

ゾウリムシの長期飼育と教材化についての一考察

A study on the long-term breeding of paramecium and the development of teaching materials on it

次世代教育学部教育経営学科

平松 茂

HIRAMATSU, Shigeru

Department of Educational Administration

Faculty of Education for Future Generations

キーワード：ゾウリムシ，感動，長期飼育，教材

Abstract : It has been 33 years since the author bred paramecium for the first time. During this time observation of paramecium has been introduced into science classes in junior high schools and seminars for teachers. Through the observation and drawing of real ones students and teachers have been impressed to learn that paramecium is actually living. The attention paid by students confirms that paramecium can be effective as a teaching material in the classroom. This research paper shows reliable and stable methods for long-term breeding that could be conducted by teachers unfamiliar with science. It also shows cases in which the paramecium was put into practical use and its potential in education.

Keywords : paramecium, impression, long-term breeding, teaching materials

I. はじめに

ゾウリムシ（写真1）の飼育を開始して33年を経過する。閉ざされた系での飼育は半年が寿命であると教わって昭和55年10月から飼育を開始した。約30年を経過した頃、その株にゾウリムシ以外の生物が異常に繁殖してゾウリムシの個体数が激減した。そこで、この株の飼育を中止した。現在の株は、平成22年度に岡山県総合教育センターから譲り受けたものである。

誰でもできる簡便な方法で長期飼育を可能にすることを旨とし、株をいくつかの容器に分けて管理し、不定期に、しかも、任意に容器間で交雑させると、群の老化が防げるのではないかと考えた。その結果、約30年間はこの飼育法で株の維持が可能であることを確認した。また、飼育中の数個の容器のどれかが常にゾウリムシが最高に繁殖した濃度の高い状態を作ることによって、いつでも教材として学習者に提供できる状況を保っている。本稿では、筆者の飼育法をまとめるとともに、これまでの実践を基に教材としての有効性を報告する。

II. 文献研究

ゾウリムシの研究には歴史があり、樋渡¹⁾によると、ゾウリムシは、以前は非常に広範囲に使われていた生物学の研究材料である。ゾウリムシには分裂限界（クローンの寿命）があることが知られており、ソネボーン限界と呼ばれている。ヒメゾウリムシでは200-350回分裂と考えられている。接合可能な成熟期に接合して分裂限界がリセットされると、また、クローンの寿命が延びる。

丸岡²⁾は高等学校での教材としてのゾウリムシについて、飼育法や実験法を詳細に報告している。この報告は、ネット上から入手可能である。鈴木他³⁾は、飼育法、多様な実験を報告しており、研究者、文献、インターネットサイトの紹介もある。針山他⁴⁾の、ゾウリムシの入手法と飼育法の報告も見られる。

以上の文献では滅菌水を使用し、バクテリアの餌として稲わらの煮出し汁、レタスジュース等を使用している。鈴木らの文献では、「きなこを利用する方法も知られている」とあるが、詳細な説明はない。いずれの飼育法も、単離操作を行い、ゾウリムシを純粋に培養する方法である。餌となるバクテリアも別途培養する。



写真1 細胞分裂中のゾウリムシ (左)

Ⅲ. 学習指導要領でのゾウリムシの位置づけ

1 学習指導要領での記述

以下、小学校学習指導要領解説理科編⁵⁾、中学校学習指導要領解説理科編⁶⁾から引用する。

(1) 小学校第5学年 「動物の誕生」

魚を育てたり人の発生についての資料を活用したりして、卵の変化の様子や水中の小さな生物を調べ、動物の発生や成長についての考えをもつことができるようにする。

ア 魚には雌雄があり、生まれた卵は日がたつにつれて中の様子に変化してかえること。

イ 魚は、水中の小さな生物を食べ物にして生きていること。

ウ 人は、母体内で成長して生まれること。

「動物の誕生」でイの項目に、メダカの食物としてゾウリムシが位置づけられる。

(2) 小学校第6学年 「生物と環境」

動物や植物の生活を観察したり、資料を活用したりして調べ、生物と環境とのかかわりについての考えをもつことができるようにする。

ア 生物は、水及び空気を通して周囲の環境とかかわって生きていること。

イ 生物の間には、食う食われるという関係があること。

ゾウリムシと細菌は食う食われるという関係にあるといえるが、「生物と環境」のイの項目で、ゾウリムシは、特に位置づけられていない。

(3) 中学校第2分野 「生物の観察」

校庭や学校周辺の生物の観察を行い、いろいろな生物が様々な場所で生活していることを見出すとともに、観察器具の操作、観察記録の仕方などの技能を身に付け、生物の調べ方の基礎を習得すること。

「動物の生活と生物の変遷」

生物の体は細胞からできていることを観察を通して理解させる。また、動物などについての観察、実験を通して、動物の体のつくりと働きを理解させ、動物の生活と種類についての認識を深めるとともに、生物の変遷について理解させる。

