

現職教員の継続教育の場における岩石鑑定の指導

澁江 靖弘

(兵庫教育大学)

小中学校で行われている岩石の観察について、その意義を論じた。そして、岩石の観察が科学的な分類に必要な鑑定方法に立脚させる必要があることを論じた。著者が兵庫教育大学大学院において開講している地殻物質科学とその実習の中で行っている岩石の鑑定方法と岩石の分類方法に関する講義内容を示した。

キーワード：岩石の鑑定方法、現職教員の継続教育

澁江 靖弘：兵庫教育大学・自然系教育講座・教授，〒673-1494 兵庫県加東郡社町下久米942-1

E-mail: yshibue@sci.hyogo-u.ac.jp

Instructions of the Identification Method of Rocks at the In-service Training of School Teachers

Yasuhiro Shibue

(*Hyogo University of Teacher Education*)

This paper shows the significance of the observations of rocks at the elementary schools and junior high schools. Observations of rocks should be based on the identification method. As the explanatory purposes, this paper shows the contents of "Material Science of the Earth's Crust" and its practice course for the graduate students at the Hyogo University of Teacher Education. Those contents involve the identification and the classification of rocks.

Key Words: Identification of rocks, In-service training of school teachers

Yasuhiro SHIBUE is a Professor of Department of Natural Sciences at Hyogo University of Teacher Education, 942-1 Shimokumke, Yashiro-cho, Kato-gun, Hyogo 673-1494 Japan. E-mail: yshibue@sci.hyogo-u.ac.jp

1. はじめに

岩石の観察は、小中学校の理科の中でこれまで長く扱われてきた内容である。新しい学習指導要領の中で、岩石の観察がどのように取り扱われているのかについて簡単に示す。小学校では堆積岩、中学校では堆積岩と火成岩の観察が指導要領の中で取り上げられている。小学校では、「土地やその中に含まれる物を観察し、土地のつくりや土地のでき方を調べ、土地のつくりと変化についての考えをもつようにする。」ことを目標として、「扱う岩石は、礫岩、砂岩及び泥岩のみとすること。」とされている（文部省, 1999a）。中学校では、「大地の活動の様子や身近な地形、地層、岩石などの観察を通して、地表に見られる様々な事物・現象を大地の変化と関連付けてみる見方や考え方を養う」ことを目標として、地層を構成する岩石として堆積岩の観察をするとともに、「火山岩と深成岩の観察を行い、それらの組織の違いを成因と関連付けてとらえること。」が取り扱い上の注意点として挙げられている（文部省, 1999b）。変成岩の観察は小中学校では扱われていない。これも、これまでの小中学校での単元内容と同じである。

さて、小学校と中学校のいずれでも、学習指導要領は野外で岩石を観察することを挙げている。実際に野外で岩石を観察するために適切な露頭を選択しようとする、教師が堆積岩、火成岩、変成岩を区別して児童あるいは生徒を適切な露頭に案内する必要がある。様々な岩石に接している方が露頭選択の能力なども向上すると考えられる。また、火成岩、堆積岩、変成岩の3種類についての特徴を理解すれば、堆積岩あるいは火成岩の特徴に関する理解をさらに深めることができよう。

岩石の観察に関する実践例あるいは指導例は数多く存在する。しかしながら、岩石を児童あるいは生徒に観察させることの意義について触れた報告は多くはない。まず、昭和10年代後半に国民学校初等科のために文部省が発行した教師用指導書の中で述べられている岩石観察の指導内容とその意義を紹介する。昭和10年代後半、小学校低学年と中学年の児童は理科として「自然の観察」を学んでいた。60年以上前に発行された文部省の教師用指導書を取り上げるのは、この時期の理科教育が戦後の理科教育に重要な影響を与えていたためである。例えば、1968年の小学校学習指導要領改定に伴う解説の中で、当時の文部省教科調査官蛭谷米司は「なんとといっても日本の理科教育で大きな飛躍を見せたのは、1941年（昭和16年）の『自然の観察』にはじまる『初等科理科』の構想があらわれてからである。」と述べている（蛭谷米司, 1968）。戦後20年間の総括とも言えよう。この「自然の観察」に関する評価は本資料の目的ではないが、永田（1994）の指摘と同じく戦後の理科教育の起点として捉えること

