

地球化学的標準試料 JG-1 および JB-1 の物理的性質

飯塚 進* 井波 和夫**

Measurements of Physical Properties for Geochemical Rock

Standards GSJ JG-1 and JB-1

Susumu IIZUKA and Kazuo INAMI

Abstract

The measurements of some physical properties, such as the anisotropy of elastic wave velocity, mechanical and magnetic properties, for geochemical rock standards GSJ JG-1 and JB-1 were carried out for the purpose of obtaining the basic data.

The velocity anisotropy of JG-1 is shown in the velocity-fabric diagram (fig. 4). The mechanical and the magnetic properties of JG-1 and JB-1 are summarized in Tables 2 and 4, respectively.

The main results are as follows.

- (1) The anisotropy of elastic wave velocity of JG-1 at a maximum is about 12%.
- (2) It may be possible to estimate the geological and geophysical structure of strata with JG-1 and JB-1 by using the velocity-fabric diagram of rock specimens.
- (3) The ultimate strength for JG-1 under confining pressure 1~2,000 kg/cm² are about 1,560~6,760 kg/cm², for JB-1 under 1~1,500 kg/cm² are about 3,060~6,510 kg/cm².
- (4) The intensity of NRM of JG-1 and JB-1 are about the order of 10⁻⁷ and 10⁻³~10⁻⁴ emu/cc, and the Q values are about the order of 10⁰~10¹.

要 旨

地球化学的標準試料 GSJ JG-1 および JB-1 について各種の物性試験を行った。測定内容は密度、弾性波速度、破壊強度、帯磁率などである。測定結果の主なもの、① JG-1 の弾性波速度異方性は最大12%であった。②弾性波速度異方性から試料の線構造、面構造を決めることができ、原岩体の形態や内部構造を推定できる可能性がある。③破壊強度は JG-1 が 1,560~6,760 kg/cm² (封圧 1~2,000 kg/cm²)、JB-1 が 3,060~6,510 kg/cm² (封圧 1~1,500 kg/cm²) である。④ JG-1 および JB-1 の磁化の強さは 10⁻⁷ および 10⁻⁴ emu/cc 程度、 Q 値は 10⁻² および 10⁰~10¹ 程度である。

1. は し が き

地球化学的標準試料 (geochemical rock samples standard, 以下「標準試料」という) は、分析方法の研究、

分析装置の検定などの目的につくられた化学分析用の岩石試料である。標準試料としては、均質で新鮮な岩石が多量に得られることが条件で、地質学でいう「模式地」(Type Locality) の岩石とは必ずしも同じものではない。

日本では、現在、標準試料として地質調査所でつくられた GSJ-JG-1 (花崗閃緑岩)、GSJ-JB-1 (玄武岩) の2種類がある (ANDO et al., 1971; 安藤ほか, 1972)。

標準試料は、目的に応じて粉体と原岩の両方が用意されている。

地質調査所では、次の2つの目的で標準試料の物性測定が計画された。

- 1) 標準試料の基本的データとして、物性を測定し多目的な利用にそなえる。
- 2) 物性試験方法の相対的な比較や、器機の実用上の検定試料にする。

なお、測定項目としては、下記のものが考えられている。

密度、弾性波速度 (異方性を含む)、破壊試験、放射能、磁氣的・電氣的性質、熱伝導率、その他

* 元所員、東海大学海洋学部

** 物理探査部

ここでは、1) JG-1 の弾性波速度異方性、2) JG-1, JB-1 の三軸高圧試験、3) JG-1, JB-1 の磁気的性質、についてそれぞれ測定した結果を報告する。なお放射能の測定に基づく分析はすでに発表されている¹⁾。

本稿をまとめるにあたり、地質調査所物理探査部中条純輔技官（現在、海洋地質部）には種々の助言とご批判をいただいた。また、同所地球化学課安藤厚技官には、物性測定用の標準試料についてお世話いただいた。物理探査部齊藤友三郎技官には磁気的性質を測定して頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

2. JG-1 (花崗閃緑岩) の弾性波速度異方性

2.1 測定試料, 測定装置

弾性波 (P 波) 速度の測定に用いた試料 JG-1 は、縦 50 cm × 横 100 cm × 厚さ 10 cm ほどの板状のブロックである。速度異方性を調べるために、この直方体から下記のような測定用サンプルを切り出して整形した。

いま、板面内に X 軸、Y 軸を、板面に垂直方向に Z 軸をとり、第 1 図 (a) のように XY, YZ, ZX の各平面にそれぞれ平行な、縦 6 cm × 横 6 cm × 厚さ 3 cm の直方体を切り出す。この 3 個の直方体を、さらに第 1 図 (b) のような断面が正 12 角形の試料に整形して 30° ずつ角度をずらして速度測定ができるように仕上げた。これらを、試料 XY, YZ, ZX、とそれぞれ呼ぶことにする。

1) 金谷による放射能の結果は Ando et al. (1971, 1974) によりまとめられている。

測定装置は、開発電子測器研究所製の「超音波伝播速度測定器 (SLS-1002D)」で、用いた振動子は、固有周波数 200 kHz の P 波用チタン酸バリウム素子である。記録はポラロイドカメラで撮影した。

2.2 測定結果および考察

記録の一例を第 2 図に示す。初動のキックはすべて良好で、速度の測定誤差は 3 % 以内である。第 1 表は測定結果をまとめたもので、これを図示したのが第 3 図である。測定方向により、著しい異方性を示している。いま、異方性 (Anisotropy) を次式で表わすことにする。