「生物の観察」として身近な校庭などの自然の中の生物を題材にした「生物と細胞」の学習で微生物が取り上げられる。顕微鏡の操作、スケッチの指導として微生物の活用が想定される。

2 小・中学校で使用する教科書での扱い

現行の教科書でゾウリムシが取り上げられているかどうかを見た。

(1) 小学校の教科書

東京書籍⁷⁾を見ると、メダカの餌として微生物が図版で取り上げられているが、数種の微生物の一つとしてゾウリムシの顕微鏡写真が2～3cm大で掲載されている。啓林館⁸⁾では、「魚が食べるもの」の単元で、メダカが食べる小さな生物10種類が2～3cm大の写真で紹介される中の一つにゾウリムシがある。次のページでは、メダカの日や口が見える図と比較させて、ゾウリムシ、ミジンコ、メダカの卵の写真の紹介がある。この図には、「…メダカはミジンコを食べ、ミジンコはゾウリムシを食べて育つ。一方、…」との記述が添えられている。

(2) 中学校の教科書

東京書籍⁹⁾を見ると、水中の小さな生物の観察で微生物が取り上げられ、顕微鏡の操作法の指導に関連させてある。しかし、淡水の微生物7種が取り上げられているものの、ゾウリムシの記述は見当たらない。

啓林館¹⁰⁾では、「水の中の小さな生物を調べよう」という単元で、水の中のくいや石、水草の表面などについているものや水から微生物を採集する方法が紹介されている。11種の微生物の写真が図鑑の形で紹介されており、その一つとしてゾウリムシが取り上げられている。各微生物には縮尺が付してあり、およその大きさが分かる。これを利用すると、図版のゾウリムシ

から大きさが約0.2mmであることが読み取れるようになっていいる。写真は鮮明で、内部のつくりが見える。

IV. 飼育の動機と飼育法

1 動機

筆者は、昭和54年度の後期に岡山県教育センターでの長期研修の機会を得た。師事した中学校理科担当の光畑之彦先生が、私にゾウリムシの飼育を勧めてくれた。研修1週目に私の理科観を見抜いてか、「ゾウリムシ一匹飼えない者は、理科の指導はできない」という意味の言葉をいただいた。また、「半年後にはビーカー中のゾウリムシは絶滅するので、研修が終わるまで付き合ってみないか」と言われた。この言葉を聞いて一念発起して、先生が飼育中の1,000mlのビーカーからゾウリムシを分けていただいたのが飼育のきっかけである。師事した光畑先生は、同一ビーカーで飼育した場合の分裂限界を、経験的に約半年であると考えていたことになる。

2 交雑という飼育の工夫

光畑先生は、以前からゾウリムシを飼育しており、ゾウリムシの飼育や行動、性質等について研究しておられたので、折に触れ飼育のコツをご教示いただいた。水替えの時期や方法、株の継ぎ方、観察法等々であった。しかし、一つだけ先生に教わらなかったことがある。それは、一つのビーカーで飼育するのではなく、いくつかのビーカーに分けて飼育し、水替えのタイミングなどを利用して、容器間でゾウリムシの液を混ぜて交雑を試みたことである。これにより、株が老化して分裂の能力が弱まるのを防ごうと考えた。この仮説は的中し、約30年間はこの方法での飼育が可能であった。本飼育法による長期飼育に関する記述は、文献上筆者の知る限りほとんどない。約30年経過した頃、ゾウリムシの個体数が激減した。詳細な理由は不明である。この方法で30年以上の飼育が可能なのかもしれない。

3 飼育法

筆者の経験的な飼育法は、前述の文献とは大きく異なり、簡便である。

用水路からゾウリムシが付着していると思われるオオカナダモを採集して、きなこと小麦粉を少量混ぜてそのまま飼育を開始する方法で入手したものである。稲わらの煮出し汁は使わず、滅菌水の代わりに水道水

を使っている。文献の純粋培養の報告とは異なり、いくつかの単細胞生物が共存している。飼育開始時に、こうした純粋培養の方法を十分承知していなかったことにもよるが、筆者としては、安心して長期飼育できる方法と考えている。また、実験室のように環境が整っているとは限らない小中学校の理科準備室での飼育には、むしろ簡便法が向いている。本法だと余り気を使うことなく長期間にわたりゾウリムシと付き合い続けることが可能である。純粋培養でなくても授業等での使用に問題はなく、時々別の生物も顕微鏡の視野に現れるので、むしろ指導が楽しく豊かになる。以下にこの方法を紹介する。

4 飼育法の詳細

(1) 採集場所

下水が流れ込み、水面に薄く白っぽい膜が張った状態の溝の水底付近にゾウリムシは棲む。水と泥を一緒に吸い上げて採取する。この水に、きなこと小麦粉(1:1)を少量混ぜておくと選択的にゾウリムシが繁殖する。ゾウリムシは、水草にくっついていることが多いので、あたりの水とオオカナダモと一緒に採取して、きなこと小麦粉を少量混ぜて暗所において、オオカナダモが腐食するのを待つとゾウリムシが増殖を始める。筆者が、光畑指導主事から譲り受けたのは、後者の方法による。

