

宮城教育大学

環境教育研究紀要

第14巻

宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

2012年3月

目 次 CONTENTS

鶴川義弘・齋藤有季・村松隆・溝田浩二・栗木直也：リフレッシャー教育システムにおける環境教育用屋外AR教材掲示システムの構築-ARブラウザ junaio を利用したコンテンツの作成方法- …… 1 [Yoshihiro UGAWA, Yuki SAITOU, Takashi MURAMATSU, Koji MIZOTA and Naoya KURIKI: Making of the Outdoor AR Teaching Materials for Environmental Educations.]	1
菊地永祐・高木優也・鹿野秀一：水田のプランクトン（水中微小生物）群集の調査 …… 7 [Eisuke KIKUCHI, Yuya TAKAGI and Shuichi SHIKANO: Surveys of Plankton (Aquatic Microorganisms) Communities in Rice Fields.]	7
長島康雄・攝待尚子・柳沼和也：児童による「身近な生き物分布図」を用いた環境教育的な授業実践 …… 17 [Yasuo NAGASHIMA, Naoko SETTAI and Kazuya YAGINUMA: Learning Activity by Familiar Species Distribution Chart That Uses Free Web Services. A Practice in the Subject “The Animate Nature and Environment” for the K12 Class of Elementary School.]	17
橋本勝・斉藤千映美：スナメリ <i>Neophocaena phocaenoides</i> の骨格標本の作成と活用 …… 25 [Masaru HASHIMOTO and Chiemi SAITO: Articulation and Utilization of Skeleton from <i>Neophocaena phocaenoides</i> Found in Sendai.]	25
斉藤千映美・渡辺孝男：教育のための動物飼育の取り組みと課題-大学におけるヤギの飼育を通じて- …… 29 [Chiemi SAITO and Takao WATANABE: Management and Utilization of Captive Goat for Education.]	29
寺下里香・蘇武絵里香・大波茜・小野恭史・斉藤千映美：希少種生息域における淡水魚の分布・生態状況調査 …… 35 [Rika TERASHITA, Erika SOBU, Akane OHNAMI, Takahumi ONO and Chiemi SAITO: Primary Report of Ecological Survey of <i>Acheilognathus melanogaster</i> .]	35
Lazaro M. ECHENIQUE-DIAZ: Automatic Identification of Animal Species in Miyagi Prefecture, and Its Use in Environmental Education. …… 41	41
河村幸子・高橋健登・溝田浩二：千葉県柏市立酒井根小学校におけるバタフライガーデンを活用した環境教育(1) 授業における実践 …… 45 [Sachiko KAWAMURA, Kento TAKAHASHI and Koji MIZOTA: An Environmental Education Practice in the Butterfly Garden of Sakaine Elementary School, I.]	45
河村幸子・高橋健登・溝田浩二：千葉県柏市立酒井根小学校におけるバタフライガーデンを活用した環境教育(2) エコクラブにおける実践 …… 55 [Sachiko KAWAMURA, Kento TAKAHASHI and Koji MIZOTA: An Environmental Education Practice in the Butterfly Garden of Sakaine Elementary School, II.]	55
溝田浩二：環境教育におけるディベート導入の試み - DVD「ミツバチからのメッセージ」を教材として- …… 63 [Koji MIZOTA: An Attempt for Experimental Use of Debate in Environmental Education. - Making Use of DVD Teaching Material “A Message from Honey Bee”-.]	63
Paul OFEI-MANU and Satoshi SHIMANO: Capacity Building for Sustainable Living Through ESD-Based Learning in a Regional Centre of Expertise (RCE). …… 71	71
島野智之・広瀬敏通：東日本大震災における災害教育の再評価 …… 85 [Satoshi SHIMANO and Toshimichi HIROSE: Reassessment of “Disaster Education” on the Great East Japan Earthquake.]	85
平成 23 年度 活動報告 …… 91	91
投稿規定 …… 96	96

リフレッシャー教育システムにおける環境教育用屋外 AR 教材揭示システムの構築 — AR ブラウザ junaio を利用したコンテンツの作成方法 —

鶴川義弘*・齋藤有季*・村松 隆*・溝田浩二*・栗木直也**

Making of the Outdoor AR Teaching Materials for Environmental Educations

Yoshihiro UGAWA, Yuki SAITOU, Takashi MURAMATSU, Koji MIZOTA and Naoya KURIKI

要旨：環境教育用 AR 教材で使用する AR ブラウザの選定と、サーバ構築、コンテンツ作成方法を説明する。更に表計算ソフトに入力したデータでコンテンツを作成するシステムを構築した。

キーワード：AR (拡張現実), 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 (村松ほか, 2011) 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マジューリアムを舞台として、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。これらの屋外教材は、学習のために見るべき所が狭い等の理由で多人数を対象とした授業、見学等では詳しい説明を行うことが難しい。また、解説方法も担当者に頼るか、看板等を利用するなど、いつでも誰でも、現状に即した学習ができるとは言いづらい。このような従来では効果的な学習の実現が難しかった教材を、位置情報や音声ガイドを利用した、より効果的に学習できる屋外教材揭示システムを環境教育実践研究センターにおいて、研究・開発中である (鶴川ほか, 2011)。2010 年度までの研究では、最適な AR (拡張現実) ブラウザを模索・検討中であった。

本論文では、AR を利用し教員にとって管理・指導がしやすく、かつ児童・生徒・学生にとって興味深く、わかりやすい屋外教材揭示システムとなるようサーバその他の環境について検討した。

2. AR ブラウザの選定

本研究の教材作成ではドイツ metaio 社が提供する iPhone, iPad, Android で動作する AR ブラウザ junaio を使用することを決定した。

選定理由としては、検討していたほかの AR ブラウザと比べてより教育目的の利用に適していると判断したからである。具体的には、junaio は素材となる画像や音声、テキストがあれば PC からコンテンツを作成することができるため、多量のコンテンツを作成することが比較的容易である。また、講義や教材園毎に必要な情報のみを教材作成者が選んで表示する事ができる一種のフィルター機能である Channel という単位でコンテンツの作成が可能である。そのため講義や教材園毎に必要な情報のみを表示したり、季節ごとに表示内容を切り替えることができ、刻々と変化する屋外教材に適していると言える (図 1, 図 2)。また、画像を認識して情報を表示することができる GLUE という機能を利用し、既存の看板等を活用してコンテンツを作成することができる。これらの機能は、全て無料で利用可能であり、metaio 社に支払うランニングコストが無い点も教育目的の利用に適していると言える。ただ、コンテンツを置くためのサーバを自分で構築

* 宮城教育大学環境教育実践研究センター, ** 宮城教育大学教育学部

したり、PHP という動的な Web ページを作成するために使われるプログラミング言語の知識が必要である。そこで本論文では、コンテンツを作成する際、最初に行うアカウント作成・サーバ構築と、コンテンツを作成する場合に随時行うソースファイル作成・Channel 作成の方法とコンテンツをより簡単に更新するために、Excel を利用したソースファイル作成方法を説明する。



図1. 情報が混在している AR ブラウザ



図2. 情報が整理された AR ブラウザ (junaio)

3. junaio のコンテンツ作成方法

3.1 junaio のアカウント作成

junaio のアカウントを作成する方法を以下に説明する。http://dev.junaio.com/index/signup/user/new にアクセスし、必要事項を入力したあと、「Sign Up」をクリックする（図3）。登録が完了すると、登録完了のメールが届くので、確認を行う。

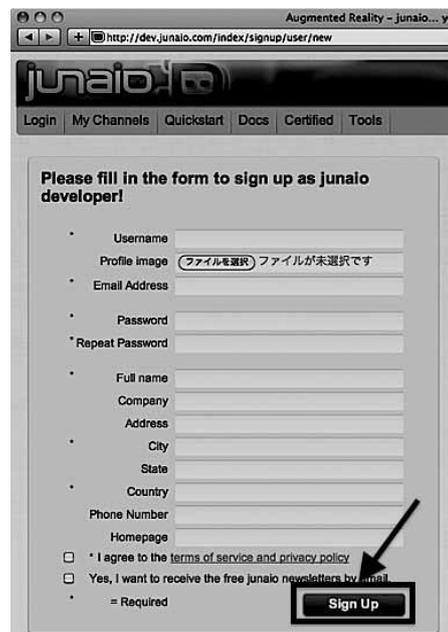


図3. アカウント作成画面

3.2 サーバの構築

今回 junaio を利用するために以下のようにサーバを構築した。

- VMware を利用

VMware を利用することにより、サーバ専用の PC を用意する必要がなく、バックアップも簡単に行えるため、設定を変更して試行錯誤をするには最適な環境を用意することができる。また、すでに稼動しているサーバのファイルを利用することにより、新しい環境の IP アドレスを取得・設定するだけでサーバの構築が完了するというメリットもある。

- Ubuntu Server をインストール

Ubuntu Server は LAMP と呼ばれる動的なウェブコンテンツを含むウェブサイトの構築に適した、オープンソースのソフトウェア群が標準で搭載されており、簡単に junaio に必要な環境を用意すること

ができる。

- Zend Framework Minimal Package をインストール
 Zend Framework は PHP 言語で Web アプリケーションを開発するための環境で junaio を使用するために必要な要件なのでインストールを行う。
- ネットワークを static にする
 Ubuntu の初期設定では DHCP サーバを利用して動的 IP を取得するが、固定 IP を設定する。
- junaio を使用するディレクトリを作成する
 今回は、/var/ にソースファイルやライブラリを、/var/www/ に画像等の素材を置くためのディレクトリ “sample” を作成した。

3.3 素材作成

junaio ではコンテンツに使用する、音声・映像・画像ファイルはそれぞれ適切な形式にしなければならない。それぞれについて、junaio で指定している適切な形式を以下に説明する。

- 音声ファイル
 MP3 (MPEG-1 Audio Layer 3) 形式
 48kHz
 stereo audio
- 映像ファイル
 H.264 Baseline Profile Level 3.0 Video
 640x480 以下
 30fps (The Baseline profile does not support B frames.)
 MPEG-4 Part 2 video (Simple Profile)
- 画像ファイル
 png 形式又は jpeg 形式
 サムネイル：250x250px 以下
 アイコン：150x150px 以下

3.4 ソースファイル作成

junaio は PHP を利用してコンテンツを生成するため、PHP のソースファイルを作成する。今回は junaio

が提供しているサンプルファイルに筆者らが手を加えたサンプルファイルを用意した。それをダウンロードし、一部を書き換えることにより、比較的簡単にコンテンツを作成できる。以下に手順を説明する。

1. <http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/> から samplefiles.zip をダウンロードする。
2. ダウンロードした samplefiles.zip を解凍する。
3. samplefiles/sample/config/config.php を任意のテキストエディタで開く。
4. 'Your_API_KEY_HERE' に 3.1 で作成したアカウントの API Key を入力する。API Key は junaio のマイページから確認することができる。
5. samplefiles/sample/src/serch.php を任意のテキストエディタで開く。
6. すでに記入されている、サンプルとパラメータ説明を基にソースを書き換える。

3.5 素材・ソースファイルの移動

コンテンツを表示するために、素材とソースファイルをサーバに移動する。

画像などの素材は、/var/www/sample に移動する。ソースファイルは、samplefiles/sample/ 以下のディレクトリを /var/sample/ に移動する。samplefiles/www/sample/ 以下のディレクトリを /var/www/sample/ に移動する。

3.6 Channel 作成

junaio には講義や教材園ごとに管理できる一種のフィルター機能である Channel という単位でコンテンツを作成する。その Channel を作成する手順を以下に説明する。

1. <http://dev.junaio.com/> にアクセスしログインを行う。
2. “New Channel” をクリックする (図4)。
3. 必須項目を記入後、“Create” をクリックする。
4. My Channel のページに新しい Channel が作成されたことを確認する。

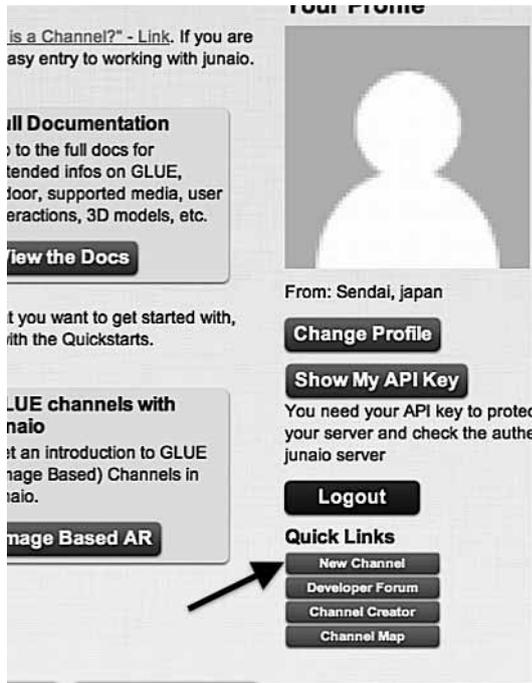


図4. New Channel 作成

3.7 Channel 有効処理

作成した Channel を有効処理 (Validate) する。手順を以下に示す。

1. My Channel のページの該当 Channel の “Validate” をクリックする (図5)。
2. エラーが出ず、終了すれば有効処理完了。
エラーが出た場合は、説明通りにソースファイルを修正し、もう一度 Validate を行う。



図5. Validate 処理

3.8 コンテンツ確認

有効処理したコンテンツが、実際に見ることが出来るかどうか確認する。PC 上から確認する方法と、携帯端末から確認する方法がある。

PC から確認する場合は、Valldate 完了ページの下部 “Show on Map” からコンテンツを確認することができる (図6)。



図6. Show on Map

携帯端末から確認する場合は、junaio を起動し、お気に入りから該当 Channel を選択することにより、コンテンツが表示される (図7)。



図7. 携帯端末画面

3.9 Channel 申請

作成した Channel を一般公開するために申請 (Submit) を行う。手順を以下に説明する。

1. My Channel のページの該当 Channel の “Submit” をクリックする。
2. Submit するかどうかの確認画面が現れるため、よく読んで “OK” をクリックする (図8)。
3. 成功画面が現れる (図9)。これから、metaio 社の3営業日以内に申請許可メールがアカウント作成時に登録したメールアドレスに届く。



図8. Submit 確認画面



図9. Submit 成功画面

3.10 追加・管理しやすい環境作り

junaio では、屋外における環境教育においては効果的なコンテンツを作成できる良い環境と言えるが、まだまだ一般の教員が簡単にコンテンツ作成できるとは言い難い。特に、PHP を使用したソースファイル作成は一般的に馴染みがない作業を行うため、教員として手を付けづらく二の足を踏む原因になると考えられる。たとえ、一度勉強し、コンテンツの立ち上げができたとしても、継続して内容の更新・管理などができないということも予想される。そこで本研究では、コンテンツの追加・管理がしやすい環境を作るため、教員にも比較的操作が容易な Excel ファイルを使用してソースファイルが簡単に生成できるようにした。手順は、Excel でコンテンツデータを入力し、CSV 形式で保存した後、Perl で作成したスクリプトを実行するだ

けである。詳細な手順を以下に示す。

1. <http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/> から csvsample.zip をダウンロードする。
2. csvsample.zip を解凍する
3. パラメータ説明.xlsx を参考に csvdata.csv にコンテンツデータを入力する (図10, 図11)。
4. 文字コード変換機能を有したテキストエディタを用い、csvdata.csv の文字コードを UTF8, 改行コードを LF にして保存する。
5. コマンドプロンプトを開き、csvsample ディレクトリに移動し、`./ csv2junaioresource.pl` と入力し、スクリプトを実行する (図12)。
6. serch.php が生成される。

No.	名前	入力可能値	説明	効果	コメント
2	パラメータ名	人力可能値			
1	id	英数字のみ文字列	他のPOIのIDを重複しない値でなくてはならない。ユーザーがどのPOIに発行されているかが、特定できることが重要。	なし	なし
3	name	文字列	POIの名前	POIのタイトルをセットします。	なし
5	description	文字列(半角1024文字以下)	POIの説明です。半角1024文字まで設定します。New-typeが'text/plain'の場合は必須項目、その他の場合はオプション項目です。POIの位置を決定し、精度・傾度・高度を指定します。	POIの説明をセットします。	なし
6	maxdistance	小数点以下桁の整数	この値は世界地図系(WGS84)に基づいた値を設けて入力してください。3つの値まで指定してください。高度が不明の場合は省略してください。	このパラメータが位置を決定するため、すべてのPOIに必須項目です。(e.g. 37)	このフィールドはユーザーに公開される
7	minresource	整数	モバイル端末からPOIまでの最大表示距離を決定します。POIから、モバイル端末までの距離がこの範囲内でないか、POIは表示できません。New-typeが'text/plain'の場合はオプション項目です。	maxdistanceがモバイル端末とPOIの距離より小さい場合、アプリケーションはPOIを隠蔽しません。	このフィールドはユーザーに公開される
8	minresource	文字列(以下から選択)	クライアントのために、特定のメディアタイプを定義します。	mime typeに応じて、異なる表現が選択されます。以下から適切なmime-typeを選択して下さい。	なし
9	minresource	image/png image/jpeg video/mp4 audio/mpeg text/plain			
10	minresource	文字列(URL)	このカテゴリーには、minresourceに応じて、番号化された3Dモデルのファイル、オーディオファイル、ビデオファイル、画像ファイルのURLをセットします。New-typeが'text/plain'の場合はオプション項目です。	なし	なし
11	thumbnail	文字列(URL)	live view画面のPOIに表示される画像ファイルのURLをセットします。	live view画面のPOIサムネイル画像を指定します。ユーザーは最大128ピクセル、最大150x150ピクセルにケセルの画像をセットしてください。	なし

図10. パラメータ説明

No.	name	description	latitude	longitude	altitude	minresource	minresource	minresource	thumbnail	mime-type
1	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
2	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
3	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
4	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
5	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
6	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
7	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
8	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
9	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
10	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
11	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
12	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
13	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
14	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
15	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
16	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
17	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
18	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
19	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
20	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
21	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
22	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
23	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
24	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
25	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
26	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
27	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
28	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
29	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png
30	アフリカ	これは、アフリカ大陸の緯度です。	38.25687	143.8208	112.47	200	audio/m3	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/junaio/	image/png

図11. Excel 入力例

```

ターミナル — bash — 80x24
saitou-yuuki-no-MacBook-Pro:csvsample yuki$ ls
csv2junaiosource.pl      パラメータ説明.xlsx
csvdata.csv
saitou-yuuki-no-MacBook-Pro:csvsample yuki$ ./csv2junaiosource.pl
アシタバ
レモン
アヲカシ
ランタナ
サンショウ
キャベツ
クロモジ
ウツシュウミカン
ミツバ
ミヤギノハギ
ユズ
saitou-yuuki-no-MacBook-Pro:csvsample yuki$ ls
csv2junaiosource.pl      serch.php
csvdata.csv              パラメータ説明.xlsx
saitou-yuuki-no-MacBook-Pro:csvsample yuki$
    
```

図 12. Serch.php 自動生成

以上の手順で、junaio でコンテンツ作成する場合に一番手間がかかる、serch.php を簡単に生成することができる。この方法ならば、内容の更新・追加などを Excel で行うことが出来、季節ごとに内容を変更したい場合も季節ごとの Excel ファイルを用意しておけばスクリプトの実行を行い、ファイルを置き換えるだけでコンテンツの更新が完了する。

4 今後の課題

今年度は、junaio の環境構築、コンテンツの管理が比較的容易な環境の整備、携帯端末を利用した講義・学校紹介の実施・検証を主に行った。しかし、ターミナルを使用する必要がある、ICT に不慣れた教員にとってはまだハードルが高いといえる。今後は、

Excel ファイルを WEB ブラウザでアップロードすれば自動的にサーバが更新されるなど、より簡単にコンテンツが作成出来る環境を整えていきたい。また、実際に講義などで利用する機会を多くし、更に改善を行い、コンテンツも充実させていく予定である。

参考文献

鶴川義弘・齋藤有季・村松隆・溝田浩二 2011. 屋外教材提示システムの開発. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 13, 7-12.

村松隆・鶴川義弘・齊藤千映美・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・桔梗佑子 2011. 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. 宮城教育大学環境教育紀要, 13,1-5.

参考 URL

junaio (2012 年 1 月 27 日アクセス)

<http://www.junaio.com/>

VMware (2012 年 1 月 27 日アクセス)

<http://www.vmware.com/jp/>

Ubuntu Server (2012 年 1 月 27 日アクセス)

<http://www.ubuntulinux.jp/products/WhatIsubuntu/serveredition>

水田のプランクトン（水中微小生物）群集の調査

菊地永祐*・高木優也**・鹿野秀一***

Surveys of Plankton (Aquatic Microorganisms) Communities in Rice Fields

Eisuke KIKUCHI, Yuya TAKAGI and Shuichi SHIKANO

Abstract : Although rice fields are artificially and temporally maintained under waterlogged conditions only for 2-3 months in Japan, the floodwater includes a high diversity of planktonic species which is the basal component in the food web of rice field ecosystem. The aims of the present study are to describe the general successional pattern in rice field plankton including micro algae and cladocerans, and to provide the basic information on the plankton species as a teaching material for environmental education.

キーワード：水田, プランクトン, 水中微小生物, 遷移, 採集・観察時期

1. はじめに

日本の湿地環境は、過去 100 年間で著しく減少、劣化し続けているなか、日本の耕地面積の多くを占め、都市部からも容易にアクセスできる身近な湿地でもある水田は、周りの水系とともに生物多様性に富む湿地環境を維持しており、宮城県大崎市の蕪栗沼周辺の水田はラムサール条約の登録湿地にもなっている（呉地, 2007）。また、ラムサール条約では、湿地の保全や賢明な利用のために、人々の交流や情報交換、教育、参加、啓蒙活動（CEPA: Communication, Education, Participation and Awareness）を進めることが決議されている。このような背景のなか、蕪栗沼周辺水田のラムサール条約登録以前より、水田の自然環境を学校の環境教育に利用する実践的研究や取り組みが、宮城教育大学により実施されてきている（見上ほか, 1999, 2001；外園ほか, 2008）。水田を環境教育に有効に活用するためには、水田の生物群集や環境要因についての基礎データを収集し、蓄積したデータを教育現場に提供することが重要である（見上ほか, 1999, 2001）。

本研究においては、水田生態系食物網の基礎となる田面水中のプランクトン（水中微小生物）群集につい

てのデータを収集することを目的とした。

宮城県の水田は、冬季に湛水される水田もある（呉地, 2007）が、そのほとんどは冬季には水が落とされて乾上げられた状態にある。そのため水田は、春の湛水・代かきから夏の中干しまで、連続的に湛水されている期間はおよそ2ヶ月ほどの極めて富栄養な一時的な水体となる。一時的な水体では、湛水後の環境の変化に応じて短期間で生物が入れ替わり、生物群集の遷移が起こる。水田では稲の生育初期には光も十分であることから、湛水後田面水中には小さな藻類が増殖し、豊富なプランクトン（浮遊性微小生物）群集の遷移、プランクトンの入れ替わりが起こる。したがって宮城県内で、水田のプランクトン群集を広く教材に利用するためには、一時的な水体としての水田のプランクトンの遷移についての情報を蓄積することが重要となる。

宮城県の水田のプランクトン群集の遷移については、田面水中の微小藻類には湛水初期から後期にかけて優占種の出現順に、単細胞緑色鞭毛藻類（ミドリムシ、クラミドモナス）→糸状性接合藻類（アオミドロ、ヒザオリ）→単細胞鞭毛藻（トラケロモナス）という遷移があり、この遷移は有機肥料・無機肥料の肥料形態

*宮城教育大学環境教育実践研究センター研究員, **東北大学大学院生命科学研究所, ***東北大学東北アジア研究センター

の違いや雑草の多寡に関係が無く共通性があることが報告されている（Kikuchi et al., 1975）。

また、単細胞緑色鞭毛藻類から糸状性接合藻類への遷移は、日本国内の水田で共通にみられることが示唆されている（Kimura and Kikuchi, 2005）が、まだそれを結論づけるほどの十分な調査はなされていない。本研究の目的は、田面水中の藻類を含めたプランクトン群集の遷移について調査し、その基礎的なデータを蓄積するとともに、遷移の共通性を確認することにある。宮城県の平地に広がる水田は、郊外の小、中学校であればまだまだ身近な湿地として、教科書や教材資料に多く登場する水中微小生物の採集場所として有効に利用できることが報告されている（見上・小泉, 1984；見上・宍戸, 1998；見上ほか, 1992）。プランクトン（水中微小生物）の遷移に共通性があれば、どの時期にどの種類の微小生物（プランクトン）を水田から採集できるかの情報を提供できることになる。これまでの教材研究のなかでは、水田にミジンコが多く、容易に採集できることは指摘しているが、ミジンコの種類については詳しくは調べていない。そこで、本研究ではミジンコの属レベルでの遷移について調べた。

2. 調査地と採水、計数の方法

(1) 調査地

宮城県大崎市鹿島台の水田（東北大学大学院生命科学研究所附属湛水生態系野外実験施設内）と仙台市青葉区愛子地区の水田を調査地とした。鹿島台の水田には慣行肥料の水田のほか無窒素肥料の水田があるので、慣行肥料の水田2枚と無窒素肥料の水田1枚を調査した。愛子地区の水田では、調査する水田を固定せず、広く一帯の水田の状況を見て、水の濁りやミドロの生え具合の違う水田を選び、1回の調査で4枚以上の水田を調査した。なお、2日連続で調査した場合にはまとめて1回とし、また7月11日には中干しで大部分の水田が乾上がっており、そのなかで採集時に水が残っていた水田2枚を調査した。

(2) 採水・計数方法

採水の方法は畦道に立ち、小さな柄杓（容量190ml）を用い、各1枚の水田5カ所以上の場所から、

全体で500mlとなるように採水し、混合した後プランクトンを計数した。採水は午前10時から11時の間に行い、クーラーボックスに入れて研究室に持ち帰り、固定せずそのまま採集日の午後に計数した。

生物の計数は浮遊藻類や原生動物などの小型の生物は、顕微鏡下でプランクトン計数板を用いて、計数した。計数盤には基盤の目状に枠が入っているので、細胞の密度や大きさに応じて、数える枠数を変えて、計数した。計数は5回行い、平均値を出した。なお、パンドリナやユウドリナなど細胞が集まり群体をなす藻類については、群体の数を数え、また細胞が連結して糸状構造をとるランソウ（アナバナ）については、それぞれ糸状構造として本数を数えた。

ミジンコなどの大型の生物はサンプル水10mlをシャーレ（直径9cm）に入れ、実体顕微鏡下でシャーレ内から駒込ピペットを用いて、シャーレ内のすべての個体を除去しながらその個体数を数えた。計数は5回行った。計数後、残りのサンプル水（450ml）を全て100 μ mの目のプランクトンネットに通して、大型の生物を集めてシャーレに入れ、個体数の少ない種についても計数した。

アオミドロやフシナシミドロなどのミドロ類は藻体が絡み合って大きな綿上の集合体を作り、柄杓で定量的に採集することは困難であったが、水田内での分布が肉眼でも確認できるので、水田の面積の内その集合体が占める面積（被度、%）を大まかに測り、それを個体数の代わりとした。また、鹿島台の水田では、寒天質のゲル状の基質の中に細胞が数珠のように繋がった藻体をもつランソウ類のノストック（ネンジュモ）が肉眼でも見える大きさの群体になり、ミドロ類と一緒に田面を覆うようになったので、ミドロ類と同様に、被度を計測した。

なお、生物種の表示においては、正確な分類が難しいこともあり、教材としての便宜性も考え、ある生物については門レベルで、またあるものについては目、科、属のレベル、また、光合成色素を持った鞭毛虫（以後、鞭毛藻と呼ぶ）については、大型で観察の容易なミドリムシとボルボックスは属で、その他は単細胞の鞭毛藻と群体性のものにそれぞれまとめて個体数を数えた。繊毛虫については、ツリガネムシとその他の繊

毛虫に分けて示した。また、湛水期間を通して無色鞭毛虫類が見られたが、極めて小型なものが多く、種類の判定や計数が困難であったので、今回のデータからは外した。一般にミジンコと呼ばれている動物群の中には、分類上はミジンコ亜綱（以後単にミジンコと呼ぶ）とケンミジンコ亜綱、カイミシ亜綱（以後カイミジンコと呼ぶ）が入っている。今回の調査で出現したケンミジンコ亜綱はソコミジンコ類だけであった。ソコミジンコ、カイミジンコは属を決めることが難しいので、ソコミジンコ・カイミジンコとしてまとめた。

3. 田面水中のプランクトンの遷移

(1) 鹿島台水田のプランクトンの消長

2枚の慣行肥料田の藻類の調査結果（表1上、水田Aと水田B）をみると、田植え直後の5月26日から6月初めまでは浮遊性の藻類としては、ミドリムシや単細胞緑色鞭毛藻類（クラミドモナスが多い）とフナグサケイソウやハリケイソウのなかまなどの羽状型ケイソウ類が多く見られ、ユードリナやパンドリナなどの鞭毛をもつ細胞が集まって群体となる鞭毛藻類も数は少ないがみられる。6月中旬からは糸状性のアオミドロやフシナシミドロが、水田面を覆うようになった。アオミドロとフシナシミドロの発生順については、1つの慣行肥料水田Aではアオミドロからフシナシミドロに、またもう1つの慣行肥料水田Bではフシナシミドロからアオミドロとなっていた。これらのミドロ類が出始めると、ツヅミモやミカズキモなどのツヅミモ類が見られる頻度が高くなった。また、6月下旬には寒天質のゲル状の基質の中に細胞が数珠のように繋がった藻体をもつランソウ類のノストック（ネンジュモ）が、水田Bで肉眼でも見える大きさの群体を作って、ミドロ類と一緒に田面を覆うようになり、7月中旬には水田Aにも見られるようになった。なお、ケイソウ類は6月下旬から7月上旬に減少する傾向はあるが、湛水期間中常に多くみられた。ランソウ類としてはネンジュモのなかままで糸状のアナベナが6月下旬から7月上旬を除き湛水期間を通して採集された。

微小な動物としては、繊毛虫が湛水期間中多くの種類が見られるが密度は小さい。アメーバ類やツリガネ

ムシ、ワムシ類は、ミドロ類に付着しているのが観察される。これらの種類が、ミドロ類が田面を覆っている時期に時折みられる傾向があるのは、ミドロ類から離れて水中に浮遊してきたものが採集されたものようである。

次にミジンコの遷移を見てみると、田植え後最初にタマミジンコが現れ、6月中旬に密度が増加し、その後個体数は減少するが、湛水期間中長く採集された。次いで現れたのは、アオムキミジンコで、やはり6月中旬に密度を増し、その後も長く採集された。さらに遅れてオカメミジンコが現れるが、その密度は低く、採集されないこともあるが、ほぼ湛水期間中存在した。7月になるとケブカミジンコとネコゼミジンコが出現し、7月中旬以降8月に入るまで優占した。カイミジンコは湛水期間中長く見られたが、湛水初期に多く、7月下旬になるとほとんど見られなくなった。カイミジンコとは逆に、ソコミジンコは湛水初期には見られず、6月中旬から湛水期間の最後の8月初旬まで、徐々に増加傾向にあった。

無窒素肥料田のプランクトンの遷移も慣行肥料田とほぼ同様であった（表1下）。藻類としては、田植え直後にはミドリムシや単細胞また群体性の浮遊性鞭毛藻類が多くみられ、6月中旬からランソウ類のノストック、ついでアオミドロやフシナシミドロが田面を覆うようになる。そして、ミドロ類が多い7月にはツヅミモ類が多く現れた。ケイソウ類は湛水初期に多く、その後減少する傾向はあるが湛水期間中常に多くみられた。ランソウ類のアナベナも密度は小さいが、湛水期間中6月下旬から7月上旬を除き長く出現した。微小な動物としては繊毛虫類やワムシ類がミドロが多い時期に採集された。

ミジンコ類は田植え後最初にタマミジンコが現れ、次いで6月中旬にアオムキミジンコが現れ、この2種はその後長く採集されたが、タマミジンコは7月下旬には採集されなくなった。さらに遅れて7月になると、オカメミジンコやケブカミジンコ、ネコゼミジンコが出現した。カイミジンコは、湛水初期から7月上旬まで、ソコミジンコは湛水初期には見られず、6月中旬から湛水期間の最後まで出現した。

表1. 鹿島台水田（東北大学湛水生態系野外実験施設）のプランクトン（水中微小生物）の消長

	慣行肥料田																	
	5月26日		6月1日		6月8日		6月17日		6月30日		7月7日		7月13日		7月21日		8月2日	
	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B
鞭毛藻類																		
ミドリムシ	***		**	**	*	*								*		*		*
単細胞		****		***	*					*								***
群体	*		*	*	*				***				*	*			*	
浮遊藻類																		
ツヅミモ類							*	*		*			*	*		*		*
ケイソウ類	****	****	****	****	****	****	***	****	***	*	****	*	****	****	****	****	***	***
アナベナ			***		***		*	***					***		***	*	*	*
糸状藻類ほか																		
アオミドロ							*		***		***	**	**	***		***		***
フシナシドロ								***		***	***		***		***		***	
ノストック								**		**	**	***	**	**		**		**
微小動物																		
繊毛虫類				**	*		*	**	*	*	**	*	*		*	**	*	**
アメーバ類								*								*		
ツリガネムシ											*						*	
ワムシ類			*								*			*	**		*	
ミジンコ類																		
タマミジンコ	**	**	**	**	***	***	***	***	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*
アオムキミジンコ			*	*	*	*	***	***	**	**	***	*	**		**	*	**	*
オカメミジンコ						*		**	*			*		*	**	*	**	*
ケブカミジンコ								*		*	*	***	*	***	*	*	***	***
ネコゼミジンコ									*		**	**		***	*	*	***	***
マルミジンコ																	*	
ダフニア											**							
ソコムジンコ類						**	*	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**
カイミジンコ類		****		***	*	**	**	**	**	*	**	**	**		*		*	

	無窒素肥料田																	
	5月26日		6月1日		6月8日		6月17日		6月30日		7月7日		7月13日		7月21日		8月2日	
	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B	水田A	水田B
鞭毛藻類																		
ミドリムシ	****		**								*							
単細胞	***						*								***			
群体	**				***				***				*	*				
浮遊藻類																		
ツヅミモ類											**	**	**	**	**	*	*	*
ケイソウ類	****		****		****		***		***		***	***	***	***	***	***	*	*
アナベナ			*				*		*		*	*	*	*	*	*	*	*
糸状藻類ほか																		
アオミドロ									***		***	***	***	***	***	***	***	***
フシナシドロ									*		*	*	***	*	*	*	***	***
ノストック							**		*		*	*	**	**	**	**	**	**
微小動物																		
繊毛虫類			*						*		*	*	*	*	*	*	*	*
アメーバ類			*															
ワムシ類					*						*	*	*	*	*	*	*	*
ミジンコ類																		
タマミジンコ	***		**		***		***		**		**	**	**	**	**	*	*	*
アオムキミジンコ							***		**		**	**	***	*	*	*	**	**
オカメミジンコ											*	*	**	*	*	*	*	*
ケブカミジンコ											*	*	*	*	*	*	*	*
ネコゼミジンコ											*	*	***	*	*	*	*	**
ソコムジンコ類							*		*		**	**	***	*	*	*	*	**
カイミジンコ類	**		*		*		**		**		**	**	**	**	**	*	*	*

鞭毛藻類・浮遊藻類・微小動物の個体数 (No./mL) : * , ≤ 10 ; ** , 10 ~ 100 ; *** , 100 ~ 1000 ; **** , 1,000 ~ 10,000 ; ***** , 10,000 ~ 100,000.

糸状藻類とノストックの被度 (%) : * , < 5 ; ** , 5 ~ 10 ; *** , 15 ~ 35 ; **** , 35 ~ 75 ; ***** , ≥ 75.

ミジンコ類の個体数 (No./L) : * , ≤ 10 ; ** , 10 ~ 100 ; *** , 100 ~ 500 ; **** , ≥ 500.

