

# 地学教育

第61巻 第5号(通巻 第316号)

2008年9月

---

## 目 次

### 原著論文

地層を野外で教えた場合と室内で教えた場合では

どのように違うか……………相場博明・小林まり子…(141~155)

簡易実験水槽を用いた三角州の形成実験

……………西田尚央・伊藤 慎・島野恭史・長谷川裕樹…(157~166)

### 教育実践論文

徳島県四万十北帯での野外観察授業……………森江孝志…(167~175)

お知らせ (176)

---

日本地学教育学会



## 地層を野外で教えた場合と室内で教えた 場合ではどのように違うか

Differences in Efficiency in Teaching about Geologic  
Strata between Outdoor and Indoor Settings

相場博明\*・小林まり子\*\*

Hiroaki AIBA and Mariko KOBAYASHI

**Abstract:** An assessment of the relative effectiveness of teaching the concept of geologic strata in the school classroom versus outdoor settings was undertaken. Teaching materials were presented to one Grade 6 student group outdoors, along the riverbed of Kita-Asakawa in Hachioji-city, Tokyo, using the actual geologic strata as teaching material. Materials were also presented to a second student group in the classroom setting, using as much information as possible to create an environment similar to that of the outdoors. Evaluations of the teaching effectiveness in both settings were undertaken in the same manner. This study shows that teaching the concept of geologic strata in an outdoor setting yields, in many ways, significantly better results than teaching in an indoor setting; the pupils also seem to enjoy the outdoor studies much more. This research demonstrates that the teaching of geologic strata is best undertaken outside the classroom in an outdoor setting, including as many observations as possible.

**Key words:** outdoor study, indoor study, teaching geologic strata, evaluation, Kita-Asakawa

### 1. はじめに

地層の学習は小学校第6学年と中学校第1学年で実施されている。学習指導要領(文部省, 1998a, b)では、地層の学習には野外観察を取り入れることが明記されているにもかかわらず、その実施率はきわめて低い(安藤, 2004)。つまりほとんどの学校が地層の学習においては、野外観察なしで授業を実施しているのが現状である。

相場(2007a)は理科教育における直接経験と間接経験を定義し、四つのカテゴリー(自然的直接経験、人為的 direct 経験、人為的間接経験、自然的間接経験)に

類型化した。そして野外観察などの自然的直接経験と他のカテゴリーとの比較研究が今後の理科教育にとり重要な研究テーマであることを述べた。

つまり地層の学習において、自然的直接経験である野外観察を実施した場合と、野外観察を実施しないでビデオなどの間接経験で指導した場合との教育効果を比較する研究を行うことが重要である。その結果、野外観察のほうが教育効果が高いことが示されたならば、学習指導要領の記述どおりにできるだけ授業の中に野外観察を取り入れていく努力が求められることになる。また、逆にビデオなどの間接経験のほうが教育効果が高いという結果がでるようであれば、あえて無

理をして授業の中に野外観察を取り入れなくても良いことになる。

本研究は、実際に地層の観察指導を野外で実施した場合（以下野外実習と言う）と、ビデオや写真および、レキ・砂・泥・化石などの実物標本を準備し、野外とできるだけ近い状況にした授業（以下室内実習と言う）とを実施し、その教育的効果の相違について考察することを目的とする。

## 2. 研究方法

対象は慶應義塾幼稚舎6年生である。野外実習は、希望者21名で実施し、室内実習は132名全員を対象に実施した。野外実習地は東京近郊で小学生に引率可能な場所を選定し、教材化を行った。室内実習は、その野外実習地の情報をできる限り教室内に持ち込むという方法を考えて教材化した。野外実習に参加した児童は、野外実習後に室内実習も経験させた。

野外実習と室内実習の評価は、チェックリストによる観察法で行った。さらに、野外実習と室内実習の両方を経験した児童に対しては質問紙法で実施した。また、野外実習、室内実習ともに、協同学習形式と個人学習形式の両方で行い、それぞれについての評価に基づいて、その教育効果についても考察した。

## 3. 野外実習地

野外実習を実施した場所は、東京都八王子市内を流れる北浅川河床であり、ここには第三系上総層群の寺田層が分布している。ここからはメタセコイアの化石林が発見されており（楢原植物化石層研究グループ、1967）、また、長鼻類の切歯、臼歯、骨格の化石が産出した場所でもある（相場ほか、2003）。関東平野西縁丘陵団体研究グループ（1995）は、多摩丘陵の上大船火山灰層のフィッシュン・トラック年代を測定し、2.1 Maの値を得た。松川ほか（2006）によると、上大船火山灰層は北浅川の化石産出地点の層準の上位に対比されるので、本地域の形成年代は、約200万年前ということにした。

本地域は野外観察の実習地としてすでに紹介されている（松川ほか、1991；相場、2002）。しかし、本地域での実践的な研究事例はまだ報告されていない。

観察ポイントは、相場（2002）をもとに、以下の五つを設けた（図1）。

### (1) ポイント1

中央高速道路の上流約100mの場所に小～中レキ

層の露頭が見られる。レキの形は扁平で、マトリックスはローム質の黄褐色砂層である。レキ種はほとんどが砂岩からなる。このレキ層のすぐ上位に段丘レキ層が重なる。この段丘レキ層のレキは、中～大レキであり、マトリックスも黒色の泥である。本層にはビニール袋が挟まれていることがある。

### (2) ポイント2

中央高速道路から下流側約70mほどの場所には層理面上に密集して分布する長鼻類の足跡化石が観察できる。最大径は30～40cmほどであり、密集しているところから群をなして歩いた跡であることが推察できる。また、注意深く観察すると偶蹄目の足跡化石も見つけることができる。しかし、これらの足跡化石はこの層準全体に残されている可能性が高く、河川の増水後に被覆層が侵食されて新たに発見されることも多い。長鼻類の足跡をつけたものは、ステゴドン属の一種であり、新種の可能性も指摘されている（相場ほか、2003）。

### (3) ポイント3

ポイント2からさらに70mほど下流の地点に立木化石が2本ある。それらは保存も良く、年輪を数えることもできる。1本は直径約60cmで、約150本の年輪を数えることができた。この立木化石は、メタセコイアと解釈されており、450年を超える年輪が計測されている（藤本・鈴木、1974）

### (4) ポイント4

ポイント3の立木化石周辺に分布する砂質泥層中には、メタセコイアの球果、オオバタグルミ、ヒシの実、エゴの実、などの植物化石が産出する（Kimura et al., 1981）。まれに甲虫の化石が見つかることもある。

### (5) ポイント5

ポイント4からさらに下流側に100mほどの場所に、径5mmほどのパミスを含む特徴的な暗紫色のシルト層が分布している。この層の中にはたくさんの材化石が含まれており、またコハクも産出する。コハクの保存はあまり良くないが、まれに直径5cmに達する大きなものも産出する。

## 4. 学習指導計画

単元名は第6学年の「土地のつくり」である。単元の目標として、以下の3点を設定した。

①地層がしまもように見えるのはレキ、砂、泥、火山灰などの粒径および構成物質の違いによることが理解できる。

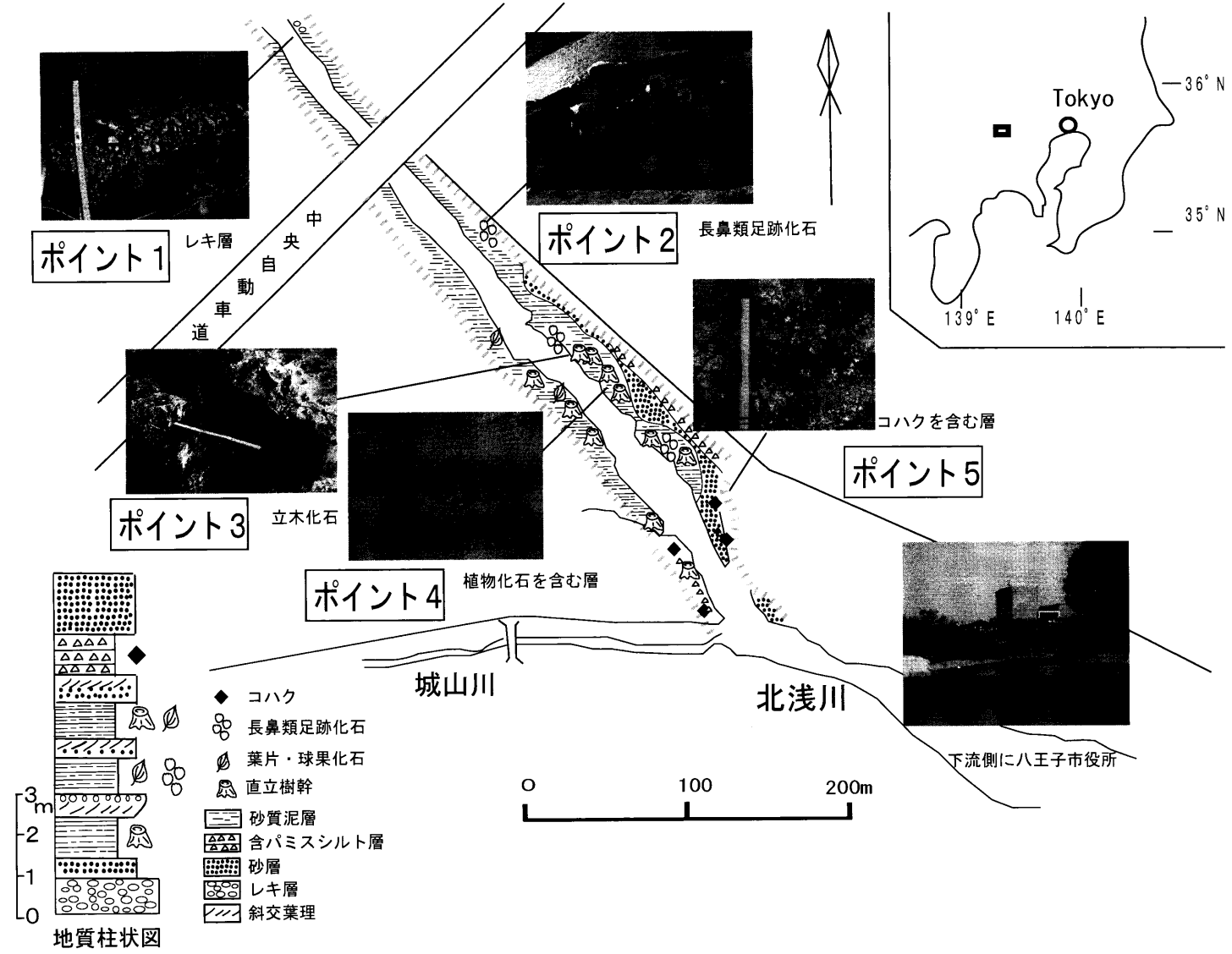


図1 北浅川野外実習地の観察ポイント、相場(2002)を改変

②地層は広がりをもって分布しており、水の働きや火山の働きによってできることが理解できる。

③地層の中には化石が含まれることがあり、化石から過去の様子を知ることができる。

この単元の基礎的な知識（地層の成因、地層の構成物の種類、化石の意味など）については野外観察を実施しないで教室の授業の中で行った。野外実習および室内実習は、発展的・補充的学習として位置づけた。

## 5. 学習内容とワークシート

ワークシートは野外および室内両方で利用できるもので全く同じものを作成した（図2～4）。学習内容はポイントごとに以下のように作成した。

### (1) ポイント1

ここでは、上総層群の地層に含まれるレキをレキA、段丘レキ層のレキをレキB、河床に落ちているレキをレキCとして、その相違を比較させる。それぞれのレキの特徴を観察し、三つのレキの相違について考察させる。観察のポイントは以下の4点である。

①レキAのレキは大きさも小さく、レキBとレキCとはレキ径が異なることに気づくことができるか。

②レキBを含むレキ層の中にはビニール袋が挟まっており、このことからこの地層は最近できたことに気づくことができるか。

③レキBも何万年もたてば、レキAと同じように地層となる可能性があることを推理できるか。

### (2) ポイント2

不思議な凹みということで、長鼻類と偶蹄目の足跡の化石の観察をさせた。足跡も化石であるという学習はすでに教室の中で実施している。ただし、実際に本物を観察した場合にそれを足跡化石と気づくのか、もし気づいたとしても証拠をあげてそれを説明ができ、また足跡の産状から、その動物の歩き方を推察させることを目的にした。

### (3) ポイント3

立木化石を観察させて、この木が化石と言えるかを考えさせた。児童の持つイメージとして、化石は石のように固くなったものというものがある。しかし、このように完全に石になっていなくても、柔らかいものでも、その地層の中に含まれていれば化石であるということを理解させる。また、年輪を数える作業から、その木の生きていた年数がわかることも気づかせる。

### (4) ポイント4

地層をハンマーで自由にたたかせて、植物化石を採

集させる。地層は、砂質泥岩からなり、部分的には砂が優勢となり、砂層になっている部分もある。実際に触れてみると、多くの地層が泥からできていることがわかる。また、メタセコイアの球果が多く含まれており、立木化石も周りに多数あることから、当時このあたりはメタセコイアの森林が存在したことについて予想させる。

### (5) ポイント5

径5mmほどの白色のパミスを含む地層であり、パミスから当時、火山活動があったことに気づかせる。また、コハクを採集することにより、コハクの成因について理解させる。

そして、今まで観察してきた、レキ層、立木の層、コハクを含む層の重なり方の順番について推察させる。この地域の地層は全体的に下流側に緩く傾斜している。すなわち、下流にいくに従って上位の地層が現れてくることになる。地層の垂直方向に重なった部分の観察と、水平方向への広がりとを考えれば気づくはずである。

## 6. 室内実習の工夫

室内で可能な限り野外と同じ条件を再現するために、ビデオや写真と、レキ・砂・泥・化石などの実物標本を準備した（図5）。

まず、全体の概観と各ポイントの地層や化石の様子とその説明をビデオクリップとして用意した。ビデオクリップは、各班1台ずつ用意したノートパソコンの中にファイルとして保存し、班ごとに自由に見ることができるようにした。

児童に用意した写真（図5F）は、ポイント1のレキB、レキCの写真、ポイント2の不思議な凹みである穴Aと穴B、ポイント3の立木の全体の写真と年輪を数えることのできる写真、ポイント4のメタセコイアの球果の産状を表した写真である。各写真には、本物の大きさがわかるようにスケールを示してあり、カラーで印刷し、班ごとに配布した。

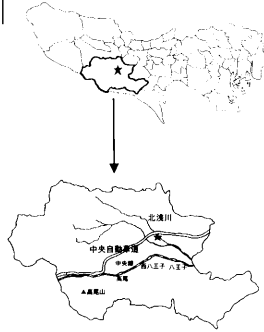
本物のサンプル（図5A～E）は、持ち込み標本としてポイント1のレキA、ポイント3の材化石、ポイント4のメタセコイアの球果化石、ポイント4の化石を含む泥層、ポイント5のコハクを含むパミスを含む泥層である。これらは、それぞれケースに入れて班ごとに準備した。

**テーマ** 200 万年前の東京を探ろう

～地層や化石の観察を通して～

□ 年 □ 組 □ 番 □

4 東京都八王子市 北浅川



今私たちが目にしている自然環境は、あたかも昔からそこに存在していたかのように思いがちですが、環境は今見ているものが全てではなく、実は多くの年月をかけて変化し続けているものなのです。

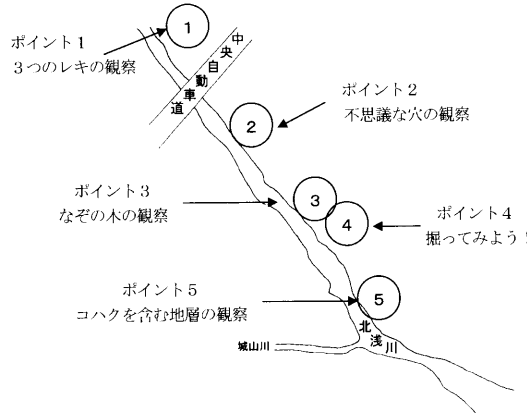
東京都八王子市の北浅川の河床には、約200万年前の地層が分布しており、そこからは、さまざまな化石がとれます。化石とは、過去の生物の遺体または遺跡が地層中に埋まり保存されたもので、化石を見ることでその時代の環境を探ることができます。化石は過去からのメッセージなのです。

