

20万分の1地質図幅「鹿児島」北西部の 年代未詳火山岩のK-Ar年代

内海 茂* 宇都浩三**

UCHIUMI Shigeru and UTO Kozo (1997) K-Ar dating on age-unknown volcanic rocks in the northwestern part of the "Geological map of Japan 1 : 200,000 Kagoshima". *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 48 (2), p. 107-112, 1fig., 1table.

Abstract: Upon compiling the "Geological Map of Japan 1:200,000 Kagoshima", K-Ar ages were determined for ten volcanic rocks to clarify their ages of formation. Three ages for older-stage andesites of the Hokusatu Volcanic Rocks are from 4.2-4.4 Ma, suggesting that the extensive volcanism occurred over the wide area associated with hydrothermal gold mineralization. Five ages for the middle-stage andesites and a rhyolite of the Hokusatu Volcanic Rocks range from 2.7-3.3 Ma, about amillion years younger than those of the older stage. Two ages for the pre-Aira Caldera volcanic rocks suggest that volcanism occurred at around 0.8 Ma in the western rim of the Aira Caldera and that the activity had ended not later than about 0.1 Ma.

1. はじめに

国土基本情報として20万分の1地質図の価値は高く、編さんに当たっては図幅内に分布する岩石の正確な時代区分を行うことが要求される。しかし、主として火成岩類については、形成年代が不明である場合がしばしばあり、放射年代測定による年代決定が必要とされる。図幅内に分布する時代未詳の岩石の形成年代を明らかにするためにK-Ar年代測定を実施することは、地質図幅の信頼性を高める上で重要である。本研究においては、第三紀-第四紀の陸上噴出火山岩類が多数分布する20万分の1図幅「鹿児島」(宇都ほか, 1997)の地質編さんの一助として、図幅北西部の北薩地域(Fig. 1)に分布する噴出時代未詳の火山岩10試料について、K-Ar年代測定を行った。以下に、その結果を報告する。

2. 地質概略

20万分の1図幅「鹿児島」内に分布する先新第三系は、南北配列するジュラ紀の秩父帯中生界及び白亜紀四万十累層群であり、西から東に向かい次第に地層の年代が若くなる。これらの基盤岩類を覆って、新第三紀-第四紀火山岩類が広く分布している。

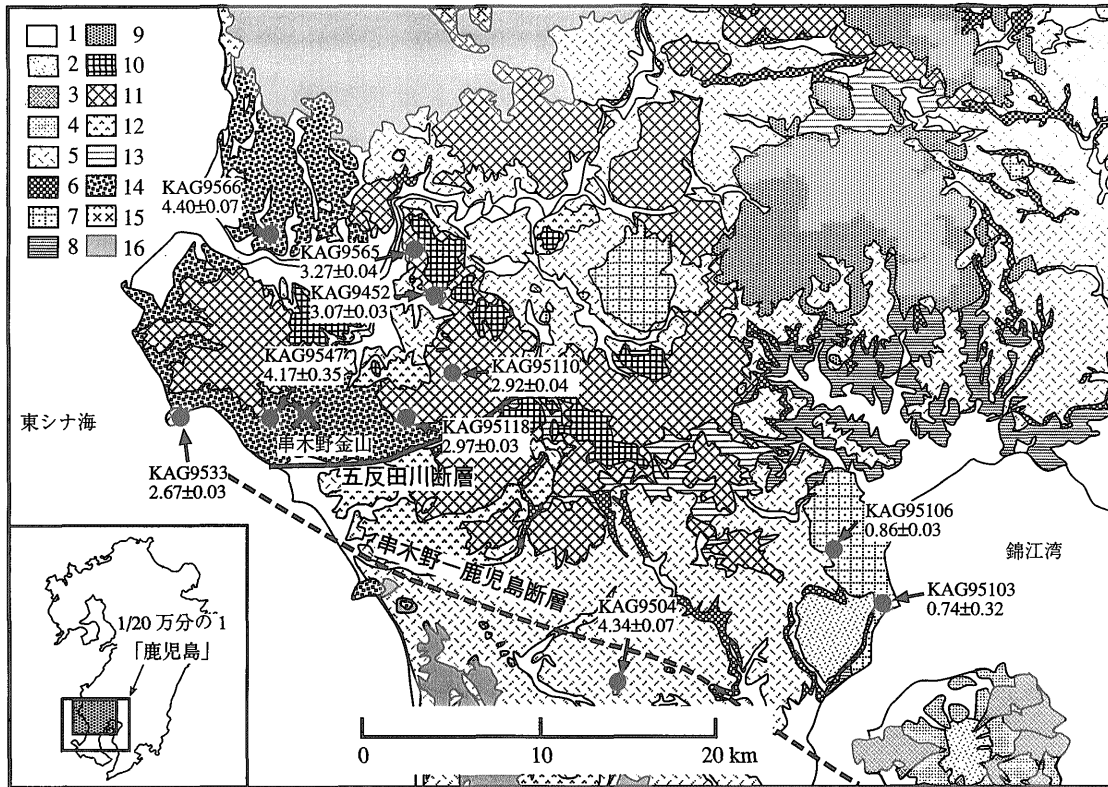
本図幅内の新第三紀-第四紀前半の火山岩類は、地域全域に分布するいくつかの火砕流堆積物を除けば、薩摩半島北部と南部に分かれて分布しており、前者は北薩火山岩類(あるいは北薩層群)、後者は南薩火山岩類(あるいは南薩層群)と呼称されている(通商産業省資源エネルギー庁, 1979, 1985など)。これらの火山岩類は、大半が陸上噴出した溶岩及び火砕岩類であり、一部、水

