

室内飼育におけるウシモツゴの繁殖特性

望月聖子, 大原健一

Reproductive character in laboratory reared rare fish: *Pseudorasbora pumila* subsp.

SHOKO MOCHIZUKI, KENICHI OHARA

ウシモツゴ(*Pseudorasbora pumila* subsp.)は*P. pumila*の1亜種(未記載)で日本固有の淡水魚であり、本種と別亜種にシナイモツゴ(*P. p. pumila*)がある。モツゴ(*P. parva*)に似ているが、側線が不完全(側線有孔鱗は前方の3~5枚)であることで識別される(細谷, 2000)。中村(1969)により、1960年代における本亜種の分布は「中部地方の太平洋側の一部、揖斐川、木曾川・長良川水系の下流地方から名古屋市付近に至る濃尾平野」となっている。しかし、1990年代に確認された生息地は、10ヶ所に満たないごく限られた溜池であった(前畑, 1997)。1980年代初頭には岐阜県養老町と大垣市にも分布していたが、その後生息地の埋め立て等により両生息地とも消滅している(前畑, 1997)。本亜種の急減の主たる原因は、工業団地の造成や圃場整備事業による溜池の埋め立てや老朽溜池の大規模な改修工事、工事後のコンクリートの灰汁の溶出などが挙げられている(前畑, 2003)。また、1980年代以降は北米原産の捕食者オオクチバスの侵入が減少率を加速させている(前畑, 2003)。これらのことから、環境省のレッドリストにおいては、本種は絶滅危惧IA類に指定され、岐阜県レッドリストでは絶滅危惧I類に指定されている(http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html)。しかしながら、実際に具体的な保護対策はほとんど進んでおらず、早急な対策が求められてきた。そこで、岐阜県河川環境研究所では、2005年より岐阜・美濃生態系研究会、岐阜県世界淡水魚園水族館アクア・トトぎふ、関市、美濃市および岐阜県博物館と協働で「ウシモツゴを守る会」を立ち上げ、ウシモツゴの保全を図るための積極的な保全活動を行っている。その活動において、ウシモツゴを遺伝的多様性に配慮した方法で人工繁殖させ、この繁殖個体の野生復帰活動を継続中である。そこで本研究では、2系統(関市産と美濃市産)のウシモツゴの繁殖特性について明らかにすることを目的として実施したところ2系統における繁殖特性について、基礎的知見が得られたので報告する。

キーワード：希少魚、産卵、餌料、水温、ふ化

方法

親魚期

飼育環境

- ・水槽：60cm以上(ガラス又はアクリル製)水槽で、4~8尾(平均5尾)程度の収容尾数とした。水温が15℃以上になる繁殖時期には、雄の体色が黒くなり、雌の腹部が卵でふくらむようになった。この時期のウシモツゴは神経質になり、人間の気配を感じるだけでも産卵をやめてしまうことがあるため、水槽に黒いシートなどで目隠しをした。
- ・ろ過器：上面又は底面フィルターを使用した。

- ・底質：細かめの砂利(粒径約5mm以下)を使用した。
- ・シェルター(隠れ家)：産卵期において、雄同士がなわばり争いをするのを緩和と、産卵基質としての役目をもつシェルターを設置した。素焼きの植木鉢、瓦等を割った物、塩化ビニル製パイプを縦に半分に切ったものを、よく水洗いした後に2~4個程度使用した。シェルターは、ウシモツゴが2尾ぐらい隠れられるサイズとし、底にかぶせるように沈めた。
- ・照明：直射日光を避け、観賞魚用照明(40W程度)を設置した。屋外の日照時間に合わせて点・消灯を行った。
- ・飼育水：井戸水は数時間放置し、気温と同じぐらいの水温に

