

地学教育

第46巻 第4号(通巻 第225号)

1993年7月

目 次

原著論文

地殻構造を求める実習に関する一考察……………加藤昌典…(127~136)

長崎県雲仙普賢岳の火山灰の教材化—小学校第6学年理科

「大地のでき方」の学習を通して……………小畑 功…(137~147)

地学リテラシーの育成……………下野 洋…(149~159)

学会記事(160~166)

紹介：槌田 敦著：環境保護運動はどこが間違っているのか(148)

伊藤吉徳著：間違いだらけのリサイクル「地球にやさしく」のウソ(148)

日本地学教育学会

184 東京都小金井市貫井北町4-1 東京学芸大学地学教室内

会費納入についてのお願い

本年度分の会費5,000円をご納入下さい。送金は、振替口座 東京6—86783をご利用下さい。

会費は、6月末ごろまでにご納入いただきたくよろしくお願ひいたします。印刷費の支払いや学会の活動に支障をきたしますのでご協力下されたく、また、会費の納入率が悪いと補助金の申請や決定にも関係しますのでお願ひいたします。

先般、開催した本年度総会において、細則の変更(会費の改定)が承認されました。本年度より正会員の会費5000円になりました。

平成5年度 日本地学教育学会評議員会 開催案内

標記の件につき、下記の通り開催致しますので、ご出席下さい。

当日は平成5年度全国大会(北陸大会)の前日です。大会にも引き続きご出席下さるようお願い致します。

記

- 日 時：平成5年8月17日(水) 午後3時～5時
会 場：金沢大学 教育学部 地学教室(金沢市角間町)
議 題：1. 平成5年度総会の報告
2. 平成5年度開催の常務委員会の報告
3. 平成5年度全国大会(北陸大会)について
4. 次年度以降の全国大会の開催地について
5. 日本地学教育学会学術奨励賞の報告
6. 評議員より全国各地の報告
7. その他

3 学会共催 第3回地学教育シンポジウム 「こうすれば生き生きしてくる地学教育」

日 時：1993年11月28日(日) 10:00～16:00

会 場：学習院百周年記念会館3F小講堂

テーマ：「こうすれば生き生きしてくる地学教育」

プログラム

- 1 開会行事・10:00～10:20
- 2 話題提供・10:20～11:20

「こんなところが難しい地学教育」

- 3 質疑応答・討論・11:20～11:50
- 4 実践報告

「こうすれば生き生きしてくる地学教育」

13:00～15:00

地質分野 天文分野

気象分野 生活科

5 総合討論 15:10～16:00

参加費 1000円

財団法人 下中記念財団

平成5年度(第32回)下中科学研究助成金

目的：この研究助成金は、学校教師の教育のための真摯な研究を助成し、その発展を願うためのものであり、平凡社の創業者である故下中弥三郎翁が生前その制定を念願した教育奨励賞の意味をもつものであります。従来は自然科学及び科学教育にかかわる研究を重視していましたが、広く教育にかかわる今日的課題を取り上げたものを期待します。

対象とする専門分野：自然科学部門：⑫理科教育、⑬地学・天文、その他部門：⑭教育一般、⑮特殊教育、⑯環境教育、⑰情報教育。(関係ある分野のみ)

応募資格者：全国小・中・高校の教師(教育センター、盲・ろう・養護学校等を含む)を対象とし、研究は個人であると共同であることを問いません。

金額：1件あたり30万円、30件を予定

申請手続き：財団事務局に送料120円の切手を添えて申請用紙を請求して下さい。申請書には記入要領を参照して必要事項を記入して下さい。

しめ切：平成5年12月10日(消印有効)

入選者決定：平成6年2月21日

〒162 新宿区市ヶ谷田町2—38

浜田マンション602号

財団法人 下中記念財団事務局

電話 03(5261)5688

第25回「東レ理科教育賞」についての記事を表3ページに掲載してある。

地殻構造を求める実習に関する一考察

加藤 昌典*

§ 1. はじめに

地殻構造を求める実習は、高等学校・地学「地球の内部構造」の単元における実習のひとつとしてよく取り上げられ、いろいろなデータを用いたものが見られる。しかし、この実習を行うにあたっては、地震学におけるさまざまな知識が前提となっている。

- ① 走時の意味、及び走時曲線の描きかた。
- ② 地震波は物質的境界に来ると反射、屈折すること。
- ③ 臨界面で境界に入射した地震波は、境界に沿って進むとともに常に上方に屈折波を放射すること。
- ④ その境界をモホロビッチの不連続面(以下「モホ面」と略す)ということ。
- ⑤ モホ面の存在により、走時曲線は2つの折れ曲がった曲線となること。
- ⑥ その折れ曲がった位置にあたる距離を交差距離ということ。
- ⑦ 交差距離以上の震央距離では、マントル上部を經由してきた屈折波の方が、早く到着すること。
- ⑧ したがって、地殻を伝わる地震波の速度より、マントル上部を伝わる地震波の速度の方が、大きいこと。
- ⑨ 交差距離及び2つの地震波の速度からモホ面までの深さ(地殻の厚さ)が計算できること。

等である。これらの知識を生徒に理解させるには、工夫が必要で時間がかかる。そこで、教科書などでは模擬的なデータを使っての解説や実習、または簡単な実習を兼ねた演習問題をのせてあるものが多い。これらの実習に使われるデータは、普通、単純な地殻構造モデルをもとにしたもので、走時曲線のグラフも誤差を考慮することなく描くことができる。また、折れ曲がりもはっきりわかるようにできている。

それに対して、少しでも実際の地殻構造に近づけるために、自然地震や人工地震のデータを用いている例も見受けられる。しかし、自然地震を用いているものは誤差が大きく、交差距離の位置を判断することが難しいようである。また、人工地震を用いているものは、きれいな

走時曲線が描けるのだが、誤差をさらに少なくするために、都合のよいデータのみしか使わなかったりと、問題点もかかえている。つまり、同じ目的の実習でも、誤差を見込んだ実習か否かで、教材に対する考え方が正反対となっている場合が見られるわけである。

実際のデータを使うことは、模擬的データのように与えられるだけのものと違って、出所がはっきりしている点で、生徒に目的意識を持たせることができる。しかし、実際のデータを使っての解析では、生徒ひとりひとりが違う結果になってしまい、自然の複雑さを強調する授業展開を行う必要がでてくる。模擬的なデータであれば、生徒全員が同じ結果となり、統一した理解が得られるという考え方もできる。どちらを使うかは、意見の分かれるところであろう。

ところで、実際の地殻構造というのは、教科書で説明されるような地殻—(モホ面)—マントルという水平2層構造にはなっていないのが普通である。たいてい、地殻が地震波速度の異なるいくつかの層に分かれていたり、モホ面などの境界面が傾斜していたりするものである。また、地域によってはデータに合う地殻構造のモデルが何通りも考えられ、結論のつかない場合もある。もちろん、これは震源が設定され、震源時も正確で、ほぼ直線状に観測点を配列させた人工地震のデータを使っての結論である。

このような事実を横において、単純な構造のみで実習させることは好ましくない。実習の結果に個人差が大きく出たとしても、むしろ他人との結果の違いに目をむけさせて、地下の構造を解析する難しさを知らせた方が、教える側としては謙虚だし、生徒にも本物にせまる地学を実感させられると思えるのである。

筆者はこのような考えから、やはり、生徒に実際のデータを使って地殻構造を求めさせたいと考え、人工地震のデータをできるだけオリジナルデータから変えることなく提示し、実習を行わせてきた。(文末資料参照) 本論文では、実習で使用しているデータの分析や、生徒の実習の結果を見ながら、地殻構造を求める実習の問題点を考えてみたい。

* 東京都立水元高等学校
1992年10月8日受付 1993年6月12日受理

§ 2. 地殻の厚さを求めることの難しさ (自然地震のデータについて)

走時解析の研究は、地殻や地球内部の地震波速度構造を知り、層構造の詳細を求めるために行われてきたが、この研究の成果は自然地震の震源決定にも利用されている。現在、気象庁で使われている標準走時表は、市川・望月(1971)、浜田(1984)によるもので、特に震央距離の近い部分は人工地震による速度構造の結果を重視して作られたものである。この標準走時表は深さ1000kmまでの地震波速度を、厚さ0.5kmごとに決め、任意の震源の深さ、任意の震央距離に対して理論走時を与えたものである。自然地震の震源を求めるには、震源の位置をある一点に仮定した時に、その地震の実際の走時曲線と標準走時表による理論走時曲線との誤差が最小になるような震源の位置を計算させることになっている。これは気象庁に限らず、他の機関の震源カタログでも、使用する速度構造は違っても、考え方として同じ方法で震源決定を行っている。少なくとも、水平2層構造を用いているところはないであろう。すなわち、自然地震の走時曲線は交差距離において折れ曲がる2本の直線と見なす

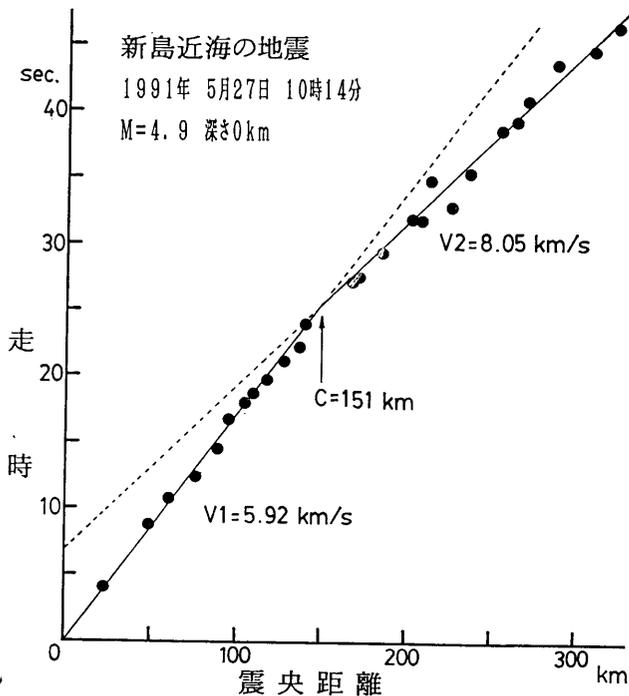


図1 自然地震のP波の走時曲線の例〔1991年5月27日…新島近海 ($M=4.9$)〕

ことは難しいといえるわけである。

教材として自然地震の例をさがすには、やはり、震源の深さが0kmである方がよい。しかも、ある程度たくさんデータを期待するには、マグニチュード(M)の比較的大きいものの方がよいことは明らかである。さらに震源があまり内陸から離れていては震央近くに観測所がないので、震央距離の近いところではデータがないことになる。このような観点で気象庁発行の「地震月報」をさがしてみると、条件に合う地震は少ない。

最近のもので、1991年5月27日に発生した新島近海の $M=4.9$ という地震が条件を満たしているので、図1にP波の走時曲線を載せる。これには、地殻構造を求めるという意味から、概ね北の方にある観測所、つまり関東地方にある観測所のデータしかプロットしていない。また、P波の位相が明瞭でないものも省いてあるが、データを作為的に選ぶということはしていない。

図に描いた実線は、だいたいの交差距離の位置を目で検討をつけて定め、直達波の速度 $V1$ と屈折波の速度 $V2$ を最小自乗法で決めた結果によるものである。直達波の走時は直線にうまく乗っているように見えるが、屈折波の方はばらつきが多い。このようなデータを使うことは、生徒に直線を引かせた場合の個人差につながる所以要注意である。また、図では直線が補助の役目をして、2直線で表現できるように感じるが、データをプロットするところから実習させた場合、生徒に交差距離を判断させることはなかなか難しいであろう。それよりも、曲線と判断する生徒も出てくるのではないと思われる。実はその方が正しいのであって、もともと震源を決定するための標準走時表は曲線となるものである。それに一番合うように震源が決められるのだから、曲線になって当然だといえる。つまり、自然地震のデータを実習で使用することは、地殻構造を理解させる上には問題が大きいと思われる。

ところで、モロロピッチが彼の名のついた不連続面を発見するもとなったデータは、1909年10月8日に起こったザグレブ付近の地震の走時曲線である。この発見は震央距離の大きいところでの観測波形で、P相、S相の間にある別の相の存在が元となっている。彼はこれを、現在で言うところの直達波が屈折波に遅れて、後続波として出てきたととらえたわけである。よって、震央距離の大きいと

ころでの初動が別の波(屈折波)と考えれば, ある場所で折れ曲がるような走時曲線とすることができる。もちろんこの考えに至るには, 地下に水平の不連続面があるだろうとの予想をしていなければならないわけである。80年以上も前の観測なのだから, データの精度も今日とは格段に差があるし, 自然地震からのこの発見は彼の洞察力以外の何物でもない。

§ 3. 教材に使ったデータと実習について

この教材に使ったデータは, 主に近畿地方北部の地殻構造を決めるために, 1963—64年に鳥取県から岐阜県にかけて行われた, 「第1回倉吉爆破」, 「第2回倉吉爆破」, 「花房爆破」の内, 最初のものである。〔爆破地震動研究グループ(1966)〕人工地震の爆破は, 西から東に向かう側線で倉吉爆破, 東から西に向かう側線で花房爆破が行われた。後でもふれるが, モホ面が傾いている場合もあるので, 両側からの走時解析が必要なのである。また, データが30年近く前のものなので, 古い印象を受けるが, 爆破による地殻構造の研究は1950年代終わりから1970年代はじめにかけて精力的に行われ, ある程度の結果が出たと思われる。それ以降, 大規模な地殻構造研究はさほど数多くないのである。これらの爆破の中でも, 倉吉・花房のものは明瞭な記録が得られたものとして知られている。図2にその走時曲線を載せる。

教材化するにあたって, オリジナルのデータに対し, 次の点で手を加えた。

- ・時計の精度は100分の1秒あるのだが, あまり細かくしても生徒の行うグラフ解析には意味がないので, 10の1秒の数値にした。
- ・爆破時刻を決めるために, 倉吉において数点の観測点があるが, そのうち1点だけを選んだ。これは, 走時曲線が原点を通ることを促すためである。
- ・震央距離は地形図から計算できるので1m精度で出ているが, これも0.1km単位の数値とした。
- ・密着には観測点などの海拔を考慮するべきであろうが, 高低差の最大はほぼ400mで, 側線の長さ約300kmに対して0.13%であるので無視した。モホ面までの深さに対して1~2%程度なので, 影響はほとんどない。

実習の手順は次の様である。

- ① 発震時(観測点に地震波が到着した時刻)と震源時(爆破時刻)から走時を計算する。(走時のデータが直接出ている実習を行うものが教科書や市販のワークノ

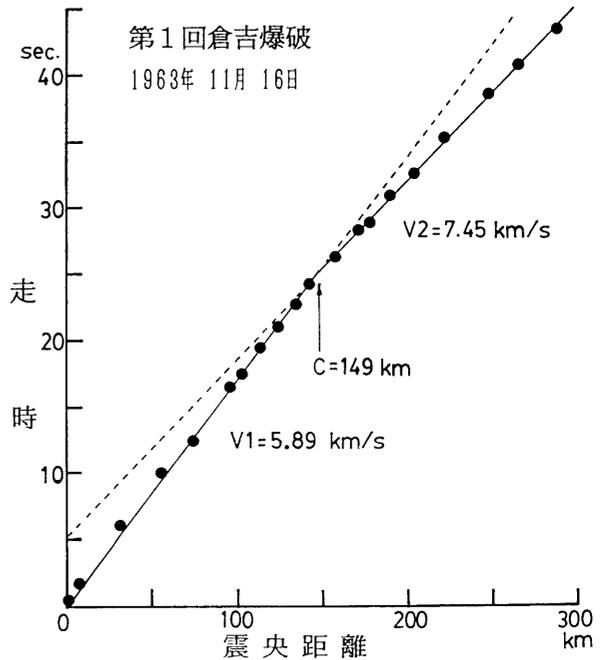


図2 教材に使った人工地震の走時曲線

ート等に多い。また, 中には「走時」という言葉を使っていないものもあるが, 走時の意味をよく理解させる上でもこの単純な引き算を入れた方がよいと思われる。)

- ② グラフに走時と震央距離のデータをプロットする。
- ⑧ 横からグラフを見て折れ曲がりの位置を判断する。(ここで生徒各人の判断の差が出てくる。)
- ④ 平均的な走時曲線を2つの直線で引く。(この過程でも生徒によっていろいろやり方が見られるが, 合理的な方法を考えだす生徒も出てくる。)
- ⑤ 直達波の地震波速度と屈折波の地震波速度を計算する。(グラフから目盛りを読み取ることを考えればたいした計算ではないが, 屈折波の方は工夫が必要となる。)
- ⑥ 交差距離をだして, モホ面までの深さを計算式にあてはめて計算する。(この計算は平方根が入るので電卓でやらせるとよいだろう。)

§ 4. 客観的に実習をやるとどんな答えが出るか

この実習をやるとき, 走時曲線を描く際, 生徒に指示したテクニックに次のようなことがある。繰り返しにな

る部分もあるが、一応記しておく。

- ・グラフを原点の方から横にながめてやると、折れ曲がりの点が判断しやすくなる。
- ・そこを境目にして、震源に近い方の走時曲線（直線）

を平均的に引く。平均的とは引いた直線の両側にプロットした点がほぼ半分ずつになること。

- ・そのとき、原点を通ることを忘れずに。
- ・次に震源から遠い領域の走時曲線（直線）を平均的に引く。

折れ曲がる位置の観測点の間	交差距離 (km)	直達波の速度 (km/s)	屈折波の速度 (km/s)	計算される地殻の厚さ (km)	理論と実際の適合度AIC
5-6	102	5.70	7.01	16.4	-34.90
6-7	113	5.77	7.07	18.0	-37.57
7-8	122	5.80	7.14	19.6	-41.81
8-9	128	5.82	7.20	20.8	-44.35
9-10	136	5.85	7.28	22.4	-47.04
10-11	141	5.87	7.34	23.6	-48.16
11-12 ★	149	5.89	7.45	25.5	-49.36 ★
12-13	156	5.92	7.52	26.9	-46.94
13-14	158	5.94	7.50	26.9	-44.57
14-15	169	5.98	7.65	29.2	-38.13
15-16	167	5.99	7.55	28.3	-35.80
16-17	180	6.03	7.72	31.5	-24.40
17-18	208	6.08	8.46	42.1	-16.83

表1 交差距離を変化させたときの地震波速度、地殻の厚さ、及び実際のデータとの適合度 (AIC)

観測点番号	震央距離	観測走時	理論走時		V1(1-11)	
			V1	V2	回帰分析の結果:	
1	0.5	0.1	0.08	5.34	Y 切片	0
2	7.8	1.8	1.32	6.33	Y 評価値の標準誤差	0.295
3	32.3	6.0	5.48	9.62	R 2 乗	0.998
4	56.4	9.9	9.57	12.85	標本数	11
5	73.5	12.7	12.47	15.15	自由度	10
6	96.3	16.5	16.34	18.21		
7	102.8	17.5	17.44	19.08	X 係数	0.1696
8	114.4	19.5	19.41	20.64	X 係数の標準	0.0009
9	124.6	21.0	21.14	22.01		
10	134.5	22.7	22.82	23.34	V2(12-20)	
11	142.5	23.8	24.18	24.42	回帰分析の結果:	
12	158.5	26.3	26.89	26.57	Y 切片	5.277
13	171.1	28.4	29.03	28.26	Y 評価値の標準誤差	0.270
14	177.6	28.9	30.13	29.13	R 2 乗	0.998
15	189.6	31.1	32.17	30.74	標本数	9
16	204.5	32.7	34.70	32.74	自由度	7
17	224.8	35.4	38.14	35.47		
18	247.2	38.8	41.94	38.48	X 係数	0.1343
19	265.0	41.0	44.96	40.87	X 係数の標準	0.0021
20	288.6	43.7	48.97	44.04		

AIC -49.36

交差距離 149 km
 直達波の速度 5.89 km/sec
 屈折波の速度 7.45 km/sec
 地殻の厚さ 25.5 km

表2 水平2層構造を仮定したときの回帰分析による解析結果

・2つの直線の交点を交差距離とする。

この中で、生徒にとって難しいのは、プロットした点に対して平均的な直線を引くことであろう。当然目で検討をつけて引くのであるが、戸惑ってしまい、思い切って線を引ける生徒は少ない。

そこで、この操作を客観的にやったらどうなるか、表計算ソフトを使ってパソコンでやってみた。観測点が20個あるが、その観測点の各間に屈折波の到着点（交差距離）があるとして、それぞれ回帰分析により直達波と屈折波の速度を求める。それによって、理論走時曲線を引いてみて、実際のデータとどの程度合うか評価してみるわけである。