(2) 観察

容器内のゾウリムシの活動を観察するにはルーペがよい。慣れてくると肉眼でも観察可能となる。動きを観察するには双眼実体顕微鏡が、内部のつくりや体の細かい動きを観察するには顕微鏡がよい。

スケッチには、文具用の液体糊を使って粘りを持たせ、ゾウリムシの動きを緩慢にする方法が簡便で、確実である。図1のように、文具用糊で輪を作り、この中へ濃度を高くしたゾウリムシを水と一緒に落として

液体糊を爪楊枝で輪の形にする

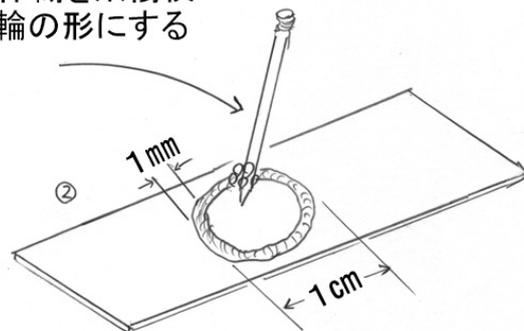


図1 糊を使ってプレパラートを作成

カバーガラスをかけて顕微鏡で観察する。15～20分で動きが緩慢になる。動きの遅いのを見つけたら視野の中央に移動させ、倍率を高くして観察、スケッチする。

(3) 飼育容器

ピーカーで、暗所に置いて飼育する。ガラスが薄くて均一なので観察しやすい。家庭で飼育するには、200mlの清酒のカップが入手しやすい。ガラスが肉厚で丈夫である。場所も取らない。児童・生徒に飼育を勧めるには清酒のカップが身近である。

(4) 水

文献では滅菌水を使うように記述されているが、水道水を直接加えての飼育が可能である。師事した指導主事の研究によると、水道水のカルキには十分耐えると聞いており、筆者も経験的に、汲み置き水を使わず、直接蛇口からの水道水をそのまま使っている。これまでこの方法で失敗したことはない。

(5) 分散飼育

「ゾウリムシは二分裂を繰り返して老化が進み、一定の分裂回数を経ると死に至る」³⁾とあるが、同じ容器内で飼育を継続すると半年ほどで繁殖能力が無くなり絶滅すると研修中に教わった。容器中のゾウリムシの個体の遺伝子が同じになり、接合による活性化ができなくなるからと聞いた。そこで数個から10個ぐらいの容器に分散しての飼育を試みた。時々、スポイトを使って容器間で不規則に交雑させる。

(6) 飼育場所

直射日光が当たると緑藻類が繁殖し、ゾウリムシが選択的に繁殖する環境でなくなる。家庭では風呂場の横などの暗い所が温度も落ち着いており、安定して飼育できる。学校では、水道水が利用しやすい流しの付近の陰や暗室などがよい。環太平洋大学では暗室を使っている。

暗室がない場合、段ボール箱に入れると光が強くないので安心である。軽くて持ち運びも便利である。筆者の自宅ではこの方法を取っている。雑巾を容器の間にに入れて仕切るとビンが倒れにくく、こぼれた水を吸い取る。

(7) 水替えのタイミング

水替え後数日で繁殖のピークを迎えるが、その後容器の下の方に集まるようになる。夏期であると、水替え後数日で繁殖のピークが訪れ、その後、次第に個体数が減る。冬期の活動はゆっくりで、水替えの間隔も長くてよい。

一日に1回または数日に1回程度スポイトで水を吸

い込んだり出したりして、容器内の水を攪拌すると水替えのタイミングは短くなるが、高濃度のゾウリムシ液が早く得られる。繁殖のピーク時には、写真2の左から2, 3本目のように遊泳するゾウリムシで容器全体が淡い白色になる。上から数ミリないし2, 3cmあたりの濃度が特に濃くなる。

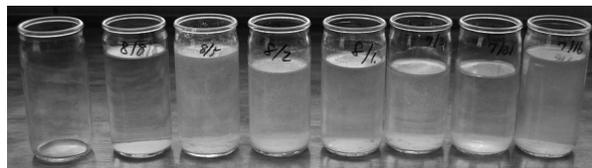


写真2 日数の経過と容器内の様子

写真2の右端のように容器内の水が薄黄色になり、底の沈殿物が増し、遊泳するゾウリムシが減少した頃を水替えのタイミングとしている。スポイトでゾウリムシの多くいる水を10ml前後吸い取って新しい容器に入れ、きなこ小麦粉1:1を少量加えて新しい水道水で満たす。