調整した後利用した。水道水の場合は、1日くみ置か、カルキ抜き（市販）を適量入れて使用した。

- ・飼育水温：30℃以上にならないように調整した。特に、夏期は日光があたり40℃を超えることがないように注意した。それ以外の季節において水温調整は必要なかった。
- ・水替え：1ヶ月に一度位、水槽の1/3程度の水を交換した。水量が極端に減った場合は、その都度減った分を補充した。その他、魚の様子がおかしい場合やpHが6を下回っている場合も水替えを行なった。
- ・給餌：人工飼料の給餌を、春～秋季は1日に2～3回、秋～冬季の水温が15℃を下回る時期は餌を食べる量が減るのに合わせ1～2日に1回程度とした。1回に与える量については、朝与えた餌が夕方まで残っている量は多すぎると判断し、魚の腹部が何日もへこんでいる状態なら少なすぎると判断して適量に調整した。
- ・卵の確認と取り出し：産卵されたシェルターには、雄が入って卵を守る様子が観察された。卵を守る雄は、未受精卵や死卵を食べる習性をもつが、誤って健康な卵も食べてしまう、または、他の個体が卵を食べてしまう様子が観察され、2～3日放っておくと卵が無くなってしまったことがあった。よって、卵が付着したシェルターは水槽から取り出し、新しいシェルターを設置した。

設置水槽数及び観察尾数

2006年：関市産水槽12基に各4～8尾（雌雄比=2：3又は1：1）、美濃市産水槽2基に各雄2雌1と雄1雌1。

2007年：関市産水槽5基に各4～8尾、美濃市産水槽7基に各4～7尾（雌雄比=2：3又は1：1）。

2008年：関市産水槽12基に各4～8尾、美濃市産水槽8基に各4～7尾（雌雄=2：3又は1：1）。

2009年：関市産水槽7基に各4～8尾、美濃市産水槽8基に各4～7尾（雌雄=2：3又は1：1）。

結果及び考察において、上述の1基の水槽を1親水槽として記述した。

解析

2006年の美濃市産水槽については雌1尾ずつの飼育だったため1水槽あたりの産卵期間・回数・間隔・数を1雌あたりとして算出した。

2007～2009年の水槽については、1水槽あたりの繁殖期間、産卵回数・間隔・数について調査し、一元配置の分散分析による2系統間の比較を行った。

卵期

飼育環境

- ・卵用水槽：小型（30cm）の水槽を設置した。
- ・飼育水：卵にカビが発生するのを防ぐため、1日くみ置いた

水道水を使用した。

- ・酸素供給：エアーポンプによるエアレーションを使用した。
- ・管理：親魚水槽から取り出した産卵されたシェルターを卵用水槽に立てて入れ、卵に緩やかにエアーが当たるようにセットした。カビのついた死卵はピンセットなどで取り除いた。
- ・飼育水温：親魚水槽と同じぐらいに調節した。
- ・水替え：ふ化前後の時期には水質が悪化する傾向があったため、1/3ほどの水替えを頻繁に行った。

解析

2006年の美濃市産において産卵された卵を対象に、卵期間と水温との関係を調査した。卵期間と水温の関係にはスピアマンの順位相関係数による分析を行った。

2007から2009年においては、産卵1回の卵塊あたりのふ化率（=ふ化仔魚数/卵数×100）及び仔魚数について調査し、一元配置の分散分析による2系統間の比較を行った。

仔・稚魚期

飼育環境（仔魚）

- ・仔魚の扱い：卵水槽でふ化した仔魚は非常に弱く、網を使ってすくうと網に擦れて弱ってしまうため、仔魚を周りの水ごとボール等ですくって移した。
- ・仔魚水槽：小型（36cmなど）水槽に、50～100尾程度を収容尾数とした。
- ・飼育水：くみ置いた水道水あるいは井戸水を使用した。
- ・ろ過器：仔魚は20mmぐらいになるまで泳ぐ力が弱く、思うように移動できないため吸い込まれる危険性のある電動ポンプ付ではないスポンジフィルターを設置した。
- ・給餌：ふ化2～3日間の卵黄を吸収して底生生活をする時期の後、中層に浮上し餌をとるようになったのを確認し、身近にある田んぼや用水路で採集してくるミジンコ類を餌として与えた。1～2週間後、大型のミジンコも食べていることが確認されたら、アルテミア（下記「アルテミアの培養」参照）に切り替えた。アルテミアを1～4週間与えた後、人工飼料（細かく砕いたもの）を与えた。
- ・管理：水質の悪化で仔魚は弱ってしまうため、残餌・排泄物は頻繁にサイフォンで取り除いた。

アルテミアの培養

- ・アルテミアの乾燥耐久卵：ブラインシュリンプ又はシーモンキーの名で缶詰として市販されているものを使用した。
- ・培養器：給餌時にふ化したアルテミアを採集しやすいペットボトル状の容器を使用した。
- ・培養水：濃度約3%の塩水（水道水1Lに食塩30g）を使用した。
- ・水温：28℃位にセットした。熱に強い大きめの容器に水とヒーターをいれて加温し、その中に培養器をつけ込む湯煎の方

