

理科学習における発展学習と自由研究のワークシート開発及び その有効性に関する実証的研究

— 気孔に関する学習を例として —

川上 昭 吾¹⁾・釜屋 雄 一²⁾

1) 愛知教育大学生物学教室

2) 愛知県旭町立小渡小学校, 前愛知教育大学大学院

A developing study of worksheet for advance learning and open learning processes
of science lessons and their evaluation study in the elementary schools

— A case study in the teaching of the topic of stomata —

Shogo KAWAKAMI and Yuichi KAMAYA

(Aichi University of Education and Odo Elementary School, Aichi)

This paper presents a descriptive study of the following: investigation of materials to be used in the teaching of the topic of stomata to elementary students, the construction of a worksheet to be used in advanced learning and open learning processes, and the evaluation of this worksheet through practical use in the science classes. In the investigation of materials to be used in the teaching of stomata, 60 plants were evaluated based on the following three criteria: the size of the stomata, brittleness of the surface underneath the leaves, and the availability of the plant. Out of 60 plants, 35 met the desired results. *Allium cepa* was found to be best for observing the structure of the stomata. 114 kinds of worksheet were constructed with the main objective of using them in advanced and open learning processes in the science classes. A homepage in the internet was created for these worksheets. They can be viewed using the following address: <http://www.bio.aichi-edu.ac.jp/wsheets.htm> and can be copied using micro computer. The evaluation of the worksheet was conducted in the 6th grade science classes. The result of the first evaluation showed that the use of materials such as cucumbers and oranges creates an impression to the students. The use of fruits which stomata and manure are almost invisible to the naked eye was found to be interesting.

キーワード：インターネット, 授業研究, 気孔, 教材研究, ワークシート

I はじめに

理科の授業では、教師が動機付け、問題意識の醸成、探究の支援、あるいは授業方法の個別化を図るなどと様々に学習方法の工夫をしているため、児童生徒は意欲的に授業に取り組むようになる。しかし、児童生徒が授業ではいかに意欲的であっても、たとえば、理科学習に関係したクラブ活動の実践例が少ないことが明らかにされているように¹⁾、授業後や休日に自然の事象についてさらに追究することは少ないようである。このような状況では、児童生徒は自らの考えに基づい

て自然を探究し新しい発見をし、そのことに驚きや興味を感じることは少ないであろう。「理科離れ」は、今日のこのような学習の進め方に一因があるのではないだろうか。児童生徒が自主的に自然を探究するようにしていくことを目指す必要があると考える。

そこで、川上らは自主性の基本条件として感性の育成に着目し、地域の自然を理科の学習指導に生かす実践研究を行ったり²⁾、児童生徒の自主性や感性を培うために、児童生徒自らの意志によって自然を調べるこ

との大切さを指摘してきた³⁾。このような考えを発展させ、本研究で筆者等は児童生徒が自ら学習を行うことを支援する働きを持つ「発展学習・自由研究のワークシート」の開発を行った。

「発展学習のワークシート」は、一つの単元内で基礎的な学習後の適応・一般化の段階に位置する授業において、児童生徒が自主的に学習を進めるための補助教材として使われることをねらったものである。「自由研究のワークシート」とは、児童生徒が自主的に学習を進めるための補助教材であるが、理科の授業を離れ、クラブ活動の時間、土曜日、日曜日や夏休み等に自宅で行う自然の探究のためにヒントを与えたり、探究を支援したりすることを目的としている。

ワークシートの意義は既に栗田により定立されている⁴⁾⁵⁾。さらに、横浜市理科研究サークル⁶⁾、教育出版株式会社編集局⁷⁾、栗田・横浜理科教育研究会⁸⁾など従来さまざまな形態が提案されてきた。また、川上らは学習の個別化を図るワークシートの開発を行なった⁹⁾。しかし、これらのワークシートは教師の指導のもとで授業内で使うことを前提としたものであった。

本研究で開発した発展学習のワークシートは、授業の発展学習の場面で児童生徒がこれを使い、自主的に自然を探究することを支援する目的を持っている。このような目的を持つワークシートは未だ報告がなされていないものと思われる。また、自然に関する自由研究の手引書は多様な本が発行されているが、学校の理科の授業内容と直接関連させて作成されたものはないものと思われる。本研究で開発した自由研究のワークシートは、理科の授業から直接発展した学習内容に限定している点でそれらの単行本とは異なっている。