表2. 愛子地区水田のプランクトン（水中微小生物）の消長

	5月18-19日				5月23-24日				5月31日				
鞭毛藻類													
ミドリムシ	*			*							*		***
単細胞		***	*****	*****									
群体		**	**	*							*		***
ボルボックス													
浮遊藻類													
ツツミモ類													***
ケイソウ類	*****	***	*****	*****	*****	***	**	**	***	**	**	***	*****
アナベナ	***		*****	*****	*****	*			*****		*	**	*****
糸状藻類													
アオミドロ										*	*		***
ホシミドロ													
ヒザオリ					*				*				
サヤミドロ					*				*				*
フシナシミドロ													
微小動物													
繊毛虫類	*		*	*	*	*					*	***	*
アメーバ類	****												
ワムシ類		**	*	*		*	*						*
ミジンコ類													
ゾウミジンコ		***	***	**								**	
タマミジンコ					***	***	***	***	*	*	***	*	*
アオムキミジンコ					**	**				*	*	***	***
オカミジンコ				**						*			
マルミジンコ													**
ケバミジンコ											*		
ソコミジンコ				**					*				*
カイミジンコ				**									**

	6月7日				6月14-15日				6月22日				6月30日				7月11日			
鞭毛藻類																				
ミドリムシ										*	*			*				*	**	
単細胞		*	***							***	*	***	*****	***				*****	*****	
群体					*				***	*				*					*	
ボルボックス						*			*		*			*						
浮遊藻類																				
ツツミモ類		*	***	**	*	*	*	*	*	**	**	*		*	*	**	*	**	*	
ケイソウ類	*	***	*****	*****	*****	*****	*****	***	*****	*****	*****	*****	***	***	***	***	***	***	***	
アナベナ		*	*****		***	***	*	***	***	***	***						***			
糸状藻類																				
アオミドロ			*****	*****				*****	*****	*****	*	*	**	*	*	***	*		*	
ホシミドロ					***				**										***	
ヒザオリ											*								***	
サヤミドロ											*								***	
フシナシミドロ																	**			
微小動物																				
繊毛虫類	*	*	**	**	*	*			**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
アメーバ類			**	*														*		
ワムシ類			*	*					*	*								*		
ミジンコ類																				
ゾウミジンコ										***										
タマミジンコ	**	***			*	*	*	**	**	**	**	***	***	*					*	
アオムキミジンコ	***	**	***	**	*	***	**	**	**	**	**	***	*	***	**	*	*	**	*	
オカミジンコ		**	***				*	**	***	***	*	*	***	*	*	*	*	*	*	
マルミジンコ	**	**	***	***	***				*	***	***	**	**	**	*	*	*	***	**	
ケバミジンコ						**	*		**	*	*	***	***	*	*	*	*	*	*	
ソコミジンコ							**	***	*	***	*	**	***	*	*	*	*	***	**	
カイミジンコ				****		*			****		*	*	*	*	*	*	*	*	*	

表の各列にはそれぞれ1枚の水田の出現生物を示す。

鞭毛藻類・浮遊藻類・微小動物の個体数 (No./mℓ) : * , ≤ 10 ; ** , 10 ~ 100 ; *** , 100 ~ 1000 ; **** , 1,000 ~ 10,000 ; ***** , 10,000 ~ 100,000.

糸状藻類の被度 (%) : * , < 5 ; ** , 5 ~ 10 ; *** , 15 ~ 35 ; **** , 35 ~ 75 ; ***** , ≥ 75.

ミジンコ類の個体数 (No./L) : * , ≤ 10 ; ** , 10 ~ 100 ; *** , 100 ~ 500 ; **** , ≥ 500.

（2）愛子地区水田のプランクトンの消長

愛子地区水田の調査は5月18日に開始した、多くの水田は田植え後1週間ほどで、この時期には代かきは終わっているが、まだ田植え前の水田もあった。藻類については、湛水初期（5月18～19日）にはミドリムシや単細胞・群体性鞭毛藻類が多く見られる水田が多いが、水田ごとの違いが大きい（表2）。鞭毛藻類はその後一時的に見られなくなるが、6月末までの湛水期間中あちこちの水田に散発する。群体性の鞭毛藻のボルボックスは湛水後期6月中・下旬にいくつかの水田に出現した。中干しが始まり、多くの水田が乾上げられていた7月11日にはミドリムシなどの鞭毛藻類が再び増加した。湛水初期にはケイソウ類やランソウ類のアナベナも多く発生する。ケイソウ類はその後も殆どの水田で湛水期間中高密度に見られ、またアナベナも6月中旬（6月14～15日）まで多くの水田に出現した。湛水初期の藻類について特徴的なこととしては、タマミジンコが500個体/mlを超えるほどの高密度に発生している水田があると、そこにはケイソウ類を含め、浮遊性の鞭毛藻類や浮遊藻類が殆ど見られなかったことがある。5月下旬になると、糸状の藻体をもつミドロ類が田面を覆う水田が出始め、6月になるとほぼ半数の水田がミドロ類で覆われるようになる。アオミドロが優占する水田が多いが、ホシミドロが多い水田もあり、湛水後期にはフシナシミドロが優占する水田も見られた。

微小動物としては、繊毛虫類が湛水初期にみられ、その後1時見られなくなったが、その後多くの水田で密度は少ないが採集された。繊毛虫類は多くの種類が散発的にみられた。アメーバ類やワムシ類は湛水初期に多く見られる水田が少数みられ、湛水中期・後期にはミドロ類が多い水田に見られる傾向がある。

ミジンコ類は湛水初期にゾウミジンコとタマミジンコが現れ、ゾウミジンコはその後殆ど見られなくなるが、タマミジンコはその後も湛水期間中多くの水田で見られる。次いで、5月下旬からアオムキミジンコが出現し、その後湛水後期まで殆どの水田でみられるようになる。オカメミジンコとマルミジンコは6月初旬から、ケブカミジンコは6月中旬から出現し、それぞれほぼ半数の水田に見られた。これらのミジンコは1

枚の水田で、全ての種類が見られることは少なかったが、複数の種類が見られることが多く、またミジンコが1種も採集されないことはなかった。

（3）水田のプランクトンの遷移

鹿島台と愛子の水田ともに、湛水初期にはミドリムシやクラミドモナス、ユードリナなどの単細胞性・群体性の鞭毛藻類が多く出現した。その後2週間ほど後に糸状性のアオミドロやホシミドロ、フシナシミドロなどのミドロ類が綿のような集合体を作り、水面を覆い始めるようになる。鹿島台と愛子の水田では田植えの時期が半月ほど違っていたが、湛水後に同様の藻類の変化が見られたことは、藻類の遷移が湛水後の日数で決まっていることを示唆している。ミカヅキモなどのツツミモ類もミドロ類と一緒に見られる事が多く、宮城県の水田での遷移には、湛水後まず最初にミドリムシなどの鞭毛藻類が多く出現し、そして一時的に藻類が減少するが、2週間ほどしてミドロ類が田面を覆うようになり、同時にツツミモ類が見られることが多くなるという共通のパターンがあるようである。この藻類の遷移パターンは無窒素肥料の水田でも共通に見られている。ミドロ類の種類としては、アオミドロが優占して見られることが多い。水田の藻類の遷移に関しては過去に、宮城県の鹿島台、東仙台の水田の調査で、田面水中の微小藻類には、湛水初期から後期にかけて優占種の出現順に、単細胞緑色鞭毛藻類（ミドリムシ、クラミドモナス）→糸状性接合藻類（アオミドロ、ヒザオリ）→単細胞鞭毛藻（トラケロモナス）という遷移があり、この遷移は有機・無機肥料の肥料形態の違いや雑草の多寡に関係が無く共通性があることが報告されている（Kikuchi et al., 1975）。また、見上・宍戸（1988）は宮城県小牛田農林高校の学校田において、5月初旬にミドリムシが多く見られ、6月～7月にかけてアオミドロが多発することを報告している。これらの結果は湛水後初期のミドリムシなどの鞭毛藻類の発生からアオミドロを主体とする糸状性藻類への遷移が、肥料形態の違いにかかわらず共通性があり、また、調査の年代により農薬の種類や施用方法が変化しているにもかかわらず、プランクトンの遷移が同様であること、さらに見上ほか（1992）が殺虫剤や殺菌剤の散

布の前後で水中の微小生物に大きな違いがなかったことを報告していることなどを考えあわせると、藻類の遷移は農薬散布の影響もあまり受けないのかもしれない。ここで見てきたのは宮城県の水田の調査結果であるが、単細胞緑色鞭毛藻類から糸状性接合藻類への遷移は、日本国内の水田で共通にみられる可能性が高い (Kimura and Kikuchi, 2005)。

ミジンコの遷移について見てみると、鹿島台の水田ではミジンコの発生に、タマミジンコ→アオムキミジンコ→オカメ・ケブカ・ネコゼミジンコという順が見られ、湛水後期になるほどミジンコの種類が多くなる傾向が見られた。愛子の水田では初めにゾウミジンコが発生して、その後見られなくなったが、タマミジンコ→アオムキミジンコ→オカメ・ケブカ・マルミジンコの発生順が見られ、やはり湛水後期にミジンコの種類が多くなる。鹿島台と愛子の水田では、鹿島台では後期にネコゼミジンコ、愛子ではマルミジンコが発生したという違いはあるもののタマミジンコ→アオムキミジンコ→オカメ・ケブカミジンコの発生順は同じで、後期にミジンコの種類が多くなる点でも共通である。ミジンコの遷移については愛知県の水田においても Yamazaki et al. (2010) が、湛水後最初にゾウミジンコが多く、その後減少し、次いでタマミジンコが増加し、さらに湛水後期にかけてアオムキミジンコやネコゼミジンコ、マルミジンコ科、ケブカミジンコ科などが出現し、ミジンコの種類が増加することを報告している。

4. 自然環境教育教材としての水田のプランクトン（水中微小生物）の観察・採集時期について

身近な自然環境教材としての水田プランクトン（水中微小生物）については、すでにその有効性が確認され、採水や観察の方法についての詳しい解説もなされている (見上・小泉, 1984; 見上・宍戸, 1988; 見上ほか, 1992)。ここでは、水田のプランクトンの遷移の調査結果をもとに、「いつ採集するとどのようなプランクトンが採集されるのか」について考えてみたい。

宮城県の水田の遷移を見てみると、藻類の変化から大きく2つのステージ、浮遊性鞭毛藻類が優占するス

テージとミドロ類が優占し、田面を広く覆うステージに分かれる。初めのステージでは、湛水後初期（田植えの前後で、宮城県では5月上旬から中旬）に、ミドリムシやクラミドモナス、ユードリナなどの鞭毛藻類が高密度で発生する時期がある。これらの鞭毛藻類の多くは走光性があるので、天気の良い日には田面水の表面に集まり、風下に吹き寄せられて水面が緑色（発生するミドリムシの種類の違いにより赤色）に染まることもある。この時期にはミジンコとしてはタマミジンコが採集され、ゾウミジンコも採集されることがある。その後、タマミジンコに加えて、アオムキミジンコが採集されるが、鞭毛藻類の密度は減少する。この時期には土の表面が膜状に剥離し、水面に浮上する現象が良く見られる。

5月下旬から6月になるとアオミドロを中心としたミドロ類に田面が覆われる水田が多く見られるようになる。半数ほどの水田は、多寡はあるがミドロ類に覆われ、それが中干しまでの湛水期間中続く。残りの水田は、水は透明で、ケイソウ類を除き藻類が少ない状態が続く。ミドロ類が多い水田ではツヅミモ類や繊毛虫類、ワムシ類などが見られることが多い。この時期にはミジンコとしては、タマミジンコ・アオムキミジンコのほかに、オカメミジンコやケブカミジンコ、ネコゼミジンコ、マルミジンコなど現れ、種数が増加する。多くの水田からは複数種のミジンコが採集されるが、種類の組み合わせは水田毎に異なり、1種しか採集されない水田もある。なお、ミジンコはミドロ類の有無に関係なく多くの種が採集された。

このような水田のプランクトンの遷移から、プランクトンの観察の時期を考えてみると、鞭毛藻類の観察の時期としては、田植え前後（5月初旬から中旬）が最適である。大きな鞭毛藻としてはミドリムシが採集でき、単細胞のクラミドモナスや群体性のバンドリナやユードリナなど多くの鞭毛藻類も採集される。繊毛虫類もしばしば採集される。ミジンコ類はタマミジンコが採集され、ゾウミジンコやソコミジンコ、カイミジンコも採集される。この時期にミジンコ類が高密度に見られる水田があれば、それはタマミジンコである。

5月下旬になると、田面水が透明となる水田が増え、鞭毛藻類など浮遊藻類の観察には比較的不適となる。

しかし、ケイソウ類はこの時期も豊富に見られ、タマミジンコやアオムキミジンコが観察できる。

多くの種類の微小生物を観察できる時期は、アオミドロに水田が覆われる時期（6月）である。ミドロ類は肉眼で確認できるので、それを採集すればミドロ類の内少なくとも1種類は観察でき、その時期にはツヅミモ類や繊毛虫類、ワムシ類も採集されることが多く、ミジンコ類の種数も多い。さらにこの時期にはミドリムシなどの鞭毛藻類も見られることもある。本調査では、柄杓で田面水を採集し、その中に浮遊しているプランクトンを計数しており、ミドロ類を直接採集してその中の微小生物を見ているわけではない。実際に、アオミドロが集合した塊を採集して、顕微鏡で観察してみると、アオミドロに付着して、ツヅミモ類やケイソウ類などの微小藻類のほか、アーケラなどの有核アメーバやツリガネムシのなかまがみられ、繊毛虫類、ワムシ類などの微小動物がアオミドロのジャングルの中を泳ぎ回っている。このように、ミドロ類を直接採集して、顕微鏡で観察すれば、多くの種類の微小生物を見つけることができる。

7月に入り、中干しが始まって、再びミドリムシや単細胞鞭毛藻類がみられ、アオミドロやツヅミモ類、原生動物、ミジンコ類が採集されている。本調査では中干しの前の湛水期間中を主な対象としたが、宮城県内の既往の報告では、中干し後の水田でも、ケイソウ類やミドリムシ、ミカツキモなどの微小藻類、アメーバ類や繊毛虫類が採集されている（見上・宍戸、1988；見上ほか、1992）。このように、中干し後は間断灌水となるが、この時期の水田からも多くのプランクトン種を観察・採集できる。

水田のプランクトンの観察において、時期にかかわらず注意すべきことは、多くの水田から採水することである。水田では、1枚1枚ごとにそこに生息するプランクトン種に違いがある。湛水初期の鞭毛藻類が採集される時期には、とくに水田ごとに密度が大きく違っている。ケイソウ類はどの時期でも殆ど水田から豊富に採集されるが、湛水初期には、タマミジンコが大発生している水田があり、そこではケイソウ類も田面水中に見られなくなることがあった。これもいくつかの水田から採水することによって解決でき、多く

の種類藻類や微小動物を確実に観察できる。少し離れた水田は田植え日が違っていることが多く、そこを採水すると、湛水期間が異なる時期のプランクトンを採集できる可能性が高くなる。多くの鞭毛藻類は走光性を持つので、天気の良い日には風下の田面水の表面に集まり、緑色や赤色に着色するのが見られることがある。この時期には表面が緑色（または赤色）となっている水田の表層水を集めると、ミドリムシやクラミドモナスの極めて高密度のサンプルを得ることができる。ミドロ期にはいくつかの水田から採集することにより、複数種ミドロを観察できる。またこの時期にはミジンコが1つの水田でも複数種みられることが多いが、1種類しか見られない水田もあり、多くの水田から採水することにより、多くの種類を確実に観察することができる。

本調査では田面水中に浮遊するプランクトンを中心に調べたが、出現した生物種のうち、羽状ケイソウ類やツヅミモ類は浮遊性というよりも付着性または底生性の種類であり、繊毛虫類やアメーバ、ワムシ類も付着性または基質の表面を泳いでいる物が多く、またソコミジンコやカイミジンコも水底を這い回る性質を持つ。本調査で採集された生物の多くは、付着性・底生性の微小生物が水中にたまたま泳ぎだし、浮遊した時に採集されたものかもしれない。既往の水田微小生物の教材研究では、ピペットを使用して、稲の茎の周りや水面、土の表面から水垢状のものを採集し、少ない採水量で多くの種類の微小藻類や原生動物を、採水時期にかかわらず得ている（見上ほか、1992）。1枚の水田の中でも、田面水だけでなく、ミドロ類そのものや稲の茎に付着した水垢、土の表面を採集すると、多くの種類の微小生物を確実に採集でき、また、生息場所による微小生物の違いを教材とすることもできる。ボトルボックスやミジンコ類など大型で密度は少なく水中を遊泳する生物はネットや篩を通して集めると観察が容易である。採集場所や採水法を変えることにより、多くの種類を確実に観察できるようになる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、東北大学大学院生命科学研究所附属湛水生態系実験施設の実験水田の調査を快

く承諾していただいた同施設主任南澤究教授に心から感謝する。

引用文献

外園香菜・石井伸哉・遠藤朱萌・名和玲子・三好直哉・渡邊邦彦・島野智之 2008. 田んぼの生き物調査による環境教育の実践的アプローチ. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 11, 25-30.

Kikuchi, E., Furusaka, C. and Kurihara, Y. 1975. Surveys of the fauna and flora in the water and soil of paddy fields. Rep. Inst. Agri. Res. Tohoku Univ., 26, 25-35.

Kimura, M. and Kikuchi, E. 2005. Aquatic microbiology in rice fields. *In*: Aquatic ecology of rice fields. Fernando, C. H., Goltenboth, F. and Margraf, J. (eds.). Volumes Publishing, Kitchener, Ontario, Canada, pp. 253-270.

呉地正行 2007. 水田の特性を活かした湿地環境と地域循環型社会の回復：宮城県・蕪栗沼周辺での水鳥と水田農業の共生をめざす取り組み. 地球環境, 12, 49-64.

見上一幸・岩淵成紀・中澤堅一郎・八鍬辰一郎・相内健一・田中融 2001. 水田・湿地フィールドの環境計測と環境教育素材としての可能性. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 3, 61-32.

見上一幸・小泉貞明 1984. 身近な教材としての水田の微小生物. 宮城教育大学理科教育研究施設年報, 20, 9-13.

見上一幸・穴戸英雄 1988. 水中微小生物観察の場としての水田. 生物教育, 28, 47-51.

見上一幸・竹内伸夫・田端憲一 1992. 生命科学教育教材としての「水田の微小生物」(Ⅲ) - 仙台市近郊における水田微小生物の調査 -. 宮城教育大学理科教育研究施設年報, 28, 25-30.

見上一幸・村松隆・岩淵成紀・國井恵子・中澤堅一郎・加藤忠・斉藤智 1999. 野外フィールドのリモートセンシングと自然環境教育 (I) 水田の水質センシング. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 1, 23-32.

Yamazaki, M., Ohtsuka, T., Kusuoka, Y., Maehata, M., Obayashi, H., Imai, K., Shibahara, F. and Kimura, M. 2010. The impact of nigorobuna crucian carp larvae/fry stocking and rice-straw application on the community structure of aquatic organisms in Japanese rice fields. Fish. Sci., 76, 207-217.

児童による「身近な生き物分布図」を用いた環境教育的な授業実践

長島康雄*・攝待尚子**・柳沼和也***

Learning Activity by Familiar Species Distribution Chart That Uses Free Web Services. A Practice in the Subject “The Animate Nature and Environment” for the K12 Class of Elementary School.

Yasuo NAGASHIMA, Naoko SETTAI and Kazuya YAGINUMA

要旨：児童自らが学区の身近な生き物分布調査を行い、その結果に基づき地域の環境評価を行う授業実践を行った。理科という教科学習の中で環境教育的な活動を導入するための視点として、主体・時間軸・空間軸の3つの視点を意識して授業設計を行うことの重要性と、分布図を重ね合わせ（GIS：地理情報システムでいうオーバーレイ）によって、複数間の環境情報を総合的な評価するという学習活動につなげることができることを指摘した。

キーワード：環境教育教材の条件、身近な生き物分布調査、透明シートの重ね合わせ

1. はじめに

長島ほか（2010）はフリーウェブソフトウェアを用いて参加型生き物調査を実施し、その教育的な効果について検討した。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ことを受けた新しい教材開発の取り組みであった。

具体的には自分たちの身のまわりに、どのような動植物が生活しているのかを、インターネット環境を活用して不特定多数の同級生と協力して取り組む調査活動を通して、生き物マップが出来上がるという学習活動である。

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。教育学的な工夫を行うことで有用な教材となる可能性がある。

本稿では、生き物地図を透明シート上に描き、様々

な情報を提供し、その重ね合わせによって、身近な生き物の分布から、自らが生活している学区の環境評価を行うという授業実践について報告する。対象は仙台市立荒巻小学校の6年生である。身近な生き物分布図を用いてどのような授業実践が可能か、その評価も含めて議論したい。

2. 環境教育教材に求められる主体 - 環境系・空間軸・時間軸という3つの視点

山田ほか（1983）は、環境教育を「環境と人間との永続的付き合いを可能とするための実践や教育活動、訓練の総称」と定義している。この定義を立脚点として、環境教育の授業実践に必要な条件を次の3つの視点から整理する必要があると筆者等は考えている。主体単位の環境、時間軸からの環境、空間軸からの環境である。

(1) 主体 - 環境系という視点

すべての生物は、それぞれ独自の環境の中で生命を営んでいる。生物は、その生活形態、機能、欲求、行動様式に規定されており、生存可能な環境を選んで、

*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、***仙台市立荒巻小学校

必要とする要素・因子の複合の中で生命を維持している。

水質・土壌・大気（環境情報科学センター、1976）など、同一の環境基盤においても、共存する各主体の環境は相互に異なる。たとえば同じ部屋にいる人間と、犬や猫、カとかハエなどは、それぞれ生き方も関心も、知覚能力なども異なるので、それぞれの環境内容にも違いが生じている。ユクスケル（1979）はこのような主体別環境の出現とその研究意義とを初めて例証した。この視点から環境教育の授業実践は「人を主体とした環境」でなければならない。

今回の授業実践では身近な生き物（セミ）分布図で、環境を考える学習プログラムの構築のために、セミの環境を扱うのではなく、セミを通して人間にとっての環境の変化を考えるということである。環境教育における「主体 - 環境系」の視点に置ける主体は「人間」として押さえる必要がある。

(2) 時間軸という視点

主体を人として押さえると、環境教育で扱う時間軸の範囲も当然の事ながら制約が生じる。地球環境の中でも人類が誕生したと思われる年代に限られるからである。

原始時代の環境、古墳時代の環境、江戸時代の環境、あるいは100年後の環境に至るまで様々な時間軸の中での環境が存在する。従って環境教育の教材開発もありとあらゆる時代を取り上げることが可能である。原始時代の環境であれば考古学的な手法で解き明かすことになるであろうし、江戸時代の環境であれば史料を分析する手法なども有効なものとなる。また未来の環境であれば理論モデルなどの構築とそのシミュレーションなどによる予測手法が有効なものとなる。

今回の身近な生き物マップでは、前回の調査（中澤ほか、2003）から10年の時間経過があったものの、荒巻小学校の学区に限ると、その時間インターバルではセミの分布から環境の変化をとらえることができなかった。その点でいえば宅地造成が現在進行中にあるような小学校区を対象にすれば、そういった視点での教材開発は実現させることができたと思われる。

上述した意味で、今回の授業実践では、時間軸の中

では2010年という一断面を取り上げた形となる。自然環境研究センター（編）（2010）を使った分布図の意義を学ぶ学習活動では部分的に時間軸について扱ったけれども、子どもたちが取り組んだ身近な生き物分布図では時間軸を加味することができなかった。生き物分布調査を継続的に実施し、時間軸の比較が可能になるようなデータを蓄積する必要があると言えるであろう。

(3) 空間軸という視点

人間にとっての環境は、空間的に、身近な環境から、地球環境、宇宙環境に至るまで、さまざまな階層の環境が存在する。筆者らは、今回の主体である仙台市立荒巻小学校の児童が生活している地域としての「仙台」さらには「荒巻小学校学区」を、その空間の意味する範囲として取り上げ、環境教育の教材開発の対象とした。

スケールによって教材開発の方向性も大きく異なる。地球環境に関わる教材の例をあげれば、二酸化炭素と地球温暖化を取り上げた教材開発であったり、オゾン層の破壊を扱う教材であったりするというように地球全体の関わりを取り上げたスケールの課題を取り上げる必要が生じる。

実感を伴った学習を成立させるためには、児童がよく知っている地域、登場する地点がイメージであることが望ましい。その意味では、学区単位の環境教育的な教材開発を進めていくことは重要な方向性である。

3. 身近な生き物（セミ）分布図を用いた授業実践

(1) 学習指導要領との関連

今回の授業実践では仙台市立荒巻小学校第6学年の児童を対象に実施したが、平成20年改訂の学習指導要領との関連でいえば、小学校3年生での可能である。提示する資料の枚数を制限することで焦点化すれば、地図の読み取り作業についても大きな問題にはならないと思われる。図1は、学習指導要領のうち、今回の授業実践が関連する領域について抜きだしたものである。

図1. 学習指導要領における「生き物分布図」に関連する領域

<p>●小学校第3学年の「B 生命・地球」領域</p> <p>(2) 身近な自然の観察</p> <p>身の回りの生物の様子を調べ、生物とその周辺の環境との関係についての考えをもつことができるようにする。</p> <p>ア 生物は、色、形、大きさなどの姿が違うこと。</p> <p>イ 生物は、その周辺の環境とかかわって生きていること。</p> <p>●小学校第6学年の「B 生命・地球」</p> <p>(3) 生物と環境</p> <p>動物や植物の生活を観察したり、資料を活用したりして調べ、生物と環境とのかかわりについての考えをもつことができるようにする。</p> <p>ア 生物は、水及び空気を通して周囲の環境とかかわって生きていること。</p> <p>イ 生物の間には、食う食われるという関係があること。</p>

表1は東京書籍版教科書を参考にして「生物と環境」の単元の中に今回の授業実践を位置付けたものである。

扱いの違いは小学校3年生の場合には、生物の違いを外部的な特徴、つまり形態学的な特徴でとらえることに主眼が置かれているのに対し、小学6年生の場合には、呼吸や光合成などを履修した後の学習になることから、生物の機能的な側面にも考えを及ぼして生物の違いをとらえることに主眼が置かれている。

上述した違いを指導過程に加味することで、小学校3年生であっても6年生であっても本実践を導入することができる。

表1. 小学校第6学年における「生物と環境」の単元における「生き物分布図」の位置付け

単元		目標	
「生き物と環境」 2～3月（8時間扱い）		動物や植物の生活を観察したり資料を活用したりして、生き物が空気、食べ物、水を通して周囲の環境とかかわって生きていることを推論しながら調べ、見いだした問題を計画的に追究する活動を通して、生命を尊重する態度を育てるとともに、生き物と環境とのかかわりについての考えをもつことができるようにする。	
時数	単元名	ねらい	学習活動
5	1. 生き物と空気、食べ物、水	<p>生き物と環境について、生き物と空気という視点で考え、酸素は、植物が作り出していることをとらえる。</p> <p>また、生き物と食べ物という視点で考え、動物の食べ物のもとをたどると植物に行きつくことや、食物連鎖の関係があることをとらえる。</p> <p>さらに、生き物と水という視点で考え、生き物にとって必要不可欠な水は、地球上をめぐっていることをとらえる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> これまでの学習をもとに、人や他の動物、植物が、空気、食べ物水を通して、どのようにかかわっているのかを考える。 植物が空気を作り出すかどうかを調べる。 食べ物のもとをたどると、何に行きつくのかを調べる。 水がどこからくるのかを話し合う。
2	2. 地球環境に生きる	<p>これまでの学習を振り返り、人と環境とのかかわりについて、空気、水、生き物という視点で考えることから、人や他の動物、植物を取り巻く自然環境を幅広い視野でとらえる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> これまでの学習をもとに、人と環境とのかかわりを、空気、水、生き物という視点で考える。 人が自然に及ぼしてきた影響と、自然を守るために自分たちでできる取り組みについて考える。 <p>●本時「身近な生き物分布図を用いて学区内の環境を考えよう」の実践</p>

(2) 授業の展開

授業は5つの学習活動で構成した。図2は今回の授業実践の展開を示している。表2は授業実践における授業過程である。

【学習活動1】は、自然環境研究センター（編）（2010）から、特徴的な分布を示す生き物について紹介し、環境評価をする上で分布図が役立つことを解説した。

取り上げたのはオオクチバス（ブラックバス）やエゾシカ、ツマグロヒョウモンチョウ、クマゼミなどである。ここでは前述した時間軸の視点を加味した解説を行った。また全ての生き物が人間の活動と密接につながった形で分布していることを取り上げ、環境教育の主体としての人間の位置付けを明確にする視点について確認しながら授業を展開した。

自然環境研究センター（編）（2010）には10年単位で分布が変化している様子が1枚の分布図の中で表現されている。これによって時間的な変化について考えさせる活動を取り入れた。

【学習活動2】では、実際に仙台市科学館で展開したインターネット環境を活用して作成した「参加型身近な生き物調査」の紹介である。教室で確認したところ実際に参加した児童はいなかったものの、兄弟姉妹が参加していたことなどから、自分達と関わりある子どもたちによる調査であることを認識させるための学習活動であった。

【学習活動3】は用意した地図を配付し、その分布にどのような特徴があるのかを調べる活動である。

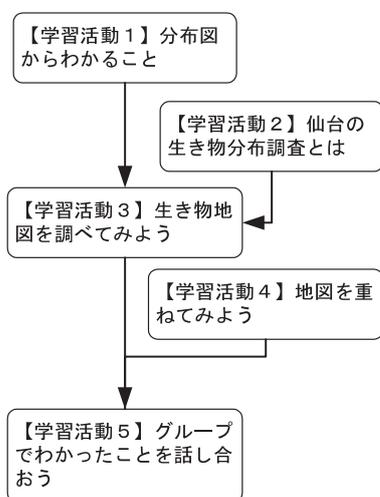


図2. 「生き物分布図」の授業の展開

人との関わりとして用意したのは、学区を示す地図、等高線・幹線道路・鉄道などの情報を加えた基本地図、中心市街地、緑地、セミ5種類の分布図の計9枚の地図を配付し、それぞれの特徴の読み取り作業を導入した。学区地図をベースに他の地図を重ねていくことで、空間軸の視点から身近な「学区」の環境に着目できるようにした。

【学習活動4】は、今回の授業の根幹となる学習である。地図は透明シートに描いてあるため重ね合わせて読み取ることができる。セミの種類によっては市街地や学区内で多く確認されたものもあれば、郊外のみ分布している種類もあった。この分布図に緑地マップや路線図を重ねたりしながら、人が作り出した環境の中でセミがどのように生活しているのかを考えさせた。図3、図4が、児童の活動の様子である。

【学習活動5】は、それぞれが読み取った推察をグループ間で共有し合う活動である。ワークシートに記載したメモをもとにして意見を出しあい、内容を深める活動と位置付けて実施した。



図3. 配付された生き物分布図を読み取る児童



図4. 生き物分布図の重ね合わせ（オーバーレイ）

表2. 今回の授業実践における授業過程

段 階	学 習 課 題	3つの視点			教 師 の 支 援
		主体- 環境系	時 間	空 間	
導 入	<p>【学習活動1】 環境省編の生き物分布図を提示し、分布の特徴について考えよう。</p>	●	●	●	<p>読み取るポイントについて助言する ・人口密度 ・冬のごし方 ・似た種類の分布境界線</p> <p>【評価】興味関心 分布図の意義を理解できたか。</p>
	<p>(1) 専門家が協力して作成した生き物分布図について知る。 (2) エゾシカ・クマゼミ・ブラックバスを提示し、分布の特徴を考えさせる。 (3) 読み取った内容を発表させる。</p> <p>【学習活動2】 仙台市の子どもたちが行った参加型生き物分布調査について知ろう。</p>	●		●	
展 開	<p>【学習活動3】 生き物分布図を読み取ろう。</p>			●	<p>読み取るポイントについて助言する ・分布の中心 ・分布の境界線 ・分布パターン</p> <p>読み取るポイントについて助言する ・分布の中心 ・分布の境界線 ・分布パターン</p> <p>【評価】技能 分布図を重ねあわせて分布の特徴を推察できたか。</p>
	<p>(1) 自分の学区で、どのようなセミが見つかったかを確認する。 (2) アブラゼミは全域に分布していることを見い出す。 (3) ヒグラシとツクツクボウシが似た分布をしていること、ミンミンゼミは異なる分布をしていることを見い出す。</p> <p>【学習活動4】 複数の地図を重ねてみよう。</p> <p>(1) 複数のセミの分布図を重ねあわせて、似た分布パターンの種類と、異なった分布パターンの種類を見い出す。 (2) 仙台市内の緑地分布図や中心市街地地図などとセミの分布の関連性について考える。</p>	●		●	
ま と め	<p>【学習活動5】 生き物分布図からわかったことを整理しよう。</p> <p>① 生き物分布図から読み取ったことを発表する。 ② お互いの意見を比較する。 ③ 学習のふりかえり、感想をまとめる。</p>	●			<p>【評価】思考 自分の発見と友人の発見を比較しながら分布について考察できたか。</p>

4. 身近な生き物（セミ）分布図の環境教育的な教材としての教育的効果

(1) 児童による生き物分布図の教材としての価値

長島ほか（2010）で指摘したように、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）。生息して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。今回の授業実践では、兄弟姉妹が参加したと答えた児童がいたものの、2010年の生き物調査に直接参加した児童はいなかった。生き物分布調査活動と授業実践を予め組み合わせて実施すれば、より一層教育的な効果を高めることができたと思われる。

(2) 透明シートの重ね合わせ（オーバーレイ）による教育的効果

図5は今回の授業実践で重視した「環境情報の重ね合わせ」の効果について模式的に示したものである。環境情報をレイヤーとして取り出すことの意義を示している。これは生態学者や地理学者が用いる地理情報学でいうところのオーバーレイ手法そのものの意義である。

現実の世界をそのままの形で認識することは児童にとって容易なことではない。児童が調査活動を行い、その取り組みによって得た情報を1つ1つレイヤー上に整理していくことで、考えを整理させることができる。

今回の授業実践では視聴覚教育では古典的な手法の1つであるTPシートにGISソフトウェアを用いて環境情報を描いて児童に提示した。岡部ほか（2000）はGISの環境学習上の効果を整理しているが、ソフトウェアで作成した資料を児童の活動用にTPシートの形に整理し直したもので、ソフトウェアの複雑な操作ではなく、直感的な重ね合わせによる学習といえる。重

ね合わせによって複数のセミの分布パターンの類似性や差違に気付かせたり、全く違った情報が同じ分布パターンを示したりする発見を体験させることができた。複数の時・空間情報のレイヤーがセットになっているので、児童の学年段階に応じて重ね合わせるレイヤーの数を限定したり、授業のねらいに沿って意図的にレイヤー選択したりといった教育的な操作を柔軟に行うことができる。

本稿で提案している「主体・環境系・時間軸・空間軸」という3つの視点からどのように環境をとらえるかは、どのレイヤーを提示するのかという指導者側の選択により、環境教育実践へ明確なねらいを与えて授業設計することができる。

図6は取り出した複数の環境情報について試行重ね合わせて複数の環境情報を再配置する児童の活動を模式的に示したものである。ばらばらに存在していた環境情報を、児童自身による試行錯誤という教育的な効果の高い形で再配置することで、環境情報間の関連性を考察することを可能にしている。