中噴出火山岩類や湖成堆積物を挟在する。これら火山岩類は、本図幅内外に点在する浅部熱水性金銀鉱床形成に伴う熱水変質作用を受けているか否か、あるいは地域内に散在する湖成堆積物などの上下関係を基に、新期、中期、古期と分類されていた。しかし、本報告で測定したK-Ar年代に加えて多くの公表放射年代(通商産業省資源エネルギー庁, 1979, 1985; 長谷・檀原, 1985; 宮地, 1995; Kaneoka *et al.* 1984; 新エネルギー総合開発機構, 1987)の検討を行った結果、これまでの区分が必ずしも適切でないことが明らかとなった。したがって、20万分の1図幅「鹿児島」(宇都ほか, 1997)においては、噴出年代に従い、北薩火山岩類については、鮮新世前期に噴出したと考えられるものを古期、鮮新世後期のものを中期、第四紀前半のものを新期と再定義した。一方、南薩火山岩類については、ごく一部が図幅内に分布しているのみで詳細な年代区分は未検討であるが、野間半島周辺に分布する火山岩類のうち、中期中新世の花崗斑岩により貫かれている変質火山岩類(黒岩ほか, 1989)については最古期、花崗斑岩を覆い、5 MaのK-Ar年代(通商産業省資源エネルギー庁, 1985)が得られている安山岩類は古期とした。また、知覧町から大隅半島に点在する安山岩類については、新-中期とした。

第四紀後半の火山岩類は、広域に分布する火砕流堆積物(入戸, 妻屋, 阿多, 加久藤, 下門)を除き、分布地域が3分される。まず桜島火山を含む始良カルデラ周辺地域、次に霧島火山及び周辺地域、そして第四紀火山フロントから約30km西に離れて分布する蘭牟田火山及び

Keyword: K-Ar dating, 1 : 200,000 scale geologic map, volcanic rocks, Kagoshima, Kyushu

*地殻化学部 (Geochemistry Department, GSJ)



第1図 鹿児島県北薩地域の後期新生代火山岩類の分布

20万分の1地質図「鹿児島」(宇都ほか, 印刷中)に基づき簡略化。
 1. 沖積層 2. 桜島火山灰 3. 桜島歴史溶岩 4. 桜島先史時代溶岩 5. 入戸火砕流 6. 加久藤及び吉野火砕流 7. 更新世中後期火山岩 8. 更新世堆積岩 9. 更新世前期火山岩 10. 川内玄武岩類 11. 鮮新世後期火山岩 12. 鮮新世火砕流堆積物 13. 鮮新世湖成堆積岩 14. 鮮新世前期火山岩 15. 花崗閃緑岩 16. 四万十層群

Fig. 1 Distribution of Late Cenozoic volcanic rocks in the Hokusatsu area, Kagoshima Prefecture.

