

21世紀にむかっの理科教育 —大学生の自然認識の中から—

宮本典子 (教育学部生物教室)

今世紀後半の自然科学と科学技術のめざましい発展は、生物科学の分野に限ってみても、生命の本質にせまるさまざまな魅力的な問題を含み、多くのそれに携る研究者の情熱をかきたてて来た。この中で我国の科学者も、基礎研究、応用研究の各分野で大きな貢献をして来た。またその科学と技術の発展を基礎に、我国の産業は大きく発展し、国際的にも重要な位置を占め、われわれの今日の物質的繁栄を支えているといっても、過言ではないと思われる。しかしまた、この技術社会の成長は、人間の内面や、人間と自然とのかかわりについて、多くの問題を生みだし、自然科学と自然科学者は、それに応える大きな責任を荷わざるをえない状況に、なって来ているといえる。

とくに1970年頃から警告されはじめて来た環境問題は、もはや全世界的に避けて通れないものになっていることはいまでもなく、医療技術の進歩に伴う臓器移植や脳死の問題、人体遺伝子の凍結保存やその操作をめぐる問題など、科学者の対応をせまられる重要な学際的課題が多く発生して来ている。さらに、一般市民においても、住環境や、食品、医薬品、などを通して、自然科学、とくに現代のバイオサイエンスへの関心と期待が深まって来ている。このような状況の中で、これからの自然科学と応用技術は、これまでのような、ものを多く作ればよいという技術ではなく、地球規模での自然と人間の共存を目標とする、高度な調節機能を備えたものへの変換をせまられてゆくであろう。理科教育の役割は、情熱をもった創造的研究者、技術者、教育者を養成する上でも、又充分な知識と教養を備えた社会人を送り出すためにも、非常に重要であるといえる。

その一方で、最近の受験生では、理科離れが進行しているらしい。ある受験産業の試算では、西暦2007年には、理工系の大学・学部の志願者は、おしなべて定員を下回り、いくつかの学部で定員割れをおこすことに、なりそうだという。さらに理工系大学生の最近のもう一つの傾向は、卒業後の進路にある。かなりの数の学生がメーカーを離れて金融、商社、サービス等のいわゆる文系へ簡単に就転する。これらの傾向の原因の1つは、理系専門職の待遇がよくないこと、給料が比較的安く、きびしい、ということにもあるらしい。これまで研究者の待遇の悪さは、もっぱら仕事が好きだから、好きでやっているのだからという理屈で処理されて来た。これは、これまでの日本の体質のようなものであり、第二次大戦後間もない頃から指摘されて来たにもかかわらず、改善されていないのは、残念なことである。又、理系の学生の基礎訓練の長いこともまた、人気のない原因という。忙しくて、学生生活を楽しんだり、アルバイトをする時間もない。確かに言う通りで、宇宙ロケットを打ち上げるためには、技術者は大学卒業後MITに留学し、何年も勉強しなければならないが、一方文科系の卒業生では、かけ出しのジャーナリストであっても機会があればそれに乗ることができる。

自然科学教育をめぐるこれらの問題のいくつかは、改善されうるものであろう。又あるものは、現代の学生の気質であるから、考慮してゆかなくてはならないだろう。しかしこれからの理科は、

今のままでよいのだろうか。どのようにすれば、自然に興味をもち、自然科学に情熱をかたむけよう、自然科学者を、それも多量に、生み出すことができるのだろうか。

本稿では、小学校教員養成過程の理科に関する必須科目である理科教材研究法の受講学生の自然認識の現状を分析し、それを通して今後の理科教育のあり方を生物学の側から考察してみたい。

