

やまと山脈の基盤岩類の K, Rb, Sr, Th, U の存在量

白石和行*・金谷 弘**

K, Rb, Sr, Th, and U Contents of the Basement Rocks from
the Yamato Mountains, East Antarctica

Kazuyuki SHIRAIISHI* and Hiroshi KANAYA**

Abstract: Sixty-three samples of basement rocks collected from the Yamato Mountains were analyzed for the trace elements Rb, Sr, Th and U together with K. The element abundances and ratios are different among the syenitic rocks. The Sr content of the clinopyroxene quartz monzonite, in particular, is considerably high.

Mutual differences of the element abundances and ratios among the metamorphic rocks are not significant, and the ranges of the values seem to be consistent with those of lower granulite to upper amphibolite facies rocks in the shield areas of the world.

要旨: やまと山脈の基盤岩類からのべ 63 個の試料を選び, Rb, Sr, Th, U の定量分析を行った。3 種の閃長岩類を観察すると, これら元素の存在量や存在比について, 比較的顕著な差異のあることが認められる。特に, 単斜輝石石英モンゾニ岩における Sr の濃集が著しい。また, 変成岩類相互の差異は必ずしも顕著ではなく, 全体の傾向は, 世界の盾状地での下部グラニュライト相-上部角閃岩相の変成岩の示すこれらの値と大きくかけ離れるものではない。

1. はじめに

先カンブリア界の高度に変成された岩石に含まれる Rb, Sr, Th, U などの微量元素や, K の存在量や存在比において, 変成度や年代, 地域等によって顕著な差のあることが, しばしば指摘されてきている (たとえば, LAMBERT and HEIER, 1968; HEIER and THORESEN, 1971; SIGHINOLFI, 1971; SIGHINOLFI and SAKAI, 1977; WILSON, 1978; IYER and KUTTY, 1978). これらの研究は事例の豊富なオーストラリア, 北欧, 北米, 南米, インドなどの先カンブリア界を中心に進められている。東南極盾状地におけるこれらのデータは, 近年いくつかの報告が散見されるようになった (SHERATON, 1980; BLIGHT and OLIVER, 1982; SHERATON, 1982).

筆者らは, 共同研究「南極地域における資源の基礎的探査の方法に関する研究」(昭和 55-56 年, 代表者兼平慶一郎) の一環として, 南極産岩石中の K, Th, U の存在量に関する基

* 国立極地研究所. National Institute of Polar Research, 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173.

** 地質調査所. Geological Survey of Japan, 1-3, Higashi 1-chome, Yatabe-machi, Tsukuba-gun, Ibaraki 305.

礎的な情報を得るための研究を開始した (白石・金谷, 1980). その後, 測定項目に Rb, Sr の元素を加え, のべ 63 個のやまと山脈産各種岩石の定量分析を行った. 詳細な議論をおこなうには不十分なデータ数ではあるが, やまと山脈地域の Rb, Sr, Th, U の元素存在量の概要を明らかにするためここに報告する.

今回測定された試料は, 第 14 次から第 21 次南極地域観測隊によって得られた岩石の中から, 主要元素の全岩分析に供された試料と同一のものを用いた. なお, 全岩主要元素については別に報告する.

2. 定量方法

K, Th, U は, ガンマ線スペクトロメトリー法により (白石・金谷, 1980), また Rb, Sr は蛍光 X 線法によって分析を行った. 試料の量が少ないために, ガンマ線スペクトロメトリー法を適用できなかった試料については, K 含有量を求めるため, 蛍光法または蛍光 X 線分析法を用いた.

3. 試料の分類

やまと山脈は, KIZAKI (1965) によってはじめて全域の地質が論じられた. その後, SHIRAISHI (1977) は北部山塊の記載をおこない, 最南部は SHIRAISHI *et al.* (1982a) により詳細な調査が行われた. これらの最近の知識に基づいた全域の地質の概要は, SHIRAISHI *et al.* (1982b) に述べられている. また, 南極地質図シリーズとして, 北部の D 群地域 (SHIRAISHI *et al.*, 1978) と中央部の B, C 群地域 (YANAI *et al.*, 1982) がすでに刊行されている.

本報文中では, 測定試料を次の 6 グループに分類した. 図 1 にこれらの試料採集位置を示す.

1. 両輝石閃長岩 (11 試料): SiO_2 54-62%

本地域に特徴的なチャーノクカイト質岩. 岩脈状のもの (No. 9), 単斜輝石石英モンゾニ岩中に包有されたもの (No. 10) を含む.

2. 単斜輝石石英モンゾニ岩 (12 試料): SiO_2 49-61%

A 群に分布し, 両輝石閃長岩に侵入している. C 群の花崗岩質片麻岩を岩脈状に貫く類似岩石 (Nos. 21-23) を含む.