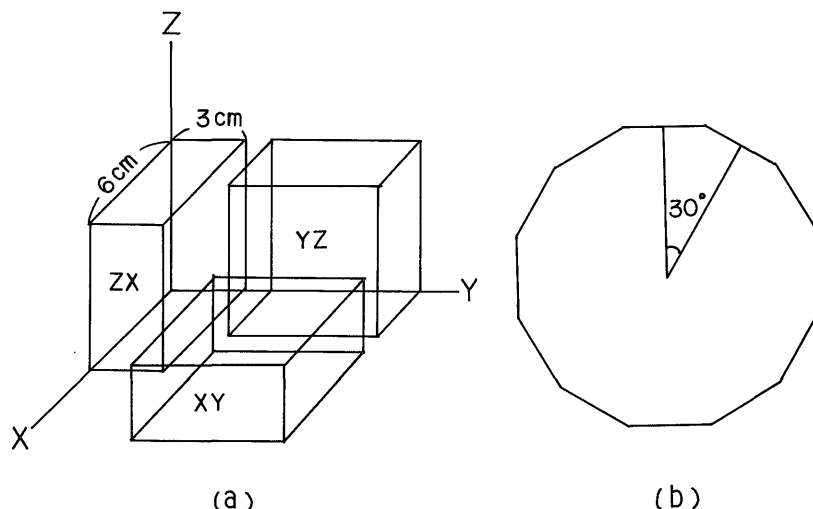
$$\text{Anisotropy} = \frac{V_{\max.} - V_{\min.}}{V_{\text{aver.}}} \quad (1)$$

ただし、 $V_{\max.}$ は速度の最大値、 $V_{\min.}$ は最小値、 $V_{\text{aver.}}$ は平均値を表わす。

(1) 式によると、JG-1 の速度異方性は最大で 12 % に達する。

試料数が少ないので、データとしては不十分であるが、速度最大および最小軸の方向をきめるために「Velocity-fabric Diagram²⁾」をかいてみると、第 4 図のようになる。この図からわかることは、速度最小値の軸は Z 軸とは一致せず 20-30° 傾いていること、また速度最大値の軸は、ほぼ XY 面内にある X 軸から 10-20° ずれていることである。ただしいまの場合、現地では原岩体から試料を切り出す際に、水平面や方向を指定してないので、測

2) 笠原ほか (1968) は、「Petrofabric Diagram」との analogy から、「Velocity-fabric Diagram」なる語を用いている。ここでは、同じ意味に用いる。



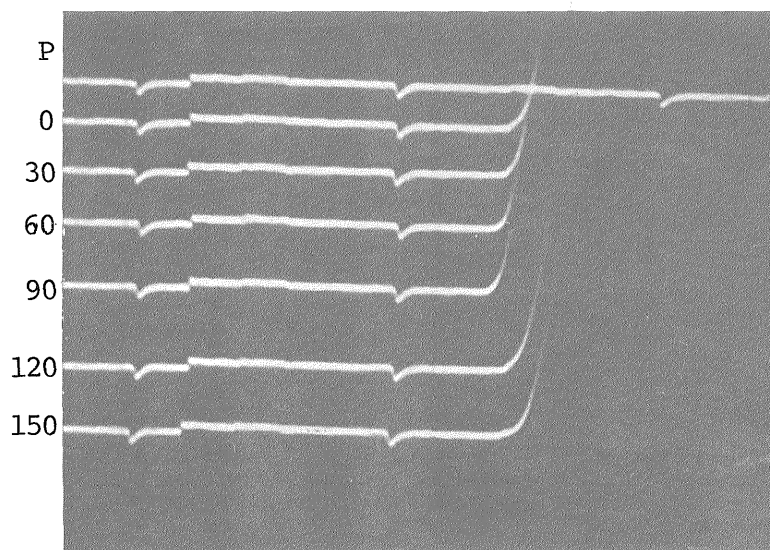
第 1 図 (a) 速度異方性測定用試料の切断方法
(b) 断面が正 12 角形になるように整形された試料
 $\theta = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ$, と 30° ステップで 6 方向に測定できるように整形してある。

第1表 標準試料 JG-1 の弾性波 (P 波) 速度異方性測定結果. 単位は km/sec. 角度については第3図の説明参照. この試料のみかけ密度は 2.62 g/cm³ である

θ	0°	30°	60°	90°	120°	150°
sample XY	5.35	5.32	5.26	5.15	5.22	5.20
sample YZ	5.00	5.01	5.21	5.28	5.07	4.83
sample ZX	4.89	4.73	5.11	5.23	5.20	5.05

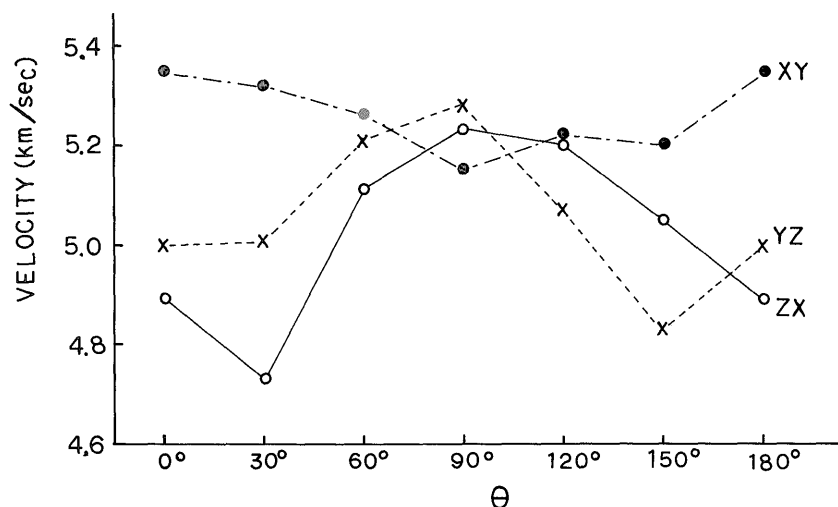
定用試料整形時に決めた X, Y, Z 軸は任意の方向であり, したがって速度最大・最小軸の方向は相対的なものである.

