兵庫県六甲花崗岩体中の U, Th, K の分布

Uranium, thorium and potassium content of Rokko
granitic bodies, Hyogo Prefecture.

西 村 進 (Susumu Nishimura)*
桂 京 造 (Kyoza Katsura)**

Abstract: The distributions of uranium, thorium and potassium content are traced in Rokko granitic bodies. These radio-elements determined have a tendency to concentrate in coarse-grained biotite granite than fine-grained, especially as to uranium.

The following data are obtained: Rokko granite, 2.8 ppm U; 10.1 ppm Th; and 2.5% K; Nunobiki granodiorite, 1.8 ppm U; 6.2 ppm Th; and 1.4% K; Liparite, 2.2 ppm U; 6.0 ppm Th; and 3.1% K.

1. 序

花崗岩体中の放射能分布については Gross (1947); Ingham and Keevil (1951); 初田・尹 (1957); Nishimura (1951); Nishimura *et al.* (1965), また Ra のみの分布については Asayama (1936, 1954) などの研究がある。これらの結果は大抵の場合, 進入体の周辺部に放射性元素の集中する傾向の強いことを示している。しかし, この一般傾向を乱すような分布もある。だが, 今までに, U, Th, K の分布を同時に求めた研究は非常に少ない。

今回, まず六甲花崗岩体について U, Th, K の分布を調べたのでここに報告する。

なお, この研究にあたり, 御指導いただいた京都大学理学部初田甚一郎教授, 大阪府立大学教養部浅山哲二教授に感謝する。

2. 分 析 方 法

U, Th の含有量は γ 線エネルギー分析により (Nishimura *et al.*, 1968), K の含有量は β 線の測定によって (Katsura *et al.*, 1969) 求めた。方法についてはこれらの報告に詳しくのべているのでここでは省略する。なお, 分析した試料のうち 7 試料については Rn 法によって Ra 含有量をも求めた。

試料は各地点 (Fig. 1) より 3~4kg 程度, なるべく新鮮な岩石を採集して, 粉碎し測定に供した。

* 大阪府立大学教養部地学教室

** 京都大学理学部地質学鉱物学教室

(昭和 44 年 4 月 15 日受理)

Fig. 1. Sampling site of Rokko granitic bodies

3. 六甲花崗岩類と流紋岩類

六甲花崗岩体の岩石学的研究はかなり良くなされている(本間, 君塚, 1928; 上治, 1937; 藤田, 笠間, 1965)。それらの報告によると, 六甲山地を作っている花崗岩類は「布引花崗閃緑岩」と「六甲花崗岩」に分類される。

布引花崗閃緑岩は「領家花崗岩類」と総称されるものの一員で, 新时期侵入岩と思われる, 六甲山地南縁に露出している。この花崗閃緑岩は中粒完晶質で, 石英, 長石, 角閃石, 黒雲母より成り立っている。

六甲花崗岩は六甲山地の大部分を占めて分布しているもので中生代末に侵入したいわゆる「中国底盤体」と呼ばれる巨大な花崗岩体の一部と考えられる。また, 岩相の相違により, 細粒, 中粒, 粗粒の三つの型に分類されるが, 粗粒部と中粒部は互いに漸移する。主要造岩鉱物は石英, 長石, 黒雲母である。

流紋岩類は石英, 長石の斑晶が淡緑色石基中に斑状に存在するもの, 緻密で無斑晶, まれに流理構造のみられるものなどがある。この流紋岩は, 火山円礫岩, 凝灰角礫岩, 凝灰質頁岩, 砂岩, 礫岩の互層にはさまれて一括して「有馬層群」と呼ばれる。また, この有馬層群を貫く金剛童子流紋岩が西部にみられる。

4. 測定結果

Table 1 に得られた結果を示す。採集した 58 試料のうち放射平衡の成立しているものは 44, 成立していないものは 9 試料であり, 5 試料については Ra のみ測定した。

