

宮城教育大学

環境教育研究紀要

第9巻

宮城教育大学環境教育実践研究センター

2006

目 次

村松 隆・足立 徹・佐藤正明：官学連携による総合学習支援ネットワークモデルの形成－仙台湾南部海岸域における環境教育支援－	1
[Muramatsu, T., Adachi, T. and Sato, M. : Network Model for Integrated Study of School by Academic-Government Cooperation -Promoting the Environmental Education in the Sendai-South Coastal Area-]	
見上一幸・鶴川義弘・岡 正明・川村寿郎・桔梗佑子・小金澤孝昭・西城 潔・斉藤千映美・島野智之・平 真木夫・鳥山 敦・溝田浩二・村松 隆・安江正治・吉村敏之・渡邊孝男：宮城教育大学の学校環境教育総合支援システム“えるふえ”の設立と活動	9
[Mikami, K., Ugawa, Y., Oka, M., Kawamura, T., Kikyo, Y., Koganezawa, T., Saijo, K., Saito, C., Shimano, S., Taira, M., Toriyama, A., Mizota, K., Muramatsu, T., Yasue, M., Yoshimura, T. and Watanabe, T. : The Establishment and its Activity of the School Supporting System for Environmental Education "ELFE" in Miyagi University of Education]	
溝田浩二・遠藤洋次郎：チョウ類の生息調査からはじめるバタフライガーデンづくり－宮城教育大学における実践事例－	17
[Mizota, K. and Endo, Y. : A Butterfly Garden Construction based on the Investigation of Butterfly Fauna -A Case Study in Miyagi University of Education-]	
島野智之・菅原 崇：校庭の生物をもちいた環境教育の実践事例－宮城教育大学附属小学校でのフレンドシップ事業実践から－	
The practice of Environmental Education with Bugs in the Schoolyard Friendship Program:A Case Study on Students of MUE and Children of MUE attached Elementary School	27
[Shimano, S. and Sugawara, T. :]	
安江正治・橋本良仁：環境調和型エネルギーシステムへの課題と展望	37
[Yasue, M. and Hashimoto, Y. : Study on the Energy System for the Sustainable Society]	
棟方有宗・上嶋勇輝・田幡憲一：仙台産アカヒレタビラの人工増殖法の開発ならびに環境教育活動の実践－小型プラスチックチューブ、水槽、ため池による増殖法の検討－	41
[Munakata, A., Uwajima, Y. and Tabata, K. : Development of Artificial Growth Methods for <i>Acheilognathus tabira</i> subsp. R in Sendai and Practice of Environmental Education -Artificial Growth Methods by Use of Small Plastic Tubes, Aquarium Tanks and an Artificial Pond-]	
平吹喜彦・福田明子：「エグネのある暮らし」をみつめる体験型環境学習プログラムの開発 1. 地域特性と試行的な学習活動を重視した開発プロセス	51
[Hirabuki, Y. and Fukuda, A. : Farmstead Groves and Traditional Lifestyle. 1. Development Process of Two Environmental Educational Programs based on Local Area Characteristics and Field Trial Results]	
平吹喜彦・福田明子：「エグネのある暮らし」をみつめる体験型環境学習プログラムの開発 2. 持続可能な地域づくりに資する2つのプログラム	59
[Hirabuki, Y. and Fukuda, A. : Farmstead Groves and Traditional Lifestyle. 2. Two Environmental Educational Programs toward the Establishment of Sustainable Communities]	
大瀧 学・川村寿郎：川の流れとはたらきを知るための流水モデル実験器の再検討	67
[Otaki, M. and Kawamura, T. : Re-examination of the Stream Table to Understand the Flowing and Working along the River]	

長島康雄・千島拓朗・高田淑子：初等・中等教育における光害教材の導入に関する環境教育的検討 ……………	77
[Nagashima, Y., Chishima, T. and Takata, T. : Utilization of Teaching Aids of Light Pollution as Environmental Education in each School Stage]	
小金澤孝昭・ジャンチブ・エルデネ・ブルガン・佐々木 達：モンゴル・ウランバートル市のゲル集落の拡大 ……	87
[Koganezawa, T., Jantive Erdene Burugan and Sasaki, T. : Enlargement of Ger Settlement around Ulaanbaatar City in Mongolia]	
平成 18 年度 宮城教育大学 大学院・環境教育実践専修 修士論文要旨 ……………	95
平成 18 年度 環境教育実践研究センター年間活動報告 ……………	102
投稿規定 ……………	111

官学連携による総合学習支援ネットワークモデルの形成 — 仙台湾南部海岸域における環境教育支援 —

村松 隆*・足立 徹**・佐藤正明**

Network Model for Integrated Study of School by Academic-Government Cooperation
- Promoting the Environmental Education in the Sendai-South Coastal Area-

Takashi MURAMATHU, Toru ADACHI and Masaaki SATO

要旨：仙台湾南部海岸域を小・中学校の総合学習・環境教育のフィールドとして活用する目的で、宮城教育大学と国土交通省仙台河川国道事務所が、地域の学校教員、教育委員会指導主事、学者および地域の住民からなる検討会を組織し、副読本の作成、Web サイトによる情報支援、および人的支援体制の構築を行った。

キーワード：官学連携、副読本、地域教育開発、人材バンク、仙台湾南部海岸

1. はじめに

地域の自然や暮らしを素材とした環境教育教材開発は、それらの素材の学際的意義、教育目的に応じた素材選定と配置、内容の質的加工、実践評価、新たな課題実践への導入など、様々な開発要素を含む。特に、地域の特性を評価することは、学習者の興味・関心を生み、新たな取り組みを誘発する上で重要である。著者は、環境教育教材開発の一環で、平成15年より国土交通省仙台河川国道事務所と共同で、仙台湾南部海岸域をフィールドとした総合学習支援事業を進めている。仙台河川国道事務所が保有する地域や自然に関する情報を、地域の小・中学校における総合学習・環境教育に役立てることを目的としたもので、これまで、教材資料の提供に加えて、実践指導、施設提供、地域の有識者による人的支援など、支援内容と方法を強化してきた。これは官学連携による地域教育開発のモデルとなるものである。ここでは、これまでの4年間の活動を総括し、仙台湾南部海岸域をフィールドとした総合学習・環境教育支援の進め方と今後の展望について述べる。

2. 総合学習支援体制

学校の総合学習（例えば総合的な学習の時間における環境教育）を支援するためには、学校周辺に適した学習フィールドを設けること、学校のカリキュラム計画にあわせて支援計画を立てることなど、教育実践のための条件整備と、生徒の学習進度にあわせた教材作成および教材の活用方法に関する検討を行う必要がある。

仙台湾南部海岸域をフィールドとした支援では、図1に示すように、海岸域の学校教員、教育委員会指導

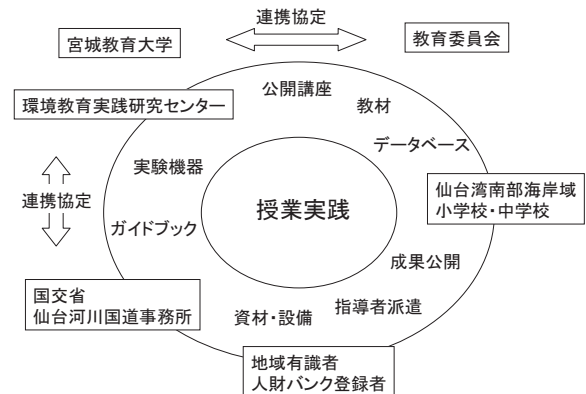


図1. 南部海岸域総合学習支援ネットワーク

*宮城教育大学附属環境教育実践研究センター，**国土交通省仙台河川国道事務所

主事、大学教員、地域有識者、および国土交通省関係者からなる検討会（平成15年、仙台湾南部海岸総合学習意見交換会として発足し、平成17年に仙台湾南部海岸総合学習情報交換会と改名）を設置し、各分野の専門家によって学校支援に関する意見交換を重ねてきた。具体的には、①仙台湾南部海岸域の小・中学校に対する教材支援（海岸学習用教材の提供、資材等の貸出）、②指導者派遣（大学教員、大学院生・事務所職員）、③人材支援（地域有識者によるフィールドでの実践支援）、④実践事例等の情報公開についての検討である。この検討会は、学校と地域住民による相互協力体制をつくり、地域と一体化した教育支援を効果的に実現する総合学習支援ネットワークを構成する母体組織である。

教育支援を円滑に実施する上で、学校と支援機関（宮城教育大学、仙台河川国道事務所）との間には、幾つかの留意すべきことがある。学校側から言えば、各種支援情報の入手先が見えること、学校で進めている授業内容に関する教材資料や外部協力者が容易に確保できること、特にフィールド学習においては生徒移動が容易に行えることなどがあげられる。一方、支援機関側では、学校の総合学習・環境教育の現状に即した教材支援情報、教育に活用できる施設・資材情報、フィールド実践に可能な指導補助・協力者情報を整理し、教育・学習を支援するための条件整備を必要とする。また、支援機能を発揮させるには、支援機関と学校との連絡調整に教育委員会の存在が不可欠であり、後述するように、学校に対する人材支援についての教育委員会の役割は重要である。

宮城県南の小・中学校教員への聞き取り調査（38名の学校教員を対象に平成18年7月実施）によれば、学校の総合学習・環境学習の取り組みの約半数は教材支援を要望している。その項目は、学校周辺の自然を扱ったフィールド調査法、体験学習に必要な実験観察法に関するものが多く、それに併せて人的・資材のサポートの要望も多い。教材情報の入手法については、中学校ではインターネットから入手する方法が多いが、小学校では電子媒体ではなく、むしろ冊子として入手を希望する場合が多い。教材等の配布と関連情報の提供に、学校現場に併せた方法を検討する必要がある。

る。

また、南部海岸域の小・中学校を対象としたアンケート調査（平成17年実施、小学校10校、中学校4校）では、総合的な学習の時間において、海岸域をフィールドとした取り組みは全体の約半数で、総合学習の実施に各種団体や個人への支援を求めた例は全体の約7割を占める。総合学習に人的サポートが必要であることを示している。

仙台湾南部海岸域をフィールドとした支援事業においては、以上に述べた学校に対する調査結果をもとに、フィールドの特徴と教育効果を考慮して、①支援教材としての副読本（生徒実践用と教師支援用の2種類）の作成、②フィールドに精通した地域有識者に人材確保、③教材の配布、実践事例の情報公開に関する検討を進めてきた。宮城教育大学は、教材開発と学際的支援（大学教員派遣）により地域教育開発（住民参加型の啓発的取り組み）の促進、および教員養成教育への活用場の開拓として、大学院学生の研修機会の設置に関する検討を進めた。また、仙台河川国道事務所は、フィールド教材開発、地域情報の探索、資材・設備の教育利用、協力者の確保についての検討を進めた。これら2機関での検討は、それぞれの実績と特徴を活かしたもので、官学連携による協力的な教育効果をもたらすものである。

3. 仙台湾南部海岸域総合学習支援

1) 副読本の作成

これまで、仙台湾南部海岸域をフィールドとする体系的な教材が不足していたことから、検討会では、小・中学校で活用できる海岸域を扱った副読本の内容について検討を進めた。副読本としては、生徒がフィールドで観察した内容を直接その場で書き込みできるような生徒実践用ガイドブックと、フィールドにおける指導上のポイントや留意点を記した教師用ガイド（解説資料）の2種類を作成することとした。これらのガイドブックの内容と構成については、予め海岸域の小・中学校（岩沼市：小学校3校、中学校4校、亘理町：小・中学校各2校、山元町：小学校5校、中学校2校）に対して、学校の総合学習・環境教育の取り組み状況、海岸域の教材化に対する期待、教育現場で必要とする

テーマや学習素材、環境教育を実施し継続する上での問題点・課題、環境教育にかける予算などの聞き取り調査を実施し、海岸域での取り組みが期待できる学習課題を選び、「遊ぶ・知る・発見」、「仕組みの理解・違いの比較」、「関係の理解・活用力育成」の観点から内容を検討し、副読本のメニュー（課題テーマ）を決めた。

さらに、フィールドでの実際の利用を想定して、副読本を閉じた冊子にまとめるのではなく、各課題テーマごとのガイドをファイル形式に綴じ、必要なテーマのガイドのみを小学生が“体験バック”に入れて持ち運びできるようにした。ガイドブックの大きさをA4サイズとし、素材に耐水紙を使用するなど、利用上の便宜もはかられている。作成した副読本は、「仙台湾南部海岸 環境ブック（単に“環境ブック”）」と命名し、検討会での内容の精査と小・中学校（中浜小学校、山下第二小学校、および荒浜中学校）での試行実践を経て完成させた。さらに、課題テーマごとに人的協力とその方法、体験学習に供する施設利用についても検討を加えた。現在の環境ブックは以下の課題テーマ構成になっている。

仙台湾南部海岸は全長約 60km の壮大なスケールをもったフィールドで、総合学習や環境教育に活用できる多くの学習素材が点在している。今後、海岸学習に役立つ新たな素材を探索し、これを環境ブックに反映させる予定である。図2に副読本の一部を示す。

----- 海岸ガイドの構成 -----

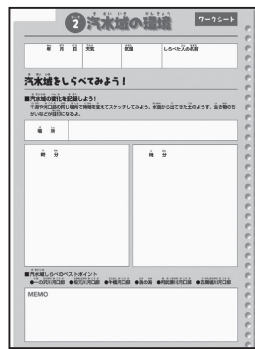
- 0 さあでかけよう
 - 1 潮の満ち引き
 - 2 汽水域の環境
 - 3 海水が塩辛いわけ
 - 4 海水から塩をつくる
 - 5 砂浜がなくなる
 - 6 砂浜を守る
 - 7 砂浜の生き物
 - 8 クロマツ林の役割
 - 9 クロマツ林を守ろう
 - 10 海岸の植物
 - 11 水の循環
 - 12 漂着物しらべ
 - 13 くらしと海のかかわり
 - 14 土の中の生き物
 - 15 鳴き砂（鳴り砂）
- 付録 仙台湾何部海岸環境マップ



生徒用（表紙）



課題テーマ2（表）



課題テーマ2（裏）



教師用（表紙）



課題テーマ2（表）

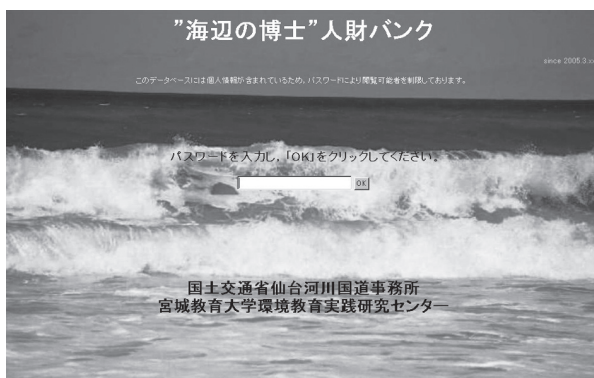


課題テーマ2（裏）

図2. 仙台湾南部海岸 環境ブック（副読本）
上段：生徒実践用ガイド
下段：教師用解説資料

2) 人材支援

海岸をテーマとした学習では、安全性が十分確保されたフィールドを活用することは言うまでもないが、海岸域が広域で多種類の課題テーマを扱うため、フィールドに精通した外部有識者の支援が必要となる。そこで、各課題テーマを支援できるフィールドに精通した協力者を選び、協力者の所属、連絡先、専門性、対応できる課題テーマ、対応可能な期間などの支援情報をデータベース化した“海辺の博士人財バンク”をつくり、これをインターネット上で配信することとした(図3)。協力者の選定については、仙台河川国道事務所が長年地域開発に携わってきた経験から、フィールド実践をサポートする人選は比較的容易に行われた。協力者情報は個人情報を含むため、データベースを広く公開するのではなく、教育委員会へ配信し(教育委員会に利用パスワードを提供)、教育委員会が窓口となり、学校からの要望に応じて協力者“海辺の博士”を紹介するという方法を採用した。学校現場では外部協力者への依頼を、各学校や教育委員会が独自に保有している人的情報を用いて行う場合が多く、人材の確保に多くの時間を費やすなど、授業計画に支障をきたす場合も見受けられる。人財バンクにより学校



“海辺の博士”と担当する学習テーマ (敬称略・おうえん)

海辺の博士 (専門分野)	1. 海の観察 と遊	2. 海水の 採取	3. 海水の 採取	4. 海水から 採取する 生物	5. 海水から 採取する 生物	6. 海水から 採取する 生物	7. 海水から 採取する 生物	8. 海水から 採取する 生物	9. 海水から 採取する 生物	10. 海水から 採取する 生物	11. 海水から 採取する 生物	12. 海水から 採取する 生物	13. 海水から 採取する 生物

↑ 海辺の博士名をクリックすると詳細情報がPDFファイルで表示されます。

図3. 仙台湾南部海岸総合学習支援のための人財バンク

における授業計画と実施が大幅に改善されたことになる。

地域有識者による学校教育貢献は、単に学校授業を効果的に進めることに役立つだけでなく、地域住民による地域全体としての教育参加の意識を生み、地域連携の活性化を導くものである。海岸をテーマとした総合学習の取り組みを高めていくためには、このような協力者による支援実績を“地域の共有の財産”として捉え、地域との情報交換を密に重ねていくことが必要である。

“海辺の博士”情報が追加・更新される度に、最新情報を岩沼市・亶理町・山元町の教育関係者間で共有できるように、専用 Web サイト上で閲覧・更新できるシステムの整備を進めた。人材情報の登録・情報更新は仙台河川国道事務所が行い、データベースは宮城教育大学(村松)が管理している。現在12名の協力者が人財バンクに登録され、学校での総合学習・環境教育支援に役立てられている(図4)。



図4. 人財バンク登録者による授業支援

上: 副読本課題テーマ「漂着物しらべ」

下: 副読本課題テーマ「クロマツ林を守ろう」

3) 情報支援

①副読本と実践事例の公開

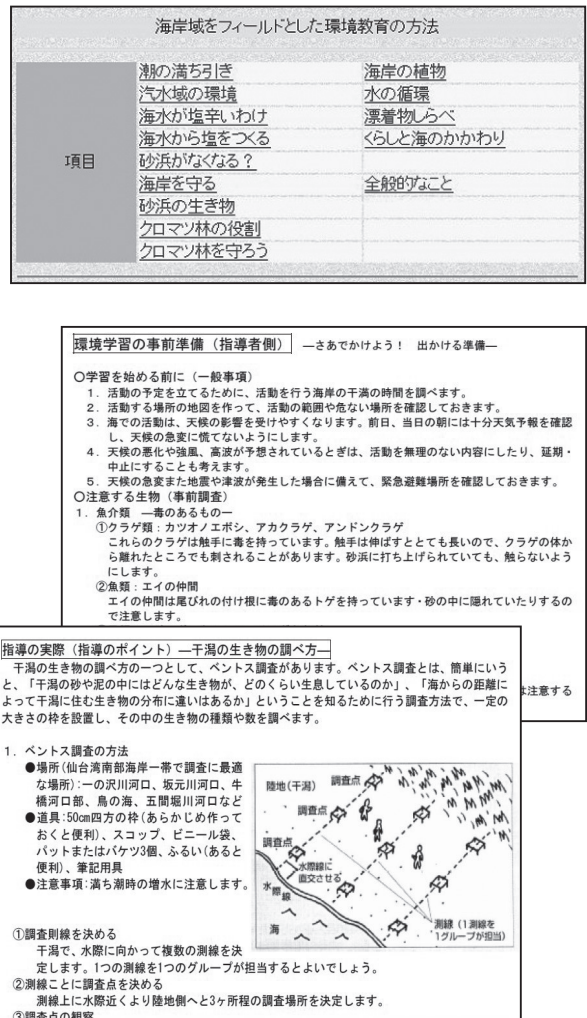
仙台湾南部海岸域をフィールドとした総合学習を促進するためには、副読本とそれを活用した実践事例を学校現場に広く公開することが必要である。特に、住民参加型の授業形態は、地域の教育モデルとして、学校だけでなく地域社会の保全活動の啓発に役立つものと考えられる。仙台河川国道事務所では、海岸の学習に関する関係情報をホームページ上に掲載し公開している。図5は仙台河川国道事務所が公開している海岸学習に関する関係ページである。このWebページでは、副読本を活用した事例の紹介、学習に関するQ and Aなど、教育に役立つ多くの情報が掲載され¹⁾、また最新の副読本をダウンロードすることができる。



図5. 国土交通省仙台河川国道事務所の総合学習関連ページ¹⁾

②環境教育実践事例データベースによる情報発信

副読本の作成過程では、内容と方法に関する改善が多く加えられた。この検討内容には、学校環境教育の進め方、企画と実施、地域住民や環境NPOとの協力関係の確立など、総合学習・環境教育を企画実施するのに必要な多くのノウハウが含まれている。これらの留意点情報を環境教育教員および環境教育協力に携わる多くの専門家へ発信することは、日本の環境教育分野の開発研究に大きく寄与すると考えられることから、著者は、副読本の内容から環境教育計画に有用な留意情報を環境教育実践事例データベースへ登録し、国内外の日本人教育者へ配信している²⁾。図6は環境教育実践事例データベースの登録情報の一部を示したものである。



環境学習の事前準備 (指導者側) —さあでかけよう! 出かける準備—

- 学習を始める前に (一般事項)
- 活動の予定を立てるために、活動を行う海岸の干潟の時間を調べます。
 - 活動する場所の地図を作って、活動の範囲や危険な場所を確認しておきます。
 - 海での活動は、天候の影響を受けやすくなります。前日、当日の朝には十分天気予報を確認し、天候の急変に備えないようにします。
 - 天候の悪化や強風、高波が予想されているときは、活動を無理のない内容にしたり、延期・中止にすることも考えます。
 - 天候の急変または地震や津波が発生した場合に備えて、緊急避難場所を確認しておきます。
- 注意する生物 (事前調査)
- 魚介類 一毒のあるもの
 - ①クラゲ類: カツノノエボシ、アカクラゲ、アンドンクラゲ
これらのクラゲは触手に毒を持っています。触手は伸ばすととても長いので、クラゲの体から離れたところでも刺されることがあります。砂浜に打ち上げられていても、触らないようにします。
 - ②魚類: エイの仲間
エイの仲間は尾びれの付け根に毒のあるトゲを持っています・砂の中に隠れていたりするので注意します。

指導の実際 (指導のポイント) —干潟の生き物の調べ方—

干潟の生き物の調べ方の一つとして、ペントス調査があります。ペントス調査とは、簡単にいうと、「干潟の砂や泥の中にはどんな生き物が、どのくらい生息しているのか」、「海からの距離によって干潟に住む生き物の分布に違いはあるか」ということを知るために行う調査方法で、一定の大きさの枠を設置し、その中の生き物の種類や数を調べます。

1. ペントス調査の方法

- 場所 (仙台湾南部海岸一帯で調査に最適な場所): 一の沢川河口、坂元川河口、牛橋河口部、鳥の海、五間堀川河口など
- 道具: 50cm四方の枠 (あらかじめ作っておくと便利)、スコップ、ビニール袋、バットまたはバケツ3個、ふるい (あると便利)、筆記用具
- 注意事項: 満ち潮時の増水に注意します。



①調査測線を定める

干潟で、水際線に向かって複数の測線を決定します。1つの測線を1つのグループが担当するとよいでしょう。

②測線ごとに調査点を定める

測線上に水際線より陸地側へと3ヶ所程の調査場所を決定します。

③調査点の観察

図6. 環境教育実践事例データベースに掲載している環境教育留意点情報

4. 活動事例

副読本を活用した学校実践事例を以下に示す。

- ① 岩沼市立玉浦小学校（実施日：平成 17. 6. 17）
3 年生 61 名、二の倉海岸・蒲岬海岸、テーマ：「海辺の生物」、「砂浜がなくなる」、「海岸を守る」、人材支援：箕笹氏（リバーズネット阿武隈）、仙台海海岸出張所長
- ② 亶理町立逢隈小学校（実施日：平成 17. 9. 15）
4 年生 110 名、阿武隈大堰下流、テーマ：「汽水域の環境」、「潮の満ち引き」、人材支援：今野氏（リバーズネット阿武隈）
- ③ 亶理町立荒浜中学校（実施日：平成 18. 6. 12）
3 年生 43 名、阿武隈川河口・鳥の海、テーマ：「汽水域の環境」、「環境による生物の棲み分け」、人材支援：宍戸氏（仙台大学）
- ④ 亶理町立逢隈小学校（実施日：平成 18. 9. 25）
4 年生 96 名、阿武隈川下流、テーマ：「汽水域の環境」、「水生生物調査」、人材支援：仙台河川国道事務所
- ⑤ 山元町立中浜小学校（実施日：平成 18. 11. 29）
3～6 年生 46 名、山元海岸 S 2 号ヘッドランド工事現場、テーマ：「砂浜がなくなる」、「砂浜を守る」、人材支援：仙台海海岸出張所長
- ⑥ 亶理町立荒浜小学校（実施日：平成 18. 12. 12）
4 年生 34 名、荒浜小学校実験室、テーマ：「海水が塩辛いわけ」、「海水から塩をつくる」、人材支援：今野氏（リバーズネット阿武隈）

以上の学校実践の内容は、仙台河川国道事務所の Web ページに掲載されている。¹⁾ また、この学校実践に加えて、教員を対象とした研修にも海岸学習を活用した。平成 18 年度宮城教育大学公開講座「環境教育研修セミナー in 岩沼」では、仙台河川国道事務所と共同で、海岸ガイドを用いた海岸フィールドの教育利用について、講義と海岸視察を行った（図 7）。

5. 今後の展望

仙台湾南部海岸域をフィールドとした総合学習・環境教育支援の特徴は、宮城教育大学と仙台河川国道事務所、南部海岸域の小・中学校教員、教育委員会指導

主事、および地域有識者で構成された検討会を定期的に開催し、支援の内容と方法を充実させ、学校に対する多様な組織支援を進めていることにある。住民に対する啓発を促進する母体となる組織であり、それを体制としてまとめ機能化させているのは我々官学である。今後、この母体を中心に総合学習支援ネットワークによる活動を拡大していきたいと考えている。このネットワークでは、海岸学習を海岸付近の学校だけでなく、周辺内陸部の学校に対しても支援



図 7. 仙台湾南部海岸域での教員研修
平成 18 年度宮城教育大学公開講座
「環境教育研修セミナー in 岩沼」
(平成 18. 7. 15, 16)

できるように、現在、支援体制の強化と関係教育機関に対して協力依頼を行っている。また、仙台湾南部海岸域の総合学習は、宮城県南の複数の小・中学校の参加が期待できることから、宮城教育大学の教員養成教育における学生の実習・研修の場としての活用も検討している。既に、宮城教育大学の大学院環境教育実践専修の修士研究で開発した教材の実践研究の場としての有効性も確認している (図8)。

平成17年には、宮城教育大学環境教育実践研究センターと国土交通省仙台河川国道事務所は、総合学習・環境教育の開発研究に関する連携協定の締結を行い、



図8. 宮城教育大学大学院生 (環境教育実践専修) による教材研究実践風景

また、同年、宮城教育大学と岩沼市教育委員会との間で、教育協力・改善に関する連携協定を締結しており、地域の教育開発に向けた協力体制が維持されている。

補 足

●仙台湾南部海岸総合学習意見交換会

仙台湾南部海岸域を小・中学校の総合学習・環境教育に有効活用するために設立した組織で、地域の教育関係者等の理解、地域住民・組織の協力、地域全体によるバックアップ体制づくりの検討を進めてきた。構成メンバーは、宮城教育大学 (座長: 村松)、国土交通省仙台河川国道事務所 (事務局)、岩沼市教育委員会、亘理町教育委員会、山元町教育委員会、岩沼市立玉浦小学校、岩沼市立玉浦中学校、亘理町立荒浜小学校、亘理町立荒浜中学校、山元町立山下第二小学校、山元町立中浜小学校、山元町立坂元中学校の教育関係者からなる。

平成17年に、これまでの検討会に学者、NPO、地域有識者 (いずれも人財バンク“海辺の博士”として登録) を加え、「仙台湾南部海岸総合学習情報交換会」と改名し、小・中学校に対する支援能力の強化と地域教育開発の促進を図っている。

●環境ガイド

仙台湾南部海岸総合学習意見交換会が作成し、仙台河川国道事務所が所有する仙台湾南部海岸域の総合学習支援のための副読本。仙台河川国道事務所のWebページからダウンロードし利用できる。

常時、最新版が掲載されている。

参考資料

1) 国土交通省仙台河川国道事務所 海岸における総合学習への支援サイト:

<http://www.thr.mlit.go.jp/sendai/kaigan/sougou/>

2) 文部科学省拠点システム事業成果物

環境教育実践事例データベース:

<http://dbee.miyakyo-u.ac.jp/>

宮城教育大学の学校環境教育総合支援システム “えるふえ”の設立と活動

見上一幸*・鶴川義弘*・岡 正明**・川村寿郎***・桔梗佑子*・小金澤孝昭****・
西城 潔****・斉藤千映美*・島野智之*・平 真木夫*****・鳥山 敦*・
溝田浩二*・村松 隆*・安江正治*・吉村敏之*****・渡邊孝男*****

The Establishment and its Activity of the School Supporting System for
Environmental Education "ELFE" in Miyagi University of Education

Kazuyuki MIKAMI, Yoshihiro UGAWA, Masaaki OKA, Toshio KAWAMURA, Yuko KIKYO,
Takaaki KOGANEZAWA, Kiyoshi SAIJO, Chiemi SAITO, Satoshi SHIMANO, Makio TAIRA,
Atsushi TORIYAMA, Koji MIZOTA, Takashi MURAMATSU, Masaharu YASUE,
Toshiyuki YOSHIMURA and Takao WATANABE

Abstract: The importance of environmental education (EE) and the education for sustainable development (ESD) in schools is recognized all over the world. In Japanese schools, however, subjects in the field of EE and ESD are not always related. That is, EE and ESD are not always based on the organic unity of environmental subjects. The knowledge area to which EE and ESD relate is very extensive in fostering the awareness of EE and ESD. Therefore, schools require support from NGOs and NPOs and institutions of higher education. There is an urgent need for schools and their supporters to develop effective teaching materials and practical programs that integrate closely related subjects. To put it concretely, this project advances the development of EE and ESD curriculum of closely related subjects in school education and the development and assessment of the method for evaluating materials for them. By applying the resources of "ELFE" successfully, this project will contribute to the enrichment of EE and ESD in various regions and schools.

The center "ELFE" opened on May 17, 2006 in Miyagi University of Education (MUE). This project involves creating the total support system EE techno-core -ELFE- (<http://elfe.miyakyo-u.ac.jp>) that can supply practical programs, teaching materials and support to schools nationwide for kindergarten, primary and junior high school students, on demand. The center is based on five pillars, that is, 1) Free distribution of teaching materials, 2) Learning in the MUE Campus, 3) Lending EE teaching materials, 4) Distribution of information of EE through Web, and 5) Human support by graduate course students and teaching stuffs of "ELFE".

This report will mention the results of activities and contributions of "ELFE" to school EE /ESD in this year, and also some assignments to be solved in near future.

キーワード： 環境教育、教材ライブラリー、学校支援、ESD

*宮城教育大学附属環境教育実践研究センター， **宮城教育大学技術教育講座， ***宮城教育大学理科教育講座，
****宮城教育大学社会科教育講座， *****宮城教育大学学校教育講座， *****宮城教育大学教育臨床総合研究センター，
*****宮城教育大学家庭科教育講座

1. はじめに

このわずか一世紀の間に、人類の活動は地球環境に大きな影響を及ぼすまでになり、現在、われわれはさまざまな環境問題に直面している。最近の気候変動政府間パネル（IPCC, 2007）の発表によると今世紀中に最高で6.4℃の気温上昇の可能性のあることが報じられた。地球温暖化による水面上昇、気候変動、病気、農業、砂漠化、オゾン層の破壊、環境汚染、エネルギー資源の枯渇、生物多様性の喪失等、さまざまな課題の中で、すべての人がそれぞれの立場で努力しなければならない。21世紀の人類の持続可能性に向けてのこのグローバルな挑戦の中で、「広い視野を持つ成熟した人間」をつくる教育の重要性が増していることは、誰もが認めるところであり、教育の役割はきわめて大きい。しかし、環境教育の内容は、学校の教科の枠をはるかに超えており、教育現場にいる教師にとっては、さまざまな困難がある。そのために、教師や学校を支援するシステムが必要である。教員養成大学にはそれに応える義務がある。宮城教育大学は教員養成に責任を負う大学として、「持続可能な社会」の形成に向けて、教員養成、教師研修、地域啓発を通じて、社会的責任を果たそうとしている。平成19年度の教育課程改革では、宮城教育大学は全国に先駆けて「環境教育概論」（2単位）を全学必修科目とした他、現代的課題科目群を新設し、その中には持続可能な開発のための教育（ESD）も含めることを決めた。学校に於ける環境教育の支援においては、1大学の活動としては人的にも、予算上からも、また、時間や空間的にも限界がある。そこで、この困難を少しでも乗り越えるための方策として、教科を越えた教員集団をつくり、環境教育教材センターを立ち上げるためのプロジェクト・チームが結成された。

環境教育およびESDは、その学問的な守備範囲が極めて広く、またそれらを統合的に捉えなければならないという難しさがある。学校における環境教育を考えるならば、すでに述べたように単に理科や社会だけでなく、生活科、技術・家庭科、保健体育などほぼすべての教科が関わっており、教科横断型の取り組みが求められる。これを学校が実践するには、専門知識・情報の提供や人的資源、場合によっては資金面も含め

て高等教育機関、自治体、NPOなど、学校外の支援が望まれる。他方、一つの大学が、数ある学校に対して万遍なく手厚い支援を行なおうとすると、自ずと限界が生じる。宮城教育大学では講座やセンターの壁を越えたプロジェクト研究として、平成16年「環境教育による教科横断型カリキュラム開発配信事業」が開始された。この中で遠隔地も含めた広域の学校へ実践プログラム・教材・人的支援を提供できる“環境教育テクノコア構想”が生まれた。

このような背景の下に平成17年度には、特別教育研究経費「高度専門性と実践的指導力を持つ個性豊かな教員養成—環境教育による教科横断型カリキュラム開発配信事業—」が認められた。そこで我々のプロジェクト・チームは、遠隔地も含めた広域の学校へ、実践プログラム・教材・人的支援を提供できる総合支援システム「環境教育テクノコア“えるふえ”（<http://elfe.miyakyo-u.ac.jp>）」を創設、全国の幼稚園、小学校、中学校に環境教育に必要な基礎教材・資材、情報をオン・デマンドで配信する事業を開始した。なお、本事業経費として、平成18年度におよび平成19年度にも予算の配分が認められた。この“えるふえ”を通じて、全国の幼小中学校に環境教育に必要な基礎教材・資材、情報等を配信する事業を3年計画で推進している。現在は、その2年目であるが、“えるふえ”の今後の発展のために、本報告を行うことによって事業途中での自己評価を試みた。

2. “えるふえ”のサービス内容例

“えるふえ”とは、elfeつまり小妖精の意味であり、



図1. えるふえのロゴマーク

Environmental Library for Education (<http://elfe.miyakyo-u.ac.jp>) の頭文字を綴ったものである。教育現場に恵みを与える妖精として活躍してくれることを願って命名された。新時代に対応した教材の配信事業を行うことによって、地域および学校における環境教育の充実に貢献したいと考えている。この“ELFE”では、「学校教育における教科横断型環境教育カリキュラムの開発」、「環境教育教材の評価手法の開発・評価」を進めながら、新時代に対応した教材の配信事業を行うことによって、地域および学校における環境教育の充実に貢献したいと考えている。

“えるふえ”の機能としては、(Ⅰ) 環境教育教材や関連資料等の無料提供・配布、(Ⅱ) バタフライガーデンなど施設見学や実践トレーニング、(Ⅲ) 教員や院生の開発した教材・素材や購入した光学顕微鏡など学校では準備することができない器具・機具の貸し出し、(Ⅳ) Web を通じての環境教育情報の提供や遠隔地授業支援のためのテレビ会議システムの貸与、(Ⅴ) 貸与する機具・教材の使用についての人的支援である。

“えるふえ”利用者への情報を充実するため、官公省出版物、NPO 刊行物、環境教育関係市販図書等を含めて環境教育関連印刷物約 4,000 冊を収集した。また、ビデオ 300 本等の補助教材を購入した他、プロジェクトメンバーの開発した教材が準備された。

1) 「顕微鏡玉手箱」

デジタルカメラの付いた光学顕微鏡の高級機を宅配可能なケースに収納して利用者に宅配による発送を可能とした。このケースには、パソコンに撮影画像を映

し、収録するためのソフトが添付され、水中微小生物の CD 図鑑「Microbio-World」Ver.6、簡単な導入説明のための「巻物 (上・下巻)」(図 2) などが納められている。さらに、必要があれば、電源を確保できない野外での顕微鏡観察のため、あるいは各種計測機器の使用のために、太陽エネルギー利用キット (太陽電池パネルとバッテリーのセット) を準備した。

2) 水環境調査のための機材キット

湖沼、ため池、河川などの水環境が生物棲息にとってどの程度適したものかを簡単な調査によって調べるための機材セットである。蛍光光度法による水の栄養化状態の把握、アンモニア、亜硝酸、硝酸などの窒素態の調査、水中の無機炭素量の把握に必要な実験マニュアル及び簡単な道具を使って、水中の生物の暮らしぶりを眺めることができる。

3) 「THE BORNE 骨格標本」

大学の研究室には、事故などで死んだ動物が持ち込まれることが多い。これらの動物を活用するために、剥製あるいは骨格標本として、子どもたちが自由に手にとって学べるような教材としたものである。骨は子どもの目が輝く生きた教材である。人間と自然のつながりを本物の動物の骨 (一部は模型) に触れることによって学ぶ機会を用意した。環境学習の一環として理科、保健体育、美術、総合的学習や生活科の時間に取り入れることを想定している。セットに含まれる教材内容は、マニュアル、骨、模型、パネル、拡大鏡である。

4) 「BIODIVERSITY 生物多様性」(標本)

昆虫・哺乳類などの、生き物の標本の整備に取り掛



図 2. 巻物 (下巻)

かっている。特に、宮城県を中心とする国内の動物の標本が充実している。

5) 環境指標生物に関する資料

人間以外の生物は、人間が通常感じる以上の速やかな環境変化の影響を受けることがある。これらの生物のうち、扱いやすいものを環境指標生物として、環境診断にもちいることがあり、環境教育のよい材料となる。土壌動物を中心に環境診断の実践のための資料を整備している。

6) 「THE FORESTER」

森を探検したり、動物と出会うための道具として、双眼鏡・コンパスをはじめとする装備を貸し出す。

7) バケツを用いた水稻栽培観察キット

生育途中のイネを観察するための器具（携帯型顕微鏡・精密ピンセット・虫眼鏡など）。各生育時期における観察のポイントをまとめた“イネ観察マニュアル”も作成し、貸し出しすることができる。

8) バタフライガーデン

バタフライガーデンの整備は、学部学生および院生の実践活動として行い、食草や吸蜜植物を学生と共に植えたり、除草を行なった。バタフライガーデンを整備することにより、チョウの観察（理科・生物・生活科分野）、植物の栽培（理科・技術科・家庭科・農業分野）、リサイクル（社会科分野）などの教科横断型学習システムを考えることも可能である。樹下に掛けられた札には、QRコード（2次元コード）が付けられ、携帯電話のカメラ機能を利用することによって、樹木の解説や、その樹木を寄主とするチョウの幼虫、成虫、蛹などの画像情報を得られるようになっている。平成19年2月現在で41種のチョウが確認され、すでに多くの来訪者があった。

9) 学校花壇観測システム

屋外型気象測定装置を学校花壇へ適用することを目指して、宮城教育大学内のバタフライガーデンに設置し、試行的に運用している。今後は、画像の質や装置の安全性などについて改良を加え、学校花壇への貸出を開始する予定である。

10) 野外でのインターネット環境の整備

発動機付き発電機、太陽光パネル、バッテリーおよびバッテリー充電システムを導入し、大学内・青葉山

等で試験的に運用をおこなっている。このようなインターネット環境を整備することにより、野外においてもインターネットを使用することが可能になる。現在、インターネット上で植物や生物などを調べるWebサイトが増えているが、野外でもそのようなWebサイトの使用が可能になり、自然観察に役立つと考えている。

11) 生き物環境マップサーバーの整備

携帯電話を利用し、写メールにより記事を投稿できる、Blog 掲示板と GoogleMap を用いた生き物環境マップを整備した。児童生徒が生き物等を写真にとり、記事を投稿することで、生き物環境マップができあがっていくため、環境学習に使用可能である。また、全国の生き物調査ができるサーバを用意し、平成18年度末から19年度始めにかけて、全国桜最前線調査を行っている。これを広い意味での環境マップととらえ、このシステムを用いた学校防災マップの作成も始まっている。

12) 教科横断型カリキュラム開発配信事業ホームページ

教科横断型カリキュラム開発配信事業ホームページを立ち上げた。また、本教材ライブラリーに収納されている教材をキーワードや発行団体などで、検索可能にするWebを公開するために平成17および18年度には様々な教材の収集を行なった。「教科横断型」の事業であるため、環境教育のテーマを幅広く捉え、自然、生物、ゴミ問題、エネルギーなどだけでなく、食育、消費、住など多岐にわたるテーマを想定し、教材の収集を行なった。

13) インターネットによるテレビ会議システムで遠隔授業支援

インターネット・テレビ会議システムの無料で貸し出しを行っている。現在すでに、国内の学校だけでなく、国内の学校が海外の学校との交流にも活用されている。

3. システムの管理・運用

これまで、立ち上げ最優先にデータ入力を行ってきたが、データが増えてきたので、より効率的に編集作業ができ公開ができるシステムを開発した。受付時間は平日の月曜日から金曜日までの午前10時から午後

4時までである。“えるふえ”内の教材・資料の閲覧は誰でも可能であるが、教材の貸出には利用者登録が必要である。利用者登録をおこなった人には利用者カード(図3)を発行し、そのカードに記載されている番号により、教材を借りることができる。現在までの利用登録者数(平成19年2月21日現在)は、107名である。

