

福岡県玄界灘黒瀬及び山口県下関市貴船の 第四紀アルカリ玄武岩の K-Ar 年代

宇都浩三* 平井寿敏** 荒井章司***

UTO Kozo, HIRAI Hisatoshi and ARAI Shoji (1993) K-Ar ages for Quaternary alkali basalts from Kurose, Fukuoka Prefecture and Kifune, Yamaguchi Prefecture, Southwest Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 44(11), p. 693-698, 2fig., 2tab.

Abstract: K-Ar ages for two alkali basalts from Southwest Japan are obtained. A small islet, named Kurose, is located about 8 km offshore from Fukuoka, Kyushu. This islet is entirely made up with a single alkali olivine basalt lava containing abundant mantle and crust derived nodules including spinel lherzolites. Two lava blocks, collected from a continuous lava exposure, a few meters apart each other, gave ages of 1.14 ± 0.12 and 1.10 ± 0.22 Ma (average of two: 1.13 ± 0.12 Ma), showing the Early Quaternary activity, which is the youngest among the peridotite-bearing basalts in Southwest Japan. A small volcanic body, Kifune in Shimonoseki City at the western tip of the Honshu Island, is made up with lava flow(s) and air-fall scoria layers. Two ages from a single sample gave an average of 1.62 ± 0.08 Ma, also suggesting the earliest Quaternary activity. These ages are much younger than these for many small-scale volcanic bodies of alkalic basalts scattering in the northern Kyushu of about 3 Ma. Basalts from Kurose and Kifune have geochemical characteristics similar to continental alkali basalts and/or oceanic island basalts. This is in harmony with other late Cenozoic alkalic basalts in Southwest Japan erupted in the back-arc region behind the Quaternary volcanic arc.

要 旨

福岡県玄界灘の小岩礁、黒瀬および下関市貴船に産する小規模なアルカリ玄武岩溶岩の K-Ar 年代測定を行った。黒瀬からは数 m 離れた場所で採取した 2 試料を測定した結果、 1.14 ± 0.12 Ma および 1.10 ± 0.22 Ma (加重平均年代: 1.13 ± 0.12 Ma) の良く一致した年代が得られた。一方、貴船については 1 試料を 2 回測定し、その加重平均年代として 1.62 ± 0.08 Ma の年代が得られた。これらの年代は、北西九州に点在する他のアルカリ玄武岩の年代、約 3 Ma に比べ明らかに若い。黒瀬、貴船の玄武岩は、西南日本およびアジア大陸東縁に分布するアルカリ玄武岩全体に共通した化学組成の特徴を有し

ており、両玄武岩が第四紀の前・中期に噴出したことは、これら玄武岩の成因を知る上で重要な知見である。

1. はじめに

北九州地域には、山口県下関市から福岡県全域にかけて、新生代後半のアルカリ玄武岩類がごく小規模な溶岩流あるいは岩頸として点在している (Fig. 1; 松本僊夫ほか, 1992)。その中で、福岡県の玄界灘に浮かぶごく小規模な岩礁である黒瀬については、ハルツバージャイト、スピネル・レールズライトを含む大量の地殻及びマントル物質の産出が知られており、特にマントル物質の岩石学的研究が行われてきた (Yamaguchi, 1964; Arai and Kobayashi, 1981; Arai and Hirai, 1983)。最近、松

