

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～

棟方有宗*・上嶋勇輝*・田幡憲一*

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

～ Artificial Growth Methods by Use of Small Plastic Tubes, Aquarium Tanks and an Artificial Pond ～

Arimune MUNAKATA, Yuki UWAJIMA and Kenichi TABATA

要旨： 仙台産アカヒレタビラ保全の一環として、①人工孵化、②天然仔魚の飼育、および③ため池による人工増殖法を開発した。①人工孵化では、水槽に沈めたプラスチックチューブに受精卵を一粒ずつ収容することにより、水質を維持し、かつ仔魚の運動抑制効果と高い生残率を得た。②では、天然仔魚の多くを水槽で成魚まで育成した。また③では、宮城教育大学構内にため池を新造し、本種の生息環境を再現することに成功した。以上の知見を基に、保全を推進するための環境教育活動も行った。

キーワード： タナゴ、アカヒレタビラ、人工授精、人工孵化、ビオトープ

1. はじめに

近年、日本の淡水域では改修工事や外来魚の影響等のために在来魚類の生息域が年を追うごとに減少しており、宮城県においてもその例外ではない。

このような状況の中、仙台市の中心部からほど近い用水路に、宮城県のレッドリストで絶滅危惧Ⅰ類に指定されているアカヒレタビラ (*Acheilognathus tabira* subsp. R) が生息することが明らかとなっている (図1)。アカヒレタビラは、宮城県では近年急速に生息域が減少しており、この個体群は、仙台近郊では最後の繁殖集団であると考えられている (棟方, 印刷中)。しかし、これらの個体群が生息しているのは一級河川からの導水によって流れを保つ用水路であるため、環境要因の変化によっていつ絶滅するともわからないのが現状である。そこで本研究では、本種保全の一環として、3段階にわたって保護・増殖策を検討し、またそ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観点からも保全活動を展開する

こととした。

まず、最初に、天然由来の親魚による卵の人工授精を行った。本法は、親魚となる雌雄のペアを人為的に選ぶことによる遺伝的課題を含むが (中井, 2005)、最少2尾の親魚によって受精卵を得ることができる。そのため、本個体群が工事等の影響によって著しく個体数を減らした際の非常的手段として、現時点での



図1. 仙台産アカヒレタビラの雄 (手前) と雌 (奥)。

*宮城教育大学教育学部理科教育講座

効率的な方法の開発を目指した。従来、人工授精においては搾出した卵と精子をガラスシャーレなどの容器に收容する方法が多く用いられてきた（和田・小林, 1984、野沢ら, 1989）。しかし、この方法では水質の劣化を緩和するために適度な大きさのシャーレ類を用いる必要があり、その結果、仔魚に遊泳運動による消耗が起こるといった問題点があった。そこで本研究では、水質の劣化と孵化仔魚の運動の双方を抑制する方法として、水槽に沈めた小型プラスチックチューブ内に受精卵を收容する方法を開発した。

また従来、タナゴ類の受精卵は一般的に室温や20℃前後の水温といった比較的高い温度条件で飼育が行われている（内田, 1985、松岡ら, 2000, 2001）。しかし、仙台におけるアカヒレタビラの産卵期の水温は、20℃よりも低いことが明らかとなっている。そこで、16℃、18℃、および20℃の異なる水温下での飼育を行い、水温が卵の孵化率や仔魚の成長におよぼす影響についても調べた。

次に本研究では、春にアカヒレタビラが生息する用水路で採捕した仔魚を水槽で秋まで飼育することを試みた。一般に、アカヒレタビラなどのタナゴ類は卵をヨコハマシジラガイ (*Inversium yokohamensis*) やイシガイ (*Unio douglasiae nipponense*) などの二枚貝類の内部に産み出すため、浮上期に至るまでの仔魚の生残率は他の魚類よりも高いと考えられている（長田・福原, 2000）。しかし、二枚貝から浮上してからは、他の多くの魚類と同様、捕食などにより著しく減耗することが知られている。そこで、本研究では二枚貝類から浮上した直後のアカヒレタビラの仔魚を採捕し、他の魚類などからの捕食をある程度免れる体サイズになる秋まで水槽内で飼育することとした。

以上の二つの方策により、仙台産アカヒレタビラの生息数が減少した場合に、絶滅のリスクをある程度軽減することが期待される。しかし、本個体群は用水路の環境の改変の程度によっては、絶滅につながる甚大な影響を受ける可能性も考えられる。そこで、リスクを分散し、また本個体群の遺伝子ストックを確保する目的で、新規の生息地を開発する必要があると考えた。そのため、宮城教育大学構内にため池を新造することとした。また将来的には仙台産アカヒレタビラのかつ

