

小学6年「土地のつくりと変化」における多面的見方や 達成感を育む教材の開発とその授業実践による検証

Improvement on the experimental equipments and guidance plan
for “underground structure and its change” in science classes of the elementary school

石原里佳^{*,**}・丹羽直正^{*}・川上紳一^{***}

Rika ISHIHARA^{*,**}, Naomasa NIWA^{*} and Shin-ichi KAWAKAMI^{***}

要 旨

小学6年「土地のつくりと変化」の単元において、地層をつくる実験および地層の広がりを探求する実験の仕方を工夫して授業実践を行った。授業は2003年11月から12月にかけて岐阜大学附属小学校で実施した。地層をつくる実験は、水槽に雨樋をとりつけ、砂と粘土を混ぜた土砂をピーカーに入れた水を流して水槽に堆積させた。地層の広がりを重視して形成過程を観察するため、細長い水槽を用いて実験を行った。また、地層の広がりの探求では、小学校周辺の地層の重なり方を寒天で層構造をつくってモデル化し、ストローでコアを採集してボーリング調査を模擬した。すなわち、実際にボーリング調査が行われている市内の2地点に対応する場所において、ストローでサンプリングを行って、調査結果と対応していることを確認させた。次に、ボーリング調査が行われていない小学校の校庭で地層がどのようにになっているかを予想させたあと、ストローを用いて寒天でできた地層をサンプリングして子どもたちの予想を確かめさせた。寒天モデルの側面は透明アクリルボックスで作ってあるが、実験のときには側面を見せないようにしておき、授業の終わりに覆いを取り除いて地層の面的な広がりがわかるようにしたところ、多くの子どもたちが歓声を上げて、地層の広がりに対する認識をより確かにさせることができた。この授業実践によって、実験装置の工夫の意図から期待される子どもたちの学習する姿を見ることができたため、工夫を施した教材が有効であることが裏づけられた。

キーワード：地層，堆積，ボーリング，大地のつくり，小学校

1. はじめに

小学6年における理科の学習のねらいは、身近に見られる自然の事物・現象の変化や働きについて、その要因と関係づけながら調べ、問題を見いだし、見いだした問題を多面的に追及することを通して、事物・現象の相互関係や規則性についての見方や考え方を養うことである(文部省,1999)。「地球と宇宙」に関しては「土地のつくりと変化」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が主要な内容である。

理科授業の展開では、まず子どもたちの学習意欲を高めるため、単元の導入では迫力ある露頭写真を見せたり、学校周辺でみられる地層を観察させ、地層がどのようにしてできたのか、自分たちの住んでいる地域の大地がどのようなつくりになっているのかといった課題に目覚めさせ、そうした疑問に予想をもって実験を行い、予想を確かめるような授業が有効であるとされている。

本研究の目的は、従来から授業で導入されている指導法について、実験器具を改良することでより高い学習効果が得られることを授業で実践して

* 岐阜大学教育学部附属小学校
Fuzoku Elementary School attached to Faculty of Education, Gifu University
** 中津川市立東小学校
Higashi Elementary School, Nakatsugawa, Gifu
*** 岐阜大学教育学部理科教育講座(地学)
Faculty of Education, Gifu University Gifu.

検証することである。具体的に用いた実験器具は、地層の堆積のようすを調べる水槽実験装置と、ボーリング調査を模擬する寒天モデルである。水槽実験装置は、河川から海へ流れ込む土砂が空間的にどのように堆積するかを観察できるように細長い水槽を用いたこと、またボーリング調査を模擬する寒天モデルでは、実際に学校周辺の地下構造を模擬した比較的大きな寒天モデルを準備して授業を実践したことに特色がある。2003年11月から12月にかけて、これらの実験装置を用いた授業を岐阜大学附属小学校で実践した。その結果、地層のでき方について、多面的な視点で現象を観察する子どもたちの姿や、自分たちの予想が正しいことを教師がドラマチックに実演することで、達成感溢れる子どもたちの姿をみることで報告する。

これまでに、子どもたちの学習意欲や知的探求心を高める授業実践は多く行われている。学校の近くに地層を観察できる場所がある場合に、実際に野外で地層を観察させた取り組み(古賀,1983;高尾・森,1987)や、近くにそうした場所がない場合に修学旅行などの日程に地層観察を取り入れた取り組みがある(たとえば、藤井,1999)。学校の地下がどうなっているかボーリング調査の資料を取り寄せて柱状図をつくる取り組み(中城,2000)や、学校付近の地下のボーリング調査と近くを流れる河川の堆積物を関連させた指導例(大平・岩田,1983)がある。また、子どもたちが興味を示しやすい化石を扱った授業の有効性に関する報告もある(たとえば、小林,1981)。さらに、最近では、小学校での現地地層観察会に教員養成系大学が連携して実施した事例もある(川辺,2002)。本研究では、地層をつくる実験および地層モデルを用いてボーリング調査の模擬実験を行ったこと、実験器具の工夫をめぐって岐阜大学附属小学校と岐阜大学教育学部が連携して取り組んだ点に授業実践の新規性がある。

