

ドブガイの繁殖生態について

—ニッポンバラタナゴの保護と環境保全—

清風高等学校生物クラブ

加納義彦, 森田倫行, 中西崇之, 竹内剛志, 河野丈斗志, 高野良昭

《はじめに》

清風高校生物部では、絶滅が危惧されるニッポンバラタナゴの保護を行っている。コイ科魚類のニッポンバラタナゴ *Rhodeus ocellatus kurumeus* は生きた淡水二枚貝(ドブガイ; *Anodonta woodiana*)に産卵し、卵や仔魚期をドブガイによって保護されている。そして、仔魚はほぼ1ヶ月後に貝の出水管から泳ぎ出してくる。一方、ドブガイの幼生(グロキディウム)は底生魚のヨシノボリ *Rhinogobius brunneus* の鰭などに一時的に寄生し、その後、底生生活にはいることがわかっている(福原ら 1986; 清風高校生物部 1987)。したがって、ニッポンバラタナゴを保護するためには、その産卵床となるドブガイが繁殖できる環境全体を保全しなければならない。そこで、我々は、1999年3月から、八尾市高安地域の人達の協力を得て改修した溜池(RE-1)で、ニッポンバラタナゴの保護を開始した。

《研究目的》

今回の研究の目的は、ドブガイを中心に、ニッポンバラタナゴとヨシノボリとの相互関係を調べ、ニッポンバラタナゴの繁殖には欠かすことのできないドブガイの繁殖生態を明らかにすることである。特に、まだ未解決のままになっているドブガイの食性について明らかにすることを目的とする。

・ 保護池におけるニッポンバラタナゴの繁殖期とドブガイの繁殖、成長、分布状態について

《方法》

今回の観察実験に用いた池は、18年前の水害によって埋もれた池で、地域の人達の協力によって改修工事が成され、保護池 RE-1(約 140㎡: 図1)として 1999年4月に完成したものである。したがってこの池には、魚類および貝類はまったく生息していないので、まず 1999年5月2日に、ニッポンバラタナゴ雄 41尾、雌 60尾、ヨシノボリ 100尾、スジエビ 20尾を放流した。さらに、ドブガイ 45個体をマーカーによって個体識別し同時に移植した。その他、カワナナやヤマトシジミ、マルタニシなども移植した。その後、2000年7月20日まで定期的にドブガイを採集し、殻長、殻高、殻幅を測定した。

新しく採集された稚貝には個体識別のため番号をつけて、池にもどした。また、2000年1月から2000年7月まで、採集したドブガイのえら内に産み込まれたニッポンバラタナゴの卵数を数えた。つぎに、調査日毎にヨシノボリを3尾から10尾ずつ採集し、70%のアルコールで固定し、実験室において、双眼実体顕微鏡で鰓などに寄生しているドブガイのグロキディウムの数を数えた。2000年7月20日には保護池に生息しているドブガイの分布状態を年齢別に記録し、ドブガイが生息していた4地点の底土を採取した。

《結果》

1. 2000年1月16日と3月26日では、ニッポンバラタナゴの卵はまったく産み込まれていなかった。4月23日にはじめて卵を確認し、個体間の誤差は大きいですが、6月18日には最も多くの平均卵数が観察された。6月18日では、親貝(2+以上:2齢以上)に産み込まれていた平均卵数は、 57.6 ± 43.7 個 (sd, n=5) で、1999年生まれの小型の稚貝(1+:1齢~2齢)の 15.3 ± 16.9 個 (sd, n=40) よりも有意に多かった(図2)。殻長116.2mmの親貝Nで最大150個のニッポンバラタナゴの卵が確認された。

2. ヨシノボリに付着していた貝の幼生グロキディウムの平均個体数は、3月26日には 32.8 ± 9.7 個 (sd, n=10) で、最も多かった。4月23日以後の付着数は著しく減少した(図3)。一尾のヨシノボリに寄生したグロキディウムの最大数は55個、腹びれに最も多く付着していた。

