

観察時に生徒が演繹的に学習に取り組む効果

—花のつくりの学習を事例に—

清水 誠*
山浦 麻紀**

【 要 約 】

本研究は、生徒が観察時に背景知識をもとに仮説を立て、自らの理論を持って学習することの有効性を検討することを目的とする。手続きとして、花のつくりを観察する際に演繹的に学習する群と帰納的に学習する群を設定した。演繹的に学習する群では、学習の主体である生徒自身に仮説を設定させ、そのように考える理由を説明させた上で花を観察し、結論を導き出す授業を行った。帰納的に学習する群では、いろいろな花を観察し、観察を通してつくりの共通性を発見させた。結果は、演繹的に学習させた群が帰納的に学習した群に比べ花のつくりについての概念をより多くの生徒が形成でき、その有効性をうかがうことができた。

I. 問題の所在

スケッチされたタンポポの花のたりない部分を書き加えて、つくりを完成させる問題（花卉のみが描かれており、そこに、おしべ、めしべ、がくを書き込む問題）を出題した埼玉県公立高等学校入学者選抜学力検査(1996)では、正答率が3.4%と低い。また、2004年4月に国立大学法人S大学教育学部の2年生（幼児教育専修及び国語、社会科専修の122人）に対して同問題の問い方の一部を変え、「図は、タンポポの1つの花を途中までスケッチしたものです（花卉のみが描かれている）。何をつけたす必要がありますか。つけたす必要があるものを言葉で書きなさい。また、たりない部分を書き加えて図を完成させなさい。」と設問した調査の結果は、言葉で書きなさいという質問に対する完全な正答者は7.4%、図の正答率に至っては0%であった。学習したにもかかわらず、科学的な概念の形成が図られていない生徒や大学生が多くいることが分かる。

こうした問題に対し、川上・杉浦¹⁾、川上・多鹿²⁾、多鹿・川上³⁾は、小学校の第3学年、第5学年、中学校第1学年の児童・生徒を対象にした花のつくりの学習について一連の研究を行っている。その中で、「花の形態に関する進化の法則を与えることで、被験者は未学習の花について高い理解を示した」⁴⁾とし、先行オーガナイザが有効に働くことを見いだしている。先行オーガナイ

ザを与えることの効果については、Ausubel⁵⁾やLewton⁶⁾らによっても報告されてきた。一方、小林・秋吉・山田は、花のつくりの観察を通してその一般化を行い、「花のつくりの規則性に気づかせることにより他の花の観察に応用できるようになる」⁷⁾とし、演繹的な指導の必要性を述べている。また、小林・山田は、「花のつくりの学習では、どのような共通点と規則性があるのかといった枠組みを生徒に与えることが必要である」⁸⁾とする。しかしながら、先行オーガナイザを使った有意義受容学習や演繹的な学習方法は、今日の理科授業の中ではほとんど実施されていないのが現状である。2002年発行の中学校理科教科書、東京書籍⁹⁾、大日本図書¹⁰⁾、学校図書¹¹⁾、教育出版¹²⁾、啓林館¹³⁾に記載された「花のつくり」の学習の観察の課題提示をみると、表現の違いはあるがいずれも「いろいろな花のつくりを調べよう」とあり、花の各部分を外側にあるものから順にとり、セロハンテープに貼ってから台紙にはりつけ、共通するつくりについて考えるというものである。そこには、川上らが提案する花のつくりを学習するために有効とする先行オーガナイザを与える記述はみられない。また、教科書が採用する観察方法は、帰納的に観察する方法であることが分かる。

川上らや小林らの研究の成果からは、花のつくりについての概念形成が図られにくい原因として、従来から学校の理科学習で行われてきた帰納的に学習する方法に問題があるのではないかと考えることができる。しかしながら、川上らや小林らの研究に共通する授業方法は、教師が学習する内容について必要な基本的な法則や規則性を事前に与え、あるいは指導した後に観察するといった

