

地学教育

第65巻 第5・6号(通巻 第338号)

2012年12月

目 次

教育実践論文

中学生によるカキ化石・巣穴化石の産状観察の実践

—香川県まんのう地域における和泉層群北縁相での野外観察を例に—

.....吉川武憲・香西 武・村田 守...(173~182)

高校地学における堆積学的内容の教材・プログラム開発と授業実践

~逆級化層理の形成モデルからのアプローチを例として~

.....戸倉則正・藤岡達也・澁江靖弘...(183~191)

地学教育ニュース No. 4 (193~195)

本の紹介 (196)

学会記事 (197~200)

日本地学教育学会

263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33 千葉大学教育学部理科教育教室内

本件はすでに学会ホームページでは公表していましたが、
公開されていたものを、本号に掲載いたします。

役員選挙に関する公示

2013年2月19日

正会員および学生会員 各位

日本地学教育学会
選挙管理委員会
濱田浩美

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、2013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4月1日から4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。

1) 2012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：木下 温
関東地区：相原延光・円城寺 守・濱田浩美
中部地区：熊野善介
近畿地区：戸倉則正
中国・四国地区：林 武広
九州・沖縄地区：八田明夫
会長指名：林 慶一

2) 2013年度ないし2014年度まで任期のある評議員（推薦しても無効）

北海道・東北地区：川村教一・茂庭隆彦
関東地区：五島政一・米澤正弘・松森靖夫・山本和彦・荒井 豊・小尾 靖
中部地区：藤岡達也・遠西昭寿
近畿地区：澁江靖弘・廣木義久
中国・四国地区：岡本弥彦・野瀬重人
九州・沖縄地区：三次徳二・湊 啓輔
会長指名：馬場勝良・磯崎哲夫・宮下 治・加藤尚裕・加藤圭司・青野宏美・高橋 修・荻原 彰・伊藤 孝・宮脇亮介・名越利幸

平成25年度全国地学教育研究大会 日本地学教育学会第67回全国大会 大阪大会（第二次案内）

日本地学教育学会 会長 牧野泰彦
全国大会実行委員長（大阪教育大学） 廣木義久

大会テーマ：地学再発見！

—地学の面白さはどこにあるのか？どの
ように伝えたらよいのか？—

主催：日本地学教育学会

共催（予定）：大阪教育大学、大阪府高等学校地学教育
研究会、大阪私立中学校・高等学校理科
教育研究会、大阪府中学校理科教育研究
会、大阪市立中学校教育研究会理科部、
大阪府小学校理科教育研究協議会、大阪
市立小学校教育研究会理科部

後援（予定）：文部科学省、大阪府教育委員会、大阪府
教育委員会、堺市教育委員会、奈良県教
育委員会、全国連合小学校長会、全日本
中学校長会、全国高等学校長会、日本教
育研究連合会、日本理科教育協会、日本
私立中学高等学校連合会、(財)全国高等
学校文化連盟自然科学専門部、日本理科
教育学会

会場：大阪教育大学天王寺キャンパス西館・中
央館

期 日：平成25年8月16日（金）～20日（火）

8月16日（金）[中央館417環境科学実験室]

「現職教員向けワークショップ：最新の研究成果を
活かした教材づくり」（定員：40名）

8:45-9:00：受付

9:00-10:30：「100円ショップの雑貨を用いて
月面クレーターの見える望遠鏡をつくる」
（京都教育大学：中野英之氏）

10:45-12:15：「時空間の謎解きに誘う平面・立
体一体型モデルとそれを用いた天体教材づ
くり」

（広島国際学院大学：岡田大爾氏）

12:15-13:15：昼食・休憩

13:15-14:45：「身近な食品を使った簡易粒度表
づくり」

（慶応幼稚舎：相場博明氏）

15:00-16:30：「個別実験が可能な地層の堆積モ
デル教材づくり」

（狭山市立中央中学校：利根川浩子氏）

8月17日（土）[西館]

8:00-9:00：受付

9:00-9:30：開会行事、学会賞・学術奨励賞授
与式

9:45-11:30：研究発表

11:30-12:30：昼食・休憩

12:30-13:00：総会

13:00-14:00：記念講演

「地学オリンピック：これまでの5年、こ
れからの5年」

筑波大学：久田健一郎氏

14:00-14:15：休憩

14:15-15:30：パネルディスカッション（大喜利
風）：「地学の面白さはどこにあるのか？ど
のように伝えたらよいのか？」

15:30-15:45：休憩

15:45-16:45：ジュニアセッション（ミニトー
ク）

16:45-17:45：ポスターセッション（ジュニア
セッションを含む）

18:15-20:30：懇親会（天王寺キャンパス内食
堂）

8月18日（日）[西館]

9:00-10:30：研究発表

10:30-10:45：休憩

10:45-12:15：研究発表

12:15-13:15：昼食・休憩

13:15-15:30：研究発表

15:30-15:45：休憩

15:45-16:45：閉会行事

8月19日（月）

[集合8:30；解散17:00（予定）：中央館玄関前]

「野外見学会（その1）：近畿地方の鉱物をみる・と
る」（定員：40名）

（案内者：自然環境研究オフィス：柴山元彦氏ほか）
京都府木津川市加茂の河原で紅柱石、堇青石、
ガーネットを採取します。その他、電気石、水晶、

教育実践論文

中学生によるカキ化石・巣穴化石の産状観察の実践

—香川県まんのう地域における和泉層群北縁相での野外観察を例に—

The Geological Field Observation for Junior High School Students on the Occurrence of Oysters and Fossil Burrows in the Northern Basin Margin of the Upper Cretaceous Izumi Group

吉川 武憲*1・香西 武*2・村田 守*2

Takenori YOSHIKAWA, Takeshi KOZAI and Mamoru MURATA

Abstract: We carried out geological field observation on the brackish-water deposits along the northern basin margin of the Upper Cretaceous Izumi Group. Third grade students of junior high school observed the strata. As a result, the students recognized the existence of the burial position of fossil oyster shells and fossil burrows of two types. By this observation of these oyster shells and these burrows, they could realize the slope of the bedding plane and the feature of grains. These are the effects which are not acquired in observation of a fossil only. These observations will be effective teaching materials for the study of paleo-environments.

Key words: geological field observation, junior high school students, fossil oyster shells, fossil burrows, Izumi Group along the northern basin margin

1. はじめに

中学校理科単元「大地の成り立ちと変化」の主なねらいは、野外観察などを行い、地層の重なり方や広がり方についての規則性や過去の様子を考察させ、大地の成り立ちと変化についての認識を深めることにある(文部科学省, 2008)。

大地の変化を生徒に実感させる野外観察を実施する場合、地層の堆積環境や地質年代の推定につながる化石の活用は大きな比重を占める。これまで化石を用いたさまざまな学習法が検討されてきたが、これらの多くは地層から取り出した化石を観察対象としたものであった(例えば、大久保, 1998; 小荒井, 2000; 川村, 2001; 天野, 2001, 2002; 川村ほか, 2005)。このような方法は、観察に必要な化石を事前に確保すれば、教室内で時間をかけての学習が可能となる。そのため、

探究的な学習教材として利便性が高い。

一方、松川ほか(2001)は、地層観察に二枚貝の産状観察を取り入れることで、小・中学生でも地層の産状などの考察ができる可能性を示唆した。さらに宮下・坪内(2003)は、地層観察に巣穴化石の観察を取り入れ、野外での古環境推定に活用した実践を報告した。このような観察法は、野外で地層を直接観察する機会の少ない生徒にとり、本来の地層中の化石の姿に出会える貴重な体験だといえる。また、堆積物中の二枚貝化石の産状を比較検討することは、その地層の形成過程を考察する材料となる(近藤, 1989)ことから、二枚貝の産状観察は地層に対するより科学的な見方・考え方を養う教材となる可能性がある。しかし、化石産状を生徒がどの程度認識できるかや化石産状観察の意義や効果などについては、これまで十分には検討されていない。

*1 兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究所(現所属 香川県教育委員会) *2 鳴門教育大学自然系コース(理科) 2012年2月28日受付 2013年2月1日受理

白雲母、黒雲母、緑柱石を探します。その後移動し、奈良県宇陀市宇陀川の河原で鉱物を採取します。鮮やかな赤色透明で大粒(2~5mm)のガーネットのほか、高温水晶、磁鉄鉱を採取します。

8月20日(火)

[集合8:30:解散17:00(予定):中央館玄関前] 「野外見学会(その2):大和川を歩く一単元「流れる水のはたらき」指導のためのアドバイス」

(定員:40名)(案内者:日本地学教育学会会長:牧野泰彦氏,大阪教育大学:廣木義久氏)

大和川を源流部から下流までの数地点で観察します。観察をしながら、大和川の河川としての特徴を解説するとともに、大和川で野外学習を計画する場合に直面する問題点を指摘し、その解決策を提案します。「歩く」といってもバスで観察地点を回ります。川には入りませんが、動きやすい靴をご用意下さい。

大会参加要項

1. 各種申込み期限

発表申込み期限:6月4日(火)

予稿集原稿期限:7月9日(火)

巡検申込み期限:7月9日(火)ただし定員に達した場合は受付を終了します。

懇親会申込み期限:7月9日(火)

ワークショップ申込み期限:7月9日(火)ただし定員に達した場合は受付を終了します。

弁当申込み期限:7月9日(火)

申し込み方法:上記申し込みは、すべて大会Webページから申し込んで下さい。

2. 参加費、懇親会費、弁当代

大会参加費:4,000円(7月23日(火)振込まで)。

7月24日以降は4,500円。大学生・院生(現職教員を除く)は2,500円(7月23日まで)。7月24日以降は3,000円。ジュニアセッション(ミニトーク・ポスター)で発表する生徒および引率教員については無料。

懇親会費:4,000円

巡検参加費:3,000~4,000円を予定。申込み締め切り後、旅行業者を通して参加者へ連絡します。

ワークショップ参加費:1,500円。ただし大会参加費を納めた方は無料。

弁当代:1食800円(お茶付)

参加費等振込先:ゆうちょ銀行

[記号]14570 [番号]26612221

(ゆうちょ銀行以外からの振込の場合:

[店番]458 [口座番号]普通預金 2661222)

[加入者名]日本地学教育学会大阪大会実行委員会

研究発表募集要項

- 発表形式:口頭およびポスターセッション
分科会は3会場を予定していますが、申込みの状況によって変更することもあります。
- 発表時間:口頭発表は質疑を含め15分(発表10分、質疑5分)を予定。ジュニアセッション(ミニトーク)での発表時間は3分、ポスター発表はコアタイム1時間を予定。
- 使用機器:プロジェクター、パソコン(パソコンはできるだけ発表者自身が用意)
- ポスター用ボードのサイズ:縦180cm、横90cm
- 原稿の形式と送付方法
大会Webページに掲載する書式に従い、大会Webページから投稿して下さい。

大会事務局

〒582-8582 大阪府柏原市旭ヶ丘4-698-1

大阪教育大学地質学研究室(廣木)内
日本地学教育学会大阪大会事務局

Tel:072-978-3386(廣木)

メールアドレス:

hiroki@cc.osaka-kyoiku.ac.jp(委員長:廣木義久)
yoshimo@cc.osaka-kyoiku.ac.jp(事務局長:吉本直弘)

大会Webページアドレス:

http://www.age.ac/~chigakuk/shukai.htmlより

会場までの交通

JR天王寺駅、地下鉄天王寺駅、近鉄大阪阿部野橋駅下車、徒歩約10分。

JR寺田町駅下車、徒歩5分。

大学Webページ:

http://osaka-kyoiku.ac.jp/access_map.html

宿泊案内:

大阪市内には多数のホテルがありますので、各自で予約をお願い致します。

香川県まんのう地域に分布する和泉層群北縁相には「木戸の馬蹄石」と呼ばれるカキ化石密集層がある。本密集層は香川県自然記念物として保存されてきたが、これまで地層観察には積極的に利用されてこなかった。今回、吉川ほか(2011a)により本カキ化石密集層の形成過程や周辺の堆積環境が明らかとなったことを受け、本密集層周辺を観察地として、地元の中学生を対象とした地層観察を実施した。本報告では、その中で取り組んだカキ化石と巣穴化石の産状観察の実践例を示し、中学校での授業における産状観察の意義やその効果について議論する。

2. 観察地の特徴

(1) 観察地周辺の地質概要

観察地は、上部白亜系和泉層群北縁相に区分され、香川県仲多度郡まんのう町木戸に位置する(図1)。和泉層群北縁相は、和泉堆積盆北縁に狭長に分布する堆積物で、領家花崗岩類を不整合に覆う砂礫岩層を主体とする城山層と、その南方に整合的に累重する連続性のよい厚い泥岩層からなる引田層に区分される(Yamasaki, 1986)。今回地層観察を実施した観察地は、城山層最上部に位置する(図1)。

観察地周辺の地質年代は、Morozumi(1985)による和泉層群に産出するアンモナイトの生層序区分に基づく、カンパニアン後期とみなすことができる。また、小玉(1990)による古地磁気学的研究を用いれば、本観察地周辺の堆積年代を約77 Maと見積もることができる。

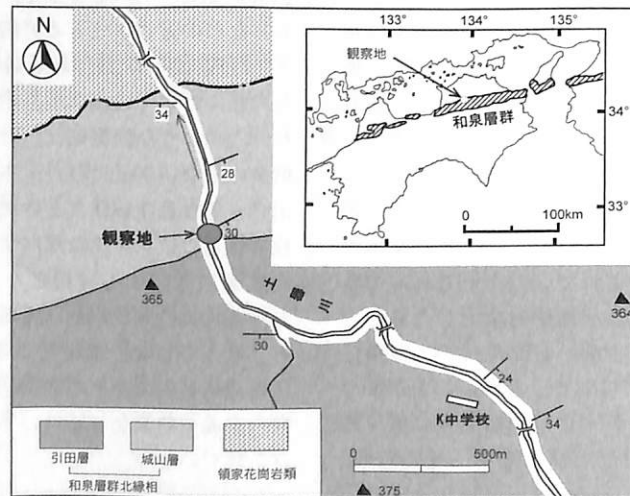


図1 観察地周辺の地質図

(2) 観察地の地質学的特徴

観察地は、「木戸の馬蹄石」と呼ばれるカキ化石密集層周辺の土器川の右岸と、右岸から1mほど離れた岩盤が露出する小島(以後、本論文では小島と呼ぶ)である(図2)。「木戸の馬蹄石」には隣接する国道からの通路や展望所が整備されており、その展望所からは、右岸の地層が単斜構造を示すこと、「木戸の馬蹄石」と呼ばれる化石密集層が右岸から小島にかけて連続することが確認できる(図2)。

観察地周辺の堆積環境は、生息姿勢を示す *Crassostrea* 属のカキを含むカキ化石密集層があることなどから汽水域と推定されており、観察地の砂質堆積物から泥質堆積物への岩相変化は、砂質潮汐低地から泥質潮汐低地への堆積環境変化を示すと考えられている(吉川ほか, 2011a)。