2. 指導計画

「土地のつくりとその変化」の単元は全体で15時間とした。まず導入では、岐阜県瑞浪地域の化石を提示し、地層や化石に興味や関心を示すよう

に指導した。続いて、実際に小学校の地下がどうなっているのか掘ってみる活動をし、深くまで掘ることは困難なのでボーリング調査の結果を提示して、小学校の地下が粘土、砂、礫層からなることを示した。次の課題は、地層がどのようにしてできるかについての学習である。ここでは学習指導要領に沿って、火山によってできる地層と水の流れによってできる地層があることを考えさせ、水の流れによってできる地層を実験的に調べるよう指導した。この単元の学習のまとめでは、地層の広がりについての概念を定着させることを意図して、校庭の地下の学習を振り返り、寒天モデルでボーリング調査を模擬した実験を行った。

3. 地層のでき方に関する実験

水槽に土砂を含んだ泥水を流し込んで地層をつくる実験は教科書に紹介されており、広く授業で行われている。教科書によっては、砂を含んだ泥水を流し込んだり、粘土を含んだ泥水を流し込んで地層の縞模様をつくる実験が紹介されていたり、砂泥を含んだ泥水を流し込んで、粒子の粗い層が下位に、細かい粘土が上位に堆積する実験が紹介されている。容器のサイズはできるだけ細長いものを使うとよいと書かれているが、教科書に掲載されている写真の容器はあまり小さくなく、水槽内に傾斜したアクリル板を設置して斜面上に地層を作ったものが示されているものが多い。本研究で導入した水槽は縦長のもので、横40cm 縦13cm 高さ15cm であり、泥水が流れ込む場所付近と、そこから離れた遠方でできる地層の違いがわかるようなものである(図1)。また、流し込む泥水は砂と粘土を混合したものを扱い、大きい粒子が下位に細かい粒子が上位に堆積するようにしている。

授業では水槽実験装置のほかに泥水を入れたペットボトルも用意して地層の縞模様のでき方を調べられるようにした。ほとんどすべての子どもたちは、泥水を入れたペットボトルをよく振ったあと静かにおいておくと、砂が底に粘土が表面に堆積することに気がついた。

水槽実験で地層をつくる活動では、子どもたちは最初はピーカーに泥水をつくり樋の上端から流



図1 地層をつくる水槽実験装置

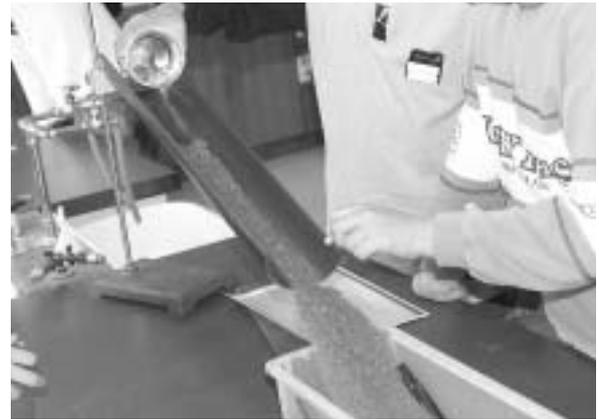


図2 地層をつくる実験のようす

し込んで地層をつくっていたが、あらかじめ桶に砂泥を敷いて河川のようにし、ピーカーで水を流し込むと大雨が降ったあとの河川のようになることに気がついた(図2)。こうした実験で水槽の底に粗い粒子からなる層のう上に細かい粒子からなる層ができ、ペットボトルの実験と同じような地層ができることを確かめた。また、こうした実験を繰り返し行くと、砂、粘土、砂、粘土・・・といった地層の繰り返しができることから、地層が

大雨ごとに土砂が運ばれることで地層の縞模様ができることに気がついた。

さて、本実験のねらいは、河川の流入口付近と沖で地層に違いがあることを水槽実験で気がつく子どもがいるかどうかという観点である。すなわち、粒子の粗い地層は水槽への土砂の流入場所付近にでき、沖で粘土層ができることに気がついたかどうか、実験後の子どもたちのノートで確認した。この点については何人かの子どもたちがそう