Simplified from "Geological Map of Japan 1:200,000, Kagoshima" (Uto et al., in print)
 1. Alluvium 2. Volcanic ash of Sakurajima Volcano 3. Historical lavas of Sakurajima Volcano 4. Pre-historic lavas of Sakurajima Volcano 5. Ito pyroclastic flow deposits 6. Kakuto and Yoshino pyroclastic flow deposits 7. Middle-Late Pleistocene volcanic rocks 8. Pleistocene sediments 9. Early Pleistocene volcanic rocks 10. Sendai basalt 11. Late Pliocene volcanic rocks 12. Pliocene pyroclastic flow deposits 13. Pliocene lacustrine deposits 14. Early Pliocene volcanic rocks 15. Granodiorite 16. Shimanto Group

周辺地域である。始良カルデラのカルデラ壁及び周辺部には、約80万年前から数万年前までの玄武岩から流紋岩までの幅広い化学組成の火山岩類が分布している。2万4千年前の妻屋、入戸両火砕流の噴出に伴い始良カルデラが形成された。その後、カルデラ縁に桜島火山が形成されると共に、カルデラ内外で噴火が起こった。霧島火山西方の栗野から菱刈にかけても百万年以降、安山岩-デイサイト質溶岩類が散発的に噴出した(新エネルギー

総合開発機構, 1987)。霧島火山の活動は、約40万年-13万年前までの最古期、13万年-2.4万年前までの古期、2.4-1.1万年前までの中期、1.1万年前以降の新时期の4つの活動期に区分された(宇都ほか, 1997)。蘭牟田火山及びその南西側の二つの溶岩円頂丘は、第四紀火山列の第2列目として50-35万年前に活動した(松本・藤井, 1989; 宇都・内海, 1997)。

3. K-Ar年代測定法

K-Ar年代測定法は以下の通りである。採取してきた岩石試料から新鮮な部分を選んでジョークラッシャーで粉砕したのち、16-32メッシュにふるい分けし、アルゴン分析用試料とした。カリウム分析用には約5gを分取して細粉砕したものを用いた。

試料中のアルゴンの抽出・精製は、石英-パイレックスガラス製の高真空装置内で行ない、試料を約1400°Cで10分間加熱し、液体窒素トラップと金属チタンおよびジルコニウム箔で活性ガスを精製した。アルゴン同位体比の測定は、Micromass603型質量分析計を用い静作動方式で行った。測定の手順及び分析精度の評価は、宇都ほか(1995)に詳しい。

カリウムの定量は、コタキ製作所製FIP-3D型蛍光光度計を用い、内部標準試料としてリチウムを加える蛍光光度法で行った(松本, 1989)。K-Ar年代の計算に用いた定数は、 $\lambda_e=0.581 \times 10^{-10}/y$, $\lambda_\beta=4.962 \times 10^{-10}/y$, $^{40}K/K=0.01167\text{atm}\%$ である。

第1表 K-Ar年代測定結果

Table. 1 Results of K-Ar age determination

KANo.	Sample ID.	Material	K ₂ O (wt. %)	⁴⁰ Ar/Ar (10 ⁻⁶ mlSTP/g)	Atm.Ar (%)	Age(±1s) (Ma)
Pre-Aira Caldera Volcanic Rocks						
2366	KAG95103	Whole rock	0.326	0.008	98.7	0.74±0.32
2382	KAG95106	Whole rock	1.970	0.054	78.1	0.86±0.03
Hokusatsu Volcanic Rocks middle stage						
2326	KAG9533	Whole rock	1.780	0.154	28.5	2.67±0.03
2367	KAG95110	Whole rock	2.689	0.254	55.9	2.92±0.04
2380	KAG95118	Whole rock	2.092	0.197	33.5	2.91±0.04
2381		Whole rock	2.092	0.204	48.6	<u>3.02±0.04</u> 2.97±0.03
2332	KAG9452	Whole rock	3.155	0.313	24.2	3.07±0.03
2327	KAG9565	Whole rock	2.014	0.213	27.2	3.27±0.04
Hokusatsu Volcanic Rocks older stage						
2337	KAG9547	Whole rock	0.964	0.130	93.4	4.17±0.35
2325	KAG9504	Whole rock	1.219	0.169	67.1	4.29±0.07
2328	KAG9566	Whole rock	1.682	0.236	24.9	4.35±0.07