観察地のカキ化石密集層は幅16.5m、最厚部の厚さが1mで、平坦な底面を持つ上に凸のレンズ状を呈し、硬質な灰色塊状細粒～中粒砂岩に挟まれる(図2)。カキ化石の産状は、生息姿勢を示す個体と横臥姿勢を示す個体が混在する(図3a, b)。吉川ほか(2011a)は、本カキ化石密集層の形成過程を、砂質潮汐低地において、生息場所のごく周辺に堆積した他生的なカキ個体に、自生的なカキ個体が付着して大型化したものと推定した。

また、カキ化石密集層を挟む灰色塊状細粒～中粒砂岩(図2GB①)には黒色の泥で裏打ちされた棲管壁を持つ巣穴化石(以後 Type I の巣穴化石とする)が多産する(図3c)。Type I の巣穴化石の棲管内部は、

棲管外部と同じ灰色の細粒～中粒砂で充填されている。一方、観察地下位にある暗灰色塊状泥質砂岩(図2GB②)は生物擾乱が著しく、そこには黒色の棲管壁を持たない巣穴化石(以後 Type II の巣穴化石とする)が多産する(図3d)。Type II の巣穴化石の棲管内部は、周囲の堆積岩よりも粗粒でより白色の中粒砂で充填されている。

3. 地層観察の内容と方法

(1) 地層観察の位置づけ

今回の地層観察は、観察地から約1km離れたK中学校(図1)3年生徒全員(15名)を対象に、中学校3年で学習する単元「自然と人間」で実施した。本単元は、これまで実施してきた理科学習を生かし、自然と人間のかかわり方について認識を深めることなどを

ねらいとしている(文部科学省, 2008)。そこで本単元の導入にあたり、自分たちの住む地域の自然環境の特徴を知る学習の一環として、1年次で学習した単元「大地の成り立ちと変化」の内容に基づく、地域に分布する地層の古環境を考察する野外観察を設定した。自分たちの住む地域が長大な年月をかけて変化し、現在のように形作られたことを理解させることで、身近な自然により興味を持てると考えたからである。本来、古環境の推定に関する地層観察は1年次に実施することになっているが(文部科学省, 2008)、K中学校3年生は実施していなかった。

(2) 地層観察の概要

2010年10月18日の午後1時30分～4時の2時間30分を用いて地層観察を実施した。地層観察の行程は、K中学校周辺の地形や露出している地層の特徴

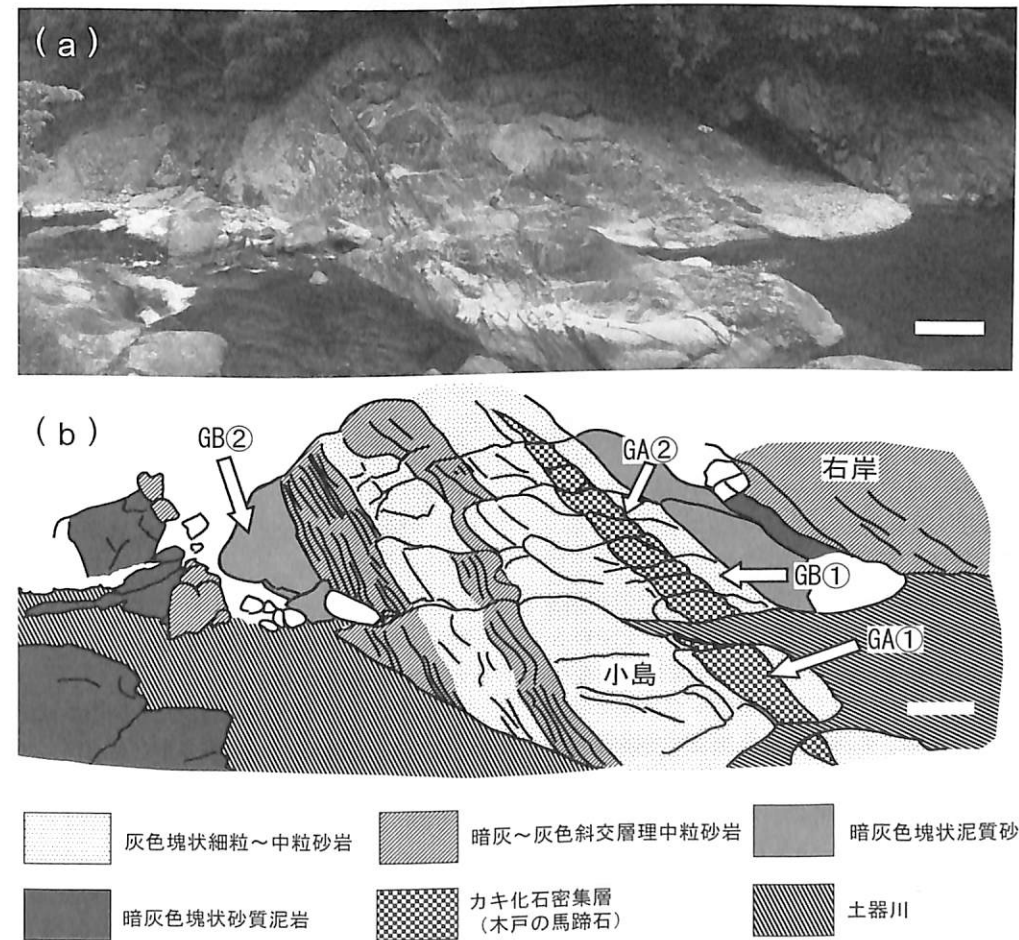


図2 展望所から眺めた観察地の露頭写真(a)とそのスケッチ(b)(スケールは1m) GA①～GB②は、グループA, Bの観察場所を示す。小島は右岸と1mほど離れている。

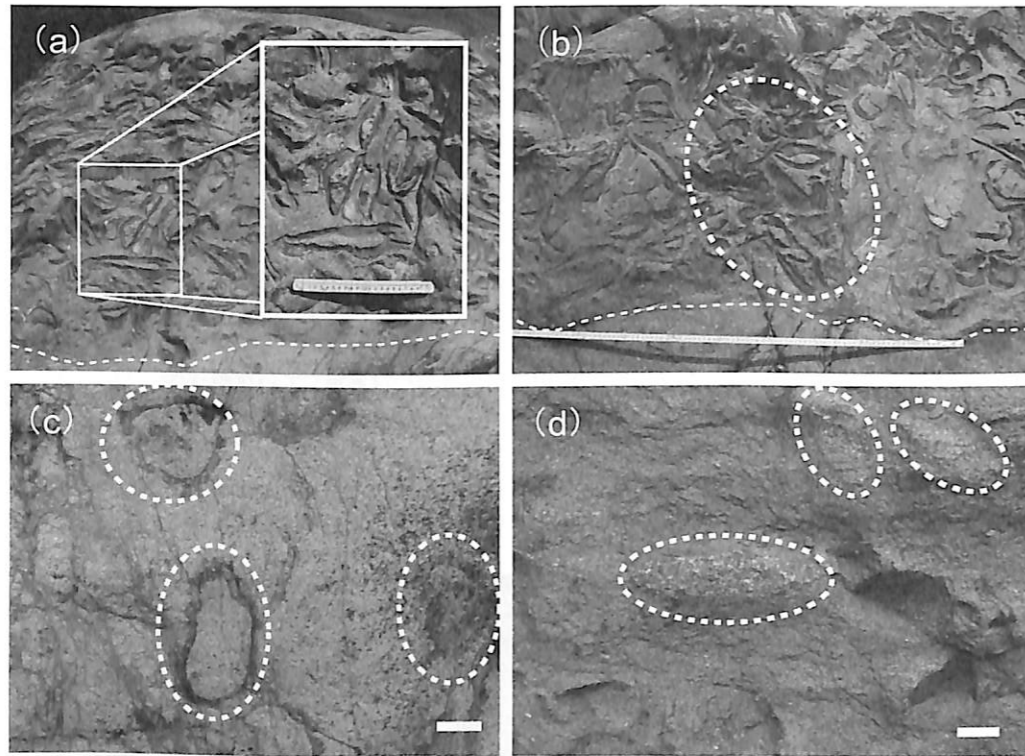


図3 観察地のカキ化石と巣穴化石の産状 (スケールは a は 20 cm, b は 1 m, c, d は 1 cm)
 a 図 2GA ①付近のカキ化石の産状とその拡大部 (下部の点線は、カキ化石密集層の下底を示す)。
 b 図 2GA ②付近のカキ化石の産状 (下部の点線は、カキ化石密集層の下底を、点線で囲んだ部分は生息姿勢を示すカキ化石の密集部を示す)。
 c 図 2GB ①付近の黒色の棲管壁を持つ Type I の巣穴化石 (点線で囲んだ部分)。
 d 図 2GA ②付近の黒色の棲管壁を持たない Type II の巣穴化石 (点線で囲んだ部分)。

などについて説明しながらの徒歩移動とした。観察地では 5 人一組の 3 グループ (グループ A~C) に分かれ、それぞれのグループに異なる観察の課題を与えた (表 1)。このような観察法を用いた理由は、短時間の観察の中で大環境を確認するのに有効だと考えられる堆積物の特徴を複数発見させたかったとともに、意見交換ができる程度の人数で議論しながら考えを深めさせたかったためである。このような観察法を用いたため、地層観察後の別の日に 1 時間を使って、各グループの観察結果を発表させ、それらを総合して観察地の古環境を確認し、現在の環境の違いから大地の変動を捉えさせた。地層観察当日は、それぞれのグループの活動を支援するために、全体の指導者として吉川が、そして、K 中学校理科教員、鳴門教育大学教授、鳴門教育大学大学院生 5 名が支援者として各グループに分かれ、生徒に対する助言等を行った。

なお、地層観察にあたり、事前に 1 時間を使って中

学校 1 年次の単元「大地の成り立ちと変化」で学習した堆積岩や化石について復習した。

(3) 当日の観察

観察の最初に観察地を見渡せる展望所から生徒全員に観察地を見せ (図 2)、吉川が次の 4 点の内容を中心とした説明を行った。

- ①観察地周辺の地層は約 77 Ma にできた地層であること
- ②その当時、この観察地周辺にカキが集団で生息しており、それがその状態のまま化石として残されていること
- ③そのカキのなかまは現在河口周辺で生息していることから、その当時この観察地周辺が河口周辺であったと推定できること
- ④観察地の地層はその当時は水平に堆積していたが、現在は南に傾斜しているため、それぞれの単層の南側が上位側であること

表 1 各グループに与えた課題と支援者による観察前の説明内容

各グループの課題	支援者による観察前の説明内容
グループ A 生息姿勢を保つカキ化石の発見	①ここに棲んでいたカキは、河口周辺で生活していたカキのなかまである。 ②これらのカキは、水底面に対し殻を立てて集団で生活している (図 4 a で説明する)。このように殻を立てた姿勢を生息姿勢という。 ③死がいのカキ殻は水流で運ばれるので、横倒しになっている。 ④ここにあるカキ化石の中に、生息姿勢を保っている個体がたくさん見つければ、この周辺が約 7,700 万年前は河口の近くであったという証拠になる。
グループ B 生物の巣穴化石の発見	①現在の河口周辺には、巣穴を作るたくさんの生物が生息している (図 4 b で説明する)。 ②河口周辺に巣穴をつくる生物は、約 7,700 万年前にも生息していた。 ③このような巣穴は砂泥が巣穴を充填すると化石として残ることがある。巣穴の化石がたくさん見つければ、この周辺が約 7,700 万年前は河口のような環境だったことがわかる。
グループ C 丸みを帯びた砂や植物片の発見	①河口周辺では、川や潮流の影響で流れの速いところや、流れの緩やかなところができる。 ②流れの速いところには、川の上流から流されてきたり、潮流によって動かされたりすることで、丸みを帯びた砂や礫が堆積しやすい。 ③流れの緩やかなところには、泥や植物片などが堆積しやすく、植物片は条件がよければ炭質物として残る。 ④丸みを帯びた砂や植物片は河口周辺に堆積しやすい粒子である。

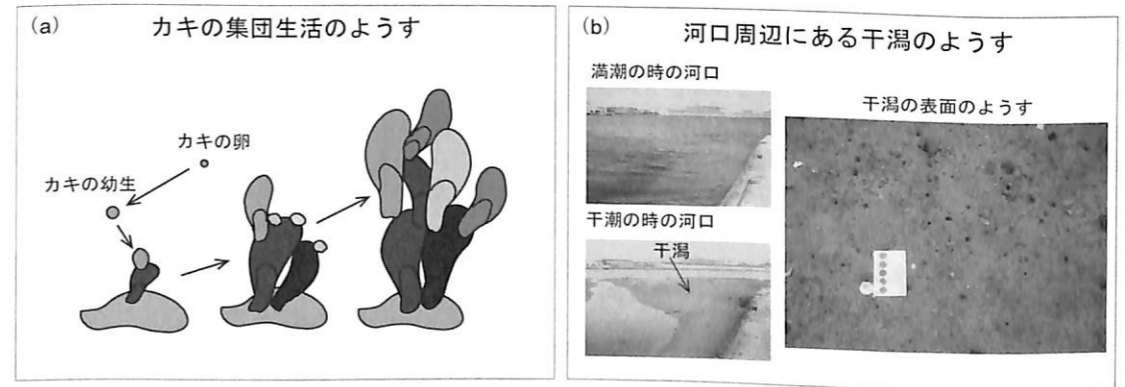


図 4 地層観察前にグループ A, B の生徒に示した資料

そして、今回の観察の目的が、この観察地周辺が堆積当時河口周辺だったことを示す堆積物の特徴を理解することだと告げた。

次に観察地の右岸に渡り、表 1 に示す 3 グループに分かれ、支援者が表 1 に示す内容の説明を行った。その際、グループ A の生徒には図 4a を示し、現在のカキがどのような姿勢で生息しているかを説明した。また、グループ B の生徒には、現在の河口付近にでき

る干潟の表面にある動物の巣穴写真 (図 4b) を見せ、観察地の地層が堆積した当時もこれと同じように巣穴を作る生物がいたことを説明した。さらに、グループ C の生徒には、河口に集まりやすい堆積物の特徴について説明した。その後、各グループの支援者の指示に基づき、約 30 分間の観察を実施した。観察中は各グループの支援者が助言等を行いながら、観察の様子をビデオで撮影した。観察後は観察地内に全生徒を集

め、吉川が観察内容をまとめた。

4. 生徒の観察の様子と認識状態の変化

ここでは生徒の観察の様子を撮影したビデオや支援者の観察をもとに、本報告の中心となるグループ A、B の生徒の観察の様子と認識状態の変化をまとめる。

(1) グループ A 「生息姿勢を保つカキ化石の発見」 グループ A の代表的な生徒 (a) を中心とした観察

の様子と、グループの生徒たちの認識状態の変化を図 5 に示す。グループ A は、右岸から約 1 m 離れた小島 (図 2GA ①) でカキ化石密集層の観察を開始した。支援者と生徒の受け答え (図 5) から推測すると、生徒は課題の理解 (地層面に対してカキ殻を立てた状態を保つカキ化石を探すこと) はできていたと判断できる。一方、観察の最初に展望所から右岸の地層を見せ、地層面の傾斜やその上下について説明したり、支

