

士別周辺の地質の教材化 — 石灰岩編 —

岡本 研

東海大学札幌教養教育センター（士別市立博物館特別学芸員）

はじめに

士別市周辺域は、中生代にプレート境界が存在し、付加体・メランジュ・高圧変成岩・オフィオライトといった、プレート境界にしか存在しない多くの特殊な地質体が観察される場所であり、さらに新生代の地下深部での火成活動、日本海の形成、陸上の酸性火成活動、河川の堆積層の形成、第四紀の周氷河性の地形や泥炭層の形成など、大きな環境変遷の中で、様々な岩石や地層が作り出されてきた希少な場所である（岡本・平松，1999）。

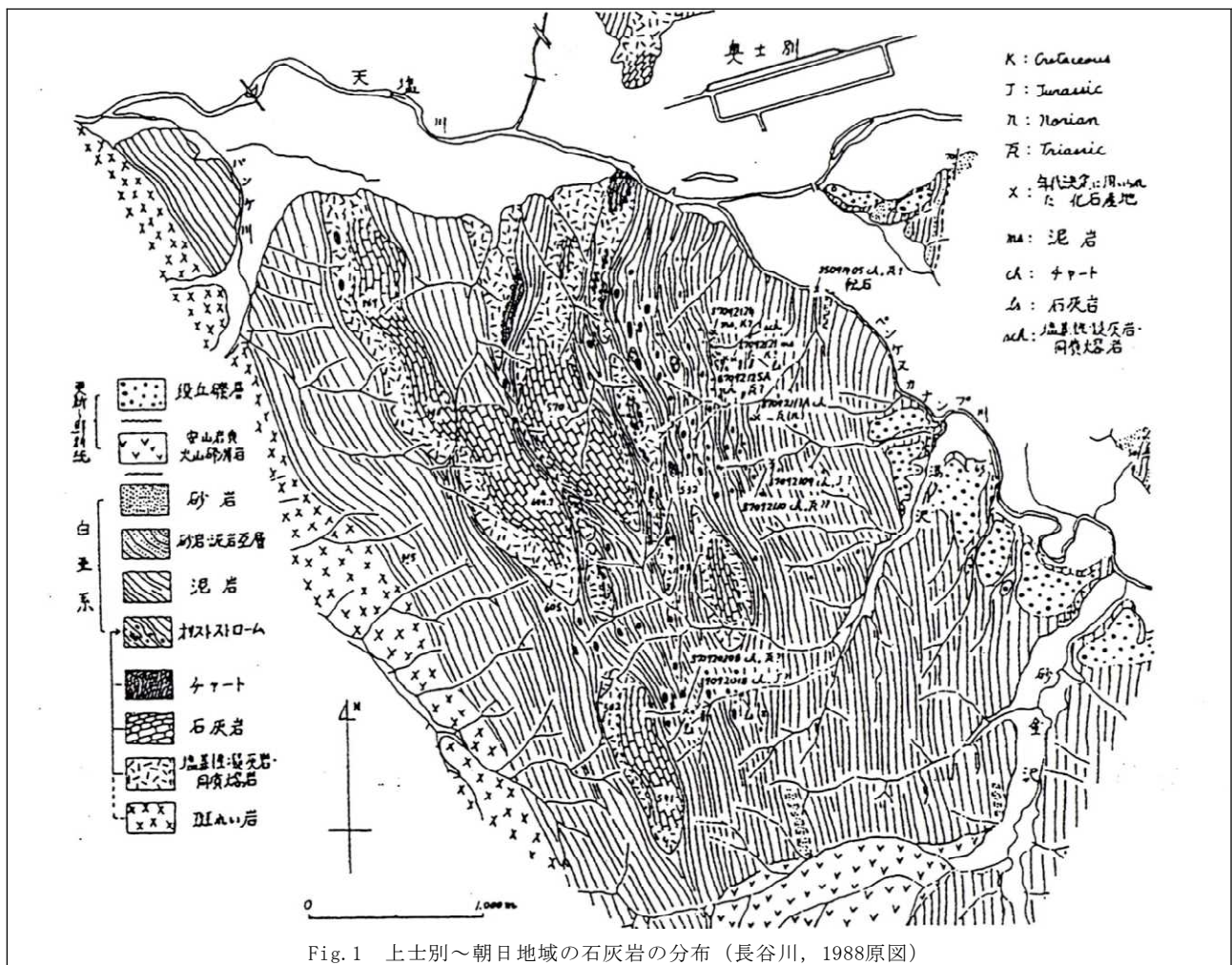
士別市立博物館では、このような学術的価値が高く貴重な地質素材を研究・展示しているほか、教育普及活動にも取り組んできた。

本論では、当地域のこれらの多種多様な地質

素材を学校教育の教材として活用し、どのような観察・実験を行うことができるのか、どのような考察をさせることができるのかについて検討する。

学習指導要領や教科書の学習内容との関連についても考慮し、児童・生徒の興味・関心を高め、科学的思考力を育成する授業実践のため、具体的な地域地質素材の活用方法について提案する。