(8) えさ

ゾウリムシはバクテリアを食べるが、バクテリアのえさとして、きなこ小麦粉を1:1の割合で混ぜたものを、耳かき数杯程度を水に混ぜる。あらかじめ、きなこ小麦粉は準備し保存しておく。

〈えさの準備〉

きなこ小麦粉を同量ずつ鍋に入れる。弱火で温めながら、焦げないように混ぜ続ける。しばらくすると香ばしい香りがするようになり、粉全体が少し茶色みを帯びさらさらしてくる。そのまま常温まで冷やすとその間に余分の水分が蒸発する。急いで瓶詰めすると、湿気が残るので注意が必要である。よく洗浄して乾燥させたコーヒーの空きビンなどに入れておくと長期間の保存が可能である。

(9) 準備物その他

ビンの上部にはマジックインキ等で真反対の位置2箇所に日付を入れておくと水替えした日が分かり、水替えのタイミングの目安となる。スポイト、マジックインキ、ルーペは必需品である。そばに、文具用の液体糊、爪楊枝、スライドグラス、カバーガラス、顕微鏡、記録用紙などがあるとよい。バクテリアの餌であるきなこ小麦粉も近くにあるとよい。

V. 教材としてのゾウリムシ

1 中学校で理科の導入教材として

筆者は昭和55年度から岡山大学教育学部附属中学校に14年間勤務したが、第1学年の理科のオリエンテーションとしてゾウリムシを必ず取り上げた。光源装置つきの顕微鏡を生徒一人1台使用できる環境にあったことも幸いした。

(1) 指導の位置づけ

顕微鏡の操作法の習得、微生物の観察、スケッチの仕方、観察のポイントの把握、等々多くの指導内容を含む。しかし、何よりも、生命の不思議さ、生きていることの実感、理科の奥深さなどを、生徒たちに実感を伴って指導できるのが教材としての魅力である。中学校に入って間もない時期に、理科を好きにさせる好機である。

(2) ゾウリムシを活用した顕微鏡の指導

表1に、3～4時間扱いの指導の流れと指導のポイント等を紹介する。

(3) ゾウリムシを導入した意図

中学校入学直後、理科のオリエンテーションでは、理科室での学習態度、実験観察での器具の使用法と片付け方、観察結果の記録と発表の仕方などを確認し、徹底する必要がある。ゾウリムシの観察には、次に挙げるように、教師の指示を的確に聞き取り、理解して実習するなどの指導内容が含まれており、適切な教材であると考えられる。

- ・液体糊を使ったプレパラートを作成する。
- ・低倍率で全体の活動の様子を観察する。

- ・活動の様子を短い文で表現する。
- ・ゆっくり移動するゾウリムシを見つける。
- ・視野の中央にプレパラートを移動させる。
- ・レボルバーを操作して高倍率で観察する。
- ・実線を使って丁寧にスケッチする。

また、生命体としてゾウリムシにはたくさんの魅力がある。例えば次の通りである。

- ・泳ぎながら激しく動き回る。
- ・体が立体で、回転しながら移動する。
- ・前に行ったり後ろに行ったりする。
- ・何かにつかると移動の方向を変える。
- ・体の中に動く物がある。
- ・周期的に活動しているつくりがある。
- ・周りに小さい毛が生えている。

更に、採集法、飼育法、株の継ぎ方、分裂して増殖すること、群の老化と絶滅のこと等々、ゾウリムシにまつわる興味深い話ができる。

(4) 指導時の工夫など

指導に当たっては、ゾウリムシの生活、分裂の仕方などの話をするとき、スケッチ用紙の大きさの余白をノートに設けさせる。提出された全生徒分のスケッチは模造紙に貼って掲示する。スケッチは返却後、ノートの余白に貼りつける。筆者が指導した生徒のノートには約10cm大のゾウリムシのスケッチが残っている。

2 投げ込み教材としてのゾウリムシ

平成23年度、筆者は岡山市立岡北中学校の第1学年の生徒に対して、「微生物の観察」と「顕微鏡の操作法」を目的にゾウリムシを使って指導した。指導案を

表1 ゾウリムシを活用した顕微鏡の指導（3～4時間扱い）

時間	指導内容等	要点
第1時	顕微鏡の操作法：ツユクサの気孔の観察など、簡便にプレパラートを作成できる材料を使って、ピント合わせ、明るさの調節、スケッチの方法などを知る。	顕微鏡の操作 スケッチ 気孔の観察
第2時	ゾウリムシの観察1：飼育法、生息場所、細胞分裂の仕方、バクテリアの餌としてのきなこや小麦粉などの話の後、動きを遅くするために糊で処理したプレパラートを使って、顕微鏡の低倍率（40倍）でゾウリムシを観察する。	ゾウリムシの生態、 運動、捕食 生きている実感 特徴の記述と発表
第3時	ゾウリムシの観察2：糊で処理したプレパラート。低倍率で観察して動きが遅くなったゾウリムシを視野の中央で100倍の倍率で、じっくり観察する。運動の仕方、回転、構造、繊毛の動き、原形質流動などが中心となる。収縮胞の活動周期を秒単位で計測させる方法もある。	からだの構造 収縮胞の動き 収縮胞の活動周期
第4時	ゾウリムシの観察3：糊で処理したプレパラート。動きが遅くなったゾウリムシを見つけ、100倍もしくは、400倍の高倍率で観察して、スケッチ用紙に、10cm大の大きさを丁寧にスケッチする。	高倍率での観察 スケッチ
	核・食胞などの観察：時間的な余裕があれば、生きたまま核を染色しての観察とか、染色した酵母を食べさせて食胞のPHの変化を観察することもできる。	核の観察 食胞のPHの変化

