小・中学校における地学教育の現状と問題点

三 輪 洋 次*

Current Earth Science Education in Primary and Secondary Education in Japan

Yoji MIWA*

1. 小・中学校における地学教育の現状と問題点

1) 学習指導要領上の扱い

小・中学校における地学領域の学習指導要領上の扱いは以下のようにになっている。

[小学校]

小学校3年: 石と土・日なたと日陰

小学校4年: 流水の働き・自然界の水の行方

小学校5年: 天気と気温の変化・太陽と月

小学校6年: 星とその動き・土地のつくり

[中学校]

中学校1年: 身近な天体・惑星と太陽系

中学校2年: 天気の変化・日本の天気

中学校3年: 火山と地震・地層と過去の様子・地球と人間

2) 実施状況調査協力校の報告

文部省で教育課程の実施状況を調査するために指定した調査協力校からの報告書からの次のことがいえる。

[小学校]

(1) 各学年ごとの概要と考察

1. 第3学年

土の混じり方の違いや水のしみ込み方の違いを関係付けて考えることが難しいという指摘や条件を統一した実験を行なうことが難しいなど実験方法上の問題点についての指摘がある。また、温度計の扱いや読みとりが3年の児童では難しいという指摘がある。

2. 第4学年

流水の働きの削る、運ぶ、積もるの3作用を十分に区別できないという指摘がある。さらに水で崩れる砂山と豪雨災害を関係付けて考える児童がいるという報告がある。また、実験での水の三態と自然現象である気象現象を関係付けて考えることが難しいという指摘、水蒸気と湯気を区別することが難しいという指摘がある。

3. 第5学年

継続観察が中心になるため、天候に観察が左右されやすいという指摘や、天気と気温の関係付け、気温と太陽高度の関係付け、太陽と月の位置、見え方との関係付けが難しいという指摘がある。

4. 第6学年

空全体の星の動きを関係付けてとらえることや、地層の広がりを感じることが難しいという指摘がある。また、星の観察では、天候により観察が左右されたり、市街地では夜も明るく観察がしづらいという指摘もある。

[中学校]

中学校のはまだ報告がまとまっていないので、このように指導すると関心・意欲・態度が高まったり、科学的な思考が深まったりしたという指導の事例について述べる。

〈地球と太陽系〉

個別・班別指導を行なった。昼休みを利用しての太陽の継続観測を行なった。模型の自作・教室大の大型天球モデルの共同製作を行なった。シミュレーションの活用を図った。観測や実習結果を発表させた。報告書は図や絵、グラフ・表など生徒

* 文部省初等中等教育局 教科調査官

* Elementary and Secondary Education Bureau, Ministry of Education, Science, Sports and Culture

の自由な発想で構想させ表現力を高めた。VTRや大型プロジェクターなどの視聴覚機器を活用し、教室壁面にワイド投影した。家庭での天体観測の指導の手引きを配布した。太陽高度の日変化は大型透明半径を配って行なった。四季の変化の理解には地球の公転模型を使った。静止衛星の画像を用いて、夕闇せまる様子や夜明けの様子から地球の時刻を推察した。各種天文データから太陽系の広がりを考察した。

〈天気の変化〉

身近な気象の観察や観測を行ない、気温、湿度、気圧、風向、風力などの測定および観測の方法を身に付けさせると共に、これらが相互に関連していることを見いださせた。このような学習をもとに、霧や雲の発生、前線の通過に伴う天気の変化などより規模の大きい現象についてそれが起こる仕組みや規則性を理解させ、気象現象に関する科学的な見方を育てた。

〈日本の天気〉

継続した気象観測で達成感を得させた。スチロール水槽での雲の発生実験、雲の発生・消滅のビデオ。録画した天気予報や収集した天気図・雲画像の教材化を図ったところ生徒の関心・意欲・態度が高まった。

継続観測、雲の発生実験、自分が作成した天気図から身近に新たな現象を発見した。集めた天気図や雲画像を活用した課題研究・天気予報を行なった。このような指導をしたところ生徒の科学的な思考力が高まった。

