

# 潜晶質石英を含む骨材のアルカリ反応性に対する新しい評価方法 (I)

New Method for Evaluating Alkali Reactivity of Aggregates bearing cryptocrystalline quartz (I)

白 木 亮 司\*・丸 章 夫\*・小 林 一 輔\*

Ryoji SHIRAKI, Akio MARU and Kazusuke KOBAYASHI

## 1. は し が き

アルカリシリカ反応を起こす反応物質としては、火山ガラス、クリストバライト、トリディマイトなど主として火山岩に含まれるものと、潜晶質石英のように主として堆積岩や変成岩に含まれるものがある。アルカリシリカ反応によって劣化を生じた構造物を調査すると、前者を含むものより後者を含むものが多く、地域的にもほぼ全国にわたっている。

本文は、全国各地から集めた潜晶質石英をふくむ珪質な堆積岩10種に対してASTM C-289 (化学法)を実施すると共に、粉末X線回折法により石英の結晶度を測定し、化学法で得られた溶出シリカ量と結晶度の間に高い1次相関があることを示すものである。

## 2. 試料の岩石学的特徴

当研究に用いた試料の岩石種を表1に示す。試料名は養老(岐阜)を除いて産地の都道府県名を採用している。また、写真1~8はそれらの偏光顕微鏡写真である。これらのうち、広島1、養老、栃木、岩手(写真1, 3, 4, 5)はチャートと呼ばれる生物起源の岩石で、そのほとんどが潜晶質石英からなっている。潜晶質石英の中の丸く見える部分はカルセドニー(玉髄)で、化石の痕跡である(石英脈内のくさび状の部分もカルセドニーである)。このうち広島1はかなり強い変成作用を受け、再結晶作用が進んでいる(写真2)。この再結晶作用を受けた石英は波動消光を示し、結晶格子内に歪を受けていることがわかる。一方、写真9と10は広島1と養老チャートの走査電子顕微鏡像である。これらを見ると、養老チャートは結晶粒が小さく、結晶の形も不定形であるのに対して、広島1は結晶粒も大きく、自形結晶が多く、いわゆる、ノバキュライトタイプの岩石である。さらに、後で述べる結晶度は広島1が高く、逆に養老は低い。ゆえに、潜晶質石英の結晶度と結晶粒の大きさや形態との

\*東京大学生産技術研究所 第5部

間にはおおむね相関があるように思われる。写真6は広島2の粘板岩の部分である。この岩相は頁岩と類似のものであるが、写真全体に分布する小さな黒い平行なすじがスレートへき開で、この存在により粘板岩と定義される。チャートより粘土分が多くなっているが、かなり多くの潜晶質石英を含んでいる。また、写真7は神奈川1の砂岩中に含まれる潜晶質石英をとらえている。一方、岐阜の砂岩には潜晶質石英は少なく、結晶性のよい石英粒が多くなっている(写真8)。

ところで、表1にまとめられた岩石種にはいろいろな組み合わせがあるが、これは検鏡した薄片の数が少ないことによるものと推定される。すなわち、1種類の岩石種しか記載されていない試料でも他の種類の岩石も含まれていることが予想される。これは、Iijima and Utada<sup>1)</sup>等にまとめられているように、日本の層状チャートの分布や産状などを考慮すると、わが国の堆積岩骨材はチャート、頁岩、砂岩あるいは粘板岩等がいろいろな割合で混じりあったものと思われるからである。

## 3. 化学法の結果

図1は化学法の結果である。この方法は150~300ミク

表1 試料の岩石種

番号	試料名	岩石種
1	広島1	チャート
2	広島2	頁岩, 砂岩, 粘板岩
3	広島3	頁岩, 砂岩
4	養老(岐阜)	チャート
5	岐阜	砂岩
6	神奈川1	砂岩
7	神奈川2	砂岩, 頁岩, チャート
8	東京	砂岩
9	栃木	チャート, 頁岩
10	岩手	チャート

試料の偏光顕微鏡写真 (クロスニコル, 画面横幅3.2mm)

