

論文内容の要旨

| | |
|------------|---------------------|
| 氏名 | 勝 呂 尚 之 |
| 学位の種類 | 博士(農学) |
| 学位記番号 | 農第175号 |
| 学位授与の日付 | 平成24年3月22日 |
| 学位授与の要件 | 学位規程第5条第1項該当 |
| 学位論文題目 | 日本産希少淡水魚の保護増殖に関する研究 |
| 論文審査委員(主査) | 教授 細 谷 和 海 |
| (副主査) | 教授 櫻 谷 保 之 |
| (副主査) | 教授 太 田 博 巳 |

南北に長い日本列島の河川や湖沼には大小、様々な魚類が生息し、独特の内水面生態系を構成している。しかし、都市化にともなう水質汚濁、河川流量の減少、河川改修、水田地帯における圃場整備、外来種の侵入など、多くの問題が発生し、生息する魚類は、非常に厳しい状況に直面している。その結果、環境省のレッドデータリストでは、絶滅種4種、絶滅危惧種109種、準絶滅危惧種35種、情報不足26種の174種が掲載されている。これらの希少種を守ることを「保護」と呼び、保護は、野外の生息域などの生態系の状態を保つ「保全」、保護対象種を研究施設などに隔離して維持管理する「保存」の2つの概念の下に進められている。淡水魚の保護において、最も優先すべきは保全であるが、急速に進む都市化による生息地の破壊により、保全対策が困難な状況が多く、迅速かつ積極的な保存は不可欠である。さらに保存は単に系統保存を行なうに留まらず、自然生息地では困難な希少種の繁殖や成長などの基礎的な生態情報も得ることができ、復元技術の実証試験も可能である。

本研究では、日本産希少淡水魚のうち、特に厳しい状況に置かれているミヤコタナゴ、ゼニタナゴ、ホトケドジョウ、ギバチ、メダカ、カワバタモロコ、ヒナモロコの7種の保全を目的として、生息域外保存に関する研究を実施した。その内容は、「種苗生産技術の開発」、「基礎生態」および「ビオトープによる復元」の3項目の研究を推進した。

1. ミヤコタナゴ *Tanakaia tanago*

ミヤコタナゴの種苗生産技術の開発とビオトープによる復元について研究を行なった。前者は、人工授精と自然採卵による増殖手法の両面から、効率的な生産技術について検討した。後者は、神奈川県水産技術センター内水面試験場の人工河川「生態試験池」と横浜市のため池「M池」において、ミヤコタナゴの生息域外における保全を図るとともに、生息地の保全・復元に必要な基礎情報を収集した。

本種の人工授精における親魚の最適年齢を検討したところ、平均採卵数は3歳魚>2歳魚>1歳魚であり、平均浮上数も3歳魚が多かったが、ふ化率や浮上率には差はなかった。継代飼育に伴う近交弱勢の影響を調べるため、当场と東海大の親魚の交配試験を実施し、採卵数やふ化率を比較したが、特に悪影響は認められなかった。

自然採卵による効率的な増殖手法を開発するため、屋内の6tコンクリート水槽を使用し、産卵基質の配置方法と親魚の収容密度を検討するとともに、産卵行動の目視観察を行なった。散在配置では、雄のなわばり数は1~2個が多く、本種のなわばり範囲は、約1~2㎡と推察された。集団産卵が最も多く観察された高密度(親魚24尾)の散在配置3区において浮出稚魚が多かった。

ビオトープによる復元研究では、生態試験池の一部「タナゴ池」(面積63㎡)を用いて、80尾のミヤコタナゴを1995年に放流した。放流年から繁殖が確認され、翌年カワシンジュガイを追加した後は、浮出稚魚が大量に出現した。しかし、二枚貝の生残率は低かった。横浜市のM池(面積5,600㎡)では1998年にミヤコタナゴ400尾を

放流した。放流年から稚魚が浮出し、繁殖が確認された。ドブガイ類の生残率は低く繁殖個体も少なかったが、トウヨシノボリは顕著に増加した。また、外来種のタイリクバラタナゴが侵入したが、定期的な駆除により、個体数は減少傾向にある。

生態試験池とM池の結果から、ミヤコタナゴは人工的なビオトープでも復元が可能であるが、都市部においては、外来種対策などの維持管理が不可欠である。

2. ゼニタナゴ *Acheilognathus typus*

ゼニタナゴの種苗生産技術の開発とビオトープによる復元研究を実施した。前者では人工授精と自然産卵の2つの増殖手法により研究を推進した。

人工授精による増殖手法については、20℃で飼育後、10℃と5℃の低温飼育期間を授け、さらに20℃へと上昇させる方法を検討した。雌親魚11尾から985粒を採卵し、浮上稚魚35尾を得た。さらに同増殖手法において、低温移行時の生残率を向上させるため、温度を段階的に低下させる手法を検討した。各試験区間に有意差はなく、浮上率は改善できなかった。

