

地域素材を活用した地学の学習 (2)

— 予想と討論を取り入れた地層観察学習 —

山崎博史・西村友典¹・林 武広・鈴木盛久

(2006年10月5日受理)

Geoscience teaching using local geological materials (2)

: Observation of sedimentary layers with the activities of expectation and debate

Hirofumi Yamasaki, Tomonori Nishimura, Takehiro Hayashi, and Morihisa Suzuki

We planned and tried a learning program of observation of sedimentary layers for undergraduate and high school students. The purpose of the program are to get basic skill of observation of strata and to understand the arrangement of layers in space on the basis of recognition of feature of strata, expectation and debate on the correlation of layers, and verification of the result of debate. The flow of the activities in the program is the following order, (1) to observe the layers at outdoor cliff or the peeled sample of strata in a classroom, (2) to make columnar section in the field observation and to sketch the peeled sample of sedimentary layers, (3) to estimate the correlation of layers, (4) to debate on the estimation, and (5) to verify the result of debate. The process of the program made the students watch the layers carefully in this trial case.

Key words: Saijo Formation, peeled sample of strata, observation of sedimentary layers, expectation, debate

キーワード：西条層，はぎ取り標本，地層観察，予想，討論

1. はじめに

地質図作成のための野外調査は苦勞や困難を伴う作業であるが、一方で予想と検証を繰り返す作業であることからある種のおもしろさや達成感を与えてくれる。こうした調査は、露頭観察から得られた地質情報をもとに地層の連続性と層相の変化を予想しながらルートごとに行われる。その結果、予想通りの地層や層相が現れたときにはさらに次の予想を立て、あるいは逆に、予想外の結果となったときには考えを修正する。このような作業を積み重ねて、ルートマップから岩相図へと地質情報が面的な広がりを持つようになる。

ところで、教室での学習成果を校外の自然の事象に当てはめて学習する場合は、時代を問わず学校教育上極

めて重要であり（濱中，2001），また地学リテラシー育成に関わる学習の内容や方法を考えるとき，具体的な自然（実物）に触れさせながら基本的な自然の認識を図ることの重要性が指摘されている（藤岡ほか，1990；下野，1993）。実際，広島市内の中高生を対象としたアンケート調査結果では，地層の直接観察の経験のない生徒は，経験のある生徒よりも単純化されたモデルとしての地層のイメージを持っている，という傾向が認められる（西村，2002）。したがってモデル化されたイメージを実際の自然と結びつけるためにも野外観察が有効であると考えられる。なお，ここでの地層のモデル化されたイメージとは次のような見方である。すなわち，砂岩層といえは砂粒子のみから構成される，あるいは，地層は板のように限りになく平板でその境界は常に明瞭であり，それらは規則正しく積み重なっている，という見方である。

¹愛媛県立土居高等学校

表1 西条層の特徴

西条層の特徴	学習素材として考慮すべき点
ほぼ水平層である。	地層の累重関係を視覚的に捉えやすい。
構成物が単調な碎屑物主体である。	地層そのものに興味を持たせる工夫が必要。
層相の側方変化が著しく、空間的な広がりが捉えにくい。	地層のモデル化されたイメージと一致しない。工夫次第で地層の多様な産状を示すことが可能。
河川成の多様な堆積相を示す。	有効な鍵層の発見により、同時異相概念、すなわち多様な堆積環境の空間的な配置や広がりが認識可能となる。
未〜半固結堆積物のため崩れやすく、崖が崩積土等によって覆われやすい。	地層の露出状況が悪く観察しにくい場合や安全面の指導の徹底を考慮することが必要。