なお、前述のとおり、士別周辺には教材として活用できる優れた地質素材が数多くあるため、これらについては今後も継続的に順次検討を進めていく予定であるが、今回は主に上士別・朝日地域に産出する石灰岩の教材化に焦点を当てて述べることとする。



1 土別の石灰岩の概要

当地域では、上土別と朝日の境界付近に存在する大規模な石灰岩体である「石灰山」を中心として、多数の石灰岩がブロックとして存在している。石灰山は巨大な石灰岩体を中心として、周囲は深海底堆積物であるチャートや、同じく深海底堆積物である黒色泥岩（日高累層群）で囲まれている（Fig.1, 2）。

その他の主な石灰岩体として、朝日三望台ジャンツェのある丘陵先端部、市街地東方の瑞穂公園、朝日市街地の南東3 kmの山の頂部（通称「岩王」）などに石灰岩ブロックがある。



Fig.2 上土別・朝日の石灰山（Google Earth より）

2 教材としての石灰岩

日本では、石灰岩の教材化については古くから様々な提案があり、学校現場で実践されてきた。最も多く活用されている例としてはフズリナ石灰岩をはじめとする化石の観察であるが、石灰岩の加熱変化を調べる実験や（小森，2002：左巻，1986 など）、地域の石灰岩とセメントを結びつけた教育実践もある（比嘉，2008）。

石灰岩または石灰石に関する学習内容は、小学校理科では「A物質・エネルギー」領域、中学校理科では第2分野の地学領域を中心として扱われ、高等学校では「化学基礎」、「化学」、「地学基礎」、「地学」の各科目で扱われている。コンクリート（セメント）の材料でもある石灰岩は人間生活とのつながりが深く、また、



Fig.3 石灰山の石灰岩

二酸化炭素の循環や固定など、地球規模の環境学習でも教材として広く扱われている。このように石灰岩は、理科教育だけでなく、郷

土学習や総合的な学習等でも活用が可能な教材であり、2017年3月に公示された次期学習指導要領でも強調されている「日常生活や社会と関連付けて学ぶ」ことができる優れた教材である。

以下に石灰岩を用いた具体的な学習内容について提案する。

(1) 石灰岩による中和反応

○中学校理科第1分野／化学変化とイオン
中和と塩

⇒ 中和反応に関して、日常生活や社会と関連した例としては、強い酸性の河川の中和事業や土壌の改良に中和などが利用されていることを取り上げることが考えられる（学習指導要領解説）。

この単元では、教科書では中和反応に関する教材例として、酸性の土壌に炭酸カルシウムや酸化カルシウム、水酸化カルシウムをまき、酸性を弱めることが取り上げられている（Fig.4）。



Fig.4 教科書の土壌改良の学習

この活用例は、酸性土壌を中和させる用途として土別の石灰山で石灰岩を採取して生産・販売されている土壌改良剤そのものであり、地域の中学校では必ず取り上げるべき教材である。地域の産業を学ぶ社会科の授業や総合的な学習の時間としても効果的な教材である。

しかし、「石灰岩による中和」という表現は、酸性土壌をどのようにして中和するのかが理解しにくい。そこで、次の【実験1】を行うことにより、炭酸カルシウムは難溶性であるが、水に入れて放置するとわずかに水に溶解し、弱塩基性を示すことや、酸性の土壌にふれることによりカルシウムの溶脱が進行し、継続的に中和反応が起きるため、酸性土壌の長期間の中和に有効であることを理解させることができる。

【実験 1】

- ① 石灰岩をハンマーで砕く。
 - ② 砕いた石灰岩を水に入れて攪拌し、フェノールフタレインを滴下する。
 - ③ しばらく放置し、薄いピンク色に変化していく様子を観察する。
- ※ 石灰岩に直接フェノールフタレインをかけても変色は確認しにくい。

士別で土壤改良剤に用いられているものは、石灰岩を粉砕しただけの通称「炭カル」と呼ばれるものであり、この実験の反応を利用したものである。

(2) 石灰岩と消石灰・生石灰

○高校「化学基礎」酸・塩基と中和
⇒ 「酸と塩基」については、水素イオン濃度とpHとの関係にも触れること。
「中和反応」については、生成する塩の性質にも触れること（学習指導要領解説）。

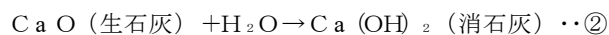
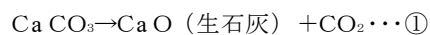
高校「化学基礎」の教科書では「水酸化カルシウムは、工業的には石灰石を強熱して酸化カルシウムをつくり、これを水と反応させて製造される。」と学ぶ。また、別単元の「アルカリ土類金属とその化合物」において、「水酸化カルシウム（消石灰）は、水に少し溶けて強い塩基性を示し、建築材料や酸性土壌の改良材として用いられる。」と学ぶ。また、高校「化学」では、石灰石を加熱して生石灰をつくり出す実験 $[\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2]$ や、 CaO の用途として乾燥剤、発熱剤があること、 CaO は水と反応して発熱し、 Ca(OH)_2 が得られることを学ぶ。