ところでワークシートの問題点として、横浜市理科研究サークルは、「ワークシートは一度作ったら完成というわけではなく、使用した結果をフィードバックさせることによってワークシートの不備な点を改訂し続けなければ、使う子どもにとって最良のものにはなり得ない。」と指摘している⁶⁾。また、他人が作ったワークシートは使いにくいともよく言われるところである。本研究ではこれを考慮し、コンピュータを用いてワークシートを作成した。これで利用者へデータを容易に伝達でき、使用する人は自分の希望通りにワークシートの内容を簡単、きれいに書き換えることができる。

ワークシートを、インターネットを使って利用者に配信している点も本研究で新しく工夫をしたところである。そのため、誰もがいつでも自由に本ワークシートを利用できるようになっている。当然、児童生徒が自宅のコンピュータを使って本ワークシートをダウンロードし、使用することもできる。

次に、「気孔」に関する教材化の研究について述べる。研究を行うにあたり先行研究を探索したところ、

理学的な研究や解説は、たとえば文献10から29にあげたように数多くある。しかし、これらは学術的な研究であって、学校教育でどのように扱うかという観点で述べられた論文等はほとんどない。

また、小学校7種、中学校5種の教科書で気孔の学習内容を調査したところ、気孔の観察に使われている植物は、ホウセンカ、ツクサ、ムラサキツクサ、ジャガイモ、ヒメジョオン、ツバキという限られた植物しか扱われていなかった。

そこで、教科書では扱われている植物が限定されていることから、さまざまな植物の気孔を扱い、気孔の形態の多様性に関する学習を発展深化させれば、児童生徒の興味・関心を高めることができるのではないかと考えた。そして、さまざまな植物の気孔(孔辺細胞とその周囲の細胞)の形態を素材研究し、小、中学生が気孔形態の多様性を理解する目的を達成するための観察に適した植物を探索した。

さらに、開発したワークシートの中から、気孔についてのワークシートを第6学年を対象に、植物の成長に関するもの他7種類のワークシートを第5学年を対象に使用して、その有効性を検証した。

本論は、以上のように気孔についての素材の教材化の研究、ワークシートの開発研究、ワークシートを利用した授業実践と評価、の3つの内容から構成されている。

II ワークシートの作成

1. ワークシート作成上の留意点

ワークシートは、児童生徒が一人で利用できるように工夫をした。そのため、第一に、すべての内容について必ず素材研究を行い、観察・実験を行う上で陥りやすい誤操作点などを明らかにし、それをワークシートに生かすようにした。第二としては、文章による表現は正確に情報を表現できるが、児童生徒が取りつきにくくなると考え、可能な限り文章を短くするようにした。第三に、1テーマA4版1ページ内に簡潔に収めることを原則とした。第四として、文章を少なくするかわりにワークシートにはキャラクターを入れた。キャラクターの有効性は、松本³⁰⁾及び斉藤³¹⁾によって指摘されており、それをまとめると以下のようである。①キャラクターの吹き出しによって文章の苦手な子どもでも内容を理解しやすくなる、②理解しにくいことを説明するときに、キャラクターを用いると理解しやすくなる、③生物でないものに顔を描くだけで擬人化できてしまう。この指摘の通り、今日では教科書でもキャラクターは頻繁に使われていることから、本研究ではオリジナルなキャラクターを作り(私たちは「ピーカー先生」と呼んでいる)、指示内容の徹底をはかることにした。

2. 開発したワークシートの内容

本研究でこれまでに行ってきた素材研究は以下の12の内容である。

- 1)植物の吸水作用
- 2)蒸散作用
- 3)気孔の形態
- 4)ダンゴムシによる葉の被食量、及びそれに伴う糞の数
- 5)植物の成長と肥料 —— 空き缶を使った簡便な実験——
- 6)カビの観察

- 7)昆虫の飼育、観察
- 8)プランクトンの採集、観察
- 9)メダカの飼育、観察
- 10)遺伝の実験
- 11)光合成
- 12)花粉の形態

これらの内容について素材研究を行い、現在までに計114種類のワークシートを作成した。

以下において論述する気孔に関しては、表1のような5種類のワークシートを作成した。

表1 気孔に関するワークシートの題目と材料

No	ワークシートの題目	材 料
1	「気こうを観察しよう」	ツユクサ
2	「2種類の気こうを観察しよう」	スカシユリ、トウモロコシ
3	「いろんな葉の気こうを観察しよう」	オニタビラコ、ギンギシ、テッポウユリ、トウモロコシ
4	「気こうを8つに分類しよう」	アジサイ、セロリ、シュロチク、ツユクサ、ネギ、トウモロコシ、ホウセンカ、ホトケノザ
5	「気こうの大きさを調べよう」	ツユクサ、ホウセンカ

