

地学教育

第53巻 第5号(通巻 第268号)

2000年9月

目次

原著論文

- 教育機関における研究からみた地学教育の現状とその分析
—学会(地震・火山・気象・第四紀・古生物)での講演件数に基づいて—
.....根本泰雄・川村大作...(189~199)
- パソコンによる気象観測記録の中から規則性を調べる学習
.....榊原保志・東原義訓...(201~208)
- 機能形態学的解析に基づく二枚貝化石の生態復元に関する教材開発
.....小荒井千人...(209~217)

教育実践報告

- 泥岩および凝灰岩の加熱変化の授業への導入の試み
.....小森信男・円城寺 守...(219~223)
- 埼玉県大宮台地南部における関東ローム層の教材化
—中学校第2分野「大地の変化」の学習から—
.....安部正幸・大場孝信・渡邊 隆...(225~237)

資料

- 最近20年間(1979~1998)の小学校
教員新規採用状況と中学校・高等学校での理科・地学教員新規採用状況と
について根本泰雄...(239~248)
- 台湾地震視察報告 1999年9月21日の台湾地震における地震断層
.....高橋典嗣・山崎良雄・石 瑞銓...(249~255)
- 学会記事 (256~257)

日本地学教育学会

263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学教育学部地学教室内

役員選挙に関する公示

正会員および学生会員 各位

2000年10月16日
日本地学教育学会 選挙管理委員会

役員候補者の推薦について

「役員選挙についての細則」に基づいて、平成13年度役員（評議員および監事）の選挙を行います。ついでに細則により、評議員候補者の推薦をお願いいたします。

〔参考〕役員選挙についての細則（抜粋）

5. 評議員候補者の推薦は、正会員および学生会員3名以上の署名捺印した推薦状に本人の承諾書を添えて、推薦者が12月1日から12月25日（消印有効）までに選挙管理委員会（事務局）に届けるものとする。
6. 監事候補者の推薦は、常務委員会が行う。
（注）会則および細則の全文は、会誌「地学教育」52巻3号、1999年5月発行を参照してください。

現在の役員は、下記の通りです。

- 1) 平成13年度まで、任期のある会長：下野 洋
- 2) 平成12年度で、任期の切れる副会長（会則第11条第2項：会長が評議員の中から指名する；評議員として再選を認められている）：浦島幸世
- 3) 平成12年度で、任期の切れる評議員（再選を認められている）
北海道・東北地区：河村 勲
関東地区：菅野重也・円城寺守・山崎良雄
中部地区：遠藤祐神
近畿地区：戸倉則正
中国・四国地区：依藤英徳
九州・沖縄地区：八田明夫
会長指名：平野弘道・二上政夫・磯崎哲夫・濱田浩美・林 慶一
- 4) 平成13年度も、任期のある評議員（推薦しても無効）
北海道・東北地区：照井一明・中村泰久、
関東地区：名越利幸・渋谷 紘・粟野俊昭・小川忠彦・江藤哲人・丸山健人、
中部地区：遠西昭寿・渡辺 隆、
近畿地区：田結庄良昭・藤岡達也、
中国・四国地区：岡本弥彦・秦 明徳、
九州・沖縄地区：田中基義・宮脇亮介
会長指名：買手屋仁・加藤圭司・水野孝雄・高橋 修・猪郷久治・五島政一・馬場勝良・松川正樹・
宮下 治

原著論文

教育機関における研究からみた 地学教育の現状とその分析

—学会(地震・火山・気象・第四紀・古生物)での講演件数に基づいて—

根本泰雄*・川村大作**

1. はじめに

現在、広義の意味での地学 (=地球惑星宇宙科学) をとりまく研究・教育環境は学校教育での科目「地学」の存続を含めて非常に厳しい状況に置かれている(例えば、21世紀の地学教育を考える大阪フォーラム準備会, 1999)。この状況は社会情勢をはじめとした諸般の変化と密接に関連しており、また地学のあるべき姿が不鮮明であるのが現状である。地学に関する教育問題は防災・環境教育とも深く関連し、同時にその問題解決方法が今後の地学の方向性とも大きく関わっていくと考えられる。そこで、現時点にて考えられる問題点をあらゆる方面から整理し、地学教育の現状を知り、地学離れへの対応策を提案し、地学のあるべき姿を明確に位置付けることが必要である。例えば、地学教育の現状を知るための観点の一つとして、根本(2000)は1979~1998年に公立の小学校・中学校・高等学校での理科・地学教員の新規採用状況を調査し、学校教育現場での地学系に関わる教員数に関する分析を行っている。本研究では、地学教育の現状を知るために別の観点にたち、学校教育(小学校、中学校、高等学校、高等専門学校)、社会教育(博物館、博物館相当施設)、生涯教育(公的機関による成人教育など)、教員養成大学といった各種教育機関での研究活動がどのように推移してきたかを学会での講演件数に基づき調査し、分析を行った。

教育機関での研究活動は、教育を支えるもののうちの一つとして重要である。学校教育、社会教育、生涯教育等の各機関全てにおいて、指導者の専門内容を研究する態度が児童・生徒・学生等の受講者に与える影響は非常に大きいと言えるからである。松尾(1998)は小学校~高等学校の各段階、および博物館に代表さ

れる社会教育施設における地学分野の研究活動の状況を1977~1996年の20年間にわたる日本地質学会と日本天文学会との講演件数を基に年次推移を調べる手法で分析を行っている。

その結果、社会教育活動において研究活動は大幅に活発化しているが、学校教育(松尾(1998)では、小学校・中学校・高等学校を意味し、高等専門学校は含んでいない)ではかなり低下していると結論付けている。しかしながら、多くの分野から地学は構成されており、地質学を代表する日本地質学会と天文学を代表する日本天文学会での年次推移だけでは教育機関での研究活動全般を見ているとは言い難い。例えば、根本ほか(1998)は松尾の方法にはほぼ従って日本地震学会での講演件数を同様に調査し、学校現場では活発とはいえないまでも研究活動が低下しているとは言い難く、社会教育活動においては活発化してきている傾向を示し、日本地質学会や日本天文学会とは異なった傾向が認められると結論付けている。従って、地学全般を眺めるためには地学教育に関係する学会全てでの年次推移を見る必要があることが考えられる。しかしながら地学教育に関係する学会は表1のように30を越え、その規模も多様であり、全部の学会を見渡すことはかえって木を見て森を見ないという状態に陥りかねない。

そこで、本研究では付録に示したように高等学校で現在使用されている地学IB教科書(力武ほか, 1996)の単元に基づき、大きく地学を次の4つの領域に分け、それぞれの領域から1ないし2つの学会での年次推移を調べる手法を採用した。

- ①固体地球物理学に関する分野
- ②地質学およびその周辺に関する分野
- ③流体地球物理学に関する分野

* 大阪市立大学大学院理学研究科生物地球系専攻, School of Earth Sciences, Victoria University of Wellington, New Zealand

** 大阪市立大学大学院理学研究科生物地球系専攻 1999年6月4日受付 2000年7月15日受理

表1 地学に関する学会 (各系統内は五十音順)

固体地球物理学系統	地質学系統	流体地球物理学系統	天文学系統	教育学系統・他
日本火山学会 日本地震学会 日本測地学会 物理探査学会	構造地質研究会 資源地質学会 地学団体研究会 東京地学協会 日本応用地質学会 日本岩石鉱物鉱床学会 日本鉱物学会 日本古生物学会 日本情報地質学会 日本第四紀学会 日本地質学会	水文・水資源学会 地球磁気・地球惑星圏学会 日本海洋学会 日本気象学会 日本雷水学会 日本地下水学会 日本陸水学会	日本天文学会 日本惑星科学会	天文教育研究会 日本科学教育学会 日本地学教育学会 日本理科教育学会 砂防学会 地盤工学会 日本自然災害学会 日本地球化学会 日本地形学連合

④天文学およびその周辺に関する分野

これらの領域のうち、②に関係する日本地質学会、および④に関係する日本天文学会はすでに松尾(1998)により報告されているので、本研究では①に関係する学会として日本地震学会と日本火山学会、②に関係する学会として日本第四紀学会と日本古生物学会、③に関係する学会として日本気象学会を選択した。全部で20以上存在する学会数を考えるとまだ少数であるともいえるが、松尾(1998)の研究結果と併せて、これで地学の内容を大きく分けた上記の領域全部を網羅しており、全体的傾向を知るには十分であると考えられる。なお、本研究では各学会が①～④のどこに主として関係するかに重きを置き、日本地震学会・日本火山学会・日本気象学会を地球物理系、日本地質学会・日本第四紀学会・日本古生物学会を地質系、日本天文学会を天文系にそれぞれ属すると考える。また、教員養成に直接的に関わる教員養成系大学との関係を考察するために、松尾(1998)による分類(小学校～高等学校の学校教職員・社会教育施設職員)に加えて、教員養成系大学の教職員・学生という項目も新たに設けて年次推移を見ることにした。

2. 用いた資料

研究活動状況の年次推移をみるために、1978～1998年の日本地震学会大会(春季・秋季、年2回)での講演件数、日本火山学会大会(春季・秋季、年2回)での講演件数、日本気象学会大会(春季・秋季、年2回)での講演件数、日本第四紀学会大会(年1回)での講演件数、日本古生物学会年会・例会(年2回)での講演件数をそれぞれ用いた。但し、1990年以降は地球惑星科学関連合同大会が年1回春季に開催されており、日本地震学会春季大会と日本火山学会春季大会とはこの合同大会に参加して固有には開かれていない。そこで、この合同大会中の両学会の固有セッション

での講演件数だけを拾い出し、共通セッション中の講演件数は数えないことにした。

具体的には、日本地震学会春季大会講演予稿集および秋季大会講演予稿集(日本地震学会、1978～1998)、火山(日本火山学会、1978～1998)、地球惑星科学関連合同大会予稿集(1992～1998)、天気(日本気象学会、1978～1994)、日本気象学会春季大会講演予稿集および秋季大会講演予稿集(日本気象学会、1995～1998)、日本第四紀学会要旨集(日本第四紀学会、1978～1982・1985～1998)、および日本古生物学会講演予稿集(日本古生物学会、1986～1998)を用いた。日本古生物学会講演予稿集は1986年以前には発行されておらず、日本古生物学会年会・例会に関しては1986年以降を調査の対象とした。

これらの資料から、小学校～高等学校・高等専門学校に所属する教職員(以後、学校教職員と略す)、社会教育施設に所属する教職員(以後、社会教育関係者と略す)、教員養成系学部・学科に所属する教職員・学生(以後、教員養成系所属員と略す)、それぞれの講演件数を数えた。松尾(1998)は、学校教職員にて高等専門学校の教職員は数えていないが、高等専門学校では地学系の教員が高等学校1年次から3年次に相当する学年で地学を担当することが一般的であることを考え、ここでは学校教職員の分類に含めることにした(例えば、八代工業高等専門学校カリキュラム、1998)。以後、学校教職員・社会教育関係者・教員養成系所属員を一括して記す場合は教育関係者と表す。

本研究では松尾(1998)に則り、社会教育施設には、博物館、科学館、公共天文台など大衆を対象に教育を行っている機関全てを含み、国公立といった法定の機関や教育委員会所属の施設に限定せず、民間施設も含んでいる。さらに、研究機関以外に所属している一般行政関係者も住民と行政窓口を通して接することを考え含ませることにしたが、その数は極少数である。ま

た、講演には筆頭講演者に限定せずに、共同研究者として名前を連ねている教育関係者がいる講演全てを数えている。

3. 分析手法

講演件数を求める手順は以下の通りである。

まずはじめに資料から各講演の講演者と所属機関とを抜き出した。例えば、

<例1>

タイトル:「地学教育の課題に関する研究」

講演者: 地学太郎 (地学大学教育学部)

宇宙広子 (天文高等学校)

とあれば、本講演は、教員養成系所属員と学校教職員とが発表した講演であると見なした。しかしながら、所属が次のように曖昧な記し方をしている例も存在している。

<例2>

タイトル:「地学教育の将来について」

講演者: 地球海夫 (地学大学)

惑星多子 (惑星学院)

例2のように地学大学には理学部も教員養成系の教育学部も存在しているならば、地球海夫を教員養成系所属員として数えるかどうかの判別が付かない。この場合は、講演の発表年版「研究者・研究課題総覧」(日本学術振興会, 1979~1990; 電気・電子情報学術振興財団, 1991~1996), 及び「全国大学職員録」(大学職員録刊行会, 1979~1981; 大学職員録刊行会, 1982~1992; 廣潤社編集部, 1993~1998)を用いて確認を行った。以上で確認がとれない講演者に関しては各学会の会員名簿を用いた(例えば、日本地震学会, 1998)。会員名簿は1~2年毎に更新される訳ではないので、以上の方法で所属が確定できない講演者が日本気象学会大会と日本火山学会大会とで21年間を通して若干名存在している。確認の取れなかった講演は若干数であったので数え上げる講演対象から省いた。また、例2の惑星多子のような所属の場合、学校教職員とするか、専門学校等の所属になるのかが判別できない。この場合は、「全国学校総覧」(例えば、文部省大臣官房調査統計企画課, 1997)を用いて確認を行った。大学に属する講演者と異なり、惑星多子のような場合にこの時点で確認が取れなかった講演は本研究では皆無であった。

次に、講演者を彼/彼女等の所属に応じて、

A: 学校教職員

B: 社会教育関係者

C: 教員養成系所属員

C': 研究を主たる業務にしている研究者

の4つに分類した。C'は、大学院理学研究科や大学理学部といった教員養成系学部・学科には属していない教官・教員・院生・学生、国公立の研究所に所属する研究者・民間機関の研究者が含まれることになる。よって、本研究には直接関係ないものとして扱い、講演者がC'だけである講演は本研究では取り扱わない。

講演者の組み合わせから、次の場合が考えられる。

Aに属する講演者だけからなる講演(Aと表す)、Bに属する講演者だけからなる講演(Bと表す)、Cに属する講演者だけからなる講演(Cと表す)、AとBとに属する講演者からなる講演(A+Bと表す)、以下同様に組み合わせと記号を考えると、次のようなパターンからなることになる。

A, B, C, C', A+B, A+C, A+C', B+C, B+C', C+C', A+B+C, A+B+C', A+C+C', B+C+C', A+B+C+C'. これらのパターンのうち、C'だけからなるものは本研究では考えないので、全講演をC'を除いた14パターンに分類した。実際に各学会の大会で存在した所属機関とその分類を、日本地震学会を例として表2に示した。

次に、学校教職員の講演件数、社会教育関係者の講演件数、教員養成系所属員の講演件数を各学会の各大会毎に求めた。この際、Aのパターンに属する講演件数をaと表し、A+Bのパターンに属する講演件数をabと表すことにし、以下同様に表記すると、順に次のようになる。a, b, c, c', ab, ac, ac', bc, bc', cc', abc, abc', acc', bcc', abcc'. ある大会の学校教職員の講演件数A(a)を求める場合、次の集計を行えば良いことになる。

$$A(a) = a + ab + ac + ac' + abc + abc' + acc' + abcc' \quad (1)$$

同様に、社会教育関係者の講演件数B(b)は式(2)で、教員養成系所属員の講演件数C(c)は式(3)で求めることができる。

$$B(b) = b + ab + bc + bc' + abc + abc' + bcc + abcc' \quad (2)$$

$$C(c) = c + ac + bc + cc' + abc + acc' + bcc' + abcc' \quad (3)$$

学校教職員の講演件数A(a)と社会教育関係者の講演件数B(b)との合計AB(ab)を求める場合、両者が関わっている講演に関しては1件として計数し、重複計

表2 日本地震学会大会(1978~1998)で講演した教育関係者が発表当時所属していた機関一覧

小・中・高等・ 高等専門学校	博物館等	教育センター等	行政機関等	教員養成系大学学部・学科
岐阜県笠郷小 高富小 大垣西部中 沼島中 尚徳中 弓ヶ浜中 福島西好高 NHK学園高 都立志村高 都立鳥山高 城崎高 柏中央高 行徳高 国分高 袖ヶ浦高 鯨子商高 幕張北高 八千代高 追浜高 新潟高 釜山高 愛知犬山高 愛知碧南高 吉良高 佐織工高 大塚北高 仁愛女子高 大教大附天王寺高 府立東百舌鳥高 神戸海星女子学院高 洲本高 清水ヶ丘高 松山女子高 日新館高 鳥原高 旭川高専 秋田高専 秋田工高専 鶴岡高専 都立航空高専 沼津高専 豊田工高専 福井高専 高知高専	北海道開拓記念館 国立科学博物館 川崎市青少年科学館 神奈川県立博物館 兵庫県立人と自然の博物館 西はりま天文台	岩手県教育センター 気象協会 神奈川県温泉地学研究所 新潟県立教育センター 新潟市立理科教育センター 豊栄地区理科教育センター 静岡県防災情報研究所 伊那谷自然友の会 木曾地方地質研究会 大府府科学教育センター 大阪府公害監視センター 神戸教育研究所	札幌市役所 青森県消防防災課 塩原町教育委員会 塩原町文化財審 埼玉県環境部 千葉県環境部 環境庁 東京消防庁 神奈川県防災消防課 神奈川県環境部 横浜市総務局災害対策室 横浜市消防局 静岡県庁 静岡県地震対策課 静岡県埋蔵文化財調査研究所 袋井市教育委員会 東海地震体験者の会 長野県 長野県教育委員会 木曾郡埋蔵文化財センター 愛知県建設部 愛知県総務部消防防災対策室 愛知県埋蔵文化財センター 三重県環境安全部消防防災課 NHK高山 下呂町企園商工 福井県民生活部消防防災課 福井市長 北陸農政局 今津町教育委員会 湖西市教育委員会 滋賀県文化財協 京都府埋蔵文化財センター 和歌山県文化財 高知県教育委員会	北海道教育大学 秋田大学教育学部 福島大学教育学部 宇都宮大学教育学部 群馬大学教育学部 東京学芸大学教育学部 早稲田大学教育学部 横浜国立大学教育学部 都留文科大文学部初等教育学科 山梨大学教育学部 静岡大学教育学部 愛知教育大学教育学部 岐阜大学教育学部 富山大学教育学部 福井大学教育学部 京都教育大学教育学部 和歌山大学教育学部 鳥取大学教育学部 岡山大学教育学部 香川大学教育学部 高知大学教育学部 福岡教育大学教育学部 熊本大学教育学部 大分大学教育学部

一番左の欄は、小学校、中学校、高等学校、高等専門学校の順に並んでいる。また校種別内では、ほぼ北に位置する学校から順に並んでいる。その他の欄は、ほぼ北に位置する順から並んでいる。

数を避けた。すなわち、

$$AB(ab) = A(a) + B(b) - (ab + abc + abc' + abcc') \quad (4)$$

で合計を求めた。その他の組み合わせの合計を出す場合も、重複計数を避けるために(4)式に準じた計算を行った。

4. 結 果

各学会毎の全講演件数を図1に示す。1978~1998年の21年間で全講演件数は、日本地震学会=11793件、日本火山学会=4500件、日本気象学会=10830件であった。また、ほとんどの年で年1回開催である日本第四紀学会は1197件、1986~1998年の13年間で日本古生物学会は2172件であった。年2回開催の学会と年1回大会の学会とが混在しているので、

一年当たりの平均講演件数を見てみると、日本地震学会=562件、日本火山学会=214件、日本気象学会=516件、日本第四紀学会=68件、日本古生物学会=167件であった。同じ期間で各学会毎の教育関係者の全講演件数は、日本地震学会=579件、日本火山学会=337件、日本気象学会=997件、日本第四紀学会351件、日本古生物学会=651件であった。一年当たりの教育関係者の平均講演件数を見てみると、日本地震学会=28件、日本火山学会=16件、日本気象学会=47件、日本第四紀学会=20件、日本古生物学会=50件であった。全講演件数に対する学校関係者の講演件数の割合は、日本地震学会=4.91%、日本火山学会=7.49%、日本気象学会=9.21%、日本第四紀学会=28.5%、日本古生物学会=30.0%であった。同様に、学校教職員と社会教育関係者との講演件数の和

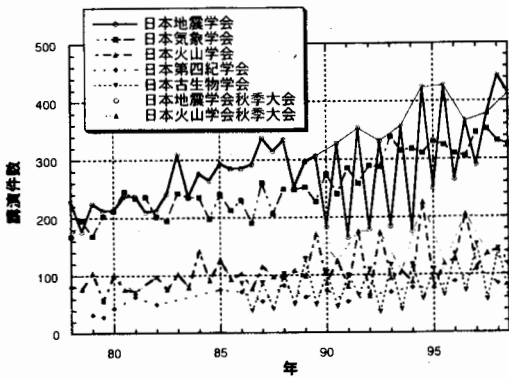


図1 各学会毎の全講演件数の年次推移
1990年以降は、日本地震学会と日本火山学会とは地球惑星科学関連合同大会開催のため固有に春季大会を開催していない。そこで、見やすくするために、1989年以降は秋季大会の推移を細線でも結んで表している。

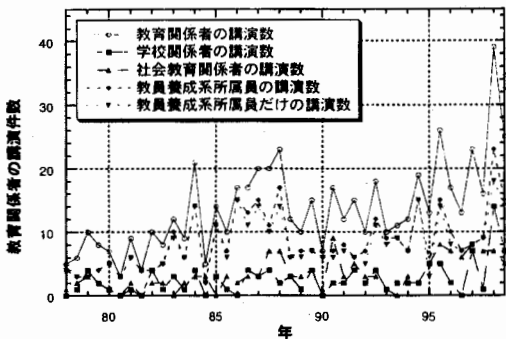


図2 日本地震学会における教育関係者の所属種別講演件数の年次推移

(AB(ab)) と AB(ab) の 1 年当たりの平均講演件数、および AB(ab) が全講演件数に占める割合は、それぞれ日本地震学会が 244 件、12 件、2.07%、日本火山学会が 129 件、20 件、2.87%、日本気象学会が 444 件、21 件、4.10%、日本第四紀学会が 288 件、16 件、23.4%、日本古生物学会が 405 件、31 件、18.6%であった。

また、このおよそ 20 年間での 1 年当たりの全講演件数は、図 1 に示されているように日本地震学会が約 2 倍、日本火山学会が約 1.5 倍、日本気象学会が約 1.6 倍、日本第四紀学会と 13 年間ではあるが日本古生物学会とが微増傾向を示している。

次に、各学会毎の結果を示す。日本地震学会での教育関係者の講演件数の推移を図 2 に、教育関係者の「講演件数が全講演件数に占める割合」（以下、講演割

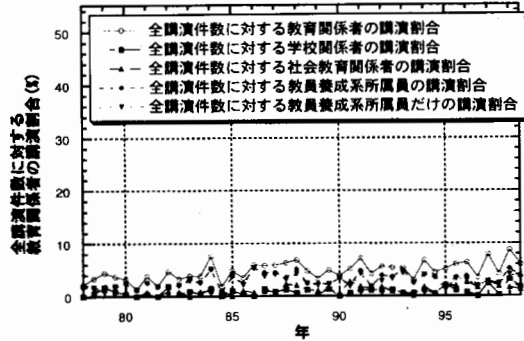


図3(a) 日本地震学会における教育関係者の全講演件数に対する所属種別講演割合の年次推移
図 5(a), 図 7(a), 図 9, 図 11 と比較しやすいようにこれらの図と縦軸の範囲を統一してある。

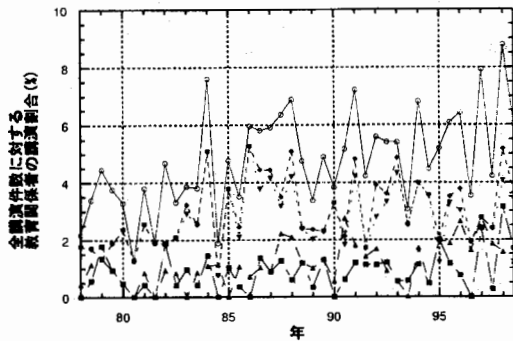


図3(b) 日本地震学会における教育関係者の全講演件数に対する所属種別講演割合の年次推移
(a) の詳細を見られるように縦軸を 0~10% で表した図であり、データ・凡例は (a) と同一である。

合と記す) の推移を図 3(a) に示す。図 3(b) は図 3(a) の縦軸の値を変え、より推移を細かく見られるようにしたものである。また、同様に日本火山学会、日本気象学会、日本第四紀学会、日本古生物学会での教育関係者の講演件数の推移と教育関係者の講演割合の推移とをそれぞれ図 4 と図 5(a) (b), 図 6 と図 7(a) (b), 図 8 と図 9, 図 10 と図 11 に示す。図 2~図 11 で明らかなのは、地球物理系である日本地震学会、日本火山学会、日本気象学会での教育関係者の講演件数は数件から十数件と少なく、講演割合も概ね数%程度であるのに対して、地質系である日本第四紀学会、日本古生物学会での教育関係者の講演件数は地球物理系の学会と大差ないが、講演割合は数十%程度と地球物理系各学会と比べて明瞭に高い傾向を示すことである。

次に、各学会毎の結果を示す。日本地震学会では、

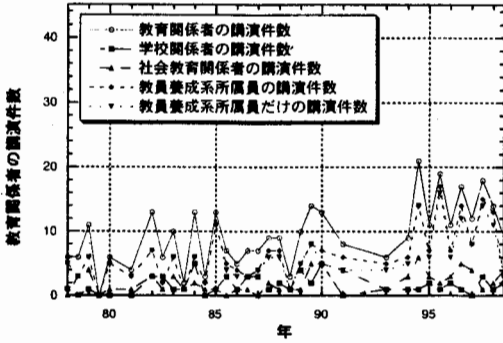


図4 日本気象学会における教育関係者の所属種別講演件数の年次推移

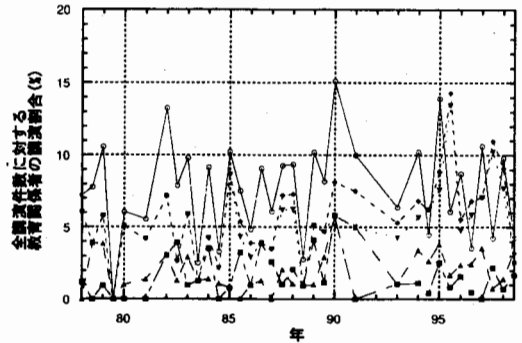


図5(b) 日本気象学会における教育関係者の全講演件数に対する所属種別講演割合の年次推移 (a)の詳細を見られるように縦軸を0~20%で表した図であり、データ・凡例は(a)と同一である。

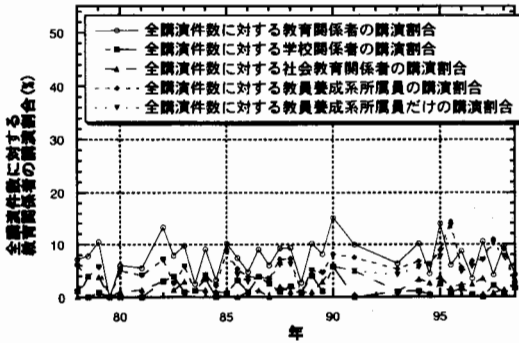


図5(a) 日本気象学会における教育関係者の全講演件数に対する所属種別講演割合の年次推移 図3(a), 図7(a), 図9, 図11と比較しやすいようにこれらの図と縦軸の範囲を統一してある。

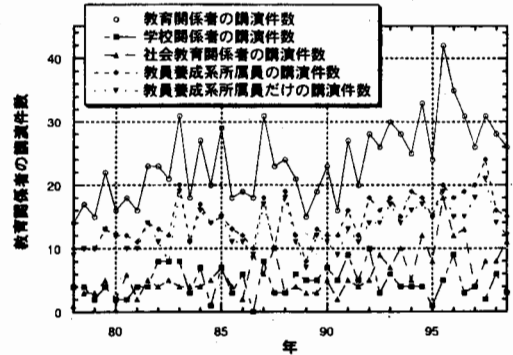


図6 日本気象学会における教育関係者の所属種別講演件数の年次推移

学校教職員の講演件数は数件と少ないが、98年秋季大会では10件を越しており、総合的には件数自体は少ないものの微増傾向を示している。しかしながら全講演件数がこの20年間で約2倍になっており、講演割合で見ると近年微増の兆しは見られるものの、ほぼ横ばいで推移している。これに対して社会教育関係者の講演件数は少ないもののこの20年間で約3倍となっており、講演割合で見ても増加傾向を示している。教員養成系所属員の講演件数は10件前後で推移しており、講演割合で見てもほぼ横ばいか微減状態で推移している。

日本気象学会では、学校教職員の講演件数は数件と少なく、横ばいか微減傾向で推移している。全講演件数が微増状況であるために、講演割合で見ると減少傾向の推移をみせている。一方、社会教育関係者の講演件数は80年代中頃ではあるかないかといった状況であるが、90年代には数件ではあるが講演のある状態

が継続している。講演割合で見ても微増状態で推移する傾向を示している。教員養成系所属員の講演件数はこの20年間でほぼ倍増しており、講演割合も同様に倍増している。

日本気象学会では、学校教職員の講演件数は数件と少なく、横ばいか微減傾向で推移している。全講演件数が増加傾向であるために、講演割合で見ると減少傾向の推移をみせている。一方、社会教育関係者の講演件数はこの20年間で数件での推移から10件前後に増加してきている。講演割合で見ても明らかにほぼ2倍と増加している。教員養成系所属員の講演件数は全講演件数と似た推移をしており、講演割合で見るとほぼ横ばいの傾向を示している。

日本第四紀学会では、学校教職員の講演件数は10件前後で推移しているが、講演割合で見ると、全講演件数が微増しているために微減状態で推移している。

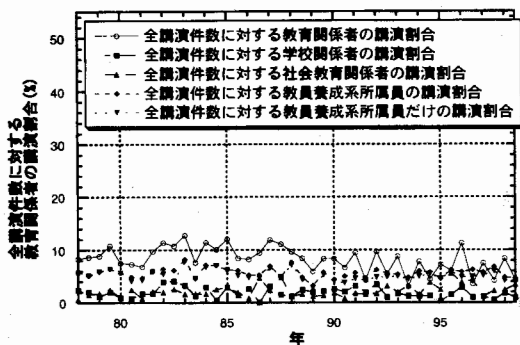


図7(a) 日本気象学会における教育関係者の全講演件数に対する所属種別講演割合の年次推移
 図3(a), 図5(a), 図9, 図11と比較しやすいようにこれらの図と縦軸の範囲を統一してある。

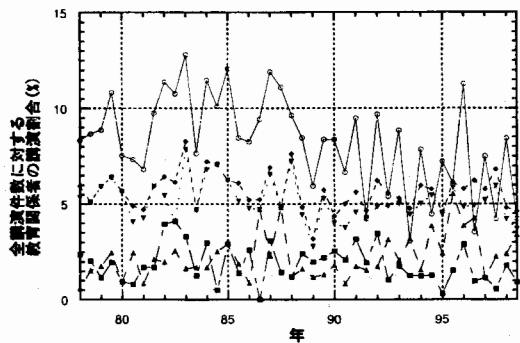


図7(b) 日本気象学会における教育関係者の全講演件数に対する所属種別講演割合の年次推移
 (a)の詳細を見られるように縦軸を0~15%で表した図であり、データ・凡例は(a)と同一である。

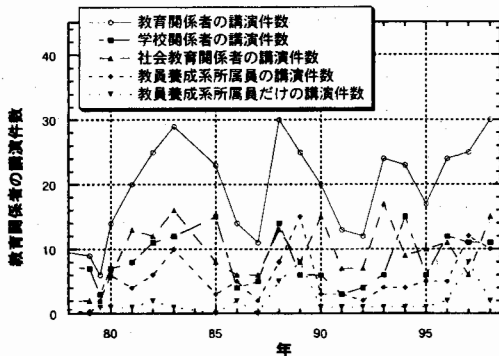


図8 日本第四紀学会における教育関係者の所属種別講演件数の年次推移

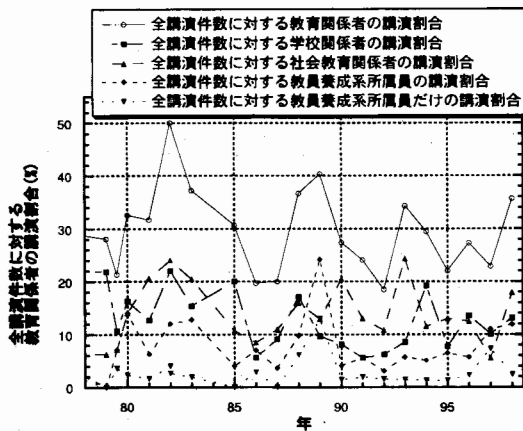


図9 日本第四紀学会における教育関係者の全講演件数に対する所属種別講演割合の年次推移
 図3(a), 図5(a), 図7(a), 図11と比較しやすいようにこれらの図と縦軸の範囲を統一してある。

