

# 地域の小学校理科教育に貢献する「メダカの飼育・繁殖システム」 の構築に向けた基礎研究

◎中西 史 (東京学芸大学基礎自然科学講座理科教育学分野)

○大出 幸夫 (東京学芸大学附属大泉小学校)

内村 弘一郎 (東京学芸大学附属大泉小学校)

佐藤 杏子 (東京学芸大学附属大泉小学校)

吉原 茂 (東京学芸大学附属大泉小学校)

笹土 隆雄 (東京学芸大学基礎自然科学講座 個人研究員)

代表者連絡先: [fuminaka@u-gakugei.ac.jp](mailto:fuminaka@u-gakugei.ac.jp)

【キーワード】 教員研修, 小学校, 地域連携, ニーズ調査, 「メダカの誕生」

## 1. はじめに

日本では小学5年生のほとんどが、理科の「動物の誕生」の単元の中でメダカ(*Oryzias latipes*)を飼育しながら繁殖行動や受精卵からの発生の様子を観察する。この取り組みは動物の発生に対する実感を伴った理解を深めると同時に、思春期に入るこの時期に、命の誕生に直接関わり、生命尊重の精神を育むという道徳教育的にも重要な意義をもっている。そのため、児童が個別にメダカや様々な発生段階の卵を観察することが望ましい。しかし現状では、教科書通りに飼育しても多くのメダカが飼育途中で死んでしまい、少ない卵を児童が交互に観察する、教師が顕微鏡カメラでモニターに映す、といった授業に留まることも少なくない。これらの問題を解決するには、飼育方法や観察方法の検討が必要なことは言うまでもないが、それ以上に入手方法の検討も必要である。ペットショップ等で販売されているヒメダカは大型観賞魚の餌用に粗放的に飼育されている等の理由から長期飼育には向いていないことが多い。しかし、このような事情は教科書や指導書には載っておらず、現場の混乱を招いている。2012年に行われた東京都の小学校教員を対象としたアンケート調査でも、知識・技術不足を理由に、この単元に対し不安感・困難感を感じる教員の割合が他の単元と比べて高いことが示されている。

## 2. 本プロジェクトの目的

本プロジェクトでは、学校現場で広く用いられるヒメダカの入手方法、ならびに大規模飼育を科学的に検証し、現場の教師がより少ない労力で健康なメダカを大量に飼育・繁殖出来るようなシステムの確立と、「メダカの誕生」の単元において、児童が効果的にメダカと触れ合い、発生を観察することができるカリキュラムや教材の開発を行い、その普及を行うことを目的とした。

## 3. 本プロジェクトの実施内容

### 1. 東京都の小学校における取り組みの実態調査

東京都の公立小学校の教員100名に協力いただき質問紙調査を行った。その結果、「『メダカの誕生』の単元で思うこと(複数回答可)」の質問においては、8割以上の教員が学びの意義を認め、好意的にとらえる選択肢を回答していたものの、「準備が大変」「メダカが死んでしまうのがいやだ」「単元終了後の飼育が大変」「観察に十分な卵の数を得られない」を選択する教員も半数近く存在した。メダカの生存率に関する質問では「半分ほど生き残っている」「ほとんど生き残らない」と回答した教員は7割を超えた。取り組みの工夫や課題に関

する自由記述では「メダカは秋に購入して肥育し、翌年の準備をする」「飼育の得意な児童や保護者に協力してもらおう」「卵の発生ステージを授業に合わせられない」「単元終了後、特に長期休暇中の世話が大変」等があった。また、生命や死に対する児童の向き合い方に関する指導に悩む記述もみられた。

## 2. ヒメダカの養殖・流通システムの調査

ペットショップ等で販売されているヒメダカは大型観賞魚の餌として扱われ、長期飼育には向いていないことが多い。そこで、淡水魚を専門に扱う養魚場(奈良県大和郡山市やまと錦魚園)を視察し、ヒメダカの養殖・流通システムに関する調査を行った。その結果、ヒメダカの学校への出荷は5月下旬から6月上旬が多いこと、この時期の輸送は既に産卵ピークを終えて体力が弱っているメダカにとっては、負担が大きく、気温の上昇がそれに拍車をかけていること、養魚場によっては毎年魚体を更新するため、まだ成熟しきっていない若いメダカが送られてくる場合があること、等が明らかとなった。

