

仙台産アカヒレタビラの保全に向けた環境教育教材の開発と実践

棟方有宗*・上嶋勇輝**・攝待尚子***・田幡憲一*

Development of Artificial Growth Methods for *Acheilognathus tabira* subsp. R in Sendai and Practice of Environmental Education – II

Arimune MUNAKATA, Yuki UWAJIMA, Naoko SETTAI and Kenichi TABATA

要旨：①仙台産アカヒレタビラの保全策として開発してきたプラスチックチューブによる人工孵化法（棟方，2006）をタイリクバラタナゴに応用するとともに、アカヒレタビラにおいてもより高い浮上率を得ることに成功した。②大学構内に設置し2年が経過した人工ため池について、水質ならびにアカヒレタビラ等の水生生物の生息状況を観察した。③また、仙台市立西中田小学校との連携により、アカヒレタビラの飼育と生息地の観察を行う環境教育活動を実践した。

キーワード：アカヒレタビラ、タナゴ、人工授精、人工飼育、環境教育

1. はじめに

私達はこれまで、仙台市周辺最後の繁殖集団であり、絶滅が危惧されている仙台産アカヒレタビラ (*Acheilognathus tabira* subsp. R) の保全活動の一環として、生息河川のモニタリング調査、人工孵化・人工飼育法の開発、ならびに環境教育活動（稚魚の飼育・放流）の実践を行ってきた。

本年の研究では、本種の増殖策のひとつとなり得る人工孵化技術の向上、ならびに新規生息地の一部となることが期待される人工ため池の環境の推移を観察した。また前年と同様、これらの一連の過程を環境教育の教材に位置付け、教育現場との連携という点からも保全活動をより推進することとした。

まず私達は、昨年に引き続き、本種が著しく減少した際の増殖手段として、小型プラスチックチューブによる人工孵化方法の確立を目指した。昨年度までは、アカヒレタビラの人工授精卵を用いて、卵黄吸収が完了する孵化後20日間程度まで、高い生残率を得ることができた。しかし、チューブ内で卵黄吸収を終えた稚魚を水槽に移して給餌を開始する際に、生残率が大きく減少するという問題が残されていた。そこで本年は、この際の減耗を最小限に留めるための方法につい

て、さらに検討した。また、本法をより入手が簡単なタイリクバラタナゴ (*Rhodeus ocellatus ocellatus*) にも適用可能かどうかを検討した。

次に、本種の新規生息地として2005年11月に宮城教育大学構内に新造した人工ため池、通称タナゴ池の水質や生物種構成の推移を、2007年6月から12月までの約半年間、定期的に観測した。これによりため池が仙台産アカヒレタビラの生息に適した環境であるかどうかを検討した。

また、本研究ではアカヒレタビラの保全活動を教育現場との連携によっても推進することを目的として、昨年に引き続き、仙台市立西中田小学校との教育連携活動を行った。特に本年は、アカヒレタビラの飼育と放流が行われる期間の前と後で、子ども達の保全に対する意識がどのように変化したかを調べるためのアンケート調査を実施した。

2. 方法

①人工孵化

2007年4～7月中旬、人工授精のための親魚候補となるアカヒレタビラならびにタイリクバラタナゴ（図1）の親魚各10尾程度を仙台市近郊のアカヒレタビラ

*宮城教育大学教育学部理科教育講座，**宮城教育大学大学院理科教育専修，***宮城教育大学教育学部生涯教育総合課程自然環境専攻



図 1. タイリクバラタナゴ (*Rhodeus ocellatus ocellatus*) の成魚 (♀).

生息水路において採捕し、宮城教育大学屋内の 60 cm ガラス水槽内で飼育を開始した。水槽には厚さ約 5 cm となるように大磯砂利を敷きつめ、上部濾過器を用いて飼育水の濾過を行った。飼育水温は室温 (15 ~ 20℃) とした。親魚には、テトラフィン (テトラ社) をすり鉢で粉末状にしたものと、冷凍アカムシを 1 日数回に分けて与えた。また同じ水槽内でこれらの主な産卵母貝となるヨコハマシジラガイを飼育し、親魚の貝のぞき行動等の産卵期特有の行動を指標として、性成熟状態を判別した。