回帰分析なので、誤差は標準偏差で比較できるが、この場合、2つの回帰分析を合わせているという特殊な場合なので、理論と実際の適合度を考えることにした。適合度の比較は、理論曲線を決めるときのパラメータの数を考慮して、AIC (AKAIKE's Information Criterion) の値で行うことにした。[AICについてはやさしく解説したものとして、たとえば、鈴木 (1991) がある。] 表1にその結果を示す。★の印のついたところが理論走時曲線と実際のデータとの適合度が一番よかったところである。つまり、観測点11と12の間に交差距離があると仮定して水平2層構造を考えたときが、実際の観測走時と一番よく合うという結果である。経験から言うと、走時曲線を見慣れたものにとっては、このような算定は、客観的な方法でやると、見目で交差距離の検討をつけてやったものとは、さほど差が生じない。しかし、生徒は走時曲線を描くことには慣れていないので、実習のさまざまな過程で個人差が生じてくるであろう。

表2に観測点11と12の間に交差距離が

あると仮定したときの回帰分析の結果, 理論走時等の計算の結果を載せておく。V1を決めるための回帰分析では原点を通ることを条件とし, V2ではその条件は入れていない。よって, Y2切片の5.277秒というのが原点走時となる。理論走時と観測走時とを比べてみると, 観測点1から11までV1の方によく合い, 観測点12から20まではV2の方に合っていることがわかる。図2の走時曲線のグラフにおいて, 実線が理論走時によるものである。図1の自然地震のものに比べると, 屈折波の方のばらつきも少なくなっており, 人工地震のデータがいかに誤差の少ないものであるかがわかるであろう。これは, 自然地震のように推定された震源からの距離, 時間のデータではなく, 爆破点をはっきり決まっておき, 爆破点近くでの観測によって, 爆破時刻が正確に求まるからである。

§ 5. 近畿地方北部の地殻構造について

実習では, 地殻構造を地殻, マントルの水平2層構造として解析を行っている。しかし, 前にも述べたようにこのような構造にはなかなかならないのが事実である。ところで, 実習で使ったデータのもとになっている人工地震の解析結果として, 近畿地方北部の地殻構造はどのようになっているのだろうか。

橋爪・他(1966)は, 2つの地殻構造モデルを示し, どちらも可能性があるととしている。図3(A)はその内のひとつ(Model I)である。地震波速度が5.5km/sの表層の下は, 6.1km/sの層と6.4—6.6km/sの層に分かれる。モホ面の下は8.0km/sで, モホ面の深さは倉吉付近で38kmとなっている。図3(B)はもうひとつのモデル(Mode II)である。上層はほぼ同じであるが, その下は7.4—7.5km/sと8.0—8.2km/sの層に分けられる。前者の上面をモホ面と考えると, 深さが倉吉付近で25km, 後者の上面をモホ面と考えると深さは50km位になる。いずれにしても, この地域でのモホ面ははっきりした不連続面ではない可能性も考えられる。

さて, 同じ倉吉—花房側線で, 1970年11月21日に第3回倉吉爆破が行われている。前回の爆破とこれを合わせる形で, この地域の地殻構造が再度解析されている。[YOSHII *et al.* (1974)] この結果を図3(C)に示す。上層の方は数字が若干違いがほぼ等しい。モホ面は倉吉付近で30km位かそれより少し大きい。モホ面下は7.79km/sとなっている。また, この図中の破線で示したモホ面と7.92という速度は, 橋爪らと同じデータを使って再解析した佐々木らのモデルである。[SASAKI *et*

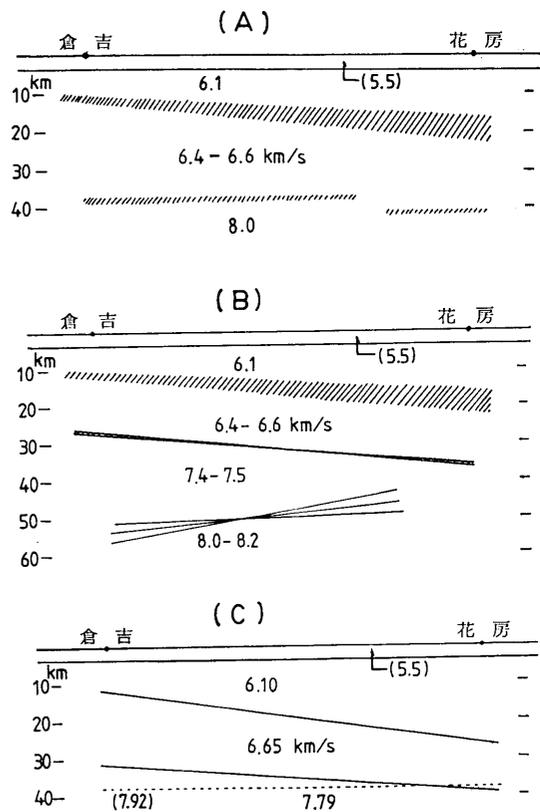


図3 近畿地方北部の地殻構造モデル [A, Bは橋爪・他(1966)による。CはYOSHII *et al.* (1974)による。]

al. (1970)]

結局, この地域では人工地震の結果, 質のよいデータを得ることはできたが, それを説明できる統一した地殻構造のモデルを決定することができないと見てよいだろう。強いて言うならば, モホ面の深さは30—40kmの間にあるとするのが妥当なところであろうか。客観的に求めた25.5kmは少し小さな値となっている。しかし, 実習でのデータは片側線しか使っておらず, モホ面が傾斜している場合は水平のものとは異なる走時曲線となるので, 考慮する必要がある。図3(C)のモデルからモホ面のだいたいの傾斜は8°位と読み取れる。これから屈折波の真の速度を求めてやると, 8.44km/sとなり, モホ面までの深さは31kmと計算される。

最後に, モホ面の深さを他の方法で決めた結果を参考までに紹介しておく。重力異常分布を使って地殻構造を決めることができる。これに爆破地震動研究グループによる走時曲線とを合わせて説明できるモデルが考えられ

ている。〔KANAMORI (1963)〕これによると、近畿地方北部のモホ面の深さは30~34kmとなる。また、地震の表面波であるレイリー波の位相速度を使っても地殻の厚さを求めることができる。それによると、27~33kmとなる。〔KAMINUMA (1966)〕これら3つの結果に対して、吉井 (1979) はあまりよい評価を与えていない。しかし、彼が重力異常と地殻熱流量を組み合わせて作ったモホ面までの深さの図でも、近畿地方北部はほぼ30kmとなっている。そして、その図は爆破地震で推定されたモホ面の深さと、全体的によく一致するとのことである。

§ 6. 生徒の行った結果

94名の生徒の行った実習の結果を図4に載せる。

まず、直達波(V1)の速度は6割余りの生徒が5.85~6.05km/sとしている。客観的に出したものも5.89km/sであるから、なかなかよい結果と見ていだろう。また、全体のばらつきも少ない。ただし、図3を見るとわかるが、この地域では一番上に5.5km/sの表層が考えられている。その影響か5.89という数字は、いささか小さな値といえる。

次に屈折波(V2)の速度であるが、これは実にばらつきが多い。7.5~7.7km/sのあたりが多いようであるが、下は6.9km/sから上は8.6km/sまで幅が広い。

地殻内には、地域によって地震波速度の変化する深さがあり、この境界をコンラッドの不連続面と呼んでいる。この不連続面が存在する場合、折れ曲がりか2箇所ある走時曲線となる。そこで、交差距離として震央距離の近い方の折れ曲がりを採用したとすると、コンラッド面をモホ面として見ていることになる。また、交差距離として震央距離の遠い方の折れ曲がりを採用すると、モホ面が見いだされるはずである。図3のモデルがどれも可能で、しかもコンラッド面とモホ面のどちらも採用できる可能性を考えると、屈折波(V2)の速度は計算上6.4~8.2km/sの幅になる。ばらつきが大きくなるのは、やむを得ないかもしれない。

交差距離は見方によって少し変わってくる。生徒の結果でも150~180kmで7割余りとなっている。ただ、頻度分布は山型で、見方が生徒によって二つに分かれるなどという結果にはならなかった。悩んで引いた直線の交点がたまたま160km付近にばらついたと見てよいのではないだろうか。しかし、交差距離が30km違えばV1, V2の速度が同じでも、モホ面の深さ

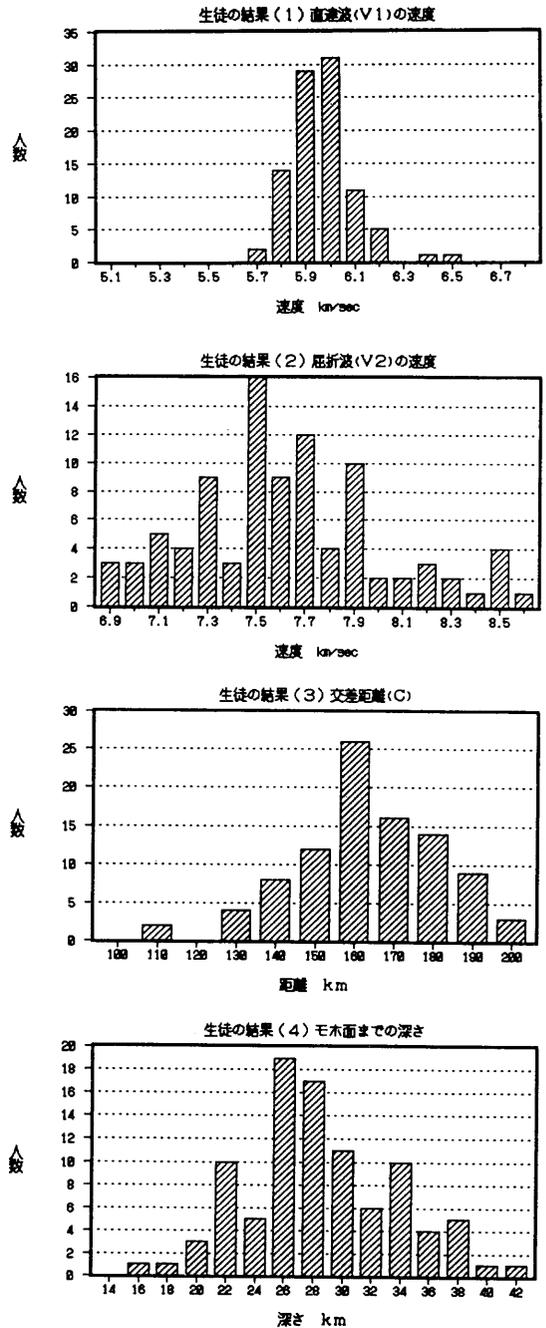


図4 生徒の実習した結果(数値別の頻度分布)

は4~5km違ってくるので、結果に響いてくる。

結果としてのモホ面までの深さでは、25~35kmに7割弱が集まっている。浅く出てしまった生徒はコンラッ

下面を検出した可能性が強い。また、前章にも述べたが、モホ面が倉吉から花房に向かって下のように傾斜していることを考えれば、この結果から深さをもう少し大きく見積もってもよいから、あながち悪い結果ではないだろう。

実習のまとめでは図3の提示と、境界が傾斜しているときの影響についても説明することが有効である。モデルが複数あるということは、それだけ実際の地球内部が複雑であることを物語っているし、生徒同士の結果の違いも、自分の結果に近いモデルを見つけるという作業を行えばある程度自己評価できる。誤差のない模擬的なデータを使うと、結果が合っているか、違っているかで評価できてしまうので、地殻構造も単純であると勘違いしやすい。実習の前の生徒の心理としては、きちんとした答えの出るもの、きちんと直線の引けるもの、計算の有効桁など考えなくてもよいものなどを求めるであろう。しかし、事前に、ひとりひとり違う結果が出てくること、本物のデータには誤差はつきものであること、などを生徒に知らせておくと、友達同士で結果を比べあって評価し合う姿が見られる。加えて、細かい作業と計算をやり終えた満足感が生徒の顔に見いだせる。また、一歩踏み込んで、水平3層構造の可能性や、地震波速度が深さとともに連続的に変化する可能性(文字どおり走時曲線となる)の検討や討議をする余裕があると理想的である。しかし、時間的な面などを考えると、ここまで踏み込むには工夫が必要である。

§7. まとめ

地学では実験室で再現できない現象を数多く対象としている。それだけに、実習等を行う場合、実際にとられたデータを使いたいと考える。地殻構造を求める実習の場合、自然地震のデータでやろうとすると誤差が目立ってうまい結果が期待できない。また、人工地震のデータは誤差は少ないが、実習の目的である水平2層構造で解釈しようとする、結果にばらつきが生じてしまう。それに対して、模擬的データをてしらえて実習させると、生徒全員が同じ結果を出すことができる。しかし、実際の地殻構造は人工地震のデータが物語っているように複雑なのである。その事実を生徒に知らせることは大切なことであり、その点で人工地震のデータを用いることは意義があると思われる。

実習の結果のばらつきを解釈するには、水平2層構造に固執することのない授業展開を工夫していく必要がある。基本的には

① 地球表層は、大局的には水平2層構造であることを

おさえる。

- ② 水平2層構造を仮定して走時曲線の描き方、見方、解析の仕方をおさえる。
 - ③ 実際のデータで走時解析を行う。
 - ④ 仮定した構造とデータの合わないところはどこか。そして、どんな構造であればよいのか考える。(いくつかの構造を例示する)
- というような展開が考えられる。

今後は授業の展開について、さらに細かく検討していくこと、実習の方法について後続波をデータに盛り込むことの可能性を検討することが課題となるだろう。

文献

- 橋爪道郎・川本整・浅野周三・村松郁栄・浅田敏・玉城逸夫・村内必典, 1966: 第1回, 第2回倉吉爆破および花房爆破観測より得られた西部日本の地殻構造・第2部: 地震2, 19巻, 125-134.
- 浜田信夫, 1984: 近地地震用走時表の検討: *Pap. Met. Geophys.*, vol. 35, 109-167.
- 市川政治・望月英志, 1971: 近地地震用走時表について: *Pap. Met. Geophys.*, vol. 22, 229-290.
- KANAMORI, H., 1963: Study on the crust-mantle structure in Japan. Part 2: *Bull. Earthq. Res. Inst.*, vol. 41, 761-779.
- KAMINUMA, K., 1966: The crust and upper mantle structure in Japan. Part 2: *Bull. Earthq. Res. Inst.*, vol. 44, 495-510.
- SASAKI, Y., S. ASANO, I. MURAMATU, H. SHIMAMURA and T. ASADA, 1970: Crustal structure in the western part of Japan derived from the observation of the first and second Kurayosi and the Hanabusa explosions. Part 2: *Bull. Earthq. Res. Inst.*, vol. 48, 1129-1136.
- 鈴木義一郎, 1991: 先を読む統計学: 講談社(ブルーバックス)
- 爆破地震動研究グループ, 1966: 第1回, 第2回倉吉爆破および花房爆破観測より得られた西部日本の地殻構造・第1部: 地震2, 19巻, 107-124.
- YOSHII, T., Y. SASAKI, T. TADA, H. OKADA, S. ASANO, I. MURAMATU, M. HASHIZUME and T. MORIYA, 1974: The third Kurayosi explosion and the crustal structure in the western part of Japan: *J. Phys. Earth*, vol. 22, 109-121.
- 吉井敏尅, 1979: 日本の地殻構造: 東京大学出版会 (*UP Earth Science*).

モホ面までの深さ(地殻の厚さ)を求める NO. 1

1963年11月16日、鳥取県倉吉市で行なわれた人工地震観測のデータを用いて、近畿地方北部の地殻の厚さを(モホ面までの深さ)を求めてみよう。

人工地震を起こすためのダイナマイト爆破が行なわれた所は下地図の×印である。観測点は臨時のもので、ほぼ東西、直線上に20ヶ所並んでおり、それぞれの観測点で良好な記録が得られた。P波の到着時刻を使って走時曲線を描き、モホ面までの深さを計算してみる。

方法

1. データ表中の、各観測所ごとの走時を計算して表に記入する。

$$[\text{走時}] = [\text{P波の到着時刻}] - [\text{爆破時刻}]$$

たとえば、K2 Misasa では $2.3 - 0.5 = 1.8$ 秒 (1時07分はすべて共通)

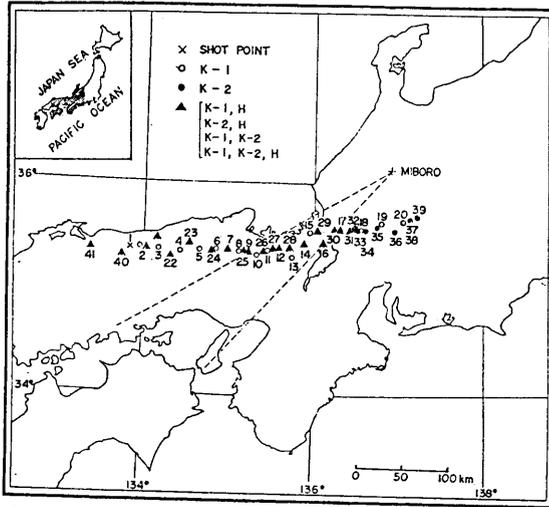


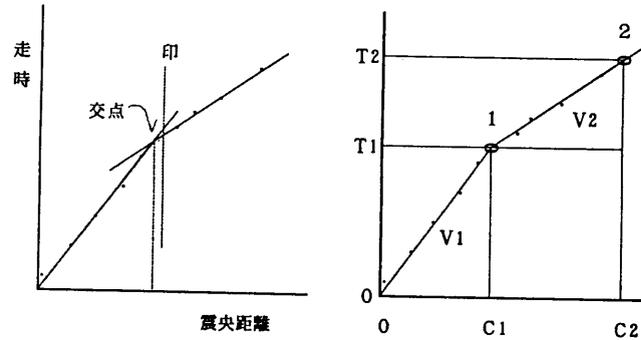
Fig. 3. Observation points for the first and second Kurayosi and the Hanabusa explosions.

K-1: the first Kurayosi explosion, K-2: the second Kurayosi explosion, H: Hanabusa explosion. Dashed lines show A and B profiles of Miboro explosions.

(爆破地震動研究ガレージ, 1966 より)

2. グラフに走時曲線を作成する。

- グラフの横軸に震央距離、たて軸に走時をとる。
- データ表の数字から、グラフに点を打っていく。
- 各点にばらつきはあるが、折れ曲がっている所を見つけ、印をつける。(グラフの紙面に顔を近づけて、原点の方からのぞくようにすると検討がつけられる。)
- 原点に近い方の(直連波をあらわす)点に平均的な直線を引き。(目検討で)
- 原点に遠い方の(屈折波をあらわす)点に平均的な直線を引き。(目検討で)
- 2つの直線の交点にあたる距離を交差距離としなさい。



3. 地震波の伝わる速度を算出する。

- 右上図において、 T_1 、 T_2 、 C_1 (交差距離)、 C_2 をグラフから直接読み取る。
- 次の式から、直連波の速度 V_1 、屈折波の速度 V_2 を計算する。

$$V_1 = \frac{C_1}{T_1} \quad V_2 = \frac{C_2 - C_1}{T_2 - T_1} \quad \text{単位は [km/秒]}$$

4. 次の式を使ってモホロビッチの不連続面までの深さを D を計算する。(電卓を使うとよい。)

$$D = \frac{C_1}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}}$$

データ表 … 人工地震による調査 …

NO. 2

爆破時刻 (震源時) : 1963年11月16日 01時 07分 00.5秒

観測地	震央距離	P波の到着時刻	走 時
		01時07分	(秒)
K1 Kurayosi	0.5km	00.6 秒	
K2 Misasa	7.8	02.3	
K3 Kawahara	32.3	06.5	
K4 Wakasa	56.4	10.4	
K5 Sekigane	73.5	13.2	
K6 Wadayama	96.3	17.0	
K7 Yakuno	102.8	18.0	
K8 Hukutiyama	114.4	20.0	
K9 Kajiya	124.6	21.5	
K10 Ankokuji	134.5	23.2	
K11 Yatuai	142.5	24.3	
K12 Nadasho	158.5	26.8	
K13 Asiu	171.1	28.9	
K14 Simonegori	177.6	29.4	
K15 Mikata	189.6	31.6	
K16 Kaizu	204.5	33.2	
K17 Tutikura	224.8	35.9	
K18 Tanikumi	247.2	39.3	
K19 Miyama	265.0	41.5	
K20 Mugi	288.6	44.2	

下の図は、人工地震で得られた記録を震央距離の近い順にならべたものである。これは、地震波の伝わる速度を6km/sと仮定すると、たて一直線に並ぶように作ってある。よって、下の方の遠い観測点では、下層の速度の大きいところを通ってくるので、早めに到着している様子がわかる。

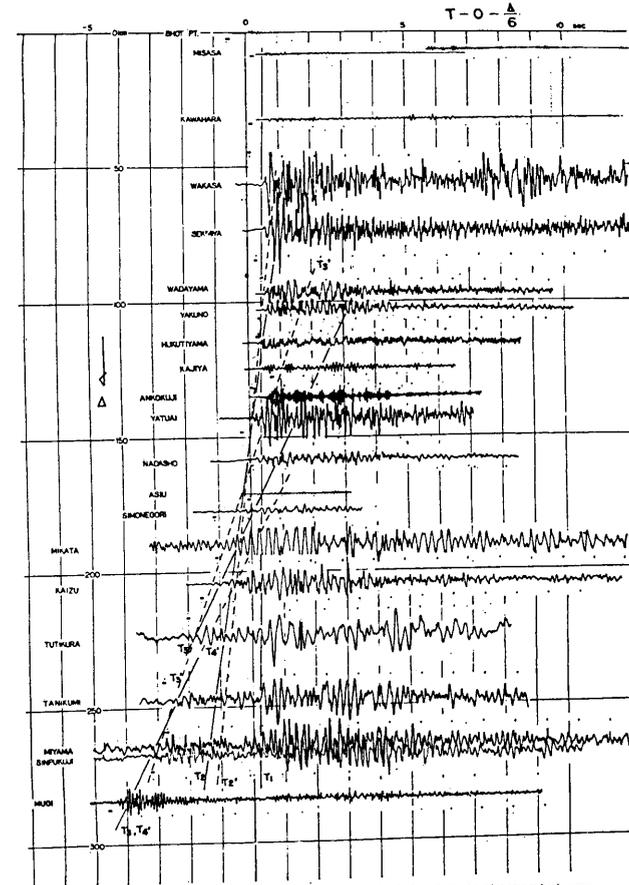


Fig. 4. Seismogram for the first Kurayosi explosion. T, T', T'', etc. are given in the text. Small number near each seismogram is time in sec for respective seismogram. Seismogram at Mugi should be shifted to right by about 0.5 sec.

