

広島大学学術情報リポジトリ

Hiroshima University Institutional Repository

Title	火成岩の教材における指導上の問題点
Author(s)	恩藤, 知典
Citation	広島大学地学研究报告, 14 : 43 - 58
Issue Date	1965-02-22
DOI	
Self DOI	10.15027/52837
URL	https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00052837
Right	
Relation	



火成岩の教材における指導上の問題点

恩 藤 知 典

(昭和39年7月31日受理)

Problems in Teaching of Igneous Rocks as Teaching Materials

By

Tomonori ONDOH

ABSTRACT: Igneous rocks as teaching materials have many important advantages in instructing the student in geological outlook in nature. For this reason, these materials appear in every course of education in Japan, all through the elementary school, the lower secondary school and the upper secondary school, and they form what is called a spiral curriculum.

The teaching practices on those materials, however, still leave much to be desired from the educational standpoints as follows;

1. The teaching practices on these materials have not been carried out in intimate relation between successive stages in the curriculum, namely, between the elementary school and the lower secondary school, or the lower secondary school and the upper secondary school.
2. The practices in the observation of igneous rocks in the lower secondary school or in the upper secondary school lack in quantitative measurements on the natural materials.
3. The observation of rock-forming minerals has been done usually on individual specimens of minerals, not on the surface of igneous rocks.
4. The way to present the texture of igneous rocks and mineral assemblages has not been practiced on the specimens, but adheres only to the features on the thin sections of the rocks.
5. The statements of occurrence of igneous rocks in the textbooks are usually formal without noticing real occurrences.
6. In Japanese textbooks of these schools, tuff, tuff-breccia, and agglomerate are classified into the category of sedimentary rocks, not in igneous rocks. For this reason, many students of the elementary school have an erroneous idea that lava does not belong to the igneous rocks.
7. The nomenclature and technical terms used in Japan for igneous rocks have little connection with those in daily use, that causing a great deal of difficulties in studying them for the part of the students.

I have realized these problems mentioned above through observations in the laboratory as well as in the field, and I have tried to find out solutions to the problems in terms of education.

目 次

- I. ま え が き
- II. 小・中・高の関連について
 - A. 現行の指導要領・教科書の内容から
 - B. 小と中, 中と高の間にみられる教材内容の重複
 - C. 火成岩教材に対する Readiness 調査

- D. 調査結果から読みとれる問題点
- Ⅲ. 教科書の記述内容に関して
 - A. 火成岩の産出状態
 - B. 火成岩の組織・鉱物組成
 - C. 凝灰岩・集塊岩の分類上の所属
 - D. 火成岩に関する用語
- Ⅳ. ま と め
参 考 文 献

I. ま え が き

地学は高等学校においても必修の科目となったが、他の教科・科目に較べると、その教育体系としての基礎的研究は不十分である。しかし、最近になって日本地学教育学会などでは、地学教育の根本的な問題の研究は軌道にのった感じである。私もこの会の一会員として積極的に研究に協力したつもりでいるが、ふり返ってみると、研究対象を広範囲にとり過ぎたために具体性を欠き、観念論的な長談議に終わったことが多いようである。このような研究態度は従来の教育研究によくみられた悪い習性で、現場教師のとるべき態度ではない。

私は中・高の教師という立場にたって、指導実践を通して得た多くの資料を集積し、これらの検討から研究を進めようと思っている。そして、この趣旨による最初の課題として「火成岩教材の指導」をとり上げた。

A. 火成岩の指導を研究テーマとした理由

- 1) 火成岩に関する教材内容は、地学教材の中では量的にその占める範囲が広いだけでなく、地質学的な自然観の養成にあずかる要素を多く包含している。
- 2) 火成岩に関する教材は、小・中・高を通じて存在し、いわゆる“らせん形の教育課程 (Spiral curriculum)”をなしている。したがって小・中・高における内容や指導方法の差異、小と中、中と高の間にみられる内容の重複や相互の関連などを調べるのに適している。
- 3) 私は昭和30年から、火成岩の野外観察ならびに室内における標本観察の効果的な指導法を研究している。

B. 研 究 の ね ら い

- 1) 小・中・高における火成岩の指導目標ならびに指導内容の差異・関連を調べる……現行の文部省学習指導要領・主な教科書を調べ、小・中・高における火成岩の指導の特徴をつかむ。また、小と中、中と高の間にみられる指導内容の重複について、許容しうる重複か否か、必須の重複であるかどうかを指導実践に基づいて検討する。
- 2) 小と中、中と高の間にみられる指導上の関連を研究するために、附属中学校の新入生・附属高等学校の新入生に対して、火成岩教材についての Readiness 調査 (学習前に既にとどの程度の知識・技能を持っているかを調べる) を行なう。
- 3) 上記の調査結果から、中学校・高等学校における現行の火成岩観察法などを検討する。
- 4) 上記 1)・2)・3) の結果を基にして、小・中・高の縦の関連を重視した、火成岩教材の

指導案（私案）をつくる。

- 5) 火成岩教材の Readiness 調査から判った、教材内容に関する諸問題を欧米の教科書内容を参考にして検討する。
- 6) 生徒の火成岩用語に対する学習上の抵抗を調べ、その解決策を考える。

謝 辞

この研究を進めるにあたって、広島大学理学部地質学鉱物学教室の今村外治教授・小島丈見教授からは、地学教育にとって有益な御助言をいただいた。また、同教室の吉田博直講師からはカリ長石の着色法について御指導をうけた。さらに、本研究の参考文献の蒐集には広島大学教育学部の中川逢吉教授から御教示をいただいた。これらの先生方に厚く感謝する。

II. 小・中・高の関連について

A. 現行の指導要領・教科書の内容から

火成岩教材は、小学校では6年、中学校では1年、高等学校では1年で指導することになっている。そして、指導要領・教科書の記述内容からは、指導目標・指導展開に次のような特徴が認められる。

火成岩教材における小・中・高の指導目標・指導展開の特色と差異 (1963. 恩藤による)

