上八川 — 池川構造線に沿う珪長質 火成岩類の K-Ar 年代

K-Ar dating on felsic igneous rocks along
the Kamiyakawa-Ikegawa Tectonic Line

梅 原 直 道 (Naomichi Umehara)*
板 谷 徹 丸 (Tetsumaru Itaya)**
吉 倉 紳 一 (Shin-ichi Yoshikura)*

K-Ar dating was carried out on the Yanagino dacite and Takaiwa rhyolite which form part of a roughly E-W chain of small felsic intrusions along the Kamiyakawa-Ikegawa tectonic line in central Shikoku.

K-Ar whole rock ages of the Yanagino dacite range from 15.2 ± 0.4 Ma to 16.9 ± 0.4 Ma and its biotite yields a little younger age of 14.2 ± 0.4 Ma. A K-Ar whole rock age of 15.0 ± 0.5 Ma was determined for the Takaiwa rhyolite.

Present study confirms the felsic intrusions are correlated in age with the Miocene Ishizuchi Group and related intrusions distributed to the north of the tectonic line.

1. はじめに

四国中央部の高知県吾川郡吾北村上八川～同郡池川町間の上八川—池川構造線に沿って珪長質火成岩類が断続的に貫入している(図1)。この珪長質火成岩類の年代については、被貫入母岩の三波川帯、または秩父果帯北帯の構成員より若いということだけしか解っていない。石井ら(1957)は分布域が近いことや、岩質・貫入順序・随伴関係などから、その北西の石鎚山系に広く分布する、新第三系石鎚層群に伴われる珪長質貫入岩類に対比し、その年代を中新世とした。

従来、本地域では御荷鉾緑色岩類は欠如し、三波川帯と秩父果帯北帯は上八川—池川構造線を境にして直接するとされていた(小島ら, 1956; 小島, 1961)(図1)。また鈴木(1964)や Suzuki(1965)は、両帯の地層と変成度は、上八川—池川構造線を含む背斜の両翼で連続しており、その北翼が三波川帯(南縁帯)に、南翼が秩父果帯北帯にあたるとした。

しかし武田ら(1977)は、両帯を境するのは上述の背斜の北翼に沿って発達する西石原—池川スラスト

であり、小島や鈴木が三波川南縁帯としたものは秩父果帯北帯に属するとした。また彼らはこの背斜の形成は、西石原—池川スラストの形成後であることを明らかにした。さらに上八川—池川構造線及びこれを含む上記の背斜の形成は、同構造線に沿って貫入する珪長質火成岩類の活動に関係する可能性を指摘した。

以上のように、この貫入岩類の正確な年代を知るとは、四国中央部の造構史を明らかにするうえでも、また後述するように、西南日本外帯—瀬戸内区の中新世の火成活動の詳細を知るうえでも重要である。そこで本研究では、これまで年代決定がなされておらず、その帰属が不明であったこの珪長質火成岩類のうち、比較的分布が広く岩質に特徴のある柳野デイスイトと、高岩流紋岩の K-Ar 年代測定を行ったのでその結果について報告する。

2. 地質概説

柳野デイスイトは、高知県吾川郡吾北村柳野で、黒色片岩、緑色片岩、砂質片岩などから構成される地質体(鈴木(1964)の思地層)中に発達する背斜軸部付

* 高知大学理学部地質学教室
〒780 高知市曙町 2-5-1

** 岡山理科大学森山研究所
〒700 岡山市理大町 1-1

(平成3年2月14日受付
平成3年5月23日受理)

図1. 上八川-池川構造線に沿う珧長質火成岩類と新第三系石籠層群の分布, 高知営林局(1977)による。

近に, 東西 600 m, 南北 300 m の紡錘形の岩体として非調和に貫入している(図2)。岩体周縁には幅約 1 m の急冷周縁相が発達する。また本岩体中には見事な柱状節理が見られる。柳野デイスাইトは暗灰色細粒の斑状岩で, 最大直径 2 mm 程度の赤褐色のザクロ石斑晶を特徴的に含む。岩体周辺においては被貫入母岩の片岩を捕獲しており, その一部が溶融・同化されていく過程が見られることがある。

高岩流紋岩は, 同村高岩周辺で 40~60 m 間隔で東西方向に並走する厚さ 1~2 m の数枚の岩脈として産する。本地域の片理は東西走向で南に急斜するが, 岩脈はこの構造にほぼ調和的に貫入している。

