

1995年度所長賞「岩石標準試料」

今井 登¹⁾・寺島 滋¹⁾・伊藤 司郎²⁾・安藤 厚³⁾

1. はじめに

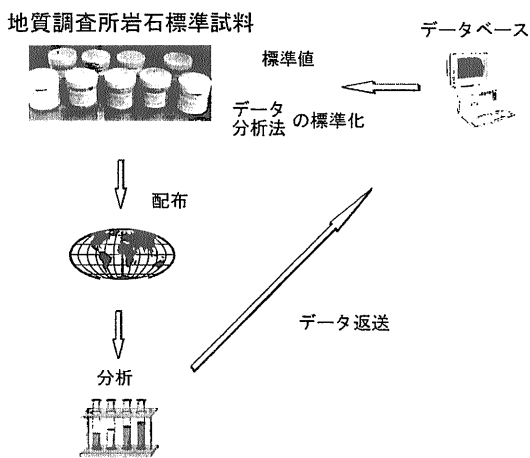
地質調査所では1964年以来30年以上にわたって火成岩、堆積岩及び堆積物の標準試料を31種類作製し、世界各国の研究機関との共同研究により、化学組成や同位体組成、年代値の信頼性の高いデータを定め公表してきた。標準試料の目的は異なる分析法や研究室間で得られた分析値を評価し、その信頼性を向上させることにある。地質調査所で作製された岩石標準試料は世界40カ国以上の研究機関(約460機関, うち国内260機関)に配布され、共同分析により得られたデータは再び地質調査所に集積され統計解析した後、標準値が定められる(第1図)。この値を用いて各種の分析が行われ、分析精度を高める標準として使用されている。

2. 試料

第1表に地質調査所岩石標準試料のリストを示した。1967年と1968年に最初の岩石標準試料であるJG-1とJB-1を作製し(Ando, 1967; Kurasawa, 1968), その後, 1981年から1986年にかけて火成岩シリーズJA-1からJF-2までの15試料を, 1986年から1989年にかけて堆積岩シリーズJLk-1からJSI-2の9試料を, 1991年から1995年にかけて機器分析用シリーズJR-3からJMn-1の5試料の岩石標準試料を作製した。第2図に最初のJG-1とJB-1及び最近作製したJSy-1とJMn-1の標準試料を示した。第3図には各標準試料の原岩石を示した。火成岩シリーズは花崗岩, 玄武岩, 安山岩, はんれい岩, ダナイト, 長石を, 堆積岩シリーズは石灰岩, ドロマイト, スレート, 河川堆積物, 湖底堆積物を標準試料として選定した。また, 機器分析用標準試料は従来の標準試料の組成範囲ではカバーできないような化学組成を持つ試料

として流紋岩, はんれい岩, 角閃石岩, 閃長岩, マンガンジュールを選定した。JG-1とJB-1についてはその後在庫が払拭したため, 1984年に同一岩から再調整を行いJG-1a, JB-1aとした。

地質調査所岩石標準試料31試料の SiO_2 , Al_2O_3 , $\text{T-Fe}_2\text{O}_3$ の組成範囲を第4図に示す。 SiO_2 については0.1%から98%, Al_2O_3 については0.02%から23%, $\text{T-Fe}_2\text{O}_3$ については0.01%から14%までの組成範囲をほぼくまなくカバーしており, 広い範囲の岩石の分析に対応する事ができる。1996年度から, 新しい岩石標準試料のシリーズ「環境分析用標準試料」が始まった。近年の地球環境問題や環境汚染評価における環境分析に対応するため, コールフライアッシュ, 土壌2試料, 海洋底質及び現在在庫がなく再調整の要望の強いJB-1の5試料を新たに作製する。このシリーズが完成すると地質調査所の岩石標準試料は全部で36試料となり一層の充実が図られることになる。



