

九州東部大野川層群の花崗岩礫の K-Ar 年代

K-Ar ages of the granitic clasts from the Onogawa Group, eastern Kyushu

Abstract

The K-Ar age determinations were carried out on the granitic clasts from the Ryozen Formation of the Onogawa Group, and the Yamanaka Granodiorite to the north of the Onogawa Group in eastern Kyushu. The hornblende and biotite K-Ar ages from four samples from the Ryozen Formation range from 103 to 108Ma. The Yamanaka Granodiorite, lithologically similar to the dated samples from the Ryozen Formation, gives the K-Ar ages of 103Ma for hornblende, 104Ma for biotite and 75.1Ma for K-feldspar. Although the K-Ar biotite and hornblende ages of the granitic clasts from the Ryozen Formation are the same as those from the Yamanaka Granodiorite, magnetic susceptibility and contents of some major and minor elements are different. Accordingly, the granitic clasts are not identical to the Yamanaka Granodiorite, but they are correlative with the granitic rocks around the Asaji metamorphic region. This correlation can be also supported by the previous paleocurrent data observed in the Group. Further studies are needed, however, to clarify the geotectonic correlation whether the Onogawa Group is correlative with the Izumi Group in the Ryoke Belt or with the Atokura-Maana Formations in the Paleo-Ryoke Belt.

Key words: K-Ar age, granitic clasts, Onogawa Group, Yamanaka Granodiorite, Asaji Metamorphic Rocks, Paleo-Ryoke Belt, Kyushu

高木秀雄* 曾田祐介**
吉村浄治**¹⁾Hideo Takagi* Yusuke Soda**
and Joji Yoshimura**¹⁾

1999年7月12日受付.

1999年10月8日受理.

* 早稲田大学教育学部地球科学教室

Department of Earth Sciences, School of Education, Waseda University, Tokyo 169-8050, Japan

** 早稲田大学大学院理工学研究科地質学部門

Division of Geology, Graduate School of Science and Engineering, Waseda University, Tokyo 169-8050, Japan

1) 現所属: 川崎地質株式会社大蘇出張所

Kawasaki Geological Engineering Co., Ltd., Oso Branch Office, Kumamoto 869-2703, Japan

はじめに

九州東部の大分-熊本構造線と臼杵-八代構造線に挟まれた地域の地質は、高木・柴田(1996)および高木ほか(1997)によって、関東山地北縁の古領家帯構成要素分布域との類似性が指摘されている。それによると関東山地北縁の金勝山石英閃緑岩(ペルム紀)+寄居変成岩(白亜紀アルビアン期高度変成岩類)+跡倉層(上部白亜系)と、九州東部の臼杵川石英閃緑岩+臼杵川石英閃緑岩に伴う高度変成岩+大野川層群の組み合わせが対比され、さらに両地域ともそれらの構造的下に御荷銓緑色岩が存在する(または想定される)点が共通する。

大野川層群と基盤との関係は、分布地域の北西側では領家帯の延長とされている朝地変成岩類と断層(塚野断層および竹田断層:寺岡, 1970)で接し、南側では臼杵-八代構造線によってその南側の黒瀬川帯およびそれに伴われる白亜紀堆積物と境されている。一方、北東側では、三波川変成岩類と中角~低角の断層関係である(寺岡, 1970; 寺岡ほか, 1992)。この断層は佐志生断層と呼ばれ、前期漸新世に大野川層群が三波川帯に対して上盤西ずれの斜め衝上運動をしたとされている(山北ほか, 1995)。この点についても、主に跡倉層から構成される跡倉ナップ基底部

の跡倉押し被せ断層が、その運動の初期に上盤西ずれの運動を記録していること(Kobayashi, 1996)と一致する。大野川層群はセノマニアン~サントニアン堆積物であり、跡倉層もイノセラムスなどによりチューロニアンまたはそれ以降の堆積物と考えられており、時代的に対比できる。

一方、大野川層群は領家帯・三波川帯にまたがる(寺岡, 1970)という考えと、和泉層群の西方延長であり、領家帯に属するものである(山北ほか, 1995)という考えがある。後者の場合は、三波川変成岩類との低角境界をなす佐志生断層は中央構造線として位置づけられ、山北ほか(1995)はそれを古期中央構造線と見なしている。和泉層群はカンパニアン~マストリヒチアン堆積物であり、大野川層群(セノマニアン~サントニアン)とは時代的に重複しないが、その違いは、横ずれ堆積盆の発達過程が時代とともに西から東へと移動してきた時空的トレンドに乗っていると考えられている(山北ほか, 1995)。

つまり、大野川層群の地体構造的な位置づけが、領家帯に属するののか、あるいは跡倉層と同様古領家帯を基盤とした堆積物であるののか、が重要な問題としてクローズアップされる。

一方、大野川層群の北西側に分布する朝地変成岩類は上

述のように領家帯の延長と考えられているが、もしそれが事実であるとする、大野川層群との関係が重要になってくる。もし、松本 (1936) が述べているように、大野川層群が朝地変成岩類を不整合で覆うとするならば、大野川層群も領家帯に属することになる。ただし、朝地変成岩類には超塩基性岩体が伴われ、随伴する花崗岩類にも古い年代が一部で報告されている (小山内ほか, 1993) ことから、朝地変成岩類自身も、領家帯ではなく、古領家帯に属する可能性も存在する。

そこで、本論では、上記の問題を解決するための最初のステップとして、大野川層群下部の霊山層中に多量に存在する花崗岩礫の後背地を推定するために、それらの K-Ar 年代を測定した。また基盤岩である朝地変成岩類に伴われる花崗岩のうち、年代測定した花崗岩礫と良く似た岩相を持つ山中花崗閃緑岩の K-Ar 年代も測定したので、それらの結果を報告し、花崗岩礫の供給源について論じる。

