

宮城教育大学

# 環境教育研究紀要

第 13 卷

宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

2011年3月

# 目 次

村松 隆・鶴川義弘・斉藤千映美・溝田浩二・岡 正明・棟方有宗・浅野治志・島野智之・齋藤有季・佐々木久美・尾崎博一・桔梗祐子：フィールドワークを基底とするリフレッシャー教育システムの構想 ……	1
[Takashi MURAMATSU, Yoshihiro UGAWA, Chiemi SAITO, Koji MIZOTA, Masaaki OKA, Arimune MUNAKATA, Haruyuki ASANO, Satoshi SHIMANO, Yuki SAITOU, Kumi SASAKI, Hirokazu OZAKI and Yuko KIKYO : The Concept for the Refresher Education System on the Basis of Fieldwork]	
鶴川義弘・齋藤有季・村松 隆・溝田浩二：屋外教材提示システムの開発 ……	7
[Yoshihiro UGAWA, Yuki SAITOU, Takashi MURAMATSU and Koji MIZOTA : The Development of the Outdoor Teaching Materials Presentation System]	
溝田浩二：チンバザザ動物植物公園(マダガスカル)におけるバタフライガーデンプロジェクト ……	13
[Koji MIZOTA : A Butterfly Garden Project of the Tsimbazaza Zoological and Botanical Park in Madagascar]	
音喜多美保子・菊地尚子・鈴木千尋・高橋健介・斉藤千映美：淡水性タナゴ ( <i>Acheilognathus melanogaster</i> ) の分布調査の概要と環境保全教育活動 ……	23
[Mihoko OTOKITA, Naoko KIKUCHI, Chihiro SUZUKI, Kensuke TAKAHASHI and Chiemi SAITO : Summary of Field Survey on <i>Acheilognathus melanogaster</i> and educational Activity for Conservation on Site]	
長島康雄・攝待尚子・相良 毅・溝田浩二：フリーウェブサービスを用いた身近な生き物分布図作成とその教育的な意義 ……	31
[Yasuo NAGASHIMA, Naoko SETTAI, Takeshi SAGARA and Koji MIZOTA : Familiar Specie's Distribution Chart that uses Free Web Services and its educational Significance]	
西城 潔：伐採木を活用した炭焼きの試み ―現代的課題科目「環境教育」における実践事例― ……	39
[Kiyoshi SAIJO : An Attempt of making Charcoal from felled Trees in an Environmental Educational Class]	
小金澤孝昭・庄子 元・佐々木 達：生態系サービスと集落活性化～地域調査運動の方法～ ……	47
[Takaaki KOGANEZAWA, Gen SHOJI and Toru SASAKI : Ecosystem Service for Regional Development]	
長島康雄・高田淑子：児童生徒による光害調査データ精度向上の方策に関する検討 1. 個々の児童生徒の光害測定誤差を最小限に抑えるための条件 ……	57
[Yasuo NAGASHIMA and Toshiko TAKATA : Study on Measures to improve Data Accuracy by Students in Light Pollution Survey 1. Conditions to minimize Light Pollution Measurement Errors of Students]	
平成 22 年度 活動報告 ……	67
投稿規定 ……	72

# フィールドワークを基底とするリフレッシャー教育システムの構想

村松 隆\*・鶴川義弘\*・斉藤千映美\*・溝田浩二\*・岡 正明\*\*・棟方有宗\*\*\*・  
浅野治志\*\*\*\*・島野智之\*・齋藤有季\*・佐々木久美\*・尾崎博一\*・桔梗祐子\*

## The Concept for the Refresher Education System on the Basis of Fieldwork

Takashi MURAMATSU, Yoshihiro UGAWA, Chiemi SAITO, Koji MIZOTA, Masaaki OKA,  
Arimune MUNAKATA, Haruyuki ASANO, Satoshi SHIMANO, Yuki SAITOU,  
Kumi SASAKI, Hirokazu OZAKI and Yuko KIKYO

**要旨**：本事業は、平成22年度から3ヶ年計画で、宮城教育大学キャンパスと附属学校園にフィールドワークのための教材園を整備し、学部学生、大学院生、および現職教員がフィールドワークを通してその基礎となる学識の補強・再構築・副専門化を図るためのリフレッシャー教育システムを構築するものである。

**キーワード**：リフレッシャー教育、フィールドワーク、体験型教育

### 1. はじめに

持続可能な発展のための教育の具体が指摘され、保全に向けた協働的取り組みが拡大する中で、活動を指導・支援する人材が求められている。学校においても、地域自然を活用した環境理解や保全に関わる学習が多く行われているが、自然との共生を課題としたアプローチとその後の活動への展開など、教育者の力量に左右される取り組みが多くなっている。様々なフィールドを活用できる体験型の教育力は、今後の教育者が持つべき基本的な資質と言っても過言ではない。

環境教育実践研究センターは、フィールドミュージアム構想<sup>1)</sup>の一環で、バタフライガーデン<sup>2)</sup>などの観察・実習のための教材園を設置し、学校における実践を重視した環境教育を進めてきた<sup>3)</sup>。バタフライガーデンを幼児・児童・生徒の観察学習の場として提供し、そこに大学の学部授業を同期させ、学生の指導体験を取り入れた新たな取り組みも行われるようになってきた。

本件は、環境教育実践研究センターにおける体験を重視した指導者養成を基礎におき、大学キャンパス(青

葉山地区)と附属学校園(上杉地区)に、動物飼育、植物栽培、陶芸工房など、双方向的な学習環境をつくり、体験型教育のための既経験の見直し・補強、教育法の再構築などを促す新たな教育システム(リフレッシャー教育システム<sup>4)</sup>)と呼ぶ)を構築する。この取り組みは、平成22年度に開始し、3ヶ年計画で実施する。

ここでは、リフレッシャー教育システムの全体概要について述べる。

### 2. リフレッシャー教育

「リフレッシャー」は、補習、復習、再教育の場面において、教育の技や知識を再構築する場合などに使われる言葉で、種々の視点でのリフレッシャー教育が行われている。本事業でのリフレッシャーは、自然の教育力を活用し、自己の経験の見直しや補強により、実践的指導力の構築を促す取り組みを指し、このための学習・指導システムをリフレッシャー教育システムと呼んでいる。単なる体験型教育の手法を学びとるだけで無く、フィールドワークを通して自己の学識を点

\*宮城教育大学附属環境教育実践研究センター、\*\*宮城教育大学教育学部技術科教育講座、  
\*\*\*宮城教育大学教育学部理科教育講座、\*\*\*\*宮城教育大学教育学部美術教育講座

検し、それをフィールドワークで検証することで、自身の教育力の質を高めていく。フィールドワークに未経験もしくは不馴れな学生が、フィールドワークを基底とした取り組みに参加し、実践と理論を往還させつつ、教員としての資質向上を図ろうとするものである。

本学では養成すべき教員資質として、学力、指導力、児童生徒理解力、課題解決能力の4つの力を挙げている(図1)。リフレッシャー教育システムは、これらの力を統合し、それを体験型教育に還元させる。このために、宮城教育大学青葉山キャンパスと上杉地区の附属幼稚園、附属小学校、および附属中学校のそれぞれに教材園をおき、学生と幼児・児童・生徒が共に学び合える環境の中で、教育方法、教育資源の発掘、教材の活用と維持・管理に関わる学生トレーニングを実施できるようにする。

本学の教育課程において、環境教育は全学生を対象とした必修科目「環境教育概論」を出発点とし、次いで、現代的課題科目群の選択科目「環境教育」(物質・生命関係科目、自然フィールド実習、環境教育方法に関する科目等)に展開される。本学講義の中で、多数の学生を対象としたリフレッシャー教育が可能となっている。

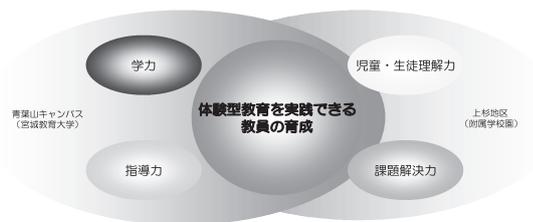


図1. リフレッシャー教育における育成すべき教員資質

### 3. 教材園の整備

リフレッシャー教育では、学生教育の場と学校園の幼児・児童・生徒による観察学習の場を共有する。このために、学校園で活用する教材園を青葉山キャンパスにも整備し、学生の授業見学や授業参加などを容易に行えるようにする。青葉山キャンパスと附属学校園に設置される教材園は、ネットワークで結ばれ、適宜、授業等でモニターできるようにする。現在、本学ではキャンパスミュージアム構想(青葉山の自然に恵まれたキャンパス環境を学生、教職員、及び来学者の自学

学習に役立てるための環境整備)が進められている。リフレッシャー教育をキャンパスミュージアム構想の具体的な実施策の一つとして位置づけ、本学のミュージアム関係施設の利用を含め、研修効果の高い教育を計画する。例えば、青葉山体験学習室は、キャンパスミュージアム構想の一つとして平成22年度に大学構内に設置したもので、学生・大学院生、学校の児童・生徒が利用している。この体験学習室に校内ネットワーク端末や動植物標本を置き、リフレッシャー教育の場としての環境整備も行う予定である。

本学青葉山キャンパスにおけるリフレッシャー教育の全体構想を図2に示す。青葉山周辺の自然を活用し、既に設置しているバタフライガーデン、花壇、教材・素材資源(例えば畑、木材、ゴミ集積場等)を含めている。平成22年度事業では、新たに、ヤギの飼育場、ミツバチガーデン、カブトムシガーデン、ビオトープ(淡水魚の飼育)、グリーンカーテン(植物栽培園)、陶芸工場の設置を計画している。同時に、附属幼稚園では、ビオトープ、附属小学校はバタフライガーデン、附属中学校では温室づくりを進めており、教材園の設置に関して概ね平成22年度内の事業期間に達成できる見通しとなっている。

教材園を利用するための教育システム設備としては、教材園とその周辺にフィールドモニタリング用の無人カメラを設置し、モニター観察と記録等を行えるようにする。教材園における実習では、実習者がモバイル端末を用いて教材園での実習情報を入手し、加えて、既存の教材データベースや双方向型対話システム<sup>5)</sup>などへアクセスし、自学学習効果と教育者間での情報共有化を図れるようにする。体験学習機能(課題提示、レポート作成と提出、教育実践に関する各種情報の入手など)を充実させる。また、学生の学習達成度に関する自己診断と教員評価機能も段階的にシステムへ導入する計画である。附属学校園の教材園については、大学教員と附属学校園教員との間で、教材園の維持・管理に関する共同化も行う予定である。

### 4. リフレッシャー教育システムによる研修

リフレッシャー教育では、自学方式の多人数実習を想定している。これは、フィールドワークにおいて、



図2. リフレッシュ教育システムの構想 (青葉山キャンパス)

実習者の専門性と経験度が一樣で無いこと、実習者によって、体験型教育の力量形成に関わる見直し・補強の質と程度が異なること、さらに、講義によって教材園を利用する目的が異なるためである。このために、多目的利用を想定したシステム整備が必要となる。担当教員が予め課題や実習に必要な情報をシステムに登録し、それを実習者が参照しながら自分の体験レベルに合った実習を行う。例えば、環境教育や生活科などの授業では、数十名の受講者がそれぞれモバイル端末を持って教材園に分散し、登録情報を参照しながら実習を行う。

実習者は実習で獲得した知見を自己検証し、実習履歴情報と共に達成度などのポートフォリオに関わる情報を入力する。今後3年計画でシステムを整備する予定であるが、図3に示すように、リフレッシュ教育の導入は、体験的要素をもった多人数授業において、教育の質の改善が図れるものと期待できる。

リフレッシュ教育システムは、大学の教室講義の一部に体験実習を組み込むことが可能なため、e-ラーニング方式とそのコンテンツを教育システムの構築に利用したいと考えている。ある適当な課題について、キャンパス内での実践と理論の往還を繰り返し、学習者のフィールドワーク活用能力を段階的に高めたいと考えている。

また、青葉山キャンパスに学校園と同様の教材園を設置することは、青葉山キャンパスを幼児・児童・生徒が利用できることを意味し、大学授業と学校園の観察学習を同期すれば、学生の指導体験も容易になるだろう。大学授業において、幼児・児童・生徒とのふれあいは、教員志望者の研修に必要なもので、学生の幼児・児童・生徒に対する理解力、課題解決力、指導力の育成が図られる。

また、現職教員に対しては、本学の教材園をモデルとして、教材研究、素材活用法、教材・素材の維持管

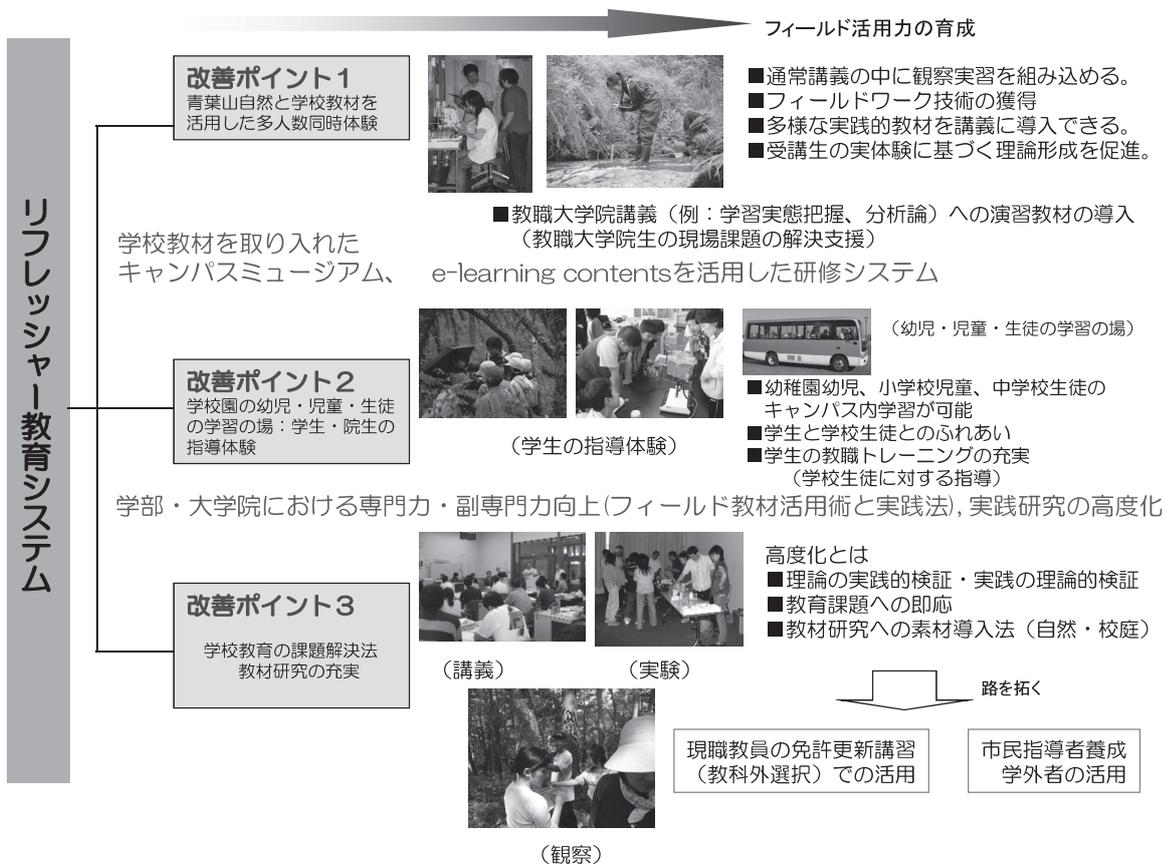


図3. リフレッシャー教育システムにおける研修

理法など、現職教員の資質向上に関わる研修に利用でき、双方向型対話システムにおける情報交換機能の強化にも役立つ。

## 5. さいごに

本件は、フィールドワークという実践的取り組みを背景に、体験型の教育方法の獲得を目指す。この過程においては、フィールドワークにおける体験と検証という繰り返し学習により、高度な専門職業人としての教員資質を育てる。このために、実習の自己評価と教員評価が重要となる。システム機能を工夫すると共に、実習者個々のフィールドワーク力の分析を通して、教員志望者及び現職教員の教育力を高めていく。

環境教育実践研究センターの第2期中期計画は、学部教育における環境教育指導者養成、環境教育者への再教育、環境教育教材の開発、環境教育実践フィールドの開拓、環境教育情報公開の促進、関係機関と連携した環境教育の普及を挙げている。本事業は、本セン

ターの第2期中期計画に合致した取り組みで、本学教職員から構成されるプロジェクトにより実施される。大学キャンパスに、リフレッシャーに適した教材園を拡充し、併せて大学キャンパスの教材園と附属学校園の教材園を有機的に結びつけ、幼児・児童・生徒が参加する観察学習の場を学生の研修の場として、学生の教育実践力の育成に役立てる。

地域環境保全の指導的役割を担う人材の育成は社会的ニーズが高く、本学のリフレッシャー教育システムは、地域をフィールドとした様々な教育活動を推進する指導者の養成に役立つ。特に環境教育の分野においては、地域自然との共生を図る具体的方法の企画・立案を主導し、地域活動に貢献できる人材を育成できる。

## 脚注および引用文献

- 1) フィールドミュージアム構想：環境教育実践研究センターが平成8年以降に進めている取り組みで、地域自然の教育力を探索し、それを活かして環境教

育実践に役立てる構想を言う。

- 2) バタフライガーデン：平成16年に環境教育実践研究センターに設置した教材園である（代表者：溝田）。幼稚園・小学校の観察学習や、本学学部学生を対象とした環境教育と生活科教育や現職教員研修などに役立てられている。
- 3) 溝田浩二・遠藤洋次郎，2007. “チョウ類の生息調査から始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”。宮城教育大学環境教育研究紀要，9：17-25，  
溝田浩二・遠藤洋次郎，2009. 宮城教育大学バタフライガーデンを活用した小学生向け体験的環境学習の実践。宮城教育大学環境教育研究紀要，11:17-24, 溝田浩二・遠藤洋次郎・小関秀徳・鶴川

義弘，2010. 宮城教育大学バタフライガーデンにおけるQRコード教材の活用。宮城教育大学情報処理センター研究紀要，17：9-12.

- 4) リフレッシャー教育システム：平成22年度文部科学省特別経費「高度な専門職業人の養成や専門教育機能の充実」の採択課題で、H22年度から3ヶ年計画（代表：村松）で構築する。
- 5) 双方向型対話システム：現職教員相互の情報交換を促進し、教育実践の質の向上を目指す取り組みで、平成20年度か3ヶ年計画で、文部科学省の政策課題として採択された事業である。環境教育システム分野（代表者：鶴川）を中心に、テレビ会議システム、掲示板、教育情報の相互利用に関する支援システムが整備されている。

# 屋外教材提示システムの開発

鵜川義弘\*・齋藤有季\*・村松 隆\*・溝田浩二\*

## The Development of the Outdoor Teaching Materials Presentation System

Yoshihiro UGAWA, Yuki SAITOU, Takashi MURAMATSU and Koji MIZOTA

**要旨：**体験型教育に必要な不可欠な屋外教材を統合的に展示する先進的な総合案内システムとして、スマートフォン上で動作するAR技術を採用し学内無線LANを利用して安価に利用できるシステムを開発中である。

**キーワード：**AR (拡張現実)、携帯端末 (スマートフォン)、屋外教材、位置情報

### 1. リフレッシャー教育システム

リフレッシャー教育システムは、宮城教育大学キャンパスと青葉山周辺から構成されるキャンパスミュージアムを舞台として、体験型教育の指導力向上を図るためのシステムであり様々な屋外教材・施設を設置し、可動している。

現在、キャンパス内にはバタフライガーデン(図1)・ヤギ飼育小屋・タナゴ池等の屋外施設が設置済みであり、今後はカブトムシガーデン・みつばちガーデン(図2)が設置予定である。加えて、青葉山周辺に生息する自然の動植物も重要な教材であると言える。



図1. バタフライガーデン

リフレッシャー教育システムでは、これらの豊富な野外教材を利用し、本学の教科教育、環境教育および生活等のフィールドを活用する授業等において、実体験型の学習を進め、広い視野から確かな専門力と指導力を育成し、学校における体験型教育の諸課題に対処できる教員を養成する。



図2. みつばちガーデン

リフレッシャー教育システムには複数の教材、施設が関係しており、それらがキャンパス全体に点在しているため、これらを統合的に利用できるような先進的な総合案内システムが不可欠である。本論文ではこれらの屋外教材の提示、案内システムに情報通信技術 (Information Communication and Technology 以下 ICT)

\* 宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

を取り入れ、教員にとって指導しやすい、かつ児童・生徒・学生にとって興味深く、分かりやすい教材を提示できるよう開発中の、屋外教材提示システムについて述べる。

## 2. システム部の構築

### 2.1 概要

環境教育の分野では、野外に動植物等の実物教材があり、学習するにあたっては実際にフィールドに出て、動植物を観察する学習形態に勝るものはないが、既存のPCを利用したe-Learningでは実際にフィールドに出て教材を観察しながらの学習は困難であった。既存の施設とこれから整備予定の屋外施設をICTを利用して教材として活用したい。

今までの屋外での実習は、フィールドに出て、観察対象の動植物の前で説明者（教員等）が児童・生徒に口頭で説明を行う形式が一般的であった。しかし、この方法では、その場に説明者がいなくては解説が難しく、多人数での授業の際は説明者の近くの生徒は十分に説明を聴くことができるが、説明者から遠い生徒は説明が聞き取りにくいという問題がある。これでは、個人の学習進度に合わせて説明することが困難で児童・生徒の興味・理解を得にくいといえる。この問題を解決するためには、少人数のクラスで授業を行うか、説明者の数を増やす必要があったが、この方法は実際の教育現場では現実的ではない。

そこで、本論文ではICTを利用したARアプリケーションと、携帯端末（スマートフォン・タブレットPC）を活用し、フィールドでの学習とe-Learningそれぞれの優れている面を組み合わせ教材開発の検討を行った。

### 2.2 既存の屋外教材提示システム

これまで本学の屋外教材・施設を紹介するためのシステムは存在し、改良が加えられてきた。

ひとつは屋外施設付近に説明用の看板を設置する方法である。（図 3）説明者がその場になくても、児童・生徒やフィールドに訪れた一般の方にも説明でき個人のペースで読むことができるので、前述した問題（個人の学習進度に合わせることが困難）は解決でき

るが、看板に記載してある説明の変更が困難であるため、季節変動など現状に応じた対応が出来ないという問題や、看板と観察対象の動植物の距離がはなれている場合、効果的な学習ができるとは言い難いという問題がある。



図 3. 看板による教材提示

もうひとつはQRコード（二次元バーコード）を観察対象の動植物近傍に設置した植物名ラベル（図 4）に表示し、そこから図表を含む説明文書へのリンクを設置したり、音声ガイド（図 5）を聞こえるようにする方法である。この方法は、看板を利用する方法と違い植物名ラベルと観察対象の動植物の距離が近い実物を見ながら説明を受けることができ、季節変動など現状に応じた対応が看板を設置する方法と比べて容易である。このQRコードを利用した教材はバタフライガーデンで活用されている。[1]



図 4. QRコードを表示した植物名ラベル



図5. 音声ガイド再生画面

### 2.3 ARとは

ARとはAugmented Reality=拡張現実の略語で、現実環境にコンピュータを用いて情報を付加提示する技術、および情報を付加提示された環境そのものを指す。

本論文ではAR技術を利用し、携帯端末のカメラで撮影した映像に位置情報を元に情報を付加することができる、セカイカメラ・Layar・junaioの3つのアプリケーションを利用して開発・検討を行なった。各アプリケーションの詳細は後述する。

### 2.4 携帯端末の選定

本研究では、個人または少人数のグループで1台ずつ携帯端末を利用し、ARアプリケーションを利用して学習してもらう事を目標としている。授業の中で児童・生徒・学生個人保有の携帯端末を利用する事は望ましくない。そのためには、少なくとも1クラス分程度の携帯端末を購入しなくてはならない。また、学校教育で利用するため、携帯端末の通信料などのランニングコストが最小限にしなければならない。そのため、以下の機能が搭載されている携帯端末を選定した。

1. ARアプリケーションが利用出来るOS
2. 背面カメラ
3. GPS
4. 方位センサーまたは地磁気センサー
5. SIMカードを抜いて使用できる
6. 無線LAN通信機能

これらの基準を満たした機種を数種類購入し開発・検討を行った。

### 2.5 位置情報測位システム

今回利用するARアプリケーションは、現在の位置がどこかを元に、その近傍にある情報を提供する。現在ARアプリケーションが利用している位置情報測位システムには以下のものがある。

#### ・GPS

米国の軍事衛星が提供する位置情報システム。

#### ・無線LANアクセスポイント（以下、アクセスポイント）による位置測位システム

GPSを持たない機器や、衛星の電波が届かない建物の中、地下などで、無線LANのアクセスポイントが出している電波を元に、位置を特定するための方法。アクセスポイントを利用した位置測位システムは、アクセスポイントのMACアドレスと電波から位置を測定するシステムである。PlaceEngineやSkyhook、locky.jp等のサービスが公開されている。GPSは屋外で空が見渡せる場所以外では正確な位置測位が困難であるが、アクセスポイントを利用した位置測定システムは、屋内でも位置測位が可能であり、付近にアクセスポイントが多数存在し、利用するサービスのデータベースに登録されている等、条件次第ではGPSより誤差を少なくすることができる。

これにより、屋外・屋内をシームレスに動き位置情報に即した教材を利用し学習することができる。

宮城教育大学内には無線LANの環境が整っているためアクセスポイントの情報を元に位置測定を行うことができる。また、アクセスポイントによる位置測位システムはアクセスポイントのMACアドレスと電波強度情報さえあればいいので、実際にネットワークに接続されていないアクセスポイントを多数設置することによって、より精度を高くすることができると考えられる。電源供給用のソーラーパネルと安価なアクセスポイントの組み合わせで、屋外に設置することが出来れば、簡易アクセスポイント灯台として位置測定の精度向上に利用出来るのではと考えている。