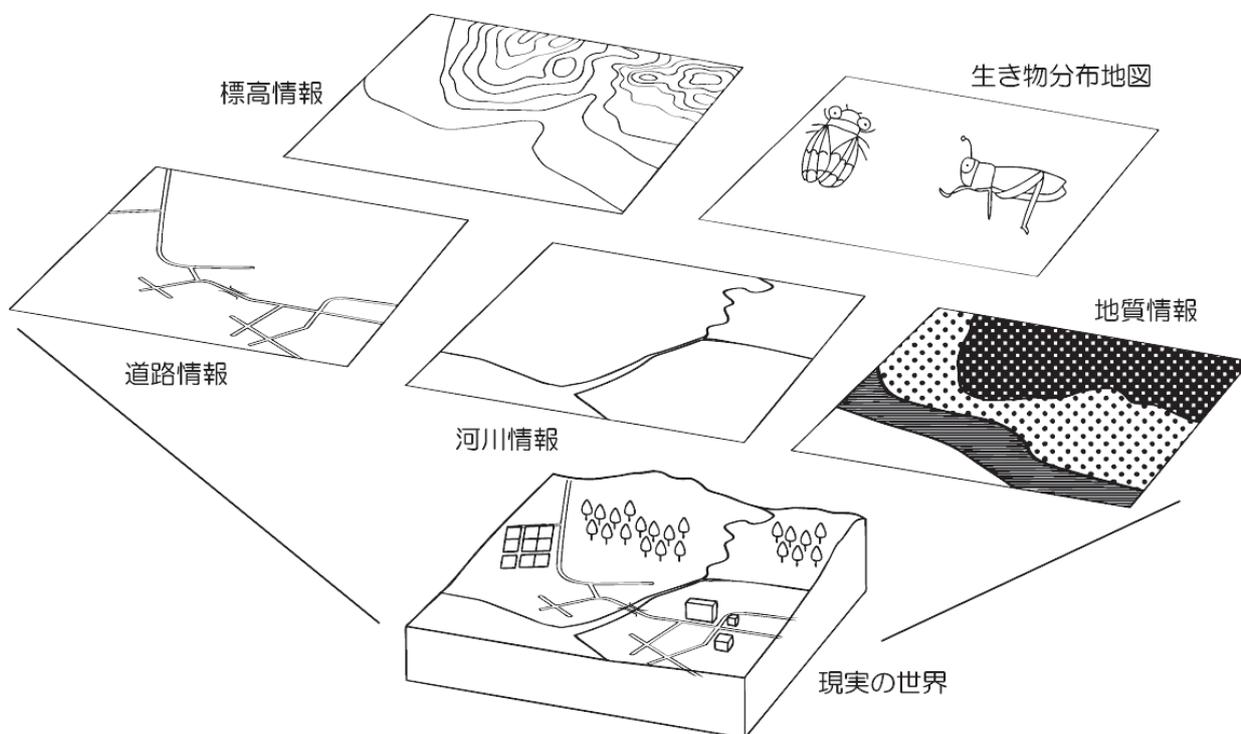


図5. 児童が調査活動で得た環境情報の階層性

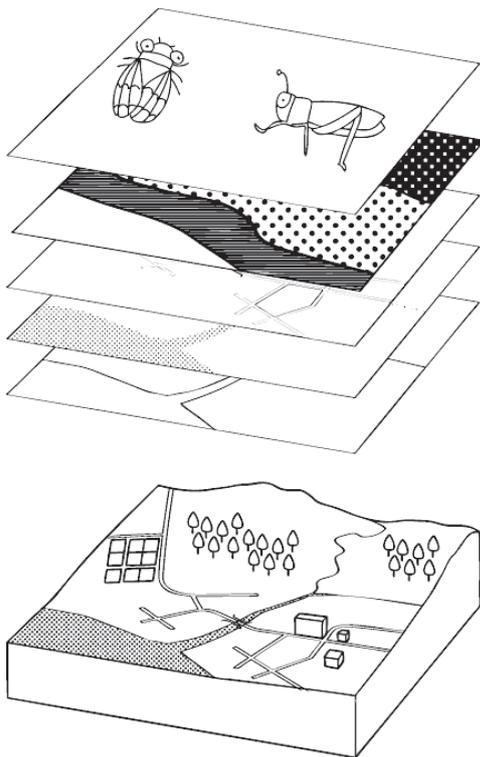


図6. 環境情報を緯度経度情報に基づき重ねあわせて現実の世界を分析的に理解する学習の模式図

複数の環境情報を左右に置いて比べて発見する方法に比べて、重ね合わせによる発見的な活動は児童の興味関心を高めさせる上でも大きな教育的効果が期待できる。今回の実践では、生き物分布地図を用いて、学区の環境評価を行わせた。これはセミにとって良い環境とは何かを考えると同時に、それが自分自身である「人にとって良い環境」になるのかどうかを考えさせることにつながっている。

環境教育の授業実践の視点の1つとして「主体-環境系」に十分に配慮して、授業設計を考えていくことが大切である。セミの分布からセミの生活を考えていく形の授業実践は、理科教育的ではあるけれども、決して環境教育的な学習活動にはならないからである。

謝辞

今回の授業実践にあたって仙台市立荒巻小学校大谷義昭校長先生から多くの励ましと御助言をいただいた。GISソフトウェアについては東北電子計算センターの三浦紳氏より多くの御助言をいただいた。小金澤文彦氏にはわかりやすいイラストをご提供いただいた。以上の方々に、記して厚く御礼申しあげる。

引用文献

- 藤美紀子・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, 64, 893-896.
- Richard, A. and Gail, L. (岡部篤行・鈴木厚志・黒岩朋子訳) 2000. GIS in schools. GISで環境学習. 古今書院, 東京.
- 環境情報科学センター(編) 1976. 環境の質を採点する. 環境情報科学センター, 東京.
- 浜口哲一 1998. 生き物地図が語る街の自然. 岩波書店, 東京.
- 長島康雄・攝待尚子・相良毅・溝田浩二 2010. 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. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 13, 31-38.
- 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-JST地域科学館連携支援事業によるIISSの発展-. 仙台市科学館研究報告, 13, 32-39.
- 自然環境研究センター(編) 2010. 日本の動物分布図集. 環境省自然環境局生物多様性センター, 東京.
- 山田常雄・前川文夫・江上不二夫・八杉竜一・小関治男・古谷雅樹・日高敏隆(編) 1983. 生物学辞典 第3版. 岩波書店, 東京.
- ユクスキュル, クリサート(日高敏隆・野田保之訳) 1979. 生物から見た世界. 思索社, 東京.

スナメリ *Neophocaena phocaenoides* の骨格標本の作成と活用

橋本 勝*・斉藤千映美*

Articulation and Utilization of Skeleton from *Neophocaena phocaenoides* Found in Sendai

Masaru HASHIMOTO and Chiemi SAITO

要旨: 仙台市若林区で東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）直後に発見された漂着スナメリから、全身骨格標本を作製した。この標本を企画展やワークショップに活用したことについて報告する。

キーワード: スナメリ, 骨格標本, 頸椎

1. はじめに

スナメリ *Neophocaena phocaenoides* は鯨偶蹄目ハクジラ亜目ネズミイルカ科スナメリ属に属する。本属は1属1種である。その分布は、西はペルシャ湾から東は仙台湾までの間のインド、東南アジア、東アジアの沿岸水域と大河の中流域で、日本における地域個体群のなかでも仙台湾の個体群は極東および北限に近い個体群として、世界的にも注目されている（図1）。



図1. スナメリの生息域（Wikipedia から引用）

本種は定置網，刺し網，トロールなどの漁法で混獲されてきた。また，本種は沿岸性であるため，開発が著しく海面の利用が盛んに行われる地域では，海上交

通や，光，音，化学物質，ごみなどによる環境の悪化が彼らの生存に大きな脅威を与えていると言われる（大隅，1998）。

本種はIUCN（世界自然保護連合）のレッドリストではVU（危急種）に位置づけられている。また，日本ではシロナガスクジラ，ホッキョククジラ，コククジラ，ジュゴンともに水産資源保護法施行規則で保護され，採捕することは禁止されている。そのため必ずしも十分な調査研究はなされておらず，死亡して漂着した個体（ストランディング）からの情報収集が大きな意味を持つ。日本では，国立科学博物館の構築する海棲哺乳類ストランディングデータベースが知られている。

仙台湾～亶理郡山元町までの海岸に漂着する海棲哺乳類についての報告（石丸ほか，2010）によれば，この地域では2002年2月から2010年6月までのおよそ8年間で，7科12種のクジラ類の漂着（混獲を含む）が確認されている。中でも本種の漂着確認が7例と目立っている。今回報告する事例は震災の時点における本種の仙台湾沿岸生息を裏付けるものであり，今後も実態把握のために調査を継続していきたい。

*宮城教育大学環境教育実践研究センター

2. 津波で運ばれたスナメリを調べた

2011年4月24日に宮城県仙台市若林区荒井で本種の死体が発見され、5月1日に現地で調査を行った(図2)。



図2. 津波で運ばれたスナメリ(仙台市若林区荒井)

発見地は、最も近い深沼海岸からおおよそ2km離れた大沼(溜池)と耕作地の間にある舗装道路脇であることから、3月11日の東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)に続いて起きた津波によって陸上に運ばれ取り残されたものと考えられた。この個体は全長170cmのメスで、妊娠していた。その胎児と筋肉、臍臓、胃、腸は冷凍したのち国立科学博物館新宿分館へ研究試料として送った。残った遺体は、教育用として宮城教育大学環境教育実践研究センターで引き取った。本種は水産資源保護法で保護、残った遺体は、教育用として宮城教育大学環境教育実践研究センターで引き取った。本種は水産資源保護法で保護されているため、座礁報告と学術所持の申請届出を後日済ませた。

3. スナメリの骨格標本で分かったこと

採集した標本から、骨格標本を作成した。クリーニング作業は、水に浸けて除肉したため、9月までかかった(図3)。以後、学生の協力を得て骨格標本の組立作業を行った。

石丸らが記載した本種の若齢個体では、頸椎のうち第1から第3頸椎までが癒合していた(石丸ほか, 2010)。しかし、成熟した本個体の場合、第1から第3頸椎が癒合し、さらに第4から第6頸椎も癒合して

いることが確認できた(図4, 5)。ネズミイルカ科の骨は一般に発達につれて癒合が進むことが知られており(Perrin, 1975)、頸椎については「成熟した個体では、3~7の頸椎が1つにくっついている」(ガスキン, 1986)。加齢による頸椎の癒合が起きていると考えられた。



図3. クリーニング作業が済んで、組立の準備へ

4. 骨格標本を企画展やワークショップで活用

骨格標本は動物の進化の学習で最も有効な教材である。特に、相同器官としての本種の胸びれの骨格標本(図6)は、9月23日から開催された西川町大井沢自然博物館の特別展に出展された。

また、仙台市八木山動物公園では、「3.11の大津波で被災した母スナメリの

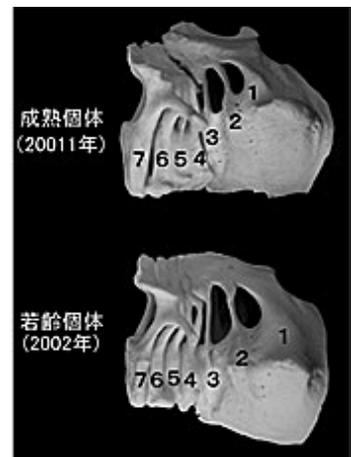


図4. スナメリの頸椎右側面

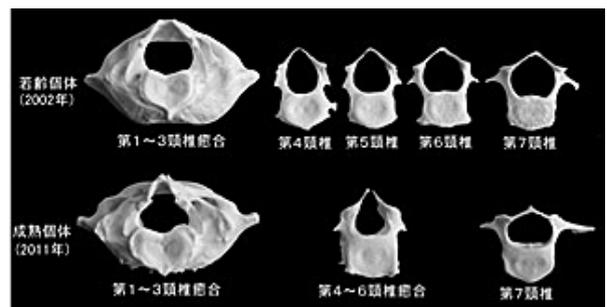


図5. スナメリの頸椎 尾びれ側から頭部側を見る



図6. スナメリの右胸びれ

骨格標本を作ろう」とするワークショップを開催した。

このワークショップでは、まず、当日参加した親子ら11人に、仙台湾に生息する本種について説明した後、胸びれ、癒合した頸椎など各部位の特徴や機能を解説し、さらに津波で運ばれた際に骨折したと思われる左胸びれの様子から本個体への理解を深めてもらった。最後に、あえて完成を控えて残した11個のV字骨の意味（血管束の通路）を説明してから、参加者各自がひとつずつ取り付け作業をした。参加したある母親は「大変貴重な体験をさせてもらった」と喜んでいった（図7）。完成した本種の骨格標本は、「環境教育ライブラリーえるふえ」に収蔵され、2012年2月に仙台市八木山動物公園ビジターセンターで一般公開を予定している。



図7. ワークショップの参加者と（八木山動物公園）

引用文献

- ガスキン, D. E. 1986. ネズミイルカ類. *In*: 動物大百科 第2巻 海生哺乳類. D. W. マクドナルド (編). 大隅清治 (監). 平凡社, 東京.
- 石丸一男・橋本勝・神宮潤一 2010. 仙台湾へのイルカ・クジラ類のストランディング記録. 日本セトロジー研究会第21回大会 (十和田).
- 大隅清治 1998. 日本の希少な野生水生生物に関するデータブック. 水産庁 (編). 日本水産資源保護協会, 東京.
- Perrin, W. F. 1975. Variation of spotted and spinner porpoise (genus *Stenella*) in the Eastern Pacific and Hawaii. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif.*, 21, 1-206.

教育のための動物飼育の取り組みと課題 —大学におけるヤギの飼育を通じて—

齊藤千映美*・渡辺孝男*

Management and Utilization of Captive Goat for Education

Chiemi SAITO and Takao WATANABE

要旨: 学校における動物の飼育活動は生命教育の一環としての重要性を増す一方で多様な問題に直面している。ヤギを題材にとり、教員養成課程における動物飼育活動を実施し、学校における飼育動物の意義、飼育の手法と留意点を検討した。

キーワード: 飼育動物, 生命教育, ヤギ

1. 教育における動物飼育活動の意義

生命教育(生命を尊ぶ態度の育成)は、平成18年に改正された教育基本法で教育の5つの目的のうちひとつとして謳われている(第二条の四)。また、新学習指導要領においても、道徳教育で生命を尊重する態度を養うこと、小学校「生活」では「飼育栽培」が2年間にわたる学習内容として記載されるなど、学校教育において生命とのふれあいを継続的に見守る活動の必要性が高まっている。また、理科の学習においても、体験的・実験的な自然事象の理解が明確に推奨されるようになってきている(日本学術会議, 2003)。こうしたことから、学校において生命理解教育を行うにあたり、学校の飼育動物を活用することの可能な場面が増えている。その反面、学校では動物の取り扱いについての知識が十分でないため、動物飼育自体が完全に否定されてしまったり、逆に飼育動物がいても感染症への対策が不適切であったり十分でなかったりする、繁殖計画が適切に実施されない、教材として十分な活用が行われないなどの現状が見られる。こうした状況の原因といえるのは、動物の飼育の体験をもたない教員が多く、適切な動物の飼育管理が行えていないこと

にあるといえるであろう。

いのちの教育、また生命を理解するための体験的な学習の必要性は高まっている。学校において長い歴史のある動物飼育を完全に否定することなく、適切に活用していくためには、学校における動物飼育を支援するさまざまな知識や技術が必要であり、また教員養成課程においても、自然とのふれあいの重要性を体験として理解し、基礎的な動物飼育の技能を身につけた教員の養成が望ましく、そのための機会の創出が求められる。

2. 学校教育課程の中の動物

学校教育において、飼育動物を活用することが考えられる時間として、まず最初にあげられるのは教科「生活」や「道徳」である。現在使用されているほとんどすべての教科書や副読本において、人と動物の関係や、自然の営みを学ぶ教材として、生き物とのふれあいや飼育活動があげられているからである。しかし、短時間のふれあい活動だけで飼育動物を活用するのはあまりにももったいない。飼育体験では、長期的な生き物との関わりを通じて、生き物の健康管理、誕生や成長、

*宮城教育大学環境教育実践研究センター

死といったいのちのしくみ、季節の自然の変化などについて学ぶことができる。年間の排泄物を活用しての堆肥づくりや、冬季の餌となる草の乾燥作業などを通じて、生命の循環を体験的に学ぶことが可能である。

理科教材としての活用も重要である。動物のからだの作りや行動は、小学校・中学校の理科の単元で学習する内容であるが、飼育動物を観察しやすい施設を作り、展示解説を工夫することで、体験的な理科教材とすることができる。

さらに、身の回りの事象から発展して地域や世界、あるいは自分自身の自立について学ぶための「総合的な学習の時間」においても、動物飼育活動は発展性を持つ。飼育活動は単に動物を愛玩するために行われるべきではない。人間と動物の間には、人間が動物を利用したり、相互が利用しあうという関係がある。学校における飼育活動においても、たとえばヤギの場合は雑草を除去し、肥料を生産することで環境改善に貢献する役畜、また乳や肉を得るための家畜としての側面を発揮することができる。また世界に目を向けると、ヤギの過放牧は砂漠化の原因となっている。飼育されているヤギを観察しながら、砂漠化の現象について学習する展示解説や教材を使用することによって、砂漠化のメカニズムと、それに日本人のカシミア消費が関わる構造を学習者が学ぶことができる。

また、学校づくり、地域づくりを行う中で、生き物のいる学校の景観やそれを中心とする学校の取り組みを行うことが考えられるであろう。

3. ヤギと人間

ヤギは最も古くから人間によって家畜として利用されてきた動物のひとつである。日本の農村でも、「貧乏人の家畜」と呼ぶ人もあるように、戦前までは飼育しやすい手軽な家畜として利用されてきた。ヤギは、乳や肉が食品として優れていること、また有機質に富み肥料にしやすい糞を活用できること、さらには食性を利用して田んぼのあぜの除草に使用できるなど、用途が多岐にわたる。その一方、草食性で餌の選好性が低く飼料のコストが低いこと、性質がおとなしく体型が扱いやすいことなどから里山の農村生活では有益な家畜だったのである。戦後の急速な社会変化にとまな

い特に食品としての経済的な価値が相対的に低くなり、ヤギの役畜としての側面の評価は下がった。しかし、動物飼育への関心が高まった近年、再び見直しが行われるようになってきている（ヤギ好き編集部、2009）。

新潟県、とくに上越市では市内の小学校の半数以上がヤギを飼育しており、公開研究会でも生活科の授業でヤギを教材とする授業が取り入れられるなどの盛り上がりを見せている。

これらの学校の支援の柱となっているのが、全国ヤギネットワーク（任意団体、毎年一回全国大会を実施）と、新潟ヤギネットワークである。中でも新潟ヤギネットワークでは、ヤギの入手、飼育管理の助言、授業での活用法、健康状態の相談、不要になったヤギの引取りまで含めて、学校におけるヤギ飼育の支援を行う体制ができていく（今井・阿見、2011）。そうした各地での事例や教育活用については別途記すこととして、本稿では以下、大学の構内でヤギやウサギを飼育してきた経験から、特にヤギ飼育に焦点を置き、留意すべき事項と飼育の方法をまとめる。

4. 飼育動物に関連するさまざまな法令

筆者は、これまでさまざまな動物の飼育を経験してきた。いずれの場合も、動物を管理するためにはまず該当する関連法の整理が必要である。

動物飼育に関して、最初にあげられる関連の法令は、「動物の愛護および管理に関する法律（動管法）」であろう。この法律は飼養者による飼養動物の適切な管理を定めたものである。危険動物の適正管理や人間の生活環境を保全することなど、動物の存在による人間生活への悪影響を防止し、販売業者を規制することなど目的は多岐にわたる。個人や学校での飼育動物に関わるものとしては、適切な施設を設けることや逸出の防止、適切な健康管理、周辺環境への配慮などを都道府県条例で定めることとしている。

飼育動物による悪臭、土壌汚染などの環境汚染の防止に関連する法令としては「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律（家畜排泄物処理法）」がある。畜産農家による、家畜が排出するふん尿の適正処理を管理する法律であり、小規模で家畜を所有する場合は対象動物に該当しない。

なお、ヤギの場合、4頭以上を継続的に飼育する場合には、「化製場等に関する法律」による届出が必要である。これは、公衆衛生的管理の観点から適切な飼育施設の管理を求めるものである。

ヤギなど、ペットや家畜を飼養する場合、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃掃法、廃棄物処理法）や水質汚濁防止法の管理対象ともなる。動物の死体は産業廃棄物として処理し、糞尿は汚水が発生しないように自家処理することが、求められる。廃棄物として排出する場合は産廃になる。数頭程度のヤギの排泄物は、飼育域内で堆肥化することにより、適切に処理できる見通しである。ただし死体に関しては適切な処分業者を通じて処分することが必要である。

最後に、家畜健康被害の拡散防止を目的とする法律として、家畜伝染病予防法があげられる。家畜伝染病予防法に挙げられている家畜伝染病26種、および届け出伝染病71種が家畜に発生した場合は、届け出の必要が生じる。それぞれの病気から来る症状を日常の観察により的確に把握し、状況に応じて、獣医の診断を受け、また本学の場合は宮城県仙台家畜保健衛生所防疫班に相談することが必要である。家畜伝染病の一種として代表的なものには、たとえば日本でも地域的に流行の見られた口蹄疫がある（2012年3月現在、日本は口蹄疫清浄国とされている）。

口蹄疫は人間に感染する病気ではないが、ヤギから人間に感染するおそれのある動物由来感染症の主なも

表1. 動物由来感染症のうちヤギが媒介する可能性のある主なもの

感染症名	病原体	感染の概要
リフトバレー熱	リフトバレー熱ウイルス <i>Phlebovirus</i> spp.	動物から蚊により媒介されるが、日本ではこれまでに事例がない。
伝染性膿疱性皮膚炎	ウイルス <i>Parapoxvirus</i> spp. (Poxviridae 科)	動物から、皮膚損傷部より直接感染。獣医師が感染することが多い。
ダニ脳炎	フラビウイルス属ウイルス	自然界に広く存在するため、通常はダニに咬まれることで発症するが、ウイルス汚染したヤギ生乳を飲用した場合にも発病する。
炭疽	細菌 炭疽菌 <i>Bacillus anthracis</i>	ウシ、ヒツジやヤギなどの家畜や野生動物が感染。ヒトへは、感染動物との接触、毛皮や肉から感染。ヒト-ヒト感染はない。
ブルセラ病	細菌 <i>Brucella melitensis</i>	未殺菌乳を摂取することでヒトに感染する。感染獣は流産を起こす。
カンピロバクター症	細菌 <i>Campylobacter fetus</i>	食中毒菌。鶏や牛などの腸に住み、食品や飲料水を通して感染。少量で感染し、人から人へ直接感染したり、ペットから接触感染する例も。
豚丹毒菌症	細菌 豚丹毒菌 <i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	ブタ、イノシシをはじめ、ヒトを含む哺乳類や鳥類に出現。ヒトへの感染経路は魚の鱗などによる刺傷、畜産物の取り扱いの際の創傷。
リステリア症	細菌 <i>Listeria monocytogenes</i>	自然環境中に広く存在し家畜に感染する。家畜から人への感染経路は畜産物（牛乳、チーズ、七面鳥の肉など）、ヤギの事例はない。
パステレラ症	細菌 <i>Pasteurella</i> spp.	イヌネコの大半が口腔内に保有。ひっかき、咬傷などで皮膚に発症。
エルシニア症	細菌 <i>Yersinia paratuberculosis</i>	食中毒菌。牛乳を含む様々な食品からヒトに感染。ウシやヤギも感染。
クリプトスポリジウム症	原虫 <i>Cryptosporidium muris, C. parvu</i>	ウシ、ヒツジ、ヤギが主要な感染動物。土壌や水、未調理または二次的に汚染された食物などにより感染する。
ネオスポラ症	原虫 <i>Neospora</i> spp.	トキソプラズマに似た原虫。人間への感染例はない。
狂犬病	狂犬病ウイルス、ラブドウイルス科	人を含めたすべての哺乳類が、感染動物による咬傷から感染する。ただし、ほとんど人が犬。人-人間の感染はない。
日本脳炎	ウイルス	コガタアカイエカが媒介。ワクチンが有効で、人-人間感染はない。ブタが増幅動物だが、ヒトを含む哺乳類、鳥類、は虫類にも感受性。
ウイルス性出血熱	ウイルス	エボラ出血熱など、さまざまなタイプがある。人-人間の感染が確認されているものもある。宿主は不明だが、クリミア・コンゴ熱ではヒツジとダニが宿主となることが確認されている。
Q熱	細菌 コクシエラ菌 <i>Coxiella burnetii</i>	菌はウシ、ヤギ、ヒツジ、イヌ、ネコ、トリの体内に自然に存在する。胎児、糞尿から経口で感染。非殺菌ミルクなどの乳製品から発症することもある。人-人間の感染はない。インフルエンザ様症状で、急性期はテトラサイクリン系抗生物質が有効。
サルモネラ症	細菌 サルモネラ菌 <i>Salmonella</i> spp.	イヌ、ネコ、ニワトリ、ウマ、その他家畜、ネズミ、亀などが保有し、排泄物で汚染された食品や飲料水が感染源となる。
レプトスピラ症	細菌 <i>Leptospira</i> spp.	ネズミ類、牛、ウマ、豚、羊、ヤギ、犬、ネコなど。汚染動物の尿を含む土壌をからの経口感染。人-人間の感染はない。
皮膚糸状菌症	真菌 <i>Trichophyton</i> spp.	脱毛。ペットからの感染が知られている。人-人間の感染はない。
トキソプラズマ症	原虫 トキソプラズマ <i>Toxoplasma gondii</i>	世界人口の約1/3が感染している。食肉中のシストやネコ糞便中のオーシストから経口感染。ほぼ全ての哺乳類・鳥類が感染する。
牛海綿状脳症	異常プリオン	人間への感染源として知られているのは牛であるが、ヤギ、ヒツジにもBSEの自然感染が発見されている。牛の場合と同様、頭蓋、脊髓、小腸などを口にすれば人間への感染の可能性。

のとして、次のものが知られている。

5. 学校における感染症対策

表1にあげた感染症は、他の家畜やペットにも共通する取り扱いのルールにより、感染の予防が可能である。その基本は、飼育施設の出入りに踏み込み消毒槽を設けること、飼育施設の周辺を消毒すること、糞尿の取り扱いに留意し流出を阻止すること、動物に対する直接の接触や小屋の清掃などの後、必ず手を洗うこと、出産がある場合は接触を避けることなどである。本学では「愛玩動物の衛生管理の徹底に関するガイドライン2006－愛玩動物由来感染症の予防のために－」（厚生労働省）に準拠した対応を行っている。同ガイドラインによれば、動物から人間への感染経路は、大きく分けると「接触」「引っ掻き傷やかみ傷」「糞口」「吸入」「バクテリア介在」である。一般に、健康な動物と通常の程度で接触することによって感染症が伝播する可能性はほとんどないといっていよう。しかし、日常の飼育に当たっては、教員は学生に対して飼育動物の習性等を周知させ、飼育場所の清潔を保ち、過不足のない適切な給餌・給水を行なっている。動物との接触の前後には、手洗いが最も効果的な感染予防措置であることを教え、手洗い設備を用意している。また、マスク、手袋、長靴などの感染予防具を準備し、学生には使用の目的と方法を習熟させ、清掃等の際には必要に応じてこれらを装着するなど、実際に使用することで感染を防止している。さらに、飼育場所は施錠することで、外部からの動物や人間の侵入を防ぎ、感染症の侵入を防止する。

また感染症に罹患していたり、健康状態の低下している学生には、動物の取り扱いや接近をさけてもらうことも重要である。

6. ヤギの健康管理

飼育動物は、野生の動物と異なり、自由に行動することができないことから、日々のニーズはすべて管理責任者が満たす必要がある。生き物の性質に合わせた飼育の施設や管理のルーティンを作ることで日々の作業は減るが、それでも気温や季節の変化、動物自身の体の変化に合わせて日常管理を怠ることはできない。

一般に、学校などで複数の人間が生き物の管理に携わる場合、基本的な健康管理のさいにはチェックシートを設けて日常の健康観察を行い、随時獣医師への適切な相談を実施することが必要である。適切な「かかりつけ」の獣医師を持つことも大切であろう。実際には現在、日本で開業する獣医師のほとんどが犬ネコを対象とする診療を行っており、学校での飼育動物に対して適切な助言を行える獣医師は少ない。ヤギのようなサイズの動物になると往診してまで見てくれる獣医師はほぼ皆無である。本学では、県畜産課から産業動物としての家畜管理（牧場で飼育されている牛）に携わる獣医師の紹介を受けていることに加え、日常的な飼育にあたっては、学校飼育動物に理解の深い仙台市内の開業医「菅原動物病院」の丁寧な診療を受けている。日本では、どの自治体にも保健衛生管理のために多数の獣医師が公務員として勤務しているにもかかわらず、行政から学校における動物飼育への支援は基本的には全く行われていない。学校飼育動物に理解のある獣医師がほとんどいないことは、学校における動物の飼育を妨げる最大の理由の一つであるに違いない（高山，2001）。

7. 本学におけるヤギの飼育環境

平成22年度6月より、本学ではヤギを出産や一時的な預りの時期はあるものの基本的に2頭、サッカーグラウンド北側の木製の小屋で飼育している。小屋は柵で囲われ、動物は自由に柵内と小屋の中を行き来できる構造になっている。オスとメスの柵は隔離されている。柵の中には桜の木が数本生育し、暑さに弱いヤギのために夏場は木陰が作られる。小屋内の温度上昇は、気温が高い時期に通風をよくすることで最大限防いでいるが、最も暑い時期にはヤギは夜間も小屋に入らなくなる。一方、寒い季節には小屋の中に敷わらを敷いている。糞がわらと混じるため清掃がやや手間を要するようになるがわらはは扱いやすい。堆肥を作る場合は、敷わらのかわりにもみがらを活用することもできる。

春から秋にかけては、積極的にヤギを移動し、繋留して、大学構内の除草に使用している。

糞尿は、法的に廃棄が規制されるだけでなく、伝

染病予防の観点からも適切に取り扱うことが求められる。糞は敷き藁とまじった状態で回収される。この状態のまま、屋根のある場所にてシートで覆いをして発酵させると、数カ月程度で堆肥化させることが可能であり、数頭程度であればこの方法で処理ができることがわかった。

飼育に際しては、職員が1名ほぼ毎日基礎的な管理を実施するほか、ボランティア学生らが夏場の散歩の補助を行っている。学部学生を対象とする授業や市民対象のふれあい活動でもヤギの飼育体験の一部に触れているが、これらについては別途検証を行いたい。

8. 飼育における今後の課題

ヤギの飼育にかかる費用のうち餌代は、これまでの事例を検討した結果、当初年間で1頭あたり最大1万円程度と考えていた。しかし、実際にはその倍以上の費用を要している。理由として、農協から購入する餌料(チモシー、ヘイキューブ)への依存度が高いことが挙げられる。大学で飼育すると、安全確保の観点か

ら、長時間無人の場所で繋留することが難しい。今後は繋留場所を移動式の柵で囲うなどの工夫をして、より長時間、野外で草を食べられるようにする必要がある。また、野菜くずを近隣農家から積極的に受け入れる努力も必要であろう。ヤギ飼育の3年目にあたる平成24年度には、堆肥を活用して野菜の栽培を行い、その残さをヤギの飼料にする試みも実施する予定である。

引用文献

- 今井明夫・阿見みどり 2011. ヤギのいる学校. 銀の鈴社, 神奈川.
- 日本学術会議 2003. 学校における動物飼育に関する提言.
- 高山直秀(編) 2001. 子供と育てる飼育動物. メディカ出版, 大阪.
- ヤギ好き編集部(編) 2009. ヤギ飼いになる. 誠文堂, 東京.