〈大地の変化と地球〉

直接経験が困難な内容を VTR やコンピュータのシュミレーションなどを使用したり、身近な教材を活用したので興味・関心を高めた。

〈地層と過去の様子〉

スケッチという基本的な方法に効果があった。スケッチは観察力を増す。科学的な思考を高めるために自然現象と結びつけながら指導した。比較させながら共通点と相違点を明らかにした。

3) 国際数学・理科教育調査

IEA（国際教育到達度評価学会）の国際共同研究調査の一つである「第3回国際数学・理科教育

調査」（1994年、1995年実施）の日本国内結果に基づく中間報告から地学領域について抜粋する¹⁾。

〔小学校理科〕

①正答率が80%以上の問題。なし

②正答率が60%以上80%未満の問題。

・気温と降水量に関する問題

・山頂の雪に関する問題

「山のふもとで雪が溶けるときでも、山の頂上のほうでは雪が溶けないことがあるのはなぜですか。あなたの考えをのべなさい。」

③正答率が40%以上60%未満問題。なし

④正答率が40%未満問題。なし

〔中学校理科〕

①正答率が80%以上の問題。

・仮想惑星で生きられるか考える問題（論述）

②正答率が60%以上80%未満の問題。なし

③正答率が40%以上60%未満の問題。

・水の循環に関する問題

・地殻の変動に関する問題

・化石燃料に関する問題

・空気の組成に関する問題

・昼夜の出現に関する問題

・オゾン層の重要性に関する問題（論述）

④正答率が40%未満

・恒星の距離に関する問題

（小学校は正答率が60～80%，中学校は正答率が40～60%が多いことがわかる）

4) 野外学習の現状

野外学習の状況がどのようになっているか。筆者らが行なった調査を紹介する。

〔野外学習に対する教師の意識〕

中学校における野外学習の実態を探るために筆者らは平成2年度に東京都内の公立中学校666校の理科教師に対して質問紙法による調査を行なった²⁾。数字は%。

質問 1 野外学習についてどのように考えますか。

ア 大変必要と感じている 31.2

イ 必要と感じている 64.5

ウ あまり必要と感じていない 3.0

エ ほとんど必要と感じていない 1.3

質問 2 野外実習を実施していますか。

ア	できるかぎり実施している	6.7
イ	あまり実施できていないが何度かは実施した	57.3
ウ	一度も実施してない	36.0
(野外学習の必要性は十分感じている。しかし、野外学習の実施は十分ではない。)		
質問 5 野外実習ができない理由は何ですか。(複数回答) 数字は%。		
ア	必要と思わないから	0.3
イ	野外学習の適地がないから	56.5
ウ	日常的教育活動が忙しくて時間的余裕がないから	56.0
エ	野外学習の指導の手順が分からないから	4.8
オ	野外では生徒の掌握が難しい	26.1
カ	交通事情等で生徒の安全が心配だから	17.3
キ	他の教員の協力が得られないから	3.5
ク	その他	6.8
(野外学習の適地がない。時間的に余裕がない。これが野外学習ができない主な理由である。しかし、筆者らの調査によると東京都内でも各学校の近くに野外学習の適地があることがわかっている。筆者らは平成2年度に、具体的な野外学習の適地を明示した研究をまとめて発表した ³⁾)		
質問 3 野外学習はどのような形態で行なったらいいですか。(複数回答)		
a 授業中に行なう		
ア	生物領域と地学領域を分けて行なう	28.9
イ	第二分野として行なう	42.2
b 遠足や移動教室等授業以外に設定して行なう		
ウ	遠足の中で行なう	25.1
エ	移動教室の中で自然観察として行なう	54.8
オ	学年毎に半日程度で自然観察にでかける	19.6
(授業中に行なう場合は生物と地学を分けなくて第二分野として行なう。授業以外では移動教室の自然観察が多い。半日、あるいは1日として行なったらいいというのが約2割である。)		

5) 中学校における難教材

茨城県教育研修センターの吉田洋幸氏が茨城県の中学校の理科担当教員(66人)に生徒にとって理解が困難な内容を三点あげてもらったとき、地学領域であげられた内容は以下の通りである⁴⁾。