3. 測定試料記載

測定試料の記載岩石学的特徴と全岩化学組成について以下に記す。なお全岩分析は蛍光 X 線を用い, ガラスビード法(ホウ酸リチウムを融剤として 11 倍に希釈し, 約 1300℃ で溶融ガラス化)により主要成分 10 元素, 微量成分 6 元素の定量を行った。分析結果と C.I.P.W. ノルムを表 1 に示す。

(1) 柳野デイスাইト(試料番号 YN-1, -3, -4, -5)

本岩は一般に暗灰色で, 完晶質細粒斑状組織を示す。YN-1, -3, -5 は均質塊状で, 急冷相と考えられる YN-3 は灰白色を呈しより細粒である。YN-4 には捕獲・同化された片岩によるものと考えられる, “ghost structure” 様の幅数ミリの濃淡の縞状構造が観察される。斑晶として斜長石, 石英, 黒雲母, ザクロ石などが含まれる。石基は微晶質で主に石英, 斜長石, アルカリ長石などからなる。なお本岩には圧碎や破砕を受けた証拠は認められない。

石英斑晶は自形~他形で, 融食されて丸みを帯び, 結晶周辺が不規則に湾入したものが多い。斜長石斑晶は自形~他形で, 著しい反復果帯構造を示すものがある。組成はコアで An_{45} , リムで An_{30} 程度である。多くのものに変質汚濁したコアが存在する。変質の程度が強いものは方解石や粘土鉱物に交代されて仮像となっている。

黒雲母は X=淡褐色, Z=赤褐色の多色性を示し, 自形~他形でやはり融食を受けたものが多い。針状~長柱状の自形リン灰石やジルコンの小結晶が包有される。O=22 で $Al^{IV} \sim 2.8$, $Al^{VI} \sim 0.95$, $Ti \sim 0.56$, $Fe^{2+}/$

図2. 柳野デイサイト岩体の地質図と試料採取地点.

$(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}) = 0.5 \sim 0.7$ (全鉄を Fe^{2+} として計算) と Al, Ti, Fe に富むのが特徴である。ザクロ石斑晶には自形のものと他形のものがあるが、いずれもアルマンディンで組成差はあまり大きくない。Fe-Ti 酸化物として主にイルメナイトとルチルが含まれるが、少量のマグネタイトも存在する。その他、ごく少量ながら珪線石、紅柱石、ヘルシナイトなどの Al に富む捕獲結晶を特徴的に含むことがある。

本岩は従来“流紋岩”，あるいは“石英斑岩”などとされていたが， SiO_2 が 64～68%， $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ が 6.7～7.7% 程度であり，LeBas *et al.* (1986) に従えばデイサイトに分類される。ノルムコランダムが算出され，アルミナ飽和指数 ($\text{mol. Al}_2\text{O}_3 / (\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$) は 1.0 以上であり，パーアルミナスな性質を有する。

(2) 高岩流紋岩 (試料番号 TK-1)

本岩 (採取地点， $33^\circ 37' 34'' \text{N}$, $133^\circ 18' 18'' \text{E}$) は灰色で完品質細粒斑状組織を示す。斑晶は主に石英，斜長石，Fe-Ti 酸化物などで，石基は隠微晶質～微晶質で石英や長石からなる。本岩には圧碎や破砕による変形組織は観察されない。

石英斑晶はすべて著しく融食を受け，円形や楕円形

になっている。この石英の斑晶を核とする球粒構造がしばしば認められる。斜長石斑晶は自形性が強い。しかし多くのものが粘土鉱物によって交代され仮像となっている。本岩の SiO_2 は 80%， $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ は 5% 程度で，組成上は流紋岩に分類される (LeBas *et al.*, 1986)。

4. 年代測定法と結果

K-Ar 年代測定は岡山理科大学蒜山研究所分室設置の機器を使用し，柳野デイサイトは全岩と黒雲母，高岩流紋岩は全岩についておこなった (なおここでいう“全岩”は後述のように調整がなされており，真の意味での全岩ではないが，便宜上この語を使用する)。

