

郷土の自然を理科の学習に生かすための 教材開発に関する研究

- 北上川流域の地質と形成史を中心に - （第2報）

科学産業教育室 照 井 一 明

研究協力校

花巻市立矢沢中学校

岩手県立盛岡南高等学校

研究協力員

岩手県立不来方高等学校 渡 部 亨

研究の概要

この研究は、生徒の自然に対する関心や探究心を高め、科学的自然観を身に付けるため、郷土の自然を教材として学習に活用し理科教育の改善に役立てようとするものである。

そのためには、地域の自然について地質の実態を明らかにしそれを地質図としてまとめ、教材化し実践を行う必要がある。

研究の結果、本年度の成果として、郷土の自然を理科の学習に生かす授業の進め方について、実践をとおして検討し留意点をまとめたこと、北上川流域の地質調査を実施し、日詰及び花巻地方の地質図を作製できたこと、さらに、教師用の資料集として地質説明書及び読み物教材を作成できたことの3点があげられる。

キーワード：郷土の自然、理科の学習、教材開発、北上川流域の地質、教師用資料

研究の目的

中学校理科「大地の変化」では、身近な地形、地層、岩石などの観察をとおして、大地の変化と関連付けて見る見方や考え方を養うこととされ、これまで野外観察が行われにくかった反省に基づいて、1年生で実施されることに変更となりました。高等学校の、例えば地学でも地形と露頭の観察を中心に扱うことが求められています。さらに、高等学校学習指導要領の解説においては、野外に出ることができなくても、野外の試料を持ち込むなど自然を学習の出発点とする学習の展開が望まれています。

平成13年度研究では、北上川流域の野外学習に適した露頭の現状について調査を行いました。その結果、以下の問題点が明らかとなりました。

露頭の数は一般的に指摘されるようにそれほど多くはなく、そのうえ、露頭の寿命は法面工事などにより短命であり、植生により年々悪化が進行する一方であること

学校の近くに学習で活用できる露頭の存在するところは著しく少なく、移動面および時間面での検討が必要なこと

露頭で活動する場合には、安全面で十分配慮をする必要のあることが多く、露頭での学習活動においては、その状況によって様々な学習形態の工夫が必要なこと

これらの点を考慮して、教材開発や学習の進め方についての基本構想を立て研究を進めました。

そのなかで、郷土の自然を理科の学習に生かすため、以下の点について検討し、北上川流域を対象として、具体的な例を考えました。すなわち、露頭を学習の場として生かすこと、露頭の試料を学習に生かすこと、野外のデータを学習に生かすこと、読み物教材として学習に生かすことです。

本年度研究では、露頭の試料を学習に生かすこと及びデータを学習に生かすことにより野外を実感する展開を意図し、地形、映像、試料、地質図の活用による授業の展開を試み、授業実践をとおしてその効果を確かめました。

生徒の自然認識の実態と課題

生徒の郷土の自然に対する認識を捉えるため、風景のスケッチをもとにして分析を行いました。対象とした生徒は高校1年生41名です。方法は、校舎から見える山地を含む周囲の風景（図1）を、内部を想像して描くこととし、そして、その景観がどうしてできたかを推定します。併せて内部を描くうえで困ったこともメモすることとしました。その結果、山ができた要因を分類すると次の九つにまとめられます（図2）。

これらの内容を詳細に検討してみると、捉え方がそれぞれかなり異なっています（表1）。

この結果を分析すると、同じ風景に対して、生徒一人一人の捉え方が異なり多様であること、身近な自然について知識が少なく非科学的な見方をしていることが多いこと、知識と自然が結びついていないこと、などの問題点のあることが分かります。

山の断面を描くのに困ったこととして、本物の自然や岩石を見ていないためイメージが浮かばないことを挙げた生徒が多くみられました。

また、時間軸で地史を捉えている生徒はほとんどいませんでした。

以上のように、生徒の自然認識は、日常生活と深いかわりを持ち最も身近な存在であっても、地表の形態のみに止まり、地球内部への空間的広がりや郷土の大地の構造に対して、科学的なイメージをもって捉えるまでには至っていないことを示しています。また、本物に触れないで終わると、教科書の挿絵がフィルターとなって自然を見えなくするということを示しています。したがって、郷土の自然に関