2007 年 4、5 月 (アカヒレタビラ)、および 7、8 月 (タイリクバラタナゴ)、成熟雌の産卵管の伸長度合いや婚姻色、貝のぞき行動等を指標として成熟した雌雄のペアを選び、棟方ら (2006) の方法に従い、人工授精を行った。媒精後は、残留する未受精精子等を取り除くため飼育水を交換した後、遮光したインキュベータ内にて孵化を待った。インキュベータ内の温度は、アカヒレタビラでは前年度観察された成長と水温との関係から 20℃ に、タイリクバラタナゴでは産卵期の生息河川の水温に基づき 22℃ に設定した。

孵化した仔魚は、卵膜を排除するため、仔魚のみを口径 5 mm のプラスチックピペットを用いて、a) ガラスシャーレ、または b) プラスチックチューブ (棟方ら, 2006) に移したのち (下に詳述)、インキュベータ内に戻した。

a) シャーレ法では、孵化仔魚を直径 16 cm のガラスシャーレに移したのち、インキュベータに収容し



図 2. 人工飼育に用いたプラスチックチューブの様子.

た。シャーレ 1 個当たりの卵収容密度は 0.25 粒/ml とした。飼育水は、アカヒレタビラでは前年と同様に汲み置きした水道水を、タイリクバラタナゴでは上面濾過装置で数日間濾過した水道水を利用した。なお、水交換は 1 日 1 回、水温が等しい飼育水を用いて行い、死骸や成長過程で出た排出物を取り除いた。水質が悪化した場合はさらに適宜換水を行った。

b) プラスチックチューブ法では、深さ 2 cm の円錐形の小型プラスチックチューブ (Simport 社、PCR 用 8 連チューブ T320-1N、容量 2 ml) の底、および側面に複数の孔を開け、各小室に孵化仔魚を 1 尾ずつ収容した。このチューブを筏状に組み、水槽の水深 5 cm 地点にチューブの上端がくるように固定した (図 2)。チューブを収容する水槽は、アカヒレタビラでは前年 (棟方ら, 2006) と同様の水槽装置を、タイリクバラタナゴでは上部濾過ならびにエアレーションを施した 60 cm 水槽を用いた。

以上の方法によって浮上段階にあたる受精後約 18 日目まで成育した仔魚は、直径 15 cm、深さ 6.5 cm のプラスチック製円筒型容器に移し、引き続きインキュベータ内にて、卵黄の残存率に関係なく給餌を始めた。飼育水は、上記シャーレ法と同様のものを用いた。餌は生きたアルテミア (ブラインシュリンプエッグス (テトラ社を利用)) を適量与え、給餌後 30 分後に残餌を取り除いた。これを約 1 週間続けた後、大磯砂利を敷き、外掛け式フィルターで濾過を行うインキュベータ外の水槽 (35 cm × 25 cm × 20 cm) に移し、以後、人工飼料 (テトラフィン, テトラ社) をす

り潰し細粒状にしたものを1日数回に分けて与えた。
飼育水は、状態に応じて適宜換水した。

受精卵の孵化率は、孵化卵数/総卵数とし、浮上率は、餌付け用の容器に移した仔魚数/孵化仔魚数として算出した。

②ため池の観察

水質の測定は、およそ3~4週間ごとに表層と水深約1mの2地点で行った。測定と採水は、14~15時の間に行った。測定項目は、①水温、②溶存酸素量(DO)、③生物化学的酸素要求量(BOD)、④化学的酸素要求量(COD)、および⑤水素イオン濃度(pH)とした。

①水温は、表層水温(水温計で測定)と水深約1m(自動計測型の水温計(Stow-Away TidbiT Temp Logger, TB132-05+37, Onset Computer社)で測定)を計測した。②DOは、DOメータ(ULTRA-DO METER-UD, CKC社)を用いて測定した。③BODは、採水直後の試料と、それを20℃のインキュベータ内で5日間静置した試料のDOの差により算出した(アブドラハマン, 2001)。④CODは、過マンガン酸カリウム法により処理した試料を、COD測定装置(DIGITAL COD METER HC-120, CKC社)により測定した(古口, 2005)。⑤pHは、pHメータ(D-52, 堀場製作所、(再現性 ± 0.01 pH ± 1 digit、 $\pm 0.1^\circ\text{C} \pm 1$ digit))を用いて実験室にて測定を行った。

また、人工ため池に出現する生物やアカヒレタビラの状態を把握するため、定期的に生物モニタリング調査を行った。主な対象は、アカヒレタビラ、トウヨシノボリ、ヨコハマシジラガイ、アカガエルならびにツチガエルのオタマジャクシと成体、および水生昆虫とし、これらはモンドリや手網を用いて採捕した。

