

宮城教育大学

# 環境教育研究紀要

第7巻

宮城教育大学環境教育実践研究センター

2004



## 目 次

伊沢紘生：SNC構想の担い手・金華山のサル の 23 年	1
[Izawa, K. : Results of Ecological Studies of Wild Japanese Monkeys Living in Kinkazan Island during 23 Years from a Viewpoint of the Propulsion of SNC Idea]	
棟方有宗・佐藤康博・加賀谷 隆：広瀬川中流域（郷六～牛越橋）における底生動物群集の周年変動	13
[Munakata, A., Sato, Y. and Kagaya, T. : Seasonal Variation in Macroinvertebrate Assemblage in Hirose River]	
藤田裕子・伊沢紘生・小野雄祐：金華山と青葉山のトンボ相—その 3—	21
[Fujita, H., Izawa, K. and Ono, Y. : The Odonate Fauna in Kinkazan Island and Aobayama Area, Miyagi Prefecture, III]	
川村寿郎・中條 裕・高野洋平：少年自然の家の野外活動区域における自然学習教材の再開発 —その 1 花山村砥沢川の地質教材とその活用—	31
[Kawamura, T., Nakajo, Y. and Takano, Y. : Reorganization for Teaching Objects of Natural Environments around the Hanayama National Children's Center]	
八巻明香・丹羽 慈：青葉山の大型土壌動物相	39
[Yamaki, A. and Niwa, S. : A Study of Soil Macrofauna in Aobayama Area, Miyagi Prefecture, Northeastern Japan]	
溝田浩二・小畑明子・青木 瞳・山根岳志：巣穴形成型アリジゴクを題材とした環境教育プログラムの実践…	49
[Mizota, K., Obata, A., Aoki, H. and Yamane, T. : A Practice of Teaching Programs for Environmental Education on the Subject of Pit-building Antlion Larvae (Neuroptera : Myrmeleontidae)]	
川村寿郎・紺野 昇・菅原 敏：気体検知管による二酸化炭素の放出・吸収の測定テスト —炭素循環を理解する教材化にむけて—	59
[Kawamura, T., Konno, N. and Sugawara, S. : Simplified Test for CO <sub>2</sub> Release and Absorption Using the Gas Detecting Tube and the Teaching Material to Understand the Carbon Cycles]	
高橋久美子・佐藤麻衣子・平吹喜彦：宮城教育大学附属幼稚園内の樹木を用いた身近な自然認知活動：名札が育み始めた樹木との交流	67
[Takahashi, K., Sato, M. and Hirabuki, Y. : Infants and Woody Plants: Nameplates Promoted Nature-feeling in the Ordinary Life at Kindergarten]	
長島康雄・山田和徳・平吹喜彦：学校緑化に対する環境教育からのアプローチ：仙台市立岩切小学校における事例を通して	75
[Nagashima, Y., Yamada, K. and Hirabuki, Y. : Efficacy of the Environmental Educational Approach in Tree Planting: A Case Study of Sendai Iwakiri Elementary School]	
村松 隆・早坂智恵・安達菜央：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—	85
[Muramatsu, T., Hayasaka, C. and Adachi, N. : Quantitative Analysis of Chlorophyll Aimed for the Grasp of Lake's Eutrophication - Utilization of Hand-Made Fluorophotometer -]	

伊藤芳春・高田淑子：夜空メーターの製作と星空環境の測定	93
[Ito, Y. and Takata, T. : Environmental Measurement of Light Pollution by Dark Sky Meter]	
高田淑子・佐々木佳恵・松下真人・斉藤正晴・佐藤 崇・須田敏典・西川洋平・伊藤芳春：教室で行う宇宙の実験－6：火星の表層環境を理解しよう	99
[Takata, T., Sasaki, Y., Matsushita, M., Saito, M., Sato, T., Suda, T., Nishikawa, Y. and Ito, Y. : Space Experiments in Classroom -6: Surface Environment of Mars]	
長島康雄・千島拓朗・佐々木佳恵・高田淑子：学区域から仙台市全域に拡張した光害調査活動とそのスケールアップが持つ環境教育的な意義	105
[Nagashima, Y., Chishima, T., Sasaki, Y. and Takata, T. : Environment Educational Significance of the Scale up of the Light Pollution Survey Area]	
川村寿郎・中條 裕・千葉文彦・平吹喜彦・西城 潔・見上一幸・目々澤紀子：宮城県内の少年自然の家における環境学習活動－学校授業との連関についてのアンケート調査結果の概要－	111
[Kawamura, T., Nakajo, Y., Chiba, F., Hirabuki, Y., Saijo, K., Mikami, K. and Memezawa, N. : Environmental Studies at the Natural Children Centers of Miyagi Prefecture: Summary of the Questionnaire Survey on the Subject Relation with School Classes]	
見上一幸：まだ浅い経験の中で考えている国際教育協力と環境教育－宮城教育大学環境研の5年を振り返って－	119
[Mikami, K. : Environmental Education and International Education Support , Thinking from Shallow Experience - Looking back the Activities of the Environmental Education Center for these 5 Years-]	
小金澤孝昭：東北グローバルセミナー実行委員会の活動－国連『持続可能な開発のための教育の10年』人材育成事業－	127
[Koganezawa, T. : Report on UN Education for Sustainable Development]	
平成16年度 宮城教育大学大学院・環境教育実践専修 修士論文要旨	129
平成16年度 環境教育実践研究センター年間活動報告	141
投稿規定	153

# SNC構想の担い手・金華山のサル の 23 年

伊沢 紘生\*

Results of Ecological Studies of Wild Japanese Monkeys Living in Kinkazan Island during 23 Years  
from a Viewpoint of the Propulsion of SNC Idea

Kosei IZAWA

**要旨：**金華山を一つのモデルとしてSNC構想を推進してきたが、そうするにあたっては、島にすむ野生ニホンザルの継続した生態学的調査に基礎を置いた。そして、この23年間の調査結果について、群れの分裂過程やそれに伴う群れの遊動域の変更、個体数の年変化、年ごとの出生数、年ごとの新生児死亡数、食物リスト、骨格標本等について、とりまとめを行った。

**キーワード：**SNC構想、金華山、野生ニホンザル、長期継続調査、生態学的研究成果

## 1. 金華山の自然を一つのモデルとしたSNC構想

SNC (Super Naturing Center) 構想は筆者が本学で環境教育に携わる上での基本理念であり、概略はこれまで本誌(宮城教育大学環境教育研究紀要)に繰り返し紹介してきた(伊沢, 1998a, 1998b, 2001, 伊沢ほか, 2000a, 2000b, 2001, 2002)。そして、金華山を一つのモデルとして多くの実践活動を積み重ねてきたし(伊沢, 2002, ほか多数)、同時にその展開として、国内では宮城県広瀬川流域や石川県白山山域、青森県下北半島、国外では南米コロンビア・マカレナ地域の熱帯雨林で同様の実践活動を行ってきた。

ところで、SNC構想を世に問うたのは1990年である。以下に、それが端的に表現されている当時のパンフレットの文章を引用する。

### SNC構想

SNC構想とは、野生の動植物を中心とした生態調査を基礎に、自然のもつ豊かな教育力を積極的に発掘し、知的感動(sense of wonder)に満ちた体験を、学校教育や社会教育に十二分に生かしながら、自然を私たち人類のかけがえのない財産として護っていこうという構想です。

### 目指すもの

- ・危機に瀕する自然保護へ、新たな視座から解決策の提示をめざして。
- ・難問を抱える学校教育へ、自然の教育力の積極的な導入をめざして。
- ・問われる地球環境破壊へ、21世紀に生きる価値観の確立をめざして。

### 豊かな教育力をもつ自然とは

豊かな教育力をもつ自然とは、どのような自然を言うのでしょうか。鉢植えのチューリップも、水槽に泳ぐメダカも、自然には違いありませんし、子どもたちがそれなりに興味を覚える対象でしょう。しかし、未来に限りない可能性を秘めた子どもたちが、自然と向かい合うことを通して何かを学び得るとすれば、その自然は大きな感動を伴うものでなければなりません。子どもたち一人一人の無限ともいえる興味や関心にどこまでも応えられる多様な自然こそ、豊かな教育力をもつ自然と言えるのです。

### 自然の教育力発掘のための生態調査

子どもたちの無限の興味や関心を引き出し育んでいくプログラムを作るために、徹底した、継続的な調査を欠かすことはできません。宮城県牡鹿半島の東端に浮かぶ金華山は、ブナ、モミ、ケヤキ等を中心とする樹木が島をおおい、サルやシカ、鳥類など多くの野

\*宮城教育大学環境教育実践研究センター

生動物が生息し、日本で自然の多様性が良く保たれたフィールドのひとつです。しかも、動植物の生態調査が10年以上も地道に継続されています。今後も長期的な視野に立った生態調査を徹底的におこない、蓄積された研究成果から、自然のもつ教育力を最大限に発掘しようと考えています。

#### 学校教育・社会教育との関連

子どもたちへの教育的効果を検証するために、教育実践も必要となります。そこで、金華山の自然全体をひとつの教室と位置づけ、その教育力を活用し、現在の学校教育や社会教育が担っている内容を補完するための、具体的方策を提案していきます。そうすることで、従来の教育をカバーするだけでなく、新たな教育の内容や形態を提示することも可能になるでしょう。

#### 自然保護への新しい視座

こうした自然の教育力が、各地域で学校教育や社会教育に十二分に活用されていくためには、金華山のような多様性に富んだ自然が、それぞれの地域で確実に保存され続けなければならないわけです。この点において、施設や設備を重視したこれまでのあり方でなく、各地域の豊かな自然を丸ごと教育に活用しようというSNC構想は、地域や世代を超えた自然保護の明確な動機となるはずです。私たちは、悲痛な叫びをあげる日本の自然と、狭い学校の一室に閉じ込められた日本の子どもたちが、共に、おおらかさをうたい上げることのできる場を創造していければ、と考えています。

#### 未来への展望

SNC構想を推進していくことを通して、子どもたちが、自然の複雑なしくみや生命の営みの神秘さをじかに体験し、知的感動に満たされ、感受性をとぎすましていくことで、自然や宇宙に対する理解が深まっていくでしょうし、この地球に遠い未来まで生きていくための新しい価値観が確実に育っていくことでしょう。

多様性に富んだ自然を見つめ、自然に浸ること、それは人類と世界を再認識する最良の方法なのです。

## 2. 金華山のサル23年

筆者はSNC構想を金華山で推進するにあたって、島にすむ野生ニホンザルの継続した生態学的調査を基

礎においた。サルが、とくに子どもたちにとって、潜在的に、ひととき優れた教育力を有する存在だからである。しかし、これまで本誌上では、サル調査のかたわら実施した野鳥（伊沢・藤田, 2002, 2003）やトンボ（伊沢ほか, 2003, 2004, 藤田ほか, 印刷中）やセミ（伊沢, 2003）について、教育力発掘のための継続調査の結果を整理してきたが、メインであるサルに関しては一度もとりまとめを行ってこなかった。

サルのもつ教育力を発掘するための継続した生態学的調査とひと口で言っても、それは野鳥やトンボのようになまやさしいものではない。以下に、本誌で一度も紹介できなかったこと、および、SNC構想を推進するための地道な継続調査というものの一端を明らかにするために、いくつかの項目についてはすでに別途公表済みだが、1982年から今日まで23年間の、サルの群れと群れの遊動域の変更、個体数と出生数の年変化、新生児死亡率の年変化、サルの食物リスト、収集した死体のリスト等を、ここにまとめて収録しておくことにしたい。

これらの基礎資料が、環境教育実践研究センター・プロジェクト研究として推進してきた金華山での今後のSNC構想の発展に、少しでも寄与することになれば幸いである。

### 1) 群れの分裂とそれに伴う遊動域の変更

金華山には現在6つの野生ニホンザルの群れ（A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, D群）が生息している。1962年夏と冬に行った筆者の金華山での最初の調査では、島に群れは一つしかおらず、個体数は60～70頭だった（伊沢, 1963）。したがって現在の6群はすべて、この一つの群れが繰り返し分裂して誕生したことは間違いない。

以後1981年までは、筆者を含め断続的な調査しかできなかった。それでも、その時どきの調査結果や、1982年春以降の群れごとの遊動特性に関する継続調査などから、最初の分裂から3回目の分裂までの過程について、おおよそを復元することができた（伊沢, 1988）。4回目の分裂（1983年）と5回目の分裂（1992年）は継続調査開始以降に起こった分裂であり、追跡調査ができている（伊沢, 1983, 1988, 1995）。こ

れら計5回の分裂過程を図1に、それに伴う遊動域の変更を図2に示した。

ニホンザルの群れが分裂する要因の一つは個体数の増加であり、東北から北陸にかけての積雪地帯にすむサルでは、群れサイズが70頭を越すあたりで分裂の起こるのが一般的である(伊沢,1984)。金華山の場合も、5回目以外の分裂は、いずれも群れサイズが70~80頭のところで起こっている。しかし、金華山の群れの分裂には、もう一つの要因が強く関わっている。それは、日常的に集団生活する群れのサルたち間に見られる人や人為的環境への馴れ具合の差違である。

金華山は東奥三大霊場の一つとして名高く、黄金山神社への参拝客や観光客は年間を通して多い。鮎川港や女川港からの定期観光船が着く棧橋一帯や、黄金山神社一円、それを取り巻くように尾根筋に設けられた愛宕神社、山神社、大海祇神社(山頂にある)、水神社などに囲まれた一帯、2軒の民宿や1984年まで営業していた金華山観光ホテルの周辺など、島の北西部は大部分が神社の私有地であり、建造物も多く、人の往来も多く、人為的改変が進んでいる。そのため植生は、国有林になっているその他の地域とはかなり異なる。また、鹿山をはじめ黄金山神社を取り巻く地域にはニホンジカが高密度に生息し(一部餌づけされている)、植生に大きな影響を与えている。これら諸種の開発工事や植栽やシカの食圧などによる植生の変化は、サルの側から見れば、一年中安定した食物が供給されるという点で有利に働いている。

ところで島のサルは、戦後しばらくまでは狩猟や生捕りの対象になっていた。だから最初に調査した1962年当時は、人に対する警戒心がきわめて強かったし(伊沢,1983)、現在もなおその影響が一部の群れで残っている。

金華山のサルの群れで起こった5回の分裂では、この、人への警戒心や恐怖心を優先させるか、安定した食物の入手を優先させるかの二者択一が決定的な要因として働いた。すなわち、群れは、人との接触が多くてうっとおしいが食物供給が安定している島の北西部を含む地域を遊動域にするサルたちの集団と、人がめったに来ず人にわずらわされることはないが食物の季節変化や年変動の大きいその他の地域を遊動域にす

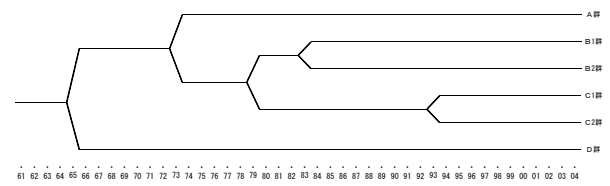


図1. 金華山のサル・群れの分裂過程

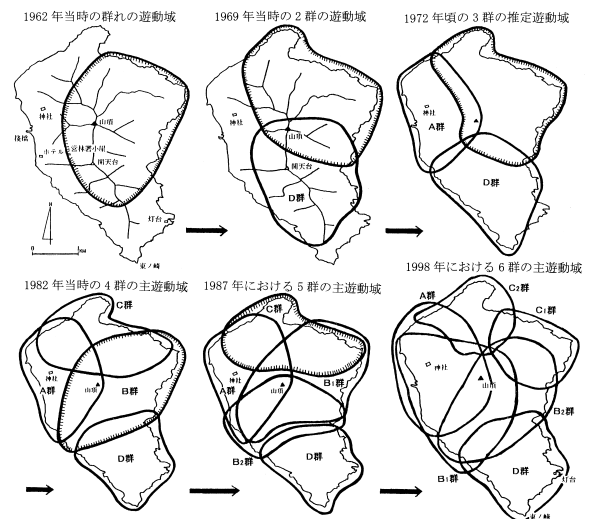


図2. 金華山のサルの分裂にともなう遊動域の変化  
○印: 次に分裂する母群の遊動域を示す

るサルたちの集団(のちに独立して群れとなる)とに、繰り返し分裂していったわけである(図2参照)。

## 2) 個体数の年変化

現在、金華山のサルは6群に分かれていて、ほかに群れに所属しない群れ外オスが多数いる。それらを併せた島のサルの個体数の年変化を図3に示した。

個体数は、一年のうちいつ数えるかで増減がかなりあり、いつが望ましいかについては筆者がすでに検討を行っている(伊沢,2000)。ここでもそれに準じて、3月末時点の個体数をその年度(すなわち前年)の個体数とした。また、1984年と1996年の2回、サルの大量死が観察されたが、それらについても、同様に伊沢(2000)に準じて二通りに提示した。

また、島という閉鎖環境がもつサルの収容力について、筆者はすでに考察しているが(伊沢,2000)、地元の漁師たちによってかなり以前から言い伝えられてきた「島のサルは200頭から300頭」(伊沢,1983)という数字の中間値250頭に±25頭した幅を伊沢(2000)と同様に図3に横線を入れると、2回の大量死

とその後の1～2年を例外とすれば、この23年間の年度ごとの個体数はほぼこの2本の横線内に収まることがわかる。

ただ、気になるのは1994年度の294頭をピークに、個体数が減少傾向にあるのではないかという点である。もしそうだとすると、島に多数生息するニホンジカの著しい食圧による植生の改変(伊沢・小室, 1993)、すなわち“草原化”と、それを加速するように、1994年3月には強風による大量の倒木があり(伊沢ほか, 1994)、1998年8月と9月には台風がもたらした豪雨と強風による大量の倒木があったこと(瀬尾, 1999)、以後も今日まで毎年島のいたる所で巨樹の倒木が続いており、とくに標高の高い急斜面では土石の崩壊現象が著しいこと、マツクイムシの被害が数年前から島を襲い海岸線に沿って厚く島をとり囲んでいたクロマツ林がほぼ壊滅状態になったこと、その被害は島の内部のアカマツの巨木にも及んでいること、などの影響によるのではないかと考えられる。ということは、島の自然は現在、サルの生息にとって劣悪化という負の方向へ進みつつあるのかもしれない。

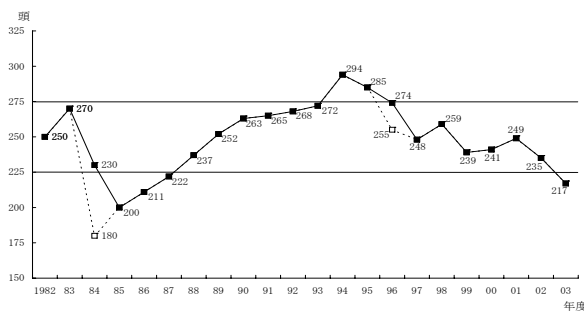


図3. 金華山のサル・個体数の年推移(1982～2003年度)

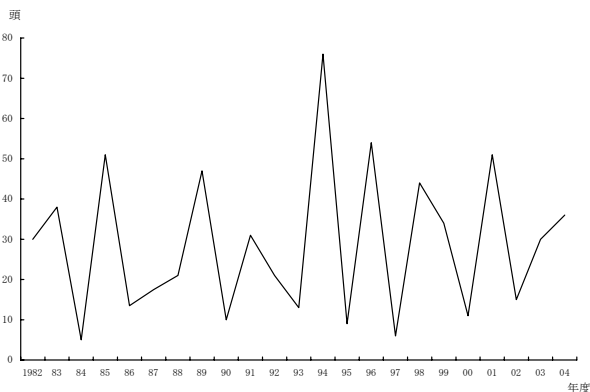


図4. 金華山のサル・出生数の年変動

### 3) 出生数と新生児死亡数・死亡率の年変化

1982年から2004年までの年ごとの出生数を表1に、その変化の様子を図4に示した。図4からは年ごとの変動が著しく、かつ、増減は毎年繰り返されるか3年以上は続かないことがわかる。

出生数の多少は秋の木の实、とくに島の植生で優先樹種であるブナ、ケヤキ、シデ類(イヌシデ、アカシデ)の豊凶と、交尾期における発情可能なメスの頭数、胎児が健やかに育つための冬の気象条件という、主に三つの要因によることは間違いない(伊沢, 2000)。なお、出生率(出生数/出産可能なメスの数)の年変化は出生数の年ごとの変化にほぼ比例していることはすでに検証済みであり(伊沢, 2000)、ここでは省略した。

また、1982年から2003年までの年ごとの新生児死亡数(出生した年度、すなわち1年以内の死亡)とその死亡率を表2に、年変化の様子を図5に示した。

新生児の死亡の時期は死亡原因が異なることから三つに区分される(伊沢, 1990, 2000)。3区分とは、出生後から交尾期が始まるまでの「離乳前死亡」と、交

年度	群れ	B		C		D	合計
		A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>		
1982	7	4		9		10	30
1983	9	6	5	9		9	38
1984	0	2	1	0		2	5
1985	10	6	9	5		21	51
1986	5	2	2	2~3		2	13~14
1987	5	2	4	3~4		3	17~18
1988	6	5	2	5		3	21
1989	7	6	9	3		22	47
1990	2	2	1	3		2	10
1991	8	5	4	5		9	31
1992	6	3	5	1	2	4	21
1993	3	1	1	2	3	3	13
1994	17	8	13	8	8	22	76
1995	1	1	0	2	2	3	9
1996	12	7	7	5	7	16	54
1997	1	2	1	0	1	1	6
1998	11	6	7	3	6	11	44
1999	5	5	7	3	4	10	34
2000	1	1	3	1	3	2	11
2001	7	8	8	7	4	17	51
2002	4	4	3	2	1	1	15
2003	7	6	3	3	3	8	30
2004	8	4	2	3	3	17	37
平均出生数							28.9*

註)平均を出すにあたって、C群の1986年と1987年については、それぞれ2.5頭、3.5頭と計算した。



尾期中の「交尾期死亡」、交尾期が終了したあとの冬期間の「冬期死亡」である。表2に示した年ごとの死亡数について、三つの時期それぞれの死亡数を群れごとに示したのが表3である。この表からは、1982年～1991年度までは冬期死亡が他の二つの時期に比べて多いが、大量死した1996年を別にすると、以後は離乳前死亡が多くなり、その傾向は1998年から顕著になっていることがわかる。また、その傾向を群れご

とに見ると、島の西側の鹿山から神社一円を主に遊動しているA群と、同じく西側の神社からホテル跡一円を主に遊動しているB<sub>1</sub>群で際立っていることがわかる(A群とB<sub>1</sub>群の遊動域、および他の4群と比較した両群の特徴については伊沢(1999)を参照のこと)。しかし、それら多くの新生児「離乳前死亡」の原因はまだよくわかっていない。

表2. 金華山のサル・年ごとの新生児死亡数と死亡率

年度	群れ	B		C		D	合計	
		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>		死亡数	死亡率
1982	2	2		3		2	9	30.0
1983	7	4	3	6		7	27	71.1
1984	0	1	1	0		1	3	60.0
1985	3	1	2	0		10	16	31.4
1986	2	0	1	?		1	(4)	36.4)*
1987	0	2	1	?		1	(4)	28.6)*
1988	3	2	0	2		0	7	33.3
1989	1	3	2	0		6	12	25.5
1990	0	1	0	0		0	1	10.0
1991	1	0	1	1		1	4	12.9
1992	3	1	4	0	1	3	12	57.1
1993	1	0	0	2	1	0	4	30.8
1994	3	1	2	0	0	5	11	14.5
1995	1	0	0	1	0	1	3	33.3
1996	6	4	3	2	3	6	24	44.4
1997	0	0	1	0	0	0	1	16.7
1998	5	2	6	1	3	7	24	54.5
1999	4	4	7	3	3	8	29	85.3
2000	0	1	2	0	0	0	3	27.3
2001	4	7	5	3	0	1	20	39.2
2002	3	3	1	0	0	0	7	46.7
2003	2	4	2	2	1	4	15	50.0
2004								
平均死亡率								37.9*

註) C群の1986年と1987年については、除外して計算した。

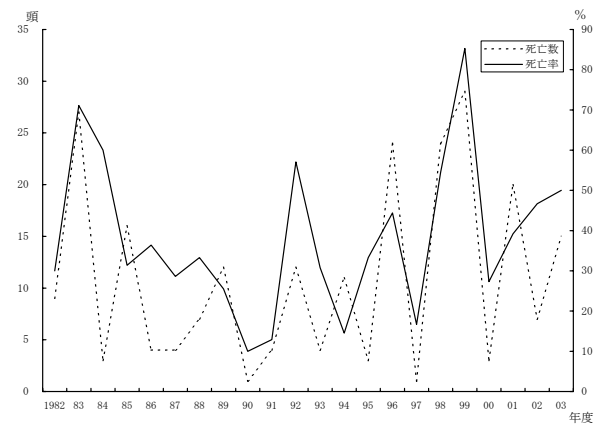


図5. 金華山のサル・新生児死亡数と死亡率の年変動

表3. 金華山のサル・群れごと時期ごとの出生数と新生児死亡数

年度	群れと時期	A				B				C				D				合計			
		出	I	II	III	出	I	II	III	出	I	II	III	出	I	II	III	出	I	II	III
1982		7	1	0	1	4	1	0	1	9	2	0	1	10	1	0	1	30	5	0	4
1983		9	0	0	7	6	0	2	2	5	0	0	3	9	2	1	4	38	2	3	22
1984		0	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5	1	1	0
1985		10	3	0	0	6	0	0	1	9	1	0	1	5	0	0	0	21	2	3	7
1986		5	0	2	0	2	0	0	0	2	1	0	0	2	0	1	0	(11)	1	3	0
1987		5	0	0	0	2	1	0	1	4	1	0	0	3	0	0	1	(14)	2	0	2
1988		6	3	0	0	5	2	0	0	2	0	0	0	5	1	0	1	3	0	0	1
1989		7	0	0	1	6	3	0	0	9	0	0	2	3	0	0	0	22	0	2	7
1990		2	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0
1991		8	0	1	0	5	0	0	0	4	0	0	1	5	0	0	1	9	0	1	3
1992		6	2	1	0	3	1	0	0	5	3	1	0	1	0	0	0	4	2	0	1
1993		3	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	1	1	0	3	0	0	0
1994		17	3	0	0	8	1	0	0	13	1	0	1	8	0	0	0	22	3	1	1
1995		1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3	0	0	1
1996		12	1	0	5	7	1	2	1	7	0	0	3	5	1	1	0	16	1	1	4
1997		1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1998		11	3	2	0	6	2	0	0	7	4	2	0	3	0	0	1	11	5	1	1
1999		5	4	0	0	5	3	0	1	7	6	1	0	3	3	0	0	10	6	1	1
2000		1	0	0	0	1	1	0	0	3	1	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0
2001		7	3	0	1	8	7	0	0	8	5	0	0	7	2	0	1	17	1	0	0
2002		4	3	0	0	4	3	0	0	3	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0
2003		7	1	1	0	6	3	1	0	3	2	0	0	3	2	0	0	8	2	1	1
2004		8	5	0		4	1	1		2	0	0		3	0	0		17	3	0	

註) 出: 出生数 I: 交尾期前までの「離乳前死亡」数 II: 交尾期中の「交尾期死亡」数 III: 交尾期後の「冬期死亡」数

#### 4) 食物リスト

1982年6月から2004年までの継続調査で得られた結果のすべては、すでにまとめられているが(伊沢, 2004)、そのリストになく中川(1997)に記載されているものを付け加えたのが表4である。

この表では、サルが食物として利用している程度を、次の三段階に区分した。◎印：群れがそれを求めて移動し、多数が同時に採食した食物。すなわち、その季節の主要食物(main food)になったことのあるもの。約10km<sup>2</sup>の小さな島だが、群れの行動圏ごとに植生がかなり異なり、どれか1群で、ある年に観察されたというものも含まれる。○印：サルが◎印と△印以外の利用の仕方をしたすべての食物。△印：1~2頭がつまみ食いするのが観察された食物。気象条件で年により夏から秋に再び新葉が出、秋から初冬に開花する植物があり、サルはそれらもつまみ食いする。なお、中川(1997)は食物ごとに採食時間を百分率で示しているので、5%未満をこの中に入れた。

同定できていない植物はすべて省き、確かな観察記録のない時期については空欄にした。

木本類については種名の右に「本数」欄をもうけ、島でとくに少ないものについて、少ない順に以下の区分をした。×印：かつてあったが消滅したもの。★印：1~数本しかないもの。▲印：本数を調べていないがきわめて少ないもの。少印：本数を調べていないが少ないもの。

採食部位について、木本類は以下の区分をした。樹皮：木部より外側の部分。枝先やつるの先端部の茎を木部を含めて食べた場合も含む。芽：休眠芽(冬芽)と新しく出た芽(新芽)の両方を含む。春の大きくふくらんだ花芽は含まない。葉：新葉と成熟葉の両方を含む。花：花弁、がく、総ほうの全体または部分。蕾や木本類のふくらんだ花芽も含む。実：果肉、種子の全体またはどちらかで、備考欄に以下の区別を付記した。①果肉の部分(果皮を含む)を主に食べる。そのとき種子は丸呑みされるか吐き出される。②種子の中味(胚乳の部分)を殻を歯で噛み割って食べる。③両方を食べる。実生：地上部だけの場合と地下部を併せた場合の両方を含む。樹脂・樹液：固化し幹や枝に付着している状態のものを樹脂、液体状でサルがなめ

取って食べたものを樹液と区別した。

草本類は花(花穂を含む)と実以外の葉や茎や根などは地上部、地下部とだけ区別した。また、木本類と草本類の区別は『日本の野生植物』(平凡社)に準じた。動物については、何を食べたか観察や標本の採集が困難な場合もあって種まで同定できないものも多く、動物以外のリストとはいささかバランスを欠くが、それらは類として記載した。備考欄には類ごとに確認された種数を記した。また昆虫等は成長によって生活形を異にするので、成虫以外はさなぎ、幼虫、卵の区別を付した。

表4. 金華山のサル の 食物リスト

種類	本数	利用部位	観察時期(月)												備考		
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
アオダモ		樹皮	○									△	○	◎	○	③	
		芽	○									○	○	◎	○		
		葉	△	○	○		△						△				
		花実		○	△					△	○						
アオハダ	少	樹皮	○										○	◎	◎	◎	①
		芽												○	◎	◎	
		葉実					△			△	△	○	△				
アカガシ	★	実						○	◎	◎	○					②	
アキグミ	▲	実				△										③	
アケビ	▲	実				○										③	
アワブキ	少	実						△	△	△						③?	
イワガラミ		樹皮	○						△	△	△	○	○	◎	○	③	
		芽	△									△	○	◎	○		
		葉	△	○	○							○					
		花実		△											○		
クヌギナハナノキ		葉		△	△	△										③	
		花実		○	○		△		△	△							
ウメ	★	芽			△											①	
		葉実			○		△	△									
ウラジロノキ		葉実	○						△	○	○	△	△			①	
エゴノキ		実				△		△								③	
エノキ	★	樹皮												△	△	①	
		芽												△	△		
		葉実		△	○	△		○			△						
エビヅル類 {キバ、エビ、ヅル、 クナカグ、ル}	少	樹皮				△	△	○								③?	
		葉実			○	○	○	○				○	△				
オカザノキ	少	芽実						△	○	○	△					①	
オニグルミ		芽葉		△													

		実 実生	△	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
カエデ類		樹皮 芽 葉 花 実									△	△	
			◎	◎	△	△					○	○	
			△	◎		△	△	○	△				◎
カキノキ	★	実			△	△	◎	○					①
ガマズミ		樹皮 芽 葉 花 実	○								△	△	○
			◎	◎	○	△	○	○			△	△	○
			○	○	△	△	○	◎	◎	◎	○	△	△
カマツカ		樹皮 芽 葉 花 実	△						△				
			○	○	○	○							
			◎	◎	○				△	○	○	○	△
カヤ		実 実生	△		△	△	◎	◎	◎	○	○	△	△
			△	○	○	△	△	△	◎	◎	◎	△	△
キゾタ		樹皮 芽 葉	○										○
			△		○	○					○	○	○
クサギ	少	芽 葉							○	△			
クヌギ	★	実				△	○	○	△				②
クマノミズキ		樹皮 芽 葉 花 実	○						△	○	○	○	○
			△		△	△	△	△	△	○	◎	◎	◎
					△						○	○	○
クマヤナギ		樹皮 芽 葉 実	△						△	△	△	△	
			△	△	△	△	△	△	△	◎	◎	△	
			△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	①
クリ		樹皮 芽 葉 実	△				△		○	○	◎	◎	
			○					△	◎	◎	◎	◎	
			△										△
ケヤキ		樹皮 芽 葉 花 実 実生	○	○						△	○	△	△
			○	△					△	○	○	△	△
			○	◎	◎	○	△	△					△
			○			○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○
					△								◎
コゴメウツギ		葉 実	△	△	△	○	△						②
コナラ		葉 実 実生						○	◎	◎	○	△	△
			△										◎
コブシ	×	葉	△	◎	◎	◎	△						
サイカチ	▲	葉					○						
サカサギ類(植栽)	少	樹皮 芽 葉 花 実 樹脂				△				△	△	△	
			◎	◎	△	△			△	△	△	△	
			◎	◎	◎	◎	△	△					◎
			△	△	△	△							◎
サルナシ	▲	樹皮 葉	△								△	△	
			○										

		実				○	○	△	△					①
サワフタギ	少	樹皮 芽 葉 花									○	○	○	○
			○	○	○	△	△				○	◎	○	○
			△	△										
サンショウ		樹皮 芽 葉 花 実	○	○			○	△		○	○	◎	◎	◎
			○	△						○	○	◎	◎	◎
			○	△	△					○	○			
			△	△	△	○	○	◎	◎	○	△	△		③
シキミ		花												△
シデ類		樹皮 芽 葉 実	△					△		△	○	△	○	
			○	△	△			△		△	△	△	○	
					△			○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
スイカズラ		樹皮 芽 葉 実	△							△			△	△
			△	△	○	△	△			△	△	△	△	○
										△	○	△	△	①
スギ		実									△	△		②
タラノキ		樹皮 芽 葉 花 樹液	△	△	○	○		△		△	△	△	△	
					△									
			△	△	○	○		○	○				△	
チシマザサ		葉			△	△								
チドリノキ		葉 実	△	△						△				②
ツバ	▲	花	△											
ツタウルシ	少	樹皮 芽 葉	△										△	
			△										△	
					△	△								
ツルアジサイ		樹皮 芽 葉	○										○	○
			○										○	○
			○											
ツルモトキ		樹皮 芽 葉 花 実	△	○	○	△	△					△	△	△
			△	△	△	△	△							
					△							△		③
ツルマサキ	少	葉		△						△	△	△	△	
テイカカズラ		樹皮 葉	△								△	△	○	○
			△											
トベラ		樹皮 実	△								△	△		①
ニガイチゴ		芽 葉 花 実											△	△
			△	△	○	○	△	△	△	△	△	△		
			○	△	△	○								①
					○	○								
ノイバラ		樹皮 芽 葉 花 実	△	△	△								△	
			○	△						△			○	
			△	△	△	△	△			△	△	△	△	○
					△					△	○	◎	○	△
													○	①
ハリエンジュ	★	葉		○	○									
フジ	▲	樹皮 花			◎	◎						△	△	
ブナ		樹皮 芽 葉	△									△	△	△
			△	△		△	△					△	△	△

	花実実生	◎	◎																	◎	②	
ホオノキ	芽葉実	△	△																	△	△	③
マツ類 〔アカマツ クロマツ〕	芽葉実																			△	△	②
マツブサ	樹皮葉実	△	△																	○	○	①
マメガキ	★実																					①
ミズナラ	葉実																			△	◎	②
ミツバアケビ	少葉	△	△	△	△	△															△	
ムラサキギ	樹皮芽葉花実	△	△	△	△	△														△	△	③
メギ	樹皮芽葉花実	◎	○	◎	◎	○	○	△	△											△	○	③
モミ	樹皮実																			△	△	②
モミジイチゴ	葉花実	△	△	△	△	△																①
ヤドリギ	芽実																			○	◎	①
ヤブツバキ	★実																			△		②
ヤマゲイソク	少葉花実	△	△																			①
ヤマウコギ	▲実																			○	△	③
ヤマグワ	★葉																			△		
ヤマザクラ	樹皮芽葉花実樹液																				○	①
ヤマツツジ	樹皮芽葉花実	○																			△	③
ヤマナシ	少葉実																			○	△	①
ヤマハンノキ	樹皮葉実																			△		②
ヤマブドウ	▲実																			△		?
ヤマボウシ	樹皮芽葉花	△	○																		△	

	実																					③
リュウブ	花																					

草本類

種類	利用部位	観察時期 (月)												備考								
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3									
イワニガナ	地上部											△	△									
オウシホクサ	地上部	△	△																			△
オニタビラコ	地上部		○								○											
カタバミ	地上部花	△	△	△									△	△								
カモガヤ	地上部																					△
カヤツリグサ	地上部	△	△																			
カラスビシャク	地上部											△										
キンカアザミ	地上部花																				△	
コアカソ	実																					②
サルトリイバラ	実											△	△	△	△							①
ジンバラ	地上部				△																△	
シガレスメギヤ	地上部																					△
シバ	地上部地下部花*実	△	○	○	△	○	○	○	○	△	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	②
シロツメクサ	地上部																					
ススキ	地上部																					
スズメノヒゲ	地上部		△																			
セッコク	地上部																					△
セントウソウ	地上部		○	○																		○
ガキバヒメギ	花																					△
タチツボスミレ	地上部	△	○	△																		
チヂミザサ	地上部地下部	◎	○																		◎	◎
テンシショク類 〔ウツシマク・マシクサ〕	実																					①
ニガナ	地上部	△	△	△																	○	○
ハコベ	地上部	△	○																			△
ハダカホオズキ	実																					①
ハマギク	地上部																					△
ハマツメクサ	地上部																					△
ハンゴンソウ	地上部		△																			
ヘクソカズラ	地上部	△	△	△	△	○																
ヘビイチゴ	実																					①
ホオズキ	実																					③
ボタンツル	葉実	△																				③
ミツバツチグリ	花																					
ヤイトバナ	地上部																					
ヤブマオ	実																					②
ヤブマメ	地上部																					
ヤマカモジグサ	地上部																					
ヤマヌカボ	地上部地下部																					
ヤマノイモ	葉																					
ユリワサビ	葉																					
ラセイタソウ	実																					②
レモンエゴマ	地上部実																					②

\*シバの花とは花穂のことである。

地衣類・キノコ

種類	観察時期 (月)											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
地衣類												
ウメノキゴケ	△									△		△
キノコ類												
アカモミタケ							△					
アラゲカワラタケ						△				△		
アラゲキクラゲ										△	△	
エノキタケ								△				
カラカサタケ			△	△								
カワラタケ					○	△	△			△	△	
カワリハツ			△	△			△					
キクラゲ						△	△					
キハツダケ							△					
キヒラタケ			△									
クリタケ			△				○					
クロハツ				○								
コガネタケ							△	△				
サガリハリタケ							△					
サクラシメジ							△					
シイタケ							○					
シロキクラゲ						△						
シロハツ			○	○	○							
シロハツモドキ			△									
シロフクロタケ						△						
スギヒラタケ			○	○								
タマゴタケ			○	○	○							
チシオハツ			△									
ツキヨタケ						△				△		
ドクベニタケ			○	○	○	○	○					
トンビマイタケ					△							
ナメコ						○	○					
ナラタケ						○	○	○	○			
ナラタケモドキ							○	○				
ニンギョウタケ							△					
ヌメリスギタケ						○	○	○				
ヌメリツバタケ				△								
ハカワラタケ										○		
ハタケシメジ				△								
ハツタケ					○							
ハナウロコタケ											△	
ハナビラニカワタケ											△	
ハリタケ	○											
ヒラタケ			△	○		○	○					
ブナハリタケ											○	
マスタケ						△						
マツオオジ		○	○									
ムラサキシメジ										○		
ワサビタケ											△	

海藻類

種類	観察時期 (月)												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
アマノリ	△		△	○	○							△	○
イワノリ				○									○
ウシケノリ				△									
カヤモノリ						△							
コンブ			○	○	△								△
スジメ	△				○	○	△					○	◎
チガイソ	△	○	◎	◎	◎	○						△	△
ヒジキ	△		○	◎	◎	○						○	○
ヒトエグサ						△						△	△
フクロフノリ					○	○						△	○
ホンダワラ	○												△
マツモ	◎	△			○	○						○	◎
ワカメ	◎	△			△	○						△	◎

動物

種類	観察時期 (月)												備考	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
トボ目 アキアカネ										○				
トボ目類					△									1種
バク目 バッタ類*	△	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	6種以上
コオロギ類*					○	○	△	○						2種
カサ目 卵		○							△	△		○		1種?
カサ目 エゾゼミ					○	△								
ニイニイゼミ					○	○								
ヒグラシ						○	△							
アブラムシ類	○	○												1種?
コサ目 クワガタ類							△							1種
ゾウムシ類					△									1種
ハ目 アブ類(大)						△	△							1種
アブ類(小)							△							1種
ハエ類				△										1種
チョウ目 ガ類	○	△	△											複数種
アゲハ類の幼虫					△									1種
メイガ類の幼虫 (ハコシカの茎の中)					△	○		○	○	○	○			1種
メイガ類の幼虫 (ネカズミの茎の中)						○	○	○					△	1種
ガ類のサナギ													○	1種
ア目 アリ類	△	△		△										1種
カサ目 アゲハ類の幼虫		△	△											1種
虫えい	△			○	△				○					数種
クモ類			△	○	○	△	○							数種
ワラジムシ	△	△		△										
ナメクジ類				○	△	△								1種?
カタツムリ類				△	△		△	△						複数種
サワガニ				△										
貝類 カサガイ類	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	3~4種
フジツボ類				○										1種
コサ目 ガイ類	△													1種
タゴガエル			△			△	△							

\*バク類はワババク、ショウヨウバク、クサバク、アゲバク、イモモドキ、ヒメシババクほか、  
コオロギ類はコマコオロギ、ハラカマコオロギである。

5) 収集した死体リスト

島内で調査していると、さまざまな状態にあるサルの死体に遭遇する。死んだ直後でまだ全くだんでいないもの、島に多いトビやカラス（ハシブトガラスとハシボソガラス）に目や内臓を抜かれ腐乱して悪臭を放っているもの、手や足がもぎ取られて消失しているもの、内臓を抜かれたあと急速に乾燥してミイラ状になったもの、白骨化しているが骨の全部が一ヶ所にかたまって存在しているもの、頭骨だけが見つかるもの、等々である。

それらすべては採集され、研究室で骨格標本化され（骨格標本を作製するのは実は大変な作業である）、通し番号を付して保管されている。そして、これまで研究や教育用として広く利用に供されてきた。骨格標本の一覧表が表5である。この表からわかるように、1982年からの調査ですでに113個体が採集されている。なお、山形大学シカ調査パーティによってシカ

のセンサス調査時に採集されたものは標本番号のイニシャルがKYとして区別されている。

謝 辞

1982年から今日まで、金華山で野生ニホンザルの生態調査を継続することができたのは、宮城教育大学フィールドワーク合同研究室（旧・第29合同研究室）の学生諸氏、宮城のサル調査会のメンバー、他大学や研究機関等の研究者や大学院生諸氏の協力があつたからこそである。金華山黄金山神社、宮城北部森林管理署石巻事務所、鮎川金華山航路事業管理所はじめ地元の方々や関係機関には諸種の便宜を計っていただいた。ここに伏して感謝の意を表する次第である。なお、調査費の一部はその時どきの文部科学省（旧文部省）の科学研究費補助金や京都大学霊長類研究所共同利用研究費などによっている。

表5. 保管されている骨格標本一覧

標本No.	性・年齢	※1 頭蓋骨	下顎骨	※2 その他の骨
K-1	♂ A	○	○	○
K-2	♂ A	○	○	○
K-3	♂ A	○		
K-4	♀ Y	○		
K-5	J	○		
K-6	♂ A	○	○	○
K-7	J			○
K-8	J	○	○	○
K-9	♀ Y	○		○
K-10	♀ A	○	○	○
K-11	♂ Y	○	○	○
K-12	♂ A	○	○	○
K-13	♀ Y	○	○	○
K-14	♀ A	○	○	○
K-15	♀ A	○	○	○
K-16	♀ A	○		○
K-17	♀ Y	○		
K-18	♀ A		○	○
K-19	J	○		
K-20	♂ Y	○	○	
K-21	♂ J	○		○
K-22	♀ A	○		○
K-23	♂ B	ミイラ状態のまま保管		
K-24	♀ A	○	○	○
K-25	♂ A	○	○	
K-26	♂ B	○	○	○
K-27	♂ Y	○		
K-28	♂ A	○		○
K-29	♂ J	ミイラ状態のまま保管		
K-30	J	○	○	○
K-31	♀ B	紛失		
K-32	J	○		
K-33	♀ A	○	○	
K-34	J			
K-35	♀ A	○		
K-36	♀ Y	○		
K-37	♂ A	○	○	○
K-38	♀ Y	未返却・確認作業中		
K-39	♀ A	○		
K-40	♂ Y	○		
K-41	♂ A	○	○	○
K-42	♀ A	未返却・確認作業中		
K-43	♂ A	"		
K-44	♀ A	"		
K-45		紛失		
K-46	♂ A	○	○	○
K-47	B	○	○	
K-48	♂ A	○		
K-49	B	未返却・確認作業中		
K-50	♂ A	○	○	
K-51	♂ A			○
K-52	♀ A	○	○	○
K-53	♀ A	○		
K-54	♂ A	○	○	○
K-55	J	○	○	○
K-56	♀ A	未返却・確認作業中		
K-57	♀ A	○		
K-58	♀ Y	○	○	○
K-59	J	○	○	○
K-60	♂ A	○	○	○
K-61	♀ A	紛失		
K-62	♀ A	○	○	○
K-63	♀ A	○	○	○
K-64	♀ A	○	○	○
K-65	J	○	○	○
K-66	♀ A	○	○	○
K-67	♂ A	○	○	○
K-68	♂ A	○	○	○
K-69	♂ A	○	○	○
K-70	♂ A	○	○	○
K-71	J	○		
K-72	♀ A	○		○
K-73	♀ A	○	○	○
K-74	♂ A	○	○	○
K-75	♀ A		○	
K-76	♀ A	○		
K-77	♂ B	紛失		
K-78	J	○	○	○
K-79		生まれたての仔ジカの骨だった		
K-80	B?	○		
K-81	♂? J	○		○
K-82	♂ J	○		
K-83	B	○		
K-84	B	○		
K-85	B	○	○	○
K-86	♀ A	○	○	○
K-87	♀ A	○	○	○
K-88	J	○	○	○
K-89	♂ A	○		
K-90	♀ Y	○		
K-91	♂ A	○		
K-92	♂ A	○	○	○
K-93	♂ A	○	○	○
K-94	♀ A	○	○	○
K-95	♂ A	○		
K-96	B	○	○	○
K-97	B	紛失		
K-98	B	○	○	○
K-99	J			○
K-100	♂ Y	○		
K-101	♂ A	○		
K-102	♂ A	○	○	○
K-103	♀ A	○	○	○
K-104	♀ Y	○	○	○
K-105	♀ A	○	○	○
K-106	♂ J-Y	○	○	○
K-107	♀ A		○	
K-108	♂ J	○		
K-109	♀ A	○	○	○
K-110	B	○	○	○
K-111	♂ A	○	○	○
K-112	♂ YA	○	○	○
K-113	B	○	○	○
K-114	B	○	○	○
KY-1	♂ A	○	○	
KY-2	♂ J	○		
KY-3	B	○		
KY-4	♀ Y	○	○	○
KY-5	♂ J	○	○	○
KY-6	♀ A	○	○	○
KY-7	♀ Y	未返却・確認作業中		

※1 年齢は、B:0歳, J:1~3歳, Y:4~6歳, A:7歳以上と区分した。  
 ※2 その他の骨の項は頭蓋骨と下顎骨以外の骨があるか否かだけを示した。

## 引用文献

- 伊沢紘生, 1963. 金華山のニホンザル. 野猿, 14:5-11.
- 伊沢紘生, 1983. 金華山島のニホンザルの生態学的研究・第一報. 宮城教育大学紀要, 18:24-45.
- 伊沢紘生, 1984. 白山地域における野生ニホンザルの群れの分裂とその生態学的意味. 石川県白山自然保護センター研究報告, 10:99-109.
- 伊沢紘生, 1988. 金華山島のニホンザルの生態学的研究・個体数の変動と群れの分裂. 宮城教育大学紀要, 23:1-9.
- 伊沢紘生, 1990. 金華山島のニホンザルの生態学的研究―出生率・新生児死亡率の変動について―. 宮城教育大学紀要, 25:177-191.
- 伊沢紘生, 1992. 金華山島のニホンザルの生態学的研究―出生率・新生児死亡率の変動について(補遺)―. 宮城教育大学紀要, 27:69-75.
- 伊沢紘生, 1995. 金華山島のニホンザルの生態学的研究・最近3年間の個体数等の変動について. 宮城教育大学, 30(2):147-157.
- 伊沢紘生, 1998a. EECプロジェクト研究「金華山でのSNC構想の推進」・目的と活動報告. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 1:57-62.
- 伊沢紘生, 1998b. EECプロジェクト研究「仙台市内広瀬川及び名取川流域でのSNC構想の実践」・活動報告. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 1:63-70.
- 伊沢紘生, 1999. 金華山のサル6群の比較. 宮城県のニホンザル, 10:1-11.
- 伊沢紘生, 2000. 金華山島のニホンザルの生態学的研究―個体数の変動・1995～2000―. 宮城教育大学紀要, 35:329-337.
- 伊沢紘生, 2001. 広瀬川流域の各種調査と環境教育教材化. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 4:63-67.
- 伊沢紘生, 2004. 金華山のサルの食物リスト・改訂版. 宮城県のニホンザル, 18:1-16.
- 伊沢紘生・遠藤純二・中沢佳子・鈴木麻希, 1994. 平成6年2月の強風による金華山の風倒木の調査・緊急報告. 宮城県のニホンザル, 7:1-14.
- 伊沢紘生・藤田裕子, 2001. 金華山の鳥類相. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 4:1-8.
- 伊沢紘生・藤田裕子・小野雄祐, 2002. 金華山と青葉山のトンボ相. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 5:1-9.
- 伊沢紘生・小室博義, 1993. 金華山・サルの食物と植生. 宮城県のニホンザル, 6:1-29.
- 伊沢紘生・渡辺孝男・安江正治・見上一幸・國井恵子・村松隆・川村寿郎・西城潔・斉藤千映美, 2000a. 都市河川を対象とした環境教育教材の開発(Ⅰ). 宮城教育大学環境教育研究紀要, 3:19-30.
- 伊沢紘生・渡辺孝男・安江正治・見上一幸・國井恵子・村松隆・川村寿郎・西城潔・斉藤千映美, 2000b. 都市河川を対象とした環境教育教材の開発(Ⅱ). 宮城教育大学環境教育研究紀要, 3:31-44.
- 中川尚文, 1997. 金華山のニホンザルの定量的食物品目リスト. 霊長類研究, 13:73-89.
- 瀬尾淳一, 1999. 平成10年8-9月の悪天候による金華山の倒木調査. 宮城県のニホンザル, 10:50-55.





# 広瀬川中流域（郷六～牛越橋）における底生動物群集の周年変動

棟方有宗\*・佐藤康博\*\*・加賀谷 隆\*\*\*

## Seasonal Variation in Macroinvertebrate Assemblage in Hirose River

Arimune MUNAKATA, Yasuhiro SATO and Takashi KAGAYA

**要旨：**広瀬川は、流域ごとに異なる環境の側面を持っており、底生動物相も様々に変動していると考えられる。礫単位検出法を主とした簡便なサンプリング法を用いて中流域(郷六～牛越橋)の4地点における底生動物の出現種・出現個体数を周年にわたって調べたところ、8目30科、5,819個体を確認した。また本法により底生動物の出現種・出現個体数の周年変動についても明らかにすることができたので、その概要を紹介する。

**キーワード：**広瀬川、底生動物、水生昆虫、礫単位検出法、環境教育

### 1. はじめに

仙台市を流れる広瀬川では、中流部の郷六付近までイワナやヤマメといった冷水性のサケ科魚類が分布し、下流部の広瀬橋付近まではマハゼなどの海産魚類が遡上するなど、中流域から下流域にかけて、多様な生物相が観察される(加藤, 1988)。また、郷六から広瀬橋にかけての広瀬川には、四ッ谷堰、北堰、愛宕堰、郡山堰といった取水などを目的とした堰が設置されており、これらの人工構造物も魚類相や底生動物相に影響を及ぼしていると考えられる。したがって広瀬川は、今後も環境の変化に注意を払わなければならない河川のひとつであり、実践的な環境教育を行う好適なフィールドのひとつであるとも考えられる。

本研究では、広瀬川中流域(郷六～牛越橋)の底生動物相の多様性を検討することを目的として、4つの調査地点における底生動物の出現種・出現個体数を周年にわたって調べた。また4つの調査地点は北堰(三居沢発電所への取水等を目的とした堰)の上流・下流側や牛越橋付近にある同発電所からの放水路内に設定し、調査地点間で底生動物の出現種・出現個体数が変動するか否かについても検討した。

また本研究では、底生動物の採集に「礫単位検出法」とその下方にある堆積物の採集を組み合わせた簡便な

サンプリング方法を導入した。調査の結果、本手法によって底生動物の主要種の多くが採集されること、またこれらの底生動物の出現個体数の周年変動や、調査地点間の出現個体数の相違などについても解析できることが明らかとなった。

### 2. 材料と方法

#### 1) 調査地点

調査は、広瀬川の中流域にあたる郷六の新生瀬橋付近から牛越橋付近にかけての4地点<①新生瀬橋の下流約300m地点-(上流)、②牛越橋の下流約50m-(中流)、③牛越橋の下流約350m地点-(下流)、および④三居沢発電所放水路と広瀬川の合流部直上(牛越橋下流約50m右岸側)-(水路)>で行った(図1)。

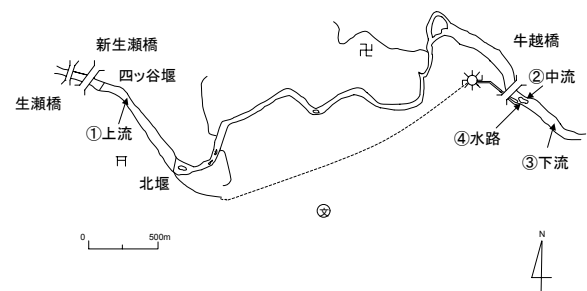


図1. 広瀬川中流域に設置した4つの調査地点の概略図

\*宮城教育大学教育学部理科教育講座, \*\*宮城教育大学教育学部自然環境専攻, \*\*\*東京大学大学院農学生命科学研究科森林動物学研究室

調査地点はいずれも瀬の中であり、底質は石、礫、および砂で形成されている。各調査地点の2005年1月の川幅は、①上流が約40m、②中流が約12m、③下流が約23m、④水路が約12mであった。4地点の調査期間中の水温は、図2に示した。水温は、温度計測ロガー（StowAway; TidbiT Temp Logger）によって測定した値の平均値を用いた。

## 2) サンプリング方法

サンプリングは、2003年12月26日、2004年2月26日、4月26日、6月20日、8月26日、および10月30日に行った。各調査地点では頭頂部が平均流速 $20 \pm 5$  cm/s、平均水深 $25 \pm 5$  cmに位置する石（最大径26～30 cm、表面積約 $2,100 \sim 2,800$  cm<sup>2</sup>）を1個、選定した。次に、この石の下流側にサーバーネット（22×30cm、目合い1mm）を設置して、選んだ石とその下方にある砂礫を含む堆積物約100gを素早く移し入れ、網の中で石の表面に付着している底生動物を手でこすり取った。その後、石や砂礫、植物片等をだまかに取り除き、サンプルを回収して80%エタノールで保存した。底生動物は実験室に持ち帰ったのちにピンセットで取り分け、実体顕微鏡（Nikon SMZ800）を使用し、日本産水生昆虫検索図説（川合，1985）や原色川虫図鑑（谷田ら，2000）等に従い、目、科、属、あるいは種のレベルまで同定を行った。また、サンプルはデジタルカメラ（Nikon COOLPIX995）により写真撮影を行った。

## 3. 結果

### 1) 底生動物出現種数と出現個体数

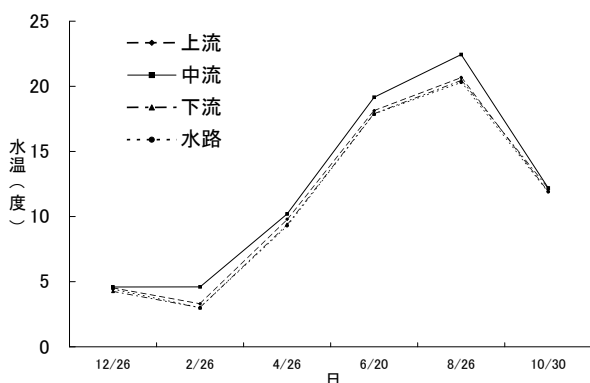


図2. 4つの調査地点のサンプリング日の平均水温

調査では、8目30科、5,819個体の底生動物を採集した（表1）。採集個体数の内訳は、カゲロウ目（Ephemeroptera）が2,261個体、トビケラ目（Trichoptera）が2,471個体、カワゲラ目（Plecoptera）が58個体、その他（双翅目、鞘翅目、広翅目、トンボ目、ウズムシ目）が1,029個体であった。総個体数に占める割合は、カゲロウ目が38.9%、トビケラ目が42.5%、カワゲラ目が1.0%、その他が17.7%で、カゲロウ目とトビケラ目の占める割合が高かった。

### 2) 底生動物出現個体数の周年変動

底生動物の出現個体数のサンプリング日ごとの内訳は、2003年12月26日が762個体、2004年2月26日が1,417個体、4月26日が1,005個体、6月20日が1,389個体、8月26日が1,082個体、10月30日が164個体となり、季節的変動が見られた（図3.1）。またこれらをカゲロウ目、トビケラ目、カワゲラ目、その他に分類すると、カゲロウ目では2月26日（522個体）と8月26日（606個体）に、トビケラ目では6月20日（896個体）に、カワゲラ目では4月26日（26個体）に、その他では2月26日（400個体）に出現個体数が多かった（図3.1）。

次に、カゲロウ目、トビケラ目、カワゲラ目、その他、の中から出現頻度が比較的高く出現個体数が多かった17の分類群を任意に選び、出現個体数の周年変動を分析した（図3.2-3.4）。カゲロウ目のアカマダラカゲロウ（*Uracanthella punctisetae*）およびエラブタマダラカゲロウ（*Torleya japonica*）の出現個体数は2月26日と8月26日に多く、その他のサンプリング日では少なかった（図3.2）。同じくカゲロウ目のフタバコカゲロウ（*Baetiella japonica*）の出現個体数は2月26日から6月20日にかけて多かった。また、コカゲロウ科（*Baetidae* spp.）、エルモンヒラタカゲロウ（*Epeorus latifolium*）、およびシロタニガワカゲロウ（*Ecdyonurus yoshidae*）の出現個体数には顕著な違いは見られなかった。トビケラ目のシマトビケラ属（*Hydropsyche* spp.）とヒゲナガカワトビケラ（*Stenopsyche marmorata*）の出現個体数は6月20日に多く、その他のサンプリング日では少なかった（図3.3）。また、ヤマトビケラ属（*Glossosoma* spp.）

表1. 広瀬川中流域で採集された底生動物の分類群ならびに採集個体数

	サンプリング日						個体数計
	12/26	2/26	4/26	6/20	8/26	10/30	
<b>【1】【カゲロウ目】 (Ephemeroptera)</b>							
(1) ヒトリガカゲロウ科 (Oligoneuridae)							
1. チラカゲロウ ( <i>Isonychia japonica</i> )	0	4	0	2	4	0	10
(2) コカゲロウ科 (Baetidae)							
2. コカゲロウ科 spp. *1	5	14	25	25	33	9	111
3. ミジカオフトバコカゲロウ属 ( <i>Acentrella</i> ) sp.	0	0	0	0	5	1	6
4. ミジカオフトバコカゲロウ ( <i>Acentrella sibirica</i> )	0	0	0	0	3	0	3
5. ミツオミジカオフトバコカゲロウ ( <i>Acentrella gnom</i> )	0	0	0	12	16	0	28
6. フタバコカゲロウ ( <i>Baetiella japonica</i> ) *2	2	25	33	39	4	0	103
(3) ヒラタカゲロウ科 (Heptageniidae)							
7. ミヤマタニガワカゲロウ属 ( <i>Cinygmula</i> ) sp.	0	3	0	0	0	0	3
8. ヒラタカゲロウ属 ( <i>Epeorus</i> ) sp.	1	0	0	0	0	0	1
9. エルモンヒラタカゲロウ ( <i>Epeorus latifolium</i> ) *3	38	35	28	15	21	6	143
10. ナミヒラタカゲロウ ( <i>Epeorus ikanonis</i> )	11	8	0	0	0	0	19
11. タニヒラタカゲロウ ( <i>Epeorus napaesus</i> )	1	0	0	0	0	0	1
12. ユミモンヒラタカゲロウ ( <i>Epeorus curvatus</i> )	0	4	0	0	0	0	4
13. シロタニガワカゲロウ ( <i>Ecdyonurus yoshidae</i> ) *4	7	10	1	0	12	4	34
14. キブネタニガワカゲロウ ( <i>Ecdyonurus kibunensis</i> )	0	0	0	4	0	0	4
15. サツキヒメヒラタカゲロウ ( <i>Rhithrogena satsuki</i> )	6	1	0	0	0	0	7
16. ヒメヒラタカゲロウ ( <i>Rhithrogena japonica</i> )	0	0	0	0	1	0	1
(4) トビイロカゲロウ科 (Leptophlebiidae)							
17. ヒメトビイロカゲロウ ( <i>Choroterpes trifurcata</i> )	0	0	1	21	11	1	34
18. トビイロカゲロウ属 ( <i>Paraleptophlebia</i> ) sp.	0	0	2	0	0	0	2
(5) マダラカゲロウ科 (Ephemerellidae)							
19. オオマダラカゲロウ ( <i>Drunella basalis</i> )	49	32	10	0	0	14	105
20. ヨシノマダラカゲロウ ( <i>Drunella ishiyamana</i> )	0	0	14	10	0	0	24
21. フタマタマダラカゲロウ ( <i>Drunella bifurcata</i> )	0	0	1	0	0	0	1
22. クシゲマダラカゲロウ ( <i>Ephemerella setigera</i> )	0	0	0	65	45	1	111
23. ホソバマダラカゲロウ ( <i>Ephemerella denticula</i> )	1	0	0	0	0	3	4
24. エラブタマダラカゲロウ ( <i>Torleya japonica</i> ) *5	9	76	10	35	84	7	221
25. アカマダラカゲロウ ( <i>Uracanthella punctisetae</i> ) *6	188	299	205	144	363	22	1221
26. オオクママダラカゲロウ ( <i>Cincticostella elongatula</i> )	14	1	0	0	0	0	15
27. クロマダラカゲロウ ( <i>Cincticostella nigra</i> )	9	9	6	0	0	0	24
(6) ヒメシロカゲロウ科 (Canidae)							
28. ヒメシロカゲロウ属 ( <i>Caenis</i> ) sp.	0	0	0	5	1	0	6
(7) モンカゲロウ科 (Ephemeridae)							
29. モンカゲロウ属 ( <i>Ephemerella</i> ) sp.	0	1	0	0	0	0	1
30. モンカゲロウ ( <i>Ephemerella strigata</i> )	0	0	0	0	2	4	6
(8) キイロカワカゲロウ科 (Potamanthidae)							
31. キイロカワカゲロウ ( <i>Potamanthus formosus</i> )	0	0	0	1	1	6	8
個体数計	341	522	336	378	606	78	2261
<b>【2】【トビケラ目】 (Trichoptera)</b>							
(9) ヤマトビケラ科 (Glossosomatidae)							
32. ヤマトビケラ属 ( <i>Glossosoma</i> ) spp. *7	11	52	126	97	156	4	446
(10) ナガレトビケラ科 (Rhyacophilidae)							
33. ナガレトビケラ属 ( <i>Rhyacophila</i> ) spp. *8	27	30	29	25	30	7	148
(11) ヒメトビケラ科 (Hydroptilidae)							
34. ヒメトビケラ属 ( <i>Hydroptila</i> ) sp.	0	0	1	0	0	0	1
(12) ヒゲナガカワトビケラ科 (Stenopsychidae)							
35. ヒゲナガカワトビケラ ( <i>Stenopsyche marmorata</i> ) *9	19	54	32	127	42	10	284
36. チャバネヒゲナガカワトビケラ ( <i>Stenopsyche sauteri</i> )	2	1	4	38	8	2	55
(13) イウトビケラ科 (Polycentropodidae)							
37. イウトビケラ科 sp.	0	3	0	0	0	0	3
38. ミヤマイウトビケラ属 ( <i>Plectrocnemia</i> ) sp.	2	1	0	4	1	2	10
(14) キブネクダトビケラ科 (Xiphocentronidae)							
39. キブネクダトビケラ属 ( <i>Melanotrichia</i> ) sp.	0	0	0	0	1	2	3
(15) シマトビケラ科 (Hydropsychidae)							
40. シマトビケラ属 ( <i>Hydropsyche</i> ) spp. *10	63	135	116	508	111	5	938
41. コガタシマトビケラ属 ( <i>Cheumatopsyche</i> ) spp.	73	190	73	84	65	9	494
(16) ニンギョウトビケラ科 (Goeridae)							
42. ニンギョウトビケラ ( <i>Goera japonica</i> ) *11	9	17	11	10	19	10	76
(17) カクツツトビケラ科 (Lepidostomatidae)							
43. コカクツツトビケラ属 ( <i>Lepidostoma</i> ) sp.	1	0	0	0	1	0	2
(18) ヒゲナガトビケラ科 (Leptoceridae)							
44. タテヒゲナガトビケラ属 ( <i>Ceraclea</i> ) sp.	0	6	0	3	0	0	9
(19) ホソバトビケラ科 (Molannidae)							
45. ホソバトビケラ科 sp.	0	0	0	0	1	1	2
個体数計	207	489	392	896	435	52	2471

	サンプリング日						個体数計
	12/26	2/26	4/26	6/20	8/26	10/30	
<b>【3】【カワゲラ目】 (Plecoptera)</b>							
(20) カワゲラ科 (Perlidae)							
46. カワゲラ属 ( <i>Kamimuria</i> ) sp.	0	1	0	0	0	0	1
47. カワゲラ ( <i>Kamimuria tibialis</i> ) *12	6	3	6	0	5	3	23
48. フタメカワゲラ属 ( <i>Neoperla</i> ) sp.	0	0	0	1	0	2	3
(21) ミドリカワゲラ科 (Chloroperlidae)							
49. ミドリカワゲラ科 sp. *13	1	1	20	1	0	0	23
(22) オナシカワゲラ科 (Nemouridae)							
50. フサオナシカワゲラ属 ( <i>Amphinemura</i> ) sp.	2	1	0	0	0	0	3
51. クロオナシカワゲラ ( <i>Indonemoura nohirae</i> )	5	0	0	0	0	0	5
個体数計	14	6	26	2	5	5	58
<b>【4】【双翅目】 (Diptera)</b>							
(23) ヌスリカ科 (Chironomidae)							
52. ヌスリカ科 spp. *14	154	351	133	69	26	5	738
(24) ガガンボ科 (Tipulidae)							
53. ガガンボ科 sp.	0	3	1	0	0	0	4
54. ウスバヒメガガンボ ( <i>Antocha bifida</i> ) *15	24	19	68	31	4	0	146
(25) ナガレアブ科 (Athericidae)							
55. ナガレアブ科 sp. *16	17	9	13	4	0	1	44
(26) ブユ科 (Simuliidae)							
56. アカクラアシマダラブユ ( <i>Simulium rufbasis</i> )	0	0	3	0	0	0	3
<b>【5】【鞘翅目】 (Coleoptera)</b>							
(27) ヒラタドROMシ科 (Psephenidae)							
57. マルヒラタドROMシ属 ( <i>Eubrianax</i> ) sp.	3	0	1	0	4	2	10
58. ヒラタドROMシ属 ( <i>Mataeopsephus</i> ) sp.	2	2	0	0	0	10	14
(28) ヒメドROMシ科 (Elmidae)							
59. アマミズドROMシ ( <i>Ordobrevia amamiensis</i> )	0	0	2	2	0	10	14
<b>【6】【ウズムシ目】 (Tricladida)</b>							
60. ウズムシ目 sp. *17	0	15	29	6	1	1	52
<b>【7】【広翅目】 (Megaloptera)</b>							
(29) ヘビトンボ科 (Corydalidae)							
61. ヘビトンボ ( <i>Prothermes grandis</i> )	0	1	1	0	1	0	3
<b>【8】【トンボ目】 (Odonata)</b>							
(30) サナエトンボ科 (Gomphidae)							
62. コオニヤンマ ( <i>Sieboldius albardae</i> )	0	0	0	1	0	0	1
個体数計	200	400	251	113	36	29	1029
総個体数	762	1417	1005	1389	1082	164	5819

