

ミミズを用いた環境教育教材の開発

—中学校理科第2分野での活用を目指して—

福井 智紀*・相良 華世**・岡本 弥彦*
麻布大学* 横浜女子短期大学**

Development of Teaching Materials for Environmental Education on Earthworms:
Toward using in the lower secondary school science (second field)

Tomonori FUKUI*, Kayo SAGARA** and Yasuhiko OKAMOTO*
Azabu University*
Yokohama Women's Junior College**
(受理日2006年8月7日)

はじめに

「総合的な学習の時間」が設置されたことは、中学校における環境教育の推進に、大きく貢献したと思われる。その一方で、理科や社会科のような既存教科が、環境教育を「余計なもの・雑なもの」として排除して、自然科学や社会科学そのものの教育に閉じこもってしまうことも危惧されている(鶴岡 2002)。理科などの教科における環境教育教材の開発の重要性は、「総合的な学習の時間」の設置によって、むしろ増しているとさえ言える。

教科の中で環境教育を実施する際には、教科の目的・目標を無視して環境教育を行うのではなく、環境教育を行うことによって、児童・生徒の学習意欲を高めたり理解を深めたりすることによって、教科の目的・目標の達成にも貢献することが望ましい。そこで、理科の中で実施でき、しかも理科の学習内容に関連づけながら実施可能な、環境教育教材の開発を試みた。具体的には、中学校理科(第2分野)で取扱われる7項目のうちの4項目と関連づけながら、身近な生物である「ミミズ(シマミミズ)」を素材として、各1~2時間程度で実施可能な環境教育・理科教育教材を開発し、それらをまとめて冊子化した。さらに、冊子と併せて

活用するため、ミミズを容易に飼育・観察できるような、飼育・観察箱を作成した。作成に当たっては、従来型のものを参考にしつつ、若干の改良を試みた。

1. 教材開発の手順

- ① ミミズに関する国内外の文献を収集し、ミミズに関する科学的および教育的知見を整理した。なお、教材作成に当たって参照・引用した文献を、文末の文献一覧に示しておく。
- ② 現行の「中学校学習指導要領」および「中学校学習指導要領解説：理科編」、さらに中学校理科教科書(第2分野)を分析し、どのようにミミズを取扱えばよいかを検討した上で、教材開発の視点を決定した。
- ③ 上記①および②に基づき、冊子教材を作成した。
- ④ 冊子と併せて活用するため、ミミズの飼育・観察箱を作成した。その際、従来の観察箱や飼育箱を比較・検討し、教材化に適した改良を施した。
- ⑤ 教材の活用方法を検討し、活用のモデルプランを作成した。

2. 教材 (1):

冊子教材「ミミズで学ぶ中学校理科第2分野」

冊子教材は、A5版型でカラーの文字・図・写真を含み、計約70ページのものとなった。作成した教材の概観を写真1に示す。また、今回開発した冊子教材と、中学校理科第2分野の学習内容との対応について、表に示す。



写真1 作成した冊子教材

表 冊子教材の全体構成と
中学校理科第2分野との対応

中学校理科第2分野	開発教材の項目名
(1) 植物の生活と種類	1 植物の育つ環境 (1時間配当) 第一時: ミミズのいる土、いない土
(2) 大地の変化	
(3) 動物の生活と種類	2 無脊椎動物 (2時間配当) 第二時: 無脊椎動物の仲間 第三時: ミミズの体のづくり
(4) 天気とその変化	
(5) 生物の細胞と生殖	3 ミミズの生殖 (1時間配当) 第四時: ミミズの殖え方
(6) 地球と宇宙	
(7) 自然と人間	4 ミミズと人間 (2時間配当) 第五時: 環境問題 (生ごみの現状) 第六時: ミミズと人間

次に、冊子教材の各項目について、ねらいや学習内容を簡潔に述べたい。

(1) 植物の育つ環境 (1時間配当)

