

花崗岩地帯における大地学習

— 小学校6年「大地のつくり」学習の場合 —

A Study of Teaching Geological Environments in the Granitic Areas

— A Case of Teaching the Structure of the Earth

to Sixth-graders —

少 林 浩 道* 秦 明 徳**

Hiromichi Wakabayashi Akinori Hada

I. はじめに

現在の小学校理科では、「自然に親しみ、実験・観察などの直接体験を重視し、それらの活動を通して問題解決の意欲や能力を培い、自然に対する科学的見方や考え方を育成する」¹⁾ことが基本方針とされている。そのため、第6学年C2の『土地のつくりを調べる学習』においても、「地層や岩石などを観察し、土地をつくっている物や土地のでき方を調べることができるようにする」¹⁾ことがねらいとされ、さらにそのねらいを達成するために「身の回りの土地の構成物の特徴やそのでき方を時間や空間と関係づけながらとらえられるようにする」ことが特筆されている。つまり、自分達の住んでいる地域を中心においた学習の展開が必要になってきたのである。しかし教育現場では、このような生の自然に直接触れる野外学習を取り入れた地域素材の教材化の重要性を認識しながらも、具体的な地域自然の特徴を探り、その教材化に取り組む機会は多くない。特に花崗岩地帯においては、その教材化や授業実践の難しさを指摘する声が多い。

花崗岩は地球上で最も広い分布を持つ岩石であり、日本においても花崗岩地帯は広い分布を示し、私達の生活と密接な関わりを持ってきている。このように日常的に触れやすい花崗岩は、世界各地で教材として取り上げられている。日本でも花崗岩を取り上げた歴史は古く、明治以来、理科教材として親しまれてきている。しかし、これまでの日本の学校教育での花崗岩の扱いは、教室内で岩片試料を観察し深成岩としての組織と造岩鉱物を学習することに主眼が置かれたものであった。これでは花崗岩を本当に扱ったことにはならない。上述の趣旨を活かすためには、地域の生の地学的自然を探究でき、野外学習が可能になるような「花崗岩地帯」学習の方法を研究開発する必要がある。しかし、このような花崗岩地帯の学習法について研究した例はほとんど見あたらないのが現状である。

筆者らはこれまで「花崗岩地帯」の地学的特質やその教材化について研究を進め、その一部については既に報告してきている。^{2), 3), 4)}そこで、本小論では、それらの成果を踏まえながら小学生を対象とした花崗岩地帯の教材化及びそれを用いた島根県大原郡木次町立木次小学校6年教室での実験授業について報告する。

* 島根県木次町立木次小学校

** 島根大学教育学部

II. 木次町の地学的自然の特徴

本小論の研究対象地域である島根県大原郡木次町は、斐伊川水系の流域に属している。同水系には広く花崗岩類が分布しており、斐伊川は花崗岩地帯を流下する河川としての代表的性格を有している。木次町は同水系の中流域に存在し、いくつかの支流に合流する地点にあたる。図1から明らかなように、木次町の大部分は、古第三紀花崗岩および花崗閃緑岩が分布しており、真砂土化した深層風化殻を伴っている。本地域は地質的に南北に二分され、筆者の一人が勤務する木次小学校の校区を含む北側は、花崗閃緑岩分布地域であり、起伏量の大部分が100~200m以下であり、その中でも50~100mの範囲が相当量を占めている。その結果、谷がよく発達した比較的平坦な地形になっている。これに対して南半分は、花崗岩分布地域であり、その大部分の起伏量が200~300mを占めている。これは、花崗岩が風化侵食作用に対して花崗閃緑岩よりも抵抗性が大きいためであり、山がちな地形となっている。

また、現斐伊川水系に沿うようにして、古斐伊川水系による数段の河岸段丘層が点在しており、段丘礫層が見られる所もある。また、沖積層も同水系に沿って分布している。木次町の市街地もこの沖積層上に形成されている。この地点のボーリング試料(図2)では、23mより上部には沖積層にあたる柔らかい土砂が堆積しており、円磨を受けた礫や木片、また江戸時代には盛んであった、たたら製鉄による副精製物「鉄滓」等が存在する。23mより下部からは花崗閃緑岩の風化物に変化し、次第に新鮮な花崗閃緑岩へと続いている。

この地域に見られる花崗岩類は、地表付近では真砂土化が進行しており、厚い所では100mにも達する風化殻が形成されている。これらの露頭では地表から下部に向かい、次第に風化核岩が多く出現するようになる(写真1)。そしてこの風化核岩の周囲には、玉ねぎ状の風化構造が見られ(写真2)、風化によって岩石から真砂土へと変化する様子が観察できる。

また、花崗閃緑岩の主要造岩鉱物は、石英、斜長石、カリ長石、黒雲母、角閃石で占められるが、各鉱物の風化に対する抵抗度には差がある。その鉱物間の風化度の差や粘土化の度合いを観察することにより、岩石の風化の度合いを判定していくことができる。風化段階指標として筆者が提案している花崗岩類の五感による風化殻分帯(表1)及び鉱物相の変化(図3)を基準として、本地域の風化殻の風化段階を推定した。その結果、本地域の丘陵地の露頭断面の最上部では、花崗岩類の風化に伴う粘土化によるカオリンの生成とともに、斜長石、角閃石、パーミキュライトの残留もX線的に確認できることから、この地域での風化段階はIV帯(カオリン帯)の中位程度の風化段階まで進行していることが確認できている。

以上述べてきたように、本地域は花崗岩地帯特有の地形化作用を被り、平坦な地形を形成し、真砂土地帯として、人間生活と生産の場となってきた。一方、真砂土化に特徴づけられる厚い風化殻は、梅雨前線に伴う集中豪雨や台風に伴う豪雨により、土砂崩れを引き起こし、当地域でも、甚大な土砂災害を幾度となく繰り返してきている。また、数河川の合流地点となる当地域では、山間地から流れ出す雨水の集積場所となり、豪雨による堤防決壊、家屋流失・浸水等の水害も幾度となく被ってきている。