ができる。「自然の観察 五」（文部省, 1942）の第十課（初等科3年生）に「石ひろひ」の単元（1日を割り当てている）がある。この単元の目的は、「秋の川原へ行って、石や砂でいろいろな遊びをさせながら、その石や砂や泥や水などの様子をよく見させ、工夫の力や考察の力を練る。」こととされている。要項では、「石を色・模様・つや・形などによって区別する力が養われ、石の性質をおのずから知るやうになる。」ことを内容上の目標に掲げている。分類する作業の意義として、「理科科指導の精神と理科科理科指導の精神」（文部省, 1941）の中で、「事物現象を正確に考察し処理する能を得」させることを挙げている。さらに、「正確に」とは「正しく、くはしく、明らかに」（文部省, 1941）という意味であり、「此処に、理知的な方面を主とする理科科の特色が存するのである」としている。ただし、「自然の観察 五」は「石の名前を、教師から進んで教えるには及ばない。白い石、黒い石、すじのある石、つるつるな石、ざらざらな石、丸い石、角張った石、軽い石、重い石というやうな区別の仕方でのよい。」（文部省, 1941b）としている。岩石名のような知識を授けるのではなく、「みること、考へること、扱ふこと」を自然の事物現象を対象にして行うことで「理知的なはたらきかけ」の「修練」を積ませることが意義として掲げられていることになる。この考え方は、小学校中学年のみならず小学校高学年や中学校でも当てはまる精神であり、今日でも有効であると著者は考えている。

近年でも理科教育の中での分類作業の意義付けについて論じられていることがある。例えば、栗田（1982）は「分類整理する能力は、知識獲得の方法としても極めて重要な能力であり、これを育成することは分類の結果である火成岩や堆積岩を知る以上に重要なことである。」と論じている。「自然の観察」と栗田が挙げている理由付けは、ほぼ共通していると言える。

さて、岩石の観察を理知的な働きかけの修練と考えた時に問題となることは、どのようなことを観察させるかということである。例えば、苔が岩石の表面に生えていて汚く見える場合に、この石ころは汚いことが特徴であると観察させるかどうかである。これでは、岩石を観察したことにはならない。観察する事項が、岩石の分類方法と関連している方が良い。特に、理科の授業の中で科学的な見方や考え方を養うことに力点を置かなければ、なおさらである。すると、岩石の観察は岩石の鑑定方法や分類方法と関連づける必要がでてくる。森（1993）は「国民学校の理科科理科も、中学校の物象や生物も、（中略）、徹底した科学的合理主義に貫かれている。今日でも、この時期の理科教育を高く評価する人がきわめて多い。」と「自然の観察」を評価しているものの、「その理科教育がどのような考え方・自然観に立脚しているかという点」を挙げて問題点も指摘している。具体例として、進化論

に対する否定的な教育内容など科学に立脚しない教育内容が含まれていた点を批判している。岩石の分類はどのような観点で児童あるいは生徒が行っても良いのではなく、教師が科学的知識に基づいて何らかの支援を児童や生徒に与える必要がある。

本資料では、著者が兵庫教育大学大学院で行ってきた地殻物質科学とその実習の講義内容の中で、岩石の鑑定方法に関連する部分について解説する。その後で、岩石の鑑定方法を補足する意味合いも兼ねて、岩石の分類をやや詳しく解説する。

2. 岩石と堆積物と鉱物

岩石とは何なのかについて簡単に触れておく。岩石とは鉱物またはそれに準ずる天然の物質（例えば火山ガラス）が集合した塊である。したがって、海岸や川原の砂あるいは粘土のようにばらばらなものは岩石とは呼ばない。これらは堆積物として扱う。岩石は様々な鉱物が集まってできているものであり、中学校理科第一分野で学習する混合物である。鉱物はこれに対して純物質に相当する。実際、鉱物は化学組成が一定で均質な物質である。

3. 岩石の鑑定方法

岩石は大きく分けて、火成岩、堆積岩、変成岩の3つに分類できる。この分類は岩石がどのようにしてできたのか（成因）に基づいて行われている。平たく言うと、火成岩は熱い液体が冷えて固まったものであり、堆積岩は粒子が積もって固まったものであり、変成岩は石が熱せられてきたものである。

岩石の鑑定は岩石がどのような状態で存在しているのか（産状と言う）が判る所で行うことが最も良い。しかしながら、川原の小石の観察では、岩石の産状などは判らない。また、露頭で観察することが時間の関係などで不可能な場合も多いであろう。やむをえず資料のみから火成岩、変成岩、堆積岩の区別をしなければならぬ時は次のような点に注意したら良い。