教材の利用は無料であるが、送料や消耗品代は利用者の負担となる。教材の貸出期間は原則として2週間以内(郵送の場合、発送日を含む)であるが、学校の授業などで使用する場合、教材研究の必要性などから、1ヶ月まで延長可能である(教材の予約状況、教材によっては延長できない場合もある)。また、1回の貸出件数は10件までとしている。

貸出可能な教材については、順次ホームページ等に掲載する。また、“えるふえ”内においても教材を展示したり、貸出可能な教材のリストを置く。貸出を希望する教材が貸し出し中の場合は、予約を入れることができるが、1つの教材につき予約の人数は2人までとしている。宮城教育大学で作成された教材に関しては、利用希望者は教材の貸出の連絡を各教材の管理者(教材の管理者をホームページ等に明記)と行なうものとしている。また、“えるふえ”で開発された教材等を使用し、実践活動をおこなった際には、今後の教材の改良や新たな教材の開発のために活動報告の提出をお願いしている。

本教材センターのサービスについての周知は、いろいろな形で行っている。その一つの手段は、メーリングリストによる方法である。学校の先生方は、学外のどのような人に支援を依頼したらよいかの情報が

限られている。日頃から、それぞれの学校が学校を中心としたサポーター・ネットワーキングを構築することが大切である。例えば、大学などの高等教育機関、研究機関、科学館や博物館、企業、NPO、地方自治体などである。しかし、それでも学校だけの努力では限界がある。そこで、日本環境教育学会の東北地区の方々が一緒になってできたのが、メーリングリスト「環境教育東北コンソーシアム(<http://www.eec.miyakyo-u.ac.jp/meme/news/conso.htm>)」である。平成16年に結成され、仙台地域を中心に、現在、約180名が参加して、有効に機能しており、このメーリングリストで宣伝が可能である。ただ残念なことには、肝心の学校の先生方の参加数がまだ少ないことである。

この他、大学が関係する教員研修会、環境教育の普及啓発活動のための各種イベント等、あらゆる機会に紹介したいと考えている。

4. 1年間の利用実績

少しでも早く教育現場に貢献をしたいという考えの下に、初年度より一部整備されたものから資料の提供等を始め、二年目の平成18年5月からは、短期間に一部準備が整った部分については、試行的にサービス・研究事業を進め、すでに多くの利用がなされている。平成18年5月1日より平成19年2月15日現在までの“えるふえ”の活動実績は、教材教具の貸出は延べ146件、それに伴う図書の出しは81冊とビデオ3本、人的支援は延べ19回、広報活動は14回、案内用パンフレット配布件数は566件、教材配布は延べ1034件であった。

1) 資料の無料提供・配布

事業二年目の平成18年度においても、その事業内容は、主に開発準備期間が短期で済む教材についての無料配布であった。配布の際、支援を希望する学校や地域の教育関係者から、“えるふえ”に対する要望等を聞くように努めた。具体的には以下の通りである。

①環境資料生物種(水中微小生物種)の無料配布

従来の活動を発展的に構築する環境指標生物種(水中微小生物種)の無料配布を行なった。

事業初年度(平成17年度)は、ゾウリムシ39件、



図3. 利用者カード(例)

ミドリムシおよびクンショウモ各 21 件、ボルボックスおよびミカヅキモ各 20 件、イカダモ 16 件、ヒメゾウリムシ 14 件、ミドリゾウリムシおよびブレファリズマ各 10 件、ホシガタモ 7 件、その他、アメーバ、アワセオオギなど各数件、合計で 187 件の配布を行なった。また、

平成 18 年度は、2 月末現在で、ゾウリムシ 36 件、ミドリムシ 29 件、クンショウモ各 30 件、ボルボックス 40 件、ミカヅキモ 32 件、イカダモ 30 件、アワセオオギ 10 件、ホシガタモ 5 件、その他、アメーバ、ゲミネルラ、クロロゴニウムなど、合計で 226 件の配布を行なった。配布に際しては、微小生物観察や調査の方法、実践プログラム作成上の留意点等についても、随時、相談に応じた。

②マイクロバイオの無料配布

すでにあったマイクロバイオという微小生物観察図鑑を改訂し、Web 上からも見るようにした。その後、CD 版をさらに改訂し、「Microbio-World Ver.6」を作成、平成 18 年には、小、中、高校の教員を中心に約 500 枚を配布した。

③教材「下敷き」の無料配布

土壌環境に関わる教材と昆虫の分類の教材として「下敷き」を作成して、約 300 件の配布サービスを行なった。

2) バタフライガーデンなど施設見学や実践トレーニング

試行的な運用として、大学の授業などで、開発中の教材を使用し、改良を加えていった。

3) 教員や院生の開発した教材・素材や高級光学顕微鏡など学校では準備することができない器具・機具の貸し出し

光学顕微鏡は、高級機を 10 台準備したが、小学校や中学校では関心がとても高い。しかし、その一方で高級機の取り扱いに慣れていないため、故障や破損への気遣いが先にたち、敬遠されがちである。現在までのところその多くは、スタッフが持参して直接指導にあたった。

4) Web を通じての環境教育情報の提供

えるふえのホームページには、環境教育に関する書籍、教材の情報を 807 件掲載した。内訳は、一般に流通している本 627 件、副読本や報告書など一般には流

通していない本 166 件、教材 14 件である。教材には、えるふえで開発されたものの情報も含まれる。今後、掲載の準備ができたものについて順次追加していく。えるふえのホームページはこれまで約 3000 台のパソコンからのアクセスがあった。

5) 遠隔地授業支援のためのテレビ会議システム

宮城教育大学に専用サーバを設置し、インターネット回線を利用し、本学と海外を含む外部諸機関との間のテレビ会議システムを構築した。本システムにおいては、会議開催の他、遠隔地の会場を結んだ公開講座の開設や研修等での利用についても積極的に検討・推進している。また、教育現場との連携においても積極的に活用し、本学からの会議等の設定のみならず、教育現場からの会議等の開設要望にも積極的に応えている。

現在、20 クライアントが利用中で、ホームページ (<http://www.eec.miyakyo-u.ac.jp/meme/news/tv/muetv.htm>) から情報を公開している。

5. 認知度を高めるために

平成 18 年 5 月に事業開始を宣言した際に、新聞各社への発表を行なった（下記の通り）。その他、日本環境教育学会、日本動物学会東北支部大会（山形市、2006. 8. 6.）、宮城県地球温暖化防止活動推進委員研修会（仙台市、2006. 10. 14.）、日本分類学連合と日本生物学会共催でのワークショップ（東京学芸大学、2007. 1. 8.）など学会関連事業での宣伝、また、宮城県環境学習「やってみらいん！」フォーラム（仙台市、2006. 2. 17.）など自治体の事業において、展示ブースを設けて啓発に努力している。また、本学卒業生には、是非知っておいて欲しいことから、就職内定者へのフォローアップ講座などにおいて、説明を行なっている。

1) 新聞および Web への記事の掲載

2006 年 5 月 18 日 “宮教大 環境教育お手伝い 教材など貸し出し「えるふえ」を設立”河北新報（朝刊、宮城版）

2006 年 5 月 18 日 “宮城教育大学：教材、無料貸し出し 環境問題ではなく製・骨格標本、書籍など／宮城”毎日新聞（朝刊、宮城版）

2006年5月18日“宮城教育大学：教材、無料貸し出し 環境問題ではく製・骨格標本、書籍など／宮城”毎日新聞 Yahoo! ニュース <http://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20060518-00000135> (2006. 5. 25.)

2006年5月18日“宮城教育大学：教材、無料貸し出し 環境問題ではく製・骨格標本、書籍など／宮城”毎日新聞ユニバーサロン <http://www.mainichi.co.jp/universalon/clipping/200605> (2006. 5. 25.)

2006年5月19日“環境教育に強い見方 ライブラリー「えるふえ」開設 宮城教育大”読売新聞(朝刊、宮城版)

2006年5月19日“ライブラリー「えるふえ」開設 宮城教育大”YOMIURI ONLINE(読売新聞) <http://www.yomiuri.co.jp/e-japan/miyagi/news004.htm> (2006. 5. 19.)

2006年8月5日“初の環境学習教室 気仙沼市教委・宮教大 フレンドシップ事業”河北新報(三陸新報)

2006年8月5日“土の中は虫の王国 気仙沼こども環境学習教室 宮教大事業 児童23人、森で観察”河北新報

2007年2月27日“環境学習の舞台づくり ―仙台の取り組みを見て 大学 人材養成に力”河北新報(朝刊、東北全域「教育」)

2) 学会等での発表・報告

① 桔梗佑子・鳥山 敦・島野智之・溝田浩二・鶴川義弘・見上一幸 2006 環境教育ライブラリー“えるふえ”の構築のための環境教育関連資料及び教材の収集について ―学校教育現場での環境教育実践への支援体制の確立― 日本環境教育学会大会(札幌／酪農大学、2006. 8. 18-20)

② 齊藤千映美・渡辺孝男・平真木夫・吉村敏之・見上一幸 2006 教科横断型教育におけるカリキュラムの検討 日本環境教育学会大会(札幌／酪農大学、2006. 8. 18-20)

③ 島野智之・桔梗佑子・鳥山 敦・溝田浩二・齊藤千映美・鶴川義弘・見上一幸 2006 環境教育ライブラリー“えるふえ”の構築のための環境教育関連資料及び教材の収集について ―国内の環境教育行政との関連における環境教育情報の収集― 日本環境

教育学会大会(札幌／酪農大学、2006. 8. 18-20)

④ 鳥山 敦・桔梗佑子・島野智之・溝田浩二・鶴川義弘・見上一幸 2006 環境教育ライブラリー“えるふえ”におけるインターネットを通じた情報提供 日本環境教育学会大会(札幌／酪農大学、2006. 8. 18-20)

⑤ 見上一幸・鶴川義弘・岡 正明・川村寿郎・小金沢孝昭・西城 潔・齊藤千映美・島野智之・平真木夫・溝田浩二・村松 隆・安江正治・吉村敏之・渡辺孝男 2006 学校の ESD と環境教育を支援するための教員養成系大学の役割：環境教育ライブラリーの構築と運用 日本環境教育学会大会(札幌／酪農大学、2006. 8. 18-20)

⑥ 溝田浩二・遠藤洋次郎・齊藤千映美・岡 正明・大島一正 2006 チョウ類の生息調査から始めるバタフライガーデン作り 日本環境教育学会大会(札幌／酪農大学、2006. 8. 18-20)

⑦ 渡辺孝男・村松 隆・見上一幸・小金沢孝昭・安江正治・島野智之・佐藤真久・平吹喜彦・市川智史 2006 環境教育実践事例データベースを活用した事例形成と海外教育協力支援 日本環境教育学会大会(札幌／酪農大学、2006. 8. 18-20)

⑧ Mikami, Kazuyuki. 2006 「The role of teachers college as a leading agent on ESD in JAPAN」 In Symposium "Environmental Education Geared Toward ESD in the Asian Pacific: Discussion on Building a Bridge between NAAE and the Japanese Society of EE. NAAEE 35th Annual Conference (St. Paul/U.S.A., 2006.10.10-13.)

⑨ 見上一幸 2006 日本国内 ESD 推广事_仙台广域圏の案例(日本における ESD の取り組み) The meeting of ESD-C (中国／北京、2006. 11. 3-5.)

⑩ 桔梗 佑子・見上 一幸・鶴川 義弘・岡 正明・川村 寿郎・小金澤 孝昭・西城潔・齊藤 千映美・島野 智之・平 真木夫・溝田 浩二・村松隆・安江 正治・吉村敏之・渡邊 孝男・鳥山 敦 2006 環境教育ライブラリー“えるふえ”の運用と課題 ―学校教育現場での環境教育実践への支援体制の確立を目指して― 日本環境教育学会関西支部大会(大阪／大阪府環境情報センター 2006. 12. 9.)

6. 今後の在り方と課題

1) 運営資金

この事業を今後も継続的に運用するには、運用に携わる人材の確保と管理・運用経費の確保である。誰が教材を開発し修理維持するか、誰が教材を整理・貸出し管理をするかなど、人手がかかる。本事業は平成17年度から平成19年度までの3年の計画として進められてきた。計画年度終了後にこれらの貴重な事業成果をまとめ、運用・発展させることが重要である。現在は、研究資金から二人の非常勤職員の力を借りているが、研究期間満了後は、新たな体制での取組みが求められる。学内の事務職員の協力、大学の資金支援、外部資金の獲得につとめなければならない。今後、新たな教材の開発、修理・維持のための資金が求められる。この場合も、大学の協力と外部資金獲得のための自助努力が必要である。外部資金の獲得に努めるとともに、それが不十分な場合は、受益者負担の立場にたつて、現在、無料配布を行なっている教材・資料について有料化も検討されなければならない。

2) “えるふえ”の部屋空間の確保

現在、“えるふえ”は、事務室兼受付として、環境教育実践研究センターの2階の実験室に間借りして半スパンの部屋を持ち、同棟1階には、客員研究室2部屋を流用してライブラリー・スペースと昆虫標本を収納しており、また別室に骨格標本、はく製を置いている。来訪者は、まず2階の受付で説明を受け、1階のライブラリーか標本室に行かねばならない。また、収

納教材の量が増えるにつれて、部屋がますます狭隘となっている。今後は、環境教育実践研究センターの協力を得て、まとまったスペースにえるふえの機能を集中し、利用しやすい環境整備が緊急課題となっている。

3) 利用者にとって魅力ある教材の開発・提供

現在、本研究プロジェクトの中に、カリキュラム検討、評価検討を行なうチームをつくり、議論を進めている。

謝 辞

本教材センター“えるふえ”の設立と運営にご協力頂いた兼務教員、客員教員のみなさま、さまざまな局面においてご支援を賜った独立行政法人国立科学博物館長の佐々木正峰先生、宮城教育大学当局の方々にも心から感謝申し上げます。また、本センターの運用にあたっては、目々澤紀子氏の多大な貢献があったことを述べるとともに感謝申し上げます。

引用文献

見上一幸・鶴川 義弘・岡 正明・川村 寿郎・桔梗佑子・小金澤孝昭・西城 潔・斉藤 千映美・島野 智之・平 真木夫・鳥山 敦・溝田 浩二・村松 隆・安江 正治・吉村 敏之・渡邊 孝男, 2006 教員養成大学としての一つの試み: 宮城教育大学環境教育教材センター“えるふえ”事業の役割と課題 環境教育 16(1):56-60.

チョウ類の生息調査からはじめるバタフライガーデンづくり ～宮城教育大学における実践事例～

溝田浩二*・遠藤洋次郎*

A Butterfly Garden Construction based on the Investigation of Butterfly Fauna -A Case Study in Miyagi University of Education-

Koji MIZOTA and Yojiro ENDO

要旨 : 2003年～2005年にかけて宮城教育大学周辺地域(仙台市青葉山)のチョウ相および植物相に関する調査を実施し、その成果を応用して、2005年秋に大学キャンパス内にバタフライガーデンを整備した。約700㎡の敷地にチョウの食草、吸蜜植物など約120種の植物を植栽し、吸水のための湿地、餌台などを設置した結果、2006年だけで41種のチョウを誘致することに成功した。今後、地域の小・中学校における環境教育活動の支援の場として、また、現職教員や大学生のトレーニングの場としての利用が期待される。

キーワード : チョウ、バタフライガーデン、生息調査、環境教育、学校ビオトープ

1. はじめに

環境教育実践研究センターでは、「環境教育による教科横断型カリキュラム開発配信事業(プロジェクト代表・見上一幸, 2005年～2007年)の一環として、「青葉山キャンパス・バタフライガーデン」の整備を進めている。チョウの棲みやすい環境を創生することで、多くのチョウをキャンパス内に呼び込み、その観察を通して生態系のしくみを学習する場を提供しようというのが狙いである。地域の小・中学校における環境教育活動を支援しようと企画したものであるが、同時に、現職教員や本学の学生に野外観察学習を指導するためのトレーニングの場となることも意図している。

チョウを題材とすることのメリットは、(1)昆虫の中では比較的大型で、見た目が美しく、万人の興味や関心を引きやすいこと、(2)飛翔力が強いために都市部においてもかなりの種類が観察できること、(3)季節それぞれに身近な自然を観察するための素材とすることができること、(4)目視による種の同定が容易で環境指標としても有効であること、(5)

植物との関係が深く、食草から天敵へと、生きもの同士への関係へと視点を広げやすいこと、などが挙げられる。バタフライガーデンを維持・管理することで、日常的に動植物の観察を行うことになり、その結果、自然を見る目が養われるという成果も期待できる。

2005年秋、環境教育実践研究センター周辺の約700㎡のスペースに、チョウの幼虫が食べる植物(食草・食樹)や、成虫が花蜜を吸うための植物(吸蜜植物)を中心に約120種類の植物を植栽するとともに、チョウが吸水できる湿地、餌台などを設置したところ、2006年度だけで41種のチョウがバタフライガーデンで観察された。

本稿は、宮城教育大学キャンパスにバタフライガーデンができるまでの過程と、2006年度の成果を報告するものである。

2. バタフライガーデンを設置した背景

今回、宮城教育大学にバタフライガーデンを設置した背景には、児童・生徒はもちろんのこと、大学生や

*宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

現職教員の自然離れ、自然認識の不足という問題がある。私たちは立場上、大学生と接する機会が多いが、文系・理系を問わず、昆虫やキノコ、落ち葉などを不潔で危険な存在だと考え、身近な自然にはほとんど興味を示さない学生が珍しくない。したがって、講義の際に具体的な生きもの名前を挙げながら説明しても、学生にはその生きもの自体がイメージできないために話の内容が理解されにくい。試しに2006年度後期に「自然史・自然論」という講義を受講した大学生47名（男性21名、女性26名）を対象としてアンケート調査を実施してみたところ、実に3分の2の学生（66.0%）が「モンシロチョウの幼虫がキャベツの葉を食べることを知らない」ことが判明した。モンシロチョウとキャベツとの関係については、小学校第3学年の理科の教科書に必ず登場する。しかも、小学校学習指導要領では、「飼育を通して、昆虫の育ち方や体のつくりをとらえる」ことを勧めているため、実際にモンシロチョウを飼育・観察した経験のある学生も少なからず存在するはずである。北野（2002）は4本足のスズメの絵を描く大学生の出現に驚き、「身近な生き物すら知らない学生たちがそのまま卒業し、家庭をもち、社会人となって国や企業の重要なポストにつき、国政や企業をリードする立場にたったとき、日本の自然、ましてや世界の自然をどのように扱っていつてくれるのか、心配でならないというのが本音である。」と述べている。宮城教育大学は教員養成大学であり、将来、学校の教育現場で教鞭をとることを志望する学生が多く在籍している。自然との付き合い方を知らない学生がそのまま教員となった場合、子どもたちにいったい自然の何を伝えることができるのだろうか。そんな教員の指導を受けた児童・生徒は、果たして自然を愛せるようになるのだろうか。そう考えると、問題の根は相当に深い。

このような大学生の自然認識にかかわる危機的状況を打開するためには、やはり「本物」の自然の中で学生のトレーニングを実施すること以外に解決の術はないだろう。環境教育実践研究センターでは、大学キャンパスに隣接する青葉山をフィールドミュージアムに選定し、これまで学生たちの野外実習や環境教育実践の場として積極的に活用してきた（溝田, 2005）。し

かし、時間的な制約、施設・設備の不足、人手の不足といった現状から、必ずしも満足のいく成果を挙げられたとは言いがたい。この種の不足を補うためには、フィールドミュージアムのような良質な自然を対象とした野外実習と並行して、より身近な自然を教材と探し出し、日常的に自然と触れ合う機会を増やすことが重要である。宮城教育大学の学生たちにとって、もっとも身近で、日常的に接することができる自然は大学キャンパス内の自然である。そこに環境教育の有効なフィールドをつくり、「本物」と触れ合う機会を創出することができれば、事態の改善に必ずや貢献するはずである。そこから生まれたアイデアが、大学キャンパス内に「バタフライガーデン」を設置することであった。

3. バタフライガーデン設置までの経緯

宮城教育大学は教員養成を目的に設立された単科大学で、2005年10月に創立40周年を迎えた。大学全体が青葉山の森に囲まれており、時おりツキノワグマやカモシカが出没するほど自然度の高いキャンパスである。筆者らが所属する環境教育実践研究センター周辺には、大学設立当時に植栽されたケヤキやトチノキ、オオバボダイジュなどの大径木が配置されているが、その他の敷地の大部分はまったく活用されないまま放置された、雑草が生い茂るだけのスペースであった。

冒頭でもふれたように、宮城教育大学では2005年度（平成17年度）より「環境教育による教科横断型カリキュラム開発配信事業」がスタートし、環境教育の総合支援プログラムという位置付けで、筆者らが提案したバタフライガーデンも支援メニューのひとつに盛り込まれることとなった（見上ほか, 2006）。これを契機として、2005年8月、環境教育実践研究センター周辺の空きスペース（約700㎡）をバタフライガーデンとして活用する提案書類を大学当局に提出した。同年10月から造成工事が着手され、同年11月に基本的地形の形成、および樹木の植栽等が完了した。2006年5月の「環境教育ライブラリー“えるふえ”」オープンに合わせて、バタフライガーデンも見学者の受け入れを開始した。その間、除草作業等の管理、草本類の移植・導入、チョウの観察なども継続的に行ってき

た。

まったくの手探り状態で始めたバタフライガーデンづくりであったが、比較的スムーズに遂行することができたのは、事前にキャンパス周辺の植物相およびチョウ相を徹底的に調査していたからである。日本は南北に細長く、標高差もあるため、地域によって生息するチョウも、チョウが好む花も、幼虫が食べる食草も異なっている(海野, 1999)。したがって、その地域にどんなチョウが生息しているのかを知り、そこに生息するチョウに合わせたバタフライガーデンづくりができるかどうか、多くのチョウを誘導できるかどうかの鍵を握っている。

宮城教育大学のバタフライガーデンにやってくるチョウは青葉山が供給源となると推測し、私たちは、2003年～2005年にかけての3年間、宮城教育大学に隣接する青葉山市有林において植物相およびチョウ相に関する調査を行い、138科987種の植物(溝田・移川, 2005、移川・溝田, 2005)および8科77種のチョウを確認した(大島ほか, 2005)。その後、2006年にはスギタニルリシジミおよびアサマイチモンジの生息が新たに確認され、青葉山に生息するチョウは総計79種となっている。

次に、猪又(1990)および白水・原(1960)を参考にして、青葉山に生息するチョウ各種の寄主植物をリストアップし、その中から青葉山に自生する植物を中心にバタフライガーデンに導入していくことにした(付表)。導入する植物は可能なかぎりキャンパス内に自生しているものを移植して集めたが、どうしても入手できないものは、青葉山にある造園会社を通して地元産の苗木を購入することにした。

4. バタフライガーデンの構成

環境教育実践研究センター周辺のうち、舗装されておらず土のある範囲を対象に、バタフライガーデンの造成を検討した(図1)。検討の結果、環境教育センターを取り囲むような形で、校舎と校舎に挟まれた約700㎡の空きスペースをビオトープ(生物の生息空間)として改良し、チョウの幼虫が食べる植物、成虫の吸蜜植物を中心として約120種類の植物を植えることにした。

テーマ性を持たせるため、全体を大つかみに、「シジミチョウ&タテハチョウゾーン(図2のA区)」、「アゲハチョウゾーン(図2のB区)」、「シロチョウゾーン(図2のC区)」の3つに分けた。以下に各ゾーンの概要を述べる。

①「シジミチョウ&タテハチョウゾーン(図3)」

1号館と環境教育実践研究センターの間にある幅10mほどの細長い敷地に、シジミチョウ類とタテハチョウ類の食草を中心に植栽した(図4)。それらの間に、吸蜜植物としてブッドレア(バタフライブッシュ)やハーブを配置した。ここには雨水を利用したビオトープ池、吸水用の湿地、チョウの餌台(発酵した果物等を置く)、つる植物のゲート、温室等を設置した。

②「アゲハチョウゾーン(図5)」

環境教育実践研究センターと道路に挟まれた敷地に、アゲハチョウ類の食草となるミカン科の植物やアオスジアゲハの食草であるクスノキ等を中心に植栽した(図6)。また、吸蜜植物として、本学の斎藤千映美先生の協力を得て、園芸植物を多く植栽した。園芸植物の選定にあたっては、主に海野(1999)を参考にした。なお、このゾーンにも吸水用の池およびチョウの餌台を設置した。

③「シロチョウゾーン(図7)」

1号館と2号館、環境教育実践研究センターに囲まれた細長い敷地に、モンシロチョウやスジグロシロチョウの食草となるアブラナ科植物の栽培種や、キチョウの食草となるマメ科植物を中心に植栽した(図8)。また、キャンパス内の落ち葉や除草作業ででた植物遺体をリサイクルする堆肥箱を設置した(図9)。このゾーンの管理に関しては、作物学を専門とする本学の岡正明先生の協力を得ている。

5. バタフライガーデンづくりで配慮した点

1) 植物導入の原則

バタフライガーデンには、失われた身近な自然の復元、環境教育の場の提供など、生物多様性の保全において重要な役割を担うことが期待される。しかし、他の地域に生育していた植物を持ち込むことは、生物多様性保全の観点からみると決して好ましいことではな



図1. バタフライガーデンの位置
(⑤の建物が環境教育実践研究センター)

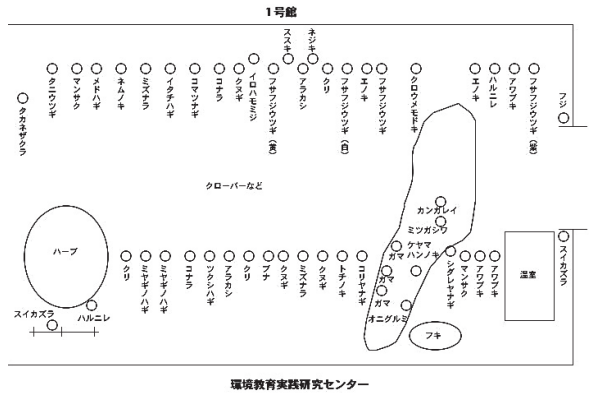


図4. 「シジミチョウ&タテハチョウゾーン」の植物配置

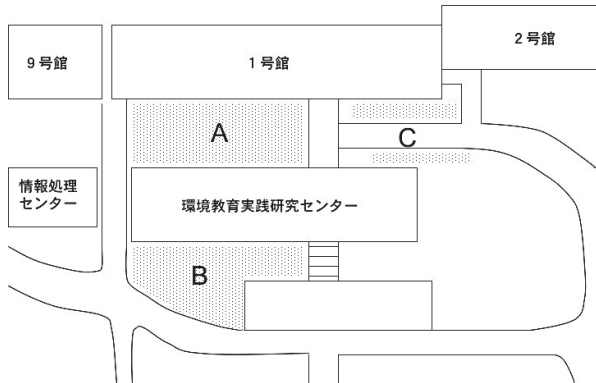


図2. バタフライガーデンのゾーニング



図5. 「アゲハチョウゾーン」の概観



図3. 「シジミチョウ&タテハチョウゾーン」の概観

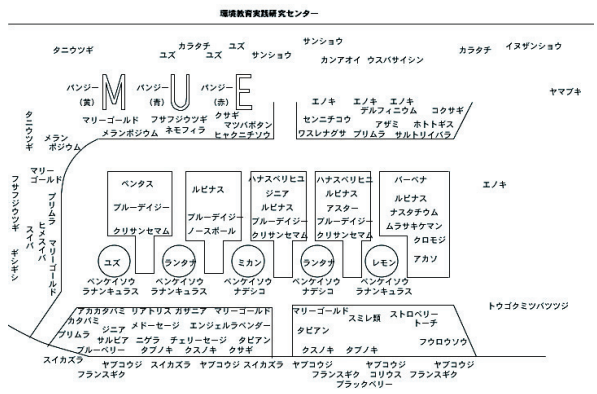


図6. 「アゲハチョウゾーン」の植物配置



図7. 「シロチョウゾーン」の概観

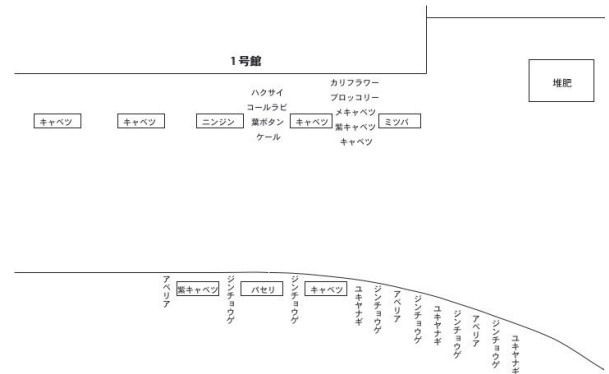


図8. 「シロチョウゾーン」の植物配置



図9. 堆肥づくりのようす

い。そこで、栽培する植物の選定に関して、次の2つの原則に留意して導入を行った。1つはチョウの食樹・食草に関しては、青葉山に生育していないものは原則として導入しないこと（ただし、園芸種、栽培種に関しては、例外的に導入したものもある）、また、吸蜜植物に関しては園芸種を導入してもよいが、野生化させないように細心の注意を払うことである。園芸種が野生化し、本来の生態系を破壊しないためにも、また、見学者に正しい自然観をうけつけるためにも、このような配慮は疎かにすることはできない。将来的には、種子を青葉山で採取し、発芽させ、ポットで苗を育ててから植えることを目指している。

2) 除草作業

いわゆる雑草を食草にしているチョウのために、カナムグラ（キタテハの食草）、カタバミ（ヤマトシジミの食草）、ギシギシやスイバ（ベニシジミの食草）、アサノ（サカハチチョウ・シートテハの食草）、ヨモギ（ヒメアカタテハの食草）、カラハナソウ（クジャ

クチョウなどの食草）、ヤマノイモ（ダイミョウセセリの食草）などは除草せず積極的に残すことにした。ただし、ジャノメチョウ科、セセリチョウ科の主な食草となっているイネ科やカヤツリグサ科に関しては、繁殖力が旺盛なため、ガーデン内の散策に支障をきたすものは適宜除草した。

3) 周囲への配慮

今回、バタフライガーデンを設置したのは、主に校舎と校舎に挟まれた狭い空間である。ここには、鉄筋コンクリートの建築物の基礎、電線や電話ケーブル、ガス管などの埋設管などが入り込んでおり、ゾーニングの際には厳しい制限要因となった。また、日常の学生の移動路、災害時の避難路、避難地としてなど配慮される必要があるため、これらの条件を満たした上で、樹木や設備の配置を決めた。さらに、池からカヤハエといった不快害虫が発生しないように、青葉山産のフナを飼育することで、ボウフラの発生を抑えた。

4) リサイクル

池を設置する際には、生協食堂から大型ゴミとして出された流し台を転用し、天水桶としてウィスキー樽を再利用した。また、ベンチを解体した際に出た木材を再利用して遊歩道に敷きつめた。落葉・落枝の堆肥化も行い、できた堆肥は植物栽培に利用している。

6. 2006年度の成果と今後の課題

2005年10月に造成後、バタフライガーデンへの飛来が確認されたチョウ類は、2006年12月の時点で41種である(付表)。これは青葉山に生息するチョウ(79種)の半数以上にあたる。そのうち、バタフライガーデン内で世代を繰り返し、定着していることが確認できたのは18種である。注目される点は、森林性のシジミチョウ類がまったく飛来しなかったこと、日陰を好むジャノメチョウ類の種数が非常に少なかったことである。それに対し、モンシロチョウ、キチョウ、ヤマトシジミ、ベニシジミの個体数は非常に多かった。これらの種は主に草原や都市環境でも生育できる種であるため、将来的には教材化に適したチョウであるともいえる。1種でも多くのチョウを誘致し、ガーデン内で世代が繰り返せるようにするためにも、より精度の高いモニタリング調査を実施しながら、ガーデンの維持・管理に取り組んでいく予定である。

2006年度にバタフライガーデンを訪れた見学者は総計500名以上にのぼった。春季～秋期にかけては、実際にチョウの成虫や幼虫を観察することができたが、冬期にはそれができないため、「青葉山に生息するチョウの展翅標本」や「鱗粉のラミネート標本」を使った解説を行った。また、本学の鶴川義弘先生の協力を得て、食草ラベルに「QRコード(二次元コード)」を貼りつけ、携帯電話のカメラを通して読み取ることによって、チョウや食草に関する情報にアクセスできるシステムも試作した。これら独自に開発した教材、およびそれらを用いた実践活動については、改めて報告したいと考えている。

また、2006年度はバタフライガーデンの維持・管理に追われ、学生に対する講義・実習等ではほとんど活用できなかった。2007年度からは積極的に実習プログラムに組み入れたり、現職教員を対象とした公開

講座を実施していく予定である。

7. おわりに ～謝辞にかえて～

バタフライガーデンづくりに取り組みはじめてまだ日が浅いが、その維持・管理には膨大な時間と労力が必要であることが実感として理解できるようになってきた。全国の小学校でもその大変さゆえに、担当教員が異動した後は放置されてしまうビオトープも多いと聞く。しかし、日々の維持・管理の中にこそ、環境教育に有効な素材がたくさん埋もれているのであり、それを生かすも殺すも指導者の力量次第である。毎日の除草作業を苦痛と思うか、植物を観察する好機と考えるか、その意識の差は想像以上に大きいように思う。環境教育に取り組む教師には、「体験を通じて、自ら考え、調べ、学び、行動する」ことが求められており、そのためには総合的な力が必要である。バタフライガーデンでの取り組みを通して、それに十分対応できる学生を育て、学校現場をサポートできるよう尽力していきたい。

本研究は、以下の多くの方々に支えられて実施できたものである。「環境教育による教科横断型カリキュラム開発配信事業」のプロジェクト代表である見上一幸先生は、バタフライガーデンづくりを終始暖かい目で見守り、バックアップしてくださった。岡正明先生は、堆肥作りから園芸植物の維持・管理まで懇切丁寧にご指導いただいた。斎藤千映美先生は春から秋にかけて園芸植物を育て、バタフライガーデンを鮮やかに彩ってくださった。鶴川義弘先生には、携帯電話を利用した教材の開発に関してご協力いただいた。施設課の皆様には、私たちの無理難題を聞き入れ、何かと便宜を図っていただいた。宮城教育大学の学生諸氏には、除草・除石、水まき、堆肥づくりといった大変な作業を快く手伝っていただいた。北海道大学の島一正氏にはバタフライガーデンの計画段階で多くのアドバイスをいただいた。以上の方々に対し、心より御礼申し上げます。

引用文献

猪又敏男,1990. 原色蝶類検索図鑑. 北隆館,223pp.
北野日出男,2002. 自然との共生をめざす環境教育・

環境学習—プロログにかえて。北野日出男・樋口利彦編著「自然との共生をめざす環境学習」玉川大学出版部, 224pp.

見上一幸・鶴川義弘・岡 正明・川村寿郎・桔梗佑子・小金澤孝昭・西城 潔・斎藤千映美・島野智之・平真木夫・鳥山 敦・溝田浩二・村松 隆・安江正治・吉村敏之・渡邊孝男, 2006. 教員養成大学としての一つの試み—宮城教育大学環境教育教材センター“えるふえ”事業の役割と課題—。環境教育, 16(1):56-60.

溝田浩二, 2005. 青葉山フィールドミュージアム構想。宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:89-93.

溝田浩二・移川 仁, 2005. 青葉山市有林 (仙台市)

の植物相 (1)。宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:95-104.

大島一正・遠藤洋次郎・溝田浩二, 2005. 青葉山市有林 (仙台市) のチョウ相。宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:123-130.

白水 孝・原 章, 1960. 原色日本蝶類幼虫大図鑑 (I)。保育社, 142pp.

海野和男, 1999. 花と蝶を楽しむバタフライガーデン入門。農山漁村文化協会, 150pp.

移川 仁・溝田浩二, 2005. 青葉山市有林 (仙台市) の植物相 (2)。宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:105-112.

付表. 青葉山に生息するチョウとその寄主植物

青葉山市有林 (仙台市) で確認されているチョウ類	バタフライガーデンにおける生息状況 (◎定着 ○確認—未確認)	寄主食物 (太文字はバタフライガーデンに導入した、または、自生している植物)
1 ヒメギフチョウ	—	ウスバサイシンなどのウマノズクサ科
2 キアゲハ	◎	ミツバ、ニンジン、パセリなどのセリ科
3 アゲハ (ナミアゲハ)	◎	カラタチ、ミカン、ユズ、レモン、サンショウ、イヌザンショウ、カラスザンショウなどのミカン科
4 オナガアゲハ	—	コクサギ、サンショウ、イヌザンショウ、カラタチなどのミカン科
5 クロアゲハ	◎	ユズ、サンショウ、カラスザンショウ、イヌザンショウ、ミカン、コクサギなどのミカン科
6 カラスアゲハ	◎	コクサギ、キハダ、カラスザンショウ、サンショウ、カラタチ、ユズなどのミカン科
7 ミヤマカラスアゲハ	○	カラスザンショウ、キハダなどのミカン科
8 アオスジアゲハ	◎	クスノキ、タブノキ、シロダモなどのクスノキ科
9 キチョウ	◎	ネムノキ、ツクシハギ、ミヤギノハギ、メドハギなどのマメ科
10 スジボソヤマキチョウ	—	クロウメモドキなどのクロウメモドキ科
11 モンキチョウ	○	コマツナギ、ミヤコグサ、ウマゴヤシ、シロツメクサ、アカツメクサ、クサフジなどのマメ科
12 ツマキチョウ	—	ヤマハタザオ、タネツケバナ、イヌガラシなどのアブラナ科の実
13 モンシロチョウ	◎	キャベツ、ハクサイ、ダイコン、イヌガラシなどのアブラナ科 (栽培種を好む)
14 スジグロシロチョウ	◎	タネツケバナ、コンロンソウ、イヌガラシ、ハクサイなどのアブラナ科 (野生種を好む)
15 エゾスジグロシロチョウ	—	イヌガラシなどのアブラナ科 (野生種を好む)

16	ゴイシシジミ	—	ササ、タケ類に寄生するアブラムシ類
17	ウラギンシジミ	—	クズ、フジなどのマメ科の花蕾・実・新芽
18	ムラサキシジミ	—	アカガシ、シラカシなどのブナ科
19	ウラキンシジミ	—	コバノトネリコ、トネリコ、ヤマトアオダモなどのモクセイ科
20	ムモンアカシジミ	—	コナラ、クヌギなどのブナ科
21	オナガシジミ	—	オニグルミなどのクルミ科
22	ミズイロオナガシジミ	—	クヌギ、コナラ、ミズナラ、カシワなどのブナ科
23	ウスイロオナガシジミ	—	カシワ、ミズナラなどのブナ科
24	アカシジミ	—	コナラ、ミズナラ、クヌギなどのブナ科
25	ウラナミアカシジミ	—	クヌギ、コナラ、ミズナラなどのブナ科
26	ウラミスジシジミ	—	カシワ、コナラ、ミズナラ、クヌギなどのブナ科
27	ウラクロシジミ	—	マンサク、マルバマンサクなどのマンサク科
28	ミドリシジミ	—	ハンノキ、ケヤマハンノキなどのカバノキ科
29	メスアカミドリシジミ	—	オオヤマザクラ、カスミザクラ、タカネザクラなどのサクラ類（バラ科）
30	オオミドリシジミ	—	クヌギ、コナラ、ミズナラ、カシワなどのブナ科
31	ジョウザンミドリシジミ	—	ミズナラ、コナラ、カシワなどのブナ科
32	トラフシジミ	—	フジ、クズなどのマメ科の他、バラ科、ツツジ科、ミズキ科等の花・蕾・幼果
33	コツバメ	—	ネジキなどのツツジ科やバラ科、スイカズラ科等の花・蕾
34	ベニシジミ	◎	ヒメスイバ、ギシギシ、エゾノギシギシなどのタデ科
35	ウラナミシジミ	—	フジマメ、アズキ、エンドウなどのマメ科の花・蕾・果実
36	ヤマトシジミ	◎	カタバミ（カタバミ科）
37	ツバメシジミ	◎	ハギ類、コマツナギ、クズ、カラスノエンドウなどのマメ科
38	スギタニルリシジミ	—	トチノキ（トチノキ科）、ミズキ（ミズキ科）の花蕾
39	ルリシジミ	◎	フジ、ニセアカシア、クズ、ハギ類などのマメ科、ミズキなどのミズキ科、リンゴ（バラ科）などの花蕾・幼果
40	テングチョウ	◎	エノキ、エゾエノキなどのニレ科
41	アサギマダラ	—	カモメズル、キジョラン、イケマなどのガガイモ科
42	オオウラギンシジミ ヒョウモン	○	スマレ類（スマレ科）
43	ミドリヒョウモン	○	スマレ類（スマレ科）
44	クモガタヒョウモン	—	スマレ類（スマレ科）
45	メスグロヒョウモン	○	スマレ類（スマレ科）
46	ウラギンヒョウモン	○	スマレ類（スマレ科）
47	イチモンジチョウ	◎	スイカズラ、クロミノウグイスカグラ、タニウツギ、ハコネウツギなどのスイカズラ科
48	アサマイチモンジ	—	スイカズラ、クロミノウグイスカグラ、ハコネウツギなどのスイカズラ科
49	コミスジ	○	マメ科、ニレ科、クロウメモドキ科など（広食性）
50	サカハチチョウ	○	コアカツ、エゾイラクサなどのイラクサ科