第1図 岩石標準試料と標準値設定のスキーム

1) 地質調査所 地殻化学部
2) 元所員
3) 元所員, 現資源探査用観測システム研究開発機構

キーワード: 岩石標準試料, 標準値, 化学組成, データベース, インターネット

第1表 地質調査所岩石標準試料

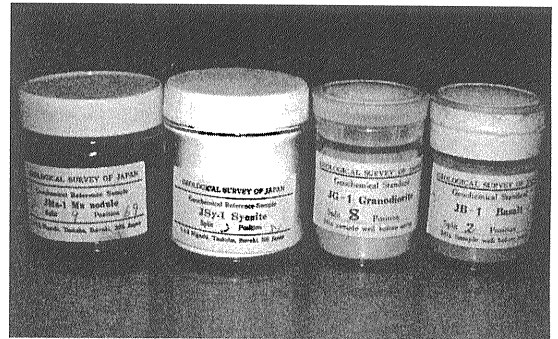
火成岩シリーズ		堆積岩シリーズ	
JG-1	花崗閃緑岩	群馬県沢入（そうり）	JLk-1 湖底堆積物 滋賀県琵琶湖
JG-1a	花崗閃緑岩	群馬県沢入	JLs-1 石灰岩 北海道義郎（がろう）
JG-2	花崗岩	岐阜県（苗木花崗岩）	JDo-1 ドロマイト 栃木県葛生（くずう）
JG-3	花崗閃緑岩	島根県三刀屋	JSI-1 スレート 宮城県登米（とよま）
JR-1	流紋岩	長野県和田峠（北）	JSI-2 スレート 宮城県登米
JR-2	流紋岩	長野県和田峠（南）	JSD-1 河川堆積物 茨城県北部
JA-1	安山岩	神奈川県真鶴（箱根山）	JSD-2 河川堆積物 茨城県北部
JA-2	安山岩	香川県坂出（さぬき石）	JSD-3 河川堆積物 茨城県中部
JA-3	安山岩	群馬県（浅間山鬼押出）	JCh-1 チャート 栃木県足利
JB-1	玄武岩	長崎県佐世保	
JB-1a	玄武岩	長崎県佐世保	機器分析用シリーズ
JB-2	玄武岩	東京都大島（三原山）	JR-3 流紋岩 高知県足摺岬
JB-3	玄武岩	山梨県鳴沢村（富士山）	JGb-2 はんれい岩 茨城県筑波山トンネル
JGb-1	はんれい岩	福島県（移ヶ岳）	JH-1 角閃石岩 茨城県常陸太田市西堂
J-P-1	ダナイト	北海道幌満	JSy-1 閃長岩 カナダ
JF-1	長石	長野県南木曾町	JMn-1 マンガンノジュール 南太平洋
JF-2	長石	茨城県黒坂	

3. 試料調整法

最初に作製されたJG-1とJB-1は粉碎に当たって、同一岩石で作製した鉢と杵で粗粉碎を行い、更にポセライン製のポットミルで粉碎と混合を行った後に均質化した。この方法は粉碎過程での汚染がほとんどないすぐれた方法であるが、大量の岩石を処理するには不適當である。従って、それ以後は多量の試料が効率よく粉碎できる大型のボールミルを使用する方法を用いた。

粉碎に当たっては、採取した原岩石を必要に応じて大型のハンマーや切断機で5-10cmの塊にした後、ジョークラッシャーで1.2cmまで粗砕する（第5図）。これをハイアルミナまたはチャート内張りの大型のボールミルに入れる。粉碎を行うためにボールと呼ばれる被粉碎岩の同一岩の鶏卵大からこぶし大の塊またはフリントボールを同時に入れて1～数日間静かに回転させる。このボールミルによる粉碎操作を1～3回行って源粉末を調製する。