- (1) 化石が含まれていたらまず堆積岩である。
- (2) 粒の形が丸くて一律であればまず堆積岩である。
- (3) 鉱物や岩石の破片の集まりであればまず堆積岩である。
- (4) 堆積岩は表面につやがないことが多い。ただし、流水の作用を十分に受けたものは表面につやがある。
- (5) 堆積岩中の鉱物粒子は摩滅していて光沢がない。このため、光を当てても反射する結晶面を持つ鉱物粒子が少ない。
- (6) 堆積岩中の粒子の間には粘土などが含まれている。
- (7) 堆積岩や変成岩の中には、塩酸をかけると発泡したり、カッターナイフで容易に傷がつく岩石がある。堆積岩

なら石灰岩であるし変成岩なら大理石である。

(8) 風化した表面を注意して見て、あばた面になっていたらまず火成岩である。

(9) 火成岩には縞模様がない。

(10) 火成岩は斑状組織や等粒状組織を示す。ここで、組織とは岩石の模様に対応する意味を持つ。斑状組織とは、結晶が小さくてルーペでも見えない部分の中で相対的に大きな結晶がまだら状に存在する模様のことである。等粒状組織は、岩石中の結晶がすべて肉眼で見える大きさになっている模様である。

(11) 火成岩に分類される火山岩は粒子が流れたことを示す流理構造やガスが抜けた穴が見られることがある。

(12) 結晶の形の良いものが含まれていればまず火成岩か変成岩である。光を当てると結晶の面で反射する。個々の結晶が特定方向に伸びた形をしておらず、白っぽい岩石であれば変成岩である大理石と判定できる。

(13) 火成岩や変成岩には鉱物粒子に摩滅の跡がない。

(14) 鉱物が一方に並ぶ（片理と呼ぶ）傾向が著しいものは変成岩である。片理は、岩石中の筋として見られることが多く、片理の方向に割れやすい。

(15) 緑色や紅色をしていてきれいな岩石、あまり見られない鉱物が入っている岩石はまず変成岩である。

以上の(1)から(15)の見分け方はおおざっぱではあるが、大体的見当をつけるためのものである。

岩石を堆積岩、火成岩、変成岩に分類しようとする時には、結晶の大きさ、形、揃い具合、配列、岩石中の割れ目の方向や割れ方、硬さ、模様などを観察することになる。岩石を観察する時にはルーペを用いる。ルーペは主に野外で使用するためのものであるので教室内では代わりに虫眼鏡を用いても良からう。岩石中に結晶が含まれていると、光を当てたときに結晶の面で光が反射する。そこで、ルーペや虫眼鏡で結晶を見れば結晶の大きさや形をより詳しく調べることができる。なお、ルーペは虫眼鏡と違って目に近づけて使用する。

もしも可能ならば、岩石に含まれている鉱物の種類と組合せを決定し、鉱物組み合わせなどを基にして検討する。例えば、岩石の薄片観察を行って鉱物組み合わせを決定しても良い。薄片観察については、例えば、澁江（1999, 2001）が解説しているので、ここでは繰り返さない。

3.1 堆積岩の鑑定方法

堆積岩ならば、構成物質の形、大きさ、粒子の大きさと揃い具合をさらに詳しく観察する。まず、結晶が見えてナイフなどで容易に傷が付けば石灰岩である。希塩酸をかけた時に泡（気体）が発生しても石灰岩である。なお、石灰岩の色は白色だけではなく、黒色だったり赤色であったりするので注意しておく必要がある。

石灰岩でなければ、粒子の大きさを見て、卓越する粒子の大きさを調べる。粒子の大きさと岩石名との関係を堆積

岩分類表(表1)で示す。なお、堆積岩分類表である表2には粒度を示していない。チャート(珪質岩の代表的なもの)は極めて細粒(シルトの大きさかそれ以下)の粒子からなる。また、石灰岩や蒸発岩の粒度は一定ではない。なお、蒸発岩は日本では産しないので以下の鑑定方法では触れないことにする。表1の分類表を参考にして、小石(礫と呼ぶ)が目立っていれば、礫岩か集塊岩である。礫の間を埋める物質が粘土や砂からできていれば礫岩であり、礫の間を火山灰が埋めていけば集塊岩である。集塊岩中には溶岩の破片が見られることもある。礫あるいは火山礫を含まないかほとんど含んでいない時は、粒子の大きさで砂岩、泥岩、凝灰岩を区別する。粒子が細かくてルーペでも