一般に, 速度異方性を示す岩石は, 線構造 (flow line, lineation) に平行な方向で速度最大値を, また面構造 (flow layer, foliation) に垂直な方向で速度最小値をとることが知られている. したがって, 逆に速度最大・最小軸の方向から, 線構造, 面構造の方向を推定することが



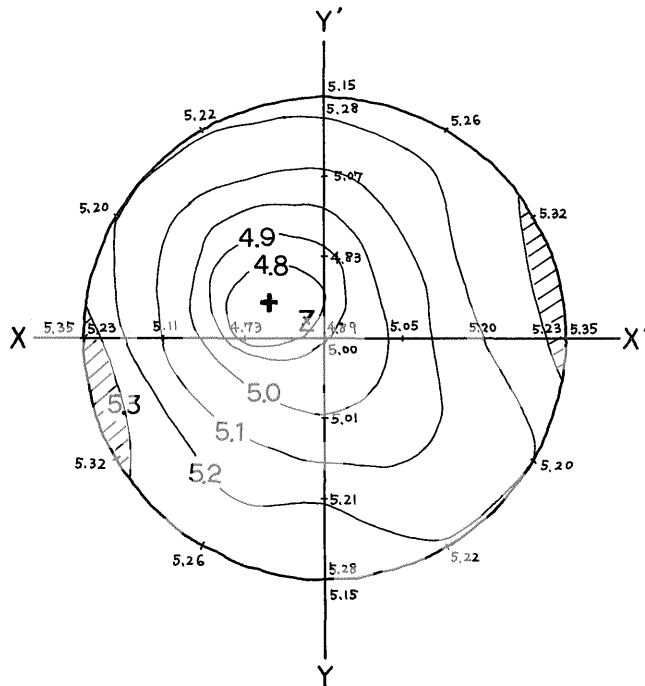
第2図 試料 YZ の記録

上から順番に, タイム・スケール (10 μ sec), $\theta = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ$ の場合の P 波の記録を表わしている.



第3図 標準試料 JG-1 の弾性波 (P 波) 速度異方性測定結果

横軸の角度 θ は試料 XY については X 軸から Y 軸へ向かって, 試料 YZ については Z 軸から Y 軸へ向かって, 試料 ZX については Z 軸から X 軸へ向かって, それぞれ測った角度である.



第4図 標準試料 JG-1 の Velocity-fabric Diagram.

試料 XY の速度測定値を円周上に、試料 YZ の測定値を YZY' 上に、試料 ZX の測定値を ZZ' 上にそれぞれプロットし、等速度線で表わしたもの。+印が速度最小の位置、斜線部が速度最大の位置を示す。単位はいずれも km/sec. 4.8, 5.0, 5.3 km/sec の等速度線は、それぞれ異方率 1.4, 5.3, 11.1 % に相当する。

可能である。

进入型花崗岩の示す線構造、面構造は、岩体の内部構造を調べる重要な手がかりを与えるもので、マグマが流動状態で貫入してきた時の初生流動構造を示すものと考えられている。そして、flow layer の分布は、岩体の境界に平行して閉じた形をとり、flow line の分布は放射状または求心状配列をとることが知られている。

したがって、もし一個の岩体から系統的に試料を採集することができれば、その試料の速度最大・最小軸をもとめることにより、岩体の形態や内部構造を推定する手がかりが得られるものと期待される。

3. JG-1 (花崗閃緑岩), JB-1 (玄武岩) の 三軸高压試験機による圧縮変形破壊実験

3.1 実験方法

測定用試料は、直径 (d) 19.5 mm, 長さ (l) 39.0 mm, $l:d=2:1$ の円柱状に整形した。整形精度は 1/500 程度で、とくに両端面の平行度および直角度は、実験精度に大きく影響するので十分注意し正確に整形してある。直径は岩石旋盤で整形するが、普通両端面に近いところが

細く、真中が太いたいこ型やテーパーがつくことがあるが、この場合には何カ所か測定して平均値を直径とした。長さは両端面の中心から中心までの長さを用いた。試料の状態は整形後十分長い間実験室に放置した自然乾燥状態である。

試験機は、地質調査所に設置してある三菱原子力工業 K. K. 製の岩石三軸高压試験機を使用した。試験機の最大軸圧 50 トン、最高封圧 4,000 kg/cm²、歪み速度はギヤの組合せで 10 段に切り換えられる。封圧下の実験は、試料を厚さ 0.3 mm の銅パイプでおおい、圧力媒体 (白燈油) が試料に浸み込まないようにし、ハンドポンプまたはニューハイポンプによって 500, 1,000, 1,500 および 2,000 kg/cm² の封圧下で実験を行った。力学的性質は、封圧の影響を大きく受けるため、封圧調整は実験中注意して行った。荷重の検出は荷重検出器 (ロードセル) と荷重計の組合せで XY レコーダーの Y₁ 軸に、変位は差動トランスで検出し、変位計を通して X 軸に入れレコーダー上に荷重-変位曲線として記録される。タイムマークは普通 0.5 分間隔で Y₂ 軸に入れる。歪み速度は、歪み/時間で求めることができる。

応力-歪み曲線を求めるために一般に2つの補正を行っている。一つは圧縮試験機の変形補正である。試験機自体は剛体でないため、加圧によって変形がおこる。変位計の位置にもよるが、この試験機の場合はピストン変形が大部分であると考えられる。実測の結果 6.4×10^{-5} mm/kg を補正值として使用している。もう一つは断面積補正である。応力は、荷重/断面積である。断面積は一般に試料の変形につれて変化する。変形により縮んだ量だけ直径が太くなると仮定して断面積を計算し、補正を行っている。この測定の場合、JG-1, JB-1 とも強いぜい性を示しているので断面積補正は省略した。