3. 単斜輝石閃長岩 (13 試料): SiO_2 52-64%

C 群以北に分布するが, 両輝石閃長岩との関係は明らかではない. 花崗岩質片麻岩とは断層または剪断帯で境される.

4. 塩基性変成岩 (13 試料): SiO_2 46-57%

グラニュライト相の両輝石角閃岩, および両輝石グラニュライト (Nos. 37, 38) は, ミグマタイト中のパレオゾームをなす. その他の変塩基性岩は, 閃長岩類や花崗岩質片麻岩と調

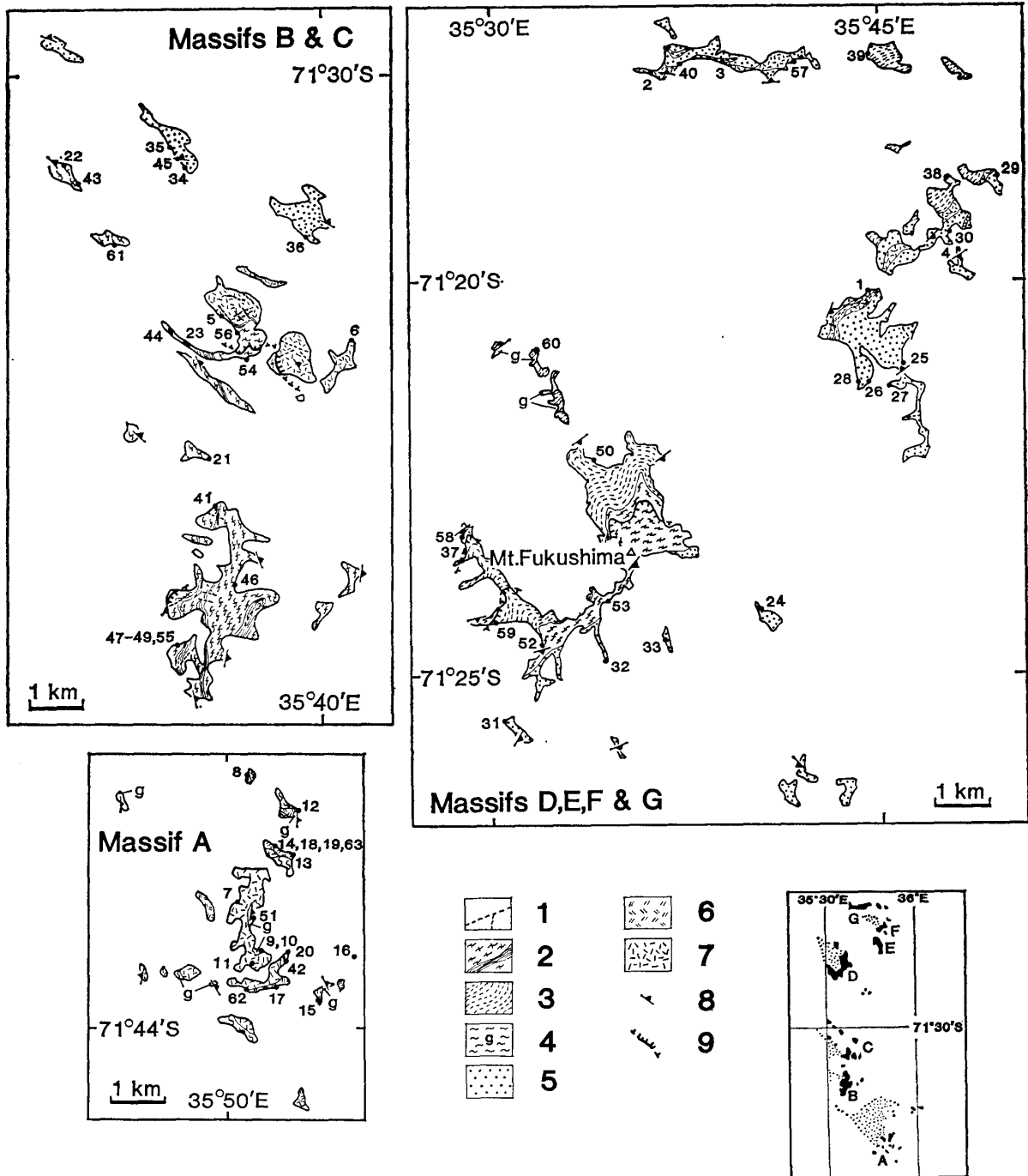


図 1 試料採集位置と地質図。番号は表 1-5 の通し番号に対応。1. 花崗岩およびペグマタイト, 2. 花崗岩質片麻岩および調和性角閃岩層, 3. ミグマタイト, 4. 両輝石黒雲母片麻岩, 5. 単斜輝石閃長岩, 6. 単斜輝石石英モンゾニ岩, 7. 両輝石閃長岩, 8. フォリエーション, 9. 衝上断層。地質図は SHIRAISHI *et al.* (1982b) より引用

