教員養成課程学生の自然事象への気づきを高める 継続観察の効果に関する一考察

五 島 政 一*
小 林 辰 至**

【要 約】

本研究では、教員養成課程学生を対象として、タンポポの継続観察を課題として課し、その前後におけるタンポポに関わる自然事象への気づきの変化から、長期観察の効果について検討を行った。なお、「自然事象への気づき」の分析にあたっては、アースシステム教育(Earth Systems Education)の七つの視点を用いた。その結果、次の知見が得られた。

(1)「自然事象への気づき」の得点化を行った結果、継続観察の前後で、「自然事象への気づき」の得点の平均点が3.1から約2倍の6.0に有意に増加した。

(2) 学生の「自然事象への気づき」に関する七つの視点で分析した結果、観察前後とも「地球システム(生物圏、岩石圏、水圏、大気圏)関連への気づき」と「自然事象の時間的变化への気づき」の二つの視点への気づきが、観察前はそれぞれ55%、40%、観察後は50%、48%と全体の95%、98%を占めた。

(3) 科学的な根拠に基づいた「地球システム(生物圏、岩石圏、水圏、大気圏)関連への気づき」の中で「水圏、大気圏に関連する天気や気象に関する気づき」の回答は、観察前の22%から、観察後は38%と増加した。また、科学的な根拠に基づいた「自然事象の経時的変化への気づき」の回答は、観察前の17%から、観察後には81%と増加した。

以上の結果から、タンポポの継続観察によって、自然事象の因果関係や経時的変化に関する気づきが7～8割の学生に促されたことが明らかになった。他方、自然事象の中で地球システム関連への気づきに関する能力については、水圏や大気圏など天気や気象に関する気づきが4割程度の学生にしか促されていないこと、生物圏の生態や形態に関する気づきが1割程度であること、岩石圏など土壌などに関する気づきがないこと、その他の視点についてはほとんど気づきがないこと等の課題が残ることも明らかになった。

1. はじめに

国立教育政策研究所¹⁾では、観察、実験に関する児童生徒の問題解決の能力を把握するために、特定の課題(観察、実験)に関する調査を小学校5年(小学校111校3,284人)と中学校2年(100校3,196人)で実施し、その結果を2007(平成19)年11月に発表した。問題解決の能力の一つとして「問題を見いだし、その問題を解決するための観察・実験の方法を考案する能力」に関する中学校2年生を対象にビデオ映像の問題が出題され、特に「問題を見い出す能力」に関する問題では「自然現象を

見せ、その自然現象について気付いた特徴や疑問点や問題点」を記述させた。その結果は、「自然現象を記述できた生徒の割合は約8割であったが、更に時間経過にともなう変化を記述できた生徒はその中の3割に満たなかった」というものであり、時間の経過にともなう変化を記述することに課題があることがわかり、指導上の改善として、時間の経過に伴う変化を記録する機会の充実を挙げている。

新中学校学習指導要領解説理科編²⁾でも、改訂に当たっての基本的な考え方として、「④科学的な体験、自然体験の充実を図ること」の中で、「生徒の自然体験などの不足が課題になっており、観察、実験の充実はむろんのこと、原理や法則の理解を深めるためのものづくり、継

* 国立教育政策研究所

** 上越教育大学

統的な観察や季節を変えての定点観測など、科学的な体験や自然体験の充実を図ることに配慮し改善を図る。(下線は筆者らによる)」と示された。新学習指導要領では、特に継続観察や季節を変えての定点での長期観測の必要性が挙げられている。

本研究では、上越教育大学の初等理科指導法を履修している学生の自然事象への気づきの調査を行う。その後、約3週間タンポポの継続観察を行わせ、継続観察の記録を取らせてレポートにまとめさせる。その後、同様の調査を行い、調査結果を比較、分析して、タンポポの継続観察の効果と意義について考察を行うことを目的とする。

学生の「自然事象への気づき」を分析する手段として、アースシステム教育(Earth Systems Education; 以下ESEと略記する)の自然の多面的、総合的な見方の七つの視点を利用する³⁾。