4. 年代測定結果

K-Ar年代測定結果を第1表に示した。以下には、層序区分ごとに岩石分布及び測定試料の簡単な記載を行い、測定結果を述べる。尚、以下に記すKANo. は地質調査所で用いているK-Ar年代測定実験の通し番号である。

4.1 北薩火山岩類古期

北薩火山岩類の中で最も古い火山岩類は、紫尾山地の南西麓及び串木野市周辺に広く露出するほか、串木野市から鹿児島市にかけて入戸火砕流堆積物に覆われて断片的に分布する。串木野金山の鉱床母岩も含まれ、同金山から冠岳にかけては著しく熱水変質している。変質作用を被っていない比較的新鮮な岩石3試料について年代測定を行った。

試料番号KAG9547

岩石名：単斜輝石斜方輝石安山岩

径0.5-2mmの単斜輝石、斜方輝石及び斜長石に富む。径0.3-0.6mmの不透明鉱物を2-3%含む。石基はインターサタル組織を示し、斜長石、輝石、不透明鉱物及び褐色ガラスよりなる。ガラスを含め極めて新鮮である。

産地：串木野市寺村、県道脇の高さ約2mの切割

産状：柱状節理の発達する溶岩

緯経度：東経130°15'25" 北緯31°44'46"

年代：KANo. 2337 4.17±0.35Ma

試料番号KAG9504

岩石名：かんらん石含有斜方輝石単斜輝石安山岩

径0.5-2mmの輝石、斜長石斑晶に富む。かんらん石は0.1-0.4mm大のものが多く、不透明鉱物及び

輝石の反応縁に完全に取り囲まれている。石基は、斜長石、単斜輝石、斜方輝石、不透明鉱物よりなり、中粒完晶質でガラスは極めて少ない。かんらん石が一部粘土化している以外は新鮮。

産地：日置郡東市来町石谷、道路脇の切割（高さ約1.5m）

産状：入戸火砕流堆積物に覆われるマッシュピな溶岩
緯経度：東経130°27'22" 北緯31°37'01"

年代：KANo. 2325 4.29±0.07Ma

試料番号KAG9566

岩石名：普通角閃石安山岩

径0.5-1.5mmの普通角閃石、斜長石斑晶に富む。普通角閃石は厚いオパサイト縁で囲まれる。石基は完晶質で、斜長石、カリ長石、シリカ鉱物、輝石、不透明鉱物よりなる。ごく一部、細かい空隙沿いに水酸化物が充填している以外は新鮮。

産地：川内市川内町佐目野、大規模採石場

産状：地上30m以上地下30m以上のマッシュピな溶岩
緯経度：東経130°16'36" 北緯31°50'08"

年代：KANo. 2328 4.35±0.07Ma

4.2 北薩火山岩類中期

北薩火山岩類中期の火山岩類は、同古期の火山岩類に南北に挟まれるようにして薩摩半島北西部に広く分布する。しかし、第四紀火山フロント周辺には、大隅半島と桜島との接合部周辺に局所的に分布するのみであり、圧倒的の大半は、火山フロントから20-30km以西に分布する。多くは陸上噴出の溶岩類であり、一部に湖成堆積物と互層する火山角礫岩ないし凝灰角礫岩がある。また、噴出源未詳の数枚の溶結火砕流堆積物を挟在する。