Fig. 1. Geologic map of the Yamato Mountains and sample locality. Numbers correspond to those of Tables 1 to 5. 1. granite and pegmatite, 2. granitic gneiss and concordant amphibolite layer, 3. migmatite, 4. two-pyroxene biotite gneiss, 5. clinopyroxene syenite, 6. clinopyroxene quartz monzonite, 7. two-pyroxene syenite, 8. foliation, 9. thrust fault. Geologic map is quoted from SHIRAISHI *et al.* (1982b).

和的な層状岩 (Nos. 39, 40, 43, 44, 46-49), または非調和的な岩脈 (Nos. 41, 42, 45) として産する. 鉱物の組み合わせや組成上の特徴から, これらは角閃岩相に属すると考えられる (SHIRAISHI *et al.*, 1982b; ASAMI and SHIRAISHI, 1983).

5. 中性-亜酸性片麻岩 (7 試料)

グラニュライト相片麻岩 (SiO_2 57-66%) (Nos. 50, 51), 角閃岩相片麻岩 (SiO_2 59-71%) (Nos. 52-56) がある.

6. 花崗岩類 (7 試料): SiO_2 63-74%

ミグマタイトの優白部 (Nos. 57-60), および閃長岩類や変成岩類を貫く岩脈 (Nos. 61-63) をなすものがある.

4. 結果と考察

表 1-5 に定量結果を示し, 図 2 に K/Rb 比, Rb/Sr 比, U/K 比, Th/K 比の各タイプにおける頻度分布を示した.

4.1. Rb, Sr, K/Rb, Rb/Sr

3 種の閃長岩類 (両輝石閃長岩, 単斜輝石石英モンゾニ岩および単斜輝石閃長岩) の K_2O 含有量は, 平均 6.26-6.84% であまり差が認められないが, Rb, Sr 含有量はタイプごとに特徴がみられる. 特に Sr 含有量は, 単斜輝石石英モンゾニ岩では非常に高く, 2700 ppm (No. 23) に達する. 一方, 両輝石閃長岩の Sr は一般に低く, A 群の特に Sr に富む Nos. 9, 10 を除くと 1000 ppm 以下である. 単斜輝石閃長岩はこれらの中間の値をとる. Rb 含有量については Sr と逆の関係がみられ, その平均値は単斜輝石石英モンゾニ岩で最小 (175 ppm), 両輝石閃長岩で最大 (Nos. 9, 10 を除くと 287 ppm), 単斜輝石閃長岩は中間 (252 ppm) である. そのため Rb/Sr 比は図 2b に示すように, 3 者の間で顕著な差を示す. K/Rb 比は一般に両輝石閃長岩が最小 (Nos. 9, 10 を除いた平均 185), 単斜輝石石英モンゾニ岩で最大 (平均 318), 単斜輝石閃長岩で中間 (平均 256) の値を示す (図 2a).

変成岩類や花崗岩は, 測定値の変化幅が大きく, 岩石タイプによる差は明らかではないが, 塩基性変成岩は, 中性-亜酸性変成岩や花崗岩よりも, K/Rb 比や Rb/Sr 比が低めであるようにみえる.

やまと山脈の両輝石閃長岩は, グラニュライト相条件下で迸入したと考えられている (ASAMI and SHIRAISHI, 1983). 測定された 2 個のグラニュライト相の中性変成岩 (No. 50 と No. 51) の K/Rb 比, Rb/Sr 比は, 両輝石閃長岩の値と似ている. 一般に, 中圧-高圧型グラニュライトの示す K/Rb 比はきわめて高いことが, 世界各地から報告されている (たとえば LAMBERT and HEIER, 1968; HEIER and THORESEN, 1971) が, 本地域ではグラニュライト相岩石は, 角閃岩相岩石よりもむしろ低い K/Rb 比 (平均 204) を示す傾向がみ

表 1 両輝石閃長岩の定量結果
Table 1. Analytical results of two-pyroxene syenite.