2. 継続的な自然観察に関する先行研究

継続観察に関する先行研究は、平田⁴⁾、小川⁵⁾、大島⁶⁾の継続観察の意義に関する研究、木下⁷⁾の効果的な指導事例の研究、横山⁸⁾の継続観察の評価のあり方の研究、万年⁹⁾のレポートなど記録を採らせる効果の研究、山田の天体の継続観測の指導事例、村山¹⁰⁾や増子¹¹⁾や山田¹²⁾¹³⁾の継続観察の課題を示した研究などがある。平田は、「継続観察の意義を、小学校理科の教材になっている生物について具体的な例を挙げ」、小川は「継続的な観察は、観察から得られる内容をより精緻化し、既存の概念や知識の枠組みを駆使しながら、自分の見方や考え方を補充したり修正するなどの子ども固有の論理構築を一層支え、さらなる高まりへ導くことができるなど自然認識を再構成する契機になる」、大島は「継続的な観察は、自然事象の変化をとらえるだけでなく、動植物の飼育や栽培から「生命」を感じることができたり、天体の動きや天気の変化など大きな自然の法則が見えてきたりする貴重な体験になる」など継続観察の意義を説明している。木下は「アサガオの継続観察の指導計画」を示し効果的な指導案を説明している。横山は「継続観察における評価の意義、問題点を説明し、評価のあり方」について説明している。万年は「振り返って文章にしてレポートなど記録をまとめることで学びの深まりと自分の心の変化に気づかせることで満足感や有効感を味わえる」と継続観察の効果についての研究を行った。山田は、市販の望遠鏡工作キットを使用して、「子ども一人ひとりが、いつでも、どこでも、星空を眺め、継続的に観察し、その変化をとらえた喜びを実感できる授業を展開した」事例研究を行った。村山や増子や山田は「継続観察での子どものモチベーションを維持することの難しさ」を指摘し、そして、増子と山田は、「強い問題意識を持たせる工夫」

についての研究をしている。しかし、継続観察を行わせ実証的にその効果を調べた研究は見当たらない。

3. 本研究の目的と方法

(1) 目的

学生の「自然事象への気づき」の現状を調査する。学生の「自然事象への気づき」を高めるために、身近な自然事象を継続観察させ、気付いたことをレポートにまとめ、提出させる。観察前と観察後の「自然事象への気づき」の調査を行い、それらの結果について比較、分析し、タンポポの継続観察の効果と意義について考察する。

(2) 方法

1) 調査対象及び調査時期

上越教育大学の初等理科指導法を履修している学生166名を対象とし、2009(平成21)年4月に調査を行った。継続観察前の調査は、2009(平成21)年4月21日(火)に行い、継続観察後の調査は、2009(平成21)年5月25日(火)に行った。

「初等理科指導法」課題2

タンポポの生活のようすを観察しよう

小学校2年生の国語の教科書(荒地図書)には「たんぽぽのちえ」というのがあります。

そこでは「たんぽぽは、どんなときに、どんなようすをしていますか。かわっていきよんじ」に気をつけてみましょう。」記されています。

下線部は理科の学習でも、とても重要な視点です。みなさんも、タンポポのようすを自分の目で確かめてみましょう。事実をもとに考えることは、理科の学習では特に大切です。

〇みなさんにやってもらうこと

1. 観察とレポートの作成
 - ①タンポポの1日のようすの変化(お日様が出る前、お日様が照っているとき、日没後)
 - ②一つの株について、つぼみが開いて、果実ができるまでの変化のようす(花は何日咲くのかな?花がしぼんだ後の変化のようす、花がしぼんで雑毛になるまで何日かかるかな?など)
3. 記録の取り方
 - ①タンポポのようすは携帯電話のカメラ機能を使って撮影する(デジカメでももちろんOK)
 - ②気づいたことを文章で記録する。その際年月日、時間を必ず記す。
 - ③レポートの最後に「タンポポ」を主題とした詩を書く。
4. データの整理と出力
 - ①画像はパソコンで処理する。文章は手書きでもパソコンでも、どちらでもよい。
 - ②A4版で出力(可能ならカラーで)
5. 提出の締め切りと提出先
 - 平成20年5月16日(金)の17時まで
 - 自然棟6階 小林研究室(レポート入れの箱を置きます)