* 埼玉大学教育学部

** さいたま市立木崎中学校

ものであった。吉本は、「授業は一方からみれば、徹底的に教師の指導活動であり、他方からみれば、徹底的に子どもの能動的な学習活動である過程として組織されねばならない」¹⁴⁾とする。また、近年の教授学習研究に大きな影響を与えている状況的認知において、稲垣は基本的な考え方の1つを「知的な行為は、主体による状況的な行為の中に埋め込まれたプロセスである」¹⁵⁾とする。このような学習の主体は生徒であるとする考えが学校教育の中では根強いことが、有意味受容学習や小林らが有効であるとする演繹的な指導方法が教科書等に取り上げられてこなかった一因であると考えられる。そこで、本研究では、先行の研究成果と学習者が主体とする考えを踏まえ、学習の主体である生徒自身が仮説を立て、立てた仮説についての論理的な結論を説明し、観察を行い、結論を導き出すといった演繹的な学習方法を組織し、授業を実施することの有効性を検討する。

なお、本研究では、演繹的に学習するとは学習対象に関する背景知識を用い、学習課題に対して検討すべき仮説を立て、この仮説から論理的な結論を導き、観察や実験により、真となる結論を導き出す方法。帰納的に学習するとは、いくつかの観察事例から一般的帰結を導き、帰納的一般化を図る方法と定義した。

II. 研究の方法

1. 演繹的に学習する群と帰納的に学習する群の設定

学習の主体者である生徒が演繹的に学習する方法を取り入れた授業を行うことの有効性を調べるため、演繹的に学習する群と帰納的に学習する群を設定した。演繹的に学習する群（以下、演繹群と呼ぶ）とは、学習課題に対し自分なりの仮説を立て、立てた仮説についての理由を説明をさせたうえで、いろいろな花を観察し、結論を導き出す授業を行ったクラスである。帰納的に学習する群（以下、帰納群と呼ぶ）とは、「いろいろな花のつくりを調べてみよう」という学習課題に対し、花を観察し、観察を通してつくりの共通性を発見させる授業を行ったクラスである。

2. 研究対象

(1) 調査対象

調査は、埼玉県内の公立中学校1年生を対象とした。対象者数は、179人（演繹群3クラス：108人、帰納群2クラス：71人）である。

(2) 調査

授業は、2004年4月28日に実施した。対象となる授業は、いずれも共同研究者の山浦が50分で行い、清水は参与観察をした。

(3) 両群の等質性

両群の等質性は、学習前の2004年4月に質問紙により調査を行った。質問紙は、「花のつくり」について直接質問することによる学習への影響を考え、指導計画で次の時間の学習に位置づけられている「花の働き」の学習に関わる問いを用意した。質問内容は、本授業観察で扱うツツジ・オオアラセイトウ・フジと同じグループに分類されるツツジ、アブラナ、エンドウに加え中学校では扱わないイネ科のムギを挙げ、この4つの植物について花が咲くか、咲かないかを尋ねたものである。結果は、表1のようであった。それぞれの植物について、花が咲かないと判断した生徒の数を2×2の直接確率計算で調べるとツツジ（両側検定： $p=0.99$ ）、アブラナ（両側検定： $p=0.38$ ）、エンドウ（両側検定： $p=0.46$ ）、ムギ（両側検定： $p=0.54$ ）となり、いずれの植物についても両群で有意な差は見られなかった。このことから本研究で取り上げた演繹群と帰納群は、花についての知識については、ほぼ等質な集団と考えた。

表1 両群の等質性(花が咲かないとする生徒の数)