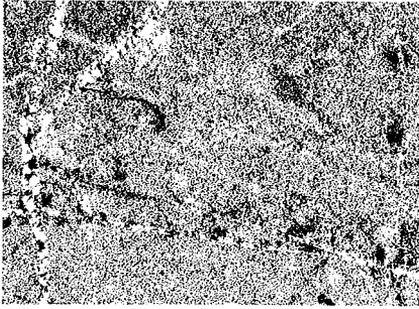


写真1 広島1 (チャート) 大部分が潜晶質石英からなる

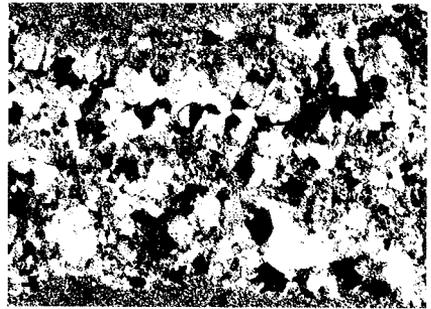


写真2 広島1 (チャート) 再結晶化が著しい部分



写真3 養老 (チャート) くさび状の結晶がカルセドニー

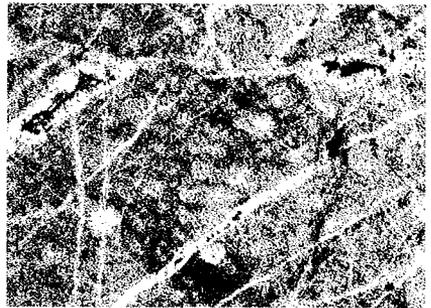


写真4 栃木 (チャート) カルセドニー, 石英脈の発達が著しい

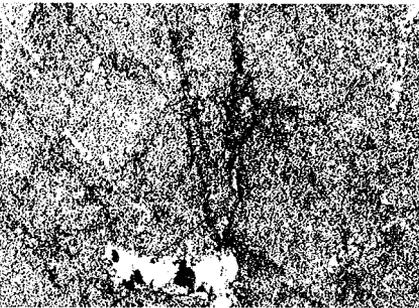


写真5 岩手 (チャート) 潜晶質石英が特に多い部分

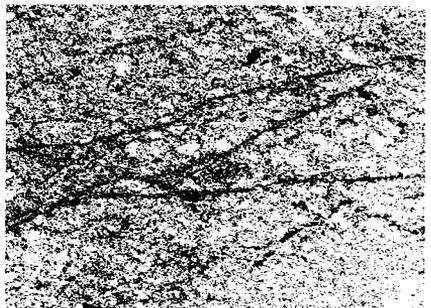


写真6 広島2 (粘板岩) 画面全体に分布する小さな黒いすじがスレートへき開、画面を横切るすじはすべり面

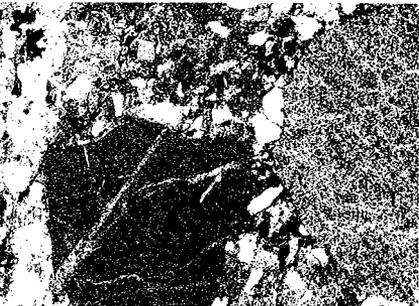


写真7 神奈川1 (砂岩) 砂岩中に潜晶質石英塊が取り込まれている

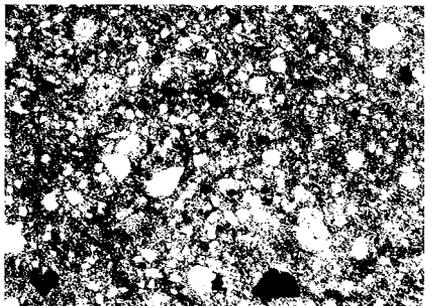


写真8 岐阜 (砂岩) 結晶性のよい石英が多い



写真9 広島1試料の電子顕微鏡写真(1万倍)



写真10 養老試料の電子顕微鏡写真(3万倍)

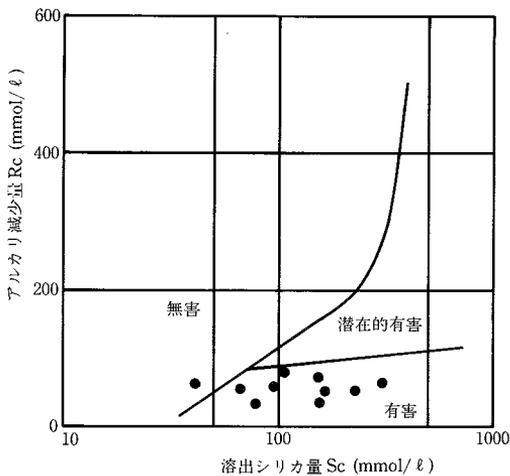


図1 化学法の結果

ロンに粒度調整した岩石と1規定のNaOH水溶液とを、80°Cで24時間反応させ、反応後のアルカリ減少量(Rc)と溶出シリカ量(Sc)の値によって、岩石を無害、有害および潜在的有害の3種類に分類し、そのアルカリ反応性を評価するものである。この方法による判定では、岐阜試料のみが無害で、他の試料はすべて有害である。なお、この方法による結果で特徴的なことは、各試料とも

アルカリ減少量が比較的小さいことである(78mmol/l以下)。このことは、アルカリ溶液に溶出したのは主としてシリカ鉱物(この場合石英)であることを示唆している。

