

[理 科]

海岸の砂の地学教材としての可能性と授業への提案

- 見通しをもって学習に取り組ませる指導の工夫 -

酒井 智子*

1 はじめに

これまでの経験から、地質に関する単元において、化石に興味をもっている生徒は多いが岩石やその構成物に興味をもつ生徒は少ない。中学校において「大地の成り立ちと変化」の単元の中で鉱物や岩石の学習を進めていっても、生徒にとって、それらは代表的な露頭でのみ見られる特別な存在であり、自分たちがいつも踏みしめている大地とつなげて考えることはあまりない。本校では海岸部の露頭を使って地層観察を行っているが、地層の様子を確認することはできても、地層観察によってどのような情報を得ることができるのか分からないまま帰ってきてしまう生徒がいることが課題であった。

地層観察では、地層の様子を観察することだけが目的なのではなく、観察を通してその地層がどのようにしてできたのかを推測するための手掛かりを得ることが目的である。さらに、地層観察によって得た情報（手掛かり）をつなぎ合わせて、その土地がどのようにしてできたのか推測することがこの単元の大きな目的である。そのため、事前に、地層観察によって観察できるものにはどのような手掛かりが隠されているのか、何を観察することでどのような情報を得ることができるのかについて、生徒に見通しをもたせることが大切である。また、地域素材を活用することで、身近にあっても今まで意識していなかった事物に焦点を当て、興味をもたせることができる。興味をもたせることができれば、そこから問題を見だし、学習への見通しをもたせることができるであろう。

そこで、本論文では、生徒にとって身近でありながらふだんは意識していない海岸の砂を使って、生徒に地層観察の視点を与え、地層観察への見通しをもたせる単元展開について検討する。

2 研究の目的

(1) 砂の教材性の検討

本校の校区内には約14kmに渡る海岸線があり、海岸の砂は生徒にとって身近なありふれた存在である。生徒がふだん意識していない砂を教材として使うことで興味をもたせ、学習への見通しをもたせるためのきっかけにすることができないか、その教材としての可能性を検討する。

(2) 地層観察に見通しをもたせるための単元展開

砂の観察によって得られる情報に気付かせることで、地層観察においても露頭を構成している物質に注目させ、観察によって得た情報からその露頭のでき方について考察させるような単元展開を提案する。

3 砂の教材性の検討 ～柏崎西部の海岸で見られる砂の特徴～

(1) 方法

① 砂の採集

生徒にとって身近な柏崎西部の海岸（校区内の海岸）から砂を採集した。

② 椀掛け・乾燥

③ 実体顕微鏡による観察

ステージの下からも光を照射できるタイプの実体顕微鏡は、輝石の観察を

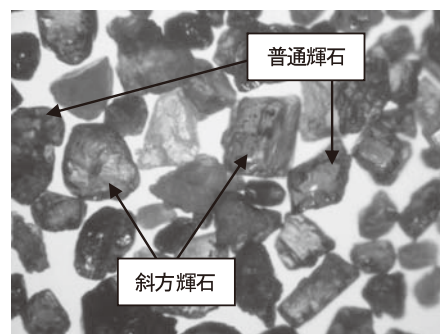


図1 番神海岸の砂を実体顕微鏡で観察

下から光を照射すると輝石が多く含まれていることが分かる。

* 柏崎市立第三中学校

行うのに都合がよい。輝石は上からの光だけでは黒っぽく見えるため区別しづらい。ステージ下からも光を照射することで、他の有色鉱物と輝石の区別が容易になる。さらに、2種類の輝石（単斜輝石と斜方輝石）の区別も可能になる（図1）。