化石や地層を見たり、さわったり、採集したりしながら、200万年前の東京はどんな環境だったのか探ってみましょう。

ポイントは5つあります。

〈観察ポイント〉

5つのポイントを上流からまわります



**ポイント1 レキの観察**

★ 3つのレキを観察しよう。

ここで見られるA、B、Cの3つのレキには、大きな謎があります。さて、どんな謎でしょうか？ スケッチしよう。

A	B	C
---	---	---

① レキはどんな形をしていますか。

A( ) B( ) C( )

② レキの平均の大きさは、約何cmくらいですか。

A( ) B( ) C( )

③ レキのようすで、気づいたこと。

A( ) B( ) C( )

**課題①** これら3つのレキの違いは、何を意味しているのだろうか？

**ポイント2 不思議な穴**

さて、この2つの穴は何でしょうか？形をよく見てスケッチしよう。

A	B
---	---

図2 北浅川実習ワークシート その1

# 北浅川実習ワークシート No.3

◎ 2つの穴について、調べてみましょう。

	一番長い部分の長さ (cm)	気がついたこと
A		
B		

**課題②** この2つの穴は何だと思いますか。

A

B

## ポイント3 なぞの木

★この木はどんな木でしょう。

◎ この木について調べてみましょう。

この木は何年間生きていた木でしょう。年輪を数えて調べてみましょう。

年輪は1年で1本できます。  をうめましょう。

1cmに年輪が  本ある。半径  cmの木では、

年輪が全部で  本。

つまり、約  年間生きていた！！



年輪の間隔が平均的などころを測ろう。

**課題③** この木は、化石ですか、化石ではないですか。 (化石・化石ではない)  
なぜそう考えたのか、書きましょう。

# 北浅川実習ワークシート No.4

## ポイント4 掘ってみよう！！

化石は過去からのメッセージ☆さあ、どんなメッセージがうまっているのだろう。掘ってみよう！！

★見つかった化石は何か？

スケッチしよう。

こんな化石が見つかるよ！！

メタセコイアの実



メタセコイアの葉



オオバタクルミ



ツゲの葉



エゴの木の種

★化石は、どんな地層に含まれているだろうか。

①さわってみよう。 手ざわりはどれだろう。(ごつごつ・ざらざら・ぬるぬる)

②レキ、砂、泥、どれだろう。( )

**課題④** 見つかった化石から、どんなことがわかるだろう。



## 北浅川実習ワークシート No.5

### ポイント5 コハクを含む地層の観察

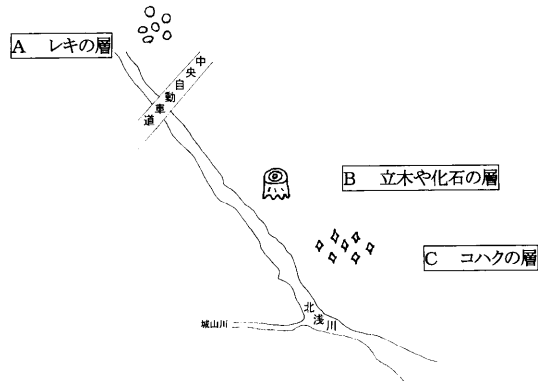
コハクとは…樹脂(樹木からにじみ出る粘りけのある物質)の化石。アクセサリーなどに利用されている。昆虫の入ったものは、めずらしいので「虫入りコハク」として大切にされている。

★コハクは、どんな地層に含まれているだろうか。

- ①さわってみよう。 手ざわりはどれだろう。( ごつごつ ・ ざらざら ・ ぬるぬる )  
 ②レキ、砂、泥、どれだろう。 ( )

※ 地層に含まれている白い粒は、火山が噴火したときにできて積もったもの。これがあると、この時代火山の噴火があったということがわかります。

課題⑥ 今まで観察してきた、レキの層(A)、立木や化石を含む層(B)、コハクを含む層(C)はどのような順番で重なっていると思いますか。



①
A
B
C

②
B
C
A

③
C
B
A

④
A
C
B

⑤
B
A
C

( )

図4 北浅川実習ワークシート その3

## 北浅川実習ワークシート No.6

### まとめ

★今まで見てきたものを手がかりに、200万年前の北浅川について考えてみよう。

- ① 何のはたらきによって、できた地層だろう。 ( )  
 ② どんな生物がいたのだろう。 ( )  
 ③ どんな場所だったのだろう。 ( )  
 ④ 季節はいつだろう。 ( )

★200万年前の北浅川の様子を絵に表してみよう。

わかったこと・疑問に思ったこと・感じたこと・考えたこと

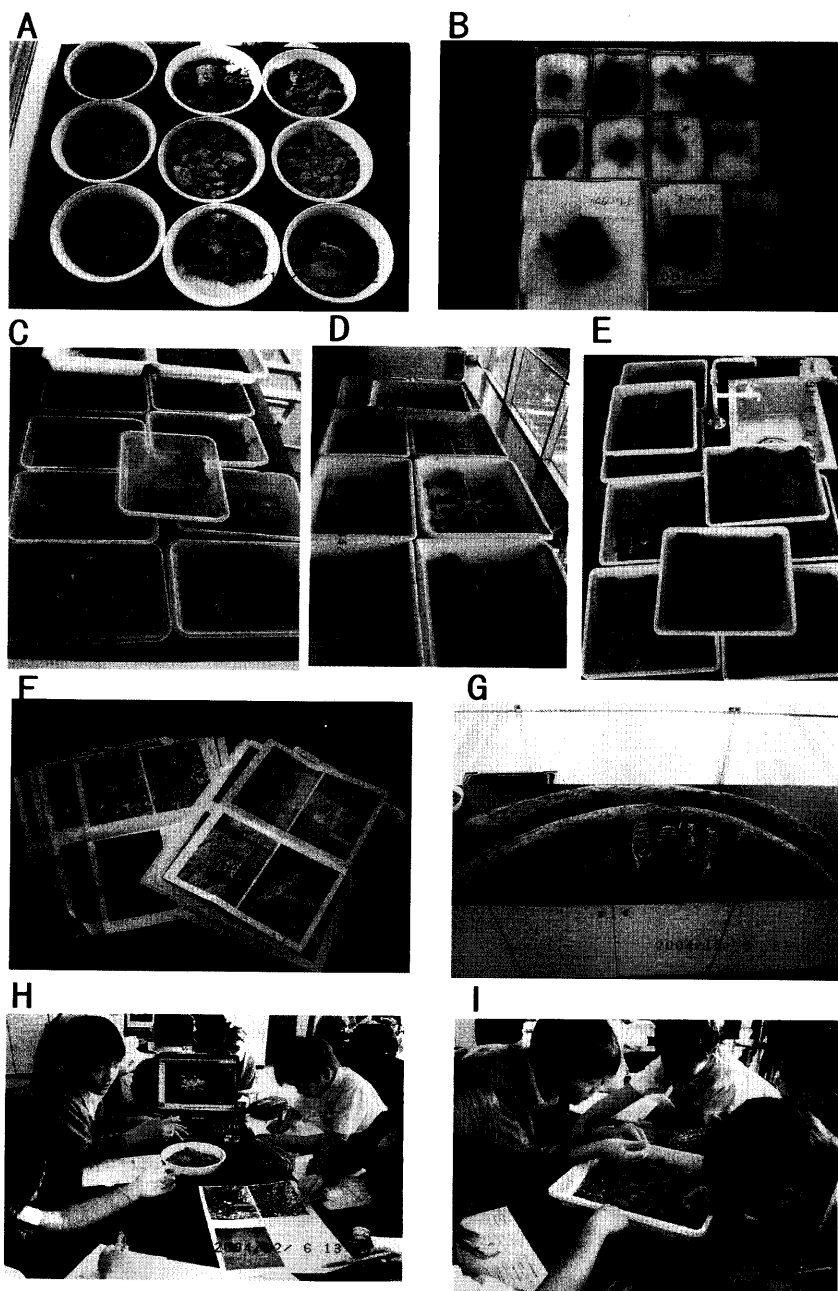



図5 室内実習で準備したもの

A: ポイント1のレキ, B: メタセコイアやオオバタグルミなどの化石, C: 立木化石, D: 植物化石を含む泥層, E: コハクを含むシルト層, F: 観察地や化石の産状を写した写真集, G: 長鼻類化石のレプリカ, H: 写真とビデオクリップを用意したテーブル, I: コハクを含むシルト層を観察している児童の様子

## 7. 実践

野外実習は、平成16年11月27日(土)の午前10時から午後2時まで実施した。参加児童は21名である。この児童は希望者であり、もともと学習意欲の高い児童と言うことができる。ただ、第一著者が普段行っていた授業の様子から判断すると、今回野外実習に参加した児童は、とくに理科が得意で興味関心の高い児童ばかりでなく、平均的な児童や理科に普段は興味関心をあまり示さない児童も含まれている。この21名を機械的に10名と11名のA、Bの2グループに分けた。指導者はAを著者の一人の相場が行い、Bグループはもう一人の著者である小林が行った。二人の指導の差が出ないように、何度も下見をしたうえで十分な打ち合わせをした。評価のために、各グループとも授業の様子をビデオで撮影した。またチェックリストによる行動観察を行うために計4名の大人が評価のために参加した。

実習は、ワークシートの流れに沿って実施した。各ポイントで、指導者が課題を出し、その課題を解決するために観察を実施するという問題解決型学習を行った。さらに、協同学習形式と個人学習形式の教育効果の違いを考察するために、Aグループは、ポイント3、4、5を協同学習形式にし、ポイント1、2を個人学習形式にした。それに対して、Bグループは、ポイント1、2、5を協同学習形式にし、ポイント3、4を個人学習形式にした。協同学習では、各グループの中でそれぞれ二つの班(人数は5~6名)を作り、班の中で議論をさせながら課題を解決させていく方法である。

室内実習は、12月6日(月)と12月8日(水)に実施した。授業時間はそれぞれ90分である。授業では、各ポイントでの観察時間を野外観察の場合と同じ時間に設定した。すなわち、ポイント1~3は各10分、ポイント4、5は各20分である。

評価は、12月6日(月)の6年O組44名と6年K組44名の授業について実施した。6年O組の授業の形式は、個人学習形式であり、6年K組は協同学習形式である。それぞれ野外と同じように、チェックリストによる評価を行い、記録用としてビデオ撮影を実施した。

なお、野外実習に参加した21名は、室内実習で同じことを学ぶことになる。すでに結果も知っていることになるので、21名には班の人には結果を教えないように指示し、ワークシートを作成する代わりに、野

外実習と室内実習との違いについてのレポートを書かせることにした。

## 8. 評価

### (1) チェックリストによる評価

チェックリストによる評価は、野外実習における評価法として考案されたものである(馬場ほか, 1986)。この評価法は、観察者があらかじめ作成しておいたチェックリストをもとにして対象者の言動を観察して評価する方法である。そのため一人の観察者が評価できる対象者の数は限られてくる。よって、十分な数の観察者がいない場合は対象者を絞る必要がある。今回の実践では対象者をそれぞれ5名に絞った。すなわち、野外実習Aグループ10名中5名、野外実習Bグループ11名中5名、室内実習K組44名中5名、室内実習O組44名中5名である。もちろん室内実習で選んだ児童は野外実習の未経験者である。選定は普段の授業を受け持っている著者である相場が十分に吟味し、関心・意欲、知識・理解力などができるだけ平均的であると判断された児童を選定した。観察者は東京学芸大学4年生と同大学院生の4名である。野外実習と室内実習ともに2名ずつの観察者を配置した。また実習記録としてビデオ撮影も実施した。2名の観察者はお互いに見落とししたところを補足しながら評価を行うようにした。またビデオの実習記録も実習後に補足的に利用した。観察者はできるだけ客観的な評価ができるように全員で事前に十分な打ち合わせを行い、また事後も十分な検討会を持った。

チェックリスト(図6)は、各ポイントの児童の行動について、細かなチェック項目を設け、○、△、×の3段階で評価できるように作成した。その基準は教師の助言なしでもできた場合は○、教師の助言によってできたものには△、教師の助言でもできなかったものは×とした。また、積極的に参加しているかという意欲・態度の評価に関しては、十分積極的であるか、ほぼ積極的であったか、積極的でなかったかの3段階で評価した。

野外実習と室内実習との教育効果を比較するうえで、チェックリストの中の項目で、室内実習では実施できないものについてはあらかじめ省いてから比較しなければならない。例えば、ポイント1の⑤の「レキを含む地層の固さに注目しているか」などの項目である。これは野外実習では可能でも室内実習では不可能である。このように削除した項目は合計で7項目(ポ

# チェックリスト

自分の力のできる(十分満足)……………○  
 教師や友達の助言によってできる(やや満足)… △  
 できない(不十分)…………… ×

ポイント	チェックリスト課題	対象児童名					発言・つぶやき・話し合いの進め方など
1	①れきが丸まっていることに気づくか。						
	②丸まっているのは、水の影響であることに気づくか。						
	③れきの形に注目しているか。						
	④れきの大きさに注目しているか。						
	⑤れきを含む地層の固さに注目しているか。						
	⑥積極的に話し合いに参加しているか。						
	⑦自分なりの答えを導き出せるか。						
2	①穴のデータをとることができるか。						
	②地面が固いか、やわらかいかに着目しているか。						
	③1つの穴ではなく、ほかの穴にも着目しているか。						
	④自分の足と比較しているか。						
	⑤積極的に話し合いに参加しているか。						
	⑥自分なりの答えを導き出せるか。						
3	①年輪を数え、調べることができるか。						
	②地層中に埋まっていることに、着目しているか。						
	③地面が固いことに気づくか。						
	④積極的に話し合いに参加しているか。						
	⑤自分なりの答えを導き出せるか。						
4	①興味を持って化石採集に取り組んでいるか。						
	②見つかった化石が、何であるかわかるか。						
	③手ざわりから、泥の地層であると判別できるか。						
	④一番たくさん見つかった化石が何であるかということに着目しているか。						
	⑤化石から、古環境を推定できるか。						
	⑥積極的に話し合いに参加しているか。						
	⑦自分なりの答えを導き出せるか。						
5	①手ざわりから、泥の地層であると判別できるか。						
	②その場で考えず、自分から動き確かめようとしているか。						
	③地層の重なり方に着目しているか。						
	④地層の広がりを意識しているか。						
	⑤地層が下流側に傾いていることに気がつくか。						
	⑥積極的に話し合いに参加しているか。						
	⑦自分なりの答えを導き出せるか。						

気がついたことなど

図6 チェックリスト

イント1の⑤、ポイント2の②、③、④、ポイント3の③、ポイント4の①、④、ポイント5の②)である。このような項目を省いたうえで、○、△の合計点を出して比較したところ、野外実習A、野外実習Bが高い得点を示し、室内実習K組、室内実習O組の順番で

あることが示された(図7、表1)。最高の野外実習Aと最低の室内実習O組の得点の差は2倍近くもある。このことから、野外実習のほうが室内実習より高い教育効果があったことが認められた。同じ室内実習でも協同学習をしたK組のほうが個人学習のO組より高

表1 各グループ別のチェックリストの結果

野外実習Aグループ

チェックリスト課題	対象児童					計
	A	B	C	D	E	
1-①	1	1	1	1	1	5
②	0	1	1	1	1	4
③	0	1	3	0	0	4
④	1	2	3	0	2	8
⑤	0	2	2	2	0	6
⑥	0	1	3	1	1	6
2-①	2	2	2	2	3	11
⑤	1	2	2	1	2	8
⑥	1	2	2	2	2	9
3-①	1	2	1	1	2	7
②	1	1	1	1	1	5
④	2	2	2	2	2	10
⑤	2	2	2	1	2	9
4-②	1	1	1	1	1	5
③	1	1	2	1	2	7
⑤	1	2	2	2	2	9
⑥	0	0	2	0	2	4
⑦	1	2	2	2	2	9
5-①	0	0	0	0	0	0
③	1	1	1	1	1	5
④	1	1	1	1	1	5
⑤	1	1	1	1	1	5
⑥	1	2	1	2	2	8
⑦	0	2	2	0	2	6
計	20	34	40	26	35	155