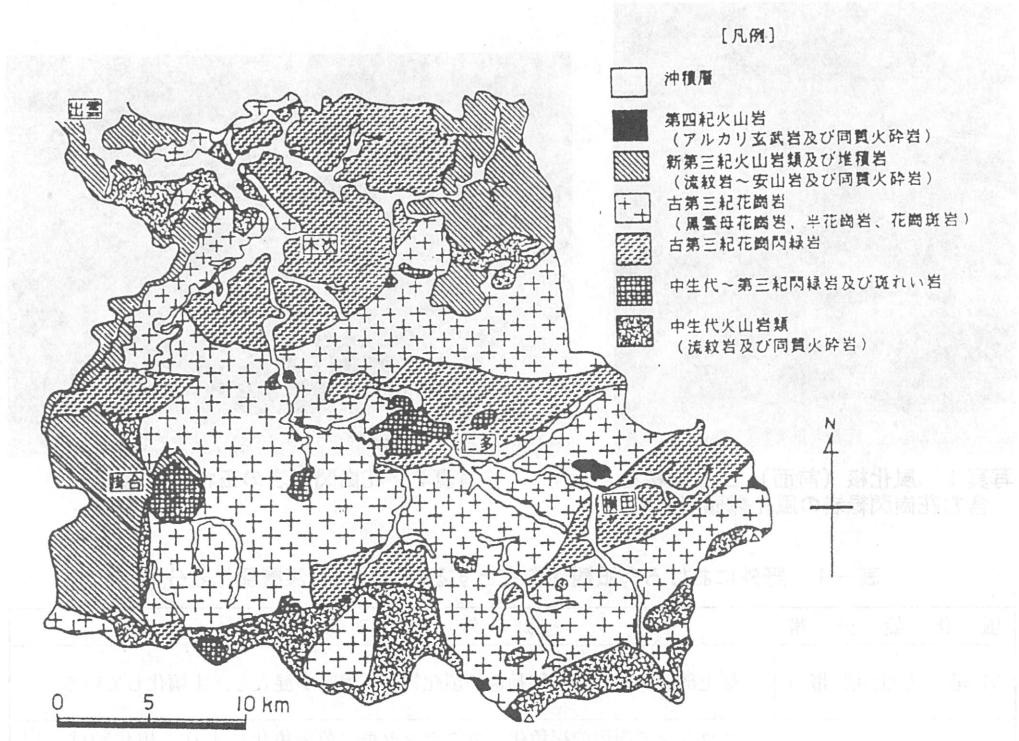


図1 斐伊川流域の地質図 (島根県地質図⁵⁾より作成)

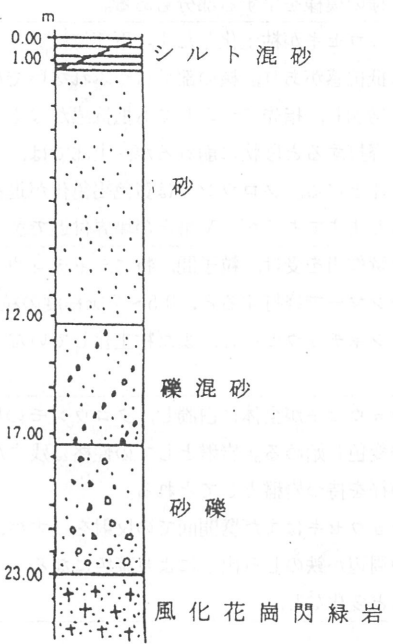


図2 木次大橋近くのボーリング柱状図

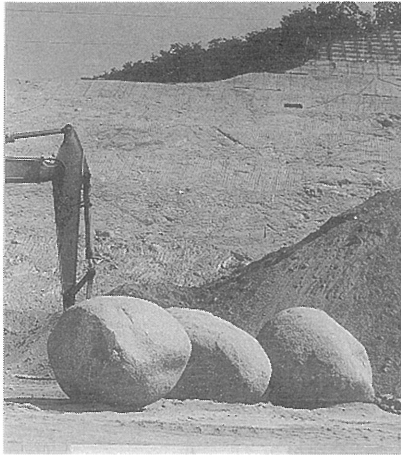


写真1 風化核（前面）と風化核を含む花崗閃緑岩の風化露頭（背景）

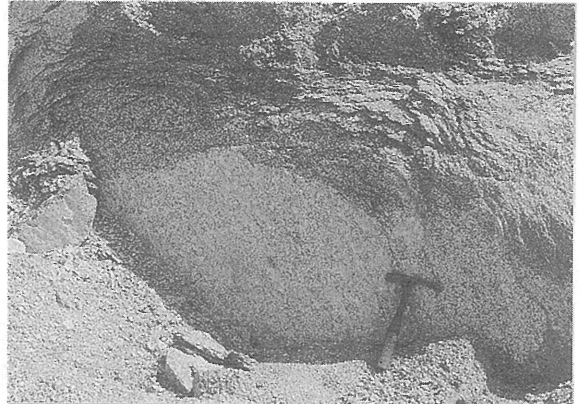


写真2 花崗閃緑岩の玉ねぎ状構造

表-1 野外における肉眼観察を主とする花崗閃緑岩深層風化殻分帯

風化殻分帯	野外での特徴	
VI帯（土壌帯）	最上部層にあたり、移動性の風化物に有機物が混入し、土壌化している。	
V帯（含赤色酸化鉄カオリン帯）	クローンモ周辺の褐色化、カクセンセキの黄褐色化により、風化物は、白色と黄褐色の斑紋状を示すようになる。上部に向かい、その色調は次第に赤褐色化する。さらに表層近くでは花崗閃緑岩の組織が失われ、地下水によるしもふり様の模様を呈する部分もある。	
IV帯（カオリン帯）	シャチョウセキが粘土化しだす。下部ではシャチョウセキを指先でつぶすと相当な抵抗感があり、核の部分はつぶれないで残る。上部に向かい次第に粘土分が増加し、指先でつぶしても抵抗感がなくなっている。下部では、ハンマーで軽打すると砂状に崩れるが、上部では、粘土分の増加により塊状で採取が可能となる。クローンモは黄色褐色化が進行する。カクセンセキは緑色を保ったままであるが、V帯との境界付近で黄褐色に変化する。	
III帯（パーミキュライト帯）	加水分解作用を受け、粒子間、特にシャチョウセキ粒子間の結合力が弱くなり、ハンマーで軽打すると、0.5～2 cm程度の粒子となってくずれ落ちる。しかし、シャチョウセキは、まだ粘土化していない。全体の色調は青白色が強い。	
II帯（初期変色帯）	b	シャチョウセキが全体に白濁し、クローンモの劈開面での反射がにぶくなり、やや変色し始める。岩盤としての性格は残すが、ハンマーで軽打すると10 cm前後の径を持つ岩盤としてとれる。
	a	シャチョウセキはまだ劈開面での反射を残すが、透明度は減少する。クローンモの周辺が鉄のしみ出しにより茶色になる。ハンマーでの感触は新鮮岩とほとんど変化なし。
I帯（新鮮岩帯）	新鮮な岩石で、風化作用の影響がみられない。	