密度の測定は、岩石試料の速度測定要綱(物理探鉱技術協会, 1962)にしたがって次式により計算した。

$$\rho_{wet} = W_w / (W_w - W_{w'}) = W_w / V$$

$$\rho_{dry} = W_d / V$$

ここで、 W_w : 含水飽和状態の空气中重量

$W_{w'}$: " 水中重量

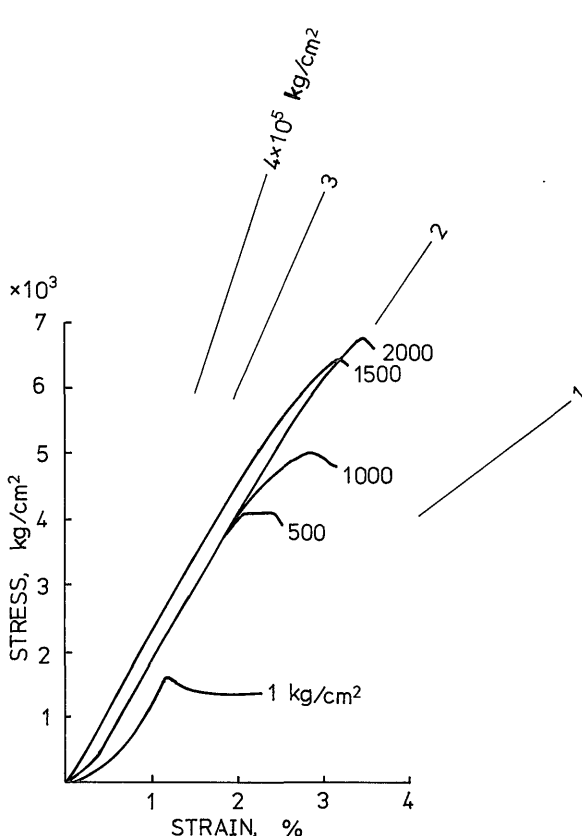
W_d : 乾燥状態の空气中重量

超音波伝播速度(P波, S波)の測定には、2項で用いたものと同じ測定器を使用した。測定方法は前出の速度測定要綱にしたがって行った。用いたチタン酸バリウム振動子は、P波用は 200 kHz, S波用は 40 kHz である。

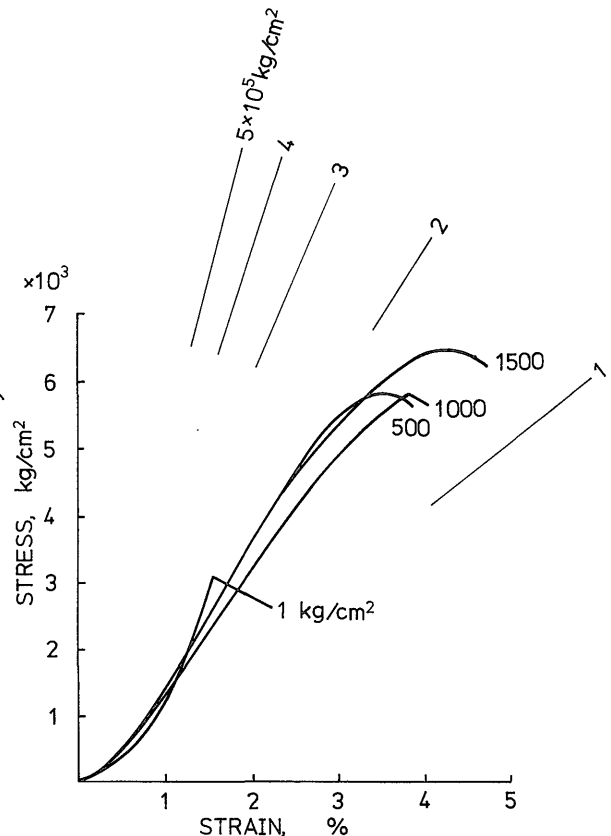
3.2 測定結果

JG-1 および JB-1 の応力-歪み曲線をそれぞれ第5図および第6図に示す。測定値を第2表にまとめた。比較のために、玄武岩 XM, XIM および花崗岩 KMG, HYB のデータを星野・井波ほか(1967, 1972, 1975)より引用した。

応力-歪み曲線は、一般に加圧とともに下凸で始まり、やがて直線的となる。さらに加圧が進むと降伏状態へ移行し上凸になり破壊、あるいは流動状態へ移っていく。最初の下凸部分は、試料の整形精度、とくに端面の平行度に影響される場合もあるが、多くは試料内部のクラックや空隙などが閉じるためと考えられる。したがって、十分高い封圧を加えた場合には下凸傾向は小さくなる。



