

ISSN 1344 - 8005

宮城教育大学

環境教育研究紀要

第 18 卷

宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

2016年3月

宮城教育大学

環境教育研究紀要

第 18 卷

宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

2016年3月

目 次 CONTENTS

溝田浩二・鶴川義弘：救荒植物を活用した「生き抜く力」を育む環境教育の実践…………… 1 Koji MIZOTA and Yoshihiro UGAWA: Bring up “the Power to Survive” Using Local Hardy Plants - An Environmental Education Approach -	1
斉藤千映美：主体的な学習教材としての学校飼育動物…………… 11 Chiemi SAITO: School Animals as Teaching Materials for Active Learning	11
三品佳子・加藤慎也・村松 隆：視認性を重視したサイエンス教材の開発（２）－オゾンの発生と性質に関 する実験－…………… 19 Yoshiko MISHINA, Shinya KATO and Takashi MURAMATSU: Development of Science Teaching Materials in Consideration of High Visibility - Experiments on Generation and Characteristics of Ozone -	19
三品佳子・加藤慎也・村松 隆：有機汚濁と濁度の相関評価のための実験法の検討－水の濁りを観測する ための簡易装置づくりとその利用－…………… 25 Yoshiko MISHINA, Shinya KATO and Takashi MURAMATSU: Examination of an Experimental Technique to Evaluate the Correlation between Organic Contamination and Turbidity -Making and the Use of an Easy Device to Observe Impurities in Water-	25
棟方有宗・田中ちひろ・遠藤源一郎・山崎 稔・釜谷大輔・小林牧人：東日本大震災の津波で被災した名取 川河口域のメダカの野生個体群復元に向けた環境整備の取り組み…………… 29 Arimune MUNAKATA, Chihiro TANAKA, Genichirou ENDOH, Maki YAMAZAKI, Daisuke KAMATANI and Makito KOBAYASHI: Restoring a Medaka population around Natori River, Sendai, Japan, after the Great East Japan Earthquake	29
西城 潔：歴史性と人の営みに着目した里地里山景観の理解とその教育への展開事例…………… 35 Kiyoshi SAJO: Understanding of the Satochi-Satoyama landscape in terms of history and human activity, and its application for environmental education	35
吉村正志・芳田琢磨・小笠原昌子・エヴァン・エコノモ：高等学校科学研究実践活動に対する，単位時間採 集法を用いたアリ類研究の提案と実践…………… 43 Masashi YOSHIMURA, Takuma YOSHIDA, Masako OGASAWARA and Evan ECONOMO: Ant Research Program for High School Students Using the Time-unit Sampling Method	43
永幡嘉之：自然史資料としての昆虫標本の活用…………… 49 Yoshiyuki NAGAHATA: How to Use Insect Specimens as Natural History Resources?	49
橋本 勝・伊藤勇馬・平谷萌子・斉藤千映美：ロードキル動物の屍体から得られる情報の記録と保存…………… 59 Masaru HASHIMOTO, Yuma ITO, Moeko HIRAYA and Chiemi SAITO: Recording and Preserving Information from Load-kill Animals	59
黒澤 巧・平谷萌子・斉藤千映美：希少種タナゴの生息地域における外来種の分布状況と淡水魚相の変化 …… 65 Takumi KUROSAWA, Moeko HIRAYA and Chiemi SAITO: Distribution of Invasive Fish Species in the Habitat of Endangered Fresh Water Fish, <i>Acheilognathus melanogaster</i>	65
平成 27 年度活動報告 …………… 71 投稿規定 …………… 77	71 77

救荒植物を活用した「生き抜く力」を育む環境教育の実践

溝田浩二*・鵜川義弘*

Bring up “the Power to Survive” Using Local Hardy Plants - An Environmental Education Approach -

Koji MIZOTA and Yoshihiro UGAWA

要旨：大学キャンパスを環境教育・防災教育・食教育を日常化する場所として捉え、そこに自生する救荒植物を題材として「道草を食う」をテーマにした環境教育実践を行った。身近な野草を採集・調理・実食する体験を重ねることにより、学生たちの野草とその利用に関する興味・関心、知識・技術が高まり、「生き抜く力」の基礎を身につけていった。

キーワード：救荒植物、生き抜く力、環境教育、食教育、防災教育

1. はじめに

宮城教育大学では、全国に先駆けて2007年に「環境教育概論（1年生対象）」を必修化し、東日本大震災を経験した2012年度からは、防災教育を組み入れた環境教育の充実をはかる必要性から、講義名を「環境・防災教育」へと改称した（溝田，2013b）。東日本大震災以降「生きる力」を育もうとしてきた環境教育は、今、「生き抜く力」を育む防災教育と向きあおうとしている（関，2013）。そのような背景から、筆者らは環境教育・防災教育・食教育のドッキングを視野に入れた「伊達政宗が奨励した“食べられる庭”をモデルとした学校ビオトープの構築」という研究テーマに取り組んでいる。

仙台は「杜の都」と称されるほど、緑あふれる街である。それは仙台藩の武将・伊達政宗（1567-1636）が武家屋敷に多くの樹木を植えることを奨励したため、屋敷林が杜のようにつながって見えたことに由来する（菊池，2008）。仙台藩では、天災や飢饉に備えて屋敷内にウメ、モモ、カキ、クリなどの植樹や菜園づくりを奨励し、自給自足を可能とする「食べられる庭」づくりを積極的に進めた。また、屋敷のまわりにはケヤキ、スギ、マツなどの用材や燃料材となる樹木を育てることを推進した。そこは“一木一草、無駄なもの

なし”といわれるほどに屋敷内が自給的な空間であり、暮らしに必要なものとすべて結びついていたのである（結城，2001）。そうした屋敷の連なりが「杜の都」を作り上げてきた。もし伊達政宗が生きていたら、現在の仙台の街づくりや震災からの復興の現状を見て何とと思うだろうか。先祖代々受け継がれてきた田んぼを放棄させ、輸入食料に依存しながら、米食文化を伝承するために「朝ごはん運動」を展開しているという何ともちぐはぐな食の現状は、伊達政宗を慨嘆させてあまりあるにちがいない。仙台の街並みからは緑あふれる屋敷林も、それに付随する自給的な空間も失われ、昔日の面影はまったくない。今こそ、先人たちの知恵を思い起こし、現代生活に生かしていく積極的な取り組みが必要ではないだろうか。

筆者らは今、伊達政宗も奨励した“食べられる庭”をモデルとした学校ビオトープを構築しようと取り組んでいる。これは学校の校庭で、非常時の「食料」も、環境教育・防災教育・食教育の「教材」も自給自足しようという試みである。宮城教育大学ではこれまで、バタフライガーデンを設置して多様なチョウ類を呼び寄せたり（溝田，2009；溝田・遠藤，2007，2009，2010；溝田ほか，2008，2009，2010）、ニホンミツバチを飼養しながらその生産物（蜂蜜、蜜蝋）を利用し

* 宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

たりしながら(溝田, 2013a, 2014), 環境教育教材の“自給自足”にこだわった教育実践に取り組んできた。さらに, ローカルな自然環境と伝統的な食文化が相まって形づくられてきた環境利用の知恵としての「救荒植物(飢饉の際に食べることができ, 飢えを凌ぐに足る野生植物)」に注目しながら, その可能性を探っているのである(溝田, 2015)。

2. 講義『ビオープ論』における実践

(1) 講義の概要

筆者らは, 宮城教育大学の現代的課題科目群『環境教育』において, 学部学生向けの講義『ビオトープ論(前期, 2単位)』を開講している。これは校庭などの身近な自然環境を活用して, 環境教育・食教育・防災教育を展開するための実践力を身につけることを目的とした講義である。2015年度はキャンパス内に自生する野草に着目して, 「道草を食う」というテーマを設定した。講義は4月9日から7月16日にかけて, 毎週木曜日2コマ目(10:30-12:00)の時間帯に計15回実施した。受講者は, 学部2年生が24名, 学部3年生が2名の計26名(男10名, 女16名)で, 全員が東北地方の出身であった(青森県1名, 秋田県1名, 岩手県1名, 山形県4名, 宮城県15名, 福島県4名)。

(2) 学生の野草に関する予備知識

2回目の講義(2015年4月16日)において, 「宮城教育大学のキャンパスにはどんな野草がありますか? 思い浮かぶ植物名を可能な限りたくさん列挙してください。」という問いに回答させるアンケート調査を実施した。その結果, 学生たちからは, オオイヌノフグリ, カタクリ, シロツメクサ(クローバー), スギナ(ツクシ), スベリヒユ(ヒョウ), セイタカアワダチソウ, タンポポ, ドクダミ, ナズナ(ペンペン草), フキ, ハコベ(ハコベラ), ハハコグサ(ゴギョウ), ヒメオドリコソウ, ホトケノザ, ヨモギ, ユキノシタという16種(五十音順)の植物名が挙げられた。1人あたり平均5.3種の野草名を挙げたことになる。宮城教育大学の周囲に広がる青葉山市有林(青葉の森)には少なくとも956種の植物が生育しており(溝田・移川, 2006, 移川・溝田, 2006), 本学キャンパス内(特に, 周縁部)にもその多くが自生していることを考えると, これは

あまりにも寂しい結果であった。

(3) 授業実践のようす

授業の内容は大きく, ①野草の採取・調理・実食, ②野菜・グリーンカーテンの栽培, ③救荒植物データベースの作成, の3つに分けられる。①および②は主に溝田が担当し, ③は主に鶴川が担当した。各回の実践内容は表1に示したとおりである。

① 野草の採取・調理・実食

春季(4月, 5月)には, キャンパス内に自生する野草を採取し, 実食した(図1)。当然のことながら, スズラン(ユリ科), スイセン(ヒガンバナ科), エンゴサク・ケマン類(ケシ科), キツネノボタン(キンポウゲ科)などの有毒植物についても見分け方を示し, 採取しないように細心の注意を払った。

最初の4回(4月16日, 23日, 30日, 5月7日)は, 岡本(2010)にならい, もっとも素材の味が楽しめる料理法「おひたし」で食べた。さっと茹でて水にさらして水気を切り, 食べやすい大きさに切った後, 薄めた市販の麺つゆをかけるだけである(図2)。シンプルゆえに野草の素朴な味わいや香りをもっとも楽しめる食べ方ともいえる(図3)。今回は, キャンパス内に自生している以下の20種を食した(図4)。

アシタバ(セリ科), ハコベ(ハコベ・ウシハコベ)(ナデシコ科), カラスノエンドウ(マメ科), クサギ(クサギ科), シロツメクサ(マメ科), スイカズラ(スイカズラ科), スイバ(タデ科), タニウツギ(ウツギ科), タネツケバナ(アブラナ科), タンポポ(キク科), ハリギリ(ウコギ科), ハルジオン(キク科), ヒメオドリコソウ(シソ科), フキ(キク科), フジ(マメ科), ミツバ(セリ科), ヤエムグラ(アカネ科), ヤブガラシ(ブドウ科), ヤブジラミ(セリ科), ヨモギ(キク科)(五十音順)

表1の「食べた野草」欄には, 美味しさを5点満点で評価した数値(平均点)が添えられている。最低はクサギの1.4点, 最高はハコベの4.5点で, 全体の平均は2.8点あった。

「おひたし」で素材の味を理解した後に実施した3回の授業(5月14日, 21日, 28日)では, 天ぷらや煮物, 和え物にしたり, 食べる部位を変えてみるな

表1. 2015年度『ビオトープ論』の授業実践内容

回	実施日	担当	食べた野草	栽培活動	その他の活動
1	4月9日	溝田			ガイダンス
2	4月16日	溝田	1 ハコベ (4.5) 2 タネツケバナ (1.8) 3 ヒメオドリコソウ (2.6)	冬野菜の収穫・実食 小松菜 (4.8) ホウレンソウ (4.9)	アンケート調査 (事前)
3	4月23日	溝田	4 カラスノエンドウ (3.6) 5 シロツメクサ (3.1) 6 タンポポ (1.7) 7 ハルジオン (2.9) 8 ヤブジラミ (2.9)	冬野菜の収穫・実食 菜の花 (4.9) 畑 (除草, 耕起, 化学肥料・ 苦土石灰の混ぜ込み)	
4	4月30日	溝田	9 アシタバ (2.2) 10 スイバ (3.8) 11 フジ (4.1) 12 ミツバ (3.7) 13 ヤエムグラ (3.0)	畑 (堆肥の混ぜ込み)	
5	5月7日	溝田	14. クサギ (1.4) 15. スイカズラ (1.8) 16. タニウツギ (1.7) 17. ハリギリ (1.8) 18. ヤブガラシ (3.6) 19. ヨモギ (2.5)	畑 (マルチ張り, 苗の植付)	
6	5月14日	溝田	9' アシタバの天ぷら (4.4) 14' クサギの天ぷら (3.8) 15' スイカズラの天ぷら (1.8) 6' タンポポの天ぷら (4.3) 16' タニウツギの天ぷら (3.5) 17' ハリギリの天ぷら (3.9)	水やり	
7	5月21日	溝田	20. フキの葉味噌 (4.3) 20' フキの煮物 (4.7) 9' アシタバのツナマヨ和え (4.6) 6' タンポポの鰹節和え (3.0)	グリーンカーテン (除草, 苦 土石灰・化学肥料の混ぜ込み)	
8	5月28日	溝田	5' シロツメクサのスープ (3.4) 5' 12' シロツメクサとミツバのチヂミ (5.0) 15' スイカズラの鯖缶煮 (4.9) 4' カラスノエンドウの実の塩ゆで (4.3) 12' ミツバのわさび和え (4.0) 12' ミツバの卵とじ丼 (5.0) 18' ヤブガラシのごま味噌和え (5.0) 18' スイカズラの花のおひたし (4.7)	グリーンカーテン (堆肥の混 ぜ込み)	
9	6月4日	溝田		グリーンカーテン (畝づくり, マルチシート張り, 苗の植付) キュウリ (マヨネーズ) (4.8)	
10	6月11日	溝田		畑・グリーンカーテンの世話 キュウリ (ピリ辛味噌) (5.0)	データベースの素材集め
11	6月18日	鵜川 溝田		畑・グリーンカーテンの世話	データベースの作成
12	6月25日	鵜川		畑・グリーンカーテンの世話	データベースの作成
13	7月2日	鵜川		畑・グリーンカーテンの世話	データベースの作成
14	7月9日	鵜川		畑・グリーンカーテンの世話	データベースの作成
15	7月16日	溝田		畑・グリーンカーテンの世話	アンケート調査 (事後)

ど少し工夫を加えることにした。その結果、たとえば天ぷらにすることにより、「おひたし」では2.2点だったアシタバが4.4点に、1.4点だったクサギが3.8点に、1.7点だったタンポポが4.3点に、1.7点だったタニウツギが3.5点に、1.8点だったハリギリ (図5) が3.9点に、それぞれ上がった。面白いことに、「おひたし」で1.8点だったスイカズラは、天ぷらにしても1.8点とやはり低評価であった。

調理することの楽しさを実感するようになった学生たちは、フキ味噌、フキの煮物 (図6) のような伝統的な食べ方はもちろんのこと、アシタバのツナマヨ和え (図7) などのオリジナルな食べ方を考案するようになった。「おひたし」にしても、天ぷらにしても評価の低かったスイカズラも、鯖缶と一緒に煮るというアイデアによって4.9点を獲得している。シロツメクサとミツバのチヂミ、ミツバの卵とじ丼、ヤブガラシ



図1. 野草を探して採取する



図2. 野草をゆでる



図3. 食卓に並べられた野草の「おひたし」



図4. 野草の「おひたし」を実食する



図5. 野草(ハリギリ)の天ぷら



図6. フキの煮物



図7. アンシバのツナマヨ和え



図8. 天ぷらを揚げる



図9. 完成した料理を試食する



図10. ホウレンソウの美味しさに感動する

のごま味噌和えなど5点満点をつけた料理も出現した。

収穫した野草を一緒に調理し(図8), 食卓を囲んで味わう(図9)。ただそれだけのことであるが、「同じ釜の飯を食う」という言葉があるように、「同じ皿の草を食う」ことで、次第に学生たちの絆が強まり、コミュニケーションも深まっていった。

② 野菜・グリーンカーテンの栽培

野草の採取・調理・実食と並行して、畑で野菜の栽培を行った。前半の2回(4月16日, 23日)は、半年前に実施した別の授業で栽培した冬野菜の残りを収穫して食べた。野草のおひたしを食した後だっただけに、ホウレンソウ、コマツナ、仙台雪菜(菜の花)のおひたしの評価はすこぶる高く、「さすがに野菜はうまい!」「味が洗練されている!」などと感動の言葉を口にする学生が続出した(図10)。

5月に入るとトマト、ナス、シシトウ、トウモロコシといった夏野菜の栽培をはじめた。畑を耕し、草を取り、苦土石灰や化学肥料、堆肥を混ぜ込み、畝を作り、マルチシートを張り、苗を植える



図11. 野菜の世話をする



図12. 収穫したキュウリにゴマ味噌をつけて



図13. 収穫したトウモロコシを生で頂く



図14. グリーンカーテンの設置



図15. 堆肥づくりにもチャレンジ



図16. 救荒植物データベースの作成

0	班名	学名	科名	種類	分布	利用部位	採取	料理	間違えやすき毒草	写真	写真URL
01	丸太組	トウモロコシ	バラ科	一年草	日本産	葉	生育場所(林縁、田舎の雑草) 採取時期(8月中旬から9月上旬)	生で食べる	パスタの具、天ぷら	写真	https://www.google.com/
02	丸太組	タラシ	フコギ科	藻類	日本産	葉	海岸	天ぷら		写真	
03	丸太組	タラシ	フコギ科	藻類	日本産	葉	海岸	天ぷら		写真	
04	丸太組	タラシ	フコギ科	藻類	日本産	葉	海岸	天ぷら		写真	
05	丸太組	タラシ	フコギ科	藻類	日本産	葉	海岸	天ぷら		写真	
06	丸太組	タラシ	フコギ科	藻類	日本産	葉	海岸	天ぷら		写真	
07	丸太組	タラシ	フコギ科	藻類	日本産	葉	海岸	天ぷら		写真	
08	丸太組	タラシ	フコギ科	藻類	日本産	葉	海岸	天ぷら		写真	
09	丸太組	タラシ	フコギ科	藻類	日本産	葉	海岸	天ぷら		写真	
10	丸太組	タラシ	フコギ科	藻類	日本産	葉	海岸	天ぷら		写真	
11	丸太組	タラシ	フコギ科	藻類	日本産	葉	海岸	天ぷら		写真	

図17. Googleスプレッドシートによるデータベースの作成

(図11). 朝夕の水やりも学生たちの仕事である。野菜を美味しく食べられる時期が過ぎて6月に入った頃、ちょうどキュウリの収穫ができるようになった(図12)。苦労して育てた新鮮なキュウリをほおぼりながら、「本物の喜びは苦労とともにある」ことを理解していった。授業が終わる頃には、残りの夏野菜も収穫できるまでに成長した(図13)。

また、グリーンカーテンづくりにもチャレンジした(図14)。野菜と同じ要領で土作りを行い、食べられるゴーヤ(白ゴーヤ, サラダゴーヤ, エコゴーヤ)とアカザカズラ(オカワカメ, ぬるっば), 花が楽しめる朝顔(ケープタウン, 西洋朝顔), 実がとってもかわいらしいフウセンカズラを栽培した。ちなみに、使用した堆肥は、宮城教育大学で飼育されているヤギの糞と、キャンパス内の落ち葉を混ぜ合わせて作ったオリ

ジナルのものである(図15)。土にまみれ、汗にまみれることを厭わなくなった学生たちの顔つきは、日増しに頼もしいものに変貌していった。

③ 救荒植物データベースの作成

後半の4回(6月18日, 25日, 7月2日, 9日)は、実践活動の成果をまとめ、宮城教育大学版「救荒植物(食べられる野草)データベース」の作成に取り組んだ(図16)。学生たちは7つの班に分かれて、(1)植物名(科名, 種名), (2)種類(1年草, 2年草, 多年草), (3)利用部位, (4)写真, (5)採取(生育場所, 採取時期, 採取方法), (6)料理(下ごしらえの方法, お勧めの料理), (7)間違えやすい毒草, (8)解説文, の8つの項目についてデータを収集して表計算ソフトに入力した(なお, データベース作成に際して, 学生たちが

参考・引用した文献資料については、巻末に参考資料としてまとめた。学生たちが使用した表計算ソフトは、Google スプレッドシートである。これは Microsoft Excel と違い、写真が入り、他の人と同じ表を同時に編集できるという特徴をもつ。だれも調べていない植物を見つけたり、同じ植物について調べても文献により表現が違う点を修正するなど、班ごとの表を集めることで、今回の講義で食することができた野草類についてのデータベースを作成する方法を学んだ（図 17）。

今回はあくまでも宮城教育大学キャンパスをモデルとした試作であったが、内容をさらに充実させ、東北地方で広く利用されている野草の採集時期・方法、調理・利用法などの情報を整理した「救荒植物データベース」を構築することにより、被災地を中心とした教育現場で活用してもらうことも可能となるにちがいない。このことは、救荒植物利用に関する知恵を、世代間で受け渡すことにもつながっていく。

3. 「道草を食う」ことの意義

授業の最後に、学生たちにアンケート調査を実施した。2 回目の講義（2015 年 4 月 16 日）において、「宮城教育大学のキャンパスにはどんな野草がありますか？ 思い浮かぶ植物名を可能な限りたくさん挙げてください。」という問いに回答させるアンケート調査と同じものである。今回は平均 18.4 種の野草を挙げる事ができ、最初の平均 5.3 種から 3 倍以上に増えた（図 18）。学生たちは（おひたしでは食べなかった）フキを含めると 20 種の野草を食べていることを考えると、いささか物足りない数字ではある。しかし、学生たちが楽しみながら、体（味覚）で覚えた 18.4 種である。数字以上の大きな意味があったと信じてたい。

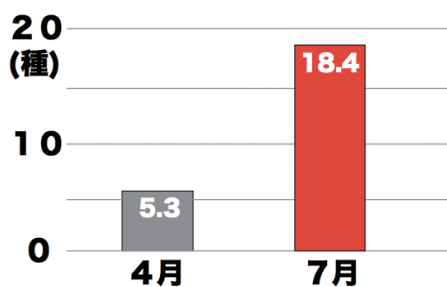


図18. 学生が認識できた大学キャンパス内の野草の平均種数(講義前後で比較したもの)

また、「この授業を受ける前と後とを比べて“こんな力がついた！」と実感できた点があれば教えてください」という問いに自由形式で回答してもらった。その回答を以下に示す。

- ・ 食料不足になっても周りから探そうとする力。食わず嫌いではなくなった。まわりにある道草に興味をもち、積極的に知ろうとする力。おひたしや天ぷらの作り方。道草に寄ってくる虫にも興味をもった。(国語コース, 女)
- ・ 道草を雑草ではなく、食材として見るできるようになった。食べられる道草を以前より判断できるようになった。(国語コース, 女)
- ・ 道草についての知識(食べられるか否か, 料理方法, 植物の名前)が身についた。匂がいつなのか, 実際に食べたことでわかるようになった。(数学コース, 男)
- ・ 授業を受ける前は, 道草の種類など数えるほどしか知らなかったが, 15 回の授業をとおして, 普通の人では知らないような道草も知ることができた。また, どのように調理すればおいしく食べられるのかということも知り, 多様な知識が身についた。(数学コース, 男)
- ・ 道草に関する知識(受ける前はわからなかった草の名前, 匂の季節, おいしい料理の方法)が身についた。(数学コース, 男)
- ・ 道草の種類を数多く覚えることができたし, どの植物をどういった方法で調理するとおいしく食べることができるのかという知識を身につけることができた。(数学コース, 男)
- ・ 見分ける力と正しい調理法(天ぷら, おひたし)を考える力。(数学コース, 男)
- ・ 災害時の飢えを凌ぐ力。(数学コース, 男)
- ・ 食べられる野草についての知識。(数学コース, 男)
- ・ 身近な植物に着目するようになり「これは何だろう」と興味・関心が高まった。(理科コース, 男)
- ・ 植物の名前がたくさん頭に入った。(理科コース, 女)
- ・ 純粋に知識が深まって嬉しい。道を歩いていて、「この草は〇〇だ」とわかるようになった。草に関する知識を得たことで, その良さや面白さを他人に伝えられるようになった。(理科コース, 女)
- ・ 身近な植物が私たちの命をつないでくれていると思

- うようになった。(理科コース, 男)
- ・ 食べられそうな植物, どのように調理するか, どの部位がおいしいかなどの見分けがつくようになった。(理科コース, 女)
 - ・ 「この草は食べられるのだろうか?」と考えながら, 今まで風景の一部としてしか認識していなかった植物を, じっくりと観察するようになった。調理の体験をとおして, 「この料理にはこの食材を使うべきだ」という概念がなくなり, 逆に, 「この草をこう調理してみよう」と思うようになった。(家庭科コース, 女)
 - ・ 今まで何の興味も持たずに, ただ歩いていた道で, 野草に注意して歩くようになった。自然に目を向けようという気持ちが養われた。(家庭科コース, 女)
 - ・ そこら辺に生えていた名前もよくわからなかった草が実は食べられるということや, 実際に食べて何が美味しく, どんな調理法が適切か, など今まで知ることでもなかった知識が身についた。(美術コース, 女)
 - ・ 「この植物は食べられるのか?」という疑問を解決しようと積極的に調べる力が身についた。足下の植物に目を向けるようになった。(体育コース, 女)
 - ・ 身のまわりの自然とふれあい, それらを実生活に活かす力。(数学専攻, 男)
 - ・ おいしい草と, おいしくない草を見分ける力。(理科専攻, 男)
 - ・ 草むらを見ただけで, ある程度食べられる草を見分けられるようになった。(理科専攻, 男)
 - ・ 植物を見る視点が変わった。今まで特に価値を感じていなかった道草が, 価値あるものに見えるようになった。(理科専攻, 男)
 - ・ 野草を見分ける力と, 野草を抵抗なく食べる力。(理科専攻, 男)
 - ・ 道草を見分ける力。(理科専攻, 男)
 - ・ 道ばたに自生している植物の名前がわかるようになった。また, 調理法などにもつなげることで応用がきくようになった。(音楽専攻, 男)
 - ・ 草には全然興味がなかったが, 知っている草を見つけた時に「あれ食べたよ。食べれるんだよ」と友人に教えてあげることができるようになった。(音楽専攻, 女)

学生たちのコメントを読んでもみると, 「道草を食う」という体験を重ねることで, 「生きることは食べること」という当たり前のことを理解し, 野草とその利用に関する興味・関心, 知識・技術が高まり, 「生きる力」「生き抜く力」の基礎を身につけてくれたことがよくわかる。植物をただ眺めていただけではなく, それに触れ, 食べて味わうという行為によって, 植物と人間との絆を自分のものにできたのである。批判を浴びることを覚悟のうえで始めた「道草を食う」という環境教育実践であったが, 望外の反応と学生たちの成長ぶりに私自身がいちばん驚いているのかもしれない。教材(食材)を簡単に自給自足することができ, いつでもどこでも環境教育, 防災教育, 食教育に取り組むことができる魅力的なテーマであることを再確認できたことも大きな収穫であった。

東日本大震災から5年を経た今, “備えあれば憂いなし”の「杜の都」を作り上げた仙台の街づくりの歴史から私たちが学ぶべきことはあまりにも多い。先人たちの知恵を思い起こし, 現代生活に生かしていく積極的な取り組みをさらに進めていきたい。

本研究はJSPS 科研費(No.26560078)および宮城教育大学「復興教育学プロジェクト」の助成を受けて実施された。

引用文献

- 菊池慶子, 2008. 『「杜の都・仙台」の原風景』. 南北社, 72pp.
- 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, 2013a. ミツバチ生産物を活用した環境教育の実践. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 15:13-23.
- 溝田浩二, 2013b. 持続発展教育と環境教育(上) [連載 宮城教育大学持続発展教育(ESD)と大学教育⑥]. 文部科学教育通信, 326:26-27.
- 溝田浩二, 2014. ニホンミツバチ伝統養蜂を題材とした環境教育の実践: ひらめき☆ときめきサイエンスを実施して. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 16:21-29.
- 溝田浩二, 2015. 救荒植物を利用した食教育・環境教育・

- 防災教育の可能性. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 17:5-11.
- 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・遠藤洋次郎・小関秀徳・鶴川義弘, 2010. 宮城教育大学バタフライガーデンにおけるQRコード教材の活用. 宮城教育大学情報処理センター研究紀要, 17:9-12.
- 溝田浩二・松本 一・遠藤洋次郎, 2009. 宮城教育大学バタフライガーデンのチョウ類群集の多様性. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 11:7-16.
- 溝田浩二・移川 仁, 2006. 青葉山市有林(仙台市)の植物相(1). 宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:95-104.
- 岡本信人, 2010. 『野草で楽しむ散歩術』, ぶんか社, 175pp.
- 関 礼子, 2013. 「生きる力」と「こころの堤防」－東日本大震災後の環境教育と防災・減災教育－. 学術の動向, 18(12):46-51.
- 移川 仁・溝田浩二, 2006. 青葉山市有林(仙台市)の植物相(2). 宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:105-111.
- 結城登美雄, 2001. 伊達政宗の「食べられる地域づくり」政策-400年前のミティゲーション. ビオシティ, 21:33-36.

参考資料「データベース作成時に参照した図鑑類」

◎ 山菜としての利用

- 畔上能力(監修), 1998. 『四季の山菜 採り方と食べ方』, 成美堂出版, 223pp.
- 芳賀長悦・芳賀和代, 2006. 『やまがた月山・葉山・朝日山系 おらほの山菜+有毒植物』, 山形デザインエージェンシー, 160pp.
- 橋本郁三, 2007. 『食べられる野生植物大事典<新装版>草本・木本・シダ』, 柏書房, 496pp.
- 平谷けいこ, 2007. 『四季の野草 摘み菜がごちそう』, 山と溪谷社, 175pp.
- 今井國勝・今井万岐子, 2013. 『よくわかる 山菜大図鑑』, 永岡書店, 367pp.
- 北村一生(編), 1974. 『道草を食べよう』, 三交社, 197pp.
- 草野源次郎, 1991. 『自然百科シリーズ1 宮城の山菜』, 河北新報社, 243pp.
- 松本則行(編著), 2014. 『山菜・野草の食いしん坊図鑑 おすすめ103種の見分け方・食べ方』, 農山漁村文化協会, 111pp.
- 松岡洋一・大澤弘毅・岩井憲一・小池平和, 1987. 『食べられる野草 清庵の救荒植物記』, 毎日新聞盛岡支局, 126pp.
- 森 昭彦, 2011. 『うまい雑草, ヤバイ雑草』, ソフトバンククリエイティブ, 222pp.
- 岡本信人, 2000. 『岡本信人の野草の楽しみ方』, ブティック社, 96pp.
- 岡本信人, 2010a. 『道草を喰う』, ぶんか社, 223pp.
- 岡本信人, 2010b. 『野草で楽しむ散歩術』, ぶんか社, 175pp.
- おくやまひさし, 2011. 『美味しい山菜ハンドブック』, 文一総合出版, 168pp.
- 大沢 章, 2003. 『山の幸利用百科 115種の特徴・効用・加工・保存・食べ方』, 農山漁村文化協会, 218pp.
- 大海 淳, 2013. 『いまずぐ使える 山菜採りの教科書』, 大泉書店, 254pp.
- 佐合隆一, 2012. 『救荒雑草 飢えを救った雑草たち』, 全国農村教育協会, 190pp.
- 清水大典, 1967. 『山菜全科 採取と料理』, 家の光協会, 353pp.