小学校理科の目標は、戦後すぐの昭和22年の制定から、昭和33年、43年、52年の改訂を経て、平成元年の4回めの改訂まで、一貫して観察、実験の重要性をかけた、自然に親しみ、自然を愛する心情を培うことを強調しつつ来て来た。この場合の対象となる自然は、校庭からはじまって、近くの公園、野山へとひろがってゆき、自然の動植物の観察から自然認識へとすすんでゆくもので、おのずから、生物の教材の比重が大きくなっている。今回、(平成元年改訂、平成4年施行)でも生活科の導入により、より一層野外活動の機会をふやし、自然観察の中から、動植物の生長や環境とのかかわりに気付かせるよう配慮されて来ている。自然に対する関心、興味は、実際に自然の事物、とりわけ動物や植物に触れ、飼育したり栽培したりすることによって培われる。その機会を充分に与えることが何よりも大切であるからである。

そこで本学の学生の自然認識はどうであろうか。もう15年以上も前のことになるが、学期のはじめに、よく知っている花の名をあげてもらった(第1表)。最も多かったのがサクラで、次いでアブラナ、チューリップ、タンポポ、ツツジと続き、ヒマワリ、アサガオ等が上位を占めた。この中で4回生にアブラナが多かったのは、採用試験や教育実習を含め、小学校3年生の教科書にとり上げられているアブラナが意識されていたからではなかろうか。尚3回生で最も多かったのはチューリップとタンポポ、2回生ではサクラであったのも興味深かった。すなわち、大学生の身近な春の花の筆頭は、サクラ、チューリップというものであろう。

第2表は、理科教材研究法の受講生全員に授業のはじめにサクラとチューリップを描いてもらったその結果をあらわしたものである。典型的なサクラは、花弁5枚で、バラ科の特徴のひとつである多数の雄しべを備えている。学生の80%以上が、サクラは5枚の花弁を持つと描いていた。そして50%以上が、多数の雄しべをもつと描いていた。しかし、5枚の花弁をもつと答えたものの半数以上が、いろいろなサクラのデザインにあるように、花弁

第1表 最もよく知っている花上位10種

(数字は出現頻度 1978)

サクラ	73	ヒマワリ	14
アブラナ	38	アサガオ	14
チューリップ	36	ユリ	9
タンポポ	34	キク	8
ツツジ	23	バラ	5

第2表 学生の描いたサクラとチューリップ

(数字は出現頻度 1990)

サクラ	
先が波型の5枚の花弁 雄しべ多数雌しべ1本	30 (20.5%)
先にV字型の大きな切りこみをもつ 5枚の花弁雄しべ多数雌しべ1本	42 (28.8%)
5枚の花弁、雄しべ5本雌しべ1本	45 (30.8%)
花弁の数、形などすべておかしいもの	13 (8.9%)
全々描けないもの	16 (10.9%)
チューリップ	
真上から見た図がついている	79 (53.0%)
花弁6枚	1 (0.6%)
5枚	13 (8.8%)
4枚	40 (27.0%)
3枚	23 (15.5%)
円型(合弁花)	2 (1.1%)
横から見た図のみ	68 (47.0%)
花弁3枚みえる	30 (20.2%)
4枚	14 (9.4%)
5枚	17 (11.7%)
つぼ型	7 (5.0%)