3. コンピュータを利用したワークシート作成とインターネット利用

ワークシートはコンピュータを使って作成した。これで利用者は、自分の使いやすいように内容を任意に改編が可能である。

これら114種類のワークシートはインターネットを使い下記アドレスで自由に利用できる。

<http://www.bio.aichi-edu.ac.jp/wsheets.htm>

インターネットを利用したことで、今後学校5日制のもとで、児童生徒が家庭で本ワークシートを利用して自ら実験・観察を行うようになることが期待できる。

4. インターネットの利用者数

インターネットを使ったこのワークシートの利用頻度を1997年8月から1998年6月まで月別にみると表2ようになる。多い月で573件、平均230件の利用者がある。

表2 ホームページへのアクセス件数 (1997-98年)

月	件数	月	件数
8月	77	1月	216
9月	573	2月	160
10月	251	3月	81
11月	146	4月	22
12月	244	5月	80
		6月	294

Ⅲ 素材の教材化 —気孔形態の多様性を例として—

1. 材料と方法

気孔の形態に関して素材研究を行った植物は、双子葉植物38種、単子葉植物22種である。これら60種の植物の気孔について、孔辺細胞の大きさ、葉の表皮細胞のはがしやすさ、入手のしやすさ、の3つの観点で教

材性の適否を判定した。

孔辺細胞の大きさについては観察のしやすさの指標として採用した。気孔の大きさは本来孔辺細胞に挟まれた部分を指すが、子どもが観察する際には孔辺細胞の見やすさが求められると考え、本研究では孔辺細胞の長径をマイクロメーターによって計測し、気孔の見やすさの目安とした。判断基準として、長径が50 μ m以上のものを◎、30 μ m以上50 μ m未満のものを○、30 μ m未満のものを△とした。植物1種につき、5個体で5ヶ所、計25ヶ所で計測を行い、平均値を出した。

葉の表皮細胞のはがしやすさについては、葉の裏側の表皮を指もしくはピンセットではがし取り、広範囲(25mm以上)ではがせるものを◎、狭い面積ではあるが表皮をはがせるものを○、はがすことが困難なもの(カミソリではがすもの)を×とした。

入手のしやすさについては、身近な野生植物及び食品として簡単に購入できるもの、または学校などに植えられているものを◎、簡単に栽培できるものや栽培されているもの、花屋で購入できるものを○、これら以外のものは身近ではない植物として×とした。

2. 結果及び考察

結果は表3に示す。気孔の8類型は茂木の方法²⁰⁾にしたがった。

教材性の適否基準としてそれぞれの植物にA, B, C, D, Eのランクをつけた。△や×を含まないもので3つの条件がすべて◎のものをA、2つの条件に◎がつくものはB、1つの条件に◎がつくものはC、3つの条件すべてに○がついているものはDとし、×や△があるものについてはEとした。