判別が難しい時は、泥岩か凝灰岩かチャートである。泥岩は一般に軽くて割れやすい。他方チャートは緻密で硬く、割れ口も鋭利で角張っている。凝灰岩は火山灰からできていることと砂岩に比べて軽いことから区別できよう。

さて、古い時代の地層中には緻密で硬い凝灰岩や泥岩(特に頁岩と呼ぶ)もある。このような凝灰岩の鑑定は難しく、見かけが火山岩に似ていることも多い。また、頁岩は叩くと板状に割れることが特徴である。

3.2 火成岩の鑑定方法

全体的な色、結晶粒の大きさ、形、色等について観察する。特に、その組織については注意して観察する。火成岩の分類を表3に示す。表中に酸性岩、中性岩、塩基性岩、

表1 堆積岩分類表(碎屑岩と火山碎屑岩)

物理的作用による(碎屑岩)				
粒度	粒の名称	川や海の作用による	粒の名称	火山作用による(火山碎屑岩)
256mm以上	巨礫	礫岩	火山岩塊	集塊岩
256 ~ 64mm	大礫		火山礫	
64 ~ 4mm	中礫			
4 ~ 2mm	小礫	砂岩	火山灰	凝灰岩
2 ~ 1mm	極粗粒砂			
1 ~ 1/2mm	粗粒砂			
1/2 ~ 1/4mm	中粒砂			
1/4 ~ 1/8mm	細粒砂			
1/8 ~ 1/16mm	極細粒砂			
1/16 ~ 1/256mm	シルト			
1/256mm以下	粘土			

表2 堆積岩分類表(生物岩と化学的沈殿岩)

生物の作用による(生物岩)			化学的作用による(化学的沈殿岩)	
生成に関係する生物	主要成分	岩石	主要成分	岩石
貝, 珊瑚, 有孔虫, 海百合, 海綿	CaCO ₃	石灰岩	NaCl, KCl	蒸発岩
珪藻, 放散虫	SiO ₂	珪質岩(チャートなど)		

表3 火成岩分類表

	酸性岩	中性岩	塩基性岩	超塩基性岩
火山岩	流紋岩	安山岩	玄武岩	
半深成岩	斑岩	ヒン岩	輝緑岩	
深成岩	花コウ岩	閃緑岩	斑レイ岩	カンラン岩

超塩基性岩の区分が示されている。これらの語句の意味については後述する分類の所で解説する。

まず、岩石が大きな結晶（径1mm以上）からできている場合は深成岩と考える。特に、白色鉱物がきれいな柱状の形をしていて岩石の大部分を占める有色鉱物が不規則な形をしている場合は、深成岩の中でも斑レイ岩である。比較的大きな結晶が見られるものの、細かくてルーペを用いても結晶を識別できない部分が無視できない時には火山岩か半深成岩である。半深成岩の中には大きな結晶と相対的には小さいものの肉眼でも見える結晶を含むものもある。

半深成岩と火山岩の区別が難しい時があるが、岩石が

全体として白っぽくて結晶の粒子が深成岩と同じ程度に大きい時には半深成岩の一種である斑岩である。半深成岩に分類されているひん岩や輝緑岩は多くの場合、岩脈状になったりしていて大きな岩体を作らない。そこで、このような産状であることが判っていれば半深成岩である可能性が高い。これ以外の時は火山岩と考えても良い。

岩石の色が全体として白っぽければ酸性岩、有色の部分の占める割合が大きければ中性岩、大部分が有色の部分であれば塩基性岩か超塩基性岩に区分できる。もし、岩石中に含まれている鉱物の種類を決定することができれば、火成岩一覧表（表4）を用いて岩石名をより正確に決定できる。