③環境教育の実践

2006年に引き続き、仙台市立西中田小学校との連携による環境教育活動を行った。

まず9月、アカヒレタビラを取り巻く環境や本種の保全の意義、飼育方法を子どもに伝えるための授業を5学年の3クラスを対象にそれぞれ実施した。その後、各教室に外部濾過器をセットした35cm水槽を設置し、各々にアカヒレタビラの1年魚7尾を収容した。また毎日の魚の様子を記録するためのノート記録

を開始した。

約3ヶ月後の11月、生育した稚魚の放流会を実施し、子ども達に実際のアカヒレタビラ生息水路の環境を見てもらうとともに、本種の放流活動を実践してもらうこととした。また、本活動では子ども達の活動を通しての意識の変容を探るため、活動の事前・事後にそれぞれアンケート調査を実施した。

3. 結果

①人工孵化

アカヒレタビラ

2007年4月16日および5月28日に、雌親魚6尾から計292粒の成熟卵を得た。このうち257粒が孵化した(孵化率88%)。

a) シャーレ法では、孵化した仔魚257尾のうち114尾を飼育し、うち56尾(63%)が浮上前(孵化後18日)に達した。また、b) プラスチックチューブ法では、孵化仔魚257尾のうちの143尾を飼育し、うち18尾(13%)が浮上前に達した。シャーレならびにプラスチックチューブにて浮上前に達した計74尾の仔魚は、プラスチック円筒容器に収容して餌付けを開始した。そのうち計31尾(42%)が一ヶ月以上生存し、その間、順調に成長した。