3. 図4は、1999年生まれと2000年生まれ稚貝の殻長分布を表す。1999年生まれの稚貝は7月29日にはじめて3個体発見された。殻長は、No1: 27.4mm, No2: 29.1mm, No3: 18.8mmであった。1999年生まれの稚貝(0+)に関するその後の平均殻長は、1999年8月29日では 32.8 ± 4.6 mm (sd, n=91)、10月11日では 47.1 ± 5.1 mm (sd, n=38)、2000年3月26日では 55.3 ± 3.6 mm (sd, n=185)であった。また、1日あたりの成長率は、7月29日~8月29日の間で0.24mm/日、8月29日~9月18日で0.35mm/日、9月18日~10月11日で0.29mm/日、および10月11日~3月26日で0.05mm/日であった。2000年生まれの稚貝(0+)は、6月18日に6個体発見され、平均殻長は 7.3 ± 1.8 mm (sd, n=6)であったが、7月20日には 23.0 ± 4.8 mm (sd, n=77)まで成長していた。この間の成長率は0.5mm/日であった。

4. 図5は1999年生まれの稚貝(0+)の個体別にみた成長曲線を示す。8~10月にかけての成長曲線の傾きが急であるのに対して、11~4月の傾きは比較的緩やかだった。稚貝は生まれてから1年間(0+)は、よく成長するが、1年を過ぎる(1+)とあまり成長しなかった。しかし、個体によって成長する時期にはかなり差があった。水温は、5

～10月の間で20℃を越え、8月29日には32℃まで上昇した。冬季の水温は7℃まで低下した。

5. 図6は、2000年7月20日の保護池における、貝の分布状態と底質を表す。ドブガイは主に岸沿いに集まっていて、2000年生まれの稚貝(0+)はポイント2(クワイがたくさん生えている所)付近に多く集まっていた。図7より、2000年生まれの貝(0+)の平均の深さ $10.6 \pm 15.1 \text{cm}$ (sd, n=74)、1999年生まれの貝(1+)は $27.0 \pm 12.9 \text{cm}$ (sd, n=69)、親貝(2+以上)の深さは $47.7 \pm 10.2 \text{cm}$ (sd, n=6)で、年齢が大きくなると深度も増加した。

ドブガイが採集された場所の底質を調べると、ポイント1は粗砂域、ポイント2では畑土と軟泥の混在域、ポイント3は砂泥域、ポイント4は粗砂域であった。

《考察》

1. 保護池において、ニッポンバラタナゴの産卵期は4～7月で、産卵のピークは6月であると推定できる。八尾市の他の溜池とほぼ同じ時期に産卵していた(清風高校生物部1987)。また、ニッポンバラタナゴは稚貝(1+)よりも年齢が2+以上の大型の親貝を好んで産卵していると考えられる。

2. 貝の幼生グロキディウムはヨシノボリの体に約2週間寄生している(福原ら1986)。したがって、グロキディウムの寄生のピークは3月26日であったので、ドブガイの産卵期のピークは3月であると推測される。

3. 1999年生まれの稚貝は、早くても5月2日(移植日)以後に発生しはじめた個体であるから、5～8月にかけてもよく成長したと考えられる(図5から)。したがって、稚貝(0+)の成長期は、5～10月であると推定できる。その成長促進期の水温は20℃を越え、成長停滞期の水温は低かったため、稚貝の成長は水温に影響されていると考えられる。今回の保護池における、ドブガイの稚貝の年間成長率(約60mm)は、他に報告されているドブガイの年間成長率(40mm; 福原1988)と比較しても、かなり高いものであった。