* 地殻化学部

** 九州工業技術研究所

*** 金沢大学理学部地学教室

Keyword: K-Ar dating, alkali basalt, Quaternary volcanism, SW Japan

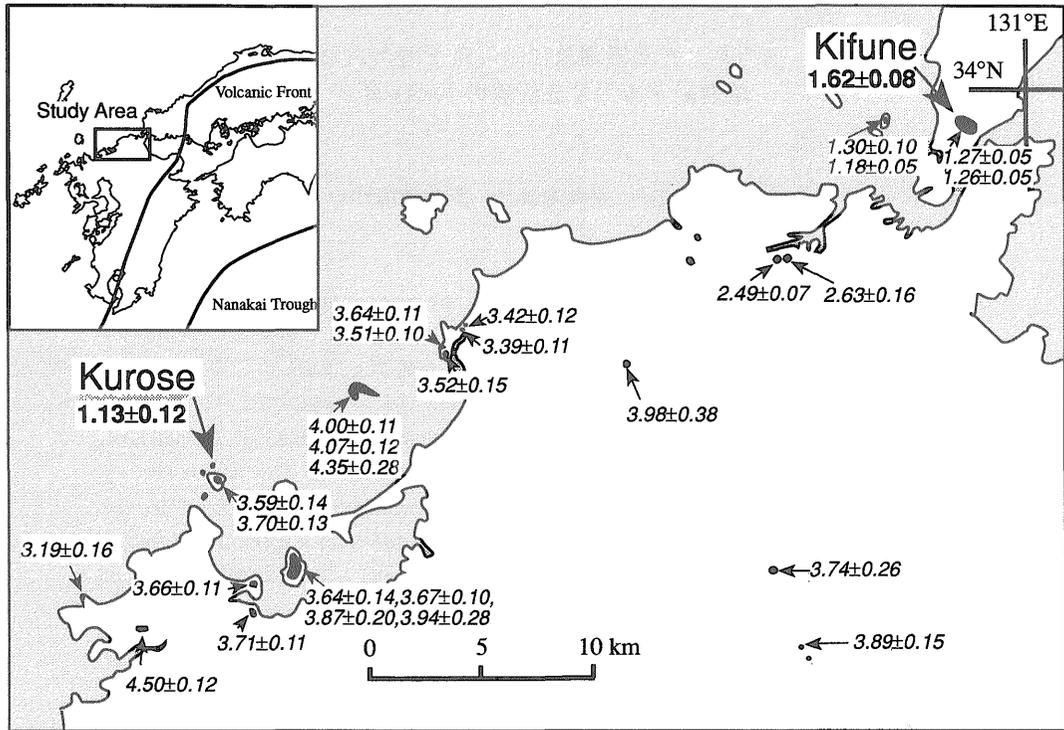


Fig. 1 Distribution of Pliocene-Pleistocene alkali basalts in the northwestern Kyushu. Sample localities for K-Ar dating are shown by closed circles. Ages given by large size letters are from this study, while those by smaller size letters are from Matsumoto *et al.* (1992).

本ほか(1992)および永尾ほか(1992)により北九州地域アルカリ玄武岩全体にわたる詳細な K-Ar 年代, 岩石記載および主成分および微量成分化学組成が報告されたが, 黒瀬の玄武岩については報告がなされていない. 本短報では, 黒瀬の玄武岩岩頸および下関市貴船の玄武岩溶岩流についての K-Ar 年代を報告すると共に, それらの主および微量成分化学組成を述べその意義を論じる.

2. 測定試料及び K-Ar 年代

黒瀬は, 玄界灘に浮かぶ径約150 m の小さな岩礁であり, 全体が玄武岩溶岩よりなり形状から岩頸と考えられている. この玄武岩は, 大小の地殻およびマントル岩塊を含むほか, それらから分離した異質結晶を含んでいる. これらの異質結晶はマントル起源の過剰 ^{40}Ar を含むことがあり, 正確な K-Ar 年代を知る上で妨げになると考えられる (Dalrymple and Lanphere, 1969). そのような妨害を除去して正しい噴出年代を知るためには, 異質結晶の除去はもちろんであるが, 多少場所の離れた

複数箇所から採取した試料について年代測定し, その結果を比較することが重要である. そのため, 本研究では, 岩礁上で数 m 離れた 2 地点から試料を採取し, 各々一回づつ年代測定を行った. 両者とも, 斑晶にかんらん石と単斜輝石を含む玄武岩で, 完晶質な石基を持ち新鮮である.

一方, 貴船の玄武岩は, 下関市内の北東部に標高100 m の小高い丘を形成し, 平坦な溶岩流が主体で, 一部に成層した降下スコリア堆積物が認められる. 溶岩流は, 限られた範囲で高さ 5-10 m の溶岩露頭として認められる. 測定試料は, 道路沿いの溶岩流露頭から採取したもので, 斑晶にかんらん石および単斜輝石を少量含む. マントル起源の岩石, 鉱物を包有することはない. 石基は粗粒なかんらん石, 単斜輝石, 斜長石, 鉄鉱物, アルカリ長石および少量のガラスからなり, ごく一部を除き新鮮である. 本試料については, 同一岩石について 2 回の放射起源アルゴン定量を行った.

測定岩石の主成分および微量成分化学組成を Table 1 に示す. 主成分化学組成は, KRH-1 は湿式分析(分析

Table 1 Chemical compositions of alkali basalts from Kurose and Kifune.