自然産卵による増殖手法について、雌雄6尾ずつとドブガイ類およびカワシンジュガイをそれぞれ12個体ずつ、6tコンクリート水槽に放養した。稚魚はドブガイ類から44尾が浮出した。さらに、1000ポリエチレン水槽を用いて本種をペア産卵させる増殖技術を検討した。親魚は雌雄27尾ずつ、産卵基質にはドブガイ類、マルドブガイおよびカワシンジュガイを27個体ずつ使用した。結果はドブガイ類からのみ83尾が浮出した。

生態試験池のゼニタナゴ・エリア（面積160㎡）にゼニタナゴ親魚7尾とカラスガイ30個体などを放流して繁殖試験を実施した。1996年6月25日に浮出稚魚が出現し、7月30日まで合計130尾を採集した。稚魚の浮出のピークは6月下旬と7月上旬の2回、それぞれ最大で26尾/日、18尾/日が採集された。

ゼニタナゴの生息域外保存について、人工授精および自然産卵による増殖試験およびビオトープによる増殖試験の各手法ともに浮出稚魚が得られたが、稚魚の大量生産には至っておらず、今後も増殖技術の改良が必要である。

3. ホトケドジョウ *Lefua echigonia*

ホトケドジョウの保全・復元のため、飼育下における種苗生産技術の開発、本種に適した魚道の開発およびビオトープによる復元について研究を推進した。

種苗生産技術の開発では、1000ポリカーボネイト水槽で、水温上昇と長日処理により成熟させ、数種の水草を用いて自然産卵させた。産着卵はウィローモスが最も多かったが、キンラン（人工水草）にも産卵が確認された。また、循環ろ過式の2tFRP水槽で雌雄10尾ずつ親魚を放養し、キンランを用いた量産試験を行なった。1歳魚の親魚から2,179尾、2歳魚から452尾のふ化仔魚が得られた。

360水槽を用いて親魚の収容数を変え、効率的な採卵方法を検討した。親魚の収容数

を増やしても採卵数は増えず、雌雄1尾ずつが効率的であった。産卵結果から、本種の産卵は多回産卵型で、1尾あたりの産卵数は約1,500粒、産卵期間は2ヶ月間におよぶことがわかった。また、2tFRP水槽に雌雄10・20・30尾ずつ親魚を収容し、産卵効率を検討した。30尾ずつ収容した水槽において得られた仔魚は多かったが、産卵効率は20尾ずつ収容した水槽が高かった。

注射を用いた産卵誘発ホルモン（HCG）の投与による採卵を検討した。試験区は、HCG 30 IU/g BWの投与区と無投与区を設定した。投与区では、産卵期に採卵した親魚がすべて産卵し、HCGの産卵誘発効果が立証された。

採卵試験により得られたふ化仔魚と稚魚の飼育について検討した。ふ化仔魚は560ガラス水槽を用いて、シオミズツボワムシS型・アルテミアのノープリウス幼生・仔稚魚用配合飼料を給餌し、50～100日間の飼育期間で、生残率12.3～77.0%、体長2～3cmの種苗を育成した。さらに同水槽を用いて初期飼料の検討試験を行い、ワムシを省きアルテミアと配合飼料の併用で飼育が可能であることがわかった。この初期飼料体系により、2tFRP水槽3面を用いて、約5,000尾の種苗（体長3cm）を育成した。

カスケードM型と千鳥X型を用いて、ホトケドジョウに適する魚道を検討した。魚道幅30cm、傾斜10°、流量250および500m³/sとして遡上数を計数した。当歳魚および1歳魚ともに、千鳥X型の遡上率が高く、流量が多い方が遡上を促進した。カスケードM型では魚道幅を30cmから15cmに狭めることで、遡上率が改善され、体高の90%以上の水深を確保できれば、カスケードM型でも対応できる可能性が示唆された。