Ref. No.	Field No.	Rock name	Locality	K ₂ O (%)	Rb Sr Th U (ppm)				K/Rb	Rb/Sr	Th/U	U/K ($\times 10^4$)	Th/K ($\times 10^4$)
					Rb	Sr	Th	U					
1	73113005	K-feldspar porphyritic two-pyroxene-hornblende melasyenite	Massif E	5.11*	—	—	13.0*	4.8*	—	—	2.71*	1.13*	3.07*
2	73120203	Two-pyroxene-biotite syenite	Massif G	6.83	—	—	13.3	3.5	—	—	3.80	0.62	2.34
3	73120208	Two-pyroxene-biotite-hornblende quartz syenite	Massif G	6.26	—	—	36.1	5.0	—	—	7.22	0.96	6.94
4	73120606	K-feldspar porphyritic two-pyroxene-biotite syenite	Massif E	5.89*	262	934	3.3*	1.5	187	0.28	2.20*	0.31*	0.67*
5	74121803	K-feldspar porphyritic two-pyroxene-biotite syenite	Massif C	(6.08) ¹⁾	281	932	—	—	180	0.30	—	—	—
6	A79120102	K-feldspar porphyritic two-pyroxene-biotite quartz syenite	Massif C	(6.78) ⁴⁾	333	741	—	—	169	0.45	—	—	—
7	Y80A34A	Two-pyroxene-biotite melasyenite	Massif A	6.36	251	856	12.1	3.8	210	0.29	3.18	0.72	2.29
8	Y80A537	Two-pyroxene-biotite syenite	Massif A	6.39	269	908	5.5	3.4	197	0.30	1.62	0.64	1.04
9	Y80A549	Clinopyroxene-biotite quartz syenite	Massif A	6.79	146	2000	23.8	5.4	386	0.07	4.41	0.96	4.22
10	Y80A550	Two-pyroxene-biotite quartz syenite	Massif A	7.09	103	2460	5.4	1.8	572	0.04	3.00	0.31	0.92
11	Y80A556	K-feldspar porphyritic two-pyroxene-biotite quartz syenite	Massif A	6.55	323	742	27.0	5.8	168	0.44	4.66	1.07	4.96

Note for Table 1 to Table 5.

Analyst is H. KANAYA except for parenthesized data on potassium contents indicated as follows; 1) YANAI *et al.* (1982), 2) SHIRAIISHI (1977), 3) SUGISAKI (unpublished data), 4) Japan Chemical Analysis Center, 5) SHIRAIISHI (unpublished data). Analyses for the parenthesized data are made by flame photometry or X-ray fluorescence spectrometry.

* Recalculated data from SHIRAIISHI and KANAYA (1980).

表 2 単斜輝石石英モソノニ岩の定量結果
 Table 2. Analytical results of clinopyroxene quartz monzonite.

Ref. No.	Field No.	Rock name	Locality	K ₂ O (%)					K/Rb					Th/U					U/K (×10 ³)					Th/K (×10 ³)				
				K ₂ O (%)	Rb	Sr	Th	U	Rb/Sr	Th/Sr	U/Sr	Th/U	U/K (×10 ³)	Th/K (×10 ³)	U/K (×10 ³)	Th/K (×10 ³)	U/K (×10 ³)	Th/K (×10 ³)										
12	Y80A41	Clinopyroxene-biotite feldspar syenite	Massif A	6.50	177	1620	2.5	0.6	305	0.11	4.17	0.11	0.46	0.11	0.46													
13	Y80A59B	Clinopyroxene-biotite feldspar syenite	Massif A	6.65	142	2380	2.7	0.8	389	0.06	3.38	0.14	0.49	0.14	0.49													
14	Y80A100	Clinopyroxene-biotite syenite	Massif A	6.16	149	2080	1.6	0.5	343	0.07	3.20	0.10	0.31	0.10	0.31													
15	Y80A122	Clinopyroxene-biotite monzonite	Massif A	4.84	190	1530	19.6	5.6	212	0.12	3.50	1.39	4.88	1.39	4.88													
16	Y80A501B	Biotite-hornblende syenite	Massif A	6.45	132	1550	6.5	2.8	405	0.09	2.32	0.52	1.21	0.52	1.21													
17	Y80A520	Clinopyroxene-biotite syenite	Massif A	6.62	293	815	18.1	6.9	188	0.36	2.62	1.25	3.29	1.25	3.29													
18	Y80A540	Clinopyroxene-biotite monzonite	Massif A	5.35	127	1540	3.2	1.2	350	0.08	2.67	0.27	0.72	0.27	0.72													
19	Y80A544	Clinopyroxene-biotite monzonite	Massif A	6.79	148	1910	4.9	1.7	381	0.08	2.88	0.30	0.87	0.30	0.87													
20	Y80A557	Clinopyroxene-biotite syenite	Massif A	5.85	125	1760	7.1	2.1	389	0.07	3.38	0.43	1.46	0.43	1.46													
21	K79120208	Clinopyroxene-biotite syenite	Massif C	7.44	172	2280	8.2	1.9	359	0.08	4.32	0.31	1.33	0.31	1.33													
22	A79112908	K-feldspar porphyritic hornblende syenite	Massif C	6.18	287	887	8.4	3.9	179	0.32	2.15	0.76	1.64	0.76	1.64													
23	A79113006	Biotite-hornblende syenite	Massif C	—	155	2750	—	—	—	0.06	—	—	—	—	—													

表 3 単斜輝石閃長岩の定量結果
 Table 3. Analytical results of clinopyroxene syenite.