表2に示す。

丁寧な指導すると時間不足となるので、実際の授業では、最低限必要な部分を中心とし、少し省略した指導案で指導した。写真3, 4に筆者の指導の様子を示す。

(2) 生徒の観察事項と感想

次に生徒の観察事項と感想を紹介する。

【活動に関するもの】

- ・活発でクルクル動いていた
- ・スイースイーと動いていた
- ・最初は速すぎてびっくりした
- ・逆向きに回ったりゆっくり回ったりしていた
- ・なんかドリルみたいに動いていた
- ・体をひねらせて泳いでいた
- ・ゾウリムシは先っぽから動いている
- ・まるで迷路に迷い込んでいるようだった
- ・形は縦長で細く、動き方は不規則だった
- ・ぶつかりあって衝突しているゾウリムシがいた

【体のつくりに関係するもの】

- ・繊毛は確認できた
- ・体の中が透明でスケッチしやすかった
- ・体は動いてなくても中身が動いていた
- ・本当にぞうりみたいな形をしていた
- ・周りにふじゃふじゃしたものが一杯あった
- ・まるいつぶつぶの様なものが見えた
- ・透明で体に気泡のようなものが見えた
- ・収縮しているのは確認できた
- ・星の丸の中心のところがくぼんだりしていた
- ・じっとしていると収縮胞は見えないが回転していると見ることができた
- ・小さいけれどいろんな構造をしていた

【生命の不思議さに関係するもの】

- ・すごく動いていたので生きている—という感じがした
- ・初めて見たので見えたときにびっくりした。
- ・あまりの小ささにびっくりした
- ・こんなに小さいのに生きているんだなー
- ・小さな微生物でも生きているのをみると生命って

表2 指導案「顕微鏡の操作法の指導とゾウリムシの観察」

学 習 活 動	教 師 の 指 導 ・ 支 援	備 考 ・ 準 備 物 ・ 評 価
1 本日のねらい「ゾウリムシの観察」を聞き、ゾウリムシに興味をもつ。	1 少し汚い溝などの水底や水中に棲んでいるゾウリムシの生活や捕食について説明し、興味を喚起する。	ゾウリムシは、きなこ小麦粉を使って培養しておく。
2 ゾウリムシの体のつくりと生活の仕方を聞く。	2 板書により体のつくりを説明する。 単細胞生物でありながら、他の動物と同様の働きの特徴がある不思議さを伝える。 捕食、消化、排泄、運動の仕方などを板書して説明する。	直前までに増殖させ、濃度を上げておく。 1m大のゾウリムシの模型を準備する。
3 教師の指示を聞きながら、顕微鏡の使い方を簡単に復習する。	3 次の各点を確認する。 ・低倍率から高倍率へ ・ピントの調節法。 ・光源のスイッチ、明るさ、絞りの調節	【顕微鏡の準備】 充電、絞り、倍率、粗動ねじのゆるみ等を点検する。
4 液体糊を使って動きを遅くする方法を聞く。 40倍で見やすいゾウリムシを探して視野の中央に移して、100倍でスケッチする。	4 動きが速い間は、40倍で動きを観察する。動きが遅くなったら、1匹を視野の中央に移動させ、100倍で観察する。 ※400倍は条件がよいときのみとする（今回は使用しない）。 ・分裂中のものが見えたら、他の班にも知らせと一緒に観察する。	【器具】ピンセット、スケッチ用紙、100mlのビーカー、液体糊、爪楊枝、カバーガラス、スライドガラス、濾紙、スポイド、駒込ピペット、スケッチ用紙
5 ゆっくり移動するゾウリムシを捕らえたら、1匹だけ、大きくスケッチする。	5 小さく書いてしまうことがあるので机間指導しながら注意を与える。 ・想像で書くのではなく、見えたことを見えたように実線で大きく書く。	
6 片づけの指示を聞く。	6 カバーガラス、スライドガラスの洗浄スポイドの洗浄方法を説明する。破損に留意させる。	・カバーガラスは濾紙に広げ、スライドガラスはバットの縁に立てる。
7 後片づけをし、まとめをする。時間があれば、感想を発表する。	7 驚いたこと、興味がわいたことなどの感想をプリントに書き込みながら、代表生徒数名に指名して発表させる。	