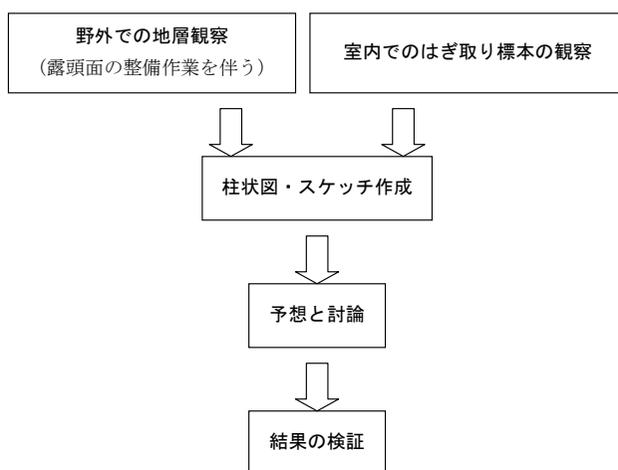


図1 学習の流れ

一方生徒にとっても野外学習への期待感が高いが、教師は生徒をただ野外へ連れて行けばよいというものではない（濱中，2001）。生徒の期待感を達成感にするためには、指導者としての教師には様々な準備や仕組みづくりが要求される（松川ほか，1994）。そのような仕組みづくりにおいて、身近な内容を教材化することが、生徒の興味・関心を高める（山手ほか，2000）。

本論では、著者の一人西村が行った教育学研究科修士論文研究（西村，2002）を基に、学生・生徒が主体的に地層観察学習に取り組むことをめざした学習プログラムとその実践についての検討結果を報告する。

本プログラムでは、学生・生徒の主体的な取り組みや地層観察のモチベーションを高める仕組みとして、地質図作成のための野外調査の方法を参考に、(1) 観察範囲を限定する、(2) グループで予想をたてる、(3) それぞれの予想をグループ間で討論する、(4) さらにそれを検証する、という学習活動の流れを考えた。

観察対象は、広島大学の近くに露出する第四系西条層である。また、野外での地層観察学習ができない場合を想定して、高校での授業実践において、補助教材による地層観察学習についても検討した。

2. 西条層

西条層（東元ほか，1985）は厚さ30～50mで、多様な粒径からなる碎屑物を主体とし、炭質物と火山灰を伴う。また一部を除き、後生的変位・変形を受けておらず、ほぼ水平層とみなすことができる。したがって、地層観察学習のための素材として西条層をみたとき、考慮すべき特徴として表1に示す事項があげられる。



図2 野外での観察実習

(左：観察の視点の解説、右：柱状図作成)

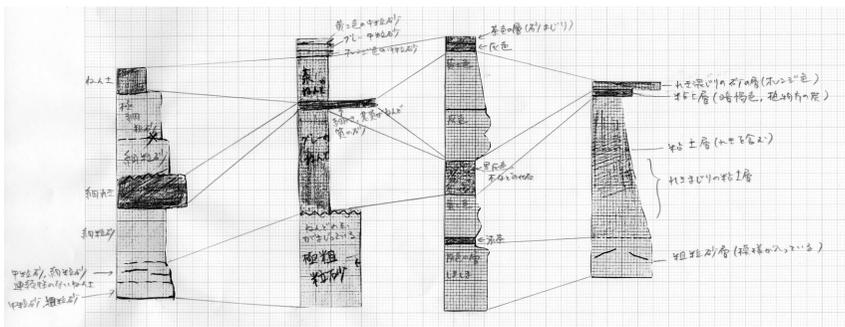


図3 柱状図と対比 (予想と討論の結果)

3. 学習プログラム

(1) ねらい

学習プログラムのねらいを次の2点とした。

- 1) 基本的な地層観察の方法や柱状図の作成法を身につける。
- 2) 地層の特徴を識別し、その連続について観察結果に基づいて討論し、その結果を実際に確かめることにより、地層の空間的な広がりを認識する。

(2) 学習のながれ

野外での観察学習では、上述した学習素材としての西条層の特徴のうち、水平層であること、層相の側方変化が著しいこと、などを考慮して学習プログラムを考えた(図1)。地層観察は、グループごとにそれぞれ数メートル離れた地点を分担して行う。その際、地層に触れることを意図して、学生自身がねじり鎌を使って露頭表面を整備する活動を加える。