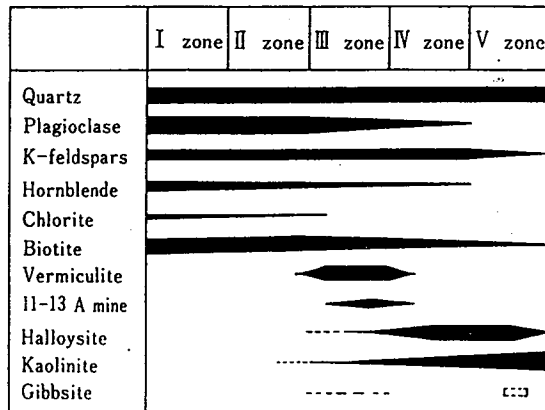


図-3 赤名花崗閃緑岩の風化進行に伴う鉱物相変化

I Zone : 新鮮岩 II Zone : 初期変色帯
 III Zone : バーミキュライト帯 IV Zone : カオリン帯
 V Zone : 含赤色酸化鉄カオリン帯

III. 教材化の視点

子ども達は、自分達が生活している地域の大地に対して、どの程度の認識や関心を持っているのであろうか。筆者の行った小・中・高校生を対象として行った調査⁶⁾からは、大多数の子ども達の大地概念は、彼らが生活をしている地域の地質と遊離しており、具体的な自然を観察することによって形成されたものではないことが明らかとなっている。本小論で取り上げる木次小学校6年生の子ども達も同様な傾向にあることが、事前調査によって明らかになった。

そこで、前述のような地域の地学的自然の特徴を踏まえ、自然離れが進み、肌で大地と接した経験の少なくなってきたと考えられる子ども達を、生活との関わりにおいて地質現象と出合わせ、内在する興味関心を引き出していくために、次の4視点を基に教材化を試みた。

①地域の地学的自然を、相互作用をしながらダイナミックに変化していく存在として捉える。

わたしたちを取り巻く地学的環境は一つのシステムと考えることができる。そのシステムを構成するサブシステム間では相互作用が働き、物質やエネルギーの出入りを伴う変化が絶えず生じている。その中で、比較的短時間に起こるダイナミクスとしては、火山の噴火や地震、大雨等による土砂崩れや河川の氾濫等がある。本小論で取り上げる花崗岩類の風化作用も、地圏、気圏、水圏、生物圏の相互作用として取り扱うことができる好例である。

本単元では、風化核岩を中心とする玉ねぎ状風化構造に着目し、その物理的変化や造岩鉱物の色調や硬度等が変化していく様子を観察し、花崗岩の風化作用を捉えさせようとした。

さらに観察事実に基づきながら、風化作用は岩石と雨水や空気との相互作用によって進行していくことにも目を向けさせることが重要である。

②地域の自然と生活の関わりを大切に

地域の地学的環境に子ども達の目を向けさせようとするとき、生活との関わりにおいて地質現象に出合わせ、子ども達の内在する興味関心を引き出していくことが大切である。

そこで本単元では、導入段階で自分たちが住んでいる所が、堤防に囲まれた低くて平坦な土地であることに目を向けさせ、洪水の歴史と関わらせながら興味を持って大地の学習をさせていこうとした。

川のはたらきによってつくられた沖積地の上に生活の場がある子ども達にとって、その事実を知ることは、災害に脅かされる可能性の大きい土地に住んでいることや、人間が自然に働きかけることによって災害が防がれていることへの認識を深めるであろう。また、人間の力を越えた自然の猛威への備えを考えさせるきっかけを与えることにもなる。

③子ども自らが五感をフルに使って追求できる観察と推論活動を基盤とした学習活動を中心に置く。

具体的な地域の自然を生かした大地学習において、観察は最も重要な活動である。実際に自分の足を使って調査したり、直接大地に触れたりしながら、五感をフルに活用した観察活動を行うことは、自然に近づく機会を与えるだけでなく、自然についての認識と興味を深める機会を与えることになる。そのためには、観察のめあてや手だてを明確にし、子どもの興味・関心や問題意識を大切にするとともに、十分な観察活動の時間を保障してやる必要がある。

そこで本単元では、造成地の崖の観察で、風化核に着目させた。そして岩石の風化による変化を視覚だけではなく、ハンマーによる音の変化や硬さの変化、手による崩れやすさの変化など、五感を使って感じさせようとした。また、造岩鉱物にも着目させ、ルーペや実体顕微鏡、針などを使い、粒の変化を色や硬さや形などで比較観察させようとした。

また、大地は長い時間軸の上で常に変化し続ける存在であり、わたしたちは現在という歴史の一断面を見ているにすぎない。このような再現性のない大地の歴史を探る学習には、推論活動は大切な思考活動である。しかも、根拠のない空想ではなく、子ども自らの観察活動によって得られた事実に基づいた推論活動こそ重要である。

そこで本単元では、造成地の崖の風化核やその周りの観察、そしてその中の造岩鉱物の観察から、もともと硬い岩石であったものが次第に風化し、ぼろぼろになっていったことを推論させること等、十分な観察活動を基盤に置いた推論活動を重視した。

④子どもの発達段階や認識実態に沿う教材構成にするとともに、ストーリー性のある単元構成を工夫する

地域の自然を学習させていく上で、子ども達がどのような生活経験を持っているか、また地域の自然についてどのような認識を持っているかについて、子ども達のイメージを引き出す調査を行い、取り上げようとする概念について把握しておくことは重要なことである。その上で、地域の素材と子ども達の認識実態や情意の実態との結びつきを考え、意欲的に取り組める教材構成を工夫していかなければならない。

また、単元の構成においては、子ども達の興味・関心が高まるような課題を設定し、それが発展的につながるように工夫をしなければならない。そのためにも、観察活動や推論活動を支える見通しのある単元構成が必要である。そして、地域の自然を大きな時間と空間の中でダイナミックに捉えながら、ストーリー性のある単元として組み立てることが大切である。

そこで本単元では、まず自分達の住んでいる河川沿いに広がる沖積地についての学習から始め、その周囲に広がる丘陵地の学習へとつなげていった。そして、沖積地とその周りの丘陵地の地形的特質及び地質的特質に目を向け、その生成の過程を探ることによって、木次町の大地形成について考えさせようとした。

IV. 単元の全体構想と指導計画

前述の教材化のための4視点を基準として、花崗岩地帯からなる木次町の地学的自然の教材化を図った。そして、単元「木次の大地のつくり」を次の4小単元に分けて指導計画を作成した。