表4 火成岩一覧表。（）内の鉱物は含まれていないことがある

	岩石	主要鉱物	特徴
深成岩	花コウ岩	石英, 斜長石, カリ長石, 黒雲母, (白雲母), (角閃石)	白色, 淡いピンク色, あるいは黄色を呈する。粗粒で完晶質で等粒状組織を示す。
	閃緑岩	斜長石, 角閃石, (石英), (黒雲母)	白色, 淡緑色, あるいは, 緑色を呈する。粗粒で完晶質で等粒状組織を示す。
	斑レイ岩	斜長石, 輝石, 角閃石, (カンラン石)	濃緑色あるいは黒色を呈する。粗粒で完晶質である。
	カンラン岩	カンラン石, 蛇紋石	緑色を呈する。蛇紋石を伴い, 黒色に見えることが多い。
半深成岩	斑岩	石英, 斜長石, カリ長石, (黒雲母)	淡灰色を呈する。斑状組織を示す。斑晶には石英, 斜長石, カリ長石が見られる。火山岩に比べて斑晶が大きいことがある。
	ヒン岩	斜長石, 角閃石, (黒雲母)	淡緑色を呈し, 斑状組織を示す。斜長石や輝石あるいはカンラン石の斑晶を含む。これらの斑晶が大きいことがある。
	輝緑岩	斜長石, 輝石, (角閃石)	緑黒色である。緻密な岩石である。
火山岩	玄武岩	斜長石, 輝石, カンラン石, (角閃石)	黒色を呈する。斑状組織を示して, 長石や輝石あるいはカンラン石の斑晶を含む。これらの斑晶は一般に小さい。細粒で緻密な岩石である。
	安山岩	斜長石, 黒雲母, カンラン石, 角閃石, (輝石)	灰色あるいは黒色を呈する。日本の火山岩の大部分は安山岩である。
	流紋岩	石英, 斜長石, カリ長石, 黒雲母, (角閃石)	白色あるいは淡褐色を呈する。細粒である。
	黒曜石	天然ガラス	黒色を呈する。流紋岩の一種でガラスの部分が大部分である。

3.3 変成岩の鑑定

変成岩ならば、片理の発達、結晶の大きさと形などを観察する。結晶が見えてナイフなどで容易に傷が付く白い変成岩は大理石（結晶質石灰岩とも言う）である。大理石中の粒子は粗粒のものが多く、深成岩と違って、ほぼ単一の鉱物（方解石）からできている。

比較的大きな結晶が肉眼で見えて、結晶が並んでいるように見える時は結晶片岩か片麻岩である。結晶片岩は結晶がほぼ一方向に並んでいて、この方向に割れやすい。このような組織を片理と呼ぶ。片麻岩は結晶が縞状に並んでいて、結晶片岩ほど強い方向性をもたない。このような縞状組織を片麻状組織と呼ぶ。結晶片岩には、含まれている鉱物によってさらに詳しく岩石名をつけることができるが、鉱物の鑑定に自信がないときは結晶片岩と命名しておけば良い。片理を示すけれども鉱物が小さく、岩石が黒っぽいものは千枚岩か粘板岩か黒色片岩である。これらの3つの岩石の区別は難しい。粘板岩、千枚岩、黒色片岩の順に片理が顕著になっていく。黒色片岩は日本ではほとんど産しない。そこで、標本で慣れれば、粘板岩と千枚岩を区別することができるようになる。

火山岩の斑状組織に似た組織（これを変状組織と呼ぶ）を示し、黒っぽくて緻密で硬い岩石はホルンフェルスである。ホルンフェルスを叩くと角張った割れ口が見られる。ただし、ホルンフェルスの中には変状組織を示さないものもある。このような時には鑑定が難しい。ホルンフェルスは火成岩（特に花こう岩）と接して生成することが多いので、このような産状であることが判ればホルンフェルスと考える理由になる。

4. 岩石の分類

これまで、岩石の鑑定方法について解説してきた。このような鑑定方法は岩石の分類に基づいている。そこで、岩石の分類を以下に示す。個々の鑑定上の注意点と分類との関連を示すと長くなる上に繰り返しが多くなるので省略する。

4.1 堆積岩の分類

水中あるいは空気中からの堆積作用によってできた岩石のことである。古い時代に生成した堆積岩の中には、地殻変動によって温度が高くなったもの（100℃程度以上）が存在する。このような岩石はもはや堆積岩ではなく変成岩として分類する。

堆積岩は、そのできかたによって、大きく碎屑岩、火山碎屑岩、生物岩、化学的沈澱岩の4つに分類できる（表1と表2）。碎屑岩は流水の作用によって運搬され、やがて堆積したものから生成した堆積岩である。火山碎屑岩は火山から放出された火山灰などが地表に降り注いで堆積して生成した岩石である。したがって、火山灰のように火山起源であっても、固結してできた凝灰岩は堆積岩である。これは岩石となった原因が降り積もって固まったことによる。生物岩は生物の死骸が海底で堆積して生成した岩石であり、蒸発岩は海水が蒸発して生成した。