室内での観察学習では、身近にあって標本の作成が比較的容易にできることから、現河床堆積物のはぎ取り標本を崖に露出する地層に代わる補助教材として学

習プログラムを考えた(図1)。なお、地層のはぎ取り方法は戸倉(1996)に従い、露頭全体を幅30cm(ガゼの幅)ごとにはぎ取った。教室では、これらのうち一つおきに観察用として生徒に示し、残りの標本は結果の検証作業の際に使用した。

4. 学習実践

(1) 野外での観察学習

本実践は、大学生(教育学部2年、選択必修科目：フィールドサイエンスⅡ受講者10名)を対象に、平成13年度後期に集中講義として実施した(図2)。地層観察場所は、東広島市田口の宅地造成地である。

【地層観察】

露頭を前にして、はじめに、地層がほぼ水平であることと縞状に層理が認められることを全員で確認した。その際指導者は、堆積物の粒度に注目すること、地層境界の状況把握(明瞭か否か、および削り込みは認められるか否か)という、地層観察の視点を指摘した。



図4 室内ではぎ取り標本の観察
(左：スケッチ作成，右：討論)

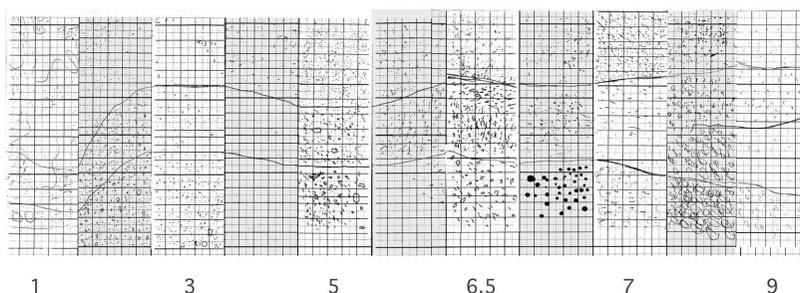


図5 スケッチ (番号部分) と予想 (網部)

【柱状図作成】

グループに分かれて、それぞれ数メートル離れた場所で、幅20～50cm程度の範囲の地層を、ねじり鎌を用いて削りだす（露頭面を整備する）。削り出された地層表面をよく観察し、柱状図を作成する。その際指導者は、地層の厚さの計測法など、適宜助言した。また、観察は、活動時間を考慮して、観察可能な層序全体を対象とするのではなく最も連続性の良い層準を基準に、それより下位の地層（層厚約4m）を観察対象とした。なお、その部分は崩積土によって覆われていることが多い。

【予想と討論】

グループの代表者が、それぞれの観察地点で、作成した柱状図を示しながら観察結果（構成層の特徴と層序）を説明した。その後各グループで作成した柱状図を作成位置の順番に並べ、地層の連続（対比）について予想・討論した（図3）。どのグループも地層を比較的細かく観察しており、そのためか、わずかに数メートルの場所の違いにもかかわらず層相の変化が著しい場合があることに気づき、そのことにとまどう場面もみられた。その時指導者は、あらためて柱状図と露頭

とを見比べて地層の特徴を再確認することを促し、実証的な活動に結びつけた。

【結果の検証】

前段階で地層を再確認しながら地層の対比について検討した結果、全員の意見が一致しない部分も認められた。そこで、必要に応じて隣接した柱状図作成地点間の崩積土を削り取るにより、討論の結果を実際に検証し、露頭全体での地層の広がりを確認した。

(2) 教室での観察学習

本実践は、平成13年度、広島市内の私立S高校3年の地学受講者65名を対象に行われた。地層のはぎ取りは、事前に、東広島市を流れる黒瀬川の砂質堆積物を用いて行った（図4）。

【はぎ取り標本の提示】

露頭を幅30cmごとに連続してはぎ取り、11枚のはぎ取り標本を用意した。それらのうち端から数えて偶数番の5枚を除いた、残り6枚を教室の床に敷いた新聞紙の上に並べた。次に生徒に対し、これらが地層をはぎ取ったものであること、およびはぎ取り方法やは