法で間接的に加温した。

- ・酸素供給：培養器内に直接エアストーンを入れ、強めにエアレーションをした。
- ・採集：24～30時間後に、培養器のエアレーションを止めて10分ほど放置した。ふ化したオレンジ色のアルテミアは培養器の底に溜まるため、それを網やこし器でこして塩水を切り、仔魚水槽と同じ飼育水が入った容器に入れた。アルテミアは1日ほどしか生きられないため、1日に使い切る量を毎日培養した。

飼育環境（稚魚）

- ・稚魚水槽：60～90cm（ガラス又はアクリル製）水槽を使用した。
- ・飼育水：1日くみおいた水道水あるいは井戸水を使用した。
- ・ろ過器：底面フィルターろ過器を使用した。
- ・飼育水温：夏期は30℃以上にならないように調整した。
- ・水替え：20～30日に一度1/3ほどの水替えを行なった。
- ・給餌：人工飼料、赤虫、糸ミズなど（市販の観賞魚用など）の給餌を、春～秋季は1日に2～3回、秋～冬季の水温が15℃を下回る時期は餌を食べる量が減るため1～2日に1回程度とした。1回に与える量については、朝与えた餌が夕方まで残っている量は多すぎる、魚の腹部が何日もへこんでいる状態なら少なすぎると判断して適量に調整した。

解析

2006年の美濃市産について、6～8月に産卵された卵を対象に、ふ化した仔魚期から翌年の3月までの成長速度（1日あたりの成長量＝サイズの増減）と水温との関係を調査した。成長速度と水温の関係にはスピアマンの順位相関係数による分析を行った。また、仔・稚魚サイズを測定し、一元配置の分散分析によって2系統間の比較を行った。

2007～2009年において6～8月に産卵された卵を対象に、ふ化した仔魚期から放流時期（11月）までの各稚魚水槽あたりの生存率（＝生存尾数 / 稚魚水槽飼育開始時尾数×100）及び1親水槽から生産された生存稚魚数を調査し、一元配置の分散分析による2系統間の比較を行った。

結果および考察

飼育方法については、同じ飼育方法を用いた複数の水槽で繁殖を確認することができた。いっぽう、繁殖が確認できなかった水槽は少数であり、飼育実験を行えなかったことで繁殖しなかった要因について不明確でもあることから、本研究は結果として繁殖が確認できた水槽のみを対象とした。

繁殖特性の結果について、親魚期、卵期、仔・稚魚期に分けて以下に示した。

親魚期

1雌あたりの産卵状況

美濃市産の2尾の雌について調査した1雌あたりの産卵期間・回数・間隔及び産卵期間中の合計卵数は、第1表のようになった。すべての項目について、個体差が大きいことが分かった。この2尾は年齢が同じで、飼育環境も同じであったことから、その他の要因が影響していることになるが、本研究では把握することができなかった。

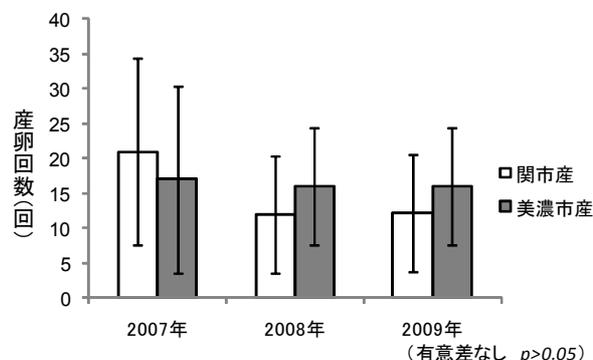
	雌①	雌②
産卵期間（日間）	131	84
産卵回数（回）	26	11
平均産卵間隔（日間隔）	5.3	8.5
期間中の合計卵数	4787	1486

1親水槽あたりの繁殖状況

3年間調査した繁殖期間は、関市産及び美濃市産とも4～5月の春季から始まり、7～9月頭の夏季に終わることが分かった（第2表）。ただし2007年と2009年においては、関市産よりも美濃市産のほうが繁殖時期の始まりが遅くなる傾向があった（第2表）。繁殖期間の長さについては、3年とも2系統間で有意差はなく、どちらの系統でも個体差が大きいことが分かった（第2表）。なお、1親水槽における雌雄の比率による影響の傾向はなかった。