小単元	ね ら い	内 容	材 料
第一次 木次小学校 の地形の特 徴 (3時間)	○ 木次小学校の地形は平坦地と丘陵地でできていることに気づき、地形的特徴と洪水の歴史との関わりに興味関心を持つ。	・小高い所(木次公園)からの木次小学校の地形観察 ・地形図を用いた洪水シミュレーションの作図 ・木次町の洪水の歴史についての調査(家人からの聞き取りによる)	・地形図 ・洪水シミュレーション用シート
第二次 木次の平坦 地のでき方 (2時間)	○ 平坦地は川のはたらきによってでき、その地下の上部には堆積物があることを観察によって確かめることができる。	・洪水の歴史の聞き取り調査に基づく平坦地の地下構造の推論活動 ・木次大橋地下のボーリング試料を用いた平坦地の地下構成物の観察	・ボーリング試料
第三次 木次の丘陵 地の観察と そのでき方 (9時間)	○ 木次の丘陵地をつくっているものは同じ粒を含んでいる(透明、白、黒等)ことを観察によって見つけることができる。 ○ 花崗岩類は次第にポロポロになり、それにつれて鉱物の色や硬さが変化するものがあることを説明することができる。 ○ 木次の土地のでき方を推論することができる。	・子どもたちの家の近くの風化花崗岩露頭を構成する物質の観察 ・風化核岩とそのまわりの玉ねぎ構造及び風化物の、特徴や変化の様子についての野外観察(五感をフルに使う) ・鉱物の特徴や、色や硬さが風化作用によって変化していく様子の比較観察 ・観察結果を総合的に踏まえた、木次の土地のでき方についての推論活動 ・「木次の土地のでき方」についての自由な発想を生かした4コマ漫画風の表現活動(各自)	・風化花崗岩のサンプル(各自で採取) ・新鮮な岩石から真砂土まで、風化の様々な段階が観察可能な露頭、またそこからのサンプル
第四次 他の土地の 様子 (2時間)	○ 水のはたらきや火山のはたらきによってできた土地の特徴やそのでき方を、説明することができる。	・川のはたらきによって浸食、運搬されたものの行方についての推論活動 ・VTRやスライド等による堆積岩地帯及び火山岩地帯の土地形成についての視聴	・VTR ・スライド

なお、本単元の学習目標及び予想される学習の流れの大略は、図4に示した。

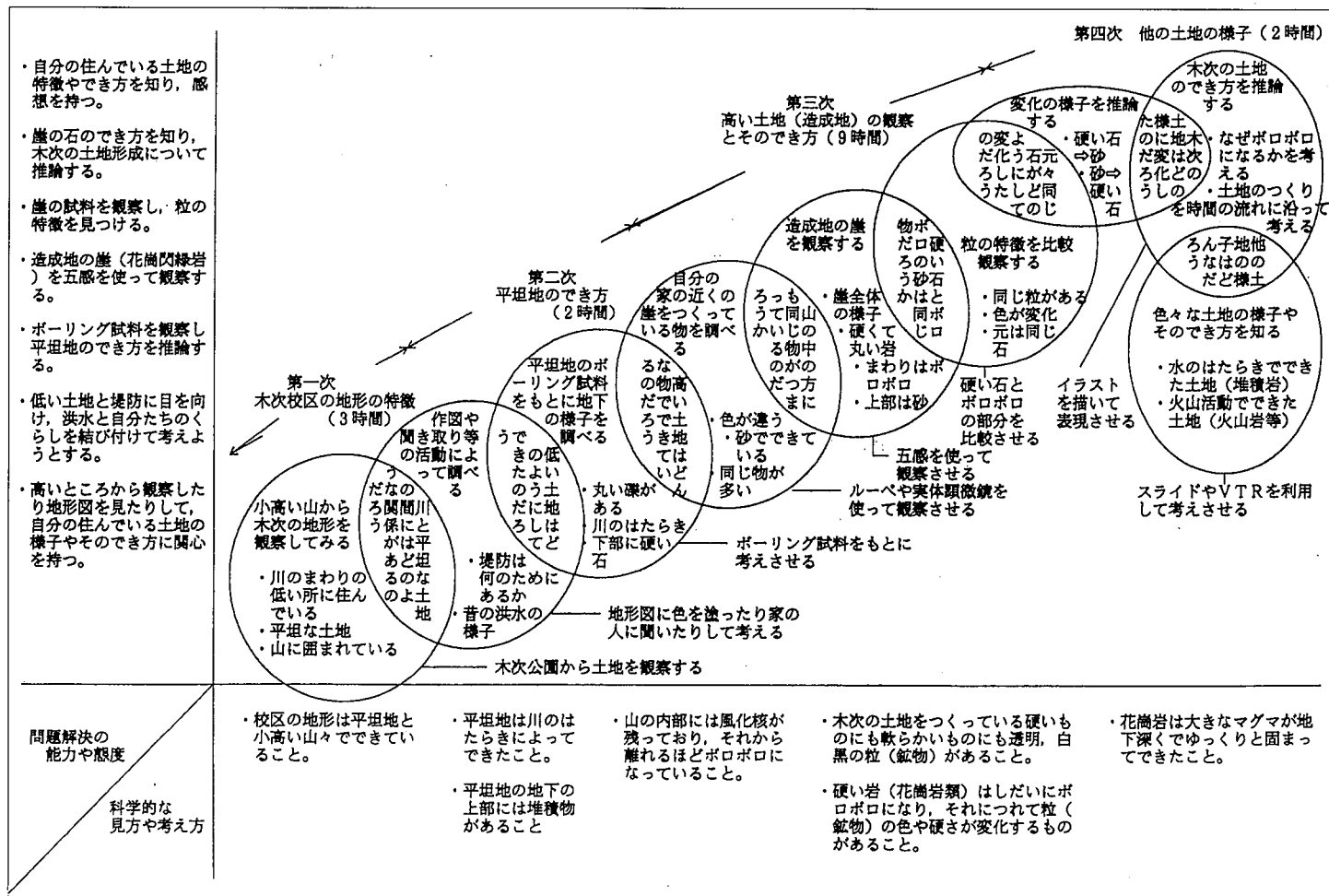


図4 目標分析と予想される学習の流れ

V. 学習の実際

第一次：木次小校区の地形の特徴

①木次小校区の地形を観察しその特徴を調べよう。

木次小学校近くの丘陵地（木次公園）に出かけ、周囲の地形観察を行った。さらに木次町の航空写真の観察や五万分の一の地形図を平坦地と丘陵地に色分けする作業を行った。その結果、子ども達は「自分たちが生活している木次の土地は山に囲まれ、その間を流れる川の両側に平らで低い土地が広がり、そこに多くの家が立ち並んでいること」に気づいていった。また、川の両側には土手が続く、それによって洪水から町が守られていることや、低くて平らな土地と川床面の高さがほぼ同じことへの気づきから、川と平坦地との関係に興味・関心が高まっていった。

②低くて平らな土地と洪水の関係を調べよう。

地形観察で明らかになったことに基づき、低くて平らな土地の特徴を探る学習を進めた。

「今、土手を越えて溢れだすほどの大洪水が発生したら、町はどうなるのだろう」との問いに「町は全滅だ」「家の2階ぐらいまで水が来る」など、観察で知りえた土手と平坦地の高さ関係を意識しながら興奮気味に声にした。そこで、土手とほぼ同じ標高（50m）まで水没した場合の町の様子を地形図に着色することで表し（洪水シミュレーション：図3）、大洪水の様子を確かめた。さらに、実際に起きた過去の洪水について、家人からの聞き取りや町広報誌の資料等による調べ学習を行い、その結果を持ち寄った。