- 高垣順子, 2009. 『改訂 米澤藩刊行の救荒書『かてもの』をたずねるー「かて物」・「か手物」そして「かてもの」ー』, 歴史春秋社, 366pp.
- 高橋和吉・早坂一力・佐々木登志子・吉田仁志・上田進・松永和久・佐々木喬一・滝田好宗 (編著), 1979. 『宮城県の山菜』, 宝文堂, 340pp.
- 山田幸男, 1975. 『山菜入門 採取と料理』, 保育社, 152pp.

◎ 薬草としての利用

- 船山信次, 2012. 『毒草・薬草事典』, ソフトバンククリエティブ, 238pp.
- 伊那谷自然友の会 (編), 1990. 『野山の薬草 見つけ方と食べ方の図鑑』, 農山漁村文化協会, 126pp.
- 小林正夫, 2004. 『新版 図解 四季の薬草利用』, 農山漁村文化協会, 166pp.
- 近藤嘉和・早坂英記, 1993. 『自然百科シリーズ7 宮城の薬草』, 河北新報社, 228pp.
- 増田和夫 (監修), 2006. 『自分で採れる 薬になる植物 図鑑』, 柏書房, 320pp.
- 森 正孝・森 昭雄・國分英俊, 2014. 『薬草の眩き 山野の薬草・薬草園の植物』, メディカルサイエンス社, 265pp.
- 村上光太郎, 2010. 『食べる薬草事典 春夏秋冬・身近な草木75種』, 農山漁村文化協会, 118pp.
- 農山漁村文化協会 (編), 2013. 『見つける・使う 野山の薬草 (現代農業特選シリーズ6)』, 農山漁村文化協会, 64pp.
- 佐藤潤平, 1961. 『家庭で使える 薬になる植物 第I集』, 創元社, 286pp.
- 佐藤潤平, 1965. 『家庭で使える 薬になる植物 第II集』, 創元社, 201pp.

- 佐藤潤平・三浦三郎・難波恒雄, 1979. 『家庭で使える 薬になる植物 第III集』, 創元社, 307pp.
- 高橋和吉・吉田仁志・松永和久・鈴木陸郎 (編著), 1982. 『宮城県の薬草』, 宝文堂, 432pp.
- 田中孝治・木原 浩, 1980a. 『薬草手帖 (上)』, 平凡社, 144pp.
- 田中孝治・木原 浩, 1980b. 『薬草手帖 (下)』, 平凡社, 144pp.
- 吉川敏男, 1976. 『改訂 沖縄の薬草』, 月刊沖縄社, 112pp.
- 吉川敏男, 1998. 『入門 沖縄の薬草』, ニライ社, 80pp.

◎ 有毒植物について

- 船山信次, 2012. 『毒草・薬草事典』, ソフトバンククリエティブ, 238pp.
- 船山信次, 2015. 『毒があるのになぜ食べられるか』, PHP 研究所, 256pp.
- 芳賀長悦・芳賀和代, 2006. 『やまがた月山・葉山・朝日山系 おらほの山菜+有毒植物』, 山形デザインエージェンシー, 160pp.
- 森 昭彦, 2011. 『うまい雑草, ヤバイ雑草』, ソフトバンククリエティブ, 222pp.
- 中井将善, 2002. 『気をつけよう! 毒草100種』, 金園社, 180pp.
- 佐竹元吉 (監修), 2012. 『フィールドベスト図鑑16 日本の有毒植物』, 学研教育出版, 232pp.
- 植松 黎, 2000. 『毒草を食べてみた』, 文藝春秋, 80pp.

主体的な学習教材としての学校飼育動物

斉藤千映美*

School Animals as Teaching Materials for Active Learning

Chiemi SAITO

要旨：動物飼育活動の持つ教育的効果は、道徳（使命感や責任感、生命の尊重など）、科学的視点、協同する力、問題解決能力、食育などにまで及び、学校あるいは教室のアクティブ・ラーニングのための優れた総合的な教材であると考えられる。主体的・協働的な動物飼育を学校で実践しうる教員育成のための教材開発を目的として、教員養成課程段階の学部学生を対象とする授業を行った。

Educational effectiveness of school animals are widely ranged from developing moral, scientific viewpoint, problem-solving ability, to acquire environmental literacy through food education. Therefore, school animals can be excellent teaching materials for active learning. Lessons were conducted at a teacher-training course to develop skills of using animals as active and cooperative learning materials.

キーワード：飼育動物、ヤギ、アクティブ・ラーニング

1. はじめに

学力をめぐるのは、OECD（経済協力開発機構）が3年ごとに実施するPISA型学力検査において、2003年の調査で日本の順位が急落したいわゆる「PISAショック」後、結果に基づく教育方法の見直しのトレンドが広がった。2014年11月には、文部科学大臣が「初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について（諮問）」を発し、その中で次期学習指導要領における「育成すべき資質能力」を育むために「アクティブ・ラーニング」の論点整理を求めている。この流れの中で2016年に全面改訂される学習指導要領では、子供が主体的に自ら学ぶ、課題解決型のアクティブ・ラーニングの導入が打ち出されると予測され、その手法や教材の開発が急がれている。

生き物に興味関心を抱く事やそれについて学ぶ事は、人類が持つ本能的な好奇心の一つである。生物教材には、子どもの多面的な発達を促す大きな魅力があり、生き物とのふれあいの機会の創出は、多くの地域

で課題となっている。従来、動物飼育は道徳教材として重点を置かれることが多かったが、「生活」で飼育栽培が二年間にわたり取り上げられることになったのをきっかけに、より総合的な教材として見直されてきた。動物飼育活動は長期的なプロジェクト型の学習に適しており、その場で生じる問題を協働で解決していくことを通じて教科学習の質を高める事にまで貢献しうる、総合的な教材である。こうしたことから、動物飼育教育は、今求められる「主体的・協働的な学び」のツールとして新たに関心を呼んでいる。

振り返ってみると、日本初等理科教育研究会（2006）では飼育動物の教育効果として、①飼い続けることによって学ぶもの（愛情・親しみ・使命感・価値観・責任感など）協力しあって共に世話をするなかで学ぶもの（共同責任感、使命感など）③動物の固有の性質や習性の中から学ぶもの④感動を表現し、活動を振り返ることによって学ぶもの⑤地域の人とのかかわりのなかで学ぶもの、の5つを挙げている。

* 宮城教育大学環境教育実践研究センター

また中川（2007）の分類では、長期的な動物飼育によって子どもたちが学ぶものを①愛する心②自己肯定感③生命尊重・責任感④謙虚さ⑤協力する気持ち⑥思いやり・共感⑦科学的視点⑧ハプニング対応力⑨マザリング効果（育児能力の発達）としている。

これらの教育効果をまとめると、動物飼育で育つ能力は、まず一つには、責任感や使命感、生命尊重などといった、いわば道徳的なものであると考えられてきたことがわかる。またさらに、科学的視点、協働する力・問題解決能力・表現力を身につける事のできる教材であることは、これまでも指摘されてきたのである。これに加えて、飼育する生き物が家畜である場合は特に、その生き物から人間が恩恵を頂いているという事実について学ぶ、かっこうの食育・環境教育の教材ともなりうる。

飼育動物として一般的に多く飼育されているのは「ウサギ」であるが（斉藤ほか、2014）、全国的にはさまざまな事例があり、必ずしもウサギだけが飼育動物として好ましいとは言いきれない。

そこで、教員養成課程の学生が比較の観点を含めて数種の動物飼育を体験する授業を行い、それぞれの教材となった生物の学習上の長所・利点について検討した。飼育の授業で用いた動物は合計で5種類である。

2. 動物の飼育

(1) ザリガニ

2011,12年の「生活」の授業、2011年「生命環境科学」では半年間に渡り、学部1～2年生がザリガニ飼育を継続して行った。ザリガニは自分で採集することを推奨したが、どのクラスでもほとんどの学生がそれを行ななかつた。自分で採集しなかつた学生は、別に筆者が採集した個体の中から各自が一匹ずつザリガニを選んで持ち帰り、自宅で飼育した。飼育記録はできれば毎日、少なくとも週に1回行う事を課した。大学生は一日を通じて同じ場所で過ごすわけではないため、多くのザリガニをいつでも観察できる適切な飼育の場所を大学内に設けることは難しく、自宅を飼育の場所として選んだ。この方法を取った事から、飼育観察の主要な部分は学生が自主的に実施する事になった。授業の中では、「中間報告会」「最終報告会」を実施し、ワー

クシートを読みあって評価を試みた。

この方法で実施した授業に関して、教員側のメリットは次のとおりである

- ・ 自宅での飼育観察を行うので、限られた授業の時間を動物飼育と観察にあてるのではなく、観察内容を用いた表現活動を含むその他の活動に当てることが可能である。
 - ・ 半年間の間に、学生が小動物の飼育に興味関心を抱いたり一定の体験を積む機会を十分に作る事ができた。
 - ・ 飼育環境を工夫したり、その観察や、観察したことを伝えよう表現活動を通じて、学生は動物飼育を教育活動に取り入れる手法をそれぞれ体験的に学ぶ事ができた。
 - ・ 季節によるザリガニの変化（産卵、脱皮、成長、休眠など）を観察することができた。
- 一方で、
- ・ 授業時間外の観察学習を教員は十分に管理できず、動物飼育に興味関心を持つ学生とそうでない学生の間で、学習時間の差が大きくなる。
 - ・ 特に飼育が不適切であった場合はザリガニが死ぬ事もあった。
 - ・ 飼育や観察自体が個別の作業となるため、共同学習の効果が得られにくい。
 - ・ ワークシートを共有するだけでは教師も十分に助言を与えにくい。
- などの問題点もあった。

ザリガニの飼育は飼育初心者にも向いており、教材として手に入れる事も難しくない。採食や脱皮などの活動も観察しやすい。自宅での飼育を前提とすることで、学生は自分の都合のよい時間にじっくりと観察や飼育の工夫に取り組む事ができるので、正規の授業時間外に科学的観点を学ぶ学習教材としては適しており、授業を同時並行で進めながら飼育することができる点は扱いやすい。非常に丈夫で装置も特殊なものがないため、小学生にも飼育が向いている事は事実である。ただし、飼育作業はあくまで個人ベースになるため、学習の一部を協同化するためには、間に報告と相互の評価などの活動を入れるしかない。

また、注意しなくてはならない重要な点として、飼

育した後のザリガニの処分がある。アメリカザリガニは外来種であり、農作物被害や明らかな生態系被害を引き起こすことから、一旦人間の手で飼育したものを野生に戻すことは好ましくない。授業終了時に飼いつける事ができない学生からはザリガニを回収・処分することをあらかじめ伝えておき、飼育の継続を推奨した。それでも飼育ができない学生から回収したザリガニはさらに飼育を継続したが、大半は殺処分とした。この場合、生命尊重の観点から筆者はザリガニを調理して食べている。授業として学生に調理や試食をさせるわけにはいかないと判断し、あくまで自由参加とした上で、学生に調理と試食に参加できる機会を設けているが、アナウンスしても実際に参加する学生は少数である。ちなみにザリガニの調理で一番美味しいのは、だしを取ってみそ汁やスープを作ることである。むき身はエビと同様に調理できるが、ザリガニの殻は固くて除去に手間がかかる上、身の部分は小さい。本来であれば、こうした調理の体験も学生には積んでもらえるとよいのだが、「ザリガニは食物ではない」という先入観から、抵抗感を示す学生が多いのが現状である。

たとえ外来種とはいえ、最後に殺処分で終わることが予想される飼育体験活動はとくに子供の年齢が低い場合は後味がよいものではない。学校では、「飼いつける」前提でザリガニ飼育を行うべきである。

(2) 淡水魚

2010年の「生命環境科学」では、地域の淡水魚の生息環境を水槽内で再現することに取り組んだ。

5人程度で1グループを作り、それぞれが60cmの水槽を構成するという授業である。水槽の中に入れる生物を採集するため、各グループを1回または2回、地域の河川に採集に連れて行った。

採集した魚類を水槽に入れ、観察がしやすい環境を整え、毎日かならず観察や水槽の管理に取り組むことにした。水槽は研究室の実験台上に設置し、学生が入りできる環境を整えた。観察したことはその場で書き込めるワークシートを水槽の脇に置いた。

各グループは、「青葉山の自然」「水の中の森」などのテーマを決めて水槽内に数種の魚や水生生物のかくれる場所や水草を配置し、展示ラベルを作成するなど工夫を行った。水の循環に気を配り、淡水魚が飼育

環境に慣れるのと平行して適切な頻度で餌やりをすることを心がけた。

授業では、最後の回に各班の水槽をそれぞれ見て回り、担当するグループの班員に設営を聞き、相互評価を実施した。

淡水魚の飼育体験活動の長所と短所は次の点であった。

- ・ たんに魚を飼うのではなく、水槽の生態系を構築するというテーマを与えた事から、魚を取り巻く生態系要素に気づき、学習することができた。
- ・ 水槽環境は比較的安定していることで、学生が自分の都合のよい時間に管理をすることができる(時間を相手に合わせる必要性があまりない)。
- ・ 水槽は観察しやすい。他班の水槽も見やすいため、飼育のための工夫をどのように行っているか相互に学習する機会をつくりやすい。
- ・ 一方で、淡水魚の水槽は非常に静的な飼育活動であるため一匹一匹の個体に対する興味関心を維持するのは難しい。採集時に種名や特徴を理解しても、観察を続けるうちに種名を忘れていた学生も少なくない。
- ・ 水槽設置の手間がかかる。水槽を設置したり、授業の最後の回に片付けたりするのに、それだけでそれぞれ1回分の授業時間を必要とする。

淡水魚を中心とした地域の水槽づくりというテーマは地域の生態系理解という観点の学習に適している。グループで構想や管理を共有することができる点で、協同学習のための教材としても優れている。水槽で飼育することのできる個体数と種類の組み合わせを考え、観察しやすい水草や隠れ場の設置などを行い、背景やラベルをつけると一応完成するが、その後の管理も重要である。しかし一旦水槽が平衡点に到達すると、その後の管理がおざなりになる傾向がある。水槽が多くの人目に触れるような環境で活動することが重要であり、またそうすることによって、学習成果を地域に還元したり、フィードバックを受けたりすることが可能になる。

(3) ウコッケイ(ニワトリ)

2013年の「生命環境科学」で、約半年ウコッケイの飼育を行った。半年間のウコッケイ飼育では、大学で飼育するウコッケイを個体識別して観察し、飼育環

境を整備するプロジェクトを実施した。個人ごとにテーマを持ち、たとえば「ウコッケイはしばしば地上のものをついばんでいるが、何を食べているのか」に興味を持った学生は、ウコッケイが砂を食べていること、その理由は砂嚢で食物を咀嚼するためであると考えられることを明らかにし、好んで食べられている砂の粒の大きさを調べた。調べたことや実施した飼育環境の整備の内容について、最後に発表会をした。

また、2015年には「生活」の授業の中で、ウコッケイの飼育と観察をする授業を1回の中で実施した。授業内で、一部のグループが観察する中、人工孵化していた卵が孵化したこともあり、学生からは反響が大きかった。以下はこの授業の感想の一部である。

- ・今日の授業は感動ばかりであった。まず、授業のはじめにウコッケイの孵化を見る事ができた。・・・まさか本当に見る事ができるとは思わずとても嬉しかった。ウコッケイも、今回は抱き上げる事ができました。前は持ち上げるのがこわくてできなかった。持ち上がった後に渡してもらえるとできるということがわかりました。本当に楽しくて、いつまでもやっていなくなる授業でした。
- ・今日はウコッケイのヒナが卵から孵るところをみる事ができました。新しい命の誕生に立ちあうことができ感動しました。レポートで毎日苦しいけれど、小さな命も頑張っている様子を見て、私も頑張ろうと思えるようになりました。
- ・今日はなんと！ウコッケイの誕生の瞬間に立ち会う事ができました！一生懸命に「びよびよ」と鳴きながら殻を破る様子を見て、生物は生まれたそのときから、生を全うしているんだなと思いました。
- ・卵焼きは鶏卵と比べると味も色も濃く、しっかりとしていた。いつも卵を食べるときはどこが体となるのかなど考えた事もなかったが、これもひなとなるのだと思いながら食べると、少し食べづらかったが命の重みを感じる事ができた。
- ・ウコッケイとニワトリの違いを知る事ができた。・・・普段卵の味を意識していないので、ウコッケイ卵をはじめに食べた時はこんなもんか、と思ったが、次にニワトリの卵を食べれば、ウコッケイ卵は味は濃く、まるやかだったし色も鮮やかだった。

- ・ウコッケイの名前の由来や骨まで黒いということに驚きました。「カラザ」は料理する時にじゃまだなあと思っていたのですが、なぜカラザがあるのかを知り、大事なものとわかったので、めんどろがるのをやめようと思いました。
- ・ニワトリのイメージだったので、気性ももっと荒く飛び跳ねたりするのかなと思ったが、先生に持たれてもおとなしい生き物であると理解できた。卵もこぶりで、味もウコッケイのものの方が濃く卵そのものの味を感じる事ができた。実際に現場で飼うさいにもおとなしく、子どもにも飼いやすい生き物だと思った。
- ・ヒヨコが生まれたばかりらしく、見れたのが超貴重だと思った。まだこの世界を何もわかってない感じがした。卵がおいしかった。命を大切にすることを学べる授業だと思うので、子どもにも卵について説明して、卵を食べる体験をさせたいと思った。

ウコッケイの飼育に携わる授業の中でも、「孵化」と「卵を食べる体験」が最も印象に残るようすである。また、予想外に穏やかな性質に驚いた事や、抱くことができた喜びなどを記載する学生が多かった（図1）。



図1. ウコッケイの取扱い

ウコッケイを用いた飼育学習の長所と短所は以下のとおりである。まず、ウコッケイは温和で扱いやすく、観察もしやすく、ふれあいも可能であるため、学校での飼育に向いている。産卵、孵化の過程をもっとも観察しやすい種の一つである。食教育の教材として評価できる。大学における短時間の授業の中でも、学生に動物飼育の魅力を伝えることのできる教材である。一方、鳥インフルエンザに対する抵抗感が強く、ニワト

りを飼いたがらない学校は多い。鳥を怖がる学生、鳥アレルギーの学生もいる。

(4) ウサギ

ウサギは室内ケージ飼いのみとしているが、学校でも屋外の飼育小屋ではなく、校舎内でケージ飼いをするとところが増えているようである。ペットとして飼育されているウサギの野生型であるアナウサギはもともとそれほど暑さ寒さに強いわけではなく、屋外で飼育する場合は特に、冬季の十分な保温管理が必要である。また、繁殖能力が高くオスメスを一緒に飼えないこと、オス同士を一緒にするとしばしば喧嘩をすることなどの問題があり、多頭飼いの場合一カ所で飼いにくい場合も多い。屋外に充実した飼育施設がない限りは、ケージ飼いとなることが多いであろう。

ケージ飼いは手軽だが、ウサギが運動する時間を設けることや、こまめにケージを設置している環境を管理する必要がある。

いずれにせよ、ウサギは世話が比較的かんたんであることから、いっせいに大人数で世話をするのは向かない。しかし、愛らしい外見や手触り、なでると喜ぶ様子などから、ウサギをいやがる学生はほとんどいない（アレルギーのある学生を除く）。ケージを子どもたちの身近に置く事ができれば、その愛らしさから、いつでも子どもたちを引きつける存在になりうるであろう。

授業で扱う際には、1回の授業の中で飼育方法を教えている。内容は、基本的な世話の仕方、性別や個体によって性質や好む環境が異なる事、ケージ飼いではとくに散歩運動をさせてやることの重要性などである。

2015年度の授業でウサギの飼育方法を学んだ学生の感想をいくつか、以下にあげる。

- ・一匹一匹違うと思いましたが、他の動物と比べたらおとなしくて、学校で飼うのに向いていると思いました。かわいい！
- ・ウサギは、以前友達が飼っていてよく遊んでおり、世話等も見ていたので、さばらなければきちんと飼えるなと思った。またどのウサギにも、愛くるしさを感じた。また、以外と値段が安いのが驚きである！
- ・複数飼うとなるとスペースもその分必要で、なかなか大変かもしれないと感じます。しかし本当にかわ

いらしかったので、ぜひ飼ってみたいと思いました。アレルギー対策が重要だなと思いました。

- ・性格や特徴に応じて飼育方法を改良していく工夫やウサギの行動の意味を知る事ができたり、ウサギの散歩を見る事ができて、とてもいやされて、飼いたくなった。その一方で飼育の難しさや責任という問題もあることから、教員になったときには子どもたちにそういうことを伝えなければならないと思った。学生の感想のほとんどには「かわいい」という趣旨の言葉が書かれており、ふれあうだけで心が暖まる、愛おしいという気持ちが湧くという点では明らかに優れた道徳的教材である。ウサギは本来おとなしく、排泄も決まった場所であることが多いので、世話もしやすい。そうしたことが、学校でウサギの飼育がしばしば行われている理由であろう。しかし、多頭を一カ所で飼うことは意外に難しく、反対に1匹をケージ飼うことは簡単だが、この場合は飼育を「協働作業」とすることが難しい。本来は個人での飼育に向けた動物であるといえる。

(5) ヤギ

ヤギの飼育については、斉藤ほか（2014）にも記載した通りである。長期間の飼育活動を実施したこともあるが、ここでは1時間の短時間、飼育体験をした学生の感想を取り上げる。

1時間の飼育体験の感想は概して、世話の労力に言及するものが多かった。

- ・触れ合う時間よりも餌の調達や小屋の掃除などのほうが長くて、予想以上に大変な仕事でした。でも、作業の後に触れ合うと、愛着がさらに湧く気がしました。
- ・ヤギはくさかったけれど、お世話しているうちに愛着がわいてきて、餌やりは楽しかったです。
- ・班のほとんどの人はふんに対して「きゃー」とか「ぎゃー」とかいていたので、大学生でもこうなるんだと思いました。小学生の場合、無理にやらせて生き物を嫌いになられても・・・と思いました。
- ・毎日掃除をしているのに、一日ですごい量のフンが出るのだと分かった。ヤギ小屋は広いので、みんなで分担しなければなかなか終わらないだろう。
- ・最初は糞に抵抗がありましたが、ヤギの体調を管理

するのにとても重要な役割を果たしていることや、堆肥になって生活に役立つことなどが分かったり、(堆肥置き場で)カブトムシを見る事ができたのでとてもよい体験ができました。

- ・自分で採ってきたアオキや残り物の野菜を餌としてあげていて、ふれあいだけでなく、フンを堆肥にしたりなど、循環について考えさせることができると思いました。慣れるまではたいへんだらうと思いました。
- ・ヤギの乳搾りを初めてして、とても楽しかったです。絞ったミルクは暖かくて、感動しました。
- ・乳しぼりをして、ミルクは動物が赤ちゃんのために作っているものを人間がもらっているのだと改めて感じました。
- ・ミルクはさっぱりしていて、後味を引かない美味しさでした。
- ・ミルクはこくがあって美味しかったです。

ヤギのふれあい体験では通常、乳搾りとチーズづくりをしているが、ふんの清掃などは行っていない。逆に、今回の授業では清掃作業と餌やりが中心で、乳搾りを希望者のみが授業外の時間に実施した(図2)。このため、学生のコメントの大半が、餌やりと清掃に関するものになった。作業がかなりの量であることを感じた学生が多い。ヤギが大きい、力が強そう、怖いと感じる学生もいて、1回の授業ではそれを克服するだけで終わってしまう学生も少なくない。



図2. ヤギの乳しぼり

ヤギの飼育には手間がかかり、一人では難しい。まさに、主体的・協同的なプロジェクトラーニングの教材であり、長期の飼育に適した動物であるといえるで

あろう。実際にヤギを小学校の飼育活動に取り入れている事例では、ヤギが学校のシンボルとなり、飼育が学級づくりの大きな核となり、家庭や地域を巻き込む力があることも知られている(今井・阿見2011)。

ニワトリやウコッケイと同様、非侵襲的に畜産品を活用できる点では、食育の教材としても優れている。糞の掃除、堆肥づくり、餌の調達などは、自分たちだけでなく周囲の方々の協力を得ないと進まないことが多い。他の動物よりもサイズがはるかに大きいために目を引きやすく、世話をしているだけで人が寄ってくることも多い。そうした意味では、人との関わりを最も得やすい飼育動物である。

問題点はいうまでもなく、その管理の多様さと身体的な労力である。

3. 考察

さまざまな動物の飼育を試みるなかで、代表的な5種類の動物飼育活動を授業に取り上げた事例を挙げた。

それぞれの動物には飼育活動に際して長所と短所があり、どの動物が学校での飼育にふさわしいとはいいがたい。例えば、食育と言う観点ではウコッケイ(ニワトリ)は、飼育の労力に比して学ぶことのたいへんに多い動物である。が、鳥インフルエンザの発生もあって、学校での飼育にはそれなりに気を使わねばならない。ウサギはその愛らしさから道徳教育には使いやすい動物であろうが、食教育には使いづらい。おとなしく飼いやすい動物は全般に、それが故に、協同飼育活動や地域の人たちとの関わり形成などが逆に難しい。

長期的に飼育活動を実施する過程では、さまざまな飼育の問題点を協同で検討し、地域の方との関わりの中で解決していく事が望ましく、教員の側の「労力」や「経費」などが、動物の選択の要素になることは好ましくない。しかし、実際には飼育作業が楽な動物のほうに選択が傾くのもまぎれもない事実である。飼いやすい小型動物を使用した場合、大型動物と同様の学習効果を上げるためには、教師の側には実ははるかに多くの学習支援の努力が必要になることを肝に銘じておかねばならない。

今後求められるのは、教員・学校が持つ動物飼育の負担を軽減する方法(例えば、各地で実施されている

動物のレンタル) のあり方を検討することである。学校における動物の飼育を進めるためには、飼育の技能を持つ教員を養成するだけでなく、学校が飼育について抱く疑問を解決できるような情報の提供、動物の入手や管理のサポート、優れた事例の情報交換などを支援するためのネットワークの構築が求められている。

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.
- 中川美穂子 2007. 小学校における動物飼育活用の教育的効果とあり方と支援システムについて. お茶の水女子大学子ども発達教育研究センター紀要, 4: 53-65.
- 日本初等理科教育研究会 2006. 学校における望ましい動物飼育のあり方.
- 斉藤千映美・渡辺孝男・一條那津美 2014. 大学における動物の飼育と学習プログラムの開発. 宮城教育大学環境教育研究紀要 16: 85-87.