地質概説

年代測定試料を採取した地域 (Fig. 1) には、新生代火山岩類に覆われて、朝地変成岩類および大野川層群が分布する。朝地変成岩類は泥岩、砂岩および苦鉄質岩を原岩とする変成岩類で、構造的な下位より、朝海ユニット、超塩基性岩体、日方ユニットの三つに分けられ、白亜紀花崗岩類に貫入されている (寺岡ほか, 1992)。朝地変成岩類内部の構造解析から、朝地変成岩類は南東へと押しつぶせる褶曲ナップを構成するとされている (早坂ほか, 1989)。ただし、筆者らが確認した日方ユニットと大野川層群との境界断層 (塚野断層) は南東に $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ で傾斜している。

朝地変成岩類に伴う花崗岩類は、杵ヶ原閃緑岩、山中花崗閃緑岩、荷尾杵花崗岩、綿田花崗岩に区分されている (小野, 1963; 唐木田・山本, 1982; 寺岡ほか, 1992)。山中花崗閃緑岩は、阿蘇火砕岩類などに覆われているため、露出が断片的である。

大野川層群は寺岡 (1970)、寺岡ほか (1992) によって詳しく報告されている。本層群はセノマニアンからサントニアンにかけて堆積した地層群である。年代測定試料を採取した霊山層は厚い礫岩から構成され、最下部の蘇陽層とともに大野川層群最下部亜層群に属し、チューロニアン堆積物である (寺岡ほか, 1992)。調査地域の霊山層は朝地変成岩類とは塚野断層で接しており、断層に沿って一部フェルサイトや流紋岩が貫入している。松本 (1936) は、大野川層群が朝地変成岩類を不整合に覆っているとした。これまでの筆者らの調査でも、両者の境界面は不規則で、不整合とも考えられる露頭が山峰集落東側の沢 (Fig. 1a) で観察されたが、必ずしも明瞭ではなく、まだ野外からの結論は出ていない。霊山層下部の礫岩層は下位と上位で礫種および岩相に違いがあり、下位は、赤色砂岩とこれを基質とする礫岩層からなる。礫種は火山岩類が中心で、安山岩・流紋岩・花崗斑岩・砂岩・泥岩などからなる。従来、蛇紋岩礫の存在が報告されている (寺岡, 1970; 寺岡ほか, 1992) が、筆者らはこれまで蛇紋岩礫は見いだしてい

ない。上位は、帯緑灰色の基質を持つ礫岩層で、礫種は花崗岩類が優勢になり、ほかに砂岩・泥岩・安山岩・流紋岩・斑れい岩・結晶片岩・緑色凝灰岩などからなる。また礫は垂角礫～円礫で、特に花崗岩類の礫は円磨度が高い。礫径は $20 \sim 60 \text{cm}$ 程度のもので多く、下位よりも上位のほうが粗粒になる傾向がある。特に花崗岩類や花崗斑岩は、最大 2m にも達するものがある。

寺岡 (1970) および寺岡ほか (1998) によると、底痕による古流向解析や層相の側方変化の状況および堆積物中のザクロ石の組成から、大野川層群の堆積物は大部分が北側から供給されたとみなされている。

年代測定試料の記載

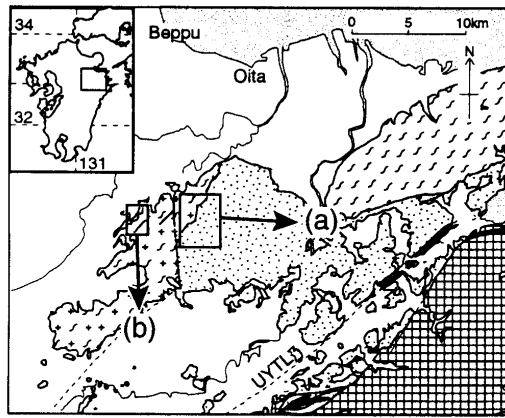
1. 大野川層群霊山層中の花崗岩礫

今回、大野川層群の礫岩を含む様々な層準を観察したが、霊山層が最も礫を多く含み、また新しい道路 (平成パークライン) 沿いの露頭 (Fig. 1a) から、比較的新鮮で大きな試料を採取することができた。採取した花崗岩礫のモード組成を Table 1 に、Q-K-P および M-(Q+K)-P の三角図を Fig. 2 に示す。Fig. 2 によるとトータル岩および花崗閃緑岩礫が多いが、今回採取した花崗岩礫は主に年代測定を目的としたため、できる限り新鮮で径 10cm 以上の試料を優先的に採取したことと、黒雲母やホルンブレンドに乏しい岩石は選択的に除外されているため、この結果が必ずしも霊山層中の花崗岩礫全体の組成を表しているわけではない。