	KRH-1	KRH-2	FUK8602
SiO ₂ (%)	46.99	48.82	51.40
TiO ₂	2.69	2.59	2.44
Al ₂ O ₃	15.20	15.70	16.53
FeO*	10.64	10.07	10.00
MnO	0.17	0.16	0.13
MgO	7.24	7.91	4.90
CaO	8.72	8.76	8.16
Na ₂ O	4.57	4.48	4.08
K ₂ O	1.03	0.85	1.60
P ₂ O ₅	0.75	0.65	0.77
Rb(ppm)	39	32	
Sr	678	1039	
Zr	216	217	
Y	32	20	
Ba	720	371	
Nb	60	34	
Ni	139	25	
V	199	190	
Sc	21.4	20.3	
Cr	159	88.7	
Co	38.9	28.8	
Cs	1.0	0.4	
La	40.6	43.7	
Ce	78.9	96.8	
Nd	34	43	
Sm	7.72	7.51	
Eu	2.39	2.15	
Tb	1.4	1.1	
Yb	2.24	1.26	
Lu	0.34	0.19	
Hf	4.86	4.81	
Ta	3.92	1.29	
Th	6.18	5.23	
U	1.31	0.7	

Major elements are normalized to H₂O-free 100%. KRH-1: wet chemistry by H. Haramura, KRH-2 and FUK8602: XRF at the Earthquake Research Institute courtesy of S. Aramaki. Trace elements are by INAA (Rb-V) and INAA (Sc-U) at GSJ.

者原村 寛氏)により, 他の2試料は東京大学地震研究所の蛍光 X 線分析装置を用いて(荒牧, 1987)測定した。微量成分元素は, 地質調査所において Cr, Co, Sc, Cs, REE, Hf, Ta, Th, U は中性子放射化分析法(田中ほか, 1988)を用い, Rb, Sr, Zr, Y, Ba, Nb, Ni, V は蛍光 X 線分析法(Ujiie and Togashi, 1992; Ujiie *et al.*, 1993)によりそれぞれ分析した。

K-Ar 年代測定は, 地質調査所において以下の手法により行った。岩石試料は, 風化部分を取り除いた後, 粉碎し10-16メッシュの粒径にふるい分けた。黒瀬の2試料については, ハンドピックによりマントル起源の岩片・鉱物を出来る限り取り除いた。アルゴンの定量にはそのサイズの試料を6-10グラム用い, カリウムの定量に

は, 約5グラム分取した後, さらに細粉碎したものをを用いた。岩石試料からのアルゴン抽出, 精製は, パイレックスガラス製高真空装置を用いて行った。アルゴン同位体分析は, VG Micromass 603型希ガス用質量分析計を用い, 静作動により行った。カリウムの定量は, 炎光光度法により行った(松本哲一, 1989)。

年代測定結果を Table 2 に示す。黒瀬の2試料については, カリウム, アルゴンの測定とも一度ずつ実施した。KRH-1 と KRH-2 は, 数m離れた一続きの露岩から採集したもののだが, 全岩化学組成の上で明瞭な差が認められる(Table 1)。特に K₂O 量は, 全岩化学組成の上でも, 年代測定用試料の含有量でも約15%の濃度差が認められた。しかし, それと全く比例する量だけ放射起源 ⁴⁰Ar 量が異なるため, 結果として両者とも誤差の範囲で良く一致した年代1.14±0.12, 1.10±0.22 Ma が得られた。K₂O 量が15%も異なるにも関わらず得られた K-Ar 年代が良く一致することは, これらの年代が先に触れたようなマントル鉱物に由来する過剰 ⁴⁰Ar の影響を受けていないことを強く示唆しており, 加重平均年代値1.13±0.12 Ma が噴出年代を示すと考える。一方, 貴船の試料については, 1試料についてアルゴンの測定を2度行った。両者は, 1.69±0.13, 1.59±0.09 Ma と誤差の範囲で一致しており, 加重平均値として1.62±0.08 Ma が得られる。2回のアルゴン測定によりこの試料の年代の分析上の信頼性は確認されたが, このことにより直ちにこの K-Ar 年代が噴出年代を示すかどうかは不明である。この点は, 別試料を1回ずつ測定した黒瀬の場合とは異なる。貴船の K-Ar 年代については, 後述する。