#### ・LLA(Latitude Longitude Altitude) マーカー

junaioでは位置情報を含んだマーカー通じて、その場所がどこであるかを読み込んだ端末に通知することができる。

## 2.6 各ARアプリケーションについて

今回、開発・検討を行ったARアプリケーションはセカイカメラ・Layar・junaioである。教材の情報入力を教職員等が行う場合と、企業に依頼する場合の特徴を、表1、表2にそれぞれ示す。

また、各アプリケーションの特徴と教材表示画面を以下に示す。

表 1. 各アプリケーションの特徴

	セカイカメラ	Layar	junaio
位置測定技術	GPS 地磁気センサー 無線LAN		GPS 地磁気センサー 無線LAN LLA マーカー
情報入力方法	セカイカメラ対応端末を携帯し、入力したいデータがあるその場で入力を行う。	「みんなのLayar」を利用し、Webブラウザ上から入力を行う。 または、PHP等がインストールされたサーバを用意しPCで情報入力を行う。	junaio対応端末を携帯し、入力したいデータがあるその場で入力を行う。または、PHP等がインストールされたサーバを用意しPCで情報入力を行う。 GLUEは「GLUE Channel Creator」というWebブラウザ上で動作するインターフェースで入力可能。
フィルタ機能	利用不可	サーバを用意し、PCで入力を行う場合のみ利用可能	「Channel」と呼ばれるフィルタ機能に相当する機能が利用可能

表 2. 教材作成を委託した場合の特徴

	セカイカメラ	Layar	junaio
コスト	初期：数十万円 月額：数十万円	初期：150万円 月額：10万円	
情報入力方法	PCから入力可能なインターフェースが提供される以下のデータが揃えばARアプリへの情報入力も企業で代行可能な場合もある。 ・情報（テキスト・写真・音声データ等） ・教材の座標（緯度・経度）		コンテンツ作成代理店は見つからない
フィルタ機能	入力した情報は「オーソライズドタグ」と呼ばれるエアタグとなり、フィルタ機能の利用可能	「コンテンツ」と呼ばれるフィルタ機能に相当する機能が利用可能	

### 2.6.1 セカイカメラ

セカイカメラは頓智ドット株式会社が提供する iPhone、Android、一部の au 携帯電話上で動作する AR アプリケーションである。

セカイカメラを起動すると、端末内蔵のデジタルカメラによって目の前の景色が画面上に映し出され、その場所に関連する「エアタグ」と呼ばれる情報（文字・画像・音声）が重ねて表示される（図 6）。エアタグはユーザが携帯端末上で自由に付加することができ、ユーザ間で共有される。授業毎や教材毎にエアタグを表示するには継続的な資金が必要である。



図 6. セカイカメラ

### 2.6.2 Layar

Layar は Layar B.V. 社が提供する iPhone、Android で動作する AR アプリケーションである。

セカイカメラと同じように、携帯端末画面上の目の前の景色に、その場所に関連する情報（文字・画像・音声）が重ねて表示される（図 7）。Layar はコンテンツという名前で種類分けがされており、ホテルや駅を表示するコンテンツや、イベント毎にコンテンツを表示できる。個人ユーザが情報を登録するには「みんなの Layar」というコンテンツを使用する。しかし、授業毎や教材毎にコンテンツを作成するには継続的な資金が必要である。



図 7. Layar

### 2.6.3 junaio

junaio は metaio 社が提供する iPhone、Android で動作する AR アプリケーションである。

セカイカメラ・Layar と同じように、携帯端末画面上の目の前の景色に、その場所に関連する情報（文字・画像・音声）が重ねて表示される。junaio の特徴的な点は「junaio GLUE」と呼ばれる画像を認識して情報を表示する機能である。この機能は画像に紐付けし、動画や 3D 情報を表示することが出来る（図 8）。画像に紐付けして情報が表示されるため、屋内でも使用でき GPS 情報が正確でない場合も利用出来る。また、長期間に渡って変更される可能性の無い建物等に情報を紐付けすることにより、学内施設紹介等にも使用できるのではと考えている。



図8. junaio GLUE

### 3. 既存技術の更新・再利用

前述したとおり、QRコードを利用した教材は、音声ガイドを聞くことができるURLを情報として持っており、通信機能を持った携帯電話等で音声ガイドを聞くことができる。現在日本で発売されている携帯電話はほとんどがQRコードを読み取ることができ、通信機能を持っているためほとんどの人がガイドを聞くことができる。

ARによる教材は、今までのところ利用可能端末が限られ、現在普及している携帯電話と比べると一般的ではない端末を利用するため、一般の見学者が気軽に説明や解説を受けることができない。そのため、見学者に通信料の負担がかかるが、従来のQRコードを利用した音声ガイドとARによる教材を並行して利用することが望ましいと考える。

### 4. 今後の課題

今年度は、使用するARアプリケーションの情報収集、最適な携帯端末の選定、利用機器の充実を主に行った。今後は、実際に教材を作成するARアプリケーションの選定、位置測定の精度向上、実際に教材を配置し講義等で利用・改善を行ってゆきたい。また、現在用意しているコンテンツはバタフライガーデンに関連した物のみであるが、今後はヤギやカブトムシ、みつばち、タナゴ等、充実させていく予定である。

さらに効果的に学習できる、特定の場所に近づくと自動的に教材の存在を知らせる事ができるPush型で

の教材・問題配信などの作成も検討していく予定である。

ARアプリケーションを利用した教材提示システムは表2に示したとおり、情報入力を企業に依頼する場合には、高額な初期費用とランニングコストがかかる。これでは実際に教育現場に導入することは不可能である。幸いにも、junaioとLayarは自前で開発環境を用意すれば無料で利用できるようになるので、大学内にサーバを設置する予定である。

### 参考文献

- [1] 溝田浩二・遠藤洋次郎・小関秀徳・鶴川義弘  
「宮城教育大学バタフライガーデンにおけるQRコード教材の活用」宮城教育大学情報処理センター研究紀要 第17号 pp.9-12(2010)  
ISSN1884-7773
- [2] 張海燕「環境教育におけるマルチメディア教材の開発研究」宮城教育大学 修士論文(2008)
- [3] AR解説(2011年1月31日アクセス)  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%8B%A1%E5%BC%B5%E7%8F%BE%E5%AE%9F>
- [4] セカイカメラ(2011年1月31日アクセス)  
<http://support.sekaicamera.com/ja>
- [5] Layar(2011年1月31日アクセス)  
<http://www.layar.com/>
- [6] junaio(2011年1月31日アクセス)  
<http://www.junaio.com/>
- [7] バタフライガーデン(2011年1月31日アクセス)  
<http://mizotalab.miyakyo-u.ac.jp/butterflygarden/>
- [8] PlaceEngine(2011年1月31日アクセス)  
<http://www.placeengine.com/>
- [9] Skyhook(2011年1月31日アクセス)  
<http://www.skyhookwireless.com/>
- [10] locky.jp(2011年1月31日アクセス)  
<http://locky.jp/>

# チンバザザ動植物公園（マダガスカル）におけるバタフライガーデンプロジェクト

溝田浩二\*

## A Butterfly Garden Project of the Tsimbazaza Zoological and Botanical Park in Madagascar

Koji MIZOTA

**要旨：**平成20～22年度（2008～2010年度）にかけてチンバザザ動植物公園（マダガスカル）・仙台市八木山動物公園・宮城教育大学の3機関連携による、JICA草の根技術協力事業「自然保全のための環境教育実践プログラム」が実施された。その枠組の中でチンバザザ動植物公園における環境教育の体制が整備され、その拠点の一つとしてバタフライガーデンが創設された。本稿では研修員の受入、専門化の派遣を通じて取り組んできたバタフライガーデンプロジェクトの軌跡について紹介する。

**キーワード：**マダガスカル、チンバザザ動植物公園、バタフライガーデン、環境教育

### 1. はじめに

アフリカ大陸の東に浮かぶマダガスカル共和国（図1）は地球上でこの島にしか生息しないユニークな動植物の宝庫として、世界中のナチュラルリスト垂涎の地である。世界でも類をみない独自の進化を遂げた動植物を多く産し、島全体が巨大な自然史博物館といってもよいだろう。その一方、焼畑、プランテーション、薪採取のための森林伐採、牛の放牧などに起因する環境破壊が急速に進行しており、自然環境の保全は同国の最重要課題の1つとなっている。特に、首都アンタナナリヴにあるマダガスカル唯一の国立動植物園であるチンバザザ動植物公園（Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza : PBZT、図2）はその主導的役割を果たす使命を担っている。PBZTには約200人の職員が勤務しており、国内外の多くの機関と連携しながら、マダガスカルの生物多様性に関わる研究・保全・教育を行っている。日本からは近年、飼育技術の向上や調査を目的とするJICA 専門家および青年海外協力隊員が継続して派遣されてきたこと、研修等で来日経験のある職員がいること、日本のNGO・動物園・調査隊などの交流が続いてきたこと、といった背景か

ら日本に対する親和感が高い（斉藤ほか，2008）。

平成20年度（2008年度）からは、JICA草の根技術協力事業「自然保全のための環境教育実践プログラム」が採択され、PBZTと友好協力協定を結んでいる八木山動物公園（仙台市）に宮城教育大学を加えた3機関による連携事業がスタートした。その目的は、（1）八木山動物公園と宮城教育大学が有する環境教育に関する経験・技術をPBZTに移転し、環境教育のための人材を育成すること、（2）研修員の受入、専門化の派遣を通じて動物園における環境教育の体制を整備すること、（3）環境教育の実践と交流を行うこと、の3点である。

筆者は宮城教育大学環境教育実践研究センターにおいて平成17年度（2005年度）からバタフライガーデンの整備を進め、チョウ類の継続的な生態調査や体験的環境学習を実践してきた（溝田・遠藤，2007，2009，2010；溝田ほか，2008，2009，2010）。その経験を生かしてPBZTにバタフライガーデンを創設し、マダガスカルの環境保全や環境教育の発展に寄与するための取り組みが「バタフライガーデンプロジェクト」である。JICA草の根技術協力事業全体の概要につい

\* 宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

では齊藤ほか(2008)に譲り、本稿ではバタフライガーデンプロジェクトに焦点を絞り、3年間にわたる活動の軌跡を紹介したい。



図1. マダガスカル共和国の位置



図2. チンバザ動物植物園(手前の緑地)

## 2. バタフライガーデンプロジェクトへの期待

PBZTは毎年20～25万人が訪れる市民の憩いの場であり(田中・箭内, 2009)、ここには動物部、植物部、教育部の3つの主要な部署がある。バタフライガーデンプロジェクトの主体となるのは動物部の昆虫課で、バルサーマ課長以下、ヴェロ女史、補助スタッフ2名の計4名のスタッフが配置されている。PBZTにおける動物生態展示の主役はキツネザル類であり、昆虫課はこれまで展示はもちろんのこと普及教育活動にさえほとんど関与してこなかった(田中ちひろ氏、私信)。そのためPBZTへの帰属意識も希薄で、例えばバルサーマ課長はPBZTに隣接する米国の研究機関カリフォルニア科学アカデミー(California Science of Academy)の生物多様性センターにおける研究協力業務に専念してきた。その他のスタッフもPBZTの諸活動

への参画は極めて限定的であり、職務に対するモチベーションも決して高いとはいえない。そんな沈滞気味の昆虫課を発奮させる起爆剤としての役割がバタフライガーデンプロジェクトには第一義的に期待された。

バタフライガーデンとは、チョウ類の食草(幼虫の餌)や吸蜜植物(成虫の餌)を植えることで多様なチョウを呼び込み、そこに集う生き物との共生を楽しむための庭である。生物多様性あふれる空間を創造しつつ学び、学びつつ創造できる点がバタフライガーデンの魅力であり、そういったプロセスそのものが環境教育になっている。バタフライガーデンを創り、維持し、活用していくためには、昆虫学を専門とする「昆虫課」だけでなく、植物学を専門とする「植物部」や、環境教育を専門とする「教育部」との連携が不可欠である。バタフライガーデンプロジェクトは、昆虫課のアクティビティを高めると同時に、PBZT内の部署間の連携を強化する役割も期待されている(図3)。



図3. PBZTの部署間連携のイメージ図

## 3. バタフライガーデンプロジェクトの軌跡

JICA草の根技術協力事業「自然保全のための環境教育実践プログラム」では、「研修員の受け入れ」と「専門家の派遣」が大きな2本柱となっている。バタフライガーデンプロジェクトもその2本柱をベースとして進められてきた。ここでは平成20～22年度(2008～2010年度)の活動の軌跡を時系列に沿って紹介する。

### (1) 平成20年度(2008年度)

**研修員の受け入れ:** 2008年10月、ジゼル教育部長とクロディーヌ栄養士が最初の研修員として来日し、宮城教育大学バタフライガーデンを見学した(図4)。

両研修員がバタフライガーデンに関心を示されたことがきっかけとなり、PBZT への導入が具体的に検討されるようになった。



図4. 宮城教育大学バタフライガーデンの見学  
(左がジゼル教育部長、中央がクロディーヌ栄養士)

**専門家の派遣**：2009年1月25日～2月6日にかけて、八木山動物公園の釜谷大輔獣医師、高橋信也飼育員、田中ちひろ氏に筆者を加えた4名が専門家としてPBZTに派遣された。ところがマダガスカルに到着した途端に100名以上の死者を出すクーデターが勃発し、私たちはホテル避難を余儀なくされた。予定していた任務がまったく遂行できない焦りや苛立ちからフラストレーションが溜まったものの、最終的には昆虫課、植物部、教育部の主要メンバーとバタフライガーデンプロジェクトについて議論することができた(図5)。また、職員の前でバタフライガーデンに関する講義をする機会をいただき、PBZT全体でバタフライガーデンプロジェクトの構想を理解してもらうことができたことは大きな収穫であった(図6)。

## (2) 平成21年度(2009年度)

**研修員の受け入れ**：2009年6月、昆虫課のバルサーマ課長、教育部のディアリ、獣医のクリスティン、飼育員のジョゼ、ジョゼファの5氏が来日し、宮城教育大学バタフライガーデンで研修を行った。ここではバタフライガーデンの作り方(プランニング)、育て方(維持・管理)、活かし方(環境教育プログラム)について学び、チョウ類のルートセンサス調査や、園児を対象としたバタフライガーデンでの自然体験学習も体験



図5. バルサーマ昆虫課長(左)とヴェロ女史(右)



図6. 講義に熱心に耳を傾けるPBZT職員

した(図7～9)。これまで知識としてしか理解していたなかったバタフライガーデンを実際に見学し、様々な研修を体験したことで、バルサーマ昆虫課長は具体的なバタフライガーデンのイメージを思い描くことができるようになった。日本とマダガスカルでは生息しているチョウの種類や食草、吸蜜植物などが異なるものの、バタフライガーデンの基本的な考え方やノウハウについては伝達することができたと考えている。

また、バルサーマ、ディアリ両氏は日本最大のインセクタリアム(昆虫園)として知られる「ぐんま昆虫の森(桐生市)」を訪問し、2日間かけて昆虫類を題材とした多様な環境教育の手法を学んだ。ここでは、昆虫館の展示技術、チョウの飼育技術、食草管理技術などを学んだほか、親子向けの里山歩き(自然体験)プログラムに参加したり、紙芝居やクラフトを体験したりした。夜には「ぐんま昆虫の森」で自然発生する



図7. 宮城教育大学バタフライガーデンでの研修風景



図8. ブッドレアを挿し木で増やす手法を学ぶ



図9. 園児を対象としたバタフライガーデンでの観察会

ホタル類を観察したり、ライトトラップを用いたケラの個体数調査の様子を見る機会にも恵まれた。二人はPBZTでの活動に導入できそうなアイデアを吸収しようと、常に貪欲な姿勢で職員の話に耳を傾けていた。

その熱心な視察の様子は「ぐんま昆虫の森ニュース」でも取り上げられた（図10）。

専門家派遣：2010年1月20日～2月1日にかけて、八木山動物公園の橋本 渉獣医師、飯田雄一飼育員、田中ちひろ氏に筆者を加えた4名が専門家としてPBZTに派遣された。今回は事業の進行状況をチェックすると同時に、バタフライガーデン創りの準備作業を行った。昆虫課ではヴェロ女史が中心となって定期的なPBZTのチョウ類相調査が始められていた。園内にどんな種類のチョウ類が生息しているのかを把握することは、バタフライガーデンを創るうえでも、チョウ類を保全していくためにも、基本となる最低限の情報である。昆虫課のスタッフのモチベーションが高まり、着実にプロジェクトが前進しているという手応え

## マダガスカルからの研修生が来園。

マダガスカルのチンバザサ動植物公園から、JICAの草の根技術協力事業により宮城教育大学へ研修のため来日していた動物部昆虫課課長のラジェミソン・バルサーマさん（女性）と教育課のランジアミハジャ・アリナイブさんが、6月12日、13日の2日間、昆虫の森へ視察に訪れました。

園内や昆虫観察館の展示、飼育室の見学をはじめ、クラフト体験や里山歩き（自然体験）等に参加しました。特にクラフト体験では、作り方だけでなく、その材料製作まで担当者から熱心に聞いていました。

昆虫の森の視察は、とても刺激になったようで、宮城に戻った後のアクションプラン発表会でバルサーマさんは「昆虫の森でのアクティビティを色々参考になりたい」と話していたそうです。

（金杉 隆雄）

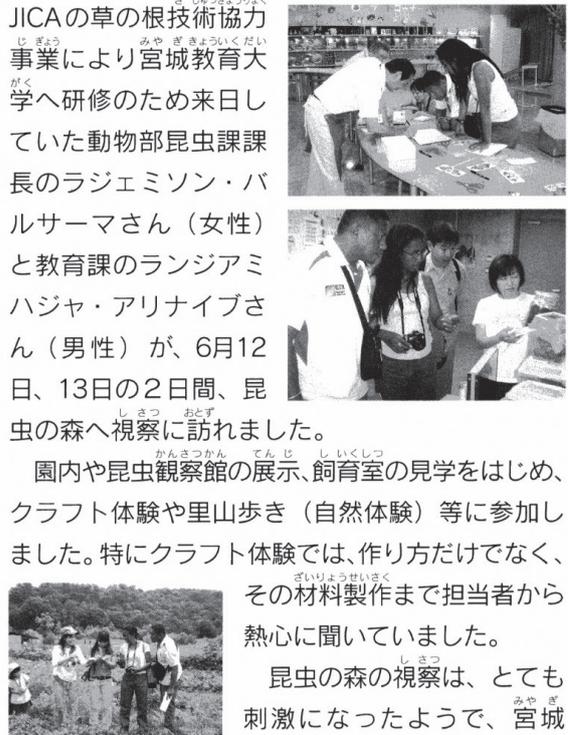


図10. 「昆虫の森ニュース」での紹介記事

を感じることができたことが何よりも嬉しかった。園内でも20種ほどのチョウが見られるとのことである(ヴェロ氏私信)。

PBZTの南端に図書館があり、その2階部分が昆虫課となっている。ここには旧フランス領時代の昆虫標本や文献が保管されており、今なおマダガスカルの昆虫研究の中心となっている。今回、その図書館前の広場をバタフライガーデン用地として確保していただくことになった(図11～12)。日当たりがやや悪く土質も良好とはいえないが、人気の高いキツネザル類の展示スペースにも近く、来園者の人通りも期待できる立地条件である。PBZTの広大な敷地からすれば猫の額ほどの小さなスペースであるが、現在の昆虫課の身の丈にあった手頃なサイズに思われる。



図11. バタフライガーデンの建設予定地



図12. 池の建設予定地

続いて、バタフライガーデンにどのような食草や吸蜜植物を植栽するべきか、昆虫部ならびに植物部のス

タッフと議論した。チョウ類の寄主植物に関する情報を含めた生態情報の欠如が、マダガスカルにおけるバタフライガーデン創りの最大の障壁として立ちはだかっている。以下に本プロジェクトにおける食草、吸蜜植物の選定に関する考え方を述べる。

#### ・食草の選定について

マダガスカルには300種のチョウが生息しており、その70.3%にあたる211種が固有種である(Lee *et al.*, 2003)。未記載種も少なからず残されており、研究が進めば更に種数は増加すると予想される。これまでマダガスカルのチョウ類をまとめた図鑑類は出版されておらず、アフリカの熱帯地域のチョウ類をまとめたD'Abbrera (1980) や Ackery *et al.* (1995) を参考にしながら断片的な情報をつなぎ合わせることはできなかった。2006年になってアフリカ蝶類研究所(African Butterfly Research Institute: ABRI)から「Checklist of the Butterflies of Madagascar」という標本写真を並べただけの簡易的な図鑑が作成された。未同定種を含む247形態種についてカラー写真が掲載されており、これが現段階でマダガスカル産チョウ類の全体像を鳥瞰できる唯一の資料であろう。しかし、生態情報などに関する解説は一切ないため、バタフライガーデンでの食草選択には利用できない点は残念である。そこで、まずは食草が明らかにされているアゲハ類を誘致することから始めることにした。*Papilio*属(アゲハチョウ科)の多くの種はミカン科植物を食草にしていることが知られている。アゲハ類は飛翔力が強いので周辺生息地から飛来することができ、体サイズも大きく目立つことから環境教育にとっても好都合であると考えた。

#### ・吸蜜植物の選定について

欧米でバタフライブッシュ(チョウの木)と呼ばれ、優れたチョウの吸蜜植物として知られる *Buddleja* 属(ブッドレア科)の植物は世界に約100種が知られている(Stuart, 2006)。そのうち以下の8種がマダガスカルにも自生している(Leeuwenberg, 1979)。

1. *Buddleja acuminata*
2. *B. axillaris*
3. *B. cuspidata*
4. *B. fragifera*
5. *B. fusca*

6. *B. indica*
7. *B. madagascariensis*
8. *B. sphaerocalyx*

植物部スタッフの調査により、*B. madagascariensis* が PBZT 内にも自生していることがわかり (図 13)、早速バタフライガーデンへの移植を行った。しかし、昆虫課スタッフの観察によると *B. madagascariensis* はオレンジ色の美しい花を咲かせたものの、ほとんどチョウを誘引しなかったという。宮城教育大学バタフライガーデンでは *B. davidii* を植栽しており、1年間で27種ものチョウを誘引した (溝田, 2009)。Norman (2000) によると、アフリカ地域の *Buddleja* 属は黄色、オレンジ、紫色の花をつけるものが多く、主な花粉媒介者としてチョウ類が挙げられている。今後はマダガスカルに自生する残り7種の調査も進め、バタフライガーデンへの導入を検討することになった。



図 13. PBZT 園内に自生していた *B. madagascariensis*

筆者らのマダガスカル滞在期間中に一部の基礎工事が始まり、並行してミカン科植物の調達ならび植栽も行った (図 14 ~ 15)。PBZT 職員向けの講義も行い、バタフライガーデンプロジェクトの進捗状況について報告した (図 16)。

### (3) 平成 22 年度 (2010 年度)

研修員の受け入れ：2010年6月、教育部のディアリ、飼育員のロジェ、ディンビの3氏が研修員として来日した (体調を崩していたジュリアン氏は別日程で来日)。筆者は宮城教育バタフライガーデンを案内し、その片隅で飼育しているニホンミツバチの生態に関する解説も行った (図 17)。ミツバチはチョウ類と同じく、生態系の中で花の受粉を助ける重要な役割を担っ

ており、環境教育の教材としても優れた生物であることを伝えた。また、動物分類学 (学名に関する基礎的内容) に関する講義も併せて行った。



図 14. 建設中のバタフライガーデン



図 15. ミカン類の苗木の選定



図 16. PBZT での講義のようす



図 17. ニホンミツバチの巣箱を囲んでの講義  
(左からロジェ氏、筆者、ディアリ氏、デインビ氏)

専門家派遣：2010年11月2日～13日にかけて、八木山動物公園の吉住和規獣医師、三浦史順飼育員、田中ちひろ氏に筆者を加えた4名が専門家としてPBZTに派遣された。今回も事業の進行状況をチェックすると同時に、最終年度ということもありバタフライガーデンの仕上げ作業を行った。

バタフライガーデンは食草や吸蜜植物の植栽を除き、大まかな基礎工事が完了していた(図18)。チョウの形を模した石組み(図19)、マダガスカル乾燥地帯の植物を集めた花壇(図20)、チョウの餌台(図21)の他、魚類や水生昆虫の観察ができる小池や、見学者が休憩できるベンチまで出来上がっていた。それらは職員が手作りしたもので、バタフライガーデン全体が何とも楽しく、あたたかい雰囲気になっていた。

バルサーマ昆虫課長に話を伺ったところ、バタフライガーデンにはアフリカオナシアゲハ *Papilio demodocus* が飛来し、卵や幼虫が多数見られるようになったという。しかし苗木の本数が少なかったためにあつという間に葉が食べ尽くされてしまったそうである。マダガスカルでは、首都アンタナナリブでも周辺の村や町でも必ず市のたつ場所がある。そこでは、季節の野菜や果物、魚や肉、穀物などが豊かに並べられており、その中には花卉や果樹、園芸植物などが並んでいるエリアもある。そのような市場を歩き、ミカン類の苗木やランタナ等の吸蜜植物を入手して回った(ちなみに、ミカン類の苗木は首都郊外まで出かけると1本25円程度で入手できた)(図22～23)。ま



図 18. 基礎工事が完了したバタフライガーデン



図 19. チョウの形を模した石組み



図 20. マダガスカル乾燥地帯の植物を集めた花壇



図 21. チョウの餌台



図 22. 首都郊外の市場で販売されているミカン類の苗木



図 24. ブッドレアの播種作業



図 23. 首都の市場でランタナ等の吸蜜植物を探す

た、*Buddleja davidii* の播種も試みた (図 24)。植栽されたミカンの苗木には早速アフリカオナシアゲハが飛来し、卵から幼虫、蛹に至るまですべてのステージを観察することができるようになった (図 25)。