タイリクバラタナゴ

2007年7月30日および8月6日、雌親魚3尾から計67粒の成熟卵を得た。このうち51粒が孵化した(孵化率78%)。

a) シャーレ法では、孵化仔魚51尾のうち15尾を飼育し、うち12尾(80%)が卵黄吸収を完了した(図3)。また、b) プラスチックチューブ法では、孵

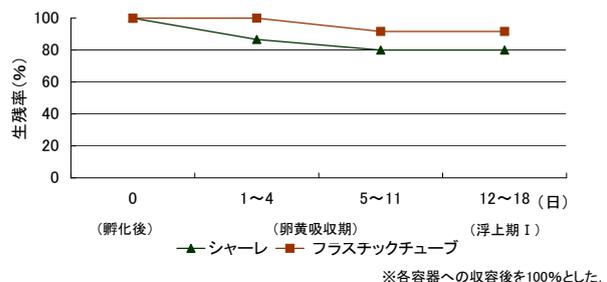


図3. タイリクバラタナゴの孵化~孵化後18日目までの生残率の推移。

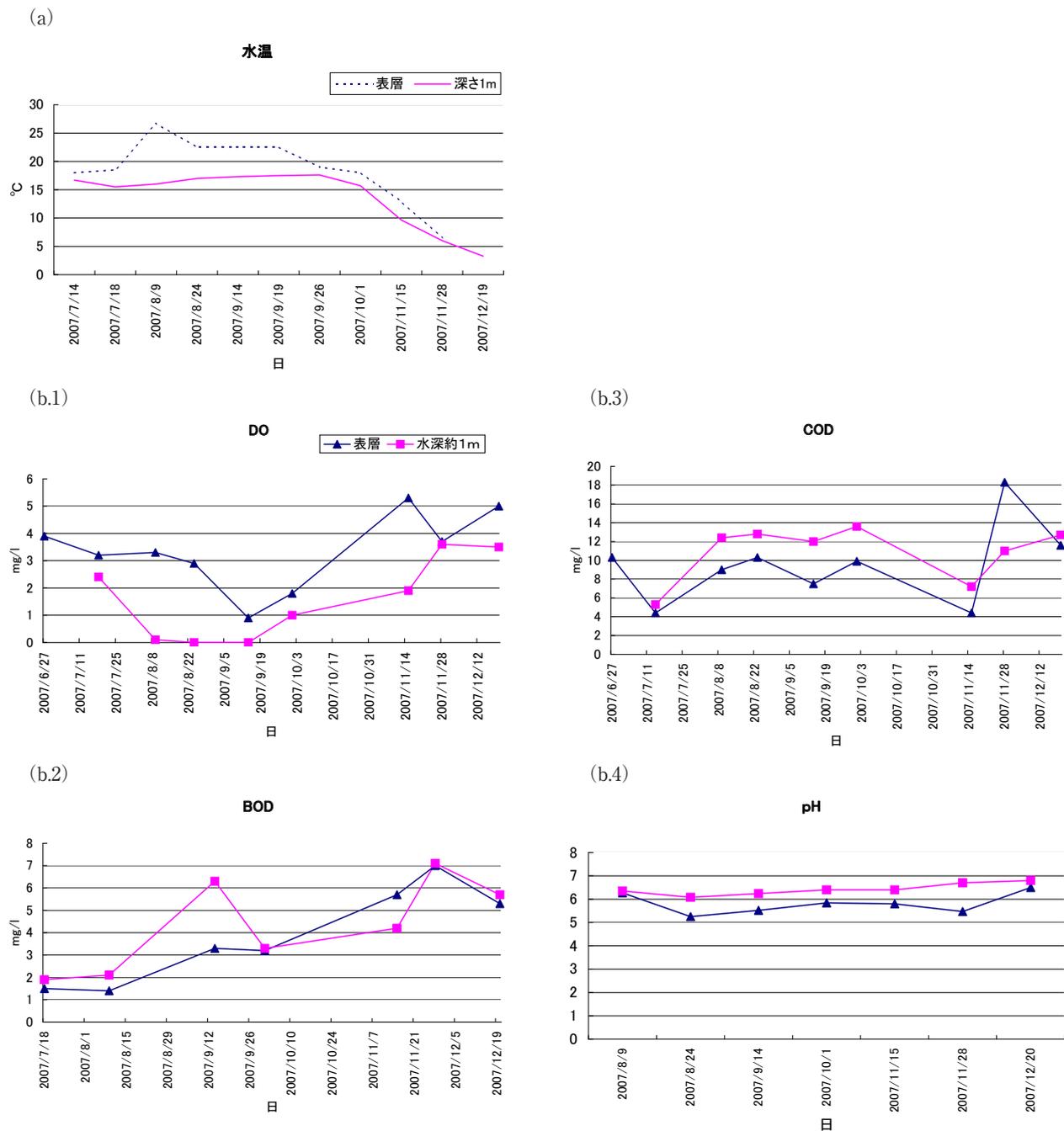


図4. 各水質測定項目の測定値.

化仔魚 51 尾のうち 36 尾を飼育し、うち 33 尾 (92%) が浮上前に達した (図 3)。シャーレおよびプラスチックチューブにて浮上期に達した計 48 尾の仔魚は、前述の容器に収容して餌付けを開始した。そのうち計 44 尾 (92%) が一ヶ月以上生存し、その間、順調に成長した。

②ため池の観察

2007 年 6 月から 12 月のため池の①水温、② DO、

③ BOD、④ COD、および⑤ pH の変化を図 4 に示した。

①水温は、表層が水深 1m よりも高い値で推移した (図 4. a)。特に、8~9 月には温度差が 10℃ 近くになることがあった。10 月を過ぎると、その差は徐々に小さくなった。② DO は、表層が水深 1m よりも高く、特に 8 月と 11 月中旬に顕著な差が見られた (図 4. b.1)。また、8、9 月は、水深 1m の DO が一