視認性を重視したサイエンス教材の開発 (2)¹⁾

－オゾンの発生と性質に関する実験－

三品佳子*・加藤慎也**・村松 隆***

Development of Science Teaching Materials in Consideration of High Visibility.
- Experiments on Generation and Characteristics of Ozone -

Yoshiko MISHINA, Shinya KATO and Takashi MURAMATSU

要旨：オゾンに関するサイエンス教材を検討した。オゾンは強い酸化力と毒性をもった物質である。学校における環境教育の実験教材として、オゾンの扱い方を工夫しオゾンの性質を視認するための手順をクロロフィルのオゾン分解を例として考察した。

キーワード：環境科学実験 オゾン分解 クロロフィル

1. はじめに

著者らは、物質の性質と変化を視覚的かつ定量的に把握し、物質の現象変化と原理・法則を一体的に扱う実験教材（「視認性を重視したサイエンス教材」と呼ぶ）を検討している。環境事象とその変化、環境における物質の形態と動態について、推論や疑問を検証・解決する道筋を学習者自ら考察・工夫し、物質究明の仕方を多様に学びとることを意図したものである。前報¹⁾では、環境に関わりのある物質として、二酸化炭素を取り上げ、二酸化炭素の反応や動的過程を直接目で確かめ、原理・法則に合わせて解釈と検証ができるサイエンス教材の構築について述べた。

本研究では、このような教材研究の一環として、環境学習の中でよく取り上げられるオゾンについて²⁾、強い酸化力に基づく性質を視認するための実験法をクロロフィルの酸化実験を例として検討した。

2. 実験装置

オゾン (O₃) は、特有の刺激臭のある気体で、強い酸化力を有し、浄水場での水処理システムなどで水の殺菌、脱臭、脱色などに使われている。オゾンを発生

させるには様々な方法があるが、著者らの研究では、簡易な方法として、紫外線照射法（低圧水銀灯使用）や放電法（テスラーコイルを使った無声放電）を利用している（図1）。

図1のAとBに示した装置は、いずれも環境教育

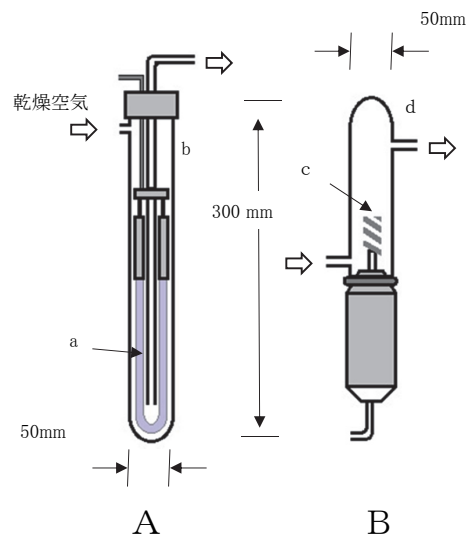


図1. オゾン発生装置 (⇒: 空気の流れ)
A: 低圧水銀ランプ (32W UVL-32LP、リコー)
a: 光源ランプ、b: 外筒石英管
B: テスラーコイル (放電 1-4cm、東京高周波電気炉)
c: 放電コイル、d: 硝子製外筒管

* 宮城教育大学理科教育講座, ** 宮城教育大学教職大学院, *** 宮城教育大学環境教育実践研究センター

や教材研究(小・中学校授業, 大学講義)の演示実験として, 太陽光(紫外線)や雷光による大気オゾン生成などの解説に利用している。外筒管内に導入する空気は, 外気の湿度が高い場合は塩化カルシウム管で乾燥させる。外筒管内への空気の導入は, アスピレーター(水流ポンプ)を用い(図2), 空気を吸引しながら紫外線照射あるいは放電し, 気流中にオゾンを発生させる。オゾンの生成は, ヨウ化物イオンのオゾン酸化で生成するヨウ素(1式)のでんぷん反応(青色)で確認することができる。

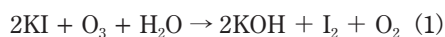


図3は, オゾンの性質を調べる(視認)するための実験装置(教卓演示用)を示したものである。実験で

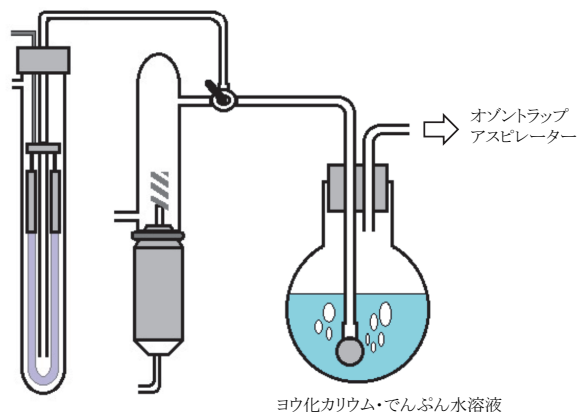


図2. オゾンの確認
5%ヨウ化カリウム水溶液 100mL (1g 可溶性でんぷん含) 使用
オゾントラップ: 3段階トラップ(図3・C)

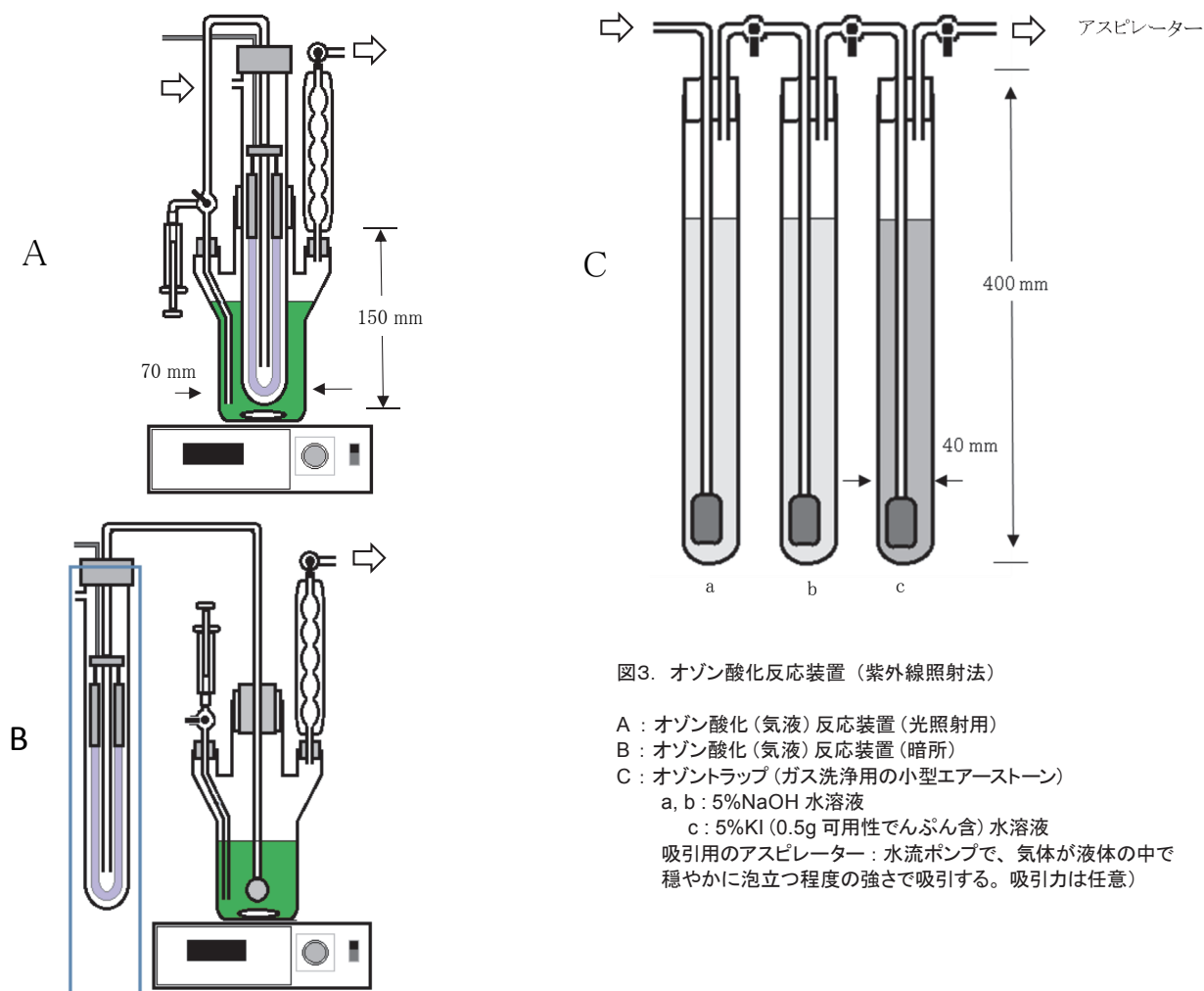


図3. オゾン酸化反応装置(紫外線照射法)

- A: オゾン酸化(気液)反応装置(光照射用)
 - B: オゾン酸化(気液)反応装置(暗所)
 - C: オゾントラップ(ガス洗浄用の小型エアーストーン)
 - a, b: 5%NaOH 水溶液
 - c: 5%KI (0.5g 可用性でんぷん含) 水溶液
- 吸引用のアスピレーター: 水流ポンプで, 気体が液体の中で穏やかに泡立つ程度の強さで吸引する。吸引力は任意)

は以下のことに注意が必要である。

- 1) 低圧水銀灯 (32W) は、紫外領域から近紫外領域 (254nm ~ 360nm 付近) にかけて、強い光を発する。水銀灯が点灯している間は、光源の光が目に入らないよう、発光部分をアルミホイール等で囲み込むなどの安全対策が必要である。
- 2) オゾンは、空気中の酸素分子の光励起によって生成する。湿度があまり高くない通常の条件であれば、外気 (空気) をそのまま紫外ランプに導入してもよいが、外気が高湿度の場合は、予め空気導入部に塩化カルシウム管 (脱水用) を装着しておく。
- 3) 酸化反応は、少量のオゾンを含む空気を試料溶液にバブリング (連続的な吹込・泡立) させて行う。オゾンガスと溶質との不均一な反応であり、アスピレーターの吸引量が反応効率に依存することになる。溶質の酸化の様子をうまく視認できるようにアスピレーターの吸引量を少な目にする。
- 4) 反応容器から出てくるガスには、未反応のオゾンが含まれているため、オゾントラップ (図3・C) を使ってオゾン除去する。本実験の場合は、内径36mm 長さ約200mm の3本の大型のガラス管を用意し、その内部にオゾントラップ剤の入った溶液を入れ、バブリングによってオゾン除去している。図3・Cのa,bの2本は5% NaOH水溶液、cの1本は5% KI (でんぷんを含む) 溶液) で、オゾンはおよそ2本のNaOH水溶液で除去される。3本目のKI溶液は、ヨウ化物イオンの酸化によりヨウ素でんぷんの青色発色が起こらないことを確認する目的で装備している。
- 5) 図3・Aに示した装置は、光化学的なオゾン酸化、オゾン酸化に光が触媒の役割を有するような場合に用いられる。一方、図3・Bに示した装置は、暗所における着色物質のオゾン酸化に伴う色調変化 (速度論的扱) に利用する (視認法により追跡が可能である)。目的に応じて、装置の組合せを変えたり、取り外し・追加を行うなどの工夫を想定し装置が組み立てられている。

3. 植物色素のオゾン酸化

3-1. 試料の調整

植物に対するオゾンの影響を調べる目的で、シロツメクサの葉に含まれる植物色素のオゾン分解を行った。シロツメクサの葉に含まれる代表的な植物色素は、クロロフィルa、クロロフィルb、 β -カロチン、ルテインがあり、特にクロロフィルは四季を通して最も多く含まれる。

オゾン酸化反応のための試料溶液の調整を次のように行なった。

- 1) シロツメクサの葉2gを小型ミキサーで約20秒間細断し、これにメタノール200mLを加えた。葉に含まれる色素をメタノールで溶出しろ過する。
- 2) ろ液に無水 Na_2SO_4 を加え約1時間放置し、その後上澄み (透き通った緑色のメタノール溶液) を試料溶液とした。

図4に試料溶液 (シロツメクサ混合色素溶液) の可視吸収スペクトル (A) と蛍光スペクトル (B) を示す。

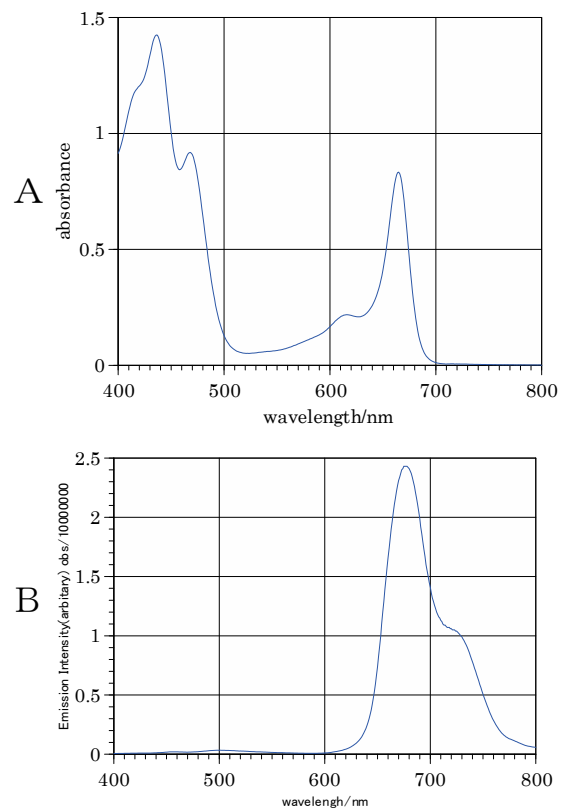


図4. シロツメクサ混合色素溶液(メタノール)の可視吸収スペクトルと蛍光スペクトル
A:可視吸収スペクトル
B:蛍光スペクトル(Ex. 390nm)

試料溶液は、クロロフィルに由来する 665nm (λ_{max}) の吸収(緑色)と 676nm の赤色蛍光(Emission λ_{max})を示す。そこで、 $\lambda_{max}=665\text{nm}$ の吸収強度をモニターし、オゾンによる色素の分解の進行を調べた。

3-2. 酸化に伴う吸収スペクトル変化

3-1 で調整した緑色のメタノール溶液について、図3に示す反応装置を用いてオゾン酸化を行い、分解過程を可視吸収スペクトル測定で追跡した。図5・Aは、

図3に示す装置のBとCを接続し、暗所でオゾン酸化の進行の様子を測定したものである。一方、図5・Bは、図3に示す装置のAとCを接続し、光照射下でのオゾン酸化の進行の様子を測定したものである。いずれの場合も、反応の経過は、反応装置部に取り付けた注射器で反応溶液を定期的に5mLずつ吸い取り、可視吸収スペクトルの測定を行った。

図5のAとBから、反応開始後数分間で、溶液の緑色の退色が観測された。クロロフィルがオゾンにより素早く分解されることが分かる。

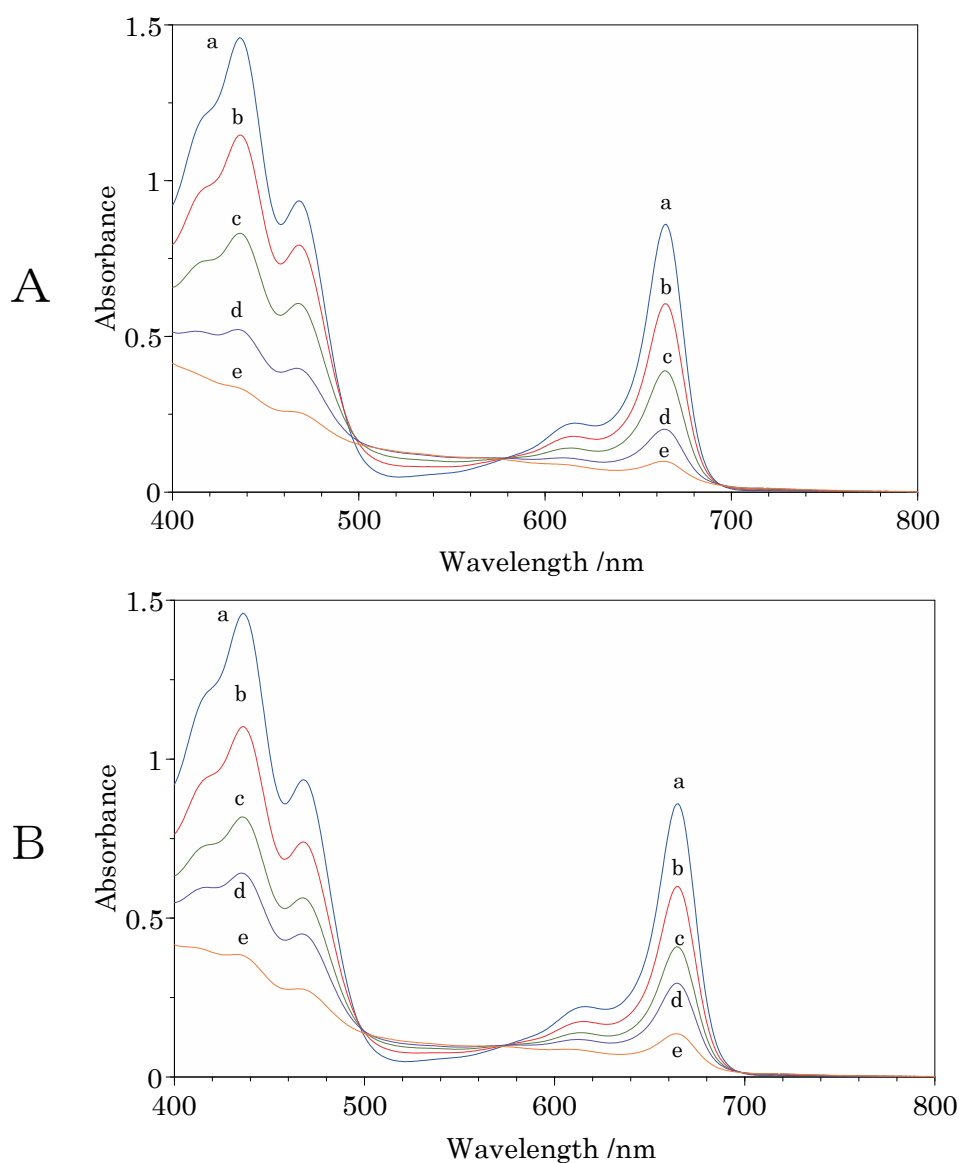


図5. 植物色素(クロロフィル)のオゾン酸化に伴う可視吸収スペクトル変化
 試料: シロツメクサ葉(2g/200mL CH₃OH)、
 A: 暗所におけるオゾン酸化反応(装置: 図3B+C)、
 B: 光照射時のオゾン酸化反応(装置: 図3A+C)
 オゾンのパブリング: a: 開始前、b: 0.5分後、c: 1分後、d: 1.5分後、e: 2分後

クロロフィルのオゾン酸化については、クロロフィルの中心環骨であるポルフィリン環（環式のテトラピロール環（可視吸収の原因））がオゾンにより開裂し、緑色が退色していくことによる。図5のAとBを比較して分かるように、退色の時間変化がよく類似しており、オゾン分解に及ぼす光効果は観測されていない。しかし、クロロフィルは植物光合成に不可欠な可視感光化合物であり、紫外線で分解しやすい物質である。クロロフィルのメタノール溶液を図3・Aの反応容器に入れ、オゾンを導入しない条件で、溶液への紫外線照射を行い、その時間変化を追跡した（図6）。図6から分かるように、照射時間経過に伴い溶液の緑色が徐々に退色していく。図6に示す光によるクロロフィル分解の時間経過と、図5・Aに示す暗所でのオゾン酸化の時間経過を比べると、溶液色（緑）が十分退色するまで、紫外線照射の場合は30分以上（図6e）かかるが、暗所オゾン酸化の場合は数分（せいぜい5分以内の実験）で無色化する（図5e）。クロロフィルのオゾン酸化は光分解よりはるかに素早く起こることが確かめられた。

4. さいごに

視認性を重視したサイエンス教材の開発研究の一環で、オゾンの発生と性質に関する実験方法として、学校での教卓演示用実験としての利用について解説した。視認性を重視する教材開発の立場から、オゾンを扱った教材の特徴を次のようにまとめられる。

- 1) オゾン発生は、専用の発生装置を用いるのではなく、光照射実験に使われる一般的な低圧水銀灯（32W）や、真空硝子封管のもれ（ピンホール）検査に使用するテスラーコイルを利用している。実験で使用する気流中のオゾン量は、使用する低圧水銀灯とテスラーコイル（出力W）の使用基準を満たす範囲内の量である。³⁾
- 2) 教卓演示の実験時間はおよそ30分程度で、その間のオゾン発生量は少量である。反応後に残った過剰分のオゾンは、アルカリトラップによりほぼ完全に除去でき、実験の安全性は保たれている。
- 3) 実験装置は、視認・視覚観察のねらいに応じて選択できる。実験パーツ〔オゾン発生装置、空気乾燥装置、反応容器（暗反応と明反応）、溶媒（種類と量）、溶液の抽出器、恒温槽（温度変化用）、オゾン

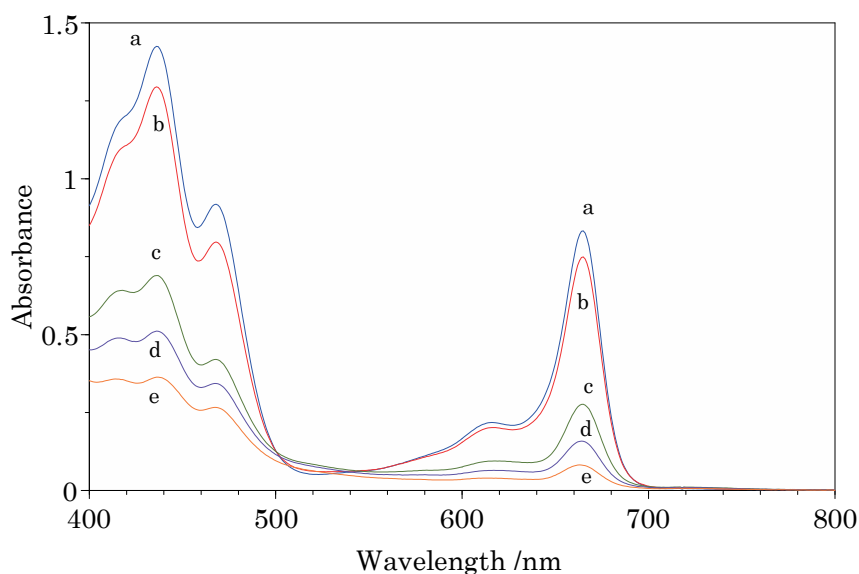


図6. クロロフィルの光分解
窒素ガス置換後のメタノール溶液への紫外線照射で観測される可視吸収スペクトル
光照射装置：図3A、a: 光照射前、b: 光照射 8 分後、c: 光照射 14 分後、
d: 光照射 25 分後、e: 光照射 35 分後

の除去装置]の組合せによって、ねらい・目的に合致した実験装置を組み立てられる。学習者の試行・検証に学習者自身の工夫を生かせる体験型実験教材となっている。

脚注

- 1) この研究は環境教育及び環境科学実験教材の開発の一環で行ったものである。シリーズの研究として、三品佳子・加藤慎也・村松隆，2015，視認性を重視したサイエンス教材の開発(1)－二酸化炭素の発生と性質に関する実験，宮城教育大学環境教育研究紀要，第17巻，pp.73-80.
- 2) オゾンを用いた環境学習用の実験教材・学習教材例として次のようなものがある。松原静郎，グリーンケミストリーに関する学習教材・実験教材，2004，国立教育政策研究所研究成果アーカイブ。岩田久道・後藤顕一・新実験化学研究会，2011，魅せる化学の実験授業－高等学校化学基礎編－，東洋館出版社。
- 3) オゾン濃度のガイドライン：a) 高濃度オゾン利用研究専門委員会（経済産業省），2005，オゾン利用に関する安全管理基準。b) 日本産業衛生学会，2015，許容濃度の勧告，産業衛生学雑誌（産衛誌），57，pp.146-217.

有機汚濁と濁度の相関評価のための実験法の検討 —水の濁りを観測するための簡易装置づくりとその利用—

三品佳子*・加藤慎也**・村松 隆***

Examination of an Experimental Technique to Evaluate the Correlation between Organic Contamination and Turbidity -Making and the Use of an Easy Device to Observe Impurities in Water-

Yoshiko MISHINA, Shinya KATO and Takashi MURAMATSU

要旨：閉鎖性淡水池（ため池）の汚濁の状況を視覚的に把握するために、青色発光ダイオードを用いて濁度を測定する簡易装置を製作した。この装置を使って、ため池の富栄養化・有機汚濁化と濁度との相関を調べた。

キーワード：ため池，有機汚濁，富栄養化，濁度

1. はじめに

著者らは、閉鎖性淡水池（ため池）について、有機汚濁・富栄養化、池内生態系による物質生産と浄化に関わる体験型（実験）の教材づくりを行っている。¹⁾

池内では、植物プランクトンの発生と繁殖、食物連鎖過程での高次生産・分解によって、様々な形態の有機物が池内に拡散していく。特に難溶解性の有機物が停滞もしくは蓄積すると、水の透明度が低下していく。

水の濁度は、水の透明度の低下の現状を表すものであるが、池内生産性（光合成能力）の評価、水の有機汚濁の解釈、池内生態系のアクティビティ（汚濁化と浄化）の解釈に有用な指標でもある。このような指標は、体験型の学習（視認実験）²⁾を深めるのに役立つことから、本研究では、水の濁りを視認する実験装置をつくり、有機汚濁と濁度の相関を調べ、ため池環境の実態把握と将来予測への利用を検討することとした。

濁度は、水中に含まれる濁りの程度を示すものである。可溶性の物質を水に溶かしても濁りがなく透明であるが、水に難溶もしくは不溶の物質が分散すると、その粒子の大きさと数によっては濁って見える。環境水の濁りの原因となる物質は、主に粘土性の物質（含ケイ酸塩）、溶存物質が化学的に不溶化した物質、植

物プランクトン、動物プランクトン、微生物、植物の枯死により生じた微細な有機体（腐植質）などである。

環境水の濁りは河川と湖沼で異なる。河川のような流水の濁度は、主に上流から運ばれてくる土粒子が原因となるが、ため池などの水塊の濁度は、鉍物質由来よりもむしろ生物に起因する有機質が原因となる。特に、富栄養化が進行している水塊では、植物プランクトンの増殖により水の濁りが増加する。加えて、濁度の大きい停滞性の水塊には、病原性微生物など、人の健康に悪影響を及ぼすものも含まれる可能性もある。人の暮らしに近接した水環境を保全するために、汚濁に関わる様々な指標のモニタリングが望ましい。

2. 簡易装置づくり

濁度は、工業用水試験方法³⁾で測定方法が定められている。視覚濁度、透過光濁度、散乱光濁度、積分球濁度など、測定原理によっていくつかの種類に区分され、環境水の状態や用途によって使い分けられている。本研究では、視認による把握が容易になるように、散乱光を観測する方式の簡易装置づくりを検討した。

* 宮城教育大学理科教育講座，** 宮城教育大学教職大学院，*** 宮城教育大学環境教育実践研究センター

2-1. 光散乱観測装置

この観測装置は、図1に示すように、青色発光ダイオードの光（ピーク波長 = 465nm）を試料水の入った硝子製試料管 (a) の底方向から図示するように照射し、試料水中の微粒子によって散乱される光(青色散乱光)の輝度・明るさを、ホルマジン標準液試 (b) の輝度・明るさと肉眼で比べることで、試料水の濁度を求めるものである。装置づくりは、次よう行った。

- ①直径 55mm のシリコン栓に 2 つの穴をあけ、それぞれに青色発光ダイオードを埋め込む。
- ②ダイオード発光部に、硝子製試料管の低部が固定されるように、シリコン栓上部の 2 つの穴に、それぞれセルホルダー（手作り、ポリエチレン製）を取り付ける。

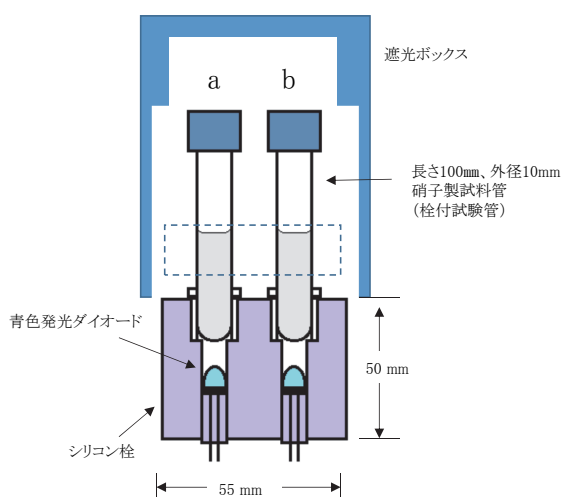


図1. 視認のための光散乱観測装置
a: 試料セル b: ホルマジン標準液

破線枠内が観察部位、試料管下部の青色発光ダイオード ($\lambda \sim 465\text{nm}$ の青色光) の照射で生ずる青色散乱光の明るさ (輝度) を濁度標準液と比較して、およその濁度を見積もる。

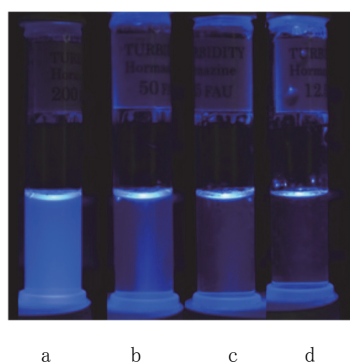


図2. 光散乱観測装置(図1)を用いて測定したホルマジン標準液の光散乱
a: 100 FAU, b: 50 FAU, c: 25 FAU, d: 12.5 FAU

- ③図1の試料管の外側(全体)を遮光ボックスで覆い、内部を暗くする。ボックスの一部に観測用の窓(破線で囲った部分)をつくり、散乱光の強さ(輝度・明るさ)を肉眼で観測しやすくした。

図2は、濁度の異なるホルマジン標準液に青色発光ダイオードの光をあて観測される光散乱の様子を示したものである。ホルマジン標準溶液として、400FAU, 200FAU, 100FAU, 50FAU, 25FAU, 12.5FAU, 6.25FAU, 0FAU(精製水)(FAU: Formazin Attenuation Units(ホルマジン減衰単位))の溶液を用意し、試料水の濁度決定に用いた。

2-2. 手づくり光散乱濁度計

図1の装置は、環境水の濁りの現状を簡単に視認できる。標準溶液列と目視による比較を通して濁りの把握(濁りの有無、濁りの程度)を行う。しかし、環境水の経日・経月変化の追跡、似通った環境にある試料水の濁度のわずかな違いを見るような場合には、利用上の限界がある。そこで、散乱光の強度をフォトトランジスターで読み取るデジタル型の安価な濁度計を製作することとした。

濁度計の製作にあたっては、以前、著者らが製作したクロロフィル蛍光光度計を参考にした⁴⁾。クロロフィル蛍光光度計は、紫外発光ダイオードを使ってクロロフィル溶液に紫外線を照射し、クロロフィル溶液から発する赤色蛍光の強度をフォトトランジスターで検出し、これをデジタルアンメーターで読み取る方式である。散乱光測定の場合も蛍光測定と原理的によく似ており、紫外発光ダイオードを青色発光ダイオードに交換すればよい。青色散乱光が最も感度よく測定できるように種々試行改良を重ねた結果、図3のような濁度計を製作した。2個の青色発光ダイオードを中央の試料管に向かい合って置き、両側より試料溶液に光を照射する。入射光軸と直角方向にフォトトランジスターを置き、試料溶液内の散乱光の強さを計測する。このとき、フォトトランジスターに入射光が入らないよう発光ダイオードの発光部に光遮蔽板を置き、散乱強度のバックグラウンドを低下させた。

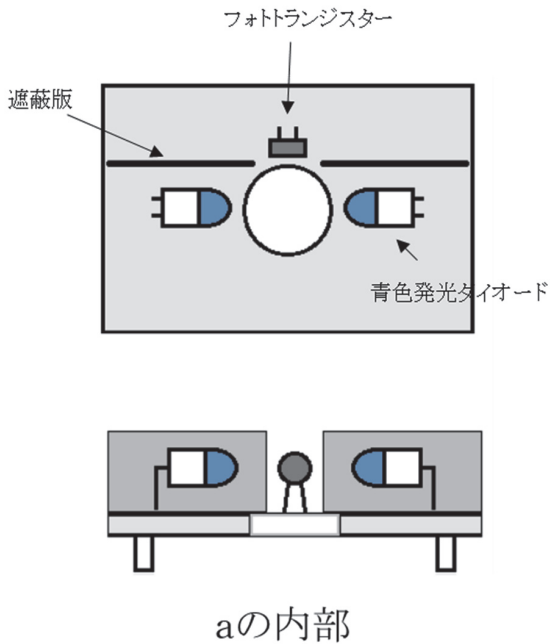
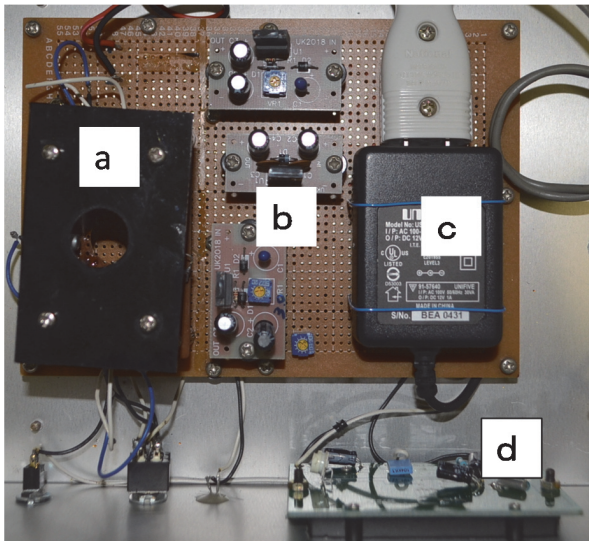
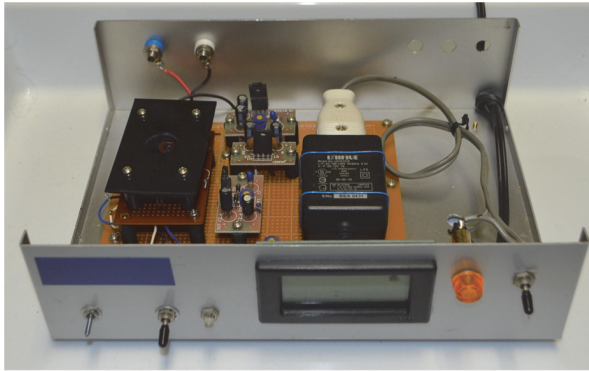


