

人為的攪乱による湿地の変化について

柳瀬太, 井上美優, 下大迫卓矢 (兵庫県立農業高校 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

(1) 湿地とは

私たちの住む播磨地域には数多くの湧水湿地が存在する。主にため池の谷頭部や漏水した部分に形成され、小規模な湿地ではあるが多様な生態系を築いている。

生物部では、毎年加古川市内にある湿地を調査している。この湿地は、山の中腹にある特殊な場所に形成されており、多様な生態系を築いている。この湿地は、「湿地の代表的な昆虫」であるヒメタイコウチ、ハッチョウトンボが確認できている貴重な場所でもある。湿地は上湿地、中湿地、下湿地から構成されており、上湿地内にある池からの水が中湿地、下湿地に流れ込んで、湿地が形成されている。上湿地では水生植物が見られるが、下湿地は乾燥化が進んでおり中期から後期の植生である。昔、湿地周辺は集落があり、上湿地はため池、中湿地・下湿地は水田があったが、集落が無くなり耕作放棄地となって十数年の歳月を経て現在に至る。

(2) 遷移について

遷移とは湿地の環境や植生が変化することである。湿地が形成された初期は土の栄養分が少なく、このような環境を好むモウセンゴケやミミカキグサなどの食虫植物が侵入する。(写真1) 時間が経過するごとに植物の遺骸が堆積し、土に養分が蓄えられると植物は大型化し、1mを超すヌマガヤやアブラガヤ、ハンノキなどが出現すると水を多く吸収するため湿地は乾燥化して消滅する。(写真3)



写真1 初期



写真2 中期



写真3 後期

2. 調査動機

この湿地はすでにハンノキなどが侵入して日差しを遮っていたため、そのままでは貴重な湿生植物が絶滅してしまう危機にあった。そこで2009年から2011年にかけて地域の方や行政の方とともに、湿地に侵入したハンノキなどの木本植物を伐採し、湿地の植物を保護するとともに植生の変化について調査を行った。(写真4,5) 2012年以降は大規模な伐採作業は行われず、部員によって植生調査だけを行ってきた。

今回は、2009年～2015年にかけて活動してきた内容について、伐採を行った場合と、伐採を行わなかった場合の植生の変化について比較して考察する。

植生調査はコドラート法を用いて調査を行う。湿地の中で特徴が出ている箇所を選び、そこに1m正方形の杭を設置し、その内側の植生について調査を行った。(写真6)



写真4 伐採前



写真5 伐採後



写真6 コドラート法

3. 内容

- 1年目 (2008) 中湿地の伐採
- 2年目 (2009) 上湿地の伐採
植生調査 (①~⑩)
- 3年目 (2010) 下湿地の伐採
植生調査 (①~⑮)
- 4年目 (2011) 下湿地の伐採
植生調査 (①~⑮)
- 5年目 (2012) 植生調査 (①~⑮)
- 6年目 (2013) 植生調査 (①~⑮)
- 7年目 (2014) 植生調査 (①~⑮)
- 8年目 (2015) 植生調査 (①~⑮)

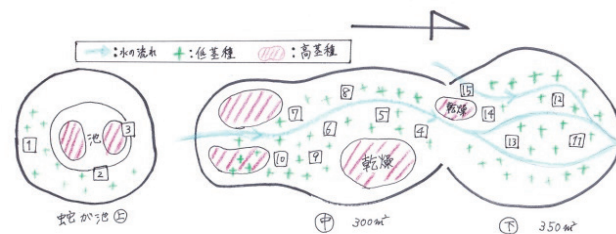


図1 湿地の見取り図

4. 出現種数の変化

- 2008年：中湿地の日差しを遮るハンノキなどの木本植物を伐採した。
- 2009年：上湿地の伐採をした。その後植生調査を開始し、上湿地に1~3区画、中湿地に4~10区画の合計10カ所に杭を設置した。植生調査の結果、出現種数の平均は8.0種となった。
- 2010年：下湿地の木本植物の伐採を行った。下湿地に10~15区画を追加した。出現種数の合計は137種、平均は9.1種と2009年と比べて増加していた。
- 2011年：2010年に引き続き下湿地の伐採を7月に行った。植生調査の結果、出現種数の合計は150種、平均は10.0種とさらに増加していた。しかし、9月の台風12号の大雨により湿地に勢いよく水が流れたため、植物がなぎ倒されたり、表層の土が削られたりした。
- 2012年：2011年の台風の影響による土砂崩れがあり伐採を行うことができなかった。2011年以降、大人数による伐採作業は行えていない。植生調査だけを行ったが、大雨の影響のせいで出現種数の合計は148種、平均は9.9種と、植物種が前年より減少していた。
- 2013年：植生調査の結果、出現種数の合計は158種、平均10.5種と、植物の出現種数も平均出現種数もこれまでで一番高かった。台風の影響で減少した植物が、復活してきたためと考えられる。大雨による水の流れが結果的に攪乱をもたらし、植物が増える要因となったと考察する。
- 2014年：植生調査の結果、出現種数の合計は135種、平均は9.0種となった。台風による影響もおちつき、伐採も行っていないので大幅に減少した。
- 2015年：植生調査の結果、出現種数の合計は125種、平均は8.3種となった。やはり前年同様に植生状況は減少した。これらの結果から、伐採した時となくなった後とでは大きく植生が変化したことが判明した。