これらのことを、士別の石灰岩を用いて次の【実験 2】を行うことによって理解させることができる。

【実験 2】

- ① 砕いた石灰岩をガストーチで強熱する。
1000℃以上で加熱すると石灰岩が白色化し、 CaO （生石灰）ができる。
- ② 白色化した石灰岩を水に入れ、攪拌する。
水と CaO が反応し、 Ca(OH)_2 （消石灰）ができる。
- ③ フェノールフタレインを滴下し、呈色を観察する。

この実験の化学反応は以下の通りである。



通常の高スバーナーの加熱では 1000℃以上の高温を得ることが難しいが、ガストーチを用いることで手軽に高温で加熱することができる（Fig.5）。

この方法で白色に変化させた石灰岩を水に入れると、②式の化学反応が起きて強塩基性を示す。この実験の後で、どのような化学反応が起きたのか、生成した塩は何かといった考察をさせて化学反応式を学ばせることにより、実感を伴った理解に結びつく。

「酸化還元反応」の単元においても、教科書では「鉄鉱石から鉄を取り出すとき、溶鉱炉に石灰石を入れることにより、鉄鉱石に含まれる不純物が石灰石と反応し、スラグとなって除かれる。このスラグはセメントやコンクリートの原料にもなる。」という記述があり、石灰岩の化学的性質と利用について幅広く学ぶ内容となっている。

(3) 石灰岩の溶解と酸性雨

- 中学校理科第 2 分野／自然と人間／自然環境の調査と環境保全
⇒ 身近な自然環境について調べ、様々な要因が自然界のつり合いに影響していることを理解するとともに、自然環境を保全することの重要性を認識すること（学習指導要領解説）。
- 高校「地学」地球の環境／地球環境の科学
⇒ 人間生活と関連している地球規模の自然環境の変化を科学的に考察させる（学習指導要領解説）。
- 高校「地学基礎」地球の歴史／地球の環境の変遷
⇒ 大気、海洋の変遷については、大気、海洋と地殻間の物質循環や生物の働きなどにより、大気や海洋環境が変化してきたことを中心に扱う（学習指導要領解説）。



Fig. 5 石灰岩の強熱



Fig. 6 加熱後に水に入れると強塩基性を示す（右）

これらの単元では、教科書では自然環境との関連として、二酸化炭素と酸性雨が取り上げられている。中学校理科では、「二酸化炭素、二酸化硫黄、二酸化窒素などが雨水に溶け、pH 5.6 以下の酸性の強い雨を酸性雨といい、野外の金属やコンクリート、大理石でできた彫刻などに被害を与える」こと (Fig.7)、高校「地学基礎」では、「石灰岩は二酸化炭素を溶かした雨水に溶ける」こと、高校「地学」では、「貝、有孔虫、サンゴなどに二酸化炭素が固定された



Fig.7 教科書の酸性雨の記述

り溶解して再び二酸化炭素になって大気中に放出されたりすること、高校「地学」では、「雨水に大気中の二酸化炭素が溶けて、弱酸性の状態となり、炭酸カルシウムなどと反応すると、それを溶かし、炭酸水素イオンを生成する。この作用を溶食作用といい、鍾乳洞などの石灰岩地域に特有の地形がつくられる。炭酸水素イオンの濃度が増加すると、反応は逆に進み、炭酸塩鉱物として析出する(鍾乳石や石筍の形成)と、CO₂は再び大気に戻る」ことなどを学ぶ。

朝日の瑞穂公園の石灰岩に近づいてみると、石灰岩の表面が穴(くぼみ)だらけになっている様子が観察される (Fig.8)。これは石灰岩が雨水によって少しずつ浸食されたためにできた穴である。自然の雨水には空気中の二酸化炭素が溶け込んでいるため弱酸性の雨水によって石灰岩が少しずつ浸食されるのである。

中学校の教科書では酸性雨によって、つらら状になったコンクリートが紹介されている。高校の「地学基礎」及び「地学」においても同様に酸性雨に関連した内容が扱われており、酸性の水により石灰岩が溶かされることに焦点が当てられている。



Fig.8 溶けかけた石灰岩

瑞穂公園の石灰岩のハンゴオーバーしている部分には、数ミリのつららのようなものが形成されている。石灰岩が雨水に溶解して再結晶化したものであり、初期の鍾乳石とい

うことになる。これらは地球環境問題を考えさせる教材として活用することができる。

【実験 3】

- ① 石灰岩やコンクリートを砕いて食酢(または希塩酸)に入れる。
- ② 発泡しながら溶解していく様子を観察する (Fig.9)。

【実験 4】

- ① コンクリートの破片を水に入れ、フェノールフタレインを滴下する。
- ② しばらく放置し、ピンク色に変化する様子を観察する。

【実験 3, 4】より、石灰岩が酸性雨によって溶けていくことや、水と反応して弱塩基性を示すことから、コンクリートが石灰岩と同じ反応を示すことからコン



Fig.9 食酢で発泡する石灰岩

クリートの成分が石灰岩であることを理解させることができる。また、石灰岩を食酢に入れ続けておくと小さな石灰岩片は数時間で完全に溶けてしまう。「岩石が食酢に溶ける」という意外性のある現象を生徒に見せることで、石灰岩が他の岩石とは異なる性質を持つ岩石であることや、炭酸カルシウムと酸の化学反応の理解に結びつけることができる。