筆者らが帰国してからは、バタフライガーデンを活用した自然観察会を実施したという現地からの知らせも届いた (図 26)。バタフライガーデンでの環境教育が単なる知識や理論の習得にとどまらず、教育を受けた人々が日常的に環境と調和した生活の実践を行うことに結びつくものでなければならないと思う。バタフライガーデンでの環境教育プログラムを通じて来園者にマダガスカルの生物的自然の多様さや面白さを伝え、彼ら自身を保全活動へ向かわせるきっかけにもなることを目指さねばならない。そこまでの道程はまだ遠いが、手作りのバタフライガーデンの看板が完成したことで (図 27)、3年間にわたるバタフライガーデンプロジェクトのひとつの大きな節目を迎えることができたように思う。



図 25. PBZT バタフライガーデンのアフリカオナシアゲハ  
(上段左：若齢幼虫、上段右：終齢幼虫、  
中段左：前蛹、中段右：蛹、下段：成虫)

#### 4. おわりに

このように平成 22 年度 (2010 年度) までの 3 年間にわたり、バタフライガーデンプロジェクトを通じてマダガスカル環境保全、環境教育の発展に向けた協力を行い、PBZT の教育機能の強化に取り組んできた。バタフライガーデンを創り上げていく課程そのものが PBZT スタッフにとっての環境教育となったであろうし、創られた空間は未来の環境教育のフィールド拠点となった。バタフライガーデンはそのままでは単なる樹木の集まりに過ぎないが、訓練された専門家があたかも本のページを繰るようにひとつひとつ丁寧に解説してくれることにより、野外の教室、図書館、博物館



図 26. バタフライガーデンで実施されたイベントの様子



図 27. バタフライガーデンの看板  
(「ようこそ、バタフライガーデンへ」と書かれている)

と化す。来園者は好奇心をそそられる自然のドラマを直接、次々に体験することができるのである。バタフライガーデンがマダガスカル風の風土に根付き、チンバザの風景に馴染むのはもっと時間が経過してからであろうが、チョウの観察を通して、「チョウと人」、「チョウと自然」、「自然と人」、「人と人」との関わりを考えることができるようなバタフライガーデンへと発展することを期待したい。これからバタフライガーデンでは新たな一章が展開されることになる。この新しい章は、PBZTにとって、少なくとも昆虫課にとって大きな変貌の章であることは間違いない。その豊かな変貌にも期待したい。

## 謝辞

マダガスカルにバタフライガーデンを創るという夢のようなプロジェクトに関わることができた陰には、実に多くの方々の理解、支援、協力があつた。特に、JICA 東北事務所、仙台市八木山動物公園、チンバザ動植物公園、ぐんま昆虫の森、宮城教育大学附属環

境教育実践研究センターの皆様には多大なご支援を頂いた。特に、斉藤千映美（宮城教育大学）、田中ちひろ（八木山動物公園）、箭内 緑（元青年海外協力隊員）、金杉隆雄（ぐんま昆虫の森）の諸氏には一方ならぬお力添えをいただいた。心から御礼申し上げる。

## 引用文献

- Ackery, P. R., Smith, C. R. and Vane-Wright, R. I., 1995. *Carcasson's African Butterflies : An Annotated Catalogue of the Papilionoidea and Hesperioidea of the Afrotropical Region*. 803pp. CSIRO Publications.
- D'Abbrera, B., 1980. *Butterflies of the Afrotropical Zregion Based on Synonymic Catalogue of the Butterflies of the Ethiopian Region*. 593pp. Lansdowne Press.
- Lees, D. C., Kremen, C. & Raharitsimba, T., 2003. *Classification, diversity, and endemism of the butterflies (Papilionoidea and Hesperioidea) : a revised species checklist*.
- Leeuwenberg, A. J. M. (1979) *The Loganiaceae of Africa XVIII *Buddleja* L. II, Revision of the African & Asiatic species*. 162pp. H. Veenman & Zonen B. V., Wageningen, Netherlands.
- 溝田浩二, 2009. ブッドレアの花に集まるチョウ〜キャンパス内のバタフライガーデンにおける調査から〜. *昆虫の森*, 17:4-7.
- 溝田浩二・遠藤洋次郎, 2007. チョウ類の生息調査から始めるバタフライガーデンづくりー宮城教育大学における実践事例ー. *宮城教育大学環境教育研究紀要*, 9 : 17-25.
- 溝田浩二・遠藤洋次郎, 2009. 宮城教育大学バタフライガーデンを活用した小学生向け体験的環境学習の実践. *宮城教育大学環境教育研究紀要*, 11:17-24.
- 溝田浩二・遠藤洋次郎, 2010. 宮城教育大学バタフライガーデンで2009年に確認されたチョウ類 2008年との比較. *宮城教育大学環境教育研究紀要*, 12 : 11-15.
- 溝田浩二・遠藤洋次郎・宮川 歩, 2008. 宮城教育大学バタフライガーデンのチョウ類. *宮城教育大学環境教育研究紀要*, 10 33-42.

- 溝田浩二・遠藤洋次郎・小関秀徳・鶴川義弘, 2010. 宮城教育大学バタフライガーデンにおける QR コード教材の活用. 宮城教育大学情報処理センター研究紀要, 17: 9-12.
- 溝田浩二・松本 一・遠藤洋次郎, 2009. 宮城教育大学バタフライガーデンのチョウ類群集の多様性. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 11:7-16.
- Norman, E. M., 2000. Buddlejaceae. Flora Neotropica Monograph 81. 225pp. The Ner York Botanical Garden Bronx, New York.
- 齊藤千映美・田中ちひろ・小野寺順也・村松 隆・鶴川義弘・島野智之・溝田浩二, 2008. マダガスカルの動物園教育を通じた自然保全への協力. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 11:1-6.
- Stuart, D. D., 2006. Buddlejas (Royal Horticultural Society Plant Collector Guide). 192pp. Timber Press.
- 田中ちひろ・箭内 緑, 2009. 20 種以上のレムールが一度に見られる! チンバザザ動植物公園. 『レムール マダガスカルの不思議なサルたち (淡輪 俊 監修)』130-134.

# 淡水性タナゴ (*Acheilognathus melanogaster*) の 分布調査の概要と環境保全教育活動

音喜多美保子\*・菊地尚子\*・鈴木千尋\*・高橋健介\*・斉藤千映美\*\*

Summary of field survey on *Acheilognathus melanogaster* and educational activity for conservation on site.

Mihoko OTOKITA, Naoko KIKUCHI, Chihiro SUZUKI, Kensuke TAKAHASHI and Chiemi SAITO

**要旨：**希少種の淡水に生息するタナゴの生息環境保全を目的として、分布の実態を把握するためのデータ収集を行った。また、地域における環境保全を呼び掛ける目的で、流域の小学校で4年生の「総合的な学習の時間」を活用する授業実践を行った。

**キーワード：**総合的な学習の時間、タナゴ、環境教育、体験活動

## 1. はじめに

コイ科タナゴ亜科タナゴは、関東地方以北の本州太平洋側の河川で主に止水域を好んで分布することが知られる淡水魚である。水質の悪化・産卵母貝の減少・土地開発などによってすみかを追われ、繁殖期に見せる美しい魚体（婚姻色）や、二枚貝に卵を産みつける特殊な生態から観賞魚としての価値が高く、業者による乱獲も問題視されている（稲葉 2003, 赤井ほか 2009）。

2008年6月、宮城県内の鳴瀬川水系で、宮城県レッドデータブックにおいて絶滅危惧Ⅱ類に区別されている（宮城県, 2001）タナゴ (*Acheilognathus melanogaster*) が高密度に生息していることが確認された。タナゴが高密度で生息している地域は、生物多様性保全の観点から見て、非常に高い価値を持っているといえる。

私たちは、2008年よりタナゴの分布の調査を始めた。地域の研究者にご指導を頂きながら、タナゴとタナゴの産卵にかかわる貝について月に1回程度の分布調査を行い、実態把握につとめてきた。また、小学校の教育活動への貢献を通して、この地域の環境保全意識を高めたいと考えている（遠藤ほか, 2010）。

この論文では、これまでの調査についてと、タナゴの生息が確認された地域を学区とするA小学校で

2010年に行った、4年生の「総合的な学習の時間」における学校との連携を通じた環境教育プログラムについて報告する。

なお、本論文では希少種であるタナゴを題材として扱うため、地域名と学校名を伏せる。

## 2. 鳴瀬川水系のタナゴと貝の分布調査

希少種であるタナゴについて、個体数、年齢、体長などを定期的に調査することで川に生息する個体の実態の分析と、今後の生息状況を推測することができる。分布調査は以下に記す調査方法を取り、2008年10月から2010年11月の調査活動を行った。

本活動に参加したのは主に宮城教育大学のサークル、自然フィールドワーク研究会 YAMOI に属する学生である。このサークルは、2008年4月～9月にかけて、大学学部講義科目「自然フィールドワーク実験」に参加し、その活動をきっかけに環境教育やフィールドワーク活動に興味を抱いた学生を中心に結成された。また、生物や環境教育に興味を持つ学生によりサークルは継続している。

### 1) 目的と主旨

2009～2010年にわたり行った調査では、タナゴの生息分布を調べ、体長・体高・体幅より年齢を推測し

\* 宮城教育大学自然フィールドワーク研究会 YAMOI, \*\* 宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

現状分析を目的とした。また、魚の繁殖状況を調べるために1年魚や稚魚、産卵母貝の生息確認を行った。

## 2) 調査内容

およそ月に1回の頻度で調査対象の河川（A川）へ行き、調査地点ごとに採取したタナゴの体長・体高・体幅を計測した。タナゴ以外の生物を採取した場合はその種類を記録した。調査は午前9時前から開始し、調査期間は冬季の12～1月を除き、毎月実施した。調査人数は1回の調査につき最低3人以上で行い、立会・指導に地域の研究者の同行をお願いしている。調査地点は河川約500メートル中に7ポイントを置き、1ポイントにつき100前後の個体数を調べた。データは作成した調査用記録用紙に記入した。

この川には外来種であるタイリクバラタナゴも確認された。タナゴと同じように貝を産卵母体とする魚で、イシガイとドブガイの両方に卵を産みつけることがわかっている。タナゴはドブガイにのみ産卵すると把握されているため、タイリクバラタナゴと産卵場所の争い起きる事が考えられる。そこで、タイリクバラタナゴとタナゴの個体数を比較した。

またタナゴの産卵母貝であるドブガイの調査を実施した。貝を少し開き、貝のえらに産み付けられたタナゴ類の完熟卵の形や孵化直後の仔魚の形から同定を行った。この川ではイシガイも多く生息するため、ドブガイとイシガイの個体数と様子を調査し比較対象とした。



写真1. 調査 タナゴの体長を記録する様子

## 3) 結果と考察

2009年は継続してデータをとることができた。

一般には、タナゴが特定の場所で生息し産卵・繁殖を行っているのであれば、体長の小さな個体数が最も多く、体の大きさが大きい個体ほど数が少ないと考えられる。しかし、下流域では1年魚や稚魚があまり確認されず、繁殖が行われていないことがわかった。そこで、上流側の繁殖が可能な地域のデータを重視するため、期間の途中で調査地点の変更をした。このため、下流域では同じ地点における継続的なデータの比較ができなくなった。

調査を行ったA川では、タナゴのオス・メスとも確認されているので新たな稚魚が生まれる可能性はある。タナゴが継続的に生息していれば、1年魚が最も多く、大きな個体は少なくなる。しかし、2009年3月～11月の調査結果では、2年魚が多く生息していることがわかった（図1）。タナゴの寿命は2～3年くらいと言われているので、A川では2～3年魚が多く、少子高齢化が進行している可能性があり、タナゴの個体数が減少していく恐れがある。

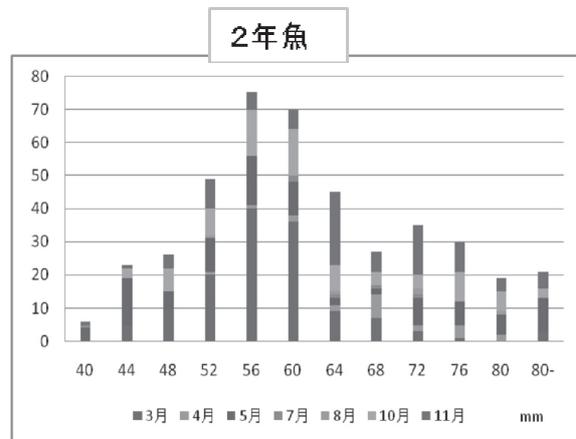


図1. A川のタナゴ・ヒストグラム

タナゴの稚魚が少ない要因として、以下の2つのことが考えられる。1、タナゴよりタイリクバラタナゴのほうが多く生息していること、2、ドブガイよりイシガイのほうが多く生息していることである。タイリクバラタナゴはタナゴよりも産卵期が長く、ドブガイにもイシガイにも卵を産みつけるため繁殖力がタナゴよりも強い。このため、タナゴとタイリクバラタナゴが共存している下流域では、タナゴの数はさらに減少することが予測される。

上流域では、タイリクバラタナゴはほとんど確認さ

れず、タナゴとドブガイの生息が確認された。しかし、水位が低くドブガイの個体数が少ない事からタナゴの繁殖率は低いと考えられる。

2009年と2010年の同月・同調査地点(地点aとする)のマタナゴのデータを比較すると、タナゴの個体数はやや減少傾向にあった(グラフ3~6)。これは天候や水温、採集方法によってタナゴが取れにくかったことも考えられる。

また、2009年、2010年共に、4月は1年魚が見られなかった(図2、4)。しかし、10月には1年魚が確認できる(図3、5)。タナゴの産卵期は4月~6月であるので、4月の調査時にはまだ卵の状態、ドブガイ中に存在していた。その卵から孵ったタナゴが10月の調査で確認できたのではと予測できる。この地点ではタナゴの産卵繁殖が行われていると言えるだろう。

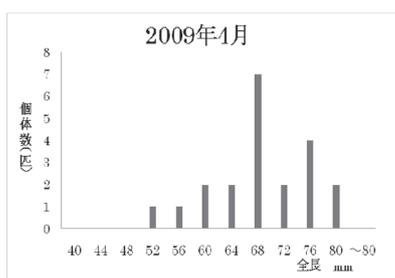


図2. 2009年4月のタナゴの全長分布

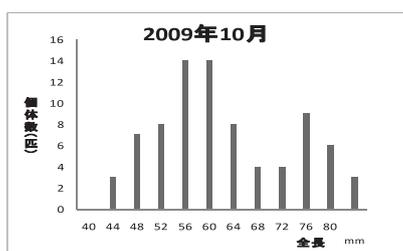


図3. 2009年10月のタナゴの全長分布

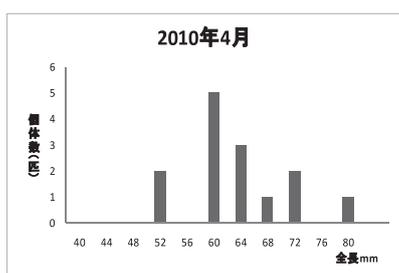


図4. 2009年10月のタナゴの全長分布

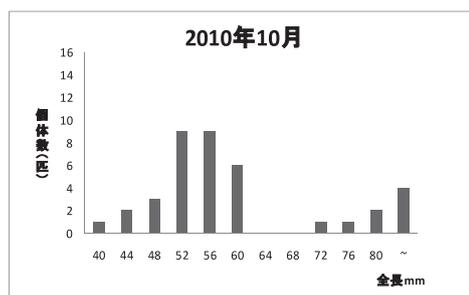


図5. 2010年4月のタナゴの全長分布

生息環境について、A川におけるタナゴに適した環境を考えた。関係する条件として、水流、水量、川の深さ、河川ぞいの茂みの有無が考えられる。下流には水路整備工事が行われた地点がある。その場所では水深が浅く、多くの貝の死骸が見つかった一方で生息している貝が見当たらず、貝の生息には適していない。貝が生息できないところではタナゴの繁殖は行えない。また、タナゴはそれほど遊泳力が高くないため、水の流れがやや緩やかである所にとどまることが多い。写真2のように草が生い茂っているところにタナゴの生息が多く確認された。貝の生息、水流・水深、茂みがあるという条件が揃うとより良い生息環境といえるのではないかと。



写真2. タナゴの生息する環境の一例

### 3. 環境保全教育活動：総合的な学習の時間における環境教育の授業実践

2009年にもご協力頂いたA小学校と打ち合わせの後、2010年も総合的な学習の時間を使った授業実践を実施することになった。環境教育プログラムの実施対象となった4年生(17名)の「総合的な学習の時間」

の年間学習計画では「地域の自然を知ろう」をテーマに1年間学習し、地域の公園や森林に行き、自然について調べ学習を行うことになっている。地域の自然環境について扱う中で、川についての学習の部分を、大学サークルとの連携授業というかたちで行った。実践は2010年6月と9月の2回、それぞれ1校時～4校時にかけて行った。場所は調査地点Ⅱaである。

本プログラム実践の指導に参加したのは、主に宮城教育大学のサークル、自然フィールドワーク研究会YAMOIに所属する学生である。学生への指導助言の体制として、A小学校の校長・教務主任・4年生の担任教諭、宮城教育大学の教員および淡水魚研究者があたりになった。

### 1) 目的と主旨

2010年6月の授業実践では、釣りや網での最終を通し、①身近な川に様々な生き物が生息している事実を知り、興味をもたせることを活動の目的とした。

9月の授業実践では、①絶滅危惧種のタナゴの生態について知識を深め、川の環境とタナゴの関係について学習すること、②環境を守る意識を芽生えさせることを活動の目的とした。

### 2) 活動内容

#### ・6月の授業実践

参加者：児童17名、指導者（大学性）11名、小学校教諭2名、外部講師1名、大学教員1名

A小学校から徒歩15分程度の川へ行き、手網による生き物採集と釣りを行った。活動は、子どもたちを赤組 人と白組8人の2組に分けて行った、初めに赤組は手網による生き物採集、白組は釣りをし、約30分後に釣りと手網による採集を後退し、児童全員が両方の活動を体験できるようにした。

活動中に採集した生き物を触るときは、傷つけないように優しく触る、手を水で濡らしてから触るなど、生き物に対して思いやりを持って接するよう促した。

手網による生き物採集ではウェダーを着用し、2人1組になって川に入り、生き物を採集した（写真3）。児童2人に対して1人の指導者がつくように配慮し、手網を使って採集するときの要領を教えながら上流に

向かって少しずつ移動させた。児童は川の中に目を凝らし、手慣れない手網も工夫して使っていた。生き物が隠れている場所を考えたり、1人が網を持ち、1人が茂みあたりから足でバシャバシャと音を立てて網のほうへ生き物を追い込んだり、協力して捕まえていた。生きている魚やおたまジャクシに触ったことがない児童も積極的に触り、体をよく観察する姿もみられた。

手網による生き物採集ではタナゴ、タイリクバラタナゴ、カエル、オたまジャクシ、アメリカザリガニ、カネヒラなどを捕まえることができた。また、川底を手で探り、イシガイやドブガイを捕まえた。児童は自分が捕まえた生き物を大事そうに水槽に入れていた。



写真3. 手網による生き物採集の様子

釣りは、黄身練り（タナゴ釣りの餌）を餌として使い、2人1組になって行った（写真4）。手網による採集と同様に児童2人に対して1人の指導者がつくように配慮し、餌の付け方や釣り針から魚をはずす方法などを指導しながら行った。



写真4. 釣りで採集した魚を観察の様子

採集の後、各自の採集した生き物を水槽に移して観察した。このとき体色がついた魚がいることやオタマジャクシに足が生えていることなどを発見した児童の声があがった。次に、A川に生息するタイリクバラタナゴ、アメリカザリガニ、トウヨシノボリ、イシガイ、ドブガイと、希少な淡水魚であるタナゴの6種について、パネルを用いて生き物の説明を行った(写真5)。一度の説明のあとにクイズ形式で6種について振り返ると、生き物の名前も特徴についてもすぐに答えが返ってきた。続いて、パネルで学んだことを水槽の実物を見て再確認し、知識を深めた。タナゴの生態については、婚姻色についてとドブガイに卵を産みつけるということ程度にし、あまり深く解説はしなかった。



写真5. 授業の様子



写真6. 生き物を観察する様子

最後に、各自「とれた生き物の名前と特徴(絵や文章)」「授業で学んだこと・感想」を記入する時間を設けた。

### ・9月の授業実践

参加者：児童17名、指導者(大学性)17名、小学校教諭2名、外部講師1名、大学教員1名

採集する前に6月に学習した生き物の名前を復習したところ、児童はよく覚えていて答えることができていた。採集活動は6月と同様の体制をとり、同様に前半と後半に分けて、網での採集と釣りをを行った。

前半の活動が終わった後、一度広場で観察を行った。ここで6月に採集したときと生き物の様子の違いを確認させた。タナゴの産卵管と婚姻色に目を向けさせて、タナゴの産卵期についての解説をして、後半の採集活動へ移った(写真6)。

採集活動の後、タナゴはドブガイにしか卵を産まないこと、タナゴは珍しい魚であることを説明し、パネルを用いて児童たちに生き物が住む川の特徴を考えさせた(写真5)。ワークシートの記入では、タナゴなどの生き物がこれから先も生きていける川にするために、ごみなどを捨てないようにしようという感想を書く児童がいた。



写真7. 授業の様子

### 3) 考察

児童は互いに協力し、川での採集活動を積極的に行っていた。過去に釣りの経験がある児童はいたが、ウェダーを着用して川に入ることは普段はなかなかできないことである。生き物を捕まえる度に声を上げて喜び、自分の手で捕まえた生き物について積極的に質問をしていた。また、生き物の特徴等について得た情報は即座に吸収していた。6月の活動においては、身近な川には様々な生き物がすんでいることを理解しようだった。9月の活動では、絶滅危惧種であるタナ

ゴについて深く学び、タナゴを含めた様々な生き物がすむ地元の川について全員で考えた。川底がコンクリートではなく土で、そこには貝が生息し、貝に卵を産むタナゴが生きていける等といった関係も理解した。授業後の児童の感想では、川を守っていききたいという意欲的な意見が出てので、活動のねらいを達成できたと言えるだろう。また、楽しかった、タナゴ等生き物について知ることができてよかった、もっと活動をしたい等、児童は自然環境に対して高い興味関心を持って活動できたことがうかがえる。今回の活動をもとに、更に身近な環境について自分なりに考え、この恵まれた環境を守っていこうと思い、行動することができるようになってほしい。

採集活動場所について、以下の問題点があった。6月は、前半に赤チームは手網による生き物採集、白チームは釣りをを行い、後半に手網による採集と釣りを交代して行った。6月の活動では、後半の釣りでほとんど魚が釣れない事態になった。手網による活動を行うと、川の水が濁って魚が釣れなくなる。その濁った水が、釣りを行っていた場所まで流れてきたことが原因として挙げられる。下流のほうが足場が良く、釣りに適しているという理由で場所を設定した結果である。そこで9月の活動では、場所を変えて行うことにした。

前半は手網採集は新しいポイント、橋の下流域。釣りは6月と同じく橋の上流域で行った。後半は手網採集は6月と同じく前半釣りをしたポイントから0～50m上流へ移動した。釣りは更にその上流域で行った。その結果、後半の釣りでも前半と同じ程度の数の魚を捕まえることができた。

実践の前後で、児童のタナゴについての認知度の変化を調べるためにクイズを行った。問1の(1)タナゴと貝の名前について、(2)のタナゴの産卵母貝の種類について、(3)のタナゴの産卵期間について、問2のタナゴや貝が住む川についての問題は、すべて認知度が上昇し、児童がタナゴ類に興味を持ち認知したことが伺える(図6)。

#### 4. 今後について

##### ・調査活動

この2年間の調査記録は、十分であるとはいえない。

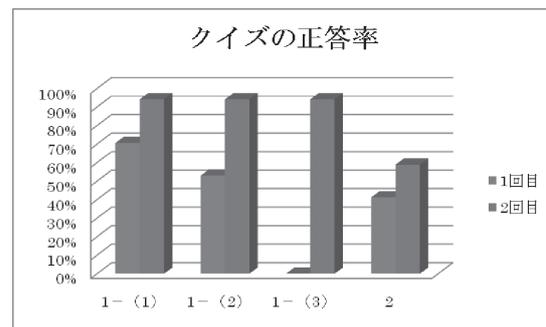


図6. タナゴと貝についての認知度

月に1度の調査を行ったが、2010年は毎月調査を実施できなかった。より継続的な調査が必要である。また、調査方法について、調査地点の決定、測定の精度を見直し取り組むことによって、よりよいデータとなり、分析に信頼性を持たせることができると考える。

調査活動において最も問題となったことは調査人数の確保と移動手段である。調査予定日に人数が確保できなかったり、人数がいても現地へ行く交通手段がなかったり、円滑に進める体制を整えることができなかった。継続的なデータを求めるためにも、移動手段の確保は課題である。

また、地域の方々のご理解とご協力があったこの活動ができた。調査についての活動報告や感謝を伝え、地域の方へもこの希少淡水魚の認識を持ってもらうことが環境保全へつながると考える。

2010年9月の環境保全教育活動時に、国内移動種のカネヒラの個体数が増えていると思われたため、次年度はカネヒラも対象とし調査を行う必要がある。カネヒラは秋産卵の種であるので、2月頃に貝に産み付けられた卵の状態を調べる必要がある。

##### ・環境保全教育活動

活動の取り組みについて改善点は、スタッフの動きについてである。サポート側であるスタッフが道具の使い方や生き物についての認知が十分でなかったため、スタッフも混乱のなか活動していた様子があった。調査へ参加することや、授業実践前の下見の時間を取り、参加者全員の意識が統一される必要がある。

今回の活動からタナゴの保全活動が広がることを望む。児童から保護者、地域住民へとこの活動が広がり

タナゴへの関心を高めることで、タナゴの生息するA川の環境だけでなく、川の周囲環境を守る「地域全体の保全活動」へ繋がることを信じている。

## 5. 謝辞

本活動にあたり、協力地域の方々、協力校の校長をはじめ各先生方にはご理解とご協力を頂いた。お忙しい中、打ち合わせの場や時間を割いて頂いたり、また貴重なご意見・アドバイスをくださったりと多大なご協力をいただいた事に心から感謝する。活動地域の区長をはじめ地域の方々には、活動を温かく見守って頂き、活動の場所の環境整備をして頂いた。桜井義洋氏には、タナゴの調査技術をお教え頂いた。授業の実践に関しても、当日のみならず準備の段階から終了後ま

で、活動具のサポートやご助言を頂いた。宮城教育大学の溝田浩二先生、桔梗祐子氏にも、調査に必要な用具のサポートをはじめとする暖かいご支援をいただいた。諸氏にこの場を借りて、謹んで感謝申し上げます。

## 6. 参考文献

- 宮城県(2001)宮城県の希少な野生動植物—宮城県レッドデータブック—、宮城県生活環境部自然保護課・タナゴ大全。
- 遠藤朱萌・石井伸弥・菊地尚子・名和玲子・豊田恵美・斉藤千映美(2010):タナゴ(*Acheilognathus melanogaster*)を題材とした環境教育プログラムの実践:小学校の総合的な学習の時間を通して. 宮城教育大学環境教育紀要 12:1-10.