Ref. No.	Field No.	Rock name	Locality	K ₂ O (%)				U (ppm)				Th/U	U/K ($\times 10^4$)	Th/K ($\times 10^4$)	
				K ₂ O (%)	Rb	Sr	Th	U	K/Rb	Rb/Sr					
24	73120303	Clinopyroxene-hornblende-biotite quartz syenite	Massif D	(6.94) ⁽²⁾	233	1630	—	—	—	247	0.14	—	—	—	—
25	73120304	Clinopyroxene-biotite syenite	Massif E	(7.62) ⁽²⁾	287	2040	—	—	—	221	0.14	—	—	—	—
26	73120402	Clinopyroxene-biotite hornblende syenite	Massif E	(6.87) ⁽²⁾	362	1010	—	—	—	157	0.36	—	—	—	—
27	73120405	Biotite-hornblende melalkali feldspar syenite	Massif E	4.81	—	—	15.0	3.3	—	—	—	4.55	0.83	3.76	—
28	73120406	Hornblende quartz syenite	Massif E	6.76*	335	905	126*	34.9*	167	0.37	0.37	3.61*	6.22*	22.46*	—
29	73120510	Clinopyroxene-hornblende syenite	Massif F	(7.36) ⁽²⁾	260	1560	—	—	—	235	0.17	—	—	—	—
30	73120601	Biotite-clinopyroxene syenite	Massif F	(7.23) ⁽²⁾	200	1400	—	—	—	300	0.14	—	—	—	—
31	73120802	Clinopyroxene-hornblende melasyenite	Massif D	(6.54) ⁽²⁾	204	2360	—	—	—	266	0.09	—	—	—	—
32	73120904A	Clinopyroxene quartz syenite	Massif D	(7.29) ⁽²⁾	194	1820	—	—	—	312	0.11	—	—	—	—
33	73120905	Hornblende-biotite quartz syenite	Massif D	(6.74) ⁽²⁾	129	1250	—	—	—	434	0.10	—	—	—	—
34	K79112909	Hornblende biotite melasyenite	Massif C	7.17	219	2530	10.0	3.3	272	0.09	0.09	3.03	0.55	1.68	—
35	K79112910	Biotite-hornblende quartz syenite	Massif C	6.58	202	1770	11.5	6.3	270	0.11	0.11	1.83	1.15	2.11	—
36	N79120112	Biotite-hornblende quartz syenite	Massif C	(7.01) ⁽⁴⁾	299	896	—	—	—	195	0.33	—	—	—	—