図1 タンポポの継続観察用の指示シート

2) 継続観察の内容

「タンポポの生活のようすを観察しよう」という課題を出し、タンポポを約3週間継続観察させ、気付いたこ

となどを記録させ、レポートを作成させる。学生に図1の資料を配布して、観察の視点、記録の取り方、データ処理と出力、レポートの作成について指示を行う。締め切りは、2009（平成21）年5月16日（金）とした。

3) 自然事象への気づきを測定する方法

身近な自然で、いろいろな事象に気づいたり、発見したりする能力が重要であることは既に第1章で述べたとおりである。そこで本研究では、学生の自然事象への気づきについて調査するために身近なタンポポを取り上げる。タンポポは日本の学生であれば誰でも知っていて、小中学校の理科の授業で必ず扱われるものであるからである。具体的には、「自然事象への気づき」を測定するために、ある環境にあるタンポポの写真を見せ、「このタンポポの写真から分かること、推測されることを思いつくだけ、根拠を挙げて下の空欄に書いて下さい。」という設問を設定したワークシートを用意した(図2)。そして、そのワークシートに気づいたことを抽出させる方法をとることで学生の自然事象への気づきに関する能力を測定する。科学的に自然を考察する能力も測定するために、「分かること、推測されること」だけでなく、科学的に自然への気づきを促すためにその根拠についても記述させる。

平成21年度 初等理科指導法 2009.4.21

学籍番号() 氏名()

上のタンポポの写真から分かること、推測されることを思いつくだけ、根拠を挙げて下の空欄に書いてください。

分かること・推測されること	根拠

図2 タンポポに関するワークシート

4) 分析の方法（「自然事象への気づき」の得点化）

「自然事象への気づき」については、「分かること、推測されること」に関して答えた内容につき1点を与えた。そして単に答えただけでなく、その根拠について適切に説明している場合は、1点を加算した。答えの例としては、「朝、または夕方に撮影したものである。その根拠は、タンポポの花が閉じているから。」、「5月初旬頃（春）に撮影されたものである。タンポポの成長の様子（蕾や花が咲いていて、まだ種子になっていない）から。」、「森や林の中、またはそばに咲いているタンポポである。その根拠は、樹木の落ち葉がたくさん落ちているから。」、「一つの株に、蕾、咲いている最中、咲き終わった花など成長の違うものが混在している。花の咲く時期をずらしているから。」、「葉が広がっている。葉に光が当たり光合成を行いやすくするため。」、「周りが濡れている。前日に雨が降ったから。」などの答えは、「分かること、推測されること」とその根拠が示されているとして、2点を与えた。そして、各学生の答えの合計点を、各学生の得点とした。

4. 結果と考察

(1) 結果

1) 分析は、大学生166名のうち回答に不備のあった15名を除く、151名について行った。観察前は、最高点が8点、最低点が0点で、平均点は、3.1であったのに対して、観察後は、最高点が15点、最低点は1点で、平均点は6.0であった。継続観察の前後で、「自然事象への気づき」の得点の平均点が3.1から約2倍の6.0に有意に増加した ($t(150)=16.93$, $p<.001$) (表1)。

観察前と観察後の得点の点数別の分布表は次の様である (表2、図3)。

表1 継続観察前後の自然事象への気づきの平均点

	観察前	観察後
平均点	3.1±1.8	6.0±2.2

(2) 考察

1) 学生の「自然事象への気づき」に関する多面的な視点での分析

「自然事象への気づき」を分析する手段として、アースシステム教育 (Earth Systems Education; 以下ESEと略記する) の自然の多面的、総合的な見方の7つの視点 (視点1「自然事象の美しさや不思議さへの気づき」、視点2「自然事象への人間の影響への気づき」、視点3「自然と科学技術との関連への気づき」、視点4「地球システムの関連性への気づき」、視点5「自然事象の時間的な変化への気づき」、視点6「自然事象の空間的な広がりへの気づき」、視点7「自然事象に関連する仕事や職業、