小学校	目 標	1. 火山から噴出されたどろどろの溶岩は、冷却・固化すると火成岩に } 理解 なる。 2. 火成岩は幾種かの鉱物（結晶）で構成されている。 3. 肉眼によって、岩石の特徴や構成鉱物を識別しようとする態度・能力の養成
	展 開	火山活動→溶 岩 → おもな火成岩 → 造岩鉱物 → 地かくの構成物
中学校	目 標	1. 具体的に組織を認知させる（観察力・記載） 2. 組織の違いから成因を考察させる（帰納的思考と論理的な説明） 3. 造岩鉱物を肉眼で識別する能力の養成
	展 開	A. おもな火成岩の組織の比較 → 火成岩のでき方（マグマの冷却・固化の違い）→ 噴出岩と深成岩 B. おもな火成岩の色の違い → 造岩鉱物の組み合わせの違い → 造岩鉱物の性質
高等学校	目 標	1. 火成岩は地かくの中に種々の岩体をなして存在している（産状） } 理解 2. 鉱物組成の違いは化学成分の違いと関係がある 3. 各種の火成岩の生成はマグマの分化という考えで説明できる（理解・論理的考察力） 4. 巨視的な地質現象の立体的な把握（能力） 5. 造岩鉱物の光学性（干渉色・消光）を調べる技能
	展 開	マグマの活動 → 火成岩の産出状態 → 火成岩の鉱物組成 → 火成岩の化学成分 → 酸性岩・中性岩・塩基性岩の分類 → マグマの分化作用 → 火成鉱床

B. 小と中、中と高の間にみられる教材内容の重複

小・中・高で扱われている火成岩・造岩鉱物の種類は、学習指導要領・主な教科書によると次のようである。これから判るように、造岩鉱物種は中学校の課程で一応全部学習することになっており、高等学校との間に差異はないように見える。また、火成岩の代表的な6種（流紋岩・安山岩・玄武岩・花こう岩・セン緑岩・ハンレイ岩）も中学校で学んでしまうことになっている。したがって、一見すると火成岩教材では中と高の間の内容的な重複は大きいように思われる。

(火成岩種)

	花こう岩・安山岩・玄武岩	流紋岩・セン緑岩・ハンレイ岩	輝緑岩・ヒン岩・石英ハン岩
小	←-----→		
中	←-----→	-----→	
高	←-----→		-----→

(造岩鉱物種)

	石英・長石 [*] ・黒雲母	角閃石・輝石カンラン石
小	←-----→	
中	←-----→	-----→
高	←-----→	-----→

* 高では、カリ長石と斜長石に分けて扱う。また、斜長石を3種位に分けて扱っている教科書が多い（高では斜長石の化学成分を重視）

しかし、前述の中・高における指導目標をもとにして検討すれば、中と高の間における重複は教育的にはまことに有意義であることに気づく、すなわち、中学校の段階では火成岩の組織の指導に重点がおかれているが、組織の学習には造岩鉱物の認知・火成岩種の大別は必須の要素となるからである。また、高等学校では、火成岩の鉱物組成・マグマの分化に重点がおかれているが、9種以上の火成岩種の識別や大学で学ぶような反応系列の理解は抵抗が大きいので、指導要領・教科書などで扱う岩石種・造岩鉱物種は中学校と大差ないことになるのである。

以上のように、火成岩教材の指導は小・中・高と適切な重複をおいて、らせん形に学習程度を上昇させているわけであるから、学習指導要領の項目の配列には小・中・高の縦の関連は考慮されているといえる。

C. 火成岩教材に対する Readiness 調査

学習指導要領はその記述に甚だあいまいな点もあるので、指導項目は小・中・高の関連を見通して配列されていても、教科書の執筆・編集者、教科指導者の勝手な主観が入りこむ余地が広く、そのために小・中・高の関連は無視されることがある。生徒は小・中でそれぞれ違う指導者に違う執筆者の教科書で学んでくるのであるから、まことに千差万別の知識・技能をもって高校へ入る。高校にはこれらの雑多な課程を経た生徒を同一視して指導せねばな

らぬ大役が課せられている。そこで、少しでも効果的な指導を行なおうとすれば、当然、その教材に対する Readiness 調査が必要となる。附属高校でも1学年の約2/5の生徒は附属中学校以外の中学校から進学してくるし、附属中学の1学年も約1/3の生徒が附属小学校以外の小学校から進んでくるので、Readiness 調査は必要となる。下記は、附属中・高校の新入生に対して行なったこの調査の結果であるが、これから多くの示唆にとんだ問題点を見出すことができる。

1. 学習前にもっている知識について

(調査年月日)
昭和39年4月18日
昭和39年5月6日

(調査の対象となった生徒)
広島大学教育学部附属高等学校第1学年80名(3・5組)
広島大学教育学部附属中学校第1学年80名(A・B組)

調査事項	調査の方法	調査の結果 ()内は全体に対する%			
		(中 1)		(高 1)	
花コウ岩中の 石英の色	色をことばで 自由に表現さ せる	灰色で透明	37名 (46.1)	3名 (3.8)	
		無色透明	30 (37.5)	30 (37.5)	
		白色不透明	11 (13.7)	42 (52.5)	
火成岩と溶岩 の違い	火成岩と溶岩 の意味の違い ・関係を短か い文で答えさ せる	正 答	11 (15.0)	50 (62.5)	
		火成岩は地下で、 溶岩は地表で生成	43 (53.8)	19 (23.8)	
		火成岩はもとから 地表にあった岩石	8 (10.0)	5 (6.3)	
石英と水晶の 関係	どんな点が違 うか・どんな 点が同じかを 短かい文で答 えさせる	石英の結晶形がと とのったものを水 晶という	22 (27.5)	6 (7.5)	
		石英の結晶したも のを水晶という	26 (32.5)	34 (42.5)	
		水晶は石英のかた まりである	4 (5.0)	5 (6.3)	
		石英が熱などで変 化して水晶になる	0 (0)	8 (10.0)	
		岩石の中にあるの が石英で、土の中 にあるのが水晶	4 (5.0)	4 (5.0)	