ぎ取った時の様子を写真を示して説明した。この時点で生徒は、はぎ取り標本を地層だと認識できず、ただの土だという反応を示した。

【地層観察】

学習目標が、並べてある地層を観察し、それらの間を予想して埋めることだと生徒に告げ、その方法を生徒自身に考えるよう指示した。それに対して「全部同じだからこのままでよい」、「何が違うかわからない」という反応が多く返った。そこで、少し離れて全体の様子を観察し、その後また近づいて粒径に注目することを示唆した。その結果、地層の縞模様気づく者が出てきて、堆積物の粒径の違いに着目できるようになり、それを対比の基準とすることに発展した。

【スケッチ作成】

各層の特徴を明確にするために、はぎ取り標本のスケッチを行った。6人でグループをつくり、それぞれが1つのはぎ取り標本を担当してスケッチした。はぎ取り標本の構成物の粒径に注目するよう指導していたが、生徒によって、おおざっぱにスケッチする者や一粒一粒まで細かく描くなど、様々であった。

【予想と討論】

グループごとに、6枚のスケッチを順番と上下に注意して台紙に貼り付け、隣の地層との連続性を予想し、台紙に記入する。その際、予想した部分の粒径がわか

るようにすること、および堆積構造の様子をはっきりと表現することを指摘した。

実際に個々のスケッチを並べてみると、その精度や基準が異なるために、対比を行うことが困難なグループが続出した。このような場合、はぎ取り標本に戻って、実物とスケッチとを比較しながら、連続性について討論した。なかなか意見の一致しないグループははぎ取った地層に触れて確かめるなどして、予想図を完成させた (図5)。

【結果の検証】

はぎ取り標本のうち取り除いていた偶数番の5枚を元に戻し、一連の連続したはぎ取り標本として再現した。次にそれと予想図とを比較して、予想の正否を確かめた。完全に一致したグループは無かったが、ほとんどのグループにおいて、地層は多少の粒度の変化を伴いながらもほぼ水平に連続しているということが捉えられていた。

5. 考 察

筆者らがこれまで実施してきた地層観察実習は、多くの場合、濱中 (2001) の区分 (表2) によると、解説型、問答型および指示型を組み合わせた形式であった。こうした方法では、観察内容にもよるが、どうしても学生が受け身になりやすいことは否定できない。また、実習は学生・生徒の個人的な活動となり、活動

表2 野外学習の類型化 (濱中, 2001に基づく)

	内容	利点・欠点・その他
解説型	生徒は野外で自然の事象を見て、その内容についてテキストや指導計画に沿って、教師の解説を受ける。	多数の生徒に対し一人の教師でも指導可能。設定された時間内で指導可能。生徒が受け身になりやすい。
検証 (確認) 型	教室での既習の内容を野外での実物と対比して確認する。	学習済みの内容のため、理解しやすい。生徒が受け身になりやすい。
発見 (探求) 型	生徒が仮説を立て、それを実物に当てはめながら、規則性を発見する。	生徒が主体的に学習でき、知的好奇心を高めることができる。適切な学習課題が見出せず、学習が進行しなくなる場合もある。
課題研究型	事前に教師の指導あるいは教師と生徒の相談によって課題を設定し、野外でそのテーマに沿って学習を進める。	生徒が主体的に学習できる。研究計画の立案、事前の資料収集、野外での学習進行のチェック等、教師の力量が要求される。
体験型	学習するための特定の知識や概念等を決めないで、野外で見たり感じたりしながら体得する。	生徒の興味関心を高める。学習内容が定まらず、また長時間を要す。
問答型	野外での自然の事象について、教師と生徒の間で、発問・応答を繰り返す。	教師に導かれながらも生徒は主体的に学習できる。一人の教師が多数の生徒を一齐に指導できる。展開法が難しく、教師の力量が必要。
指示型	観察の視点を教師が指示し、生徒はその通りに行動する。	一人の教師が多数の生徒を一齐に指導できる。比較的短時間で実施できる。