野外実習Bグループ

チェックリスト課題	対象児童					計
	F	G	H	I	J	
1-①	1	1	1	2	1	6
②	1	2	1	1	1	6
③	2	2	2	2	2	10
④	2	1	1	1	1	6
⑤	2	2	2	2	2	10
⑥	2	2	2	1	2	9
2-①	1	2	1	1	1	6
⑤	1	1	2	2	2	8
⑥	1	2	1	2	2	8
3-①	2	2	1	1	1	7
②	1	1	1	1	1	5
④	2	1	2	1	1	7
⑤	1	2	1	2	0	6
4-②	2	2	1	1	2	8
③	2	2	1	1	1	7
⑤	0	0	0	0	2	2
⑥	1	2	1	1	2	7
⑦	0	2	0	0	0	2
5-①	1	1	1	1	1	5
③	0	1	0	0	1	2
④	0	1	0	0	0	1
⑤	0	1	0	0	0	1
⑥	2	2	2	2	2	10
⑦	2	2	2	1	1	8
計	29	37	26	26	29	147

室内実習K組1班

チェックリスト課題	対象児童				計
	K	L	M	N	
1-①	0	2	0	0	2
②	0	0	0	0	0
③	2	2	1	2	7
④	0	0	0	0	0
⑤	0	0	0	2	2
⑥	0	2	1	2	5
2-①	0	2	0	0	2
⑤	0	2	0	0	2
⑥	1	0	0	1	2
3-①	2	2	0	2	6
②	2	1	2	1	6
④	2	2	1	0	5
⑤	2	2	2	2	8
⑥	2	2	1	1	6
⑦	2	2	1	1	6
5-①	2	2	2	2	10
③	0	0	0	0	0
④	0	0	0	0	0
⑤	0	0	0	0	0
⑥	0	2	0	0	2
⑦	2	2	1	1	6
計	25	35	14	21	95

室内実習O組1班

チェックリスト課題	対象児童					計
	P	Q	R	S	T	
1-①	0	0	0	1	0	1
②	0	0	0	0	0	0
③	2	1	1	2	2	8
④	1	1	1	1	2	6
⑤	2	0	0	2	1	5
⑥	0	0	0	2	1	3
2-①	0	0	0	0	0	0
⑤	0	0	0	2	2	4
⑥	0	0	0	2	1	3
3-①	2	2	2	2	2	10
②	1	1	1	1	1	5
④	1	1	1	2	1	6
⑤	1	1	1	2	1	6
4-②	0	0	0	0	0	0
③	1	1	1	2	2	7
⑤	0	0	0	1	1	2
⑥	0	0	0	2	1	3
⑦	0	0	0	2	1	3
5-①	0	2	0	2	2	6
③	0	0	0	0	0	0
④	0	0	0	0	0	0
⑤	0	0	0	0	0	0
⑥	0	0	1	2	1	4
⑦	0	0	0	2	1	3
計	11	10	9	32	23	85

A~Tは対象児童を表す。数字は○; 2点, △; 1点, ×; 0点として点数化したもの。比較できないチェックリスト課題(ポイント1の⑤, ポイント2の②, ③, ④, ポイント3の③, ポイント4の①, ④, ポイント5の②)は削除してある。

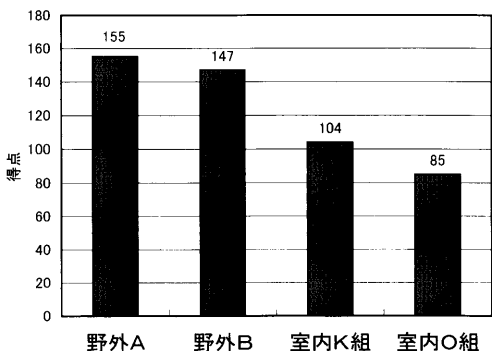


図7 チェックリストの結果(縦軸の得点は得点の合計を示す)

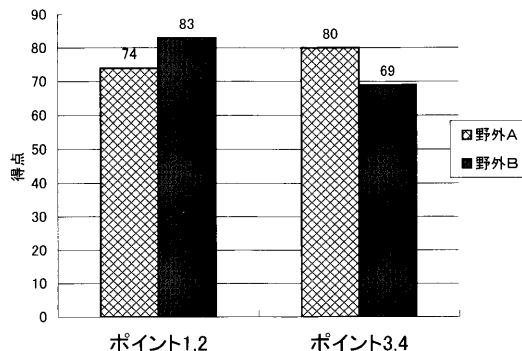


図8 野外実習におけるチェックリストの結果の比較(ポイント1,2では, 野外Bが協同学習形式, 野外Aが個人学習形式, ポイント3,4では, 野外Aが協同学習形式, 野外Bが個人学習形式, 縦軸の得点は得点の合計を示す)

い教育効果を示していると解釈できる。

さらに, 野外実習でも, Aグループはポイント3,4で協同学習を取り入れ, Bグループはポイント1,2で協同学習を取り入れていることの影響についても, 協同学習を取り入れたほうが高い教育効果があったことが示された(図8)。

ポイントごとに比較した結果では, ポイント1,2,5において野外実習のほうが高い得点を示した(図9)。とくにポイント1では野外で協同学習を実施した野外実習Bグループの成績が高い。それに対してポイント3,4では野外と室内ではそれほど大きな差がないことが示された。とくに協同学習を取り入れた室内実習のK組と協同学習を取り入れていない野外実習のBグループでは, 若干室内のほうの成績が良いとい

う結果が出た。ポイント3は, 立木の化石の観察であり, またポイント4はメタセコイアの球果などの植物化石の観察である。化石を丁寧に室内で観察し, 協同学習の形態をとれば野外よりも有効な結果を導く可能性もあることを示していると解釈できる。

ポイント5では, コハクを採集したあとに, まとめて, 今まで見てきた地層がどのような順番で重なっているかという課題を出した。この問題は, 地層の重なり方や広がりに着目した問題である。地層が下流側に傾斜している写真やビデオを示しても, それに着目する子供は認められなかった。その結果, 室内実習では多くの子供が理解できなかったと解釈される。

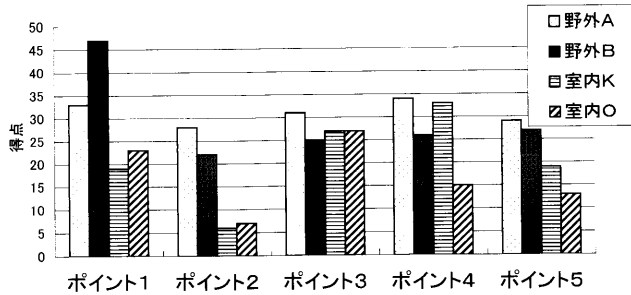


図9 ポイント別のチェックリストの結果（縦軸の得点は得点の合計を示す）

表2 野外実習と室内実習のどちらを支持するか

ポイント1			ポイント4		
レキの形や大きさを比べる場合			地層に含まれる化石の観察		
野外	室内	同じ	野外	室内	同じ
19	0	1	15	3	2
3つのレキの違いを考える			化石からどんなことが言えるかを考える		
野外	室内	同じ	野外	室内	同じ
17	0	3	12	2	6
ポイント2			ポイント5		
足跡化石の観察			地層の重なり順番を考える		
野外	室内	同じ	野外	室内	同じ
17	0	3	17	0	3
足跡化石が何であるかを考える			まとめ		
野外	室内	同じ	全体を通してわかりやすいのは		
14	0	6	野外	室内	同じ
ポイント3			20	0	0
立木の年輪を数える			全体を通して興味・関心を持ったのは		
野外	室内	同じ	野外	室内	同じ
19	0	1	20	0	0
立木が化石かどうか考える					
野外	室内	同じ			
18	1	1			

N=20（野外実習は21名参加したがアンケートの実施時に1名欠席したため）。

また、野外実習においても自分の力でそのことに気づき正解を出せる児童はなく、教師の助言を得てから理解できた。文部科学省初等中等教育局(1997)の評価問題の実態調査でも同じような地層の広がり問題が出題されており、正答率は67.4%の認識率である。しかし、これらの問題は子供にとっては単に図形の問題としてとらえている可能性がある。実際の本物の地層を観察して、その広がりや重なりを理解することは小学生にとっては難しいことであり、直接経験における理解とペーパーテストによる理解との間にあるギャッ

プを示す一例であることを示す可能性がある。

なお、室内実習においてチェックリスト法の対象とした5名の児童の得点には大きな差が生じた(表1)。普段の授業の様子よりできるだけ平均的であると判断された児童を選定したつもりであるが、なぜそのような差が生じたかは今後の検討課題としたい。

(2) 野外と室内両方を経験した児童への質問紙法による評価

今回の実践では、21名の児童は、野外実習と室内実習の両方を経験したことになる。直接、その両方の相

表3 野外実習を支持する理由（児童の自由記述）

		野外実習の方が良いと思った理由	室内実習では良くないと思った理由
ポイント1	①レキの大きさや形を比べる場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・触ったり、持ったりできる。</li> <li>・そのままの状態で見ることができる。</li> <li>・細かく見ることができる。</li> <li>・川の流れ方を見たり、地層を比較したりできる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ビデオや写真だと大きさや形がわかりにくい。</li> </ul>
	②3つのレキの違いを考える場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レキの大きさを見ながら考えられる。</li> <li>・地層に入っている状態のレキが見れる。</li> <li>・地層がどこまで続いているかわかる。</li> <li>・地層の重なり具合がよくわかる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レキAの小ささや丸さがパソコンでは見えにくい。</li> <li>・重さが調べられない。</li> <li>・地層に入った状態でないのでわかりにくい。</li> </ul>
ポイント2	①2つの穴を観察する場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大きさが深さがよくわかる。</li> <li>・細かいところまで観察できる。</li> <li>・触れる。</li> <li>・周りの地形から比べやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・写真だと、爪など細かいところまでわかりにくい。</li> </ul>
	②2つの穴がそれぞれなんの穴か考える場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大きさがわかりやすい。</li> <li>・穴と穴の間隔を比べやすい。</li> <li>・写真やビデオ以外の穴を見つけることができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・写真だと小さいという特徴しつかめれない。</li> </ul>
ポイント3	①なぞの木的年輪など観察する場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ぼらぼらではなく、まとまっていたほうがよくわかる。</li> <li>・数えやすい。</li> <li>・触れる。</li> <li>・自分の目でその場所で見たいほうがわかりやすい。</li> <li>・周りの地層が見れる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・写真だと細かいところが見えない。</li> </ul>
	②なぞの木が化石かどうか考える場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本物を見ながら考えられる。</li> <li>・自分の手で触れる（湿り気や硬さで判断できる）。(3)</li> <li>・どのように生えているかわかる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・周囲や、切り株全体を観察できない。</li> <li>・周りの土を掘ることができない。</li> </ul>
ポイント4	①地層に含まれている化石を観察する場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自分で掘って、採ることができる。</li> <li>・どのように埋まっているかわかる。</li> <li>・どの化石がどのくらいあるかわかる。</li> <li>・化石の、形・色がわかりやすい。</li> <li>・触ったり、長さを測ったできる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全体の様子がわからない。</li> </ul>
	②見つかった化石からどんなことが言えるかを考える場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化石を見ながら考えることができる。</li> <li>・細かく見ることができる。</li> <li>・どんな化石があるかわかる(2)。</li> <li>・その場にいといるいろいろなことが頭に浮かぶ。</li> <li>・出てきた場所によって何の裏かわかるから。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・周りを見て推定できない。</li> <li>・そこらじゅうに、同じような木があることがわからない。</li> </ul>
ポイント5	地層の重なっている順番を考える場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地層の重なり、色、形がはっきりしている。</li> <li>・実際の地形や風景をみて考えられる。</li> <li>・上流の地層と下流の地層をみて比べられるから。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全体を見渡すことができない。</li> <li>・実際に見るのと絵や写真は違う。</li> </ul>
まとめ	①全体を通してどちらがわかりやすかったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本物を観察できる。</li> <li>・自分で調べられる（化石採取・レキ、足跡の大きさなど）。</li> <li>・その場で見て聞いて考えることができる。</li> <li>・細かく個人的に、教えてくれる。(3)</li> <li>・周りの環境・化石・地層がよくわかり比べられる。(2)</li> <li>・自分の五感を使って体験できた。(2)</li> <li>・本物のほうがわかりやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実際に見るのと、ビデオなどでは見え方が違う。</li> </ul>
	②全体を通してどちらが興味・関心をもったか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実際に採集・観察したほうが理解できる。(2)</li> <li>・実際にはかたり、触ったりを自分でできる。(3)</li> <li>・疑問に思ったことをその場でできるから。</li> <li>・本物だといろいろなことができる。</li> <li>・地層を掘って化石を実際に見るのは楽しい。</li> <li>・さわった感覚や細かい部分が見られる。</li> <li>・歩く苦労はするが、それがまた楽しい。</li> <li>・周りの環境と、昔の環境を比べられる。</li> <li>・野外だと、調べる意識が無限に増えるから。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・教室だと眺めているだけである。</li> </ul>

カッコ内の数字は重複人数を示す。

違について質問した。

質問紙は「実際に野外で観察する場合と、教室でこのようにビデオや写真、標本を持ち込んでの授業を行う場合とで、どちらがわかりやすいか」という内容で、わかりやすいほうを選択させた。さらに、どちらもかわらないという選択肢も加えた。また、選択するだけでなく、その理由も記入させた。質問はポイントごとに二つ（ポイント5は一つ）用意した。最後にまとめとして、全体を通してわかりやすいほうを選んでもらうものと、全体を通してどちらが興味・関心を持ったかの二つを聞いた。

質問項目とその結果は表2に示す。この結果から、児童たちは、すべての項目で野外実習を支持したことになる。とくに、全体を通してわかりやすかったのと、

興味・関心を持ったものに関しての質問は両方とも全員が野外実習を選択した。野外実習を支持する具体的な理由については表3に示す。「野外実習のほうが良いと思った理由」と「室内実習では良くないと思った理由」の二つの項目に分類して示した。最も多い回答が、「実際に触れることができる」、「自分の手で確かめられる」、「自分で掘って採ることができる」など、自らの意志で自然にかかわることができることを述べている。そしてそのように本物とインタラクティブに情報をやり取りできることにより理解が深まり意欲も高まることも指摘している。また、室内実習では「周りの様子の比較」や「全体の様子の把握」などに関して制限があることの指摘も多く述べられた。学習意欲に関しても野外実習では「野外だと調べる意識が無限に

増えるから」という意見がある一方で室内では「教室だと眺めているだけ」という相違に気づいていた。

一方、本物の支持が8割に達しなかったものは、「化石からどんなことが言えるかを考えること」、「足跡化石が何の穴なのかを考えること」、「地層に含まれる化石の観察」の三つである。それら三つの支持が約6～7割とやや低い理由として、「教室内でもじっくりと考えることができる」、「教室内でも標本があるので、それを見てじっくり観察できる」という理由である。つまり、化石の産状の観察を除いて化石そのものを観察する場合には、それが野外に存在しなくても教室に持ち込んだもので良いという考えである。このことはチェックリスト法においてポイント3とポイント4での評価に大きな相違がない点と矛盾しない。また、化石を教室に持ち込んで実習を行い、その本物支持率を考察した相場(2007b)の結果とも一致する。このことは、化石などの本物を教室に持ち込むような人為的 direct 経験は自然的 direct 経験である野外観察の代わりになりうることを示した結果である。

## 9. まとめと今後の課題

小学校6学年の地層の学習を例として、野外実習と室内実習の実践を行い、その教育的効果の比較を行うという視点で研究を実施した。その結果、以下のことが示された。

(1) 地層の野外実習と室内実習の実践を行い、その評価をチェックリスト法を用いて行ったところ、全体的に、野外実習のほうが室内実習よりも教育効果が高かった。

(2) 化石という観察対象物を直接教室に持ち込むという人為的 direct 経験は実際に野外で観察するのと同じ程度の教育効果が得られる。

(3) 地層の野外実習においても、室内実習においても協同学習は有効である。

(4) 地層の野外実習と室内実習の両方を経験した児童は、野外実習のほうを強く支持した。

(5) ビデオや写真などの間接経験は野外実習の代わりになるものではない。よって、地層の学習ではできる限り野外実習を取り入れる努力が必要である。

野外実習と室内実習の両方を経験した子供の評価については今までに報告されたことはない。その意味では今回の実践は貴重なデータである。しかし、両方を指導した筆者自身が教師の立場として、今回の実践の評価についてはよく理解できた。野外実習をしながら

の児童の反応、室内実習をしながらの児童の反応を直接経験できたからである。可能な限り同じ情報量を与え、同じ指導者で同じ時間をかけた野外と室内の授業で、教育効果がこれほど大きく異なるとは自分としても予想以上のことであった。