3. 測定結果の意義

松本ほか(1992)は, 福岡県, 佐賀県北東部および山口県下関市周辺に広く点在する新生代後半のアルカリ玄武岩について系統的な K-Ar 年代測定を行い, これらの玄武岩の大半が約2.5-5 Ma に噴出したが, 下関の貴船および六連島の玄武岩は1.2-1.3 Ma と他より新しいことを示した(Fig. 1)。一方, Nakamura *et al.* (1986) は, 佐賀県東松浦半島周囲に広く分布する東松浦玄武岩7試料について K-Ar 年代測定し, 小川島の試料の約3.6 Ma 以外は約2.9 Ma から約3.0 Ma までの極めて一致した年代を得た。

今回の測定結果のうち, 貴船の玄武岩については, 松本ほか(1992)に比べ, 若干古い1.62±0.08 Ma の年代が得られた。松本ほか(1992)の採取した試料とは同じ岩体ながら明らかに異なる地点で採集したものであり,

Table 2 K-Ar ages of basalts from Kurose and Kifune.

KA No	Sample Name	K ₂ O (wt.%)	⁴⁰ Ar _{rad} (10 ⁻⁶ mlSTP/g)	Atm.Ar (%)	Age (Ma)
Kurose (33°41'44"N,130°16'22"E)					
1148	KRH-1	0.903	0.0332	71.8	1.14±0.12
1216	KRH-2	0.784	0.0280	89.7	<u>1.10±0.22</u>
					1.13±0.12
Kifune (35°57'55"N,130°57'01"E)					
1320	FUK8602	1.57	0.0855	70.1	1.69±0.13
2055			0.0806	67.5	<u>1.59±0.09</u>
					1.62±0.08

$\lambda_{\beta}=4.962 \times 10^{-10}/y$, $\lambda_{e}=0.581 \times 10^{-10}/y$, $^{40}K/K=0.01167\%$
 Quoted errors are 1 σ

年代値を直接比較することはできない。しかし、松本ほか(1992)は、同じ岩体の異なる地点から2試料採取し、1.27±0.05 Ma および1.26±0.05 Ma の極めて一致した年代を得ていること、またこの岩体は1 km×2 km 程度の小さな単成火山体であることから、火山活動が数十万年も継続したとは考えにくい。むしろ、以下の3つの可能性により年代の不一致が生じたと考えのが妥当であろう。(1)今回、我々の測定した試料に過剰⁴⁰Ar が存在し、噴出年代より古い年代が得られた。(2)松本ほかの測定した試料は風化変質などにより放射起源⁴⁰Ar が散逸し、噴出年代より若い年代が得られた。(3)我々の年代または松本ほか(1992)のどちらかのアルゴン、カリウムの定量に誤りが存在した。(3)については、我々はアルゴンについて約4年の間隔において2回測定し良く一致した結果を得、カリウムについては年代測定試料についての蛍光X線分析による値が一致している。さらに松本ほか(1992)については同岩体の異なる2試料について良く一致した年代を与えていることを考慮して可能性は小さいと考えられる。(2)についても、松本ほか(1992)の2試料の年代が一致することから考えにくい。一方、(1)については、我々の測定試料が結晶質な陸上噴出溶岩でかつ斑晶量も数%程度であることを考えると、可能性は高いとは思われないが、無いとは言いきれない。我々と松本ほか(1992)で同一試料を分析したわけではないので、現時点ではこの問題についてこれ以上の議論はできない。しかし、いずれにせよ、貴船のアルカリ玄武岩が北西九州の多くの玄武岩類より明らかに若い第四紀前半に噴出したことは、今回の年代測定で確認さ

れたといえよう。

一方、黒瀬については、これまで年代は知られておらず活動時代が不明であった。黒瀬の周囲に点在するきわめて小規模なアルカリ玄武岩類のK-Ar年代は、3.2-4.5 Ma である(松本ほか, 1992)。また、黒瀬の西南西約50 km の東松浦半島周辺にやや広範囲に分布し、黒瀬同様多くのマントル起源かんらん岩塊あるいは鉱物片を含む東松浦玄武岩類は、前述のごとく3.0 Ma の限られた時間範囲(おそらく十周年以内)に噴出したことが明かにされている(Nakamura *et al.*, 1986; 松本ほか, 1992)。それらに比較して、黒瀬のアルカリ玄武岩は1.13±0.12 Ma と明らかに若く第四紀前期の年代を示し、先に示した下関市周辺のアルカリ玄武岩の年代に近い。西南日本に点在するマントル起源の超苦鉄質岩塊含有アルカリ玄武岩類は、そのいずれもが新第三紀である(Uto, 1989)ことから考えても黒瀬のアルカリ玄武岩のK-Ar年代は特筆に値する。