ての生息地を復興させることが望まれる。この際、このため池の個体群から創設集団を構築することも、狙いの一つとしている。

また本研究では、以上の基礎的知見に基づいて、教育現場との連携によって保全のための環境教育活動を展開することも目的とした。プラスチックチューブによる人工孵化法は、現在はまだ開発段階であるため、ここでは天然仔魚の人工飼育法ならびに宮城教育大学構内に新造したため池を用いた環境教育活動について、概要を紹介する。

2. 方法

①人工孵化

2006年4月25日、仙台市近郊のアカヒレタビラの生息水路において人工授精のための親魚候補27尾を採捕し、宮城教育大学屋内の90cmガラス水槽（90cm × 45cm × 45cm）3槽に分けて飼育を開始した。各水槽には、厚さ約15cmとなるように大磯砂利を敷きつめ、上部濾過器、または外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（10～15℃）とした。親魚にはテトラフィン（テトラ社）と乾燥ブラインシュリンプ（キョーリン社）をすり鉢で粉末状にしたものと、冷凍アカムシを与えた。また、同じ水槽内で本種個体群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、性成熟状態を判別することとした。

2006年5、6月、雌の産卵管の伸長度合い、雄の婚姻色や貝のぞき行動等を指標として、性成熟した雌雄のペアを選び、人工授精を行った。まず、受精卵の飼育水として、予め水道水を35cmガラス水槽（35cm × 25cm × 20cm）に汲み置きし、外掛け式フィルターで濾過を行った水を直径16cmのガラスシャーレ内に、水深6mm、水量40mlとなるよう入れた。次に、雌、雄の順に卵と精子を搾出した。卵と精子の搾出は、雌雄ともに水で濡らした両手で魚体を軽く持ち、親指と人差し指で腹部を軽く押すことにより行った。受精から約30分後、未受精の精子等の残留物を取り除くため、飼育水を交換した。その後、口径5mmのガラスピペットを使い、卵をa) シャーレ、b) 透析膜、またはc) プラスチックチューブに分配し、遮光のために

ガラス部を黒紙で覆ったインキュベータに収容した。インキュベータの温度は、予め16°Cに設定した。

a) シャーレ法では、受精卵を直径16cmのガラスシャーレに移し、インキュベータに収容した。シャーレ1個当たりの卵収容量は、平均11粒とし、卵密度は0.275粒/ml程度とした。飼育水は、1日1回水温が等しいくみ置き飼育水と交換を行い、死骸や成長過程で出た排出物を取り除いた。また、水質が悪化した場合は、さらに適宜換水を行った。

b) 透析膜法では、透析膜(三光純薬社、製品番号UC24-32-100、size:24/32)を4cm×6cmに切り、短辺(開口部)の両端を折り返してホッチキスの針で止めて袋状とした。また長辺の一方をハサミで切り開き、その両端に紐を付け、キンチャク袋状にしたものをインキュベータ内に設置した35cm水槽に吊るした。水槽は3槽用意し、それらのうち2つをサーモスタット付ヒーターによって18°Cと20°Cに昇温させ、3段階の水温で飼育が行えるようにした。透析膜にはアカヒレタビラの受精卵を1袋あたり9~12粒ずつ収容し、飼育を行った。なお、飼育期間中の換水は行わないこととしたが、斃死を避けるため、死魚がみられた場合は適宜取り除いた。

c) プラスチックチューブ法では、深さ2cm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2ml)の底、および側面に複数の孔を開けたものを用意し(図2)、各小室に受精卵を1個ずつ収容し、透析膜法と同様、インキュベータ内の3つの水槽に吊るして、16°C、18°C、

および20°Cの異なる水温条件下で飼育を行った。

以上の方法によって、浮上段階となる受精後約20日頃まで生存した仔魚は、インキュベータ内の孵化装置から取り出し、大磯砂利を敷き、外掛け式フィルターで濾過を行った小型の水槽(15cm×17cm×13cm)に移して給餌を開始した。餌は、ひかりパピイ(キョーリン社)を1日数回に分けて与えた。飼育水は、汚れの程度に応じて適宜交換した。