希少種生息域における淡水魚の分布・生態状況調査

寺下里香*・蘇武絵里香*・大波 茜*・小野恭史*・斉藤千映美**

Primary Report of Ecological Survey of *Acheilognathus melanogaster*

Rika TERASHITA, Erika SOBU, Akane OHNAMI, Takahumi ONO and Chiemi SAITO

要旨: 希少種タナゴが生息する河川環境において、われわれは淡水魚相の調査を行ってきた。この地域には多くの外来種が見受けられ、タナゴにとって必ずしもよい環境でないことがわかってきた。

キーワード: 淡水魚, 希少種

1. はじめに

タナゴ類はコイ科 (Cyprinidae) タナゴ亜科 (Acheilognathinae) に属する淡水魚であり、アブラボテ属 (*Tanakia*)・タナゴ属 (*Acheilognathus*)・バラタナゴ属 (*Rhodeus*) の3属から構成される。タナゴ類は、卵を生きた二枚貝の鰓内に産み込み、子は卵黄を吸収し終えるまで貝内で過ごす特異な繁殖生態を持ち、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ている。近年、河川改修や水質汚濁などによる生息環境の悪化、オオクチバス (*Micropterus salmoides*) やブルーギル (*Lepomis macrochirus*) の影響などによりタナゴ類は全国的に生息地・生息数が減少している (片野・森, 2005)。また、繁殖期に見せる美しい魚体 (婚姻色) 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 (宮城県, 2001) において絶滅危惧Ⅱ類に区分されているタナゴ (*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。自然フィールドワーク研究会 YAMOI は、2009年よりこの地域で淡水魚調査を実施してきた。

本稿では、2011年度における当該地域の生態調査の結果を報告する。なお、希少種であるタナゴを題材として扱うため、地域名を伏せることとする。

2. 調査の方法

2011年の5月から12月まで、8月を除き毎月一回、タナゴが生息している河川の計3地点 (上流から順にA地点、B地点、C地点と表すこととする。) において調査を実施した。5、6、7月は、各地点の周辺で、魚類採捕しやすい場所を選び、セルビンを仕掛けた。9、10、11、12月は、各地点に調査範囲 (流域の長さ50m程度) を設け、範囲内にセルビンを7か所 (A地点) または、5か所 (B、C地点) 仕掛け、魚類採捕を行った。採集した魚類は、その場で種の同定を行った。また、ひと月おきに、タナゴの全長、体重を測定した。

3. 結果と考察

魚類相について

A地点では、全調査期間を通じてタナゴ

* 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

(*Acheilognathus melanogaster*) とモツゴ (*Pseudorasbora parva*) の2種のみが捕獲された。10月のみタナゴの方が多く捕獲されたが、全体を通しては、モツゴの方が多く捕獲された。

B地点では、タナゴ (*Acheilognathus melanogaster*)、タイリクバラタナゴ (*Rhodeus ocellatus ocellatus*)、オイカワ (*Zacco platypus*)、タモロコ (*Gnathopogon elongatus*)、モツゴ (*Pseudorasbora parva*) などの数種類の淡水魚が捕獲された。5月を除いた全ての月でタイリクバラタナゴが最も多く捕獲された。季節変化による魚類相の大きな変化は見られなかった。

C地点では、タナゴ (*Acheilognathus melanogaster*)、タイリクバラタナゴ (*Rhodeus ocellatus ocellatus*)、オイカワ (*Zacco platypus*)、タモロコ (*Gnathopogon elongatus*)、モツゴ (*Pseudorasbora parva*) などの数種類の淡水魚が捕獲された。年間を通じてはタイリクバラタナゴが多く捕獲された。タモロコは年間を通して、一定の割合で捕獲された。また、オイカワは夏季に多く捕獲されていた。

また、各地点の月ごとの生物の多様度指数 (Simpsonの多様度指数 D) を調べたところ、A地点が最も低く、安定して0.5 近辺の値をとっている。B、C地点では、全体を通してA地点より1に近い値をとり、多様性が大きいことが示唆されているが、月による大きな変動が見られた (図1)。

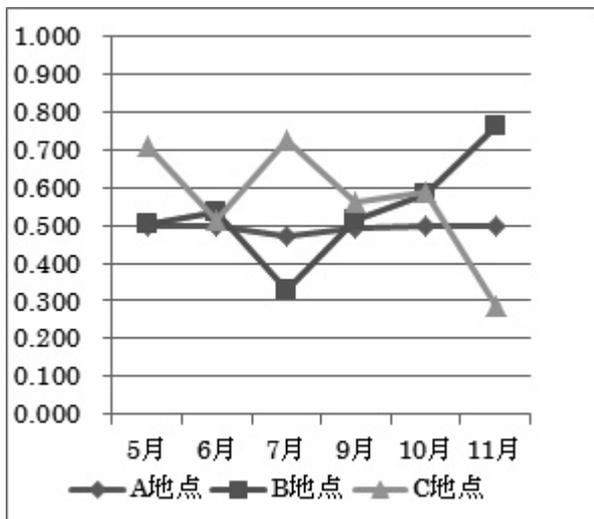


図1. 生物多様度指数の変化

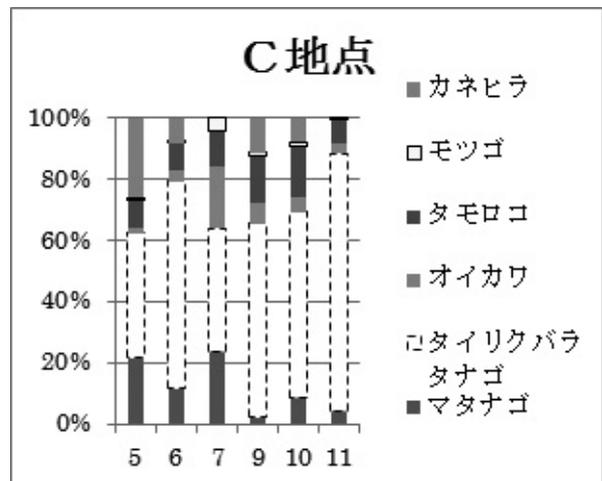
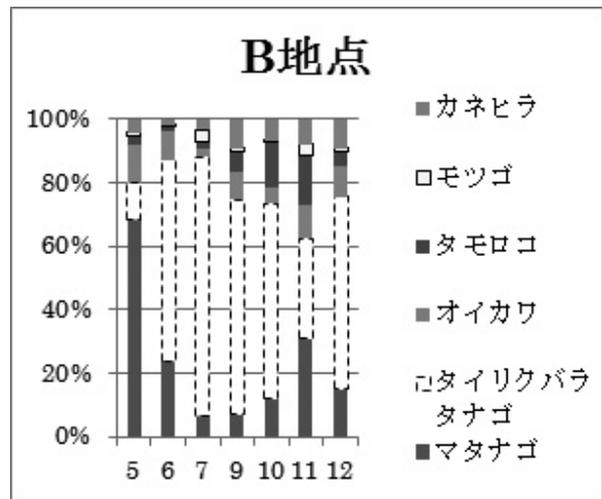
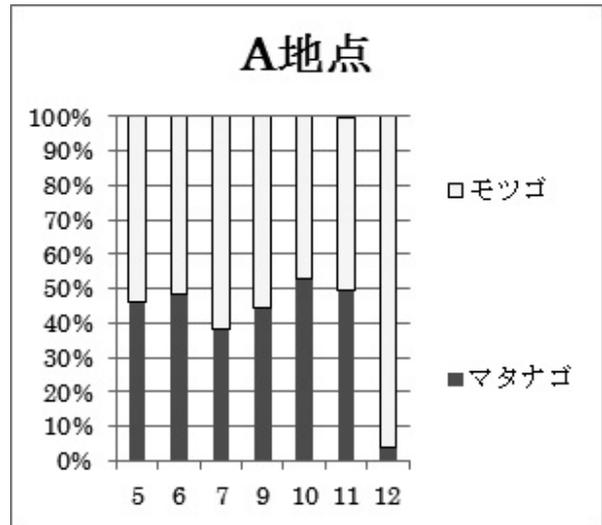


図2. 調査地の魚類相

タナゴの全長

タナゴの全長は図2に示す通りであった。タナゴは1年で30～40mm程度大きくなると言われている(櫻井, 私信)。全ての地点のデータがある10月(7月はC地点のタナゴの個体数が少ないため不適と判断)のヒストグラムに着目する。二年魚であることを示す体長48mm～64mmの間にA地点では、全体の56%の個体が分布しており、B地点では19.8%、C地点では55.9%が分布していた。以上のことより、今回の調査では2年魚のタナゴが多く生息していることが推測された(図3)。

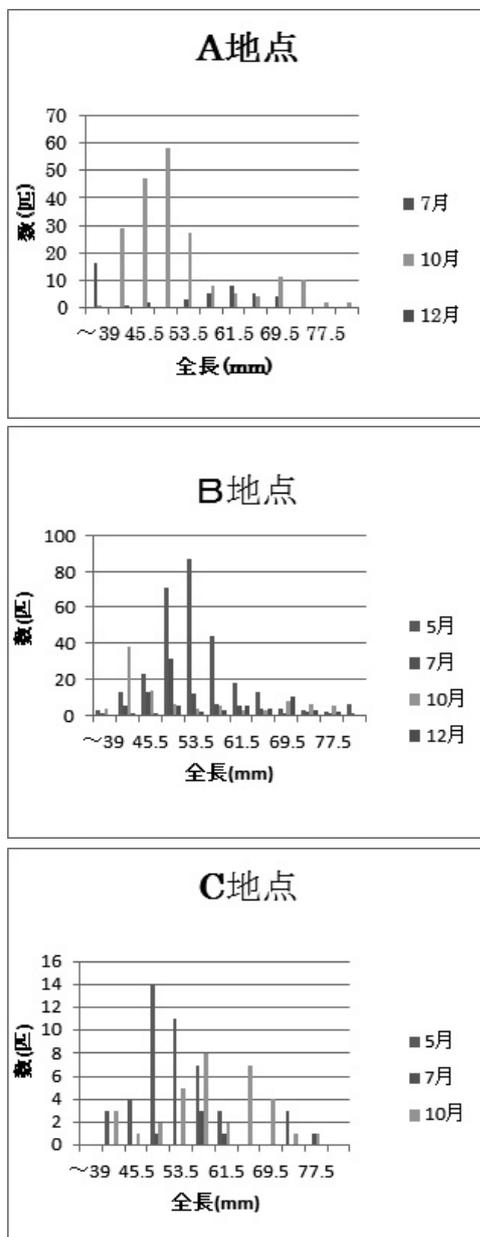


図3. 採捕された魚の内訳(横軸は月)

4. 考察

・各地点の魚類相について

「たなご」(ここではコイ科タナゴ亜科のグループの魚を指すこととする)はいずれの種も、自然界での生息数は減少していると考えられている。その理由としては、護岸工事などによる二枚貝の死滅や、水田排水路の分離掘り下げを主体とした農業設備の近代化が原因の大半を占めている。また、一部では外来種生物の影響もみられる。私たちの調査地域では、「たなご」の生息数の変化はこれらの要因のいずれかによって影響を受けている可能性が高い。

各調査地点では、外来種(タイリクバラタナゴ、カネヒラ、オイカワ、国内外来種はタモロコ、モツゴ)と在来種(タナゴ)が生息している。A地点では競合する、外来種が生息していないため、タナゴのにとっての生息環境はより好ましいものである可能性があるといえる。

B地点、C地点とも外来種であるタイリクバラタナゴやカネヒラが多くみられ、タナゴの生息数に影響を与えている可能性がある。

「たなご」は二枚貝に産卵する特異な習性がある。春産卵の「たなご」が繁殖する時期は4月から7月ころまでであるが、産卵の期間が最も長いバラタナゴは5月の終わりに最初の産卵ピークをむかえ、いったん中休みのようにペースを落として、その後もう一度産卵ピークをむかえる(長田・福原, 2000)。そのため、タイリクバラタナゴの繁殖期は極めて長い。「たなご」は種類ごとに二枚貝の選択性があり、タナゴは、殻長8cm前後以上の大型のドブガイ(*Sinanodonta woodiana*)やカラスガイ(*Cristaria plicata plicata*)などが適している。一方、タイリクバラタナゴはイシガイ(*Unionoida douglasiae nipponensis*)やドブガイに産卵する。したがって、最も長い繁殖期のタイリクバラタナゴが、タナゴの産卵に適しているドブガイをめぐる競合している可能性もある。また、生態的地位も比較的近いと考えられ、餌や隠れ場所などをめぐる目には見えない競合が存在することも考えられる。タイリクバラタナゴの生息個体数が多い地域はタナゴにとって必ずしも好ましい環境にあるとは言えないだろう。

また、カネヒラは国内最大の「たなご」で、本来は

西日本に生息するが、様々な要因により東日本にも定着し始めた種である。基本的に秋に産卵するが、中には春に産卵する種もいる。タナゴとの間の関係は明らかではないが、カネヒラの分布にはこれからさらに注意していきたい。

また、「たなご」が産卵する二枚貝が生息できない環境では、「たなご」は生息できないことから、二枚貝の生息状況にも注意していく必要がある。

ヒストグラムについて

今回の調査結果では、1年魚がほとんど確認されていない。1年魚の個体数が多ければそれは調査地点またはその近隣でタナゴの繁殖が安定して行われていて、個体群が維持されやすい状況であるといえる。今回の結果から現時点では、2年魚の個体数が多いように見える。

1年魚がほとんど見られなかった理由は、稚魚を明確に識別できる能力が不足していることも考えられる。今後の調査で改善していきたい。

生物の多様性指数

A地点では、年間を通して安定した環境となっているが、B、C地点では環境が著しく変化しやすいと言える。実際、A地点は他の2地点と比較すると水深が深く流れも穏やかであることから比較的環境は安定していると思われた。

調査全体を通して

夏季の調査では、採捕された魚の数が少なかった。これは、気温とともに水温が上昇し、魚類の活性が低かったためかもしれない。また夏期は識別調査中に魚類を保存しているクーラーの水温を維持するのが困難であるため、夏季の調査は気温が高くなる前、早朝に行う方が好ましいであろう。

最後に、当該地域では2009年度以来調査を実施しているが、2009年の調査結果と比較を行うと、タイリクバラタナゴの生息数が最も多く、全体に対するタイリクバラタナゴの割合も、大きくは変化していないようである。

今後もタナゴの生息環境の保全を継続して行ってい

くことが望ましい。具体的にできる生息環境の保全には、たとえば調査時に競合する外来種を補殺することや、産卵のために必要な二枚貝の調査や保全を実施することが挙げられる。調査地域ではカネヒラが増加傾向にあると考えられ、タイリクバラタナゴと同様に、今後の調査ではカネヒラの生息数にも注意していきたい。

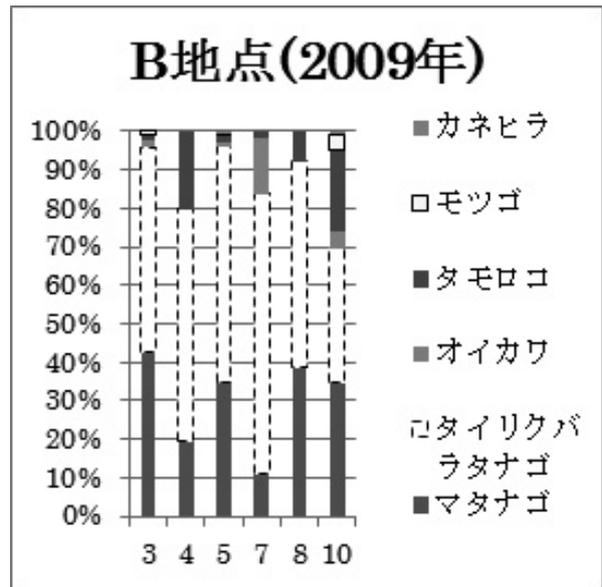


図4. 2009年時の魚類相

謝辞

調査を行う上で、伊豆沼環境財団の進藤健太郎博士、藤本泰文博士、中でも鈴木勝利氏には丁寧なご助言をいただきました。

サークルの諸先輩方にも、年間の調査活動から専門的なご指導など多岐にわたり、ご指導とご協力を頂きました。ここに深く感謝申し上げます。

引用文献

森誠一 1999. 淡水生物の保全生態学. 信山社サイテック, 東京.

福原修一 2000. 貝に卵を産む魚. トンボ出版, 大阪市

赤井裕・秋山信彦・上野輝・葛島一美・鈴木伸洋・増田修・藪本美孝 2009. タナゴ大全. エムピージェー, 神奈川.

稲葉修 2003. 福島県の在来タナゴ類. 野馬追の里原町市立博物館研究紀要, 5, 41-54.

宮城県 2001. 宮城県の希少な野生動植物—宮城県レッ

ドデータブッカー. 宮城県生活環境部自然保護課,
宮城県.

Automatic Identification of Animal Species in Miyagi Prefecture, and Its Use in Environmental Education

Lazaro M. ECHENIQUE-DIAZ *

要旨 : テクノロジーやデジタル情報処理の発展に伴い, 科学者がデータを処理・解析する手法には革新的変化もたらされた。音響生物学の分野では, その場にいなくても遠隔操作で動物の音声を長時間録音することができるようになってきている。得られたデジタル録音には, 研究者にとって役立つだけでなく, 特定の動物の音声や, 学校の周囲を含む特定のハビタットにおけるサウンドスケープを教材にしたいと考える教師にとっても有用な情報が含まれている。そうした目的に適したデータが宮城県内で蓄積され, 地域の環境教育に貢献するものとして活用できるようになってきた。

Abstract : Advances in technology and digital information processing have brought about a revolution in the way scientist process and analyze their data. In the field of bioacoustics, this advance has meant the capacity for unattended, remote recording of animal vocalization for extended periods of time. These digital recordings contain information not only useful for researchers and conservationists, but also, for teachers and educators interested in letting children know how particular species vocalize, or teaching them about soundscape differences along the year in a particular habitat, or around the school. In Miyagi Prefecture, extensive remote recordings exercises have produced data that can be purportedly use for this end, contributing to the ongoing environmental education efforts in the region.

Keywords : animal sounds, automatic identification, Miyagi, environmental education

1. Introduction

Ever since 1925, when Ivan Regen's experiments recording insects marked the beginnings of bioacoustics as a scientific discipline (Wikipedia, 2012), scientists have been battling the available technologies of their times to record and reproduce animal sounds. However, it wasn't until the second half of the XX century that portable devices allowed researchers to travel deep into the wilderness with the capacity for recording animal and nature sounds more accurately. More recently, in the first decade of the XXI century, technological advances

in digital signal processing and storage capacity, have also allowed researchers to deploy their devices for long periods in remote areas (days, weeks or months), widening the impact of bioacoustics in fields such as conservation biology.

More often than ever, bioacoustic approaches are impacting the conservation of vocalizing species that live in remote, isolated areas. However, gathering acoustic data for long periods with unattended devices deployed in these areas, imply the use of analytical tools that could substitute the trained ear of researchers. This is

*Environmental Education Center, Miyagi University of Education

due to the fact that listening to days, weeks or months of recordings in order to identify vocalizing species can be very tedious, time consuming, and is not an efficient mode of investigation. Fortunately, in recent years, sophisticated digital signal processing applications capable of automatically identifying animal species have been available to wildlife researchers and conservationists. These applications allow them to analyze long field recordings in a few hours, and provide the capacity to both, identify species and study the dynamics of sounds in space and time, to other professionals that are not necessarily trained in the identification of species by the sounds they produce. Among these professionals we found teachers and educators.

Talking about conspicuous animals such as rhinoceros beetles is always attractive to children, many of whom may grow to become insect collectionists as adults. However, even though we use our hearing sense to keep track of what is going on around us since early childhood, most adults living in urban areas may not be able to identify forest species by their sounds. Among the obvious reason are the fact that we are not actively taught to listen to nature, and the reality of urban areas, where not as many animal species live compared to forested places. In this report, we provide 2 examples of automatically identified animal species, one easily recognizable by its song, and other that call above the hearing range of humans, but that is very common in places where human live. We discuss how this knowledge could be used by teachers and educators to teach children about animal sounds as an approach to environmental education.

2. Materials and Methods

For the 2 examples provided in this report, we used the SM2-Bat recorder from Wildlife Acoustics (<http://www.wildlifeacoustics.com/> , Fig. 1). The device was deployed in different habitats such as inside the forest (74 recording hours, Fig. 2), along a river (65 recording hours, Fig. 3), at the age of a paddy rice field (87

recording hours, Fig. 4).



Figure 1. The SM2-Bat recorder.



Figure 2. Surveyed area inside the forest.



Figure 3. Surveyed area along a river.



Figure 4. Surveyed area at the age of a paddy rice field.

Recordings were stored in 8 GB flash cards, class 6 (Transcend Inc.), and later transferred to a desktop Apple computer. Before analyzing our data, we had compiled a database with the sounds of several species that we had previously recorded. We used 2 species calls from the database to build “recognizers”, a reference against which vocalizing species could be automatically recognized in SM2-Bat recordings. These reference calls, and the automatic recognition of species was done with Song Scope 4.0.3, a software designed to be easy to use, and does not require the user to be an expert in digital signal processing (<http://www.wildlifeacoustics.com/>).

Recognizers were builded for the following species:

Cettia diphone (ウグイス). Fig. 5.

Known as the “spring bird”, it is distributed throughout Japan and adjacent regions. It is very easily recognizable by their songs, but given their habits of hiding in tree foliage, is also difficult to spot.

Pipistrellus abramus (アブラコウモリ). Fig. 6.

A very common bat species in urban and suburban areas, and probably the most noticeable bat species in Japan. This bat feeds on small insects, including mosquitoes, and is known to roost only in human-made structures such as houses, temples, and schools. It is not uncommon to hear stories of school children excited at

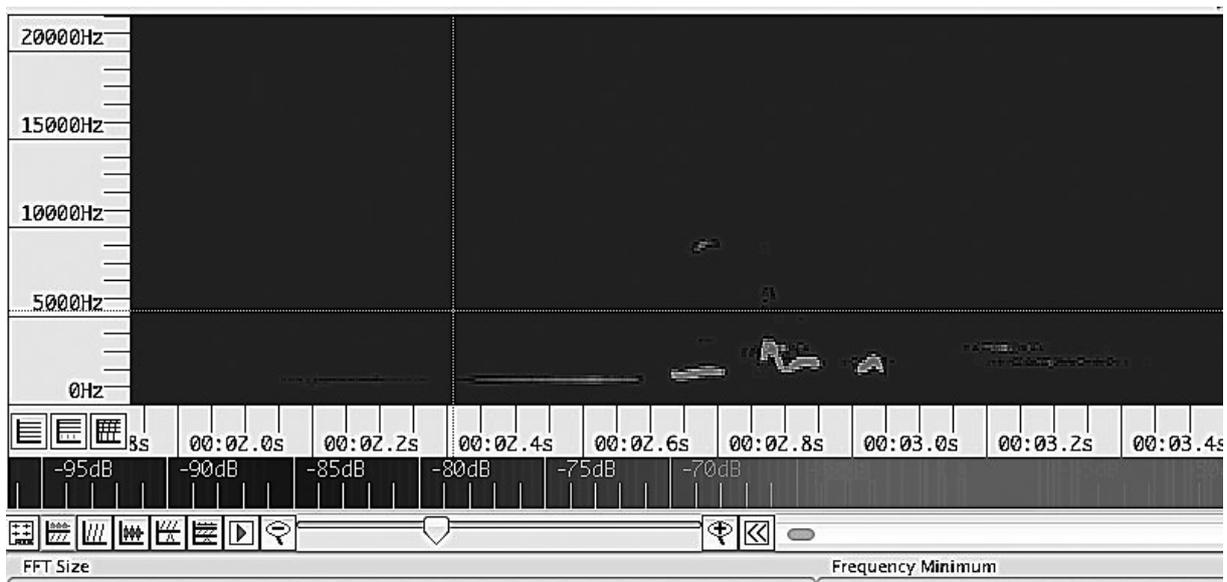


Figure 5. The sonogram of *Cettia diphone* as displayed by Song Scope 4.0.3. Note that in this particular recording there was no other birds songs that could mask the call of *C. diphone*.

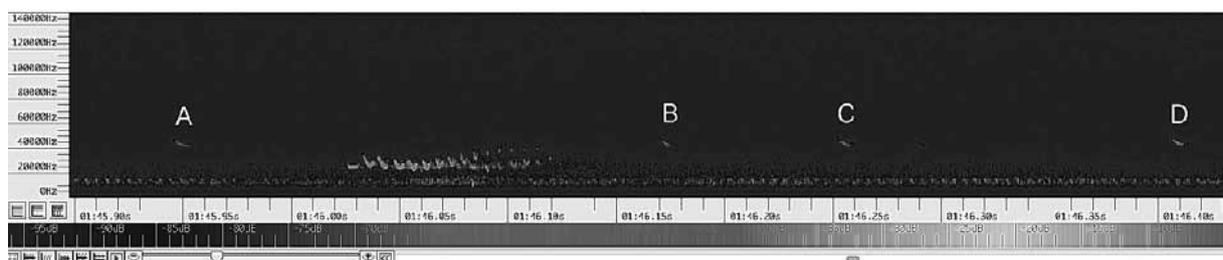


Figure 6. The sonogram of *P. abramus*. The species was easily recognized by Song Scope 4.0.3. Note that only pulses A, B, C, and D were recognized as being from this species. The pulses between A and B were not automatically recognized, but they are known to represent a change in behavior of the species (feeding approach and buzz).

the presence of this species flying inside the classroom, probably as a result of the school building being used as a roost by the bat.

3. Results and Discussion

The bat *P. abramus* was recognized in recordings obtained at the edge of the paddy rice field (as expected), while *C. diphone* was recognized in all other habitats. The recognition process was rather easy, given the existence of reference calls and the software especially designed for this task, and confirmed that it can be easily carried out by researchers and non-experts alike.

The software used in this exercise (Sound Scope 4.0.3) is mainly known to field biologist interested in the study of population density, migration patterns and behavior of specific animal species, especially those considered threatened or endangered (Wildlife Acoustics, 2012). However, teachers that wish to involve children in the study of nature and animal sounds by means of this method, can easily master the procedures needed for this end. The critical point is to gather the sounds of different species, which can be easily done from many internet sources (Echenique-Diaz and Saito, 2009), and build “recognizers” in Sound Scope 4.0.3. Once this has been done, recordings obtained at the school yard or other sites of interest can be scanned to see if species for which recognizers has been built are present.

This process provides meaningful data of the day and time the species of interest has been around the recorders, and can also give an idea of their behavior, as observed in fig. 6 for *P. abramus*, where a series of search and approach pulses, and then a buzz indicate that the animal was feeding. Similarly, from these calls we can know whether the animal is vocalizing for their territories, to attract a female, etc. By actively involving children in reading this data, they can develop an appreciation of the value of animal and nature sounds in their surroundings, because it teaches them that animal sounds do have a message they can easily read. At the same time, because sonograms in these recordings show the dynamics of sounds along days and weeks, teachers can show children how sound levels and properties are structured through time, highlighting the differences between “noisy” and “quiet” . This are important concepts that may have not been properly addressed in environmental education programs where visual materials are dominant.

References

- Echenique-Dia, L.M., and Saito, C. 2010. Bioacoustics as a tool for environmental education. Res. Bull. Environ. Educ. Cent., Miyagi Univ. Educ., 12, 41-48.
- Wildlife Acoustics 2012. (<http://www.wildlifeacoustics.com/>).
- Wikipedia 2012. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Bioacoustics>)

千葉県柏市立酒井根小学校における バタフライガーデンを活用した環境教育 (1) 授業における実践

河村幸子*・高橋健登*・溝田浩二**

An Environmental Education Practice in the Butterfly Garden
of Sakaine Elementary School, I

Sachiko KAWAMURA, Kento TAKAHASHI and Koji MIZOTA

要旨：千葉県柏市立酒井根小学校で取り組んでいる「バタフライガーデンを活用した環境教育」の実践事例を紹介した。本稿では、3年生ならびに6年生における各教科、道徳、総合的な学習の時間における活用について報告し、その教育効果について考察した。

キーワード：バタフライガーデン、環境教育、授業実践、柏市立酒井根小学校

1. はじめに

近年の地球環境問題の深刻化に対し、その根本的な解決策として「環境教育」の重要性の認識が深まりつつある（日本学術会議，2008）。しかし、環境教育の学校教育への浸透はなかなか進んでいないのが現状である（阿部，2012）。環境問題は広範囲で多面的な問題であること、また、環境教育は各学校段階・各教科等を通じた横断的・総合的な取組を必要とする課題であることから、学校における環境教育は従来から特別の教科等が設けられることはなく、各教科、道徳、総合的な学習の時間、特別活動等の中で、また、それらの関連を図って、学校全体の教育活動を通して取り組まれている（国立教育政策研究所教育課程研究センター，2007）。しかし、教師は授業の準備、生徒指導、書類の作成、保護者への対応など多忙を極め、充実した環境教育を実践するには大きな負担を伴ってしまう（見上・及川，2012）。そんな現状を打破するためのひとつの解決策が、「学校ビオトープ（ドイツ語で「生物の生息空間」を意味する）」の活用である。学校ビオトープは、校庭という身近な環境を多様に活用する

ことで、環境教育の場を確保し、体験活動を重視した有効な教育実践が展開できる。また、良好な地域環境の保全・創出にも貢献するという相乗効果を発揮することもできると期待される。

本論文は、千葉県柏市立酒井根小学校に設置された学校ビオトープの一形態である「バタフライガーデン」を活用した環境教育に関する2本組の実践報告である。本稿では、各教科、道徳、総合的な学習の時間における実践事例について報告し、次稿（河村ほか，2012）ではエコクラブ活動における実践事例について報告する。なお、第一著者の河村は2011年度の酒井根小学校の6年生の担任、第二著者の高橋は3年生の担任であり、ともに特設クラブである「エコクラブ」を担当している。第三著者の溝田は2005年度より宮城教育大学青葉山キャンパス（仙台市）において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を基盤とした体験的環境学習を実践してきた（溝田，2009，2011；溝田・遠藤，2007，2009，2010；溝田ほか，2008，2009，2010など）。2011年度からは酒井根小学校におけるバタフライガーデンを活用した環境教育活

*千葉県柏市立酒井根小学校，**宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

動の支援を行なっている。

2. 酒井根小学校のバタフライガーデンの概要

柏市は千葉県北西部にある人口約40万人、面積約114.9km²の首都圏近郊の中核都市である。東京の北東約30km圏に位置する立地特性より、同市では1950年代半ばから農地や山林の宅地化が進み、急激な人口増加を続けてきた（加藤・北原，2001）。柏市立酒井根小学校（直江敦子校長）は、柏市南部にある児童数581名の中規模校で、500m圏内に谷間の湿地帯と斜面林からなる「下田の森緑地公園」を有し、周辺の自然環境に恵まれている。2004年度には我孫子市在住のチョウ類研究家・菅野みどり氏の支援を受けながら、「チョウの舞う学校」「自然を大切にし、自然と共存できる学校」「子どもたちが生き生きと活動できる学校」を目指し、学校・保護者・地域が協力しながらバタフライガーデンづくりに取り組んできた（図1）。その教育実践は食農教育誌上で「チョウに魅せられた日々」と題して連載され（金子，2005；西林，2005，2006）、酒井根小学校のバタフライガーデンを一躍全国的に有名にした。その後も現在に至るまで8年間にわたり、理科や総合的な学習の時間において「チョウを育てる」をテーマにした授業実践が継続されている。



図1. 酒井根小学校のバタフライガーデン

3. バタフライガーデンを活用した授業実践

本章では2011年度に実施した3年生（児童数84名）および6年生（児童数89名）における授業実践の概要について報告したい。

3-1. 3年生の実践

3年生のバタフライガーデンの活用は年間を通して表1に示した各教科および領域で実施した。

表1. 3年生のバタフライガーデン年間利用計画

領域	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
国語												
社会	『わたしのまわり』(5時間)	『わたしのまわり』(5時間)	『わたしのまわり』(5時間)	『わたしのまわり』(4時間)								
算数												
理科	『しぜんのかんさつをしよう』(5時間) 『植物をそだてよう』(5時間)	『しぜんのかんさつをしよう』(5時間) 『植物をそだてよう』(5時間)	『しぜんのかんさつをしよう』(5時間) 『植物をそだてよう』(5時間)	『しぜんのかんさつをしよう』(5時間) 『植物をそだてよう』(5時間)			『植物をそだてよう』(5時間)	『しぜんのかんさつをしよう』(5時間)	『しぜんのかんさつをしよう』(5時間)			
音楽							『いろいろなリズムを奏せよう』(5時間)					
図工				『わたしのすてきなまわり』(5時間)		『しぜんとならぼう』(5時間)						『生き物をつかまそう』(5時間)
体育												
道徳		『わたしのまわり』(5時間)					『三日月にかまいたまご』(5時間)	『電線が切れたら』(5時間)				『金魚でいる生き物』(5時間)
総合学習	『食農サリエール』(5時間)	『食農の食べもの』(5時間)	『自由の食べもの』(5時間)	『食農サリエール』(5時間)	『食農サリエール』(5時間)	『食農サリエール』(5時間)	『食農サリエール』(5時間)	『食農サリエール』(5時間)			『チョウのまわり』(5時間)	『チョウの本』(5時間)

3-1-1. 理科での活用

○単元「しぜんのかんさつをしよう（1）（5時間）」

＜学習内容＞ツクシ、ヒメオドリコソウ、オオイヌノフグリ、タンポポ、ホトケノザ、ハハコグサ、ハコベ、ナズナ、カラスノエンドウなどの草本植物をバタフライガーデンで見つけて観察・記録し、自分だけの植物図鑑を作成した（図2）。

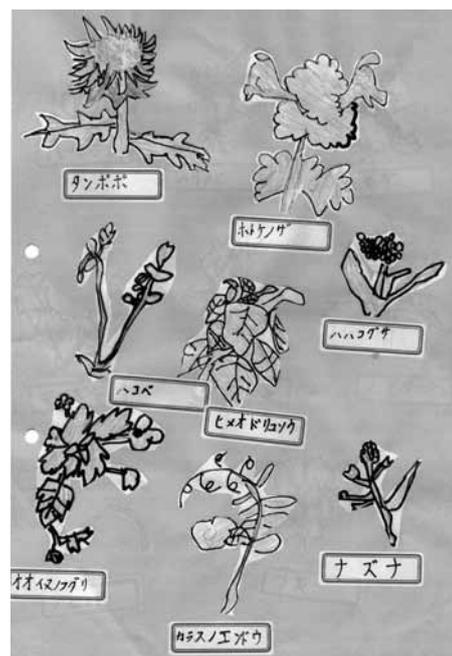


図2. 3年生児童が作成した植物図鑑

○単元「こんちゅうをそだてよう (15時間)」

＜学習内容＞バタフライガーデンでナミアゲハ、キアゲハ、モンシロチョウ、アオスジアゲハ、ジャコウアゲハ等の卵を見つけ、形、色、大きさ等を観察して記録した(図3)。卵はそのまま飼育を続け、孵化や幼虫の成長や脱皮、蛹への変態、羽化などの変化を経時的に観察して記録した。また、完全変態類のチョウと不完全変態類のトンボやバッタとを、育ち方や体のつくりについて比較した。

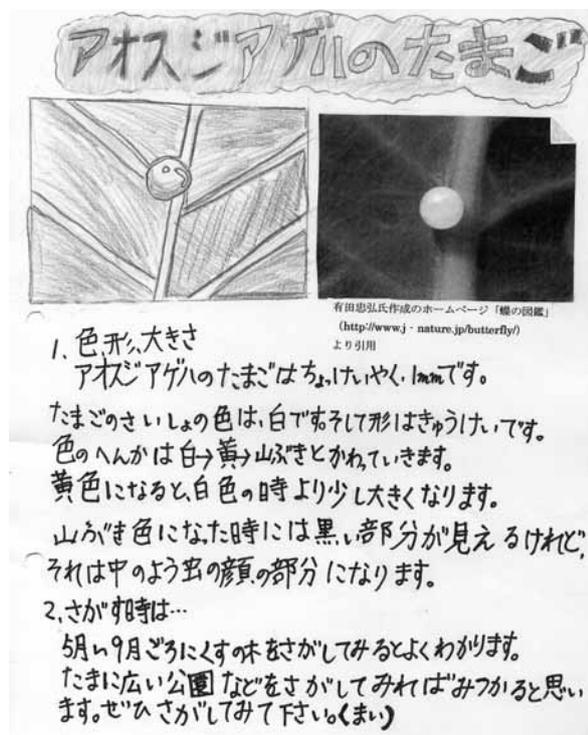


図3. 3年生児童に卵の観察記録

○単元「植物をそだてよう (13時間)」

＜学習内容＞バタフライガーデンにヒマワリとホウセンカを植え、種蒔きから花の終わり、種取りまでを観察した。

○単元「しぜんのかんさつをしよう (2) (5時間)」

＜学習内容＞バタフライガーデンで見られる動物(ツマグロヒョウモン、ゴマダラチョウ、シジミチョウ類、モンキチョウ、ミツバチ、ヨコバイ、カメムシ、ヨコバイ、ナミテントウ、カラス、ムクドリなど)の形態(色・形・大きさなど)や活動の様子を観察し、見つけた動物の姿や活動の様子を互いに発表し合った(図4)。

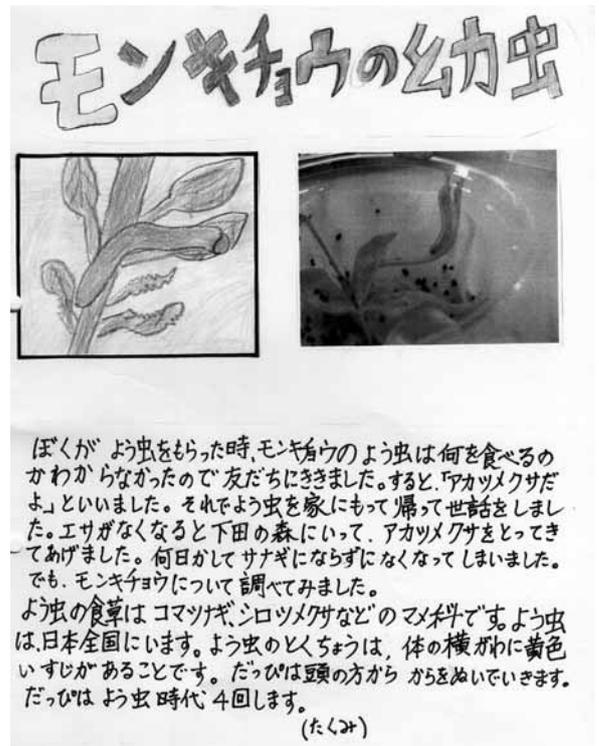


図4. 3年生児童によるモンキチョウの幼虫の観察記録

○単元「自由研究 (1時間)」

＜学習内容＞バタフライガーデンで観察できる昆虫や植物の自由研究のテーマと観察計画を立てた。

3-1-2. 国語での活用

○単元「つたえたいことを書く (22時間)」

＜学習内容＞一年間を振り返り、学校で体験した様々な活動の中で特に心に強く残っていることを取り上げ、家族や地域の人々に伝えることを目的として作文を書いた。そのうち、ジャコウアゲハを題材として取り上げた児童の作文を以下に紹介する。

「ジャコウアゲハを守ろう」

ジャコウアゲハはぼくの学校には多く見られます。でも、千葉ではあんまりすがたは見られないそうです。ぼくのお母さんも『初めて見た。』と、言っていました。えさのウマノズクサが、柏市でも野生で生えている所は2ヶ所しかないと聞いておどろきました。学校のウマノズクサもまちがえて刈らないように、名札がついています。ぼくたちはジャコウアゲハのために、ウマノズクサを大切にしなければいけないと思いました。

3-1-3. 社会科での活用

○単元「わたしたちのまち（24時間）」

＜学習内容＞バタフライガーデン（校庭）も地域の土地のつながりと考えて、地形の特色や土地の使い方を観察した。

3-1-4. 音楽での活用

○単元「いろいろな音色を感じとろう（6時間）」

＜学習内容＞バタフライガーデンでは耳を澄ませば昼間でも虫の音が聞こえてくる。例えば、スズムシ「リィーン、リィーン」、シバズ「ジー」、エンマコオロギ「コロコロコロリー」といった音色である。自然の音色を探し出し、みんなで共有し音を組み合わせで即興表現した。