グループ A の観察の様子

認識状態①

小島 (図 2GA①) の上面側 (図 6) のカキ化石の観察を始めた。
支援者: 観察内容が理解できているか確かめるために、「みんなはどのような状態のカキ化石を探そうとしているの?」

生徒 a: 「立っている化石」

支援者: 小島の地層の傾斜に気づかせようとして、「堆積した当時は、ここの地層はどのようになっていたの?」

生徒たち: 反応なし

支援者: 足下にある地層が、展望所からみた地層とつながっていることに気づかせようとして、小島の地層と右岸の地層のつながりを指で示しながら、「これが同じ地層だということは分かる? この方向に地層がつながっているね」

生徒たち: 支援者の言葉の意味がわからない様子。

支援者: 小島の地層面の傾斜に手を添えながら、「この面に対してカキ化石が立っているかどうかを調べるのだよ」

認識状態②

生徒 a: はっと気がついた様子で、「横から見たらよいのではないか!」と言って小島の側面側 (図 6) の観察を始める。他の生徒もつられて側面側の観察を始める。

支援者: 生徒が地層面の傾斜が理解できたかどうか確かめるため、小島の側面側にあるカキ化石を指さしながら、「これはどう? 立っている?」

生徒 a: 「それは寝ている。この面に対してこうなっているから」

生徒 a: 手で地層面とカキ殻の姿勢の方向を示しながら「生息姿勢を示すならばこうなっていなければいけない」

認識状態③

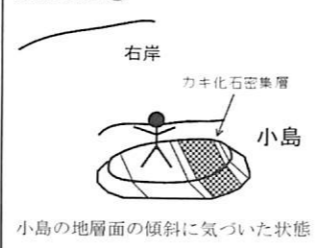
その後、グループ A 全員が右岸 (図 2GA②) に行き、カキ化石密集層中に生息姿勢を示すカキ化石を多数発見した。

認識状態の変化

認識状態①



認識状態②



認識状態③



図 5 グループ A の生徒の観察の様子と認識状態の変化

援者が展望所での説明を思い出させようと助言したにもかかわらず、観察開始時には観察場所 (図 2GA ①) の地層面の傾斜は認識できなかった (図 5 ①)。しかし、生徒は地層面の把握の必要性に気づいた後に、小島の上面側からみたカキ化石密集層の下底面と側面側からみたカキ化石密集層の下底面を組み合わせることで地層面の傾斜を認識した (図 5 ②, 図 6)。地層面の傾斜が認識できた段階で、支援者がカキ化石を指し示しその姿勢を問うと、すべての生徒から正しい回答が得られた。その後、右岸 (図 2GA ②) に渡ってカキ化石を観察する際は地層面の傾斜にとまどうことはなく、カキ化石密集層中に多数の生息姿勢を保つ個体を発見することができた (図 5 ③)。

(2) グループ B 「生物の巣穴化石の発見」

グループ B の代表的な生徒 (b, c) を中心とした観察の様子と、グループの生徒たちの認識状態の変化を図 7 に示す。グループ B は、灰色塊状細粒~中粒砂岩 (図 2GB ①) にある黒色の棲管壁を持つ Type I の巣穴化石 (図 3c) の観察から開始した。観察開始直後に生徒が巣穴化石と推測したのは、露頭表面の直径 1 cm 程度の物理的に丸く凹んだ部分であった (図 7 ①)。支援者により、生物が巣穴を作った後に地層表面の穴から棲管内部に砂などが入り込むことを説明すると、数分後に円形の Type I の巣穴化石を発見できた (図 7 ②)。その後時間をかけずに、楕円形の Type I の巣穴化石も発見できた (図 7 ③)。

次に暗灰色塊状泥質砂岩 (図 2GB ②) 中に含まれる黒色の棲管壁を持たない Type II の巣穴化石 (図 3d) を観察した。ここでも最初に生徒が巣穴化石と

推測したのは、直径 1 cm 程度の露頭表面の丸く凹んだ部分であった (図 7 ①)。支援者が助言することで、数分後に生徒が棲管内部の粒子の色が外部と異なることによって円形の Type II の巣穴化石を発見した (図 7 ④)。さらに支援者が、その穴がいろいろな方向に伸びていることを助言し観察を促すと、棲管内部と外部の粒子の大きさの違いにも気づいた生徒が、楕円形の Type II の巣穴化石を発見した (図 7 ⑤)。その後、これらの特徴をもとに、他の生徒も Type II の巣穴化石を発見することができた。

5. 中学生によるカキ化石、巣穴化石の産状観察の意義と効果

今回の地層観察で、カキ化石が生息姿勢を示すかどうかを判断するために生徒に与えた主な情報は、カキの集団生活の様子を示す図 (図 4a) であった。この図や支援者の説明により、生息姿勢の意味を理解し、観察地の地層面の傾斜が理解できた後は、グループのすべての生徒がカキ化石密集層中の生息姿勢を示すカキ個体を発見できた。これは、観察地の地層面の傾斜が理解できれば、中学生でもカキ化石が生息姿勢を保っているかどうか識別可能であることを示す。これらから、カキ化石の産状観察が可能な地域では、中学生を対象に原地性・異地性の議論を加えたより科学的な見方や考え方に基づく古環境の推定をさせることが可能であることがわかる。また、他の二枚貝化石への応用も期待できる。

さらに、今回のカキ化石の観察法では、生息姿勢かどうかの識別を生徒に要求したため、堆積当時の地層面を認識する必要性が生じた。そのため生徒は、小島の上面側と側面側の 2 方向からみた地層断面 (図 6) を利用して自力で地層面を把握した。地層観察において観察地の地層面を認識することは、堆積当時から現在までに起こった変動を認識するうえで欠かせない。地層面を強く意識させるカキ化石の姿勢の観察は、地層の全体像の基本的な認識につながる点でも優れていると考えられる。

一方、地層の連続性の認識については、筆者らの想定と中学生の実態が異なっていた。筆者らは事前に右岸の地層面の傾斜やその上下を示すことで、小島の地層面の傾斜も認識できると想定していた。しかし、グループ A の観察では、小島の地層面の理解に事前の展望所での指導者の説明を活用できていなかった。これは小島と右岸の地層が川によって分断されているこ



図 6 グループ A の小島での観察の様子
点線はカキ化石密集層の下底面を示す。

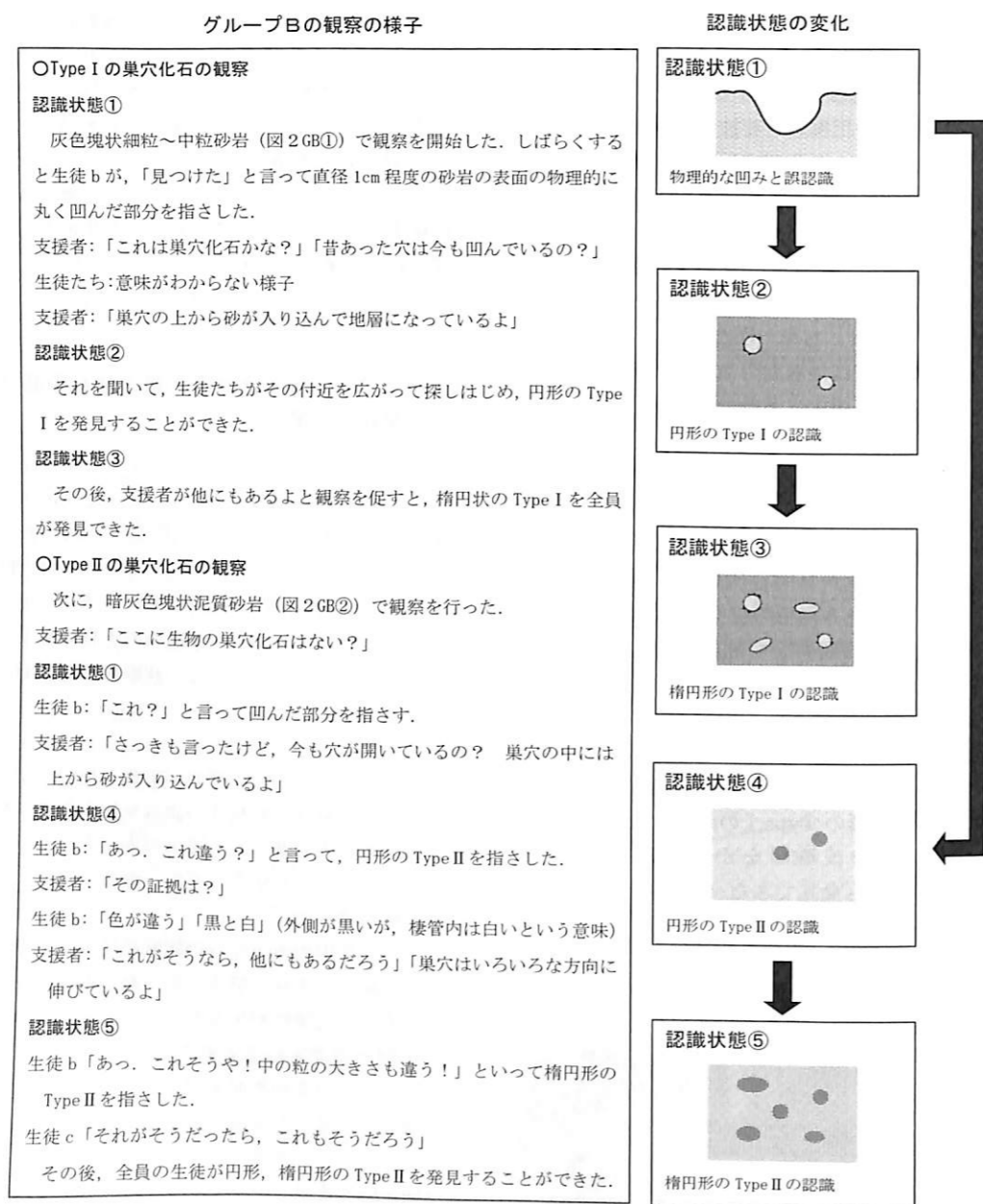


図7 グループBの生徒の観察の様子と認識状態の変化

とや、展望所から見た右岸の地層の露出面と小島の地層の露出面が異なることで、地層の連続性を認識できていなかったことが原因だと考えられる。この結果は、一度に見渡せる範囲の露頭であっても、地形的条件や自身の立ち位置によって地層の連続性を認識しづらい生徒がいることを示す。
 今回の地層観察において、この課題を解決したのが

カキ化石密集層であった。小島での観察を終えたグループAの生徒が右岸に移って観察を開始したが、そこでは地層面の認識にとまどいはなかった。これは、小島から右岸につながるカキ化石密集層が、地層の連続性を認識させる鍵層の役割を果たした結果であろう。
 グループBの生徒に対し、巣穴化石を探索するた

めの情報として与えたのは、現在の干潟表面の動物の巣穴写真であった (図4b)。この情報で生徒がまず巣穴化石だと指摘したのは、物理的な凹みであった (図7①)。これに対し支援者が、巣穴が上方からの堆積物によって埋積されたことを告げることにより、Type I の巣穴化石を発見することができた。その後は支援者との受け答えを繰り返しながら、生徒の独力で Type II の巣穴化石も発見することができた。Type I と Type II の巣穴化石の観察は難易度が異なるため、観察者の実態に応じた支援を要するが、今回与えたような情報があれば中学生は地層中の巣穴のイメージを構築し、難易度が高いと推測できる Type II の巣穴化石まで発見できる能力を持つことがわかる。

巣穴化石は干潟等の堆積物中には比較的容易に発見できる場合が多い。これまで生徒に古環境を想起させる具体的な観察対象が乏しかった地域においても、巣穴化石を活用することで古環境推定に役立てることが可能であろう。

また、Type I、Type II の巣穴化石は、いずれも円形のものから発見され、その後楕円形のものへと続いた。このような傾向は中学校理科教員でも見られた (吉川ほか, 2011b) ことから、巣穴化石の観察に慣れていない者にとり、一般的な傾向であると推測できる。円形の巣穴から楕円形の巣穴の認識の過程には、観察する地層の断面の変化や巣穴の多様な伸長方向に対する認識が必要となる。今回の観察では、円形と楕円形の巣穴の意味を深く考察させるには至っていないが、生徒にその意味を考察させることで地層を立体的にイメージ化する材料となろう。

さらに、Type II の巣穴化石発見の過程において、生徒は棲管内部と外部の粒子の色や粒度の違いを識別の根拠とした (図7)。このような詳細な観察が可能となった理由は、Type I の観察で具体的な巣穴のイメージ化がなされていた結果によると推測できるが、巣穴化石観察が地層中の粒子の色や粒度の違いなどを丁寧に観察する材料になることを示しているといえる。

6. まとめと今後の課題

本報告は、野外におけるカキ化石や巣穴化石を鍵とした地層観察の実践例を示し、その結果から中学生を対象とした産状観察の意義とその効果について議論したものである。今回の実践の結果、中学生の観察能力でも、適切な指示を与えることによって、カキ化石の

姿勢の識別や巣穴化石の発見が十分可能であることがわかった。これは、中学生によるカキ化石や巣穴化石を利用した地質時代の古環境推定が可能であることを示す。

さらにこれらの観察が次のような効果をもたらすことが明らかとなった。

- (1) カキ化石の姿勢の識別は、地層面を強く意識させ、地層の傾斜等の全体像の把握につながる
- (2) カキ化石密集層は、地層の連続性の理解につながる鍵層の役割を果たす
- (3) 巣穴化石の形状を考察させることは、地層を立体的にイメージ化する材料となりうる
- (4) 巣穴化石観察は、地層中の粒子の色や粒度の違いなどの丁寧な観察につながる

今回実践した化石の産状観察は、直接的に地層と化石を関連づける観察法である。そのため、上記の(1)～(4)のような化石単体の観察では得られない効果が得られたと考えられる。

今回の実践は、地層に見られるカキ化石や巣穴化石の産状が中学生の観察対象として成り立つかを検証することが主な目的であった。そのため、このような観察が、生徒が古環境を実感するうえでどの程度効果的だったかは十分検証されてはいない。今後はこれらの観察対象をどのように利用して地層観察を実施することが、生徒の地層理解により効果的であるか検討する必要がある。

謝辞 本研究は、K 中学校教諭 長尾和幸氏および3年生の生徒のみなさんの協力なくしてはなしうることではできなかった。また、地層観察当日の協力者として参加して下さった丸山直生氏をはじめとする鳴門教育大学大学院生の方々や英文校閲をはじめ有益なご示唆をいただいた元イスラエル地質調査所 Francis Hirsh 博士にはたいへんお世話になった。さらに、査読者の方々には貴重なコメントをいただき、本稿の大幅な改善にたいへん役立った。以上の方々に、この場を借りて厚く感謝申し上げます。