	関市産 期間（平均日間）	美濃市産 期間（平均日間）
2007年	4/25-8/7 (72.4±13.3)	5/14-8/25 (53.6±27.3)
2008年	4/15-7/18 (46.3±27.4)	4/16-7/21 (61.1±19.2)
2009年	4/6-9/11 (68.1±45.3)	4/17-8/7 (83.3±13.6)

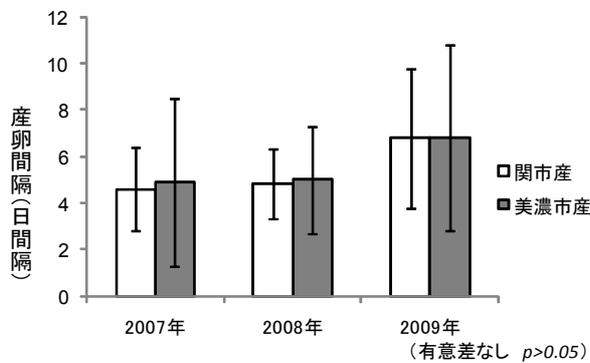
(有意差なし $p>0.05$)



第1図 1親水槽あたりの産卵回数

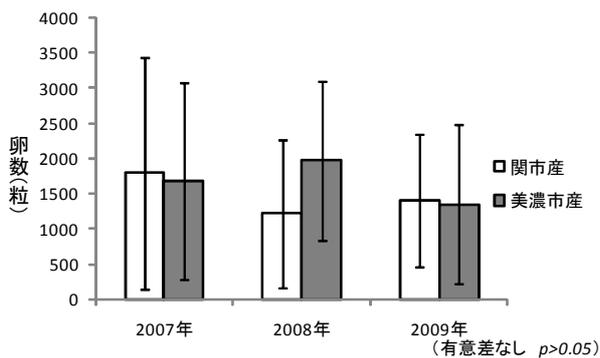
1親水槽あたりの平均産卵回数は、12～21回であり3年とも2系統間で有意差はなかった（第1図）。

1親水槽あたりの平均産卵間隔は、4.6～6.8日間隔であり3年とも2系統間で有意差はなかった（第2図）。



第2図 1親水槽あたりの産卵間隔

1親水槽あたりの平均卵数は、1216～1968粒であり3年とも2系統間で有意差はなかった（第3図）。



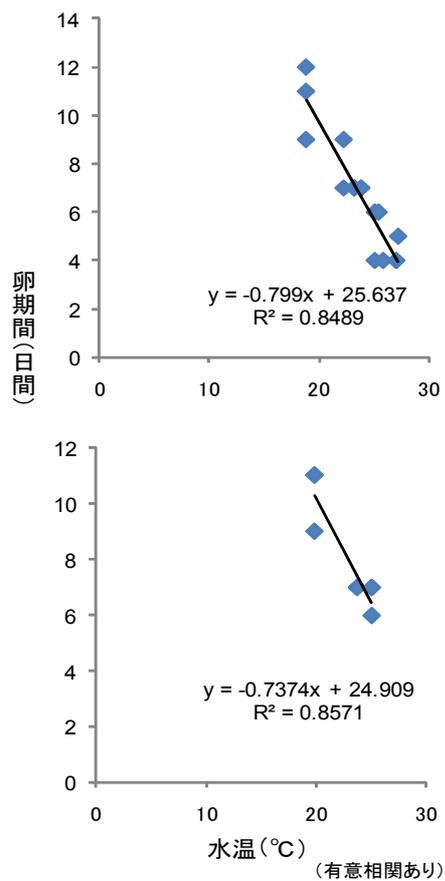
第3図 1親水槽あたりの卵数

以上、産卵状況に関係するすべての項目について、関市産と美濃市産で著しい違いはなく、個体差のほうが大きいと考えられる。

卵期

卵期間と水温との関係

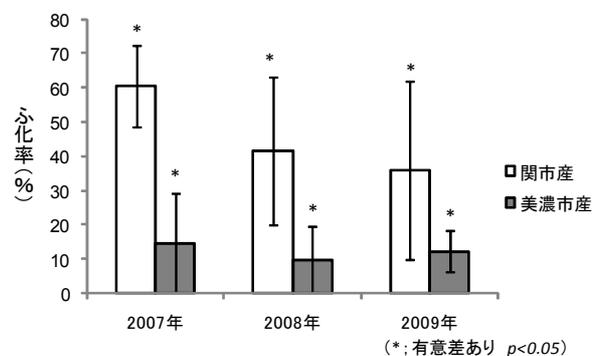
産卵された卵がふ化開始するまでの卵期間の日数と水温との間には、有意な相関が認められた（第4図）。つまり、水温が高くなるほど卵期間は短くなり、水温範囲が18.8～27.2℃である期間に、卵期間は12～4日間という範囲で変化することが分かった（第4図）。