試料番号KAG9533

岩石名：単斜輝石含有普通角閃石安山岩
 長径0.5-2mmのオパサイト化した普通角閃石を4-5%、0.5-1.5mmの斜長石を約15%、0.5-1mmの単斜輝石を1%以下含む。石基は、斜長石、輝石、不透明鉱物、シリカ鉱物及びごく少量のガラスよりなり、割れ目沿いに少量の水酸化物が充填している以外は新鮮。
 産地：串木野市海土泊、高さ約30mの海蝕崖
 産状：径5-100cmの角礫-亜角礫が混在するハイアロクラスタイト
 緯経度：東経130°11'56" 北緯31°44'50"
 年代：KANo.2326 2.67±0.03Ma

試料番号KAG9565

岩石名：普通輝石斜方輝石安山岩
 0.5-1.2mmの単斜輝石、斜方輝石、0.5-2.5mmの斜長石斑晶を多量に含む。0.3-0.5mmの不透明鉱物が1-2%含まれる。石基はやや細粒完晶質で、自形斜長石、輝石、不透明鉱物の間をシリカ鉱物、カリ長石が充填。輝石斑晶が結晶外周及び割れ目沿いに粘土化している以外は新鮮。
 産地：川内市上床、林道沿いの切割
 産状：マッシュな溶岩
 緯経度：東経130°20'25" 北緯31°49'41"
 年代：KANo.2327 3.27±0.04Ma

試料番号KAG9452

岩石名：単斜輝石斜方輝石流紋岩
 0.3-1mmの単斜輝石、斜方輝石を1-2%づつ、0.1-0.3mmの不透明鉱物を約1%、0.5-2mmの斜長石を4-5%含む。石基は細粒完晶質で、細かい自形斜長石を他形のシリカ鉱物、カリ長石、黒雲母が取り囲む。輝石斑晶は結晶外周及び割れ目沿いに粘土化し、石基は一部脈状に水酸化物が充填しているが、他は新鮮。
 産地：川内市永利町里、民家脇の高さ約8mの切割
 産状：流理構造の見られるマッシュな溶岩
 緯経度：東経130°20'37" 北緯31°48'19"
 年代：KANo.2332 3.07±0.03Ma

試料番号KAG95110

岩石名：単斜輝石斜方輝石安山岩
 0.5-1.5mmの単斜輝石、斜方輝石、1-2.5mmの斜長石斑晶を多量に含む。石基はハイアロオフィティック組織を示し、中粒の斜長石、輝石自形結晶を褐色ガラスが取り囲む。ガラスは新鮮であり石基の約50%を占める。
 産地：川内市百次町上別府、県道沿いの切割
 産状：ハイアロクラスタイトの下のマッシュな溶岩
 緯経度：東経130°21'00" 北緯31°46'24"
 年代：KANo.2367 2.92±0.04Ma

試料番号KAG95118

岩石：普通輝石紫蘇輝石安山岩
 0.5-2mmの斜方輝石、単斜輝石、斜長石斑晶を

多量に含む。石基はハイアロオフィティック組織を示し、自形の斜長石、輝石、不透明鉱物を褐色ガラスが取り囲む。ガラスは石基の50%以上を占め、新鮮である。

産地：串木野市冠岳山頂南側、林道沿いの高さ約8mの切割

産状：細かな柱状節理の発達する溶岩

緯経度：東経130°19'52" 北緯31°44'38"

年代：KANo.2380 2.91±0.04Ma

KANo.2381 3.02±0.04Ma

平均：2.97±0.03Ma

4.3 先始良カルデラ火山岩類

始良カルデラの周辺、特に西側の急崖には玄武岩から流紋岩にかけての多様な組成の溶岩流及び火砕流堆積物が分布している。これらの先カルデラ火山岩類の噴出年代は、これまでの限られた年代情報(兼岡・小嶋, 1970; Kaneoka *et al.*, 1984; 新エネルギー開発総合機構, 1987)から考えて、分布地域毎に異なっていた可能性が高い。