	ツツジ	アブラナ	エンドウ	ムギ
演繹群 (N=108)	14	2	26	62
帰納群 (N=71)	9	3	13	37

注. 演繹群、帰納群の単位は、人数。

3. 授業の概要

(1) 演繹群の授業

学習を進めるにあたっては、図1に示すワークシートを生徒に配布し、これに基づいて学習を行わせた。

授業は、教師が始めに、小学校で学習したアブラナの花のつくりについて生徒に発表させ、めしべ、おしべ、はなびら、がくからできていたことを確認した。その後、教師から「他の花もアブラナと同じような花のつくりをしているのだろうか」と課題を提示し、他の花でもつくりは同じようになっているのか自分の仮説を立てさせ、その理由も考えさせた。本研究で仮説の設定に配慮した点は、生徒が持っている背景知識をもとに仮説を立てさせたことにある。なお、生徒のワークシートには仮説とは記述せず、それまでの授業で使用していた予想という言葉で記述してある。

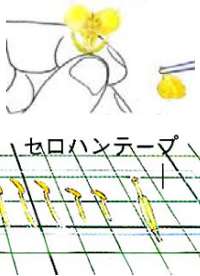
次に、立てた仮説と理由についてグループで話し合いをさせることで、他者の考えに触れさせ、論理的な結論の吟味を行い、結論をだした。その後、生徒はワークシートにある観察方法に従い花を観察し、結果をもとに考察を行い、それをワークシートに記述した。

最後に、授業者が花の構成と順序についてのまとめを行った。

1. 課題 「他の花もアブラナと同じような花のつくりをしているのだろうか。」

2. 予想
なぜ、そのように思ったかという・・・
<グループでの話し合いの結果をまとめておこう>

3. 方法
① 用意された4種類の花の中から、1人1種類を選ぶ。
② 外側から花を順番に分解する。
③ 下の図を参考にして、分解したものを外側から順番に、セロハンテープで厚紙に貼る。



4. 結果
(班の仲間の結果も聞きながら、花を分解して気付いたことをまとめよう。)

5. 考察
(観察の結果をもとに、4つの花に共通していることを班の仲間と話し合ってみよう。)

図1 演繹群のワークシート

花の観察は、4人1グループで、ツツジ・オオアラセイトウ・フジ・トルコキキョウの4種類の花を観察した。

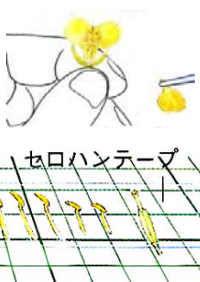
(2) 帰納群の授業

学習を進めるにあたっては、図2に示すワークシートを生徒に配布し、これに基づいて学習を行わせた。

授業は、演繹群と同じように、教師が始めに、小学校で学習したアブラナの花のつくりについて生徒に発

1. 課題 「花は、どのようなつくりをしているのだろうか。いろいろな花を観察しよう。」

2. 方法
① 用意された4種類の花の中から、1人1種類を選ぶ。
② 外側から花を順番に分解する。
③ 下の図を参考にして、分解したものを外側から順番に、セロハンテープで厚紙に貼る。



4. 結果
(班の仲間の結果も聞きながら、花を分解して気付いたことをまとめよう。)

5. 考察
(観察の結果をもとに、4つの花に共通していることを班の仲間と話し合ってみよう。)

図2 帰納群のワークシート

表させ、めしべ、おしべ、はなびら、がくからできていたことを確認した。その後、教師から「花は、どのようなつくりをしているのだろうか。いろいろな花を観察しよう。」と本時の課題を提示し、ワークシートにある観察方法をもとに、花を分解させた。演繹群との大きな違いは、花のつくりについて予想させ自分の考えや他者の考えをもとに自らの考えをワークシートに外化させていないことである。観察した花は、演繹群と同じ4種類の花である。生徒はワークシートにある観察方法に従い花を観察し、結果をもとに考察を行い、それをワークシートに記述した。