51	キタテハ	○	カナムグラなどのクワ科
52	シータテハ	—	ハルニレ、エノキなどのニレ科、カラハナソウなどのクワ科、 コアカソなどのイラクサ科等
53	ヒオドシチョウ	—	エノキ、ハルニレなどのニレ科、ヤナギ類
54	クジャクチョウ	—	カラハナソウなどのクワ科、ホソバイラクサなどのイラクサ科
55	アカタテハ	—	イラクサ、コアカソなどのイラクサ科、ハルニレ、ケヤキなどのニレ科
56	ヒメアカタテハ	—	ハハコグサ、アザミなどのキク科
57	ルリタテハ	○	サルトリイバラ、ホトトギスなどのユリ科
58	スミナガシ	○	アワブキなどのアワブキ科
59	コムラサキ	○	各種ヤナギ科
60	ゴマダラチョウ	—	エノキ、エゾエノキなどのニレ科
61	オオムラサキ	—	エノキ、エゾエノキなどのニレ科
62	ヒメウラナミジャノメ	◎	イネ科、カヤツリグサ科各種
63	ジャノメチョウ	○	イネ科、カヤツリグサ科各種
64	オオヒカゲ	—	カサスゲ (カヤツリグサ科)
65	ヒカゲチョウ	○	タケ科各種
66	クロヒカゲ	○	タケ科各種
67	ヤマキマダラヒカゲ	○	タケ科各種
68	サトキマダラヒカゲ	—	タケ科各種
69	ヒメジャノメ	—	イネ科、タケ科各種
70	コジャノメ	○	イネ科各種
71	アオバセセリ	◎	アワブキなどのアワブキ科
72	ダイミョウセセリ	○	ヤマノイモなどのヤマノイモ科
73	ミヤマセセリ	○	コナラ、クヌギ、ミズナラなどのブナ科 (落葉樹)
74	コチャバネセセリ	○	マダケ、アズマネザサ、ミヤコザサなどのタケ科
75	スジグロチャバネセセリ	◎	ヤマカモジグサ、カモジグサ、ヒメノガリヤスなどのイネ科
76	ヒメキマダラセセリ	○	イネ科、カヤツリグサ科の各種
77	キマダラセセリ	○	イネ科、タケ科の各種
78	オオチャバネセセリ	○	タケ科、イネ科の各種
79	イチモンジセセリ	◎	イネ科、タケ科、カヤツリグサ科の各種

校庭の生物をもちいた環境教育の実践事例 ～宮城教育大学附属小学校でのフレンドシップ事業実践から～

島野智之*・菅原 崇**

The Practice of Environmental Education with Bugs in the Schoolyard Friendship Program:
A Case Study on Students of MUE and Children of MUE attached Elementary School

Satoshi SHIMANO and Takashi SUGAWARA

要旨： 本研究では、フレンドシップ事業の趣旨に基づいて、受け入れ側を宮城教育大学附属小学校1年1組(36名男女18人ずつ)とした。テーマとして、「校庭の生物」を設定した(受け入れ側授業は小学校1年「生活科」)。学生と受け入れ側小学校児童との交流のためにプロセス(過程)を4段階に設定した。このプロセスでは、準備と学習、実践終了後の小学校担任との議論から、野外において、小学校児童と触れ合うことについて考えた。なお、フレンドシップ実践のための準備は、環境教育bの授業を通して行った。

キーワード： フレンドシップ事業、校庭の生き物、クイズ、カード

1. はじめに

フレンドシップ事業とは、齊藤・見上(2000)によれば、その概要は「将来教職に就こうとする大学生に対して、在学中から小・中・高等学校の児童・生徒と交流する機会を与えることにより、教員としての資質向上を目指す」ものであり、また、「平成9年度より文部省の助成が開始され、本センターでも同年度から実施している」。フレンドシップ事業は原則として、大学の講義、実習などとリンクして行われる。本センターでは、講義科目「環境教育b」(前期2単位、全学年対象)の受講生を対象とし、通常の講義と合わせてフレンドシップ事業としての実践を行った。

9年目にあたる平成18年度は、その事業の取り組みの中で、校庭の生物および土壌動物を材料として実施した。本報告では、主に大学生側の実践記録として述べる。

1) 宮城教育大学の学生と宮城教育大学附属小学校の児童

講義科目「環境教育b」の受講者45名のうち安全性、指導が行き渡ること等を考慮し、3班を編制した。

著者のうち島野は、宮城教育大学の教員として「環境教育b」を担当するが、島野の受け持つ班は14名(男性4名;女性10名)であった。本班14名の大学生のうち1名の4年次学生を除けば、全員が1年次学生であり、また、大学に入学して、はじめて授業を履修した大学生達であった。

他方、受け入れ側の宮城教育大学附属小学校は、菅原(著者のひとり)が担任する1年1組36名の児童、男女18人ずつの構成であった。

ここで留意する点は、大学生は教員養成大学に入学してすぐの時期であり、まだ、教育実習なども未体験の学生であること、他方、小学校でも入学して間もない一年生であり、十分に小学校に慣れているとは言えないのではないかという心配があった。

2) 実践の目的

大学生は、身近な自然を材料として、児童にこれを教えるという過程で、①自分自身が自然を教育教材のひとつとして、その教材について研究・調査する姿勢を学ぶ、②身近で日常的に何の疑問も興味もなく接し

*宮城教育大学附属環境教育実践研究センター、**宮城教育大学附属小学校

てきた自然への驚きの目を自らも養うこと、③入学初期段階で小学生と野外で接することで、小学生への授業の難点や興味に気づくことという目標を設定した。

小学生児童は、生活科の内容の一つである「身の回りの自然や生き物とかかわる」ということについて、通常的生活科の授業では、児童が主体で、自分たちで考え気づくことを大切にしている。しかし、大学生と一緒に触れ合いながら、野外で、生物を前にしながら担任以外の大学生から情報を受け取ることを、授業として一度体験することによって、むしろ、自らが調べる方法のヒントにしたり、生物の知識への探求心を養ったりすることを目的とした。

2. プロセス（過程）の設定

宮城教育大学附属小学校の協力を得て、フレンドシップ実践を行うためのプログラムを計画した。大学生と受け入れ側児童との交流のためにプロセス(過程)を4段階に設定した(図1)。なお、フレンドシップ実践のための準備は、毎週の環境教育bの授業を通して行った。

プロセスIでは、大学教員(島野)が自ら児童と接する機会を持ち、児童が安心して大学生と触れ合える関係の基盤を作った。プロセスIIでは、児童の授業を利用して、大学生が自己紹介を行った。この過程では、2点について留意した。①大学生自身が大学に入学したばかりであり、児童に教えるという立場の体験は初めてである。②児童が前もって大学生と顔を合わせて安心して。また、このときに、校庭の生き物とし

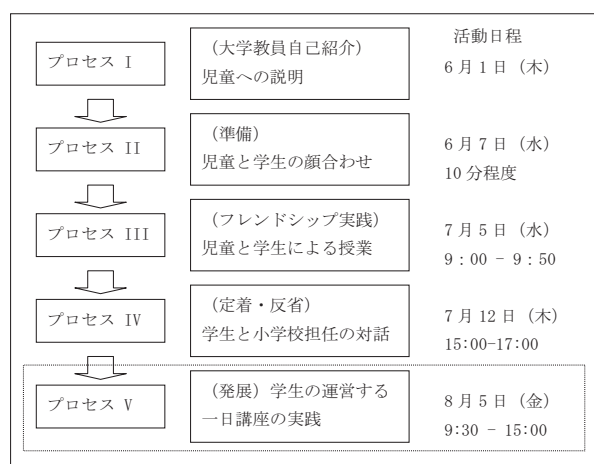


図1. 2006年度のフレンドシップ実践プロセス.

て、附属小学校の校庭にはどのような生き物がいるのかを調査し、何を題材にするのかを大学生自身が考える材料とした。プロセスIIIでは、それまでの大学内の授業時間で用意した校庭の生物に関するクイズを用いて、児童とフレンドシップ実践をおこなった。プロセスIVでは、学生が自ら児童への接し方について、感想や反省点を、担任の菅原(著者のひとり)と正味1時間30分程度の対話を持つことによって、今後の教員養成課程での課題に気づき、またフレンドシップ実践中にえられた気づきについての定着を行った。

また、発展として、授業履修者のうちから希望者を募り、プロセスVでは、これらを応用して、気仙沼市立教育委員会の協力を得て「気仙沼子ども環境学習教室」を開催した。詳細は資料に示した。

3. テーマ「校庭の生き物」

まず、プロセスI(図1)として、島野が大学教員として附属小学校を訪問し、45分間、1年1組の生徒と触れ合う時間をつくった。また、実践の現地を調査した。これをふまえ、大学生とのフレンドシップ実践に移った。

まず、附属小学校校庭を場として選び、ここに生息している生物を対象に、フレンドシップ実践を行うことを大学生への課題とした。テーマとして、「校庭の生物」を設定した受け入れ側の小学校1年生の授業では「生活科」であるため、大学生には、「生活科の授業とは、生き物や植物を育てたりして、それらが育つ場所・変化の様子・成長の様子に関心を持ち、またそれらは生命をもっていることや、成長しているごとに気づき、生物への親しみをもち大切にすること、という平易な解説を加えた。

本班の大学生は、どのような生き物が対象になるか、現地の取材を希望したため、現地取材の後(プロセスII)、話し合いによって、昆虫、土壌動物などの校庭の生物5種程度(アメンボ・蜘蛛・アリ・ミミズ・ダンゴムシ)のそれぞれについて、クイズの書かれたカードを作り、実際に校庭に生息する生物を探索し見つけ出すことを、一つめの課題とした。次に、作成されたクイズをもとに、5種の生物それぞれについての簡単な実験をとり入れることで、生物への興味と観察力を

養うことを、大学生自身が考え出した。また、5種すべてについて触れ、時間内に終わらせることとした。

4. プロセスⅡ「大学生と小学生の顔合わせ」

大学生が小学校に出向き、10分の時間を設定し、自己紹介を行ったが、小学生がむしろ、附属幼稚園からの児童が半数を占めるため、大学生にはある程度慣れていて、一方、大学生は自分がどのように振る舞って良いものか悩む者もいたが、数名の大学生は思い切って自分を演じて見せることが出来た。いずれにしても、大学生にとっては驚きと喜びに満ちて、教育大学に来たという実感が初めて生まれたという様子であった。

実践をおこなう校庭の視察を同時に行ったが、自分たちの予想しているような生物の多い場所ではなく、一見して何も生き物が生息していそうにない場所に、とまどっていた様子が見られた。

5. 実践の準備「校庭をどのように使うか」

大学生たちは、実践現場の下見から、本当にごく身近な生き物を材料にすることに、とまどいを感じていたが、まずは対象となる生物を決めた上で、生物について調べ、相互に発表やクイズを出すという、予備的实践をおこなった。14名の大学生は5つの班として2～3名ずつに分かれ、5つの分類群の生物それぞれについて担当した。

ここで、強調したいのは、特殊な生物種ではなく、身近にある何も特徴のない校庭に生息する生き物（動物）を、大学生が題材にすることが大切であり、学生が実践のなかで、「実践のネタづくりをするためには、どうすればいいのか」ということをごくありふれた生物を材料にして考えることを重視した。

6. 大学生相互の発表会

まず、大学生自身で、校庭の生き物を中心に調べてみる。それを、お互いに発表することをおこなった。大学生の多くは生物について「調べもの」をしたことがないものが、ほとんどであった。自主的に、大学生が主体となって、対象とする生物に焦点を合わせることを学ぶために、班ごとに、①対象とする生物を校庭

に生息している動物分類群に決めること、次に、②決めた生物種について調べ物をするをおこなった。また、③調べた事柄をもとに、クイズをつくってみることをこころみた。

次の週には、お互いに発表会を行い、それぞれの疑問点を投げかけ、また、クイズを実際に、大学生相互で問いかけてみることで、小学1年生に適切なクイズかどうかを議論し合った。また、クイズと合わせて実験などを行う方が良いという意見が出た。

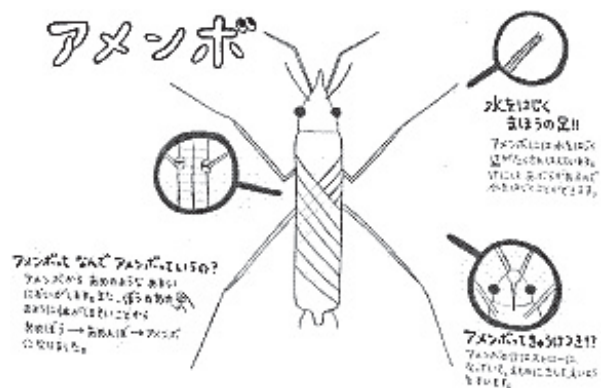


図2. 大学生の事前相互発表にもちいた資料 (アメンボについて).

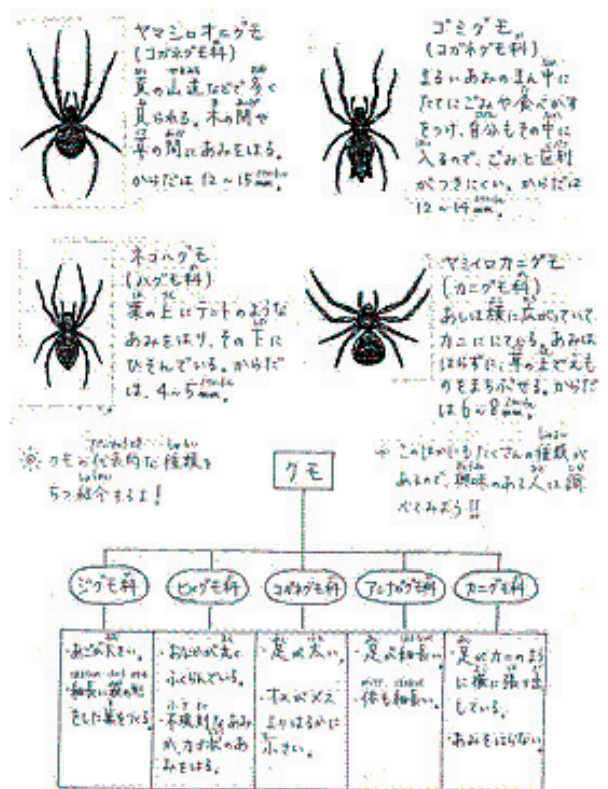


図3. 大学生の事前相互発表にもちいた資料 (クモについて).

7. 動物（昆虫類）の取り扱い実験

大学生は、実際の生き物を材料に、クイズの中で行う実験について、大学キャンパス内に生息する動物（昆虫類）を、実際に採集して、これを試みた。

その一例は、「アメンボを浮かべた紙コップに洗剤を滴下するとどうなるか」という物である。アメンボは、なぜ水の上に浮かぶか、足の先からワックス状の分泌物を出しているためであるが、これに、洗剤を滴下すると、ワックスの効果が失われ、アメンボが水に浮かべなくなってしまう。このことを児童に理解してもらうことを目的として、キャンパス内の池からアメンボを採集して、実際にこれを試した。結果は、アメンボが、紙コップの中に沈んでしまい。その意外性にクイズを考案した大学生も驚きの声を上げた。

8. プロセスⅢ「フレンドシップ実践」

以上、大学内の授業時間で用意した校庭の生物に関するクイズを用いて、児童とフレンドシップ実践をおこなった。

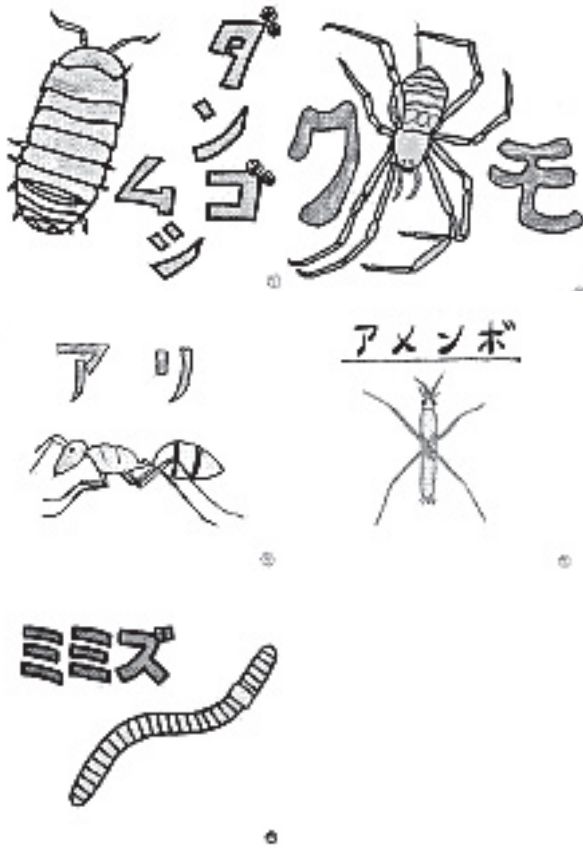



図4. 実践にもちいた抽選カード

昆虫、土壌動物などの校庭の生物5種程度（アメンボ・蜘蛛・アリ・ミミズ・ダンゴムシ）について、クイズの書かれたカードを作った、またクイズを作成し、この問題を実際に校庭に生息する生物を探索し、簡単な実験することで、生物への興味と観察力を養った。

くものクイズ 

Q1. 日本には、クモ(はい、はい)は何種類いる?
 ① 15種類 ② 150種類 ③ 1500種類 ④ 15000種類
 → A. ③ 1500種類

Q2. くもはどのように高いビルに登る?
 ① 人の肩に乗って登る。
 ② 風によって登る。
 ③ 自分でビルを登る。
 → A. ② くもの子供は流した糸に乗って空を飛ぶことができます。

マクス知識Q
 くもは害虫ではなく益虫です。アシダカグモはゴキブリを食べてくれます。

●○ミミズの問題●○

Q1: ミミズには目がありますか?
 A1: ない。代わりに体の表面で光の強弱を感じ、目の役割をする。

Q2: ミミズには鼻がありますか?
 A2: ない。唇の先で触って味をみる。
 唇には「センス・オーガン」と呼ばれる毛のような感覚器がある。

Q3: ミミズには脳みそがありますか?
 A3: 小さな脳みそがあります。

クイズ

アメンボのいる水にどれを入れたらアメンボはしずむでしょう? ①～③から選んでください。
 ① お酒 (アメンボがよっほらちやうかもる)
 ② 海の水 (しお(お)いのはきらいなのかな??)
 ③ 洗剤 (おんなも洗剤いはのんたら本におるいね)

答え ③ 洗剤
 洗剤がアメンボの足の油を分解してしまうから。
 ※ アメンボA4の紙参照。

○ダンゴムシ 《クイズ》

Q. ダンゴムシはどのようにして動く?
 A. 固い殻を動かして身を曲すため

Q. ダンゴムシは何の仲間?
 A. エビやカニの仲間
 (節足動物門甲殻綱等脚目) 簡単に言えば、足が節になったアリアリ固い殻を持つ生き物。

Q. ダンゴムシが眠る時にどうなる?
 A. 床の前と後ろにわかれて眠る
 (人間がソラリスとズボンを履くのと同じような感じ)

Q. 丸くならないダンゴムシとアリスの虫は?
 A. フラミンゴ
 (下は参考)

図5. 実践にもちいたクイズカード



図6. カードをえらび生物を決定.



図7. 引き当てたカードに書かれた生物の絵に従って、ミミズやダンゴムシを探す.



図8. クイズをして、探し当てた生物(アメンボ)で実験をする(アメンボの浮いている水に洗剤をいれるとどうなる?).

また、授業の終わりには、大学生が作成したアンケート用紙に、今日の感想として、絵を使って記入した。

以下に、大学生の事後の反省・感想を示す。

大学生だけでは、児童を掌握する方法・技術について、うまく議論できないことが予想された。そのため、反省点などを含めて、児童の担任の菅原と話し合う機会をもつことを目標に、できるだけ言葉にして質問できるようにしなければならない。そのために大学生の反省と感想について、自由に話し合った。

＝ 子どもたちの感想に対する大学生の感想 ＝

- ・子どもたちが楽しんでくれたというのがよかったのでよかった。
- ・ミミズに目がないことも、アメンボが「飴ん棒」だということなどわかっていてくれてよかった。クモの問題など、見た目はあっさりして受け答えをしていたのですが、実は感動していたのだということがわかってうれしかった。
- ・またきてくださいという言葉がうれしかった。
- ・アリの絵がなくて悲しい。
- ・アメンボの実験をしてよかった。
- ・うまく知識を伝えられなかったと思っていたけれども、びっくりしたという言葉が結構あってうれしかった。
- ・虫が好きだったけど、もっと好きになりましたというのが、うれしかった。
- ・自分の反省点ばかりマイナスだったけれども、感想を読んだらうれしくなった。
- ・ひらがなをならいたてだったのに、一生懸命に書いてくれてうれしかった。
- ・クモの足が14本と、書いてあって、ダンゴムシと知識が混じってしまった。

＝ 大学生へのアンケート ＝

1) 準備の総合点

0-20点	20-40点	40-60点	60-80点	80-100点
0人	0人	9人	2人	0人

「反省点は？」

紙をみてしゃべるだけ。

子どもたちへの指導能力の未熟さ

2) ゲームの完成度(知識と方法について)

0-20点	20-40点	40-60点	60-80点	80-100点
0人	0人	0人	10人	1人

「足りなかった20点は何が足りなかったか？」

- ・知識が簡単すぎて、「一年生はよく知っていた」（ダンゴムシとわらじ虫の違いをよく知っていた）。レベルがあわなかった。
- ・ゲームとしての完成度は高かったが、方法にとらわれていて、目先の興味にとらわれていて、虫の機能と新たな発見と喜びを教えるべきだったのに、ゲームの進行にとらわれてしまった。優先順位が違う。
- ・調べてきたのがメジャーなものだったので、もっとマイナーな分野（たとえば、土壌生物？手こずって探さなければならぬもの、あの場では？）の生き物でもよかったのではないか。

3) ゲームの完成度（知識を自分たちのものにして予習がすんでいるか）

0-20点 20-40点 40-60点 60-80点 80-100点
0人 4人 7人 0人 0人

「足りなかった部分はどこか？」

- ・自分が調べたものは、紙をみなくても、言えたが、ほかの班の調べ物は結局行きのバスの中だけだったので、知識がもったいなかったかなと思う。
- ・紙にまとめると、量が膨大だった。伝えたい部分、要点が見えているとよかった。知識を披露する場を与えられなかった。
- ・結構、小さい生き物だと馬鹿にしていた。
- ・自分自身が納得していないと子どもには伝えられない（島野の意見）。

4) 児童の指導（シミュレーションが十分だったか）

0-20点 20-40点 40-60点 60-80点 80-100点
11人 0人 0人 0人 0人

「意見は？」

惨敗でした。どうやってシミュレーションをすべきだったのが、わからなかった。

5) 児童への指導（テクニク）

0-20点 20-40点 40-60点 60-80点 80-100点
11人 1人 0人 0人 0人

9. プロセスⅣ「児童担任との反省会」

プロセスⅣでは、大学生が自ら児童への接し方について、感想や反省点を、1年1組担任の菅原と正味1時間30分程度の対話を持つことによって、今後の教員養成課程での課題に気づき、またフレンドシップ実

践中にえられた気づきについての定着を行った。

以下に、反省会の内容を示す。

担任（菅原）への大学生の質問

[大学生が前もって準備した質問]

- ・単独行動する子どもの扱いはどうしたらよいか。
- ・子どもを引きつけるにはどうしたらよいか（話術など）。
- ・答えを選択制にすべきか、それとも、子どもの言葉で考えさせるべきか。
- ・能力差のある子どもへの対処の違いはどうしたらよいか。
- ・低学年と高学年の子どもには話し方の違いはあるのか
- ・子どものやりたいことを優先させるのか、知識を優先させるのか。
- ・子どもに教えたいことや、伝えたいことをどの程度、教師が教えたり、伝えたりしているか。
- ・網を持ちたい、前に出たい子どもがひとりいたときに、班としてまとまって行動するためにはどうしたらいいのか。
- ・最初に説明したときは、カードを見せたら引くものだと思っていた。「やり方の説明」がうまくいかなかった。虫を探すときも同じであった。

= 以下、やりとりの記録 =

- 質問 -

- ・単独行動する子どもには、どう接したらよいか。
一年生の目線に降りる。外に出ると、周囲の興味があるものにひかれるのは、発達段階の姿だと思う。意図的に興味をもたせようと示しても全員というのは難しい。36人のうち30人くらいがこっちを向いていればいい、というくらいの気持ちでもいいのかもしれない。1時間の授業でその子の評価はできない。あまり完璧を求めないで、余裕を持って子どもを見取るのはどうか。

フレンドシップ実践の授業をみている限りは、そんなに単独行動をとっている子はいないと思う。発達段階から見ると、他のグループと交わって活動してもよいという思いをもって臨んでもよいだろう。単独行動ほどではない。

その場で児童の名前と顔を覚えられなくてもよい。即席でグループを作っているの、ひとりでも名前を

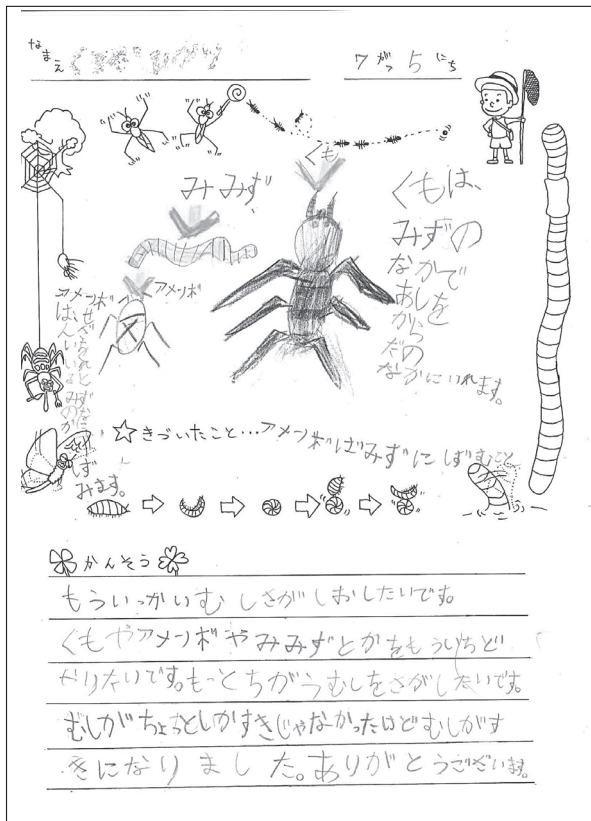


図9. 児童の書いた授業の感想

覚えられたら、いいと思う。授業を2～3回くらいするうちに名前をおぼえられたらいいのではないかな。長いスパンで考えていく必要がある。

- 質問 -

・言葉で引きつけるにはどうしたらいいのでしょうか (話術・テクニックはあるのか)。

テクニックはあるのかもしれない。附属小学校の教員は、全部で24人いるがそれぞれにテクニックがあるのだと思う。ただまねをするのではなく、自分だったら、こんな手法を使うのか。というものを学んだらいい。いろんな本に書いてあるような、話術など細かいテクニックはあるし、いろんな本に書いてある、たとえば、チラチラ見せたりする方法などを研究するのも良い。いずれにしても、自分なら、という部分をpushしておくことが大切である。

ほかに、事前に児童と約束をしておく方法がある。前に人が立ったらそっちを向く、などの約束がある。

耳で聞いてみよう (写真を出して)

目で見ている (写真を出して)

子どもの実態をみるのが大切である。

大学と、附属小学校での情報交換は、ほぼメールでおこなったが、このような連携では、細かい打ち合わせは大切であると考えます。

- 質問 -

・答えを選択制 (4 選択問題) にすべきか、それとも、子どもの言葉で考えさせるべきか。

どちらでもよかったのかもしれない。人数が5人なので、対話型をとれたかもしれない。4タク (4 選択問題) というのは一年生はやっていないので、それはそれで、経験としておもしろかったかもしれない。どちらからいうと、4タクは大人数のときに、方向性をそれないために使うテクニックかもしれない。発達段階によると3タクくらいの選択肢が良いかなとおもう。

今回のフレンドシップ事業の実践によって、児童達の知的好奇心はくすぐられた。一週間くらいクイズがはやった。クイズをして友達と遊び会うということに、皆さんとの経験が生きている。

- 質問 -

・能力差のある子どもへの対処の違い

・低学年と高学年の子どもには話し方の違いはあるのか

子どもとの親密度の違いによってもちがうので一概にいえません。授業中は変わらないのではないかと思います。

- 質問 -

- ・子どものやりたいことを優先させるのか、知識を優先させるのか。

そのときの授業のねらいだとおもう。今回は皆さんが来て児童に教えてもらう。という方式。実際の生活科の授業は逆で、生徒に投げるようにしている。国語や算数と違って、大きな枠しかない。葉っぱや日光の様子で、その場で組み立ててゆくような形をとるので意外と難しい。

- 担任（菅原）からの発言 -

フレンドシップ授業のあと、ダンゴムシを両手に持ってきた児童がいる。

なにかとみたら、ダンゴムシがおなかに卵を抱えているものや、ダンゴムシのあかちゃんだった。フレンドシップ授業で、皆さんが、ダンゴムシの足の数やミミズに目がないことなどを子どもたちに教えてくれたからだと思う。彼らは、理科の先生に、ルーペを借りたり、図書館からダンゴムシの図鑑を照らし合わせていたりしていた。これが、調べ知識ということだと思う。大学生の皆さんには、児童に、物事を斜めから、横から見るという視点を与えていただいた。

しかし、毎回、このような実践方法で授業を行うと、教師主導の授業（教えられ型の授業）になってしまう。今回は1度であったので、ヒントを与えてもらったという点で評価できる。



図 10. 反省会の様子

- 質問 -

私は、子どもになめられていたのかと感じた。子どもに教えたいことや、つたえたいことをどの程度、強引に教えたり、伝えたり菅原先生はされているのか。

知識的にわかっている子どもについては、がんがん、意見をいいあっても良いのかもしれない、こっちが二枚も三枚も上手であることをしめしてやってもいい。その子どもの実態に応じて、知識を与えるなどしても良いが、出し過ぎると押しつけになる。

得意になっている子ども（オタマジャクシがとくいととか）の説明をまずは聞くことが大切ではないか。子どもの知識は意外とインターネットだったり、テレビから得たものだったりする。生き物（そのもの自身）は、実際に見ていない場合があったら、チャンスではないだろうか。そして、逆転できるチャンスがあったらしめたもの、「わかんない」ってなったら、「先生もわかんない」と種をまいておく。すると、「じゃ先生に教えてやろう」というように子どもは頑張って調べて、2～3日したら、また、同じ子どもが調べた知識を持って話に来ることがある。そうしたら、それがその子にとって本物の知識になる。情報を確認することはたくさんある。このように、複数の機会を得て確認させるようにしたらどうだろう。

- 質問 -

- ・網を持ちたい、前に出たい子どもがひとりいたときに、班としての統制をとるためにはどうしたらいい



図 11. (反省会) 児童の書いた授業の感想をみて

のか。

人がやっているのをみて学ぶ、ではなく、できれば、本人にやらせてやりたいと私も思う。これも、児童達との「駆け引き」が重要なのであって、全員にやらせると時間がない場合は、駆け引きで進めるしかない。全体をそろえなければならない、というところが、附属小学校にはあまりない。意外と、型にはめないほうが、枠を超えてできるのかもしれない。注意がそれて集団から離れてしまった児童がいても、「そっちにいかないで、こっちにおいで」といわないで、あえて残った生徒で楽しくしてみる。あれ、僕がこっちにきたけれども、誰も来ないと自分で気づいて戻ってくることもある。きちんと整列などに神経を集中すると、発見する芽がなくなってくる。生き物なんて教室で飼っちゃだめとなると、自然を観察する芽が育たない面もある。締めるときは締めるし、緩めるときは緩めるというさじ加減も必要だ。

子どもは、手の上で育たないし、あふれてこぼれた部分で光った部分がある。

規則正しくさせようと思って、指導していくと、今回のような、自由な感想はでないと思う。

整列をさせるといった見た目を重視するよりも、中身で勝負したらどうだろう。

〔以下、準備した以外のフリーディスカッション〕

－質問－

- ・菅原先生は、子どもの行動にあわせて臨機応変に変えているが、そのような臨機応変さは要求されるか。自分は計画を綿密に立てたが。
- ・最初に説明したときは、カードを見せたら引くものだと思っていた。「やり方の説明」がうまくいかなかった。虫を探するときも同じであった。

指導案通りに進めようとする授業は苦しい授業になってしまう。AでもないBでもない、Cくらいがいいのか、という、全く予想外の展開になる。計画に縛られてはいけなければならないけれども、それでもいけない。

本音で言うと、今日も私が小学校で授業をした時間は、4時間あったのだけれども、私として納得のいく授業はできなかったと思う。私も一年間のうちで、本当にうまくいったという授業はそれほど数はないと思う。

むしろ、子どもとのやりとりを楽しむくらいで進めることも必要かもしれないね。

－以下、菅原からの講評－

この班は、この虫に限定するような形で、分担を決めて、別々にやらなくてよかったと思う。一つの班に、5種類の生き物を観察させることができてよかった。少人数にわけて、みてあげたおかげで、一人一人、はにかむような子もすくい上げてあげることができてよかった。

K(仮名)君は、「ぼくは、ぜんぶ分かってたよ。」といていたが、彼は、一番虫好き、K君のような子が、クラスでうまく働いてくれる。K君が「かわいーっ」で、やるので、さわれない子も、さわれるようになる。

また、絵を取り入れた感想を書かせたが、一年生は、通常は人物が中心になって、材料は小さくなりがちになり、みんなで楽しくやった絵になるのだが、今回の授業の感想では、昆虫や、ミミズをどーんと真ん中にかいている。今回は、対象を書きたい子が、のびのび表現できる授業になった。

生活科としては、生き物への思いを持って、次の発見、興味へと繋げていく、という重要な時間を過ごせたのでよかった。

10. プロセスV「大学を離れた一日講座の実践」

プロセスVでは、これらを応用して、授業履修者のうち、希望者のみを募り、気仙沼市立教育委員会の協力を得て「気仙沼こども環境学習教室」を開催した。参加した児童は、気仙沼市内の6つの小学校から18名に及んだ(登録者は8小学校30名ただし、翌日が気仙沼みなと祭りという日程のため帰省者もあり、参加取りやめも出たと思われる)。

本報告は、この実践を含まない。詳細は資料に示した。ただし、朝9時30分から、15時までの実践の時間のすべてを、事前の大学生の運営計画で行い、実践当日には、すべての参加した大学生が黒板の前で話し、すべての大学生が野外と顕微鏡を使って実践するという教室は、前日からの大学生の泊まり込み準備(大学から気仙沼市まで車で3時間程度)から、児童の帰宅後の片付けまで、無事に終了した。

附属小学校での実践を通して、大学生が自信をつけ

てきたからだと思われる。環境教育bの授業は、前期にて終了するが、大学生の今後の成長が期待できる実践となった。

11. まとめ

著者のうち島野は宮城教育大学赴任2年目であり、宮城教育大学附属小学校の多大なる協力を得ながら、担任の菅原（著者）とともに進めた実践であった。そのためもあって、実践までのプロセスをあわてず、4段階に設定し、相互の距離を縮めながら、準備を重ね行ったフレンドシップ実践を計画できたことは、最終的に大学生だけでなく、教官相互の自信にもつながった。また、児童にとっては、生活科の内容の一つである「身の回りの自然や生き物とかかわる」という部分で、大学生と一緒に触れ合うことで、小学教員の観点以外から、生物への探求心を養い、生命への興味を育てられたと思われる。生物についてではないが、しばらく1年1組では、お互いにクイズをする「クイズ遊び」が流行した。このようなところも、授業では得られない部分だと思われる。

実践の準備は、島野・菅原間について、菅原も述べているように、お互いの時間がまったく合わず、電話もできないような中で、専ら大学と附属小学校の電子メール交換で打ち合わせが行われた。しかし、実際には、相互に実りのある実践となったとおもわれる。この成果は、お互いの顔を分かり合い、児童と大学教員、大学生と児童、小学校担任と大学生、4者間の人間関係とも言えるものを、時間をかけて作ったことが、支えてくれたのだと思う。今後も、また、このような繋がり「絆」を大切にしながらフレンドシップ実践を進めていきたいと考えている。

謝 辞

宮城教育大学附属小学校には、長期にわたり多大な

るご協力と懇切丁寧なご支援をいただきました。また、気仙沼市立教育委員会・会場の面瀬小学校にも絶大なるご支援をいただきました。また、本学環境教育実践研究センター鶴川義弘教授と大友俊卓さんをはじめ研究室の学生さん方には、取材と記録によるご支援を行っていただきました。この場を借りて皆様に、心より感謝申し上げます。

引用文献

斉藤千映美・見上一幸, 2000. 平成12年度フレンドシップ事業報告. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 3: 107-108.

見上一幸・村松隆, 1998. 平成12年度フレンドシップ事業報告. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 31: 95-104.