今回の野外実習は、希望者の21名だけの実施であったが可能な限り全員に野外実習を経験させて比較すべきである。今回の野外観察地は狭隘であることと安全性の面で人数を絞ることとなったが、学年全体での野外実習との比較は今後の課題としたい。

また、野外実習の評価法としてはチェックリスト法と質問紙法を用いたが、チェックリスト法は観察者の主観が影響する可能性が大きく、また対象者の人数も限られるため、どのような基準で選定するかという問題もある。また、今回は野外実習と室内実習の両方を児童に経験させたが、室内が先か野外が先かで評価結果に相違が出る可能性もある。また、知識・理解などの到達度評価に関しての検討も必要である。それらも含め、できる限り客観的なデータの得られるような野外実習の評価法の研究も今後の課題である。

地層の野外観察の理想型は、優れた教師が優れた指導法で、優れた場所で野外観察を実施することである。そして、野外観察には協同学習を取り入れ、十分な時間を確保することである。もし、十分な時間が確保できない場合は、人為的 direct 経験として、本物をサンプリングして、教室に持ち込み、事後学習や事前学習として利用するという形式が考えられる。もちろん、優れた教師、優れた場所はそう容易にそろっていない。しかし、本研究で示されたように、地層に関する野外実習の教育効果は大きい。可能な限りの努力をして野外実習を実施すべきである。

**謝辞** 本研究を進めるにあたり、東京学芸大学教育学部の松川正樹教授には終始ご指導を賜った。また、東京学芸大学教育学部の土橋一仁准教授、小川潔准教授、千葉大学教育学部の山田哲弘教授、横浜国立大学教育人間科学部の森本信也教授には有益な助言をいただいた。東京学芸大学教育学部松川研究室の学生諸氏には、野外実習および室内実習における評価においてご協力をいただいた。以上の方々には心より御礼申し上げる。

## 引用文献

相場博明(2002): 北浅川植原地域の地質野外実習案内. 馬



- 場勝良・松川正樹(編), 地質野外実習地としての多摩川中流域および狭山丘陵に分布する上総層群の露頭の現状とそれに基づく教材開発. とうきゅう環境浄化財多摩川環境調査助成集, **24**, 268-271.
- 相場博明(2007a): 理科教育における直接経験と間接経験の類型化と地学教育の果たす役割. 地学教育, **60**, 137-148.
- 相場博明(2007b): 直説経験と間接経験のどちらを支持するか—地学領域を例とした意識調査—. 地学教育, **60**, 211-226.
- 相場博明・松川正樹・馬場勝良(2003): 東京都八王子市の上総層群から産出した長鼻類化石とその意義. 日本地質学会講演要旨, p. 147.
- 安藤秀俊(2004): 中学校理科教科書に掲載されている観察・実験の実施状況. 理科教育学研究, **44**(3), 35-41.
- 馬場勝良・松川正樹・林 明・藤井英一・宮下 治・相場博明(1986): 地域を生かした地質教材の一私案—立川南方の多摩川河床を例として—. 地学教育, **39**, 193-201.
- 藤本治義・鈴木 哲(1974): 八王子市・北浅川河床の基盤岩から産出したメタセコイア化石樹幹の年輪研究. 日本私学教育研究所調査資料, **29**, 1-12.
- 関東平野西縁丘陵団体研究グループ(1995): 関東平野西縁丘陵の地質(1)—加住丘陵周辺の層序・構造と年代一. 地球科学, **49**, 391-405.
- Kimura, T., Ohana, T. et Yoshitama, M. (1981): Fossil plants from the Tama and Azuyama hills, Southern Kwanto, Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan N.S., **122**, 87-104.
- 松川正樹・馬場勝良・藤井英一・宮下 治・相場博明・坪内秀樹(1991): 多摩川中流域に分布する上総層群の古環境解析とそれに基づく地質野外実習教材の開発. とうきゅう環境浄化財団多摩川環境調査助成集, **13**, 270 p.
- 松川正樹・柿沼宏充・馬場勝良・大平寛人(2006): 関東平野西縁に分布する鮮新-更新統の層序と対比の再検討. 東京学芸大学紀要, **58**, 173-202.
- 文部科学省初等中等教育局(1997): 教育課程実施状況に関する総合的調査研究調査報告書—小学校理科—. 国立教育政策研究所教育課程研究センター, 348 p.
- 文部省(1998a): 小学校学習指導要領. 大蔵省印刷局, 97 p.
- 文部省(1998b): 中学校学習指導要領. 大蔵省印刷局, 104 p.
- 植原植物化石層研究グループ(1967): 東京都八王子市北浅川河床に発見した新第三紀化石直立樹幹ならびにそれにもなう植物群(予報). 地質雑, **73**, 441-442.

**相場博明, 小林まり子: 地層を野外で教えた場合と室内で教えた場合ではどのように違うか 地学教育 61 巻 5号 141-155, 2008**

〔キーワード〕 野外実習, 室内実習, 地層の観察, 評価, 北浅川

〔要旨〕 地層の指導を実際に野外に出かけて本物を観察させて行う場合と, 野外に出かけないで教室内だけで行う場合の両方の実践と評価を行った. 野外実習は, 東京都八王子市の北浅川河床を教材化し小学校6年生を対象に実施した. 室内実習は教室内にできるだけ多くの情報を持ち込んで, 野外とできるだけ近い状況にして実施した. その結果, 多くの点で野外実習のほうが教育効果が高いことが認められた. また児童自身も野外を強く支持することがわかった. このことから, 地層の学習ではできるだけ野外観察を取り入れる努力が必要である.

Hiroaki AIBA and Mariko KOBAYASHI: Differences in Efficiency in Teaching about Geologic Strata between Outdoor and Indoor Settings. *Educat. Earth Sci.*, **61**(5), 141-155, 2008



## 簡易実験水槽を用いた三角州の形成実験

An Experimental Study of Delta Formation in a Handmade Flume

西田 尚央\*・伊藤 慎\*・島野 恭史\*・長谷川裕樹\*

Naohisa NISHIDA, Makoto ITO, Yasushi SHIMANO and Hiroki HASEGAWA

**Abstract:** Deltas are distinctive depositional systems that form at river mouths and are closely influenced by human activities. In science education, however, only a few teaching lessons about the characteristics of deltas and their formative processes in response to global environmental changes are available. This study focuses on teaching concepts of delta formation using a handmade flume, which is both useful for science classes and of reasonable price. Experiments using the handmade flume demonstrate that delta formation responds in a sensitive manner to fluctuations in both water level and sediment supply. The outcomes of the flume experiments suggest that modern deltas, which are typically found in densely-populated coastal plains, will likely be submerged as a result of global-warming-induced sea-level rise. Delta-formation experiments using the handmade flume in the classroom are useful for teaching geoscience and environmental lessons, and also enhance students' understanding of the intimate relationship between human beings and the dynamic Earth.

**Key words:** flume experiment, delta, strata formation, sea-level change

### 1. はじめに

地層の特徴やその形成に関する学習においては、野外実習などを通じて地層を直接観察することが重要であり、現行の学習指導要領（文部省，1998）および平成20年3月に公示された新学習指導要領にもその必要性が明記されている。また、この分野の学習においては、野外実習とともに実験による学習も推奨されている。特に、小学校の教科書では、单元ごとに野外や室内で行う実験の例が挙げられている（例えば、三浦ほか，2006a；日高ほか，2005b）。地層に関する学習の場合、身近に地層を観察する機会は必ずしも多くはなく、さまざまな理由により野外実習も十分に行われていないとはいえない（宮下，1999，2008）。また、地層の特徴やその形成過程の学習においては、幅広い時空的

スケールの地学現象の理解が求められる。このため、地層の形成に関する学習においては、実験水槽を利用して堆積物粒子の移動や堆積過程を実験的に再現し、これを観察することは、効果的な学習方法の一つと考えられる。例えば、小学校から高等学校までの理科の教科書では、流水による堆積物粒子の挙動や、地層の形成過程に関する学習において、三角州が題材として取り上げられることが多い（例えば、養老ほか，2005；日高ほか，2005b；三浦ほか，2006b；大森ほか，2007）。したがって、実験水槽を用いて三角州の発達を再現することにより、流水のはたらきや地層の形成に関する学習効果を高めることが可能であり、児童や生徒に自然の成り立ちに興味を持たせ、探求心を芽生えさせることができると期待される。

一般的に、実験水槽を用いて三角州の発達などにつ

いて検討した例は、Paola et al. (2001)や Muto and Steel (2004)など数多くある。しかしながら、研究目的で作製された実験水槽は高価であり、また大型であるため、その設置場所にも大きな制限を伴う。ここでは、まず、比較的少ない費用(総額2万円以下)で入手できる材料(表1)を用いて自ら作製でき、地層の学習に活用できる簡易型の実験水槽を紹介する。理科教材用に市販されている実験装置を理科教育振興法などを利用して低価格で購入することも可能である。しかし、ここで紹介する簡易実験水槽は手作りで作製できることから、学校現場でより広く応用・発展させることが可能と考えられる。次に、この簡易実験水槽を利用した三角州の発達過程の観察事例を示す。最後に、三角州の形成過程の理解を通して、地層のでき方と地球環境問題を関連づけて学習できる可能性について考察する。

## 2. 三角州の形成実験の意義

2007年度のノーベル平和賞がIPCCや「不都合な真実」の著者であるゴア前アメリカ合衆国副大統領に贈られたのを契機に、地球環境問題がこれまで以上にさまざまな視点から議論され、社会の大きな関心事として、連日テレビや新聞などで取り上げられている。地球が温暖化すると、極地域の氷や山岳地域の氷河が融けることによって、海水準が上昇し、海岸付近の低地に大きな被害を発生させる可能性が指摘されている(IPCC, 2007)。地質時代においては、海水準が現在よりも高い時代や、逆に低い時代があったことが明らかにされている(例えば、Miller et al., 2005)。したがって、沿岸域に発達する平野は、このような海水準の変化に対し大きな影響を受け、拡大と縮小を繰り返してきた(例えば、海津, 1994)。さらに、将来の地球温暖化に伴う海水準の上昇により、平野部に海水が侵入し、そこで生活を営んできた多数の人々が大きな被害を受けることが懸念されている(IPCC, 2007)。日本をはじめ世界各地の沿岸域に発達する平野の中には、三角州に伴って形成されたものが多数認められる。そのため、三角州の形成過程を理解することは、生活の場としての平野の移り変わりを理解するためにも重要であると考えられる。すなわち、海水準の変動と三角州の発達との関係についての理解は、地層の形成過程の理解にとどまらず、地球環境問題を考えていくうえでも重要である。したがって、簡易実験水槽による三角州の形成実験によって、地学教育のみならず、これに

関連する環境教育の学習にも大きな効果をもたらすものと期待される。

## 3. 実験装置の作製

### (1) 実験水槽の作製

三角州が形成される過程を、流れに平行な断面で観察するために、側壁が透明な長さ182 cm、幅3 cm、深さ17 cmの実験水槽を作製した(図1)。この側壁には、ホームセンターで販売されている厚さ5 mm、長さ182 cmの塩ビ板を、20 cm幅に切断してもらったもの2枚を利用した。また、底面には、長さ182 cmで3 cm×3 cmの角材を利用した。塩ビ板と角材を接合し、水槽の一端は木片、もう一端は塩ビ板で封鎖した。実験水槽に水を満たしたときに側壁部が側方へ膨らまないように、上面部を長さ5 cm、幅3 cm、厚さ1.5 cmの角材5個を用いて、およそ28 cm間隔で固定した。塩ビ板と木片、ならびに塩ビ板と塩ビ板は木ねじで接合し、水漏れを防ぐために接合部をシリコン樹脂で密閉した。実験の過程で水と砂が下流側へ流れやすくなるように、実験水槽内に幅3 cm、厚さ1.5 cmの木片で傾斜5°の斜面を設置した(図1)。斜面の角度は、三角州の発達に最も適する角度を試行錯誤して決定した。この斜面を作る木片と側壁の塩ビ板も木ねじで接合し、シリコン樹脂で密閉した。

斜面の上部で水と砂を供給し、反対側の水槽の端から水が流れ出るように、排水側の木片の高さは11 cmとした。また、水面を上下に変動させることができるように、木片に直径0.9 cmの穴を、中心の間隔が2 cmになるように五箇所あけ、ゴム粘土でふさいだ(図2A)。このゴム粘土の取り外し、あるいは装着によって、水面の位置を低下ならびに上昇させることが可能である。

### (2) 給水装置の作製

一定量の水を循環させて無駄な水の使用を避けるために、池田(2008)で紹介されているように、家庭で使用される洗濯用バスポンプ、漬け物用の樽(容積75 l)、ゴムホースなど、いずれもホームセンターで購入できる材料を利用して給水装置を作製した(図2B)。今回利用したバスポンプから直接実験水槽へ給水した場合、給水量は157 ml/secとなる。この場合、単位時間での給水量に比べて排水量が少ないため、水面が排水側の木片の上端から1.7 cm盛り上がる。その結果、水面の端が実験水槽内の斜面に対しても大きく盛り上がってしまう。したがって、この盛り上がりの程度を

表1 簡易実験水槽の材料リスト. 総額2万円以下の費用で準備することが可能である.  
水槽

用途	品名 (規格など) × 数量	*備考
側壁 (観察する面)	塩ビ板 (長さ 182 cm, 幅 20 cm, 厚さ 5 mm) × 2 枚	
側壁 (給水側)	塩ビ板 (長さ 182 cm, 幅 20 cm, 厚さ 5 mm)	
側壁 (排水側)	木片 (長さ 11 cm, 幅 3 cm, 厚さ 1.5 cm)	*直径 0.9 cm の穴を中心の間隔 2 cm で5個開ける
底面	角材 (長さ 182 cm, 幅 3 cm, 厚さ 3 cm)	
斜面	角材 (長さ 168 cm, 幅 3 cm, 厚さ 3 cm)	
上面部の固定	木片 (長さ 5 cm, 幅 3 cm, 厚さ 1.5 cm)	
側壁と底面の接合など	十字穴付皿木ねじ (長さ 1.3 cm) × およそ 100 個	*4-10 cm 間隔で接合する
接合部の密着	シリコン樹脂	
排水口の栓	ゴム粘土	

## 給水装置

用途	品名 (規格など)
給水口	ゴムホース用コック
給水口の固定	粘着テープ
排水の溜め置き	漬物用の樽 (容積 75 l)
水の循環	洗濯用バスポンプ
水の循環	ゴムホース

## 給砂装置

用途	品名 (規格など)	
砂	豊浦海岸の細砂 (5 l)	
砂の溜め置き	水きり用の容器	
給砂装置本体	使用済みペットボトル (2 l) × 2 本	*底の部分を切り抜く
給砂装置本体	じょうご × 2	*粘着テープでペットボトルに取り付ける
給砂量の調節	ペットボトルのキャップ × 3 種類の穴 × 2 セット	*3種類の穴: 直径 6 mm, 5.5 mm, 5 mm
ペットボトルの穴の栓	ゴム粘土	
ペットボトルの固定など	荷造り用バンド (幅 1 cm)	
ペットボトルの吊り下げ	脚立 (折りたたみ時の高さ 116 cm)	*最上段から2段目の高さが 60 cm 以上であるもの
ペットボトルの吊り下げ	角棒 (長さ 90 cm, 幅 1.5 cm, 厚さ 1.5 cm) × 2 本	
角棒と脚立の固定	電気コード用プラスチック製留め具 × 4 個	

## その他

用途	品名 (規格など)
給砂速度の計測	計量カップ
給砂速度の計測など	ストップウォッチ
三角州の移動速度の計測	折れ尺
水面の変動の計測	定規 (18 cm)
折れ尺, 定規の固定	両面テープ