3-1-5. 図工での活用

○単元「わたしのすきなこんちゅう（8時間）」

＜学習内容＞バタフライガーデンで見つけたお気に入りの昆虫の絵を描いた。

○単元「しぜんとなかよしの絵をかこう（絵画）（6時間）」

＜学習内容＞酒井根小学校独自の単元である。バタフライガーデンの自然をテーマにして、その大切さを絵で表現することに挑戦した（図5）。以下は図5の絵画を描いた児童のコメントである。

わたしはチョウやテントウムシとお花をかきました。木もなかよしなので、手をつなぎました。

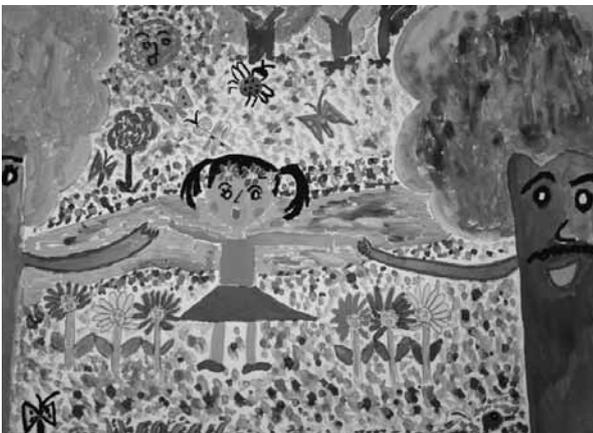


図5. 3年生児童による絵画作品

○単元「生き物とわたしたち（8時間）」

＜学習内容＞バタフライガーデンに生息する生きものと自分の様子を絵画で表現した。

3-1-6. 道徳での活用

○資料「いのちのまつり（1時間）」

＜学習内容＞総合的な学習の時間に「昆虫の命」について話し合ったことと合わせて、自他の命の大切さを考えた。人間の命も先祖からつながっている。卵から成虫になり、また卵を産む、という昆虫の命も同じであることを、バタフライガーデンで見つけたチョウとカマキリの例から話し合った。以下はある児童の感想である。

昆虫たちにもお父さんとお母さんがいて、ぼくもたくさんのお父さんとお母さんの中で生まれたもの。虫の命も、自分や友だちの命も大切にしたい。

○資料「三日目につかまえた虫—ファープル（1時間＋総合1時間）」

＜学習内容＞3日間もかけて苦勞して捕まえた昆虫を観察した後すぐに逃がしたファープルの気持ちに共感させ、自然や生き物を大切にすることはどういうことかについて自分の体験と合わせて考えた。バタフライガーデンでは、自分の好きな昆虫が何をしているのかを一時間観察した。以下はある児童の感想である。

ぼくも虫が大好きです。ぼくが初めて『ウラギンシジミ』の幼虫を先生に見せてもらった時、びっくりして、うれしくて、うわぁーと思いました。それから、毎日、ふじたなに行って、幼虫をさがしました。はっぱに食べたあとがあるので、ぜったいいると思いました。一週間くらいさがしました。でも、今年はとうとう見つけることができませんでした。ファープルの気持ちがよくわかります。ぼくは来年もさがしたいと思います。でも、ぼくは、にがしてあげられるかわかりません。

○資料「電池が切れるまで（1時間）」

＜学習内容＞チョウの卵は自然界では100個の中のほんの数個しか成虫になれないこと、長い蛹の期間を経てようやく羽化しても、羽化不全で飛べないチョウも少なくないことを、児童は総合的な学習の中でチョウの飼育を通して体験している。生きたいと思っても生

きられない時の気持ちについて考えた。以下はある児童の感想である。

私の育ててきたナミアゲハは、さなぎからチョウになるときに、わりばしから落ちてしまいました。羽がちぢんで、とべません。おきあがることもできません。たまごから一ヶ月もいっしょにいて、空をとびたかったらうね、と話しました。きれいな花に行つて、おいしいみつをすいたかったね、と話しました。このままだと、鳥かアリのえさになってしまいます。そのとき、『チョウハウスに入れてあげよう』と先生がおっしゃいました。休み時間に見に行つたら、低い所の花のみつをすっていました。昼休みに行つたら、オスが来て、交尾をしていました。死ななくてよかったと思いました。

○資料「生きているしるし（1時間）」

＜学習内容＞ミツバチが子どもを育てる活動から、家族の協力や両親の気持ちを考えて、バタフライガーデンでミツバチを観察した。その後ミツバチの生活について図書室の本やインターネットで調べ、ミツバチがチョウとは異なり巣に帰ることに感動した。以下はある児童の感想である。

ミツバチのはたらきバチは、すのそうじをしたり、かふんやみつをもって、子どものためにかえてきます。ミツバチはすごいかぞくおもいだと思います。

3-1-7. 総合的な学習の時間での活用

○単元「しぜんだいすきーいろいろなチョウをそだてよう（44時間）」

＜学習内容＞

①食草オリエンテーリング（6時間）

校庭に生えている草本をグループで探して名札をつけ、植物マップを作成した（図6）。ゲーム感覚で校庭にある植物を覚えることができると同時に、昆虫を発見する力も身につく活動である。

②幼虫の食べ物（6時間）

チョウの幼虫がそれぞれどんな植物を食べているのかについて調べた。

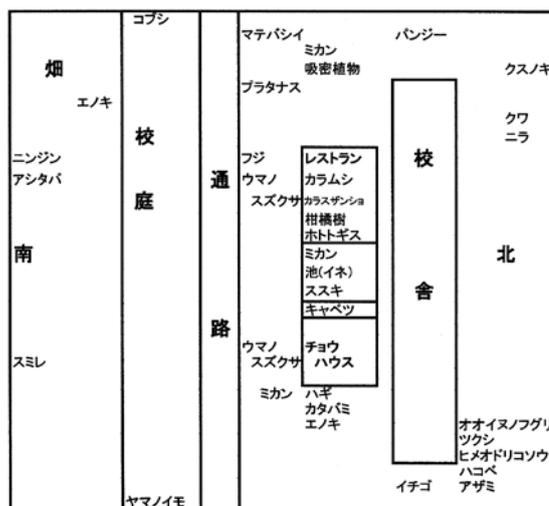


図6. 3年生児童が作成した植物マップ

③野草調べ「野草は薬草」（2時間）

チョウたちが食べている植物はどんなものなのか（人間も食べられるのか、毒はないのかなど）について調べ、野草カードを作成した（図7）。ジャコウアゲハの幼虫はウマノスズクサを食べているが、植物に含まれる毒成分を摂取することによって、鳥たちから身を守っていることを例示した。



フェンネルです。春・キアゲハの食草としてたくさん幼虫がつきます。魚料理に使います。消化を助けます。幼虫はおいしい物を食べているのですね。

チェリーセージです。一年中かわいい花を咲かせます。パイナップル・クラーリ-レッドなどいろいろな種類があります。消毒殺菌作用があります。

図7. 3年生児童が作成した野草カード

④さなぎと羽化（6時間）

蛹になる前に幼虫はどんな行動をするのか、また、蛹の特徴を調べ、蛹になるまでの様子を観察した。

⑤ゲストティーチャーによる出前授業（6時間）

「昆虫と友だちになろう」というテーマで、ゲストティーチャー（溝田）が出前授業を行った。児童が昆虫への興味・関心を深めてくれるよう、クイズを交えながら昆虫界の不思議について話題を提供した（図8）。以下はある児童の感想である。

溝田先生のお話は、今まで聞いたこともないくらい楽しかったです。カラスと友だちになったり、世界で一番大きな虫をアフリカまでさがしに行ったり、わくわくするお話でした。ぼくもすきな虫を好きなだけしらべてみたいと思いました。



図8. ゲストティーチャーによる出前授業

⑥野草で染めよう（6時間）

ヨモギ・クズ・セイダカアワダチソウなどで染め物をした。

⑦チョウの冬越し（6時間）

バタフライガーデンで越冬中のチョウの蛹（ナミアゲハ・ジャコウアゲハ・ナガサキアゲハ）や幼虫（ゴマダラチョウ）を探した。以下はある児童による掲示資料である。

チョウはどうやって冬ごしするの？チョウのしゅるいによってちがいます。わたしたちの学校で育てた『ルリタテハ』は、成虫で冬をこします。『ゴマダラチョウ』は幼虫で、はっぱと同じ茶色ではっぱにくっついて冬をこします。あったかそうです。みんなで冬の成虫を見つけよう。

⑧チョウの本を作ろう（6時間）

自分の調べたチョウについて絵を描いたり、パソコンでまとめたりして、クラスで一冊の本に仕上げた。

3-2. 6年生の実践

6年生のバタフライガーデンの活用は年間を通して表2に示した各教科および領域で実施した。

表2. 6年生のバタフライガーデン年間利用計画

教科/領域	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
国語		「学校案内パンフレットを制作する」(2時間)		「種を育てる」(2時間)		「俳句を創作し、俳句紙に書く」(2時間)		「思いをこめて書く」(2時間)				「この季節を伝える」(2時間)
社会												「言葉の未来を語る」(2時間)
算数												
理科		「私たちの身のまわりの生き物」(2時間)	「生き物と環境」(2時間)	「動物の体の構造」(2時間)								「人の生活と環境」(2時間)
音楽				「作風しよう」(2時間)								
図工							「思い出の絵を描く」(2時間)		「ボールゲーム」(2時間)			「生き物と環境」(2時間)
家庭												「地域とのつながり」(2時間)
体育				「健康、生き物」(2時間)								
道徳				「環境と生活」(2時間)			「サトウキビ」(2時間)					「健康があふく」(2時間)
総合学習				「12月の都に」(2時間)			「いろいろな仕事を知ろう」(2時間)		「バタフライガーデン」(2時間)			「健康があふく」(2時間)

3-2-1. 理科での活用

○単元「わたしたちをとりまく環境（1時間）」

＜学習内容＞柏市は東京電力福島第1原発の事故により、局所的に放射線量が高くなるホットスポットになっている。児童や保護者からも不安の声が多くあがり、放射線値についての学習をこの単元で取り組み始めた。筑波大学の専門家を招き「放射線と測定方法」について学習し、バタフライガーデンで放射線値を測定した（図9）。その結果、放射線値は0.1～0.2（マイクロシーベルト/毎時）と低く、児童たちは安心を得ることができた。



図9. バタフライガーデンでの放射線値の測定

○単元「生き物と養分1. 植物の葉と日光（7時間）」

＜学習内容＞バタフライガーデンに植えたジャガイモの葉やホウセンカを用いて光合成の実験をした。

○単元「植物の水の通り道 生き物と養分 生き物と空気（7時間）」

＜学習内容＞バタフライガーデンに植えたホウセンカ

やヒメジョオンを用いて、呼吸や吸水の実験をした。

○単元「人の生活と地球の環境 (4時間)」

〈学習内容〉バタフライガーデンに植えている植物が二酸化炭素を取り入れ、酸素を出していることを実験で確かめた。

3-2-2. 国語での活用

○単元「学校案内パンフレットを作ろう (7時間)」

〈学習内容〉バタフライガーデンで1年のうちに観察できる植物と昆虫についてパンフレットを作成した。

○単元「随筆を書こう (7時間)」

〈学習内容〉テーマは自由に設定したが、昆虫をテーマにした数名の児童が、バタフライガーデンで観察した昆虫の行動をもとに随筆を書いた。

○単元「身近な自然・環境作文を書こう (6時間)」

〈学習内容〉酒井根小学校独自の単元で、4年生から6年生が取り組んでいる。温暖化のために北上しているナガサキアゲハやツマグロヒヨウモン、食草であるウマノズクサが生育できる自然環境の減少により個体数を減らしているジャコウアゲハ、2010年に柏市で初確認されたクマゼミなど、人間の行動によって生物に影響が出ていることを知り、自分の考えを作文で表現した。

○単元「思いをこめて イナゴ (2時間)」

〈学習内容〉バタフライガーデンの中で「食うー食われる」の関係(カマキリとセミ、カラスと金魚、ムクドリ・クモとチョウなど)を観察した体験をもとに、教科書の詩の言葉を味わいながら読んだ。

○単元「エコ新聞をつくらう (6時間)」

〈学習内容〉酒井根小学校独自の単元で、今まで体験したり、学んで来たりしたことを新聞にして発信した。特に、バタフライガーデンで発見したことや感動したこと、自然を守るために自分が活動してきたことなどを壁新聞にまとめ、地域の人々に発信した(図10)。ホームページでも情報を発信した。



図10. 6年生児童が作成したエコ新聞

3-2-3. 社会科での活用

○単元「世界の未来と日本の役割 (6時間)」

〈学習内容〉環境を守るためにはどのような活動が大切なのか、バタフライガーデンを参考にして話し合った。

3-2-4. 音楽での活用

○単元「作曲しよう (2時間)」

〈学習内容〉バタフライガーデンでの昆虫を観察をもとにして曲をつくった。

3-2-5. 図工での活用

○単元「思い出の絵を描こう (8時間)」

〈学習内容〉バタフライガーデンの中で思い出に残る木を遠近法を用いて絵画で表現した。6年間の想いが作品に対する愛情となり、繊細で緻密な作品が多数生まれた(図11)。



図 11. 6年生児童による作品（イチョウ）

○単元「オルゴール制作（14時間）」

＜学習内容＞好きな昆虫をモチーフにして、卒業記念のオルゴールを制作した。

○単元「生き物と私たち（6時間）」

＜学習内容＞残しておきたい生き物、好きな生き物をバタフライガーデンでの観察経験をもとにして絵画で表現した。

3-2-6. 家庭科での活用

○単元「地域とのつながりを広げよう（4時間）」

＜学習内容＞バタフライガーデンを見守り、自然観察のお手伝いをしてくださる地域の方々に感謝の気持ちを伝え、手作りのカップケーキを焼いてプレゼントした。

3-2-7. 体育での活用

○単元「表現 生き物ストーリー（4時間）」

＜学習内容＞バタフライガーデンで風や日光、昆虫の動きを観察し、身体表現をした。

3-2-8. 道徳での活用

○資料「涙そうそう（1時間）」

＜学習内容＞バタフライガーデンで観察してきた生き

物の命の重さを感じ、人の命の大切さを話し合った。

○資料「サケの一生（1時間）」

＜学習内容＞バタフライガーデンで気づいた自然の偉大さとサケの一生とを重ね、自然環境を大切にしていることを話し合った。

○資料「地球があぶない（1時間）」

＜学習内容＞自然環境を守るためにはどうしたらよいか話し合った。

3-2-9. 総合的な学習の時間での活用

○単元「夢に向かって（キャリア教育）（24時間）」

＜学習内容＞自分の夢をもち、将来について考える機会を提供するために、以下のような取り組みを行った。

① 12歳の夢に挑戦（6時間）

自分の生き方を考え、やってみたい仕事について調べた。

② 昆虫研究者の仕事（2時間）

ゲストティーチャー（溝田）が出前授業を行った。大学で普段行っている研究や教育の内容、マダガスカルでバタフライガーデン建設に携わった体験談などの話題を提供した（図12）。以下はある児童の感想である。

ぼくは昆虫が大好きです。でも、それは子どもの時だけで卒業するのかと思っていました。今日、溝田先生の話聞いて、大人になっても好きでいいんだ、と思いました。ぼくも昆虫のことをいろいろ調べて、大学に行きたいと思いました。

③ いろいろな仕事を知ろう（4時間）

自分のやってみたい仕事を調べ、環境を守る仕事にはどんな仕事があるのか、話を聞いた。

④ バタフライガーデンを地域に発信しよう（4時間）

バタフライガーデンを紹介するWebページを作り、地域の方々に紹介した。

⑤ 思い出新聞を作ろう（8時間）

1年生から今までの心に残るできごとを新聞にした。バタフライガーデンで感動したこと、自然の大切さ、自分のこれからの生き方等を表現した。



図 12. ゲストティーチャーによる出前授業

4. 成果と課題

こうして一年間の活動を振り返ってみると、酒井根小学校の校庭にバタフライガーデンがあることで他校には真似できないような充実した教育活動が展開でき、児童たちもバタフライガーデンで五感を通してたくさんの学びが得られたことがわかる。本稿では紹介できなかったが、バタフライガーデンでは日々小さな生命のドラマが生まれ、四季を通してたくさんの感動を届けてくれた。そんな生きた教材を各教科や道徳、総合的な学習の時間などに積極的に取り入れようという酒井根小学校の挑戦はこれからも続けられていくが、特に、①学校と地域を結ぶ、②児童の活動にとどまらず学校にかかわる大人たちの活動を支援・促進する、③教科の枠を超えて総合的に扱う、といった取り組みも並行して行う必要があると考えている。バタフライガーデンを活用した環境教育は、地域や家庭と連携し、他学年との交流を通して行われることで大きな広がりをもつことができるからである。

来年度は児童の発達段階を考慮しながら「全学年のバタフライガーデン活用計画」を作成し、それに併せて、指導計画の作成、指導方法の工夫改善、教材の開発と工夫、評価方法の開発などに積極的に取り組んでいきたい。

謝辞

酒井根小学校のバタフライガーデンを活用し、安心して環境教育に取り組むことができる陰には実に多くの方々の理解、支援、協力がある。特に、酒井根小学

校の直江敦子校長はじめとする教職員の皆様、保護者の皆様、地域（下田の杜協議会・友の会）の皆様には多大なご支援とご協力を頂いた。この場を借りて、心から感謝申し上げたい。

引用文献

- 阿部治 2012. なぜ環境教育を学ぶのか. *In: 環境教育*, 日本環境教育学会（編）, 教育出版, pp. 1-10.
- 金子泰一 2005. アカタテハとカラムシに会う（チョウに魅せられた日々・前編）. *食農教育*, 42, 126-131.
- 加藤浩司・北原理雄 2001. 都市近郊における市民主体の自然環境管理システム実現過程—千葉県柏市・酒井根下田の森自然公園の場合—. *日本建築学会計画系論文集*, 542, 161-167.
- 河村幸子・高橋健登・溝田浩二 2012. 千葉県柏市立酒井根小学校におけるバタフライガーデンを活用した環境教育（2）エコクラブにおける実践. *宮城教育大学環境教育研究紀要*, 14, (印刷中).
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター 2007. 環境教育指導資料（小学校編）. 国立教育政策研究所教育課程研究センター, 東京.
- 見上一幸・及川幸彦 2012. 環境教育の目的と方法—学校と地域の連携—. *In: 環境教育*, 日本環境教育学会（編）, 教育出版, 東京. pp. 144-160.
- 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 2011. チンパザザ動植物公園（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. *宮城教育大学環境教育研究紀要*, 13, 13-22.
- 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 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・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.
- 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.
- 日本学術会議 2008. 学校教育を中心とした環境教育の充実に向けて, 日本学術会議, 東京.
- 西林千津加 2005. 107 部屋のチョウマンション (チョウに魅せられた日々・中編). 食農教育, 44, 142-145.
- 西林千津加 2006. 幼虫になって「命の糸」の意味を実感する (チョウに魅せられた日々・後編). 食農教育, 45, 140-145.

千葉県柏市立酒井根小学校における バタフライガーデンを活用した環境教育 (2) エコクラブにおける実践

河村幸子*・高橋健登*・溝田浩二**

An Environmental Education Practice in the Butterfly Garden
of Sakaine Elementary School, II

Sachiko KAWAMURA, Kento TAKAHASHI and Koji MIZOTA

要旨：千葉県柏市立酒井根小学校で取り組んでいる「バタフライガーデンを活用した環境教育」の実践事例を紹介した。本稿では、特設クラブのひとつ「エコクラブ」の2007年度～2011年度の活動内容について報告し、その教育効果について考察した。

キーワード：バタフライガーデン、環境教育、柏市立酒井根小学校、エコクラブ

1. はじめに

近年の地球環境問題の深刻化に対し、その根本的な解決策として「環境教育」の重要性の認識が深まりつつある（日本学術会議，2008）。しかし、環境教育の学校教育への浸透はなかなか進んでいないのが現状である（阿部，2012）。環境問題は広範囲で多面的な問題であること、また、環境教育は各学校段階・各教科等を通じた横断的・総合的な取組を必要とする課題であることから、学校における環境教育は従来から特別の教科等が設けられることはなく、各教科、道徳、総合的な学習の時間、特別活動等の中で、また、それらの関連を図って、学校全体の教育活動を通して取り組まれている（国立教育政策研究所教育課程研究センター，2007）。しかし、教師は授業の準備、生徒指導、書類の作成、保護者への対応など多忙を極め、充実した環境教育を実践するには大きな負担を伴ってしまう（見上・及川，2012）。そんな現状を打破するためのひとつの解決策が、「学校ビオトープ（ドイツ語で「生物の生息空間」を意味する）」の活用である。学校ビ

オトープは、校庭という身近な環境を多様に活用することで、環境教育の場を確保し、体験活動を重視した有効な教育実践が展開できる。また、良好な地域環境の保全・創出にも貢献するという相乗効果を発揮することもできると期待される。

本論文は、千葉県柏市立酒井根小学校に設置された学校ビオトープの一形態である「バタフライガーデン」を活用した環境教育に関する2本組の実践報告である。前稿（河村ほか，2012）の各教科、道徳、総合的な学習の時間における実践事例の報告に引き続き、本稿ではエコクラブにおける実践事例について報告する。なお、第一著者の河村は2011年度の酒井根小学校の6年生の担任、第二著者の高橋は3年生の担任であり、ともに特設クラブのひとつ「エコクラブ」を担当している。第三著者の溝田は2005年度より宮城教育大学青葉山キャンパス（仙台市）において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を基盤とした体験的環境学習を実践してきた（溝田，2009，2011；溝田・遠藤，2007，2009，2010；溝田ほか，

*千葉県柏市立酒井根小学校，**宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

2008, 2009, 2010 など)。2011 年度からは酒井根小学校におけるバタフライガーデンを活用した環境教育活動の支援を行なっている。

2. 酒井根小学校のバタフライガーデンの概要

柏市は千葉県北西部にある人口約 40 万人、面積約 114.9 ㎏の首都圏近郊の中核都市である。東京の北東約 30km 圏に位置する立地特性より、同市では 1950 年代半ばから農地や山林の宅地化が進み、急激な人口増加を続けてきた（加藤・北原，2001）。柏市立酒井根小学校（直江敦子校長）は柏市南部にある児童数 581 名の中規模校で、500 m 圏内に谷間の湿地帯と斜面林からなる「下田の森緑地公園」を有し、周辺の自然環境に恵まれている。2004 年度には我孫子市在住のチョウ類研究家・菅野みどり氏の支援を受けながら、「チョウの舞う学校」「自然を大切にし、自然と共存できる学校」「子どもたちが生き生きと活動できる学校」を目指し、学校・保護者・地域が協力しながらバタフライガーデンづくりに取り組んできた（図 1）。その教育実践は食農教育誌上で「チョウに魅せられた日々」と題して連載され（金子，2005；西林，2005，2006），酒井根小学校のバタフライガーデンを一躍全国的に有名にした。その後も現在に至るまで 8 年間にわたり、理科や総合的な学習の時間において「チョウを育てる」をテーマにした授業実践が継続されている。



図 1. 酒井根小学校のバタフライガーデン

3. エコクラブの概要

長期継続的に学校周辺の自然環境をより深く理解することを目的として、4 年生～6 年生の生きもの好

きの児童を集めて特設エコクラブが 2005 年度に立ち上げられた。2012 年 1 月現在、4 年生 10 名（男 5 名，女 5 名）、5 年生 8 名（男 5 名，女 3 名）、6 年生 12 名（男 9 名，女 3 名）の計 30 名のメンバーから構成されている。他の特設クラブ（陸上クラブや吹奏楽クラブなど）とは異なり、年間計画（活動内容や活動時間等）は毎年度、児童と教師の話し合いで決めるなど、児童の自主性を大切にしながら環境活動を進めている。財団法人日本環境協会が主催する「こどもエコクラブ」にも登録し（無料）、他地域との交流や情報交換、サポート体制などの面で活用している。活動時間は、平日は毎朝 7:40～8:05、および、火曜日と金曜日の放課後（16:00～17:00）である。夏季休業中はほぼ 2 日に 1 日の割合で 8:00～11:30 に活動し、冬期は放課後の活動はない。

4. エコクラブの過去 5 年間の活動内容

現在エコクラブを担当している河村が酒井根小学校に赴任した 2007 年以降の大まかな活動内容は以下のとおりである（表 1）。

表 1. エコクラブの主な活動内容（2007 年以降）

年度	主な活動内容（※下線は校外での活動）
2007	チョウの飼育，給食の残滓調べ，壁新聞作り， <u>北海道こどもサミットへの参加（招待）</u>
2008	チョウの飼育，チョウのレストランづくり，壁新聞作り， <u>西表島エコツアーへの参加（招待）</u>
2009	チョウの飼育，屋上栽培，個人新聞・絵画の作成
2010	チョウの飼育，屋上栽培，個人新聞・絵画の作成， <u>上野動物園エコ講演会参加</u>
2011	チョウの飼育，屋上栽培， <u>エコスクールちばコンテストへの参加</u>

1) 2007 年度の活動

2007 年度は、前任者である西林教諭が担任する 6 年生のクラスの児童を対象として、チョウに関心のある児童数名を集めて活動した。当時は校庭全体をバタフライガーデンにするという意識はまだなかったようである。

一学期には、朝と放課後に校庭でチョウの卵や幼虫を探し、キアゲハ、ナミアゲハ、アオスジアゲハ、ア

カタテハ、ツマグロヒョウモン、ダイミョウセセリの6種を教室で飼育した(図2)。飼育した種数は少なかったものの、ツマグロヒョウモンの蛹化を2時間近くかけて克明に記録するなど、丁寧で細やかな観察を実施した。また、この頃は校庭の東側フェンスにヤマノイモが繁茂しており、ダイミョウセセリ幼虫の巣作りの観察に力を入れていた。夏休みには、バタフライガーデンで観察したチョウの絵画作成、および、自然に関する作文の執筆に充て、コンクールで見事入賞することができた。二学期には壁新聞の作成に取り組み、全国最優秀賞を受賞した。その副賞として、北海道洞爺湖で行われた「こども環境サミット」に参加し、活動報告を行う機会にも恵まれた(図3)。

2007年度には計25種のチョウをバタフライガーデンで確認した。しかし、異学年の児童がいなかったために活動内容を引き継ぐことができなかったことが課題として残った。



図2. 教室で行っていたチョウの飼育



図3. こども環境サミットでの活動報告

2) 2008年度の活動

2008年度は前年度の反省から4年生から6年生までの児童を幅広く募集したが、エコクラブの人気は低調で常時活動できる児童はわずか5~6名であった。しかし、クラブ全体の雰囲気は和やかになり、兄弟姉妹のように仲良く活動に取り組むことができた。「何でも話せる・アイデアを出せる・認め合う」という現在のエコクラブの土壌ができたのではこの年度である。活動内容の翌年度への継続が可能になり、自分たちのアイデアで活動するという意識が定着してきた。

一学期には、「チョウの飛び交う学校に」を合い言葉に柑橘類やウマノズクサなどの食草を植えて「チョウのレストラン」を作った(図4)。また、ゴーヤのグリーンカーテン作りにも取り組んだ。この時期、野鳥等による捕食が目立ち始めたため、チョウの観察・飼育は野外と室内の両方で行った。アオスジアゲハにはクスノキの葉、ナミアゲハにはミカン類の新芽、キアゲハにはアシタバ、オオムラサキにはエノキというようにバタフライガーデンから新鮮な食草を調達しながら教室で飼育を進めた結果、エコクラブの活動時間でなくとも、一日中観察ができるようになった(図5)。脱皮の瞬間、前蛹になる前の準備行動、蛹化の瞬間、羽化の瞬間など、感動的なシーンを目の前で観察することができたばかりでなく、それぞれの卵や幼虫、蛹の違いも比較しやすくなった。幼虫の生存率も高くなり、羽化して放蝶する感動を児童に味あわせることができるようになった。なお、掃除やエサの調達はエコクラブの児童が担当し、食草の名札も作成した(図6)。夏休み中は絵画制作に取り組み、二学期に入ると「チョウハウス」を整備して翌年の活動に備えた(図7)。チョウの観察記録をもとに自然を守ることの大切さを訴える個人新聞作りにも取り組み、柏市内の新聞展に出品した(図8)。2008年度には計26種のチョウをバタフライガーデンで確認した。



図4. 「チョウのレストラン」づくり



図8. パソコンを活用した個人新聞作り



図5. 飼育ケース内の幼虫を観察する児童

クスノキ

アオスジアゲハの幼虫が食べます。
常緑樹です。葉には、つやがあります。しょうの
うの原料で、葉をもむといいにおいがします。
幼虫は寄生されやすいです。 義貴



クスノキの葉です。



アオスジアゲハの幼虫です。
青っぽい斑紋が特徴です。



アオスジアゲハです。
黒い羽に鮮やかな水色の帯があります。

図6. 児童が作成した食草の名札

3) 2009 年度の活動

前年度の春休みにエコクラブの児童2名が「絵画と作文コンクール」で西表島エコツアーに招待されたことがPRとなり、2009年度はメンバー数が38名に増加した。「チョウのレストラン」に植栽した植樹も順調に生長し、チョウの確認種類も32種に増加した。特にジャコウアゲハの個体数が急激に増え、バタフライガーデンで常時観察できるようになった。ジャコウアゲハはゆったりと飛翔するうえ、一度に多数産卵するため観察が容易である（図9）。

バタフライガーデンの充実と共に、児童の自主的な活動の幅が広がり、日常生活全てで自然を観察したり感じとったりする機会が増えてきた。チョウ以外の昆虫も増え、校庭の至る所で昆虫の観察ができるようになった。また、エコクラブの中でアイデアを出し合い、話し合い、みんなで行動するようになり、部員同士もお互いのよさや個性を認め合い、得意なことで協力する体制が確立されていった。この年には、サツマイモの屋上栽培（図10）や、WWFジャパンのホッキョクグマ募金活動（図11）にも取り組んだ。



図7. 「チョウハウス」の整備作業



図9. 羽化直後のジャコウアゲハ



図 10. サツマイモの屋上栽培



図 12. ジャコウアゲハ幼虫の飼育



図 11. ホッキョクグマ募金活動の様子

4) 2010 年度の活動

2010 年度は部員数が 52 名にまで増加した。今まで成虫しか確認できなかったウラギンシジミの幼虫を発見するなど、バタフライガーデンをじっくり観察する部員が増えていることに気づいた。また、幼虫を見つけてくる子がエコクラブに限らず、他の部活の児童であったり、低学年の児童であったりと、全校児童へと意識の広がりが見られるようになった。これも、誰もが通る通路の脇に吸密植物を植栽し、チョウの観察がしやすくなった効果であろう。飼育ではウマノスズクサを絶やさないように気をつけながら、ジャコウアゲハの飼育に取り組んだ(図 12)。2010 年度はチョウの種類も 36 種類に増えた。

この年度は部員数が多すぎて一教室に入りきれず、個々の個性を活かしきれなかった。また、バタフライガーデンをどのように継続していくのか行き詰まってしまった、などの課題が残った。なお、この年は NHK 教育やテレビ朝日、NHK ラジオなどの取材を受け、チョウの飼育や屋上栽培の取り組み、環境学習の様子などを紹介する機会に恵まれた。

5) 2011 年度の活動

部員数を少し減らすために「エコクラブだけに専念して活動すること(他の部活との重複は認めない)」を新たな入部条件に加えたところ、人数は 30 名と適正な規模になった。担当教員も従来の 1 名体制(河村)から 2 名体制(河村・高橋)とすることで、活動内容の充実をはかった。しかし、東京電力福島第 1 原発の事故により、3 月 11 日以降柏市は局所的に放射線量が高くなるホットスポットになるという不測の事態が生じた。そのため、児童は校庭の土や植物に触れることができず、除草さえ行うことができなかった。放射線を心配して家族ごと転居していった部員もおり、エコクラブの活動にも暗い陰を落とした。したがって、2011 年度は、様々な制約を受けながら限定的な活動をせざるをえなかった。

そんな逆境の中で、2011 年度は計 38 種のチョウを確認した。また、放射線量の測定を行った上で屋上栽培に取り組み、(例年栽培していたサツマイモに加えて)乾燥に強いポーチュラカ(ハナスベリヒユ)を植えた(図 13)。出前授業で訪校していた溝田(宮城教育大学)とバタフライガーデンで交流を行ったりもした(図 14)。1 月には「第 2 回エコスクールちば」コンテストに参加し、一次審査を通過した千葉県内の小学校から高等学校までの 8 校による最終審査に臨んだ。酒井根小学校エコクラブの部員たちは、バタフライガーデンでのチョウの保全活動や、屋上栽培の取り組みについて元気よく発表を行い、見事優秀賞を獲得した(図 15)。これまでのバタフライガーデンでの教育実践が結実したものであると受け止めており、本物の動植物と触れ合う「場」や「機会」を与えてあげるこ

とで、児童は無限に成長できるのだということを改めて感じた受賞であった。



図 13. ポーチュラカの屋上栽培



図 14. バタフライガーデンで大学教員と交流



図 15. 「エコスクールちば」コンテストでのプレゼンテーション（リハーサル）の様子

5. まとめ

バタフライガーデンは、チョウ類の食草（幼虫のエサ）や吸蜜植物（成虫のエサ）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ことができる空間である。チョウを教材とすることのメリットとして、

- ・ 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。
- ・ 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。
- ・ 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。
- ・ 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。
- ・ 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（溝田・遠藤，2007）。生物多様性に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、そのプロセスそのものが環境教育になっている点も極めて特徴的である（溝田，2011）。酒井根小学校にバタフライガーデンがあるお陰で、身近な自然と日常的に触れ合うことができる「場」と実物に触れる「機会」を提供することができた。そのことは、児童の自然への好奇心や郷土の自然を大切に思う気持ちを育み、地域自然を守るために自ら行動することへとつながっている。バタフライガーデンを維持・管理することが日常的に動植物の観察を行うことにつながり、その結果、児童の「自然を見る眼」が養われたのである。

自然が多様性に富んだものであればあるほど自然のもつ子どもへの教育力は大きい（伊沢，2000）。すなわち、酒井根小学校のバタフライガーデンで生育する植物やそこに飛来するチョウ類の多様性が高くなればなるほど、四季を通して多様な動植物の生態を観察できるようになり、より効果的な環境教育を実践することが可能となる。実際に、酒井根小学校で確認されたチョウの種数は、25種（2007年）→26種（2008年）→32種（2009年）→36種（2010年）→38種（2011年）と増加し、それに伴って、エコクラブの活動内容も多様化し、充実していった（表2）。

優れた教育力を有する多様性に富んだ自然をバタフライガーデンに創出するためには、さらに多くのチョウ類を呼び寄せる工夫が必要となってくる。その際に見本とすべき自然の姿が、酒井根小学校のすぐ近くにある「下田の森緑地公園」にある。ここでは、これまでに少なくとも45種類のチョウが確認されており、

この中にはまだ酒井根小学校では確認されていないクロコノマチョウ、メスグロヒョウモンなども含まれている。今後はバタフライガーデンと「下田の森緑地公園」との双方をフィールドとした調査活動、教育活動に取り組み、地域生態系のつながりを意識しながら、

より充実したエコクラブ活動を展開していきたい。そのためには、教員や地域の方々との共通理解や実施体制の強化が求められるため、教員や地域の方々を対象とした研修会等も開催していく必要があると考えている。

表2. 酒井根小学校のバタフライガーデンで確認されたチョウ類 (平成19年度～23年度)

