

理科教育および環境教育における 教材としてのミヤコタナゴ

上 田 高 嘉
深 田 陽 平
岡 戸 陽 子
滝 沢 宏 之
飯 郷 雅 之
松 田 勝

宇都宮大学教育学部研究紀要

第66号 第2部 別刷

平成28年(2016)3月

Miyakotanago as an educational resource
in collaborative scientific and environmental studies

UEDA Takayoshi, FUKATA Yohei, OKADO Yoko,
TAKIZAWA Hiroyuki, IIGO Masayuki, MATSUDA Masaru

理科教育および環境教育における教材としてのミヤコタナゴ

Miyakotanago as an educational resource in collaborative scientific and environmental studies

上田 高嘉¹, 深田 陽平², 岡戸 陽子³,
滝沢 宏之⁴, 飯郷 雅之², 松田 勝⁵

UEDA Takayoshi, FUKATA Yohei, OKADO Yoko,
TAKIZAWA Hiroyuki, IIGO Masayuki, MATSUDA Masaru

概要 (Summary)

We have been promoting a collaborative environmental study using the fish Miyakotanago (*Tanakia tanago*, Acheilognathinae) with the Special Support School attached to the Faculty of Education, Utsunomiya University.

Miyakotanago has several characteristics that make it an excellent educational resource in science and environmental education. (1) The basic genetic mechanisms of the fish are similar to those of humans at the cellular and genetic level. Miyakotanago aids in understanding the basic mechanisms of inheritance. (2) Additionally artificial feeding of Miyakotanago is simple. These fish have a unique ecology in that they lay their eggs in bivalves. Miyakotanago, for reproduction in the wild, requires an environment that supports freshwater bivalves. Environmental preservation of such an environment—the Satoyama—is an important issue; a study of Miyakotanago would provide a living example to grasp the biodiversity and ecosystems of this environmentally sensitive area. (3) Miyakotanago illustrates the symbiosis between humans and nature, because the habitats of both Miyakotanago and bivalves are closely related to human activities.

The breeding of Miyakotanago by children and students at the Special Support School began in January. Generally, animal breeding at schools is effective in both emotional and moral education. In addition, an interaction with an endangered species is expected to have an impact on environmental education. By feeding the fishes and cleaning the water tank, children and students develop a sense of responsibility. In addition, the work generated through breeding will lead to employment opportunities and assistance, in particular, to students of special support schools.

Through this study using Miyakotanago as an educational resource, students, teachers, parents, and ordinary citizens would develop a better understanding of the importance of both Miyakotanago and Satoyama ecosystem. The accumulation of feelings generated in each person involved in the

¹ 宇都宮大学教育学部 (連絡先: ueda@cc.utsunomiya-u.ac.jp 上田高嘉)

² 東京農工大学大学院連合農学研究科

³ 宇都宮大学教育学部附属特別支援学校

⁴ 栃木県立宇都宮中央女子高等学校

⁵ 宇都宮大学バイオサイエンス教育研究センター

study will increase motivation and a growing awareness of environmental preservation. Breeding of Miyakotanago at schools, will engender an understanding of the importance of biodiversity, leading to an appreciation of the natural area and culture of the region. The increase in awareness will lead to conservation of the natural habitat of Miyakotanago.

We want to move ahead swiftly in close cooperation with the faculty and the attached school in the study and breeding of Miyakotanago.