## 3. 「屋外飼育用大型水槽」の開発

魚類の水槽の立ち上げ時のトラブル(大量死亡)や水替えの負担を軽減するため、市販のホームボックス(容量 170 L)に半分ほど水を入れ、底石として赤玉土を敷き、トリやトンボの侵入を防ぐ為にメッシュパネルを用いた蓋を組み合わせたものを飼育槽として用いた。微生物環境を安定させるため、水を張ってオオカナダモの束を浮かしてから約1週間後にメダカ 50 匹を導入し、児童に給餌を任せ、水替えや水足しを行わずに飼育する系を試行した。2016年9月から6水槽を立ち上げ、冬越し前の餌の量、夏季休業中の自動給餌器の使用等の検討を行い、日当たりや人通りなど、設置場所に気を配れば、少ない労力で長期飼育・産卵が可能であることが確認できた。

## 4. 「プール用簡易生簀」の開発

休止期間中のプールでは、ミジンコ等メダカの餌になる微生物が自然発生することから、メダカの飼育に利用できるという報告があるが、まだ一般に普及はしていない。そこで、メダカの管理・回収を容易にするため、赤ちゃん用の蚊帳(ワンタッチ式ベビー蚊帳)に浮力体(ペットボトルやフラフープ)を組み合わせた、簡便で安価な小型の生簀を開発しその有用性を検証した。東京学芸大学附属小金井小学校にも協力いただき、2年にわたってメダカの生存率や蚊帳の耐久性について検討を行い、プールの活用により通常の屋外飼育個体や25℃一定条件下での室内飼育個体、3月に新たに購入した個体よりも、より大きく成長した個体を4月に確保することができること、半年間の使用では蚊帳の耐久性に問題はないことが確認できた。この過程で、プール終了時の消毒薬の大量投入が、生物(メダカ、水草、藻類、ミジンコ等)の成長・繁殖を長期にわたり著しく妨げることが分かり、学内のプール管理者や管理業者との事前の調整が重要であることが明らかとなった。

## 5. 新たな単元展開の提案

「メダカの誕生」の単元では「児童一人一人がオス・メスのペアを個別に飼育することによって、学習内容への興味関心を高め、同時に命に対する責任感を養い、観察用の受精卵を得る」という展開が行われることが多い。個別飼育の意義は疑わしくもないが、その一方で、児童40名のクラスの場合、教員は100匹近くの成魚を入手し、管理しなければならず、非常に大きな負担がかかる。また、繁殖力があり、さらには相性の良いオスとメスを組み合わせることは至難の業である。一方、4月から飼育を適切に行えば、5月、6月には児童が観察したり飼育したりするために十分な数の卵や子メダカ(仔魚や稚魚)を大量に得る事が可能である。我々は、導入段階で小さな命が生まれようとする姿を目の当たりにすれば児童の願いに沿った主体的な学びが展開し、

その中で児童が卵や子メダカを飼育するようになれば教員の負担も小さくなると考え、① 生まれたばかりの子メダカを観察したり様々なステージの受精卵を取り出したりする活動を導入とする、② 受精卵の観察からメダカの雌雄の違いや受精について学ぶ、③ 児童が採取した受精卵から子メダカ、幼魚へと育てる、という学習展開を附属大泉小学校で実践した。その結果、①の過程で、児童から「受精卵はどのようにできたのか。受精卵を採取した大人のメダカを観察したい」といった発言が相次いだ。このタイミングで②に展開し、児童主体の流れの中で受精についての学びが学級全体で深まった。その後、児童の要望に応じることたちで③を行うことで、児童は毎日意欲的に継続観察し、メダカの命の尊さや命を預かる責任を強く意識しながら、飼育活動をおこなうことができた。これらのことから、様々なステージの受精卵や稚魚から観察を行う導入とする学習展開は、児童に主体的な学びを行わせるのに有効であると考えられた。