注1. 表記中にあるsp.は1種、spp.は、2種以上を含むものとした。

注2. \*1~\*17 ...図3.2-3.4 に供した底生動物。

の出現個体数は4月26日から8月26日にかけて多かった。ナガレトビケラ属 (*Rhyacophila* spp.) およびニンギョウトビケラ (*Goera japonica*) では、出現個体数に顕著な違いは見られなかった。カワゲラ目では、カワゲラ (*Kamimuria tibialis*) およびミドリカワゲラ科の1種 (*Chloroperlidae* sp.) とともに出現個体数に顕著な違いは見られなかった。その他、ユスリカ科 (*Chironomidae* spp.) の出現個体数は2月26日に多く、ウスバヒメガガンボ (*Antocha bifida*) の出現個体数は4月26日に多かった (図3.4)。

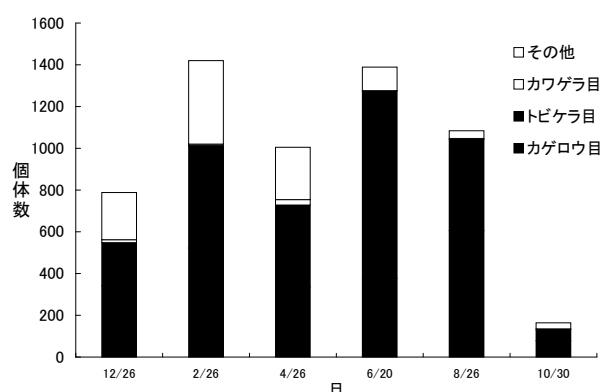


図3.1 カゲロウ目、トビケラ目、カワゲラ目、その他の各分類群の出現個体数の周年変動

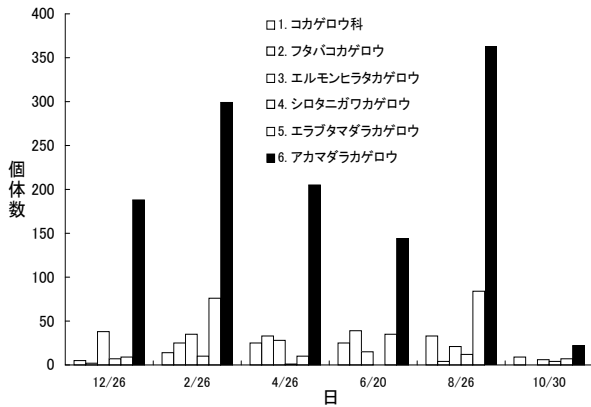


図 3.2 カゲロウ目 6 分類群の出現個体数の周年変動

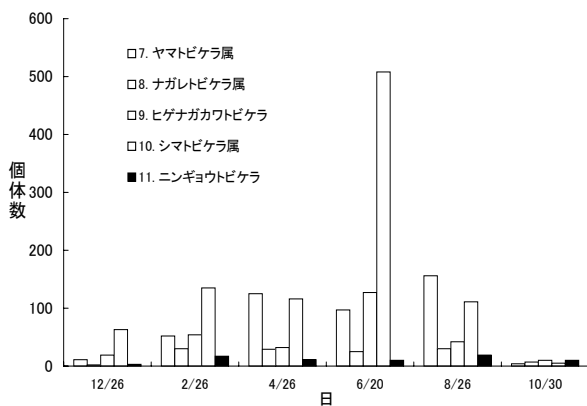


図 3.3 トビケラ目 5 分類群の出現個体数の周年変動

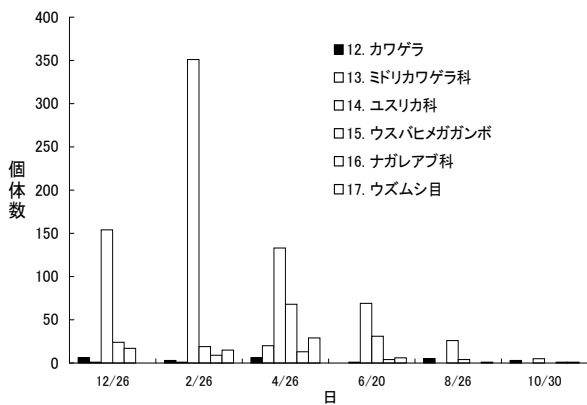


図 3.4 カワゲラ目 2 分類群およびその他の 5 分類群の出現個体数の周年変動

#### 4. 考察

##### 1) 底生動物の出現種

本調査では、8 目 30 科、5,819 個体の底生動物が採集された。これらを摂食機能群分類に基づいて次の 5 つのカテゴリー、①藻食性で主として石上の藻類をそぎとって食べる Scrapers (アカマダラカゲロウなど)、②石間に網を張ることや体の一部を使って有機物を集めて食べる Filterers (ヒゲナガカワトビケラなど)、③落ち葉等の堆積物を噛み砕いて食べる Shredders (コカクツツトビケラ属 (*Lepidostoma*) など)、④同じく堆積した餌を拾い集める Gatherers (キイロカワカゲロウ (*Potamanthus formosus*) など)、および⑤捕食性動物である Predators (カワゲラなど)、に分類すると (Allan, 1995; Dobrin and Giberson, 2003)、本調査では石表面や石間などを主な生息場とする① Scrapers や② Filterers に該当する種が多く採集され、反対に主として堆積した落葉や砂泥中などに生息する③ Shredders、④ Gatherers、捕食者である⑤ Predators の出現種・出現個体数が少なかった (表 1 参照)。

このように出現種・出現個体数に偏りが生じた要因の一つとしては、本研究におけるサンプリング方法が考えられる。すなわち、今回の調査では主な採集方法として礫単位検出法を用いたことにより、石表面を生息場とする種、あるいは石に対する依存度が高い種が比較的多く採集されたと考えられる。また今回の調査では石と同時にその下方にある砂礫・堆積物を少量採取したため、数は少ないながらもキイロカワカゲロウやモンカゲロウ (*Ephemera strigata*)、コカクツツトビケラ属といった比較的石への依存度が低い③ Shredders や④ Gatherers なども採集されたと考えられる。

また、このような出現種・出現個体数の偏りが生じた他の要因としては、サンプリング地点の微小な環境条件の影響が考えられる。今回は、調査対象となる一個の石を水深と流速条件に基づいて選定したが、同じ石上を生息場とする底生動物であっても、流速や水深などの微小な環境条件の違いによって分布する種は異なることが知られており (大串, 2004)、こうした生態面の相違が調査結果に反映したことも考えられる。

従って、より多くの種の採集を目的とする場合には、礫単位検出法に加えて堆積物などの基質をより多く採集すること、さらには様々な水深・流速環境下において調査を行うことが望ましいと考えられる。

ここで、過去の仙台市等による調査の結果（仙台市，1976，1980，1994；高橋，1978）と今回の結果を比較すると、今回の調査では1976年から1994年間の調査で出現した底生動物の約半数にあたる分類群が採集されたと考えられる。今回の調査で採集されなかったものは、ヒメフタオカゲロウ属 (*Ameletus*)、ミットゲマダラカゲロウ (*Drunella trispina*)、ウエノヒラタカゲロウ (*Epeorus uenoi*)、シリナガマダラカゲロウ (*Ephacercella longicaudata*)、アミメカワゲラ科 (Perlodidae)、アミメシマトビケラ属 (*Arctopsyche*)、シギアブ科 (Rhagionidae) 等であった。これらのうち、ヒメフタオカゲロウ属、ミットゲマダラカゲロウ、およびアミメカワゲラ科については、筆者らが牛越橋付近の別の地点で生息を確認している（佐藤，2005）。また、今回の調査では、新たにこれまでの調査では記載されていないモンカゲロウ、ミジカオフタバコカゲロウ (*Acentrella sibirica*)、タテヒゲナガトビケラ属 (*Ceraclea*) の1種、ヤマトビケラ属の一種、等の約30分類群の底生動物を採集している。これらの結果から、調査の実施時期やサンプリングの方法によって採集される底生動物の種に変動はあるが、本調査で用いた礫単位検出法と砂礫等堆積物の採集とを組み合わせたサンプリングにより、広瀬川の中流域に生息する主要な底生動物種の多くを採集することが可能と考えられた。

## 2) 底生動物出現個体数の周年変動

図3.1に示したように、底生動物の出現個体数には季節的な変動が見られた。また出現個体数の変動はカゲロウ目、トビケラ目、カワゲラ目、その他、から任意に選んだ17の分類群のレベルにおいても観察された（図3.2-3.4）。このような変動が見られた背景のひとつとしては、本調査で用いた礫単位検出法等を行う際のハンドリングの影響が考えられる。しかし、上記の17の分類群についてみると、サンプリング日間で出現個体数が数倍変動している分類群があり、ま

た規則的な変動の様子が見受けられた分類群もあった（図3.2-3.4参照）。これらのことから、こうした変動は底生動物のライフサイクルに伴う個体数変動をより大きく反映していることが考えられた。例えば、アカマダラカゲロウの出現個体数は2月26日に一度ピークを示したのちに減少し、再び8月26日に増加した。これは、本種の羽化のシーズンが4、5、ならびに9月であることから考えて（刈田，2002a，2002b）、4月26日、6月20日、および10月30日のサンプリング日には幼虫が羽化して成虫となり、そのために採集される幼虫の個体数が少なかったことが考えられる（図3.2）。同様に、エラブタマダラカゲロウやヤマトビケラ属などの個体数の減少にも、羽化による幼虫数の減少が関係しているものと考えられる。

また、別の要因として、これらの水生昆虫の季節的あるいは一時的な移動の影響が考えられる。例えば、ヒゲナガカワトビケラなどの一部の底生動物は、成長に伴い生息域が上流域から下流域へと移ることが報告されている（大串，2004）。また降水等による増水が河床を攪乱し、底生動物が一時的に特定の石上から移動することも考えられる。今回の調査では調査地点間の距離が数km以内と近接しており、またサンプリング日の間隔を約2ヶ月と長めに設定したため、大規模な生息域の移り変わりや短期的に起こる移動などの詳細なデータを得ることはできなかった。しかし上述した結果から、本調査法を用いることによってライフサイクル、あるいは気象条件等の変化に伴う底生動物の時間的・空間的な分布の変動を明らかにできることが考えられた。

## 3) 底生動物出現個体数の採集地点間の差

冒頭で述べたように、今回の調査では異なる4調査地点（上流・中流・下流・水路）で同様の手法によるサンプリングを行い、それらの結果を総和して解析を行った。これは、同一のサンプリング日に4地点で調査を行うことでより多くのデータを得ること、また4調査地点間の環境の違いを、底生動物の出現種・出現個体数との関係から推察可能かどうかを検討するためであった。調査の結果、4地点間で底生動物の出現種数に顕著な差はみられず、調査を行った広瀬川の郷六

から牛越橋にかけての数 km の区間では、底生動物の分布状況に大きな違いが無いことが判明した。一方、出現個体数の地点間の違いについて見ると、ほとんどの分類群でやはり差が無かったのに対して、ユスリカ科 (*Chironomidae* spp.) (周年にわたって②中流で採集される個体数が少ない)、およびウスバヒメガガンボ (2月から6月にかけて④水路で採集される個体数が多い) の2者については地点間で出現個体数に差があることが明かとなった (表2)。

今回、調査対象とした区域では、本川が①上流を通過後、北堰によって一部の水が発電所の用水として取水され、②中流を通過したのち④水路からの放水が再び本川に合流して③下流へと流れていく。そのため、流量が減少している②中流では夏季には水温が上昇したと考えられる (図2)。上述したように、ユスリカ科 (*Chironomidae* spp.) の出現個体数は周年にわたって②中流で少ないことから、この水域では何らかの要因 (例えば、夏季の高水温) によって他の地点とは環境条件が異なり、それが出現個体数の違いとなって現れたことも考えられる。また同様に、ウスバヒメガガンボの出現個体数が④水路において少なかったことには、夏季の低水温等が何らかの形で影響していたことも考えられる。これらの現象についてはより詳細な調査を行い解析することが望まれるが、この結果は、広瀬川の郷六から牛越橋にかけての水域に存在する堰や発電所水路等の人工構造物の影響によって、底生動物相が変動していることを示唆しており、大変興味深い現象と思われる。

以上、本調査では礫単位検出法とその下方の堆積物の採集とを組み合わせた簡便な方法によって広瀬川の中流域に生息する主要な底生動物群集が採集されるこ

表2. ユスリカ科およびウスバヒメガガンボの採集  
地点 (上流・中流・下流・水路) ごとの採集個体数

	場所	サンプリング日					
		12/26	2/26	4/26	6/20	8/26	10/30
14. ユスリカ科 ( <i>Chironomidae</i> )	上	28	95	23	37	6	0
	中	7	31	14	8	5	4
	下	35	95	48	15	5	1
	水	84	130	48	9	10	0
15. ガガンボ科 ( <i>Tipulidae</i> ) ウスバヒメガガンボ ( <i>Antocha bifida</i> )	上	11	2	16	8	0	0
	中	4	0	1	6	0	0
	下	5	4	9	2	2	0
	水	4	13	42	15	2	0

と、またサンプリングの対象となる石やサンプリング日時を増やすことによって、底生動物の出現種・出現個体数の季節的・空間的分布パターンを高い精度で把握できる可能性が明らかとなった。今後、本調査で用いたサンプリング法を環境教育のツールとして活用することにより、子ども達の底生動物への関心を高め、底生動物を取り巻く自然環境や環境問題に対する理解が深められることが期待される。本稿の内容が子ども達の川に対する関心を高め、子供達が川に足を運ぶ一助となることを望む。

### 謝 辞

本調査について大変有益なご助言をいただいた宮城教育大学環境教育実践センター・溝田浩二助手、調査地点の水温のデータを提供して下さった宮城教育大学教育学部環境教育実践専修・大浪達郎氏、仙台市の過去の調査報告書等の検索に丁寧に対応して下さった仙台市環境対策課・斎藤美佳氏に心より御礼申し上げます。

### 引用文献

- Allan, J. D., 1995. Stream Ecology. Structure and function of running waters. CHAPMAN & HALL. 388pp.
- Dobrin, M. and Giberson, D. J., 2003. Life history and production of mayflies, stoneflies, and caddisflies (Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera) in a spring-fed stream in Prince Edward Island, Canada: evidence for population asynchrony in spring habitats? *Can. J. Zool.* 81: 1083-1095.
- 広瀬川流域の自然環境調査委員会編, 1994. 広瀬川流域の自然環境. 仙台市環境局環境計画課, p455-496.
- 刈田 敏, 2002. 水生昆虫ファイル I. つり人社, 127pp.
- 刈田 敏, 2002. 水生昆虫ファイル II. つり人社, 159pp.
- 加藤多喜雄, 加藤陸奥雄編. 1988. ふるさと宮城の自然. 宝文堂, 331pp.

川合禎次，1985. 日本産水生昆虫検索図説．東海大学出版会，409pp.

大串龍一，2004. 水生昆虫の世界 淡水と陸上をつなぐ生命．東海大学出版会，219pp.

佐藤康博，2005. 広瀬川における水生昆虫出現種の季節変動．宮城教育大学・卒業論文，40pp.

仙台市衛生局環境公害部，1976. 仙台市公害白書第6号 昭和51年版．仙台市衛生局，p183-184.

仙台市衛生局環境公害部，1980. 仙台市公害白書第10号 昭和55年版．仙台市衛生局，p83-87.

高橋雄一，1978. 仙台のこんちゅう．宝文堂，247pp.

谷田一三監修 / 丸山博紀・高井幹夫著，2000. 原色

川虫図鑑．全国農村教育協会，244pp.

(以下の文献は、本文中に引用していないが、底生動物の同定を行う際に参考としたのでここに掲載する。)

日高敏隆，1997. 日本動物大百科第7巻 無脊椎動物．平凡社，196pp.

日高敏隆，1997. 日本動物大百科第9巻 昆虫Ⅱ．平凡社，181pp.

日高敏隆，1998. 日本動物大百科別巻 動物分類名索引．平凡社，334pp.

河田 黨，1959. 日本幼虫圖鑑．北降館，712pp.

三橋 淳，2003. 昆虫学大事典．朝倉書店，1200pp.



# 金華山と青葉山のトンボ相—その3—

藤田裕子\*・伊沢紘生\*\*・小野雄祐\*\*\*

The Odonate Fauna in Kinkazan Island and Aobayama Area, Miyagi Prefecture, III

Hiroko FUJITA, Kosei IZAWA and Yusuke ONO

**要旨：**児童生徒への環境教育の一環として、豊かな自然の中で観察学習を実施することはきわめて重要である。本研究では、トンボを自然体験学習の主たる対象生物の一つにするという視点から、金華山と青葉山の2地域で、一昨年と昨年に引き続き今年も、生息状況等に関する継続調査を行った。また、今年も同じ青葉山の本学構内にある池で、青葉山のこれまでの調査地点との比較調査を追加実施し、小学校で環境教育の実践として行われることの多い学校ビオトープについて検討した。

**キーワード：**トンボ相、金華山、青葉山、大学構内の池、学校ビオトープ、ヤゴ抜け殻標本

## 1. はじめに

金華山と青葉山におけるトンボ相の調査に関して、学校教育における環境教育（総合的な学習の主要テーマの一つ）のうち、とくに児童生徒を対象にした自然体験学習（自然観察学習）という観点からの意義については、一昨年の調査結果のまとめ（伊沢ほか, 2003）や昨年の調査結果のまとめ（伊沢ほか, 2004）の中で詳しく述べた通りである。

今年も金華山で2回、青葉山で2回、トンボを自然体験学習の主たる対象生物の一つとして実践活動を行った。そのうち金華山では、5月31日に牡鹿町立鮎川小学校1・2・3年生30名と父兄10名が、10月7日に同小学校1・2年生25名と父兄4名が参加、また青葉山では、7月9日に仙台市立第二中学校1年生111名（3パーティに分けて実施）が、8月4日には宮城県宮城野高校2年生8名が参加した。

これら実践活動の結果や評価は別途報告するとして、本稿ではトンボの生息状況に関する継続調査3年目の成果に関してのみ、とりまとめを行う。

ただ、小学校における環境教育実践の中で話題にされてきた学校ビオトープの設置とそこでの観察学習について、トンボという存在を通して見た時にどのよう

な意義があり問題があるかを知る目的で、今年も調査地の一つ青葉山で、その一角にある本学構内の池を新たな調査地点とし、青葉山のこれまでの調査地点との比較調査を実施したので、その結果も併せまとめる。

## 2. 金華山のトンボ相・2004年

金華山（図1）のトンボ相については、今年も昨年と同様の方法（伊沢ほか, 2004）で調査を実施した。調査日数は53日である。今年の調査では21種のトンボ（成虫に限る）が確認された。その各々について、発生時期や生息状況の変化等をまとめたのが図2である。図のすべての表記は一昨年および昨年のまとめ（伊沢ほか, 2003, 2004）に準じている。

### 1) 今年初めて観察された種

10月25日にホソミオツネントンボ1個体（オス）が、二ノ御殿（図1参照）から東斜面に250mほど下った所で採集された。杉村ら（1999）によると、このトンボは主に平地から山地にいたる挺水植物が繁茂する池沼や溝・湿地の滞水・水田などに生息し、羽化して未熟状態で越冬する。そして青葉山ではごく普通に観察されてきた（伊沢ほか, 2003）。また、高橋（1988）や

\*宮城教育大学大学院環境教育実践専修， \*\*宮城教育大学環境教育実践研究センター， \*\*\*宮城教育大学教育学部

保谷 (2003) によれば、牡鹿半島では生息の記録がなく、宮城県での生息区分では中央低地のみに分布する。したがって、どこからかは不明だが、いずれにしても風に飛ばされて来たことは間違いないだろう。ギンヤンマは筆者の一人伊沢がこれまでに何度も頂上の脇にあるスギの大木で囲まれた休憩所の一帯で目撃してきたが、過去2年間は全く観察されなかった。それが今年9月から10月にかけて、同じ場所でもそれ以外の地点でも繰り返し確認された。これらギンヤンマは金華山で繁殖した個体なのか、網地島や牡鹿半島から飛来したものなのか不明だが、飛翔力の強い種なので飛来した可能性が高い。一昨年には観察され、昨年は観察されなかったミヤマカワトンボは、今年6月27日に、島の東側の大平沢(図1参照)が海岸道路と交叉する地点(図1のD地点一帯)で2個体採集され、10個体以上が確認された。その場所は一昨年と同じ場所なので、少数ながら島で繁殖しているものと思われる。



図1. トンボ調査地のひとつ金華山と、主な調査地点(A, B, C, D)

2) 今年観察されなかった種

ハグロトンボは一昨年に1個体のみ観察された

種名	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			最初と最後の観察日	その直前と直後の調査日
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下		
1. ミヤマカワトンボ								○																		6/27	6/27	6/26	7/18
2. ヒガシカワトンボ						○		○																		5/28	6/27	5/19	7/18
3. アオイトトンボ												○														7/18	9/18	6/27	9/19
4. ホソミオツネトンボ																										10/25	10/25	10/24	10/26
5. キイトトンボ												○														7/18	8/21	6/27	8/22
6. アジアイトトンボ																										8/25	8/25	8/24	8/26
7. ミルンヤンマ																										8/16	10/25	7/18	10/26
8. ルリボシヤンマ																										9/18	9/18	8/30	9/19
9. ギンヤンマ																										9/19	10/25	9/18	10/26
10. クロスジギンヤンマ																										5/30	5/30	5/29	6/25
11. ヒメクロサナエ																										5/18	7/18	5/7	8/16
12. オニヤンマ																										6/27	9/20	6/26	10/2
13. タカネトンボ																										8/25	8/25	8/24	8/26
14. シオヤトンボ																										5/30	7/18	5/29	8/16
15. オオシオカラトンボ																										6/27	9/18	6/26	9/19
16. ショウジョウトンボ																										7/18	8/21	6/27	8/22
17. アキアカネ																										7/18	12/11	6/27	×
18. タイリクアカネ																										9/18	9/18	8/30	9/19
19. ヒメアカネ																										9/18	10/25	8/30	10/26
20. ノシメトンボ																										9/18	11/22	8/30	12/11
21. ウスバキトンボ																										6/25	10/29	5/30	11/20

註) 右欄の×印:12月11日以降は調査していないので不明の意.

図2. 金華山のトンボの生息状況

が、今年は昨年に引き続き観察されなかった。このトンボは飛翔力があり羽化した地点からかなり離れた所まで飛んでいくことが知られているので(杉村ほか, 1999)、2年連続して確認されなかったことは、一昨年はたまたま飛来した個体が採集されたが、金華山では繁殖していない可能性が大きい。

シオカラトンボ、ナツアカネ、タイリクアキアカネ、マユタテアカネ、マイコアカネの5種は、過去2年間の調査で、いずれも島では繁殖しておらず、風に乗ってたまたま飛来したものと考えられたが、今年の調査で全く確認されなかったことは、その推測を補強する結果といえる。

### 3) その他気付いたこと

ヒメクロサナエの発生が、一昨年は5月3日、昨年は5月4日だったが、今年は5月18日と、これまでに比べ15日ほど遅かった。その原因ははっきりしない。

アジアイトトンボは一昨年、昨年ともB地点やC地点(図1参照)で相当数観察されていて、そこで羽化したことも抜け殻で確認されている。それが、今年はたった1個体しか確認されなかったのは、マツクイムシによるマツ林の消失などによって、湿地であるB、C地点の環境条件が小型種のヤゴの生存や羽化に関わるほどに変化したのかもしれない。

クロスジギンヤンマは過去2年、5月中旬から6月上旬にかけて少数観察されていたが、今年は5月30日に1個体を採集したのみだった。ルリボシヤンマは過去2年、8月から10月にかけて島のあちこちで普通に目撃されていたが、今年は9月18日に1個体観察されただけだった。それにかわって、これまでルリボシヤンマが見られたと同じ程度に、上記したギンヤンマが観察された。これらのことから、クロスジギンヤンマやルリボシヤンマの羽化する個体数は年ごとに大きく変動する可能性が考えられる。

今年の金華山は夏の間ずっと高温多湿の日々が続いた。その影響が否かは不明だが、予備調査を含めて過去3年間、おびただしいほどの数がいたオニヤンマが、今年は少なかった。

アキアカネの最終観察日は、予備調査を実施した

2001年は12月9日、一昨年は11月24日、昨年も11月24日だったが、今年はそれよりさらに遅くて12月11日である。その理由は、12月に入ってから全く雪が降らず、暖かい日がずっと続いたことによるのは間違いない。

### 4) 島で繁殖している種とそうでない種

筆者らはこれまで成虫の生息状況についてのみ調査を行い、水中生活者であるヤゴ(幼虫)の生息状況に関する調査は全く行っていない。したがって、過去3年間に金華山で記録された計27種について、島で繁殖しているか否かを正確に判断するのはむずかしいが、それでも、いくつかの状況証拠から、可能性を推定することはできる。その結果を図3に示した。

図3からは、27種のうち、島で繁殖していることの確実な種(以下“繁殖種”と呼ぶ)が10種、繁殖している可能性の大きい種が8種、繁殖していないと判断される種(以下“飛来種”と呼ぶ)が7種、飛来

種名	確認項目 <sup>1)</sup>				区分 <sup>2)</sup>
	A	B	C	D	
1. ハグロトンボ					Fp
2. ミヤマカワトンボ					Bp
3. ヒガシカワトンボ	○				Bp
4. アオイトトンボ	○	○			B
5. ホソミオツネントンボ					F
6. キイトトンボ	○	○	○		B
7. アジアイトトンボ	○		○	○	B
8. ミルンヤンマ	○	○			B
9. ルリボシヤンマ	○	○	○		B
10. ギンヤンマ					Fp
11. クロスジギンヤンマ			○		Bp
12. ヒメクロサナエ	○		○	○	B
13. オニヤンマ	○	○	○	○	B
14. タカネトンボ					F
15. シオカラトンボ					F
16. シオヤトンボ	○	○	○	○	B
17. オオシオカラトンボ	○	○		○	B
18. ショウジョウトンボ	○	○			Bp
19. ナツアカネ					F
20. アキアカネ	○	○		○	B
21. タイリクアアカネ	○				Bp
22. タイリクアキアカネ					F
23. マユタテアカネ					F
24. マイコアカネ					F
25. ヒメアカネ					Bp
26. ノシメトンボ	○	○			Bp
27. ウスバキトンボ					Bp

註1) 確認項目について、A:おつながり, B:メスの産卵, C:ヤゴの抜け殻, D:羽化直後の個体

註2) 区分について、B:繁殖種, Bp:繁殖している可能性の高い種, F:飛来種, Fp:飛来してきた可能性の高い種

図3. 金華山で繁殖している種と飛来する種

した可能性の大きい種が2種であることがわかる。

#### 5) 文献との比較

金華山のトンボ相について、高橋(1988)は8種、ヒガシカワトンボ、ヒメクロサナエ、カトリヤンマ、ギンヤンマ、シオカラトンボ、シオヤトンボ、オオシオカラトンボ、ノシメトンボを記載しているが、解説文を詳しく点検すると、もう1種オニヤンマが付け加わって9種になる。一方、最近出版された保谷(2003)によると、上記の高橋(1988)のまとめをベースに以後の調査結果をつけ加えたとしながら、金華山についてはヒガシカワトンボ、ヒメクロサナエ、オニヤンマ、シオヤトンボ、オオシオカラトンボ、ノシメトンボ、ウスバキトンボの7種しか記載がない。そして両者を比較すると、高橋(1988)のみにある種がカトリヤンマ、ギンヤンマ、シオカラトンボの3種、保谷(2003)にのみある種がウスバキトンボである。

どうしてこのような違いが生じてしまったのかは理解に苦しむが、それはさておき、筆者らの3年間の調査でやはり問題になるのは、伊沢ら(2003)がすでに指摘したカトリヤンマの生息についてである。筆者らの一人伊沢は、伊豆地方で小さい頃からカトリヤンマをごく普通に捕獲しており、その習性も熟知しているつもりなのだが、島にある類似のニッチェで目撃したり採集するのはきまってミルンヤンマであった。金華山にはカトリヤンマが生息していない可能性が高い。

### 3. 青葉山のトンボ相・2004年

青葉山(図4)のトンボ相についても、一昨年および昨年と同じ地点で今年も調査を行った。調査日数は105日である。

今年の調査では41種のトンボ(成虫に限る)が確認された。その各々について、発生時期や生息状況の変化をまとめたのが図5である。図のすべての表記は一昨年と昨年のまとめ(伊沢ほか, 2003, 2004)に準じている。

#### 1) 今年初めて観察された種

コオニヤンマはヤゴがA地点近くで採集され、研究室で飼育していたところ、6月15日に羽化した。

D地点では6月30日に4個体を初めて採集し、以

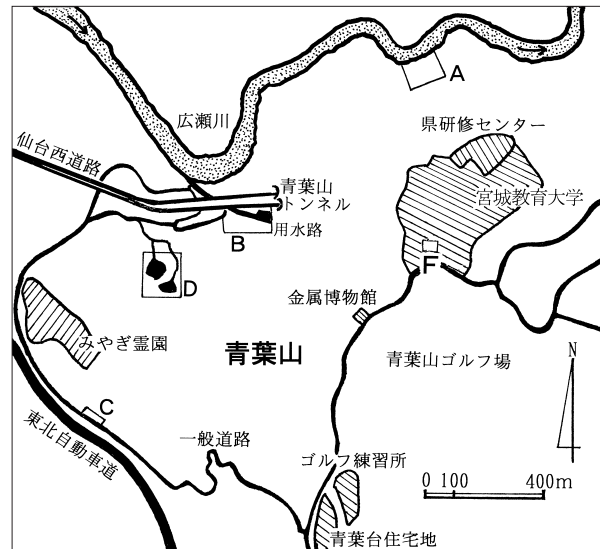


図4. トンボ調査地のひとつ青葉山と、主な調査地点(A, B, C, D, F)

後7月末まで調査のたびに1~数個体を観察することができた。このトンボは飛び方からも、すぐに草の葉の上に止まることから発見や採集が容易であり、過去2年間の調査時にD地点にいなかったことは間違いない。先の金華山のトンボ相のところで、クロスジギンヤンマとルリボシヤンマについてふれたが、コオニヤンマのこの事実からも、どうも大型のトンボには年ごとの羽化する個体数に大きな変動があることが予測される。

アオハダトンボは一昨年はB地点でかなりの数が観察されたが、昨年はB地点でも他の地点でも1個体も確認されなかった。それが今年ではD地点で7月3日と7月9日の2回、1個体ずつ採集された。

ダビドサナエは過去2年間、青葉山のいずれの調査地点でも観察されず、昨年に旧宮崎町のN地点(伊沢ほか, 2003)で1個体が採集されたのみだったが、今年では6月29日にB地点で1個体が初めて採集された。このトンボはおそらく他地域から飛来したものだろう。

#### 2) 今年観察されなかった種

オオモノサシトンボは過去2年間、C地点とD地点でかなり観察されたが、今年はいずれの地点でも全く発見されなかった。

ムカシヤンマも青葉山の調査地点では飛来種と考え

られるが、今年は観察されていない。オオシオカラトンボも過去2年間の調査で、青葉山では飛来種と考えられるが、今年は観察されていない。ミヤマサナエも同様である。

3) その他気付いたこと

アオイトトンボは一昨年はB地点とD地点でごく普通に観察され、昨年はD地点で4個体観察されたが、今年はD地点でたったの1回、しかも1個体しか観察されなかった。

アジアイトトンボは過去2年間の調査ではまれにしか

見られない種であったが(一昨年は2個体、昨年は1個体)、今年はD地点で4月26日から大量の羽化が始まり、10月1日まで、長期間にわたって生息が観察され続けた。

タカネトンボはこれまで青葉山ではまれな種であったが(一昨年1個体、昨年1個体)、今年はD地点で、調査ごとに1~2個体であったが、7月9日から9月13日まで、かなり長い期間観察された。逆にミヤマアカネは一昨年も昨年もほぼ1ヶ月にわたって観察されたのに、今年は4日間のみと短かった。

クロスジギンヤンマは一昨年、昨年ともD地点で大

種名	3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		最初と最後の観察日	その直前と直後の調査日		
	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下				
1. アオハダトンボ									○												7/3	7/9	7/1	7/19
2. ハグロトンボ									○	—			○								7/5	9/6	7/3	9/13
3. ミヤマカワトンボ							○	—	○												6/2	7/1	5/27	7/3
4. ヒガシカワトンボ					○	—	○														5/19	6/24	5/16	6/30
5. アオイトトンボ									○												7/3	7/3	7/1	7/5
6. オオアオイトトンボ													○	—		○					9/6	11/6	9/3	11/26
7. ホソミオツネイトンボ		○	—	◎			○														4/7	6/16	×	6/24
8. オツネイトンボ	○	—	◎				○								○	◎	◎	—	○		3/17	12/3	×	12/10
9. モノサシトンボ							○	—	◎	—	◎	—	○								6/1	9/3	5/27	9/6
10. モートンイトトンボ							○	—	○												6/10	7/7	6/2	7/8
11. キイトトンボ									○	—	○										6/23	7/21	6/16	7/23
12. アジアイトトンボ			○												○						4/26	10/1	4/22	10/15
13. クロイトトンボ					○	—	◎	◎					○								5/24	9/6	5/21	9/13
14. オオイトトンボ					○	—	○														5/19	7/3	5/16	7/5
15. オゼイトトンボ								○	◎												6/16	6/24	6/14	6/30
16. エヅイトトンボ					◎	—	◎	○													5/12	7/9	5/7	7/19
17. オオルリボシヤンマ											○	—			○						8/2	10/1	7/30	10/15
18. ギンヤンマ							○								○						6/16	10/1	6/14	10/15
19. クロスジギンヤンマ							○	—	○												6/1	7/23	5/27	7/30
20. ホンサナエ							○														6/2	6/2	6/1	6/5
21. ダビドサナエ									○												6/24	6/24	6/16	9/17
22. コサナエ					○	—	◎	○													5/12	7/9	5/7	7/19
23. コオニヤンマ							△	○	—	○											6/30	7/30	6/24	8/2
24. ウチワヤンマ								○	○												6/30	7/9	6/24	7/19
25. オニヤンマ								○	—					○							6/24	9/17	6/23	10/1
26. オオヤマトンボ								○	—	○											6/30	8/4	6/24	8/19
27. タカネトンボ									○	—				○							7/9	9/13	7/8	9/16
28. ハラビロトンボ					○	—					○										5/19	8/4	4/30	8/19
29. ヨツボシトンボ						○															6/1	6/1	5/27	6/2
30. シオカラトンボ							○							○							6/16	9/17	6/14	10/28
31. シオヤトンボ					△	○	○														5/24	6/2	5/21	6/10
32. コフキトンボ									○	—	○										7/5	8/4	7/3	8/19
33. ショウジョウトンボ							△	○	—	○											6/16	8/4	6/14	8/19
34. ミヤマアカネ														○							9/3	9/6	8/22	9/13
35. ナツアカネ										◎	—			◎	—	○					7/19	10/29	7/9	11/6
36. アキアカネ										◎	—					◎	—	○			7/1	12/3	6/30	12/10
37. マユタテアカネ								○	—	◎				◎	—	○					6/24	11/6	6/23	11/26
38. マイコアカネ									◎	—				◎	—	○					7/5	10/1	7/3	10/15
39. ノシメトンボ								○	◎	—				◎	—	○					6/30	11/6	6/24	11/26
40. コシアキトンボ							○	—	◎	—	○										6/16	9/3	6/14	9/6
41. ウスバキトンボ								○	—	◎	—	◎	—	○							7/1	10/15	6/30	10/28

註) △印:最初の観察が調査地点ではない青葉山で確認されたことを示す。なお右欄の最初の観察日は調査地点のもの。

×印:確認された調査地点での調査が最初の観察日より以前にはなされていないことを示す。

図5. 青葉山のトンボの生息状況

量の羽化が見られ、調査ごとの確認個体数も多かったが、今年は、調査ごとの確認個体が1～3個体と圧倒的に少なかった。また、生息していた期間も一昨年が2ヶ月、昨年がおよそ3ヶ月だったのに対し、今年は1ヶ月と3週間で少し短かった。

シオヤトンボとコフキトンボは青葉山ではごく普通に見られる種であるが、過去2年間と比べると、今年はいずれも生息期間が3分の1ほどと短かった。

昨年のまとめ（伊沢ほか, 2004）では、調査地点のうちC地点が人為的に著しく改変されたことを述べたが、今年はD地点にある2つの池のうち上の池でブラックバスが大量に繁殖した。ブラックバスの大量繁殖はおそらくヤゴの生存に多大な影響を与えたと思われるが、ブラックバスのヤゴ捕食についての調査はなされなかった。

#### 4) 青葉山で繁殖している種とそうでない種

金華山と同様にヤゴの調査を実施していないので断定はできないが、青葉山でも、いくつかの状況証拠から、これまでに確認された計47種について、“繁殖種”か“飛来種”か、おおよその推定が可能になった。その結果を図6に示した。

この図からは、繁殖種が26種、その可能性の大きい種が8種、飛来種が9種、その可能性の大きい種が4種であることがわかる。ただ、洋上の島である金華山と違って、青葉山は仙台の市街地にある一つの丘陵であり、その境目はあいまいである。しかも青葉山と一口でいっても、その地域内には多様なニッチェが存在し、筆者らは青葉山の中から4地点（図4参照）を選んで、主にそこだけで調査をしたわけである。したがって、繁殖種か飛来種かの問題は金華山の場合とは異なって、厳密に言えば筆者らの選定した4地点における繁殖種か飛来種かということになる。そのことは、次に述べる本学構内にある池での調査結果と比較しても明らかである。

#### 4. 大学構内の池での調査

本学は青葉山の一角にあり、本学の正門を入ったすぐの所に面積が約92 m<sup>2</sup>の池がある（図4と図7）。そこにも各種のトンボが飛来する。今年はこの池を青

種名	確認項目 <sup>1)</sup>				区分 <sup>2)</sup>
	A	B	C	D	
1. アオハダトンボ	○				Bp
2. ハグロトンボ					Fp
3. ミヤマカワトンボ					Fp
4. ヒガシカワトンボ	○				Bp
5. アオイトトンボ	○		●	○	B
6. オオアオイトトンボ	○		○	○	B
7. ホソミオツネトンボ	○	○	●	○	B
8. オツネトンボ	○	○			B
9. モノサシトンボ	○		○	○	B
10. オオモノサシトンボ					Bp
11. モートンイトトンボ					Bp
12. キイトトンボ	○			○	B
13. アジイトトンボ	○	●	○	○	B
14. クロイトトンボ	○	○		○	B
15. オオイトトンボ	○			○	B
16. オゼイトトンボ	○	○			B
17. エゾイトトンボ	○	○	○	○	B
18. ムカシヤンマ					F
19. ミルンヤンマ					Fp
20. オオルリボシヤンマ	○	○	○	○	B
21. ギンヤンマ	○	○			Bp
22. クロスジギンヤンマ	○	○	○	○	B
23. ミヤマサナエ					F
24. ホンサナエ					F
25. ヤマサナエ					F
26. ダビドサナエ					F
27. コサナエ	○	○	○	○	B
28. コオニヤンマ			○		B
29. ウチワヤンマ			○		B
30. オニヤンマ		○	○	○	B
31. オオヤマトンボ					F
32. タカネトンボ		○			Fp
33. ハラビロトンボ	○	○	○	○	B
34. ヨツボシトンボ					F
35. シオカラトンボ	○		○	○	B
36. シオヤトンボ	○			○	Bp
37. オオシオカラトンボ					F
38. コフキトンボ	○			○	Bp
39. ショウジョウトンボ	●			○	Bp
40. ミヤマアカネ					F
41. ナツアカネ	○	○		●	B
42. アキアカネ	○	○	●	○	B
43. マユタテアカネ	○	○	○	○	B
44. マイコアカネ	○	●		○	B
45. ノシメトンボ	○	○		○	B
46. コシアキトンボ	○	○	○	○	B
47. ウスバキトンボ	○		●	●	B

註1) 確認項目について、A:おつながり, B:メスの産卵, C:ヤゴの抜け殻, D:羽化直後の個体  
 註2) 区分について、B:繁殖種, Bp:繁殖している可能性の高い種, F:飛来種, Fp:飛来してきた可能性の高い種  
 註3) ○:B～D地点, ●:F地点

図6. 青葉山の調査地点で繁殖している種と飛来する種

葉山F地点とし、継続調査を実施した。

この池は毎年のことだが、2003年11月末にも水が抜かれ清掃されている。ここで観察を開始したのは今年6月10日からで、各種トンボが羽化し始める時期(4～5月)の調査は残念ながらできていない。F地点での調査日数は90日で、トンボの発生時期や生息状況の変化等を図8に示した。種類数は20種だった。

1) 池の調査でわかった主なこと

図5に示した青葉山の4つの調査地点での調査結果と図8との比較から分かるように、青葉山のF地点でのみ観察された種はオオシオカラトンボで、7月1日

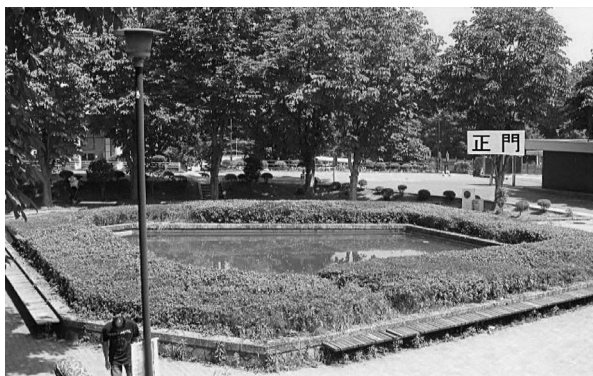


図7. 本学構内にある池(調査地点F)

にオス1個体が飛来した。

また、アオイトトンボは、他の調査地点ではD地点で7月3日に1個体が観察されたただけだったが、F地点では長期間ごく普通に見られ、羽化も頻繁に観察された。シオカラトンボは他の調査地点では6月16日から9月7日までの間にたった5回(いずれも1個体)しか目撃されなかったが、F地点では6月21日から8月25日までの期間中に30日観察された。ホソミオツネトンボは他地点では6月1日から7月8日の期間に6回しか観察されなかったが、F地点では6月1日から8月2日までの期間中に24日確認され、羽化も観察された。

F地点でヤゴからの羽化が確認された種はアオイトトンボ、オオアオイトトンボ、ホソミオツネトンボ、シオカラトンボ、アキアカネ、ウスバキトンボの6種である。池の清掃が前年晩秋に行われていることから、これらの種は条件にもよるだろうが、産卵された卵が羽化するまでが、春から秋までの数ヶ月以内に完結していると考えていいだろう。

なお、ウスバキトンボは青葉山の他地点では10月15日が最後の確認日だが、F地点ではそれ以降も連日羽化が続き、最後の羽化が確認されたのは11月11

種名	6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			最初と最後の観察日	その直前と直後の調査日
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下		
1. ハグロトンボ							○															8/1 8/1	7/31 8/2
2. アオイトトンボ	○									○												6/10 9/14	× 9/17
3. オオアオイトトンボ										○					○							9/17 11/10	9/14 11/11
4. ホソミオツネトンボ	◎			◎			○															6/10 8/2	× 8/3
5. アジアイトトンボ							○	○														8/17 8/25	8/15 8/26
6. クロイトトンボ	○						○															6/12 8/5	6/11 8/6
7. オオルリボシヤンマ							○			○												8/14 9/28	8/13 9/29
8. ギンヤンマ				○			○															7/19 8/24	7/17 8/25
9. コサナエ	○																					6/11 6/11	6/10 6/12
10. オニヤンマ							○	○														8/14 8/25	8/13 8/26
11. シオカラトンボ		○					○															6/21 8/25	6/14 8/26
12. オオシオカラトンボ				○																		7/1 7/1	6/30 7/5
13. ショウジョウトンボ				○			○															7/7 8/5	7/5 8/6
14. ナツアカネ					○										○							7/21 11/25	7/20 11/26
15. アキアカネ		○								◎	◎				○							6/22 11/29	6/21 11/30
16. マユタテアカネ										○			○									9/3 10/15	9/1 10/19
17. マイコアカネ					○								○									7/29 10/1	7/27 10/2
18. ノシメトンボ		○													○							6/29 10/28	6/23 10/29
19. コシアキトンボ				○	○																	7/1 7/22	6/30 7/23
20. ウスバキトンボ				○									○									7/1 10/15	6/30 10/19

註) 右欄の×印は6月10日以前は調査していないので不明を意味する。

図8. F地点のトンボの生息状況

日で、その後も池の壁の水面ぎりぎりまで登ってきて羽化の体制に入ろうとしているヤゴは11月16日まで見られた。一方でその日、池の底にあお向けになって死んでいるヤゴが多数見つかり、その後死体は24日までずっと観察された。死んだヤゴは池にいるアズマヒキガエルやミズカマキリ、マツモムシ等にすぐに食べられていたと思われることから、24日まで次々に死に続けたと考えていい。時を同じくして、アキアカネのヤゴも同様に死んでいった。11月25日を最後に、以後池でウスバキトンボとアキアカネの生きたヤゴは全く観察されなくなった。

## 2) 池での調査の利点

このような人工の池でトンボを調査することには以下のような利点がある。①いつでも、好きな時間に調査できる。②したがって、詳細な観察記録をとることができる。③池の水深が30～35cmと浅く（雨が降ったりして変動がある）、底が白いコンクリートなのでヤゴがよく見え、ヤゴの状態から羽化するまでを継続的に観察できる。④種がわかりにくいヤゴについては、捕まえて研究室で飼育し羽化させることで、正確な種の同定ができる。⑤池と、植え込みや道路や芝地や建物など、池を取り囲む環境を併せ観察することで、成虫の種ごとのニッチ嗜好性の差を簡単に知ることができる。⑥クモなど捕食者との関係もつぶさに観察できる。⑦池が狭いので、飛来したトンボの種間関係も視覚的に容易に観察できる。

## 3) 学校ビオトープという視点から

学校ビオトープとは、生物の生育の場であるとともに児童生徒が自然とのふれあいを深め、自然や命を大切にす豊かな心情を育む場であり（阪神・都市ビオトープフォーラム, 1999、日本生態系協会, 2001）、生物との共生を学習する場である（佐島ほか編, 1996）。そして、学校教育（とくに小学校）における総合的な学習の一つ、環境教育に関して、構内に池を作ったり、プールを利用して、そこにすむ生物を観察させるという実践例も数多い（たとえば山極ほか編, 2001）。そこでの生物側の主役は間違いなくトンボである。

今年の調査で本学構内の池を新たな調査地点として加えたのは、池を学校ビオトープと想定したときの意

味や意義を考えたかったからである。そして、調査結果から結論的に言えることは、隣接する自然での調査を十分に行った上で、ないしは同時進行的に行いながら、その成果と比較をすること、および両方のもつ利点と欠点を補い合う観察方法を確立することが、学校ビオトープが児童・生徒にとってさらに興味深く、さらに奥深く、豊かな想像力をともなった知的好奇心を高めることになるに違いない、という点である。

## 5. 他地域で観察されたトンボ

チョウトンボはこれまでに、一昨年に松山町で1個体が採集されたのみだった（伊沢ほか, 2003）。それが今年7月24日に仙台市内、大倉ダムのすぐ近くにある2つの池で、一方の池では5個体、もう一方の池では1個体が観察された。5個体が観察された方の池では、このトンボが繁殖している可能性が大きい。

コヤマトンボは6月14日、仙台市内のサイカチ沼でオス1個体が採集された。また、旧宮崎町北川内地区でオス1個体が採集され、ほかに4～5個体が目撃された。

また、シオカラトンボについて、宮城県内ではないが興味深い捕食行動が観察された。それは、長野県奥軽井沢では大量に羽化しつつあるアオイトトンボを、青森県恐山では同様に大量に羽化しつつあるルリイトトンボを、次から次へと捕食しているおびただしい数のシオカラトンボ（圧倒的にオスが多い）が観察されたことである。その周囲一帯の調査で羽化したてのシオカラトンボや抜け殻を発見できなかったことから、いずれもそこに飛来したと判断された。

## 6. ヤゴの抜け殻標本

トンボの成虫の生息状況等に関する調査を3年間継続する中で、筆者らは金華山や青葉山やその他の地域でトンボが羽化する現場を幾度となく観察してきた。そのような時、筆者らは羽化して飛び去ったあとのヤゴの抜け殻を努めて回収した。それによって、水中でヤゴを目撃した場合に、そのヤゴの種同定が割合容易に出来るようになった。

また、自然体験学習を実施した際、児童・生徒の中にヤゴの抜け殻に興味を示す子どもが何人もいること



表1. 教材用に標本化したヤゴの抜け殻一覧

種名
1. アオイトトンボ <i>Lestes sponsa</i> (Hansemann, 1823)
2. オオアオイトトンボ <i>Lestes temporalis</i> Selys, 1883
3. ホソミオツネイトンボ <i>Indolestes peregrinus</i> (Ris, 1916)
4. モノサシトンボ <i>Coperia annulata</i> (Selys, 1863)
5. アジアイトトンボ <i>Ischnura asiatica</i> Brauer, 1865
6. エゾイトトンボ <i>Coenagrion lanceolatum</i> (Selys, 1872)
7. ルリボシヤンマ <i>Aeshna juncea juncea</i> (Linnaeus, 1758)
8. オオルリボシヤンマ <i>Aeshna nigroflava</i> Martin, 1908
9. クロスジギンヤンマ <i>Anax nigrofasciatus nigrofasciatus</i> Oguma, 1915
10. ヒメクロサナエ <i>Lanthus fujiacus</i> (Fraser, 1936)
11. コサナエ <i>Trigomphus melampus</i> (Selys, 1869)
12. コオニヤンマ <i>Sieboldius albardae</i> Selys, 1886
13. ウチワヤンマ <i>Sinictinogomphus clavatus</i> (Fabricius, 1775)
14. オニヤンマ <i>Anotogaster sieboldii</i> (Selys, 1854)
15. ハラビロトンボ <i>Lyriothemis pachygastra</i> (Selys, 1878)
16. シオカラトンボ <i>Orthetrum albistylum speciosum</i> (Uhler, 1858)
17. シオヤトンボ <i>Orthetrum japonicum japonicum</i> (Uhler, 1858)
18. アキアカネ <i>Sympetrum frequens</i> (Selys, 1883)
19. マユタテアカネ <i>Sympetrum eroticum eroticum</i> (Selys, 1883)
20. コシアキトンボ <i>Pseudothemis zonata</i> (Burmeister, 1839)
21. ウスパキトンボ <i>Pantala flavescens</i> (Fabricius, 1798)

がわかったし、実際にトンボがそこに飛んでいなくても、ヤゴの抜け殻から、そのトンボが少し前にここで羽化して飛び立っていったことを子どもたちに話すことで、彼らの関心を抜け殻に向けさせられることもわかった。

そこで、この3年間に採集し保管していたヤゴの抜け殻を、小型のトンボ（主にイトトンボ類）、中型のトンボ（トンボ科やカワトンボの仲間）、大型のトンボ（ヤンマやオニヤンマ類）に分け、それぞれ透明なスクリュ管瓶（イウチ製）のNo. 2、No. 5、No. 6を用いて、底に脱脂綿を入れることで抜け殻が管瓶を振っても動かないようにした上で標本化し、自然体験学習の現場で利用したり、事後指導の際に利用できるようにした。

スクリュ管瓶で標本化できたヤゴの抜け殻は計21種である（表1）。それらは今後も教材として利用可能なように、本学環境教育実践研究センター実践分野に保管されている。

## 謝 辞

トンボを主要対象生物の一つとした自然観察学習、トンボの生態調査、トンボの標本作製等に当たっては、溝田浩二氏（宮城教育大学環境教育実践研究センター）、榊原渉氏（宮城教育大学修士課程、大河原町立大河原小学校）、宇野壮春氏（宮城教育大学修士課程）、佐藤智保氏（聖和学園高等学校）、齊藤詳子（利府町立利府第三小学校）、川添達朗氏、中村友紀氏（宮城教育大学教育学部）らから協力を得た。謹んで感謝の意を表する次第である。

## 引用文献

- 伊沢紘生・藤田裕子・小野雄祐, 2003. 金華山と青葉山のトンボ相. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 5:1-9
- 伊沢紘生・藤田裕子・小野雄祐・齊藤詳子, 2004. 金華山と青葉山のトンボ相—その2—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 6:39-48
- 財団法人日本生態系協会, 2001. 環境教育がわかる事典. 柏書房, 東京都, 429pp.
- 佐島群巳・鈴木善次・木谷要治・木俣美樹男・小澤紀美子・高橋明子（編）, 1996. 環境教育指導事典. 国土社, 東京都, 333pp.
- 杉村光俊・石田昇三・小島圭三・石田勝義・青木典司, 1999. 原色日本トンボ幼虫・成虫大図鑑. 奥平雅也企画, 北海道大学図書刊行会, 917pp.
- 高橋雄一, 1988. 宮城県のトンボ. ぶなの木出版, 米沢市, 144pp.
- 阪神・都市ビオトープフォーラム, 1999. 学校ビオトープ事例集. トンボ出版, 大阪市, 119pp.
- 保谷忠良, 2003. 宮城県のトンボ. 宮城県昆虫分布資料 23, 307pp.
- 山極 隆（編）, 2001. 環境教育実践事例集. 第一法規出版, 東京都, 8901pp.



# 少年自然の家の野外活動区域における自然学習教材の再開発 —その1 花山村砥沢川の地質教材とその活用—

川村寿郎\*・中條 裕\*\*・高野洋平\*\*\*

Reorganization for Teaching Objects of Natural Environments  
around the Hanayama National Children's Center

Toshio KAWAMURA, Yutaka NAKAJO and Yohei TAKANO

**要旨：**少年自然の家における自然体験は、貴重な環境学習の時間である。より中のある充実した体験とするために、国立花山少年自然の家の野外活動区域にあたる花山村砥沢川において、自然学習教材の再開発をめざし、流域の地層、岩石、鉱物などの地質教材について、実践的な活用を行いながら再検討を進めている。

**キーワード：**少年自然の家、野外活動、沢あそび、自然学習、地質教材

## 1. はじめに

環境教育では、豊かな自然体験の積極的な導入が当初から標榜され、これまでもさまざまな取り組みがされてきた。学校教育の中では、自然体験は少年自然の家などの施設での野外活動の一つとしても行われており、その活動は各学校の限られた全学習時数の中でもとりわけ貴重な時間となっている。

全国の少年自然の家の多くは山間地に立地していることから、周囲の水系を利用した野外活動がきわめて多いのが現状である。活動内容としては、「沢あそび」や「沢のぼり」として、体験的に水とそれに関連した自然の事物に親しみ、理解し、行動するようなものが多い。しかし、これらは現地の多様な自然事物を扱ったものではなく、活動内容も多く自然の家に共通して単調な傾向にある。これは、各少年自然の家の自然環境の各要素に関する基礎調査が未だに不足しており、教材への活用としてまだ十分整備されていないことによるものと考えられる。

そこで2003年より、いくつかの少年自然の家において、活動区域にある沢や川の地質や地形を調査し、これらを活用した自然学習教材の整備を進めている。ここでは、水系での野外活動が特に多い国立花山少年

自然の家の活動区域にある花山村砥沢川の地質教材について、その活用方法と実践例を加えて報告する。

砥沢川は、宮城県北を東流する迫川の源流水系の一つである。栗駒山南麓を源にして花山湖に注ぐが、その下流が少年自然の家の野外活動区域となっている。砥沢川では、図1に示すように、「沢あそび」として下流から①、③、④および⑤の4地点（②は現在閉鎖）と、さらにその上流の「沢のぼり」コース（約3.5km）が主な活動地点である。「沢あそび」や「沢のぼり」の活動は、自然の家を利用する学校では実施頻度が高く、定番の人気メニューとなっている。

## 2. 花山少年自然の家周辺の地質の概要

砥沢川や国立花山少年自然の家周辺の地質は、この地域が金属鉱床区域にあることもあり、比較的良好に調査が行われている。鉱床探査を目的とした栗原郡～加美郡北部の広域地質調査結果は、通商産業省資源エネルギー庁（1976）によって5万分の1地質図とともにまとめられている。さらに、土谷ほか（1997）によって、花山村南部～鶯沢町～栗駒町西部にまたがる5万分の1地質図幅「岩ヶ崎」と地域地質研究報告が出版されている。そのため、調査地域の基本的な地質情報については、それらを参照すればよい。

\*宮城教育大学理科教育講座，\*\*宮城教育大学大学院環境教育実践専修，\*\*\*宮城教育大学大学院理科教育専修

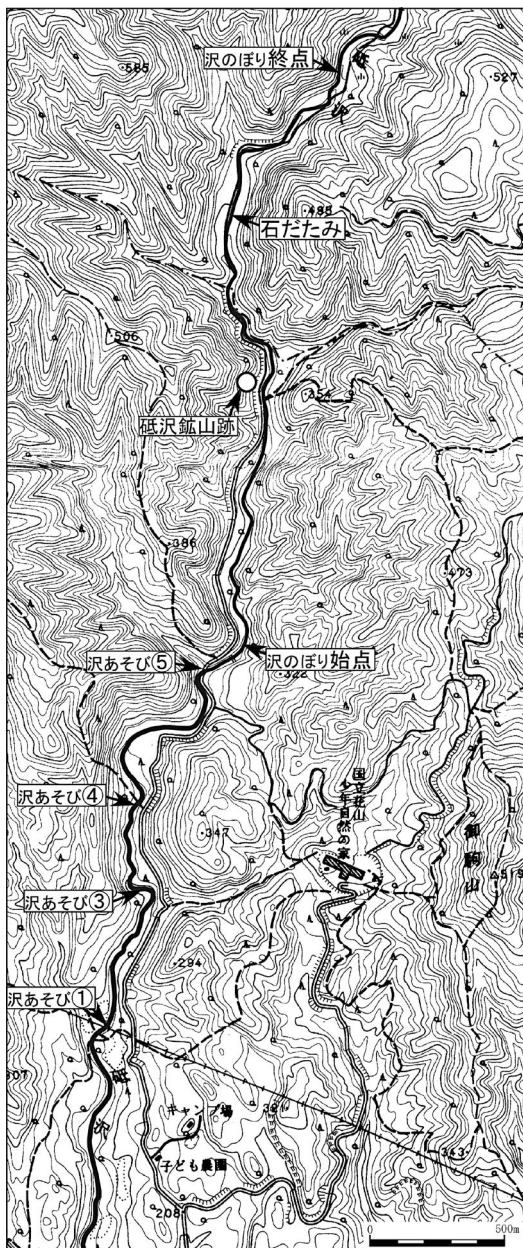


図1. 砥沢川流域の地形図と国立花山少年の家での活動地点. 国土地理院発行2分5千分の1地形図「花山湖」と「切留」を使用.

土谷ほか（1997）によれば、区域周辺の地質は大部分が中新統と更新統からなり、川沿いに完新世の段丘堆積物と沖積層がわずかに分布する（図2）。中新統と更新統の地質層序は、下位より、下部～中部中新統細倉層、上部中新統花山沢層、更新統池月凝灰岩層に区分されており、砥沢川には細倉層と花山沢層が分布する。両層の一般的な岩相の特徴は、土谷ほか（1997）によると以下のとおりである。

【細倉層】 鶯沢町～花山村西部に広く分布する。下部は変質した安山岩溶岩および火砕岩からなり、上部は

おもに珪長質凝灰岩、砂岩～泥岩、流紋岩質～デイサイト質溶岩ないし火砕岩からなる。

【花山沢層】 礫岩、凝灰質砂岩、シルト岩などからなり、細倉層を不整合に覆う。

【池月凝灰岩層】 おもにデイサイト火砕流堆積物であり、下部に降下火砕物をともなう。約25万年前のフィッシュトラック年代が報告されている。

### 3. 砥沢川の野外活動区域における地層と岩石

#### 1) 砥沢川沿いの地質

活動区域内の砥沢川では細倉層が広く分布し、南部の下流に花山沢層が分布する。細倉層は、北部（上流）では安山岩やデイサイトの火砕岩ないし溶岩が卓越し、一部に火山礫を含む凝灰岩が挟まれる。火砕岩や溶岩は多かれ少なかれ鉱化変質を受けている。南部（下流）では、凝灰岩ないし凝灰角礫岩が多く、安山岩溶岩～火砕岩が所々に挟まれる。花山沢層はおもに砂岩と泥岩の互層からなる。地質構造は、ほぼ走向がNW-SE、傾斜4-30° SWを示すことから、南部ほど上位層であるが、上流ではNE傾斜を示す部分があり、北部では全体としてゆるく開いた背斜構造をなしているものと推定される。また、細倉層と花山沢層との層序関係は直接現地では確認されないが、「岩ヶ崎」図幅では断層と推定されている。土谷ほか（1997）は砥沢川ルートにおける細倉層と花山沢層の模式的な地質層序を図5のように示している。

さらに、活動区域内北部の砥沢川の地質として、変質した安山岩中に金属鉱床が存在することが特徴としてあげられる。日本鉱業協会（1968）によれば、鉱床は金・銀を含む石英脈を主とし、銅、鉄、鉛、亜鉛などを随伴する。これは大同年間に発見され、おもに大正～昭和初期に砥沢鉱山として稼行された（日本金山誌編集委員会、1992）。鉱山廃坑周辺にはズリ（廃鉱石）があり、周囲にはまだ富鉱化部がみられる。

#### 2) 区域下流（「沢あそび①」～「沢あそび⑤」）の地層と岩石

【沢あそび①】 花山沢層の灰色砂岩と黒灰色シルト岩の成層互層が分布する。砂岩には級化や下位層の削り込みがみられ、重力流堆積物層とみられる。シルト岩には葉や材などの植物化石片が含まれる。地層の層

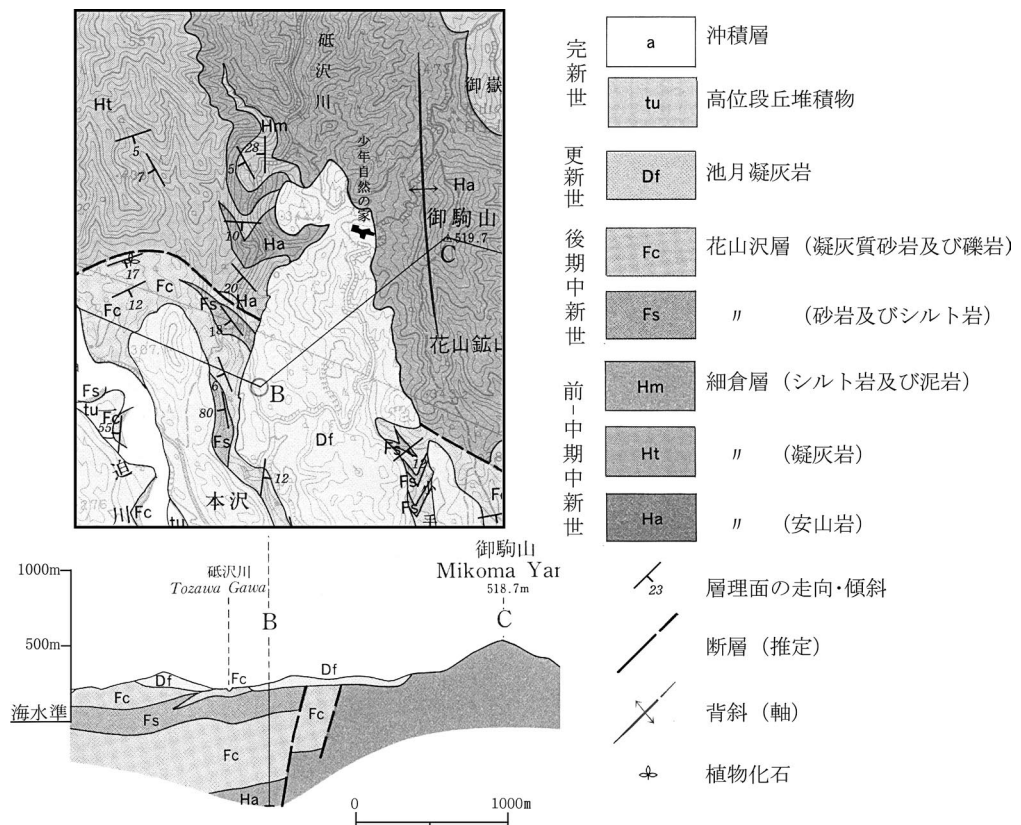


図2. 砥沢川下流の地質図. 地質調査所発行5万分の1地質図幅「岩ヶ崎」(土谷ほか, 1997)を使用.

理面は、走向N30-40° W、傾斜30-40° SWを示すが、それと直行する断層が見られる(図6-6)。

【沢あそび③】沢が曲流する所にあたり、下流側左岸には細倉層の緑色変質した安山岩(～玄武岩?)火山角礫岩が分布し、その中に方解石の脈がみられる。また、上流には細倉層のやや軟質な灰白色凝灰岩ないし凝灰質砂岩が成層をなして分布し、小さな滝をつくる。凝灰岩の層理面は、走向N60-80° E、傾斜20-30° SEを示す。

【沢あそび④】細倉層の緑灰色凝灰角礫岩が分布する。粗粒凝灰岩基質の中に、2～50cm大の安山岩や凝灰岩の角礫や岩塊が散在し、土流起源の堆積層を示唆する(図6-5)。約40m上流には、水平ないし低角(5°以下)で南に傾斜し、よく成層した黒色砂質泥岩が河床に露出する。中この泥岩の中には植物化石碎片が含まれる。

【沢あそび⑤】付近には、細倉層の安山岩～デイサイト火山角礫岩が露出する。角礫岩は褐色(新鮮面は緑灰色)に変質しており、中に黄鉄鉱の微粒が含まれる。

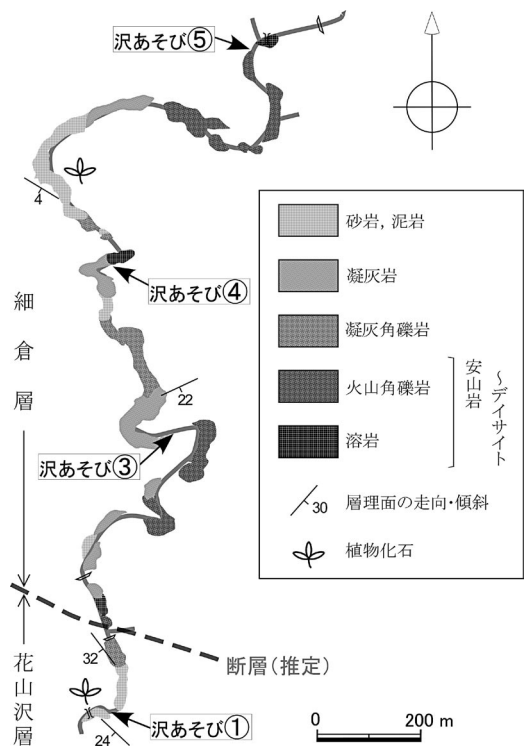


図3. 砥沢川「沢あそび①」地点から「沢あそび⑤」地点までのルートマップ.