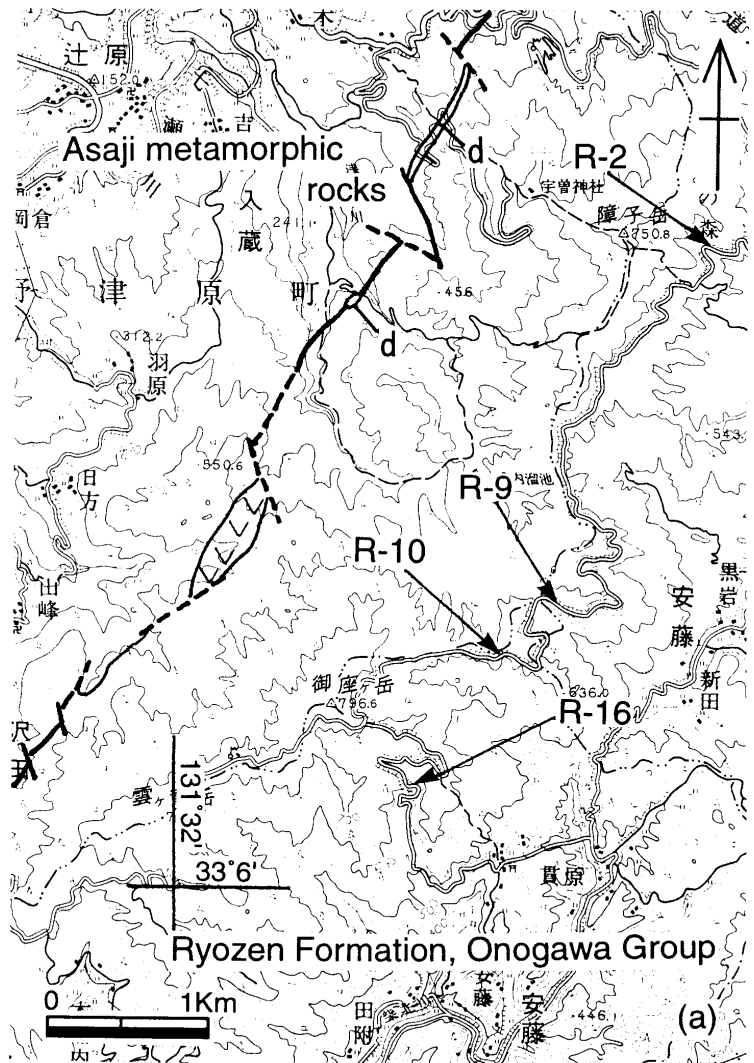
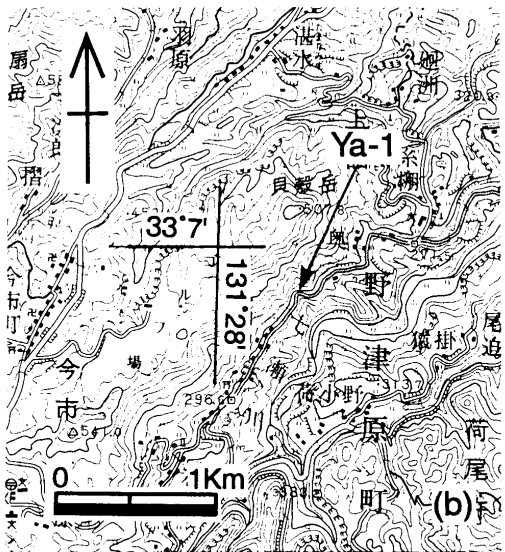
年代測定試料として用いた花崗閃緑岩礫は、粗粒～中粒で等粒状組織をなし、自形性の良好な長柱状ホルンブレンドが特徴的である。顕微鏡下では主に石英、斜長石、カリ長石、ホルンブレンド、黒雲母からなり、副成分鉱物として、アパタイト、ジルコン、緑泥石、緑簾石、褐簾石、不透明鉱物が認められる。石英は他形で波動消光が見られる。斜長石は変質によりセリサイト化している (特に R-9, R-16)。カリ長石は他形で、部分的にパーサイト構造が見られ、一部斜長石との接触部にミルメカイトが見られる。ホルンブレンドは淡緑色～濃緑色の多色性を呈し、比較的新鮮である。一方、黒雲母は、R-2 を除いて変質が進んでおり、しばしば風化により酸化鉄を生じて赤味を帯びている。また劈開に沿って緑簾石に置き換わっていることがある。比較的新鮮な R-2 の黒雲母は淡褐色～褐色を呈し、劈開のキンクバンドが認められる。年代測定を行った花崗閃緑岩礫の帯磁率は $0.2 \sim 2.1 \times 10^{-3} \text{SI}$ で、イルメナイト系列に属する。

2. 山中花崗閃緑岩

今年代測定用の試料を採取した露頭は、国道442号沿いの滝の下 (Fig. 1b) にあり、筆者らが知る限り山中花崗閃緑岩としては最も新鮮な露頭である。山中花崗閃緑岩は、ほぼ均一な中粒～粗粒花崗閃緑岩で円形暗黒色の包有物を伴う。粗粒なホルンブレンド (最大 7mm に達する) が特徴で、ほかに黒雲母、石英、斜長石、少量のカリ長石



Cretaceous sediments (Onogawa G. and Tano G.)
 Accretionary complex (Chichibu belt)
 Sambagawa metamorphic rocks
 Asaji metamorphic rocks and associated granitic rocks
 Pre-Cretaceous
 UYTL : Usuki-Yatsushiro Tectonic Line (Compiled after Teraoka et al. 1992)



Boundary between Asaji metamorphic rocks and Onogawa G.
 Fault
 Inferred fault
 Unconformity(?)
 Acidic rocks

Fig. 1. Index maps showing locations of the dated samples; granitic clasts (R-2, 9, 10, 16) in (a) and Yamanaka Granodiorite (Ya-1) in (b). The boundary between Asaji Metamorphic Rocks and Onogawa Group is shown in (a). The maps used are 1:50,000 scale topographic maps of "Inukai" (a) and of "Kuju" (b) by the Geographical Survey Institute of Japan.