年度 (確認できた チョウの種類)	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平成19年度 (25種類)	【アゲハチョウ科】 アオスジアゲハ アゲハ キアゲハ 【シロチョウ科】 スジグロシロチョウ キチョウ モンシロチョウ 【タテハチョウ科】 アカタテハ	【シジミチョウ科】 ツバメシジミ ベニシジミ ムラサキツバメ ヤマトシジミ	【アゲハチョウ科】 ナガサキアゲハ 【タテハチョウ科】 ツマグロヒョウモン ヒカゲチョウ 【セセリチョウ科】 イチモンジセセリ	【アゲハチョウ科】 カラスアゲハ クロアゲハ モンキアゲハ 【タテハチョウ科】 サトキマダラヒカゲ 【セセリチョウ科】 チャバネセセリ	【アゲハチョウ科】 アゲハ キアゲハ 【セセリチョウ科】 ダイミョウセセリ	【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ムラサキシジミ ヤマトシジミ ルリシジミ 【セセリチョウ科】 ダイミョウセセリ	【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ヤマトシジミ ルリシジミ	【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ヤマトシジミ	
平成20年度 (26種類)	【アゲハチョウ科】 アオスジアゲハ アゲハ キアゲハ 【シロチョウ科】 キチョウ スジグロシロチョウ モンシロチョウ 【タテハチョウ科】 アカタテハ	【タテハチョウ科】 ルリタテハ 【シジミチョウ科】 ツバメシジミ ベニシジミ ムラサキツバメ ヤマトシジミ	【アゲハチョウ科】 ジャコウアゲハ ナガサキアゲハ 【タテハチョウ科】 ツマグロヒョウモン ヒカゲチョウ 【セセリチョウ科】 イチモンジセセリ	【アゲハチョウ科】 カラスアゲハ クロアゲハ モンキアゲハ 【タテハチョウ科】 サトキマダラヒカゲ 【セセリチョウ科】 チャバネセセリ	【アゲハチョウ科】 カラスアゲハ クロアゲハ モンキアゲハ 【タテハチョウ科】 ゴマダラチョウ サトキマダラヒカゲ 【セセリチョウ科】 チャバネセセリ	【セセリチョウ科】 ダイミョウセセリ 【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ムラサキシジミ ヤマトシジミ ルリシジミ	【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ヤマトシジミ ルリシジミ	【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ヤマトシジミ	
平成21年度 (32種類)	【アゲハチョウ科】 アオスジアゲハ アゲハ キアゲハ 【シロチョウ科】 キチョウ スジグロシロチョウ モンシロチョウ 【タテハチョウ科】 アカタテハ	【タテハチョウ科】 ルリタテハ 【シジミチョウ科】 ツバメシジミ ムラサキツバメ ヤマトシジミ	【アゲハチョウ科】 ジャコウアゲハ ナガサキアゲハ 【タテハチョウ科】 イチモンジチョウ ツマグロヒョウモン ヒカゲチョウ 【セセリチョウ科】 イチモンジセセリ	【アゲハチョウ科】 カラスアゲハ クロアゲハ モンキアゲハ 【タテハチョウ科】 アカホシゴマダラ ゴマダラチョウ サトキマダラヒカゲ 【セセリチョウ科】 チャバネセセリ	【アゲハチョウ科】 カラスアゲハ クロアゲハ モンキアゲハ 【タテハチョウ科】 ゴマダラチョウ サトキマダラヒカゲ 【セセリチョウ科】 チャバネセセリ	【タテハチョウ科】 ウラギンヒョウモン 【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ゴイシジミ ムラサキシジミ ヤマトシジミ ルリシジミ 【セセリチョウ科】 ダイミョウセセリ	【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ヤマトシジミ ルリシジミ	【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ヤマトシジミ	【シロチョウ科】 キチョウ
平成22年度 (36種類)	【アゲハチョウ科】 アオスジアゲハ アゲハ キアゲハ 【シロチョウ科】 キチョウ スジグロシロチョウ モンシロチョウ 【タテハチョウ科】 アカタテハ ヒメアカタテハ	【タテハチョウ科】 ルリタテハ 【シジミチョウ科】 ツバメシジミ ベニシジミ ムラサキツバメ ヤマトシジミ	【アゲハチョウ科】 ジャコウアゲハ ナガサキアゲハ 【タテハチョウ科】 イチモンジチョウ ツマグロヒョウモン ヒカゲチョウ ヒメウラナシジミ 【セセリチョウ科】 イチモンジセセリ	【アゲハチョウ科】 カラスアゲハ クロアゲハ モンキアゲハ 【タテハチョウ科】 ゴマダラチョウ サトキマダラヒカゲ 【セセリチョウ科】 チャバネセセリ	【アゲハチョウ科】 カラスアゲハ クロアゲハ モンキアゲハ 【タテハチョウ科】 ゴマダラチョウ サトキマダラヒカゲ 【セセリチョウ科】 チャバネセセリ	【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ムラサキシジミ ヤマトシジミ ルリシジミ 【セセリチョウ科】 ダイミョウセセリ	【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ヤマトシジミ ルリシジミ	【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ヤマトシジミ	
平成23年度 (38種類)	【アゲハチョウ科】 アオスジアゲハ アゲハ キアゲハ 【シロチョウ科】 キチョウ スジグロシロチョウ モンシロチョウ 【タテハチョウ科】 アカタテハ ヒメアカタテハ	【タテハチョウ科】 ルリタテハ ジャノメチョウ ヒメジャノメ 【シジミチョウ科】 ツバメシジミ ベニシジミ ムラサキツバメ ヤマトシジミ	【アゲハチョウ科】 ジャコウアゲハ ナガサキアゲハ 【タテハチョウ科】 イチモンジチョウ ツマグロヒョウモン ヒカゲチョウ ヒメウラナシジミ 【セセリチョウ科】 イチモンジセセリ	【アゲハチョウ科】 カラスアゲハ クロアゲハ モンキアゲハ 【タテハチョウ科】 ゴマダラチョウ サトキマダラヒカゲ 【セセリチョウ科】 チャバネセセリ	【アゲハチョウ科】 カラスアゲハ クロアゲハ モンキアゲハ 【タテハチョウ科】 ゴマダラチョウ サトキマダラヒカゲ 【セセリチョウ科】 チャバネセセリ	【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ムラサキシジミ ヤマトシジミ ルリシジミ 【タテハチョウ科】 コムスジ コムラサキ	【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ヤマトシジミ ルリシジミ	【シジミチョウ科】 ウラナシジミ ヤマトシジミ	

※太字は初めてバタフライガーデンで確認された種であることを示す。

謝辞

酒井根小学校のバタフライガーデンを活用し、安心して環境教育に取り組むことができる陰には実に多くの方々の理解、支援、協力がある。特に、酒井根小学

校の直江敦子校長はじめとする教職員の皆様、保護者の皆様、地域の皆様（下田の杜協議会・友の会）には多大なご支援とご協力を頂いた。この場を借りて、心から感謝申し上げます。

引用文献

- 阿部治 2012. なぜ環境教育を学ぶのか. *In: 環境教育*. 日本環境教育学会（編），教育出版，東京. pp. 1-10.
- 伊沢紘生 2000. 自然がひらく子どもの未来. *エコソフィア*, 5, 76-79.
- 金子泰一 2005. アカタテハとカラムシに出会う(チョウに魅せられた日々・前編). *食農教育*, 42, 126-131.
- 加藤浩司・北原理雄 2001. 都市近郊における市民主体の自然環境管理システム実現過程, 千葉県柏市・酒井根下田の森自然公園の場合. *日本建築学会計画系論文集*, 542, 161-167.
- 河村幸子・高橋健登・溝田浩二 2012. 千葉県柏市立酒井根小学校におけるバタフライガーデンを活用した環境教育（1）授業における実践. *宮城教育大学環境教育研究紀要*, 14, (印刷中).
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター 2007. 環境教育指導資料（小学校編）, 国立教育政策研究所教育課程研究センター，東京.
- 見上一幸・及川幸彦 2012. 環境教育の目的と方法 学校と地域の連携. *In: 環境教育*. 日本環境教育学会（編），教育出版，東京. pp. 144-160.
- 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 2011. 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. *宮城教育大学環境教育研究紀要*, 13, 13-22.
- 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 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・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・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・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.
- 日本学術会議 2008. 学校教育を中心とした環境教育の充実に向けて, 日本学術会議，東京.
- 西林千津加 2005. 107部屋のチョウマンション（チョウに魅せられた日々・中編）. *食農教育*, 44, 142-145.
- 西林千津加 2006. 幼虫になって「命の糸」の意味を実感する（チョウに魅せられた日々・後編）. *食農教育*, 45, 140-145.

環境教育におけるディベート導入の試み

— DVD「ミツバチからのメッセージ」を教材として—

溝田 浩二*

An Attempt for Experimental Use of Debate in Environmental Education
- Making Use of DVD Teaching Material "A Message from Honey Bee" -

Koji MIZOTA

要旨: 現代的課題科目『環境教育』の総まとめとして位置づけられている「総合演習」において、ディベートを導入した。DVD「ミツバチからのメッセージ」を教材として用い、「日本はネオニコチノイド系農薬の使用を推進すべきである」を論題としたディベートマッチを実施した。その結果、主体的に学ぶ姿勢を身につけることができる、視点を相対化することができる、自己表現力が伸びる、という効果がみられた。

キーワード: 環境教育、現代的課題科目『環境教育』、ディベート、DVD「ミツバチからのメッセージ」、ネオニコチノイド系農薬

1. はじめに

2008年度に実施された日本の大学における環境教育の現状に関する調査（「環境力」を有するT字型人材育成プログラム構築事業ワーキンググループ、2011）によると、全国765大学のうち、41.7%にあたる319大学において何らかの環境学関連の科目が開設されているものの、その8割以上が1科目または2科目の開設にとどまり、科目の内容も様々であったという。また、開設科目の授業形態も、ほとんどが座学中心で、ワークショップやフィールドワーク等の体験学習を実施しているケースは非常に少なく、全体として、大学卒業後、実務の現場で、また、日々の暮らしの中で、環境問題を意識しながら意思決定をし、行動していける知識、スキル、態度を身につけるには十分な内容とは言えないことが明らかになった。

宮城教育大学においては、2007（平成19）年度より基礎教育科目「環境教育概論」を全学必修（1年生

対象）としている他、現代社会が抱える多くの課題を解決する能力を育成することを目的とした現代的課題科目として『環境教育』が設けられている。現代的課題科目は、教育現場で求められていながらも従来の教科や学問領域には収まりきらない現代的な課題を多面的に学ぶことを目的としており、所属するコース・専攻の専門性の他にもう一つの専門性（得意分野）を培うことを目指している。現代的課題科目は、『特別支援教育』、『適応支援教育』、『多文化理解』、『国際文化』、『現代世界論』、『食・健康教育』、『環境教育』、『芸術表現教育』、『メディア情報教育』、『自然科学論』の10科目群から構成され、いずれも表1に示したねらいのうち2つ以上を必ず含むという方針で設定されている。

現代的課題科目『環境教育』の中には、「環境教育方法論」、「自然史・自然論」、「持続可能な地域論」、「物質環境科学」、「生命環境科学」、「環境と開発」、「自然

*宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

フィールドワーク実験」の計7科目（各2単位）が含まれ、環境教育を副専門とする学生はこの科目群の中から8単位以上を習得することになる。現代的課題科目の総まとめとして位置づけられている授業が、3年次（後期）に履修する教職専門科目「総合演習」である。これは、地球的視野に立って行動できること、変化の時代を生き抜いていけること、教員として必然的に求められる資質を持っていること、という資質を持った教員を育てるために法令で設置が定められている科目である。

しかし、実際のところ「総合演習」はうまく機能しているとは言い難い状況にある。この演習は、現代的課題科目『環境教育』に携わっている全教員7名で分担している。教員1名あたり2回程度の授業を担当し、その内容は個々の教員の裁量に任されている。わずか2回程度の授業で環境教育の総まとめを行うことは容易ではなく、いつも消化不良のいらだちを感じていた。

表1. 現代的課題科目のねらい

-
- ① 地球・国家・人間をめぐる諸問題に対する理解力の育成
 - ② 変化の著しい現代社会の諸問題に柔軟に対処できる能力の育成
 - ③ 地域社会とのつながりを意識した教育を企画し実践する力の育成
 - ④ 人権を尊重できる豊かな人間性の育成、
 - ⑤ 異文化に対する理解力と共生の思想を身につけた、国際的人間の育成
 - ⑥ 自ら課題を発見し、解決していける課題解決能力の養成
 - ⑦ 豊かな人間関係を築けるコミュニケーション能力の養成
 - ⑧ 情報化、国際化の時代に必要とされる知識・技能（外国語や情報処理など）の養成
 - ⑨ 現代の子ども、および教育現場が抱える問題に対する理解力と、適切な支援を行う力の養成
 - ⑩ 教職に対する責任感や誇りの養成
 - ⑪ 児童・生徒の指導に必要な知識・技能の習得
-

学生たちの授業評価アンケート結果からも「総合演習」の内容に満足していないことが伺え、求められているような総合的な能力がついているようにも思えなかった。

転機が訪れたのが、2011年の夏であった。山形大学に於いて基盤教育ワークショップが開催され、滋賀県立大学環境科学部の倉茂好匡教授の講演「先生方、授業するのは楽しいですか？」を拝聴する機会に恵まれた。倉茂教授は滋賀県立大学における授業改善の取り組みについて熱く語られ、その中で、学生を指導する教員による差をなくすと同時に、学生たちを自主的に授業に取り組みさせるための有効な手法として「ディベート」を紹介してくださった。倉茂教授は、授業改善の基本は教員一人ひとりが「学生が伸びた！」「学生が力をつけた！」ということを実感することにあるという。それを実感することで、自らの授業も改善に向けて工夫ができるし、所属先のカリキュラム改善にも活かされてくるというのである。授業へのディベート導入によって、短期間で学生たちが成長していく姿を目の当たりにしてきたという滋賀県立大学の実践報告を伺いながら、「総合演習」へのディベート導入が有効であろうことを直感した。

筆者自身ディベートの経験は全くなかったものの、倉茂教授より推薦のあった西部直樹著（1998）「はじめてのディベート（あさ出版）」をはじめ、北岡俊明著「ディベートが上達する法 これぞディベートの基礎がわかる（1999）」、松本茂著（2001）「日本語ディベートの技法（七寶出版）」、茂木秀昭著（2001）「ザ・ディベート - 自己責任時代の思考・表現技術（筑摩書房）」、松本道弘著（2010）「図解ディベート入門（中経出版）」等の書籍を読み込んだ。ディベートでは、ある論題について肯定側と否定側に分かれ、厳密なルールの下で限られた時間内に自らの主張を的確に伝え、相手の主張に反論し、そして相手の反論に反駁しなければならない。これには、事前の下調べと緻密な論理の構築が必要で、すぐれた発表技法が要求され、相手の主張を良く聞いて的確な判断をくだすことが必要である。従って、ディベートを授業に取り入れることで、主体的に学ぶ姿勢を身につけることができる、視点を相対化することができる、自己表現力が伸びる、という3点が期待できると考えた。

2. ディベートの準備

1) 講義名

現代的課題科目の総まとめの科目として位置づけられている教職専門科目「総合演習 11 (後期, 2単位)」において、ディベート導入を試みた。全15回の講義のうち、筆者は4回分(2011年11月22日, 11月29日, 12月6日, 12月13日)を担当した。そのうち前半3回を準備に充て、最後の1回でディベートマッチを実施した。

2) 対象(受講生)

現代的課題科目「環境教育」を副専門とする3年生計26名である。主専門として理科(11名)を専攻する学生が最も多く、技術、情報(各3名)、英語、国語、保健体育(各2名)、社会、数学、美術(各1名)と多様な顔ぶれであった。なお、受講生のおよそ9割にあたる24名がディベートの未経験者であった。

3) 論題の設定

今回の授業では、論題を「日本はネオニコチノイド系農薬の使用を推進すべきである」に設定した。ネオニコチノイド系農薬の問題は、一般市民や学生たちの日常生活においてあまり馴染みのないトピックかもしれない。しかし、日本で2005年頃から報告されはじめたミツバチ大量死の原因がこの農薬ではないかという疑惑の声が強く(藤原, 2009など)、また、人体への悪影響も懸念されている現在進行形の環境問題である。筆者が担当している現代的課題科目「自然フィールドワーク実験」では、大学キャンパスで飼育しているニホンミツバチの観察や採蜜・採蠟を体験し(溝田, 2011)、基礎教育科目「環境教育概論」では、ミツバチを題材とした生態系保全の話や、ネオニコチノイド系農薬がミツバチに与える影響についても話題を提供してきた。したがって、受講生たちはネオニコチノイド系農薬に関する一定程度の知識は有している。今回はこのディベートを通して、ネオニコチノイド系農薬を使用することにより恩恵を受ける側(肯定側)と被害を受ける側(否定側)の双方の立場から考えることを通して、環境問題の根深さやその解決の困難さを実感させることを期待した。

4) ディベートの準備

ディベートを効果的に行うためには、まず授業担当者がその方法をきちんと説明し、学生の準備作業をサポートすることが必要である。準備作業として、ディベートの方法をよりわかりやすく提示するために、ビデオ教材「教室ディベート入門(川本信幹監修, サン・エデュケーショナル)」を視聴させた。映像を通して具体的なディベートの流れを理解することで、「自分たちの意見をいかに短時間でまとめて表現するか」を念頭に置いた準備ができると考えたからである。このビデオ教材は全5巻から成る(第1巻「ディベートとは何か」、第2巻「ディベートの事前指導」、第3巻「ディベートマッチの指導」、第4巻「ディベートの判定と評価」、第5巻「モデルディベート」)。授業の中では、「食事中はテレビを見るべきではない」を論題としたモデルディベートマッチの映像が含まれる第5巻を視聴した。収録時間は約20分であり、90分の講義時間内で視聴するにはちょうどよい長さであった。その後、松本道弘著(2010)「図解ディベート入門(中経出版)」をテキストとして、ディベートの基本的な方法について説明した。さらに、論題に関する参考文献や参考となるインターネット上のホームページのURLを提示した。また、ネオニコチノイド系農薬に関しては、ミツバチや乳幼児の立場から生態系に与える影響を伝えるドキュメンタリーDVD「ミツバチからのメッセージ(図1)」を視聴させた。



図1. DVD「ミツバチからのメッセージ」

5) 授業スケジュールの概要

各回の講義概要を以下に示す。

① 第1回 (2011年11月22日)

- ・ガイダンス (授業の目的, 内容, スケジュールの説明).
- ・班分け (各班6~7名からなるA~Dの計4班を設けた. なお, 肯定側か否定側かについては, ディベートマッチ直前のコイントスによって決めることを伝えた).
- ・論題「日本はネオニコチノイド系農薬の使用を推進すべきである」の提示.
- ・DVD「ミツバチからのメッセージ (58分)」の視聴.

② 第2回 (2011年11月29日)

- ・ビデオ教材「教室ディベート入門」の視聴.
- ・ディベートの基本的な方法について説明.
- ・ディベートマッチに向けての準備 (役割分担, 課題の分析, 資料収集)

③ 第3回 (2011年12月6日)

- ・ディベートの流れ (表2) について説明.
- ・ディベートの判定方法 (表3) について説明.
- ・ディベートの準備 (立論・反論の準備, リハーサル).

④ 第4回 (2011年12月13日)

- ・ディベートマッチの実施.
第1試合 A班 vs B班 (審判C班・D班)
第2試合 C班 vs D班 (審判A班・B班)

表2. ディベートマッチの流れ

【コイントス (1分)】
① 肯定側 立論 (3分) (パワーポイントを使用)
② 否定側 立論 (3分) (パワーポイントを使用)
【作戦タイム (3分)】
③ 否定側 質問 (1分) → 肯定側 応答 (2分)
④ 肯定側 質問 (1分) → 否定側 応答 (2分)
⑤ 否定側 反駁 (反論) (3分)
⑥ 肯定側 反駁 (再証明) (3分)
【作戦タイム (3分)】
⑦ 否定側 結論 (3分)
⑧ 肯定側 結論 (3分)
【判定結果と講評 (3分)】

3. ディベートの実施

筆者が担当する最後の授業 (第4回) において, 「日本はネオニコチノイド系農薬の使用を推進すべきである」を論題としたディベートマッチ2試合を実施した. コイントスで「肯定側」と「否定側」とを決めた後, ディベーターが向かい合うように机と椅子を設置して着席させた. 時間を統制するためにタイムキーパーを配置し, ストップウォッチとベルを用意した. 最初の立論においては, パワーポイントを用いたプレゼンテーションを義務付け, 視覚的にもわかりやすい発表となるよう工夫を促した.

ディベートを行う班以外の受講生には, ディベート終了後に判定をさせた上で, どちらの意見に賛同するかを述べさせた. なお, 判定には藤田 (1999) を参考にして作成した判定表 (表3) を用いた. 判定の際にはもともと自分が持っていた意見とは無関係に, 立論, 反対尋問, 答弁, 反駁, 資料とデータ, 論理構成力, 態度・印象, 時間配分の8項目について客観的に判断するように指示し, 採点するよう求めた.

4. ディベート導入の効果

冒頭で述べたように, ディベートを授業に取り入れるメリットとして, 主体的に学ぶ姿勢を身につけることができる, 視点を相対化することができる, 自己表現力が伸びる, という3点の効果を予想した. ディベート実施後に「ディベートを行なって感じたこと」という題で記述させた感想文を基に, 上記の3点が果たしてどれほど実現されたのかを検討してみたい.

1) 主体的に学ぶ姿勢を身につけることができたか

*実際にディベートをやってみて, 自分が思いもよらなかった点を指摘されたり, 痛い所をつかれたりすると, 熱い気持ちになってしまった. 熱くなれたのは自分たちがしっかり調べていたからだと思う. ディベートは楽しかった!

*今日までにたくさん調べてきて, どちらの立場でも大丈夫のようにしっかり準備した. 反対の立場で, もう一度ディベートマッチをしてみたいと思った.

表3. ディベート判定表

評価項目 (評価の参考・目安・基準)	肯定側	否定側
立論	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
①話す技術 (発音・発声・喋り方)		
②姿勢・態度 (目線・背筋・顔の位置)		
③論理的な表現力、説得力はどうか		
反対尋問 (尋問の内容と技術の評価)	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
①論理の矛盾・問題点を指摘したか		
②資料・データへの追求はどうか		
③質問技術はどうか		
④言葉の表現力は		
⑤質問の数		
⑥態度・積極性・やる気		
答弁	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
①答弁内容		
②答弁技術		
③詭弁・ごまかし・論点のすり替えはなかったか		
反駁	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
①効果的な反駁をしたか		
②論理的に表現したか		
③発音・発声は明晰明瞭か		
④姿勢・態度・目線		
⑤演技・情熱		
⑥説得力		
資料とデータ	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
①根拠のある資料・データか		
②説得力はあるか		
③量と質はどうか		
論理構成力	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
①論理的、科学的に分析しているか		
②論理に矛盾はないか		
③論点は明確か、曖昧でないか		
④分析は広いか		
⑤分析は深いか		
態度・印象の評価	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
①ファイティングスピリッツはあったか		
②チームワーク、やる気、ガッツがあったか		
③一生懸命か、討論の態度や印象はどうか		
時間配分	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
①制限時間を守ったか		
②時間配分は適当であったか		
合計点数	点	点

*様々な意見を聞くことができたし、ディベートを通じて改めて農薬の危険性や効果を知ることができた。農業に対する考え方も変わり、もっと環境に関心をもっていこうと感じた。

*ネオニコチノイド系農薬について多面的に知れてよかった。ディベートってすごい!と思った。

*この機会のおかげでいろいろな知識を得ることができて良かった。貴重な機会を与えていただき、ありがとうございました。

*ディベートでは肯定側・否定側の両方の立場に立って1つのテーマについて考えるため、ただ単に講義を受けるよりも「深く」学ぶことができた。

学生たちはディベートマッチに向けての準備を積極的に進め、主体的に学ぶことの楽しさを実感したことが読み取れる。主体的に学ぶ姿勢を身につけるといふ点では、一定の効果があったのではないかと評価している。

2) 視点を相対化することができたか

- *それぞれの側にメリット・デメリットがあるので、どちらが良い・悪いとは断定できなかった。勝ち負けというよりも、双方がどのような過程を経てそういう結論になったか、ということの方が大事だと思った。
- *人それぞれ評価の観点の違いが多く見られ、新しい価値観を身につけるのにとっても良い機会だと感じた。
- *ディベートすることで、ひとつの問題について賛否両面から考えることができたことが面白かった。
- *同じ論題であっても、ディベートの進み方によって論点がいろいろ変わり面白いなと思った。
- *個人的には否定側だったが、肯定側として調べていくにつれ多面的な見方ができるようになった。
- *ディベートをすることで、物事を完全に否定したり、逆に、完全に肯定することの難しさが分かった。

ディベートを通して学生たちは、人それぞれ評価の観点の違いが多く見られることを知り、多面的なものの方ができるようになったと実感していることが伺われ、ディベートが「視点の相対化」の契機となっていることがわかる。ネオニコチノイド系農薬の問題だけでなく、地球上で起こっている様々な環境問題の根底には、より豊かでより快適な生活を求める人間の欲求が存在し、利害関係者の思惑が複雑に絡み合いながら進行していることを、受講生たちは実感したようである。

3) 自己表現力が伸びたか

- *私は、ディベートマッチは初めてだった。これから自分が教師の立場になって話すという機会が多くなってくると思う。そこで自分の意見を伝えたり質問に的確に受け答えできる能力が、今回のディベートを通して少しは身についたと感じる。

*きちんと情報を集め、整理し、自分の言葉で意見を言えるようになった気がする。

上記のような感想も若干あったものの、大半が自己表現の難しさを痛感したようである。

- *言いたいことはあるものの、言葉にしようとすると考えがまとまっていないこともあり、口にはほとんど出すことができなかったのが残念だった。
- *ディベートやってみるととても時間が短く感じた。調べてきたこと、思っていたことをうまく言葉にすることができず、難しいと思った。
- *時間内に的確に伝えることは難しいと感じた。時間が終わってから、「ああいえばよかった・・・」という後悔が多くあった。
- *相手の質問に答えつつ自分の主張を再びしなければならぬというのは、とても難しいと思った。試合前に立場（肯定側か否定側か）を決めるというルールが、今回のディベートをより難しくしていると感じた。

学生たちは人前では自分の思っていることが言葉にならないことに悔しさを感じ、自分の言葉で思ったことを伝えることの大切さに気づくようになっている。この体験は、やがて自己表現力、プレゼンテーション能力の向上へと結びついていくに違いない。

以上のように、ディベートを授業に取り入れることで身につくと予想していた、主体的に学ぶ姿勢を身につけることができる、視点を相対化することができる、自己表現力が伸びる、という3つの視点は、かなりの程度達成されたと考えられる。環境教育では、「批判的思考力 (Critical Thinking)」「理論的思考力 (Logical Thinking)」「迅速な思考力 (Quick Thinking)」といった総合的な考える力の養成が求められているが、ディベートを通してそのような力もついたのでないかと感じている。

5. 学生のネオニコチノイド系農薬に対する認識

今回のディベートマッチ終了後、受講生には以下のようなレポート課題を課した。

「日本はネオニコチノイド系農薬の使用を推進すべきか？」というテーマについて、「肯定」または「否定」の立場を示した後、その理由を述べなさい。否定側については、どのようにすればネオニコチノイド系農薬が使用されなくなるのか、具体的な提案をなさい（A4用紙1枚程度）。

受講生26名のうち20名がレポートを提出し、その内訳は肯定7名、否定13名であった。DVD「ミツバチからのメッセージ」を視聴したこともあり全員が否定の立場を表明するものと予想していたため、この結果は少し意外であった。肯定派の主な理由は、

- * ミツバチ大量死や人体への悪影響と、ネオニコチノイド系農薬との因果関係が不明瞭であり、現時点では反対する必要がない。
- * 農作業を効率化できる上にコストパフォーマンスも高く、農家（特に、過疎地や高齢者）の負担を軽減できる。
- * 適切な使い方さえすれば使用に問題はない。といったものであった。単なる先入観や思いつきから意見を述べているわけではなく、ネオニコチノイド系農薬の危険性をも理解した上での意見であり、学生たちにバランス感覚が芽生えたことを感じた。
- 逆に、否定派の主な理由は、
- * ネオニコチノイドは水溶性である上に浸透性、持続性が高く、生態系に与える負の影響が大きい。
- * 本来の目的である害虫以外の（人間を含む）動植物や生態系全体にまで悪影響を及ぼしてしまう。
- * 「予防原則」に従い、ネオニコチノイド系農薬にかけられている嫌疑が晴れるまで使用すべきではない。といったものであった。学生も指摘しているが、ネオニコチノイド系農薬の問題の場合、対症療法を積み重ねるだけでは進行している事態を根本的に解決することはできないため「予防原則」という考え方が重要になってくる。予防原則とは、化学物質や遺伝子組換えといった新しい技術などに対して、環境に重大

かつ不可逆的な影響を及ぼす仮説上の恐れがある場合、科学的に因果関係が十分証明されない状況でも規制措置を可能にする制度や考え方のことである。世界中で報告されている蜂群崩壊症候群（Colony Collapse Disorder: CCD）や日本で起こっているミツバチの大量死の原因として、ウィルス、ストレス、温暖化、ダニ、栄養失調、生物のメス化、農薬など様々な要因が挙げられているものの、まだ解明されたわけではない。EU諸国では2010年から4年間で300万ユーロ（約3億円）をかけてミツバチ減少問題解決に費やす計画であり、ネオニコチノイド系農薬とミツバチとの相互作用に関する実験も行われており（芳山, 2010）、一刻も早い原因究明が待たれる。

また、ネオニコチノイド系農薬が使用されなくなるための提案としては、

- * 法規制を行って使用ルールや残留農薬の基準をきちんと決め、販売者による農家への使用指導やアフターケアを徹底する。
- * 行政・販売者・農家の連携を強化し、農家で起きた問題をすぐに販売者や行政が対応するためのシステムを構築する。
- * 被害にあった人々が訴訟を起こし、農薬会社や販売者の説明責任を問うことで、農薬の危険性を広く世間に知らしめる。
- * ネオニコチノイド系農薬を使わない場合に発生する農家の不利益を、国が補償する制度をつくる。
- * 安全性よりも安さを重視する「消費者の意識」を改革する。
- * ネオニコチノイド系農薬が生態系に与える影響を評価するための基礎的研究がまず必要。
- * ネオニコチノイド系農薬の危険性を訴えているのは養蜂家が多いが、子どもへの影響については、もっと教育現場で訴えるべき。その際、「ミツバチからのメッセージ」のような教材が効果的。
- * ネオニコチノイド系農薬に代わる新しい安全な農薬を開発する。

といった提案が寄せられた。受講生たちは、ネオニコチノイド系農薬の問題をとってみても、農薬会社や販売者、監督管理を担当する行政だけではなく、日本の農業システム、法システム、一般市民の価値観など、

根本的なところから変革が必要であることを悟ったのである。

6. 今後の課題

今回、初めて授業へのディベートの導入を試み、一定以上の教育効果があることを感じた。また、大学教員が「何を」教えるだけでなく、「どのように」教えるのかを考えた場合、ディベートはその有力な答えのひとつになることを実感した。これからの課題としては、以下に示す3つの点について記しておきたい。

1つ目は、ディベートの質をさらに向上させるためには、準備段階での受講生への指導・助言を充実させることが必要であるということである。例えば、大学院生がティーチングアシスタントとしてサポートしたり、複数の教員が担当することができれば手厚いフォローを行うことも可能になるだろう。2つ目は、受講生の視野をさらに広げ、学びを深めていく契機となるように、単一の授業の枠を超えた他流試合の場を提供していくことである。「総合演習」はすべての現代的課題科目の総まとめとして行われているため、他の現代的課題科目の受講生とのディベートを面白いであろう。こうした交流の機会を提供できれば、授業者と他の授業者との意見交換の機会ともなり、互いの授業の質を高めていく上で刺激となりうる。3つ目は、論題を工夫することである。ディベートを充実させるためには、論題設定がもっとも難しく、もっとも大切なポイントである。今回は「日本はネオニコチノイド系農薬の使用を推進すべきである」という論題を設定したが、事前に「ミツバチからのメッセージ」を視聴させるなど、否定側に偏った方向へ学生たちを誘導してしまったかもしれない。学生たちの意見が半々にわかれるような、より一般的で身近な論題を設定する必要がある。

改めて教職専門科目「総合演習」を振り返ってみると、授業担当者間で授業方針について検討する場や互いの授業実践内容について交流する場がなく、学生が

伸びたことを相互に確認しあえる機会もなかった。このような場や機会を積極的に作り、実際の講義を機能させる努力が必要だと感じている。今回のディベート導入により「学生が伸びた」「学生が力をつけた」という実感を得ることができ、さらに来年度以降の授業改善に向けて工夫しようという気持ちが強くなっている。今回の経験を生かし、次年度の授業改善に向けても積極的に取り組んでいきたい。

謝辞

授業改善の必要性や教育ディベートの教育効果について考えるきっかけを与えていただいた滋賀県立大学の倉茂好匡教授、DVD「ミツバチからのメッセージ」の授業での利用を快く許可していただいた制作者の岩崎充利氏に心からお礼申し上げる。また、ディベートマッチの実施に協力いただいた宮城教育大学の齋藤有季、尾崎博一の両氏にも感謝申し上げます。本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金（23700949）の助成を受けて実施した。

引用文献

- 藤原誠太 2009. ミツバチは警告するー地球の生態系が危ないー. Eブックランド（電子出版）.
- 藤田正一 1999. 科学教育におけるディベートの導入の試み、ー一方授業のマンネリズムからの脱却ー. 高等教育ジャーナルー高等教育と生涯教育ー, 5, 74-81.
- 「環境力」を有する T 字型人材育成プログラム構築事業ワーキンググループ 2011. 大学における教養科目としての「環境力」を有する T 字型人材育成プログラムガイドライン（2010 年度版）.
- 溝田浩二 2011. 仙台市におけるニホンミツバチの分封状況ー2004 年～2009 年の発見情報をもとにー. 公衆衛生情報みやぎ, 412, 13-16.
- 芳山三喜雄 2010. 世界におけるミツバチ減少の現状と欧米における要因. ミツバチ科学, 28, 65-72.

Capacity Building for Sustainable Living Through ESD-Based Learning in a Regional Centre of Expertise (RCE)

Paul OFEI-MANU *,** and Satoshi SHIMANO **

Abstract : This paper attempts a brief ‘update’ on the Regional Centre of Expertise (RCE) and discusses particularly RCE Greater Sendai in light of its relevance to the Decade of Education for Sustainable Development (DESD, 2005-2014) strategies set for the second phase to achieve the DESD goals in the region. The discussion focuses on capacity building activities for sustainable living in the context of ESD-based learning.

Keywords : Capacity building, ESD, RCE

1. Introduction

There is a broad consensus that education - including all its components - must be the driving force (Hansmann, 2010) in search of effective strategies for addressing today’s sustainability challenges from the local to global levels. As a result, human resources are considered key agents to achieving sustainable development (SD) through appropriate development of capacity using a broad range of educational means such as formal and non-formal education, training and public awareness raising (IGES, 2005) and also value and behavioral changes (IGES, 2005). Human capital/resources are furthermore crucial to developing tools to measure the progress towards sustainability. In that regard, the realization of a shortfall in human capacity for sustainable development by many governmental, non-governmental and international institutions led to the call for the development and enhancement of Education for Sustainable Development (ESD).

ESD is known to indicate a complex of concepts, theoretical constructs, policy prescripts and practical methods and tools that convert education and learning to the socio-economic and ecological dimensions of

sustainable development (Lenglet et al., 2010). ESD aims to “develop the knowledge, skills, perspectives and values that will empower learners of all ages to assume responsibility for creating and enjoying a sustainable future” (Richmond, 2010). UNESCO describes the overarching goals (thrusts) of ESD as striving to promote sustainable development through its four identified thrusts namely “(1) improving basic education, (2) reorienting existing education programs, (3) developing public awareness and understanding sustainability and (4) training” (UNESCO, 2003). The contribution of education through ESD could result in improvement in the quality of life of the people, help create resilient individuals, group or society who are capable of thinking holistically, systemically and integratively, and able to adapt to adverse environmental conditions using their acquired knowledge, values and skills. However, because real-life issues and complexities that occur in everyday living are not categorized, compartmentalized or resolved through discipline-based approaches (Sanusi, 2010), in order to achieve this, it is imperative that society undergoes a certain competence developing stage in their lives whereby the conventional discipline-based learning

*Institute of Global Environmental Strategies (IGES), **Miyagi University of Education, Environmental Education Center

process based on standardized assessment through testing is discontinued or significantly curtailed for a new, more holistic and relevant knowledge, skills and values taught through a new learning framework.