### 3) 区域上流(「沢のぼり」コース)の地層と岩石

約3.5kmのコースに露出する地層や岩石(図4)はすべて細倉層である。下流の始点付近には、褐色～灰褐色(新鮮面は灰色～緑青灰色)を呈する変質した安山岩～デイサイトの火山角礫岩ないし溶岩が露出す

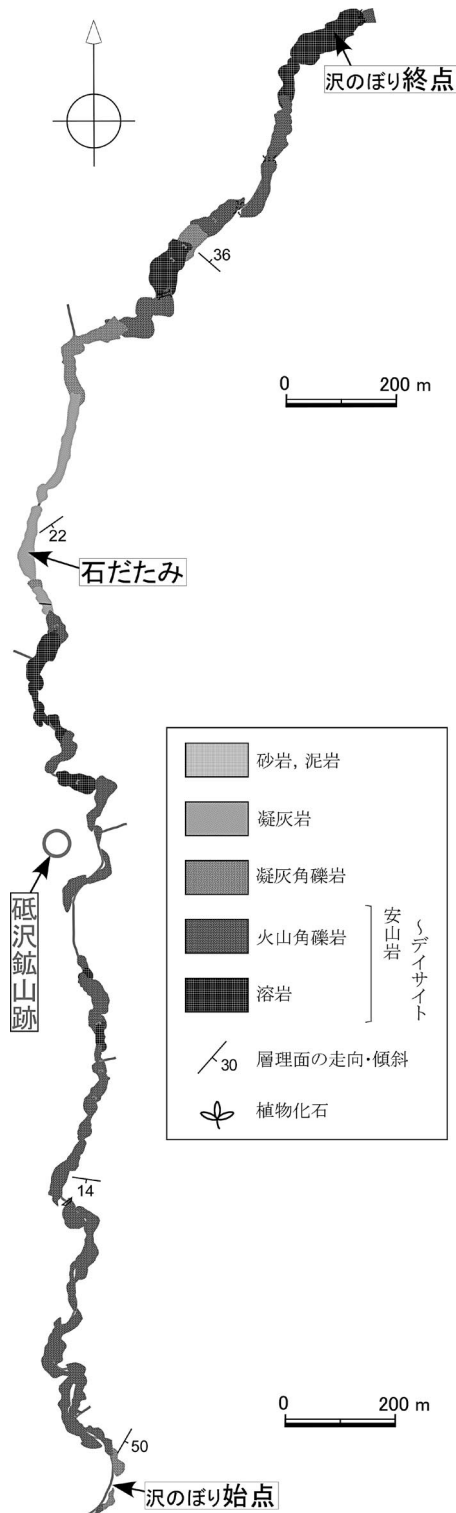


図4. 砥沢川「沢のぼり」コースのルートマップ。

る。節理やき裂に沿って特に変質が進み、粘土化している部分がある。新鮮面には、黄鉄鉱の微粒がふつうに含まれている。迂回路②地点付近には、緑色の安山岩(～玄武岩?)が分布しており、中に方解石の脈がみられる。迂回路③付近では、塊状のデイサイト～安山岩溶岩ないし火山角礫岩(図6-4)が分布しており、部分的に強く珪化変質している。黄鉄鉱や方鉛鉱などを含む黒色を呈する富鉄部がみられ、付近には採掘坑跡がある。砥沢鉱山跡付近から上流では、塊状または角礫状の安山岩～デイサイト溶岩が卓越し、所により強く変質している。「石だたみ」の下流約120mから北方には、緑灰色～灰色の軽石質凝灰岩または凝灰角礫岩が分布する。所々に石英脈がみられ、大きなものは巾5-8cmで15m以上の長さをもつ(図6-3)。「石だたみ」付近は比較的軟質の凝灰岩であり、細粒部分を挟んで成層している。層理面は、走向N60-80°E、傾斜20-30°SEを示す。

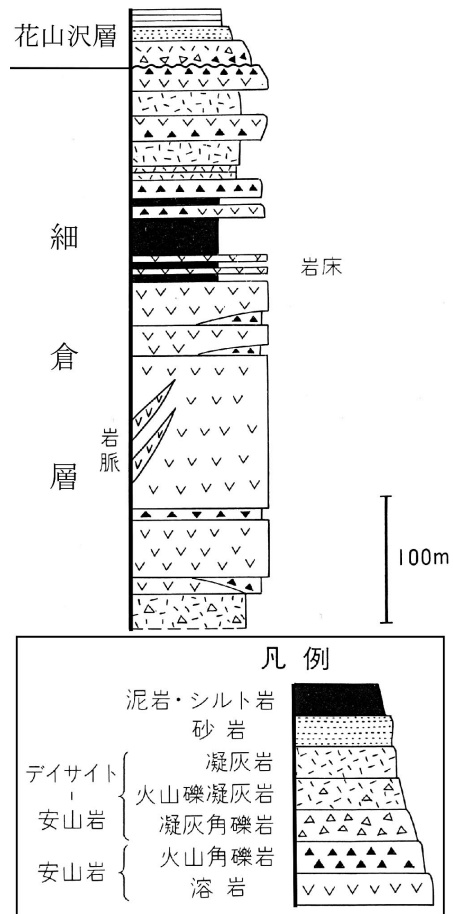


図5. 砥沢川下流における地質柱状図. 土谷ほか(1997)を一部改変。

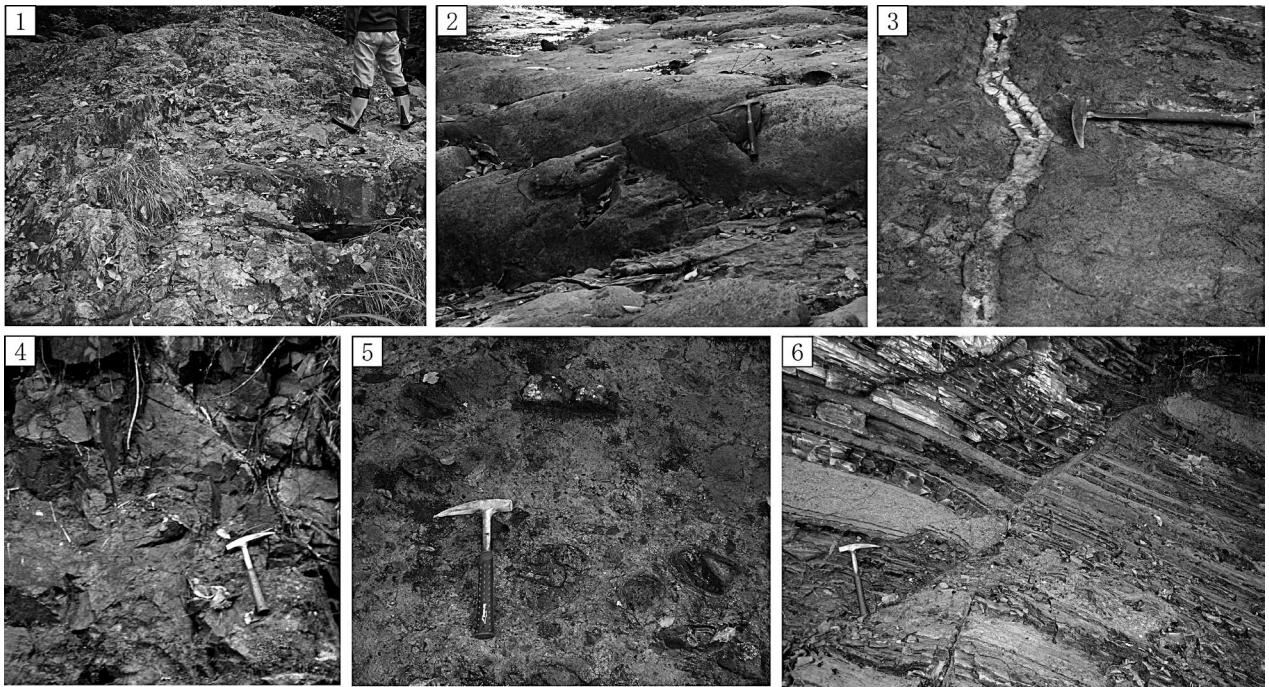


図6. 砥沢川流域の地層や岩石の産状. 1: 細倉層デイサイト. 角礫状を示す. 「沢のぼり」コース終点. 2: 細倉層淡緑色凝灰岩～凝灰角礫岩. 成層構造を示す. 「沢のぼり」コース「石だたみ」. 3: 細倉層凝灰岩中の石英脈. 脈幅は5-7cm. 「石だたみ」の下流. 4: 細倉層安山岩. 亀裂(断層)が多いながらも塊状を示す. 「沢のぼり」コース中間付近. 5: 花山沢層凝灰角礫岩. 凝灰質基質中に安山岩などの角礫～岩塊を含む. 「沢あそび④」地点. 6: 花山沢層砂岩泥岩互層. よく成層しているが、正断層(中央部)によって切られる. 「沢あそび①」地点.

「石だたみ」より上流約350mまでは緑灰色凝灰岩ないし凝灰角礫岩が卓越する。凝灰角礫岩には、5-30cm大の安山岩角礫が多く含まれる。さらに上流の林道と交差する付近では、変質したデイサイト火山角礫岩ないし溶岩が卓越し、所々に凝灰角礫岩をはさむ。層理面は、走向N40-60°W、傾斜30-50°NEを示す。終点付近は角礫状または一部塊状の緑灰色デイサイト～安山岩溶岩ないし火山角礫岩である。安山岩は斜長石や角閃石?の斑晶を中に含むが、多かれ少なかれ変質しており、黄鉄鉱の微粒も含んでいる。石英脈が所々にみられ、終点の約80m下流の河床には巾15cmの空洞をもつ脈も見られる。

#### 4) 地形と地質との関係

砥沢川下流の花山沢層砂岩泥岩や細倉層の凝灰岩や泥岩が主に分布する約2kmの範囲(「沢あそび①」～「沢あそび④」の約200m上流まで)では、標高差(190-220m)が小さく、全体的に平坦である。川には落差の大きい滝はなく、泥岩や凝灰岩の分布域では“ナメ滝”状の清流となっている。

砥沢川上流は、安山岩またはデイサイト質溶岩または

火山角礫岩を主とする細倉層の分布域であり、「沢のぼり」コースには3m以上の落差の滝や“ハコ”(狭谷)がいくつかある。ただし、緩傾斜の層理をもつ凝灰岩が分布する「石だたみ」付近には平坦地(標高300m)が広がる。また、「沢のぼり」コースの終点(⑥)から北方には、細倉層の凝灰岩や砂岩が分布するが、この周辺では高位平坦面(標高400～550m)が広がる。このように、細倉層の溶岩や火山角礫岩が分布する所は急傾斜で滝が多いのに対して、凝灰岩・砂岩・泥岩などの比較的軟質の岩石が分布する所では緩傾斜となっている。つまり、沢の地形(特に傾斜)は地質(岩質や地質構造など)をよく反映していると言える。

#### 4. 砥沢川で採集される鉱物標本

砥沢川の河岸や河床の露岩および河原の転石の多くは、流域に分布する細倉層の地層や岩石あるいはそれらに由来する岩碎片であり、その岩石種は、図2～図5に示すように、安山岩やデイサイトなどの変質した火山岩類や凝灰岩などの火山碎屑岩類が多い(詳細は別途報告予定)。そして、その中には、成因を異にするさまざまな鉱物が含まれている。

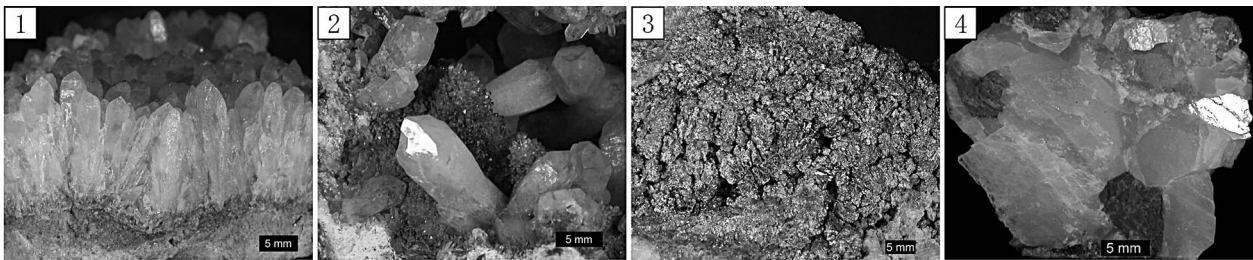


図7 砥沢川で採集された鉱物の標本. 1：石英（水晶）。「沢のぼり」コース中間付近の河床転石. 2. 石英（水晶）。「沢のぼり」コース終点付近. 3：黄鉄鉱。「沢あそび①」河床転石. 4：方解石。「沢のぼり」コース砂防堰堤付近.

砥沢川で採集できる鉱物は、面や稜をよく残し結晶の形が判然としたもの、大型のもの、色や光沢があるものなど、肉眼的に見て標本としての価値をもつものが比較的多い。これは、この流域が中新世の鉱化変質帯にあたり（通商産業省資源エネルギー庁、1976）、鉱石鉱物を含むことによる。富鉱化部が砥沢川の上流にいくつかあり（金属鉱業事業団、1982）、その一つである砥沢鉱山跡のズリの一部も砥沢川に流れ込んでいる。標本となる鉱物は、岩石中の脈や裂かを充填するものや角礫状珪質岩中の濃集するものとして産する。以下に、その代表的な鉱物の特徴と採集場所を示す。

【石英(水晶);SiO<sub>2</sub>】透明ないし白色。酸化物や有機物？に染色されて、褐色や黒色を呈するものが多い。まれに、内部が淡いピンク～紫色を示すものもある。デイサイトや凝灰岩の中の脈や裂かあるいは空隙の中に、塊状～犬牙状～束状の集合体をなす（図7-1）。空洞中のものは六角錘～鉛筆状の集合の水晶となる（図7-2）。河床の転石にふつうにみられるが、水晶は「沢のぼり」コースの転石に多い。空洞の水晶は「石だたみ」下流の河床（図6-3）やコース終点付近の河岸で採集される。

【方解石;CaCO<sub>3</sub>】白色で、劈開が発達して菱形に割れる。粗晶であるが、自形の結晶形（六方晶系）は示さない。安山岩（～玄武岩）質溶岩の中の裂か部や脈を塊状～ブロック状に充填する（図7-4）。「沢あそび③」下流左岸や「沢のぼり」コース中間（迂回路②）に分布する安山岩（～玄武岩）の露岩で採集される。

【黄鉄鉱;FeS<sub>2</sub>】にぶい金属光沢。微粒であるが、ルーペでは方状などの結晶形（等軸晶系）が識別できる。変質した岩石中に散在してふつうに含まれるほか、角礫状珪化岩中に微粒集合体として含まれる（図7-3）。

河床の転石や強変質の露岩の岩石からふつうに採集できるほか、黒色珪化岩の転石中に集合部が採集される。

【黄銅鉱;CuFeS<sub>2</sub>】黄金色の金属光沢。角礫状珪化岩中に、黄鉄鉱とともに微粒集合体として産する。砥沢鉱山跡周辺から下流で、黒色珪化岩の転石に黄鉄鉱とともに採集される。

【方鉛鉱;PbS】黒色～鉛色の金属光沢。劈開が発達し方状に割れる。角礫状珪化岩中の微粒集合体が多いが、砥沢鉱山跡周辺では比較的粗晶質のものもみられる。河床の転石の黒色珪化岩から採集される。

【閃亜鉛鉱;ZnS】あめ色半透明で、劈開が発達して扁平状～菱形に割れる。角礫状珪化岩中に、方鉛鉱に伴ってみられる。砥沢鉱山跡周辺の転石で採集される。

## 5. 地質教材の提示について

活動区域の地層、岩石、鉱物を知り、それを活用して野外活動内容をより幅広く豊かなものにするためには、引率教員や支援者の理解と経験によるところが大きい。そのためには、事前に基本的な地質情報を習得できる解説メディアが教材として必要と言える。

活動区域の地質については、前述のように、地質図幅もすでに刊行されており、基本的な情報は入手できる。これに地形図や空中写真、立体図などの情報を加えて、広域的な地質－地形情報を網羅して加工し、活動区域の概要と位置づけを端的に知ることができる情報源が教材の一つといえる。これは現在作成を試みはじめている最中であり、将来的には基本地形図をプラットフォームとするGISのローカル版となることをめざしている。

各地点の地層や岩石および産出鉱物標本については、今回の調査結果であるルートマップをベースとして、各々の地点での産状を示す種々のスケールの野外



写真（例えば図6）、標本写真（例えば図7）、研磨面や薄片などの写真などの画像とその解説が連動するような解説版CDを作成する。これは現在、汎用プレゼンテーションソフト（マイクロソフト社パワーポイント）を使って試作中である。その一部は、HPとして公表することもあり得る。

こうした事前に入手できる地質情報の整備とともに、実際の活動に際しての教材の整備も不可欠である。前者で得た情報の画像がバーチャル視覚体験となり、実際の自然体験そのものやそこで得られた事物を軽視するようになっては全く本末転倒と言わざるを得ないからである。そこで、①実際の活動地点での解説板やワークシートなどの充実、および②岩石や鉱物などの標本の充実が必要となる。①ではこれらを実際に現地に出向いて、あるいは携行して実物と照合することによって、初めて納得して理解でき、印象も深まるに違いない。②は実物の展示であり、野外活動の前に見ることによって、採集する対象が定まる。この点をふまえて、すでに花山少年自然の家には、活動区域で採集された鉱物標本について、名称、色、硬さ、成分、特徴、採集地点を記した簡単な解説カードを付して陳列ケースに展示している（図8）。

自然の事物を知るには、視覚ばかりでない感覚も体験上必要となることは言うまでもない。地質を知るには、視覚に加えて、岩石や鉱物の表面をさわって硬さや粗さを知る触覚や、岩石をハンマーでたたき音で硬さを知る聴覚のほか、登ったり歩いたりして知る体感からもその違いがわかることがある。こうした体験を



図8. 砥沢川で採集された鉱物標本の展示。国立花山少年自然の家の展示ケースに陳列されている。

うまく生かした教法も組み入れて、地質や地形を理解させる工夫も必要であろう。また、安全面での配慮は、当然ながら不可欠である。特に鉱物採集にあたっては、大人（教員、支援者など）がハンマーを使用することとし、子どもには軍手（できればゴーグルも）の着用とハンマーによる破砕場所から離れることなどの指示を要する。こうした点も含めた説明は、解説でも現地での注意でも、必ず行うことを忘れてはならない。

## 6. 活動支援の実践

### 1) 子どもたちの関心

少年自然の家を利用した小学校の子どもたちが、砥沢川での沢あそびや沢のぼりの活動でどのような物に関心を示したかについては、子どもたちが提出したメモやワークシートなど種々の提出物からある程度知ることができる。それらによれば、魚、イモリ、サワガニ、カワゲラなどの水生生物に次いで、流れる水の様子や水辺の植物などとともに、河原の小石や崖の様子については必ず記される対象の一つとなっている。さらに、2003～2004年の計5回、小学校の野外活動に実際に同行して、現地での子どもたちの行動を観察した結果においても、河原の小石は、水生生物、水の流れに次いで興味を強く示した対象物であった。こうしたことから、正確な分析はまだとはいえ、野外活動における河原の小石や崖に対する関心は少なからずあるとみられる。

### 2) 沢あそびでの野外活動への支援

砥沢川での野外活動として、小学校の野外活動で水晶（石英）や他の鉱物をさがす内容の活動支援を行った（図9-1）。「沢あそび③」において、約100名の児童の転石からの鉱物さがしと鑑定を行った。まず、支援にあたっては、最初に、1) 実際に産出する鉱物のサンプルをみせて興味と期待をもたせ、2) 探す際のコツと安全についての注意をした後、3) 各自採集した鉱物を同定して鉱物名を教え、さらに4) 鉱物の特徴（硬さなど）と見分け方を教えて、最後に5) 鉱物のできた年代やでき方について解説した。

### 3) 沢のぼりでのPTA活動への支援

国立花山少年自然の家と共同で、地元の小学校PT



図9. 砥沢川での実践のようす. 1:「沢あそび③」地点での鉱物採集. 2:「沢のぼり」ルートの中間地点での水晶採集

Aの行事として、砥沢川の自然を楽しむ野外活動の支援を行った(図9-2)。「沢のぼり」コースにおいて、約80名の親子とともに、転石の中から水晶をさがすという内容である。2とは異なり、子どもたちは水晶さがしの経験があり、しかも父母同伴であったため、より大きくきれいな標本採集をめざすこととなった。そこで、支援としては、まず、1) 探す際のコツと安全について注意をした後、2) 水晶の特徴(硬さや形)などについて教えて、3) 水晶のでき方と地元の標本としての意義、などについて説明した。

## 7. おわりに

全国の国立少年自然の家の中でも、花山は特に水系での活動が多い。今回の調査結果からみても、活動区

域には、種々の地層や岩石、鉱物、化石などが川沿いに露出し、地質素材によく恵まれている。これらを十分生かして自然学習教材として活用すれば、野外活動の指導もより幅広くかつ深化したものとなり、子どもたちのさまざまな気づきや発見に対応できてその自然体験も深まったものになると期待される。また、教材化については、さらに検討を加えて実用化し、他の自然の家にも利用可能な形で普及を進めてゆきたい。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、国立花山少年自然の家には、活動区域への調査許可をいただくとともに、現地の地形図や活動状況に関する資料の提供など、多くの便宜をはかっていただいた。活動支援の実践にあたっては、聖ドミニコ学院小学校と花山小学校にその機会を与えていただくとともに、宮城教育大学学生の成田晋吾、佐藤秀樹、上野佑太の諸君に協力していただいた。理科教育講座の青木守弘教授には、採集された鉱物標本や鉱床に関する意見をいただいた。社会科教育講座の西城 潔助教授には、現地の案内をしていただいた。砥沢川のルートマップ作成には、宮城教育大学自然環境専攻科目「地球環境実習」参加者11名の調査資料の一部を参考にさせていただいた。以上の機関と各位に記してお礼申し上げる。

なお、本研究には、日本学術振興会科学研究費補助金(課題番号16611001)を使用した。

## 引用文献

- 土谷信之・伊藤順一・関 陽児・巖谷敏光, 1997. 岩ヶ崎地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 96pp.
- 金属鉱業事業団, 1982. 昭和56年度精密調査報告書—栗原地域—. 37pp.
- 通商産業省資源エネルギー庁, 1976. 昭和50年度広域調査報告書「栗原地域」, 52pp.
- 日本鉱業協会, 1968. 日本の鉱床総覧(下巻), 941pp.
- 日本金山誌編集委員会, 1992. 100. 砥沢鉱山, 日本金山誌第三編 東北, 社団法人資源・素材学会: 152-153.

# 青葉山の大型土壤動物相

八巻明香\*・丹羽 慈\*

A Study of Soil Macrofauna in Aobayama Area, Miyagi Prefecture, Northeastern Japan

Aska YAMAKI and Shigeru NIWA

**要旨：**仙台市青葉山地域において大型土壤動物相およびワラジムシ目相の調査を行い、土壤動物を用いた環境評価手法の検討を行なった。青木(1995)の自然の豊かさ評価、およびSimpsonの多様度指数により、調査地間の人為的影響の違いを評価することが出来た。人為的攪乱の効果は、各分類群の個体数の減少と特定の分類群の欠落によるものであった。ワラジムシ目は全調査地から7種が得られた。この中には未記載種と考えられる *Lucasioides* sp. が含まれる。さらに、この7種を分布の特性から環境との対応について検討し、森林性種、都市適応性種、中間種の3グループに区分した。

**キーワード：**青葉山、大型土壤動物、ワラジムシ目、環境指標

## 1. はじめに

青葉山は、奥羽山系の南端、冷温帯落葉広葉樹林と暖温帯常緑広葉樹林の境界地域に位置する。大都市に近接するにも関わらず、発達したモミ林などの本来の植生が残され、希少な動植物の生息も確認されており、保全上重要な地域と言える。また、都市に近い為、市民による自然観察や環境教育のフィールドとしての重要性も併せ持つが、一方で人間活動の影響を受けやすく、継続的な環境のモニタリングが望まれる。

土壤動物は、生態系において分解者としての役割を果たしており、落葉・落枝の粉砕や、微生物活動への影響を通じて生態系の物質循環に寄与している。また様々な環境変化によって、群集構成が変化する上、季節的な群集構成・個体数の変動が比較的小さく、小規模な調査でも十分な種数、個体数が得られるため、生物指標としての有用性は高いと言える。実際に大型土壤動物の群集構造や種組成を用いた簡便な評価方法が考案され環境アセスメントや環境教育に広く取り入れられている。

これらの環境評価法は、具体的な環境条件との対応が不明確な点が問題であるが、継続的な変化を調べる

ことで、何らかの環境の変化を検出することが可能であると考えられる。

本研究では、青葉山の人為的な影響の程度の異なる林分において、大型土壤動物相の調査を行い、土壤動物による環境評価手法の検討を行うことを目的とした。

なお、本調査は伊沢紘生教授(EEC)の依頼を受け、2004年から2005年にかけて、リサーチアシスタント(RA)業務の一環として行われた。

## 2. 調査地と調査方法

大型土壤動物調査は、2004年9月29日に、仙台市の青葉山において行った(表1, 図1)。人為的影響の程度の異なる3つの林相(コナラ二次林(旧薪炭林)、ヒノキ人工林、モミ天然林)において、平坦地に20×20mの調査枠を設け、任意の10カ所を選んで試料を採取した。試料の採取には、直径15cmの塩ビ製の円筒を用い、A<sub>0</sub>層とその下の土壤層深さ15cmまでの2層を採取した。各層から大型土壤動物をハンドソーティング法により抽出した。また各試料採取地点において、A<sub>0</sub>層の厚さと乾燥重量、および土壤含水率を測定した。

\*横浜国立大学大学院環境情報研究院

表1. 調査地概要

調査地点	名称	植生	標高 ( m )
1	コナラ林	コナラ、アカマツ、リョウブ	110
2	ヒノキ林	ヒノキ、シラキ、アオキ	140
3	モミ林	モミ、ブナ、アカシデ	90
4	ササ林	アズマネザサ、コナラ、ブナ、アカメガシワ	80
5	河原	アカメガシワ、クズ	60
6	宮城教育大学構内	砂地、草地	160

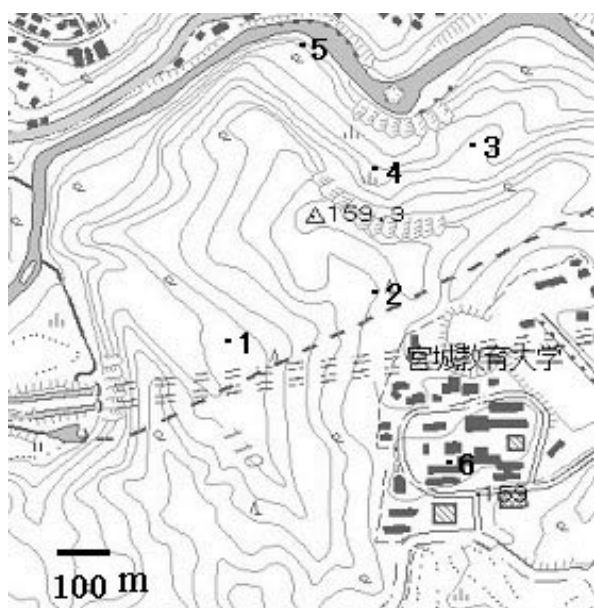


図1. 調査地点

ワラジムシ目については、9月28日にコナラ林、ヒノキ林、モミ林、ササ林、河原、宮城教育大学構内において、10月1日にモミ林、ササ林において、見つけ取り法で採集を行った。見つけ取り法は、一定の枠を設けずに、落葉層や倒木中など、さまざまな場所からランダムに動物を採集する方法で、分布の偏りやハビタットの違いに影響されないため、地域の動物相を把握する調査に適している。

得られた標本は、大型土壌動物、ワラジムシ目ともに80%エタノールで固定、保存し、大型土壌動物は土壌動物検索図説(青木, 1999)にしたがって綱または目まで、ワラジムシ目は解剖後、土壌動物検索図説(青木, 1999)ほかにしたがって種まで同定した。

大型土壌動物の多様度の指標として、綱または目ごとの個体数をもとにPielouの均等度指数(J')、Shannon-Wiener指数(H')、Simpsonの多様度指数(1/D)を算出した。さらに、土壌動物の群集構成から

総合的な環境の状態を簡易に評価する方法として、青木(1995)が提案した方法を用いて、「自然の豊かさ」の評価を行なった。この方法は、専門的知識を必要とせず容易に行うことができ、また結果も分かりやすい。具体的には、土壌動物を、自然度の高い環境に出現する10群(グループA)、自然度が中程度の環境にも出現する14群(グループB)、自然度の低い環境にも出現する8群(グループC)の、計32群に分け、グループA、B、Cに属する群が出現した場合に、それぞれ5点、3点、1点を加算し、その評点の合計値をもって「自然の豊かさ」の指標とする。

### 3. 結果

#### 1) 大型土壌動物

出現した大型土壌動物は全部で18の綱または目に分けられ、モミ林で17群が、コナラ林、ヒノキ林ではともに15群が出現した(表2)。個体数密度は、モミ林で3734.8個体 $m^{-2}$ と最も高く、コナラ林とヒノキ林はいずれも2000個体 $m^{-2}$ 前後であった。いずれの林相でも、ミミズ綱とアリ科が全体の約5割を占め、次いでジムカデ目、ハエ目幼虫、クモ目、ワラジムシ目、ヤスデ綱が多かった。コナラ林では、ミミズ綱よりアリ科が若干多く、他に1割を越える群は、ハエ目幼虫、ジムカデ目、クモ目で、これら5群で全体の8割を占めていた。ヒノキ林ではアリ科よりもミミズ綱が多く、他に1割を越える群はなかった。モミ林ではアリ科、ミミズ綱はほぼ同数で、ワラジムシ目が他の林相に比べて極端に多く、11%を占めていた。

出現群数はモミ林で多く、均等度指数はコナラ林で若干高かったため、Shannon-Wiener指数は、モミ林、コナラ林、ヒノキ林の順に高い値を示した(表2)。また、Simpsonの多様度指数も同様の傾向を示した。

「自然の豊かさ」を示す評点は、モミ林、コナラ林、ヒノキ林の順に大きく、これは主にこの順に数群ずつの動物群が欠けていくことによっている（表3）。モミ林に対し、コナラ林に欠けていた動物群は、グループAのオオムカデ目、グループBのナガコムシ科であった。コナラ林に対し、ヒノキ林に欠けていた動物群は、グループBのワラジムシ類、チョウ目幼虫、オサムシ科およびゾウムシ科成虫であった。なおシロアリ目は、例外的にヒノキ林にしか現れなかった。

地表の環境条件は、モミ林はA<sub>0</sub>層が厚く堆積し、A<sub>0</sub>層乾重、土壌含水率は中程度であった（表4）。コナラ林は、A<sub>0</sub>層乾重は最小であったが、土壌含水率が最も高かった。ヒノキ林は、A<sub>0</sub>層乾重が最も大きかつ

たものの、厚さは最小であった。また土壌含水率は最低であった。

## 2) ワラジムシ目

全調査地から合計7種のワラジムシ目を得た（表5）。コナラ林、ヒノキ林からは、ニホンヒメフナムシ *Ligidium japonicum* Verhoeff, 1918、ナガワラジムシ *Haplophthalmus danicus* Budde-Lund, 1879の2種が、モミ林からはこの2種に加えてセグロコシビロダンゴムシ *Venezillo dorosalis* (Iwamoto, 1943) が出現した。ササ林からは、ニホンヒメフナムシ、ナガワラジムシ、コガタハヤシワラジムシ、オオハヤシワラジムシ属の一種 *Lucasioides* sp. が出現した。本種は未記載種である可能性が高い。河原からは、ニ

表2. 青葉山の林相ごとの大型土壌動物の個体数密度 (m<sup>-2</sup>), および多様度指数

土壌動物群	コナラ林 平均 ± 標準偏差	ヒノキ林 平均 ± 標準偏差	モミ林 平均 ± 標準偏差
マキガイ綱 Gastropoda	34.0 ± 71.6	17.0 ± 27.3	37.7 ± 28.3
ミミズ綱 Oligochaeta	396.1 ± 360.9	628.1 ± 625.9	867.7 ± 410.0
コムカデ綱 Symphyla	28.3 ± 40.0	96.2 ± 100.0	81.7 ± 90.0
ヤスデ綱 Diplopoda	67.9 ± 91.6	101.9 ± 178.6	226.4 ± 157.5
ムカデ綱 Chilopoda			
イシムカデ目 Lithobiomorpha	28.3 ± 48.1	107.5 ± 185.7	157.2 ± 122.6
ジムカデ目 Geophilomorpha	237.7 ± 138.1	124.5 ± 91.6	226.4 ± 157.5
オオムカデ目 Scolopendromorpha	—	—	12.6 ± 25.0
甲殻綱 Crustacea			
ワラジムシ目 Isopoda	34.0 ± 60.8	67.9 ± 95.4	408.7 ± 441.8
クモ綱 Arachnida			
カニムシ目 Pseudoscorpiones	11.3 ± 23.9	5.7 ± 17.9	25.2 ± 41.1
クモ目 Araneae	209.4 ± 151.0	107.5 ± 67.7	220.1 ± 118.2
昆虫綱 Insecta			
コムシ目 Diplura	—	—	12.6 ± 25.0
シロアリ目 Isoptera	—	130.2 ± 373.5	—
チョウ目 (幼虫) Lepidoptera (larv.)	34.0 ± 47.7	—	75.5 ± 74.9
カメムシ目 Hemiptera	17.0 ± 27.3	5.7 ± 17.9	12.6 ± 25.0
コウチュウ目 (成虫) Coleoptera (ad.)	34.0 ± 54.7	34.0 ± 39.6	100.6 ± 61.8
コウチュウ目 (幼虫) Coleoptera (larv.)	101.9 ± 95.4	17.0 ± 38.2	106.9 ± 87.0
ハエ目 (幼虫) Diptera (larv.)	277.3 ± 245.1	79.2 ± 76.4	213.8 ± 180.7
ハチ目 Hymenoptera アリ科 Formicidae	526.3 ± 692.1	345.2 ± 676.1	949.4 ± 2236.5
合計	2031.5 ± 1320.0	1867.4 ± 1178.0	3734.8 ± 2350.5
総群数	15	15	17
Pielou の均等度指数 (J')	0.793	0.788	0.788
Shannon-Wiener 指数 (H')	2.148	2.133	2.232
Simpson の多様度指数 (1/D)	6.559	5.797	6.709

表3. 土壌動物を指標とした「自然の豊かさ」の評価

土壌動物群	コナラ林	ヒノキ林	モミ林
A マキガイ綱	○	○	○
(5点) コムカデ綱	○	○	○
ヤスデ綱	○	○	○
ジムカデ目	○	○	○
オオムカデ目			○
ヨコエビ目			
ザトウムシ目			
コウチュウ目アリヅカムシ亜科	○	○	○
シミ目イシノミ亜目			
ワラジムシ目ヒメフナムシ属	○	○	○
B ナガミミズ目	○	○	○
(3点) イシムカデ目	○	○	○
ワラジムシ目ワラジムシ類	○		○
カニムシ目	○	○	○
コムシ目ナガコムシ科			○
アザミウマ目			
シロアリ目		○	
ハサミムシ目			
チョウ目(幼虫)	○		○
カメムシ目	○	○	○
コウチュウ目オサムシ科	○		○
コウチュウ目ゾウムシ科	○		○
コウチュウ目(成虫)	○	○	○
コウチュウ目(幼虫)	○	○	○
C イトミミズ目ヒメミミズ科	○	○	○
(1点) ワラジムシ目ダンゴムシ類			○
クモ目	○	○	○
ダニ目	○	○	○
トビムシ目	○	○	○
コウチュウ目ハネカクシ科	○	○	○
ハエ目(幼虫)	○	○	○
ハチ目アリ科	○	○	○
評点合計	67	58	76

表4. 各林相の土壌環境条件

林相	A <sub>0</sub> 層の厚さ (cm)	A <sub>0</sub> 層乾重 (kg・m <sup>-2</sup> ) 平均 ± 標準偏差	土壌含水率 平均 ± 標準偏差
	コナラ林	3~4	1.158 ± 0.276
ヒノキ林	2~3	1.805 ± 0.828	0.325 ± 0.043
モミ林	6	1.314 ± 0.527	0.353 ± 0.032

表5. 見つけ取り法調査により得られたワラジムシ目

種名	コナラ林	ヒノキ林	モミ林	ササ林	河原	宮城教育大学
ニホンヒメフナムシ <i>Ligidium japonicum</i> Verhoeff, 1918	○	○	○	○	○	-
ナガワラジムシ <i>Haplophthalmus danicus</i> Budde-Lund, 1879	○	○	○	○	-	-
コガタハヤシワラジムシ <i>Mongoloniscus katakurai</i> (Numomura, 1987)	-	-	-	○	-	-
オオハヤシワラジムシ属の一種 <i>Lucasioides</i> sp.	-	-	-	○	○	-
ワラジムシ <i>Porcellio scaber</i> Latreille, 1804	-	-	-	-	-	○
セグロコシビロダンゴムシ <i>Venezillo dorsalis</i> (Iwamoto, 1943)	-	-	○	-	-	-
オカダンゴムシ <i>Armadillidium vulgare</i> (Latreille, 1804)	-	-	-	-	-	○

ホンヒメフナムシ、*Lucasioides* sp. が得られた。宮城教育大学構内からは、ワラジムシ *Porcellio scaber* Latreille, 1804 とオカダンゴムシ *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) が採集された。

コナラ林、ヒノキ林、モミ林のワラジムシ目の密度は、ニホンヒメフナムシではどの地点も大きな差はなかったが、ナガワラジムシはモミ林で著しく個体数が多かった。

## 4. 考 察

### 1) 大型土壤動物

最も自然度が高いと考えられたモミ林において、個体数、各種の多様度指数、「自然の豊かさ」の評点の全てが最大となった。青葉山のモミの巨木からなる天然林は、他の林相に比べて過去における人為的攪乱が少なかったと推測される。そのため、攪乱に弱く自然度の高い環境にしか生息できない種が存続している可能性がある。単一樹種から構成されるヒノキ林や、落葉広葉樹のみから構成されるコナラ林と異なり、モミ林では、針葉樹であるモミに加え多様な広葉樹が混交するため、落葉の構成もより多様であると考えられる。そのため、資源および住み場所の環境が多様となり、様々な資源利用様式、生活様式を持った土壤動物種が共存可能となっている可能性がある。また  $A_0$  層が深いことで、多くの個体数が生息可能であったと考えられる。

一方ヒノキ林では、 $A_0$  層の堆積量は最大であったが、土壤動物の個体数、多様性、「自然の豊かさ」ともに最低であった。これは、(1) ヒノキのリターは、細かい鱗片葉に分かれて密に堆積するため、量に比して  $A_0$  層の厚さが薄く、動物に対し大きな生息空間を提供するとは限らないこと、(2) ヒノキのリターは C/N 比が高く、分解者にとっては質の低い資源であること、(3)  $A_0$  層を構成するリターがヒノキに限られるため、資源や生息環境が単調であること、(4) 森林施業による地表の攪乱の影響、などによると考えられる。しかし、コナラ林と比較すると、ヤスデ綱、ワラジムシ目、ミズ綱などではヒノキ林の方が個体数が多い。これらの動物は主にリターや腐植を食物とすることから、リター堆積量の多さに対応して個体数を増やしたものと

考えられる。またシロアリ目がヒノキ林のみに出現したが、これは林床に餌となる残材が多く放置されていたことによると推測される。

人為の影響は土壤動物の個体数および群数に影響し、Shannon-Wiener 指数よりも、群数の変化の影響をより受けやすい Simpson の多様度指数で、はっきりと違いが現れた。「自然の豊かさ」評点には、個体数の変化が反映されないものの、攪乱に弱い動物群に重み付けがされており、Simpson の多様度指数とほぼ同様の傾向を示した。今回は大型土壤動物相の基礎データを蓄積し、また多様度指数との関係を検討する目的で、定量的調査を行ったが、「自然の豊かさ」の調査では本来個体数データは必要ないため、見つけ取りや任意の試料採取によって行うことができ、調査はより容易である。しかし、同じ群に属する種の組成や、各種の反応は、地域によって異なるため、群のまとめ方や配点については、対象とする地域の土壤動物相に応じ、また対象とする環境に応じて改良を加えることが望ましい。例えば、今回の調査においてモミ林にしか出現しなかったナガコムシ科の配点を高く設定する、などである。今後青葉山における土壤動物データの蓄積、特に環境ごとの出現パターンの情報から、自然環境の劣化をより敏感に検出できるシステムに改良されていくことが期待される。

### 2) ワラジムシ目

今回得られた 7 種は、森林や都市近辺に普通に分布する種であった。日本各地の同一地域内の種多様性は、おおむね 3 ~ 10 種 (布村, 2000、八巻, 2003) であり、汎存種である外来種を除いた 5 種は比較的一般的な多様性の値であると考えられる。

これまでの報告例では、宮城県のワラジムシ目の種数は 10 種 (齋藤ほか, 2000、内田・伊原, 2003) であったが、新たにコガタハヤシワラジムシ、*Lucasioides* sp. が加わり、12 種となった。本調査で得られた 7 種のうち、コガタハヤシワラジムシと *Lucasioides* sp. は、東北地方からの採集例はなかったが、本調査の結果、東北地方にも本属が分布することが明らかになった。宮城県はワラジムシ目の調査例が少ないため、ワラジムシ目の多様性が不明な地域が多く、調査を重ね

れば新記録種、未記載種が発見される可能性がある。ナガラジウムシの生息密度がモミ林で顕著に高かった理由としては、植生、土壌含水率、 $A_0$ 層量などとの関連が考えられる。しかし、八巻（2003）の神奈川県調査例では、植生や土壌含水率、 $A_0$ 層量とナガラジウムシの個体数とは関連が見られなかった。また、個体数も、0～192個体 $m^{-2}$ と調査地ごとに大きく開きがあり、同じ植生タイプでも、常緑広葉樹林で0～84個体 $m^{-2}$ 、スギ林で0～192個体 $m^{-2}$ と大きく差があった。さらに、密度が著しく高い地点はまれで、平均的には20個体 $m^{-2}$ 前後であったことから、ナガラジウムシは局所的に分布している可能性も考えられる。

セグロコシビロダンゴムシは円筒を用いた調査では得られず、見つけ取り法で、モミ林から雄1個体が得られたのみであり、個体数が非常に少ないと考えられる。ワラジウムシとオカダンゴムシは地中海原産の外来種である。乾燥への耐性が高いことが知られており（佐藤ほか, 1996）、人家の近くや草地に多く分布している。外来種2種は、日本に移入して以来、着実に分布を広げており、藤田（1999）は、オカダンゴムシは環境の適応幅が広く、森林内への進入は可能であると結論しているが、一般に森林内部で採集されることは少ない。本調査でも、外来種2種は森林内では見つかっていないため、今後青葉山の環境が変化しない限り森林内へ進出して在来種と競争、駆逐する可能性は低いと考えられる。

ワラジウムシ目は、大型土壌動物相と同じように環境指標として有効であることが示唆されている。たとえば、Watanabe（1991）は、志賀県多賀町での調査結果から、ニホンヒメフナムシ、セグロコシビロダンゴムシは森林性が強く、ヤマトサトワラジウムシ *Mongoloniscus nipponicus* Arcaugeli 1952、サトヤマワラジウムシ *Lucasioides nishimurai* (Nunomura, 1987)、オカダンゴムシを都市適応性が強いとしている。また、藤田ら（1999）は、京都市で行った調査から、ヤマトサトワラジウムシ→サトヤマワラジウムシ→セグロコシビロダンゴムシ→ニホンヒメフナムシの順に、都市性→森林性と環境傾度に応じてすみ分けているとしている。本調査地のうち、コナラ林、ヒノキ林、モミ林を森林と、宮城教育大学を都市環境と、林縁部のサ

サ林、河原をその中間的な環境と考え、ヤマトサトワラジウムシを同属のコガタハヤシワラジウムシに、サトヤマワラジウムシを同属の *Lucasioides* sp. に置き換えて考えてみると、Watanabe（1991）や、藤田ら（1999）と同様の傾向がみられる。さらに本調査地においては、ナガラジウムシはニホンヒメフナムシ、セグロコシビロダンゴムシと同じ調査地から多く得られていることから森林性とし、同様の理由からワラジウムシをオカダンゴムシと同じ都市適応性の種と見ると、ワラジウムシ目の環境との対応は、ニホンヒメフナムシ、ナガラジウムシ、セグロコシビロダンゴムシが森林性、ワラジウムシ、オカダンゴムシが都市適応性の種、コガタワラジウムシ、*Lucasioides* sp. がその中間的な性質を持つ種であると考えられる。環境の変化によっては、これまで森林性や都市性の種が分布していた生息地への進出は可能であると考えられる。同じことがほかの5種についても当てはまると予想されるため、継続的な調査を行うことにより、環境の推移の指標ともなりえるだろう。

また、森林の立地であるコナラ林、ヒノキ林、モミ林の種組成を比較してみると、コナラ林、ヒノキ林、モミ林に共通してニホンヒメフナムシ、ナガラジウムシが出現し、モミ林はこの2種に加えてコシビロダンゴムシが採集された。大野（1994）は東京都内の緑地を調査し、コシビロダンゴムシが出現した緑地を、オカダンゴムシのみが出現した緑地より環境が良いとしている。コシビロダンゴムシが採集されたことから、モミ林はコナラ林、ヒノキ林よりやや環境が良いといえるかもしれない。

現段階では、日本産の陸生のワラジウムシ目のうち、限られた数種についての報告しかなく、環境との対応を大まかに把握するにとどまっており、ワラジウムシ目のみで環境評価を行うことは難しい。また、ワラジウムシ目の分布は、 $A_0$ 層の量や攪乱の頻度、また、特に水分（乾燥）との関係が示唆されており（藤田ら, 1999、寺田ら, 2001）、ワラジウムシ目を環境指標として利用するには、地域の多様性の解明とともに、ワラジウムシ目の生理的特性についても研究が必要である。



## 5. 総合考察

大型土壌動物とワラジムシ目の種組成はやや異なる傾向を示していた。自然の豊かさ評価ではヒノキ林<コナラ林<モミ林となっており、ワラジムシ目の種組成では、コナラ林=ヒノキ林<モミ林となっていた。上位分類群の組成をもとにした自然の豊かさ評価は、幅広い分類群を扱うことから環境の変化を検出しやすいと考えられる。一方、具体的な環境条件と対応させた精度の高い環境評価には、特定の分類群の種組成を用いることが必要である。今回はワラジムシ目を取り上げたが、そのほかの土壌動物についても、種多様性調査の結果を環境調査のデータとして用いることは可能であろう。

大型土壌動物は、環境指標としてだけでなく生物・環境教育の教材としての利用が期待できる。実際に教育の現場での実験動物としての利用例（佐藤ら，1996ほか）もある。この中でも陸生のワラジムシ目は①材料が手に入りやすい、②飼育が容易である、③地域の多様性を調査しやすい等の理由から、調査や実験にたびたび用いられるようになってきている。現在飼育や実験に利用されているのは、外来種のおカダンゴムシがほとんどだが、在来種も飼育は容易であり、種類も豊富なことから、飼育・観察にはお勧めである。土壌動物は普段目に触れる機会が少ないからこそ、身近な地域の土壌動物とのふれあいを通して、生き物がくらしている環境への興味を抱いていただけることを期待する。

## 謝辞

調査にご協力いただいた宮城教育大学環境教育実践センター（EEC）の溝田浩二氏および同大学環境教育実践専修の伊深希氏、自然環境専攻の青木瞳氏、小畑明子氏、海藤祥子氏、貴重な調査の機会を与えてくださった伊沢絃生教授（EEC）に厚く御礼申し上げます。

## 引用・参考文献

青木淳一，1995. 土壌動物を用いた環境診断. 自然環境への影響予測 - 結果と調査法マニュアル（沼田眞編），千葉県環境部環境調整課，271pp.  
青木淳一編著，1999. 日本産土壌動物検索図説，東海

大学出版会，東京，1043pp.

藤田夕希・渡辺弘之，1999. ワラジムシ目の分布と環境—京都市域を中心に—. 京都大学大学院農学研究科付属演習林 森林研究，71；1-7.

Nunomura, N., 1987. Studies on the terrestrial isopod crustaceans in Japan IV. Taxonomy of the families Trachelipidae and Porcellionidae. Bull. Toyama Sci. Mus., 11: 1-76.

布村 昇，2000. 小田深山とその周辺のワラジムシ類，小田深山の自然 I，小田町，愛媛県，839-843.

大野正男，1994. ダンゴムシ 指標生物—自然をみるものさし—. 平凡社，東京，210-213.

齋藤暢宏・伊谷 行・布村 昇，2000. 日本産等脚目甲殻類目録（予報）. 富山市科学文化センター研究報告，23：11-107.

佐藤英文・相原富夕子・赤松えり子・阿部由紀子・中島理恵・丸山京子，1996. 各種土壌動物の生態分布に関する研究—ダンゴムシ類、ワラジムシ類、およびオカトビムシの湿度に対する耐性と水の必要性について—. 鶴見女子高等学校生物クラブ部報，58pp.

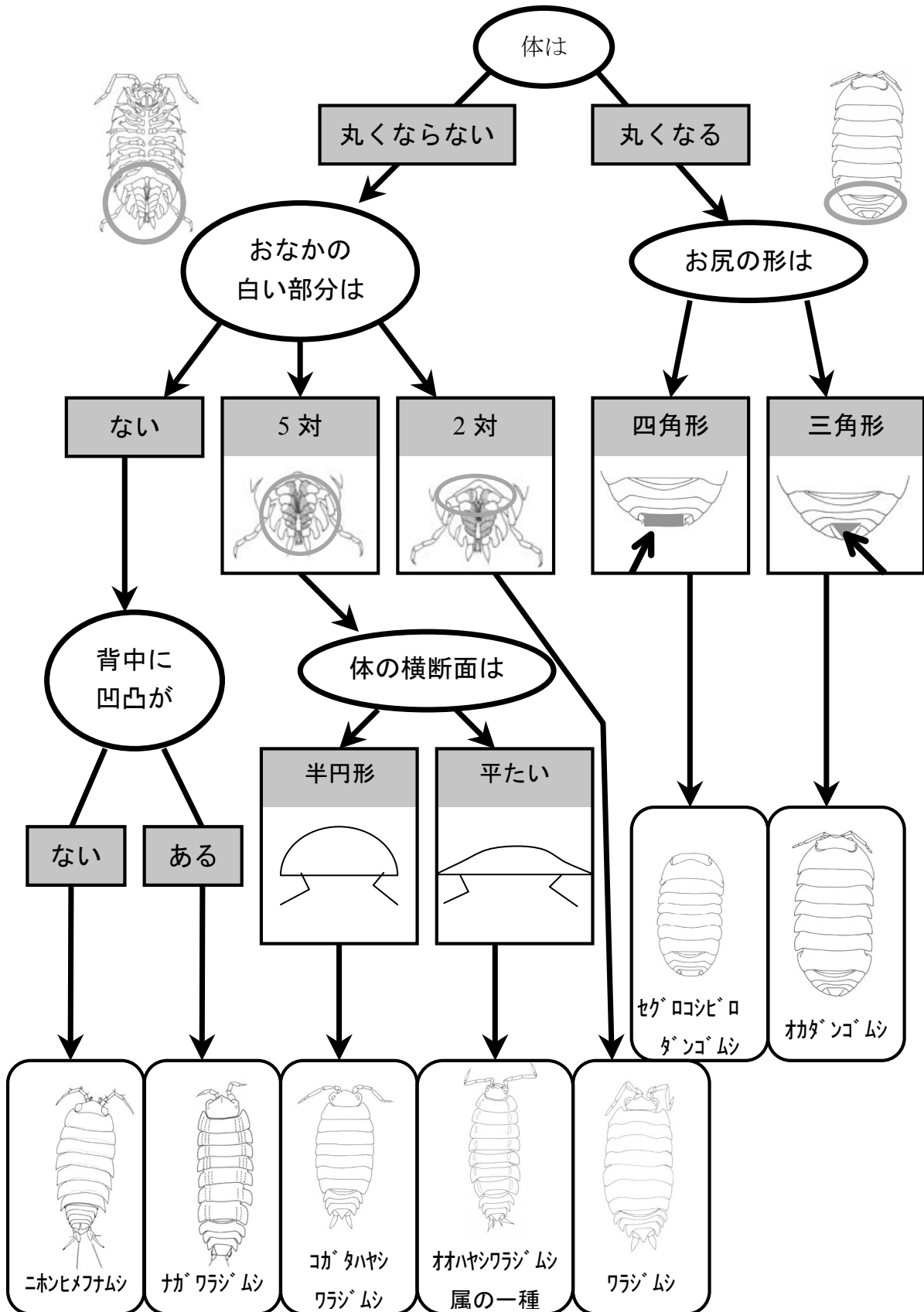
寺田美奈子・星住リベカ，2001. 陸産等脚目の分布による自然環境評価—東京都東久留米市の場合—. 神田外語大学紀要，13：283-300.

内田智子・伊原真紀，2003. 金華山の大型土壌動物相，宮城教育大学環境教育研究紀要，6：31-37.

Watanabe, H., 1991. Terrestrial isopods and their habitats-A case study in Sihga-cho, Shiga Prefecture, Western Japan. Veeresh, G. K., D. Rajagopal & C. A. Viraktamath (eds.) . Advances in management and conservation of soil fauna. Oxford & IBH Pub. (New Delhi) , 865-870.

八巻明香，2003. 神奈川県におけるワラジムシ目の種多様性および生態分布. 横浜国立大学大学院修士論文，71pp.

付録：青葉山産ワラジムシ目検索表



陸生のワラジムシ目は世界で約4,500種が記載されており、日本では142種の記録がある。生息場所は海岸から森林、都市域におよび、その多くは土壌やリター中に生息しており、土壌生態系において分解者としての重要な働きをしている。青葉山地域からは以下の7種のワラジムシ目が採集された。体長、体色は青葉山産の標本に基づく。

#### ワラジムシ亜目 Oniscidea

##### フナムシ科 Ligiidae

##### ニホンヒメフナムシ

*Ligidium japonicum* Verhoeff, 1918

体長：10.0mm

体色：赤茶色

本種は日本各地の森林、湿地からの記録がある（齋藤・伊谷・布村，2000）。落葉層に多く生息する。体にはつやがあり、すばやく走る。

##### ナガワラジムシ科 Trichoniscidae

##### ナガワラジムシ

*Haplophthalmus danicus* Budde-Lund, 1879

体長：4.0mm

体色：白色、肌色

本種は、日本各地の森林、公園等から記録がある（齋藤・伊谷・布村 2000）。落葉層、土壌層に生息する。背面に凹凸があり、動きは緩慢である。

##### トウヨウワラジムシ科 Trachelipidae

##### コガタハヤシワラジムシ

*Mongoloniscus katakurai* (Nunomura, 1987)

体長：4.5mm

体色：灰色、尾肢が薄茶色の場合あり

本種は東京都、神奈川県、宮城県より報告されている。雄第一外肢は三角形で、外縁下部に浅いくぼみがある。

##### オオハヤシワラジムシ属の一種

*Lucasioides* sp.

体長：7.5mm

体色：灰色、尾肢が薄茶色の場合あり

オオハヤシワラジムシ属は、関東地方以西の二次林に多く見出される。雄第一外肢は三角形に近く、下部先端に深いくぼみがある。

##### ワラジムシ科 Porcellionidae

##### ワラジムシ

*Porcellio scaber* Latreille, 1804

体長：12.5mm

体色：灰色、茶色など

本種は地中海原産の外来種で、明治以降に、人間の活動により日本に移入したと考えられている。雄第一外肢は半円形。現在では東日本を中心に日本のほぼ全域に分布している（齋藤・伊谷・布村，2000）。森林内で見られることは少なく、辺縁部で見られても奥に入るとほとんど見られない。

##### コシビロダンゴムシ科 Armadillidae

##### セグロコシビロダンゴムシ

*Venezillo dorosalis* (Iwamoto, 1943)

体長：7.0mm

体色：濃灰色

本種は東北、関東、北陸、中部地方で確認されている（齋藤・伊谷・布村，2000）。オカダンゴムシとは対象的に森林内で得られることが多い。雄第一外肢は三角形。

##### オカダンゴムシ科 Armadillidiidae

##### オカダンゴムシ

*Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804)

体長：13.0mm

体色：黒色、黄色の斑点を持つものあり

本種は地中海原産の外来種で、ワラジムシとほぼ同時期に日本に移入したと考えられている。日本全域の都市部から山地まで広く分布するが、森林内で採集されることは少ない。



# 巣穴形成型アリジゴクを題材とした環境教育プログラムの実践

溝田浩二\*・小畑明子\*\*・青木 瞳\*\*・山根岳志\*\*\*

A Practice of Teaching Programs for Environmental Education  
on the Subject of Pit-building Antlion Larvae (Neuroptera : Myrmeleontidae)

Koji MIZOTA, Akiko OBATA, Hitomi AOKI and Takeshi YAMANE

**要旨：** 巣穴形成型アリジゴクを題材とした環境教育プログラムを実践することを目的として、①誰でもどこでも手軽にできる「簡易な飼育技術」の確立、②形態・行動観察を効果的に行うための「簡易な観察方法」の開発、③飼育・観察を題材とした「野外観察プログラム」の開発、④体験学習の効果を高める「Web ページ」の作成、を試みた。

**キーワード：** 巣穴形成型アリジゴク、教材化、飼育・観察法の開発、環境教育プログラム、Web ページ

## 1. はじめに

昆虫は私たちのもっとも身近に暮らす野生動物であり、子どもたちにとって絶好の遊び相手である。昆虫の独特に進化した形態や生態は、余すところなく子どもたちの知的好奇心を刺激し、感性を養う力強い存在であろう。このような「生きた」教材を教育の現場に活用しない手はない。生きた昆虫に触れることの迫力とリアリティは、体験した者にしか味わうことができない感覚であり、テレビやパソコンの画面上では決して再現しようがない感動を伴うものである。子どもたちの自然離れが叫ばれている昨今であるが、身近な昆虫との触れあうというアプローチを通して、子どもたちの好奇心を喚起することができるのではないだろうか。

伊深 (2005) による大学生を対象としたアンケート調査によると、人が昆虫に対して嫌悪感を抱くようになるのは、「小学校の高学年時」であり、さらに、そう答えた大半の者がそれ以前には昆虫が「好き」だったという。このことは、小学校の高学年時までに昆虫との良い関係を築いておくことが必要であることを示唆している。小学校では、3 学年理科「昆虫を調べよう」の単元の中で、昆虫と触れ合う機会がある。また、学校によっては、総合的な学習の時間を利用して地域の

昆虫を調べたりする機会もあるかもしれない。おそらく、この段階で子どもたちと昆虫とのいい関係が構築できなければ、昆虫そのものへの興味や関心はもちろん、昆虫を取り巻く自然の美しさを感じることも、探求することも、そして守っていくことも難しくなってくるように思う。そんな時期の子どもたちが昆虫に親しむきっかけを与える題材として、私たちが注目したのが「巣穴形成型アリジゴク」であった。

## 2. アリジゴクとその生態

アリジゴク (図 1) はアミメカゲロウ目ウスバカゲロウ科の幼虫の総称である。日本から 17 種が知られており (表 1)、そのうち巣穴形成を行うのは、ウスバカゲロウ、コウスバカゲロウ、クロコウスバカゲロウ、ハマベウスバカゲロウ、ミナミハマベウスバカゲロウ (図 2) のわずか 5 種にすぎない。その他の種 (生態が未解明の種も含む) は巣穴を作らず、砂の表面下や苔むした岩の上で大きなアゴを開いて獲物を待ち伏せをしているという (松良, 2000)。

巣穴形成型アリジゴクは、砂の中にすり鉢状の巣を掘り、落ちてきた小昆虫を大きなアゴで捕らえるというユニークな習性を持ち、砂中での生活に適応した形態をしている (図 3)。その行動的な特徴は前進

\*宮城教育大学環境教育実践研究センター, \*\*宮城教育大学教育学部自然環境専攻, \*\*\*宮城教育大学大学院環境教育実践専修



図1. 巣穴形成型アリジゴクの1種であるクロコウスバカゲロウの幼虫（広瀬川の河原にて撮影）

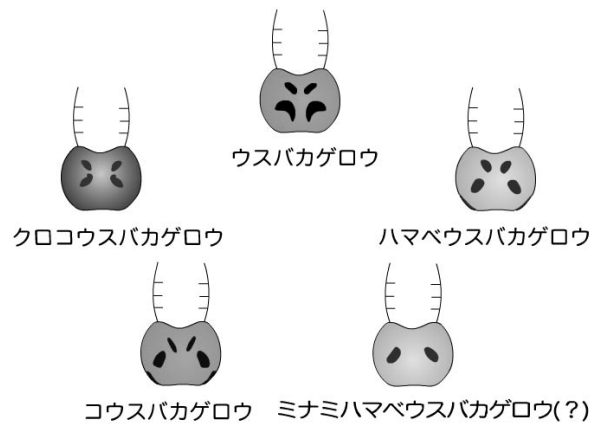


図2. 巣穴形成型アリジゴク5種の頭部裏面の斑紋の違い

表1. 日本産ウスバカゲロウ科の種名リスト

<p>【コウスバカゲロウ属 <i>Myrmeleon</i>】</p> <p>○ <i>M. formicarius</i> (Linnaeus, 1767) コウスバカゲロウ 分布：北海道・本州・佐渡島・四国・九州・沖縄諸島</p> <p>○ <i>M. bore</i> Tjeder, 1941 クロコウスバカゲロウ 分布：北海道・奥尻島・本州・佐渡島・四国・九州</p> <p>○ <i>M. solers</i> (Walker, 1853) ハマベウスバカゲロウ 分布：本州；中国</p> <p>○ <i>M. acer</i> (Walker, 1853) ミナミウスバカゲロウ 分布：沖縄本島</p> <p>【ウスバカゲロウ属 <i>Hagenomyia</i>】</p> <p>○ <i>H. micans</i> (MacLachlan, 1875) ウスバカゲロウ 分布：北海道・本州・佐渡島・四国・九州・対馬・沖縄本島</p> <p>【モイワウスバカゲロウ属 <i>Epacanthaclisus</i>】</p> <p>? <i>E. moiwana</i> (Okamoto, 1905) モイワウスバカゲロウ 分布：北海道・本州・四国</p> <p>【オオウスバカゲロウ属 <i>Heoclisus</i>】</p> <p>× <i>H. japonica</i> (MacLachlan, 1875) オオウスバカゲロウ 分布：北海道・本州・四国・九州</p> <p>【マダラウスバカゲロウ属 <i>Dendroleon</i>】</p> <p>× <i>D. pupillaris</i> (Gerstaecker, 1893) マダラウスバカゲロウ 分布：北海道・本州・佐渡島・四国・九州</p> <p>× <i>D. jesoensis</i> Okamoto, 1910 コマダラウスバカゲロウ 分布：北海道・本州・四国・九州</p>	<p>【カスリウスバカゲロウ属 <i>Distoleon</i>】</p> <p>× <i>D. nigricans</i> (Okamoto, 1910) カスリウスバカゲロウ 分布：北海道・本州・佐渡島・四国・九州</p> <p>× <i>D. contubernalis</i> (MacLachlan, 1875) コカスリウスバカゲロウ 分布：本州・九州・沖縄本島</p> <p>* <i>D. parvulus</i> (Okamoto, 1910) リュウキュウカスリウスバカゲロウ 分布：小笠原諸島・九州・沖縄本島</p> <p>* <i>D. bistrigatus</i> (Rambur, 1842) ヤエヤマウスバカゲロウ 分布：小笠原諸島・沖縄本島・宮古島・石垣島・西表島・伊良部島・大東南島</p> <p>* <i>D. boninensis</i> オガサワラカスリウスバカゲロウ 分布：小笠原諸島</p> <p>【ホシウスバカゲロウ属 <i>Glenuroides</i>】</p> <p>* <i>G. japonicus</i> (MacLachlan, 1867) ホシウスバカゲロウ 分布：北海道・本州・粟島・三宅島・八丈島・四国・九州</p> <p>× <i>G. okinawensis</i> Okamoto, 1910 オキナワウスバカゲロウ 分布：沖縄本島・石垣島・西表島</p> <p>【ヒメウスバカゲロウ属 <i>Pseudoformicaleo</i>】</p> <p>? <i>P. jacobsoni</i> van der Weele, 1909 ヒメウスバカゲロウ 分布：本州・四国・九州・石垣島</p>
---	--

○：巣穴形成種，×：非営巣種，\*：幼虫は未発見だが非営巣種と考えられる種，?：不明種（松良俊明(2000)を一部改変）

歩行ができない点にあり、そのため、円を描く形で後ずさりしながら砂をアゴで跳ね上げてすり鉢状の巣穴を作っていく。この時、アリジゴクは砂粒の大きさを跳ね上げる方向を微妙に変えるという細やかな技を見せる。アゴをふるいにして砂粒を選り分け、大きな粒は力学上最も遠くに飛び角度である45度で放り投げ、小さな粒は60度ほどで上方に放るのだという(Lucas, 1982)。その結果、すり鉢の中心には細かい砂だけが堆積し、小昆虫は足が滑って逃げられない構造となる。

さらに、巣穴の傾斜は砂が落ちるか落ちないかのギリギリの角度である「安息角（＝休止角）」に保たれている。小昆虫が穴に入ると砂は崩れ、アリジゴクもせせとアゴで砂をかけて足元をすくう。一方の斜面の角度を緩くすることで、小昆虫の逃げる方向も誘導しているというのである(Lucas, 1989)。巣穴形成型アリジゴクはこうして1～数年を砂の中で幼虫として過ごし、アリやワラジムシをはじめ、地上を這うさまざまな小昆虫を捕らえ、中空の大きなアゴで体液を吸う。

梅雨の季節が近づくと、幼虫は尾節先端から紡績突起を伸ばし、マルピーギ管から糸を出して球形の繭を作り、その中で蛹化する（繭作り行動に関する記述は松井（1976）に詳しい）。繭を割って蛹を観察すると、一般的な完全変態昆虫の蛹のイメージとは異なり、発達した大アゴを激しく動かして噛みつかうとする。蛹は時間の経過とともに体色が黒化していき（図4）、蛹なつてからおよそ1ヶ月後、梅雨が明けた頃の真夏の夜に繭を食い破って成虫が羽化してくる（図5）。成虫は一見トンボのような形態をしているが、トンボと異なり明瞭な触角を持っている点で簡単に識別できる。夜行性であることもあって、成虫の採餌行動や交尾・産卵行動に関する詳細は未解明のままである（松良，2000）。

### 3. 環境学習教材としてのアリジゴク

巣穴形成型アリジゴクは、①身近な昆虫であること、②巣穴による発見や採集が容易であること、③巣穴形成行動や捕食行動の観察が簡単であること、といった利点を備えている。幼虫・成虫ともに捕食性であることから、エサとなる生物とその環境の関係を児童・生徒に理解させる上でも、優れた教材性をもつものと考えられる。また、かつて巣穴形成型アリジゴクが子どもたちにとって良き遊び相手であったことは、その呼び名（地方名）や遊び方の多様性からも伺い知ることができる。北海道から沖縄に至るまでの日本全域に数百種類ものアリジゴクに関する地方名が存在しており（斎藤，1991）、しかも、各々の名前はアリジゴクの行動や形態をじっくり観察したものばかりである。このことは、子どもたちのアリジゴクに対する興味・関心の深さを象徴しているように思われる。

このように、アリジゴクは子どもたちに馴染みが深く、生態や行動が極めて面白い昆虫である。しかし、その教材化に関する研究は意外と少なく、田宮（1978）、太田（1991）、守屋・北野（1992）などのわずかな研究事例しかない。教材化に関する話題こそ掲載されていないが、アリジゴクの生態や行動に関する知識を得たい場合は、松良（2000）がお薦めである。本書は新書で入手しやすい上、アリジゴクを教材化する上では欠かすことのできない生態学的な知見が網羅されてい

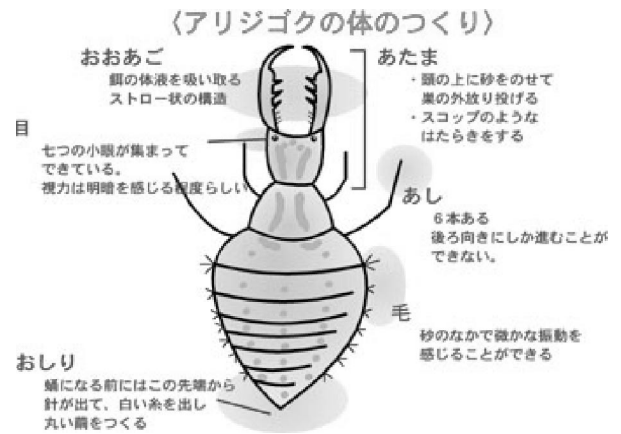


図3. アリジゴクの体のつくり（模式図）



図4. ウスバカゲロウの蛹（蛹化してからの時系列順に並べてある）



図5. 羽化直後のウスバカゲロウの成虫

る（私たちがアリジゴクの教材化研究に興味を抱いたのも、ひとえに本書の影響である）。

#### 4. アリジゴクの教材化への取り組み

アリジゴクの教材化に向けて、私たちはまず以下の4点を目標に据えるにした。

- (1) 誰でもどこでも手軽にできる「簡易な飼育技術」を確立すること
- (2) 形態・行動観察を効果的に行うための「簡易な観察方法」を開発すること
- (3) アリジゴクの飼育・観察を題材とした「野外観察プログラム」を開発すること
- (4) アリジゴクを題材とした体験学習の効果を高める「Web ページ」を作成すること

なお、私たちは日本国内に生息する全5種の巣穴形成型アリジゴクを飼育し、各種の生活史の解明を試みているが、今回はその中でもっとも普通に見られるウスバカゲロウ (*H. micans*) 1種に話題を絞ることにする。

##### 1) 誰でもどこでも手軽にできる「簡易な飼育技術」の確立

生物を飼育することは、その対象生物を深く理解するための有効な手段であろう。しかし、多忙をきわめる学校での校務の中で、一時的に生物を世話することはできてもそれを継続して行うことは大変である。したがって、教材化をはかるためには手をかけずに飼育

ができなければいけない。私たちは100円ショップ等で手軽に入手できる商品(紙コップ、砂、スプーン、ルーペ、絵筆、ピンセット、園芸用のふるいの7点)を使って飼育できる「簡易採集・飼育・観察キット」を考案した(図6)。このキットを利用することで、教室や廊下といった狭い空間でも、アリジゴクの生活史や行動のすべてが観察できる。紙コップの中に砂を入れて、アリジゴクを放しておけば次の日には巣が確認でき、後は毎日ピンセットで虫を入れてやるだけで良い。アリジゴクは3ヶ月間程度は飢餓に耐えることができるため、餌を毎日与える必要はない。また、飼育容器内をこまめに掃除する必要もないため、飼育は極めて容易である。

##### 2) 形態・行動観察を効果的に行うための「簡易な観察方法」の開発

アリジゴクの観察で問題となってくるのは、①体サイズが小さいために観察がやりにくい、②成虫になるまでに2～3年かかる種がいる、③成虫の生態が未解明であり、その飼育・観察が困難である、という3点であろう。

①は道具の工夫によって比較的簡単にクリアできる。アリジゴクは巣穴の中心から動かないため、100円ショップで販売されている土台付きルーペ(図7)を利用することで、迫力のある捕食行動が観察できる。また、砂粒の色を大きさによって変えるという工夫を行うことで、アリジゴクの巣作りに必要な砂の大きさを知るための実験も実施可能である(図8)。



図6. アリジゴクの簡易採集・飼育・観察キット(左上より時計回りに、紙コップ、砂、スプーン、ルーペ、絵筆、ピンセット、園芸用のふるい)