測定試料は以下のように調整した。できるだけ捕獲岩や捕獲結晶を含まない試料を選び，それをカッターでスライス状に切断し，風化部分や細脈を除去した。これを超合金乳鉢で粉碎し，80-100 メッシュに整粒した。純水で洗浄・乾燥した後，永久磁石で磁性鉱物を除去したものを全岩試料とした。黒雲母は 100-150 メッシュのフラクションから，アイソダイナミックセパレーターとタッピングにより分離した。以上のように

表1. K-Ar年代測定試料の全岩分析値とC.I.P.W.ノルム

sample	YN-1	YN-3	YN-4	YN-5	TK-1
< major elements in wt% >					
SiO ₂	63.67	68.09	64.87	64.05	79.29
TiO ₂	0.67	0.67	0.63	0.72	0.07
Al ₂ O ₃	17.84	15.71	17.34	17.65	14.21
Fe ₂ O ₃	4.85	4.65	4.45	4.77	0.08
MnO	0.09	0.10	0.08	0.09	0.02
MgO	1.59	1.58	1.43	1.77	0.11
CaO	4.16	2.90	3.33	4.05	0.07
Na ₂ O	4.07	3.79	4.87	4.06	0.06
K ₂ O	2.84	2.94	2.83	2.65	5.36
P ₂ O ₅	0.22	0.17	0.16	0.19	--
< C.I.P.W. norm** >					
q	16.02	14.66	17.18	18.06	57.67
c	1.01	0.59	1.20	1.05	8.17
or	16.86	16.80	15.70	16.72	31.72
ab	34.60	41.40	34.52	35.72	0.53
an	19.32	15.53	18.95	16.80	0.36
en	3.98	3.57	4.43	3.99	0.29
fs	5.45	4.99	5.27	5.04	0.97
mt	0.97	0.89	0.95	0.90	0.16
il	1.28	1.19	1.37	1.27	0.14
ap	0.50	0.38	0.44	0.44	--
< trace elements in ppm >					
Rb	90	94	90	100	202
Sr	237	214	212	196	158
Ba	607	565	533	540	779
V	33	25	36	34	--
Y	31	28	27	28	25
Zr	324	268	289	262	100

* recalculated values on anhydrous basis

** calculated assuming Fe₂O₃/(Fe₂O₃+FeO)=0.15

に調整した全岩と黒雲母試料をArの定量に供した。

Kの定量は上述の試料の一部をさらに粉末にし、HFとHNO₃で分解の後、2000 ppmのCsを共存元素干渉抑制剤として添加し、蛍光分光分析法で行った。測定は三回行い、その平均をとった。Arの定量は³⁹Arをスパイクとする同位体希釈法で、軌道半径15 cm、偏向角130°、扇形磁場、斜入射型の質量分析計を用いて行った(長尾ら, 1984; 長尾・板谷, 1988)。年代値の算出にはSteiger and Jäger (1977)の衰変定

数および⁴⁰K存在度を用いた。

測定結果を表2に示す。均質塊状岩相の内YN-3とYN-5の年代はそれぞれ15.4±0.4 Maと15.2±0.4 Maで極めてよく一致する。YN-1の全岩年代は16.9±0.4 Ma、黒雲母年代は14.2±0.4 Maで、後者がやや若い年代を与える。分析に供した黒雲母はしばしば緑泥石化している。今回の分離法では緑泥石の分離・除去が不完全であったことは、Kが3.65 wt%しか含まれないことから明らかである(表2)。したがって、この黒雲母の緑泥石化が年代測定値に影響している可能性は否定できない。しかし、このような変質がK-Ar年代測定に及ぼす影響は、あまり大きくないことが知られている(大田・板谷, 印刷中)。

縞状構造を有するYN-4の年代値は23.6±0.6 Maで、YN-1, YN-3, YN-5のそれとは有意に古い。これは前述のように、YN-4が周辺母岩の片岩を捕獲・同化しているための見かけの年代と解釈される。

