

「石」・「岩石」・「鉱物」の概念の芽生えと変化

—質問紙法による調査結果—

The Conceptual Formation and Changes of “Stones”, “Rocks” and “Minerals”

多賀 優 (農学部)

Abstract

This paper examines when and how children obtain the concept of the three different terms, *stones* (“ishi”), *rocks* (“ganski”) and *minerals* (“koubutsu”), in their growth process. To this end, the questionnaire was addressed to elementary-school students and adults including earth science experts who live in Shiga prefecture. As a result, the following facts were identified. First, the students responded to the questionnaire learned the conception of *stones* before nursery school (or kindergarten), while living with their family, especially their mother. Regarding *rocks*, they acquired the concept not only from their parents but also from their ordinary daily experiences. Also, they were taught the idea of “sedimentary rocks” in 6 grade science classes. However, analysis of the survey showed that there are many children who know words of *rocks* and *minerals* at the end of primary school. This may suggest that the naive concept of *rocks* and *minerals* should be taught from a scientific viewpoint at an earlier stage of elementary school, focusing on the relation between them. On the other hand, the adults including earth science experts hold the same definition of *rocks* and *minerals* in common, though the concept of *stones* is not clear enough to them, and interestingly, they are familiar with the relation between *rocks* and *minerals*. Considering these findings, it may be concluded that in teaching two different terms, it is very much significant for students to recognize that *rocks* are composed of *minerals*.

【キーワード】 石, 岩石, 鉱物, 科学的概念

I はじめに

学校教育における理科の授業の目標のひとつは、既有的知識や考え方をもとに学習者に正しい科学的概念を形成していくことである。一方、学校教育とは無関係に日常の生活の中で獲得する概念もある。Vygotsky (1934) は日常の経験から得られる知識を「生活的概

念」，学校教育や科学者のレベルで得られる知識を「科学的概念」としているが，その関連性については十分に明らかにしていない。この科学的概念は多くの場合，既に学習者が保持している誤った概念，いわゆる素朴概念（前述の「生活的概念」に相当）が科学的概念の獲得を難しくしている（Osborne and Freyberg 1985）。この素朴概念は日常の経験から形成され，大人になっても持ち続けている場合が多い。授業における科学的概念の形成過程や変化を詳細に把握することで，より効果的な科学的概念を獲得させる教授法を検討できる。今回，これらの概念の例として「石」・「岩石」・「鉱物」について検討した。「鉱物」（mineral）は，「一定の化学組成を有する無機的な結晶性物質」として（惑星）地球科学（地学）においての基本的な単位を表す用語である。本質的に「岩石」（rock）は「鉱物」の集合体であるので，科学用語である両者は自然の階層性を反映している関係にある。一方，「石」（stone）は両者にまたがって日常的に広く使われている用語である。

「石」は小学校5年の「流水のはたらき」の単元で扱われる。この「石」の概念規定について学校でとくに教わることはなく，色々な体験や学習を通して自然とその概念を身につけていく。小学校6年の「土地のつくりと変化」では，地層を形成する堆積岩として「岩石」を学ぶ。火山灰の観察を行うものの，その中に含まれる「鉱物」は粒として扱い，「鉱物」の用語は出てこない。また中学校1年の「大地のなりたちと変化」では火成岩を学び，「鉱物」は火成岩を構成する造岩鉱物として学ぶ（益田 2004）。また，火山灰の観察でも「鉱物」が火山噴出物として扱われる。一方，高等学校での地学では，堆積岩，火成岩，変成岩や「鉱物」を学ぶ。そこでは結晶分化作用により様々な「鉱物」が集まり火成岩ができることを学ぶ中で，火成岩の多様性とその成因を理解し「岩石」と「鉱物」の関係が理解できる（多賀ほか 2005）。しかし，加藤（1986）は教育学部非理科系の大学3年を対象に岩石の概念構造の調査を行い，34.9%の学生が「岩石」と「鉱物」を混同して理解していることを示した。同様のことを廣木（2003）も大学の1回生に調査を行い，中学校などで「岩石」や「鉱物」を観察しているのにも関わらず，多くの学生が「岩石」と「鉱物」を区別できていないことを明らかにし，この20年来この状況は変わっていないとしている。これは小学校や中学校において，「岩石」と「鉱物」の概念とそれらの関係を学ぶ学習や成因論的な学習を十分受ける機会がないことによるものと推測され，その影響は大学生にまで継続しており，大学教育においても留意すべき一つの例である。「岩石」と「鉱物」がいかに学校で教えられ，科学的概念が形成されていくのかを明らかにすることで，この問題を解決するための糸口がつかめる。そこで，今回，「石」・「岩石」・「鉱物」の概念が形成される時期や過程，さらに大人の理解に至っているのかを知るために，滋賀県の小学生と地学を趣味や専門とする大人に質問紙調査を行った。その結果，「石」・「岩