趣味などへの気づき」) を利用し、学生の得点を各視点に振り分ける方法で分析を行った結果を表3に示した。

アースシステム教育の7つの視点で分析すると、観察前の回答では、視点4「地球システムの関連性への気づき」と視点5「自然事象の時間的変化への気づき」に関する回答が圧倒的に多く、それぞれ全体の回答の55%と40%を占めている。また、観察後の視点4と視点5に関する回答が、それぞれ80件、132件増え、それぞれ全体の回答の50%と48%を占めることが明らかになった。そこで視点4と視点5について、特に、科学的な根拠に基づいた「自然事象への気づき」に関連する回答について表4にまとめた。

観察前の「自然事象への気づき」は、視点4「地球システムの関連性への気づき」が272件で、そのほとんどがタンポポの形態（つぼみがある、葉が広がっている、葉がギザギザしている、花茎が寝ている、花茎が紫色である）などに関する写真からわかる事実に関する回答であり、その科学的な根拠については明確に述べられていない。

視点4で写真から気づける科学的な根拠を示せる回答は、「前日の天気雨が雨である」、「当日は、曇りなど天気が悪い」など気象に関する回答、「落ち葉が落ちている」など環境に関する回答、「セイヨウタンポポである」など形態に関する回答であるが、それらに関する回答をした学生は151人中それぞれ33人(22%)、11人(7%)、11人(7%)であり、視点4の回答合計272件の12%、4%、4%で

表2 観察前後の得点の分布表

得点	観察前人数(人)	観察後人数(人)
0	10	0
1	18	2
2	33	3
3	33	9
4	29	23
5	15	27
6	6	38
7	4	22
8	3	11
9	0	8
10	0	4
11	0	0
12	0	1
13	0	1
14	0	1
15	0	1

図3 観察前後の自然事象への気づきの得点と人数分布

表3 自然事象への気づきの視点別記入件数分析表

気づきの数の視点 別記入件数	授業前						
	視点1	視点2	視点3	視点4	視点5	視点6	視点7
	2	9	2	272	202	12	0

気づきの数の視点 別記入件数	授業後						
	視点1	視点2	視点3	視点4	視点5	視点6	視点7
	3	2	0	352	334	8	0

あり(表3), 合計しても僅か20%にしかすぎない。また, 視点5「自然事象の時間的変化」で写真から気づける科学的な根拠を示せる回答は,「写真を撮った季節は春である」,「写真を撮った時間は, 朝か夕方である」であるが, 科学的な根拠を示した学生はそれぞれ37人(25%), 26人(17%)であり, 視点5の回答合計202件の18%, 13%

である。視点4と5に関する学生の回答数の8割以上は,「自然事象への気づき」に関して科学的な根拠を示した適切な回答ができていないことが分かる(表4)。また, 視点4の「地球システム(生物圏, 大気圏, 水圏, 岩石圏)」に関する気づき」の中で, 土壌などに関連する岩石圏に関連する回答がなかった。

表4 科学的な根拠で説明できる視点

	ESEの視点4			ESEの視点5	
	前日や当日の天気(雨, 曇りなど)	周りの環境(落ち葉, 森林など)	セイヨウタンポポ	写真を撮った季節(春)	写真を撮った時間(朝・夕方)
観察前(151人)	33人 (22%)	11人 (7%)	11人 (7%)	37人 (25%)	26人 (17%)
観察後(151人)	58人 (38%)	5人 (3%)	13人 (9%)	33人 (22%)	122人 (81%)

継続観察後の結果については, 視点4に関する回答をした学生はそれぞれ58人, 5人, 13人であり(表4), 視点4の回答合計352件の17%, 1%, 7%である。気象に関連する回答をした学生が25人(16%)上がっている(表4)。また, 視点5に関する回答をした学生はそれぞれ122人(81%), 33人(22%)であり, 視点5の回答合計334件の37%, 10%である。気象に関連する回答が19%上がっている。しかし, 回答数でなく回答した人数で比較すると, 視点4の気象に関しては, 33人(151人中の22%)から58人(38%)へと約2倍の学生が, また視点5の観察時間に関しては, 26人(151人中の17%)から122人(81%)へと約8割の学生が, 継続観察後は気づきが増加していることが注目に値する。

