

機関番号：14101

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500871

研究課題名（和文）動物の体内構造の学習における新しい教材生物としてのアルビノ個体の活用と提供

研究課題名（英文）Development of albino organisms used for teaching internal structure of animals in primary schools.

研究代表者

後藤 太一郎 (TAICHIRO GOTO)

三重大学・教育学部・教授

研究者番号：90183813

研究成果の概要（和文）：

初等教育における動物の体の構造と機能に関する学習の中で、体内の構造が肉眼でも見えるアルビノ個体(突然変異による白化個体)の活用について検討した。身近な動物で飼育が容易である、メダカ、ドジョウ、およびアメリカザリガニを取り上げ、これらのアルビノ個体を用いて、観察・実験のプログラムの作成と実践を行うとともに、アルビノ個体の繁殖と供給を進め、新しい教材生物を活用するための学習指導プランを提示した。

研究成果の概要（英文）：

In learning about the structure and function of the body of animals in science education, albino organisms induced by mutation were examined for experimental animals using in primary schools. We chose the medaka, crayfish, and loach, which are familiar to children and easily kept in schools, and made laboratory work programs using them. In addition, we tried to breed of albino individuals and promoted the supply of them. We propose a plan for teaching to take advantage of new biological materials.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：教材生物、アルビノ、生物教育、動物の体のつくり、透明鱗魚種

## 1. 研究開始当初の背景

生物教育の中で、動物の体についての学習形態については議論が多い。国内では、小学校における動物の体内構造に関する学習の中で、魚類などの実物を用いた解剖の取り扱いが1977年の学習指導要領からなくなり、解剖学習はほとんど実施されなくなっている。動物愛護思想の向上や児童の感情面の配慮から、欧米でも多くの小中高の授業では動物の解剖の代わりにコンピューター・ソフト

や立体模型などによる代替法が取り入れられるようになり、その開発が進んできた。国内でも参考資料を元に生徒が作業を行うドライラボ形式の解剖実習も考案されている。

しかし、本物を扱うことの意義は大きいと考える教師は多く、食用となる魚類や外来魚などを用いた解剖の実践は多い。米国では非ホルマリン系の固定液で保存された標本が解剖実習用として販売されて活用されている。

代表者である後藤は、食材となる身近な動物（魚類、甲殻類、貝類）を生きたまま用いた解剖実習と調理実習の融合プログラムを作成し、小中学生や教員を対象とした実践を行った。解剖した後で調理して食べることで、動物を無駄にしているという感情をもつ児童・生徒は少なかった。この授業実践の結果、解剖に対して最も関心が高かったのは小学生であった。しかし一方で、動物を傷つけないという児童がいたことから、解剖せずに実物を扱った観察が必要だと考えた。

生きた状態で解剖せずに体内構造を観察できる教材生物としては、動物プランクトンや稚魚など顕微鏡レベルのものがあるが、肉眼で観察できるものは少ない。近年、メダカやゼブラフィッシュなど生物学研究における代表的なモデル生物では、体内が完全に見える透明個体が作出され、教育への活用が期待されている。しかしこれが小学校での教材生物として用いるほど普及することは現段階では望めない。

後藤は、これまでにアメリカザリガニのアルビノ個体を用いて小中学校で出前授業をした経験があり、普通の色のアメリカザリガニと異なるという新奇性と、透明感があるためにきれいである上に消化管や心臓が見えるという特徴をもつことから、小学生には絶大な人気があることをつかんでいる。また、魚類の尾鰭における血流観察では、教科書にあるメダカよりもドジョウの方が見やすいために注目されているが、ドジョウのアルビノ個体であるヒドジョウを扱うことで、体内の構造まで観察範囲が広がる。小学校の出前授業で普通のドジョウを扱った経験もあるが、これも児童には人気が高く、ヒドジョウはさらに教材生物としての価値が高いという考えに至った。代替法が広まる中で、教室内で扱うことが容易で新奇性のある教材生物として有望視され、また、世界的にも一般的な動物種であることから、成果は外国で活用できる。

## 2. 研究の目的

本研究の目標は、次の2点にある。

動物としては、身近な動物でかつ小学校でも飼育が容易である、メダカ、ドジョウ、およびアメリカザリガニを取り上げ、これらのアルビノ個体を用いて、①観察・実験のプログラムを作成し、②アルビノ個体の繁殖と供給を確立し、③小学校における教室飼育をしながらプログラム実践を行い、児童らの動物飼育への関心度や体内の構造に対する観察力について調査する。これらを通じて、理科の授業の中でこれらの新しい教材生物を活用するための学習指導プランを提示する。

また、これらのアルビノ個体はペットショップなど入手できるが、価格の面や、観察に

適したサイズを入手する上での問題がある。教育現場での普及を図るために、飼育や繁殖法の改善を進めることも目的とした。さらに、教材生物として利用可能な透明鱗魚種についての調査も進めた。