4. ドブガイの好む生息深度は年齢(0+、1+、2+以上)によって異なり、若いほど浅い深度を好んでいると言える。

5. 稚貝の多い場所はポイント2付近の畑土と軟泥の混在域で、他のヘドロ域や粗砂域にはほとんど生息していなかった。

稚貝が発生し生息していた場所は、なぜ、これほど局所域に集中していたのか？と

いう疑問が生じた。そこで次に、我々は、池の底質によってドブガイの餌となる食物の分布状態が異なるのではないかと考え、ドブガイの食性について明らかにすることにした。

・ ドブガイの食性について

1999年のドブガイの成長期に採集した稚貝を用いて、予備的に胃内容と腸付近のプランクトンを調べたところ、腸においてケイソウが破碎されていることを確認した。

一般に、淡水二枚貝の食性は主に植物プランクトンであり、特に珪藻類がドブガイの成長に効果的な栄養分であることが報告されている(林と大谷 1967、柳田と外岡 1991、1992a,b)。しかしながら、野外の環境条件は多様であり、ドブガイがケイソウをどのように消化吸収しているかは明らかでなく、ドブガイの消化管内におけるケイソウの破碎と食性の関係についてはまったく報告されていない。そこで、このケイソウの破碎現象とドブガイの食性との関係について調べた。

《方法》

1. ドブガイの食性を調べるため、2000年7月20日にドブガイの稚貝(0+)3個体を採集し、表層からプランクトンネットを用いてプランクトンを、また、池の4つのポイントから底の土を含む底水を採取した。稚貝とプランクトンは、70%アルコールで固定した。底の土を含む底水は、沈殿後、その底質と水の境界から浮遊物を採取し、軽く遠心分離し、顕微鏡でプランクトンを観察し、その数をカウントした。

2. ドブガイがどのプランクトンを好んで取り入れてるのかを調べるため、稚貝3個体(a,b,c)の胃内容物と腸内容物を顕微鏡で観察した。さらに、稚貝cに関しては食物の一連の変化を見るために、口から食道、胃までを7区分に分け、また肛門から1・、2・、5・、10・の箇所を選び、内容物を取り出し顕微鏡で観察した。プランクトンの存在比率は一定量内の個体数比で示した。有機物に関しては植物プランクトンとの面積比を3カ所で調べ、その平均比を求めた。そして、消化管内におけるプランクトンの消化率を調べるため、プランクトンの破碎数を数えた。破碎率は、全ケイソウ数に対する破碎されたケイソウ数の比率で求めた。

《結果》

1. 池の底質部分では、リョクソウは、クロレラ、イカダモばかりでその他はほとんど確認されなかった。ケイソウに関してはクチビルケイソウ、フナガタケイソウ、ニッチアなど種類数、個体数共に多く確認され、ランソウはほとんど観察されなかった。胃、腸ではケイソウが破碎された跡が確認された。ランソウに関しては、どの部位においても

ヨクソウ、ケイソウと比べて数が非常に少なかった(表1、図8)。

2. 池底～胃間の変化を見ると、有機物の比率が減少し、リョクソウ、ケイソウの比率が増加した。また、胃～腸間の変化は、ケイソウの比率が減少し、リョクソウの比率が増加した(図8)。

3. 稚貝cの破碎率をみると、ケイソウは胃のあたりで破碎されはじめ、腸の後半部では81%が破碎されていた。そして、肛門付近では原形を維持したケイソウはほとんど観察されなかった(表1、図9)。リョクソウは消化管内でほとんど破碎されていなかった。

《考察》

1. ドブガイの採餌の選択性を、イブレフ(1955)の選択指数($E = (R - P) / (R + P)$)、R:ある飼料の消化管内容物中の割合、P:同じ飼料の環境中の割合)を用いて求めると、リョクソウ 0.56、ケイソウ 0.29、ランソウ 0.01 と正の値を示したが、有機物は -0.4 で負の値を示した。すなわち、リョクソウとケイソウは選択的に取り込まれ、有機物は避ける傾向を示したと考えられる。また、ランソウについては個体数が極端に少なく、比率の誤差も大きいため、選択性については何とも言えない。