なお、受精卵の孵化率は、孵化卵数/孵化装置に収容した卵数として、また浮上率は、浮上期I(表1参照)の仔魚数/孵化装置に収容した卵数として算出した。

②人工飼育

2006年6月22日、アカヒレタビラが生息する水路において、浮上直後のアカヒレタビラを採捕した。仔魚は、目合いの細かい小型の捕魚網(NISSO、AQ-18、Lサイズ)と紙コップを使い、網に入った仔魚が直接空气中に露出しないように、水中で網から紙コップに移し、水ごと掬う要領で採捕した。その後、輸送用の蓋付きタンク(ダイワ精工社、バツカン)に収容して、エアレーションを行いながら大学に持ち帰り、水温を合わせたメチレンブルー水溶液で薬浴したのち、90cmガラス水槽に収容して飼育を行った。飼育水温は、室温とし、餌は体長2cm未満までは、ひかりパピイを与え、その後、テトラフィンを粉末状にしたものに移行した。飼育水は、上部濾過器または外部濾過器によって濾過を行うとともに、定期的に残餌や糞の除去、および換水を行った。

飼育した仔魚の一部は、2006年6月から環境教育の一環として仙台市西中田小学校・柳生中学校に配布し、これらは児童・生徒により飼育が行われた。また、9月には両校においてアカヒレタビラの保全をテーマとした環境教育授業を実践し、10月には児童・生徒の同席の下で、生息水路への稚魚の放流会を行った。

③ため池

2005年11月、宮城教育大学構内に、ため池(8m×12m×1.5m)を新造した(図3)。ため池は、重機(ユンボ)によって穴を掘り、整地した場所にクッション材として毛布やタオルケットを敷き詰め、さらにブルーシート、ゴムシート(プールライナー)の順に遮水処理を行った。ゴムシートの上には砂止めおよび

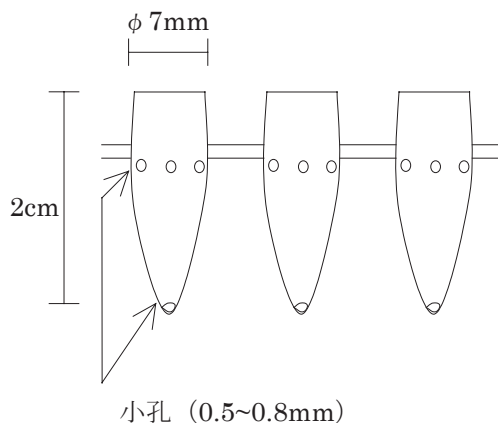


図2. 人工孵化に用いた小型プラスチックチューブの模式図(付属していた蓋は取り除いた)。

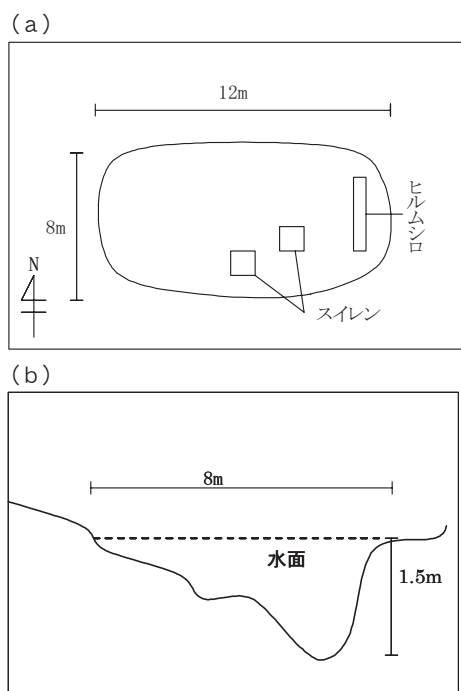


図3. ため池の模式図。(a) 平面図と (b) 側面図。

作業時の足場となるように土嚢を並べ、その間に川砂約9トンを敷き詰めた後、水を注入した。その後、ヒルムシロおよびスイレンを移植し、また2006年6月以降に、水路で採捕したアカヒレタビラ成魚、ヨコハマシジラガイ、およびヨコハマシジラガイの繁殖に重要な役割を果たすトウヨシノボリ (*Rhinogobius sp. OR*) を順次放流し、成育の様子を調べた。

また、この間、ため池は学生実験や授業の教材として、広く公開した。

3. 結果

①人工孵化

a) シャーレ法 (図4 (a)) では、2006年5月15日から5月25日までの間に、雌親魚4尾から計43粒の受精卵を得た。これらのうち40尾が孵化し、また16尾が浮上期 (孵化後21日前後) に達した (表1)。孵化率は93%、浮上率は35%となった (図5)。

仔魚は、孵化から1週間程度が経過すると徐々にシャーレの中を活発に泳ぎ回るようになった。またこの間、仔魚が不定期に死亡することがあり、1尾が死亡すると連続的に複数の個体が死亡する傾向が見られた。