に深いV字形の切り込みを入れ、実物のサクラよりも、デザインのサクラの方が、より印象に残っていることを思わせた。又30%の学生が、5枚の花弁に5本の雄しべをつけていた。双子葉植物に一般的な花の構造では各要素が5の倍数から成るものが多い。身近な花であるサクラも実物を見るだけでなく、頭の中でみていることがわかる。チューリップもまた、これまでの小学校1年生の理科の教科書に必ず登場し、身近であり、大きな花で描きやすい。さすが大学生の絵は、幼稚園のチューリップ組のマークのような、壺型の花は少なかった(5%)。花式図や上から見た図をつけ加えた学生も50%もあり、チューリップの花にくわしいように見えたが、しかしチューリップの花弁6枚(同型のがく片と合わせて)に対し正解は148名中1人しかなかった。最も多かったのは花弁4枚というクラスであった。横から見た図では花弁の数が正確にわからないが、花式図が付いている図から推定すると、ヨコに3枚花弁が見えている図は4枚目の花弁のグループであると見られ、このグループと真上から見た4枚の花弁をもつ絵のグループを合わせると約半数が花弁4枚と考えているらしい。葉の形についてはほとんどの学生が、かなり正確な絵を描いていた。チューリップは、学生にとって大変身近な花であるが、玄関に生けてあっても、手で触れて観察する機会(気持)はなかった、といえる。尚第1表に示されたように、アブラナ、アサガオなど、必ずしも身近にあるとは限らないものが上位に出て来ているのは、小学校から中学校にかけて、教材としてとり上げられ、教科書に掲載されていたことが大きいと考えられる。第3表に顕微鏡をはじめて用いた時期をあげたが、ほとんどの学生が小学校高学年で用いたことを正確に記憶して居り、更に、顕微鏡の扱いについて問うたところ、接眼レンズを先につけること、はじめは低倍率でみて、順に高倍率へあげてゆくことをはじめ多くの注意事項を憶えていた。とくに、焦点を合わせるときには、カバーガラスが割れぬように、鏡筒を下まで下げて徐々に上げてゆきながら合わせることについては、120人中104名(87%)が挙げて居り、教育の効果におどろかさされた(実際に顕微鏡を実習で扱わせるときには、中々うまくゆかず、生物専攻生でもしばしば苦勞しているけれども)。これまで、生物学を好きになれない理由の1つに中学高校の生物は覚えることが多いということがあげられて来た。遺伝のような、数量化できるものは好き、ということが多かった。顕微鏡の扱いの好き嫌いとはともかくとして、教師が、理屈をきちんと教えることが、ものごとを記憶させる上でいかに重要であるかと考えさせられた。

小学校理科の教科書の中には、各学年100種類以上の動物や植物が登場する。最も多かった昭和35年版の2年生の教科書では、155種類もあった。さらに野外観察で出合う生物の数は、膨大な数となるだろう。このように多くの生物について、個々に扱うことは不可能である。そこで、理科教材研究法の時間では、最も身近で、教科書にもよくとり上げられている典型的植物として、アブラナ科、バラ科、ツツジ(合弁花でキャンパスに咲いている)キク科、マメ科・ユリ科、イネ科、をとり上げ、花の構造について簡単な解説をしている。野外観察で知らない植物に出合った場合、その名前を調べるためには、花の構造が基本となっているからである。しかし3時間ほどの授業の時間内では、十分にできないので、教科書として、「自然観察入門・日浦勇著、中公新書」を採用し、それを充分読むよう指導している。更に、各学年いくつかの課題を与え、植物の観察とスケッチを宿題としている。テーマには、タンポポ、アブラナ、アヤメなどの他、当時咲いている花のいくつ

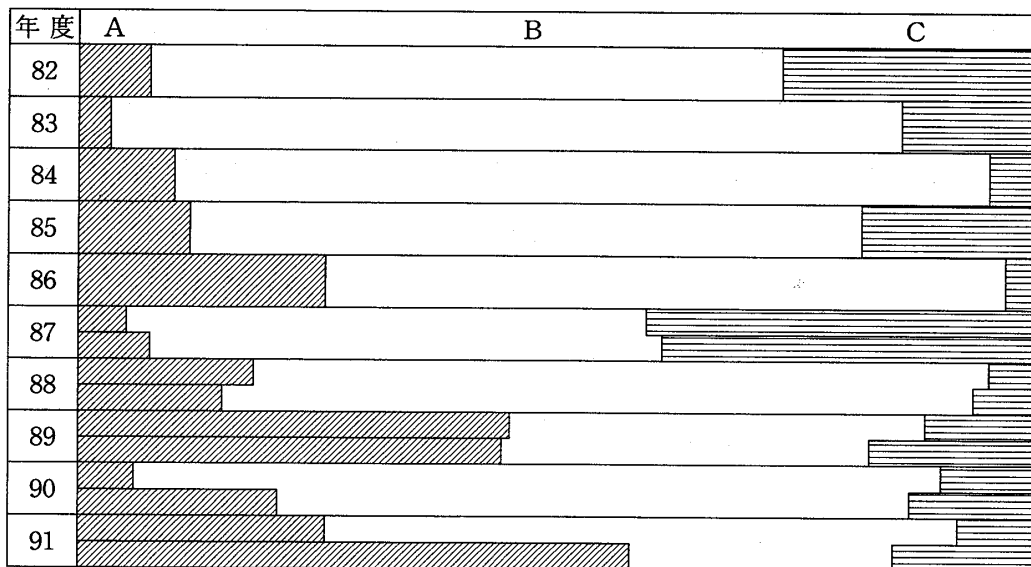
第3表 顕微鏡をはじめて使った時期
(カッコ内パーセント)