(帯爪5, 1966より)

加藤昌典：地殻構造を求める実習に関する一考察 地学教育 46巻, 4号, 127~136, 1993.

〔キーワード〕 地殻構造, モホ面, 走時曲線, 人工地震, 高校生

〔要旨〕 地球表層部を水平2層構造と仮定して, モホ面までの深さを求める実習に対して, 人工地震のデータを用いた教材を作成した。人工地震のデータは, 自然地震のものより格段にデータの質がよいことを比較して示す。この実習から推定される地殻構造について, 客観的に解析した結果, 生徒の出した結果, 地殻構造の研究者らの解析した結果を比較検討した。また, 地殻構造は元来複雑であり, 単一のモデルで説明するには無理があることを示す。

Yoshinori KATOH; A Study on Teaching Material for the Determination of Crustal Structure.
Educat. Earth Sci., 46(4), 127~136, 1993

長崎県雲仙普賢岳の火山灰の教材化

— 小学校第6学年理科

「大地のでき方」の学習を通して—

小畑 功*

I はじめに

熊本市立小島小学校は熊本市西部にあり、海に近く、島原湾を隔てて島原半島が間近に見られる。もちろん、雲仙普賢岳の様子がよく分かる場所である(第1図参照)。また、正門脇には寛政4年(1792年)の眉山大崩壊による小島付近での多数の犠牲者を供養する塔(石碑)が見られる(写真1参照)。



第1図 熊本市立小島小学校の位置

ところで、文部省の新学習指導要領で第6学年の大地のでき方に火山分野が再び加えられたことは大変興味深いものである。その記述は「イ地層は、・・・や火山噴火などによってでき」「ウ堆積岩と火成岩とは粒の样手に違いが見られること」などである。

昭和33年(1958)からの学習指導要領では第5学年に地層、第6学年に火山と火成岩があったものが昭和54年(1979)からの指導要領では地層が第6学年に、火山と火成岩は中学校にそれぞれ精選され、学習内容が盛り上がっている。特に火山と火成岩がこのとき中学校に移行しているのは小学校でマグマを教えることの難しさからと聞いている。それがまた今回、平成元年(1989)の新小学校学習指導要領で加えられている。

その理由として「地域の実情に即し、地域の自然を生かした指導……」が重視されてきて、身近で堆積岩(地層)の観察が難しく、火成岩が多く見られる地域を配慮

していることと思われる。

また、昭和58年三宅島噴火、昭和61年伊豆大島噴火、同年北海道十勝岳噴火、平成元年静岡県伊東沖海底火山噴火、そして平成2年11月17日から現在まで対岸の長崎県雲仙普賢岳の活動など住民が避難する火山噴火が起きていることも無関係ではないであろう。

火山灰について、大日本図書(教科書)では資料として鹿児島湾付近を噴出起源とするものを紹介している。これは始良 Tn 火山灰(AT)とよばれ熊本県では熊本空港から阿蘇山周辺で観察できる。この火山灰にはバブルウォール型という特徴のある火山ガラスが多量に含まれており、約2万1千年~2万5千年前(町田・新井:1992)の噴出物であることが分かっている。近年この火山灰層およびアカホヤ火山灰(Ah)が地層の年代を決める鍵層として貴重になってきている。詳しくは、熊本市地学教育サークル(1990)を見ていただきたい。

しかし、いずれも県外の現在では見ることのできない火山の火山灰である。そのため、小学校で教材とするにはやや無理がある。

平成3年6月3日午後4時半ごろ、普賢岳の大火砕流にともない本校付近も相当量の火山灰が降ったことは児童の記憶に新しい(写真2~5参照)。

この火砕流による熊本市周辺の降灰量は第2図(これは渡邊との共同研究であり、未公表の資料である。)に禁す通りで、小島小付近では1㎡当たり377g、最も多いところでは南熊本の1㎡当たり562gであった。(なお、降灰時は雨が激しく降っており、この降灰量は少なめの備を禁している。)

降灰の分布域を第3図、第4図に表した。第3図より熊本市でも小島周辺およびそれより東に延びた市街地に極端に多く降灰していることが分かる。また、降灰の分布軸がほぼ真東であることも分かった。

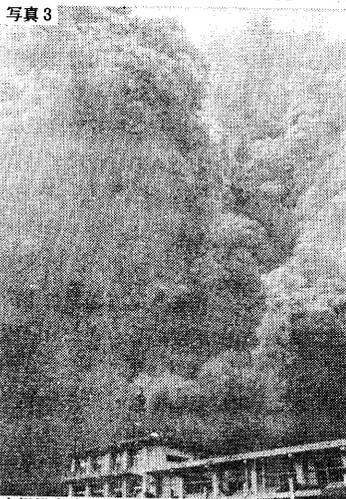
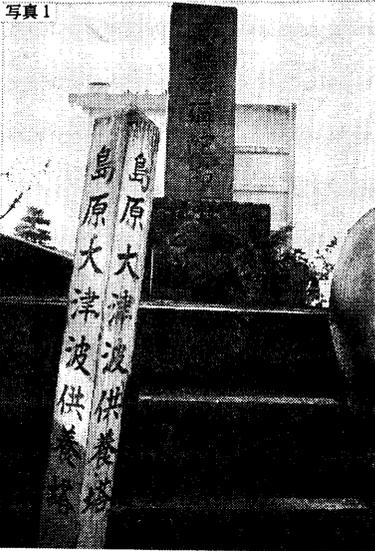
第4図より火山灰は九州を東に横断し、その後、南へ進み宮崎市に火砕流が発生して2時間~2時間半で到達していることが分かった。なお、人吉市および愛媛県では降灰は観測されていない。

そこで、今回は児童の記憶に新しく、また、晴れた日

* 熊本市立小島小学校

1993年1月28日受付 6月12日受理

熊本市立小島小学校正門脇に見られる島原大津波供養塔。寛政4年(1792)の眉山大崩壊により小島小付近でも百数十名の犠牲者が出ている。古文書には「小島町下の人家ハ床ノ上に三四尺計波打上げたり処によりてハ五尺余にも及べり・・(肥前島原温泉嶽崩大変始末)」などの記録有り。



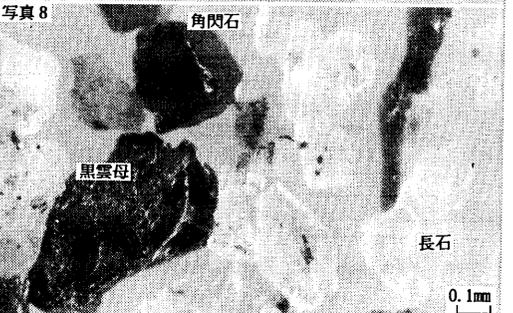
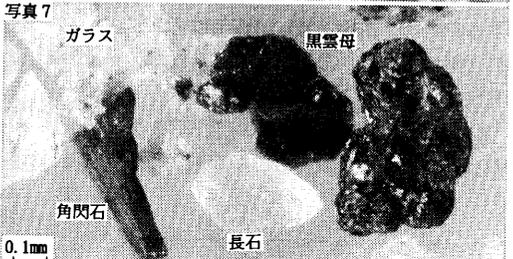
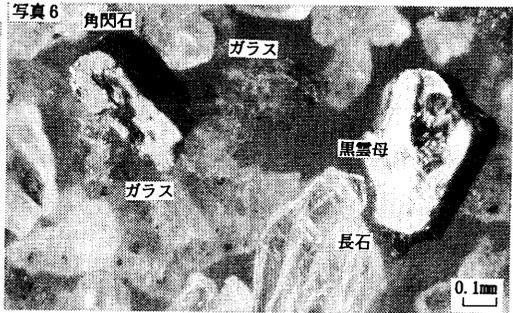
大規模火砕流。6.3.16:00時。大野木場小付近。1991(H3)。6.4。朝日新聞抄。



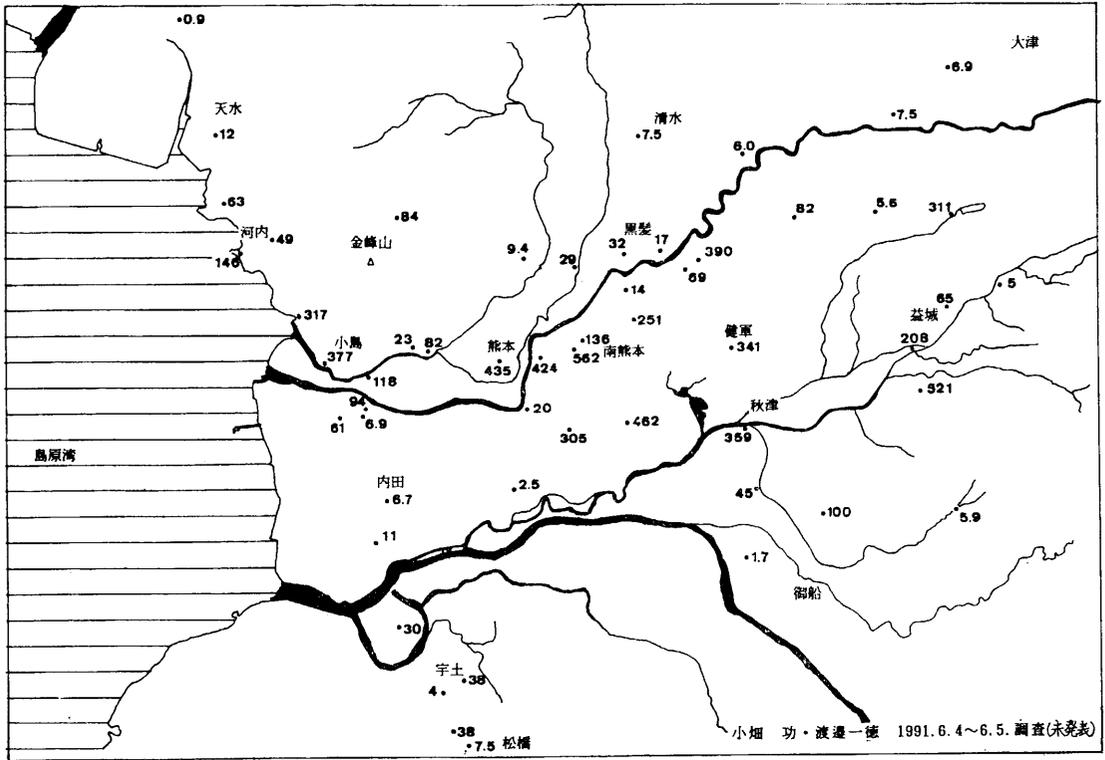
県内の降灰量の記事。(6.8.熊日新聞)



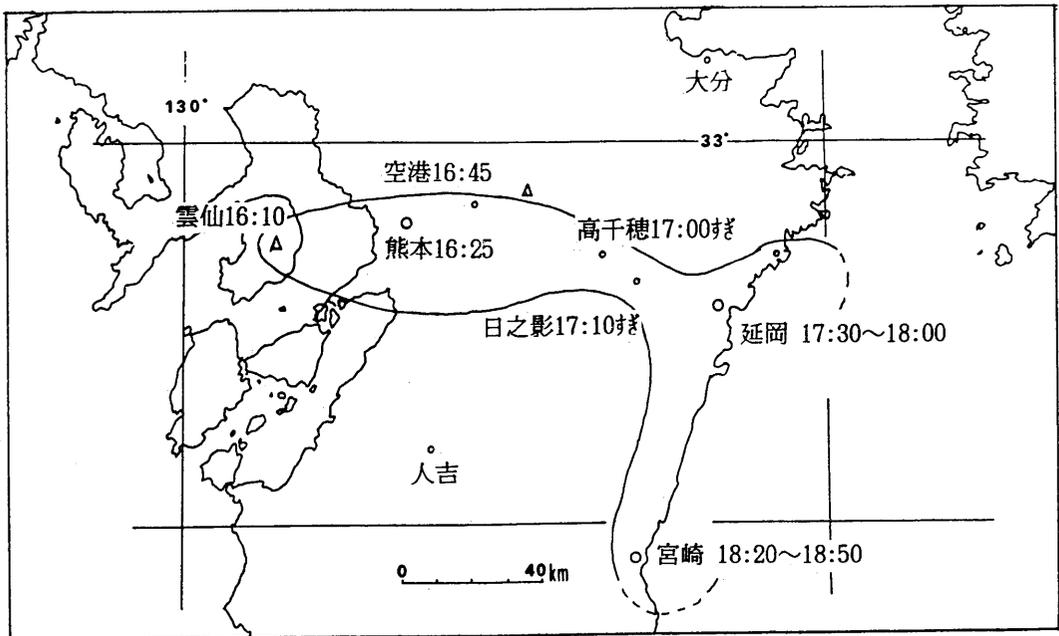
1991(H3)。10.8.の雲仙普賢岳。(11.13.朝日新聞)



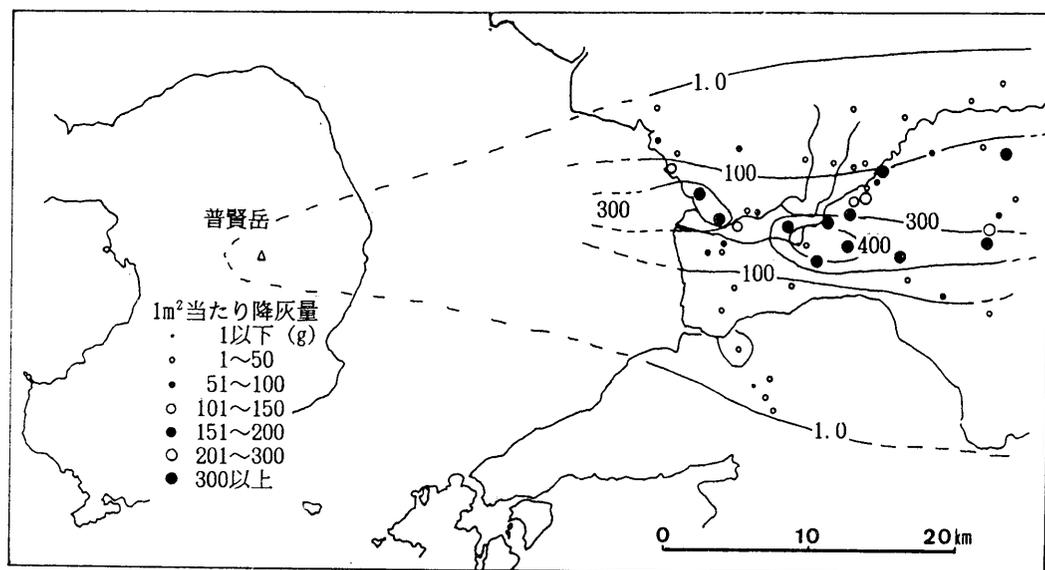
1991(H3)。6.3.雲仙普賢岳火砕流にともなう火山灰の顕微鏡写真。黒色で光沢があり板状に積み重なっている黒雲母、黒色で長柱状の角閃石、白〜無色で柱状〜丸形の長石、汚れた白〜褐色で内部に黒い粒のあるガラス、無色透明の丸形の石英などが見られる。



第2図 1991年6月3日の普賢岳大規模火砕流による熊本市周辺の降灰量(数字は1 m²当たりg)



第3図 1991年6月3日の普賢岳大規模火砕流による降灰の分布図(その1)



第4図 1991年6月3日の普賢岳大規模火砕流による降灰の分布図(その2)

にはその様子がよく眺められる普賢岳の火山灰を使っていろいろな面からその教材化を考えてみた。

II 火山活動への興味や関心

児童の実態として、地面の下をつくっているものやそのでき方に関心がある(37%)、火山活動について調べることに関心がある(59%)などみられる。これは本校の6年生63名への実態調査結果である。

地面の下をつくっているものやそのでき方(大地のでき方)の関心は37%と低い。その原因は地面の下を普段見ることができない、見えていても驚くほど見事ではないし、また、動きのあるものには見えず、既習経験も少ないなどいろいろ考えられる。

その中で火山活動はどうかというと59%と、意外に関心が高い。大地のでき方としては動きがあり、ダイナミックな感じを受けやすく、目で見る機会も多い雲仙普賢岳の活動などその典型である。

火山の主な活動では「噴火する」が43%と多く、「火山灰が降る・溶岩が流れる・火砕流が起きる・地震が起きる・土石流が起きる」も16~18%で、テレビや新聞などの情報により児童は知識を得ているようである。

現在活動中の火山については、普賢岳はほぼ全員が答えており、阿蘇山は半数の児童が知っていることが分かった。桜島やピナツポ火山は10%の子が知っただけで、意外に知らない子が多いのには驚きである。また普

賢岳は平成2年11月17日に噴煙をあげて火山活動が始まっているが、約1年後の平成3年11月26日には霧島の新燃岳が噴気をあげている。

大地のでき方については「わたしたちの住んでいる大地は、どのようにしてできたと思うか」では、流れる水の働きや火山の活動に気付いている子もいるが、全体的には学習経験がないために、しっかりした説明ができるまでにはいたっていないことが分かった。

以上のようなことから、やや自然に関心が薄くなった児童に、楽しい実験や観察を通して、大地のでき方という関心の薄い内容を、火山分野で興味や関心をふくらませようというのがこの研究の大きなねらいである。

III 火山灰の学習の問題点とは

- ・どこの火山の火山灰がよいのか。
- ・火山灰をどのように処理すればよいのか。どのような観察をさせたらよいのか。
- ・観察のときの留意点にはどんなものがあるのか。

まず、以上のような、学習を準備する段階で問題がおきてくる。火山灰の処理やくわしい観察の方法はいろいろな文献で紹介されている(「地学の調べ方」コロナ社)。ただし、熊本平野での火山灰採集や、どこの火山がよいのかは分からない。そこで、今回いろいろな火山灰を比較検討し、よりよい教材および学習展開になるためにはどうしたらよいのかを考え、実践してみた。

IV 雲仙普賢岳の火山灰の特徴

火山灰については、「火山噴火の際の火山放出物は、大きさによって粒径32mm以上を火山岩塊、32mm以下4mm以上を火山礫、4mm以下を火山灰としている。爆発の際に上昇してきたマグマに由来する放出物には本質、同じ火山体の一部を形成していた放出物には類質の形容詞を付ける(久野久1976)」とされている。このことから、例えば、平成3年6月3日の大規模な火砕流にともなう熊本市周辺の火山灰はドームの崩壊ということから一部類質を含む本質火山灰といえる。