社会教育関係者の講演件数と講演割合とも学校教職員と似た推移傾向を示している。教員養成系所属員の講演件数と講演割合とも学校教職員・社会教育関係者より若干件数が少ないものの、ほぼ同様の傾向を示している。

日本古生物学会では、学校教職員の講演件数は数件から10件程度であり、横ばいか僅かに増えている傾向にある。講演割合でも横ばいか僅かに増えている傾向が伺える。これに対して、社会教育関係者の講演件数はこの13年間でおよそ2~3倍に増えており、講演割合でも増加傾向を示している。教員養成系所属員の講演件数は僅かながら減少傾向を示し、講演割合でも同様の傾向にある。

数字には現れていないが、80年代半ばまでは教員養成系所属員であった講演者が翌年や翌々年に学校教

職員として講演を行っている例が各学会とも年に数件ずつみられたが、90年代に入ってから、教員養成系所属員から研究機関(理学研究科等の大学院関係を含む)や民間企業の所属で講演を行っていることが多くなっており、学校教職員へと変化した例は少なくなっていることも判明している。このような動きをする講演者のほとんどは学生である。

全体的には、地球物理系の各学会では講演件数こそ教育関係者が少ないものの、教育関係者の講演件数は微増か増加傾向にある。一方、地質系の各学会では学校教職員の講演件数は地球物理系の学会に比べて比較的多いものの、微増・横ばいか減少傾向で、社会教育関係者の講演件数は微増か増加傾向にある。

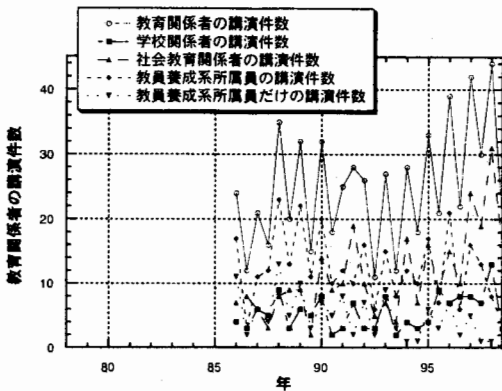


図 10 日本古生物学会における教育関係者の所属種別講演件数の年次推移

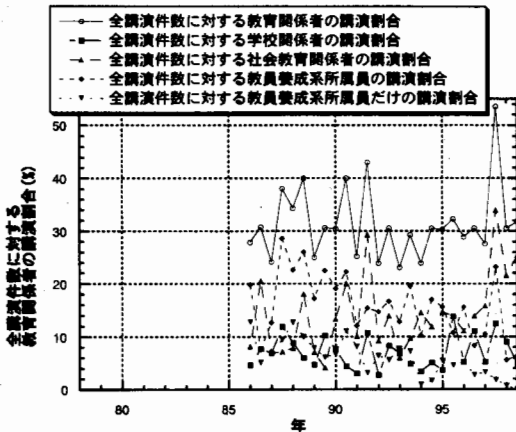


図 11 日本古生物学会における教育関係者の全講演件数に対する所属種別講演割合の年次推移
 図 3(a), 図 5(a), 図 7(a), 図 9 と比較しやすいようにこれらの図と縦軸の範囲を統一してある。

5. 考 察

本研究では表 1 に示すように地学の内容を大きく 4 つの領域 (固体地球物理学系統・地質学系統・流体地球物理学系統・天文学系統) に分け, それぞれの領域に対応する学会での教育関係者の講演件数と講演割合との年次推移を分析し, その結果と松尾 (1998) の結果とを併せた結果, 年次推移状況から大きく 2 つのグループに分けられることが判明した。すなわち, 学校教職員の講演件数は少ないものの増加が微増で推移し, 講演割合も増加が微増で推移, 社会教育関係者の講演件数と講演割合とは増加しているグループと, 学校教職員の講演件数は前者のグループと比較すれば多

表 3 博物館数・学芸員(補)数の年次推移 (文部省大臣官房調査統計課 (1979~1982, 1983~1991, 1993~1994), 文部省大臣官房調査統計企画課 (1992, 1995~1999) に基づき作成)

	1978年	1981年	1984年	1987年	1990年	1993年	1996年
総合博物館	75	80	90	100	98	109	118
科学博物館	59	67	77	83	81	89	100
歴史博物館	136	174	211	224	258	274	332
美術博物館	135	160	192	223	252	281	325
野外博物館	5	4	8	8	11	9	11
動物園	29	30	34	35	35	31	33
植物園	18	23	21	20	21	22	18
動植物園	9	10	6	8	7	9	9
水族館	27	30	37	36	38	37	39
施設数合計	493	578	676	737	799	861	985
学芸員	757	1010	1270	1518	1728	1982	2369
学芸員補	281	393	380	425	375	360	381

いものの減少が微減で推移し, 講演割合も減少傾向, 社会教育関係者の講演件数と講演割合とは増加しているグループとに分けられる。前者のグループには地球物理系 (日本火山学会, 日本気象学会, 日本地震学会) および天文系の学会 (日本天文学会) が属し, 後者のグループには地質系の学会 (日本古生物学会, 日本第四紀学会, 日本地質学会) が属していることが判明した。以後, 前者のグループを地惑物系群, 後者のグループを地質系群と記す。

松尾 (1998) は, 日本天文学会においては, 80 年代から天文学を学べる大学が急増し, 天文学を修めた卒業生の増加が 80 年代からの教育関係者 (ここでは高等専門学校教職員と教員養成系所属員は含まない) の研究活動の増加につながり, 教員採用数の減少などによりその効果が学校には定着しなかったと考察している。また, 社会教育関係者の講演に関する推移は, 日本地質学会, 日本天文学会ともに増加傾向であり, 特に 90 年代に入ってからの伸びが著しく, これは研究機能の充実した社会教育施設が次々に開設された効果であると考察している。本研究でも社会教育関係者の講演件数は各学会ともに増加傾向であるが, 松尾 (1998) が述べたように, 千葉県立中央博物館, 兵庫県立西はりま天文台, さらには兵庫県立人と自然の博物館や滋賀県立琵琶湖博物館などの研究機能も重視した博物館が増加していることがその要因として大きいことを示していると考えられる。表 3 に最近 20 年間の博物館数の推移と, 学芸員数・学芸員補数の推移とを示したが, 最近の 20 年間で館数, 学芸員 (補) 数ともに倍増していることが示されていることとも調和的である (松尾, 1998)。

一方, 学校教職員であるが, 地惑物系群と地質系群とでは異なる傾向を示した。松尾 (1998) は, 学校現場

の多忙化、情操教育・生徒指導への傾注、地学教員の減少、特に児童・生徒数の減少に伴う若手教員採用の急減などをその要因として挙げている。これらは学校での地学教育の現状を反映していることを示しているが、異なる傾向を示した理由とはならない。地惑物系群の内容を考えると、自然災害に直接結びつく単元と密接な関係をもつ研究対象が地質系群と比べて多いことが挙げられる。例えば、地震災害、火山噴火、台風などが考えられる。固体地球系に限ってみても、この約20年間には1982年『昭和57年浦河沖地震』、1983年『昭和58年日本海中部地震』、1983年三宅島噴火、1984年『昭和59年長野県西部地震』、1986年伊豆大島三原山噴火、1987年千葉県東方沖地震、1990～1994年雲仙普賢岳噴火、1993年『平成5年釧路沖地震』、1993年『平成5年北海道南西沖地震』、1994年『平成6年北海道東方沖地震』、1994年『平成6年三陸はるか沖地震』、1995年『平成7年兵庫県南部地震』と被害をもたらした地震・火山噴火が発生している(国立天文台、1998)。このような災害を伴ったイベント後に学校教職員の講演件数が増加する傾向がみられる。これらのイベントは防災を意識した教育を積極的に行う契機として働いていると考えられる。特に大きな被害の出たイベント後にその傾向は強くなる。講演内容をもても、これらのイベントと関係した研究であることが多く、そのために学校教職員の講演件数が増加傾向を示していると考えられる。大きなイベントが発生した場合、児童・生徒を含めてイベントに関係した事柄に対して一般の関心は強くなる。イベントに関係した各関連学会はこのような機会に教育関係者へ情報の提供や教育実践等の発表の場を積極的に提供し、教育効果を高めていく手助けを行う良い機会であることを示しているとも考えられる。逆に、このような災害を伴ったイベントがなかったと仮定すると、これらのイベントに関係する研究は行われなくなるので、地質系群と同様に学校教職員の講演件数は減少していたと考えることもできるが、その他の研究内容で講演した可能性も残っており、講演者に個別調査をすることだけがその可能性を吟味する方法である。しかしながら、防災を意識させる教材となるものが身近に発生している場合は教育関係者の講演件数の増加、すなわち研究活動の活発化を促すことが判明できた。教科書等にはすぐに載ることはないが、現在、あるいは最近の記憶に新しい火山噴火・地震・台風等から得られる最新情報を学校教育現場にすぐに伝える

ことで、教育のための研究も含めて研究活動の活発化につながる可能性が考えられ、今後の地学教育のあり方を考えていく上で一つの重要な示唆を与える結果と言える。さらに、地学系の内容を教える学校教職員が自然災害に関する基礎教養を身につけている必要性も示唆していると言える。

次に、教員養成の観点からこの問題を考察してみる。継続教育において自然災害に対する防災教育法を学ぶ制度を整備していくことも重要であるが、若手教員養成を考えると、学生・院生時代に自然災害に関する基礎教養を身に付けさせる事が必要かつ重要である。表2に日本地震学会で講演した教員養成系所属員の所属機関を示したが、国立の教員養成系大学が全国に54校あるにもかかわらずこの21年間では半数以下の24校の所属者しか講演を行っていない。国公立を併せてもわずか2校しか増えず、全部で26校だけである。最近の5カ年(1994～1998年)に限定してみると、国立大学の15校だけに、教員養成系国立大学の約28%だけにしか地震学に関係した研究者が存在していないことを示している。この傾向は、日本火山学会、日本気象学会、日本第四紀学会、および日本古生物学会でも同様である(川村ほか、1999)。川村ほか(1999)は、地学分野を網羅的に指導する教員が揃っている教員養成系大学が少なく、また地質系教員だけしか存在しない教員養成系大学の存在も指摘しており、地学教育者育成のための問題提起も行っている。

以上から、地学系の教官・教員がいない教員養成大学や学部等に地学系全ての分野の教育を網羅することができるようしていく、小学校免許取得時に理科の4分野すべての単位を必修にするといった教員養成方法の再検討をする必要も考えられるが、教員養成だけの改革では成果が出るまでに長時間を要する。そのため現在の学校教職員への継続教育に直ちに生かすことは難しく、すぐに学校現場での問題解決にはつながりにくい。また、理科や地学教員の採用は最近20年間で確実に減少しており、今日の学校教育現場では地学系を専攻してきた若手教員は明らかに減少している(根本、2000)。このような学校教育現場を取り巻く地学系を主として学んできた教員の減少、研究活動がし難い環境への変化といった教師を取り巻く環境変化の傾向が続くならば、児童・生徒にダイナミックな科学研究の雰囲気を与え、理科・地学学習への動機を与えるために学校だけでなくその他なんらかの形で科学研

究者に触れる機会を作り与える環境を整える必要がある(松尾, 1998). そのためには, 松尾(1998)が指摘しているように, 以下の事柄を地学教育に従事する研究者・教育者, 地学に関連した分野の研究者が協力して取り組んでいく必要がある.

- (a) 大学の研究室公開や体験入学
- (b) 大学等の研究者と学校教職員との交流を深め, 研究者が学校で授業等の実践が出来る体制の整備
- (c) 社会教育関係者と学校教職員との交流を深め, 児童・生徒が展示だけでなく, 研究現場を見られる工夫
- (d) 研究者側から学校への情報提供と学校側の情報収集能力の向上とその活用

以上のように, 研究を主とする者と教育を主とするものとの交流を深め, 教員養成の改革や教員の継続教育環境の整備といった長期的な改革にたった視点と, 上記(a)~(d)のようにすぐに教育や研究に従事している教員や研究者が取り組める地学教育の短期的な改革にたった視点とを考えていく必要性のあることが本研究によって示された.

6. 結 論

教育機関での研究活動の推移を, 日本地震学会・日本火山学会・日本気象学会・日本第四紀学会・日本古生物学会での教育関係者の発表件数の移り変わりで調べた. 教育機関での研究活動の指標をどうするかという問題点は残されているが, 単純で変化のとらえやすい指標に着目することで, 教育機関での研究活動の側面が明らかになった. その結果以下のことが判明した.

- 1) 地球物理系の学会では教育関係者の講演件数の絶対数は少ないものの講演件数は増加傾向を示している.
- 2) 地質系の学会では教育関係者の講演件数は横ばいか微増である.
- 3) 地震災害や火山災害, 台風災害といったイベントの後には教育関係者の講演件数が増加する.
- 4) 教員養成系大学の教員の発表は, 分野毎に大学が非常に限定されている.

以上から, 研究を主とする者と教育を主とする者との交流を深め, 地学を含む理科・科学教育の問題解決には短期的な視点だけでなく長期的な視点にたった解決策を早急に講じる必要性が本研究からも示された.

謝 辞

日本古生物学会年会・例会の調査では, 大阪市立大学大学院の八尾昭教授にお世話になった. 日本第四紀学会大会の調査では, 大阪市立大学大学院の熊井久雄教授, 吉川周作助教授, 三田村宗樹助教授, 京都大学大学院の川畑大作氏にお世話になった. 日本気象学会大会の調査では, 上越教育大学大学院(現:長野県小学校教諭)柄沢敏氏の手を煩わせた. 日本火山学会大会の調査では, 京都大学大学院の中坊真氏にご協力頂いた. また, 大阪府教育センター(現:大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎教官)の岡本義雄氏, および大阪市立大学大学院の中川康一教授には, 本研究に関係した議論をして頂き, 貴重な御意見も頂いた. 最後になりましたが, 匿名査読者の指摘は原稿を修正する上で非常に役に立ちました. 以上の方々から感謝申し上げます.

文 献

- 大学職員録刊行会編(1979-1981): 全国大学職員録, 広潤社, 東京.
- 大学職員録刊行会編(1982-1992): 全国大学職員録, 廣潤社, 東京.
- 電気・電子情報学術振興財団編(1990-1996): 研究者・研究課題総覧, 紀伊国屋書店, 東京.
- 川村大作・根本泰雄・中川康一(1999): 教員養成系機関での最近20年間の領域別地学的研究状況, 地球惑星科学関連学会1999年合同大会予稿集, Sf-P009.
- 廣潤社編集部編(1993-1998): 全国大学職員録, 廣潤社, 東京.
- 国立天文台編(1997): 理科年表, 71, 丸善, 東京, 1054 p., 762-825.
- 松尾厚(1998): 教育機関における地学分野の研究活動状況の推移—研究機関・社会教育施設が理科教育に果たす役割—, 地学教育, 51, 123-125.
- 文部省大臣官房調査統計課編(1979-1982): 文部統計要覧, 大蔵省印刷局, 東京.
- 文部省大臣官房調査統計課編(1983-1991): 文部統計要覧, 第一法規出版株式会社, 東京.
- 文部省大臣官房調査統計課編(1993-1994): 文部統計要覧, 第一法規出版株式会社, 東京.
- 文部省大臣官房調査統計企画課編(1992): 文部統計要覧, 第一法規出版株式会社, 東京, 173 p.
- 文部省大臣官房調査統計企画課編(1995-1999): 文部統計要覧, 大蔵省印刷局, 東京.
- 文部省大臣官房調査統計企画課監修(1997): 全国学校総覧, 原書房, 東京, 1491 p.
- 日本学術振興会編(1979-1990): 研究者・研究課題総覧, 日本学術振興会, 東京.
- 21世紀の地学教育を考える大阪フォーラム準備会編

(1999): 21世紀の地学教育を考えるプレ大阪フォーラム講演要旨・資料, 11 p.

日本火山学会 (1978-1998): 日本火山学会春季大会講演題目・日本火山学会秋季大会講演題目, 火山, 23-43.

日本気象学会 (1978-1994): 日本気象学会春季大会講演題目・日本気象学会秋季大会講演題目, 天気, 25-41.

日本気象学会 (1995-1998): 日本気象学会講演予稿集.

日本古生物学会 (1986-1998): 日本古生物学会講演予稿集.

日本第四紀学会 (1978-1998): 日本第四紀学会要旨集.

日本地震学会 (1978-1998): 日本地震学会講演予稿集.

日本地震学会 (1994): 日本地震学会会員名簿, 日本地震学会, 東京, 122 p.

日本地震学会 (1998): 日本地震学会会員名簿, 日本地震学会, 東京, 137 p.

根本泰雄・川村大作・佐藤慶治・中川康一 (1998): 教育機関での地学的研究活動状況の推移—地震に関わる単元を例として—, 日本地震学会講演予稿集 1998年度秋季大会, p. 78.

根本泰雄 (2000): 最近 20 年間 (1979-1998) の小学校教員新規採用状況と中学校・高等学校での理科・地学教員新規採用状況について, 地学教育, 53, 239-248.

地球惑星科学関連合同大会 (1990-1998): 地球惑星科学関連合同大会予稿集.

力武常次・小坂丈予・永田豊・萩原幸男・日江井栄二郎・小川亮二・池田宜弘 (1991): 三訂版高等学校地学, 数研出版, 311 p.

八代工業高等専門学校 (1998): 八代工業高等専門学校ホームページ教育課程

(URL: <http://www.yatsushiro-net.ac.jp/HOME/GAIYO/p09.htm>).

付録 地学 IB 教科書目次

例として, 数研出版発行の地学 IB 教科書の目次から大単元名と中単元名とを示し, 小単元目は省略して記した。なお, ○に入っている数字は, 本論中の 4 つに分けた領域の主としてどこに属しているかを示している。

第 1 編 地球の構成と内部のエネルギー ②

- I 地球の形と地磁気
- II 地球の内部構造と火成作用
- III プレートの移動と地殻の変動

第 2 編 地球の歴史 ①

- I 地質時代と生物界の変遷
- II 地表の変化と物質の循環

第 III 編 大気と海洋 ③

- I 大気・海洋の構造
- II 地球の熱収支と大気・海水の動き
- III 大気の運動
- IV 海水の運動

第 IV 編 宇宙の構成 ④

- I 太陽系と惑星
- II 太陽のすがた
- III 恒星の世界

根本泰雄・川村大作: 教育機関における研究からみた地学教育の現状とその分析—学会(地震・火山・気象・第四紀・古生物)での講演件数に基づいて— 地学教育, 第 53 巻 5 号, 189-199, 2000

[キーワード] 地学教育, 教育と研究, 研究活動, 教育機関, 研究機関, 教員養成

[要旨] 固体地球物理系・流体地球物理系・地質系ごとに各種教育機関および教員養成系大学での研究との関わりを 1978-1998 年に開催された学会(地震・火山・気象・第四紀・古生物)の講演件数に基づき調査した。その結果, 地球物理系での研究活動は活発化傾向, 地質系での研究活動は横ばいか微増, 社会教育施設では活発化していることが判明した。また, 教員養成系大学の教員は分野に偏った所属形態をとっていることも判明した。このことは, 地学系教員養成方法の検討も含め長期的視野にたった議論が必要であることを示している。

Hiroo NEMOTO and Daisaku KAWAMURA: An Analysis of the State of Earth Science Education in Japan Has Been Based on the Relationship between Research and Teaching in Educational Institutions and Teachers' Training Colleges—Based on the number of presentations at the meeting of seismology, volcanology, meteorology, quaternary research, and paleontology—. *Educ. Earth Sci.*, 53(5), 189-199, 2000



原著論文

パソコンによる気象観測記録の中から 規則性を調べる学習

榊原保志*・東原義訓*

1. はじめに

これまでの気象学習は、生徒が興味を持てる魅力的な教材が少なく、教科書に採用された典型的な天気変化をもとに解説型の授業が多いため、生徒が問題意識を持って意欲的に学習を進める単位ではなかった。最近の坂本ほか(1998)の研究では、生徒自らが、観測方法を考え、観測計画を立て、実際に観測を行い、規則性を見出す学習を指導したところ、この学習は生徒の関心を高めるのに有効であるとしている。

生徒が行った観測結果をもとにした気象要素の規則性を調べる学習は小学校そして中・高等学校においてもあまり行われていない。この理由の一つに、生徒自身による気象観測で得られるデータ数に限りがあることが考えられる。実際の気象現象は閉鎖系の現象でないため、天気予報を見ればわかるように必ずしも予測通りにいくものではない。そのため、規則性を見出すには、多量な観測記録の中から全体の傾向を調べることになることが多い。

一方、アメダスや気象台における観測記録がデジタルデータとして提供されるようになり、ほとんどの教育現場にコンピュータが導入されるなど、デジタルデータを利用できる環境が整ってきた。

このデジタルの気象データを地学教育に利用しようとする試みが始まった(榊原ほか, 1997)。彼らは、フロッピーディスクで提供された気象データを読み込み表示する教育用ソフトを開発し、授業における活用の可能性を示した。

荒井ほか(1999)は、CD-ROMで提供されたアメダス観測年報から典型的な寒冷前線の通過時を選び出し、日本全体が入るスケールと生徒の居住地付近の局地スケールにおける気象要素の分布図資料を作成した。そして、これを利用した授業の効果的な導入を行った。このように、これまで気象台等に向かかなければ入手できなかった気象観測記録はデジタル化され

ることで手軽に利用できる環境になった。

本研究では、中・高等学校においてパソコンとデジタル化された気象観測記録を利用して生徒自身が規則性を見出す学習を検討した。中・高等学校における教材化にあたり、大学生を対象にアンケートを実施して、生徒がどのような仮説を立てるのかを調べ、CD-ROMアメダス観測年報を利用して、出された仮説について規則性が成り立つのかを統計的に調べた。さらに大学生を対象とした試行授業を行い、この学習の意義を検討した。

2. 素材研究

2.1 予想される仮説

1999年6月に信州大学教育学部の1年生35名を対象に1ヶ月分の気温、相対湿度、風向、風速、気圧、天気などの気象観測記録を配付し、気象要素間に見られる規則性にどんなものがあるかというアンケートを実施した。その結果は大きく分けて、気象要素と天気との関係、気象要素の最大値・最小値における出現時刻・季節の関係、気象要素間の関係の3つに分けられた(表1)。

2.2 仮説の検討

用いた資料は(財)気象業務支援センターから発売されているCD-ROM版地上気象観測原簿データ(1992年~1994年)である。このCD-ROMには、全国の気象台、測候所など気象官署約150ヶ所における1年分の地点別、時刻別、日別、旬・月別の気圧、気温、相対湿度、風、日照時間、降水量、全日射等のデータが収録されている。

このCD-ROMに添付されているサンプルソフトを用いて、必要な部分を表計算ソフトExcel97(マイクロソフト社製)のワークシートに貼り付けた。

検討した気象要素は気温、相対湿度、風向、風速、気圧、天気の5要素である。解析には、関東平野北部に位置する群馬県前橋地方気象台の1994年の観測記

* 信州大学教育学部 2000年1月17日受付 2000年7月15日受理

表1 考えられる仮説とその判定 (1994年の前橋地方気象台の観測記録による)

○: いえる, ●: いえない.
 *1: 晴れ>曇りという関係は9%水準で有意である.
 *2: 統計的に有意であるが, 生成は(見た目には)判断しにくい.
 *3: 日中は気温が上がるが, 夜間は下がる.
 ※1: 同一天気日(晴れ66日, 曇り11日, 雨3日)の3時間毎資料(640例).
 ※2: 現在降水があり, かつ3時間前に雨が降っていないなかった125例
 ※3: 1日中晴れの日(66日)の3時間毎資料(528例)
 ※4: 南風が吹いた157例
 ※5: 3時間毎資料(2920例)

分類	仮説	判定	データ数
天気との関係	気温 天気の良い日は他の天気と比べ気温の日較差が大きい 晴・快晴の日は気温が高い	○	※1 ※1
	相対湿度 晴れの日, 相対湿度の日較差が大きい 雨の日相対湿度が高い	○	※1 ※1
	風向 天気がよいと風が強い	○	※1
	風速 天気が悪い日は気圧が低い 気圧が下がると天気が悪くなる 雨が降り始めると気圧が下がる	●*1 ●※1 ○*2	※1 ※5 ※2
	出現時刻・季節	気温 天気の良い日は他の天気と比べ日中気温が高く夜間は低い 朝4時から6時の間に一番低い気温が出る 1日の最高気温は正午より少し遅れて出現する.	○
季節	相対湿度 晴れの日相対湿度は日中低く夜間高い 晴れの日相対湿度は正午過ぎが一番低い	○	※3 ※3
	風向 季節により風向きが異なる 日中は夜間より風が強い 風が強くなるのは14時から18時の間に生じる	○	※3 ※1 ※1
	風速 一日に山と谷が2回ずつ現れる(気象学事典(1974)による)	●	※3
	気象要素 晴れの日気温と相対湿度が連日の変化を示す 南風が吹くと気温があがる	○	※3 ※4

表2 1日中同一天気であった月別日数

月	晴れ	曇り	雨
1	11		
2	7		
3	10	1	1
4	4		
5	3	1	
6	1		1
7	1	3	
8	5	1	
9	3	3	1
10	1	2	
11	7		
12	13		
計	66	11	3

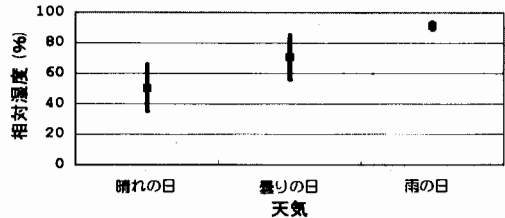


図1 天気による相対湿度の違い

録を使用した。用いた観測データとして、それぞれの気象要素毎に1年間(365日×24時間)の観測値、8760個を検討対象とした。

なお、1年間分のデータを同一の方法でLotus123(ロータス社製, r5j)のワークシートに貼り付けようとしたが、ワークシートの大きさの限界に達し、入らなかった。この解析に使用したパソコンは256MBのRAMを搭載したDELL社製のDimension XPS R450、使用したOSはWindows98である。

仮説を検討した結果の一部を以下に示す。

(1) 天気と相対湿度の関係

気象要素と天気の間隔を調べる際、途中から天候が変わってしまう日は検討しにくいので、一日中同じ天気の日を検討対象とした。また、細かすぎる分類ではサンプル数が少なくなるので、晴と快晴を晴れの日、曇と薄曇を曇りの日、そして雨は雨の日と3つに分類し、それ以外の天気は削除した。

なお、前橋地方気象台で1994年に天気の日視観測が行われていたのは3時間毎なので、1日に8個の観測値から同一天気かどうかを判断した。天気別日数の内訳は表2に示すとおりである。表から分かるように1日中雨が降っていた日は1年間でもわずか3日と少なく、月単位でデータを検討すると、1日中雨が降り

続く日が全くない場合が出る。一方、1日中晴れの日数はどの月も多いが、なかでも冬季に多い。

1日中、晴れ、曇り、雨であった日の相対湿度の平均値を図1に示した。サンプル数は1日に8例あるので表2の日数を乗じると晴れが528、曇りが88、雨が24であった。図中の■印は平均値、縦棒は標準偏差を示すエラーバーである。分散分析の結果、天気の違いの要因は有意であった($F(2, 637)=141.70, p<.01$)。多重比較(LSD法, $MSe=226.13, p<.05$)によれば、晴れ<曇り<雨という大小関係が見いだされた。したがって、雨の日は他の日に比べ相対湿度は高いといえる。

(2) 天気と風速の関係

1日中、晴れ、曇り、雨であった日の風速の平均値を図2に示した。分散分析の結果、天気の違いの要因は有意であった($F(2, 637)=46.36, p<.01$)。多重比較(LSD法, $MSe=2.7026, p<.05$)によれば、晴れ>曇り=雨という大小関係が見いだされた。したがって、晴れの日には風が強いといえる。

(3) 天気と気圧の関係

1日中、晴れ、曇り、雨であった日の気圧の平均値

を図3に示した。分散分析の結果、天気の違いの要因は有意であった ($F(2, 637)=11.85, p<.01$)。多重比較 (LSD法, $MSe=53.7357, p<.05$) によれば、晴れ>曇りという大小関係が見いだされた。しかし、雨の日における気圧が他の天気と異なることは有意でなかった。

(4) 気圧の低下と天気悪化の関係

天気が悪くなったとする判断は、一般に雨が降り始めることに左右される。そこで、1時間前、3時間前…と比べ気圧が低下したあるいは上昇した時に雨が降る確率を求めた。その結果、気圧が上がるときより下がるときの方が天気が悪くなる確率が大きい。しかし、雨が降る確率は全体として20%以下と低く、雨が降らないケースの方がはるかに多い(図4)。生徒が気圧の観測をして、気圧が下がったから天気が悪くなると予測しても当たる確率は少ない。

(5) 降水開始時の気圧の変化

雨が降り始めた時の気圧が下がるのかを調べる。降水があった3時間前にも雨が降っていた場合は、すでに雨が降っていたとして、検討対象から除いた。その結果、125例を検討対象とした。気圧の変化を1時間前、6時間前、9時間前、12時間前、15時間前、18時間前と比べた。その平均値を示したのが図5である。

分散分析の結果、比較する時刻の違いの要因は有意であった ($F(6, 2135)=16.56, p<.01$)。多重比較 (LSD法, $MSe=14.53, p<.05$) によれば、1時間前、3時間前、6時間前、9時間前では、それぞれ隣の値たとえば3時間前と6時間前とでは有意ではない。また、エラーバーから判断して変化が標準偏差内の差異であるので、違いが有意であるとは直感的には判断しにくい。

(6) 気圧の日変化の規則性

気圧は1日に山と谷が2回ずつ生じるという説を調べるため、1日中晴れであった日において3時間毎に気圧の平均値を調べた(図6)。分散分析の結果、時

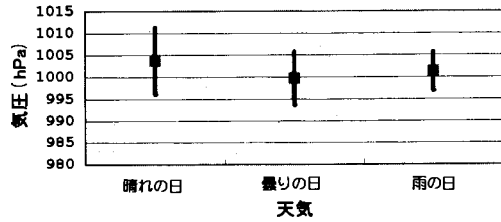


図3 天気による気圧の違い

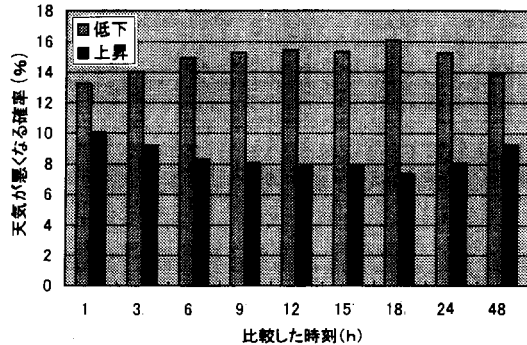


図4 気圧が変化すると天気が悪くなる確率

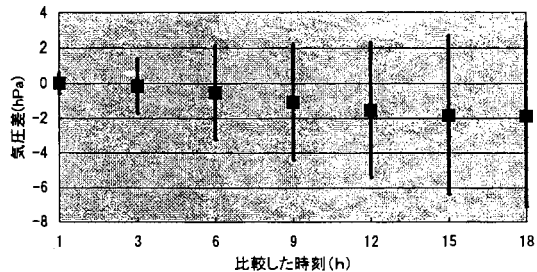


図5 雨が降り始めた時の気圧変化

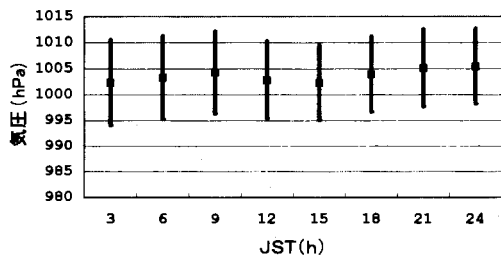


図6 気圧の日変化

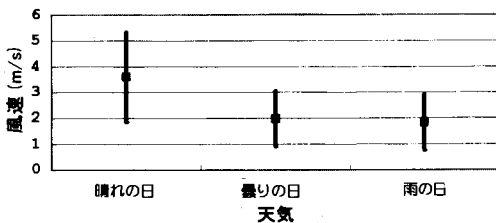


図2 天気による風速の違い

刻の要因は有意でなかった。また、雨の日、曇りの日においても同様な解析を行ったが、違いは認められなかった。

このような方法で仮説を検討した結果をまとめると表3の右の欄のようになった。これから分かるよう

に、天気との関係、出現時刻・季節における気温、湿度、風向・風速の仮説については、ほぼ正しいと判断できるが、気圧についてはそのようにならなかった。ただし、今回の結果は内陸に位置する観測値を利用したもので、海岸に近い日本海側や太平洋側にある気象台の記録や盆地における観測値で、引き続き検討を要する。