資 料

テーマ: 「土をつくる生き物たち」

期 日: 2006年8月4日(金) 9:30-15:00

会 場: 気仙沼市立面瀬小学校及び近郊の森林

主 催: 宮城教育大学・気仙沼市立教育委員会

参加者: 気仙沼市の小学生(実質参加者18名: 内訳
市立鹿折小学校5名; 市立面瀬小学校7名; 市立南気仙沼小学校3名; 市立九条小学校1名;
市立松岩小学校1名; 市立月立小学校1名)

新聞報道:

1) 「初の環境学習教室 気仙沼市教委・宮教大フレンドシップ事業」

2006年8月5日 三陸新報(気仙沼市)

2) 「土の中は虫の王国 気仙沼こども環境学習教室 宮教大事業 児童23人、森で観察」

2006年8月5日 河北新報(気仙沼市)

環境調和型エネルギーシステムへの課題と展望

安江正治*・橋本良仁**

Study on the Energy System for the Sustainable Society

Masaharu YASUE and Yoshihito HASHIMOTO

要旨 : Web 上に公開されているエネルギー関連の資料に言及しつつ、持続可能な社会にふさわしいエネルギーシステムを最近の情報通信網の自律分散・協調型システムの効率的な運用を手がかりにして考察する。

キーワード : 環境調和型エネルギーシステム、分散型・広域型電力網の共存

1. はじめに

エネルギー問題についての社会的な関心の高まりとともに、昨年(2006年)、「新・国家エネルギー戦略」¹⁾が公表され、そこに提示されている2030年までを視野に入れたエネルギービジョンは、人々の関心を集めている。将来を担う若手を育てる責務を負う教育分野においても、この方針は、「エネルギー教育ガイドライン」²⁾の形でエネルギー環境教育情報センターから発表され、この趣旨に沿って、各地域の教育研修センター等で、エネルギー教育関連の研修会が始まっている。このガイドラインで、エネルギー教育において学習すべき内容の一つとして「エネルギー問題解決に向けての行動」が掲げられている。教育現場の教師からは、この大切な学習内容を子どもたちに伝えるには、3R (Reduce, Reuse, Recycle) 的な「ものを大切に作る身近な行動」だけではなく、今後人類は、エネルギー問題をどのように解決してゆけばよいのかの展望も知りたいとの切実な期待が寄せられている。

著者達は、「環境のためのオンライン教育リンク集」³⁾を開発し、5年間余り運用してきた。このリンク集に集められた内容を読み解くことで、教師たちの知りたいと願っている「エネルギー問題解決への道」に応える形で、表題の「環境調和型エネルギーシステムへの課題と展望」をここに概観することにする。

2. 「環境のためのオンライン教育リンク集」からみたエネルギー問題

気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書がわが国において2002年に批准されて以来、質の高いエネルギー関連の記事がWeb上に多数発表されるようになり、この前年に運用を始めていた「環境のためのオンライン教育リンク集」³⁾に、エネルギー資源の項目を追加した。このサブ項目として

- ・電気 (46)
- ・化石燃料 / 原子エネルギー (34)
- ・新しいエネルギー (136)
- ・新技術 (204)

を含めた。この各項目のカッコ内の数値は、現在、登録されているリンク数である。この数値から分かるように、既存の化石燃料と違った新しいエネルギー資源やその開発のための新技術に関する情報が多く登録されている。その理由は、企業や研究機関において省エネルギー技術をはじめナノテクノロジーといった先端的な開発研究の成果がさまざまな製品、例えば高温ガスタービンや高性能モータ、リチウムイオン電池、光電変換素子などとなって製品化されているだけでなく、エネルギー問題解決に向けての報告となって発表されているからである。

これら登録データの中で、特に注目された事例を2、

*宮城教育大学環境教育実践研究センター、**仙台市立南小泉中学校

3 挙げてみる。

・日本の風環境に適した風力発電機（三菱重工）

1000kW クラスの世界最高の発電効率。かつ、日本の風土に固有の落雷や台風、不安定な風、潮風に含まれる塩分といった厳しい環境に対応した丈夫さを備えている。

このような風車を、欧米の企業に比べ後発の開発であったにもかかわらず、青森の竜飛岬に東北電力が導入しテストした。製造元の三菱重工は、東北電力と共同試験を経て、上記高性能機の開発に成功。

MW クラスの風車として、世界のベストセラー機となっている。

・高温複合型ガス発電（東芝）

現在主流の 1300°C クラスのガス発電（発電効率 40%）を超える高温ガス 1700°C クラスの次世代複合型ガスタービン（発電効率 60%）。耐熱性をもたすためのセラミックコーティング。燃料のガスは、バイオマス由来のメタンや天然ガス、さらには石炭ガス化によって生成された水素ガスやメタンガス等も利用でき、多様な燃料に対応した次世代型発電システム。

・ナノテクノロジーを応用したクリーンなエネルギー源：

代表例として熱電変換素子および高性能リチウムイオン電池、光電素子等があり、この分野で以下のような画期的な成功がわが国で報告されている。

熱電変換素子：熱電変換部分を 1 原子層の厚さで多層構造的に積み上げることで高性能の熱電変換に名大グループが成功したことが報道されている。自動車の廃熱やガスタービンの廃熱をはじめ、あらゆる温度差のある熱源から発電することが可能になる。

高性能リチウムイオン電池：信州大学の遠藤守信グループがカーボンナノチューブを電極に使うことで、リチウムイオン電池の高性能化に成功。

風力発電等の出力の不安定な発電システムへの平準化用蓄電池としての応用が期待される。

太陽光発電：シリコンタイプの太陽光発電において、高純度シリコン原料の量的不足が太陽光発電パ

ネルの高価格を招いていた。この問題点を解決する、超薄膜型や集光型球状シリコン太陽電池が開発され、発電パネルの低価格化が始まっている。

これら個々の基礎技術だけでなく、持続的な開発技術、今後数十年に渡って開発する長期的技術等について、文献 4 に紹介されている事柄は、エネルギー危機の叫ばれている中であって、若人たちに、自分たちの努力でエネルギー危機を超えることができるのではという励ましを与えてくれる。このような記事を学校関係者が目にすることは少ないが、「環境のためのオンライン教育リンク集」は、この記事を登録しておくことで、彼らがこれを閲覧する機会を用意してくれている。

3. 考察とまとめ

50 年後の世界のエネルギー技術の展望について NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）が文献 5 の形で報告している。これは、欧州の世界のエネルギー技術の展望 WETO H2 の概要報告で、欧州のグループが如何にしてクリーンエネルギー技術を進展させ、50 年後の将来のエネルギーと環境問題に取り組むかという技術的挑戦を記している。この計画の特徴は以下の点である。

エネルギー源として、1/3 を原子エネルギーに求め、クリーンエネルギー、石油、天然ガスには各 20%、そして石炭には 6% としている。炭酸ガスを排出する化石燃料を使う装置の半分程度には炭酸ガス隔離を施す。この EU の技術開発の動向で、原子エネルギーの占める割合の多さに驚かされる。

わが国においても、文献 6 にあるように、安全性に配慮した次世代型原子炉が開発されており、今後の原子エネルギーの動向が注目される。また、クリーンエネルギーの占める割合が 20% と、わが国が今後、10% 程度と想定している値の 2 倍も多いのにも注意を払いたい。

前章で指摘したように、わが国において、風力発電ばかりでなく、太陽光発電素子や熱電変換素子の開発研究が進んでおり、今後、バイオマスの利用も地域の農林業の活性化を取り込む形で、いかに進めるかが課題といえる。これらクリーンエネルギーは大規模集中

型のエネルギー源ではなく分散型で、小規模形態を特徴とする。これらのエネルギー源を有効に活用するには、個々の独立した電源装置として使うのではなく広域電力網に組み入れた電力ネットワークを形成するのが望ましい。しかし、風力や太陽光発電は、時間的な変動が多く、広域電力網の出力安定の制御には大きな負担をかけることが問題となり、わが国におけるこれらの電源の開発が遅れている理由になっている。

この問題を解決する一つの手法は、1) 情報ネットワーク網の運用で確かめられた「自律分散・協調型システム」の効率的なよさを取り入れることである。それには、これらクリーンエネルギーの電源をマイクログリッド的に自律的なサブ電力網として構成し、広域網と30分程度の平準化機能を有する制御系を介して緩やかな結合をすることが望まれる。

または、2) 情報通信の仮想私設網にならった、バーチャル電力網を構成するように個々のクリーンエネルギー電源を広域電力網に接続。この場合は、電力平準化の制御は広域電力網側にもたせる。

この1)、2)どちらの方式も技術的には可能であり、運用上の問題点を国内で実証テスト中である。テストの結果、既存の蓄電池は、平準化を行うための蓄電池としては、性能的に不十分で、高価すぎるのが分かり、高性能で実用的な蓄電池の開発が今後の課題として提示された。しかし、平準化の機能を蓄電池のみに持たすのではなく、出力制御のしやすい小型ガスタービン発電機や燃料電池など他の電源との併用によって、出力を制御する手法の方が実現しやすいと思われる。

最後に、将来のエネルギーシステムとして検討しておかなければならないのは水素エネルギーの評価である。結論から言うと、水素は、燃料電池用のガスとして使う場合はエネルギー効率の悪い資源。その理由を以下に記す。

水素分子の結合力が少ないため、水素ガスを生成するときにメタンガス等の他のガスに比べて、より多くのエネルギーを投入することになる。燃料電池で水素ガスを使うとき、この投入したエネルギーの一部しか利用できないため、燃料電池の発電効率が見かけ上良くても、燃料製造時のエネルギーを含めると総合的な

効率は、悪い。現在、水素を使った燃料電池の開発が遅れている理由の一つは、水素生成時に投入したエネルギーを電気エネルギーの形で取り出そうとすると、利用できずに熱エネルギーとして捨てている割合が多いという熱効率の悪さにある。

水素燃料のこの欠点を解決する手法の一つは、動作温度が700～1000℃程度で発電効率40%の固体酸化物形燃料電池(SOFC)の活用である。この燃料電池を高温ガスタービンの導入部に使うと、タービンの発電効率を大幅に改善できる。例えば、タービン単体の発電効率が60%の場合は、システム全体の効率は70%程度に改善できると期待できる。

文献7によると、「固体酸化物形燃料電池は、白金などの触媒が不要で、改質器もいらぬ上に、水素以外に天然ガスや石炭ガスなども燃料として使えるメリットがある。一般家庭・業務用の1～10kW級の電源として既に市販されており、火力発電所の代替などの用途が期待されている。」と紹介されている。燃料電池は、様々なタイプが知られているが、固体酸化物形燃料電池が最も有望である。この電池は、1000℃近くの高温で動作するため、高温に耐える電極材料がいる。耐熱セラミックスの開発技術を有するわが国のグループがこの電池の開発に貢献しているのも頼もしく思われる。

最後に、表題に掲げた、「環境調和型エネルギーシステムへの課題と展望」は、以下のようにまとめることができる。

化石燃料も、本来、太陽エネルギーの閉じ込められたものであり、資源として今後100年間は利用可能。⁵⁾ それ以降の時代のエネルギー源をどうすべきかという問題を、この21世紀中に解決しておくことが、現代に生きる我々の責務。有限な地下資源に代わるエネルギー源として、人類は、太陽エネルギーの有効活用に向かうべく、バイオマスや風力、太陽光、水力などを使った分散型電源を適切に利用するとともに、核エネルギーの安心できる利用法の確立が今後の課題として挙げられる。また、必要なときに必要なだけのエネルギーを供給できるエネルギーネットワークの構築に向けて、企業と利用者が互いに協力あうシステム作りが大切と言える。

それには、学校教育におけるエネルギー教育の果たす役割は、大きく、かつ、社会から期待されている。

参考文献

- 1) 経済産業省「新・国家エネルギー戦略」
<http://www.meti.go.jp/press/20060531004/20060531004.html>
- 2) エネルギー環境教育情報センター、
「エネルギー教育ガイドライン」
<http://www.icee.gr.jp/060526/press.pdf>
- 3) 橋本良仁、安江正治、
「環境教育のオンラインリンク集」 [http://www.curri.](http://www.curri.miyakyo-u.ac.jp/PUB/env/sub/p3.html)

<http://www.curri.miyakyo-u.ac.jp/PUB/env/sub/p3.html>

- 4) 茅陽一、21世紀の環境とエネルギー：その展望
<http://www.sfc.keio.ac.jp/sfc-forum/forumnews/news53/forumnews53-1.html>
- 5) NEDO,
世界エネルギー技術の展望 WETO H2 報告書概要
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/993/993-03.pdf>
- 6) 東芝グループ、
新安全設計概念による次世代原子炉の開発
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/993/993-03.pdf>
- 7) フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』
の項目「燃料電池」

仙台産アカヒレタビラの人工増殖法の開発ならびに環境教育活動の実践 ～小型プラスチックチューブ、水槽、ため池による増殖法の検討～

棟方有宗*・上嶋勇輝*・田幡憲一*

Development of Artificial Growth Methods for *Acheilognathus tabira* subsp. R in Sendai and Practice of Environmental Education

～ Artificial Growth Methods by Use of Small Plastic Tubes, Aquarium Tanks and an Artificial Pond ～

Arimune MUNAKATA, Yuki UWAJIMA and Kenichi TABATA

要旨： 仙台産アカヒレタビラ保全の一環として、①人工孵化、②天然仔魚の飼育、および③ため池による人工増殖法を開発した。①人工孵化では、水槽に沈めたプラスチックチューブに受精卵を一粒ずつ収容することにより、水質を維持し、かつ仔魚の運動抑制効果と高い生残率を得た。②では、天然仔魚の多くを水槽で成魚まで育成した。また③では、宮城教育大学構内にため池を新造し、本種の生息環境を再現することに成功した。以上の知見を基に、保全を推進するための環境教育活動も行った。

キーワード： タナゴ、アカヒレタビラ、人工授精、人工孵化、ビオトープ

1. はじめに

近年、日本の淡水域では改修工事や外来魚の影響等のために在来魚類の生息域が年を追うごとに減少しており、宮城県においてもその例外ではない。

このような状況の中、仙台市の中心部からほど近い用水路に、宮城県のレッドリストで絶滅危惧Ⅰ類に指定されているアカヒレタビラ (*Acheilognathus tabira* subsp. R) が生息することが明らかとなっている (図1)。アカヒレタビラは、宮城県では近年急速に生息域が減少しており、この個体群は、仙台近郊では最後の繁殖集団であると考えられている (棟方, 印刷中)。しかし、これらの個体群が生息しているのは一級河川からの導水によって流れを保つ用水路であるため、環境要因の変化によっていつ絶滅するともわからないのが現状である。そこで本研究では、本種保全の一環として、3段階にわたって保護・増殖策を検討し、またその過程を環境教育の教材に位置付け、教育現場との連携という観点からも保全活動を展開する

こととした。

まず、最初に、天然由来の親魚による卵の人工授精を行った。本法は、親魚となる雌雄のペアを人為的に選ぶことによる遺伝的課題を含むが (中井, 2005)、最少2尾の親魚によって受精卵を得ることができる。そのため、本個体群が工事等の影響によって著しく個体数を減らした際の非常的手段として、現時点での



図1. 仙台産アカヒレタビラの雄 (手前) と雌 (奥)。

*宮城教育大学教育学部理科教育講座

効率的な方法の開発を目指した。従来、人工授精においては搾出した卵と精子をガラスシャーレなどの容器に收容する方法が多く用いられてきた（和田・小林, 1984、野沢ら, 1989）。しかし、この方法では水質の劣化を緩和するために適度な大きさのシャーレ類を用いる必要があり、その結果、仔魚に遊泳運動による消耗が起こるといった問題点があった。そこで本研究では、水質の劣化と孵化仔魚の運動の双方を抑制する方法として、水槽に沈めた小型プラスチックチューブ内に受精卵を收容する方法を開発した。

また従来、タナゴ類の受精卵は一般的に室温や20℃前後の水温といった比較的高い温度条件で飼育が行われている（内田, 1985、松岡ら, 2000, 2001）。しかし、仙台におけるアカヒレタビラの産卵期の水温は、20℃よりも低いことが明らかとなっている。そこで、16℃、18℃、および20℃の異なる水温下での飼育を行い、水温が卵の孵化率や仔魚の成長におよぼす影響についても調べた。

次に本研究では、春にアカヒレタビラが生息する用水路で採捕した仔魚を水槽で秋まで飼育することを試みた。一般に、アカヒレタビラなどのタナゴ類は卵をヨコハマシジラガイ (*Inversium yokohamensis*) やイシガイ (*Unio douglasiae nipponense*) などの二枚貝類の内部に産み出すため、浮上期に至るまでの仔魚の生残率は他の魚類よりも高いと考えられている（長田・福原, 2000）。しかし、二枚貝から浮上してからは、他の多くの魚類と同様、捕食などにより著しく減耗することが知られている。そこで、本研究では二枚貝類から浮上した直後のアカヒレタビラの仔魚を採捕し、他の魚類などからの捕食をある程度免れる体サイズになる秋まで水槽内で飼育することとした。

以上の二つの方策により、仙台産アカヒレタビラの生息数が減少した場合に、絶滅のリスクをある程度軽減することが期待される。しかし、本個体群は用水路の環境の改変の程度によっては、絶滅につながる甚大な影響を受ける可能性も考えられる。そこで、リスクを分散し、また本個体群の遺伝子ストックを確保する目的で、新規の生息地を開発する必要があると考えた。そのため、宮城教育大学構内にため池を新造することとした。また将来的には仙台産アカヒレタビラのかつ

ての生息地を復興させることが望まれる。この際、このため池の個体群から創設集団を構築することも、狙いの一つとしている。

また本研究では、以上の基礎的知見に基づいて、教育現場との連携によって保全のための環境教育活動を展開することも目的とした。プラスチックチューブによる人工孵化法は、現在はまだ開発段階であるため、ここでは天然仔魚の人工飼育法ならびに宮城教育大学構内に新造したため池を用いた環境教育活動について、概要を紹介する。

2. 方法

①人工孵化

2006年4月25日、仙台市近郊のアカヒレタビラの生息水路において人工授精のための親魚候補27尾を採捕し、宮城教育大学屋内の90cmガラス水槽（90cm × 45cm × 45cm）3槽に分けて飼育を開始した。各水槽には、厚さ約15cmとなるように大磯砂利を敷きつめ、上部濾過器、または外部濾過器を用いて飼育水の濾過を行った。飼育水温は、室温（10～15℃）とした。親魚にはテトラフィン（テトラ社）と乾燥ブラインシュリンプ（キョーリン社）をすり鉢で粉末状にしたものと、冷凍アカムシを与えた。また、同じ水槽内で本種個体群の主な産卵母貝となるヨコハマシジラガイを飼育し、親魚の貝のぞき行動等の産卵期特有の行動を指標として、性成熟状態を判別することとした。

2006年5、6月、雌の産卵管の伸長度合い、雄の婚姻色や貝のぞき行動等を指標として、性成熟した雌雄のペアを選び、人工授精を行った。まず、受精卵の飼育水として、予め水道水を35cmガラス水槽（35cm × 25cm × 20cm）に汲み置きし、外掛け式フィルターで濾過を行った水を直径16cmのガラスシャーレ内に、水深6mm、水量40mlとなるよう入れた。次に、雌、雄の順に卵と精子を搾出した。卵と精子の搾出は、雌雄ともに水で濡らした両手で魚体を軽く持ち、親指と人差し指で腹部を軽く押すことにより行った。受精から約30分後、未受精の精子等の残留物を取り除くため、飼育水を交換した。その後、口径5mmのガラスピペットを使い、卵をa) シャーレ、b) 透析膜、またはc) プラスチックチューブに分配し、遮光のために

ガラス部を黒紙で覆ったインキュベータに収容した。インキュベータの温度は、予め16℃に設定した。

a) シャーレ法では、受精卵を直径16cmのガラスシャーレに移し、インキュベータに収容した。シャーレ1個当たりの卵収容量は、平均11粒とし、卵密度は0.275粒/ml程度とした。飼育水は、1日1回水温が等しいくみ置き飼育水と交換を行い、死骸や成長過程で出た排出物を取り除いた。また、水質が悪化した場合は、さらに適宜換水を行った。

b) 透析膜法では、透析膜(三光純薬社、製品番号UC24-32-100、size:24/32)を4cm×6cmに切り、短辺(開口部)の両端を折り返してホッチキスの針で止めて袋状とした。また長辺の一方をハサミで切り開き、その両端に紐を付け、キンチャク袋状にしたものをインキュベータ内に設置した35cm水槽に吊るした。水槽は3槽用意し、それらのうち2つをサーモスタット付ヒーターによって18℃と20℃に昇温させ、3段階の水温で飼育が行えるようにした。透析膜にはアカヒレタビラの受精卵を1袋あたり9~12粒ずつ収容し、飼育を行った。なお、飼育期間中の換水は行わないこととしたが、斃死を避けるため、死魚がみられた場合は適宜取り除いた。

c) プラスチックチューブ法では、深さ2cmの円錐形の小型プラスチックチューブ(Simport社、PCR用8連チューブT320-1N、容量2ml)の底、および側面に複数の孔を開けたものを用意し(図2)、各小室に受精卵を1個ずつ収容し、透析膜法と同様、インキュベータ内の3つの水槽に吊るして、16℃、18℃、

および20℃の異なる水温条件下で飼育を行った。

以上の方法によって、浮上段階となる受精後約20日頃まで生存した仔魚は、インキュベータ内の孵化装置から取り出し、大磯砂利を敷き、外掛け式フィルターで濾過を行った小型の水槽(15cm×17cm×13cm)に移して給餌を開始した。餌は、ひかりパピイ(キョーリン社)を1日数回に分けて与えた。飼育水は、汚れの程度に応じて適宜交換した。

なお、受精卵の孵化率は、孵化卵数/孵化装置に収容した卵数として、また浮上率は、浮上期I(表1参照)の仔魚数/孵化装置に収容した卵数として算出した。

②人工飼育

2006年6月22日、アカヒレタビラが生息する水路において、浮上直後のアカヒレタビラを採捕した。仔魚は、目合いの細かい小型の捕魚網(NISSO、AQ-18、Lサイズ)と紙コップを使い、網に入った仔魚が直接空气中に露出しないように、水中で網から紙コップに移し、水ごと掬う要領で採捕した。その後、輸送用の蓋付きタンク(ダイワ精工社、バツカン)に収容して、エアレーションを行いながら大学に持ち帰り、水温を合わせたメチレンブルー水溶液で薬浴したのち、90cmガラス水槽に収容して飼育を行った。飼育水温は、室温とし、餌は体長2cm未満までは、ひかりパピイを与え、その後、テトラフィンを粉末状にしたものに移行した。飼育水は、上部濾過器または外部濾過器によって濾過を行うとともに、定期的に残餌や糞の除去、および換水を行った。

飼育した仔魚の一部は、2006年6月から環境教育の一環として仙台市西中田小学校・柳生中学校に配布し、これらは児童・生徒により飼育が行われた。また、9月には両校においてアカヒレタビラの保全をテーマとした環境教育授業を実践し、10月には児童・生徒の同席の下で、生息水路への稚魚の放流会を行った。

③ため池

2005年11月、宮城教育大学構内に、ため池(8m×12m×1.5m)を新造した(図3)。ため池は、重機(ユンボ)によって穴を掘り、整地した場所にクッション材として毛布やタオルケットを敷き詰め、さらにブルーシート、ゴムシート(プールライナー)の順に遮水処理を行った。ゴムシートの上には砂止めおよび

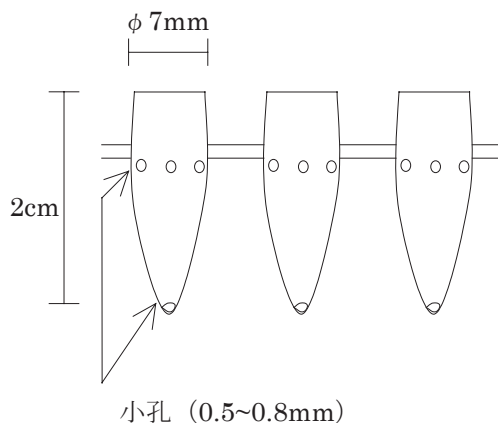


図2. 人工孵化に用いた小型プラスチックチューブの模式図(付属していた蓋は取り除いた)。

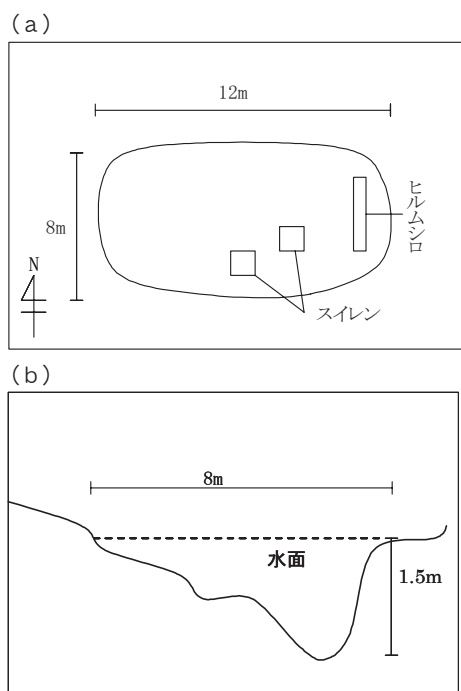


図3. ため池の模式図。(a) 平面図と (b) 側面図。

作業時の足場となるように土嚢を並べ、その間に川砂約9トンを敷き詰めた後、水を注入した。その後、ヒルムシロおよびスイレンを移植し、また2006年6月以降に、水路で採捕したアカヒレタビラ成魚、ヨコハマシジラガイ、およびヨコハマシジラガイの繁殖に重要な役割を果たすトウヨシノボリ (*Rhinogobius sp. OR*) を順次放流し、成育の様子を調べた。

また、この間、ため池は学生実験や授業の教材として、広く公開した。

3. 結果

①人工孵化

a) シャーレ法 (図4 (a)) では、2006年5月15日から5月25日までの間に、雌親魚4尾から計43粒の受精卵を得た。これらのうち40尾が孵化し、また16尾が浮上期 (孵化後21日前後) に達した (表1)。孵化率は93%、浮上率は35%となった (図5)。

仔魚は、孵化から1週間程度が経過すると徐々にシャーレの中を活発に泳ぎ回るようになった。またこの間、仔魚が不定期に死亡することがあり、1尾が死亡すると連続的に複数の個体が死亡する傾向が見られた。

浮上した仔魚は、給餌のため小型水槽に收容して飼

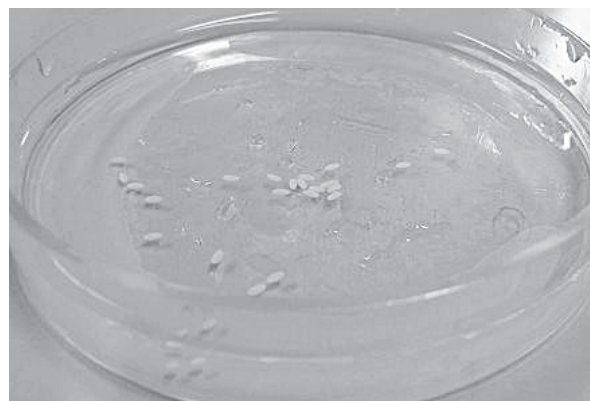
育を開始した。しかし、2、3日以内に殆どが死亡した。

b) 透析膜法 (図4 (b)) では、5月15日から5月29日までの間に、雌親魚3尾から計63粒の受精卵を得た。受精卵は、3日以内に61尾が孵化し、受精から1週間が経過するまでは順調に成長したが、それ以降、急激に死亡個体が増加し、受精後14日までに全ての仔魚が死亡した (図5)。

仔魚は、透析膜によって形成された間隙の中に収まり、シャーレ法に比べて遊泳運動が抑制された。しかし、1尾が死亡すると他の個体も連続的に斃死する傾向が見られた。なお、異なる水温条件下での飼育の結果、水温が高くなるに従い、卵や仔魚の成長が早まる傾向が見られた。

c) プラスチックチューブ法 (図4 (c)) では、5月24日に、雌親魚1尾から18粒の受精卵を得た。受精卵は3日以内に17尾が孵化した (表1)。また浮上期に相当する21日前後までの生存率は78%と、シャーレ法、透析膜法よりも高い値となった (図5)。仔魚は、チューブの小室内で頭を下方に向け、尾ビレ

(a)



(b)



(c)



図4. (a) シャーレ, (b) 透析膜, および (c) 小型プラスチックチューブによる人工孵化装置とアカヒレタビラの卵・仔魚の様子.



図6. ため池の様子 (2007年2月2日撮影).

表1. 孵化法ごとの孵化尾数と生残尾数の継日変化

	0	2~3	4~7	7~14	14~21	21~25 (日)
	(受精)	(孵化)	(卵黄吸収期)	(浮上期Ⅰ)	(浮上期Ⅱ)	
a) シャーレ	43	40	26	17	16	15 (尾)
b) 透析膜	63	61	53	3	0	-
c) チューブ	18	17	16	14	14	4

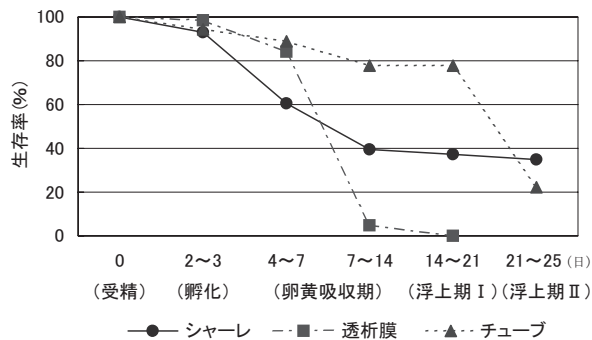


図5. 孵化法ごとの生存率の継日変化

を小刻みに振幅させながら定位していた (図4 (c))。また仔魚は受精後 21 日以降に死亡個体が急激に増加し、受精後 23 日が経過した時点で生残尾数は 4 尾となった。そこでこれらの 4 尾を水槽に収容したところ、3 尾が遊泳行動を示し、さらにそのうちの 1 尾が生残り、2007 年 1 月の時点で体長 4 cm 程度まで成長した。

②人工飼育

2006 年 6 月に水路で採捕した天然仔魚の殆どを、10 月までに体長 4 cm 程度にまで育てることができた。これらの仔魚の一部は、2006 年 10 月に元の生息地である水路に放流した。また残りの個体は 2007 年 2 月現在、宮城教育大学の屋内水槽において飼育を継続している。

③ため池

4 月上旬、ため池ではカエル類の産卵が行われ、多くのオタマジャクシが孵化した。しかし、魚類の育成には支障が無いと判断し、アカヒレタビラ、ヨコハマシジラガイ、およびトウヨシノボリの移植放流を行った。夏には周囲の広葉樹が葉を付けたために池は一定の割合で直射日光が遮られた。また、秋には多量の落葉が起こり、水底に堆積した。秋に魚類と二枚貝類の育成状況を調べたところ、放流した全種の順調な育成が確認された。

4. 考察

①人工孵化

a) シャーレ法では、受精後 14 日目までに仔魚の生残率が大きく低下した (表 1、図 5)。仔魚は、1 尾が死亡すると連続的に他の個体も死亡する傾向が見られた。このことから、1 枚のシャーレに複数の卵を収容したために、死魚の発生等による水質の悪化が他の個体の斃死を誘発したことが考えられた。また、運動による仔魚の消耗の可能性も考えられる (和田・小林, 1984)。タナゴ類は、受精から約 20 日間は二枚貝類の鰓弁内で成長することが知られている (赤井ら, 2005)。この間、仔魚の運動はある程度制約され、栄養分の過度の消費が抑制されることになる。一方、シャーレ内では仔魚の運動を抑制する構造が殆ど無いため、育成をさせる上での障害になると考えられた。このように、シャーレを使った孵化法は、水質の管理、運動の制約などの面で課題を残していると考え

られる。

本研究では、上記の問題点克服のため、人工孵化に透析膜を用いた。透析膜は、水槽の飼育水との水交換により水質を良好に保つことができ、また、膜内はシャーレに比べて仔魚の移動スペースが限られるため、運動抑制の効果があると考えた。しかし、仔魚は受精後 14 日目以降急激に死亡した。この時期、透析膜の表面には薄く粘り気のある付着物が見られたことから、蛋白質などの高分子化合物が膜内に付着し、膜表面が劣化したことが仔魚の生残に影響を及ぼしたことが考えられた。また、仔魚の動きを制約するための閉塞的な空間が近接する仔魚の連鎖的な斃死を誘発したことが考えられた。

c) プラスチックチューブ法では、容器内の下部と側面に穿った小孔により、水交換と、老廃物の排出の双方が円滑に起こると考えられた。また、仔魚はチューブの小室内で頭を下にした状態で定位していたことから、透析膜以上に運動抑制効果があったと考えられる。また卵を一個体ずつ飼育することにより、他個体の死亡による影響を受けにくくなることが考えられた。

プラスチックチューブ法では、浮上期を迎え、餌付け水槽へ移す直前となった仔魚の生残率が低下した(表 1、図 5)。死亡した個体の多くでは卵黄の殆どが吸収されていたことから、これらの個体は、人工孵化装置から給餌水槽に移行するタイミングが遅れたために、いわば飢餓状態に陥って死亡したものと推察される。本研究では、外見的に卵黄の吸収が完了した個体を浮上期仔魚と判定したが、上記の結果は、この時点よりも数日早いタイミングで仔魚を孵化装置から餌付け水槽に移送する必要があることを示している。このことから、仔魚の餌付けタイミングは、受精からの日数を目安とするのではなく、仔魚の卵黄の吸収の程度に応じて見極める必要があると考えられる。

2005 年に我々が行った実験(清水, 2005)では、人工孵化の正否に、親魚の性状が大きく関係していることが示唆された(表 2)。すなわち、人工授精の実施日が遅くなるに従い(産卵期の終期に向かうに従い)、仔魚の孵化・浮上率は低下するものと推察される。そのため、今後の本研究においても、人工孵化に人工授精日や親魚の性状が影響することを考慮し、実験時期

表 2. 2005 年シャーレ法による人工授精の結果

	0	2~3	4~7	7~14	14~21	21~25	(日)
受精日(受精)	(孵化)	(卵黄吸収期)	(浮上期 I)	(浮上期 II)			
6/3	30	30	18	18	18	18	(尾)
	90	90	60	60	60	60	(%)
6/3	20	20	19	19	19	19	(尾)
	100	100	95	95	95	95	(%)
6/16	28	18	12	11	11	0	(尾)
	100	64	43	39	39	0	(%)

を設定する必要があると考えられる。

本研究では、3 種類の人工孵化法の中ではプラスチックチューブ法が生残率、浮上率とともに他の 2 者を上回る好成績を残した(表 1)。またプラスチックチューブ法は、2005 年のシャーレ法による人工孵化の結果よりも概ね高い数値を示した(表 2)。これらの結果から、今後はプラスチックチューブによる人工孵化法を、新しい孵化法として提唱することが可能と考えられる。

なお、飼育水温の違い(16℃、18℃、20℃)は、仔魚の成長速度に温度依存的な影響を及ぼしたが、孵化率や浮上期までの生残への顕著な影響は見られなかった。このことから、本個体群の人工孵化は、水温 16℃~20℃の間であれば実施が可能と考えられた。

②人工飼育

本研究では、仙台産アカヒレタビラの天然仔魚を、水槽内で体長約 4 cm 程度まで育成することに成功した。本法は、上記の人工授精法と異なり、親魚を人為的に選抜することなどによる遺伝的影響が少ない。このことから、本個体群の水路における生息状況が比較的安定している現時点では、人工的に個体数を増やすための有効な方法の一つであると考えられる。しかし、本法により育成した仔魚が、元の水路に放流した後も生存するかどうか等については、不明な点も残されている。仮に、これらの仔魚が採捕されずに水路において生息を続けた場合、多くの個体は被食や競合によって減耗し、そのプロセスを経て生き残った個体だけが、より良質な遺伝的形質を次世代に受け継ぐことができるものと考えられる。本法では、このように本来ならば減耗してしまう個体の生残率を人為的に高めている可能性が高い。従って、放流した個体が水路で生存し、かつ適切に繁殖行動を行うかどうかも含めて、追跡実

験が必要と考えられる。

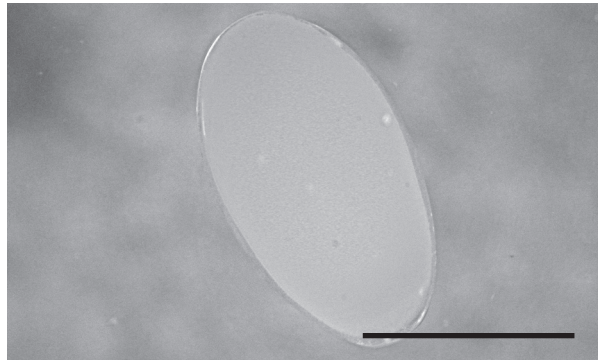
③ため池

2006年12月の時点で、春に放流した全種の生存が確認されたことから、ため池はアカヒレタビラやヨコハマシジラガイが成育するための環境を再現しているものと判断される。従って今後は、2007年の春にアカヒレタビラが自然産卵を行うか否かを観察することが必要となる。ため池には、1) 本種の新規生息地を確保する役割のほか、2) 生息水路において大規模な工事等が行われる際の本種の避難場所としての役割、また、3) 本種のさらなる生息地開発時の創設集団を産み出す役割が期待される。1) に関しては、本ため池は仙台産アカヒレタビラの遺伝的多様性を十分に維持できるだけの空間は持ち合わせていないことも考えられることから、基本的には定期的に水路などから新規の個体を導入して、遺伝的多様性の維持をはかることが必要と考えられる。一方、この際、既にため池で増殖した個体を新規の生息地を開発するための創設集団の一部として加えることにより、現在の自然生息域の個体群になるべく負担をかけずに、本種の生息地を復興することができると考えられる。

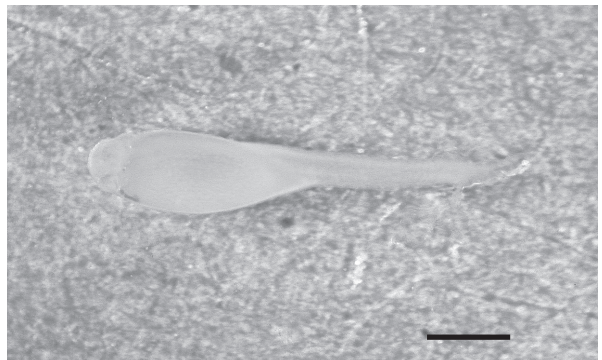
④環境教育

小型プラスチックチューブによる人工孵化法は、受精卵や孵化仔魚を観察するための生物教材としても有益であると考えられる。図7に、アカヒレタビラの受精卵から孵化後2週間目までの様子を示した。アカヒレタビラの孵化仔魚は、写真からも分かるように、二枚貝類の中で独特の発生過程を示す。一般に、孵化後2日目を過ぎた頃から尾の形成が確認され、孵化後3日目を過ぎた頃から明瞭な運動が観察されるようになる(図7(b))。さらに孵化後1週間程度で眼の形が認められるようになり、孵化後2週間目には心臓や血管、黑色素胞を確認できるようになる(図7(d))。さらに、この頃になると卵黄の大部分が吸収され、二枚貝から浮上して自発摂餌をする時期となる。従来のシャーレ法の場合、このような仔魚の発育過程を観察するためには、遊泳運動を抑制するため、仔魚をその都度スポイト等で狭い容器に移す必要があった。一方、プラスチックチューブ法では、仔魚をチューブに収容したまま水槽越しに成育の過程を観察することができ

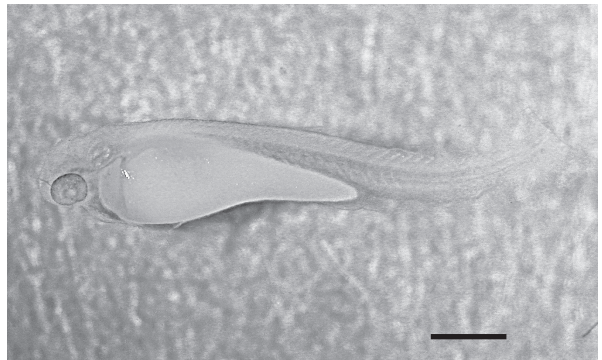
(a)



(b)



(c)



(d)

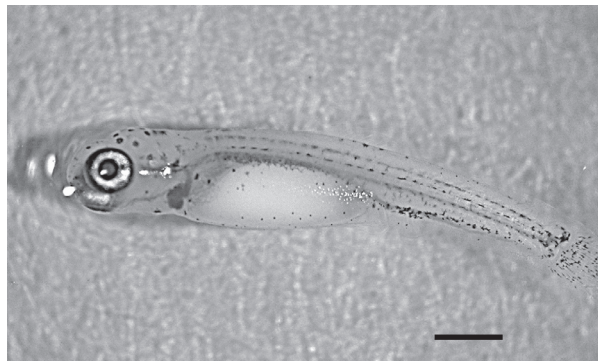


図7. (a) 受精卵, (b) 孵化後3日目, (c) 孵化後1週間目, および (d) 孵化後2週間目のアカヒレタビラ仔魚の様子。スケールバーは、約1mm。

る。また、二枚貝類の中で成育する仔魚の生態について、より視覚的に理解することが可能であり、教材として大変興味深い孵化方法と思われる。

本研究では、人工飼育法によって成育した天然仔魚を小・中学校等の教育現場に配布して、飼育を体験してもらうことができるようになった。2006年は、仙台市立西中田小学校、柳生中学校との連携により、小・中学生によるアカヒレタビラ仔魚の3ヶ月間の飼育が行われた。またこの間、環境教育のための下敷きを作成し(図8)、両校において、アカヒレタビラの仔魚の飼育法、本種を取り巻く自然環境、本種保全の意義、等について学ぶための環境教育授業を行った。さらに10月には、アカヒレタビラの元の生息地である水路においてフィールド観察会を開催し、併せて飼育した仔魚の放流会を行った(図9)。今後は、これらの機会を基盤として、教育現場との連携という観点からも本種の保全活動を推進することが期待される。

宮城教育大学構内に新造したため池は、生物教材園として公開しており、大学の実験・授業に利用されている。また2006年10月には、JICAの国別研修のた

(a)



(b)



図9. (a)小学生, (b)中学生によるアカヒレタビラ仔魚の放流会の様子。

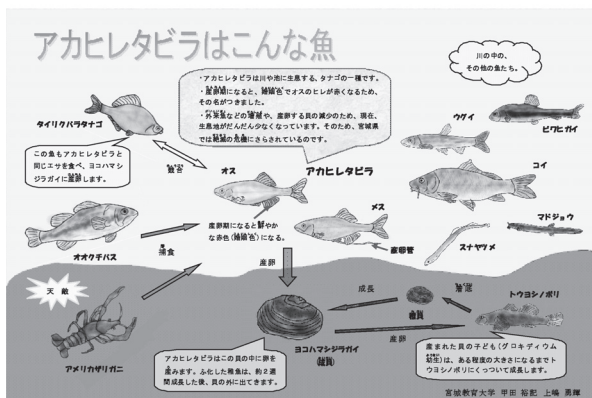
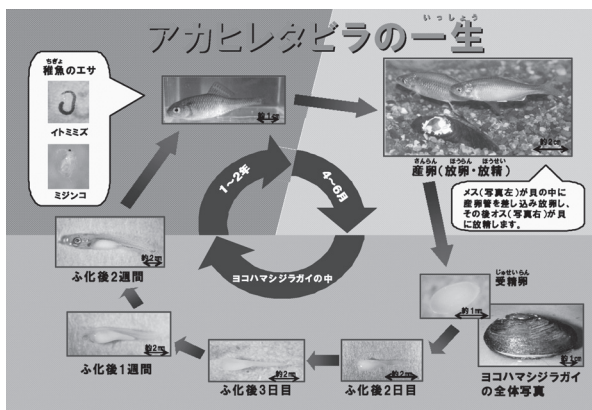


図8. 環境教育授業に用いた下敷き。



図10. コロンビアの研修生によるため池観察の様子。

めに本学に滞在していたコロンビア理科教員の研修の一環としても、本ため池が用いられている(図10)。将来的には、地域の子供達を招き、アカヒレタビラの保全に関する環境教育授業を行う場としてさらに活用してゆきたいと考えている。

5. まとめ(今後の課題)

本研究では、アカヒレタビラの新しい増殖法として、小型プラスチックチューブによる人工孵化法を開発・提言した。本法は、孵化仔魚の過剰な遊泳運動を抑制

し、飼育水の水質も安定することから、従来のシャーレ法と比べて教育現場における普及が容易であり、高い学習効果も期待される。ただし、本研究においては浮上した仔魚への餌付けのタイミングが確立されていないため、浮上仔魚の生残率は低いままとなっている。今後は、仔魚をどのようなタイミングで孵化装置から餌付け水槽に移行させるかが、重要な検討課題となる。

水槽による天然仔魚の飼育は、本個体群の稚魚数を増やす実用的な増殖法の一つであると考えられる。しかし、本来ならば自然界で淘汰される個体を人工的に生き残らせることの生態学的影響について、多面的に検討しなければならないと考えられる。

ため池では、現段階では一時的に遺伝子ストックを確保することに成功しているが、将来的に遺伝的多様性を保持するためには、水路の個体群との交流を継続する必要があると考えられる。以上のことから、本論文で触れた3つの人工増殖方法は、基本的に現在の自然生息地である水路の個体群の存続を前提としている。従って、改良を進めつつも、これらの増殖策はアカヒレタビラの減少を未然に食い止める、本個体群保全のための環境教育活動に役立てることが、今後の大きな活動の1つになると考えられる。

仙台産アカヒレタビラは、過去数十年に遡れば、仙台近郊の複数のため池・用水路に自然分布していたことが聞き取り調査等によって明らかになっている。これらの生息地の多くは、現時点では改修工事による環境の変化や、オオクチバス等の魚食性外来魚による食害によって生息環境として不適な状態となっている。将来的には、これらの場所に仙台産アカヒレタビラの生息地を復興させることが強く望まれるが、本研究で開発された手法が、これらの生息地を取り戻す過程において重要な役割を果たすことを期待したい。

謝 辞

本研究は、財団法人日本自然保護協会（PRO NATURA FUND）の助成によって行われました。財団の本研究に対するご理解とご支援に、心よりお礼申し上げます。水路において調査を行う際、丁寧にご助

言を下さいました水土里ネット名取の皆様様に深謝いたします。特に野外活動にも同席いただきました松浦栄喜事業課長に御礼申し上げます。環境教育の実践にあたり、御協力を頂いた仙台市立西中田小学校（針持哲郎校長）、柳生中学校（佐藤淳校長）の教職員各位にお礼申し上げます。最後に、調査・環境教育活動を担当した宮城県淡水魚類研究会・櫻井義洋、清水優子、甲田裕記、大浪達郎、池田枝里子氏に謝意を表します。

引用文献

- 棟方有宗，印刷中．仙台産アカヒレタビラ個体群の保護増殖ならびに教育現場との連携による新規生息地の開発，第12回 PRO NATURA FUND 助成成果発表会．
- 和田照美，小林弘，1984．タナゴ亜科魚類数種の発生〔Ⅱ〕その人工飼育法について，日本女子大学紀要（家政），31，113-119．
- 中井克樹，2005．養殖個体を自然水域に戻すことは許されるか？ 遺伝的問題と放流先の環境に注目して，シンポジウム関東地方におけるゼニタナゴ生息の現状とその保護対策，31-37．
- 長田芳和，福原修一，2005．貝に卵をうむ魚，トンボ出版．
- 清水優子，2005．希少タナゴ類の保護・増殖に関する基礎的研究教育現場で実践可能な保護・増殖法の検討，宮城教育大学卒業論文，1-21．
- 赤井裕，秋山信彦，鈴木信洋，増田修，2005．釣り・飼育・繁殖完全ガイドタナゴのすべて，マリン企画．
- 松岡栄一，佐藤敦彦，2000．ふるさとの魚保護増殖試験（ヤリタナゴの増殖試験Ⅰ），群馬県水産試験場報告，6，45-48．
- 松岡栄一，星野勝弘，佐藤敦彦，2001．ふるさとの魚保護増殖試験（ヤリタナゴの増殖試験Ⅱ），群馬県水産試験場報告，7，35-42．
- 野沢貢，沢田守伸，鈴木友吉，鈴木正臣，1989．ミヤコタナゴ人工繁殖試験，栃木県水産試験場業務報告書，33，12-13．
- 内田博道，1985．タナゴの人工繁殖，動物と自然，15（3），13-17．