図3 ノートに記録された地層のでき方に関するスケッチの例

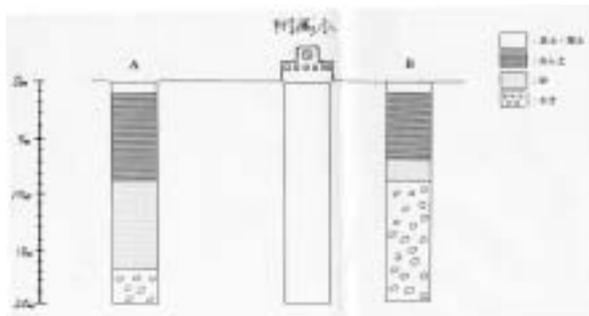


図4 岐阜大学附属小学校周辺で行われたボーリング調査の結果

した観察記録をノートに残しており，地層の見方についての観点をもつ子どもがいたことが確認された（図3）。

4. 地層の広がりがわかる実験

こうした実験を受けて，次の授業では小学校周辺の地下にはどのように地層が堆積しているかを探求する活動を行った．授業の導入では小学校周辺の地図に実際に行われたボーリング地点と，粘土，砂，礫からなる地層の重なりを示した図を提示して小学校の下にある地層がどのようになっているかについての学習を振りかえさせた（図4）．ボーリング調査地点は2箇所あり，厚さは異なるもののいずれも下位から礫層，砂層，粘土層が堆積しており，小学校の下でも同じ順序に地層が重なっているのではないかと子どもたちは考えた．

その予想を確かめるために，寒天でつくった地層モデルを用意した（図5）．この地層モデルは長さ47cm，幅32cm，高さ17cmのアクリルの容器に，



図6 寒天モデルをストローでサンプリングする子供たちの活動



図5 授業で用いた寒天モデル

赤，白，オレンジ色に着色した寒天を順次流し込んで作成した．寒天を流し込むときに容器を傾斜させることで，それぞれの層の厚さが場所ごとに違いがあるようにし，しかも実際のボーリング調査で明らかにされている粘土，砂，礫層の厚さの比と一致するように工夫している．

このモデルの側面は透明で地層の重なりがあらゆる方向から観察できるようにしているが，最初は覆いで隠して子どもたちには見えないようにした．また，寒天モデルの表面には実際の地形図を貼って，小学校やボーリング地点の場所を表現した．

子どもたちは，ストローを垂直に突き刺して寒天の地層をボーリング調査地点に対応するところでサンプリングして，地層の重なり方を確認した（図6）続いて小学校の位置にストローを突き刺して，小学校の地下の地層の重なりが予想と合致していることを確かめた（図7）授業のまとめで，寒天モデルの側面の覆いを取り除き，地層がどのように重なっているのかわかるようにした．この

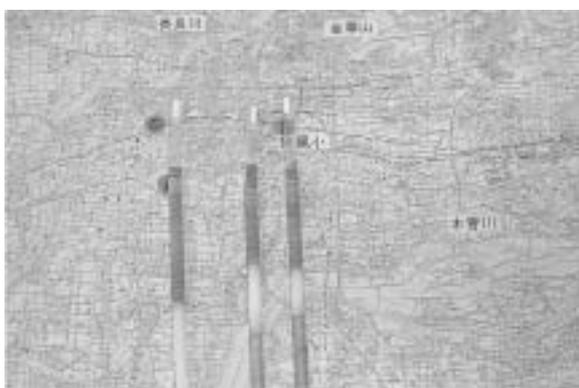


図7 ストローで採集されたコアの断面



図8 寒天モデルで地層の面的広がりを実感する子どもたち

とき「お～！」とか「先生、すご～い！」といった歓声を上げる子どもたちの姿をみることができた(図8)。

5. 議論

(1) 地層のでき方に関する実験

地層をつくる水槽実験は、小学校で広く行われているものである。この実験は最初に縞模様のきれいな地層を提示して、地層がどのようにしてできるかを探求する際に用いられている。子どもたちは水槽に砂や粘土を含んだ泥水を流し込んで、水の動きで地層ができることを学習する。

こうした実験から地層に関する見方をもっと多面的に獲得するような工夫はできないか。水槽モデルは、水槽内に傾斜した地形をつくりそこに地層が堆積していく様子を調べるものであるが、この実験でつくられる地層は傾斜しており、水平成層した地層ではない。こうした傾斜した地層は河川のデルタや大陸棚斜面でできる地層であることから、水槽を細長くすることで、河川の河口付近から沖にかけての地層のでき方の違いがわかる実験として位置づけることも可能になる。そうした授業展開を想定した指導案も考え、ナイル川のデルタの様子やデルタを構成する地層の概念図なども準備したが、地層について初めて学習する子どもたち全員の学習達成目標にするにはレベルが高いと判断した。しかしながら、何人かの子どもたちのノートには、河口付近と沖で地層のでき方の違いに気がついたことは効果があったと考えられ

