

地層の縞模様のでき方と地学的時間スケールをテーマにした実験・観察学習

—洗足池小学校での実践—

川上 紳¹・西田 香²

1：岐阜大学教育学部

2：東京都大田区立洗足池小学校

Experimental and observational study on the development of banded sediments and concept of geological time scale

—A practice at Senzokuike Elementary School—

Shin-ichi Kawakami¹ and Kaori Nishida²

1: Faculty of Education, Gifu University, Gifu, 501-1193, Japan

2: Senzokuike Elementary School, Oota-ku, Tokyo, 145-0063, Japan

要旨

小学6年「大地のつくりとその変化」の単元において、地層をつくる実験および、細かい縞模様の発達した岩石標本を用いた観察学習を行い、地層の重なりから地球の歴史や地質学的時間スケールに対する認識を深める授業を行った。授業は2時間行い、前半は、地層が土砂の供給のたびに、一枚ずつ重なっていくことをイメージする目的で、流水による地層形成実験を位置づけた。後半は、ナミビアの縞状炭酸塩岩、ロシア白海の氷縞粘土の観察を行った。氷縞粘土は夏季の融雪によって運ばれた土砂と、冬季の凍結環境下の粘土の堆積で1年に1セットずつ縞模様ができるもので、縞模様の枚数が年数に換算できるメリットがある。子どもたち一つずつ氷縞粘土を与え、枚数を数えさせたあと、伊豆大島の地層大断面の露頭や、グランドキャニオンの遠景写真を提示し、それらにみられる地層が形成されるのにかかった時間の長さを推理させた。実験や実物標本の観察によって、興味・関心が高まり、地層の重なりから地質学的時間スケールをイメージする力がついたことが、授業で用いたワークシートの記録や、授業後の子どもたちからの手紙から読み取れた。氷縞粘土のように決まったリズムで規則的に堆積した地層は、地学的時間スケールに対する概念発達を促す教材として有効である。

【キーワード】地層、氷縞粘土、実験、観察、小学校

1. はじめに

小学校における理科学習の目標は、自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養うことである。（文部科学省、1999）。小学6年における「地球と宇宙」に関しては、「大地のつくりとその変化」という単元で、地層のでき方や土地のつくりを多面的に探求することになっている。この学習では、火山の働きでできた地層と、

水の流れでできた地層があること、地層は粘土、砂、礫が重なってできていること、地震や火山の働きで大地が変化すること学ぶ。また、地層には化石が含まれていることにも触れることになっている。

地学分野における学習では、学校の近くに地層を観察できる場所がなく、地層の観察やでき方について、深く追求する場面を確保しにくいことがある（谷田部、2005）。本講座を実施した東京都大田区洗足池小学校のように、都会に位置し、近くに地層がみられる場所がない学校で

は、「大地のつくりとその変化」の単元の学習に興味をもてない子どもたちがみられる傾向があった。こうした教材に関する問題点に加えて、関(1983)は、授業時間の不足から野外観察を位置づける余裕がないことや、教師の指導力不足などの問題点を指摘している。

近年、大学や研究機関の研究者のアウトリーチ活動が活発になっており、専門家の出前授業による、子どもたちの興味や関心を高める取り組みが数多く行われるようになってきている(たとえば、川辺, 2002)。本講座の実践は、地学分野の専門家による出前授業によって、「大地のつくりとその変化」に関わる事象に対する子どもたちの興味・関心を高め、より発展的な学習内容に触れる機会をもたせようという趣旨で洗足池小学校側が、「科学技術振興のための教育改革支援計画(SSISS)」というNPO法人に出前講座を要請したことに始まる。SSISSが講師を検索し、講師斡旋の仲介をしていただいたが、内容については当事者どうして相談することになった。

これまでの地層学習に関する先行研究では、学校周辺にみられる地層を活用したものもあるが(高尾・森, 2007; 丹羽ほか, 2008)、校区内に適当地層がない場合は川原の石調べ(古賀, 1983; 大平・岩田, 1983)や、ボーリング調査で得られた岩石試料(中嶋, 1983)が活用されている。しかし、川原の石やボーリング調査の岩石標本については、地層の広がりについてイメージしにくいという欠点があった。本実践では、地層観察が困難な地域においても、細かい縞模様の発達した適切な岩石標本とそれを有効に活用することで、興味・関心を高める地層学習が実現するのではないかと考えた。