上の表から「火成岩と溶岩の違い」だけは、高1の方に正解者が多いことが判る。これは高1になると事象を抽象化したり、総合的にみる能力がついているためであろう。また、火成岩はもとから地表にあらわれていた岩石であると答えた生徒は、中・高ともに成績が5段階の2～1、知能偏差値は55以下の生徒であることもわかった。すなわち、知的能力の低い生徒にはこの程度に抽象化されたことがらすらまともには答えられないのである。

驚くことには、高1の生徒の殆んどが花コウ岩中の石英を知らないという結果が出ている。但し、次頁の識別能力調査の結果をみると判るように実際には約60%の生徒が識別できるので、おそらく色の表現を無色透明と不用意に答えたものと考えられる。事実5～6人の生徒

に無色透明と答えた理由を聞くと、異口同音に石英は無色透明と答えるものと思っていたと答えている。ここで気にかかるのは、中学校の教科書には花コウ岩中の石英は灰色で透明と記しているものが多い（調べた範囲では10社中7社）にもかかわらず、無色透明と答えている点である。これは、39年度の高1の生徒は、中学1年のとき古い指導要領に準拠した教科書で学んでいるからであろう（新指導要領は中学校では37年度より実施のため）。如何に指導要領・教科書の記述内容の影響が大きいかを知らされる好例である。

小学校6年用の教科書の殆んどが「花コウ岩中の石英はガラスのかけらのよう」という記述を行なっている（12社中11社）にもかかわらず、灰色で透明という答えが多く出たのは、小学校における花コウ岩の観察指導が実際に行なわれている何よりの証拠である。反対に、中学校における火成岩の観察指導に大きな問題があると断言しうる。

次に石英と水晶の関係であるが、ここでも小学校の教科書の殆んどが「石英と水晶は同じ成分の鉱物」と記しているに対して、中学校では「石英のうちで結晶の美しいものが水晶」とか「石英は結晶形はととのっていないが水晶と同じ鉱物」という正しい記述をとっているのに、調査結果は高1の方が誤答が多い。これも中学校で新指導要領に準拠した指導が十分とれていないためで、中学校の課程に大きな問題があるという感じを強くした。

なお、中学校の課程では、理科で物質の変化・成分についてかなりていねいな指導が行なわれているし、生徒もこの方面には相当の関心を寄せているため、その成分は何か・どのように変化するか疑問を強くもっている。そのあらわれが「石英の結晶したものが水晶である」とか「石英が熱で変化すると水晶になる」という珍説を生んでいるのである。彼等には、石英は一成分を代表する物質名として認識されているわけである。これは中学校の教科書に「石英は SiO_2 の結晶である」という明確な記述がないためにおこる誤ちであろう。

2. 学習前にもっている識別能力について

(調査年月)
昭和37年4月～5月
昭和39年4月～5月

(調査の対象となった生徒)
広島大学教育学部附属中学校第1学年30名・同高等学校第1学年30名
同 上
(いずれも30名を無差別抽出)

調査事項	調査の方法	識別できた生徒数			
		(37年・中1)	(39年・中1)	(37年・高1)	(39年高1)
花コウ岩中の石英と長石の識別	花コウ岩の表面にみられるものを鉛筆の先で指す	13名	28名	15名	17名
石英ハン岩中の石英と長石の識別	石英ハン岩について、上と同じ方法	9	21	13	16

この結果からも、39年度は中1の生徒の方が高1の生徒より好成績にあることが判る。因みに39年度の中1の生徒が小学校6年で学んだ教科書をみると、石英・長石は花コウ岩について学んだあと、再び鉱物の題目で学ぶことになっている。上記の好成績は、この同一学年における重複した学習の効果と考えてよいだろう。ところで、37年度から実施中の中学校1年の岩石・鉱物もこれと同じ配列になっているが、これは芸のない無意味な模倣で、中学生

の学習意欲の減退を惹きおこしている。

次に、中1の生徒だけについてみると、39年度は37年度より飛躍的に向上していることがわかる。これは小学校では36年度より新しい指導要領による指導が行なわれたが、37年度の中1の生徒は小学校時代にその恩恵を受けていないためと思われる。したがって、新しい指導要領による小学校の指導は大いにその成果をあげているといえる。

石英ハン岩中の石英・長石の識別能力の調査は、花コウ岩について実習し養われた能力がどの程度転移できるかを知る目的で行なった。この方では、予想通り高1の方がすぐれていることがわかった。すなわち、高学年になるほど転移力が増すということである。

転移力については、スライドの映写であたえた知識が、野外でどの程度転移して活用できるかを調べたことがあるが、この場合にも高校生の方が中学生より成績がよかった。但し、断層・海食台などのように全体の特徴がよくわかるような巨視現象では、両者間の差異は全くなかった。この点については目下検討中である。

3. 花コウ岩中の黒雲母の大きさについて

中学校の課程における火成岩の指導に疑念を抱いて、私は高1の生徒に火成岩学習前に花コウ岩中の黒雲母の大きさなど、数量的な把握度について調べたことがある。下記はその実態を示すものであるが、これから判るようになり多くの生徒が粗雑な観察をしてきていると云える。花コウ岩中の黒い鉱物が黒雲母であるといった程度の観察しかしていないわけで、このような観察は小学校6年生が行なっているものと寸分違わぬ活動である。事実、多くの生徒は中学校時代にはこの程度しかやらなかったと云っている。

花コウ岩中の黒雲母の大きさ（断面形の）の把握度の調査

調査年月日	昭和37年5月17日
調査の対象	広島大学教育学部附属高等学校第1学年217名（男128，女89）
知能偏差値	京大NX型で学年平均63，75以上6名，55以下5名
調査事項	ふつうの花コウ岩の表面にみられる黒雲母の大きさ
調査の方法	黒雲母の大きさを $x_{mm} \times y_{mm}$ とあらわして答えさせる
正解とみなした範囲	$1\text{mm} \times 1\text{mm} \sim 3\text{mm} \times 3\text{mm}$
正解者の数	男 88名 (68.7) 女 49名 (55.0) 計 137名 (63.9) () 内は正答率%
誤答の最大値	$10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 誤答の最小値 $0.1\text{mm} \times 0.1\text{mm}$