キーワード：教材研究，理科教育，環境教育，ミヤコタナゴ，*Tanakia tanago*

1. はじめに

附属学校と大学との連携を積極的に図ることが求められている。連携を密にして連携研究を推進することは教員養成課程の柱である教育実習の質の確保に寄与する。連携して研究を行う場合、関わる教員のそれぞれがそれぞれの立場での価値を感じる必要があり、双方にメリットのある研究内容を指向していくことが重要であると考ええる。

栃木県には全長5センチほどの淡水魚であるミヤコタナゴ *Tanakia tanago*（コイ科タナゴ亜科アブラボテ属）が生息している。1974年に国の種指定天然記念物に定められ、保護保存の努力がなされているが、自然生息数は減少の一途を辿り環境省のレッドリストにおいて絶滅のおそれのある種のI A類（ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの）に区分されている（環境省，2013）¹⁾。産卵期のオスの鮮やかな色合いからファンも多い。メスは産卵管を使って二枚貝の中に卵を産みつけるという特異な習性を持つ。貝の中でふ化した稚魚は1ヶ月ほど貝に守られて、しっかりと泳げるようになってから貝から出てくる。ミヤコタナゴの自然繁殖には貝もいっしょに生息できる環境が必要である。

ミヤコタナゴの属するタナゴ亜科魚類は2千万年ほど前に出現してから多様性を増し、現在東アジアを中心に約60種類が生息するとされ（Froese and Pauly, 2008）²⁾、その進化の途上でミヤコタナゴも誕生した。日本人が稲作を始めて以来ミヤコタナゴはその生息が農作業などの人間活動と深く関わっており、人間と自然との共生の模範的な持続可能システムとされる里地里山に適応してきた代表的な種である。天然記念物であり絶滅に瀕していることから環境保全のシンボリック的存在と考えられている。

一方、私たちにとって安全で健全な環境を維持していくためには生物多様性の確保を図ることが重要とされ、生物多様性の保全においては種の絶滅を防ぐ方法を求めることが重要な課題になっている。そして我々は、私たちにとっての在るべき環境を求めミヤコタナゴを絶滅から守る方策を検討してきた。とにかく種を絶やさない方法の検討からまず進め、生命工学的手法による種の保存法を可能な限り追求し、例えばミヤコタナゴが絶滅してしまった場合でも、精子、胚性幹細胞などの細胞が凍結保存されていれば他のタナゴ亜科（例えばタイリクバラタナゴ）の力を借りてミヤコタナゴを復活させることも夢ではなくなっている。しかし、私たちの住む環境の保全を考えるのであれば、単に種を維持する方法ができればそれで済む訳ではなく、環境ごとの保存を求めるべきであろう。私たちにとっての在るべき環境を考える上でミヤコタナゴは優れた材料である。

在るべき環境を研究する一方で、我々はタナゴ亜科の分子による系統解析に重点をおき、形態、初期生活史、核型、地理的分布を研究し、タナゴ亜科の系統や種分化を明らかにしながらミ

ヤコタナゴの辿った生命の歴史を検討してきた (Ueda, Naoi and Arai, 2001³⁾; Kawamura et al., 2014⁴⁾)。タナゴ亜科の細胞，遺伝子レベルでの体のしくみは人間と基本的に同じであり，水槽内での飼育も容易で，外見のきれいさ，目を引く産卵行動，などの特徴を持ち，多分野に渡る高い教材性が考えられる。

このような背景を持って，附属特別支援学校でのミヤコタナゴの飼育，ミヤコタナゴを題材にした高校生対象の講座の開催，ミヤコタナゴ自然生息地の地元住民との交流会の開催などを通して教材研究を行ってきた。ここに，取り組みを紹介し，これまでの成果を振り返りながらこれからを展望する。

2. 附属特別支援学校での飼育

今年の1月から本学附属特別支援学校においてミヤコタナゴの飼育を始めている。環境省，栃木県，宇都宮市，本学をはじめ関係する多くの方々のご理解とご協力によって実現することができた。水槽は校舎玄関に設置し，すぐ後ろの壁には掲示板を用意して飼育の様子を来校者に伝えている。

高等部には「作業」という授業があり，クリーンサービス班，農園芸班，フードサービス班，織物・縫製班に分かれて作業を行っている。クリーンサービス班に所属する生徒は我々が作成した飼育マニュアルに従って定期的に水槽掃除に取り組んでいる。エサやりは小・中学部の児童生徒が交代で行っており，これまで良好な飼育管理が継続されている。