# フリーウェブサービスを用いた身近な生き物分布図作成とその教育的な意義

長島康雄\*・攝待尚子\*\*・相良 毅\*\*\*・溝田浩二\*\*\*\*

Familiar Specie's Distribution Chart that uses Free Web Services and its educational Significance

Yasuo NAGASHIMA, Naoko SETTAI, Takeshi SAGARA and Koji MIZOTA

**Abstract :** We surveyed the Cicadidae habitation in Sendai city (Miyagi prefecture, Japan) from July to October 2010 with elementary school children. A website making use of Google documents was used to collect the results of the survey, and then the distribution map of such familiar creatures were produced. On that process, Web Geocoding Tools produced by Center for Spatial Information Science (the University of Tokyo) transformed the addresses into their latitudes and longitudes. Our activity satisfies the need of a clause in the revised Curriculum Guideline for 3rd grade elementary school children that manifest to observe nature close to our life. We report how the school children's interest aroused.

**キーワード :** 身近な生き物分布調査、アドレスマッチング、Google ドキュメント

## 1. はじめに

子どもたちの生活体験が自然と解離したものになりつつあるという危機感から、平成20年に公表された学習指導要領の小学校編の小学校第3学年に「身近な自然の観察」という項目が新たに追加された。自分たちの身のまわりにどのような自然環境があり、どのような動植物が生活しているのかを小学校の初期段階で身に付けさせようという学習項目である。生き物分布調査は身近な自然の観察の学習教材としても位置付けることができる。

浜口(1998)は、特定の生物の種群を選んで作成した分布図を「生き物地図」と呼び、これによって生物の分布状況の把握ができるだけでなく、自然環境との関係や都市化の進行が、その生物にどんな影響をあたえているのかについての情報を得ることができることを指摘している。神奈川県を中心にして多くの種群について生き物地図作りを進め、その活動が環境教育的にも有効であるとしている。

同様の問題意識から、小中学生の身近な生き物への関心を高めることを目的として仙台市科学館では地

理情報システムが教育現場に導入が進められた時期(Audet & Ludwig, 2001)にあたる2001年に、日本科学技術振興財団の支援を受けてインターネットを用いた身近な生き物調査を実施した。幸い各地の科学系博物館の賛同を得て、北海道については北海道青少年科学館、東北地方では仙台市科学館、関東では日本科学未来館というように地域毎に科学系博物館が役割分担する形で、北海道から九州まで同一の種を同時期に、同一の方法で調査するという取り組みを展開させることができた(中澤ほか, 2003)。生き物分布調査の1つのあり方を示すことができたと言えるであろう。その後の約10年間は同様の取り組みが展開されていないことから、この時期を選んで実施することには一定の意義があると考えられる。

今回、筆者等は経費のかからない形で、かつ社会教育施設・小学校・大学の連携による「この指止まれ式(参加型)生き物分布調査」を展開することができた。本稿では子どもたちが中心となった活動の概要を紹介するとともに、生き物地図の作成方法について取り上げる。併せてその教育的な意義について検討したい。

\*宮城教育大学環境教育実践研究センター客員研究員(仙台市科学館), \*\*仙台市科学館, \*\*\*東京大学空間情報科学研究センター(現所属:株ビコロポ), \*\*\*\*宮城教育大学附属環境実践研究センター

## 2. インターネットを用いた「この指止まれ式（参加型）生き物分布調査活動」

### (1) 科学館における 2001 年度の取り組み

図 1 が当時の生き物調査のトップページを、図 2 が実際の入力画面を示している。2001 年度の調査では、ホームページ上の地図に該当する生物を確認した位置のメッシュをクリックし、その地点の分布状況を入力するというものである（図 2）。



図 1. 旧版のトップページ

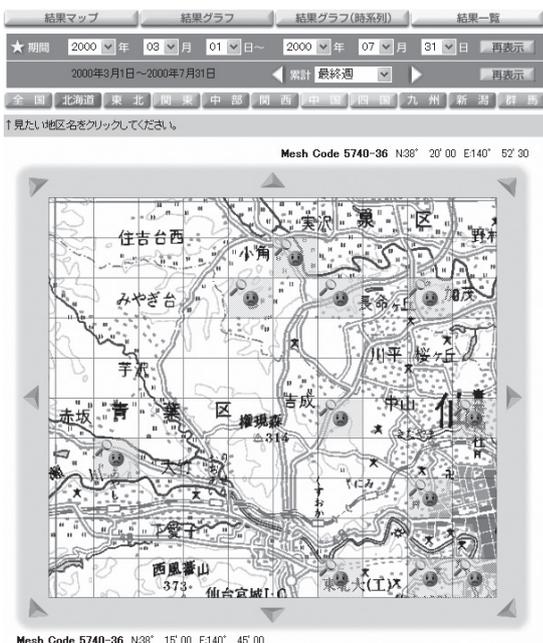


図 2. 入力画面

クリックだけで緯度経度情報を入力できる点、地図で位置を確認しながら入力ができる点、入力結果をリ

アルタイムで確認できるといった点で、小学生にも容易に作業を進められるように工夫されたシステムであった。しかしこのシステムの構築、維持には多くの委託経費がかかるため新たな調査活動を行うことは困難であった。

### (2) 2010 年度の取り組み

前回の調査から約 10 年が経過し、その間のコンピュータの性能向上やインターネットに関連する環境の改善（宮城ほか, 2003）は目を見張るものがあった。またフリーソフトウェアの普及と公的な機関や先進的な大学の研究所等が GIS をより発展させるための様々なサービスを提供するようになってきている（貞広ほか, 2003）。このような背景を受けて経費をかけることなく前回の調査と同様の取り組みが可能となった。

図 3 が 2010 年度に実施したセミ分布調査のトップページである。セミのイラストが描かれた部分をクリックすると図 4 の Google ドキュメントの入力シートにつながる。プルダウンメニュー形式で調査期日や天候、生き物を確認した周囲の環境などのデータを入力する、小学生にも容易な入力システムである。



図 3. セミ分布調査トップ画面

最も重要な緯度経度情報は、住所を入力するだけで取得できる。例えば仙台市科学館でアブラゼミの鳴き声を聞いたとすれば次のように枠内に入力する。

「仙台市青葉区台原森林公園 4-1」

入力した住所によって東京大学空間情報科学研究センターが運営するアドレスマッチングサービス（貞広

ほか, 2003 ; 三橋, 2010) から, 必要とする座標系に合致した緯度経度情報を入手できる。このデータを用いてフリーウェアのGISソフトウェアでポイントを作成すれば分布図が完成する。その後, 参加者が入力したデータから定期的に分布図を作成し, ホームページで広く紹介した (図5)。



図4. Google ドキュメントの入力画面

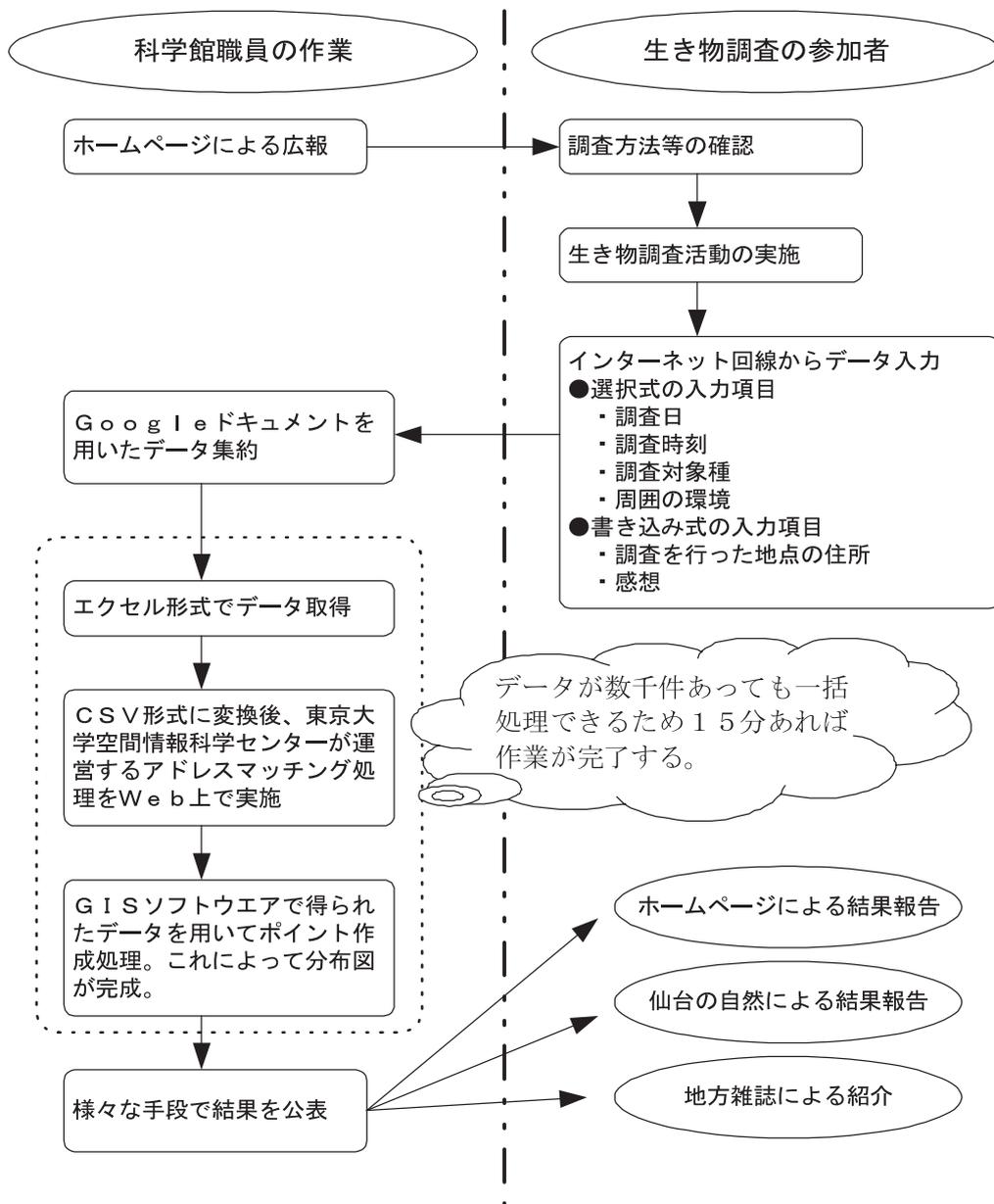


図5. 「この指止まれ式 生き物分布調査」の展開

#### 4. この指止まれ式（参加型）生き物分布調査の教育的意義

##### 1) 教材としての教育的意義

セミ分布調査の結果を示したものが図6である。参加した延べ人数（データ入力件数）は399人である。参加に際して氏名の記入を義務付けていないので実際の数を把握することはできなかった。調査結果の概要を整理すると次のような傾向を認めることができた。

- ・ アブラゼミは仙台市内の広い範囲で確認できた。
- ・ ミンミンゼミは仙台市中心部で多く確認できた。
- ・ ヒグラシ・ツクツクボウシ・ニイニゼミは中心部ではなく郊外で確認できた。
- ・ アブラゼミ・ヒグラシ・ニイニゼミが7月中旬から鳴き始め、ミンミンゼミは7月下旬から、ツクツクボウシは8月上旬から鳴き始めた。
- ・ ヒグラシ・ニイニゼミは8月中旬以降鳴き声を確認できなくなった。2010年についていえばアブラゼミとミンミンゼミは9月下旬にも仙台市内の数ヶ所で鳴き声が確認された。

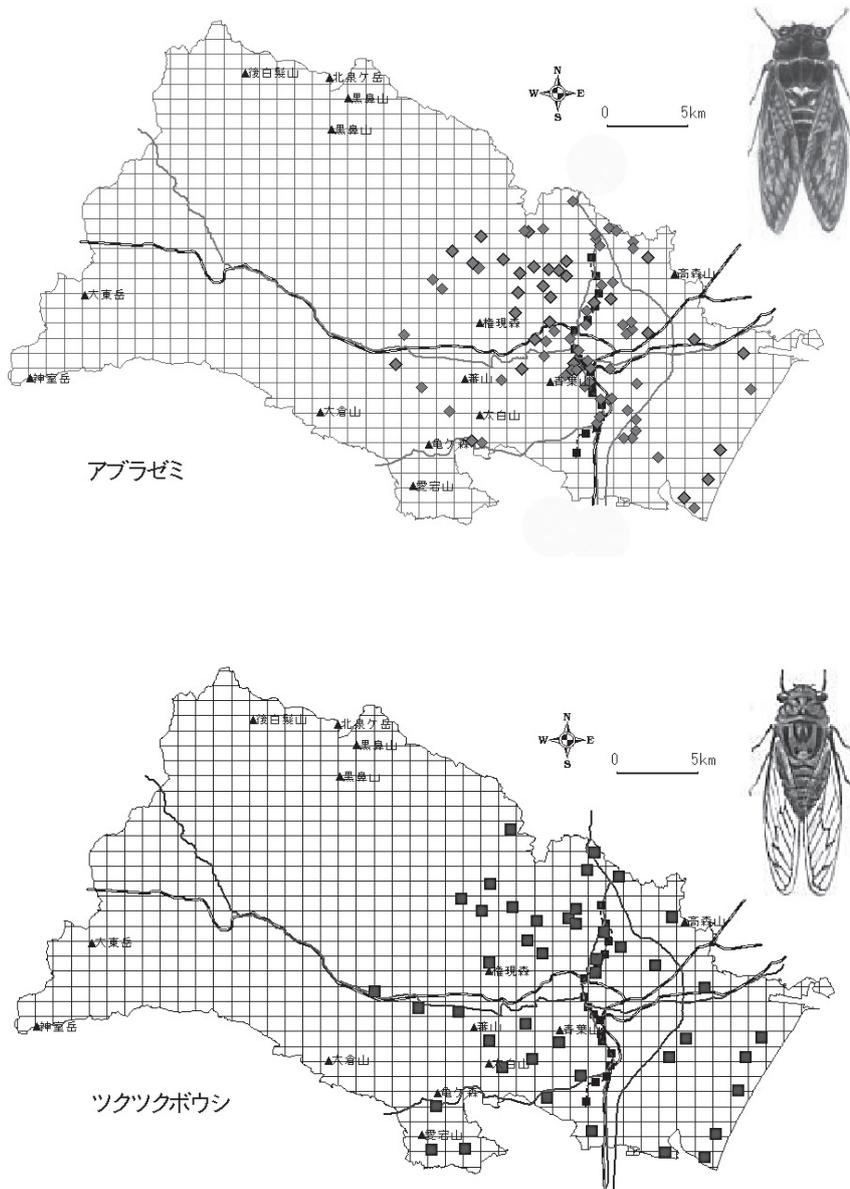


図6. セミマップ

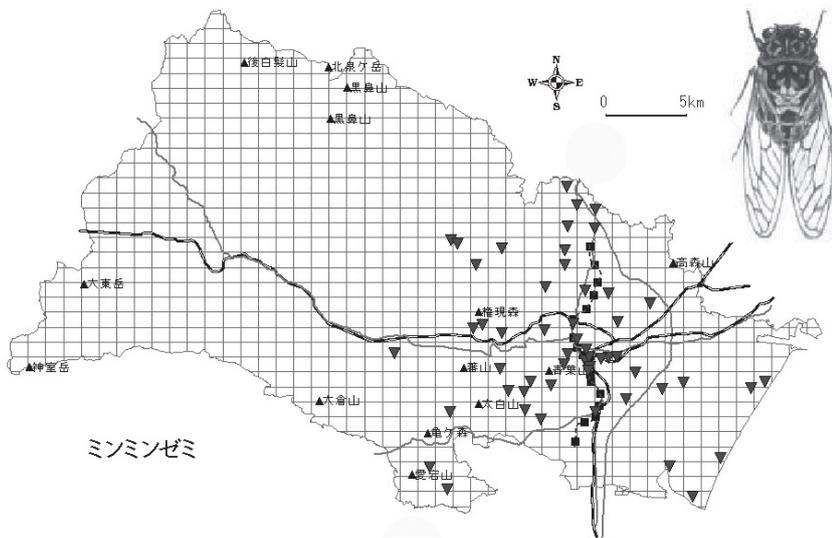
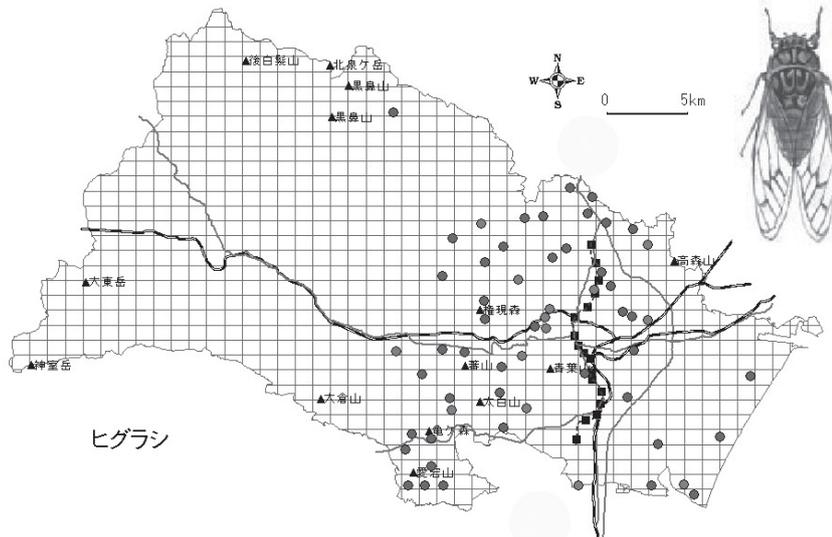
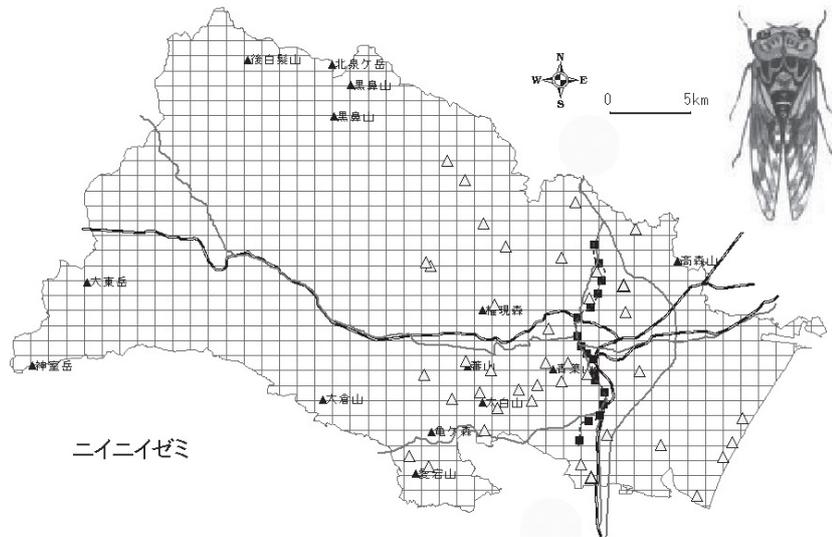


図6 (つづき). セミマップ

このように同じ仙台であっても多様な種類のセミが分布していること、時期によってセミの活動が異なることなどが、調査型学習活動を通して体験により理解できる。またこの分布の違いが気温によるものなのか、セミの幼虫が食物として利用する樹木の分布の違いなのか、あるいは人間活動の影響なのかといったことを、子どもたちに考えさせることができる。

教育、特に環境教育の場では子どもたちが自らの生活域で体験的に学習を展開することが大切であり（小林・山田，1993；岡本ほか，2009；槇村，2004）、その教材として生き物分布調査は大変身近でわかりやすい教材である。いると思っていた生物が既に姿を消していたり、予想外にたくさんの種類が身近にいたりといった発見ができる。その意味で有効な教材となりうるのである。

大井ほか（2008）は、身近な地域の学習においてインターネットを活用して中学生に分布図を作成させ、地域の変遷を学ばせる学習を実践した。この実践では情報収集手段としてインターネットを用いているが、筆者らの取り組みは子どもたちが野外調査を行い、その結果の集約にインターネットを用いた点が異なる。

子どもたち自身が直接調査をし、得られた結果であれば、その教材としての価値はもちろん、教育的な効果としての子どもたちの興味関心を一層高めることができる（荒ほか，2001）。また調査結果の一部は仙台市教育委員会が発行する小学校用理科副読本「仙台の自然」（図7）に掲載されることになった。また自らが参加した調査の結果が館内の新展示物（図8）とし



図7. 結果が掲載される副読本「仙台の自然」

て加われば、子どもたちにとっても、愛着のある特別な展示物になるだろう。



図8. 仙台市科学館3階のパネル展示

2) 科学の普及啓発の輪を広げるという点で見た教育的意義

今回の生き物分布調査に参加する意志を示した子どもたちの当初の興味や関心の程度、自然へ知識や理解には差異があったはずである。何かを学びたい、何かを調べたい、そういった要求を満たすための教材を研究する、教材を開発する役割を持つのが社会教育施設であり、大学の教育実践センターである。

前回の調査以降、子どもたちが主役となった生き物分布調査は実施されていない。今回、大学を始めとする機関が環境教育的な活動に対して専門的な立場から最新の知見を提供し、社会教育施設が仙台市内の小学校へ活動を呼びかける形で生き物調査活動を実現させることができた。「この指止まれ式生き物分布調査活動」の提案は、個々の子どもたちが、ばらばらにもっていた興味関心の方向を1つにまとめる働きをした。それを模式的に示したものが図9である。学校における教科学習は全員が教室の中で同じ内容を同じ順序で学習するが、今回の学びは自らの興味に基づいて取り組む学習スタイルを提供したことになる。

一人一人の調査では限られた成果しか得られないものが、協力しあうことで仙台市全域の自然環境をとらえるといった活動を引き出すことが出来た。槇村（2004）は、環境学習において地域資源や情報を共有することや、活動の中から、自らが興味関心を持ち、

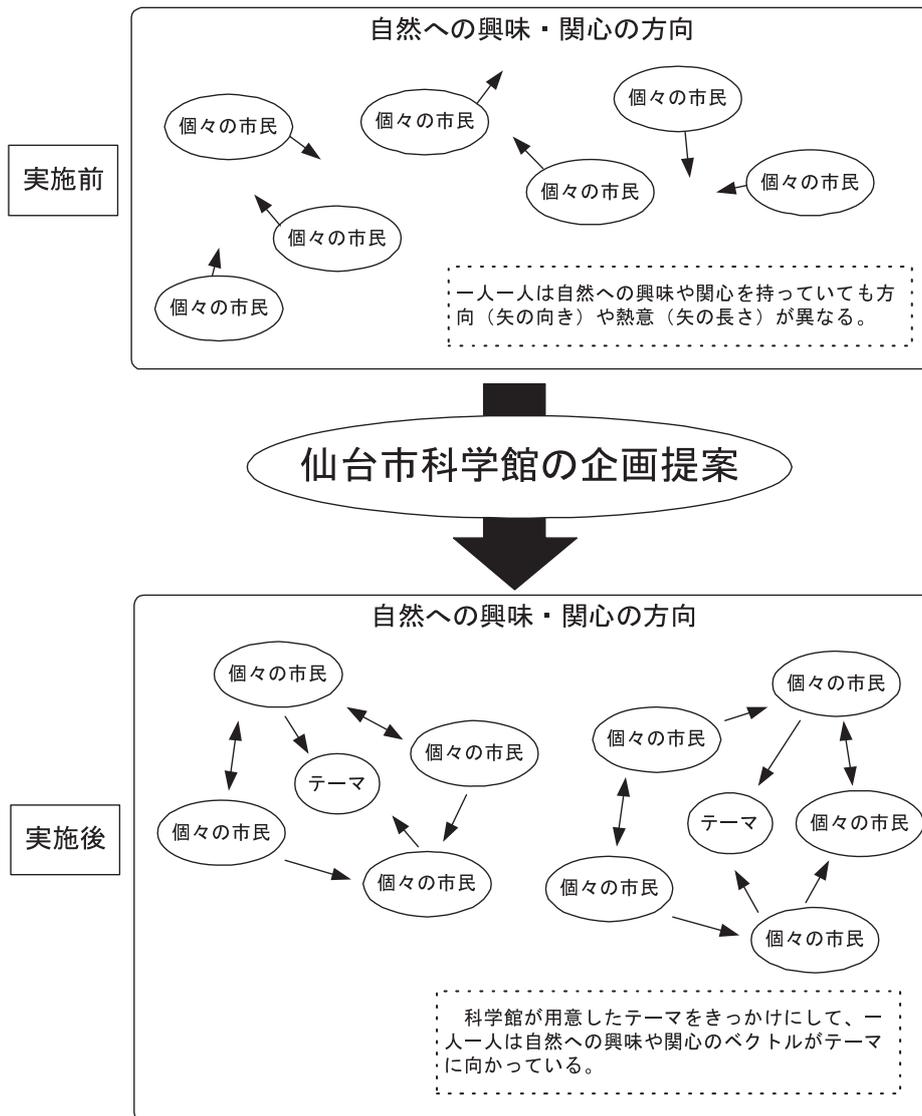


図9. 参加型（この指生まれ式）生き物分布調査の意義

問題に気づく自発的な学習を創造していくことが必要であると指摘している。この点においても本稿で取り上げた生き物分布調査活動は、環境教育的意義があることを指摘したい。

### 5. 今後の課題

今回の生き物調査結果からは識別しにくい種のデータが少なくなる傾向があることが予想された。ニイゼミは子どもたちにとって識別しにくい種であったようである。

データ数の多少が、実際に該当するセミの多少を正

確に反映させられるように、分布パターンの分析等も含めて検討する必要がある。また専門性の高い調査員による生き物調査ではないため生物種の誤認が少なからずあることが予想される。この扱いについても今後事例を増やしながら精度を高めるための改善策を講じていきたい。

### 謝辞

今回の取り組みにあたって仙台市科学館の大串秀夫館長を始めとする職員の皆様から多くの励ましと御助言をいただいた。記して厚く御礼申しあげる。

## 引用文献

- Audet, R. and Ludwig, G., 2000. GIS in schools(岡部篤行・鈴木厚志・黒岩朋子訳. GISで環境学習. 古今書院)
- 荒美紀子・沈悦・平田富士男・岩崎寛・横山浩二・齋藤庸平. 2001. 淡路島地域における小学校教員参加型気温一斉調査の環境学習上の有効性に関する研究. ランドスケープ研究, 第64巻. 第5号. 893-896.
- 小林辰至・山田卓三. 1993. 環境教育の基盤としての原体験. 環境教育, 第2巻. 2号. 28-33.
- 浜口哲一. 1998. 生き物地図が語る街の自然. 152pp. 岩波書店.
- 宮城豊彦・鷺尾奈都・長島康雄. 2003. 小学校区スケールで捉えた児童の遊び環境特性. 仙台市の生活環境に関するGIS分析. 東北学院大学東北文化研究所紀要, 第33巻. 214-163.
- 槇村久子. 2004. スウェーデンの環境教育に見る多様な主体と協働. 現代社会研究, 第6巻. 1号. 5-17.
- 三橋弘宗. 2010. 生物多様性情報の整備法. 保全生態学の技法. p103-128. 東京大学出版会.
- 中澤堅一郎・岩渕成紀・數本芳行・田代英俊・藤原真・佐藤正道. 2003. 双方向性インターネット調査システム(IISS)を利用した生きもの調査ーJST地域科学館連携支援事業によるIISSの発展ー. 仙台市科学館研究報告, 第13号. 32-39.
- 岡本弥彦・下野洋・坂上寛一・小椋郁夫. 2009. 「自然のパターン」の把握を取り入れた環境学習の工夫. 科学教育研究報, 第24巻. 3号. 41-43.
- 大井雅士・田尻信壺・西嘉朗. 2008. インターネットを活用した分布図作成. 中学校社会科地理分野での身近な地域の教材開発. 富山大学人間発達科学研究実践総合センター紀要, 第2巻. 77-86.
- 貞広幸雄・相良毅・杉盛啓明. 2003. 東京大学空間情報科学研究センターにおける空間データ基盤システムの概要. オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, 第46巻. 1号. 11-17.
- 相良毅・松浦啓一・佐藤聡・志村純子. 2002. 曖昧な地名照合手法を用いた生物種標本の地図ブラウザ構築. 情報処理学会研究報告. データベース・システム研究会報告. 263 - 268.