D. 調査結果から読みとれる問題点

- 1) 高校1年では事象を抽象化・概念化して把握する能力は高まっている。しかし反面、事象を具体的・記載的に認知しようとする態度は薄らいでいると考えられる。
- 2) 中学校における火成岩の観察は、肉眼観察の仕上げの段階にあるにもかかわらず、従来は小学校における観察と大差のない極めて雑な方法で行なわれている。火成岩名・造岩鉱物名をおぼえることに主力が注がれていたであろう。
- 3) 小学校においては、火成岩と溶岩の関係の指導はあいまいに行なわれていると思う。指導要領には特にこの点のあいまいな指導はさけるように注意書きをつけているが、その効

果はあらわれていない。これは教科書の記述にもあいまいな点がある¹⁾ためと直感した。

E. 火成岩の観察指導における小・中・高の関連

上述のように、火成岩教材の小・中・高の関連で私が痛感している問題点は、火成岩の観察の指導法である。はっきり云えば、小・中・高それぞれの課程における火成岩の観察法を、小・中・高の系統的な関連にたって改善しなければならぬというわけである。この考えにもとづいて研究した結果、下記のような観察指導の目標・観察方法を立案するに到った。

1. 小・中・高における火成岩観察の指導目標

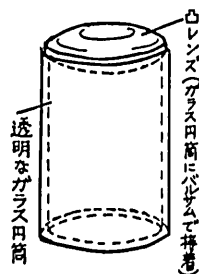
小学校……学習指導要領によると、溶岩と同じような成因の岩石である火成岩について、その構成物の概要を学ぶとあるから、溶岩（安山岩が最適）や花コウ岩を分解してその構成鉱物粒をとり出させ、各粒を観察させる。

中学校……火成岩の組織の違いに重点をおいて成因を理解することになっているが、組織の観察には造岩鉱物の認知・識別が伴うし、各鉱物粒の具体的な大きさも判らねばならぬ。したがって、火成岩の表面を詳しく観察させ、造岩鉱物の色・かたさ・断面形・大きさを具体的に把握させる。

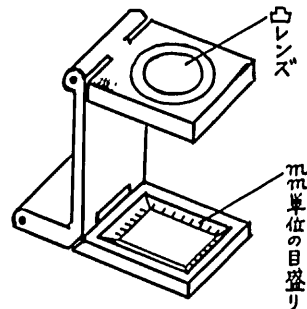
高等学校……鉱物組成の違いの指導に主力をおくようになっているから、火成岩の一断面にあらわれている造岩鉱物種の違い・各鉱物の容量比（面積比）の概要がわかるような観察をさせる。

2. 小・中・高における火成岩の観察方法

小学校……花コウ岩・安山岩の岩片を強熱したのち、冷水に入れて急冷し、それをハンマーでたたいてこわす。そして、各鉱物粒をピンセットで選別し、ふつうのルーペを用いて観察する。小学校5・6年の児童は事物を分解してみることに大へん興味をもっているので、この方法による観察は効果的であると確信する。



第1図 特製ルーペ



第2図 読みとりルーペ

中学校……火成岩の標本を岩石切断機（カッター）で切断し、その平らな面にあらわれている造岩鉱物や組織の特徴を、上図のような特製ルーペや読みとりルーペで観察させる。

1) G社発行小学校6年用理科教科書の本文に、「地下にあるどろどろにとけたものが地面近くで急に冷えかたまってできた岩石には安山岩・げんぶ岩などがある」と記されている。

これらのルーペにはmm単位が目盛りがつけてあるので、鉱物の大きさを測ることができる。また、レンズの位置は焦点が合うように固定されているので、岩石の切断面にのせたままでのぞきみることができ、左眼で観察しながらスケッチも可能である。

カッターによる切断面は研磨するといっそうみえやすいし、透明ラッカーなどをぬっておくとさらに効果的である。

この方法では、優黒色の玄武岩・ハンレイ岩は観察しにくいですが、他の火成岩には好適である。そして、斑状の組織をもつ火成岩（石英ハン岩・花コウ岩・安山岩）などについて行なえば、造岩鉱物の特徴を具体的に詳しく把握させることができる。中学校1年の段階では事物の数・量・形に大へん関心が深い傾向にあるから、このような方法で観察すると活ばつな学習活動が展開される。

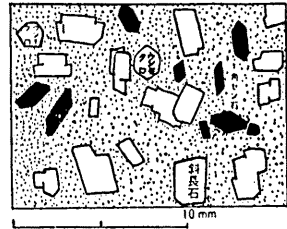
附属中学校では38年度よりこの方法を実施している。下記はその指導例である。

中学校における火成岩観察の指導例（広島大学教育学部附属中学校第1学年）

題目 安山岩の観察

目標 安山岩の切断面をルーペで観察し、組織の特徴・構成鉱物の特徴（色・大きさ・断面形・へきかいのはいりかた、など）を調べさせる。

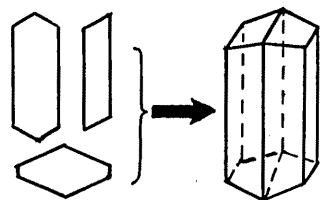
- 方法
- 1) 斑晶の鉱物の長さの測定
 - 2) 石基の鉱物の確認
 - 3) 斑晶の鉱物の色・断面形の特徴・へきかいのはいりかたを調べる。
 - 4) 角セン石の断面形のスケッチ
 - 5) ルーペの視野内にある各鉱物粒（斑晶）の数をかぞえる。



第3図 三瓶山の安山岩の切断面スケッチ

- まとめ
- 1) 組織の特徴
 - 2) 含まれている鉱物（斑晶）の種類とその量比（数）
 - 3) 角セン石の結晶形の推定

- 備考
- 標本には三瓶山の含石英—黒雲母—角セン石安山岩を用意
 カッターで切断した標本、ルーペは各生徒に1つずつ準備
 まとめる際に、この安山岩の切断面を接写してつくったカラースライドを映写