#### 4. 石英の結晶度

岩石中の石英の結晶度の測定には粉末X線回折を用いるMurata and Norman<sup>2)</sup>の方法を採用した。この方法は石英の $2\theta=68^\circ$ 付近の回折ピークの形状の差を利用するものである。図2は例として岐阜、東京、神奈川1および養老の4試料に対するこれらのピークを示したもので、CuK $\alpha$ (30kV, 15mA)を用いて $66^\circ$ から $69^\circ$ の範囲を $0.25^\circ$ /minのScan Speedで測定したものである。図中に示したa、bの長さをそれぞれ測定し、その比a/bを結晶度(Crystallinity Index, C.I.)として採用した。ただし、ここで得られる結晶度は岩石中の石英の結晶度の平均値である。

#### 5. 溶出シリカ量と結晶度の関係

先の方法で測定した溶出シリカ量を結晶度に対してプロットしたのが図3である。この図から明らかなように、両者の間には正の相関関係が認められる。このことは粉末X線回折の結果から溶出シリカ量をほぼ推定できることを意味している。化学法にはかなりの量の試料が必要

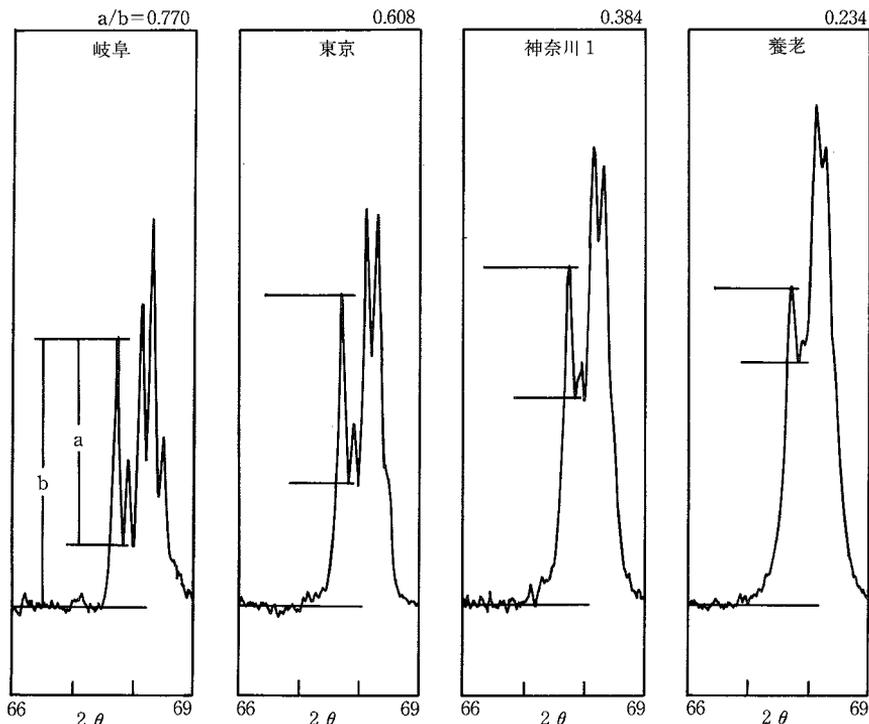


図 2 X線回折図

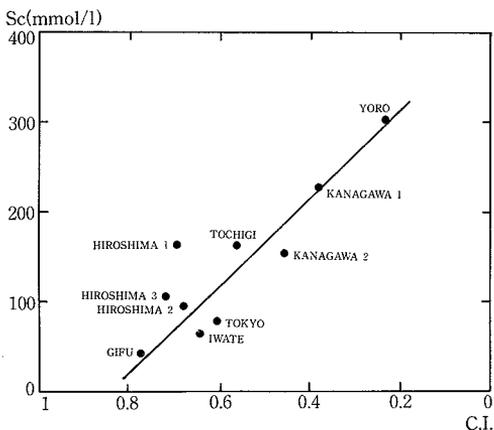


図 3 溶出シリカ量 (Sc) と石英の結晶度 (C.I.) の関係

石英の結晶格子中の歪も溶出シリカ量に深く関連していることが予想される。この点は今後解決されるべき問題と言えよう。

### 6. む す び

現在、岩石のアルカリ反応性を判断する方法として用いられている化学法やモルタルパー法にはいくつかの問題点が指摘されている。本文はこれらに代わりうる簡便な方法の開発を試みたものである。ただし、ここで用いた結晶度の結晶学的な意味やこの方法の適用範囲あるいはモルタルパー法による膨張量との関係等、検討を要する問題点もいくつか残されている。これらに対する検討は次回以降に報告したい。(1987年12月22日受理)

### 参 考 文 献

- 1) Iijima, A. and Utada, M., Siliceous Deposits in the Pacific Region (Ed. Iijima et al.) Chap. 4, 45-64, Elsevier, 472pp, (1983)
- 2) Murata, K.J. and Norman, M.B., Am. Jour. Sci. vol. 276, 1120-1130 (1976)