「エグネのある暮らし」をみつめる体験型環境学習プログラムの開発 1. 地域特性と試行的な学習活動を重視した開発プロセス

平吹喜彦*・福田明子**

Farmstead Groves and Traditional Lifestyle. 1. Development Process of Two Environmental Educational Programs based on Local Area Characteristics and Field Trial Results

Yoshihiko HIRABUKI and Akiko FUKUDA

要旨：岩手県の胆沢扇状地には、わが国を代表する散居型農村が広がり、個々の農家には「エグネ（居久根）」と呼ばれる伝統的な屋敷林が付随している。長い時間をかけてエグネに集積されてきた生活の知恵や技法、そして生物多様性に着目して、「持続可能な地域づくり」に資する体験型環境学習プログラムを開発すべく、さまざまな地域情報を収集した上で、試行的学習プログラムを立案・実施・改善した。

キーワード：地域特性、伝統的な暮らし、エグネ（居久根）、試行的な学習活動、体験型環境学習プログラム

1. はじめに

「水と緑と散居のまち」というキャッチフレーズが示すように、岩手県南西部に位置する胆沢扇状地¹⁾にはわが国を代表する散居型農村が広がっている。この伸びやかな田園景観の中に、あたかも「水田の中に浮かぶ島嶼」のようなアクセントを添えているのが、ひとつ一つの住居に付随する「エグネ（居久根）²⁾」と呼ばれる屋敷林である（写真1）。

エグネは、ランドマークとして景観上重要なだけでなく、屋敷内の気候緩和（防風、防雪、防暑など）や生活物資の供給（食料、葉草、燃料、肥料、用材など）、信仰・格式の象徴といった多様な機能を併せもつ半自然植生であり、それゆえ地域固有の伝統的な暮らしと深く結びついた文化財としても認識されてきた（例えば、水沢市史編纂委員会, 1978; 胆沢町史

刊行会, 1985; 三浦・五嶋, 2002; 三浦・竹原, 2002; 福岡ほか, 2003a; 平吹ほか, 2005)。地域の自然と調和した、自給自足と資源の循環を大切にする生活の知恵や技法が、長い時間をかけてエグネの中に集積されてきたとみなされているのである。また、最近の保全生態学的研究は、エグネが郷土を象徴する野生動植物の生息地・生育地として機能し、人為によって単純化した農村生態系内に多くの生き物呼び込み、育んでいることを明らかにしつつある（福岡ほか, 2002, 2003b; 村田・竹原, 2004; 平吹ほか, 2006a）。

しかし一方では、1960年代以降のエネルギー革命や高度経済成長、市場経済のグローバル化により、工法や素材の改良に伴う気密性のよい家屋の建造、国境を越えた生活物資の流入、農業の機械化、化学肥料の普及などが進み、エグネに頼らない生活様式が確立

*東北学院大学 教養学部 地域構想学科, **宮城教育大学 教育学部 生涯教育総合課程 自然環境専攻

¹⁾ 胆沢扇状地の大半を所轄していた胆沢町は、2006年2月、近隣の水沢市や衣川村などと合併して、奥州市胆沢区となった。本稿では原則として、新しい行政呼称を使用する。

²⁾ 本稿では、エグネを「居住空間に近接もしくは取り込まれて存在し、屋敷の一部を構成する、日常生活とかかわりの深い樹木群」とみなした。

されるようになった（例えば、池田，1972；水沢市史編纂委員会，1978；胆沢町史刊行会，1985；三浦・竹原，2002）。核家族化と高齢化も相まって、放置されたり、伐採・転用されるエグネが顕著になっている（平吹ほか，2005）。

本研究の目的は、こうしたエグネの由来や機能、現状を市民、特にエグネの身近に暮らす地元の方々に伝え、エグネに集積されてきた暮らしの知恵や技法、そして遺存的に存在する郷土種や極相種を再評価するための学習活動を立ち上げることにある。この小文では、続編（平吹・福田，2006）で紹介する2つの体験型環境学習プログラムにかかわって、その開発プロセスを記述する。すなわち、(1) 環境学習が展開される胆沢地域の自然環境や土地利用、環境教育・自然教育活動の実態といった地域特性、および(2) 試行的な学習活動を実施することによって収集できた体験学習遂行上の諸課題に着目しながら、4つの段階から構成される開発の足取りを具体的に報告する。

2. 地域の概要

1) 自然環境

胆沢扇状地は岩手県の南西部に位置し、総面積が200km²に達するわが国最大級の扇状地である。その扇頂は胆沢区市野々（海拔およそ240m）に位置し、扇端は水沢区八幡から衣川区森下（海拔およそ40m）にかけて、北上川の流路に沿って弓なりに広がっている（中川ほか，1963；斎藤，1978；三浦・五嶋，2002）。扇状地内には、胆沢川の流れが徐々に北方に移動したことによって造られた4段の河成段丘面が認められ、もっとも低位な北端の段丘面から順に水沢面、堀切面、上野原面、一首坂面と呼ばれている。この扇状地の大半を占める胆沢区は、人口およそ1.8万人で、西方にそびえる奥羽山地から流れ出す水によって潤される、わが国数々の穀倉地帯となっている。

植生地理学的にみると、胆沢扇状地は落葉広葉樹林帯（ブナ林帯）の下部、中間温帯（モミイヌブナ林帯、温帯混交林帯）との境界域を含む領域に位置しているとみなされる（菅原，1978；平吹，1990；福岡ほか，2003a）。太古に遡る農地開拓によって、現在の胆沢扇状地には小斑状や帯状に二次林が散

在するだけとなっているが、こうした小規模なエグネや農用林は、伝統的な農村生態系の構造や機能を研究する上で重要な要素として認識され始めた。実際のところ、地域固有の自然や文化が保存されたレフュージ（避難所）としての評価が高まっている（福岡ほか，2003b；平吹ほか，2006a）。なお、三浦・五嶋（2002）は、樹林の規模と配置に着目して、胆沢扇状地のエグネを5タイプに区分した上で、全国的にみてこの地域の散居景観が、「屋敷林の博物館」とも形容できる多様性を有していることを指摘している。

2) 開拓・土地利用の変遷

多数の石器や遺物が出土する胆沢町は、遺跡の町でもある。それらの発掘結果から、胆沢扇状地の開拓は縄文時代に堀切面より高位の段丘面で始まり、農耕が本格化する弥生時代になって、水の便に恵まれた水沢面に生活の場が移行していったとみなされている（池田，1966）。その後、中世になるまで、人々の生活の主体は水沢面や北上川河岸の低地域に留まっていた。扇状地全体の開拓が本格化したのは、三堰（1484年）や茂井羅堰（1572年）、寿安堰（1618年）などの開堰が組織的に行われ、農業用水が扇頂部からより高位の段丘面に導かれるようになってからのこととされる（池田，1966，1972；岡村，1991）。

平吹ほか（2005）は、胆沢扇状地南西部の高位段丘面に位置し、水田開拓が遅れた小山エリアを対象として、1940年代以降の樹林の変遷を空中写真と地形図、居住者へのヒアリングから再構築している。このエリアでは、第二次世界大戦後に急増した入植者宅でエグネが育成され始めた反面、古参の農家のエグネは戦中戦後の燃料・用材不足で伐採され、疲弊した状況となったことが把握されている。現在の散居景観の基盤となる農家の配置やエグネの組成は、1950年代前後に構築されたとみなされている。

3) 環境教育・自然教育活動

地域の環境にかかわる社会教育活動としては、(1) 特定非営利活動法人エコ・スタディいさわが開催している自然観察会「みずの杜学園」（毎月第2土曜日）、および運営している胆沢ダム学習館における展示、そして(2) 公営の郷土資料館（胆沢文化創造センター内）

における展示などがあり、市民が郷土の自然や歴史的遺構に接する機会が提供されている。また、エグネやキヅマ³⁾の保存および田園生態系の保全に配慮した圃場整備事業にかかわる行政の取り組みも顕著で、旧胆沢町では(1)キヅマのある風景モデル地区創造事業(平成10年度開始)、(2)エグネの苗木配付事業(平成8年度開始)、(3)『いさわ散策のススメ～歴史編～および～自然編～』や『胆沢ならではの住まいや風景を守り、育てるために』といったリーフレットを作成しての啓発活動、(4)『農村自然再生シンポジウム～えぐね・きづま・散居 胆沢町の美しい自然・景観をどう守り、どう活かしていくか～』の開催(2004年2月)といった施策が実施されてきた。

3. 環境学習プログラムの開発プロセス

本研究で開発した「エグネのある暮らし」をみつめる体験型環境学習プログラムは、児童・生徒を含む市民を対象とした「エグネとエコな暮らし探検隊」と「地域遺産「エグネ」の未来を考え隊」の2つである。その開発プロセスは、大別して次の4段階から構成されている(図1):(1)関連する学術情報の収集・分析、(2)試行的学習プログラムの立案・実施準備、(3)試行的学習プログラムの実施、(4)試行的学習プログラムの改善。以下に、その概要を順に述べる。

1) 関連する学術情報の収集・分析

まず、学習プログラムを作成するための基盤情報として、(1)胆沢地域の自然や文化、歴史などに関する既存文献(その骨子は上述したとおり)、および(2)屋敷林や里山・里地を対象とした環境学習事例(屋敷林に関しては、上述した胆沢地域以外の事例として、仙台平野のイグネ(小金沢ほか,2002)や出雲平野の築地松(http://eco.town.hikawa.shimane.jp/cgi-bin/odb-get.exe?wit_template=HKOPB1FrameSet000/,2006年12月閲覧)にかかわる活動などがある)を収集・分析した。

次に、試行的な学習活動の主要なフィールドと定めた小山地区のA氏宅において、屋敷構えやエグネを構

成する植物、エグネと結びついた伝統的な暮らしなどに関する景観生態学的調査を実施した。A氏宅の調査から得られた家屋や水利施設、樹木、土地利用の実態、植物相リスト、種々の写真画像、そしてエグネと暮らしの変遷にかかわるヒアリングの結果については稿を改めて報告するが、付図1に示す見取り図から読み解くことができるように、江戸時代に遡る旧家としてのA氏宅には、長年にわたって地域の自然と対峙し、蓄積されてきた高い機能性・文化性を有する生活様式が高密度で、重層的に存在していた。

2) 試行的学習プログラムの立案・実施準備

関連する学術情報の分析結果を受けて、学習活動を行う予定の場所や施設を視察し、そして活動支援者や地元の方々から助言を受けながら、試行的な学習活動の準備を進めた。すなわち、シナリオや活動支援者の役割分担、教材(ワークシート、解説パネル、大判の見取り図など)、使用する物品などについて検討しつつ、学習プログラム(案)を作成した。この際、以下に示すように、景観生態学とフローラーニング(流れのある学習)の手法(長島・平吹,2003;長島ほか,2004;平吹,2005;平吹ほか,2006b)を盛り込み、長い時間をかけてエグネの中に集積されてきた(1)地域の自然と調和し、自給自足と資源の循環を大切にす生活の知恵や技法、および(2)原植生の構成種と四季にわたって暮らしを彩る有用植物の豊富さに象徴される生物多様性に着目して、参加者の関心が「持続可能な地域づくり」に及ぶように工夫した。その学習プロセスは、(1)まず、地区全体や扇状地を見渡して、農地(主に水田)という「マトリックス」と農家屋敷という「パッチ」の配置(三浦・竹原,2002)を、地形とともに認識する、(2)次に、個々の農家屋敷に注目して、家屋(母屋や納屋、長屋門、蔵、厩など)や土地利用(樹林、庭園、畑地など)、祠、貯水池、水路の配置を、地形や気候とともに認識する、(3)エグネに関心を絞り込んで、構成する植物(主に樹木)のサイズや生育形(幹や葉、果実・種子の形状など)、由来(植栽か、自生か)、機能(気候緩和や用材、食用、

³⁾ かつて燃料として重要であった薪を規則的に積み重ねた塀状の外構施設。エグネと相まって独特の美しさを醸し出す、地域固有の文化的景観要素として位置づけられる(三浦・五嶋,2002)。

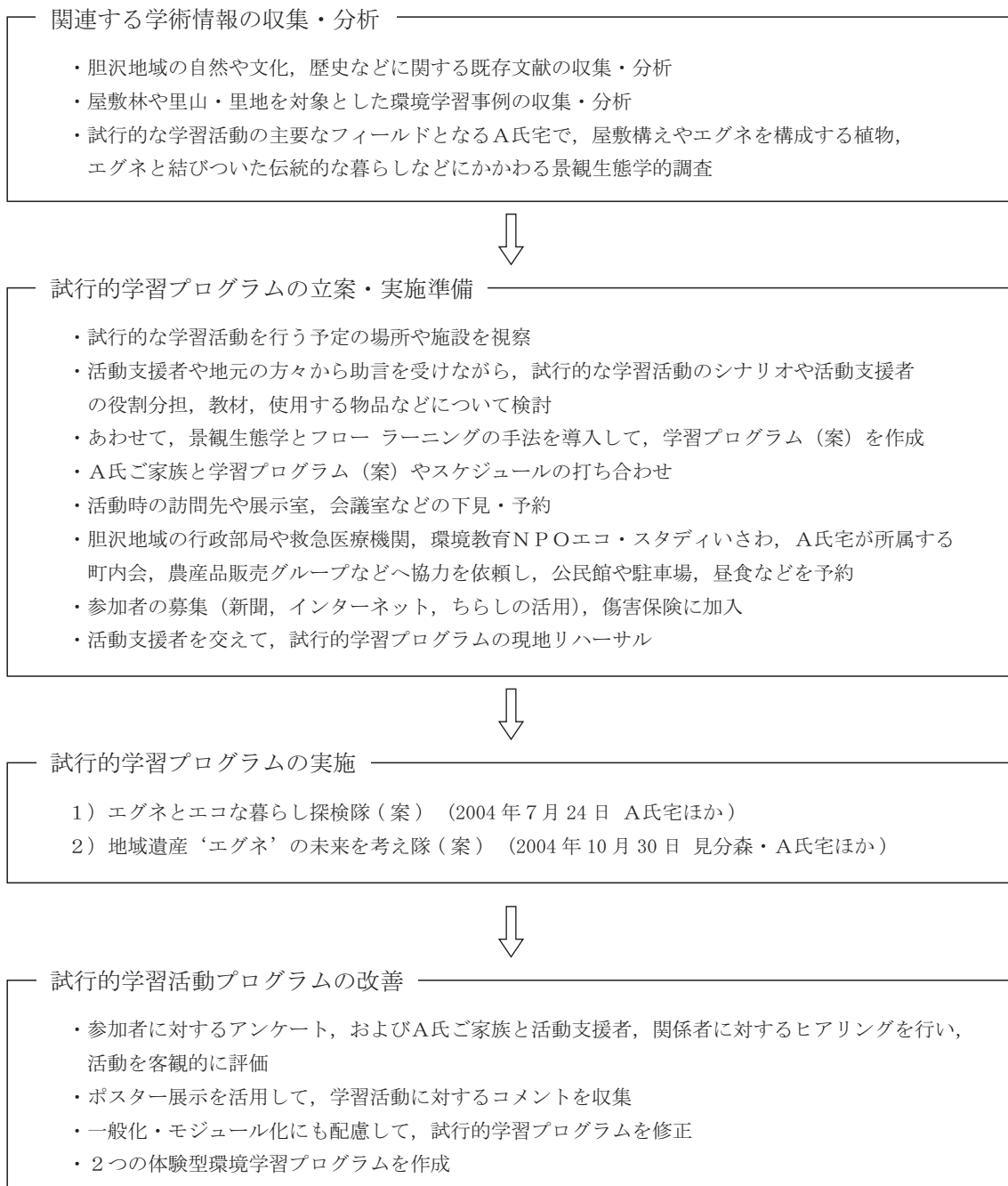


図1. 「エグネのある暮らし」をみつめる体験型環境学習プログラムの開発プロセス.

薬用、信仰、格式など)、貴重性・危急性などを探求する、(4) エグネと暮らしのかかわりについて、歴史的な変遷を交えて、所有者から聞き取る、(5) 自らの日常生活や日常生活圏内の環境と対比させながら、「エグネのある暮らし」の意義や価値を評価するとともに、環境保全に配慮した生活・地域づくりに対して自ら何ができるのか考え、分かち合う、という展開を有している。

続いて、A氏ご家族と学習プログラム（案）やスケジュールについて綿密な打ち合わせを行い、その上で胆沢地域の行政部局や救急医療機関、環境教育NPOエコ・スタディいさわ、A氏宅が所属する町内会、農産品販売グループなどに協力を依頼し、公民館や駐車場、会議室（雨天時に使用）、昼食なども予約した。参加者の募集については、新聞やインターネット、ちらしなどを用いて奥州市と仙台市を中心に行い、参加

者・主催者全員をカバーする傷害保険に加入した。また、試行日前日には、活動支援者を交えて、現地リハーサルを行った。

3) 試行的学習プログラムの実施

2つの学習プログラム(案)、「エグネとエコな暮らし探検隊(案)」と「地域遺産‘エグネ’の未来を考え隊(案)」について、試行的な学習活動の実施概要と収集された体験学習遂行上の諸課題を、以下に記述する。

(a) 「エグネとエコな暮らし探検隊(案)」

試行的な学習活動は、2004年7月24日に、A氏宅(付図1)を主たるフィールドとして実施した。参加者は、旧胆沢町内の高校生2名と成人3名、岩手県内の成人1名、仙台市内の成人7名の合計13名で、進行役1名のほか3名が参加者の活動支援にあたった。A氏宅からは、昼食を食べながらの懇談時に、おばあさんとおじいさんが対応にあたってくれた。

活動終了時のアンケートや反省会で寄せられた評価・感想には、以下のようなものがあった：(1) エグネやお屋敷内で、さまざまな動植物が見られることに驚いた。(2) エグネの竹でつくった食器に盛りつけられた郷土料理や野菜が、一層おいしく感じられた。(3) 単に観察を行うだけでなく、お屋敷に暮らす方々と向き合ってお話が聞けたことで、所有者の視点からエグネや農家の暮らしの変遷を知ることができた。(4) 活動の方法や流れに工夫や十分な準備が感じられ、楽しく、わかりやすかった。(5) ひとつのエグネ・屋敷を視点を変えてじっくりと観察したことで、総合的な理解が得られた。(6) 世代や地域(胆沢と仙台)を超えた交流ができて有意義だった。(7) 普段何気なく見ているエグネが、実はとても大切なものだということに気づいたので、胆沢の住民として大切に守ってゆきたい。(8) おばあさんから伺ったお話を周囲の人々に伝えていきたい。(9) 暑さと防虫に対する対策をさらに強化する必要がある。

(b) 「地域遺産‘エグネ’の未来を考え隊(案)」

試行的な学習活動は、2004年10月30日に、見分^{みわけ}もり森(胆沢扇状地北部の景観を一望できる小丘、写真1)とA氏宅(付図1)を主たるフィールドとして実施した(緑を守り育てる宮城県連絡会議と共催)。参加者

は、旧胆沢町・旧水沢市から成人4名、仙台都市圏を中心とする宮城県内から成人16名の合計20名で、進行役1名のほか5名が参加者の活動支援にあたった。A氏宅ではおばあさんが対応役となり、また現地調査を継続している村田野人氏が、野鳥による屋敷林の利用や植物種子の散布の実態について解説を担当してくれた。

活動終了時のアンケートや反省会で寄せられた評価・感想には、以下のようなものがあった：(1) 遠方からいらした方々から、「エグネはすばらしい。」と評価していただいて大変うれしい。普段は身近にあって忘れがちなエグネのよさを再認識することができた。(2) 子どもの頃、親に怒られた時はエグネの中で泣き、エグネになぐさめられた。エグネには教育的な効果、癒しの効果がある。今の子どもにもこうした場所が必要だ。(3) 「都市に住むよそ者」がエグネの価値を訴えただけでは、現状の改善は難しい。所有者と地域が率先してエグネのよさを再発見し、行動をおこす必要がある。行政の役割も大きい。(4) エグネにはさまざまな機能があることを改めて認識した。時代の状況を的確にとらえ、優占順位を設定した上で保全・管理を推進する必要があるのではないかと。例えば、用材林としての機能を重視するのであれば、枝打ちや間伐といった施業が必要だろうし、防風・防雪や野生動植物のすみかとしての機能を重視するのであれば、ヤブのようなエグネでも構わないかもしれない。(5) 地元の方々と向き合い、率直なお話ができることが一番印象に残った。地元の方々がもっとたくさん参加してくれるような企画を望みたい。(6) 自動車を使つての移動が多く、ややあわただしかった。ポイントを絞って、観察や会話を深める活動が望ましい。

4) 試行的学習プログラムの改善

試行的な学習活動の終了時に、参加者に対するアンケート、およびA氏ご家族と活動支援者、関係者に対するヒアリングを行い、活動を客観的に評価した(その骨子は上述したとおり)。さらに、プログラムの汎用性を高めるために、一般化・モジュール化に配慮しながらアクティビティを再構築・再配列し、試行的学習プログラムに修正を加えた。

なお、2004年秋、収集・分析した種々の学術情報、

試行的な学習活動の記録写真、使用したワークシートや解説パネルなどの教材を用いて、胆沢区内の胆沢ダム学習館と文化創造センターで、それぞれポスター展示を行った。そして、地元の方々を中心とする来訪者から、展示内容に関するコメントやエグネに関する情報・見解を収集し、学習プログラムの改善に役立てた。

4. まとめ

本稿では、岩手県胆沢扇状地を事例地域として、文化的・自然的遺産とみなされるエグネ（屋敷林）をフィールドとする2つの体験型環境学習プログラム（平吹・福田, 2006）の開発プロセスを報告した。プログラム開発にあたっては、「持続可能な地域づくり」に貢献すべく、(1) 各種の学術情報や環境学習活動の洗い出しと自前の景観生態学的調査による地域特性の把握、および(2) 試行的な学習活動の実施による体験学習遂行上の諸課題の把握を特に重視した。

おそらく「持続可能な地域づくり」をめざす環境学習とは、「生涯という長い時間スケールを展望しながら、全人的な個と、活力や温かみのある地域社会との確立をめざす学びと行動である」と考えられ、その取り組みにあたっては、「学習者が身近な自然・ヒト・社会と常に対峙し続けること」がもっとも重要とみなされるのではないだろうか。本稿でも繰り返し述べたように、胆沢地域のエグネは、日常生活圏内にごく普通に存在する上に、そこには長い歳月をかけて、試行錯誤の中から生み出された「地域の環境と調和しながら、地域の資源を大切に使い、循環させる暮らしの知恵や技法」が多数内在していた（水沢市史編纂委員会, 1978; 胆沢町史刊行会, 1985; 三浦・五嶋, 2002; 平吹ほか, 2006a）。エグネは、「持続可能な地域づくり」をめざす環境学習にとって、とりわけ有用な教育資源とみなされるのである。

胆沢地域のエグネ所有者の方々からは、「下刈りや間伐といった施業の必要性を感じながらも、過疎・高齢化が災いして実施できず、もどかしい。エグネは先祖伝来の貴重な遺産なので、後世まで伝えてゆきたい。」という意向が数多く寄せられている（平吹ほか, 2005）。行政当局も、「水と緑と散居のまち・胆沢」というスローガンを掲げ、エグネの育成に関わる助成

制度の創設や広報誌の作成、シンポジウムの開催などを通して、わが国を代表する散居景観のピーアールと存続に努めてきた。胆沢地域の自然や歴史を題材として、活発な社会教育活動を展開している市民団体や展示施設も存在することから、さまざまな主体が寄り合って、「エグネのある暮らし」をみつめる環境学習を推進する素地は整っているといえる。

胆沢地域に暮らしをもたない「よそ者」としての私たちは、先ず、これまでの研究結果を活かして、「胆沢地域ではあたりまえのエグネや、エグネと結びついた伝統的な暮らしが、実は日本の、そして世界のどこにもないすばらしい存在なのだ。」という「気づき」を呼び起こす活動を立ち上げたいと考えた。こうした環境学習は、地域の将来を担う存在でありながら、地域とのかかわりが極端に低下している児童・生徒にとって特に必要であろうし、郷土をみつめてきた年配の方々との交流をおのずと育んでゆくに違いない。そしてその先には、「持続可能な地域」へと向かう確かな歩みが待ち受けているように思われる。

謝辞

環境学習プログラムの開発を進めるにあたり、東北福祉大学総合福祉学部の三浦修先生、岩手大学人文社会科学部の竹原明秀先生、宮城教育大学の福岡公平、寂知智美、林出美菜、佐藤麻衣子、長谷川巧、中條裕、菊池彰人、石山香苗、遠藤陽子、岩手大学の村田野人の皆さまには、有益なご助言とご支援をいただいた。Aさんご家族には、基礎調査および体験学習のフィールドとしてお住まいを快く開放下さるとともに、貴重なお話をご提示いただいた。千葉嘉彦氏、和井内京子氏はじめ特定非営利活動法人エコ・スタディいさわ、旧胆沢町役場、佐藤修氏はじめ緑を守り育てる宮城県連絡会議、そして旧胆沢町の皆さまには、折に触れあたたかいご支援を賜った。皆さまに心から感謝申し上げます。本研究は、文部科学省科学研究費補助金(15510020、18650236)の助成を受けて実施された。

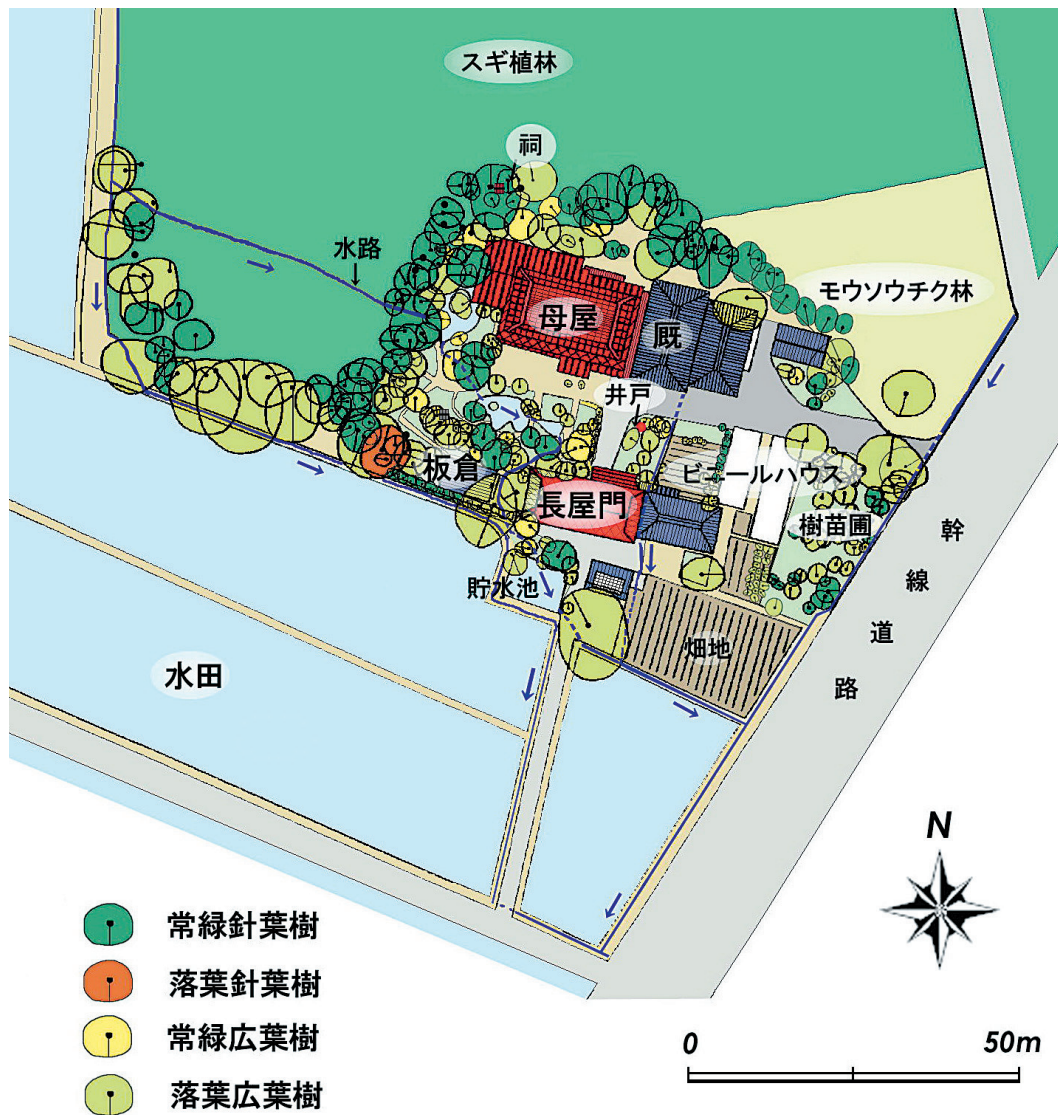
なお本稿は、福田が主体となって実施した景観生態学的な調査と環境教育にかかわる諸活動、そしてその成果をとりまとめた卒業論文に基づいて作成された。

引用文献

- 福岡公平・荒木祐二・平吹喜彦・竹原明秀・三浦修, 2002. 残存型屋敷林が有する種多様性とその創出に係わる林縁効果と林冠効果. 第49回日本生態学会大会, M422.
- 福岡公平・平吹喜彦・荒木祐二, 2003a. 岩手県胆沢扇状地の散居型農村生態系を構成する孤立林の植生. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 5:29-38.
- 福岡公平・佐藤麻衣子・千葉聖子・平吹喜彦, 2003b. 散居型農村生態系を構成する屋敷林・孤立林が有する生物多様性の評価. 第50回日本生態学会大会, PB3-109.
- 平吹喜彦, 1990. 森林帯の主要構成常緑樹11種の宮城県における分布状況. 『宮城県における地域自然の基礎的研究』(森洋介編), 59-85. 宮城教育大学.
- 平吹喜彦, 2005. 宮城県の森林. 『みやぎ環境学習ナビゲータ・中学校』((財)みやぎ・環境とくらし・ネットワーク編), 8-9. 宮城県環境生活部環境政策課.
- 平吹喜彦・千葉聖子・福岡公平・申谷雄太, 2005. 岩手県胆沢町小山エリアにおける屋敷林の歴史の変遷. 宮城教育大学紀要, 39:133-141.
- 平吹喜彦・福田明子, 2006. 「エグネのある暮らし」をみつめる体験型環境学習プログラムの開発. 2. 持続可能な地域づくりに資する2つのプログラム. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 9:59-66.
- 平吹喜彦・福岡公平・福田明子, 2006a. 身近な屋敷林の植生評価と環境教育教材化. 日本植物学会第70回大会, 3aG06.
- 平吹喜彦・中條裕・林出美菜, 2006b. 国立花山少年自然の家で「里山の森と人の暮らしのむすびつき」を学ぶ: 景観生態学の視点を導入した体験型環境学習プログラムの開発. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:51-60.
- 池田雅美, 1966. 胆沢扇状地における開発過程の歴史地理的研究. 人文地理, 18(1):1-20.
- 池田雅美, 1972. 胆沢扇状地の集落と散村景の変貌. 東北地理, 24(2):91-98.
- 胆沢町史刊行会(編), 1985. 『胆沢町史8 民俗編1』. 766pp. 胆沢町.
- 小金沢孝昭・北川長利・加藤良樹, 2002. 環境教育といぐねの学校. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 4:29-36.
- 三浦修・五嶋志津子, 2002. 岩手県胆沢川流域のキツマ. 岩手大学文化論叢, 5:13-23.
- 三浦修・竹原明秀, 2002. 農村景観における屋敷林研究の意義. 植生情報, 6:15-21.
- 水沢市史編纂委員会(編), 1978. 住. 『水沢市史6 民俗』, 134-338. 水沢市.
- 村田野人・竹原明秀, 2004. 屋敷林と鳥類群集の関係. 第51回日本生態学会大会, P1-187c.
- 長島康雄・平吹喜彦, 2003. 景観スケールを重視した環境教育プログラムの開発. 1. 景観スケールの有効性と防潮マツ林を事例とした学習プログラムの開発. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 5:39-46.
- 長島康雄・横内勲・平吹喜彦, 2004. 景観スケールを重視した環境教育プログラムの開発. 2. 自然観察会への環境教育的視点の導入. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 6:21-29.
- 中川久夫・岩井淳一・大池昭二・小野寺伸吾・森由紀子・木下尚・竹内貞子・石田琢二, 1963. 北上川中流沿岸の第四系および地形: 北上川流域の第四紀地史(2). 地質学雑誌, 69:219-227.
- 岡村光展, 1991. 胆沢扇状地における近世の散居集落—近世初頭における村構成と家系の復原的研究を中心に—. 人文地理, 43(4):1-23.
- 斎藤享治, 1978. 岩手県胆沢川流域における段丘形成. 地理学評論, 51(12):852-863.
- 菅原亀悦, 1978. 北限地帯モミ林の生態学的研究. 宮城県農業短期大学紀要, 4:1-68.



写真1. 見分森展望台から臨む胆沢扇状地北部の散居景観（2001年5月福岡公平氏撮影）.



付図1. A氏宅の家屋や水利施設，樹木，土地利用の実態を示した見取り図．長年にわたって蓄積されてきた高い機能性・文化性を有する生活様式が高密度で，重層的に存在していることを読み解くことができる（2004年に主たる調査を実施）.

「エグネのある暮らし」をみつめる体験型環境学習プログラムの開発 2. 持続可能な地域づくりに資する2つのプログラム

平吹喜彦*・福田明子**

Farmstead Groves and Traditional Lifestyle. 2. Two Environmental Educational Programs toward the Establishment of Sustainable Communities

Yoshihiko HIRABUKI and Akiko FUKUDA

要旨：岩手県の胆沢扇状地には、わが国を代表する散居型農村が広がり、個々の農家には「エグネ（居久根）」と呼ばれる伝統的な屋敷林が付随している。そこには、長い時間をかけて集積されてきた(1)地域の自然と調和し、自給自足と資源の循環を大切にする生活の知恵や技法、そして(2)郷土種・極相種の豊富さに象徴される生物多様性が内在する。本稿では、この2点に着目して開発した、「持続可能な地域づくり」に資する2つの体験型環境学習プログラムを報告する。

キーワード：伝統的な暮らし、エグネ（居久根）、持続可能な地域、体験型環境学習プログラム

1. はじめに

地球環境の悪化が多岐にわたり、個々の問題が深刻さ、複雑さを増すにつれ、環境学習の役割がいつそう重要なものとみなされるようになってきた。わが国においても、2004年に「環境の保全のための意欲の増進及び環境教育の推進に関する法律」が施行され、世代や職業といった立場の違いを超えた人々の協働による取り組みがいよいよ活発化している。

ところで、「Think globally, act locally」という著名な標語が指摘するように、環境学習を適切に推進するための原則のひとつとして、「学習者の日常をとりまく自然・社会・文化環境と自己とのかかわりについて、体験的・探求的活動を通して認知し、分析・考察を深めた上で、良好な地域・地球づくりにむけて行動する」というスキームが提唱されている（例えば、文部省, 1991, 1992; 奥井, 1998; (社)日本環境教育フォーラム, 2000; (財)日本生態系協会, 2001)。こ

こで注目したいのは、(1)環境学習の到達点は、地球市民としての自己の形成、および安定した生活・生命の存続が可能な地域の形成をめざす学際的、自発的、永続的な学びと行動にあり、(2)その主たるフィールドおよび立脚する視点は、常に学習者自身が日常生活を営む地域である、とする思想が感じられることである（平吹ほか, 2006）。ともすれば「とらえどころがなく、アプローチも難しい」、「達成感が得づらい。」と評される環境学習ではあるが、その真価を問うためには、総合的・長期的指針を明確にした上で、地域をみつめる活動をさらに深化させる必要がある。

私たちは、環境学習の到達点や進め方をこのようにとらえた上で、岩手県胆沢扇状地に散在する農家に認められるエグネ¹⁾と伝統的な暮らしに着目して、その教育資源としての有用性を検討しながら、体験型環境学習プログラムの開発を試みた。本稿では、前報(平吹・福田, 2006)で報告した開発プロセスに沿って作

*東北学院大学 教養学部 地域構想学科, **宮城教育大学 教育学部 生涯教育総合課程 自然環境専攻

¹⁾ 胆沢地域で用いられている屋敷林の呼称で、本稿ではこのエグネを「居住空間に近接もしくは取り込まれて存在し、屋敷の一部を構成する、日常生活とかかわりの深い樹木群」とみなした。なお、胆沢扇状地の大半を所轄していた胆沢町は、2006年2月、近隣の水沢市や衣川村などと合併して奥州市胆沢区となった。

成した2つのプログラムを提示する。近年、「持続可能な地域づくり」を推進するための拠り所のひとつとして、環境教育に対して大きな期待が寄せられているが、本稿で示した体験型環境学習プログラムは、その実践記録であり、具体的提案である。

2. 地域の概要

胆沢地域の自然環境、開拓・土地利用の変遷、エグネの構造や機能、環境教育・自然教育活動といった地域特性に関しては、中川ほか(1963)や池田(1966, 1972)、斎藤(1978)、水沢市史編纂委員会(1978)、胆沢町史刊行会(1985)、岡村(1991)、三浦・五嶋(2002)、三浦・竹原(2002)、福岡ほか(2003)、平吹ほか(2005)、平吹・福田(2006)などによる報告がある。また、本研究でもっとも重要なフィールドとなった小山地区のA氏宅に関しては、平吹・福田(2006)が見取り図を示して、屋敷構えやエグネと結びついた伝統的な暮らしについて、調査結果を概説している。

3. 環境学習プログラムの開発プロセス

前報(平吹・福田, 2006)で述べたように、本研究で開発した「エグネのある暮らし」をみつめる体験型環境学習プログラムは、児童・生徒を含む市民を対象とする「エグネとエコな暮らし探検隊」と「地域遺産‘エグネ’の未来を考え隊」の2つである。それぞれは、(1)関連する学術情報の収集・分析、(2)試行的学習プログラムの立案・実施準備、(3)試行的学習プログラムの実施、(4)試行的学習プログラムの改善という4段階のプロセスを経て作成された。

4. 「エグネのある暮らし」をみつめる2つの体験型環境学習プログラム

開発した2つの体験型環境学習プログラム(付表1・2)について、ねらいや学習活動の流れを、以下に概説する。なお、本稿で示した学習プログラムに付随するワークシートは、インターネット上で公開した(<http://www.nature-voice.net/>)。

1) 「エグネとエコな暮らし探検隊」

重点的な基礎調査を行ったA氏宅で、2004年7月24日に試行的に実施した学習活動をベースとした学

習プログラムである(付表1)。

このプログラムでは、(1)エグネがはぐくむ多様な動植物、(2)日常生活とエグネのかかわり、(3)水の利活用の3つの視点を重視することとし、そのために「Aさんのお宅をのぞむ」、「エグネの内部探検」、「エグネのある暮らし」についてお話を聞こう(その1)、「竹を使ってネイチャークラフト」、「水のゆくえを追いかけよう」と題する5つのアクティビティを盛り込んだ。およそ4時間をかけてA氏宅の屋敷構えやエグネをじっくりと観察しながら、(1)さまざまな由来・機能を有する植物から構成されるエグネの実態、および資源循環型の暮らしの様子を自ら発掘・記録すること、(2)ヒトと自然が共生する生活やエグネの保全価値について考察し、所有者を含めた参加者全員で探求成果を分かち合うことがねらいである。

なお、アクティビティの進行にあたっては、参加者の年齢やかかわり合い(親子、夫婦、友人など)、日常の生活環境(都市か、農村か)、興味・関心などを考慮しながら、(1)五感や感性を多用して、気づきを誘発する活動、(2)地域の自然や風土に親しみ、楽しさやマナーを実感できる活動となるよう心がけたい。また、活動を支援するために、ワークシートや「お屋敷見取り図」大判ポスターを準備することも有効である。昼食時にも、地元の農家が経営する産直市場・食堂に協力を依頼するなどして、郷土料理と取りたての野菜・果物をいただく企画も盛り込んでみたい。

学習を稔り多いものとするためには、(1)(他地域からの)参加者とコミュニケーションを図りながら、機能性・文化性に富んだ伝統的生活様式を自らていねいに発掘し、記録すること、そして(2)所有者との対話の中で、その発見に対する確証を得て満足したり、あるいは予想を超える先人の知恵や技法を知って圧倒されるといった場面に出会うこと——これら2つの体験を保障することが肝要と思われる。そのためには、事前に実施するフィールドの視察、アクティビティの対象する事物の精選、所有者・活動支援者との打ち合わせ、そして実施中の参加者の態様に応じたプログラム進行が大切となる。

2) 「地域遺産‘エグネ’の未来を考え隊」

A氏宅をじっくり観察するだけでなく、(1)胆沢扇

状地全体でエグネや伝統的な暮らしの状況を見渡す活動、(2) エグネを護り、後世に伝えるための手法を考えるディスカッションを組み込んだ試行的な学習活動(2004年10月30日実施)をベースとした学習プログラムである(付表2)。

このプログラムでは、「都市に住むよそ者」と「エグネと暮らす地元民」が一緒になって散居景観やエグネを観察し、「エグネの地域遺産たる価値とは何か。」「エグネを将来にわたって存続させてゆくためには、どういった行動が必要なのか。」、それぞれの立場から意見を述べ合い、相互理解を深めるという営みを大切にしたい。「都市に住むよそ者」には、ふるさとの田園景観とそのシンボルとしてのエグネを存続してゆくことの困難さや、自らの消費行動・生活様式がそのことと密接に関係していることに対する認識を、一方「エグネと暮らす地元民」には、日常生活の範疇にあるごくありふれた景観や事象が、実は時代の要請に応え得る、貴重な知恵と技法の集積する遺産であるという気づきを、それぞれ提供することが第一の目標である。