第4図 角セン石の結晶形推定図

（図版 Fig. 2 を参照）

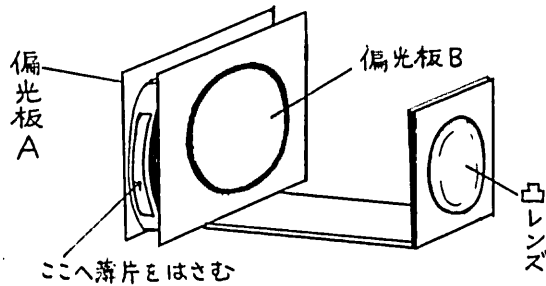
角セン石は、結晶形の判る標本・木製の結晶模型を準備、それで結晶形を知らす。

高等学校……上述のカッターによる切断面の観察のほかに岩石薄片の観察を行なう。

切断面の観察では中学校とは程度を上げ、鉱物組成を量的に調べさせる必要がある。これは斑状組織の岩石では斑晶のみについて行ない、粒状のものでは方眼をかけて鉱物の数を数えるという方法をとらせばよい。この際問題になるのは斜長石とカリ長石の識別である

が、これについては、最近日本でも行なわれているカリ長石の着色法¹⁾をとればよい。この方法ではカリ長石は黄色に着色されるので、斜長石との識別は容易である。

薄片の観察は偏光顕微鏡によるのが望ましいが、偏光顕微鏡は高価なため、生徒2人に1台の割合いで台数を揃えることは至難である。そこで、私は次のように偏光板と凸レンズをくみ合わせた器具をつくり、これを2人に1つ宛（将来は1人に1つ宛）使用させる



第5図 試作した偏光器

よう、目下、製作を依頼中である。自作の試作品で観察してみたがなかなかの好調である。

但し、この偏光器は倍りつが低いこと、多色性・干渉像・屈折率の比較などはできない欠かんをもっている。幸い、高校では干渉色・消光程度で鉱物種を識別させるようになっているので、授業時の観察には十分役立つ。

III. 教科書の記述内容に関して

既に述べたように、生徒に対して行なった諸調査の結果を整理しながら、教科書に記されている内容の影響は想像以上に大きいことを知った。それで、小・中・高の関連とは別の角度から教科書の記述内容を検討してみた。日本の教科書だけではまずいと思ったので、高校用は米国のもの¹⁾を、中学用はフランスのもの²⁾を参考にみることにした。また、附属中・高生の教科書の内容に対する質問を集め、記述上の問題点を探ることにした。

A. 火成岩の産出状態

旧指導要領に準拠した中学校1年用の理科教科書には、どれにも火成岩の産出状態を示す模式断面図がのせてあり、底盤・岩株・餅盤・岩床・岩脈・溶岩流（火山）の名称が全部記入されているものもあった。ところが、指導要領改定の際に、あまりにも抽象的な事象であ

1) BAILEY, E. H., and STEVENS, R. E. (1960) : Selective staining of K-feldspar and plagioclase on rock slabs and thin sections. *The American Mineralogist*, vol. 45-Nos 9-10 p. 1020-1025.

弗化水素酸の液中に標本を10秒間つけ、これをとり出したのち、コバルチ亜硝酸ナトリウムの飽和溶液に15秒間つける。最後に水洗するとカリ長石だけが黄色に着色されて残る。

1) NAMOWITZ, S. N., and STONE, D. B. (1960) : *Earth Science*. D. Van Nostrand Company, Inc.

2) ORIA, M. (1963) : *Nouveau Cours Sciences Naturelles 4^e (Géologie)*. Librairie Hatier (Paris).
VINCENT, P. (1962) : *Sciences Naturelles 4^e*. Librairie Vulbert (Paris).

りその上専門的すぎるという理由であっさり削られてしまった。そして、新指導要領に準拠した教科書には全然記載されていない。これはあまりにも極端にはした軽卒な扱いである。

事象の科学的な認知は、その事象の全体から部分へ向かってなされるのが正道である。火成岩を学ぶには、先ず火成岩の全体の特徴（産出状態）を知って、それから標本の観察に入るべきである。このような系統的な指導法は学問体系に沿い過ぎて教育的でないとしる教育関係者がいるが、そのような考えこそ教育的でないと思う。全体から部分へ、巨視現象から微視現象へと学習の眼を向けさせるのは科学教育の鉄則であると信ずる。

1. フランスの中等理科教科書

フランスの中等教育の理科 (Sciences Naturelles) の 4e 用 (14才児であるから日本の中2に当る) 教科書は Geologie となっており、色彩豊かな写真・さし絵を多くのせた好感もてる良書が多い。そして、記述内容を通覧すると、まことに学問的で日本の高校地学より少し程度が高く、アメリカの高校地学よりはるかにレベルが高い。

フランスのこの教科書について火成岩の項をみると、やはり日本のように花コウ岩と安山岩に主眼がおかれているようだが、図版 Fig. 4~6 のように地質図的な産状を示す図・野外でみられる特徴的な写真を必ずのせている。そして、これらの図・写真にまことに具体的な解説が入っている。具体的資料の選定もよいが、大きなスペースをさいて産状を入れている態度に感心させられた。さらに、日本の古い教科書にみられたような産状を示す概念図はみあたらないのである。また、花コウ岩の場合には必ず野外でみられる花コウ岩の風化の特徴を解説図つきで入れるという細かい気の配りようである。

2. 火成岩の産状に対する生徒の質問

室内の授業や野外観察でうけた質問をあげると次のようである。() 内は中・高の別をさす。

- 1) 広島の花コウ岩は地下何 km 続いているか (中・高)
- 2) 広島の花コウ岩の端はどこでみられるか (高)
- 3) 花コウ岩は深成岩に属するというが、どの位の深さのところまでできたか (高)
- 4) 富士山の溶岩の厚さはどの位あるか (中)
- 5) 岩脈の形はパイプ状か (高)
- 6) 岩脈はどうして真直ぐのびている場合が多いか (中・高)
- 7) 岩脈は地下深くまで続いているか (中)
- 8) 浸食をうけて地表にあらわれている餅盤と火山体との区別はどのようにして行なうか (高)
- 9) 節理のある火成岩とそうでない火成岩が存在するのはなぜか (中)
- 10) 岩脈では延びの方向に直交の方向に節理が発達しているが、火成岩体の形と節理の方向との間には法則的なきまりはないか (高)