からなる。副成分鉱物としてジルコン、チタン石、燐灰石、磁鉄鉱が認められる。二次鉱物として、パンベリー石を含む。斜長石は自形をなし、累帯構造が認められる。ホルンブレンドは淡緑色～緑色の多色性を呈し、粗粒なものは、石英や斜長石の細粒結晶を包有し、ポイキリティック組織を示す。黒雲母は新鮮で褐色を呈し、板状の形態をなす。カリ長石は、他形で粒間を埋めるようにして少量存在し、部分的にパーサイト構造が見られる。石英も他形で、弱い波動消光を示す。山中花崗閃緑岩のモード組成を

Table 1に、Q-K-PおよびM-(Q+K)-P三角図を唐木田・山本 (1982) のデータと併せて Fig. 2に示す。なお、山中花崗閃緑岩の帯磁率は $4 \sim 5 \times 10^{-3}$ SI でマグネタイト系列に属する。

3. 全岩化学組成

年代測定試料について、主成分および微量元素の全岩化学組成分析を行なった。主成分分析はガラスビード法を、微量元素分析は粉末プレス法を用いた。分析には、早稻田

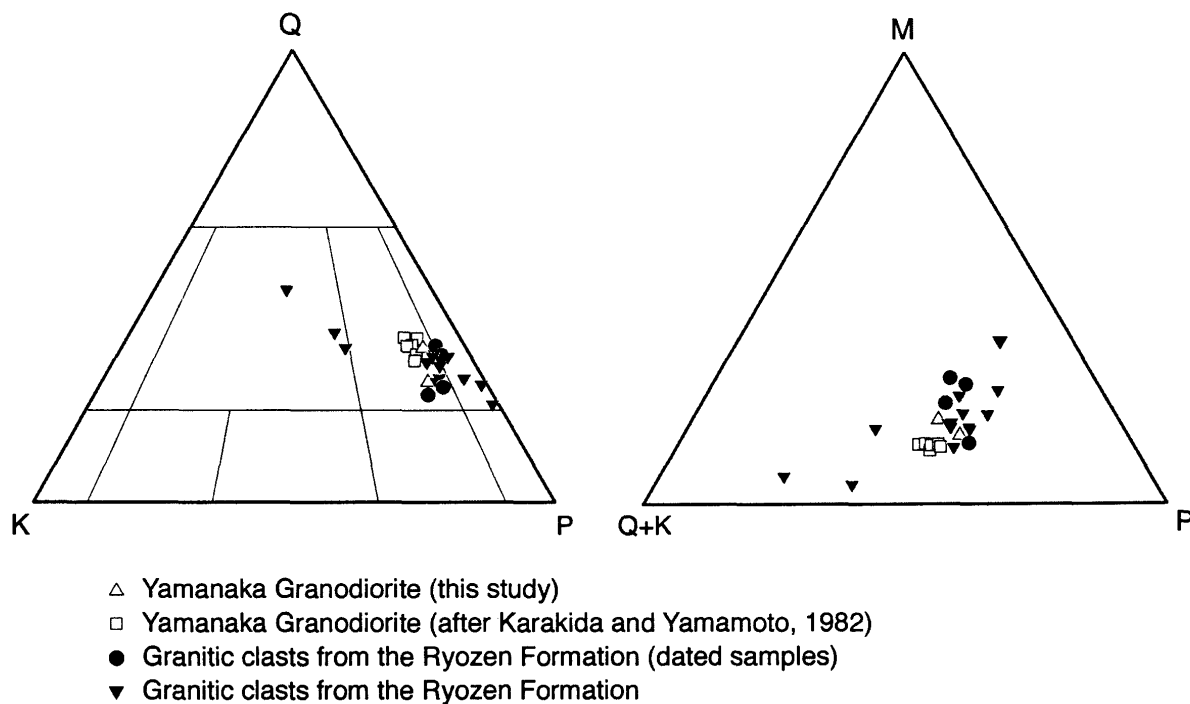


Fig. 2. Modal Q-K-P and Mafic-(Q+K)-P diagrams of granitic clasts from the Ryozen Formation and the Yamanaka Granodiorite.

Table 1. Modal composition of granitic clasts from the Ryozen Formation (R-2, R-9, R-10, R-16) and of the Yamanaka Granodiorite (Ya-1).

Sample No.	Granitic clasts from Ryozen Formation				Yamanaka Gd
	R-2	R-9	R-10	R-16	Ya-1
Quartz	23.6	27.0	18.7	20.7	28.1
Plagioclase	44.9	46.6	47.8	55.1	46.7
K-feldspar	3.9	4.3	6.2	10.7	6.4
Biotite	14.0	0.4	5.9	Tr	8.2
Chlorite(Bt)	2.4	8.2	9.4	7.3	2.6
Hornblende	9.6	10.6	9.3	5.8	7.6
Chlorite(Hb)	1.1	1.3	0.9	Tr	0.2
Epidote	Tr	1.4	Tr	Tr	0.2
Accessories	Tr	0.2	1.8	0.4	Tr
Opaque	0.5	Tr	Tr	Tr	Tr
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Rock name	Tn	Tn	Gd	Gd	Gd

2000 points are counted for the analysis. Accessories are apatite, zircon, titanite and allanite. Chlorite (bt): altered from biotite, Chlorite (hb): altered from hornblende, Tn: tonalite, Gd: granodiorite.

大学地球科学教室の蛍光 X 線分析装置; System 3070E (理学電機) を用いた。分析結果を Table 2 に示す。年代測定に用いた霊山層中の花崗岩礫の全岩化学組成は、モード組成にも示されているようにほぼ一致している。一方、山中花崗閃緑岩は 1 試料のみであるが、霊山層中の花崗岩礫に比べて CaO が少なく、逆に K₂O, Na₂O が多い点、また微量元素では Sr が少なく、Rb が多い点が異なる。

Table 2. Whole-rock chemical composition of the dated samples of the Yamanaka Granodiorite and granitic clasts from the Ryozen Formation.