「石」・「鉱物」の概念の形成過程の一端や相互の関連性およびそれらに関する授業での課題が明らかになったので報告する。

Ⅱ 目 的

本論では「石」・「岩石」・「鉱物」の概念の出現時期、形成過程や理解の過程、さらにはこれらの3つの概念の相互の関連について明らかにすることを目的とした。調査の対象は小学生と地学を趣味や専門とする大人を対象とした。後者はとくに地学分野において理解が進んだ大人を比較のために対象に加えた。

Ⅲ 調査の方法

小学生および大人を対象とし、質問紙調査を行った。以下にその方法について述べる。

1 小学生を対象とした調査

(1) 質問紙調査の対象と期日

平成21年2月に滋賀県の小学校2年(25名)、4年(26名)、6年(26名)を対象に調査を行った。調査時期において6年は既に堆積岩を学習している。「石」は日常生活と関わりが深い概念なので、地域差があることも考えられ、地域を考慮した複数の小学校で調査を行うことが望ましいが、今回は小学校1校での調査で代表させた。

(2) 内 容

調査は質問紙法で行い、「石」・「岩石」・「鉱物」それぞれについて同様の質問を行った。

表1 小学生への「石」についての質問内容(「岩石」と「鉱物」についても同様)

設 問	選 択 肢
1 このことばを聞いたことがありますか。	【はい いいえ どちらともいえない】
2 このことばが何かをしていますか。	【はい いいえ どちらともいえない】
3 うえのどちらかで「はい」とこたえたひとは、つぎのしつもん にこたえてください。 (1) いつ、このことばをしりましたか	【ほいくえんよりまえ ほいくえん ようちえん 小学校1年 2年 3年 4年 5年 6年】
(2) だれからしりましたか。	【おとうさん おかあさん きょうだい ともだち そのほか】 (そのほかのひとはだれですか)
(3) どんなふうにしりましたか。かいてください。(記述)	
(4) 「石」とはなんでしょう。かいてください。(記述)	

「石」の質問の内容を示す（表1）。それぞれの質問の回答を選択肢から選択させた。(3)と(4)は記述式で解答させた。「岩石」と「鉱物」においても同様の調査を実施した。

2 地学を趣味や専門とする大人を対象とした調査

(1) 質問紙調査の対象と期日

平成23年2月に琵琶湖博物館主催の地学研究発表会に参加した20歳代～80歳代の大人17名（地学分野専攻の大学生，中学校・高校・大学で地学を専門とする教員，博物館の学芸員，アマチュアの地学研究家等）を対象に記述式による質問紙調査を行った。併せて，地学の岩石あるいは鉱物の専門家の20歳代～60歳代の6名に設問4の口頭による調査を行った。

(2) 内 容

調査は記述式による質問紙法で行い，「石」・「岩石」・「鉱物」それぞれについて調査を行った（表2）。質問の内容を以下に示す。

表2 地学を趣味や専門とする大人への質問内容

設 問
1 「石」とはなんですか？（記述）
2 「岩石」とはなんですか？（記述）
3 「鉱物」とはなんですか？（記述）
4 「石」は「岩石」ですか，「鉱物」ですか？（「石」と「岩石」や「鉱物」の関係について書いてください。）（記述）

IV 結 果

1 小学生を対象とした調査

設問毎の調査結果を図1～図4に示す。

(1) 「石」について

「石」については小学校2年の段階で，全員が聞いたことがあり（図1-1），「石」が何であるかを知っていると思っているのは25名中23名（92%）である（図2-1）。また，「石」について保育園就園前から知っていたと答えており（図3-1），主に父母から教えられる（図4-1）。小学校2年では，初めて知ったときの様子を「石につまずいて石におこってたら，おかあさんがおしえてくれた」「おとうさんとおかあさんとさんぽをしていた時におしえてもらった」（原文のまま。以下同様）というように具体的に記憶している

「石」・「岩石」・「鉱物」の概念の芽生えと変化

(質問 1) この言葉を聞いたことがありますか。(2年25名, 4年26名, 6年26名。)