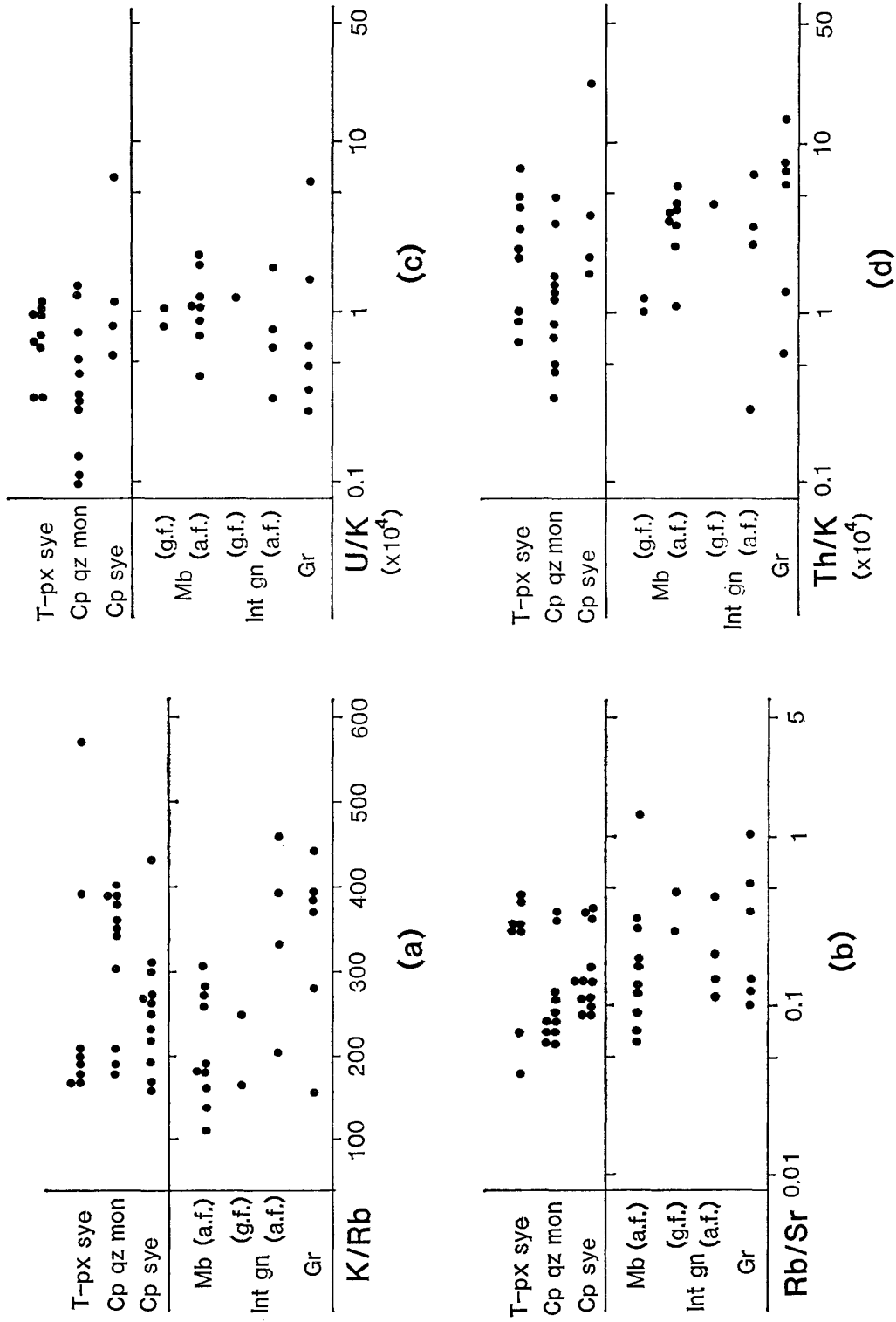
表 4 塩基性変成岩の定量結果

Table 4. Analytical results of metabasites.

Ref. No.	Field No.	Rock name	Locality	K ₂ O (%)	Rb Sr Th U (ppm)					K/Rb	Rb/Sr	Th/U	U/K ($\times 10^4$)	Th/K ($\times 10^4$)
					Rb	Sr	Th	U						
37	73120707	Biotite-two-pyroxene granulite	Massif D	1.74*	—	—	1.5*	1.2*	—	—	1.25*	0.83*	1.04*	
38	73121101	Two-pyroxene amphibolite	Massif F	0.70	—	—	0.7	0.6	—	—	1.17	1.03	1.21	
39	73120103	Clinopyroxene-biotite melanitic rock	Massif G	6.12	—	—	20.4	4.5	—	—	4.53	0.89	4.02	
40	73120204	Clinopyroxene-biotite melanitic rock	Massif G	(8.37) ^{b)}	222	1800	—	—	313	0.12	—	—	—	
41	74121604	Clinopyroxene-biotite melanitic rock	Massif B	6.19	287	975	5.8	2.1	179	0.29	2.76	0.41	1.13	
42	Y80A551	Clinopyroxene-biotite melanitic rock	Massif A	5.70	183	1420	15.3	3.4	258	0.13	4.50	0.72	3.23	
43	A79112910	Clinopyroxene-biotite amphibolite	Massif C	(4.08) ^{b)}	304	233	—	—	112	1.30	—	—	—	
44	A79113002	Biotite amphibolite	Massif C	(2.51) ^{b)}	109	1690	—	—	191	0.06	—	—	—	
45	K79112911-1	Clinopyroxene-hornblende biotite melanitic rock	Massif C	5.02	232	742	10.4	4.3	180	0.31	2.42	1.03	2.49	
46	Y80B29C	Biotite amphibolite	Massif B	3.09	159	963	10.9	5.5	162	0.17	1.98	2.14	4.24	
47	Y80B502	Biotite amphibolite	Massif B	2.78	85	1210	7.7	2.8	272	0.07	2.75	1.21	3.33	
48	Y80B503	Biotite amphibolite	Massif B	3.30	99	1060	10.7	2.9	277	0.09	3.69	1.06	3.91	
49	Y80B506	Biotite amphibolite	Massif B	2.53	151	822	11.6	4.0	139	0.18	2.90	1.90	5.52	

表 5 中性-亜酸性変成岩と花崗岩の定量結果
 Table 5. Analytical results of intermediate to subacid gneisses and granites.