引用文献

天野和孝 (2001) : 古環境変動を実感させる教材の開発—現生および化石貝類の比較を通じて—, 地学教育, 54, 225-236.
 天野和孝 (2002) : 身近な示相化石の教材化に向けて—イタヤガイ科二枚貝化石—, 地学教育, 55, 175-182.
 川村教一 (2001) : 建設廃土中の完新世貝類化石による古

- 環境解析の授業実践—香川県高松平野を例として—
地学教育, 54, 75-83.
- 川村教一・安原盛明・廣瀬幸太郎・村上晶子 (2005): 古環境復元の教材化: 大阪平野新淀川コア中の完新世微化石および貝類化石を用いて. 地学教育, 58, 215-224.
- 小荒井千人 (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. 地学教育, 53, 209-217.
- 小玉一人 (1990): 四国および淡路島の中央構造線沿いに分布する和泉層群の古地磁気層位. 地質学雑誌, 96, 265-278.
- 近藤康生 (1989): 二枚貝化石の産状観察法—現生二枚貝の堆積物内における生息位置と化石二枚貝の地層中における方向性との比較観察法—. 日本ペントス研究会誌, 37, 73-82.
- 松川正樹・新海拓也・林 慶一・三次徳二・馬場勝良 (2001): 過去の海底を歩こう—東京都柏江市の多摩川河床に露出する第四系上総層群に基づいて. 地学教育, 54, 193-201.
- 宮下 治・坪内英樹 (2003): 多摩川流域 (昭島市) に分布する上総層群の古環境復元と地学野外学習—かつての東京湾西端の古環境を探る—. 地学教育, 56, 1-17.
- 文部科学省 (2008): 中学校学習指導要領解説理科編. 大日本図書, 東京, 149 p.
- Morozumi, Y. (1985): Late Cretaceous (Campanian and Maastrichtian) ammonites from Awaji Island, Southwest Japan. *Bulletin of the Osaka Museum of Natural History*, No. 39, 1-58.
- 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.
- Yamasaki, T. (1986): Sedimentological study of the Izumi group in the northern part of Shikoku, Japan. *Science Reports of the Tohoku University, Second Series (Geology)*, 56, 43-70.
- 吉川武憲・安藤寿男・香西 武・近藤康生 (2011a): 香川県まんのう地域に分布する上部白亜系和泉層群北縁相の自生・他生混在型カキ化石密集層. 地質学雑誌, 117, 523-537.
- 吉川武憲・香西 武・村田 守・藤岡達也 (2011b): 地層の野外観察に関する講義と野外観察を組み合わせた教員研修の実践—香川県高松市の中学校理科教員を対象に—. 地学教育, 64, 93-106.

吉川武憲・香西 武・村田 守: 中学生によるカキ化石・巣穴化石の産状観察の実践—香川県まんのう地域における和泉層群北縁相での野外観察を例に—. 地学教育 65 巻 5・6 号, 173-182, 2012

〔キーワード〕 地層観察, 中学生, カキ化石, 巣穴化石, 和泉層群北縁相

〔要旨〕 中学校3年生を対象として, 和泉層群北縁相の汽水成層のカキ化石と巣穴化石を用いた地層観察を実施した. その結果, 生徒はカキ化石の姿勢を識別し2種類の巣穴化石を発見できた. さらにこれらの観察は, 生徒に地層面を強く意識させたり地層中の粒子の特徴を認識させたりするなど, 化石単体の観察では得られない効果があることがわかった. カキ化石や巣穴化石の産状観察は, 古環境推定などに用いることができる有効な教材であろう.

Takenori YOSHIKAWA, Takeshi KOZAI and Mamoru MURATA: The Geological Field Observation for Junior High School Students on the Occurrence of Oysters and Fossil Burrows in the Northern Basin Margin of the Upper Cretaceous Izumi Group. *Journal of Education of Earth Science*, 65(5・6), 173-182, 2012

教育実践論文

高校地学における堆積学的内容の教材・プログラム開発と授業実践

～逆級化層理の形成モデルからのアプローチを例として～

Development and Practice of Sedimentological Teaching Materials for High Schools:
An Approach from the Formation Model of the Inverse Grading Bedding

戸倉則正*1・藤岡達也*2・澁江靖弘*3

Norimasa TOKURA, Tatsuya FUJIOKA and Yasuhiro SHIBUE

Abstract: One of the most serious problems in teaching sedimentology for high school students is a lack of the teachers' development and practical experience. This paper focuses on these problems. Special attention is given to the inverse grading structure which was formed in flood sediments. The coarsening upward structure of this layer is produced through a gradual increase in flow intensity. This paper proposes a new process for teaching the development of inverse grading structure. We showed it through a series of classes and a simple experiment. As a result, almost all of the high school students who had studied under the author acquired enough knowledge to understand the concept of inverse grading bedding.

Key words: inverse grading, flood sediments, teaching materials, high school

1. はじめに

地学を構成するさまざまな学問領域の中で, 堆積学的内容は人間生活ともかかわって重要な意味を持っている. 例えば, 日本の人口の大半が集中する沖積平野形成のメカニズムを理解することは水害対策を考えることにもつながる. この視点から藤岡 (1999) は逆級化層理をはじめとして堆積学の最新の知見や災害の視点を取り入れ, 砂質堆積物に着目した河川教材の開発の必要性を訴えた. 戸倉 (2003) は逆級化層理に着目した高校地学の教材化を試みた. 近年, 高校生を対象とした堆積学分野の教材の報告例は増えている. 例えば富永 (2010) は単に形成時の堆積構造を観察可能だけでなく「堆積作用のプロセスを逐一観察できる」優れた自作装置を発表し「地層ができたとき直感的に認識できる」としている. しかし, 堆積学分野の教材開発の中でも, 逆級化層理に関してはない. 確かに実験装置を自作する場合の時間や手間を考えるとその

普及には困難も多いことが考えられる. そこで, 本論は以下に述べるような逆級化層理の形成を理解させることを目指した教材および一連の授業プログラムを開発し, 実践を行った. 授業後の生徒の反応を検討した結果, 高校生でも適切な教材を活用することによって, その形成過程を十分理解しうることを確認することができた.

2. 逆級化層理を取り扱うことの意義

(1) 都市部を占める沖積平野の形成にかかわる教材開発の必要性

現在, 日本の大都市の多くは沖積平野に立地する. つまり河川が運搬・堆積作用を行うところに人間が生活の便を求めてきた結果, 必然的に河川的作用による自然災害が生じることとなったのである.

それにもかかわらず, 生徒は自分たちが住んでいる場所がどういう災害が起こりやすいところなのかをほとんど学ばないで社会へ出る. なぜなら, 発生がまれ

*1 京都府立北嵯峨高等学校 *2 上越教育大学大学院学校教育研究科 *3 兵庫教育大学大学院学校教育研究科
2012年5月21日受付 2013年2月23日受理

な河川災害を直接観察する機会はなく、現実的には年数回の増水時に授業のタイミングが合わなければ、通常は視聴覚教材や平常時の河川観察にとどまざるをえないのが、高校地学の現実であるからである。

新学習指導要領（高等学校数学・理科は平成24年度入学生より先行実施）において、比較的多くの生徒が学ぶと予想される教科「地学基礎」の特徴は、「地球環境の変化、日本の自然環境とその恩恵や災害など、日常生活や社会との関連を意識しながら地球や地球を取り巻く環境を理解させ、基礎的な素養を身につけさせるように意図していることである。」（文部科学省、2009）。この観点からも平常時を含めた実際の河川の様子を可能な限り再現し、洪水その他の防災教育推進の視点からも現世河川を教材として取り扱うことは重要である。したがって、例えば河川堆積物に認められる逆級化層理に注目し、その成因を学ぶことによって、沖積平野の形成が長年にわたる河川氾濫の結果であることを理解し、自分たちが居住する地域の水害や地震時の液状化現象といった災害の備えにつながると期待される。

(2) 逆級化層理を取り扱う重要性について

単層内で基底から上方に向かって粒径が増大する成層構造を逆級化層理という。この構造の成因については従来、木村ほか（1973）に代表されるように河川堆積物との関連は指摘されていなかった。すなわち礫波の往復運動のようにふるいを振動させると、粗い粒子ほど表面に競り上がる「バグノールド効果」や崖錘性堆積物の粒径による安息角の差、水中に堆積する火山砕屑物において粒径が大きく多孔質な浮石が緩やかに沈降することで形成されるとされていた。

ところが伊勢屋（1982）は現世の河川堆積物中に逆級化層理を発見し、伊勢屋・増田（1985）は河川の自然堤防における洪水氾濫堆積物の指標堆積構造であるとした。さらに鈴木ほか（1993）や鈴木（1994）により逆級化層理は「一級河川から自宅裏山の小河川まで」どこでも形成されていることが明らかになった。

その結果、1990年代以降は河川堆積物の逆級化層理は洪水堆積物の指標であるという認識が定着した。すなわち、近年では、地学団体研究会（1996）や堆積学研究会（1998）に示されたように、「洪水初期における多量の懸濁物質が最高水位時には少なくなる一方、流速の増大により大きな粒子がボイルで巻き上げられ下流の自然堤防の後背湿地側や氾濫原に堆積する。その後の減水時には氾濫原から急速に水が引くた

め、堆積構造の形成を伴う堆積物の壘重が生じず逆級化層理が保存される」とされている。

以上のように、逆級化層理は、身近な現世河川で容易に観察でき、地層学習や沖積平野形成の過程、さらには地域の洪水災害ならびに、それに対する備えへの意識づけといった、多様な学習場面において最適な教材と考える。しかし、こういった幅広い可能性を持つにもかかわらず、逆級化層理は堆積学の分野での定着から長期間経っているにもかかわらず、高校地学ではほとんど取り上げられていないのが現実である。ここに本研究の意義を見いだすものである。

3. 逆級化層理学習プログラムの開発と授業実践

以上の逆級化層理の取扱いの意義を踏まえ、開発した教材、実践した授業プログラムについて述べる。対象は筆者の一人、戸倉の勤務校である京都市内の公立高等学校2年生13名の地学履修者である。地学Iの指導要領に示される内容のうち（1）地球の構成、ウ地球の歴史の分野の（ア）野外観察と地形・地質（イ）地層の形成と地殻変動の学習を一通り終えた後に「教科書には十分記載されていないが重要なことなので補足する」というねらいで2時間（50分授業2コマ）を配当した。2時間の内容は表1のとおりである。次に表1の教示項目・内容に照らし合わせて、説明する。なお、カリキュラム上、対象生徒らは1年生時において理科総合Aが必修であり、物理、化学の基礎的内容は学習済みである。

(1) 開発したプログラムによる授業展開

まず最初に自由落下運動を復習し、理解を確認する。生徒は以下の1)～7)に示すような順に学習する。つまり、流体中の自由落下運動が1年生時に学習した物理分野の力学における自由落下運動と異なることに気づく。その後、流体抵抗力の大きな条件下での自由落下運動を観察し、級化成層の成因を確認する。次にいま理解したばかりの級化成層と全く逆の逆級化層理を提示され、その成因について考察し、教師の説明と観察を行い洪水という特殊な環境下で形成される逆級化層理の成因を理解する。

1) 級化成層の成因についての復習

粒度の大きなものから順に堆積していくという事象そのものについては生徒はすでに小・中学校や、直前の学習「地層の形成」において学習済みであるので、ここでは簡単に復習する。

2) 流体抵抗による終端速度の説明

表1 実施した逆級化層理の授業プログラム

学習内容	教師の指導・支援・演示	生徒の観察・考察	備考
1) 級化成層	中学校や1年生時の既習事項の確認 (重力と水中での堆積)	物体の重さと落ちる速さに注目した考察	自由落下運動の法則は真空中に限定される
2) 終端速度	級化成層の成因を説明	落下実験	戸倉(2010)
3) 級化成層のでき方の観察	「洗濯のり沈降管」の提示と説明	流体抵抗力がある中で物体の落下の様子を観察	戸倉(2010), 図1
4) はぎ取り地層の観察	河川堆積物の露頭からはぎ取ってきた地層を提示	堆積物の粒径の違いが層理の成因となっていることを観察	
5) 逆級化層理の観察	逆級化層理を示すはぎ取り地層を提示	地層の上下を判別する	図2
6) 洪水時の水位変化と逆級化層理の形成	はぎ取り地層を用いて考察させる (質問1) 地層の上下判定について (質問2) 逆級化層理の成因について	はぎ取り地層の詳細な観察をもとにする ⇒級化成層と逆級化層理の考察 ⇒逆級化層理の成因の考察	身近な河川の流量変化の様子を示す図3
7) 演示実験「逆級化層理をつくる」	逆級化層理のでき方を演示実験で示す	水槽中に投入される堆積物の粒径の変化と水底にできる層理の関係を観察	図4
8) 感想文の作成		学んだことの整理	

「自由落下する物体は重力加速度により落下速度はどんどん速くなる。しかし空気抵抗も落下速度に比例してどんどん大きくなる。そして最終的には両者が釣り合った終端速度に達し、以降は等速度で落下する。この終端速度は質量に比例するから軽いものほど速く終端速度になり、ゆっくり落下することになる。」という内容を講義し、次項の観察へつなげる。

3) 級化成層の形成に関する講義および観察と生徒実験

自作した観察装置「洗濯のり沈降管」(図1)で級化成層のでき方を観察する。

この観察装置は「水万華鏡」といった名称で紹介さ

れている(例えば羽田・倉澤, 2005)「ものづくり」教材を参考に開発した。これは、層理をもたらす粒径による分級が重力と流体の粘性抵抗の合力による終端速度の違いであることを視覚的に示す。これによって、上の理解の手助けとなることを指摘した戸倉(2010)や小学校の理科授業でも地層の形成についてより効果的に学習できるとする利根川ほか(2011)に従い、市販のポリビニルアルコール(PVA)洗濯のりを水と適宜混合することで、透明で非常に粘性抵抗の大きな液体を作製した。この装置は混合比を変化させることで流体中の落下速度を自在に操作することができ、装置が小さくても堆積粒子が分級する過程の観察

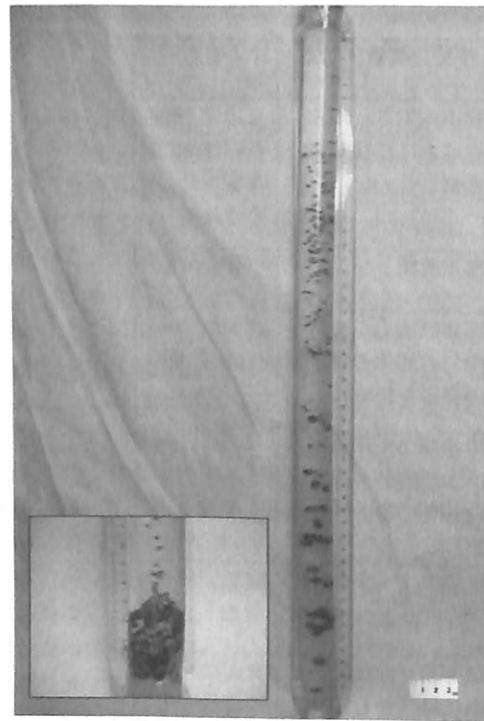


図1 洗濯のり沈降管

大きいガラスビーズから先に沈降する様子がスローモーションで繰り返し観察できる。左下はできた級化層理の拡大。

が容易である。本実践では内径2cm、長さ50cm程度の透明ビニールチューブ中に1~5mmの3種の粒径の異なるガラスビーズを落下させた。粒径(質量)の違いを色で示すことでスローモーション映像を見るかのように級化成層が形成される様子を繰り返し観察できる。生徒は級化成層が静水中における堆積物の軽重すなわち粒径の差による沈降速度の違いで生じることを理解する(図1)。