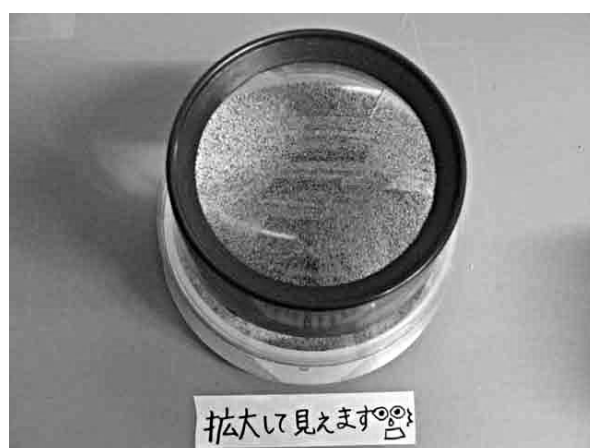


図7. アリジゴクの観察に便利な「土台付きルーペ」



②は、年度内で課題を完了させなくてはならない現場の教師にとっては深刻な問題である。そこで、私たちは青葉山でウスバカゲロウ幼虫を多数採集し、その体長および眼間距離（正確には眼丘間距離）を計測することで、その齢数を判別する試みを行った。その結果、5月の時点で終齢幼虫（3齢幼虫）は体長が10～15mm、眼間距離が1.3～1.7mmであることがわかった（図9）。

また、文献等で自然条件下におけるアリジゴクのライフサイクルを調べたところ、卵から成虫になるまでに2～3年かかることがわかった（図10）。もし、学校現場で効率的にウスバカゲロウの観察を実践しようと思えば、入梅前の時期（5～6月頃）に終齢幼虫を採集し、捕食行動や巣穴作り、繭作りの観察を行い、梅雨明け直後（7月）に羽化や産卵、幼虫の孵化の観察を行うとよいだろう。

また、恒温器（25℃，16L8Dに設定）を利用して、

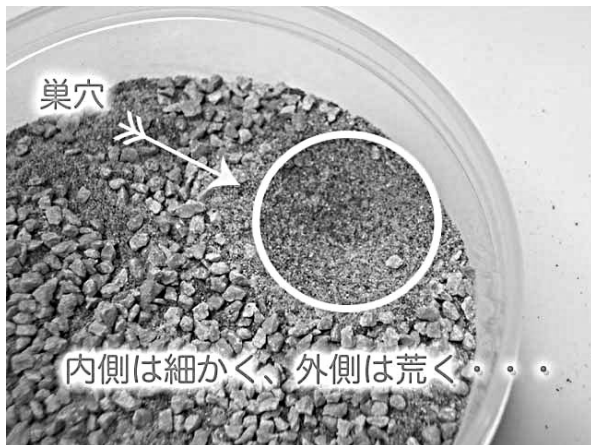


図8. 巣穴作りの観察方法

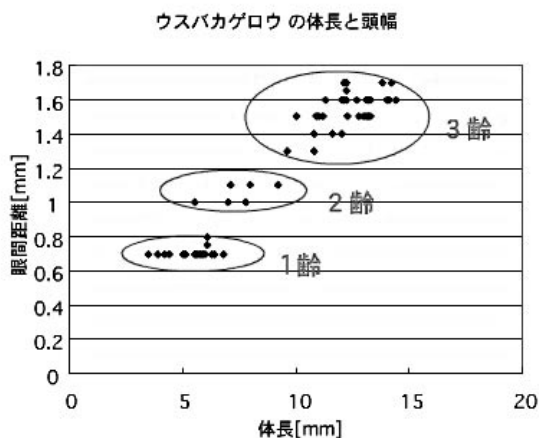


図9. ウスバカゲロウ幼虫の体長と眼間距離との相関

1世代を1年以内で回すための試みも実験的に行っている。ただし、この場合冬場のアリジゴクの餌の確保が問題となってくる。私たちは夏場にはクロクサアリやワラジムシを与え、冬場にはペットショップで市販されているミールワーム（ゴミムシダマシ科甲虫の幼虫）の若齢のものを飼育・養殖し与えている（図11）。まだ実験の途中段階であるが、2004年7月に孵化したアリジゴクを恒温器で飼育したところ、約8ヶ月後の2005年2月に2個体の成虫を羽化させることに成功した。アリジゴクが獲得した餌量の多少が生活史に影響を与えていることが示唆された結果となり、今後のウスバカゲロウの教材化に向けての幾ばくかの目途がたってきたといえる。

③は未解決の問題である。成虫の飼育はなかなかの難問であり、その生態についてもほとんど知見がない。成虫の餌を特定したり、その代用となる餌を考案する必要がある。成虫は夜行性であるために観察が困難であるが、幼虫が多数巣穴を形成する場所において粘り強い観察を実施することで、その交尾・産卵シーンも

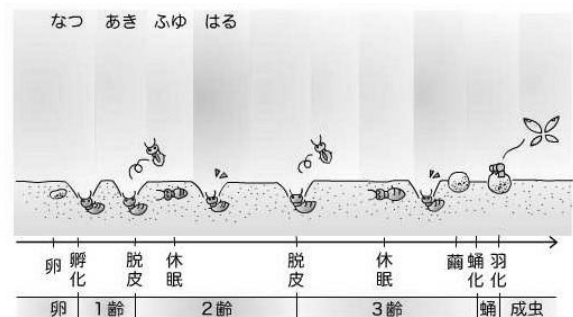


図10. アリジゴクのライフサイクル

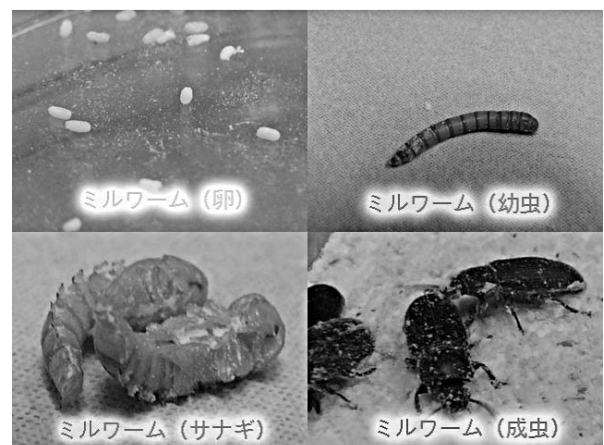


図11. ミールワームの飼育・繁殖のようす

観察できる可能性は高い。これらは2005年夏に私たちが取り組むべき研究課題のひとつである。

### 3) アリジゴクの飼育・観察を題材とした「野外観察プログラム」の開発

#### (1) 観察フィールド

私たちは宮城教育大学周辺の雑木林（青葉山）や河原（広瀬川）をフィールドとして調査を行っている。この地域に生息する巣穴形成型アリジゴクは、ウスバカゲロウ、コウスバカゲロウ、クロコウスバカゲロウの3種である。その中でもっとも普通に見られるのがウスバカゲロウであり、私たちの調査もこの種が中心となっている。仙台市青葉の森管理センターの床下には人工的な砂場が広がっており、多数のウスバカゲロウ幼虫が生息している。ここは雨の日でも地面が濡れることがないため、天候に左右されることなく観察会が実施できるうえ、トイレやレクチャールームも完備されており観察会には最適な場所である。

#### (2) 観察プログラム

2004年度には、10月に「かんきょうレスキュー隊事業」の環境学習プログラムの実践（仙台市環境局主催）を、11月に仙台市蒲町中学校2年生を対象とした自然観察会を実施した（図12）。参加者はそれぞれ15名と7名であった。

その時に作成したパンフレットが巻末に添付した資料である。パンフレットには、当日の行動予定や観察内容、フィールドマナーなどの注意事項、観察対象に



図12. アリジゴクの観察

関する情報をできるだけコンパクトにまとめた。自然観察会でパンフレットを配ることによって、以下のようなメリットがあると考えた。

- ①観察会の内容や行動予定、注意事項などを文字で伝えることにより、案内が徹底する。また、観察会の内容が先に把握できるので、参加者が安心できる。
- ②観察中に口頭で説明したことの補助、あるいは補足説明として使うことができる。
- ③観察会の参加者と非参加者の識別に使うことができる（パンフレットを持っていれば参加者である）。
- ④観察中に使ってもらえなくても、持ち帰ってじっくり読み返してもらうことができる。

今回はイラストもすべてオリジナルで作成し、カラー印刷を行った。美しい画像を用いたパンフレットは、観察会を楽しく演出してくれると考えたからである。

観察会では、主に「アリジゴクが生きていくために必要な環境条件は何だろう？」ということテーマとした。10月の観察会では、幼少時にアリジゴクと遊んだ記憶が残っている年輩の方の割合が高く、「あの頃何気なく遊んでいたアリジゴクがこんなに面白い生態を持っていたなんて！」という反応が多く、夢中になってアリジゴクの行動を観察されている姿が印象的であった。逆に、11月の観察会では、参加した中学生全員が生まれて初めてアリジゴクを手にとったとあって「気持ち悪い！」という反応が多数を占め、あまり活気のある観察会とはならなかった。このことから、アリジゴクを題材としたプログラムでは、参加者の年齢層を考慮した内容を考案することが必要であることを痛感させられた。

#### 4) Web ページの作成

パンフレットの作成と同時に、体験学習の効果を高めることを目的としたWebページ「アリジゴ区3丁目」の作成も行った（図13）。Webページ全体をひとつの町に見たてて構成されており、建物ごとに以下の内容が紹介されている：①アリジゴ区役所（分類）、②アリジゴクリニック（体のつくり）、③大工店「あなころうぼう」（巣作り行動）、④レストラン「アリジゴク」（捕食行動）、⑤アリジゴTV（生活史）、⑥アリジゴデパート（飼育・観察法）、⑦アリジゴ学校（クイズゲーム）。



図 13. 「アリジゴク区3丁目」のトップページ

このコンテンツは2004年10月より、以下のURLで公開している (<http://mizotalab.miyakyo-u.ac.jp/Mizotalab/antlion/>)。

本Webページの特徴としては、(1) アリジゴクに関する情報が総合的に収集・整理されている、(2) 実践活動の中で活用しやすいよう、アリジゴク観察のポイントが豊富に紹介されている、(3) 子どもから大人まで楽しく学習できるように、極力文字を少なくし、イラストや4コマ漫画、動画、写真、クイズゲームといった要素を多く盛り込んである、といった点が挙げられる。Webページを作成することの利点としては、

- ① カラー写真や動画などをふんだんに使え、(パンフレットよりも) 具体的な内容を伝えることができる
- ② 事前・事後学習の資料としていつでも利用できる
- ③ 双方向性のコミュニケーションがとれる

といった点が挙げられるだろう。しかし、同時に、子どもたちの関心がWebサイトの中だけに閉じないようにすること、すなわち、野外に飛び出ていくきっかけを与えることを十分に留意する必要がある。そのためにも、Webページの評価を行っていくことが大切であり、アンケート調査を実施してユーザーからの意見を反映させる形で、より一層の内容充実をはかっていきたいと考えている。

## 5. 最後に

昆虫を題材とした環境学習において、生きた“実物”を観察させることが児童・生徒に深い感動を与え、授業の効果を高めるのは言うまでもない。しかし、そうはわかっている、相手が生き物であるだけに日常の

管理が大変であり、つい生物の観察や実験を敬遠し、ビデオ教材等で代用してしまうことが多い。生物の授業で、生きた生物を実際に観察・実験させようとするれば、教材としての生物を前もって採集し、飼育・培養し、いつでも授業に使えるような状態に保っておかなければならない。このための日常の苦労は大変なものである。その上、今日では全国的に都市化が進み、自然が破壊され、生物の採集自体が容易でなくなっている(山田・山極, 1980)。私たちのアリジゴクの教材化に向けた試みは、そうした現場のニーズに応えようと考えて始めたものであった。

2004年6月にアリジゴクに関して素人同然の私たち4名が集まり、巣穴形成型アリジゴクの生態調査を開始した。大学にほど近い青葉山や広瀬川でアリジゴクを採集し、飼育や野外観察を繰り返していただけであったが、次第に、アリジゴクの不思議な生態に魅了され、そのつきあいを愉しむようになった。私たちににとっては毎日が発見の連続であり、得られたデータを整理し、Webページ上でその知見を公表していくことに充実感を覚え始めていた。まだわずかに約半年という短期間の研究しか行っていない段階ではあったが、今後の私たちの研究の方向性をどうしても確認しておきたかったので、2005年1月に開催された日本生物学会第78回大会(広島大学)で、思いきって3題の研究発表をすることにした(溝田ほか, 2005; 小畑ほか, 2005; 山根ほか, 2005)。ここでは多くの生物教育関係者の方々からの有益なアドバイスをいただき、「生物を教材化するとはどういうことか?」を深く踏み込んで問い直すことの必要性を教えられた。また、まったく予想していないことであったが、「アリジゴクは日本ではもう既に身近な生き物ではありませんよ」という反応が意外と多く、子どもたちが遊べる身近な自然が猛スピードで破壊されていることを実感させられた。日本中の地面にはいたるところにコンクリートが流され、「縁の下」でのアリジゴクとの出会いが少なくなっているのではあるだろうか。しかし、アリジゴクも住めなくなったような環境が、人間にとって安住の場であるとは思えない。幸いなことに、私たちの大学キャンパスがある青葉山の遊歩道沿いの崖面や、広瀬川の河原や砂州などでは、まだたくさんの巣穴形成型アリ

ジゴクが暮らしている。そんな自然環境に恵まれていることに感謝しながら、これからもアリジゴクの観察を続けていきたい。

私たちのアリジゴクの教材化への試みは端緒にすぎたばかりであり、未解決の課題も山積している。今こうして報告書の形でまとめてみると、いろんな点で不十分であることを痛感させられる。しかし、「教えるは学ぶの半ば」の要領で少しずつ教材化を進めていく他はないだろう。アリジゴクを少しでも身近な存在に感じ、教育現場で活用される教育関係者が一人でも増えることを願っている。

## 謝 辞

廊下に多数の紙コップを並べてアリジゴクと悪戦苦闘する私たちの様子をいつも暖かく見守り、本論文の手直しを快く引き受けてくださった伊沢絃生先生、アリジゴクに関する文献を多数提供してくださった大島一正氏と関本茂行氏（北海道大学農学部）、日本生物教育学会 78 回大会における私たちの拙い発表に対し、昆虫類の教材化について懇切丁寧にご指導いただいた岩淵けい子先生（東京都多摩動物公園）、東京女学館高等学校・昆虫行動研究部の生徒が実践した素晴らしい研究論文を提供くださった阿久刀川稔先生（東京女学館中学校・高等学校）の諸氏に慎んで感謝申し上げたい。なお、本研究の一部は、平成 16 年度文部科学省科学研究費補助金（課題番号 16700537）を使用した。

## 引用文献

- 伊深 希， 2005. 自然をより深く認識するための昆虫検索データベースの構築．宮城教育大学修士論文， 39pp.
- Lucas, J. R., 1982. The biophysics of pit construction by antlion larvae (Myrmeleonm Neuroptera).

Anim. Behav., 30 : 651-664.

Lucas, J. R., 1989. The structure and function of antlion pits : slope asymmetry and predator-prey interactions. Anim. Behav., 38 : 318-330.

松井優典， 1976. アリジゴクの観察から．インセクタリウム， 13 : 152-162.

松良俊明， 2000. 砂の魔術師アリジゴク．中公新書， 229pp.

溝田浩二・小畑明子・青木 瞳， 2005. アリジゴクの教材化に関する研究（1）-教材としての可能性と限界-．日本生物教育学会第 78 回全国大会研究発表予稿集 : 26.

守屋美智留・北野日出男， 1992. ウスバカゲロウ *Hagenomya micans* 幼虫の教材化に関する素材研究．生物教育， 32（1） : 25-26.

小畑明子・青木 瞳・溝田浩二， 2005. アリジゴクの教材化に関する研究（2）-簡易な飼育・観察法の開発-．日本生物教育学会第 78 回全国大会研究発表予稿集 : 54.

太田憲良，1991. 野外体験学習におけるアリジゴクの教材化．香川県自然科学館研究報告，13:15-22.

斎藤たま（文）・吉武研司（絵）， 1991. アリジゴク百の名前（月刊たくさんのふしぎ第 78 号）．福音館書店． 40pp.

田宮康臣， 1978. 教材としてのアリジゴク．生物教育， 19（3） : 46-50.

山田卓三・山極 隆（編）， 1980. 新しい教材生物の研究-飼育培養から観察実験まで．講談社， 279pp.

山根岳志・青木 瞳・小畑明子・溝田浩二， 2005. アリジゴクの教材化に関する研究（3）-Web コンテンツ「アリジゴ区 3 丁目」の開発-．日本生物教育学会第 78 回全国大会研究発表予稿集 : 54.

資料



種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種

## アリジゴク(蟻地獄)って おもしろい!

種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種地獄種

2004年10月23日(土)



担当：満田 浩二 (宮城教育大学環境教育実践研究センター・助手)  
アシスタント：小畑 明子・青木 瞳・山根 岳志 (宮城教育大学・学生)

**観察内容**

みなさんは「アリジゴク」という生き物を知っていますか？アリジゴクは地味であり目立たない昆虫ですが、じっくり観察してみると実に見事な体のつくりをしています。それに、「砂の魔術師」とも呼ばれる彼らの生活ぶりは、いつまで見ていても飽きないくらいエキサイティングで面白いものです。

今日の自然観察会ではそんなアリジゴクの生活を、そとのぞいてみることにしましょう。きっとみなさんは、アリジゴクは自然の細かいしくみを理解するのにぴったりの生き物であることに、そして、私たちを豊かな生物たちが織りなす自然の劇場へと誘うナビゲーターであることに気づくことでしょう。

**観察コース**


「青葉の森管理センター」は建設されてから7年目になる建物です。その床下には砂がまかれており、アリジゴクはそんな環境がすっかりお気に入り。今ではこの場所は「アリジゴクの楽園」の様相を呈しています。砂場にはアリジゴクの巣がたくさんあるので、靴で踏みつけないように気をつけながら観察してみてください。

**行動予定**

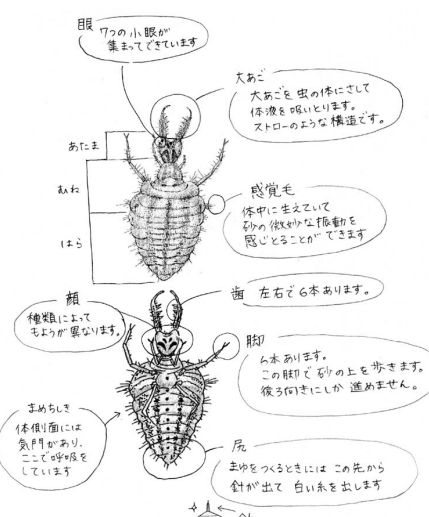
	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00
レクチャー室	ガイダンス	(標本等の展示)	(標本等の展示)	まとめ	
屋外		(1) ~ (2)	(3) ~ (6)		

**用意するもの**

- 茶こし、スプーン、ミル瓶、ペンライト、ピンセット



★アリジゴクの「体のつくり」をしらべよう！  
(1) アリジゴクをミルビンに入れて、体のつくりをじっくり観察してみよう。



**目** 7つの小眼が集まっています

**大あご** 大あごを虫の体にごして砂を噛み砕きます。ストローのような構造です。

**感覚毛** 体中に生えている砂の微小な「指輪」を「感じる」ことができます。

**歯** 左右で6本あります。

**脚** 6本あります。この脚で砂の上を歩きます。後ろ向きにはか進めません。

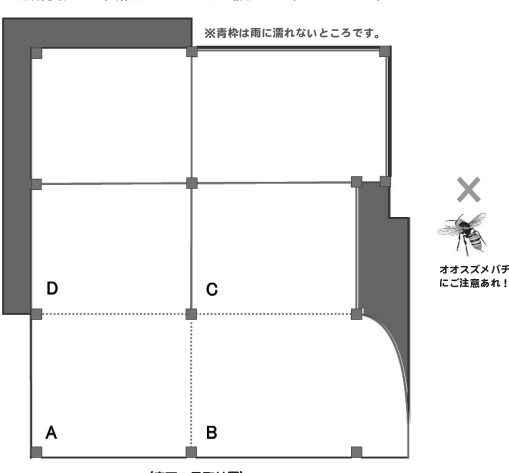
**尻** 土砂をつくるときにはこの先から針が出て、白い糸を出します。

**針** (小針)

**顔** 種類によって、ちがいます。

**まめらき** 体側面には気門があり、ここから呼吸をしています。

★巣穴の分布をしらべよう  
(2) アリジゴクの巣穴はどんな場所に多く見られるかな？「青葉の森管理センター」の建物見取り図に、巣穴がたくさんある場所をチェックしてみよう。



(床下の見取り図)

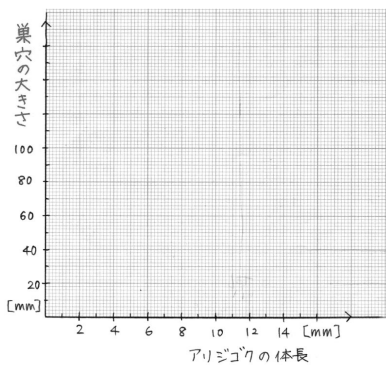
アリジゴクが移動した道が砂の上に残されているのわかりますか？アリジゴクは何のために移動しているのかな？

森の中ではアリジゴクはどんな場所に巣穴をつくるのかな？  
アリジゴクが住みやすい環境をイメージしながら、自分で探してみてください。

★「巣穴の大きさ」と「アリジゴクの体長」との関係をしらべよう  
 (3) 巣穴の大きさ（直径）とアリジゴクの体長には相関が見られるでしょうか？それぞれを計測してしらべてみよう。簡単なグラフを作成することによって、その関係を把握することができます。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
巣穴の直径 (mm)										
アリジゴクの体長 (mm)										

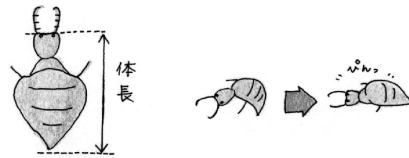
上の表の数値をグラフにプロットしてみましょう。



アリジゴクの体長は、この上に乗せて測るとわかりやすいですよ。

**計測時の留意点**

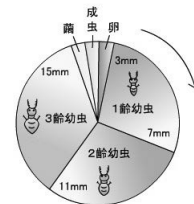
※ 体長は、キバを含めずに、頭からお尻の先までを測ります。アリジゴクの体が丸まっている場合は、伸ばしてから測りましょう。



※ 巣穴の直径は土が盛り上がっているところまでを計測してください。アリジゴクはすり鉢の底にすることが多いです。そっとスプーンですくいあげてみましょう（計測が終わったら元の巣穴に戻してね!!）。



アリジゴクは成虫になるまで3年かかります。そのため、今の時期は、1齢幼虫（主に04年生まれ）、2齢幼虫（主に03年生まれ）、3齢幼虫（主に02年生まれ）を見ることができます。それぞれの齢の幼虫のおおよその体長は以下のとおりです。



★アリジゴクの巣穴をじっくり観察しよう

(4) アリジゴクは何を食べているのかな？巣穴の周辺にそのヒントがかくされているから、眼をこらして探してみよう。

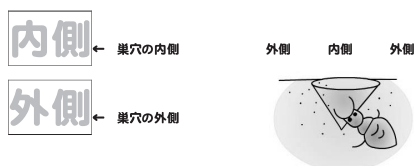


(5) アリジゴクはどのようにしてエサを捕まえ、食べているのかな？アリを巣穴の中に入れて観察してみよう。ミルビンのふた（ルーベの部分）をはずして使うとよく見えるよ。

※アリジゴクが食べているエサをピンセットですーっと持ち上げてみると、アリジゴクが釣れることも・・・。



(6) 穴の内側と外側では、砂粒の大きさに違いがみられるかな？両面テープを利用してしらべてみよう。もし違っているとしたら、それはなぜかな？



**考えてみよう！**

これからも私たちの身近な場所でアリジゴクたちが生きていくためには、どんな環境の条件が必要だと思いますか？

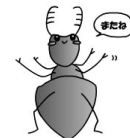
ヒント：アリジゴクの「食事」と「住まい」について考えてみるといいよ。「幼虫（＝アリジゴク）」と「成虫（＝フスバカゲロウ）」でも食事や住まいは違っているから、答えるのは少し難しいかな？でも、がんばってトライしてみよう！

**フィールドマナー**

- ・アリジゴクの巣は踏まないように注意してね！
- ・アリジゴクは持ちかえないでね！

**もっとアリジゴクのことを知りたい人は・・・**

- (1) 私たちスタッフが作成したWebコンテンツ「アリジゴク区3丁目」を見てみよう。  
<http://mizotalab.miyakyo-u.ac.jp/Mizotalab/antlion/>
- (2) 下に紹介する本を読んでみよう。
  - ・松良 俊明 (2000) 『砂の魔術師アリジゴク』(中央公論新社/819円)
  - ・小田 英智 (2004) 『アリジゴク観察事典』(備成社/2,520円)



↓ アンケートにもご協力ください ↓  
<http://mizotalab.miyakyo-u.ac.jp/Mizotalab/antlion/ankate>

名前：

# 気体検知管による二酸化炭素の放出・吸収の測定テスト — 炭素循環を理解する教材化にむけて —

川村寿郎\*・紺野 昇\*\*・菅原 敏\*

## Simplified Test for CO<sub>2</sub> Release and Absorption Using the Gas Detecting Tube and the Teaching Material to Understand the Carbon Cycles

Toshio KAWAMURA, Noboru KONNO and Satoshi SUGAWARA

**要旨：**炭素循環における大気への二酸化炭素の放出と吸収を理解する教材の開発をめざし、気体検知管を使って、さまざまなものを対象にして二酸化炭素濃度の変化を測定するテストを行った。測定対象を段階的に組み合わせることによって、炭素循環を体験的に理解できる学習プログラムが作成できそうである。

**キーワード：**炭素循環、二酸化炭素、気体検知管、地球環境、環境学習教材

### 1. はじめに

環境学習の中で、身の回りの物質がさまざまに様態を変えながら循環していることを最初に理解する意義は大きい。水はその代表であり、「水の循環」はこれまでの環境学習の中でもひんぱんに取り上げられてきた。しかし、現在の地球環境問題の中で、水と並んで重要な循環物質である炭素（または二酸化炭素）については、まだ対象とされることが少ない。これは、水と異なり、二酸化炭素は気体であるため目に見えず、発生や吸収などの移動が実感できないことによる。

二酸化炭素が大気中の温室効果ガスであり、それが近年急速に増加して、地球温暖化のもとになっていることがよく知られるようになった。しかし、大気中の二酸化炭素の濃度（0.37%）を正しく知っている者は少なく、大学生（本学学生）でさえそれを数%と答える者が多い。また、大気中の二酸化炭素の発生源が、すべて人為的なものとみる者も少なくない。これらは過剰なほどの情報知識の結果かも知れないが、そもそも地球環境での炭素循環という基本的な見方が備わっていない現れとみることもできよう。大気への二酸化炭素の発生や吸収を実感する機会があれば、こうした状況は少なからず改善されるに違いない。

これまで二酸化炭素を検知する方法として、石灰水がふつうに用いられてきた。石灰水は安価ではあるものの、事前にまとまった量と容器を準備しなければならない。また、微量の濃度ではほとんど検知できず、濃度の定量的な変化もわからない。そこで、最近では、携帯性があるところでも使用でき、微量の濃度でも検知できるという利点をもつ気体検知管がかなり普及してきた。これは理科の授業でよく取り扱われているほか、環境学習でも、文部省（1995）の環境教育指導資料をはじめとして、気体検知管を使った事例がいくつか見受けられる。

本研究では、地球規模での炭素循環を念頭におき、大気への二酸化炭素の放出と吸収を実感する体験として、気体検知管を使った測定を行うために、さまざまなものを対象にして放出や吸収の際の二酸化炭素濃度の変化について試験的に測定テストを行った。対象学年は小学校高学年とし、屋外でも実施可能な簡便的な測定を想定した。テストの結果を考慮に入れた学習プログラムの作成はまだ不十分であるが、炭素循環に関連づけた測定の内容について、これまでの検討結果を報告する。

\*宮城教育大学理科教育講座，\*\*宮城教育大学教育学部理科教育専攻

## 2. 二酸化炭素の放出と吸収の基本的概念

### 1) 炭素循環

地球の中で、地圏、気圏、水圏、生物圏および人間圏を通じて移動する物質の中で、酸素に次いでその移動量が大きいものが炭素である。炭素がさまざまな時空スケールで各圏を回ることを総じて「炭素循環」と言う。

炭素循環は、時間スケールとして、数億年～数百万年のオーダーと数年～数百年のオーダーで異なった循環系をなしている（平, 2001）。前者は地質年代スケールのものであり、それは地球の歴史そのものと言える。後者は、産業革命以後の地球環境の変動であり、人間圏の関与が大きい。

地質年代スケールの炭素循環では、固体地圏の役割が大きい。地球誕生時の炭素が、プルーム活動、プレートテクトニクス、火山活動、風化／浸食／堆積作用、生物活動によって循環しながら地圏の中に固定されてゆき、地圏が現在最大の炭素リザーバー（貯蔵量）をもっている。現在も続く地球内部からの脱ガスによる炭素の放出を除けば、20～30億年前以降には、気圏や水圏と接する地圏表層部では、風化／浸食／堆積作用と生物活動が重要である。前者は地圏の主たる構成物である珪素と炭素の酸化物の移動／集積であり、循環の基盤をなす。後者は、化石生物による炭素の固定であり、地球史では、特に約25億年前以降の海洋での光合成生物による炭酸塩生産と約4億年前以降の陸上での森林樹木による炭化水素固定と酸素の大気への放出が主要である。それらは、現在、地圏中の石灰岩および石炭・原油（およびメタンハイドレート）として固定されており、これらの化石資源を人間圏が消費して、本来の循環系を乱している。

### 2) 二酸化炭素の放出と吸収

前述の地質年代スケールの炭素循環における地圏の役割と異なり、数百年～数千年のオーダーでの炭素循環では、海洋（特に中・深層）と陸上の土壌のリザーバーとしての役割が大きく、数年～数百年では、大気への二酸化炭素のフラックス（流量）が重要となり、これが現在の地球環境問題に大きく関わる。

地圏表層の大気、海洋、森林、および地表の土壌では、図1に示すような炭素循環が行われている。しかし、そのフラックスやリザーバーの見積もりは、まだすべ

て明らかになっているわけではない。産業革命以後の人間活動で大気中に放出されたはずの二酸化炭素は、大気中に徐々に残留しているのは確かであるが、現在の大気中には、量的にみておよそ半分しか蓄積されておらず、残りの行方は“ミッシングシンク”とも言われている（中澤ほか, 1999）。

大気への二酸化炭素のフラックスとして、大気と海洋の間では、海面への吸収（溶解）が放出を上回っており、マイナスとなる。海洋中では表層水の生物活動を介した中・深層水との収支で、ほぼバランスがとれており、陸上からのフラックスも入れた余剰分は海底（実際には生物死骸）として堆積固定される。一方、大気と陸上との間では、森林において、光合成による吸収が呼吸と分解による放出を上回る点ではマイナスである。森林に吸収された二酸化炭素は有機炭素として土壌中に蓄積固定される。しかし、人間活動による化石資源の燃焼や消費および森林の破壊などによって放出される量が年間71億tあり、海面と森林の吸収によるマイナス量を大きく上回る。植林による吸収量を減じても、年間およそ32億tの炭素量が大气中に蓄積されてゆく。

大気中に微量に含まれる気体の中で、地球から放射される赤外線吸収する性質の気体を温室効果ガスと言い、水蒸気、二酸化炭素、メタンなどがある。中でも二酸化炭素は、大気全体から見ると微量であるが、この200年で急速に増加している。この増加により地球全体の気温が上昇して、これまでの気候・海洋・生物など地表全般の環境が変化しつつあり、それは大気への二酸化炭素のフラックスをさらに高めてゆくと懸念されている。

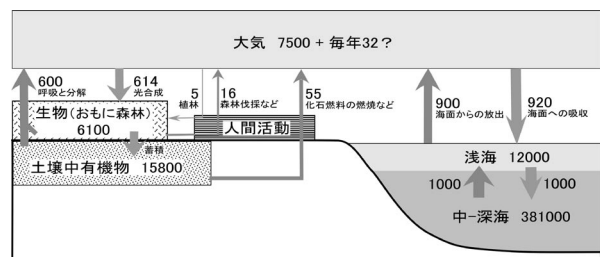


図1. 炭素循環と1年間の炭素収支量のモデル。国立科学博物館ホームページをもとに簡略化。数値は億t。河川の運搬、海洋生物との収支、海洋中での堆積固定、およびメタンハイドレートは含めていない。



### 3. 気体検知管について

現在、教材として市販されている簡易気体検知管には北川式とガステック社製とがあり、両者とも、二酸化炭素、酸素、窒素、酸化硫黄、アンモニア、硫化水素など300数種の気体濃度を検知できる。今回は測定範囲の幅が広いことから、ガステック社製の二酸化炭素検知管の2L(測定範囲:0.13~3%)と2H(測定範囲:1~20%)および酸素検知管の31B(測定範囲:3~24%)を用いて測定した。なお、二酸化炭素検知管は、学校現場でも近年よく用いられるようになり、平成10年の学習指導要領改訂後の教科書にも掲載されている。小学校では、6学年理科の「生物とその環境」の単元で、人(または動物)の呼吸を調べる際に使用されることが多い。

検知管は、図2-1に示すように、ガス採集ポンプにセットして吸引する。ただし、二酸化炭素2L検知管では、0.25%以下では目盛りが読み取りにくい(図2-2)ため、児童が使用するには0.1%毎(ほぼ1mm)の補助目盛をつけておくような工夫が必要である。可能であれば、約0.20%以下の濃度測定では、別途2EL(測定範囲:0.03~1%)を使用することが望ましい。

### 4. 測定テスト

#### 1) 岩石の溶解による二酸化炭素の放出

【ねらい】自然の現象の中では、風化・浸食の過程で岩石が雨(弱酸性)で溶解する際に、多量の二酸化炭素が発生する。地球の炭素循環の基本として、生物活動とは無関係に、ふつうに二酸化炭素が大気に放出中されているとともに、地球上の二酸化炭素が固体とし



図2. ガス検知管(ガステック式). 1: ガス吸引ポンプに取り付けたところ. 2: 二酸化炭素検知管(2L).

て石灰岩に固定されていることも理解する。

【実験方法】①キャップ付きのペットボトル(炭酸飲料用500ml)の中に、砕いた石灰岩(約300g)を入れて(図3)、それに希塩酸(2% HCl) 50ml程度をかけて浸してから、すぐにキャップを閉める。

②3分間放置した後、検知管(2L)をキャップの穴(あらかじめ開けておく)から入れて測定する。

【実験結果】上記の分量で測定した結果、二酸化炭素濃度は2.5%であった。石灰岩や塩酸の分量を替えて測定してみたが、上記の分量がほぼ適当量であった。石灰岩をより細かく砕き、塩酸を加えてよく振るなどの操作をしてみたところ、濃度は急に上昇した。

#### 2) コンクリートブロックの溶解による二酸化炭素の放出

【ねらい】コンクリートなどの人工物として、二酸化炭素を含む物質を人間活動の中で利用していることを理解する。また、岩石やコンクリートを溶かすほどの強い酸性雨が現在降っていることを例示する。

【実験方法】①集気用のポリ袋(容量約50l)の中で、ビニール皿の上に置いたコンクリートブロック(39×19×19cm)に希塩酸(2% HCl) 200ml程度をかけてから、ポリ袋を密閉する(図3)。

②30分以上放置した後、ポリ袋の端に穴を開けて、検知管(2L)を挿入して測定する。

【実験結果】30分後には2.1%、1時間後には2.5%に達し、それ以後はほとんど上昇しなかった(図4)。有為な測定値を得るには、集気袋からできる限り排気してから密閉する必要がある、希塩酸濃度をやや高く

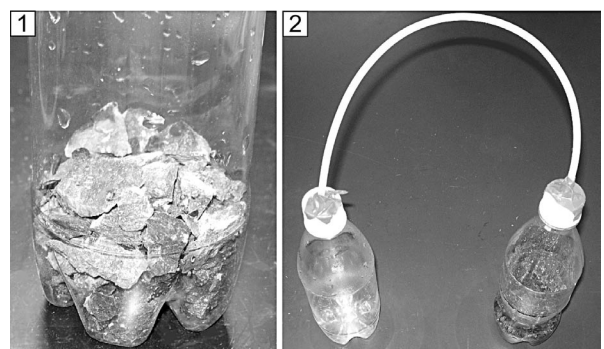


図3. 石灰岩の溶解による二酸化炭素の放出と水への吸収  
1: ペットボトル内での希塩酸による石灰岩の溶解  
2: 石灰岩の溶解によって放出される二酸化炭素の集気と水への吸収.



図4. コンクリートブロックの溶解によって放出される二酸化炭素を集気しているようす。

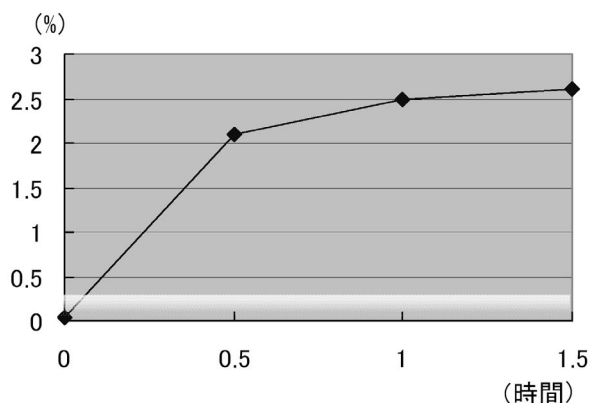


図5 希塩酸をかけたコンクリートブロックの溶解による二酸化炭素濃度の変化。

(5%程度)すれば、より速く濃度が上昇する。

### 3) 水への二酸化炭素の吸収

【ねらい】二酸化炭素は水に溶けて吸収されることを基本的に理解する。その上で、地球の炭素循環の中で、大気中の二酸化炭素は、基本的には、地球表層の7割を占める海洋に吸収されてゆくことを例示する。

【実験方法】①水 300ml を入れたペットボトル (炭酸飲料用 500ml) のキャップに穴を開けて、ビニールチューブ (内径 6mm、長さ 30cm) を取り付けてから、1) で使用した石灰岩碎片の入ったペットボトルキャップにつなぐ (図3)。

②石灰岩の入った方のペットボトルに、希塩酸 (2% HCl) 50ml 程度を入れてからすぐにキャップを閉める。

③3分以上放置してから、水の入った方のペットボトルのキャップの穴に検知管を挿入して測定した後、ビニールテープで塞ぐ。

④水の入った方のペットボトルを軽く振った後、再びキャップの穴に検知管 (2L) を挿入して測定する。

【実験結果】二酸化炭素濃度は、上記の③では 2.0%、④では約 0.7% であり、水 100ml を入れた場合には、1.3% であった。しかし、これは検知測定するガスの吸収を考慮すれば、必ずしも減少量がすべて水に溶解して吸収された量とは言えない。そのため、有為な減少を示すとすれば、より大きな容量のペットボトルで行う必要がある。

### 4) 土壌呼吸による二酸化炭素の放出

【ねらい】地球上の炭素循環において、土壌中に蓄積される炭素量は膨大である。土壌中には多種多様な微生物類 (バクテリア、菌類) や動植物類が生活しており、それらが分解や呼吸を行っている。森林土壌では、これに樹木の根からの呼吸も加わる。ここでは、こうした「土壌呼吸」によって大気中に二酸化炭素が放出されていることを理解する。

【実験方法】①森林土壌のうち、土壌層位の上部 (A<sub>0</sub> 層~A 層) にあたる部分 (おもに腐葉土の部分) または畑土壌の表層部約 1kg を集気用のポリ袋 (容量約 50l) の中に入れて密閉する (図5)。

②4時間以上放置した後、ポリ袋の端に穴を開けて、検知管 (2L / 2H) を挿入して測定する。

【実験結果】森林土壌と畑の土壌を同じ条件で測定した結果、二酸化炭素濃度は森林土壌の方がより高く上昇する。気温の低い晩秋期に1時間毎に測定したところ、二酸化炭素濃度は、3時間後までは大きな差はないが、その後は森林土壌の方が次第に高くなり、6時間後には畑土壌の2倍以上となった (図6)。また、同じ時期に、落葉混じりの森林土壌を測定したところ、5時間後には 1.2% で、1日後には 4.0% となった。そのため、この実験では、気温の高い時期に、半日程度放置した方がより有為の濃度変化を測定することができる。

### 5) ヒトの呼吸による二酸化炭素の放出

【ねらい】動物は呼吸によって二酸化炭素を放出しており、われわれ人間も例外ではない。成人 1 人による呼気中の二酸化炭素濃度は、安静時で 1.32%、極軽作業時で 1.32 ~ 2.42%、軽作業時で 2.42 ~ 3.52%、中等作業時で 3.52 ~ 5.72%、重作業時で 5.72



図6. 腐葉土の呼吸によって放出される二酸化炭素を集気しているようす。

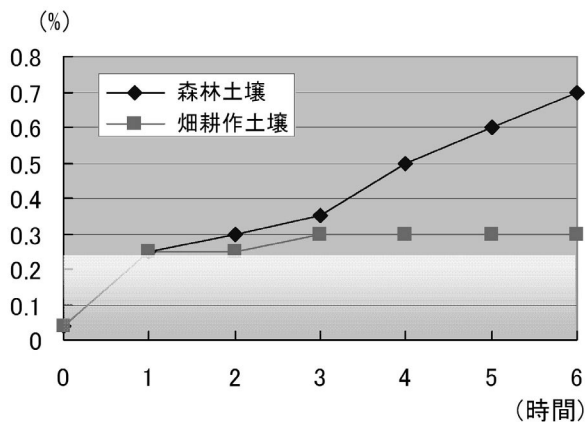


図7. 土壤の呼吸による二酸化炭素濃度の変化。

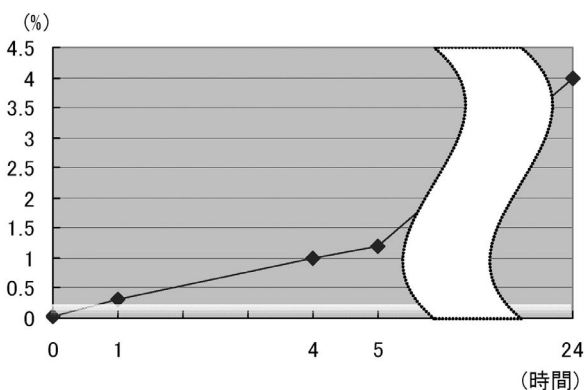


図8. 落葉混じりの森林土壤の呼吸による二酸化炭素濃度の変化。

～9.02%とされる（空気調和・衛生工学会規格ホームページによる）。ここでは、動物の呼吸による二酸化炭素の放出として、最も身近な例として、ヒトの呼吸の二酸化炭素濃度を調べる。

【実験方法】①集気用のポリ袋（容量約50程度）に呼吸を数回送り込んでふくらませて密閉する。

②ポリ袋の端に穴を開けて、検知管（2L）を挿入して

測定する。

【実験結果】上記の実験のポリ袋では、平均3.5%程度であった。より大きなポリ袋（容量約500）では2.5%程度であり、呼吸の回数も多く必要とするので、容量100以下の適当な大きさが望ましい。集気袋からできる限り排気してから密閉することも必要である。この実験は小学校理科6学年でも取り上げられており、気体検知管の使い方の最初の練習を兼ねるとともに、できれば運動前後での呼吸の濃度の違いを調べてもよい。

#### 6) 植物の呼吸による二酸化炭素の放出

【ねらい】動物と同様に、植物も呼吸によって二酸化炭素を放出している。ここでは、樹木の呼吸を例として二酸化炭素の放出について理解する。

【実験方法】①日没後、樹木の葉・枝を集気用のポリ袋（容量約500）で覆い、排気してから、枝にひもでくくり付けて密閉する。

②夜明け前まで放置した後、ポリ袋の端に穴を開けて、検知管を挿入して測定する。

【実験結果】一般に植物では、茎や幹の部分よりも花序や葉の部分での呼吸が大きく、しかも成長期のものほど呼吸量が大きいとされる（小林，1982）。今回、葉の面積の比較的大きいツバキを用いて、12月の夜間に2時間毎に測定したところ、12時間後には検知管の測定下限（0.13%）をわずかに上回る濃度（約0.15%）が検出され、通常の大気中の濃度（0.037%）より高くなることがわかった。また、同様な方法で同じ時期にマツ（針葉樹）で測定を行ったところ、2時間毎に徐々に濃度が高くなることが確認された。しかし、これは検知管の測定誤差内にあり、十分正確な結果とは言えない。この実験では、代謝活動の活発な気温の高い春期～夏期に成長期の植物を用いることが望ましいが、その時期は光合成をしない夜間が短時間であり、放出される二酸化炭素濃度を野外で測定することは困難と言える。そこで暗室または暗箱を用いて完全に遮光し、1～2日後に測定すれば有為な測定量になるとみられる。

#### 7) 樹木の光合成による二酸化炭素の吸収と酸素の放出

【ねらい】大気中の二酸化炭素は、陸上ではもっぱら

森林で吸収されており、森林の林間では、日中には基本的に二酸化炭素に欠乏した状態にある。ここでは、樹木が光合成を行うことによって、二酸化炭素を吸収することを基本的に理解する。

【実験方法】①日中に樹木の葉の多い部分を集気用のポリ袋（容量約 500）で覆い、排気してから、枝にひもでくり付けて密閉する。

②ポリ袋の端に穴を開けて、呼吸を吹き込んで、袋を膨らませる。

③ 30 分以上放置した後、ポリ袋の端に穴を開けて、検知管を挿入して測定する。

【実験結果】夏期の晴天の日にかエデを対象として測定したところ、二酸化炭素濃度は最初 2.0% から 2 時間後からは 0.25% 以下に減少した（図 10-1）。同じ時期にカキとマツを対象として、同様な方法（最初の二酸化炭素濃度は 2～3%）で 4 時間後に測定したところ、両者とも検知できない量（0.13% 以下）に減少した。一方、同じ時期にかエデを対象にして、同様な方法で酸素濃度を測定したところ、最初 16% から 6 時間後には 21% に上昇した（図 10-2）。なお、測定の際に、葉からの蒸散によるポリ袋内の水蒸気や水滴への二酸化炭素の吸収、水蒸気の検知管への影響、ポリ袋からの二酸化炭素の発生については、夜間に同様の条件で測定した結果との比較から、ほぼ無視できるものと判断される。

### 8) 燃料の燃焼による二酸化炭素の発生

【ねらい】森林の光合成によって吸収された二酸化炭



図 9 樹木の光合成による二酸化炭素の吸収を調べているようす。

素は、おもに有機炭素として蓄積される。これらの炭化水素や炭素が燃焼することにより、大気中に再び二酸化炭素として放出されている一方で、人間は燃焼による種々のエネルギーを得ている。ここでは、固定された炭素が燃焼によって再び二酸化炭素となって大気中に放出されることを確認する。

【実験方法】①七輪の中で木炭（200～300g）の火をおこし、その上に煙突と金属製の漏斗を重ねてから（図 11-1）、ペットボトル（500ml）または集気用のポリ袋（容量約 100）に注入して密閉する。

②キャップまたはポリ袋の端に穴を開けて、検知管（2H）を挿入して測定する。

【実験結果】ペットボトルに 3 分間集気して測定した結果、二酸化炭素濃度は 5～6% であった。この実験は、二酸化炭素が空中にあまり拡散せずに高濃度で測定できることと発生する熱を下げるための工夫をしたものである。これとは別に、持ち運びが容易なハンディコンロを使ってポリ袋（容量約 500）へ 1 分以上集気し

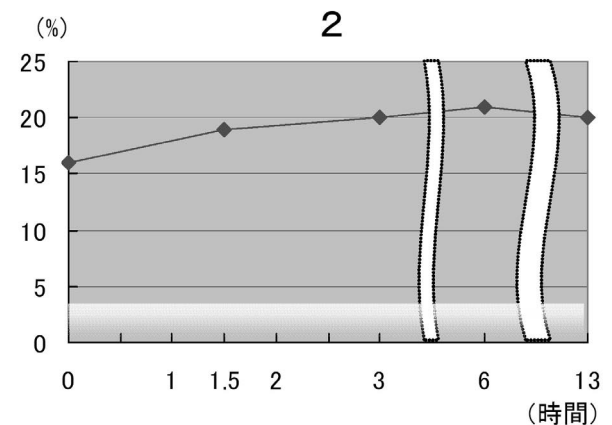
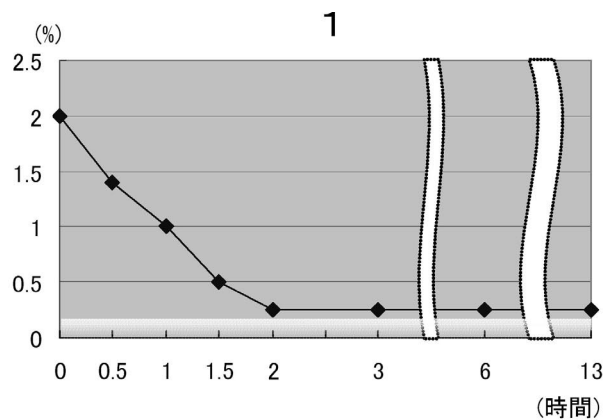


図 10. 樹木の光合成による二酸化炭素濃度と酸素濃度の変化. 1 : 二酸化炭素濃度の変化. 2 : 酸素濃度の変化.

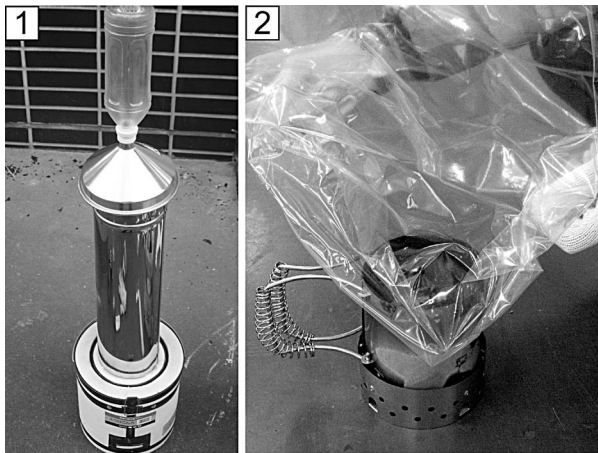


図 11. 炭の燃焼によって放出される二酸化炭素を集気しているようす。1：七輪での炭の燃焼で放出される二酸化炭素の集気。下から、七輪、ステンレス製煙突、同漏斗を重ねてペットボトルに二酸化炭素を集気する。2：ハンディコンロでの炭の燃焼で放出される二酸化炭素のポリ袋への集気。

て測定したところ、二酸化炭素濃度は1～2%であり、七輪の木炭や石油ストーブでも同様な濃度が測定された。そのため、より簡便な測定とするには、低濃度用検知管(2EL)を使い、耐熱性の集気袋から検知するか七輪の上の暖気を直接測定しても構わない。ただし、いずれにしても必ず軍手など着用し、火傷や換気などに十分注意する必要があることは言うまでもない。

#### 9) 自動車排気ガスの二酸化炭素の発生

【ねらい】人間の活動は炭化水素などの燃焼による種々のエネルギーによって現在支えられているが、それによって大気中に大量の二酸化炭素が放出されている。ここでは、産業革命以後の動力燃料の大量消費によって大気中の二酸化炭素濃度が増加し、温暖化をはじめとするさまざまな地球規模の環境変化をもたらしていることを理解するための導入とする。

【実験方法】①自動車の排気口に集気用のポリ袋(容量約50ℓ)を開いて排気ガスを約30秒間集めた後、袋をふさいで密閉する。

②ポリ袋の端に穴を開けて、検知管(2H)を挿入して測定する。

【実験結果】2000ccクラスのガソリンエンジン乗用車で30秒間集気した結果、二酸化炭素濃度は約3.5%であった。集気する時間が1分間では約4.5%、2分間では6.0%であった。この実験では、集気する際に



図 12. 自動車排気ガスの二酸化炭素を集気しているようす

排気ガスを直接吸うことになり、危険である。そのため、集気を短時間(30秒以内)で行い、マスクや軍手を着用するなどの安全面の配慮が欠かせない。

#### 5. 学習のすすめ方

現在起こっている地球環境問題の中で、人間活動による大気中の二酸化炭素濃度の上昇に起因する地球温暖化が最大の問題であることはよく知られており、そうした情報がメディアや授業での説明などから多くの児童にとっても既知となりつつある。しかし、知識としては備わっていても、それを体験的に実感するためには、上記のような測定を通じて例示することが効果的といえる。上記の測定実験は、いくつか組み合わせて行うべきものが含まれており、それらを段階的に行うことが学習の進め方として必要であろう。

大気を中心とした地球規模での二酸化炭素の放出/吸収の中で、最初は、石灰岩の溶解による放出と水への吸収を同時に並行して行い、陸上岩石の風化と海洋への吸収を例示すべきであろう。これによって地球規模での炭素循環における海洋の役割や、二酸化炭素貯蔵庫としての石灰岩の役割などについて暗示して理解できる。その上でコンクリートブロックの溶解を行い、石灰岩を原料とする人工物の風化によって人為的に二酸化炭素が放出されていることを理解する。

次に生物の呼吸による二酸化炭素の放出について、動物、樹木、土壌の各々を対象にして測定する一方で、樹木の光合成による二酸化炭素の吸収と酸素の放出の測定を平行して行う。これはもちろん森林における二酸化炭素の吸収と放出を例示するものであり、地球上

の炭素循環の中での森林の果たす役割とともに、土壌の呼吸が大きなウェイトを占めることを理解する。

最後に、人為的な二酸化炭素の放出として、木炭の燃焼や自動車排気ガスによる二酸化炭素の排出を測定する。その際に、木炭の燃焼によって放出された二酸化炭素をそのまま用いて、樹木の光合成による吸収を行えば、炭素の出入が直接わかり、かつ森林の二酸化炭素吸収の大きさも実感できる。

以上の測定の中で、放出または吸収の大きさがかなり実感できる。例えば、呼吸による放出は3%未満の濃度変化で、測定にも長時間を要するのに対して、木炭の燃焼は数分程度で5~6%となり、自動車排気ではそれがさらに短い。すなわち、人為的な排出の方が自然状態での放出よりも、短時間で多量に大気中に二酸化炭素を放出していることがわかる。一方、吸収の方は、水への溶解と光合成によるが、これは数時間で数%程度の減少であり、燃焼や自動車排気よりは変化の割合は低い。ここから、大気中の二酸化炭素の吸収は、放出に較べると、あまり効率的でないことが実感される。

大気を基準とした二酸化炭素の増加と減少については、図1の炭素循環の模式図をもとにして、児童にも簡単に計算させることができる。放出と吸収で移動する炭素量を仮にすべて二酸化炭素量に換算(×3.67)して、放出と吸収の差(117億t)を求める。そしてこの差の量が毎年大気中に蓄積されてゆくことと、二酸化炭素が地球からの放射熱を妨げる温室効果を果たしていることを解説して、地球の気温が上昇を続けていることを理解させる。その上で、こうした温暖化を食い止めるために、測定で実感した人為的な二酸化炭素の排出量を減らすこととそのための方策へと発展させる。

## 6. おわりに

二酸化炭素の検知管は、0.1%程度の微量から20%程度までの範囲の濃度を簡単に測定することができる。数多く測定するとその購入費用がかかるものの、石灰水に較べると、測定対象や測定範囲が広く、はるかに多くの用途がある。

今回行った測定テストの中で、樹木の光合成や土壌

呼吸などは野外でも簡単に実施できる。また、木炭の燃焼や水への吸収は、身近な生活の中でも導入できる。そのため、例えば、森林の中に立地する少年自然の家などでは、野外活動としての測定が十分可能であるとともに、野外炊事などで行う燃焼の中に測定を取り入れることも可能であろう。

今回の測定に関連した環境学習を「総合的な学習の時間」のテーマとするならば、他の教科と合わせながら、授業時間も比較的柔軟に設定して、いくつもの対象を測定することが望まれる。地球規模での炭素循環としての二酸化炭素の放出/吸収の全体像が理解されることによってはじめて、森林の吸収や人為的な排出の役割がクローズアップされることになるだろう。また、測定と合わせて、二酸化炭素の収支や量の計算、集気装置づくりなどの算数や工作の教科要素も取り入れることもできるであろう。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、理科教育講座の平吹喜彦教授には、森林や樹木の炭素移動について種々ご教示いただいた。記してお礼申し上げます。なお、本研究は(財)日産科学振興財団の平成15年度理科教育助成を受けて行った。研究の一部に日本学術振興会科学研究費補助金(課題番号16611001)を使用した。

## 引用文献

- 小林萬壽男, 1982. 植物生理学入門—教師のための平易な解説—. 268pp. 共立出版.
- 文部省, 1995. 空気を調べる—空気中の酸素・二酸化炭素などの濃度測定—. 環境教育指導資料(事例編): 69-73.
- 平 朝彦, 2001. 地質学1 地球のダイナミクス. 296pp. 岩波書店.
- 鳥海光弘・田近英一・吉田茂生・住 明正・和田英太郎・大河内直彦・松井孝典, 1996. 岩波講座地球科学2 地球システム科学, 220pp. 岩波書店.
- 中澤高清・原 宏・住 明正・森田恒幸・米本昌平, 1999. 岩波講座地球環境学3 大気環境の変化. 326pp. 岩波書店.

# 宮城教育大学附属幼稚園内の樹木を用いた身近な自然認知活動：名札が育み始めた樹木との交流

高橋久美子\*・佐藤麻衣子\*\*・平吹喜彦\*\*\*

## Infants and Woody Plants: Nameplates Promoted Nature-feeling in the Ordinary Life at Kindergarten

Kumiko TAKAHASHI, Maiko SATO and Yoshihiko HIRABUKI

**要旨：** 宮城教育大学附属幼稚園内に生育する樹木を対象として、戸籍調べと名札の取り付けを行い、樹木に対する親しみや関心を高める活動を開始した。幼稚園の日常生活において、‘四季の変化といのちの営み’を感じ取ることができる身近な教育素材として、園内の樹木は少なからぬ潜在力を持ち合わせており、今回取り付けした名札が幼児と樹木の交流を促し始めた。

**キーワード：** 保育環境、樹木の戸籍調べ、名札、日常性、自然認知

### 1. はじめに

宮城教育大学附属幼稚園（以下、附属幼稚園と略記）は、仙台市の都心部に程近い上杉地区にあるが、附属小学校や附属中学校と隣接していることや、一帯が古くからの住宅地であることも手伝って、静穏で、安らぎのある雰囲気にも包まれている。附属幼稚園自体にも、外周を縁取るように常緑樹の木立や美しい花々を付ける樹木類が配置され、みどり豊かな環境の創出に貢献している（図1・2）。

一般に、学校園内に草木が植栽される理由はいくつか考えられ、例えば(1) 学校園の象徴、あるいは卒業や事業を記念するシンボルとして植栽、(2) 保育・学習環境の整備を図るための緑化、(3) 教科の教材や情操教育の素材とするための栽培などがあげられよう。附属幼稚園においても、さまざまな目的のもとに多様な草木が植栽され、長い時間をかけて大切に育成されてきたのであるが（宮城教育大学附属幼稚園（編）、1998）、そうした植物の活用・管理について改善すべき点がいくつか生じている。本研究では、基礎データがもっとも欠落している樹木を対象として、(1) 戸籍調べ（種名、根元位置、発生の由来、生育状況の調査）と(2) 名札の取り付けを行い、教員と幼児が樹木に親

しみ、関心を高める活動を支援することとした。かつて、附属幼稚園内の樹木には名札が掲げられていたとされるが、風雨によって朽ち果て、今ではその面影はない。さまざまな遊具やステージ、小動物飼育舎などとともに日常的な生活空間に生育している樹木は、幼児にとってもっとも身近にかかわることのできる自然環境、すなわち‘四季の変化といのちの営み’を感じる存在として位置づけられるのではないだろうか。

本研究は、附属幼稚園と宮城教育大学附属環境教育実践研究センターの連携事業の一環として実施された。高橋は附属幼稚園の世話人として、平吹は植物生態学を専門とする附属環境教育実践研究センター兼務教員として、また佐藤は植物を主対象とする環境教育プログラムの開発を学ぶ大学院生として、本研究にかかわった。この機会を与えていただいた附属幼稚園長の佐藤雅子先生、戸籍調査や名札作成・掲示にご援助いただいた附属幼稚園の教職員の皆さまに厚くお礼申し上げます。本研究の遂行にあたっては、平成16年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究(C)(2)（課題番号：16611001、代表者：川村寿郎宮城教育大学教授）の一部を用いた。

\*宮城教育大学附属幼稚園，\*\*宮城教育大学大学院環境教育実践専修，\*\*\*宮城教育大学教育学部理科教育講座

## 2. 連携事業の発足に至る課題の検討

附属幼稚園では、これまで園内の環境構成について研究を進め、園庭の遊具や飼育動物あるいは室内の道具類について、それぞれの教育的な意義を追求してきた。しかし、日々の幼稚園生活で、幼児が季節の移り変わりを感じたり、遊びの素材としての木の葉や木の実を得ている樹木については、十分な検討が及んでいないと感じられた。赴任後間もなく、「梅の木の隣で白い花をたくさん付けている木は、何という名前ですか?」と先輩教員に尋ねると、「えっ、梅の木なんてあったっけ? どこ?」という回答が返ってきた出来事は、そのことを象徴的に物語っているように思えた。

「附属幼稚園の特長ともいべき豊かなみどりについて、知らないことが多いのではないか?」……自分自身にとっての課題という意味を込めて保育検討会で話題にすると、「樹木との触れ合いについては遊びに取り入れたり、季節変化に気づいたり、積極的にかかわる幼児もいるが、関心の低い幼児もいる。より多くの幼児が、樹木に親しむような働きかけが少なかったのかもしれない。」という見解が出された。そして、環境を通して幼児の育つ力を支えてゆく者として、園内の樹木を保育環境の大切な構成要素と位置付け、今後研究を進めることが了解された。まずは、樹木を用いた教材やカリキュラムを検討する前に、保育者が園庭の樹木の名前を知り、一つ一つの木々に興味をもつことを目標として、また同時に幼児にも積極的に樹木に親しんでほしいという願いを込めて、戸籍調査と名札を取り付ける活動を教育学部の専門家と協働で実施

することとなった。

## 3. 研究方法

### 1) 樹木の戸籍調査

附属幼稚園は1967(昭和42)年に開設され、敷地面積が6869m<sup>2</sup>、園舎延面積が948m<sup>2</sup>で、園庭の広がり4001m<sup>2</sup>である(宮城教育大学附属幼稚園(編),2002)。

2003年8月と9月に附属幼稚園内を踏査し、生育しているすべての樹木について、種名と根元位置、発生の由来(植栽か自然繁殖か)、生育状況(花や果実の有無、活力の程度)を個体ごとに調べた。なお、今回調査対象とした「樹木」とは、樹高が50cm以上で、木化した多年生の幹を有する植物をいう。

種名は、『日本の野生植物 木本Ⅰ』(佐竹ほか,1989a)、『日本の野生植物 木本Ⅱ』(佐竹ほか,1989b)、『日本の野生植物 草本Ⅱ』(佐竹ほか,1982)、『山溪ハンディ図鑑4 樹に咲く花 離弁花2』(高橋・勝山,2000)、『山溪ハンディ図鑑5 樹に咲く花 合弁花・単子葉・裸子植物』(高橋・勝山,2001)によった。

### 2) 名札の取り付け

戸籍調査によって作成された樹木一覧表と樹木位置図に基づいて、個々の樹木に掲げる名札を作成した。名札は木製で、廃材から適切な大きさの板を切り出して、下地となる白色ペンキを塗った後に、樹木名をひらがなで手書きした。

名札の取り付けは、教員全員が手分けして行った。



図1. 樹木と遊具に囲まれる園庭。



図2. 緑のステージでダンス。



幼児が容易に手にとって見るができるように、目線の高さにワイヤーで固定した。

なお、こうしたプレートは通常「(植物名) ラベル」、「樹名板」、「名札」などと呼ばれるが、本研究では幼児の認識(後述)に従って「名札」と呼称することとした。

#### 4. 結果および考察

##### 1) 園内の樹木とその配置

園内に生育していた樹木の一覧を表1に、個体の根元位置を図3に示す。今回の調査では45種の樹木に加え、種名を確定できなかった2種(スノキ属の一種(総称ブルーベリー)とトウヒ属の一種)、そして複数の園芸品種から構成されるツツジ属の一群が記録できた。

出現した樹木は147個体で、そのほとんどはいわゆる庭木や街路樹、果樹などの園芸植物で、人の生活とかわりの深い植物が積極的に植栽されてきたことがうかがえた。一方、除草作業や踏圧がさほど及ばない場所では、園外から自然に侵入したと考えられる樹木がヤブ状に成長しており、野鳥が果実や種子を運んできたことが推察された。

樹木の配置をみると、園舎の構造、隣接する施設や遊具、道路の状況に則して、以下のような植栽方針、あるいはエリアごとの植物相の特徴を読みとることができた：

- ① プール西側や人通りの多い道路に接する園庭南側には、フェンスの内側にカイヅカイブキやヒノキ(これらは生け垣状)、ヒマラヤシーダー、ドイツトウヒといった常緑針葉樹が並び、遮蔽効果を生み出していた。
- ② それらのやや内側、あるいは附属学校園の構内道路に接する西側には、若葉や紅葉、樹形の美しいカツラやイチョウが配置され、より柔らかな遮蔽効果を生み出していた。
- ③ 正門周辺には、ツツジ類やボケ、イヌツゲ、アメリカヤマボウシ、サザンカ、キンモクセイ、ヤツデなど、花や常緑葉の美しい低木類が、観賞を主目的として植栽されていた。
- ④ 主に園庭の東側には、カキノキやアキグミ、ウメ、

ビワ、スノキ属の一種(ブルーベリー)といった果樹が植栽され、ミツマタも4株認められるなど、衣食にかかわる樹木によって特徴づけられるエリアが形成されていた。

- ⑤ また、園庭東側のこのエリアには、コナラやヤマハギ、ケヤキといった里山の植物が生育するとともに、野鳥が運んできた種子から発芽したと推察されるシュロやネズミモチ、エノキ、アオキが発見された。やや薄暗い場所があるものの、園庭でもっとも自然度の高いエリアとなっていた。
- ⑥ クロマツやアカマツ、シダレザクラといった日本文化を象徴し、どの学校園でも馴染みの深いマツ類・サクラ類が、園庭の中央南寄りに塊状に生育していた。
- ⑦ 附属幼稚園を特徴づける高木として、アオギリやキササゲ、コナラがあげられ、ヒマラヤシーダーやドイツトウヒといった常緑針葉樹と、樹形や季節変化において鮮やかなコントラストを生み出していた。  
なお、こうした樹木の中にはトゲを生じるもの(アキグミ、ナツグミ、ザクロなど)、触れるとかぶれる場合があるもの(イチョウなど)、有毒成分を含むもの(果実=ウメ、樹皮=ザクロ、全体=ミツマタ、セイヨウアジサイ、ナンテンなど)があり、教員は安全を念頭においた活動を進める必要がある。また、幼児に危害を及ぼす可能性のある枯れ枝や幹は見い出せなかったものの、カイヅカイブキやエドヒガンなど適度の剪定が必要と思われる個体がいくつかあった。

##### 2) 名札の取り付けと幼児の反応

樹木位置図(図3)を見ながら樹木を確認しつつ、名札の取り付けが教員全員で実施された(図4)。「君の名前はひまらやシーダーなんだね。よろしく。」「同じように見えても、あきぐみとなつぐみがあるんだ。それにしても、随分たくさんあるねー。」というように、一つ一つ樹木と対話しながら進められた作業は、教員が保育環境としての園内樹木を見つめ直すよい機会となった。名前を知ったことで親しみが湧いたり、安心したりするのは何も人間同士に限ったことではないらしい。「樹木と自分との距離が近くなったような気がした。」「明日、子どもたちはどんな反応をするだろう

表1. 宮城教育大学附属幼稚園内の樹木一覧. 樹高 50cm 以上で, 木質化した多年生の幹を有する植物を記載した. 種名の五十音順に配列.