【実験 5】は、石灰岩が酸に溶解して再結晶する様子を示す、インパクトのある簡単な実験である。

【実験 5】

- ① 石灰岩を容器に入れ、「酢の素」を上からかけて石灰岩が半分出る状態にする。
 - ② 半日ほど放置すると、表面に白色の結晶の塊が生じる (Fig.10)。
- ※「酢の素」は商品名であり、28%酢酸である。

白色の結晶は、酢酸と炭酸カルシウムの化学反応によって酢酸カルシウムが生じ、石灰岩表面で水が蒸発することにより酢酸カルシウムの白色結晶が生じたものである。溶液に石灰岩を半分だけ浸すことによって、溶液が表面に水上がって晶出する。炭酸カルシウム成分が多い岩石(大理石や石灰質ノジュールなど)であれば同様の現象が起きる。

この実験は、湯沢石のような石灰華の作り方(後述)、酸性雨の仕組み、鍾乳石の作り方、

方解石の作り方などの学習に結びつけることができる。



Fig.10 石灰岩表面に生じた白色結晶

(4) 地球環境と石灰岩

○高校「地学」地球の活動と歴史／地球の歴史／地球環境の変遷
 ⇒ 大気、海洋、大陸及び古生物などの変遷を基に地球環境の移り変わりを総合的に理解すること。大気、海洋、大陸、古生物などに関する資料を基に、地球環境の変遷を総合的に理解させること（学習指導要領解説）。

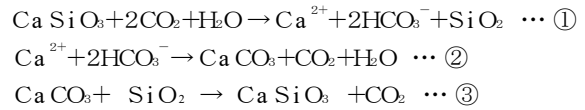
地球環境と大気中の二酸化炭素濃度との関連については、本単元のみでなく、小学校の教育から広く扱われている内容である。前項と関連するが、石灰岩は大気中の二酸化炭素コントロールに深く関わっており、地域に産する石灰岩に古代の二酸化炭素がどのくらい固定されているのかを考察させる学習は、ローカルな素材がグローバルな課題に直結していることを理解させることができる。



Fig. 11 二酸化炭素と地球環境の学習

サンゴなどの石灰質の殻を持つ生物は、炭酸カルシウム (CaCO₃) の形として二酸化炭素を固定するはたらきがある。岩石の風化と二酸

化炭素の減少の関係を見てみると、カルシウムを含む鉱物が風化する際に、まず式①の反応によってCO₂が2 mol消費される。



式①の右辺のカルシウムイオンは、式②の反応によって炭酸カルシウム (CaCO₃) となり、CO₂が1 mol放出される。①と②のプロセスによって、大気中からCO₂が1 mol除去されるが、このままだと大気中のCO₂は減少する一方ということになる。しかし、海洋底に堆積した石灰石 (CaCO₃) は、プレートの沈み込みにより地下深くに持ち込まれ、高压高温下で変成作用を受け、式③の反応が起き、発生するCO₂が火成活動で火山ガスとして大気中に放出される。このサイクルにより地球大気中の二酸化炭素の濃度が変化する。

石灰岩は、この壮大な二酸化炭素のサイクルのほんの一部を切り取った姿であることを理解させるため、次のような学習課題を提案する。

【課題】上士別の石灰岩の総量は1,500万tと見積もられている(北海道立地下資源調査所, 1959)。この石灰岩に二酸化炭素が気体の体積に換算してどのくらいの量が固定されているのかを算出せよ。ただし、原子量はCa = 40, C = 12, O = 16, CO₂ 1 molあたり22.4ℓとして計算せよ。

(5) 堆積岩 (化石) としての石灰岩

○中学校理科第2分野／大地の成り立ちと変化／地層の重なりと過去の様子
 ⇒ 礫岩、砂岩、泥岩のほか、石灰岩、チャートなどを扱い、粒の大きさや構成物質の違いなどに気付かせる。地層の堆積環境の推定には、地層の構成物やその粒の大きさ、形、及びそこに含まれる、サンゴ、シジミ、ブナなどの示相化石を用いる(学習指導要領解説)。
 ○高校「地学基礎」変動する地球／移り変わる地球／古生物の変遷と地球環境
 ⇒ 古生物の変遷と地球環境の変化について理解すること(学習指導要領解説)。