3. 気象観測記録の規則性に関する議論

3.1 現行の教科書の取り扱い

中学校の学習指導要領に示されている「気象観測の記録などに基づいて、天気変化の規則性を見いだす」に相当する教科書の内容を検討した。調べた5社の教科書では継続観測の期間は2日から7日で、最も多かったものが、3日で2社であった。観測項目は気温、湿度だけのものが1社、それ以外は気圧が加わって3要素である。

気象観測の結果に関する記述はどの教科書も似たもので、以下にその一例を示す。

D社「晴れた日の湿度は、気温が上がると下がり、気温が下がると上がる。気温と湿度は逆の関係にあり、雨や曇りの日にはともに変化が少ない。また、天気は気圧が低くなると悪くなり、気圧が高くなるとよくなることが多い。」と記されている。

前節で検討を要するとされた気圧に関する記述は、他の教科書では次のようになっていた。

G社「曇や雨の日は気圧が低い」

K社「天気の変化するときには気圧も変化していた」

T社「気圧が低くなると、曇や雨になることが多い」

これから分かるように、気圧に関する教科書における記述は今回の検討結果では確認できなかった。

これまで気象庁で観測した観測記録は手軽に入手できない状況下であったため、教科書や事典に記載されていた内容を鵜呑みにするしかなかった。しかし、今後は教師自身でその内容を検討したり、生徒自らが解析する発展学習として、気象資料を利用できるようになるだろう。その際、教科書の記述内容と必ずしも一致しない結論を出されることもあり、実際の指導場面で混乱が予想される。

3.2 中学校の実践例で得られた結論の検討

今回の結果から生徒の観測により導かれた結論（坂本ほか、1998）を検討した（表3）。観測は千葉県の公立中学校における学校内で1997年11～12月に行わ

表3 中学生が行った気象観測結果の結論（坂本ほか、1999）に対する評価

気象観測結果の結論	評価
晴れの日には気温変化が激しい	<input type="checkbox"/>
晴れより曇や雨の日の方が1日の気温差が小さい	<input type="checkbox"/>
全体としては北風が多い	?
晴れの日には風が強い	<input type="checkbox"/>
風力・風向の変化には規則性がない	■
北西の風の日が多い	?
1日の風力の変化には規則性はない	■
気温が一番高いのは、午後1時から3時頃	<input type="checkbox"/>
気温が高いと南よりの風が多い	■
気温が高いと湿度は小さい	<input type="checkbox"/>
暖かい日は風が吹かない	■
暖かい日は全体に北風が多い	■
晴れの日には湿度が低い	<input type="checkbox"/>
気温に風力は関係ない	<input type="checkbox"/>
気温に風向は関係ない	<input type="checkbox"/>

れた。観測インターバルは特定の時刻に1日に1から3回程度、期間は最大2週間である。生徒による観測では、夜間観測や3時間毎観測という業務的インターバル観測は難しいので、得られる観測結果には限界がある。

その結論のうち雲量と降水量に関するものは除いた。表から分かるように前述で不適とされた気圧は取り扱っていないことが幸いして、正しいと判断できたものが多い。しかし、風に関する項目に関しては今回の結果と一致しなかった。

4. 試行授業

気象観測の記録から規則性を導く授業の試行を平成11年6月から10月にかけて、T大学の「地球科学」という授業において、受講生30名を対象に延べ10回行った。授業は1・2時が一般教室で、それ以降はコンピュータ室で行った。コンピュータ室にはパソコン（富士通製、FMV-5333CL2）が40台設置され、すべてのパソコンはインターネットの接続が可能で、表計算ソフトMicrosoft Excel97（マイクロソフト社製）がインストールされている。

受講した学生の多くは、高等学校で文科系のコースに属し、地学を選択した学生は少ない。この授業では、4月から始まり気象観測実習を行い、宇宙からの資源探査、フェーン現象などを学習した。本学習は6月末

から夏休みを挟んで10月初旬まで続いた。

授業を実施するにあたり次のことを考慮した。ほとんどの学生が気象に携わる仕事に就くのでないの、これからの学生生活や社会人になって役立つ資質の育成を目的とし、気象を通してパソコンの操作に慣れ、情報を選択し、情報を活用する能力を育成できないかと考えた。学習形態は二人一組を基本とし、相談する時間をできるだけ設けた。

4.1 仮説の立案 (第1・2時)

前橋地方気象台における1ヶ月分の気温、湿度、風向、風速、気圧、天気等の観測記録を印刷した資料を配布し、これらの中にどんな規則性があるのか仮説を立て、それを検討するという課題を出した。仮説は検証可能な文章になっていること、グラフや表などを作成して考察すること、なぜそのような仮説を考えたのかその理由を書くこと等を指示し、レポート提出を課した。この仮説を以下で述べる実習で、より多量な資料から検討を深めることになる。ここでは、いきなり多量な資料から仮説を見つけることを避け、手作業で少ないデータから規則性の手がかりを見つける段階と位置づけた。

4.2 パソコンおよび表計算ソフトの機能の学習 (第3~6時)

受講生はホームページ閲覧やメール交換ができるが、表計算ソフトについてはほとんど経験がなかった。まず、パソコンの歴史、パソコンの名称とフロッピーディスク(FD)のフォーマットの方法などを説明した後、気温と湿度の特別値からなる一日分の印刷資料を見て、キーボードから入力する作業を行った。入力したデータはFDに名前を指定して保存した。

次に、棒グラフ、折れ線グラフ、散布図等のグラフを作成した。それぞれのグラフの縦軸・横軸のスケールの選択、軸ラベルの表示の仕方、文字のフォントやサイズを選択の仕方なども説明した。できあがったグラフはプリンタで印刷することも行った。ほとんどの学生はかなり苦勞していたようで、質問には適時答えた。

気象データの処理には統計処理は欠かせない。まず、各気象要素ごとに日平均や和の計算を行い、その値をもとに偏差の計算を行った。そして、表計算ソフトに備わっている関数を用いて同様な計算を行った。

天気は一日中同じというより時々刻々変化することが多い。天気の違いにより気象要素の日変化を考えると、一日中天気が同じであった日を選び、それらの平均の状態を求め、天気ごとに比較する方法が考えられる。そこで、大きい順番、及び小さい順番でデータの並べ替えを行った。この応用として、天気に番号を割り振り、並べ替えを行うことで天気ごとに観測値を分類できることを学んだ。

4.3 班別作業 (第7~10時)

事前にCD-ROMから前橋地方気象台の1年間の気温、湿度、風向、風速、気圧、天気等の観測記録を切り出し、Excel上のワークシートに貼り付けた。このファイルサイズはちょうど約1.3MBであるので1枚のFDに保存できた。

班ごとにこのファイルを受け取り、仮説の検討を行った。まず、仮説を検討するのに必要な期間、必要な気象要素を切り出し、別のFDに班専用作業ファイルを作成した。その後、班員が相談しながら作業を進めた。ここでは、適時每班巡回し、作業の進行状況を

表4 レポートの内容

(No)	仮説	検索	グラフ	関数	結論
(1)	雨の日は晴れの日と比べ気温の日較差が大きい。	★	表	★	○ 日中の方が多く南風は吹いている。
(2)	雨の日における気温と相対湿度の関係は2軸上の折れ線グラフでは上下対称の関係になる。	★	★	★	○ ほぼ関係は見られる。
(3)	晴れの日の湿度は雨の日と比べて低い。	★	★	★	○ 月別平均湿度を比べると正しい。
(4)	天気が悪くなると気圧が下がる。	★	★	★	○ いえると思うが、期待していたほどではない。
(5)	快晴の日は冬の方が夏より相対湿度は低い。	★	★	★	○ 平均や分布から判断して正しい。
(6)	雨よりの風は、晴れの日では12時から18時の間に吹く割合が多い。	★	★	★	○ ほぼ仮説通りの結果が得られた。
(7)	冬の方が夏より晴れの日が多い。	★	★	★	○ 立てた仮説が正しかった。
(8)	6月は雨の日数や降水量がほかの月より多い。	★	★	★	● 9月の方が雨日数・降水量ともに多かった。
(9)	北風の時は気温が低い。	★	★	★	● 北西風や西風の方が低い。
(10)	相対湿度は北北西の風が吹くと低くなり、東南東の風が吹くと高くなる。	★	★	★	○ 仮説は基本的に正しい。
(11)	風の強い日は相対湿度は低い。	★	表	★	○ 仮説はほぼ成り立つ。
(12)	北、北西、北北西から吹く風はほかの方向からの風より大きい。	★	★	★	○ 前橋では仮説はいえる。
(13)	西風の時は風が強い。	★	★	★	● 北西風や北風の方がはるかに風が強い。
(14)	気圧が高い日は1日の気温の変化が激しい。	★	表	★	● 仮説は成り立たない。

聞いたり、質問を受けた。また、中間発表を行い、最終的に本文 2,000 字を超えるレポートを課した。

4.4 レポートの結果

提出されたレポートは 14 通であった (表 4)。仮説は表 1 の分類における「気象要素間に関するもの」が多く、その中では風に関係したものが主なものであった。実習で用いたデータが学生の居住地に近い群馬県前橋市における観測値であったので、学生は上州の空っ風というものに関心があり、それに関連したテーマを選んだとレポートに書いてあった。

レポートには、いずれの班もデータの検索、データのグラフ化、関数などの表計算ソフトの機能を十分に利用していた。

気象観測記録の規則性を導けた班は 14 班のうち 10 班見られた。残念ながら考えた仮説が正しいといえなかった班も、いえないということを主張するだけ

の資料を作成できた。確証・反証というプロセスを通して科学が進歩してきたことを考えれば、正しいといいきれないことを証明することも、学習上重要なことである。

4.5 授業評価

ここでは、今回行った授業に対する評価を学生のアンケートより考察する。このアンケートは一連の学習が始まる前と最後に実施した。

図 7 はパソコンや表計算ソフトの基礎知識に関するアンケートの結果である。各質問項目について「はい」「いいえ」の答えを求めて、「はい」とした学生の割合が学習の事前と事後でどのように変化したかを示すものである。図からわかるようにすべての項目について、学習の効果が認められる。

気象やパソコンへの興味や関心に関するアンケートは、それぞれの質問項目について、「全くそう思わな

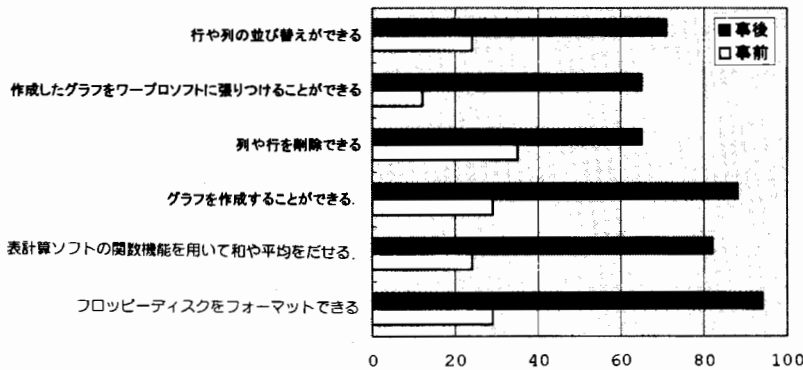


図 7 パソコンや表計算ソフトの操作技能に関するアンケート

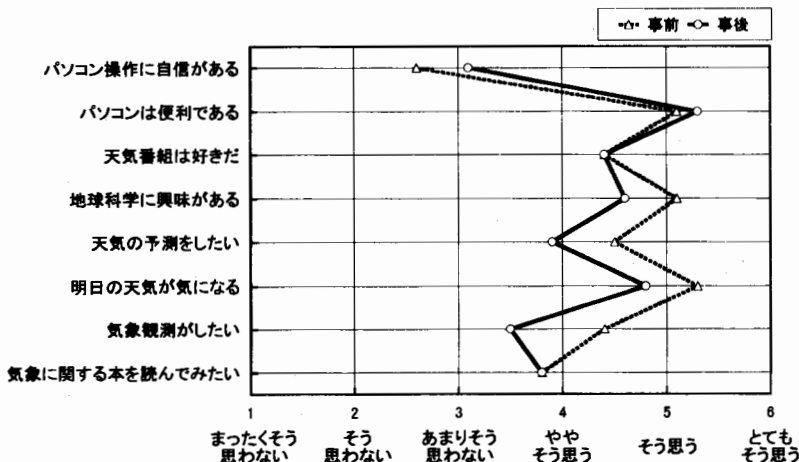


図 8 気象やパソコンに関する興味・関心のアンケート

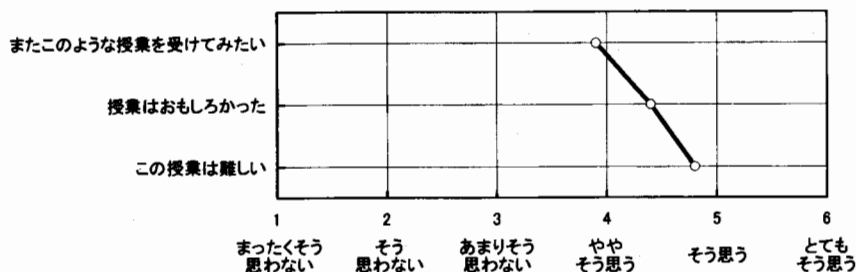


図9 授業に関するアンケート

い」から「とてもそう思う」までの6段階で回答を求めた。そしてそれらの項目ごとに相加平均を求めグラフにしたものが図8である。これによるとパソコンの項目ではおおむねプラスに働いているのに対し、気象に関する項目はむしろマイナスの傾向になった。

次に、授業自体についてのアンケートも先と同じ6段階で答えてもらい、相加平均の値で比較した(図9)。図から分かるように、この授業は難しかったがおもしろい授業であると評価できる。

自由記述で記した感想をまとめると次のようになった。「データが膨大だったので、なにをすればいいのか、どう調べればいいのかという方針を立てるのに苦労した」とか「自分たちで仮説を立てて、それを証明しなければならぬのが、難しかった」のように仮説を立てることに苦労している様子がうかがえる。

表計算のソフトの理解では、「パソコンでグラフを主に作ったのだが最初のうちは何回も何回も失敗を繰り返し、つらかった。でも、慣れてくるとグラフづくりもおもしろく感じられた。よい経験になった」、「Excelの使い方が分かって、この授業をやった成果が出たと思います」、「データを使っているいろいろなことができた。Excelは基本的に使えるようになってよかった」など成就感を得たとする感想があった。

また、「ただ聞いてノートを取るだけの授業よりも自分たちで作業するところがほかの授業と比べて意欲がでるのではないかと思う」、「なかなか授業は難しいところもあり大変だったが、自分で研究するという意味ではやりがいがあった」など探究的な授業スタイルが意欲を高めるとする示唆があった。これ以外では、時間が足りなかったとする意見があった。

5. おわりに

多量のデータがないと規則性を見出しにくい現象の一つに気象現象がある。コンピュータとデジタル化さ

れたデータを用いれば、気象観測記録の中から規則性を見出す学習は可能になる。今回の学習プログラムでは、気象に関する興味関心はむしろマイナスに働いたようだが、学習に対する意欲の向上の他、科学的見方や思考力を支援する情報活用能力の育成に効果が見られた。ここで、誰のための地学教育かということを知りたい。学習の目的に①地学の内容の理解、②地学を通じた社会人として必要な技能の習得がある。この両者が1年間の授業の中で共存することが必要であるが、専門家養成以外の大学における地学教育では②に重みを置くべきと考える。

高等学校の学習指導要領では「情報」という教科が新たに開設される。この中で問題解決とコンピュータの活用という内容が示されている。今回示した実習はこの情報という教科に適した内容でもある。問題解決にコンピュータを活用する指導はその問題についての素養が必要であるので、コンピュータだけを学んできた人では指導に限界がある。むしろ高等学校地学の履修率の低さを考えると、積極的にこの情報という科目の一部を担当することが地学を生かすことになる。言い換えれば、地学という枠にとらわれず情報や総合的な学習の時間においても地学現象を扱うことを考えるべきではないだろうか。

なお、本研究の一部は、科学研究費(課題番号「10558022」)の交付を受けて行った。

文 献

- 荒井俊文・依田俊一・東原義訓(1999): 気象衛星やアメダスデータを利用した気象学習の教材開発と実践, 信州大学教育学部教育実践研究指導センター紀要, 7, 339-349.
- 神原保志(1999): 理科教育における気象単元の内容と現状, 気象利用研究, 12, 53-57.
- 神原保志・渡辺嘉士(1997): FD版デジタル気象データ表示ソフトウェアの開発～SDPデータ, 地学教育, 50,

155-165.
坂本紹一・山崎良雄・濱田浩美(1998): 手作り気象観測

器具による授業実践, 千葉大学教育実践研究, 5, 103-116.

神原保志・東原義訓: パソコンによる気象観測記録の中から規則性を調べる学習 地学教育 53 巻 5 号, 201-208, 2000

〔キーワード〕 気象教育, 情報教育, パソコン, 中学校, 高等学校

〔要旨〕 パソコンを利用した気象観測記録の中から規則性を見出す学習を検討した。気象観測記録から考えつく仮説の検討を行ったところ、仮説は気象要素と天気の関係、気象要素の最大値、最小値の出現時刻や季節との関係、気象要素間関係の3つに分類できた。1地点の観測記録による仮説では気温と湿度に関する仮説は比較的短い観測結果でも規則性を見出しやすいのに対し、その他の気象要素では難しい。試行授業を大学生に対して行ったところ、気象に関する興味関心はむしろマイナスになったが、学習意欲の向上のほか、科学的見方や思考力を支援する情報活用能力の育成に有効であることが分かった。

Yasushi SAKAKIBARA and Yoshinori HIGASHIBARA: Learning about Finding Out the Regularities in Meteorological Observation Records in a Station with a Personal Computer. *Educat. Earth Sci.*, 53 (5), 201-208, 2000

機能形態学的解析に基づく二枚貝化石の 生態復元に関する教材開発

小荒井 千人*

1. はじめに

二枚貝は古生代カンブリア紀に海に現れ、その後生息範囲を拡大し現在では海・湖・河川などの環境に生息している。二枚貝はさまざまな生息環境に適応するために、殻の形態や軟体部がいろいろな形態に多様化していると解釈されている。例えば、頻繁に水流によって洗い出される環境に生息している二枚貝は、円盤形の殻形態と凹凸の少ないなめらかな殻表面装飾を持つことでより素早く潜ったり、深く潜ることで環境に適応していると考えられている。このように、二枚貝の殻形態と生活の仕方(生活様式)には密接な関係が認められている(例えば、Stanley, 1970)。

生物の形態には系統的・構造的要素も含まれるが、体の各部分はその生物が生きていくための何らかの役割を持っておりその役割を果たすのに都合のよい形態をしている。この解釈は、絶滅した生物についても当てはまることで、これを利用すれば化石の形態を調べることで古生物の生活の仕方を推定することが可能になる。

これまで、機能形態学的考察に基づいた化石教材の実践例として、林(1991)があげられる。これは幾種類もの化石の生活の仕方を機能形態学的解析方法を用いて合理的に説明することを試みたもので、身の回りの道具や現生生物の利便性を比較にアプローチするものである。実習では生徒に化石標本セットを配布し標本のスケッチと観察を行い、形態の特徴と推定される機能を考察する。化石の形態から機能を考察する際、学習者は化石に関する書籍などを参考に自ら考察する方法を見いだす。例えば現生生物との形態の相似に着目し考察を行う。このような点から化石を用いた機能形態の学習に探究活動を導入したといえる。

本論文は二枚貝化石の生活姿勢、おおよその潜行速度や潜行深度を考察するための機能形態学を用いた教材開発とその実践について述べる。開発した教材は、

実験を通して得られた現生二枚貝の殻形態と潜行深度とおおよその潜行速度の関係を客観的に表し、二枚貝化石に適用するもので簡便である。また、化石の形態に着目するので化石の鑑定に慣れていなくとも取り組むことができるという利点がある。

地学IBの目標は「地学的な事物・現象についての観察、実験などを行い、地学的に探究する能力と態度を育てるとともに基本的な概念や原理・法則を理解させ、科学的な自然観を育てる」(文部省, 1998)とあるが、本教材は探究活動までは至っていないものの観察によって得られた過去の断片的な記録をさまざまな科学的手法を用いて検討するという地学独特の手法を取り入れている点から、地学IBの教材に適していると思われる。

そこで、この機能形態学的解析に基づく二枚貝化石の生態復元に関する教材を地学IBを履修している慶應義塾高等学校1年生を対象に実践し、実用性を確かめた。

2. 地学教材に機能形態学を用いる意義

機能形態学の手法は生物の形態とそれが果たす機能を解析し、類似した形態をもつ生物の機能を推定する。生物は現生種、絶滅種にかかわらずある機能を果たすために合理的な形態を持つ。現生種が持つ形態と機能の関係は、同様の形態を持つ化石種の機能を推定するためのツールと成りうる。二枚貝化石を用いた機能形態学の教材は、二枚貝化石の形態から機能の一部を推定することを試み、古生態を知るのが目的である。この教材の流れは、まず化石を観察し形態の特徴をとらえ、それに現生二枚貝の形態と機能の関係をとり入れ、古生態を推定する(図1)。この教材では化石に対して、複数のアプローチをし、その結果得られたことを総合して結論を得る。また、これは客観的なデータを用いて比較検討するという点から科学的とはいえ、地学の基本概念の一つとして松川・林(1994)

* 慶應義塾高等学校・幼稚舎講師 2000年2月18日受付 2000年7月15日受理

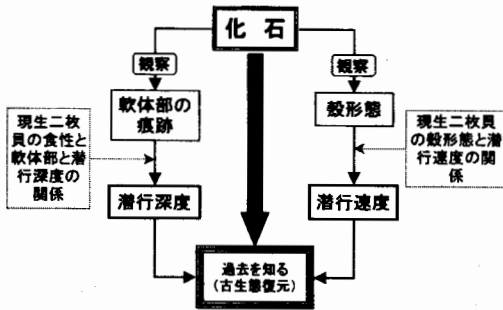


図1 機能形態学的解析に基づく二枚貝化石を用いた教材の手順

が示した、「自然物を物理学・化学・生物学などの現在科学の手段により、また地学の独自の手段により観察・解析し、成因などを理論的に考察する」に通じるものであると言える。これらの点から、本教材は地学の教材として意義があると思われる。

3. 二枚貝の生態と形態

【食性】

二枚貝の摂食方法には主として以下の2種類ある。

- ①堆積物食者と呼ばれ、水底に沈殿している有機物粒子(デトリタス)を入水管を使って体内に取り入れ摂食するタイプ(古多歯亜綱のクルミガイ目と異歯亜綱のマルスタレ目のニッコウガイ科とアサジガイ科)。
- ②濾過食者と呼ばれ、水中を浮遊する植物プランクトンなどの有機物を水管で体内に呼吸に使う水と同時に取り入れエラで濾し取って摂食するタイプ(翼形亜綱と異歯亜綱)。ただし、翼形亜綱のフネガイ目・イガイ目・ウグイスガイ目・カキ目は入水管を使わず、外套膜の隙間から取り込む。

以上の2種類のほかに、③小型の無脊椎動物を捕食または腐肉を食べるタイプ(シャクシガイ属・スナメガイ属)。

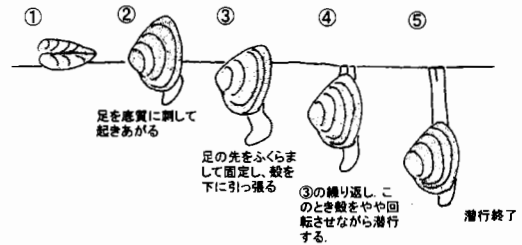


図2 二枚貝の潜行の順序

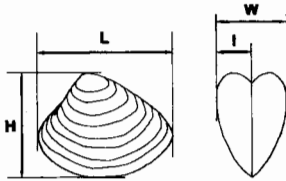
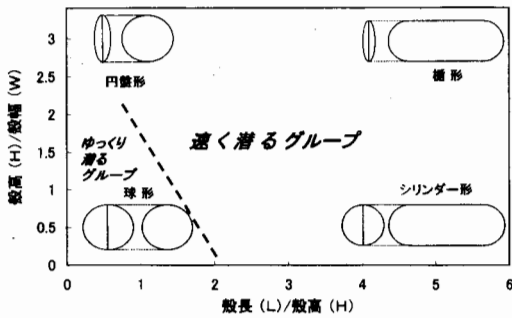
1部, シャコガイ科)。中でも内在生の堆積物食者と濾過食者は潜行しているときの姿勢がそれぞれ大きく異なる。⑤化学合成細菌と共生するタイプがある(キヌタレガイの仲間)(波部ほか, 1999)。

【潜る速さ】

軟弱な底質に潜行する二枚貝は一般に潜行するときに底質に足を差し込んで水底に対して垂直に起き上がり、足を底質に差し込みその先端を膨らませて体を固定し、足を縮めて殻を下の方に引っ張る。この繰り返しで徐々に潜行する(図2)。潜行する時、殻は底質から摩擦抵抗を受ける。したがって、底質に対して抵抗が少ない形態をもつ二枚貝は、速く潜行できる。Stanley (1970) は、現生二枚貝の潜行速度と殻形態の関係を見出した。すなわち、殻の膨らみの小さい円盤形や楕形が、殻の膨らみの大きい球形やシリンダー型に比べて潜行速度が速いことを示した。殻の膨らみ(殻幅, width)が小さいほど、つまり、球状よりも円盤形の方がより速く潜ることができる。図3はStanley (1970) による二枚貝の形態と潜行速度の関係を示す。二枚貝の形態は殻の各部位の長さ(図3)の比により表される。球形は、殻高(H)/殻幅(W)と殻長(L)/殻高(H)がともに1に近い値を示し、円盤形は殻長(L)/殻高(H)は1に近い値を示すが、殻高(H)/殻厚(W)の値は1よりも大きい。Stanley (1970) により示された現生の二枚貝の潜行速度と殻形態の関係

表1 二枚貝各綱の食性と生活姿勢の関係

採餌方法	生活場所	生活姿勢	形態の特徴	分類
堆積物食者	内在生	ほぼ水平な姿勢で懐たわる	後部から水管を伸ばす	異歯亜綱(ニッコウガイ科)
	内在生	前部を下にして垂直に潜行する	後部から水管を伸ばすので殻後部は上に向かって反る	異歯亜綱(アサジガイ科)
	内在生	前部を下にして垂直に潜行する	後部から水管を伸ばすが、格納することはできない	古多歯亜綱(クルミガイ目)
濾過食者	表在生		水管を持たない	翼形亜綱(フネガイ目・イガイ目・ウグイスガイ目・カキ目)
	内在生	背を上にして垂直に潜行する	殻の前後から水管を伸ばす	異歯亜綱(ツキガイ科)
	内在生	前部を下にして垂直に潜行する	水管を後部から伸ばす	上記以外の翼形亜綱・異歯亜綱



H: 殻高 L: 殻長 W: 殻幅

図3 二枚貝の殻の測定部位と二枚貝の殻形態と潜行速度の関係
Stanley (1970) を改変

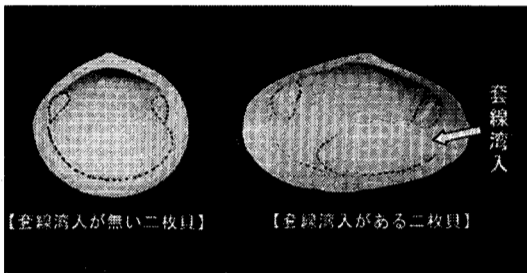
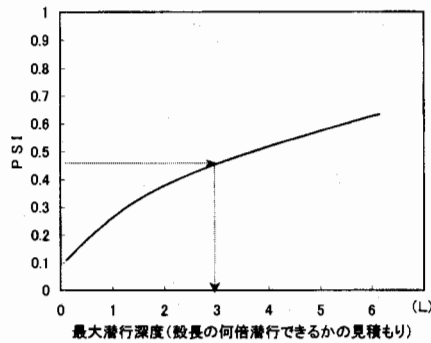


図4 全殻湾入を持つ二枚貝と持たない二枚貝

は、図5の破線を境にして、右側の領域の形態をもつ二枚貝は速く潜り、左側の領域のものは遅いものである。したがって化石二枚貝の殻形態からおおまかな潜行速度を相対的に見積もることができる。

【潜る深さ】

内在生の二枚貝の採餌法には、主として堆積物食者と濾過食者がある。いずれも呼吸や採餌のために水管を殻の外に出し水中までのばす必要がある。しかし、捕食者、乾きや塩分濃度の変化などから身を守るために、水管を殻の中に収納する必要もある。殻の内側にはその水管を収納する空間があり、貝殻内側の全殻湾入からその空間の大きさを見積もることが可能である。そのため、深く潜行する二枚貝は長い水管が必要なのでその空間は大きく、湾入の切れ込みも深い。一



S: 全殻湾入
L: 殻長

$$PSI = S + L$$

図5 全殻湾入の測定個所と二枚貝の最大潜行深度と PSI の関係
Kondo (1987) を改変

方、殻の大きさ程度の深さまでしか潜行しない二枚貝は水管を持つが短いため全殻湾入しない(図4)。ところが、一部の堆積物食者は殻を水平にして潜行しているため、長い水管を持つが必ずしも深く潜行するとは限らない。Stanley (1970) は、さまざまな現生二枚貝を観察し、「表在生 (Epifauna)」、 「半内在生 (Semi infauna)」、 「内在生 (infauna)」の3つに分けることができることを示した。また、Kondo (1987) は、現生の22種の二枚貝の潜行深度を調べた。そして測定データを引用した16種をあわせて38種において、最大潜行深度は、採餌方法、殻サイズ(殻長)と全殻湾入の深さの比 (Pallial Sinus Index; PSI) の関係を調べ水管を持つ濾過食者で水底上に洗い出されたときに再び潜行する能力を持つ種について、これらの値に相関関係があることを見いだした(図5)。PSIは、全殻湾入の深さ(S)÷殻長(L)で求めることができる(図5)。この方法を用いると、水管を持つ濾過食者で水底上に洗い出されたときに再び潜行する能力を持つ種について、貝殻の全殻湾入と殻長を測定し、PSIを求めることによって具体的な潜行深度を殻長の何倍まで潜れるかを見積もることができる。

3. 二枚貝化石を用いた古生態復元

古生態には化石生物について個体・種ごとの個別な生息環境との関係や生活様式のことを指す「各個古生態」と、化石生物群集を単位として生息環境との関係、群集を構成する種の相互関係などを指す「群集古生態」がある(森下ほか, 1986)。

【各個古生態の復元】

各種ごとの生態として、潜行速度と最大潜行深度について推定する。ただし、最大潜行深度は生活姿勢が水平に横たわっている種、水管を殻に収納できない種については現生二枚貝と単純に比較できないので注意が必要である。

【群集古生態の復元】

群集古生態を復元するためには、同一層準から産出した化石が同じ場所で生活していたのか、いろいろな場所から集まったのかを判断する必要がある。そのためには化石の産状観察や左右両殻共存率、合弁率などを用いる方法がある。化石の産状が生きていたときの姿勢を保持している場合は生きてそのまま埋没したと考えられるので同一の層準から産出した化石は一つの集団であるといえる。また、左右の殻が離れて埋没している場合は死後波などによって埋没した場所から移動させられたことを示す。この場合、同一層準の二枚貝化石集団の現地生の程度を見積もる指標として左右両殻共存率や合弁率など(Martin-Kaye, 1951; 下山, 1989)が知られている。左右両方殻共存率は、遺骸集団に含まれる右殻と左殻の個数比が波浪などによって運搬される間にランダムに拡散されるにしたがって徐々に偏ることを利用して現地生の程度を見積もるための指標である。これは、 $1 - \frac{|(\text{左殻の数}) - (\text{右殻の数})|}{\text{個体数}}$ で求めることができる。0から1の値をとり、1に近いほど高い現地生を示し、生貝集団の情報を良く保存していると解釈することができる(下山, 1989)。合弁率は総個体数に占める合弁個体数の割合で、 $(\text{合弁個体数}) \div (\text{総個体数})$ で求められる。1に近いほど高い現地生を表す。これらの遺骸群集の現地生の程度を見積もる指標を用いて、同一層準から産出した化石集団について検討する。同一化石集団で左右両殻共存率と合弁率の値が各種においてそれぞれ似た値を示したならば、それらは運搬され埋没するまでの間、同様の挙動をとったと考えられるので、その集団の各種における現地生の程度は同程度であると言える。そして、その集団は化石として埋没するまでに同

様な挙動をとったと考えられ、一つの集団(化石群集)であると判断できる。

4. 教材化・実践

科目: 地学 IB「地球の歴史」

対象: 高校1年生

目的: 機能形態学的解析を通して二枚貝化石の生態を推測する。

時間: 4時限(50分×4)