## 3. 研究の方法

### (1) アルビノ個体を活用した実験・観察プログラムの作成

体内の見える魚種として、メダカの透明鱗個体、ドジョウのアルビノであるヒドジョウ、およびアメリカザリガニのアルビノである白ザリガニを用いた動物の体内構造の観察のための部位、個体サイズ、観察方法等を検討し、小中学校で使用する観察ガイドを作成した。

### (2) 教員研修会における試行

小中学校教員を対象とした研修会を計5回開催し、アルビノ個体を活用した動物の体内構造の観察実習を行ない、受講者の様子や感想から、観察内容や観察方法について検討した。

### (3) 小学校におけるプログラムの試行

大学の近隣にある小学校3校で5年生を対象に、計12クラスでヒドジョウを用いた血液循環に関する観察を試行し、児童と取組や観察記録から、理解度や関心度について調べ、観察内容や観察方法について検討した。

### (4) アルビノ個体の増殖

アルビノ個体の教育現場での普及を図るために、メダカ、ヒドジョウ、およびアメリカザリガニの維持管理と繁殖を進めた。メダカについては透明度の高い個体の選別を重ねること、ドジョウについては、小規模飼育での繁殖法を確立すること、アメリカザリガニについては、小規模飼育による初期の共食いの軽減について検討した。

## 4. 研究成果

### (1) アルビノ個体を活用した実験・観察プログラムの作成

成長段階を追って体内の各部位を観察した結果、透明鱗メダカでは、脳は体長10mm以上になると徐々に黄色みをおびて輪郭が明瞭になり、実体顕微鏡で容易に観察できた。体長15mm以上になると肉眼でも脳がわかった。心臓は全てのサイズの個体で、静脈洞、心房、心室、動脈球の順に動く様子を観察できたが、体長が20mm以上になると腹部の反射色素が増加したために観察が困難であった。拍動は全てのサイズの個体でルーペによりみることができた。消化管は体長10mm以下であれば実体顕微鏡により観察できたが、それ以上大きくなると腹部の反射色素の増加により1本の管として識別することができなかった。浮き袋や骨格の様子は成魚でも観察できた。

ヒドジョウでは、脳、拍動ともに観察した全てのサイズの個体で実体顕微鏡により観察でき、体長 10mm 以上であればルーペでも観察できた。心臓は体長 25mm 以下では透明鱗メダカと同様に観察できた。消化器官はいずれのサイズの個体でも観察が困難であった。また、血流はいずれの魚種でも、調べた全てのサイズの個体で観察できた。これらの観察を小学生が行う上で役立つ「観察シート」を作成した。

#### (2) 教員研修会における試行

小中学校教員対象に「動物の体のつくり」をテーマとした研修を 3 回実施し、これらのアルビノ魚類を扱った。脳の形や心臓の拍動を実際にみたことははじめてという教師がほとんどであった。

チャック付袋の中で魚を観察しやすい向きにすることは多少の慣れが必要だが、ヒドジョウは 30 分以上、透明鱗メダカでも今回用いたサイズでは 10 分以上は活発な状態であり、観察者のほとんどがみることができた。アンケート調査した結果、8~9 割の教員がこれらの魚類を「授業で使ってみよう」と回答をしていた。

#### (3) 小学校におけるプログラムの実施

作成した透明鱗メダカとヒドジョウを用いた観察を小学校の授業の中で実践し、児童の観察記録から教材生物としての有用性について検討した。透明鱗メダカについては、飼育観察の中で、通常メダカに比べて透明度が高いことから注意深く観察していた。特に、透明鱗メダカの体色は雄は白色で雌が黄色を帯びていることから、その違いや、鰓に気付く児童もいた。産卵後の胚も成長してから色素がなく透明度が高いために、各部を容易に観察できたことがスケッチに現れていた。

ヒドジョウについては血流の観察を二人一組で低倍率の顕微鏡観察を行なうと、顕微鏡操作に観察には時間がかかったが、その結果、ヒドジョウは学習の中での位置づけ明確であり、児童の関心の高さや扱いやすさから、教材生物としての価値が高いことが明らかになった。

ヒドジョウを用いた循環系について児童が理解を深めるための観察法の改善を行なった。循環系の観察には体長 3cm ほどのヒドジョウを用い、デジタル顕微鏡(商品名 Kena, Ken-A-Vision) をパソコンを介してテレビに接続し、普通教室でクラス全員が観察する形態をとった。この顕微鏡により、心臓の拍動から、尾鰭基部の血管を経て尾鰭先端の毛細血管を血液が流れる様子を容易に観察でき、児童は実物を通じて循環系について理解を深めることができた。

#### (4) アルビノ個体の増殖

教育現場でこれらの魚類の普及を進める

ために、直径 1m の屋外水槽 3 器で繁殖を行ったところ、透明鱗メダカは 1 シーズンで 1000 個体以上となった。これについては、大学に隣接する学区の小学校および附属小学校に提供した。また、透明鱗メダカの中から透明度の高い個体の分離を進め、さらに観察に適した個体を得るための選別を継続している。