心を抱き、地学の学習で大切とされる、時間・空間概念を形成する授業の進め方を、具体的な自然を対象として工夫することが重要であると考えます。

表 1】スケッチによる生徒の自然認識

生徒の自然認識	記述内容
盛り上がって山ができた (13/41人)	プレートが衝突した、山の地下のプレートに力がかかって押し上げた、大地のプレートが移動して重なった(e)、地層が押し上げられて歪み平野は被害を受けなかった(a)、地層が両方から押されて山になった、地割れが起きて土地が盛り上がった、地震が起きて土が向こう側に山盛りになった、土が盛り上がっている、など
人間が山を切り開いて平野ができた (7/41人)	木を切って山を崩し開拓した。山だらけだった土地に人間が手を加え住みやすい平らな土地に分けた(c)
噴火した (6/41人)	海底が地震・噴火でその場所だけが盛り上がっている(f)、地下のマグマが盛り上がって土がもこもこして山の形になった(h)、山のところだけ噴火が起こった(i)、など
堆積した (5/41人)	川に運ばれた物が堆積した(b)、地層がたくさん重なった(d)、石が積み重なった、など
風に砂が運ばれて集まった (3/41人)	噴火などによって小さな山ができてその後風などに運ばれた砂が積もった(g)、など
昔から山と平野だった (2/41人)	平野には昔から人間や動物がいて行動していた。山は生き物が少なく、今になって生物が住むようになった
山の中には山がありつもりつもった (2/41人)	山の部分は始めから山だった
川に削られなかった部分が山になって残った (2/41人)	平野は大きな川で水によって削られ土地が低くなった
地面が山の高さで凹んで平野ができた (1/41人)	山の高さだった地面が凹んで平野になった

郷土の自然を理科の学習に生かす授業の在り方

自然の生い立ちを実感する学習は、感覚的に認識すること、体験的に認識すること、思想的に認識することにより可能になります(茂庭・照井、1999)。自然を実感する学習を実施する場合、身近な自然に直接触れながら進めることが最も理想的です。しかし、現在の露頭や学校の状況からみて、いくつかの困難を伴うことが多く、そのために、一般に視聴覚教材が活用されてきました。これは、間接的な自然との触れあいであって、地域の自然そのものや形成史を実感できるまで十分効果が上がらなかったと

いう欠点の指摘があります（秦、1992など）。この研究では、その点を考慮し、校舎から見える範囲の地形を観察することをとおして、地史や地下の空間概念までを育てようとしてきました。地形は、自然環境のなかで最も基本的な要素です。すなわち、地形は大地を構成する岩石に対して外的及び内的な営力の作用で形成されるため、地質学的時間のなかで生じた郷土の様々な出来事を知る情報を提供しています。

授業実践において、以下の点を留意しました。手立てが簡単でありどの地方でも一般的に実践可能であること、地域の自然を実感し科学的自然感の形成に繋がること、時間・空間概念の形成に繋がること、山地の侵食作用と平野の形成は関係があり、生活空間になっていることを捉えるようにすることなどです。

郷土の自然の形成史を時間・空間的に捉える授業を次のように考えました。校舎から見た地形の観察と地形図による確認、野外試料の観察、写真・地質図をデータとして活用、岩石を砕く、破砕物を水で移動させ堆積を観察することなどとおして、地域の地史をとらえる学習の流れとしました。スケッチ、レポート及び感想文により、自然に対する関心、探究心及び科学的自然観について分析を行い、郷土の自然を学ぶことによる生徒の自然認識の変容を捉えることで評価を行うこととしました。

授業実践の対象とした自然景観

授業実践の対象とした、盛岡市から花巻市に至る北上低地帯は、北上高地と奥羽山脈東縁の山地に挟まれて分布しています。地質調査の結果、北上低地帯とその周辺の地形及び地質の概要は以下のようになっています（図3）。

1 地形

(1) 本地域は、標高約 90～900mの比較的低い山地からなり東方ほど標高が大きくなっています。最高峰は権現山東方の908.4mの花崗岩からなる山です。これに次いで高い順に、黒森山（837.3m）、権現山（824m）、大野山（786m）、鬼ヶ瀬山（724m）、烏帽子山（719.3m）、朝島山（607m）です。これらの多くは早池峰断層以東に分布しています。

(2) 北上川と早池峰断層に挟まれた地域は、160～560mのなだらかな山地で、ほとんどが玄武岩からなっています。江柄館山（341m）、黒石山（279.9m）、妙法山（281m）などは蛇紋岩から構成されています。