2. 指導計画

(1) 講座のねらい

NPO法人「科学技術振興のための教育改革支援計画」からは、出前講座が単発だとイベントで終わってしまい、子どもたちの学習が深まらない可能性があることから、少なくとも2時間の授業時間を確保するよう要請があった。子どもたちに主体的に学習をうながすためには、できるかぎり実物に触れさせ、実験を行うなどし

て、現象をしっかりと観察する機会にすることが望ましいと考えた。

いろいろな可能性のなかで、本授業実践では、ロシア白海海岸で採集した縞模様の発達した小石を使うことにした。これは氷縞粘土と呼ばれる岩石で、氷河の先端にできた湖の底で1年に1セットずつ地層が堆積したもので、いわば年輪のようなものである。この小石を観察して縞模様の枚数を数えると、それが地層の重なりができる期間の長さ(年数)に対応する。すなわち、「地層の重なりと地学的時間スケールを対応づける見方」の育成を本講座の主題と設定した。こうした視点の重要性については、関(1983)が論じている。この目標達成のためには、地層のでき方に関するイメージをもたせることが重要であると考え、前段階での活動として、地層形成実験を位置づけた。

(2) 単元指導計画との関連性

洗足池小学校6年生は2学期から「大地のつくりとその変化」の学習を始めている。本講座の実施までに、火山によってできる地層、水の流れることによってできる地層、地層には化石が含まれること、泥岩、砂岩、礫岩といった岩石がどのようなものかを学習している。

本講座は、これまでの知識を再確認し、実験や岩石標本の観察を単元の半ばに位置づけ、小学校での通常の理科授業のなかで、学習内容への興味・関心を高める活動とした。

3. 授業実践

(1) 講座の導入

本講座は、2008年10月10日に2時間実施することにし、前半は地層のでき方に関する水槽実験、後半は縞模様のある岩石や小石の観察とした。6年生は2クラスあり、1組は3時間目、2組は4時間目に前半の授業を行い、後半の授業はそれぞれ5時間目と6時間目に行った。これは、昼休みを挟むことで、前半の授業と後半の授業がそれぞれ独立した活動であることを子どもたちに印象づけるよう配慮したものである。

まず、午前中の地層をつくる実験を行うにあたり、子どもたちの地層に対する知識・理解に



図1. 流水実験器で地層をつくる活動を行なう児童のようす。

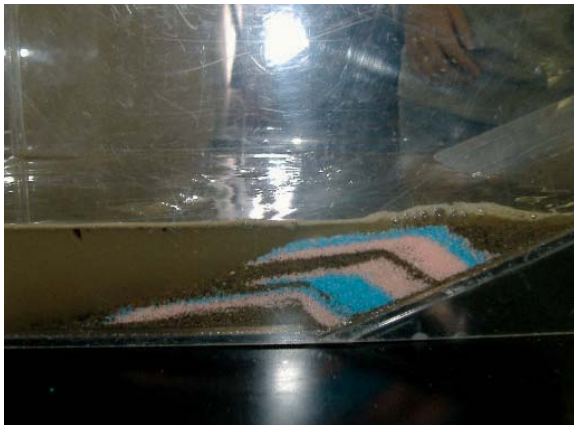


図2. 水槽の側面で観察された地層の重なり方。

関わる質問を行った。それらは、(1) 地層の見られる場所はどこか、(2) 地層はどのようなものでできているか、(3) 地層はどのようにしてできたか。これらの質問に対する考えをワークシートに記入させたあと、口頭発表してもらった。子どもたちは、地層は山や崖で観察できること、地層は火山の活動や水の流れでできることを発表した。そこで、火山の噴火と火山灰の地層に関するビデオ映像や画像を紹介したあと、流れる水の働きで土地が侵食されたとき、上砂はどのようなになるだろうかという課題に絞り込み、水槽実験のための導入とした。

(2) 地層のでき方に関する水槽実験

地層のでき方に関する水槽実験は、教科書に掲載されているものと同様のものである。細長い水槽に竹を割ってつくった樋をとりつけ、河川と湖（あるいは海）をイメージさせた実験装置を準備した。実験には、校庭の砂場の砂を用