小学校	1～2年	9 (6.6)
	3年	19 (13.9)
	4年	23 (16.9)
	5年	45 (33.1)
	6年	8 (5.9)
	中学校	18 (13.2)
不明	14 (10.3)	
計		136

かを取り上げている。

第1図は、ここ10年間のタンポポのスケッチについてその成績分布をあらわしたものである。キク科の花は、1つの花のように見える頭状花（序）は、たくさんの小さい花の集まりで、花卉のように見えるもの1つ1つが、実は1つの花である。1つの花は大変小さく、更に花（花序）は、明るい昼間しか開かず、採取して来てもすぐ閉じてしまうため観察は大変むづかしい。しかし、この花は、家や下宿の周囲にも、注意してみるとみつからしく、毎年、個性的なスケッチが多くみられた。図の成績、AとBは、ほぼ基準に達しているもののうち、Aは、1つの花をとり出してスケッチをしているもの、Bは全体図のみ書いているものの割合である。Cは基準に達しない、いゝかげんな図を書いているグループで、とうてい実物を観たとはいえないものである。この第1図をみると、年度によってばらつきがあるが、A、つまり1つの花の観察をしているのは、せいぜい20～30パーセントで、ほとんどのものは、多くの小花をつけた頭状花序と、枝分かれのない花茎と、ロゼット状のギザギサのある葉をつけた漫然とした全体図を描いて来ていることがわかる。

第1図 タンポポのスケッチのレポートについて成績分布



(3回生、小学校教員養成課程のみ 88年以降は上が文系、下が理系)

これらのレポートは、まず、学生に実物を観てもらうことを目標にして居り、成績には直接、反映させてはいない。また授業と並行して宿題を出していなかったため、このような結果となっていることもある。そこで、タンポポの花について、学期末のテストの時には、どの程度理解しているのかしらべてみた。第4表は、

タンポポの1つの花を描けという出題に対し、どのような解答をしているかをまとめたものである。約70パーセントが、花びら1つが、1つの花であることを答えている。しかし尚30パーセントが、頭状花序全体が1つの花と答えている。これは、授

第4表 テストの時のタンポポのスケッチ

(全員、但し1991は、テストができなかった希望者の3、4回生のみ)

	1989	1990	1991
両性の舌状花をかいている	96	106	64
舌状花で雄しべ2本ある	24	38	160
筒状花も書いている	24	16	58
花序全体を描いている	63	42	14
なし	14	8	8
	221	210	122

(注: 1989年と1990年の括弧内は、(65.2%)と(76.2%)の割合を示している)

業を全く聞いていない学生が半数近くいる（出席をとっていないのに出席率は非常によい）ことを示して居り、授業者として反省させられる。

タンポポの他、各年度によって、異ったテーマでレポートさせている。第5表は、身のまわりで今咲いている花10種、スケッチするよういってところ、描いて来た植物の種類をあげたものである。草本、木本、合わせて112種あるが、そのうち草本98種、その中の野性のは54種で、栽培種、園芸品種が44種類もあった。木本では14種のうち、ほとんど栽培種であった。サクラ、フジ、ハリエンジュなど、野生もあるが正確にはわからないものもあった。草本の野生株でも、カタクリやササユリなどのようにもう普通には見られないと思われもの、クロユリのように観賞用に販売されているものも含まれていた。道端に普通にみられるハルジョオンやヒメジョオンが入って居らず、又、大学の植栽である シャリンバイ、ハナツクバネウツギ（アベリア）も入っていなかった。これらのことは、学生達の活動範囲が限られて居り、花を探して外へ出てゆくことはあまりないこと、又普段は目の前に花があっても関心がないのではないかということを感じさせる。