中学校理科では、堆積岩の一種として石灰岩が扱われ、教科書では「石灰岩は生物の遺骸や水に溶けていた成分が沈殿したものであり、炭

酸カルシウムが多く含まれている」と学ぶ。

高校「地学基礎」の教科書では、「石灰岩は主に生物の遺骸が堆積して形成され、炭酸カルシウムに富むフズリナ・貝殻・サンゴ・有孔虫の殻などが堆積してできる。サンゴ礁起源の石灰岩は、低緯度の温暖な浅海で形成される」と学び、「サンゴ礁起源の石灰岩の存在から、過去の環境を熱帯～亜熱帯の浅海と推定できる（示相化石）」という内容も扱われている。

道北地方では、士別周辺の他、西興部、比布、当麻などにも南洋のサンゴ礁を起源とする石灰岩体が多数存在しており、これらはすべて付加体の泥岩中にある。上士別の石灰岩も同様の歴史を持つことが推定されており、長谷川(1988)により、石灰山の基質泥岩は中生代白亜紀、チャートブロックは三畳紀及びジュラ紀の2種と示されている。また、石灰岩からは、近年大型二枚貝類のメガロドン (*Megalodont*) や有孔虫、海綿類、棘皮類等の化石が発見され(川村・菅井, 2011)、三畳紀中期～後期の形成時代が推定されている(川村・橋本, 2014)。今後、さらに多くの化石の発見や研究の進展とともに石灰岩の正確な形成年代が決定されていくものと思われる。メガロドンの化石は、士別市立博物館に展示されている (Fig.12)。



Fig.12 上士別のメガロドン化石
(士別市立博物館)

Fig.13 は、石灰山の暗色の石灰岩を切断・研磨したものの顕微鏡画像である。直径 1mm ほどの同心円状の粒が多数見られる(撮影：石井彰洋特別学芸員)。この粒は石灰質の泥の球で、

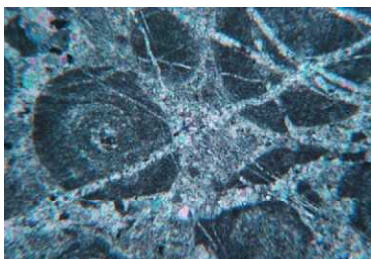


Fig.13 士別のウーライト

ウーイド (oolid) とよばれるものであり、これが集合した石灰岩をウーライト (oolite) という。サンゴ礁の海岸で、サンゴが削

られてできた石灰質の泥が暖かな浅海の波でゆすられ、小さな雪だるまのように成長して形成されたものである。南洋の浅海の穏やかな環境を想像させたい。

また、中学校理科の本單元において、石灰岩とチャートを見分ける実験として、両者に希塩酸をかけ、発泡の有無を調べる方法が全ての教科書に掲載されているが (Fig.14)、

② 石灰岩とチャートに5%塩酸を2,3滴かける。

塩酸が皮膚などにつかないように注意する。



Fig.14 石灰岩とチャートを見分ける実験 (教科書)

北海道のチャートは、海底火山等に由来する鉄分のため赤色のものが多く、多くの教員は、灰白色の石灰岩と見分けるための実験の必要性について疑問を持っているのではないだろうか。しかし、本来チャートは二酸化珪素の殻を持つ放散虫遺骸であり、白色～緑色のものが多いのである。士別周辺では、剣淵町、和寒町、下川町などで白色、灰白色、淡緑色のチャートが観察され、Fig.15の+印の位置のチャート(淡緑灰色)を採取し、上記の実験を行うことで理解を深めることができる。なお、この実験において一般に用いられる試薬は希塩酸であるが、食酢の中にも岩石を入れることでも見分けることができる。野外の地質調査に携帯する際にも食酢であれば容器の破損等の事故が起きた場合も安全である。



Fig.15 緑色チャートの産出地 (+印)

(6) 方解石と石灰岩

○高校「地学」地球の活動と歴史／変成作用と変成岩
⇒ 接触変成作用では、ホルンフェルスや結晶質石灰岩などの変成岩が形成されることを扱う(学習指導要領解説)。

教科書では、石灰岩中の化石の観察、結晶質石灰岩（大理石）の研磨面や結晶の形の観察、へき開の観察・実験など、石灰岩に関する様々な内容が扱われている。

石灰岩の主成分の炭酸カルシウムであるが、その結晶は様々な形をしており、菱形、柱状、板状の他、犬牙状などがある。Fig.16 の細長い



Fig.16 上士別の犬牙状方解石

透明な鉱物は、博物館の石灰山の地質巡検で発見されたものであり、単結晶の長さが1 cm 程度の鉱物の集合体である。石灰岩の割れ目に附着していたもので

あるが、一般的な方解石の形状とは異なっていたため、詳しい調査研究が行われ、その結果「犬牙状方解石」という比較的珍しい形状の方解石であることが判明した（石井ほか，2004）。

この犬牙状方解石は士別市立博物館に展示されているが、実物を目にすることはなかなかできない鉱物であり、博物館見学の学習のポイントとして、通常の方解石の形状との違いに気づかせたい。