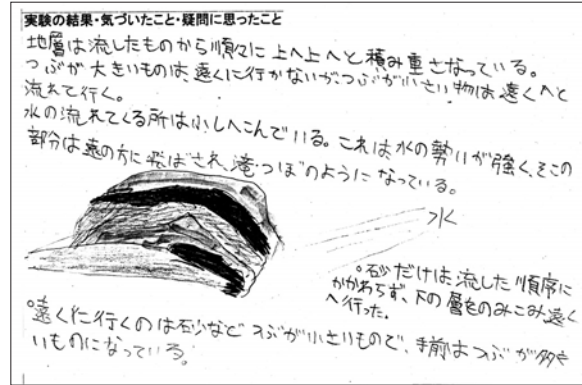


図3. 児童のワークシートの記入例。

いたが、樋に砂を置き、ビーカーで水を流すたびに地層が重なっていくことを把握しやすいように、カラーサンド（新見化学工業）も用いることにした。図1, 2に実験のようすを示す。図3は、この実験の結果を記述したワークシートの例である。土砂を流すたびに地層ができること、地層の広がりや量は流す土砂の量によること、細かい粒子ほど遠くまで運ばれること、水の勢いが強い場所では、堆積した地層が再び流水の作用で運ばれることなど、実験でみられた現象の観察から多くの重要な視点を獲得しているようすが読み取れた。

(3) 縞模様のある岩石の観察

午後の授業では、まず地層の空間的広がりや、板状の地層が積み重なってその断面で縞状の堆積構造がみられることを確認する目的で、ナミビアの縞状炭酸塩岩（図4）を観察させることにした。岩石標本はグループに一つずつ提示した。また、この標本がどのような場所で採集したものかを紹介するスライドを示した。

子どもたちに細かい地層の重なりに注意を促したあと、ロシア白海の氷縞粘土の小石（図5）を一人ひとつずつ渡した。課題はそれぞれの小石に縞模様が何枚あるかを数えることである。

この際に、問題になるのは、1年に1セットという縞模様の重なりを時間の流れとしてとらえさせるための情報提供である。

まず、ロシア白海の小石とよく似た地層で国内でみられる事例として、富山県立山火山の地獄谷にみられる縞状硫黄堆積物の露頭写真を提示した。続いて、同様の地層ができている場所



図4. ナミビア北部のラストフキャップカーボネート（約7億年前）の岩石標本. 細かい縞模様が発達している.



図5. ロシアシロ海海岸で採集した氷縞粘土岩. 約23億年前の氷河時代の堆積物. 白っぽい層と黒っぽい層が1セット. 1年に1セットずつ堆積したもので, 枚数を数えると堆積するのに要した時間の長さがわかる.

として, 宮城県蔵王のお釜や, スイスの水河の末端にできた湖の写真を提示した.

高山地帯では, 冬季には凍結して水は流れず, 夏季には融雪による水の流れて土砂が流れ込み, 夏季には粒の粗い層, 冬季には濁った湖水からの細粒粘土の堆積によって, 1年に1セットの地層ができることを説明した.

(4) 地学的時間スケールに関する考察

ロシア白海の小石で, 地層の縞模様から地学的時間スケールに対するという見方をしたあと, 地層を写した画像を示して, それらの地層が堆積した時間の長さを予想するという課題を出した. 今回子どもたちに見せた地層は, 伊豆大島の地層大断面の露頭写真と, アメリカのグランドキャニオンの遠景写真である. 子どもたちの



図6. 立山地獄谷の縞状硫黄堆積物の露頭写真.



図7. 伊豆大島の地層大断面の露頭写真. 火山灰層とレス（風成塵）の互層. 約2万年前から現在までの間に約100回起こった爆発的噴火で形成されたもの.

予想を口頭で発表してもらったあと, 伊豆大島の地層については約1万年, グランドキャニオンの崖にみられる地層については, 約3億年という時間の流れのなかで形成されたことを話した.