不思議だなと思った

- ・ゾウリムシは独特のつくりをしていて珍しい生き物だと思った
- ・ゾウリムシは目に見えないようなものだったけどそのしくみは凄いなーと思った
- ・透明感があって神秘的であった

【その他】

- ・ビーカーの中では点のように見えた
- ・色は緑と茶色が混ざっていた
- ・本や教科書で見るよりも、思った以上に小さいことがわかった
- ・途中から動きがすごく遅くなった（糊の効果）
- ・ゾウリムシが動くことが初めてわかった
- ・ゾウリムシも人間と同じはたらきをしていることがわかった
- ・たくさん動いていて見つけるのに苦労した
- ・探すのが大変だったけど、プレパラートを動かすようにするとよく見えた
- ・分裂しているゾウリムシを見ることができて貴重な体験ができた
- ・分裂中は2つの体が激しく動いている
- ・100倍でも小さく見えたので本当に小さいのだ
- ・すぐいなくなるので探すのが楽しかった



写真3 ゾウリムシの生活の説明



写真4 ゾウリムシの観察法を指導

- ・毛がどう動いてどうやって動いているのか気になった
- ・たった一滴の中にたくさんゾウリムシがいた
- ・思ったより動いていて動物なのだなと思った

(3) 授業を参観した理科の同僚教師の感想

- ・教師にとっては何回目かの授業であっても、生徒にとってはいつも「初めて」であることを忘れてはいけない。
- ・書いてある、知っているなどの知識止まりにさせず、体験させることが重要である。
- ・教師の見方が観察の方法となる。
- ・知識を持って考える生徒を育てている。
- ・授業には、意気込み、粘り強さ、生徒に共感する姿勢が必要である。
- ・見たい、気になるという感覚を呼び起こしている。
- ・全員が技能をつけるよう協力的な活動になっている。
- ・一つの教材でも切り方が違うと見え方もさまざまである。

(4) 指導を終えての指導者としての感想

生徒は、初めて出会うゾウリムシに強い興味関心を持って接する。見ることに総て発見の連続であり、見れば見るほど新しいことに気づく。また、見つけたことを隣の生徒に話したくなり、学習活動が更に深化拡充する。生徒は、教師が当たり前と思っていることにも驚き、発見に感動する。

ゾウリムシの観察は、たった1時間であっても多くのことを学習でき、価値ある時間にするのできる教材と考える。

3 教員の経験年数別研修（5年）講座での活用

5年研修では、自分の指導を振り返り、教材や指導法に新たな視点を付加することが大切である。ゾウリムシと長く付き合うことで学ぶことも多く、一つの教材の専門家となり、何時でも指導できるという自信が、他の内容の教材研究や日々の授業を豊かにすると考える。そこで、5年研修にゾウリムシを紹介し、生活、飼育法、観察の手法、スケッチ、写真撮影等々を実習し、教師として授業に向かう姿勢などを話した。

研修該当者、指導担当教諭の他、校内外の希望する理科教師3名も参加して研修が進んだ。実習中に分裂中のゾウリムシが該当者の顕微鏡の視野に見つかり、2匹に分かれる瞬間を参加者全員で確認でき大いに盛り上がった。平成22、23年度の2回を担当した。

4 教職志望学生への日常的な提示と観察

本学の学生に対して、研究室入口にゾウリムシの写真に添えて「観察しませんか 飼育しませんか」と呼びかけてある。これを見て写真5のように時々学生が観察に訪れる。5分から10分程度で観察を終了することが多いが、中にはしばらく観察しながら、いろいろ質問して帰る者もいる。理科の面白さと、一つのことを継続する意義を話す活動を継続したい。



写真5 ゾウリムシを観察する学生

5 通信教育課程の学生に対するスクーリング授業での活用

平成24年度の通信教育課程の本学学生に対する夏季スクーリングの授業で取り上げた。飼育、観察法の説明後、授業形式で観察と発表の場を設け、板書により意見を集約した。学生には新鮮で、興味深かったとの感想を得た。観察後は、スケッチを模造紙に貼って掲示物(写真6)とした。理科実験室に継続掲示している。なお、9名の参加学生のうちの1名は、ぜひ飼育したいとの希望でゾウリムシを持ち帰った。

以下は学生の感想である。

- ・あんなに活動的だとは思わなかった。
- ・観察方法がとてもおもしろかった。

6 教員免許状更新講習での活用

平成24年度夏季の本学で実施された教員免許状更新講習でゾウリムシの観察を取り上げた。近頃、理科が苦手な教師がいるとか、理科嫌いの児童が増えるようになったと聞くなか、生きている生物としてのゾウリムシに出会って欲しいと考えた。説明後、観察が始まると各班の先生方は総立ちとなり、やや興奮気味の状況が続いた。30分を経過した頃、少し落ち着くよう指示してやっと着席するようになったが、初めて出会う