学校での生き物の飼育は，情操教育，道徳教育に効果的であると考えられている。また，希少魚種との触れ合いは環境教育としての効果が期待される。児童生徒によるエサやりや水槽掃除などは責任感の育成につながり，特に特別支援学校の児童生徒には就労支援にもつながると考えられる。

特別支援学校でのミヤコタナゴの飼育活動を通して以下のような児童生徒の変容が認められた。

- 自分自身がエサやりや水槽の掃除などに直接関わることで，ミヤコタナゴへの関心が高まり，わずかな変化を教員に伝えたり，素朴な疑問を投げかけてくるようになった。
- 障害特性から，ものの扱いが粗雑になりがちな児童生徒も，エサやりや水槽への注水の際など，えさの量を調整したり，力を加減したりするなど，丁寧さ，慎重さ，やさしい思いやりの心が育ってきた。
- 高等部の生徒にとっては，水槽の掃除や水替え作業を通して，決められた手順に従って，丁寧に手際よく仕事を進める態度が身についてきた。

3. 飼育支援を通じた異校種間交流

特別支援学校には，学生，院生とは別に，隣接した栃木県立宇都宮中央女子高等学校の生物部の生徒が定期的に訪問して，エサやりを共にし，指導，支援を行うなど，ミヤコタナゴの飼育を通して，特別支援学校の児童生徒と生物部の生徒の交流が進められている。生物部の生徒が指導，支援を行うにはまず自分自身がミヤコタナゴの性質，特徴を理解する必要があり，生物のしくみ，環境を考える力が身に付くものと考えられる。遺伝，発生のしくみは細胞，遺伝子レベルにおいて私たち人間と基本的に同じであり，遺伝，発生の基本的な理解を助ける。環境保全のシンボルの存在でもあるミヤコタナゴは理科教育，環境教育においても優れた教材と考えられる。また，交流を通じて障害への理解が深まるとともに，多くの人と接する機会が増え，さらに発言の機会が増えることで，

コミュニケーション、プレゼンテーション能力の向上が期待できる。特別支援学校の児童生徒にとっても、他人との交流による視野の広がりは、人と関わる力を育てる上で大変有効である。

4. 環境教育プログラムの実施

平成26年度には、栃木県立宇都宮中央女子高等学校と宇都宮大学主催の科学技術振興機構の事業であるサイエンス・パートナーシップ・プログラム（SPP）「タナゴ亜科魚類を通じた異校種間交流」や宇都宮大学主催の日本学術振興会の事業である公開講座「ひらめき☆ときめきサイエンス KAKENHI～天然記念物ミヤコタナゴの生命を育む里地里山を旅しよう」を開催した。ここでは、講座を通じた環境教育プログラムの開発について紹介する。

(1) SPP「タナゴ亜科魚類を通じた異校種間交流」の実施

平成26年度は、栃木県立宇都宮中央女子高等学校と宇都宮大学主催のSPP「タナゴ亜科魚類を通じた異校種間交流」を実施した。

本講座は、タナゴ亜科を通じた附属特別支援学校と隣接する栃木県立宇都宮中央女子高等学校による異校種間交流である。講座を3つに分けて実施した。実施内容は以下の通りである。

講座1として、宇都宮中央女子高等学校生物部の生徒を対象に、タナゴ亜科の飼育方法について講義を行った。また、附属特別支援学校の児童生徒とともにタナゴ亜科の一種でミヤコタナゴに近縁のアブラボテの飼育を試みた。飼育を通して繁殖行動の観察などを行った。