2. 稚貝の食性のグラフで、胃～腸を見るとケイソウの比率が減少していること(顕微鏡でケイソウの破片の確認)や、稚貝cの消化管におけるケイソウの破碎率のグラフから、ドブガイの稚貝はケイソウを好んで食べていると推定できる。

東ら(1964)は、琵琶湖南部における貝類生息地の環境条件について調べ、貝類は生息場所に存在するものは、生物無生物の区別なく無差別に口の中に取り込んでいるだろうと報告している。今回の結果では、ドブガイはリョクソウとケイソウを選択的に取り込み、ケイソウを破碎することによって、ドブガイの成長に効果的な栄養分であるケイソウを消化吸収している可能性が示唆された。

《総合考察》

1. ニッポンバラタナゴの産卵床(ドブガイ)に対する選択性について

図1から、ニッポンバラタナゴのドブガイへの托卵は、貝の個体によって誤差は大きいですが、稚貝1+では多くて20~30個であるのに対し、親貝2+以上では最大100~150個の卵数があり、2+以上の親貝を有意に選択し、托卵していたことがわかる。長田(1985)は、産卵場におけるドブガイの大きさ、健康状態、底質への埋もれ程度、貝内の既存卵数および仔魚数は、産卵数に影響しないと報告している。今回の報告では、ドブガイの年齢によって産卵数は影響されていることを示唆した。

2. ドブガイの産卵期について

図2のヨシノボリに対するグロキディウムの寄生数から、ドブガイの産卵最盛期は3月であると推定した。一般に、ドブガイの産卵期は12～5月とされているが、今回の保護池においても、ほぼ、それに一致した(福原ら 1986; 清風高校生物部 1987)。

3. ドブガイの成長期について

1999年生まれ稚貝は、5月以後に生まれた貝なので、図5から5～8月も8～10月とほぼ等しい成長率であると推定された。また、2000年生まれの稚貝(0+)の成長率は、6月から7月のかけて0.5mm/日で最大値を示した。したがって、ドブガイの稚貝(0+)の成長期については、5月～10月であるとするのが妥当であろう。矢田ら(1991)は、水産試験場に造成したニッポンバラタナゴの保存池で、ドブガイの成長期を調べたところ、殻長50～100mmの個体について、9月から12月にかけて、成長速度は速くなることを示した。今回の観察においても、殻長50～60mmの個体(1+)に関しては、5～7月ではあまり成長しなかった。しかし、初期稚貝の成長に関しては5月から成長がはじまる。このちがいは、ドブガイの妊卵が、1+から始まるためではないだろうか。今後の課題である。

4. 池の底質と稚貝の発生との関係

保存池の底質は、ポイント1は粗砂域、ポイント2では畑土と軟泥の混在域、ポイント3は砂泥域、ポイント4は粗砂域であった。今回の調査では、ポイント2の畑土と軟泥との混在域で多くの幼貝が発見されたが、粗砂域では発見されなかった。矢田ら(1991)は、保存池の山土と軟泥の混在域においてドブガイの稚貝の生息密度が最も高かったと報告している。池の土と軟泥との混在域という底質がドブガイの餌になるプランクトンの生育に影響を及ぼしている可能性があると考えられる。

5. 池の底質と植物プランクトンの組成比について

保護池において稚貝がポイント2に集中していたことと、ドブガイの食性はケイソウである可能性が高いことから、ポイント2にはケイソウが多く分布していることが予想される。そこで、各ポイントにおけるプランクトンの比率を図10に示した。