To enhance the effective implementation of ESD, a proposal for the Decade of Education for Sustainable Development (DESD) spearheaded by the Japanese Government and NGOs was included in the Johannesburg Plan of Implementation, and was agreed at the World Summit on Sustainable Development in 2002 to integrate the principles, practices and values inherent in SD into all facets of learning to encourage changes in behavior, organizational and institutional practices that allow for a more sustainable and just society for all (UNESCO, 2007) from 2005 to 2014.

The UN DESD which serves as a platform for learning for SD has already entered its third and final phase ending 2014. Consequently, identification of more capacity building measures aimed at the individual, group or community in addition to evaluation of the progress of ESD, of how learning and education have led to improved learning outcomes, and hence contributed to sustainability by implementing effective and relevant monitoring and evaluation mechanism(s) are important.

2. Importance of education and learning during the second half of the UN DESD

A couple of reports (UNESCO, 2009a,b) have shown that much was achieved during the first half of the Decade and that progress was made increase in awareness of the significance of ESD, establishment of national ESD coordination bodies and incorporation of ESD into formal education. Obstacles were also “encountered during the first five years in establishing provisions, strategies, mechanisms and contexts that support the development and implementation of ESD” (UNESCO, 2010). The report(s) also outlined in the UNESCO Strategy for the second half of the UN DESD the ways forward for the remaining five years and, furthermore supports Member States and key stakeholders in addressing global

sustainability challenges through education.

The four key areas of action of the Strategy were set out as:

- 1) Enhancing synergies with different education and development initiatives from mid-DESD onwards and harnessing the expertise existing within United Nations agencies, funds and programmes through coordination and cooperation for the implementation of the DESD as well as strengthening partnerships among ESD stakeholders
- 2) Developing and strengthening capacities for [national] ESD implementation through capacity development and policy advice.
- 3) Building, sharing and applying ESD-related knowledge since “knowledge is an essential component of ESD, promoting research, supporting the development of scientific understanding, and sharing and disseminating the vast amount of available knowledge, including traditional and indigenous knowledge, are central activities within the DESD.”
- 4) Advocating for ESD, and increasing awareness and understanding of sustainability with the expectation that the knowledge will translate into action (UNESCO, 2010).

The Japanese Government’s UN DESD Report on goals for the second half of the UN DESD, (UNDESD Japan Report, 2009) places strong emphasis on three initiatives (a) The urgent need for finding an appropriate evaluation system to monitor the progress of ESD; (b) ESD dissemination where a register system will be set up to improve the visibility of ESD, hence encouraging its dissemination; and (c) fostering of closer alliances through the revision of the National Course of Study for Primary and Secondary Schools towards including ESD while at the same time, taking steps to promote joint community school ESD initiatives.

Pointing to the importance of learning as a capacity-building component towards realizing the goals of (D)

ESD at the regional/local level, ESD learning features prominently in the recently released draft of the Vision of the RCE Community:

“1. In today’s world where uncertainties and risks are the most prominent feature, education has to enable learning that contributes to resilience of communities and of nature. 2. The development calls for rapid learning and continuous evolution of values, skills and knowledge associated with new challenges and aspirations. The learning processes that support development, characterized by uncertainty and complexity, have to be grounded on the requirement of long-term perspective, flexibility, innovativeness, diversity and cross-sector engagement in transformations towards just, low-carbon resilient development” (UNU, 2011).

All three reports which are relevant to all RCEs and for that matter RCE Greater Sendai, stress the importance of education and learning in building capacity to achieve sustainability.

3. Regional Centres of Expertise

In a search for a strategy that would facilitate translation of the ESD agenda at the local level especially during the Decade, the United Nations University (UNU) has championed the RCE concept and has supported its establishment around the globe to serve as a framework for harnessing, exchange and facilitation of vertical, horizontal and lateral integration of knowledge and information through close co-operation among the constituent regional and local actors in a region or local area and also a joint development of innovative programs towards ESD (Fadeeva et al., 2005; Mochizuki et. al., 2005; Ofei-Manu and Skerratt, 2009a; Sanusi, 2009). The RCE concept has been enthusiastically embraced by a diverse array of actors since it was first introduced by the United Nations University (UNU) in 2004. An ideal regional centre of expertise (RCE) acting as a microcosm of the region/area RCEs could vary in size, affiliations and functions, etc. should be able to identify

local concerns and address them in an integrated manner. In fact, the RCE is a regional initiative that contribute to the local implementation of the UN DESD (Fadeeva and Mochizuki, 2010). “An RCE is not a physical centre but an institutional mechanism to facilitate capacity development” for SD (Mochizuki and Fadeeva, 2008).

In addition to redefining existing environmental activities in alignment with the principles of ESD at the regional and local levels, RCEs can facilitate the duplication and dissemination of good ESD practices (Ofei-Manu and Shimano, 2010). The RCE has also evolved as a concept. Originally, it was supposed to serve “the purposes of knowledge management, knowledge transfer and delivery of ESD to the community” (Mochizuki and Fadeeva, 2008). Recently, at one end of the spectrum is the representation of RCE as a “hub”, a meeting point, a clearing house and “a platform for information exchange and sharing. At the other end of the spectrum is the interpretation of an RCE as a “community of practice”, an institutional mechanism for “social learning” and a learning network” (Mochizuki and Fadeeva, 2008). An RCE is unique in its transdisciplinary nature of nurturing and encouraging learning processes while simultaneously enabling a multi-stakeholder engagement platform. Such distinctive traits enable an RCE to function as the best platform through which to address common problems in current human resource development approaches that are more often than not segmented and incomprehensive (Sanusi, 2010).

4. RCE Global

The RCE Community, being referred to here as RCE Global is increasing in size as it is evolving and currently has 89 centres worldwide as of November, 2011 at the last Global RCE Conference in Kerkrade, the Netherlands. Reflecting back on the original vision of bringing together the educators within a community with experts who knew about the sustainability challenges that communities faced, the new vision and strategies seek to dwell on themes that had arisen on issues such

as capacity-development, communication, research, influencing policy and engagement with international organizations and processes (UNU, 2011). There are also plans to further develop RCE Global with a goal to upscale action research and transformative learning projects. Elements to be considered for the capacity development strategy include a re-visitation of the RCE vision governance, ESD competencies and capabilities, principles of transformative learning, action research, thematic actions, marketing, fundraising and communication (UNU, 2011).

In a bid to increasing visibility of ESD projects worldwide, RCE Global is involved in collaboration with international processes and organizations. In particular, RCE Global has formed international partnerships with UN agencies namely UNDP, UNESCO, UNICEF and these were represented and invited to make contribution into the RCE Global Conference. Currently, RCE Global is exploring collaboration with UNICEF and UNDP around the issue of climate change; with CBD secretariat around the issues of biodiversity; with the Equator Initiative around issues of traditional knowledge; with IAU around issues concerning higher education; with UNEP around issues of sustainable production and consumption and sustainable livelihood; with UNECE on the issue of ESD assessment and with Copernicus alliance network of European universities on the issue of higher education appraisal.

RCE Global also offers support to member RCEs through the RCE Global Service Centre located in UNU-IAS. The support services are as follows:

- a) Encouragement/enhancement of communication,
- b) Facilitation of links with international processes,
- c) Acting as stewards of the RCE road map,
- d) Provision of thought leadership to policymakers, and
- e) Facilitation of collaborative research projects (UNU-IAS, 2011).

5. RCEs in Asia Pacific (APRCEs)

The Asia-Pacific RCEs (APRCEs) have been organizing a regional meeting every six months and participating in the annual global meeting. Other means of promoting themselves so far has been direct contact with the Global RCE Service Centre, based at the United Nations University-Institute of Advance Studies, UNU-IAS (UNU-IAS, 2010). Some of the issues, initiatives and projects being addressed include i) community-based discussions on thematic areas of biodiversity conservation, schools and the youth, energy, teacher training, disaster mitigation, natural resources management, climate change, school curriculum reorientation, promotion of model schools; ii) sustainable waste management and environmental education; iii) adapting appropriate technologies to implement at community level with the youth involved; writing of factsheets on the current status of the RCEs, iv) awareness creation of recent events in the region e.g. disaster and resilience and ESD Sendai experience; v) organization of sub-regional group meetings vi) formation of APRCEs network to serve as a platform for collaborative work; and vii) publication of a white paper on APRCEs network (2007-2011). A recent highlight of the APRCE is the development of the 2011 Yogyakarta Action Plan on Community-based ESD Action Plan by RCEs in the Asia Pacific Region.

As of March 2010, there are 28 RCEs in the Asia-Pacific region. Five of the first seven RCEs acknowledged globally in 2005 are located in the Asia-Pacific region. Twelve RCEs, representing over 40 per cent of the network in the region, are led by higher education institutions; about a quarter (eight RCEs) are led by local governments; and the rest are led either by a nongovernmental organisations (six RCEs) or research institutes (two RCEs) (UNU-IAS, 2010).

APRCEs are currently providing cases of good ESD practice towards a collaborative project between UNU-IAS and the Institute of Global Environmental Strategies (IGES) in cooperation with UNESCO Bangkok as input for the development of regional indicators for ESD.

The indicators will be utilized in the monitoring and evaluation of the implementation of the DESD in Asia-Pacific, and also contribute to formulation new efforts and initiatives on ESD towards 2014 and beyond.

The RCE Community is not without its challenges. They include the following: i) up scaling the local level work to continental and global level; ii) making the concept of ESD understood by a larger audience; iii) limited inter-RCE collaboration; iv) lack of funding; v) the challenge of diversity – cultural, language, etc. within and across scales; vi) inability to use the RCE portal effectively vii) promotion of flow of information and knowledge between RCEs; and, viii) how to communicate effectively the work of the RCEs outside of the RCE network.

6. Regional Centres of Expertise in Japan

Japan is home to six RCEs, including two of the seven ‘pioneer’ RCEs launched at the UNU-UNESCO Conference on Globalisation and ESD in Nagoya, Japan in 2005: RCE Greater Sendai and RCE Okayama. In RCE Greater Sendai and RCE Okayama, what was five years ago a localised good practice at one school, Kesenuma Omose Elementary School, and one community learning centre (kominkan), Kyoyama Kominkan, is now being institutionalised and scaled up through the UNESCO Associated Schools Project Network (ASPnet) in the City of Kesenuma and in kominkans across the City of Okayama (UNU-IAS, 2010).

The six RCEs in Japan vary tremendously in their sustainability challenges, thematic focus, educational and learning needs, etc., as well as in their governance and management structures. Japanese RCEs demonstrate that RCEs are shaped by local needs and priorities, offering a delightful testimony to the power of RCEs as a facilitative mechanism to translate a global DESD vision into local contexts within which RCEs operate. RCEs individually and collectively aspire to contribute to the goals of the DESD by embracing diversity within and across them (UNU-IAS, 2010). The coordinators

of the Japanese RCEs also meet once a year to discuss challenges they are facing and ways to overcome them. These annual meetings are coordinated by the Japanese RCEs themselves, with input from the Global RCE Service Centre, and the hosting responsibility rotates among the RCEs (UNU-IAS, 2010). The work of the Japanese RCEs demonstrates that the Japanese RCE initiative is also promoting international cooperation in ESD. For example, RCE Greater Sendai organised the ESD Asian RCE Leaders Youth (EARLY) meetings in 2008 and 2009, that brought together youth representatives from various Asian RCEs (Ofei-Manu and Shimano, 2010; UNI-IAS, 2010). Japanese RCEs often receive visitors from candidate and existing RCEs abroad, especially those from Korea due to their proximity to Japan (UNU-IAS, 2010). Since this paper is focused on RCE Greater Sendai, for further introductory information about the other Japanese RCEs, the reader should refer to UNU-IAS (2010).

RCE Greater Sendai covers four sub-regions which are all connected by the central theme of sustainable food production and consumption. They are 1) metropolitan Sendai, aiming at a recycling-based city; 2) Kesenuma, a coastal city focusing on promoting school-based ESD; 3) rural Osaki-Tajiri which focuses on rice paddy ecosystems and biodiversity; and 4) Shiroishi-Shichikashuku region, focusing on reservoir area conservation. The RCE secretariat is hosted by Miyagi University of Education (MUE), a teacher education institution which produces the majority of school teachers and superintendents for the region (MUE, 2009; UNU-IAS, 2010).

7. ESD-based learning in RCE Greater Sendai

Learning refers to the process by which actors assimilate information and update their cognitions and behavior accordingly (Henry, 2009). Thought of as the way in which information is absorbed, processed, and retained, it is also seen as a collaborative and reflective process that could be extended into an inter-generational dimension at the backdrop of environmental limits

(Foster, 2010). Furthermore, learning is a way by which individuals or a group acquire capacity actionable knowledge, skills values, etc. (Ofei-Manu and Skerratt, 2009a) for adapting to unfavorable conditions. Capacity development is a process in which individuals and partners work together towards a shared vision that could then be carried forward to develop a wide community of practice. It has been noted that RCEs could benefit from capacity assessment, as well as identification of tools and methodologies if appropriate appraisals are carried out. Developing capacity building initiatives are hence necessary to foster transformative learning processes in an RCE. And this is at the backdrop that education (and learning) is considered one of the primary tools for capacity building in most national policy strategies, and for that matter RCEs to achieve sustainability. ESD-based learning therefore could be denoted as a learning process that is realised in the context of the principles of ESD and whose outcome(s) improve what are considered as essential for sustainability.

RCE Greater Sendai in Miyagi, Japan has been coordinating its ESD practices and initiatives through learning collaboration and partnerships among many stakeholders in the formal, non-formal and (to a lesser extent) informal education contexts in the region. Although overseen by a number of institutions, its major promoters are MUE and Sendai City Environmental Bureau (Mochizuki, 2006). It was expanded from three areas and one university to four areas and one university in October 2008 and is in limited cooperation with Tohoku University Graduate School of Environmental Studies. MUE serves to connect these four areas, and has also been promoting the research and development of education, teacher training, and the development of human resources to create a new sustainable society (MUE, 2009). The RCE's ESD objectives and focal points of learning activities have been location-specific with each focal point comprising several stakeholder and actors.

1) Sendai City: With the aim to raise the awareness of

over one million residents that leads to environmentally-friendly behaviors for achieving a sustainable society, the Forum for Environmental Education and Learning in Sendai, City of Trees (FEEL Sendai) serves as a platform for a consortium of NGO and programs that included "Citizens' Forum", "Sendai Eco-challenge", "Social Experiment on the Environment" and "Mori Mori Environment Rescue Team Program" to bring about the objective through collaboration and partnerships between and among NGOs, schools, universities, public administration (Mochizuki et al., 2005), and to some extent, businesses and other stakeholders. An aspect of this project granted particularly students at all levels, teachers and other citizens to actually learn through hands-on experience the City's rich natural environment and other local resources. The reader may access Mochizuki et al. (2005) for details. Attempts have been made to introduce the concepts of enhanced community participation (school-community partnerships) and community development grassroots movement or the use of a community based approach to social change ('machi zukuri,' i.e., 'town building') (Mochizuki, 2006).

There are efforts by the higher education institutions, particularly MUE Environmental Education Centre using education, research and outreach activities to assist in the development, dissemination, implementation and evaluation of sustainability education and learning programs with a focus on elementary and secondary school teachers and students in the city, and also in Kessenuma City (MUE, 2009). Student teachers in MUE are currently receiving ESD training both on campus (Koganezawa, 2010) and on the field (Ofei-Manu and Shimano, 2010). MUE has introduced content on sustainability/ESD into its curriculum with the aim that the student will graduate from the university with ESD as a "sub-major" to go out and use their profession "to tackle the many tasks facing modern society today" (MUE, 2009). MUE has also been fostering ESD among qualified teachers and promoting UNESCO Associated Schools. Several local and international symposia on

ESD have been held under the auspices of RCE Greater Sendai, a significant number of which have focused on ESD and teacher training and/or education. Among them are: 1) Education for International Understanding Symposium in Miyagi held in December 2007 in MUE to spread ESD and international understanding through teachers and also, the expansion of the UNESCO Associated Schools Project (ASP) Network; 2) ESD International Symposium held in Kessennuma and Sendai Cities on February 2009 and was focused on teacher training in ESD.

An efficient and effective dissemination of environmental/sustainability information using the “Tohoku Consortium for Environmental Education” mailing lists exists in MUE. Through mailing, relevant environmental/sustainability information is shared particularly on impending educational and other program activities in the region. Furthermore, Tohoku University Graduate School of Environmental Studies in cooperation with MUE has been disseminating its appropriate research results to the wider society through MUE’s network of first and second cycle schools and municipalities and also, promoting energy education among students and the general public by organizing educational activities both on and off campus for residents’ participation. Mostly driven by enthusiastic teachers and/or school principals, a number of elementary schools, junior high schools and a few high schools within and without the areas currently covered by RCEGS have become involved in an array of ESD-related activities both on and outside the school premises.

Several non-formal educational and learning activities are organized between the universities, research institutions and the municipal/local environmental and education departments, particularly in Sendai. Typical examples are a) “Kankyo Forum 2007” and “The Environmental Forum, Sendai 2008” during which there were panel discussions by foreign resource persons living in the region about the environmental situations in their respective countries among other environmental learning

activities that were organized; b) “Naturare 2009” which was held in Sendai Mediatheque and involved the universities, research institutions, businesses, NGOs, students and the general public. Organization of a fair to showcase and sell pro-sustainability products, a symposium followed by discussions, environmental learning activities for children, and conduction of a research survey were among the activities held; c) “Saponin 2010” which involved a learning forum (including brainstorming on solutions to local problems) and during which individuals and groups in the region gave presentations on sustainability-related innovative solutions to local problems they had come up with, etc. Several other bi-lateral learning promotion activities have been held between RCE Greater Sendai and domestic and/or international entities (MUE, 2009).

2) Kessennuma City, which is slowly recovering from the Tohoku triple disaster has been active in ESD-based learning activities in both formal and non-formal education sectors for a relatively long time. It has developed ESD partnerships, particularly in the city schools. It also has a partnership in sustainable community development with respect to promotion of fresh, locally produced food especially fish. MUE has been providing significant collaborative support to especially the formal sector ESD in this city.

3) The Osaki-Tajiri “socio-ecological system” provides a typical example of how to equip the local community with competencies to adopt ways in which the natural environment can coexist with their human needs. This is done through (a) conservation and wise use of the wetlands in the area, (b) enhancing the conservation value of rice paddies as replacement habitat for wetland flora and fauna, and strengthening the linkages between the winter-flooded rice fields and conservation movements and formal education actors in the locality, (c) recovering the socio-ecological integrity and enhancement of human well-being in the region (Ofei-Manu and Shimano, 2010). In their paper, Ofei-Manu and Shimano (2010), describe social learning processes in a socio-ecological

system that occurs in Osaki-Tajiri in Miyagi, Japan. Using ecological/thematic topics of biodiversity, ecosystems and natural resource management, they showed how in Ramsar wetland-rice paddies, school-based education and a great variety of non-formal and informal learning facilitated the underlying processes of discovery and action. They included how a variety of local stakeholders found methods to improve biodiversity and water quantity and quality while eliminating pesticides and revitalizing the regional economy through tourism and highly-priced organically grown agricultural produce.

With the main objective being capacity building through learning for sustainable/wise use of the wetlands-paddies goods and services, the stakeholders' ESD-linked social learning processes were underpinned by their interrelations with each other through knowledge transfer, co-production and exchange, adaptive learning and awareness creation, etc., their interactions with the biophysical/ecological components and as a consequence, production of outcomes including value and attitudinal change such as "sense of place and belonging" toward the natural environment, effective governance to maintain the integrity of the wetland-paddies agro-ecosystem, reoriented method of agriculture toward sustainability, and co-benefits with over-wintering birds regarding the wetland-paddies (Ofei-Manu and Shimano, 2010).

4) Shiroishi/Shichikashuku area where there is preservation of satoyama as a water resource, and a place for nature experiential learning (Koganezawa, 2010).

Similar to the the satoyama concept, (Ofei-Manu and Satoshi, 2010), the igune concept is a model for sustainable living and plays an important role as windbreak forests in protecting the residences against storm, fire, and crimes. At the same time, the residents utilize igune as fuel, livestock feed, fertilizer, construction materials, and food to sustain their daily lives. Igune not only provides a scenic landscape throughout the year but can be utilized as a tool for educating about sustainability. Igune exploration tours are organised by NGOs to teach children about the

importance of planting trees and preserving them and encourage children as well as adults to become aware of this life-supporting infrastructure. These igune-related activities aim to pass on the traditional knowledge about igune household woods as well as offering a place where children can experience nature and a site of relaxation for local residents (Mochizuki et al., 2005). Also, the concept of "omoiyari", "to imagine another's feelings" or "to be thoughtful" is closely linked to the concept of harmony, one of the most valued principles still alive in Japanese society and relates to the sense of empathy and compassion (Mochizuki et al., 2005).

It is noteworthy that sustainability-related educational activities are also conducted 'independently' by other cities and towns through their city or town offices with the environmental departments mostly in charge. Individuals have also been independently engaged in some sustainability initiatives. For example the first author of this paper conducted independent research (both 'conventional' and action research) on sustainability in the non-formal education sector covering companies and the formal education sector covering several elementary schools, junior high schools, high schools and a university in particularly, South of Miyagi (part of which was officially covered by RCE Greater Sendai in October 2008), Natori City and Sendai City. Part of the work covered i) evaluation of the level of sustainability knowledge in the education and business sectors, ii) gender and environment in the workplace, iii) evaluation of the sustainability of companies and schools in the sampled areas, and iv) comparative study to elucidate whether the knowledge of environmental impact(s) of meat production on production systems and its link to climate change, deforestation and biodiversity loss will affect students attitudes and/or behaviors towards meat consumption. In some of the studies, learning to acquire co-produced knowledge (and values) through knowledge exchange and value transfer in the form of "question and answer time" occurred.

RCE Greater Sendai's ESD learning initiatives have

not only been at the regional level but also at the international level. For example, in 2008 and 2009, RCE Greater Sendai organised the ESD Asian RCE Leaders Youth (EARLY) meetings bringing together youth representatives from various Asian RCEs for [educational/learning] exchange through participation, collaboration and networking (Ofei-Manu and Shimano, 2010). Commencing in 2002, Omose Elementary School implemented a Japan-America collaborative “Inquiry-Based Environmental Education Program” that utilized the abundant shoreline environment in a theme about humans and their livelihoods (AGEPP, 2007). Part of the aim was to foster global communication and understanding with other schools especially in USA.

In summary, identifiable social and individual learning processes in RCE Greater Sendai include co-production of actionable knowledge through knowledge transfer/exchange, experiential (and cognitive) learning, community learning, cooperative learning, adaptive learning and co-management (Ofei-Manu and Shimano, 2010), service learning and ‘nature’ learning based on traditional knowledge. The ESD-based learning ‘concept’ on the other hand is fraught with challenges, particularly 1) the challenge of understanding complexity as it relates to the planet; 2) the challenge of moderating normative belief and value conflict; 3) the challenge of linking knowledge with action; and 4) the challenge of producing new values for sustainability (Henry, 2009). However, the importance of grassroots capacity building towards sustainability using these learning processes in an RCE cannot be overemphasized.

8. Some points to consider looking ahead

As already stated, the goals of UNESCO, the Japanese Government and the RCE Community for the second half of the UN DESD strongly emphasize capacity building through education and learning and also the urgent need to put monitoring and evaluation systems in place to measure both the effectiveness of specific capacity development strategies (outputs) as well as changes in

capacity (outcomes). As the Decade draws to a close, the focus will be on how the types, strategies and methods of education and learning processes of the initiatives are aligned to ESD, how they have contributed to building capacity of the locals and consequently, promoted SD. In that vein, appropriate indicators must be identified and baselines set during the capacity assessment phase of the capacity development process, and incorporated into the capacity assessment tool. It should be noted however, that the variety of activities that RCEs undertake might make it difficult to create a common framework for assessment (UNU, 2011).

There is the need for further improvement regarding identifying more teaching and learning methods and also, other levers for capacity building in RCE Greater Sendai. Some targets and levers for improvements are discussed below.

1) Effective pedagogy and curriculum should include 1) sustainability (“progressive”) pedagogy and integrative curriculum with participatory and inclusive processes (Cotton and Winter, 2010); 2) a student-centred and interactive enquiry-based pedagogy and content that use the environment and community as learning resources; 3) a pedagogy and curriculum that emphasize social learning particularly experiential and interdisciplinary learning at the individual and group levels and produce skills like critical thinking, complex, systems and holistic thinking, trans disciplinary thinking and cooperation, adaptability to change, etc. With respect to the recent Tohoku triple disaster, hereafter, disaster risk reduction education should be central regarding ESD in the region.

Since sustainability literate teachers would play a crucial role in the eventual success of ESD and particularly building capacity of the students, and even though this has begun in MUE, more capacity building efforts through provision of in-service ESD training for teachers is also important as a report indicated that 67.0% of teachers within RCE Greater Sendai just over three years ago did not even know that the Center for Environmental Education in MUE served as teachers’ resource center

for environmental education (Ofei-Manu and Skerratt, 2009a).

2) On participation, there has been less than satisfactory involvement of the media in general which is no wonder the level of knowledge of the existence of RCE Greater Sendai and other sustainability terms was still low three years after the first survey (Ofei-Manu and Skerratt 2009 a, b) about the same subject had been done (Ofei-Manu, P. unpublished data). A more effective engagement with the media by RCE Greater Sendai at its governance level might serve as an incentive in enhancing their involvement. Also, increased participation of the general public in sustainability/ESD activities in the region could be enhanced if more of the media get involved and increase their coverage on sustainability/ESD issues (Ofei-Manu and Skerratt, 2009a).

3) Regarding collaboration and partnerships, one aspect of RCE Greater Sendai (and this is true with other RCEs) that has been least examined is capacity building of the youth (particularly students) in collaboration and partnership with the business sector. Bridging the business and education sectors using ESD-based social/experiential learning/service learning could be done with respect to the practical use of the government-mandated 'Period of Integrated Studies' (PIS) in the Japanese primary and secondary school curriculum. Effectively linking PIS to company visits by schools and reverse visits to schools by competent company personnel (Ofei-Manu and Shimano, 2011), to promote sustainable production and consumption and responsible lifestyles will be a step in the right direction.

Although the business and education sectors are crucial in helping RCE Greater Sendai attain its DESD goals, it could be said based on past evaluation that sustainability or ESD as a concept has not been wholly incorporated into the mainstream activities and programs of most organizations in these two sectors (Ofei-Manu and Skerratt, 2009a, b; Ofei-Manu and Shimano, 2012). As a result, the effort by RCE Greater Sendai to bring business into the core of its activities has more room

for improvement. Also, corporate support for RCEs, particularly funding has generally been weak. For a start, the business-education sector collaboration, if successful is capable of being self-sustaining as the firms can provide the necessary funds to support the learning activities. Generally, business could contribute to advancing ESD activities in RCE Greater Sendai by using its ample financial and other resources, technologies and members of their workforce who are knowledgeable in sustainability issues.

4) There is the need to incorporate other ESD related activities not necessarily sanctioned by RCE Greater Sendai into what is 'officially' acknowledged. A mechanism should be put in place where all ESD/sustainability activities could be integrated to avoid repetition and to increase resource use efficiency among actors/stakeholders. In addition, since the current sustainability/ESD capacity is generally low, a process to attract available but 'hidden' resource persons to assume various roles in the region will be good. The "Forum of Persons in Charge of Domestic RCE" held in 2009 (MUE, 2009) is a step in the right direction.

5) With respect to research, the need for a collaborative sustainability research and learning that involves the active participation of the "researcher" and the "researched" cannot be overemphasized. In this vein, RCE Greater Sendai could team up with UNU-IAS since they are showing significant interest in this aspect to use the Osaki-Tajiri "socio-ecological system" as a flagship social learning case in addition to other cases (Ofei-Manu and Shimano, 2010).

6) In terms of influencing policy, the governance structure of the Steering Committee should have a strong influence on the nature of multiparty/stakeholder cooperation and ESD-based learning processes in the RCE. For example, its role as the governing authority and therefore taking local ownership of the ESD concept as well as its implementation in consultation with the local/municipal authorities is important (Ofei-Manu and Shimano, 2011). It should try and do away with invisible

competition/power struggle between the education and the environmental ministries that moves down through the environmental bureaus of cities and towns and the corresponding boards of education when it comes to ESD implementation especially in schools. By encouraging interagency collaboration, this could be a major entry point for capacity development. The currently existing methods of assessment encourage and reward rote learning based on knowledge competence testing. They fail to measure the affective aspects of learning like values, perception, attitudes, etc. of students and hence result in the waning of interests of students in ESD up the education ladder. This will require a major policy shift from the government and higher education institutions to make any impact. Also, the local school board of education is a major entry point for the failure and success of ESD implementation in schools. The current communication between the boards of education and school teachers need improvement in addition to some level of flexibility from the former. Overall, influence of bureaucratic systems, and poor public access to information which can impede social learning (Ofei-Manu and Shimano, 2011), are some of things that should be discouraged. The list above is not exhaustive but is to serve as representation of several issues that have to be addressed and/or improved.

9. Conclusion

Recently, the idea that governments only are the decision-making authority has been replaced by multiscale, polycentric style of governance that acknowledges that a large number of stakeholders in different institutional settings contribute to the overall management of a resource or a situation that affects them directly (Pahl-Wostl et al., 2007). The RCE fit quite well into this structure of governance. The sustainability transition could be realized by blending the grassroots, bottom-up approach to capacity building with the mostly policy-oriented, top-down approach by government.

Most of the RCE's subcomponents of its core elements

are capable of serving as levers for capacity building (i.e. institutional mandates, visions and goals, management structure, involvement of leadership, engagement of actors, R&D, knowledge sharing, strategies for collaboration, etc. (Fadeeva et al., 2005). RCE Greater Sendai can use these elements to facilitate capacity development through partnerships between the formal and non-formal and informal education settings across all sectors and provide research, learning and other opportunities for all existing components of society.

As the Government of Japan looks forward to host, jointly with UNESCO, the end-of-decade world conference on ESD in 2014 in Aichi/Nagoya which will be preceded by the hosting of the 9th Global RCE Conference by RCE Okayama, it is expected that Japanese RCEs will enhance collaboration among themselves as well as with RCEs in the rest of the world. As RCE Greater Sendai looks to the future and what lay beyond 2014, it is expected that using appropriate and measurable indicators based on 'tested' elements of learning performance, it would become the main identifier and purveyor of the local best practices, success stories and data around the impact of education on sustainability.

* The overall discussion is in light of the deliberations that took place at the just ended 6th Global RCE Conference in Kerkrade in Europe.

REFERENCES

- AGEPP (Asia Good ESD Practice Project) 2007. Promoting ESD through Kesennuma Elementary Schools. Available at: http://www.agepp.net/files/agepp_japan4_kesennuma_fullversion_en.pdf
- Cotton, D. and Winter, J. 2010. It's not just bits of paper and white bulbs': A review of sustainability pedagogies and their potential for use in higher education. *In: Sustainability Education: perspectives and practice across higher education.* Paula Jones et al. (eds.). Earthscan, London.
- Fadeeva, Z. and Mochizuki, Y. 2010. The Roles of

- Regional Centres of Expertise on Education for Sustainable Development: Lessons learnt in the first half of the UNDESD. *Int. J. Educ. Sustain. Dev.* 4, 51-59
- Fadeeva, Z. van Ginkel, H. and Suzuki, K. 2005. Regional Centres of Expertise on Education for Sustainable Development: concepts and issues. *In: Fadeeva, Z. and Mochizuki, Y. (eds.), Mobilizing for education for sustainable development: Towards a global learning space based on Regional centres of expertise*, UNU/IAS. Available at: <http://www.ias.unu.edu/binaries2/RCEreport.pdf>
- Foster, J. 2008. *The Sustainability Mirage: Illusion and Reality in the Coming War on Climate Change*. Earthscan, London
- Hansmann, R. 2010. Sustainability Learning: An Introduction to the Concept and Its Motivational Aspects. *Sustainability*, 2, 2873-2897
- Henry, A. D. 2009. The Challenge of Learning for Sustainability: A Prolegomenon to Theory. *Human Ecol. Rev.* 16, 131-138.
- IGES (Institute for Global Environmental Strategies) 2005. *Sustainable Asia: 2005 and Beyond in the pursuit of innovative policies*, IGES White Paper. Gihodo press, Tokyo.
- Koganezawa, T. 2010. 'Education for Sustainable Development (ESD) at Teachers Universities'. Available at: <http://www.unescobkk.org/education/apeid/apeid-international-conference/14papers-and-presentations/>
- Lenglet, F., Fadeeva, Z. and Mochizuki, Y. 2010. ESD promises and challenges: increasing its relevance. *Global Environ. Res.* 15, 95-99.
- Mochizuki, Y. 2006. Articulating a global vision in local terms: A case study of a Regional Centre of Expertise on Education for Sustainable Development (RCE) in the Greater Sendai Area of Japan UNU-IAS Working Paper No. 150. <http://www.ias.unu.edu/binaries2/IASWorkingPaper150.pdf>
- Mochizuki, Y. and Fadeeva, Z. 2008. Regional Centres of Expertise on Sustainable Development (RCEs): an overview. *Int. J. Sustain. Higher Educ.* 9, 369-384.
- Mochizuki, Y., Koganezawa, T. and Mikami, K. 2005. A Case of the Greater Sendai Area RCE in Japan *In: Fadeeva, Z. and Mochizuki, Y. (eds.), Mobilizing for Education for Sustainable Development: Towards a Global Learning Space based on Regional Centres of Expertise*, UNU/IAS. Available at: <http://www.ias.unu.edu/binaries2/RCEreport.pdf>
- MUE (Miyagi University of Education) 2009. *For the Future of Education and Children*. Available at: http://rce.miyakyo-u.ac.jp/panf/Linkage_english.pdf
- Ofei-Manu, P. and Skerratt, G. 2009a. The current level of concern and knowledge of environmental sustainability (ES) is a reflection of its marginalization from the core school curriculum and by the media in Japan. *Int. J. Environ. Cult. Econom. Soc. Sustain.* 5, 15-34.
- Ofei-Manu, P. and Skerratt, G. 2009b. Does the present concern and knowledge of environmental sustainability among business workers (in Greater Sendai Area RCE, Japan) reflect its occurrence in company publications? *Environmentalist*, 88, 12-16.
- Ofei-Manu, P. and Shimano, S. 2010. Ramsar Wetlands-Rice Paddies and the Local Citizens of Osaki-Tajiri Area as a Social-Ecological System in the Context of ESD and Wetland CEPA. *Global Environ. Res.* 15, 95-106.
- Ofei-Manu, P. and Shimano, S. 2011. In transition towards sustainability: Bridging the business and education sectors of RCE Greater Sendai using ESD-based social learning. *In: Proceedings of 1st World Sustainability Forum November 1-30 2011*. SciForum Electronic Conferences 2011 Series. Available at: <http://www.sciforum.net/presentation/757>
- Ofei-Manu, P. and Shimano, S. 2012. Sustainable organizations: Evaluating the Environmental Sustainability of Schools and Companies in a Regional Centre of Expertise. *International Journal of Environmental, Cultural, Economic and Social Sustainability*, 7, (in press).