TK-1は15.0±0.5 Maの年代値を与える。この試料については変質による若干の年代の若返りがあった可能性があるが、柳野デイサイトの年代と大差ない。

5. 考 察

今回測定された柳野デイサイト及び高岩流紋岩のK-Ar年代は何れも約15 Maであり、岩相・岩質は全く異なるが、両者はほぼ同時期に形成されたものとみなしてよい。前述のように、上八川—池川構造線に沿う珪長質火成岩類は、石鎚山系に分布する中新世の火成岩類に対比されてきた。後者の同位体年代は、面河花崗岩類について黒雲母のK-Ar年代の14±2 Ma (Shibata, 1968)とジルコンのフィッシュオントラック年代の14.6±1.5 Ma (関ら, 1981)の二例が報告されている。また最近、田崎ら(1990)は石鎚層群相当の安山岩脈の全岩K-Ar年代として15.1±0.4~15.4±0.4 Maという値を得た。今回測定された柳野デイサイトと高岩流紋岩の年代はこれらの値ときわめてよく一致する。したがって、上八川—池川構造線に沿う珪長質火成岩類は、年代の点ではこれまで考えられていたように、石鎚山系の中新世火成岩類に対比されることが確認された。

西南日本外帯—瀬戸内地域には、中新世の14 Maをピークとし、10-17 Maの間に集中的に火成活動があったことが知られている(中田・高橋, 1979)。この火成活動域は鉱物組み合わせ、主要・微量全岩組成、鉱物組成、同位体組成などの違いにより、中央構造線以北の瀬戸内区、以南の外帯区、南縁の外縁帯区の三つ

表 2. K-Ar 年代測定データ

Sample	K (wt%)	Rad. 40Ar (1 ⁻⁶ cc STP/g)	Air (%)	Age (Ma)
<Yanagiono dacite>				
YN-1	1.94 ± 0.04	128 ± 2	18.4	13.9 ± 0.4
YN-1*	3.65 ± 0.07	202 ± 3	34.6	14.2 ± 0.4
YN-3	2.47 ± 0.05	148 ± 2	15.5	15.4 ± 0.4
YN-4	2.26 ± 0.04	209 ± 3	16.7	23.6 ± 0.6
YN-5	1.97 ± 0.04	116 ± 2	20.2	15.2 ± 0.4
<Takaiwa rhyolite>				
TK-1	3.46 ± 0.07	202 ± 5	47.6	15.0 ± 0.5

* biotite age

の岩石区に分けられる(高橋, 1986)。さらに外帯区はほぼ仏像構造線を境に、北側の I タイプ帯と南側の S タイプ帯に二分される (Takahashi *et al.*, 1980; 村田, 1984)。このような岩石区の帯状配列を生じた原因として、マグマの起源物質となった地殻下部の組成差、広域的応力場の違いによるマグマの上昇機構の差、瀬戸内区の火山岩類の親マグマ類似のマグマと地殻内泥質物質との反応の程度の差、などが考えられている (高橋, 1986; 中田・岡本, 1984; 村田, 1984; 村田・吉田, 1986)。

前述のマグマ組成の広域的变化を論じる場合、主として三波川帯北縁に位置する石鎚山系の火成岩類から、四万十帯の白亜系に貫入する高月山花崗岩体までその分布が途切れる四国西部～中央部においては (図 1)、両者の中間に位置する小論で記述した珪長質火成岩類がもたらす情報は貴重である。

ところで柳野デイスайトのようにアルマンディン斑晶を含む安山岩～石英安山岩は、西南日本では奈良県二上山、香川県雨滝山・火山・鷲ノ山など瀬戸内区に属する地域に産することが知られている (加納, 1983)。

石鎚山系の火成岩類は、中央構造線の南側に分布することから外帯区に含められる (例えば、高橋, 1986) のが普通であるが、火山岩類は瀬戸内区のものとして (堀越, 1963)、また花崗岩類 (例えば面河花崗岩類など) は外帯区のものとして扱われたりすることもあり (堀越, 1960)、その帰属については意見の分れるところであった。しかし最近、村田・吉田 (1986) は面河花崗岩類と随伴する瀬戸内斜方輝石安山岩類は同一マグマに由来するものであり、面河花崗岩類は瀬戸内区に属すると主張している。この点、さらに南に分布す

る同時代の柳野デイスайトが、アルマンディン斑晶を含む点で瀬戸内区の火成岩類に似ていることは、瀬戸内区の火成活動が及んだ範囲を考えるうえで興味深い。

6. ま と め

四国中央部の上八川—池川構造線に沿って貫入する珪長質火成岩類のうち、柳野デイスайトと高岩流紋岩の K-Ar 年代測定を行い、前者については $15.2 \pm 0.4 \sim 16.9 \pm 0.4$ Ma、後者については 15.0 ± 0.5 Ma の値を得た。

