来種の侵入はなかった。私たちはこれまで行ってきた標識再捕法の精度の信憑性を疑った。環境DNA手法を利用した生息数調査実験では標識再捕法での推定生息数を基準として精度の確認を行ってきたが、標識再捕法自体がどれほどの精度で調査できるのかを調べるため、BB弾を用いて標識再捕法の実験を行った。

4. 標識再捕法の精度の検証実験

標識再捕法の精度を確認する実験を行った。実験方法はまず、基本数を2,000とし、白色のBB弾1,000個と黄色のBB弾を2,000個用意する。白色のBB弾は標識の付いているカワバタモロコ、黄色のBB弾は標識の付いていないカワバタモロコとした。(写真2)はじめに黄色を1,900個、白色100個を箱に入れ、まんべんなく混ぜる。そこから無作為に300個を取り出してその中にある白色のBB弾の数を数える。一回ごとにどのくらい白いBB弾が含まれているのかを数え、それを式(標識数×再捕獲数÷標識の付いたカワバタモロコの数)に代入し、推定数を求める。例えば、300個のうち白色のBB弾が15個入っていたとすると、式は $300 \times 100 \div 15 = 2,000$ となり、推定数が2,000で、実際の数との誤差が0となる。この実験を合計10反復行い、10回の平均を求めたあと、白色と黄色のBB弾を100個ずつ入れ替え、同じように10回の反復を行い、最終的に黄色が1,000個、白色が1,000個、計100回の実験を行い、以下のような結果を得た。



写真2 白色が標識個体、黄色が標識なし個体



写真3 数の確認作業

実験の結果(表1)から標識数が多くなるほど誤差が小さくなることが分かった。しかし、標識数が300を超えたあたりからはほとんど変化がなかった。ため池での標識再捕法では標識数が200~300匹なので、最大2,307、最少1,428、平均約1,800、全体の数との誤差は約200となった。生息数を2,000匹とすると約200匹の誤差が見込まれるとわかった。結論としては、標識数が多いと誤差が少なくなったので、生息数が少ない池では高い精度で調査できると考えられるが、逆に生息数が多い池では精度が落ちる可能性があると考えられる。

| 標識数 | 結果 | 誤差 | 最大 | 最少 |
|------|-------|------|-------|-------|
| 100 | 2,240 | 240 | 3,750 | 1,428 |
| 200 | 1,832 | -167 | 2,307 | 1,428 |
| 300 | 1,813 | -186 | 2,195 | 1,428 |
| 400 | 1,936 | -63 | 2,142 | 1,690 |
| 500 | 1,944 | -55 | 2,343 | 1,744 |
| 600 | 2,076 | 76 | 2,278 | 1,894 |
| 700 | 1,939 | -60 | 2,142 | 1,810 |
| 800 | 1,900 | -99 | 2,181 | 1,739 |
| 900 | 1,993 | -6 | 2,177 | 1,812 |
| 1000 | 1,903 | -96 | 1,986 | 1,796 |

表1 標識再捕法による検証実験結果(小数点以下切り捨て)



写真4 標識個体(白)

3回目と6回目以外は基本約1,700~1,900となりあまり誤差が出てないことがわかった。(図2)そして6回目以外は推定数が全体の数より少ない値で算出されている。このことから標識再捕法は実際の生息数より少ない値で算出されやすい手法ではないかと思った。そうすると、これまで行ってきた生息数調査の結果(図1)は、実際の生息数より少ない値で算出されている可能性があると考えられる。

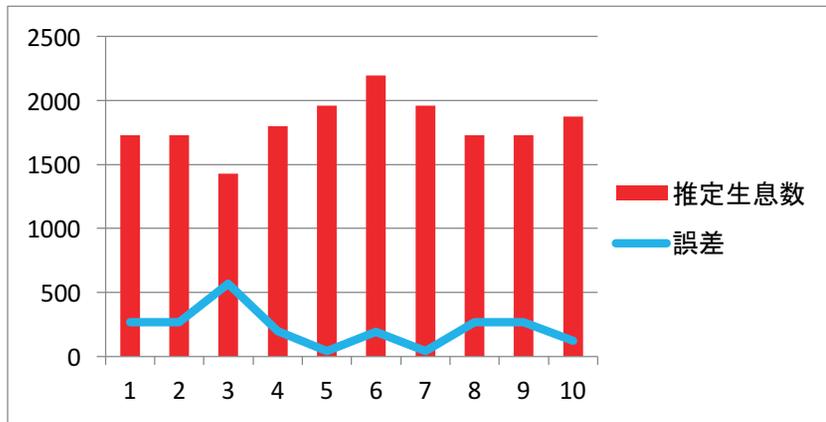


図2 標識数300の場合での誤差

| | |
|------|-------|
| 1回目 | 1,730 |
| 2回目 | 1,730 |
| 3回目 | 1,428 |
| 4回目 | 1,800 |
| 5回目 | 1,956 |
| 6回目 | 2,195 |
| 7回目 | 1,956 |
| 8回目 | 1,730 |
| 9回目 | 1,730 |
| 10回目 | 1,875 |

表2 誤差数

5. まとめ

標識再捕法は信頼できる調査方法であり、結果は実際の生息数より少ない値を示している可能性が高いということが分かった。今後は、実験方法をさらに検討していこうと思う。今回は基本数を2,000として実験を行ったが、さらに4,000、6,000と多くして、実際の生息調査に近い条件で実験を行う必要がある。さらに再捕獲数が300だったので、数を変更することで結果がどのように変化していくのかも調べたい。これからも環境DNA手法と合わせて用いることでさらに精度の高い調査方法にしていこうと思う。