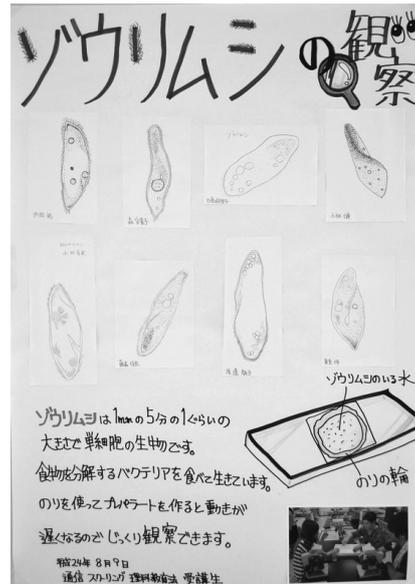


写真6 スケッチの掲示(学生)

感動は大きかったようである。顕微鏡下で盛んに泳ぎ回るゾウリムシを写真7に示す。以下に講習に参加した教師の感想を紹介する。

- ・ゾウリムシのからだや動きの美しさに感動しました。
- ・すばしっこいことに本当にびっくりした。あんなにきれいな色で、くるくる回転する姿は美しかったです。
- ・とってもきれいで面白かったです。わくわくしました。
- ・生きているんだなと実感しました。見ていて飽きなかったです。
- ・単純ななかに生きる総てのものがギュッと詰まっていた無駄がない。子どもたちにも見せたい。
- ・一つのことを継続し、それが授業に使えるやり方で飼育していることに感銘を受けました。
- ・ゾウリムシがペットボトルみたいな形をしているのは衝撃でした。
- ・改めて本物を見るのが大切だと思いました。
- ・観察がとても勉強になりました。視野が広がりました。
- ・何度も見たいという気持ちになった。
- ・細かい仕組みがあり、実に究極的に単純化された生き物だということが分かった。

講義終了後、36名の受講者のうち数名がゾウリムシを持ち帰った。その内の3名の受講者は、飼育法を詳しく知りたいと申し出て話が弾み、筆者が準備していた飼育マニュアルを持ち帰った。夏休み明けに小学生たちが歓声を上げたことと考える。

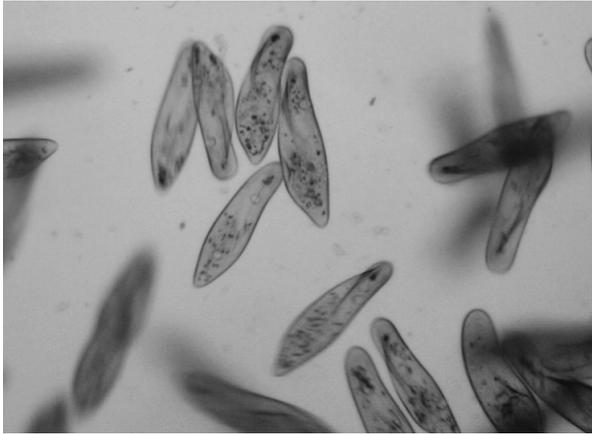


写真7 顕微鏡下のゾウリムシ

VI. 考察

筆者の飼育法は、文献に見られるような研究材料としての飼育法ではなく、日常的に普通の教師が気軽にゾウリムシと付き合う方法である。以下に、本研究の成果をまとめる。

1 実践を振り返って

(1) 飼育法について

きなこと小麦粉の混合物を少量加えながら水替えをして、時々容器間で交雑すれば長期にわたって飼育可能である。観察の2、3日前にやや多めにきなこと小麦粉を加え、ゾウリムシが濃い部分を集めるように管理すると相当高濃度の観察材料となる。

(2) 教材としてのゾウリムシ

ゾウリムシの観察を授業に取り入れることは次の通り、いくつかのキーワードで示す価値があると考えられる。

① 驚き

声を出さずにいられない感動を呼ぶ。動いているゾウリムシを初めて見た衝撃と感想は、小学生、中学生、大学生、教師ともに同様であり、大変興味深い。

② 生命

ゾウリムシの生きている状況が顕微鏡の視野の中に展開される。生きている姿を目の当たりにして大きな感動を覚え、原形質流動や収縮胞の動きの観察によりゾウリムシの体の中で営まれている生命活動を実感できる。

③ 草履からペットボトルへ

ほとんどの観察者は、顕微鏡を覗くまで、ゾウリムシを真っ平らな生物であると誤解している。顕微鏡で観察を続けるうちに、平面から立体に、そしてその形

は草履というよりペットボトル様の円筒形をしており、回転しながら移動する生物であることを自ら認識する。

2 理科教育の本質に迫る指導法

理科教育の目標として、小学校学習指導要領、中学校学習指導要領に同様のものが示されているが、例えば小学校学習指導要領解説理科編には、「理科の目標」に、「自然に親しみ、見通しを持って観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う」とある。また、「理科の学習は、児童が自然に親しむことから始まる。(略)それは、児童が関心や意欲をもって対象とかかわることにより、自ら問題を見だし、以降の学習活動の基礎を構築することである」、「意欲的な観察、実験の活動を行うことにより、その結果においても自らの活動の結果としての認識をもつことになる」とある。