浮上した仔魚は、給餌のため小型水槽に收容して飼

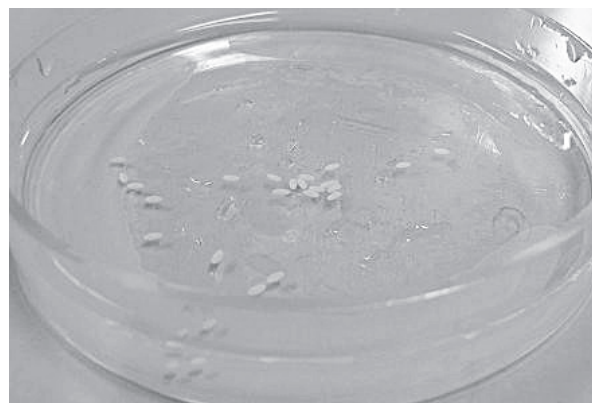
育を開始した。しかし、2、3日以内に殆どが死亡した。

b) 透析膜法 (図4 (b)) では、5月15日から5月29日までの間に、雌親魚3尾から計63粒の受精卵を得た。受精卵は、3日以内に61尾が孵化し、受精から1週間が経過するまでは順調に成長したが、それ以降、急激に死亡個体が増加し、受精後14日までに全ての仔魚が死亡した (図5)。

仔魚は、透析膜によって形成された間隙の中に収まり、シャーレ法に比べて遊泳運動が抑制された。しかし、1尾が死亡すると他の個体も連続的に斃死する傾向が見られた。なお、異なる水温条件下での飼育の結果、水温が高くなるに従い、卵や仔魚の成長が早まる傾向が見られた。

c) プラスチックチューブ法 (図4 (c)) では、5月24日に、雌親魚1尾から18粒の受精卵を得た。受精卵は3日以内に17尾が孵化した (表1)。また浮上期に相当する21日前後までの生存率は78%と、シャーレ法、透析膜法よりも高い値となった (図5)。仔魚は、チューブの小室内で頭を下方に向け、尾ビレ

(a)



(b)



(c)



図4. (a) シャーレ, (b) 透析膜, および (c) 小型プラスチックチューブによる人工孵化装置とアカヒレタビラの卵・仔魚の様子.



図6. ため池の様子 (2007年2月2日撮影).

表1. 孵化法ごとの孵化尾数と生残尾数の継日変化

	0	2~3	4~7	7~14	14~21	21~25 (日)
	(受精)	(孵化)	(卵黄吸収期)	(浮上期 I)	(浮上期 II)	
a) シャーレ	43	40	26	17	16	15 (尾)
b) 透析膜	63	61	53	3	0	-
c) チューブ	18	17	16	14	14	4

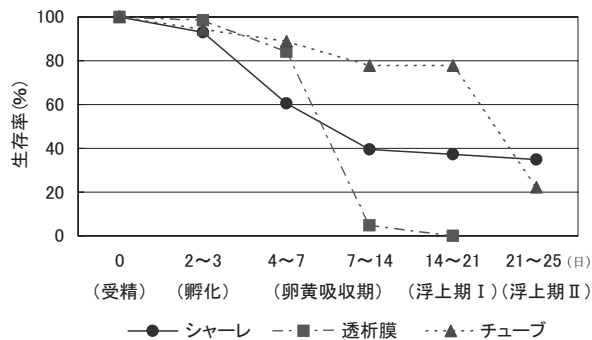


図5. 孵化法ごとの生存率の継日変化

を小刻みに振幅させながら定位していた (図4 (c))。また仔魚は受精後 21 日以降に死亡個体が急激に増加し、受精後 23 日が経過した時点で生残尾数は 4 尾となった。そこでこれらの 4 尾を水槽に収容したところ、3 尾が遊泳行動を示し、さらにそのうちの 1 尾が生残り、2007 年 1 月の時点で体長 4 cm 程度まで成長した。

②人工飼育

2006 年 6 月に水路で採捕した天然仔魚の殆どを、10 月までに体長 4 cm 程度にまで育てることができた。これらの仔魚の一部は、2006 年 10 月に元の生息地である水路に放流した。また残りの個体は 2007 年 2 月現在、宮城教育大学の屋内水槽において飼育を継続している。

③ため池

4 月上旬、ため池ではカエル類の産卵が行われ、多くのオタマジャクシが孵化した。しかし、魚類の育成には支障が無いと判断し、アカヒレタビラ、ヨコハマシジラガイ、およびトウヨシノボリの移植放流を行った。夏には周囲の広葉樹が葉を付けたために池は一定の割合で直射日光が遮られた。また、秋には多量の落葉が起こり、水底に堆積した。秋に魚類と二枚貝類の育成状況を調べたところ、放流した全種の順調な育成が確認された。