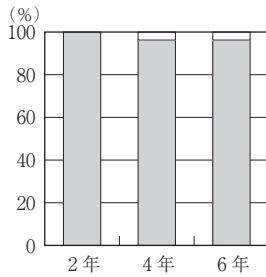


図 1-1 「石」を聞いたことがありますか。

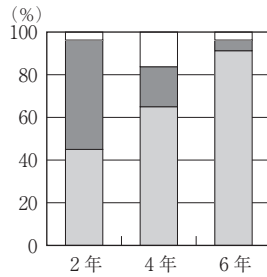


図 1-2 「岩石」を聞いたことがありますか。

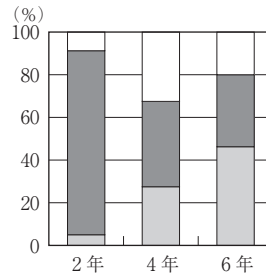
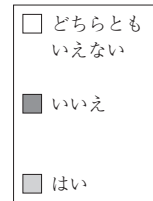


図 1-3 「鉱物」を聞いたことがありますか。



(質問 2) この言葉が何かを知っていますか。(2年25名, 4年26名, 6年26名。)

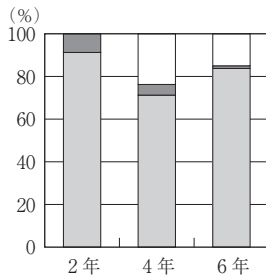


図 2-1 「石」が何かを知っていますか。

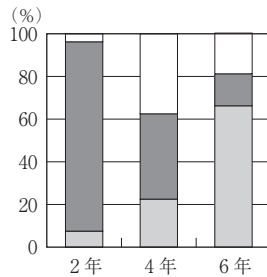


図 2-2 「岩石」が何かを知っていますか。

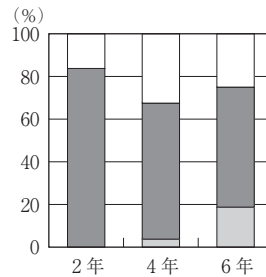
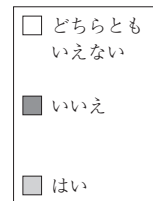


図 2-3 「鉱物」が何かを知っていますか。



(質問 3-1) いつ、この言葉を知りましたか。(質問 1 か質問 2 で「はい」と答えた人。)

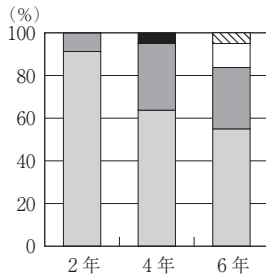


図 3-1 いつ「石」を知りましたか。

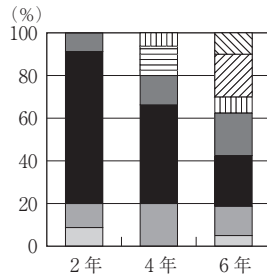


図 3-2 いつ「岩石」を知りましたか。

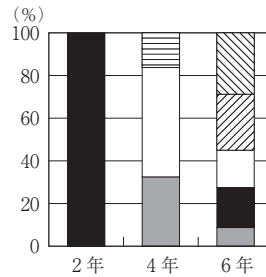


図 3-3 いつ「鉱物」を知りましたか。



(質問 3-2) 誰から知りましたか。(質問 1 か質問 2 で「はい」と答えた人。)

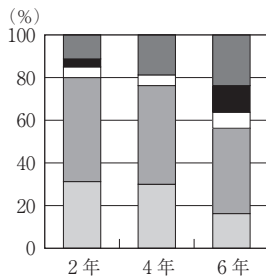


図 4-1 誰から「石」を知りましたか。

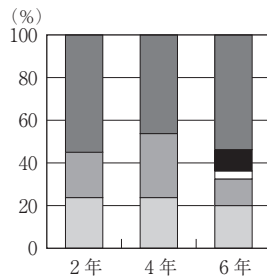


図 4-2 誰から「岩石」を知りましたか。

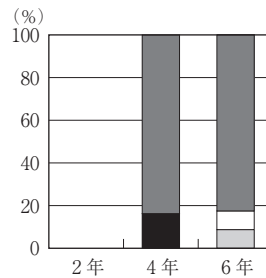
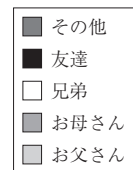