(2) 結果

- ・柏崎西部の海岸で見られる砂の特徴（表1）

表1：柏崎西部地域の代表的な海岸で見られる砂の特徴

採集地	含まれる造岩鉱物 他								粒径 (mm)		備考
	Qz	Pl	Cpx	Opx	Hb	Opq	Gl	岩石片	鉱物	岩石片	
番神海岸	○	○	○	○	○	○		○	0.3-0.5	1.0-2.0	Qz・Pl・Cpx・Hbは岩石片と同じくらいのサイズの結晶も見られる。
東の輪	○	○	○	○	○	*		○	0.2-0.5	0.5-1.0	Pl・Cpx・Hbは岩石片と同じくらいのサイズの結晶も見られる。高温石英や柱状のPl・Px・Hbも見られる。
東の輪 (波打ち際)	○	○	○		△		*	○	0.5-1.0	2.0-4.0	Glはファイバータイプの火山ガラスのように見える。Hbは少ない。
鯨波	○	○	○	○	○	*		○	0.5-1.0	1.0-1.2	Qz・Cpx・Hbは岩石片と同じくらいのサイズの結晶も見られる。
鯨波 (黒っぽい部分)	○	○	○	○	○	◎		○	0.2-0.3	0.5-0.8	鉄鉱物を多く含む。
西鯨波	○	○	○	*	○			◎	1.0-1.5	1.0-1.5	テトラポッド無し。岩石片を多く含む。
西鯨波 (黒っぽい部分)	○	○	◎	◎	○	*		○	0.5-1.0	1.0-1.5	Qz・Pl・Cpx・Hbは粒径が1mm近い大型のものもある。
笠島	○	○	○	○	○		*	○	0.3-0.5	0.5-1.0	他の地点に比べて、細粒。まれに高温石英が見られる。
牛が首	○	○	○	○	○			◎	0.5-1.0	1.0-1.5	砂利浜の一角に砂が露出している。Cpx>Opx。
米山海岸 (波打ち際)	○	○	*		*			◎	1.0-2.0	1.0-2.0	岩石片を多く含む。
米山海岸 (内陸側)	○	○	◎	◎	◎	*		○	0.5-1.0	1.0-2.0	Qz・Pl・Cpx・Hbは岩石片と同じくらいのサイズの結晶も見られる。まれに高温石英が見られる。

※Qz (石英), Pl (斜長石), Cpx (単斜輝石), Opx (斜方輝石), Hb (角閃石), Opq (鉄鉱物), Gl (火山ガラス)
 ※◎ (多量), ○ (ある), △ (少量), * (微量)

- ・米山の火山活動で生じた安山岩溶岩が海岸部へ露出しているためか、番神海岸～米山海岸ではどの場所でも、輝石、角閃石が多く含まれている。
- ・同じ砂浜でも、波打ち際と内陸側では波打ち際の方が砂の粒径は大きい。
- ・テトラポッドの無い場所では、打ち寄せる波の勢いが強いいため、砂の粒度は大きくなる。
- ・侵食運搬作用の中で研磨されているため、どの鉱物も角がとれ、その鉱物本来の形は分りにくい。特に無色鉱物を見分けることは難しい。斜長石は、偏光板を使うことでへき開が見えやすくなったり累帯構造が見えたりすることから区別することができる。石英は、高温石英であればその形から、それ以外では不規則なへき開から判断することができる。いずれにしても実体顕微鏡での観察においては、無色鉱物を見分けるために慣れが必要である。
- ・砂浜の中で黒っぽく見える一帯では、粒度の小さい(0.2mm-0.3mm)場合は鉄鉱物が多く見られ、粒度の大きい(0.5mm-1.0mm)場合は輝石や角閃石などの有色鉱物が多く含まれている。
- ・まれに、高温石英や火山ガラス(と思われる)を含んでいることがある。

(3) 考察

① 利点と課題

[利点]

- ・採集が簡単である。一度に大量に採集することができるため、教材として活用しやすい。

- ・粒の大きさが比較的大きく、粒の大きさも比較的そろっている。
- ・海岸の砂は、常に波によって洗われているため、粒に付着している汚れが少ない。
- ・ふだん意識していない砂を観察することから、意外性をもたせることができる。

[課題]