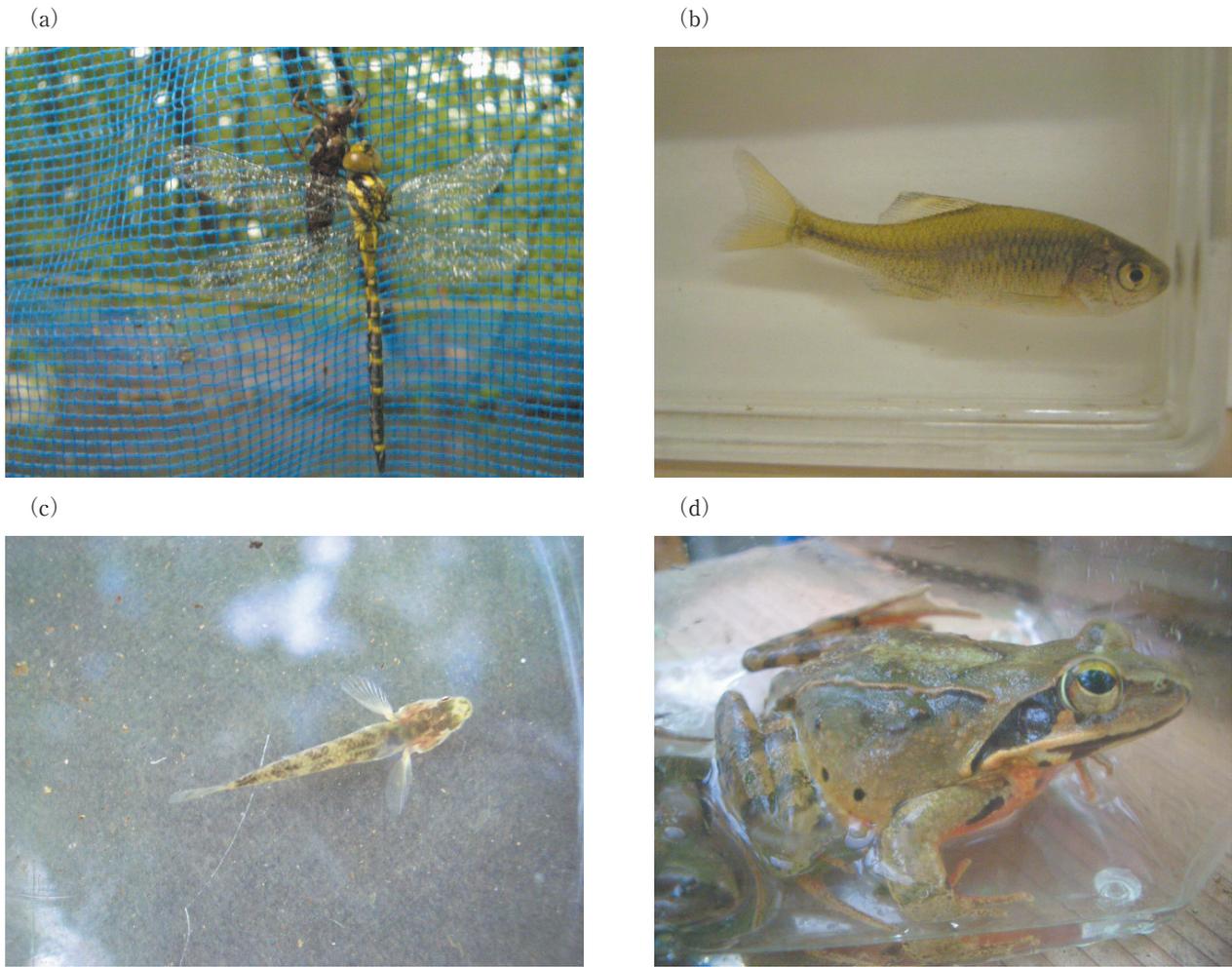


図5. (a) ため池で羽化したヤゴ、(b) アカヒレタビラの仔魚、(c) トウヨシノボリの仔魚、(d) アカガエルの成体。

時期 0 mg/l を示した。③ BOD は、タナゴやヨシノボリの生息域での基準値はおよそ 3~5 mg/l とされる(宗宮・津野, 1999)。9 月には水深 1 m が 6.3 mg/l、11 月から 12 月にかけては全層が 4~7 mg/l と高い値を示した(図. b.2)。④ COD は、基本的には水深 1 m が表層よりも高い値で推移したが、11 月 28 日には逆転が見られた(図. b.3)。⑤ pH は、表層が水深 1 m よりも低い値で推移した。8 月 24 日には、計測期間を通じて最も低い、5.25 を記録した(図. b.4)。

ため池では、一昨年に放流したアカヒレタビラの成魚が定期的に採捕され、おおむね生育状態は良好であったが、8、9 月の採捕時には一部衰弱している個体も見られた。

その他、7 月初旬にヤゴ(種同定せず)の羽化(図 5. a)、8 月にアカガエル・ツチガエルのオタマジャクシの変態・上陸が見られた。さらに、9 月後半には

アカヒレタビラの仔魚(図 5. b)、トウヨシノボリの仔魚(図 5. c)、およびアカガエルの成体(図 5.d)が採捕された。

③環境教育の実践

授業開始前のアンケートでは、子ども達は温暖化といった地球規模の環境問題への知識はあるが、自分達の身近にアカヒレタビラのような絶滅に瀕している生き物があることについては、相対的にあまり認識されていないことが示された。また、環境問題全体に関しても、およそ半数が余り関心が低いという結果が得られた。

飼育活動では、稚魚が病気になることもなく、放流前の 11 月になると飼育開始時よりも一回り大きくなり、背鰭や腹鰭に薄く婚姻色をにじませる雄も見られた。この間、子ども達は観察ノートを毎日記入しており、スケッチや自由記述から、摂餌の様子に加え、体