最後に、演繹群と同じように、授業者が花の構成と順序についてのまとめを行った。

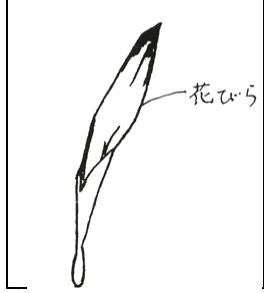
4. 調査内容

平成10年改訂の中学校学習指導要領¹⁶⁾にある花の学習で学ぶ内容は、基本的なつくりの特徴を見いだすことである。さらに、中学校学習指導要領(平成10年12月)解説—理科編—では、「花がその中心から、めしべ、おしべ、はなびら、がくの順に構成されていることを理解させる」¹⁷⁾とある。そこで、演繹的に学習する方法を取り入れた授業を行うことの有効性については、花はめしべ、おしべ、はなびら、がくの4つの部分からなるといった構成とその順序について概念獲得をした生徒数を基準に調査することにした。調査は、学習中及び学習2ヶ月後に行った。

学習中の調査は、授業で配布した図1、2のワークシートの考察の記述により行った。

2ヶ月後の調査は、図3で示したような質問紙により行った。質問紙は、埼玉県公立高等学校入学者選抜学力検査(1996)を改変し作成したものである。なお、演繹群、帰納群ともに本授業以前にはタンポポの花のつくりの観察は行っていない。質問紙を配布する際に、共同研究者の山浦がタンポポの花はたくさんの花の集まりであり、図3に示す花がタンポポの1つの花であることを説明した。

タンポポの花は、たくさんの花が集まってできています。右の図は、タンポポの1つの花をとりだして、途中までスケッチしたものです。



(1) あと、何を付けたすと完成しますか。付けたすものを言葉で書きなさい(言葉で記述)。

(2) たりない部分を加えて、右の図のタンポポの花を完成させなさい(図で記述)。

図3 質問紙

Ⅲ. 結果とその分析

1. 演繹群の生徒の予想の欄の記述

演繹群の生徒が、「他の花もアブラナと同じような花のつくりをしているのだろうか」という課題提示に対し、ワークシートの予想の欄に記述した内容をみると、花のつくりは同じであるとする生徒は76人(70.4%)、同じではない(同じものも違うものもあるを含む)とする生徒は32人(29.6%)であった。7割の生徒が、花のつくりは同じであると考えたことが分かる。

同じであると考え理由として最も多かったのは、「めしべ、おしべがないと種子ができない(受精できない)」で21人(19.4%)、続いて「花は、つくりはすべて同じであると思う」が19人(17.6%)、「同じ花だから」が11人(10.1%)、その他となっていた。予想に対する理由は、花の働きと結びつけて説明している生徒が最も多いことが分かる。一方で、花のつくりと働きとの関係までを関連させて記述することができた生徒は、生徒同士のみでの話し合いでは約2割と少ないということも分かる。その他の記述には、花の進化の過程に関する記述は見られなかった。

また、同じではないとする生徒は、「いろいろな植物があるから」といった理由が14人(13.0%)と最も多く、小学校で学習したヘチマにはお花とめ花からできていたことを理由に挙げる生徒も4人いた。

2. 生徒の考察の欄の記述

生徒が4つの花に共通していることをワークシートに考察した記述をまとめたものが表2である。

なお、表中に示した「構成」の正答とは、「花は、めしべ、おしべ、はなびら、がく」からできていると記述されたものである。また、「順序」の正答とは、「花は、その中心からめしべ、おしべ、はなびら、がく」からできていると記述されたものである。「構成」の誤答には、記述はあるが、めしべ、おしべ、はなびら、がくのいずれか一部しか記述されていないものも含まれる。不十分な記述を誤答とした理由は、中学校学習指導要領(平成10年12月)解説-理科編¹⁸⁾や教科書¹⁹⁾の記述で、花の構成は4つの部分からなるとしているためである。また、「順序」の誤答には、構成の誤答と同じように、