ホトケドジョウを人工河川「谷戸池」に放流し、生息地復元に必要な基礎情報を収集した。ふ化仔魚は5月～9月に多く出現し、特に7月がピークであった。11月にも10mmサイズが採集され、繁殖時期は、4月から10月まで長期にわたることが判明した。繁殖場所は下流域と付属の池の周辺部で、秋には多くの個体が本流域に移動し、さらに12月には最上流の水源付近へ集中し越冬場として利用した。また、本種は雑食性で、ユスリカなどの水生昆虫のほか、バッタ、アリ、ワラジムシ、クモなどの陸上生物、珪藻類、藍藻類など、多くの分類群の生物を捕食していた。

谷戸池において、ホトケドジョウを10年間にわたり繁殖を継続させることができ、本種に必要な環境条件として、安定した水温を保つ湧水、繁殖のための産卵基質、および季節により異なる生息場所の存在が重要と推定された。

4. ギバチ *Pseudobagrus tokiensis*

ギバチの保全・復元のために、屋内水槽を用いた種苗生産技術の開発と生態解明のための行動解析、および生態試験池における復元の3つの研究を行なった。

種苗生産技術の開発では、産卵誘発ホルモン（HCG）をギバチに投与することで産卵に成功した。産卵行動は、雄が雌の腹部に頭を当てて体を曲げ、雌は尾部を振って雄を押し、少し移動した後に静止、反転しながら放卵・放精を行う様子が観察された。

ふ化した稚魚はアルテミアと仔稚魚用配合飼料を給餌し、循環ろ過式の小型水槽で

稚魚へと育成した。さらに体長 30mm サイズの稚魚は、市販の冷凍アカムシや配合飼料を給餌し、循環ろ過式の小型水槽で飼育が可能であることが判明した。

ギパチの生態解明のため、本種に適した隠れ場や標識手法、魚道について屋内で検討した。塩ビ管は、形状はT字型、長さは全長の 2 倍、入り口は両側にあるタイプを選択した、イラストマー・タグによる標識手法を検討したところ、短期間の標識としては有効であった。魚道については、カスケードM型、千鳥X型およびハーフコーン型を使用した遡上試験を行なった。成魚には千鳥X型が適していたが、稚魚は 3 つの魚道とも遡上できなかった。

生態試験池にギパチを 50 尾放流し、その定着は図るとともに、生息地復元のための基礎情報を収集した。ギパチの繁殖が毎年確認され、生息域も試験池全城に拡大した。繁殖期は 9 月で自然水域より遅かった。本種には雌雄差があり、120mm を超える雌は少なく、150mm を超える個体はすべてが雄で、体長と体重の関係式にも有意差が認められた。食性調査では、6 綱 15 目 28 科 9 属 7 種の生物が出現し、水生昆虫の捕食率が高かったが、季節により差があった。

本試験の結果からコンクリート躯体の人工河川でもギパチの復元は可能で、試験池の環境データと本種の成長、繁殖、食性などの基礎的な生態情報は、今後、ギパチの生息地保全・復元に活用することができる。

5. メダカ *Oryzias latipes*

在来の可能性のあるメダカ 9 系統群を屋内ガラス水槽と屋外ポリカーボネイト水槽を用いて種苗生産を行った。毎年、各系統 100~500 尾の種苗を生産し、安定した継代飼育を実施できた。屋外水槽の方が寄生虫の発生が低く生残率が高かった。

小田原市桑原において道路建設の代価措置のため、メダカ・ピオトープの造成と五間堰の多自然護岸化によりメダカの復元を図った。ピオトープではメダカが優占種となり、オイカワ、タモロコ、水生昆虫類など他の水生生物も増加し、安定した生息地が復元できた。メダカは 6 月から繁殖稚魚が出現し、9 月まで確認された。流れのある水域では生息密度が低く、流れの緩やかな水域で密度が高かった。冬期には水深のある池を越冬場所として利用することがわかった。五間堰では、メダカ、オイカワなど 6 種の魚類のほか、数種類の水生生物が工事後に復元された。メダカの個体数とバイオマスは、工事前よりも増加した。外来種のウシガエルとアメリカザリガニも増えたが、市民団体の駆除活動により減少し、2010 年にはウシガエルは採集されなかった。

6. カワバタモロコ *Hemigrammocypris rasborella*

カワバタモロコの種苗生産技術の一端として、初期餌料の検討試験を行なった。親魚に HCG を投与して自然産卵させ、得られた仔魚 400 尾を各水槽 50 尾ずつ収容した。餌料は、ワムシ、アルテミア、仔稚魚用配合飼料を組み合わせ、4 つの試験区を設定した。1 区にはワムシ、アルテミア、配合飼料、2 区にはワムシ、配合飼料、3 区には