4. 議論

(1) 地層の縞模様と地球の歴史

本講座の狙いは, 地層の重なりと地学的時間

岩石の観察で気づいたこと

岩石は層ごとにゴツゴツとはみ出ている。ところどころに光るつぶが、^{地層の下の方には茶、ほい色。}最ネ刃、せき英と思、たけれど石、かい布だそうです。ところどころ、おうとつが、あって、色が少し違っていた。



小石のしま模様の枚数

11枚

伊豆大島の層

1000年 < 自分の予想

グラントキャニオン
2億~5億

⇒10000年

地層のでき方と観察からわかったこと・気づいたこと・感想など

地層は重いものから順に重なりつもってゆく、水のはたらき、噴火のはたらきなどで地層はできる。私は地層が2億年のものも見つけているとゆうことで不思議に思ったことがあります。もし地球でできたところから土や水があつたら、その時から地層はできていた。だから、その頃の地層はないのかと思いました。もしかしたら、海の底を深く掘るとあるかもしれないと思いました。大学生になってさうゆう本読会があるたら、地球の生まれた頃にはおぼろげに地層がはかしてあった。

図8. 児童の記入したワークシートの例.

スケールに対する認識の深まりである。図8に児童の記入したワークシートの例を示す。こうした視点に対する子どもたちのワークシートにおける記述には、次のようなものがみられた：

・地層は時代を語っているようなものでした。地層が2億年分も重なっているだなんてすごいと思いました。

- ・一つの石でも長い長い歴史がある。
- ・伊豆大島やグラントキャニオンの地層がとても長い時間をかけてできたものだったのでおどろいた。
- ・石や化石のことを考えると、人類の歴史がとて小さく感じた。

このほかに、今回の学習から新たな探求課題に

気づいたことを示す、次のような記述があった：

- もし地球のできたころから土や水があったとしたら、その時から地層はできていたのだから、その頃の地層はないのかと思いました。もしかしたら、海の底を深くけずるとあるかもしれないと思いました。大学生になってそういう機会があったら、地球の生まれた頃にはおよばないけど、地層をさがしてみたいです。
- その辺に落ちている石も、「実は自分より年上かも」と思ったらわくわくした。
- 昔も今も、地層のでき方は同じ。

これらの記述は、地球史の研究に携わる研者が抱いている歴史観や、研究者の研究に対する考え方に通じるものがある。適切な教材を用いて、地球の歴史を探求する視点を提示することで、小学校での地層学習が、地層研究のおもしろさが実感できるものへと変容する可能性が示唆された。

関(1983)は、地質教材における時間の概念における重要性の一つに歴史性があること、過去の出来事を探るには、現在見られる事象をもとに過去を推定することが必要になり、その前提となるものが斉一説であると述べている。今回の講座の実践において、1時間目の地層実験、立山や氷河地域における地層のできかた、7億年も前の縞状炭酸塩岩や、20億年も前の氷縞粘土の標本を関連づけて考察させることで、重要な科学的な概念を子どもたち自身がつかみとったことが読み取れた。

(1) 氷縞粘土の教材としての意義

今回の授業で重要な役割を果たした標本がロシア白海の氷縞粘土である。これは、筆者が2003年6月にロシア白海のエディアカラ生物群化石の調査に行った際に、白海のウインターコーストの海岸で集めたものである。小中学校での授業での活用を念頭において40個以上を確保した。

国内外には、縞模様がかっきりと読み取れる地層は数多くあるが、地層の縞模様は時間スケ-

ルを入れることができるものは多くない。ロシア白海の氷縞粘土の小石は海岸でよく研磨されて円礫となっており、子どもたちの観察にはたいへん適している。同様の氷縞粘土は、カナダのヒューロニアン層群でも広く露出していることが知られている。

国内では、立山地獄谷の縞状硫黄堆積物が1年に1セット形成されたものであると考えられている(日下部ほか, 1983)。この堆積物は硫黄を多量に含む粘土質で未固結であり、しかも立山黒部国立公園内に分布しているため、採集は困難である。阿久津(1960)によると、栃木県那須高原の塩原温泉周辺に分布する塩原層にもきれいな縞模様が発達しており、含水率が低いことから教材として活用できるかもしれない。