展開: 化石・二枚貝の生態について説明。その後実習を行う。

- ① 二枚貝化石を分類・スケッチをする。
- ② 殻の測定部位を計測する。
- ③ データをまとめ、各個古生態を推定する。
- ④ 群集の検討。
- ⑤ 水底の復元図を描く。

準備: 二枚貝化石(4人で1セット)、ものさし、スケッチ用紙、グラフ用紙

【実験に用いる化石標本について】

この実習では二枚貝化石が含まれる層準ごとに、二枚貝個々の古生態の推定をもとに群集古生態の復元を行う。実習のまとめで各層準の結果を各層準間で比較することもできるので、各層準とも定量的、且つ無作為に化石を採集しなくてはならない。また、この実習では貝殻の内側に残っている模様(軟体部の付着痕)を観察するので、この模様が残っている二枚貝化石でなくてはいけない。この実践では、千葉県木更津市宿の第四紀中部更新世の下総群群叢層から採集した二枚貝化石を用いた(図6-1)。化石の採集は直径約35cm、6mmメッシュの園芸用ふるいに擦り切り一杯分の化石を含む土砂を地層から取り出し、後に土砂を取り除き化石のみを選別した。これを1班(生徒4人)分とした(図6-2)。1セットあたり、巻貝も含めて5~8種で、総個体数は約40~50個体である。

【方法】

(1) 二枚貝各部位の計測

① 二枚貝化石を似た形の殻をもつものごとにグループ分けする。殻の膨らみの度合い、殻の輪郭の形、表面の装飾などが似ているものを同じグループとする。そして、グループごとの個体数を数えスケッチをする。その際、殻表面(凸側)の装飾や内側(凹側)の模様などに注意して、殻の外側と内側をスケッチする。特に、貝殻の内側を描く時には、模様(套線湾入)



図 6-1 化石を採集した露頭

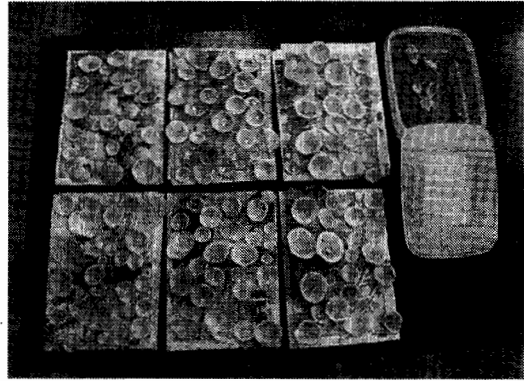


図 6-2 1 班分の化石標本

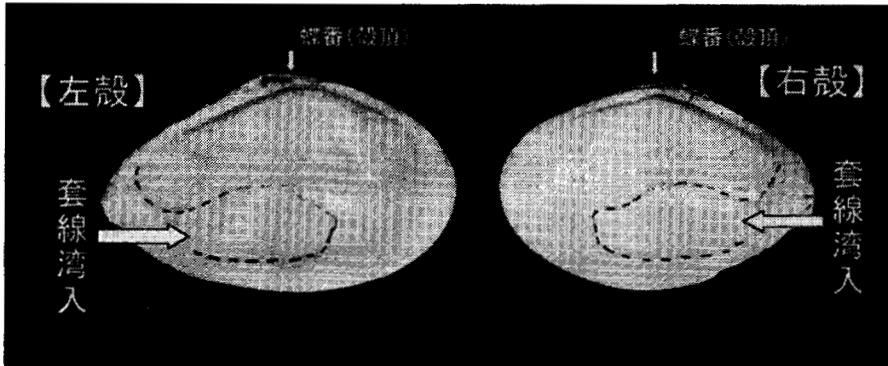
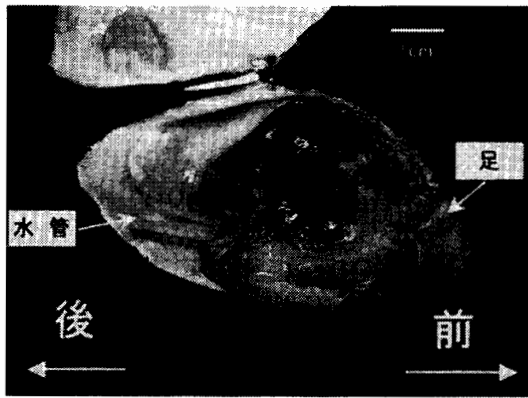


図 7 二枚貝の殻と軟体部の各部位の名称、軟体部を示した写真の貝はサラガイ

に注意するように促す。全標本に油性ペンなどで通し番号を書き込んでおくとよい。また、同じグループごとに右殻・左殻の個数を数えておく。套線湾入がある二枚貝は、蝶番を上にした時に、例えば湾入の口が右方向に開いていれば右殻である(図7)。また、套線湾入がない場合、殻の蝶番(殻頂)部分を境にしてより伸張している方が後部になることが多い。殻の内側から

見て右側が伸張していれば右殻と判断できる。

② 二枚貝化石の測定部位の、殻長(L)、殻高(H)と殻副(W)をノギスもしくはものさしで測定する(図3)。全個体を測定対象にする。

③ 套線湾入が認められるグループでは、その深さ(殻の端から最も入り込んだところまでの長さ)をものさしで測定する(図5)。殻の端から套線までの長さ

表2 測定値・およその潜行速度・最大潜行深度記入

層準	標本No.	分類(種名)	殻長(L)	殻高(H)	殻厚・片側(H)	殻厚(W)	H/W	L/H	1年 観 望					
									潜行速度	套線湾入	PSI	潜行深度(L)	潜行深度(cm)	
略														

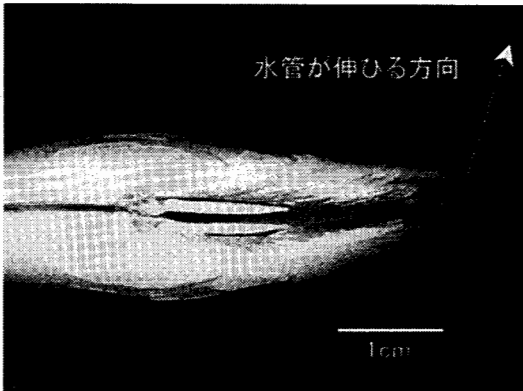


図8 水平な姿勢で生活する二枚貝(サラガイ)の殻後部

を測定する。種によっては套線湾入が明瞭に見えず観察しづらい場合がある。套線はわずかながら凸になっているので色鉛筆で全体に薄く色を塗ると細い線として認識できる場合がある。套線湾入のない二枚貝化石は測定の対象から除外する。これらの測定値はデータシートに記入する(表2)。

(2) 二枚貝化石のおおまかな潜行速度の推定

【方法】

① 各二枚貝化石について測定した殻長(L)、殻高(H)、殻幅(W)から、各個体ごとに殻高(H)/殻幅(W)と殻長(L)/殻高(H)を求め、図3にプロットする。

② 図3の中の破線よりも右側(上の領域)にプロットされた場合は「素早く潜ることができる(rapid burrower)」と判断し、左側(下の領域)にプロットさ

れた場合は「ゆっくり潜る(non-rapid burrower)」と判断する。

(3) 二枚貝化石の潜行深度の推定

この方法は内在生の濾過食者で、前部を下の方にし垂直に潜行する種で、水管を殻の中に収納できる種でなければ潜行深度を求めることができないので注意が必要である。殻後部の合わせ目の形態が左右で対称になっていない場合(図8)は(合わせ目の縁が同一平面上にない場合)水平な生活姿勢をもつ可能性が高いので、この方法で最大潜行深度を求めることはできない。また、後部が筒状に広く開口している場合は水管を収納できなかった種と思われるので同様にこの方法で最大潜行深度を求めることはできない(図9)。

【垂直に潜行する水管を収納できる二枚貝化石の最大潜行深度を求める方法】

① 全ての貝殻の套線湾入の深さ(S: 殻の端から湾入の奥までの長さ)と殻長(L)の比(PSI)を下式で求める。

$$PSI = S \div L \dots\dots\dots \text{式}$$

② 図5の縦軸に求めたPSIをとり横軸と平行な線を引き、図5の中の曲線との交点を求める。交点から横軸に垂線を引き交点の値を読む。例えば、PSIが0.45のときは3Lとグラフから値を読むことができる(図5)。この求めた値が3Lになったときは、PSIを求めた個体の殻長(L)の3倍の長さに相当する分だけ最大潜ることができると思積られる。同種でも大きな個体と小さな個体によって潜行深度が異なる可能

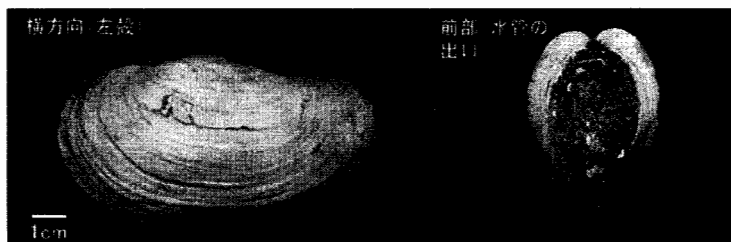


図9 水管を殻の中に収納できない二枚貝(ナミガイ)の殻後部

性があるので全個体を測定対象にしなくてはならない。

【その他の内在生二枚貝化石の最大潜行深度を求める方法】

殻前部を下にして鉛直方向に潜行しない、または水管を収納できない二枚貝では、PSIと潜行深度に鉛直方向に潜行する二枚貝のような相関関係がない。そのため、PSIと殻長から最大潜行深度を求めることができない。このような二枚貝では現生で同様の殻形態を持つ種の殻サイズと潜行深度を参考にして求める。

生活姿勢が水平になっていると判断したグループの二枚貝の最大潜行深度は同様の生活様式を持つ現生種と比較する。例えばヒメシラトリガイ (*Macoma incongurua*) の殻サイズと最大潜行深度の関係を用いて推定する。ヒメシラトリガイは、殻長の2.2~2.3倍の深さまで潜行することができる (Kondo, 1987)。また、殻後部の合わせ目が広く開いているグループの二枚貝は水管を殻の中に収納できないほど長い水管をもつ。これらの二枚貝の套線湾入は最大潜行深度を反映していないので、PSIから最大潜行深度を求めることはできない。したがって同様の殻形態を持つ二枚貝の潜行深度を参考にして見積もる。例えば現生のナミガイ (*Panopea japonica*) は殻長の4倍の深さまで潜行することができる (Kondo, 1987)。

(4) 復元図の作製

【群集の認識】

同一層準から産出した化石集団においてグループ分けした種ごとに左右両殻共存率と合弁率を求める。各値が各グループにおいて近い値を示せばその集団の現地生の程度は同程度であると判断でき化石が埋没するまで同様の挙動をとった可能性が高い。したがって、同一群集である可能性が高いと判断できる。

【群集古生態の復元】

当時の二枚貝を中心とした海底の様子を復元する。復元図の中には二枚貝各種の潜行深度と、個体数比を反映させる。復元図を描くときには二枚貝の潜行深度が具体的な数字で推定されているので、復元図中にスケールなどを書き込むことができる。また、二枚貝の他にも同層準から産出した巻貝、ウニ、鮫(歯)を書き込んでよい。

また、グループ分けした種ごとの左右両殻共存率と合弁率の値が異なる場合は、化石として埋没するまでに異なる挙動をとった可能性がある。この場合、化石集団が同一群集ではないと判断され、複数の群集が混

合した可能性があるのでグループ分けした種すべてを取り入れた復元図を書くことはできない。このようなときは、左右両殻共存率と合弁率が似た値を示したグループで復元図を作成する。

5. 結 果

ある班では1セットの標本(54個体)から巻貝化石1グループ、二枚貝化石5グループを識別した。これらを便宜上A, B, C, D, E, Fと名前を付けた。分類した二枚貝各グループの中で保存状態が最も良い個体を選びスケッチをした(図10)。二枚貝化石各グループの個体数はA(44個体)、B(1個体)、C(5個体)、D(3個体)、E(1個体)、F(1個体)で、測定が可能だった二枚貝はA, B, C, Dの全部で53個体であった。合弁率はすべてのグループで0であったが、左右両殻共存率は0.8~0.5と高い値を示した。この結果に対する解釈として、合弁率が全てのグループで0なので、死後埋没した場所から削剥され波などによって移動させられた可能性があるといえる。また、左右両殻共存率は全てのグループで似た値を示したので削剥された後も同様の挙動をとったと考えることもできる。したがって、この層準から産出した化石グループは一つの群集である可能性が高いので群集古生態の復元を行うことは差し支えないと判断した。

おおまかな潜行速度は全てのグループの値が図5において破線の左側にプロットされたことから、全て速く潜ると判断された。最大潜行深度の推定は、套線湾入が認められないAが0Lであった。套線湾入はB, C, Dで認められ、Bは3Lであったが、CとDは殻後部の合わせ目が左右対称でなく上に向かってそっているので生活姿勢が水平だったと思われる。さらに、現生で同様の生活姿勢をもつ種より最大相対潜行深度を推定した。その結果C, Dとも2.2~2.3Lであった

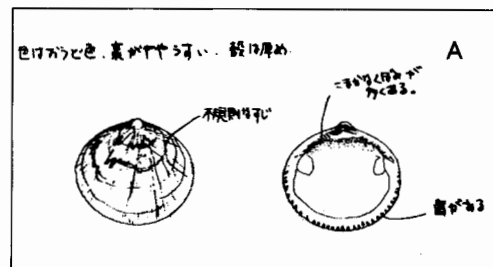


図10 生徒が描いた化石標本のスケッチ(Aと分類した二枚貝)

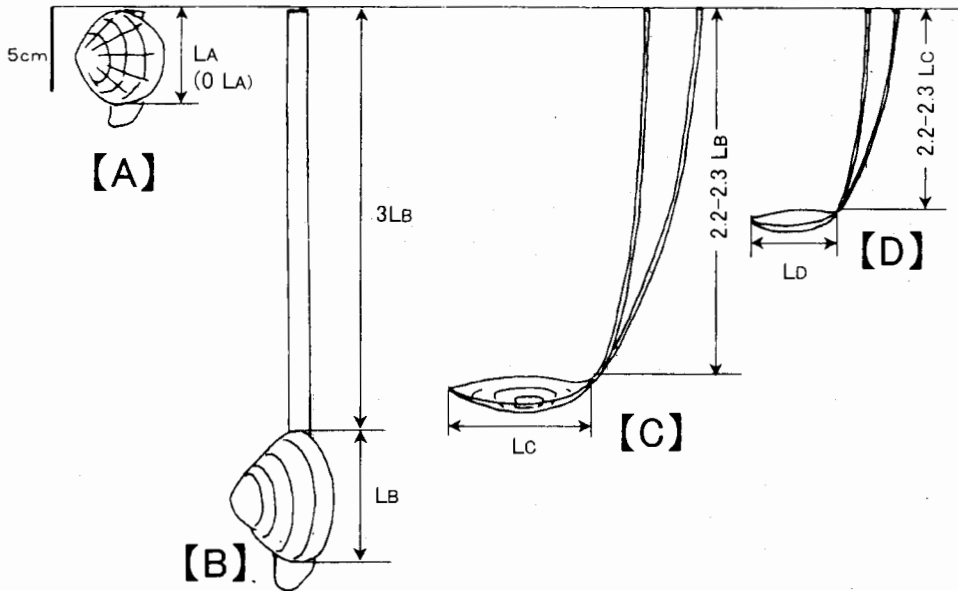


図 11 二枚貝 A, B, C と分類されたグループの二枚貝の最大潜行深度

表 3 第四紀中部更新世の下総層群軟層から産出する主な二枚貝化石の生態と生活様式

種名(和名)	属・種名(学名)	潜行速度	摂食	PSI	最大相対潜行深度(L)	水深	生息場所	その他
エゾタマキガイ	<i>Glycymeris (G.) yessoensis</i>	rapid	suspension feeder	0.0	0.0	5-20m	細砂底	
タマキガイ	<i>Glycymeris (G.) vestita</i>	rapid	suspension feeder	0.0	0.0	5-20m	細砂底	
ミルウイ	<i>Tresus keanoe</i>	non-rapid	suspension feeder	0.5	(4.0)	潮干帯-20m	礫泥底	水管は収納不能. 再潜行不可能.
サラガイ	<i>Megangulus vanilcoae</i>	rapid	deposit feeder	-	(2.2-2.3)	潮干帯-20m	砂底	生活姿勢は水平
ゴイサギ	<i>Macoma tokyoensis</i>	rapid	deposit feeder	-	(2.2-2.3)	10-50m	泥底	生活姿勢は水平
エゾマナガイ	<i>Solen (Ensisolen) krusensterni</i>	rapid	suspension feeder	-	[2.5]	潮干帯(内湾)	砂泥底	
ウチムラサキ	<i>Saxidomus purpuratus</i>	rapid	suspension feeder	0.45	3.0	潮干帯-20m	礫泥底	
ナモガイ	<i>Paropea japonica</i>	non-rapid	suspension feeder	-	[4.0]	潮干帯-30m	砂泥底	水管は収納不能. 再潜行不可能.

最大相対潜行深度 [L] : () は類似した生活様式の現生二枚貝から推定した値。 [] は化石と同一の現生種の値。

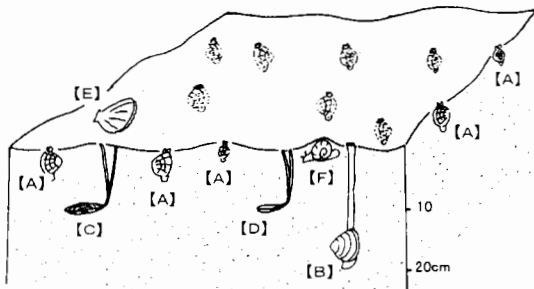


図 12 生徒が描いた復元図

(図 11, 表 3).

潜行深度, 個体数比を基に 1 m × 1 m 程の範囲で復元図を作製した。復元図の作成にあたり, A~E, F のグループに所属する二枚貝・巻貝化石の推定される生息個体数, 割合が反映されるように描く。殻が底質に隠れるだけの深さ分だけ潜るグループ(A)が全体の約

8割を占め, 深く潜るグループ(B)がわずかに存在し, 水平ながらも深く潜るグループ C, D がそれぞれ約 1割ずつ占める。このほかに, E (潜行しない二枚貝)と巻貝(F)がわずかに加わる(図 12)。

6. ま と め

機能形態学的手法を用いて二枚貝化石の古生態を復元する教材を開発した。現生二枚貝の形態と生活様式の関係を用いて, 二枚貝化石のおおまかな潜行速度と最大潜行深度を推定した。この結果から二枚貝化石の古生態を復元することができた。二枚貝に限られるが当時の海底の様子を復元し図示することも生徒なりに一応できた。機能形態学的解析に基づく二枚貝化石の古生態の復元は, 二枚貝化石の形態にのみ着目しグループ分けするので化石を同定する必要がなく, 詳しい図鑑や鑑定の実験が不必要で, 道具も, ものさし

(ノギス)があればよい。生徒の感想でも手法や作業について困難であったとする意見はなかった。また、生徒の多くは生物の形態と機能は密接に関係していて、化石になった生物の生態を復元するために現生の生物を利用することができ、さまざまな手法を用いて複数の情報を合わせることによって二枚貝を中心とした海底の復元図を描くことができたことに大きな興味をもっていただ。しかし、数万年前の二枚貝の古生態を復元したという実感はあまり伴わなかったようである。その原因は、学習者自らの手で採集した化石を用いなかったため、扱った化石が第四紀のもので保存が良過ぎたため「化石らしさ」がなかったなどが考えられる。これらに関して今後さらに検討する余地があると思われる。

大久保(1998)は、植物化石を用いて化石の形態から古環境を推定する教材を報告し、化石を目的ではなく手段として利用することの意義を述べている。この二枚貝化石の機能形態学的解析を用いた教材でも、二枚貝化石の観察を目的とせず古生態を復元するツールとしているので、観察結果をさまざまな手法を用いて解析し比較検討することによって結論を導き出すような科学的手法を学ぶのに適した教材といえる。また、化石の古生態を復元することから化石を静的なものではなく、動きを与えられた動的なものとして扱うことができる。本論文ではあらかじめ採集した化石を用いたが、化石の採集から授業に取り入れ、地層の観察も含めることによってより詳細な復元図の作成を目的にすることも可能であると思われる。

謝 辞

本研究を行うに当たり、東京学芸大学教育学部 松川正樹先生には終始ご指導頂いた。慶應義塾幼稚舎 馬場勝良先生には助言を頂いた。この場をかりて心から謝意を表す。

引用文献

- 波部忠重・奥谷喬司・西脇三郎(1999): 軟体動物学概説 下巻. サイエントリスト社, 220-222.
- 林 慶一(1991): 化石を用いた探究活動の方法—高校への機能形態学的考察法の導入. 東京学芸大学附属学校研究紀要, 18, 177-191.
- 森下 晶・糸魚川淳二(1986): 図説古生態学. 朝倉書店, 11-13.
- Kondo, Y. (1987): Burrowing depth of infaunal bivalves—observation of living species and its relation to shell morphology. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, 148, 306-323.
- Martin-Kaye, P. (1951): Sorting of lamellibranch valves on beaches in Trinidad, B. W. I. *Geol. Mag.*, 88, 432-434.
- 松川正樹・林 慶一(1994): 地学とはどのような学問か?—地学教育の目標を考えるために—, 地学教育, 47, 3-9.
- 文部省(1998): 高等学校学習指導要領解説理科編, p. 151.
- 大久保 敦(1998): 葉相観を導入した示相化石の指導—古環境を探るツールとしての大型植物化石の活用—, 地学教育, 51, 13-27.
- 下山正一(1989): 化石貝殻集団の初期情報と再構成. 日本ベントス研究会誌, 37, 11-34.
- Stanley, S. (1970): Relation of shell form to life habits on the bivalvia (Mollusca). *Geol. Soc. Amer. Mem.*, 125, 7-98.

小荒井千人: 機能形態学的解析に基づく二枚貝化石の生態復元に関する教材開発 地学教育, 第53巻 5号, 209-217, 2000

〔キーワード〕 化石, 二枚貝, 機能形態, 古生態, 教材化, 授業実践

〔要旨〕 現生二枚貝の生態を化石二枚貝に取り入れ, 化石種の機能形態を考察し古生態を復元する教材を開発した。地学IBを履修する高校1年生に授業実践をした。この教材は, 二枚貝化石を殻形態に着目してグループ分けをして, 各個古生態としておおまかな潜行速度と最大潜行深度を求めた。この結果を用いて群集古生態を推定し生活の様子を復元させた。

Kazuto KOARAI: Teaching Material Development of Life Habit of Fossil Bivalves by Using Functional Morphology Analysis. *Educat. Earth Sci.*, 53(5), 209-217, 2000



教育実践報告

泥岩および凝灰岩の加熱変化の 授業への導入の試み

小森 信男*・円城寺 守**

はじめに

近年、月や火星等、宇宙探査機による調査などで、太陽系の惑星・衛星の表面の様子・火山活動や岩石さらにそれらの大気などに注目が集まる機会も増えている。しかし、現行の学習指導要領の中学校理科の目標に「観察、実験などを行い」と明記されているが、岩石を素材とした実験は、生物のものに比べると非常に少ない。このことが、岩石に対しての興味や関心を少なくしている原因の一つではないかと痛感している。

地球を構成する主な物質は岩石であり、多くの資源は、岩石や鉱物から得られている。生徒が、岩石に興味をもてる機会をふやし、地球や惑星についても一層の関心をよせるようになることを願っている。身の回りに存在する岩石についての理解は、環境教育の基本の一つといっても過言ではない。

身近なものを用いた学習は、学習効果の面から重要性が指摘されている。筆者のうちの一人小森は、中学校の特別教育活動における科学部の活動において、一般の授業で行われていないような、岩石についてのいくつかの実験指導を行った。例えば、化学的变化を調べる実験として、岩石を塩酸に浸した後乾燥させることを繰り返し、岩石の表面の様子や重量・強度等の変化を調べた実験を指導した(品川区立八潮中学校科学部, 1997)。また加熱変化を調べる実験として、岩石に、数百度の温度変化の繰り返しを与え、岩石の重量や強度の変化を調べる実験を指導した(足立区立淵江中学校科学部, 1994)。最近では、火星表面の岩石がなぜ赤いかという生徒の疑問を探究するため、火星表面の状態に近い環境を岩石に与え、岩石の色の変化を観察する実験を指導している(品川区立八潮中学校天文地学部, 1999)。このように、自然界で観察されたものに類似した状態をつくる実験により、生徒は、まだわからない未知の現象について法則性をみだしていく。そして、知的好奇心を喚起され、生徒は、やる気

をもって、探究活動を進めていく。

以上のような経験を基にして、理科の授業指導を行っている。ここでは、泥岩と凝灰岩の加熱について授業を試みた結果を報告する。

岩石の加熱については、泥岩・石灰岩・花崗岩・斑縞岩を、電気炉を用いて1200℃まで加熱し、それらの変化を、いくつかの方法で調べた。そして、泥岩の溶融と凝灰岩・泥岩・石灰岩の色の変化は、肉眼でも明確に認められることを報告した(小森, 1987 MS)。また石灰岩のガスバーナーを用いた加熱による色の変化については、左巻の報告がある(左巻, 1986)。

花崗岩及び斑縞岩の加熱については、薄片による偏光顕微鏡、粉末試料によるX線回折解析、さらにEPMA等の方法によると興味深い観察ができるが、肉眼のみの観察では、その変化があまり明確に確認できない(小森, 1996)。したがって、これらの岩石の加熱変化の観察には、岩石薄片を作成するための相当な時間や専門的な機器が必要になるなど、教材として妥当なものではない。

そのため、泥岩と凝灰岩を空气中で加熱した場合の色の変化と、それを教材として用いた授業の試行について報告する。この実験に直接関連した研究として(神津ほか, 1919)は、玄武岩、粗面岩などを常圧下で加熱し、造岩鉱物の変化を詳細に観察している。この実験に直接関連はしていないが、(Luth *et al.*, 1964)は、4~10 kbarの範囲でカコウ岩と同じ組成をもつ混合物を加熱して、 $KAlSi_3O_8$ - $NaAlSi_3O_8$ - SiO_2 - H_2O 系の相平衡関係について調べている。(Kusiro, 1969), (Boettcher, 1970), (Murase and MacBirney, 1972)なども、系に水を加えた岩石の溶融実験を行っている。

1. 岩石のガスバーナーによる加熱

岩石を加熱する器具としては、身近にある電気炉・オーブントースター・ガスバーナーなどがあげられ



図1 ガスバーナーで、泥岩と凝灰岩を加熱している状態

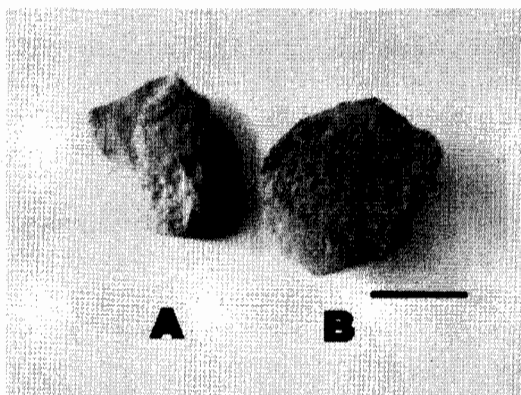


図2① 未加熱の泥岩(A)と加熱した泥岩(B)
加熱時間は6分間、石川県輪島市産
[スケールの長さは1cm]

る。ガスバーナーで加熱する場合は、金網の上に岩石をのせて岩石が酸化炎に入るようにする(図1)。ピンセット等で岩石をもちながら加熱すると、熱で割れた岩石の破片がガスバーナーの筒の中に落下することがある。また、ピンセットが高温をおびて危険である。そのため、金網上で、岩石を加熱することにした。岩石は、径が約1~2cm程度の塊状のものを用いる。この大きさであれば、ガスバーナーでも、泥岩や凝灰

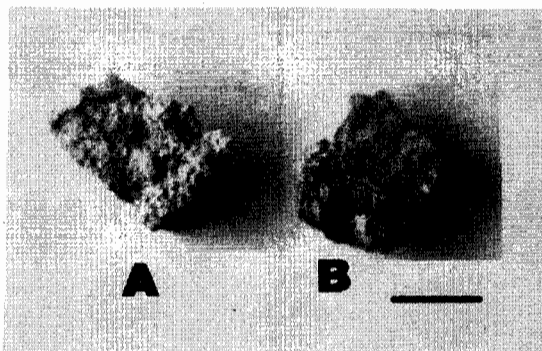


図2② 未加熱の凝灰岩(A)と加熱した凝灰岩(B)
加熱時間は6分間、福井県笏谷産
[スケールの長さは1cm]

岩は数分~10分で色の変化が認められるからである(図2①②)。より大きな岩石を使うと、色が変わる時間が遅くなる。同じ種類の岩石でも、産地や風化の状態などによる違いで、加熱による発色の色が、褐色、黄色、黒色等、多少異なることがある。また同じ岩石でも電気炉では褐色になるが、ガスバーナーでは、灰色~薄い黒色に変化することもある。ガスバーナーは、電気炉に比べて熱容量が小さいことも影響しているのだろう。色の変化の原因については、はっきりしていないが、岩石中の鉄の酸化や、加熱方法が大きく関連していると思われる。

2. 教材として用いた授業実践

ガスバーナーを用いた泥岩と凝灰岩の加熱実験を、中学校3年生での「岩石の風化」の授業で、教材として用いてみた。また、中学校1年生には、理科に対する興味関心を高める目的で、加熱現象の観察を行った。今回は、この中学校1年生の授業試行結果について述べることにする。

(1) 本時の指導過程

実施クラス：品川区立八潮中学校1学年4クラス
試料：スチールウール、紙、泥岩、凝灰岩、
準備：ガスバーナー、三脚、金網、ピンセット

①教師の質問と実験方法の説明(0~2分)

スチールウール、紙、泥岩、凝灰岩を、ガスバーナーの火に入れるとどうなるでしょう。スチールウールは、鉄でできています。泥岩は、泥が固まって岩石になったものです。凝灰岩は、火山灰

が固まって岩石になったものです。火に入れる前に、4つのものをよく観察してください。そして、どのように変化するか予想をたてましょう。予想はプリントに記入してください。

②生徒の観察と予想 (2~10分)

③生徒の実験 (10~30分)

ガスバーナー、三脚、金網、をセットし、金網の上に燃やすものをのせ加熱する。ガスバーナーの炎は酸化炎で加熱するように、火の大きさを調整する。

④実験結果、考察、感想の記入 (30~40分)

実験結果を、プリントに記入する。なぜ、そのような結果になったか、自分の考えを記入する。そしてこの実験の感想を記入する。

⑤教師のまとめ (40~48分)

殆どの生徒が、4つのものをガスバーナーで加熱したときの様子を、観察できましたね。どのような変化があったのか、発表してください。多くの生徒は、スチールウールがパチパチと燃えた後黒くなったこと、紙は、煙と炎を出して燃えたあと灰になったこと、泥岩は灰色ぽくなったこと、凝灰岩は、茶色ぽくなったことが観察できたようです。このうち、スチールウールが燃えた後、黒くなったことと紙が燃えることは、空気中に20%含まれている酸素の働きによっておこります。酸素は、紙などの物を燃やすはたらきがあります。また、スチールウールと結びついて、その色を変えます。このように酸素が他の物質と結びつくことを酸化といいます。泥岩や凝灰岩を加熱して色が変わった理由は、未だはっきりしていませんが、岩石中の鉄等の成分の酸化に、密接に関連しているようです。

酸素は、いろいろなものと結びつく性質があり、酸化した物の性質は、もとの性質と、随分違ってしまいます。

⑥後片づけ (48~50分)

3. 生徒実験のプリント記入内容

生徒のプリントに記入された予想、実験結果、考察、感想のうち、生徒の感想を以下に示す。他の3クラスも同じような感想が多い。なお、◎をつけた感想は、岩石に関する記載のあるものである。