普賢岳の6月3日の熊本市周辺に降った火山灰は角ばった粒が多い。ルーベや実体顕微鏡を使うと、有色鉱物では黒色長柱状の角閃石、靨甲色板状の黒雲母がそれぞれ独特な形状をしており識別可能である。無色鉱物の多くは白～透明柱状の斜長石である。また、ゴマ粒状に小さな有色鉱物が含まれている火山ガラスが見られる。角閃石、黒雲母、斜長石の組み合わせは、6月12日未明に島原市北千本木町周辺に降った噴石と同じで、普賢岳の火山活動の源であるマグマの性質を反映しているものである。

長崎県雲仙普賢岳の火山灰の観察結果を以下、記してみることにする。

平成3年(1991(6月3日)雲仙普賢岳噴火の火山灰を浜線沿いの南熊本付近の車の屋根より採集した(写真6～8参照)。その火山灰を水洗いし、双眼実体顕微鏡及び偏光顕微鏡で観察し結果を以下に記す。鉱物量比は、田中・片山(1966)のカラー・インデックスによるものである。

黒雲母は板状に積み重なっている様子、黒色、靨甲色の光沢がある。最大粒径2mm。〔顕微鏡下〕下方ニコルで赤茶色、火山灰中の鉱物量比は1%～3%。

石英は無色透明で非常に綺麗である。ガラスのかけらを見ているようで、角ばっているといつてよいだろう。〔顕微鏡下〕斜長石との区別が難しい。火山灰中の鉱物量比3%。

角閃石は長柱状のものは少なく割れて短柱状のものばかりである。黒色、黒雲母ではない黒色の鉱物である。最大粒径1mm。〔顕微鏡下〕透明感のある緑色で、火山灰中の鉱物量比は3%で、黒雲母よりもやや多い。

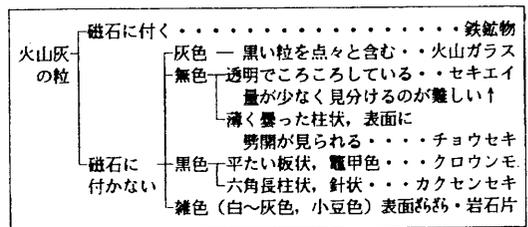
長石は透明感のある白色もしくは無色で、短柱状もしくはかけら状。石英との区別がしづらいものもあるが柱状で内部に黒い粒が見えているのは斜長石であろう。最大粒径2mm。〔顕微鏡下〕双晶や果帯構造の見られる斜長石である。火山灰中の鉱物量比は5%～10%で、火山

灰中の鉱物ではもっとも多い。

火山ガラスは灰色～不透明な白色のものと淡い桃色～赤色のものとある。角閃石や黒雲母長石、石英を伴っている。内部には黒い粒が含まれている。ガラスのかけらのように角ばっていることが分かる。最大粒径3mmと大きいものがあり、普賢岳山頂から約40km離れたところまで運んでくる噴火であった。〔顕微鏡下〕短冊状の斜長石を含んでいる。黒い粒は鉄鉱物である。

普通輝石〔顕微鏡下〕短柱状、火山灰中の鉱物量比は0.33%以下。

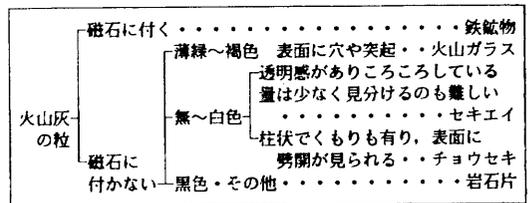
雲仙普賢岳の火山灰の検索表(第1表参照)を紹介しておく。



第1表 雲仙普賢岳火山灰の検索表

ところで、熊本県では阿蘇中岳の火山灰が広く知られている。そこで、一般にはそれを教材に考えられるであろう。しかし、中岳の火山灰は丸い粒が多い。これは、火口周辺の風化を受けている小さな岩石片で、噴火の際にいっしょに巻き上げられたものである。

また、鉱物結晶として輝石が多く含まれている。輝石は結晶形が八角多面体で短柱状をしているため丸い形に見え、岩石片と見分けづらい。以上のことから単純に阿蘇中岳の火山灰を見せると良く分からないという印象を受けることになる。中岳の火山灰の検索表(第2表参照)も紹介しておく。



第2表 阿蘇中岳の火山灰の検索表

また、九州では鹿児島県桜島の火山灰観察も考えられる。桜島の火山灰は、実体顕微鏡を使用すると長石・輝石などの鉱物は角礫状で、大正溶岩の断面に見られる長石の粒形と対比も可能で、安山岩のでき方を考えさせる意味で重要である。しかし、児童には輝石と岩石片を区

別することが難しく、全体が灰黒色で見分けにくい。

V 雲仙普賢岳の有史時代の活動

松本他(1962)は「有史時代の活動は数回行われたが、明暦三年(1657)における普賢岳北方赤松谷の爆発による「古焼溶岩」の流出と、寛政四年(1792)の普賢岳噴火「新焼」とが著しいものであった。特に後者の活動によって新焼溶岩が穴迫谷を埋めて流出し、引き続き眉山東半部の大山崩れとその泥石流によって島原町に大災害を与えた」と記している。

太田(1984)は「古第三系以降の堆積岩、火成岩を覆って、山陰(大山)火山系の活火山が大きく3期に分かれてみられる。現在の普賢岳は3期目の活動でできあがっている。雲仙普賢岳の北と南に東西方向の断層が地形的にあらわれ地溝帯の存在が分かると記している。寛文3～4年(1663-1664)の噴火で古焼溶岩ができ、寛政4年(1792)の噴火で新焼溶岩ができ、眉山大崩壊が起きていることも有名である。

山陰火山の岩石は、主に角閃石安山岩よりなり、石英安山岩というSiO₂量が多いものもみられる。岩石は分かりやすい斑状組織で、有色鉱物は主として黒色長柱状の角閃石が多く、黒色板状の黒雲母も見られる。無色鉱物のほとんどは白～透明柱状の斜長石で、少量無色透明丸みのある不規則な形の石英も見られる。

VI 身近な素材としての雲仙普賢岳の火山灰

児童の実態調査結果からも分かるように、現在活動中の火山は雲仙普賢岳とほぼ全員の子が答えている(63名中62名)。また、普賢岳による災害(地震・津波)を想定した避難訓練も実施され、その活動内容にも興味や関心が高い。平成3年6月3日の降灰のとき、児童は下校途中で、そのときの様子やその量の多さを今でもよく覚えている。

それらのことから、この火山灰は一人一人の問題解決学習の課題となりえると判断し、本時の学習では「普賢岳の火山灰は、どんなものだろう」を主発問とした。

一人一実験を基本に、双眼実体顕微鏡・解剖顕微鏡・生物顕微鏡・ルーペを用意し、好きなものを使って火山灰の観察をさせてみた。また、グループ内で器具を交代したり、よく見えたときはお互い観察し合って意見交換したりできるようにした。

火山灰の検索表をそれぞれが持ち、いろいろなものが火山灰の中に含まれていることを確かめていくことにより、「普賢岳の火山灰は、どんなものだろう」に迫りやすくした。

実験観察の時間を十分確保してみた。2つの学級を使って、展開を試みてみたが、それぞれ観察の時間は20～25分間程度である。実際はそれでも足らず、児童はもっと観察し続けることを望んでいた。

VII 研究実践について

1. 単元名「大地のでき方」

2. 単元について

本単元では地層や岩石などを観察し、身の回りの土地の構成物の特徴やそのでき方を時間や空間と関係付けながらとらえられるようにする。これらの活動を通して、土地の変化の規則性についての見方や考え方を養うとともに、土地に関する事象に興味・関心をもって意欲的に追求する態度を育てることがねらいである。

新小学校学習指導要領では火山分野を取り扱うことになったので、その一つとして、ここでは雲仙普賢岳の6月3日の大規模火砕流による火山灰について、教材化を図ることにした。雲仙普賢岳の火山活動は平成2年11月の噴火活動に始まり、翌年の月日には大規模な火砕流が発生した。それにより対岸の熊本市周辺に大量の火山灰が降り積もった。

この火山灰はもちろん普賢岳の噴出物であり、その火山活動を引き起こしているマグマを考えるとき重要な手掛かりとなる。また、児童にとってこの火山灰は比較的観察が容易であることから教材化を考えてみた。

本単元の系統は、3年で「土と石」、4年で「流れる水の働き」、6年で本単元である「大地のでき方」、そして、中学校第2分野で「火山の活動と大地をつくるもの」となる。

3. 本単元の目標

- (1)地層をつくっているものや地層のでき方について、関心を持って調べたり確かめたりすることができる。
- (2)火山灰の様子や特徴的な火成岩や堆積岩のつくりを調べて、粒の様子などに違いがあることに気付くようにする。

(3)地層や岩石について、長い時間の経過や、空間の広がりの中で変化していることを事実としてとらえたり考えたりすることができるようにする。

4. 指導計画(12時間+ゆとり1時間)

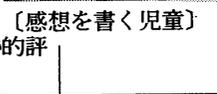
第1次(3時間)火山の噴火と火成岩(本時2/3)

①大地は、どのようにしてできたのだろう。

②火山灰は、どのようなものからできているのだろうか。(本時)

③マグマが冷えてできた岩石の様子やつくり

第2次(2時間)地面の下の様子

学習活動	教師からの働きかけ・児童の反応の様子	留意点・写真
<p>1 6月3日の普賢岳の大火砕流発生にともない熊本市周辺に火山灰が多量に降ったことを知る</p> <p>・6月3日の火山灰は宮崎県延岡市～宮崎市まで達していることを知る。</p> <p>2 本時の課題を知る。</p>	<p>・6月3日の普賢岳の大規模火砕流のスライドを見せ、それにもなう熊本市周辺の降灰の様子を示し多量の火山灰が降ったことを知らせる。</p> <p>(児) 火山灰を早く見てみたい。</p> <p>・北部九州は6月2日に梅雨入りし、3日は強い雨の中の降灰であり、その影響を受けながら宮崎市まで火山灰が到達していることを知らせる(第3・4図を見せる)。</p>	 <p>小島小からの普賢岳</p>  <p>逃げる消防士</p>
<p>普賢岳の火山灰は、どんなものだろう。</p>		
<p>3 予想を話し合う。</p> <p>4 火山灰をルーペや実体顕微鏡などを使って調べる方法を知る</p> <p>5 火山灰を観察し、それぞれの粒の色や形、大きさなどの特徴をシートに記録していく。</p> <p>途中で鉱物の粒の検索表の使い方と粒の特徴の説明を聞く。</p>	<p>(児) 中には小さい穴がたくさん開いている。大きさは砂より少し小さい。</p> <p>・火山の近くにあった砂が噴火で煙と混ざってきたもの。</p> <p>・岩が砕かれて細くなったもの。</p> <p>・マグマの石が冷えて砂より小さくなったもの。</p> <p>・実体顕微鏡の使用上の注意や説明を加える。</p>	<p>・観察を通して何種類かの粒が見られることが分かるようになったら、鉱物別の基本的な形を知らせる。</p>
<p>6 火山灰を構成するそれぞれの粒について、記録内容を発表し合う。</p> <p>7 桜島の噴火と降灰の様子をスライドで見る。</p>  <p>桜島が陸続きになった噴火。</p> <p>・火山灰中の鉱物について診断テストを試みる。</p>  <p>大正3年の激しい噴火で埋もれた鳥居(桜島黒髪)。</p>  <p>時期を異にした溶岩が幾重にも覆っている。手前が大正溶岩</p>  <p>その後の桜島南岳の激しい噴火の様子。溶岩流出が続く。</p>  <p>現在活動中の普賢岳の様子。</p>	<p>[顕微鏡で観察する児童の様子]</p> <p>・鉄鉱物、無色鉱物、有色鉱物、火山ガラス、岩石片に分かれることを知らせる。</p> <p>・粒の特徴が各自とらえられているか確かめ合わせる。</p> <p>・火山灰は火山活動が激しくなり、噴火によってできることをおさえておきたい。</p> <p>・噴火の際、溶岩も流れ出していることに目を向けさせる。</p>	<p>鉱物の特徴を聞く児童</p>    
<p>8 次時は岩石の観察であることを知る。</p> <p>9 本時の感想を一人一人短い文でまとめる。</p>	<p>[中央が角閃石、白色が長石。↑黒雲母]</p> <p>・本時の学習について自己評価を行わせ、形勢的評価の一つとする(児童の感想文を参照)。</p>	<p>[感想を書く児童]</p> 

第5図 本時の学習展開



写真9 本時の学習で取り扱った教材教具

第3次(2時間)地層とたい積岩

第4次(4時間)地層のでき方

5. 学習展開例

(1)本時の学習の目標

火山噴火の際の火山灰には(マグマに由来する)いろいろなもの(鉱物結晶など)が含まれていることを知るために、6月3日の普賢岳の大規模火砕流にともない熊本市周辺に降った火山灰をルーペや実体顕微鏡などを使って、角閃石、黒雲母、斜長石、ガラスの色や形、表面の様子を観察し、検索表などをもとに識別したりして、調べることができる。

(2)本時の学習展開(第5図参照)

(3)本時の学習で取り扱った教材教具(写真9参照)

①スライドプロジェクター〔導入時に見せたスライド〕

- ・島原市沖から見た雲仙普賢岳(火砕流発生直後、20秒後：H4.2.8 池上氏撮影)。
- ・平成3年6月3日大規模火砕流発生のため逃げる消防士(H3.5.24. TIMより)。
- ・大火砕流発生 16:20すぎの大野木場小学校上空(H3.6.4. 朝日新聞)。
- ・大火砕流発生 17:45.北上木場町を襲う火砕流(H3.6.4. 毎日新聞)。
- ・普賢岳火砕流に伴う火山灰ののった車(6月4日, 東町公務員アパート内)。
- ・熊本平野における火砕流による降灰分布域および降灰量(6月4日～5日)。
- ・熊本平野における降灰分布域および降灰量を報じる熊日新聞(6月8日)。
- ・九州における降灰分布域および降灰時間(6月4日以降)。

〔まとめて見せたスライド〕

- ・島原市沖から見た雲仙普賢岳(火砕流発生直後、20秒後：H4.2.8. 池上氏撮影)。
- ・ランドサットによる九州の全景写真(東海大学)。
- ・桜島南岳噴煙と大正溶岩(H4.2.14. 大正溶岩に埋もれた鳥島付近より撮影)。
- ・噴煙が8000mに達した大正3年1月の桜島の大噴火(鹿児島県立博物館S63. 資料)。
- ・桜島南岳の噴火(井上剛氏撮影「空から見た日本の火山」より)。
- ・大正3年(1914)1月12日の桜島の大噴火による埋没した黒髪鳥居(H4.2.14. 撮影)。
- ・桜島南岳噴煙と大正溶岩4(H4.2.14. 大正溶岩に埋もれた鳥島付近より撮影)。

- ・桜島南岳と大正溶岩(鹿児島県立博物館の桜島5千分の1地形模型, 埋没鳥居方向)。

②水洗いしてふるいにかけて、ルーペ観察用と顕微鏡観察用に分けた平成3年6月3日普賢岳火砕流に伴う火山灰。1班1組。

③自作の普賢岳火山灰検索表(角閃石・黒雲母・長石・火山ガラス・岩石片・鉄鉱物などを見分けるためのもの)。1班1枚。

④検索表にはりつけている鉱物の顕微鏡写真を拡大コピーしたもの(黒板にはり説明用に使った)。

⑤双眼実体顕微鏡(1班1台)・解剖顕微鏡(1班1台)・生物顕微鏡(1班3台)・ルーペ(1班5個)を一人一人が観察したい器具を選んで使用した。1班5～6名。

(4)本時の学習における第6学年1・2組の児童の感想の抜粋。

・ぼくは、学校にきて初めて火山の勉強をしました。今まで火山の石は、軽石や、溶岩のゴツゴツしたのしか見たことがありませんでした。この授業は、火山灰や小さな溶岩のかげらなどを見ました。初めてみたのは、黒雲母でした。土に混ざっているのは何だろう。光ったりして、角ばっていて、それも火山岩の一つなのでしょう。一番綺麗だったのは角閃石でした。角ばっていて黒色の石でした。とても小さな小さな火山灰の中に一つ入っていました。びっくりしたことは、同じ色でも、何種類かの色があることです。何か一人でピカピカ光っている石がありました。

I・N男子

・火山灰を双眼実体顕微鏡で見たとき、火山灰がこんなに見られ、美しいものかと、びっくりしました。ふだん火山灰を見ていると、黒くて全然綺麗じゃないけれど顕微鏡で見て、火山ガラスなどだけ集めてコレクション

にしてもいいなと思いました。

I・S女子

・びっくりしたことは、火山灰にも模様によって、名前が変わるということです。今まで私は、火山灰は、色だけが違うとばかり思っていました。長石・黒雲母・火山ガラス・角閃石などいろいろ名前があることを知りました。もう一つは、火山灰はほとんど形が角だったことです。みんな丸だと思っていました。

F・M女子

・長石のような綺麗なものが普通の石みたいに大きかったらどんなにいいだろうと思った。私だったらきっと宝物にするだろうと思った。学習する前は火山灰なんて砂みたいなもので調べなくても分かってるよと思っていた。ところが、そうじゃなかった。火山灰にはいろんな種類のものがあることにすごく驚いた。そして、そのことで、大地のでき方などについて、もっと詳しく調べてみたいなあと思った。心に残ったことは、桜島が噴火しているときの様子を見せてもらったときだった。

M・K女子

・一番最初に、見せてもらったとき、こんな物を見て何になるのかなあと思いました。その後、いろいろな石ののった写真が配られたとき、こんなに見えるものか、いろいろな小石が混んでいるのに、よくこんな所まで飛んでくるなあ、後で疑問に残りました。

S・S男子

・桜島の写ったスライドを見て、桜島が噴火して、溶岩が流れて陸ができてのを見て不思議だった。あんなに見られるように熱いのに、冷えて固まるのかなあと思いました。また、火山灰に含まれている石を双眼実体顕微鏡で見て、色が様々にあるということが心に残りました。火山のことや火山灰のことをもっと知りたいと思いました。

M・T男子

・火山灰は、ほんの小さな石だと思ったのに、アリぐらいの大きさや、アリの卵ぐらいのものでした。顕微鏡で見ると、キラキラ光る石や、黒くてつやのある石や、赤い石などいろいろありました。さらに、双眼顕微鏡で見ると、すごく綺麗に見えました。母と一緒に、桜島を見にいったことがあるけど、その町は火山灰で灰色になって、まるで死んでいるような町でした。そのとき山は静かでした。

T・J女子

以上の感想が62名の書いたもので特徴的な部分で、同様な感想を持っている子も多く見られた。火山灰について学習の導入部で「火山灰とはどんなものだろう」と予想させると、

- ・砂よりちょっと小さく、穴がたくさん開いている。
- ・マグマの石が冷えて、粉々になったもの。
- ・火山の近くにあって砂が噴火の煙と混ざったもの。
- ・山の石が噴火のために細かくなったもの。

など、漠然としたものが多く、予想も書けない子も多かった。もちろん、6月3日の火山灰も見ているし(98%)、その後の火山灰も何回となく見ている。(本時の学習後の感想では、

- ・火山灰があんなに綺麗だとは知らなかった(92%)。
- ・もっと時間をかけて詳しく調べてみたい(68%)。
- ・火山灰の粒にも、長石・黒雲母・角閃石・火山ガラスなどの名前が付いているのに驚いた(56%)。
- ・普賢岳や桜島の噴火を見て、すごく驚いた(67%)。
- ・火山灰はみんな同じ物からできていると思ったけどいろいろなものからできていることが分かった(81%)。
- ・色や形・模様の特徴があることが分かった(76%)。
- ・みんな丸い形だと思っていたが、ほとんどの粒が角ばっていた(45%)。
- ・大地のでき方に火山の活動が関係している(35%)。

などの、はじめは火山灰の観察などどうでもいいと思って参加していた子も見られたが、興味・関心が高まり「火山灰とは、どんなものだろう」に迫る気付きや理解が得られたことがよく分かった。

(5)本時の学習の評価と考察

導入部で普賢岳の火山活動の様子を示したのは非常に効果的で、6月3日の様子を思い出している子もいたほどであった。しかし、予想しやすいように熊本平野や九州の降灰の様子を見せたのだが、「火山灰は丸いのでは」とか「たくさん穴があいたもの」などの予想はでてこなかった。もちろん、丸くなく角ばっているし、穴などもあいてはいないのだが、宮崎県延岡市や宮崎市まで火山灰が到達していることから考えられることである。

本時の課題「火山灰はどんなものだろう」は、それぞれ答えてはいたものの、感想にも現れているように、まさかこんな綺麗なものからできているとは予想もできなかったようである。教科書(啓林館)の写真は倍率が低く、分かりにくいものである。