Sample No.	Granitic clasts from the Ryozen Fm.				Yamanaka Gd
	R-2	R-9	R-10	R-16	Ya-1
SiO ₂ (wt%)	65.70	60.69	60.46	63.57	65.46
TiO ₂	0.54	0.79	0.85	0.64	0.61
Al ₂ O ₃	16.12	16.41	16.69	16.54	15.13
Fe ₂ O ₃ *	4.64	6.93	7.41	5.36	5.43
MnO	0.08	0.12	0.13	0.09	0.10
MgO	1.50	2.61	2.85	1.97	1.65
CaO	4.28	5.33	5.32	4.47	3.91
Na ₂ O	2.63	2.25	2.26	2.63	3.15
K ₂ O	1.70	1.82	1.95	2.16	2.43
P ₂ O ₅	0.13	0.17	0.18	0.12	0.13
Total	97.32	97.11	98.10	97.55	98.01
A/(N+K+C)	1.151	1.064	1.073	1.111	1.008
K ₂ O/Na ₂ O	0.646	0.809	0.863	0.821	0.774
Ba (ppm)	387.2	374.7	445.9	396.9	421.7
Nb	11.0	9.9	11.2	8.6	10.4
Zr	126.9	120.5	145.9	121.2	119.7
Y	19.3	26.9	29.6	18.0	20.5
Sr	358.3	342.2	338.4	361.8	255.6
Rb	49.7	54.2	56.8	56.1	88.7
Zn	47.6	72.7	77.4	55.8	60.5
Cu	13.6	4.3	20.6	9.4	3.4

*Fe₂O₃ = Total Fe as Fe₂O₃

Table 3. K-Ar ages of granitic clasts from the Ryozen Formation and of the Yamanaka Granodiorite.

Sample No.	Mineral	K (%)	⁴⁰ Ar rad (scc/gm×10 ⁻⁵)	Atm. ⁴⁰ Ar (%)	Age (Ma)
Granitic clasts from Onogawa Group					
R-2	Biotite	2.85	1.23	89.8	108±5
		2.83	1.22	83.5	
R-2	Hornblende	0.60	0.249	84.4	105±5
		0.59	0.253	85.4	
R-9	Hornblende	0.72	0.304	87.7	106±5
		0.72	0.310	88.6	
R-10	Hornblende	0.53	0.224	78.4	106±5
		0.53	0.225	64.7	
R-16	Hornblende	0.57	0.229	81.0	103±5
		0.57	0.239	81.7	
Yamanaka Granodiorite					
Ya-1	Hornblende	3.29	1.35	95.5	103±5
		3.29	1.37	95.6	
Ya-1	Biotite	6.94	2.90	94.7	104±5
		6.94	2.87	95.5	
Ya-1	K-feldspar	11.1	3.34	94.8	75.1±3.8
		11.1	3.28	95.2	

K-Ar 年代

1. 測定方法

霊山層の花崗岩礫 (R-2, R-9, R-10, R-16) については、岩石を粉碎後80~145メッシュにそろえ、イオン交換水で洗浄した後、電磁分離機を用いてできる限り有色鉱物と無色鉱物を分離した。R-2中の黒雲母はタッピング法で分離した。ホルンブレンドは、緑泥石、黒雲母の鉄分を取り除くため、6N-HClで2時間煮沸し、超音波洗浄機で十分に洗浄した後、電磁分離機で分離した。それらの試料について、重液分離と年代測定をテレダイン・アイソトープ社(株)に依頼した。一方、山中花崗閃緑岩 (Ya-1) は上記と同様の方法で粉碎し、粒度をそろえた後、鉱物分離と年代測定を同社に依頼した。年代測定に使用した壊変定数は次の通りである；⁴⁰Ar λ_β=4.962×10⁻¹⁰/年、⁴⁰Ar λ_c=0.581×10⁻¹⁰/年、⁴⁰K/K=0.01167 atom%。

2. 測定結果

K-Ar 年代測定結果を Table 3に示す。山中花崗閃緑岩のホルンブレンドの年代については103±5Ma という結果が得られ、大野川層群の花崗岩礫の年代と一致する。ただし、このホルンブレンド試料はカリウムの含有量が3%を超えており、そのようなホルンブレンドの例もまったくないわけではないが、一般的な量と比べるとかなり多い。再測定を依頼したが、結果はほとんど変わらなかった。一方、山中花崗閃緑岩の黒雲母については104±5Ma、カリ長石については75.1±3.8Ma となった。このカリ長石についての75.1Ma という値は、黒雲母年代よりもかなり若く、カリ長石のアルゴンの保持能力の低さを考慮に入れる

と、地質学的な意味を持たせることは難しい。

今回得られた山中花崗閃緑岩のホルンブレンドと黒雲母の K-Ar 年代 (103, 104Ma) は従来報告されている黒雲母 K-Ar 年代 (112.0±5.6Ma: 笹田, 1987) よりもやや若く、また、Rb-Sr 全岩アイソクロン年代 (164.0±14.7Ma: 小山内ほか, 1993) とは著しく異なる。山中花崗閃緑岩の164Ma という Rb-Sr 全岩年代については、古い時代に形成された山中花崗閃緑岩が、周辺岩体の貫入によって K-Ar 年代鉱物の閉鎖系がリセットされたためとされている (小山内ほか, 1993)。今回測定された104Ma という山中花崗閃緑岩の黒雲母年代は、周辺の朝地地域綿田花崗岩 (92Ma: 笹田, 1987) や国東半島の花崗岩類 (86, 91Ma: 笹田, 1987) よりもやや古い (Table 4)。