天然の礫岩、砂岩、泥岩では様々な粒径の粒子が含まれていることが多い。この場合、卓越している大きさの粒子に着目して岩石名を付ける。礫岩の中には角張った礫を含むものがある。このような礫岩は、特に、角礫岩と呼ばれている。頁岩は泥岩の一種であるが、古い時代に生成して層理面に沿って薄くはげやすい性質を持つ。なお、表1では火山礫と火山灰の区分を4mmで行っている。この区分を2mmで行う場合もある。

さて、岩石学では集塊岩をより詳しく分類して、火山角礫岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩に区分する（黒田・諏訪, 1983）。また、凝灰岩はガラス質の破片、岩石片を一般に含むので、凝灰岩をさらにガラス質の部分、岩石片、結晶質の部分の量比によってガラス質凝灰岩、岩石質凝灰岩、結晶質凝灰岩に分類する。そして、元のマグマの組成に基づいて、流紋岩質凝灰岩などと命名することも多い。多孔質凝灰岩を軽石凝灰岩（酸性マグマが起源）あるいは、スコリア凝灰岩（中性から塩基性マグマが起源）と呼ぶ。一般に、前者は白っぽく、後者は黒っぽい有色である。

凝灰岩は水底に堆積したものが多く、凝灰岩中で化石が見いだされる事は珍しくないし砂岩や泥岩に漸移することも多い。凝灰岩が陸上で圧縮されてできたものを特に溶結凝灰岩と呼ぶ。溶結凝灰岩は火山岩に似た見かけを呈することが多い。

さて、泥岩やチャートや石灰岩は酸化鉄や有機物を含むことがある。酸化鉄（特に Fe^{3+} ）を多く含むと赤色を呈し、有機物が多いと黒色を呈する。

4.2 火成岩

火成岩はマグマが固結してできた岩石のことである。マグマは溶岩のようなものでケイ素に富む液状の物質である。マグマの温度はその化学組成に依存するが、多くの場合、600℃から1200℃の範囲に入り、ケイ素に富むマグマほど一般的には温度が低い。マグマが冷却固化して火成岩になる時、それぞれのマグマの化学組成によって結晶化する鉱物の組み合わせが違ってくる。

従来の火成岩の分類は表3ですでに示した。この分類が学校教育の中で用いられている。表中の酸性岩、中性岩、塩基性岩、超塩基性岩の区分は岩石中の SiO_2 含有量（重量%）で行う。地学事典によれば酸性岩は66%以上、中性岩は66%未満で52%以上、塩基性岩は52%未満で45%以上、超塩基性岩は45%未満である（地学団体研究会, 1996）。酸性岩は全体的に白っぽく、中性岩→塩基性岩→超塩基性岩になるにつれて有色の部分が広がる。ここで、「酸性」、「中性」、「塩基性」、「超塩基性」という用語は、岩石を水に溶かした時に酸性、中性、アルカリ性を示すと言う意味ではないことに注意する。岩石中の主要成分である SiO_2 をかつて無水ケイ酸と呼んでいた。これはケイ酸（ H_4SiO_4 ）から2分子の水（ H_2O ）を引くと SiO_2 になるからである。そこで、無水ケイ酸分の多さで酸性岩などと命名されるようになった。

火山岩と深成岩の区別は字の通りである。つまり、火山

表5 火成岩の分類
[長石+石英+苦鉄質鉱物の組み合わせの場合]

色指数	60~35	35~10	10~0
斜長石	Caに富む斜長石の増加←		→Naに富む斜長石の増加
石英	石英が少ない		石英が多い
斜長石が多い	玄武岩, 石英斑レイ岩	安山岩, 石英閃緑岩	デイサイト, 石英閃緑岩
斜長石とアルカリ長石が存在		レイタイト, 石英モンゾニ岩	石英レイタイト, 花コウ閃緑岩
アルカリ長石が多い			流紋岩, 花コウ岩

表6 火成岩の分類
[長石+苦鉄質鉱物の組み合わせの場合]

色指数	60~35	35~10	10~35
斜長石	Caに富む斜長石の増加←		→Naに富む斜長石の増加
Or×100/ (An+Ab+Or) <15	玄武岩, 粗粒玄武岩, 斑レイ岩	安山岩, 閃緑岩	曹長石粗面岩, 曹長石閃長岩
Or×100/ (An+Ab+Or) >15	粗面玄武岩, エセクス岩	ミュージアライト, 粗面安山岩, モンゾニ岩	粗面岩, 閃長岩