展開部では、いろいろな顕微鏡を使っているため、その操作について細かく触れたかったのだが、観察の時間を確保するために最小限度に止めておいた。そして、まず、各自が自由に火山灰を観察し、「いろいろなものが入っている」「先生名前はあるの?」など、進んできた段階で検索表を渡すつもりであったが、なかなかそこまできそうもないので10分経過した段階で見えている鉱物などについて説明を加え、いろいろなものが含まれていることを見出せるように意欲付けた。

双眼実体顕微鏡のステージを黒色で観察すると、まず無色透明なキラキラ輝く長石の多いことに気が付く、次いで、やや透明な中にゴマ粒みたいな黒いものが点々と

含まれる火山ガラスが見られる。よく気を付けると、透明でころころ丸っこい石英も見られる。このように、無色鉱物やガラスが多いのは、普賢岳の岩石およびマグマの性質で、SiO₂量が多いためである。

双眼実体顕微鏡のステージを白色にすると、有色鉱物の黒雲母が目につく。よく見ると薄い板を何枚も張り合わせたように見えていて、黒色～靑灰色で光沢があり、ツツツヤしている。角閃石も同じように黒色であるが長柱状で、黒雲母に比べると鈍い光沢である。そのようなことに留意させながら、観察を進めていった。

本時の学習の最後に診断テストを行った。スライドを見せて、鉱物を識別することをさせた。その結果は、黒雲79%母、角閃石・長石・火山ガラス76%の正答率であった(第3表参照)。

鉱物の識別	クrownモ49 (79%)
	カクセンセキ47 (76%)
	チョウセキ47 (76%)
	火山ガラス47 (76%)
火山灰に興味を持ち調べる事ができた	85 (92%)
火山灰の様子をまとめたりスケッチする	51 (81%)
	10 30 50 70 名	

第3表 記述調査項目と正答者および関心意欲、投能・表現に関する答え

黒雲母の正答率が良かったのは非常に特徴的で、量も多いせいであろう。角閃石は量がやや少なく、黒雲母と見間違えてる児童も見られた。長石と火山ガラスも非常によく似ており、内部にゴマ粒みたいな異質物が含まれることや劈開の特徴を見間違えている児童もいたようだ。

これらのことから、第6学1・2年組における、本時の学習のねらいであるところの鉱物の観察、識別はほぼできていたといえる。また、造岩鉱物などの名称が自然に感想などに出てくることに、その言葉の定着がうかがえる。

火山灰の観察には双眼実体顕微鏡が最適で、ついで、解剖顕微鏡である。慣れると生物顕微鏡でもよいのだがピントが合わせにくく視野が暗いため見にくい。もちろん、ルーペも使えるが、今一つ、一個一個の鉱物を観察

し、スケッチするのには不向きである。

火山灰の粒が角ばっているかどうかを客観的に調べさせるには、円磨度や球形度の図版と見比べるとよいであろう。

まとめは、各自まとめられたところで発表を行った。観察しての気づきと本時の課題について分かったことの2つである。気づきでは長石や黒雲母などの特徴について、分かったことではいろいろなものが含まれていることが主な発表内容であった。しかし、その区別がよく分からず、同じ様なことを書き入れている児童が見られた。

まとめのためのスライドでは主に桜島火山の様子と火山灰によって埋もれた鳥居、次時へのつなぎのために、大正溶岩を見せた。感想にこのスライドが印象深かったことを何もの児童が書き入れている。鳥居が埋もれるくらい火山灰が降ったことや、大正溶岩によって活形が変わっていき、陸続きになったことや鳥島という島が溶岩に飲み込まれてしまったことなど大変な驚きだったようだ。大地のでき方に火山が関係していることに、おぼろげにはあるが気づき始めているようである。

VIII まとめ

- 1 雲仙普賢岳の火山灰について、取り扱いやすさや観察しやすさなどの特徴を記せた。また、九州の主な火山(桜島・阿蘇山)の火山灰と比べることができた。
- 2 普賢岳周辺の野外調査を8~9回行い、それを構成する基本的な岩石を見たり、現地で火山灰採集をしたり、火砕流発生の貴重なスライドの作成ができた。
- 3 火山灰の採集も、普賢岳からの距離を考えても本校では可能である。できれば、児童自身に採集を行わせ火山灰の処理についても、できれば児童一人一人に体験させ、それをじっくり観察させられると、もっと「科学する心」に近づくのではと感じた。また、検索表の数を増やし一人一枚ずつ持たせて観察に当たらせれば良かった。
- 4 今回行った火山灰の鉱物および含まれる物は、その観察のみに終わるわけではなく普賢岳の火山活動を起こしているマグマの性質を示すものである。そのため普賢岳に噴出している溶岩でも同じことが観察できるわけである。火山灰の観察から溶岩(いわゆる火成岩)の観察を今後していくうえで、非常に重要であることが分かった。
- 5 普賢岳の火山灰は、児童も体験的に知っているため予想しやすく、その反面、顕微鏡で観察してみると、全く予想と違い綺麗なことに驚きと疑問が生まれてい

た。主要造岩鉱物名やその他の名称にも躊躇は見られず、いっけん難しい言葉でも取り扱い方にたっては易しく受け入れられるものであると感じた。

- 6 双眼実体顕微鏡が一班に一台という少なさで、もっと十分な数があればより一層学習内容が深められていることだろう。また、解剖顕微鏡や生物顕微鏡もこのような機会を通して、操作技術の向上を図ることが望ましいと思った。

IX 今後の課題

今回は火山灰の学習に絞って、実践してみたわけであるが、それだけでも、時間の確保や一人一人の課題の追求のさせ方、その評価などたくさん問題点を残している。特に、一人一人が自ら問題を見出し、それを自らの課題としていく過程や、観察・実験を通して解決していく姿がより一層分かりやすいものになるように配慮していきたい。

「土地教材」では、直接体験が非常に重要であることは分かっているもののどのような展開をすれば、意欲的な観察・実験になるのか、今後も考えていきたい。

また、火山分野として、マグマとそれが冷えてできぬ岩石を通して、火山活動が「大地のでき方」とどのように関わりをもっているのかを追求していく必要がある。そのためにも、阿蘇山や雲仙普賢岳の活動のニュースなどに気をつけ、身近な火山活動を上げることが大切である。

X 終わりに

今回の研究をまとめるにあたっては、熊本大学教育学部地学教室の田村実教授に地質全般についてご教示をいただいた。

同教室の渡辺一徳助教授より火山活動及び火成岩につ

いてご教示をいただいた。

また、実践に際しては小島小学校の学校長江原良一先生より児童の主体的学習を生み出すための考え方についてご示唆をいただいた。第6学年担任の田中隆行先生、村上浩一先生には忙しい中で児童を授業に快く参加させていただいた。教材研究を進めるうえで、熊本市地学教育サークルの先生方に貴重なご助言をいただいた。以上の先生方に、心より厚く感謝申し上げる。

参考文献

- 福山博之・小野晃司(1981):「桜島火山地質図」P2-8. 地質調査所.
 平塚勝一(1989):火山灰層による地層の対比を実践して熊大教育附属紀要第31集.
 鹿児島県教育地質調査団(1981):「鹿児島一茶の間の地球科学」P31-33. 南郷出版.
 熊本市地学教育サークル(1990):「熊本市周辺の地質と教材(その4)—阿蘇火山から熊本平野にかけて—」P9-16. 熊本地学会.
 久野 久(1976):「火山及び火山岩」P19-20. 岩波全書.
 黒田吉益(1968):「偏光顕微鏡と岩石鉱物」P136—137. P180-185. 共立出版
 町田洋・新井房夫(1992):「火山アトラス」P63. 東京大学出版会.
 松本達郎・野田光雄・宮久三千年(1962):日本地方地質誌「九州地方」P185-188. 朝倉書店.
 文部省(1958:1979:1985):小学校学習指導要領.
 長崎県地学会(1971):「長崎県の地学—日曜 巡検 ガイドブック—」P54-59.
 太田一也(1984):「雲仙火山—地形・地質と火山現象」P16-25. 国立公園「雲仙」指定50周年記念.

小畑 功:長崎県雲仙普賢岳の火山灰の教材化—小学校第6学年理科「大地のでき方」の学習を通して—地学教育 46巻, 4号, 137~147, 1993

〔キーワード〕 普賢岳 火山灰 分布図 火山灰検索表 火山灰の特徴記載 熊本市

〔要 旨〕雲仙普賢岳, 桜島, 阿蘇山の火山灰の鉱物組成やその特徴を調べ, 記載し, 普賢岳の火山灰が小学校6年生理科「大地のでき方」の学習に適していることが分かった。1991年6月3日の大規模火砕流の火山灰を検索表をもとに, 児童に観察させた。興味・関心の高まりは感想文で, 知識・理解の進み具合は診断テストで評価してみた。その結果, 十分な成果を上げることができた。

Kou OBATA: The Teaching materials of Volcanic ash of Unzen-Fugen-dake. *Educ. Earth Sci.*, 46 (4), 137~147, 1993.

紹 介

榎田 敦著 環境保護運動はどこが間違っているのか？
新書判—193頁 JICC (ジック) 出版局 980 円込 1992
年7月第1刷 (重版中)

伊藤吉徳著 間違いだらけのリサイクル「地球にやさしく」のウソ— 四六判—208 頁 日本経済通信社
1400円込 1993年7月初版 (出版されたばかり)

地球環境問題に対する関心が高まるにつれて、「地球環境問題と日常生活とのかかわり」や「環境保全のために身近にできる暮らしの工夫」といったニーズに応えるため「地球にやさしい云々」といった本がたくさん出版されている。昨年、ブラジルで開催された国連環境開発会議 (地球サミット) には 100 人を超える各国のリーダーや 300 団体を超える NGO (非政府組織) が参加したという。地球市民として国民一人ひとりの取組みが求められている。

上記 2 冊の本は、そのタイトルおよびその内容目次は下記の通りセンセーショナルであるが、ぜひ一読をおすすめしたい。

プロローグ：みんながエコロジカルな生活をすればほんとうに地球は救えるのでしょうか、1 章：間違っていること→牛乳パックはリサイクルすべきだ→牛乳パックはゴミ焼却場で燃やそう、2 章：間違っていること→リサイクルは地球にやさしい？→リサイクルも環境を汚染している、3 章：自然を豊かにする、本物のリサイクルはどこにあるのか？、4 章：間違っていること→分

別収集運動でゴミ問題は解決できる？→分別収集運動でゴミの捨て場が枯渇する、5 章：恐るべき毒物・有機塩素と放射能をどうするか？、6 章：間違っていること→自然食運動で「安全」と「健康」が手に入る？→自然食だけでは偏食の害でからだを壊す、7 章：間違っていること→炭酸ガスが増えると地球は温暖化する→炭酸ガスによる地球温暖化説には政治がらみのインチキがある、8 章：間違っていること→科学技術でエネルギー問題を解決できる→どんな科学技術でもエネルギー問題は解決学できない、9 章：エコロジー運動は個人の倫理から社会の倫理へ、10 章：環境問題に「毒物等物品税」を導入する、終章：未来の世代への責任を果たすために。 (著者は、理化学研究所研究員、榎田エントロピー理論で世界的に有名)

1 章：あなたはなぜ、リサイクルをするのですか？、2 章：牛乳パック・リサイクルは環境破壊、3 章：リサイクル、みんながやるだけ損をする?!、4 章：自治体は「リサイクルなんてどうでもいい」と思っている？、5 章：リサイクルをできなくしている ODA (政府開発援助)、6 章：こうでなければリサイクルは成功しない—スウェーデンの場合—、おわりに。 (著者は、大学院終了したばかりの新鋭で日本各地を調査、取材されている。)

環境問題、自然現象などは総合的に考察していくことの重要性が説かれている。 (平山勝美)

地学リテラシーの育成

下野 洋*

はじめに

最近、リテラシーという言葉がしばしば用いられる。このリテラシー (Literacy) とは、端的に言えば「読み書きの能力」という意味である。

高度科学技術社会で、人々はさまざまな科学・技術の恩恵を受けている。そこでは、使い勝手が便利な機械や快適な生活空間が次々と出現する反面、その原理や構造等は普通には分かりにくいものになっているように思われる。

それらについての専門的な知識・理解は別として、一市民が日常生活を営む上で最小限必要なそれぞれの科学・技術の分野に関わる知識、能力、態度、すなわち、科学・技術リテラシーがあるはずである。例えば、火災の場合、建物の材料や構造についてのごく基本的な知識を持っていることは自分の命を守ることにつながるであろう。また、洪水のときの川の働きを、川原における具体的な変化の様子から学習した経験があれば、流域の自然環境、河川敷の利用、増水時の危険予測など日常生活と関わる河川についての見方考え方が備わるであろう。

科学・技術リテラシーは、必要なときには誰か分かる人についていけばよいというものではなく、ひとりひとりが身につけていることが今後益々重要なことだと考えられる。このようなリテラシーは、初等中等教育の段階からそれぞれの分野において少しずつ積み重ねていくことが大切である。

また、科学・技術リテラシーの中で重要な位置を占める地学リテラシーとその育成の仕方を考えることは、今後の地学教育のあり方を検討することにもつながるものと思われる。

なお、本稿は、平成3・4年度文部省科学研究費補助金総合研究A (代表者: 大木道則, 課題番号03301103) の研究会で検討したものに加筆したものである。

1. 地学リテラシーについての基本的な考え方

(1) 地学リテラシー育成の意義とその必要性

地学リテラシーは、人によってとらえ方は多少異なる

と思うが、筆者は、「市民が社会生活を営む上で最小限必要とする地学的な事象に対する関心や態度、問題解決のための能力、地学的な事象についての知識、理解である」と考える。

また、それは初等中等教育の段階ですべての人が身につけておくべきものであると考えられる。(下野洋, 1992) リテラシーの論議はさまざまなところで行われており、それは現在の社会的な背景とも深く関わっていると考えられる。例えば、環境や環境問題について現在ほど人間と自然との関わりが問題視されるような時代はかつてなかったと言えよう。

そうした中で、科学、技術、社会、それら互いの関わり等が議論されるようになった。

また、地学教育は、野外における自然の認識を図ることはもとより、地球の環境や環境問題について関心をもち、問題解決のための素地を培う大切な側面を担っている。

すなわち、地学教育は、環境教育の自然に対する基本的な見方考え方を育成する場ともなっているのである。

例えば、環境保全について言えば、人間にとつての「自然環境」と「人間活動」との関わりを学習することは、人間の環境への働きかけにより、自然環境がどのような反応を示すかが理解でき、積極的に環境を保全しようとする態度が育成されるものと思われる。

この「自然環境」については、例えば地球 (人間や生物の生活場所) の仕組みと営みを具体的に理解させるような学習が行われなければならないが、現状ではそれが必ずしもうまくいっているとは言えない。(下野洋, 1987)

児童生徒は、一般的に知識として鉱物や岩石の名称、天気図や雲の画像などのことは知っているが、実際の身の回りにある本物との対応ができないために、野外で観察した自然の事物・現象を的確に表現することが不十分であると思われる。

社会人になったとき、身近な自然や生活上の問題を科学的に見たり考えたりすることができるためには、例えば、上記のような基本的な自然の認識が、児童生徒の段階から順次育成されることが望ましい。

人間や生物の生活場所としての地球の仕組みと営みを学習するといっても、その内容 (知識の習得) やそこで

* 国立教育研究所 科学教育研究センター地学教育研究室
1993年4月28日受付 6月12日受理

育成されるべき能力（観察・実験の能力，科学的思考力など），態度（自然の事象への興味・関心）にはさまざまなものがある。したがって，その中から「地学リテラシー」として大切なものを選び出さなければならない。

このようにして，次世代に生きる社会人として必要な「地学リテラシー」を選び出し，児童生徒の発達段階に即した教材を通してその育成に努めることが必要である。

（2）地学リテラシーの選定

地学の対象は，天文，気象，地形，地質，地球物理等広範な分野にわたっている。

これらの分野の内容や特徴はさまざまであるが，地学リテラシーとして次の3項目を挙げることができる。

- ①実物（自然）を認識すること。
- ②自然環境の変化を認識すること。
- ③人間と自然との関わりについて認識すること。

児童生徒は，理科のいろいろな領域についての学習を行うが，これらは自然認識の基本であることはもとより，環境保全や自然保護の基礎概念形成にとっても重要なものである。

筆者らの調査結果でも分かるように，最近の児童生徒の野外における環境認識の実態，例えば，五感を働かせて「観察する」，「測る」，あるいは「問題解決的に観察を進める」ようなことは，決して十分なものとは言えない。（下野洋他，1990）

また，従来の理科教育や環境教育では，自然環境の「質」あるいは「地域的な環境」だけを問題として扱うことが多く，環境の「時間的・空間的な変化」を教材として取り上げることは大変少なかったように思われる。

人間と自然の関わり方については，特に地学的な自然環境との関わり方を具体的な事象を通して考えさせ，環境への働きかけをする際，自らの意志決定ができるようにすることが大切である。

このことについて，渡部景隆（1976）は，「児童，生徒，学生それぞれのレベルで，共有物である自然の機構を探究しつつその将来に思いをいたし，人間活動が自然と調和して発展していくための基礎を培うという面を強調したい」として，「人間の生活環境としての地球」，「現在は地球の進化過程の一時点であること」などについての学習の重要性を主張している。

（3）地学リテラシー育成に関わる学習目標の設定

ここでの地学リテラシーとは，前述したように「市民が社会生活を営む上で最小限必要とする地学的な事象に対する関心や態度，問題解決のための能力，地学的事象についての知識，理解である」と考えた。

この地学リテラシーの育成に当たっては，学習する内容ごとにそこで身につけるべき知識，能力，態度等を，リテラシー育成の学習目標として明確にしておく必要がある。

その目標の設定は，初等中等段階の理科の構造的目標が，態度的目標，能力的目標（技能的目標，思考的目標），理解の目標から構成され，これらの目標が総合化された形で示されているのと同じように考えることができる。

すなわち，ここでの地学リテラシー育成に当たっての学習目標は，次の，表1（小学校における目標）及び，表2（中・高等学校における目標）のように設定することができる。（奥井智久，1991），（山極隆，1991）

表1 小学校における目標

目 標	具体的なねらい
態度的目標	地学的な自然に親しみ，意欲的に自然の事物・現象を調べる活動を行い，自然を愛護するとともに，見いだしたきまりを生活に当てはめようとする態度を育てること。
思考的目標	地学的な自然の事象から問題を見だし，事象の比較や関係付け，観察や実験などによって得られた結果を考察，処理したりして自然事象を論理的，客観的にとらえ問題を解決する能力を育てること。
技能的目標	地学的な自然事象を観察し，実験を計画，実施し，機械，器具，材料などを目的に応じて適切に工夫して扱うとともに，その過程や結果を的確に表現する能力を育てること。
理解的目標	地学的な自然事象について，その特徴や相互の関係，基礎的なきまりや法則性を理解し，知識を身につけること。

表2 中・高等学校における目標

目 標	具体的なねらい
態度的目標	地学的な自然の事象に関心をもち，意欲的にそれらを調べるとともに，事象を人間生活との関わりで調べようとする態度を育てること。
思考的目標	観察や実験などを通して，地学的な自然の事象の中に問題を見だし，事象を実証的，論理的に考えたり，分析的，総合的に考察したりして，問題を解決する能力を育てること。
技能的目標	観察，実験の基本的操作を習得するとともに，地学的な自然事象を科学的に調べる方法を身につけ，それらの過程や結果を的確に表現する能力を育てること。
理解的目標	地学的な自然事象について，基本的な概念や原理法則を理解し，知識を身につけること。

これらの目標は、小学校と中・高等学校では発達段階の違いを考慮して具体的なねらいとする範囲や程度が多少異なるものの、基本的には同じものである。地学リテラシーを育成するための学習の内容や方法を考えるに当たっては、これら目標の具体的なねらいを参考にした。

2. 地学リテラシー育成に関わる学習の内容と方法

(1) 自然を認識すること

最近では児童生徒に限らず、大学生であっても身の回りの自然についての認識が大変不足していると言われている。砂、土、粘土などの区別があいまいな児童が多いこと、方解石や蛍石の美しい結晶は工場で作られたものと考えたり、霧は上空の雲が地面付近まで下降してきたものだと考える中学生がいること、化石の入っている石灰岩をうすい塩酸で腐蝕させるとき発生する気体が二酸化炭素であることが分からない高校生がいること、花こう岩の造岩鉱物である石英、長石の区別ができなかったり、山道に湧き水がしみだしているのを見てそれは人工的に散布された水だと思ってしまう大学生がいることなどはその一端を示すものである。