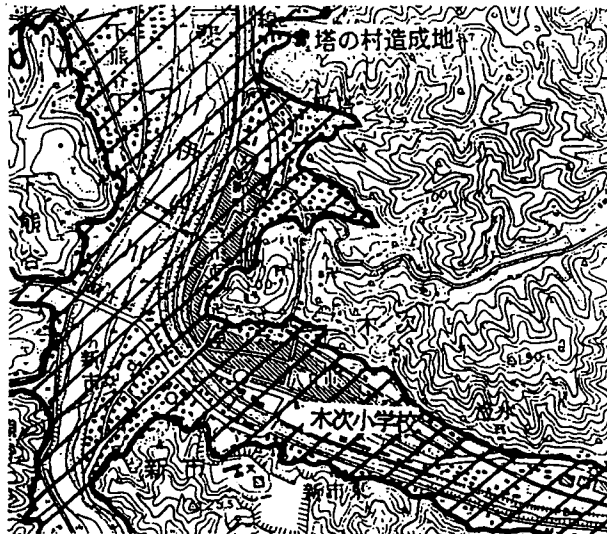


図5 木次小学校周辺の地形図
(もし堤防が決壊したらという想定のもとに描いたシュミレーションー標高50mまで水没ー)

調査資料に基づき過去の洪水の事

実を地形図に表していくと、洪水シミュレーションで着色した範囲とほぼ一致しており、洪水時には平坦地が水没して被害を被ってきたことが一層明らかになった。

以上の学習から、子ども達の生活の場でもある木次の平坦地に興味・関心が高まり、平坦地がどのようにしてできたのかを探ろうとする意欲づけとなった。

第二次：木次の低い土地のでき方

①低くて平らな土地はどのようにしてできたのかを推論しよう。

第一次の活動で明らかになったことを基に、木次の低くて平らな土地がどのようにしてでき

たのかを推論させた。

ほとんどの子ども達が図6のいずれかのモデル図を描き、川の侵食・運搬作用によって低くて平らな土地ができていったと予想し、この時点では侵食の後に堆積の場となった認識はなかった。しかし、「平らな土地の地下にはどんな物があるか」と視点を絞って問うと、図7のような考えをワークシートに表した。

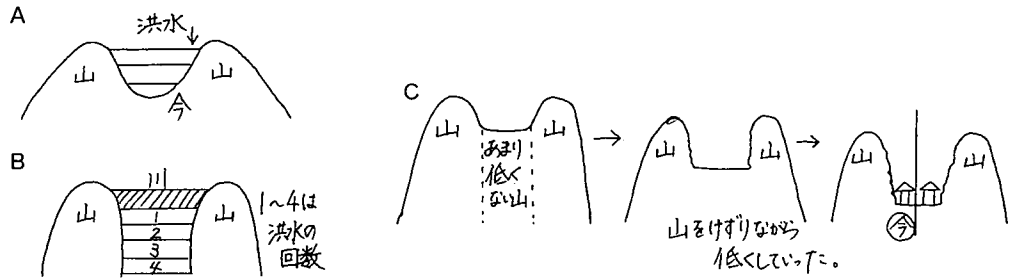
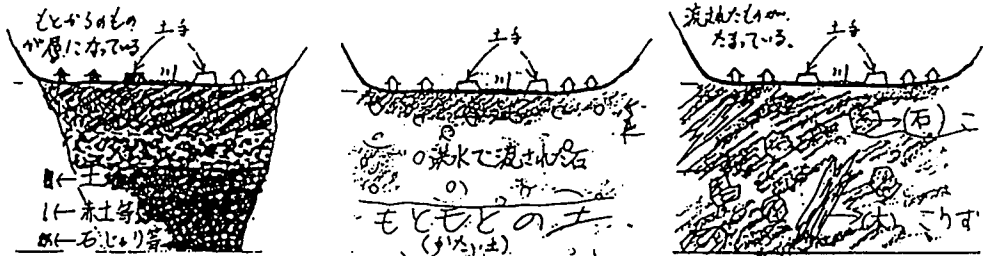


図6 子どもが描いた平坦地のでき方



- もともとからの土や石などがあると考えた子ども (A) 12人
- もともとあった物と流れてきた物が混ざっていると考えた子ども (B) 9人
- 流れてきた物がたまっていると考えた子ども (C) 7人

図7 子どもが描いた平坦地の地下の様子

このように、低くて平らな土地が川の侵食・運搬作用によってできたと推論していた子どもの多くが、地下に堆積物の存在を意識していることが分かる。これは、4年生の「川のはたらき」の学習経験や、洪水により押し流された大量の土砂で町が埋まったという調査活動で知りえたことからイメージされていると思われる。しかし、実際の地下の様子については、想像の域を脱していない。

そこで、ボーリング試料を用いて、低くて平らな土地の地下の構成物を確認することにした。

②低くて平らな土地の下には何があるのだろう。ボーリング試料で確かめてみよう。

木次小学校近くのボーリング試料（木次大橋橋脚工事、地下26m）をグループごとに観察させたところ、図8のような結果となった。

観察したことをもとに地下の様子について話し合ったところ、グループによって砂の層と砂礫の層などの境目が多少ずれたりはしたが、地下23mより上部は流されてきた物が堆積したものであるという結論で一致した。その根拠として、1～3m付近に見られた木片や、12～18m