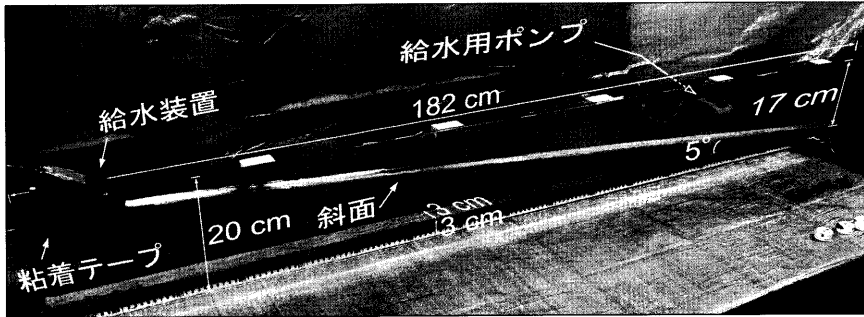


図1 簡易実験水槽の概略。

できるだけ小さくするために、給水量を調節する必要がある。このため、ゴムホースの先端に給水量を調節するためのコックの付いた給水口を取り付け、粘着テープで斜面上端部に固定した。このコックを動かし、一定時間に流出した水を計量しながら給水量の調整を行った結果、給水量を最大値のおよそ1/3に相当する47 ml/secにすると水面の盛り上がりの程度が最も小さくなり、排水口付近での最大水深を12 cmに安定させることができた。

### (3) 給砂装置の作製

給砂装置には、2 lの使用済みペットボトルを利用した。底の部分を切断し、砂をペットボトル内に供給しやすいように、じょうごを粘着テープでペットボトルに固定した(図3A)。このような装置を予備も含め2組作製し、荷造り用のバンドで固定した。固定された二つのペットボトルは、細い角棒を用いて脚立に固定した(図3A)。角棒と脚立との固定には、電線や電気コードをたばねるために利用されるプラスチック製の留め具を利用した。給砂量の違いによる三角州の移動速度を比較するために、ペットボトルのキャップに、直径が6 mm, 5.5 mm, 5 mmの穴をドリルで開け、給砂前にはゴム粘土で穴をふさいだ(図3B)。

今回の実験では、三角州を形成させるための砂として、市販の豊浦海岸の細砂を利用した。砂はおよそ5 lを水きり用の容器に入れて準備し、あらかじめ満たされた給砂装置へ順次供給した。この細砂を用いた場合、ペットボトルのキャップに開けられた穴の直径による給砂量の違いについて、計量カップとストップウォッチを使用して確認した。その結果、給砂速度は6 mmの穴の場合5.0 g/sec, 5.5 mmの穴の場合4.5 g/sec, 5 mmの穴の場合3.1 g/secであった。

### (4) その他の準備

三角州が移動する速度を計測するために、折尺を実

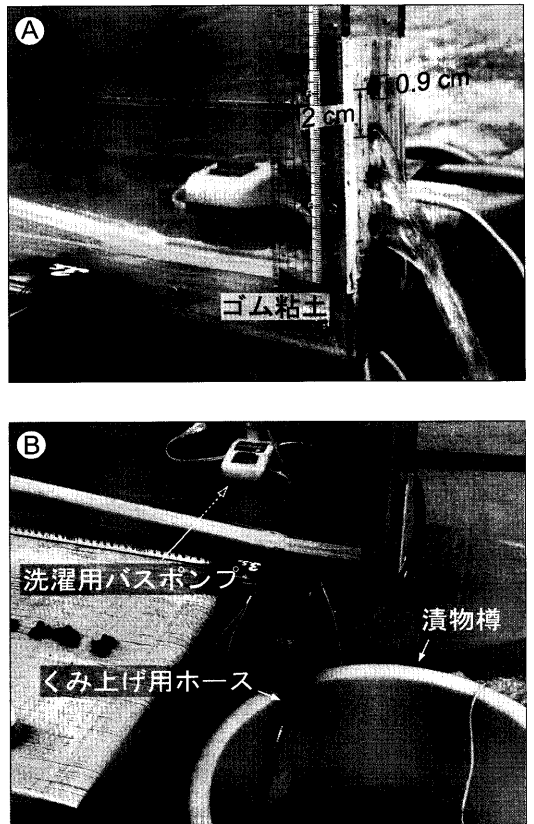


図2 A: 簡易実験水槽の排水装置。ゴム粘土の取りはずし、あるいは装着によって、水面の位置を変化させることが可能である。B: 洗濯用バスポンプ、漬物用の樽、およびゴムホースを用いて、排出された水を循環させる。

験水槽の最上部に両面テープで固定した。また、水面の上昇と低下を計測するため、実験水槽の端に定規を垂直に固定した。この定規の固定にも両面テープを利用した。

## 4. 実験

### (1) 水深一定で給砂量を変化させた場合

排水口付近で最大深度が 12 cm になるように水面を一定にした場合の三角州の前進速度について、給砂量を変えて実験を行った。いずれの場合においても、給砂地点は給水口から斜面に沿って 12 cm 下流側に設定し、給砂地点から斜面と水面の境界点（この点を便宜的に岸と呼ぶことにする）までは 21.5 cm とした（図 4）。この給砂地点は、給水地点に近すぎない任意の地点である。また、ここでは、岸から斜面上部の方向を陸側、斜面下部の方向を沖側と呼び、最初に形成される岸を基準に三角州の前進や後退について、後で議論する。給砂の開始より 10 秒ほどで、岸から 4-5 cm 沖側に小さな高まりが生じ始め（図 5A）、これが中心となって三角州が形成され、沖側に前進を開始した（図 5B, C）。これに対し、時間の経過とともに陸側に向かって砂の堆積が観察された（図 5C）。この陸側へ向かって進行する砂の堆積の上端部の移動速度も

計測した。

### 1) 給砂を続けた場合

単位時間あたりの給砂量が大きいくほど、三角州の前進速度が大きくなることが観察された（図 6）。また、岸から陸側へ向かって砂が堆積していく速度は、① 6 mm の穴を開けたキャップの場合が 0.3 cm/sec、② 5.5 mm の穴を開けたキャップの場合が 0.1 cm/sec、③ 5 mm の穴を開けたキャップの場合が 0.02 cm/sec であった。

給砂を続けている間の三角州の前進速度は、6 mm の穴を開けたキャップの場合には、初期のほうが速く、徐々に減少する傾向が認められた（図 6）。5.5 mm と 5 mm の穴を開けたキャップの場合には、6 mm の穴を開けたキャップの場合と比較し、前進速度の変化に一定の傾向は認められなかった（図 6）。

### 2) 給砂を中止した場合

給砂を中止すると、急激に移動速度が減少し、その後時間の経過とともに移動速度は徐々に減少した（図 6）。この場合の三角州の移動は、岸より陸側に堆積していた砂が侵食され、沖側へ供給されることで生じた。

### (2) 給砂量一定で水面を変化させた場合

三角州の前進速度が最も大きい 6 mm の穴を開けたキャップを用いて、毎秒あたりの給砂量を 5.0 g/sec と一定とし、水面を変動させた場合の三角州の移動速度の変化を調べた。その結果、上記 (1) の 1) の実験で認められた結果と同様に、水面が一定の間は、時間の経過とともに移動速度が減少する傾向が認められた。一方、水面を下げる（平均で約 2.7 cm/min の速さ）と、三角州の移動速度が急激に増加することが観察された（図 7, 8）。これに対し、水面を上昇させると（平均で約 4 cm/min の速さ）、急激に前進が停止

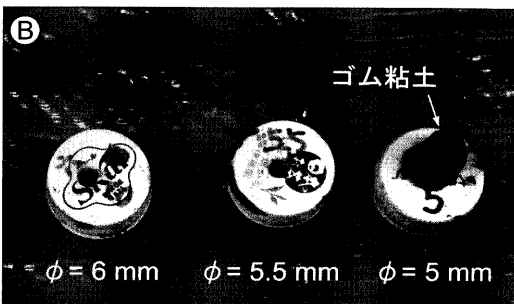
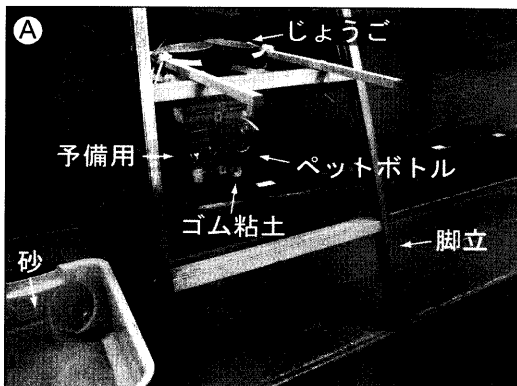


図 3 A: ペットボトルとじょうごを組み合わせた給砂装置。B: 給砂装置の先端に取り付けるペットボトルのキャップ。異なる大きさの穴が開けられている。栓としてゴム粘土を用いた。

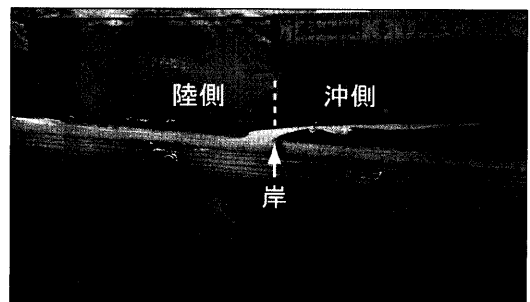


図 4 斜面と水面の境界を「岸」とし、岸より斜面上部を「陸側」、下部を「沖側」と呼ぶ。

した。前進が停止すると、三角州の最も沖側の部分で 0.5–1 cm の高さまで砂の積み上げが行われた (図 9A)。その後、水面の上昇に伴って岸が陸側へ移動していく間は、三角州は形成されない。しかし、水面の上昇過程で一時的に水面が一定の条件においては、給砂の初期に岸より沖側で最初に形成された小さな高まり (図 5A) と同様な高まりが、複数形成された (図 9B)。水面が上昇している間は、これらの高まりから三角州への成長は認められなかった。水面の上昇が停止し、

排水口付近での最大深度が 12 cm で安定してくると、このような小さな高まりから再び三角州への成長が開始され (図 10A)、その後、水面が一定の場合と同様に、三角州は沖側へ前進する (図 10B)。この場合も三角州の前進速度は、初期で速く、その後減少する傾向が認められた (図 7)。再び水面を低下させると、はじめの低下と同様に、三角州の前進速度が急激に増加した。このような水面の低下と上昇の操作を 3 回行った。この一連の操作で水面の最大低下量は、4.5 cm であった (図 7)。

## 5. 考察

水面を一定にした場合、単位時間あたりの給砂量が大きいほど、三角州の前進速度は速いことが認められた。このことは、河口域の堆積プロセスや海底地形が同じ場合、河川から河口部へ供給される堆積物の量が多いほど、三角州は沖側へ速く前進できることを示していると考えられる。したがって、平野の面積を拡大するためには、山地から河川によって供給される土砂の供給量を増加させる必要がある。ナイル川三角州 (エジプト) では、アスワンダムやアスワンハイダムの建設に伴う土砂供給量の減少によって、海岸線の沖合への前進傾向から顕著な後退傾向へと変化したことが知られている (砂村, 1991)。また、日本の河川の場合、上流にダムが多く建設されているため、土砂の供給量には減少傾向が認められる (貝塚, 1983; 高山, 1986) ことから、河口部ではナイル川三角州と同様な傾向になる可能性が考えられる。これらの例は、今回の実験における水面を一定にした条件で、給砂を中止すると三角州の前進速度が急激に減少した結果と類似する。

6 mm の穴を開けたキャップを使用した場合で観察

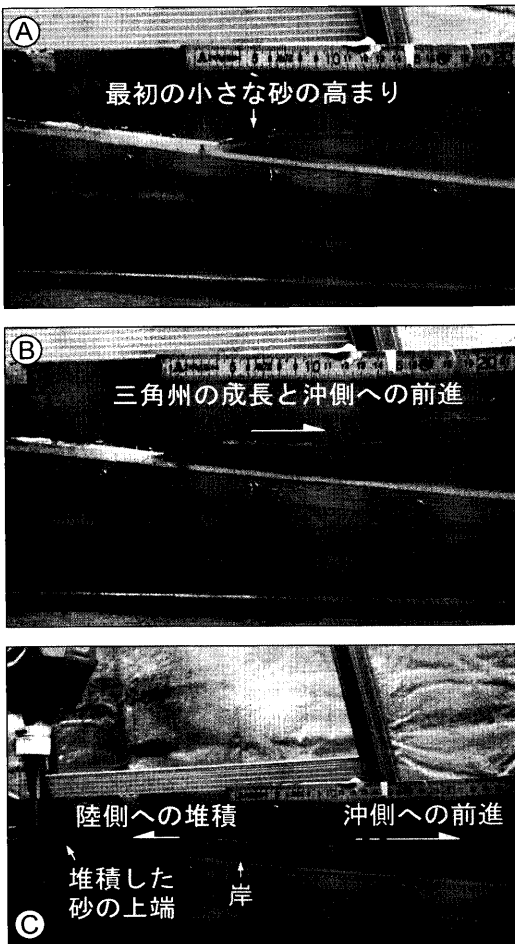


図 5 6 mm の穴の開いたキャップを用いて給砂を行った場合の三角州の成長過程。A: 最初に形成された小さな砂の高まり。B: 小さな砂の高まりが三角州へ成長し前進を始める様子。C: 三角州が沖側へ前進していく様子。また、陸側へも、給砂地点まで砂が堆積していくことが観察される。

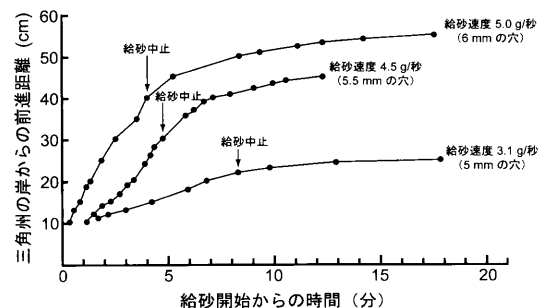


図 6 給砂量を変化させた場合の三角州の移動距離の時間変化。グラフの傾きは移動速度を示す。



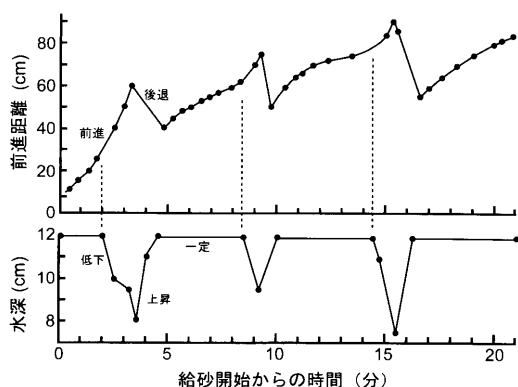


図7 水面を変化させた場合の三角州の前進と後退。水面が一定の場合、時間の経過とともに前進速度が減少する。これに対し、水面を低下させると前進速度が急激に増加する。一方、水面を上昇させると急激に前進が停止し、陸側へ岸が後退する。

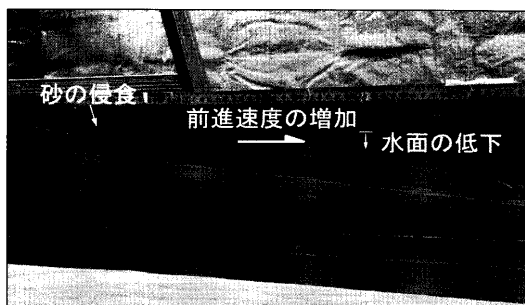


図8 水面を低下させた場合の三角州の前進。前進速度が急激に増加し、露出した堆積物が侵食されて沖側へ運搬される。

されたように、水面が一定の条件では、給砂を行っている場合と給砂を中止した場合のいずれにおいても、三角州の前進速度は時間の経過に伴い減少する(図6)。これは、三角州の前進によって沖側の水深が増加する結果、沖側の深みを埋めるためにより多くの砂が必要になるためと考えられる。

給砂量を一定とし、水面を変化させた実験では、水面の低下に伴い三角州の前進速度が増加することが明らかになった(図7)。これは、給砂量は等しいものの、水面の低下により露出した三角州堆積物が、岸へ流れ込む流水によって侵食されるため、沖側への砂の供給量が増加することが大きな原因と考えられる。また、水面の低下により沖側の水深が浅くなることも、三角州の前進速度を増加させる原因と考えられる。将

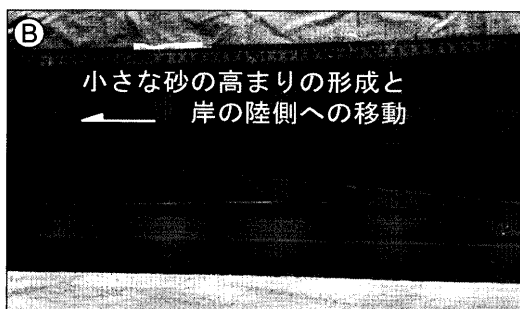
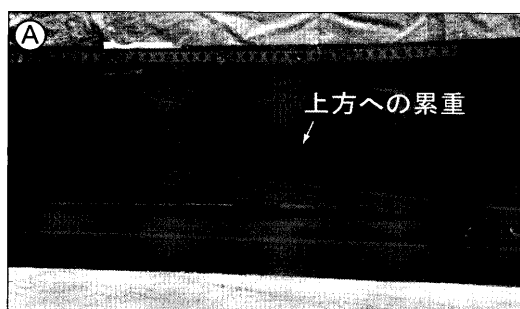