講座2として、タナゴ亜科の生活史、遺伝様式などの生物学的特徴についての学習を通して、ミヤコタナゴを育ててきた里地里山について理解し、人間と自然の共生の在り方について考えた。実験講義では、人工授精、三倍体の作出、染色体標本の作製方法について概説した。実験、実習では、人工授精、三倍体の作出、染色体標本の作製や顕微鏡観察を通して、受精現象、DNA、染色体の構造および細胞分裂について学習した。本内容は、いずれも生物基礎や生物の学習内容と関連させた展開とした。

講座3として、講師による講義と野外実習では、羽田ミヤコタナゴ生息地保護区において、ミヤコタナゴの保全に向けた取り組みとして、生息地の見学、ミヤコタナゴ稚魚浮上調査、淡水産二枚貝の生息調査、地元保存会の方々との交流会を実施した。羽田生息地での保全活動の後、栃木県水産試験場やながわ水遊園を訪問し、試験場研究棟、希少魚種飼育棟などの見学をはじめ、ミヤコタナゴの保全に向けた取り組みについて学習した。

(2) 講座「ひらめき☆ときめきサイエンスKAKENHI～天然記念物ミヤコタナゴの生命を育む里地里山を旅しよう」の実施

平成26年9月には、宇都宮大学主催の日本学術振興会の事業である公開講座「ひらめき☆ときめきサイエンスKAKENHI～天然記念物ミヤコタナゴの生命を育む里地里山を旅しよう」を開催した。県内外の高校生30名とともに羽田ミヤコタナゴ生息地保護区を訪れ、見学と地元保存会の方々との交流会を実施した。本プログラムは、講座を通して、ミヤコタナゴの生命を育ててきた里地里山を理解し、人間と自然の共生の在り方について共に考えることを目的とした。講義ではタナゴ亜科の生活史、遺伝様式等の生物学的特徴について学習し、ミヤコタナゴがどこから来て、今どこにいて、そしてどこへ行くかとしているのか共に考えた。実験講義では人工授精法の説明や染色体標本の作製方法について概説を行った。実験、実習では、人工授精、染色体標本の作製や顕微鏡観察により受精現象、DNA、染色体の構造および細胞分裂などの理解を深めた。保護地の見学を通し

てタナゴ亜科の生息環境，生態系について考えることを目的として野外実習を行った。羽田ミヤコタナゴ生息地保護区および滝岡ミヤコタナゴ生息地保護区を見学し野外調査を行うと共に地元保存会の方々との交流会を実施した。講座開催に際し，環境教育プログラム資料を作成した。

また本講座では，講座終了時に自由記述によるアンケート調査を実施した。調査結果は以下に示す通りである。

- 保護活動のためには研究が必要であることを改めて感じた。実際に自然のミヤコタナゴやマツカサガイを見てみたい（男子・公立）。
- ミヤコタナゴについて今まであまり知らなかったが，今回よく知ることができた。羽田沼の水路でマツカサガイを探したのがおもしろかった。また，ミヤコタナゴかわからないが水路で魚をみられたのがうれしかった。このような企画があったらまた参加してみたい（男子・公立）。
- 数々の貴重な体験を通して科学・自然環境に対する興味が深まりました。栃木県に生息する絶滅危惧種が他にもいれば，もっと知りたいし，その生物がいる環境を見てみたいと思いました（女子・公立）。
- 初めて体験することや知ることがあってとても楽しかったです。ありがとうございました。理科にもっと興味がわきました（女子・公立）。
- 保護地を観察できたことがどのような環境の中で住んでいるのかということがわかったから良かった（男子・私立）。
- 専門の方に教えていただき，大きな刺激になりました（男子・公立）。
- なかなか出来ない体験ができて，とても楽しかったです。将来，理科・生物系に進みたいのでとても良い経験になりました。もっと理科をやってみたいです。ありがとうございました（女子・公立）。
- 研究室での実験や講義と実際に生息場所を訪ねるフィールドワークがうまくかみあったプログラムだと感じました。タナゴに対する多面的な理解が深まるとともに，新たな疑問が生まれ，さらに知りたい，学びたいという意欲が高まる講座でした。他校の生徒さんと実験を通してお互いに交流ができ，高い学びへの意欲のある生徒同士が刺激し合う貴重な機会になったと感じます（男性・公立高校教諭）。
- 高校では体験させられない実験ができよかった（遠心機，マイクロピペット等）。生徒にとって貴重な体験となりました（女性・公立高校講師）。
- ミヤコタナゴの研究成果を高校生にもよく理解できる語り口で伝えていただきました。限られた時間ではありましたが，講義・実験実習・保存会の方々のご説明をいただいで生息地見学と充実していました。講義はポイントをおさえたものでさらに，参加者が色々考える間，実習等体験を味わう間を大切にされていると思いました。淡水魚に関心のある高校生にとって強烈なインパクトを与える講座だったと思います。また，先生の経歴や研究生活に触れる場面もあり，大学の理科研究への興味関心が一層高まる講座だと思います（男性・公立高校教諭）。