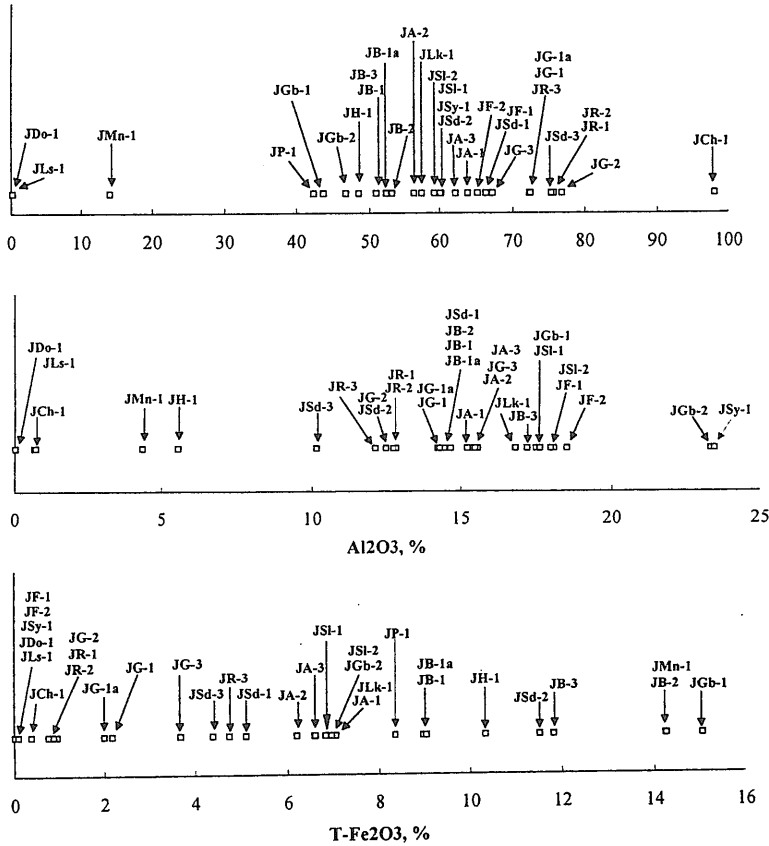
この粉末を100メッシュのステンレス製のふるいを通過させた後、縮分器により二分割した後それぞれを交互に10層以上水平に重ねた後、垂直に10以上に分割する。これを繰り返した後よく混合し約100gずつを容器に詰め、均質性をチェックした後、標準試料とする。



第2図 地質調査所岩石標準試料



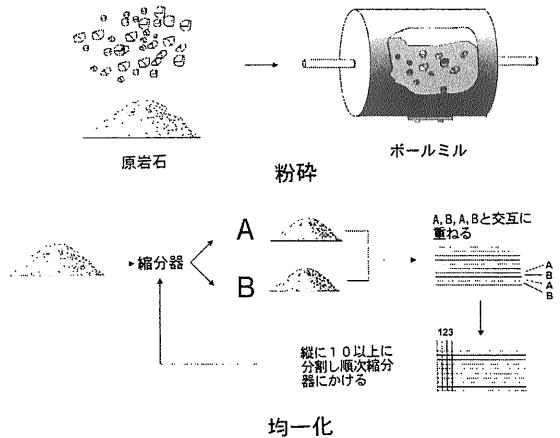
第3図 標準試料の原岩石



第4図 地質調査所岩石標準試料の化学組成 (SiO₂, Al₂O₃, T-Fe₂O₃) の範囲

4. 標準試料を用いる場合の注意点

標準試料を用いる場合、試料自身による誤差の要因として、試料の粉碎（粒径）、均一化（混合）、外部からの混入（汚染）の問題がある。深成岩などは構成鉱物が比較的大きいため粉碎後の試料の粒径が大きくなりやすく、不均質が生ずることがある。また、均一化の過程で混合が不十分であると不均質が生ずることがある。更に粉碎過程で何らかの汚染が起こることがある。このような不均質を避けるためには分析に用いる試料の量に注意し、必要であれば試料の量を多めにとることが必要である（寺島ほか, 1992; 1995）。



第5図 岩石標準試料の調整法

5. データ編集

完成した標準試料は世界中の関連研究機関の求めに応じて配布され分析の標準として使用される。そ

して、そこで得られた分析データは再び地質調査所に集められて集積され、これを定期的に編集し学会誌を通じて公表している (Ando et al., 1989; Itoh et al., 1992; Terashima et al., 1994; Imai et al., 1995)。デ