第5図 JG-1 の応力-歪み曲線。ヤング率を斜めの実線で示す。



第6図 JB-1 の応力-歪み曲線。ヤング率を斜めの実線で示す。

第2表 圧縮試験一覧表

sample	l	d	Conf. pres.	Axial Shortn.	Ulti. str.	Duct.	Str. rate	Angle Mac.-fr.	Bv.	Bulk modulus
	(mm)	(mm)	(kg/cm ²)	pressure	(kg/cm ²)	%	(/sec)	2θ		(kg/cm ²)
JG-1	39.15	19.45	1	0	1,560	1.2	3.90×10^{-5}		B	
	39.15	19.60	500	0.0078	4,120	2.2			B	2.14×10^4
	39.13	19.38	1,000	0.0082	5,050	2.9	3.63×10^{-5}		B	4.07×10^4
	39.15	19.57	1,500	0.0087	6,460	3.2			B	5.75×10^4
	39.14	19.40	2,000	0.0072	6,760	3.5	3.58×10^{-5}		B	9.26×10^4
JB-1	39.09	19.53	1		3,060	1.5	3.03×10^{-5}		B	
	39.09	19.53	500	0.0063	5,820	3.5			B	2.65×10^4
	39.06	19.50	1,000	0.0056	5,820	3.8	4.17×10^{-5}		B	5.95×10^4
	39.10	19.57	1,500	0.0083	6,510	4.3	4.12×10^{-5}		B	6.02×10^4
XM			1		1,350		3.66×10^{-5}	38°	VB	
			500	0.0018	3,166	2.3	7.28×10^{-5}	53°	B	
			1,000	0.0065	4,300	2.6	7.18×10^{-5}	63°	B	
XIM			1		3,000	1.5			VB	
			500		6,500	1.3			VB	
			1,000		10,300	1.5			VB	
HYB	38.97	19.45	1	0	1,940	0.9	3.35×10^{-5}		VB	
	38.98	19.53	500	0.00168	5,840	1.8	2.13×10^{-5}		VB	9.92×10^4
	38.97	19.51	1,000	0.00489	8,000	2.1	2.15×10^{-5}		VB	6.82×10^4
	38.98	19.50	1,500	0.00611	9,790	2.0	1.85×10^{-5}		VB	8.18×10^4
KMG	39.01	19.51	1	0	1,520	0.8	1.92×10^{-5}		VB	
	39.03	19.49	500	0.00312	4,500	1.0	1.71×10^{-5}		VB	5.34×10^4
	39.02	19.49	1,000	0.0095	6,590	1.4	1.62×10^{-5}		VB	3.51×10^4
	39.03	19.52	1,500		8,310	1.5	1.29×10^{-5}		VB	

Conf. pres.=confining pressure Axial Shortn.=axial shortning at confining pressure Ulti. str.=Ultimate strength
 Duct.=Ductility Str. rate=strain rate Angle Mac.-fr.=Angle of macro fractures Bv.=Behaviour of deformation
 B=brittle VB=very brittle

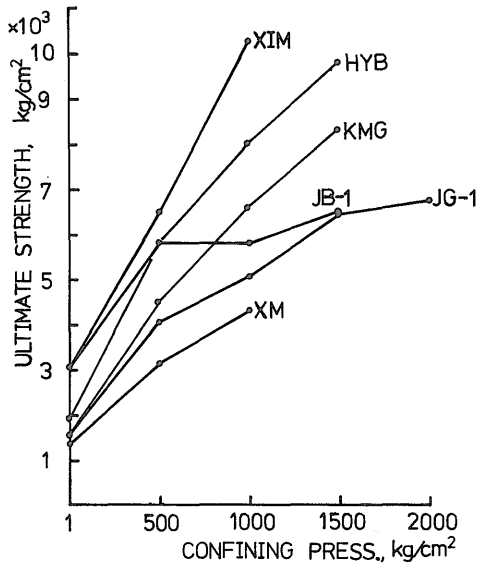
り、ほぼ直線的に立ち上がる。JG-1 の場合には明らかにこれに対応しているようである。JB-1 は封圧にあまり関係なく下凸の立ち上がりを示している。この場合は別の要因があるのであろう。

直線部分是一般に弾性領域といわれており、傾斜がヤング率を表わしている。ヤング率は、JG-1, JB-1 とも 2.5×10^5 kg/cm² 程度で、これは松代産玄武岩 (XIM) の 5.0×10^5 kg/cm² (平均) の約 $\frac{1}{2}$ である。長崎県産 (XM) の 2.0×10^5 kg/cm² (封圧 500 kg/cm² における) とほぼ同じである。また、宮津産花崗岩 (HYB) の 5.0×10^5 kg/cm² (封圧 1,000 kg/cm²) および北上産 (KMG) の 6.0×10^5 kg/cm² (封圧 500 kg/cm²) の約 $\frac{1}{2}$ である。弾性領域の傾向は、JG-1 ははっきり直線部分が認められるが、JB-1 については顕著でない。破壊様式は、JG-1

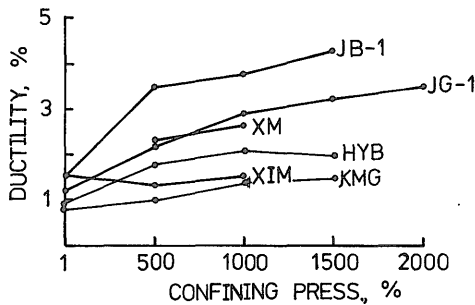
(封圧 1-2,000 kg/cm²) および JB-1 (1-1,500 kg/cm²) とともにぜい性破壊である。花崗岩 KMG および HYB, 玄武岩 XIM は強いぜい性破壊を示している。

強度-封圧の関係を第7図に示す。JG-1 は常圧で 1,560 kg/cm², 封圧 2,000 kg/cm² で 6,760 kg/cm² となり、封圧とともにほぼ2次曲線的に増加している。JB-1 は常圧で 3,060 kg/cm², 封圧 500 ないし 1,500 kg/cm² で 5,820 ないし 6,510 kg/cm² の値をとり、この間では封圧の影響があまり認められない。XIM はほぼ直線的に増加していて、JB-1 とは大きな差異が認められる。花崗岩 HYB および KMG は2次曲線的に増加している。