図9 A: 水面を上昇させた場合の三角州の急激な前進の停止。三角州の先端部に小さな高まりが形成された。B: 水面の上昇に対応した岸の陸側への移動に伴って形成される小さな高まり。このような高まりは複数形成されたが、水面の上昇時には、このような高まりからの三角州への成長は認められなかった。

来的に海水準が低下し、実験結果と同様な現象が生じた場合、平野が沖側へ急速に拡大する可能性が考えられる。また一方で、河川による三角州堆積物の侵食量が増加する可能性も考えられる。

これに対し、水面を上昇させると三角州の発達はやや停止した。小さな高まりは形成されたものの、この高まりが三角州へ変化することはなかった。すでに地球温暖化による海水準の上昇により大規模な三角州地帯で平野の水没が報告されている(IPCC, 2007)ように、今回の実験からも、地球温暖化により将来海水準がさらに上昇した場合、三角州が広い範囲で水没し、多数の平野が消失してしまう可能性が考えられる。

## 6. 学校教育への適用の考察

### (1) 従来の実験の特徴

地層の特徴やその形成過程に関する学習において、従来の小学校の教科書や、中学校の一部の教科書で取り上げられている実験は、1)「現在」から「近い将来」、あるいは、2)「過去」の地学現象をそれぞれ再現し、こ

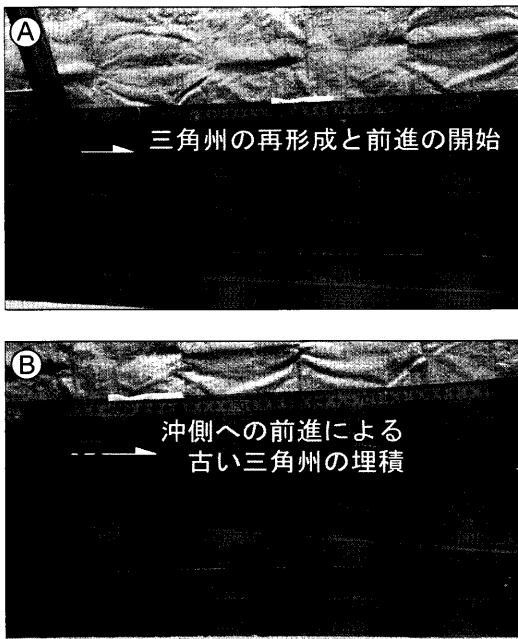


図 10 A: 水面の上昇が停止され、水面が一定の状態に保たれ、再び小さな高まりから三角州が成長していく様子。B: 水面が一定の条件に保たれた場合、水面の上昇に伴って形成された小さな高まりが、三角州の前進によって埋積されていく様子。

れを理解するものである。例えば、1) 小学校第 5 学年の「流れる水のはたらき」においては、校庭などに作った築山に水を流す実験が、多くの教科書で取り上げられている(日高ほか, 2005a; 掛川ほか, 2005; 三浦ほか, 2006a; 大隈ほか, 2005; 戸田ほか, 2005; 養老ほか, 2005)。この実験の主な目的は、築山に流す水を河川の流れに見立て、侵食・運搬・堆積作用を再現し、水量の変化に伴う侵食・運搬・堆積作用の変化を観察することである(例えば、三浦ほか, 2006a)。ここでの水量を変化させる目的は、自然界での雨量の変化が想定されている(例えば、三浦ほか, 2006a)。したがって、この実験は「現在」の自然界で認められる地学現象を再現するとともに、「近い将来」における地学現象の変化を理解しようとするものである。また、2) 小学校第 6 学年の「大地のつくりと変化」では、野外で観察される地層の縞模様の特徴とその形成過程について理解するために、水槽に堆積物粒子を流し込む実験が取り上げられている(例えば、日高ほか, 2005b)。この実験は、河川によって堆積物が河口へ供

給されることにより、海で地層が形成されることを再現しようとするものである。すなわち、「過去」に発生した可能性のある地学現象を再現し、これを理解するものである。

## (2) 本論で紹介した水槽実験による新たな学習の可能性

本論で紹介した水槽実験は、地層として記録される「過去」の地学現象を再現するとともに、「現在」から「将来」にかけて発生する可能性のある地学現象についても理解できる点で、従来の教科書で取り上げられている実験と大きな違いがある。この実験では、三角州の形成を再現するだけでなく、砂の供給量や水面を変化させることにより、将来の地学現象の特徴を観察することができる。砂の供給量や水面を変化させることは、人為的作用などを要因とする河川からの堆積物供給量の変化と、地球温暖化・寒冷化に伴う海水準の変動をそれぞれ想定したものである。したがって、この水槽実験では、1) 「現在」において野外でも観察可能な侵食・運搬・堆積作用や、2) 現在の平野を形成してきた「過去」から「現在」までの三角州の発達の特徴などについて理解を深めるとともに、3) 「将来」の三角州の形成の変化について考えることができる。このような本論で紹介した水槽実験は、教科としての地学が時空的スケールの幅が大きい自然現象を学習の対象とし、これを理解することを目標とする(松川・林, 1994) ことから、教材として広く活用できるものと考えられる。さらに、三角州の形成に変化を与える要因として、河川からの堆積物供給量の人為的作用や、地球温暖化・寒冷化に伴う海水準の変動などを想定することで、より発展的な学習への展開が可能であると期待される。すなわち、本論で紹介した実験は、地層の学習としての三角州の形成の理解にとどまらず、地球環境問題をテーマとする他の学習単元、あるいは他の教科と結びついた、より横断的な学習の題材として活用できると考えられる。

## 7. ま と め

三角州の形成過程を観察するのに適した簡易実験水槽を作製した。これを用いて、水面の位置と給砂量を変化させた場合の三角州の発達過程の特徴について検討した。その結果、水面を一定にした場合では、(1) 単位時間あたりの給砂量が多いほど、三角州の前進速度が速いこと、(2) 給砂量を一定とした場合、沖側へ移動するほど前進速度が減少すること、(3) 給砂を中止

すると、三角州の前進速度が急激に減少すること、などが認められた。また、給砂量を一定にし、水面を上下に変化させた場合には、(4)水面の低下に伴い三角州の前進速度が急激に増加すること、(5)水面が上昇した場合、三角州の前進が急激に停止し、三角州が水没してしまうことなどが観察された。

このような実験結果を通して、山地から河口へ供給される土砂の量が減少すると、平野を形成している三角州の前進速度が急激に減少し、平野を拡大できなくなる可能性を考えることができる。また、将来、地球温暖化により海水準が上昇した場合、三角州の発達に伴って形成された平野が水没してしまう可能性も考えられる。

本論で示した実験例は、観察内容を単純化することで、流水の働きや地層の形成に関連した小学校から高等学校までの授業に応用させることが十分に可能である。また、三角州の断面の特徴から砂粒子の大きさや色の違いによって地層の縞模様形成されることの学習にも応用できると考えられる。今回の実験では市販の豊浦海岸の細砂を用いたが、砂場の砂やホームセンターなどで販売されている砂を細砂に相当する目のふるいでふるって、実験用の砂を準備することも可能である。この場合、準備された砂にラッカーで着色された砂、あるいは、市販のカラーサンドを混ぜることにより、三角州の発達過程が観察しやすくなるような工夫を加えることができる。今後、このような水槽実験を積極的に授業に取り入れることで、流水中での堆積物粒子の挙動や、地層の形成過程についての理解が促進され、地学に対する児童・生徒の興味を引き出すことが期待される。

**謝辞** 松川正樹教授(東京学芸大学)には粗稿を読んでいただき、たいへん貴重なご助言をいただきました。また、柴田健一郎氏(横須賀市立人文・自然博物館)には、本論について有益なご意見をいただきました。2名の匿名の査読者からは的確なコメントをいただき、本論が改善されました。以上の方々に厚くお礼申し上げます。

#### 引用文献

- 日高敏隆ほか(2005a): みんなと学ぶ小学校理科5年。学校図書, 東京, 126p.  
日高敏隆ほか(2005b): みんなと学ぶ小学校理科6年。学校図書, 東京, 120p.

- 池田 宏(2008): 地形を見る目を磨くのに役立つ実験。地質ニュース, **643**, 17-19.  
IPCC(2007): *Climate Change 2007: Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R. K. and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104p.  
貝塚爽平(1983): 空からみる日本の地形。岩波書店, 東京, 80p.  
掛川一夫ほか(2005): 新しい理科5年下。信濃教育会出版部, 長野, 56p.  
松川正樹・林 慶一(1994): 地学とはどのような科学か? —地学教育の目標を考えるために—。地学教育, **47**, 3-9.  
Miller, K. G., Komins, M. A., Browning, J. V., Wright, J. D., Mountain, G. S., Katz, M. E., Sugarman, P. J., Cramer, B. S., Christie-Blick, N. and Pekar, S. F. (2005): The Phanerozoic record of global sea-level change. *Science*, **310**, 1293-1298.  
三浦 登ほか(2006a): 新しい理科5上。東京書籍, 東京, 50p.  
三浦 登ほか(2006b): 新しい科学2分野上。東京書籍, 東京, 139p.  
宮下 治(1999): 地学野外実習の実施上の課題とその改善に向けて—東京都公立学校の実態調査から—。地学教育, **52**, 63-71.  
宮下 治(2008): 地学現地研修の課題と推進に向けて—東京都および東京と近県を例として—。地学教育, **61**, 95-103.  
文部省(1998): 小学校学習指導要領。ぎょうせい, 東京, 108p.  
Muto, T. and Steel, R. J. (2004): Autogenic response of fluvial deltas to steady sea-level fall: Implications from flume-tank experiments. *Geology*, **32**, 401-404.  
大隈良典ほか(2005): わくわく理科5下。新興出版啓林館, 大阪, 47p.  
大森昌衛ほか(2007): 地学I。実教出版, 東京, 139p.  
Paola, C., Mullin, J., Ellis, C., Mohrig, D. C., Swenson, J. B., Parker, G., Hickson, T., Heller, P. L., Pratson, L., Syvitski, J., Sheets, B. and Strong, N. (2001): Experimental stratigraphy. *GSA Today*, **11**(7), 4-9.  
砂村継夫(1991): 土木工事による海岸地形の変化。小池一之・太田陽子編, 変化する日本の海岸—最終間氷期から現在まで。古今書院, 東京, 137-156。  
高山茂美(1986): 川の博物誌。丸善, 東京, 237p.  
戸田盛和ほか(2005): たのしい理科5下。大日本図書, 東京, 76p.  
海津正倫(1994): 沖積低地の古環境学。古今書院, 東京, 270p.  
養老孟司ほか(2005): 小学理科5上。教育出版, 東京, 112p.

西田尚央・伊藤 慎・島野恭史・長谷川裕樹：簡易実験水槽を用いた三角州の形成実験 地学教育 61 巻 5 号, 157-166, 2008

〔キーワード〕 水槽実験, 三角州, 地層の形成, 海水準の変動

〔要旨〕 三角州は河口付近に形成される堆積システムの代表例であるとともに, 人間活動とも密接なかかわりがある. したがって, 海水準の変化などに対応した三角州の形成過程について理解することは, 人類を取り巻くダイナミックな自然の営みを理解するうえで重要と考えられる. しかしながら, 従来, 理科の学習において, 三角州の発達やその変化については必ずしも十分に扱われてはいない. そこで, 効率よく三角州の形成について観察できる簡易実験水槽の作製を試み, この簡易実験水槽を用いて, 三角州の発達過程の特徴について検討した. その結果, 三角州の形成は, 給砂量や水面の変化に対応して特徴的な変化を示すことが明らかとなった. このことから, 現在の平野を形成している三角州は, 地球温暖化などの環境変化に伴って, 大きな影響を受ける可能性が考えられる. このような簡易実験水槽を用いた, 三角州の形成実験を学習に取り入れることで, 地学教育と環境教育が有機的に結びついた新たなカリキュラムの展開が期待される.

Naohisa NISHIDA, Makoto ITO, Yasushi SHIMANO and Hiroki HASEGAWA: An Experimental Study of Delta Formation in a Handmade Flume. *Educat. Earth Sci.*, 61(5), 157-166, 2008

## 徳島県四万十北帯での野外観察授業

Report of Geological Field Class in Middle School Using Steeply-dipping  
Accretionary Prism Strata in Tokushima Prefecture, Japan

森江孝志\*

Takashi MORIE

**Abstract:** This paper demonstrates a practical study for a middle school geological field class in Tokushima Prefecture, Japan. The study utilized steeply-dipping strata that accumulated in an accretionary prism depositional setting and which are exposed in the vicinity of the school. Students observed alternating beds of mudstone and sandstone, recognized and understood stratified layers with graded beds, and reconstructed the basin that accumulated in the accretionary prism. Prior study and examination of the movement of sand grains in a graduated cylinder enhanced students' understanding about accumulation processes in deep-sea settings.

**Key words:** Northern Shimanto Belt, field observation lesson, graded bedding, columnar section, fault

### 1. はじめに

理科学習における野外観察は、直接体験・観察に基づく学習ができることから重要である。中学校学習指導要領解説(文部省, 1998)によれば、大地の変化の中で、野外観察を中心とした観察の調べ方を身に付けさせ、特に、野外観察を行うことにより、学習意欲を喚起し、実際に野外の事物を探究する活動を通じて課題を解決する方法を習得させるとある。さらに、地層のでき方重なり方の規則性を学習する意義についても述べられている。紅露ほか(2004)は、野外で観察した事実と地層堆積モデルを関連づけた授業を行うことを提案している。

また、地層観察に最適な地層について小学校では段丘堆積物ないし第四紀の水成堆積物、中学校では鍵層を含む新生代の傾斜した海成層が地層観察に最適である(天野ほか, 2004)とされている。しかし、筆者が勤務する学校は中-古生層が分布する地域にあり、鍵層を含む新生代の傾斜した海成層は分布しない。そこ

で、室内で作製した堆積層が実際の地層でも観察できることを中心にして中-古生層で地層の調べ方を身に付けさせる野外観察授業を行ったので報告する。

### 2. 野外観察場所について

#### (1) 選定方法

野外観察場所選定については松川ほか(1994)により二つの方法が示されている。学習の内容が優先し、それに適した観察場所を選定する方法と、まず観察場所が優先され、そこで何が教材化できるかを探す場合がある。今回の野外観察場所は、学校から遠くない場所で二、三の候補地の中から、露頭の露出状態や野外実習の危険性、学習の内容を考えて選定した。したがって、観察場所が優先している。幸い今回野外観察を行った場所は、「学校から徒歩約 20 分で比較的近くにある」「トイレの設備がある」「落石や生徒の転落など危険性のない安全な場所である」「露頭の露出条件がよい」など、松川ほか(1994)や濱中ほか(1996)が指摘した「適した観察場所の選定」の条件に合う場所

であった。また、移動方法については、自転車で移動した。

(2) 地形・地質について (図1・2)

野外観察地点は、那賀川の中流の左岸に位置し、低位段丘の下位にある川原である。その地点是那賀川が南から北に流れ、阿井川が那賀川の本流に注いでいる。また、南には広い淘汰のよい直径 20 cm 程度の石が見られる川原が広がっている。授業を行った場所から北側 50 m にわたっては露出の良い露頭が続いている。

周辺には河岸段丘が3段存在し(満塩・栗林, 1997), 段丘礫層も観察できる。3段ある段丘のうち低位の2段丘は、広い段丘面が観察できるが、最上位に位置する段丘面は開析が進んでいる。

地質については、学校の北を仏像構造線が通り(図1)(石田ほか, 1983), これに沿うように那賀川が流れている。那賀川の北にはジュラ紀の付加帯である秩父累帯三宝山帯が、南には白亜紀付加帯である四万十北帯が分布している(石田, 1998)。三宝山帯は砂岩泥岩と緑色岩、チャート、石灰岩が主な構成岩石であり、四万十北帯は砂岩泥岩が主な構成岩石である。四国東部の仏像構造線の南の四万十帯について、石田