- ・侵食運搬作用により砂粒の角が削り取られており、形から鉱物の種類を判断するのは難しい。
- ・河口付近や波打ち際の砂は粒度が大きく岩石片を多く含む。

② 教材としての可能性

- ・粒の大きさがそろっていること、洗わなくてもそのまま観察できることから、海岸の砂は観察しやすい。
- ・侵食運搬作用の影響で、鉱物の形から名前を同定することは難しいが、鉱物の種類によって色が異なることは観察することができる。ここでは、鉱物名を同定することが目的ではないため、色の違いから鉱物の種類が異なることを理解できれば問題ない。
- ・波打ち際や河口付近など水の流が速い場所では、岩石片を多く含むため鉱物の観察には向かない。しかし、岩石片の粒度の違いや丸みを帯びている様子から、侵食・運搬・堆積作用の学習に使うことができる。同じ海岸の中で河口付近と河口から離れた砂浜、波打ち際と内陸側の砂で比較するとより有効である。海岸部を中心に地層観察を行っているが、そのときに砂の粒度と場所の観察を意識的に組み込むことで、生かすことができる。

(4) 砂を教材として取り入れた実践

① 目的

生徒にとって、これまでの学習の中で砂が岩石の風化・侵食作用によって作られていることを学習しているにもかかわらず、砂の中にも鉱物が含まれているという認識は低い。砂の観察を取り入れることで、鉱物が火山灰や火成岩のみでなく、砂の中にも含まれていることに気付かせる。火山灰と砂の違いから水の働きについても気付かせることができる。



② 方法

火山灰を使って鉱物の観察を行った後に、砂の観察を行い、砂にも鉱物が含まれること、採集場所によって砂には違いがあることに気付かせる。

ア 砂の採集

夏休み課題として、生徒に2か所から砂を採集させた。夏休みを利用することによって、様々な場所の砂を集めることができた。複数の場所で採集した砂を観察し、比較することによって、砂は一樣ではなく、採集場所によって特徴が異なることに気付かせることができる。また、自分で採集することによって、採集した砂の特徴と周囲の環境を結び付けやすくなることを期待した。このことにより、砂の色(含まれる鉱物)の違いから砂のもとになる岩石(供給源)の違いに目を向けさせたり、粒の大きさと水の流れの速さとを結びつけたりすることができると思った。さらに、観察時に見通しをもたせるため、観察テーマを決めてから砂の採集地を決めるように促した。

テーマ：場所が変わると、どう変化するのか？

採集場所	赤：中央海岸	青：香神海岸
◆採集場所の特徴 ・どんな場所？ (海？川？河口？) ・どんな地形？	○海	○海
◆サンプル添付		
◆砂の特徴 ・色 ・粒の大きさ ・形 など	茶色(黒・白) ・大きい小さい(大きい方が多い) ・ごろごろしていて細かい。 ・まるくて大きい。	黒・白・茶色など色々な色がある。 ・中くらいで、あまり大きくない。 ・ごろごろしていて細かい。
◆その他 ・採集場所と砂の特徴 に関係はあるか ・気がついたこと	○赤いものと、ごろごろしているものと両方あった。 ○色は、赤色や白、黒などいろいろあった。茶色にこびりついてた。	○赤いものか全然なく、ごろごろしているものが多い。 ○中央海岸と違って、大きくなく、まるいものが多い。 ○砂鉄が多かった。

感想：

○テーマ通り、変わっていてびっくりしました。中央海岸は、香神海岸より石が少なかったです。さらに色も色々な種類の鉱物があるから、初めて知りました。色も色々な物を知りたいと思います。



イ 砂の観察

実体顕微鏡を用いて火山灰の観察を行った後に、各自で採集してきた砂を観察した。採集後、椀掛け・乾燥作業の時間をとることができなかつたため、採集してきた砂を少量とり、そのまま薬包紙にのせて観察した。実体顕微鏡で観察した後、ワークシート（図2）にサンプルをセロテープで貼り付け、観察結果を記録した。観察項目として、砂の色・粒の大きさ・形に注目させ、その他気付いたことは自由に記載させた。