Table 1 で“0”型は放射平衡の成立していることを示し, “1”型は娘元素の逸脱, “4”型はウラン元素の逸脱を示す(西村他, 1966)。

Table 1. Uranium, thorium and potassium content in rocks

No.	Rock type	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	Ra ($\mu\mu\text{g/g}$)	Th/U	K/U	Radioactive equilibrium and disequilibrium type
1	Biotite granite	3.4	9.2	2.5	1.42	2.7	$\times 10^4$ 0.74	0
2	"	2.5	13.5	2.9		5.4	1.16	0
3	"	3.1	14.1	2.5		4.5	0.81	0
4	"		10.7	2.8				4
5	"	3.2	9.5	3.0		3.0	0.94	0
6	"	3.6	12.6	2.3		3.5	0.64	0
7	"		15.2	2.4				4
8	"	3.1	11.0	2.9		3.5	0.94	0
9	"	4.8	14.9	2.7		3.1	0.56	0
10	"		12.3	2.9				4
11	"	3.6	16.4	2.6	1.17	4.5	0.72	0
12	"	4.5	12.4	3.7		2.8	0.82	0
14	"	2.7	9.6	2.3		3.6	0.85	0
15	Liparite	3.0	9.8	3.0		3.3	1.00	0
16	Biotite granite	3.8	14.8	2.9		3.9	0.77	0
17	"		13.5	3.1				1
18	"		10.7	3.1				4
19	Granite porphyry	2.7	7.7	1.9		2.9	0.70	0
20	Fine-grained bi.gr.		9.4	2.2				4
21	"	2.1	8.7	1.8		4.1	0.86	0
22	Biotite granite	3.2	9.8	3.1		3.1	0.97	0
23	"	3.2	12.9	3.1		4.0	0.97	0
24	"	3.7	13.4	2.8		3.6	0.76	0
25	"	4.2	13.0	3.1		3.1	0.74	0
26	"	3.3	10.0	3.4		3.0	1.03	0
27	Hornblende biotite gr.	2.3	8.0	1.2		3.5	0.52	0
28	"	1.3	4.3	1.5		3.3	1.15	0
30	Biotite granite		5.2	1.6				4
31	"	4.7	13.5	3.5		2.9	0.74	0
32	"	3.0	9.5	2.9		3.2	0.97	0
33	"	2.2	9.3	2.0		4.2	0.91	0
34	"	1.9	6.1	2.1		3.2	1.11	0
36	"	2.2	8.3	1.6		3.8	0.73	0
37	"	3.7	10.2	2.9		2.8	0.78	0
38	"	2.2	10.1	2.4		4.5	1.09	0
39	"	3.3	11.7	3.0		3.5	0.91	0
40	"	2.7	9.2	2.3		3.4	0.85	0
41	"	1.8	5.3	1.9		2.9	1.06	0
42	"	2.4	8.1	2.2		3.4	0.92	0
43	"	2.3	7.9	2.4		3.4	1.04	0
44	"	3.0	7.6	2.3		2.5	0.77	0
45	"	2.2	8.0	2.1		3.6	1.05	0
46	"	2.6	9.0	2.5		3.3	0.93	0
47	"		4.2	1.2				4
48	"	2.0	9.0	2.1		4.5	1.05	0
49	"	2.9	9.5	2.0		3.3	0.69	0
50	"		13.0	4.0				1
51	"	2.0	7.1	1.7		3.6	0.85	0
52	"	2.2	8.5	2.0		3.7	0.91	0
53	Fine-grained bi. gr.	1.2	4.4	1.2		3.7	1.00	0

No.	Rock type	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	Ra (μ g/g)	Th/U	K/U	Radioactive equilibrium and disequilibrium type
54	Fine-grained bi. gr.	1.6	4.9	2.0		3.1	$\times 10^4$ 1.25	0
55	Biotite granite	1.8	6.2	2.2		3.4	1.22	0
56	"	1.3	5.8	1.7		4.5	1.31	0
57	"				2.57			
58	"				1.49			
59	Liparite				1.19			
60	"				4.18			
61					1.20			