Or×100/(An+Ab+Or)は(アルカリ長石の体積)×100/(斜長石の体積+アルカリ長石の体積)を表す。つまり、長石の中でアルカリ長石の占める割合を表す。

表7 火成岩の分類
[準長石+長石+苦鉄質鉱物の組み合わせの場合]

色指数	60~35	35~10	10~0
苦鉄質鉱物	カンラン石を含む	カンラン石を含まない	カンラン石を含まない
長石	斜長石	斜長石+アルカリ長石	アルカリ長石
準長石の中では白リュウ石が多い	白リュウ石ベイサナイト	白リュウ石テフル石	白リュウ石響岩
準長石の中では霞石が多い	霞石ベイサナイト, 霞石セラル岩	霞石テフル岩, 霞石モンゾニ岩	霞石響岩, 霞石閃長岩

表8 火成岩の分類
[準長石+苦鉄質鉱物の組み合わせの場合]

色指数	60~35	35~10	10~0
苦鉄質鉱物	カンラン石を含む	カンラン石を含まない	カンラン石を含まない
準長石の中では白リュウ石が多い	白リュウ石ベイサナイト	白リュウ石テフル石	白リュウ石響岩
準長石の中では霞石が多い	霞石ベイサナイト, 霞石セラル岩	霞石テフル岩, 霞石モンゾニ岩	霞石響岩, 霞石閃長岩

になった岩石が火山岩であり、深い所で生成した岩石が深成岩である。火山岩は地表あるいは地表付近で急冷されて生成した。これに対して、深成岩は地下深所(数kmから20km)で徐冷されて生じた。急冷されてできた火山岩は斑状組織を示し、徐冷されてできた深成岩は等粒状組織を一般に示す。半深成岩はこれらの中間的な性質を持つ。深成岩や半深成岩は、一般に、ガラス質の部分(結晶化しなかった部分)を含んでいない。このようなガラス質の部分がない状態を完晶質と呼んでいる。

火成岩の組織の代表例である斑状組織と等粒状組織は次のように定義されている。まず、斑状組織は斑晶と石基から成る組織である。斑晶は地下深所で結晶化した部分で相対的に大きく、石基は地表付近で結晶化した相対的に小さい部分あるいはガラス質の部分である。等粒状組織は斑晶と石基の区分ができず、全体として粒径が均一な組織である。実際に等粒状組織を観察すると、粒子の粒径が均一ではないことに気がつく。等粒状組織の特徴は、粒径が全体

に大きいことにあると言えよう。斑状組織の石基部分は細かくてルーペでも識別できない。また、斑晶の多くは深成岩の結晶に比べて小さい。そこで、斑状組織の特徴は、極めて細かい結晶あるいはガラスからできていることにあると言えよう。なお、半深成岩中の斑晶は火山岩の斑晶に比べて大きいことがある。特に斑岩でそうである。

酸性岩、中性岩、塩基性岩、超塩基性岩の順に有色鉱物の割合が大きくなることは先に述べた。この割合を色指数と呼ぶ。色指数は火成岩中の有色鉱物の体積%で定義されている。火成岩はその色指数によって、優白質(0から30%), 中色質(30から60%), 優黒質(60から100%)に分類できる。色指数は一般にSiO₂の含有量が大きいと小さく、FeO, Fe₂O₃, MgO含有量が大きいと色指数も大きくなる。これは、一般に、鉄やマグネシウムが有色鉱物中に含まれているためである。なお、鉄やマグネシウムを含む鉱物を苦鉄質鉱物と呼ぶ。

ここで、近年の火成岩の分類(表5から表8)を理科

年表(国立天文台, 2001)から採ったもので示す。少し異なる分類方法もあるが(例えば, 周藤・牛来, 1997), 理科年表が地球科学の専門書に比べて入手しやすい本であるのでここで示した。分類表を見ると, 火山岩や深成岩や半深成岩の区分がない。実際には, 組織から火山岩, 半深成岩, 深成岩を区別している。従来の分類方法との大きな違いは, 岩石の化学組成(SiO_2 含有量)による分類をやめて, 色指数や鉱物の組み合わせと特定の鉱物の有無で分類している点である。これは, 岩石の化学組成が風化や変質によって容易に変化することを考慮しているためである。岩石の鑑定や分類を最近の方法で行おうとすると, 岩石中の鉱物の鑑定がより重要になってくる。ここまで細かい分類を見せに行わせる必要はないが, 岩石を構成する鉱物への観察が重要であることや有色の部分の広さが重要であることは明らかである。