の特徴の変化や成長の様子にまで目が行き届いていたことが分かった。



図6. 教室での授業の様子。

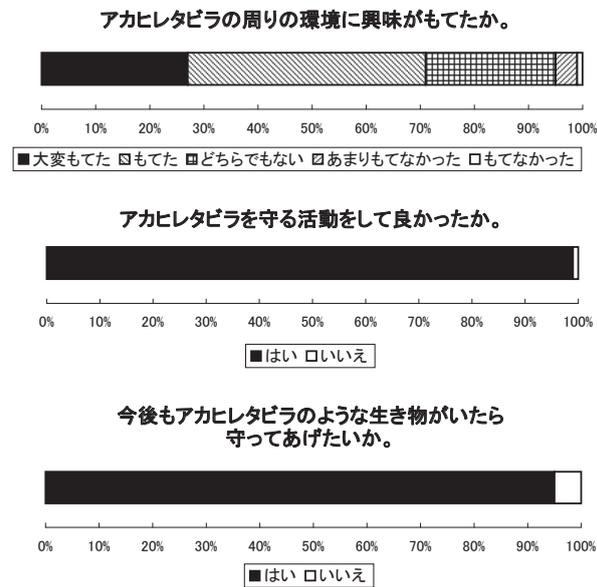


図7. 全ての活動後に実施したアンケート調査の集計結果。

放流・フィールド観察会（図8）には、大半の子どもが興味を持って参加した様子がうかがわれた。限られた時間ではあったが、用水路の環境の現状を認識し、たくさんの生き物がいることへの驚きや、これから自分達も自然に優しいことをしたいという意志の高まりが見られた。また、大人でも川にごみを捨てる人がいるという指摘があったことは、我々が心にとめておくべき事項であると考えられる。

授業（図6）後に実施したアンケートでは、全体の約6~7割の子どもが、アカヒレタビラやそれを取り巻く環境問題に興味を抱き、9割以上の子ども達が今後もアカヒレタビラを守ってみたいと答えた。また、

(a)



(b)



(c)



図8. 環境教育活動中の (a) 放流の様子、(b) 生き物の観察、(c) 魚の取り方の紹介。

アカヒレタビラの飼育からたくさんの発見があったとの記述が多く見られるなど、生物としても、アカヒレタビラが子ども達の興味を引く素材であったことが示された（図7）。

4. 考察

①人工孵化

a) シャーレ法により飼育したタイリクバラタナゴでは、水カビなどによる水質の悪化は見られずに、安定した飼育を行うことができた。これは、上面濾過器で濾過を施した飼育水を使用したことが有効であったためと考えられる。b) 同じくプラスチックチューブ法で飼育したタイリクバラタナゴは、前年のアカヒレタビラよりも一水槽あたりの飼育個体数を増やしたにも関わらず、水質の劣化が抑えられた。これも、より濾過能力の高い上面濾過器とエアレーション装置を取り付け、水槽を60 cmと大きくしたことが有効であったためと考えられる。

これに対してアカヒレタビラでは、飼育水が前年以上に劣化し、浮上前に死亡する仔魚の割合も大きくなった。これはおそらく、飼育水を昨年と同様、上面濾過器よりも濾過能力が低い外部濾過器によって濾過したために、一度に多くの個体を収容した際の水質の劣化が早まったためだと考えられる。つまり、高い生残率を得るためには、飼育水の濾過効率を高め、安定した水質の飼育水を供給することが重要と考えられる。

一方、前年の課題であった仔魚のチューブから給餌水槽への移行は、仔魚を浮上前のまだ卵黄が残る状態から円筒型容器で餌付けしたことにより、大きく改善されたと考えられる。殊にアカヒレタビラでは、浮上前までに達した個体が少なかったにも関わらず、水槽間の移行に伴う生残率は前年度の5.3%から42%に上昇した。つまりこれは、給餌の開始時期を浮上（孵化後20日前後）という時間で区切り、水槽へ移行させるのではなく、卵黄の吸収が完全に終了する前から引き続きインキュベータ内の小型容器で餌付けするといった移行期間を設けることが望ましいことを示す結果となった。

②ため池の観察

各水質項目の測定値ならびに生物調査から、本ため池の環境がアカヒレタビラの生息に好適か否かを検討した。

8月と9月の採捕調査では、衰弱したアカヒレタビラが見られた。この時期のDOは、水深1 m地点で

0 mg/lとなり、BODは6.3 mg/lと高く、CODも12～13 mg/lと上昇した。これらの測定項目の変動の原因の1つとして、気温上昇に伴う表層水温の上昇と、この時期にため池に多く見られたオタマジャクシの影響が考えられる。まず、温度に関しては、夏季の気温の上昇に伴い表層水温が上昇することで、ため池内には水温躍層ができやすくなると考えられる。これにより、表層と下層の混合が起りにくくなり、酸素が下層に行き渡らないためにDOが減少し、有機物が分解されずに残ることでBODとCODが上昇したものと考えられる（宗宮・津野，1999）。

