奈良市高樋ペグマタイトの Rb-Sr 年代および K-Ar 年代について

石坂 恭一*・柴田 賢**

Rb-Sr age and K-Ar age of the Takai pegmatite, Nara Prefecture, Japan

Kyoichi ISHIZAKA* and Ken SHIBATA**

Abstract The Rb-Sr and the K-Ar ages were determined for biotite, muscovite and K-feldspar collected from the Takai pegmatite, Nara Prefecture. The pegmatite is a large-scaled one and occurs in the Ryoke metamorphic terrain intruding basic metamorphic rocks. The Rb-Sr ages are 73.9 m. y. for biotite, 75.0 m. y. for muscovite and 75.7 m. y. for K-feldspar, while the K-Ar ages are 73.6 m. y. for biotite, 70.3 m. y. for muscovite and 70.0 m. y. for K-feldspar. Thus, the Rb-Sr and the K-Ar ages are not concordant, except for biotite. The younger K-Ar ages for both muscovite and K-feldspar suggest that Ar diffusion continued after the ceasing of Sr diffusion. The concordant Rb-Sr ages for muscovite and K-feldspar may indicate the time of the formation of the pegmatite. This result suggests that the plutonic activity which occurred in the Ryoke metamorphic terrain in the Kinki district ceased approximately 75 m. y. ago.

はじめに

ペグマタイト中には黒雲母・白雲母・微斜長石などの大型結晶を産することが多い。もしこのような鉱物が同時に得られるならば、各鉱物についてそれぞれ Rb-Sr 法および K-Ar 法による年代測定が可能であり、これらの鉱物について行われた Rb-Sr 法および K-Ar 法による年代測定値が一致するならば、それらはこのペグマタイト鉱物の生成した時期を示すと考えてよい。ペグマタイトの生成年代は一連の深成活動の終了時期を明らかにするのに重要な意味をもつ。

今回近畿地方領家帯中の、奈良市高樋町付近に産する大規模なペグマタイトの黒雲母・白雲母・微斜長石について Rb-Sr 年代および K-Ar 年代を測定したのでその結果について報告する。

地質概要

高樋ペグマタイトは奈良市東南方約 7 km の高樋町付

近に産し、その規模はかなり大きく YOSHIZAWA *et al.* (1966) による近畿地方領家帯地質図に記入されている (Fig. 1)。このペグマタイトは黒雲母・白雲母・微斜長石・ザクロ石・石英からなり、塩基性変成岩中に進入している。この塩基性変成岩は YOSHIZAWA *et al.* (1966) により fine-grained basic rock とされているもので、地質図にみられるように高樋付近では小規模で、周囲には天理市東方を中心としてやや粗粒の角閃石-黒雲母花崗岩* が広く分布している。したがってペグマタイトはこの付近に分布する花崗岩類と成因的に関連するものであろう。

試料および分析方法

高樋ペグマタイトは試料採取当時 (1962 年)、微斜長石がガラス原料として採掘されており、微斜長石の他に黒雲母および白雲母の大型結晶を得ることが可能であった。今回の測定に用いた試料は、黒雲母・白雲母・微斜長石でいずれも新鮮なものである。黒雲母は緑色のいわゆる "Book mica" とよばれているもので、長径 6 cm 短径 4 cm の結晶をなし、白雲母は約 3 cm × 4 cm であ

1979 年 4 月 3 日 受理

* 京都大学理学部地質学鉱物学教室。Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto, 606 Japan.

** 地質調査所技術部。Technical Department, Geological Survey of Japan, Kawasaki-shi, 213 Japan.

* YOSHIZAWA *et al.* により coarse-grained granites とされているもので、いわゆる柳生型花崗岩に相当する。

Fig. 1 Geological map around the Takai area. After YOSHIZAWA *et al.* (1966).

r. Recent, p. Plio-Pleistocene, m. Miocene and Pliocene, Peg. Pegmatite, cG. Coarse-grained hornblende-biotite granite, fG. Fine to medium-grained two mica granite, nGd. Biotite-hornblende gneissose granodiorite, Db. Fine-grained basic rocks, Nr. Coarse-grained basic rocks, bGn. Banded gneiss, F. Fault, f. Syncline and anticline.