試料番号KAG95106

地層：先始良カルデラ火山岩類、牟礼ヶ岡安山岩

岩石：かんらん石単斜輝石斜方輝石安山岩

0.5-1.5mmのかんらん石、斜方輝石、単斜輝石と0.5-2.5mmの斜長石斑晶に富む。径2-50mmのかんらん石玄武岩のオートリスを多く含む。石基はインターサタル組織を示し、かんらん石、単斜輝石、斜長石及び少量の褐色ガラスよりなる。かんらん石斑晶の一部がイデイングサイト化している以外は新鮮。

産地：鹿児島県吉田町平野、青少年研修センター入口、道路拡幅中の高さ約1.5mの切割

産状：マッシュな溶岩

緯経度：東経130°34'24" 北緯31°41'30"

年代：KANo.2382 0.86±0.03Ma

試料番号KAG95103

岩石：かんらん石玄武岩

0.5-2mmのかんらん石を4-5%、1-3mmの斜長石を30%以上含む。石基はインターサタル組織を示し、かんらん石、単斜輝石、斜方輝石及び少量の褐色ガラスよりなる。かんらん石斑晶が一部イデインサイト化している以外は新鮮。

産地：鹿児島市吉野町寺山公園

産状：尾根上の転石

緯経度：東経130°36'38" 北緯31°39'22"

年代：KANo.2366 0.74±0.32Ma

5. 地質学的意義

5.1 北薩火山岩類古期

分布地域の広い範囲から得られた岩石について、いずれも4.3-4.4Maの狭い範囲に入る年代が得られた。特に、KAG9447は、串木野金鉱山の周辺に分布し、熱水変質を被っていない比較的新鮮な岩石である。この

年代は、鉾床母岩の年代が従来考えられていたように中新世(通産省資源エネルギー庁, 1979)ではなく、鮮新世初期である可能性を示唆している。通産省資源エネルギー庁(1979)によれば、串木野鉾床の含金石英脈中の氷長石のK-Ar年代 4.0 ± 0.3 Maであり、これら火山岩類の年代と誤差の範囲で一致する。金鉾床を形成する熱水活動が、この時期の広域的な火山活動によって引き起こされたかと推定される。

5.2 北薩火山岩類中期

5試料について、北薩火山岩類古期より100年以上若い $3.3-2.7$ Maの年代が得られた。これら安山岩類を覆って北薩火山岩類中期の最後に噴出した玄武岩溶岩類(川内玄武岩類)のK-Ar年代が $2.3-1.9$ Maであるので(宇都・内海, 1983)、中期の火山活動は鮮新世中期から後期にかけて起ったことが明らかになる。古期と中期の活動の間に100万年程度の休止期があったかどうかは、今回及び既存の年代情報だけでは判断できない。KAG95110の近くで掘削された構造試錐において、1000m以上の深さまで火山岩類が続き基盤に到達しなかった(通産省資源エネルギー庁, 1979)ことから考えて、地表に露出する中期火山類の下に3Maより古い火山活動の産物かなりの量存在していると推定される。

5.3 先始良カルデラ火山岩類

KAG95106は、始良カルデラの西側に分布する安山岩溶岩で、牟礼ヶ岡安山岩と呼ばれている(大木・早坂, 1970)。通産省資源エネルギー庁(1985)により 0.87 ± 0.02 Maのフィッシュン・トラック年代が報告されており、誤差の範囲で一致する。始良カルデラの西側に分布する岩石としては、他に黒曜岩溶岩(三船流紋岩)について 0.77 ± 0.02 MaのK-Ar年代(兼岡・小嶋, 1970)、安山岩溶岩類について 1.4 ± 1.0 MaのK-Ar年代と 0.76 ± 0.15 Ma及び 1.26 ± 0.15 Maのフィッシュン・トラック年代(通産省資源エネルギー庁, 1985)が知られており、80万年前後に相次いで噴出したことが明らかとなった。一方、KAG95103は寺山玄武岩と呼ばれており、カルデラ西側の最上位の噴出物である(大木・早坂, 1970)。この玄武岩は K_2O 量が 0.33 wt%と低く、今回の年代測定結果では、誤差の大きい年代しか得られなかった。しかし 2σ の誤差を考えるならば10万年より若い可能性は小さいと判断される。