(1998)は、出原層と定義し、斜面海盆堆積相の下部白亜紀系上部層で秩父南帯の構成岩類に由来する泥質岩基質の海底地すべり堆積物とタービダイトからなるとしている。

野外観察地点は、仏像構造線の南に位置し、四万十北帯に属している。野外観察地点の岩質は、タービダイト性の砂岩優勢砂岩泥岩互層からなり、スランプ構造や小断層が観察できる。砂岩層には級化層理がよく発達している。地層の走向は  $N80^{\circ}-90^{\circ}E$  であり、傾



図2 野外観察授業を実施した露頭の写真

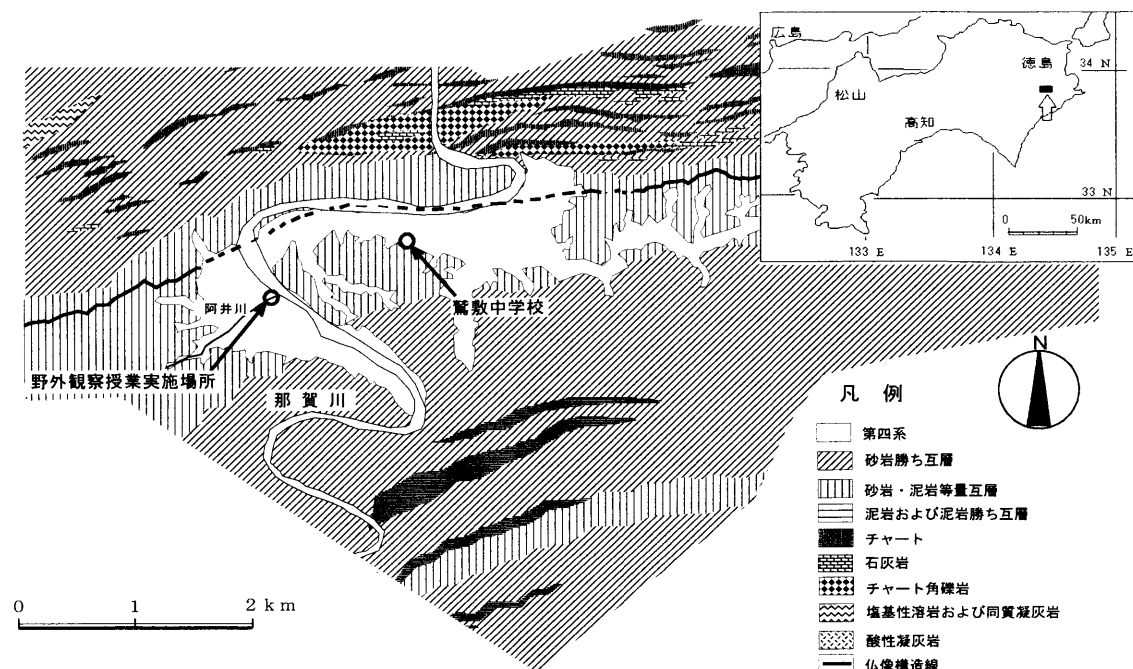


図1 徳島県那賀町鷺敷中学校付近の地質図(石田ほか, 1983を引用)

斜は  $80^{\circ}$ – $90^{\circ}$ S である。

### 3. 教材としての可能性について

野外観察場所は、中生界の砂岩・泥岩互層のタービダイトであり、砂岩層中には級化層理やスランプ構造、小断層が観察できる。したがって級化層理から地層の上下判定を行わせることができる。また、多くの小断層が観察できることから、小断層の観察を取り入れた授業が考えられる。

しかし、川原の露頭であり地層全体を見渡すことができないので、全体のスケッチを描かせることは困難である。また、化石の発見に努めたが、予備調査や野外学習でも化石は発見できなかった。

### 4. 地層の上下判定について

地層の上下判定は、砂岩層中の級化成層の上方細粒化をもとに行わせる。その事前学習として、メスシリンダー内での堆積実験をさせておく。野外観察では、地層の上下判定と同時に柱状図を作成させる。そこで、補助教具としてメスシリンダーモデルを作成した(図3)。

#### (1) メスシリンダー内での堆積実験 (図3)

20 ml のプリンカップに砂を入れ、水を入れた 100 ml 測定用のメスシリンダーに流し込んだ。この操作を3回程度繰り返しメスシリンダーの中に堆積層を作り、できた堆積層の観察を行い柱状図を作成した。

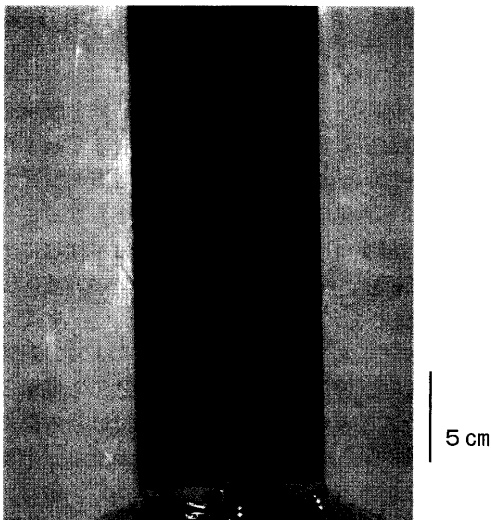


図3 メスシリンダー内の堆積層の写真

#### (2) メスシリンダーモデルについて (図4)

幅 10 mm, 厚さ 2 mm の板を瞬間接着剤で接合しメスシリンダーの形にした。さらにメスシリンダーモデルの長さを 40 cm にして、5 cm ごとに印をつけた。このモデルを地層の走向方向に垂直に、かつ、地層の上部方向にメスシリンダーモデルの開放部が向くように指導する。その結果、メスシリンダーモデルの開放部が地層の上を示すことになる。さらに、メスシリンダー 5 cm ごとの目盛りがスケールとなり、地質柱状図を描きやすくするものである。

今回の授業では、野外観察授業のときに、初めて生徒に示したが、事前に生徒に自作させておけば、野外観察授業がより効果的になったと考えられる。

#### (3) メスシリンダー内での堆積実験と地層の上下判定について (図5)

メスシリンダー内にできた堆積層の分級で上方細粒化を観察し、タービダイトからなる地層では上方が細粒になることを理解する。メスシリンダー内での堆積実験で観察したのと同様に、実際の地層で細粒化しているほうにメスシリンダーモデルの解放部を置くことによって生徒が地層の上下判定ができているかどうかを知ることができる。

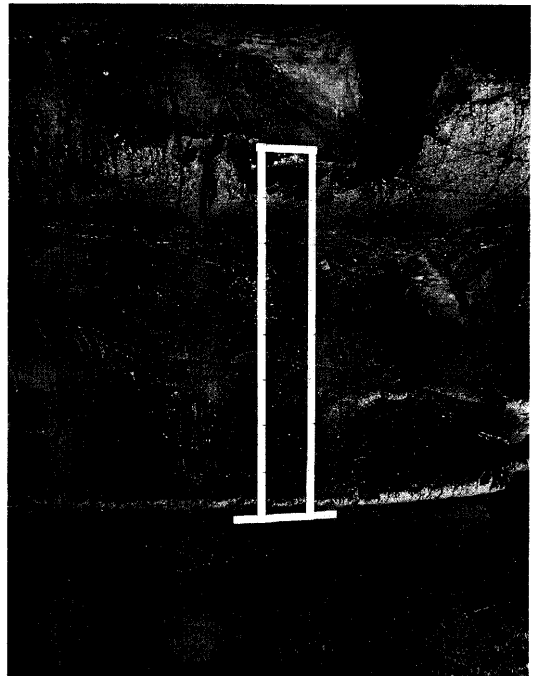


図4 メスシリンダーのモデルと級化成層

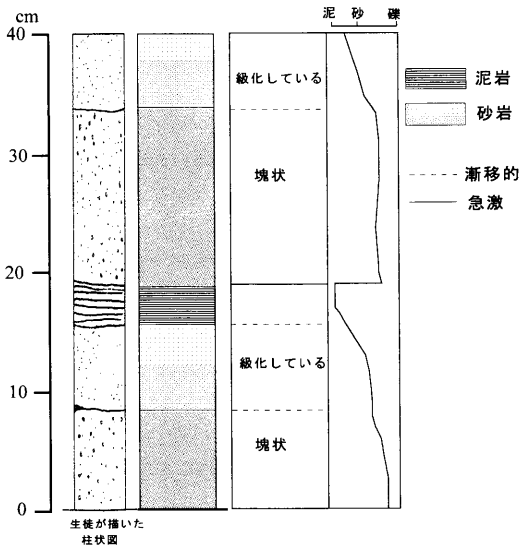


図5 野外観察授業を実施した場所の地質柱状図

## 5. 授業実践について

授業は徳島県那賀郡那賀町立鷲敷中学校の1年生、生徒数23名(男子10名・女子13名)で実施した。

### (1) 野外観察授業までの指導について

野外観察の授業を行うまでに、次のような授業を室内で行った。

#### 1) 化石が教えてくれること(2時間)

- いろいろな化石を観察して化石には示相化石と示準化石があることを知る。
- NHKビデオ「生命40億年はるかな旅、最終回、地球と共に歩んで」を視聴し、地質時代について理解する。

#### 2) 地層はどのようにしてできるのか(2時間)(図3)

- メスシリンダーの中に堆積層をつくり、堆積層の様子を観察する。その結果、メスシリンダーの中に下位から上方に粒度が細粒化した堆積層を観察することにより、下位から上方への細粒化が実際の地層での上下判定の手がかりになることを理解させる。
- 火山灰も地層を構成する物質であることを理解する。

四国においては、鬼界アカホヤ火山灰、始良Tn火山灰、阿蘇4火山灰(町田・新井, 1992)が採集できることを学び、阿蘇4火山灰に対比される

徳島県三好郡東みよし町で採集した長手火山灰(森江ほか, 2001)を観察した。

### 3) 地層をつくる岩石を調べてみよう(2時間)

- 堆積岩のでき方と特徴を理解する。

堆積岩のでき方と特徴について理解させた。学校周辺の地質と関連させ、チャートと石灰岩は海洋地殻起源であり礫岩、砂岩、泥岩は大陸地殻起源である(南ほか, 2003)とプレートの運動と関連づけながら学習した。

- いろいろな堆積岩(図6)を観察し、その特徴から堆積岩の同定を行う。野外観察場所で採集した堆積岩で同定を行った。番号をつけた堆積岩を班ごとに配布し礫岩・砂岩・泥岩・チャート・石灰岩・凝灰岩は何番かを班で話し合わせた。6班のうち2班が全問正解であった。石灰岩と礫岩、砂岩は、どの班も正解であったが、泥岩、チャート、凝灰岩の判断を4班が誤っていた。

### (2) 野外観察授業(ねらい、目標、展開)

これらの学習のまとめとして実際の地層の観察を行う。実際の地層が、室内で観察した堆積の様子と同じであることを実感させる。また、地層を構成している岩石の同定を行う。さらに、柱状図やスケッチを描かせ地層の観察方法を習得させる。

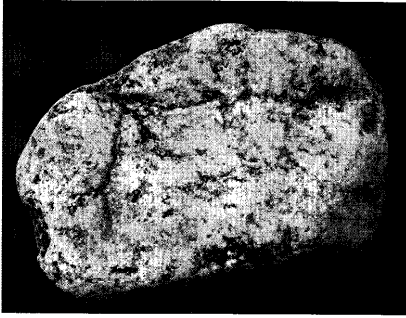
野外観察の指導法については、下野ほか(1995)によって学習の型や目標の定め方により体験型、解説型、検証型、課題研究型に分類されているが、検証型と体験型によって、生徒が主体的に観察するように展開した。

#### 1) 授業のねらい

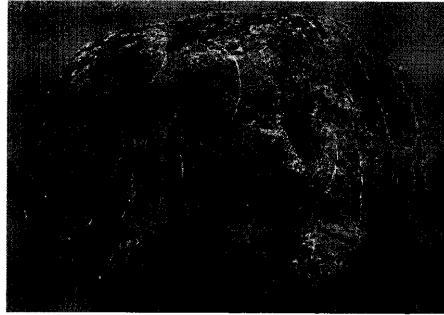
前時において、「化石が教えてくれること」では地層に含まれる化石から地層が形成された年代や環境を知ることができることを学習した。「地層はどのようにしてできるのか」においては、簡単な地層のでき方の実験を行い、地層の下方ほど粒度が大きくなることを知った。「地層をつくる岩石」については堆積岩についての学習を行い、堆積岩のでき方と自然環境等について学習した。

本時においては、前時までの授業をもとに、野外において地層の観察を行う。地層全体を観察し地層の走向方向と傾斜方向を確認させる。さらに砂岩内部の砂の粒度の様子から地層の上下判定を行わせる。上下判定の結果と地層の走向方向と傾斜方向から、地層がどのように堆積したかについて考察させたい。さらに小断層を観察し、その断層の動いた大きさと方向を観察

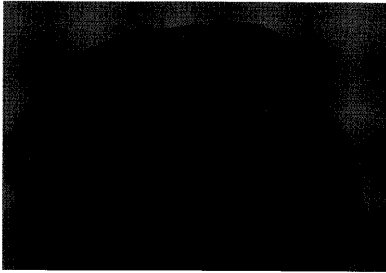




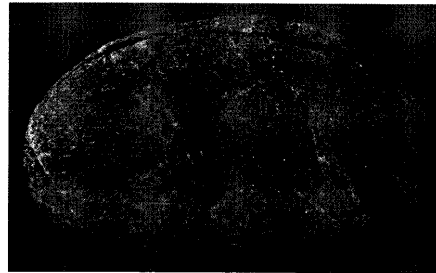
石灰岩



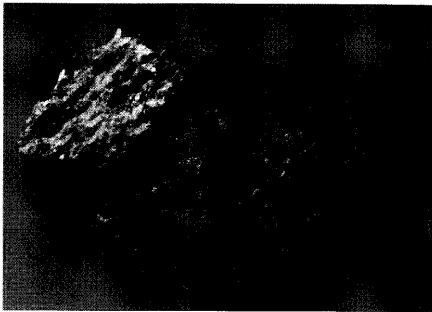
チャート



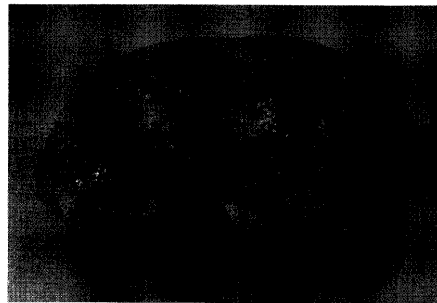
泥岩



砂岩



れき岩



凝灰岩

図6 堆積岩のサンプル写真

させる。さらに、スランプ構造や小断層が観察できることから、地層が堆積した場所は地殻変動が盛んであったことを考察させ、そのような場所として平(1983)に従って、陸に近く、地震が多発する、海溝に至る陸側斜面に形成された海溝付近の深海であることを想像させたい。

2) 本時の目標

- 地層を構成している岩石名がわかる。
- 地層の観察を行い、柱状図や断層のスケッチを行うことができる。
- 地層を構成している岩石や断層をもとに、地層が堆積した場所を推測することができる。

- 3) 本時の展開について (表 1)
- a. 本時の課題をつかむ。  
地層が堆積した地質時代を教え興味・関心を高める。
  - b. 地層の観察を行う。
    - ・地層の全体の様子を観察させる。
    - ・岩石の種類を確認させる。
    - ・地層の走向傾斜に注目させる。
    - ・地層の上下に注目させる。
  - c. 柱状図と断層のスケッチを描く
    - ・柱状図を描かせる。
    - ・断層を発見させる。
  - d. まとめを行う。
    - ・岩石の種類や断層から堆積環境を説明する。
- 4) 学習指導における具体的評価規準の検証について
- 生徒数 24 名を 6 班に分けて授業を行った。授業の指導は、ティーム・ティーチングで行い、補助の教員がチェックを行った。学習指導における具体的評価規準の検証の結果について述べる。
- (a) 地層を構成する岩石名がわかる。
    - ・6 班中 5 班が正解 (砂岩と泥岩) を答えることができ、1 班だけは泥岩だけしか答えることができなかった。
  - (b) メスシリンダーのモデルを地層の走向・傾斜を理解して置くことができる。
    - ・生徒たちは、地層の走向・傾斜は理解できたようである。6 班すべてがメスシリンダーモデルを正しく置くことができた。
  - (c) メスシリンダーのモデルを地層の上下を考えて置くことができる。
    - ・地層を観察して分級から地層の上下を見極めてメスシリンダーモデルを置くことができた班はなかった。その後、前時に行ったメスシリンダー内での分級を思い出すように指導するとすべての班で上下判定ができた。
  - (d) 柱状図をワークシートに記録できる (図 5)。
    - ・メスシリンダーモデルを置いた範囲に入った地層の柱状図を描かせた。その結果すべての生徒が柱状図を描くことができた。さらに、その柱状図は、