- ◎石の色がこんな色になるとは思わなかった。とても不思議だ。
- ◎岩石がこげたのは、以外だった。他のものも加熱して見てみたい。
- ◎なんで、凝灰岩と泥岩だと変化のしかたがちがうのだろう。
- ◎ほとんどの予想があたってた。凝灰岩は、赤く光り、黒く焦げた。
- ◎岩石の変化にびっくりした(特に凝灰岩)。
- ◎岩石は、燃やしたことがなかったので、勉強になりました。
- ◎紙が燃えた。それはわかってはいたけど、岩石など燃やすと、小さくなったことは始めて知った。
- ◎スチールウールを最初熱したきは、なかは真赤になったけど、2回目3回目になると中は赤くなった。両方の石を熱したら、茶色や黒色に焦げた。泥岩の方は少し小さくなった気がした。熱すると凝灰岩の方はやわらかになっていた。
- ◎予想した通りの結果が出たので、良かった。凝灰岩は黒くなると思ってたけれど、茶色をしていた。
- ◎いろいろなものを火にあててみて、石が赤く光るとか、黒くなるとか、知らないことがわかってよかったです。
- ◎岩石のように燃えると、なぜ赤く光るかが不思議だった。
- ◎ガスバーナーにピンセットを近づけたら、凝灰岩と同じように赤く光った。
- ◎スチールウールは、パチパチしていて花火みたいだった。紙は予想通りに燃えて、ちょっとうれしかった。岩石は、予想もつかないし、あってもいいし残念でした。
 - ・スチールウールは、燃やしたあとポロポロになりました。(手でさわったら)
 - ・なぜ、こうなるかはよくわからないけれど、なんか不思議だと思いました。
 - ・少し熱かったけど、すべて変化が見られてよかった。また機会があれば、やってみたい。

- みんな燃え方が違うので驚いた。これからも、もっとこういう実験をしてみたいです。
- この4種類の実験をして、いろいろなことがわかった。でも他にも加熱すると、変化が出てくるものがあると思うから、それらをいろいろ実験してみたいと思う。
- 実験で、失敗してしまったけど、予想と全然違うところもあって、よくわかってよかった。
- 焦げるのが多かった。
- 紙は、予想通り燃えた。スチールウールは、焦げて煙がでた。岩石は時間がなく、あまり変化はなかったが、2つとも少し黒っぽくなった。
- 燃えきったり、色が変わったり、炎色反応みたいなものができて楽しかった。
- 紙が炎で飛んだのがびっくりした。
- 岩石と紙なら予想がついたけど、スチールウールは、どうなるかあまりわからなかった。

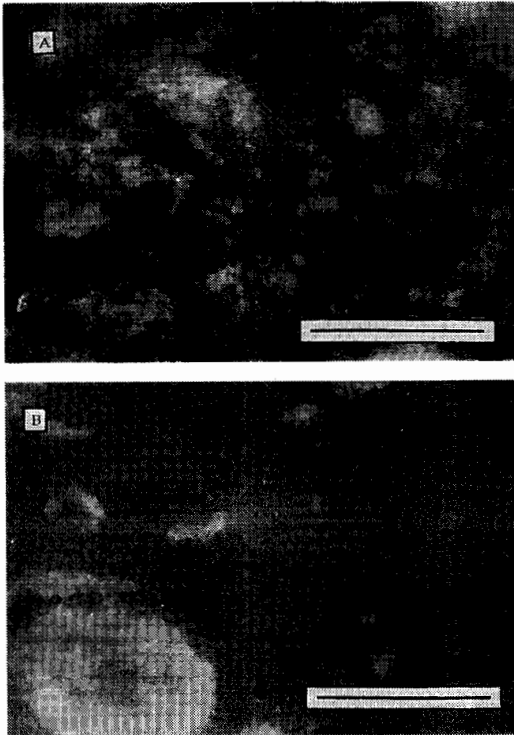


図3 神奈川県川崎市産泥岩の反射顕微鏡写真
 A. 加熱前(単ニコル)
 B. 1150℃(4h)で加熱後(単ニコル)
 [スケールの大きさは0.1mm]

4. 考 察

4つの物の加熱実験についての感想を見ると、岩石の色が変化したことへの驚きや、初めて岩石を加熱した体験をしたことなど岩石の変化についての感想が、スチールウールや紙についての感想よりも、圧倒的に多いことがわかる。紙はもちろん金属の加熱も何らかの形で、多くの生徒が経験しているのに対し、岩石の加熱は、生活体験が少ないことが、その理由として考えられる。このように、岩石の加熱実験は、単純な色の変化ではあるが、生徒に新鮮な驚きを与えることができる現象と考えられる。加熱による岩石の色の変化の原因は、岩石中の鉄の酸化だけではなく、他の元素の存在によることもあり、教師はその点を確実に説明する必要がある。

この授業での実験は、ガスバーナーによって、身の周りの物を加熱するという単純なものであるが、岩石は、加熱等の何らかの作用によって変化するという認識を生徒は得ることができる。そして、その認識は「岩石の風化」や高等学校で学ぶ「変成作用」の理解の基礎となるものであろう。もちろん自然界における「風化作用」や「変成作用」は、短時間に空气中常圧下で加熱する実験条件と大きく異なっていることを認識させることも必要で、生徒が誤った認識をもたないように配慮する必要がある。

中学校第3学年「岩石の風化」で、加熱実験を行った後に、次のような説明を行った。

泥岩や凝灰岩は、加熱によって色が変わりました。この原因は、はっきりしませんが、空気中の酸素による酸化が主な原因かもしれません。これは反射顕微鏡という特殊な顕微鏡で写した写真(図3)で、加熱した岩石の断面を撮影したものです。この点になって光っているものは、赤鉄鉱で鉄が酸化してできた鉱物と考えられます。顕微鏡観察やX線による分析によって、加熱した岩石中で、酸化によって赤鉄鉱のような鉱物ができたり、高い熱のために、鉱物がいくつか分解することが、確かめられています。自然の中では、ガスバーナーのように数100℃という高い温度で、岩石が加熱されることは、ほとんどありません。しかし、泥岩や凝灰岩に限らず、岩石は、長い年月、空気と水に触れています。そのため、岩石中の鉱物は酸化したり酸化以外のいろいろな化学変

化をします。そして岩石全体が変化するので、自然では、空気他に、水が大きな影響を与えるのです。主に空気と水のはたらきによって、岩石が変化することを化学的な風化とよんでいます。

岩石の加熱実験によって、変化が観察されることを生徒に認識させることにより、統成作用や変成作用の概念を得させることが可能である。しかし、地質現象は長大な時間と圧力で行われているので、加熱実験に対しては、生徒が誤った認識を持たないように配慮した地質現象としての説明を行うことが必要である。

中学校及び高等学校の教科書中の教材には、単元の内容の理解を深めさせる役割をもつもの、自然科学への興味関心を高めさせるものの2つがある。ここで述べた岩石の加熱実験は、この両者に関連したものであり、授業や科学部の課題設定の材料として有効である。

おわりに

総合学習、体験学習の重要性が叫ばれているが、この実践が、理科教科指導、科学部や選択理科、自由研究、さらには総合的体験学習指導のための一つの資料となれば幸いである。

謝辞 この実践で、岩石の加熱変化を教材として利用する際の様々な問題については、元筑波大学学校教育小林学教授に有益な御指導をいただいた。記して、深甚の謝意を表す。

文 献

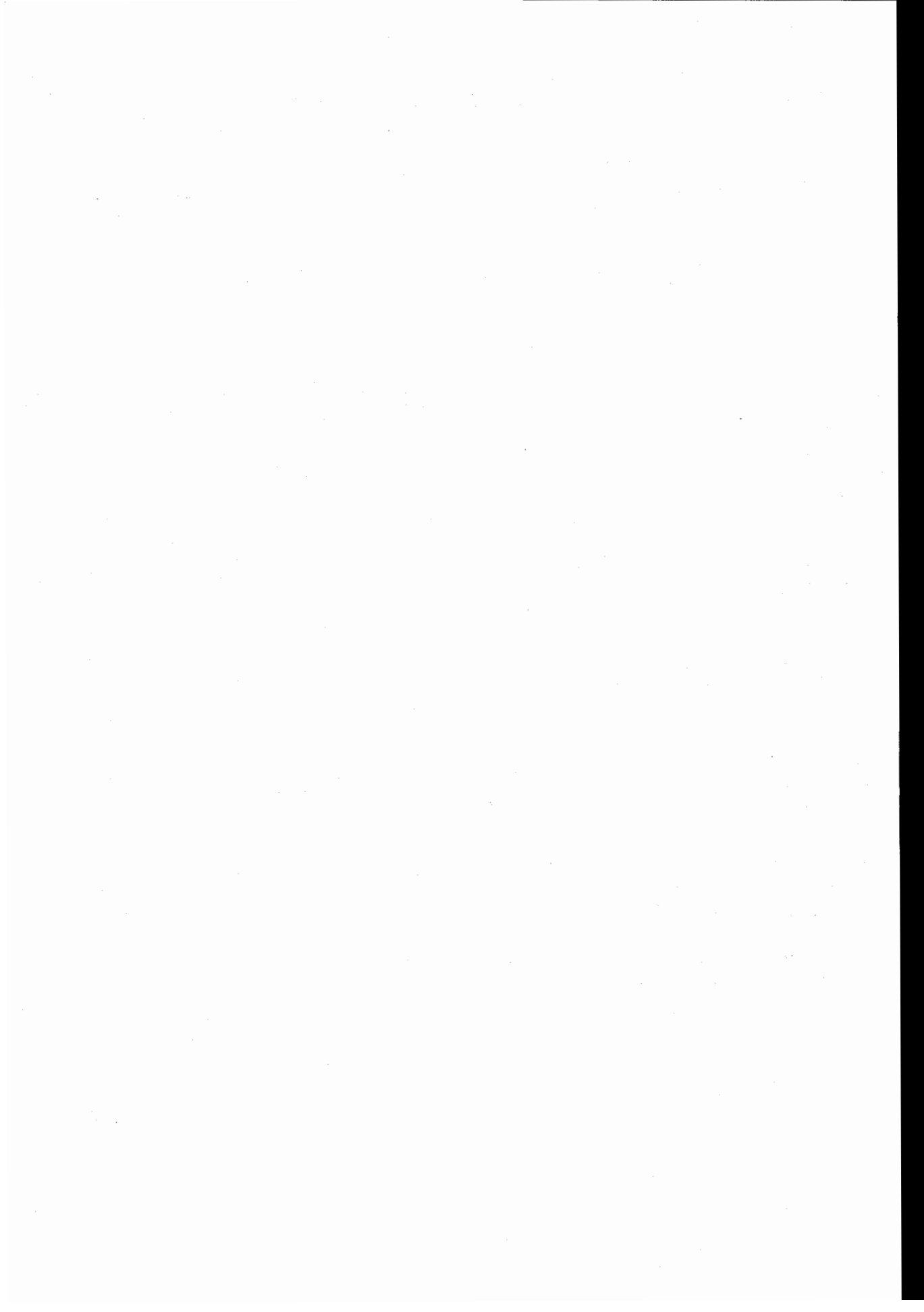
足立区立淵江中学校天文部 (1994): 温度変化の繰り返しによるカコウ岩と玄武岩の劣化に関する研究, 1994 日本学生科学賞応募作品。
 Boettcher, A. L. (1970): The system CaO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O at high pressures and temperatures, *Jour. Petrol.*, **11**, 337-379.
 神津椒祐・渡辺万次郎・赤岡純一郎 (1919): 火成岩溶融現象の研究, *地質学雑誌*, **26** (5), 57-85.
 Kushiro, I. (1969): *Amer. J. Sci.*, **267-A**, 269-294.
 小森信男 (1987) MS: 岩石の加熱実験とその教材化についての一考察, 筑波大学大学院教育研究科修士論文, p. 17-85.
 小森信男 (1996): 電気炉を用いた泥岩の溶融現象の教材化について, *地学教育*, **49**, 169-175.
 左巻健夫編 (1986): 中学理科の授業1 生徒のわかる教え方と教材・教具の開発法, 民衆社, 70 p.
 品川区立八潮中学校科学部 (1997): 塩酸の乾燥湿潤の繰り返しによる岩石の劣化に関する研究, 1999 日本学生科学賞応募作品。
 品川区立八潮中学校天文地学部 (1999): 火星の岩石はなぜ赤いかに挑戦, 1999 サイエンスグランプリ応募作品。
 Luth, W. C., Jahns, R. H. and Tuttle, O. F. (1964): The granite system at pressures of 4 to 10 kilo bars, *Jour. Geophysical Research*, **69**, 759-773.
 松倉公憲 (1979): 頁岩および凝灰岩のスレーキングについて (1), 第14回土質工学研究発表会要旨集, p. 1345-1348.
 Murase, T. and MacBirney, A. R. (1972): Properties of some common igneous rocks and their melts at high temperatures, *Geol. Soc. Am. Bull.*, **84**, 3563-3592.
 須藤俊男 (1974): 粘土鉱物学, p. 90-91, 岩波書店。
 田中 稔 (1980): 粘土瓦ハンドブック, pp. 188-203, 技報堂出版。

小森信男・円城寺 守: 泥岩および凝灰岩の加熱変化の授業への導入の試み *地学教育* 53 巻 5 号, 219-223, 2000

〔キーワード〕 岩石の加熱, 泥岩, 凝灰岩, 岩石の色の変化, 授業実践

〔要旨〕 泥岩および凝灰岩を, ガスパナー等で加熱すると, 色が簡単に变化する。この現象を中学校理科の授業で教材として用いてみた。その結果多くの生徒が, この現象に興味関心を示した。泥岩や凝灰岩の岩石の加熱による色の変化は, 岩石は加熱によって何らかの変化が起こるという認識を生徒に与えることができる。その場合, 地質現象との違いを明確に説明する必要がある。

Nobuo KOMORI and Mamoru ENJOJI: Attempt to Introduce the Heating Change of Mudstone and Tuff into Lesson. *Educat. Earth Sci.*, **53**(5), 219-223, 2000



教育実践報告

埼玉県大宮台地南部における関東ローム層の教材化

—中学校第2分野「大地の変化」の学習から—

安部正幸*・大場孝信**・渡邊 隆**

1. はじめに

平成10年12月、文部省は新学習指導要領を告示した。その中で、中学校第2分野の地学的領域に関する内容(2)『大地の変化』では「大地の活動の様子や身近な地形、地層、岩石などの観察を通して、地表に見られる様々な事象・現象を大地の変化と関連付けてみる見方や考え方を養う」(文部省, 1998)とし、(ア)『地層と過去の様子』の(内容の取り扱い)の中で、「野外観察」については、学校の周辺で地層を観察する活動とすること(文部省, 1999)。という表記が新たに加えられた。しかし、これまでも地学的領域では、その扱う長大な時間や広大な空間のため、教育現場を中心に観察・実験が困難と考えられてきた経緯があり、さらには首都圏や都市部を中心に観察可能な露頭が減少し、学校周辺での露頭の観察は、ますます困難になることが予想される。今後は、地域に存在する露頭があれば、どんなに小さな露頭でもそれを活用し、そこから分かることは何なのかを検討する必要がある(渡辺, 1999)。

これまでも、火山灰層(ローム層)を教材としたものは、教科書で「火山灰を観察しよう」「火山灰の鉱物の特徴を調べよう」など【観察】として取り上げられてきた。平成6年度版東京書籍(上田ら, 1994)では、火山灰の粒の写真とスケッチとして、石英、長石、雲母、輝石、角閃石、カンラン石、磁鉄鉱がすべて描かれていて、あたかもこれらの鉱物すべてが、観察の結果発見できるように紹介されている。しかし、実際にはこのように主な造岩鉱物がすべて含まれる火山灰層はまれで、これを扱う教師や生徒の誤解をまねくおそれがある。この内容はすでに平成9年度版の改訂で浅間山と雲仙岳の実物の火山灰写真として修正されたが、平成6年度版に見るようなことが最近まで教科書で紹介されていたことは、誠に残念である。

種々の実践書では、もう少し詳しく火山灰の観察について紹介されているものがある。松田(1995)は、

中学校理科教育実践講座(ニチブン)の中で、洗い出しや顕微鏡観察の方法のほか、ラミネートフィルム封入標本の作成方法や、鉱物の光学的特性などを紹介している。小川(1998)は、地学教育実践集(トータルメディア出版)の中で、様々なロームを準備し鉱物同定カード(鉱物標本)の作り方や鉱物同定上のポイントをあげている。また、ロームによって含まれる鉱物の組み合わせが異なることに触れ、発展研究として鉱物の個数を数えて鉱物組成が求められることを紹介している。

しかし、これらはいずれも方法論としては活用できるものの、地域によって含まれる鉱物に違いのあるロームの具体的な資料としての活用は難しい。また、鉱物標本を作成するためには、地域とは関係のない数種類のロームを準備しなければならず手間もかかる。いま現場の教師が必要としているものは、一般論を記載した資料ではなく、実際に授業で活用できる、地域に密着した具体的なデータと、それから何が教えられるかといった資料である。これまでも、関東ローム層に関する研究はいくつも報告されてきた。しかし、これらが具体的な資料として教育と結びついたという例は少ない。そこで今回、大宮台地南部における関東ローム層の地質学的研究から得られた結果より、多くの先生方の共有財産として提供できるよう、教材の基本資料を作成することにした。

2. ロームの定義について

「ローム」という語にはこれまで様々な見解があり、今後、教材として扱うにあたって、本研究の中で「ローム」についてその定義を明確にしておく。

まず、関東ローム研究グループ(1965)は関東ロームその起原と性状の中で、「火山灰質な、いわゆる“ローム”」という表現を使い、関東ローム層を赤褐色の火山灰層として精力的に調査を進めた。このなかで、下末吉ローム層について「水成の」という表現を用いている部分があることから、ロームが風成である

ということには、あえてこだわらなかつたものと考えられる。しかし、久野(1976)は、「ローム」という語は単に堆積物の粒度を表す語で、火山灰質ということの意味しない、と述べ関東ロームを関東火山灰と呼び、異なった見解を示している。最近では、さらに狭い意味で用いられることが多くなり、教科書(東京書籍)では関東ローム層を赤土としたうえで、注釈に火山の噴出物が積もってきたものをいう(上田ら, 1997)、としている。

近年、先の教科書のように関東ローム層=赤土=風成の火山灰質土壌とする考えが一般的になり、また、この地域の生徒が観察できる露頭も、そのほとんどが上部の赤土層に限られてきていることから、本研究では、火山灰質の風成土壌を「ローム」と定義し、下部の水成下末吉ローム層を除外したうえで、上部赤土層(一般に大里ローム層、立川ローム層、武蔵野ローム層)のみを関東ローム層として扱うことにする。

3. 関東ローム層教材の可能性

学校の周辺で地層の様子を観察する学習活動として「野外観察」を実施する場合、この地域では関東ローム層の露頭を観察することになる。しかし関東ローム層は、一般的に層相の変化を露頭で肉眼により判別することは難しい。したがって、学習指導要領(文部省, 1998)に示す[ア 地層と過去の様子](ア)における「地層のでき方を考察し、重なり方の規則性を見いだす」ための学習には適さない。そこで、これを教科書等でも示している通り、ローム層は火山灰が堆積したものとして、[イ 火山と地震]の『火山灰(火山灰中の鉱物の観察)』として扱うことにする。文部省(1999)は[イ 火山と地震](ア)の解説の中で、「火山噴出物については、溶岩や軽石、火山灰などの色や形状を比較・観察させ、その結果をマグマの性質や火山災害と関連付けて考察させる。火山灰については、例えば、双眼実体顕微鏡を用いてその中に含まれる火山ガラスや鉱物の色、形などを調べさせ、火山噴出物の特徴と火山噴火とのかわりについて理解させることも考えられる」としており、関東ローム層はこれと関連づけた教材として期待できる。

さらに、[ア 地層と過去の様子](ア)の中には「地層をつくる岩石とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と年代を推定する」とあるが、この地域では、地層の様子の変化や化石の産出はあまり期待できない。しかし、火山噴火史とこの地域における関東ローム層

の堆積年代を資料として示すことにより、過去の環境や年代を推測することが可能となり、地学の持つ時間的な魅力にも迫ることができると思われる。

4. 地質学的研究

1. 方法

教材資料を作成するにあたり、本地域の関東ローム層について含まれる鉱物について調査を行った。調査地は、埼玉県川口市戸塚立山(図1)で、宅地造成のた

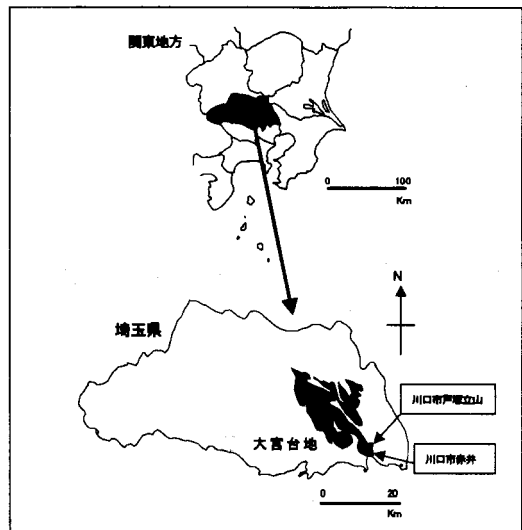


図1 地質を調査した川口市戸塚立山と検証授業で川口市立東中学校の生徒が観察した露頭のある川口市赤井の位置



図2 地質調査を行った埼玉県川口市戸塚立山の露頭
中央の曲線がクラック帯、上方矢印が上部赤土層(大里ローム層、立川ローム層、武蔵野ローム層)を、下方矢印が下部層(下末吉ローム層)を示す

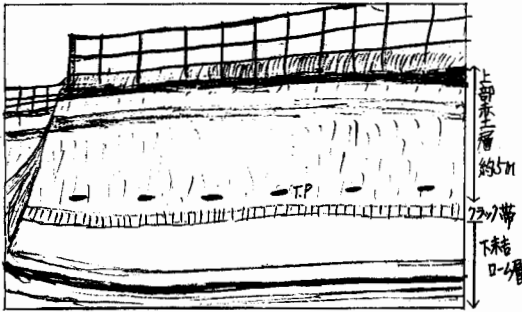


図3 川口市戸塚立山の露頭スケッチ

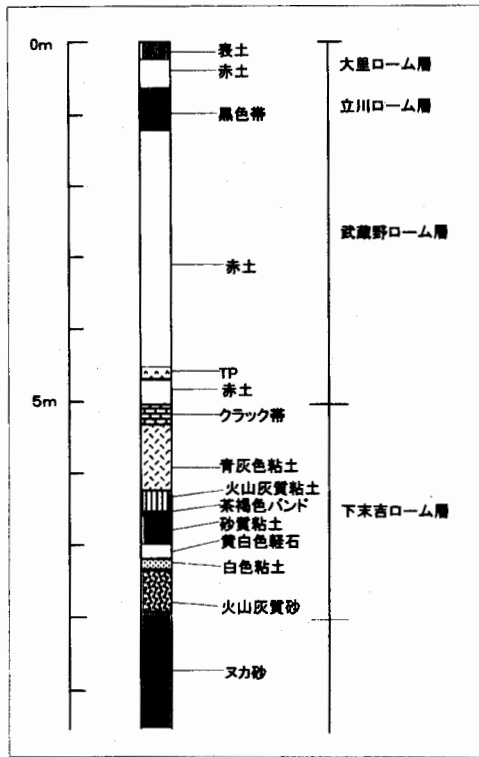


図4 川口市戸塚立山の柱状図

め切り開かれた高さ約 8 m、幅約 100 m の極めて新鮮で、この地域としては大きな露頭 (図 2, 図 3, 図 4) である。

試料を分析するため、露頭の上部赤土層の部分から 10 cm 間隔で表土より下方に向かって No.1 から順に番号を打ち、56 試料を採取した。採取したローム試料は十分に乾燥させ 10 g を秤量し、碗がけ法により洗い出す。洗い出した試料を超音波分離し乾燥させた後、タイラーの標準ふるいで #115 に残った 1/4~1/8 mm の粒度のものをを選び、クエン酸ナトリウムとハ

イドロサルファイトナトリウムで 70°C 程度 10 分間湯煎し脱鉄処理を行った。使用した薬品を十分に洗い流した後乾燥させた。

これより鉱物モード組成を調べるため、任意の 200 粒以上を選び、4 回に分けて双眼実体顕微鏡で鉱物を同定しながらその数を数えた。存在した鉱物の数の百分率をもって鉱物モード組成とした。なお鉱物同定は、有色鉱物 (カンラン石, 角閃石, 輝石類, 黒雲母, 鉄鉱物), 無色鉱物 (石英, 長石), 火山ガラスについて行った。さらに、鉄鉱物の化学組成を検討するため、磁石を用いて鉄鉱物を分離した後薄片を製作し、ISO-9001 (OXFORD) エネルギー分散型 X 線分析装置 (EDS) を用いて加速電圧 20 kV で化学組成の分析を行った。

2. 結果

双眼実体顕微鏡観察の結果、赤土中には有色鉱物が目立ち、特にカンラン石、輝石類が多く、鉄鉱物についても比較的多く観察された。角閃石はほとんどない。また、黒雲母については皆無だった。無色鉱物では長石が多く、石英については赤土中の一部からわずかに観察されるのみだった。カンラン石は、地表より

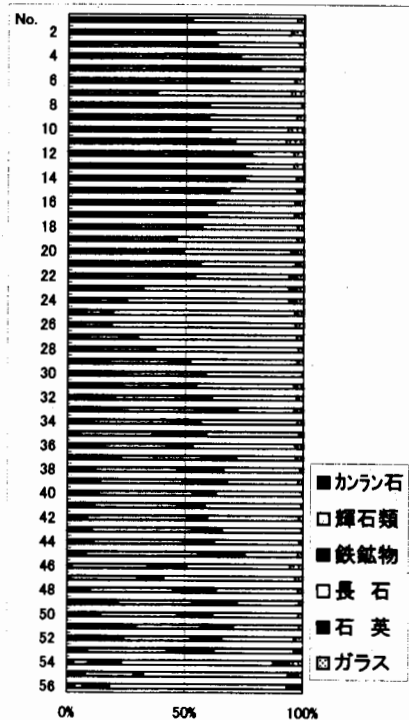


図5 川口市戸塚立山における上部赤土層の鉱物モード組成

70 cm 付近から急激に増加し 230 cm 付近から減少に転じ 260 cm で最小値を示し再び増加している。また、120 cm から 260 cm で長石の増加が目立つ。輝石類は地表より 100 cm までと 280~530 cm で多くなっている (図 5)。100~110 cm 付近では町田・新井 (1976) のバブルウォール型 AT 火山灰 (Tn) と思われる板状の火山ガラスが豊富に観察され、この付近の地層は約 2 万年前 (町田, 1977) の堆積物と推定できる。さらに 460 cm 付近の黄褐色の軽石では、その回りよりもカンラン石が極端に少なく TP (東京軽石層) の性質を示し、この付近の地層は約 5 万 5 千年前 (町田・新井, 1992) の堆積物と考えられる。鉄鉱物は EDS による化学組成分析の結果、ほとんどが磁鉄鉱で、上部より 30~80 cm にチタン鉄鉱を比較的豊富に含む部分がある。

3. 考察

この地域におけるロームの堆積に大きな影響をおよぼしたと思われる火山として浅間山・富士山・箱根山があげられる。浅間火山は主として輝石安山岩の溶岩と火砕流から成る成層火山、盾状火山、溶岩円頂丘等の集合体である (荒牧, 1968)。また富士火山は日本で最大の玄武岩質複成火山である (宮地, 1988)。さらに箱根火山は新时期外輪山の流動性の著しい安山岩質溶岩より成り、典型的な盾状火山に近い火山である (久野, 1976)。これらの火山が主に噴出した重鉱物は、浅間火山が斜方輝石・単斜輝石、富士火山がカンラン石・単斜輝石、箱根火山が斜方輝石・単斜輝石でわずかにカンラン石を含むと考えられている (町田・新井, 1992)。このことを考慮して、第四紀後期における大噴火の歴史 (町田・新井, 1992) にある浅間火山、富士火山、箱根火山の噴火史とこの部分全体に堆積したカンラン石と輝石類を対比させると、カンラン石の多いところは富士火山の活動が活発であり、輝石類の多いところは箱根火山や浅間火山の活動が活発である。このことは、本調査のモード組成変化とよく一致することが分かる (図 6)。また、30~80 cm のチタン鉄鉱は、この噴火史によれば浅間火山の噴火時期にあたり、荒牧 (1968) が述べた浅間火山のものと考えられる。これらのことは、大宮台地南部の関東ローム層 (赤土) が、火山噴火によって一次堆積したテフラの影響を強く受けて形成された土壌であるということの裏付けになる。

ところでこれまでの研究では、榛名火山や赤城火山については大宮台地に対して北方に位置することや、

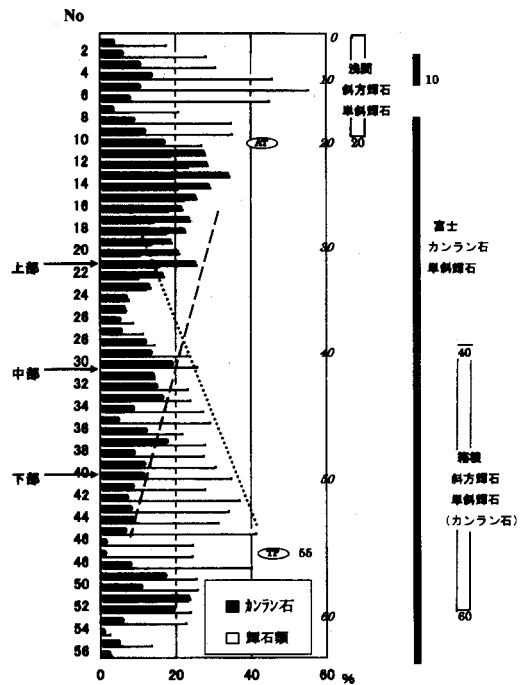


図 6 川口市戸塚立山のカンラン石、輝石類の割合と火山活動の関係 (火山噴火史は町田・新井, 1992 より引用)
噴火史中の数字は鍵層や噴火史による年代。斜数字はこれらを参考に地層年代を割り当てたもので、いずれも 10^3 年前を表す。矢印は生徒に意図的に採取させた位置。破線 (カンラン石)、点線 (輝石) はそこから考えられる増減の傾向。

噴出鉱物の一つである角閃石 (町田・新井, 1992) が、この地域からは検出されないことから、その影響については考えられていない。本調査の結果、赤土の部分においては少なからず全体を通して富士火山の影響を受けており、その上でさらに大里ローム層については浅間火山、武蔵野ローム層については箱根火山の影響も合わせて受けているものと考えられる。

鍵層である AT, TP や、これまでの噴火史との対比により、この地域の上部赤土層は約 6 万年の間に堆積したもので、図 6 の堆積年代の間隔が 2 万年前までは等間隔であることから、ほぼ一定の速度で堆積したと考えられ、それ以降現在までは間隔が狭くなっていることから、やや速度が遅くなったことが考えられる。

5. 生徒の実態

この地域の中学生在が、地層やローム、火山活動について、どの程度の知識や興味・関心を持っているか、

その実態を把握するため、事前調査を行った。調査は埼玉県川口市立東中学校（埼玉県川口市東本郷）の3年生、191名を対象に質問紙形式で実施した。なお、本校は大宮台地最南端に位置し、学区は大宮台地と沖積低地の両方にまたがり、東京都足立区および埼玉県鳩ヶ谷市と隣接している。また、校舎は台地の縁に建っており、生徒は毎日この台地の縁を登りながら登校している。

調査結果について、知っている火山の名をあげさせる問いでは、約3分の1の生徒が、一つも火山の名をあげることができなかった。また、答えられた生徒でも、最高で5つあげられた生徒が2%ただけで、ほとんどの生徒は1つ、ないし2つ程度の名しかあげられなかった。これは、たとえば富士山の名前を知らない中学生はまずいないと考えれば、むしろ、どの山が火山で、どの山が火山でないかを知らないと考えべきだろう。

これから学習する関東ローム層についての質問では、関東ローム層を「知っている」と答え、どのようなものかもきちんと答えられた生徒は、わずか5%だった。「名前も聞いたことがある」と答えた生徒は、53%で、「知らない」（名前も聞いたことがない）と答えた生徒は42%で、すぐ足元にある土壌についての知識が極めて希薄で、興味・関心が低いことがうかがえる。

『どろ』が何でできているか自由記載方式で聞く質問で最も多かった表現は、「水と土が混ざったもの」で、このことは、国語辞典による『どろ』の定義とも一致している。『どろ』のイメージとしては、ロームが水を含んだ、いわゆる泥んこ遊びをしたときの状態を考えている。他に砂や石、粘土、火山灰、植物が腐ったもの、動物の糞などの表現があった。しかし、鉱物が含まれていることを指摘した生徒は、一人もいなかった。

さらに絵を書く際に地面を何色で塗るかを聞いた質問では、ロームの色である褐色系の色を使うという生徒が大多数を占めた。しかし、あえて地面とせず『どろ』の部分として質問したにも関わらず20人に1人の割合で灰色と答えた生徒がいた。これは、『どろ』の部分勝手に『地面』の部分と解釈したうえで、コンクリートをイメージして答えたものと思われる。たしかに、この地域の生徒は、土の上で生活しているというよりも、コンクリートの上や中で日常生活を送っているほうが多い。