図3. 光散乱濁度計 (自作装置)
 a: 試料セル部、散乱光検出部
 青色発光ダイオード (日亜化学、青色 LED)、フォトランジスター (シャープ PT 550F)、b: 定電圧発生部 (定電圧電源パーツ)、
 c: AC アダプター、d: マイクロアンメータ (MT-322C)

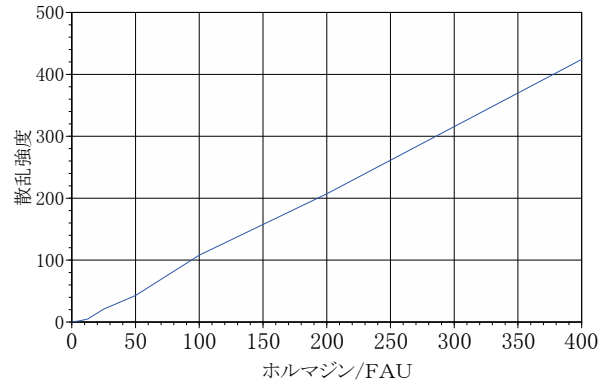


図4. 光散乱濁度計 (自作装置) を用いて測定したホルマジン標準液の濁度

図3に示す装置を用いて測定したホルマジン標準液の検量線を図4に示す。濁度が50FAU以下 (通常のため池の濁度範囲) の溶液でも、マイクロアンメータで値0~40カウント (再現性のある有意な値) で計測でき、目視法に比べて高い精度の測定が行える。

3. 有機汚濁と濁度の相関

図3に示した自作装置の測定感度は、市販装置 (多項目迅速水質分析計 (セントラル科学)) の感度 (散乱強度の強さ) と同程度の実用的な装置であり、有機汚濁と濁度の相関を調べることが可能である。本研究では、自作した濁度計を使用し、ため池水の有機汚濁と濁度との相関を図5に示す手順で調べた。

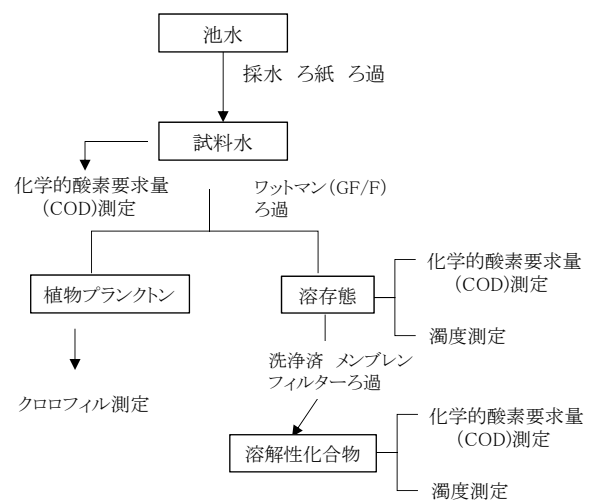


図5. 有機汚濁と濁度の相関調査のための実験手順

ため池 (岩沼朝日山公園池「荒井堤」) 水について測定結果を以下に示す。

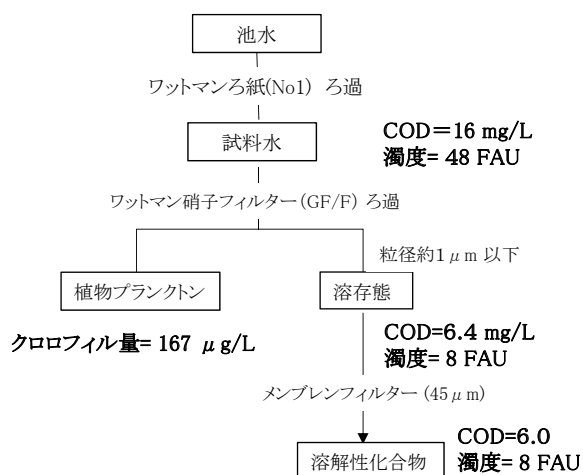


図6. 有機汚濁と濁度の測定結果

試料水：岩沼朝日山公園池「荒井堤」(H27.11.16 採水)
 COD測定はCODメーター（酸化還元電量滴定法）使用、
 クロロフィル量は、クロロフィル蛍光光度計（ターナー型）を
 使用（中性クロロフィル測定）

図6に示す測定結果から、ため池の汚濁の様子について以下のことが推察された。

- 1) 採水直後の試料水（大きなゴミを除去した水）のCOD値は16 mg/Lである。ワットマン硝子フィルターで植物プランクトンを取り除いたろ液のCOD値は9 mg/Lと低値化しており、ため池のCODのおよそ3割が植物プランクトン由来ということになる。
- 2) また、濁度は硝子フィルターろ過で48FAUから8FAUへ減少しており、CODの低値化傾向と符号している。
- 3) 溶存態溶液をメンブレンフィルター（45µm）でろ過した溶液のCOD値は6.0mg/Lで、ろ過の前の値6.4mg/Lと有意な差は認められない。加えて、メンブレンフィルターろ過前後での濁度の値（8FAU）も変わらない。溶存有機物による汚濁は、主に腐植由来の難生物分解性有機物である。¹⁾

4. さいごに

本研究で取り上げたため池の有機汚濁は、水の富栄養化が原因している。富栄養化によって発生する植物プランクトン（水の濁りの原因）は、腐植質（難生物分解性有機物でフルボ酸やフミン酸のようなもの）を増加させる。水の濁りは池内部への光を遮蔽し、好氣的雰囲気低下させ、池内生態系のアクティビティを下げる。結果として、水の生物浄化能力の低下をもたらす。ため池の濁度は、CODやクロロフィルなどの有機汚濁・富栄養化関連項目とともに池の浄化能力に関わる生態系のアクティビティの強さを推察する指標である。高価な濁度測定装置を購入しなくとも、手づくり装置で濁りの現状を視認でき、環境理解や環境の実態把握を行うことができる。

引用文献

- 1) a) 三品佳子・三好直哉・村松隆, 2014, ため池水中の溶存態有機物の分画と同定に関する実験法の開発 (II) - 腐植物質の物性評価に関する簡易実験法 -, 環境教育研究紀要, 16, pp.1-6. b) 三好直哉・三品佳子・村松隆, 2013, ため池水中の溶存態有機物の分画と同定に関する実験法の開発, 環境教育研究紀要, 15, pp. 49-55.
- 2) a) 三品佳子・加藤慎也・村松隆, 2015, 視認性を重視したサイエンス教材の開発 (1) - 二酸化炭素の発生と性質に関する実験, 宮城教育大学環境教育研究紀要, 17, pp.73-80. b) 三品佳子・加藤慎也・村松隆, 2016, 視認性を重視したサイエンス教材の開発 (2) - オゾンの発生と性質に関する実験, 宮城教育大学環境教育研究紀要, 18, 印刷中.
- 3) JISK0101 工業用水試験方法, 1998.
- 4) 村松隆・早坂知恵・安達菜央, 2007, 湖沼の富栄養化状態の把握を目的としたクロロフィルの定量- 蛍光光度計の試作とその利用 -, 宮城教育大学環境教育研究紀要, 7, pp. 84-90.

東日本大震災の津波で被災した名取川河口域の メダカの野生個体群復元に向けた環境整備の取り組み

棟方有宗*・田中ちひろ**・遠藤源一郎**・山崎 楨**・釜谷大輔**・小林牧人***

Restoring a Medaka population around Natori River, Sendai, Japan,
after the Great East Japan Earthquake

Arimune MUNAKATA, Chihiro TANAKA, Genichirou ENDOH, Maki YAMAZAKI,
Daisuke KAMATANI and Makito KOBAYASHI

要旨：2011年の東日本大震災に伴う津波以降、宮城県仙台市名取川河口域北岸一帯の田圃の用水路に生息していた在来メダカの個体群は生息が確認されなくなっているが、現在、筆者らが震災前年の2010年に同地区で採集したメダカを市民の里親とともに増殖し、来たる野生個体群の再建に備えている。本稿では、2015年に実施したメダカの野生個体群再建に向けたシンポジウムやイベント、田圃の生態系保全の先進地である兵庫県豊岡市の取り組みについて紹介する。

キーワード：井土地区、河口、環境保全、津波、名取川、東日本大震災、メダカ

1. 背景

2011年3月11日に発生した東日本大震災(以下、震災)に伴う津波の後、宮城県仙台市若林区井土地区に分布していた在来メダカ(*Oryzias latipes*)の姿が見られなくなったことを受け、筆者らは震災前の2010年8月に同地区で採集していた本メダカ個体群の人工環境における増殖と、沿岸地域への放流(野生個体群の再建)に向けた活動に取り組んできた(棟方ら, 2013, 2014, 2015)。

一連の活動ではまず、筆者らが採集したメダカの絶滅リスクを下げるため、メダカ個体群の閉鎖系ビオトープ、宮城教育大学のタナゴ池・噴水池、ならびに八木山動物公園のビジターセンターにおける分散飼育を開始した。また、これらの保護増殖活動に広く市民の方にも参画して頂くため、八木山動物公園との協働のもとに、メダカの里親を募っている(棟方ら, 2013, 2014, 2015)。筆者らは、このような、メダカの絶滅を避け、かつ十分な個体数を維持するための活動を、活動の第一の段階と位置づけている。

一方、本活動の目的は、現在は人工環境や半自然環

境で保護されているメダカを、最終的には元の生息地である仙台市の沿岸域に復帰させることである。これは、本活動の第二の段階と位置づけられる。また本活動では単にメダカの野生個体群の再建を目指すのではなく、仙台の沿岸にメダカが居ることによって、そこで栽培される稲(米)が環境に配慮されたものであることや、仙台市沿岸域が自然に恵まれた多様な生態系を有していることを示すとともに、市民の地域への愛着を高めることも、大きな目的の一つと考えている。この目的は、メダカの野生個体群の再建という保全生物学の立場からは、傍流と言うことになるが、津波によって生態系のみならず田圃や街といった農業・生活基盤も大きな被害を受けた仙台市沿岸域においては、外すことの出来ない視点の一つと考えられる。

本活動の要点

第一段階：メダカの個体数と遺伝的性質の維持

第二段階：メダカの野生個体群の再建

第三段階：メダカの野生個体群を活用した

農業・生活基盤の復興

* 宮城教育大学理科教育講座・環境教育実践研究センター、** 仙台市八木山動物公園、*** 国際基督教大学

一方、本活動では現在、メダカの個体数は十分に維持されているものの、メダカの野生個体群の再建（活動の第二、第三段階）には充分に至っていないのが実状である。このような背景を受け、2015年の本活動ではメダカの野生個体群再建に向けたシンポジウムを開催するとともに、メダカの試験放流を行った田圃において収穫された“メダカ米”をPRするためのイベントを行った。また、コウノトリやその餌生物である魚類と共存して農業を推進する、兵庫県豊岡市（コウノトリの郷）の視察を行ったので、それらの概要を紹介する。

2. メダカの野生個体群再建に向けたシンポジウム

2015年2月7日、仙台市市民活動サポートセンターにおいて、公開シンポジウム「疏水（そすい）の歴史保全・継承のための地域交流シンポジウム」を開催した。（なお、疏水とは、農業用水や生活用水などの用水を生活圏に引き込むために作られた、人工の水路のことを指す。）以下にプログラムを再掲する。本シンポジウムは、農林水産省・美しい農村再生支援事業の助成を受けて実施されたものである。

疏水の歴史保全・継承のための地域交流シンポジウム (13:00-15:00)

1. 講演

- 1) 「震災後沿岸部の自然・メダカ復活に向けた取組み」
棟方有宗
- 2) 「自然とともにあった暮らし — {RE:プロジェクト} 取材ノートから」西大立目 祥子 氏

2. パネルディスカッションと参加者との意見交換

「メダカは仙台市沿岸部に復活できるのか？」

コーディネーター 西大立目 祥子 氏

- パネリスト① 棟方有宗（宮城教育大学）
 パネリスト② 加藤新一氏（六郷老人クラブ連合会会長）
 パネリスト③ 丹野明夫氏（井土メダカの里親）
 パネリスト④ 遠藤源一郎氏（メダカ米モデル農家、八木山動物公園前園長）

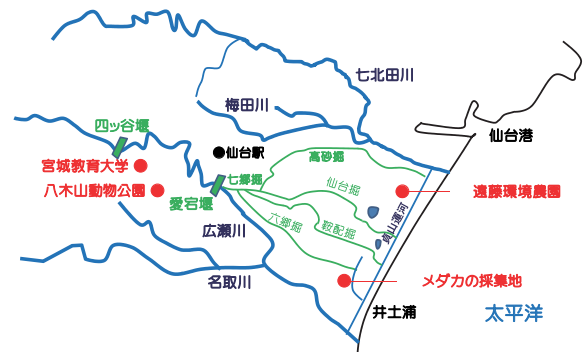


図1. シンポジウムで用いた、仙台市若林区沿岸域の疏水ネットワークの説明資料(環境省「環境用水の導入」事例集No.6の地図を参考に作図)

本シンポジウムの前半部分では、筆者である棟方から、仙台市若林区沿岸域の疏水ネットワークの概要（図1）と、震災前後の仙台市沿岸域の疏水の生態系の変化、特にこのエリアの用水路（疏水の支線）に生息していたメダカなどの淡水魚類の生息状況の変化について、説明した。図1にあるように、本研究で扱うメダカは、広瀬川の愛宕堰から導水された六郷堀用水の支線の一つである農業用水路に生息していたものであり、歴史的に見れば、主に仙台藩によって開削されたとされる仙台の疏水群とともに歴史を刻んできたメダカとすることが出来る。

続いて、講演者の一人である西大立目祥子氏から、震災前の仙台市沿岸域の農村地帯の暮らし（いぐね文化）についての講演が行われ、震災の前、仙台市沿岸域は疏水やそれらの支線群によって豊かな環境や生態系が作り出されていた場所であったことが紹介された。

また、シンポジウムの後半においては、パネルディスカッションを行い、仙台市沿岸域の疏水を活用した震災後の生態系や農業文化の復興のビジョンについて、議論が行われた。このパネルディスカッションでは、仙台市沿岸域で幼少期を過ごした加藤新一氏、丹野明夫氏、遠藤源一郎氏に登壇いただき、震災以前の仙台市沿岸域ではかつて、疏水から引き込まれた水を満たした池群や疏水の浸透水が湧きだしたと考えられる湧水群あり、これらを洗濯や洗米、野菜洗いなどの日々の生活に用いる文化があったことなどが紹介された。また、加藤氏からは、夕方に水路で米を研いでいるとお釜の中にメダカが泳ぎ入り込んでしまい、仕方なく

それらを炊いて“メダカ米”を食べていたと行った逸話も紹介された。稲作や日常生活に広く用いられるこれらの疏水の中にメダカが見られると言うことは、上記したようにそこで収穫されるお米や生活用水が、“メダカが暮らしていけるほど安全である”といった、食の品質保証にもつながると考えられる。このような視点から、震災後の疏水においても、震災前と同様にメダカなどの多様な生物が息息することで、沿岸域で行われる農業の安全性(質)の評価が高まり、今後行われる農業の持続性や発展を担保することになると考えられた。

また今後、仙台市沿岸域の疏水とこれらの支線にあたる農業用水路の中でメダカが再び泳ぐようになれば、メダカ個体群が生育する過程や、繁殖期にメダカが繁殖行動を行う様子を観察することができるようになり、疏水においてメダカが地域の農業と共存する様子を学修する、環境教育の場となることも期待された。

3. 田圃におけるメダカの試験放流とメダカ米

2015年現在、仙台市沿岸域の農業地帯では疏水や疏水の支線にあたる田圃の用水路において、震災からの復旧工事、ならびに圃場整備が行われており、本研究で震災前にメダカを採集した井土地区の周辺では震災後、瓦礫が取り除かれ、田んぼが復旧したが、将来を見据えた田圃の圃場整備に伴い周辺用水路のU字溝化工事が進められている段階である(棟方ら, 2014, 2015)。一方、元のメダカの生息地である井土地区から直線距離で約5km離れている、同じく仙台市沿岸域の宮城野区岡田地区等では、2014年の時点で多くの田圃の稲作が再開されている。そこで本研究では、2014年に岡田地区の田圃の保有者である遠藤環境農園の協力を得て、震災後に復旧した田圃において農業不使用の稲作を行うとともに田圃内に井土のメダカを放流し、その後の生育・繁殖の有無を確認するための試験放流を行った(棟方ら, 2015)。その結果、これらの田圃ではメダカが増殖したことに加え、環境省の絶滅危惧Ⅱ類に指定されている水生植物であるミズアオイ (*Monochoria korsakowii*) も見られるようになるなど、良好な環境を生み出すことが確認された。

そこでこの成果を多くの消費者に知って頂くことを目的として、平成27年1月24日(土)に仙台市長町

の大型店舗ララガーデンの協力のもと、同店においてメダカ米PRイベントを開催した(図2)。



図2. 遠藤環境農園で収穫されたメダカ米(仮称)をララガーデンのイベントで紹介した。

同イベントでは、震災の津波によって被災した仙台の沿岸域の一部の地域で稲作が再開していること、また遠藤環境農園のような一部の田圃で農業不使用の稲作が震災後に新たに始まっていること、さらにこのような田圃で震災前は取り組まれていなかった、メダカとの共存を目指す取り組みが行われていることを紹介した。ララガーデンは、仙台市太白区では大規模な店舗の一つであり、当日は土曜日の午後の時間帯、イベントスペースに立ち寄りられ任意の方々(約60名)にメダカ米の紹介を行った。

これらのPRを行ったところ、立ち寄せられた多くの方が、田圃内でメダカが夏の間飼育・増殖されていることに、賛同の意を示した。これは、田圃内にメダカが居ることで、単にメダカが増殖するだけでなく、メダカが小型の生物(ボウフラ)を捕食したり、反対に鳥類などの他の動物の餌となるといった、生態的な機能を果たしていることも理解されたことによる。

一方、より多くの方は、純粋にメダカとともに栽培されたメダカ米は食の安全性が高いものと認識しており、これらのお米が流通するのであれば、意識して購入したいとの意見が大半を占めた。つまり、冒頭でも触れたように、仙台市沿岸域の田圃やその周辺の用水路にメダカが居ることは、メダカの保全が行われるといった稀少種の保全だけでなく、地域が環境を重視する農業推進地区として向上・発展することに資するといったことも、大きく期待されるのである。

4. 疏水保全活動先進地域の調査—兵庫県豊岡市

冒頭でも触れたように、本研究活動では仙台市沿岸域の疏水の下流部一帯に培われてきた農業文化や、震災以前にひろがっていた地域生態系を震災後も継承し、将来にわたって持続的な発展をもたらすための一連の研究活動を行っている。そこで2015年は、日本の中でも農業文化の保存や生態系、生物多様性との関係から地域経済の振興に取り組んでいる先進農業地域のひとつ、兵庫県豊岡市の“コウノトリ育むお米”の生産



図3. 兵庫県豊岡市 コウノトリの郷公園の様子、奥に自然の土や石で形成された用水路(疏水)が見られる。



図4. コウノトリの郷公園周辺に見られる、環境に配慮した田圃(手前に見えるのは、水生生物を田圃に遡上させるための新規工事中の魚道)。

現場を視察した。視察は、2015年3月17日に行った。またその際、NPO法人コウノトリ市民研究所(コウノトリの郷公園・コウノトリ文化館)に対するヒアリングを行った。

1) コウノトリを中心とした、兵庫県豊岡市の農業振興

(1) 兵庫県豊岡市では、コウノトリを育む田圃(農村)を標榜し、その活動との関係から、観光、農業を活性化し、もって豊岡市の美しい農村環境を維持・発展させることを目指している。

その際のシンボルとなっているのが、コウノトリ(*Ciconia boyciana*)であるが、豊岡市では、田圃においてコウノトリの餌となるメダカやドジョウなどの小魚を増やすために、減農薬米を栽培する田圃と農薬不使用米を栽培する田圃が設置されている。これらの田圃で収穫された米は、通常の稲作よりも収量が少ないと言ったコスト等との関係上、通常は慣行米よりも高い価格で販売されているが、それらの多くはブランド米として認知され、関西などの都市圏を含む広域で消費されているという。つまり、消費者は、これらの田圃で収穫されたお米が農薬不使用または減農薬であり、コウノトリの餌となる小型魚類を育むだけの環境安全性があり、かつ、コウノトリという象徴的な生物の保全に貢献しているといった意識から、多少高価であっても、積極的にこのお米を購入しているものと推察される。

これを仙台市沿岸域に当てはめると、疏水や疏水 downstream にあたる用水路、田圃においてメダカなどの魚類が生息することによって、消費者はそれらの米が環境に配慮された商品であると認識し、かつ震災後の生態系の復興に貢献しているといった環境意識から、これらのお米を新たなブランド米と認知し、多少高価であっても他のお米に増してこれらの米を選択的に購入する可能性を示している。

(2) 一方、上記の2タイプを合わせた“コウノトリ育むお米(認証米)”を栽培する田圃は、豊岡市の田圃の全体の数割程度に留まるという。他の大部分の田圃では慣行農法(農薬も使用される)が行われている。このような現状であっても、豊岡市のコウノトリ育む

お米はブランド米として認知されており、一部であっても環境に配慮された農業が行われていれば、地域全体の知名度向上にも貢献するものと考えられる。

(3) 慣行栽培で通常行われている田圃の中干し作業(棟方ら, 2015 参照)は, 豊岡市のコウノトリ育むお米認証田圃でも行われている。中干しによって, 田圃からは水が一度排水されるため, そのままでは小型魚類の殆どは死滅する可能性が考えられる。しかし, 豊岡市の田圃では中干しを行う際, 及び稲刈り時に田圃の隅に深場(水路)を掘って, 魚類等を誘導・避難させるといった措置がとられているという。このような一定の配慮を施すことで, 多くの田圃でもメダカなどの小型淡水魚類をより長期間にわたって生育させることが出来ると考えられる。なお, 仙台の遠藤環境農園の場合は, 中干しは行わず, 稲刈りの前に田圃の四隅に深場を掘り, そこに誘導したメダカを捕獲して他所に用意したピオトープに移送している。

また, 豊岡市の田圃の一部では, 稲刈り後は, 再び田圃に水を張って冬季湛水を行い, 冬の間も野生化したコウノトリが小型魚類などを摂餌するための環境整備が行われている。ただし, 豊岡市は市域の多くが盆地地形のため, 冬でも田圃に導水を行い, 水を張るのは比較的容易である。翻って, 仙台市沿岸域の農村地帯は冒頭で述べたように用水の殆どが広瀬川中流域の愛宕堰から導水された六郷・七郷堀を介した水によってもたらされているため, 農閑期には田圃に水を供給することが困難である。したがって, 震災後の圃場整備の後にメダカなどの淡水魚類を周年生息可能にするためには農閑期の導水や地下水の利用といった幾つかの課題を克服する必要があると考えられる。

(4) 野生のコウノトリは2015年のヒアリング時, 78羽が観察されており, これらを対象とした韓国やヨーロッパからの視察もあり, 国外, 国内(例えば関西圏都市部)の“コウノトリ育むお米”への関心はよ

り一層高いものになっている。一方, 仙台市沿岸は震災に伴う津波によって被災した地域として広く注目されており, この地域において震災以前の農業文化や自然環境を継承する取り組みが行われるかどうかは, 新たな先進的な取り組みとして, 国内外からの多くの耳目を集めると考えられる。震災からの復興が多面的に進められている現在, 震災以前にも増して自然環境やメダカなどの生態系に配慮した農業や地域作りに取り組むことができるかどうか, 今後の復興の方向性と加速度を決めていくことになる。

謝辞

本研究活動は, 文部科学省・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事業, 三井物産環境基金(R11-F1-056), 日本学術振興会 科学研究費補助金(21700784), 太白区まちづくり活動助成事業, 農林水産省・美しい農村再生支援事業の助成を受けて行われました。また, 快く視察に応じて下さったコウノトリ文化館の北垣和也様にお礼申し上げます。

文献

- 環境省「環境用水の導入」事例集 NO.6 宮城県仙台市 六郷堀・七郷堀 <https://www.env.go.jp/water/junkan/case2/pdf/06.pdf>
- 棟方有宗・菅原正徳・田中ちひろ・釜谷大輔, 2013. 東日本大震災の津波で被災した名取川河口域のメダカの保全. 宮城教育大学環境教育研究紀要. 15: 57-63.
- 棟方有宗・田中ちひろ・坂佳美・菅原正徳, 2014. 東日本大震災の津波で被災した名取川河口域のメダカの野生個体群復元に向けた資源増殖の取り組み. 宮城教育大学環境教育研究紀要. 16: 31-38.
- 棟方有宗・田中ちひろ・遠藤源一郎・小林牧人, 2015. 東日本大震災の津波で被災した名取川河口域のメダカの野生個体群復元に向けた取り組み(第三報). 宮城教育大学環境教育研究紀要. 17: 13-19.

歴史性と人の営みに着目した里地里山景観の理解と その教育への展開事例

西城 潔*

Understanding of the Satochi-Satoyama landscape in terms of history and human activity,
and its application for environmental education

Kiyoshi SAIJO

要旨：宮城県大和町の里地里山景観を事例に、その特徴を歴史性と人の営みの観点から整理した。事例地域の景観は、10⁴年オーダーの地形発達史の産物である丘陵地の小地形を舞台に、より短い時間スケールでの人の営みが重層的に繰り返られることで形成・維持されてきた。こうした歴史性と人の営みに着目した里地里山景観の理解を教育面に展開することは、人と自然の共生的関係、景観成立の社会的側面への気づきや関心を促す上で有効であろう。

キーワード：里地里山景観、地形、歴史、人間活動、教育

1. はじめに

里地里山とは、かつてわが国でごく普通にみられた、二次林（雑木林）・草地・農地・集落などから構成される伝統的農村景観である。燃料革命や農業の近代化（化学肥料・農業機械の普及）により、また高度経済成長以後の大規模開発により、里地里山の景観は過去数十年の間に急速に変質・消失することになったものの、近年では生物多様性・生態系サービス・循環型ライフスタイルなどの観点から、その価値が見直されてきている（たとえば、養父，2009；国際連合大学高等研究所／日本の里山・里海評価委員会，2012）。

里地里山は、長い歴史の中で、土地の自然環境と人間活動とが関わり合うことで形成されてきた半自然である。したがって、その景観に自然環境・人間社会双方の変遷（歴史性）や人為の痕跡（人の営み）が反映されていることはいうまでもない。こうした歴史性や人の営みの観点から里地里山景観を捉えようとするのは、その価値をより多面的に評価することにつながるだけでなく、今後の人と自然の関わり方を模索していく上で重要な示唆を提供してくれるに違いない。

本稿では、宮城県大和町石倉地区を例に、歴史性と人の営みの観点から里地里山景観の特徴を整理するとともに、そのような里地里山景観の理解がもつ教育的意義について、大学の授業および教員免許更新講習での実践例をもとに予察的な考察を試みる。

2. 大和町石倉地区の概要

石倉地区は、泉ヶ岳東方に広がる標高 500m 以下の

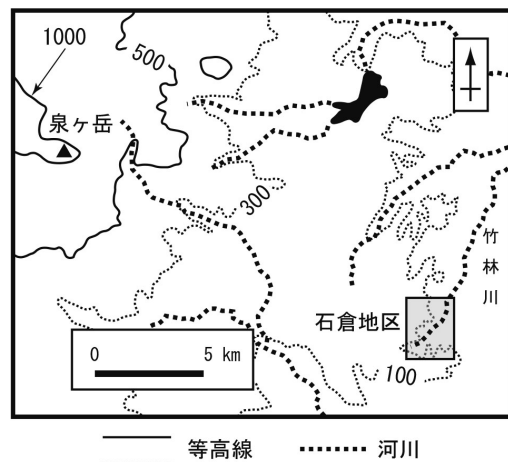


図1. 宮城県大和町石倉地区。
等高線の数値は標高 (m) を示す。

* 宮城教育大学社会科教育講座

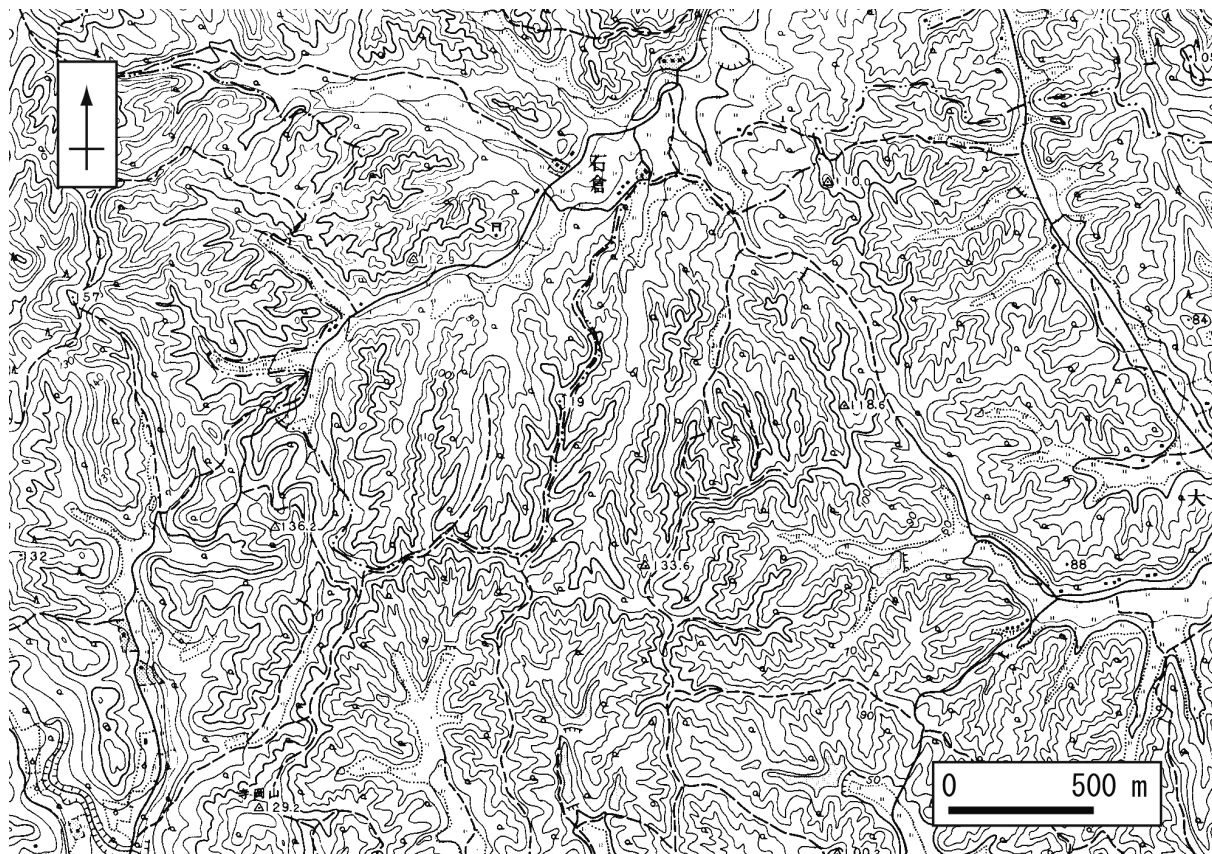


図2. 1964年当時の石倉地区周辺の地形図(国土地理院発行1/25000地形図を改変)