「第一時: ミミズのいる土、いない土」

ここでは、ミミズが生息する土とそうではない

土との違いを考えさせながら、植物が生長する条件について学習させる。ミミズ飼育・観察箱も活用し、ミミズの生活の様子を生徒に確認させる。時間が許せば、実際に生長に差がでるかどうかにして検証実験ができるよう、実験手順の解説も教材中に添付した。さらに、以後ミミズについて継続的に興味・関心を持たせるため、観察日記を記入できるページも用意した。

(2) 無脊椎動物 (2時間配当)

「第二時: 無脊椎動物の仲間」

無脊椎動物について学習する中で、ミミズについても取り上げる。通常の理科の学習として「脊椎動物」について学んだ後(あるいは学ぶ前)に、併せて取り上げることを想定している。ここでは、資料を使いながら、無脊椎動物の仲間わけに挑戦する。生徒が見たことがある無脊椎動物を例にあげ、無脊椎動物は非常に身近であること、また多様な種類がいることを実感させる。

「第三時: ミミズの体のづくり」

前時から発展して、ミミズの体のづくりについて取り上げる。ただし、ミミズに対して嫌悪感を示す生徒もいるかもしれない。そこで、まずは楽しく導入できるよう、クイズ形式の資料を用意した。時間が許せば、ミミズ飼育・観察箱で飼育しているミミズを用いて、解剖などを通じて実物を観察させたい。

(3) ミミズの生殖 (1時間配当)

「第四時: ミミズの殖え方」

ここでは、生物の細胞と生殖についての学習の前後に、ミミズの生殖について詳しく取り上げる。ミミズは雌雄同体であるが、有性生殖を行うという意味で、生徒の目を引くユニークな存在である。学習によって、生物の生殖が様々であることや、そのしくみの不思議さについて実感させたい。また、写真などの間接資料だけではなく、ミミズ飼育・観察箱から実際に卵や幼生を取り出して、観察させることが望ましい。実体顕微鏡があれば良いが、肉眼やルーペでも十分に観察可能である。なお、ミミズは普通に飼育していれば、どんどん産卵・孵化する。観察・飼育箱内の土を少し掘り返せば、特に白色の幼生は容易に多数見つかるだ

ろう。例えば写真2は、今回作成した飼育・観察箱内にいた幼生で、成虫が暗褐色なのに対してきれいな白色をしている。

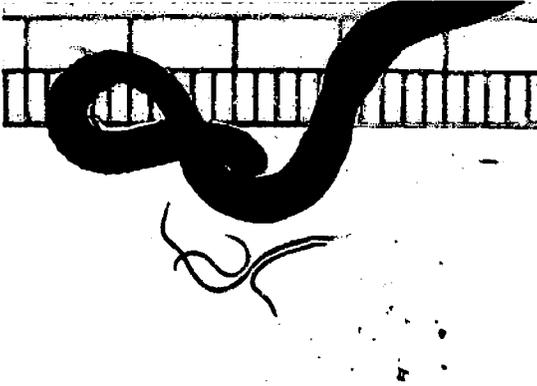


写真2 ミミズ(シマミミズ)の成体と幼生

(4) ミミズと人間(2時間配当)

これまでは、基本的には中学校理科第2分野の目的・目標や学習内容に沿ったかたちで、ミミズについて取り上げてきた。中学校理科第2分野では最後に「(7) 自然と人間」という項目があり、ここでは以上の内容よりさらに環境教育的な取り組みを行うことが可能である。

「第五時：環境問題(生ごみの現状)」

事前に生徒に生ごみに対する意識調査を行い、自宅でできる生ごみの量や、処理の仕方を質問しておく。ここではミミズについての学習はほとんどないが、生ごみのリサイクルの必要性について気づかせ、次時の学習につなげる。

「第六時：ミミズと人間」

生ごみのリサイクルの方法のひとつとして「堆肥化」があり、その具体的な例として「ミミズコンポスト」というものがあることを教える。今回作成したミミズ飼育・観察箱に果実の皮などの生ごみを埋めておくことで、ミミズ(とそれ以外の土壌生物)が有機物を分解し、生ごみを土に戻すはたらきがあることが理解できる。