Kamata (1989)によると、九州地方においては、約1.5 Ma を境としてフィリピン海プレートの沈み込みがより高角に変化し、明瞭な火山フロントが形成され、より島弧的な火山活動が始まったらしい。また、Nakada and Kamata (1991)は、それに呼応するように火山フロントである豊肥地域では次第にNb/Rb や Zr/K の乏しい、より島弧的な火山活動へと推移していったのに対し、背弧側の日本海側では火山岩類の化学組成の変化がなく、中新世中-後期から第四紀にかけて引き続き Nb, Zr に富む非島弧的なアルカリ玄武岩類が噴出し続けたと主張した。一方、太田ほか(1992)は、東九州の火山フロント上において2万年-6千年前の間に噴出した鬼

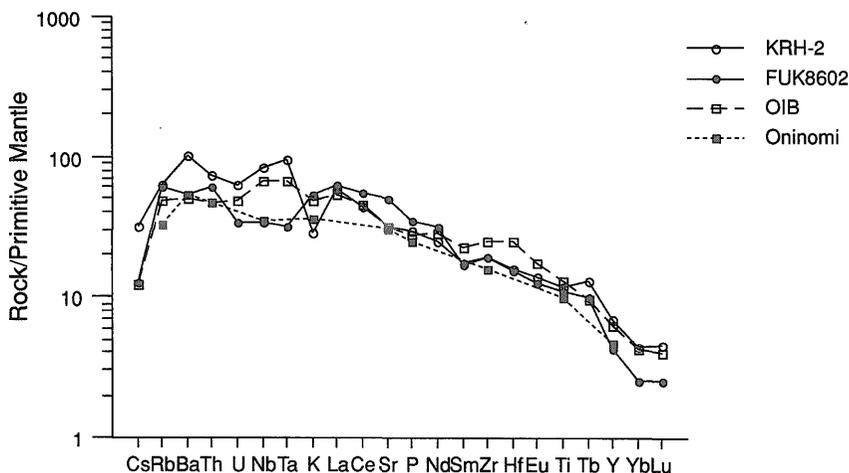


Fig. 2 Spidergram for alkali basalts from Kurose and Kifune. Primitive mantle values are from Sun and McDonough (1989). OIB: representative Oceanic-Island-Basalt (OIB)-type intraplate alkali basalt, also from Sun and McDonough (1989). Oninomi: basalt of Oninomi monogenetic volcano (Ota *et al.*, 1992).

箕単成火山の噴出物は、Nb, Zr に富んでおり Nakada and Kamata (1991) の示したような火山フロント近傍での玄武岩マグマの時間変化の存在を疑問視した。黒瀬及び貴船のアルカリ玄武岩類は、東北地方背弧側や Nakada and Kamata (1991) の示した豊肥地域の第四紀のアルカリに富む玄武岩類に比べ、Ti, Nb, Zr などに富んでおり、Nakamura *et al.* (1986, 1989) や Nakada and Kamata (1991) が示したような西南日本新生代後期の玄武岩に特徴的な大陸内部玄武岩もしくは海洋島玄武岩に類似した化学組成を有している (Fig. 2)。一方で、九州北部の火山フロント上にある鬼箕火山の玄武岩とも類似した化学組成を示す。背弧側では、大陸内玄武岩マグマの活動、火山フロント上では島弧玄武岩マグマの活動といった単純な図式で説明できないことは明らかである。

玄武岩マグマの化学組成の時間空間変化を知ることは、その起源物質となったマントルかんらん岩の時空変化や構造運動の歴史を知る上で重要な手がかりとなる。その意味において、今回、背弧側にあたる北西九州に第四紀のアルカリ玄武岩の単成火山の存在が確認されたことの意義は大きい。今後、より多くの年代および化学データの蓄積が必要である。

謝辞：地殻化学部同位体地学課の内海 茂主任研究官には、カリウムの定量を、東京大学理学部原村 寛氏 (当時) には KRH-1 の湿式分析を、それぞれお願いした。年代測定試料調製および岩石薄片作成は、標本館試