4. 考察

①人工孵化

a) シャーレ法では、受精後 14 日目までに仔魚の生残率が大きく低下した (表 1、図 5)。仔魚は、1 尾が死亡すると連続的に他の個体も死亡する傾向が見られた。このことから、1 枚のシャーレに複数の卵を収容したために、死魚の発生等による水質の悪化が他の個体の斃死を誘発したことが考えられた。また、運動による仔魚の消耗の可能性も考えられる (和田・小林, 1984)。タナゴ類は、受精から約 20 日間は二枚貝類の鰓弁内で成長することが知られている (赤井ら, 2005)。この間、仔魚の運動はある程度制約され、栄養分の過度の消費が抑制されることになる。一方、シャーレ内では仔魚の運動を抑制する構造が殆ど無いため、育成をさせる上での障害になると考えられた。このように、シャーレを使った孵化法は、水質の管理、運動の制約などの面で課題を残していると考え

られる。

本研究では、上記の問題点克服のため、人工孵化に透析膜を用いた。透析膜は、水槽の飼育水との水交換により水質を良好に保つことができ、また、膜内はシャーレに比べて仔魚の移動スペースが限られるため、運動抑制の効果があると考えた。しかし、仔魚は受精後 14 日目以降急激に死亡した。この時期、透析膜の表面には薄く粘り気のある付着物が見られたことから、蛋白質などの高分子化合物が膜内に付着し、膜表面が劣化したことが仔魚の生残に影響を及ぼしたことが考えられた。また、仔魚の動きを制約するための閉塞的な空間が近接する仔魚の連鎖的な斃死を誘発したことが考えられた。

c) プラスチックチューブ法では、容器内の下部と側面に穿った小孔により、水交換と、老廃物の排出の双方が円滑に起こると考えられた。また、仔魚はチューブの小室内で頭を下にした状態で定位していたことから、透析膜以上に運動抑制効果があったと考えられる。また卵を一個体ずつ飼育することにより、他個体の死亡による影響を受けにくくなることが考えられた。

プラスチックチューブ法では、浮上期を迎え、餌付け水槽へ移す直前となった仔魚の生残率が低下した(表 1、図 5)。死亡した個体の多くでは卵黄の殆どが吸収されていたことから、これらの個体は、人工孵化装置から給餌水槽に移行するタイミングが遅れたために、いわば飢餓状態に陥って死亡したものと推察される。本研究では、外見的に卵黄の吸収が完了した個体を浮上期仔魚と判定したが、上記の結果は、この時点よりも数日早いタイミングで仔魚を孵化装置から餌付け水槽に移送する必要があることを示している。このことから、仔魚の餌付けタイミングは、受精からの日数を目安とするのではなく、仔魚の卵黄の吸収の程度に応じて見極める必要があると考えられる。

2005 年に我々が行った実験(清水, 2005)では、人工孵化の正否に、親魚の性状が大きく関係していることが示唆された(表 2)。すなわち、人工授精の実施日が遅くなるに従い(産卵期の終期に向かうに従い)、仔魚の孵化・浮上率は低下するものと推察される。そのため、今後の本研究においても、人工孵化に人工授精日や親魚の性状が影響することを考慮し、実験時期

表 2. 2005 年シャーレ法による人工授精の結果

	0	2~3	4~7	7~14	14~21	21~25	(日)
受精日(受精)	(孵化)	(卵黄吸収期)	(浮上期 I)	(浮上期 II)			
6/3	30	30	18	18	18	18	(尾)
	90	90	60	60	60	60	(%)
6/3	20	20	19	19	19	19	(尾)
	100	100	95	95	95	95	(%)
6/16	28	18	12	11	11	0	(尾)
	100	64	43	39	39	0	(%)

を設定する必要があると考えられる。

本研究では、3 種類の人工孵化法の中ではプラスチックチューブ法が生残率、浮上率とともに他の 2 者を上回る好成績を残した(表 1)。またプラスチックチューブ法は、2005 年のシャーレ法による人工孵化の結果よりも概ね高い数値を示した(表 2)。これらの結果から、今後はプラスチックチューブによる人工孵化法を、新しい孵化法として提唱することが可能と考えられる。

なお、飼育水温の違い(16℃、18℃、20℃)は、仔魚の成長速度に温度依存的な影響を及ぼしたが、孵化率や浮上期までの生残への顕著な影響は見られなかった。このことから、本個体群の人工孵化は、水温 16℃~20℃の間であれば実施が可能と考えられた。