このことから分かるように、もっと教室の外で具体的な自然(実物)に触れさせながら、基本的な自然の認識を図ることが大切である。

また、現在の理科教育では、探究学習という名のもとに実際は学問体系に組み込まれた科学概念を手取り早く教え込んでいるきらいがある。もし、そうだとするならば児童生徒は理科の学習では、専ら知識を暗記することに努めるだけで、理科の楽しさ、自然の美しさや偉大さなどを感得するだけのゆとりはないであろう。少なくとも、野外の自然を対象とする地学の領域では、野外で自然から働きかけるものを児童生徒に受け止めさせてやりたいものである。自然の中から、あるきまりとか調和などを見いだすためには、具体的な分かりやすいパターンに気付かせることから出発させることが大切である。

例えば、エベレストの写真を見て崖に現れている水平な縞模様を観察して堆積岩の地層が存在するのではないかという見当がつけられるのは、実際に堆積岩のつくる縞模様をいくつか見てからでないとそのような推察はできないであろう。また、典型的な冬型の気圧配置のとき、北陸から東海地方へ本州を横切るように列車で旅をすると、高山市付近の分水嶺を境として天気と積雪量ががらりと異なることが分かる。この二つの例はいずれも自然におけるあるパターンを示しているのである。人

は、自然界におけるこうしたパターンの認識を積み重ねることにより、そのつぎの新しいパターンに気付くようになるものと思われる。最初に気付くパターンは、肉眼でごく普通に見えるパターンであり、順次巨視的なもの、あるいは微視的なもの、肉眼では見えないが特別な方法を用いたり処理をすることによって見えるようになるものなど実にさまざまなパターンがある。

恩藤知典(1975)が紹介したパターン地学(Patterns in our environment)は、「科学を学ぶということは、パターンをとらえることであり、パターンをとらえることはだれにでも親しめ、さらに深く発展させるための基礎にもなる」という哲学を持っており、中学生にも取り組める市民教育としての科学教育を指向したものと見えよう。

このパターン地学の精神、すなわち、内容のとらえ方や学び方には共感を覚えるものである。

従来の地学領域では、学問体系にこだわりすぎ、あまりにも抽象化された理論の伝達に偏っていたように思われる。理論的な教材を扱う前に、もっと目に見える地学



図1 五感を働かせる体験的な野外活動を行う

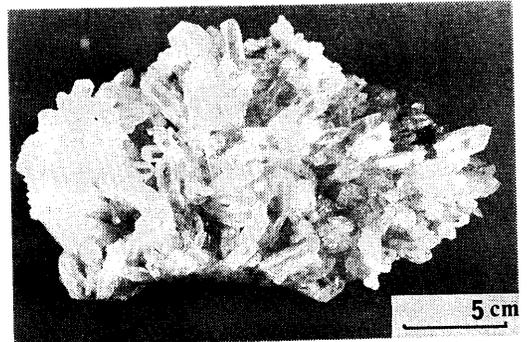


図2 美しい鉱物の結晶に親しませる

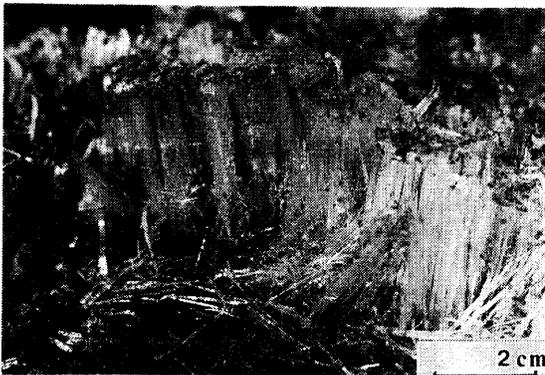


図3 身近な気象現象に気付かせる



図4 春先の関東地方での大雪と桜のつぼみ

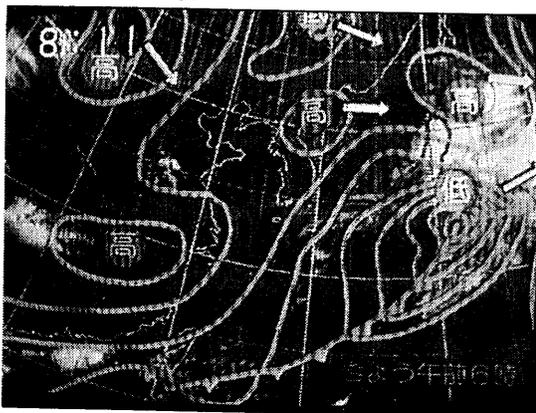


図5 この大雪のときの天気図と雲の分布域を読み取らせる

事象のパターンの把握、それを順次発展させながら少しずつ抽象化の過程をたどらせて行くことが必要である。

次に、「自然を認識すること」のために取り上げた学習項目について、その学習のねらいや活動を簡単に説明する。

①野外観察における体験的な活動

谷川、川原、野原、公園などで砂遊び、水遊び、植物のつるにぶら下がったり、崖をよじ登ったりしながら、小石、砂、粘土の粒の大きさや水の透りやすさ等をその感触を基に認識させ、発達段階に合わせて土の構成物とその働きを実物に即して学習する。

水の温度や流れの速さなども体感で測る工夫をさせるようにする。化石や鉱物の採集では、材化石や米粒の様な水晶であっても存分に探す機会を用意することである。

このような体験は一度だけではなく、何度か積み重ねることにより、さまざまな五感を働かせることができるようになると思われる。

ここで大切なことは、個々のものを単独にスケッチしたり採取したりして暗記することではなく、例えば、「れき層の下位にある粘土層の表面は水で濡れている」「粘土の層にだけ背丈の低い苔類が生えている」のように水のしみだしとの関わり又は植物との関わりで、「粘土」を認識したり、粘土層と砂の層との手触りでの比較や、水にとかしたときの様子の違いなどを比較する過程を通して「砂」または「粘土」としての認識をすることである。すなわち、その産状や後背地との関わりを観察したり、他のものと比較をするような情報収集、処理活動を通して認識させることが大切なのである。

こうした活動を経ることは、小石、砂、粘土、土などの観察に興味・関心をもつとともにこれらの用語を実物に即して使えること、換言すれば、科学的表現能力が身につく、さらには自然をとらえるときの媒体の発見にもつながる。(下野洋, 1991)

このような野外の観察では、川幅や崖の高さなどを目測で求めたりする習慣を身につけさせたいものである。

②気象現象の体験と気象情報の活用

最近、多くの地域で都市化が進み、コンクリートの建物が並び、道路は舗装され、小河川はコンクリートでふたをされ、地はだが見えず雑草の生える場所が少なくなってしまった。

そのため、草の葉にできた露の玉、クモの巣に付着した霧の粒、霜や霜柱などの現象を見る機会は少なくなっている。

しかし、巻雲、晴天積雲、積乱雲、層雲、乱層雲などほどの地域でも観察できるものであり、そのときの天気と関連させて見せておきたいものである。

要は、晴れた日の雲、雨が近いときの雲、雨の日の雲の特徴が認識できればよい。

TVで報道される気象情報は、一般的には、その時点での各地の天気、気象衛星による雲の画像、天気予報、最高・最低気温や降水確率の予想などであるが、場合によっては、雷や洪水などの注意報もある。

児童生徒の登下校、着衣の選択、洗濯ものの出し入れ、農作業の計画、旅行の準備などそれぞれに必要な情報をうまく読み取って適切に活用できることが望ましい。

そのためには、ある程度実際の天気と対応させた情報の解釈や気象衛星画像の見方ができることが大切である。

また、戸外に室内から見えるように温度計を設置しておき、その示度を見てその日の衣服を考える様な態度が育成されるとよい。

気象現象に限らず、簡単な器具、例えば温度計やものさしを使っての現象の測定や、それらをもとにした図表の作成、あるいは簡単な図表の読み取りができることも必要なことである。

③自然災害に関する情報の読み取り

我が国では、火山、地震、集中豪雨、台風、豪雪などによる自然災害が発生しやすい。このような災害についての報道や防災上の注意報、警報等が発令される。

そのような情報の収集や解釈にあたっては、それぞれの現象がどのようなもので、それが発生したときはどのような対策を取ることが必要かをAV教材等で見せておくことが大切であろう。

④身近な景観の観察と自然環境の地図化

最近の児童生徒は、学校の屋上や小高い山上から展望できる山、川、森等を、その固有の名称は聞いたことがあるにもかかわらず、実際に指し示すことができない。

すなわち、身近な環境での位置の同定や、景観の中での配列の把握が苦手の様である。

フランスのコレージュにおける「地質学」では、常に景観の観察を出発点としており、これに実験や観察のデータを添えて自然を科学的に解釈しようとする学習が展開されている。(下野洋, 1986)

景観としての自然環境を広くとらえるためには、風景を俯瞰したり、丘の上から眺めた景観のイメージを絵地図として表現(地図化)させるなど景観に親しむ学習が大切である。景観を空間的にとらえやすくするために

は、模型などを製作してみることも効果があろう。例えば、郷土の地形や地質の分布をボール紙やプラスチックを用いた地形・地質模型にしてみると、その製作過程を通して地形や地質の特徴をよく理解することができるものである。

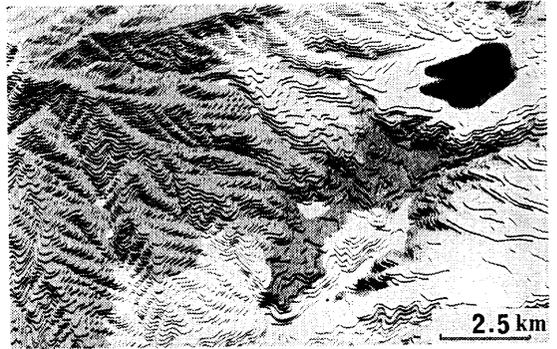


図6 地形図をもとに地形模型を製作する

また、一つの露頭の観察で、例えば花こう岩体の風化の様子や岩脈などのイメージを図化させることは空間概念の形成をはかるには有効な手立てである。(恩藤知典, 1991)

岩脈の構造のように地表での見え方をもとに、地中での見えない部分の構造を可視的に表現しようとする能力は、地学的事象の規模の大きさやそこである規則性などを把握するためには大変重要なものであると考えられる。

(2) 自然環境の変化を認識すること

自然環境の変化を認識させることは、現在の理科の教材の中には極めて少ない。

ここで言う自然環境とは、児童生徒にとってできるだけ身近な自然の事物・現象であり、時間・空間的にもそれほど大きなものでなく、日常生活とも関わりが深いものであることが望ましい。

この「変化」には、自然の事物・現象において、例えば、岩石の風化のように、その物の形や姿が時間の経過とともに物理的に他の形に変わったり、または、変質して他の物や現象が生じたりする時系列変化がある。

自然環境の「変化」については、比較的短時間の観察でその「変化」が分かるようなものと、補助的な資料や実験等を組み合わせること及び継続観察などによりその「変化」を理解できるようなものがある。

例えば、霧が晴れるときの景観や、寒冷前線の通過に伴う天気などは、短い時間のうちでさまざまに変わるものである。一方、石造りの建物では、その建物の岩石を



図7 冷水の上に暖気流が入ってきた川霧の変化を観察する

見ているだけでは、1日はおろか1か月や1年くらい経っても岩石が変化の様は分からないであろう。そのような場合には、墓石の観察をしたり、風化のモデル実験を行ったり、場合によっては露頭での岩体や川原のれきが風化していく過程を観察させるなどしてその理解を促させるように努める必要がある。

小学校の高学年程度になれば、学校の校庭やその周辺での動物や植物のほか、そこから見える景観などの時刻、季節、天気などの違いによる変化をスケッチさせたり観察させたりして、そこから身近な自然の中の変化をとらえさせることができよう。要は、さまざまな機会をとらえて、児童生徒に自然の中での変化に気付かせるような工夫をすることが大切である。

また、現象によっては例えば氷が成長したり、霜柱がとけたりするようす、雲の形や「ひまわり」の画像による雲の動きなどは視聴覚教材を利用し、時間を縮めて見ることが有効である。

次に、「自然環境の変化を認識すること」のために取り上げた学習項目について、その学習のねらいや方法を簡単に説明する。

①短い時間の中で起きる変化

前線の通過による天気の変化、ことに、寒冷前線通過時の気温、風、天気の変化、あるいは霧が晴れる時の変化などは短時間での現象としてとらえやすい。

したがって、そのときの雨の降り方や風の吹き方、気温の変化などをできれば体験させ、それぞれの測定結果と体験とを対応させることによって気象変化の実際を理解させたい。

②季節による変化

日の出入りの時刻や方位、昼の長さ、南中時の日差し

の長さ、最高気温、最低気温、などは、季節によって異なっている。

これらの現象は実際の天体の観察や気象観測を行うなど日常生活と関わらせながら理解させる必要がある。

また、このことと深く関わって、我が国の気候には季節による特徴が認められる。

その気候のパターンを、低学年にあっては、身近な動植物の出現や行動、あるいは人間生活と関わらせたり、高学年では、気象衛星の雲画像や天気図などを用いて季節による典型的な天気の型と特徴を知らせたい。

具体的には、春と秋の移動性高気圧におおわれたときの気象、梅雨のときの気象、太平洋高気圧におおわれたときの気象、台風の接近または襲来時の気象などの特徴を、体験が可能なものは意識的に体験させ、体験が難しいものはA V教材等を活用して理解させたい。

これらの内容に関わる観察や観測では、星座早見盤、双眼鏡、小型天体望遠鏡の操作、あるいは、温度計、湿度計、雨量計等の読み取りができるようになることも大切であろう。

③数十年単位での変化

十年単位くらいの気温、降水量、日射量などを解析すると、数十年単位での変化の傾向を見つけ出すようなことが可能である。例えば、ある地域の降ひょう発生頻度が高い時期は、何月頃で、そのときの気温や日射量の平均値がどれくらいで、上空の気温との差がどの程度になったとき発生しやすいかなどの傾向を見出すことができる。

また、この様な情報処理の過程で得られる能力や態度は、さまざまな事象の問題解決過程にも活かされるものである。

④岩石や鉱物に見られる変化

岩石や鉱物は数十年単位ではさほど目に見える変化はしないかもしれない。

しかし、ものによってはその程度の時間内であっても割に変化が認められることがある。例えば、道路の切り通しや崖に露出している地層や岩石はわずか1年くらいの間でも色の变化、ひび割れの増加、表面の剝離などを生じる。

露頭で採集した粘土層を標本として室内に持ってきておくと、2～3ヶ月で乾燥ししばらくは崩れてしまうことはよくある。

固い岩石の風化の過程を観察させることは無理だとしても、例えば、花こう岩体が風化している現場で、岩体

にひび割れができ、岩石中の鉱物がばらばらになり、さらに長石が粘土化し「まさ」に移り変わっている全容を観察させることにより、風化の実態を考察させることができる。

コンクリート製の建造物であれば、風雨にさらされたり、地下水の浸透等により建造物のひび割れや鍾乳石のようなものができたりするのを観察させることもできる。

風化の現象は、我が国では身近なところではしばしば観察できるものであるにもかかわらず、従来の学習の中では重要視されてこなかった。

児童・生徒が地層の野外観察にでかけたとき、最初に興味・関心を持ち、いつまでも問題にするのがこの風化・侵食などの現象である。(下野洋, 1987)

⑥景観(風景)の変化

身近な地域での山、河川、池などがその姿形を変えたりなくなってしまうことは最近では珍しいことではない。山が人工的に削られて宅地やゴルフ場になるような変化を認識することも大切であるが、自然の働きそのものによって変化する例を取り上げたい。

例えば、1本の川の流れがその洪水の時期をはさんで、洪水の前と後とでその水の流路、川岸の様子、川原の位置や大きさなどがどの様に変ったかを、実際の川原の観察と合わせて、AV教材でダイナミックに把握させるようにしたい。

そのことによって、洪水時の川が、川として生き生きとしているということ、普段の川は川の働きとしてはその役をほとんど果たしていないときであることを認識させたい。

また、身近な風景の季節変化をいつも同じところから観察させたり、写真に撮ってそこに見られる環境要素を読み取らせるような学習も効果的である。(下野洋, 1989)

⑥大規模な景観の変化

身近な地域の空中写真を用いて、自分の家、学校、森、池などのランドマークを基に広い地域の位置関係やつながりを理解させたり、人工衛星による同一地域の時間差のある画像から、広い地域の地形の特徴や植生など大規模な自然環境を読み取る活動を通して、地形の変化や土地利用の変化の様子などをと

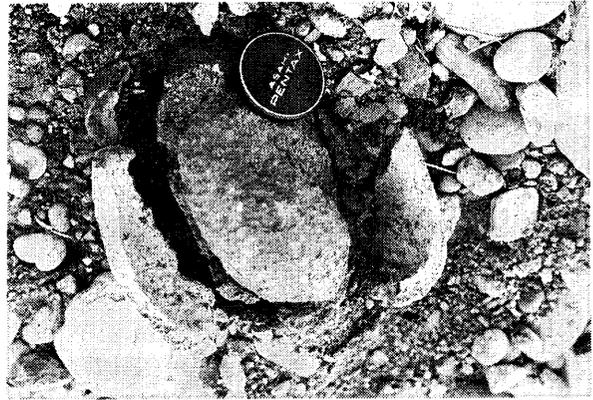


図8 れきの表面から風化が進んでいることを観察する

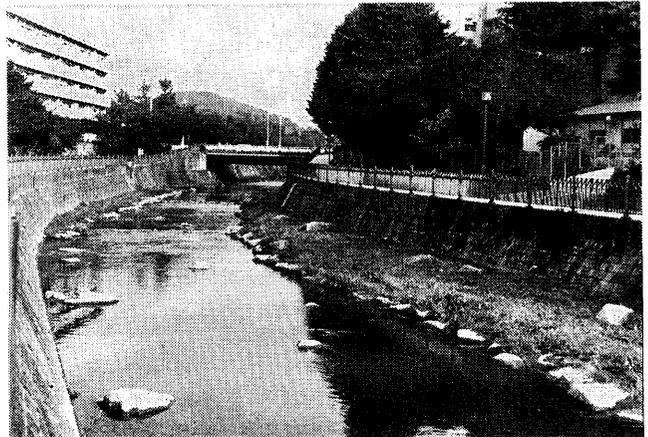


図9 普段の川の流れの様子を観察する

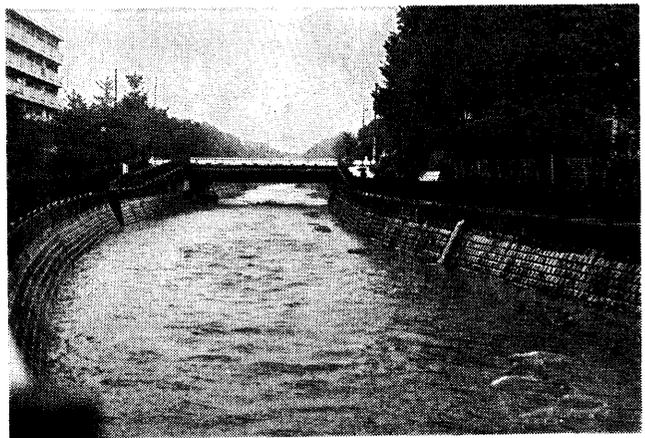


図10 増水時の川の流れを観察し、普段の流れとの違いを見いだす

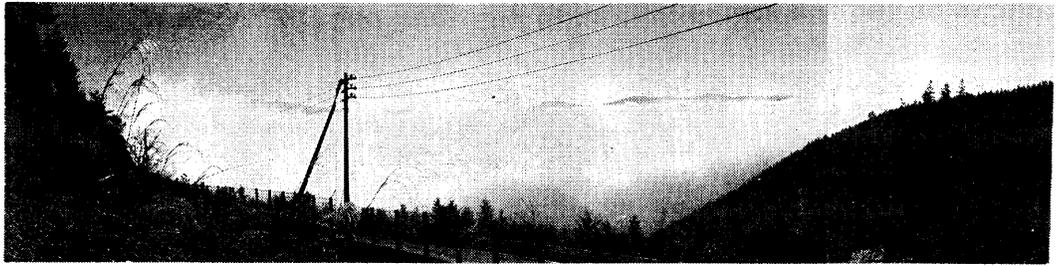


図11 盆地に発生した霧が晴れる様子を峠から観察する（飛騨国府）

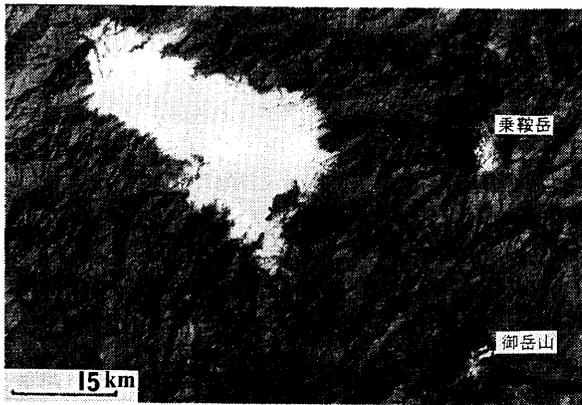


図12 ランドサット画像での霧の分布域を読み取る（図11の地域を含む）

らえさせるようにしたい。

また、霧が晴れる様子を、地上で観察したり、峠の上から見下ろしたり、ランドサット画像で霧の分布域を読み取ったりする学習は、観察の規模がほぼ連続的に拡大

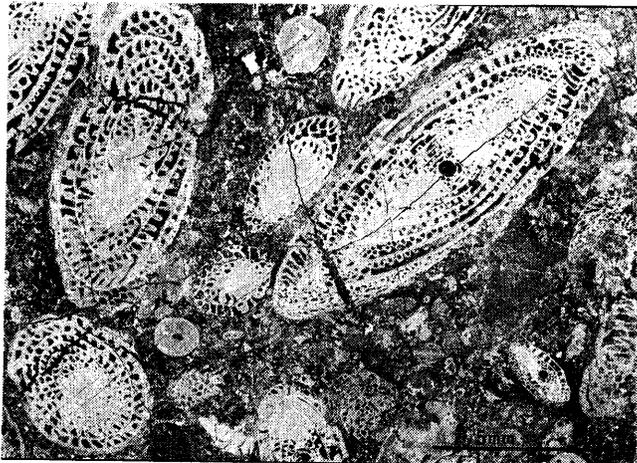


図13 フズリナなどの化石から地層の生成時代や古環境の推定、あるいは生物の進化について理解する

し、観察の視点の変化にも無理がないので大規模な景観や景観の変化を読み取る学習としても有効である。

最近のこの分野の情報は、量的にも質的にも優れており、また、教材として手軽に入手することができる。地上における肉眼観察だけではなく、二次情報を利用して自然を巨視的にとらえ、そこに見られる規則性を発見するような手法を身につけさせることも大切である。