予想どおりに、ポイント2は他の地点に比較して、ケイソウの割合が高かった。この結果は、さらに、ドブガイの食性はケイソウであることを支持した。

6. 水温と植物プランクトンの季節変動

ドブガイの食性はケイソウであるなら、水温が上昇する5～10月に、ケイソウが増加し、それを食べる稚貝はよく成長したと考えられる。一般に、植物プランクトンは、夏に

は一時的に減少するが、気温が上昇する春と秋に増加すること(市村 1958)や、ケイソウは 5～11 月に増加する(水野 1984)ことは既に報告されている。

以上のことから、ドブガイの稚貝は、水温が上昇する 5～10 月に、ケイソウがよく増殖する畑土と軟泥の混在域で、ケイソウを主に食べてよく成長したと考えられる。

《ニッポンバラタナゴの保存と環境保全を具現化していた“どび流し”》

稀少魚であるニッポンバラタナゴを保護するために、ニッポンバラタナゴの産卵母貝であるドブガイの繁殖生態を調べてきた。ドブガイを繁殖させるためには幼生期の寄生宿主となるヨシノボリが重要であること、また、ドブガイの成長にはもっとも効率のよい栄養分となる珪藻類の繁殖が欠かせないことが少しずつ明らかになってきた。しかしながら、我々は、ニッポンバラタナゴを保護するためには、さらに、ニッポンバラタナゴやヨシノボリの生態や生物間の相互作用についてもより詳しく調査する必要性を感じると共に、実践的な保護方法を確立する必要性を強く感じた。つまり、溜池の生態系を維持するために環境全体を保全する方法を具現化していかなければならない。

八尾市高安地域には 400 あまりの溜池が点在する。かつて、溜池は里山を耕作するための農業用水として多いに利用されていた。田植え期における灌漑用水として水を使い、稲刈りが終われば底樋を抜き、池の底にたまった泥水を流し池を干す。そして、この泥水を田畑に引くことによって、土地改良を行っていた。このような泥水を流すことを“どび流し”と地元では呼ぶ。葭仲俊幸氏によると、この“どび流し”は三つの意義をもっていたようだ。一つは、池の掃除。二つ目は、田畑の土壌改良。三つ目は、秋の食材としてドブガイや雑魚を利用することである。ニッポンバラタナゴ(キンタイ; 地元の呼び名)は苦いのでほとんどが用水路に放流されてしまった。それにもかかわらず、翌年にはニッポンバラタナゴやドブガイが見事に再生産され、生態系が維持されていたのである。実に合理的で、すばらしい持続可能な循環型システムが“どび流し”として具現化されていたのである。

しかしながら、現在では農業や地場産業の変遷によって、ほとんどの溜池において年に一度の“どび流し”が見られなくなってしまった。さらに、治水のために行われた用水路の三面コンクリート張り工事によって、底樋がまったく利用できなくなった溜池も少なくない。このような状況下で今、我々は、この伝統的な環境保全の仕組みをよく理解することがもっとも重要な課題ではないかと強く考えている。そのためには、この“どび流し”の効果を科学的に分析する必要性があり、今後の調査によってその効果を明らかにし、伝統的な“どび流し”に代わる新しい科学技術を用いた代替的な循環システムを構築したいと考えている。

おわりに、保護池の復元について、尽力してくださった高安地域の葭仲俊幸さんと竹本芳隆さん、上林葭守さんおよび地域の皆さんに感謝すると共に、野外調査や研究に協力して下さった、藤分昭仁さんおよび生物クラブの OB である高橋芳明さんに