そのために「散居景観をのぞむ」、「屋敷林の博物館」胆沢扇状地をめぐる、「エグネの内部を観察しよう」、「エグネのある暮らし」についてお話を聞こう(その2)、「エグネの未来を考えるディスカッション」と題する5つのアクティビティを盛り込んだ。所用時間は、胆沢扇状地を眺望するために見分森展望台を訪ねたり、扇状地内を大きく巡回することから、昼食を含めておよそ5.5時間となった。

野外体験を主とする4つのアクティビティ、および昼食(産直市場・食堂を訪問し、郷土料理の「すいとん」を食べる)では、前述の学習プログラムと同様、(1) 五感や感性を多用して、気づきを誘発する活動、(2) 地域の自然や風土に親しみ、楽しさやマナーを実感できる活動となるよう配慮しながらも、(3) ディスカッションに向けて、日常生活と対比させながら個人が課題を発見し、考察を掘り下げてゆけるような支援を心がけるようにしたい。

すでに述べたように、この学習プログラムの大きな特徴は、(1) 導入段階で高所から地域景観を見渡し、土地利用やエグネの配置(地表に現れた模様)と地形(地表の凹凸や水系、方位)とのかかわりを分析・把

握する活動の存在、および(2) いわゆる「地元学」(里地ネットワーク, <http://satochi.net/>, 2006年12月閲覧)で提案されている、「よそ者」と「地元民」が小グループを形成して遂行する共同調査にある。進行役や活動支援者にとっては、(1) 活動の対象や視点が「地域全体から農家屋敷、エグネ、暮らし、そして地域全体」と移動することによって、個々の参加者が調査課題や論点を見失わないよう配慮すること、(2) 「エグネと暮らす地元民」から上手に地域話題を引き出し、「都市に住むよそ者」との間でコミュニケーションが促進される状況をさり気なく創出することが肝要となる。

5. まとめ

本稿では、(1) 学術情報や環境学習活動のていねいな洗い出しと自前の景観生態学的調査による地域特性の把握、および(2) 試行的な学習活動の実施による体験学習遂行上の諸課題の把握を重視して開発した体験型環境学習プログラム、「エグネとエコな暮らし探検隊」と「地域遺産「エグネ」の未来を考え隊」について報告した。「屋敷林の博物館」(三浦・五嶋, 2002)と形容される胆沢扇状地で、エグネの多様性や由来、機能、現状を市民、特にエグネの身近に暮らす地元の方々に伝え、エグネに集積されてきた暮らしの知恵や技法、そして遺存的に存在する郷土種や極相種を再評価するための学習活動を立ち上げることは、「持続可能な地域づくり」を進めるための有効な手立てと考えられる。今回開発した2つのプログラムは、そのための最初の提案である。

「エグネのある暮らし」とは、自給自足と資源循環を基本とする、地域の自然に順応した生き方の実践であり、食料や日用品、資本のグローバルな流通に裏打ちされた現在の暮らしとは明らかに異なる生活様式であるかのように見える(水沢市史編纂委員会, 1978; 胆沢町史刊行会, 1985; 平吹ほか, 2005; 平吹・福田, 2006)。かつての「エグネのある暮らし」をそのまま現代に持ち込むことは難しいとしても、地域自然の特性や許容力を見極めた上で、自然の恵みを日常生活に上手に取り入れ、そして循環させるという仕組みこそ、いま構築が求められている持続可能な地域の基本システムに他ならない。

そのエグネが変質し、衰退の危機に瀕していることは、前報（平吹・福田, 2006）で述べた通りである。エグネを保全し、活用してゆくためには、地域の住民と行政がエグネを地域遺産として認識し、一体となった取り組みを進めることが有効である。地域外から研究のために訪れ、地域と関わりを持つに至った「よそ者」としての私たちの最初の役割は、研究成果を地域に還元し、「エグネのある暮らし」の価値を再認識してもらうための「気づき」を提供することであろう。こうした活動が糸口となって、地域の住民と行政の協働による取り組みが促進されるようになれば、次に私たちは「よそ者サポーター」としてその活動に合流し、さらなる学術情報の提供、広報や種々のイベントの支援といった役割を分担させていただけるかもしれない。旧胆沢町には環境学習にかかわる市民団体や展示施設、エグネの保全にかかわる行政の取り組みが既に存在し、「エグネのある暮らし」をみつめる活動を展開し得る素地は整っている（平吹・福田, 2006）。今後、郷土の自然や伝統的な暮らしに精通した年配の方々や、次世代を担う青少年を結ぶ架け橋として、地域遺産としてのエグネが大きな役割を果たすであろうことを期待したい。

ところで、「エグネ（居久根）」とは、岩手県の胆沢扇状地一帯で用いられている屋敷林の呼称であった（水沢市史編纂委員会, 1978; 胆沢町史刊行会, 1985）。本稿および前報（平吹・福田, 2006）では、研究事例としたこのエグネに限定して記述を進めてきたが、屋敷林自体は日本の平野や台地に広く認められ、各地域の田園景観や風土を構成する重要な要素とみなされてきた（岩崎, 1990; 青山ほか, 2000）。つまり、機能面では共通性を有しながら、地域それぞれの自然環境や文化、歴史を背景として、屋敷林を構成する植物種、屋敷林のデザインや管理手法には顕著な固有性が認められるのである（例えば、岩崎, 1990; 砺波散村地域研究所, 2001; 三浦・五嶋, 2002; 三浦・竹原, 2002）。そして最近では、社会情勢の激変に伴う維持・管理の難しさが災いして、屋敷林の荒廃あるいは自然回帰、伐採・消滅といった状況が、地域間に共通する課題としてクローズアップされている。本研究で提示した体験型環境学習プログラムやその開発プロセスが、屋敷

林の教育的価値の掘り起こしと地域に根ざした環境学習の進展、そして「エグネのある暮らし」の現代的再興、「持続可能な地域づくり」への一助となれば幸いである。

謝 辞

環境学習プログラムの開発を進めるにあたり、東北福祉大学総合福祉学部の三浦修先生、岩手大学人文社会科学部の竹原明秀先生、宮城教育大学の福岡公平、畷知智美、林出美菜、佐藤麻衣子、長谷川巧、中條裕、菊池彰人、石山香苗、遠藤陽子、岩手大学の村田野人の皆さまには、有益なご助言とご支援をいただいた。Aさんご家族には、基礎調査および体験学習のフィールドとして、お住まいを快く開放下さるとともに、貴重なお話をご提示いただいた。特定非営利活動法人エコ・スタディいさわ、旧胆沢町役場、緑を守り育てる宮城県連絡会議、そして旧胆沢町の皆さまには、折に触れあたたかいご支援を賜った。皆さまに、心から感謝申し上げます。本研究は、文部科学省科学研究費補助金(15510020, 18650236)の助成を受けて実施された。

なお本稿は、福田が主体となって実施した景観生態学的な調査と環境教育にかかわる諸活動、そしてその成果をまとめた卒業論文に基づいて作成された。

引用文献

- 青山高義・小川肇・岡秀一・梅本亮（編）, 2000. 『日本の気候景観 一風と樹 風と集落一』. 181pp. 古今書院.
- 福岡公平・平吹喜彦・荒木祐二, 2003. 岩手県胆沢扇状地の散居型農村生態系を構成する孤立林の植生. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 5: 29-38.
- 平吹喜彦・千葉聖子・福岡公平・申谷雄太, 2005. 岩手県胆沢町小山エリアにおける屋敷林の歴史的変遷. 宮城教育大学紀要, 39: 133-141.
- 平吹喜彦・福田明子, 2006. 「エグネのある暮らし」をみつめる体験型環境学習プログラムの開発. 1. 地域特性と試行的な学習活動を重視した開発プロセス. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 9: 49-56.
- 平吹喜彦・中條裕・林出美菜, 2006. 国立花山少年自然の家で「里山の森と人の暮らしのむすびつき」を

- 学ぶ：景観生態学の視点を導入した体験型環境学習プログラムの開発．宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:51-60.
- 池田雅美, 1966. 胆沢扇状地における開発過程の歴史地理的研究．人文地理, 18(1):1-20.
- 池田雅美, 1972. 胆沢扇状地の集落と散村景の変貌．東北地理, 24(2):91-98.
- 岩崎真幸, 1990. 「屋敷林」の諸問題－福島県相馬地方の事例を通して－. 『歴史と民俗6』(神奈川大学日本常民文化研究所編), 134-168. 平凡社.
- 胆沢町史刊行会(編), 1985. 『胆沢町史8 民俗編1』. 766pp. 胆沢町.
- 三浦修・五嶋志津子, 2002. 岩手県胆沢川流域のキツマ．岩手大学文化論叢, 5:13-23.
- 三浦修・竹原明秀, 2002. 農村景観における屋敷林研究の意義．植生情報, 6:15-21.
- 水沢市史編纂委員会(編), 1978. 住．『水沢市史6 民俗』, 134-338. 水沢市.
- 文部省, 1991. 環境教育指導資料 中学校・高等学校編. 121pp. 大蔵省印刷局.
- 文部省, 1992. 環境教育指導資料 小学校編. 119pp. 大蔵省印刷局.
- 中川久夫・岩井淳一・大池昭二・小野寺伸吾・森由紀子・木下尚・竹内貞子・石田琢二, 1963. 北上川中流沿岸の第四系および地形：北上川流域の第四紀地史(2). 地質学雑誌, 69:219-227.
- 岡村光展, 1991. 胆沢扇状地における近世の散居集落－近世初頭における村構成と家系の復原的研究を中心にして－. 人文地理, 43(4):1-23.
- 奥井智久(編), 1998. 地球規模の環境教育 環境教育最前線 学校変革実践シリーズ 第6巻. 269pp. ぎょうせい.
- 斎藤享治, 1978. 岩手県胆沢川流域における段丘形成．地理学評論, 51(12):852-863.
- (社)日本環境教育フォーラム(編), 2000. 日本型環境教育の提案 改訂新版. 414pp. 小学館.
- 砺波散村地域研究所, 2001. 砺波平野の散村. 55pp. 砺波市.
- (財)日本生態系協会(編), 2001. 環境教育がわかる事典 世界のうごき・日本のうごき. 429pp. 柏書房.

付表1. 体験型環境学習プログラム「エグネとエコな暮らし探検隊」.

学習の段階 経過時間	参加者の学習活動	進行役・支援者の留意点
a) 集合・アイス ブレイク	1) 集合(最寄りの地区公民館駐車場). グループごとに, 人員, 個々人の 体調や服装, 持ち物を確認し合い, 支援者(参加者の活動を見守り, 推 進するスタッフ)と交流を深める. 必要に応じて, 傷害保険料金を支 払う. 2) 安全で快適な活動となるよう, 飲料, 帽子, タオル, 携帯式蚊取り器 (防虫スプレーより効果大)の携行を念入りに確認する.	<ul style="list-style-type: none"> ・参加者と目線をそろえる. ・参加者に, ネームプレートやワー クシートなどを配布しながら, 身支 度とトイレ使用の要否を確認. ・交流を深めながら, ひとり一人の 活動への思いを把握する. ・状況に応じて, 緊張を解きほぐす ためのパフォーマンスを加える.
b) 導入の段階 0～ 15分	1) 全員で, 始まりのあいさつ. 氏名や所属, 参加理由などを紹介し合う. 2) ワークシートで活動全体の流れを確認し, 活動目的を鮮明にする. さ らに, ワークシート中の農家屋敷(A氏宅)見取り図を用いた説明を受け, 探 求のイメージを膨らませ, 活動意欲を高める. 3) 安全確保(服装や防虫対策など), 自然保護(採集や歩行時の踏みつけ に対する注意など), 活動マナー(私有地や耕作地に対する配慮など)に 関する留意点を確認する.	
c) 探求の段階 15～225分	1) 田園の小径を歩みながら周囲を見渡し, 散居集落とエグネの実態に関 心を向ける. 2) 典型的な農家屋敷・A氏宅を正面方向からのぞみ, 全体を俯瞰するアク ティビティをワークシートを用いながら実施する. 「Aさんのお宅をのぞむ」: 支援者の問いかけに応じながら, 家屋とエグネ の配置・外観, 屋敷内の土地利用のあらましをつかむ. 続いて, エグネの 広がりや方位, 地盤の高低, 家屋との位置関係, 樹木の種類(あるいは 生育形)や樹高などと関連づけて把握する. 3) A氏宅の屋敷内を訪ね, あいさつ後, ①エグネがはぐくむ多様な動植 物, ②日常生活とエグネのかかわり, ③水の利活用に関する学習を深め る. そのための探求活動として, 以下の4つのアクティビティを, ワークシ ートを用いながら実施する. 「エグネの内部探検」: 屋敷内の土地利用や家屋の配置・役割をもう一 度確認しながら, 北西部を占めるエグネに赴いて, モウソウチク林, 母屋 に接する林縁に集中する山菜, 祠とそれを囲むモミや照葉樹, 土壁に沿 って並ぶスギやサワラの大木, ひときわ大きいブナやケヤキの巨木, 森の ように広いスギ植林などを巡る. その過程で, 植物の生態的特徴(寿命, 天然分布エリア, 成長・繁殖様式など)や由来(自生か, 植栽か), 用途な どについて説明を聞き, また自ら胸高直径を測定したり, 手触りやにおい, 味を確かめる. 遭遇した動物(特に, 野鳥)も観察・記録する. 探検後に全 員で, 発見したことを「お屋敷見取り図」大判ポスター上に記入するなどし ながら発表し, 探求の成果を分かち合う. 「エグネのある暮らし」についてお話を聞こう(その1): 母屋にお邪魔し て, 居住者の方々を交えて昼食をとる. 郷土料理や取れたての野菜・果物 を食べながら, 「エグネの内部探検」を通して抱いた疑問を自由に出し合 い, エグネと伝統的な暮らし(食料や燃料, 肥料などの自給自足と循環的 な利用を重視した生活様式)のかかわり, エグネの管理方法などについ て, お話をうかがう. 「竹を使ってネイチャーラフト」: モウソウチクを活用する一例として, 竹 林から桿を切り出し, 日常生活で用いる器具を自由に作成する(時間に 余裕があれば午前中に実施して, 作品を昼食時の食器として用いること もできる). 「水のゆくえを追いかけよう」: エグネ内部を横断する水路, 門前や庭園 の池を思い起こして, 暮らしと水のかかわりについて関心を呼び起こす. 屋敷に流れ込む水を上流に遡るグループと, 屋敷内で水のゆくえを追跡 するグループに分かれて活動し, 用水を地盤の高い場所に導く工夫や, 屋敷内に流水を巡らしながら多目的に利用していた先人の知恵に気づ	<ul style="list-style-type: none"> ・まずは, 景観という枠組みの中 で農家屋敷・エグネの配置を認 識できるように, 問いかけを工夫 する. ・ワークシートや器具類の使い方 について, 個々のアクティビティ ごとに丁寧に指導する. ・活動当初は, 支援者が積極的 に気づきを誘発したとしても, 徐々に参加者の自主的な活動 へと移行させる. ・活動範囲に留意し, 安全確保や マナー遵守に心がける. 適宜休 憩(水分補給の機会)を設ける. ・五感を多用した活動とする. ・動植物の形態や生態, 資源循 環型の暮らしの実態にも目が向 くような問いかけを配置する. ・個々の探求活動が記録として残 るように, 個性を尊重しながら, ワークシートの利用を促す. ・発言が出ない場合は, 支援者が 参加者の積極性を引き出すよう な支援を行う. ・危険を伴う伐採は, 事前に終え ておくことも検討する. ・ラフトの時間は, 工具の取り扱 いを注視し, 事故を防止する. ・掘削した用水路を用いて, 扇頂 部から遙々導いてきた水を, 庭 園を飾る池への給水, 庭木や野 菜への散水, 野菜や農具の 洗浄, 水田の灌漑に順次活用し

<p>d) まとめ段階 225～240分</p>	<p>く。探検後に全員で、発見したことを「お屋敷見取り図」大判ポスター上に記入するなどしながら発表し、探求の成果を分かち合う。</p> <p>1) 探求の結果が記された「お屋敷見取り図」大判ポスター、さらには個々のスケッチやメモ、デジタル写真といったデータを示しながら、居住者の方々を含む全員で、エグネと伝統的な暮らしにかかわる探求の成果を発表し合う。</p> <p>2) 活動全体の総括として、①散居景観を特徴づけるエグネは、さまざまな由来や機能を有する植物から構成され、ヒトや野鳥の行動が成り立ちに深くかかわっていること、②伝統的な暮らしとは、自給自足と資源循環を重んじる考え方に立って、エグネや用水を地域の自然と調和させながら利活用するエコロジカルな生活様式であることを確認し合う。その上で、エグネの存続や水資源の枯渇にかかわる課題を認識し、環境保全に向けて日常生活の中で関心と具体的な行動を保ち続ける必要性を自覚する。</p> <p>3) 学習活動を支援して下さった居住者・地元の方々にお礼を述べる。</p> <p>4) アンケートなどにより、活動全体を評価する。閉会。</p>	<p>ている実態、およびその思想が認識できるように支援する。</p> <p>・全体をとりまとめる活動を開始する前に、参加者の活動・記録状況を把握し、強引な進行にならないように心がける。</p> <p>・参加者の自由な発言を優先させる。</p> <p>・アンケートなどで評価を受ける際、回答者のプライバシー保護に十分留意する。</p>
------------------------------	---	--

● 事前準備が必要と考えられる物品(活動内容や実施時期によって異なる)

参加者: 長袖シャツ, 長ズボン, 厚底で滑りにくい靴, 帽子, タオル, ティッシュペーパー, リュックサック(両手を使って活動できる状態が望ましい), 飲料, 昼食, おやつ, 傘, 雨具, 防寒具, 筆記用具(複数色の色鉛筆またはマーカーペン, クレヨンを含む), 軍手, カメラ, 健康保険証のコピー, 傷害保険料や参加費

主催者: 参加者から寄せられた登録票(氏名・住所・年齢・緊急時の連絡先などが記載されているもの), 傷害保険にかかわる書類, ネームプレート, ワークシート, バインダー(クリップ付き画板), 携帯式蚊取り器と蚊取り線香, ライター, 防虫スプレー, 筆記用具(複数色の色鉛筆またはマーカーペン, クレヨンを含む), 解説パネル, 「お屋敷見取り図」大判ポスターと掲示用ボード, 画紙, セロファンテープ, 布粘着テープ, スプレー糊またはスティック糊, 解説用の補助資料, 各種生き物図鑑, 模造紙, 白紙や付箋(観察記録・メモ用), マジックインク(複数色), はさみ, 方位磁石, 巻き尺またはコンバックス(長さ2m程度の幹直径計測用, および30～50m程度の測量用), デジタルカメラ(交換用バッテリーと記憶媒体を含む), 双眼鏡, ルーベ, GPS, ビニール袋(各種サイズ; 一時的な採集品保管用, 雨天時ワークシート収納用, ゴミ収集用など), 竹を切断する専用のこぎり, 剪定ばさみ, カッター, サンドペーパー, 滑り止め付き軍手, 飲料水, 保冷・保温用ボックス(クーラーボックス), 冷却用の氷, おやつ, 食器・箸・コップ(昼食用), 雑巾, ふきん, タオル, 食器洗い洗剤・スポンジ, ティッシュペーパー, 救急薬品, 緊急車両, 携帯電話(緊急時の連絡など), 救急病院の情報

付表2. 体験型環境学習プログラム「地域遺産「エグネ」の未来を考え隊」.

学習の段階 経過時間	参加者の学習活動	進行役・支援者の留意点
a) 集合・アイス ブレイク	<p>1) 集合(見分森駐車場). 学習活動は、原則として「よそ者」と「地元民」から構成されるグループを単位として実施することから、氏名や居住地、所属、参加理由などをきちんと紹介し合う。</p> <p>2) グループごとに、人員、個々人の体調や服装、持ち物を確認し合い、支援者(参加者の活動を見守り、推進するスタッフ)と交流を深める。必要に応じて、傷害保険料金などを支払う。</p> <p>3) 安全で快適な活動となるよう、飲料、帽子、タオル、携帯式蚊取り器(防虫スプレーより効果大)の携行、相乗りする自動車・移動経路を念入りに確認する。</p>	<p>・参加者と目線をそろえる。</p> <p>・参加者に、ネームプレートやワークシートなどを配布しながら、身支度とトイレ使用の要否、配車、運転者、移動経路を確認する。</p> <p>・交流を深めながら、ひとり一人の活動への思いを把握する。</p> <p>・状況に応じて、緊張を解きほぐすためのパフォーマンスを加える。</p>
b) 導入の段階 0～ 15分	<p>1) 全員で、始まりのあいさつ。氏名や所属、参加理由などを紹介し合う。</p> <p>2) ワークシートで活動全体の流れを確認し、活動目的を鮮明にする。</p> <p>3) 安全確保(自動車で移動時の交通事故防止、服装や防虫対策など)、自然保護(採集や歩行時の踏みつけに対する注意など)、活動マナー(私有地や耕作地に対する配慮など)に関する留意点を確認する。</p>	
c) 探求の段階 15～300分	<p>1) 徒歩で見分森展望台に向かう途上、進行役や支援者への問いかけ、あるいはグループ内の「よそ者」と「地元民」の会話を通じて、グループとして実施する探求に対するイメージを膨らませ、活動意欲を高める。</p>	<p>・参加者の活動意欲が高まる会話を工夫する。</p> <p>・まずは、胆沢扇状地全体を見渡</p>

	<p>2) 見分森展望台に登り、胆沢扇状地全体を俯瞰するアクティビティをワークシートを用いながら実施する。</p> <p>「散居景観をのぞむ」: 扇状地を覆う散居景観を、土地利用状況や地形とともに眺望する。形状の異なるエグネの存在に気づき、それぞれ典型的なものを色鉛筆を用いてスケッチしながら、相互の違いや共通性を抽出する。全員で、探求の成果を分かち合う。さらに、三浦・五嶋(2002)が示した5タイプのエグネの形状(胆沢扇状地を「屋敷林の博物館」と形容する根拠)と、扇状地の段丘面(開拓の歴史的順序ともほぼ一致)に対応した分布パターンについて、解説パネルを用いた紹介を受け、次の活動の参考とする。</p> <p>3) 眺望した散居景観の中に入り込んで、エグネやキヅマ、段丘地形と土地利用、用水路、郷土料理といった伝統的な事象に触れる。</p> <p>「屋敷林の博物館」胆沢扇状地をめぐる: 扇状地北部の低位段丘域に自動車で移動し、胆沢町の助成制度を利用してキヅマを保持しているお宅を見学する。必要に応じて、居住者の方から、キヅマの由来や機能、エグネとのかかわり、管理方法と将来の見通しなどについてお話をうかがう。</p> <p>続いて、扇状地を南進しながら、段丘崖を越えるに従ってエグネの規模が大きくなり、畑地や牧草地が増加してゆく様子を認識する。産直センターで、地元の野菜や米を使った郷土料理を昼食として味わい、棚に並んだ農産物を見学・購入しながら農家の方々と交流する。</p> <p>4) A氏宅(もともと規模の大きいエグネを有するタイプのお屋敷)を訪ね、以下の2つのアクティビティを、ワークシートを用いながら実施する。</p> <p>「エグネの内部を観察しよう」: 正面方向から、屋敷内の土地利用や家屋の配置・役割を概観した後、北西部を占めるエグネに赴いて、モウソウチク林、母屋に接する林縁に集中する山菜、祠とそれを囲むモミや照葉樹、土塁に沿って並ぶスギやサワラの大木、ひととき大きなブナやケヤキの巨木、森のように広いスギ植林などを巡る。その過程で、植物の生態的特徴(寿命、天然分布エリア、成長・繁殖様式など)や由来(自生か、植栽か)、用途などについて説明を聞き、多様な生き物がエグネに暮らしていることを知る。</p> <p>「エグネのある暮らし」についてお話を聞こう(その2): 「お屋敷見取り図」大判ポスターも利用して、「エグネの内部を観察しよう」活動時の発見や疑問を出し合い、居住者の方々からエグネと伝統的な暮らし(食料や燃料、肥料などの自給自足と循環的な利用を重視した生活様式)のかかわり、エグネの管理方法と将来の見通しなどについて、お話をうかがう。</p>	<p>すスケールで観察し、土地利用の実態、多様なエグネの存在と地形(開拓史)に応じた分布パターン、エグネと家屋の位置関係や樹種の普遍性などが認識できるよう、問いかけを工夫する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ワークシートや器具類の使い方について、個々のアクティビティごとに丁寧に指導する。 ・移動時に複数の自動車を利用する場合は、台数を最小限に抑えつつ、支援者が一人以上乗り込んで、運転や学習の支援にあたる。 ・活動範囲に留意し、安全確保やマナー遵守に心がける。適宜休憩(水分補給の機会)を設ける。 ・五感を多用した活動とする。 ・動植物の形態や生態、資源循環型の暮らしの実態にも目が向くような問いかけを配置する。 ・個々の探求活動が記録として残るように、個性を尊重しながら、ワークシートの利用を促す。 ・発言が出ない場合は、支援者が参加者の積極性を引き出すような支援を行う。
<p>d) まとめ段階 300～330分</p>	<p>1) 休憩をとりながら、グループごとに、エグネやキヅマ、散居村景観の魅力や将来像、改善点についてとりまとめ、探求活動全体をふり返る。</p> <p>2) 居住者の方々を含む全員で、とりまとめた結果を発表し合い、意見を交換する。</p> <p>「エグネの未来を考えるディスカッション」: ①「地域遺産」とみなしうるエグネやキヅマ、散居村景観の魅力、②それを維持・継承してゆくことの難しさ、③問題を解決し、保全・活用を進めてゆくためのアイデアなどについて、「よそ者」と「地元民(居住者を含む)」、場合によっては所属・職業に応じた立場から発言する。</p> <p>意見交換で出された発言を総括する。「よそ者」と「地元民」がそれぞれの想いを認め合った上で、日常生活の中でエグネに対する関心と具体的行動を保ち続ける必要性を自覚する。</p> <p>3) 学習活動を支援して下さった居住者・地元の方々にお礼を述べる。</p> <p>4) アンケートなどにより、活動全体を評価する。閉会。集合場所に戻って解散。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・探求活動全体を視野に入れ、グループとしてとりまとめがなされるように支援する。 ・進行役は、参加者の自由な発言を尊重しながらも、話題が発散し過ぎないように留意する。 ・アンケートなどで評価を受ける際、回答者のプライバシー保護に十分留意する。

● 事前準備が必要と考えられる物品(活動内容や実施時期によって異なる)

「エグネとエコな暮らし探検隊」(付表1)で示した物品に同じ。さらに、参加者と主催者が相乗りして移動する自動車を準備する必要がある(主催者が、交通事情に詳しい運転者と自動車を事前に確保しておくことが望ましい)。

川の流れとはたらきを知るための流水モデル実験器の再検討

大瀧 学*・川村寿郎**

Re-examination of the Stream Table to Understand the Flowing and Working along the River

Manabu OTAKI and Toshio KAWAMURA

要旨 : 小学校5年次理科の「流れる水のはたらき」の単元学習で使用する流水モデル実験器について、その使用条件を確認して、川の学習をより効果的に行うために改良を加えた実験器を試作した。これにより、適切な使用条件が設定されるとともに、流水の浸食・運搬・堆積の三作用のすべてと川の上流から河口～沖合海底にいたる流域を通じた認識が可能となった。これを基にした新たな学習指導方法の展開も可能となる。

キーワード : 流水モデル実験器、流水台、小学校理科、川の学習、浸食・運搬・堆積

1. はじめに

日本では、環境教育の題材として川（河川）を取りあげられることが多く、教育現場での実践例も数多い。川の環境を理解するためには、学年次や地域の実情に応じて、多面的な角度から学習し総合化してゆくことが求められる。その際、各地点での個別の調査や体験ばかりでなく、川流域を通じた全体像を把握することが重要であることを筆者らはすでに指摘した（川村・中條, 2006）。

小学校の学習単元の中で、川全体をとらえて、そのはたらきを知る内容が最もよく展開されるのは、5年次理科「流れる水のはたらき」の単元であろう。ここでは、後述するような学習内容で実際に展開されており、児童の理解を深めるために、従来、数多くの教材・教具の開発と工夫がなされてきた。その中で、川の流れと作用を示唆する流水アナログモデル実験が、川の洪水や流域のようすなどの写真・画像や映像の利用および川での実地観察とならんで実践的によく取り組まれている。

川の学習のためのモデル実験は、一般に、屋外での砂山に掘った流路、あるいは屋内での流水モデル実験器で行われる。後者は、日本のみならず、広く外国で

も教材として用いられている。例えば、アメリカでは「流水台」(stream table) と呼ばれる器具が市販されており、これを用いた授業が教育課程K-12中の4-7グレード理科プログラムで行われている。しかし、この流水モデル実験器は、使用条件によって、流水と粒子の挙動およびその結果として現れる表面形態が大きく異なるため、使用にあたっては条件設定の準備と工夫が必要である。また、流水モデル実験器で見られる表面形態が、その水理特性の制約のために、実際の地形とはかけ離れた例を示し、結果として学習指導に混乱を与えることも指摘されている（林, 2002）。

本研究では、上記の点をふまえて、特に流水モデル実験器について、1) 川の学習における実験器導入の効果と問題点、2) 適切な使用条件、3) 実験器の改良製作、4) 実験器を用いた指導の展開方法、について検討をおこなった。

2. 川の学習単元

1) 学習内容と取り扱い

小学校5年次理科「流れる水のはたらき」の単元として、現行学習指導要領（文部科学省, 1998）では、その内容と取り扱いについて、次のように定められて

*宮城教育大学大学院理科教育専修（亘理町立吉田小学校）、**宮城教育大学理科教育講座

いる。

地面を流れる水や川の様子を観察し、流れる水の速さや量によるはたらきの違い調べ、流れる水のはたらきと土地の変化の関係についての考えをもつようにする。

ア 流れる水には、土地を削ったり、石や土などを流したり積もらせたりするはたらきがあること。

イ 雨の降り方によって、流れる水の速さや量が変わり、増水により土地の様子が大きく変化する可能性があること。

すなわち、川の流水の三作用（浸食・運搬・堆積）と大雨による増水などで流水のはたらきが強められ、土地の様子が大きく変化する可能性があることを学習することになる。

2) 学習指導の展開方法

学習指導要領に則り、教科書とそれに準拠した参考資料などに基づいて、各学校では地域の特性による変更・修正を加え（自校化し）て、実際の指導にあたる。この学習単元の実施時期は、一般に10月中旬～11月下旬とされ、標準的な指導時数は10～14時間である。以下に教師用指導書（東京書籍、2004）に基づいた一般的な展開方法を記述する。

教科書の導入部には、川の堤防が大雨によって決壊し、付近の建物や水田が濁流にのみ込まれている写真が示され、子どもたちは、濁流と激しく浸食される川岸から流水の作用に問題意識をもつようになる。

次に、校庭に砂山をつくり、頂上部からホースやじょうろで水を流して流路をつくって川のモデルとして再現し、浸食・運搬・堆積の三作用について、実験を通して学習する。その際、流路におがくずを混ぜて、蛇行部の外側と内側の流速の違いや、側面の運搬と堆積の作用について確かめる。場合によっては、降雨時の校庭を観察したり、本研究で取り上げる市販の流水モデル実験器を使用したりすることもある。

次に、モデル実験で学習した流水の三作用が、実際の河川に適応されるかどうか、様々な川の写真で確かめる。上流の峡谷部・中流域の中州・河口域のデルタの写真や図を見ながら、土地の様子の違い、河川勾配、流速の違い、浸食の強さの違い、堆積しやすい場所などに視点を置いて、川の水がどのように土地を変化させているか話し合う。さらに具体的な視点として、川の石を対象として、上流部～下流部の写真をもとに、

各流域の石の大きさや形の違いについてまとめる。

次に教科書では、大雨で河岸が大きくえぐられた写真や、あふれた水が市街地まで流れている写真が示され、川の水のはたらきが大きくなるときの要因と土地の変化（川の流れや川岸の変化）について話し合う。さらに梅雨や台風の時の大雨により、河川の流量が増加し流速が速くなると、土地の浸食作用が大きくなることが示され、災害を防ぐ工夫として、護岸やブロック設置の意義を学ぶ。

最後に、実際の川や周りの土地のようすを観察して、学習のまとめとする。観察に適した河川が近辺にない場合、理科学習用のVTRや県内の有名な河川の写真や映像を用いることが多い。

3) 学習内容の改善すべき点

学習内容は、導入からまとめまで全般的に、流水の三作用の中でとりわけ浸食と運搬が強調されている。即ち、導入の写真、モデル実験での観察、まとめの治水の意義に至るまで、河川の浸食・運搬作用に主眼が置かれている。堆積作用に関しては、顕著で印象的な現象ではないため、ほとんど取り扱われない。

しかし、長い時間でみると、河川による土砂の運搬・堆積作用は、地形や地質をつくる本質的な自然現象である。例えば、日本の人口の大半は、河川が長い時間をかけて堆積させてきた沖積平野に集中しており、その土地の多くはかつて川から運搬され堆積した土砂からなる。しかも、河川で運搬される土砂が、過去の治水工事や人工的採取などによって、河口域での堆積量が減少し、それが原因で沖積平野前面の海浜が浸食されていること（「海岸浸食」）が昨今環境問題ともなっている。河川の堆積作用を考えると、土地の形成が川によることを強く認識する必要があるだろう。

上記のことは、「流れる水のはたらき」の単元の学習としては発展的内容を多く含む。しかし、これは6年次の「大地のつくり」の単元にも内容的に重なるものであり、むしろスムーズに繋げるためには、5年次に堆積作用を認識させておくことが必要である。

4) 授業実践の例

著者の一人（大瀧）は、宮城県亘理町立吉田小学校5年次理科の「流れる水のはたらき」の単元において、地域素材である阿武隈川を取り入れたカリキュラムを

作成し、後述する市販の流水モデル実験器を用いた指導を行っている。これまでの授業実践を通じて、流水モデル実験器に関する学習効果や改善すべき問題点が強く認識された。

流水モデル実験器の最大の利点は、児童の意識が散漫になりやすい野外での実験に比して、条件を整えた上で子どもに観察のポイントをしばらせ、流水の作用について学ばせるのにきわめて効果的なことである。実際の授業でも児童は常に高い興味・感心を示し、学習に集中して取り組んでいる。また、天候に左右されずに授業を進められる。

これまでの授業では、流水モデル実験器の使用にあたって、十分な予備実験をすることなく、教科書やカリキュラム指導書に合わせる形で実験を進めてきた。実際、実験では周囲の適当な土砂を用い、実験器に敷きつめた土砂に予め曲がった流路を掘って水を流した。傾斜も急で、流量も多くしていたため、流路沿いでは浸食作用が強く表れ、地形の変化として児童には認識された。しかし、その実験では、はっきりとした川の蛇行は見られず、阿武隈川下流での実際とは異なる結果であった。

一方、授業実践の中で、児童からは「流れていった砂はどうなるのか」という発問がされた。そこで実験器の滞水部にたまった懸濁水をとって水分を蒸発させ、残った泥をみせた。そして川から運ばれた土砂が海の泥としてたまってゆくことを知るようになった。このようなことを通じ、児童には、流水の三作用をすべて欠けることなく知ること、川の上流から下流そして河口から海の沖合までを通じた三作用を知ることができるよう改善する必要であることを強く認識した。



図1. 流水モデル実験器を用いた授業の様子

3. 流水モデル実験器の使用条件

小学校における流水実験は、市販されている流水実験器を用いたり、校庭でホースやじょうろで砂山から水を流したりする方法が教科書には示されているが、流水実験器についてはあまり普及していない、もしくは使いこなされていないのが実情である。

しかしながら、野外の実験観察では、何かと注意力・集中力が散漫になりやすく、なかなかポイントを絞った的確な活動ができにくい実態を考えると、流水実験器を使用した実験と観察の意義は大きい。

1) 流水モデル実験器について

国内では、教科書の学習内容に準拠して、複数の会社から流水モデル実験器（以下、実験器と呼ぶ）が市販されている。いずれも、側方に取水口と排水口をもつ平らで長い盆状の水槽であり、傾斜をつけた水槽の中に土砂を入れ、取水口からの水の流れに沿って、土砂が浸食・運搬・沈積してゆくようすを観察するものである。ここでは形状に特徴があり、内容量が最も大きくかつ流量や傾斜角の調整が可能な「流水のはたらし実験器」（中村理工工業社製RW-B型）を取り上げる。図2にその概略的な見取り図を示す。

この実験器（内寸400×1500×150mm）は水槽の底が変曲して排水口側に水が溜まるようになっており、それが海を模している。滞水部分には2枚の回転が付けられ、また高低差のある2つの排水口を備えていることから、それぞれ海での波浪や海水準の上昇・下降による浸食・堆積のようすがわかるとされている（図3）。取水は内径7mm（長1.5m）のビニールパイプ3本を用いて、流量を3段階に調節可能である。実験器は取水側にある2本の支柱の高さを変えて傾斜

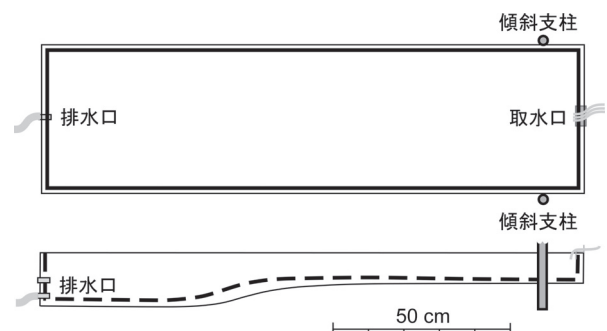


図2. 市販流水モデル実験器の概略図
上：平面図，下：断面図

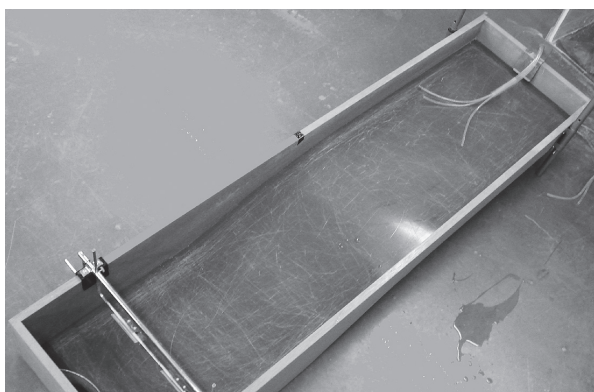


図3. 流水モデル実験器

(勾配)を 5° 、 10° 、 15° の3段階に変えることができ、傾斜角度を示す目盛がついている。

2) 使用する土砂の粒度について

この流水実験器では、実験に適した使用条件に関する説明がない。ここでは、適切な使用条件を把握するために、土砂の粒度構成・傾斜角度・流量について条件を変えながら、流路や表面形態などの特徴を観察した。

流水下の表面形態は一般に粒径と流速によって変化し、さらにこの実験器の場合には、流速は傾斜と流量によって変わるとみられる。そこで、異なった粒度構成をもつものとして、代表的な下記の3種の土砂を用いた。

粗 - 中粒砂：阿武隈川砂（市販品）。粗粒～中粒砂が主で、極粗粒砂・細礫を含む。入手が容易であり、宮城県南では校庭の整地にふつうに使用される。

中 - 細粒砂：亶理町大浜海浜砂。ほとんどが中粒～細粒砂で占められ、淘汰がよい。

細粒砂 - シルト：鮮新世大年寺層（未固結海成層）。シルト（約30%）と細粒～極細粒を主とする淘汰の悪い砂質泥。

3) 観察結果

上記の3種の土砂を実験器の取水口側に一様に敷き詰め（厚さ2～3cm）、傾斜角度を 5° と 10° 、流量を毎分650mlと1300mlと各々条件を変えて、流路と表面形態を観察した。結果は以下のとおりである。なお、ここでは便宜的に、取水口側の平底部を上流部・中流部、傾斜が変わる部分を下流部、排水口側の平底部を滞水部とよぶ。

【粗 - 中粒砂】

①流量：650ml/分 傾斜角： 5°

上流部で流れが大きく拡がり、伏流が始まる。中流部でいくつかの分流・変更を伴った流路が形成され、段丘も形成される。下流部では、流水は一旦伏流し、さらに下流で扇状に崩れ始める。崩れた扇状の土砂の上には、流路が形成されて、小さな扇状堆積部が形成される。滞水部には扇状に崩れた先端部から、水がわずかずつ流れ込む。

②流量：650ml/分 傾斜角： 10°

上流部で流れが大きく拡がる。伏流が始まる。中流部で一本の流路が形成されるが、移行はしない。下流部で伏流して勢いよく扇状に崩れはじめ、それが中流部にまで及ぶ。崩れが一段落し、その崩れた部分にあらためて流路が形成され、移行や分流が形成される。上・中流部には段丘も形成される。流路の先端に小さな扇状堆積が形成される。滞水部には扇状に崩れた先端部全体から、伏流水が少しずつ流れ込む

③流量：1300ml/分 傾斜角： 5°

①の時よりも、さらに上流部で流れが大きく拡がり、伏流を始める。中流部ではいくつかの移行をともなった浸食の激しい流路が形成される。下流部でも流水は伏流するが、瞬く間に扇状に崩れ始め、中流域まで崩落が及ぶ。崩れた扇状の土砂の上にいくつかの流路が形成され、その先端に小さな扇状堆積部が形成される。滞水部には扇状に崩れた先端部全体から伏流水が少しずつ流れ込む。

④流量：1300ml/分 傾斜角： 10°

上流部で流れがある程度まで拡がり、伏流が始まる。上流部で一本の流路が形成され、移行せずに中流部に達して伏流し、一気に下流部から中流部まで崩れる。崩れが一段落すると、中～下流部に移行・分流が形成される。上流では浸食が進み、段丘地形が形成される。流路の先端では小さな扇状堆積が形成されるが、先端部全体から伏流水がしみ出す。