霊山層の花崗岩礫4試料については、ホルンブレンドの年代が103~106Ma の範囲に収まり、礫どうしで大変よく一致した結果が得られた。また黒雲母の年代は108±5Ma となり、ホルンブレンド年代とあわせて誤差の範囲内で一致する。大野川層群霊山層はチューロニアン (約90Ma) の堆積物であり (寺岡ほか, 1992)、上記の礫の年代はこの堆積年代とも矛盾しない。

考察：霊山層花崗岩礫の供給源

霊山層中の花崗岩礫のうち、今回 K-Ar 年代を測定した角閃石黒雲母トータル岩および角閃石黒雲母花崗閃緑岩が前期白亜紀花崗岩体から供給されたことは間違いないと思われる。ホルンブレンドの閉鎖温度 (510℃) と黒雲母の閉鎖温度 (300℃) (Dodson and McClelland-Brown, 1985) を考慮に入れると、ホルンブレンドと黒雲母の年代が誤差の範囲で一致したことは、霊山層に花崗岩礫を供給

Table 4. Geochemical and geochronological correlation of the Cretaceous granitic rocks from the Ryozen Formation and its surrounding granitic masses in the Asaji and the Kunisaki areas and from the Higo Belt.

Area	ONOGAWA	ASAJI			KUNISAKI	HIGO
Rock name	Granitic clasts from Ryozen F.	Yamanaka Granodiorite	Nioki Granite	Watada Granite	Granitic rocks in Kunisaki Peninsula*	Shiraishino Granodiorite
Lithofacies	hb-bt Tn bt Gd, Gr (1)	hb-bt Gd (1,3)	bt granite(3)	hb-bt Gd (3)	bt tonalite, ms-bt granite	hb-bt Gd (8)
Magnetic susceptibility	0.2-2.1 × 10 ⁻³ SI (1)	4.1-4.9 × 10 ⁻³ SI (1)	0.06-0.1 × 10 ⁻³ SI (1)	0.1-0.2 × 10 ⁻³ SI (1)		
A/C+N+K	1.08-1.16 (1)	1.00-1.10 (1,4,5)	1.16 (5)	1.09, 1.11 (4,5)	1.10, 1.15 (4)	0.89-1.07 (9)
K ₂ O / Na ₂ O	0.646-0.863 (1)	0.771-0.954 (1,4,5)	0.792 (5)	1.18, 1.07 (4,5)	0.723, 0.753 (4)	0.290-0.504 (9)
Rb (ppm)	49.7-56.8 (1)	49.5-153 (1,2)	61.5-163(2)	15.2-117(2)	16.9-80.1 (2)	38.4-87.1(8,10)
Sr (ppm)	338-362 (1)	230-614 (1,2)	102-499 (2)	238-509 (2)	16.0-419 (2)	439-730 (8,10)
Rb / Sr	0.139-0.168 (1)	0.0806-0.664(1,2)	0.123-1.61(2)	0.0299-0.482(2)	0.0854-3.03 (2)	0.060-0.176 (8,10)
K-Ar	Biotite	108 Ma (1)	112.0Ma(4), 104Ma(1)	92.4 Ma (4)	85.5, 91.1 Ma (4)	102.9 Ma (10)
	Muscovite				94 Ma (6)	
	Hornblende	103-106 Ma (1)	103 Ma (1)			
Whole rock/ Rb-Sr		164.0 Ma (2)	116.9 Ma (2)	101.6 Ma (2)	142.9 Ma (7)	121.1 (8), 103.5Ma (10)
Sr I		0.7045 (2)	0.7052 (2)	0.7054 (2)	0.7044 (7)	0.7049 (8)

(1) This study, (2) Osanai et al. (1993), (3) Ono (1963), (4) Sasada (1987), (5) Karakida and Yamamoto (1982), (6) MITI (Tsusansho) (1980), (7) Masao et al. (1990), (8) Kamei et al. (1997), (9) Yamamoto (1962), (10) Nakajima et al. (1995)

* constituted of Gyojiamisaki Tonalite, Kurotsuzaki Tonalite and Ushiyashiki Granite.

した花崗岩体の冷却速度が速い浅所貫入型であったことによると考えられる。実際に、ホルンブレンドの自形性が良好でしばしば長柱状をなすことも、このことを支持している。

山中花崗閃緑岩のホルンブレンドおよび黒雲母の K-Ar 年代は 103Ma および 104Ma で、霊山層花崗岩礫の年代とよく一致し、また両者はモード組成も類似する (Fig. 2)。ただし、山中花崗閃緑岩と年代測定した霊山層花崗岩礫を比べると、主成分元素や微量元素に若干の違いがみられ、帯磁率についてみると、比較的新鮮な花崗岩礫 10 試料の値は 0.16~2.14 × 10⁻³ SI でイルメナイト系列の花崗岩類に属するのに対し、山中花崗閃緑岩が 4~5 × 10⁻³ SI とやや高く、磁鉄鉱を含むマグネタイト系列の花崗岩類に属する点が異なる。

以上から、霊山層中の花崗岩礫の供給源は、現在地表に露出している山中花崗閃緑岩そのものとは考えにくいものの、これと同時期に活動した花崗岩体で現在は侵食されつくしたか、あるいは新生代火山岩類に覆われて現在地表に露出していない岩体に求められるかもしれない。