## 6. メダカの発生の観察方法の改善

メダカは発生の過程で内部構造の変化を卵の外から観察することができるため、脊椎動物の基本構造の形成過程を実感を伴って理解することができる優れた生物教材である。しかし、小中学校の授業では「目ができた」「赤い血液が流れている」「心臓が動いている」で終わっていることが多い。そのため、産卵床として安価に購入できる水槽用のろ過ウールを用いた産卵日を特定した採卵方法と、パンチ穴の開いた肉厚の両面テープを用いて、メダカの卵の向きを調節しながら、胚の作りやその発生過程における変化を生物顕微鏡で詳細に観察する方法を開発した。

小中学校の教員を対象とした研修会(練馬区、中央区、品川区の理科部、東京都、教員免許状更新講習会)、大学・大学院の授業(初等理科教育法、理科研究、教職実践演習、理科教育と環境教育Ⅰ)、附属小金井中学校2年生、附属小金井小学校5年生)で実践を行った。いずれにおいても「100円ショップで気軽に購入できるものを駆使して、大変勉強になりました」(教員)、「転がして様々な方向から見ることができてすごい。画期的であると共に、観察が捗りとても良かった」(大学生)、「目の成長過程なども見ることで、人へと繋げられる学習ができたと思う」「様々な観点からメダカと人の共通点と相違点を見つけることができた」(中学生)、「今までふくろに入れてみていたけれどくわしく見るができなかったため、卵の中をよく見れて楽しかったです」「チビ穴スライドガラスは穴が小さいのでけんぴ鏡で卵を見つけやすいというメリットもあると思う」(小学生)と好評であった。

## 7. 小冊子「忙しい先生のためのメダカの飼育・繁殖システム」の作成と配布

上記1~6の取り組みの成果をA5版の小冊子(以後、「メダカの小冊子」と表記する)にまとめた。理科、もしくは生物の飼育を得意としない教員や教員志望の学生が、短い時間で楽しみながら目を通せるようにできるだけ簡潔にまとめ、親しみのもてるイラスト(本学初等教育教員養成課程に所属する学生が制作)を配置した。また、小学校の教員の心情にできるだけ寄り添いたいと考え、アンケート調査の教員の自由記述や、長年小学校の理科教育を牽引されてこられた3名の方から、現場の先生方へむけたメッセージも掲載した。

「メダカの小冊子」は暫定版を日本理科教育学会関東支部大会(30部)、日本生物教育学会(50部)等で参加者に配布し、会員からの意見をいただきながら修正を重ねた。完成版は本学教員の協力の下、H29年度の卒業生・修了生(約300名)に配布を行った。また、附属大泉小学校(35部)、小平市教育委員会(30部)、練馬区学校教育支援センター(40部)にも冊子体を送付した。千葉県八千代市教育研究会、東京都品川区、練馬区の理科部には冊子原稿のPDFファイルを送付し、研修会や各区の小学校のWeb掲示板等で共有いただいた。その他、アメリカ合衆国のインディアナポリス日本語補習校からの依頼で、H30年度の小学5年生(約40名)の学習のためにヒメダカの卵とともにPDFファイルを送った。現在まで高い評価を得ている。