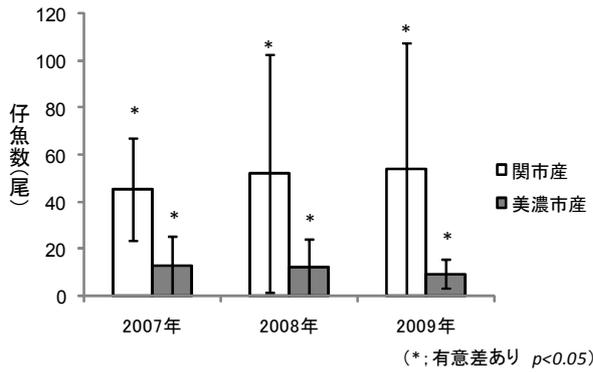
第4図 卵期間と水温の相関

1卵塊あたりのふ化仔魚状況

3年間の調査を通して、1回に産卵された卵を1卵塊とした場合、1卵塊あたりの平均ふ化率は関市産で35.9～60.5%、美濃市産で9.7～14.6%であった（第5図）。そのふ化率については、2系統間で有意差が認められ、関市産のほうが美濃市産よりも有意にふ化率が高いことが分かった（第5図）。そのため、1卵塊あたりから生産される仔魚数も関市産のほうが美濃市産よりも有意に多いことが分かった（第6図）。



第5図 1卵塊あたりのふ化率



第6図 1卵塊あたりの仔魚数

以上、卵の状況に関する調査項目により、水温の影響を受けること、2系統間で差があることが把握できた。いっぽう、古屋ほか(2005)や大仲ほか(2009)により、魚類の雌雄の成熟(卵や精巢の発達)が水温と関係していることが報告されている。よって今後は、各系統がどのような生理的特徴を持っているのかを詳しく調査するための研究計画が必要だと思われる。

仔・稚魚期

成長速度と水温との関係

調査期間中の成長速度は $-0.12 \sim 0.66$ 、水温は $11.6 \sim 26.6^{\circ}\text{C}$ に変化し、成長速度と水温との間には有意な相関が認められた(第7図)。つまり、水温が高くなるほど成長速度も高くなることがわかった。これは、一般に水生生物の成長速度は、適した水温範囲において水温上昇と共に高くなる(Sweeney, 1984)とされていることと矛盾していない。