今回、大野川層群中の花崗岩礫に、古領家帯の証拠となり得るペルム紀の年代は得られなかったが、大野川層群最上部海辺層から産する結晶片岩礫の白雲母の K-Ar 年代として 182~199Ma という値が報告されている (Isozaki and Itaya, 1989)。Isozaki and Itaya (1989) は、この礫が三波川帯からではなく“三郡変成帯”から供給されたと考えた。筆者らの観察によると、この礫は砂岩泥岩互層中に散点的に数 10cm~数 m の角礫をなすもので、堆積場のすぐ近傍からもたらされた崖錐性堆積物と考えられる。また、岩相的には泥質千枚岩と呼ぶべきもので、類似した岩体として、臼杵川石英閃緑岩体と断層で接して、その北西側に北東-南西方向に細長く分布する生^{しょう}の原^{はら}変成岩が存在する。その白雲母の K-Ar 年代として 190Ma (寺岡ほか、

1992) であり、海辺層中の結晶片岩礫の上記年代値と一致する。海辺層中の泥質片岩礫が採取された臼杵市街北東下ノ江付近 (Isozaki and Itaya, 1989) は、生の原変成岩分布域の北東延長部に位置しており、海辺層堆積時に生の原変成岩がこの地域まで露出し、南方への古流向 (寺岡, 1970) に伴って堆積した可能性も充分考えられる。今回、海辺層から花崗岩礫を確認したものの、新鮮な試料を採取することができなかったため、その年代測定は行わなかったが、それが生の原変成岩と並列して分布しているペルム紀臼杵川石英閃緑岩に対比される可能性がある。

冒頭にも述べたように、大野川層群が領家帯和泉層群の西方延長部に相当するののか、あるいは、関東山地跡倉層や四国西部真穴層と同様古領家帯 (高木・柴田, 1996) に属するののかについて、今回の年代測定のみからでは結論を出すことはできなかった。103~108Ma という花崗岩礫の年代値は、関東山地の古領家帯構成要素の白亜紀前期高温型変成岩類 (寄居変成岩) に伴われる花崗岩の年代 (103~112Ma: 高木ほか, 1989) や、関東山地秩父帯の^{さんちゆう}山中層群^{さんやま}三山層中の花崗岩礫の黒雲母 K-Ar 年代の 1 つのグループ (88~110Ma: 高木ほか, 1995) と一致するので、大野川層群中の礫の供給源を古領家帯に求めることは可能である。しかしながら、九州の中央構造線 (高木・柴田, 1996) と考えられる大分-熊本構造線以北の花崗岩類や、九州西部肥後帯の花崗岩類についても同様の年代が広く知られており (小山内ほか, 1993)、年代が東から西に向かって古くなるという領家帯のトレンド (中島ほか, 1995) に九州が位置していることから、単純に年代対比だけで、今回の結果が古領家帯の年代を示している領家帯の年代とは異なるとも言えない。ただし、小山内ほか (1993) も指摘しているように、朝地変成岩地域の花崗岩類と大分-熊本構造線以北の花崗岩類の Sr 同位体比初生値 (SrI) は 0.7044~0.7054 と低く (Table 4)、中国地方以

東の領家花崗岩類の SrI (0.707以上) とは明らかに異なっており、逆に古領家帯の白亜紀花崗岩類 (SrI=0.705) や阿武隈帯の花崗岩類の年代および SrI (柴田・高木, 1989) と一致する。九州西部肥後帯の白石野花崗閃緑岩のホルンブレンド K-Ar 年代も 103Ma (中島ほか, 1995), SrI は 0.7049 (小山内ほか, 1993) という値が得られており、また、磁鉄鉱を含む (亀井ほか, 1999) 点でも山中花崗閃緑岩と一致し、領家花崗岩類とは異なる特徴を持っている。

今回の調査の結果、朝地変成岩類に伴われる花崗岩類と大野川層群霊山層中の花崗岩礫の K-Ar 年代が一致したことから、九州における古領家帯の問題解決の主体は朝地変成岩類およびその周辺の花崗岩体が領家帯に属するのか、属さないのかという帰属問題の検討に移る必要性が生じたといえよう。また、あわせて大野川層群の海辺層をはじめ、異なる層準や異なる礫種からの年代測定が望まれる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、地質調査所寺岡易司博士には大野川層群の礫岩の露頭について御教示いただき、本稿の査読を通して貴重な御助言を賜った。大分県立四日市高等学校堀田秀俊教諭には、調査に際し御助力を賜った。蛍光 X 線分析に際しては、早稲田大学加藤 潔博士、戸邊恵里氏にお世話になった。早稲田大学卒業生の斉藤 司、久野晶生両氏には、試料の一部を提供していただいた。また、同大学院の新井宏嘉氏には、粗稿に目を通していただいた。熊本大学豊原富士夫博士、山口大学武田賢治博士には、本稿に目を通していただき、適切な御指摘をいただいた。以上の方々に厚くお礼申し上げる。なお、本研究は 1997・1998 年度文部省科学研究費 (課題番号 09640551) ならびに早稲田大学特定課題研究助成費 (97A-275) の補助を受けた。