表2 花のつくりについての気づき

	演繹群 N=108		帰納群 N=71	
	構成	順序	構成	順序
正答	64	29	13	10
誤答	33	20	52	31
無答	11	59	6	30

注. 単位は、人数。

おしべがめしべを囲んでいるやおしべのまん中にめしべがあるといった不十分な記述が含まれる。

花の構成について、演繹群と帰納群の正答者数と誤答及び無答を合計した生徒数について、2×2の直接確率計算で比較してみると、有意な差が見られることが分かる(両側検定:p=0.00)。また、順序についても演繹群と帰納群の正答者数と誤答及び無答を合計した生徒数について、2×2の直接確率計算で比較してみたところ両側検定では有意な傾向(p=0.06)が見られ、片側検定(p=0.03)で有意な差が見られた。花のつくりの概念を獲得するには、学習課題に対し自分なりの仮説を立て、仮説について説明をさせた演繹的な学習方法のほうが帰納的な学習方法に比べ有効であるといえる。

なお、順序については帰納群の無答者(42.3%)に比べ演繹群の無答者(54.6%)が多いが、無答者と無答者以外について、2×2の直接確率計算で比較してみたところ有意な差(p=0.13)は見られない。

3. 2ヶ月後の質問紙の記述

タンポポの花を図示し、「あと何をつけたすと完成しますか」という質問に対する正答者数(完全正答)を示したものが表3である。

表3 2ヶ月後の質問紙の正答者数

	言葉で記述	図で記述
演繹群 N=108	46	39
帰納群 N= 71	14	6
大学生 N= 74	9	0

注. 単位は、人数。

なお、「言葉で記述」では、表2と同様に、めしべ、おしべ、はなびら、がくからできていると完全正答されたもののみを正答としている。また、「図で記述」では、実際のタンポポのめしべ、おしべ、がくと同じ形でなくても、生徒がめしべ、おしべ、がくを意識して図示している場合には正答としてある。表中の大学生とは、問題の所在で示したS大学の2年生に対し、中学生と同じ質問紙により調査した結果である(学習2ヶ月後の結果ではない)。

演繹群と帰納群の正答者数とそれ以外について2×2の直接確率計算で比較してみたところ、言葉による記述(両側検定:p=0.00)も図での記述(両側検定:p=0.00)も演繹群が帰納群に比べ有意に多いことが分かる。

この結果からは、演繹的な学習方法で学習したほうが、花のつくりについての概念を長期にわたり獲得しており、観察したことがないタンポポに対しても花の観察で見いだした花の基本的なつくりの特徴を適用することができることが分かる。

IV. 考察とまとめ

生徒が学習中にワークシートに記述した考察や2ヶ月後の質問紙の結果からは、本実験授業でデザインした演繹的な学習方法は、帰納的な学習方法に比べ、花のつくりについての概念をより多くの生徒に形成できるということが分かった。本事例からは、学習の主体である生徒自身が仮説を立て、立てた仮説についての論理的な結論を説明し、観察を行い、結論を導き出すといった演繹的な学習方法を組織することが、花のつくりについての概念を獲得していくための有効な指導方法の1つになり得るといえる。

しかし、花がその中心からめしべ、おしべ、はなびら、がくといった順に構成されていることについては、無答者が演繹群であっても半数近くと多い。たとえ、本学習にあるように教師が暗に「外側から花を順番に分解する」とワークシートの観察方法で示したとしても、構成に比べ順序に気づく生徒は少ない。こうした理由として、生徒は学習課題に対し、小学校5年生で学習した背景知識を使って花の構成について仮説を立てられたが、背景知識にはない順序までは仮説を立てることができなかった。予想の欄の記述に見られるように、学習課題を花の働きと結びつけた生徒はいたが、花の順序が決まっているはずだといった見方や考え方を持った生徒は少なかったためではないかと考える。演繹的に学習する場合の背景知識の重要性と仮説設定のための課題提示の工夫の必要性が示唆される。