・天球	30
・太陽の日周運動	21
・方位	9
・金星・火星の満ち欠け	22
・湿度・露点・飽和水蒸気量	18

天体関係の指導は工夫を要するようである。

6) 理科離れ

理科の学習が好きか嫌いかの調査に基づき、学年進行で理科の嫌いな児童・生徒が増えていくという傾向が指摘されて、理科離れが議論されるようになった。この問題は他の教科との比較や過去と比べてどうかという議論が同時になされないと「理科離れ」とはいえない。中央教育審議会では「子供が学問的あるいは知的な関心を持って問題を真剣に考える姿勢が希薄になっているという『知離れ』といった現象が生じてきており」と表現している。

7) 以上の資料に基づいて問題点・課題をまとめてみると次のようになる。

(1) 野外観察・野外学習が十分でない。教室の中での地学が多い。地層の学習にしても、絵の説明での学習では空間概念を育成することはできない。小学校4年の流れる水の働きの学習でも、子供を近くの川に連れて行き川の働きを観察させるべきである。

(2) 気象観測と結びつかない二次情報だけの気象学習でなく気象観測をめざすべきである。

(3) 太陽の観測以外は、天体観測が夜間であるために教育課程に位置づけることが難しい。家庭学習とうまく連携する必要がある。

(4) 天球等の概念は理解が難しいので指導の工夫が必要である。

(5) 学習によって育つ能力、観察・実験によって身につくスキルを明らかにすべきである。野外学習によって子供にどのような能力が身につく、どのような観察能力・技能が培われ、どのような

自然の見方・自然観が身につくか明らかにすべきである。

II. これからの小・中学校における地学教育の在り方

1) これからの社会と科学技術振興

これからの社会は国際化、情報化、科学技術の発展した社会になるといわれている。国際化の波は学校に及んでいる。外国で生活する日本の子供も増えているが、日本の学校にかよう外国人の子弟も増えている。そこで異文化がもろに触れ合っている。また、情報化は教育のそして学校のありようを変えようとしている。科学技術基本法そしてそれに基づいて科学技術基本計画が策定され日本における科学技術の役割が明確にされた。このような社会にあつて地学教育がどのような役割を果たせるのか考える必要がある。

2) 地学教育の目指すもの

(1) 地学を学習することによって子供にどのような能力が育つのか。

野外学習が重要だと言われる。では野外学習によってどのような能力が身につくのか。小学校と中学校と高校の野外学習はどこがどのように違っていて、それぞれの校種でどのような能力が身につくことが期待されるのか。例えば、地層の広がり追究する中で身につく空間概念は地学でしか身につけられないものであるが、どのような段階でどのように学習すればよいか明らかにする。

気象の学習で気象要素の時間的継続観測、面的広がりのある観測等をもとにして、これに気象衛星画像、天気図、アメダス情報などの二次情報を加えて、以後の気象の変化を予測する学習で子供にどのような能力が育つのか。

天体の観測を継続的にある課題をもって行なう。観測することによって宇宙の構造がより深く理解され、場合によっては宇宙の構造の解明にある寄与をしたりすることもある。このような学習によって、子供にどのような能力が身につくのか。

馬場らは地学教育の目標・概念のまとめを行なっている⁹⁾が、ここでは目標の項目として資源産業、災害防災、環境教育、興味教養、人間教育、地球

理解、自然観、洞察力、創造性、科学する心、総合処理をあげ、基本概念としては、エネルギー物質、時間・空間、輪廻サイクル、歴史性、進化、構造、変化、曖昧さ、非可逆、非再現をあげている。これらの目標項目、基本概念は地学特有なものか。そうであれば地学の学習の意義がそこにあることになる。

野外学習の意義について筆者は次のようなものがあると考えている。

野外学習の意義は大きく二つにまとめれば、1. 教室の中にはない教材、自然のままの状態の教材を扱うことができること、2. 自然の事象に直接触れる体験学習であるので体験することによって獲得できる能力を育成することができること、ということになる。野外学習の意義をさらに詳しく分析してみると次のようになる。

[関心・意欲・態度]