②人工飼育

本研究では、仙台産アカヒレタビラの天然仔魚を、水槽内で体長約 4 cm 程度まで育成することに成功した。本法は、上記の人工授精法と異なり、親魚を人為的に選抜することなどによる遺伝的影響が少ない。このことから、本個体群の水路における生息状況が比較的安定している現時点では、人工的に個体数を増やすための有効な方法の一つであると考えられる。しかし、本法により育成した仔魚が、元の水路に放流した後も生存するかどうか等については、不明な点も残されている。仮に、これらの仔魚が採捕されずに水路において生息を続けた場合、多くの個体は被食や競合によって減耗し、そのプロセスを経て生き残った個体だけが、より良質な遺伝的形質を次世代に受け継ぐことができるものと考えられる。本法では、このように本来ならば減耗してしまう個体の生残率を人為的に高めている可能性が高い。従って、放流した個体が水路で生存し、かつ適切に繁殖行動を行うかどうかも含めて、追跡実

験が必要と考えられる。

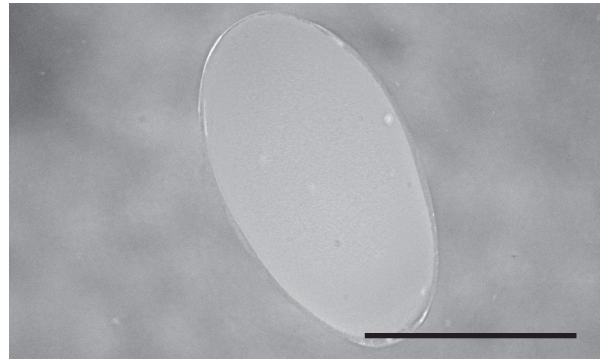
③ため池

2006年12月の時点で、春に放流した全種の生存が確認されたことから、ため池はアカヒレタビラやヨコハマシジラガイが成育するための環境を再現しているものと判断される。従って今後は、2007年の春にアカヒレタビラが自然産卵を行うか否かを観察することが必要となる。ため池には、1) 本種の新規生息地を確保する役割のほか、2) 生息水路において大規模な工事等が行われる際の本種の避難場所としての役割、また、3) 本種のさらなる生息地開発時の創設集団を産み出す役割が期待される。1) に関しては、本ため池は仙台産アカヒレタビラの遺伝的多様性を十分に維持できるだけの空間は持ち合わせていないことも考えられることから、基本的には定期的に水路などから新規の個体を導入して、遺伝的多様性の維持をはかることが必要と考えられる。一方、この際、既にため池で増殖した個体を新規の生息地を開発するための創設集団の一部として加えることにより、現在の自然生息域の個体群になるべく負担をかけずに、本種の生息地を復興することができると考えられる。

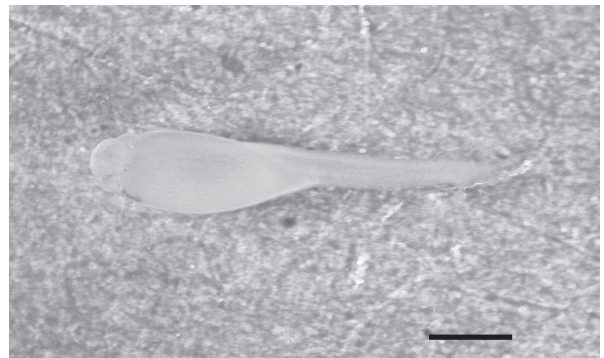
④環境教育

小型プラスチックチューブによる人工孵化法は、受精卵や孵化仔魚を観察するための生物教材としても有益であると考えられる。図7に、アカヒレタビラの受精卵から孵化後2週間目までの様子を示した。アカヒレタビラの孵化仔魚は、写真からも分かるように、二枚貝類の中で独特の発生過程を示す。一般に、孵化後2日目を過ぎた頃から尾の形成が確認され、孵化後3日目を過ぎた頃から明瞭な運動が観察されるようになる(図7(b))。さらに孵化後1週間程度で眼の形が認められるようになり、孵化後2週間目には心臓や血管、黑色素胞を確認できるようになる(図7(d))。さらに、この頃になると卵黄の大部分が吸収され、二枚貝から浮上して自発摂餌をする時期となる。従来のシャーレ法の場合、このような仔魚の発育過程を観察するためには、遊泳運動を抑制するため、仔魚をその都度スポイト等で狭い容器に移す必要があった。一方、プラスチックチューブ法では、仔魚をチューブに収容したまま水槽越しに成育の過程を観察することができ