# 伐採木を活用した炭焼きの試み

## —現代的課題科目「環境教育」における実践事例—

西城 潔\*

An Attempt of making Charcoal from felled Trees in an Environmental Educational Class

Kiyoshi SAIJO

**要旨：**構内での伐採工事に伴って発生した伐採木を活用し、授業で炭焼きを試みた。市販の無煙炭化器という道具を用いることで、初心者でも無理なく炭焼きを行うことができた。この授業を通して、学生たちは火を扱うという非日常的行為を体験するとともに、資源の再利用や伝統技術の大切さに関して、さまざまな気付きを得ていた。ただし年間に発生が見込まれる伐採木をすべて炭化するには、同様の炭焼きを100回程度行う必要があり、構内の伐採木を処理する手段として、炭焼きに多くを期待はできないことがわかった。とはいえ、伐採木の処理と環境教育を両立させ得る一つの取り組みとしての意義は小さくないと考えられる。焼いた炭の有効な利用法を検討しながら、今後も同様の取り組みを続けていきたい。

**キーワード：**伐採、炭焼き、再利用、環境教育、無煙炭化器

### 1. はじめに

かつて日本では、生活・産業・文化を支える燃料として炭が重要な位置を占め、雑木林では炭焼きが広く行われていた。しかし1950年代後半の燃料革命による化石燃料の普及に伴い、炭の生産は急速に衰退した。たとえば恒川(2001)によれば、1955年に209万トンに達した木炭生産量は、それ以後激減し、1980年には3.5万トンまで減少した。

ところが近年、炭および炭焼きが再び脚光を浴びつつある。1990年代以降、炭の効用や炭焼きの方法に関する一般向けの書籍(たとえば、恩方一村逸品研究所, 1998; 炭活用研究会, 2002; 杉浦, 2006; 農文協, 2008など)が相次いで刊行されたことは、そうした傾向の現れといえよう。自然の家などの社会教育施設、または行政が炭焼き体験のような活動・イベントを企画することもある<sup>注1)</sup>。さらに私事ながら、著者自身も自宅敷地内にある竹林の有効活用を意図

し、ここ数年、竹炭焼きに取り組んでいる。こうした動きを大きく後押ししているのが、環境問題への関心の高まりと健康志向ではないだろうか。というのは、上記諸文献でも指摘されている通り、炭には、土壌改良・水質浄化のような環境改善機能、寝具への利用による快眠効果、電磁波遮蔽といった健康面への寄与など、さまざまな有用性があることが認められるようになってきたからである。つまり炭は、懐古趣味的にではなく、環境対策または健康増進といった現代的課題に対する一種の切り札的存在として見直されているといっても過言ではあるまい。

ところで本学では、2008(平成20)年度より構内の樹木の伐採工事が行われている。その目的は、施設や道路の支障になっている樹木・枝を除去することであり、伐採によって生じた材(以下、伐採木)には基本的に使い道がない。一部ウッドチップなどに利用されてはいるものの、大径木は陸上競技場の一角に野積

\*宮城教育大学社会科教育講座

みにされたままの状態である（図1）。伐採は今後も継続的に行われる予定であるため、伐採木の量は年々増え、その置き場の確保も困難となっていくことが予想される。こうした、いわば「廃棄物」としての伐採木をどう処理するかは、本学が直面する一種の環境問題ともいえよう。



図1. 陸上競技場脇に積み上げられている伐採木

著者は、上記の炭をめぐる社会的動向に着想を得て、この伐採木処理への取り組みとしての炭焼きを、本学の授業の中で実践してみることにした。炭焼きによって「廃棄物」としての伐採木を、さまざまな可能性を秘めた炭という「資源」に生まれ変わらせることができれば、伐採木の再利用に道を開くことになる。またその一連の過程を学生に体験させることは、大きな教育的効果も伴うであろう。

本稿では、現代的課題科目群「環境教育」の一授業において実施した、伐採木を活用した炭焼きの試みについて紹介する。また取り組みを通して浮かび上がってきた炭焼きの効果・意義や問題点、今後へ向けての課題を論じてみたい。

## 2. 伐採木の概要

本学では、2008（平成20）年度から年2～4回、構内の樹木の伐採工事を行っている。伐採対象の樹木には個別に番号が付され、それぞれの樹種・幹周・樹高も記録されている。そこで、それらのデータが記載されている書類をもとに、2009年度の伐採木の樹種・本数・材積<sup>注2)</sup>を表1にまとめてみた。

2009年度における総伐採木数は76本、もっとも多いのがニセアカシア（27本）で、アカマツ（18本）、ケヤキ（13本）がそれに続く。しかし材積で見ると、最大がケヤキ、続いてアカマツ・ニレの順となり、他の樹種では材積は1m<sup>3</sup>に満たない。

これらの伐採木は、上記の通り、ほとんどが陸上競技場の一角に積み上げられている。

表1. 2009年度の伐採木の樹種・本数・材積  
施設企画主幹所蔵の工事関係書類より作成

樹種	本数（本）	材積（m <sup>3</sup> ）
ニセアカシア	27	0.26
アカマツ	18	4.52
ケヤキ	13	6.54
タラノキ	5	0.01
ネムノキ	4	0.05
ヤマザクラ	3	0.02
シラカバ	2	0.63
エゴノキ	1	0.04
コナラ	1	0.05
ニレ	1	1.97
モミジ	1	0.09
計	76	14.18

## 3. 炭焼きの方法と「無煙炭化器」による炭焼き

炭の焼き方にはいくつかの方法がある。石と土を固めて作った窯で焼く築窯法（黒炭窯と白炭窯がある）、地面に穴を掘って行う穴焼き法や伏焼き法、ドラム缶などを窯替わりに利用する方法などである。質の高い炭を得るためには、もちろん本格的な炭窯で焼くことが望ましい。しかし築窯には一定の技術・経験を要する上、完成後の窯の維持管理も必要となる。また穴焼き法・伏焼き法などの方法は簡便ではあるものの、地面に穴を掘るなど、小規模ながら土地改変行為を伴う。

以上の点を考慮し、著者が注目したのが、（株）モキ製作所の「無煙炭化器」である（図2）。農文協（2008）によれば、この炭焼き器は、ステンレス製で、底のない丸い皿のような形をしており、地面に直接置いて中に炭材を入れて燃焼させるだけで炭が焼ける。炭化器の構造上の特徴により、火勢の強い上部では酸素が効

率よく取り込まれて煙の発生が抑えられる。一方、下部では酸欠で蒸し焼き状態となり、炭材の炭化が進む。炎がなくなり熾火状態になったら水または土をかぶせて消火するだけで炭ができる。著者はこの無煙炭化器を個人的に購入し、自宅敷地内から得られる竹で竹炭焼きを行っている。



図2. (株)モキ製作所製の無煙炭化器 (型式: M100)  
容積は144リットル。写真は同製作所の了解を得て  
同社HPより転載

#### 4. 「総合演習11」での炭焼き実践

著者が分担担当している「総合演習11」(現代的課題科目群の環境教育中の一科目)という授業(2010年度の受講学生28名)で、無煙炭化器を使った炭焼きを試みた。以下、その内容について記す。

##### 1) 11月16日の授業内容

「総合演習11」の著者の担当日は、11月16日・30日の2回(23日は祝日)であった。1回目の11月16日では、炭とその効用、炭焼きの原理、伝統的な里山利用と炭焼きなどについて配布資料・スライドで説明した後、伐採木処理の一つの試みとしての炭焼きの意義について話した。また炭焼きの実際について、著者自身の個人的な取り組み事例を紹介した。さらに当日(11月30日)へ向けての準備に関する説明を行った。出欠確認も兼ねて書かせた授業への感想では、複数の受講学生から、初めての体験である炭焼きへの期待が述べられた。

##### 2) 事前準備

11月30日の授業時に炭焼きを行うため、以下のような準備を行った。まず本学の施設企画主幹に授業の

概要を説明し、必要な事務手続きについて照会した。その回答をもとに、仙台市青葉消防署へ「火煙発生届」を提出し、数日後に受理された。この届には、「火煙」の発生予定日(時間帯も)、発生場所、目的(枯草焼却、キャンプファイヤーなどの項目一覧から選択回答する)、焼却物質の量、消火準備の概要、現場責任者、連絡先などを記入する。目的については、項目一覧中の「その他」を選び、「炭焼き実習」と付記した。現場責任者は著者とし、消火準備に水と消火器を用意することを明記した。さらに炭焼きを行った場所が陸上競技場内に位置していたため、保健体育講座に対しても授業計画の説明を行い、了解を得た。

##### 3) 炭焼きと事後処理

11月30日は、著者が自宅から無煙炭化器を大学まで運搬した。当日は降水・降雪もみられず、ほぼ無風であったため、炭焼きに支障はないと判断し、予定通り実施することを決定した。

授業時間は5時限目であったが、3・4時限目に授業のない学生の協力を得て事前準備を行った。具体的には、たきつけ用の小枝および炭材集め(図3)、炭材の樹種判別と材積見積もり<sup>註3)</sup>である(図4)。たきつけ用の小枝は別にして、炭材は計61本、材積は約0.14m<sup>3</sup>であった。樹種は主にケヤキ・アカマツ・サクラであった。

5時限目の開始時刻である16:20に、受講学生を教室(生活科実験室)から現場へ誘導し、16:40頃、炭



図3. たきつけ用の小枝を敷き詰めた炭化器と太さ別に集めた炭材



図4. 炭材の直径と長さの測定

材に着火した。火は滞りなく炭材に燃え移り、燃焼は順調に進んだ。その後は、竹の棒で時々炭材の位置を調整する以外にとくに作業はなく、学生とともに炭化器を囲んで燃焼の様子を見守った(図5)。熾火状態になってしばらく経過した17:25頃、ジョウロで炭材に水をかけ、消火した。また万が一のことを考え、炭化器の周囲の地表面にも、ジョウロで十分に散水した。17:40には消火が完了し、解散とした。



図5. 炭材の燃焼

炭の回収は、翌日午前中に著者が行った。焼けた炭(図6)は、12月7日の授業時、当日の担当教員の協力を得て受講学生に回覧した。また予定通り無事授業が終了した旨、施設企画主幹に報告した。

#### 4) 受講学生の感想

受講学生には、炭焼きに対する感想や意見をレポートとして提出させた。以下、学生からのコメントを、



図6. 焼き上がった炭の一部

①炭焼きに対する感想、②炭焼きの意義、③課題や問題点、④その他に分類し、それぞれの中からいくつかを紹介する。なお学生のコメントは、明らかな誤字・脱字を除いて、原文のまま掲載する。

#### ① 炭焼きに対する感想

- 炭を作るという体験は初めてだったため最初から非常に興味深かった。
- 炭焼き器が自分の想像していた以上に簡易なものであったので、案外簡単に作れることにも驚いた。
- あとからできあがった炭を見せていただき自分達で燃やした木がこのように変化するのだと達成感を感じました。

#### ② 炭焼きの意義

- 本物の炎(焚き火)をみたことがある子どもは少なくなっていると思うので、実際に火をみるという体験をすることもよいことだと思います。
- 現在、児童たちは既製品ばかりに囲まれて生活していることが多いと私は感じているので、自分の手で実用性のあるものを作る体験をしておく必要があるのだと思う。
- このような体験を通して、資源の重要性や再利用の必要性を伝えられるような教育が必要であると感じた。
- ゴミと思うものでも視点を変えれば貴重な資源や材料になることもあり、すぐにゴミと決めつけることは大切な資源をどぶに捨てていることにもなりかねないのだと気づかされました。
- 環境に優しいという視点だけではなく、伝統を継

承するという事も教えていかなければならない  
と思いました。

### ③ 課題や問題点

- a. 全員が参加できたかといえば、一部の人間にかたよって、少し残念なところもあった。
- b. 授業としてとり上げるなら、「あの伐採された木の活用法を考えよう」というグループ活動にした方が良いかもしれない。
- c. 芋煮会やBBQ、キャンプなどのシーズンに炭焼きを手伝った人達に無償で木炭を提供するなどのイベント企画を大学内で起こしていけば、構内の伐採木を有効に利用できるのではないか。

### ④ その他

- a. 火をつけて燃えている間、普段話さない学生と話をしてみたり、いつも一緒にいる学生と少し真面目に将来を語り合ったりすることができた。“火”という存在がとても温かく、何か一体感のようなものを感じたように思う。炭を作ることが目的ではあったが、他にも得たものはあったと思う。

## 5. 伐採木・無煙炭化器を使った炭焼きの効果・意義と課題

本章では、今回の試みを通しての著者自身の感想および学生からのコメントをもとに、伐採木と無煙炭化器を使った炭焼きの効果・意義と今後の課題について述べる。

まず炭焼き作業自体は、ほぼ順調に進んだといえる。これは、著者自身がすでに無煙炭化器を使った炭焼きを何度か自宅で行い、作業にある程度慣れていたためでもあるが、無煙炭化器自体の使い勝手の良さも見逃せない。この炭化器は、上述の通り、地面に設置して炭材を投入し、着火するだけで炭が焼ける。難しい作業や判断を求められることもないため、初心者でも簡単に扱うことができ、今回のような授業での炭焼きに適した道具であることが確認できた。他の方法では、これほど容易に授業で炭焼きを行うことはできなかったであろう。

ただし作業を授業時間内に終了させるという制約があったため、炭化のための時間は十分ではなかった。太い炭材は表面が炭化しただけで、中心部にまでは炭

化が及んでいなかった。

また、そもそも授業時間数という意味でも、今回は不十分であったといわざるを得ない。炭焼きをより意義深いものにするためには、焼き上がった炭を何らかの形で利用するという活動（たとえば炭火でイモを焼くなど）まで行いたかったところである。伐採木の再利用は、炭を焼く、焼いた炭を使用するという2つの段階を経てこそ、初めて完結するといえるからである。

③-cのコメントも、これと似た点を指摘している。そのためには授業時数は最低でも3回は必要である。次年度以降、同様の取り組みを行うのならば、分担担当ではない授業科目において実施すべきかもしれない。

なお大学の敷地内で、多数の学生を集めて授業の一環として行う以上、安全面には細心の注意を払う必要がある。事務方や関係講座への趣旨説明、消防署への届けといった事務手続きに加え、水・消火器の準備、当日の天候による実施・中止の判断、不測の事態への対処法とその内容に関する学生への周知など、やるべきこと、判断・考慮の必要な事柄が多かった。心理的意味合いも含めて、事前準備の負担は小さくない。今後経験を重ねていくことで、安全面には十分配慮しつつも、事前準備を少しでも軽減できるようにしていきたい。

ところで、今回試みたような炭焼きは、伐採木の処理にどの程度貢献できるだろうか。この点を材積の点から検討してみる。今回の炭焼きで炭化できた伐採木は $0.14\text{m}^3$ ほどである。また今回使用した炭焼き器の容量も、それとほぼ等しい144リットル( $0.144\text{m}^3$ )である。一方、表1に示した2009年度の伐採木の材積はそのほぼ100倍に及ぶ。つまり年間に発生が見込まれる伐採木をすべて炭化するためには、今回程度の炭焼きを100回前後実施しなくてはならない計算になる。したがって構内の伐採木を炭焼きのみで処理することは、現実的には困難と判断せざるを得ない。

次に学生からのコメントを参考にしながら、教育面での効果について考察してみる。上記①に挙げたコメントには、炭焼きに対する興味・驚き・充足感などが語られている。ほとんどの学生（全員か？）にとって炭焼きは初めての体験であり、そうした非日常的行為への素朴な感想といえよう。このように、炭焼きは現

代の人間にとって火に触れる数少ない体験の場となり得るのである。②-a, bのコメントも、そのような体験の意義について言及したものと見える。

②に挙げたコメントでも、表現はまちまちながら、いずれも炭焼きの教育的意義が語られている。具体的には、実体験の意義(a, b)に加えて、廃棄物が資源として再利用できること(c, d)、炭焼きに代表される伝統技術への理解とその大切さ(e)などが指摘されている。また④-aにある、「火」という存在がとても温かく、「何か一体感のようなもの」、「他にも得たものはあった」といった表現からは、火や炭焼きが心理面に及ぼす効果をうかがうことができる。このように炭焼きとは、単に炭材を燃焼させて木炭を生産するだけの作業なのではなく、多面的な教育効果を伴う行為であることが、学生のコメントから裏付けられたといえよう。将来、教育現場に立つ可能性の高い学生たちに、そのような経験をさせることの意義は小さくないはずである。

課題や問題点として挙げられた③の内容については、今後の取り組みに際しての参考としたい。作業への参加が一部の学生に偏りがちであったことは、著者も授業の際に感じてはいた。そのような状況に際して、均等に作業に参加するよう促すことはとくにしなかったが、今後は、提案にあったようなグループ活動などの形式を取り入れることも検討したい。ただ④-aのようなコメントを読むと、表面的には作業に参加していないようにみえても、内面的に何かを感じていた学生がいた可能性は十分に考えられる。またこの種の作業では、各人の得意・不得意に応じた役割分担があってもいい。理念的には各学生が均等に参加するよう導くべきであろうが、その具体的あり方は学生数や各自の個性などに応じて考えることにしたい。

また繰り返しになるが、この試みをより意義深いものとするためには、焼き上がった炭の活用法について具体的見通しを立てる必要があるだろう。③-cで指摘されたように、バーベキューなどへの利用がもっとも手軽であろうが、その他にも土壌改良・水質浄化といった面での活用も考えられる。学内の環境整備計画なども視野に入れながら、炭の有効な活用法についてさらに模索していきたい。

## 6. まとめと今後の展望

今回の試みの成果や課題は、以下のようにまとめられる。

- 1) 構内で発生した伐採木を活用し、授業で炭焼きを試みた。市販の無煙炭化器を使うことで、初心者でも容易に炭焼きを行い得ることが確かめられた。
- 2) ただし量的に考えると、年間に構内で発生が見込まれる伐採木を炭化するには、今回程度の規模の炭焼きを100回前後行う必要がある。したがって伐採木の処理をすべて炭焼きに委ねることは、今回の結果から判断する限り、現実的とはいえない。
- 3) 一方、教育という観点で見ると、炭焼きには多面的な効果があることがわかった。具体的には、実体験の意義、廃棄物(見方を変えれば資源)の再利用や伝統技術への気付きなどが挙げられる。
- 4) 今後も同様の取り組みを続けていくためには、活動形式や焼き上がった炭の活用法についての工夫が必要である。

いうまでもなく、本稿に紹介した炭焼きの試みはまだ実験段階的なものである。伐採木の処理という本学が直面する課題を一気に解決に導くような効果は期待できないとしても、炭焼き作業を通じ、学生に対して独自の学びの場を提供できる可能性は確認できた。今後、さらなる試行錯誤を重ねつつ、この取り組みを発展的に継続していきたい。

## 注

注1) たとえば、仙台市泉岳少年自然の家では、2008年秋に敷地内に炭窯が新設された。また2006(平成18)年10月22日には、宮城県大河原地方振興事務所が主催する炭焼き体験ツアーが宮城県七ヶ宿町で開かれ、著者も一参加者として参加した。

注2) 各伐採木の樹幹が円錐形をなし、底面の円の円周は幹周に等しいと仮定して、(底面積)×(樹高)÷3を伐採木の材積とみなすことにした。実際には円錐に近似しがたい樹幹が多いこと、枝部の材積が無視されてしまうことなどの問題点はあるものの、概算レベルでの見積もりは可能と判断した。

注3) 円柱に見立てた炭材の直径および長さを計測し、(断面積)×(長さ)で材積を計算した。

## 謝辞

本稿をまとめるにあたり、お世話になった仙台市青葉消防署、(株)モキ製作所、宮城教育大学施設企画主幹、保健体育講座に厚くお礼申し上げます。また総合演習11を受講し、この試みに参加してくれた学生諸君にも感謝したい。

## 引用文献

恩方一村逸品研究所編, 1998. 炭やき教本—簡単窯から本格窯まで—. 創森社.

杉浦銀治, 2006. つくってあそぼう 20 火と炭の絵本 炭焼き編. 農文協.

炭活用研究会編著, 2002. トコトンやさしい炭の話. 日刊工業新聞社.

恒川篤史, 2001. 里山における戦略的な管理. 武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤史編: 里山の環境学. 東京大学出版会: 204-218.

農文協編, 2008. 炭とことん活用読本. 農文協.