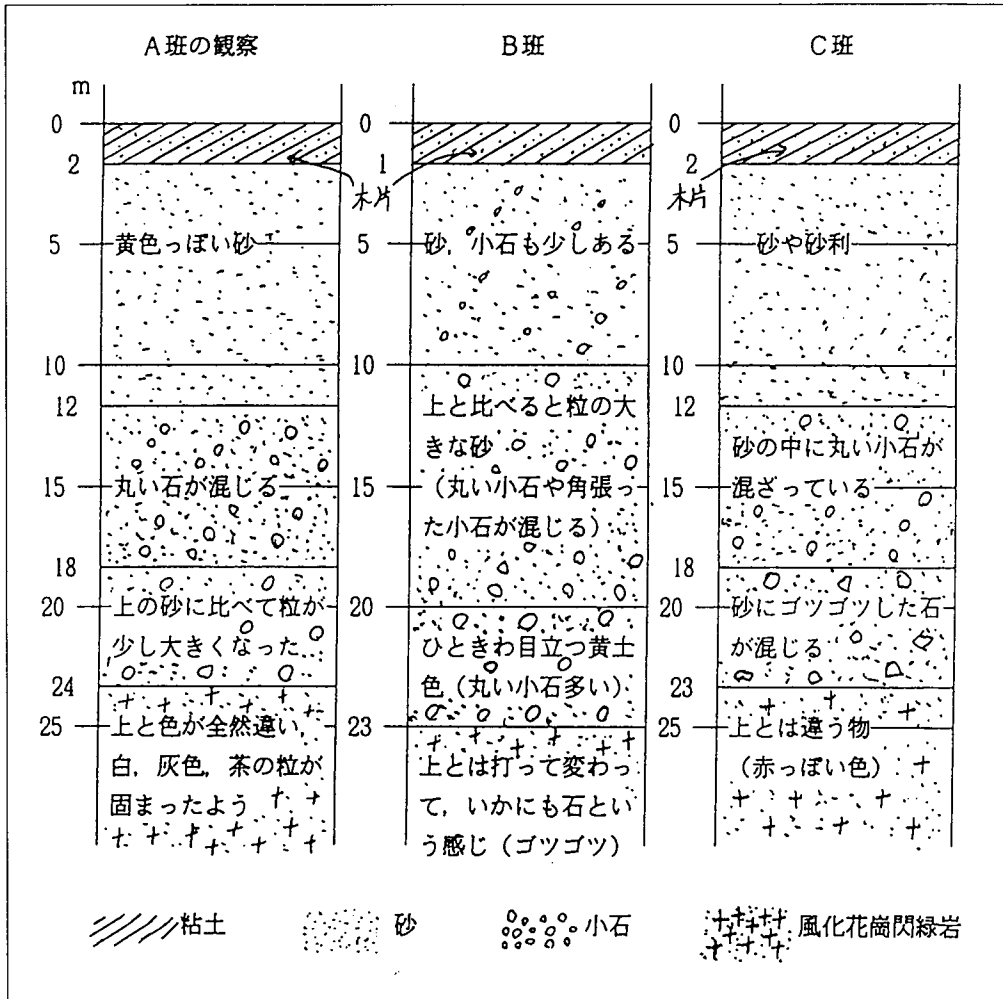


図8 ボーリング試料の観察結果

に多く見られる円磨され角が丸みを帯びた石を挙げた。また、小さな鉄滓を発見したグループもあった。

しかし、23m以下の風化花崗閃緑岩については流されてきた物とは違うという点では一致したが、その成因については基盤岩であると考える者と川の両岸からの崩壊物であると考える者の大きく2つの考えに分かれた。

そこで、どちらの説が正しいかを確かめる方法を考えさせたところ、実際に山をつくっている物を採取し、観察してみることにした。

以上、第二次の学習から、平坦地のでき方とその地下を構成している物が川による運搬堆積物であることが明らかになった。さらにボーリング試料の最下部を構成している花崗閃緑岩の風化物がきっかけとなり、山をつくっている物を調べる学習への糸口ともなった。

第三次：木次の高い土地（造成地）の観察とそのでき方

①家の近くの崖から持ち寄ったサンプルを調べよう。

子ども達は、家の近くの17地点の露頭からサンプルを採取してきた。それらは見かけの色や手触りは様々であり、それだけの観察からは「山は多種多様のものからできており、ボーリング試料の最下部の物とも同じとは言えない」という意見であった。そこで、採取試料中の粘土を洗い流し、残った砂礫の粒について、その特徴をルーペや実体顕微鏡で観察させた。

子ども達は色々な感想を声にしながらか観察を進めていき、粒の色や特徴について以下のことを明らかにした。

- どのサンプルもほぼ同じ種類の粒を含んでいる。
- 白っぽい色の粒（鉱物）が最も多い。
- どのサンプルにも透明な粒、白い粒、黒い粒、金色に光る薄っぺらい粒がある。
- ボーリング試料の下部の試料と同種の粒（鉱物）が含まれている。

このように、山をつくっているものの粒に着目し、その特徴を観察するという視点を与えることによって、子ども達は「木次の高い土地は同じ種類の造岩鉱物を持つものからできている」という捉え方ができるようになった。

②塔の村の造成地の崖を観察しよう。

前時の学習から、木次の丘陵地はほぼ同じものでできていることが明らかになった。そこで、丘陵地の断面が観察できる露頭まで出かけ、さらに丘陵地の内部の様子を観察させることにより風化の過程を推論させていこうとした。

観察地である塔の村造成地の広大な崖には風化核岩が点在し、その周囲に玉ねぎ状構造が発達する。さらに、その外側には真砂土が発達している。この露頭では、風化核岩とその周りの様子がよく観察できる範囲を指定し、観察させた（図9）。その際、「まず初めに、目を使って十分観察しスケッチすること」「次にハンマーやルーペを使って調べること」「目だけでなく手や耳も使うこと」を指示した。

その結果、子ども達は五感を使って次のことを発見した（表2）。

しかし、新鮮な風化核岩とその周囲の玉ねぎ状構造を示す風化物とがどのような関係にあるのか（前は同じものでだんだん変化したものか、もともとまったく違うものなのか）については意見が分かれ、その根拠も曖昧であった。その原因の一つとして、崖の石や砂を全体的な特徴で感覚的に（崩れやすさとか硬さなど）捉えることだけに終わり、造岩鉱物にまで目が向いていない児童が多かったことが挙げられる。

そこで、はっきりとしない両者の関係をさらに詳しく調べていくために、造成地の崖のサンプル（図10）を持ち帰り、観察することにした。

〔野外観察を終えて〕

この野外観察は、本單元の中でも最も重要な活動として位置づけていた。それは、教材化の視点でも述べたように、五感を使って生の自然に直接働きかける観察活動での気づきが、その後の推論活動での確かな論拠となるからである。上述の観察活動の概要からも分かるように、子ども達は、風化の度合いの違いを肌で感じ、たくさんの発見をした。

表2 五感を使って見つけた造成地の崖の特徴
 (*モスラのたまご=子どもが付けた風化核岩の愛称)

目やルーペで視覚的	<ul style="list-style-type: none"> • 遠くから見たら大きな石だと思っていたら、小さな粒が集まったものだった。 • (前時で自分達が採ってきたもの) 同じだった。 • モスラのたまごを守るように周りに殻が何重にも重なっていて、その周りには砂があった。 • 砂片をルーペで見たら、この前山から採ってきて実体顕微鏡で見たものと同じものがあった。 • モスラのたまごには白と黒と銀の粒があり、周りの殻には白と茶色と金や銀があった。 • モスラのたまごから遠くなるにつれて、茶色が入ってきている。 • 小さい石や砂が固まった岩のようにみえた。 • 白い石に黒や茶色の点々がついているように見えた。 • たまごを少し割ってみると周りと同じようになっていた。
手でハンマーで触覚的	<ul style="list-style-type: none"> • 石だと思って近づいたら崩れるところがあって、崩したら小石や砂のようになった。 • モスラのたまごは硬くて、殻は少し柔らかく手で崩れるのもあった。その周りはずっともろくて、すぐにくずれて砂のようになった。 • モスラのたまごの周りはすぐに崩れて、登るのが恐かった。
ハンマーで聴覚的	<ul style="list-style-type: none"> • モスラのたまごをハンマーでたたいたら、カチンカチンと鋭い音がした。周りの殻は鈍い音がした。 • 中心はコーンコーン (カチカチ) という音がして、その周りはボンボンとなって、もっと離れるとバラバラ (ガサガサ、サクサク) と変わっていった。たまごの周りでも鋭くいい音がするところもあった。そこは硬い。 • モスラのたまごの中心から外側に向かってたたいていくと、音が違ってきて違ったところは殻だった。