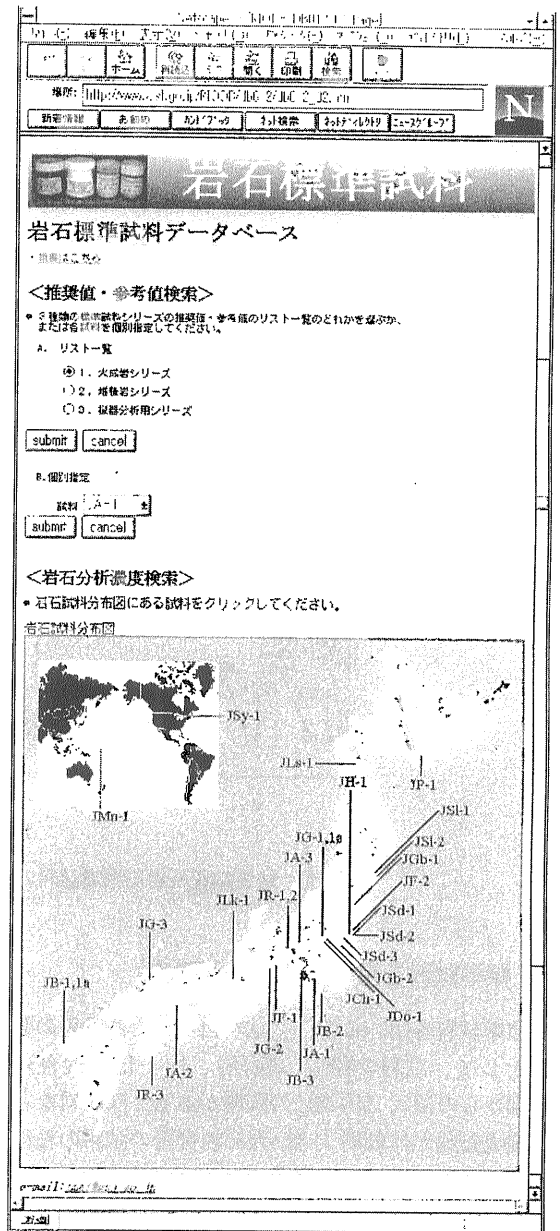
第2表 火成岩シリーズ1994年推奨値 (*は参考値)

	JA-1	JA-2	JA-3	JB-1	JB-2	JB-3
SiO ₂	63.97	56.42	62.27	52.37	53.25	50.96
TiO ₂	0.85	0.66	0.70	1.32	1.19	1.44
Al ₂ O ₃	15.22	15.41	15.56	14.53	14.64	17.20
Fe ₂ O ₃	2.59	2.16	1.15	2.33	3.33	3.20
FeO	3.98	3.69	4.83	5.99	9.98	7.85
MnO	0.157	0.108	0.104	0.153	0.218	0.177
MgO	1.57	7.60	3.72	7.71	4.62	5.19
CaO	5.70	6.29	6.24	9.25	9.82	9.79
Na ₂ O	3.84	3.11	3.19	2.77	2.04	2.73
K ₂ O	0.77	1.81	1.41	1.43	0.42	0.78
P ₂ O ₅	0.165	0.146	0.116	0.255	0.101	0.294
H ₂ O+	0.72	1.12	0.20	1.02	0.25	0.18
H ₂ O-	0.30	1.25	0.11	0.95	0.13	0.07
T-Fe ₂ O ₃	7.07	6.21	6.60	8.99	14.25	11.82
Ba	311	321	323	493	222	245
Cr	7.83	436	66.2	425	28.1	58.1
Cu	43.0	29.7	43.4	55.1	225	194
La	5.24	15.8	9.33	38.6	2.35	8.81
Pb	6.55	19.2	7.70	10.0*	5.36	5.58
Sr	263	248	287	444	178	403
V	105	126	169	211	575	372
Zn	90.9	64.7	67.7	85.2	108	100

ータ編集は、まず試料処理や分析法を考慮して異常値を除外する。残ったデータの個数が5個以上の時は平均値を中心として標準偏差の2倍を越える値を除外し、平均値を求めて推奨値とする。4個以下の時は平均値を参考値として提示するか、またはデータをそのまま示すこととした。例として、火成岩シリーズについて地質調査所の推奨値（1994年値）からいくつかの主要な元素を選んで第2表に示した。参考値は星印で示してある。堆積岩シリーズと機器分析用シリーズについても同様な表を作成している。