【中 - 細粒砂】

①流量：650ml/分 傾斜角： 5°

上流部では流れがやや拡がるものの、中流部にかけて、緩やかな移行を伴ったやや直線的な流路をすぐに形成する。運搬の様子が、非常に明瞭に観察される。

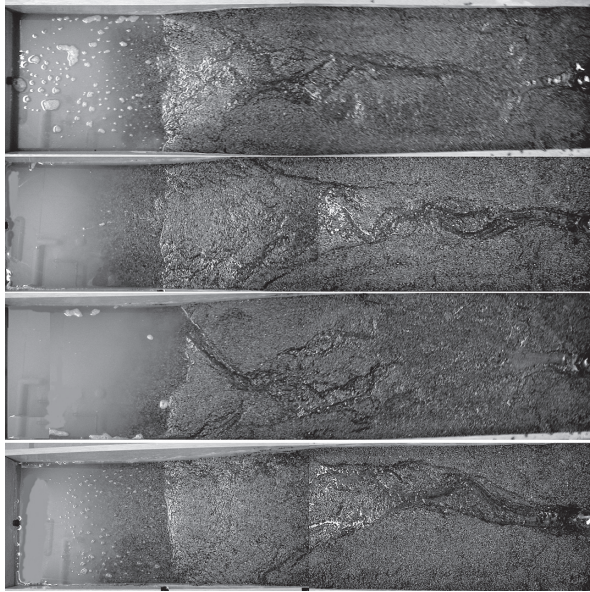


図4. 粗 - 中粒砂を用いた時のようす. 上から本文の①～④に対応. いずれも流水して約30分後に撮影

流路は段丘を形成しながら下方浸食が進み、かなり直線的に変化する。下流部の流路口には扇状堆積が明瞭に形成される。

②流量：650ml/分 傾斜角：10°

上流部ではやや広がった分流をするが、下流部に向かってすぐに流路が1本に収束する。中流部で緩やかな蛇行を見せるが、段丘を形成しつつ、やや直線的な流路に変化する。流路口部は扇状堆積が明瞭に形成される。

③流量：1300ml/分 傾斜角：5°

上流部に流れをやや広げるが、下流部に向けてすぐに複数の直線的な流路を形成する。本流を形成すると、他の流路は流量を減らして放棄される。本流ではやや緩やかな移行をするが、激しい下方浸食に伴って段丘を形成しながら、次第に流路は直線的となる。流路口部は扇状堆積が明瞭に形成される。

④流量：1300ml/分 傾斜角：10度

通水後、速やかにほぼ直線的な流路を形成し、流路側方や下方を激しく浸食するが、移行や段丘の形成は見られない。運搬と浸食が明瞭である。流路口には扇状堆積が明瞭に形成される。

【細粒砂 - シルト】

①流量：650ml/分 傾斜角：5°

②流量：650ml/分 傾斜角：10°

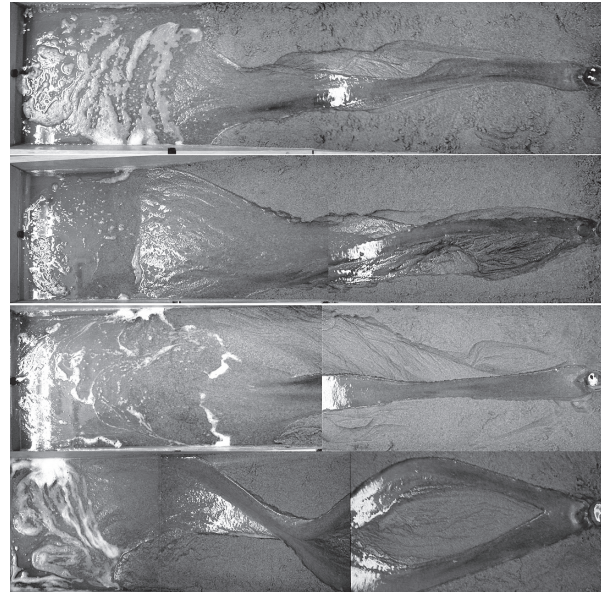


図5. 中 - 細粒砂を用いた時のようす. 上から本文の①～④に対応. いずれも流水して約30分後に撮影

③流量：1300ml/分 傾斜角：5°

④流量：1300ml/分 傾斜角：10°

いずれの場合も、水はあまり土砂に浸透しないため、表面一帯に水が拡がり、浅くて広範な流路を形成する。流れが速くて狭い流路は形成されにくく、目立った浸食や運搬が観察されない。滞水部にはシルトの堆積が薄く見られるが、懸濁のため上からは観察しにくい。

4) 適切な使用条件

上記の結果をまとめると、以下の点が指摘できる。

- ・粗粒～極粗粒砂や細礫の存在が流路の変更に大きな役割を果たす。
- ・粗粒～中粒砂では、伏流水による粒子間の摩擦支持が低くなり、加えて極細粒砂・シルトが少ないために粘着力も低くなり、崩れやすい。その場合、滞水部にできたデルタが崩落した土砂で埋まったり、崩れたりする。
- ・海浜砂のような淘汰のよい中粒～細粒砂は、最も移動し易い粒度のため、激しい浸食と運搬がおこり、流路が直線的になりやすい。ただし、滞水部のデルタは明瞭となる。
- ・シルト（～粘土）の多い土砂は粘着力が大きいため、単独では実験に適さない。

以上のことから、流水実験器に適した粒度構成とするためには、流路変更に大きな役割を果たす極粗粒砂・

礫を含む川砂、流水による移動が大きい細粒-中粒砂の海浜砂、および全体を粘着・固定させためのシルトがバランスよく混合される必要があると言える。また、流速に関わる傾斜角度は、前記の条件を考慮すると、流量650ml/分、傾斜角5°あるいはそれ以下の緩い角度が適当とみられる。

そこで、3種の土砂の混合比を変えて、流水実験器の使用で最も適当な粒度構成の確認テストをおこなった。含水湿潤状態で、計量容器によって、粗粒-中粒砂(川砂)を約7割~9割、中粒-細粒砂(海浜砂)を0~約2割、細粒砂-シルト(砂質泥)を0~1割の範囲で、以下のように体積比を変えた。

①川砂9：砂質泥1

上流部で遊水する。中流部から移行を伴う流路が形成される。下流部では、滞水部に到達する前に土砂が堆積し、最初は伏流するが、次第に河口まで流水が到達する。複数の流路を形成し、移行を伴う。

②川砂9.5：砂質泥0.5

上流部で遊水する。中流部から下流部にかけて、ほぼ直線的な流路を形成する。下流部で曲流しながら、網状の流路をなし、扇状に堆積する。

③川砂7：海浜砂2：砂質泥1

②とほぼ同様。ただし、上流部に直線的に流路を拡大する。中~下流部では流路の下方浸食が激しくなる。下流部では移行を繰り返しながら、扇状地を拡大する。

④川砂8：海浜砂1：砂質泥1

上流部でわずかに遊水し、中流域でやや広がった直線的な流路を形成する。下流で曲流をなしながら扇状堆積を拡大する。やがて曲流は中流域にも及ぶ。

⑤川砂8：砂質泥2

上~中流部で大きく遊水する。下流部で流路を形成し、滞水部の流路口に向かって扇状に堆積する。を形成する。流路が中流部までほぼ直線的に伸びる。

以上の確認より、流路を変更させるためには、土砂は極粗粒砂・細礫混じりの粗粒-中粒砂を最低7~8割含む必要がある。また伏流を防ぎかつ砂粒を粘着・固定させるために、砂質泥を1割程度含むことも必要であるが、多すぎると流路が浅く広がるため、注意が必要である。さらに運搬作用を見やすくするためには、海浜砂のような細粒~中粒砂を1~2割含むとよい。

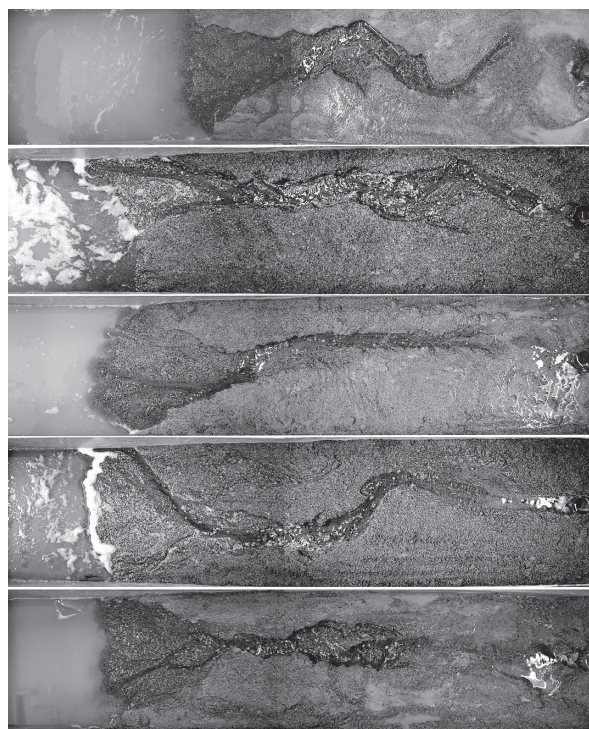


図6. 土砂の混合比をかえた時のようす。上から本文の①~⑤に対応。いずれも流水して約30分後に撮影

これによって、滞水部の流水口の扇状体積=デルタもより明確に形成され、そこでは運搬と堆積がよく観察される。

5) 市販流水モデル実験器の問題点

今回用いた流水モデル実験器では、上記のように、使用条件を整えることによって、流水の三作用について観察することができる。滞水部があるために、川の上流から河口、さらには沖合海底までを模すことができ、入れる土砂の粒度構成を吟味することで、扇状地、河岸段丘、デルタなどの地形に類した表面形態をつくることもできる。

しかし、実験器の流水の作用は、本質的には、流水下での粒子の挙動が現れているにすぎず、それが自然の河川の作用が再現されているわけではない(林, 2002)。とりわけ、河川に一般的な自由蛇行は、相当幅のある実験器で、かつある程度の土砂の量と流量がなければ観察できるものではない。

また、市販の流水モデル実験器の多くは、土砂や水に対してある程度頑強な作りであるため、透過性のある素材は使われていない。そのため、流水と作用が進んでゆくようすやたまった土砂のようすについて、側

面あるいは断面として観察することはできない。

実験器の使用に関する説明が少ないことも問題としてあげられる。実験に適した使用条件に関する指示・説明がないため、導入した学校現場ではその条件設定に手間取ることになる。実験器に入れる土砂の粒度構成については、前項で確認された程度の条件が予め示されているとよいであろう。また、傾斜角は 5° 、 10° 、 15° の3段階で設定可能であるが、流量を増やしながら傾斜角を 10° 以上とすると、浸食作用のみが強調され、しかも、泥を含まない土砂を入れた場合には、中流部以下の土砂がすぐに崩落してしまうので、 5° またはそれ以下の傾斜角が望ましいであろう。

4. 流水モデル実験器の製作

1) 製作にあたって

「流れる水のはたらき」の単元に関わる教材では、市販教材のほか、これまでも自作や改良工夫の例が研究報告等で示されているが、条件設定を含めた流水モデル実験器の改良例は数少ない。ここでは、前記の問題点の改善に加えてさらに、学校現場での製作を念頭に、①材料をホームセンターなどで入手しやすい、②加工が比較的容易である、③安価である、ことを考慮して製作にあたった。

2) 製作方法

実験器は市販の収納ケース(天馬(株)フィットケーススリムボックス74:44×74×7cm、ポリプロピレン製、白色透明)2枚を用いる。2枚とも片側を切断してポリプロピレン専用接着剤で接着後、加熱接着剤で隙間をシーリングし防水テープで補強して防水の水槽(内寸40×126×7cm)とする。土砂の重量に耐えられるようにするため、水槽よりやや大きめの木質パネルを置く。

給水は、ペットボトル(1.5ℓ)に水道水を貯めて整流化し、そこからビニールパイプ3本で流量を変えられるようにして、取水部のビーカーに導く。排水側の壁面にアクリルパイプを埋め込んでシーリングし、市販のホースを接続する。ホースの排水口を上下させることで、滞水部の水位を変える。

水槽の中央部(中～下流部に相当)には、油粘土を敷きつめ、さらに蛇行する形で予め流路を成型し、土

砂の流れを誘導するようにする。流路の下流側は、デルタの堆積を側面から観察できるように、水槽壁面に近いようにする。また、上流側では、盛り上げた土砂が覆って流路を埋めるのを防ぐために、粘土を少し盛り上げる(図7、8)。

3) 使用方法

実験器に入れる土砂の粒度構成は、川砂(粗粒-中粒砂)/海浜砂(細粒-中粒砂)/砂質泥の割合(体積比)が、ほぼ6/2/1になるようにし、それらをよく混合する。土砂は予め上流部に山型に盛り上げておく。また、土砂には、流路が形成されやすいよう

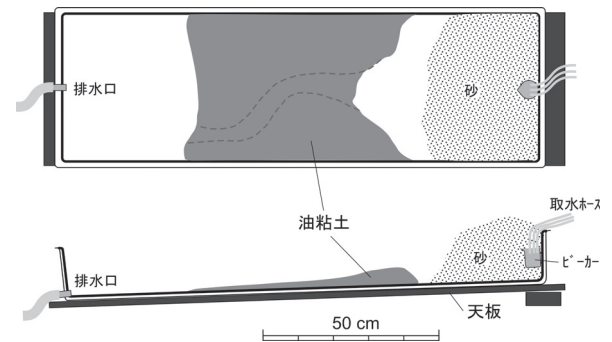


図7. 製作した流水モデル実験器の概略。
上：平面図，下：断面図。
油粘土は上流側を盛り上げ、流路(波線)を成型する

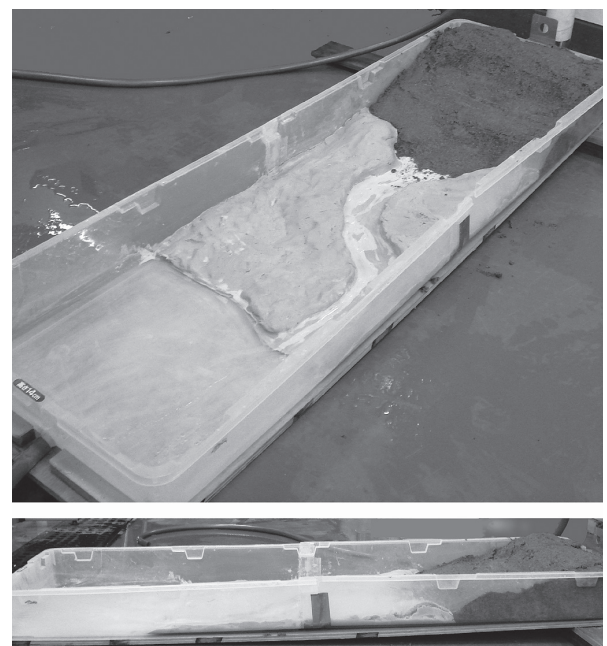


図8. 製作した流水モデル実験器。上：平面，下：断面

に霧吹きで表面を湿らせておく。実験は少ない流水量(400ml/分)で開始する。給水してすぐに土砂の山の downstream 側には扇状堆積が始まり、分流しながらそれが成長する。その後、より downstream 部に土砂が運搬されるようにするため、給水パイプの数を増やして給水量を2倍・3倍に増やしていく。給水側の木質パネルの下に板などを適宜挟んで傾斜を変えるが、傾斜角は1-2°程度とする。

製作した実験器を実際に使用したところ、①上流部の扇状地、中流部の蛇行河川、河口部のデルタについてそれぞれ分かれて明瞭に観察される、②デルタの発達に平面ばかりでなく断面でも観察できる、などの改善効果が得られた。

給水後約10分で、上流部から中流部での浸食・運搬のようすは観察できる。しかし、河口部まで土砂が運搬されてデルタが発達するまでには約1時間必要であることから、授業開始前に予め給水しておく必要がある。

給水量400ml/分で実験を開始すると、すぐに山間に流路ができて、扇状地を形成する。その扇状地上で流路を変更したり、蛇行を形成したりしながら、扇状地が拡大する(図9)。

さらに、流量を2倍にしていくと、扇状地上の流路が直線的に変化し、中流部の蛇行流路への土砂の運搬が促される(図10)。

堆積場にはすでにシルトが流れ込み、沖合に拡がりながら沈降・堆積を開始している。実験開始後40分も経つと、流路の土砂は河口に達し、すでに堆積した

シルトの上に砂粒の堆積が始まり、デルタの萌芽が形成されるようになる(図11)。

上流部では、流路の下方浸食が進行し、段丘地形も形成される(図12)。

中流域の流路では、中粒砂・細粒砂が運搬される様子が明瞭に観察される。流れの外側の土砂が浸食され、流れの緩い内側に砂粒が堆積する様子もはっきりと観察される。

河口部のデルタは、いよいよ放射状に成長し、流水台の側面からも砂粒が堆積する様子が見える(図13、14)。

流水を一晩続けると、デルタはより一層大きく成長し、河川の堆積作用が、より一層明確になる(図15、16)。

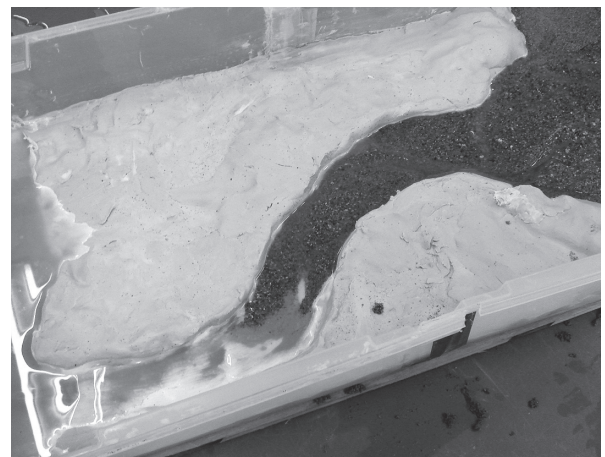


図10. 中流域にまで運搬されてきた土砂のようす

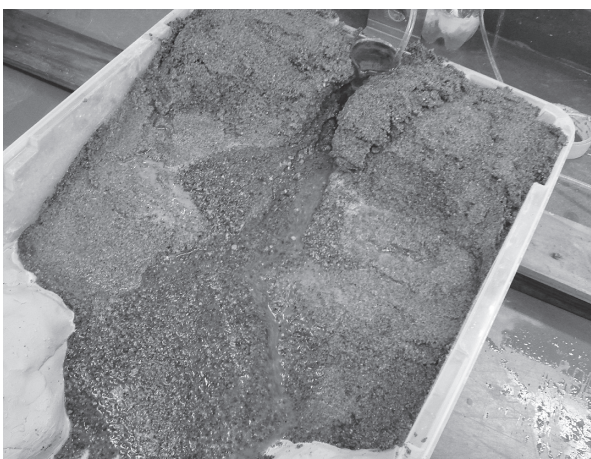


図9. 扇状地の形成のようす

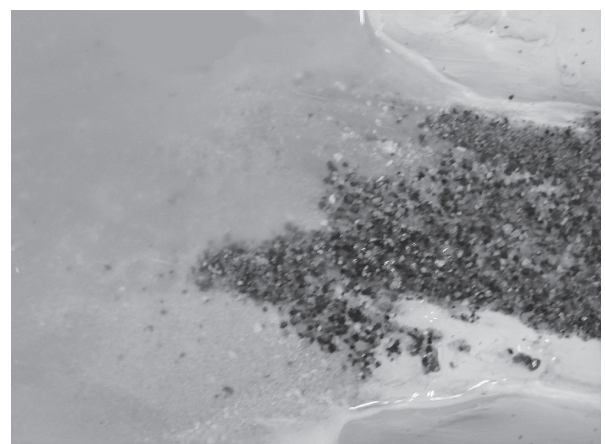


図11. 河口域に達した土砂のようす

5. 指導方法の新たな展開

製作した流水モデル実験器を使用することによって、これまで流水による浸食・運搬が観察の主眼であったのに加えて、河口周辺での堆積もよく観察できるようになる。このことは、5年次の「流れる水のはたらき」

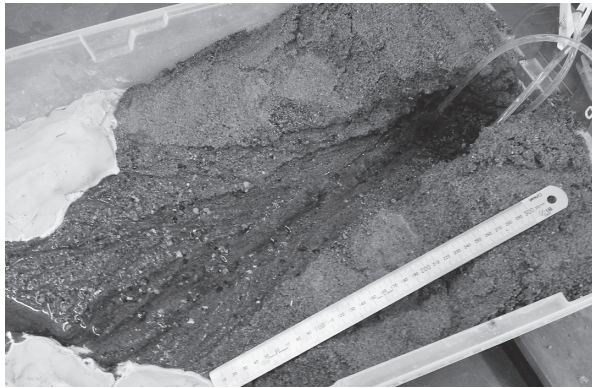


図 12. 段丘地形のできるようす

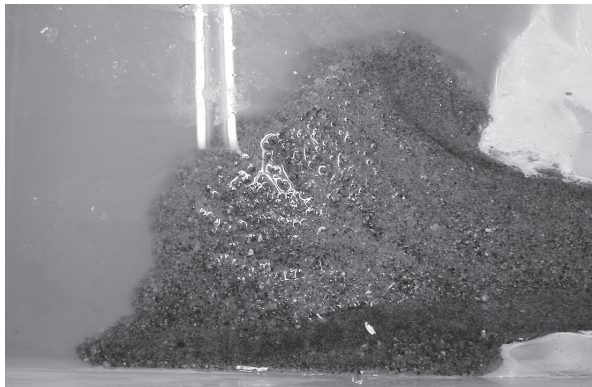


図 13. 成長するデルタのようす

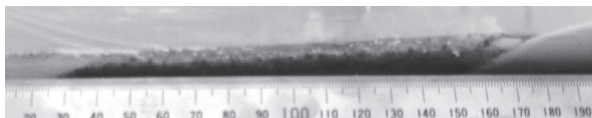


図 14. デルタ側面のようす

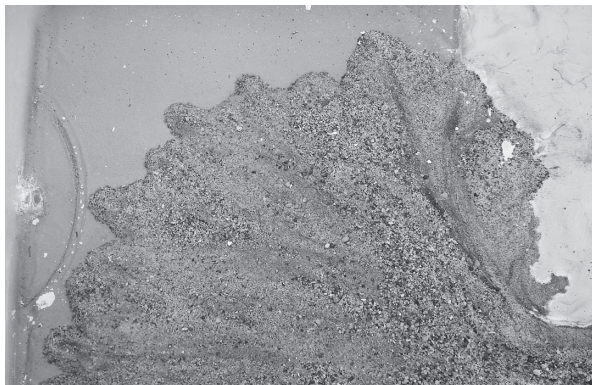


図 15. 24時間流水後にできたデルタ地形

」の単元からさらに発展させて、6年次「大地のつくり」の単元へとつながる学習指導を可能とする。

「流れる水のはたらき」の単元の基本的なねらいである流水の三作用の中で、一般的に堆積作用は、浸食・運搬作用に比べると時間がかかって進行するものであり、実際の観察でも把握されにくい。しかし、実験器に見られる河口のデルタの形成の観察を起点として、いくつかの学習展開ができるだろう。

一つは、川が運搬してきた土砂が海岸付近の土地を広げることから、沖積平野の成り立ちを考えさせることができることである。日本の多くの都市は沖積平野にあり、各平野には大きな河川が流れ注いでいる。宮城県でも、大崎・石巻・宮城野・亘理などの平野部では河川が流れており、かつてそれらの河川を通じて運ばれた土砂の地層が平野の地下にみられる。モデル実験器での観察の後に、川や流域の現地観察、あるいは洪水時の河口のようすの画像・映像等の提示を加えることによって、川からの土砂の供給によって海が埋め立てられてきたことを理解させることができる。

もう一つは、海での堆積作用である。海岸では、一様に土砂が堆積しているわけではなく、より細粒の砂や泥はより沖合に運ばれて堆積する。これは実験器で形成されるデルタの砂と周囲の滞水部の泥との違いを見ることによってある程度わかる。これは平野部で見られる貝化石を含む地層の堆積環境を理解することにつながる。

6. おわりに

小学校5年次理科の「流れる水のはたらき」の単元学習で使用する流水モデル実験器について、その使用条件を確認して、川の学習をより効果的に行うために改良を加えた実験器を試作した。これによって、使用にあたっての土砂の粒度構成、傾斜角・流量が適切に設定されるとともに、流水の浸食・運搬・堆積の三作用がすべてみられ、さらに川の上流から河口～沖合海底にいたる流域を通じた認識が可能となった。それを基にした学習指導方法もさらに展開することが可能となった。

川に関する学習は、小学校では理科のみならず社会科や「総合的な学習」でも取り上げられ、さらに中学

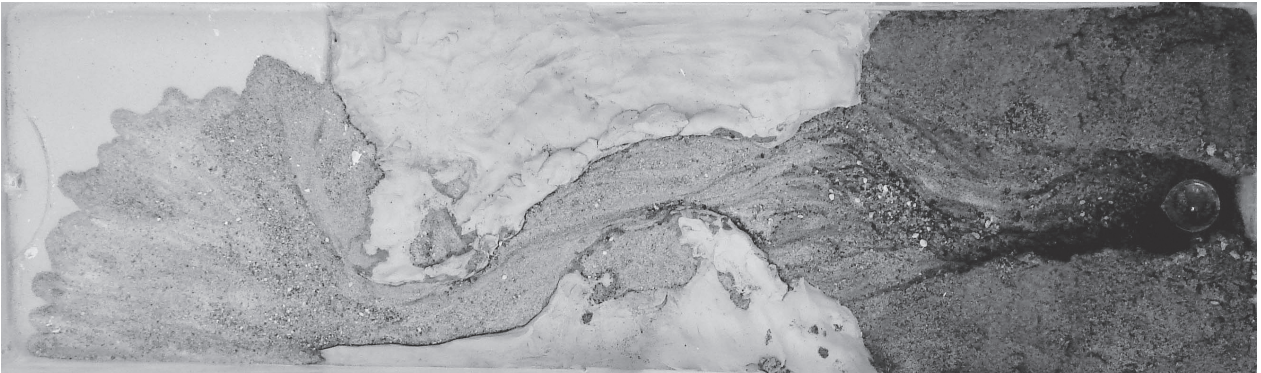


図 16. 24 時間流水後のようす

校でも理科や社会科でより深く学習する。流水モデル実験器にみられる流路沿いの扇状地、河岸段丘、デルタなどの地形モデルを実験観察した印象は、それらの他教科や学年次等で理解を深める上でも役立つに違いない。

今回製作した流水モデル実験器については、アナログモデルとして多くの制約があるとは言え、今後もさらに工夫・改善を加える余地が残っている。給水方法、中～下流部の流路の材質、傾斜などはさらに吟味しなければならない。使用にあたっては、流量の変更による浸食・運搬の変化とその表面形態（自然堤防や後背湿地などの地形）、あるいは、滞水部を深くした場合の海での堆積などのモデルも、授業のねらいに即して工夫改善を進めてゆきたい。

謝 辞

吉田小学校の教員の方々と平成 16 年度 5 年次児童

には、授業実践にあたってご協力いただいた。宮城教育大学理科教育講座の青木守弘・千葉芳明両教授には、それぞれの視点から有用なご助言をいただいた。同大学地学研究室の学生には、実験器の製作にあたってご援助いただいた。記してお礼申し上げる。

引用文献

川村寿郎・中條 裕 (2005) 少年自然の家の野外活動区域における自然学習教材の再開発—その 2 砥沢川～迫川での川の総合的な学習の展開—。宮城教育大学環境教育研究紀要, 第 8 巻, 27 - 33.

林 慶一 (2002) 小・中・高の理科教育における堆積学関連の内容とその問題点。日本堆積学会 2002 年秋の研究集会講演要旨集, 7-10.

文部科学省 (1998) 小学校学習指導要領 理科。

東京書籍 (2004) 新編新しい理科 5 上, 教師用指導書資料。

初等・中等教育における光害教材の導入に関する環境教育的検討

長島康雄*・千島拓朗**・高田淑子**

Utilization of Teaching Aids of Light Pollution as Environmental Education in each School Stage

Yasuo NAGASHIMA, Takuro CHISHIMA and Toshiko TAKATA

Abstracts : We investigated how teaching aids of the light pollution can be incorporated into the curriculum of school education, such as science educations and general learning. In order to popularize them, it is important to propose teaching materials corresponding to appropriate development stages. Thus, we examined various teaching aids of light pollutions proposed so far, and then, classified them into each school stage of the environmental education in the view point of roles of elementary and secondary educations.

キーワード : 光害教材、環境教育、発達段階、初等教育、中等教育

1. はじめに

筆者らは、これまでに環境教育の観点に立ったいくつかの光害教材を提案してきた(長島・渡邊, 2003; 長島ほか, 2005 など)。本稿では光害教材をさらに発展させていくために、これまで報告されてきた光害教材を整理し、学校教育のカリキュラムとの整合性を検討しながら環境教育カリキュラムにおける光害教材の位置づけを明確にするための議論を試みたい。扱う範囲としては初等教育後期の小学校段階、中等教育としての中学校、高等学校の各段階を想定している。まず光害教材を位置づけるための児童生徒の発達について検討を行い、環境教育で求められる育てるべき能力と発達段階との整合性を押さえるための議論を行う(永野, 2001)。その上で環境教育カリキュラムの視点から光害教材の位置づけを試みる。

本稿の意義は光害教材の環境教育的な効果を最大限に引き出すための条件について児童生徒の発達の視点から議論を行う点である。光害教材を取り上げるにあたって、必要な予備知識を持たないまま取り上げても大きな効果は得られない。そこで本稿では生活科や理科との整合性を視野に入れながら、児童生徒の発達段

階をふまえて、各学校段階で、どのような光害教材が適切なのかを検討した。

2. 環境教育カリキュラムのための各学校段階に関する検討

1) 発達段階とカリキュラム開発

筆者らはカリキュラムを次のような内容を持ったものと考えている。学校教育の目的・目標を達成するために、文化的諸領域や人間の経験活動から選択した教育内容を、児童・生徒の心身の発達に応じて、授業時数との関連において、各学校が組織・配列した教育内容の全体計画を意味するものとして用いることにする。従って環境教育カリキュラムの構築に関しても子どもの発達と切り離して考えることはできない。

人間の発達過程をとらえる際に、量的な変化だけではなく、質的な変容が順に生じる点を示し、加齢に伴う各段階の時期的特徴を提示した理論学説が、発達段階説である(滝沢, 1977, 1992)。発達段階説では、年齢に伴って変化する標準的な発達の程度が示される。J. ピアジェの「感覚運動期、前操作期、具体的操作期、形式的操作期」という論理的操作に関する認

*仙台市立加茂中学校, **宮城教育大学教育学部理科教育講座

知発達の段階説理論やS. フロイトの精神発達段階の理論などが代表的な発達心理学の理論である。

学校教育に特に大きな影響を与えてきたのは、ピアジェの理論やE. H. エリクソンの理論である。いずれも発達の道筋はあらかじめ決まっていて、その順序に従って児童生徒の特徴が発現すると考える立場である。発達理論の一番の貢献は、発達の予定表、つまりいつどのようなことが発達理論的に可能になるのかといったことを示した点である。これによって発達の順序性を重視してそれに応じて教育内容を配列し、教育目標を学年別に編成してプログラム化すべきであるというカリキュラム開発が実現したのである。現行の学習指導要領もカリキュラム開発の面では、原則的に上述した考え方を基本にした立場で編成されている。

2) 初等教育段階の特性

初等教育とは、法律で定められた学校教育が連続していくことを前提にして、中等教育の前の段階に位置づけられるところの初期の教育のことである。日本における初等教育の実施は小学校がその任にあたる。制度的には初等教育に幼稚園教育と小学校教育の両方が含まれるが、一般的には無償で義務制である小学校の教育課程の編成を中心に上げられる。本稿でもこれに従い小学校段階を取り扱う。

a. 小学校段階前期

J. ピアジェの発達理論（滝沢, 1977）では「具体的操作期」と呼ばれ、具体的な事物や事象を用いて、論理的な思考が可能になる時期とされる。「同一性」「相補性」「可逆性」といった理由をあげて、知覚に惑わされないで判断することができるようになる。

この時期は遊びを中心とする環境観の育成が重要な役割を担う。児童の生活域にある校庭や空き地、川などを探検するところから環境についての理解を深め、抽象的な概念ではなく、実物に触れるところから自然環境をとらえていく段階である。天文教育との関わりでいえば、太陽や月の存在を認識することが柱になる。

b. 小学校段階後期

J. ピアジェの発達理論では「具体的操作期」から「形式的操作期」に移り変わる時期に相当する。抽象的な記号や概念を用いての論理的な思考も可能になりはじめるとされている。

またことばの発達についても大きな変化が見られる。中島ほか（1999）は、ことばの獲得に着目して発達段階を分析しているが、この時期に習得した語彙数の増加に伴って自然現象の本質に迫る観察ができるようになることを指摘している。具体から抽象への橋渡しや因果関係に関する推論も可能になってくる（村井編, 1977）。

また家族を中心にした世界観から同世代の集団による社会的な関わりが人格形成上大きな意味を持ってくる年代でもあるため、協同学習などの集団で取り組む学習の効果が大きいとされる。

3) 中等教育段階の特性

中等教育の前期が中学校段階に相当し、後期が高等学校段階に相当する。これは中学校までは義務教育であるのに、高校は非義務教育であることが制度的にも関係している。

中等教育段階は思春期に該当し、第二次性徴が始まる時期を起点とする生理的観点から説明される。思春期は、大人の身体へと成熟していく過程であるという点、人間的な思考と行動を特徴づける大脳の前頭葉前野の完成に向かう段階であるという点、具体的思考から抽象的な思考へと知的に高まっていくという点、身体的変化が起点となり、「自我の目覚め」を介して精神的な変化が進行する過程であるという点などにおいて、人間の発達における極めて重要かつ急激な節目とされる。そのため、この変化は胎児が新生児として誕生するときの大きな変化になぞらえて「第二の誕生」と呼ばれることもある。

上記のような思春期に該当する中等教育段階を安彦（1997）のカリキュラム論に基づき、前期の中学校段階と後期の高等学校段階に分けて整理する。

前期：個性を探り、自立への基礎をつくる

後期：個性を伸ばし、自立を準備する

前期は子ども自身が、個性の面で、まだ何に自分が向いているのかわからないので、探りを入れる、あるいは探っている時期であり、かつ、自立のために基礎となる普通教育としての家庭科や技術科を学ぶ時期に相当する。

これに対して後期は、探った経験をもとにして、自分の好きな分野、適している分野を絞り込み、その分

野の専門的能力を伸ばす段階である。ただし、まだ一つに絞り切る必要はなく、方向だけでも明確にすることである。また、自立への準備とは、単なる普通教育ではなく職業教育をも行うということに表れていて、これは学校の種別で普通科以外の工業科や商業科といった専門高校が存在していることから、より直接的な自立への準備教育が行われることを意味している。

前期と後期とを明確に区分することによって、それぞれの独自性が浮きぼりにされ、それぞれが果たすべき役割も明確になる。

a. 中学校段階

中学校に入学するという事は、義務教育最終段階に突入することであり、小学生時代とは異なった学校生活の始まりを意味している。小学校では原則的に一人の教員が朝から放課後までを見守ってくれている環境にあるが、中学校では各教科で担当する教員が異なるようになる。

理科で扱う学習内容も大きく様変わりする。小学校時代は、直接観察できる目の前にある自然が対象であったが、中学校では原子レベルのミクロの世界から宇宙レベルのマクロな世界までが対象になる。

環境認識の観点からも、原子分子による物質観、運動とエネルギーの概念、生命を認識するための遺伝の概念が学習内容として登場する。

このことが学習指導要領の理科編に次のように記載されている。

「自然に対する関心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に調べる能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う。」

身体的にも著しい成長を遂げるとともに精神的な自立へと向かう課題も背負っている。そのため社会の一員としての自覚を促す内容を扱う単元も含まれる。「自然と人間」「科学技術と人間」といった単元が中学3年生の最後で取り扱われることも、人間社会と理科との関わりを考えさせるための教材である。

b. 高等学校段階

学習指導要領の理科編では、次のように目標が設定されている。「自然に対する関心や探究心を高め、観

察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な自然観を育成する。」

中学校段階が、科学的な見方や考え方を育成することを目標にしていたのに対し、高等学校段階では科学的な自然観を育成することが求められる。

また自然科学大系をふまえた分野として、物理、化学、生物、地学といった4分野が登場する。高等学校段階の役割を自立した社会人になるための準備期間であると位置づけることで、学習指導要領も指摘するように中学校段階で獲得した環境認識のための様々な概念を駆使して、あるいは拡張して、実際に科学的に検証していく能力が求められる。例をあげれば天体の動きを説明するための原理が、地球上で物体の動きを記載する原理と共通することや、その記載には高等学校で履修する微積分などの数学の知識が用いられる。これも高等学校段階で初めて実現する学びである。

つまり定量的に扱う視点や、検証可能な実験や観察、現象を記載する数学的な知識や自然現象を説明するためのモデルを導入することが必要になってくる段階ということである。

3. 環境教育的な視点からみた光害教材

光害教材は大きく分けて2つの種類に区分できる。光害の現状を理解させる教材や光害が及ぼす被害についての内容を学ぶ教材のタイプと、光害の測定を実際に行うことを通して環境科学的な考え方を学ばせる教材のタイプの2つである。この区分は明瞭に分けられるものではなく、両者が融合される形によって授業で用いられているのが実情であるが、ここでは光害教材の位置づけを議論するために便宜的に区別して取り扱う。

以下、これまでにどのような光害教材が提案されてきたか、その大枠をとらえたい。初等教育段階から中等教育段階へという順に並べた。

1) 光害の現状を理解させる教材や光害の被害について扱う教材

長島ほか(2005)は、イラスト画の比較を通して光害の現状および夜空のあるべき姿を考える教材を提案し、その環境教育的な意義を議論した。2枚のイラスト

ト画を環境教育的な目的意識をもって比較しながら、その違いを探る過程で光害の問題点とその解決の意義を学ばせるワークシート型教材である。

また光害の実態に気づかせる教材として筆者らが仙台市立寺岡小学校や桜丘中学校、加茂中学校などで用いた「夜の地表の人工衛星写真」を用いる方法も有効である。それは、人工衛星が撮影した夜の地球の姿を紙芝居式に紹介していきながら大量の光エネルギーが宇宙に放出されていることに気づかせる学習である。

既にイタリアの Padova 大学の P. Cinzano 氏らが中心になって世界中の夜の地表の姿を撮影して公開している。この資料を用いることで誰もが実施することができるようになっている。筆者らが試みた範囲では、提示順序としてアフリカ上空、中央アジア上空、ヨーロッパ上空、東アジア上空の順で提示するのがよい。この順序で提示したところ児童生徒が無理なく夜の地球の姿に気づくことができた。Fig.1 および 2 がその人工衛星写真を示したものである。

光害の現状を理解させる教材として最も包括的な資料を提供しているのが、International Dark Sky Association (<http://www.darksky.org/>) である。IDA と略称され、光害の普及啓蒙を進めている非営利団体である。世界各地に支部を持っており、横浜のわかばだい天文同好会が IDA 日本支部として活動を行っている。

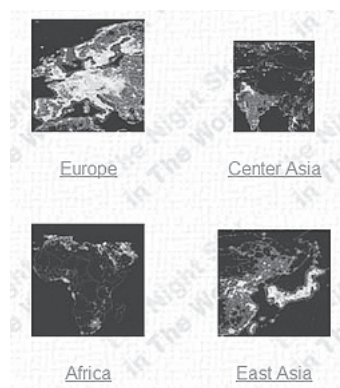


Fig. 1 人工衛星がとらえた夜の地表
(copyright Royal Astronomical Society)



Fig.2 人工衛星がとらえた日本を含む東アジア上空
([http:// www.lightpollution.it/dmsp/](http://www.lightpollution.it/dmsp/) より, copyright Royal Astronomical Society)

IDA は光害の現状を学ぶため資料として 194 個の information sheets を作成している (2007 年 1 月末現在)。学校教育でそのまま扱えないものもあるが、環境教育的な視点で教員が加工すれば大半が優れた教材になりうる。上述した、わかばだい天文同好会のホームページ (<http://www2a.biglobe.ne.jp/~wakaba/wakaba-j.htm>) では、そのうちのいくつかの資料が日本語訳されている。

2) 光害の測定を実際に行うことを通して環境科学的な考え方を学ばせる教材

光害を直接的に測定するためには、「夜空の明るさ」を測定する必要がある (環境庁大気保全局大気生活環境室, 1998, 2000)。夜空の明るさとは、地上から大気を通して星を観測するときの背景の明るさ (輝度) を指している。

専用の器具を使って輝度を測る方法と、代替え措置として実際に確認できる星の数で測る方法の 2 つがある。輝度を測る方法では、星の存在していない部分が暗いほど優れた夜空ということになり、見える星の数を測る方法では、星が多く見えれば夜空は暗い状態にあり、数が少なれば夜空が明るいために星が見えないことを意味する。

これらの結果から、夜空の明るさを数値化すること

ができるため、夜空の良し悪しを判定することができるようになる。

綾仁 (1999) は時間の経過とともに変化する大気の影響を補正し、その上で CCD カメラを用いて夜空の明るさを測定する方法を紹介している。天体写真撮影に用いられる CCD カメラも普及に伴い、高等学校でも教材として購入することが可能になっている。

Gote (2001) は発光ダイオードを用いた夜空の明るさを測定する画期的な機器を発案した。これを発展させる形で、伊藤・高田 (2004) は簡易夜空メーターを自作した。これは「夜空の暗さ」を発光ダイオードの明るさと直接比較することで、精度の良い「夜空の暗さ」が数値データとして取り出すことを可能にした器具である。現在も改良が進められており (伊藤ほか, 2005)、今後の展開が期待される。

環境省と財団法人日本環境協会が 1975 年以来実施している「全国星空継続観測」で用いられている方法も有用である (渡部, 1999)。ポジフィルムを用いて天頂を撮影し、全国的な規模で「夜空の明るさ」を比較するのである。

同様の方法で 2006 年からスタートした GLOBE at Night (<http://www.globe.gov/GN/index.html>) も注目すべき取り組みである (Fig.3)。