本研究では気孔の観察に適した植物をランクA, B, C, Dのものとした。結果、60種中35種が挙げられた。

ワークシートに紹介する材料は、これらA~D35種の中から選定した。

表3 気孔観察に適した植物の選択

類型	種名	大きさ (μm)	はがしやすさ	入手難易	総合評価	
双子葉	イヌビユ	24 △	○	◎	E	
	キン	オニタビラコ	54 ◎	◎	◎	A
	ボウ	カキ	43 ○	×	○	E
	ウゲ	キキョウ	37 ○	○	○	D
	ゲ	クロガネモチ	37 ○	◎	◎	C
	型	セイヨウタンポポ	30 ○	◎	◎	B
		タケニグサ	28 △	◎	×	E
		トマト	33 ○	○	○	D
		トルコギキョウ	41 ○	○	×	E
		ナス	32 ○	○	○	D
		ホウセンカ	32 ○	◎	◎	B
		ホタルブクロ	36 ○	○	×	E
		ミチヤナギ	30 ○	○	×	E
		ヨウシュヤマゴボウ	33 ○	○	◎	C
		レタス	37 ○	◎	◎	B
単子葉	ア	イタドリ	35 ○	○	◎	C
	ブ	オオバコ	26 △	○	◎	E
	ラ	オオマツヨイグサ	31 ○	◎	◎	B
	ナ	オカトラノオ	48 ○	○	×	E
	型	ギンギン	63 ◎	◎	◎	A
		キャベツ	23 △	◎	◎	E
		シロツメクサ	30 ○	◎	◎	B
		スマレ	35 ○	○	◎	C
		セロリ	49 ○	◎	◎	B
		ソラマメ	39 ○	◎	○	C
		タバコ	42 ○	◎	×	E
		ベゴニア	40 ○	○	○	D
	ア	アサガオ	30 ○	○	◎	C
	カ	アジサイ	31 ○	○	◎	C
	ネ	イヌタデ	31 ○	○	◎	C
型	コヒルガオ	34 ○	○	×	E	
	サツマイモ	34 ○	◎	○	C	
	ヒルガオ	30 ○	○	×	E	
	マルバルコウソウ	33 ○	○	×	E	
ナ	アオジソ	28 △	○	◎	E	
デ	アカジソ	30 ○	○	◎	C	
シ	ヒメオドリコソウ	23 △	○	◎	E	
コ	ホトケノザ	32 ○	○	◎	C	
型	カンナ	29 △	◎	○	E	
サ	ギボウシ	42 ○	◎	×	E	
ト	コンニャク	43 ○	◎	×	E	
イ	サトイモ	42 ○	◎	○	C	
モ	ツユクサ	59 ◎	◎	◎	A	
型	トキワツユクサ	50 ◎	◎	×	E	
	ムラサキツユクサ	88 ◎	◎	×	E	
	ヤマノイモ	30 ○	◎	×	E	
カ	カンノンチク	32 ○	○	○	D	
ン	シュロチク	31 ○	○	○	D	
ノ	トウジュロ	27 △	×	◎	E	
チ	ロベレニー	31 ○	○	○	D	
ク	エノコログサ	26 △	×	◎	E	
ス	トウモロコシ	94 ◎	◎	○	B	
カ	ホテイアオイ	39 ○	×	○	E	
ノ	オニユリ	90 ◎	◎	○	B	
ミ	グラジオラス	36 ○	○	○	D	
ズ	スカシユリ	115 ◎	◎	○	B	
ア	テッポウユリ	68 ◎	◎	○	B	
オ	ナツズイセン	58 ◎	◎	○	B	
イ	ネギ	103 ◎	◎	◎	A	
型	ヤリズイセン	52 ◎	◎	×	E	

表4 ワークシートの内容別選定児童数

ワークシート	ワークシートの題目と内容	選定人数
W-1	「いろいろな葉の気こうを観察しよう」 4種の葉の表皮をはがし、気孔を直接観察する。	12人
W-2	「マニキュアで葉の表皮のつくりをみてみよう」 4種の葉の気孔について、葉の表面のレプリカを取って検鏡する。間接的に観察する。	34人
W-3	「気こうは葉っぱにしかないのだろうか」 テッポウユリの花卉、茎、葉のそれぞれの表皮を観察して気孔があるかどうかを調べる。	16人
W-4	「ミカン、キュウリで気こうを探してみよう」 2種の果実を用いて、表面に気孔があるかどうかを調べる。	56人
W-5	「気こうは葉のうら側にしかないのか？」 4種の葉の表と裏の表皮を顕微鏡で観察する。視野内にある気孔の数を数え、比較する。	11人

IV ワークシートを用いた実践研究1 — 小学校第6学年対象 —

1. 実践の目的

本実践では、どのような内容のワークシートが好まれるのか、児童生徒がどのようにワークシートを評価するのかを実践を通して調べた。

2. 調査対象と調査方法

調査対象は愛知県内の公立小学校第6学年の児童129名(4クラス)である。

用意したワークシートは表4に示す植物の気孔に関する内容を扱った5種類である。調査時期は単元「植物のつくりとはたらき」終了後の、1997年6月~7月である。

研究の過程は次のようである。まず、授業実践に先立って、児童に5種類のワークシートの中から自分の使いたいワークシートを1種類選定させ、併せてそのワークシートについての印象を書かせた。次いで、ワークシートを用いて個別に観察・実験を行わせた。その授業直後に事後のアンケート調査を行った。

授業中にある児童が使用したワークシートを図1に示す。

3. 結果と考察

(1) どのようなワークシートが児童に好まれるのか

5種類のワークシートのうち、最も多く選ばれたのはW-4、次いでW-2であった(表4)。この理由には「おもしろそうだから」が圧倒的に多く、これは観察・実験に使用する材料としてのキュウリやミカン、あるいはマニキュアを使用するということに興味を引いたと思われる。