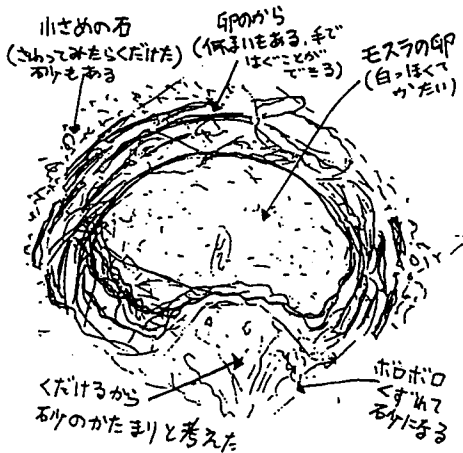


図9 F児が描いた造成地の崖のスケッチ

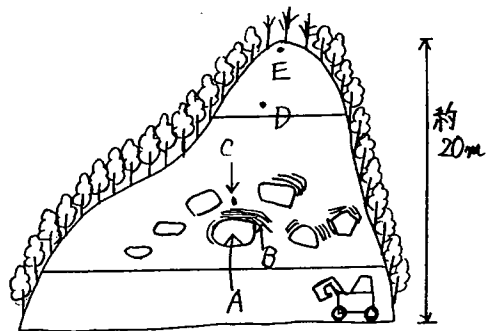


図10 サンプリングのポイント
 A : 風化核岩 (花崗閃緑岩)
 B : 殻の部分 (オニオンクラック)
 C~E : 真砂土化した部分

「五感を使って興味深く観察すること」については、十分にその目的を達成できた。しかし、鉱物レベルでの観察となると、視点が曖昧になりがちで、きちんと観察できた児童は数名に限られた。

また予想どおり、「なぜ、こんな大きな岩が山の中にあるのか」という疑問に対しては「砂が固まって岩になったのだろう」と直観的に予想している児童がかなりいた。

「核と殻は同じ物なのか」という課題とあわせて、「砂が岩になるのか、岩が砂になるのか」という課題も生まれてきた。

③かたいモスラのたまごと、その周りの殻やボロボロになっている砂の特徴を調べよう

はじめに、風化核（A）とその周りの殻（B）の粒を観察した。次に崖の上部の、ほとんど砂になっている部分（E）の観察をした。子ども達は色の変化や硬さの違いなど、粒の特徴を細かく捉えた観察活動を行っていった。なお、粒の硬さについては解剖針を用いて確認させた。

その結果、児童が観察した粒の特徴をまとめると次のようになった。

表3 子ども達が調べた花崗閃緑岩の造岩鉱物の変化

	風化核（A）	風化核の周りの殻（B）	崖の最上部の砂（E）
全 体	<ul style="list-style-type: none"> ・粒が大きい ・一番輝きのある石 	<ul style="list-style-type: none"> ・Aより少し小さくなる ・黒が少なくなって茶色が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・A、Bよりすごく小さくてサラサラ ・全体に茶色っぽい
石 英	<ul style="list-style-type: none"> ・透明 ・水晶のよう 	<ul style="list-style-type: none"> ・透明 	<ul style="list-style-type: none"> ・透明 ・針でつついても崩れずとても硬い
長石類	<ul style="list-style-type: none"> ・白やピンクや灰色のもの 	<ul style="list-style-type: none"> ・白に薄い茶色が混じっていた ・ピンクが少し黄色がかった 	<ul style="list-style-type: none"> ・黄色だけどオレンジに近かった ・柔らかくてすぐに割れた ・崩れやすかった ・割ったら中は白だった
黒雲母	<ul style="list-style-type: none"> ・光る黒 ・透明感がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・光る黒の下が少し錆びたような茶色になっていた ・黒の上に茶色が重なっている ・光る黒を茶色が囲む 	<ul style="list-style-type: none"> ・金色。針でつつくと下に光る黒があった ・すごく薄いものが何枚も重なっていた ・はりでつつくと一枚ずつめくれた
角閃石	<ul style="list-style-type: none"> ・光らない黒 ・少し青みがかったものもある ・銀のような色 	<ul style="list-style-type: none"> ・光らない黒の周りを囲むように茶色があった ・茶色が少し染み出していた 	<ul style="list-style-type: none"> ・黒より茶色の部分がたくさんあった ・粒が小さくて崩れやすかった ・すごく少なくて探すのに苦労した

これらの観察結果を発表し話し合う中で、次のようなことが明らかになってきた。

- ・水晶のように透明な粒（石英）はA、B、Eともに同じように存在すること。

- ・ Aで白やピンクや灰色の粒は、A→B→Eとなるにしたがって柔らかく崩れやすくなる。また色もだんだんと茶色やオレンジ色に変化していくこと。
- ・ Aの光る黒い粒はだんだん茶色くなり、針でつつくと一枚ずつ薄くはがれていくこと。

この観察活動では、子ども達一人ひとりがそれぞれの粒の特徴や変化していく様子を、丹念に観察していった。その結果、風化核岩もその周りの殻も真砂土化した砂も、粒で観察するともともとは同じ物であるということに気づくことができた。

しかし、造成地の崖の風化核岩の姿があまりにも印象的であったため、「なぜ、あんなにまん丸になるのか」、「水の中じゃないとあんなにまん丸にならないのでは?」という疑問と、「A～Eの試料は、だんだん押し固められる方向へ変化していったのか、だんだんボロボロになる方向へ変化していったのか?」という疑問は解決されないままに残った。そこで、A、B、Eの試料の観察結果を基に、変化の方向性について討論させた。その中で、次のような発言があった。

C：色の違う粒が一つひとつ別々の石だと考えてそれが固まったとすると、初めからきれいな粒が集まらないうと、あんなにきれいな石はできないと思う。

C：もし固まったとすると、粒の中の茶色がどんどん濁ってきて、もしそれが固まったとしても、今のように真っ白の粒や光る黒の粒のあるモスラのたまごにはならないと思う。

C：ボロボロになるにつれて、白い粒の周りの茶色い所がにじむように広がっていつているように見える。

これらの発言のように、硬い岩石がボロボロになっていく考えを主張する根拠として、粒の特徴の変化を挙げた子どももおり、討論のなかで、多くの子ども達を納得させる力となった。