Ductility を第8図に示す。Ductility は、最大強度における歪みで表わす。JG-1, JB-1 とも封圧とともに増



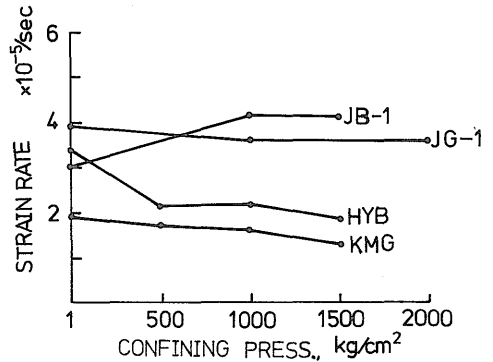
第7図 強度 - 封圧関係図



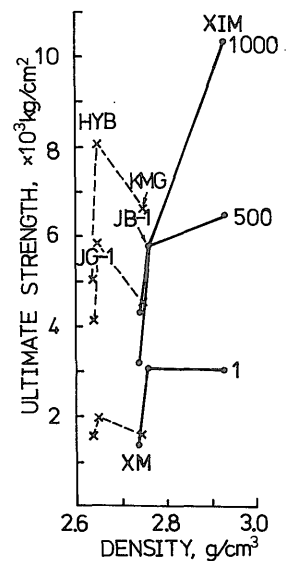
第8図 Ductility - 封圧関係図

加し常圧で両者とも約1%, 1,500 kg/cm²ではJG-1が3.2%, JB-1が4.3%である。XIMは封圧1-1,000 kg/cm²の間ではほぼ1.5%とあまり変化せず、封圧の影響をほとんど受けない。HYBおよびKMGの場合は、封圧に対する影響はよく似た傾向を示す。

歪み速度 - 封圧の関係を第9図に示した。JG-1, HYBおよびKMGは、封圧とともに歪み速度は低下し硬化



第9図 歪み速度 - 封圧関係図



第10図 強度 - 密度関係図。実線は玄武岩、点線は花崗岩を示す

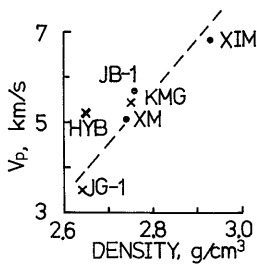
する傾向がある。JB-1は封圧1,000 kg/cm²で歪み速度が一度増しその後再び低下している。

密度と強度の関係を第10図に示した。玄武岩の密度は、自然乾燥密度でJB-1, XMおよびXIMがそれぞれ2.76, 2.74および2.93 g/cm³である。XIMが大きい値

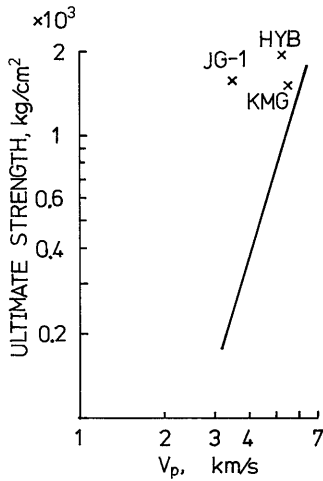
第3表 超音波速度測定結果

(単位: km/sec)

	岩種	採取地	V_p	V_s	ρ_{nd}	備考
JG-1	花崗岩	群馬県伊勢郡沢入町	3.48	2.49	2.64	
JB-1	玄武岩	長崎県佐世保市	5.68	4.02	2.76	
XM	玄武岩	長崎県西彼杵郡	5.05	2.98	2.74	星野ら (1972) による
XIM	玄武岩	長野県松代	6.81	—	2.93	星野ら (1967) による
KMG	花崗岩	岩手県宮守	5.43	3.30	2.75	星野ら (1975) による
HYB	花崗岩	京都府宮津	5.18	3.06	2.65	星野ら (1975) による



第11図 P波速度 - 密度関係図



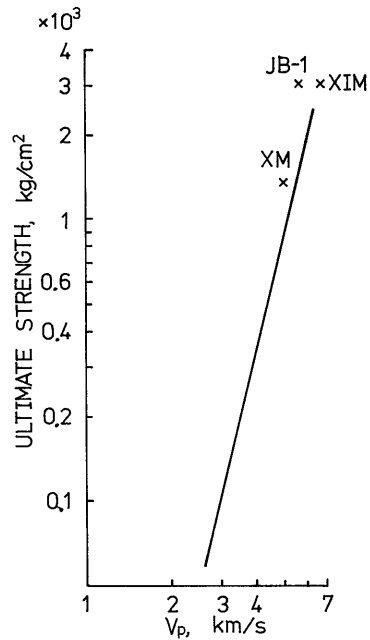
第12図 花崗岩の強度 - P波速度関係図. 実線は北海道産花崗岩27個の平均値で根岸ら(1973)による

を示している. 強度は密度とともに増加している. とくに封圧が高くなるとその傾向が顕著となる. 花崗岩 JG-1, HYB および KMG はそれぞれ 2.64, 2.65 および 2.75 g/cm³ で強度とはあまり相関がないようである.

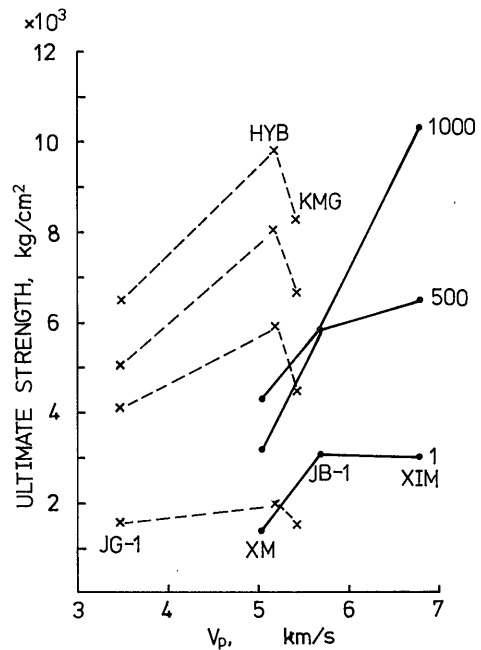
超音波速度の測定結果を第3表に示す. P波速度は JG-1 が 3.48 km/sec, JB-1 が 5.68 km/sec である. JB-1, XM および MIX を比較すると同じ玄武岩でも大きな差がある. 花崗岩についても同様である. P波速度と密度との関係を第11図に示す. ほぼ直線関係が成り立っている.