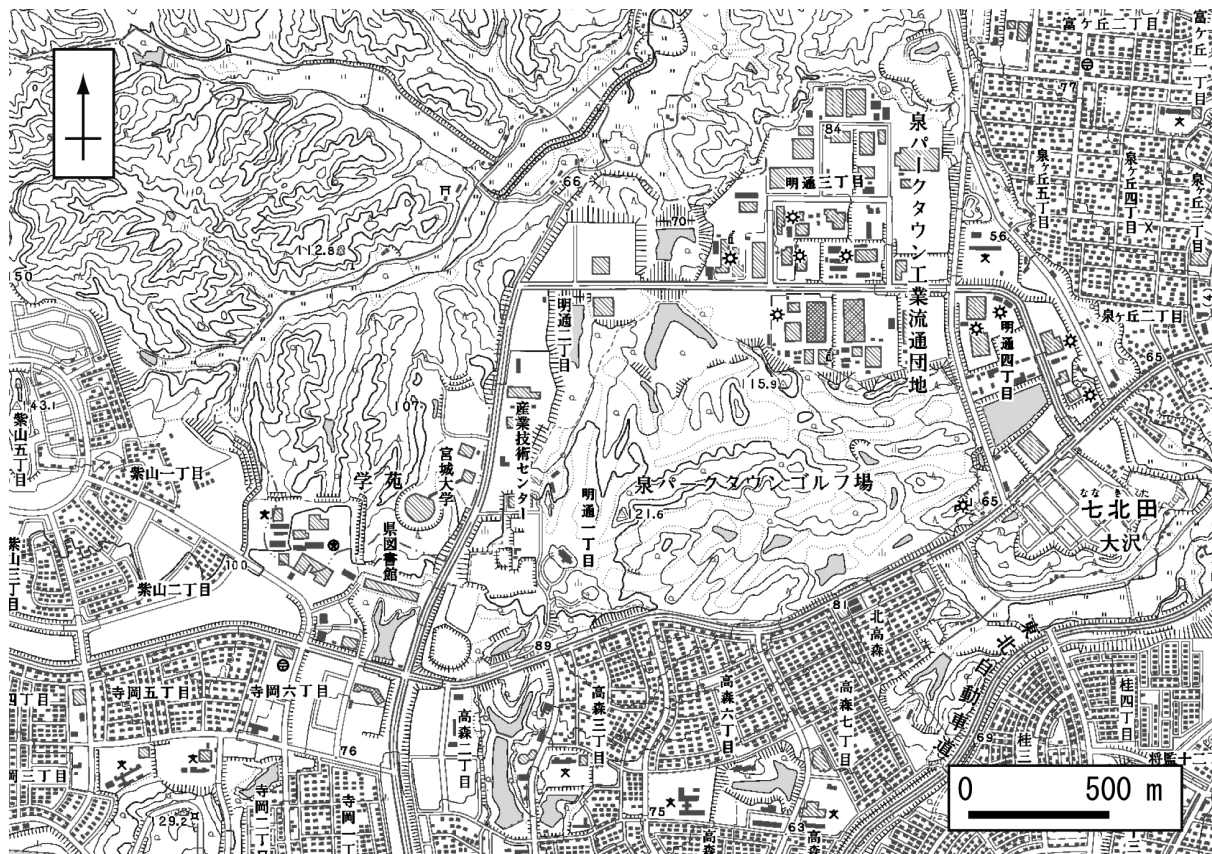


図3. 2000年頃の石倉地区周辺の地形図(国土地理院発行数値地図25000を改変)

丘陵地帯の竹林川上流域に位置する(図1)。行政的には黒川郡大和町に属し、仙台市泉区紫山および明通に隣接する。1964年の1/25000地形図(図2)をみると、当地区の大部分を占める丘陵地の標高は、丘頂部が100-150m、丘陵を刻む谷底面で50-80m程度である。また2000年の地形図(図3)をみると、石倉地区の東～南側に隣接する丘陵地が開発され、住宅地・文教施設・工業団地・ゴルフ場などができている。この地区では1972年の造成開始以来、これらの施設が相次いで開設された¹⁾。

3. 石倉地区の里地里山景観の特徴と歴史

(1) 景観の成立基盤としての小地形

上記の通り、石倉地区は丘陵地帯に位置しており、丘陵斜面とそれを刻む谷で構成される。丘陵斜面はさらに丘頂緩斜面・丘腹斜面・丘麓緩斜面といった小地形単位²⁾に区分され、谷は水路を伴う谷底低地で占められる。また谷底低地より一段高い位置に、段丘面が認められる場所もある。地形発達史的にみると、こうした地形的特徴は丘陵地が谷による侵食を受けることで形作られてきたものである。一般に丘陵地にみられる小地形の形成には、後期更新世(約13万年前～1万年前)および完新世(最近約1万年間)の気候変化・海面変化が強く影響を与えている(田村1990)。当地区の丘陵地において小地形の形成年代を示すデータは得られていないが、このような一般的知見から、以上の石倉地区の地形的特徴の形成にも、10⁴年オーダーの時間がかかっているとみられる。

(2) 小地形に対応した伝統的土地利用とその変化

図4は、1/25000地形図に石倉地区の一部の土地利用(植生を含む)を示したものである。この図からは、三浦・田村(1990)や武内(2001)で概念的に指摘されたような、伝統的土地利用と小地形との対応関係が読み取れる。

すなわち、丘腹斜面や丘頂緩斜面の大部分は森林(広葉樹林・針葉樹林)で、谷底低地の大半は水田で占められ、丘腹斜面下部や丘麓緩斜面・段丘面には畑や家屋がみられる(図4・5)。また谷底低地の上流側(2～3次谷底)には、溜池が作られている場所がある。これらの土地利用はいずれも里地里山景観の代表的要

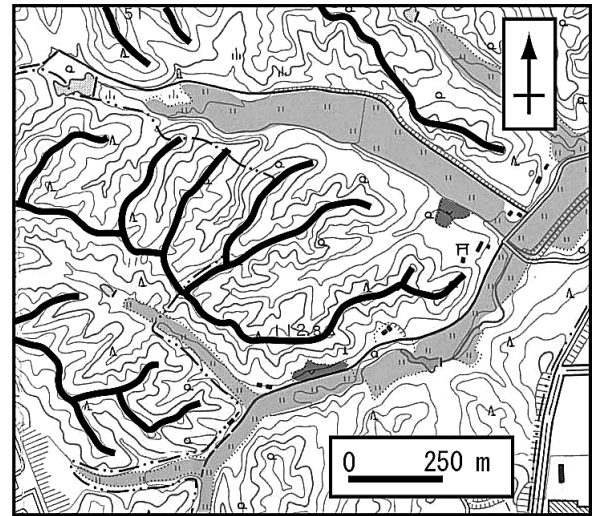


図4. 石倉地区の地形と土地利用。
(国土地理院1998年発行1/25000地形図を改変)
黒実線は尾根線。アミかけ部(淡)は水田、アミかけ部(濃)は畑を示す。



図5. 石倉地区に残る伝統的土地利用。
小地形との対応が明瞭である。

素といえるものであり、それらは丘陵地の小地形と密接な対応関係をもって分布している。

ただし図3に示される通り、大規模開発を受けた場所では、造成によって平坦化した土地に、上記のように開発による新たな街並みが出現し(図6)、小地形に対応した伝統的土地利用は消滅した。その結果、伝統的土地利用と都市的土地利用という、質的に大きく異なる景観が隣接する状況が生まれている。また大規模開発を免れ、小地形と伝統的土地利用との対応関係が現在も基本的には維持されている場所においても、微視的にみればさまざまな変化が生じている。以下は2014-2015年にかけて実施した現地観察や聞き取り調査の結果などから判明した、過去10年程度の期間に



図6. 石倉地区に隣接して形成された新しい街並み。



図7. 近年できた都市住民向け施設。
(Google earthの画像を改変)
①:市民農園 ②:ドッグラン



図8. 谷底低地にできた市民農園

みられた土地利用の変化である。図7に示したのは当地区に新たに出現した2つの施設で、うち1つは市民農園であり、以前水田として利用されていた谷底面に2008年頃に作られた。利用者は、主に近隣の団地に居住する住民である。もう1つの施設であるドッグランは、かつて畑であった丘麓緩斜面～丘腹斜面を利用して2004年に開園した。

(3) 地区の暮らしとその変遷

石倉地区のある民家において、当地区の歴史や暮らしの変遷についてお話を伺うことができた。以下は、聞き取りの概要である（聞き取りは2014年夏～秋に実施）。

先祖は当地区への最初の入植者で、500年前のお墓があることから、入植時期はその頃であったと思う。現在も使っている家屋（古民家）は、ケヤキ・クリなどの材を用いて釘を一本も使用せずに建てられており、築250年になる。東日本大震災の際、隣接する新築家屋には被害があったが、古民家には問題がなかった。かつて茅葺きだった古民家の屋根は平成5年に改築した。それまで茅は近所で刈っていた。古民家は天井が高く、夏は涼しくて扇風機は不要だが、冬は寒い。居間の真ん中にある囲炉裏は、40年くらい前まで使っていた。今も正月にはここで炭を熾したりする。ここ数年、近所にイノシシやクマが出没するようになった。とくにイノシシは3年前（2011年）から出るようになってきている。

4. 里地里山景観にみる歴史性と人の営み

本章では、地形図・衛星写真の判読、現地観察、聞き取り調査の結果に加え、一般的知見などもふまえて、石倉地区の里地里山景観と、各景観の形成に関わる時間および形成要因（とくに人の営み）との関係を整理してみたい。

石倉地区の地形的特徴には、過去1万年以上に及ぶ丘陵地の開析過程が反映されている。また土地利用を始めとする景観要素は、その産物である小地形の上に展開している。すなわち里地里山景観は、 10^4 年オーダーの地形発達をその成立基盤にしている。

前章で述べた、谷底低地に水田、丘腹斜面・丘頂斜面に森林、丘麓緩斜面や段丘面上に畑・家屋が分布するという土地利用の特徴は、いうまでもなく人間が居住し始めてから成立したものである。500年前の先祖の入植、250年前の家屋の建築という上記聞き取り結果にもとづけば、小地形に対応した伝統的土地利用は、過去数百年間、形成・維持されてきた景観とみなすことができる。このような数百年の歴史を持つ里地里山景観は、過去数十年～数年というより短い時間の中

で、社会情勢の変化によるさまざまな改変を受けている。その改変には、新たな都市的街並みの出現といった、景観の様相が根本的に変わってしまう大規模なものもあれば、伝統的土地利用がわずかに変更される程度のものである。表1には、これらの景観とその形成に要するおおよその時間、形成要因との対応関係を示した。

表1. 石倉地区の里地里山景観にみる時間(歴史性)と形成要因

景観	時間	要因
丘陵地の小地形	数万年	気候, 海面変化
伝統的土地利用	数百年	近世以前の入植・開発
都市的街並み	数十年	高度経済成長期以後の大規模開発
都市住民向け施設	数年	農地・里山管理の衰退 都市住民による需要

以上のように、石倉地区の里地里山景観は、10⁴年オーダーの地形発達史の産物である丘陵地の小地形を舞台に、より短い時間スケールでの人の営みが重層的に展開されることで形成されてきた。このように景観の成立過程を歴史性と人の営みから理解することで、里地里山の価値の多面的評価や、人と自然との関わり方へのより深い洞察が可能になるのではなかろうか。

5. 教育への活用事例

著者は、自らが担当する大学の授業や教員免許状更新講習の機会を利用して、石倉地区の里地里山景観を題材とした教育実践を試みている。本章では、その経験から2つの事例を取り上げ、本稿で述べてきた歴史性と人の営みに着目した里地里山景観の理解が、教育面でどのような意義をもつかについて予想的に考察する。なお両事例とも環境教育を主目的とした教育実践例ではないが、人と自然の関係性やその変遷に関する視点を受講生に提供することを意図した取り組みであり、その内容は環境教育にも通じるものであろう。

(1) 現代的課題科目「環境と開発」(2014年度)

現代的課題科目の一つである「環境と開発」では、2014年度に「里山から環境と開発を考える」というテーマのもと授業を行った。このようなテーマ設定を行ったのは、学生に環境と開発の関係を考えさせる上で、里地里山景観にみられる人の営みへの認識を深めることが重要と考えたからである。授業は、講義形式

のみならず実習・演習的な内容も取り込みながら進めたが、その一環として、石倉地区において半日程度のフィールドワーク(巡検)を実施した。現地では、伝統的里地里山景観および大規模開発による街並み景観の観察、民家の見学と地域住民への聞き取り、自由時間を設けての学生各自による観察などを行った。この巡検後に学生に課したレポートから、人の営みに関わる記述をいくつか紹介する。なお以下の表現には、レポート作成者の意図を損なわない範囲で、著者が修正・加筆を施した箇所がある。

- ・民家の材料の木を裏山から採ってきたものと聞き、人間と自然が共生する伝統的里山利用をみてとることができた。
- ・家の材木が自宅の裏山で採ったものであることから、地産地消が実際に行われていることがわかった。
- ・江戸時代に建てられて今でも残っているような家には入ったことがなかったので、貴重な経験になった。
- ・植生が一帯で必ずしも一様でないのは、地域住民による伐採の歴史が植生の遷移を生んだ結果ではないだろうか。
- ・里山の樹木を生活資源に利用することによって継続的に人の手が加えられ、里山として存在することができたのだろう。
- ・近年の大規模な開発によって里山が失われ、それに伴ってその土地の景観や自然、人々の暮らしが変化したことがわかる。
- ・社会が成長し、変化していく中で、里山も開発などによって大きく変化した。

初回の授業で里山についての知識やイメージを自由に書かせた際には、「里山とは人工の手が加わっていない山」という回答をした学生すらいたが、以上の内容から、学生達が巡検での直接的見聞を通して、里地里山景観の形成・維持における人の営みの役割を認識するに至ったことがわかる。とくに、人の営みが地域内での生産・消費や資源の持続的利用、自然との共生を成立させてきたこと、社会の変化が里山のあり方に大きな影響を与えたことなどが強く印象付けられたようである。このように里地里山景観における人の営みとその意味・役割への理解を通して、人と自然との相互依存的關係への気づきが促されることが期待される。

(2) 教員免許状更新講習「地理学的景観分析から地域をとらえる」(2015年度)

中学校・高等学校の社会科教諭を対象として実施した本講習では、景観を地域の姿をとらえるための分析対象と位置づけ、座学に加え、石倉地区においてフィールドワークを実施した。その内容は、上記「環境と開発」同様、伝統的里地里山景観および大規模開発による街並み景観の観察、民家の見学と地域住民への聞き取り、自由観察である。以下には、講習の最後に受講者から出された感想のいくつかを紹介する。なお以下の表現は受講者の発言そのままではなく、発言者の意図を損なわない範囲で著者が手を加えたものである。また()中に※付きで示したのは、表現を学術用語的に書き直したものである。

- ・ 沢(※谷底低地)は水田として利用され、その端(※丘麓緩斜面)に家屋がある。
- ・ 沢はさほど大きくないが、この程度の水量で水田に必要な水がまかなえるのか?
- ・ 市町村境界は谷を囲むように(※分水界に沿って)引かれているようで、生活と水との密接な関わりがうかがわれる。
- ・ 谷筋の合流点付近に家屋が作られたのではないか。
- ・ 沢に挟まれた舌状部の突端(※尾根の末端)に神社が設けられている。
- ・ 入植や歴史的な水田開発のプロセスが興味深い。
- ・ 一朝一夕にできた風景ではなく、先人の努力の積み重ねがうかがえる。

上記「環境と開発」の受講生による感想に比べて、景観中にみられる人の営みを歴史的な文脈で捉えようとする傾向が強い。これは本講習の受講者が歴史分野に造詣の深い社会科教諭であったことによるものと推測される。また水利用の特徴や工夫についての言及が目立ったのは、景観の特徴を社会的側面から捉える傾向が強かったことを示唆するものであろう。このように里地里山景観を通して地域の姿を探ろうとする場合でも、歴史性や人の営みは重要な着眼点となることがわかる。

6. まとめ

本稿では、宮城県大和町石倉地区を例に、歴史性と人の営みという観点からみた里地里山景観の特徴を指

摘した。またそのような景観理解の教育的意義について、大学の授業および教員免許状更新講習での実践事例をもとに考察した。その概要は次の通りである。

(1) 里地里山景観は、1万年以上に及ぶ地形発達により形成された地形的特徴(丘陵地にみられる小地形)をその成立基盤としている。これら小地形とよい対応関係を示す集落・農地・森林などの伝統的土地利用(歴史的に継続してきた人の営み)は、数百年以上の歴史をもつ。

(2) 過去数十年～数年の間、里地里山景観(伝統的土地利用)は、大規模開発や都市・農村を取りまく社会的状況の変化による影響を強く受けている。その結果、都市的街並みや都市住民向け施設の出現といった景観変化が起こっている。

(3) 以上のように、歴史性や人の営みの観点から里地里山景観とその変化を捉えることは、里地里山の価値を多面的に評価したり、人と自然との関わり方へのより深い洞察を可能にしたりすると考えられ、教育面への応用が期待される。

今後、本稿で提示した視点を、環境教育面でさらに幅広く展開していきたい。

注

1) 泉パークタウンオフィシャルサイト、

<http://www.izumi-parktown.com/>

(2016年1月24日閲覧)

2) 「小地形」について、吉川ほか(1973)は「縮尺1/5万～1/1万の地図および5-20mごとの等高線でその特徴が把握できる地形、貝塚(1998)は「最小地形のひろがり」が100m(オーダー)」の地形と、それぞれ定義している。

謝辞

大和町の熊谷まき子氏には、聞き取り調査や現地観察に快くご協力いただきました。公立大学法人宮城大学事業構想学部の宮原育子教授には、現地情報の入手や宮城大学構内への駐車について便宜をはかっていただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 貝塚爽平 1998. 発達史地形学. 東京大学出版会, 東京都.
- 国際連合大学高等研究所／日本の里山・里海評価委員会 2012. 里山・里海 自然の恵みと人々の暮らし. 朝倉書店, 東京都.
- 三浦 修・田村俊和 1990. 土地利用の歴史と二次林の成立過程. In: 丘陵地の自然環境－その特性と保全－. 松井 健・武内和彦・田村俊和 (編), 古今書院, 東京都, pp. 20-27.
- 武内和彦 2001. 二次的自然としての里地・里山. In: 里山の環境学. 武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤史 (編), 東京大学出版会, 東京都, pp. 1-9.
- 田村俊和 1990. 丘陵地とは. In: 丘陵地の自然環境－その特性と保全－. 松井 健・武内和彦・田村俊和 (編), 古今書院, 東京都, pp. 1-4.
- 養父志乃夫 2009. 里地里山文化論 上 循環型社会の基層と形成. 農文協, 東京都.
- 吉川虎雄・杉村 新・貝塚爽平・太田陽子・阪口 豊 1973. 新編 日本地形論. 東京大学出版会, 東京都.

高等学校科学研究実践活動に対する，単位時間採集法を用いた アリ類研究の提案と実践

吉村正志^{*,**}，芳田琢磨^{*}，小笠原昌子^{*}，エヴァン・エコノモ^{*}

Ant Research Program for High School Students Using the Time-unit Sampling Method

Masashi YOSHIMURA, Takuma YOSHIDA, Masako OGASAWARA and Evan ECONOMO

要旨：2015年度より始動した「OKEON 美ら森プロジェクト」の一環として，沖縄本島内の高等学校における科学研究実践活動との高大連携プログラムを推進している．その取組として，高校への単位時間採集法を用いたアリ類研究の提案と，その実践を行なった．

キーワード：環境教育，シチズンサイエンス，高大連携，環境指標性，沖縄島

1. はじめに

現在，筆者らは沖縄本島における全島規模の環境モニタリングプロジェクト「OKEON 美ら森プロジェクト」を推進している．長期にわたって継続利用が可能な調査地点を本島全域に設けること，そして，さらにそのフィールドネットワークを用いて研究活動を行い，その結果を共有して利用するための，社会ネットワークを構築することを目指している．社会ネットワークに組み込まれる組織としては，高等学校や博物館などの教育機関，大学などの研究機関，そして行政組織を想定している．沖縄本島全域での環境評価には，北部やんばる地域のような連続林から，中南部の都市環境までを評価できる，汎用性のある指標が必要となる．環境指標には，生息環境の変化に反応して増減する「環境指標性生物」を使う方法が一般的である．寺山ら(1999)によって沖縄本島だけでも113種がリストされているように，アリ類は，種数・個体数ともに多く，森林から都市までどこにでも見られ，種ごとの環境要求性が高く，そして採集によって被る影響が少ない分類群であることから，環境指標性生物としての汎用性が高い．さらに，沖縄をはじめ，日本のアリ類の同定資料も充実している（アリ類データベース作成グループ2008, 2008; 寺山ら, 2009; 寺山ら, 2014)．こうし

た特性から，環境評価におけるアリ類の活用範囲は広く，学校での環境教育の場もその可能性のひとつだと考える．筆者らは社会ネットワーク構築の一環として，2015年度より，沖縄本島内の高等学校における，科学研究実践活動を通じた協力関係構築を開始した．本稿では，その初年度の取組の記録として，高校への「単位時間採集法」を用いたアリ類研究法の提案と，その実践を紹介したい．

2. アリ類の調査方法

アリ類を採集調査する場合，その方法は大きく分けて「受動的採集」と「能動的採集」との2つに大別される(Agosti・Alonso, 2000)．受動的な方法は，能動的な方法に比べて観察者の採集技術に左右されにくく，そのために再現性も高いとされるが，概して手間がかかる．アリ類を選択的に採集できないこと，そして，サンプルに土などの異物が大量に混入することがその主要因である．受動的な採集方法として挙げられるのは，地上徘徊個体を狙う落とし穴トラップや粘性トラップ，飛翔性の羽アリをねらうマレーゼトラップや衝突板トラップなどである．逆に，能動的方法は手間はかからないが，採集者の技術や経験に左右されることが多く，再現性がより低いとされる(Agosti・

* 沖縄科学技術大学院大学生物多様性複雑性研究ユニット，** 宮城教育大学環境教育実践研究センター

Alonso, 2000). 代表的な例としては、見つけ採りをはじめ、草や葉からアリを落とすピーティング、捕虫網を振るスウィーピング、落葉層をふるうシフティングなどが挙げられる。また、光源を使った夜間採集（ライトトラップ）や、糖蜜を用いた採集（ベイトトラップ）の場合には、そのままトラップを設置して受動的に採集する場合と、誘引された昆虫を能動的に見つけ採りする場合があります。必ずしも一般に使用される採集法の中には明確にカテゴリー化しにくいものもある。いずれにしても、その目的とコストによって適当な採集方法を選択、あるいは組み合わせることが重要だといえる。

3. 学校現場に適したアリ類の調査方法

高校の授業の一環として、またはクラブ活動として行われる研究活動の場合を考えてみたい。アリ類を学術的に扱うことに慣れた専門家とは異なり、高校の研究プログラムの範囲でアリ類調査を行う際には、考慮すべき幾つかの制約がある。

まずひとつ目は、調査からまとめまでに許される時間的な制約である。高校では一般的に、単年度で実験計画立案から結果発表までをひと通り終わらせねばならず、研究コンクールへの応募を想定するなら、実質確保できるのは7-8ヶ月ほどであろう。その上、ひとまとまりで確保できる時間も長くはない。授業ならひとコマ45-50分程度、長くてもふたコマ連続で最大100分程度となる。Agosti・Alonso (2000)にある例を参考に、一般的な調査で利用される代表的な2つの方法、ピットホール（落とし穴）トラップと、落葉層からのウィングラーを使った土壌動物抽出の場合について、大雑把な見積もりを表1に示した。いずれの方法も、後に紹介する単位時間採集法に比べると、高校の研究プログラムの調査法として採用するには、運用上の時間的負荷が大きいことがわかる。

表1.1 サンプルあたりに予想される作業時間

採集法	採集に要する時間 (分)	サンプル処理と同定に要する時間 (分)
ピットホール	15	180
ウィングラー	35	180
単位時間採集	15	60

ふたつめに挙げられるのは、採集技術や同定技術の問題である。こうした技術的な困難は、実は初学者には共通して立ちどころの問題である。しかし継続して学習が蓄積する個人と違い、最大でも3年で総入れ替えになってしまう高校の教育現場では、毎年ある程度の時間的なコストを見込まねばならない。同定の問題については、生物相を扱う以上は対象分類群や調査方法にかかわらず、多かれ少なかれぶつかる問題であるため、調査法の選択自体にはあまり影響しないと思われる。結局、調査法の選択において一番の判断基準は時間的な制約であろう。見つけ採りや、糖蜜を染み込ませたコットンを使ったベイト採集が多くの場合で採用されるのは、そのような事情からだと推測される。

研究成果をまとめる上で、選択する調査方法によって、使用できる解析方法にも制約が生じることも、無視できない要素である。最も単純で簡便な見つけ採り法を行なった場合、結果として得られるのは各調査地からの種のリストであり、同定の後に使用できる解析方法は、名義変数を用いた解析に限定される。トランセクトや方形区を利用した糖蜜トラップでは、サンプルがユニット化するため、より柔軟な解析が使用できそうである。しかし、糖蜜などに誘引される種限定で採集されるという偏りを常に考慮する必要がある、アリ相全体から見た比較は難しい。

4. アリ類における、15分単位時間採集法とそのメリット

本稿で紹介する15分をひと区切りにした単位時間採集法は、特定の小面積の調査区の、包括的なアリ相を調査するのに優れた方法であり、時間的なコストパフォーマンスに優れていることから、高校での研究プログラムに適している。方法としては、時間を15分間のユニットに区切り、その15分間の間に各自があらゆる能動的な採集法を駆使して最大数の種数を採集する、というものである。バイアルはユニットごと、採集者ごとに別とする。各ユニットで、各種の得られた個体数は加味せず、出現の有無をデータとして利用する。ユニット間での種の重複は気にせずに前回採集した種でも積極的に採集し、そのユニットの採集種数を最大にする努力をする。緒方・竹松 (2001)によれば、

この調査方法は、一定の面積の種類を採集することを目的としたものではないとされる。しかし今回は、緒方・竹松(2001)の調査法を改良し、20平方メートルの方形区、もしくはそれと同等の面積を持つ調査区を設定してその中で実施することにより、定面積間での比較を可能にした。

本調査法のメリットは、複数の能動的な採集法を組み合わせることで、その調査区内のアリ類を網羅的に採集できること、そして、調査者と時間とを区切ってユニット化することによって、短時間で大量のデータセットが得られることである。たとえば、5人で90分の調査を行うと、最大で $5 \times (90 \div 15) = 30$ ユニットができる。これによって単純な見つけ採りに比べると、より多くの解析が可能になる。どこにでも生息し、各種コロニーに多くの個体を抱えるアリ類に適した調査法であると言えるだろう。また、単位時間採集法は限られた時間内にアリ相全体を明らかにするには、他の方法と比較しても優れた方法であるとされる(緒方, 2007)。

5. 学校現場における実践

「OKEON 美ら森プロジェクト」の一環として、2015年度は沖縄本島内の4つの高校と協力関係を結んで、アリ研究チームを立ち上げることができた。各校にとっては、自校の研究実践を発展させることができ、筆者らにとっては各地点でのアリ相のデータが得られることで、双方に大きなメリットがある。まず年度当初に沖縄生物教育研究会の総会で講演を行ない、15分単位時間採集法を使った調査法の概略を説明した(図1)。その後、生物教員の中に希望者を募



図1. 沖縄生物教育研究会での講演の様子



図2. 教員向けのアリ類単位時間採集法ワークショップ



図3. 辺土名高等学校での同定指導

り、調査法全体を体験してもらいワークショップを開催し(図2)、ワークショップでは簡単なマニュアルを作成して配布した。ワークショップ参加校の中から、やんばる地域に位置し環境科を有する辺土名高等学校(図3)、スーパーサイエンス指定校の球陽高等学校、これまでもアリ類をテーマに研究を実施していた生物クラブをもつ普天間高等学校、そして開邦高等学校の、合計4校が参加を表明し、生徒の中にアリ研究チームを立ち上げた。開邦高校は、以前球陽高校でアリ類を用いた研究を行った経験がある教員が、今年度から着任した高校であった。

筆者らにとっても、高等学校での研究プログラムに関わるのは初めての経験であった。しかも、辺土名高校と球陽高校の担当教員は、アリ類に関する予備知識や研究経験がほぼない状態からの手探りでの立ち上げとなった。紆余曲折はあったものの、現在までに、4校全てにおいて、なんとか研究結果をまとめて第38回沖縄青少年科学作品展へと出展するまでに至った。