り、微斜長石は $15\text{ cm} \times 8\text{ cm}$ 、厚さ約 4 cm の非常に大きな結晶である。黒雲母および白雲母はハサミで約 2 mm 角に切り、メノウ乳鉢で粉碎後 16 mesh にして使用し、微斜長石はタンガロイの乳鉢で粉碎、60 mesh 程度にして測定に供した。分析方法は Rb-Sr 法については ISHIZAKA (1971)、K-Ar 法については SHIBATA (1968) によりすでに報告されている。

黒雲母・白雲母・微斜長石ともに Rb 含有量と Sr 含有量とが著しく異なるため、同一の試料に ^{87}Rb と ^{84}Sr

のスパイクを加えて測定することが不可能であったために試料を 2 分し別々にこれらのスパイクを加えた。なお黒雲母については Rb 含有量が著しく高いため、約 100 mg を $\text{HF} + \text{HClO}_4$ で分解、蒸発乾固後 2.5 N HCl で約 30 ml に希釈し、このうち $3 \sim 4\text{ ml}$ の aliquot をとり ^{87}Rb スパイクを加えて測定した。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比はスパイクされた測定から求めた。なお本研究では各鉱物について Rb-Sr 年代を求めているが、その際 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の初生比として柴田・石原 (1977) により報告された領

Table 1. Rb-Sr ages of minerals from the Takai pegmatite.

Mineral	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Age (m.y.)
Biotite	8482	3.85	18844	20.648	74.6 (72.1)
	8461	3.82	18696	20.137	73.2 (70.7)
	8446				
	8531				average 73.9 (71.4)
Muscovite	1850	0.687	42007	45.774	75.3 (72.8)
	1841	0.832	19352	21.299	74.6 (72.1)
					average 75.0 (72.5)
K-feldspar	1038	3.27	1015	1.7932	75.3 (72.8)
	1036	3.29	1011	1.8043	76.0 (73.4)
					average 75.7 (73.1)

$\lambda = 1.42 \times 10^{-11}/\text{y}$. Figures in parenthesis are calculated using $\lambda = 1.47 \times 10^{-11}/\text{y}$.

Table 2. K-Ar ages of minerals from the Takai pegmatite.

Mineral	K ₂ O (%)	^{40}Ar rad. (10^{-6}mlSTP/g)	Atmospheric ^{40}Ar (%)	Age (m.y.)
Biotite	8.69	21.1	29.6	74.0 $\pm$ 2.5
	8.64	20.9	25.6	73.1 $\pm$ 2.4
				73.6 $\pm$ 1.8
Muscovite	9.82	23.3	26.2	70.7 $\pm$ 2.3
	10.00	23.1	22.3	69.9 $\pm$ 2.3
	10.23			
	10.02			70.3 $\pm$ 1.7
K-feldspar	11.34	26.1	13.9	70.0 $\pm$ 2.2
	11.36			

$\lambda_\beta = 4.962 \times 10^{-10}/\text{y}$, $\lambda_e + \lambda_e' = 0.581 \times 10^{-10}/\text{y}$, $^{40}\text{K}/\text{K} = 0.01167 \text{ atom\%}$.

家帯の斑礫岩の初生比 (0.709) を用いた。K-Ar 法による微斜長石の場合を除き Rb-Sr 法, K-Ar 法とも測定は各鉱物につき 2 回行なった。年代の計算に使用した定数は STEIGER & JÄGER (1977) による。

なおこのペグマタイトについては、以前に Rb-Sr 法による年代値が報告されたが (ISHIZAKA, 1966)*, 今回の測定法とやや異なっており (例えば前回では ^{86}Sr スパイクを用いたが, 今回は ^{84}Sr スパイクを用いている等), 今回の測定結果が優先する。

測定結果

Rb-Sr 法および K-Ar 法による測定結果はそれぞれ Table 1 および Table 2 に示した。Table 1 に見られる如く微斜長石を除いて黒雲母および白雲母は著しく高い Rb 含有量のゆえに $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 比, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比ともに非常に高い値を示す。白雲母の $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 比および $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は 2 回の測定で著しく異なっているが, これは白雲母の Sr 含有量が著しく少ないこと ($\sim 0.69 \text{ ppm}$) および Sr 含有量の増加が $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の低下を

伴っていることからみて, Sr の contamination の影響によるものと考えられる。しかし両比の著しい差異にかかわらず年代値はほぼ一致している。

Rb-Sr 法では白雲母と微斜長石について同一の年代が得られ, ほぼ 75 m.y. である。一方黒雲母はこれらよりやや若い 73.9 m.y. を示す。K-Ar 年代についてみると, 黒雲母は 73.6 m.y. でこれは Rb-Sr 年代と一致している。一方白雲母と微斜長石の K-Ar 年代は同一で, それぞれ 70.3 m.y. および 70 m.y. で黒雲母の年代より約 5% 若い。またこれらの値は各々の Rb-Sr 年代と比べて 6~8% 低い。