4) はぎ取り地層の観察

戸倉(1996)や日本理科教育学会(2002)に従い、現世河川堆積物からはぎ取ってきた級化層理、クロスラミナ(図2A)などを示す「はぎ取り地層」を観察し堆積構造の形成について教師の講義により確認する。

5) 逆級化層理を示すはぎ取り地層の観察とその形成機構の推定

ここで、一転して生徒に混乱を生じさせることになる逆級化層理を提示する(図2B)。

①教師の発問1。「どちらが上位だと思いますか？」

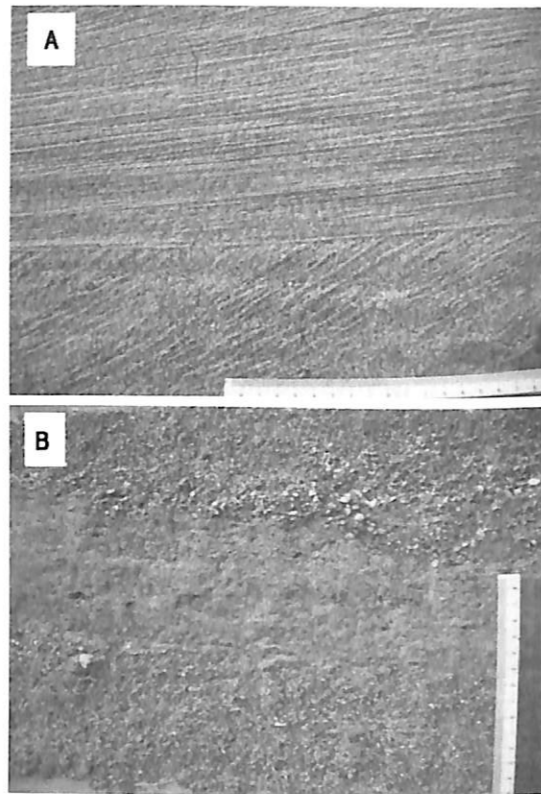


図2 生徒に提示したはぎ取り地層パネル

Aはクロスラミナ、Bは逆級化層理を示す。

提示した逆級化層理を見せて問う。小中学校の地層学習や直前の学習事項が定着しているのが当然ながら、全員が級化層理と見て答える。しかし、教師が逆であるという問題を提起し、前記の観察事項とは異なる堆積機構を生徒に考えさせる。

②教師の発問2。「逆級化層理の成因を考えてみよう」(はじめは意見が出にくい様子だったので、ヒントに「河原ではぎ取ってきたもの」ということを後に加えた。

生徒が考えた逆級化成層の成因を以下に挙げる。

- i: 正級化が何回か繰り返して、その中間部を見ているから。
- ii: 流量の変化。はじめは少ないから細粒、その後、増加し粗粒になった。
- iii: 洪水で堆積物が混ぜられたから。
- iv: 最初に砂が堆積した上に小石がたまってきたから。
- v: 川の上流でどんどん削られて粗いものが流されてきたから。
- vi: 正級化して堆積した地層が人間にひっくり返さ

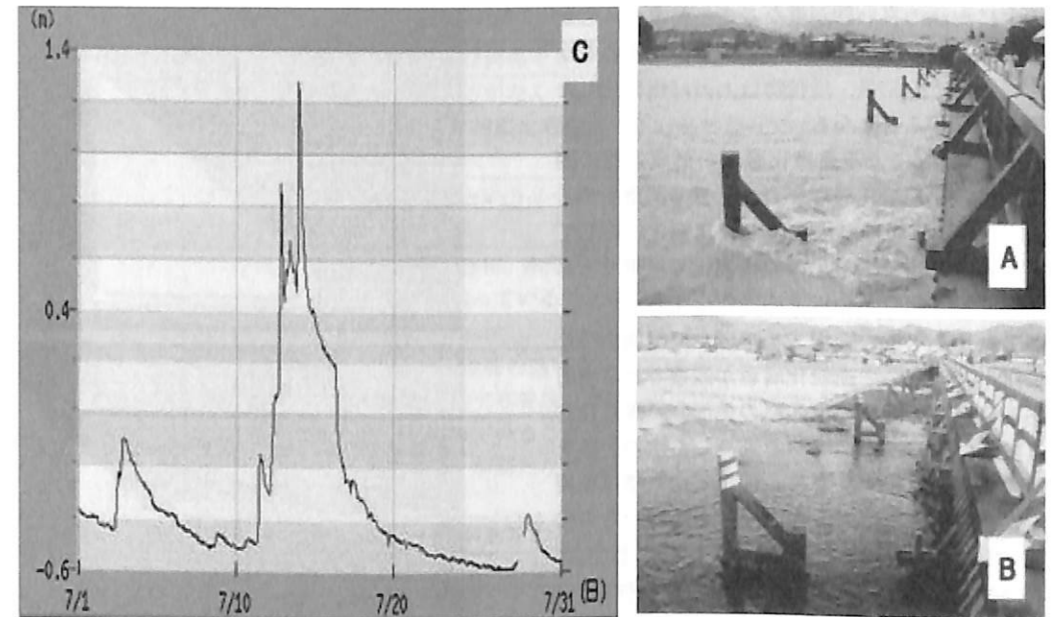


図3 河川増水時の水位変化、および増水時・平常時における河川の様子例

学校近辺の嵐山の渡月橋。Aは活発化した梅雨前線による豪雨直後2010年7月15日18時頃に撮影(上流の京都市京北で前日21時に観測史上1位の時間雨量72.0mmを記録)。Bは平常時の様子。なおCのグラフは天竜寺観測所における水位変化を示す。

グラフ入手の手順を以下に示す。①水文水質データベースにアクセスし、天竜寺観測所の水文水質観測所情報を表示させる。②表下の水位月表検索ボタンを押す。③現れた時刻水位月表に参照したい西暦年と月を入力し、表の検索開始ボタンを押す。④目的の2010年7月の時刻水位が月表として数値で表示される。⑤さらにグラフ表示アイコンを押すと時刻水位月図として目的のグラフCが得られる。

れたから。

- vii: 最後に速い流れで大きな石が流されてきたから。
- viii: 洪水で小さな石が大きな石の隙間に入って逆級化に見えている。

なお、5名は成因について「わからない」として無回答である。

6) 洪水時の水位変化と逆級化層理形成機構の説明

現在の堆積学研究者が到達した逆級化層理形成の成因を伊勢屋(1982)や山本(1994)に従い以下の①~⑤の順に説明を加え講義する。あわせて、洪水時の水位変化のグラフや写真(図3)や映像を提示する。なお図3のグラフは国土交通省水管理・国土保全局が所管する観測所における観測データベースで一般公開されているデータを用いて、同省のホームページ^{*4}上の「水位月表検索」より作成したものである。

*4 国土交通省: 水文水質データベース。http://www1.river.go.jp/

このようにデータだけでなく任意の期間のグラフまで自動的に得られるので教材資料として利用価値の高いものである。

- ①洪水時、普段は河原として見ている水が流れていない草地や裸地状態の高水敷も水に浸るようになる。この段階で泥が堆積する。
- ②低水路と呼ばれる本流の中心部のほうが河岸付近より高速な流れである。
- ③流れに直角な横断方向に流速の差が生じる。水面と底部にも流速差はあり、そこに渦が発生する。この渦で巻き上げられた河床の砂は浮遊砂となって流水とともに高水敷上へ運ばれる。
- ④高水敷では水深が浅くなり流路も広がることから急速な流速および掃流力の低下が生じる。そのため高水敷上には浮遊砂が堆積する。
- ⑤減水時には氾濫原から急速に水が引くため新たな堆積構造の形成を伴う堆積物の累重は生じない。以上の経過で逆級化層理が保存されることとなる。こうして最下層には洪水初期に堆積した泥層が薄く入

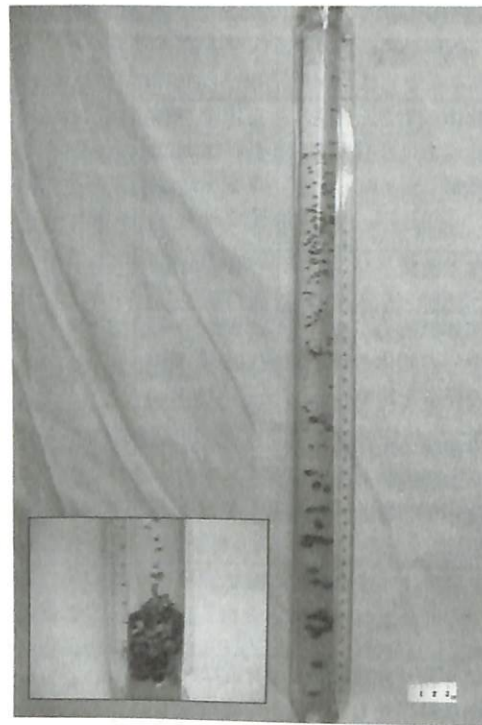


図1 洗濯のり沈降管

大きいガラスビーズから先に沈降する様子がスローモーションで繰り返し観察できる。左下はできた級化層理の拡大。

が容易である。本実践では内径2cm、長さ50cm程度の透明ビニールチューブ中に1~5mmの3種の粒径の異なるガラスビーズを落下させた。粒径(質量)の違いを色で示すことでスローモーション映像を見るかのように級化成層が形成される様子を繰り返し観察できる。生徒は級化成層が静水中における堆積物の軽重すなわち粒径の差による沈降速度の違いで生じることを理解する(図1)。

4) はぎ取り地層の観察

戸倉(1996)や日本理科教育学会(2002)に従い、現世河川堆積物からはぎ取ってきた級化層理、クロスラミナ(図2A)などを示す「はぎ取り地層」を観察し堆積構造の形成について教師の講義により確認する。

5) 逆級化層理を示すはぎ取り地層の観察とその形成機構の推定

ここで、一転して生徒に混乱を生じさせることになる逆級化層理を提示する(図2B)。

①教師の発問1。「どちらが上位だと思いますか?」

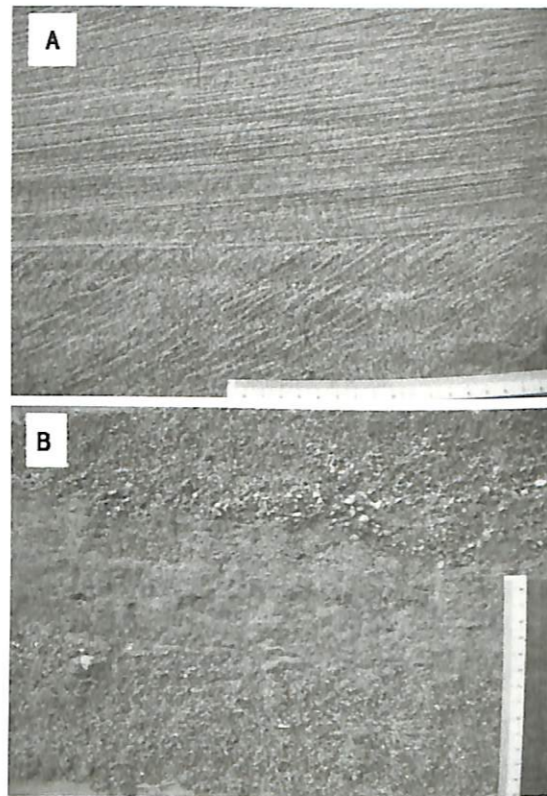


図2 生徒に提示したはぎ取り地層パネル

Aはクロスラミナ、Bは逆級化層理を示す。

提示した逆級化層理を見せて問う。小中学校の地層学習や直前の学習事項が定着しているので当然ながら、全員が級化層理と見て答える。しかし、教師が逆であるという問題を提起し、前記の観察事項とは異なる堆積機構を生徒に考えさせる。

②教師の発問2。「逆級化層理の成因を考えてみよう」(はじめは意見が出にくい様子だったので、ヒントに「河原ではぎ取ってきたもの」ということを後に加えた。

生徒が考えた逆級化成層の成因を以下に挙げる。

- i: 正級化が何回か繰り返していて、その中間部を見ているから。
- ii: 流量の変化。はじめは少ないから細粒、その後、増加し粗粒になった。
- iii: 洪水で堆積物が混ぜられたから。
- iv: 最初に砂が堆積した上に小石がたまってきたから。
- v: 川の上流でどんどん削られて粗いものが流されてきたから。
- vi: 正級化して堆積した地層が人間にひっくり返さ

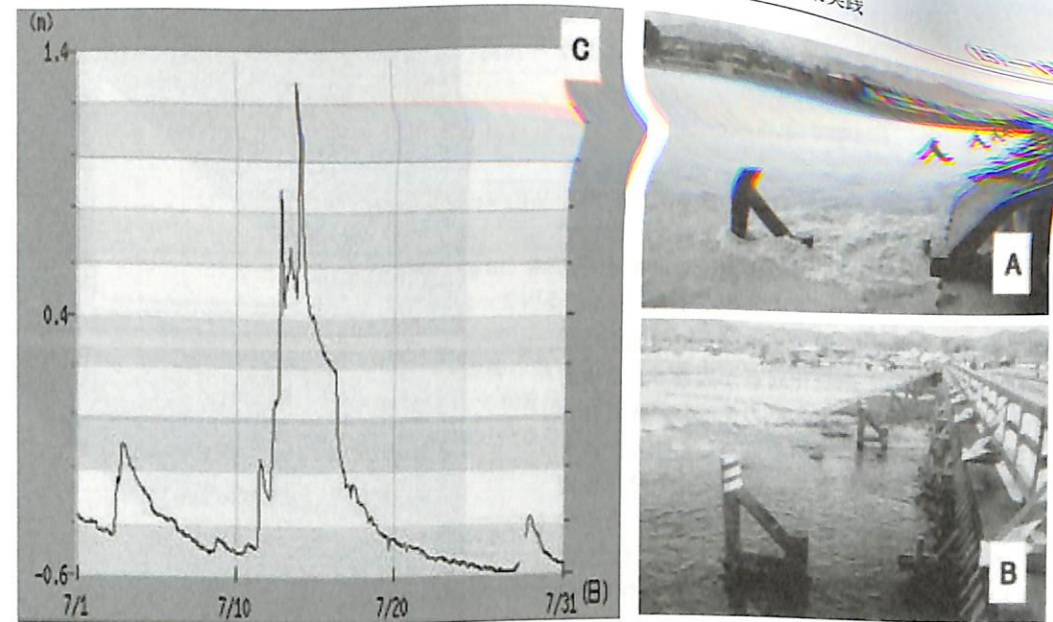


図3 河川増水時の水位変化、および増水時・平常時における河川の様子(例) 学校近辺の嵐山の渡月橋。Aは活発化した梅雨前線による豪雨直後2010年7月15日18時頃に撮影(上流の京都市京北で前日21時に観測史上1位の時間雨量72.0mmを記録)。Bは平常時の様子。なおCのグラフは天竜寺観測所における水位変化を示す。
グラフ入手の手順を以下に示す。①水文水質データベースにアクセスし、天竜寺観測所の水文水質観測所情報を表現させる。②表下の水位月表検索ボタンを押す。③現れた時刻水位月表に参照したい西暦年と月を入力し、表の検索開始ボタンを押す。④目的の2010年7月の時刻水位が月表として数値で表示される。⑤さらにグラフ表示アイコンを押すと時刻水位月図として目的のグラフCが得られる。