これから判るように、生徒は火成岩体の形や大きさに強い関心をもっている。高校では産状を示す模式断面図がのせてあるせいもあって、かなり程度の高い質問が続出する。ところで上記5) のように、指導上の留意を特に要するものもある。この質問は毎年約30%の生徒

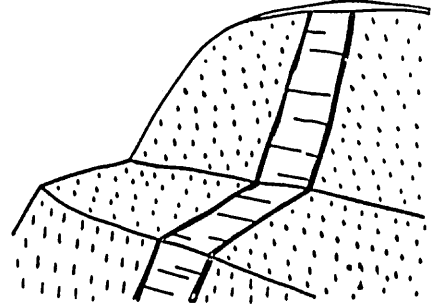
から発せられるもので、質問はしないが疑問に思っている生徒があることを勘案すると、実に大半の生徒が問題にしていることになる。

岩脈の形がパイプ状ないしは木の幹のように考えられるのは、教科書に模式的な1方向の断面を示す図しかのせてないこと、形の特徴の記述がないことによると思う。

この点が日本の教科書が貧相であるといわれるゆえんである。もっと野外でみられる特徴の大写しの写真をのせ、解説すべきであらう。

なお、その際には第6図に示したように、岩脈は既存の岩石中の割れ目に入りこんできた板状の岩体である（部分的にみると）ことがよく判るような例を引用すればよい。また、岩脈によってできた特殊の地形である、串本の橋杭岩や四阿山のびょうぶ岩¹⁾などの写真をのせるのもよいと思われる。

次に1~2の例でよいから、岩脈のはば・地表にあらわれている長さ、花コウ岩の底盤の地表にあらわれている部分の広がりなどを具体的に明記すべきである。教科書にあげてある図は模式的すぎるし、数量的にははっきりした具体例なしでは指導は抽象化してしまう。そして、地学はばく然とした事象を扱う科目という印象をあたえることになる。



第6図 判りやすい岩脈(生徒のスケッチより)

B. 火成岩の組織・鉱物組成

小学校用の教科書には、肉眼でみたときの特徴をよくあらわした、火成岩の標本の写真がのこっている。そして、どの粒が何という鉱物に当るかも明記してある。ところが、中学校用の教科書となると、申し合わせたように、火成岩の肉眼的特徴のわかる写真はのせず、顕微鏡写真を重視している。中学校で火成岩の観察を顕微鏡を用いて行なえる学校は、日本全国でもほとんどない。また、中学校の段階ではその必要はないと思う。小学校の課程で火成岩の肉眼観察が十分行なわれているなら、中学校での顕微鏡観察は有意義であるが、小学校で十分な指導をするのは無理であるから、中学校では肉眼観察の徹底につとめるべきである。このような見通しをもたずに編集されているとしかみえないのが日本の教科書である。

肉眼観察は顕微鏡観察に先行するものである。顕微鏡写真は生徒の興味をひくからという理由で、肉眼でみられる特徴をあらわした写真ははぶき、顕微鏡写真をのせているとすればまことに遺憾である。

今日のように、岩石截断機が出まわっている時代には、切断面の拡大写真をのせるのが効果的である。顕微鏡写真は顕微鏡をのぞく人には有益であるが、肉眼観察する人には識別上のめやすにならぬばかりか、肉眼観察では何も判らないのだという絶望感をあたえることになる。このような問題の検討は教育実践家のやるべき仕事で、教育的研究の一こまに当り、

1) 四阿山は菅平の近くにある火山、その側火山にあたる的岩山にある安山岩の岩脈

学習活動をスムーズに展開させ、指導の効果をあげるための重要な課題である。

C. 凝灰岩・集塊岩の分類上の所属

溶岩と火成岩の関係の判らない生徒が多いことは既述の通りであるが、溶岩を火成岩ではないと思っている生徒の云い分を聞くと、考えさせられるところが大きい。

◎ 附属中学校1年A組のKという生徒の場合（この生徒は附属小学校以外の小学校から進学）

「小学校で凝灰岩というたい積岩をならった。この岩石は火口から噴出された火山灰がつもり岩石になったものであるから、火口から流れ出てつもった筈の溶岩もたい積岩にあたると思っていた」

◎ 附属高校1年2組のTという生徒の場合（この生徒は附属中学校以外の中学校から進学）

「集塊岩と溶岩の違いはどの程度あるのか、参考書で調べた範囲では大差ないと思う。にも関わらず、溶岩は火成岩に集塊岩はたい積岩に所属させている。これは学習者を混乱させ、成因と無関係な全く個別的な記憶を強いらられるようだ。いっそ、溶岩・集塊岩・凝灰岩を一括して、火山噴出物ないしは火山岩として扱うようになりませんか。」

以上は代表的な意見のみあげた次第であるが、実際にはこれらと似た意見・云い分が多く、指導者としてやりきれない気持ちになる。

私は一昨年頃から、凝灰岩の分類上の所属に関する出題はさけるようにしている。凝灰岩が火成岩であると答えているのをみて、鬼の首をとったように喜ぶ若い教師があったが、分類の所属にどれだけの正確さがあるかと問いたく思った。

凝灰岩の所属を敢えていうなら、たい積岩でなく、むしろ火成岩とすべきである。集塊岩・凝灰岩は火成岩として扱った方が教育的には筋が通っている。生徒の学習抵抗もなく、成因を重視した分類として迎えられると思う。専門的には、いろいろの論があるかと推察されるが、集塊岩・凝灰岩をたい積岩としなければならぬ決定的な理由はない筈である。強いて、たい積岩とした理由をあげるなら、これらの岩石の中には水による運ばん・たい積をうけたものがあるということだ。これとても水による運ばん・たい積をうけていないものにくらべ、量的にはるかにまさっているとは云えない。仮りに凝灰質ケツ岩とか凝灰質砂岩を除いた、いわゆる凝灰岩について考えると、陸成源のもの・水中にたい積したが水による運ばんはうけていないものの方が多いとさえ云える。

私は大学の卒論研究として島根半島の新第三系を調査したが、その際、溶岩と集塊岩と凝灰岩の判定に多くのエネルギーを費やしたことを思い出す。実際、陸成のものでなくても水の運ばんをあまりうけていない凝灰岩は、野外の観察ではたい積岩の感じはしやすい。このような凝灰岩の中には自形を呈した斜長石が含まれており、一見したのでは火成岩かと思わせられる。