深く感謝します。

《引用文献》

- 福原 修一，中井一郎，長田芳和(1986) 溜池におけるドブガイ *Anadonta woodiana* の幼生の寄生時期とおよび部位. *VENUS*. 45(1): 43-52
- 福原 修一(1988) 赤坂御用地内の心字池及び大土橋池で繁殖したドブガイについて. *ニッポンバラタナゴの保護と研究*. 長田芳和(編)ニッポンバラタナゴ研究会 60-67
- 市村俊英 (1958) *Bot. Mag. Tokyo*, 71: 110-116
- 林一正、大谷章栄 (1967) 琵琶湖産セタシジミの消化管内容物について *VENUS* 26 17-28
- 東 怜, 林 一正 (1964) 琵琶湖産二枚貝の幼生について. *日本水産学会誌*. 30: 227-233
- 水野 寿彦 (1984) *日本淡水プランクトン図鑑*. 保育社. 大阪.
- 長田芳和(1985)産卵場におけるバラタナゴの個体関係やドブガイの状態が貝への産卵数に及ぼす影響について. *大阪教育大学紀要*. 第・部門 34(1): 9-26
- 清風高校生物部(1987) 八尾市の溜池における生態系. *清風紀要*. 4: 33-68
- 矢田敏晃、長田芳和、加納義彦、宮下敏夫 (1991) ニッポンバラタナゴの試験増殖;繁殖に及ぼす水際帯造成効果について. *ニッポンバラタナゴ保護増殖検証事業報告書*. 環境庁. 9-38
- 柳田洋一、外岡健夫 (1991) 淡水二枚貝類の成長環境条件について、茨城県内水面水試調査研究報告 27 98-123
- 柳田洋一、外岡健夫 (1992a) 淡水二枚貝類の成長環境条件について一、茨城県内水面水試調査研究報告 28 35-42
- 柳田洋一、外岡健夫 (1992b) 淡水二枚貝類の成長環境条件について二、茨城県内水面水試調査研究報告 28 43-47

図1 1999年4月25日に改修されたニッポンバラタナゴの保護池の水深(cm)と池周辺の状況

図2 ドブガイに托卵されたニッポンバラタナゴの産卵数. □: 年齢1齢~2齢までのドブガイの稚貝(1+)を、■: 2齢以上の親貝(2+以上)を表す. n: は観察個体数、垂直

線は標準偏差を表わす。

図3 ヨシノボリに寄生していたドブガイの幼生(グロキディウム)の個体数

n:は観察個体数、垂直線は標準偏差を表わす。

図4 1999年8月29日から2000年7月20日までのドブガイの稚貝(0+、1+)についての殻長分布。1999年生まれの稚貝は、7月29日に3個体発見され、平均殻長25.1mmであった。

図5 1999年生まれの稚貝(0+、1+)の個体別成長曲線。ドブガイの移植日1999年5月2日を0日目として、移植後の日数を横軸にとった。最終観察日は2000年7月20日である。それぞれのマークは個体別に表示し、破線は、1999年5月2日から7月29日間での予測成長ラインを表した。上部のグラフは水温の変動を表す。

図6 2000年7月20日の保護池におけるドブガイの年齢別分布状態と池の底質。2000年生まれの稚貝(0+)はポイント2付近で多く発見された。ドブガイが採集された場所の底質を調べると、ポイント1は粗砂域、ポイント2では畑土と軟泥の混在域、ポイント3は砂泥域、ポイント4は粗砂域であった。▼:0+,●:1+,◎:2+以上はドブガイの年齢をしめす。

図7 2000年7月20日の保護池におけるドブガイの年齢別の深度分布。2000年生まれの稚貝(0+)は約70%が深さ0~10cmに、1999年生まれの稚貝(1+)は深さ0~50cmに、親貝は深さ30~60cmの範囲に分布していた。

図8 2000年7月20日の保護池における底質部とドブガイの胃と腸の内容物の組成比。n:は観察個体数あるいはポイント数、垂直線は標準偏差を表わす。

図9 ドブガイの稚貝の消化管におけるケイソウの破碎率。ケイソウは胃で破碎されはじめ、肛門直前の腸内で約80%が分解されていた。

図10 2000年7月20日の保護池内のポイント1~4地点における植物プランクトンの組成比。P1~P4は採取ポイント1~4を表す。ポイント2でケイソウが最も高い割合で分布していた。

表1 保護池で2000年6月18日と7月20日に観察されたプランクトンの個体数