る。

なお、水槽実験では、流れる水の量や流水の勢いによって、一度堆積した地層がさらに沖のほうへ運ばれること、流入する水によって乱流が発生し、粘土が巻き上げられるようすがわかること、水面が高くなると流入する水は表面を流れるため、深く水没した地層へは影響を与えないなど、さまざまな現象を見ることができ(図9)。したがって、子どもたちの観察力が高ければ、さまざまな現象を読み取ることができ、指導する教員は、そうした子どもたちの気づきを認め、適切な助言をすることで、子どもたちの探究心が高まるものと期待される。

(2) 寒天モデルの扱い方に関する工夫

寒天で地層モデルをつくり、ストローでボーリング調査を模擬する授業実践も比較的良好に行われている。今回の授業では、実際に小学校周辺のボーリング調査のデータをもとに地層モデルを作ったこと、ボーリング調査地点を含む広い範囲にわたる地層の広がりについての認識をもたせるため、比較的大きな容器で地層モデルをつくったこと、地層モデルの表面に地形図を張ることや、容器の側面を隠すことで小学校周辺の地下のようすをイメージさせやすい作りになるように工夫した。子どもたちは、ストローで寒天の層をサンプリングする作業を通して地層の広がりをイメージしていき、最後に地層モデルの断面のようすを見せることで、それぞれの子どものイメージをより確かにし、しかも印象に残るような演出をしたことで高い効果をもたらすことができた。大きな容器で



図9 地層をつくる実験でみられた水槽中の土砂の動き

地層モデルをつくることは時間もかかるが、子どもたちの学習する姿を見ると、準備に対する見返りは充分期待できるものである。

(3) 地層に関する web 教材の開発の課題

地層のでき方や広がりについての学習には、実際に野外にでかけて行って地層を観察することで学習意欲、興味や関心を高めることができるものと期待される。そのためには、それぞれの小学校の周辺でどこにいけば地層の観察ができるのか、またそこで観察できる地層の種類や観察の観点などをデータベース化することができれば、小中学校の大地のつくりとその変化に関する学習を支援することができる。また、伊豆大島の道路わきのうねった地層や海外の有名な地層などの画像を提示して地層の堆積のようすを提示することで子どもたちの興味や関心を高めることができるものと期待される。

岐阜大学教育学部理科教育講座(地学)では、小中学校で学習する理科の内容に関連したさまざまな情報を「理科教材データベース」としてインターネット上で公開しており、地層に関する画像情報も掲載している。現段階では世界的にも有名な木曾川河床の層状チャート、伊豆大島の火山灰層などのほか、オーストラリアのハマスレイ縞状鉄鉱床、ナミビアの氷河堆積物とキャップカーボネートなど、地球史の研究において注目される研究が行われた現場の地層の写真が紹介されている(川上, 2000; 2003, ウォーカー, 2004)。今後は、各地の小中学校での地層の野外観察の候補地を取り上げて、授業で使えるデータベースの構築を目指すことが課題である。

6. おわりに

今日、小中学生の理科離れ、理科嫌いに歯止めをかけることが当面の課題とされている。こうした風潮の背景には、子どもたちの学習意欲の低下が存在しているように思われる。子どもたちの学習意欲を高めるには、自然を探究する活動が驚きや感動を伴うものであり、子どもたち一人ひとりが自然現象について予想し、それを確かめる活動のなかで、新たな課題を見つけ、学習を深めるよ

うな学習支援が必要であると考えられる。今回授業で導入した実験器具は、従来使われているものと大差はないが、容器の形状や大きさをちょっと工夫するだけで、効果的な学習支援ができた。この事例は、探究心を育む理科授業の実践には、必ずしも大がかりな実験や野外活動が必要ではないことを示唆している。

謝辞

本研究の実施には、特定領域研究新世紀型理数科系教育の展開研究における公募研究「生物・地学分野におけるデジタル教材開発と初等中等教育現場での教育実践研究」(研究代表者・川上紳一、課題番号15020227)の研究費の一部を使用した。ここに記して感謝いたします。

文献

- 藤井創一(1999)「関連的指導」が子どもの多様な見方を育てる 6年「土地のつくり」の実践から 初等理科教育, 33, No. 12, (通巻420号), 24-25.
- 川上紳一(2000)生命と地球の共進化, NHK ブックス.
- 川上紳一(2003)全地球凍結, 集英社新書.
- 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.
- 小林文夫(1981)身近な地質教材の学習 有孔虫化石の観察を例にして, 地学教育, 34, 81-85.
- 文部省(1999)小学校学習指導要領解説 理科編, 東洋館出版社.
- 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.
- 中城満(2000)土地のつくり 初等理科教育, 34, No. 9 (通巻431号), 58-59.
- 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.
- ウォーカー, G.(著)・川上紳一(監修)・渡会圭子(訳)スノーボール・アース 生命大進化をもた

小学6年「土地のつくりと変化」における多面的見方や達成感を育む教材の開発とその授業実践による検証

らした全地球凍結，早川書房．