また、この時期のため池には概算でおよそ数十kgのオタマジャクシが生息しており、それらによる酸素消費に加え、排泄物などもDOの減少やBOD、CODの上昇を助長することが考えられた。つまり、衰弱したアカヒレタビラが見られた背景には、このような複数の外的要因があると考えられた。

11月下旬には、ため池の両層でのBODとCODの上昇が見られた。また水深1 mのDOが表層よりも3 mg/l以上低くなった。これは、おそらく秋季に堆積した多量の落ち葉が分解されずに残ったことによるものと考えられる。

一方、その後、DOには著しい減少が見られず、BODとCODも減少に転じたことから、この時期は、有機物の分解に必要な酸素が溶解しており、現段階では池に堆積した落葉も魚類生息の阻害要因とはなりにくいと考えられた。ただし、毎年落葉が堆積し続けた場合に水質がどのように変化するかについては、今後も継続的にモニターする必要があると考えられる。

測定期間を通じて、表層のpHは水深1 mよりも低く推移した。一般に湖沼などの表層部は植物プランクトンの光合成の作用により塩基性になる傾向があり、下層は生物の呼吸や有機物の分解による二酸化炭素量の増加によって表層よりもpHが低くなる傾向がある（半谷・小倉，1995）。本池では、それが逆転して推移し、表層部のpHが常に約5～6の弱酸性の値を示した。この原因は不明であるが、現時点ではため池内の植物がスイレン二株と若干のヒルムシロのみであるため、今後さらに植生を増やしてゆくことによって一連の水質項目が改善されることが考えられる。また、こ

れによりオタマジャクシの排泄物や落葉といった有機物の分解によって生じた無機物を吸収するサイクルが促進され、池内の水質の安定化と生物相の多様化が進むことも期待される。

ため池では、一昨年放流したアカヒレタビラの成魚とそれらがその後ため池で産卵したことにより生まれたと考えられる仔魚や、トウヨシノボリの仔魚が見られた。また、同じくため池新営時に放流したヨコハマシジラガイの成貝も2年を経過しても生育していることが確認された。これらのことから本ため池では、アカヒレタビラの長期間の生存と産卵が期待でき、さらに、淡水二枚貝の繁殖に不可欠なヨシノボリも繁殖していたことから、二枚貝の繁殖も行われる可能性があると考えられた。一方で本池では、アカガエルやツチガエルのオタマジャクシが大量に発生しており、また大量の落葉も見られている。上述の通り、現在これらによる明らかな水質への影響は見られていないが、例えばオタマジャクシやカエル、ヤゴは、摂餌活動や個体間作用などによる生物学的影響をアカヒレタビラなどに及ぼすことが考えられる。今後、どのように対応すべきかをさらに明らかにしていく必要がある。

以上のことから、本ため池は、水質的には一部改善が求められるが、現時点ではアカヒレタビラや本種の増殖に必要なその他の生物種の生息地としては必ずしも悪い環境では無いと思われる。また現在、カエルやトンボの幼生や成体によるアカヒレタビラへの顕著な影響なども見られていない。しかし、今後も上記の水質環境や生物のバイオマス変動がため池全体の生物相にどのように影響するのかをモニターする必要があると考えられた。

③環境教育の実践

今回の活動では、アンケートにより子ども達の環境問題についての認識や意識の変化をうかがい知ることができた。

活動前、子ども達の多くは地球規模の温暖化などについては関心を有しているが、自身の暮らす地域の身近な環境問題については、知らないことも多いことが示唆された。しかし、本活動を通じてアカヒレタビラといった魚が自分達の家そばに生息し、それが環境の変化によって絶滅に瀕していると知った時、多くの

子ども達はそんな魚達をぜひ自分たちの手で守ってみたいと答えた。つまり、子ども達は、身近な環境問題に取り組む意識を有するが、実際に自分達の周辺にどのような環境の問題があり、特定の生物が絶滅の危機に落ちているかを認識する機会が無いのだと考えられる。すなわちこれは、子ども達の問題ではなく、教える側にある我々大人達の問題であり、この点に関しては広域な環境情報共有のシステムが必要であること示している。