6. 初年度の実践を通しての課題

「OKEON 美ら森プロジェクト」における社会ネットワーク構築初年度にして、早くも4つの高校の環境研究実践活動との連携が実現したことは、我々としては大きな成果である。しかし初年度ということもあり、予想内および予想外の困難も少なからずあった。初年度の連携を通して明らかになった課題や、それらについて改善点を整理することが、今後の連携の中でより良い成果を上げていくために必要だろう。以下では、そうした課題を「OKEON 美ら森プロジェクト」側の要改善点と、学校現場側の要改善点に分けて議論したい。プロジェクト側の課題として挙げられるのは、(1)当方の標本処理・同定支援システム整備の遅れ、(2)高校側の年間研究実践活動スケジュールの把握不足、の2点である。(1)のシステム整備については、当初計画では、高校側が試料の同定を始める予想時期であった秋には、我々のプロジェクト内に試料のソーティングや標本作製、そして同定までを支援できる学び合いのシステムが整備される計画だった。各校の担当教員らに対し、筆者らのプロジェクトのソーティング作業現場内に技術を学べる場を開放して、必要に応じて入ってもらおう。チーム内では、地元から採用したスタッフが、常時大量の試料を採集して処理している。スタッフの多くは今年度に採用されるまで、昆虫同定や標本作製の経験をもっていなかった。これは教員らとしても学びやすい環境だろう。しかし、実際には大学院大学側の施設整備等の遅れなどから、教員らが最も必要とする標本作製と同定に関しては未だ準備中である。つまり、本来予定していた支援システムがほとんど機能せず、筆者を始めとした数人のスタッフにその作業や指導が集中してしまった。こうなると、コン

クール出展時期の作業量の増大に対応できない、次年度に向けての支援システムの整備を急ぎたい。(2)のスケジュールに関しては、予想以上に時間的な余裕がない事を高校側と共有できず、締め切りが迫る中で作業に追われた感が否めない。当方としては年度ごとに結果をまとめるという意識でいたものの、現実には校内予選やコンクール出展などを加味すると、その6割ほどの時間で中間結果をまとめなければならない。年度当初から、もう少し綿密なタイムスケジュールを共有すべきだった。

次に高校側の問題としては、(3)高校側の研究設備の能力不足、(4)我々と指導教員との研究主体に対する認識の違い、の2点である。(3)の研究設備に関しては、高校現場に配備されている双眼実体顕微鏡の多くが、本研究実践活動上の基本作業である、アリ類の標本作製を行うのに必要な性能を備えていないことが判明した。双眼実体顕微鏡を導入した時点では、具体的に実体鏡下で行う具体的な作業を想定しておらず、実体鏡の使用経験がある教員も少ないことから、機種選定の際の採択基準が価格優先になるのは仕方ないだろう。しかし、高校側である程度自転できる研究を目指す筆者らとしては、これは今後大きな隘路となる。(4)の教員らからの対応は、研究が進むにつれ、指導教員の意識が向上することで大きく改善したと感じる。当プロジェクト側が対象にしているのは、指導教員の研究指導技術の向上であり、直接生徒に対しての指導は想定していない。すべての高校で統一した調査法を採用するため、将来的なデータの共有が見込める反面、各高校での独自性を出すためにも、研究の問題や目的設定自体はあくまで高校側が行うことが望ましい。我々がすべきは、あくまで問題設定や研究遂行に対する助力である。しかし当初は、指導教員自らが目的の設定をできなかったり、我々が直接生徒を指導する場を設けられたりという場面が目立った。確かに、短期的には、我々が生徒たちを直接指導するほうが、成果を出す上で効率が良いだろう。しかし、長期的な視点に立てば、時間はかかっても指導教員自身が生徒たちと向き合わなければ、各高校における自立した研究チーム運営はより難しくなり、生徒たちとの間の信頼関係構築上も好ましくないだろう。

7. 今後の実践に向けての改善

初年度の取り組みを通して見えた課題に対しては、直ちに解決が難しい設備面の問題があるものの、来年度に向けて、できるところから改善を試みたい。まず、自立的な研究実践指導が難しい教員らに対しては、具体的な研究指導計画を本人に策定してもらい、それを基にした我々プロジェクト側とのスケジュール調整を年度の早い時期に行なうべきである。時間的な制約が大きい指導計画の中で、最も時間を要するのは標本作成と同定作業であった。この部分での生徒の活動内容を単純化し、不足部分を補う教員の作業をプロジェクト側から効率よく助力できれば、単年度でもある程度の結果を出して、研究を時間内にまとめることが可能であると思われた。実際、採集された種数は各校10から15種程度であった。教員がこれらの種を自ら同定できるようになれば、指導もずっと円滑に進むだろう。新たに採集される種の出現も今後予想されるものの、それを持って我々のプロジェクトのソーティング作業現場入り、スタッフとの学び合いの中で解決することもできるだろう。また、研究計画や実践への助言は、可能な限り生徒を入れずに、指導教員のみに行えるよう、さらなる認識の共有を図りたい。

なお、各高校で採集されたアリ類の標本は、各校での研究終了後に「OKEON 美ら森プロジェクト」に寄贈され、研究の証拠品として保管されると同時に、沖縄全体の環境保全研究のための重要な標本群として活用されることが決定している。

8. 謝辞

本研究を遂行するにあたって、沖縄生物教育研究会、辺土名高等学校、普天間高等学校、球陽高等学校、開邦高等学校の先生方と生徒さんにご協力をいただいた。各校からの試料同定に際して、高嶺英恒氏より寄贈されたアリ類コレクションには大変助けられた。感謝を申し上げたい。また、研究遂行をサポートしてくれた「OKEON 美ら森プロジェクト」のスタッフにも感謝したい。

Agosti, D. and Alonso, L. 2000. The all protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. In: *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Agosti, D., Majer, J., Alonso, L. and Schultz, T. (eds.) Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., pp. 204-206.

アリ類データベース作成グループ 2008. 日本産アリ類画像データベース 2008. アリ類データベース作成グループ, 仙台 (CD-ROM).

緒方一夫・竹松葉子 2001. II. アリ類. In: *生物多様性モニタリングに及ぼす諸要因の研究*. 緒方一夫 (編) 平成8年度～10年度科学研究費補助金 (基盤 (C) (2)), pp. 7-27.

緒方一夫 2007. 生物多様性バイオインディケータートとしてのアリ類の利用に関する基礎的研究. 平成16年度～18年度科学研究費補助金 (基盤 (B)).

寺山守, 久保田敏, 江口克之 2014. *日本産アリ類図鑑*. 朝倉書店, 東京都.

寺山守・高嶺英恒・久保田敏 2009. *沖縄のアリ類*. 高嶺英恒, 那覇市.

自然史資料としての昆虫標本の活用

永幡嘉之*

How to Use Insect Specimens as Natural History Resources?

Yoshiyuki NAGAHATA

要旨：文化財に指定された昆虫標本から、様々な自然史情報を読み取ることで、過去の自然環境を推定でき、自然環境の保全に活用できる例を示した。また、管理・活用にあたって必要な条件を整理するとともに、大学がそれらを比較的備えていることを提起した。

キーワード：昆虫、標本、文化財、自然史、活用

1. 文化財に指定された昆虫標本

私の書齋に、2014年に山形県の文化財に指定された昆虫標本61,122点がある(図1)。これは、山形県の在野の昆虫研究者であった白畑孝太郎(1915-1980, 図2)が山形県内の昆虫相を生涯かけて調べ続けた際に得られた標本で、現在は家族が所有し、私が管理している。白畑は警察官という職業にあって、昆虫の研究を生涯にわたって続け、私はその評伝を書いたことがある(永幡, 2007)。

昆虫を集める人自体は珍しくないが、白畑の標本の意義は、その資料性の高さにある。チョウやクワガタムシにとどまらず、ハチ、ハエ、バッタ類、アミメカゲロウ類などほぼ昆虫の全分類群にまたがり、原著論文を読みこなしながらの種の同定と、山形県内を網羅した踏査によって得られた標本で、地域性が高く、趣味性が薄い。私自身が山形県で調べ続けている課題と非常に近いこともあって、2003年からその標本を整理し、多くの情報を読み解いてきた。

昆虫の標本は多くの博物館・個人が所蔵しているが、そこから社会的に必要な情報を読み解いたうえで活用することは、必ずしも十分にはなされていない。言い換えれば、多くの標本が、その資料性を十分に引き出されないまま眠っているという表現ができる。今回は実例を示しながら、昆虫標本から読み解くことができる情報について述べ、可能性を論じてみたい。

2. 天然記念物の要件

白畑の昆虫標本は、県の文化財のなかでも「天然記念物」に指定されている。従来、天然記念物として指定される対象は、野生動植物が一般的だった。しかし、巨木など「個体」が指定されたものには文化財という枠で適切に対応できたが、自ら増殖する生物の場合には、そもそも対象の点数が変動するという点からして、扱いが難しかった。むしろ、野生動植物を扱う法が他になかったために、要件から外れることを承知のうえで、文化財という枠のなかに押し込められてきたという表現が、事実に近い。現在では、国が制定した「種の保存法」をはじめ、都道府県や市町村による希少野生生物の保護条例の制定も増えてきており、次第に生物の実情に即した対応がとられるようになってきている。

ところで、すでに死んだ標本に天然記念物という枠を適用することは、前例が乏しいなかでは異例の判断であったが、実際には天然記念物という文化財の要件を非常に満たしている。昆虫標本は人間による工芸品等ではない天然物で、かつ標本であるから増殖も死亡もしない記念物、すなわち天然記念物なのである。これまで山形県でチョウセンアカシジミの実質的な保全対策を担い続け、行政による文化財としての扱いが必ずしも保全対策に結びつかないことに長年にわたって苦心してきたが、そうした様々な場面での苦い記憶を思い起こしながら照合しても、昆虫標本ならば法の解

* 宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

積に迷う場面はほとんどない。

将来的には、生きた動植物を文化財に指定する動きはほぼなくなり、野外で生きている動植物は文化財としてではなく、整備が進みつつある野生生物に対応した法で扱われる時代になると考えられる。一方で、研究用に残された標本の重要性も時代とともにますます高まることが予想されるが、これらは文化財の天然記念物という枠で積極的に保存・活用してゆくべきだろう。

3. 活用の前提

例えば標本を整理したり目録を作ろうとしても、種の同定ができていなければ、どの箱あるいは棚に、どの順に並べるかという基本的な作業さえできない。まずは種レベルまでの同定を目指すことが、基本中の基本である。昆虫の種の同定は、チョウなど情報量が大きく大衆化したものを除けば、絵合わせでは困難で、少なくとも分類学の研究者でなくともある程度の高度な同定能力のある「パラタクソノミスト」が扱うことが、整理の前提となる。さらに、大半を占める同定難易度の高い分類群については、その分野の専門家の同定を必要とする場面が少なくない。私は白畑の標本を扱うにあたって自らをパラタクソノミストと位置づけ、自身では自然史情報を読み解くことを課題にしているが、同時に分類学の研究者に必要な標本を提供するなど、標本を他分野でも活用するための管理事務の役割も担っている。

実質的な管理活用者が私でありながら、所有者を白畑の遺族のままにしているのは、遺族の標本への思い入れとこれまでの継承への尽力を尊重していることと、もし譲渡等があれば野次馬の介入が煩わしくなることが予想されたためである。火災等への怖さはあり、いざれ然るべき施設に寄贈する方向では考えているが、後述する活用体制の面で、現状ではすべてを満たす良案が浮かばない。

次に、標本に添えられたデータの正確さは、活用に当たっての大前提となる。白畑の標本の場合、ラベルはすべて手書きであるが、地名は必ず小字名まで書かれており、必要に応じて池や沢の名前までが書かれているため、現在でもかなりの精度で採集地を特定することが可能である（図 4-14, 23）。かつて、私自身が

ある公共施設に寄贈された 10 万余点の標本を整理し、可能な限りの情報を読み取った経験があったが、残念ながら大半のラベルには「月山」「米沢」というような大雑把な地名しか書かれておらず、残念な思いをした。手書きの時代であったし、特に分類学に興味を持つ、あるいは趣味的に集める人には微細な位置情報の必要がなかったため、市町村までの表記にとどめる傾向が強かったようだ。白畑が採集地点を詳細に書き残していたのは、標本の採集場所に再現性を求める、本人の高い調査意識の表れだろう。採集場所がほぼ特定できる状態で示されていれば、現状との比較ができるが、曖昧であれば現状との比較が困難であり、資料から読み取れる情報量には雲泥の差が生じる。

なお、標本に付されたラベルに書かれた白畑の筆跡には癖があり、多くの人は判読に行き詰まる（図 4-14, 23）。すべて判読できる人物はこれまでに 3 名いたが、そのうち 2 名は白畑と近い世代ですでに鬼籍に入り、現在では私しかいない。地図から消えた廃村も含め、山形県内を中心とした東北地方の集落名がすべて分かること、白畑の調査行程をほぼすべて把握していることなどが、ラベルを判読できる条件となる。もっとも、ラベルを活字で打ち直して付け直すことは 6 万点という数を考えれば現実的でなく、その時間があるならば、比較するための現状での野外調査に充てた方がよいと考えている。

4. 自然史情報を読み解く

生物多様性が急速に失われゆく時代になり、地域の自然を知る活動、あるいは動植物を残すための保全活動が盛んになっているなかで、その土地の過去の自然環境を知り、復元を目標にできている例は必ずしも多くない。土地の改変や外来種の侵入が進むなかで、自然環境を保全しようとしても、過去を知らなければ復元ができず、別のもを作り出してしまう。実際に、ビオトープが外来種の移入拠点になってしまっている例は少なからず見受けられる。こうした場面でこそ、過去の標本や写真を活かすべきと私は考えている。

ここでは白畑の標本から過去の自然環境を読み解く一例として、多くの人に親しまれた場所である山形県鶴岡市大山の上池・下池（図 3）を挙げてみたい。白

畑は県内全域で調査を重ねており、標本からさまざまな情報が読み取れる地点は100ヶ所を超えるが、この地域のものも多数残しており、鶴岡市に合併する以前の「西田川郡大山町」という地名表記のものが多い。

大山上池・下池や、その後背の高館山で採集された昆虫類のなかには、モンキチョウ(図4)やルリシジミ(図5)のように、様々な環境に適応して過去から現在まで広く姿が見られるいわゆる普通種も多く、そうした種は環境の指標性をあまり持たないが、逆に極めて特殊な環境にしか生息していない種や、近年急激に減少した種も含まれており、水質、植生などのかかわりを手掛かりに、それが生息していた当時の環境を読み解くことができる。ひとつの種から得られる情報は限られるが、その場所に見られた複数の種が分かればいざいほど、読み解ける情報量は比例して大きくなる。

一方、私もまた1999~2015年の間に、山形県ないしその周辺で、昆虫類の入念な分布調査および生息の動向調査を行ってきたが、白畑の標本と比較すると、現在では見られなくなった種がいくつかある。そうした調査を通して、大山上池・下池での環境の指標性が高い種として、以下のものを見出した。

マルコガタノゲンゴロウ(図6-7)

キンイロネクイハムシ(図10)

カワホネネクイハムシ(図11)

コバネアオイトトンボ(図12-13)

マイコアカネ(図14)

また、山形県全域でこれらの現状を追跡し、生存している場所ではその生態および生息環境を詳細に調べてきた。

マルコガタノゲンゴロウ(図6-7)は2011年に、種の保存法の特定希少野生生物に指定された。コバネアオイトトンボ(図12-13)は環境省のレッドリストで絶滅危惧ⅠA類であり、全国的に減少が極めて進んでいる。この2種は、県内には両種の生息地が少数ながら残っており、生息環境が全く同じではないものの、かなり重複する。それぞれの生息地の共通要素から導かれる生息に必要な条件とは、平野ないしその周辺部に位置する、ジュンサイとマコモの群落を伴った遠浅の広い池であることだ。ジュンサイは弱酸性で貧

栄養の水域にしか生育しないため、ジュンサイが生えていることは、水質が貧栄養すなわち一般に「きれい」といわれる状態であることを示している。さらに、マルコガタノゲンゴロウは成虫や幼虫の活動場所として、遠浅で赤土が剥き出しになった岸辺を選び、特にカンガレイの群落の周囲に多いことから、岸辺には赤土が剥き出しになった遠浅の場所が多かったと考えられる。コバネアオイトトンボは、時にジュンサイのない水域にも生息するが、岸辺のカンガレイを含んだマコモ群落との結びつきが強い。

ネクイハムシ類は成虫が水草の葉や花を、幼虫が水中で根を食べるという特殊な生活史を持ち、特定の植物群落との結びつきが強い。上池・下池にはオオネクイハムシ(図8)やヒラタネクイハムシ(図9)のようにヨシやスゲ類を食べる種も見られたが、これらは分布が広いこともあって、環境指標性は低い。一方、ミクリのみを食べるキンイロネクイハムシ(図10)、コウホネのみを食べるカワホネネクイハムシ(図11)の2種が生息していたことで、それぞれミクリ類やコウホネが生育していた事実が浮かび上がる。

マイコアカネ(図14)はかつて水田に多かったアカトンボだが、池では岸辺のマコモ群落のような植物群落の周辺に生息し、明るく開けた水面に限って生息する。

昆虫は特定の植物と結びつきがあることが多いほか、トンボのように肉食の種でも、活動場所としての植物群落の景観、そして水質とも密接な関わりを持つことが多い。これらの残る標本から総合的に判断すると、1950年代当時の鶴岡市大山上池・下池はともにジュンサイが水面を覆い、底まで透明で水質は弱酸性の池で、部分的にコウホネやミクリなどの挺水・抽水植物の群落があり、周辺の入江部分にはマコモを主体とした抽水植物の群落が広がっていたと考えられる。

5. 手帳や写真、草稿からの付随情報

なお、白畑が残したのは標本ばかりではない。手帳や観察ノートは残念ながら多くが散逸し、失われてしまっているが、一部は自宅に残されており(図15)、そこには白畑が採集案内の草稿という形で書き残した文章の青焼きコピーが見つかった(図16)。もし古い

時代の採集ノートが残されていたならば、当時の自然環境について飛躍的に多くの情報が読み取れただろうが、断片的に書かれていたことは判明しているものの、残念ながら大山上池・下池について記述されたものは現存しない。さらに、1970年代に限定されるものの、多数の環境写真も遺されている（図17-19）。こうした資料を標本と併用することで、より具体的な環境の推定ができる。

草稿のなかには、大山下池で見られる昆虫としてマルコガタノゲンゴロウ、カワホネネクイハムシ、イネネクイハムシ、ルリボシヤンマ、マダラヤンマ、コバネアオイトトンボ、カラカネトンボ、オオヤマトンボ、ウチワヤンマの名前が挙げられており、チョウトンボの多産は県下一であるとされ、コシアキトンボは少ないとある。これらのトンボ類の顔ぶれから読み解ける環境情報も、さきほど標本から推定したジュンサイとマコモの組み合わせと矛盾しない。

写真は残念ながら1978年の遠景（図17-19）しか残っていないが、この時点で水面を一面に覆う水草は、ジュンサイではなくヒシであろうと判断される。ヒシはジュンサイよりも富栄養化した水域を好み、同じ池でも岸边と中央部ですみわけの例も多い。つまり、1978年の時点では、すでに水質の富栄養化がある程度進んでいた可能性が高い。上池の写真にはコウホネらしき影が見えるが、この写真だけでは判断できない。現在の下池の写真も比較のため添えたが（図20）、すでにジュンサイは見られずヒシのみであることと、部分的にハスが侵入していることが、大きな変化である。

もう一つ重要なこととして、白畑の草稿のなかには、下池畔の林のなかに「かなり広い草原」が存在していたとある。薪炭林とともに、牛馬の飼料、あるいは萱葺きの材料を得る採草は生活に必需であったが、鶴岡市大山などの平野部では湿地のヨシ原の利用頻度も高いため、山間部に比してススキの利用頻度は相対的に低くなる傾向があるものの、池と森林との間に採草地が存在していた。それがチガヤを主体とするものか、ススキを主体とするものかは判断がつかないが、現在ではすべて森林になっている。白畑は「双翅目・膜翅目の昆虫が多い」と書いており、これはすなわちハエ・アブ・ハチの仲間ということになる。いずれこれらの

標本を同定し、詳細に検討すれば、草原の質を読み解く手掛かりになるような種が出てくる可能性があるが、現段階では同定が進んでいない。

6. 現在はどうなったか

マルコガタノゲンゴロウ、カワホネネクイハムシ、キンイロネクイハムシ、コバネアオイトトンボ、マダラヤンマ、マイコアカネの6種は、大山上池・下池では1999～2010年の私による継続的な調査でも発見できず、現状ではすべて絶滅したと見なされる。

考えられる原因は、それぞれの種ごとに異なる。マルコガタノゲンゴロウは、山形県内の他地域ではオオクチバス、ウシガエル、アメリカザリガニという外来種のどれかひとつでも侵入した場所では見られないという状況証拠があるが、大山上池・下池には3種すべてが侵入しており、密度も非常に高い。直接の絶滅要因が何であったかは検証できないが、少なくとも外来種の侵入によって現状での生息は不可能になっている。コバネアオイトトンボは全国的には水質の富栄養化によって姿を消す例が多い。上池・下池には生活排水は流れ込んでいないが、現状ではジュンサイも生育しておらず、外見からも富栄養化が著しく進行していると判断される。その原因はいくつか考えられ、冬季に大量に飛来する水鳥の糞などの有機物の存在、ないしは外来種オオクチバスやアメリカザリガニの増殖による間接的影響が疑われる。外来種の増加によって池のなかの生態系が崩れ、水草も枯れて水質が悪化する例が各地で報告され、実際に県内でも報告されている（永幡、2008）。県内で、大山上池・下池と並んでマルコガタノゲンゴロウとコバネアオイトトンボの既知産地であった新庄市下西山の三平堤（白畑、1980）では、筆者による2000～2003年の追跡調査によれば現在では両種とも絶滅しているが、ここではジュンサイ群落は健在であるものの、アメリカザリガニが侵入して著しく増殖しており、両種の絶滅との関連が強く疑われる。

カワホネネクイハムシは、食草コウホネが消えたことが大きな原因であると考えられるが、コウホネは生活排水が流れ込む河川のよどみでも生息しており、富栄養化に対する耐性はジュンサイよりも強い。コウホネおよび、それを食草とするカワホネネクイハムシの

食痕は、筆者は大山上池で1999年9月14日にも確認しており、2000年にも確認しているが、2003年に調査した時点ではすでに群落が消滅していた。これは、観光地化のためのハスの大規模な植栽が行われた時期と一致している。ミクリは池の岸辺ないし周辺の水路や湿地に生育し、ジュンサイと同様に富栄養化に弱い。上池・下池の岸辺では現在は確認できないが、下池周辺に新たに整備された多自然型の公園水路に2009年頃に出現した。その由来については持ち込みの可能性が残るが、キンイロネクイハムシは数年間の継続調査でも発生がみられず、周辺に生息地が残っていなかったと判断される。植物は土中に眠っていた埋土種子から発芽する可能性があるため、長期間放置された湿原などでもある程度の再生は可能だが、昆虫はひとたび個体群が途絶えると復活することがないため、環境の指標性は格段に高くなる。

マイコアカネは、現在も残っているマコモ群落を見る限り、生息環境は残っているように見えるが、再三の調査でも発見できないという事実を重視せねばならない。現在でも宮城県や福島県では多いが、山形県内では激滅しており、白畑の標本には70ヶ所以上のマイコアカネが残されているが、それらのいずれでも現在は確認できず、2000年代前半に県内全域の調査で新たに確認できた生息地は、わずか6ヶ所にすぎない。直接の減少要因は、水田での農薬の使用であったと推定されるが、これによって生息地の孤立が進み、新しくできる攪乱環境を渡り歩くことができなくなったこと、すなわち湿地の連続性が消失したことが大きく働いている可能性が高い。

治水事業の進展によって、洪水などで新しい水域ができる場面が極端に減少した現在では、水生昆虫は遷移の進行途上にある新しい湿地を渡り歩くことができない。そもそも外来種の侵入や水質の極端な富栄養化がなかったとしても、昆虫の局所絶滅は頻繁に起こる。したがってこれは、先に直接的な絶滅要因を挙げたすべての種にも共通する。

重要なのは、昆虫や植物は相互に関係を持ちながら存在しているため、1種ずつ独立した理由で消えてゆくわけではなく、消える時には組み合わせごと消えてしまう点だ。コウホネとジュンサイが消えることは、

カワホネネクイハムシ、マルコガタノゲンゴロウが消えることを意味しているばかりでなく、水質の汚濁によってコバネアオイトトンボの絶滅も引き起こす。これらは私が指標種として取り上げたものであって、実際にはさらに多数の種がこれらの池から姿を消していることに留意せねばならない。大山上池・下池の環境を特徴づける種はひとつとおりに消えてしまい、今でも健在なのはチョウトンボ、コフキトンボ、ウチワヤンマなど、他の溜池でも広く見られる広域分布種が中心となっている。つまり、人為的改変や外来種の導入による、水質も含めた環境の画一化により、見られる動植物も画一化したことが、過去の標本や資料から明確に読み取れるのだ。

7. 浮かび上がる「いなかった」情報

もうひとつ、標本からは、様々な昆虫がそこに生息していたというデータのほかに、ひとつおりの調査がなされていないながらも標本が含まれていない、すなわち「いない」という情報が読み取れることも指摘しておきたい。その例として、オオセスジイトトンボとオオモノサシトンボが挙げられる。両種はともに関東平野と新潟平野、そして東北地方の一部のみ局地的に生息するトンボで、いわゆる珍種とされてきた。白畑氏のもとには1950年代初頭の新潟県巻町鎧淵（干拓によりすでに絶滅）の両種の標本が交換によって多数届いており（図21-22）、両種の存在を早くから明確に認識しながら（白畑、1953）、山形県での分布調査の結果、確認していない。鶴岡市大山は、両種の分布の可能性が最も高いと考えられる場所であり、近年でも私が数度にわたって調査してきたほか、松木・加納（2003）など、県外のトンボ研究者による調査も行われているが、確認されていない。ただ、近年の調査の場合、先にも記したように外来種に席卷され、水質の富栄養化が進み、在来種の水生昆虫が極めて貧弱になった池の現状を見る限り、本来生息していなかったものか、それとも過去の自然環境が良好に保たれた時代ならば生息していたものが、人為による環境破壊で絶滅したのか、判断がつかない。ここで、マルコガタノゲンゴロウやコバネアオイトトンボが生息していた、すなわち水質も生物群集も極めて良好であった1950

年代に、両種の存在を念頭に置いていた白畑によって充実した調査が行われていながらも、両種が全く確認されていなかったという事実が非常に重要になってくる。つまり、オオセスジイトンボもオオモノサシトンボも、少なくとも戦後間もない時点で、大山上池・下池には生息していなかったのだ。

もっとも、上池・下池は溜池であり、湿地を埋め立てて人工的に作られたものである。庄内平野の大湿地帯が開拓されて水田化が進んだのは江戸時代以前のことであり、そもそも両種がこの地域に生息していたかどうかを推定することは難しい。あくまでも、上池・下池のような大規模な溜池に生息していなかったというところまでが、状況証拠から浮かび上がる「事実」であって、庄内平野には両種が自然分布していなかった可能性が高い、という仮説は、標本や調査記録などの状況証拠がこれ以上出てくる見込みがないため、これからも推論の域を出ない。

8. より古い図譜とあわせて読み解く情報

今回は、生物がそこに存在していたこと、そして人為による開発や外来種の持ち込みによって絶滅したことを中心に、具体的な環境の変化を読み解いてきたが、生物のなかには自ら分布を拡大あるいは縮小するものもある。そうした情報もまた、自然史資料としての標本と、文献などをつなぎ合わせることで読み解くことができるし、ここでも「いない」というネガティブデータを読み解くことが重要になってくる。

チョウトンボ（図 23）は平地の池に見られる種で、決して珍しいものではないが、南方系種の北上という観点での指標性がある。白畑は草稿のなかで、大山上池には極めて多産し、県下随一の生息地であると記している。白畑よりもさらに古い時代の自然史資料は極めて少ないが、山形県には庄内藩の元家老、松森胤保が記した両羽博物図譜という図譜の原本が残されており、明治初期の情報も断片的に残されている（酒田市光丘文庫所蔵）。チョウトンボはこの図譜のなかに登場し、明治 14 年（1882 年）に初めて鶴岡城の堀に現れ、翌 1883 年には西山辺（大山周辺にあたる）で増加し、時代背景から「異国トンボ」の名前で呼ばれていたことが記されている（図 24）。チョウトンボの分

布は北方への拡大傾向が続いており、2000 年には青森県津軽半島に達したことを筆者も確認している。松森による、従来いなかったものが「現れた」という記述は、当時としては屈指の信憑性の高いものと判断でき、山形県の海岸部から青森県の北端に達するまでに、約 115 年を要していることが読み取れる。

9. 活用を進める条件整備

白畑の遺した標本を整理するにあたって、私は夕方から深夜までを同定・整理に充てた。そして、昼間は年間少なくとも 200 日以上を、様々な昆虫の現状調査に充てることを、10 年以上にわたって継続してきた。私の視点で山形県の昆虫類の分布・生態調査を続けており、白畑の標本だけを追跡したものではないが、単に目録や分布図を作成するばかりでなく、過去の様々な標本が出てきたときに、この種はこの場所では現存している、あるいは激減ないし絶滅している、という情報を付加することができた。また、自身が絶滅危機種の保全を進めるなかで、その復元への目標設定として情報を最大限に活かしてきた。白畑の標本との比較ができるのは、私自身も 5 万点以上の昆虫標本を保管していればこそである。

このような、「標本整理は夜間に、日中は野外調査や保全対策に」という時間の使い方は、標本が施設ではなく私邸に保管されていたことと、私自身が組織に属さない生活を送っていたことで可能になったが、かなり特殊な事例ではある。ただ、もし博物館等の施設に保管されていれば、外部の人間が日常的に深夜まで出入りすることは不可能であるし、職員であったとしても、基本的には日中の時間を標本の整理に費やすことになり、現在の野外調査で十分な情報量を得ることは困難だろう。

もっとも、これらは活用にあたっての個人管理の優位性を述べたもので、当然ながら負の面も大きい。施設で管理されれば防虫剤の詰め替え等の日常管理、標本箱等の消耗品、燻蒸、それに管理に携わる人件費等が保障されるが、現状ではこれらに加えて現状調査の交通費等も一切が私費であり、その負担は小さくない。防火体制の脆弱さは、個人管理の危険要素として最大のものである。