第12図および第13図は, 封圧をかけない状態でのP波速度と強度の関係を示したものである. 実線は根岸ら(1973)の結果である. 玄武岩はほぼ直線にのるようであるが, JG-1 は明らかに直線からはずれて強度の大きい方へずれている. 根岸らの試料は北海道産であるが, 地域的な差かどうかはわからない.

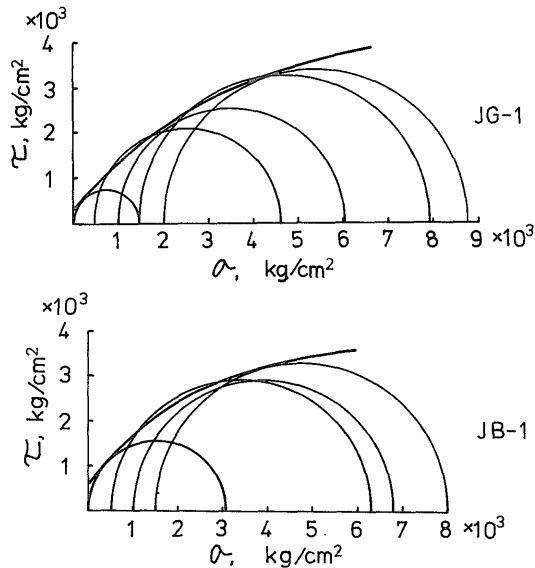
P波速度と強度との関係が, 封圧とともにどのように変化するかを示したのが第14図である. 玄武岩は, 封圧



第13図 玄武岩の強度 - P波速度関係図. 実線は北海道産玄武岩27個の平均値で根岸ら(1973)による



第14図 封圧を変えた場合の強度 - P波速度関係図. 実線は玄武岩, 点線は花崗岩を示す



第15図 JG-1 および JB-1 のモールドと包絡線

が大きくなると直線関係が成り立つ。花崗岩ははっきりしない。

モールドを第15図に示した。JG-1, JB-1 とも包絡線は放物線となり, XIM の傾向とは異なっている。

4. JG-1 および JB-1 の磁気的性質

4.1 測定試料, 測定装置

測定用試料は, JG-1 については1個の岩塊から, 直径1インチ×高さ1インチの円筒形テストピースを7個, また, JB-1 については, 3個の岩塊から7個のテストピースをそれぞれ整形した。

測定に用いた器具および装置は次の通りである。

自然乾燥密度 (σ)……キャリパー, 上皿直示天秤

磁化率 (κ)……Bison 社・3101A 型磁化率計

自然残留磁気 (J_n)……PAR 社・SM-1D 型スピナー
—磁力計

上記のほか, JB-1 については, 一部, 熱磁気テストも行った。

4.2 測定結果

測定結果は第4表の通りである。Bison 磁化率計の分解能は, 一応 1×10^{-6} emu/cc とされているが, 実用精度は 1×10^{-5} emu/cc 程度とみなされる。

JG-1 では, 自然残留磁気 (NRM) を測定したのは試料 No. 1 のみで, その値は $J_n \approx 0.1 \times 10^{-6}$ emu/cc である。したがってこの試料の Q_n 値³⁾ は, $Q_n \approx 0.01$ となり, NRM は誘導磁気の約 1/100 と非常に弱く, 通常の

3) 自然残留磁気と誘導磁気の比で Königsberger の係数ともいわれる。

第4表 JG-1 および JB-1 の密度 (σ), 磁化率 (κ), 自然残留磁気 (J_n) および Q_n 値

specimen No.	density (g/cc)	susceptibility (emu/cc)	NRM (emu/cc)	Q_n^*
JG-1-1-1	2.61	21×10^{-6}	0.1×10^{-6}	0.01
2	2.66	18		
3	2.65	23		
4	2.64	17		
5	2.64	25		
6	2.67	19		
7	2.64	13		
mean	2.64 ± 0.02	19 ± 4		
JB-1-1-1	2.76	194×10^{-6}	$2,540 \times 10^{-6}$	28
2	2.78	199	2,430	26
3	2.76	193	2,480	27
mean	2.77 ± 0.01	195 ± 3	$2,480 \pm 50$	27 ± 1
JB-1-3-1	2.80	621	414	1.4
2	2.79	605	421	1.5
3	2.81	627	419	1.4
mean	2.80 ± 0.01	618 ± 9	418 ± 3	1.4 ± 0.1

* $Q_n = J_n / 0.47\kappa$ (J_n : intensity of NRM, κ : susceptibility)

方法では測定できない。すなわち、JG-1 はほとんど常磁性の岩石と推定される。なお、誘導磁気の計算には、地球磁場を 0.47 Gauss とした。

一方、JB-1 の磁化の強さは、第 4 表からわかるようにあまり強くはない。また一塊の試料の中では測定値はほぼ一定の値をとるが、別の塊との間には大きな差があることがわかる (JB-1-1 の磁化の強さは、JB-1-3 のその約 6 倍である)。

熱磁気テストの結果によれば、造岩磁性鉱物の中にチタノマグヘマイトの生成などが推定され、単純でないことがわかった。この点に関しては、もっとデータを増やして検討する必要がある。