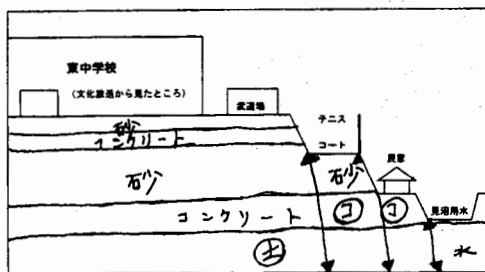


図7 事前調査に生徒が描いた地層の様子
地中にコンクリートが描かれている例。

最後に自分たちの学校が台地の縁に位置していることを示したうえで、その地面の下がどのようにしているか、想像して絵に書かせる質問で、多くの生徒は地層を書いたり、土や砂、小石、化石などを表現している。その中で、先に述べたように地表にコンクリートの層を記載した生徒がいたほか、図7の生徒は、日頃テニスコート場の壁面や、用水路が全てコンクリートで覆われている事実を観察して、あたかもそのコンクリートが地層の中に存在しているかのように表現している。これは、コンクリートが自然界に地層として存在していると考えているのか、または台地そのものが古墳のように人間の手によって作られたと考えているのかは定かでないが、いずれにしても誤った認識をしていることは事実である。

本事前調査全体を通して考えられることとしては、この地域の生徒たちは、日常生活の中で自然と接する機会が極めて希薄で、自分たちの足元にある土にすら直接触れる機会を失っており、その結果、火山国日本に住みながらも、自然の中で美しい景観をかもし出している火山に対して目がおよばず、身近な足元にある土までも興味・関心がおよんでいないことが考えられる。

6. 研究実践

1. 検証授業

関東ローム層教材の有効性を検証するため、授業を行った。対象は、先ほど事前調査を行った埼玉県川口市立東中学校（埼玉県川口市東本郷）の3年生、6クラス中の4クラス、141名である。今回、野外観察に利用したのは、本校から徒歩10分程度のところ（川口市赤井、図1）にある高さ約4m、幅約20mほどの露頭（図8、図9）で、上部赤土層のみが観察される。また、最上部1mはオーバーハングとなっており、試



図8 川口市赤井の露頭スケッチ

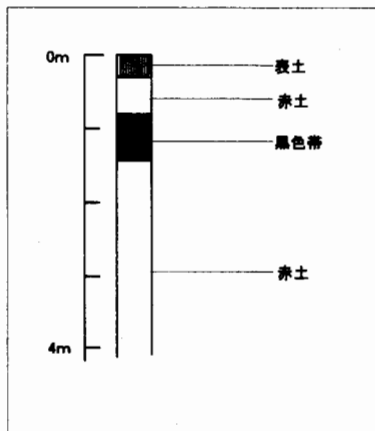


図9 川口市赤井の柱状図

料採取はできない。先の調査地である川口市戸塚立山から南へ約4 kmの位置にある。

授業は東京書籍の新編新しい科学第2分野下(上田ら, 1997)〔以下, 教科書という〕の6. 大地の変化と地球 第1章 活動する大地—2火をふく大地—〔2〕火山灰(p. 95)を参考に, 【観察1 火山灰を観察しよう】を中心に, 3時間あつかいとして実施した。これまでの, 一般的な学習指導計画では, この部分だけに3時間を費やすのは, 時間のかけすぎと考えられるかもしれない。しかし, これは先にも述べた通り, 教科書の第2章 けずられる大地—2地層はどのようにしてできるか—における【観察3 地層のつくりと広がりを調べよう】の観察(いわゆる, 学校周辺の地層の観察)が, この地域に分布する関東ローム層という地層の特性から, 教科書に示されている地層の厚さ, 色, 境目などを調べ柱状図をつくるのが困難なため, 「野外観察」については, この【観察3】とあわせて実施しようと考えているためである。

授業は大きく, 第1限・露頭の観察と試料採取, 第

2限・ロームの洗い出しと鉱物観察, 第3限・鉱物組成調べと考察とした(図10)。以下に学習指導案を示す。

- (1) 題材名 2 火を噴く大地 [2] 火山灰
- (2) 題材設定の理由
 - ① 教材観

大宮台地南部は, 主に浅間火山, 富士火山, 箱根火山の火山灰を主な母材とする関東ローム層によって広く覆われている。この関東ローム層は, 露頭においていわゆる地層の変化を調べるのには適さないが, 試料を洗い出すことによって, 火山噴出物としての鉱物を観察することができる。特に, 大宮台地南部の関東ローム層中に含まれる鉱物は, 主に長石, カンラン石, 輝石, 磁鉄鉱, 石英, 角閃石, 黒雲母等の含有はほとんどないことが分かっている。これにより, 中学生でも容易に鉱物同定ができ, その鉱物組成を調べることによって鉱物含有量の変化にも気づくことができる。さらにこれを火山噴火史や堆積年代と対比させることにより, 堆積環境を探ることも可能となる。また, このことから火山災害への興味・関心を引き出すこともでき, 極めて有効な教材といえる。

- ② 生徒観

この地域の生徒は, 小さい頃, 泥んこ遊びなどを通して, 泥と触れる経験を持っているものの, 最近では日常生活の中で自然と接する機会が極めて希薄になり, 自分たちの足元にある泥にすら直接触れる機会を失っている。その結果, 火山国日本に住みながらも, 自然の中で美しい景観をかもし出している火山に対して目がおよばなかったり, 身近な土までも興味・関心がおよんでいないことが考えられる。実際に, 地層の中にコンクリートを表現する生徒が存在するなど, 生徒が誤った知識でこれらを見ている可能性がある。

- ③ 学習観

ここでは, 野外観察を通して, 直接関東ローム層に触れさせることが大切である。また, これを採取して自らの手でこれを洗い出し, 顕微鏡で鉱物を観察させる。日頃何気なく見過ごしていた, ただの土の中に非常に美しい世界が広がっていることに気づかせ, 観察の技能・表現を身に付けさせるとともに, 関心・意欲の高揚に結び付けたいところである。また, 実際に鉱物組成を調べ, そのデータからどのようなことが考えられるかを考察させ, 科学的な思考能力を高める。得られた結果から, 実際に現在, 富士火山や浅間火山が噴火した場合, どのようなことが起こるかを予想し,



図10 検証授業の様子

【第1限】

(1) ねらい

野外に出て露頭を観察し、関東ローム層の産状をスケッチすることができる。また、定められた部分の試料を採取することができる。

(2) 指導過程

学習内容	学習活動	指導上の留意点	準備など	分	
導入 *露頭へ移動する	1. 露頭の位置関係	①教師の説明を聞き地域や台地における露頭の位置関係を知る。	・交通に十分注意させる。 ・露頭の周りの景色や標高差にも注意させる。	・地域地図	15
展開 2. 露頭全体像の把握 3. ローム層の様子	②露頭の少し離れた位置から、露頭全体の産状を観察する。また、簡単にスケッチをする。 ③露頭に近づき、実際にロームに触れながら、肌触りや粒の大きさなどを観察する。	・最初から露頭へは近づけず、少し離れたところから観察させ、徐々に露頭の近くへ寄らせる。 ・気づいたことがあれば、スケッチにメモさせておく。	・スケッチ用紙		20
まとめ 4. 試料採取 【資料(1)参照】 *学校へもどる	④指定された場所から、班ごとにロームを採取する。採取場所を、スケッチに記録する。	・試料は、意図的に採取場所を決め、班ごとに指示して採取させる。 ・交通に十分注意させる。	・移箱ごと (ジップロック) ・ヤブ袋 (ビニール袋)		15

図11 本時の展開【第1限】

【第2限】

(1) ねらい

採取したローム試料を洗い出して顕微鏡で観察し、長石、カンラン石、輝石、磁鉄鉱を見分けながらスケッチすることができる。

(2) 指導過程

学習内容	学習活動	指導上の留意点	準備など	分
導入 1. 露頭観察で気づいた点	①前時の露頭観察で、スケッチにメモした気づいた点を発表する。	・露頭自体にあまり特徴がないので、気づいた点が出ない場合は、深入りせず先に進む。		5
展開 2. 洗い出しと顕微鏡観察 【資料(2)参照】	②観察の手順の説明を聞く。 ③ロームの洗い出しをする。 ④洗い出した試料を、顕微鏡で観察する。	・教科書の【観察】を参照させる。 ・濡りがなくなるまで十分洗わせる。 ・正しい顕微鏡操作ができていないか注意する。	【資料(2)参照】	
展開 3. 長石、カンラン石、輝石、磁鉄鉱の特徴 【資料(3)参照】	⑤顕微鏡のビデオ映像を見ながら、長石、カンラン石、輝石、磁鉄鉱の特徴についての説明を聞く。	・特に色の特徴について、くわしく説明する。スケッチするポイントも合わせて説明する。	・顕微鏡 ・試料 ・ビデオカメラ ・モニター	35
まとめ 4. スケッチ	⑥鉱物を判別しながらスケッチをする。	・長石、カンラン石、輝石、磁鉄鉱の判別ができていないか注意し、必要に応じて机間指導する。	・スケッチ用紙	10

図12 本時の展開【第2限】

自然現象による災害についても知識・理解を深めさせる。

- (3) 本時の展開 (図11, 図12, 図13 参照)
- (4) 評価

① 〈関心・意欲・態度〉

露頭観察や顕微鏡観察などに積極的に取り組んでいるか。また、班ごとの集計の際、協力し合って活動に

【第3限】

(1) ねらい

洗い出した試料を用いて、長石、カンラン石、輝石、磁鉄鉱の数を数え、鉱物モード組成を調べることができる。また、その結果を見て特徴や規則性について考察することができる。

(2) 指導過程

学習内容	学習活動	指導上の留意点	準備など	分
導入 1. 長石、カンラン石、輝石、磁鉄鉱の確認	①ビデオ映像を見ながらそれぞれの鉱物について特徴を確認しあう。	・ビデオ映像中の鉱物を指し示し、鉱物名を発表させながら特徴を確認させる。	・顕微鏡 ・試料 ・ビデオ機 ・モニター	5
展開 2. 鉱物モード組成調べ 【資料(4)参照】	②鉱物モード組成調べの方法について説明を聞く。 ③長石、カンラン石、輝石、磁鉄鉱の数を数え鉱物モード組成を調べる。 ④班のデータを整理する。 ⑤班ごとに得られたデータを発表する。 ⑥クラス全体のデータを見て気づいたことをまとめ発表する。	・視野の中で数える場所を決める際の注意を促す。 ・スムーズに数えられているか注意し必要に応じて机間指導する。 ・黒板に全体の状況が分かるようにまとめる。 ・あらかじめ集計用紙に気づいたことをまとめさせる。	・顕微鏡 ・試料 ・集計用紙	35
まとめ 3. 考察 4. ロームと火山噴火との関係	⑦得られたデータを見ながら、ロームと火山噴火との関係の説明を聞く。	・説明を聞いたうえでさらに考えられることがあれば発表させる。		10

図13 本時の展開【第3限】

参加しているか。

② 〈科学的思考〉

班やクラスの鉱物モード組成のデータを基に、適切な考察がなされているか。また、ロームと火山活動を正しく結びつけて考えることができているか。

③ 〈観察・実験の技能・表現〉

洗い出しや顕微鏡操作が適確に行われているか。また、露頭や顕微鏡観察のスケッチが正確に描かれているか。

④ 〈知識・理解〉

長石、カンラン石、輝石、磁鉄鉱の特徴を適確に捉え、区別して観察できているか。また、ロームと鉱物、火山活動の関係を正しく理解しているか。

(5) 資料

① 試料採取の方法【第1限】学習内容4)

大宮台地南部の関東ローム層中に含まれる鉱物は、先にも述べた通り長石、カンラン石、輝石、磁鉄鉱が主である。この中で注目すべきは、カンラン石と輝石の増減である。図6に示すとおり、カンラン石と輝石は、同じ露頭の中でも採取する部分によって、その割合がある規則性を持って変化していることが分かる。これは、後で述べる火山活動と深い関連を持つ。ここでは、あらかじめ鉱物モード組成の変化が顕著に現れると思われる部分を指定し、意図的に生徒に試料を採取させることが重要となってくる。また、このことは

火山活動との関連ばかりではなく、肉眼では層相の変化が確認できなかった露頭でも、鉱物モード組成で見ると変化があることに気づかせる意味でも有効となる。

本検証授業では、露頭の最上部がオーバーハング状態となっていたため、表層より2m付近を上部として1~3班に、3m付近を中部として4~6班に、4m付近を下部として7~9班に採取させた。

② 洗い出しと顕微鏡観察の手順【第2限】学習内容2)

洗い出しと鉱物の顕微鏡観察は、本検証授業の中心となる作業・観察である。次に本検証授業で実施した実践例をくわしく紹介する。

〈準備するもの〉

- ・採取したローム試料・蒸発皿・雑巾・マッチ
- ・るつぼばさみ・ガスバーナー・セロファンテープ
- ・燃えさし入れ・スケッチ用紙・葉包紙
- ・顕微鏡(双眼実体顕微鏡または生物顕微鏡)

〈洗い出しの手順〉

- 試料を親指大(約5g)とり蒸発皿に入れ、少量の水を注ぐ。
- 親指の腹で試料を底にこすりつけるようにこねる。
- 少し(数秒)静かに待ってから、濁り水を捨てる。(粘土やシルトを洗い流す)
- 再び試料をこねて水を加えiiiを繰り返す。こねる時は、水は少量のほうが良い。水を加えるときは、勢いで試料が飛び出さないように注意する。
- 水が完全に濁らなくなるまで繰り返す。
- 試料を乾燥させる。時間があれば自然乾燥が良いが、授業時間に制限がある時は、蒸発皿の外側の水滴を十分にふき取ったうえで、ガスバーナーの火で水分を蒸発させる。外側に水滴が付いていると、蒸発皿が割れるので注意する。準備できれば、ホットプレートの上で乾燥させても良い。

〈顕微鏡観察の手順〉

- 試料を5cm程度に切ったセロファンテープの半分に付着させる。セロファンテープのもう半分を折りこんで密着させ簡易プレパラートを作る。このとき付着させる試料の量を多くしすぎたり、少なくしすぎたりすると観察しづらくなるので注意する。
- 簡易プレパラートを顕微鏡のステージに乗せ、顕微鏡操作の手順により観察する。双眼実体顕微

鏡があれば良いが、なければ普通の生物顕微鏡でも良い。このとき倍率は40倍程度で、反射鏡による下からの光はできるだけカットし、試料に直接光をあてるときれいに観察できる。

③鉱物の特徴（【第2限】学習活動3）

鉱物の特徴については、ビデオによる実物映像を見せながら（図10）、以下の特徴について説明した。

長石：白色半透明から無色透明。短柱状、長柱状、板状、卓状、粒状などいろいろな形がある。この試料中では、唯一の無色鉱物であるので判別しやすい。

カンラン石：淡黄褐色透明で、表面には光沢がある。短柱状で、横断面は八角形または十角形。風化したものは、丸みをおびてくる。

輝石：透明感のある淡緑色から濃緑色。鉱物の中に黒色の鉄鉱物を含むことが多い。柱状で丸みのある直方体。断面は八角形。

磁鉄鉱：黒色不透明で光沢がある。正八面体で、丸みを持ち球形に近いものもある。

④鉱物モード組成の調べ方（【第3限】学習活動3）

本検証授業では、先にあらかじめ指定した部分から採取した試料をもとに、次の方法で鉱物モード組成を調べさせた。また、生徒にはあらかじめ集計用紙を配布しておく。

- i. 各班2名、鉱物数をカウントする者を選ぶ。（ここで時間があれば、3名以上にやらせてもさしつかえない）
- ii. 最初の1名が任意の視野を決定し、その中に含まれる長石、カンラン石、輝石、磁鉄鉱の数を数える。カウントする視野はできるだけ均一な部分を選ぶ。ふるい分けを行っていないので様々な粒度のものがあるが、気にせずカウントするよう促す。また、中には鉱物の他、火山岩片や風化粒等、判別できないものも含まれていることを告げ、分からないものはカウントしないように注意する。
- iii. 2人目は1人目と異なった視野を任意に決め、iiを繰り返し実施する
- iv. 2人のカウント数の平均値を、その班のデータとする。
- v. 班ごとに結果を発表し、クラス全体のデータを作る。
- vi. 上部を採取した1~3班、中部を採取した4~6班、下部を採取した7~9班のそれぞれの鉱物ごとのカウント数を合計する。

vii. 上部、中部、下部ごとに、それぞれの鉱物数を全体の鉱物数における百分率で表す。

2. 生徒のレポートから

図14は第2限終了後、生徒が提出したスケッチである。これを見ると、生徒はローム中に含まれる長石、カンラン石、輝石、磁鉄鉱の4鉱物について、こちらが示した特徴を正確に捉えて見分けながら顕微鏡観察できていることが分かる。これは、第3限の鉱物モード組成を調べる上で重要なポイントとなる。第3限の導入でも確認するが、ここでは一人一人についてその様子を知ることができるので、第3限の授業前にぜひチェックしておきたい。

図15は第3限の鉱物モード組成調べについて、あらかじめ配布しておいた集計用紙を利用して、生徒が作成した集計結果である。これによれば、気づいたこととして、①どこも、長石がとても多い②カンラン石は、上部から下部にいくほど少ない③逆に輝石は、上部から下部にいくほど多いという3点をあげている。これは、川口市戸塚立山における調査の結果をもとに意図的に試料を採取させ、カンラン石と輝石の増減に注目させたいという、こちらの期待に適確に答えているものである（図6）。この考察結果を利用することによって、肉眼で確認できなかった層相の変化を、鉱物モード組成の変化という形で確認することができ、後にまとめて話す富士火山や箱根火山の噴火史をより印象づけるものとなる。しかし、今回は最上部で試料採

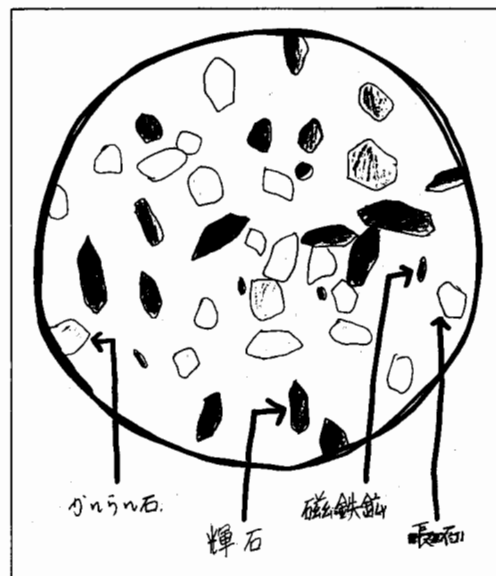


図14 生徒の描いた鉱物のスケッチ

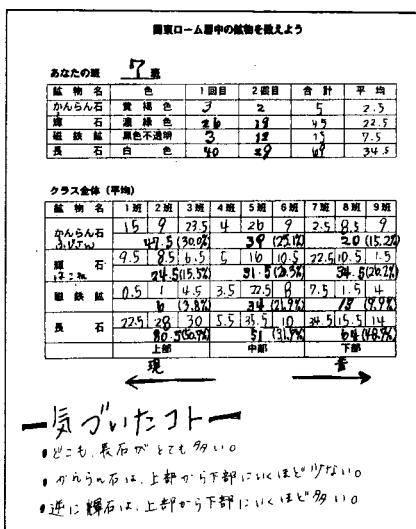


図 15 生徒が提出したレポート (集計結果と気づいたこと)

取ができなかったことにより、浅間火山については話だけになってしまった。最上部も採取できれば、再び輝石の量が増加していることが指摘でき、浅間火山と結びつけて話ができただろう。

また、調査した川口市戸塚立山から 4 km 離れた本露頭でも、おおよそ同じような鉱物モード組成の傾向を出すことができた。これは、大宮台地南部における近隣の地域であれば川口市戸塚立山のデータを使用し、これを資料に教材として活用できることを示している。

3. 授業中の生徒の反応から

第 1 限の露頭観察では、久しぶりの野外観察ということもあって、興味をもって観察にのぞんでいた。しかし、いざローム層を観察してみると、特別なものを想像していた生徒もいたようで、ただの土に少々期待はずれの観があったようだ。関東ローム層そのものの性質や、もともと野外観察に適した露頭が少ない地域であることから、ある程度予想される反応であった。逆に、むしろ生徒が「いつも見ているただの土」と、最初に考えてくれることが、この後の授業展開で大きく役にたってくるものと期待した。

第 2 限では、洗い出した試料を生徒が初めて顕微鏡でのぞいた瞬間の反応が特に印象的である。「わー、きれい」「すごい、見て見て」「宝石みたいだよ」、理科室のあちこちからこんな声があがる。中には、自分の班を待ちきれずに人の班の顕微鏡をのぞきにいく者もい

る。第 1 限で期待はずれに終わった「いつも見ているただの土」が「宝石のような鉱物」に変わった瞬間である。第 1 限とのギャップが大きければ大きいほど、ローム中の鉱物が強く印象づけられるものと思われる。

第 3 限では、鉱物モード組成に変化があることに気づき、これらの鉱物が火山灰であることに触れ、富士火山や箱根火山の噴火史との関係を説明した。すると「先生、ということはもし今、富士山が噴火したらここまで火山灰が飛んでくるの?」「火山灰が積もったらどうなるんだろう。」などの声が聞かれた。これは、近くに火山がなく生涯でこれまで直接火山噴火の影響を受けたことのないこの地においても、火山噴火が起ればその影響を受けることを予測させるものである。また、今までそのような経験を持たない生徒たちにとって、火山災害への興味をひきつけるうえでよい機会になったものと思う。

7. 事後調査

評価項目の関心・意欲・態度、科学的思考、観察・実験の技能・表現の各面では、生徒の提出したスケッチや集計結果、また授業中の生徒の反応からも、その達成度が高く評価できる。ここでは、さらに生徒たちの知識・理解面での変化を調べるため、事前調査の質問と全く同じ内容による質問紙によって、生徒たちへは予告をしないで事後調査を実施した。実施は、直接授業を行った 4 クラス 141 名を対象とした。また、調査の最後には今回の授業の感想を書いてもらった。

事前調査結果は 3 学年の全 6 クラスで実施し集計したもので、今回の事後調査は実際に検証授業を実施した 4 クラスを集計したものである。しかし、事後調査を実施した 4 クラスの生徒分の事前調査だけを改めて集計し直し、6 クラスで実施したものと比べたところ、百分率でそれほど変わらない結果となったことから、ここでは 6 クラスで実施した事前調査と、4 クラスで実施した事後調査を対比させても、その傾向をつかむうえでは何ら影響がないと判断し考察することにした。

まず、火山の名を書く問題については、1 つも書けなかった生徒が 36% から 9% へ減少し、2 つ以上の複数個あげた生徒が 37% から 65% に増加、書いた火山の数が最高で 5 つであったものが 7 つになった。火山への関心が知識として高まったことがうかがえる。しかし、依然として 9% が 1 つも火山名をあげる

ことができなかった。

関東ローム層については、今回の検証授業の中心であり、最も時間をかけた部分といえる。ここでは「知っている」が5%から83%へ急増し、「知らない」が42%から1%へ激減した。また、「聞いたことがある」の生徒の中には、「知っている」と答えながらも、どのようなものかを書き忘れていたり、内容が不十分だった者も含まれていることから、ほとんどの生徒は関東ローム層について、その内容を理解できたと考えられる。直接露頭を観察し、それを顕微鏡で調べた関東ローム層については、定着の度合いが高かったといえる。

泥の色では、直接ロームの露頭を観察した後ということもあって、茶色が60%から76%に増加し、コンクリートを意味すると思われる灰色は5%から1%へ減った。また、泥を作っている物では、その成因の中に火山灰をあげたものが6%から28%に増加しており、事前調査では一人もいなかった鉱物と答えた生徒が今回は8%おり、学習の成果が出ている。しかし、「火山灰と水と粘土と土がまざったもの」のように火山灰や鉱物をその成因の一つと考えていけば問題はないが、ここで注意すべきは、単に「火山灰」「鉱物」とだけ答えた生徒がいたことである。現在、ロームは火山灰の影響を強く受けながらも、一次堆積した火山灰層に加え、火山灰起源の物質の二次堆積物、近傍の川床などから風によって巻き上げられた物質の二次堆積物、広域風成塵起源の物質、ならびにこれらの物質の風化生成物などから構成されていることが明らかにされつつある(吉永, 1996)。このことを考えると、授業で火山灰や鉱物をあまりにも強調するばかり、ロームがこれらだけで構成されているという誤解をまねくおそれがあり注意しなければならない。洗い出しの際、粘土やシルトは洗い流されていることなどにも触れ、誤解をさけるようにしたい。

最後に生徒が書いた感想の一部を紹介する。

- ・自分たちで泥を取ってきて観察したとき、おどろきと発見がいっぱいだった。
- ・生物の観察のときは反射鏡を使ったほうがはっきり見えたけど、鉱物は少し暗い方がとてもきれいに見えた。
- ・顕微鏡観察のとき、陸上の大会で鉱物を見ることができなくて、後で皆の話を聞いてとても残念だった。
- ・僕の家には、ハワイ島の火山が噴火している写真

があり、火山にはとても興味がありました。楽しく授業ができて良かったです。

- ・普段、普通に見ている土も、色々あることがわかっておもしろかった。
- ・泥にはあんなきれいなものがあったんだなと思った。そして、火山が噴火したら大変だということも良く分かった。
- ・顕微鏡で泥を観察したときが一番楽しかった。泥の正体がわかってびっくりした。授業を受けて火山は不思議なものだなと思った。
- ・泥のことなど、今まで考えたこともなかった。こんなにきれいだということを知ってびっくりした。
- ・理科はあまり好きな教科でなかったけれど、1分野のような嫌いな計算問題もなくて、実物に触って見れて楽しかった。
- ・理科は大嫌いでしたが、前より少し好きになりました。

8. 検証結果

研究実践の結果、次の点で大宮台地南部における関東ローム層の教材としての有効性が確認できた。

1. 含まれる鉱物が、主に長石、カンラン石、輝石、磁鉄鉱に限られていることから、中学生でも容易に鉱物を見分けることができた。
2. 野外での露頭観察では、肉眼で層相の変化を確認できなかったが、鉱物モード組成を調べることにより、目には見えない変化があることに気づくことができた。
3. カンラン石、輝石の鉱物組成における増減を、富士火山、箱根火山の活動史と対比させることにより、遠くでの火山活動を身近なものとして捉えることができた。(最上部の試料採取が可能な露頭では、浅間火山との関係も考えることができると思われる。)
4. 火山のない埼玉県にも火山灰の堆積物があることを知り、火山災害への興味・関心をひくことができた。
5. 日頃、ただの土としか考えていなかった関東ローム層の中にも、美しい鉱物があることに気づき、ロームや鉱物への興味・関心を高めることができた。
6. 模式地から4 km離れた露頭でも模式地と同様の鉱物モード組成を得ることができ、ある地域の範囲内であれば地質学的研究のデータを有効に活

用できることが分かった。

7. 高価な双眼実体顕微鏡がなくても、普段、中学校にある生物顕微鏡で観察が可能で、プレパラートもスライドガラスを使わずに、セロファンテープで代用できることが分かった。

9. ま と め

学習指導案による評価項目である、①関心・意欲・態度について②科学的思考について③観察・実験の技能・表現について④知識・理解についても、生徒の提出したレポート、授業中の生徒の反応(観察評価)、事後調査の結果、事後調査中の生徒の感想から概ねその目標が達成されたと考えられる。しかし、知識・理解については事後調査で、一部満足のいく結果が得られなかった。この原因については、授業展開の問題等、今後さらに実践の中で研究、解決していかなければならないだろう。

ところで、地学領域における学習の魅力の一つに、時間的な概念が含まれることを先に述べた。しかし、その中で扱われる巨視的な時間は、生徒にとって理解しがたく西川(1991)は巨視的時間に関わる学習の中で、数値としての年数の相対的比重を下げる必要があることを述べている。また、文部省(1999)は地層の生成年代としては、古生代、中生代、新生代の第三紀及び第四紀程度の地質時代区分の扱いとし、それ以上は深入りしないとしている。しかし、本教材で扱う地質年代は、せいぜい10万年前までであり第四紀の中でも、極めて新しい時代のものに限られる。これを文部省が述べるように第四紀として一括すると、あまりにも短い年数で、第四紀という時代に対して誤解を招くおそれがあると考えた。また地域の特性を失いかねず、時間的な概念への魅力も与えることができないと考え、今回の検証授業では、第四紀の中でも、極めて新しい年代に位置することを確認したうえで、堆積年代を紹介することにした。

さて、この単元は平成12年度から1学年へ移行され、平成14年度には完全実施されることになる。その理由の一つとして文部省は、より身近にある素材から学習することが望ましく、そのため地学領域における学習順序では、この単元と天文分野の単元を入れ替えることにしたとしている。このことについて、現段階では残念ながら移行前ということもあり、直接現在の1年生に対して検証授業を行うことはできなかった。しかし、文部省が述べたように、この単元が天文

分野より身近に素材が存在し、地学領域の中では扱いやすい内容であることを考えれば、学齢でこれまでより2学年下がっても、十分に対応できるものと考えられる。また、1学年の学習では、この単元に先だって生物領域において、「顕微鏡の使い方」を学習するため、鉱物観察のために顕微鏡を使用する本観察では、むしろ1年生のほうが実施しやすいかもしれない。

さて、地学教材の中で、特に地質や火山活動に関する内容では地域性というものが大変重要になってくる。特にロームについては、地域によってその特徴が異なる。大宮台地の関東ローム層でも南部と北部では、すでにその含有鉱物の割合に違いがあると考えられる。今回、大宮台地南部に限定した研究によって、関東ローム層の教材を資料として提供することができた。しかし、この資料は地域教材としてはあくまでも大宮台地南部地域に住む生徒にしか適用できない。今後、各地域で本研究のような教材開発が進められ、より多くの地学地域教材が生徒のために展開されることを期待する。

謝 辞 本研究を進めるにあたり、上越教育大学山縣耕太郎博士には、現地調査にご同行いただき、また、有益な試料を提供していただくとともに、適切なご指導とご助言をいただいた。ここに深く感謝の意を表す。

また、研究実践のためご尽力いただいた川口市立東中学校校長塩田征夫先生をはじめ、教職員諸氏、さらに検証授業に協力していただいた同校の生徒諸君に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 荒牧重雄(1968): 浅間火山の地質, 地学団体研究会専報, 14, 1-45.
 関東ローム研究グループ(1965): 関東ローム=その起原と性状, 筑地書館, 379 p.
 久野 久(1976): 火山及び火山岩 第2版, 岩波全書, 283 p.
 町田 洋(1977): 火山灰は語る, 蒼樹書房, 324 p.
 町田 洋・新井房夫(1976): 広域に分布する火山灰—始良 Tn 火山灰の発見とその意義—, 科学, 46, 339-347.
 町田 洋・新井房夫(1992): 火山灰アトラス [日本列島とその周辺], 東京大学出版会, 276 p.
 松田嗣朗(1995): 火山灰中の鉱物の観察, SCIRE 中学校理科教育実践講座 第10巻 地殻の変化, ニチブン, p. 55-60.
 宮地直道(1988): 新富士火山の活動史, 地質学雑誌, 94,

- 433-452.
- 文部省 (1998): 中学校学習指導要領, 104 p.
- 文部省 (1999): 中学校学習指導要領 (平成 10 年 12 月) 解説—理科編一, 162 p.
- 西川 純 (1991): 中学生の過去の進化と地殻変動に関する巨視的時間イメージ, 地学教育, 44, 1-5.
- 小川政之 (1998): 火山灰中の鉱物, 地学教育実践集, トータルメディア出版, p. 52-56.
- 上田誠也・三浦 登・水野丈夫・綿抜邦彦 監修 (1994): 中学校理科用文部省検定済教科書 新しい科学第 2 分野下, 東京書籍, 137 p.
- 上田誠也・三浦 登・水野丈夫・綿抜邦彦 監修 (1997): 中学校理科用文部省検定済教科書 新編新しい科学第 2 分野下, 東京書籍, 135 p.
- 渡辺 隆 (1999): 理科の解説 大地の変化, 新中学校教育課程講座〈理科〉, ぎょうせい, p. 116-123.
- 吉永秀一郎 (1996): 関東ローム層中に含まれる微細石英の堆積速度の約 10 万年間の変化—北関東喜連川丘陵早乙女の例一, 第四紀研究, 35, 87-98.