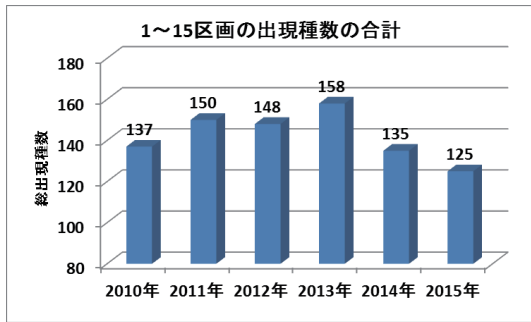


図2 出現種数の合計

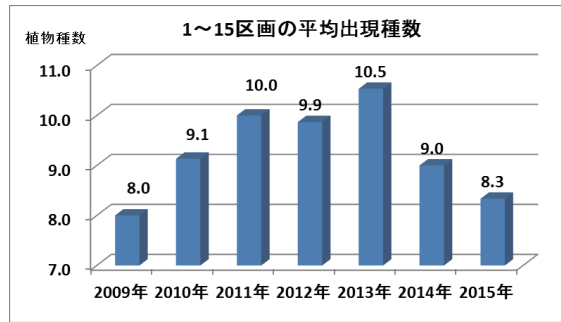


図3 平均出現種数

5. 台風がもたらす大雨の影響による変化

2011年に台風の影響で植生が変化した。そこで台風が来る前に確認された植物種を区画ごとに表にまとめ、それらを表操作した結果、湿地はいくつかの群落から構成されていることがわかった。中湿地から下湿地へ行くほどに富栄養な環境を好む植物が出現していて、同じ湿地内でも優占する植物が違うことから、水の流れや水質、泥の堆積具合などの環境条件が推察できる。さらに、台風の影響により区画7に生息していたオオミズゴケが被度、群度と共に減少していることがわかった。(図4) 大量の水が流れて水路ができてしまい、乾燥化が進んだためにこのような結果になったと考えている。2015年の湿地の被度、群度とともに値が1ととても少なく、絶滅しないかとても心配だ。



写真7 台風前



写真8 台風後



写真9 オオミズゴケ

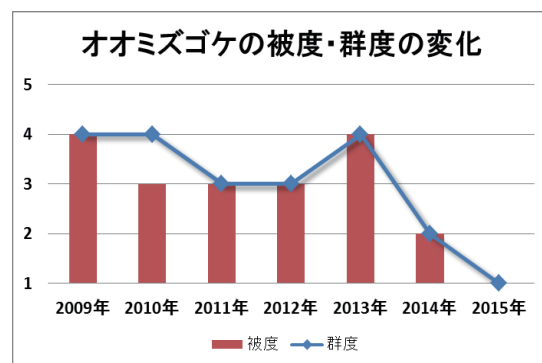


図4 オオミズゴケの変化

6. 生態的な変化

一年草における多年草との割合を調べてみると、伐採を行った後は徐々に一年草の割合が大きくなり、2012年にピークを迎えた。伐採が行われなくなった後は一年草の割合が徐々に減少している。(図5) このような現象は湿地に限らず見られるようで、例えば休耕田を草刈した後に一年草が増えたという報告がある。今回の場合は伐採したことによって、一年草の埋蔵種子が一斉に発芽したと思われる。一年草の植物ごとの出現区画数を見てみると、植物の種類によって出現傾向が若干違うが、一年草と多年草の割合と同じく増えた後に横ばいになり2014年から減少している。カリマタガヤが2013年に減少しているが、これは、調査時期にカリマタガヤが出穂しておらず判別ができなかった可能性がある。(図6)