ワークシートを選定した理由を調査し、表5にまとめた。

表5 ワークシートの選定理由(複数回答)

理由	%
他のものよりおもしろそうだから	81%
自分一人できそうだから	32%
見た目がよいから	17%
他のものより簡単そうだから	22%
図が見やすいから	11%
内容がよくわかるから	24%
他のものより難しそうだから	5%
材料の植物をよく知っているから	9%
他にないのでしかたなく	1%
なんとなく	12%
その他	3%

9年 7月 11日

マニキュアで葉の表皮のつくりをみてみよう

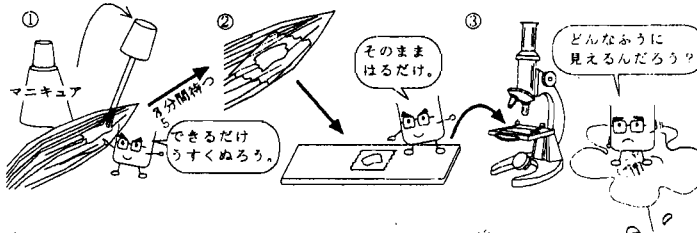
6年 組 名前

◆観察するもの オシロイハナシ
ツククサの葉、~~ギンギン~~の葉、テッポウユリの葉、ホウセンカの葉

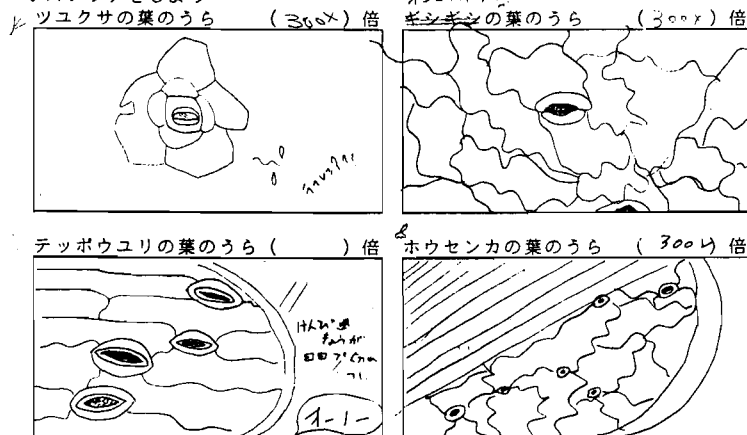
◆用意するもの
マニキュア、セロハンテープ、スライドガラス、けんび鏡

◆方法

- ①葉のうら側にマニキュアをぬり、乾くのを待つ（3分）。
- ②セロハンテープを乾いたマニキュアの上にはり、マニキュアといっしょにはがしてスライドガラスにはる。
- ③けんび鏡で葉のうら側の様子を観察する。



◆スケッチをしよう



◆気づいたこと

葉によって、いろいろちがう気がした。

図1 児童が使用したワークシートの一例

ワークシートを選んだ理由の中で最も多いのが、「おもしろそうだから」(81%)である。ワークシート学習は児童が自ら個別に行うものであるだけに、児童の興味・関心を強く引く内容でなければならない。その意味から、本ワークシートは児童の興味を引きつけていたと言えよう。ワークシートを選んだ理由として次に多いのは、「自分一人できそうだから」(32%)である。ワークシートは、個別学習のためのものである。被験者の児童たちは、学習を行うにあたって、自分一人できそうなワークシートを選定したことがうかがえる。さらに、「内容がよくわかるから」(24%)、「他のものより簡単そうだから」(22%)、「見た目が良いから」(17%)と続いている。これらはすべて、ワークシートを一目見たときの見やすさ、わかりやすさである。この点も児童に受け入れられる条件になっている。反対に、少数ではあるが、「難しそうだから」に

も5%の回答がある。また、人数にばらつきはあるものの、本調査で用意した5種類のワークシートはすべて児童に選ばれ、使用された。今後、児童の多様な興味・関心に対応していくためには、同じ学習内容についても、難易度の異なる数多くのワークシートを開発する必要がある。そうすることによって児童の個性に合った観察・実験を支援することができると思われる。(2)ワークシートはどのように評価されるのか

子どもがワークシートに対して行った評価の結果を表6にまとめた。

「①内容のおもしろさ」については、事前調査、事後調査ともに高い評価を得ることができた。「とてもおもしろい」、「おもしろい」を合わせると、事前、事後ともに80%を越える。したがって、本実践でのワークシート学習は児童にとって楽しいものになったと言える。