れたから。

- vii: 最後に速い流れで大きな石が流されてきたから。
- viii: 洪水で小さな石が大きな石の隙間に入って逆級化に見えている。

なお、5名は成因について「わからない」として無回答である。

6) 洪水時の水位変化と逆級化層理形成機構の説明
現在の堆積学研究者が到達した逆級化層理形成の成因を伊勢屋(1982)や山本(1994)に従い以下の①~⑤の順に説明を加え講義する。あわせて、洪水時の水位変化のグラフや写真(図3)や映像を提示する。なお図3のグラフは国土交通省水管理・国土保全局が所管する観測所における観測データベースで一般公開されているデータを用いて、同省のホームページ^{*4}上の「水位月表検索」より作成したものである。

*4 国土交通省: 水文水質データベース。http://www.lriver.go.jp/

このようにデータだけでなく任意の期間のグラフまで自動的に得られるので教材資料として利用価値の高いものである。

- ①洪水時、普段は河原として見ている水が流れていない草地や裸地状態の高水敷も水に浸るようになる。この段階で泥が堆積する。
- ②低水路と呼ばれる本流の中心部のほうが河岸付近より高速な流れである。
- ③流れに直角な横断方向に流速の差が生じる。水面と底部にも流速差はあり、そこに渦が発生する。この渦で巻き上げられた河床の砂は浮遊砂となって流水とともに高水敷上へ運ばれる。
- ④高水敷では水深が浅くなり流路も広がることから急速な流速および掃流力の低下が生じる。そのため高水敷上には浮遊砂が堆積する。
- ⑤減水時には氾濫原から急速に水が引くため新たな堆積構造の形成を伴う堆積物の累重は生じない。以上の経過で逆級化層理が保存されることとなる。こうして最下層には洪水初期に堆積した泥層が薄く入

り、その上に淘汰の良い砂が重なることとなる。しかもこの砂は洪水の時間経過とともに流量が増すことから粒径も増す。その結果、堆積物は上方に粗粒化した逆級化構造を示すこととなる。

7) 簡易実験装置による逆級化層理の形成過程の観察演習実験「逆級化層理をつくる」の観察をする(図4)。逆級化層理が洪水時の流速変化に応じて運搬され、堆積する粒子の粒径変化の結果であることを理解させるため以下の操作をする。

①透明アクリル水槽に発泡スチロールで斜面をつくる。河川系において逆級化層理が観察される場所である自然堤防外側の氾濫原の一部分を模式化した。増水によって自然堤防を逸流した水が土砂を運搬することを表す。なお、使用した水槽は使用する水の量や後の清掃も考慮すると小さなもので十分である。本時では縦×横×厚さが154×160×20mmのものを使用した。(株)ナリカ製で本来はメダカやアリといった生物観察槽で、低価格(6個で1,400円)である。

②最も細粒の堆積物をあらかじめ最下部に厚さ1cm程度敷きつめておく。水位はこの堆積物が浸る程度にしておく。

これは、洪水初期に自然堤防をあふれて氾濫原に流れ込む泥を表す。実験試料とするシルト～細粒砂の入手については川原の砂をふるいにかけて用いるのが理想的ではあるが、本時では入手容易なものとしてホームセンター等の園芸品コーナーでレンガやタイルの目地材として販売されているケイ砂を使用した。これはシルト～極細粒砂で粒度もそろっているからである。ただ実際の逆級化成層では泥～シルトが最下層にあることが多いので、今後さらに実験材料に工夫の余地はある。

③中～粗粒砂をペットボトルに入れ、水と一緒に発泡スチロールの斜面から流し込む。

④粗粒砂～径5mm程度の礫を③と同様に流し込む。

以上のように、3種の粒径の異なる堆積物を細かい順に流し込んだ。これは実際の洪水時(図3)のように水位が上昇し、流速が増大することによって、より大きな粒径の碎屑物が運搬され、堆積することを生徒が所持する高校教科書(松田・山崎, 2011)に記載のユルストローム図を読み取ることで理解させた。

その結果、③④の順に先の堆積物の上に新たにより粗い堆積物を斜面から流し込むことで多少の洗掘は起

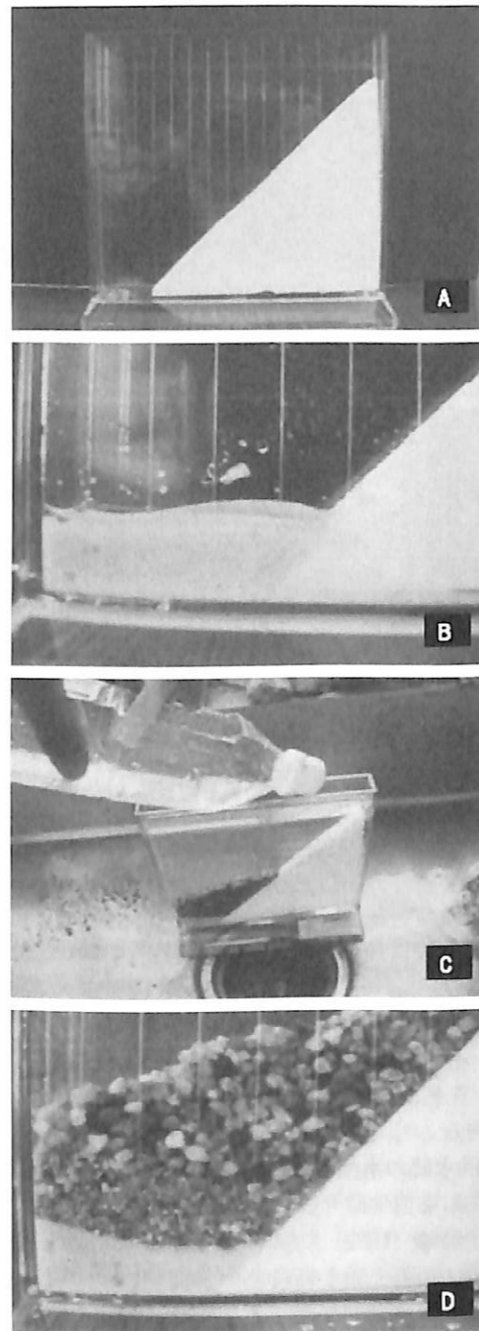


図4 逆級化層理を“つくる”実験手順
A. 水槽中につくった発泡スチロール製の斜面。
B. 細粒の堆積物を最下部にあらかじめ厚さ1cm程度入れておく。
C. 砂や細礫を水と一緒に発泡スチロールの斜面上方から流し込む。
D. 先の堆積物の上に、より粗い堆積物を斜面から流し込むことで形成された逆級化層理。

表2 「逆級化層理のでき方の授業を終えて」の生徒感想文(一部抜粋)

(1) 逆級化層理という特殊な例のでき方がわかった。(男)
(2) どのように地層ができるかなんて、今まで考えたこともなかったけど、なんとなくだが、逆級化層理のでき方がわかってよかった。(男)
(3) 級化層理と逆級化層理という2つのものがあることがわかった。(男)
(4) 逆級化層理は洪水のときに、水位が増すごとで起こることがわかったし、また教科書に載っていることがすべてではないことを知れてよかった。(男)
(5) 水の流れ方の違いが、地層の違いを作っていることを知った。川の流れというもの、あまり普段は意識していないがその流れの違いが地層の違いを作っていることを知って興味深かった。級化層理が全てではないことが新たな知識として加わったのでよかった。面白かった。(女)
(6) 逆級化層理というものがあることを知った。(男)
(7) 何事も教科書どおりにはいかないことを知った。(男)
(8) 逆級化層理というものがあるということをはじめて知って、普通の地層でなく逆なものもあるんだと思いました。(女)
(9) 中学までは小さい石が下にいて、上に細かい砂がのるのは教えてもらっていたけど、その逆があると知って驚いた。(男)
(10) 逆級化層理が出来る時に、洪水で石が運ばれてくる前に泥水が砂をためているということを知って驚いた。(男)
(11) 流水に運ばれて地層ができるといっても、洪水によってできる地層は逆級化層理という特殊なものであることを知った。その成因をメッチャ考えて発表したのに粉碎されてしまったのは悲しかった。(男)
(12) 逆級化層理というものができるのを新しく知った。地層が逆になるのに水が関係しているのは知らなくて驚いた。(男)

こるが、相当勢いよく流し込んでも後のより粗粒なものが上方に堆積することが観察できる。

以上の実験・観察により、粒径の異なる堆積物を順に投入することで逆級化成層が形成された。なお、以上の内容を1時限が50分である授業を2時限かけて実施した。

4. 生徒の反応と考察

逆級化層理の理解に関して考察する。一連の授業を終えた後に「逆級化層理のでき方の授業を終えて」として生徒に感想文を作成させた。それらの一部を表2に示す。

当然ながら生徒は「逆級化層理」について、見るのも聞くのも初めてである。したがって前記3.(1)項の授業プログラム5)項の②、教師の発問2.「逆級化

層理の成因を考えてみよう」に対し、多少的外れの考察も見受けられる。しかし、地層がただ一度の堆積作用でなく何度も繰り返すことで層理が形成されるという理解しているiは、級化層理の繰り返して説明しようとしている。流水の運搬能力に目を付けたii, iv, viiは、ほとんど正解に近い論理を構成している。しかし、単にはぎ取り地層を観察している段階では「水」もしくは「水の流れ」という用語は使用されておらず、そのため無解答も含め全員が逆級化層理の成因を説明できていなかったと言える。

ところが、講義および実験観察後の感想全般についてみると、無記入の1名を除き全員が逆級化層理の成因を理解したと述べ、この一連の学習について「よかった」とか「驚いた」という肯定的感想を抱いている。とりわけ、上記感想文(4)、(5)、(10)、(11)、

(12)に見られるように河川の水の挙動に成因を確認することができている(表2)。これは単に写真やはぎ取り地層の観察だけでは生じなかったことである。簡易ながらも実験を含めた本プログラムによる一連の学習によって生じた意識変容であろう。一方、iiやviiといった当初からある程度正しい認識を持っていた生徒の感想には(1)、(6)、(8)のように単なる知識を得たことを述べているだけで実験観察の効果かどうかは判別できていない。

ところで、初めiの成因を述べていた生徒は(5)の感想文を残している。そこに見られる生徒の意識変容は、当初は単なる知識を組み立てただけの逆級化層理の成因であったが、本プログラムによる学習後、洪水時の流量の変化に伴う流水の変化が原因だと正しく理解したことがわかる。また、当初vのごとく全くなかった成因を学習することで強烈な印象を受けたことを(11)に述べている。

いずれにしても、逆級化層理の成因について、当初13名中5名が「ぜんぜんわからない」と答え、多少なりとも成因について答えた8名中2名のみが正解に近かったのに対し、本プログラムによる学習後、無回答の1名を除き全員が逆級化層理の成因を理解したと答えた。また、流水の働きに言及した内容に限れば、当初13名中1名であったものが本プログラム学習後5名に増加したことは簡易実験装置等の教材やプログラム開発の効果といえよう。2時間の授業ではあるが、大部分の生徒の感想文からは流水の営力が運搬能力を決定すること、その結果、堆積物には粒径の差違が生じたこと、それが層理として保存されたことなどを学習したと認められる。また、小・中学校での学習内容を思い出したり、それらで自然現象がすべて説明できるわけではないことを学んだり当初予想した以上の学習効果があったことを示している。つまり、当初ほとんど理解できなかった逆級化層理の成因について、適切な教材を用いた授業プログラムに従って学習すれば、高校生でも十分理解できることが確かめられたといえる。

ただし、指導上の留意点として逆級化成層を作る実験に関しては粒度の異なる碎屑粒子を数回に分けて水槽に堆積させ逆級化層理を作ったものであり、その成因の一過程である「流速の増大によって大きな粒子が巻き上げられる」という現象は再現されていない。授業に際しては、自然現象の複雑さを踏まえたうえで、

天然の逆級化層理と実験装置で作られたものとは規模の違いもあることを明確に説明する必要がある。

5. 今後の課題

堆積学が学問的に独立したのは古くない。岡田(2002)は1980年代から発展期に入り1990年代に隆盛期を迎えたとしている。近年、学会発表や専門の学術誌での発表が盛んに行われるようになったが、地学教育においては、ほかの領域に比べて注目されたのは遅れたと言える。このことは高等学校の科目「地学」や義務教育段階にも影響を及ぼしており、近年、本学会誌「地学教育」にも高校地学での実践が多く見られるようになったが、それでも堆積学分野の教材研究の報告は多いとは言えない。確かに最新の研究成果を直ちに学校教育に反映させることには慎重であるべきであろう。最新の研究成果がそれぞれの学問分野の中で認知され、一般化されるまでにはある程度の時間を要するのは事実である。そのため、教科書に最新の研究成果を直ちに導入することにリスクを伴うことは否定しない。しかし露頭を近くに持たない都会地の学校において身近な河川が格好の教材となりうることを考えればもっと多様な河川堆積物の教材化が図られる必要があると考える。

今後は逆級化層理と洪水との関連をより効果的に理解でき得る授業プログラムの改良や流量と水位の一連の変化やそれに伴って運搬・堆積する粒子のサイズ変化が理解でき、逆級化層理の形成をもたらしダイナミックなプロセスを表現できるような実験装置の工夫を図る必要があると考える。

文部科学省は平成24年7月「東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議」最終報告書(文部科学省、2012)において3.東日本大震災の教訓を踏まえた防災教育・防災管理等の展開(1)防災教育①防災教育の指導時間の確保と系統的・体系的な整理の項で中学校段階では、「地域の過去の災害や他の地域の災害例から危険を理解し、災害への日常の備えや的確な避難行動ができるようにする。また、学校、地域の防災や災害時のボランティア活動の大切さについて理解を深めるようにする。」とし、さらに④地震・津波災害以外の自然災害への留意点の項において「各地域により災害の特徴は異なる。各地域ごとでも、自然災害や地域の気象特性を熟知した都道府県や市町村の防災担当部局や气象台、消防機関等と連携し、地域の実情に応じた教材を開発することなどの対

応が必要である。」としている。

過去に学び、得られたデータの効率的活用と災害を忘れないための教育を確立することが理科や地学教育にとって重要な課題であり、逆級化層理から沖積平野の成り立ちに対する興味を持たせることで、教科教育と防災教育の総合的な理解と発展がもたらされるであろう。

引用文献

- 地学団体研究会編(1996):新版地学事典,平凡社,東京,314.
 藤岡達也(1999):理科教材としての河川に関する諸問題の考察—洪水・水害と河川堆積物を中心として—,理科教育学研究,40(2),1-12.
 羽田嘉昭・倉澤英夫(2005):水万華鏡の世界へ,長野高等工業専門学校紀要,39,115-118.
 伊勢屋ふじこ(1982):茨城県,桜川における逆グレーディングをした洪水堆積物の成因,地理学評論,55(9),597-613.
 伊勢屋ふじこ・増田富士雄(1985):“逆グレーディング構造”洪水堆積物認定の指標,筑波の環境研究,9,63-69.
 木村敏雄・竹内均・片山信夫・森本良平(1973):新版地学辞典第3巻地質学・古生物学・地形学・土壌学,古今書院,東京,126-128.
 松田時彦・山崎貞治編(2011):高等学校地学I改訂版,新興出版社啓林館,大阪,81.
 文部科学省(2009):高等学校学習指導要領,東山書房,京都,82.