また、予想の欄の記述からは、演繹群の多くの生徒が花のつくりは同じであるとする考えを持って花の観察をしたことは推測できるが、仮説についての妥当な論理的結論までも説明できた生徒はその理由が書かれた記述をみると少ない。仮説についての論理的結論を多くの生徒が導き出せるようになるため、教師が生徒にどのように関わればよいかを明らかにすることは今後の課題とした。

付記

本論文は、日本理科教育学会第54回全国大会においても予備的に考察されている。しかし、本格的な分析と議論は、本稿において初めてなされている。

本研究は、科学研究費補助金(基盤研究(C))「理解深化を促す教授・学習方法の開発と教師教育への適用」(平成17-19年度)(研究代表:清水誠)(課題番号:17500574)の研究成果の一部である。

引用文献

- 1) 川上昭吾・杉浦義徳:「「3年花のつくり」における先行オーガナイザの効果に関する実証的研究」, 日本理科教育学会研究紀要 25, 15-25, 1985.
- 2) 川上昭吾・多鹿秀継:「理科教授における先行オーガナイザの効果 第1報—中学校第1学年, 花のつくりの学習において—」, 日本教科教育学会誌 12, 75-80, 1987.
- 3) 多鹿秀継・川上昭吾:「理科教授における先行オーガナイザの効果 第2報—小学校第5学年, 花のつくりの学習において—」, 日本理科教育学会研究紀要 29(1), 29-37, 1988.
- 4) 前掲書3)
- 5) Ausubel, D.P., Novak, J.D. & Hanesian, H.: Educational Psychology, A Cognitive View. 2nd edition, New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978.
- 6) Lewton, J. T.: Effects of advance organizer lessons on children's use and understanding of the causal and logical "because"., Journal of Experimental Education 46, 41-46, 1977.
- 7) 小林辰至・秋吉博之・山田卓三:「中学校における植物形態観察用ワークシートの開発について—生物の学習における演繹的な指導の必要性について—」, 生物教育 33(2), 130-137, 1993.
- 8) 小林辰至・山田卓三:「観察実験・教材研究における領域特異性」, 日本科学教育学会20周年記念論文集, 433-437, 1996.
- 9) 三浦登他:「新しい科学」, 東京書籍, 2002.
- 10) 戸田盛和他:「中学校理科」, 大日本図書, 2002.
- 11) 霜田光一他:「中学校理科」, 学校図書, 2002.
- 12) 細谷治夫他:「中学理科」, 教育出版, 2002.
- 13) 竹内敬人他:「理科」, 啓林館, 2002.
- 14) 吉本均:「現代授業集団の構造」, 明治図書出版, 1970.
- 15) 稲垣成哲:「状況的認知」『理科 重要用語300の基礎知識』, 明治図書出版, 181, 2000.
- 16) 文部省:「中学校学習指導要領」, 大蔵省印刷局, 51, 1998.
- 17) 文部省:「中学校学習指導要領(平成10年12月)解説—理科編—」, 大日本図書, 61, 1999.
- 18) 前掲書17)
- 19) 前掲書9), 10), 11), 12), 13)

(2006年7月10日受付, 2006年10月25日受理)

SUMMARY

Faculty of Education, Saitama University
Makoto SHIMIZU
Kizaki Junior High School
Maki YAMAURA

Deductive Learning and Observation : A Unit on the 'Structure of flowers'

This study examines the effectiveness of having students form their own hypotheses and examine them through observation on the learning process. Students in one class on the structure of flowers were divided into two groups. One group was to learn deductively and the other, inductively. The first group was allowed to make hypotheses about the subject of the lesson and was asked to write their reasons for forming these hypotheses. After that, they were allowed to observe the flowers and given a lesson that lead to an appropriate understanding. The second group was allowed to observe many kinds of flowers and look for similarities in their structures. The results show that the group that learned deductively understood the structure of flowers better than the group that learned inductively.