(3) 標高90～約200mの地帯は、河岸段丘及び氾濫原面で、約100m付近に両者の境界があります。北上高地から北上川へ流入する河川の河岸段丘は乙部川、左比内川、猿ヶ石川、稗貫川などにみられますが巾が狭くあまり発達していません。

(4) 大ヶ生地域は花崗岩からなり、小盆地地形を形成しています。

2 地質

本地域には、塩基性及び超塩基性の火成岩が広く分布しています。超塩基性岩としては蛇紋岩、角閃岩、斑糲岩、コートランド岩などです。蛇紋岩は、早池峰断層及びその東方の断層に伴うもの、日詰 - 気仙沼断層の西側に分布し宮守岩体に連続するものからなります。蛇紋岩のK - Ar年代は約4.45億年が得られておりオルドビス紀を示します。このなかには、久出内川変成岩と呼ばれる黒雲母片岩などの変成岩が捕獲岩体として取り込まれ鬼ヶ瀬山や鑪山周辺に分布します。これは本地域の最古の岩石で、時代は先カンブリア代と推定されています。玄武岩類は小黒層と呼ばれ、火山砕屑岩を伴っています。最近、根田茂コンプレックスを構成するチャートからデボン紀の放散虫化石が発見されています。

地層としては、オルドビス？ - シルル系名目入沢層、シルル系折壁峠層、石炭系船久保層、ペルム系達首部層・内川目層・川目層があります。花崗岩は白亜紀に形成されたものとされています。第三系・

第四系としては三ツ沢川層・上駒板層・志和層があり、ゾウの足跡化石を産します。これらを第四紀の城内山火山岩類が貫きます。平野部には段丘堆積物が分布し、黒沢尻火山灰に覆われています。

授業実践

1 実践の対象

県立高等学校（1年、1学級、41名）

2 授業展開及び学習指導案

その地域の地史は、視覚的に端的に地形に表れます。地形にはきわめて多くの情報があります。侵食量、高低、構成岩石、形成順序、構造地形、平坦地と山地、断面、崩壊地形、人間活動などを読むことができます。また、地形や地史は地域特性があり、生活環境と密接な関係をもっています。したがって、地形を注意深く観察することによって、その観察事実から地域の形成史を組み立てる学習の展開が考えられます。それにより、観察力の育成や時間・空間概念の形成に繋がる自らの学習のなされることが期待されます。しかし、このような学習を展開する場合、地形観察から地史解明に結びつく探究的学習の進め方や準備に関しては、あまり多くの実践がありません。この研究では次のような、構想で進めることとしました。

教室から見える地形のスケッチ（遠近を識別するとともに、地形図で山の名前を調べます） 詳細な単写真の観察による地形情報の追加 各山の岩石と地層の観察 岩石の破碎 流水実験・堆積の観察 段丘分布図の作製と地質図による対比 地史のシナリオ作成

なお、標高の記入は平野の平坦面を意識することに、岩石の破碎は岩石の風化と硬軟を実感することに、それぞれ効果があると考えたからです。授業実践を【表2】により4時間で実施しました。

【表2】地形観察から地史を捉える指導試案

時	学習活動	指導上の留意点	準備
1	<u>地形の認識</u> ・地形のスケッチ ・山の名称と標高を調べる	・目標になる山の名を一つ与え、自分の位置とを結ぶように地図の向きを合わせ、一方向へ視点を移しながら名称を確認できるようにする	地形図 1 / 5万
2	<u>地形の検討と岩石の観察</u> ・地形図による位置の確認 ・岩石サンプルポイントの確認・記入 ・写真とスケッチの比較確認 ・岩石標本の観察 ・岩石の破碎	・主要な山の岩石を3個標本とする ・段丘礫を十分な量採集しておく ・パノラマ・近景写真を各自に配布 ・段丘堆積物を洗って観察させる ・破碎する大きさは段丘礫大とする	山頂の岩石 (蛇紋岩、 花崗岩、玄 武岩)、段 丘礫、地質 写真、ハン マー
3	<u>侵食と平野の形成</u> ・段丘と山頂の距離を地図上で測定 ・碎屑物を水で流す流水実験 ・碎屑物の分布図作製	・破碎物を簡易水路で全て堆積容器移動させ、堆積状況が観察できるようにする ・段丘分布を示す地質図を準備する	地形図 1 / 2.5万 地質図 簡易水路
4	<u>地史のシナリオ作成</u> ・郷土の地史を図と文でまとめる	・過去から現在まで四つのシナリオで表現できる図を準備する	記入用紙