4.3 変成岩の分類

変成岩は固体の状態の岩石が地下深所で変化して生成した岩石のことである。この作用を変成作用と呼ぶ。変成作用による変化として, 鉱物間での化学反応によって新しい鉱物が生成すること, 鉱物粒子の粗粒化(再結晶と呼ぶ)が起こっていること, 鉱物の配列が変化することなどが挙げられる。なお, 地表付近での変化は変成作用に含めないで, 風化作用は変成作用ではない。

変成作用の温度や圧力は変成岩の種類によってかなり違っている。100°C前後の低温で生成した変成岩が存在する一方で, 800°Cを越す温度で生成した変成岩も存在する。変成作用の圧力も1000気圧(地下4 km)程度の条件から10000気圧まで, 広い範囲に渡っている。

変成岩の分類は分布域の広さに基づいて接触変成岩と広域変成岩とに分けられている。接触変成岩は高温のマグマ(特に花こう岩質マグマ)の貫入に伴って, 周囲の堆積岩などが熱の影響で別の岩石になったものである。その分布域は狭い。接触変成岩としてホルンフェルスと大理石を挙げることができる。ホルンフェルスは泥岩などの堆積岩が変成作用を受けたもので, 割ると角張った破面が現れる。鉱物が再結晶して火山岩の斑状組織に似た組織(変状組織と呼ぶ)を示すことがあり, 変状組織中の斑晶に相当する部分を変晶と呼ぶ。大理石は石灰岩が変成作用を受けたもので, 結晶(方解石)が再結晶して粗粒化している。広域変成岩は造山運動が起きた時に地殻内の広い範囲(数百kmかそれ以上)にわたる強い力と熱の影響で生じた岩石である。かつては, 動力変成

岩とも呼ばれた。結晶片岩, 片麻岩, 粘板岩, 千枚岩, 黒色片岩, 大理石などが挙げられる。結晶片岩は片理, 片麻岩は片麻状組織と呼ばれる特徴的な組織を持つ。片理は鉱物が一方向に並ぶ組織である。片麻状組織は, 中粒から粗粒の結晶が縞状に配列している組織のことであり, 結晶片岩に比べて鉱物の配向性は弱い。

結晶片岩は片理として配列する鉱物の名前をつけて命名される。例えば, 緑泥石が片理を構成する結晶片岩は緑泥石片岩と呼ばれる。粘板岩, 千枚岩, 黒色片岩も片理を示すが, これらの岩石中の鉱物は微細であるために結晶片岩には分類されない。

5. まとめ

本資料では, 岩石観察の意義と観察が岩石の分類方法に立脚したものでなければならぬことを示した。そして, 岩石の分類方法について解説した。

参考文献

- 地学団体研究会(1996): 新版地学事典, 平凡社。
 蛭谷米司(1968): 小学校学習指導要領案の解説, 理科, 初等教育資料, No. 226, 15-18。
 国立天文台(2001): 理科年表, 丸善。
 栗田一良(1982): 地学領域における探求学習と科学の方法, 40-51, 地学教育の新しい展開(関利一郎編), 東洋館出版。
 黒田吉益・諏訪兼位(1983): 偏光顕微鏡と岩石鉱物(第2版), 共立出版。
 森一夫(1993): 講座 教科教育 最新の理科教育, 学文社。
 文部省(1941): 自然の観察 一, ほるぷ出版(復刻版)。
 文部省(1942): 自然の観察 五, ほるぷ出版(復刻版)。
 文部省(1999a): 小学校学習指導要領解説 理科編, 東洋館出版。
 文部省(1999b): 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説-理科編一, 東洋館出版。
 永田英治(1994): 日本理科教材史, 東京法令出版。
 澁江靖弘(1999): 現職教員の継続教育のための偏光顕微鏡による岩石・鉱物の観察実習, 学校教育学研究, 11巻, 163-170。
 澁江靖弘(2001): 現職教員の継続教育のための偏光顕微鏡による岩石・鉱物の観察実習(その2), 学校教育学研究, 13巻, 163-170。
 周藤賢治・牛来正夫(1997): 地殻・マントル構成物質, 共立出版。

(2001.7.18 受稿, 2001.9.17 受理)