図 4-3 誰から「鉱物」を知りましたか。



(2名)。また、4年でも「散歩のときにおちていて、『これは何』と聞いて教えてもらった。」(6名)、「つまずいた時(石につまずいて)」(1名)、「家のにわにおちていてお母さんが教えてくれた」(1名)、「庭におちていたの、おじいちゃんにきいたら石だった」(1名)、「そとでお父さんがもって、石とおしえてくれた」(1名)と具体的に記憶している。しかし、いつ知ったのかは小学校4年、6年と年齢が上がるにつれ、保育園就園前に知ったという数が減る(2年23名、4年16名、6年14名)。

表1の(4)「『いし(石)』とはなんですか。」という記述式の設問では、小学校2年では「かたい」「いろいろのかたち」「まるい」「おもたい」「かるい」で、4年では「かたくて川の流れにけずられていくもの」(1名)、6年では「かたいもの 岩が割れて小さくなったもの」(2名)、「砂のつぶやねんなどがあつまったもの」(1名)であり、4年、6年では成因に関わる理解をする児童も見られる。

(2) 「岩石」について

「岩石」について聞いたことがある児童は、学年が上がるにつれて漸次増加する(図1-2)。「岩石」について知っている児童は、聞いたことがある児童より少ないものの、同様に学年が上がるにつれて増加するが、とくに4年から6年にかけては6名から17名へと急に増加する(図2-2)。

いつ「岩石」を知ったかについては、必ずしも「岩石」を学習する6年次ではなく、2年、4年、6年とも保育園就園前から小学校1年までに知ったとする合計人数が9~10名である(図3-2)。父母から知った児童も2年で6名いるが、ゲームや塾の先生から知ったという児童もいる(7名)(図4-2)。

(4)の記述式の設問では、小学校2年では「やまにあるおおきないし」(1名)などで、4年では「石より大きい土のかたまり」(1名)、「山などにある大きい石のようなもの」(1名)、「ごつごつしている石」(1名)で、6年では「いわ」、「地そうの中の石」「かたいもの」「石の大きなかたまり」「かたくて大きい石」「石があつまったカタマリ、岩」(1~2名ずつ)であった。

(3) 「鉱物」について

小学校では「鉱物」を教えないが、「鉱物」について聞いたことがある割合は2年が1名、4年が7名、6年が12名(46%)と「岩石」よりも低いものの、一定の割合で増加する(図1-3)。また「鉱物」がなにかを知っている割合は「石」や「岩石」と比べて低いものの、4年から6年で1名から5名(19%)と増加する(図2-3)。「鉱物」が何かを

知っている人数は少ないものの、学年が上がると増加する（図3-3）。また、父母から知ったとする人はほとんどない（図4-3）。4年までは鉱物について聞いたことがあっても、なにであるかはほとんど知らない。テレビや本（それぞれ2名ずつ）から知る場合もあり、6年で6名（54%）が聞いたり知ったりするが、先生から知るというものも2名見られる。(4)の記述式の設問はほとんど解答がなく、その意味が理解できていないことがわかる。

2 地学を趣味や専門とする大人を対象とした質問紙調査

表3に大人を対象とした調査結果を示す。表2の設問1～3の回答者数は17名、設問4は別の機会の調査を行った6名を含む23名である。

(1) 「石」について

「石」については様々な認識が見られる。例えば、「石」は「小さく、硬さはかたい」という認識を持っていたり、「土壌以外で、地球表面を構成しているもの、大地をつくっている硬いもの」がある。また、「『石』は岩石である」、「『石』は『鉱物』である」、あるいは「『石』は『岩石』と『鉱物』である」という認識も見られる。これについては後に述べる。さらに、「『石』は人の手が加わった岩石である」とする認識や、逆に自然にあるものであるという認識、また、科学的な意味はないという認識のように様々である。科学的な学術用語として意味が無いとする認識の例としては、「学術用語として定義するのは難しいのでは？」の記述に代表される。

(2) 「岩石」について

「『岩石』は『鉱物』の混合物。ただ、火山岩中のガラスのように、非晶質のモノを含む場合もある。」とする調査での記述のように、「『岩石』は『鉱物』の集合体である」という考えが多く見られる。他に「(『岩石』は)石の大きいものである」(大学生2名)というのもあった。

(3) 「鉱物」について

「鉱物」については、「岩石」を構成する最小単位である、という認識を持つ人が多い。他に「『鉱物』は無機物質」(17名中3名)や、「『鉱物』は『石』を構成するもの」(17名中5名)という人もいた。また、「『鉱物』は一定の化学組成を持った結晶。但し、一定と言っても、An, Abのように連続的に組成が変動するのが一般的のように思われる。ただ、