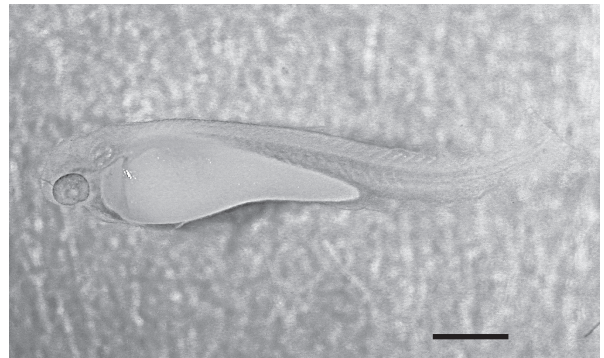
(a)



(b)



(c)



(d)

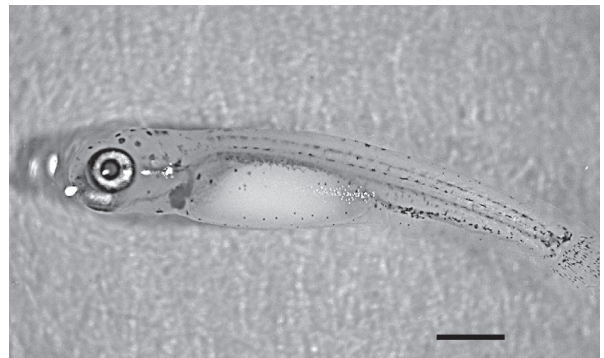


図7. (a) 受精卵, (b) 孵化後3日目, (c) 孵化後1週間目, および (d) 孵化後2週間目のアカヒレタビラ仔魚の様子。スケールバーは、約1mm。

る。また、二枚貝類の中で成育する仔魚の生態について、より視覚的に理解することが可能であり、教材として大変興味深い孵化方法と思われる。

本研究では、人工飼育法によって成育した天然仔魚を小・中学校等の教育現場に配布して、飼育を体験してもらうことができるようになった。2006年は、仙台市立西中田小学校、柳生中学校との連携により、小・中学生によるアカヒレタビラ仔魚の3ヶ月間の飼育が行われた。またこの間、環境教育のための下敷きを作成し(図8)、両校において、アカヒレタビラの仔魚の飼育法、本種を取り巻く自然環境、本種保全の意義、等について学ぶための環境教育授業を行った。さらに10月には、アカヒレタビラの元の生息地である水路においてフィールド観察会を開催し、併せて飼育した仔魚の放流会を行った(図9)。今後は、これらの機会を基盤として、教育現場との連携という観点からも本種の保全活動を推進することが期待される。

宮城教育大学構内に新造したため池は、生物教材園として公開しており、大学の実験・授業に利用されている。また2006年10月には、JICAの国別研修のた

(a)



(b)



図9. (a)小学生, (b)中学生によるアカヒレタビラ仔魚の放流会の様子。

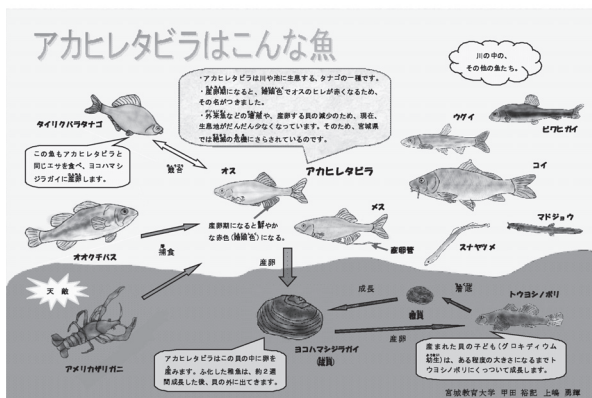
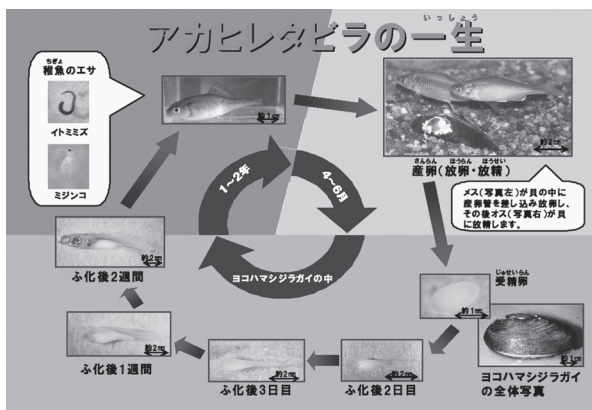