3 地形の観察から地史をとらえる授業実践結果と分析

授業実践の結果、学習の様子、レポート、感想文などから以下の点が分析されました。

1 時間目：地形の認識

結果：目標となる山の名前を1カ所ヒントとして与えました。スケッチに山の名前をほぼ記入できたが、苦勞する生徒が多くいました。真北に地図を向けて地形と対応することのできた生徒はほんの少数でした。

分析：小・中学校をとおして地形図を使った学習経験がないために、学校の位置、山の名称、方位等の基本的な事項の確認に予想以上の時間を要します。位置や地名を知ることは地域の自然に触れる第一歩であり、事前に学習する必要があります。

2 時間目：地形断面の検討と岩石の観察

結果：写真とスケッチを対応し地形の確認ができました。写真とともにその地点の岩石4種類を観察しました。写真から受けた発見と岩石の観察による特徴のまとめは良くできました。写真により山のイメージは後述のように変わりました。全ての生徒が山の岩石が段丘礫として含まれていることに気付くことができました。

分析：自然の観察力を育てるうえで鮮明な写真映像の観察は効果が大きいと考えられます。スケッチの不鮮明なところに気付き風景を注意深く見直す様子がみられました。岩石の観察で、抽象的に捉えていた山のイメージが大きく変わったことが窺えます。また、岩石の観察により、山地の侵食と河川堆積物との関係に気付くので、実物を持ち込む意義は大きいと考えます。

3 時間目：侵食と平野の形成

結果：岩石を砂礫大まで破碎する体験はこれまで全くない経験です(図5)。花崗岩・蛇紋岩の予想以上の堅さと、風化した玄武岩の割れ易さを直に体験しました。さらに、碎屑物が水で移動の様子と堆積を見ることは初めての経験であり(図6)、新鮮な驚きとともに注意深い観察がなされました。

分析：硬い岩石が長い時間に風化し、川により移動して堆積します。その結果山地や平野の平坦面が形成されことをイメージとして捉えることができたことと判断されます。山地が侵食され、乙部川のどこに堆積しているのか、堆積の範囲を地形図上にほぼ全員が着色することができたことから窺えます。地層が水平に堆積することを実験で観察し、地図上で平坦な地形に注目できたことのためです。乙部川の平坦面が北上川本流の平野と繋がっていることは容易に気付き、平野は人為的に形成されたものでないことが初めて実感できたと判断されます。

4 時間目：地史のシナリオ作成

結果：自然ができたシナリオ(図7)を分析したところ、侵食、運搬、移動、堆積及び平野の形成を順に図示することができた生徒は39/41名、褶曲や隆起による上昇の図を描いたのは2/41名でした。

【図7】に、生徒の作成した代表的なシナリオ6例を示しました。これによると、aは、隆起した山地が風化により破碎され、流水によって侵食されて地形が形成されたことを描いています。bは、遠くの山地の岩石が手前側から侵食されて下流に段丘が形成されるイメージを描いています。cは、風化・侵食により山地の麓に碎屑物が堆積したことを表現しています。dは、大小の岩石からなる山が雨によって崩れ、重い石が残り軽い石は下流で堆積することを表現しています。eは、高い所の平地が崩れ細くなりながら海まで運ばれ、周りが低くなって山が完成することを表現しています。fは、上流に大きな山があり、雨で削られたり、川の近くに堆積したりして今の地形が形成されたことを表現しています。また、生徒の感想をまとめると、次の五つになりました。