6. データの公開

岩石標準試料の全データはデータベースとして現在インターネット上で公開されており世界中から検索することができる。第6図に地質調査所岩石標準試料のホームページを示した。場所（URL）は http://www.aist.go.jp/RIODB/db012/db012_02.html である。検索したい試料について地図上の試料の文字をクリックすると検索画面に入り、元素の一覧表が表示される。ここで検索したい元素をクリックすると各分析値と分析法、文献が表示される。また、各試料について概要のページで原岩石と採取地の写真、顕微鏡写真等を見ることができる。更に、標準試料の調整法の説明図や各試料の平均粒径及び参考文献が表示される。



第6図 地質調査所岩石標準試料のホームページ (http://www.aist.go.jp/RIODB/db012/db012_02.html)

7. おわりに

世界的には各国の研究機関で岩石、鉱物、堆積岩、堆積物などの標準試料が作製されている。1992年にはイギリスのPottsらにより世界35機関の493個の標準試料のデータが集められ出版されている

(Potts et al, 1992). また, 1994年にはフランスの Govindarajuにより標準試料の専門誌である Geostandards Newsletter誌に383個の標準試料のデータがまとめられている (Govindaraju, 1994).

日本においては長年にわたって地質調査所が岩石標準試料を作製・発行し, 同時に分析法の開発やデータの編集を行ってきた。この間に地質調査所の岩石標準試料は世界各国に広まり, 何千, 何万という人々に利用され各種の分析法の精度の向上と地球化学の研究の発展に多大の貢献をしてきた。今後この仕事が継続的に発展していくことを願いたい。

なお, 地質調査所岩石標準試料の入手方法については, 下記のとおり。

地質調査所 地殻化学部 地球化学課

〒305 茨城県つくば市東1-1-3

Tel 0298-54-3724

Fax 0298-54-3533

ただし, JG-1, JB-1, JB-1a, JA-1, JCh-1については, 現在在庫切れで配布中止。

謝辞: 本研究は地質調査所の研究成果の国民・社会への普及・還元に大きく寄与したとして平成7年度の地質調査所所長賞を受賞した。試料採取から分析にいたるまで長年にわたって本研究に協力していただいた関係各位に深く感謝したい。

参考文献

- Ando, A. (1967): A new silicate rock standard, JG-1 issued from the Geological Survey of Japan. *Geochemical Journal*, 1, 155.
- Ando, A., Kamioka, H., Terashima, S. and Itoh, S. (1989): 1988 values for GSJ rock reference samples, "Igneous rock series". *Geochemical Journal*, 23, 143-148.
- Govindaraju, K. (1994): 1994 compilation working values and sample description for 383 Geostandard. *Geostandards Newsletter*, 18, 1-158.
- Imai, N., Terashima, S., Itoh, S. and Ando, A. (1995): 1994 compilation values for GSJ reference samples, "Igneous rock series". *Geochemical Journal*, 29, 91-95.
- Itoh, S., Terashima, S., Imai, N., Kamioka, H., Mita, N. and Ando, A. (1992): 1992 compilation of analytical data for rare-earth elements, scandium, yttrium, zirconium and hafnium in twenty-six GSJ reference samples. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, 43, 659-733.
- Kurasawa, H. (1968): A new silicate rock standard, JB-1 issued from the Geological Survey of Japan, *Geochemical Journal*, 2, 185.
- Potts, P.J., Tindle, A.G. and Webb, P.C. (1992): *Geochemical reference material compositions*. Whittles Publishing, London.
- 寺島 滋・岡井貴司・安藤 厚・伊藤司郎 (1992): 地質調査所作製の岩石標準試料の均質性。地質調査所月報, 41, 129-138.
- Terashima, S., Imai, N., Itoh, S., Ando, A. and Mita, A. (1994): 1993 compilation of analytical data for major elements in seventeen GSJ geochemical reference samples, "Igneous rock series". *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, 45, 305-381.
- 寺島 滋・今井 登・氏家真澄 (1995): 少量岩石標準試料の分析における試料の不均質に由来する分析誤差の検討。分析化学, 44, 965-969.

IMAI Noboru, TERASHIMA Shigeru, ITOH Shiro and ANDO Atsushi (1996): GSJ (Geological Survey of Japan) standard reference samples.

< 受付: 1996年2月19日 >