Fig.17 温根別のアアレ石

また、炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）の鉱物には方解石のほかに、同質異像のアアレ石という鉱物があるが、士別市温根別のダム付近の蛇紋岩の割れ目には、放射

状のアアレ石を見つけることができる（Fig.17）。

石材として広く利用されている大理石（晶質石灰岩）は方解石の集合体であり、ハンマーで小さく砕いていくと、その破片は菱形の形になる。ルーペや顕微鏡で小さな破片を観察すると形状をはっきりと確認することができる（Fig.18）。台所用の研磨剤には、この大理石（方解石）の微粉末が使われているものが多い。研磨剤として方解石が利用されている理由は、方解石の菱形の形状が汚れ落としに有効であり、なおかつ方解石は硬度が低く、ステンレスなどに傷をつけにくいという理由である。研磨剤を水に溶かして白濁液を捨てることを繰り返



Fig.18 細かく砕いた方解石

ることを繰り返

し、最後に残った微粉末を顕微鏡で観察すると多数の菱形の結晶が観察され、方解石が使われていることを確認することができる。こうした実習は人間生活との関わりという観点で効果的である（岡本，2008）。

さらに、方解石に関する有名な現象として、透明な方解石は複屈折により、下にある文字や画像が二重に見える性質が知られている。学習指導要領や教科書では取り上げられていないが、このような特殊な性質は鉱物の学習に関して生徒の興味・関心を高めるのに役立つ。

(7) 沈殿岩としての石灰岩

○高校「地学」地球の活動と歴史 地球の歴史／地層の観察

⇒ 地層に関する野外観察や実験などを通して、地質時代における地球環境や地殻変動について理解すること。地層に関する野外観察や実験などを行い、地層や化石の観察に基づいて古環境及び過去の地殻変動の歴史を推定できることを理解させること（学習指導要領解説）。

この単元では、教科書では「有孔虫、石灰質ナノプランクトン、サンゴなどは、炭酸カルシウムを主成分としている。直径が100 μm前後の粒子は、深海軟泥として堆積する。これが固結するとチョークや石灰岩となる。」、「深海の海底火山や熱水噴気孔付近では、温水から化学的に沈殿するトラバーチンなどの堆積物もある。」と学ぶ。

石灰岩は全国各地で産出するが、その多くはサンゴ礁に由来するものである。しかし、深海底の熱水噴出を起源とする石灰岩（トラバーチン）も存在する。

Fig.19 は、士別市朝日で産出する通称「湯沢石」である（朝日郷土資料室）。石灰岩の一種であるが、中生代の地層を起源とするチャートや黒色頁岩の破片を含み、多孔質であり水を吸い上げる性質を持ち、「水石」として珍重されている。



Fig.19 湯沢石（朝日町まなべる）

湯沢石に関する詳細な研究はないが、朝日ペンケヌカナンにはかつて湯沢温泉という冷泉があり、周辺で多数の鍾乳石や石灰華が見つかっており（朝日町郷土資料室解説）、中生代の石灰岩が熱水に溶解し、石灰成分が沈殿固結した

沈殿岩（カルクシター）と推察される。湯沢石の観察により、かつて朝日地方に温泉と鍾乳洞があったことを想像することができる。

(8) プレートテクトニクスと石灰岩

○高校「地学」地球の歴史／日本列島の成り立ち／日本列島の地体構造
⇒ 日本列島の形成史については、付加体、変成帯や日本海の形成などをプレート運動と関連づけて扱う。その際、石灰岩、石油、石炭などの地下資源の形成との関連や、私たちの生活に関わりの深い平野などの地形や地質を取り上げること考えられる（学習指導要領解説）。

この単元では、教科書では「海洋プレートの沈み込みに伴って付加体が形成されること」、「付加体にはプレート上の堆積物や海山及びその上の石灰岩が含まれていること」、「プレート運動に伴う海山とサンゴ礁が移動し、付加体に取り込まれること」などを学び、サンゴ礁石灰岩をのせた海山が衝突した例を取り上げ、日本に豊富な石灰岩資源が存在する理由に触れている。

これはまさに、上士別に巨大な石灰岩体が存在する理由に迫る内容であり、科学的に考察させたい部分であるが、非常に発展的な内容でもあり、段階的に考えさせながら説明していくのが現実的であろう。

以下の学習資料を参考に、適宜考察すべき課題を与え、資料の記述内容から課題に対する解答を見つけ出すグループワークを行うとよいのではないだろうか。

【高校用学習資料】 士別の石灰岩 Q & A

Q 1 どうして士別に石灰岩があるの？

A 1 士別周辺には中生代に海溝があり、海洋プレートが沈み込んでいました。現在のハワイのような海洋島が南洋に存在し、サンゴ礁を形成していました。これがプレートとともに北上し、海溝に到達。プレートは地下に沈み込みましたが、海山は海溝壁に付加しました。この海山のサンゴ礁が上士別の石灰岩となったのです。