【表 3】 授業後の生徒の感想（複数回答）

記述事項	記述内容
学習活動について （18名）	調べてみるとおもしろかった。深く考えることができ意外な発見があった。作業をしたのでよく分かった。この地域がこんなになっているなんてすごい。窓から見る山でこんなに勉強することがある。この中には、山の頂上が硬い石ででき低いほど柔らかい石からなっていることに驚いた、山の石の種類が違うことに驚いた（5名）、山の石について想像したことが無かったので大変だった（1名）とする生徒が含まれます。
岩石の破碎について （14名）	熱中した、良い経験だった、石を割るのが大変だった（10名）。山の石が川下で混じっているのに驚いた、山の石を砕くと段丘礫に似ていることが分かってびっくりした（4名）などです。
山のスケッチについて （4名）	山に名前が付いていることを初めて知った。山の名前が分かってうれしかった。スケッチと地図の名前が合って感動したなどです。
自然への感動について （2名）	川の重要性や雨のおかげで山ができるのに感動したことについての記述です。
その他 （5名）	平地が山に囲まれているから人口が少ないんだなと思った。今は硬かったり砕けやすい色々な地質があるが昔もそうだったんだろうか。山は意外と複雑だと思った。石は砂粒が固まった物だけでなく色は様々で結合している形も全て違う。あんなに硬い石が細くなるのはすごい、きっと何千年もかけて削られてきたのだと思った、などです。

分析：スケッチに描かれているように、地形観察から始めた一連の学習によって、山地の風化と侵食

によってできた砕屑物が、下流に堆積して段丘や平地を形成し、生活の舞台になっていることに気付くことができたと考えられます。この発見は、事前に生徒がもっていた自然認識と比較すると大きな変容です。また、感想文の分析から、生徒は興味・関心をもって学習を進め探究できたと推察されます。

4 郷土の自然を理科の学習に生かす学習の展開についての考察

シナリオの分析から、事前調査で問題とした生徒の自然認識はほぼ改善できたと判断されます。また、身近な地域において、体験活動をととした探究的学習により、科学的自然観の育つ可能性が確かめられました。例えば、「あんなに硬い石が細くなるのはすごい、きっと何千年もかけて削られてきたのだと思った」という生徒の感想は、石を砕くことで感覚的に捉えた硬さから、風化に要する時間の長さを感じ取った結果です。また、生徒は高い山が硬い岩石できていることを捉えましたが、それは風景のスケッチ、地質図との対比、地形図による位置の確認、実験による岩質の体験などの総合的思考による発見です。したがって、郷土の自然を教材化し、自然が実感できる学習展開や工夫を行うことが、科学的自然観の育成において重要であると考えられます。

研究のまとめと今後の課題

日常生活と深いかかわりをもち身近な存在であっても、生徒の自然認識の実態は、地表の形態のみに止まり、地球内部への空間的広がりや、郷土の大地の構造へのイメージを捉えるまでには至っていない現状の改善のため、郷土の自然を生かした授業の進め方を工夫しました。教室から見える地形のスケッチ、地形図により山の名前の記入、詳細な単写真の観察による地形情報の追加、岩石の観察及び破碎、流水実験と地質図による堆積の場の確認、地史の探究という流れでした。地域の景観を対象としたことで、自然への興味・関心を高めることに効果があり、さらに、郷土の自然を対象として、探究する学習により、科学的自然観の変容について確認することができました。主な成果は次の点です。生徒は、地形図の見方が不得意です。目標とする山の名前を一つ教え、高い山と学校の位置を結んで地図で調べる作業をとおして改善できます。それぞれの山の岩石を観察し、破碎実験を行うことは、岩質や硬さを実感し、山の成因に気付くことに効果があります。山地の岩石が風化し川をとおして運搬されることの確認において、岩石の破碎作業を行い、流水実験と併せて段丘礫を観察する効果は大きいと考えられます。段丘分布図はほとんどの生徒が作成することができ、地質図で納得できます。地形図上での自分の場所、位置を捉えていない生徒が多いため、このような一連の学習経験を行わないで野外学習に出ても効果は期待できないと考えられます。生徒の自然認識を変容する本研究の学習展開は容易で、どの地域においても実践可能であると考えられます。以上のことから、科学的方法の理解や自然認識の改善のため、身近な自然を調査し、教材として生かす学習展開や工夫が重要であると考えられます。今後の課題として、各地域ごとの基礎的調査と教材開発を行うことと、それをもとに説明書や読み物教材を作成する必要があることが挙げられます。

【参考文献】

- 秦 明德、1982、理科において「郷土の自然」の学習をどう進めるか。理科の教育、41、20-23。
茂庭隆彦・照井一明、1999、地殻変動を実感させる高等学校地質教材の開発 - 地学リテラシー育成を目指して - 。地学リテラシーを得させるための環境学習に関する研究、代表下野 洋、平成9年度～平成10年度科学研究費補助金（基盤研究B(2)）研究成果報告書、126-131。
照井一明、2002、岩手県日詰地方の新第三系の層序と地質構造。日本地質学会第109年学術大会講演要旨、p65。