安部正幸・大場孝信・渡邊 隆: 埼玉県大宮台地南部における関東ローム層の教材化—中学校第 2 分野「大地の変化」の学習から— 地学教育 53 巻 5 号, 225-237, 2000

〔キーワード〕 大宮台地, 関東ローム層, 火山灰, 火山活動, 中学生

〔要旨〕 大宮台地南部における関東ローム層中の鉱物が, 主に長石, 輝石, カンラン石, 磁鉄鉱に限られており, さらに輝石は主に浅間火山, 箱根火山から, カンラン石は主に富士火山から供給され, これら火山の噴火史と深く結びついている。これらを基に, 中学校で検証授業を行った結果, 中学生でも容易に鉱物を見分けることができ, その含有量の変化から, 活火山のない埼玉県でも火山活動を身近なものとしてとらえることができた。

Masayuki ABE, Takanobu OBA and Takashi WATANABE: The Teaching Materials of Kanto Loam Bed on the Southern Part of Omiya Upland, Saitama. *Educat. Earth Sci.*, 53(5), 225-237, 2000



資 料

最近20年間(1979~1998)の小学校 教員新規採用状況と中学校・高等学校での 理科・地学教員新規採用状況とについて

根 本 泰 雄*

間のかかわり方について考察すること。

1. はじめに

防災・環境教育の重要性が増しているにも関わらず、防災・環境の基礎的部分を担う「地学」系に関する教育の衰退が顕著である(例えば、21世紀の地学教育を考える大阪フォーラム準備会, 1999)。例えば、1999年度に高等学校において「地学」を開講している高等学校数は全国で約4割であり、しかもこれらの高等学校でもごく一部の生徒しか履修していない(鯨岡, 1999; 柴山, 2000)。

中学校では1999年度に告示された中学校学習指導要領(文部省, 1999)で防災教育に関連深い自然災害に関係して理科第2分野の指導項目として以下の内容を教えることとしている。

(7) 自然と人間

微生物の働きや自然環境を調べ、自然界における生物相互の関係や自然界のつり合いについて理解し、自然と人間のかかわり方について総合的に見たり考えたりすることができるようにする。

ア 自然と環境

(ア) 微生物の働きを調べ、植物、動物及び微生物を栄養摂取の面から相互に関連付けてとらえるとともに、自然界では、これらの生物がつり合いを保って生活していることを見いだすこと。

(イ) 学校周辺の身近な自然環境について調べ、自然環境は自然界のつり合いの上に成り立っていることを理解するとともに、自然環境を保全することの重要性を認識すること。

イ 自然と人間

(ア) 自然がもたらす恩恵や災害について調べ、これらを多面的、総合的にとらえて、自然と人

間のかかわり方について考察すること。
しかしながら、「第3 指導計画の作成と内容の取扱い」の項目には以下の記述がなされている。

第1分野(7)のイの(ア)(著者注: 科学技術と人間に関する学習内容が記されている)と第2分野(7)のイの(ア)(著者注: 上記に記した自然災害に関する学習指導内容)については、生徒や学校、地域の実態に応じていずれかを選択するものとする。

すなわち、各学校毎の裁量で第1分野(7)のイの(ア)を選択した中学校では、第2分野(7)のイの(ア)に述べられている自然災害に関しての授業は行われなことを意味する(文部省, 1999)。このことは、中学で自然災害に関係した勉強をせず、さらに高校でも自然災害に関係した勉強をしない生徒が多数現れることを意味している。

そこで「地学」系分野の学習状況を把握し、今後適切な防災・環境教育を含む「地学」系分野での教育内容を探り、新しいカリキュラムを提唱することは急務である。これらの目的を達成するための基礎資料として以下の事柄は重要であると考えられる。

- (1) 地学を専門とする小学校、中学校、高等学校の教員数
- (2) 地学の履修状況
- (3) 地学を専門とする教員の新規採用状況

しかしながら(1)~(3)を知ることは以下の理由により大変に難しい。(1)に関しては、小学校教員の専門別人数を各都道府県教育委員会や文部省では公式に統計をとっていない(例えば、文部省初等中等教育課, 私信)。(2)に関しては、各高等学校で地学履修生徒数が何名であるかの統計を総合的に把握した統計が存在し

* School of Earth Sciences, Victoria University of Wellington, New Zealand

表1 都道府県別小学校教員採用数の年次推移

年度	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79
全国	4552	5416	5912	6820	7557	9368	10839	14096	13790	13600	10466	10862	10832	11347	12598	15608	18757	21029	21833	22670
北海道	407	529	697	710	837	701	747	770	751	737	439	398	429	462	393	409	613	454	571	503
札幌	95	88	33	73	124															
青森	128	152	155	149	148	218	323	322	238	248	297	284	264	387	267	158	174	191	225	257
岩手	91	116	135	164	189	256	268	290	335	343	303	311	301	263	288	261	307	266	185	208
宮城	49	84	102	138	206	226	204	292	375	366	388	330	381	312	393	403	454	484	372	427
秋田	55	75	94	125	161	152	144	298	262	295	228	243	266	173	252	207	161	185	171	100
山形	40	49	54	92	94	137	139	223	224	232	223	240	167	235	229	290	280	321	355	245
福島	99	118	157	230	253	266	337	403	355	484	324	301	292	266	356	371	416	387	338	333
茨城	123	198	215	201	209	271	320	384	372	441	365	430	334	362	354	615	566	690	434	630
栃木	82	112	120	141	182	334	347	351	351	319	299	346	235	280	291	302	424	412	366	301
群馬	80	83	115	☆203	124	112	234	353	349	213	209	252	216	255	218	306	265	323	322	381
埼玉	179	80	102	123	231	293	501	484	497	180	156	86	97	151	282	314	765	1350	1357	1461
千葉	61	70	106	129	60	105	105	374	319	313	129	65	215	205	433	525	681	941	1051	1233
東京	322	188	124	345	264	281	369	661	648	850	603	471	466	506	433	739	346	848	1135	1430
神奈川	109	114	59	41	81	75	56	170	207	122	134	120	56	62	359	531	537	639	1084	1306
横浜	127	112	116	141	78	35	196	230	258	227	156	166	91	81	※	※	※	※	※	※
川崎	80	66	36	38	41	37	92	121	114	107	84	52	18	31	※	※	※	※	※	※
新潟	101	164	234	146	244	360	337	430	366	374	370	335	306	296	419	572	462	400	413	347
富山	33	17	24	45	43	32	65	177	158	144	169	201	0	248	209	240	279	246	247	200
石川	33	49	62	42	53	23	38	96	128	142	68	141	110	109	157	237	233	302	346	311
福井	46	59	61	52	★162	★152	★139	39	★282	★307	★251	★296	★296	★329	★256	★271	★255	★257	★286	123
山梨	39	31	51	43	53	121	85	110	130	195	119	110	123	94	132	151	150	213	177	172
長野	119	202	190	218	222	324	289	334	332	400	377	301	273	357	249	292	420	407	359	343
岐阜	110	119	206	194	214	248	329	389	294	393	212	323	354	266	362	314	472	510	465	410
静岡	163	177	175	173	172	246	249	526	504	498	335	386	456	293	468	492	562	444	559	572
愛知	206	205	230	315	(315)	320	406	528	596	347	221	242	304	443	282	609	681	842	998	1240
名古屋	72	54	81	61	144	122	105	143	176	171	99	74	166	101	86	135	191	176	227	238
三重	62	84	94	134	161	175	200	253	337	234	131	261	183	158	229	234	350	423	351	328
滋賀	20	44	64	87	129	105	114	149	134	137	138	126	144	202	248	188	338	321	358	417
京都府	51	21	40	37	37	88	59	75	83	77	65	65	53	59	141	207	217	282	368	304
京都市	21	17	18	19	19	38	95	61	141	91	49	40	39	0	49	137	272	289	197	269
大阪府	183	173	177	175	178	164	162	160	222	138	38	97	30	171	187	350	600	1100	1190	1734
大阪市	19	71	127	146	153	188	139	121	※	※	19	68	26	80	※	※	※	※	※	※
兵庫	55	178	44	185	215	253	145	421	322	385	190	182	94	164	235	337	369	623	683	888
神戸	11	11	8	68	69	90	120	133	168	176	41	68	37	52	56	101	203	182	225	206
奈良	44	51	44	48	45	63	123	115	102	89	44	35	41	55	101	158	287	282	306	(303)
和歌山	36	49	47	30	37	68	87	79	78	48	17	12	19	54	56	78	313	316	309	166
鳥取	31	41	41	40	45	49	106	112	122	110	117	116	120	106	109	144	135	148	206	141
島根	36	64	46	67	44	68	108	119	125	197	94	120	219	80	141	178	204	187	143	144
岡山	76	94	89	81	130	136	155	295	218	220	116	115	254	297	306	308	406	446	502	473
広島県	85	99	75	62	83	181	305	244	263	311	337				273	430	635	663	712	763
広島市					53	※	※						315	327				※	※	
山口	30	59	83	100	118	119	158	211	253	255	102	195	308	246	247	284	352	386	351	369
徳島	36	58	58	41	56	94	118	132	129	130	150	139	140	139	142	211	189	191	128	95
香川	17	37	39	45	40	56	88	114	124	110	141	138	213	225	204	226	294	215	324	331
愛媛	52	73	111	113	191	219	224	289	305	280	260	240	229	300	240	349	338	453	495	438
高知	23	52	73	89	77	100	138	134	129	153	95	99	128	175	174	179	215	224	276	245
福岡県	69	69	96	148	198	298	204	297	317	321	400	299	348	291	650	875	1261	1372	1208	1127
福岡市	6	25	9	10	29	48	77	81	130	185	59	126	85	87	※	※	※	※	※	※
北九州	4	5	5	15	73	78	53	72	39	25	15	60	134	128	※	※	※	※	※	※
佐賀	37	47	56	58	98	124	143	178	138	207	142	208	178	207	219	213	229	230	226	155
長崎	21	101	121	145	188	212	242	352	347	296	251	338	337	271	180	233	330	286	306	264
熊本	78	125	142	145	247	305	326	385	348	270	324	440	339	330	389	479	510	342	334	339
大分	89	89	71	66	94	113	153	149	139	145	304	189	185	234	292	306	350	283	258	194
宮崎	50	73	56	98	86	145	110	181	196	225	★238	★311	205	180	235	295	292	242	205	196
鹿児島	237	224	249	281	269	342	352	440	319	509	374	441	531	471	453	476	401	391	276	159
沖縄	66	71	97	158	188	174	270	248	225	210	172	119	0	20	170	159	228	141	159	154
年度	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79

表中の記号は、☆：小・中一括採用数、★：小・中・高一括採用数、※：府県に含まれる、(数字)：採用試験合格者数、空欄：募集無しあるいは不明、をそれぞれ表す。集計時にはこれらの記号が付いているデータは利用していない。

ていない(例えば、大阪府教育委員会、私信)。(3)に關しては、高等学校の採用では多くの都道府県で科目別採用数を公表しているものの、小学校では学生時代の専門が何であったかは問わず、中学校での採用も「理科」の採用数しか分からない。

そこで本研究では上記(1)~(3)の概要を把握するために、公立学校を対象として1979~1998年度の20年間の高等学校「理科」及び「地学」の新規教員採用数、中学校「理科」の新規教員採用数、小学校の新規教員採用数、及び教員数と児童・生徒数の変遷とを調べた。また、同時に校種別全新規教員採用数との割合も各々調べた。

2. 調査方法

調査には目的別に以下の資料を用いた。

- ・校種別新規教員採用数の変遷:
教員養成セミナー(時事通信社出版局, 1979~1999)
- ・校種別児童・生徒数の変遷:
文部統計要覧(文部省大臣官房調査統計企画課, 1980, 1998, 1999; 文部省大臣官房調査統計課, 1985, 1990, 1994)
- ・校種別教員数の変遷:
学校教員統計調査報告書(文部省大臣官房調査統計課, 1981, 1984; 文部省大臣官房調査統計企画課, 1987, 1990, 1993, 1996, 1999)

中学校・高等学校「理科」及び小学校の校種別教員の採用については学校教員統計調査(例えば、文部省大臣官房調査統計企画課, 1999)として公表されているが、高等学校「地学」の新規採用数に関する統計がとられていないこと、異動等による採用数も含まれているため、本研究では科目別採用数が判明している公立学校の新規教員採用数を時事通信社出版局(1979~1999)に基づき調査を行った。以上の資料を1979~1998年度の20年分に関して年度別、校種別、都道府県別に整理し、その結果に基づき整理、分析を行った。

3. 資料の整理・分析及び結果

資料の整理・分析は、教員養成セミナー(時事通信社出版局, 1979~1999)を基にして「校種別の新規教員採用数」を各都道府県別に整理した後に全国の合計数を年度毎に求めた(以下、「新規教員採用数」を「教員採用数」と記す)。中学校・高等学校に対しては「全

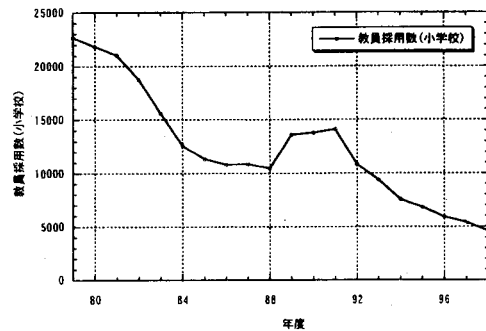


図1 小学校教員採用数の年次推移

時事通信社出版局(1979~1999)ほかに基づく全国の公立小学校における新規教員採用数の移り変わりを示す。

集計に用いている都道府県、および政令指定都市の詳細は表1に示した。

教員採用数に対する「理科」及び「地学」教員の教員採用数の割合」に関しての整理も行い、各都道府県別に整理した後に割合を年度毎に求めた。「校種別全教員数」及び「全児童数・生徒数」に関しては文部統計要覧(文部省大臣官房調査統計企画課, 1980, 1998, 1999; 文部省大臣官房調査統計課, 1985, 1990, 1994)および学校教員統計調査報告書(文部省大臣官房調査統計課, 1981, 1984; 文部省大臣官房調査統計企画課, 1987, 1990, 1993, 1996, 1999)を基に全国の合計数を年度毎に集計した。以下に資料の整理・分析の手順及びそれらの結果を校種別に示す。

(1) 小学校

小学校教員の教員採用数は、全都道府県での教員採用数を単純に加算し、1979~1998年度の20年間を対象として年度別に推移状況を整理した(図1)。但し、福井県のように小学校・中学校・高等学校での合計教員採用数だけが判明しており小学校だけの教員採用数が不明の県もあり、それらの県の教員採用数は加算していない。小学校での教員採用数がどの年度にどの都道府県では不明であるかを表1に示す。表1のように一部の県での教員採用数は不明であるものの不明な県は数少なく、大勢に影響はないといえる。

以上の結果、1980年度頃には全国で20,000人以上の新規教員の採用があったが、1998年度には1/4以下となり5,000人を下回っている。調査期間の20年間では1989~1991年度にやや増加傾向を示した時期があるものの概ね減少傾向で推移していることが判明した。

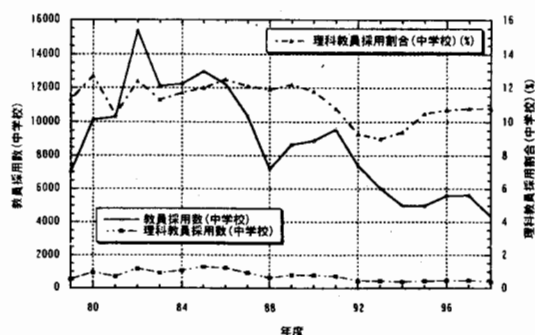


図2 中学校の教員採用数・理科教員採用数・全採用数に占める理科教員採用割合の年次推移
時事通信社出版局(1979～1999)ほかに基づく全国の公立中学校における新規教員採用数・新規理科教員採用数・全採用数に占める新規理科教員採用割合の移り変わりを示す。集計に用いている都道府県、および政令指定都市の詳細は表2に示した。

(2) 中学校

中学校での新規採用の全教員数は、全都道府県での教員採用数を単純に加算し、1979～1998年度を対象として20年間を年度別の推移状況にまとめた(図2)。但し、(1)小学校と同様に福井県のような小学校・中学校・高等学校での合計教員採用数だけが判明しており中学校だけの教員採用数が不明な県、及び石川県のように中学校・高等学校の合計教員採用数だけが判明しており中学校だけの教員採用数が不明の県もあり、それらの県の教員採用数は加算していない。中学校での教員採用数がどの年度にどの都道府県では不明であるかを表2に示す。表2のように一部の県での教員採用数は不明であるものの、不明な県での教員採用数は大勢に影響を与えないと考えられる。

以上の結果、1982年度の15,000人強という教員採用数をピークとして1984・1985年度、小学校と同じく1989～1992年度、及び1996・1997年度にやや増加傾向を示したものの、この20年間ではピーク時の1982年度以降は概ね減少傾向にあり、1998年度の教員採用数はピーク時の1/3以下である4,000人強となっている。

中学校教員の「理科」での教員採用数は、新規採用の全教員数と同じく全都道府県での「理科」での教員採用数を単純に加算し、1979～1998年度を対象とした20年間を年度別の推移状況にまとめた(図2)。但し、新規採用の全教員数と同じく中学校だけの「理科」での教員採用数が判明していない県、及び富山県のよ

うに教科別の教員採用数が不明の県は加算していない。新規採用の全教員数に占める「理科」での教員採用数の割合(以下、「中学理科採用割合」と記す)は、新規採用の全教員数と「理科」での教員採用数とが判明している都道府県のデータだけを用いて算出した(図2)。「理科」での教員採用数及び「中学理科採用割合」を求めるのに用いた都道府県を表2に示す。一部不明な県はあるものの年次推移の概略を知るのには影響がないと判断した。

以上の結果、1985年度の1,300人強をピークに減少・横ばい状況で推移しており、1990年代後半では各年度ともに500人を切った状況にある。一方、「中学校理科採用割合」は1980, 1982, 1986, 1989の各年度に12%を越し、1979～1990年度は12%前後で推移しているものの、1993年度の9%を最低に1991～1998年度は11%以下で推移している。全体として若干ではあるが「中学校理科採用割合」は1990年度前後を境として12%前後から10%前後へ下がった傾向を示している。

(3) 高等学校

高等学校教員の新規採用の全教員数は、全都道府県での教員採用数を単純に加算し、1979～1998年度を対象とした20年間を年度別の推移状況にまとめた(図3)。但し、(1)小学校・(2)中学校と同様に、福井県のような小学校・中学校・高等学校での合計教員採用数だけが判明しており高等学校だけの教員採用数が不明の県、及び富山県のように中学校・高等学校での合計教員採用数だけが判明しており高等学校だけの教員採用数が不明の県もあり、それらの県の教員採用数は加算していない。高等学校での教員採用数がどの年度にどの都道府県では不明であるかは表3にまとめた。表3のように一部の県での教員採用数は不明であるものの年次推移の概略を判明させるのに影響は少ないと判断した。

以上の結果、高等学校での新規採用の教員数は中学校での新規採用の全教員数がピークとなった1982年度の3年後である1985年度に10,000人強という採用数をピークとし、1988・1989年度にやや増加傾向を示したものの1985年度のピーク時以降は減少傾向を示し、1998年度の採用数はピーク時の約1/3である3,500人弱となっている。

高等学校教員の「理科」での教員採用数は、新規採用の全教員数と同じく全都道府県での教員採用数を単純に加算し、1979～1998年度を対象とした20年間

表3 都道府県別高等学校

Table with columns for prefecture (e.g., 北海道, 青森県), subject (e.g., 地学, 理科), and counts. Includes a legend for symbols like ☆ and ■.

表中の記号は、☆：小・中・高一括採用数、■：中・高一括採用数、※：道府県に含まれる、(数字)：採用試験合記号が付いているデータは利用していない。

項目欄の、「地学」は「地学としての採用数」、「形態」は「理科の採用募集形態」、「理科」は「理科に含まれる科目でのG：地学、をそれぞれ意味し、例えば「PCBG」なら物理・化学・生物・地学の4科目の採用募集を実施しており、等も同様の意味を表す。また、形態欄の「空欄」は、「教科別採用数が不明」、「募集無し」は「理科の募集無し」である(注1)：中・高一括採用で55名、高校採用で104名、(注2)：93名の採用であるが、一部教科の中・高共通である(注6)：物理の受験者あり、(注7)：地学は物理に含む形で物理の募集あり、(注8)：理科として採用枠あり。

を年度別の推移状況にまとめた(図3)。但し、新規採用の全教員数と同じく高等学校だけの教員採用数が判明していない県、及び宮城県のように教科別の教員採用数が不明の県は加算していない。新規採用の全教員数に占める「理科」での教員採用数の割合(以下、「高校理科採用割合」と記す)は、新規採用の全教員数と「理科」での教員採用数とが判明している都道府県のデータだけを用いて算出した(図3)。「理科」での教員採用数及び「高校理科採用割合」とを求めるのに用

いた都道府県を表3に示す。以上の手順で年次推移の変遷を知るには影響がないと判断した。

以上の結果、新規採用の全教員採用数と同じく1985年度の1,000人強をピークに減少傾向を示しており、1991年度に500人を切った後は200人前後の教員採用数で推移している。一方、「高校理科採用割合」は1984・1985・1990・1993・1995・1998年度にやや増加傾向を示した年度があるものの1979～1998年度の20年間では減少傾向を示しており、1980年代

校教員採用数の年次推移

Table with columns for year (年度) and prefecture (都道府県), and rows for various prefectures (e.g., 18, 19, 20, etc.) showing recruitment numbers for different subjects (物理, 化学, 生物, 地学).

格者数, をそれぞれ意味する。形態欄以外の欄での空欄は、募集無しあるいは不明を意味する。集計時にはこれらの

採用数, “全部”は「新規採用の全教員数」, をそれぞれ意味する。形態欄の記号は, P: 物理, C: 化学, B: 生物, “PCB”なら物理・化学・生物の3科目の採用募集(但し, 地学の枠は無し)を実施していることを意味する。PC, B, ること, をそれぞれ意味する。

人数を含む,(注3): 地学の採用枠はありで, 採用数が0,(注4): 地学の受験者あり,(注5): 理科の受験者あり,

中頃には12%台であったが, 1990年代後半には7%前後に減少している。

高等学校教員の「地学」での教員採用数は, 「理科」での教員採用数と同じく全都道府県での教員採用数を単純に加算し, 1979~1998年度を対象とした20年間を年度別の推移状況にまとめた(図3, 4)。但し, 「理科」での教員採用数と同じく高等学校だけの教員採用数が不明の県, 教科別の教員採用数が不明の県は加算していない。また, 教科別の教員採用数が判明し

ている場合でも, 科目別の教員採用数が不明の場合は加算していない。新規採用の全教員数に占める「地学」での教員採用数の割合(以下, 「高校地学採用割合」と記す)は, 新規採用の全教員採用数と高等学校教員の「地学」での教員採用数とが判明している都道府県のデータだけを用いて算出した(図3, 4)。「地学」教員の募集がない県の場合には教員採用数を0人とみなした。「地学」での教員採用数及び「高校地学採用割合」を求めるのに用いた都道府県を表3に示す。以上

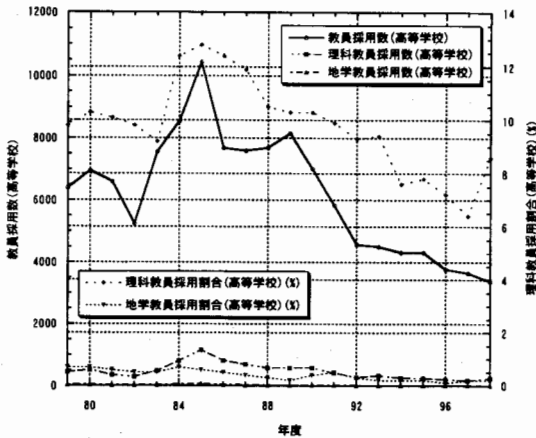


図3 高等学校の教員採用数・理科教員採用数・地学教員採用数・全採用数に占める理科教員採用割合と地学教員採用割合との年次推移
時事通信社出版局(1979~1999)ほかに基づく全国の公立高等学校における新規教員採用数・新規理科教員採用数・新規地学教員採用数・全採用数に占める新規理科教員採用割合と新規地学教員採用割合との移り変わりを示す。地学教員に関しては拡大して図4にも示した。集計に用いている都道府県、および政令指定都市の詳細は表3に示した。

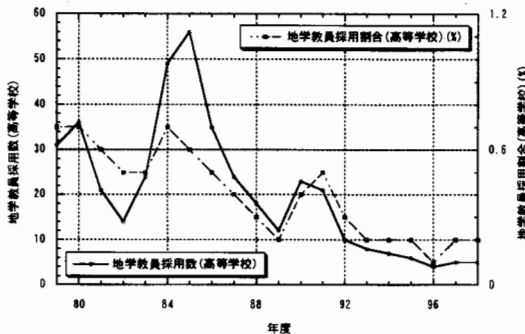


図4 高等学校の地学教員採用数・全採用数に占める地学教員採用割合との年次推移
時事通信社出版局(1979~1999)ほかに基づく全国の公立高等学校における新規地学教員採用数・全採用数に占める新規地学教員採用割合の移り変わりを示す。
図3の地学教員に関する拡大表示であり、集計に用いている記録は図3と同じである。

の手順で年次推移の変遷を知るには影響がないと判断した。

以上の結果、「理科」での教員採用数と同じく1985年度をピークに減少傾向を示しており、1993年度以降は1桁名の新規採用状況が続いている。一方、「高

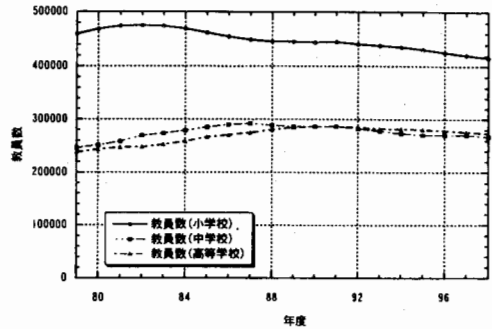


図5 校種別教員数の年次推移
文部省大臣官房調査統計課(1981)ほかに基づく全国の公立小学校・中学校・高等学校における教員数の移り変わりを示す。

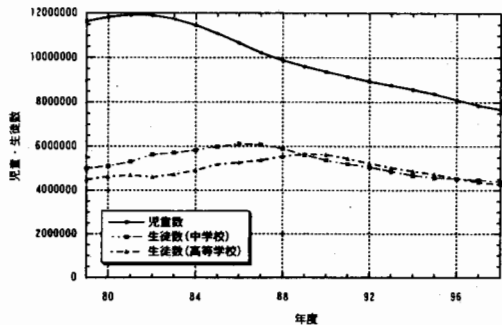


図6 校種別児童・生徒数の年次推移
文部省大臣官房調査統計課(1980)ほかに基づく全国の公立小学校・中学校・高等学校における児童・生徒数の移り変わりを示す。

校地学採用割合」は1990・1991年度にやや増加傾向を示しているものの、1979~1998年度の20年間で最高でも0.7%であり、1993年度以降は0.2%以下である(図4)。

4. 議 論

教員数は児童・生徒数と関係して変動することが考えられ、また教員採用数は児童・生徒数と退職する教員数とに関係すると考えられる。また、学級定員の移り変わりといった要因の影響も受ける。本研究では前者の要因に着目し、校種別の教員採用数等の推移状況と比較する目的で、校種別教員数と校種別児童・生徒数とを1979~1998年度の20年間でどのように推移しているかも調べた。校種別教員数の年次推移を図5に、校種別児童・生徒数の年次推移を図6にそれぞれ示す。

小学校では、児童数が1,200万人弱であった1980

年代前半に対して、1990年代後半には約2/3の800万人弱になっている。これに対して教員数は1980年代前半には47万人前後であり、1990年代後半には42万人前後と1割強の減少となっている。1992年の法律改正により1学級あたりの児童数の上限が45人から40人へと少なくなっている(公立義務教育諸学校の学級編制及び教職員定数の標準に関する法律、1992)影響を考えると両者は調和的に減少しているとは考えられず、児童数の減少が教員採用数を抑制している理由の一つと考えられる。

中学校では、生徒数が1980年代中頃に60万人台であったのに対して1990年代後半には45万人前後であり、約3/4に減少している。これに対して教員数は1980年代中頃には28万人台であり、1990年代後半には26万人台となり、生徒数の減少と比較するならば微減といえる。小学校と異なり教科毎の人数バランスを考える必要もある影響が現れているといえる。こうした中であって図2にみられるように「理科」教員の採用割合は確実に減少しており、全教員数に対する理科教員数の割合は減少していることが推測される。1989年度から理科の年間総授業時数が減少している(文部省、1989)ことも全教員数に対する理科教員数の割合を引き下げている大きな要因の一つになったと推測できるかもしれない。

高等学校では、生徒数の増減が中学校のそれを3年分後ろにずらした形で推移しており、ピーク時の1989~1990年頃には生徒数が55万人であり、その後減少を続け、1998年度には約2割減の45万人程となっている。これに対して教員数の増減は生徒数と同じく中学校より数年後半にずらした形で推移しており、1991年度の28万人強をピークに減少を続け、1998年度には27万人台となっている。しかしながら中学校教員と比べ、数%の減少に留まっている。こうした中であって図3にみられるように「理科」教員の教員採用数、特に地学教員の教員採用数の減少は大きく、全教員数に対する「理科」教員数、特に「地学」教員数は確実に減少していると考えられる。

理科・地学教員の減少は理科・地学教員の退職者数を把握しないと正確なことは言えないが、20代や30代前半の若い教員層が確実に減少していることは本研究からも確実に判明する。特に「地学」においてこの傾向は著しい。全国での「地学」としての教員採用数が1桁人で推移しており、仮に科目別の教員採用数が不明な県での「理科」採用者が全員「地学」分野を専

門としているとしても数十人にしかならない(表3)。すなわち、高等学校では都道府県一つずつに対して平均したとするなら数年に1名しか新規に「地学」系教員は採用されていないこととなる。都道府県別の高等学校数を考えれば、進歩の著しい地学系分野の教員がほとんど採用されていないことで、各高等学校内で防災・環境教育を実施するにあたって、「地学」系教員がいない学校が多数校であることが予測される。また、このような採用状況が続くならば、数十年後には「地学」系を専門とする教員が皆無に近い状態になることが予想される。

科学としての「地学」系分野の教育に高等学校までに接する必要があるのかないのかという問題と同時に、地震・火山・気象災害の多発する日本の国土を考えると絶対に必要な防災・環境教育を行うにあたって、「地学」系分野を専門とする教員が極端に減少している現状が本研究によって客観的に示すことができたと考える。こうした現状を考えると、「地学」系を専門としない教員でも防災・環境教育を指導できる教育手法の開発を早急に行っていく必要のあることも本研究から示唆される。

5. 結 論

本研究では1979~1998年度の20年間を対象として公立学校での新規教員採用数を小学校、中学校、中学校「理科」、高等学校、高等学校「理科」、高等学校「地学」、に分類して調査・分析を行った。また、同じ20年間の校種別教員数及び児童・生徒数の変遷も併せて調査・分析した。

その結果、以下の事柄が判明した。

- 小学校では児童数の減少割合以上に新規教員採用数の減少率が大い。
- 中学校では、生徒数の減少に伴い新規教員採用数も減少している。「理科」の新規教員採用数も同様に減少しているが、全教員の新規採用数に対する「理科」の新規教員採用数の割合も減少しており、「理科」教員数は減少傾向であると推定される。特に、若い「理科」教員は確実に減少しているといえる。
- 高等学校では、生徒数の減少に伴い新規教員採用数も減少している。「理科」の新規教員採用者数も同様に減少しているが、全教員の新規採用者数に対する「理科」の新規教員採用者数の割合も減少しており、特にその傾向が「地学」での新規教員

採用で顕著である。その影響で「理科」教員、特に「地学」教員は減少していると推定される。若い「理科」教員、特に「地学」教員は確実に減少傾向にあるといえる。

謝 辞 資料の収集にあたり、神戸学院大学附属図書館、時事通信社の中川和之氏、時事通信社出版局の方々の協力を得ました。文部省初等中等教育課、各教育委員会の方々から統計資料に関しての貴重な御意見を伺いました。「21世紀の地学教育を考える大阪フォーラム」実行委員会の方々と本問題に関して議論して頂きました。特に、大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎の柴山元彦教官、岡本義雄教官、大阪府教育センターの藤岡達也博士には様々な議論につきあって頂きました。また、大阪市立大学大学院理学研究科のMr. Dinesh Pathak、川村大作氏からも有益な助言を頂きました。School of Earth Sciences, Victoria University of Wellingtonの方々からはニュージーランドの教育システムと比較しながらの議論をして頂きました。特に、Honorary FellowのProf. Frank F. Evisonには終始議論に付き合ってくださいました。最後になりましたが、匿名査読者の指摘は原稿を修正する上で非常に役に立ちました。以上の方々に對して、ここに記して感謝申し上げます。

文 献

- 時事通信社出版局(1979-1999): 教員養成セミナー, 時事通信社出版局, 東京.
 公立義務教育諸学校の学級編制及び教職員定数の標準に関する法律(1992).
 鯨岡秀紀(1999): 毎日新聞 1999/2/14 記事, 毎日新聞社, 大阪.
 文部省(1989): 中学校学習指導要領, p. 46-62, 大蔵省印刷局, 東京, 131 p.
 文部省(1999): 文部省ホームページ, 中学校学習指導要領, (URL: <http://www.monbu.go.jp/printing/sidou/00000007/t-mokuji.html>).
 文部省大臣官房調査統計課編(1979-1982): 文部統計要覧, 大蔵省印刷局, 東京.
 文部省大臣官房調査統計課編(1981, 1984): 学校教員統計調査報告書, 大蔵省印刷局, 東京.
 文部省大臣官房調査統計課編(1983-1991): 文部統計要覧, 第一法規出版株式会社, 東京.
 文部省大臣官房調査統計課編(1993-1994): 文部統計要覧, 第一法規出版株式会社, 東京.
 文部省大臣官房調査統計企画課編(1987, 1990, 1993, 1996, 1999): 学校教員統計調査報告書, 大蔵省印刷局, 東京.
 文部省大臣官房調査統計企画課編(1992): 文部統計要覧, 第一法規出版株式会社, 東京, 173 p.
 文部省大臣官房調査統計企画課編(1995-1999): 文部統計要覧, 大蔵省印刷局, 東京.
 21世紀の地学教育を考える大阪フォーラム準備会編(1999): 21世紀の地学教育を考えるプレ大阪フォーラム講演要旨資料集, 11 p.
 柴山元彦(2000): 全国の高校地学受講者数の現状, 地球惑星科学関連学会 2000年合同大会予稿集, Ad-013.