なお、鉱物観察の資料として、各班に1部ずつ鉱物写真資料（「火山灰分析の手引き（地学団体研究会）」を理科教育センターから借用）を提示した。

③ 結果

自宅から海岸が近いこと、海岸清掃の帰りに採集した生徒が多かったことから、2つのサンプルのうち一つは、番神、鯨波、東の輪などといった校区内の海岸から採集したものが多かった。夏休みということもあり、夏休みに出かけた先で採集してきたものも多く、砂の色や粒の大きさなどバラエティに富んだものになった。

柏崎市内の海岸の砂と他地域の砂を比較した生徒は、砂の色の違いに気付くことができた。柏崎市内の海岸でも採集場所ごとに色の違いは観察できるが、他地域、特に下越地域や県外の砂と比較するとその違いは顕著である。さらに、実体顕微鏡を使って観察することで、採集場所によって粒の大きさや含まれる鉱物の種類などが違うことに気付くことができた。また、ここでは鉱物名の同定を目的とはしていなかったが、生徒は鉱物の色の違いから、砂の中にはいろいろな鉱物が含まれていることに気付くことができた。

以下に、生徒の感想をいくつか掲載する。

- ・こんなに（砂の中に）いろいろな鉱物の種類があるなんて初めて知りました。もっといろいろな鉱物を知りたいです。
- ・身近にある砂にもこんな特徴があったのには驚きました。授業でどんなことをするのか楽しみです。
- ・その場所の環境によって、砂の粒の大きさや形が違うんだと思いました。他に、砂場の砂、自分の家の砂も見てみたいと思いました。
- ・同じ海でも、海岸によって少し違うことが分かってよかったです。砂鉄も違ってびっくりしました。海の砂は意外にきれいでびっくりしました。今度違う海岸も調べてみたいです。
- ・同じ柏崎市の海岸なのに、こんなに違いがあってびっくりしました。これから砂浜のことでまた新しい発見をしてみたいと思います。
- ・もっといろいろな海岸の砂を調べて、もっとたくさん違いを知りたい。ひまがあったり、出かけたりしたら、砂をとる！

④ 考察

火山灰の観察の後に砂の観察を行ったことによって、砂の中にも鉱物が含まれていることを意識させることができた。また、砂が一様であると考えていた生徒にとって、顕微鏡下で観察できる砂の美しさは意外なものであったようだ。砂の観察は、これまで意識していなかった砂に興味をもたせることができ、さらには、単元のこれからの学習に興味をもたせることができる点で有効である。しかし、採集地の環境と砂の特徴を結び付けて考え、その特徴を作り出した要因について考えることのできた生徒が少なかったことは課題として残った。

4 地層観察に見通しをもたせるための単元展開の提案

(1) 目的

前述の実践から、鉱物の観察において砂を利用することで、砂に興味をもたせ、さらにその後の学習にも興味をもたせることができた。しかし、砂の顕微鏡観察だけでは周囲の環境と砂の特徴を結び付けて考えさせることができなかった。侵食・運搬・堆積の学習にも海岸の砂を活用することで、砂の観察から得られる情報に目を向けさせることができる。砂そのものの観察だけでなく、砂をきっかけに地層のでき方へも目を向けさせるような単元展開を提案する。

(2) 生徒に見通しをもたせるための視点・方策

日置・矢野（2007）は、見通しをもたせるために①見通しをもつ原動力（興味・関心・意欲を高める手立て）、②漠然とした疑問の焦点化（観察の視点をもたせる）、③根拠のある予想、④解決の方法について考えること（情報をどのように活用していくか、個人の判断力）が重要であると述べている。さらに、見通しをもつ上でのベースとして、子ど