Ref. No.	Field No.	Rock name	Locality	K ₂ O (%)				U (ppm)				Th/K (×10 ⁴)
				Rb	Sr	Th	U	K/Rb	Rb/Sr	Th/U	U/K (×10 ⁴)	
Two-pyroxene-biotite gneiss												
50	73121010	Two-pyroxene-biotite gneiss	Massif D	189	713	—	—	162	0.27	—	—	—
51	Y80A530	Orthopyroxene-biotite gneiss	Massif A	147	313	15.6	4.3	246	0.47	3.63	1.19	4.32
Granitic gneiss												
52	73120715	Hornblende-biotite gneiss	Massif D	230	544	29.4*	8.4*	203	0.43	3.50	1.80	6.31*
53	73120907	Hornblende-biotite gneiss	Massif D	—	—	14.2*	2.8*	—	—	5.07*	0.61*	3.09*
54	74121709	Hornblende-biotite gneiss	Massif C	98	481	—	—	458	0.20	—	—	—
55	Y80B501	Hornblende-biotite gneiss	Massif B	165	1210	13.5	4.2	327	0.14	3.21	0.78	2.50
56	K79113004	Hornblende-biotite gneiss	Massif C	132	1090	1.4	1.6	392	0.12	0.88	0.31	0.27
Granite												
57	73120207	Aplitic granite	Massif G	91	804	4.7	1.7	392	0.11	2.76	0.48	1.32
58	73120705	Hornblende-biotite granite	Massif D	151	1080	—	—	385	0.14	—	—	—
59	73120712	Hornblende-biotite granite	Massif D	—	—	37.4*	3.1	—	—	12.06*	0.62*	7.49*
60	73121012	Garnet-bearing aplitic granite	Massif D	82	158	31.9*	13.1*	282	0.52	2.44*	5.67*	13.81*
61	K79112908	Hornblende-biotite granite	Massif C	262	255	22.9	6.3	156	1.03	3.63	1.54	5.61
62	Y80A516	Hornblende-biotite granite	Massif A	123	1170	3.1	1.4	442	0.10	2.21	0.26	0.57
63	Y80A545	Biotite granite	Massif A	119	340	29.8	1.5	370	0.35	19.87	0.34	6.77



Abbreviations: T-px sye=Two-pyroxene syenite, Cp qz mon=Clinopyroxene quartz monzonite, Cp sye=Clinopyroxene syenite, Mb=Metabasites, Int gn=Intermediate to subacid gneiss, Gr=Granite, (g.f.)=granulite facies, (a.f.)=amphibolite facies.

図 2 個々の岩石の K/Rb 比 (a), Rb/Sr 比 (b), U/K (×10⁴) 比 (c), Th/K (×10⁴) 比 (d) *Fig. 2. K/Rb, Rb/Sr, U/K (×10⁴) and Th/K (×10⁴) ratios for individual rocks.*

られる。このような関係は、東南極のモーション基地周辺のグラニュライト相、および角閃岩相変成岩にもしられている (SHERATON, 1982)。またこの値は、オーストラリアの低圧型グラニュライト相地域 (Cape Naturaliste) の中性変成岩の K/Rb 比 (182) とも近い (LAMBERT and HEIER, 1968)。このことは、やまと山脈のグラニュライト相変成作用の圧力が、あまり高くはないことを示唆していると考えられる。

4.2. U, Th, Th/U, U/K, Th/K

両輝石閃長岩は、単斜輝石石英モンゾニ岩の 2 倍程度の U, Th を含む。単斜輝石閃長岩の分析値は少ないが、両輝石閃長岩の値に近いことが予想されるとともに、今回の測定で最高の U, Th の含有量を示す試料がある (No. 28)。Th/U 比は、両輝石閃長岩で大きく (Nos. 9, 10 を除いた平均 3.63)、単斜輝石石英モンゾニ岩でやや小さい (平均 3.14)。U/K, Th/K 比についても同様の傾向がみられる (図 2c, d)。変成岩類では、グラニュライト相変塩基性岩 (Nos. 37, 38) が、他の角閃岩相変塩基性岩 (Nos. 39-49) よりも低い Th, U 量を示し、高変成度変成岩地域における一般的傾向と調和的である (たとえば、LAMBERT and HEIER, 1968)。しかし、この点を除けば、全体としては、カナダやオーストラリアの盾状地の平均値 (それぞれ、U は 2.45, 1.5 ppm, Th は 10.3, 12.8 ppm) と大きく離れるものではない (SIGHINOLFI and SAKAI, 1977)。