表 1 授業の流れを示す学習指導案 (本時の展開)

生徒の学習活動	指導上の留意点	学習指導における具体的評価規準	評価方法
1. 本時の課題をつかむ。	○地層が堆積した地質時代を教え興味・関心を高める。		
地層の観察をしよう。			
2. 地層の観察を行う。	○地層の全体のような岩石の種類を確認させる。 ○地層の走向傾斜に注目させる。  ○地層の上下に注目させる。	(a) 地層を構成する岩石名がわかる。 (b) メスシリンダーのモデルを地層の走向・傾斜を理解して置くことができる。 (c) メスシリンダーのモデルを地層の上下を考えて置くことができる。	発表 メスシリンダーのモデルの置き方 メスシリンダーのモデルの置き方
3. 柱状図と断層のスケッチを描く。	○柱状図を描かせる。  ○断層を発見させる。	(d) ワークシートに記録できる。 (e) ワークシートに記録できる。	ワークシート ワークシート
4. まとめを行う。	○岩石の種類や断層から堆積環境を説明する。	(f) 地層の堆積環境について推論することができる。	発表

すべて上方細粒化に描かれており、生徒たちは、地層の上下判定ができたことが、この柱状図から判断できる。

(e) 断層をワークシートに記録できる。

- 典型的な断層の存在について指摘し、断層の動きについて、断層周辺において断層運動に引きずられて岩石組織が湾曲していく引きずりから矢印を用いて指導した(図7)。その後、自分たちで断層を探して同様に矢印を置いてスケッチするように指導した。その結果すべての班が断層を見つけてスケッチを描くことができた。さらに、生徒が描いたそのスケッチで19名が断層の動きが判断できるように描かれていた。しかし、4名は断層の動きを十分に表現できていなかった。

(f) 地層の堆積環境について推論することができる。

- 岩石の種類や断層から堆積環境を考察させた。この地層が堆積した場所について平(1983)は、四万十帯の地層がつくられた堆積環境として陸に近く、地震が多発する、急斜面下数千メートルの深海が想像でき、そのような場所として、まず海溝が挙げられるとしている。したがって、この野外観察場所の地層も海溝付近の深海と考えられることを説明した。

5) 室内観察と野外観察の比較

- 室内観察では、多くの化石を見せたが、野外観察では化石は発見できなかった。
- メスシリンダーの中に堆積層を作成した。しかし、メスシリンダーの中の堆積層は固結していな



10cm

図7 断層の写真

いが、中生界の地層は固結しているので見た感じか違っている。その点で生徒たちには、少しとまどっているようであった。

- 堆積岩の観察では、6種類の堆積岩を学習したが、野外学習では、2種類の堆積岩しか観察できなかった。しかし、2種類の堆積岩が空間的な広がりて堆積していることを学習することができた。また、室内で石灰岩に塩酸をかけて泡が発生しても生徒たちは感動を示さなかったが、野外観察のとき、断層面のカルサイトに塩酸が反応して泡が発生したことに生徒たちは驚きの歓声をあげた。このような点が、室内観察と野外観察の違いである。

6) 授業後の感想

ワークシートの中に授業の感想を自由に書かせた(表2)。その中に、授業によっていろいろなことを学習できたことに驚きと感動を感じたことが述べられて

表2 野外観察授業に対する生徒の感想

① 地層についての感想
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地層がいろいろあり、細かい地層や大きな地層がありました。身近なところにあると思っていたけど見てみると感動しました。</li> <li>• 外でいろいろ地層を見て、とても楽しかったです。特にメスシリンダーの内容がとても印象的でした。さわってさらさらだったり、ざらざらだったりして似ている砂と泥でもこんなに違うのかと思いました。</li> <li>• 野外観察でいろいろなものを見て、いろいろなことを感じました。特にでこぼこな岩が地層だったというのとはとてもおどろきました。橋から見た岩もなんだかちがう見方になりました。またいきたいです。</li> <li>• 地層は、すべてがけがみないなものだと思っていたけど、でこぼこしているものがあったのは知りませんでした。</li> <li>• 平らな層があるのは知っていたけど、でこぼこな層があるのは、初めて見ました。</li> <li>• 地層は、すべてがけがみないものだと思っていたけど、でこぼこしているものがあったのは知りませんでした。</li> <li>• 平らな層があるのは知っていたけど、でこぼこな層があるのは、初めて見ました。</li> <li>• すごく離れているところから運ばれてきてすごいと思った。ただの岩と思っていたけど地層だったのでびっくりしました。</li> <li>• 地層がつながっていることがびっくりした。ちがう地層も見えた。</li> <li>• 川なのに石灰岩があったのでびっくりしました。ということは海だったことがわかった。</li> <li>• たくさんの歴史のある地層が、こんな近くにあるとは知りませんでした。</li> </ul>
② 断層についての感想
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 断層が見つけられてよかった。野外観察ができてよかった。これからも、地層のことをもっと深く研究したいです。</li> <li>• 断層を見て、私はおもしろいと思った。</li> <li>• 断層を見つけた。他にもたくさんありました。また、行って見つけてみたいと思いました。</li> <li>• 断層がいっぱいあつて、ごちゃごちゃしていましたが、楽しく授業ができました。</li> </ul>
③ 地層と断層についての感想
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地層を見つけたら断層を見つけたのは少し難しかったけど楽しかった。</li> <li>• いろいろな地層が見えました。地層からいろいろなことがわかりました。断層なども見られ少い岩のことが理解でき楽しくなってきました。</li> <li>• 身近なところにたい積岩や断層が見えると思っていなかったのでびっくりしました。</li> <li>• いろいろな地層がこんな身近にあったなんて少いおどろきました。それと断層が多く見られたのですごかったです。</li> <li>• ずれをみつけたときにすごくうれしかったです。地層はぐちゃぐちゃもあった。それがびっくりです。</li> <li>• これは何回か来たことがあったけど、このような地層や断層があるなんて知りませんでした。地層・断層を探してみるとけっこうありました。身近なところにこんな地層があるなんて驚きです。</li> <li>• 実際見てみると、それまでただの岩石がいろいろなもようやちがいがよくわかりました。本物の断層も見えてよかったです。</li> <li>• 地層は、教科書で見るほどわかりやすくなかった。でも、実際にさわったりみたりできていい勉強になった。スケッチしていると、地層のずれがよく分かった。野外観察は、いろんな発見ができて楽しかったです。</li> </ul>

いる。そのうち、4名が身近なところで地層観察ができたことに感動していた。さらに、10名の生徒が断層についての記述があり、断層について興味をもったことも明らかになった。

## 6. ま と め

校区内の川原において四万十北帯の地層について野外観察授業を行った、その結果

- ・砂岩と泥岩の互層になっている
- ・東西方向の走向で垂直に傾斜した北が上位の地層である
- ・断層が観察できること

を学習した。生徒たちは、興味関心をもって主体的に地層の観察を行うことができた。その結果は、以前に訪れたときは何となく見ていた岩石から、授業によっていろいろなことを学習できたことに驚きと感動を感じたことが、授業後の感想文に書かれていた。また、身近なところで地層観察ができたことに感動していた。さらに、断層について興味をもったことが明らかになった。

このように、興味関心をもって主体的に地層の観察を行うことができた理由としては、野外観察を行うまでに、野外観察場所の近くで採集してきた堆積岩を使って堆積岩の学習を行い本物を見る目を養っていたこと、メスシリンダーを用いて地層のモデルを使って柱状図を描く方法を学習していたことなどが考えられる。この授業によって、生徒たちが自分の郷土に興味・関心や誇りに感じる気持ちが大きくなったと思われる。

今回の野外観察授業では、タービダイトやスランプ構造には触れなかった。今後の課題として、生徒たちが主体的に観察を行うことができるような教材としてタービダイトやスランプ構造を研究していきたい。

**謝 辞** 鷲敷中学校の和泉一三教諭には、授業実践に協力いただきました。また、鷲敷中学校の徳野寿治校長をはじめ鷲敷中学校の職員の皆様には、野外観察

授業において、生徒引率にご協力いただくとともに有益なご助言をいただきました。また、那賀郡理科部会の先生方にはご指導ご助言をいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

## 引用文献

- 天野和孝・品田やよい・山田 智・田中哲也・石野繁男 (2004): 児童生徒の地殻変動の理解度を考慮した地層の選定. 地学教育, **57**, 155-160.
- 濱中正男・野外学習研究グループ (1996): 野外学習の学校教育における位置づけ. 日本科学教育学会年間論文集, **20**, 75-76.
- 石田啓祐 (1998): 四国東部四万十累層群の岩相層序と放散虫年代. 大阪微化石研究会誌, 特別号, **11**, 189-209.
- 石田啓祐・須鎗和巳・寺戸恒夫・久米嘉明・大戸井義美 (1983): 鷲敷町の地質. 総合学術調査報告「鷲敷町」郷土研究発表会紀要, 29, 阿波学会・徳島県立図書館, 99-110.
- 紅露瑞代・Paningbatan Digna Cabardo・熊山 剛・西條典子・村田 守・香西 武・小澤大成・西村宏 (2004): 学習指導の工夫を導くための徳島県鳴門市地学野外観察マップと地層堆積モデルの製作. 鳴門教育大学学校教育実践センター紀要, **19**, 89-96.
- 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.
- 松川正樹・馬場勝良・林 慶一・田中義洋 (1994): 地質の野外実習教材の開発の視点. 地学教育, **47**, 99-109.
- 南 寿宏・野口稔崇・森 繁・村田 守・小沢大成・香西 武・西村 宏 (2003): 徳島県立鷲敷青少年野外活動センター周辺における地学フィールド教材の開発と実践. 鳴門教育大学学校教育実践センター紀要, **18**, 169-176.
- 満塩大洗・栗林知史 (1997): 徳島県那賀川流域の第四系. 高知大学学術研究報告自然科学, **46**, 65-78.
- 森江孝志・小澤大成・奥村 清 (2001): 徳島県阿讃山地南麓の段丘堆積物中から見出された長手テフラとその対比. 第四紀研究, **40**, 331-336.
- 文部省 (1998): 学習指導要領解説—理科編一. 大日本図書, 162p.
- 下野 洋・野外学習研究グループ (1995): 野外学習指導法の体系化に関する研究. 日本科学教育学会年間論文集, **19**, 315-316.
- 平 朝彦 (1983): 日本列島の成立. 別冊サイエンス, 124-138.

森江孝志：徳島県四万十北帯での野外観察授業 地学教育 61 巻 5 号, 167-175, 2008

〔キーワード〕 四万十帯北帯, 野外観察, 級化成層, 柱状図, 断層

〔要旨〕 仏像構造線以南の四万十北帯で地層の調べ方を身に付けさせる野外観察授業を行った。砂岩・泥岩の互層を観察し、砂岩の内部に見られる級化成層から、地層の上下判定を行い柱状図を描いた。さらに、断層の観察を行い、地層の堆積場所について説明した。野外観察授業までに十分な室内での学習や観察ができていたので、興味関心をもって主体的に地層の観察を行うことができた。その結果、身近な地層からいろいろなことを学習できたことに感動と驚きを示した。

Takashi MORIE: Report of Geological Field Class in Middle School Using Steeply-dipping Accretionary Prism Strata in Tokushima Prefecture, Japan. *Educat. Earth Sci.*, **61**(5), 167-175, 2008

~~~~~  
お 知 ら せ  
~~~~~

## 「理科教育」担当教員の公募

このたび、本学（教育学部）では、下記により教員を公募しますので、関係者への周知並びに適任者の推薦について、よろしくお願いいたします。

### 記

1. 所属 教育学部（理学科）
2. 職名及び人員 講師または准教授 1名
3. 担当分野 理科教育
4. 主な職務内容 学部・大学院の授業担当、及び大学院における研究指導
5. 担当予定授業科目 大学院：「理科教育特論Ⅰ」、「理科教育特別演習Ⅰ」他  
学部：「理科教育法（初等理科教育及び中等理科教育Ⅰ～Ⅳ）」、「自然環境教材論実験」他
6. 応募資格 年 齢：着任時 40 歳以下  
※長期勤続によるキャリア形成を図る観点から、上記年齢の範囲で募集します。  
（雇用対策法施行規則第 1 条の 3 第 1 項 3 号のイ）  
学歴等：修士または博士の学位を有する者  
専門等：理科教育に関する研究業績を有し、中学校理科第 2 分野の内容に関する研究をバックグラウンドにする者
7. 採用予定日 平成 21 年 4 月 1 日
8. 応募期限 平成 20 年 9 月 17 日（水）17:00 までに（下記 10）の注意事項を確認の上、送付先（下記 10）へ必着のこと
9. 応募書類
  - (1) 履歴書（本人自著押印、写真貼付（裏面に氏名記載）、所属学会、社会的活動等も記載してください） 1 通
  - (2) 研究業績一覧表（著書、論文、学会発表、教育実践、その他に分類した研究業績一覧） 1 通
  - (3) 主要業績の提示（著書・論文 5 点について現物又は別刷・コピーを提示し、それぞれ 200 字程度の要旨を添付してください）
  - (4) 「教育・研究歴及び赴任後の抱負」について述べたもの（A4 判、様式自由、2,000 字程度） 1 通
  - (5) 本人について問い合わせが可能な人（2 人）の氏名、所属、連絡先
10. 送付先 〒612-8522 京都市伏見区深草藤森町 1 番地  
京都教育大学 総務課 人事グループ  
（**注意事項**）封筒に「理科教育教員応募書類在中」と「朱書き」で明記して、必ず「簡易書留」など受領の確認ができる郵便又は宅配便で送付願います。受領の確認ができない普通郵便、電子メール又は持参などによる応募は受付できませんので、ご注意願います。
11. その他
  - (1) 採用後、初等および中等理科教育に積極的に取り組んでいただきます。
  - (2) 教員免許状を有する者が望ましい。
  - (3) 採用された場合、本学への通勤可能な範囲に居住できること。
  - (4) 必要に応じて面接を行います。ただし、その旅費は自己負担となります。
  - (5) 審査の状況により、健康診断書、本学所定の候補者調書等をご提出願うことがありますので、お含みおきください。
  - (6) 選考の結果についての連絡は、直接ご本人にいたします。

なお、応募書類は原則として返却いたしません。特に返却を希望される場合はその旨を必ず明記の上、返信用の封筒（送付先を明記し、所定の金額の切手を添付したものを）を必ず同封してください。
12. 問い合わせ先 京都教育大学 教育学部 理学科 村上忠幸  
問い合わせは、e-mail: rikyo@kyokyo-u.ac.jp  
なお、選考経過等のお問い合わせは、ご遠慮願います。

以上

## 編集委員会より

発行が遅れましたことをお詫びいたします。新規の投稿数は少なく、また、査読にも時間がかかっております。出版までに至る論文のストックの余裕がない状態です。原稿の投稿をお願いします。なお、原稿を投稿する際には、投稿規定をよく読み、信頼のおける第三者に見てもらっただけでも、掲載までの時間をかなり短縮できるかと思えます。

### 地学教育 第61巻 第5号

平成20年9月25日印刷

平成20年9月30日発行

編集兼 日本地学教育学会  
発行 者 代表 牧野泰彦

〒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

印刷所 株式会社 国際文献印刷社

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. 61, NO. 5

SEPTEMBER, 2008

---

## CONTENTS

### Original Articles

- Differences in Efficiency in Teaching about Geologic Strata between Outdoor and Indoor Settings .....Hiroaki AIBA and Mariko KOBAYASHI...141~155
- An Experimental Study of Delta Formation in a Handmade Flume  
.....Naohisa NISHIDA, Makoto ITO, Yasushi SHIMANO and Hiroki HASEGAWA...157~166

### Practical Article

- Report of Geological Field Class in Middle School Using Steeply-dipping Accretionary Prism Strata in Tokushima Prefecture, Japan .....Takashi MORIE...167~175

Information (176)

---

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