整理 番号	調査番号	個体数	種 名	科 名	特 徴*	準拠した図鑑**	
						名称	ページ
1	91, 120	2	アオキ	ミズキ科	実	木本 II	110
2	21	1	アオギリ	アオギリ科	実	木本 II	74
3	8, 58	2	アカマツ	マツ科	実 クラフト	木本 I	71
4	86~90, 95, 100, 102, 106~108	11	アキグミ	グミ科	花 実 (食) †	木本 II	84
5	127	1	アメリカヤマボウシ	ミズキ科	花 ◀ (葉)	木本 II	112
6	3~5, 7, 9, 11, 51, 52, 123, 124, 129	11	イチヨウ	イチヨウ科	葉 クラフト ◀ (実, 樹皮)	木本 I	4
7	131	1	イヌツゲ	モチノキ科		木本 II	27
8	53	1	イロハモミジ	カエデ科	葉 クラフト	木本 II	9
9	109	1	ウメ	バラ科	花 ◀ (実, 葉)	木本 I	188
10	10	1	エドヒガン	バラ科	花	木本 I	194
11	74, 101	2	エノキ	ニレ科		木本 I	80
12	14~20	7	カイヅカイブキ	マツ科		図鑑5	643
13	60, 98	2	カキノキ	カキノキ科	葉 クラフト	木本 II	165
14	32, 40~43, 62~64, 67, 117	10	カツラ	カツラ科	葉 (におい)	木本 I	128
15	26	1	カリン	バラ科	実	木本 I	224
16	61, 80	2	キササゲ	ノウゼンカズラ科	実	木本 II	222
17	128	1	キンモクセイ	モクセイ科	花 (におい)	木本 II	181
18	56, 57, 59	3	クロマツ	マツ科	実 クラフト	木本 I	71
19	105	1	ケヤキ	ニレ科		木本 I	82
20	94	1	コナラ	ブナ科	実 クラフト	木本 I	71
21	132	1	ザクロ	ザクロ科	実 (食) ◀ (樹皮) †	図鑑4	623
22	125, 126	2	サザンカ	ツバキ科	花 実 クラフト	木本 I	140
23	92, 96	2	サンゴジュ	スイカズラ科	実	木本 II	228
24	48, 49, 103	3	シダレザクラ	バラ科	花	木本 I	194
25	2, 6, 66, 71~73, 75, 77, 79, 84, 99, 116	12	シュロ	ヤシ科		木本 II	263
26	146	1	スイカズラ	スイカズラ科	花 (におい)	図鑑5	398
27	121	1	スノキ属の一種 (ブルーベリー)	ツツジ科	実 (食)	木本 II	153
28	145	1	セイヨウアジサイ	ユキノシタ科	花 ◀ (全体)	木本 I	169
29	144	1	セイヨウキツタ	ウコギ科		図鑑4	694
30	143	1	ソテツ	ソテツ科	◀ (全体)	木本 I	3
31	50, 133~142	11	ツツジ属	ツツジ科	花 クラフト ◀ (みつ)	木本 II	127
32	47, 76	2	ドイツトウヒ	マツ科	実	図鑑5	606
33	23, 24	2	トウヒ属の一種	マツ科	実	木本 I	11
34	85	1	ナツグミ	グミ科	花 実 (食) †	木本 II	85
35	83	1	ナンテン	メギ科	実 ◀ (全体)	木本 I	130
36	12, 54, 55, 65, 78, 115, 118	7	ネズミモチ	モクセイ科	葉	木本 II	181
37	27~31, 35~39, 44~46, 68~70	17	ヒノキ	ヒノキ科	葉 (におい)	木本 I	19
38	93	1	ヒバ	ヒノキ科		木本 I	20
39	22, 33, 34	3	ヒマラヤシーダー	マツ科	実	図鑑5	570
40	122	1	ビワ	バラ科	実 (食)	木本 I	220
41	130	1	ボケ	バラ科	花 実 †	木本 I	224
42	147	1	マサキ	ニシキギ科		木本 II	35
43	25	1	ミカイドウ	バラ科	実	木本 I	225
44	110~114, 119	5	ミツマタ	ジンチョウゲ科	花 ◀ (全体)	木本 II	76
45	1	1	ヤツデ	ウコギ科	葉	木本 II	115
46	13	1	ヤブツバキ	ツバキ科	花 実 クラフト	木本 I	139
47	81, 82	2	ヤマハギ	マメ科	花	草本 II	205
48	97, 104	2	ヤマブキ	バラ科	花	木本 I	198

\* 表中の記号の意味は以下のとおり: [花]=花が観賞・遊びに適す((におい)とあるのは香りのよい花), [葉]=葉が遊びに適す((におい)とあるのは香りのよい葉), [実]=実が観賞・遊びに適す((食)とあるのは食用になる実), [クラフト]=クラフトに適す, ◀=毒・かぶれの成分を含む(丸括弧内は成分を含む部位), †=とげがある.

\*\* 種名および科名を準拠した図鑑名は, 木本 I = 『日本の野生植物 木本 I』, 木本 II = 『日本の野生植物 木本 II』, 草本 II = 『日本の野生植物 草本 II』, 図鑑4 = 『山溪ハンディ図鑑4 樹に咲く花 離弁花2』, 図鑑5 = 『山溪ハンディ図鑑5 樹に咲く花 合弁花・単子葉・裸子植物』(各図鑑の著者・発行年等の詳細については, 本文末の引用文献の一覧を参照).

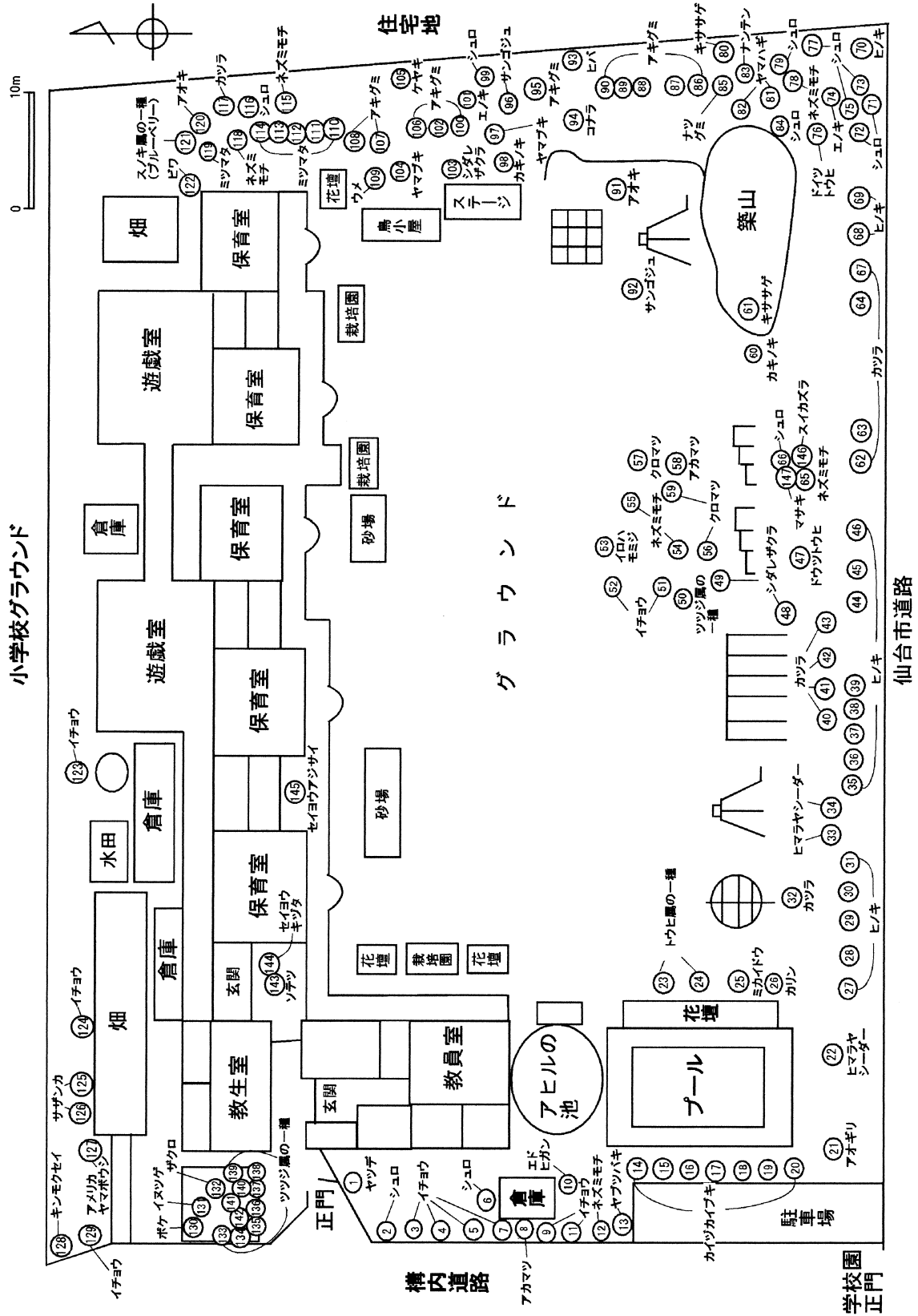


図3. 宮城教育大学附属幼稚園内の樹木位置図。丸印が樹木位置を表し、丸印内の数字は表1の「調査番号」欄に示されている番号と対応する。

うか?」、そんな心弾む会話が続いた。

「先生、木が名札を付けてるよ! ぼくと同じだ!」  
……翌朝、幼児らが木のそばに集まって、はしゃいでいた。近づいてみると、やっと字が読めるようになったばかりの幼児らが、一生懸命に名札を読んでいる。「か・り・ん。かりんって書いてあるよ。」「かりんって何?」「これはね、この木の名前だよ。」「へえ、名札付けているんだね。幼稚園だから、ぼくたちと同じだ!」「こっちはねえ、み・か・い……、先生、‘と’に‘てんてん’つくって何て読むの?」「‘ど’だよ。」「み・か・い・ど・う。みかいどうだ!」……こうなると、付いている名札すべてを読まない気が済まない。「あっ、これもいちようだ。さっきも同じのあったよ。いちよう組と同じだね!」「でも、まつもいっぱいあったよ。」……こうした幼児同士のやり取りが聞かれた。

春たけなわの季節が巡ってきた頃、足元のさくらの花びらを拾い集めては、頭上を眺める幼児がいた。「これは何の花?」という疑問をもち、木の幹を見ると「さくら」という名前がついている。「そうか、これはさくらか!」と、分かったことがうれしくなる。初夏には、「先生、これ落ちていたの。」と、握った手を広げて梅の実を見せてくれた幼児がいた。「何の実だろうね?」「これはうめだよ。だって木にうめって書いてあったし、同じ実がいっぱい木になっていたよ。」と、得意げに話してくれた。……樹木名が記されたプレートは、学術的な意義・目的をもって掲示されることが普通であるが、幼児らは自らの生活習慣と対応させて、

それを‘自己紹介のために、樹木が一斉にかざした名札’として受け止め、自分と生活空間を共有する仲間として樹木を認識し、交流を深めるに至ったといえる(図5)。

### 3) 今後の展望

園内に生育する樹木の戸籍簿が作られ、一つ一つの樹木に名札を取り付けたことで、保育環境の質が高まったことを、幼児の日々の姿から感じ取ることができる。教員の興味・関心も高まり、さらに発展的な自然認知活動や多彩な保育内容と結びついた総合的な活動が期待できる状況も生まれてきている。構想中ではあるが、今後の活動事例を少し紹介したい。

①幼児が参加しての戸籍簿情報の充実: 今回作成された戸籍簿は種名リストに過ぎず、新たな活動を進める際の基礎資料としては、まだまだ情報が不足している。個々の樹木について、例えば(1)樹種の特徴(常緑性か落葉性か、高木か低木か、芽吹きや紅葉の時期、開花や結実の時期、花や果実のつくりなど)、(2)管理上の留意点(幼児の安全と良好な生育にとって必要となる剪定、施肥、日照の確保など)、(3)成長量(幹の直径成長や樹高成長、枝の伸長など)、(4)植樹の由来と意図(いつ、誰が、どんな理由で植栽したのか)、といった内容を蓄積してゆくことで戸籍簿が充実するに違いない。

その際、文献や専門家を通じて情報を収集することも必要であるが、項目によっては幼児とともに観察や測定を行って、絵や写真、標本、図表などを季



図4. 名札を付けた樹木。



図5. 金色のシャワーだね!

節・歳月を越えてファイリングしてゆければすばらしい。幼児が発明した遊びやクラフトを記録することも楽しい。

②栽培作物や草本とのかかわりを深める：園舎の北側にある農園では、イネやジャガイモ、サツマイモ、ダイコンなどの作物が毎年栽培されている。天候に気配りしながらの作物管理は、樹木の四季の営みとも密接に関連づけられる。農園の周囲に生育し、幼児が摘んで‘ままごと’に使ったり、自宅へお土産にしている小さな草花も取り込みながら、保育園全体を視野に入れた保育環境の再構成が考えられる。

## 引用文献

宮城教育大学附属幼稚園（編）. 1998. ふようしぜんマップ・ふよう遊びまっぷ. 『一人一人の育つ力を支える保育をめざして』. 宮城教育大学附属幼稚園

研究紀要, 42: 66-69.

宮城教育大学附属幼稚園（編）. 2002. 幼稚園要覧お日さまいっぱい 平成14年度. 12pp.

佐竹義輔・原寛・亙理俊次・富成忠夫（編）. 1989a. 日本の野生植物 木本Ⅰ. 321pp. 平凡社.

佐竹義輔・原寛・亙理俊次・富成忠夫（編）. 1989b. 日本の野生植物 木本Ⅱ. 305pp. 平凡社.

佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亙理俊次・富成忠夫（編）. 1982. 日本の野生植物 草本Ⅱ. 318pp. 平凡社.

高橋秀男・勝山輝男（監修）. 2000. 山溪ハンディ図鑑4 樹に咲く花 離弁花2. 719pp. 山と溪谷社.

高橋秀男・勝山輝男（監修）. 2001. 山溪ハンディ図鑑5 樹に咲く花 合弁花・単子葉・裸子植物. 719pp. 山と溪谷社.



# 学校緑化に対する環境教育からのアプローチ： 仙台市立岩切小学校における事例を通して

長島康雄\*・山田和徳\*\*・平吹喜彦\*\*\*

## Efficacy of the Environmental Educational Approach in Tree Planting: A Case Study of Sendai Iwakiri Elementary School

Yasuo NAGASHIMA, Kazunori YAMADA and Yoshihiko HIRABUKI

**要旨** 筆者らは仙台市立岩切小学校の移転に伴う緑化計画を立案する必要性から、学校緑化の意味を環境教育の視点から検討する機会を得た。まず、学校緑化が環境教育上果たすべき役割を明らかにし、現状の問題点を指摘した。次に、仙台市の景観区分基本図から岩切小学校が置かれた自然環境に合致する郷土樹種を選抜するとともに、教職員に対するアンケートから教育内容に準拠した緑化樹種を抽出した。その上で種苗の入手可能性や予算も考慮しながら、環境教育の視点を導入した岩切小学校独自の学校緑化モデルを提示した。

**キーワード**： 学校緑化、ビオトープ、学校教材園の一律化現象、自然景観分析、郷土種

### 1. はじめに

これまで、学校緑化が環境教育上の課題として議論されることは稀であった。それは学校緑化が教育的な観点ではなく、土木工学的な発想で進められてきたからである。学校施設の美観を整えることが目的であったと言ってもよいであろう。したがって緑化を進める上で重要な樹種選定についても、教育的な観点からではなく、見た目の美しさや維持・管理の容易さが重視されてきたのである。

しかし、環境教育の観点から校庭の樹木調べなどが小学校で行われるようになって、こうした土木工学的な発想が新たな問題点となって浮上してきたのである。児童が生活している地域に本来存在し得ない樹木が校庭に植栽されているため、児童はそれを地域に自生する身近な樹木として認識してしまうという状況が生み出されている。学校における教育活動が誤った自然環境観を育ててしまいかねないのである。

筆者らは学校緑化を、美観を整えるために植物を植栽することではなく、教育を支える‘みどり’、すなわち‘動植物が生活し、児童がかかわり合える植物が主

体となった空間’を育成することであると考えている。今回、仙台市宮城野区役所建設部建設課公園係のご理解が得られたので、環境教育の視点を重視して、学区・地域の自然環境をふまえた学校緑化に取り組んだ仙台市立岩切小学校の事例が実現した。その成果を報告したい。

本稿をまとめるにあたり、仙台市立岩切小学校長の清水眞哉先生には、学校教育の視点から貴重なご助言をいただいた。また、仙台市宮城野区役所建設部建設課公園係の太田成一氏、志賀みゆき氏には、学校緑化の意味を考える貴重な機会を与えて下さり、また大変示唆に富むご助言をいただいた。厚く御礼申し上げます。

### 2. 環境教育と学校緑化

#### 1) 環境教育の観点からみた学校緑化のあり方

議論の方向性を見失うことのないように、環境教育の定義をまず明確にしておきたい。筆者らが立脚するのは、山田ほか(1983)による「環境教育とは環境と人間との永続的付き合いを可能とするための実践や教育活動、訓練の総称」という定義である。あくまでも

\*仙台市天文台、\*\*仙台市立岩切小学校、\*\*\*宮城教育大学理科教育講座

環境教育の主体は人間にあるという視点と、環境教育のたどり着く先に永続的付き合いを掲げるという立場である。もちろん、ここで言う「環境」には、大気や水、大地といった無機的要素に限らず、多様な生物すべてが含まれる。環境教育は、短期的にその場をどう切り抜けるかという発想ではなく、遠い将来の地球環境を視野に入れた発想の下で展開されなければならない。

例えば、学校緑化コンクールの対象となった活動の多くは、プランターや花壇を舞台にした環境美化活動となっている。筆者らは、上述した環境教育の視点を重視して、学校緑化を「環境と永続的に付き合い続けるための関係づくりを学び始める『みどり』を創出する行為」ととらえて、議論を展開していきたい。ヒントにしたのは、中村（1998）による児童の環境認識のプロセス論である。中村（1998）は環境認識を2段階に分けて整理している。第1段階は五感を中心とした感性に基づく環境認識であり、第2段階は思考を中心とした理性に基づく環境認識である。学校施設は両段階に影響を及ぼす環境認識の重要な舞台である。図1は、筆者らのこうした考え方を概念図として示したものである。

登下校や休憩時間に児童は元気に校庭を走り回るが、その過程で意識して、あるいは無意識のうちに自分を取り巻く環境を認識している。これが、自己の自然観・環境観形成の根幹にかかわる児童の自然のとらえ方である。教室の窓から校庭を見ることもあるであ

ろう。それによって季節の変化を感じ取ることもあるかもしれない。その過程においても、校内に創出された『みどり』は重要な役割を果たすに違いない。もしそこに指導者によって巧妙に組み立てられた環境教育的な学習プログラムが提示されたとしたら、児童の環境に対する認識は驚くほど深まることになるだろう。この段階においても、校内に生育する植物が教材として活用されるようであれば、教育的な効果が高まることは想像に難くない。教科書の挿絵やインターネットから得られる小さな画像よりも、自分の感性と知性を総動員して直接に触れる植物そのものの方が、強い説得力を発揮するであろう。

こうした意味で、学校緑化の視点を、土木工学的な発想に基づく美観を重視したものから、環境教育的なアプローチを具体化できるような『みどり』の創出へと切り替えていく必要がある。

次に、学校緑化とかかわりの深い話題を2つ取り上げる。1つは地域の自然と連続性が希薄な『みどり』を、そしてもう1つは地域の生物多様性を軽視した『みどり』を、それぞれ教材とすることの危険性についてである。

## 2) 学校緑化と流行語としてのビオトープ

環境教育の分野で、流行語の1つにもなっている「ビオトープ」という言葉も、注意深く使わなければ、土木工学的な対象に甘じてしまう危険性をもっている。

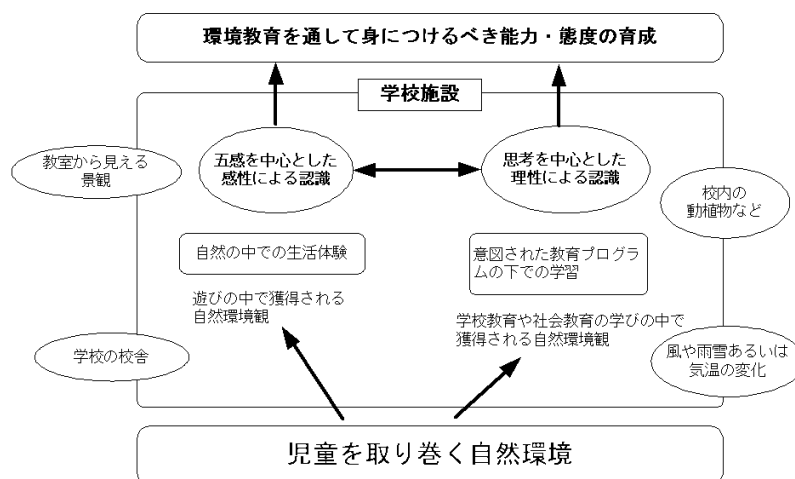


図1. 学校施設を環境教育の視点からとらえる際の基本的考え方. 中村（1998）を参照して描いた概念図.



一度壊してしまった自然は、すぐにはあるいは永久に取り戻せないという事実に着目しなければならないということである。この視点が欠落すると、せっかくの活動が誤った自然観・環境観を生み出す結果となりかねない(長島・平吹, 2002)。武内・横張(1993)が指摘しているように、もともとビオトープとは「地域全体の生態的安定性を確保する上で不可欠な、相互に関連づけられている空間単位」という概念をもっている。つまりビオトープ型教材を作成するにあたっては、「景観」という空間スケールを意識した上で、少なくとも地域に残された自然、あるいは近隣のビオトープとのつながりを十分意識する必要があるのである。例えば、地域あるいは児童に馴染みの薄い生き物が持ち込まれた、閉鎖的で短命な自然的空間は、ビオトープ型教材がめざすものとは大きく異なる。そうした箱庭を創出させる活動はまた、児童に「生き物が息する環境は、容易に再現し得るのだ。」という誤った見解を植え付けかねないのである。

露崎(2004)も植物生態学の立場から、離れた地域に生育する生物を持ち込むことや、ホテルなどシンボリックな生物の保護増殖にのみ偏ったビオトープが存在することに危惧を表明し、孤立化・分断化しないようにビオトープ間のつながりを重視しなければならないことを指摘している。周囲から切り離された箱庭ではなく、周囲とつながった本当の意味でのビオトープが計画当初から検討されていかねばならないのである。

### 3) 学校教材園の一律化現象

長島・黒澤(2000)は、教材として校内に植栽される樹種について、「学校教材園のコンビニ化現象」という呼称で問題を提起した。「コンビニ化」とは「コンビニエンス化」を短縮したもので、「利便性を向上すべく、一律化が強調される」という意味である。例えば、私たちの身近にあるコンビニエンスストアは、日本国内いつでも、どこでも同じ値段で、同じ商品を受け取ることのできる優れた仕組みをもっている。地域性をできるだけ抑え、日本国内一律のサービス提供を約束しているのである。各地の学校教材園では、本来求められるべき役割のうち、標準化や簡便性が過度に追い求められてはいないだろうか？

筆者らが特に問題と考えているのは、生物本来の分布状態を無視した植栽が安直に実施されているという点である。日本は南北に長い弧状列島で、北海道と沖縄ではもともと気候が大きく異なる。さらに脊梁山脈の存在が、太平洋側と日本海側に季節風や降水、降雪の違いをもたらし、自然環境を一層複雑なものとしている。こうした環境の違いが多様性に富んだ、豊かな‘地域の自然’を育んできたのである。しかし、校内に植栽されている植物、特に樹木の現状をみると、多様性に乏しく、多数の移入種を含むものになっている。

確かに学校教材園の姿を標準化させれば、効率がよく、便利ではある。ある一カ所で優れた教材を開発し、それを全国に適用していけるからである。しかし、児童の環境認識にかかわる教育効果を考えるならば、教員が自らの生活域を研究対象として、その地域に合致した学校教材園を創出していくことの意義は大きいだろう。

## 3. 方法論としての環境教育的な学校緑化の設計プロセス

### 1) 地域性をふまえた植栽推奨樹種

前章では、学校緑化にかかわる2つの話題を取り上げた。これらの課題を解決するためには、植生学的な知見を導入することが有効である。本節では特に、地域自然とのかかわりをふまえた樹種選定を実施するために、代償植生と潜在自然植生概念を整理する(山田ほか, 1983; 宮脇, 1977)。

代償植生とは、その土地にもともと存在していた原生的な植生(原植生)が失われ、その代償として成立した二次的植生を指している。例えば、何らかの人為的干渉が及んだ植物群落が該当し、身の回りにあるコナラ林などの半自然林、スギ植林やアカマツ植林などの人工林、畑の雑草群落などはみな代償植生に含まれる。これら代償植生は一般に不安定で、その状態を生み出している要因が取り除かれると、別の植物群落へと遷移する。

潜在自然植生は、英語で *potential natural vegetation* と表記される。つまり、代償植生を存続させている要因がまったく取り除かれた時、その土地が支え得る植生の最終的な姿のことである。例えば、

宮城県の丘陵地のほとんどは、現在、上述したようなさまざまな代償植物群落によって覆われているが、一切の人為的干渉を止め、現在の環境の下で長い時間が経過すると仮定した時、その多くはモミ林（中間温帯林、温帯混交林；詳細については後述）に遷移すると考えられている。なお、潜在自然植生と原植生は一致することが多い。

筆者らは、学校緑化を進める際の基本的方針として、代償植生から潜在自然植生へと、児童が無理なくイメージを拡張していけるような樹種選定と配置が、何より望ましいと考えている。この時系列に沿った‘みどり’の推移の中に、環境と人間のかかわりあいの歴史や永続的付き合いを可能にするヒントが、いくつも隠されているからである。

## 2) 学校教育における学習内容ふまえた植栽推奨樹種

現行の小学校学習指導要領に沿って、学校緑化に関連する事項を整理する。直接的な教材として活用が考えられるのは、低学年で扱われる生活科と中・高学年で扱われる理科である。間接的な教材として活用が考えられ教科としては、これら2教科以外のすべてが該当する。生活科、理科については地域性という括りでの樹種選定が、それ以外の教科については日本文化の理解という括りでの樹種選定が重視される。

### a. 生活科の場合

生活科の目標を学習指導要領から抜き出すと、「具体的な活動や体験を通して、自分と身近な人々、社会及び自然とのかかわりに関心を持ち、自分自身や自分の生活について考えさせるとともに、その過程において生活上必要な習慣や技能を身に付けさせ、自立への基礎を養う。」とされている。

学校緑化とのかかわりで考えると「具体的な活動や体験」、「自然とのかかわり」という2点が重要であろう。目の前にある生き物・現象に触れ、身近な自然とのかかわりを学んでいくことが生活科の眼目とされているのである。残念ながら現在の学校教育の中で、郊外の豊かな自然に触れさせることは容易なことではない。学校行事としての遠足や野外活動など、特別な場合に限定されてしまうことが一般的である。したがって校内に存在する樹木や草本は、その植物に集まる昆

虫や野鳥なども含めて、重要な教材となり得るのである。その意味で、よく吟味された‘みどり’が校内に用意されることの意義は大きい。

### b. 理科の場合

学習指導要領では、理科の目標を次のように記述している：「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。」自然に親しむためにも、また観察や実験を行うにあたって、校内に素材が日常的に、季節を追って用意されている状態は、教育活動を充実させるための大切な基盤といえる。特に小学4・5年の学習と校内の‘みどり’は、強いかわりをもっている。

小学4年では、身近に見られる動物の活動や植物の成長を、季節と関係付けながら調べたり、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を行う。そして、生物を愛護する態度を育てることと、動物の活動や植物の成長と環境とのかかわりについて、見方や考え方を養うことが学習内容の柱となっている。

また小学5年では、植物の発芽から結実までの過程、動物の発生や成長などを扱う。その際、個々の現象にかかわる条件に目を向けながら調べる活動と、見いだした問題を計画的に追究する活動を通して、生命を尊重する態度を育て、生命の連続性について見方や考え方を養うことが学習内容の柱となっている。

どちらの場合も、身近な場所に地域の自然に根ざした樹木（郷土樹種）が生育している状態が望ましいことは言うまでもない。

### c. 他教科の場合

生活科、理科以外の教科においては、直接的なかわりはないものの、校内の‘みどり’は次のような教育的役割を果たし得るのではないだろうか。

国語科では、作品に登場する植物が校内に生育していた場合、実物に直接触れることで文字や情報から受けたイメージが刺激され、より深い理解や感動につながるだろう。音楽科では、教材として使われる「モミジ」を合唱する前に、校内のカエデ科植物の観察を行い、情感を膨らませるといった教育効果が期待できる。図画工作の写生・工作の素材としても、植栽される植

物は入念に検討されるべきであろう。社会科では、3・4年生で地域学習を行うことになっている。児童が自分の生活する地域を取材・調査する活動を通して、地域の社会的事象を学ぶことになるが、その基盤としての自然を理解する上で、校内の‘みどり’は有用である。

### 3) 環境教育の視点を加味した学校緑化の進め方

‘みどり’の創出が自然環境の復元と完全に一致しない理由は、前者が潜在自然植生の再現だけを目的としたものでない点にある。学校という教育活動の場では、植栽樹種の選定にも教育活動との整合性が求められ、各教科からの要請にも応えていかなければならないのである。環境教育と他教科の間で、折り合いをつけていくことが求められ、それを具体化できなければ学校緑化、学校教材園の現状を改善していくことはできない。図2に、その考え方を整理した。

筆者らは今回、植生学的な視点と教科学習の視点を組み合わせることで、こうした課題を解決することにした。植生学的なアプローチとして、自然景観分析から地域植生の枠組みを決め、また教科学習からのアプローチとして、小学校に勤務する教職員に対するアンケートを基本に据えて、植栽を希望する樹種の枠組みを決める。前者から地域の自然を代表する樹種が、後者から教育に必要な全国共通の樹種が把握されることになる。

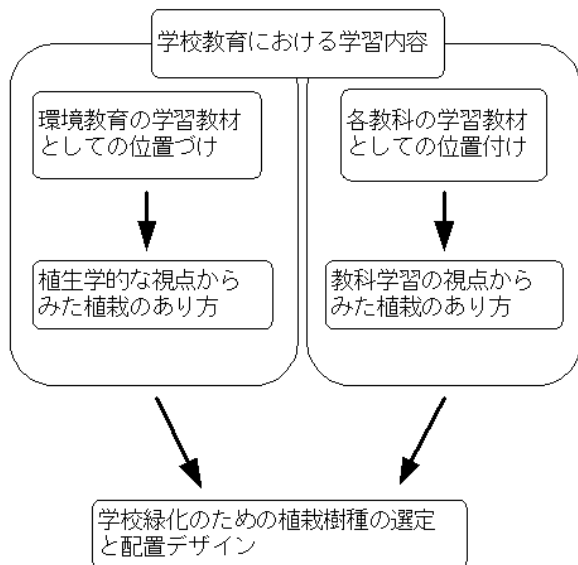


図2. 環境教育の視点を加味した学校緑化の考え方。

## 4. 仙台市立岩切小学校の緑化にかかわる事例研究

### 1) 樹種選定プロセス

今回、初めての事例研究となった仙台市立岩切小学校の緑化にかかわるタイムテーブルを、図3に示す。予算年度という時間的制約があるため、必ずしも十分な検討時間が確保されたとは言えないが、担当者間で可能な限り意見交換を行い、より良いものを目指してきた。

5月、宮城野区役所建設部建設課公園係（以下、公園係と略記）から岩切小学校に連絡があり、学校の意向を十分に反映させた緑化を検討してみたいとの方針が伝えられた。これを受けて児童にとってより良い学校緑化を実現したいと考えていた岩切小学校の山田は、仙台自然史研究会の長島と平吹に協力を要請した。これが今回3者が出会うことになった経緯である。

厳密な区分はできないが、一応の役割分担を次のように設定した。岩切小学校は教科学習の内容をふまえた意見を出し、仙台自然史研究会は自然景観分析に基づく望ましい植栽樹種を提案する。これをまとめる形で公園係が、学校全体を‘みどり’で覆うという方針の下、樹苗の有無や予算枠に基づく現実的な調達可能性を検討して、樹種の選定と植栽の配置にかかわる施工計画をまとめる、という展開である。

### 2) 地域を代表する樹種の選定

筆者らは今回、自然景観という視点から地域性をとらえる立場をとり、まずそのために景観区分基本図（図4）を作成して、当面の検討に供した。景観区分基本図の作成に当たっては伽羅社製GISソフト・gaiaを用い、カラー航空写真（2003年撮影）、数値地図2万5千分の1地形図（2001年発行版）、および現地踏査のデータを活用した。図4では、1メッシュの一辺が1kmで、岩切小学校の学区を太線で囲んである。この景観区分基本図と植生学的な知見に基づいて、岩切小学校の学区内における潜在自然植生のあらましを、「学区内の丘陵地に相当する場所ではモミ林（中間温帯林、温帯混交林）が、平野ではハンノキ林やケヤキ林が優勢となるだろう。」と推定した。なお、植生学的な知見としては、岩切小学校に程近い県民の森

緑地環境保全地域と加瀬沼緑地環境保全地域で実施された学術調査の結果（県民の森緑地環境保全地域学術調査委員会，1993；加瀬沼緑地環境保全地域学術調査委員会，2001）を最重視しつつ、吉岡（1952）、菅原（1978）、平吹（1990，1991，1997）、菊地ほか（1999，2000，2001）、仙台市史編さん委員会（1994）などを参照した。

モミ林は、仙台平野に隣接する丘陵地を代表する極相林で、高木層ではイヌブナやイヌシデ、アカシデ、ケヤキ、クリ、コナラなどの落葉広葉樹をはじめ、アカマツやカヤといった常緑針葉樹がモミと混生し、発達した群落では高さが25 mに達することもある。林内にはシラキやアオハダ、ハウチワカエデ、ヤブムラサキ、イヌツゲ、アオキなどが顕著で、シロダモやア

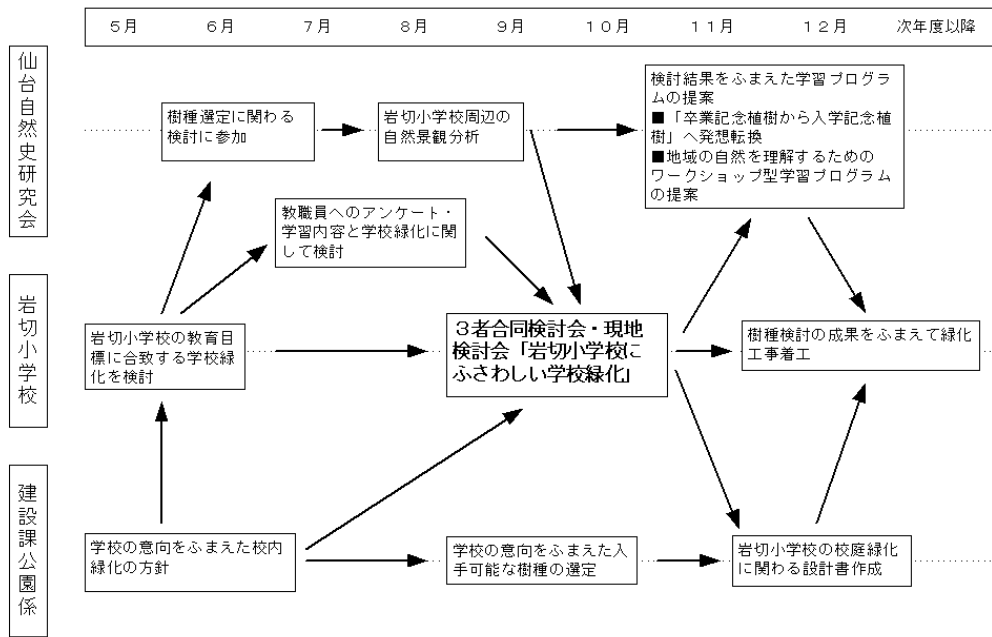


図3. 仙台市立岩切小学校における学校緑化樹種の選定にかかわるタイムテーブル.

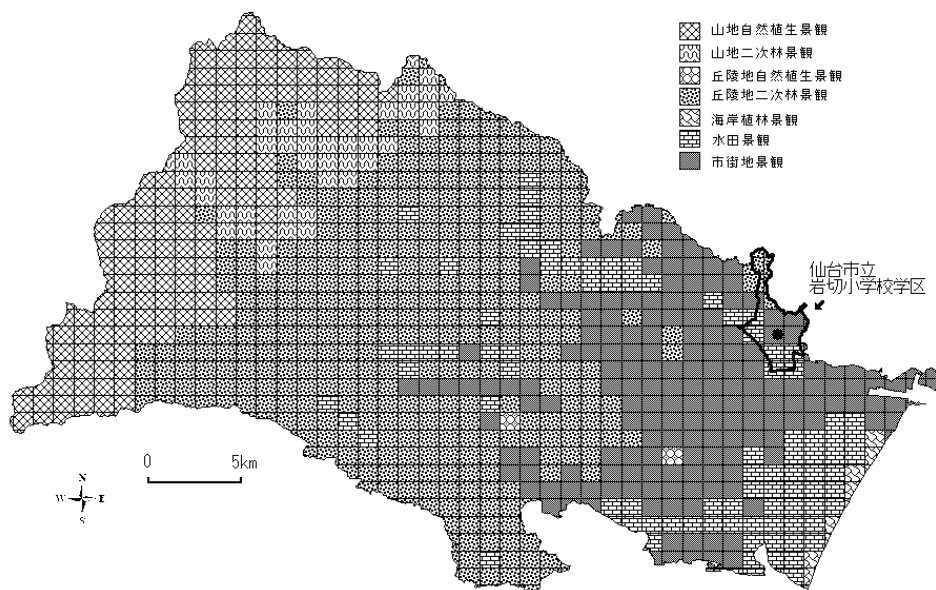


図4. 仙台市を対象とした学校緑化のための景観区分基本図. 事例研究を行った仙台市立岩切小学校の学区を太線で示した.

カガシ、ウラジロガシといった暖地性の常緑広葉樹が加わることもある。ハンノキ林は地盤が低く、地表水が停滞するような土地に、ケヤキ林は礫質で通気性がよく、やや湿った土地に成立する。これらの森が本来分布していた平野や山裾は、古くから人間によって開発され、原生的な森を見ることは難しい。わずかに屋敷林（いぐね）や休耕田、湖畔などで、その面影を認めることができる。

以上の検討をふまえて選定した植栽推奨樹種を、表1に示す。選定にあたっては、さらに仙台市環境局環境部環境計画課（1998）や長島・黒澤（2000）の見解を参照した。また、岩切小学校は水田に隣接するものの、学校自体は造成地に立脚していることから、今回は主に丘陵地に生育する樹種を選定することとした。ハンノキ林やケヤキ林の構成種については、地下水位の高い水田隣接地などに植栽可能ではあったが、今後の選択肢の1つとした。

### 3) 教職員に対するアンケートに基づく樹種の選定

学校緑化に教科学習の視点を導入するために、教職員に対してアンケートを行った。その結果を整理したものが表2であり、ここから次のような特徴が把握できる。1つは、地域性からかけ離れた園芸種や果樹が圧倒的に多いということである。生活科を担当したこ

表1. 自然景観分析に基づく植栽推奨樹種。表中の○が実際に植栽される。

生育型	和名	学名	植栽
高木性樹種	モミ	<i>Abies firma</i>	○
	ウリハダカエデ	<i>Acer rafinerve</i>	○
	アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i>	
	イヌシデ	<i>Carpinus ischonoskii</i>	
	クリ	<i>Castanea crenata</i>	○
	ホオノキ	<i>Magnolia obovata</i>	○
	アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>	○
	ウワミズザクラ	<i>Prunus grayana</i>	○
	ヤマザクラ	<i>Prunus jamasakura</i>	○
	カスミザクラ	<i>Prunus verecunda</i>	○
	アカガシ	<i>Quercus acuta</i>	
	コナラ	<i>Quercus serrata</i>	○
	ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i>	○
亜高木・低木性樹種	コシアブラ	<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	
	ハウチワカエデ	<i>Acer japonicum</i>	
	コハチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i>	
	アオキ	<i>Aucuba japonica</i>	○
	リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>	
	ツノハシバミ	<i>Corylus sieboldiana</i>	○
	マンサク	<i>Hamamelis japonica</i>	
	ウメモドキ	<i>Ilex serrata</i>	○
	オオバクロモジ	<i>Lindera umbellata</i> var. <i>membranacea</i>	○
	ネジキ	<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>	
	シロダモ	<i>Neolitsea sericea</i>	○
	ヤマツツジ	<i>Rhododendron kaempferi</i>	○
	シラキ	<i>Saprium japonicum</i>	
	エゴノキ	<i>Syrax japonica</i>	
	サワフタギ	<i>Symplocos chinensis</i> var. <i>leucocarpa</i> f. <i>pilosa</i>	
	ナツハゼ	<i>Vaccinium oldhamii</i>	○
	ガマズミ	<i>Viburnum dilatatum</i>	○

とのある教員は、教育上効果があるということで、ナッツや果物が採る樹木を希望した。音楽科に着目する教員からは、教材の歌詞に登場する樹木を求められた。

もう1つは、日本文化の根底にある樹木を各教員が共通して選んだという点である。例えばサクラ類やイチョウのように、いわゆる常識として知っておいて欲しい樹木である。また、ムラサキシキブやサザンカ、レンギョウ、ナンテンといった低木種の比率が高かったことも特徴といえるであろう。

### 4) 環境教育の視点を加味した学校緑化

3者の意見交換を経て、最終的に決まった植栽場所の配置が図5である。これら立案された緑化計画とその実施は、岩切小学校の学校緑化に対して基本的な方向づけを与えることは間違いがないが、しかし一方で、児童・教職員・父母によって今後実施されるであろう緑化活動を視野に入れて、‘みどり’の質の向上を可能にする自由度を設計段階から意識している点で、ユニークな特長といえる。例えば、次年度以降の児童緑化委員会の活動を中心に据えて、いわばワークショップ形式で追加すべき植物や、維持・管理の方法につい

表2. 教職員アンケートに基づく植栽推奨樹種。表中の○が実際に植栽される。

生育型	和名	学名	植栽
高木性樹種	クリ	<i>Castanea crenata</i>	○
	ヒマヤスギ	<i>Cedrus deodara</i>	○
	ヒノキ	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	○
	サワラ	<i>Chamaecyparis pisifera</i>	○
	スギ	<i>Cryptomeria japonica</i>	○
	イチョウ	<i>Ginkgo biloba</i>	○
	メタセコイア	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	
	スズカケノキ	<i>Platanus orientalis</i>	
	ポプラ	<i>Populus nigra</i> var. <i>italica</i>	○
	ソメイヨシノ	<i>Prunus x yedoensis</i>	○
	コナラ	<i>Quercus serrata</i>	○
	フジ	<i>Wisteria floribunda</i>	
亜高木・低木性樹種	ネムノキ	<i>Albizia julibrissin</i>	
	ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	○
	サザンカ	<i>Camellia sasanqua</i>	○
	ボケ	<i>Chaenomeles spectiosa</i>	
	サンシュユ	<i>Cornus officinalis</i>	○
	カキノキ	<i>Diospyros kaki</i>	
	ニシキギ	<i>Euonymus alatus</i>	
	レンギョウ	<i>Forsythia suspensa</i>	○
	アジサイ	<i>Hydrangea macrophylla</i>	
	ハクモクレン	<i>Magnolia denudata</i>	○
	コブシ	<i>Magnolia kobus</i>	
	モクレン	<i>Magnolia liliflora</i>	
	ヒイラギナンテン	<i>Mahonia japonica</i>	○
	ナンテン	<i>Nandina domestica</i>	
	キンモクセイ	<i>Osmanthus aurantiacus</i>	
	ザクロ	<i>Punica granatum</i>	○
	アズ	<i>Prunus ansu</i>	
	ウメ	<i>Prunus mume</i>	
	モモ	<i>Prunus persica</i>	
	ナシ	<i>Pyrus pyrifolia</i> var. <i>culta</i>	
	ヤマツツジ	<i>Rhododendron kaempferi</i>	
	コデマリ	<i>Spiraea cantoniensis</i>	

て、学校・地域社会から広くアイデアを募り、‘みどり’づくりに取り込んでいくことができるだろう。そして、こうした活動は単に学校緑化、あるいは環境教育の領域にとどまらない大きな教育効果、地域効果へと結びついてゆく可能性を秘めている。

また、植栽場所の配置(図5)と各所への植栽樹種に関しては、ゾーン1～3ならびに5に教科学習にかかわる樹種選定の考え方が盛り込まれ、ゾーン4に地域の自然を取り込む配慮がなされた。

ゾーン1には、日本文化を理解するという意味で各種のサクラ類が植栽される。学校の正門に位置するゾーン2では、教室の採光にも配慮した上で、アカマツやナンテン、ツバキ類といった常緑樹を主体とした緑化がなされる。ゾーン3には、校木のイチョウが植栽される。移設前の校庭にあったイチョウから分枝した苗木が用いられる。ゾーン5にはツバキ類、サルスベリなどが植栽される。

ゾーン4が今回の緑化の眼目である。学校に程近い県民の森や加瀬沼の緑地を特徴づけるコナラやクリ、ホオノキ、カスミザクラ、ウワミズザクラなどの高木、アオキやナツハゼなどの低木が植栽されることになっている。

## 5. まとめ

市街化が進む仙台市においても、学校に近接する雑木林を日々の教育に活用している事例は柞江小学校、折立小学校、寺岡小学校、高森中学校(いずれも仙台

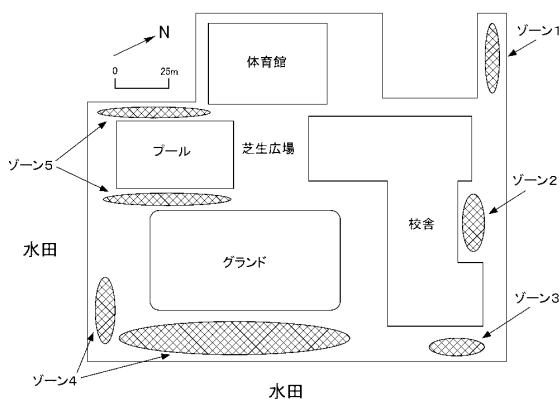


図5. 仙台市立岩切小学校における植栽場所の配置. 各ゾーンに求められる機能性や主な植栽樹種については本文を参照.

市立)などいくつかあり、環境教育上の貴重な取り組みとなっている。本稿では、造成されたばかりの学校敷地で緑化を進める場合、何が求められ、何が実現できるのか、そして企画から実施に至る工程でどのような手続きが必要となるのか、仙台市立岩切小学校における実践に基づいて議論した。学校緑化を環境教育の視点からとらえる際、地域の自然と触れ合い、それを調べ、学ぶプロセスの入り口として、校内に生み出される‘みどり’の役割は特に重要といえるだろう。

岩切小学校の事例では、行政担当者、学校教員、地域研究者という立場の異なる3者が集い、お互いの考え方や手法を話し合いながら、理解と整理を図りつつ、緑化計画の骨組みが構築された。平成16年度内と時間が限られていたため、未解決の課題を残しつつも、児童にとって望ましい学校緑化をめざすための新たな視点やプロセスの輪郭が浮かび上がってきたように思われる。今後こうした事例が積み重ねられてゆくことで、学校緑化の意義と進め方がさらに鮮明になり、地域に根ざした教育活動全体にも効果が波及してゆくことが期待できる。

学校緑化は本来、一朝一夕で完了し得るような単純かつ容易な営みではない。地域由来の苗木の調達、植栽木の維持・管理を考えてみただけでも、机上の議論など到底及ばない時間と労力の蓄積が必要とされる。樹木が本来持ち合わせている時間スケールを見通した緑化・教育のしくみを構築していくことが、何より重要であろう。図6に、自然界でみられる遷移(何百年もの時間を費やす森の移り変わり)の再現をイメージした緑化案を示した。例えば、校内にこんな‘みどり’の一面が誕生したならば、児童の自然環境観は現在と随分違ったものになるのではないだろうか。

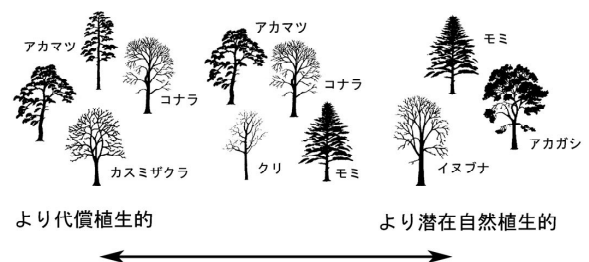


図6. 遷移に伴う樹木構成の変化を映す樹木配置のアイデア.

## 引用文献

- 平吹喜彦, 1990. 森林帯の主要構成常緑樹 11 種の宮城県における分布状況. 「宮城県における地域自然の基礎的研究」(森洋介編). 59-85. 宮城教育大学.
- 平吹喜彦, 1991. 分布北限域に位置する一温帯混交林の構造と木本構成種の生態的特性. 宮城教育大学紀要(第二分冊 自然科学・教育科学), 25: 23-43.
- 平吹喜彦, 1997. 仙台市西部に残る温帯混交林 一似て非なるふたつの森一. 「みやぎの自然」(日本生物教育会宮城大会実行委員会記念誌編集部編), 235-240. 仙台.
- 加瀬沼緑地環境保全地域学術調査委員会(編), 2001. 加瀬沼緑地環境保全地域学術調査報告書. 253pp. 宮城県環境生活部自然保全課. 仙台.
- 県民の森緑地環境保全地域学術調査委員会(編), 1993. 県民の森緑地環境保全地域学術調査報告書. 245pp. 宮城県保健環境部環境保全課. 仙台.
- 菊地 立・阿部貴伸・内藤 崇, 2001. 仙台平野中部におけるイグネの分布(3) 一名取市北東部におけるイグネの分布一. 東北学院大学東北文化研究所紀要, 33: 83-104.
- 菊地 立・佐藤裕子・二瓶由子, 1999. 仙台平野中部におけるイグネの分布(1) 一名取市の一農家におけるイグネの樹木構成一. 東北学院大学東北文化研究所紀要, 31: 130-142.
- 菊地 立・佐藤裕子・二瓶由子, 2000. 仙台平野中部におけるイグネの分布(2) 一名取市若林区におけるイグネの分布一. 東北学院大学東北文化研究所紀要, 32: 115-130.
- 宮脇 昭(編), 1977. 日本の植生. 535pp. 学習研究社. 東京.
- 長島康雄・平吹喜彦, 2002. 景観スケールを重視した環境教育プログラムの開発. 1. 景観スケールの有効性と防潮マツ林を事例とした学習プログラムの開発. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 5. 39-46. 宮城教育大学.
- 長島康雄・黒澤栄志, 2000. 仙台市周辺域の学校教材園の樹種選定に関する考察. 日本理科教育学会東北支部第39回大会, A2. 仙台.
- 中村 攻, 1998. 児童の環境認識. 「ランドスケープデザイン ランドスケープ体系第3巻」(日本造園学会編), 22-32. 技報堂出版. 東京.
- 仙台市環境局環境部環境計画課(編), 1998. ビオトープの復元・創造に向けた対象種の考え方. 「ビオトープ復元・創造ガイドライン」, 46-58. 仙台.
- 仙台市史編さん委員会(編), 1994. 仙台市史 特別編1 自然. 520pp. +資料. 仙台市.
- 菅原亀悦, 1978. 北限地帯モミ林の生態学的研究. 宮城県農業短期大学紀要, 4: 1-68.
- 武内和彦・横張 真, 1993. 農村生態系におけるビオトープの保全・創出. 「農村環境とビオトープ」(農林水産省農業技術研究所編), 5-16. 養賢堂. 東京.
- 露崎史朗, 2004. 群集・景観のパターンと動態. 「植物生態学」(甲山隆司代表), 296-322. 朝倉書店. 東京.
- 山田常雄・前川文夫・江上不二夫・八杉竜一・小関治男・古谷雅樹・日高敏隆(編), 1983. 生物学辞典 第3版. 1404pp. 岩波書店. 東京
- 吉岡邦二, 1952. 東北地方森林の群落学的研究. 第1報. 仙台市付近モミ一イヌブナ林地帯の森林. 植物生態学会報, 1: 165-175.





# 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—

村松 隆\*・早坂智恵\*\*・安達菜央\*\*\*

Quantitative Analysis of Chlorophyll Aimed for the Grasp of Lake's Eutrophication  
- Utilization of Hand-Made Fluorophotometer -

Takashi MURAMATSU, Chie HAYASAKA and Nao ADACHI

**要旨**：水中の植物性プランクトン量を指標するクロロフィルを定量するための蛍光光度計を試作した。クロロフィルの励起光源として紫外発光ダイオードを、クロロフィル蛍光検出器としてフォトトランジスターを用いた。試作した蛍光光度計は、簡単な操作でクロロフィルを精度よく分析でき、湖沼生態系の活動度や富栄養化状態の理解を目的とした環境教育教材に活用できることが確かめられた。

**キーワード**：水質調査 富栄養化 クロロフィル 蛍光光度法

## 1. はじめに

湖沼生態系の活動度や水の富栄養化状態を探るための水質指標として、溶存酸素、pH、生物化学的酸素要求量、窒素態、リン態、クロロフィルなどが知られている。特に、クロロフィルは、水中のらん藻類や緑藻類などに由来することから、学校における水辺の生物調査との関係も深く、環境学習活動にも役立つ水質指標と考えられる。しかし、湖沼や河川などから抽出されるクロロフィル溶液は希薄で、比色分析を行うには多量の試料水から植物性プランクトンを捕集しなければならず能率的でない。一般に、微量なクロロフィルの定量には蛍光法が用いられるが、市販の蛍光分析装置は高価であり、学校の生徒実験に利用できる状況にはなっていない。

蛍光法では、植物性プランクトンから抽出したクロロフィル溶液に光を照射し、クロロフィルから発する赤色蛍光を測定し、蛍光強度からクロロフィル濃度を算出する。吸光光度法に比べて高感度であり精度の高い定量分析が行えるなどの利点がある。クロロフィル蛍光を測定するためには、クロロフィルを励起するための光源として、青色可視領域のできるだけ波長

幅の狭い光を利用するのが一般的である。以前は適当な光源を安価に入手することが困難であったが、最近になって、強い発光特性を有する青色発光ダイオードや紫外発光ダイオードなども安価に入手できるようになった。安価な青色発光ダイオードを用いた化学実験教材も報告されている。<sup>1)</sup>

著者らは、入手可能な発光ダイオードの中で、クロロフィル蛍光が比較的強く現れる紫外発光ダイオード（発光ピーク波長 395nm）を励起光源に用い、また、蛍光波長領域に高い感度をもったフォトトランジスターを検出器に用いて簡易な蛍光光度計を試作した。ここでは、試作した蛍光光度計の性能と、これを用いた環境分析実験への利用について述べる。

## 2. クロロフィル蛍光光度計

### 1) 装置の製作

湖沼の植物性プランクトンに含まれる主要な光合成色素はクロロフィルaとクロロフィルbであるが、クロロフィルbの含有率はクロロフィルaの含有率に比べて低い。いずれの色素も、近紫外領域から青色可視領域の光を吸収し、赤色の蛍光（発光ピーク波長：

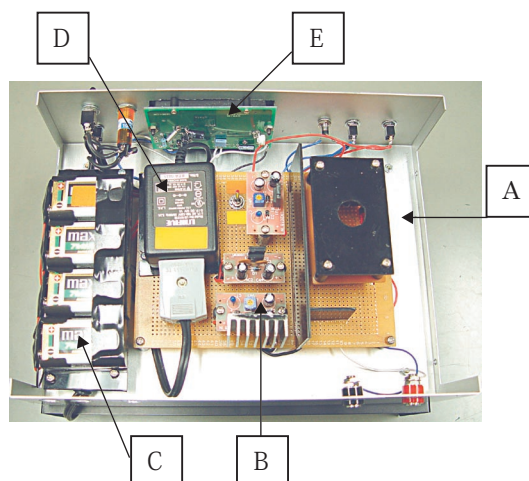
\*宮城教育大学環境教育実践研究センター， \*\*宮城教育大学教育学部， \*\*\*宮城県立伊具高等学校



図 1. 試作蛍光光度計

660nm～680nm 付近) を発する。通常の蛍光法では、試料水中に含まれる含有率の高いクロロフィル a の励起に適した 436nm の光を照射光源として用い、クロロフィル a からの蛍光を計測することで、クロロフィル a の濃度を求めるのが一般的である。しかし、クロロフィル b の含有量の増加に伴って、クロロフィルの定量結果に不確かさが生ずるので注意が必要である。蛍光光度計の製作に際しては、励起光源として利用する発光ダイオードの光学特性と、クロロフィル a とクロロフィル b の蛍光特性を十分把握しておく必要がある。

図 1 に試作した蛍光光度計の外観を、図 2 に試作装置の内部構造を示す。クロロフィル励起光源として 2 個の紫外発光ダイオード (ピーク波長 395nm, 5Φ, SANDER SDL-5N3CUV-A 型) を、蛍光検出器として 570nm 以下の短波長カット硝子フィルター (東芝 V0-57) を取り付け付けたフォトトランジスター (SHARP PT550F 型) を使用した。電源としては、室内測定用に AC アダプター (12V 1A) を用い、定電圧回路を経由して光源と検出器に電圧を供給した。また、乾電池 (9V 4 個) を屋外測定用電源として用い、切り替えて使用できるようにした。クロロフィル蛍光は、フォトトランジスターに接続したデジタルマイクロアンメータ (MT マザーツール MT-322C 型) で読みとるようにした。希薄なクロロフィル溶液について、できるだけ強い蛍光を計測する目的で、図 3 に示すように、セル (内径 10mm の円筒形 Pyrex 製吸光測定管) の両側に 2 個の紫外発光ダイオード (F) をとりつけ、励起光路に対して直角方向のセルの側面にフォトトランジスター (G) を固定した。散乱光を除去するためのスリットや



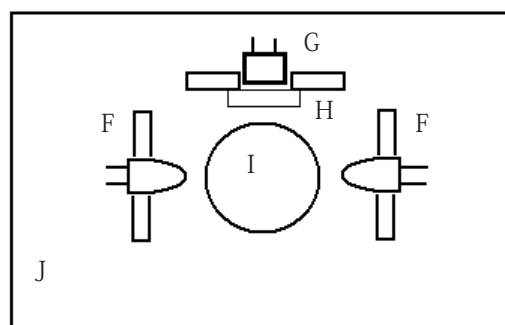
A: 試料室 (光源、検出器), B: 定電圧回路  
C: 電源 (乾電池 9V×4 個), D: AC アダプター (12V, 1A) E: マイクロアンメータ (MT-322C)

図 2. 試作蛍光光度計の内部

微弱な蛍光を増幅されるためのデバイス等は使用していない。

## 2) クロロフィルの蛍光特性

紫外発光ダイオードに加える電圧を変え、定量のための測定条件を探索した。試験用の試料として、ペーパークロマトグラフ法 (展開溶媒: 石油ベンジン・アセトン 8:1 v/v) で、緑葉から分取したクロロフィ



F: 紫外発光ダイオード (SDL-5N3CUV-A 型)  
G: フォトトランジスター (PT550F)  
H: 硝子フィルター (V0-57)  
I: セルホルダー (外径 15mm)  
J: 黒色アクリル板 (50mm×70mm)

図 3. 試料室 (光源、検出器) の構成  
(上部投影図)

ル a とクロロフィル b の DMF 溶液を用いた。<sup>2)</sup> それぞれのクロロフィル濃度は、可視吸収スペクトル測定により吸光係数値を用いて算出した。<sup>3)</sup> 4 段階の既知濃度の希釈溶液列をつくり、これを標準溶液として試験に用いた。

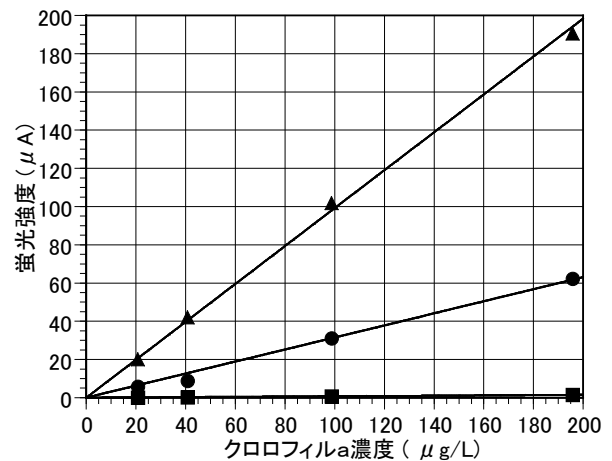
図4と図5は、それぞれクロロフィル a とクロロフィル b の蛍光強度の濃度変化を示したものである。いずれの場合も、発光ダイオード（規格最大電圧 4V）に加える電圧が規格上限値に近いほど強い蛍光が観測される。クロロフィルの紫外線分解を避ける目的で検討したが、試作装置では数分間光を照射し続けても蛍光強度の変化は認められなかった。高感度測定には、可能な限り紫外発光ダイオードに加える電圧を高くした方がよいことから、測定条件として許容上限値に近い 3.9V にすることとした。図4、図5から、約 200  $\mu\text{g/L}$  以下の希薄溶液では、クロロフィル蛍光強度が濃度の増加に伴って直線的に増加していくことが分かる。また、紫外発光ダイオードの加電圧を 3.9V とした場合、クロロフィル a の蛍光強度は、クロロフィル b の蛍光強度に比べて 6.7 倍強く観測され、クロロフィル a に対して感度の高い測定が可能であることが分かった。クロロフィル蛍光と濃度との関係は、クロロフィル a とクロロフィル b の蛍光強度（加電圧 3.9V の場合）をそれぞれ  $F_a$ 、 $F_b$  とすると、(1) 式と (2) 式で与えられる。

$$\text{クロロフィル a (}\mu\text{g/L)} = 1.01 \times F_a \quad (1)$$

$$\text{クロロフィル b (}\mu\text{g/L)} = 0.15 \times F_b \quad (2)$$

### 3) 蛍光強度に及ぼすクロロフィル b の影響

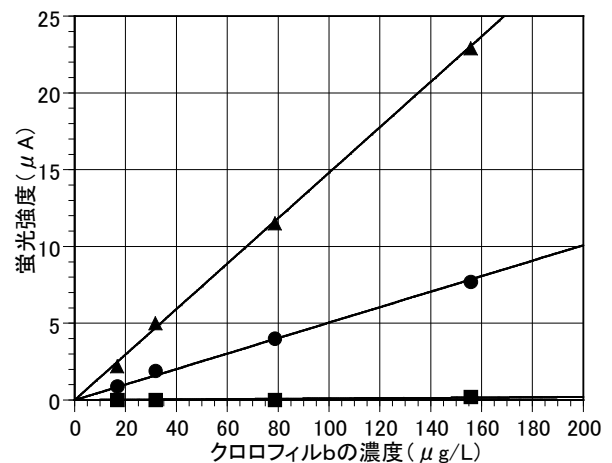
湖沼の植物性プランクトンから抽出した試料溶液について蛍光を測定しクロロフィル濃度を算出する場合は、(1) 式を用いることになる。従って、試料溶液にクロロフィル b が含有する場合には、クロロフィルの定量結果に不確かさが生じるので、クロロフィル b に由来する定量誤差を見積もっておく必要がある。淡水性の植物性プランクトンには、らん藻類、緑藻類、紅藻類など種類も多く、水域の違いや季節によってその存在量も異なる。しかし、クロロフィル全量に占めるクロロフィル b の割合はそれほど大きくはない。



発光ダイオード加電圧

—■— : 3.3V, —●— : 3.6V, —▲— : 3.9V

図4. クロロフィル a 溶液の蛍光強度と濃度との関係



光ダイオード加電圧

—■— : 3.3V, —●— : 3.6V, —▲— : 3.9V

図5. クロロフィル b 溶液の蛍光強度と濃度との関係

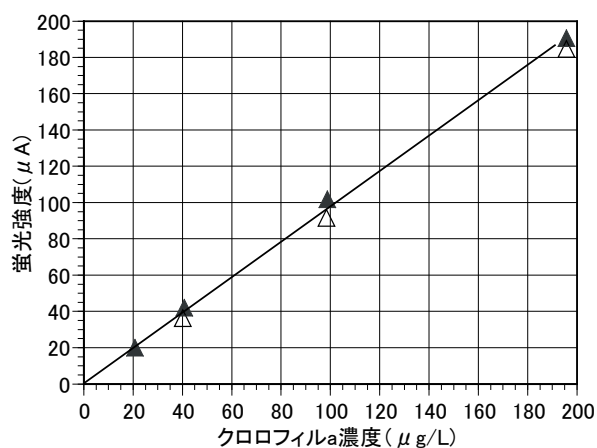
仮に、緑葉の平均的な重量含有率（クロロフィル a : クロロフィル b ~ 3 : 1）を試料水にあてはめると、(1) 式と (2) 式から、定量値に含まれるクロロフィル b に由来する不確かさはおおよそ 5% と見積もれる。環境水のクロロフィルの混合比が変化する場合を想定し、クロロフィル定量誤差を 10% としても、(1) 式を用いて算出したクロロフィル濃度を富栄養化等の実態把握に利用することは十分可能である。

#### 4) フェオ色素の蛍光特性

湖沼や河川には、クロロフィルが一部酸化分解したフェオ色素（フェオフィチンとして報告されている）も含まれる。フェオ色素はクロロフィルと同様に紫外光を吸収し赤色蛍光を発する。フェオ色素とクロロフィルの固有蛍光強度（1 $\mu\text{g}$ あたりの蛍光強度に相当）は、用いる励起光の波長によって異なる。通常の蛍光法（例えば海洋法）では、436 nmの励起光を用いて試料水の蛍光強度（F<sub>ch</sub>）を測定する。その後、セルに1滴程度の塩酸を加えて溶液中のクロロフィルを全てフェオ色素に酸化分解し、再度、蛍光強度（F<sub>ph</sub>）を測定する。予め、クロロフィルとフェオ色素の固有蛍光強度を求め、F<sub>ch</sub> >> F<sub>ph</sub>の条件が成立すれば、それぞれの蛍光強度から、試料水中に含まれるフェオ色素をクロロフィルと区別して定量することができる。

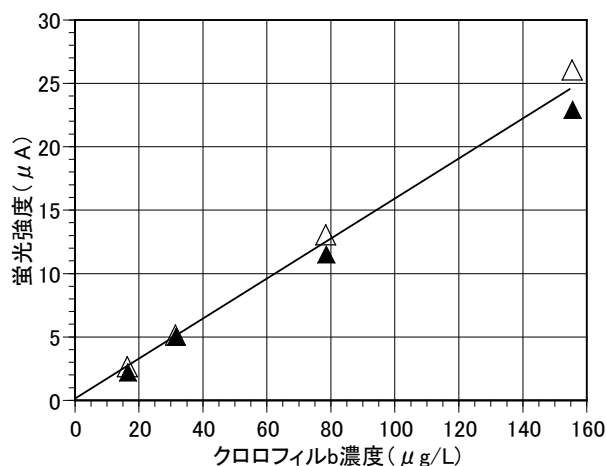
著者らは、クロロフィルaとクロロフィルbに由来するフェオ色素溶液をつくり、試作した蛍光光度計を用いてフェオ色素の濃度と蛍光強度との関係を調べた。図6と図7に測定結果を示す。フェオ色素の蛍光強度はクロロフィルの種類と無関係に、それぞれのクロロフィルの蛍光強度にほぼ一致していることが分かる。試作した蛍光光度計では、クロロフィルとそのフェオ色素の固有蛍光強度比（R）は、クロロフィルaとクロロフィルbいずれも、R $\sim$ 1と近似できる。つまり、試作装置では、クロロフィルとフェオ色素を区別できず、混合比を求めることできない。試作装置を用いる場合は、フェオ色素を定量するための実験操作は不必要であり、試料水についてのみ蛍光測定を行うだけで、(1)式を用いてクロロフィル総量（クロロフィルとフェオ色素の合計量）が算出されることになる。実際に、湖沼の富栄養化状態を把握するのに、クロロフィルの酸化分解がどの程度進行しているかはあまり重要ではなく、クロロフィル総量が有効な指標値となる。

以上の検討から、試作した蛍光光度計の特性として次のことが確かめられた。①クロロフィル励起用の光源として紫外発光ダイオード（発光ピーク波長395nm）を利用すれば、数 $\mu\text{g/L}$ 程度の希薄なクロロフィル溶液に対しても、赤色蛍光強度を感度よく計測できる。②試作した蛍光光度計では、クロロフィル総量を迅速に求めることができる。この総量値は、植物性プ



—▲—：クロロフィル a ， —△—：フェオ色素

図6. クロロフィルaとその酸化体（フェオ色素）の蛍光強度と濃度との関係



—▲—：クロロフィル b ， —△—：フェオ色素

図7. クロロフィルbとその酸化体（フェオ色素）の蛍光強度と濃度との関係

ランクトン量に相関（正の相関）し、水の富栄養化状態の実態を表す指標として使用できるものである。③淡水性の植物性プランクトンを対象とした測定では、クロロフィルbの存在は、クロロフィル総量値に約10%以下の誤差を与える程度である。

### 3. 環境教育への利用

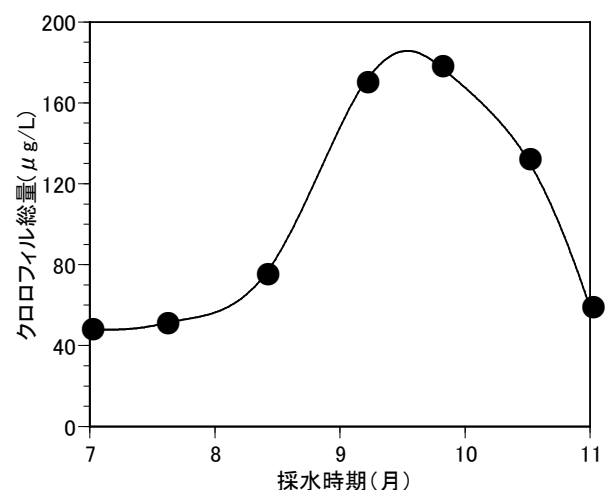
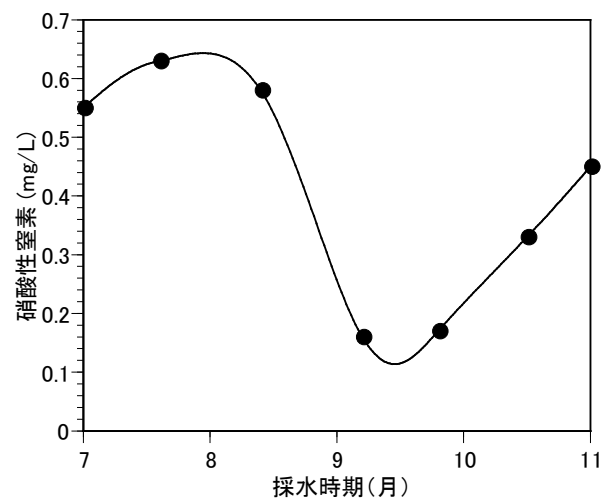
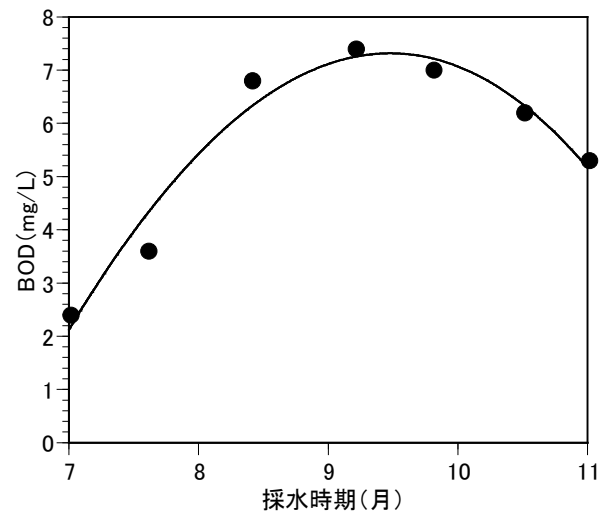
#### 1) 水の富栄養化状態の分析

著者らはこれまで、河川やため池の水質調査を行い、富栄養化に伴う水質変動現象の解析を進めている。<sup>4) 5)</sup>ここでは、試作した蛍光光度計のため池水質調査への利用について述べる。調査対象は丸田沢ため池（仙台市泉区上谷刈）で、平成16年7月から同年11月まで定期的に採水し、硝酸性窒素、生物化学的酸素要求量およびクロロフィル総量を調べた。図8に測定結果を示す。丸田沢ため池の7月から11月までの時期は、生物化学的酸素要求量が9月中旬に最も高くなり、その後低値化が進む。この変化に対して、硝酸性窒素は9月頃に減少し、10月にかけて増加傾向を示す。試作した蛍光光度計を用いて求めたクロロフィル総量は生物化学的酸素要求量の変化の傾向と似ており、有機汚濁の進行が水の富栄養化を促し、藻類発生による窒素固定が進行していることをよく表している。

#### 2) 蛍光光度計の生徒実験への導入

試作した蛍光光度計は、小学校における水質調査（気仙沼面瀬小学校6年の取り組み）と、高等学校での実験実習（宮城県第一女子高等学校スーパーサイエンス実験など）で利用した。図9は、学校で行った植物性プランクトンの捕集と蛍光測定に関する実験操作を示したものである。ひとつの試料水について生徒実験の所用時間は約20分である。

植物性プランクトンの捕集は、注射器を用いて、環境水250 mLを硝子フィルター（GF/F）を通してろ過し、硝子フィルターに植物性プランクトンを捕集する。次に、硝子フィルターに付着した水分を抜き取った後、硝子フィルターをDMF 10 mLの入った共栓付試験管に入れ、約5分間振り混ぜる。DMF溶媒に植物性プランクトンからクロロフィルが抽出されるので、ろ紙フィルターでろ過し、ろ液（25倍濃縮液）を蛍光測定管に入れる。試作した蛍光光度計を用いて蛍光を測定し、(1)式を使って試料溶液に含まれるクロロフィル総量（ $\mu\text{g/L}$ ）を求め、環境水1Lあたりのクロロフィル総量値に換算する。



a : 生物化学的酸素要求量,    b : 硝酸性窒素  
c : クロロフィル総量

図8. 丸田沢ため池の水質（平成16年度）

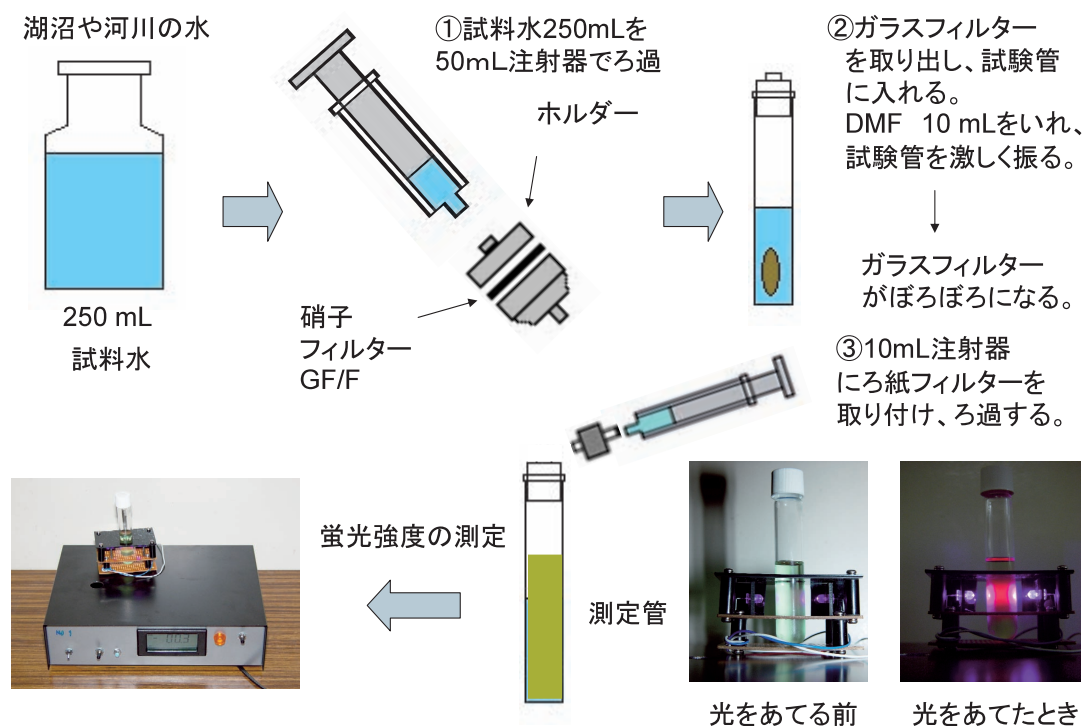


図9. 植物性プランクトンの捕集と蛍光測定

#### 4. さいごに

湖沼の植物性プランクトンは、調査場所や季節によって種類と量が異なる。特に、淡水性の植物性プランクトンはらん藻類以外に緑藻類や紅藻類など種類も多い。ここではクロロフィルaとクロロフィルbのみに着目し考察を試みたが、今後、クロロフィルcに由来する定量誤差についても検討が必要であろう。

これまで著者らが調査して得たクロロフィル総量は、広瀬川で $5 \mu\text{g/L} \sim 10 \mu\text{g/L}$ 、青葉山に点在するため池では、 $5 \mu\text{g/L} \sim 50 \mu\text{g/L}$ 、また、仙台住宅地内のため池（丸田沢ため池）では $20 \mu\text{g/L} \sim 300 \mu\text{g/L}$ であった。河川のような流水では、概してクロロフィル濃度は低い。試作した蛍光光度計は、希薄なクロロフィル溶液の蛍光を高感度で検出でき、測定操作が簡単なことから、環境水の実態や水中生態系の仕組みの理解など、学校における環境学習の取り組みにも有効に活用できると思われる。蛍光光度計を製作する場合の留意点を以下にまとめた。

①環境水を対象として蛍光光度計を製作する場合は、

光源として用いる発光ダイオードの光学特性と使用上の注意点（特に紫外発光ダイオードを利用する場合）、およびクロロフィルの蛍光特性を十分に調べておく必要がある。試作した蛍光光度計では、クロロフィルaはクロロフィルbに比べ約7倍の感度を持ち、クロロフィル総量はクロロフィルaについての検量線データを用いて算出できる。

②蛍光光度計を簡単に製作するためには、できるだけ発光輝度の高い光源を用いるとよい。試作した蛍光光度計では、微弱な蛍光の光電流をマイクロアンメータで直読できるように、光源として2個の紫外発光ダイオードを用いた。 $5 \mu\text{g/L}$ の希薄溶液で、クロロフィル蛍光の光電流値は $4.9 \mu\text{A}$ である。その時のバックグラウンド（溶媒セル）は $0.2 \mu\text{A}$ 程度で蛍光計測に障害とはならない。バックグラウンドを低値化する目的で、フォトトランジスター受光部に570nm短波長カット硝子フィルターを装着させたことによる。

③蛍光光度計の製作費用は約15,000円である。簡易な構成を重視し、スリットなどをもうけなくとも、ク

クロロフィル濃度に比例した再現性のよい蛍光強度を計測できる。

④蛍光光度計の定量限界に併せて、植物性プランクトンの捕集方法も工夫できる。試作した蛍光光度計では、試料水 250 mL 中に含まれる植物性プランクトンを捕集し、10 mL クロロフィル DMF 溶液として蛍光強度を計測している。クロロフィル抽出と測定は簡単かつ短時間に行うことができ、小学生による水質調査でも十分活用できることが確かめられた。

#### 参考文献

- 1) 本田数博・有菌秀敏他, 2001. 青色 LED を光源に用いる緑茶クロロフィルの蛍光測定. 化学と教育, 50, p. 326.
- 2) 村松 隆・花屋 馨, 1987 緑葉中の色素の分離と定量. 宮城教育大学理科教育研究施設年報, 23, p81.
- 3) 花屋 馨・村松 隆, 1989. 宮城教育大学理科教育施設年報, 25, p. 93.
- 4) 村松 隆・早坂智恵他, 2003 ため池の富栄養化に伴う水質変動現象の分析. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 6, p. 15.
- 5) 村松 隆・森田衣子, 2000. 環境教育のための河川利用 - 広瀬川本流と支流の学習 -. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 3, p. 45.





