

## V-79 反応性鉱物を含む岩石に対する物理角鋸分析機器の応用

東京大学生産技術研究所 正会員 白木亮司

地質鉱物エンジニアリング 丸 章夫

東京大学生産技術研究所 正会員 小林一輔

アルカリ骨材反応を起こす可能性のある反応性鉱物を含む岩石は火成岩、堆積岩、変成岩の広い範囲にわたっている。当研究はこれらの岩石のうち、わが国において骨材として使用される割合の大きい安山岩および珪質な堆積岩に対して、EPMA、SEM、XRD、画像解析装置等の物理解析手法を用いて、それらの反応性評価に対する岩石学的なアプローチを試みたものである。

### 1、安山岩中のガラスの定量と組成分析

1.1) 画像解析によるガラスの定量： ガラスを含む石基部分の偏光顕微鏡像をカラーテレビを通じて画像解析装置に入力する。この時、火山ガラスは薄片にすると通常赤～茶褐色に着色しているので、単ニコル像を用いた方が鉱物との識別は容易である。この入力像のうちガラス部分を赤、青、緑の3原色の強度に応じて二値化する。この二値化された部分の面積率をガラスの容積率とする。図-1は写真-1の枠内の部分の二値化像の一例である。

1.2) EPMAによるガラス（鉱物）の定量： 高速マッピングシステムをもつEPMAにより安山岩の面分析を行うことによってもガラスの定量が可能である。用いたマッピングシステムの画素数は $512 \times 512$ であるため、ビーム径を $1 \mu\text{m}$ に絞った場合 $0.512 \text{ mm}^2$ 平方の領域を濃度に応じた色によりマッピングが可能である。この場合、他の鉱物との識別のため元素の選択が重要なポイントとなるが、安山岩中のガラスを目的とした場合、斜長石や輝石にあまり分配されず、ガラス部分に濃集しているKが有効である。図-2は石川県産のガラス質安山岩の石基部分に対してKのマッピングを行った結果である。ガラス部分が濃く、また、斜長石、輝石が白く示され、石基の微細構造が明かである。この領域中、 $\text{K}_2\text{O}$ が3.14%以上の面積を求めると49%となる。尚、Ca、Al、Si等の元素を選べば、斜長石、輝石やクリストバライト、トリデイマイドの識別も可能である。

1.3) ガラスの組成： EPMA（点分析）による5種類のガラス質安山岩中のガラスの組成を表-1に示す。表-1から明らかなように、ガラスは安山岩の平均化学組成に比べて、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ に富み（B試料は $\text{K}_2\text{O}$ が少ない）、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ に乏しくなっており、流紋岩組成に近い。



写真-1 安山岩の石基部分の偏光顕微鏡写真  
鉱物粒間を埋める灰色の部分がガラス



図-1 写真-1の枠内領域の二値化像

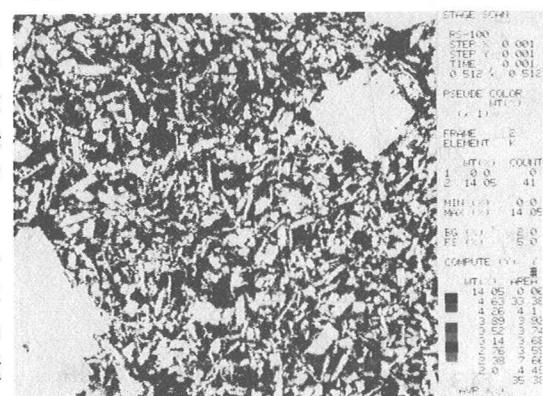


図-2 EPMA (K) によるマッピング像

## 2. 珪質堆積岩のアルカリ反応性の新しい評価方法

堆積岩中に含まれる反応性鉱物に潜晶質石英がある。この潜晶質石英を含む珪質堆積岩に関して、化学法で求めた溶出シリカ量と粉末X線回折で求めた石英の結晶度との間には高い相関関係があり、この関係を利用してX線回折の結果から溶出シリカ量を推定することが可能である。

実験に供した試料は、1) 潜晶質石英を含む割合が大変小さく、石英に富む砂岩(14種類)、2) チャートおよびチャート、頁岩、粘板岩、砂岩の混合物(7種類)、3) ノバキュラ

イトタイプのチャート(1種類)である。図-3に化学法の結果を示す。これによると、いずれの骨材もアルカリ減少量( $R_c$ )が比較的小小さく、溶出シリカ量( $S_c$ )の差でキャラクタライズできると思われる。