ドジョウについては自然産卵の誘発はできなかつたため、通常的手法によるホルモン投与により受精卵を得て孵化後の仔魚を通常のドジョウと比較した。受精卵は透明でわずかに粘着性があり、水槽の底に固着していた。胚の段階では、マドジョウとヒドジョウの間で違いはなく、いずれも透明度が高く、特に体節の発達を明瞭に観察することができた。孵化までの時間は産卵後およそ 30 時間であった。このような短時間での発生により、森と稲葉(1991)はドジョウが発生教材として優れていると指摘している。

孵化直後の個体では、マドジョウでは色の薄い黒色素胞が染みのように散在していた。孵化後 2 日目では、外鰓が生じ、心臓から鰓に流れる血液の様子がみられた。特にヒドジョウではこの様子を明瞭にみることができ、鰓呼吸と血液循環を学習する上での新しい教材生物として適していると考えられる。マドジョウでは成長にしたがって黒色素胞の色が濃くなり、それにつれて体内の構造はみえにくくなった。ヒドジョウは 25mm までの稚魚であれば反射色素もほとんどなく、心臓の拍動を明瞭に観察することができた。

初期餌料としてワムシを与えることで成長したが、その後、アルテミア与えたところ、捕食するものの、その後死亡することが多かった。タマシジコ(タマシジコ)の幼体を与えることで死亡は減った。このことはすでにドジョウ生産では知られていることであるが、小規模で簡便に仔魚を成育するために、入手しやすい餌や、餌の培養を含めた繁殖の改善を進めている。

また、新たに透明鱗キンギョを入手し、繁殖個体までに成長した。現在 16 個体いるため、これについても現在繁殖の準備をしており、24 年度には稚魚を得て観察のためのプログラム作成を行い、新しい教材生物としての検討を進める計画である。

アメリカザリガニのアルビノ個体の繁殖についてはすでにこれまでも確立しているが、孵化後の稚ザリガニの段階では共食いによる個体数の減少が大きいことから、それを防ぐための検討を行なった。容器内にザリガニが付着するための基質面積を増やす目的でネットや毛糸の束の効果を調べた。20 のプラスチック容器に稚ザリガニ 30 個体を入れた実験群を 9 セット用意して生残率と成長を調べたところ、毛糸の束を投入した容器では

成長も早く、2ヶ月後の生存率は80%であった。これは基質を入れない場合やネットを入れた場合に比べて有意に高く、糸の束による効果が明らかとなった。この方法により、アルビノ個体を教育現場でも容易に繁殖することが可能になった。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

1. Begum, F., I., Nakatani, S. Tamotsu, T. Goto (2010) Reproductive characteristics of the albino morph of the crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda, Cambaridae). Crustaceana, 83: 169-178. 査読有

[学会発表] (計5件)

1. 後藤太郎・中泉久子・淀大我 透明鱗をもった魚種の教材化。日本理科教育学会 2011年8月7日山梨大学

2. Taichiro Goto, Tadashi Kawai Use of crayfish in elementary and secondary classes in Japan: with special reference to breeding and environment. NSTA, Global Conversations in Science Education Conference 2011年3月10日 San Francisco Marriott Marquis Hotel

3. 後藤太郎・中泉久子・淀大我 教材生物としての透明鱗魚種の検討。日本生物教育学会 2011年1月8日 埼玉大学

4. 後藤太郎・中泉久子・淀大我 透明鱗をもった魚種の教材化。日本理科教育学会 2010年8月7日 山梨大学

5. Begum, F., K. Kawamura, S. Tamotsu, T. Goto Reproduction and inheritance of the color variants of the crayfish *Procambarus clarkii*. 第 The Crustacean Society 2009年9月22日東京

[図書] (計4件)

1. 後藤太郎 (監訳) 「ワークブックで学ぶ生物学の基礎 改訂版」、オーム社、p. 295、(2011)

2. 後藤太郎 (監訳) 「ワークブックで学ぶ生物学の基礎」 オーム社、p. 295、(2010)

3. 後藤太郎 (2010) 「理科教育」ザリガニの生物学 (川井唯史、高畑雅一編) 北大出版、pp. 511-528、(2010)

4. 後藤太郎 (2010) 「ザリガニ」身近な動物を使った実験3 (鈴木範男編) 三共出版 pp. 69-81.

#### 6. 研究組織

#### (1) 研究代表者

後藤 太郎 (TAICHIROU GOTO)  
三重大学・教育学部・教授  
研究者番号：90183813

#### (2) 研究分担者

宗宮 弘明 (HIROAKI SOMIYA)  
名古屋大学・生命農学研究科・教授  
研究者番号：50147972

淀 太我 (TAIGA YODO)

三重大学・大学院生物資源学研究所  
・准教授  
研究者番号：00378324