アルテミア、配合飼料、4 区には配合飼料、各水槽それぞれ 1 日 4 回給餌した。水槽は 36ℓガラス水槽を使用し、循環ろ過式で 30 日間飼育した。

試験結果から、配合飼料単独では初期飼育が困難であり、本種の初期飼料には生物餌料が必要であった。また、アルテミア給餌では大きく成長したが、生残が劣ったことから、ワムシの給餌が不可欠であることが示唆された。

7. ヒナモロコ *Aphyocypris chinensis*

ヒナモロコの保存技術開発のため、初期餌料の検討試験を行なった。親魚に HCG を投与して自然産卵させ、得られた仔魚を 1 水槽 50 尾ずつ収容して 30 日間飼育した。餌料は、ワムシ、アルテミア、仔稚魚用配合飼料を組み合わせ、4 つの試験区を設定した。1 区にはワムシ、アルテミア、配合飼料、2 区にはワムシ、配合飼料、3 区にはアルテミア、配合飼料、4 区には配合飼料のみを給餌した。試験結果から、配合飼料単独では初期飼育が困難であり、生物餌料の給餌が必要であることが明らかとなった。しかし、ワムシの給餌は必須ではなく、アルテミアと配合飼料の給餌で育成可能なことが示された。

本研究では以上の希少淡水魚 7 魚種について研究を推進し、基礎情報を収集することができた。今後は、生息域外保存の研究を継続しながら、その技術を応用し、自然生息地の保全や新たな生息地の復元へと展開させることが重要である。

近年、全国の内水面（淡水魚）試験場では、絶滅に瀕した希少魚を保全する研究に取り組んでいる都道府県が多い。神奈川県ではそのパイオニアとして、淡水魚の保護増殖に取り組み、生息地の調査、遺伝子保存のための種苗生産技術の開発、生息地の保全・復元の 3 項目から研究を推進し、河川や湖沼における健全な生態系の復元を目指している。その中で生息地の保全・復元については、試験場が独自で実施できる課題ではなく、河川管理者や公園、学校、漁業者、農業者など、多くの分野との連携が必要である。現場では公園や小学校などの公共用地に水辺ピオトープを造成して、ミヤコタナゴ、ゼニタナゴ、ホトケドジョウ、メダカ等の絶滅危惧種の復元と普及啓蒙を実施してきた。なかでも小学校や市民団体と連携したメダカやホトケドジョウの保護活動は、遺伝子の保存だけでなく、次世代を担う子供たちへの総合教育として大きな啓蒙の効果が期待できる。

これからの都道府県の内水面試験場には、狭義の「水産振興」に囚われることなく、淡水魚の専門家集団として、環境と漁業資源の利用のバランスを考えながら、水域生態系復元の旗振り役として活躍することが期待されている。本研究では実際の保全・復元活動について、神奈川県におけるピオトープや自然水域の復元事例を紹介し、行政、市民団体および専門家の連携など、今、現場で求められている具体的な対応についての考察と提言を行ない、内水面における水産学の新たな展開の端緒を開くことができた。

以上のように本研究では、日本産淡水魚の保護のうち生息域外の保存について、種苗生産技術の開発やビオトープを用いた復元研究に取り組んだ。その結果、7 魚種について種苗生産に成功し、この内の6 魚種については大量生産技術が確立し、飼育下における遺伝子の保存が可能となった。さらにミヤコタナゴやホトケドジョウ等の4 魚種においては、ビオトープによる復元に成功し、復元手法の提言が可能となり、対象魚種の成長や繁殖などの基礎情報も得ることができた。これらの研究は本分野においては先駆的な研究であり、今後は希少淡水魚の保全や復元に全国的に活用できる研究成果である。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。なお、審査にあたっては、論文に関する専攻内審査および公聴会などの所定の手続きを経たうえ、平成24年2月9日、農学研究科教授会において、論文の価値ならびに博士の学位を授与される学力が十分であると認められた。

| | |
|---------|----------------------|
| 氏 名 | みづもと しげとし 水本茂利 |
| 学位の種類 | 博 士（農学） |
| 学位記番号 | 農 第 1 7 6 号 |
| 学位授与の日付 | 平 成 2 4 年 3 月 2 2 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規程第5条第1項該当 |
| 学位論文題目 | ラット体細胞核移植卵の発生能に関する研究 |

| | | | | | | |
|------------|-------|----|---|---|---|---|
| 論文審査委員（主査） | 教授 | 角 | 田 | 幸 | 雄 | |
| | （副主査） | 教授 | 加 | 藤 | 容 | 子 |
| | （副主査） | 教授 | 重 | 岡 | 成 | |