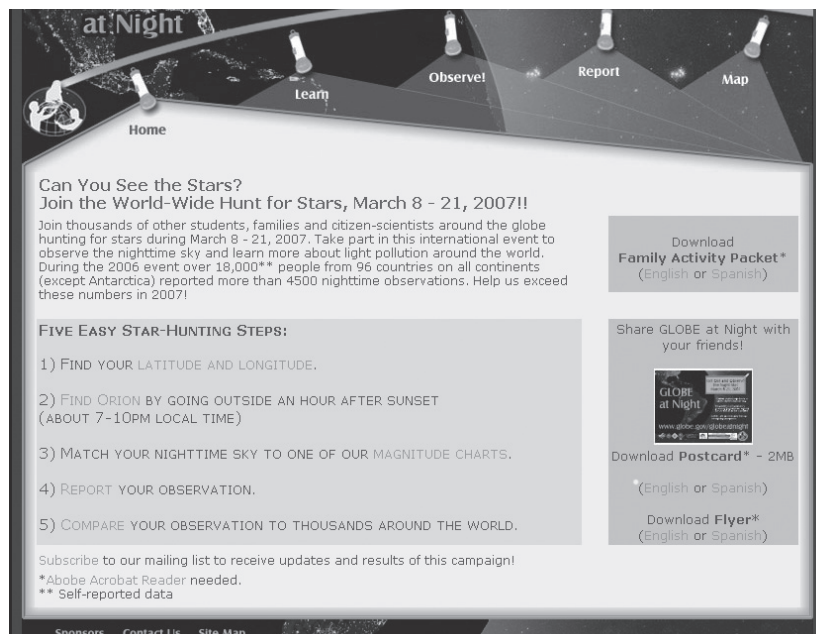


Fig.3 2006 年からスタートした GLOBE at Night (<http://www.globe.gov/GaN/index.html> より)

GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) とは、日本では「環境のための地球学習観測プログラム」と訳され、全世界の児童・生徒、教師及び科学者が相互に協力しながら、全世界の環境に関する意識の啓発、地球に関する科学的理解を進めるための環境観測や情報交換を行う国際的な環境教育の取り組みである。1994年のアースデイ（4月22日）、アメリカのゴア副大統領によって提唱され、米国商務省海洋大気庁（NOAA）や米国航空宇宙局（NASA）が中心となってアメリカに事務局がつくられた。大気環境などから同時観測活動が始まり、2006年には光害のプログラムがスタートしている。この活動は等級を変えたオリオン座が描かれた星図を教材にして、児童生徒が自宅周辺で観察し、その見え方から光害を判定するというものである。

小学校や中学校での活用を想定して、光害測定を平易な道具で解決するために長島・渡邊（2003）は牛乳パックを加工（Fig.4,5）して、視野を統一させて比較する方法を提案した。

視野をそろえた状態で実際に見える星の数を数えるのである。全天の星を数えることは現実的ではないため、視野角をそろえることで標本調査を行い、光害を評価する。

紙パックを用いるのは、日本国内で規格が統一されているという点である。切り取る長さのみ児童生徒に指示をすれば、ほぼ同じ視野を確保することができる。これによって特定の星座を視野に入れることができれば、その数を数えることで何等級まで見えているのかどうかを判定できることになる。

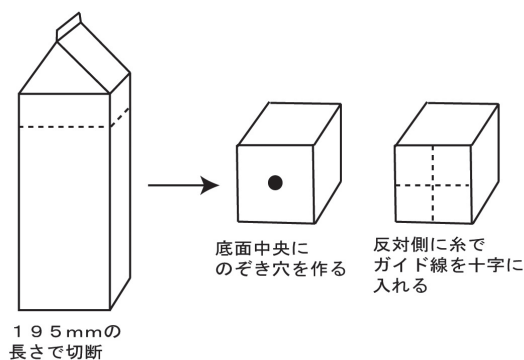


Fig.4 牛乳パックを加工した観測器具

4. 学校段階に対応した光害教材の位置づけ

これまで議論を重ねてきた初等教育や中等教育の果たすべき役割と環境認識の特性を組み入れながら、梅原・志摩（1984）の見解を参考にしながら、光害教材の位置づけを示したものが、Table.1である。

表中に用いられている感性と理性について補足したい。感性は、目や耳等をはじめとして人間が本来持っている感覚的認識能力を指す。また理性とは人間が持つ固有の思考力や獲得した知識を駆使して認識する力を指し、規則に従って分析し論証して位置づけながら認識する能力を含んでいる。

小学校前期は具体的な事物や事象を用いた環境認識や思考が重要な役割を果たす。つまり直接的に見えるもの聞こえてくるもの、実体として感じ取ることのできる対象が教材として適している。そこで光害教材としては長島ほか（2005）の示したワークシートで光害の枠組みを押さえた上で、街の照明灯調査を行うのが良い。照明灯の形状の特徴を確認した後、照明灯の分布や位置を調べる学習活動が効果的である。

小学校後期は、具体的な操作期から形式的操作期への移行期に該当し、抽象的な思考の萌芽が見られる時期である。そこで直接的に手に取ることはできないが、子どもにとって存在することを確認できる夜空の天体、星を教材の中に取り入れる。まず街灯の直下では星が見えにくいことやキャンプ地など人里離れた場所では星がよく見えることなどを実感させる。

次いで、理科で学習した星座を用いた光害教材を使うのがよい。Fig.6は仙台市内の児童生徒が中心となって取り組んだ光害調査シート（仙台市天文台、2001、

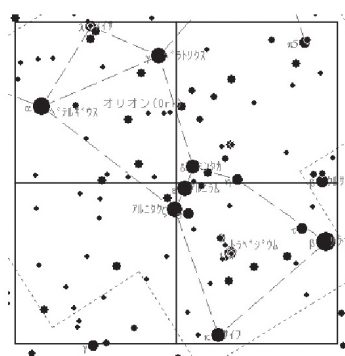


Fig.5 視野の中のオリオン座

2002)の一部である。星座が視認等級の違いで見え方が異なる様子を示している。夜空の条件が良いほど星座を形作る個々の星の数が増えることに気づかせることが大切である。3段階程度の星図の比較を通して夜空を評価することが可能である。

中学校段階はピアジェのいう形式的操作がほぼ完成に近づく時期に当たり理性に基づいて推論することが可能になる。中学校の理科、天文分野では、天動説から地動説に大きく転換される。小学校では常に視点が地球上にあり、どのように動いて見えるかが学習の対象になっていた。しかし中学校段階になって観察の視点が宇宙に移動し、太陽系をはるかに望む地点から太陽や他の惑星として地球の動きを考えるようになるのである。まさに形式的操作を駆使した学習となっている。

る。

学習指導要領が指摘するように、中学校では科学的に調べる能力と態度を育てる必要があることから、客観的なデータを取ることの重要性も扱わなければならない。中学校に入って数学科において確率や統計を学ぶことから、標本調査の概念も導入できるような光害の観測が望ましいと言える。そこで既に取り上げた長島・渡邊(2003)による紙パックを用いた光害調査が適していると言えるであろう。紙パックを加工したフレームを用いて見える天体の数から何等星まで視認できているかを判定するのである。

高等学校段階では、自立した社会人へのステップという意味で科学的な自然観を育成することが求められる。より客観的なデータを用いて環境を認識していく



Fig.6 仙台市天文台で実施した光害調査シート (2001, 2002)。冬の大三角を用いて、左より2等星、4等星、6等星まで見える場合を示し、市街地、住宅地、山間地に対応する。The Sky.Ver.5で作成。

Table.1 各学校段階をふまえた光害教材の環境教育的な位置づけ

学校段階	環境観の形成	環境教育上の特性	主な天文教育の内容	光害教材の導入
小学教育前期	感性による環境観の基礎の形成	●遊びを通した環境認識	●太陽・月・星の存在	●光害とは何かを知る活動(長島ほか, 2005)
小学教育後期	科学的環境観の基礎の形成	●目や耳といった感覚器官を活用した環境理解	●夜空の星の観察 ●明るい星や暗い星の観察 ●月の形と動き	●夜間照明分布調査活動(仙台市天文台, 2003) ●星座観察による光害調査(仙台市天文台, 2003およびGlobe at night, 2006, 2007)
中学教育	理性による環境認識能力の形成	●予想を立てて取り組む実験や観察で学ぶ環境観	●太陽や月の見かけの動き ●時間の経過と月や星座の位置の観察 ●天体望遠鏡を操作しながら行う天体観測	●観測フレームを用いた光害の評価(長島・渡邊 2003ならびに長島ほか 2003)
高校教育	科学的環境観の形成	●モデルを用いた実験や観察による環境観の形成ならびに定量的にとらえる環境観の育成 ●物理学や化学の法則との整合性の理解。	●太陽系の形成史 ●宇宙の構造 ●宇宙の歴史	●夜空メーターを用いた光害調査の実施(伊藤・高田, 2005) ●ポジフィルムを用いた天頂写真による評価(渡部, 1999) ●CCDカメラを用いた夜空の明るさ測定(綾仁, 1999)

能力を育てなければならない。つまり誰が行っても同じ精度で、結果を導き出すことのできるような教材が必要になるのである。この段階では紙バックの観測フレームの精度では不十分であり、綾仁の紹介した方法や伊藤らによる「夜空メーター」を使った方法が適切である。

5. 環境教育の視点による光害教材の展開

これまでの議論ならびに筆者らが取り組んできた授業実践をふまえて、環境教育の視点から光害教材の成果と課題を整理し、授業実践の展開について検討した。

まず筆者らが立脚する環境教育の枠組みを確認する。環境教育は多様な受け取られ方があり、未だに統一した見解を得るに至っていないように思われるが、文部省(1991)から関連する部分を抜き出してみると、次のような枠組みができあがる。環境教育は、環境問題に関心をもち、環境に対する人間の責任と役割を理解し、環境保全に参加する態度および環境問題解決のための能力を育成することである。

その観点に従って、これまで提案されてきた光害教材をどのような順序で扱うべきかまとめたものがFig.7である。光害教材の環境教育上の役割を「環境のために生活を改善することを学ぶ」と位置づける形で、光害教材の展開について検討した。その学習目標に向かう道筋は1つではなく、いろいろなアプローチを想定することができる。

まず光害そのものの認知度が低いことをふまえて、光害そのものの実態を知らせる形の導入が第1段階である。人工衛星写真から入る場合もあるであろうし、動植物への悪影響から入る場合もある。理科教育との関わりから天文観測などへの悪影響から光害に入る場合もあるであろう。

第2段階は、光害の影響を調査活動を通して理解する道筋と、長島ほか(2005)が提案したイラスト画などを用いて光害の実情を理解する学習に向かう道筋が考えられる。

前者の場合であれば自らが生活する学区の街灯形状調査や街灯分布を調査する活動が考えられる。その上で星図を使って夜空への光害の実態調査へつなげていくことになる。

後者の場合は光害の実態を学習した後に調査活動を行う展開となるので中等教育段階が望ましいと思われる。実際の調査も紙バックフレームを用いた光害判定や夜空メーター、あるいはCCDカメラを用いた光害測定が可能である。

第3段階が、学習した成果を自分たちの生活に還元していくことを学ぶ段階となる。光害教材の最大の弱点が、この段階である。例えば環境教育教材としてよく用いられる「地域の川」を素材とした環境教育教材であれば、自分たちの生活に学んだ成果を生かしていく活動が設定しやすい。川を汚染することのないように、富栄養化を引き起こさないような洗剤を選んで使うようにする生活へ切り替えていく、実際に地域の川へ行って清掃活動を行って意識を高める活動をおこなう、といった学習展開が容易に実現できる。

しかしながら光害教材は、既に設置された街灯を取り外すという形の展開は現実的ではないし、昨今の夜間の凶悪犯罪の増加といった治安の悪化から、夜間の安全のために街灯を増やすべきだという主張の方が支配的である。

この課題に対して筆者らは、人間の目の能力を最大限に引き出す明るさの街灯を増やしていくための啓蒙活動を展開していくという方向で打開してきた。言い換えれば、目的に応じて光の強さに強弱をつけていくようにする生活を心がけていくという方向である。自然界では夜間の月以上に明るい状態は存在しないことを念頭に置いて、必要な光だけを用いる生活を心がけていくということである。それが省エネルギーにもつながっていくことを学習するのである。

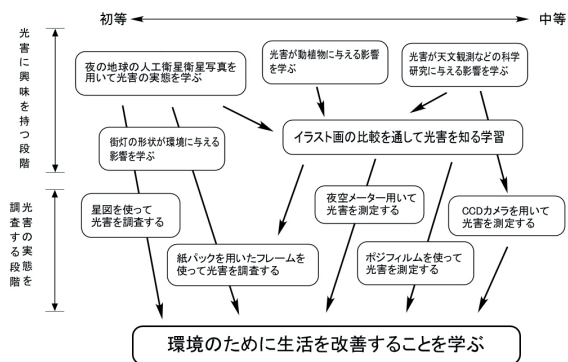


Fig.7 光害教材の環境教育上の役割

謝 辞

本稿をまとめるにあたって花巻市立花巻中学校教諭の佐々木佳恵先生、仙台市立加茂中学校教諭猿渡七美先生、星空観察ネットワークの三澤宇希子氏には共同研究者として議論に加わっていただき示唆に富むアイデアを提供していただいた。また教育経営の観点から仙台市立加茂中学校の熊谷繁校長先生、山田信和教頭先生から多くのご助言をいただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

Fig.1 および 2 は Royal Astronomical Society が著作権を有し、Blackwell Science 社の許可を得て Monthly Notices of the RAS から抜粋した。P. Cinzano 氏、F. Falchi 氏 (University of Padova)、C.D.Elvidge 氏 (NOAA National Geophysical Data Center Boulder) に使用の許可をいただいた。Fig.3 は、K. K. A. Meymaris 氏 (GLOBE at Night Project Coordinator)、および T. J. Kennedy 氏、(Deputy Director, GLOBE Program, University Corporation for Atmospheric Research) に使用の許可をいただいた。ここに感謝する。

引用文献

安彦忠彦, 1997. 中学校カリキュラムの独自性と構成原理. 386pp. 明治図書. 東京

綾仁一哉, 1999. 光害を測る. 光と闇との調和をめざして. p157 - 167. 岡山県美星町

伊藤芳春・千島拓朗・三澤宇希子・高田淑子, 2005. 夜空メーターの製作と星空環境の測定その2. 環境教育研究紀要. 第2巻. p71 - 78.

伊藤芳春・高田淑子, 2004. 夜空メーターの製作と星空環境の測定. 環境教育研究紀要. 第7巻. p93 - 97.

Gote.Flodqvist, 2001. A Simple Dark-Sky Meter. Sky & Telescope. p138-140. Vol. 101. No2. U. S. A

環境庁大気保全局大気生活環境室編, 1998. 光害対策ガイドライン. 100pp. 環境庁

環境庁大気保全局大気生活環境室編, 2000. 地域照明環境計画策定マニュアル. 100pp. 環境庁大気保全局

文部省, 1991. 環境教育指導資料 中学校・高等学校編. 121pp. 文部省 (現・文部科学省)

村井潤一編, 1977. 発達の理論. 232pp. ミネルバエ書房. 京都

永野重史, 2001. 発達とはなにか. 244pp. 東京大学出版会. 東京.

長島康雄・渡邊章, 2003. 小中学生のための天文教材 (2) 紙パックを用いた観測フレーム. 天文教育. 第15巻. 4号. p47 - 52. 天文教育普及研究会

長島康雄・佐々木佳恵・千島拓朗・高田淑子, 2005. 光害を環境教育的に扱う教材「環境に優しい夜空」の開発. 環境教育研究紀要. 第8巻. p61 - 70.

中島誠・岡本夏木・村井潤一, 1999. ことばと認知の発達. 202pp. 東京大学出版会. 東京

仙台市天文台, 2001. 天文学習指導書. 94pp. 仙台市教育委員会. 仙台

仙台市天文台, 2002. 天文台学習のしおり. 18pp. 仙台市教育委員会. 仙台

滝沢武久, 1977. 子どもの思考と認識. 238pp. 童心社. 東京

滝沢武久, 1992. ピアジェ理論の展開. 228pp. 国土社. 東京

梅原利夫・志摩陽伍編, 1984. 自然認識の発達と人格の形成. 202pp. 新生出版. 東京.

渡部義弥, 1999. 家でもできる星空調査. 誰にでもきる環境調査マニュアル. p122-131. 東京書籍. 東京

モンゴル・ウランバートル市のゲル集落の拡大

小金澤孝昭*・ジャンチブ・エルデネ・ブルガン・*佐々木 達**

Enlargement of Ger Settlement around Ulaanbaatar City in Mogolia

Takaaki KOGANEZAWA, Jantive Erudne Burugan and Toru SASAKI

要旨 : モンゴルや中国内モンゴル自治区では、草原の荒廃が進み、砂漠化や黄砂発生の原因となっている。草原の荒廃の要因は、中国内モンゴルでは、商品経済の浸透に伴う家畜の過放牧である。他方モンゴルの草原地域では、遊牧民の減少も草原の荒廃の要因となっている。この研究では、モンゴル国ウランバートル市で進んでいる遊牧民の流入に伴う都市拡大の実態を検討した。牧民たちは市街地周辺の丘陵地に無計画にゲル集落を形成し、生活インフラ未整備による衛生問題や冬季の石炭使用による大気汚染の要因となっている。牧民たちの流入の理由は、子どもたちへの教育機会を与えるためが多かったが、他方で牧民たちの都市の居住拠点の形成も大きな理由となっている。

キーワード : ゲル集落、移民、都市問題、砂漠化、スラム化

1. はじめに

モンゴルは、中国内モンゴル自治区と同様に草原地域の荒廃が進み、砂漠化や黄砂を生み出している地域である。中国内モンゴル自治区の草原の荒廃は、中国政府の定住化政策と牧民の商品経済の下での家畜の過放牧が大きな要因となっている(小金澤, 2006)。こうした現実に対して中国政府は退耕還林・還草政策や禁牧政策などの環境政策を打ち出している。これらの政策には問題があるものの、一定の成果を挙げているのも事実である。他方、モンゴルの草原の荒廃に対しては、各国からの援助政策や植林ボランティアによる援助などが行われているが、十分な環境政策は実施されていない。なぜならば、この原因が一部地域では家畜の過放牧であり、一部では牧民の草原地域からの流出に伴う草原利用の粗放化であるというように、その解決のためには、土地利用規制のような環境政策だけでなく人口移動を調整する社会政策による対応まで求められるためである。そのため、総合的な環境政策が打ち出せないでいるのが実情である。草原の劣化の要

因である牧民の牧畜経営については、今後の調査に譲り、本研究では草原からの人口移動の実態について、都市の側から検討することにした。牧民の都市への流入は、もちろん草原から移動せざるを得ない理由と都市が移民をひきつける魅力との両面から検討される問題である。しかし、今回は調査期間の制限から、都市に流入する移民の生活実態を明らかにして、モンゴルの人口移動の調査研究の課題を整理することとした。実態調査は、2006年の3月の冬の終わりと9月の秋の2回行った。報告の構成としては、2で統計資料を使ってモンゴルの首都ウランバートルの都市化、牧民の流入地域であるゲル集落の拡大状況を整理した。3では、3月と9月の調査を基にしたウランバートルのゲル集落の生活実態と9月に行ったゲル集落の住民調査から、移住の理由を整理した。これらの実態調査は、体系的な社会調査ではなく、個別ヒアリングの範囲にとどまっている。そのため、ここから整理される実態は限定的なものである。

*宮城教育大学社会科教育講座, **宮城教育大学研究生, ***宮城教育大学大学院生

2. モンゴル・ウランバートルの都市化

1) ウランバートルの都市特性

ウランバートルは、モンゴル国の首都で、都市の位置はモンゴル国のほぼ中央部にあり、標高は約 1500m である。モンゴルの人口は 264.6 万人 (2005 年) で、国土面積は 156.7 万 km² (約日本の 4 倍) ある。政治体制は、1989 年からの民主化運動が活発になり、1992 年 2 月に新憲法が発効し、国名をモンゴル人民共和国からモンゴル国に改称した。首都ウランバートルは、政治経済の中心でモンゴル第一の人口を擁する都市である。ウランバートル市は、図 1 のように山間地域の谷筋に発達した都市である。

市街地は Tuul Gol 川の北側の平坦地に形成された。人口増加とともに市街地は川沿いの平坦地の東西に拡大していった。近年の人口増加によるゲル集落は、地図上の市街地の北側の丘陵地を駆け上がるように拡大している。標高 1500m のウランバートルの気候条件は、年間降水量 281.8mm で降水量は少なく、降水

量は冬季の降雪に依存している。図 2 は、ウランバートル市の年間平均気温を 1941 年～ 2003 年まで示したものである。2003 年の資料では、最高気温は 33.0 度、最低気温は -34.2 度を示すが、平均気温は -0.3 度となっている。60 年の平均気温の変化をみると、確実に平均気温が上昇していることがわかる。1941 年には、最高気温が 33.6 度、最低気温が -41.9 度であり、平均気温は -3.4 度を示していた。1961 年まで最低気温が -40 度以下であったものが、それ以降 -30 度台に上昇している。この変化は、地球温暖化も含めてさまざまな要因が考えられるが、現象としては確実にウランバートル市においては温暖化している。特に最近の人口増加に伴う、冬季暖房の増加の影響で都市自体が温まり始めているのも一因である。

2006 年 1 月現在、ウランバートル市の人口は 92.5 万と発表されている。しかし、最近では後述するように草原地域からの無届け移民が増加しており、実質的な人口は 100 万人を越えている。図 3 は、ウラン

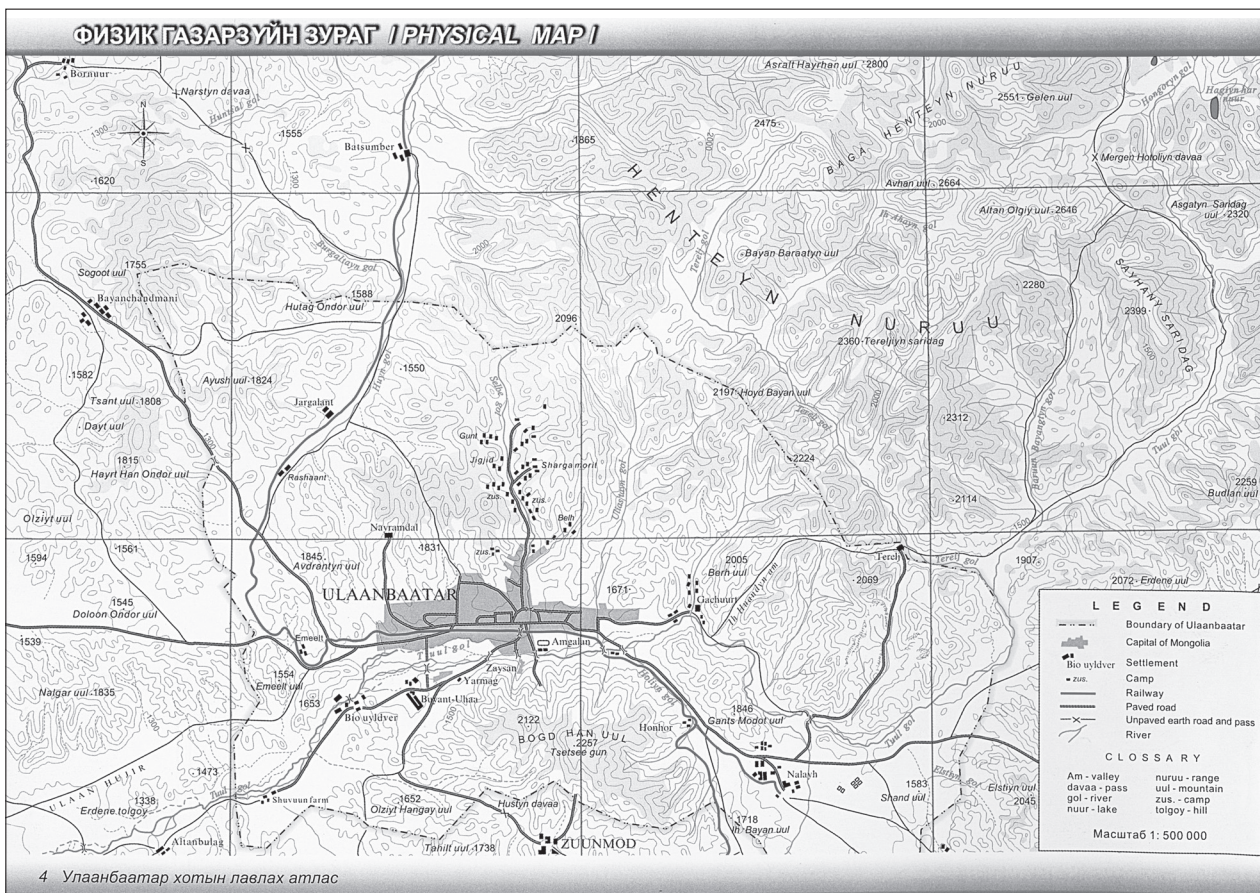


図 1. ウランバートル市の地図 (1メッシュ:3.7km 四方)

バートル市の公式人口の変化である。ウランバートル市は、1960年代初めには15万人の規模であったが、1970年には28万人、1980年には42万人に増加してきた。それ以降も人口が増加し、1990年代の民主化時には58万人になり、それ以降急速に人口が増加した。2003年には85万人に到達している。但し、図3のように貧困層の人口を見ると2000年には約20万人を示し、その増加傾向は1990年以降急速に拡大しており、ウランバートル市への流入人口の増加と連動している。こうした人口増加は、都市人口の自然増加と草原地域からの社会増加によるものである。この人口増加の大きな契機となったのは1990年代初期の社会主義から資本主義への体制移行である。市場経済の成立に伴って都市経済の急速な発展と他方で草原地域と都市地域での所得格差の拡大によって、草原から牧民が就労機会を求めて都市に流入してきたのである。流入してきた牧民たちは、モンゴル遊牧民の伝統的な居住文化である移動式テント（ゲル）を使って定住してしまうのである。また移動の理由は、都市と草原地域の所得格差だけでなく教育機会の格差を解消することも目的となっている。そのため流入人口の年齢は、子どものいる若い世帯が多くなっている。また、数年に1度発生するゾドという冬季の大寒波によって家畜を失い、都市へ流入する人たちもいる。

2) ウランバートルの都市化

前述したように、ウランバートル市の人口増加に伴う都市拡大の方向は、図1のように、河川沿いに東西に広がっている。これらの地域では、中心部の社会主義時代の古い集合住宅と1990年以降の民主化時代に新設された集合住宅が東部と西部に拡大している。最

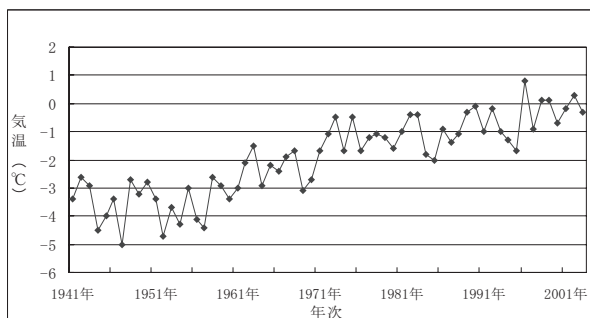


図2. ウランバートル市の年間平均気温の変化

低気温が-30度になるウランバートルでは、暖房設備のある集合住宅が一般市民の居住空間となる。最近の資本主義経済の下で富を得た富裕層のための戸別住宅も、河川沿いの南側に建設されている。こうしたコンクリート製で暖房設備の整った建物群のすぐ周辺に、ゲル集落や手狭なゲルから一歩前進した世帯の簡易の木造住宅が広がっている。高層住宅と低層住宅のコントラストが明瞭な都市景観を示しているのである。図4は、ウランバートル市の流入人口と流出人口の変化である。1990年以降、急速に流入人口が増加していることがわかる。これらのほとんどが草原からの牧民の移住であり、彼らの居住地域は、ゲル集落である。2000年以降毎年1万人以上が流入し、2003年には4万人の流入人口となり、着実に増加している。2001年の調査研究では12万6千人のゲル住民（スラム街）が市内に存在しているという報告がなされたが、その実態は無届流入も多いため正確には把握できていない。

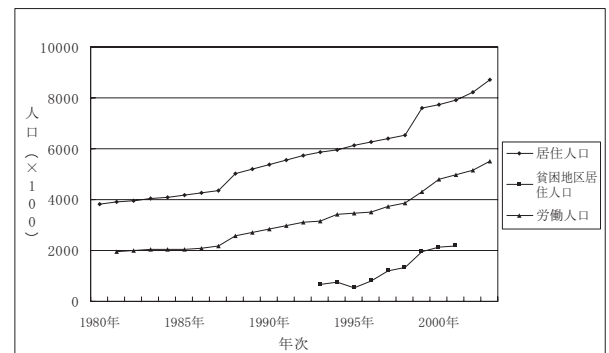


図3. ウランバートル市の人口変化

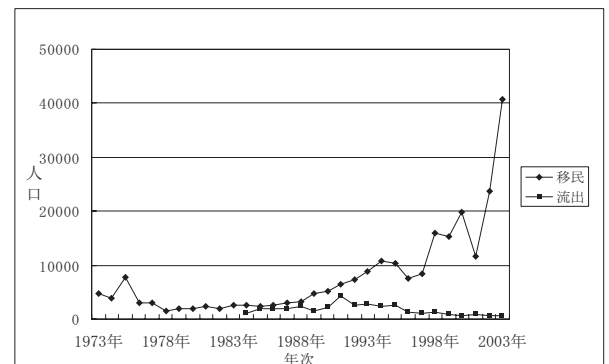


図4. ウランバートル市の流入人口の変化

資料：ウランバートル市統計情報研究局編統計ハンドブック

3. 牧民移動とゲル集落

1) ウランバートルにおけるゲル集落の構成

中心街から北に車を走らせると高層住宅は姿を消し、木造バラックやゲルの住宅が続く。10分ほど走ると、ゆるやかな丘の斜面に造成もせず、丘の頂上に向かって木製の垣根の区画が広がっていく。(写真1、写真2) 垣根の区画の中には、急造ともいえる木造の1階建ての家屋が建てられ、その中に電話ボックスのような形をした木造のトイレがある。広さは60坪(約200m²)～100坪(330m²)程度にである。木造の家が建てられない所では、ゲルが建てられている。電気は後から付けたように無計画に作られた電柱に支えられて電線が伸びている。水は、共同の井戸が設置(写真3)されていて、水くみをして各家に水が運ば



写真1. ゲル集落の拡大(2006年3月)



写真2. ゲル集落(2006年9月)



写真3. 共同井戸

れていく。ウランバートルは、3月中旬の平均最低気温が-16～-21℃である。1月は-35℃にもなるという。ゲルも木造の家屋も石炭ストーブである。ゲルは機密性が高いが、バラックのような木造家屋は、たくさんの石炭を必要とする。幹線道路には、火付け用の薪や石炭を売る露店が並ぶ(写真4)。30kg入りの米袋と同じぐらいの大きさの袋に石炭が詰められ、薪も同じ体積でひとまとめにされている。この量で1つ、700TGである。(1TGは約0.1円なので、70円である。)このゲル集落から、大量の石炭が暖房用に焚かれ、黒煙が空を覆う。拡大するスラムは中心部の北側にあるので、冬の北風に乗って石炭の黒煙が中心部に流れる。住宅地を走る道路は舗装されておらず、雪が降れば凍結し、雪が解ければぬかるみ、乾燥すれば砂塵が舞う。

人々の交通手段は徒歩と乗り合いタクシーである。中心部からスラムまでは、公共バスが走っているものの、多くの人が利用しているのが、白タクともいえるミニバンの乗り合いタクシーである(写真5)。10人～12人がギューギュー詰めになって乗り込み、スラムと街を往復する。このミニバンが町にあふれ、運転



写真4. 路上の石炭売り



写真5. ゲル集落の交通手段

も荒っぽく交通ルールを無視して運転されるので、交通渋滞の一因となっている。スラムの終点には、客待ちのミニバンがあふれていた。このスラムの人たちは街のどこに向かうのだろうか？技術もなくあてもなく、農村から出てきた人が収入を得る方法は、乞食か犯罪だが、多くの移住民が働く方法は、物売りである。仕入れ元から仕入れた食料品や文房具などを街のあちこちで売っている。その仕入先が、中心部から南東にある巨大なバザールがある（写真6）。駐車場を入れれば東京ドーム4個分ぐらいの広さで、かまぼこ型のドームが2つ屋根をかけただけの巨大な売り場が2つある。屋外にもたくさんの露店がひしめいている。1区画3坪（6畳ほどの広さ）程度の店がつらなっている。衣類や靴、食品、文具、生活雑貨、食堂、ありとありとあらゆる商品が売られている（写真7）。とにかく商品が安く、品揃えも豊富である。品質はいかにもの安物という感じはするが、その量と種類はあふれるばかりである。衣類や靴は中国製が多い。中国の街角で見かける商品と同じようなものを売っている。ここが、スラムの人々の主な働き場所であると同時に生



写真6. バザールの入り口



写真7. バザールの内部

活物資の調達先となっている。このバザールへの入場料は1人20TG（2円）である。

こうしたゲル集落の拡大は、人口増加に伴う都市問題を生み出すほか、深刻な環境問題も生み出している。第1の問題は、前述した大気汚染である。ウランバートルにおいて一般的な住宅は集合住宅であり、冬場は各家庭にパイプを通してスチーム暖房が供給されている。ところが、ゲル地区ではゲルの中で石炭を燃やして暖を取ることが一般的であるから、石炭を燃やした際に出る煙が市内の大気汚染の直接的な原因となっている。第2の問題は、生活インフラの未整備による衛生問題である。ゲル地区に住む人々の60%~70%は土地を無許可で占拠しているために、その地区では排水システム、ゴミ処理などのインフラ整備がなされず、土壌汚染の問題が懸念されている。

2) 都市のゲル住民

ここでは、ゲル集落のヒアリング調査を基に、ゲル集落に住む人々はなぜ都市に移住してきたのか、また現在生活はどのようにして成りたせているのかを明らかにする。彼らは、1997年にホボト県という所からウランバートル市へ移住してきた。現在の場所に移住してからの移動はないようだ。ここでの生活環境をみると電気は通っており、水道は共同利用、トイレは敷地内に併設されており、現在一つのゲルに家族6人で生活している。移住場所を現在の場所を選択した理由は、その場所を親戚が市から使用許可を取っていたということによるものであった（図5）。

ここに移住してくる前はホボト県で遊牧民として生活を営んでいた。その頃の家畜構成は、羊100頭、山羊30頭、牛4頭、馬3頭、らくだ3頭というものであり、ウランバートル市へ移住してくる際に一部は売却し、残りは世帯主の弟に預けてきた。遊牧をやめ

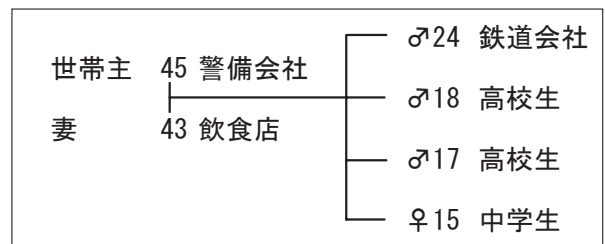


図5. 調査住民の家族構成

て都市に移住してきた直接の契機は、子どもにより高い水準の教育を受けさせるためだという。移住してきた9年前というと長男が9歳、二男が8歳、長女が6歳ということであるから、子どもたちが就学年齢に達する時期に家族総出で都市へ移住してきたことがわかる。(モンゴルの教育制度は一般的に5・4・2の11年制であり、7歳から始まる)

さらに、現在の家族の就業構造を見ると、まず世帯主は警備会社に勤めている。勤務形態は午前8時から次の日の午前8時という24時間勤務であり、その後48時間休業するというものだ。給料は、健康保険などの社会保障費が引かれて手取りで9万～10万T G程であり月給制となっている。妻は飲食店の料理師として働き午前9時から午後9時までの12時間労働となっていて、休暇は原則として日曜日である。給料は大体世帯主と同じ程度だという。また、妻はフェルト刺繍を内職として抱えており、一つのフェルト刺繍で(製作期間は約一ヶ月)100ドルの収入を得ている。このフェルト刺繍は、牧民の頃から自分たちが身の回りで使う日用品を作っていたものだが、2000年からハンドメイドのフェルト教室に通い、そこから材料提供を受けて生産している。刺繍をするためのフェルトへの下書きは妻が飲食店へ働きに出ている間は子どもたちや夫などの家族労働で対応している(写真8)。

この世帯の特徴は、移住の目的が都市の高水準の教育を受けさせることであった。もうひとつの特徴は、内職技術を持っていたことである。この世帯は、平均的な生活水準であるが、決して余剰のある生活ではない。しかし、妻がフェルト刺繍という技術を身につけていたことが家計を支える意味でも大きな役割を果た



写真8. 内職のフェルト刺繍の完成品

していた。もしフェルト生産の収入がなければ世帯主や妻の収入だけでは切り詰めた生活とならざるを得ない。ここでみたフェルト生産に代表されるような編み物技術や刺繍技術は、「手に職をつける」という意味でも大きな意味を持っている。なぜなら、こうした加工技術を持たない遊牧民が家畜喪失に伴う就労機会、教育機会を求めて都市に移住してきた場合は、低賃金の就業機会しか得られないからである。

3) 地方都市のゲル住民

地方都市の事例は、ウランバートルから北へ500キロ離れた、モンゴル最大の銅鉱山の都市エルデネット市のものである。エルデネット市は人口約10万人のモンゴル第二の都市である。この都市の周辺にもゲル集落が形成されている。調査した住民の概要は以下のとおりである。彼らは、エルデネット市から50～60km離れたブルガン県の田舎からわれわれが調査した前日に移住してきたとのことだった(写真9)。まだ越してきたばかりでゲルは簡易形式で建てられていた。現在住居を構えている土地は市から許可を取っており、電気はまだないが、井戸は近所にあるという。この場所を選択した理由については、許可が下りた場所がたまたまこの場所であったというものであった。来年からは木造の家を建てる予定であり、本格的に定住することになることがうかがえた。ここで住宅に関して多少補足すると、スラム街の住居を観察するとゲル、木造、レンガ造りといった住居パターンが確認できる。これは、ヒアリング調査によれば、この住居形態は定住してからある程度資金がたまるとゲルから木造へ、そしてレンガ造りへと立替られるのだという。木造の場合は材料費で80万～90万T Gであり、自分

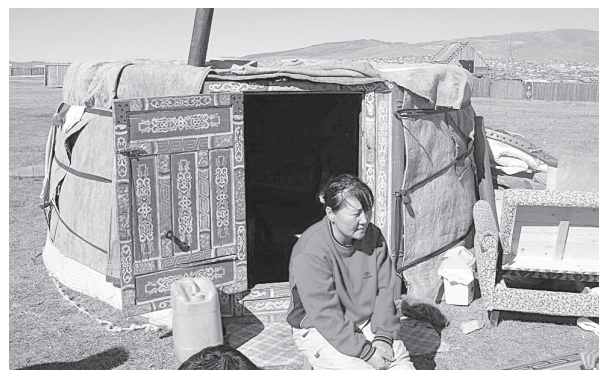


写真9. 移住してきたばかりのため簡易ゲルになっている

たちで立てるのが一般的だという。

移住する以前はやはり遊牧を営んでおり、家畜構成を見ると羊 60 頭、牛 100 ～ 150 頭、馬 10 という規模であったそうだ。移住してきた理由について尋ねると、子どもが市内の学校に入学することが決まったからだということであった。ここでも教育機会という要因が都市へ移住させる動機となっていることが理由として浮かび上がってきた。(しかし、近年は気候変動が激しく、草原の状態も不安定なため遊牧民の間でも仕方なく都市へ移住してくる人々もいるそうだ。) 以前飼っていた家畜は現在、親戚に預けているが(家畜の委託料はないらしい)、子どもの夏休みなどの長期休暇の際は田舎に戻って家畜の世話をする予定ということだ。ここから、ウランバートル市ではなくエルデネット市に移住してきた理由の一端がうかがえるであろう。つまり、この世帯の場合、完全に家畜を放棄してしまっただけではなく、長期休暇などある限られた期間だけ家畜の世話をできるような範囲で移住を選択したとも捉えることができるということだ。また、現在の家族の就業構造をみると、世帯主はもともとエルデネット市で運転手の職を得ており、単身赴任をしていたそうだ。それが子どもの入学を契機に都市へ移住してきたという構図になっている。妻は、移住してきたばかりなので仕事はしていないということだった。

ここで、地方都市に移住してきた住民調査を先のウランバートル市のスラム調査と比較しながらまとめると以下の特徴点があげられる。第1に、どちらの事例でも子ども教育問題が移住の大きな契機となっていることだ。そして、どちらの調査事例も以前営んできた家畜を喪失したわけではなく、経営していた家畜を親戚に預けるという形態で都市へ移住してきている。第2に、こうした牧民の移住先は中心部から離れた傾斜地、または地方都市の場合は都市的利用がなされていない所に立地しており、こうした場所が不法占拠の対象となっていた。

4. おわりに

モンゴル国ウランバートル市のゲル集落を中心に、その実態を明らかにしてきた。1990年以降急速にウランバートルの人口が増加しており、その要因は草原からの牧民の流入であった。牧民たちは、草原の親戚に家畜を預け、子どもの教育や所得の向上を理由に移動してくる。と同時に親族の都市での居住拠点を獲得することも大きな目的といえる。なぜならば、自分たちの居住拠点到親族の子どもたちが寄留し、都市の教育を受けることも可能となるからである。草原からの人口移動が都市の環境問題や都市問題を生み出す一方で、草原の遊牧民の減少を生み出している。こうしたモンゴルの人口移動の現象が、この国の草原の土地利用に与える影響についての分析は今後の課題としたい。

この調査は、境田清隆代表の科学研究基盤研究(B)「中国内陸地域の砂漠化(荒砂漠化)に関する地理学的研究」を使用した。

参考文献

- 小金澤孝昭(2006)『内蒙古草原地域の草地劣化と退耕
環林政策に関する地理学的研究』科学研究費報告書
蘇德斯琴・小金澤孝昭(2001)「環境教育教材としての
砂漠化～中国内モンゴル自治区の草原劣化を事例
にして～」宮城教育大学環境教育研究紀要第4巻
Department of Statistics, Information and Research
of Ulaanbaatar (2005), Statistical Handbook of
Ulaanbaatar.
Governors Office of Ulaanbaatar (2003), City
Ulaanbaatar Reference Atlas.