- ①体験的な活動を通して、内発的な学習意欲を育て、真理を探究する意欲・態度を育成することができる。
- ②野外では、生徒が主体的に学ぶ必要があり、主体的に学ぶ意欲と態度を育てることができる。
- ③自然の営みをより深く知ることによって、自然を大切に自然を愛する心を培うことができる。
- ④自然の原理・法則を学び自然の偉大さを知るとともに、自然に対する畏敬の念を育成できる。
- ⑤体験的な活動を通して、みずみずしい感性を培い、豊かな人間性を育成できる。
- ⑥自然を直接観察することによって新たな発見があり、発見の喜びや感動を味わうことができる。
- ⑦自然の事象に触れ合う中で人間と自然とのかかわりについて思いを深めることができ、環境問題について考えることができる。
- ⑧体験活動が不足しているといわれているが、それを補うことができる。

[科学的思考・技能・表現]

- ①自然に対する見方・考え方を学ぶことができる。
- ②観察、測定、記録、表現など野外を調べる学習方法を習得できる。
- ③科学的な見方や考え方を育て科学の方法を身につけることができる。

〔能力〕

- ①自然の事象に問題を発見し自然を調べることによって解決しようとする問題解決能力を育成することができる。
- ②自然は生きており、多様で複雑であるが、そのような複雑な事象から共通性や規則性を見つけしていく帰納的思考能力を培うことができる。
- ③地層は膨大な時間によって形成されるものであり、広がりをもつものであって、時間・空間概念を培うことができる。
- ④無数の生物に接することにより生命概念を培うことができる。
- ⑤現在の事象から過去を推定し未来を予測することから予測・推論する能力を培うことができる。
- ⑥野外学習では個性を伸長することができる。

〔知識・理解〕

- ①直接体験であり、実物・本物に接する学習であるため、より深く自然を理解することができる。
- ②自然を観察している先行経験が、教室での学習における理解を深める。

(2) 地学の学習内容をどのような順序で学習したらいいのか。系統性、学習の順序性はどうか。子供の発達段階も考慮してどのような順序で学習することが最も効果的なのか。観察・観測・実験はどのような順序性があるのか。

(3) スキルとその系統性

地学の学習にともなう観察・実験・観測によってどのようなスキルが身につくのか。スキルの系統性と順序性はどのようなものか。

林・松川^⑥は観測結果の解釈難易度として①肉眼によって観察(観測)することができ見えたままに解釈すればよい。②遠方にあたり小さすぎたりするために望遠鏡や顕微鏡で拡大したり、温度計・湿度計などで定量化する。③広域から集めた多数の観測(観察)結果などを頭の中で空間的に再構成して全体を概観する。④機器を用いる。としているが、これらにしても各段階をさらに詳細に検討する必要がある。

(4) 到達目標の詳細な検討

各学年あるいは各学期、さらには各単元の学習の到達目標は何か。詳細に明らかにする必要がある。

る。学習指導要領もかつては、詳細な目標を多数あげていた時期があったが、到達目標は段階性、順序性、系統性を持ったものでなくてはならない。

3) 地学教育の今日的意義

今、地学教育の意義は次の中核科目としての役割にもある。

(1) 環境教育の中核科目として

環境教育の重要性が益々高まっている。これは中央教育審議会の答申の中にも項が設けられていることでも明らかである。環境教育で、今は地球レベルのグローバルな理解と実践が求められている。地学の学習内容はこれら環境教育の知的基盤を与えるものである。全ての地学の学習は視点をかえるだけで環境教育となる。中教審では「総合的な学習」のなかにも環境教育があげられている。このような扱いの環境教育においても基盤となるのは地学教育である。

(2) 防災教育の中核科目として

阪神淡路大震災が起きたこともあって、今防災教育が課題となっている。地学教育ははここでも知的・基礎的基盤となる。地震・火山の学習、気象災害・地震災害・火山災害・津波の学習を地域の実態に応じて行なう地質・地層の学習は住宅地の選定にも役立つ。防災教育は、「生きる力」あるいは「生きぬく力」にかかわるのである。

(3) 情報教育の中核科目として

情報化の波は次々に押し寄せている。学校は情報化の対応を迫られている。情報化もこれからネットワーク、インターネット系のマルチメディアが盛んとなる。今、情報を発信する情報発信能力が求められている。文部省でグローブという事業を行なっている。これは学校の周りの継続気象観測・生物調査の内容をインターネットを通じて世界に発信し世界の情報を受信するという事業で、21の中学校が参加している。このように発信する情報は実際に観測したデータや実験結果である必要がある。単なる情報のやりとりでなくその根元に直接データをとるという学習が必要になる。地質調査のデータにしても同じである。フィールドワークが根っこに必要である。この意味で地学が情報教育で果たす役割が大きいのである。