10. 自然史資料の活用への提言

必要条件および長所・短所を指摘したうえで、ここでは中・長期的な展望として、活用にあたっての具体的な提言をしておきたい。

従来、地域の自然史情報は、地方大学の教育学部が学生の卒業研究として扱ってきた部分が大きく、山形県においても例えば大石田町のギフチョウ・ヒメギフチョウの混生地などは、山形大学教育学部の学生が継続して調査してきた。卒業論文として地域の昆虫相を調査した例も教育学部には多いが、理学部や農学部ではほぼ見られない。現在では教育学部の改組が進み、「地域環境科学部」あるいは「地域教育文化学部」という名称に変わったところが多いが、自然史情報を読み解くことを研究の目的にしていることに変わりはない。ただ、実際には動植物の研究を扱う研究室は年々減少している。

一方で、近年では大学博物館等の、研究機関に付随した博物館の設置が進んでいる。これらは普及啓発に重きが置かれがちな一般の博物館と違い、研究に軸足を置いた運営が求められている。

私は、このような大学の教育学部、あるいは大学博物館に標本が保管され、必要な情報が読み解かれることが、条件面でも、あるいは社会的役割あるいは公益性の面からも、最もよいのではないかと考えている。

大学が一般博物館よりも向いていると考えられる点は、以下のとおりである。

1. 学生という、ある程度の専門性を持った人の出入りが大きく、本質的な研究に興味をもつ人材との接点が多いこと。それは資料を管理・活用できる人材の育成にも直結する。
2. 時間の自由度が行政機関に比べれば高く、夜までの管理作業も行いやすいこと。
3. 研究にあたっての時間的自由度が高いことから、日数をかけた野外調査も行いやすいこと。

私のもとには、散逸を防ぐために預かったものとして、白畑の他に山形県で昆虫の調査を進めてきた加藤和彦、小野精美、川合市郎、高橋多蔵らの、主に半世紀以上前の資料があり、これらをあわせることで、より正確な情報が読み取れる。これらの標本・写真の点数も膨大であり、社会に還元すべき活用体制を考え続

けている。

11. 昆虫標本と児童教育

なお、昆虫標本といえば「子どもに見せてほしい」という問い合わせが、教員や保育士、行政職員から毎年のようにあるし、標本から環境を読み解く話をする、「ぜひそれを子どもに調べさせたい」という要望も受ける。学術標本は児童の環境教育役立つが、直接触らせるべきものではないとの回答を繰り返しているが、特に児童教育・学校教育関係者に理解を得なければならぬ課題として、ここでも触れておく。

昆虫に興味を持つ子どもは多いが、近年では低年齢化が顕著で、幼稚園から小学校低学年ぐらいになっている。また、出版物の氾濫によって知識過剰になり、「バッタをつかまえた」「アゲハチョウをつかまえた」という本人の等身大の体験よりも、知識が先行する傾向が強い。

標本を作ったことのない幼児・低学年児童には、標本を見せるよりも、まず自然観察の視線を伝えることが先で、等身大の視線を大切にしたい。では小学校高学年ではどうか。ここでも、基本的な体験を経ている子どもは、標本を前にしても手掛かりがない。

そもそも、変化を感じとることは、現在目の前で起こっている事象を、過去の経験と比べるからこそ可能になるのであって、自然認識の初期段階にある子どもに求めても、自らの経験のなかでは比較のしようがない。そこを無視すれば、基本的な自然認識が未熟な段階で、消化できない知識だけを詰め込むことになりかねない。さらに、自然認識は日常で身につけるべきものだが、親から子へ、祖父母から孫へという家族内の伝達ならば日常の経験であっても、学校での勉強は日常の代わりにはならない。

まず大人が努力し、探求する姿を見せることが、基本だと私は考える。標本からしっかりと物事を読み解いたうえで物語を組み立て、必要があれば子どもたちにも伝えることが大人の役割だということを、大人の側がしっかりと意識することが先である。こうした場面で適切な対応ができるかどうかは、関わる大人が自身の自然体験を持っているかどうかという一点に左右されることも指摘しておきたい。

12. 自然の豊かさとは

「山形県は自然が豊か」とは、常套句として使われる言葉だ。だが、自然環境があまりにも失われ、努力をしなければ後世に引き継ぐことができない時代になった現在では、このように残された資料から、本来の自然環境を読み解く努力に一層力を入れねばならないのだが、現状では標本や資料を活用し、このような情報を読み取る動きは個人レベルで細々と続けられるのみで、残念ながら極めて乏しい。自然環境の保全といわれる取り組みの多くが、公共事業で破壊を少しだけ軽減する、あるいは新しいものを作ることに重きを置いており、本質からいかに遠ざかっているかは、国や県のレッドデータブックが改訂されるたびに、掲載される絶滅危惧種が増加の一途をたどっていることから明らかだ。豊かさとは何かを知らないままに、根拠もなく「自然豊か」と賛美しているだけでは本質を見失い、地域固有の自然環境すなわち「地域の表情」は、加速度的に失われ続ける。

今回は例として鶴岡市大山の上池・下池をとりあげたが、ここは2008年に、水鳥の豊産地としてラムサール条約の登録湿地に指定されている。だが、そこに生息した昆虫の変遷をみると絶滅が累々と重なるばかりで、かつてはいかに低湿地の動植物を豊産していたのか、そして折り重なる絶滅によっていかに多くの自然が失われ、過去のものになったのかが浮かび上がる。池の位置や形状は過去と変わらないけれども、その質は本来の姿とは全く別物になってしまっているのだ。近年になって、盛んに保全活動が行われるようになってきているが、すでに現在では本来の姿に戻すことは

不可能になっており、どの時点にまで戻すか、という状況にあわせた目標設定をせねばならない時代になっている。

ところで最後になるが、大山では地域の保全団体によって外来種の駆除が試みられており、過去への復元に向かっていることは明記しておきたい。筆者自身も山形県内の他の場所で、溜池の生態系を維持するために外来種の駆除に取り組んできており、いかに困難の重なる取り組みなのかを熟知している。同じ苦しみを抱える者として、中心になっている方々の悩みは痛切に理解できるし、関係者の尽力には最大限の敬意を表す。自然環境の保全の現場では、見学あるいは取材して評論する人の多さに対して、実際に手を汚して作業に加わる人はあまりに少ない。大山の上池・下池はもう、戦後間もない頃の姿には戻らないが、今も多くの在来種は残っており、これ以上の減少を食い止めることの重要性は高く、その活動が続けられていることは大きな希望でもある。本稿が、現在行われている取り組みを、いたずらに揶揄ないし否定するような意味合いで受け止められることがないように、敢えて付記しておく。

参考文献

- 白畑孝太郎, 1953. 越佐昆虫同好会会誌 7 (2) : 53-36.
- 白畑孝太郎, 1980. 日本の重要な昆虫類. 環境庁, 東京.
- 永幡嘉之, 2008. 月刊むし (444) : 17-24.
- 永幡嘉之, 2007. 白畑孝太郎. 266pp. 無明舎, 秋田.
- 松木和雄・加納和信, 2003. 房総の昆虫 (30) : 24-28.



図1. 白畑孝太郎が残した昆虫標本の一部



図2. 白畑孝太郎 (1967年5月撮影)



大山町高館山
11.7.1955
(T.K.S.)

図4. モンキチョウ 大山高館山, 1955.9.11, 白畑孝太郎・孝温採集



高館山
28.10.1957
(K.S.)

図5. ルリシジミ 大山高館山, 1957.4.24, 白畑孝太郎採集



大山町上池
6.9.1957
(K.S.)

図6. マルコガタノゲンゴロウ 大山上池, 1951.9.6, 白畑孝太郎採集



大山町下池
11.7.1955
(T.K.S.)

図7. マルコガタノゲンゴロウ 大山下池, 1955.9.11, 白畑孝太郎・孝温採集



MT-F
F池
27.10.1966
(K.S.)

図8. オオネクイハムシ 大山下池, 1966.5.27, 白畑孝太郎採集



Kamiik
C (oyama)
19.11.1962
(K.S.)

図9. ヒラネクイハムシ 大山上池, 1962.5.19, 白畑孝太郎採集



MT.Takada
20. Kami
19.11.1962
(K.S.)

図10. キンイロネクイハムシ 大山上池, 1962.5.19, 白畑孝太郎採集



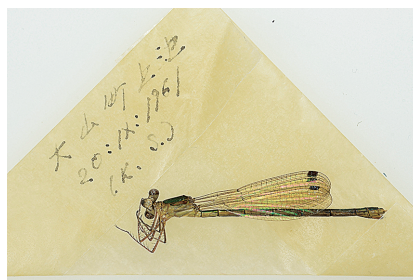
大山町下池
11.7.1955
(T.K.S.)

図11. カワホネネクイハムシ 大山下池, 1955.9.11, 白畑孝太郎・孝温採集



大山町下池
22.9.1957
(K.S.)

図12. コバネアオイトトンボ 大山下池, 1957.9.22, 白畑孝太郎採集



大山町上池
20.9.1961
(K.S.)

図13. コバネアオイトトンボ 大山上池, 1961.9.20, 白畑孝太郎採集



大山町下池
22.9.1957
(T.K.S.)

図14. マイコアカネ 大山下池, 1957.9.22, 白畑孝太郎・孝温採集

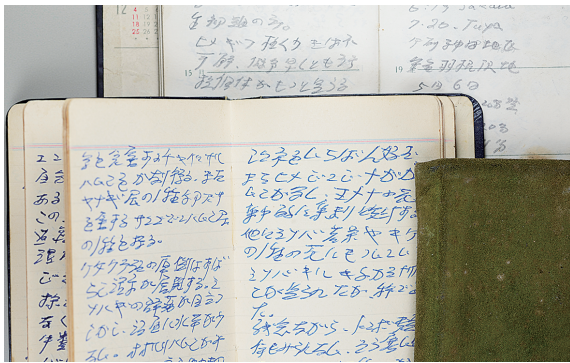


図 15. 白畑孝太郎の手帳

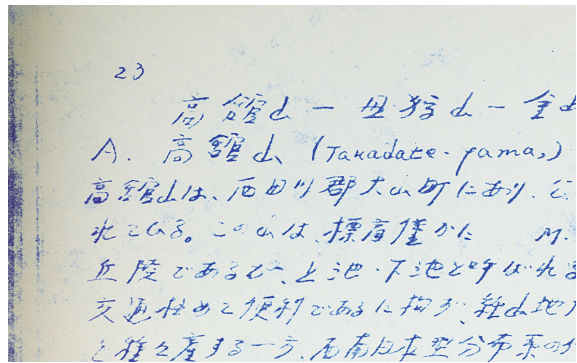


図 16. 大山上池・下池について書かれたノートの手焼きコピー



図 17. 鶴岡市大山下池の景観 (1978年 9月 13日, 白畑孝太郎撮影)



図 18. 鶴岡市大山上池南岸の景観 (1978年 9月 13日, 白畑孝太郎撮影)



図 19. 鶴岡市大山上池北岸の景観 (1978年 9月 13日, 白畑孝太郎撮影)



図 20. 鶴岡市大山下池の景観 (2009年 9月 20日, 永幡嘉之撮影)

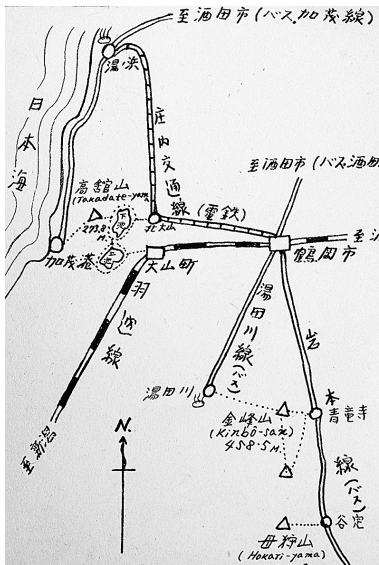


図 3. 鶴岡市大山上池・下池の位置図 (白畑孝太郎原図)



図 21. オオセジイトトンボ 新潟県巻町鏡湯, 1952.6.13, 横田栄三郎採集



図 22. オオモノサシトンボ 新潟県巻町鏡湯, 1952.7.16, 横田栄三郎採集



図 23. チョウトンボ 大山下池, 1953.7.30, 白畑孝太郎採集



図 24. 両羽博物図譜に登場するチョウトンボ

ロードキル動物の屍体から得られる情報の記録と保存

橋本 勝*・伊藤勇馬**・平谷萌子**・斉藤千映美*

Recording and Preserving Information from Load-kill Animals

Masaru HASHIMOTO, Yuma ITO, Moeko HIRAYA and Chiemi SAITO

要旨：交通事故の犠牲となる動物（ロードキル）が人の目に触れることは少なくない。ロードキルで発生する動物の屍体は、通常、障害物として道路管理者により回収処分されることが多いが、一般的な動物の観察や調査では得られない情報を提供してくれる重要な試料でもある。いくつかの事例を通じて、そうした生物情報の取り出し方と教育への活用法を検討する。

When animal roadkill is found, the carcass is normally assumed as a traffic obstacle and collected by the road manager. However, the roadkill animals are important biological specimens which can serve some information which are difficult to get through ordinary wildlife survey. Some examples of roadkill animals are described.

キーワード：ロードキル, 標本, ヨタカ, ハタネズミ, ハクビシン

1. はじめに

野生生物の分布行動圏は交通網の発達や里山の衰退、気候変動などの複合的な要因で変化し、人間社会との間で農林業被害に始まる様々な問題を起こしてきた。野生生物から見た場合、人間による土地利用の変化は生息域の改変にほかならず、生態系にも大きな影響を及ぼしかねないが、人間がその影響を目の当たりにすることは実際にはあまりない。

人間が野生動物の生息に与える影響を見ることのできるわかりやすい事例の一つとして、野生動物のロードキルをあげることができる（並河ほか、2004）。野生動物のロードキル（轢死）とは、車両等の通行に巻き込まれた個体が死亡する事象を指し、全国各地で広く発生しているが、屍体は個々の道路管理者により処理されるため、全容を把握することは難しい。例えば NEXCO 東日本が交通管理巡回中に処理した侵入動物の件数は約 19,800 件（2014 年）で、その内訳はタヌキ約 8,600 件、鳥類約 5,700 件、犬・猫約 1,600 件、その他約 3,900 件であった。同様に、NEXCO 中日本では総数が 5,057 件（2013 年度）、内訳は大型動物（シ

カ、クマ等）210 件、中型動物（タヌキ、イヌ、ネコ等）2,303 件、小型動物（鳥類）2,544 件となっている。ロードキルの中でも件数の多いタヌキの場合、全国の一般道を含めて年間 11 万頭から 37 万頭が道路上で死亡しているとする推定もある（Saeki and Macdonald, 2004）。

すでに述べたようにこれらロードキルの動物屍体は管理者により回収され焼却処分されることが一般的であるが、人間による土地改変によって結果として奪われる動物たちの屍体を研究・教育に活用する努力は、我々人間に求められる責任の取り方の一つである。実際、ロードキル屍体からは、野生動物の観察や痕跡調査などでは通常得にくい情報が得られる場合もある。本稿ではロードキル屍体の入手経路、屍体からの情報収集、標本の作製と教育活用について、いくつかの事例を紹介し、ロードキルの屍体の教育活用のあり方について検討したい。

2. ケーススタディ

事例1 ヨタカ *Caprimulgus indicus*

2015 年 7 月 1 日朝、青森県野辺地町東方にある上

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

北郡東北町字西ノ沢付近の路上でヨタカの屍体が発見された。環境はミズナラ等の二次林を抜ける町道で、移動中のヨタカが走行中の車両に衝突したものと考えられる。発見者から冷凍処理された屍体を入手し、計測・解剖した（図1）。ヨタカはメスで、全長259 mm、翼長203 mm（右）、205 mm（左）、尾長（T5. 左右のT1～T4は欠損）125 mm、嘴峰6 mm、跗蹠16.5 mm、体重は92g（解凍後）であった。

通常の病理解剖では胸骨あるいは肋硬骨を切断するが、この時は骨格標本としての質を損なわないために腹部切開のみで内臓を確認した。卵管の子宮部Uterusは肥大しており、切開するとすでに長径30 mmほどの卵殻が形成されていた（浅利・大石，2015）が、ロードキルの衝撃で割れていた（図2）。卵殻の表面には、ヨタカに特徴的な模様が見られた。鳥類は一般に、子宮内で卵殻が形成された後、産卵直前に卵殻の表面に種特異的な模様がつく（Michael, 1994）。またニワトリの場合、排卵から産卵までにかかる時間は約24時間である（小嶋，2011）。これらのことから、発見されたヨタカは、産卵の直前であったと考えられる。なお近縁種のヨーロッパヨタカ *Caprimulgus europaeus* では1繁殖期に1～2回孵す（パーニー，2015）と報告されているため、産卵は二番子であった可能性もある。体内から摘出した卵はエタノール（99%）で液浸標本にして保存した（図3）。

全身骨格標本（図4）を作成する過程では、骨盤の右側（腸骨）と胸椎に骨折を確認した。特徴ある箇所を採集して、四つ切サイズの額装に仕上げた（図5）。

事例2 ノスリ *Buteo japonicus*

2015年9月4日、仙台市太白山自然観察の森自然観察センターからノスリの屍体を受け入れた（図6）。この個体は、2006年4月1日、宮城県大崎市岩出山町二軒茶屋の国道457号路上で発見された轢死体で、発見者によって採集され、太白山自然観察の森自然観察センターで9年半に渡り冷凍保管されていたものである。

この個体は全長525 mm、翼長385 mm、尾長230 mm、全嘴峰34 mm、嘴峰26.5 mm、跗蹠77 mm、体重1,010g

（解凍後）であった。長期間の冷凍のため水分が抜けるいわゆる“冷凍焼け”の状態であったが、内臓は傷んでいなかった。嚙嚢、腺胃、筋胃の内容物を調べたところ、カエル目Anura 2体とハタネズミ *Microtus montebelli* が5体見つかった（図7）。これら未消化のハタネズミ頭骨を金子（2006）に基づき分類したところ、幼獣1体・若齢1体・成獣2体と切歯のみ1体が含まれていた。このうち幼獣と若齢個体の頭骨を図8に示す。また、成獣ハタネズミの体内からは胎児1体が確認された。

ノスリの骨格は頭部が損傷していたが、全ての骨を標準化し、部位ごとに小分けにしてラベルをつけ保存した。また初列風切、次列風切、三列風切と尾羽を採集して羽根標本を作製した。

ノスリが捕食したハタネズミの体内から出た胎児は、発達途上にある骨格が観察できるよう、透明骨格標本にした（図9）。

事例3 ハクビシン *Paguma larvata*

山形県西川町大井沢の県道で2014年11月8日に採集されたハクビシンの屍体を、大井沢自然博物館経由で2015年10月に受け入れた。屍体は老齢のメスで、右側下顎骨P4に骨折後の自然治癒痕が見られた（図10）。骨が2つに分断した完全骨折で、受傷時は摂食にも困難をきたしたと考えられる。野生動物の強い回復力を示す例であろう。

3. まとめ

ロードキルの屍体は、その地域における野生動物の生息情報をもたらすだけでなく、動物の形態について、発生学的・解剖学的・動物地理学的な基礎情報をもたらす貴重な資料である。解剖・骨格標本の作成過程では、死因を推定できるだけでなく、成長の過程、骨の病歴、骨折の治癒痕など、個体の生活史に関する情報が得られる。さらに、胃内容物の分析によりその動物の食性や生息環境について、新しい知見や二次標本が得られることもある。本稿で取り上げた事例には含まれないが、屍体からはさらにDNAやその他の組織（歯、毛、血液、器官・臓器など）、寄生虫などのサンプリングが可能である。

野生動物の研究を行うためには、痕跡調査、無人撮影、生体捕獲・放逐や発信機を装着してトラッキングが行われることもある。そうしたおおむね非侵襲的な調査には長い時間と大きな労力を要するが、得られる情報は断片的であることも多い。一方ロードキルは偶発的な事故であるが、ここから得られる侵襲的情報は、野生動物に関する知見を蓄積する上で非常に重要なものとなりうるのである。

さらに、屍体は標本化することにより保存され、二次的な情報源となりえる。標本は、教材として教育活用に資することも可能である。本稿で取り上げた事例では、屍体や胃内容物などは、液浸標本・骨格標本・羽根標本・透明骨格標本として保存した。保存した標本は、宮城教育大学環境教育ライブラリー「えるふえ」を通じて、教育活用が可能になっている。

通常、ロードキルの屍体はすでに述べたように多くの場合、迅速に回収され、焼却処分の対象となる。道路管理上、あるいは公衆衛生上の観点からは、屍体の回収や保管は誰でもできることではなく、機会は限定的にならざるを得ない。しかし、そこに含まれる生物情報には大きな可能性がある。本稿で取り扱った屍体は、通行する市民によって採集され、地域の博物館を経由して、あるいは直接、宮城教育大学に集められた。少なくとも一部の地域で保全上重要な目的がある場合、道路管理者が動物の屍体を収集し、研究者との連携で情報が分析されることもある(清野ほか2002)。しかし、今回のように市民から屍体が博物館に送られる場合も多いであろう。このような屍体を眠らせることなく、そこからより多くの情報を得られるような仕組み作りやモデル作りが、今後の課題である。

謝辞

青森市在住の加藤芳文氏にはロードキルのヨタカの情報およびその回収と提供にご協力頂きました。仙台市太白山自然観察の森自然観察センターからはロードキルのノスリを提供して頂きました。また、西川町大井沢自然博物館からはロードキルのハクビシンを提供頂きました。

以上の皆様に心より御礼を申し上げます。

引用文献

- 浅利昌男, 大石元治 監修 2015 ビジュアルで学ぶ 伴侶動物 解剖生理学. 緑書房. 東京 p148.
- デイヴィッド・バーニー. 2015. ネイチャーガイド・シリーズ 世界の鳥たち. 化学同人. 京都市. p206.
- 金子之史. 2006. ネズミの分類学—生物地理学の視点. 東京大学出版会. 東京. 302p. p69.
- 小嶋篤史. 2011. 小型鳥類の卵塞 治療の成功率を高めるコツ. エキゾチック診療. Vol.3 No.3. p27.
- Michael Walters. 1994. BIRDS' EGGS. DORLING KINDERSLEY. London. p15.
- 並河良治・大西博文・曾根真理・角湯克典・桑原正明・川上篤史, 2004. ロードキル防止技術に関する研究—哺乳動物の生息域保全に向けて, 国土技術政策総合研究所, No. 152.
- NEXCO 東日本コーポレートサイト. 2016. CSR レポート・動物衝突事故対策の機能, <http://www.e-nexco.co.jp/csr/environment/04reduction.html#index02>
- NEXCO 中日本お客さまセンター. 2014. CSR 報告書 佐伯緑, タヌキの死ぬ数と理由の変遷 ホームページ TANUKI CLUB <<http://www.tanuki-club.com/tanudeath.htm>> (アクセス: 2016年1月22日)
- Saeki, M. and D. W. Macdonald. 2004. The Effects of traffic on the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*) and other mammals in Japan. *Biological Conservation* 118: 559-571
- 清野紘典・森光由樹・斉藤千映美 (2002) 仙台市西部地区における野生ニホンザル交通事故死の影響. 第18回日本霊長類学会大会 (2002年7月, 東京).
- NEXCO 東日本コーポレートサイト. 2016. CSR レポート・動物衝突事故対策の機能, <http://www.e-nexco.co.jp/csr/environment/04reduction.html#index02>
- NEXCO 中日本お客さまセンター. 2014. CSR 報告書 清棲幸保 1978. 増補改訂版 日本鳥類大図鑑Ⅱ. 講談社. 東京. P445-447.
- 高田勝・叶内拓哉. 2004. 原寸大写真図鑑 羽. 文一総合出版. 東京. P196-197



Grey nightjar roadkill

図1. 回収直後のヨタカ



図4. ヨタカ全身骨格標本(右側面観)



図2. ヨタカ体内の卵と筋胃



図3. 液浸標本にした卵



図5. ヨタカ(メス)の羽標本完成図



図6. 解凍後のノスリ



図9. ハタネズミ胎児の骨格



図7. ノスリの未消化物



図10. ハクビシン(右側面観)

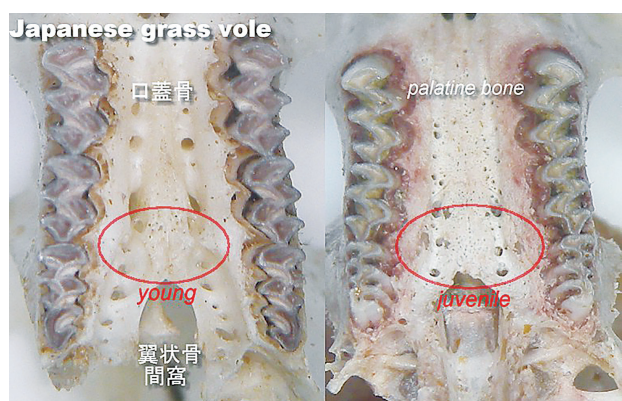


図8. ハタネズミ若齢(左)と幼獣(右)の口蓋骨

希少種タナゴの生息地域における 外来種の分布状況と淡水魚相の変化

黒澤 巧*・平谷萌子*・斉藤千映美**

Distribution of Invasive Fish Species in the Habitat of Endangered Fresh Water Fish,
Acheilognathus melanogaster

Takumi KUROSAWA, Moeko HIRAYA and Chiemi SAITO

要旨：希少種タナゴの生息する地域において、2009年度より行ってきた7年間の調査により、調査地点毎の淡水魚の多様性が比較的安定していること、調査地点毎の種構成の差が明確であること、タナゴが調査地点では繁殖していないと考えられること、外来種の分布が変化してきたことなどが明らかになった。

Seven years' survey at a local water basin in Miyagi has shown a characteristic difference in fresh water fish species diversity. In contrast to the fact that the reproduction of an endangered species *Acheilognathus melanogaster* was not proved, invasive species of *Acheilognathinae* was wide spread in the area.

キーワード：タナゴ, タイリクバラタナゴ, 外来種

1. はじめに

コイ科タナゴ亜科のタナゴ (*Acheilognathus melanogaster*) は、関東地方以北の本州太平洋側の河川で主に止水域を好んで分布することが知られている淡水魚である。宮城県においては、新たな調査や研究によって生息・生育状況に関する情報量が増加するなど、知見の蓄積が進み、2013年にレッドリストの絶滅危惧Ⅱ類から絶滅危惧Ⅰ類へと変更された(宮城県2013)。したがって、県内で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、非常に高い価値を有しているといえる。

2008年には県内でタナゴが高密度に生息している地域が確認され、自然フィールドワーク研究会 YAMOI では2009年よりこの地域において淡水魚調査を継続して実施してきた。

本稿では2015年度における当該地域の調査結果を報告する。なお、希少種であるタナゴを題材として扱

うため、地域名は伏せることとする。

2. 調査方法

2015年の4月から11月まで毎月1回タナゴの生息している河川の3地点(上流よりA地点、B地点、C地点とする。)において実施した。各地点でモンドリを5ヶ所ずつ仕掛け、魚類採捕を行った。採捕した魚類はその場で同定を行った。また、隔月でタナゴの全長、体重の計測を行った。また、タナゴへの影響が大きいと考えられる外来種であるタイリクバラタナゴ (*Rhodeus ocellatus ocellatus*) とカネヒラ (*Acheilognathus rhombeus*) については捕殺することとした。

3. 結果

(1) 各地点の魚類相(図1)

A地点では、タナゴ (*Acheilognathus melanogaster*)、モツゴ (*Pseudorasbora parva*)、タイリクバラタナゴ

* 宮城教育大学自然フィールド研究会 YAMOI, ** 宮城教育大学環境教育実践研究センター

(*Rhodeus ocellatus ocellatus*) の3種が捕獲された。各月ともモツゴの割合が高く、6月からは高かったタナゴの割合が急激に低くなり、タイリクバラタナゴの割

合が高かった。

B地点では、タナゴ、タイリクバラタナゴ、モツゴの他にも、カネヒラ (*Acheilognathus rhombeus*)、タモロコ (*Gnathopogon elongatus*)、オイカワ (*Zacco platypus*)、ヨシノボリ (*Rhinogobius kurodai*)、ビワヒガイ (*Sarcocheilichthys variegatus microoculus*)、フナ (*Carassius auratus langsdorfii*) が捕獲された。すべての月でタイリクバラタナゴが最も多く捕獲された。カネヒラは夏季頃から多く捕獲されはじめ、オイカワは夏に多く捕獲されている。タモロコは年間を通してほぼ一定の割合で捕獲された。

C地点では、タナゴ、タイリクバラタナゴ、モツゴの他にも、カネヒラ、タモロコ、オイカワ、ヨシノボリ、フナが捕獲された。9月、10月を除く月で、タイリクバラタナゴとカネヒラで半数以上の割合を占めている。9月においては、タナゴとタイリクバラタナゴの割合が小さく、タモロコの割合が大きかった。オイカワは夏季から秋季にかけて多く捕獲された。

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) のグラフ (図2) を示した。C地点が最も高く、月による大きな変動は見られなかった。A地点とC地点の多様度指数の間には有意な差が見られた (Wilcoxon の符号付順位和検定, $Z = 0$, $p < 0.05$)。同様に、B地点とC地点間にも差が認められた (Wilcoxon の符号付順位和検定, $Z = 1$, $p < 0.05$)。

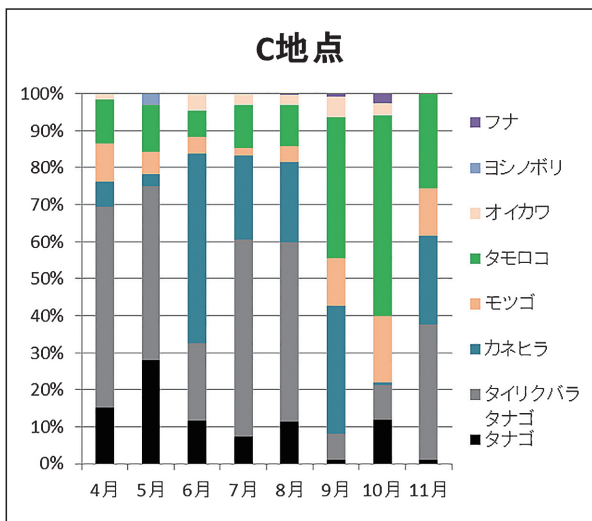
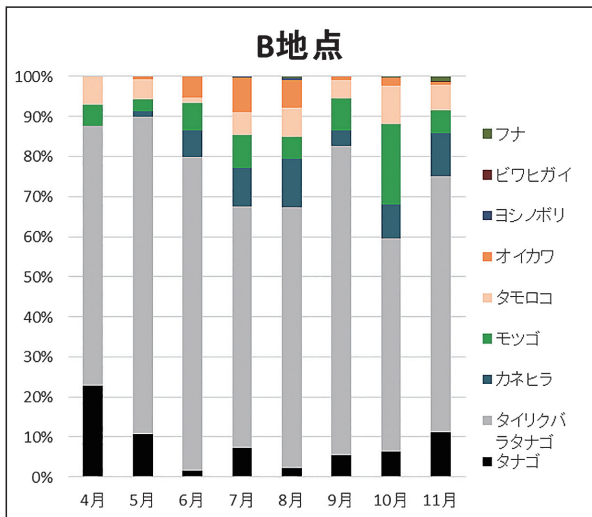
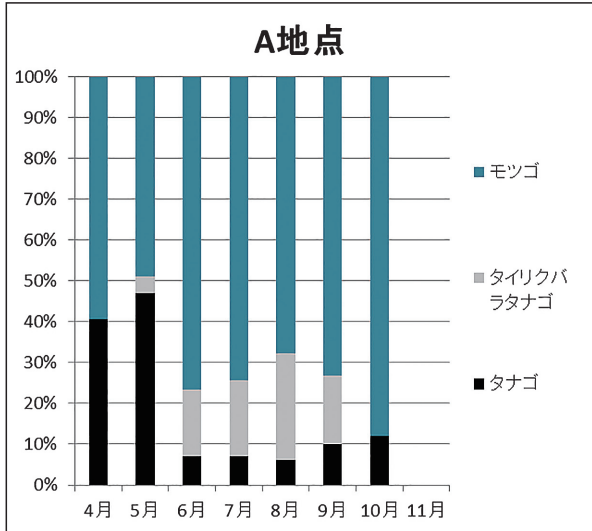