3. 教材(2)：ミミズ飼育・観察箱

ミミズの飼育・観察箱は、これまでにも作成例があるし、すでに市販品も作成されている。例え

ば、理科教育教材を販売している中村理科機器のカタログを見ても、「ミミハウス」というシマミミズ飼育・観察箱が掲載されている(ミミズ別売で13,500円)。これらに大きな問題点があるわけではないが、以下に述べるような工夫をすることで、教材としての利便性・有用性がさらに高まると判断したため、自作の飼育・観察箱を作成することにした。なお、作成に当たっては、エコクラブ「ブルーアース」による観察箱を、特に参考にした(グローバル・スクール・プロジェクト 2003: 80)。また、材料には、ホームセンターなどで容易にかつ安価で入手できるものを用いた。

作成した飼育・観察箱を、写真3に示す。



写真3 作成したミミズ飼育・観察箱

この飼育・観察箱の特徴について、簡単に述べたい。

まず、両面をアクリル板にするのではなく、一方を木材、もう一方をアクリル板とした。それを2つ作り、向かい合わせて蝶番でとめた。このとき、合わせ面のみがアクリル板となるようにした。こうすることによって、遮光布をかけたりしなくとも、箱を閉じておくだけで箱内は暗い状態に保たれる。さらに、観察時に一気に開くことによって、生徒に対する視覚的効果も期待できる。

また、向かい合わせる2つの飼育部分のサイズを変えた。すなわち、ミミズのストレス緩和のため、一方は幅にゆとりを持たせたものにした。もう一方は、土を掘り返さずとも横からの観察が容易になるよう、幅を狭くしたものにした。幅を狭くすることによって観察を容易にできること、しかしその場合にはミミズへのストレスが大きいと

いうことに関しては、先述の「ブルーアース」による観察箱から学んだ。そこで今回は、このように2つを向かい合わせる方法を考案したのである。

サイズについては、据え置き型の大きな容器で、かつ大量の土壌の中で飼育する方が、ミミズにとっては当然好ましいはずである。しかし、教材としての活用を考えた場合には、教室への運搬・移動が容易な方が望ましい。そこで、適度に小さいサイズにし、さらに底にキャスターをつけた（写真4）。キャスターを付けたことは、運搬・移動を容易にただけでなく、箱の開閉をスムーズにすることに繋がった。

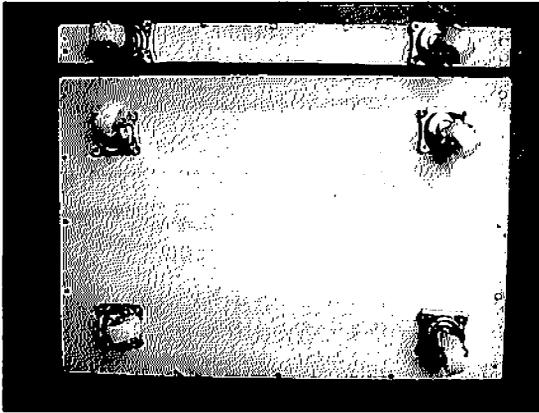


写真4 ミミズ飼育・観察箱の底面

最後に、取り外し可能な蓋を作った。これにより、箱内の適度な湿度が保たれるとともに、異臭や小さな虫の発生を最小限に抑えた。

4. 本教材の意義と課題

(1) 環境教育教材として

本教材を用いることで、理科という既存の教科の中でも、教科および第2分野の目的・目標の達成を損なわずに環境教育実践を行うことができるだろう。ミミズという身近な生物についての科学的理解を深めることをきっかけに、自然環境への関心・意欲が高まることも期待される。また、本教材を理科以外の教科（技術家庭科・社会科等）や「総合的な学習の時間」で活用することも可能である。ただ、今回はあくまで中学校理科第2分