# 生態系サービスと集落活性化～地域調査運動の方法～

小金澤孝昭\*・庄子 元\*\*・佐々木 達\*\*\*

Ecosystem Service for Regional Development

Takaaki KOGANEZAWA, Gen SHOJI and Toru SASAKI

**要旨：**本報告では、中山間地域の里山を活性化する方法として、生態系サービスの再評価と再供給を交流人口の増加という経済的需要に対応して進めることを検討した。具体的に生態系サービスを活用した集落活性化を論じる場合、まずは地域を知ることからはじめ、次いで身の丈サイズのイベントを行い住民参加のスタートを切ることである。西会津町の実践では、①景観調査②お宝マップ調査③集落ヒアリング調査（親戚ネットワーク調査）を行い、その成果を持ち寄って学生達との交流会を開催した。またイベントとしては食の展覧会を実施して住民参加の意識を印象付けた。

**キーワード** 里山、生態系サービス、地域調査運動、集落活性化、中山間地域

## 1. はじめに

東北地方の中山間地域では、集落の高齢化や集落周辺地域の耕作放棄地が増加している。中山間地域の間活動の衰退を放置すれば、集落の消滅、周辺土地利用の放棄、利用され、管理されてきた森林の放棄が進むことになる。放棄された集落や農地、森林はいずれ、2次的であれ自然生態系に回帰していく。いずれ、日本の中山間地域の多くがこの道をたどり、中山間地域の土地利用の放棄が進んでいく。こうした国土利用を仕方の無いことだととらえるのか、重大な環境破壊と受け止めるのかは見解が分かるとこれある。しかし、現時点では、当事者ないしは一部の人以上の日本国民の多くは前者の仕方が無いという見解を取っている。

放棄された集落、農地、森林は時間をかけて、自然生態系に回帰していく。しかし、その回帰過程の生態系はとても脆弱であるため、洪水や豪雪に大きな影響を受け、水害や土石流の被害を発生させる。台風シーズンになると、各地の山林が地すべりなどで放火するニュースが頻発している。これらは、いずれも人間が

利用してきた農地や山林の管理を放棄してきた結果といえる。こうした災害が発生するたびに国民は新たな災害復旧の負担を強いられている。しかし、台風だから仕方がないと災害の原因を自然要因に求めるため、負担を負担と感ぜないのが実態である。

人間は長い時間をかけて、自然生態系に働きかけ、それを活用して様々な便益を受けてきた。原野を畠や畑にし、湿地を水田にし、食糧を得てきた。また、森林を伐採し、木材として活用し、植林し循環的な利用を図ってきた。広葉樹では、これを伐採しても樹木の萌芽更新の力を借りると循環的な利用が可能となり、定期的に伐採することによって持続可能な薪や炭の生産が可能となった。また、自然生態系に恒常的に働きかけ、管理・維持することによって、豊かな水源の確保や土壌への栄養源の供給を図ってきた。このように自然の恵みを、人間は自然生態系に働きかけることによって得てきたのである。しかし、現在、私たちはこうした自然の恵みを放棄しようとしている。

2010年の生物多様性条約COP10に向けて国連大学

\* 宮城教育大学教育学部社会科教育講座, \*\* 宮城教育大学大学院生, \*\*\* 札幌学院大学

高等研究所は、『里山・里海の生態系と人間の福利』を出版し、日本で育まれてきた社会生態学的に生産景観を評価した。ここでは、自然の恵みと称されてきたものを生態系サービスとして再定義して、これらが人間の福利にどのような効果を示してきたかを検討した。里山の生態系サービスは4つにされている。栄養塩循環や土壌形成を促進する「基盤サービス」、食糧や飲料水、木材、燃料を供する「供給サービス」、気候変動や洪水調節、疾病制御、水の浄化などの「調整サービス」、精神的影響、教育効果、レクリエーション機会を提供する「文化的サービス」である。

本研究では、この生態系サービスの考え方を活用して、中山間地域の里山地域での集落崩壊、耕作放棄、森林管理放棄を少しでも食い止める方策を検討したい。放棄した集落、農地、森林を自然回帰させる前に、今存続している集落、農地、山林を出来る限り手入れして持続的な維持管理の方策を考えていくことがまずは求められている。研究目的は、生態系サービスを活用した集落活性化の考え方を整理することと、具体的な事例を使って集落活性化を進める方策としての地域調査・地域調査運動の効果を検討したい。事例地域としては、福島県西会津町上谷地区を取り上げた。

## 2. 生態系サービスを活用した集落活性化

### (1) 生態系サービスの交流資源化

中山間地域の地域振興や集落活性化を考える場合、地域資源の活用が議論されている。地域資源の活用は従来から行われてきたものであるが、1950年以降の生活様式的大幅な変化により、それらの多くが代用品の登場や他地域の生産物と競合したことによって衰退してきた。里山地域を代表する木材は、輸入木材との価格競争に敗れて、放置され管理されなくなった。また広葉樹資源の活用先であった木炭も、電気・ガスエネルギーに取って代われ、衰退した。また基幹作物であった養蚕・葉たばこ、和紙なども競争の結果衰退した。中山間・里山地域の生態系サービスである主要農林産物の供給が維持されなくなる中で、山林・農地の維持管理が後退し、里山の調整サービス自体も低下していく。経済的な価値を失った里山は、人間活動とのかかわりが薄くなるにしたがって、景観や里山の本

来持つ調整機能を失い、生態系サービスの大きな柱である文化的サービスの供給も低下する。このように、日本の多くの里山で生態系サービスが後退し、利用されなくなり、生態系自体が劣化し始めている。

里山を再生していくためには、再度里山の生態系サービスを活用する方法が考えられる。しかし、生態系サービスが低下したのは里山での経済的需要が失われたからである。とすれば新たな需要をどのように探すのが課題となる。2000年代の社会は、ITの普及でどこからでも地域の情報を入手可能になり、移動交通手段も多様になっている。こうした情報化社会での新たな経済的需要は、情報の交流と交流人口による生み出されつつある。経済的需要といっても、中山間地域の多くが必要としているのは、ビッグビジネスではなく、生活可能レベルの中小規模の需要であり、集落活性化レベルでは、さらに小規模な経済的な需要で活性化可能となっている。

この情報交流による交流人口の増加といった経済的需要に対応していけば、生態系サービスの再評価と再供給が可能となる。とりわけ、経済的需要の高いものとしては、水資源や景観、レクリエーション機能、食文化などである。こうした供給サービスや文化的サービスを供給するためには、里山の管理の徹底による調整サービスの機能を高めていくことである。生態系サービスは総合に連関しており、交流人口需要に対応して、供給サービスと文化的サービスを高めていけば、その過程で調整サービスも同時に高まる可能性は高いのである。後述する福島県西会津の事例では、桐・杉の産地として維持管理されてきた里山が豊富な水資源や山菜を供給し、交流人口を維持してきた経緯がある。衰退する中でも維持されてきた生態系サービスをより活性化することによって集落の活性化は可能となる。

### (2) 生態系サービス評価と地域調査

里山の地域資源である生態系サービスを再評価していくための方法としては、従来から行われていた地域調査運動や地域資源を活用したイベントによる地域活性化の方法などがある。1980年代以降の地域主義、地域活性化、ふるさと創生運動などで様々な地域活性化や地域調査の方法が議論され、その後地元学や地域調査の方法などが確立していった。

地域活性化のための調査運動は、秋田県十文字町(1988)や稲川町(2000)で、地域住民主体の調査運動として始まった。これらの地域では、地域農業振興施策作りの中で採用された方法である。地域住民は自分達の地域のことを客観的に認識する機会を持っていないので、意外と地域のことを知らない場合が多い。そこで役場職員、農協職員、集落代表者でチームを作り、住民アンケート、集落アンケート、農業者アンケート、集落ヒアリング調査、地域資源調査(湧水、神社、食文化など)を実施した。住民自身が調査者となって地域を調査する取り組みである。その内容については小金澤(1991)を参照されたい。この調査運動の方法を、地域活性化計画に応用したのが、長野県JAいいやまみゆき(1993)の「ふつうのふるさと作り計画」である。この調査では、特に地域資源調査に力を入れて取り組んだ。ここでは地域資源マップ(お宝マップ)作りを農協職員総出で完成させた。こうした調査運動の成果から、基本的な調査の方法として、①景観調査②お宝マップ調査(地域資源調査)③集落ヒアリング調査の3つに整理した。景観調査は、お宝マップ調査の予備調査扱いであるが、調査者自身が地域全体を観察して、観察情報の記録化を行う作業である。お宝マップは、景観観察やヒアリング調査で得た情報を元に、地域資源(生産物、湧水、文化財、食文化、文化財など)を地図化する作業である。現代間で言えば生態系サービスの地図化作業といえる。ヒアリング調査は集落の人的構成、家族構成、親戚関係、生産規模、農林経営状況などを調査するもので、地域づくりの担い手である住民の主体的力量がどの程度あるのかを測定する重要な調査である。

こうした、調査活動を踏まえて地域に見合ったイベント交流の実施も地域活性化の方法である。とくに研究室活動の一環として、学生と住民の交流という方法で地域活性化交流を行ってきた。最初に行った学生との集落住民との交流では、山形県金山町のがっこそばでの体験(1999年)から始まった。この地域では廃校になった分校の活性化プロジェクトに参加する形で行い、その交流は現在まで続いている。2005年からは、宮城県栗原市金成有壁地区の地域づくりに参加した。ここでは地域資源マップの作成やブラックバスの生息

調査を兼ねた「ため池」の池さらいイベントを行った。この調査イベントは3年間継続され、学生と集落住民の交流が地域活性化に大きな意味を持つことが実感されたものだった。2010年からは、福島県の事業である「学生の力を活用した集落活性化事業」に参加し、西会津町の調査イベントを行った。今回の調査イベントで行った「食の展覧会」は、結城登美雄氏が宮城県宮崎町で実施した手法を参考にして活用した。

以上の方法論的考察を踏まえて第3章ならびに第4章では西会津町で実施した地域調査運動の実際を紹介することとした。

### 3. 西会津町上谷地区での地域調査の実際

#### (1) 地域概要

福島県西会津町は福島県の西北端に位置し、新潟県に接している(図1)。西会津町の面積は平成22年において298.13平方kmであり、そのうち約3分の1にあたる105.67平方kmが山林になっている。西会津町の最高点である荒岩山の1,579.9mを筆頭に、数々の山に抱かれている地域である。こういった地形条件から西会津町は、町全域が特別豪雪地帯に指定されており、1月の降雪量は227cmにも及ぶ。

また、西会津町の総人口は平成17年の国勢調査によれば、8,237人であるが、このうち65歳以上の割合は39.7%、平均年齢は52.9歳であり、高齢化が進行している。高齢化の進行とともに、西会津町では人口の自然減が昭和50年以降、発生している。加えて転出が転入人口を上回る社会減も昭和40年以降、減少数には各年において差があるものの、一貫して続いている。このように西会津町では過疎化、高齢化が進展しており、平成22年には町全域が過疎地域に指定

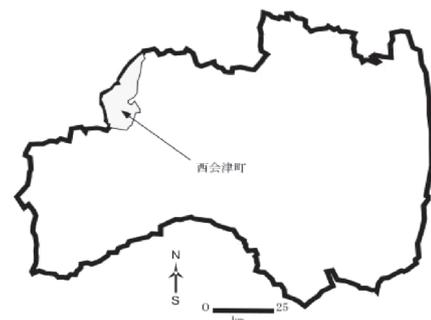


図1. 西会津町の位置

されている。

今回、調査を行った上谷地区も標高が400mに位置しており、積雪は200cmを優に超える地区である。上谷地区は程窪集落、泥浮山集落、長桜集落、小杉山集落という4集落で構成されており、上谷地区は男性28人、女性35人、合計63人の人口を有している。しかし、西会津町において高齢化が進行している以上に高齢化が深刻であり、高齢化率は程窪集落が50%、泥浮山集落が100%、長桜集落が44.4%、小杉山集落が50%になっている。また、世帯数も程窪集落が7世帯、泥浮山集落が5世帯、長桜集落が6世帯、小杉山集落では9世帯と、高齢化にあわせて過疎化も進展している。こういった状況であるが故に、上谷地区の住民も集落の存続について危機感を持っているのが現状である。

## (2) 景観調査

地域住民の方々に、上谷地区4集落を案内していただき、景観を含めた『見どころ』を確認した。住民の方にとっては日々の何気ない景色であっても、来訪者にとっては雄大な景色、癒される景色が数多くあった。

まず、最初は、程窪集落、私たちのほかに10人ぐらいの方が7台ぐらいの車で分乗しながら案内していただいた。程窪集落の特徴は、きれいな水である。水を祭った神社の下の崖から清水が湧き出ている。この水を集落全体で使っているとのこと。水はくせがなく、すっきりしている(写真1)。しかし、清水に名前はない、名無しの水といったところ。この清水周辺には、わさびが自生しているという。水路の脇にこの集落唯一水が飲める場所があった。ホースの先から水が出ている。その脇にコップがかけてあった。その周りにもわさびが自生していた。案内の方に許可をもらい、早速ビニール袋に入れて持ち帰った。小ぶりだが十分使えるわさびで、あとで、生きくらげの湯通しにわさびをあえて、頂いた。程窪集落は、現在6戸が居住し、若い世代の住む唯一の集落でもある。程窪から、時間の関係で、一番上の集落、小杉山に向かう。行く途中、泥浮山、長桜の集落を通過して、2年前に開通した林道にでる。

小杉山集落は、現在8戸が居住している。集落には、廃校になった分校跡があった。またこの集落は1620

年の大地震で集落が消滅した跡に、生き残りの人たちが再建した集落である。そのため、被害を受けた人たちの慰霊碑が造られていた(写真2)。小杉山集落へ向かう間、運転手を勤めてくれた現在郡山に在住の方から、話を聞いた。ようやく比較的若いお父さんたちがたくさんいて案内してくれたのかがわかった。本日12日曜日は集落の草刈の日で、近隣、遠くは会津若松、郡山から集落のおじいさん、おばあさんの息子達が駆けつけていたとのこと。明日から仕事だから、今日だけ付き合うねと郡山方が言ってくれた。彼の説明では、あの人は元高校の校長で、この人は会津若松市役所の部長さんと人材豊富な集落支援ネットワークが存在していることがわかる。

帰りは、長桜集落が管理するわらび園の説明と、わらび園のすぐ下に湧く清水で水を採取する。田崎区長が草をかき分けて、水を汲んでくれた。草むらにおいしい水があるらしい。集落や西会津町が見える展望台に到着。景色は残念ながら霧が上がってきて、見えない。展望台に東屋が立っている。テーブルと椅子は200年物のナラの木で作ったそうだ。後で聞いた話だが、ナラ枯れで切った木のリユースだそうだ。ここもナラ枯れの被害は大きいようだ。

長桜の集落に到着する。古い民家が並んでいる。この集落は6戸が住んでいる。区長の田崎さんのきのこ小屋が見える。菌床しいたけ、きくらげ、原木なめこ、菌床なめこ、きのこマイスターとして頑張っている。長桜集落から少し下りた所に、泥浮山集落がある。現在常時居住している世帯は3戸である。この集落の古民家は、他の集落に無い形をしている。2階建ての曲がり屋である(写真3)。古老の伊藤さんに話を聞くと、養蚕をやっていた名残だという。1階が養蚕の作業場で、日常生活は2階を使ったという。周りの蔵の立派さを見ると、杉と桐と養蚕で栄えた集落の威厳を感じる。道路の脇にあったバッテリーの残骸を見せてくれた。この集落は、集落の中を流れる用水の水量が少ないため、水車はできず、バッテリーを作って米やそばを挽いたという(バッテリーとは、水の力でシーソーを動かして、粉を挽く道具。山間地域によく見られた。岩手県の山形村が有名)。

分校跡に戻り、解散となった。学生達が泥浮山の伊

藤さんから原木なめこを見せてもらった。1本だけ早くでてくるのがあるのだという。

以上の景観調査からこの地区には4つの資源が存在していた。1つは豊富な湧水である。上谷地区の各集落には自慢の湧水があり、とても冷たく、おいしい水であった。集落によっては知り合いに頼まれて送るほどの水である。しかし、水が汲める地点には看板すらなく、整備もされていないのが現状であった。2つは、貴重な歴史遺産である。写真2は1620年の大地震で被害を受けた慰霊碑である。上谷地区は大地震で消滅した跡に、生き残った方が再建した地区であるとわ



写真1. 上谷地区の水汲みポイント



写真2. 大地震の慰霊碑



写真3. 二階建ての古民家

かった。3つは、魅力溢れる古民家の存在である。上谷地区では古民家が多く残っている。そして、この古民家によって、集落がどこか懐かしい空気に包まれている。この古民家の中には、養蚕を行っていた名残から二階建てであり、非常に珍しいものもあった。4つは、豊富な山の幸である。山に抱かれていることもあり、わらびやタラの芽などの山菜、沢には天然のわさびが自生している。この他にも原木栽培のなめこ、きくらげがあり、豊かな山の幸にあふれている(写真4)。

### (3) お宝マップづくり

景観調査を踏まえ、地域の『お宝』として互いに共有するために地図化を行った。また、景観調査だけではなく、各集落の方からヒアリングを行いながら地図化を行っていったので、山菜の採取場所や農地の状況などの詳細な『お宝』を示すことができた。お宝マップには、これら上谷地区『お宝』が記載されているだけではなく、来訪者の視点から、駐車可能なスペース、車の運転の際に必要な場所なども盛り込んだ。これはお宝マップが住民の満足で終わるだけではなく、地区外の人へ向けて魅力を発信するためである。

作業手順としては、まず聞き取り調査をおこなった。最初は、集落資源調査である。自分達の地域のお宝資源(山、川、池、森林、水、家、神社仏閣、記念碑、農産物、林産物、食文化、工芸品などなど)を聞き取り、場所が特定できるものは、地図の上に載せていく。聞き取った地図は、模造紙に「集落お宝マップ」を描いていく。

4つの集落のお宝自慢を簡単に整理すると、程窪集落はなんと言っても水である。きれいな水が、水量が変わらず湧き出してくる。そのきれいな大量の湧水が、



写真4. 原木栽培のなめこ

わさびを自生させている。しかし、自生しているものを時々使用するくらいで、ほどほどに栽培しようとはしていない。民家は300年の歴史を持つものが多いが、手を加えられているものが多く、歴史的価値は低いようだ。この集落の方の姓は全員新田さんである。

泥浮山集落は、世帯数が少ないが、立派な民家や蔵が並び立っている。桐と杉で栄えた集落だが、養蚕を行っていた2階建て民家があり、養蚕も盛んであったことがわかる。蔵の横に大きな鉄板が置いてあり、和紙を乾燥するものだという。昔は和紙作りも行われていた。楮、みつまたを栽培し和紙を漉いていたという。道路わきにはバッテリーの跡もあった。桐と杉を基礎に、日常的には養蚕や和紙を生業にしていた裕福な集落だったようだ。養蚕も和紙もその需要の衰退で姿を消し、杉や桐の価格も下がり、集落から若い人たちが去っていったのである。集落のはずれに、一貫清水が湧いているという。山の幸も豊かで、原木なめこや山菜が豊かである。この集落の姓は全員伊藤さんであった。

長桜集落は、泥浮山集落の隣で、ラクーターで簡単に移動できる距離にある。水と山菜の豊かな集落である。急斜地に古民家が並び立つように建っている。この集落は、桐と杉の林業の集落である。山林はよく手入れされており、国蝶のオオムラサキの自生地もある。手入れされた山林に豊かなワラビが自生するところがあり、10年前から有料わらび園として春に開園している。入園料2000円と高いが、品質がよいので知る人ぞ知るスポットとして人気がある。入場者は、毎年350人程の人が訪れる。集落総出で対応し、高齢者の副収入になっている。

小杉山集落は、この地区で標高が最も高く、展望台からは長桜集落、泥浮山集落や西会津の町並みが見える。この集落には、白沼があり、ニジマスやエビ、タンケ、ツブなどの魚介類が豊富である。集落の周りには桐や杉が豊富で、木材で富を得てきた集落であることがよくわかる。湧き水も豊かで、その豊かな水と標高の高さ、気温の較差を利用して米づくりやそばづくりが行われている。この地区では、水田の基盤整備が整っていて、どの集落でも水田で米作りが行われている。小杉山集落の一部の水田は耕作放棄地化されているが、子供たちの支援で、水稲作業が行われている。

これだけ、水が豊かなところの米作りなのに、農薬や化学肥料を使用する慣行栽培を行っている。水源の郷であること考えれば、農薬や、化学肥料を半減する環境保全米はできるのではないだろうか？そばは作付けされているが、最近では作付面積が労働力不足を理由に減少している。集落のお母さんたちはそば打ち技術があるものの、そばを栽培しなくなってから、そば打ちもここ5年程やっていないとのこと。そばを打つ機会があれば、せっかくの技術が生かされるのにもったいない話である。

図2は、小杉山集落のもので、壁に張り出した地図を概略化したものである。このような地図に、写真やヒアリング結果から得た詳細な情報を手書きで掲載し、集落の住民との交流会において、話題の材料として活用した。

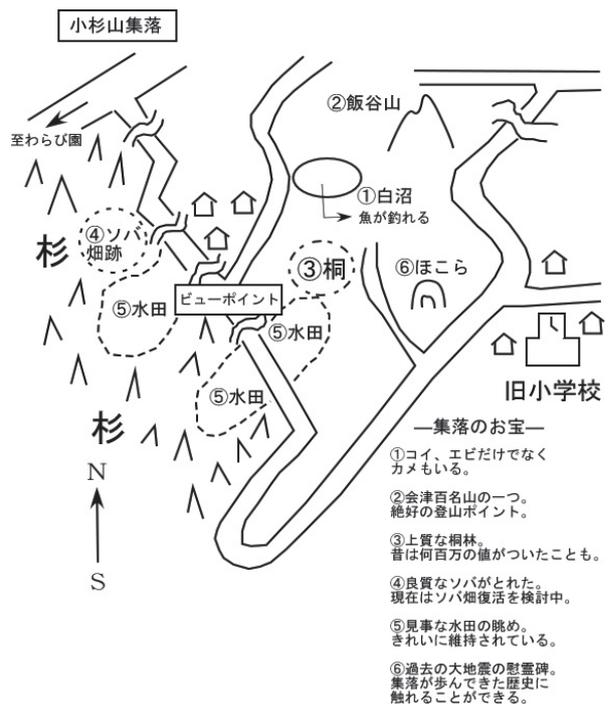


図2. 小杉山集落マップ

#### (4) 集落ヒアリング調査 (集落の親戚ネットワーク調査)

集落調査は、世帯別の家族構成、農林業経営、集落組織の参加などを聞き取る調査である。この集落調査は、農業集落でよくやる方法だが、今回は世帯数が少ないので、従来はやらない親戚ネットワーク調査もおこなった。これは、海外の調査 (中国・インド) でよ

くやってきた方法で、出稼ぎの多い中国で親戚ネットワークを示す図は、親戚のネットワークが地域の農業を支えている現実があるので、この方法は効果的であった。日本の限界集落と呼ばれる集落調査も、この調査は有意義なものとなった。

調査結果を家系図に示すと、現状では集落にいる世帯を支えるネットワークの裾野は広く、比較的近隣の地域に居住している子供たちが多くことがわかる。限界集落といってもこの地区は、まだ地域の集落を支える力が温存されていることがわかった(図3、図4)。

上谷地区では多くの子ども、孫世代が転出してしまっているものの、転出先としては西会津町内がもっとも多く、程窪集落が53.3%、泥浮山集落は45.5%、長桜集落は37.5%を占めていた。人数にすると各集落に20人前後が、同一町内という身近なところに居住している。さらに西会津町以外の福島県内へ転出した子ども、孫世代は程窪集落では17.9%、泥浮山集落では25.0%、長桜集落が27.1%になっており、各集落10人前後が福島県内への転出となっている。この福島県内への転出先としては郡山市、会津若松市、会津坂下町が多くなっていった。これは磐越自動車道で結ばれているラインであり、各市町ともにインターチェンジを有している。西会津町にもインターチェンジがあり、高速道路が整備されることにより、福島県内へ転出したとしても集落を支えやすい状況にあると考えられる。

以上の内容を踏まえると、確かに上谷地区では過疎化、少子高齢化が進行しており、限界集落となっている集落も存在している。しかし、町内への転出、高速道路が力を発揮している福島県内への転出人口は各集落においておよそ30人程度であり、その帰省頻度に関しても日々の世話や農作業の繁忙期、集落の集まりなど、上谷地区を維持していく上で欠かすことができない存在になっていることが明らかになった。

#### 4. 地域調査運動と集落活性化

地域調査運動は、第2章で述べたように地元の人々が地元の資源、生態系サービスを見直し、それらを再活用することによって、自立的な生活様式を向上させ交流人口の活用によって集落レベル、地域レベルの活性化を図る方法である。調査は、1度だけ行うもので

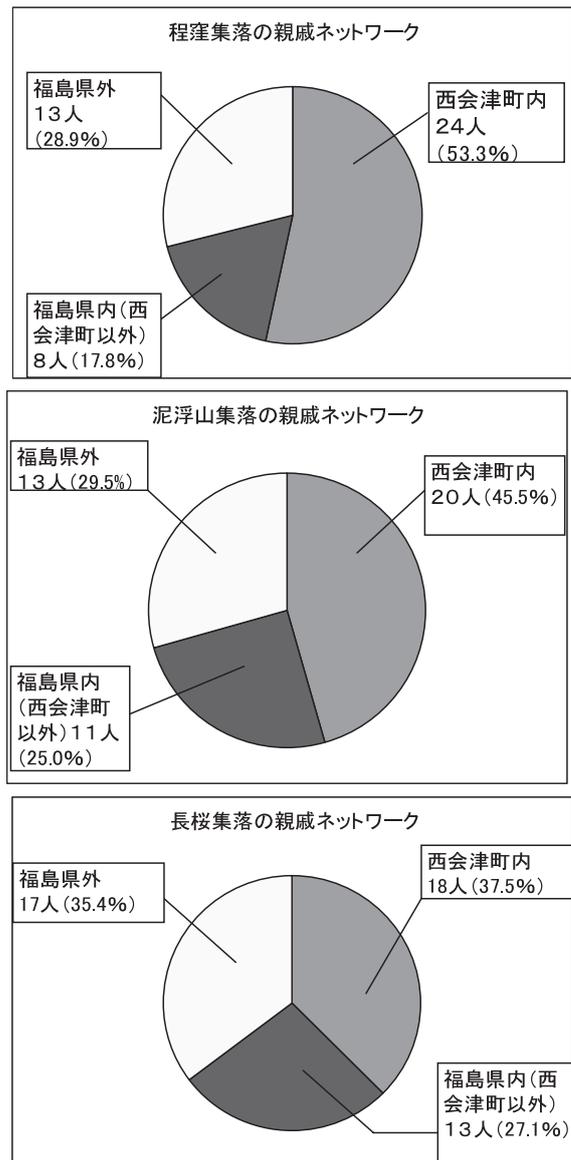


図3. 上谷地区における親戚の居住

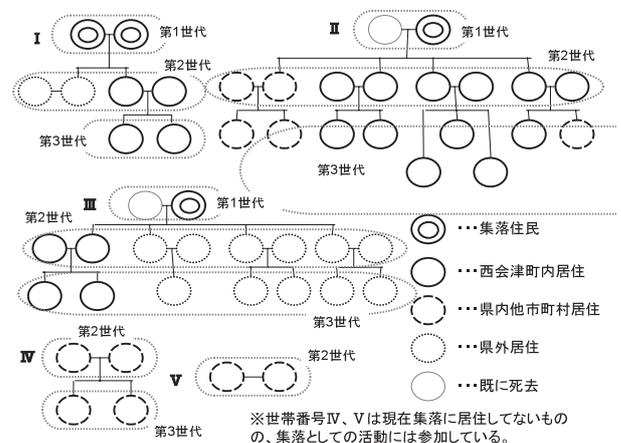


図4. 泥浮山集落の家系図

はなく、絶えず調べ学びあうという意味である。最初の段階の地域調査運動の内容は、集落の住民によるイベントと調査者と住民の交流から始まる。集落の住民はお客さんではなく主人公なので自ら参加する取り組みが必要となる。それがミニイベントである。交流は学生との交流、つまり異世代の交流である。次に、これから何をどのような手順で行うかの提案がある。もちろん1回程度の調査や交流で集落が動き出すわけではない。しかし、持続することによって変化が生まれてくる。