# 夜空メーターの製作と星空環境の測定

伊藤芳春\*・高田淑子\*\*

## Environmental Measurement of Light Pollution by Dark Sky Meter

Yoshiharu ITO and Toshiko TAKATA

**要 旨**：夏と冬に環境省主催のスターウォッチングが行われている。星空に親しみを持たせるとともに、光害や大気環境に関心を持たせることをねらいとしている。これまで肉眼による星の観察と写真撮影が実施されてきたが、本研究では安価で簡単に製作できる光害測定装置を製作した。この測定装置により夜空の明るさを客観的に測定することができると同時に実感を伴った測定をすることができ、光害や宇宙に関心を持つことが期待できる。

**キーワード** 星空環境教育、光害、学校教育、クラブ活動、電子工作

### 1. はじめに

多くの人々は夜空が暗いことは当然のことであり、また近年生活の便利さとともに星が見えにくくなったという印象を持っている人が多いと思われる。しかし、夜空が暗いということは、オルバースのパラドックスとして指摘されているように現代の宇宙論にも関わるような深い意味を持っている。人類は宇宙を見ることにより、知識と潤いを得てきた。星空環境の悪化は新しい知識を得る道を閉ざし、自然との心地よいふれ合いが失われることになる。

これまで星空環境の観察には肉眼による星空の観察や写真撮影が行われ実績を上げてきた。中学生や高校生の星空環境測定用に夜空メーターを製作した。星空が見えなくなってきた原因は、大気の透明度と背景の明るさの問題であり、今回製作した夜空メーターは背景の明るさを測定する装置である。

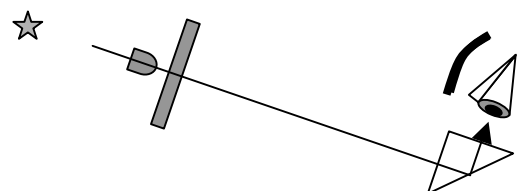
### 2. 夜空メーター1号機の製作

夜空メーターの原理は測定したい夜空に対して発光ダイオードの明るさを変化させて夜空と発光ダイオードが同じ明るさになったとき発光ダイオードを流れる電流の値を読み、夜空の明るさとする方法である。

発光ダイオードの特性として、明るさは電流に比

例し、明るさは電圧に対し対数的に変化する。このため僅かな電圧変化に対して明るさが大きく変化するため、明るさの測定については発光ダイオードを流れる電流を測定する。

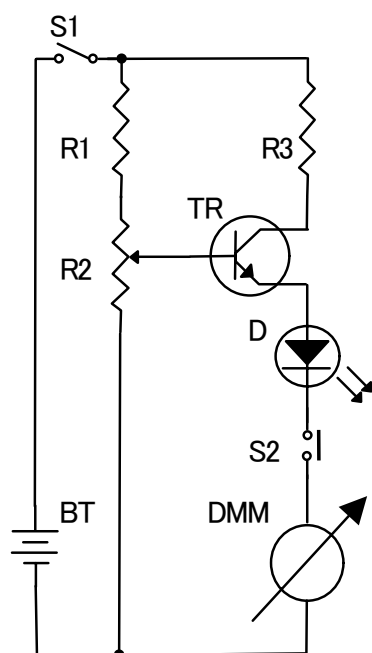
はじめに製作した測定機は、光学系と発光ダイオードに電流を供給する電源ボックス、電流を測定するメーターの三つからなっている。図1のように原理は測定したい夜空の方向に筒を向け、夜空の明るさと発光ダイオードの明るさが等しくなるように発光ダイオードを流れる電流を調節するものである。このとき流れた電流の値を夜空の明るさとするものである。図2のような簡単な回路であるため製作は容易である。夜空を覗く筒の部分には、明るさを変える発光ダイオードの他、緑色フィルターと天頂プリズムが組み込まれている。緑色フィルターは、緑色の発光ダイオード



左より夜空、発光ダイオード、フィルター、天頂プリズム、目

図1. 夜空メーターによる測定方法

\*雫沢工業高等学校, \*\*宮城教育大学理科教育講座



- TR : トランジスタ 2SC1815
- R 1 : 150 k Ω
- R 2 : 100 k Ω 多回転ポテンショメーター
- R 3 : 1.2 k Ω
- S 1 : 主スイッチ
- S 2 : 点滅用押しボタンスイッチ
- D : 緑色発光ダイオード
- BT : 9 V電池
- DMM : デジタルマルチメーター

図2. 夜空メーター1号機の電子回路

ドと色の違いによる明るさの誤差を最小にするために使用する。使用したP01 フィルターは薄い緑色のフィルターであるが短波長側も長波長側も両方カットする優れた特性を持ったフィルターである。天頂プリズムは夜空を覗きやすくするために使う。筒には輪転機の本紙の芯に使われた紙筒を使用した。視野は約7度である。実際の観察には、電源ボックスの中央にある多回転ポテンショメーターで明るさを調整し、押しボタンスイッチで発光ダイオードを点滅させ夜空と比較する。

### 光学系 (図3)

緑色フィルター : ケンコー P01 フィルター

発光ダイオード : 直径 5 mm 緑色発光ダイオード

### 電源ボックス (図3)

1 個のトランジスタで電流の増減により発光ダイオードの明るさを変えるもの。

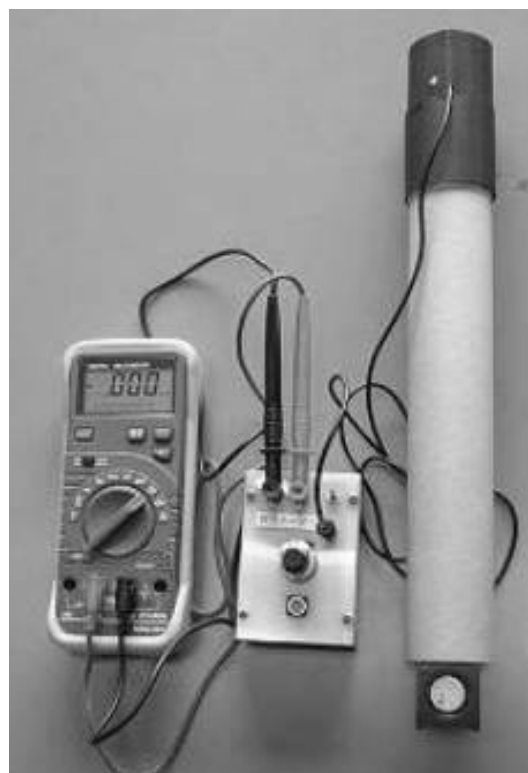


図3. 夜空メーター1号機

(左より、デジタルマルチメーター、電源ボックス、光学系)

### メーター (図3)

デジタルマルチメーター マイクロアンペアまで測定できるもの。

この夜空メーターで測定した結果を表1と図4に示す。夕方に夜空メーターを真上に向け、時間とともに明るさが変化するように測定した。観測地は仙台市青葉区上杉である。手持ちの部品と入手しやすい電子部品で作ったが、測定機の製作、夜空の測定、データ処理、全国の仲間との比較という点で高等学校のクラブ活動や環境教育に有効なものであることが分かった。

夜空メーター1号機は、回路が単純で製作しやすいというメリットがあるが、測定を繰り返すうちに、いくつか改良したい点が出てきた。

1. コントローラー部とマルチメーター部の一体化
2. 黄色のフィルターと発光ダイオード
3. ダイオードの直径を 5 mm から 10 mm の大きさに
4. 多回転ポテンショメーターを普通のボリュームにコントローラー部とマルチメーター部が分かれているため夜間の観察では更に記録用紙や懐中電灯が必要と

表1. 夜空メーター1号機による天頂の明るさの測定  
(2004年3月13日、仙台市青葉区上杉)

時刻	電流( $\mu A$ )
17:44	1866
17:52	1590
18:00	461
18:10	107
18:20	34
18:30	24
18:40	24
18:50	14
19:00	15
19:10	17
19:20	16
19:30	14
19:40	11
19:50	13
20:00	12

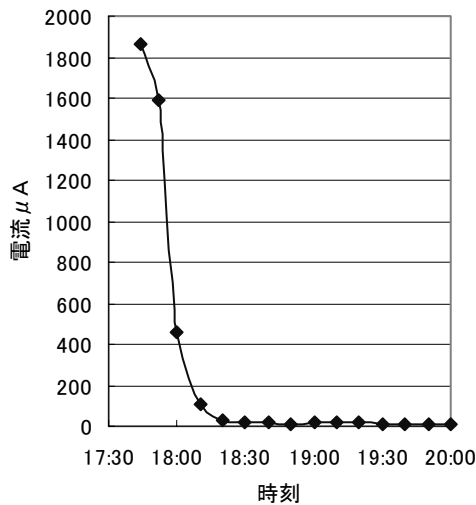


図4. 時刻と空の明るさ

なり作業しにくい。フィルターは人間の目に近いP01フィルターが適しているが、現在は販売されていない。そこで現在でも入手可能な黄色のフィルターを用いることにし、発光ダイオードを黄色にした。暗い場合直径5mmの発光ダイオードでは小さすぎて比較しにくかったので10mmにした。

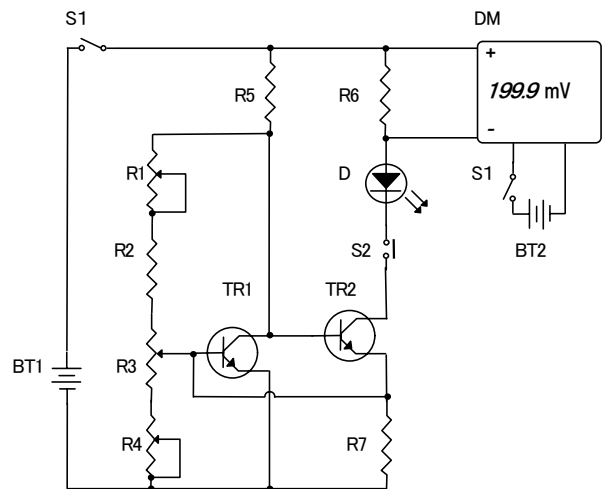
この装置の中では、デジタルマルチメーターと多回転ポテンショメーターは高価である。多回転ポテンショメーターは10回転することにより抵抗値が変わ

り回路全体で精密に電流を変えることができるが、実際に有効に使えるのは1回転程度である。

### 3. 夜空メーター2号機の製作

2号機では、前記の改良をおこなって製作した(図5~7)。トランジスタと抵抗が増えたが、製作はそれほど難しくはない。R1とR4の多回転半固定抵抗により電流の最小値と最大値が設定できるという優れた点がある。部品も電子部品店や通信販売で入手しやすいものばかりで、高価なデジタルマルチメーターと多回転ポテンショメーターを使わない分安価になった。R6を流れる電流から、R6の両端にかかる電圧はオームの法則により、 $1\mu A$ のとき1mVとなる。このためR6の抵抗には精度の高い1%級を使う。

最近になり、液晶デジタルメーターの完成品が販売された。発光ダイオードを使用した7セグメント型のためメーターの照明が要らず、しかも価格も半額程度



TR1、TR：トランジスタ 2SC1815

R1：20 k $\Omega$

R2：10 k $\Omega$

R3：50 k $\Omega$  ボリューム

R4：20 k $\Omega$

R5：100 k $\Omega$

R6：1.00 k $\Omega$  1%級

R7：100 k $\Omega$

S1：主スイッチ(2連スイッチ)

S2：点滅用押しボタンスイッチ

D：黄色発光ダイオード

BT1、BT2：9V電池

DM：デジタルメーター Max199.9mV

図5. 夜空メーター2号機の回路(改良した回路)



図6. 夜空メーター2号機

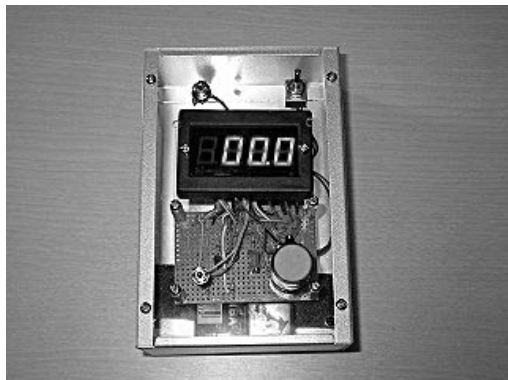


図7. 夜空メーター2号機改良型

である。早速使用してみたところ精度0.5%まであり十分使えることが分かった。また、部品の取り付けも容易にできるようにアクリル板にドリルでネジ穴を開けるだけで取り付けられるようにした。

#### 方位・高度の計算

地上付近の方位、高度は分かるが、高度が高くなると方位、高度ともに分かりにくいので、星座早見を利用した方法を示す。夜空メーターの視野は約7度と広いので星座早見盤を用いた方位、高度で精度は十分で

表2. 夜空の明るさの測定結果

星の名前	測定値 mV
ミザール	18.0
ベガ	19.9
アークトゥルス	20.0
デネブ	20.7
天頂	21.0
アルタイル	23.8
北極星	25.1
アンタレス	27.5
北 高度10度	36.5
西 高度10度	44.6
南 高度10度	46.6

2004年8月13日20時15分

仙台市青葉区上杉

ある。例えば渡辺教具社の星座早見盤には方位、高度の線を入れたものがあるのでこれを使用すれば、星座早見盤の観測日時を合わせ観測地の経度補正をした後、高度、方位線により測定した1等星の方位・高度を簡単に読みとることができる。

2004年8月13日の測定結果を表2に示す。

図8の夜空の明るさは、測定した時刻から1等星の方位、高度を表計算ソフトで計算しグラフ化したものである。外側の円が地平線を表し、次の円が30度、60度を表し、中心が天頂である。

この結果から測定には最大200mVで十分であることが分かり、今回製作した夜空メーターで十分実用になることが分かった。

#### 4. 終わりに

今回製作した夜空メーターは製作が容易で夜空の測定に十分な精度のあることがわかった。夜空を電氣的に精密に測定するには高感度な受光部を作らなければならず製作も容易ではない。夜空の明るさと発光ダイオードを目で比較することで装置の製作は容易になり、また夜空を注視することにより実感を伴った測定ができるというメリットがある。

今後は統一した規格の下で夜空メーターを複数台用意し、都市部と郊外を同時に測定し大気環境の違いを測定したい。

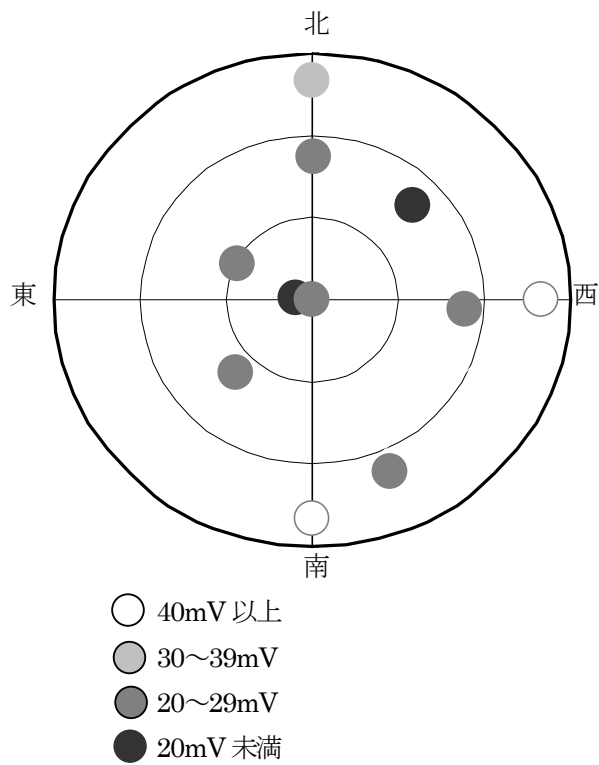


図8. 夜空の明るさの測定結果

### 参考文献

Gote Flodqvist : Pitch-Black Meter, February 2001, Sky&Telescope

ホームページ

Avery Davis : Light Pollution Meter Information Page by Avery Davis

<http://avery.home.mindspring.com/LPmeter.htm>

Abstract : Programs of star watching are held in summer and winter, sponsored by Ministry of Environment. It aims for children to be familiar with the starry sky and to have attentions to a light pollution and an atmospheric environment. It has been conducted by observations by naked-eyes or by taking pictures of night sky up to know. In order to measure it quantitatively, we have developed a light pollution measurement device. It can be easily produced at a low price. The brightness of the night sky can be measured objectivity at the same time as children's watching stars.



## 教室で行う宇宙の実験—6：火星の表層環境を理解しよう

高田淑子\*・佐々木佳恵\*\*・松下真人\*\*\*・斉藤正晴\*\*\*\*・  
佐藤 崇\*\*\*\*\*・須田敏典\*\*\*\*\*・西川洋平\*\*\*\*\*・伊藤芳春\*\*\*\*\*

### Space Experiments in Classroom -6: Surface Environment of Mars

Toshiko TAKATA, Yoshie SASAKI, Masato MATSUSHITA, Masaharu SAITO,  
Takashi SATO, Toshinori SUDA, Yohei NISHIKAWA and Yoshiharu ITO

**要旨：**惑星表層環境の学習は、比較惑星科学の見地から、地球環境を理解するための重要な環境教育のひとつである。そこで、火星の表層環境を理解する学習プログラムとして、天体望遠鏡による火星の観望をはじめ、火星の四季、極冠の形成・消失を説明する相変化の実験、火星特有のランパートクレーターと呼ばれる流動化放出物をもつクレーターの形成実験等を開発した。

**Abstract:** Studies of planetary surfaces, environment are one of the important environmental educations to understand the terrestrial environment from the viewpoint of the comparative planetary science. We developed the learning program to understand the surface environment of Mars. Programs include observations of Mars by astronomical telescopes, the demonstration of Martian seasons, the formation and disappearance of polar caps, and the formation of rampart craters. These in-situ experiments indicate CO<sub>2</sub> phase change on Martian surface, the existence of fluidized materials, and so on.

**キーワード：**火星、惑星環境、クレーター、相変化、教材

### 1. はじめに

地球は、適度な量の水、酸素、二酸化炭素が存在し、太陽の光の恵みを受け、大気と海洋の循環によって適度な温度が全球で保たれ、人間をはじめさまざまな生物が生息できる環境が整っている。生物の進化の立場から考えると、このような環境に耐えうる生物が生き残っているとみえる。この青い地球は、生命が存在する太陽系内唯一の存在と考えられているが、近年、数々の惑星探査機によって太陽系内の惑星の表層環境に新たな発見が相次いでいる。その中でも火星(図1)は、現在、欧州や米国の探査機が到達し、地形や地質等の表層環境を詳細に調査している。米国のマーズグローバルサーベイヤーは、火星全表面の詳細マッピングを行い、水の流れによって形成されたと考えられる



図1. 望遠鏡で観察できる火星 (2003年8月)

\*宮城教育大学理科教育講座, \*\*花巻市立花巻中学校, \*\*\*山梨県立科学館, \*\*\*\*宮城教育大学理科教育専修,  
\*\*\*\*\*中田町立浅水小学校, \*\*\*\*\*一迫町立一迫中学校, \*\*\*\*\*鶯沢工業高等学校

地形を数多く発見し、米国の着陸ローバー、オポチュニティやスピリッツは、岩石の組成を分析し、水が存在しないと形成されない鉱物や岩石の結晶などを発見し、過去に液体の水が存在したことを示唆している(図2)。

2003年夏、火星が地球に大接近し、小型望遠鏡でも火星の様子が観察できる機会に恵まれた。宮城教育大学においても、親子参加型の大学開放事業における天体観望会、附属小学校の「火星観望会」等実施し、500名以上の参加者が夜空の赤い天体を見上げた。天体観望会では、天体望遠鏡を覗いて天体を観察するが、探査機から送信されるような詳細な地形の観察は不可能である。そこで、火星を観望するとともに、火星の表層環境を再現する実験を提供し、火星をはじめ、地球を含めた比較惑星表層環境の理解につなげていくプログラムを開発、実施した。一般的に宇宙・惑星科学の分野は、実験・観測が少なく、小中学校の児童・生徒にとって興味はあるが、教員が教えるのが難しいと感じている。今後、このような実験の開発普及が宇宙環境教

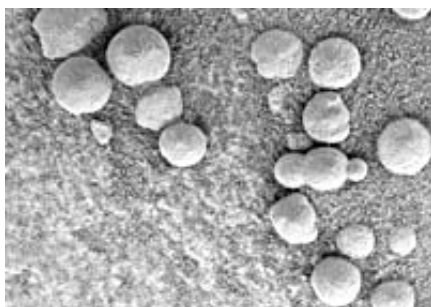


図2. NASAの火星探査ローバー、オポチュニティが撮像した岩石の様相。過去に液体の水が存在した可能性を示唆する。(a) 平行に多数みられる岩石上の筋(クラック)は、流水による浸食である可能性を示す。(b) 岩石表層に分布する数ミリメートルのヘマタイトと呼ばれる鉄を含む鉱物粒子。地球ではヘマタイトは湿潤な環境で形成されるため、過去の火星層には水が存在した可能性があると示唆される。写真はNASA, JPL 提供。

育分野で重要な課題となっている。

## 2. 火星の極冠の成長・消失

火星は地球と同様自転軸が公転面の垂直方向から約23度傾いているため、地球と同じように四季がある。南北の両極に存在する極冠と呼ばれる白い地域は、冬に向けて発達し春に向かい縮小する。この極冠は、主に二酸化炭素の氷(ドライアイス)である。極域では、大気中の二酸化炭素が冬に凝結・堆積して極冠を形成し、春から夏に向けて大気中に昇華する。そこで、水の氷とドライアイスの相変化の観察実験を実施することで、火星表層で起きている現象を体感し理解するプログラムを開発した。

### 1) 火星の四季

まず、四季がある理由を理解する。太陽にみたてた照明を火星儀にあって、火星の自転軸の傾きと太陽光のあたり方を説明する。また、火星の自転軸の向きを一定にして太陽(照明)を一周することで火星の公転を再現し、太陽(照明)と火星の位置関係によって火星表面への光のあたり方が南北半球ごとに異なることを確認し、火星にも春夏秋冬の四季の変化があることを説明する。

### 2) 極冠の形の変化

火星の極冠を天体望遠鏡で確認した後、火星の極冠の大きさの日変化の様子を見る(図3)。2003年8月頃の火星の地球への大接近時には、火星の南半球が春から夏にあたり、南の極冠次第に縮小していることを理解する。

### 3) 極冠は何でできているか

火星の公転軌道半径が地球の約1.5倍である環境を、地球儀と火星儀と太陽に見立てた照明を用いて再現する。照明による火星儀や地球儀の明るさを観察することで、火星にあたる太陽光が地球に比べて少なく表層温度も低いことを示す。そして、ドライアイスと水の氷をヒーターの上におき相変化を観察する(図4)。ドライアイスは小さくなり、氷は水に変化する現象を同時に確認することで、ドライアイスは液体に



ならず大気中に昇華することを確認、相変化を理解する。主な火星大気の組成は二酸化炭素であり、火星の極域は、冬になると150K前後にまで気温が下がり大気中の二酸化炭素が凝結して極冠の成長につながるこ

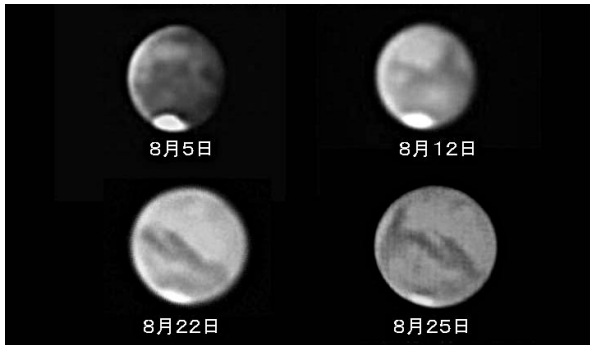


図3(a). 極冠の変化 2003年8月の火星の様子。南極冠が小さくなっていく様子や、火星の自転によって地形の様相が変化している様子がわかる。(b) 火星の極冠の変化について学生解説員の説明を受ける参加者。



図4. ドライアイスの昇華、氷の溶融実験を見守る生徒達。大学開放事業「星空探検隊」2003年9月開催。

とを示す。このように極冠の成長・消失は、二酸化炭素の相変化を示していることを観察し、地球上の気候と比較する機会を与える。

### 3. 流水地形の形成実験：ランパートクレーターの形成実験

火星には、水が寄与していると思われる地形が多数存在している。その中でもヴァイキング探査時代から明らかになっていた地形の一つにランパートクレーターがある。クレーターは、巨大な隕石や彗星が衝突して形成される隕石孔で、月面や他の惑星にも多数観察されている。月面で観察される一般的なクレーターの放出物（エジェクタ）の堆積形態は図5(a)のように外側に行くほど薄くなる傾向があるが、火星のクレーターの放出物の堆積形態は一般のクレーターと異なる形態をしている(図5(b), (c))。ランパートクレーターの成因としては、2つの成因が提唱されている。地下に存在している二酸化炭素の氷（ドライアイス）や水の氷が蒸発することによってエジェクタ放出物中に大量の気体が含まれ、これらの固気2層流がエジェクタとなって放出されるために形成されるという説と、地下に存在している氷の層が隕石の衝突によって溶融し、エジェクタ放出物に液体の水が含まれて流出するという説である。そこで、教室内で可能なランパートクレーターの形成実験を開発し、表層環境によって形成されるクレーターの違いを観察することで火星の表層環境を理解するプログラムを示す。

#### 1) 実験方法

たらいに標的物質をひきつめ、鉄球を標的に向けて自由落下させクレーターを形成する。落下高度により、形成クレーターの大きさを調節する(図6)。乾燥した珪砂を標的物質に用いると、月のクレーターに類似したクレーターを形成するが、ランパートクレーターのようなエジェクタ形態は形成できない(図7(a))。そこで、火星表層の土壌環境を再現するために、極細粒(#100)メッシュのふるいでふるった火山灰質泥岩(仙台市青葉山で採取)を利用して、2種類の標的物質を用意する。一つは細粒火山灰とピレット型ドライアイス进行細かく粉碎した粒状ドライアイスの混合層

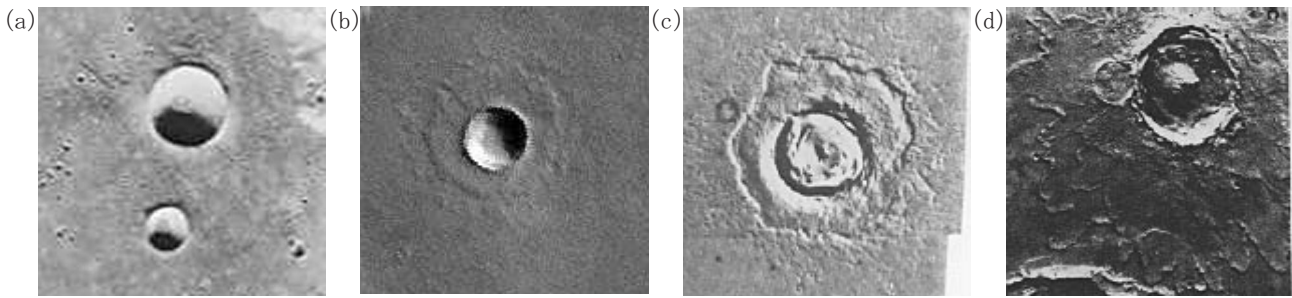


図5. 衝突クレーターの例 (NASA 提供)。(a) 月のお椀型クレーターの例。レゴリスと呼ばれる月の砂に形成され典型的な衝突クレーターのエジェクタ放出物の形態を示している。(b) パンケーキ型のエジェクタ放出物を成す、火星の典型的なランパートクレーター。(c) エジェクタが流れて堰き止められた形状をなし、ロープ型ランパートクレーターと呼ばれる火星のクレーター。(d) エジェクタが二重に流れた形状をなし、二重ロープ型ランパートクレーターと呼ばれる火星の典型的なクレーター。

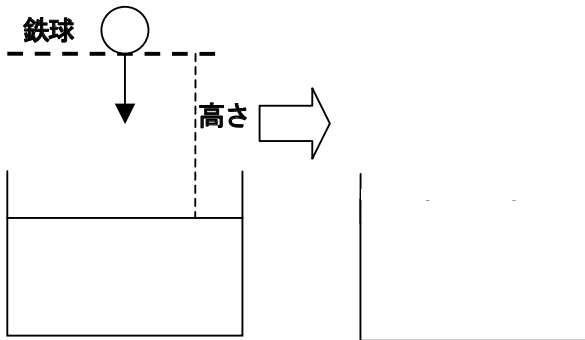


図6. 実験概要。たらいに標的物質をひきつめ、鉄球を標的に向けて自由落下させて、クレーターを形成する(左)。落下高度によって衝突速度を変化させ、形成クレーターの大きさを調節する(右)(高田他、2000)。

(ドライアイス混合火山灰層)の標的と、細粒火山灰と水の混合層を砂上に敷き詰めた標的(水混合火山灰層)である。

## 2) パンケーキ型ランパートクレーターの形成：ドライアイス混合層の活用

ドライアイス混合層の標的に鉄球を落下させると、図7(b)のようにパンケーキ型ランパートクレーターに類似したクレーターが形成できる。外気温と標的の温度差から、クレーター形成時にドライアイスの昇華量が多いとパンケーキ型のランパートクレーターが形成できる。ドライアイスの昇華により粒子間に空気層ができ、空隙率が高い放出物が堆積すると考えられる。常温で実験する場合には、標的がドライアイスによって固化すると、高温の鉄球を落下させてもパンケーキ型ランパートクレーターを形成するのは困難なため、

標的が固化しない環境(室温を高くし、標的製作直後に実験する等)作りが必要である。

## 3) ロープ型ランパートクレーターの形成：水混合層の活用

乾燥した細粒火山灰層の標的の場合、もともとの空隙率が高いため鉄球が落下すると落下地点の標的が圧縮されるのみでエジェクタの放出は見られない。また、標的が水混合火山灰層だけの場合も鉄球が埋もれてエジェクタは放出しない。そこで、容器の底に厚さ4cmの乾燥砂層をひき、その上に水混合火山灰層の水が砂層に移動しないようにし、ビニールシートを敷き、その上に水混合火山灰層を敷き詰めた標的を作成する。

ランパートと呼ばれるようなエジェクタ層を形成するためには、混合層は、1対1.8の水と火山灰の重量比が最適であった。水の混合比率が高いと水中に水滴を落下させたように波紋が広がるのみで落下痕が残存せず、また、水の混合比率が少ないとエジェクタが放出しない。

混合層の厚さによるエジェクタの形態の変化については、厚さ1cmの場合、エジェクタが飛び散りクレーターの端が緩やか堆積し一重のロープ型ランパートクレーターに類似のクレーターが形成され(図7(c))、厚さ2cmになると、同心円のカーテン状にエジェクタが飛び散り、二重のロープ型ランパートクレーターが形成できた(図7(d))。水混合層の厚さが4cm以上では、エジェクタ層の放出自体が観察されない。標的が流動的に振る舞い、かつ薄い層構造が薄い場合のみ、ロープ型のランパートクレーターが再現できる。

これらの条件は、利用する土質に依存するが、水の混合比率、混合層の厚さの違いにより形成されるクレーターの形態が異なることが観察できる。

#### 4) ランパートクレーターの形成実験からわかる火星の表層環境

乾燥した砂地では、ランパートクレーターの形態は模擬できず、ドライアイスの昇華による気体か液体の水の流体との混合によりランパートクレーターの形態が再現でき、さらに、気体か液体かによりエジェクタ放出物の堆積形態が異なることが理解できる。このような簡単な実験からも、隕石が衝突した当時の火星表

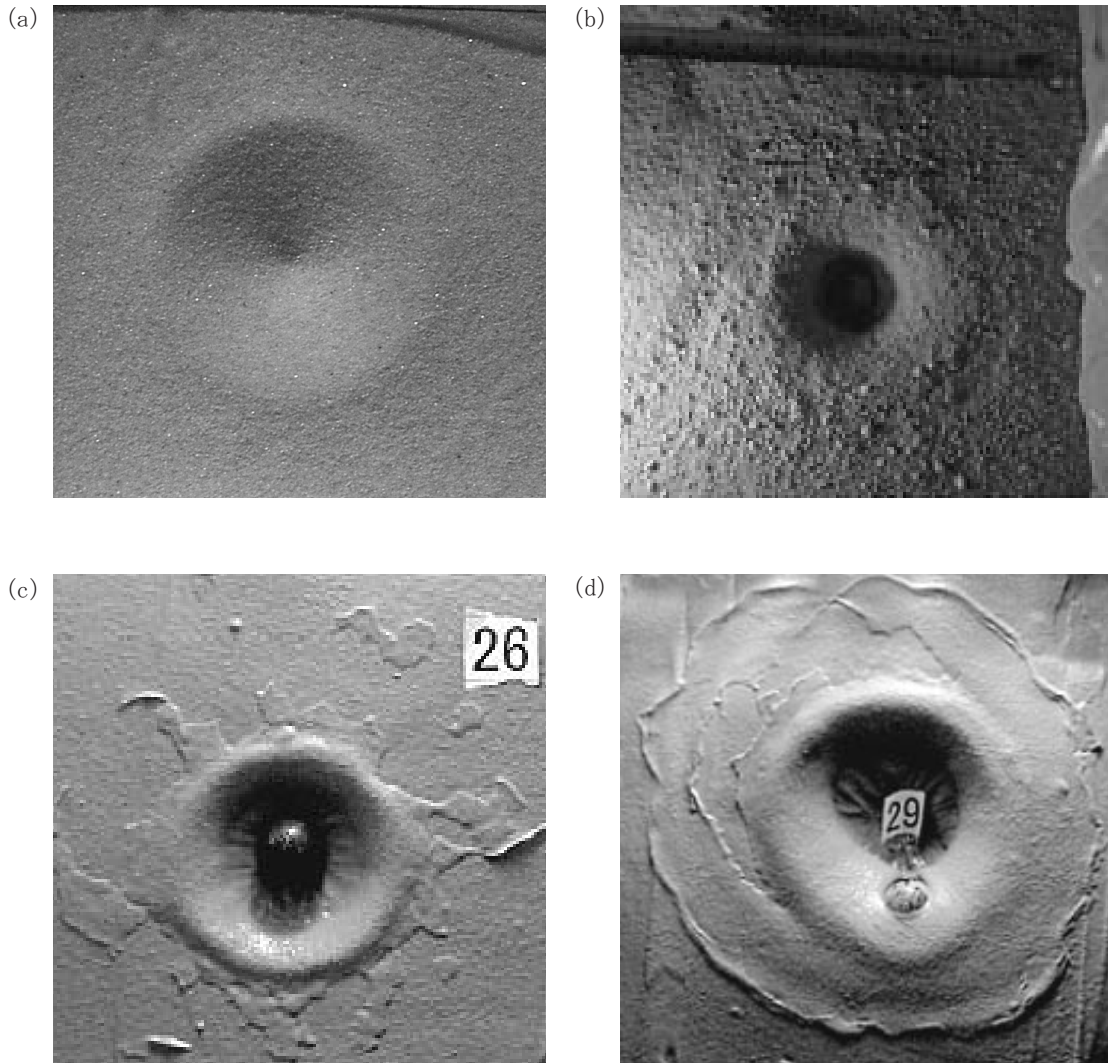


図7. クレーター形成実験の結果。(a) 珪砂の標的に直径1.5cmの鉄球を高さ4.5mから落下させ形成したクレーター。クレーターの直径は9cm。月の表層にみられるお椀型クレーターが形成できる。(b) 細粒火山灰に粉碎したドライアイスを混合した標的に直径3cmの鉄球を高さ4mから自由落下させ形成したクレーター。クレーター直径7cm。パンケーキ型ランパートといわれる台地型クレーターが形成される。(c) 直径3cmの鉄球を厚さ1cmの細粒火山灰と水の混合層の標的に高さ2mから自由落下させ形成したクレーター。クレーター直径8cmの一重ローブ型ランパートクレーターが形成される。(d) 直径3cmの鉄球を厚さ2cmの火山灰層の混合層の標的に高さ2mから自由落下させ形成したクレーター。エジェクタの直径は約20cm、クレーター直径は10cm。エジェクタ放出物が流れてせき止められたような二重の放出物(ダブルローブ型)ランパートクレーターに近い形態が再現される。

層には、流体になりやすい物質が存在していたことが理解できる。

実際の隕石の衝突を考えると、衝突地点周辺域では標的物質の温度が上昇するため、火星表層付近に氷やドライアイスなどが層を形成して地下に存在するとすれば、衝突によって、昇華・蒸発・液化して、気体の二酸化炭素や水蒸気、水がエジェクタに混合する。今回の実験では衝突による発熱はないが、これらの流体がエジェクタに混合すれば、エジェクタ物質の運動が弾道的に放出するのではなく流動的に動くことが再現できる。これらの実験を通して、ランパートクレーターが形成できる表層環境条件として、ドライアイスや水の氷等、流体起源の物質が表層付近にあることがあげられる。これらの実験から地球以外の惑星・衛星の表層環境を理解し、過去から現在に至る惑星表層環境の変化を考える機会を与えることができる。

#### 4. おわりに

惑星表層環境の学習は、比較惑星科学の見地から、地球環境を理解するための重要な環境教育のひとつである。今回は、人類が次に到達するかもしれない火星の表層環境を理解するプログラムを生徒児童と実施することで、最終的には、我々の住む地球環境に思いを馳せることを促したい。地表は水と大地からなり、さらに大気を含めた地球システムとして生物の繁栄を支えている。現在、木星の衛星のエウロパや土星の衛星のタイタンの表層には液体の存在も示唆されており惑星・衛星の表層環境から第2の地球の存在の理解も近いかもしれない。

#### 参考文献

高田淑子・須田敏典・西川洋平, 2000. 教室で行う宇宙の実験 - 1 : クレーター形成実験. 宮城教育大学紀要, 35 : 95-99.

# 学区から仙台市全域に拡張した光害調査活動とそのスケールアップが持つ環境教育的な意義

長島康雄\*・千島拓朗\*\*・佐々木佳恵\*\*\*・高田淑子\*\*

Environment Educational Significance of the Scale up of the Light Pollution Survey Area

Yasuo NAGASHIMA, Takuro CHISHIMA, Yoshie SASAKI and Toshiko TAKATA

**Abstract:** We investigated the light pollution by observing stars at the night sky in Sakuragaoka junior high school and Sendai city. The environmental investigation in two different scales indicates that the difference of the scale of environmental recognition provides a different aspect of environmental targets. In the investigation in the school district, the viewpoint is based on the ground; however, in the investigation in Sendai city, the viewpoint becomes bird's-eye view. This environmental program can become one of the good teaching materials to promote an environmental recognition by different scale.

キーワード：光害調査活動、スケール、スケールアップ、環境認識、教材開発

## 1. はじめに

長島ほか(2003)は仙台市立桜丘中学校の第2学年を対象にして光害調査活動を取り入れた実践授業を行い、その課題と成果を整理した。本稿ではその実践をふまえて次の視点で検討を加えたい。光害調査活動を環境教育で扱う際のいわばスケールアップの効果を明らかにするということである。前報では1つの中学校の校区というローカルな地域範囲で光害調査活動を行い、その結果を基にして環境教育的な考察を行ったが、今回はそれに加えて平成17年度版「仙台の自然」(児童向け資料集)のために行われた仙台市全域の光害調査結果(仙台市教育委員会,2004)を取り入れて議論を深めたい。調査範囲を拡張することが児童生徒にとってどのような意味を持っているのか、学区スケールおよび仙台市域スケールの光害調査活動を事例にして児童生徒の環境認識力を育成するという観点から考察を深めたいと考えている。

## 2. 環境教育におけるスケールアップの視点

### 1) 環境教育におけるスケール概念

児童生徒が認識している範囲を示す意味でのスケールは環境教育上重要な意味を持っている。まず語義から確認する。本稿ではスケールを児童生徒が認識している対象の時間的ならびに空間的な範囲として用いる。スケールをどのようにとらえるかは環境教育上重要な問題である。スケールが児童生徒の観察した事象の解釈に影響を与えるからである。

特に今回は空間的なスケールを問題にしたい。学校教育で取り上げることができる直接的な観察学習が可能な範囲は大きく見積もっても学校から半径数kmといったところである。この範囲が児童生徒の直接的に認識できる範囲である。しかし環境教育の中で扱われる環境問題はこの範囲に収まりきらない。環境問題の多くは概して広域的スケールである。酸性雨の問題、大気中の二酸化炭素の増加による温暖化問題、希少生物の存続問題など、どれをとっても1つの都市、1つの国だけで解決できる問題ではなく全地球的な規模に及んでいるのである。その意味で環境教育の役割を考えた場合、身近な観察事象から議論を組み立てつつ、スケールアップさせながら広域的な問題にも関心を

\*仙台市天文台, \*\*宮城教育大学理科教育講座, \*\*\*花巻市立花巻中学校

持っていきことのできるような環境認識能力の育成は急務なのである。今回は光害調査活動を事例として学区スケールでの光害調査活動と仙台市内の小学生が協力する形で実現した仙台市域スケールでの光害調査活動を取り上げる。小さい規模での観察経験をもとに、より大きな規模での課題解決につなげていく思考法を育てるための環境認識能力の育成を目指すための教材化について検討を加える。

## 2) スケールアップ型教材としての光害調査活動の特性

光害調査活動はスケールアップ型教材として特別な意味を持っている。光害調査活動は観測フレームの中に見える天体の数で光害を評価する(長島・渡辺, 2002; 長島ほか, 2003)が、この夜空の天体は児童生徒が認識できる唯一の無限遠の距離にある観察対象なのである。地球上にある観察対象ではどんな場合においても対象までの距離の影響を考慮しなければならない。同じ対象であっても近ければ大きく見えるし、遠ければ小さく見えてしまうのである。距離がその評価に影響を及ぼすのである。しかし天体はまさに無限遠の距離にあるため地球上のどの位置から見ても同じ基準で比較することが可能である。これが光害調査活動

の持つ観察を取り入れた環境教育教材としての特性である。

## 3) 学区スケールと仙台市域スケール

図1が長島ほか(2003)で取り上げたスケールと今回取り上げる仙台市域スケールの関係を示したものである。長島ほか(2003)の調査スケールは仙台市立桜丘中学校の学区である。桜丘中学校の位置は仙台市のほぼ中央部にあたり、奥羽山脈の東側に続く第三紀丘陵の東端を宅地造成する形で成立した地域を学区としている。学区総面積は約2.5平方kmで、学区面積からみると仙台市内の各中学校の中でも平均的なサイズである。

一方、今回の検討に加えた調査スケールは仙台市全域がその範囲となっている。平成元年の政令指定都市の制定と前後して仙台市の範囲は大きく広がり、旧泉市、旧宮城町などを含め宮城県の中央部全体を仙台市が占めるまでに至っている。東北地方有数の広い範囲をカバーしている。仙台市の総面積は約786平方kmなので、桜丘中学校の面積と比べると300倍以上である。

単に面積が広がったというだけなのか、あるいは面



図1. 光害調査における学区スケールと仙台市域スケール

積が拡大することで扱うべき環境教育的な課題に質的な差が生じているのかといった点に筆者らの興味がある。この空間スケールの違いが光害調査活動を含めた教材化を進める上でどのように影響を及ぼすのかについて次節以降で検討を加える。

### 3. スケールアップが光害マップのとりえ方に与える影響

#### 1) 学区スケールから見た光害マップの解釈

長島ほか (2003) で提示した学区スケールで桜丘中学校の学区の光害マップ (図2) を見てみたい。実践授業の中で予想をさせた段階では学区周囲に幹線道路があることから、幹線道路沿いの方が、星がよく見えないのではないかという推論を行う生徒が多かった。確かにその方が考え方として合理的である。しかし結果を見ると必ずしも幹線道路沿いで星が見えにくいというはっきりした傾向は見いだせなかった。むしろ住宅に囲まれた桜丘団地の内部の方が星が見えにくいようである。このようにローカルスケールでは光害調査結果全体を見通せるような傾向を見いだすことはできないのである。

しかし、その地域で生活している生徒は授業の進展とともに原因を追求することができた。光害の原因を街灯の形状という視点で整理したのである。宅地造成初期の街灯は路上のみを照らすような形状となっていたが、新しく造成された場所は街灯の形状はデザインが優先され、上方に光が漏れてしまう形状となっていたのである。これが星の見え方に影響を与えているという指摘である。これが生活域を調査対象にしている強み、直接的に体験できる強みである。

#### 2) 仙台市域スケールから見た光害マップの解釈

図3が仙台市域光害マップ (仙台市教育委員会, 2004) である。長島・渡辺 (2003) および長島ほか (2003) の方法で作成されている。

概要をまとめてみる。まず仙台市中心部の商業地域が光害の影響が大きいことが指摘できる。太白区長町周辺ならびに泉区八乙女周辺も光害の影響が大きい。両地域とも近年最も開発が進んでいる地域である。また幹線道路周辺で光害の影響が大きいことも指摘で

きる。国道4号線周辺域および国道286号線周辺域で星を確認することが難しくなっているようである。実際にその周辺には過剰な広告照明が点灯しており、実際の感覚にも適合する。これらも学区スケールつまりローカルスケールではとらえることのできなかつた点である。

その一方、福岡小学校周辺や川前小学校周辺などの仙台市西部の方は青色あるいは水色段階となっている。これは4等星あるいは3等星まで見ることのできる星空となっており、光害の影響が小さいといえる。住吉台小学校周辺や栗生小学校周辺などでも比較的状态の良い星空が確認されている。

以上のように学区域スケールとは異なり、全体的な傾向をつかみやすい。既に指摘したとおり、光害をとらえるという課題に対して仙台市域スケールの方が適切なスケール・サイズであったと言えるであろう。

### 4. スケールアップの環境教育的な意義

前節で光害をとらえる上で学区域スケールと仙台市域スケールで、結果の解釈が異なることを指摘した。スケールを変えることで見えてくる現象が異なるということである。この意味を景観論的な視点で検討してみたい。樋口 (1975) は景観論の立場から人間の視覚能力を吟味し、およそ3.3kmから4kmの範囲が中景と遠景の境界線であるとした。中景とは人間の眼で景観を構成する要素を識別できる範囲であり、一方、遠景とはその識別がもはや困難な範囲である。仙台の中心街から西方に見える泉ヶ岳の山並みなどは典型的な遠景ということになる。3.3kmから4kmの範囲を円の半径と考えれば、まさに平均的な学区域スケールに相当する。

つまり学区域スケールは、中景として、児童生徒が景観を構成する要素を識別できる範囲内にあるということの意味し、児童生徒が日常的に観察できる範囲を扱っているスケールということになる。仙台市域スケールは、遠景として、もはや景観を構成する要素を識別できない状態にまで拡大された範囲であることを意味し、児童生徒が日常的に直接観察することができない範囲を扱っているスケールということになる。

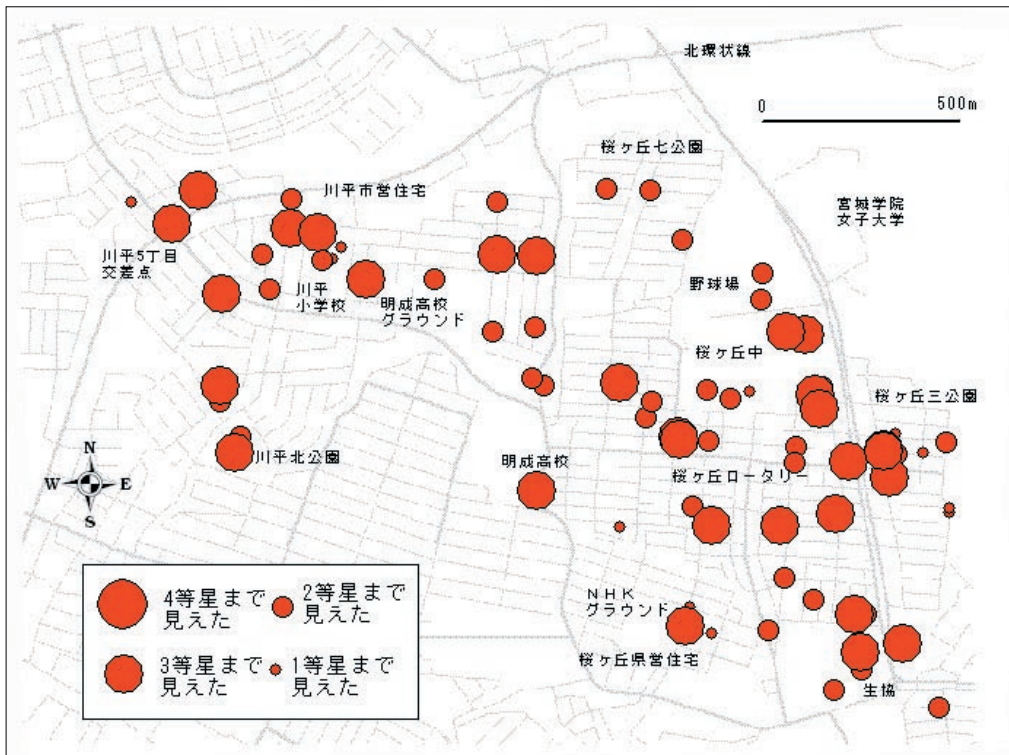


図2. 学区域スケールの光害マップ（長島ほか（2003）による桜丘中学校学区の調査結果）

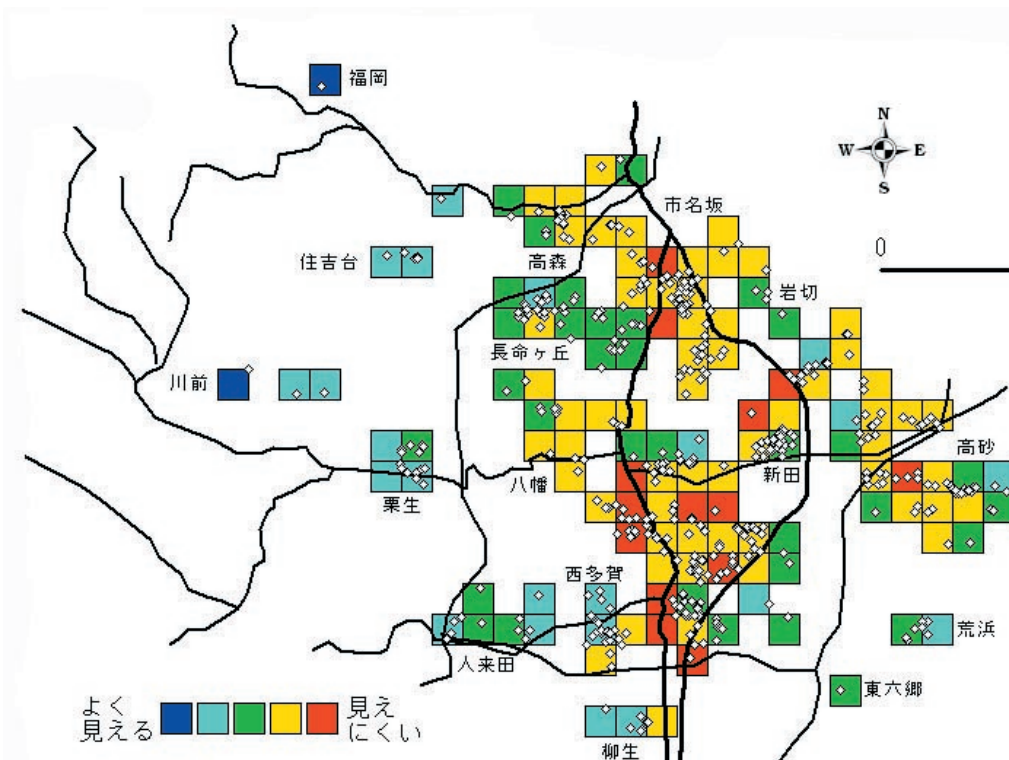


図3. 仙台市教育委員会編（2004）による仙台市域スケールの光害マップ  
（平成16年10月6日から18日にかけて調査実施）



中景と遠景の違いは、認識している範囲の大きさの違いだけではなく児童生徒の視覚を通じた環境認識の質的な違いにつながっている。図4はこのことを光害調査を例にして環境認識の方向という観点から整理したものである。

学区域スケールは、児童生徒の目線から見ているスケール、児童生徒が直接的に環境を認識するスケールであり、光害調査活動でいえば、観察地点における「下から夜空を見上げる」という環境認識の方向を意味している。

仙台市域スケールは、広く見渡すスケール、まさに鳥瞰的な視点での環境認識スケールということになり、光害調査でいえば、観察地点における「上から地表を見下ろす」という環境認識の方向を意味している。

地球温暖化問題、国境をこえた大気汚染問題などを自らの課題としてとらえることのできるような児童生徒を育成するためには、この2つの方向の環境認識能力を育成する必要がある。そのために巧妙に組み立てられたスケールアップ型学習プログラムを構築していかなければならない。

本稿では、学区域スケールと仙台市域スケールの光害調査活動を事例として、環境認識の方向性を意識した環境学習の意義に言及してきた。学区域スケールの

学習で培われる直接的に体験できる環境の変化をとらえる能力、仙台市域スケールでの学習で培われる広い範囲で環境の変化をとらえる能力、どちらも環境教育上育成しなければならない重要な能力である。

光害調査活動を通して作成される光害マップは人工衛星データなどを取り入れることで日本全体スケールあるいは地球全体スケールでの教材化への道も開かれている。そういった意味で筆者らは光害マップ教材をスケールアップ型教材として位置づけ、その意義を十分に果たすことのできる教材であると考えている。

### 引用文献

- 樋口忠彦, 1975. ランドスケープの視覚的構造. 景観の構造. 9-82. 技報堂出版. 東京.
- 長島康雄・渡辺 章, 2003. 小中学生のための天文教材 (2) 紙パックを用いた観測フレーム. 天文教育, 15(4):47-52.
- 長島康雄・佐々木佳恵・高田淑子・松下真人・千島拓朗・斎藤正晴・三浦高明. 2003. 中学生が実施した光害調査調査による環境評価活動とその教育的意義. 環境教育紀要, 6:55-63.
- 仙台市教育委員会, 2004. 仙台の星空. 仙台の自然. 94-97. 仙台.