⑦地質時代における地球環境の変化

地球が誕生して約45億年と言われているが、その中で生物が栄え始めたのは約6億年前、人類の祖先が出現したのは約200万年前である。これら地質時代のできごとを年代順に覚えるような必要はないが、生物界が移り変わったことや海陸の分布が変化してきたことを理解していることは大切である。例えば、古生代以後に魚類から両生類、ハ虫類、鳥類あるいは哺乳類が進化してきたことは化石によって裏付けられていることなどは学習させておきたい。また、

地球上の環境についても、地理的な変化や気候的な変化があったことを具体的な事実のもとに学習させておきたい。実際には、中学校から高等学校の課程を通して、手で触れることが可能な事例、例えば、フズリナ化石による生物の進化の過程や泥炭の花粉分析結果による泥炭堆積時の古気候の推定などを通して具体的な理解を得させることができよう。

このような学習を通して、地球上の環境は常に変化しており、現在はその進化の一時点であることを理解させることができよう。また、長大な時間が経過する中では、例えば、海底が隆起して高い山脈ができる場合、それは単に海拔高度が変化するのみならずそれによって周囲の気候条件や生物界にも大きな変化が生ずるのである。

地球の歴史を考えると、単に長大な時間の経過だけを考えたのでは不十分で、そこには実にさまざまな要素が関わりあったであろうことを考えあわせることが大切なこともこの学習を通して身につけさせるべきである。

(3) 人間と自然との関わりについて認識すること

1992年6月にブラジルのリオデジャネイロで地球サミット(環境と開発に関する国連会議)が開催された。

この会議には政府機関だけではなく、非政府機関、企業等数万人の人々が参加し、地球規模での環境や環境問題について幅広い議論が行われた。その結果、「環境と開発に関するリオ宣言」、「アジェンダ21」、「森林保全原則声明」、「生物多様性条約」、「気候変動枠組み条約」などが提案もしくは採択された。

昨今の地球環境問題は1つの国、特定の地域だけのことではなく、国や地域を越えた地球規模のものであり、その解決のために「地球サミット」のような場が設定されるようになったのである。

このような環境や環境問題への関心を高め、認識を深めるとともに科学的な判断に基づく意志決定ができる児童生徒の育成が大切である。

次に、「人間と自然との関わりについて認識すること」のために取り上げた学習項目について、その学習のねらいや活動を簡単に説明する。

①生物の生存を支える地球環境

生物の生存にとっては、きれいな空気、水、土、そして太陽の光が必要である。

このことに関する学習は、最初に述べた「自然を認識する」学習と深く関わっている。

すなわち、空気、水、土、太陽の光などについて児童生徒の発達段階に合った遊び、調査、観察、実験、採集、採取、製作、作業、飼育、栽培等自然に親しむ体験活動を通して気付かせたり、考察させたりすることが有効である。(船橋小学校, 1986)

②地球上での資源やエネルギーの有限性

人間の生活には、食べ物、衣類、住まいが必要であり、エネルギー源として石炭、石油などの地下資源を利用している。しかし、これら資源は地球上では有限であるから、それらの有効利用を考えることが大切である。このことについては、例えば、石炭や石油をはじめ工業生産に必要な鉄、銅、鉛など産状、生産量、埋蔵量、利用形態などを調べたり、紙やアルミのリサイクルの処理施設を訪ねたりしてレポートをまとめさせるような学習が考えられる。

また、原子力の安全な利用や公害の少ないエネルギー開発の必要性も取り上げたい。原子力発電を取り上げる

とき、およその発電の仕組みや我が国の原子力発電の現状を図書館で調べたり、その安全性、環境保全、放射性廃棄物の処理問題等を資料を基に考えさせたい。

新しいエネルギーの開発については、例えば風力、潮汐やバイオマスの応用等を科学技術館や博物館等で生徒に自主的に調べさせたり、簡単な模型を作るような課題学習が有効であろう。

さらに、科学技術の進歩は人間生活を豊かにする反面、使い方によっては危険を伴うことを理解させ、科学技術の進歩や在り方に対して生涯にわたり関心をもたせることが大切である。(高橋景一他, 1990)

③自然界の平衡と環境保全の重要性

自然界にはさまざまなつりあいが成り立っている。

例えば、比較的最近の地殻変動(海岸段丘、海食台、リアス式海岸、河岸段丘、地盤沈下、水準点変化など)を観察または資料により認識させたり、露頭の観察や資料の分析を通して、地球表面は内部エネルギーによる増起作用と太陽放射エネルギーによる平坦化作用を受け、動的平衡を保っていることを学習することが大切である。(全国理科センター研究協議会, 1981)



図14 露頭に見られる穿孔孔の穴の位置から土地の隆起を読み取る

環境保全については、自然の保護だけではなく、管理、保全、改造なども含み、資源や人口、食糧問題等とも関わらせて取り扱うことが必要である。

表3 地学リテラシー育成に関わる学習項目の主たる目標とその学習活動が行われることが望ましい学校段階との関係

内 容	目 標 と 学 校 段 階											
	態度的目標			思考的目標			技能的目標			理解的目標		
	小	中	高	小	中	高	小	中	高	小	中	高
野外観察	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○
気象の体験	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○
自然災害		○	○		○	○		○	○		○	○
景観の観察	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○
短時間の変化	○	○			○	○		○	○		○	○
季節による変化	○	○		○	○		○	○		○	○	
数十年での変化		○	○		○	○		○	○		○	○
岩石鉱物の変化	○	○	○		○	○		○	○		○	○
景観の変化	○	○		○	○		○	○		○	○	
大規模景観の変化	○	○	○		○	○		○	○		○	○
地質時代の変化		○	○		○	○		○	○		○	○
地球の環境	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
資源とエネルギー	○	○	○		○	○		○	○		○	○
自然界の平衡		○	○		○	○		○	○		○	○

それぞれの学習項目について、○印がついている学校段階で主としてその目標が達成できるように努めることが望ましい。同一目標の欄で二つ以上の学校段階に○印がついている学習では、発達段階を経るにしたがって具体的なねらいの範囲や程度が広くまたは高くなっていくことを示している。

3. 地学リテラシー育成に関わる学習内容の目標と学校段階との関連

前述の「地学リテラシー」の育成で取り上げた学習項目における主たる目標とその学習活動が行われることが望ましい学校段階との関係を表3にまとめて示した。

おわりに

市民にとって必要とされる地学リテラシーについての基本的な考え方を述べ、具体的な地学リテラシーを選定した。また、それを育成するための学習項目を取り上げ、それぞれにおける学習のねらいや学習活動について簡単に説明してきた。

この地学リテラシーの中核をなすものは、「人間及び生物が生きる場所としての地球（地殻）の仕組みとそこで生起する現象を理解すること」である。したがって、地学リテラシー育成に当たっては地殻を構成する岩石や鉱物の基本的な性質、山や川や河岸段丘等の地形の成り立ち、地表におけるさまざまな変化（気象現象と関わるものや地球内部のエネルギーと関わるもの）を、野外での活動を通して児童生徒の発達段階に合った目標を目指しながら具体的に学習させることが大切であるとする。

それも野外でのひとつひとつの小さな体験を積み重ね

てこそ育成されるものであり、大人になってから理屈で理解させようとしてもそこには必ずから限界があると考えられるのである。

引用文献

奥井智久, 1991: 小学校の新指導要録の特徴, 理科の教育, No.292, 明治図書, 13~15

恩藤知典, 1975: 「自然のパターンをとらえよう」, 科学の実験, 26巻, 11号, 共立出版, 10~15

恩藤知典, 1991: 地学の野外観察における空間概念の形成, 東洋館出版, 113~125

下野 洋, 1992: 高度科学技術社会に必要な科学・技術リテラシー育成の基礎的研究, 文部省科学研究費補助金 総合研究(A), [代表者: 大木道則], 中間報告, 28~31

下野 洋, 1987: 地学教育の改善に関する一つの提案, 地学教育, 40巻, 3号, 72~78

下野洋他, 1990: 児童が野外で興味を示す観察対象について, 科学教育研究, 14巻, 1号, 33~43

下野 洋, 1991: 野外活動における児童の自然環境のとらえ方, 地学教育, 44巻, 2号, 48~50

下野 洋, 1986: 教科書にみるフランス前期中等教育理科における 地学的内容の特色(Ⅲ), 地学教育, 39巻, 2号, 55~65

下野 洋, 1989: 「自然」の観察能力に関する一研究, 日本理科教育学会研究紀要, 26巻, 2号, 25~35

全国理科センター研究協議会, 1981: 「理科 I」指導の構成と展開, 東洋館出版, 191~197

高橋景一他, 1990: 改訂高等学校学習指導要領の展開, 理科編, 明治図書, 54~56

船橋市立船橋小学校, 1986: 環境教育と体験学習, 東洋館出版, 77~78

山極 隆, 1991: 中学校の新指導要録の特徴, 理科の教育, No.292, 明治図書, 17~20

渡部景隆, 1976: 今後の地学教育, 海洋科学, 8巻, 2号, 海洋出版, 26~27

下野 洋：地学リテラシーの育成 地学教育 46巻, 4号, 143~159, 1993

〔キーワード〕 地学リテラシー, 児童生徒, 自然の認識, 自然環境の変化, 環境教育, 理科教育

〔要旨〕 科学・技術が飛躍的な進歩を遂げる中で, 次代を担う児童生徒が社会生活を営むときに必要とする地学リテラシーについての基本的な考え方を述べ, 地学リテラシーの選定を行った。また, そのリテラシーを育成するにはどのような手立てを講じるのがよいかをいくつかの事例を挙げて説明したものである。

Hiroshi SHIMONO: A Study on Literacy related to the Earth Sciences; *Educat. Earth Sci.*, 46(4), 143~159, 1993.

学 会 記 事

第6回常務委員会

日 時 平成5年2月8日(月), 午後6時~8時
場 所 日本教育研究連合会 小会議室
出席者 平山勝美会長, 岡村三郎常務委員長, 石井醇,
榊原雄太郎, 小川忠彦, 下野洋, 馬場勝良, 松
川正樹, 間々田和彦, の各常務委員

議 題

1. 役員選挙の開票結果について(評議員・監事)

投票総数 325票(有効票323, 白票2)

評議員: 岡本弥彦 284票, 小倉義雄 282票, 武山宣崇
291票, 遠西昭寿 290票, 飛田真二 289票, 長谷川善
和 296票, 蒔田真一郎 299票, 増田和彦 297票

監 事: 岡 重吉 309票

2. 平成5年度総会の準備について

平成4年度事業報告(案): 資料により審議し, 一部
修正して承認した。

平成4年度会計決算報告(案): 資料により審議し,
赤字分を借入金で処理することで承認した。

平成4年度事業計画(案): 資料により審議し, 一部
修正して承認した。

平成4年度予算(案): 資料により審議し, 赤字分を
返済金にして承認した。

3. 総会のときに行うフォーラムの準備について

下野委員の原案で実施する。

原案中の“中学校「課題研究」の進め方”については,
小川委員が文京7区中の研究資料を提供してもらっ
よう交渉する。

原案中の“高等学校「総合理科」の学習”については,
榊原委員が資料収集する。

原案中の“高等学校理科履修者の変化”については,
下野委員が資料収集する。

原案中の“大学入試センター試験と地学受験者”につ
いては, 事務局で資料収集する。

4. 入会者, 退会者について

平成4年度入会者としてつぎの5名を承認した。

南 寿宏 高知県教育センター

西山 修 岡山大学教育学部

桑水流淳二 鹿児島県立薩南工業高等学校

藤 則雄 金沢大学教育学部

五島政一 神奈川県三浦市南下浦中学校

平成5年度よりの退会者(申出順, 36名)

天野 宏 神奈川 小山天祐 千葉

坂田泰治 神奈川 佐藤誠二 東京

牧野俊彦 愛知

小野くらら 宮城

山崎徹郎 東京

富沢恒雄 長野

高橋俊雄 茨城

葛城高幹 大分

緑川洋一 東京

今井四朗 三重

三瓶堯男 千葉

臼杵卓三 大分

小原 博 兵庫

田中利一郎 新潟

桜井康博 広島

中野 浩 神奈川

岡田光好 東京

柳沢嘉信 長野

高橋 淳 茨城

有山智雄 埼玉

法元紘一 宮崎

松本 宏 埼玉

中溝篤子 東京

蜂須紀夫 茨城

織田俊一 京都

古山将夫 千葉

増谷 宣 大阪

笠原芳雄 岐阜

村松憲一 愛知

吉須憲治 兵庫

多井義郎 兵庫

村田善之 三重

高瀬 孝 富山

鴻江洋明 福岡

5. 天文教育普及研究会からのアンケートについて
“地学ばなれ”を感じている。学会としては第3回地
学教育シンポジウムで取り上げる旨を返答する。

6. その他

1) 平成5年度日本地学教育学会学術奨励賞審査委員
会の設置を承認。委員は会長に一任する。

2) 平成5年度全国大会(北陸大会)のプログラムにつ
いて藤実行委員長よりの資料を検討し, 了承した。

3) 地学教育編集委員会に, 著作権問題を検討しても
らい原案作成を依頼した。「地学教育」の印刷所につ
いて検討してもらうことを依頼した。

4) 第18回海外地学巡検の参加者募集について検討
し, 小・中・高校など口コミでPRすることとした。
松川委員より現地での恐竜骨格の発掘は可能である
旨の報告があった。

報 告

1. 平成4年度国庫補助金について

昨年通り, 108万円交付されることになった。

平成5年度は厳しい状況になる可能性が高いと報告。

2. 寄贈および交換図書について

地理教学 1992. 3-6 上海華東師範大学

地学研究 41-4 日本地学研究会

郷土と科学 No. 105

郷土と科学編集委員会(北海道)

理科の教育 3-4 日本理科教育学会

秋田地学 42号 秋田地学教育学会

理科教育研究 32-1 千葉県総合教育セ

		ンター
地学雑誌	Vo1. 102 No. 1	東京地学協会
研究紀要	33-3	日本理科教育学会
地域研究	33-2	立正地理学会
愛知教育大研究報告	42輯	愛知教育大学
石川の自然	17集	石川県教育センター
地質ニュース	1993-1	地質調査所

3. その他

事務局のアルバイトの辞任申し出があった。

回覧資料

(財) 日本教育研究連合会から次の5点があった。

- ・教育改善委員会報告「教育実習の評価を生かす教育採用」
- ・教育会議講演「時代の進歩と教育の構想」 蛸谷米司
- ・第17回全国教育研究大会パネル・ディスカッション「学校週五日制導入にどう対応するか」
- ・第17回全国教育研究大会講演「教育—その不易なるもの」 滝沢博三
- ・財団法人 日本教育研究連合会会報 第59号

平成5年度第1回常務委員会

日 時 平成5年5月31日(月), 午後6時~8時

場 所 日本教育研究連合会 小会議室

出席者 平山勝美会長, 小林学副会長, 岡村三郎常務委員長, 石井醇, 大沢啓治, 榊原雄太郎, 渋谷紘, 下野洋, 松川正樹, 間々田和彦, 横尾浩一, 水野孝雄の各常務委員

議 題

1. 常務委員・評議員の追加について
常務委員としてつぎの4氏を追加する。
赤塚正明(東京), 佐藤政俊(石川),
坂本浩太郎(福井), 水野関映(福井)
評議員として河村 勁(北海道)氏を追加する。
(藤田氏が副会長となったことに伴い)
2. 平成5年度評議員会について
8月17日に開催する(別紙の開催案内配布)。
3. 平成5年度全国大会準備状況について
プログラムが回覧された。
研究発表数は48(小中部会29, 高大部会19)。
・地学教育の充実と拡充, 理科教育の問題点, “理科ばなれ”などに関する宣言をする。宣言文の原案は小林委員が作成する。次回の常務委員会で文案を検討する。宣言文は関連学会に送付し, 「地学教育」に掲載する予定である。
・後援の申請を7団体に言い, 現在, 文部省を除いて,

すでに承諾が得られた。

- ・広告の申込みは, 現在, 17社からあり, 4社と交渉中である。

4. 日本気象学会の「第27回夏季大学」後援について後援を承諾する。

5. 入会者について

平成5年度入会者としてつぎの5名を承認した。

荻田清孝	三重県立桑名北高等学校
小椋知子	福島県郡山市桃見台5-8
久保和弘	西宮市立大社中学校
橋本寿夫	鳴門市第一中学校
小川公夫	昭島市立瑞雲中学校
中澤愛美	東京書籍(株)
吉田哲雄	都立江戸川高等学校

6. 「地学教育」の刊行状況について

46巻2号は出版済み, 46巻3号は校正中, 46巻4号はまだ原稿少ない。

編集委員会は2ヶ月に1度開催されている。

7. その他

- ・地学教育シンポジウム開催要項(案)提示。

11月28日に開催。テーマは「こうすれば生き生きしてくる地学教育」。

- ・学会事務局のアルバイト事務員(勤続20年)が, 今回の全国大会の後仕末終了後でやめたいとの申し出がある。後任を推薦してくれることになっている。記念品等をさしあげたい。

報 告

1. 平成5年度総会について

- ・報告事項・審議事項の結果が別紙により報告された。
- ・総会終了後, 「新教育課程の実施に伴う地学教育の課題」のフォーラムが行われた。

2. 寄贈および交換図書について

若越の地学	No.16 (三浦静会長追悼号)	福井県地学会
地質ニュース	1993-2	地質調査所
長崎県地学会誌	51号	長崎県地学会
熊本県地学会誌	No.102	熊本県地学会
科学技術教育研究紀要	3号	三重県総合教育センター

'93: 大学入試フォーラム	No.16	大学入試センター
新地理	40-4号	日本地理教育学会
理科の教育	5月号	日本理科教育学会
地質ニュース	1993-3	地質調査所
地学雑誌	Vo1. 102 No.2	東京地学協会
研究集録	90集	神戸大学教育学部
理科の教育	6月号	日本理科教育学会

3. 日本学術会議学術研究団体登録について書類を提出し、登録を済ませた。
4. その他
 - ・海外巡検は、現在15名の申込みがあり、最終的には20名ぐらいになる見込み。準備は整っている。
 - ・今年も学会への入会案内を作成する（間々田委員）。

回覧資料

- ・読売新聞記事（'93.5.12）
“来年度用教科書検定 高校理科「不合格」ゾロゾロ”
- ・WWF (World Wide Fund for Nature) のパンフレット「クジラと私たち」
- ・「日本の地質」特製本のセットセール（共立出版）
- ・平成5年度学術研究集会等開催予定一覧
- ・ミネラルフェアの案内