表6 内容についてのアンケート調査結果

内容 \ 評価*		5	4	3	2	1
① 内容は面白そうか 面白かったか	(事前)	57%	25%	18%	0%	0%
	(事後)	55%	31%	12%	2%	0%
② 内容は簡単そうか 簡単だったか	(事前)	7%	13%	69%	9%	2%
	(事後)	23%	21%	44%	7%	5%
③ 図や文字は見やすいか 見やすかった	(事前)	32%	33%	34%	1%	0%
	(事後)	48%	32%	19%	0%	1%

※評価の数値 5:大変肯定 4:やや 3:中間 2:やや 1:大変否定

表7 情意に関するアンケート調査結果

内容 \ 評価*		5	4	3	2	1
① ワークシートを使いたい 今後も使いたい	(事前)	17%	11%	50%	11%	11%
	(事後)	17%	43%	36%	0%	4%
② 理科は好きか 理科は好きか	(事前)	17%	43%	25%	11%	4%
	(事後)	36%	32%	32%	0%	0%

※評価の数値 5:大変肯定 4:やや 3:中間 2:やや 1:大変否定

「②簡単さ」については、事前と事後ではかなり異なる結果となった。「とても簡単」,「簡単」を合わせた結果が、事前では約20%であるのに対し、事後では約44%にまで増加している。この差をサインテストで検定したところ、1%の有意水準で差が認められた。これは、簡単ではないと思っていた内容が、やってみると意外に簡単にできたことを表している。この結果は、ワークシート学習が児童に対して観察・実験により親しみを与え、苦手意識を排除することにつながっていることを示している。

「③図や文字の見やすさ」については、「とても見やすい」,「見やすい」を合わせた割合が65%から80%にまで増加した。したがって、図や文字が観察・実験を行う際に適切な助言を与えたと判断される。

V ワークシートを用いた実践研究2

— 小学校第5学年対象 —

1. 目的

本実践では、長期間をかけてワークシート学習を行わせた。このように、継続的に利用させることによって、児童に飽きることなく使用してもらえらるかを検討した。

2. 調査対象,期間,及び方法

調査対象は愛知県内の公立小学校第5学年の児童28名(1クラス)である。

調査時期は1997年5月から10月にかけての6ヶ月間にわたる。

この間、「植物の成長(発芽と養分)」,「植物の成長(肥料・日光)」,「メダカの成長」,「植物の成長(実やたねのでき方)」の発展学習教材として8種類のワークシートを使用した。

調査方法は、事前のアンケート調査を行い、次いで、ワークシート実践(半年間)を経て、最後に事後のアンケート調査を行った。

3. 結果と考察

実践後の情意に関するアンケートの調査結果を表7

にまとめた。

表7の「①ワークシートを使ってみたいか」に対する回答結果は事前と事後で大きく異なった。「とても使ってみたい」,「使ってみたい」の合計が大幅に増加し、「どちらでもない」,「使いたくない」,「まったく使いたくない」がいずれも減少した。なお、この変化については5%の有意差が認められた。したがって、6ヶ月にわたる長期間の実践を通して、ワークシート学習が子どもたちに受け入れられたと考える。

表7の「②理科は好きか」については、「とても好き」,「好き」の合計が事前の61%から事後の68%に増加し、「嫌い」,「とても嫌い」が事前の15%から事後には0%に減少した。この変化についても有意差が検証された。したがって、本実践で行ったワークシート学習が、子どもたちを理科好きにさせた原因の一つになったと思われる。

以上の調査結果より、長期間にわたりワークシートを時々用いた学習は観察・実験に興味を持たせ、理科を好きにさせる可能性を持っていると考える。

VI 考察

1. 素材研究について

生物の世界は、種と個体の多様性から成り立っており、その全体を明らかにすることが生物の世界を知ることになる。しかしながら、理科の授業では、扱う学習内容とそれに伴う教材は、生物の世界のわずかな数例を扱っているにすぎない。理科の授業の学習範囲を広げ、生物の多様性への理解を広げていくことで、学習者は新しい認識を得ることができ、それによって学習へ興味・関心を高めていくものとする。