Table 2. Uranium, thorium and potassium content in rock types

Rock type	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	Th/U	K/U
Rokko granite					$\times 10^4$
Coarse-grained biotite granite	3.5 ± 0.1	11.4 ± 0.4	2.8 ± 0.1	3.3	0.80
Medium-grained biotite granite	2.5 ± 0.1	8.9 ± 0.4	2.4 ± 0.1	3.6	0.96
Fine-grained biotite granite	1.6 ± 0.1	6.0 ± 0.9	1.7 ± 0.2	3.8	1.06
Nunobiki granodiorite	1.8 ± 0.3	6.2 ± 1.2	1.4 ± 0.1	3.4	0.78
Arima groups Liparite	3.0	9.8	3.0	3.3	1.00
Kongodoji-liparite	2.2 ± 0.4	6.0 ± 0.7	3.2 ± 0.4	2.7	1.45

測定結果をみると、岩体中の位置と各放射性元素の量との関係は明確ではないが、岩相の違いによる含有量の違いは明確に認められる（第2図）。すなわち、粗粒から細粒になるにしたがって、各放射性元素の含有量は減少する。また、Th/U, K/U はともに増大する。

六甲花崗岩体の平均では、U, Th, K 量はそれぞれ、2.8ppm ; 10.1ppm ; 2.5% で、岩石発熱量に換算*すると 4.3×10^{-6} cal/g.y である。布引花崗岩体は 1.8ppm ; 6.2ppm ; 1.4% で、その発熱量は 2.7×10^{-6} cal/g.y である。さらに、流紋岩（金剛童子流紋岩を含めて）は 2.2ppm ; 6.0ppm ; 3.1% で、 3.0×10^{-6} cal/g.y である。各岩体の比較検討は、現在次々と測定を進めているので、後日総括して報告したい。

引用文献

- Asayama, T. (1936), Radioaktive Untersuchung des Hiei Granitgebiets, Jap. Jour. Astro. Geophys., 14, 19~26.
Asayama, T. (1954), The radium content and the chemical composition of

* 岩石発熱量は次式によって求めた。

$H = (0.75^{238}\text{U} + 0.203^{232}\text{Th} + 0.05\text{K}) \times 10^{-6}$ (cal/g.y.). ただし、U, Th は ppm で、K は%で表わす。

Fig. 2. The frequency of U, Th and K in granitic rocks of each mass.

granitic rocks in Japan, especially in the Tanakami-Mikumo and the Hiei regions, Siga and Kyoto Prefectures, Mem. Coll. Sci., Kyoto Tech. Univ., B, 25~54.

藤田 和夫, 笠間 太郎 (1965), 西宮市およびその周縁の地質 (西宮市2万5千分の1地質図説明書), 西宮市.

Gross, W.H. (1947), Radioactivity as a guide to Ore, Econ. Geol., 92, 722~742.

初田甚一郎, 尹一 (1957), 花崗岩体中の放射能分布, 岡山大温研報告, 19, 9~15.

Ingham, W.H. and Keevil, H.B. (1951), Radioactivity of the Bourlaimaque, Elzevir and Cheddar Batholiths, Geol. Soc. Am. Bull., 62, 131~148.

Katsura, K., Nishimura, S., Yagi, S., Hatuda, Z. and Asayama, T. (1969), Uranium, thorium and potassium content of rocks in Japan (3), Rocks from Kyushu district, (in press).

Nishimura, S. (1962), The relationships between the petrology and the radioactivity of some granitic bodies (1), Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, B, 29, 263~290.

Nishimura, S., Katsura, K. and Kusakari, H. (1965), The relations between the petrology and the radioactivity of some granitic bodies (2), Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, B, 31, 239~254.

西村 進, 初田甚一郎, 浅山哲二 (1966), 放射能測定による岩石の U, Th の定量 (その2), Radioisotopes, 15, 289~294.

Nishimura, S., Yagi, S., Katsura, K., Hatuda, Z. and Asayama, T.
(1968), Uranium, thorium and potassium content of rocks in Japan
(I), Rocks from Chugoku district., Jour. Jap. Assoc. Min. Pet.
Econ. Geol., **59**, 206~213.

上治寅次郎 (1937), 六甲山塊の地質と構造, 地質雑, **49**, 584.