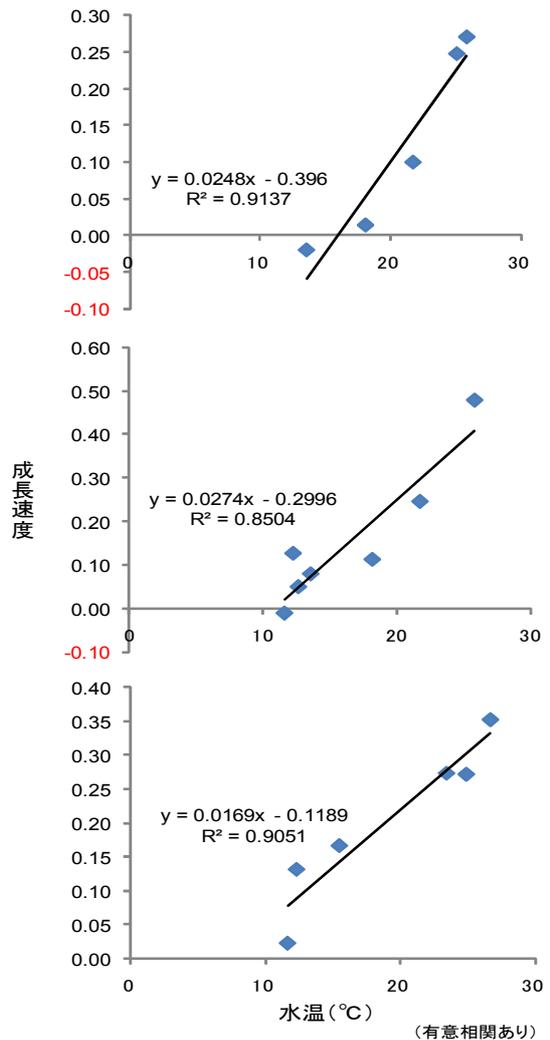
仔・稚魚の体サイズ

2系統のふ化直後の仔魚サイズを比較した結果、関市産が美濃市産よりも有意にサイズが大きいことが分かった(第8図)。

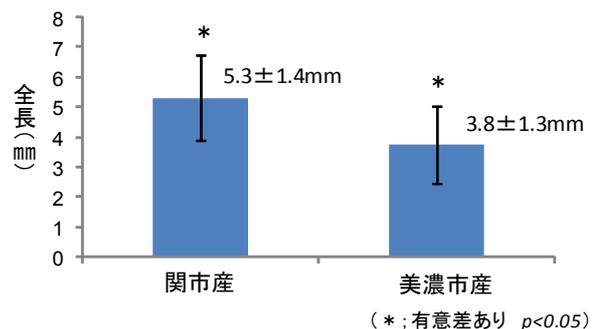
仔魚から稚魚期に至る体サイズの変化を比較したところ、ふ化後100日以内のサイズには有意な差はないが、それ以降のサイズには2系統間で有意な差がでることがわかった(第9図)。つまり、ふ化直後は関市産が美濃市産よりもサイズが大きく、その後100日以内の成長期間では美濃市産が関市産と変わらないサイズにまで成長するが、100日以降になると関市産のほうが美濃市産よりも大きく成長する傾向があることになる。

以上、仔・稚魚の成長に関する調査項目により、水温の影響を受けること、2系統間で差があることが把握できた。なお、各水槽の飼育個体数は2系統間でほぼ同じであった。今後は、各系統が繁殖ピークを迎える時期の水温や親魚の状態が仔・稚魚の成長に及ぼしている影響について詳しく調査する研究計画が必要だと思われる。

なお、親魚のサイズは2系統間で有意差は認められず(関市

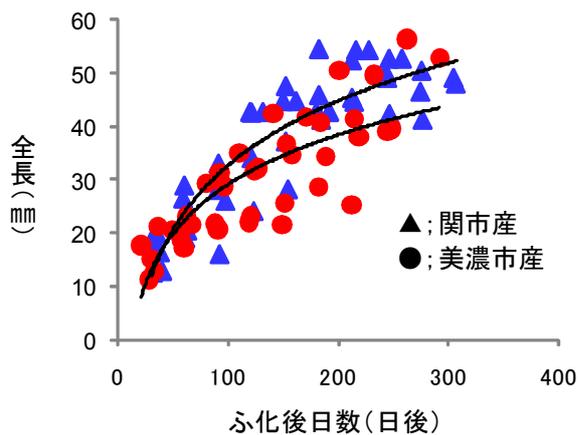


第7図 成長速度と水温の相関



第8図 2系統の体サイズ

産 59 ± 8 mm、美濃市産 62 ± 9 mm、 $p > 0.05$)、親魚サイズによる影響はないと考えられる。

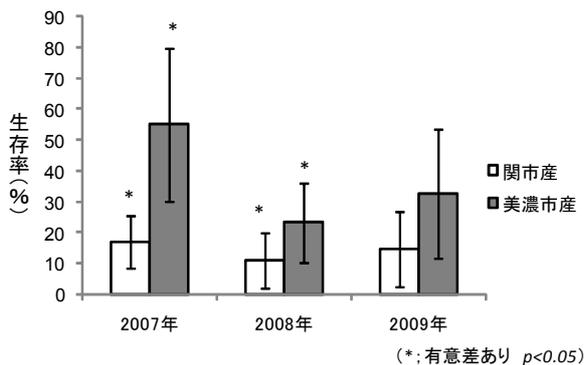


(100日以降の全長; 有意差あり $p < 0.05$)