表3 地学を趣味や専門とする大人を対象とした質問紙調査の結果

	年齢	性別	専 門	1 石とはなんですか？	2 岩石とはなんですか？	3 鉱物とはなんですか？	4 石は岩石ですか、鉱物ですか？	岩石	鉱物	岩石と 鉱物
1	10代	男	古生物全般	小さな岩石のこと。	自然活動で形成される無機物質のかたまり。	単一、もしくは限られた種類の物質で構成された自然活動によって形成される無機物質。	ベン図、石は岩石。岩石でもあるが、岩石を作る鉱物でもある。			○
2	20代	男	古生物学	かたいものです。	鉱物の集合体。	岩石を構成する最小単位であり、無機物からなる。	鉱物の集合体は岩石であり、それらすべてを石は含む？			○
3	20代	女	自然地理学、地質学、堆積学	岩体が様々な営力によって削剥、崩壊され、細くなったもの。	鉱物の集合体。	結晶のその一粒一粒。	石は岩石の細くなったもの。岩石は鉱物の集合体。	○		
4	20代	女	記載無	鉱物や岩石のかけらのうち小さめのもの。	鉱物の集合体。	結晶構造であり、一定の化学組成を持ち、天然に産するもの。	石は岩石や鉱物を含む、岩石も鉱物も手のひらにおさまる位の大きさでは石。		○	
5	20代	女	記載無	鉱物がかたまっただけのもの。かたさはわかりません。	大きな石。また鉱物が複数かたまっただけのもの。	石や岩石を構成するもの。	鉱物が構成されて、石・岩石となる。	○		
6	20代	男	地学	小さくてかたいもの。	石の大きいもの。	岩石をつくる一番小さなもの。	岩石。	○		
7	20代	女	地学	鉱物が集合したもの。	鉱物の集合体。	岩石を構成するもの。	石は岩石。	○		
8	40代	女	古植物学	岩石および鉱物の総称、通称として使われている。	複数の鉱物の集合体。成因上、堆積岩、火成岩、変成岩がある。	岩石を構成する単一の結晶体。	どちらも含まない総称。通称名。			○
9	40代	男	層序学	河原などにおちている、かたいかたまり。	鉱物もしくはそのほかのものとの集合体。	化学式で表すことのできるもの。	岩石のことを言うと思います。	○		
10	40代	男	地形学	「岩」から分離したもの。のうら、流水にさらされ「角」がとれたもの。	「岩」から分離したもの。分離が比較的新鮮で、流水にさらされたことがない。もしくは、さらされた時間が短いもの。	「岩」「岩石」「石」に含まれる物質。これらを構成している物質。	「石」=「岩石」「石」+「鉱物」	○		
11	50代	男	微化石、堆積物	生物起源、非生物起源を含めて地球で生成された物質の集合したもの。一時的に形成されたものとは限らず、二次的あるいはそれ以上の段階を経て形成されたものを含む。一般には固結したもの。	固結した地層（堆積岩）あるいは火成岩・変成岩を含めて、現地に産出する状態の「石」の一部を採取して、現地での「産出時に存在した方向」という情報を失ったもの。	一般的には「石」を構成する要素。自然界を生物界と非生物界に二分する時の非生物界を代表するもの。鉱物の起源には非生物起源と生物起源のものがあるが、一つ（1個体）の鉱物（1種類）という意味ではない）に、成因は一つである。	石は岩石というのが一般的であるが、石英脈の破片等も石となるので、単一鉱物の大きいものを石と呼ぶ場合もある。化石も石という……。要するに「石」は岩石や鉱物を含んだものとしているようだ。		○	
12	50代	男	(地球科学一般) 地学教育	土壌以外で、地球表面を構成しているもの。大地をつくっている硬いモノ、学術用語としては Def. するのは難しいのでは？	7で述べた「鉱物」の混合物。ただ、火山岩中のガラスのように、非晶質のモノを含む場合もある。	一定の化学組成を持った結晶。但し、一定と言っても、An、Ab のように連続的に組成比が変動するのが一般的のように思われる。ただ、密度や屈折率のような物性はほぼ constant であるように捉えている。	難しいですが、「岩石」OR「鉱物」と言われると「岩石」に近いイメージだと思います。我がが自然（野外）でみる「石」はほぼ「岩石」で、「鉱物」をみることは少ないと思います。100%1種類の鉱物からできている石ころは、石英くらいでは？（Granite, Andesite）と（Biotite, Pyrite）からみても、混同は歴史的なものでしょうね。	○		
13	60代	男	地球科学	科学的な意味はありません。	鉱物の集合体。	天然に産出する結晶と、同様な非結晶。	石は科学の世界では使わない方がよいと思います。世間では、石=岩石+鉱物でよいでしょう。			○
14	60代	男	化石	固い自然質	石と同じ。	石をつくっている物質。	石は岩石です。	○		
15	70代	男	地学（特に自然の営み）	岩石を構成するものですが、鉱物の意味もあり、あいまいに思います。そんな固いことよりも、美しいという観念を持つものの方が多くです。	いろいろな情報を伝えてくれるもの（地球史の語り部）、生々流転の営みを感じさせてくれるもの。	岩石、石の構成単位ですが、石の場合は1種類の鉱物のみのものもある。岩石の世界へ誘ってくれる顔の存在である。	石も岩石も構成単位は鉱物ですが、一般に鉱物、石、岩石の順に大きくなるイメージがあります。しかし、巨大な鉱物の存在などが分かってくると、大小関係のイメージが崩れていきます。岩石は複数の鉱物の集合体ということはありません。			
16	70代	男	足跡化石	私の気持ちの中では人の手が加わった岩石。	私の気持ちの中では 自然のままの岩石。	私の気持ちの中では 結晶として単一のひとつなので、これの集まりが岩石である。	石は岩石であるが、鉱物、鉱石とは呼ばない、鉱物との関係は？	○		
17	80代	男	花崗岩などの鉱物	岩石です。	数種の鉱物が寄り集まって塊状をなすもの。	例 水晶やざくろ石等。	岩石で鉱物ではありません。問1の通り。	○		
18	20代	男	鉱物学				石は岩石のこと。	○		
19	40代	男	岩石学				石は鉱物。		○	
20	50代	男	岩石学				石は鉱物。		○	
21	60代	男	鉱物学				石は岩石のこと。	○		
22	60代	男	鉱物学、地質学				石は岩石のこと。	○		
23	不明	男	鉱物学				石は岩石と鉱物のこと。			○
合 計								14	2	7