なお、1年ごとの縞模様がみられる堆積物は、水月湖などの多くの湖沼堆積物にもみられることが知られている。こうした縞模様は年縞と呼ばれており、時間目盛りを備えた古環境記録媒体として、注目されている(福澤ほか, 1994)。

地学的時間スケールに対する認識を深める手立てとして、時間目盛りの確立された堆積岩標本の探査と確保、およびその活用は、今後の課題である。

(2) 縞状炭酸塩岩の観察の視点

地層学習におけるもう一つの視点として重要視されているものに、地層の空間的広がりがある。地層が小規模な露頭で観察されることが多く、空間的な広がりをイメージしにくいとされている。

今回の実践では、岩石の縞模様を地層とみなす視点を提示する手立てとして、ナミビアの縞状炭酸塩岩を提示した。子どもたちの多くは、地層に縞模様があること、縞模様の厚さに変化があること、地層が面的に広がっていることを容易に認識したが、観察で気づいたことを自由に記入させたところ、岩石表面の色や汚れ、割れ目などにも興味を示し、観察の視点がずれた記入もみられた。実際の野外で地層を観察する場合にも、状況は露頭によって多様であり、地層観察の視点をあらかじめしっかり持たせることは、天然の地学事象の観察を行う場合の留意

点である。

5. おわりに

本実践を終えて、小学校学習指導要領の理科の内容を振り返ると、「大地のつくりとその変化」では、地層という事象の認識、構成物、含まれる化石について学習するようになっているが、これらをなぜ学ぶのか、学習した内容をもとにどのような自然への見方が生まれ、それが日常生活とどう関わっているのかといった部分に弱さがみられる。地層というものを学習する授業では、身近に地層がなければたしかに学習への動機づけは弱く、興味・関心がもてないといった感想がでてくる。地層の観察は地球の歴史や生物の変遷を探る第一歩として位置づけると、この単元はもっとおもしろくなるはずである。この単元学習が事象の存在に気づかせる程度の内容で終わっているのは、やはり身近に適切な観察場所が少ないからであろう。そうだとすれば、だれでも、どこでも、いつでもできるような優れた岩石標本の確保と、その有効活用の手立てを研究する必要があるだろう。

謝辞。本講座の実践は、「科学技術振興のための教育改革支援計画 (SSISS)」の事務局大木道則氏からの要請を受けて実現したものである。この機会を提供していただいたSSISSの関係者の皆様に感謝いたします。

引用文献

阿久津純 (1960) 塩原層群, 宮島層の含珪藻層泥岩について, 東北大学理科報告 (地質学), 14,

544-554.

川辺孝幸 (2002) 小学校現場との交流学习について-「地層観察と化石採集」の現地学習での実践から-, 山形大学教育実践研究, 11, 47-52.

古賀敏正 (1983) 小学校地学領域-6年「地そう」の指導を中心に-, 理科の教育, 32, 394-397.

日下部実・林尚美・小林武彦 (1983) 立山火山, 地獄谷にみられる縞状硫黄堆積物の成因, 火山, 第2集, 28, 245-261.

文部科学省 (1999) 小学校学習指導要領解説-理科編, 東洋館出版社.

丹羽直正・小嶋智・川上紳一 (2008) 美濃帯チャート層中の放散虫化石の観察を中心にした地域教材の活用-小学校6年理科単元「大地のつくりと変化」における実践-, 岐阜大学教育学部研究報告 (自然科学), 32, 39-46.

大平柳一・岩田将之 (1983) 小学校6年「地層の重なり方, 地層のでき方」-地域の教材化を通して-, 理科の教育, 32, 616-620.

関利一郎 (1983) 地学教材の問題点と改善の方策, 理科の教育, 32, no.9, 597-600.

高尾将臣・森繁 (1987) 地域素材を生かした学習指導の工夫(II)-6年「大地のつくり」の指導実践- 香川大学教育実践研究, 7, 49-65.

福澤仁之・小泉格・岡村真・安田喜憲 (1994) 福井県水月湖の完新世堆積物に記録された歴史時代の地震, 洪水, 人間活動イベント, 地学雑誌, 103, 127-139.

谷田部玲生 (2005) 「野外観察を通して地学リテラシーを育てるための教師教育プログラム開発に関する研究」文部科学省科学研究費補助金基盤研究(B)研究報告, 268.