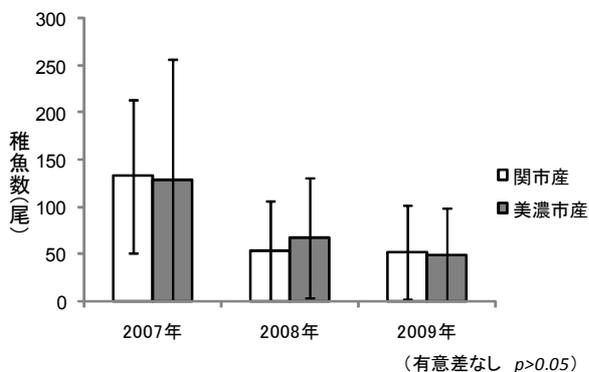
第9図 体サイズ変化

生存率と生産稚魚数

3年間通して、1稚魚水槽あたりの平均生存率は、関市産が10.8~16.9%、美濃市産が23.3~55.0%であった(第10図)。その生存率について2系統間で有意差が認められ、美濃市産のほうが関市産よりも有意に生存率が高いことが分かった(第10図)。



第10図 稚魚の生存率



第11図 1親水槽あたりの稚魚数

いっぽう、1親水槽から生産され放流時期まで生存していた稚魚数(平均生産稚魚数)は、関市産が51.6~132.6尾、美濃市産が49.0~128.3尾あり、2系統間で有意差がなかった(第11図)。

先述したふ化率は関市産のほうが高かったが、生存率は美濃市産のほうが高かったことにより、結果として1水槽から生産される放流時期の稚魚数は、2系統で近い値になると考えられる。今後は、仔魚から稚魚に至までの成長過程において、成長時期と水温との関係も踏まえた環境要因について、さらに検討していく必要があると思われる。

今後の課題

2系統のウシモツゴについて調査し、繁殖時期、仔・稚魚のサイズ、ふ化率、生存率に関する生態的な違いを示した。この違いについて、各系統が元々もっている形質なのか、人工飼育下での近親交配による影響があるのかなどについて、過去の研究報告及び本研究からは把握することができなかった。今後この点について明らかにするためには、考えられる要因に合わせた飼育実験や分析作業を行う必要があると思われる。しかし、死亡を伴う危険性がある飼育実験に希少種を用いることへの問題や、遺伝的に近親交配が示されたとしてもそれが形質に現れるとは限らないといった問題もある。よって、今後は希少種を扱う研究をどう進めるべきかについて、様々な分野の視野で検討していく必要があると思われる。

要約

1. 産卵状況について、2系統の違いよりも個体差のほうが大きいと考えられる。
2. 卵の状況について、水温によって産卵数などが影響をうけること、2系統間で差があることが確認され、今後の生理的視点による研究の必要性がある。
3. 仔・稚魚の成長について、水温の影響を受けること、2系統間で差があることが把握でき、繁殖ピーク時期の水温や親魚の生理・生態的特長が仔・稚魚の成長に及ぼしている影響について詳しく調査する研究計画が必要である。
4. ふ化率と生存率について2系統間で違いがあることが確認されたが、仔魚から稚魚に至までの成長過程において、成長時期と水温との関係も踏まえた環境要因について再検討していく必要がある。

文献

大仲知樹・前田時和・北野忠・古屋康則. 2009. 絶滅危惧種ウシモツゴ *Pseudorasbora pumila* subsp. sensu Nakamura (1963) の生殖周期. 魚類学雑誌, 56(1):47-58.

- 古屋康則・石川早苗・澤口小有美. 2004. カダヤシ *Gambusia affinis* の卵巣周期に及ぼす水温および光周期の影響. 魚類学雑誌, 51(1):43-50.
- 中村守純. 1969. 日本のコイ科魚類. 資源科学シリーズ4, 資源科学研究所, 東京.
- 細谷和海. 2000. コイ科. 中坊徹次 (編), pp. 253-271, 1465-1468. 日本産 魚類検索 全種の同定 第二版. 東海大学出版会, 東京.
- 前畑政善. 1997. ウシモツゴ. 長田芳和・細谷和海 (編), pp. 114-121. 日本の淡水魚の現状と系統保存. 緑書房, 東京.
- 前畑政善. 2003. ウシモツゴ. 環境省自然環境局野生生物課 (編), pp. 38-39. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物 -レッドデータブック- 4 汽水・淡水魚類. 財団法人 自然環境研究センター, 東京.
- Sweeney BW (1984) Factors influencing life-history patterns of aquatic insects. In: Resh VH, Rosenberg DM (eds) The Ecology of Aquatic insects. Praeger Publishers, 60 New York, pp 56-100.