これらの結果から, 継続観察レポートをまとめることで, 時間軸でのタンポポの変化を約8割の学生が気づいたこと, また, 約4割の学生が天気など気象条件とタンポポの開化の係に体験を通して気づいたことになる。2) 継続観察による効果

観察前には, 73人(48%)の学生が, この写真から, 「まだ, 花が咲いていなくて, これから咲く状態である」と, 間違った解釈をしている。タンポポは, 夜などは開いた花を閉じて, また次の朝に開くといった活動を約3日間繰り返す。この写真の多くの花は一度咲いて, 暗くなって閉じた後, 再び明るくなって開く前の写真である

が, 約5割の学生は, つぼみがこれから開花する状態と間違えて解釈している。そして観察前には, 17%(26人)の学生しか正答できなかったが, 継続観察を行うことで, 約8割の学生はタンポポが数日間開花したり閉じたりすることを体験的に理解できた。2~3週間にわたってタンポポを継続観察することで, この写真の写された時が「朝か夕方である」と推測できる学生が約8割(122人)まで増えた。また, この写真を撮る前の様子や, 写真と撮った後の成長の様子など「1週間前はつぼみだけであった」,「今後, 花は2週間で綿毛になる」など具体的に回答できた学生が, 9%(14人)から70%(106人)へと大幅に増加した(表5)。

学生の「自然事象への気づき」の視点を分析してみると, 観察前の気づきの多くは, タンポポを撮影したその時点でのものであった。しかし, 継続観察を行わせることで, 観察している現在の自然事象が過去からどのように変化してきたのか, また, 将来どのように変化してゆくのかという視点で思考するきっかけとなり, 時間軸に沿って変化する自然事象への気づきが促されたことが(気づく能力は育成されることが)わかった。学生は, 継続観察によってタンポポの花や成長について正確な知識が獲得された結果, 因果関係に基づいて科学的に認識・思考できるようになった。下野¹⁴⁾は, 地学リテラシーの研究で, 「自然環境の変化を認識させることは, 現在の

表5 観察前後での学生のESEの視点5の気づき

	これから咲く(つぼみ)	春(季節)	朝・夕方(時間)	過去や未来の様子
観察前(151人)	73人	37人	26人	14人
観察後(151人)	20人	33人	122人	106人

五島・小林：教員養成課程学生の自然事象への気づきを高める継続観察の効果に関する一考察

理科の教材の中には極めて少ない」と指摘し、自然環境の変化を認識できる能力の育成の大切さを述べている。自然の変化を認識できる能力を育成するためにも、一つの自然事象を継続観察させることが有効であると本研究から推測することができる。教員になる学生が、「継続観察を通し正確な知識を獲得でき、それによってタンポポの成長や変化について因果関係を基に科学的に認識や思考ができるようになる」ことを体験的に気づくことは、将来、児童生徒を指導する上で重要であると考えられる。

5. 今後の課題

継続観察による効果として、短い時間軸だけでなく、長い時間軸で自然事象に対して気づきが促されたことはわかったが、天気や気象、周りの植物など生態系、植物の形態などに対する気づきがほとんどで土壌、気温や湿度などに関する気づきはなく、環境（地球システム）などに関する多様な気づきはそれほど促されていない。この点については、学生に、継続観察する時に、環境やその変化について地球システム（岩石圏、水圏、生物圏、大気圏）などを意識させることや、人間の影響を意識させること、空間的な広がりを意識させることで、より多様な自然事象への気づきを高めることができると思われる。今後は、タンポポの継続観察用の指示シートに、それらの多様な視点で観察することを指示することによって、より多様な気づきを促すことができるのかなどに関して調査していきたい。

【文献】

- 1) 国立教育政策研究所：特定の課題に関する調査（理科）調査結果（小学校・中学校），pp.1-230，2007，国立教育政策研究所教育課程研究センター．
- 2) 文部科学省：中学校学習指導要領解説理科編，149p，大日本図書株式会社．