したがって、これらの火成岩類は、従来考えられていたように、西南日本外帯—瀬戸内中新世火成岩類に対比される。

謝 辞 構成鉱物の EPMA 分析は国立極地研究所で行った。分析に際して、小島秀康博士と本吉洋一博士に大変お世話になった。記して感謝の意を表する。

引用文献

- 堀越和衛 (1960), 四国石鎚山火成岩類の化学成分 (I), 愛媛大学紀要, 第二部, 自然科学, D, 4, 31-50.
- 堀越和衛 (1963), 西南日本瀬戸内岩石区の火山岩類の化学成分 (I), 愛媛大学紀要, 第二部, 自然科学, D, 4, 153-168.
- 石井健一・市川浩一郎・甲藤次郎・吉田博直・小島丈児 (1957), 四国上八川—伊野間路線に沿う秩父累帯の地質 (予土路線に沿う地質 その II), 地質雑誌, 63, 449-454.
- 加納 博 (1983), 瀬戸内安山岩のザクロ石の起源に

- ついて、秋田大学鉱山学部研究報告, 4, 41-46.
- 高知営林局 (1977), 20 万分の 1, 高知営林局管内表層地質図
- 小島丈児・吉田博直・甲藤次郎・市川浩一郎・石井健一 (1956), 四国西条—上八川路線に沿う三波川帯の地質(予土路線に沿う地質, その I), 地質雑, 62, 317-326.
- 小島丈児 (1961), 三波川帯, 高知県地質鉱産図説明書, 14-19, 高知県.
- LeBas, M.J., LeMaitre, R.W., Streckisen, A. and Zanettin, B. (1986), A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Jour. Petrol.*, 27, 745-750.
- 村田 守 (1984), 紀伊半島, 大峯地域の中新世 I タイプおよび S タイプ花崗岩質岩の岩石学, 岩石鉱物鉱床学会誌, 79, 351-369.
- 村田 守・吉田武義 (1986), 四国北西部, 中新世面河花崗岩質岩の岩石学から見た瀬戸内岩石区と外帯岩石区の中新世火成活動, 岩鉱学会講演要旨, 151.
- 長尾敬介・西戸裕嗣・板谷徹丸・緒方惟一 (1984), K-Ar 法による年代測定, 岡山理大森山研報, 9, 19-38.
- 長尾敬介・板谷徹丸 (1988), K-Ar 法による年代測定, 地質学論集, 29, 5-21.
- 中田節也・高橋正樹 (1979), 西南日本外帯・瀬戸内区における中新世の中性〜珪長質マグマの化学組成の広域的变化, 地質雑, 85, 571-582.
- 中田節也・岡本康成 (1984), Sr 同位体組成から見た西南日本外帯 I-タイプ, S-タイプ珪長質マグマの成因モデル, 地質学論集, 24, 187-198.
- 関 達也・明坂卓郎・山ロー裕 (1981), 石鎚群面河花崗岩類の F.T. 年代測定, 三鉱学会講演要旨, 137.
- Shibata, K. (1968), K-Ar age determinations on granitic and metamorphic rocks in Japan. *Rept. Geol. Surv. Japan, No. 227*, 71 p.
- 武田賢治・佃 栄吉・徳田 満・原 郁夫 (1977), 三波川帯と秩父帯の構造的関係, 秀 敬編「三波川帯」, 広島大学出版研究会, 107-151.
- Steiger, R.H. and Jäger, E. (1977), Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmo-chronology. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 36, 359-362.
- 鈴木堯士 (1964), 高知県吾川郡地域における三波川帯と秩父帯の関係, 地質雑, 70, 339-347.
- Suzuki, T. (1965), On the Kamiyakawa-Ikegawa tectonic line. *Geol. Rep. Hiroshima Univ.*, 14, 293-306.
- 高橋正樹 (1986), 日本海拡大前後の“島弧”マグマ活動, 科学, 56, 103-111.
- Takahashi, M., Aramaki, S. and Ishihara, S. (1980), Magnetite-series/ilmenite-series vs. I-type/S-type granitoids. *Mining Geol. Spec. Issue*, 8, 13-28.
- 田崎耕市・高橋治郎・板谷徹丸・グレーブス R.H.・鹿島愛彦 (1990), 四国北西部の中央構造線に貫入した安山岩の K-Ar 年代, 岩鉱, 85, 155-160.