4) これからの小・中学校地学教育の在り方

(1) 基本は野外学習

地学はあくまでも野外学習を基本とすべきである。小学校、中学校の野外学習はどのような違いがあるか。ねらい、育てる能力、培うスキル、到達目標を明らかにした野外学習を行なう。

(2) 問題解決学習の重視

中教審の第一次答申で「生きる力」が示されている。「生きる力」は問題解決能力と深くかわる。地学でも大切にしたい。

(3) 校外施設の活用

校外にある施設を積極的に活用すべきである。天文台の大型望遠鏡、教育センターの電子顕微鏡等学校にはない大型最新の機器を活用する。また科学館、科学博物館等をうまく活用する。例えば、野外で化石を観察・採集できれば迫力があるが、科学博物館には量的に質的に優れた多数の化石が展示してある。これらをうまく活用する。また、最近できた博物館では例えばミュージアムパーク茨城県自然博物館や、千葉県立中央博物館など野外施設を併設していて小・中学校の野外学習に対応できるようになっているので、これらをうまく利用する。文部省では今、科学学習センターを市町村設けることを全国展開しており、これをうまく活用する。あるいは、大学、各種の研究所、企業等の施設なども利用すべきである。

筆者は文部省で発行している中等教育資料に校外学習・体験学習を14回にわたって連載した⁷⁾。

(4) コンピュータ等情報機器、ネットワーク

コンピュータを検索・計測・制御・シミュレーション等で用いることになっている。これからはネットワーク、インターネットとして活用することになる。外国の学校とインタラクティブ情報を発信・受信することができる。

(5) 探究活動・課題研究・自由研究

学習はできるだけ子供を主体とした探究活動・課題研究・自由研究とすべきである。教え込む学習はできるだけ避けたい。

(6) ディベート、プレゼンテーション、ロールプレイ

ディベートやロールプレイを取り入れた子供の

活動を主体とした学習を取り入れて授業を活性化。また探究活動等で調べたことはプレゼンテーションを工夫して発表させる。

(7) ティームティ칭ング

野外学習等では当然ティームティ칭ング (TT) になる。教室の授業でTTにすることによって子供は一人一人に応じた授業が受けられる。できればいくつかの課題が提示され子供が課題を選ぶ課題選択のTTとすべきである。この学習では一つの課題に一人の教師が指導することになる。

(8) 夏期集中授業等

学習は年間を通して均一にやる必要はない。ある学期に多めに学習してもいいし、夏期季に集中して学習してもいい。野外学習は授業にカウントして調整することも可能である。要は最も効果的に学習すればよい。授業も2時間続けて集中して行うなどすでに行なわれていることである。

(9) 地域の専門家、フィールドの専門家

フィールドには、そのフィールドの専門家がいます。その専門家を学校の講師として招く。地域の町の専門家でもいい。学校が活性化するとともに専門性の深い授業となる。また、文部省の事業でサイエンスボランティアという制度があり、大学や研究所の研究者が登録してあってボランティアで学校等に派遣できるようになっているのでこれをうまく利用することもできる。

注

- 1) 「小・中学生の算数・数学、理科の成績」第3回国際数理解科教育調査国内中間報告。国立教育研究所紀要第126号、国立教育研究所。
- 2) 「東京及び近郊の野外実習地の調査及び教材化(2)」平成2年度。東京都立教育研究所。
- 3) 「東京及び近郊の野外実習地の調査及び教材化(1)」平成元年度、「東京及び近郊の野外実習地の調査及び教材化(2)」平成2年度。東京都立教育研究所。
- 4) 「理科の教育」1992年2月号。
- 5) 馬場勝良ほか：地学は学校教育の中でどのように扱われてきたか。「地学教育」1994年1月号。
- 6) 林・松川：地学教育の目標の具体化—小中高校と拡大していく自然観—。「地学教育」1994年1月号。
- 7) 中等教育資料。文部省。
平成6年度 7, 8, 10, 11, 12, 2, 3月号。
平成7年度 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12月号。
平成8年度 6月号。