野での活用を第一に考え、理科の既存の学習内容との整合性を重視しつつ教材開発を行った。そのため、環境教育としての視点がまだ不十分なものとなっている。自然環境・生態系におけるミミズなどの土壌生物の重要性や、生ごみの堆肥化の問題については、もっと詳しく取り上げられるかもしれない。さらに、ミミズの生息環境が減少していることや、身近な地域のごみ問題に目を向けさせるような項目も、追加する必要があると考える。

(2) 理科教育教材として

近年の理科教育は、児童・生徒の「理科嫌い」「理科離れ」という、深刻な問題を抱えている。文部科学省も、平成14年度から「科学技術・理科大好きプラン」を推進するなど、様々な対策を打ち出している（文部科学省 ウェブ）。「理科嫌い」「理科離れ」を減らすことは、一朝一夕に叶うものではないかもしれない。しかし、理科で学んだことを身近な生活や日常経験と結びつけることは、そのための一助となるだろう。現行の中学校学習指導要領の改訂においても、改訂に当たっての基本的な考え方のひとつに「日常生活と関連付けた理解を図ること」があり、「これからの理科では授業で学習したことを日常生活と関連付けて扱うことにより、科学的な見方や考え方を育成することを重視して内容の改善を図った」と述べられているのである（文部科学省 1998/2004：7）。今回の開発教材を学ぶことによって、生徒は理科という教科で学習した内容が、身近な生物であるミミズの理解にもつながっていることを実感できるだろう。

ただし、ここまでは理科との整合性のみを強調してきたが、厳密に見れば齟齬もある。例えば、「動物の生活と種類」の中の「動物の仲間」における内容の取扱については、学習指導要領には「無脊椎動物については、その存在を指摘する程度にとどめること」と述べられている（文部省 1999：57）。ミミズは当然ながら無脊椎動物であり、「発展的な学習」などにおいて扱うのでない場合には、現行指導要領から逸脱してしまう怒れもある。

おわりに

教材の開発は、一般には、開発・試行・評価(Plan-Do-Assessment: PDA)を繰り返し行うことが必要である。また、試行と評価においては、今回開発した教材を用いることが生徒にどのような効果を及ぼすかや、その効果の環境教育的・理科教育的な意義についても、検討しなければならない。こうした大きな課題が未だ残されているものの、今回の教材開発は、中学校理科で目指されている「教科の学習内容と日常生活との統合」を具体化しつつ環境教育の実践を試みたものとして、一定の価値があるのではないかと考える。今後、本教材のさらなる改良・工夫を目指したい。

文 献

※本稿の参考・引用文献のほか、教材開発における参考・引用文献も併せて記す。

- 阿達直樹, ウェブ(最終確認06年7月29日), 教材としての走査型電子顕微鏡画像集, <http://www.asahi-net.or.jp/~qf7n-adc/>
- 秋永優子・泉陽子, 1997, 環境教育としての生ごみリサイクルを導入した調理実習・実験に関する研究: 受講生の意識および行動, 福岡教育大学紀要(第5分冊, 芸術・保健体育・家政科編), 46, 85-93.
- メアリー・アッペルホフ, 科学教育研究会監訳, 佐原みどり訳, 2003, だれでもできるミミズで生ごみリサイクル: ミミズに学ぶ環境学習, 合同出版, 東京(原書: Appelhof, M., 1997, "Worms Eat My Garbage", Flower Press, USA).
- Barrow, L. H., 2000, "Science Fair Projects Investigating Earthworms", Enslow Publishers, Inc., USA.
- チャールズ・ダーウィン, 渡辺弘之訳, 1994, ミミズと土, 平凡社, 東京(原書: Darwin, C., 1881, "The Formation of Vegetable Mould, Through The Action of Worms, With Observations on Their Habits").
- エコライフkyoto, 2002, どうする! 生ごみ,