文 献

- Dodson, M. H. and McClelland-Brown, E., 1985, Isotopic and palaeomagnetic evidence for rates of cooling, uplift and erosion. In Snelling, N. J., ed., *The chronology of the geological record.*, Geol. Soc. Mem., no. 10, 315-325.
- 早坂康隆・原 郁夫・吉開健志, 1989, 朝地変成岩のナップ構造と九州の地質構造の問題 (予報). 地質学論集, no. 33, 177-186.
- Isozaki, Y. and Itaya, T., 1989, Origin of schist clasts of Upper Cretaceous Onogawa Group, Southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **95**, 361-368.
- 亀井淳志・大和田正明・小山内康人・濱本拓志・加々美寛雄, 1997, 熊本県肥後変成帯に産する深成岩類の形成年代と冷却年代. 岩鉱, **92**, 316-326.
- 亀井淳志・大和田正明・山本耕次・小山内康人・加々美寛雄, 1999, 中北部九州に産する玄武岩質下部地殻由来の白亜紀花崗岩類. 日本地質学会第106年学術大会演旨, P-111, 232.
- 唐木田芳文・山本博達, 1982, 大分県朝地変成岩地域の花崗岩類. 地質雑, **88**, 523-533.
- Kobayashi, K., 1996, Rotation of slip direction of the Atokura Nappe viewed from microstructural analyses of brittle shear zones in the Sambagawa belt, Southwest Japan. *Jour. Struct. Geol.*, **18**, 563-571.
- 正尾 敏・山田康裕・加々美寛雄, 1990, 大分県国東半島における花崗岩類・変成岩類. 日本地質学会第97年学術大会演旨, 445.
- 松本達郎, 1936, 九州大野川盆地の地史学的研究 (I, II). 地質雑, **517**, 758-786/**518**, 815-852.
- 中島 隆・永川勝久・小畑正明・内海 茂, 1995, 肥後変成岩とそれに伴う花崗岩類の Rb-Sr および K-Ar 年代. 地質雑, **101**, 615-620.
- 小野晃司, 1963, 5 万分の 1 地質図幅「久住」及び同説明書. 地質調査所, 106p.
- 小山内康人・正尾 敏・加々美寛雄, 1993, 中部九州内帯花崗岩類の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代. 地質学論集, no. 42, 135-150.
- 笹田政克, 1987, 豊肥地域の先第三紀基盤岩類. 地調月報, **38**, 385-422.
- 柴田 賢・高木秀雄, 1989, 関東山地北部の花崗岩類の年代, 同位体からみた中央構造線と棚倉構造線との関係. 地質雑, **95**, 687-700.
- 高木秀雄・朴 容世・益子竜行・田中秀実・小泉雅一・板谷徹丸・坂 幸恭, 1995, 関東山地, 山中地溝帯三山層中の花崗岩礫の K-Ar 年代. 地質雑, **101**, 648-658.
- 高木秀雄・柴田 賢, 1996, 古領家帯の復元. 嶋本利彦・早坂康隆・塩田次男・小田匡寛・竹下 徹・横山俊治・大友幸子編, テクトニクスと変成作用 (原 郁夫先生退官記念論文集), 創文, 東京, 211-219.
- 高木秀雄・柴田 賢・鈴木和博・田中 剛・上田 寛, 1997, 九州東部, 臼杵-八代構造線沿いの臼杵川石英閃緑岩の同位体年代とその地質学的意義. 地質雑, **103**, 368-376.
- 高木秀雄・柴田 賢・内海 茂・藤森秀彦, 1989, 関東山地北縁部の花崗岩類の K-Ar 年代. 地質雑, **95**, 369-380.
- 寺岡易司, 1970, 九州大野川盆地付近の白亜紀層. 地調報告, no. 237, 87p.
- 寺岡易司・宮崎一博・星住英夫・吉岡敏和・酒井 彰・小野晃司, 1992, 犬飼地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 129p.
- 寺岡易司・鈴木盛久・川上久美, 1998, 西南日本中軸帯の白亜紀-古第三紀堆積物の供給源. 地調月報, **49**, 395-411.
- 通商産業省, 1980, 昭和54年度大規模深部地熱発電所環境保全実証調査報告書 (豊肥地域) 地質構造調査. 62p.
- 山北 聡・伊藤谷生・田中秀実・渡辺弘樹, 1995, 古期中央構造線としての佐志生断層の前期漸新世における top-to-the-west 斜め衝上運動. 地質雑, **101**, 978-988.
- Yamamoto, H., 1962, Plutonic and metamorphic rocks along the Usuki-Yatsushiro Tectonic Line in western part of central Kyushu. *Bull. Fukuoka Gakugei Univ.*, **12**, 93-172.

(要 旨)

高木秀雄・曾田祐介・吉村浄治, 2000, 九州東部大野川層群の花崗岩礫の K-Ar 年代. 地質学論集, 第56号, 213-220. (Takagi, H., Soda, Y. and Yoshimura, J., 2000, K-Ar ages of the granitic clasts from the Onogawa Group, eastern Kyushu. *Mem. Geol. Soc. Japan*, no. 56, 213-220.)

大野川層群靈山層中の花崗岩礫と, 朝地変成岩類分布域中の山中花崗閃緑岩の K-Ar 年代を測定した. 花崗岩礫 4 試料から得られたホルンブレンドと黒雲母の K-Ar 年代は103~108Ma とよく一致した. 一方, 山中花崗閃緑岩 1 試料について得られた K-Ar 年代は, ホルンブレンドが103Ma, 黒雲母が104Ma, カリ長石が75.1Ma となった. 靈山層中の花崗岩礫と山中花崗閃緑岩は年代的には一致するものの, 微量元素や帯磁率が異なる. しかしながら, 大野川層群の堆積物は北方から供給されたという報告があることから, 靈山層中の花崗岩礫の供給源が朝地地域周辺の花崗岩類から由来した可能性は高い. 大野川層群が領家帯の和泉層群の西方延長に相当するのか, あるいは古領家帯の跡倉層-真穴層に対比されるかを明らかにするためには, 今後朝地変成岩類の帰属問題を解決する必要がある.