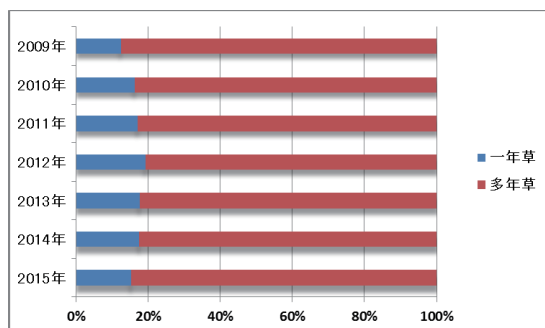


図5 一年草と多年草の割合

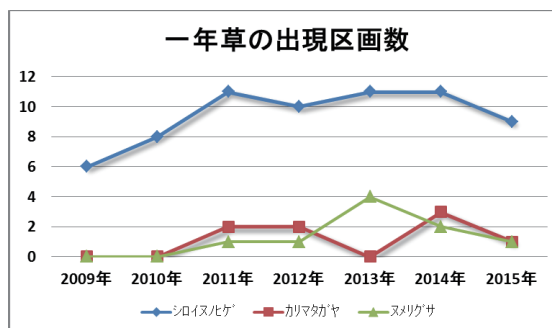


図6 一年草の出現区画数

7. 考察

問題点としては、下湿地の乾燥化が進んでいることだ。現在の状況では、植物の種類は増えているが、自生している植物はよく水を吸う高茎種が増えている。このままでは湿地の環境が無くなってしまふので、2009年の時と同じように高茎種を伐採するなどの工夫をするか、このまま遷移を見守っていくかを検討したい。

8. 参考文献

- 1) 柏原一凡他(2005)環境と植生の異なる放棄水田における草刈および耕起による植生変化の事例 日本造園学会誌 68(5), 669-674
- 2) 西本孝他(2002)岡山県自然保護センター湿生植物園の植生 岡山県自然保護センター研究報告 10, 35-48
- 3) 西本孝他(2010)内海谷湿原自然再生活動 岡山県自然保護センター研究報告 第17号 13-39

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・境田稔・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

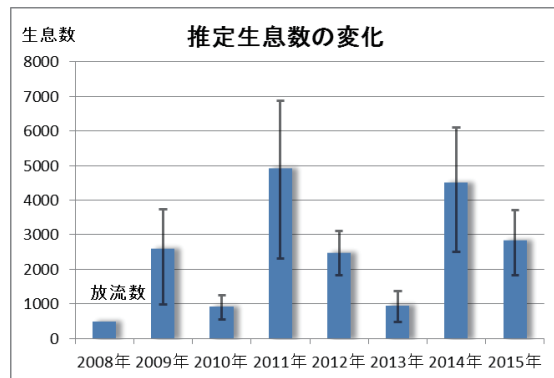


図1 推定生息数の変化

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

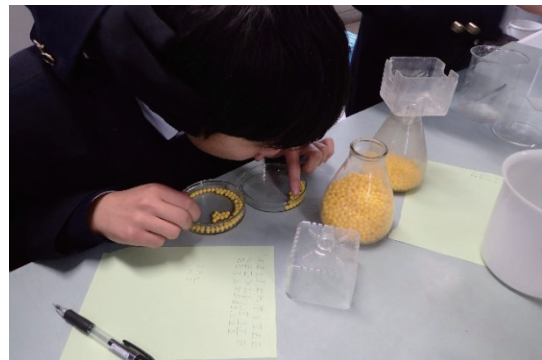


写真3 数の確認作業

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。

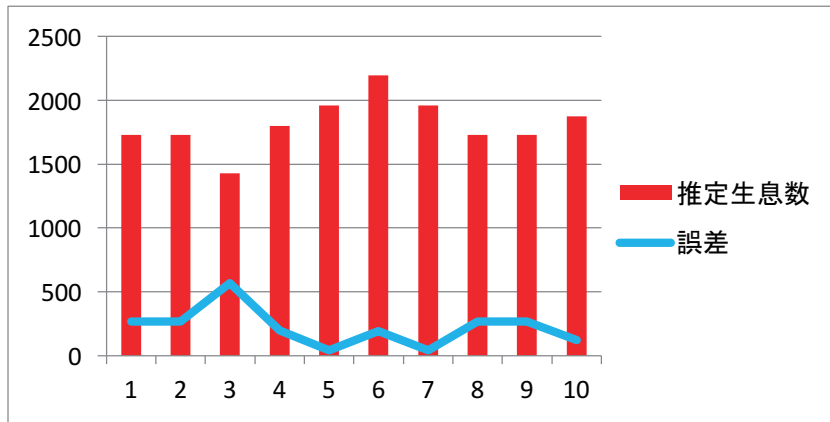


図2 標識数300の場合での誤差

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。