- エコライフkyoto, 京都.
- グローバル・スクール・プロジェクト編, 2003, だれでもできる楽しいミミズの飼いかた: ミミズに学ぶ循環型社会, 合同出版, 東京.
- 林長閑, 1978(2005: 新装版), 科学のアルバム: クワガタムシ, あかね書房, 東京.
- 環境総合研究所編, 1993, 台所からの地球環境, ぎょうせい, 東京.
- 川上紳一ほか, 2002, ミミズコンポストを用いた環境教育・理科教育に関する総合学習の実践へ向けて, 岐阜大学教育学部研究報告(自然科学), 27(1), 41-47.
- Llewellyn, C. and Watts, B., 2000/2002 American ed., "Earthworms", Franklin Watts, A Division of Scholastic Inc., USA.
- 松久保晃作, 1999, フィールド・ガイド20: 海辺の生物, 小学館, 東京.
- 三浦あゆみほか, 1997, 家庭科における環境教育: 「ごみ」「水」の問題を扱った指導案の学校段階別比較, 家庭科教育, 71(6), 18-25.
- 皆越ようせい, 2004, ふしぎいっぱい写真絵本3: ミミズのふしぎ, ポプラ社, 東京.
- 文部科学省, 1998(2004改訂版), 中学校学習指導要領(平成10年12月), 国立印刷局, 東京.
- 文部科学省, ウェブ(最終確認06年7月29日), 科学技術・理科大好きプラン, http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/daisuki/main10_a4.htm
- 文部省, 1999, 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説: 理科編, 大日本図書, 東京.
- 中村方子, 1998, ヒトとミミズの生活誌, 吉川弘文館, 東京.
- 中村好男, 1998(2004: 第4版), ミミズと土と有機農業, 創森社, 東京.
- 新妻昭夫・杉田比呂美, 1996, ダーウィンのミミズの研究, 福音館書店, 東京.
- 奥谷喬司ほか, 1997, 日本動物大百科: 7 無脊椎動物, 平凡社, 東京.
- ビネー・ペイン, 佐原みどり訳, 2002, みんなでためすミミズコンポスト・マニュアル, 合同出版, 東京(原書: Payne, B., 1999, "The Worm

- Cafe: Mid-Scale Vermicomposting of Lunchroom Waste-A Manual for Schools", Small Businesses, and Community Groupes, Flower Press, USA).
- 佐波征機ほか, 2002, ヒトデガイドブック, ティービーエス・ブリタニカ, 東京.
- 佐藤有恒・橋本拾二, 1972 (2004:新装版), 科学のアルバム:セミの一生, あかね書房, 東京.
- 佐原みどり, 2000, 生ゴミを食べてもらうミミズ御殿の作り方:ミミズ・コンポスト完全マニュアル, ヴォイス, 東京.
- Schaefer, L. M., 2002, "Earthworms", Heinemann Library, USA.
- 霜田光一・日高敏隆ほか, 2004, 中学校理科2分野上, 学校図書, 東京.
- 丹下博文編, 2003, 地球環境辞典, 中央経済社, 東京.
- 谷本雄治, 2001, ミミズが鳴くってほんとう?, アリス館, 東京.
- 谷本雄治, 2004, ミミズ博士と生きている土:地球にやさしいミミズパワーの話, 併成社, 東京.
- 東京二十三区清掃協議会, 2005, 23区清掃トリサイクル2005, 東京二十三区清掃協議会, 東京.
- 土屋光太郎ほか, 2002, イカ・タコガイドブック, ティービーエス・ブリタニカ, 東京.
- 鶴岡義彦, 2002, 総合的な学習の時代の環境教育, 理科の教育, 51(6), 4-8.
- 有機農産物普及・堆肥化推進協会編, 1999, だれでもできる生ごみ堆肥化大作戦, 合同出版, 東京.
- 有機農産物普及・堆肥化推進協会編, 2002, これでわかる生ごみ堆肥化Q&A:知っておきたい88の理論と実践, 合同出版, 東京.
- 渡辺弘之, 1983, ミミズの生活を調べよう, さえら書房, 東京.
- 渡辺弘之ほか, 2000, ミミズの有効利用とその技術 [POD版], サイエнтиスト社, 東京.
- 渡辺弘之, 2003, ミミズ:嫌われもの はたらきもの, 東海大学出版会, 神奈川.