以上、第三次の学習により、風化作用の段階によって様々な様相を呈する花崗岩を、鉱物のレベルで観察することにより、「木次の土地は同じもの（花崗閃緑岩）でできている」という見方考え方を持たせることができた。また、風化段階の異なるサンプルの造岩鉱物を比較観察することにより、「もともと硬い岩石だったものが何かの力で次第にボロボロになっていった」という見方考え方も持たせることができた。しかし、その風化作用がどれぐらいの歴史的時間の中で行われるかや、相互作用によって玉ねぎ状に風化が進み中心に核岩が残るというメカニズムについては、子ども達による追求は難しいため、教師による補足説明を加えた。

第三次末に行った「木次の土地のでき方を4コマまんが風に表そう」の学習では、一人ひとりが自分なりの考えを持って、意欲的に活動に取り組む姿が見られた。

VI. 実験授業の評価

1. 認知面の評価

「木次の大地のつくり」の学習における、認知領域の目標に対する到達度を把握するために学習の事前と事後（学習終了1か月後）に同じアンケートを行い、子どもの認識実態や学習内容の定着度を調査した。また、学習中においては、第三次終了後に「木次の大地はどのようにしてできたか」についてイラストを描かせ（図11）、その記述内容から目標に対する到達度を分析した。それをグラフで示したのが図12である。

認知目標④は形成的テストで一番高い到達度を示した。これは造成地での風化核岩との出会いが印象的であったことや五感をフルに使った野外観察活動が興味深かったためである。

2. 情意面の評価

木次町の大地とそのつくりの学習について自己評価させた結果を表4に示す。

表4 学習への興味・関心についての自己評価

		とても (%)	ある程度 (%)	まあまあ (%)	あまり (%)	全然
あなたは次の学習に興味・関心を持って取り組みましたか	木次小学校区の地形の特徴についての学習	57	17	17	9	0
	木次の平坦地のでき方の学習	26	39	26	9	0
	家の近くの崖をつくっているものを調べる学習	48	39	11	2	0
	塔の村の造成地での野外観察	83	9	4	4	0
	粒を観察し、土地の変化を推論する学習	54	33	11	2	0

この表から、長い単位ではあったが、最後まで子ども達は興味・関心を持って学習に取り組んだと言える。また、予想通り野外観察学習には、非常に高い興味を示していることがわかる。

木次町の平坦地のでき方を推論する活動は興味がやや低い。同じ推論活動でも単元の最後に実施した土地の変化を推論する学習と比べると大きな差がある。これはボーリング試料の観察や町広報等からの情報に基づく推論活動であり、三次元的なイメージ形成が十分にできなかったためと考えられる。

一方、本単元終了時の自由記述による感想には次のようなものが多かった。

- ・すこしずつ、私達が住んでいる木次の土地のでき方が明らかになり、1時間ごとに利口になった気がしました。初めて使う実体顕微鏡は、砂がすごくよく見えてびっくりしました。私はあまり理科が好きではなかったけれど、好きになりました。こんなに理科はおもしろいんだと感じられたからです。こんな楽しい勉強ができてうれしいです。
- ・みんなで見たり意見を聞いたりしているうちに、自分の考えを持ち、自分の考えがはっきり言えて良かったし楽しかった。
- ・一番心に残ったのは、木次公園からの観察と塔の村造成地での観察です。どちらにも共通することは外へ出て勉強したということです。教室ではなく、外で勉強すると楽しいです。
- ・ぼくたちが住んでいるこの町がどのようにしてできたのか、ぼくの頭の中ではだいたい明らかになってきた。今でも、あの時どんな発見をしたかまだ覚えている。ぼくが家の人に「木次ってどうやってできたか知ってる?」と聞いたら、「うむー・・・」と言われて、「そうか、分からないのか」と思った。大人の人が知らなくても、ぼくはそのことを知っているぞ〜。

以上のような自己評価結果や感想から、本単元について次のように評価することができる。

(1)野外観察やそこから持ち帰った試料を実際に観察することにより、子ども達一人ひとりが自分の想像を膨らませていくことができる。そして実感に裏打ちされた想像は自分の考えに自信を与え、興味・関心の高まりや話し合いへの積極的な参加につながっていった。

(2)子ども達は野外学習への興味・関心が高い。野外観察学習を重視した、ストーリー性のある問題解決学習は、子ども達の学習意欲を持続させ、細かい観察作業にも粘り強く取り組むことができた。

(3)身近な自然を、生活との関わりにも気づかせながら科学的に解明していくことは、子ども達にとって大きな喜びとなり、自然を大切にしていこうとする心情をも育てる。

VI. まとめ

今回、6年生の「大地のつくり」の学習において、花崗岩地帯を素材として4つの視点を持って教材化を試み、実験授業を行った。その結果、次のことを明らかにすることができた。

1 花崗岩地帯は概ね真砂土化した風化物が表面を被っており、教材化をしていく場合、風化作用をどう捉えさせるかが大きな課題である。今回の実践で、風化作用による造岩鉱物の特徴の変化を追うことで、花崗岩地帯の大地のつくりを捉えることができることが明らかになった。

2 風化露頭を観察する際、風化核とその回りの真砂土化した風化物を粒（鉱物）の色や硬さの特徴、またそれらの変化の様子を視点として観察することが、様々に姿を変える花崗岩を同一の物として認識させる上で有効である。

3 平坦地と丘陵地の地形的特徴に着目し、その形成過程を明らかにしていく学習において、沖積層の成因を取り上げることにより、花崗岩地帯でも地層学習が可能である。

4 自分の住む町の地形的特徴の観察や、洪水などの自然災害と土地との関わりから単元を導入し、自分たちの生活と関わりを持たせながら平坦地のつくり、さらには丘陵地のつくりへと学習を展開していったことは、子ども達一人ひとりに自分なりの土地形成のストーリーを思い描きながら思考を深めさせていくのに有効であった。

引用文献

- 1) 文部省：小学校指導書：理科編，教育出版株式会社，1988.
- 2) 秦 明德：名花崗閃緑岩深層風化殻：島根大学教育学部研究紀要（自然科学），第21巻，147-162頁，1987.
- 3) 秦 明德：風化作用観察学習のための基礎的研究－花崗閃緑岩深層風化殻を例として－：日本地学教育学会研究紀要，第42巻4号，139-146頁，1989
- 4) 秦 明德：化学的風化作用とその教材化－花崗岩類深層風化殻の場合－：日本地学教育学会研究紀要，第43巻3号，89-100頁，1990.
- 5) 島根県地質図編集委員会，1982：島根県地質図：国土地図株式会社
- 6) 秦 明德：子どもの大地認識とその問題点：島根大学教育学部附属教育実践研究指導センター紀要，第4号，49-56頁，1994.