このような観点から、気孔について素材研究を行い、その成果を発展学習や自由研究のためのワークシート作りに反映させた。

素材研究の第一歩は、多様な形態の気孔を、茂木²⁰の方法に準拠し類型化する作業を行った。次いで、任意に選んだ60種類の植物について、気孔を観察しやす

いか否かを判定した。これらの結果は表3の通りである。

この研究により60種類の植物から35種類に種類を限定することができた。その中でも、孔辺細胞が大きくて観察が容易であり、表皮細胞もはがしやすく、かつ材料の入手も容易であるという3観点とも満足し、最高のAランクに評価されたものは、オニタビラコ、ギシギシ、ツユクサ、ネギの4種類であった。筆者等が意外性を感じたのはネギである。ネギの気孔は観察が容易である。しかもネギは一年中商店で購入することができるため入手も容易であり、気孔の観察のためには適した材料と言えるであろう。逆に意外に総合評価が低いのはムラサキツユクサである。この植物は大学の生物の授業では様々に利用されるため、生物を研究した者にとって「何故これがEランクなのか」と疑問を抱くことになると思うが、生物を専門とする者にとってムラサキツユクサは非常に身近な実験材料であっても、それ以外の者にとっては入手が困難な植物であると判断した。このランクは筆者らの感覚で行なっているため、ムラサキツユクサを学校の庭等で簡単に入手できれば、その人にとってはムラサキツユクサはAランクの植物となる。

気孔の多様性の一つとして、巨大な気孔や極小な気孔を観察するという観点もある。大きな気孔としては、スカシユリの115 μm やネギ103 μm がある。逆に小さいものとしてキャベツやヒメオドリコソウがあり、それは23 μm しかない。

次に、教材研究の在り方について考察したい。

本研究では、任意に選んだ60種類の植物の教材性を検討した。ここで明らかになった事実は、生物学という学問分野における学術的なオリジナリ性はほとんどない。しかし、本研究で行ったように気孔について素材研究をすすめ、素材の教材性を検討していく過程は、学術的な新発見を求めるのではないが学生にとっては新発見(学術的には追試験)であるため教員養成における研究として意義が深いものと思う。

なお、教材研究の成果を授業実践に結びつけてその教材の適否を評価するまで研究すれば、研究全体としてのオリジナリ性はさらに高くなる。

2. ワークシート開発と供用

本研究で開発したワークシートは、発展学習や自由研究の助けとなることを願って作成した。その主旨は、児童生徒の自主性を伸ばすことを目標とし、その目標を達成するために児童生徒自らの感性で事象の変化を感じとり、自ら追究することが大切と考えたからである。

ワークシートの利用方法には、次の3方法を考えている。

第一は、理科の授業の発展学習で多くの種類のワークシートを児童生徒に提示し、その中から児童生徒に自身の興味関心によって選ばせ、自由に観察・実験さ

せる方法である。

第二は、クラブ活動の時間にこのワークシートに則って児童生徒が追究を行ったり、休日に家庭で自然を探究するヒントとしてワークシートを使う方法である。そのために、学校で教師からワークシートを児童生徒に示してもらう必要がある。

第三の方法は、学校5日制で家庭で過ごす時間が増える児童生徒が、家庭のコンピュータを使って本ワークシートに興味を持ち、これを利用して自ら自然を探究し、自然の驚異を感じ、そのことによって自然をさらに探究するようになるきっかけとなるように利用されることである。

ワークシートの供用は、インターネットを使用している。このことで幅広い利用が可能になった。また、インターネットを使ったことで、利用者はワークシートの内容を自分の使いやすいように自由に変更することができる。このことは本ワークシートの利便性を高めていると思う。

3. ワークシートの評価

2種類の実践研究において、児童は本ワークシートを使った授業をおもしろいと評価した。これは、児童がワークシート自体に興味を持ったこと、ワークシートを使うという新しい授業形態に興味を持ったこと、あるいは、教師がワークシートを使って新しい試みをしたという教師の姿勢に児童が反応したことなど複雑な要因がからみ合った結果であると思うが、根本において本ワークシートが関係していることは間違いないことと思われる。

今後は本ワークシート開発の理念である、授業外や家庭での利用の成果を追究していきたい。

4. まとめ

気孔の多様性を認識させることを目標に、教材研究を行い、教具としてのワークシートを開発し、それを授業で利用して児童からの反応を調査し、ワークシートの評価を行うという研究を行った。

さらに、素材研究とワークシートの授業での実践的评价を行い、研究の総合化を図った。

授業は、教師、子ども、教材の三者が統合して行われる活動であると言われるが、本研究のように授業実践まで行うことで、小さな成果を積み重ねることができ研究全体として独創性が提示できるのではないかと思う。教員養成における卒業研究の在り方の一つとして拙論を見ていただけたら幸いである。