石英の結晶度(C.I.)は

粉末X線回折(XRD)により求めた $2\theta = 68^\circ$ 付近のピークの形状を利用し、図-4に示されるように、 $a/b$ の比を結晶度とする<sup>1)</sup>。溶出シリカ量をこの結晶度に対してプロ

ットした結果が図-5である。図から明らかなように、 $S_c$ とC.I.の間には直線関係が存在するが、その関係はグループ毎に異なっている。このことは、石英の結晶度がシリカの溶出量を規制する1つの要因であるが、この結晶度以外にもシリカの溶出をコントロールする要因が存在することを意味している。すなわち、グループ(1)の石英に対してグループ(2)では潜晶質石英が卓越していることから、結晶の粒径も要因の一つであると考えられる。一方、グループ(3)はさらに大きな溶出シリカ量を示すが、これは再結晶化の著しい岩石であり、石英粒が歪を受けており、このこともシリカの溶出に大きく寄与するものと考えられる。

参考文献 1) Murata, K. J. and Norman, M. B., Am. Jour. Sci., vol. 276, 1120-1130 (1976)

表-1 火山ガラスの化学組成(wt%)

	A 北海道	B 山形	C 石川	D 石川	E 香川	安山岩の平均 化学組成
SiO <sub>2</sub>	78.55	76.35	73.09	77.30	78.96	59.59
TiO <sub>2</sub>	0.61	0.57	0.98	0.92	0.59	0.77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.10	14.02	14.40	13.30	10.20	17.31
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	1.85	4.71	3.40	2.78	1.65	3.33
FeO						3.13
MgO	0.08	0.12	0.23	0.12	0.07	2.75
MnO	0.11	0.07	0.14	0.29	0.02	0.18
CaO	0.51	2.60	0.90	0.58	0.21	5.80
Na <sub>2</sub> O	1.17	1.04	1.67	1.21	2.60	3.58
K <sub>2</sub> O	6.26	0.50	5.33	4.06	5.96	2.04
Total	100.24	99.98	100.15	100.56	100.26	

\*全鉄をFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>として計算した

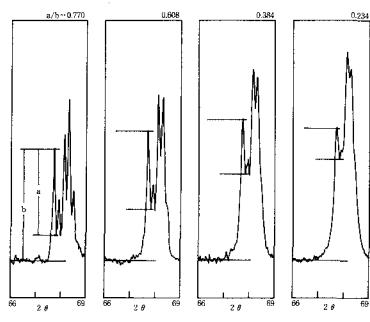


図-4 骨材のX線回折図

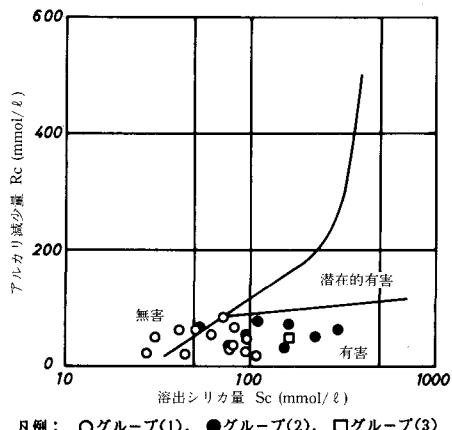
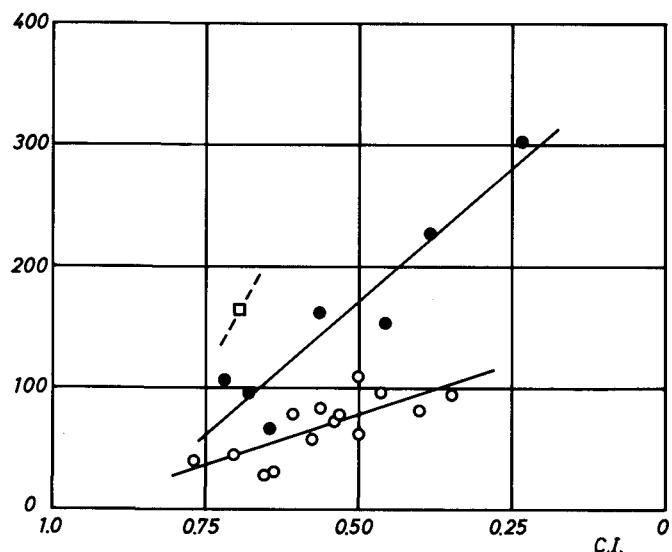


図-3 化学法の結果

Sc



凡例： ○グループ(1), ●グループ(2), □グループ(3)

図-5 溶出シリカ量( $S_c$ )と石英の結晶度(C.I.)の関係