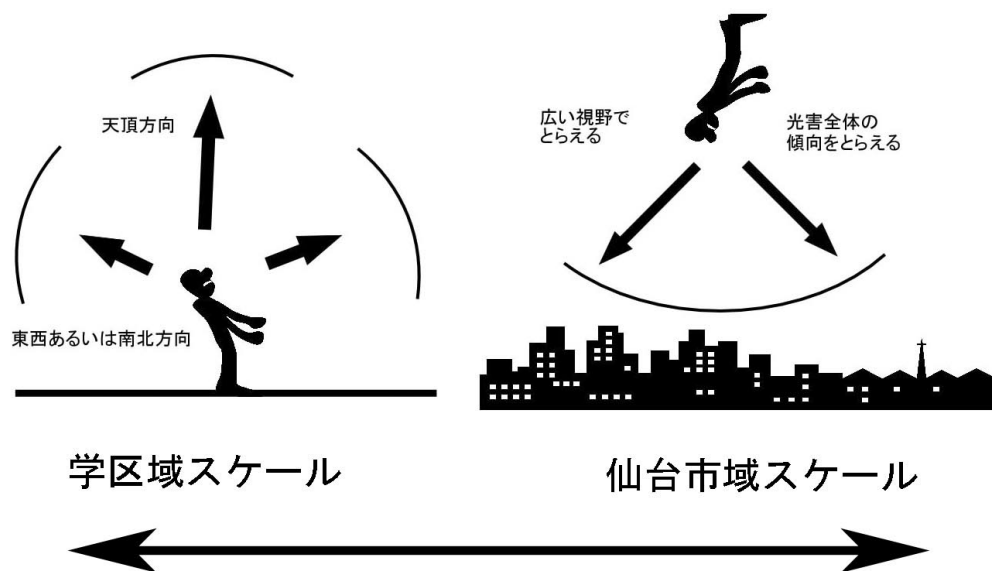


図4. スケールの違いが環境認識の方向性に与える影響



# 宮城県内の少年自然の家における環境学習活動 —学校授業との連関についてのアンケート調査結果の概要—

川村寿郎\*・中條 裕\*\*・千葉文彦\*\*\*・平吹喜彦\*・  
西城 潔\*\*\*\*・見上一幸\*\*\*\*\*・目々澤紀子\*\*\*\*\*

Environmental Studies at the Natural Children Centers in Miyagi Prefecture:  
Summary of the Questionnaire Survey on the Subject Relation with School Classes

Toshio KAWAMURA, Yutaka NAKAJO, Fumihiko CHIBA, Yoshihiko HIRABUKI,  
Kiyoshi SAIJO, Kazuyuki MIKAMI and Noriko MEMEZAWA

**要旨：**宮城県内の3つの少年自然の家における環境学習活動の実態、各利用校での「総合的な学習の時間」や教科の学習内容との連関性、および今後の期待や要望に関するアンケート調査を実施した。277の利用校からの回答結果の概要をここに報告する。

**キーワード：**少年自然の家、体験活動、環境学習、総合的な学習の時間、アンケート調査

## 1. はじめに

環境学習として、実際の事物を対象に見たり触れたりして感じる、あるいは、観察や測定の調査をする、というような活動を通じた実体験に基づいて学習をすすめることの有効性や重要性については、これまでの多くの実践事例や指導報告などからみても、広く支持されている。しかし学校現場では、その実体験の実施が、課程進行時間や学校の立地環境などから制約されることも多い。そのため、各学校が例年利用する少年自然の家や野外活動センターなどの社会教育施設での活動は、施設周辺の豊かな自然を中心とした環境を実体験できるたいへん貴重な機会といえる。

平成14年度から導入された「総合的な学習の時間」は、児童・生徒の「生きる力」の育成をめざし、教科を横断し総合化した内容として創意工夫しながら進めることが求められている。各学校では地域や学校の特色を生かしながら、さまざまなテーマで取り組んでおり、環境学習は当初からその主要な学習テーマの一つとなってきた。全国の少年自然の家でも、立地環境を活かしたさまざまな環境学習のガイドや手引書を作成して（例えば、独立行政法人国立少年自然の家、

2003a, 2004）、「総合的な学習の時間」に対応している。そのため、少年自然の家での活動と各学校での授業とを密接に関連づけることによって、「総合的な学習の時間」のみならず教科の学習内容を含めたものとして、環境学習が実体験から理解へと効果的に展開できるとみられる。

本報告は、こうした少年自然の家での活動における環境学習、およびそれと各学校での「総合的な学習の時間」や教科における学習内容とがどのように関連しているか、それぞれの実態を調べるとともに、今後環境学習をすすめるために、施設や大学に対して何が要望・期待されているかを知る目的で実施したアンケート調査結果の概要である。特に、少年自然の家での活動と各学校での環境学習の連関性を把握することを調査の目的とした。

## 2. アンケート調査について

アンケートは、付録に示したような「少年自然の家と学校との環境学習活動に関する調査」と題した調査用紙を用いた。内容は、大きくみると、少年自然の家の利用形態（問1～問3）、利用の目的・理由と野外

\*宮城教育大学理科教育講座, \*\*宮城教育大学環境教育実践専修, \*\*\*国立花山少年自然の家, \*\*\*\*宮城教育大学社会科教育講座, \*\*\*\*\*宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

活動内容（問4～問5、問8）、学校での学習内容（問6～問7）、環境学習としての今後の取り組みと期待（問9～問12）に分けられる。

アンケート調査は、2004年4月～10月に宮城県内にある3つの少年自然の家（国立花山、宮城県立蔵王、仙台市立泉岳）を利用した小学校、中学校、特殊学校の計388校に回答を依頼した。2004年11月に調査用紙を送付し、1ヶ月の期間において2004年12月末までに277校から回答（回収率71.4%）を得た。その内訳は下記（表1）の通りである。本報告はこれらの回答校の集計結果を基にしている。

なお、上記の学校は、図1のような地域に学区をもつ。

表1. 回答校の集計結果

施設名		利用学校種内訳		
		小学校	中学校	養護学校
国立花山	147	126	17	4
宮城県立蔵王	55	41	14	0
仙台市立泉岳	75	71	4	0
計	277	238	35	4

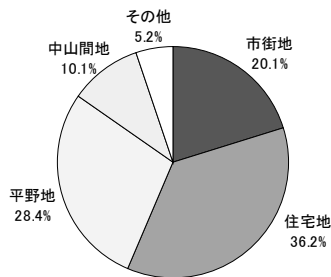


図1. 回答校の学区位置の内訳

### 3. 集計結果

#### 1) 自然の家の利用形態

各自然の家を利用した学年の内訳は、図2のとおりである。小学校では特に5年生の利用が圧倒的に多い。

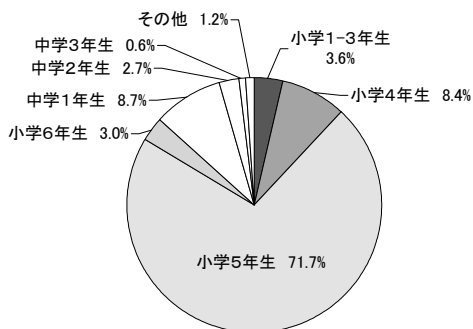


図2. 利用校の学年別内訳

利用日数の内訳は図3のとおりである。1泊2日または2泊3日がほとんどである。

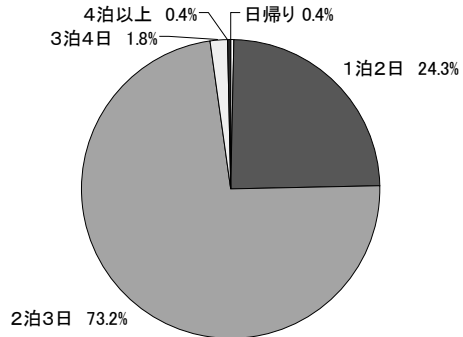


図3. 利用日数の内訳

利用時期の内訳は図4のとおりである。6月と9月の利用の割合が多い。

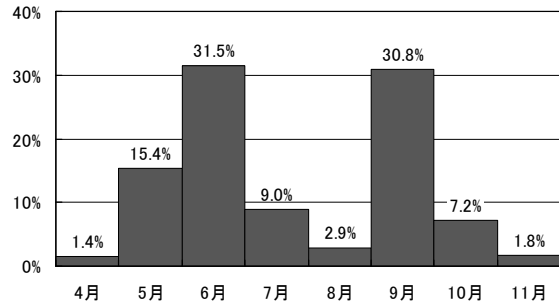


図4. 利用時期の内訳

#### 2) 教育課程上の充当

教育課程として、自然の家での活動に充当された時間の内訳は、図5のとおりである。宿泊行事および「総合的な学習の時間」として充当されている場合が全体の8割以上となっている。

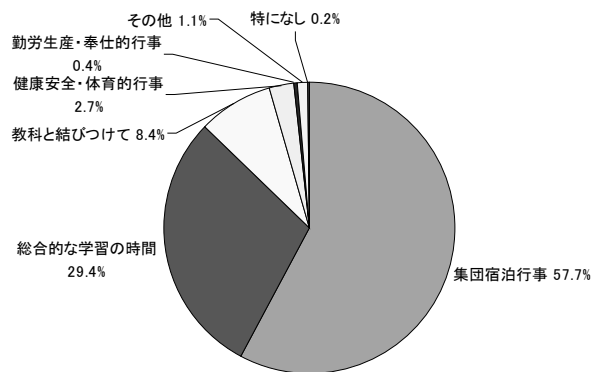


図5. 少年自然の家での活動に充当された時間の内訳

### 3) 少年自然の家利用の目的や理由

図6に示すように、少年自然の家の利用目的や理由として、「とてもよくあてはまる」と答えた項目のうち、「集団活動・仲間づくりの場」と「自然体験・生活体験の場」が特に高い。次いで、「周囲の自然環境が良い」と「環境が良く、施設・設備が整っている」が高い。これは、国立少年自然の家が2002年度に実施した調査結果（独立行政法人国立少年自然の家，2003b）とほぼ同じ傾向である。ただし、「周囲の自然環境が良い」がより高い割合で理由とされている点が特徴的であり、これは3つの少年自然の家とも恵まれた自然環境の中に立地していることによるとみられる。

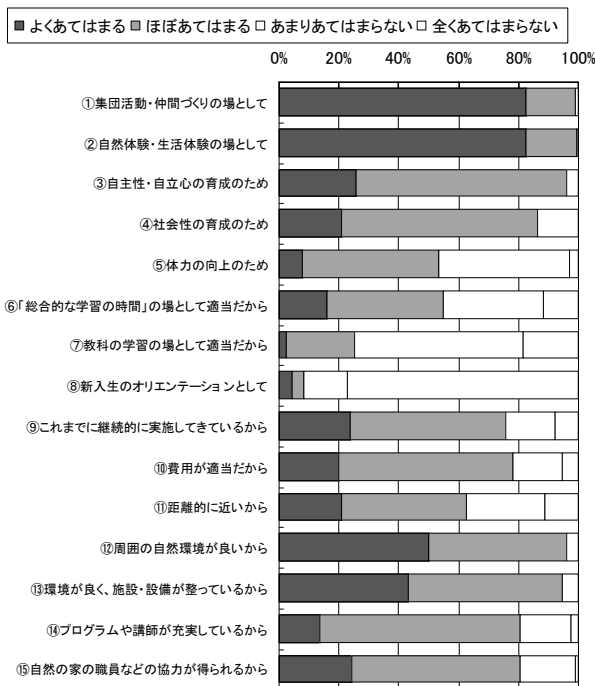


図6. 少年自然の家の利用の目的・理由

### 4) 少年自然の家での活動内容

自然の家で利用校が行っているさまざまな活動のうち、環境学習に関連づけられる自然体験、野外生活体験活動、自然観察調査活動、ゲームやものづくり、および社会体験活動の各内容の実施状況は、図7～図11のとおりである。

【自然体験活動】これは自然の家での活動として多く行われている。内訳として、登山、沢あそび（沢のぼりを含む）、ナイトハイキングの実施の割合が高い。

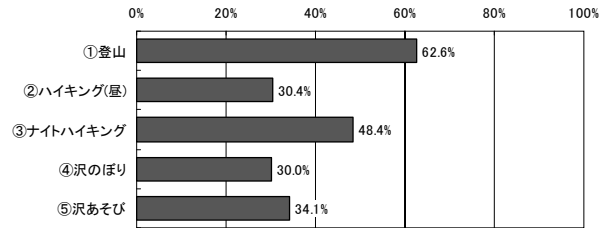


図7. 自然体験活動の実施内訳

【野外生活体験活動】野外炊事とキャンプファイアーが7割以上の実施率で、活動の中で最もよく行われている。

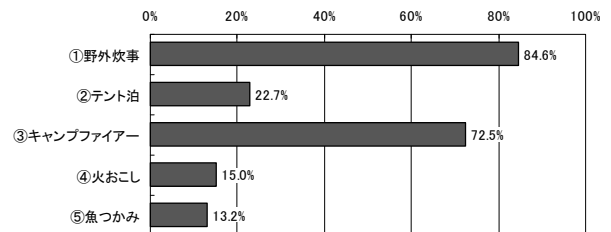


図8. 野外生活体験活動の実施内訳

【自然観察調査活動】星空観察、植物観察、水生生物観察が比較的多いが、それ以外は総じて少ない。

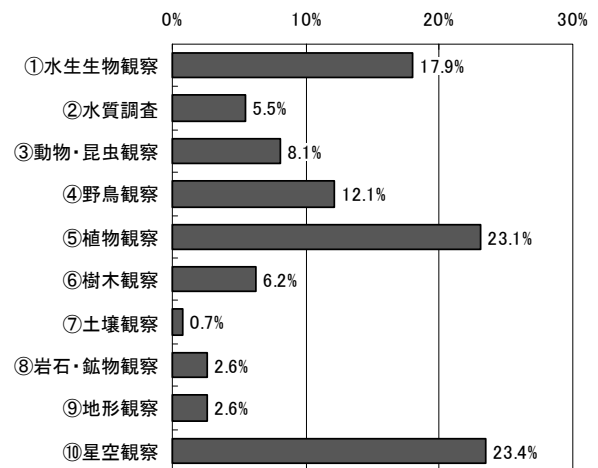


図9. 自然観察調査活動の実施内訳

【ゲーム・ものづくり】焼き板づくりとオリエンテーリングが比較的多い。

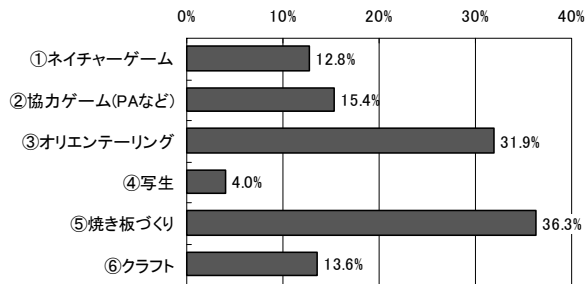


図 10. ゲーム・ものづくりなどの実施内訳

【社会体験活動】総じて少ない。

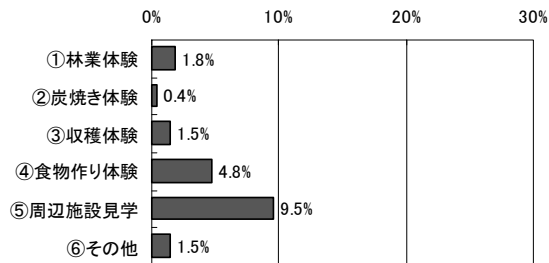


図 11. 社会体験活動の実施内訳

【環境学習資料の利用状況】3つの自然の家では、環境学習に関する活動プログラムや「総合的な学習の時間」としての活動事例集などの資料が作成されている。これらが実際の活動にどの程度参考となったかについては、図 12 に示されるとおりである。

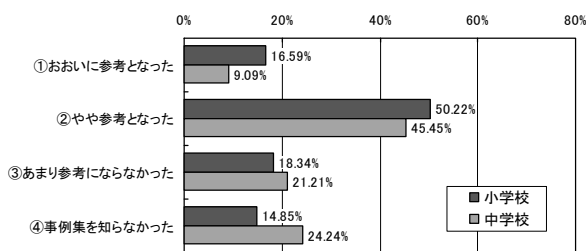


図 12. 少年自然の家で作成された環境学習資料の利用状況

### 5) 自然の家での活動と学習内容との関連

学習内容として、少年自然の家での活動と関連させた学習がどの時間に取り上げられたかは、図 13 に示すとおりである。小学校では「総合的な学習の時間」が最も多く、教科や学級活動の内容としても比較的多く取り上げられている。一方、中学校では「総合的な学習の時間」と学級活動の内容として多く取り上げられ、教科の内容としては少ない。

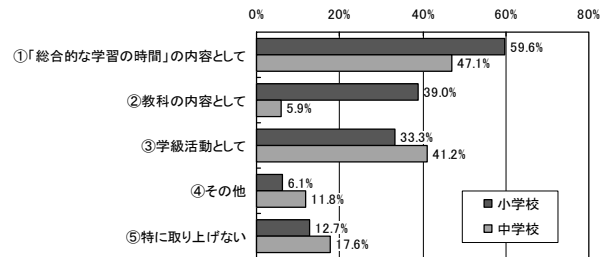


図 13. 自然の家での活動に関連した内容の学習時間の内訳

【「総合的な学習の時間」の内容】「総合的な学習の時間」の内容として取り上げた学校（学級）におけるテーマは、図 14 に示すように大別される。小学校では、利用した各自然の家やその周辺の自然に関する学習、学区域と自然の家周辺との比較による地域に関する学習が多く、次いで、自然の家での活動を含めた共同生活に関する学習と環境一般に関する学習が比較的多い。一方、中学校では、回答数が少ないものの、自然体験とならんで生活や社会性の学習が比較的多い。

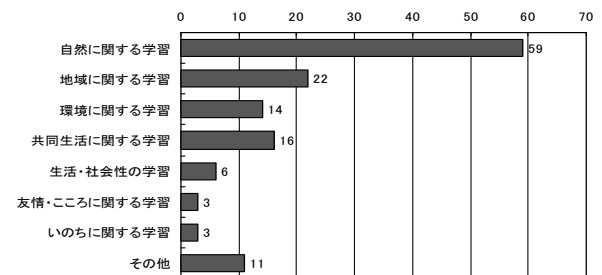


図 14. 少年自然の家の活動と関連した「総合的な学習の時間」の学習内容の内訳。横軸は同類の記述内容の数を表す

【教科の内容】教科の内容として取り上げた学校での教科の内訳は、図 15 のとおりである。理科が最も多く、次いで図工、家庭、体育、国語、道徳が多くあげられている。

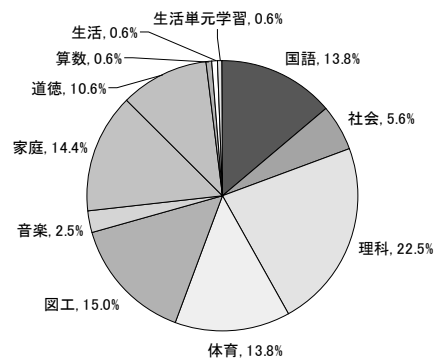


図 15. 少年自然の家の活動と関連した内容を扱った教科の内訳

【学級活動】学級内での集団活動や協力などに関する内容が多い。

【学習進行上の位置づけ】少年自然の家での活動を、学習進行上、どのように位置づけたかについては、図16に示されるとおりである。学習単元の中心または導入として、位置づけている場合が多いが、小学校では約3割が発展としても位置づけている。

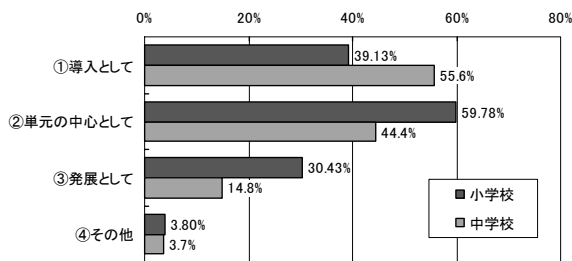


図16. 自然の家での活動に関連した内容の学習進行上の位置づけの内訳。

### 6) 自然の家での環境学習活動に対する意欲

自然の家の利用において、今後の環境学習に関連する活動を行う意志については、図17に示されるとおりである。概して、小学校の方が中学校よりも環境学習活動を行いたいと考えている割合が高いが、そうでない割合も全体の3割以上に達する。

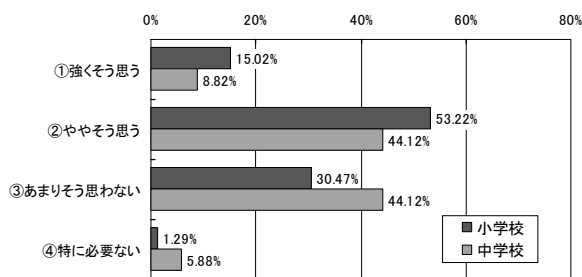


図17. 今後の少年自然の家での環境学習活動に対する意欲

具体的な活動内容としては、少年自然の家で現在実施可能な野外活動を中心に、図18に示すような希望がある。特に、水生生物観察や水質調査などの水に関連した内容が多いほか、植物観察をはじめとする樹木や森林に関する内容も少なくない。

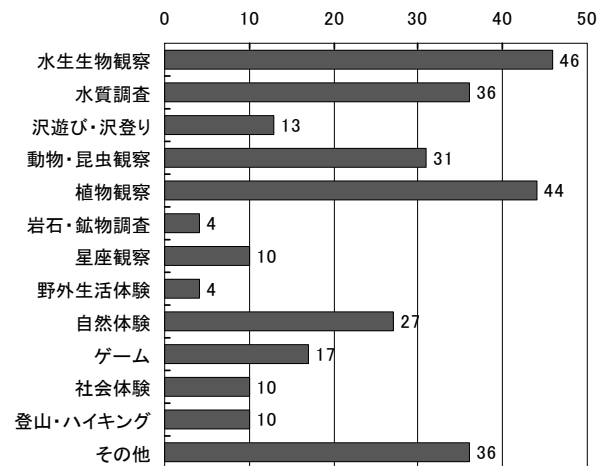


図18. 今後取り組みたい自然の家での環境学習活動の内訳。数値は同類内容の記述の数を表す。

### 7) 自然の家での環境学習活動に対する期待や要望

今後、自然の家で環境学習に関する活動を行う上で必要と考えられる種々の事項に対する期待は、図19に示されるとおりである。設備・備品、教材（事例集やワークシートなど）、活動場所の整備や充実、および事前説明に対する期待が特に高い。また、自然の家職員、依頼講師、ボランティア学生等による支援に対する期待も高い。

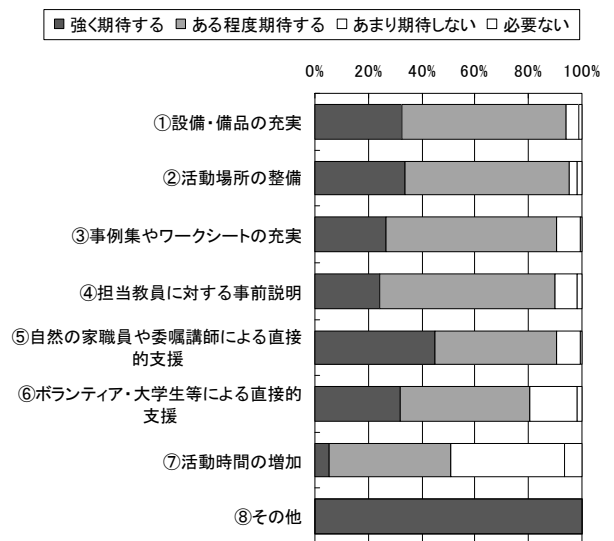


図19. 自然の家での環境学習活動で期待される内容と程度

上記の期待に関連して、少年自然の家や大学等に対する要望や希望の記述意見をまとめると、図20に示

すような内容の内訳となる。特に、自然の家での活動のプログラムや学習材の整備・充実やそれらの情報の提供・発信の充実などといった物的支援とならんで、講師やボランティア学生から児童への直接的な指導や助言あるいは指導教員への講習などの人的な支援に対する要望が多い。

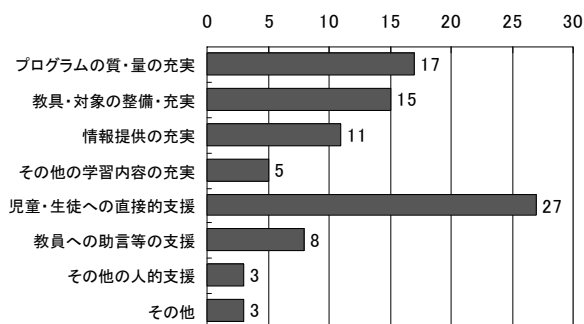


図 20. 自然の家での環境学習活動に関連した期待や要望の記述意見。数値は同類内容の記述の数を表す

#### 4. おわりに

少年自然の家における利用校の活動については、各自然の家での実施記録等によって、状況はある程度把握しているものの、その活動内容と各学校での学習内容との関わりについては、あまり追跡されていない。今回のアンケート調査によって初めて、客観的にその状況を把握することができた。少年自然の家での活動が、「総合的な学習の時間」や教科の内容として、自然・地域・環境などを主とした学習と大きな関わりをもっていることが浮き彫りとなった。また、自然の家での環境学習活動に対する期待が高く、そのための要望として、物的のみならず人的な支援が多いこともわかった。

本報告の調査は、多様な立地環境にある宮城県内全域（一部県外も含む）の学校から得られた回答を基にしており、全国的にもあまり類例をみないものである。この貴重な調査結果については、さらに分析を加えるとともに、今後の支援や整備のあり方を考えるうえで有効に活用してゆきたい。

#### 謝 辞

本報告を行うにあたり、国立花山少年自然の家・松岡憲雄所長、宮城県立蔵王少年自然の家・渡邊良悦所長、仙台市立泉岳少年自然の家・澁谷信彦所長、をはじめとする各少年自然の家職員の方々には、アンケート調査を行うにあたって調査内容について検討いただいた。また、利用校の活動状況や実施内容についてご教示いただくとともに、「環境学習」に関する資料等を提供していただいた。また 277 の利用校には、アンケート調査の回答に協力していただくとともに、実に多くの貴重な意見をいただいた。ここに記して、お礼申し上げる。

なお、アンケート調査には、日本学術振興会科学研究費補助金（課題番号 16611001）を使用した。

#### 引用文献

- 独立行政法人国立少年自然の家，2003a. 少年自然の家における「総合的な学習の時間」の実践 小学校編. 71pp.
- 独立行政法人国立少年自然の家，2003b. 少年自然の家利用に関する学校の意識等調査. 39pp.
- 独立行政法人国立少年自然の家本部，2004. 国立少年自然の家でできる！「総合的な学習の時間」～プログラム事例集～. 62pp.



付 録

少年自然の家と学校との環境学習活動に関する調査

この調査は、少年自然の家での活動と、小中学校で行われている「総合的な学習の時間」や各教科で取り組まれている「環境学習」との関連性を把握し、今後の少年自然の家における活動の内容や支援等の方法改善を図るために行うものです。今回は、平成16年4月～10月の間に、宮城県内の3つの少年自然の家を利用した小中学校を調査対象にしています。

この調査の結果は、宮城教育大学において統計的に処理し分析を加えた後、概要を公表する予定であります。各学校にはご迷惑をかけないよう配慮いたしますので、ありのままにご記入ください。なお、ご回答の期限は1.2月.2.2日(水)です。どうかよろしくご協力のほど、お願いいたします。

問1. あなたの学校は、次のうちのどの地域に学区がありますか (主なもの1つ回答)  
 ① 市街地 ② 住宅地 ③ 平野地 ④ 中山間地 ⑤ その他 [ ]

問2. 自然の家を利用した学年 (カッコ内に学級数)、日数、時期について、記入してください。

記入例) 利用日数: 2泊3日、日帰り 利用時期: 6月上旬

学年	学級数	利用日数	利用時期
① 小学1年	( )		
② 小学2年	( )		
③ 小学3年	( )		
④ 小学4年	( )		
⑤ 小学5年	( )		
⑥ 小学6年	( )		
⑦ 中学1年	( )		
⑧ 中学2年	( )		
⑨ 中学3年	( )		
⑩ その他	( )		

問3. 自然の家の利用は、教育課程上、次のうちのどれに充当した活動ですか (複数回答可)。

- ① 集団宿泊行事として
- ② 「総合的な学習の時間」として
- ③ 教科と結びつけて
- ④ 健康安全・体育的行事として
- ⑤ 勤労生産・奉行的行事として
- ⑥ 修学旅行として
- ⑦ その他 [ ] ⑧ 特になし

問4. 自然の家を利用した目的や理由は何か。次の項目ごとに、近いと思われる番号を1つ選んで、○をつけてください。

	よくあてはまる	ほぼあてはまる	あまりあてはまる	全くあてはまらない
① 集団活動・仲間づくりの場として	1	2	3	4
② 自然体験・生活体験の場として	1	2	3	4
③ 自主性・自立心の育成のため	1	2	3	4
④ 社会性の育成のため	1	2	3	4
⑤ 体力の向上のため	1	2	3	4
⑥ 「総合的な学習の時間」の場として適当だから	1	2	3	4
⑦ 教科の学習の場として適当だから	1	2	3	4
⑧ 新入生のオリエンテーションとして	1	2	3	4
⑨ これまでに継続的に実施してきているから	1	2	3	4
⑩ 費用が適当だから	1	2	3	4
⑪ 距離的に近いから	1	2	3	4
⑫ 周囲の自然環境が良いから	1	2	3	4
⑬ 環境が良く、施設・設備が整っているから	1	2	3	4
⑭ プログラムや講師が充実しているから	1	2	3	4
⑮ 自然の家の職員などの協力が得られるから	1	2	3	4
⑯ その他 [ ]	1	2	3	4

問5. 自然の家では、次のうちのどのような野外活動を行いましたか (複数回答可)。

自然体験活動	① 登山	② ハイキング (屋)	③ ナイトハイキング	④ 沢あそび
ゲーム、ものづくり				
① ネイチャージャーゲーム		② 協力ゲーム (PA など)	③ オリエンテーリング	④ 写生
⑤ 焼き板づくり		⑥ クラフト		
自然観察・調査活動				
① 水生生物観察		② 水質調査	③ 動物・昆虫観察	④ 野鳥観察
② 樹木調査		⑦ 土壌観察	⑧ 岩石・鉱物観察	⑤ 植物観察
野外生活体験活動				
① 野外炊事		② テント泊	③ キャンプブブアィアー	④ 火おこし
⑤ 魚つかみ				
社会体験活動など				
① 林業体験		② 炭焼き体験	③ 収穫体験	④ 食物作り体験
⑤ 周辺施設見学		⑥ その他 [ ]		

問 6. 自然の家での活動に関連した内容は、次のうちのどのような学習内容(単元)として取り上げましたか。

① 「総合的な学習の時間」の内容として

- (テーマ: ) )  
 (テーマ: ) )  
 ② 教科の内容として  
 (教科名: 国語、社会、理科、体育、図工、生活、道徳、その他 [ ] ) )  
 (テーマまたは単元: ) )  
 ③ 学級活動として  
 (テーマまたは内容: ) )  
 ④ その他 [ ] )  
 ⑤ 特に取り上げない

問 7. 上記の①～③では、自然の家の活動内容について、学習進行上、次のうちのどのような位置づけとしましたか(複数回答可)。

- ① 導入として(動機づけ、あるいは ) )  
 ② 単元の中心として(実質的活動、あるいは ) )  
 ③ 発展として(事後の課題追求、あるいは ) )  
 ④ その他 [ ] )

問 8. 自然の家では、「環境学習」に関する活動プログラム(ワークシートなど)や「総合的な学習の時間」として取り組める活動事例集などを作成していますが、これらは実際の活動にあたって参考となりましたか。

- ① おおいに参考となった ② やや参考となった ③ あまり参考にならなかった  
 ④ 事例集を知らなかった

問 9. 自然の家の利用において、今後、「環境学習」に関する活動を行いたいと思いますか。

- ① 強くそう思う ② ややそう思う ③ あまりそう思わない ④ 特に必要ない

問 10. 問 9 の①と②に記した方は、具体的にどのような活動内容を行いたいと思いますか。問 5 の項目を参照して、自由に記入してください。

<調査は裏面につづきます。>

問 11. 自然の家で「環境学習」に関する活動を行う場合、今後さらに期待するものは何ですか。次の項目ごとに、近いと思われる番号を1つ選んで、○をつけてください。

	強く期待する	ある程度期待する	あまり期待しない	必要ない
① 設備・備品の充実	1	2	3	4
② 活動場所の整備	1	2	3	4
③ 事例集やワークシートの充実	1	2	3	4
④ 担当教員に対する事前説明	1	2	3	4
⑤ 自然の家職員や委嘱講師による直接的支援	1	2	3	4
⑥ ボランティア・大学生等による直接的支援	1	2	3	4
⑦ 活動時間の増加	1	2	3	4
⑧ その他 [ ]	1	2	3	4

問 12. 「環境学習」に関連して、少年自然の家や大学等に対する要望や希望がありましたら、自由に記入してください。

<さしつかえなければ、このアンケートの記載者を次の中から選んで、○をつけてください。>

- ① 校長 ② 教頭 ③ 教務主任 ④ 学年主任 ⑤ その他の教職員

<調査は以上です。ご協力ありがとうございました。>

宮城教育大学環境教育実践研究センター  
 国立花山少年自然の家

# まだ浅い経験の中で考えている国際教育協力と環境教育 — 宮城教育大学環境研の5年を振り返って —

見上一幸\*

Environmental Education and International Education Support , Thinking from Shallow Experience  
- Looking back the Activities of the Environmental Education Center for these 5 Years -

Kazuyuki MIKAMI

## 1. はじめに

新たな環境教育の時代が始まろうとしている。これまでも何度か環境教育の時代と呼ばれる時代があった。今年から国際連合の「持続可能な開発のための教育の10年(DESDE)」が始まり、本年2月には京都議定書が発効し、地球温暖化防止の具体的な取り組みが焦眉の急となっている。その一方で、学校における環境学習は難しい問題を抱えている。国際学力比較調査の結果からゆとり教育が見直され、環境教育・学習が現在広く取り入れられている「総合的な学習の時間」を見直そうと云う動きがある。ますます教科の基礎基本重視の方向に進むと思われる。いうまでもなく、この基礎基本の重視は大切なことであるが、本来、これらの基礎基本の上に「総合的な学習の時間」があったはずで、その成果が各教科に反映されてこそ、「総合的な学習の時間」が活きるはずである。このまま知識偏重に戻るのならば、これまで云われてきた体験不足や総合力はどこで補ったらいいのであろうか。環境教育においては、教科横断型の学習を重視することで、「総合的な学習の時間」を活かし、体験の上に教科の指導ができるように思う。また、地域・地元での体験学習の深め、故郷を語る人こそ、地球の環境を具体的に考えることのできる人であり、真の国際人と言えるのではないだろうか。これは、国際教育協力においてもいえることで、相手の地域文化を理解し、かつ尊重した環境学習方法を我々自身が学ぼうとするところにその意味があるように思う。

本稿では、この5年間の宮城教育大学附属環境教

育実践研究センターの活動と、それを基礎に展開しようとする国際教育協力の考え方と経過について、センター長という立場からの一端を報告する。

## 2. 環境教育実践研究センターの活動の概要

昨年独立行政法人化した国立大学の附属センターは、大学本来の学部教育、大学院教育への貢献に加えて、大学の特性を活かした地域貢献や国際貢献が強く求められる時代になった。宮城教育大学は環境教育の分野で、2003年にユネスコ APEID の協同センターとして認められたことに加え、2003年より始まった文部科学省の国際教育協力プロジェクト「拠点システム」の中で、経験の浅い分野としての「環境教育」で、東京学芸大学とともに拠点大学としての役割を担っている。

宮城教育大学附属環境教育実践研究センターは、1997年4月に理科教育研究施設が改組されて設置された。基礎分野、実践分野、システム分野の3分野から構成され、教員8名を含む10名からなる組織で、その主な任務は、学校教育における環境教育を支援し、研究することである。基礎分野では、自然フィールドに関する基礎的な研究と教材の開発を行い、実践分野では、自然フィールドを活用した実践教育について研究を行い、特に感性の育成を重視している。また、コンピュータサイエンスを専門とするスタッフがシステム分野を構成していることは、当センターの大きな特徴となっている。改組前の母体が理科教育研究施設であることから、自然科学的なアプローチの強い環境教

\*宮城教育大学環境教育実践研究センター

育になっており、特徴にもなっているが、それだけの理由ではない。我が国環境教育がある意味で公害教育からスタートしており、環境教育に暗いイメージを与えていることは否めない。東北地方は、変化に富む自然フィールドにも恵まれ、人間にとって望ましい環境を考え、子どもたちに豊かな感性を培うには相応しい場所であると考え、自然フィールドを活かした環境教育を正面に据えることによって、特徴のある環境教育施設とすることができると考えたためである。

しかし、その一方で、環境教育の守備範囲は広く、自然科学的な内容は環境教育の一部でしかない。そこで、創設以来、本センターは、専任教官のカバーできない部分を補完する意味からも、専任のスタッフ以外の多くの方々の支援協力のもとに運営されている。宮城県教育委員会、仙台市教育委員会との連携協定の下に、仙台市科学館の指導主事・学芸員と宮城県教育研修センターの指導主事、10名を客員教官として迎えており、これは他にあまり例がない。また、学内的には、社会科、理科、家庭科、技術科などの講座、全附属学校4校園から、兼務教員として合わせて約10名の方々の協力を得ている。なお、我々は日本環境教育学会の東北地区の方々と一緒になって2004年夏にメーリングリスト「環境教育東北コンソーシアム」(eec-tohoku-request@adm.miyakyo-u.ac.jp)を結成し、現在、100名を超える方々が参加している。

研究はそれぞれ2～3年計画のプロジェクトによる研究チーム体制をとっており、毎年、約10件ほどのテーマが進められてきた。主な事業は、国際・国内シンポジウムやセミナーの開催、年数回の環境教育コロキウム、フィールド談話会、公開講座、学校や教育委員会からの依頼に基づく教育支援活動、団体からの委託事業、センターの年報「環境教育研究紀要」の年1～2号の発行などを行っている。特にこの4年間は、宮城県内の川、森、湿地など典型的な自然フィールドについての基礎及び実践研究を行うフィールドミュージアム構想の推進、学部授業の一環として学生が子どもを指導するフレンドシップ事業、インターネットを活用した“学校における環境教育支援システム”の構築に活動の重点を置いた。ここでは、ホームページの充実やCD教材の開発などにも力を注いだ。また、教

員スタッフは、昼夜開講の大学院、環境教育実践専修の核にもなっている。

今から8年前の創設当時は、まず足下からということで国内、特に宮城県内の学校において「自然フィールドを活用した環境教育の実践的研究」を中心に事業を展開した。センターが創設された当時から5年を経過した時点で、何らかの自己評価がなされるべきであると考えており、その意味から国際シンポジウムを企画した。しかし、当時センター内では時期早尚であるなど賛否両論があった。幸い、平成14年度国際シンポジウム開催経費（平成14年、文部科学省）を得ることができ、大学事務局にも支えながら2002年に「国際環境教育シンポジウム2002」が開催できたことは、その後の活動を行う上でも相乗効果をもたらしてくれたことは幸運であったと考えている。これを契機に、これまで主に「国内における環境教育実践研究」という視点を、広く外国にも目を向けることになった。また、環境教育の分野で、海外とのネットワークが形成され、多くの友人ができたことは本センターにとってかけがいのない財産となったと考えている。

この国際環境教育シンポジウムの成果をより確かにし、国際教育協力の足場を固める一歩となったのが、このシンポジウム開催直後に実施した、アメリカ、オーストラリア、タイの3国の大学環境教育施設の視察と関係者との情報交換活動であった。環境教育実践研究センターの事務官も含め、7名のスタッフがこれに参加することができ、ここでの経験が国際化に向けて大きな原動力となった。これには、われわれの活動に対する文部科学省と大学当局、特に会計課の深い理解があったことを申し添えたい。

さて、環境教育実践研究センターの国際協力への取組みに先行する形で、大学としては青木守弘教授を中心とするプロジェクトチームにより、ミャンマーの「児童中心型教育強化プロジェクト」とコロンビアの「数学・理科教員養成システム強化」プロジェクト事業が進んでいた。このうちミャンマーについては、「初等中等教育行政」が検討されたものの、相手国の政治的な問題で中断している。環境教育としては、このコロンビア支援の中で講義および実験を担当している。今後は、環境教育を前面に、アジア地域を中心とした途

上国の教育支援を受け入れる方向を検討しているところである。

宮城教育大学は2003年に、ユネスコの事業であるAPEIDの活動を支援するための「協同センター(AC)」となり、この任務を環境教育実践研究センターが担うこととなった。2004年2月には、第7回ユネスコ/日本 アジア太平洋地域環境教育セミナーを気仙沼市にて開催した。テーマは、「持続可能な社会のための環境教育：学齢期の子供を支える環境教育の考え方と実践」であった。持続可能な社会の実現は人類共通の緊急課題であり、その実現は多様で長期的な教育的取り組みを無くしてはありえない。そこで、セミナーでは環境教育の専門家による学校教育の支援、とくにその中でも重要で緊急を要する教師教育について、さまざまな実践例を持ち寄り、参加者の情報交流を促した。本セミナーの目的の一つは、各国あるいは各地域の現状を把握し、DESD(持続可能な開発のための教育の10年)を踏まえて今後10年間の課題をアジア地域として明確にすることであった。このセミナーは、地域からの情報発信を大切にするという意図から地方都市での開催となった。主催者側としては仙台から遠く物理的な不便さはあったものの、地元気仙沼市の全面的な協力があり、まさに「地域」がキーワードとなるに相応しい場所であった。国連大学のHans van Ginkel学長に特別講演をお願いでき、国連大学のRCE構想に言及されたことも、宮城教育大学の環境教育の分野における国際教育協力を力を与えてくれた。

### 3. 国際教育協力における拠点大学としての「我が国の知的資源の収集と整理」

国際教育協力においては当然のことながら、我が国のこれまでの知的資源を適切かつ有効に活用することが重要である。そこで、宮城教育大学環境教育実践研究センターとしては、我が国の環境教育プログラムや教材を、開発途上国における環境教育活動の推進に役立てることを目的に、「環境教育実践事例データベース」を構築することとした。このことの必要性は、すでに東京学芸大学が主催したユネスコ/アジア太平洋地域環境教育セミナー(2000年、東京)でも話題として出し、システム分野を持つ宮城教育大学に期待が

集まったように記憶している。幸いなことに、その後、文部科学省の国際教育協力の拠点システムの中で、事業経費を得て実現が可能となった。また、システムの構築に向けては、村松 隆教授の大きな努力があった。

このデータを活用することで、開発途上国の教育者との間で、具体的な対話促進が図れることが期待できる。具体的な方法としては、我が国の環境教育実践事例と教材の収集を行い、収集データを分類、加工、編集の過程を経て、データベース化を行う。さらにそれらの中から、優れたものを順次、英文化して、データベースを構築した。データの収集は、まず、地域からということで、宮城教育大学とすでに連携協定の結ばれている仙台市を皮切りに、宮城県、東北地方、そして全国に広げることによって、優れた実践事例を集める計画を進めている。この事業は、すでに2年を経過し、環境教育実践事例データベースDBEE(<http://dbee.miyakyo-u.ac.jp>)として公開されている。今後は、内容のより豊かなデータを収集することが、ますますその価値を高めることであると認識している。このデータベースの構築は、国際教育協力を目指すものではあるが、何よりもまず国内の教育にも大いに役立つものと考えている。課題は、今後優れた実践事例をどのように収集していくかということである。

### 4. 相手国、相手地域を考えて

環境教育は、人の価値観そのものであり、極めて広範な世界そのものを包含している。そんな中で「途上国教員を対象とした環境教育の国際教育協力」を考えるのは、自分にとっていささか思い上がりのような気がする。自分自身が教えてもらいながら、協力できそうな僅かな部分に託して、仕事のスタートを切ることにしている。すでに述べたように、現在、宮城教育大学は、コロンビアの「数学・理科教員養成システム強化」に携わっており、その中の環境教育に関わる部分の一部を担当している。コロンビアの研修生からは、私のまだ知らない植物を植えて雑草を防ぐ方法など興味深い実践を行っている例を聞いた。我々は日本国内では精密機械を使って環境を計測でき、データはパソコンで解析を行い、たくさんの生物の載った図鑑やデータベースも利用できる。しかし、水や電気の安定供給の

ままならない、また教材や教科書さえ不足している途上国では、我々のこのような手法は無力であろう。先日国内での小学校の授業を見て、水の温度変化をみるたびに、水の入ったガラスを触れば温度が上がったか下がったかわかるものを、はじめから温度計を入れて調べている姿を見た。我々の生活はすべてそうってはいないか、反省をしたところである。

ミャンマーからの留学生は、寒い季節に暖をとるために木を切って燃やすという。しかし、環境を真剣に考える彼は、そのことにたいへんな罪悪感を抱いた。ウイグルからの院生は、水質浄化のメカニズムを学んで故郷の川を何とかきれいにしたいと真剣に考えていた。モンゴルからの学生は、どうしたら砂漠化を防げるかを考えていた。インドからの若者は、年寄りと若者との対話のない日本はそのうちに駄目になると警告してくれた。正直素晴らしい人たちに囲まれていると思う反面、これらの人たちに前に自分は何かができるだろうか、環境教育とは何か、ふと自己嫌悪に陥る。他方、国内では環境問題がニュースで取りあげられてもすぐに忘れられ、なかなか人々の間に行き届かない。仙台で行われた環境ホルモンに関するシンポジウムで、スペインの研究者は、スペインでこの問題は一般には全く知られていないと話していた。環境問題への理解や取り組みも、国によって、地域によってさまざまである。環境の問題は、問題に直面しないと真剣には考えられない。しかし、その時はすでに多くの被害が出てしまうことになる。環境教育の果たす役割は大きい。相手の地域文化や価値観に気を配りながらも、被害が出る前に我々が知り得た環境問題の解決策は伝えなければならない。

我々のスタッフはいろいろな形で地元宮城県を中心に、国内の学校での環境教育を支援してきた経験を持つ。しかし、国際教育協力となると様々な課題があるように思われる。ただ、その基本は、国内の場合も、国際協力の場合も同じで、例えば、国際環境教育シンポジウムでは、結論として、以下のような基本を導くことができた（環境教育研究紀要、2003）。

- 探究心に基く
- 参加と実行を基本に
- 地域に立脚している

- 相互協力的あること
- 異なる考えや活動も尊重できる
- 地球的視野で考え、地域から活動をはじめ
- 全体的に、そして周囲との結びつき
- すべての人を包めて
- 統合的に
- 地域から学ぶ
- センス・オブ・ワンダーと探検心
- 社会的にも生態的にも適切な
- 生涯続く
- 連携とネットワーク
- 持続可能な社会への学校教育の方向づけ

我々は自国、あるいは自分の住む地域の価値観や文化に驕ることなく、常に途上国からの学ぼうとする姿勢こそ、相互理解につながる道である。

## 5. 国内の学校支援から国際教育協力へ

国際教育協力の経験のまだ浅い我々としては、いきなり開発途上国の環境教育を直接支援する前に、もう一段階が必要と考えた。そのようなとき（2002年）、アメリカの小学校と連携して、環境教育を通じて国際理解教育を進めようとしている宮城県気仙沼市立面瀬小学校からの協力要請があった。これは、今後の国際教育協力の在り方を検討する一つのステップになると思われた。この小学校は、フルブライトメモリアル基金の助成を受けて、アメリカのウィスコンシン州にあるリンカーン小学校と連携をして、環境教育を実践しようとしていた。その際、環境教育をどう進めたらよいか、宮城教育大学の協力支援を求めてきたというのが事の始まりである。両校の統一テーマは、“水辺の環境”であった。

気仙沼市は、マグロなど漁業で有名な漁港のある町である。面瀬小学校の教材としてのフィールドは、学校の横を流れる面瀬川、そして川が注ぐ気仙沼湾の海である。我々が培ってきた自然フィールドのノウハウを面瀬小学校に伝えることになった。また、大学側は、スタッフの専門性だけでなく、魚研究の分野など、大学で人材の不足している領域については、客員研究員となっている仙台市科学館のスタッフの力を借りることになった。環境教育の領域は広いので、協力依頼者

の要望に本気で応えるには、かなり広範な支援ネットワークが必要である。

さて、面瀬小学校の相手校であるリンカーン小学校は、アメリカ中西部にある湿地帯を環境学習フィールドにしている。氷河の後にたくさん出来たポットホールとよばれる湖沼である。この湖沼の季節的な変化を子どもたちが調べるとともに、その成果をウィスコンシン大学マジソン校の支援を受けて、ペットボトルに植物などの生きものを飼育、培養するボトル・バイオロジーなどの手法で自然環境理解に発展させようとするものである。

ここで興味深いのは、日本の子どもたちには、ウィスコンシン州にある広大な湿地帯や氷河によってできた湖など、全く実感できないものようであった。これは子どもたちだけでなく、小学校の教師、支援する我々にとっても極めて新鮮なものであった。また、漁業の盛んな土地に住む面瀬の子どもには、牛を飼い酪農の盛んなウィスコンシンの生活は、新鮮で興味深いものであったようである。同時に、リンカーン小学校の子ども達にとっては、海のように広い五大湖は身近でも海洋は未経験の自然である。また、海の魚や起伏に富むリアス式海岸は、ウィスコンシンの自然と全く異なるものであろう。

## 6. 外国の大学との連携による「学校の国際理解教育・環境教育」支援

これまでのところ我々は国内の学校を支援するだけでよかった。しかし、気仙沼市面瀬小学校の支援で、相手校のリンカーン小学校をも支援する場合、我々の日本国内での経験を活かして、リンカーン小学校に対してどのような貢献ができるであろうか。もし、この相手が、アメリカではなく、途上国であったときには、われわれはどのような対応ができるであろうか。

そこで、リンカーン小学校を支援するウィスコンシン大学のスタッフがどのような考えを持っているのかを知りたいと思い、2002年に開催した国際環境教育シンポジウム2002にウィスコンシン大学のウィリアムス教授を招いて特別講演を依頼した。また、翌年3月に3名のスタッフがアメリカを訪問した。その内の2名は、面瀬小学校の教諭4名とともにリンカーン小

学校を訪問し、校長や教師、子供たちとも会うことができた。ウィスコンシン大学の研究室、さらに環境教育で使われているポットホール（氷河で生じた沼）で学習する子どもたちの活動のようすを体験することもできた。また、ウィスコンシン州の教育委員会関係者とも会談し、ウィスコンシン州知事を表敬訪問して1時間近く話をした。このことにより、一組の小学校間の連携が州のトップに認められ、アメリカ側の担当者がたいへん活動しやすくなる環境整備にも貢献できたと考えている。フェイス・トゥー・フェイスによる相互理解が大切なことを強く感じた。我々はこの相手国訪問により、学校の授業、それが含まれる学校の活動、そして学校、子どもたちの学校での生活環境など、表面的ではあるが一通り知ることができたように思う。私たちはこの学校支援を通して、「ウィスコンシン州の自然環境」と「大学の環境教育への取組みについての具体的な内容」を知ることができた。

なお、リンカーン小学校と面瀬小学校は、インターネット回線を用いて子どもどうしのテレビ会議を行っていた。しかし、この機能は十分とはいえず、2005年には、宮城教育大学がより性能の高いシステムを準備した。これによって、アメリカ以外の国との間でも簡単にテレビ会議を実施できる見通しがついた。相互訪問によるフェイス・トゥー・フェイスの経験のある相手先であれば、テレビ会議はたいへん有効であるといえる。

## 7. 相手国研究機関との連携による相手国理解の一方法

気仙沼市面瀬小学校の支援では、国際連携をしている二つの小学校を挟んで、それぞれを支援する二つの大学が両脇に連結した「線」の関係ができた。その後、さらに一步を進め、大学間の連携も含めた「円」の関係ができた。この関係は、国際的な環境教育を展開する上で、たいへん有効な手法であると考えられる。

面瀬小学校の子どもたちは、自分の地域を正しく学習することが、本当の意味での国際人としての資格だということにも気付いたように思う。国際教育協力の中で、日本で行われている手法が、相手地域にも有効であるとはいいきれない。たとえ日本で有効であった

としても、文化や歴史の異なる相手国に紹介するには、慎重であるべきである。大学が相手国の環境教育を支援しようとする場合、相手国の高等教育機関との情報交換がたいへん有効となると考える。

昨年、ある小学校の校長先生から印象深い環境教育実践の一場面の話しを聞いた。その小学校では、稲の刈り入れ作業を生徒たちが行っていた。ある女子生徒は落ち穂を集めていたが、1本の落ち穂が目に入りながら拾わなかった。不思議に思った校長先生が「そこにも落ちてるよ。」と促したところ、その子は、「いいの、それはね、小鳥さんの分」、そう云って立ち去ったということであった。そのような教育現場のあることを知ることができて喜ばしく思い、自然との共存の姿を強く感じた。そういえば、東北では、一番下になった柿の実の旅人のために、木の高いところの実が鳥のために、そして中ほどの実を自分達が収穫する習慣があると聞いた。山菜として“たらの芽”があるが、一つは木が枯れないように木自身のために、もう一つは後から来る人のために残すと云う。日本にも、他の人、他の生きものへの思いやりをもって、環境を維持しながら暮らす知恵があった。しかし、残念ながら多くの若者には伝わっていないようである。教育協力の相手国にもこのような知恵がきっとあるに違いない。我々はそれを謙虚に学び、互いにその大切さに気付くこともまた、環境教育分野での貢献と考える。このことよって、「持続可能な開発 (Sustainable Development)」が可能になると考える。このような実践に向けては面瀬小学校の国際理解教育で経験した、相手国の大学等高等教育機関を含めた「円」の関係を通じて行うことが効果的と考える。

## 8. 国内地域連携の経験からの留意点

宮城教育大学は、国際教育貢献として環境教育の直接経験はないが、地域貢献に基づく経験から以下のような連携の在り方を学んだ。

(1) 地域連携で、もっとも気をつけなければならないのは、ギブ・アンド・テイクの関係を維持して、一方勝ちにならないことである。ともするとこれまでの大学は、一段高いところから支援するという傲慢なところがなかったとは言えない。これは、途上国支援で

も言えるのではないか。一方が奉仕して与えてあげるから感謝しろというのでは、成功しないように思う。日本から専門的知識や技術など研究の成果を提供する代わり、相手国や地域の文化を、また、子どもたちや学校についてしっかり学ばせてもらうということであろう。

(2) いろいろな先進国が、国際教育協力を行っている。支援協力を受ける地域の分化や歴史を尊重し、我々が学びながら、他の先進国からの受け売りでない日本らしいものを提示し、環境教育を相互創成することであろう。尤も、言うは易く行うは難しで、今後、実践を重ねながら考えねばならない。

(3) 大学では国際貢献が盛んになればなるほど心配になることがある。大学には、高い専門性と先進性を期待されている。しかし、玉石混交の情報に溢れ、考えを醸成する時間がないように思う。端的に云えば、研究をする時間が極端に減っている。地域連携あるいは国際貢献の名の下に、忙しくなりすぎないような支援システムづくりが必要である。そのためには事務局の強力なロジスティックスが必要になる。大学法人化の中で資金の導入に気を奪われて、途上国支援をするべきではない。つまり国際教育支援において、大学の教官の専門性が求められ、新たな研究の成果や発展が生まれることを期待できなければ、成功しないように思う。また、その結果が、学部教育、大学院教育、教師教育に還元されなければ意味がない。

## 9. これからの課題

国連の「持続可能な開発のための教育の10年」では、環境教育が明言されているわけではないが、その中心にあることは誰もが認識していることであろう。この中身についての議論や在り方がいろいろと論議されてはいるが、具体的な推進となるとまだ緒についたばかりである。学校教育、地域教育、生涯教育を通して、教員養成大学・学部が地域の拠点としての役割を果たすことが効果的であるように思う。現在進んでいる地域連携の一つに“仙台広域圏”の形成がある。これは、大都市の仙台市、漁業の気仙沼市、農業の田尻町の3地域が、コーディネーター役としての宮城教育大学のサポートを得ながら、それぞれ独創的なESD活動を行



える連合体を形成しようとするもので、国連大学の提唱する RCE 構想に沿うものとなると思われる。これが世界のパイロットケースとなれば、それ自体大きな国際貢献になる。

京都議定書の発効に伴い、教員養成大学には学部教育や大学院教育において温暖化防止に向けての人材育成の役割もある。国際教育協力の前に、この足下を固めることが必要である。すなわち、キャンパスの環境整備に学生が関わることを通して、環境に配慮した態度、生活スタイルが確立できる。学外ではすでに一般となっているゴミの分別、コンポストの設置、省エネ対策など、エコキャンパスやバリアフリーキャンパスの実現に向けて中心的役割を果たすことも環境教育実践研究センターの任務と思われる。

現在、環境教育実践研究センターの教員を中心に、教科横断型の環境学習を研究するプロジェクトが進んでいる。体験を重視しながら、教科における基礎基本を大切に環境教育の展開が重要であると思われる。また、環境教育実践研究センターでは、学校を支援する教材センターとしてテクノコアの実現を目指しており、資金の獲得に向けて努力している。この実現によって学校における環境学習の支援が進むものと期待される。

国際教育協力においては、さまざま異なる地域の文化に注意を払いながらの支援協力が肝要であり、1機関の個別の努力だけでは限界がある。本センターは、IGES、ACCU、国連大学、日米教育委員会などの国際的機関に加えて、CITYNET などのような国際 NGO などとも連携が深まりつつある。

結局、国際教育協力において最も基本となるものは、我々が日頃から教員養成大学において、しっかりした学部教育を行っているか、大学院教育を行っているか、また、地域貢献ができていくかであるように思う。我々の足下のしっかりした教育研究ことが、国際的な場で生きるものと信じたい。その上で、相手国、相手地域

との十分な理解と、試行錯誤を含む実践の積み重ねこそが成果に辿り着く方法ではないかと考える。

本稿は、宮城教育大学附属環境教育実践研究センターの事業の実施経験をもとにまとめられたものである。本センターの地域貢献および国際貢献にご協力下さった環境教育実践研究センターの専任、兼務、客員教員の皆様に心からお礼申し上げる。また、独立行政法人化のために極めてお忙しい中、事業実施のロジスティクス体制のための事務局のご協力にも感謝したい。また、大学外の多くの方々のご支援とご協力にも心から感謝する。特に文部科学省の大村浩志氏と IGES の佐藤真久氏には、国際会議開催に際して多大なご助力を頂いた。

なお、本稿の一部は、東京学芸大学の初等中等教育分野等の協力強化のための「拠点システム」構築事業(2003)の「途上国の教員を対象とした環境教育研修とその国際教育協力物語集」(<http://e-archives.criced.tsukuba.ac.jp/>)の中でも述べられた。

#### 参考文献・資料

- 1997 附属環境教育実践研究センター(理科教育研究施設の改組・転換)宮城教育大学教育学部附属環境教育実践研究センター。
- 2003 Proceedings of the International Symposium on Environmental Education 2002 環境教育研究紀要, 5(2) (サプリメント)。
- 2004 Environmental Education for a Sustainable Society: Principles and Practice of Environmental Education for School Children. Proceedings of the Seventh UNESCO/Japan Seminar on Environmental Education in Asian-Pacific Region Environmental Education Center, Miyagi University of Education.



# 東北グローバルセミナー実行委員会の活動 ～国連『持続可能な開発のための教育の10年』人材育成事業～

小金澤孝昭\*

## Report on UN Education for Sustainable Development

Takaaki KOGANEZAWA

2005年1月からはじまる国連の「持続可能な開発のための教育の10年」(ESD)に向けて、東北からこの事業の啓蒙・普及と人材育成を目的にプロジェクトが2003年6月から開始された。この事業は仙台いぐね研究会が地球環境基金の助成を受けたものであるが、運営に当たっては実行委員会をつくることとなった。この実行委員会に宮城教育大学からは筆者が環境教育実践研究センターの運営委員会で承認され、この運営に当たった。他の実行委員は、仙台市環境局、宮城県環境政策課、河北新報社、ならびにNPOから構成されている。プロジェクトは2003年度ならびに2004年度も継続された。本報告は、2004年度に開催された東北グローバルセミナーの内容を一覧表(表1)にして報告する。またこのESDについては、以下のように補足説明を行うことにした。

国連の「持続可能な開発のための教育の10年」(ESD)は、持続可能な社会を創って行くために教育の役割を見直し、教育の力で「持続可能な社会」を地域で、世界で実践していこうというものである。この事業を考える時に生まれてくる素朴な疑問は、持続可能な社会(開発)とは何だろうか?それは地域や国によって様々なのだろうかから、共通課題はあるのかということと、教育といっても通常の教育と持続可能な社会のための教育とどこが違うのだろうかという2つことが浮かんでくる。つまり、「教育」Educationと「持続可能な社会」Sustainable Developmentのそれぞれの意味である。まず、持続可能な社会とは、何か?それは、2002年にヨハネスブルグの「開発と環境サミット」でも議論されてきた「地域」の課題でもあり、

「地球」の課題である環境保全、人権の確立、貧困撲滅(経済的公正)などを実現できる社会である。これらの問題は、個々の地域、国の課題であるが、相互に結びついていて、地球全体で取り組まないと解決できない性格であり、地球のどこかでこれらの課題が放置されると地球全体に影響を及ぼすといった性格を持っている。1つの地域の環境保全は、その国の環境を保全し、地球の環境を保全していく。人権が尊重され、民主主義が確立する国が増えることによって戦争や紛争を解決する糸口を見つけることが可能である。また途上国の貧困は、途上国と先進国の経済格差を背景に深刻さを強めていく。このように「持続可能な社会」実現の課題は多岐にわたり、解決の糸口を探すのは、非常に難しいものばかりである。しかし、一步一步具体的に実践していけば解決可能な課題でもある。まずは、身近な地域でこれらの課題の中で、取り組めるものから取り組むことが大事であり、個人や市民団体、行政・企業が相互に連携して取り組めばその力は大規模なものになっていく。「持続可能な社会」は、地球的課題を地域から、市民、行政、企業が連携して創ることに他ならないのである。

また、ここで問われる教育は、識字率を高めたり、基礎学力を身につける学校教育での学力を意味するものではなく。それらの基礎学力を踏まえて、持続可能な社会を創るために、①地球的な課題を認識できる能力、②地域からできる地球的課題を見つける能力、③市民・行政・企業がどのように連携していけばいいかを探し出せる能力を育てていくことである。もちろん、これらの教育は、学校と地域社会の両方の場で実践さ

\*宮城教育大学教育学部

れていく地域の教育である。その意味で、SD「持続可能な社会」のためのE「教育」は、持続可能な社会のための地球的課題を実践でき、そのための教育を学校

で、地域社会で、実践できる具体的な「地域拠点」を必要としているのである。

表1. 東北グローバルセミナーの内容

国連『持続可能な開発のための教育の10年』関連事業

環境教育・環境学習を進める地球人・人材育成プログラム「東北グローバルセミナー」

2004年度1-5回セミナー実施結果(敬称略・発表順・氏名横のカッコ内は所属)

		第I部	第II部
1	6月26日(土) 仙台市役所上杉分庁舎 60名参加	●東北グローバルセミナーの 趣旨説明	○「国連・教育の10年」講習 「持続可能な開発のための教育(ESD)を巡る最近の国際的動向」 講師:鈴木克徳(国連大学高等研究所上席客員研究員)
	関連研修イベント	国内体験学習プログラム 7月31日 いぐねの学校	約100名参加
	関連海外研修	中国内モンゴルエコツアー研修 8月3日~10日 研修先:中国内モンゴル自治区呼和浩特市(フフホト)周辺 受入先:中国内モンゴル師範大学	教員2名派遣、計20名参加
2	8月21日(土) 仙台市役所 上杉分庁舎 45名参加	○「国連・教育の10年」講習 教育の10年と環境教育 基調報告 廣野良吉 報告1:大村浩志(文部科学省) 報告2:渋谷晃太郎(環境省)	●環境教育の実践パネルディスカッション(体験学習) 報告1:奥平大和(大郷町立粕川小教諭) 報告2:亀崎英治(仙台市立北六番丁小教諭) 報告3:堀川邦雄(長命館公園サポーターズクラブ) 報告4:三浦隆弘(なとり農と自然の学校)
	関連研修イベント	国内体験学習プログラム 9月16日(木)小学生農産物販売イベント 小牛田町立小牛田小学校6年生、2学級:児童37名・教員2名参加 11月18日(木)小学生農産物販売イベント 仙台市立北六番丁小学校4年生、2学級:児童40名・教員2名参加	
	3	10月9日(土) 仙台市役所 上杉分庁舎 40名参加	○「国連・教育の10年」講習 私たちの暮らし(生活)と環境教育 報告①「仙台グリーン購入世界会議の報告」 細井実(仙台市環境局) ②「循環型社会形成に向けた環境省の取り組み」 吉田元(環境省) ③「開発途上国に対する廃棄物分野の協力について」 雲見昌弘(JICA 東北支部)
関連研修イベント	インド:環境保全型農業研修 10月29日~11月6日 5名参加 研修先:インド南部 Hyderabad(ハイデラバード) 受入先:NGO:Youth For Action		
4	11月13日(土) 仙台市役所 上杉分庁舎 43名参加	○「国連・教育の10年」講習・国際シンポジウム 持続可能な環境体験学習・エコツアーについて 報告1:結城登美雄(民俗研究家) 報告2:ジナイダ「Examples of Sustainable Tourism initiatives」(国連大学高等研究所) 報告3:インド研修報告 梶谷貢(NPO 法人環境保全米ネットワーク) 報告4:ナムカイ「Environment Carrying Capacity and Issues of Ecotourism Development」(モンゴル自然環境省)	
	11月14日(日) 伊豆沼ウエット ランド交流館 26名参加	●自然環境保全実践セミナー(体験学習) マガン・白鳥朝立ちの観察 自然環境保全報告・現地討議 報告1:「生物多様性を生かした水鳥と水田の共生」 吳地正行氏(日本雁を保護する会) 報告2:「自然環境保全報告」 小野正之氏(NPO法人サイカネイチャークラブ) 伊豆沼・蕪栗沼の観察	
	関連海外研修	1月16日~21日インド・アーザバードで開催のESF 国際会議 5名参加	
5	1月29日(土) 河北新報社 77名参加	○国連教育の10年キックオフ・セミナー 基調報告:廣野良吉氏	●分科会別討議・成果報告・今後の活動計画

# 昆虫の多様性をより深く認識するための検索データベースの構築

伊深 希

## 1. はじめに

生き物への接し方は人によってさまざまだが、昆虫ほどそれが極端な生物群も珍しいだろう。私は、子どもたちの多くが昆虫に関心をもち、平然と接することができるのに、成長するにつれ、とくに現代の若者のあいだにおいて虫嫌いが増え、極端な拒否反応を示す人が出てくるのが非常に気になっていた。

しかし、私たちは、地球上でもっとも多様性に富んだこの小さな生物たちと仲良くするべきではないだろうか。昆虫は陸上生態系の重要なメンバーであり、昆虫の働きなくしては、私たちにとってかけがえのない自然は成立しない。

本研究では、最初に、大学生を対象とした調査によって、虫嫌いの現状の把握をこころみだ。次に、調査の結果を踏まえて、昆虫の「グループ名調べ」を通じた実践方法を提案し、大学生の昆虫に対する見方がどう変化したのかを明らかにした。さらに、昆虫の「グループ名調べ」を容易にするための検索データベースを作成し、最後に、身近にみられる昆虫種の検索を可能にするための方法を検討した。

## 2. 大学生の虫好き・虫嫌いの現状

アンケート調査の手法を用いて、虫好き・虫嫌いについての男女間の違いや、虫好き・虫嫌いにおよぼす昆虫採集・昆虫飼育の影響について解析をおこなった。

虫嫌いの理由は複雑であり解析しきれなかったが、成人してからも「虫嫌い」にならないようにするためには、子どものときに虫との「良い関係」を築いておくことが大切であろう。

## 3. 大学生を対象とした実践活動

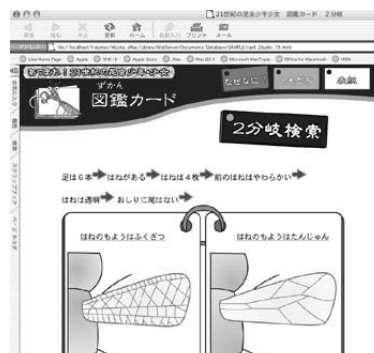
現代の若者において虫嫌いが多いことが明らかになった点を受け、大学生の虫嫌いを改善することを目的とした実践活動をおこなった。ここでは、「大学生が目レベルまで検索できるようになる」ということを目指したレクチャーと実践活動を実施した。昆虫の顕微鏡観察をおこなう前と後のスケッチを比較したところ、本物の昆虫を採集し観察することで、学生の昆虫に対する認識が深

まっていることが明らかになった。

## 4. 昆虫の目レベルまでの検索システムの構築

生物界で最も大きなグループを構成する昆虫は、その種数の多さがネックとなって同定には不便であり、限られた小数の昆虫種しか教材化されていないのが現状である。そこで、せめて何の仲間かでも分かれば、自然観察の方法も増え、昆虫を題材とした実践活動に利用しやすくなると考え、昆虫の目レベルまでの検索システムを構築した。検索の方法としては、当初、二分岐法を採用した。

作成した検索システムの画面は以下の通りである。ユーザーがその時点までおこなってきた検索の流れがひとめで分かるよう、矢印を用いて上部に解説を挿入した。以下の URL で公開中である。



[http://mizotalab.miyakyo-u.ac.jp/database/sample/card\\_2bunki\\_1.html](http://mizotalab.miyakyo-u.ac.jp/database/sample/card_2bunki_1.html)

## 5. 種レベルまでの同定が可能なデータベースの構築

目までの検索を終えたら、次のステップとして、種までの検索が必要になってくる場合もあるだろう。その場合、二分岐法以外に考えられる方法のひとつがマトリクス検索である。本研究では、多様性に富む昆虫類の種までの検索に、マトリクス検索が有利にはたらくと考え、実験的に甲虫目のマトリクス検索用データベースを構築した。

今後、30の目レベルでの検索についてのマトリクスを作成すると同時に、昆虫綱に属する他の目についてもマトリクス化をおこなえば、最終的には種までの検索ができるデータベース構築が可能である。

# ニホンザル・群れ外オスの社会学的研究

宇野 壮春

## 1. はじめに

ニホンザル (*Macaca fuscata*) の群れは母系社会でメスは生まれた群れで一生を過ごすのに対して、オスは生まれた群れを離脱する (Nishida, 1966)。離脱する年齢は金華山では 4 歳から 6 歳頃である (杉浦ほか, 2002)。離脱後のオスは群れ外オスと呼ばれ、単独で行動するハナレオス (ソリタリー) と 2 ~ 10 数頭のオスだけの集団 (オスグループ) を形成するグループオスとに分けられる (伊沢, 2004)。ただ、1 頭ないし少数頭で群れとは独立に行動する群れ外オス (ハナレオスおよびグループオス) は、継続して観察することや個体識別が極めて困難なため、その社会生活はほとんど明らかにされてこなかった。野生群についてはなおさらである。

本研究は、島というサルにとって閉鎖的生息環境を利用し、グループオスの社会生活を明らかにすることを目的に行われた。

## 2. 調査地・期間・方法

調査地は宮城県牡鹿半島から最短距離で 700 m 余り離れた、洋上の金華山島、調査期間は 2002 年 3 月から 2004 年 10 月までのうち 144 日間である。調査方法はまず設定した調査区域、調査小屋を中心とする一円で観察されるすべての群れ外オスを直接観察とデジタルカメラを活用して個体識別を行った。次に、グループを形成しているサルを対象に、見失わない最大限の工夫を凝らしながら、夜明けから泊まり場に着くまでアドリブサンプリング (Altmann, 1974) で終日追跡観察し、そのオスが参加しているオスグループのメンバーシップの安定性や離合集散性を調査した。さらに、オスの社会生活できわめて重要であるマウンティング (馬乗り行動) については、その前後関係も含めて詳細に記録した。調査期間中の約 2 年半の間に、群れ外オスの観察時間は 32741 分 (546 時間)、そのうちグループオスの観察は 30858 分 (514 時間) だった。

## 3. 結果と考察

その結果、一つのオスグループの利用地域は年間を通して一つの群れ遊動域と重複し、かつ、ほぼ一定してい

ることが明らかになった。また、オスグループは同一の群れで生まれた同年齢ないし同世代のオスたちが群れを出たあとに核となって形成され、短期的に見れば (一日とか数日)、特に非交尾期には、オスグループのメンバー間で日常的に離合集散が行われているが、長期的に見れば (季節ごととか 1 年)、メンバーシップは安定していることがわかった。しかも、そのメンバーシップは壮年のオスになる (約 12 歳) までの数年の間、継続される可能性の高いことが示唆された。そして、壮年になったオスはオスグループ固有の遊動域を離れて他地域に移動していくか、遊動域を共有する群れに加入するかのいずれかを選択することになると推測される。

もう一方で、オスグループのメンバーを中心に行われる社会交渉について、特にマウンティングに焦点をあてて調査した。その結果、オスグループが採食や移動している時にメンバー間で行われるマウンティングと一時的に離れていたメンバーが合流する時に行われるマウンティングとは意味合いに違いが見られた。基本的にマウンティングとは緊張の解消を目的として行われるのは確かだが、状況の違いやメンバー間の相互認識の度合で多くのバリエーションが存在すること、また、交尾期と非交尾期でその頻度に明らかな違いがあることが明らかにされた。同時に、オスグループのメンバーと接近してきたハナレオスないし遊動域をほぼ同じくする群れオスとのマウンティングとも比較考察された。

## 引用文献

Altmann, J (1974) Observational Study of Behavior : Sampling Methods. *Behavior* 49 : 227-267.

伊沢 紘生 (2004) 金華山のサル・群れ外オスの研究 - 本号の特集にあたって - . 宮城県のニホンザル, vol. 16:1-5.

Nishida, T (1996) A Sociological Study of Solitary Male Monkeys. *PRIMATES*, 7 (2) : 141-204.

杉浦秀樹・小山陽子 (2002) 金華山のサル・オスは何歳で群れを出るか. 宮城県のニホンザル, vol. 12:9-14.