5. 考察

ミヤコタナゴは水槽内での飼育，繁殖の容易さに加え私たち人間と共通した生物としての特徴を備え，教材としての多くの優れた要素を持ち合わせている。ミヤコタナゴを題材にした教材は理科教育，環境教育に止まらず，道徳教育，情操教育，特別支援教育などの多分野にも広く効果が期待

される。

そして、教材研究を通してミヤコタナゴの保全への効果も期待される。児童、生徒、学生、院生だけではなく、教員や保護者、一般市民にとっても、学校での飼育を通してミヤコタナゴの存在や里地里山の重要性への理解が深まるものと考えている。ミヤコタナゴを知る中で地域の自然環境、文化を築き支えてきた地元の方への尊敬の念が芽生えることだろう。地元住民にはミヤコタナゴを育んだ自然と文化を守り続けてきた誇りを持っていただきたいものである。環境保全のシンボリック的存在であるミヤコタナゴの力を借りて、環境保全意識の向上を図り、豊かな自然を将来に残しながらの潤いのある地域づくり、地域活性化にもつなげたいもので、それが生息環境の保全に結びつくものと期待している。

環境保全の原動力は一人一人の気持ちの重なりであり、環境保全には意識の高まりが最も大切であると考えている（小林・上田，1991⁵⁾；上田，1993⁶⁾）。一人でも多くの人が問題を共有して、住み良い環境とは何か、何を優先させるべきか、私たちの環境の将来を共に考えることが環境保全への近道だと。この教材研究に関わることによって、誕生から絶滅に瀕する現状までのミヤコタナゴが辿った生命の歴史、生態、人間活動との関係、など、ミヤコタナゴの性質、特徴を知り、ミヤコタナゴを通して私たちの住む環境の在るべき姿を共に考えるための情報を得ることになるであろう。

この教材研究は、教育学部と附属特別支援学校だけの連携に止まらず、農学研究科、バイオサイエンス教育研究センターの教員も加わり、県立高等学校とも連携して異なった多様な視点に立って進められている。

学校での飼育を始めているが、指導役の院生、学生、高校生も専門的知識を学び、学校教員は専門的知識をもって子どもたちに対応する。大学教員、大学院生、学部学生、高校生は現場を知り、子どもたちへの教授法を学ぶとともに障害を理解する。学校は将来を担う子どもたちの成長の場であり、社会とのつながりも強く、ミヤコタナゴとその生息する環境をより多くの人に広く知っていただくには格好の場と考える。とかく研究は独り善がりになりがちだが、学校であれば人の出入りも多く、批判、感想など様々な反応もストレートに受けられるであろう。今後もミヤコタナゴを通じた連携教材研究を推進し、各所との連携を密にしていきたい。