活動の最初に行った授業では、アカヒレタビラの生態の概略を記載した下敷きを子ども達に配布し、写真などをプロジェクターで投影したことにより、子ども達に授業の内容を理解してもらうことができたと考えられる。しかし、それにも増して重要なことは、講義を担当した大学院生が、それまでの2年間をかけて、自身も一つ一つ河川の生物調査や人工孵化技術の開発、ため池の調査に取り組んだことが授業に反映されていたことだと考えられる。

約3ヶ月間の飼育活動や放流会を通して、子ども達のアカヒレタビラ保全に対する意識や取り組みには大きな変容が見られた。これも、導入授業後に自身で実物の魚を飼育し、さらにはこれを実際に水路に赴いて放流するといった、実体験を活動の柱としたことによるものと考えられる。このような現場に赴いての取り組みには、カリキュラムの運用上の制限もあろうが、そのような場合でも校内における飼育体験活動やそれよりも規模の大きいビオトープの運営に取り組むなど、いくつかの教育活動を展開することができると思われる。今後より多くの学校で地域生物の保全を視野に入れた環境教育活動が展開されることが切望される。

5. まとめ（今後の課題）

①人工孵化では、アカヒレタビラの増殖法として2006年度に開発した小型プラスチックチューブ法の技術向上を目指した。その結果、上面濾過やエアレーションにより濾過効率を高めることで水質がより安定し、高い生残率を得ることができた。また、前年の課題であった仔魚の給餌水槽への移行は、仔魚を浮上前の卵黄が残る状態から円筒型小型容器で餌付け開始す

ることにより、大きく改善された。

②ため池では、水質測定と生物調査から、本池がアカヒレタビラやその増殖に必要な他の生物種の生息地として必ずしも悪い環境ではないことが分かった。但し、大量のオタマジャクシや落葉、またカエル、ヤゴ等の摂餌活動と個体間作用がため池の生物にどのように影響するのかを今後もモニターしていく必要がある。

③環境教育活動では、飼育活動や放流会の前後に実施したアンケート調査から、子ども達の環境問題についての意識の変化を知った。これは、魚類の飼育の経験や、実際の水路に赴いて放流活動を行うといった、実体験を活動の柱としたことによるものと考えられる。

また、このような環境教育活動との関係から地域生物の保全を大きく推進し得ることも示された。

<補足>

なお仙台産アカヒレタビラが生息する水路の一部区間において、2007年7月にブラックバス（オオクチバス）の稚魚が2尾採捕された。これらがどのような経緯で本水路に侵入したかは定かではないが、これらの定着や食害について今後も、調査を行う必要がある。

また、本水域では今後も整備や工事などにより生息環境の改変が起り得ると予想されるが、アカヒレタビラの生息地として適切な環境が残されることを強く期待したい。

謝辞

本研究は、日本学術振興会の基盤研究 (c) 「サイエ

ンストレールの整備とその教材化に関する実践的研究—屋外での教員養成— (課題番号 19500720・研究代表 田幡憲一)」の一部として行われました。

環境教育の実践にあたり、ご協力を頂いた仙台市立西中田小学校の針持哲郎校長、5学年担任の先生をはじめとする教職員の方々、ならびに5学年の皆さんにお礼を申し上げます。また水路において放流活動を行う際に多くのご助言をくださいました水土里ネット名取の皆様へ深謝いたします。最後に、水質測定の際、お世話いただきました宮城教育大学理科教育講座の玉木洋一教授ならびに同大学附属環境教育実践研究センターの村松隆教授に謝意を表します。

引用文献

- 棟方有宗, 上嶋勇輝, 田幡憲一, 2006. 仙台産アカヒレタビラの人工増殖法の開発ならびに環境教育活動の実践, 小型プラスチックチューブ, 水槽, ため池による増殖法の検討, 宮城教育大学環境教育研究紀要, 9, 41-49.
- 棟方有宗, 2007. 仙台産アカヒレタビラ個体群の保護増殖ならびに教育現場との連携による新規生息地の開発, プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書, 16, 93-96.
- アブドラハマン, 2001. 河川の水質環境と出現繊毛虫種について, 学校における環境教育素材としての可能性, 宮城教育大学修士論文.
- 古口香織, 2005. ため池の富栄養化過程における溶存酸素量の発光特性, 宮城教育大学卒業論文.
- 宗宮功, 津野洋, 1999. 環境水質学, コロナ社.
- 半谷隆久, 小倉紀雄, 1995. 水質調査法, 丸善出版社.