### (1) 上谷地区自慢の地元料理展覧会と交流会

各集落から、自慢の地域食材を使用した料理を一世帯一品持ち寄ってもらい、地元料理の展覧会（写真5）を開催した。料理には上谷地区の『お宝』である山菜を使用したものや車麩を使用したものなどが並び、どの料理も手が込んでおり、とても美味しいものばかりであった。地区の方々は普段食べているものを食べさせていいのかとおっしゃっていたが、料理を各テーブル



写真5. 地元料理の数々

ルに配置するのではなく、バイキング形式にまとめて配置したところ、地区にある様々な料理に驚いていた。地区にある普段の料理に関しても魅力を再認識することができた。

交流会には上谷集落全世帯のみなさん、西会津町役場の関係者、留学生を含めた学生、また西会津町長も参加していただき、世代を超えてコミュニケーションをとることができた（写真6）。これによって、日々大勢で交流することが少なかった上谷地区の方々に刺激を与えることができた。調査終了後に地域の方が集まり、地区の将来について話し合ったと連絡を受けた



写真6. 大交流会の様子

が、この調査を踏まえたうえで、互いが率直に思いを伝え合ったこの大交流会の成果と考えている。

### (2) 上谷地区への提案『天空の郷』

今回の調査結果を踏まえ、今後の集落作りの方向性として、交流拠点『天空の郷』を提案した。この『天空の郷』を目指すポイントは次の4点である。1つは、拠点施設として現在休校となっている小学校分校の活用である（写真7）。この小学校は上谷地区のほぼ中央に位置しており、各集落へのアクセスも良好であった。今回の調査を行う際にもこの小学校を拠点としていた。さらに、地区全世帯の方を収容することも可能であり、薄れつつある地区としてのつながりのためにも重要な拠点と成りうる。また、校舎内部も広く、痛みが少なくきれいであったことから眠らせておくのではなく、施設として活用することを考えた。しかし、トイレを含めて設備は小学校のままであり、交流の拠点として活用するためにはある程度の改修が必要である。

2つは、来訪者、親戚が春・夏・秋に、自由に訪れ



写真7. 拠点候補の小学校分校

られる宿泊、交流施設の整備である。親戚ネットワークの調査から、上谷地区は山間部であり、積雪量も多いため県外の親戚はお盆のみの帰省であり、冬季にあたる正月には帰省していないことが明らかになった。このため、冬季の運営は行わない。また、地区の方々にとって運営していること自体が重荷をなってしまうよう、人の往来が盛んである土日祝日に限定した運営が考えられる。

3つは、地元の水・農産物・料理の活用である。交流会で振舞われた地元料理がとてもおいしく、調理技術もすばらしかったため、山菜をはじめとする山の恵みを活かした地元料理でもてなすことを考えた。そのためには、今後とも料理の展覧会を春夏秋冬に実施し、料理のレシピ集を蓄積すること必要となる。また、ヒアリングから5年ほど前までは地区においてそばも栽培しており、家庭でそば打ちをしていたことがわかった。特産物である山菜、キノコを活かすためにもそばを復活させることも目標とした。

4つは、地域住民、親戚ネットワークで運営主体の組織作りを行うことである。『天空の郷』の運営主体として地元住民だけでなく、親戚ネットワークも含めて組織することを考えた。この1つ目の理由としては、県外への転出者が北は函館から南は鹿児島まで、首都圏を含めて日本各地に居住しており、ロコミによる宣伝効果が大きく期待できたからである。2つ目の理由としては、転出した子ども世代へのヒアリングから、地区に残存している親世代が亡くなった場合、集落へ今までと同じ頻度、内容で通うことはしなかつもりであることが明らかになった。このことから、現在の親戚ネットワークのつながりは地区、集落とのつながりではなく、地区に残っている肉親とのつながりであることが考えられる。既に示したとおり、上谷地区では高齢化が進行しており、現在、集落を支えている親戚ネットワークの持続性には陰りが見え始めている。つまり、人とのつながりだけではなく、地区、集落との

つながりを形成し、上谷地区を支えている親戚ネットワークが今後も機能させることが重要になる。

## 5. おわりに

本報告では、中山間地域の里山を活性化する方法として、生態系サービスの再評価と再供給を交流人口の増加という経済的需要に対応して進めることを検討した。具体的に生態系サービスを活用した集落活性化を論じる場合、まずは地域を知ることからはじめ、次いで身の丈サイズのイベントを行い住民参加のスタートを切ることである。それで自動的に集落活性化が起きるわけではないが、こうしたイベントも出来るという実感を共有化するところから集落活性化は始まる。西会津町の実践では、①景観調査②お宝マップ調査③集落ヒアリング調査（親戚ネットワーク調査）を行い、その成果を持ち寄って学生達との交流会を開催した。またイベントとしては食の展覧会を実施して住民参加によるイベントを印象付けた。今回の地域調査運動は、学生達と集落住民との交流を中心に行った。この方法は効果的であるが、一過性に終わらせない工夫が大きな課題である。

## 参考文献

- JA いいやまみゆき (1993) 『環境にやさしいふつうのふるさとづくり』JA いいやまみゆき地域計画報告書。
- 小金澤孝昭 (1991) 「農業・農村の再編成と地域農業振興」経済N0, 324.
- 小金澤孝昭 (2007) 「地域農業振興と食文化・食育」経済地理学年報 53 - 1.
- 小金澤孝昭 (2009) 「たんぼと地域の人々」『地理』54-6 古今書院。
- 日本の里山・里海評価 (2010) 『里山・里海の生態系と人間の福利：日本の社会生態学的生産ランドスケープ』概要版 国際連合大学・東京。

# 児童生徒による光害調査データ精度向上の方策に関する検討

## 1. 個々の児童生徒の光害測定誤差を最小限に抑えるための条件

長島康雄\*・高田淑子\*\*

Study on Measures to improve Data Accuracy by Students in Light Pollution Survey

1. Conditions to minimize Light Pollution Measurement Errors of Students

Yasuo NAGASHIMA and Toshiko TAKATA

**要旨：**光害教材は容易に取り組めるものの児童生徒による肉眼による測定であるため測定値にばらつきがみられるという欠点がある。それを改善するために、測定値のばらつきの原因を検討し、その改善策を提案した。月齢や天気の影響、光害を判定するための最適な星座、大気による減光率といった内容である。光害測定の前提条件を整えることが光害教材を環境教育教材として一層の普及につなげることができることを指摘した。

**キーワード：** 光害調査の誤差、月齢の影響、光害への天候の影響、等級順位曲線

### 1. はじめに

筆者らは、小中学生が夜空の明るさ調査を行い、その結果をまとめて「仙台市夜空環境マップ」を作成し、環境評価を行うという学習プログラムの開発を行ってきた（長島・成田，2002；長島ほか，2003）。光害は飲料水用の紙容器を加工した測定具で視野を統一し、その視野内の天体数を肉眼によってカウントし判定する。この方法で光害の程度を容易に測定させることができることを明らかにした。また児童生徒が夜空の観察を通して作成した「夜空環境マップの読図」によって自らが住む地域の環境についての理解を深めるといった教育的効果があることについて言及してきた（長島ほか，2004）。しかし光害調査活動を環境教育教材（仙台市天文台，2001，2006）の1つとして普及させていくためには、いくつか解決しなければならない点がある。

それは肉眼による光害測定は容易に取り組める利点を持つ一方、児童生徒の個人差が大きく、データの信頼性をどのように確保するのかについての方策が十分に確立していない点である。

また、これまでの事例研究から天候や月齢によっては近接する地点であっても測定値の異なる場合があることもわかっている。以上のような課題を解決するためには、児童生徒の1つ1つの光害データの精度を高めるための条件を検討する必要がある。

本稿では上記の課題を解決するための打開策について報告する。なお本研究を進めるにあたり平成21年度文科省科学研究助成金奨励研究費（課題番号21908021）を用いた。

### 2. 光害の測定データのばらつきの原因

これまでの取り組みから明らかになった光害測定によるデータのばらつきを生じさせる原因を図1は模式的に表している。5つの原因が想定できる。光害を測定するにあたり、どの天体を対象にすれば良いのか、日々変化する月の形、月齢をどのように考えるか、観測値の天気によって光害の測定値はどう影響されるか、大気の影響をどのように評価すればよいのかといった点である。特に、どの天体を視野に入れるべきなのかについて、これまでは教育課程上の順序から、

\* 宮城教育大学環境教育実践研究センター客員研究員（仙台市科学館），\*\* 宮城教育大学教育学部理科教育講座



図1. 光害測定データのばらつきの要因

便宜的に冬の星座を対象にしてきたが、それが最適であるのかどうかについて検討を加えてはこなかった。光害の測定値の精度を上げるためには避けて通ることのできない課題である。今回の研究を通していくつか提案したい。

残念ながら未だに解決できない光害測定値のばらつきを引きおこす大きな要因は、視力や見え方の程度を判定する個人差である。視力の違いを含めて検討中であるが、打開策を見出すには到っていない。

### 3. 研究方法

#### (1) 光害の測定方法

肉眼による光害の測定は、長島・渡辺(2003)で考案した紙容器を加工したものをを用いた。原理は飲料用の紙容器の長さを調節することで視野を統一し、その視野内に見える天体の個数から確認できる限界等級を判定するという方法である。

図2はその原理を模式的に示したものである。上図が紙容器の長さが長い場合、下図が短い場合である。紙容器の長さが長いほど視野が制限を受けて狭くなっていることがわかる。視野と紙容器の長さの関係は三角関数を用いて簡単に計算することができる(長島・渡辺2003, 長島・佐々木ほか, 2003)。

#### (2) 調査期間と調査地点

平成21年4月1日から11月31日までを調査期間

とした。月齢の影響の評価を4月に実施し、実際の光害測定は5月から開始した。なお後述する月齢との関連をふまえて調査期日を設定した。

継続光害測定地点は地点A(仙台市泉区塩ノ沢)で行った。測定地点から東方が仙台市中心地に相当する。月齢の影響、光害の判定、天気の影響等は地点Aで行った。

光害の方位の影響を検討するために地点B(仙台市青葉区・旧天文台跡地)、地点C(仙台市宮城野区井土浜)で、補助的に光害測定を行った。地点Bは、ほぼ仙台市中心市街地、地点Cが西方に仙台市の商業中

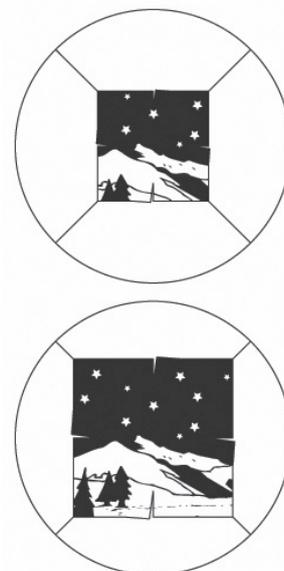


図2. 紙容器の長さと視野の関係

心地があるという位置関係になっている。図3が測定地点を示している。



図3. 調査地点

### (3) 月齢と天気の影響

月の光は夜空の観測を進める上で、最も影響を与えている要素である。光害の影響のどんなに小さな自然環境の豊かな場所であっても、満月に近い月が出ていれば、ほとんどの天体を観測することはできない。その意味で月齢は光害の観測をする上で、大きな制限要因となっている。従って月齢をふまえた観測日の設定が必要になる。

児童生徒が教育上問題のない範囲で光害を測定するために想定した時間を夜間の9時から12時とした。その間の月の状態を最適、適、不適の3つに区分した。「最適」とは上述した時間帯に月が全く出ていない状態、つまり月の影響が全くない場合をいう。「適」とは一部の時間帯に月が出ている、あるいは出ていても新月から間もなく月の影響が小さいと判定される場合である。「不適」とは月が光害の測定時に出ていて正確に判定できない場合である。「最適」「適」に該当する期日に光害測定を行った。

3段階に分けた月齢基準をもとにして、長期間にかけて実際にどのくらいの日数で光害測定が可能なのかを検討した。対象となるのは5月1日から11月31日までの7ヵ月間(219日)のうち、上述した月齢区分の「最適」と「適」の2つである。

対象となった日時に実際に夜空を見あげて測定が可能か否かを3段階に分けて判定した。こちらも「最適」「適」「不適」とした。

「最適」とは天頂方向を見あげて雲がない状態、天球の8割に雲がない状態とした。これは天気予報「快晴」に相当するものである。「適」とは雲がある(雲がおおう割合が4割未満)ものの、光害の測定ができる状態とした。「不適」とは雲が4割以上ある状態、あるいは雨などで光害の測定ができない状態とした。この3段階の判定を行った。

### (4) 光害を測定する上での対象となる天体

児童生徒による肉眼による光害の測定をする上で、いつ、どの天体を対象にするかは重要である。同じ対象を観測するのであれば、得られた結果を正しく解釈することができなくなってしまうからである。そのために光害を判定するための天体は間違いなく特定できるものでなければならない。

具体的には肉眼で判定することから星座が対象となる。2つの視点から検討した。1つは児童生徒が判別できる星座は、どの星座かを明らかにすることである。加茂中学校の選択理科を受講した生徒に星座の見つけ方の指導を行った後、実際に自力で見つけることができたかどうかをアンケートで答えてもらった。その結果から、実際に光害測定が可能な星座かどうかを検討した。

もう1つは、光害測定を行う際の星座を構成する恒星の等級の特徴について星座毎に等級順位曲線を描いて検討した。等級順位曲線とは、最も見つけやすい明るい等級値の小さい恒星を光害測定の枠の中心にして、星図を用いて等級の小さいものから、つまり明るい天体から暗い天体の順にならべた曲線である。等級順位曲線を描くと星座によってその曲線の形が異なるため、児童生徒にとって光害の判定に適した星座と、そうではない星座とを判別する材料を示すことができる。

### (5) 大気による減光率

人里離れた山奥の地点であっても、大気による減光を避けて通ることはできない。図4は大気の減光について模式的に示している。地球上には大気があり、一定の厚さで地球全体をおおっている。宇宙から届く天体の光は、この大気層を通過して観測者の目に届く。同じ観測地点であっても、また同じ天体であっても、

その入射する角度によって光の届き方に違いが出てしまう。天頂方向からの光は大気層を最短の距離で通ることになるが、地平線方向からの光は最も長い距離の大気層を通過しなければならない。

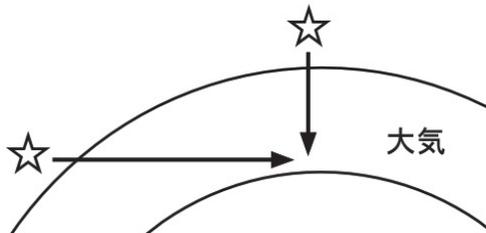


図4. 大気による減光の模式図

そこで既に明らかになっている大気の減光率を文献より援用して、光害の測定を行う上で意味のある天体の高度と星座の関係を検討した。

#### 4. 結果と議論

##### (1) 月齢の影響の検討

図5は、調査方法でのべた光害測定器具を用いて確認できた天体の数の推移を示している。対象はうしかい座、しし座、おとめ座、おおぐま座である。光害の測定は平成21年4月2日から9日にかけて実施した。月齢は6.5から13.5に推移した。当初はもっと長期間にわたって連続的に月齢の影響を調べる予定であったが、天候の影響で実現しなかった。グラフの中におおよその月の形を重ねた。

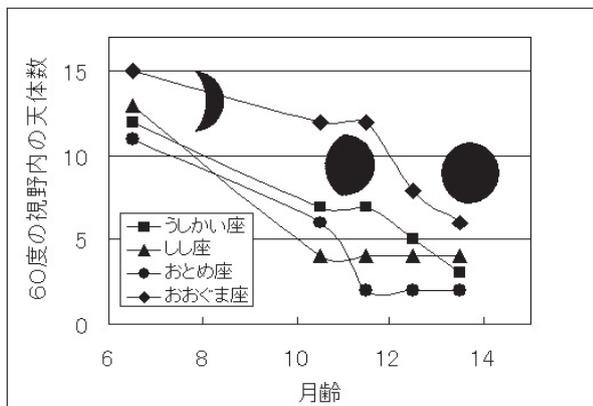


図5. 月齢と視野内の天体数（平成21年4月2日～9日）

4月2日は、月齢6.5で12時過ぎに上弦の月が西の空に沈む。位置としては冬の星座のふたご座の位置である。月から天球上で近い位置にあるしし座は既に見えにくくなっていた。4月3日（月齢7.5）ならびに4日（月齢8.5）は、雲がかかっている天体を見ることはできなかった。5日から天候が回復し継続して光害測定を実施することができた。

5日は月が天球上でしし座の位置と重なった。2等星が、かろうじて確認できる程度であった。一方北の空のおおぐま座（光害測定器具の中に全体が入らないので、実際には北斗七星周辺に相当する。）は、月の光の影響を受けにくかった。

4月8日（月齢12.5）から9日（月齢13.5）は、ほぼ満月に近い形状となり、北の空の北斗七星も見にくくなった。位置はおとめ座の位置となり、春の星座全般が確認しにくい夜空となった。グラフが示すように個々の星座に対して月の光は一樣に影響を及ぼすのではなく、月に近い位置の星座ほど影響を受けることになる。

月齢6.5から13.5までの天体の見えにくさを考慮すると、光害測定のばらつきを最小限に抑えるためには月のない夜空に行く必要があるといえる。

上記の結果をふまえて5月1日から11月31日までの7ヵ月間（219日）のうち、月齢の影響を全く受けない「最適」が69日、「適」が45日となった（表1）。

表1. 月齢と光害測定実施日

月	月齢条件「最適」	月齢条件「適」	光害測定実施日
5	12	8	5
6	10	6	1
7	9	8	0
8	9	6	4
9	9	6	3
10	10	6	10
11	10	5	4
計	69	45	27

合計114日の月齢条件「最適」「適」があったにもかかわらず、実際には27日しか光害測定が実施できなかった。特に梅雨の時期となる6月下旬から7月に

かけては1日も行うことができなかった。天体現象は天候の影響を大きく受けるため、光害測定活動も例外ではない。まとめて観測データを収集できたのは10月だけであった。

## (2) 加茂中学校の生徒によるアンケート調査結果

表2、3は仙台市立加茂中学校の選択理科を受講した3年生のアンケート結果を示している。春・夏については3年間分、秋・冬は2年間分である。

選択理科は、例年15～25人程度が前期、後期の2回、年間で50人前後が受講する形となっている。平成19年度から21年度までの3年間、地学分野を中心テーマにして募集を行ってきた。具体的には、簡易望遠鏡の製作、月球儀ならびに火星儀の製作、天体観望の方法として天体望遠鏡の使い方、星座の見つけ方などを扱っている。

事前に星座の見つけ方を指導した後、実際に夜間に星座を観察させた。その際に「自信をもって確認できた」、「おそらく間違いないであろうと思う」、「見つけることができなかった」という3段階で判定をさせた。なお秋の星座に夏の大三角を構成する星座が含まれているが、日没が早まるため秋にも十分に観察対象とすることができるために便宜的に加えてある。

理科を希望して受講している生徒であっても、実際に児童生徒が識別できる星座は決して多くはないこと、そして生徒にとって星座を見わけることが予想以上に難しいかをアンケート結果は示しているといえるであろう。

春・夏については、こと座、おおぐま座、はくちょう座、しし座までは全員が確認することができたが、おとめ座になると19年度で約1～2割の生徒が見つけられなくなっている。光害測定実施前にはていねいに見つけ方を説明しておく必要がある。

秋・冬については、オリオン座、おおいぬ座、カシオペア座、ふたご座、ペガサス座といったところが見つけやすい星座という結果となった。秋から日没が早まることから、夏の大三角を構成すること座、はくちょう座、わし座などは夏だけではなく秋にも観察対象とすることができることがわかった。

表2. 中学生が識別できる星座(春・夏)

季節	星座名	平成19年度			20年度			21年度		
		○	△	×	○	△	×	○	△	×
夏	こと座	17	7	0	16	8	0	10	7	0
春	おおぐま座	11	13	0	11	13	0	12	5	0
夏	はくちょう座	12	12	0	14	10	0	8	9	0
春	しし座	11	13	0	12	12	0	8	9	0
春	おとめ座	14	7	3	10	8	6	6	8	3
夏	わし座	7	14	3	8	13	3	4	12	1
春	うしかい座	7	13	4	5	15	4	8	6	3
夏	さそり座	3	14	7	3	13	8	1	12	4
春	こぐま座	3	10	11	3	11	10	1	9	7
夏	ヘルクス座	0	5	19	0	2	22	0	1	16
春	かに座	0	1	23	0	1	23	0	1	16
夏	いて座	0	1	23	0	1	23	0	1	16
春	ケンタウルス座	0	1	23	0	1	23	0	0	17

※○は自信をもって確認できたと回答した生徒数、△がおそらく間違いないであろうと思うと回答した生徒数、×が見つけることができなかったと回答した生徒数を示す。

表3. 中学生が識別できる星座(秋・冬)

季節	星座名	平成19年度			20年度		
		○	△	×	○	△	×
冬	オリオン座	16	6	0	18	4	0
秋	はくちょう座	12	10	0	13	9	0
秋	こと座	11	11	0	13	9	0
冬	おおいぬ座	12	10	0	8	14	0
秋	カシオペア座	7	15	0	10	12	0
秋	わし座	9	13	0	6	14	2
冬	ふたご座	7	10	5	10	8	4
秋	ペガサス座	3	16	3	4	16	2
冬	おうし座	3	17	2	3	17	2
冬	こいぬ座	6	11	5	3	15	4
冬	ぎょしゃ座	2	17	3	1	13	8
秋	みなみのうお座	2	12	8	2	13	7
秋	ペルセウス座	0	3	19	0	3	19
秋	アンドロメダ座	0	3	19	0	2	20

※凡例は表2に同じ。

(3) 星座を形づくる恒星の等級順位曲線

前述したように児童生徒が認識できる星座が決して多くはないことを考慮して、光害測定の精度を上げるためには、より適した星座を検討する必要がある。そこで前述した星座のうち、児童生徒が認識しやすい星座の等級順位曲線を描いた。

図6は、しし座のレグルスを視野の中心にした星図である。図中の数値は等級を示している。最も明るい天体から暗い天体の順に視野に入る天体を並べると図7のような等級順位曲線を描くことができる。

しし座を構成する恒星を明るいものから順に並べると、レグルス (1.4 等)、デネボラ (2.1 等)、アルギエバ (2.3 等)、ゾズマ (2.6 等)、シエルダン (3.3 等)、アダフェラ (3.4 等)、ラサルス (3.9 等) といった順

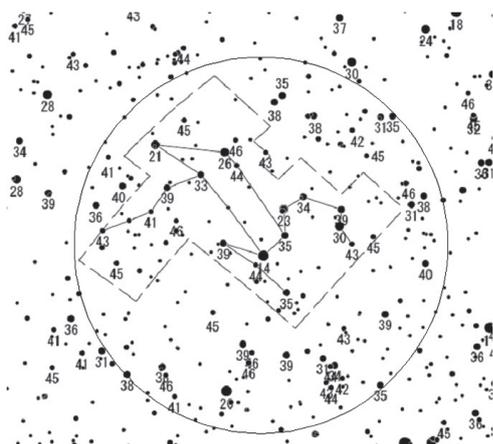


図6. しし座レグルスを中心にした星図

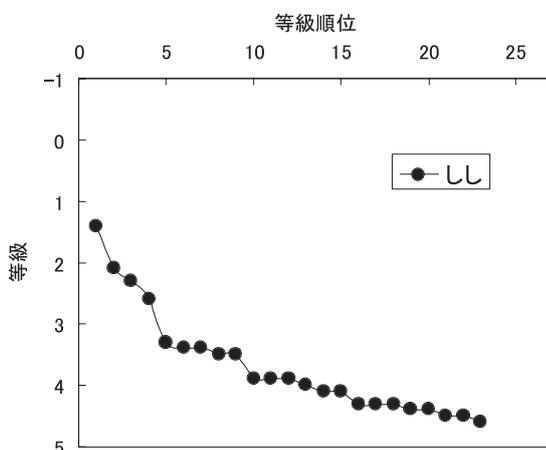


図7. しし座を視野に入れた等級順位曲線

に並べることができる。横軸に明るさの順位を、縦軸に等級をとって曲線を描くと図7のようになる。明るさ順に並べたものであるから、視野の中に何個の天体が確認できたかで、限界等級を読みとることができる。平成21年の場合は土星がしし座の中にあり、明るさは0.4等であったため、実際にはレグルスよりも明るい位置に等級順位曲線に土星を加える必要があった。土星に限らず、木星や火星が観察対象となる星座に近い位置にあるときには留意する必要がある。

惑星への配慮を怠らなければ、明るい星から順に数えていき、その個数から、視認できる限界等級を容易に読みとることができる点が等級順位曲線の利点である。

上述した加茂中学校の生徒が確認できた星座について等級順位曲線を描いたところ次のような3型に分けることができた。

生徒が見つけやすい条件に明るい天体が星座の中にあることが必要であるが、1~2個の一等星と暗い星で構成されるL字型、明るい星から暗い星までが連続している漸減型である。この2つに大きく分けることができた。漸減型のうち一等星のような明るい星を含むものを漸減型Aと呼称し、暗い星が多いものを漸減型Bと呼称する。

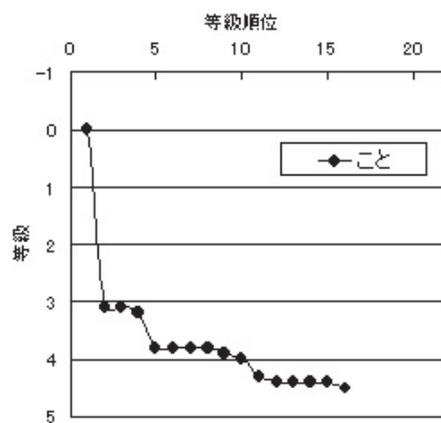
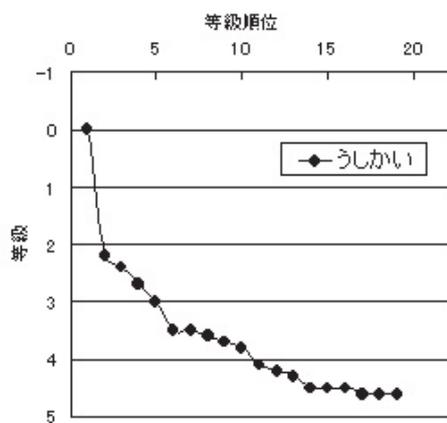
光害の測定の精度を高めるためには漸減型Aが望ましい。明るさの程度が連続していることから視認できる天体数をより細かく読みとることができるからである。図8は、代表的な星座の等級順位曲線を描いたものである。