5. ま と め

今回の測定個数は十分ではないが、やまと山脈地域のさまざまな基盤構成岩中の U, Th, Rb, Sr の存在量を明らかにした。これらは、南極地域における地殻発熱量の検討や、資源評価を行う場合の基礎データとして役立つものと考えられる。また、岩石学的な考察を進めるためには、造岩鉱物中の各微量元素の存在量も定量する必要がある。また、他の露岩地域でも微量元素の測定を進め、相互の比較を行うことが望まれる。

謝 辞

本研究に用いた試料の一部は、第 20 次南極地域観測隊地学班 (矢内桂三氏, 西田民雄氏, 小島秀康氏) の採集されたものである。また、一部の K_2O 成分は名古屋大学理学部杉崎隆一博士と日本分析センターに分析していただいた。以上の方々にあつくお礼申しあげる。

文 献

- ASAMI, M. and SHIRAIISHI, K. (1983): Mineral parageneses of basic to intermediate metamorphic rocks in the Yamato Mountains, East Antarctica. Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, 28, 198-214.
- BLIGHT, D. F. and OLIVER, R. L. (1982): Aspects of the geologic history of the Windmill Islands, Antarctica. Antarctic Geoscience, ed. by C. CRADDOCK. Madison, Univ. Wisconsin Press, 445-

454.

- HEIER, K. S. and THORESEN, K. (1971): Geochemistry of high grade metamorphic rocks, Lofoten-Vesterålen, North Norway. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **35**, 89-99.
- IYER, G. V. A. and KUTTY, T. R. N. (1978): Geochemical comparison of Archaean granulites in India with Proterozoic granulites in Canada. *Archean Geochemistry*, ed. by B. F. WINDLEY and S. M. NAQUVI. Amsterdam, Elsevier, 269-288.
- KIZAKI, K. (1965): Geology and petrography of the Yamato Sanmyaku, East Antarctica. *JARE Sci. Rep., Ser. C (Earth Sci.)*, **3**, 27 p.
- LAMBERT, I. B. and HEIER, K. S. (1968): Geochemical investigations of deep-seated rocks in the Australian shield. *Lithos*, **1**, 30-53.
- SHERATON, J. W. (1980): Geochemistry of Precambrian metapelites from East Antarctica: Secular and metamorphic variations. *B.M.R. J. Aust. Geol. Geophys.*, **5**, 279-288.
- SHERATON, J. W. (1982): Origin of charnockitic rocks of MacRobertson Land. *Antarctic Geoscience*, ed. by C. CRADDOCK. Madison, Univ. Wisconsin Press, 489-497.
- SHIRAISHI, K. (1977): Geology and petrography of the northern Yamato Mountains, East Antarctica. *Mem. Natl Inst. Polar Res., Ser. C (Earth Sci.)*, **12**, 1-33.
- 白石和行・金谷 弘 (1980): やまと山脈と昭和基地周辺産岩石の U, Th, K 成分の予察. *南極資料*, **70**, 25-30.
- SHIRAISHI, K., KIZAKI, K., YOSHIDA, M. and MATSUMOTO, Y. (1978): Geological map of northern Yamato Mountains, Antarctica, (1) Mt. Fukushima. *Antarct. Geol. Map Ser.*, Sheet **27** (with explanatory text 7 p., 2 pls.), Tokyo, Natl Inst. Polar Res.
- SHIRAISHI, K., ASAMI, M. and OHTA, Y. (1982a): Plutonic and metamorphic rocks of Massif-A in the Yamato Mountains, East Antarctica. *Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue*, **21**, 21-31.
- SHIRAISHI, K., ASAMI, M. and OHTA, Y. (1982b): Geology and petrography of the Yamato Mountains. Submitted to Proceedings of the Fourth International Symposium on Antarctic Earth Sciences, 1982.
- SIGHINOLFI, G. P. (1971): Investigations into deep crustal levels: Fractionating effects and geochemical trends related to high-grade metamorphism. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **35**, 1005-1021.
- SIGHINOLFI, G. P. and SAKAI, T. (1977): Uranium and thorium in Archean granulite facies terrains of Bahia (Brazil). *Geochem. J.*, **11**, 33-39.
- WILSON, A. F. (1978): Comparison of some of the geochemical features and tectonic setting of Archaean and Proterozoic granulites, with particular reference to Australia. *Archean Geochemistry*, ed. by B. F. WINDLEY and S. M. NAQUVI. Amsterdam, Elsevier, 241-267.
- YANAI, K., NISHIDA, T., KOJIMA, H., SHIRAISHI, K., ASAMI, M., OHTA, Y., KIZAKI, K. and MATSUMOTO, Y. (1982): Geological map of the central Yamato Mountains, Massif B and Massif C, Antarctica. *Antarct. Geol. Map Ser.*, Sheet **28** (with explanatory text 10 p., 6 pls.), Tokyo, Natl Inst. Polar Res.

(1983年3月7日受理)