- 文部科学省(2012):「東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議」最終報告,11p.http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sports/012/toushin/1324017.htm
 日本理科教育学会編(2002):これからの理科教育を支える教材,東洋館出版,東京,86-87.
 岡田博有(2002):堆積学—新しい地球科学の成立,古今書院,東京,159-166.
 鈴木一久・坂本隆彦・戸倉則正・田中里志・城陽礫層研究グループ(1993):現世および地層の洪水氾濫堆積物—淀川と大阪層群,堆積学研究会1993年秋季研究集会野外見学会内書,45p.
 鈴木一久(1994):1993年9月9日野洲川洪水氾濫堆積物の3次元形態と堆積構造:1回の洪水氾濫で形成された複数の逆級化構造ユニット,地質学雑誌,100,867-875.
 堆積学研究会編(1998):堆積学辞典,朝倉書店,東京,97-99.
 戸倉則正(1996):スプレー接着剤を使用した地層はぎ取り方法,堆積学研究,43,83-84.
 戸倉則正(2003):河川堆積物を用いた教材の開発—地層に刻まれた日時を読み解く—,地学教育,56,213-223.
 戸倉則正(2010):高校地学に逆級化層を教材化する必要性を訴える,日本地学教育学会鹿児島大会講演要旨,116-117.
 富永良三(2010):堆積実験装置の自作と堆積構造の再現,地学教育,63,45-56.
 利根川浩子・渡辺理文・鎌田正裕(2011):個別実験が可能な地層の堆積モデル教材,地学教育,64,29-36.
 山本晃一(1994):沖積河川学—堆積環境の視点から—,山海堂,東京,96-112.

戸倉則正・藤岡達也・澁江靖弘:高校地学における堆積学的内容の教材・プログラム開発と授業実践—逆級化層理の形成モデルからのアプローチを例として—,地学教育65巻5・6号,183-191,2012

〔キーワード〕高校地学,堆積学,逆級化層理,洪水堆積物,防災教育

〔要旨〕逆級化層理は沖積平野における河川の自然堤防帯を示す指標堆積物であり,成因的には洪水時の水流変化に起因する浮遊砂粒径の増大により生じたものである.このことを効果的に高校生に学習させるため,粒径の異なる粒子を意図的に水槽中に投入することで擬似的な逆級化層理を作るモデル実験を含めた一連の授業プログラムを実施した.その結果多くの生徒が逆級化層理形成のメカニズムを理解したことが確認できた.このプログラムにより沖積平野の形成が長年にわたる河川氾濫の結果であることを理解すれば,自分たちが居住する地域の水害や地震時の液状化現象といった災害の備えにつながる防災教育への一歩となるものと期待される.

Norimasa TOKURA, Tatsuya FUJIOKA and Yasuhiro SHIBUE: Development and Practice of Sedimentological Teaching Materials for High Schools: An Approach from the Formation Model of the Inverse Grading Bedding. *Journal of Education of Earth Science*, 65(5・6), 183-191, 2012

地学教育ニュース No. 4

2011年地学教育フォーラム「地球を愛する人生の達人たち—地学を学ぶ意義を問い直す」

2011年3月11日に発生したM9.0の東北地方太平洋沖地震では、多くの方々が亡くなられ、甚大な被害がもたらされました。

この地震・津波により、人々が持っているべき地学の素養の重要性が改めて浮き彫りとなる中、地学教育フォーラム「地球を愛する人生の達人たち—地学を学ぶ意義を問い直す」を2012年4月23日、(財)深田地質研究所研修ホールで開催しました。

本フォーラムには、高校生から60代までの54名にご参加頂きました。また、参加された多くの皆様から好意的な感想を頂戴しました。

全員が、地球に魅了された「人生の達人たち」から「元気」の源をもらうとともに、地学を学ぶ意義を再確認されたのではないのでしょうか。

それでは、お迎えした4名の「人生の達人」のご講演内容も織り交ぜながら、フォーラムのレポートをさせていただきます。



会場の様子

①武田康男さん(第50次南極地域観測越冬隊員)「私がなぜ南極越冬観測隊員になったのか—南極で知った地球の姿—」

「こんな、素晴らしい地球があったのか!？」高校教員として(当時)、南極に挑まれた武田さんは、地学を学べば自分の知らない世界が広がることを子どもたちに伝えたいと言います。

南極では、極成層圏雲中の粒子の観測をはじめとする厳しい観測作業の中でも、武田さんは「子どもたちに何を伝えられるか」を忘れたことはないそうです。他の隊員が寝静まった午前3:00に密かにオーロラを観測し、カメラに収められた美しい写真をご披露頂き

ました。教員時代にスキーの実習先で生徒とよくした雪の結晶観測を南極でもなされ、「屋外での結晶ダイヤグラム、を作りたい」と胸を膨らませています。

「南極には匂いがない、ウイルスもない綺麗な空気は、風が弱ければ音も立てない」。観測を終えてシドニーに寄港したとき、「緑(植物)の匂いが凄かった」と武田さんは言います。

モノで溢れかえる日常を離れ、自然の静寂に身を置くと、誰もが地球の声に耳を傾けられることを武田さんは教えて下さいました。



南極の魅力を熱く語る武田さん

②松本直記さん(慶應義塾高校)「科学は身の回りにあふれている—生活の中の地球と宇宙—」

地学を学ぶ小中高生と市民の全員が、南極大陸で見られるような非日常を体験できる訳ではありません。ですが、その機会を自ら作り出そうと頑張る高校教諭がいます。松本直記さん(慶應義塾高校)、その人です。

「おもしろき こともなき世も おもしろく」(高杉晋作)。地球と宇宙には興味深いモノが溢れていると松本さんは言います。そして、「それを面白くするのは自分自身」だそうです。地学を楽しむフィールドは、自然の奥深くでなくとも、都会で見つけることができるのです。

松本さんは、天文も気象も地球科学も広く楽しむコツを知っていらっしゃいます。顧問をされているスキー部の合宿ではカメラを常時必携されます。合宿先の山陰地方のある県で撮影された太陽の暈の写真が、

地方紙朝刊第1面に掲載されたこともあるそうです。また、都心のあるデパートの「壁」にアンモナイト化石があると聞けば、恥ずかしさなど一切お感じにならず突入されます。

一番驚かされたのは、「エラステネスを超える！」という、地球の大きさを実感する高校生対象の実習です。生徒たちはGPSという現代の技術で校内2地点の緯度差を求め、歩測という古典的な方法で2地点間の距離を測定します。あとは、地球の外周をXとして距離：緯度差の比から計算をすると、地球の大きさが判ります。何と！あのエラステネスが求めた地球の大きさより、松本さんの生徒さんが求めた大きさのほうが正確だったのです！子どもたちは自分たちが出した結果に、どんなに驚き、嬉しく感じたことでしょう。

「おもしろき こともなき世も…」の精神は、街での暮らしを「地学探究の場」とする力を私たちに授けてくれるのです。



生活のなかで地学を楽しむ松本さん

③平野麻樹子さん(女優・ナビゲーター)「絵本『ことりをすきになった山』の朗読」

やさしく、力強い平野さんの朗読が終わりました。私は、ある参加者のコメントが強く印象に残っています。

「(今回の地震で)いま東北は荒野です。でも、いつのときも木々は荒野に根を張り、山をおさめ、土は生命を育みます。東北が復活していく青写真がここにあ



平野さん朗読後の質疑応答の様子

ると言えるでしょう」

④池田 宏さん(つくば地形教室)「私はなぜ20年間テレビを見ていないのか—防災のために地形を見る眼を磨こう—」

20年間テレビを見ていないという池田さん。毎晩の夕食後は、地形図を観て過ごすことが日課だそうです。池田さんのお話を伺う中で、私たちは気付かされました。池田さんのような地球に魅了された「人生の達人」は、自身が感じる自然の面白さを「おもしろく」他者に伝えられる発信力をお持ちなのです。

池田さんのご講演は一味違います。なんと、壇上に突如登場したのはお手製の紙芝居！ その一枚一枚が、少年時代～学生時代～大学教員時代、そして「つくば地形教室」を主催される現在までの、数十年間にわたる知識・経験が凝集されたものでした。

「岩がゴロゴロあるグランドキャニオンの麓でテントを張って泊まっても、全然落石で死なないのはなぜ？」

「富士山の稜線はなぜあんなに奇麗なの？」

などなど、歓喜と爆笑の渦の中、紙芝居がめくられる度、参加者には次々と質問が投げかけられていました(皆さんは答えられますか?)。

続いて、地震や豪雨等の自然災害に対応し切れなかったダム工事や河川の治水工事も数例紹介して頂きました。「昨今の地域性(個別性)を考えないダムや橋脚の工法は大変まずい」と池田さんは嘆かれます。いま、私たちは日本に適した地形制御工法を再考する必要があります。例えば、14世紀に武田信玄が甲府盆地で行った治水工法など、「地理の眼」を持った過去の賢人に学ぶ所は多いことを、私たちは教えて頂きました。



池田さんによる地形絵巻

フォーラムの最後には、4名の「人生の達人」も交えて参加者全員で総合討論を行いました。

フォーラム閉幕後の、ある高校生の率直な感想が胸を打ちました。おわりに、地球に魅了された「人生の達人たち」から「元気」の源をもらった若者の率直な声を紹介いたします。

「一番感じたことは、この方々はほんとに地学が好

きなんだということです。自分の好きなことを極めた人の発表を見るのは初めてでした。極められるということは、それだけ地学は奥が深いということなのでしょう。この発表で感じたことをこれからの地学の学習で活かせればと思います」。

本の紹介

藤岡換太郎著「海はどうしてできたのか 壮大なスケールの地球進化史」講談社ブルーバックス
205 pp, 2013年2月20日発行
820円(税別) ISBN978-4-06-257804-2

平成24年11月10日、本学会主催の「地学教育フォーラム」の会場で著者とお会いした際、「こんどは海についての本を書いたのや、ブルーバックスから出すから」と確信に満ちた笑顔でお声を掛けて頂いた。それからわずか3カ月弱、すでにこの本は世に出ている。そうとう仕事が早い。

著者の藤岡換太郎氏は、まさに百戦錬磨の研究者。「しんかい6500」の乗船レコード(51回)を持ち(三大洋を潜った最初の人類!)、深海掘削計画(OPD)研究航海の主席研究員も務めた現場主義の研究者である。また、幅広い人脈を誇り、多数の共同研究をものにされている。本書には、最先端の研究現場にいる研究者ならではの経験に裏打ちされたエッセンスが凝縮されている。また、研究史から最新の学説まで網羅されている。

本書の構成であるが、ざっくりと二つに分類することができるだろう。

一つは地球の歴史。海の歴史を中心に、太陽系の誕生から、地球の進化と未来の姿まで、がっしりと驚びかみしている。ここでは徹底した月日制(?)が取られているのが大きな特徴である。すなわち、地球の歴史46億年を「1年」に換算し、様々なイベントが起こった地質時代を「〇月×日」形式で表現している。この徹底ぶりすごい。何億年前、何百年前、と言われても、「だいたい昔だなあ、でもどれくらい昔なの?」と思ってしまう地球史に馴染みの薄い読者にとっては、各イベントの地球史における位置づけを明確にしやすいだろう。

もう一つは、海洋における物質の出入り。ここでは、なんと大胆にも、海を鍋(!)に例え、海洋地形、プレートテクトニクス、スーパープレュームなども踏まえた海洋の動的な姿を表現することに成功している(ちなみに、堆積物は「鍋の具」である)。これにより、地球ならではの海、海が海であり続け、

山が山であり続ける奇跡を実感することができる。

さて、海洋を中心にした地球46億年の歴史、これを一冊の本で表現し、さらにそれを読者に飽きさせずに完読させるために、どんな工夫がなされているか。本書では、扱う地球史イベントを最低限に絞ること、巧みな比喩(海を鍋、堆積物を鍋の具としたように)を用いること、いわゆる文系の人間でも親しみが持てる素材(聖書や東海道膝栗毛など)を盛り込むことなどにより、この試みに成功している。もちろん、これらのことも、著者のこれまでの経験、幅広く深い教養、また、適切な編集者からのアドバイスがあつたことだろう。

ここで一つお願いを。提灯記事だと思われるのは本意ではないので、一つ改善点というかお願いを挙げておきたい。自分自身で読むときもそうだが、なにより自分のゼミの学生さんたちと本書を読む際にあるいいな、と思ったものがある。それは年代換算表である。先にも書いたように、本書では、かなり本格的に月日制が取られている。これは他の追随を許さないほどの徹底ぶりである。前に挙げた大きな利点もある。ただ一方で、多少でも地球史に縁がある人が読むとやや欲求不満になるかもしれない。「2月9日っていうのはいったい何億年前なのよ?」とどうしても気になってしまう。もちろん、自分で換算表をつくることもでき、それによる新たな気づきも期待できるが、やはり本書で扱った月日と地質年代の換算表があると親切だと思う。

ここまで、長々と書いてしまいました。このあたりでまとめを。

本書は、そのタイトルがあらわすとおり「海」の本ではあるが、もちろん海は海で閉じていない。海を理解するためには、海以外の大気、固体地球、生物、そして場合によっては宇宙までも扱う必要がある。結果として、本書は海の歴史のみならず、地球の歴史を理解するために格好の本となった。本書の副題「壮大なスケールの地球進化史」は、まさにドンピシャ。この地球進化史を、圧倒的な筆力で読ませる「海はどうしてできたのか」、ぜひ一読をお勧めしたい。(以上)

(茨城大学教育学部 伊藤 孝)