密度や屈折率のような物性はほぼ一定であるように捉えている。」の記述をはじめ「化学組成をもつ結晶」という理解や「単一の結晶体」,「化学式で表すことのできるもの」のように「鉱物」の科学的概念を記述している人(17名中8名)が多かった。また,「『鉱物』は『岩石』や『石』を構成する単位である」という認識を持つ人(17名中10名)もいた。

(4) 「石」・「岩石」・「鉱物」の関連

「石」は「岩石」であるか,「鉱物」であるか,という問いには,「石」は「岩石」であるという人が多い(23名中14名)。例えば,「(『石』が)『岩石』か『鉱物』と言われると『岩石』に近いイメージと思います。我々が自然(野外)でみる『石』は,ほぼ『岩石』で『鉱物』をみることは少ないと思います。100%1種類の鉱物からできている石ころは,石英くらいでは?」のような記述があった。「『石』は『岩石』と『鉱物』である」という人も次に多い(23名中7名)。また,「『石』は『鉱物』である」という人は少ない(2人)。このように,地学を趣味や専門とする大人でも「『石』は『岩石』である」とする人と「『石』は『鉱物』である」とする人,「『石』は『岩石』と『鉱物』である」とする人に分かれる。また,「(『岩石』である)〈Granite, Andesite〉と(『鉱物』である)〈Biotite, Pyrite〉から(同じiteが末尾にあることから)みても,混同は歴史的なものでしょうね。」のように,「岩石」と「鉱物」は歴史的にも混同されてきていることを指摘する記述もあった。

V 考 察

1 「石」概念の芽生えと変化

今回の調査から「石」は保育園就園以前に生活体験の中で母親や父親などの身近な人から教えられる概念であることがわかった。また,学校教育で「石」の概念を教えることはないが,小学校の教科書では「石」という言葉は頻繁に使用されている。「石」の概念としては,「硬いもの」という認識が共通しており,「小さいもの」,「小さいものや大きいものがある」や「丸い」,「ころころ」という認識がある。また「岩石」については,小学校6年で堆積岩を学ぶ以前に,小学校1年から次第に概念を知るが,この概念としては「大きな石」や「石が集まった塊」という認識を持っており,堆積岩を学習した6年でもこのような理解をしており,「石」と「岩石」を関連づけて理解している。一方で,地学を趣味や専門とする大人でも「『石』は『岩石』である」(23名中14名)や「『石』は『鉱物』である」(23名中2名),あるいは「『石』は『岩石』と『鉱物』である」(23名中7名)の