第5表 スケッチにあらわれた植物名 (1989)

ハルノノゲシ, オノノゲシ, オニタビラコ, (オオジシバリ) (ノ) ニガナ, コウゾリナ, (カンサイ) タンポポ, (セイヨウ) タンポポ, (ノ) アザミ, ハハコグサ, ヤエムグラ, オオバコ, ツルキキヨウ, オオイヌノフグリ, アマドコロ, ホトケノザ, ウツボグサ, オドリコソウ, ヒメオドリコソウ, キウリグサ, ハルリンドウ, マツヨイグサ, コマツヨイグサ, タチツボスミレ, ムラサキカタバミ, アカカタバミ, ミヤコグサ, カラスノエンドウ, カスマグサ, シロツメクサ, コメツブツメクサ, ウマゴヤシ, レンゲソウ, ナズナ, マメグンパイナズナ, イヌガラシ, ヤマハタザオ, ヘビイチゴ, クサノオウ, ウマノアシガタ, ニリンソウ, マンテマ, オランダミミナグサ, ハコベ, ギンギシ, ドクダミ, シヤガ, カイウ, ニワゼキショウ, ササユリ, クロユリ, カタクリ, スズメノテッポウ, イヌムギ, コバンソウ
ガーベラ, デージー, マーガレット, キンセンカ, マツバギク, ヒヤクニチソウ, ミヤコワスレ, シラン, ツリガネソウ, ワスレナグサ, ホウセンカ, パンジー, ルピナス, スイートピー, キンギョソウ, オダマキ, ケシ, アネモネ, ルナンキュラス, テツセン, ベゴニア, カーネーション, セキチク, カスミソウ, サクラソウ, アツツザクラ, アイリス, アヤメ, アマリリス, スズラン, クロッカス, チューリップ, ハナニラ, エビネラン, スイセン, ボタン
シュンギク, アブラナ, キャベツ, ダイコン, イチゴ, エンドウ, ソラマメ, ネギ
アセビ, ツツジ, シヤクナゲ, ツバキ, バラ, サクラ, コデマリ, ハリエンジュ, フジ, ジンチョウゲ, モクレン, ミカン, アオイ, レンギョウ

以上のように、実際に自然の事物を観察するといっても、身近な花を絵にするのみで、じっくり観察したり、名前を調べたりしたレポートが少ない傾向がみられた。そこで以前カイコの飼育を宿題として出したところ、学生達が大変熱心であったという経験から、何か動きのあるものを観察させようと考え、樹の芽の展開のようすを観察させることにした。キャンパスのヒラドツツジ・メタセコイヤ、エノキ、アカメガシワ、マルバシヤリンバイ、ヤマモモ等を選び、芽ばえから葉の展開の様子を約1ヶ月観察させた。ヒラドツツジは観察中に花が咲き、変化があつて面白く、メタセコイヤは、葉を展開する様子が又変化に富んで居り、エノキ、アカメガシワも葉の展開のスピードが大きくて、花の観察の場合よりは、興味をもってもらえると期待していた。