(4) 大気による減光

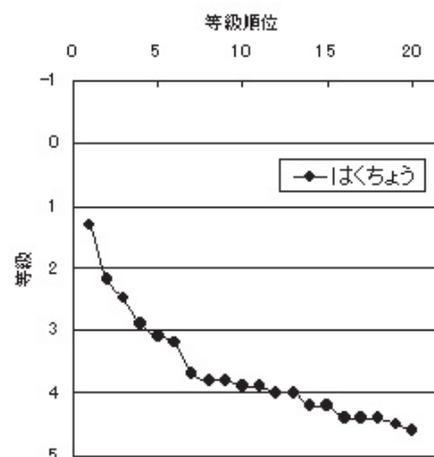
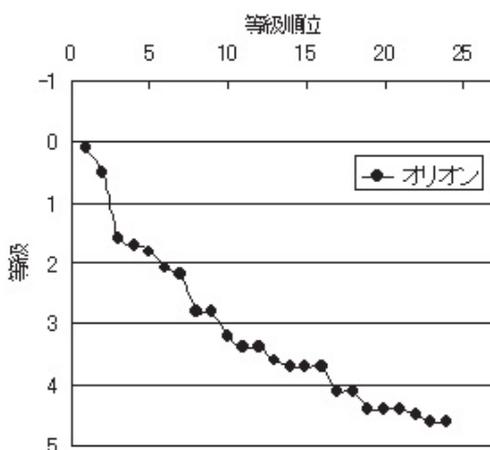
減光率については、天体写真を撮影する際に必要な数値であることから、天体写真の愛好家の要請により大筋で数値が求められている。東京三鷹にある国立天文台における実測値(国立天文台, 2009)や天文年鑑編集委員会(2009)などに数値が紹介されている。ここでは後者の数値(表4)を示す。

天頂方向から来る光を基準にすると、同じ天体が、ほぼ地平線方向(2°)にある場合には等級で3等分まで減光されてしまうことを意味している。地平線付近では2等星ですら視認することができないのである。このことは同じ星座であっても、地表からある程

L字型



漸減型A



漸減型B

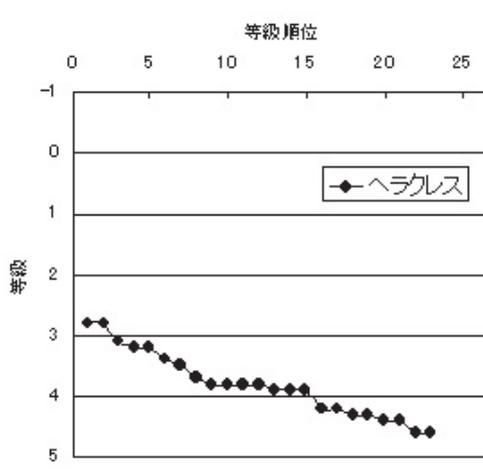
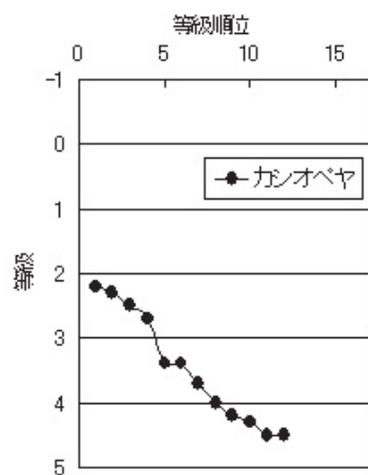


図8. 代表的な星座における等級順位曲線

表 4. 大気による減光量

高度(角度)	減光量(等級)
天頂	0.0
50	0.06
40	0.1
30	0.2
25	0.3
15	0.7
10	1.0
8	1.2
6	1.5
4	2.0
2	3.1

度の同じ高度になれば比較することができないことを意味する。光害の測定データのばらつきを押さえるためには、観測をする際の星座の位置も予め検討しておく必要がある。

観測地の緯度によって、視認できる星座の高度が異なってしまうため、大気による減光量について仙台市を例にして考えてみたい。表 4 の数値から 40° まで許容するという前提で議論する。

8 月 23 日と 24 日の両日にわたって調査地 B・C で光害測定を行った。調査地 B は旧仙台市天文台跡地に隣接する公園で、調査地 C は防潮林に隣接する農道脇で測定した。

調査地 B では直ぐ近くにマンション等が隣接しているため高度 40° では測定が難しい。仮に視野に建物が入らない場合であっても外階段の街灯の光が直接的に紙容器の筒の中に差し込んでくるからである。夜空の明るさを測定するためには高度 60° 以上が必要であった。つまり天頂附近に観察対象の天体がくるような日時設定が必要になる。

調査地 C では北西方向が仙台中心商業地域に相当する。そのため北西方向の 40° 以下は地上からの光

が夜空を照らしているため、もしその数値を調査地 C の光害測定値としてしまえば、大幅に誤差が生じることになる。つまり図 9 のような天頂方向の範囲の測定値をその地点における代表値としなければならないということである。

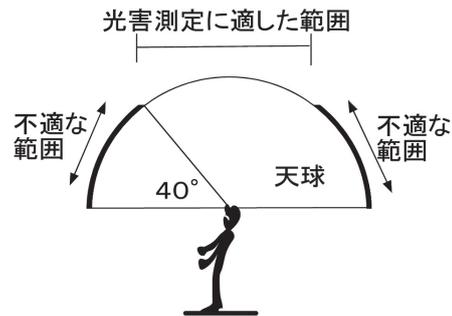


図 9. 光害測定の最適な高度

また光害測定対象の星座を選定する際にも注意が必要である。夏の代表的な星座としてさそり座を対象にしたいところではあるが、図 10 が示すようにさそり座は仙台では南中した際に一部が 30° を越えるものの、大半は 40° 以下である。

つまり光害の測定対象には用いることができない。大気の減光による補正を 1 つ 1 つの天体に対して行うことも可能であるが、測定値そのものを操作することになり、あまりお勧めすることはできない。

## 5. 個々の児童生徒の光害測定誤差を最小限に抑えるための条件

光害測定を始めた当初は、毎日の観測で相当に忙しくなることを予想していたが、実際には 7 ヶ月のうちで、わずか 27 日しか光害を測定することはできなかつ

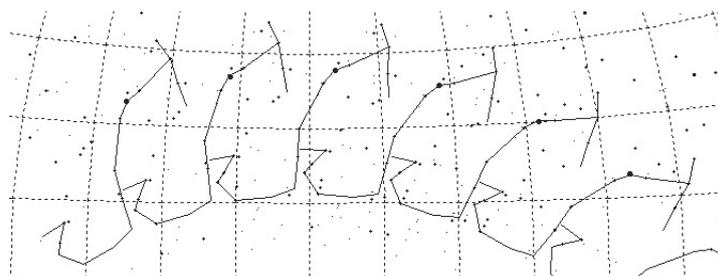


図 10. さそり座の天球上の動き (背景グリッドは高度 10° 毎。Astro arts 社ステラナビゲータ 7 で描画)

た。その理由は天候である。雨は降らなくとも雲が空をおおってしまえば光害測定を行うことはできない。児童生徒に課題として取り組ませる場合は、長期の天気予報を最大限に活用した上で、導入を進めなければならない。

まず事前の準備として、

①測定方法について理解させる。

②児童生徒の自宅周辺を中心に光害の測定に適した場所を確認させる。街灯があつて光害測定の誤差の原因にならないように徹底させる。

③保護者への協力を含め、安全面についても事前に十分に検討する。

その上で、実際の測定上の条件を整える。

④月齢と光害測定予定日から割り出した測定対象となる星座を決定する。対象となる星座の近くに惑星がないかどうか、天文年鑑等を参考にする。

⑤必要に応じて天文シミュレーションソフトを活用する。市販されたものはもちろん国立天文台が提供しているソフトウェア（無料、インターネットからダウンロード可）は、この目的のために力を発揮してくれる。

⑥光害の測定時の「雲量」について、確認させる。雲の有無も光害の測定値に影響を及ぼすので注意をうながす。

こういった光害測定の前提条件を丁寧に確認した上で、児童生徒向けの教材として用いることが光害の測定精度を向上させることにつながる。

## 引用文献

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.

長島康雄・千島拓朗・高田淑子, 2004. 学区域から仙台市全域に拡張した光害調査活動とそのスケールアップが持つ環境教育的な意義. 環境教育研究紀要, 第7巻. P105 - 109.

長島康雄・成田忠雄, 2002. インターネット GIS を用いた星空環境の教材化. 日本環境教育学会第13大会要旨集 2F0915.

長島康雄・佐々木佳恵・高田淑子・松下真人・千島拓朗・斎藤正晴・三浦高明, 2003. 中学生が実施した光害調査活動による環境評価活動とその教育的意義. 環境教育研究紀要, 第6巻. P55 - 63.

天文年鑑編集委員会, 2009. 天文年鑑. 2010年版. 343pp. 誠文堂新光社.

国立天文台, 2009. 理科年表. 平成22年版. 1064pp. 丸善.

## 平成22年度活動報告

### 【プロジェクト研究】

文部科学省特別経費（高度な専門職業人の養成や専門教育機能の充実）  
「フィールドワークを基底とするリフレッシャー教育システムの構築」

### 【フレンドシップ事業実施報告】

6月10日（木）「バタフライガーデンであそぼう」【附属幼稚園】（溝田、桔梗）  
6月13日（土）気仙沼市環境学習教室 気仙沼市立唐桑小学校編（島野）  
6月19日（土）～20日（日）KODOMOバイオダイバシティ〈蕪栗沼・周辺水田〉湿地交流（島野）  
9月19日（日）「ザリガニの秘密」（斉藤）

### 【主催事業】

7月3日（土）、17日（土）、31日（土）、8月7日（土）公開講座「水と暮らし」をテーマとして身近な環境を考える」（村松）  
8月5日（水）公開講座「環境倫理を考える」（島野）  
8月6日（木）公開講座「ESDと環境教育」（島野）

### 【受託事業】

平成22年度「国際協カイニシアティブ」教育協力拠点形成事業  
「動物園を活用したマダガスカルESDパイロットマテリアルの構築」（斉藤、村松、溝田）

平成22年度 JICA草の根技術協力事業「自然環境保全に関わる環境教育プログラム研修」（斉藤、溝田）

### 【共催事業】

#### 気仙沼市

9月24日（金）～25日（土）サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト講座型学習活動「進化に基づく五界説の分類を遺伝子から考える」（島野）  
10月24日（日）サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト講座型学習活動「進化に基づく五界説の分類を遺伝子から考える」（島野）

#### 登米市

6月18日（金）第1回登米市環境出前講座：石森小学校（溝田）  
7月8日（木）第2回登米市環境出前講座：登米小学校（棟方）  
8月30日（月）第3回登米市環境出前講座：石越小学校（村松）  
9月3日（金）第4回登米市環境出前講座：横山小学校（棟方）  
10月21日（木）第1回登米市環境教育リーダー育成講座（村松）  
11月24日（水）第3回登米市環境教育リーダー育成講座（村松）  
12月18日（土）第4回登米市環境教育リーダー育成講座（溝田）

## 仙台市

仙台市八木山動物公園

- 7月3日（土）紙芝居と絵本の読み聞かせ「どうぶつおはなしかい」（斉藤）
- 8月18日（水）青葉山環境教育セミナー・「動物園の教育資源」活用術（斉藤）

## 仙台湾南部海総合学習

- 5月31日（月）仙台南部海岸域総合学習：仙台市立大倉小学校（村松）
- 6月28日（月）仙台南部海岸域総合学習（仙台市立人來田小中学校旗立分教室）（村松）
- 9月4日（金）大倉小学校（村松）

## 【学内活動】

- 3月5日（金）第38回環境教育コロキウム  
渡辺孝男「アジア地域における環境微量元素の暴露・影響評価への取り組み-フィールド調査からのエビデンス構築」（川村、村松、斉藤、島野、溝田、ラザロ、桔梗）
- 6月9日（水）教員研修留学生研修「日本の自然（1）」（溝田）
- 6月16日（水）教員研修留学生研修「日本の自然（2）」（溝田）
- 6月19日（土）～7月17日（土）  
自然環境保全に係わる環境教育実践プログラム研修（斉藤、溝田、桔梗）
- 6月30日（水）教員研修留学生研修「日本の自然（3）」（溝田）
- 7月20日（火）第1回「現職派遣教員等の海外教育経験の還元に関する会議」（村松、桔梗）
- 7月29日（水）教員免許更新講習「学校教育と体験活動A」（溝田）
- 7月30日（土）～31日（日）教員免許法認定講習「保育内容」（斉藤・溝田）
- 7月31日（土）教員免許更新講習「青葉山環境教育セミナー・情報活用とモラル」（鶴川）
- 8月4日（水）国際協カイニシアティブ（ESD）会議（斉藤、村松、溝田、桔梗）
- 8月5日（木）教員免許状更新講習「環境倫理を考える」（島野）
- 8月6日（金）教員免許状更新講習「ESDと環境教育」（島野）
- 8月6日（金）教員免許状更新講習「持続発展教育入門」（溝田）
- 8月19日（木）～20日（金）教員免許状更新講習「青葉山環境教育セミナー・「水質調査・分析-水環境理解の方法と解釈-」（村松）
- 8月26日（木）第2回「現職派遣教員等の海外教育経験の還元に関する会議」（村松、桔梗）
- 9月15日（水）富谷町立日吉台小学校「ESD全校教員研修会」講師（島野、溝田）
- 10月9日（土）教員免許状更新講習「青葉山環境教育セミナー・「校庭の教育資源」活用術（溝田）
- 10月19日（火）第3回「国際教育のための資源活用を進める連携会議」（村松、桔梗）
- 10月26日（火）～11月6日（土）国際協カイニシアティブ事業「マダガスカル招へい事業」（斉藤、溝田）
- 10月29日（金）～31日（日）ユネスコスクール全国大会（川村、鶴川、斉藤、島野、溝田、桔梗、齋藤、尾崎、佐々木）
- 11月1日（月）～21日（日）JICA集団研修（村松、斉藤、桔梗、齋藤）
- 12月2日（木）第4回「国際教育のための資源活用を進める連携会議」（村松、桔梗）
- 2月4日（金）第5回「国際教育のための資源活用を進める連携会議」（村松、桔梗）

## 【学外活動】

- 3月3日 (水) 東北環境パートナーシップオフィス (EPO東北) 企画書審査委員会 (溝田)
- 3月23日 (火) 宮城県希少野生動植物保護対策検討会 (斉藤、溝田)
- 3月27日 (土) 宮城県希少野生動植物保護対策検討会 (昆虫分科会) (溝田)
- 4月22日 (木) TOPIC 総会参加 (鶴川)
- 4月23日 (金) 多賀城市教育委員会 (斉藤)
- 5月14日 (金) 気仙沼ESD/ユネスコスクール研修会 (島野、溝田)
- 5月22日 (土) ~23日 (日) 日本環境教育学会第21回沖縄大会で講演  
「ニホンミツバチを題材とした環境教育の可能性 (溝田)」  
「環境教育ライブラリー“えるふえ”の運営と課題 (桔梗)」
- 5月29日 (土) 宮城県希少野生動植物保護対策検討会 (昆虫分科会) (溝田)
- 5月30日 (金) 仙台第一高等学校出前講義 (鶴川)
- 6月2日 (水) 仙台市環境影響評価審査会 (溝田)
- 6月5日 (土) ~6日 (日) 宮城県希少野生動植物保護対策検討会 (昆虫分科会) 合同調査会 (溝田)
- 6月12日 (土) 中央大学125周年記念講演会・招待講演「そうだ、キャンパスをビオトープにしよう！ 生物多様性に配慮したキャンパスづくりのヒント」 (溝田)
- 6月17日 (木) 仙台三桜高等学校 (鶴川)
- 6月26日 (土) 宮城県高等学校理科研究会生物部会教材生物ワークショップ講師「校庭を生物教材園に～身近な自然を授業に活かすヒント」 (溝田)
- 6月26日 (土) 第31期はなやまボランティアスクール講師 (島野)
- 6月28日 (月) ~29日 (火) 仙台市立愛子小学校出前授業 (溝田)
- 6月28日 (月) ~8月4日 (水) ロシア・ウラル山脈調査 (島野)
- 7月1日 (木) 第46回宮城県公衆衛生学会学術総会で講演 (溝田)  
「仙台市内におけるニホンミツバチ分封群の発生予測」
- 7月3日 (土) ~4日 (日) 宮城県希少野生動植物保護対策検討会 (昆虫分科会) 合同調査会 (溝田)
- 7月14日 (水) 仙台市環境影響評価審査会 (溝田)
- 7月21日 (水) 仙台市生き物認識度調査検討委員会 (斉藤)
- 8月3日 (火) 仙台市川前児童館出前授業「林でウォッチング！ 昆虫を探そう」 (溝田)
- 8月6日 (金) 情報モラル授業づくり研修会講演 (鶴川)
- 8月7日 (土) ~8月17日 (火) 国際協力イニシアティブ教育協力拠点形成事業「マダガスカル現地調査」 (斉藤)
- 9月4日 (土) 気仙沼市牧沢サンクチュアリ現地調査会 (溝田)
- 9月4日 (土) ~5日 (日) 宮城県希少野生動植物保護対策検討会 (昆虫分科会) 合同調査会 (溝田)
- 9月6日 (月) 仙台市環境影響評価審査会 (溝田)
- 9月9日 (木) ~10日 (金) 第5回情報系センター研究交流・連絡会議 (鶴川)
- 9月16日 (木) 情報モラル授業づくり研修会講演2回目 (鶴川)
- 9月16日 (木) 富谷町立日吉台小学校教員ESD研修会 (島野、溝田)
- 9月17日 (金) ~20日 (月) 日本昆虫学会第70回鶴岡大会 (溝田)
- 9月25日 (土) 東北工業大学公開講座「緑の楽校」講師 (溝田)
- 9月26日 (日) 仙台市立愛子小学校「愛子ハグリッズ」講師 (溝田)
- 9月27日 (月) ~28日 (火) TOPIC ネットワーク担当職員研修会 (鶴川)

- 9月27日（月）「語ろう！東北の生物多様性」～東北から世界（COP10）へ～（島野）
- 9月28日（火）FEEL仙台（仙台市環境都市推進課）ユースカレッジ「生物多様性とはどういうことか？」講師（島野）
- 10月5日（火）マガンの里作り研究会（島野）
- 10月6日（水）環境教育リーダー研修基礎講座第2回検討会（島野）
- 10月7日（木）富谷町立日吉台小学校ビオトープ活動指導（溝田）
- 10月16日（土）気仙沼市牧沢バタフライワークショップ講師（溝田）
- 10月19日（火）市役所教育相談課 ネットパトロール事業打ち合わせ（鶴川）
- 10月20日（水）生物多様性締約国会議（CBD-COP10）（島野）
- 10月20日（水）仙台市環境影響評価審査会（溝田）
- 10月27日（水）仙台市環境影響評価審査会（溝田）
- 11月1日（月）～14日（日）JICA草の根技術協力事業（マダガスカル環境教育）専門家派遣（溝田）
- 11月8日（月）東華中学校ICT（鶴川）
- 11月10日（水）文部科学省委託事業「青少年体験活動総合プラン（自然体験活動指導者養成事業）」「自然体験指導者養成研修会」講師（島野）
- 11月11日（木）環境教育リーダー研修基礎講座「多面的な視点から環境教育を取り入れてみよう！」（島野）
- 11月13日（土）～23日（火）国際協力イニシアティブマダガスカル現地調査（斉藤）
- 11月19日（金）東六番町小学校ICT活用（鶴川）
- 11月24日（水）富谷町立菅谷台小学校出前授業（溝田）
- 11月26日（金）仙台市子ども環境実践発表会 助言（川村、溝田）
- 11月27日（土）宮城県希少野生動植物保護対策検討会（昆虫分科会）（溝田）
- 11月28日（日）仙台市立愛子小学校「愛子ハグリッズ」講師（溝田）
- 12月13日（月）高砂中学校出前講義（鶴川）
- 1月7日（金）仙台市環境影響評価審査会（溝田）
- 1月19日（水）仙台青陵中学校出前講義（鶴川）
- 1月20日（木）仙台市教育相談課 ネットパトロール事業打ち合わせ（鶴川）
- 1月21日（金）理化学研究所 バイオリソースセンター情報検討委員会（鶴川）
- 1月21日（金）気仙沼ESD/ユネスコスクール研修会（島野、溝田）
- 1月24日（月）福岡小学校 七北田川サミットサポート（鶴川）
- 1月24日（月）～28日（金）タイ海外調査（斉藤）
- 1月27日（木）通町小学校出前講義（鶴川）
- 1月29日（土）教育システム情報学会第5回研究会（鶴川）
- 2月2日（水）～4日（金）九州大学 鱗翅目データベースアドバイザー委員会（鶴川）
- 2月5日（土）気仙沼サイエンス・ワークショップ講師（溝田）
- 2月9日（水）国際教育シンポジウム2010「国際教育のための人材を活かした授業づくり」（村松、渡辺、桔梗）
- 2月14日（月）仙台市環境影響評価審査会（溝田）
- 2月19日（土）仙台市八木山動物公園動物セミナー講師（溝田）
- 3月2日（水）国際協力イニシアティブ国内報告会（斉藤）
- 3月9日（水）東北環境パートナーシップオフィス（EPO東北）評価委員会（村松、溝田）

(運営委員)

センター長 川村 敏郎  
専任 村松 隆  
" 鶴川 義弘  
" 齊藤千映美  
" 島野 智之  
" 溝田 浩二  
宮城教育大学 西城 潔  
" 菅原 敏  
" 岡 正明  
" 平 真木夫

(兼務教員)

理科教育 菅原 敏  
" 棟方 有宗  
社会科教育 小金澤孝昭  
" 西城 潔  
技術教育 岡 正明  
附属小学校 武山幸一郎  
附属中学校 高橋 知美  
附属養護学校 吉田 光正  
附属幼稚園 遠藤奈保子

(専任職員)

環境教育基礎分野 教授 村松 隆  
環境教育実践分野 教授 齊藤千映美  
" 准教授 島野 智之  
" " 溝田 浩二  
環境教育システム分野 教授 鶴川 義弘  
" 教務職員 福井 恵子

(協力研究員)

渡辺 孝男  
ラザロ・エチエニケ  
青木 義幸  
豊田 東雄  
オフエイ・マヌ・ポール

(非常勤職員)

桔梗 佑子  
齋藤 有紀  
佐々木久美  
尾崎 博一

(客員教員)

宮城県教育研修センター  
指導主事 高梨 正博  
仙台市科学館  
副館長兼事業係長  
玉川 勝美  
主任指導主事 數本 芳行  
指導主事 菅原 徹  
" 菅井 研二  
" 西城 光洋  
" 佐藤 賢治  
" 長島 康雄

## 投稿規定

1. 宮城教育大学環境教育実践研究センター（以下環境研）では、「環境教育研究紀要（以下研究紀要）」を刊行する紀要編集委員会を置き、本規定に基づき、毎年3月に発行する。
2. 研究紀要には、環境教育およびその実践に関する研究論文を掲載する。
3. 投稿できる者は以下に掲げる者とする。
  - (1) 環境研の専任職員、兼務教員、客員教員ならびに研究協力員
  - (2) 紀要編集委員会において投稿を特に認めた者
4. 研究論文は他誌にまだ発表していないオリジナルなものとする。また、論文に対する一切の責任は執筆者が負うものとする。
5. 原稿の採択、掲載の順序、レイアウトは紀要編集委員会で決定する。研究紀要への原稿採択の基準は、①環境研が主体的に取り組んでいる環境教育研究の諸活動に合致したもの、②研究紀要への掲載により環境研の発展や研究活動の高度化が期待できるもの、③学校教育における環境教育実践が十分分析されていて、現職教員にとっても有益になるもの、④環境研の環境教育活動に新しい展開が予想できるもの、とする。
6. 執筆要領は以下の通りとする。原稿は和文あるいは英文とする。最新号の論文レイアウトに従って、ワードプロセッサ（WORD推奨）で記述し、以下の内容を含むこと。
  - (1) タイトル：和文および英文
  - (2) 著者名：和文および英文。筆頭著者が論文の問い合わせ先となる。なお、1頁の脚注に、著者全員の所属を記述すること。
  - (3) 要旨：和文（全角）200文字以内、英文100語以内で記述すること。
  - (4) キーワード：5語以内で記述すること。
  - (5) 本文：原稿はA4判（横書き、24字×40行の2段組）で、本文の所定の位置に刷り上がり原稿と同寸大の図表を挿入すること。
  - (6) 参考文献、参考資料等は本文最後に記述すること。
  - (7) 論文は刷り上がり原則10頁以内とする。
7. カラー印刷は原則として行わない。ただし、論文の性質上、執筆者の強い要望があれば個別的に編集委員会で検討する。その場合の費用は執筆者負担とする。
8. 別刷りは50部を環境研が負担し、追加請求の費用は執筆者負担とする。
9. 原稿の締め切りは1月末日とする。提出するものは以下の通りである。
  - (1) 印刷した原稿2部
  - (2) 論文原稿の電子ファイル（CD-R）
  - (3) 図表の電子ファイル（縮尺等を指定すること）
10. 著者校正は初稿のみとする。執筆者は校正刷りを受け取った後、3日以内に編集委員会宛に返送すること。校正時の内容の変更、追加は認めない。

（細則）この規定に定めるものの他、実施にあたっての必要な事項は別途定める。

（付記）平成22年1月14日改訂

### 【平成22年度編集委員会】

村松 隆（委員長）、鶴川 義弘、溝田 浩二