学会記事

平成24年度 第2回常務委員会議事録

日時：平成24年12月10日(月)18時00分～20時00分

場所：筑波大学東京キャンパス文京校舎

出席者：牧野泰彦・馬場勝良・松森靖夫・清水政義・高橋 修・濱田浩美・加藤尚裕

議事録の確認

第1回常務委員会議事録(案)(H24.10.15)の確認を行い、了承された。

議題

1. 選挙管理委員会細則について

「日本地学教育学会会則の細則」について、以下の表に示す改訂部分について審議され、了承された。

〈役員選挙についての細則〉 ※下線部が変更点

現	新
4. 会長候補者の推薦は、正会員5名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4月1日から4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。	4. 会長候補者の推薦は、正会員5名の署名捺印した推薦状、 <u>本人の承諾書および所信表明(800字以内)</u> を添えて、推薦者が4月1日から4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。
9. 選挙管理委員会、会長および監事候補者の氏名、評議員候補者の氏名および地区名を明記した投票用紙を、選挙権を持つ正会員に配布する。	9. 選挙管理委員会、会長および監事候補者の氏名、評議員候補者の氏名および地区名を明記した投票用紙に添えて、 <u>会長候補者の所信表明を</u> 、選挙権を持つ正会員に配布する。
	13. <u>選挙管理委員会は、開票結果報告書を作成し、立候補者に通知する。地学教育誌において、速やかに開示する。</u>

2. CSERS シンポジウム(5/18)の発表者について

発表者は、江戸川区立松江第一中学校校長、宇田川功先生をお願いをする旨の提案がなされ、了

承された。

3. 教育学関連学会協議会について

佐藤学氏(学習院大学)を中心として教育に係る関連学会が4月の発足に向けて準備している。詳細については1月の関連学会の会議で決まった時点で、本学会も参加するかどうかを審議することになった。

4. 地学オリンピックの地学教育学会選出担当者について

2016年に国際地学オリンピックが三重県で開催予定であるので、本学会からも担当者を選出することが了承された。担当者は、茨城大学の上栗氏をお願いをする旨の提案がなされ、了承された。

5. 入会者・退会者について

今回は入会者19名(学生会員4名、正会員15名)、退会者0名、会員種別変更29名が承認された。(平成24年12月7日現在：名誉会員5名、正会員510名、学生会員5名、在外会員5名)

入会者：学生会員(佐久間理志、一瀬絢子、中西裕也、海野友美)

正会員：(渡邊正人、安藤和也、真子千里、平松和彦、山館 順、井村有里、横家将納、吉本直弘、小森次郎、栗田克弘、関々田和彦、西連地信男、尾崎充雄、山村秀人、永井秀行)

会員種別変更：正会員→シニア会員(会田信行、相原延光、池田 正、石塚 登、浦嶋幸世、鹿島愛彦、栗原謙二、小久保勝昭、穴戸 章、菅原一男、須藤和人、瀧島幸市、仲井 豊、長谷川 敏、林 明、細谷 一、増田哲雄、高橋伸幸、西田高久)

正会員→学生会員(近藤 学)

学生会員→シニア会員(田中勝章)

在外学生会員→在外会員(孫 文、朴 大光)

6. その他

1) 編集に関する細則について

「日本地学教育学会誌『地学教育』編集についての細則」について、以下の表に示す改訂部分について審

議され、了承された。

〈原稿の審査および受理〉 ※下線部が変更点

現	新
1. 編集委員会は、受付けた原稿について担当編集委員と査読者2名を決め、それぞれに原稿を送付し掲載の適・不適の意見を依頼する。	1. 編集委員会は、受付けた原稿について担当編集委員と査読者2名を決める。 2. 担当編集委員は、投稿資格や原稿の形式などについて投稿規定に従っているか判断し、査読者2名に原稿を送付して掲載の適・不適の判断を依頼する。
2. 編集委員会は、担当編集委員及び査読者の意見を尊重して掲載の適・不適の決定を行う。	3. 編集委員会は、査読者2名の判断に従って掲載の適・不適の決定を行う。判断は、「直ちに掲載可」、「修正の上、掲載可」、「大修正」、「掲載不可」の4段階とする。査読者の判断が一致しない場合には、担当編集委員も交えて議論し、委員長が判断する。
3. 編集委員会は、掲載の適になった原稿は受理とし、投稿者にその旨を通知し、印刷手続きを開始する。	4. 編集委員会は、掲載の適になった原稿は受理とし、投稿者にその旨を通知し、必要に応じて修正を求めた上で、印刷手続きを開始する。 5. 編集委員会が修正を求めて著者へ返却した原稿は、3カ月以内に戻らない場合には、投稿を取り下げたと判断する。
4. 編集委員会は、掲載不適と認められた原稿については、その理由を明らかにした文書を付して、原稿を著者に返却する。	6. 編集委員会は、掲載不適と判断した原稿については、その理由を明らかにした文書を付して、原稿を著者に返却する。
5. 編集委員会は、掲載適と認められた原稿についても、著者に修正を求められることができる。	
6. 編集委員会は、内容の本旨を変えない範囲で投稿規定に沿うように修正することができる。	

2) 学会誌「地学教育」の遅延に関する広報について 会員に対して「地学教育」の発行が遅れている理由を説明する旨の提案があり、早急に「お知らせ文」を出すことが了承された。

報告

1. 寄贈交換図書

- ・東京地学協会 (2012) : 地学雑誌, Vol. 121, No. 4
- ・東京地学協会 (2012) : 地学雑誌, Vol. 121, No. 3
- ・独立行政法人産業技術総合研究所 (2011/4) : 産総研 TODAY, Vol. 11, No. 4
- ・日本理科教育学会 (2012) : 理科の教育 09, 通巻 722号, Vol. 61
- ・日本理科教育学会 (2012) : 理科の教育 08, 通巻 721号, Vol. 61
- ・日本理科教育学会 (2012) : 理科の教育 07, 通巻 720号, Vol. 61
- ・日本理科教育学会 (2012) : 理科の教育 04, 通巻 705号, Vol. 60
- ・(独)産業総合技術研究所 (2012) : GSJ 地質ニュース, Vol. 1, No. 1
- ・(独)産業総合技術研究所 (2012) : GSJ 地質ニュース, Vol. 1, No. 2
- ・(独)産業総合技術研究所 (2012) : GSJ 地質ニュース, Vol. 1, No. 8
- ・地震調査研究推進本部事務局 (2012) : 地震本部ニュース, 2011.10-2012.1 合併号
- ・日本理科教育学会 (2012) : 理科教育学研究, Vol. 53, No. 1, 2012.7
- ・香川県高等学校教育研究会 : 理化部会, 生地部会, 会誌, 第 48号
- ・日本地理教育学会 (2012) : 新地理, 第 60 卷, 第 1号
- ・日本地理教育学会 (2012) : 新地理, 第 60 卷, 第 2号
- ・長崎県地学会 (2012) : 長崎県地学会誌, 第 76号
- ・独立行政法人産業技術総合研究所 (2011) : Synthesiology 2
- ・独立行政法人産業技術総合研究所 (2011) : Synthesiology 3
- ・独立行政法人産業技術総合研究所 (2011) :

- Synthesiology 4
- ・独立行政法人産業技術総合研究所 (2012) : Synthesiology 1
- ・(独)産業総合技術研究所 (2012) : GSJ 地質ニュース, Vol. 1, No. 9
- ・(独)産業総合技術研究所 (2012) : GSJ 地質ニュース, Vol. 1, No. 10
- ・(独)産業総合技術研究所 (2012) : GSJ 地質ニュース, Vol. 1, No. 11
- ・新潟大学 (2012) : Science Reports of Niigata University (GEOLOGY), No. 27

2. その他

- 1) 学会誌「地学教育」(7月号)の特集号(岩手大会)の進捗状況が報告された。
- 2) 平成26年度以降の大会についての準備状況が報告された。
- 3) 日本地球惑星科学連合について 牧野会長より、本学会からも日本地球惑星科学連合と合同で教員養成の問題点等に関する検討を積極的に進めることが報告された。

*次回 第3回常務委員会 2月18日(月)開催

平成24年度 第3回 常務委員会議事録(案) 日時:平成25年 2月18日(月)18時00分~20時00分

場所:筑波大学東京キャンパス文京校舎 出席者:牧野泰彦・馬場勝良・松森靖夫・清水政義・高橋 修・宮脇亮介・濱田浩美・加藤尚裕

議事録の確認 第2回常務委員会議事録(H24.12.10)

議題

1. 「日本地学教育学会誌『地学教育』編集についての細則」および「投稿規定」について この議題について、編集委員会より以下の表に示す改訂部分について提案され審議した。その結果、下記の変更点が了承された。

「編集についての細則」 ※下線部が変更点

現	新
〈原稿の提出、受付け及び保管〉	〈原稿の提出及び受付け〉

1. 本会会員は「地学教育」に投稿することができる。ただし、その内容は著者の責任とする。

5. 投稿に際しては、原稿の完全コピー2部と原稿を送付状を編集委員会宛に送付し、原稿・原図は受理されるまで著者が保管する。

6. 編集委員会は、受取った投稿原稿の受付け年月日を記録して原稿を保管し、投稿者に原稿受付けを通知する。

〈原稿の審査及び受理〉

2. 担当編集委員会は、投稿資格や原稿の形式などについて投稿規定に従っているか判断し、査読者2名に原稿を送付して掲載の適・不適の判断を依頼する。

〈原稿の返却〉

1. 原稿は、原則として返却しない。フロッピーディスク・図・写真などで返却を希望するものについては、赤字で「要返却」と受理原稿送付時に明記する。

1. 筆頭著者として「地学教育」に投稿することができるのは本会会員に限る。ただし、特集号等における依頼原稿の投稿に関しては会員・非会員を問わない。また、論文の内容は著者の責任とする。

5. 原稿の投稿手段として、電子メール添付、郵便等による方法の二つがある。

6. 編集委員会は、投稿資格を確認し、受取った投稿原稿の受付け年月日を記録する。その後、投稿者に原稿受付けを通知し、審査の過程に入る。

「投稿規定」 ※下線部が変更点

現	新
〈投稿の手続き〉 1. 本規定を遵守した、完成原稿を作成して下さい。原稿は原則として、ワープロで印字したものとします。なお、肉筆原稿の場合には、市販のA4判原稿用紙を使用して下さい。	1. 本規定を遵守した、完成原稿を作成して下さい。原稿は、ワープロソフト等で作成したものとします。

編集委員会より

昨年の第3号より大幅に遅れました第4号の発刊に引き続き、第5・6号の合併号をお届けします。会員の皆様も状況に戸惑われていると思いますが、昨年の秋以降、慌ただしく発足した編集委員会自体も手探りの状況であると言わざるを得ません。何とか、この遅れを取り戻すべく、編集委員会は一丸となって全力を挙げておりますので、よろしくご理解、ご協力のほどお願いいたします。

なお、年5,6回の学会誌を刊行するにあたっては、投稿数が少なく、少し苦慮しております。論文種別を問わず、引き続き会員の皆様の積極的な投稿をお待ちしています。

2. 原稿送付状に必要事項を記入して提出して下さい。

3. 原稿は、A4判にコピーしたものを2部編集委員会へ送って下さい。

4. 投稿者は、投稿原稿の受理の連絡を受けたら速やかに原稿のオリジナルとそのフロッピーディスク（使用ワープロソフト名を明記する）を編集委員会に送付して下さい。

〈原稿の種目〉

4. その他：地学教育の普及に資する資料・解説・書評・紹介、委員会報告書、学会記事など。

2. 原稿送付状に必要事項を記入し、原稿と併せて提出して下さい。

3. 原稿を電子メール添付で投稿する場合は、本学会指定の原稿送付状と原稿（図・表などを含む）を一つの添付ファイルとして編集委員会宛にメール送信して下さい。なお、その際のファイル形式は、容量6MB以下のPDF形式として下さい。より大容量の原図ファイル等がある場合は、受理後に他の記録媒体によりご提出下さい。

4. 原稿を郵便等による方法で投稿する場合は、原稿の完全コピー（A4判）3部と本学会指定の原稿送付状を編集委員会宛に送付して下さい。

5. 投稿者は、投稿原稿の受理の連絡を受けたら速やかに原稿のオリジナル1部とその電子ファイルが保存されたCD-R等（使用ソフトウェア名を明記する）を編集委員会に送付して下さい。

4. その他：地学教育の普及に資する資料・解説・書評・紹介、委員会報告書、学会記事など。

正会員（中西裕之、西横 強、土井 徹）

会員種別変更：正会員→シニア会員（横倉 弘）

5. その他

1) 役員選挙日程について

本年度の役員改選について審議され、評議員8名、監査1名であることが了承された。また、役員選挙日程について審議され、3月号の『地学教育』誌に公示掲載することが了承された。

2) 日本粘土学会の依頼について

第57回粘土科学討論会の共催について承認された。

3) 会員名簿について

ホームページで検索できる会員名簿の記載内容について、専門分野、勤務先メールアドレスの記載をお願いしていくことが承認された。

報告

1. 各種常置委員会から

1) 平成25年度全国地学教育研究大会について

日本地学教育学会第67回全国大会（大阪大会）の第二次案内（案）について報告された。

2. 寄贈交換図書

・日本理科教育学会（2012）：理科の教育10、通巻723号、Vol. 61

・日本理科教育学会（2012）：理科の教育11、通巻724号、Vol. 61

・日本理科教育学会（2012）：理科の教育12、通巻725号、Vol. 61

・日本理科教育学会（2013）：理科の教育01、通巻726号、Vol. 62

・日本理科教育学会（2013）：理科の教育02、通巻727号、Vol. 62

・日本理科教育学会（2012）：理科教育学研究 Vol. 53, No. 2

・東京地学協会（2012）：地学雑誌、Vol. 121, No. 5

・（独）産業総合技術研究所（2012）：GSJ 地質ニュース、Vol. 1, No. 12

・日本地理教育学会（2012）：新地理、第60巻第3号

3. その他

1) 日本教育研究連合会が本年度末で解散することが報告された。

2) 大学入試センター試験問題検討委員会の委員について報告された。

*次回 第4回常務委員会 4月15日(月)開催

地学教育 第65巻 第5・6号

平成24年12月20日印刷

平成24年12月25日発行

編集兼 日本地学教育学会
発行者 代表 牧野 泰彦

印刷所 株式会社 国際文献社

〒263-8522

千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33

千葉大学教育学部理科教育教室内

電話 & FAX 043-290-3682 (濱田)

振替口座 00100-2-74684

169-0075 東京都新宿区高田馬場3-8-8

電話 03-3362-9741~4

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 65, NO. 5 · 6

December, 2012

CONTENTS

Practical Articles

The Geological Field Observation for Junior High School Students
on the Occurrence of Oysters and Fossil Burrows in the Northern
Basin Margin of the Upper Cretaceous Izumi Group
..... Takenori YOSHIKAWA, Takeshi KOZAI and Mamoru MURATA···173~182

Development and Practice of Sedimentological Teaching Materials for High Schools:
An Approach from the Formation Model of the Inverse Grading Bedding
..... Norimasa TOKURA, Tatsuya FUJIOKA and Yasuhiro SHIBUE···183~191

News (193~195)

Book Review (196)

Proceeding of the Society (197~200)

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