根本泰雄: 最近 20 年間(1979~1998)の小学校教員新規採用状況と中学校・高等学校での理科・地学教員新規採用状況とについて 地学教育, 第 53 巻 5 号, 239-248, 2000

〔キーワード〕 新規教員採用, 理科教員, 地学教員, 児童数, 生徒数, 教員数

〔要旨〕 「地学」に関係する教育が衰退傾向にある中, 防災・環境教育を含む適切な「地学」系分野での新カリキュラムを提唱するための基礎資料の一つとして最近 20 年間の公立学校での新規教員採用数の推移を調べた。その結果, 小・中・高いずれでも新規教員採用数がピーク時の 1/3~1/5 になっており, 特に減少率は「理科」や「地学」の教員で大きい。現在の状況が続けば, 数十年後には「地学」系を専門とする教員が皆無に近い状態になることが予想される。

Hiroo NEMOTO: The Employment Opportunities of Science and Earth Science Teachers at Schools in Japan in the Recent Two Decades (1979-1998). *Educat. Earth Sci.*, 53(5), 239-248, 2000

資料

台湾地震視察報告

1999年9月21日の台湾地震における地震断層

高橋典嗣*・山崎良雄**・石 瑞銓***

1. はじめに

1999年9月21日午前1時47分(現地時刻), 台湾中部の南投縣集集(Jiji)直下を震源とするマグニチュード7.7 (USGSの表面波マグニチュードMs) の巨大地震が発生した。これによる被害は, 10月13日発表の台湾震災情概況資料によると死者2,333人, 負傷者10,002人, 家屋全壊27,115棟, 半壊24,626棟と報じられた。この地震の震源の深さは7kmと浅く, 地表には80kmにも及ぶ逆断層成分を持った地震断層が姿を現し, 地震断層に沿った地域に被害が集中した。

嘉義にある国立中正大学地震研究所の案内により, 台湾中部における地震断層視察の機会を得た。12月18日早朝羽田を出発し, 翌19日と20日の2日間, 被災地域の断層の視察を行った。地震発生後3ヶ月を経過していたが, 今も地震断層が露出し, 傷跡が随所に残っていて, 地震の凄さを物語っている。

日本では「1995年兵庫県南部地震」から5年が経過し, 加えて1999年8月17日に発生したトルコ大地震と今回の台湾大地震により, 被害地震に対する防災教育や防災体制についての意識が高揚している。平成14年度から施行される小学校新学習指導要領には, 選択項目として火山と地震が盛り込まれた。台湾でも災害時の被害を最小にいとめるために防災教育の必要性が指摘されていた。地震による断層の変位を記録にとどめることにより, 日本や台湾等の地震国における防災教育において, また来たるべき時の教訓として役立つことを願い, 視察内容を報告する。

2. 地震断層の特徴

台湾は, ユーラシアプレートとフィリピン海プレートの境界に位置している。北西方向に進んで衝突してくるフィリピン海プレートの進入をユーラシアプレ-

トが受け止めている。このため台湾には, 東西に圧縮されて南北方向に伸びる逆断層面が多く発達している(周易, 1999)。圧縮力の方向と今回の地震で出現した地震断層のおよその位置, 台湾での地震観測点を図1に示した。

9月21日に発生したこの地震は, 東側が西側の地盤に約30度の角度で乗り上げた逆断層運動により生じた地震で, 南北約80kmにわたり地震断層が地表に現れた(石瑞銓, 1999)。今回の地震は車籠埔断層に沿って地震断層が現れている。地震断層の南端は図2のように竹山付近で, ここから名間, 草屯, 南投, 霧峰, 台中, 豊原までは車籠埔断層に沿って南北に延びている。豊原から地震断層は東に向きを変え, 石岡, 東勢を通過し, 山岳地域の入り口で終わっている。この地震断層に沿った17地点で視察を行った。この内9地点での様子を報告する。

図3は大甲溪に現れた断層崖による滝で, 垂直方向に8m変位している。このように大きな変位は, 1回の地震によるものとしては最大級である。今回の視察で, 地震断層の変位は, 垂直方向に最大で9m, 水平方向に最大6.5mの左横ずれを記録した。地震断層の南では, 垂直方向の変位は少なく, 横ずれが卓越している。北に行くほど垂直方向のずれが大きくなり, 豊原より東の東勢では, 横ずれが少なく垂直方向の変位が顕著であった。

地震による被害概況は, 震央にあたる集集では, 地震動により寺院をはじめとする建物が軒並み倒壊した。しかし, それ以外の場所では地震動による倒壊よりは, 変位した地震断層の真上にあった建物が, 大地の直接的な変位により破壊され, 全壊していた。これに対し断層面に接していない上盤と下盤の建造物は, 大きな変位があったのに, ほとんど被害がない。豊原市等で見られたような, 地震断層面から離れた場所で倒壊したビル等の建物は, 旧耐震基準で建てられた建

* 明星大学地学教室・** 千葉大学教育学部地学教室・*** 国立中正大学地震研究所
2000年2月25日受付 2000年7月15日受理

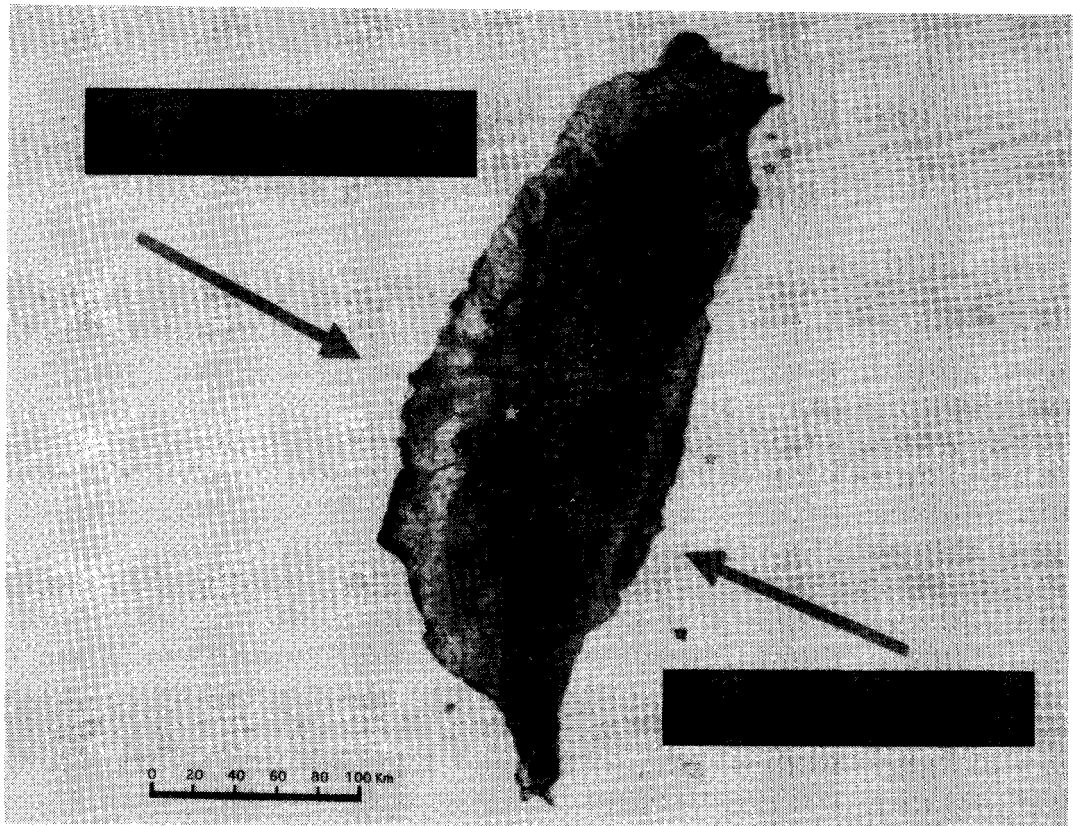


図1 台湾付近のプレート境界と今回の地震断層
(台湾中央地質調査所資料に加筆)
☆: 震央 ☆: 地震観測点

物や構造上に無理や欠陥があったものと推察される。

3. 各地の被害

(1) 大甲溪に出現した滝

大甲溪は、雪山(3884 m)の南山麓を西に流れ、山麓を回り込むように北上して東勢を通ると西に向きを変え、石岡、台中市の北を東西に横切って台湾海峡に注ぐ河川である。地震断層は石岡付近で大甲溪を横断した。図3、図4は、大甲溪にかかる碑豊橋と地震断層とともに出現した滝である。地震断層は橋のすぐ手前で河川を横断し、南西端の橋脚で橋に合流している。橋脚が垂直方向に8 m隆起して、落橋した。碑豊橋は、1992年に竣工したばかりの比較的新しい橋であった。一方、突然出現した図5の滝は、世界3大瀑布のナイアガラ、イグアス、ビクトリアを小さくしたような風貌明美な景観で、新しい観光の名所となっていた。この地点から上流へ3 km程行くと、石岡ダム

がある。このダムでは、北側隅を地震断層が横切り、18門ある水門の内、2つが被害を受けた。

(2) 豊原市陽明街36号の総合市場

豊原市の市街地にある7階建ての大型マーケット(Union)が倒壊し、今も放置されたままになっていた(図6)。5階建てのビルが傾いて倒れているように見えるのは、1階と2階及び地下がつぶれているためである。ここは、地震断層から西に2.5 km程離れた地点で、直接の地震断層の変位による被害ではなく、地震動によって倒壊したものである。旧耐震基準による建造物が地震動により倒壊したものである。豊原市街地の地震断層に沿った場所では、断層の変位により建物全体が傾いたり、倒壊した10階建て以上の高層ビルが数棟あった。ほとんどは既に撤去されていたが、下層部分のみがつぶれたビル、根元の柱が破壊されて折れているため使えないビル等が、取り壊すことなく残っていた。耐震設計されていても、変位した断層の



図2 地表に現れた地震断層
(台湾中央地質調査所資料に加筆)
★: 調査地

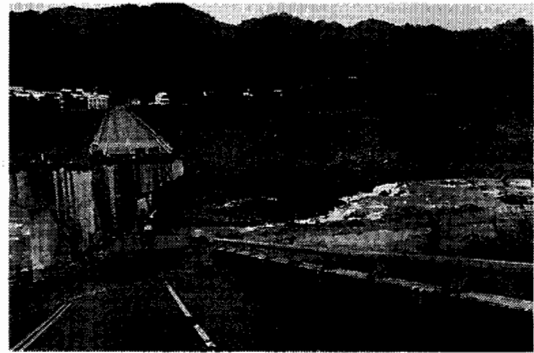


図4 地震断層により落橋した碑豊橋と滝

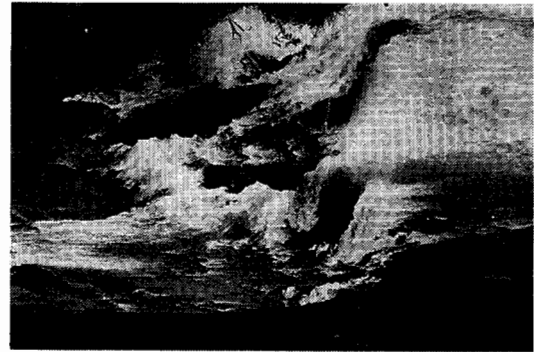


図5 地震断層によりできた滝

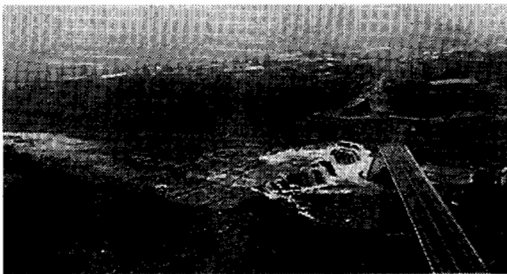


図3 地震により現れた滝の全景



図6 7階建て大型マーケットの倒壊

真上にあつては、どうしようもない。

(3) 北屯区の高級住宅地

高級住宅地の真中に地震断層が現れた。この付近では、垂直方向に5m、左横に3m程ずれた。図7は、地震断層の上盤に立って、下盤側を撮影したものである。垂直方向の落差と、道路の路肩の白線や電柱等から横ずれの変位量がわかる。住宅地の真中には更地部分が带状にのびている。図8の中央更地部分には、左右と同様の住宅があったが、変位した断層の真上にあつたため家屋は全壊した。地震断層の上盤(写真の

左側)と下盤(写真の右側)の住宅は、窓ガラスも割れず、大きな被害を受けていない。この地区では地震断層が被害の明暗を分けたことが印象的であった。住宅地を通過した断層は、川を横切っている。河床には、断層粘土の断層崖が形成されていた。

(4) 東平路の橋と斜面崩壊

三丁山の麓の江橋では、道路と水道管の橋等、合わせると4つの橋が架かっていた。その内3つの橋の橋



図7 住宅地に現れた地震断層（上盤から）

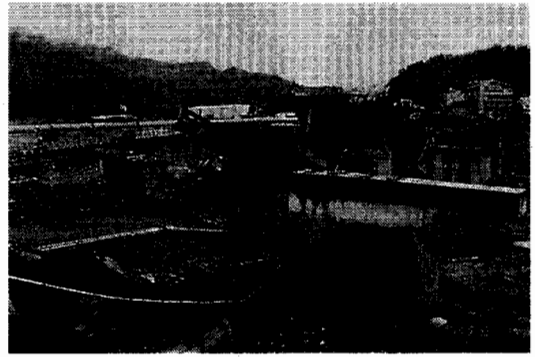


図9 橋桁から落橋した橋



図8 上盤と下盤の住宅は無傷

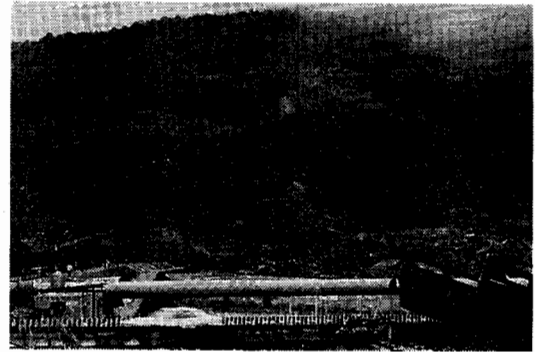


図10 三丁山の斜面崩壊

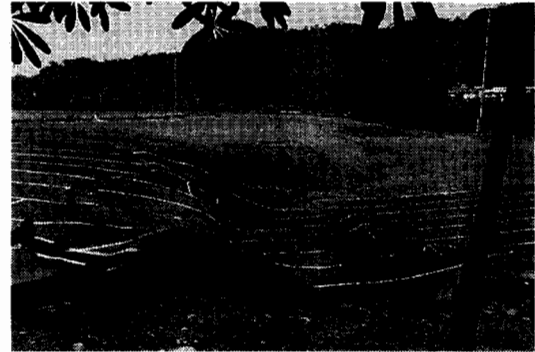


図11 グラウンドを横切る地震断層

桁が倒れて落橋した。唯一残ったのは水道管の橋で、ライフラインが確保されていたことは幸いであった(図9)。この地点から川の上流を眺めると、図10のように三丁山の山麓で発生した大規模な斜面崩壊を見ることができる。地震断層は、三丁山の手前を山嶺に平行して走っていて、地震断層に沿った山嶺の急斜面で大規模な斜面崩壊が発生した。このような斜面崩壊は、今回の地震により大小合わせると約2,000箇所が発生した。土石が川を塞ぎ止めて湖になった所もある。これらの地域では、洪水等による2次災害が心配される。

(5) 霧峰郷光復国民中学

霧峰郷光復の一角は、光復国民中学校、光復国民小学校及び付属幼稚園、グラウンド、公園等が集まった文教地区である。ここに地震断層が現れ、その惨状が今

も残っている。

地震断層は、図11のように文教地区の南東にあるグラウンドを横断して、北西方向にある光復国民中学の校舎を横切った。4棟あった3階建ての校舎の内、北側と西側の2棟の校舎は完全に倒壊した。北側の校舎は、図12のように地震断層により切断されて倒壊し、西側の校舎は完全につぶれ、屋根しか見られない。東側と南側の校舎は倒れずに残ったが、鉄筋の柱は曲が



図12 崩壊した校舎



図13 仮設校舎



図14 断層崖を登る車

り、壁は崩れ、教室として使用することはできない。

この惨事が起きた時刻が、真夜中であったのが不幸中の幸いであった。もし授業中であつたらと考えると、言いようのない悲愴感が漂ってくる。生徒達はここから3 km 離れた臨時校地のプレハブ仮設校舎で、明るく授業を受けていたのが、悲痛な思いを明るくしてくれた(図13)。



図15 線路を横切った地震断層



図16 枕木の疎密

(6) 草屯の断層崖を登る車

この付近では、主な断層で3 m 程垂直に変位し、10 m 離れたところで、さらに2 m 程垂直に変位している。道路は、この落差を一遍に登るように修復されていた(図14)。道路脇の小さな工場と住宅が地震断層によって無残にも倒壊していた。

(7) 線路に刻まれた地震動跡と送電線

南投縣の名間と集集を結ぶ鉄道の濁水付近で、線路を地震断層が横切った。図15は下盤側から線路と地震断層を撮影したものである。石垣部分の手前には小



図17 線路のうねり



図18 傾いた送電線の鉄塔

さな川が流れていて、この川に沿って、地震断層が垂直方向に3m、右側に2m変位した。地震断層の上盤に立って線路の上を歩いていくと、地震断層の近くでは図16のように、線路は真っ直ぐ伸びているが、等間隔にあったはずの枕木の位置が、疎密を繰り返して変位していた。さらに10m程線路の上を歩いていくと、図17のように線路は左右にうねるように曲げられていて、枕木の疎密の変位量は小さくなっていた。ここでは地震動の激しさを直接視覚でとらえることができた。線路横にあった送電線の鉄塔は、基礎の下を

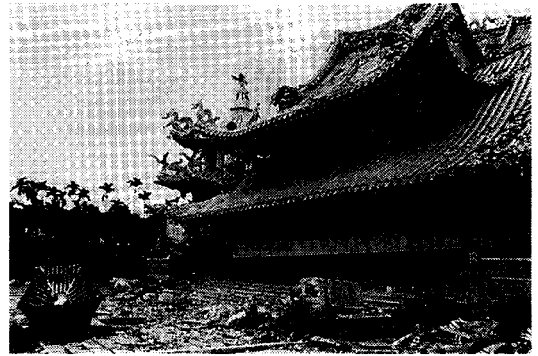


図19 倒壊した寺院「武昌宮」



図20 茶畑を通る地震断層

地震断層が走り、図18のように大きく傾いていた。架線は切れていなかった。

(8) 武昌宮

震央の集集では、地震断層は現れていない。震源の深さは浅いが、30度の逆断層のため、約10km西で地表に到達している。しかし震央にあたった集集は、激しい地震動によって倒壊した家屋が多く、更地が目についた。被災者は今も仮設住宅で生活している。集集駅や警察署等では地震動により柱が倒れ、駅舎やビルは使用不能である。「武昌宮」という大きな寺院は、図19のように地震動で寺院中央部の構造物の重さに耐えられなかった柱が折れ、寺院全体が手前、東側に崩れ落ちた。その惨状が、そのまま保存されている。

(9) 竹山鎮南の茶畑

地震断層の最南端に近い瑞竹の山麓斜面には、茶畑が広がっていて、この茶畑を地震断層が横切った。ここでは、垂直方向の変位は、ほとんど無く、2~3m程の右横ずれのみが見られる。図20の左側では、一列に並んでいたヤシの木がずれ、地震断層が茶畑の中を走っている様子がわかる。

4. 防災教育と視察総括

学校教育における防災教育、災害教育の取り組み方を検討する上で、今回の視察期間中、移動の車中や会食等で防災教育について筆者達は有効な話し合いができた。この概要を紹介する。

地震とはどういうものなのか、地震の揺れ、地震発生のメカニズム、大地震が起こるとどのような被害が発生するか等を考える機会を多く持つことが防災教育において何より大事であることを確認した。日本では、学校教育の中で防災訓練が行われ、地震についての学習は理科の授業で行われている。新学習指導要領が実施されると総合学習の時間で取り上げることも可能である。さらに、家庭に帰り、家族と話すことも大事である。これらの過程で、大地震が発生すると、多数の命が奪われことを厳粛に受け止め、様々な対策を講じておくことは無駄でないことを理解し、それぞれが防災対策等に取り組むように指導している。この基本的な考え方は台湾でも同様であった。

予測につながる現象が幾つか指摘されているが、地震が何時起きるか正確な予測が不可能に近いことが地震の怖さの一つに挙げられる。

こうした地震災害の恐怖や予測不能からくる不安感等を克服する方法は、やはり防災教育に尽きる。地震に関する的確な知識と知恵は、災害時に沈着冷静な判断と行動に結びつき、多くの人々の生命をも救うことになるからである。このために、目的意識を持って避難訓練を実施し、安全に避難し、冷静に対処できるように日頃から備えておく必要がある。防災教育の視点で見ると、キャンプ活動やボランティア活動への積極的な参加も重要である。野外活動での炊事やテント生活の体験、地域住民と協力する態度を培うことは、災

害時の救援や支援活動に役立つと考えられる。

被災地の状況を視察し、「震災時の被害を最小にくりとめるために防災教育が必要である」ことを実感した。そして「防災教育についての実践を台湾と日本で積極的に推進しよう。」と励まし合い、2日間の視察を終え、18時台中駅で解散した。今回報告した地震断層の写真等を、学校教育での防災教育等に役立てていただければ幸いである。

謝 辞 9月21日の大地震以後もマグニチュード6以上の余震が続き、10月22日午前10時19分には、嘉義を震源とするマグニチュード6.4の地震が発生した。この余震では、今回案内していただいた国立中正大学の研究室横の天井が壊れる等の被害があった。被災地を視察すると、倒壊した多くの建物は壊され更地になっていたが、大型のビルは今も当時の様子を止めていた。その脇では、復興に尽力される震災に遭われた多くの人々を目にした。何も力になることができなく、心苦しかった。一日も早く復興し、震災前の生活が戻ることを、なによりも大震災による心の傷が癒えることを願っています。

このような貴重な視察の機会を与えていただいた、台北駐日経済文化代表所の組長陳燕南先生、林世英先生、国士館大学の陳榮生先生にお礼申しあげます。また、同行してビデオの撮影をしていただいた松本俊世氏、旅行の手配をしていただいた小川博孝氏、吾妻波子氏に感謝いたします。

参考文献

- 右 瑞銓(1999): 台湾地震資料, 国立中正大学
 周 易(1999): 台湾大地震, 文心出版社。
 台湾震災情概況資料(1999)

高橋典嗣・山崎良雄・石 瑞銓: 台湾地震視察報告・1999年9月21日の台湾地震における地震断層 地学教育 53巻5号, 249-255, 2000

〔キーワード〕 地震断層, 被害地震, 防災教育

〔要旨〕 1999年9月21日, 台湾中部の南投縣集集(Jiji)を震源とする巨大地震が発生した。この地震により地表に現れた地震断層は, 80 kmにも及び, 垂直に最大9 m, 横に最大6.5 mの変位が記録された。地震発生から3ヶ月を経過していたが, 2日間の日程で地震断層の視察を行った。この内, 9箇所の概況について報告する。震災時の被害を最小にくりとめるために防災教育が必要であるので, 地震断層の写真等を, 学校教育での防災教育等に役立てていただければ幸いである。

Noritsugu TAKAHASHI, Yoshio YAMAZAKI and Chyau Shih RUEY: Inspection Report of TAIWAN Earthquake, The Earthquake Fault in TAIWAN on 21 September 1999. *Educat. Earth Sci.*, 53(5), 249-255, 2000

学会記事

第2回常務委員会議事録

日時及び場所 平成12年7月8日(土)15時~18時, 日本教育研究連合会小会議室(4階)

出席者(14名) 青野宏美, 五島政一, 渋谷 紘, 下野 洋, 高橋 修, 高橋典嗣, 坪田幸政, 馬場勝良, 濱田浩美, 林 慶一, 松森清夫, 水野孝雄, 宮下 治, 山崎良雄

議 題

・議事に先立って下野 洋会長より, 訴訟についてはその推移を見守る旨の発言があった。

1. 平成12年度鹿児島大会について

高橋 修行事委員長より鹿児島大会の準備状況が報告され, 要項集の準備も進んでおり, 特に議題することはなかった。

2. 評議員会について

平成12年7月29日に鹿児島大学教育学部会議室で18時30分より開催することが確認された。

3. 学術奨励賞について

・馬場勝良学術奨励賞選考委員より, 平成12年度の学術奨励賞選考会の結果が報告された。

・学会賞は候補者をしぼれず, 今回は見送ることとなった。具体的な選考基準を再検討する必要がある旨の提案があり, 現在の選考委員によって再検討を続けることが了承された。

・優秀論文賞は, 対象となる原著論文6編に対して審査の結果, 本年度は該当者はなかった。

・教育実践優秀賞には, 榊原保志・竹内 淳論文が候補として推薦され, 承認された。

・過去の学術奨励賞受賞者に対しては, 要望があれば実費でメダルを配布する案が出され, 了承された。

4. 大会宣言について

下野 洋会長より, 「自然の恵みとこわさを知る地学教育」をテーマとする鹿児島大会宣言文(案)が提示された。宣言文中に, 「宇宙の中の太陽系惑星としての地球」という文言を追加する案が出されて承認され, 評議員会に提出することとなった。

5. 日本教育連合会表彰候補者の推薦について

日本教育連合会表彰候補者として鈴木盛久会員を推薦する案が提出され了承された。

6. 平成13年度以降の大会について

山崎良雄事務局長より, 平成13年度千葉大会は8月後半に開催する趣旨の報告があり了承された。

7. 会則変更について

本部・事務局の運営に関わる会則変更について検討するための委員会より, 他学会の現状と2私案が提示され, 特に会則第4条と会費についての細則, 第8条, 第13条について協議検討した。

その結果, 13条は「本会の事務局は細則に定める。」細則では「本会の事務局は当分の間, 千葉大学教育学部に置く」と変更し, 評議員会に会則変更案として提出することとなった。それ以外は, 引き続き山崎事務局長が窓口となって, 被選挙権などに関する他学会の資料を集めた後, 10月以降の常務委員会で再検討することが了承された。

8. 入会者・退会者について

下記の6名の入会を認めた。

林 譲治(岐阜), 角縁 進(佐賀), 久保田郁夫(埼玉), 斎藤 眞(茨城), 永野哲志(茨城), 中尾朋央(兵庫・学生会員)

下記の5名の退会を認めた。

畑石重輝(東京), 野路啓一(大阪), 岡本義雄(和歌山), 大越 章(埼玉), 大金要治郎(東京)

9. 名誉会員について

榊原雄太郎前会長を名誉会員として常務委員会で推挙し, 評議員会に提出することが了承された。

10. その他

・学術著作権協会による「複写に伴う譲渡」の追加に伴う覚書の締結について了承された。

・粘土学会開催のお知らせを地学教育雑誌に掲載する件について, 了承された。

・西川 純会員より, 上越教育大学にあるHPとGENETのサーバーを辞退したいとの申し出に対し, 事務局の濱田浩美会員より千葉大学にサーバーおよびそのアドレスを移転する旨の提

案があり、了承された。

報告

1. 各種常置委員会から

- 編集委員会より、6月末で27編の投稿があり、投稿状況は例年に比べて良好であるとの報告がされた。
- 地学教育実践集第2集が、CD-ROM付きで6月より頒布されることが高橋典嗣委員長より報告された。
- 高橋 修行事委員長より、10月14日(土)の午前10時より、北区の北とぴあにおいて、「地学の楽しさとおもしろさを知ろう」をテーマとするシンポジウムが開催される旨の報告があった。
- 第22回学校科目「地学関連協議会の議事録に

ついて報告がなされた。

2. 寄贈交換図書などについて

平成12年7月3日現在の寄贈交換図書が報告された。

3. その他

- 渡部景隆名誉会員より、論文原稿が編集委員会に提出された。
- 天文普及委員会より後援の依頼がなされた。
- 水野孝雄常務委員より、常務委員会の議事録に本年度の役員名簿をのせるべきではないかとの意見に対し、林 慶一編集委員長より、次号の地学教育雑誌に掲載する旨の返答があった。さらに、下野 洋会長に対して、訴訟費用と公判日を常務委員・評議員に知らせてほしいと要望した。

地 学 教 育 第 53 卷 第 5 号

平成 12 年 9 月 25 日印刷

平成 12 年 9 月 30 日発行

編 集 兼 日 本 地 学 教 育 学 会
発 行 者 代 表 下 野 洋

印 刷 所 株 式 会 社 国 際 文 献 印 刷 社

千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
千葉大学教育学部地学教室内
電話 043-290-2603 (山崎)

169-0075 東京都新宿区高田馬場 3-8-8
電話 03-3362-9741~4

編集委員会より

定例編集委員会は、9月23日(土)午後に開かれました。編集状況は、原著論文1件、資料1件が受理されました。今年は投稿が大変多く、本号は今までになく多くの論文等が掲載され、厚い冊子となりました。完成度の高い論文であれば、お待たせすることなく印刷に回りますし、査読後の修正にきちんと応じていただければそれほどお待たせすることもないようにしたいと考えております。現在印刷上のトラブルのため発行が大幅に遅れておりますが、編集の方は順調に進んでおります。ご心配・ご迷惑をおかけしておりますが、ご容赦下さい。

投稿規定について

本誌への投稿規定「編集についての細則」を53巻3号に掲載しましたが、これが最新のものですので、これからの投稿に際してはこの新しい53巻3号の投稿規定をご覧くださいようお願いいたします。

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 53, NO. 5

SEPTEMBER, 2000

CONTENTS

Original Articles

- An Analysis of the State of Earth Science Education in Japan Has Been Based on the Relationship between Research and Teaching in Educational Institutions and Teachers' Training Colleges —Based on the number of presentations at the meeting of seismology, volcanology, meteorology, quaternary research, and paleontology—Hiroo NEMOTO and Daisaku KAWAMURA...189~199
- Learning about Finding Out the Regularities in Meteorological Observation Records in a Station with a Personal Computer
.....Yasushi SAKAKIBARA and Yoshinori HIGASHIBARA...201~208
- Teaching Material Development of Life Habit of Fossil Bivalves by Using Functional Morphology Analysis.....Kazuto KOARAI...209~217

Reports

- Attempt to Introduce the Heating Change of Mudstone and Tuff into Lesson
.....Nobuo KOMORI and Mamoru ENJOJI...219~223
- The Teaching Materials of Kanto Loam Bed on the Southern Part of Omiya Upland, SaitamaMasayuki ABE, Takanobu OBA and Takashi WATANABE...225~237

Survey Reports

- The Employment Opportunities of Science and Earth Science Teachers at Schools in Japan in the Recent Two Decades (1979-1998)Hiroo NEMOTO...239~248
- Inspection Report of TAIWAN Earthquake, The Earthquake Fault in TAIWAN on 21 September 1999
.....Noritsugu TAKAHASHI, Yoshio YAMAZAKI and Chyuau Shih RUEY...249~255
- Proceedings of the Society (256~257)

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

c/o Faculty of Education, Chiba University; Chiba-shi, 263-8522, Japan