平成5年度総会報告

1. 会長挨拶
2. 大会成立宣言
会員数952名中 出席者21名、委任状321名（会員の1/10以上）で、成立した。
3. 議長選出
渋谷紘氏（埼玉県）が選出された。
4. 議事
 - (1) 報告事項
 - ①平成4年度事業報告
別紙資料により報告され、特別な質問もなく、了承された。
 - ②平成4年度決算報告
別紙資料により報告された。監査委員の田中謙爾・須藤和人両氏により、「監査の結果、決算は適正と認められた」との報告があり、了承された。
 - ③平成5年度役員選挙結果報告
別紙資料により報告された。
 - (2) 審議事項
 - ①会費の改定について
細則の会費に関する条項を変更し、会費を次のように改定する。
正会員 4000円 ⇨ 5000円
賛助会員1口10000円 ⇨ 15000円
改定理由：学会の合理化等のため、さらに支出が必要である。⇨ 全員一致で承認（委任状にもやむを得ないとの意見あり）。
 - ②平成5年度事業計画 ⇨ 全員一致で承認。
 - ③平成5年度予算
質疑：「地学教育」の紙質を上げられないか。

応答：これまでの印刷所（活版印刷）が辞めたいと申し出ている。第47巻から別な印刷所で行う予定である。その際、紙質を上げ、表紙を新しくしたい。（フロッピーでの原稿提出も検討。）⇨ 全員一致で承認。

(3) 平成5年度全国大会について

実行委員長の藤則雄氏（金沢大学教授）が挨拶・説明をされた。

※総会終了後、「新教育課程の実施に伴う地学教育の課題」のフォーラムが下野洋氏（国立教育研究所）の進行で、活発に行われた。

平成4年度事業報告

I 常任委員会

- 第1回 平成4年6月1日（月）
日本教育研究連合会 小会議室
- 第2回 平成4年7月13日（月）
日本教育研究連合会 小会議室
- 第3回 平成4年9月28日（月）
日本教育研究連合会 小会議室
- 第4回 平成4年12月7日（月）
文化女子大学附属杉並中・高等学校
- 第5回 平成5年2月8日（月）
日本教育研究連合会 小会議室
- 第6回 平成5年4月6日（火）
日本教育研究連合会 小会議室
- 上記の6回開催した。

II 平成4年度総会

平成4年4月11日（土） 14時～17時
国立教育会館501研修室で開催した。

III 平成4年度評議員会

平成4年7月28日（水） 15時～18時
学習院百周年記念会館で開催した。出席者19名。
平山 勝美、小林 学、伊藤 久雄、西宮 克彦、水野 関映（藤 則雄代理）、蒔田 眞一郎、大沢 啓治、石塚 登、石井 良治、馬場 勝良、岡和田 健文、榊原 雖太郎、菅野 重也、間々田 和彦、渋谷 紘、秦 明德、石井 醇、名越 利幸、岡村 三郎。

IV 日本地学教育学会第46回全国大会

平成4年7月29日（水）～7月31日（金）
学習院百周年記念会館で開催した。
大会テーマ：「地球環境」を考える

——地学教育の役割——

講演 I：地球環境と地球科学との接点

奈須 紀幸（放送大学 教授）

講演Ⅱ：新しい学力観に基づく地学教育の構想

角屋 重樹(文部省 教科調査官)

シンポジウム：地球環境とこれからの地学教育

パネラー：恩藤 知典(前 神戸大学)

池原 研(地質調査所)

赤塚 正明(学習院中等科)

関根 一昭(埼玉・小鹿野高校)

司会：小林 学(国際武道大学)

分科会(小学校)：発表14件

(中学校)：発表16件

(高・大)：発表19件, 展示4件

実地研修・見学会：城ヶ島(参加者20名), 五日市盆

地(参加者9名), 府中郷土の森(参加者7名),

国立天文台(参加者21名), 文部省宇宙科学研(参

加者24名), 千葉県水質保全研(参加者8名)

V 会誌の発行

地学教育 45巻, 3号(通巻218号)から46巻, 2号

(通巻223号)まで, 合計244頁を刊行した。

VI 日本地学教育学会 学術奨励賞の授与

受賞者：相場 博明 会員

受賞論文：不整合の指導法の研究

——八王子市浅川河床を例として——

地学教育 第44巻 第2号 53～60頁

奨励金：5万円

VII 日本教育研究連合会 表彰

表彰者：恩藤 知典 会員を推薦し, 受賞した。

VIII フォーラム

平成4年4月11日(土) 国立教育会館

テーマ：地学教育の将来

パネラー：松川 正樹(西東京科学大学)

林 慶一(東京学芸大学附属高校)

IX 地学野外巡検

神奈川県城ヶ島

平成4年11月14日(土)～15日(日)

案内者：長浜 春夫・深沢 徳明(大同建設工業)

高橋 典嗣(暹星大学)

参加者25名で実施した。

X その他

① 29th International Geological Congress を後

援した。平成4年8月24日(月)～9月3日(木)

国立京都国際会館

② 日本学術会議科学教育研究連絡委員会のシンポジ

ウム「地球環境と科学教育」を後援した。

平成4年11月7日(土) 東京大学教養学部

③ 第二回 地学教育シンポジウムを共催した。

平成4年10月25日(日)10時～17時 学習院百周年
記念会館 小講堂

テーマ：現場から学ぶ環境教育

講演Ⅰ：地盤災害と地学教育

藤田 至則(元新潟大学 教授)

Ⅱ：地盤沈下問題と環境教育

中馬 教允(福島大学 教授)

パネラー：火山災害の現場から：雲仙普賢岳の観測
を中心に

寺井 邦久(長崎・島原高校)

地震災害の現場から：千葉地東方沖地震
の観測から

春川 光男(千葉・銚子商業高校)

地層汚染観測の現場から

上砂 正一(明治コンサルタント)

環境放射線と地学教育

坂巻 幸雄(地質調査所)

④ 第3回理科教育フォーラム「科学技術はどこまで
地球を救えるか」を共催した。

平成5年1月16日(土) 国立教育会館

⑤ 平成5年度大学入試センター試験の試験問題評価
検討委員会を伊藤 久雄委員長以下23名で開催し,
結果を大学入試センターに送付した。

平成5年2月20日(土) 都立小山台高等学校

平成5年度事業計画(案)

I 平成5年度常務委員会

年間6回開催の予定。

II 平成5年度総会

平成5年4月17日(土)14時より

学習院 中等科講義室。

III 平成5年度評議員会

平成5年8月17日(火)15時より

金沢大学 教育学部。

IV 日本地学教育学会第47回全国大会

平成5年8月18日(水)～8月21日(土)

金沢大学 教育学部

テーマ：自然から学ぶ地学教育

記念講演, シンポジウム, 懇親会, 研究発表(小・
中学校分科会, 高校大学分科会), 野外巡検。

V 会誌の発行

46巻, 3号(通巻224号)～47巻, 2号(通巻229号)
の6号を刊行の予定。

VI 日本地学教育学会 学術奨励賞の授与

平成5年度日本地学教育学会学術奨励賞候補者選考

平成4年度会計決算

収入の部

科 目	当初予算額	補正予算額 (補助金確定)	決 算 額
	円	円	円
会 費	3,150,000	3,116,000	3,192,000
個人会費	3,140,000	3,116,000	3,192,000
賛助会費	10,000	0	0
補助金	1,080,000	1,080,000	1,080,000
雑収入	968,345	891,345	979,304
前年迄会費	440,000	420,000	492,000
バックナンバー	160,000	120,000	156,280
広告料	365,000	350,000	330,000
利息	3,345	1,345	1,024
繰越金	11,655	11,655	11,655
借入金	0	0	60,521
合 計	5,210,000	5,099,000	5,323,480

支出の部

科 目	当初予算額	補正予算額 (補助金確定)	決 算 額
	円	円	円
大会費	507,000	507,100	507,100
本部分担金	500,000	500,000	500,000
消耗品費	7,000	7,100	7,100
成果刊行費	3,203,490	3,188,880	3,307,094
印刷製本費	2,937,000	2,904,000	3,030,039
通信運搬費	266,490	284,880	277,055
運営費	1,499,510	1,403,020	1,509,286
アルバイト料	576,000	586,000	586,000
会議費	132,000	132,000	104,240
交通費	120,000	120,000	132,000
分担金	40,000	40,000	40,000
名簿積立金	100,000	45,000	0
印刷費	150,000	150,000	200,293
封筒印刷費	105,000	105,000	97,335
通信運搬費	166,550	170,000	286,555
消耗品費	9,960	15,020	14,274
予備費	100,000	40,000	48,589
合 計	5,210,000	5,099,000	5,323,480

平成5年度会計当初予算

収入の部

科 目	当初予算額
会 費	4,000,000
個人会費	4,000,000
補助金	1,080,000
雑収入	990,000
前年迄会費	440,000
バックナンバー	158,400
広告料	390,000
利息	1,600
繰越金	0
合 計	6,070,000

支出の部

科 目	当初予算額
大会費	507,000
本部分担金	500,000
消耗品費	7,000
成果刊行費	3,659,160
印刷製本費	3,330,000
通信運搬費	329,160
運営費	1,843,319
アルバイト料	635,000
会議費	188,000
交通費	216,000
分担金	40,000
名簿積立金	100,000
印刷費	140,000
封筒印刷費	98,000
通信運搬費	310,000
消耗品費	16,319
旅 費	50,000
予 備 費	50,000
借入金返済	60,521
合 計	6,070,000

- 委員会を設置し選考を行う。
- VII 日本教育研究連合会 表彰
推薦依頼が来れば、選考の上推薦する。
- VIII フォーラム
平成5年度総会に引き続き、開催する。
テーマ：新教育課程の実施に伴う地学教育の課題
平成5年4月17日(土)15時30分より
学習院 中等科講義室。
- IX 地学野外巡検
第18回地学教育学会海外巡検(アメリカ)

- 平成5年7月29日(木)～8月13日(金)
コロラド高原での恐竜足跡の調査と恐竜骨格の発掘の旅。
- X その他
- ① 第3回 地学教育シンポジウム(3学会共催)
平成5年11月28日(日)
学習院百周年記念会館。
- ② 平成6年度入試センター試験の試験問題評価検討委員会
平成6年1月下旬に開催する。

「平成9年度からの大学入試センター試験の出題教科・科目等について——中間まとめ——」について

大学入試センターから下記のような「平成9年度からの大学入試センター試験の出題教科・科目等について——中間まとめ——」について、日本地学教育学会に意見を求めてきました。

会員各位においても、この件についてご関心があることと思います。ご意見等がある方は、学会事務局へ文書でもって平成5年9月30日までに御寄せ下さい。学会でまとめて大学入試センターに提出いたします。

記

平成元年3月15日付で新しい高等学校学習指導要領(以下「新指導要領」という。)が告示され、高等学校では、平成6年度からこの新指導要領に基づく学習が学年進行で始まる。

大学入試センター試験(以下「センター試験」という。)は、大学に入学を志願する者の高等学校の段階における基礎的な学習の達成の程度を判定することを主たる目的として実施するという基本に立って出題を行っている。

このようなことから、9年度からのセンター試験の出題教科・科目や出題方法等について、新指導要領に即した検討が必要となった。

このため、大学入試センターでは、運営委員会に「試験問題特別委員会企画部会」を設置し、9年度からのセンター試験の出題教科・科目に関する基本的方針について慎重審議を重ね、平成4年3月31日「基本的方針(案)」としてとりまとめて公表し、関係団体等の意見を聴取した。その結果、関係団体等からは、基本的に賛成である旨の意見を得たので、同年6月16日「基本的方針」として次のとおり決定し、公表したところである。

平成9年度からの大学入試センター試験の出題は、「国語」、「地理歴史」、「公民」、「数学」、「理科」及び「外国語」の6教科について行い、それぞれの教科について必修科目、及びそれぞれの選択科目中から適当な科目を出題する。

また、「職業教育を主とする学科」における履修科目の出題についても配慮するものとする。

1. 従来の「社会」を発展的に分離して設置された「地理歴史」と「公民」については、その設置の趣旨に鑑みて、これら2教科を出題の対象とする。
2. 新教育課程において「家庭」は、男子・女子生徒の全員について必修の教科と位置付けられた。
しかし、この教科の学習内容は「体験的」要素が多く、この意味では、「実技的」要素が多い必修の教科である「保健体育」、「芸術」と類似する面があり、この観点から出題の対象としないこととする。
3. 各教科における選択科目は多様となっているので、これらへの対応の検討が必要であるが、各選択科目の設置の趣旨並びに教育課程の設定状況及び予想される履修状況を勘案して、出題の対象とする科目を決定する必要があるという趣旨を「選択科目中から適当な科目」と表現してある。
4. 「職業教育を主とする学科」における履修科目の出題については、従来どおりの趣旨を継続的に配慮する必要性の観点から、附記するものである。

具体的な出題教科・科目等については、当センターに、国公立大学及び高等学校の教員、教育委員会の指導主事及び学識経験者等からなる「大学入試センター試験教科・科目等検討専門委員会」(以下「検討専門委員会」という。)を設置し平成4年6月から上記「基本的方針」

に基づき、新指導要領のねらい・特色を踏まえ、さらには、各関係団体等からの意見も参考としつつ詳細な検討を行ってきた。

また、新指導要領においては、多様な教科・科目を設け、生徒が自由に選択履修することができるよう教育課程編成に当たって配慮すべきことが重視されており、さらに総合学科や単位制高等学校など多様な高等学校の設置が進められ、生徒の能力・適性、興味・関心、進路等に応じた多様な教育課程の編成が今後一層進む状況にあることをも十分に踏まえて検討を行った。

このような検討に基づき、当センターとしては、現時点における考え方を下記のとおり「中間まとめ」として明らかにし、各方面の意見を求めることとした。

検討専門委員会におけるこれまでの検討の過程では、新指導要領に基づく高等学校の教科書が刊行されていないため、新指導要領及びその解説書だけを資料として検討せざるを得なかったが、そこに示されている各教科・科目の設定の趣旨や目標・内容については、現行のものとの詳細な比較検討を行いつつ、正確に把握することに努めた。

なお、センター試験は、高等学校教育と大学教育の接点にあり、新指導要領を受けて展開する高等学校教育の多様化及び近年進展の著しい大学教育の多様化の双方に対応す必要がある。この観点に立って、出題教科・科目とその範囲の設定に当たっては、高等学校の教育に及ぼす影響について十分配慮しつつ、同時に、各大学の多様な入学者選抜に応ずる資料として十分な機能を果たすことができるよう配慮した。

当センターとしては、この「中間まとめ」についての

各方面の意見を参考とし、高等学校における教育課程の設定状況や大学における利活用の方法等の調査を行いつつ更に詳細な検討を重ね、平成6年の夏までには最終的な結論を得たいと考えている。

理 科 他 の 科 目 に つ い て は 省 略

出題科目は9科目とし、次のように2グループに分け、それぞれのグループにおいて、1科目を選択解答させる。

グループ①：「物理ⅠA」「物理ⅠB」「生物ⅠA」「生物ⅠB」及び「総合理科」

グループ②：「化学ⅠA」「化学ⅠB」「地学ⅠA」及び「地学ⅠB」

（説 明）：新指導要領では、13科目（「総合理科」「物理ⅠA」「物理ⅠB」「物理Ⅱ」「化学ⅠA」「化学ⅠB」「化学Ⅱ」「生物ⅠA」「生物ⅠB」「生物Ⅱ」「地学ⅠA」「地学ⅠB」及び「地学Ⅱ」）が設定されている。

このうち、Ⅱを付した科目を除く9科目を総合理科、物理、化学、生物及び地学の5区分に分け、2区分にわたって2科目を選択必修としている。

したがって、9科目すべてを出題する。

グループ①とグループ②の科目配置は、受験生が理科を2科目選択する場合、物理と化学又は化学と生物の組合せが多いと予想されること等を考慮した。

なお、ⅠBを付した科目の探究活動の設問に関しては、仮説の検証、データ処理など探究の過程を重視した思考力を問う形式によって対処する。

日本地学教育学会 会長・副会長・評議員・常務委員・監事名簿 (平成5年6月)

会 長	平山 勝美(東京・平成5年度)		
副 会 長	小林 学(東京・平成5年度)		
同(全国大会担当)	藤 則雄(石川・平成5年度)	藤田 郁男(北海道・平成5・6年度)	
評 議 員(*印は、会則第11条第3項の会長指名評議員)			
任 期	平成5・6・7年度	平成5・6年度	平成5年度
地 区(定員)			
北海道・東北(3)	武山 宣崇(宮城)	河村 勁(北海道)	前田 保夫(山形)
関東(東京)(9)	増田 和彦(東京)	菅野 重也(群馬)	高瀬 一男(茨城)
	蒔田 眞一郎(東京)	円城寺 守(茨城)	馬場 勝良(東京)
	長谷川善和(神奈川)	新藤 静夫(千葉)	小川 忠彦(東京)
中 部(3)	遠西 昭寿(愛知)	西宮 克彦(山梨)	富山 正治(富山)
近 畿(3)	小倉 義雄(三重)	岡和田健文(京都)	横尾 武夫(大阪)
中国・四国(3)	岡本 弥彦(岡山)	赤木 三郎(鳥取)	秦 明德(島根)
九州・沖縄(3)	飛田 眞二(熊本)	八田 明夫(鹿児島)	阪口 和則(長崎)
評議員兼常務委員長		*岡村 三郎(東京)	
評議員兼常務委員	*石井 良治(東京)	*磯部 瑋三(東京)	馬場 勝良(東京)
	*赤塚 正明(東京)	*平野 弘道(東京)	小川 忠彦(東京)
	*間々田和彦(東京)		*大沢 啓治(東京)
	*石井 醇(東京)		*横尾 浩一(東京)
	*栗原 謙二(東京)		*下野 洋(東京)
	*榊原雄太郎(東京)		*渋谷 紘(埼玉)
	*水野 孝雄(東京)		
	*松川 正樹(山梨)		**佐藤 政俊(石川)
			**坂本浩太郎(福井)
常務委員(**印は、会則第11条5項の委員で全国大会担当)			**水野 関映(福井)
監 事	岡 重吉(東京・平成5・6年度)	須藤 和人(埼玉・平成5年度)	

第25回「東レ理科教育賞」について

東レ科学振興会より上記についての応募依頼がありました。積極的にご応募下さるようご案内いたします。

理科教育賞は、理科教育を人間形成の一環として位置づけた上で、中学校・高等学校の理科教育における新しい発想と工夫考案にもとづいた教育事例を対象としております。論説や提案だけではなく、実績のあるものを期待しています。例えば、次のような事項が考えられます。

- (1) 生徒の科学に対する興味を深めをなど、よりよい理科教育のための指導展開。
 - (2) 効果的な実験法、器材の活用法、自発的学習をうながす工夫など。
 - (3) 実験・観察、演示などの教材・教具(簡単な装置、得やすい材料、ビデオ、視聴覚教材など)の開発実践例。
- 理科教育賞：本賞1件につき、賞状・銀メダルおよび副賞70万円、10件前後。本賞のほか、佳作、奨励作(賞状および賞金10万円)を選定いたします。

受賞作の普及・活用を図るため、各作品の内容をのせた「受賞作品集」を刊行し、全国の中学校・高等学校および関係教育機関などに配布します。

応募資格：中学校・高等学校の理科教育を担当、または研究・指導する者。

応募手続：所定の応募用紙に所定事項を記して同会あてに提出することになっておりますので、応募用紙を下記にご請求下さい。

応募締切日：平成5年9月30日(必着)

財団法人 東レ科学振興会

〒279 千葉県浦安市美浜一丁目8番1号(東レビル)

☎(0473) 50-6104

F A X 0473-50-6082

付記：近年、地学分野の応募が少ないようです。ふるって応募下さるようお願いいたします。

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 46, NO. 4.

JULY, 1993

CONTENTS

- A Study on Teaching material for the Determination of
Crustal StructureYoshinori KATOH...127~136
- The Teaching material of the Volcanic ash of
Unzen-Fugen-dakeKou OBATA...137~147
- A Study on Literacy related to the Earth sciences.
.....Hiroshi SHIMONO...149~159
- Proceedings of the Society (160~166)
- Review (148)

All Communications relating this Journal should be addressed to the
JAPAN SOCIETY OF EARTH SCIENCE EDUCATION

c/o Tokyo Gakugei University; Koganei-shi, Tokyo, 184 Japan

平成5年7月25日 印刷 平成5年7月30日 発行 編集兼発行者 日本地学教育学会 代表 平山勝美
184 東京都小金井市貫井北町4-1 東京学芸大学地学教室内 電話0423-25-2111 振替口座 東京 6-86783