5. 結 論

地球化学的標準試料 JG-1 および JB-1 の物性測定を行い、次のような結果を得た。

- 1) JG-1 は弾性波速度異方性が著しく、最大 12% に達する。
- 2) Velocity-fabric Diagram を用いて、試料の線構造、面構造をきめることにより、原岩体の形態や内部構造を推定できる可能性がある。したがって、すでに構造のわかっている岩体でこの方法の適用性を検証してみることを提案したい。
- 3) 破壊強度は、JG-1 が $1,560\text{--}6,760\text{ kg/cm}^2$ (封圧 $1\text{--}2,000\text{ kg/cm}^2$)、JB-1 が $3,060\text{--}6,510\text{ kg/cm}^2$ (封圧 $1\text{--}1,500\text{ kg/cm}^2$) である。破壊様式は、両試料ともぜい性破壊である。Ductility は、JG-1 が 1.2–3.5%，JB-1 が 1.5–4.3% である。
- 4) 超音波速度は、JG-1 が $V_p = 3.48\text{ km/sec}$, $V_s = 2.49\text{ km/sec}$, JB-1 が $V_p = 5.68\text{ km/sec}$, $V_s = 4.02\text{ km/sec}$ である。
自然乾燥密度は、JG-1 が 2.64 g/cm^3 , JB-1 が 2.76 g/cm^3 である。
- 5) 体積弾性率は、JG-1 が $2.14 \times 10^4\text{--}9.26 \times 10^4\text{ kg/cm}^2$, JB-1 が $2.65 \times 10^4\text{--}6.02 \times 10^4\text{ kg/cm}^2$ である。
- 6) 磁化の強さは、JG-1 が $J_n \cong 0.1 \times 10^{-6}\text{ emu/cc}$ で自然残留磁気の Q 値は $Q_n \cong 0.01$ となり、NRM は非常に弱い。JB-1 については、 $J_n \cong 10^{-3}\text{--}10^{-4}\text{ emu/cc}$ 程度で、玄武岩としてはあまり強くはない。 Q 値は、 $Q_n = 27 \pm 1$ および $Q_n = 1.4 \pm 0.1$ となる。
- 7) 帯磁率は、JG-1 で平均 $(19 \pm 4) \times 10^{-6}\text{ emu/cc}$,

JB-1 では、No. 1 の岩塊で $(195 \pm 3) \times 10^{-6}\text{ emu/cc}$, No. 3 で $(618 \pm 9) \times 10^{-6}\text{ emu/cc}$ である。

以上の測定結果が、当初の目的である標準試料の多目的な利用と、岩石の物性試験方法の比較や測定器機の検定資料として役立つことを期待する。

文 献

ANDO, A., KURASAWA, H., OHMORI, T. and TAKEDA, E. (1971) 1971 compilation of data on rock standards JG-1 and JB-1 issued from the Geological Survey of Japan. *Geochem. J.*, vol. 5, p. 151–164.

安藤 厚・倉沢 一・大森貞子・竹田栄蔵 (1972) 地球化学的標準試料 JG-1, JB-1 とその化学成分. 地質ニュース, no. 212, p. 8–13.

ANDO, A. et al. (1974) 1974 compilation of data on the GSJ geochemical reference samples JG-1 granodiorite and JB-1 basalt. *Geochem. J.*, vol. 8, p. 175–192.

物理探鉱技術協会 (1962) 岩石試料の速度測定要綱. 物理探鉱, vol. 15, p. 46–53.

HOSHINO, K., KOIDE, H., INAMI, K., IWAMURA, S. and MITSUI, S. (1972) Mechanical properties of Japanese Tertiary sedimentary rocks under high confining pressures. *Report, Geol. Surv. Japan*, no. 244, 200 p.

星野一男・南雲昭三郎 (1967) 松代産岩石の高圧変形実験 (第 1 報). 防災科学技術総合研究速報, 第 5 号, p. 41–47.

—— (1975) 本邦火成岩類の高圧特性 (準備中).

笠原順三・鈴木 功・熊沢峰夫・小林洋二・飯田汲事 (1968) Dunite の P 波異方性. 地震, ser. 2, vol. 21, p. 222–228.

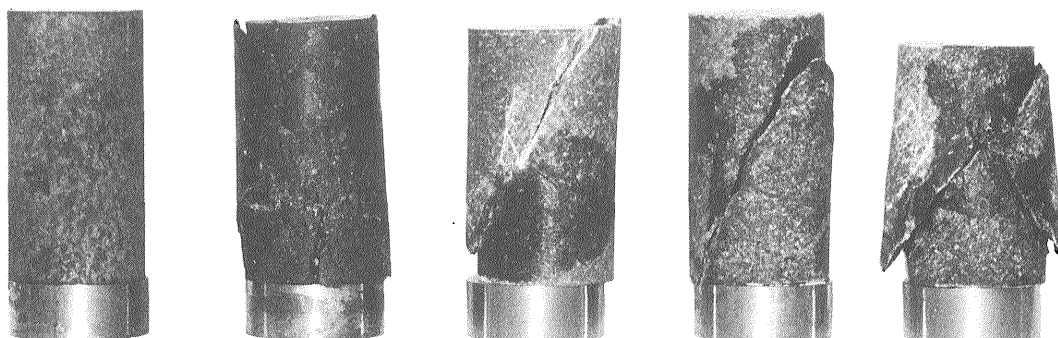
根岸正充・星野 寔 (1973) 岩石の破壊に関する研究, ——特に圧縮, 引張, せん断強度と超音波伝播速度の関係について——. 第 4 回岩の力学国内シンポジウム, p. 103–108.

(受付: 1975 年 9 月 19 日; 受理: 1975 年 11 月 26 日)



1. JG-1 試料.

左から試験前, および試験後, 封圧 1, 500, 1,000, 1,500, 2,000 kg/cm^2 におけるものを示す



2. JB-1 試料.

左から試験前, および試験後, 封圧 1, 500, 1,000, 1,500 kg/cm^2 におけるものを示す