- 3) 五島政一：自然を多面的，総合的な視点でとらえるアイデアカードの開発－理科教員の発想を豊かにするために－，理科の教育，通巻682号，pp.72-76，2009．
- 4) 平田貞雄：生物教材における継続観察の意義，理科の教育，382，pp.9-12，1984，東洋館出版社．
- 5) 小川哲男：子どもの継続的な観察による自然認識構成，理科の教育，663，pp.4-7，2007，東洋館出版社．
- 6) 大島 修：継続的な観察から見えてくるもの－自然や生命の神秘を感じる貴重な体験－，理科の教育，663，pp.8-11，2007，東洋館出版社．
- 7) 木下鉄雄：効果的な継続観察の指導計画，理科の教育，382，pp.13-16，1984，東洋館出版社．
- 8) 横山 正：継続観察における評価のあり方，382，pp.17-20，1984，東洋館出版社．
- 9) 万年由佳：教材に浸るおもしろさ－チョウと向き合う子どもたちから学んだこと－，理科の教育，663，pp.16-18，2007，東洋館出版社．
- 10) 村山一彦：継続的な観察に関する一考察，理科の教育，663，pp.22-24，2007，東洋館出版社．
- 11) 増子淳一：科学的リテラシーの育成をめざして，理科の教育，663，pp.25-27，2007，東洋館出版社．
- 12) 山田茂樹：「継続的な観察」のモチベーションを維持できる指導の工夫－簡易天体望遠鏡やプラネタリウムを活用した金星の「継続的な観察」－，理科の教育，663，pp.31-33，2007，東洋館出版社．
- 13) 山田茂樹：継続的な野外観察で発見した喜びを実感できる理科授業－双眼鏡と手作り望遠鏡による金星の観察を通して－，理科の教育，588，pp.28-30，2001，東洋館出版社．
- 14) 下野洋：地学リテラシーの育成，地学教育，46（4），pp.149-159，1993，日本地学教育学会．

（2011年2月2日受付，2011年3月28日受理）

SUMMARY

Some Consideration Related to the Effect of Continuous Observation to Heighten Students' Awareness to the Natural Events and Phenomena in the Pre-service Teacher Training Course

National Institute for Educational Policy Research

Masakazu GOTO

Joetsu University of Education

Tatsushi KOBAYASHI

We investigated the change of students' awareness to the natural events and phenomena before and after the continuous observation of those who took the lesson of primary science methodology at the Joetsu University for teacher.

We scored and analyzed students' awareness by means of analyzing their awareness to the natural events and phenomena in this survey. We used seven perspectives of the Earth Systems Education for analyzing their awareness. As a result, we obtained the following findings:

(1) The score of students' awareness to the natural events and phenomena before and after the continuous observation increased nearly twice from 3.1 to 6.0 statistically significantly.

(2) As a result of analyzing students' awareness to the natural events and phenomena before and after the continuous observation from seven various perspectives, the rate of students' awareness related to the earth systems (biosphere, lithosphere, hydrosphere, and atmosphere) and that of their awareness to change of time in the natural events and phenomena account for 55% and 40% respectively before the observation, and 50% and 48% respectively after the continuous observation, and those account for 95% and 98% totally together before and after the continuous observation.

(3) The response rate of scientific evidence-based awareness related to such climate and meteorology as the aerosphere in the earth system increased from 22% before their observation to 38% after it. Furthermore, that related to the change of time increased from 17% before their observation to 81% after it. The survey made clear that about 70 to 80% students perceived rightly the openness and closeness of dandelion for a few days and the time when the picture was taken.

From the above-mentioned result, it was inferred that continuous observation made students acquire the right knowledge of cause and effect of the growth and change of dandelion through their real experience and 70 to 80% students were inspired to be aware of the change of the natural events and phenomena. On the other hand, 40% students could be aware of the natural events and phenomena related to climate and meteorological phenomena of the hydrosphere and aerosphere in the earth systems, and only about 10% could be aware of the ecology and morphology of the biosphere in the earth systems, no students could be aware of the soil of the geosphere in the earth systems, and only few students could be aware of those related to the other five viewpoints by observing continuously without special viewpoints.