図8. 環境教育授業に用いた下敷き。



図10. コロンビアの研修生によるため池観察の様子。

めに本学に滞在していたコロンビア理科教員の研修の一環としても、本ため池が用いられている(図10)。将来的には、地域の子供達を招き、アカヒレタビラの保全に関する環境教育授業を行う場としてさらに活用してゆきたいと考えている。

5. まとめ(今後の課題)

本研究では、アカヒレタビラの新しい増殖法として、小型プラスチックチューブによる人工孵化法を開発・提言した。本法は、孵化仔魚の過剰な遊泳運動を抑制

し、飼育水の水質も安定することから、従来のシャーレ法と比べて教育現場における普及が容易であり、高い学習効果も期待される。ただし、本研究においては浮上した仔魚への餌付けのタイミングが確立されていないため、浮上仔魚の生残率は低いままとなっている。今後は、仔魚をどのようなタイミングで孵化装置から餌付け水槽に移行させるかが、重要な検討課題となる。

水槽による天然仔魚の飼育は、本個体群の稚魚数を増やす実用的な増殖法の一つであると考えられる。しかし、本来ならば自然界で淘汰される個体を人工的に生き残らせることの生態学的影響について、多面的に検討しなければならないと考えられる。

ため池では、現段階では一時的に遺伝子ストックを確保することに成功しているが、将来的に遺伝的多様性を保持するためには、水路の個体群との交流を継続する必要があると考えられる。以上のことから、本論文で触れた3つの人工増殖方法は、基本的に現在の自然生息地である水路の個体群の存続を前提としている。従って、改良を進めつつも、これらの増殖策はアカヒレタビラの減少を未然に食い止める、本個体群保全のための環境教育活動に役立てることが、今後の大きな活動の1つになると考えられる。

仙台産アカヒレタビラは、過去数十年に遡れば、仙台近郊の複数のため池・用水路に自然分布していたことが聞き取り調査等によって明らかになっている。これらの生息地の多くは、現時点では改修工事による環境の変化や、オオクチバス等の魚食性外来魚による食害によって生息環境として不適な状態となっている。将来的には、これらの場所に仙台産アカヒレタビラの生息地を復興させることが強く望まれるが、本研究で開発された手法が、これらの生息地を取り戻す過程において重要な役割を果たすことを期待したい。

謝 辞

本研究は、財団法人日本自然保護協会（PRO NATURA FUND）の助成によって行われました。財団の本研究に対するご理解とご支援に、心よりお礼申し上げます。水路において調査を行う際、丁寧にご助

言を下さいました水土里ネット名取の皆様様に深謝いたします。特に野外活動にも同席いただきました松浦栄喜事業課長に御礼申し上げます。環境教育の実践にあたり、御協力を頂いた仙台市立西中田小学校（針持哲郎校長）、柳生中学校（佐藤淳校長）の教職員各位にお礼申し上げます。最後に、調査・環境教育活動を担当した宮城県淡水魚類研究会・櫻井義洋、清水優子、甲田裕記、大浪達郎、池田枝里子氏に謝意を表します。

引用文献

- 棟方有宗，印刷中．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，第12回 PRO NATURA FUND 助成成果発表会．
- 和田照美，小林弘，1984．タナゴ亜科魚類数種の発生〔Ⅱ〕その人工飼育法について，日本女子大学紀要（家政），31，113-119．
- 中井克樹，2005．養殖個体を自然水域に戻すことは許されるか？ 遺伝的問題と放流先の環境に注目して，シンポジウム関東地方におけるゼニタナゴ生息の現状とその保護対策，31-37．
- 長田芳和，福原修一，2005．貝に卵をうむ魚，トンボ出版．
- 清水優子，2005．希少タナゴ類の保護・増殖に関する基礎的研究教育現場で実践可能な保護・増殖法の検討，宮城教育大学卒業論文，1-21．
- 赤井裕，秋山信彦，鈴木信洋，増田修，2005．釣り・飼育・繁殖完全ガイドタナゴのすべて，マリン企画．
- 松岡栄一，佐藤敦彦，2000．ふるさとの魚保護増殖試験（ヤリタナゴの増殖試験Ⅰ），群馬県水産試験場報告，6，45-48．
- 松岡栄一，星野勝弘，佐藤敦彦，2001．ふるさとの魚保護増殖試験（ヤリタナゴの増殖試験Ⅱ），群馬県水産試験場報告，7，35-42．
- 野沢貢，沢田守伸，鈴木友吉，鈴木正臣，1989．ミヤコタナゴ人工繁殖試験，栃木県水産試験場業務報告書，33，12-13．
- 内田博道，1985．タナゴの人工繁殖，動物と自然，15（3），13-17．