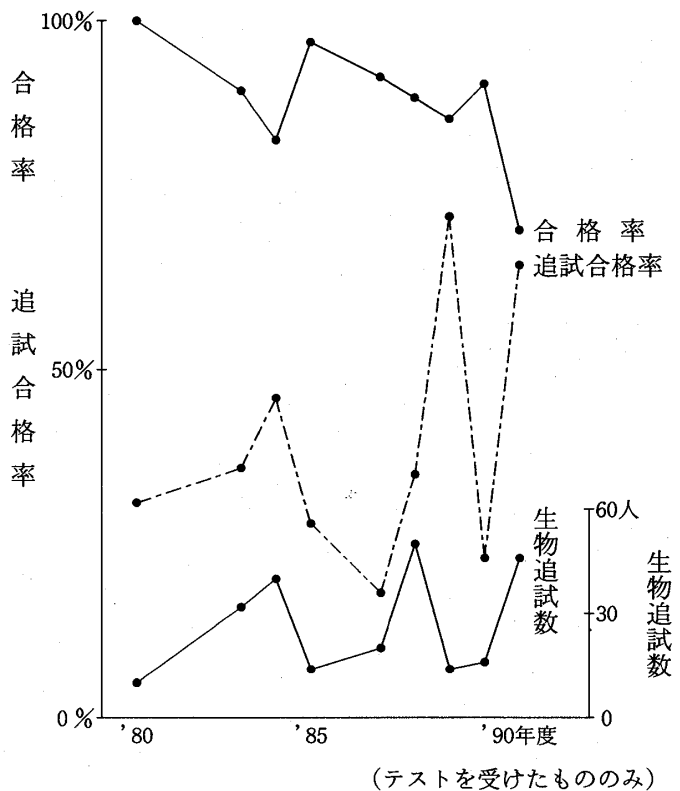
しかし、その観察記録は、スケッチか、写真を並べてはっているだけで、何も説明のないレポートが25パーセントもあり、失望させられた。残り75パーセントは、芽や葉の長さを測定したり、変化の様子を文章で表わしてあつた。しかし、葉の展開の様子をグラフで表わしたり、生長の様子を

くわしくレポートしたものは少なく、137名中たった15名であった。ツツジ、マルバシヤリンバイ、ヤマモモ等の常緑樹の新芽の伸びる様子は、落葉樹と比較すると面白いはずであるが、地味なせいであまり興味をもたれなかった。

キャンパスの生物の観察の一環として、農場の見学をこころみた。これは1クラスの数が多い上に、一同がすっかりピクニック気分となり、話を聞く学生は少数で、失敗に終わってしまった。しかし、学生達はキャンパスの中をよく知らず、農場の存在を教えただけでも意味があったかもしれない。

理科教材研究法は、小学校教員養成課程の必修科目であり、卒業がかかっている重要な単位である。そのため授業の出席率も、レポートの提出率も、非常に良好である。しかしさきあげたように、授業の効果、宿題の効果があがっているとは、残念ながらいいがたい状況であるといわざるをえない。本学では、理科教材研究法の授業は、4人の教官で受け持つて居り、別々に評価をつけて持ち寄った上で、4科目全部が合格していることを条件に可否を判定している。さらにいくつかの不合格科目がある場合には、若干の追加の勉強を課した上で、再試験をして合格者をきめている。第2図は、1980年からの毎年の理科教材研究法の合格率と、その中で追試合格者がどの位占めているかをあらわしたものである。年度によって多少バラツキがあるが、最近の傾向では、目立って合格者が減少し、追試験合格者が増加している。生物についての追試受験者数をあげたがこれも同様の傾向にあることがわかる。生物については絶対評価をしているのだが、追試しなければならない学生が最近増えて来ている。

第2図 理科教材研究法合格率と追試合格者の年次経過



以上のように、現代の学生の多くは、身のまわりの自然（生物）をあまり注意して観ていないこと、または見たことがないこと、更に自然といっても、机の上の花瓶の花に象徴される、限られた人工のものでしかないことを、うかがい知ることができる。

これまでの理科教育（自然科学教育）は、我国の技術優先の政策や、社会風潮を反映して、論理のたつこと、理屈でわかることばかりを教えて来がちであった。小学校理科の教科書においても、野外観察を奨励しながら、一方で、そのゆとりの時間を生み出すために、教材の精選、統一化が計られて来た。また、中学や高校の教科書でも、自然科学と科学技術の進歩に伴って、ふくれ上った内容を精選する形で効率よく盛りこもうとしたため、野外でじっくりと自然を見たり、自然とのたっぷりとした接触を味わわせる手がかりとなる内容が、年々少なくなって来ている。それが、自然のおもしろさを感じとる機会を失なわせ、理科を味気ないものにさせているのではないだろうか。著