6. まとめ

20万分の1地質図幅「鹿児島」の北西部にあたる北薩地域に分布する新第三紀-第四紀火山岩類の中から10試料を選んで年代測定を行った結果、以下のようなことが判明した。

1. 北薩火山岩類古期の噴出物については、 $4.2-4.4$ Maの良く一致した年代が得られた。串木野鉾床の形成に関連して、広域で大規模な火山活動が起こった可能性がある。

2. 北薩火山岩類中期の安山岩、流紋岩については

$2.7-3.3$ Maの年代が得られた。地下には膨大な量の火山岩類がこれらの火山岩類の下位に存在していることから、北薩火山岩類古期との間に明瞭な活動休止期があったとは考えにくく、むしろ両者の活動は連続的であった可能性がある。

3. 始良カルデラ西側の先カルデラ火山岩類の活動は、更新世前期末の約80万年頃に活発であった。その活動の終了は明確ではないが、10万年よりは新しくないと判断される。

謝辞 地質部広域地質課長鹿野和彦技官、地殻化学部同位体地質学課長富樫茂子技官には今回の年代測定およびその結果についてご指導をいただいた。記して感謝申しあげる。研究に用いた薄片は標本館特殊技術課野神貴嗣技官、大和田朗技官により作成された。またK-Ar年代用試料の粉碎調整は大阪地域地質センターの青山秀喜技官にお願いした。

文 献

- 長谷義隆・檀原 徹(1985) 南部九州後期新生代火山岩の放射年代。地球科学, **39**, 136-155。
- 兼岡一郎・小嶋 稔(1970) 日本の火山岩の放射性元素年代。火山, **15**, 10-21。
- Kaneoka, I., Aramaki, S., Kobayashi, T. and Oki, K. (1984) Pliocene and Pleistocene volcanism in southern Kyushu: K-Ar ages of Fumoto and Isaku pyroclastic flows and related rocks. Bull. Volcanol. Soc. Japan, Ser. 2, **29**, 59-62。
- 黒岩寛明・富田克利・大庭 昇・山本温彦(1989) 鹿児島県野間半島地域の地質。鹿児島大理紀要(地学・生物学), **22**, 43-53。
- 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, **40**, 60-70。
- 松本哲一・藤井紀之(1989) 鹿児島県蘭牟田火山溶岩のK-Ar年代-入来カオリン鉾床の生成時期と関連して-。岩鋳, **84**, 398-402。
- 宮地六美(1995) 九州の新生代深成岩類・火山岩類・火砕岩類のフィッシュン・トラック年代の総括(1)。比較社会文化, **1**, 61-65。
- 大木公彦・早坂祥三(1970) 鹿児島市北部地域における第四系の層序。鹿児島大理紀要(地学・生物学), **3**, 67-92。
- 新エネルギー総合開発機構(1987) 昭和61年度全国地熱資源総合調査(第2次)火山性熱水対流系地域タイプ2(国分地域)。88p。
- 通産省資源エネルギー庁(1979) 昭和53年度広域調査報告書「北薩・串木野地域」。92p。
- 通産省資源エネルギー庁(1985) 昭和59年度広域調査報告書「南薩地域」。180p。
- 宇都浩三・内海 茂(1983) 南九州川内玄武岩類のK-Ar年代。火山, **28**, 198p。

宇都浩三・内海 茂(1997) 鹿児島県樋脇町丸山溶岩
円頂丘のK-Ar年代:琉球弧第2列目の第四紀
火山。火山, 投稿中

宇都浩三・R.M.コンレー・平田岳史・内海 茂
(1995) 地質調査所における同位体希釈法K-
Ar年代測定システムの精度向上—質量分析自動
計測制御及びピペット方式スパイク導入法の適

用—。地調月報, 46, 239-249.

宇都浩三・阪口圭一・寺岡易司・奥村公男(1997) 20
万分の1地質図「鹿児島」, 地質調査所。図表説
明

(受付:1996年11月15日;受理:1997年2月24日)