もう一つ痛感していることがある。それは Sedimentary を日本では、現在たい積と訳していることである。この語には水中で沈積という意味しかない。それに対して堆積は水中、陸上の区別なくわず高く積もるという意をもっているのであるから、適訳ではない。戦前の理科教科書で水成岩または沈積岩として扱っていたものをたい積岩と変えたに過ぎない。たい積岩に変えた理由は、凝灰岩のように陸成のたい積物まで水成岩ではおかしいからという

ところにあるらしい。大体、凝灰岩を水成岩・沈積岩に所属さす点に無理があるのに、その無理をかばうために水成岩・沈積岩をたい積岩と変えたのであるから、本質的には問題は解決されていないのである。

参考までに、アメリカの初等・中等教育の課程で広く扱われている火成岩類・沈積岩類をあげると次のようである。

Igneous rocks……Granite, Gabbro, Andesite, Basalt, Obsidian, Pumice, Tuff, Volcanic breccia.

Sedimentary rocks……Conglomerate, Sandstone, Shale, Limestone, Chert, Rocksalt, Coal.

さらに、中等地学教育のアメリカ版指導要領といわれている Geology and Earth Sciences Sourcebook¹⁾ には、Tuff について次のように説明してある。

Tuff is difficult rock to Classify. It is deposited like a fragmental sedimentary rock, but its material is entirely of igneous origin.

すなわち、アメリカでは凝灰岩は火成源であるから火成岩に所属さすというわけである。これは学術的見地からだけの所属論であるが、その上に教育的見地からの所属論を加えるとますます火成岩への所属が強調されることになる。

分類そして所属の決定は科学の研究の発展に応じて変えられるべき性格のもので、いつまでも古い時代の分類法にこだわる必要はない。動物・植物・岩石・鉱物の分類は今後大いに変転するであろう。岩石の分類も専門的には、火成岩・たい積岩・変成岩に3大別するのが難しいとされている。であれば、このような分類法は今後変えられるべきであり、教育の場においても新しい学問の息吹きを感じさす意味において、進歩的な分類法をとり入れなければならぬ。

D. 火成岩に関する用語

地学では、用語統一がまだ行なわれていないので、教科書には同義語・同音異義語の乱用がはげしく、生徒の学習上の大きな抵抗となっている。また、岩石名や鉱物名のあらわし方の不統一も学習を混乱させる因となっている。ここでは、このような問題のある用語の中、火成岩に関係のあるもののみをあげて検討してみよう。

1. 同義語の例（玄武岩質とハンレイ岩質）

専門的にはどちらを使用しても一向に問題視されないが、これが高校生にとっては大きな問題である。私の気づいている具体例は次の2つの場合であるが、いずれも玄武岩質を止めてハンレイ岩質とした方が、生徒には学習上の抵抗は少ない。

その1) マグマの分化に関して

玄武岩質マグマ→セン緑岩質マグマ→花コウ岩質マグマと記されているのをみて、生徒は玄武岩質だけが噴出岩名であらわしてあるのを異様に感じている。すなわち、このよう

1) 1962年に American Geological Institute から刊行されたもので、初等・中等教育における地学指導の原典といわれている。このほかに州単位の指導要領のようなものもあり、最近では1965年度内に完成の予定で E. S. C. P (The Earth Science Curriculum Project) とよばれる、新しい地学の教育課程計画が研究されている。

にことさらに噴出岩名が用いてあるのは、古い地質時代に多量に噴出した玄武岩がその後の変動で地かくの内部に入りこみ、これが溶けてマグマになったのであろう、という大へんうがった見方を生んでいる。

その2) 地かくの構造に関して

大陸部の地かく構造断面図には、大抵の場合に上部は花コウ岩質層としてあり、下部は玄武岩質層となっている。これを見て、生徒は深成岩である花コウ岩が噴出岩である玄武岩の上にあるというぐあいに早合点して、疑問をもつのである。これは指導者のひと言の注釈でうなづき得るような問題ではあるが、用語説明に指導時間をさくのは時間の馬鹿らしい浪費である。

2. 同音異義語の例 (岩漿と岩床)

岩漿も岩床も一部をかな書きにして、岩ショウとあらかず場合が多いので生徒を惑わす。岩漿は高校ではマグマとして扱われている方が多いが、中学校では指導要領も依然として岩ショウであり、中と高の間の統一がとれていない。とにかく、岩漿は小・中・高を通じてマグマとすべきである。用語は時勢の変せんに応じて、新しい感覚のものに変え、統一をとるべきである。岩漿を岩ショウとしたのは退歩的な変更であり、改悪の手本である。

3. 岩石名のあらかし方の不統一の例

例を花コウ岩にとると、そのあらかし方には、カコウ岩・かこう岩・花コウ岩・花こう岩・花崗岩の5通りがある。調べた範囲では、小学校の教科書はいずれもかこう岩であり、中・高の多くの教科書は花コウ岩となっているので、かなり統一されていると思った。しかし、例外的にまだ花こう岩・花崗岩が用いられている。まことに細かい問題のようであるが、生徒にとっては重大事で、特に下記のような珍答が出るにいたっては黙視できぬことと思う。

すなわち、昭和38年度と昭和39年度の高1の生徒全員に花コウ岩の名称を書かせたところ、両年ともに11名ずつ(学年全体の約5%にあたる)が火コウ岩と答えた。しかも、この中には知能偏差値70~75で学年における成績順位40位以内(上位20%)の生徒が、38年度には3名、39年度には2名含まれている。

花コウ岩を火コウ岩と答えた生徒の云い分は、コウの字はよく判らぬが、火成岩だからカは火の字をあてたらよいと考えたというのである。このような誤りがおこるのは、小学校で花コウとせず、わざと「花」を「か」におきかえてかこう岩としているためである。中学校の教科書が全部花コウ岩となっていると仮定しても、小学校で最初に学習するときの名称がもっとも印象づけられるのであるから、小学校でかこう岩と学んだ生徒の中何人かは絶対に火コウ岩と思ってしまうであろう。