6. 要約

異分野融合によるミヤコタナゴ (*Tanakia tanago*, タナゴ亜科魚類) を用いた教材開発を進めている。理科教育、環境教育における教材としてミヤコタナゴが優れている点としては、(1) 遺伝、発生のしくみは細胞、遺伝子レベルにおいて私たち人間と基本的に同じであり、飼育が容易である等、遺伝、発生の基本的な理解を助ける、(2) タナゴ亜科は淡水二枚貝に産卵するという特異な生態を持ち、自然界での繁殖にはミヤコタナゴだけではなく淡水二枚貝が生息できる環境を整える必要があり、里地里山の環境保全が重要な課題になり、生物多様性、生態系を学ぶことができる、(3) ミヤコタナゴおよび二枚貝の生息は人間活動と密接に関わっているので、人間と自然の共生の在り方を考えるのに適している、等が挙げられる。

今年の1月より特別支援学校において児童生徒によるミヤコタナゴの飼育が始められた。一般的に学校での生き物の飼育は情操教育、道徳教育に効果的であると考えられている。また、希少魚種との触れ合いは環境教育としての効果が期待される。児童生徒によるエサやりや水槽掃除などは責

任感の育成につながり、特に特別支援学校の児童生徒には就労支援にもつながると考えられる。

特別支援学校での飼育では、院生、学部生、高校生が指導、支援を行うことになるが、指導、支援を行うにはまず自分自身がミヤコタナゴの性質、特徴を理解する必要がある、彼らにとっては生物のしくみ、環境を考える力が身に付くものとする。また、交流を通じて障害への理解が深まるとともに、多くの人と接する機会が増え、さらに発言の機会が増えることで、コミュニケーション、プレゼンテーション能力の向上が期待できる。他人との交流による視野の広がり、特別支援学校の児童生徒にも効果が期待できる。

学校での飼育を通して、教員や保護者、一般市民にとっても、ミヤコタナゴの存在や里地里山の重要性への理解が深まるものとする。

環境保全の原動力は一人一人の気持ちの重なりであると思っており、環境保全には意識の高まりが最も大切であると考えている。学校での飼育から、生物多様性の大切さを実感し、地域の自然を愛し、地域の文化を愛することに素直に納得できる情報を広く提供できるものと思っている。意識の高まりがミヤコタナゴ自然生息地の保全につながるものと期待する。

ミヤコタナゴを用いた教材研究を通して大学と附属学校との連携をさらに深めていきたい。

7. 謝辞

本研究の一部は平成26年異分野融合研究助成（宇都宮大学）および平成26年度教育個性化プロジェクト（宇都宮大学）により行った。本研究グループは異分野融合研究助成への応募を切っ掛けに組織されたが、異なった分野の発想、分析等の刺激により本研究計画を大きく発展させることができた。ここに厚く御礼申し上げる。

文献

- 1) 環境省, レッドリスト, http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html (2013).
- 2) Froese, R. and Pauly, D., FishBase. World Wide Web electronic publication. <http://www.fishbase.org>, version 04/2008 (2008).
- 3) Ueda, T., Naoi, H. and Arai, R., Flexibility on the karyotype evolution in bitterlings (Pisces, Cyprinidae), *Genetica*, 111, 423-432 (2001).
- 4) Kawamura, K., Ueda, T., Arai, R. and Smith, C., Phylogenetic relationships of bitterling fishes (Teleostei: Cypriniformes: Acheilognathinae), inferred from mitochondrial cytochrome b sequences, *Zool. Sci.*, 31, 321-329 (2014).
- 5) 小林仁道・上田高嘉, 絶滅に瀕したミヤコタナゴの保存および増殖に関する研究 (その2), 河川美化・緑化調査研究成果報告書, 河川環境管理財団, 第2集, 179-196 (1991).
- 6) 上田高嘉, 絶滅に瀕したミヤコタナゴの保存および増殖に関する研究 (その3), 河川美化・緑化調査研究成果報告書, 河川環境管理財団, 第4集, 59-75 (1993).

平成27年10月1日受理