本研究の成果は、1996年の日本生物教育学会第60回全国大会で研究の過程を発表した。続いて同年8月、日本理科教育学会第46回全国大会においては、開発した114種類のワークシートを「ワークシート集」としてまとめ、冊子とフロッピーディスクで配布した。さらに1997年にはこのワークシートをインターネットで

利用できるようにし, 成果を日本理科教育学会東海支部大会で発表した。本論は, それらの発表内容に学校で行った実践研究の結果を加味したものである。

本研究を進めるにあたり, 愛知県三好町立天王小学校の高津幸〔旧姓, 服部〕先生と, 知立市立知立西小学校の村山由久先生のお世話になった。記して厚くお礼申し上げる。

文献

- 1)川上昭吾・千種優子:「小・中学校理科における地域の自然利用の実態調査」, 日本理科教育学会研究紀要33(1), 103-114, 1992
- 2)川上昭吾:「地域の自然を生かした理科指導」, 1984, 明治図書
- 3)川上昭吾:「これからの理科カリキュラムに求められる内容決定の視点」, 理科の教育, 46(1), 12-15, 1997
- 4)栗田一良ほか:「ワークシートによる理科の完全習得学習」, 1976, 明治図書
- 5)栗田一良:「理科学習におけるワークシートの機能と役割」, 理科の教育, 28(6), 9-13, 1979
- 6)横浜市理科研究サークル:「理科のワークシート」, 1988, 東洋館出版社
- 7)教育出版株式会社編集局:「オリジナルワークシート<3~6年>」, 1994, 教育出版
- 8)栗田一良・横浜理科教育研究会:「理科探求能力を育てるワークシート集 全学年・全単元・全時間対応」, 1996, 明治図書
- 9)川上昭吾ほか:「ワークシート利用による個別学習の探求」, 愛知教育大学教科教育センター研究報告, 11, 319-328, 1987
- 10)猪野俊平:「植物組織学」, 5,131,145-156, 1954, 内田老鶴圃
- 11)ボナー, J.・A.W.ゴールストン:「植物の生理」, 95-101,1955, 岩波書店
- 12)濱健夫:「植物形態学」, 82-90,1958, コロナ社
- 13)佐藤重平ほか:「現代植物学」, 125-126, 1965, 裳華房
- 14)原襄:「植物の形態」, 21-22,42-43,178-179, 1972, 裳華房
- 15)古谷雅樹ほか:「物質の交換と輸送」, 57-59, 1972, 朝倉書店
- 16)スタイルズ,W.・E.C.コッキング:植物生理学入門上」, 226-245, 1972, 東京大学出版会
- 17)小林満壽男:「植物形態学入門」, 63-64, 1975, 共立出版
- 18)ストラトフォード,G.A.:「植物生理要論」, 6372, 1975, 共立出版
- 19)原沢伊世夫・山田卓三:「身近な植物の教材化 2 ツククサ」, 教材生物ニュース, 38, 560, 1978
- 20)楠本守:「アフリカハウセンカ」, 教材生物ニュース, 34, 506, 1978
- 21)茂木充彦:「ムラサキツククサの気孔の発生」, 教材生物ニュース, 46, 28-31, 1979
- 22)清水碩:「植物生理学」, 43-45, 1980, 裳華房
- 23)カトラー,D.F.:「入門応用植物解剖学」, 59,98, 161,75-79,184-185, 1981, 共立出版
- 24)黒江修一・山田卓三:「ムラサキツククサの多目的教材化」, 教材生物ニュース, 89, 12-14, 1983
- 25)高沖武:「蒸散と蒸発」, 教材生物ニュース, 94, 92-94, 1983
- 26)中西克爾:「気孔からみた進化の学習」, 生物の科学遺伝, 38(13), 61-64, 1984
- 27)増田芳雄:「植物の生理」, 75-79,1986, 岩波書店
- 28)近藤矩朗:「気孔における信号の受容と伝達」, 生物の科学遺伝, 44(1), 30-34, 1990
- 29)Wayers,JonathanD.B.:「Investigating stomatal physiology with epidermal strips from *Commelina communis* L. (Dayflower)」, J.Bio. Educ., 28(4), 255-259, 1994
- 30)松本浩子:「小学校:マンガもとり入れいきいきワーク」, 理科の教育, 39(9), 27-30, 1990
- 31)齊藤有厚:「小学校:ワークシートを利用したマンガの実例とその有効性について」, 理科の教育, 39(9), 31-34, 1990