【課題】ハワイが年間 10cm の速度で日本海溝に到達するとすると、何年かかるか計算せよ。

【解答】Google Mapなどで見てみると、おおざっぱに見てハワイは日本海溝から約 5000km ほど離れているため、5000 万年となる。

Q 2 石灰山の石灰岩はどうしてサンゴ礁だったと考えられるの？

A 2 上士別の石灰山の石灰岩は、石灰岩だけがあるのではなく、玄武岩やチャートをとともなっています。これらは、海山本体（玄武岩）、海山の麓の深海底堆積物（チャート）、と考えられ、石灰岩の規模が大きいことから、サンゴの化石が見つからなくても海山のサンゴ礁と判断できます。

Q 3 石灰山の石灰岩はいつ頃できたもの？

A 3 長谷川（1988）は、「石灰岩の基質の黒色泥岩は白亜紀、石灰岩と同時に産出するチャートブロックは三畳紀のものとジュラ紀のものがある。」ことを示しましたが、石灰岩自体の形成年代は不明としました。しかし近年、石灰岩から二枚貝のメガロドンの化石が発見され（川村・菅井，2011）、その生息時代が古生代後期～ジュラ紀であることや（佐野ほか，2009）、北海道で最も古い付加体である渡島帯（ジュラ紀付加体）の上礫石灰岩体では古い三畳紀の化石が見つかっており、また、両者が同じくラグーン環境で形成されていることなどからも、三畳紀と推定されています（川村・橋本，2014）。

Q 4 白亜紀の黒色泥岩の中にある石灰岩が、どうして白亜紀のものだと決められないの？

A 4 黒色泥岩は白亜紀ですが、周囲に散らばっているチャートは三畳紀やジュラ紀です。また、黒色泥岩は深い海底に堆積しますが、石灰岩は浅海にできるものであり、形成環境が異なります。これは、古い時代の付加体（西側にあったもの）が海溝斜面の崩壊によって、新しい時代の地層（白亜紀）の中に混ざってしまったものと考えられます。このことから、石灰岩も同じ時代のものではないということなのです。

Q5 海溝斜面が崩壊してどんなことが起きたの？

A5 海溝斜面の陸側の、石灰岩を含む古い付加体（おそらく渡島帯）の一部が崩落し、巨大なブロックとして海溝斜面を滑り落ちて、海溝の堆積物（日高累層群）に取り込まれたのでしょ。上士別の石灰山の石灰岩体は、このようにして中生代白亜紀に海溝壁から海溝に落下してきたものと考えられます。このような、周囲の地質とは異質な岩石塊を「オリストストローム」といいます。Fig.20 の②の部分で付加体が崩壊して落下した異地岩塊が、士別のオリストストロームです。

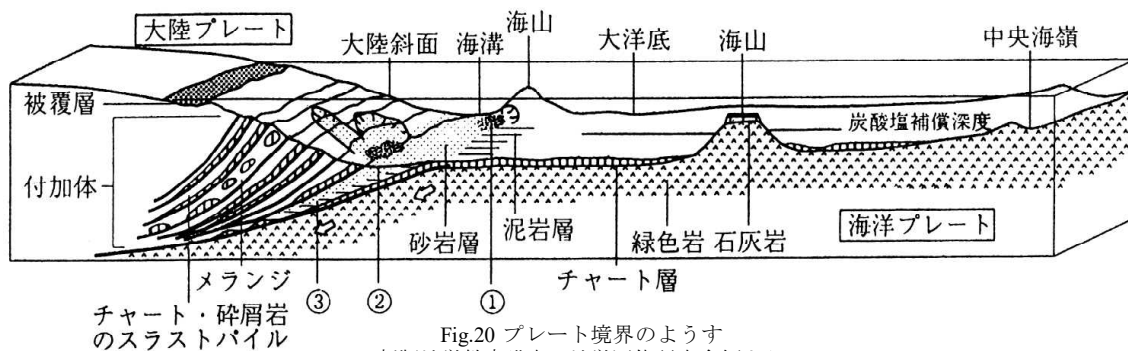


Fig.20 プレート境界のようす
新版地学教育講座 地学団体研究会編より

【課題】士別の石灰岩は、周辺の泥岩層の中に、角ばった形で礫として無数に含まれている。数 100 m～数ミリのオーダーまで、サイズも様々である。この理由を考察せよ。

【解答】海溝壁が崩壊して海底に落下した際に石灰岩が破壊されて周辺の泥の中に散らばったためと推定される。

(9) 石灰岩の野外観察学習

○小中高校の理科の学習としての野外観察授業

⇒ 野外観察については、学校内外の地層を観察する活動とすること、地層とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と地質年代を推定すること（例えば：現行の中学校理科学習指導要領解説）。

小学校・中学校・高等学校の地学領域の学習において、学習指導要領では現行・次期ともに野外観察の重要性が強調され、地学分野において野外観察学習を行うことが求められており、野外観察での探究的な活動を通して自然の成り立ちを考察する学習は今後重要性を増すことであろう。