- Pahl-Wostl, C., Craps, M., Dewulf, A., Mostert, E., Tabara, D. and Taillieu, T. 2007. Social learning and water resources management. *Ecology and Society*, 12, 5. Available at: <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art5/>
- Richmond, M. 2010. Envisioning, coordinating and implementing the UN Decade of Education for Sustainable Development. *In*: UNESCO. (ed.), *Tomorrow Today*, Tudor Rose, Leicester, UNESCO, pp.19-22.
- Scott, W. A. H. and Gough, S. R. 2010. Sustainability, Learning and Capability: Exploring Questions of Balance. *Sustainability*, 2, 3735-3746.
- Sanusi, Z. A. 2010. The Role of the Regional Centre of Expertise in Human Resource Development for a Sustainable Society: 'University of RCE' : RCE Penang. Available at: <http://www.unescobkk.org/education/apeid/apeid-international-conference/14/papers-and-presentations>
- UNDESD (the UN Decade of Education for Sustainable Development) 2009. Japan Report: Establishing Enriched Learning through Participation and Partnership among Diverse Actors. Available at: <http://www.env.go.jp/en/policy/edu/undesd/report.pdf>
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) 2009a. UNDESD 2005-2014 Review of Contexts and Structures for Education for Sustainable Development Learning for a sustainable world. Available at: http://www.unesco.org/education/justpublished_desd2009.pdf
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) 2009b. Bonn Declaration, UNESCO Paris UNESCO (2007) Highlights on DESD progress to date. UN Decade of Education for Sustainable Development. Available at: <http://www.desd.org/Highlights%20on%20ESD%20progress-%20April%202007.pdf>
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) 2003. United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014). Available at: http://portal.unesco.org/education/en/ev.phpURL_ID=27234&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) 2010. UNESCO Strategy for the Second Half of the United Nations DESD Executive Board, 185th Session. Available at: <http://www.unesdoc.unesco.org/images/0021/002110/211040e.pdf>
- UNU (United Nations University) 2011. 6th Global RCE Conference November December 2010. Available at: http://www.ias.unu.edu/sub_page.aspx?catID=108&ddlID=1804
- UNU-IAS (United Nations University-Institute of Advanced Studies) 2010. Five years of Regional Centres of Expertise on ESD. UNU-IAS, Yokohama, Japan.

東日本大震災における災害教育の再評価

島野智之*・**・広瀬敏通***

Reassessment of “Disaster Education” on the Great East Japan Earthquake

Satoshi SHIMANO and Toshimichi HIROSE

要旨: 災害教育とは、阪神・淡路大震災などの経験から、主に、被災地以外に在住している者が、被災地の役に立とうという意志に基づいて被災地に訪れた場合に、その者への現場が持つ教育力、学ぶ力に着目した考え方である。

災害教育では、(1) 災害そのものの実相を知ることが出来る。(2) 被災という異常事態下、自らの日常性を超える行動を現場で体得することが出来る。(3) 災害被災地や被災者に直接触れる体験をもつことで、被災者への強い共感と、被災地、被災者から得られる強烈なインパクトを伴った「私も何かしなければ」「私でも役に立てる」という利他や貢献の感情の醸成がその人の社会参加をポジティブに変えてゆき、「災害に強い社会形成」を行っていくことが期待される。

自らの生活の場が、被災地となることを想定して行われる (a) 防災教育 (減災教育)、およびシミュレーションを多用した (b) 体験型防災教育は、従来の防災教育よりは高い効果をねらった体験型学習であるが、(c) 災害教育は現地で実際の災害に直接触れることで自らの気づきを促す。(ただし、広義の防災教育は現在、宮城県の教育現場で行われているように、ここで言う災害教育も含む。)

キーワード: 防災教育、減災教育、災害教育、利他や貢献の感情

1. はじめに

東日本大震災では、被災直後から、全国から来た多くのボランティアが活躍した。彼らは、「頑張れ東北」を合い言葉に、特に、宮城、岩手の津波被災地でさまざまな救援活動に従事しながらも、帰路につく際には、「ありがとう東北」と言いながら、去っていった。

1995年1月に起きた「阪神・淡路大震災で活動したボランティアの若者たちが被災地から戻ってくると、ひとまわり人間的に成長しているという定性的なケースが多く見られ、これを当時、神戸市東灘小学校のボランティアセンターを運営していた本稿共著者の広瀬が『災害教育』と、名付けた。

災害教育とは、主に、被災地以外から被災地の役に立とうという意志に基づいて訪れる者への被災の現場が持つ教育力、学ぶ力に着目した考え方で、その後の災害地でも繰り返し同様の効果が多く見られている。

被災地に、それ以外の地域から入ってくる人々への教育、または、成人教育 (社会教育) という概念である。自らの生活の場が、被災地となることを想定して行われる「防災教育」や、「減災教育」とは、広義では重なる部分はあるものの、基本的に異なる概念である。

2. 東日本大震災について

2011年 (平成23年) 3月11日14時46分、東日本

*宮城教育大学環境教育実践研究センター、**一般社団法人 RQ 災害教育センター 運営委員、***一般社団法人 RQ 災害教育センター 代表理事

大震災は、宮城県牡鹿半島の東南東沖 130km の海底を震源として発生した。日本における観測史上最大の規模、マグニチュード 9.0 を記録し、最大震度は 7 であった。3 つの連続した地震による震源域は、岩手県沖から茨城県沖までの南北約 500km、東西約 200km の広範囲に及んだ。この地震により、場所によっては波高 10m 以上、最大遡上高 40.0m にも上る大津波が発生し、東北地方から関東地方の太平洋沿岸部に壊滅的な被害をもたらした。津波は日本全国の太平洋沿岸に到達した。

これより 3 年前にさかのぼる、2008 年（平成 20 年）6 月 14 日午前 8 時 43 分に岩手県内陸南部で岩手・宮城内陸地震は発生した。マグニチュード 7.2 が記録され岩手県奥州市と宮城県栗原市において最大震度 6 強を観測し、両市を中心に被害が山塊崩落や山津波などの被害が発生した。宮城県は、3 年間で 2 度も日本最大級の地震を経験したことになるが、いずれもこれまで懸念されてきた宮城沖地震とは異なっており、更なる災害の勃発の危機は去っていない。

石巻市や仙台市のような、平野部では、避難場所としての高台が確保できないために、津波による人的被害が増大した。一方、鋸の歯のようにギザギザに連なっているような地形で特徴付けられるリアス式海岸で構成されている三陸地域では、複雑な地形から、津波が通常より高くなったり、直接的な被害を受けなくても、ライフラインが分断され孤立するなどの被害が出たが、何よりも道路が寸断されたことで救援の手が届かず、極寒の中で凍死などの 2 次災害が多発した。

3. ボランティア活動の開始

一般社団法人 RQ (rescue) 災害教育センターの、前身である RQ 市民災害救援センターは、2011 年 3 月 13 日から 11 月 30 日まで機能した。RQ は東日本大震災の被災者救援のために発足した任意団体である。救援当初は岩手県大船渡市まで活動を伸ばしたが、5 月からは気仙沼から南の本吉、歌津、志津川、河北、雄勝、女川を支援のエリアにして、それぞれにボランティアセンターや拠点を築いた。現地本部として登米市東和町の旧鱒淵小学校を借り上げて本部機能を置き、大規模な支援活動が開始された。

氷点下 2℃ の冷え切った体育館と、ガソリンも枯渇していた当時、普通のボランティアはここまで到達する手段を通常は持ち得なかったが、RQ の母体となった日本エコツーリズムセンターは、全国の自然学校などのネットワークであることから、野外技術を得意とする全国からの有志が次々と駆けつける姿は心強かった。ボランティアの食材も十分には確保できず、また、大規模な遺体捜索の行われる中での死と隣り合わせの環境、そして、体育館をたびたび揺さぶる大きな余震の中でのテント生活は、究極のものであったが、アウトドアに強い有志達は、舗装も津波で流された泥だらけの道路を、瓦礫を避けながらもものともせず走り、孤立した集落に避難されている方々を見付け、物資を配り、地図に、避難されている方々は何名なのかを、手書きで記していった。通常の地図が役に立たない津波被災地では、何度も地図が手書きで変更されていった。こうして支援の手が届いた小規模避難所は 550 ヲ所に上る。

当時は、安全確保と情報共有が最優先事項であったため、朝晩のミーティングは、入念に行われた。しかし、毛布をかぶっても寒さに耐えられないことには閉口した。

4. 春以降のボランティア

RQ 市民災害救援センターは、当初、阪神淡路大震災はじめ、国内外の災害地救援の経験から 3 ヶ月以上の物資支援等は、被災者の自立の妨げになるとして 3 ヶ月を活動の打ち切りとしてきた。しかし、500km に及ぶ、東北から北関東にかけての甚大な津波被害からの復興は、一向に出口が見えず、下記のように、4 つのフェーズをとることとした。

- (1) 第 1 フェーズ (3 月 13 日～6 月)：緊急支援・被災者支援期 (避難所の支援等)
- (2) 第 2 フェーズ (7 月～9 月)：被災者自立支援・地域復興支援期 (被災者の健康、意欲増進の支援)
- (3) 第 3 フェーズ (10 月～12 月)：被災者自立支援・生活支援・地域復興支援期 (仮設生活支援)
- (4) 第 4 フェーズ (1 月～3 月 1 周年)：被災者自立支援・地域復興支援・再生期 (地域産業再生支援)

一般社団法人 RQ 災害教育センターは、11 月に活

動を終了した RQ 市民災害救援センターを引き継ぎ、中長期型の支援可能な組織へと発展的に 2011 年 12 月 7 日に設立された。

5. 学生によるボランティアへの参加

宮城教育大学（仙台市）は、島野班では環境フィールドワーク実験を履修した場合には、東日本大震災前までは、気仙沼などをフィールドに授業を行ってきた（外園ほか，2008）。しかし、震災によってこれまで実習で使用させていただいてきた場所や施設も失われてしまった。

これまでにお世話になってきた縁もあるために、宮城教育大学（仙台市）、環境フィールドワーク実験の授業を履修し、島野班に所属し、かつ、自らが希望して、ご家族の許可をもらった学生は、ボランティア保険に加入し、2011 年 6 月 17-19 日に、南三陸の津波被災地にボランティア実践に赴いた。

18 日の現場では、長靴には鉄板を入れ、ゴーグルと丈夫な手袋で装備を固めて、自衛隊が手につかない杉林や山麓に引っかけた衣類、散乱した生活用品などのおびただしい漂着物を（図 1）、丁寧に集めて、場合によっては泥を落として持ち主に返せるように作業をした（図 2）。次の日（19 日には）学生たちは、泥の中から発見された多くの写真を、所有者を捜すために特殊な薬品で洗浄するボランティア作業を行った。

学生達は、口々に「また、来たい。」「良い経験になった」「勉強になった」と語った。寝起きは一般のボランティアと同じ、テント生活であるにもかかわらず、もう一度、ボランティアに参加することを強く望んだ。

このあと、実は、同年、9 月 2 日同じ学生達が、沖縄県、久米島に招かれ、東日本大震災についてセミナーを行った。ボランティア作業の報告会だという。

私も半信半疑だったが、セミナー会場には、南三陸町や気仙沼の災害地の様子が写真にして、飾られていた。主催者は、東日本大震災とそのボランティア作業について話してくれということであった。

正直、学生達は重苦しい災害の空気の残った仙台を離れ、沖縄の青い空や青い海の雰囲気、久しぶりに心を解き放たれていたに違いない。この様子を見て、津波被災地の小学生や中学生を、様々な地方に招く事



図 1. 被災した気仙沼線。写真周辺でボランティア活動が行われた。

があったが、この被災地の子供達を癒す方法は間違っていないなかったと、大学生の緊張が、これほどまでに、解き放たれた顔をみながら思った。

さて、ステージの上の学生達は、一人ずつ順番に東日本大震災とそのボランティア作業について語り出した。しかし、誰ともなく涙声に変わり、男女の隔てもなく涙を流した。

彼らが、生活をしてきた仙台から離れず、津波被災地の現場を知らなければ、これほどまでに、涙を流したのだろうか。わたしはそうとは思えない。仙台であっても、震災後の辛い日々をすごしては来たが、彼らが涙を流したのは、津波被災地をみて、その状況を心に強く感じたこと、そして、他人のために自分の出来ることを僅かながらも精一杯やったということがなければ、これほどまでに、男女問わず涙を流すことはなかっただろう。テレビの報道だけでは伝わらないことがある。現場を訪れることによって、感じることもある。そして、その現場で、他人のために汗を流すことで、自分なりに何かの考えを持つことが出来る。その経験が彼らに涙を流させたのだろう。



図 2. 衣類生活品など、いわゆる思い出の品の収集など。

共著者の広瀬は「人間はいつも、こころに堅い殻を持って日常を生きている。被災地に入るとそのような堅い殻は心から外れ、感動しやすくなったり、涙を流したりしやすくなったりする」という。

たしかに、RQ 市民災害救援センターに来ていた若者達は決して、日常の生活では涙を流さなかったような風貌をしている。しかし、藁を片付けると、そこからスイセンの花が見つかった。その家のご家族にそれをつげると、「今年も花が咲いたのね」と、泣かれた。僕たちも、そばで泣いた。と、ミーティングで涙ながらに語った。それを聞いて、周囲のボランティア達もまた、涙を流したのである。

6. 被災現場において

絶望感にも襲われるほどの現場の壮絶さ以外に、災害現場のもう一つの特徴は、つい先日まで平和な日常がそこに在ったという落差への気付きであり、その日常を奪われた普通の人々がなおも、「被災者」としてそこに居ることである。

ごく当たり前の町や村だったことは、自分の生活や人生に照らし合わせやすく、それだけに強烈な衝撃と共感、さらに貢献の衝動を生み出す。

被災者の方々から、ボランティアから話を聞くことで、ボランティアに通常では得られない大きな学びが生まれる。さらに、ボランティア活動は、臨機応変・即断即決・適材適所・柔軟さ・多様な立場や声の受容・ニーズ受信力・自己判断力・調整力・企画力・行動力・交渉力・行政や複数の住民集団、他団体とのコミュニ

ケーション能力など、日常生活ではあまり触れることのない状況や判断を求められる場面に直面する。その結果、被災地の現場に身を置くこと自体が自分の対社会や対人的にも人間的な幅が生まれてくることを実感する。

7. 防災教育と減災教育

災害への供えとしての従来から防火訓練や避難訓練は、繰り返し行われている（文部科学省，2011）。現代では耐震工事やライフラインの確保、自主防災の取り組みから災害ボランティアコーディネーターの養成まで、防災活動は行政や自治会、企業などで多岐に亘り、取り組まれている。

防災とは災害が起きないようにする総合的な取り組みであり、減災は発生し得る災害被害を最小にするための取り組みである。とくに被災時の弱点となる箇所へ対策を集中化することで被害の総和を減らすとされている。それぞれに今後とも日本社会ではきわめて重要な社会的活動である。

しかし、その二つに共通しているのは、被災前に重点をおいた対策であり、あるいは被災後の復旧に防災、減災を盛り込んだ対策がとられることである。

学校教育においては、『防災教育』や、『減災教育』とよばれるが、成人教育（社会教育）として、地域の住民としての取り組みと言うことも出来る。

8. 防災教育と体験型防災教育

防災教育の一面として、「防災活動」は、住民意識の啓発や減災行動への参加を目的とした面でもさかんにおこなわれてきた。

関東大震災の記念日である9月1日には全国的な避難訓練も実施されている。しかし、臨場感、緊迫感の無さが訓練の効果を損なっているという批判が多く、自治体、自治会によっては実施しないところも多くあった。そこで国は、より効果的な方法として、体験的学習法を使った防災教育を実施し始めてきた。これはときには自衛隊の協力も得て、炊き出し、仮設風呂、缶詰の糧食支給などで臨場感を高め、参加者一人ひとりの意識変容をねらった研修で、一定の成果を挙げている。これらは、体験型防災教育とよばれる。

津波防災について、片田ほか (2004b) は、(1) 防潮堤や水門整備のような防災施設整備、(2) 平時におけるハザードマップの公表や災害発生時における災害情報伝達の体制整備、(3) 住民の防災教育による避難の促進といった3つの面をあげ、このうち、近年では(2)、(3)のソフト対策が重視されているものの、実際の事例からは住民による避難は十分ではないとし、本当に重要な課題は、「住民が自発的な津波避難を行うための条件整備である」と述べている。片田ほか (2004a) や、片田・桑沢 (2006) は津波災害シミュレータを開発し、その効果の高いことを報告している。体験型防災教育の効果は、さらに評価されるべきだろう。

宮城教育大学の学生においても、たとえば、地震体験の出来るシミュレータ装置 (仙台市科学館・所蔵展示) を、事前に体験出来たというほんの小さな事前の体験によってさえも、東日本大震災の地震の際にも、あわてず行動が出来たという例を聞く。

9. 災害教育

一般社団 RQ 災害教育センターは、災害教育を「被災地で被災者、ボランティア、訪問者らが、被災地や被災者の窮状に接して抱く利他的な貢献の感情を、人格的成長の資源として捉え、教育体系に位置づけるための取り組み」と定義した。

図3に示したように、防災教育 (減災教育) は、自らの生活の場が、被災地となることを想定して行われるいわば、シミュレーションであり、体験型防災教育は、より高い効果をねらった体験型学習である。

一方、災害教育は、シミュレーションではない実際の災害現場に、行くことによって、そこで、(1) 災害そのものを知ることが出来る。(2) 被災という異常事態下、自らの日常性を超える行動を現場で体得することが出来る。(3) 災害被災地や被災者に直接接触する体験をもつことで、被災者への強い共感と、被災地、被災者から得られる強烈なインパクトを伴った「私も何かしなければ」「私でも役に立てる」という利他や貢献の感情の醸成がその人の社会参加をポジティブに変えてゆき、「災害に強い社会形成」を行っていくことが期待される。

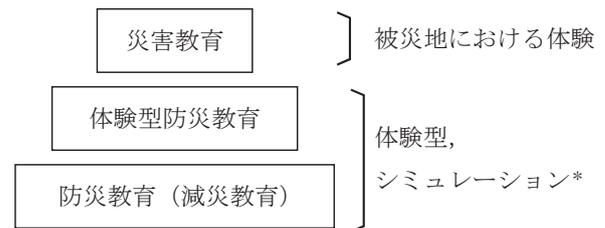


図3. 防災教育から災害教育までの3つのステップ。防災教育：学校、行政、自治体、各団体単位で取り組む災害予防活動とそのため教育、体験型防災教育：防災教育が主にシミュレーション学習であることに対して、より効果を高めるための体験学習を使った考え方、災害教育：災害現場の学ぶ力を最大限に活かした人格的成長を伴う教育法 (*ただし、広義の防災教育は現在、宮城県の教育現場で行われているように、ここで言う災害教育も含む。)

ボランティア参加者が「ありがとう東北」と、口々に言いながら、また来るからと帰って行った事実は、災害教育が、単に現場で災害そのものを知っただけではなく、「貢献の意識の醸成がその人の社会参加をポジティブに変え」た、ためであろうと考えられる。この意識は、参加者が自らの生活地で、「災害に強い社会形成」を行っていくことに繋がると期待される。

10. 自然教育・野外教育と災害教育

災害後、初期段階において、東日本大震災は降雪のなかでの活動を余儀なくされた。廃校となった体育館でのボランティアは前述した。日常、自然教育・野外教育の実践によって、自然の中で身を守る術を身につけていれば、いくらかでも有意義な行動が出来る。したがって、平常時から自然教育・野外教育は有効であると考えられる。

11. 産業の復興と災害教育

漁業・農業・林業は、自然から生産物を得る。いわば生態系サービスの恩恵を受けている。これらの自然をどのように人間が利用してきたのか、そしてこれからどのように再び利用するのか。その過程を体験することによって、日常からは得られない人間と自然との関係性を考えることが出来る。自然に育まれた産業が復興する課程を自然教育の立場からも体験することができる。

これまで、著者のうち広瀬の言った災害教育の概念は、当初の第1フェーズ（最初の3ヶ月）：緊急支援・被災者支援期を指すことが多かった。しかし、今回の様なすぐには復旧できない様な被害が起きている場合には、その復興のプロセスも、シミュレーションではなく、現地から学ぶという点からも、災害教育ということができると思われる。また、現地周辺での再生型エネルギーの利用などを含めて、復興再生については、今後、さらに価値を付加すべき観点ではないだろうか。

12. おわりに

「釜石の奇跡」とよばれる事例のように(文部科学省, 2011; 村上, 2011), 徹底した防災教育で多くの人命が助かった地域がある。片田ほか(2004b)のいう、「住民が自発的な津波避難を行うための条件整備である」と思われる。

災害教育では、さらに、利他意識や貢献の感情の醸成がその人の社会参加をポジティブに変えてゆき、「災害に強い社会形成」を行っていくことを最終的な目的としている。

図3には、階層構造に示したが、ステップは段階的という意味ではなく、いずれのステップも大切であり、ステップは、災害に強い社会形成と、個人、それぞれにとっても必要なものである。

以上、(a) 防災教育(減災教育)、(b) 体験型防災教育、そして、(c) 災害教育について、比較を行った。特に、災害教育については、個人の体験に基づくものである

ことから、今後、心理学的アプローチなどにより、その効果のプロセスなどについての分析などがなされる必要があると思われる。

引用文献

- 片田敏孝・桑沢敬行, 2006. 津波に関わる危機管理と防災教育のための津波災害総合シナリオ・シミュレータの開発. 土木学会論文集 D, 62, 250-261.
- 片田敏孝・桑沢敬行・金井昌信・細井教平, 2004a. 津波災害シナリオ・シミュレータを用いた尾鷲市民への防災教育の実施とその評価. 社会技術研究論文集, 2, 199-208.
- 片田敏孝・桑沢敬行・金井昌信・児玉真, 2004b. 津波防災の実体に見る安全・安心に関わる社会技術に関する基礎的研究. 社会技術研究論文集, 2, 191-198.
- 外園香菜・石井伸弥・遠藤朱萌・佐藤愛湖・名和玲子・三好直哉・渡邊邦彦・島野智之, 2008. 海から学ぶ, 環境教育の実践～水の中の小さな生き物を見てみよう～. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 11, 41-46.
- 文部科学省, 2011. 東日本大震災への対応. *In*: 平成22年度 文部科学白書. 文部科学省(編). 佐伯印刷株式会社, 東京. pp. 2-34.
- 村上洋子, 2011. あすの教育 岩手県釜石東中学校村上洋子副校長に聞く 偶然でなかった「釜石の奇跡」. 内外教育, 6078, 2-3.

平成23年度活動報告

【プロジェクト研究】

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】

7月8日(金) 「バタフライガーデンであそぼう」：附属幼稚園(溝田・桔梗・佐々木・尾崎)

8月30日(火)～9月8日(木) 「環境指標としての土壌動物」：久米島・沖縄(島野)

9月7日(土) フレンドシップ事業「ザリガニの秘密」：仙台市八木山動物公園(斉藤)

【主催事業】

7月2日(土), 9日(土), 16日(土), 7月23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20日(土) 公開講座「こどもの携帯の安全対策」(鶴川)

8月27日(土) 公開講座「環境教育に活用できるGPSモバイル機器の活用」(鶴川)

【共催事業】

仙台市

仙台市環境出前講座ネットワークへの協力(鶴川・斉藤・溝田・川村・西城・菅原)

気仙沼市

8月6日(土)～7日(日) 宮城県気仙沼高校 SPP事業 授業「バクテリアの形質転換」(島野)

登米市

9月2日(金) 登米市環境出前講座：石越小学校(村松)

9月15日(木) 登米市環境出前講座：上沼小学校(溝田)

9月22日(水) 登米市環境出前講座：石越中学校(棟方)

岩沼市

10月27日(木) サイエンススクール：岩沼市玉浦小・中学校(村松)

仙台市八木山動物公園

9月17日(土) 環境教育イベント「ザリガニのひみつ」(斉藤)

【学内活動】

- 6月4日(土) 震災復興と学校・地域の未来づくり(鶴川・島野)
- 6月16日(木) 第39回環境教育コロキウム
菊地永祐「水田生態系におけるイトミミズの働き」(鶴川・村松・島野・溝田・ラザロ・桔梗)
- 6月17日(金) 教員研修留学生研修(溝田)
- 6月24日(金) 教員研修留学生研修(溝田)
- 6月25日(土) 「第2回未来づくりESDセミナー『震災×ESD×生物多様性』全国ミーティング」(島野)
- 6月26日(日) 国連大学RCE 国内実務者会議「被災地の今後の復興について」講演(島野)
- 7月6日(水) 教員研修留学生研修(溝田)
- 7月15日(金) 平成23年度第1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)
- 7月24日(日) オープンキャンパス:鶴川・齊藤・佐々木・桔梗・齋藤・溝田
- 8月5日(金) 教員免許状更新講習「持続発展教育入門 in 気仙沼」(溝田)
- 8月8日(月) 教員免許状更新講習「青葉山環境教育セミナー『動物園の教育資源』活用術」(齊藤)
- 8月23日(金) 教員免許状更新講習「持続発展教育入門 in 白石」(溝田)
- 8月25日(木) ~26日(金) 教員免許状更新講習「青葉山環境教育セミナー『環境科学-水環境へのアプローチ-』」(村松)
- 8月26日(木) 平成22年度第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)
- 8月31日(金) 平成23年度第2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8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13日(木) 平成23年度第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)
- 12月12日(月) 平成23年度第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)
- 1月27日(金) 平成23年度第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)
- 1月30日(月) 平成23年度日本ユネスコ国内委員会フェロシップ事業訪問団(齊藤・桔梗)
- 3月5日(月) 第40回環境教育コロキウム
伊藤亮(旭川医科大学)「サナダムシの研究から見えてくる地球規模の問題, 話題」
- 3月13日(火) 第41回環境教育コロキウム
林守人(協力研究員)「Power of tiny legs! -クモが水面で脚を挙げれば地球規模の生態系に影響が波及する-」
- 3月16日(金) 第42回環境教育コロキウム
橋本勝(協力研究員)「骨を読む」

【学外活動】

- 5月2日(月) 八木山中学校携帯電話講演(鶴川)
- 5月12日(木) ~16日(月) 対馬調査「遊び仕事を取り入れた体験的環境教育プログラムの開発」(溝田)
- 5月20日(金) 気仙沼市グリーンウェイブ活動(溝田)
- 6月1日(水) 仙台市環境局環境影響評価審査会(溝田)
- 6月4日(土) 第5回ふっこうカフェ(島野)
- 6月5日(日) 仙台市立愛子小学校「愛子ハグリズ」講師(溝田)
- 6月9日(木) ~13日(月) 科研費調査「遊び仕事を取り入れた体験的環境教育プログラムの開発」:

対馬 (溝田)

- 6月25日 (土) 水生昆虫談話会仙台大会 (島野)
- 6月26日 (日) ~27日 (月) ESD-J・全国ミーティング, 国連大学RCE合同現地研修 (島野)
- 6月28日 (火) 平成23年度絶滅のおそれのある野生生物の選定・評価検討会 (第1回その他無脊椎動物分科会) (島野)
- 宮城県希少野生動植物保護対策検討委員会 (齊藤・溝田)
- 6月29日 (水) 利府町立菅谷台小学校 出前授業 (溝田)
- 7月7日 (木) 第2回杜の都の市民環境教育・学習推進会議 (島野・桔梗)
- 7月9日 (土) 携帯電話講演: 湊第二小学校 (鵜川)
- 7月15日 (金) 携帯電話関連講演: 山田中学校 (鵜川)
- 7月15日 (金) 国連大学・国内RCE第1回SKYPEミーティング (島野)
- 7月15日 (金) ~17日 (日) 日本環境教育学会第22回青森大会で口頭発表
「遊び仕事」に内包される環境教育のエッセンス (溝田)
- 7月21日 (木) 携帯電話講演: 宮城学院女子中学校 (鵜川)
- 7月21日 (木) RQ被災地女性支援センター 開所会 (島野)
- 7月22日 (金) 仙台市環境局環境影響評価審査会 (溝田)
- 7月25日 (月) 携帯電話講演: 仙台工業高等学校定時制 (鵜川)
- 7月25日 (月) ~8月4日 (木) 科研費調査「遊び仕事を取り入れた体験的環境教育プログラムの開発」:
対馬 (溝田)
- 8月4日 (木) 携帯電話講演: 広瀬中学校 (鵜川)
- 8月23日 (火) 第3回杜の都の市民環境教育・学習推進会議 (鵜川・桔梗)
- 9月21日 (水) 「環境フォーラムせんだい2011」第1回実行委員会 (桔梗)
- 9月26日 (月) TOPIC ネットワーク担当職員研修会 (鵜川)
- 9月29日 (木) ~30日 (金) 千葉県柏市立酒井根小学校 出前授業 (溝田)
- 10月1日 (土) 宮城県希少野生動植物保護対策検討委員会 昆虫分科会 (溝田)
- 10月12日 (水) 改正環境教育等推進法 説明会 (溝田)
- 10月12日 (水) 「環境フォーラムせんだい2011」第2回実行委員会 (齊藤・桔梗)
- 10月13日 (木) ~23日 (日) 科研費調査「遊び仕事を取り入れた体験的環境教育プログラムの開発」:
対馬 (溝田)
- 10月17日 (月) ~19日 (水) 新潟調査 (齊藤・佐々木)
- 10月18日 (火) 鶴巣小学校総合学習 (桔梗)
- 10月20日 (木) 長崎県対馬市立豆酛小学校 出前授業 (溝田)
- 10月20日 (木) ~24日 (月) 沖縄調査 (齊藤・佐々木)
- 10月25日 (火) 第4回杜の都の市民環境教育・学習推進会議 (鵜川・桔梗)
- 10月31日 (月) ~11月4日 (金) Asia Reational Forum on Biodiversity: タイ (島野)
- 11月3日 (木) 八木山フェスタ (齊藤)
- 11月5日 (金) 40周年記念理科大好きフェスティバル (村松)
- 11月6日 (日) 仙台市立愛子小学校「愛子ハグリッズ」講師 (溝田)
- 11月7日 (月) 「環境フォーラムせんだい2011」第3回実行委員会 (鵜川・桔梗)
- 11月12日 (土) ネオニコチノイド系農薬国際市民セミナー: 東京 (溝田)

- 11月13日（日）ユネスコ・スクール全国大会サイドイベント：東京海洋大学（斉藤・溝田）
- 11月14日（月）携帯電話講話：沖野東小学校（鵜川）
- 11月19日（土）復興への子どもの時間～ヤギと癒しと～せんだい演劇工房10-BOX（佐々木・桔梗）
- 11月21日（月）携帯電話講演：向陽台中学校（鵜川）
- 11月23日（水）ミツバチフォーラム：東京（溝田）
- 11月26日（土）東京都生物教育研究会（溝田）
- 11月29日（火）第5回杜の都の市民環境教育・学習推進会議（鵜川・桔梗）
- 11月30日（水）仙台市環境局環境影響評価審査会（溝田）
- 12月3日（土）宮城県希少野生動植物保護対策検討委員会 昆虫分科会（溝田）
- 12月7日（水）「環境フォーラムせんだい2011」第4回実行委員会（桔梗）
- 12月10日（土）第6回未来づくりESDセミナー「学校と地域コミュニティー～地域の未来づくりについて考えるWS～」（島野）
- 12月12日（月）仙台市環境局環境影響評価審査会 津波被災地視察（溝田）
- 12月19日（月）携帯電話講演:長命ヶ丘中学校（鵜川）
- 12月20日（火）仙台市環境局環境影響評価審査会 津波被災地視察（溝田）
- 12月21日（水）携帯電話講演:住吉台小学校（鵜川）
- 12月25日（日）宮城県希少野生動植物保護対策検討委員会 昆虫分科会（溝田）
- 12月26日（月）～31日（土）科研費調査「遊び仕事を取り入れた体験的環境教育プログラムの開発」：
対馬（溝田）
- 12月27日（火）仙台市教育課題研究発表会（村松・桔梗）
- 1月10日（火）～11日（水）ESDに関する講座：南三陸町（島野）
- 1月10日（火）第6回杜の都の市民環境教育・学習推進会議（溝田・桔梗）
- 1月12日（木）「環境フォーラムせんだい2011」第5回実行委員会（斉藤・桔梗）
- 1月15日（日）ミツバチ科学研究会：玉川大学（溝田）
- 1月28日（土）～29日（日）おこめプロジェクト交流会（島野・溝田）
- 1月30日（月）仙台市環境局環境影響評価審査会（溝田）
- 2月5日（日）環境フォーラムせんだい2011：せんだいメディアテーク（斉藤・桔梗）
- 2月6日（月）～13日（月）科研費調査「遊び仕事を取り入れた体験的環境教育プログラムの開発」：
対馬（溝田）
- 2月18日（土）国際教育シンポジウム2011：仙台市教育センター（村松・桔梗）
環境学習シンポジウム「環境教育学」への新たな提案：東京（溝田）
- 2月24日（金）第7回杜の都の市民環境教育・学習推進会議（鵜川・桔梗）
- 2月28日（火）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）
- 3月3日（土）宮城県希少野生動植物保護対策検討委員会 昆虫分科会（溝田）
- 3月6日（火）仙台市立愛子小学校 出前授業（溝田）
- 3月14日（水）仙台市立愛子小学校「愛子の森」感謝祭（溝田）
- 3月24日（土）八木山動物公園動物セミナー「青葉山どうぶつ探検隊」（斉藤）
- 3月26日（月）携帯電話講演:青稜中学高等学校（鵜川）

(運営委員)

センター長 鶴川 義弘
専 任 村松 隆
" 齊藤千映美
" 島野 智之
" 溝田 浩二
宮城教育大学 伊藤 順子
" 川村 寿郎
" 菅原 敏
" 菅原 正則

(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
" 助 手 福井 恵子

(協力研究員)

菊地 永祐
豊田 東雄
ポール＝オフエイマス
橋本 勝
林 守人
ラザロ＝エチェニケ
渡辺 孝男

(非常勤職員)

尾崎 博一
桔梗 佑子
齋藤 有季
佐々木久美

(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
附属特別支援学校 吉田 光正
附属幼稚園 遠藤奈保子

(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 菅野 宏一
" 西城 光洋
" 佐藤 賢治
" 菅原 徹
" 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、電子媒体に（マイクロソフト word 推奨、doc形式にて）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) 引用文献、参考文献、参考資料等は本文最後に

記述すること。

本文中の引用文献は下記のように記載する。

【和文】著者が1名の場合：溝田（2005）、または（溝田、2005；村松、2006）。著者が2名の場合：溝田・村松（2001）、または（溝田・村松、2001；溝田・村松、2006a, b）。著者が3名以上の場合：溝田ほか（2000）、または（溝田ほか、2000、2001）。

【英文】著者が1名の場合：Mizota（2005）、または（Mizota, 2005; Muramatsu, 2006）。著者が2名の場合：Mizota and Muramatsu（2001）、または（Mizota and Muramatsu, 2001; Mizota and Muramatsu, 2006a, b）。著者が3名以上の場合：Mizota et al.（2000）、または（Mizota et al., 2000, 2001）。印刷中の論文の引用は、姓の次の括弧に（in press または印刷中）と書く。

投稿中や投稿準備中の論文の引用は、本文中で括弧内に【和文】（村松隆、私信）、または（村松隆、未発表）、【英文】（K. Mizota, personal communication）、または（K. Mizota, unpublished data）のように書き、引用文献のリストには書かない。

本文中で引用した論文は、本文の最後の引用文献に、番号を振らず、アルファベット順に下記の例のように記述する。

論文：溝田浩二・村松隆 1965. 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. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 9, 117-125.

Mizota, K., Muramatsu, T. and Shimano, S. 1965. Beetles of the Aobayama Region. Zoo1. Res. Jpn., 20, 108-122.

単行本の章：溝田浩二・村松隆 1976. 環境教育の手法. *In*: 環境教育辞典. 村松隆・溝田浩二（編）. 青葉山出版, 仙台市, pp. 321-351.

Mizota, K. and Muramatsu, T. 1976. The methods of environmental education. *In*: Environmental education. Muramatsu, T. and Mizota, K. (eds.). Aobayama press, Sendai, pp. 321-351.

単行本：溝田浩二・村松隆 1969. 環境教育辞典. 青葉山出版, 仙台市.

Mizota, K. and Muramatsu, T. 1976. Environmental education.

Aobayama press, Sendai.

- (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23年11月28日改訂

【平成23年度編集委員会】

島野 智之 (委員長), 村松 隆, 溝田 浩二

宮城教育大学 環境教育研究紀要 第14巻

2012年3月 発行

編集 宮城教育大学附属環境教育実践研究センター 紀要編集委員会

発行 宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

〒980-0845

仙台市青葉区荒巻字青葉149番地

TEL 022-214-3545

印刷 三慶印刷株式会社