観察については、「観察は、実際の時間、空間の中で具体的な自然の存在や変化をとらえることである。視点を明確にもち、周辺状況に意識を払いつつ、その様相を自らの諸感覚を通してとらえようとする活動である」とある。

「自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図ること」では、「『実感を伴った』とは、具体的な体験を通して形づくられる理解である。児童が自らの諸感覚を働かせて、観察、実験などの具体的な体験を通して自然の事物・現象について調べることにより、実感を伴った理解を図ることができる」とある。

現在の児童生徒の置かれている状況は、多忙な学校生活、溢れる情報に象徴される。学習内容が増加する一方、学習者である児童生徒は、理科に対する興味関心が低下していると言われている。そうしたなか、振り返ってみると、ともすれば理科の授業が単なる知識の説明になったり、知識理解の促進のための時間になったりしたことを否めない。また、実験が教師の説明の確認になったり、観察が教科書の解説の振り返りであったりすることもあった。しかし、本来の理科教育を考えたとき、こうした表面的な学習では不十分であることは明白である。

この論文では、次の2点について述べた。

(1) ゾウリムシの飼育

ゾウリムシの飼育を普通の理科の教師が行っている。特に、30年にわたり死滅させることなく飼育し続

けていること。長期間飼育することによってさまざまな知見を得ており、その知見を持った教師による指導が展開されていることがある。飼育に関する驚き、共感、実感がある。とともに、その飼育法が簡便であり、家庭で児童生徒でも実践できる方法である。飼育を継続している教師が目の前にいて、教師が実際に体験したことを直接聞きながら観察を経験できる利点がある。このことによって学習者に新鮮な驚きが生じる。

(2) 観察体験

ゾウリムシの観察は、諸感覚をもって実感を伴いながら学習が進む。見つけた事実をさらに深めたり、隣の学習者の観察と比較して新たな発見につながったりする活動である。見つけたことを言葉で表現して伝え合ったり、スケッチで表現したりする活動も含まれる。理科の面白さを直接児童自らが感じ、ゾウリムシが生きていることを実感しながら確信し、生命の不思議さを自分の目で確かめて身に付ける活動である。前述の学習指導要領解説に見られた「具体的な体験を通して」、「実感を伴って」、「自らの諸感覚を働かせて」というキーワードを具現化できる教材であると言える。その成果の一端は、実践事例中の生徒の感想として示したとおりである。

簡便で、単純な観察でありながら、理科の学習が何であるかを短時間に身をもって体験できる教材である。そして、ゾウリムシの観察を取り上げる学習活動では、副次的に用具の操作法や学習規律を指導できる。

本論文では、(1)、(2)を実現することによって理科教育の本質に迫るための一方法を示した。ゾウリムシに限らず他の教材についても、同様な教材があるはずである。本研究を契機に、新たな視点での教材開発を試みていきたい。

VII. おわりに

教師にはアイデンティティが必要であると鈴木敏恵先生¹¹⁾から言われた。爾来、筆者は自己紹介の折、必ずゾウリムシを飼育していることに触れるようにしている。余り耳にしない紹介に注目され、よく覚えていただける。中学校に勤務していたときにも「ゾウリムシの先生」と言われていた。理科の先生方はぜひ、生徒に熱く語れる何かを持って欲しいと願う。

なお、末尾ながら本研究を進めるに当たり、筆者が今日までゾウリムシを継続飼育するきっかけを与えていただき、理科の教師として大切にしなければならな

いことを分かり易くご教示いただいた、光畑之彦先生に心からお礼申し上げます。また、これまで多くの方々にご指導ご協力いただいたことに謝意を表します。

文献

- 1) 樋渡宏一編, 「ゾウリムシの遺伝学」, 東北大学出版会, 1999. 9.
- 2) 丸岡禎, 「教材としての原生動物(2)」-ゾウリムシ I -, Jpn, J, Protozool. Vol. 37. No. 1, 2004
- 3) 鈴木範男編「身近な動物を使った実験 3」, 三共出版, 2009. 9.
- 4) 針山孝彦他, 「研究者が教える動物飼育」, 共立出版, 2012. 5.
- 5) 文部科学省, 「学習指導要領解説小学校理科編」, 2008
- 6) 文部科学省, 「学習指導要領解説中学校理科編」, 2008
- 7) 東京書籍, 「新しい理科 6」, 2010
- 8) 啓林館, 「Science わくわく理科 5」, 2010
- 9) 東京書籍, 「新しい科学 1年」, 2011
- 10) 啓林館, 「未来へひろがるサイエンス 1」, 2011
- 11) 鈴木敏恵他, 「ネットデイで学校革命」, 学事出版, 2000. 2.