への集中度や結果において大きな個人差が認められていた。さらには、今回対象とした西条層や現河床堆積物は、前述したように、ごくありふれた碎屑物から構成されており、地層観察のためのモチベーションを高める工夫が必要であった。

一方室内での補助教材を利用した場合においても次の点が指摘されている（藤岡ほか，1990）。すなわち、各種の標本を利用する時、それに頼り過ぎると「木を見て森を見ない」式の自然感を与える可能性、あるいは視覚教材はビデオやテレビと同様、映像を受動的にしかとらえないという、危惧である。

以上の理由から、本研究では、予想と討論という活動を取り入れ、学生・生徒の主体的な地層観察学習を支援した。この活動は、生徒が仮説を立て、それを実物に当てはめながら規則性を発見するという発見（探求）型（濱中，2001）の活動のバリエーションとみることもできよう。

野外での地層観察においては、指導者の解説により層序の概略を把握した後、限定された場所をグループで分担するという方法を採用した。また分担部分を後で皆に説明することを前提に実際の活動を行った。一方室内の場合においても、はぎ取り標本がどのような場所で作成されたかについてははじめに解説し、次に生徒が観察を行った。これらの方法は、限られた時間内での活動を考えるとき、学生・生徒が適度な緊張感をもって、観察活動に集中することに効果的であったと考える。また、作成された個々の柱状図は比較的詳細なものとなり、細かな粒径変化・粒子配列にも留意した地層観察が、主体的に行われたと言えよう。

さらに、観察結果を皆に説明しそれを基に連続性を予想し検証するという一連の活動は、地層観察学習を、科学的な考え方・方法を養う学習活動として位置づけることも可能と考える。すなわち、観察結果を皆に説明するということは、観察という活動に加えてコミュニケーション力が必要となる。同じ地層を観察してもスケッチにすると個々に全く違う表現となり、スケッチで表現した自分の観察結果を他の人に的確に理解してもらうためには、自分なりに観察結果を整理し、解説することが求められる。さらに、それらの結果をもとに連続性を予想し、討論するためには、根拠を明確

にしてアイデアを述べるといふ、論理的な説明が求められる。

以上のように、予想と討論という活動を地層観察学習に取り入れることにより、学生・生徒はこれまで以上に積極的に学習に参加している様子が認められた。この活動の評価については、実践を重ねる中で検討されねばならないが、学生・生徒の主体的な学習を促進するために、予想と討論という活動が有効である、と指摘することは可能であろう。

【文 献】

- 藤岡達也・柴山元彦・稲川千春・宍戸俊夫・芝川明義・平岡由次・藤 一郎（1990）剥ぎ取りによる「地層標本」の教材化。地学教育，43，115-121。
- 濱中正男（2001）地質の野外学習を通して自然環境を学ぶ修学旅行の指導法。地学教育，54，85-91。
- 東元定雄・松浦浩久・水野清秀・河田清雄（1985）呉地域の地質。地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，p.93。
- 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。
- 西村友典（2002）地域地質を基にした地学野外学習教材の開発－西条盆地を例として－。平成13年度広島大学大学院教育学研究科修士論文抄，75-76。
- 下野 洋（1993）地学リテラシーの育成。地学教育，46，149-159。
- 戸倉則正（1996）スプレー式接着剤を使用した地層はぎ取り方法。堆積学研究，43号，83-84。
- 山手圭子・鹿江宏明・林 武広・白根福榮（2000）生徒の学習意欲を喚起する理科授業の創造。中学教育（広島大学附属東雲中学校紀要），第32集，55-63。

【謝 辞】

授業実践に協力いただいた学生・生徒のみなさん、および野外観察学習に同行しご協力いただいた土居綾子氏と資料整理に協力いただいた近藤惣一氏に感謝します。