ように様々な認識が見られ、「石」の概念は地学を趣味や専門とする大人の中でも共通する概念が定まっておらず、構造化されていないことが明らかになった。このことから、理解の進んだ大人でも認識が様々であり構造化されていない「石」の概念は科学的な概念ではない。前述のように「石」は時として「岩石」や「鉱物」に関連づけられたり、代表されたりする言葉として用いられてきており、この「石」の概念は、科学的概念である「岩石」や「鉱物」を知らない時代から、それらを説明したり、代用したりする概念として用いられてきている素朴概念である。

廣木 (2004) は、高校時代に地学を選択していない大学の1回生に調査を行い、「学生の多くは『岩石』という科学概念をほとんど『石』という日常概念の枠組みの中に取り込んでしまっている。そのために『岩石』・『鉱物』という科学概念は『石』という日常概念から区別されておらず、『岩石』と『鉱物』は同じ『石』の中に含まれるものとして理解されている。」としている(引用中の『』は著者による加筆)。また、「岩石」は小学校6年で学ぶが、中学校では「岩石」という言葉の意味を飛び越えて「岩石」という言葉の一種である火成岩と堆積岩の違いや分類の学習を行うので、「石」と「岩石」の違いの学習がないため大学生でも認識できていないとしている(廣木 2004)。今回の調査から、地学を趣味や専門とする大人でも「石」については様々な認識が見られ、「石」の概念が構造化されていなくても「岩石」や「鉱物」の科学的な認識には影響がないことが明らかになった。このことは、「石」と「岩石」の違いを学習するのではなく、それ以外の方法で「岩石」や「鉱物」の科学的概念を学習し明確にする必要があることを示唆している。Osborne and Freyberg (1985) は学習者が科学的概念を理解する時に素朴概念がその理解の妨げになるとしている。しかし、今回の大人の「石」についての調査結果を見る限り、「石」の概念が構造化されていなくても、「岩石」や「鉱物」の科学的概念が形成されており、素朴概念である「石」は「岩石」や「鉱物」の科学的な理解の妨げになってはいない。このことから「石」の概念を明確にしなくても「岩石」や「鉱物」の科学的概念を学習する方法を模索できる。その一つの方法として、「岩石」と「鉱物」の関係性を学習し、それぞれの科学的な概念を明確にする方法がある。次にその方法について検討する。

2 「岩石」と「鉱物」の変化の過程と関係性の認識

「岩石」は小学校5年で教えられる概念であるが、実際は小学校2年で「大きいもの」「かたまり」という認識ができています。「鉱物」は中学校で造岩鉱物として教えられるが、実際は小学校から聞いたこともあると答えている。しかし、その認識は中学校で学習するまで不正確である。中学校では「鉱物」は造岩鉱物として学習するが、様々な火成岩を構

成する鉱物の種類として学び、分類学的な理解が深まる。また、高校での地学においては、火成岩の結晶分化作用から成因論的に「『鉱物』が集まり『岩石』（火成岩）となる」ことを学ぶが（多賀ほか 2005）、実際には高等学校で地学を選択する生徒は少ないため、火成岩と「鉱物」の関係を十分に理解して高等学校を卒業する生徒は少ない。中学校での岩石の分類学的な教え方では、両者の違いを十分認識できず、そのために区別ができないと思われる。これが「岩石」と「鉱物」を十分に区別できない大学生が多い（廣木 2003）ことに結びついていると考えられる。しかしながら、地学を趣味や専門とする大人は「岩石」と「鉱物」を区別できている。この大人の認識を検討してみると、「『岩石』は『鉱物』の集合体である」という認識を持っている人が多く見られた（17名中10名）。質問紙調査の設問は、このことを直接問うものではないので、「『岩石』は『鉱物』の集合体である」という認識を持っていたとしても記述していない場合もあると思われ、実際にこの認識を持っている人数はさらに多いと思われる。この認識は「岩石」と「鉱物」の関係性を示すもので、「岩石」と「鉱物」の科学的認識が深まると、この関係性を示す認識が深まり、明確に両者を区別することができると推察される。個々の科学的概念の認識を深めると同時に、これらの関係性を示す認識を深めることが理科の授業では重要であろう。