教育は最初の指導が肝腎である。花コウ岩をかこう岩としたり、ごましおしと教えたりして如何にも教育的であると云われる人がいるが、小・中・高を一貫してながめた発言ではないようだ。花コウ岩は最初から花コウ岩として教えるべきである。

IV. ま と め

以上を要約すると次のようになる。

1. 火成岩教材の扱い方を小・中・高の縦の関連の立場から検討すると、中学校の課程において具体性を欠き、小学校における指導と大差ない指導が行なわれているようだ。
2. 火成岩中の造岩鉱物の視察指導は中・高において徹底を欠いている。中学校では、標本を截断機で切断し、その平らな面にあらわれている鉱物を読みとり、ルーペなどで数量的に詳しく視察させる。また、高校では、偏光器などを用い、薄片について光学性を利用した視察を行なう必要がある。なお、小学校では児童の心意発達度を考えに入れると、標本を分解して鉱物粒をつまみ出させるのがよい。
3. 火成岩教材の指導における小・中・高の関連を短かいことばで表現すれば、小では概観的→中では具体的→高では総合的ということが骨子であろう。そして、小では溶岩に、中では組織に、高では鉱物組成に指導の重点がおかれるべきである。
4. 火成岩の指導にあたって、中学校ではその産出状態にほとんどふれていないが、自然現象は全体から部分へ、粗から細（巨視現象から微視現象）へと認知さすべきであるから、適切な写真・図によって産状の具体例を示す必要がある。
5. 日本の中・高の教科書には、火成岩標本の肉眼的特徴をあらわした写真・図が軽視され、ほとんどのせられていない。これは肉眼視察は顕微鏡視察に先行するものであるという指導上の鉄則を無視したもので、欧米の教科書を参考に改善すべきである。
6. 集塊岩・凝灰岩をたい積岩に所属させているために、溶岩が火成岩であるとの認識が弱い。これらは火成源のものであるから火成岩に所属させた方が、教育的には抵抗が少ないと思う。
7. 地学は用語統一が行なわれていないために、生徒にとっては学習上の大きな負担となっている。また、岩石名のあらわし方にしても、かなの使い方に教育的配慮がはらわれていないから、たとえば、花コウ岩を火コウ岩とあらわす高校生がかなりいる。

参 考 文 献

- 恩藤知典 (1962) : 火成岩の肉眼視察に関する指導上のくふう。広島大学教育学部附属中学校教育研究, 第10集, 59-61.
- 恩藤知典 (1964) : 新指導要領の実践に基づく批判。広島大学教育学部附属高等学校研究紀要第9号 55-61.
- NAMOWITZ, S. N., and STONE, D. B. (1960) : Earth Science, D. Van Nostrand Company, Inc.
- BRICE, J. C. (1962) : Igneous Rocks. Laboratory studies in Geology 206, W. H. Freeman and Company.
- HELLER, R. L. (1962) : Geology and Earth Science Sourcebook for Elementary and Secondary schools, American Geological Institute.
- EVANS, E. (1963) : Earth and Space Science A Guide for Secondary teachers, National Aerospace Education Council (Washington).
- ORIA, M. (1963) : Sciences naturelles 4^e (Géologie), Librairie Hatier (Paris).
- VINCENT, P. (1963) : Sciences naturelles 4^e, Librairie Vuibert (Paris).

図 版 説 明

- Fig. 1 三瓶山の角セン石—安山岩の表面×2 (接写撮影による)
- Fig. 2 上のスライドの映写, 指さしている鉱物は角セン石
- Fig. 3 火成岩の切断面を接写撮影して, カラースライドをつくる
- Fig. 4 フランスの中等理科教科書 (4c用) にみられる, 花コウ岩の分布図
- Fig. 5 フランスの中等理科教科書 (4c用) にみられる, 安山岩の標本・節理
- Fig. 6 フランスの中等理科教科書 (4c用) にみられる, 噴出岩の分布図

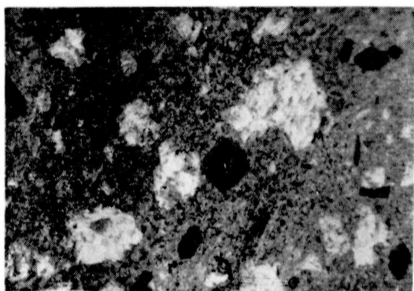


Fig. 1



Fig. 2

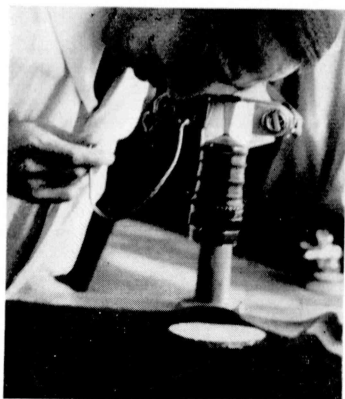


Fig. 3

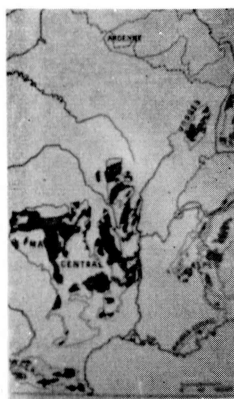


Fig. 4

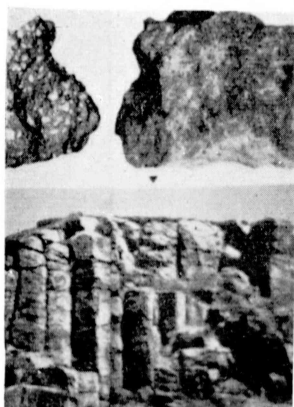


Fig. 5

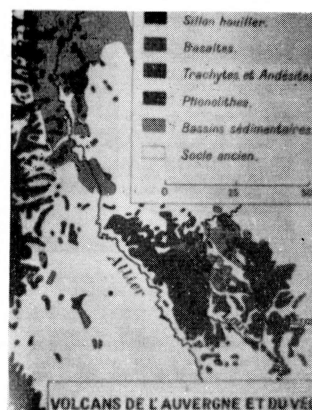


Fig. 6