考 察

もともとの研究を始めた動機の 1 つは, これら 3 種類のペグマタイト鉱物を K-Ar 法および Rb-Sr 法によって測定し, 最近話題になっている (例えば STEIGER & JÄGER, 1977) ^{87}Rb の壊変定数について検討を行なうことにあった。しかしこれは Table 1 および Table 2 に見られるように, 黒雲母を除き新しい壊変定数 ($1.42 \times 10^{-11}/\text{yr}$) あるいは従来のそれ ($1.47 \times 10^{-11}/\text{yr}$) を

* 黒雲母 72 m.y., 白雲母 93 m.y., 微斜長石 95 m.y.

用いても Rb-Sr 年代と K-Ar 年代とが一致せず、所期の目的は達せられなかった。黒雲母や長石などの Rb-Sr 年代あるいは K-Ar 年代は、これらの鉱物から放射起源の ^{87}Sr や ^{40}Ar の逸脱が止まる温度に低下してからの年代を示すと考えられるが、白雲母と微斜長石の K-Ar 年代 (それぞれ 70.3 m. y. と 70.0 m. y.) が Rb-Sr 年代 (それぞれ 75.0 m. y. と 75.7 m. y.) より若い年代を示すことから、これらの鉱物では放射起源の ^{40}Ar (以下 $^{40}\text{Ar}^*$ と略す) の逸脱が放射起源の ^{87}Sr (以下 $^{87}\text{Sr}^*$ と略す) のそれが止ってからなお約 5 m. y. の間続いたことを示している。黒雲母については Rb-Sr 年代と K-Ar 年代が等しいことから $^{40}\text{Ar}^*$ と $^{87}\text{Sr}^*$ の逸脱はほぼ同じ温度まで続いたと考えられる。

一般に深成岩から得られた黒雲母などの鉱物の Rb-Sr 年代や K-Ar 年代が深成作用においてどのような出来事に対応しているかを知る事は困難である。しかしペグマタイトの形成は一連の深成活動の最末期に起きると考えられ、ペグマタイトを構成する鉱物の年代値が一致するならば、その年代値はほぼ深成活動の終了時期を示すと考えてよい。高樋ペグマタイトについて Rb-Sr 年代が、黒雲母ではやや若い年代を示すものの白雲母と微斜長石ではほぼ同一の年代を示すことからその生成時期はほぼ 75 m. y. と考えられ、このことから近畿地方領家帯での深成活動の終了時期はほぼ 75 m. y. と考えられる。高樋ペグマタイトの各鉱物にみられるアルカリ元素の濃集、ことに黒雲母における 0.84 % にも達する著しい Rb の濃集は、このペグマタイトの侵入・固結が最末期の深成活動であることを示している。石坂 (1969)

は近畿地方領家帯のいわゆる“古期花崗岩類”とされている花崗質岩中のジルコンを用いて約 95 m. y. の U-Pb 年代を得ているが、このことと考え合わせれば近畿地方での一連の深成活動は 95~75 m. y. にわたったと考えられる。

謝辞 K-Ar 年代測定に御援助をたまわった地質調査所内海 茂氏に厚くお礼申しあげる。

文 献

- ISHIZAKA, K., 1966 : A geochronological study of the Ryoke metamorphic terrain in the Kinki district, Japan. *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto*, **33**, 69—102.
- 石坂恭一, 1969 : 近畿地方領家帯のジルコンの U-Th-Pb 年代について. 岩鉱, **62**, 191—197.
- ISHIZAKA, K., 1971 : A Rb-Sr isotopic study of the Ibaragi granitic complex, Osaka, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **77**, 731—740.
- SHIBATA, K., 1968 : K-Ar age determinations on granitic and metamorphic rocks in Japan. *Rept. Geol. Surv. Japan*, no. 227, 71p.
- 柴田 賢・石原舜三, 1977 : 日本の斑禰岩類および花崗岩類の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初生値. *Magma*, no. 49・50, 60—62.
- STEIGER, R. H. and JÄGER, E., 1977 : Subcommission on geochronology : Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochemistry. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **36**, 359—362.
- YOSHIZAWA, H., NAKAJIMA, W. and ISHIZAKA, K., 1966 : The Ryoke metamorphic zone of the Kinki district, Southwest Japan : Accomplishment of a regional geological map. *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto*, **32**, 437—454.