士別市立博物館では、過去3回、北海道農材工業（株）新士別石灰鉱業所の協力により、石

灰山での地質観察会を実施してきた。野外での体験的な学習は年齢を問わず効果的であり、様々な課題に積極的に取り組み、参加者は満足



Fig.21 石灰山の地質見学会

感を得ていた様子である（Fig.21）。身近な場所、これほど存在感のある教材があることに對し、あらためてその意義の大きさを感じた。

3 理科以外の教材としての石灰岩

前述のとおり、石灰岩は理科教育以外でも、社会科、郷土学習、総合的な学習等でも活用が可能な教材である。地域の企業等と連携して地下資源としての石灰岩に関する調べ学習を行い、地域の有用な地下資源について学ばせるとよい。

【資料】地下資源としての士別の石灰岩

○ 北海道の石灰岩の採掘の歴史を調べよう

北海道の石灰岩調査は 1877 年のライマン（Benjamin Smith Lyman）の調査より開始され、当時は道南地域の石灰岩調査が主体であったが、1889 年には宗谷、上川、日高方面の調査が行われている（田中、1973）。

○ 士別の石灰岩の採掘の歴史を調べよう

上士別石灰鉱山は、1960 年以來、士別石灰工業によって採掘が行われており、かつては消石灰と生石灰の生産量が北海道の 60 % のシェアを誇っていた（田中、1971）。1981 年に

上士別鉱山は閉山となったが、1998年に地質再調査を開始、2001年に新士別石灰鉱業が再び採掘を開始している。採掘方法は露天掘りのベンチカット採掘法で、発破により破壊した石灰岩を集鉱している（農材工業、2009）。

○ 石灰山の石灰岩はどのくらいあるのかを調べよう

石灰山鉱床の石灰石の品質は良好であり、CaCO₃の含有量は98%を越えるものが多いため、多方面への利用が可能である。鉱床の可採鉱量は1500万tと見積もられた（道立地下資源調査所、1959）。

○ 石灰岩の利用方法を調べよう

北海道農材工業（株）新士別石灰鉱業所では、石灰岩を用いて農業分野、建築分野、水産分野だけでなく他分野においても製品を製造販売しており、土壌改良、融雪剤、道路用骨材、家畜飼料カルシウムなどを製造している。炭酸カルシウム肥料は、石灰岩を粉砕した石灰質肥料で、酸性土壌を中和し、作物にカルシウムを供給して根の生育を促進させ、収量や品質の向上をはかるものである。石灰分の少ない牧草地に散布することにより、乳牛の疾病の予防、カルシウム分の補給を増強することができる（農材工業、2009）。

なお、石灰岩の利用に関して、岡山県教育センターから詳しい学習資料が出されている。

（<http://www.edu-ctr.pref.okayama.jp/chousa/study/kiyoPDF06/nishidani.pdf>）。

参考

石井彰洋・岡本研・水田一彦（2004）：士別市上士別産の犬牙状方解石。士別市立博物館報告，22。

岡本研・平松和彦（1999）：天塩川上流域の地質－士別地方の地質案内－。士別市立博物館報告，17。

岡本研（2008）：石の面白実験「石って面白い」の実践。北海道立理科教育センター研究紀要，20。

岡山県教育センター（2007）：日常生活に関連した地学教材の開発とその活用－石灰岩と花こう岩を例に－。岡山県教育センター研究紀要，276。

川村寿郎・菅井由貴（2011）：北海道中央部，三疊紀石灰岩体の岩相と化石相（予報）。日本地質学会第118年学術大会講演要旨，p204。

川村寿郎・橋本健一（2014）：北海道の石灰岩にみる中生代海山頂炭酸塩の堆積相と古生物相の変遷。日本地質学会第121年学術大会講演要旨，p76。

小森信男（2002）：電気炉による石灰岩の加熱変化と授業への導入の試み。地学教育，55。

佐野晋一ほか（2009）：青森県下北半島尻屋地域からのメガロドン上科二枚貝の発見とその地質学的意義。福井県立恐竜博物館紀要，8。

左巻健男（1986）：中学校理科の授業。生徒のわかる教え方と教材・教具の開発法。民衆社。

田中寿雄（1971）：北海道上川郡士別石灰石鉱山の鉱床の形態と開発について。応用地質，12。

田中寿雄（1973）：北海道石灰岩の地質学的研究。北海道大学博士論文。

長谷川美行（1988）：奥士別南方の日高累層群の放散虫，コノドント年代。北海道中軸体に

分布する日高累層群の再検討（昭和62年度科学研究費総合研究A研究成果報告書）。

比嘉俊（2008）：むかしの生き物が家になるの？－セメントの原料となる石灰岩－。中学校理科の教材開発・授業プラン。下田好行編，学事出版。

北海道農材工業株式会社新士別石灰鉱業所（2009）：新士別鉱山概況。士別市立博物館教育普及活動事業・博物館講座「地質めぐり」解説資料。

北海道立地下資源調査所（1959）：士別市の地質と地下資源。