者の専門は、微生物生化学である。この学問は、ここ数10年間生物科学をリードしつづけて来た。著者も、学生には、最先端をゆく最も充実した果実を与えたいとつねづね考えて来た。しかし、最先端の知識は、我々の周囲で日夜営まれている微生物のさまざまな行為、すなわち我々の台所で漬物を作ったり、一方食品を腐らせたり、汚物を分解して水や環境を浄化したり、それらが微妙なバランスをもって成立していることを感じ、理解する上で、どの程度役に立っているのだろうかと最近、考えるようになった。

さらに一方で、西暦2000年までに、我国の技術者や開発研究者は、大巾にふやす必要があるといわれている。資源が少なく、人口の多い我国が立ちゆくためには、技術に依ってゆかねば不可能である。しかもはじめに述べたように、地球という限られた星の上で、すべての生物達と共存しながらヒトが生きてゆくためには、これまでのような方法、技術をつづけてゆくことはもうできなくなっている。そのためには、すべての生物とヒトとの関係に、深い知識をもった科学者（技術者）を養成すること、一般市民についても、生物への理解と知識を備えるよう育成することが絶対に必要である。そのためには、小学校から、自然にふれる機会をふやし、そこで起っていることを肌で感じる機会を作り、生物についての理解を深めることが大変重要であると思われる。

以上述べたような現在の大学生の自然認識から、その理科教師の卵たちについて、危惧をもつ向きもあるだろう。興味のないものを教えることはできないし愛情をもてないものは関心ももてないからである。だが実際に教師になった時、彼らは、必要にせまられて自然を観ることになる。そしてその時こそ、自然は、その魅力的な姿で、彼らが関心をもつようにしむけるだろう。その時まで、みずみずしい感性を持続させておくことが現在必要なのではないだろうか。すべてを学校で教えてしまうことはできない。教育実践研究指導センターは、そのために重要な役割を荷っているといえる。

著者はここで、小学校理科についていくつかの具体的提案をしたい。第1は、野外教育のために低倍率の実体顕微鏡を設備することである。ルーペという便利なものがあると言うかもしれない。しかし現在の児童の状況を考える時、ルーペの手軽さよりも、むしろ、実体顕微鏡を手近に自由に使える方が、より効果があると思う。現在の我国の状況からも、小学校に、現在設備されている顕微鏡の教程度は、さらに実体顕微鏡を揃えることは可能であると考えられる。細胞レベルまでゆかなくとも、生命の魅力的な姿をみるに充分である。

第2に小学校の教科書に、具体的にきちんとした生態的手法を指示した雑草の観察をとり入れることである。野外観察が自然の理解の上で重要であることは、いうまでもない。しかし、手近に適当な場所がなかったり、校外へ連れてゆく時間の余裕もないところも多いと思う。教科書にあることは学生（児童）はよく覚えている。きちんと整備された花壇でなく、校庭の隅の一面ならば、自然のままの状態が観察できると思う。

第3に簡単な図鑑を多数揃えることである。見たいときにすぐ見られるようにすることが大切である。図書室に飾っておくのではなく、教室に授業中に聞いてみられるようなものが設備されていることが望ましい。

そしてもう1つ、最も忙しいといわれる小学校の教師にも、ひとり自然と対峙し、あるいは虚心に自然を見る時間を、保障する必要があると考える。

〔参考文献〕

- | | | |
|----------------|--------|------------------|
| 小学校学習指導要領その改訂点 | (1990) | 明治図書 |
| 小学校学習指導要領の展開 | (1977) | 高野恒雄, 武村重和編 明治図書 |
| 自然科学概論 | (1960) | 武谷三男編 勁草書房 |
| 生物学を創った人びと | (1974) | 中村禎里 日本放送協会 |
| 21世紀への基本戦略 | (1987) | 経済企画庁 東洋経済新聞社 |
| 自然観察入門 | (1975) | 日浦勇 中央公論社 |
| 雑草のくらしから自然をみる | (1988) | 岩瀬徹 文一総合出版 |



アヤメ 虫をよぶ花のトンネル