もの既有的知識や生活経験が大きくかかわるとも述べている。砂を、見通しをもたせるための教材として活用するために、以下のような方策が必要である。

ア 既習事項の確認

生徒が学習に対して見通しをもつためには、生徒の既有的知識や生活経験が大きくかかわる。生徒は、中学校「大地の成り立ちと変化」につながる単元として、小学校第5学年「流水の働き」、第6学年「土地のつくりと変化」において基本的な学習をしてきている。中学校で学習を始める際に既習事項の復習をすることで、既習事項を地層の成り立ちや土地のでき方について予想を立てる際の根拠として使うことができるようにする。

イ 砂の観察・火山灰の観察およびその比較

顕微鏡を使って海岸の砂を観察することによって、ふだん見慣れた海岸の砂の意外な美しさに気付かせ、砂に興味をもたせる。また、火山灰との比較から、砂の中には鉱物が含まれていること（共通点）、しかし、その粒は丸みを帯びていること（相違点）に気付かせる。さらに、採集地の異なる砂同士の比較から、砂の特徴が一樣ではなく、それぞれ異なっていることに気付かせることができる。これらの気付きから、それぞれの砂の特徴（共通点や相違点）がどのようにして生じたのか考えさせることができる。違いが生じる理由について考えさせる際には、小学校で学習した流水の働き（侵食・運搬・堆積作用）が大きく関わっていることに気付かせることで、根拠のある予想を立てることができる。

ウ 地層観察

砂に関心をもたせ、砂から得ることのできる情報に気付かせてから露頭観察を行うことで、生徒に観察の視点を与えることができる。ひいては、砂だけでなく、露頭の他の構成物にも注意を払わせることが可能になると考える。露頭の構成物だけでなく、一枚の露頭の全体の様子や露頭と露頭のつながりについて考えさせることで、自分たちが生活している大地がどのようにしてできたのかといった大きな流れを感じさせることができる。

エ 話し合い活動の設定

観察及びその解釈を個人でのみ行うのではなく、その考えの妥当性を班ごとで話し合うことで、自分の考えに自信をもたせたり、新しい解釈の仕方を身に付けさせたりすることができる。観察したそれぞれの露頭のでき方や、それらすべてを含めた柏崎の大地のでき方について考える場面で、話し合い活動を設定する。

上記の4点を意識しながら単元を展開することで、生徒に見通しをもたせることができると考える。そこで、小単元「地層の重なりと過去の様子」の中で、生徒が海岸の砂を軸にしながら地層のでき方について見通しをもって考えることができるような単元展開案を提案する。

(3) 単元展開案（小単元「地層の重なりと過去の様子」）

「大地の変化」の小単元「地層の重なりと過去の様子」では、地層観察からその土地の地層がどのようにできたか推測する内容になっている。今回は砂を軸にして、地層観察から柏崎の大地のでき方について考える流れとする。

時	主な学習内容・指導上の留意点	海岸の砂を使って見通しをもたせるための方策
1	○小学校での学習の確認と用語の確認 ・既習内容の確認と新出用語の確認を行う。今後の活動の中で、観察して分かった事を既習事項と結び付けて考えることができるように、小学校の学習内容について全体で確認を行う。	[既習事項との関連] ・小5「流水の働き」、小6「土地のつくりと変化」の学習から、水の侵食・運搬・堆積作用と堆積岩について確認を行い、今後の学習への手がかりを与える。
2	○海岸の砂と火山灰の顕微鏡観察	[興味付け] ・砂の美しさに気付かせることで、砂に興味をもたせ、学習への意欲を高めさせる。
3	・実体顕微鏡を使って火山灰の観察を行う。鉱物の色や形から、いろいろな種類の鉱物が存在することに気付かせる。 ・2種類の砂の観察・比較から、砂の特徴を整理するとともに、火山灰との違いに気付かせ、その違いの要因が何か考えさせる。	[既習事項との関連] ・砂粒が丸みを帯びていることの根拠として、「流水の働き」と関連させて考えさせる。
4	○地層観察「その時、柏崎の大地に何が起こったのか」	
5	①御野立公園（砂層：手ざわり）	
6	②聖ヶ鼻（砂岩泥岩互層、マキヤマチタニイ・クジラの肋骨） ③米山海岸（米山の火山活動、聖ヶ鼻の地層とのつながり） ④番神海岸（安山岩溶岩、番神砂層とのつながり）	