## 8. 成果の発表と普及

以下の通り、学会における発表・ワークショップ、ならびに教育関係の雑誌への寄稿を行った。

- 大出幸夫・吉原 茂・内村弘一郎・佐藤杏子・笹土隆雄・中西 史 「忙しい教師のためのメダカの大量飼育・繁殖システムの検討 1 ワンタッチ式ベビー蚊帳を利用したプール用生簀の開発を中心に」 日本生物教育学会 第101回全国大会(2017/1/6 ポスター発表 東京学芸大学)
- 中西 史・笹土隆雄・狩野賢司・吉原 茂・内村弘一郎・佐藤杏子・大出幸夫 「忙しい教師のためのメダカの大量飼育・繁殖システムの検討 2 東京都小学校教員の「メダカのたんじょう」における取り組みの実態調査」 日本理科教育学会 第67回全国大会(2017/8/6 口頭発表 福岡教育大学) 日本理科教育学会全国大会発表論文集, 第15号 p.314
- 大出幸夫・内村弘一郎・佐藤杏子・吉原 茂・笹土隆雄・狩野賢司・中西 史 「忙しい教師のためのメダカの大量飼育・繁殖システム 3 ～できるだけ手をかけない飼育・繁殖の結果報告～」 日本生物教育学会 第102回全国大会(2017/1/7 口頭発表 熊本大学)
- 吉原 茂・大出幸夫・内村弘一郎・佐藤杏子・笹土隆雄・狩野賢司・中西 史 「忙しい教師のためのメダカの大量飼育・繁殖システム 4 ～メダカの観察から入る「5年メダカの誕生」の新たな学習展開の提案～」 日本生物教育学会 第102回全国大会(2017/1/7 口頭発表 熊本大学)
- 中西 史 「穴あき両面テープを使った「メダカの卵の向きを任意に変えて 顕微鏡観察する方法」の開発と有効性の検証」 日本理科教育学会 第55回関東支部大会(2017/12/9 口頭発表 千葉大学)
- 金子 正樹・中西 史 「メダカ水槽中の窒素化合物の簡易測定法の開発～画像解析ソフトによる定量法を用いた窒素循環の理解ための基礎研究～」 日本生物教育学会 第102回全国大会(2017/1/7 口頭発表 熊本大学)
- 大出幸夫・内村弘一郎・佐藤杏子・吉原 茂・笹土隆雄・葛貫裕介・金子正樹・近野洋平・中西 史 「「生命のしくみ」を実感するための観察実験教材と飼育方法の紹介」 日本生物教育学会 第102回全国大会(2017/1/7 ワorkshop 熊本大学)
- 中西 史 (2017年9月)「授業力をみながく 小学校編 理科の指導にあたって メダカからの学びの充実」 教授用資料 理数啓林. No. 16 p.20-21
- 中西 史 (2018年5月)「特集 授業を変える「便利グッズ」 授業で使える様々な「便利グッズ」 100円グッズで変わるメダカの発生の顕微鏡観察 -脊椎動物のモデル生物の発生過程を立体的に観察する-」 理科の教育 Vol.67 pp.293-294

## 4. 成果と課題(中期目標・中期計画の関連等を含め)

本プロジェクトでは、小学校の教員のニーズに基づいた教育研究開発、並びに発信を行い、中期計画 No.27 に相当する成果をあげたと考える。また、研究の有効性を検証する過程で、附属大泉小学校における同校教員(吉原)による授業実践に加え、附属小金井小学校、附属小金井中学校で大学教員(中西)が授業実践を行い、附属世田谷小学校にも生物材料の提供も含めた支援を行った。附属小金井中学校の実践は、ヒトの体の仕組みを調べる中で、脊椎動物のモデル生物であるメダカの発生を観察することにより、動物の体のつくりやその発生の過程を共通性と多様性の観点から学ぶというカリキュラム開発にもつながり、今後も継続する予定である。これらは中期計画 No.51, 52 にも関連する成果である。また、研究遂行の過程で公立小学校の教員のニーズの調査を行い、それに基づいた研究成果を理科教員高度支援センターでH30年度以降も行うことから中期計画 No.40 に関連する成果でもある。課題としては、成果物である「メダカの小冊子」の製本・印刷・配布の費用の確保、配布先の開拓、配布方法の確立が不十分であること(「是非冊子体が欲しい」という要望をいただいている)、ホームページの作成ができなかったことがあげられる。

## 5. 今後の展開(大学、附属学校および公立学校の教育・カリキュラムへの応用等)

H29 年度から行っている本学学部・大学院・附属学校の授業、教員研修、東京都の公立学校の研究部の研修、学会でのワークショップにおいて、本プロジェクトの成果を活かした活動を今後も継続するとともに、全国の教員養成系大学の附属学校にも成果物を送る。また、学内の他のプロジェクトと関連させて「メダカの小冊子」等の成果物を学内外に発信する方法を検討する。さらに今回の取り組みの過程で、中学校ならびに日本人学校における潜在的なニーズがあることも明らかとなった。成果物の配布先を広げるとともに、それらに対応した教材の開発や資料の改訂も行ってゆきたい。