料調製課青山秀喜技官 (当時) および安部正治技官の手をわずらわせた。全岩化学分析においては、東大地震研究所の荒牧重雄教授 (当時)、同位体地学課の田中 剛博士 (当時)、富樫茂子博士にご指導頂いた。松久幸敬地殻化学部長には粗稿を読んで頂いた。記して、お礼申し上げます。

文 献

- Arai, S. and Kobayashi, Y. (1981) Frequency of ultramafic rocks as inclusions in some alkali basalts from southwestern Japan and its bearing on the constitution of the upper mantle. *Ann. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, no. 7, p. 66-69.
- and Hirai, H. (1983) Petrographical notes on deep-seated and related rocks (1) Mantle peridotites from Kurose and Noyamadake alkali basalts from southwestern Japan. *Ann. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, no. 9, p. 65-67.
- 荒牧重雄 (1987) カメルーン・ニオス湖1986年8月ガス噴出災害の地学的背景。火山第2集, vol. 32, p. 57-72.
- Darlymple, G. B. and Lanphere, M. A. (1969) *Potassium-Argon dating: principles, techniques and applications to geochronology*. W.

- H. Freeman and company, San Francisco, 258p.
- Kamata, H. (1989) Volcanic and structural history of the Hohi volcanic zone, central Kyushu, Japan. *Bull. Volcanol.*, vol. 51, p. 315-332.
- 松本哲一(1989) K-Ar年代測定におけるカリウム定量法の改良. 地調月報, vol. 40, p. 65-70.
- 松本徹夫・山懸茂樹・板谷徹丸(1992) 北部九州および下関産玄武岩のK-Ar年代と主成分化学組成. 松本徹夫教授記念論文集, p. 247-264.
- 永尾隆志・角縁進・松本徹夫(1992) 北部九州の新生代玄武岩の微量元素組成. 松本徹夫教授記念論文集, p. 265-271.
- Nakada, S. and Kamata, H. (1991) Temporal change in chemistry of magma source under Central Kyushu, Southwest Japan: progressive contamination of mantle wedge. *Bull. Volcanol.*, vol. 53, p. 182-194.
- Nakamura, E., McDougall, I., Campbell, I. H. (1986) K-Ar ages of basalts from the Higashi-Matsuura district, northwest Kyushu, Japan and regional geochronology of the Cenozoic alkaline volcanic rocks in eastern Asia. *Geochem. J.*, vol. 20, p. 91-99.
- , Campbell, I. H. and McCulloch, M. T. (1989) Chemical geodynamics in a back arc region around the Sea of Japan: Implication for the genesis of alkaline basalts in Japan, Korea, and China. *J. Geophys. Res.*, vol. 94, p. 4634-4654.
- 太田岳洋・長谷中利昭・伴雅雄・佐々木実(1992) 由布-鶴見地溝帯内, 鬼箕単成火山の非島弧的な地質学的, 岩石学的特徴. 火山, vol. 37, p. 119-131.
- Sun, S.-s. and McDonough, W. F. (1989) Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implication for mantle composition and processes. in Sauders, A. D. and Norry, M. J. (eds.), *Magmatism in the Ocean Basins*, Geol. Soc. Special Publ., no. 42, p. 313-345.
- 田中剛・上岡晃・山中宏青(1988) 放射化分析用放射線自動計測・解析システムの開発と岩石標準試料の分析. 地調月報, vol. 39, p. 537-557.
- Ujii, M. and Togashi, S. (1992) XRF analytical report 2/92: determination of Rb, Sr, Y, Zr and Ba in igneous rocks using Sc/Mo tube. *Open-file Rep., Geol. Surv. Japan*, no. 183, 25p.
- , Wakatsuki, S. and Togashi, S. (1993) XRF analytical report 1/93: determination of Zn, Cu, Ni, Cr, V and Ti in igneous rocks using Sc/Mo tube by the Compton scattering calibration. *Open-file Rep., Geol. Surv. Japan*, no. 198, 26p.
- Uto, K. (1989) Neogene volcanism of Southwest Japan: its time and space based on K-Ar dating. Ph.D. thesis, Univ. Tokyo, 184p.
- Yamaguchi, M. (1964) Petrogenetic significance of ultramafic inclusions in basaltic rocks from Southwest Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ.*, Ser. D., vol. 15, p. 163-219.

(受付: 1993年8月18日; 受理: 1993年9月22日)