学校においてこの2つを区別できるようにするための授業法について検討する。「鉱物」を学ぶ中学校において、「岩石」と「鉱物」の関係、すなわち「『鉱物』が集まると『岩石』になる」という理解を深める授業をすることがあげられる。また、小学校では火山灰を扱うが、そこでは「鉱物」を粒としてしか扱わないため、火山灰中の「鉱物」は「鉱物」としては認識されず、岩石の成因論的な理解につなげにくい。例えば益田（2004）は、中学校での火山灰の観察では火山灰中の粒を「鉱物」として認識できず、また、「岩石」を構成するものという理解に結びつかないことを指摘している。しかし、6年で48%が「鉱物」について聞いたことがあるという結果を考えると、小学校で火山灰を扱うときに粒が「鉱物」であることを教え、マグマで冷えてできた粒が「鉱物」であることを示し、それが集まると「岩石」になることに触れて「岩石」と「鉱物」の関係性につながる理解を深めるのも一つの方法であろう。また、中学校では火成岩を分類学的に学習しながら、同時に造岩鉱物として「鉱物」を学習する。この学習の中では「『鉱物』が集まると『岩石』になる」という関係性の認識は育ちにくい。そこで、深成岩ができるマグマ溜りを図示して、マグマという液体から「鉱物」が晶出しながら集まることで深成岩ができるという過程に触れることで関係性を理解させることができる。あるいは、火山からマグマが噴出して火山岩が形成される説明の中では、マグマ溜りで斑晶となる鉱物ができ、噴出したマグマ中で急冷した小さい鉱物ができ石基となることで火山岩ができることを学習するが、

その折りに「鉱物」が集まって火山岩ができることに触れることもできる。「岩石」と「鉱物」の関係性を理解することができると、より理解の進んだ地学を趣味や専門とする大人の認識に近づき、さらにより深い成因論的な認識、例えば高校で学習する結晶分化作用での認識である「マグマ中で『鉱物』が結晶として固結することで、『鉱物』の成分が取り除かれてマグマの成分が変化し、さらに成分の異なる『鉱物』ができて集まることで、様々な種類の火成岩が形成される」というような、火成岩の多様性の理解につなげることもできると考えられる。今後、「岩石」と「鉱物」の関係についての認識を小学校、中学校でも深め、より理解の進んだ大人の認識に近づけるなど、「岩石」と「鉱物」の科学的概念を育てることができる授業の開発が望まれる。

VI 最 後 に

「石」という言葉は古くからある言葉であり、木、草、火、土などと同様に生活の必要から生じた生活の中での概念である。「岩石」や「鉱物」は明治以降に日本に入ってきた言葉であるが、科学的概念を示す言葉として用いられてきた。理科の授業では、いかに生徒の中に科学的概念を育てていくのかが問われ、これらの科学的概念の相互の関係性をいかに授業で認識させるかということが重要である。授業内容を組み立てていく際には、生徒が既に持っている概念を知ることが必要であり、既に持っている概念と授業後の概念を比較することで、生徒の概念変容を知ることでもある。本論では、「石」・「岩石」・「鉱物」の概念の形成過程を探ったが、これらを可能な限り把握した上で授業を計画することも大切である。小学校・中学校・高等学校、さらには大学での授業においても、児童・生徒・学生の科学的概念の形成過程、現在保持している科学的概念や既知の知識、さらに教師の支援によって到達可能な領域を見定めることで、より効果的に理解が進む魅力ある教育が可能になるであろう。

謝辞

滋賀大学名誉教授中野聰志氏と河野俊夫氏には、調査の便宜を図っていただき、また様々な討論をしていただいた。厚くお礼申し上げます。

【引用文献】

- 廣木義久（2003）「大学生はどのくらい岩石の名前を知っているか？」『地学教育』第56巻、第3号、123-126頁。
- 廣木義久（2004）「日常用語としての石と科学用語としての岩石との混同」『地学教育』第57巻、第2号、47-53頁。

「石」・「岩石」・「鉱物」の概念の芽生えと変化

- 加藤圭司（1986）「『岩石』に関する概念構造——教育学部非理科系学生における Concept Maps——」『地学教育』第39号，第5号，177-184頁。
- 益田裕充（2004）「学習内容の厳選と指導法の相違が中学生の火成岩概念の形成に与える影響」『地学教育』第57巻，第3号，59-67頁。
- Osborne, R. and Freyberg, P. (1985) *Learning in Science-The Implications of Childrens' Science-*（森本信也・堀哲夫（訳）（1988）『子どもたちはいかに科学理論を構成するか——理科の学習論——』東洋館出版社，270頁）。
- 多賀優・草地功・戸北凱惟（2005）「火成岩の多様性と形成過程に関する概念変容の分析～高等学校の選択地学における実践を例に～」『理科教育学研究』第46巻，第1号，61-68頁。
- Vygotsky, L. S. (1934) *Мышление и Речь*（柴田義松（訳）（2001）『新訳版 思考と言語』新読書社，471頁）。