【平成 16 年度 宮城教育大学大学院・環境教育実践専修 修士論文要旨】

# 教育現場に役立つサーバ及びネットワーク運用における開発研究

河野 和宏

## 1. 目的

近年、インターネットの普及に伴い携帯電話やパソコンなどインターネットが欠かせないものとなってきている。国家プロジェクトでは、「ミレニアムプロジェクト」や「e-Japan」などの IT 分野におけるプロジェクトが進められ、学校においてもインターネットの導入が急激に推し進められている。

このような状況にもかかわらず、学校におけるネットワークの整備がまだ十分ではないことから、本論文では学校において安全なインターネット利用環境の整備を行うために、

- 1 「現状の校内ネットワーク構成調査」
- 2 「現状のネットワーク構成の検討」
- 3 「ネットワーク改良・整備」

のネットワーク整備における手順を提案し、実践を行った。

## 2. 学校におけるネットワーク構成の提案

学校における安全なインターネット利用環境の整備として「外部ネットワークと校内ネットワークの隔離」や「教職員用ネットワークと生徒用ネットワークの隔離」などがある。現状では、ネットワーク隔離の方法として「ルータ」を用いた方法や「VLAN」を用いた方法が提案できる。

「ルータを用いたネットワーク隔離」は、外部ネットワークと校内ネットワークの隔離のために設置するルータのほかに、教職員用と生徒用のネットワークを隔離するためにもう 1 台ルータを設置することでネットワーク隔離を可能とするものである。

「VLAN を用いたネットワーク隔離」は、レイヤ 2 スイッチやレイヤ 3 スイッチといったネットワーク機器を用いて、「Teacher's group」や「Student's group」といった VLAN グループを設定する。さらに、その VLAN 間の通信制御における設定をすることにより VLAN 間のネットワーク隔離を行うことを可能とするものである。

また、ネットワーク整備後のインターネット利用環境の拡大において各教室への配線方法や無線 LAN の利用に

ついても提案した。

## 3. 学校におけるネットワーク管理運用

ネットワーク整備後は、学校のネットワーク利用において有効とされる「サーバ」や「ネットワークプリンタ」の利用、学校において安全にインターネットを利用するための学校への持込 PC におけるセキュリティ対策における提案を行った。

## 4. 校内 LAN における現状調査・整備実践

これまでの提案を検証するため、宮城県内の学校において提案した理論にそって学校のネットワーク現状調査・整備実践を行った。学校は、「仙台市立立町小学校」「一迫町立姫松小学校」「大河原町立大河原小学校」などである。

職員室内のネットワーク整備を実践し、「先生・生徒間のネットワーク隔離」「共有プリンタの整備」「配線」などを行った。整備後のネットワーク利用においても協力を行なった。

## 5. まとめ

現状における学校ネットワークは、以下のような 3 つのパターンに分けることが可能であると考えた。「行政機関によってネットワーク整備がされている学校」では、教職員と生徒のネットワーク隔離などの整備は行われていて、新しいインターネット利用環境を整備することができる状態。

「ネットワークが十分に整備されていない学校」では、教職員と生徒のネットワーク隔離が行われておらず、すぐにネットワークの改良が必要な状態。

「学校の先生が独自にネットワーク整備を行った学校」では、インターネットの利用環境はできているが、教職員と生徒のネットワーク隔離やネットワーク機器の接続方法など、現状の校内 LAN の状況を調査し、必要に応じて改良を行わなければならない状態。

以上のこの 3 つのネットワーク形態ごとに学校におけるネットワーク整備・運用法を示した。

# 小学生の観察力を養う環境教育の研究

榊原 渉

## 1. はじめに

小学校における環境教育（環境学習）は、昨今の環境問題に対する時代の要請とともに、教育課程の中の各教科等に盛り込まれ、基本的には、それぞれの活動や教科の性格に応じて展開されてきている。また、環境教育については、総合的な学習の時間の中の重要課題の一つとして、教科とは独立した項目として取り上げられることも多い。また、一般的な意味での環境をテーマに各教科を横断的にクロスカリキュラムとして扱い実践するケースも見られ、各校独自にテーマを設定して意欲的な取り組みが行われている。

## 2. 学校現場における環境教育の問題点

本論文では、小学校における環境教育の問題点を以下のようにとらえた。

すなわち、これまでの環境教育の実践例をみると、まさに多種多様で、何でもありの環境教育といえる側面があり、実際に指導する側の教師を大いに悩ませていた。それは、これまでの環境教育に明確な理念がなかったからと考えた。現場では環境教育を様々な教科からの発展型であったり、教科を横断的に扱おうとするがためにかえって、体験重視とうたいながら、体験学習とは裏腹に網羅的な内容や知識情報の伝達に終始してしまう活動となっていたのではなからうか。

## 3. 「観察」とは

ここでいう観察とは一般に使われている観察や教科の中で使用されている観察とは違い、「観察」の観は、穴があくほど対象とする、そして対象の真実に迫る行為。察とは、みたことをもとに想像力を豊かに働かせの真実に迫る行為と考えた。そして、その能力を養うことを「観察」力を養うとした。

## 4. 二つの実践

様々な教科との関わりを持つ総合的な学習の時間の中で、養うべき視点として「観察」力を上げ、この点から理科など各教科でごく普通に使われている観察と、環境教育を通して育てたい「観察」という用語を区別し、「観察」力を養うという視点から、典型的と

いえる二つの実践を試みた。

一つは、「観察」のどちらかといえば観に重きを置いた実践である。鮎川小学校の地域にある金華山島を場所に選び、対象は1,2年生で、内容は豊かな自然の中でできるだけ子どもの旺盛な好奇心にもとづいた興味や関心に重点を置いた自然体験学習である。

もう一つは、「観察」のどちらかといえば察に重きを置いた実践で、広瀬川の源流の奥山で、水の循環をテーマに模擬実験を試みた自然体験学習である。対象は片平丁小学校の5年生である。

## 5. 考察

金華山の自然体験学習は、豊かな自然の中で、子どもが（興味あることや好きなことをみることに）夢になって、没頭することが主目的であり、そのような体験を積み重ねていけば、おそらく行く行くは、自然のすばらしさや不思議さに感動し、生命や自然を大切にす方向に向かうであろう。また、感受性を養うことにもつながっていくと思われる。

奥山での自然体験学習は、模擬実験を、体をフルに使い、視覚のほかに味覚をも使って行い、それを通して、想像力を豊かにさせることを主目的としたものである。そして、このような体験を通して培われた想像力（を豊かにするという）は、行く行くは地球レベルでの環境問題を理解し自ら行動していくことになるだろう。

すなわち、本研究で実践し、考察した二つの、それぞれ「観察」のどこに比重を置くかを異にした自然体験学習は、環境教育の大きな範疇である環境教育と環境問題教育に習熟していく基礎的な部分をしっかりと担っていく可能性が十分にあると言えるだろう。



【平成16年度 宮城教育大学大学院・環境教育実践専修 修士論文要旨】

# スギ植林をもちいた身近な環境学習プログラムの開発

佐藤 麻衣子

## 1. はじめに

スギ (*Cryptomeria japonica* D. Don) は、日本において古代から現代にいたるまで広く植林され、ヒトの生活に深く関わってきた樹木である。第二次世界大戦後の物資不足から、拡大造林とよばれる大規模な植林地開発が行われスギ植林が拡大したが、近年では管理が行われなくなった林分が増加している。細いスギが自生木に圧倒されている林分がある一方で、通直なスギの下層に自生植物が繁茂して豊かな植生を有する林分も見受けられる。公益的機能の回復が急務とされる場、あるいは地域の生物多様性を創出する場として、これらスギ壮齢林分は、新たな注目を集めている。

本研究ではまず、基礎研究として、スギ壮齢林を対象に①中間温帯北限域における林内植生の地理的変遷、および②孤立化に伴う林内植生の変化を、生態学的視点から検討した。次に、こうした身近に存在するスギ植林を環境学習の素材として活用すべく、基礎研究の成果をいかした体験型学習プログラムを作成した。

## 2. 中間温帯北限域における林内植生の地理的変遷

暖温帯常緑広葉樹林帯と冷温帯落葉広葉樹林帯の移行域とみなされている南東北太平洋岸地域において、壮齢スギ植林の地理的変遷を解析した。福島県1地区、宮城県9地区、岩手県1地区の南北11地区から合計58調査区を選定し、TWINSPANを用いて林内植生をタイプ分けした。

その結果、吉良(1948)の温量指数に沿って配列するように、(1)シロダモヤテイカカズラ、ヤブツバキ、アカガシといった暖温帯の常緑広葉樹によって特徴づけられるヒサカキ-オオベニシダ優勢型から、(2)アオキ-アマチャヅル優勢型、(3)オオバクロモジートリアシショウマ優勢型を経て、(4)エゴノキやハエドクソウ、ミツバウツギ、リョウメンシダといった冷温帯の落葉植物によって特徴づけられるモミジイチゴ-ミゾシダ優勢型へと変遷している実態が把握できた。

壮齢スギ植林の林内植生は、移行域というこの地域特有の植生のあり方を反映しつつ、地区それぞれの自然環境を認識できるフィールドとなりうることが示された。

## 3. 森林の孤立化に伴う林内植生の変化

岩手県胆沢地区では、分布状態の異なるスギ壮齢林が認められる。本研究ではそれらを、田園が卓越する扇状地に散在する(1)屋敷林と(2)用材林、二次林が卓越する丘陵地で連続的に分布する(3)丘陵林に区分し、3者の植生を比較することで、孤立化とその後の人為圧の程度が森林に及ぼす影響を把握することを試みた。

選定した43調査区を用いてTWINSPANで解析した結果、(1)ウメドキーウワバミソウ優勢型、(2)カスミザクラ-チゴユリ優勢型、(3)ハナイカダーヤマジノホトトギス優勢型が区分された。それらは順に、植栽に由来する有用・食用植物によって特徴づけられる屋敷林、二次林種と山地の植物の混生によって特徴づけられる用材林、ブナ林の植物によって特徴づけられる丘陵林を主たる構成要素としていた。一方、3者でともに、鳥散布植物が優勢となっている現象も確認され、孤立林の保全に関わる有用な知見となった。

## 4. 環境学習プログラムの開発

スギ植林は日本の森林面積の約4分の1を占め、身近な景観を構成する主要な生態系となっている。現在、環境教育を進める際の基盤として位置づけられる「体験的な自然学習」を実施するにあたって、適切なフィールドを確保することの困難さが指摘されている。本研究では、基礎研究や種々の自然体験事業に参加した経験をいかしながら、アプローチが容易で、探求的な活動や森林施業も許容されやすいスギ植林を用いた環境学習プログラムを作成した。その際、地域の自然とのふれあいを大切にしながら、生態学や林業の営み、日常生活とのつながりといった視点を取り入れた多面的な学習となるよう心がけた。

# 野生ニホンザルの保全生態学的研究と環境教育への応用

清野 紘典

## 1. 研究の背景と目的

現在、野生ニホンザルの群れが生息している中山間地域のほぼ全域で「猿害」は発生しており（環境庁, 1988）、被害対策の一つとして平成 10 年から年間約 10、000 頭のニホンザルが駆除され、一部の地域では個体群の絶滅が懸念されている。また、環境省は、レッドデータブックで東北地方のニホンザルについて絶滅のおそれのある地域個体群と記載している（環境省, 2002）。

しかし、これまでに膨大なニホンザルの基礎研究資料があるにもかかわらず保全や保護管理といった応用的学問としての発展は遅れている（渡辺, 1995）。また、保全に関する地域住民への積極的で十分な啓発活動も充分に行われていない。

そこで、本研究では落葉広葉樹林帯に生息する野生ニホンザル群を研究対象として基礎的な生態学的研究を行い、生態の多様性を環境とのかかわりからまとめ、ニホンザル群のもつ性質について検討する。また、群れの現状をいくつかの指標から判断し評価する試みを行い、ニホンザルの保護管理への応用を検討する。さらに、保護管理のなかで重要な役割をもつと考えられる啓発活動の一環としての環境教育を実践する。

## 2. 結果と考察

### 1) 群れの“状態”

群れの生息環境と生態からニホンザル群を 3 つのタイプに分類した。すなわち、不安定な環境に生息する「先駆型」、安定した環境に生息する「安定型」、上記のどちらかに推移過程の「移行型」である。

ニホンザルは k 淘汰を受けて進化してきたことが考えられるが、環境に対して生態を 2 極化する傾向が見られることは「二またかけ戦略」(bet-hedging 説) の概念と類似していた。さらに、群れの生息分布により、群れの生態が可逆的に推移していたのではないかと推察された。また、「先駆型」の群れが個体群（メタ個体群）全体に影響を与えることが示唆された。

### 2) 群れの評価と対策

これまで保護管理のなかで用いられてきた被害レベル分けと性質を異にする、サル現状の多様性を反映させた客観的評価法として、宮城県仙台市西部に生息する 7 群を生態的指標と人の関わりの指標を合わせて用いた群れの“ステータス”判断について検討した。

群れの“ステータス”と“状態”を複合的に用いて群れの現状を捉えることで、具体的な対策の目標設定と保護管理における科学性の確保、対策の継続性について一定の評価ができると示唆された。

### 3) 普及啓発活動としての環境教育

本研究から得られた結果をふまえて、主にニホンザルの生息地における特定少数へ向けたものと非生息地の不特定多数へ向けたものとを大別し、環境教育の実践を行った。

#### 1) ニホンザル生息地の特定少数に向けた環境教育

仙台市とニホンザル生息地にある公立学校の協力から、総合的学習の時間を利用した課外授業を行う機会を得て、身近な野生動物との付き合いをテーマとした環境教育の授業を同市内の 4 つの公立小学校と 1 つの公立高校で行った。

また、啓発パンフレットとカードを作成し、フィールドでの調査中にニホンザル生息地の地元住民の方に配布した。さらに、啓発ポスターカレンダーを製作し、自治体や観光所へ配布し、掲示してもらった。

#### 1) ニホンザル非生息地の不特定多数に向けた環境教育

仙台市で、毎年恒例の「カブトムシの森」で、日本の里山に生息する哺乳類の毛皮と頭骨、鳥類とコウモリ類の剥製を展示したミニ博物館を開催した。展示品は、自由に触れるようにして、毛皮の感触や頭骨の構造などをじっくりと観察してもらった。さらに、パネルにその動物の写真を貼り、毛皮・頭骨などの動物にあてはまるのかをクイズ形式にして展示した。

また、ニホンザルの保全における調査・研究、環境教育等の諸活動を広く一般の方々に理解してもらうためにホームページの作成を行った。ホームページは、年齢性別に関わらず、解りやすく親しみやすい表現をできる限り工夫し、メインページのほかに、言葉を小学生中学年程度に簡易に変換した子供用のページも作成した。

### 3. まとめ

本研究は、ニホンザルの保護管理を進めるうえでの問題点として大井 (2003) があげている 1) 「調査や対策を実施するための財源や人材が不足」、2) 「地域住民の計画への理解」、3) 「科学性の確保」へと答えるかたちで進めてきたが、一つの方向性は示すことができたのではないかと考えられる。

【平成16年度 宮城教育大学大学院・環境教育実践専修 修士論文要旨】

# 放置マツ防潮林の保全生態学的研究

長谷川 巧

## 1. はじめに

砂浜海岸を縁取るマツ（クロマツ・アカマツ）の防潮林では、近年、松枯れ病の進行でマツが枯死したり、落葉落枝や下草の採取が停止したことで植生遷移が進み、広葉樹がさかんに侵入・成長している現象が認められている。環境保全や防災上の重要性から、新たな防潮林の育成・維持の手法確立が急務となっており、多用途利用の観点からも、様々な防潮林像が提唱されるようになった。特に、地域住民自らの手で防潮林を育てていくことが望まれており、地域に根づいた防潮林づくりを促すような、環境学習が求められている。

## 2. 研究の方法

そこで本研究では、仙台湾岸を縁取るマツ防潮林のうち問題が集積している放置マツ防潮林に的をしぼり、マツ類の実態と広葉樹の動態を明らかにし、自然の変化に任せた防潮林のあり方について検討することを第一義とした。野外調査は仙台市井土浜地区において実施し、①異齢5林分の組成と構造の比較、②サクラ類とシロダモの防潮林への侵入プロセスを解析するための播種実験（オオシマザクラとシロダモの種子発芽特性の比較）、③シロダモの実生・稚樹個体群に着目した個体群の構造、および初期樹高成長と光環境の関係についての解析、の3点を調べた。

また、こうした基礎研究の成果を地域住民に伝えるべく、放置マツ防潮林の現状と持続的管理の確立に係わる環境学習プログラムの創出を試みた。

## 3. 結果と考察

異齢5林分の組成や構造を比較した結果、汀線から離れるほど防潮林の林齢や土壌の発達度は増加し、広葉樹の侵入が進んでいることが示された。その過程は、①まず、被食散布型の落葉性陽樹（特にサクラ類）が侵入し、②次に、常緑性の被食散布型陰樹（特にシロダモ）が侵入・成長すること、そしていずれ、③シロダモにより林冠木直下がうっ閉された林分へと変遷していくというシナリオである。

オオシマザクラとシロダモの種子を用いた播種実験では、種子の散布量が確保されることで、両者が土壌の未発達な若齢マツ防潮林へも侵入・定着できる可能性が示された。このことは自然の変化を見定めた、順

応的な防潮林の育成・管理という点で興味深い。特にシロダモは、常緑樹であるため冬季も防潮機能を失わず、衰退するマツを補完する樹種として期待できる。

シロダモの生活史特性を明らかにすべく、シロダモ実生・稚樹の個体群構造、および初期樹高成長と光環境の関係を詳しく調べたところ、①シロダモは常緑広葉樹による被陰を免れたマイクロサイトで、大きな樹高成長を達成できること、②松枯れに起因する小ギャップ（マツ1、2個体の枯死による林冠欠損）の形成により光環境が良好となって、待機個体による更新が加速されていることなどが明らかとなった。近年松枯れによる被害は仙台湾岸の防潮林においても凄まじく、今後林冠のマツや落葉広葉樹種の巨木が枯損・衰退すれば、シロダモを主体とした防潮林が形成されることも推察される。しかしこうした林分になった場合、シロダモうっ閉下では落葉広葉樹はもちろん、シロダモ自身の更新も不可能であり、防潮林の持続的な維持は困難となる可能性が高い。例えば、①間伐によってシロダモの生育密度を調整する、または、②シロダモより長寿命で、大木となる常緑広葉樹（例えば、アカガシ、シラカシ、タブノキなど）に着目し、侵入個体の撫育あるいは積極的な導入といった手だてが考えられる。多様な樹種が生育し、自律的な更新が可能な、十分な生態系保全機能を発揮しうる防潮林の創出を期待したい。

また、本研究では、以上のような基礎研究の成果を地域住民に伝達すべく、防潮林の意義と保全を考える環境学習プログラムの創出を試みた。防潮林は本来地域住民の暮らしに密着した存在として機能すべきものであるが、近年は多くの市民のいこいの場として、さらには多様な生物のすみ場所、地球規模の環境保全を行う生態系としての役割を担っている。地域住民に加え市民自らが防潮林の魅力を再発見・再認識し、協働の下で防潮林のあるべき姿を考え、育てていくことが必要である。すなわち、地域に密着した学際的な研究の積み重ねの先に、地域住民にむけて研究成果を発信し、保全のあり方を提言すること、そして自発的な保全活動を支援・展開することが保全生態学に求められている。

# 小学生の自然体験学習という視点からの野生動物の生態学的調査

藤田 裕子

## 1. はじめに

学校教育の中に総合的な学習の時間が創設され、主要な課題の一つとして環境教育が取り上げられるようになって以来、とくに小学校教育において、豊かな自然の中での体験学習が重要視されるようになった。

本研究は、金華山と青葉山を児童・生徒の自然体験学習のフィールドとした時、そのフィールドがいかにより楽しい学習の場になるか、また、そうするために野生動物の生態学的継続調査がどのような意義をもつかについて、おもに小学生を対象にした実践を通して理解することを目的とした。

## 2. 結果

野生動物の生態学的継続調査：金華山と青葉山をフィールドとして、対象を野生ニホンザル、野鳥、トンボに焦点を絞り、研究生として本学に在籍した1年を含め3年間継続して実施した。

ニホンザルは金華山における個体数や構成の変化と1頭のオスザルの追跡記録、野鳥は金華山で季節ごとに見られる種と頻度、トンボは金華山と青葉山それぞれに生息する種と生息時期について調査し、その結果を、およそ年度ごとにまとめてすでに公表したが、ここでは、それぞれの調査結果が自然体験学習にどのように活用されたかを整理した。

自然体験学習の実践：生態調査を一方で継続させながら、両調査地で小学生をおもな対象に自然体験学習を繰り返し企画し実践した。

3年間に行った実践は金華山で11回、青葉山で3回の計14回である。そして、実践事例ごとに、子どもの興味や関心が自然の何に向かうのか、自然と向き合う様子はどうなのかなどを具体的に整理した。また、子どもの様子を詳しく観察することを通して、自然の中で子どもが熱中したり夢中になる際の集団の分かれ方には基本的に3つのパターンのあることが明らかになり、それぞれに対する的確な対処が、実践の最中にスタッフに一番求められることだと考えられた。

## 3. 考察

本研究結果を考察する際の筆者の立脚点を明確にするために、教育現場で重要な文部省発行『環境教育指導資料（事例編）』（1995）に基き、環境教育で学ぶさまざまな課題（項目）がどのような体系をなしているか、また、児童・生徒の成長発達とそれに相応した教育（学習）方法を考慮すると、それぞれの課題（項目）がどのように位置づけられるかについてまず検討を行った。その結果、「豊かな自然の中で楽しく遊ぶこと」が、とくに小学校教育の中での環境教育においてはきわめて重要であると結論づけられた。

また、子どもが豊かな自然で楽しく遊ぶこととはどのような状況なのかを実践で振り返ると、自然体験学習において子どもが楽しんでいる状態とは、自然の何かに子どもが熱中したり夢中になっている状態と同義と考えられた。自然の中で子どもの好奇心が解き放たれ、心底楽しめば、子どもは自然から多くのことを学ぶはずだし、その場としては、できるだけ豊かな自然が望ましい。

では、豊かな自然とは体験学習の主体である子どもにとってどんな自然かを考えると、単に一般に使われる多様性に富んだ自然というだけでなく、子どもの好奇心を刺激しやすい、子どもが熱中しやすい、夢中になりやすい生物が多く存在する自然であるといえる。つまり、楽しい自然体験学習を子どもに保証する豊かな自然とは、成長発達段階ごとの子どもの好奇心が向かいやすい生物の、種類も種ごとの個体数も多い自然であり、かつ、より多くの生物がいて、より長期にわたる継続調査がなされている自然ということになる。ということは、豊かな自然には、初めから存在するものとしての豊かな自然と、不断の調査を通して豊かになる自然という、二つの側面があり、前者ではもちろんのこと、後者では生態学的継続調査の重要性がより強調される。

引用文献：文部省（1995）「環境教育指導資料（事例編）」大蔵省印刷局，東京，146pp.

【平成16年度 宮城教育大学大学院・環境教育実践専修 修士論文要旨】

# 環境教育支援 Web コンテンツの開発研究

堀米 千春

## 1. はじめに

学校における情報教育や環境教育ではコンピュータを活用した授業が行われてきているが、授業で活用できるコンテンツはまだ不足している現状である。授業に役立つコンテンツを開発していく必要がある。学校独自でコンテンツを開発することは、授業に合わせて自由に情報の変更・追加ができるようになるので利点が多い。しかしながら、全ての教材においてコンテンツを開発することは、各学校では困難である。開発を進めていくには、大学などの高等教育機関が小・中・高等学校と連携してコンテンツを開発し提供するか、または、学校独自の開発を支援する必要がある。

## 2. 研究の概要・考察

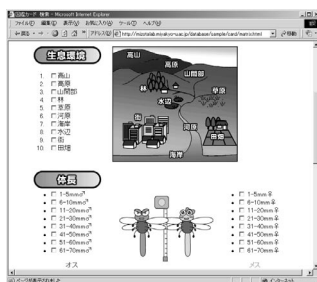
本研究では、情報教育と環境教育の体系的な学習を進めていくために、環境教育支援 Web コンテンツの開発を行った。以下、学習を支援するコンテンツを教育支援コンテンツとよぶ。具体的には、小・中学生が身近に考えられる環境保全について進めることにした。二酸化炭素を減らす取り組みとしてゴミの分別やリサイクルがあり、それに関わるコンテンツとしての「サイクルん」を開発した。

サイクルん<トップページ>



<http://ugawalab.miyakyo-u.ac.jp/m1/hori/gomi/>

昆虫データベース検索システム



[http://mizotalab.miyakyo-u.ac.jp/database/sample/card\\_name.html](http://mizotalab.miyakyo-u.ac.jp/database/sample/card_name.html)

また、子どもたちの学習する・自然にふれるという価値ある活動へ導く教育支援コンテンツとして「昆虫データベース検索システム」を開発した。

教育支援 Web コンテンツの開発では、下図のように開発手順モデルを考え、それに沿って開発を行った。一般的に企画・分析、設計、制作、運用、評価という流れでコンテンツ開発を進めることができると考えているが、教育実践という流れを加え、児童・生徒および教員の生の意見を取り入れる必要があると考えている。

今回の開発方法から、開発手順モデルに沿ってコンテンツを開発することは、開発をスムーズに進める上で有効であった。そして、「サイクルん」の教育実践により、本コンテンツが情報教育・環境教育において有効であること、さらに、教育支援コンテンツ開発における学校との連携が重要であることがわかった。コンテンツ開発を進めるにあたり、独自でコンテンツ開発をすることが困難な教員や学生には開発支援を行った。具体的には、イラストの作成方法やソフトウェアの操作方法、サーバ環境の設定などについて支援を行った。この開発支援の実践およびコンテンツ開発における教育現場の現状からコンテンツ開発における研修やサポート機関が必要であることがわかった。

## 3. まとめ

コンテンツを活用した授業は児童に興味・関心および理解を高める効果があることや情報と環境の体系的な学習につながるということが、教育実践から分かった。しかし、教育のねらいである、子どもたちにコンテンツを通して何を教えるのかが、コンテンツの作成以上に大きな課題と考える。これを明確にすることで、よりよいコンテンツを作ることができ、さらに効果的な授業を進めていくことができる。そのためには、Web コンテンツに関しても他の教材と同じように学校独自で開発することや支援機関と連携しながら開発することが良いと考える。

学校でのコンテンツ開発には時間的および技術的な問題が多く、諸機関との連携しての作成や開発のサポート体制を確立していくことが今後の課題である。

# 環境教育における自然体験活動支援のためのマルチメディア教材の開発

山根 岳志

## 1. はじめに

近年のマルチメディアに関する情報技術の進展に伴い、インターネットをはじめとしたマルチメディア教材の開発が容易になってきた。教科教育はもちろん、環境教育においてもマルチメディア教材の開発が求められている。環境教育に関するマルチメディア教材はこれまでに様々開発されているが、写真・イラスト・動画等を利用した Web ページやデータベースであり、環境教育についての情報の開示・公開・収集を目的としたものが多い。これまでのマルチメディア教材は、調べ物学習には適していたが、自然体験活動における教材としては活用が難しかった。それは、自然体験活動の支援となるような教材では、個々の体験への直接的な働きかけが重要となるからではないだろうか。このような背景から、自然体験活動に役立つ教材を、Web 教材とビデオ教材の 2 点から開発を試みた。

## 2. Web 教材の開発

自然体験活動の支援を目的として Web ページの開発をし、その作成方法及び有効性を検討した。Web ページは、幅広い年齢層が楽しく学習できるように、極力文字を減らし、イラストやアニメーションによる視覚的に楽しめるようなコンテンツ開発に力を入れた。また、Web ページ上でアンケートを得ることで、客観的な評価を得て、Web ページの向上および実践活動にフィードバックがかけられるようにした。Web 教材の開発は、アンケート結果から環境教育の導入教材としては、高い評価が得られたと示唆された。しかし、従来のマルチメディア教材よりも自然体験活動における効果があったかどうかについては検討できていない。

## 3. 自然体験活動におけるビデオ教材の開発

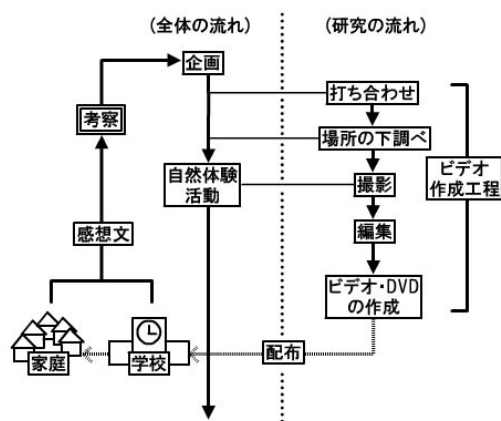
筆者は、多くのフィールドワーク活動に同行し、取材する機会を得た。

- (1) 片平小学校 青葉山自然観察会
- (2) 水の循環調べ
- (3) 鮎川小学校 金華山校外学習
- (4) 炭焼き体験学習

- (5) 仙台市立第二中学校 青葉山自然観察会
- (6) 八幡こぼと園 青葉山自然観察会
- (7) 宮城野高校 青葉山自然観察会
- (8) 里山で初秋の自然と暮らしを体験
- (9) 鮎川小学校 金華山校外学習

このうち、いくつかの取材についてビデオ作成し、そのビデオを学校に送り、回覧方式で参加児童に順に持ち帰ってもらうことが出来た。これにより、「参加した児童が見る」「保護者が見る」「参加した児童が保護者と共に見る」「教師が見る」「教師が教育現場で児童に見せる」といった活用され、児童は 1 回の自然体験活動において、自然に対して「当日の議論」の他に「家庭での議論」、「学校での議論」の機会を持つことが期待された。この経験を活かし、参加した児童および保護者が見ることを前提に、取材・撮影・ビデオの編集を行った。また、これらに必要な技術の確立を目指した。

その結果得た有効な方法が以下の図のとおりである。



## 4. まとめ

本研究では、マルチメディア教材の閲覧対象を自然体験活動に参加した児童およびその保護者、主催した教師のみに限定することで、自然体験活動において双方向性を持ったマルチメディア教材が作成できるという 1 つのあり方を示すことが出来たのではないかと考えられる。

【平成16年度 宮城教育大学大学院・環境教育実践専修 修士論文要旨】

# 日本の食教育のモンゴルへの導入に関する研究 —モンゴルと日本の食生活の比較を通して—

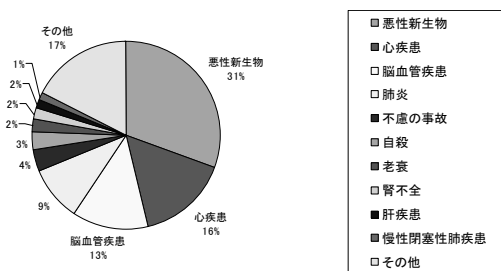
エルデネ・ブーブェ

## 1. はじめに

現在、食に関する様々な問題が起こっており、そのため食教育は世界的な重要課題の一つになっている。しかしモンゴルでは、食教育はほとんど行われていないのが現状である。これからのモンゴルの学校教育のなかで食教育を実施し、子どもたちに食に関する正しい知識を与えることは大切であると考え、次二つの観点から研究を行った。一つは、日本人とモンゴル人の食生活や健康について文献調査を行い、食教育の必要性を明らかにすることである。もう一つは、日本の食教育について調べ、食教育の実践に参加し、その成果をモンゴルの教育学習カリキュラムに取り組み提案することである。

## 2. 食生活の現状と問題点

日本人の健康を調べたところ、肥満者の割合や、悪性新生物にかかる人の増加、糖尿病の疑いのある人は、予備軍も合わせると1,620万人にのぼることなどが分かった。現代、日本人の約60%はがん、心臓病、脳卒中の三大生活習慣病のいずれかで死亡している。



資料：「人口動態統計」厚生労働省 2003 より

食生活のほうは、食事の外部化やインスタント食品、ファーストフードなどが進化し、畜産物、油脂類を食べる量が増加した結果、食生活のバランスがくずれ、特に脂質の取りすぎなどが多く見られる。朝食欠食の増加も見られ、厚生労働省「国民栄養調査」(2000年)によると、朝食を欠食する人の割合は、20代の男性で30.5%、女性で16.3%となっている。

一方、モンゴル人の健康について2000年に調べた調査の結果、肥満者の割合は、41-60歳で男性では45%、女性では58%を超える非常に高い数字が出た。

## 3. 日本の小学校における食教育

現在、日本の食教育は次の二つのかたちで行われている。一つは、学校で食事を楽しくとり、さらに食事を通じて食について様々なことを勉強する場として学校給食がある。学校給食は栄養摂取を確保する機会を子どもに用意する機能を果たしており、栄養バランスのとれた食事内容や食材を通して体験できるなど、食に関する指導の「生きた教材」としての活用することが可能である。そうした学校給食の活用には、栄養管理や望ましい食生活のかたちを成功させる教育力がある。

もう一つは、「総合的な学習の時間」を使った授業実践やほかの教科のなかで、子どもたちの「生きる力」となる食に対する多方面の知識や体験を与えることである。

日本の小学校における、「総合的な学習の時間」を使った食教育実践に参加し、食教育を通して子どもたちの食に対する見方が変わっていく現状を観察し、子どもたちが食に関心を持つことで食生活自体も変わっていくことがわかった。

## 4. おわりに

モンゴルの小学校に食教育を導入するにあたっては、児童が栄養バランスのとれた食事を摂り、食に関心を持ち、健康的で望ましい食生活を実際に送れる実践能力を身につけさせることを目的に、栄養の補給、食生活の改善、モンゴルの伝統的な食生活の見直しという三つの視点から導入できるのではないかと考えられる。また、学校給食のないモンゴルの小学校に学校食堂を活用した食教育や各科目のなかで取り組める食教育のあり方についても考察した。





## 平成16年度活動報告

### 【プロジェクト研究】

- (1) 金華山でのSNC構想の推進 (研究代表者: 伊沢紘生)  
平成14年～平成16年 (3年間)
- (2) 東北地方の里山・里地を活用した環境教育 (研究代表者: 西城 潔)  
平成15年～平成17年 (3年間)
- (3) 環境教育実践研究センターにおけるフィールドワーク研究成果の電子アーカイブ化  
(研究代表者: 安江正治)  
平成16年～平成17年 (2年間)

### 【フレンドシップ事業実施報告】

#### ○水田湿地自然観察 (代表責任者: 見上一幸)

参加学生: 23名

- 学生指導: ◇ 水生昆虫・鳥類 (岩淵成紀: 宮城県田尻高校)
- ◇ 微小生物 (見上一幸: 宮城教育大学)
- ◇ 魚・昆虫 (鈴木耕平: 蕪栗ぬまっこクラブ)

対 象: 主として田尻町内および近郊の小学生

主 催: 宮城教育大学環境教育実践研究センター、田尻町教育委員会、田尻高校

期 日: 下記日程の他、必要に応じて随時事前研修を行った

- 4月28日 (水) 1時限 3コース説明会
  - 5月12日 (水) 1時限 受講者への事前説明会
  - 5月19日 (水) 1時限 大学での研修
  - 5月23日 (日) 1日 蕪栗沼現地実習 指導: 鈴木耕平・見上一幸
  - 6月2日 (水) 1時限 大学での研修
  - 6月5日 (土) 1日 土の中の生きもの: ダニと原生動物 指導: 島野智之・見上一幸
  - 6月9日 (水) 1時限 大学での研修
  - 6月12日 (土) 1日 フレンドシップ本事業: 岩淵成紀・見上一幸
- 対象 地元小学生 30名
- 8:03 仙台発
  - 8:59 田尻駅着
  - 田尻高校へ移動
  - 10:00～12:00 水田湿地の微小な生物の観察
  - 12:00 子どもたちは解散、大学生は高校で昼食
  - 13:30～16:00 反省会および地元の方々と意見交換
  - 16:15 現地解散

内 容: 蕪栗沼を中心とする水田湿地における生物についての観察を行い、水質浄化のしくみについて学習する。フレンドシップ事業においては、中学校および小学校高学年における教科「理科」との関わりの中で、微小生物の水質浄化に関わる役割について学習する。

【平成 15 年度 宮城教育大学大学院・環境教育実践専修 修士論文要旨】

○青葉山自然体験学習（代表責任者：斎藤千映美）

参加学生：10名

学生指導：斎藤千映美・溝田浩二（宮城教育大学環境教育実践研究センター）

実施協力：八幡こぼと園・青葉山の緑を守る会・小畑明子・青木 瞳・工藤由莉・佐藤奉和・海藤祥子・アンドレア・大島一正

取材指導：鶴川義弘（宮城教育大学環境教育実践研究センター）

取材学生：濱田春奈・河東田千秋・山根岳志（鶴川研究室）・佐藤善郎（安江研究室）

対 象：八幡こぼと園すみれ組（4歳児）22名

日 程：

4月28日（水）ガイダンス

5月9日（日）青葉山自然観察会（青葉山の緑を守る会主催）に参加

5月12日（水）八幡こぼと園を訪問、園内見学

5月15日（土）八幡こぼと園にて園児観察（学生2名参加）

5月19日（水）ビデオ『台の森のけもの道～青葉山500日の記録（ミヤギテレビ放映）』を用いた学習

5月22日（土）八幡こぼと園にて園児観察（学生2名参加）

5月26日（水）青葉山の散策・その1

5月29日（土）八幡こぼと園にて園児観察（学生2名参加）

6月2日（水）青葉山の散策・その2（園児、保育所職員と青葉山散策）

6月5日（土）八幡こぼと園にて園児観察（学生2名参加）

6月9日（水）青葉山散策・その3

6月12日（土）八幡こぼと園にて園児観察（学生2名参加）

6月13日（日）青葉山視察会（青葉山の緑を守る会主催、10:30-12:30）に参加

6月16日（水）青葉山の散策・その4

6月19日（土）八幡こぼと園にて園児観察（学生2名参加）

6月23日（水）青葉山の散策・その5

6月26日（土）八幡こぼと園にて園児観察（学生2名参加）

6月30日（水）青葉山の散策・その6

7月7日（水）青葉山の散策・その7

7月11日（日）青葉山視察会（青葉山の緑を守る会主催、10:30-12:30）に参加

7月14日（水）フレンドシップ最終打ち合わせ（含参加者の傷害保険加入手続き）

7月17日（土）フレンドシップ青葉山自然体験学習を実施

9:50 八幡こぼと園（すみれ組）の園児20名、保育所職員5名が青葉の森管理センター前に到着

10:00 簡単なガイダンス

10:10～11:00 「森でみつけた宝物」として、木の葉、木の実、花、キノコ、セミの抜け殻などを集めながら、青葉の森を散策

11:10～11:45 室内で「森でみつけた宝物」を利用して製作活動と展覧会

11:50～12:30 青葉の森管理センターの室内で昼食

12:45 青葉の森管理センターを出発、帰路につく

7月21日（水）レポート提出、撮影した写真を整理

7月28日（水）園児に写真と手紙を送付

9月18日(土) フレンドシップ青葉山自然体験学習(第2弾)を実施

9:50 こぼと園の園児22名、こぼと園の職員5名、大学生14名が郷六の池(通称スイス池)に到着

9:55 簡単なガイダンス

10:00 ため池や田んぼ脇の水路で生き物の採集・観察を実施

11:30 野原で弁当を食べる

12:30 郷六の池を出発、帰路につく

内 容：今年で3回目となる青葉山でのフレンドシップ事業では、昨年度と同様に、大学生と園児とが野外活動や遊びを通して交流する機会を積極的に作ってきた。具体的には、青葉山での自然散策を数多く実施した他、学生が保育園を直接訪問して園児と遊ぶ「園児観察」を行ったり、地元市民団体・青葉山の緑を守る会による自然観察会への参加し、学生たちは園児と多くの体験を共有してきた。フレンドシップ(第1弾)では、強い雨が降りしきり中の自然観察会であったが、園児たちは悪天候をものともせず、目を輝かせながら草花に触れたり、生き物を捕まえてははしゃいでいた。雨合羽を着て森に入るとい体験は、学生たちにとっても園児たちにとっても初めての体験であったようで、晴れた森とはかなり趣の異なる雰囲気を、五官をフルに使って存分に楽しんでいた。フレンドシップ(第2弾)ではさわやかな秋晴れの天候に恵まれ、ため池や田んぼ脇の水路でアメリカザリガニやドジョウ、カエル、イモリ、水生昆虫、トンボ、チョウなどを採集・観察するという楽しいひとときを過ごすことができた。

#### ○金華山自然体験学習(代表責任者：伊沢 紘生)

参加学生：9名

学生指導：伊沢紘生

実施協力：宇野壮春・藤田裕子・山根岳志・小野雄祐・川添達朗・中村友紀

対象生徒：牡鹿町立鮎川小学校1・2年生26名

実施日：10月7日(木)

日 程：

5月12日(水) ビデオを用いた金華山の自然について学習

・第1回「金華山の四季」

5月13日(木) ビデオを用いた金華山の自然について学習

・第2回「金華山のシカの生態」

5月26日(水) 金華山事前実習ガイダンス

5月28日(金) 金華山で第1回事前実習

5月31日(月)

～6月3日(木) 地元鮎川小学校1・2・3年生30名父兄10名に対し予備的金華山自然体験学習を実施、児童の自然への関心度等について調査

6月2日(水) ビデオを用いた金華山の自然について学習・第3回「金華山のサルの生態」

6月9日(水) 構内の植物を利用した種同定法の学習

6月16日(水) 青葉山スイス池でトンボの観察と種同定法の学習

6月23日(水) 金華山事前実習ガイダンス

6月25日(金) 金華山で第2回事前実習

～28日(月)

【平成 15 年度 宮城教育大学大学院・環境教育実践専修 修士論文要旨】

- 7月7日（水）青葉山の植物と金華山の植物との比較学習  
7月9日（金）仙台市立第二中学校1年生111名の「青葉山自然観察学習」に参加して実践学習  
7月14日（水）ビデオを用いた金華山の自然について学習
- ・第4回「金華山のサル社会」  
7月21日（水）植物標本作成の学習  
8月4日（水）県立宮城野高校2年生8名の「青葉山自然観察学習」に参加して実践学習
- 9月18日（土）金華山で第3回事前実習  
～21日（火）  
10月2日（土）フレンドシップ事業実施予定に関するミーティング  
10月3日（日）ガイドブックの作成  
～5日（火）  
10月6日（水）金華山で最終準備（第4回事前実習）  
10月7日（木）フレンドシップ事業・金華山自然体験学習を実施  
8：25 鮎川小学校1・2年生26名 金華山に到着  
8：30 簡単なガイダンス、児童へ参加学生の紹介  
8：40 金華山の主に南西地域で野生のサルやシカの観察、トンボ捕り、水生小動物採  
～14：00 集などを実施  
14：10 金華山栈橋に帰着  
14：25 児童19名金華山を出発、帰路に着く  
14：30 後片付け  
～15：50  
16：10 最終の船で学生も帰路につく
- 10月13日（水）フレンドシップ事業の反省会
- 内 容： 昨年から引き続き、金華山のある地元、牡鹿町立鮎川小学校の1・2年生を対象にフレンドシップ事業を実施した。そして、昨年同様に、春に一度彼らを対象に金華山で自然観察会を実践し、児童の自然への関心度や、自然のさまざまなものへの反応の程度などを詳細に調査した。一方で、授業「環境教育B」履修生のうち金華山自然体験学習を選んだ学生（1年生）9名に対し、原則2泊3日で計4回、金華山でフィールドワークの事前実習を行った。このように、準備に万全を尽くしたことや、当日は好天にめぐまれたこと、野生のサルやシカがごく近くで見られたこと、トンボやバッタが多かったこと、ヘビも4種類遊歩道にいたことなどで児童の旺盛な好奇心が十二分に満たされたことや、児童と学生との交流もスムーズにいき、児童と学生の双方が楽しい自然学習を通して多くのことを学び合った今回のフレンドシップだった。

【共催事業】

- 10月23日 「杜々かんきょうレスキュー隊事業（仙台市主催）」（1）環境学習プログラムの実践（溝田・目々澤）  
11月2日 「杜々かんきょうレスキュー隊事業（仙台市主催）」（2）環境学習プログラム作成のポイントと事例（村松・齊藤・目々澤）  
11月9日 「杜々かんきょうレスキュー隊事業（仙台市主催）」（3）環境学習プログラムの作成

(見上・目々澤)

- 11月16日 「杜々かんきょうレスキュー隊事業(仙台市主催)」(4)ワークショップ(見上)  
 2月17日 国際環境教育公開研究会2005(気仙沼市立面瀬小学校主催)(見上・小金沢・鶴川・平吹・岡・目々澤)

#### 【学内活動】

- 5月6日 公開講座「環境教育実践研究センター研修講座」講師(村松)  
 6月1日 宮城教育大学附属中学校「総合的学習」講演(見上)  
 6月5日～6日 公開講座「森の生態:土の中の小さな生物-小型の動物から原生生物まで-」講師(見上)  
 6月11日 宮城教育大学附属小学校公開研究会に出席(見上)  
 6月12日 フレンドシップ事業(田尻町蕪栗沼)(見上)  
 7月17日 フレンドシップ事業(青葉山自然体験学習)第1弾:八幡こぼと園の園児を対象とした自然観察会を実施(齊藤・溝田)  
 8月4日～5日 公開講座「オンラインリンク集の構築と運用」講師(安江)  
 9月18日 フレンドシップ事業(青葉山自然体験学習)第2弾:八幡こぼと園の園児を対象とした自然観察会を実施(齊藤・溝田・鶴川)  
 10月7日 牡鹿町立鮎川小学校1・2年生26名、父兄4名を対象にフレンドシップ事業「金華山での自然体験学習」を実施(伊沢)  
 11月12日 宮城教育大学コロンビア支援事業研修会にて環境教育を講義(見上・村松)  
 11月26日 第27回環境教育コロキウム「環境教育の変遷と今後の課題」開催(講師:滋賀大学・市川智史氏)  
 12月9日 第28回環境教育コロキウム「環境教育とは何かを原点で考える」開催(講師:名古屋芸術大学・山田卓三氏)  
 1月20日 第29回環境教育コロキウム「環境教育の『これから』-外なる環境(自然・社会)と内なる環境(心)をめぐって-」開催(講師:甲南大学・谷口文章氏)

#### 【学外活動】

- 1月23日 国土交通省仙台河川国道事務所環境教育担当者会議に出席(村松)  
 2月6日 第1回仙台湾南部海岸総合学習意見交換会に座長として出席(村松)  
 2月22日 石川県小松市教育委員会及びNGO北白山自然塾主催・小松市立の小学生(4年～6年生)25名を対象に白山の雪山で「自然体験学習」を実施(伊沢)  
 2月25日～27日 北海道立林業試験場職員2名を金華山に案内(溝田)  
 3月11日 仙台市立町小学校審議会に出席(齊藤)  
 3月15日 セツケ宿町役場主催「セツケ宿猿害対策会議」に出席(伊沢)  
 3月16日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理」について協議・第7回(伊沢)  
 3月22日 宮城県広瀬高校出前講義(齊藤)  
 3月23日 泉ヶ岳少年の家改築構想検討委員会(仙台市教育局)に出席(齊藤)  
 3月24日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理」について協議・第8回(伊沢)  
 3月25日 宮城県ニホンザル保護管理計画策定・検討委員会に副委員長として出席(伊沢)  
 3月29日 京都大学霊長類研究所運営委員会に学外運営委員として出席(伊沢)  
 4月5日 国連大学RCE連携会議に出席(見上)

【平成15年度 宮城教育大学大学院・環境教育実践専修 修士論文要旨】

- 4月6日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理」について協議・第9回（伊沢）
- 4月8日 仙台市農業振興課「仙台市ニホンザル保護管理」について協議（伊沢）
- 4月12日 国連大学グローバル・セミナー 第3回東北セッション第1回プログラム委員会  
（福島大学）に出席（見上）
- 4月16日 泉ヶ岳少年の家改築構想検討委員会報告会（仙台市教育局）に出席（齊藤）
- 4月17日 NHK教育テレビ全国放送・ETV特集「競争ではなくて一子どもをめぐる対話」に出演  
22:00～23:30（伊沢）
- 4月22日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」について協議・平成16年度第1回（伊沢）
- 4月27日 相馬東高等学校出前講義（村松）
- 4月30日 フレンドシップ事業実施会議（田尻町教育委員会）に出席（見上）
- 5月2日～3日 NGO北白山自然熟会員2名を金華山に案内（伊沢・溝田）
- 5月7日 宮城第一女子高等学校水質調査講師（村松）
- 5月12日 メーリングリスト『環境教育東北コンソーシアム』の立ち上げ、運用開始（見上）
- 5月13日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」について協議・第2回（伊沢）
- 5月14日 仙台湾南部海岸総合学習会準備会に出席（村松）
- 5月20日 第1回文部科学省拠点システム事業運営委員会に出席（見上・村松）
- 5月23日 田尻高校でセミナー「フレンドシップ事業蕪栗沼自然探検」（見上）
- 5月24日 宮城県県が浦高校出前講座「ヒトとは別の進化をした単細胞生物“ゾウリムシ”」（見上）
- 5月27日 宮城県亙理町立坂元中学校出前講座（見上）
- 5月31日 宮城県牡鹿町立鮎川小学校1・2・3年生30名と父兄10名「金華山自然観察学習」（総合的な学習の  
時間）を現地指導（伊沢）
- 5月31日 環境審議会（仙台市環境局）出席（齊藤）
- 6月3日 宮城県教育委員会・仙台市教育委員会・宮城教育大学連携推進協議会に出席（見上）
- 6月9日 「持続可能な開発のための教育の10年」の推進に係る国際連合大学の戦略に関する意見交換（文部  
科学省）（見上）
- 6月9日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」について協議・第3回（伊沢）
- 6月15日 田尻町ふゆみずたんぼタスクフォースチーム調査検討会（フィールドミュージアム研究）に出席  
（見上）
- 6月16日 宮城県小牛田農林高校出前講座「生命と環境-田んぼの中の“小さな生命の神秘”から-」（見上）
- 6月19日 宮城県高等学校教材生物ワークショップに参加（見上）
- 6月19日 仙台市環境局主催広瀬川水質調査 学生ボランティア活動支援事前研修会（見上）
- 6月21日 学校教育現場における情報教育支援活動について打ち合わせ（宮城県教育研修センター情報部）  
（鶴川・安江）
- 6月24日 仙台湾南部海岸総合学習会準備会に出席（村松）
- 6月28日 国連大学グローバル・セミナー準備会（福島大学）にプログラム委員として出席（見上）
- 6月28日 環境教育研修講座-授業に生かす身近な環境-（宮城県教育委員会）出講（齊藤）
- 6月30日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」について協議・第4回（伊沢）
- 6月30日 日米教育委員会フルブライトメモリアル基金・マスターティーチャープログラムプロジェクト会議  
に出席（見上・小金沢・平吹・鶴川・岡・溝田・目々澤）
- 6月30日 宮城県気仙沼市立面瀬小学校を会場とする連携推進委員会にて講演「宮教大と気仙沼市との連携推

## 進の経緯と今年度の展開」(見上)

- 7月1日 仙台市教育委員会との連携協定協議(拠点システム事業)(村松)
- 7月1日 気仙沼市面瀬小学校教育支援について副知事・高橋副学長会見(見上)
- 7月2日 宮城教育大学国際理解教育フォーラムにてコーディネータ(見上)
- 7月2日 日本霊長類学会第20回大会(犬山市)・自由集会で話題提供「コロンビア・マカレナ地域における霊長類研究と保護の現状」(伊沢)
- 7月2日～4日 日本霊長類学会大会(京都大学)発表(齊藤)
- 7月3日 日本霊長類学会第20回大会(犬山市)で研究発表(伊沢)
- 7月3日 日米教育委員会フルブライトメモリアル基金・MTP東日本地域会議(見上・目々澤)
- 7月5日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」について協議・第5回(伊沢)
- 7月5日 仙台市動物愛護協議会に副会長として出席(見上)
- 7月6日 仙台湾南部海岸総合学習会準備検討会(岩沼市教育委員会)に出席(村松)
- 7月8日 NPO「ニホンザル・フィールドステーション」を設立、理事長に就任(伊沢)
- 7月9日 フルブライトメモリアル基金MTP共同研究会(多摩大学院)にて講演「移動式知識創生教室の具体的可能性について」(見上)
- 7月9日 仙台第二中学校一年生111名・青葉山自然観察学習を指導(溝田・伊沢)
- 7月12日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」について協議・第6回(伊沢)
- 7月13日 宮城県ニホンザル保護管理計画策定・検討委員会に副委員長として出席(伊沢)
- 7月14日 山形県獣害防止対策視察検討会出席(齊藤)
- 7月15日 福島県立相馬高等学校SSH事業 第1回運営委員会に副委員長として出席(見上)
- 7月15日 仙台市環境影響評価審査会(仙台市環境局)出席(齊藤・溝田)
- 7月17日 仙台市主催「杜の都の市民環境教育・学習推進会議設立フォーラム」にて講演(見上)
- 7月21日～25日 「カブトムシの杜」(仙台市環境局・宮城総合支所総務課)にて「森のどうぶつたち」の展示・普及啓発活動実施(齊藤)
- 7月22日 特別天然記念物ニホンカモシカ保護管理・東北地区会議について県教育委員会と協議(伊沢)
- 7月22日 東北大学社会教育主事講習「環境問題と社会教育」講師(見上)
- 7月23日 文部科学省・環境省主催第1回「環境教育指導者育成事業東北地区検討会」研修プログラムの検討会に出席(見上・川村)
- 7月26日 仙台市杜々環境レスキュー隊事業検討委員会に出席(見上)
- 7月27日～29日 教育政策研究所主催ユネスコAPEIDセミナーに出席(見上)
- 7月28日 仙台市急患センター内科医会の総会で講演「サルから見た人間」(伊沢)
- 7月28日 玉川学園大学公開講座講師「食べ物と環境：バクテリアからメダカまでの食物連鎖」(見上)
- 7月29日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」について協議・第7回(伊沢)
- 7月30日 国立大学環境教育関連施設協議会(東京学芸大学)に出席(見上)
- 7月31日～8月1日 日本環境教育学会第15回大会(立教大学)研究発表(溝田)
- 7月31日～8月3日 国連グローバル・セミナー第3回東北セッション(コラッセ福島)プログラム委員(見上)
- 7月31日 国連大学グローバル・セミナー・第3回東北セッションに出席(目々澤)
- 7月31日 宮城県佐沼高等学校水質調査講師(村松)
- 7月31日～8月1日 森林環境学習指導者研修(山形県森林研究研修センター主催)講師(平吹)
- 8月1日 第15回日本環境教育学会関連小集会(環境教育)開催(東京)(村松)

【平成15年度 宮城教育大学大学院・環境教育実践専修 修士論文要旨】

- 8月1日～5日 International Symposium, "Possibility of the sustainable cities"  
(インドネシア・ウダヤナ大学) 講演 (齊藤)
- 8月3日 宮城県立角田高等学校学習会講師 (村松)
- 8月3日 宮城県立田尻高等学校改編基本課題検討会委員 (見上)
- 8月3日～10日 中国内モンゴル自治区エコツアー研修に参加 (溝田)
- 8月4日 宮城県立宮城野高校2年生8名の「青葉山自然観察学習」を現地指導 (伊沢)
- 8月4日 第2回仙台湾南部海岸総合学習意見交換会に座長として出席 (村松)
- 8月5日 宮城県自然保護審査会に委員として出席 (伊沢)
- 8月7日 日本動物学会東北支部大会 (福島医科大学) にて研究発表・役員会 (見上)
- 8月8日 福島県霊山こどもの村で子ども向けに講演「サル暮らしと僕らの暮らし」 (伊沢)
- 8月8日 福島県霊山こどもの村で大人向けに講演「進展地を求めて・サルたちの集団引越し」 (伊沢)
- 8月10日 NPOニホンザル・フィールドステーション設立総会に理事長として出席 (伊沢)
- 8月12日～14日 International Workshop & Symposium on EE/ESD in the Asia-Pacific Region  
(湘南国際村センター村IGESおよび立教大学) に出席 (見上)
- 8月13日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」について協議・第8回 (伊沢)
- 8月18日 気仙沼市小・中学校教員研修会講師 (村松)
- 8月19日 仙台市杜々かんきょうレスキュー隊事業検討委員会に出席 (見上)
- 8月21日 第2回東北グローバルセミナーパネルディスカッション「環境教育と体験学習」コーディネーター  
(見上)
- 8月21日 第2回東北グローバルセミナー出席 (目々澤)
- 8月25日 文部科学省・環境省主催環境教育指導者育成事業東北地区検討会に出席 (見上)
- 8月26日 近畿中国四国地域農業試験研究推進会議生産環境推進部会問題別研究会 (農業・生物系特定産業技術研究機構) にて基調講演 (齊藤)
- 8月27日 宮城県環境審議会に委員として出席 (見上)
- 8月28日 宮城県立佐沼高等学校支援 クラブ活動指導助言 (見上)
- 8月30日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」について協議・第9回 (伊沢)
- 9月1日 気仙沼市教育委員会主催小・中・高・大学連携プロジェクト会議に出席 (見上)
- 9月3日 宮城県ニホンザル保護管理計画策定協議会に会長として出席 (伊沢)
- 9月7日 大阪市立自然史博物館との仙台セミ抜殻合同調査を実施 (溝田)
- 9月8日 仙台市環境影響評価審査会 (仙台市環境局) 出席 (齊藤・溝田)
- 9月9日～10日 日本動物学会 (甲南大学) にて評議員会に出席、研究発表 (見上)
- 9月13日～15日 ユネスコ日本 APEIDアジア太平洋地域環境教育コセミナー (東京オリンピック総合センター) に出席 (見上)
- 9月14日 文化庁主催・特別天然記念物ニホンカモシカ保護管理・東北地区会議に議長として出席 (伊沢)
- 9月16日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」について協議・第10回 (伊沢)
- 9月18日～19日 日本化学会東北地方大会 (岩手大学) 研究発表 (村松)
- 9月21日 環境省主催パートナーシッププラザ設立準備委員会に出席 (見上)
- 9月22日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画策定」に関する市町村連絡協議会に専門家として出席 (伊沢)
- 9月22日 宮城県中浜小学校総合学習会講師 (村松)



- 9月24日 宮城県菅谷台小学校出前授業「食物連鎖」(見上)
- 9月27日～28日 遺伝学会(大阪大学)研究発表(見上)
- 9月28日 農林水産省東北農政局と「東北地方における猿害の現状」について協議(伊沢)
- 9月29日 第4回環境チャレンジコンクール審査会(審査委員)(村松)
- 9月30日 国際協力50周年記念事業(文部科学省)出席(村松)
- 9月30日 宮城県教育庁生涯学習課主催「宮城県市町村等社会教育指導員研修会」にて講演「持続可能な社会に向けての環境教育の役割と社会教育-地域活動と学校教育の実践事例から」(見上)
- 9月30日 環境教育指導者育成事業東北地区検討会(文部科学省・環境省主催)に出席(見上)
- 10月1日 仙台市蒲町中学校環境教育出前講座(村松)
- 10月9日 第3回東北グローバルセミナー出席(目々澤)
- 10月13日 高校理科実験研修会「昆虫の多様性を系統的に理解するために」講師(溝田)
- 10月15日 仙台市環境影響評価審査会(仙台市環境局)出席、宮城県自然エネルギー等・省エネルギー促進審議会、宮城県省エネルギービジョン策定委員会(宮城県)出席(齊藤)
- 10月16日～17日 放送大学で「面接授業」を実施(伊沢)
- 10月17日 森林環境学習指導者研修(山形県森林研究研修センター主催)参加(平吹)
- 10月20日 宮城県山下第二小学校総合学習会講師(村松)
- 10月22日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」について協議・第11回(伊沢)
- 10月22日 面瀬小学校総合学習(総合的な学習の時間)講師(村松)
- 10月26日 金華山島保全対策検討委員会(宮城県)出席(齊藤)
- 10月27日 宮城教育大学学校支援ビデオ会議オープニング(見上・村松・溝田・目々澤・福井)
- 10月27日～29日 環境教育リーダー研修基礎講座「やってみよう環境教育」(於)花山少年自然の家・伊豆沼地域 企画・特別講義(見上)
- 10月28日～29日 農作物鳥獣害防止対策研修(農林水産省)出講(齊藤)
- 10月29日 田尻町主催第1回田尻エコツアーリズム推進協議会に会長として出席(見上)
- 10月29日 面瀬小学校総合学習(総合的な学習の時間)講師(溝田)
- 11月1日 読売科学賞選考委員会委員長(見上)
- 11月4日 仙台市蒲町中学校自然観察会の指導(溝田)
- 11月8日 福島県相馬高等学校SSH運営指導委員会副委員長(見上)
- 11月8日 仙台市第2回動物愛護協議会に副会長として出席(見上)
- 11月9日 宮城県鶯沢中学校こども議会視察(見上)
- 11月10日 気仙沼市面瀬小学校に於て出前講義および連携評価会議にて論議(見上)
- 11月11日 子ども環境実践フォーラム(村松・齊藤コーディネーター、目々澤参加)
- 11月11日 宮城県高等学校生徒理科発表会講師(見上)
- 11月12日 仙台市環境影響評価審査会(仙台市環境局)出席(齊藤・溝田)
- 11月13日～14日 第4回東北グローバルセミナー出席(溝田・目々澤)
- 11月19日 「学力向上フロンティアスクール」公開研究会(仙台市立山田中学校)で特別講演「サルから教わったこと」(伊沢)
- 11月20日 電気関係学会東北支部連合大会にて講演「学校教育に適したオンラインリンク集の運用とその教育効果」(安江・鶴川)
- 11月20日 電子情報通信学会ET研究会にて講演「学習の動機付けに適した対話型オンラインリンク集の開発」

【平成 15 年度 宮城教育大学大学院・環境教育実践専修 修士論文要旨】

(安江・鶴川)

- 11月20日～21日 日本原生動物学会研究発表（見上）
- 11月24日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」について協議・第12回（伊沢）
- 11月26日 東北農政局主催・東北地区野生鳥獣対策担当者会議で講演「ニホンザルの生態と被害防止対策」（伊沢）
- 11月26日 仙台湾南部海岸総合学習検討会（岩沼教育委員会）に出席（村松）
- 11月29日 国連大学RCE会議に出席（見上・小金沢・目々澤）
- 11月30日 国連大学職員による意見交換会（見上・村松・齊藤・平・溝田・目々澤）
- 11月30日 宮城県省エネルギービジョン策定委員会出席（齊藤）
- 11月30日 東北大学宮城教育大学共催事業第一回エネルギー環境教育研究会（見上・川村・目々澤）
- 12月3日 第3回仙台湾南部海岸総合学習意見交換会に座長として出席（村松）
- 12月3日 「田尻町エコツーリズム」シンポジウム 基調講演「環境からみた田尻町の魅力」（見上）
- 12月4日～5日 環境創造型農業シンポジウム第4回冬期湛水水田シンポジウムー温故知新ー「田んぼと沼と環境教育」コーディネーター（見上）
- 12月6日 宮城県環境生活部主催・定義地域と秋保大滝地域での「第1回サル追い上げ実験」を現地指導（伊沢）
- 12月8日 宮城県佐沼高校評議委員会評議委員（見上）
- 12月13日 大学連携支援 総合的な学習の時間「環境」校外活動を支援（対象）仙台市立八軒中学校参加生徒指導内容「環境汚染と浄化」（見上）
- 12月15日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」について協議・第13回（伊沢）
- 12月20日 宮城県環境審議会に委員として出席（見上）
- 12月20日 宮城県環境基本計画策定専門委員会に委員として出席（見上）
- 12月21日 仙台市環境審議会（仙台市環境局）出席（齊藤）
- 12月22日 宮城県環境生活部「宮城県ニホンザル保護管理計画」に関する公聴会に検討委員会副委員長として出席（伊沢）
- 12月24日 仙台市環境影響評価審査会（仙台市環境局）出席（齊藤）
- 12月27日～28日 コロンビア国ロスアンデス大学と姉妹校提携の解消に関する協議・第1回（伊沢）
- 1月5日～6日 コロンビア国ロスアンデス大学と姉妹校提携の解消に関する協議・第2回（伊沢）
- 1月7日 文部科学省途上国支援拠点システム報告会（文部科学省）で報告（見上）
- 1月13日 宮城県省エネルギービジョン策定委員会（宮城県）出席（齊藤）
- 1月19日 サルの農作物被害対策について高野博師環境副大臣と協議
- 1月20日 宮城県環境生活部主催・定義地域と秋保大滝地域での「第2回サル追い上げ実験」を現地指導（伊沢）
- 1月21日～23日 日本生物教育学会第78回大会（広島大学）で理事会、編集委員会出席（見上）および研究発表（見上・溝田）
- 1月24日～2月5日 DIWPA/IBOY: International Field Biology Course in Indonesiaにて講義・指導（ボゴール動物学博物館）（溝田）
- 1月24日 宮城県環境基本計画策定専門委員会に委員として出席（見上）
- 1月26日 「野生鳥獣による農林被害軽減のための農林生態系管理技術の開発」研究推進会議（農林水産省技術会議）出席（齊藤）

- 1月27日 宮城県省エネルギービジョン策定委員会(宮城県)出席(齊藤)
- 1月28日 第3回国連大学RCE会議に出席(見上・小金沢・目々澤)
- 1月29日 第5回東北グローバルセミナーに参加(見上・目々澤)
- 1月31日 田尻町エコツーリズム会議に会長として出席(見上)
- 2月4日 宮城県自然保護審議会に委員として出席(伊沢)
- 2月7日 文部科学省途上国支援拠点事業国内報告会(学術総合センター)にて報告(村松・見上・渡辺)
- 2月10日 福島県相馬高校SSH支援(見上)
- 2月16日 宮城県小牛田農林高校評議員会(見上)
- 2月16日～17日 「アジア都市における総合環境教育研修」研修生6名受入(仙台市科学館案内および講義)  
(齊藤・溝田)
- 2月17日 気仙沼市立面瀬小学校公開研究会パネルディスカッションにコメンテーターとして出席(見上)
- 2月18日 気仙沼市教育研究員研究発表会「自然の豊かさを実感し、大切にしようとする児童・生徒の育成」  
(於)気仙沼市立気仙沼中学校 講師(見上)
- 2月22日 第4回仙台湾南部海岸総合学習意見交換会に座長として出席(村松)
- 2月22日 第6回東北グローバルセミナーに参加(見上・目々澤)
- 2月23日 仙台市環境影響評価審査会(仙台市環境局)出席(齊藤・溝田)
- 2月27日 石川県小松市教育委員会及び小松東ロータリークラブ主催・小松市立の小学生(4・5年生)25名  
を対象に白山の雪山での「自然体験学習」を現地指導(伊沢)

(以降は次号に掲載)

(運営委員)

センター長	見上 一幸
専任	村松 隆
〃	安江 正治
〃	鵜川 義弘
〃	伊沢 紘生
〃	齊藤千映美
宮城県	遊佐 忠幸
仙台市	郷家 雄二
宮城教育大学	小金澤孝昭
〃	玉木 洋一
〃	岡 正明
〃	平 真木夫

(兼務教員)

理科教育	川村 寿郎
〃	平吹 喜彦
社会科教育	小金澤孝昭
〃	西城 潔
生活系教育	渡邊 孝男
〃	岡 正明
学校教育	平 真木夫
附属小学校	荒明 聖
附属中学校	高橋 知美
附属養護学校	丸谷 由浩
附属幼稚園	高橋久美子

(専任職員)

環境教育基礎分野	教授	見上 一幸
〃	教授	村松 隆
〃	事務官	目々澤紀子
環境教育実践分野	教授	伊沢 紘生
〃	助教授	齊藤千映美
〃	助手	溝田 浩二
環境教育システム分野	教授	安江 正治
〃	助教授	鵜川 義弘
〃	助手	佐藤 義則
〃	教務職員	福井 恵子

(客員教員)

宮城県教育研修センター	
客員助教授	遊佐 忠幸
仙台市科学館	
客員助教授	川越 清志
〃	高取 知男
指導主事	市川 仁
〃	猪股 一博
〃	數本 芳行
〃	小岩 康子
〃	郷家 雄二
〃	藤井嘉津雄
〃	本郷 栄治

# 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) 宮城教育大学教官および附属学校園教諭
    - (2) 環境研の客員教官
    - (3) 紀要編集委員会において投稿を特に認めた者
    - (4) 環境教育実践専修の修士学生（ただし、①環境研の専任教官及び学校教育専攻環境教育実践専修の教官が主体的に責任をもつこと、②修士学生（単独および複数とも）のみの投稿は認めない、③投稿原稿として、投稿者の修士論文の主要な一部を構成しているものや、修士論文の抄録的なものは受け付けない。その判断を行うために、投稿の際に必ず修士論文を添付すること。
  4. 研究論文は他誌にまだ発表していないオリジナルなものとする。また、論文に対する一切の責任は執筆者が負うものとする。
  5. 原稿の採択、掲載の順序、レイアウトは紀要編集委員会で決定する。研究紀要への原稿採択の基準は、①環境研が主体的に取り組んでいる環境教育研究の諸活動に合致したもの、②研究紀要への掲載により環境研の発展や研究活動の高度化が期待できるもの、③学校教育における環境教育実践が十分分析されていて、現職教員にとっても有益になるもの、④環境研の環境教育活動に新しい展開が予想できるもの、とする。
  6. 執筆要領は以下の通りとする。原稿は和文あるいは英文とする。最新号の論文レイアウトに従って、ワードプロセッサ（WORD 推奨）で記述し、以下の内容を含むこと。
    - (1) タイトル：和文および英文
    - (2) 著者名：和文および英文。筆頭著者が論文の問い合わせ先となる。なお、1頁の脚注に、著者全員の所属を記述すること。
    - (3) 要旨：和文（全角）200文字以内、英文100語以内で記述すること。
    - (4) キーワード：5語以内で記述すること。
    - (5) 本文：A4サイズ用紙（2段組、縦40行、1行全角24文字）に記述し、本文の所定の位置に刷り上がり原稿と同寸大の図表を挿入すること。
    - (6) 参考文献、参考資料等は本文最後に記述すること。
    - (7) 論文は刷り上がり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) 論文原稿ファイル
    - (3) 製本用図表または図表ファイル（縮尺等を指定すること）。
  10. 著者校正是初稿のみとする。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。

## 【平成16年度編集委員会】

溝田 浩二（委員長）、伊沢 紘生、安江 正治、  
村松 隆