<p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・御野立公園の砂層と聖ヶ鼻の砂岩層の固さの違いから、堆積した時代の違いに気付かせる。 ・聖ヶ鼻層に含まれる海生生物の化石から堆積当時の環境を推測させる。 ・聖ヶ鼻の砂岩層の中に見られる粒の大きさの違い（級化構造）に気付かせる。 ・米山海岸と聖ヶ鼻の地層を比較し、層が重なっていることを確認させる。 ・海岸で見られる火成岩の観察を行い、岩石の組織の違いから堆積岩とは成因が異なることに気付かせる。 ・聖ヶ鼻層の上部に米山の活動に由来する火山岩が見られることに気付かせる。 ・米山層で特徴的な層内褶曲を観察させる。 ・西鯨波で見られる安山岩溶岩と米山海岸の上部に見られた火山岩が同じ米山の活動に由来するものであることを伝える。 ・安山岩の観察から、火山岩の組織を観察させる。 ・鯨波から番神を眺め、番神海岸の上部に最初に観察した御野立公園があることに注目させる。 <p>※⑤柏崎市立博物館（ナウマンゾウの化石の観察）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・時間があれば、柏崎市立博物館に行き、ナウマンゾウの化石（第四紀の示準化石）の観察を行う。 <p>○観察したことをもとに、それぞれの地点の露頭から情報を読み取ろう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地層観察で分かった事を整理し、観察結果からそれぞれの露頭ができたときの堆積環境について推測させる。 <p>○級化構造や断層・褶曲がどのようにしてできるのか調べよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・級化構造、地層累重の法則について簡単な実験を行い、観察してきた地層構造がどのようにしてできたのか調べる。 <p>○柏崎の大地がどのようにしてできたのか考えよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・観察してきたそれぞれの露頭がどのようにつながっているか考え、柏崎の大地がどのような順番で堆積してできたのか考えさせる。 ・それぞれの露頭がどのようにしてできたのか、どのような順番で堆積しているのかを組み合わせ考えてさせ、柏崎の大地がどのようにしてできたのか推測させる。 	<p>[観察の視点を与える]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・砂の観察から得られる情報に気付かせ、砂に注目して地層観察を行わせる。あわせて他の地層構成物にも注目させることができる。 ・「土地のつくりと変化」の学習をもとに、砂岩層と砂層の違いについて考えさせる。 ・堆積岩との組織の違いから、火成岩が堆積岩とは異なる成因によってできていることに気付かせる。 <p>[既習事項の活用]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既習事項を根拠に、露頭で観察した地層がどのようにしてできたのか、柏崎の大地がどのようにしてできたのか推測させる。
--	---	---

(4) 今後の課題

現在、海岸の砂を使った単元展開案で実践を行っている。実践を通してどのような課題が残るのか、今後明らかにしていく。また、露頭観察地点を選出するときのポイントについても整理し、生徒が露頭観察によって柏崎の大地がどのようにしてできたのか、ストーリーを組み立てられるような露頭を選ぶ必要がある。

5 参考文献

- ・中学校学習指導要領解説理科編 平成20年9月 文部科学省
- ・みんなと学ぶ小学校理科5年 学校図書
- ・みんなと学ぶ小学校理科6年 学校図書
- ・新編 新しい科学2分野上 東京書籍
- ・小林 他、柏崎地域の地質 5万分の1地質図幅、地質調査所、1995
- ・竹内 他、柿崎地域の地質 5万分の1地質図幅、地質調査所、1996
- ・野尻湖火山灰グループ、新版 火山灰分析の手引き、地学団体研究会、2007
- ・日置光久・矢野英明 『理科でどんな「力」が育つか 分かりやすい問題解決論』東洋館出版社、2007