図1. 各地点の魚類相

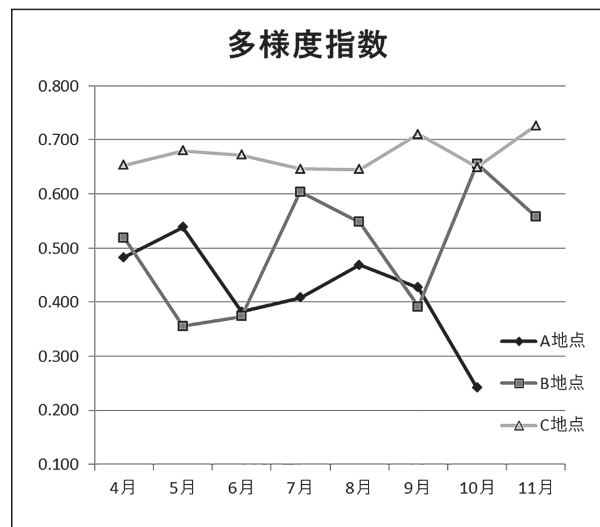


図2. 各地点の多様度指数(2015年度)

(2) タナゴの全長 (図3)

各地点でのタナゴの全長は図3に示す通りであった。C地点において5月、9月、11月の捕獲された個体数が少ないため、7月の値を用いて、3地点を比較することとした。体長48mm～64mmの間にA地点では、全体の21%、B地点では32%、C地点では79%の個体が分布していた。64mmより大きい個体の割合は、A地点で79%、B地点で39%、C地点では14%であった。A、B地点にはよりC地点でよりやや大きなタナゴが多く見られるようである。

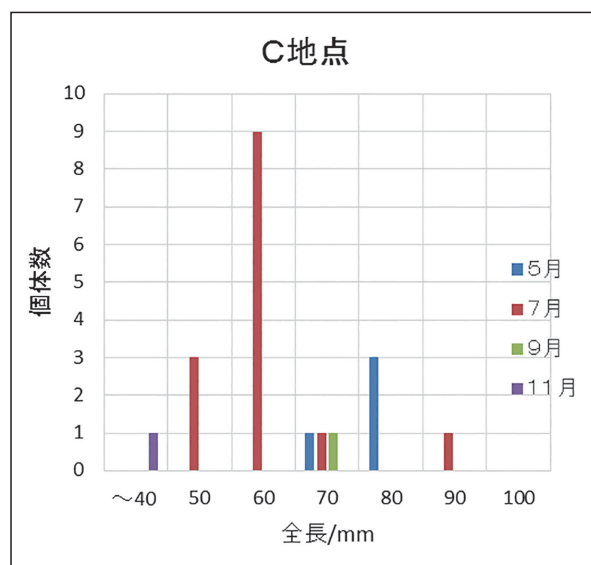
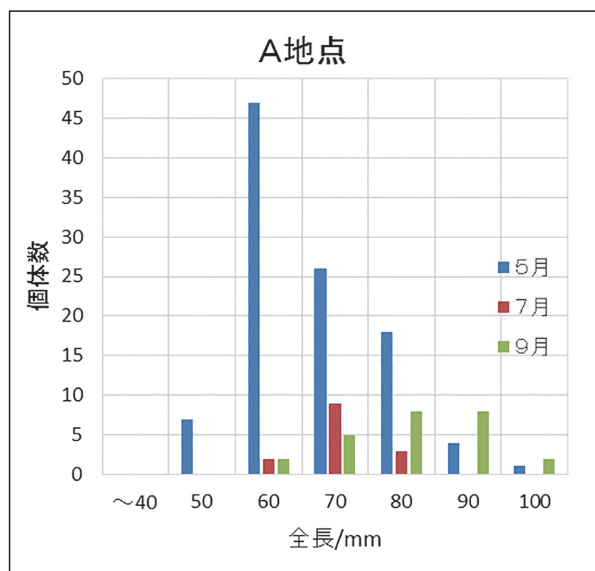


図3. 各月のタナゴの全長とその内訳

4. 考察～過年度との比較から

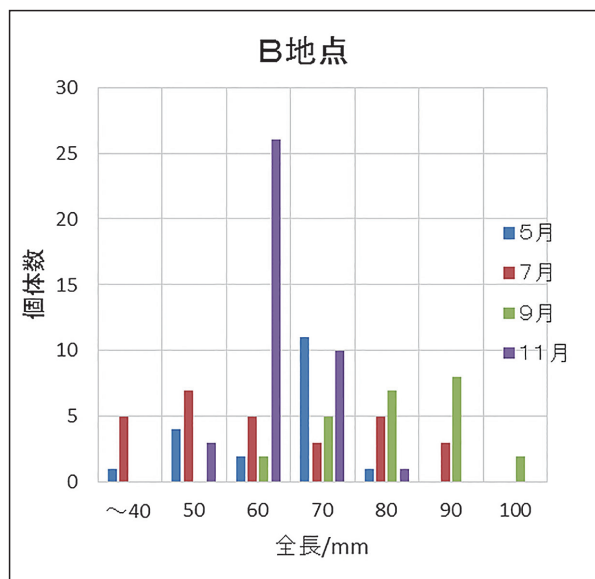
(1) 魚類相について

「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)はいずれも、自然界での生息数は激減している。その理由は共通しており、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る。また一部では水質悪化や外来種生物の影響も見られる(赤井ほか 2009)。

各調査地点で主に捕獲された淡水魚の中には、在来種(タナゴ)と外来種(国外外来種はタイリクバラタナゴ、国内外来種はカネヒラ、オイカワ、タモロコ、モツゴ)が混在しており、外来種の占める割合は相当大きい。

A地点では、2014年度の調査においてタイリクバラタナゴが初めて捕獲された。タイリクバラタナゴは、在来種であるタナゴに対して、競合する可能性のある外来種である。

A地点はため池であり河川からの流入はない。これまでは、閉鎖的な環境であり、タナゴにとっては外来種の生息していない、好ましい生息環境ではないかと考えられてきた(寺下ほか 2012)。しかし、タイリクバラタナゴの侵入により、その生息環境に影響が出ることも懸念される。2014年度の調査結果(図4)と比較すると、2015年度はタイリクバラタナゴの捕獲



された期間（2014年度は7月から9月、2015年度は5月から9月）、全捕獲数に対するタイリクバラタナゴの捕獲数の割合（2014年度は4.5%、2015年度は16.5%）はともに増加している。逆に、タナゴ捕獲率の割合の月変化に注目すると、2014年度、4月は捕獲されず、その後ほぼ一定の割合（ $23.9 \pm 5.7\%$ ）で捕獲されたが、2015年度は4月、5月が高く6月から10月にかけて落ち込んだ。A地点は閉鎖的な環境であるため、自然にタイリクバラタナゴが流入したとは考えにくく、人的な要因で侵入した可能性が高い。なおA地点では2014年度の調査でヨシノボリ (*Rhinogobius kurodai*) が捕獲されたが、2015年度の調査では捕獲されなかった。

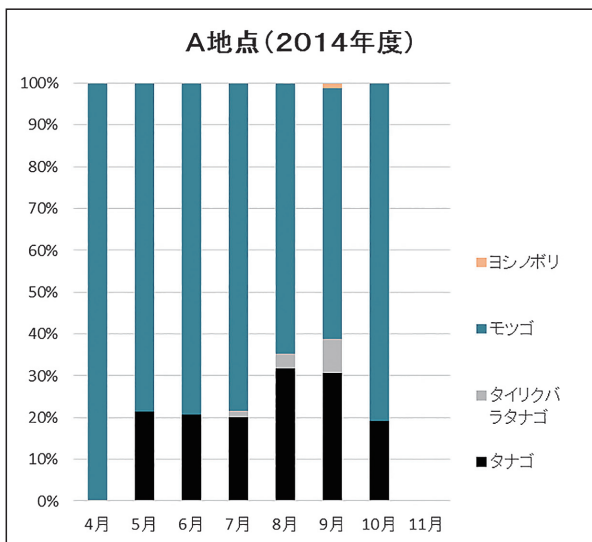


図4. 2014年度A地点の魚類相

B地点では、タイリクバラタナゴがすべての月で大きな割合を占めている。「たなご」は二枚貝に産卵し、孵化後仔魚から稚魚に発達するまで二枚貝の中で過ごす習性がある。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（コイ科タナゴ亜科バラタナゴ属の「たなご」）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）。したがって、タナゴと比較してタイリクバラタナゴの繁殖期間は長い。また、「たなご」は産卵母貝について選択性を有している。タナゴは、大型のドブガイ (*Sinanodonta woodiana*) やカ

ラスガイ (*Cristaria plicata plicata*) を好んで産卵する。対してタイリクバラタナゴは、ドブガイやイシガイ (*Unionoida douglasiae nipponensis*) を好んで産卵する。さらにタナゴと比較してタイリクバラタナゴは繁殖期間が早く始まり、期間も長い。産卵に適したドブガイをめぐり、2種のタナゴ間で競合が生じる可能性がある。また、餌や隠れる場所なども両者は比較的似通っていることから、タイリクバラタナゴはタナゴとよく似たニッチで、より現地の環境に適応し定着していると考えられる。なおB地点では、2013年度、2014年度の調査でコイ (*Cyprinus carpio*)、2014年度の調査でウグイ (*Tribolodon hakonensis*) が捕獲されたが、2015年度の調査では捕獲されなかった。

C地点では、タイリクバラタナゴの他にカネヒラが多く捕獲された。カネヒラは日本で最大の「たなご」であり、本来の生息地は朝鮮半島西岸、日本（琵琶湖淀川水系以西の本州と、九州北西部）（国立環境研究所 侵入生物データベース）で、宮城県においては近畿地方から移入したと考えられている。産卵の場所として主に小型のイシガイを好むが、イシガイが無い場合には他の貝で代用するような例もあり、タナゴとドブガイをめぐり競合する可能性がある。C地点において、カネヒラやタイリクバラタナゴは多く生息しており、また二枚貝類はほとんど見られない。タナゴが繁殖、成長するのに最適な環境であるとは考え難い。なおC地点では、モンドリにはかからなかったが、タモ網で大型のコイ (*Cyprinus carpio*) を捕獲すること

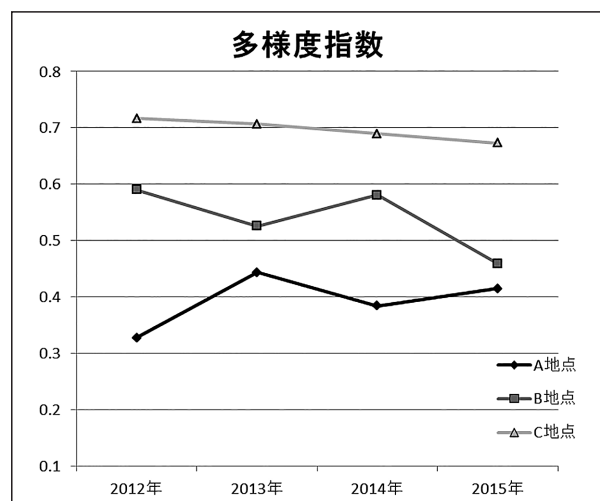


図5. 各地点の多様度指数の年変動

ができた。

次に、3つの地点で種の多様度指数（Shimpsonの多様度指数）を比較した。2012年度から2015年度の春季～秋季にかけてデータが揃っている月の多様度指数の平均値をとり、これを年間の多様度指数とし、各地点の多様度指数の年変動（図5）を示した。多様度指数の値は期間を通じてC地点、B地点、A地点の順に高いことがわかった。

(2) タナゴの全長について

2015年の調査では、生後1～数年以上は経過していると考えられるのタナゴの個体数が多く、1年魚のタナゴと見られる魚はほとんど観察されていない。1年魚の個体数が見られないということは、少なくとも調査地点の近辺ではタナゴの繁殖が行われていない可能性が高い。

A地点において、2014年度に侵入したタイリクバラタナゴが増加傾向にあると考えられることから、過去4年分の5月と9月におけるタナゴの平均体長意の推移を図6に示した。2012年、2013年と大きな体長の変化は見られないが、2015年はタナゴの大きな個体が増加したようにみえる。

タナゴの稚魚を明確に識別する能力が不足しているということも、1年魚がほとんど見られなかった要因として考えられるので、今後の調査で改善していきたい。

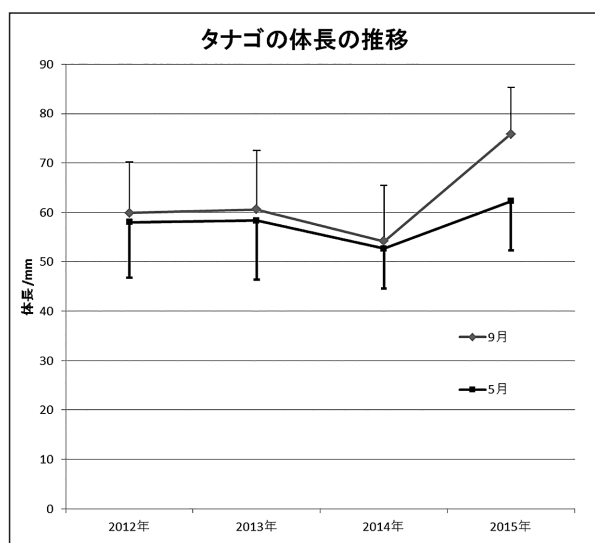


図6. タナゴの平均体長の推移 (A地点)

(3) 全体を通して

2015年の9月に発生した台風18号の影響で、吉田川と関連の河川は広域にわたり氾濫し、調査地域一帯（特にB地点、C地点）も水路が溢水、周辺の田んぼが水没した。直後の9月の調査で川の内外を確認したが、川底や岸が大きく浸食された様子であった。C地点ではこの時、タイリクバラタナゴとタナゴの割合が大きく減少し、タモロコの割合が大きく増加した。増水の影響でこれらの魚が移動していたことが考えられる。川の中の環境が変化したことがどのような影響を及ぼすのか来年度以降も注意深く見ていきたい。

A地点においても、タイリクバラタナゴがタナゴに及ぼす影響を継続して注意深く見ていく必要がある。

また2015年には、調査活動の際、釣りをしに来るタナゴ愛好家に出会うということが少なくなかった。地域の方に話を伺うと、県内外から頻繁に釣り人が来ているそうである。調査活動時に会った場合声掛けを行っているが、今後は調査結果を地域に還元し、地域との連携を図り、地域ぐるみでタナゴの保全を行っていくことが効果的であり望ましいと考えられる。

謝辞

調査を行うにあたり、宮城教育大学自然フィールドワーク研究会のメンバーには多大なご指導ご協力をいただいた。また、調査地域の方々には、活動に対してご理解いただき、温かい目で見守っていただいた。この場を借りて感謝申し上げます。

引用文献

- 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.
- 福原修一 2000. 貝に卵を産む魚. トンボ出版, 大阪市
- 宮城県自然保護課 2013. 宮城県レッドリスト.
- 国立研究開発法人 国立環境研究所: 侵入生物データベース URL: <https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/>

平成27年度活動報告

【主催事業】

免許状更新講習

- 7月22日(水) 青葉山環境教育セミナー・学校飼育動物入門(齊藤)
- 7月27日(月) ESD入門ー持続可能な開発のための教育ーin 気仙沼市(溝田)
- 7月31日(金) 青葉山環境教育セミナー・動物園学習の企画と実践(齊藤)
- 8月3日(月) 青葉山環境教育セミナー・動物園で学ぶ動物の行動と飼育(齊藤)
- 8月5日(水)～6日(木) 青葉山環境教育セミナー・動物標本の作成入門(齊藤)
- 8月7日(金) 情報特講ダイジェスト(鶴川)
- 8月17日(月)～18日(火) ESD入門ー持続可能な開発のための教育ーin 白石市(溝田)
- 8月18日(火) 情報特講ダイジェスト(鶴川)
- 8月22日(土)～23日(日) 環境科学ー水環境へのアプローチと解釈ー(村松)
- 10月3日(土) 青葉山環境教育セミナー・「校庭の教育資源」活用術(溝田)

【共催事業】

仙台市

- 6月25日(木) 第1回ユースカレッジ：環境局(齊藤)
- 7月3日(金) ユースカレッジ・サロン講座打合せ(齊藤・福地)
- 7月18日(土) 仙台市サロン講座・仙台環境ユースカレッジ(齊藤・佐々木・福地)
- 8月20日(木) 仙台市環境出前講座ネットワーク(齊藤)
- 8月27日(木) 仙台市環境出前講座：八本松小学校(溝田)
- 8月28日(金) ユースカレッジ(齊藤)
- 10月25日(日) ユースカレッジ(溝田)
- 11月14日(土) 環境サロン講座「親子で学ぶ身近な自然ーわたしたちを支える生き物たち [ミツバチ編]ー」(溝田)

気仙沼市

- 6月10日(水) 第1回気仙沼ESD/ユネスコスクール研修会(溝田)
- 11月13日(金) 気仙沼ESD/RCE円卓会議(溝田)
- 1月22日(金) 第2回気仙沼ESD/ユネスコスクール研修会(溝田)

登米市

- 6月11日(木) 登米市環境出前講座：登米小学校(溝田)
- 7月7日(火) 登米市環境出前授業：上沼小学校(溝田)
- 8月2日(日) 登米市オオムラサキが賑わう里づくりの集い(溝田)
- 9月17日(木) 登米市環境教育リーダー育成講座(溝田)

仙台市八木山動物公園

11月3日（火）第10回秋の八木山フェスタ2015（齊藤）

岩沼市

10月18日（土）理科大好きフェスティバル：岩沼小学校（村松）

10月22日（水）サイエンススクール：岩沼小学校（村松）

【附属校園との連携事業】

5月7日（木）ヤギ堆肥：附属特別支援学校（齊藤）

6月22日（月）ヤギ出前授業：附属幼稚園（齊藤）

6月26日（月）ヤギ出前授業：附属幼稚園（齊藤）

7月13日（月）ヤギ出前授業：附属幼稚園（齊藤）

【専任職員の地域貢献活動】

3月8日（日）環境教育学会全国理事会（齊藤）

3月14日（土）科学オリンピック：宮城県仙台第三高校（村松）

3月15日（日）～16日（月）国連防災世界会議（鶴川・福地）

3月23日（月）FEEL Sendai 事業報告会（鶴川）

4月10日（金）携帯電話講演：多賀城中学校（鶴川）

4月10日（金）川内沢ダム（名取市）環境調査ヒアリング（溝田）

4月14日（火）FEEL Sendai 第1回会議（鶴川・福地）

4月18日（土）携帯電話講演：岩沼市玉浦中学校（鶴川）

4月24日（金）北上川・旧北上川・鳴瀬川被災域環境調査ヒアリング（溝田）

4月28日（火）携帯電話講演：大和町立大和中学校（鶴川）

5月18日（月）河川水辺の国勢調査（阿武隈川下流・名取川水系）ヒアリング（溝田）

5月21日（木）鳴瀬川総合開発ヒアリング（溝田）

5月26日（火）FEEL Sendai 第2回会議（福地）

5月26日（火）北上川ヒノマイトトンボ保全措置活動（溝田）

5月27日（水）ユネスコ支援：鶴巣小学校（齊藤）

5月28日（木）新寺こみち市（齊藤）

6月2日（火）州崎海岸（野蒜）堤防復旧工事ヒアリング（溝田）

6月3日（水）ユネスコ支援：鶴巣小学校（齊藤）

6月3日（水）宮城県希少野生動植物保護対策検討会（溝田）

6月9日（火）宮城県環境アドバイザー会議（溝田）

6月10日（水）第1回気仙沼ESD/ユネスコスクール研修会（溝田）

6月11日（木）登米市環境出前講座：登米小学校（溝田）

6月12日（金）携帯電話講演：国見小学校（鶴川）

6月18日（木）仙台湾南部海岸域昆虫類調査ヒアリング（溝田）

6月23日（火）環境フォーラムせんだい実行委員会（溝田・福地）

- 6月24日 (水) 出前授業：愛子小学校 (溝田)
- 6月25日 (木) 第1回ユースカレッジ：環境局 (齊藤)
- 6月28日 (日) 新寺こみち市 (齊藤)
- 7月3日 (金) ユースカレッジ・サロン講座打合せ (齊藤・福地)
- 7月4日 (土) 携帯電話講演：岩沼北中学校 (鶴川)
- 7月7日 (火) 登米市環境出前授業：上沼小学校 (溝田)
- 7月9日 (木) 仙台湾南部海岸域昆虫類調査ヒアリング (溝田)
- 7月15日 (水) 宮城県環境アドバイザー会議 (溝田)
- 7月16日 (木) FEEL Sendai 第3回会議 (齊藤・福地)
- 7月18日 (土) 仙台市サロン講座・仙台環境ユースカレッジ (齊藤・佐々木・福地)
- 7月21日 (火) 仙台市教育相談課会議 (鶴川)
- 7月21日 (火) 仙台湾南部海岸域昆虫類調査調査・現地視察 (溝田)
- 7月22日 (水) 携帯電話講演：寒河江市立稜東中学校 (鶴川)
- 7月24日 (金) 携帯電話講演：大石田町立大石田小学校 (鶴川)
- 7月24日 (金) 環境フォーラムせんだい第2回実行委員会 (福地)
- 7月25日 (土) ひらめき☆ときめきサイエンス「動物から学ぶ日本の食と環境」(齊藤・佐々木・福地)
- 7月27日 (月) ～30日 (木) 国際野生動物管理学会議 (札幌) (溝田)
- 7月28日 (火) 新寺こみち市 (齊藤)
- 8月2日 (日) 登米市オオムラサキが賑わう里づくりの集い (溝田)
- 8月5日 (水) SQS講座：仙台市教育センター (鶴川)
- 8月5日 (水) 亘理町コバネアオイトトンボ生息調査ヒアリング (溝田)
- 8月18日 (火) 環境フォーラムせんだい第3回実行委員会 (福地)
- 8月20日 (木) 仙台市環境出前講座ネットワーク (齊藤)
- 8月21日 (金) ～23日 (日) 日本環境教育学会第26回大会 (名古屋) (溝田)
- 8月22日 (土) ヤギふれあい：文学館 (齊藤)
- 8月24日 (月) 宮城県環境アドバイザー現地検討会 (溝田)
- 8月26日 (水) 仙台湾南部海岸域昆虫類調査・現地視察 (溝田)
- 8月27日 (木) 仙台市環境出前講座：八本松小学校 (溝田)
- 8月28日 (金) 新寺こみち市 (齊藤)
- 8月28日 (金) 仙台市ユースカレッジ (齊藤)
- 8月31日 (月) 青少年のインターネット安心安全利用推進フォーラム (鶴川)
- 9月4日 (金) ～6日 (日) 日本島嶼学会奥尻島大会 (北海道) (溝田)
- 9月12日 (土) 携帯電話講演：山形市PTA連合会 (鶴川)
- 9月16日 (水) ICT公開授業：東向陽台中学校 (鶴川)
- 9月16日 (水) 自然観察学習：鶴巣小学校 (齊藤)
- 9月17日 (木) 登米市環境教育リーダー育成講座 (溝田)
- 9月24日 (木) 環境フォーラムせんだい第4回実行委員会 (溝田)
- 9月28日 (月) 新寺こみち市 (齊藤)
- 9月28日 (月) FEEL Sendai 第4回会議 (齊藤・齋藤(有))
- 10月3日 (火) 携帯電話講演：秋保中学校PTA (鶴川)

- 10月8日(木) 携帯電話講演：仙台青陵中学校PTA(鵜川)
- 10月9日(金) 携帯電話講演：いずみ高等支援学校(鵜川)
- 10月12日(月) 宮城県希少野生動植物保護対策検討会・昆虫分科会(溝田)
- 10月17日(土) 理科大好きフェスタ：岩沼南小学校(村松)
- 10月18日(土) 理科大好きフェスティバル：岩沼小学校(村松)
- 10月22日(水) サイエンススクール：岩沼小学校(村松)
- 10月22日(木) 北上川・旧北上川・鳴瀬川被災域環境調査ヒアリング(溝田)
- 10月24日(土)～25日(日) ヤギふれあい体験：大学祭(齊藤・佐々木)
- 10月25日(日) 仙台市ユースカレッジ(溝田)
- 10月26日(月) 携帯電話講演：山形市立金井中学校(鵜川)
- 10月28日(水) 新寺こみち市(齊藤)
- 10月30日(金) 宮城県環境アドバイザー会議(溝田)
- 11月3日(火) 日本島嶼学会架橋問題検討会(女川町出島)(溝田)
- 11月3日(火) 第10回秋の八木山フェスタ2015(齊藤)
- 11月13日(金) 気仙沼ESD/RCE円卓会議(溝田)
- 11月14日(土) 仙台市環境サロン講座「親子で学ぶ身近な自然ーわたしたちを支える生き物たち
[ミツバチ編]ー」(溝田)
- 11月18日(水) 環境フォーラム仙台第5回実行委員会(齊藤)
- 11月25日(水) 東北自治研修会(齊藤・村松・溝田)
- 11月27日(金) 携帯電話講演：加美町教育委員会(鵜川)
- 11月28日(土) 新寺こみち市(齊藤)
- 11月29日(日) 環境フォーラム仙台2015(齊藤)
- 12月5日(金) 携帯電話講演：南材木町小学校PTA(鵜川)
- 12月5日(金) 携帯電話講演：美里町立青生小学校(鵜川)
- 12月8日(火) FEEL Sendai 第5回会議(溝田)
- 12月10日(木) 北上川下流生物環境検討会(溝田)
- 12月12日(土) ユネスコスクール打合せ：福島県安達高校(齊藤)
- 12月12日(土) 携帯電話講演：仙台市松陵中学校(鵜川)
- 12月13日(日) 対馬学フォーラム(溝田)
- 12月18日(金) 携帯電話講演：三条中学校(鵜川)
- 1月10日(日)～11日(月) 日本生物教育学会第100回大会(東京)(溝田)
- 1月15日(金) 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)
- 1月20日(水) 宮城県希少野生動植物保護対策検討会(溝田)
- 1月22日(金) 第2回気仙沼ESD/ユネスコスクール研修会(溝田)
- 1月30日(土) 宮城県希少野生動植物保護対策検討会・昆虫分科会(溝田)
- 1月31日(日) なっ得!発見!みやぎ環境フォーラム(鵜川・齋藤(有))
- 2月1日(月) FEEL Sendai 第6回会議(鵜川)
- 2月3日(水) 柏梁学院講座「仙台人の忘れものー青葉山はなぜ貴重か?ー」：仙台市柏木市民センター(溝田)
- 2月3日(水) 鳴瀬川総合開発ヒアリング(溝田)

- 2月4日 (木) 携帯電話講演：多賀城市立高崎中学校 (鶴川)
- 2月5日 (金) 河川水辺の国勢調査 (阿武隈川下流・名取川水系) ヒアリング (溝田)
- 2月16日 (火) 携帯電話講演：八木山小学校 (鶴川)
- 2月17日 (水) 携帯電話講演：岩沼中学校PTA (鶴川)
- 2月20日 (土) 日本環境教育学会・東北地区懇談会 (齊藤・溝田・鶴川・福井・斎藤)
- 2月22日 (月) 河川水辺の国勢調査 (北上川・鳴瀬川水系) ヒアリング (溝田)
- 2月22日 (月) 仙台湾南部海岸域昆虫類調査ヒアリング (溝田)
- 2月23日 (火) 河川水辺の国勢調査 (阿武隈川・名取川水系) アドバイザー連絡会議 (斎藤・溝田)
- 2月26日 (金) 鳴瀬川総合開発ヒアリング (溝田)
- 2月26日 (金) 川内沢ダム環境調査ヒアリング (斎藤・溝田)
- 2月29日 (月) 鳴瀬川総合開発環境調査ヒアリング (溝田)

(運営委員)

センター長 齊藤千映美
専任 村松 隆
" 鶴川 義弘
" 溝田 浩二
宮城教育大学 西城 潔
" 菅原 敏
" 出口 竜作
" 菅原 正則
" 佐藤 哲也

(兼務教員)

理科教育講座 西山 正吾
" 棟方 有宗
社会科教育講座 小金澤孝昭
" 西城 潔
美術教育講座 浅野 治志
家庭科教育講座 亀井 文
附属小学校 渡部 智喜
附属中学校 千葉 卓
附属特別支援学校 八木 俊信
附属幼稚園 小森谷一朗

(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 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)

ラザロ エチェニケ
菊地 永祐
橋本 勝
林 守人
吉村 正志
河合久仁子
木村 一貴
永幡 嘉之

(客員研究員)

宮城県教育研修センター
指導主事 西城 光洋
仙台市科学館
指導主事 菅野 宏一
" 花田 義輝
" 松本 敏秀
東北文教大学人間科学部
子ども教育学科
副学科長・教授 渡辺 孝男
法政大学
教授 島野 智之

(非常勤職員)

佐々木久美
福地 彩
齋藤 有季

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. Zool. 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27年度編集委員会】

村松 隆 (委員長) , 鵜川 義弘, 溝田 浩二

宮城教育大学 環境教育研究紀要 第18巻

2016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

ISSN 1344 – 8005

Research Bulletin of Environmental Education Center,
Miyagi University of Education

Vol.18

Environmental Education Center, Miyagi University of Education

March 2016