

1. 緒言

わが国の堆積岩その他諸岩石の微量成分に関する資料は非常に少なく、これらを明確にすることは諸種の研究の基礎資料として重要なことと思われる。筆者らは東北日本において古い諸岩石がより新しい火成活動に与える影響を調べる目的で、北上高地と阿武隈高地から得た試料について、Cu・Zn・Pb・Li・Na₂O・K₂Oを原子吸光法によって測定した。比較のために飛驒山地の変成岩も分析した。グリンタフ地域産火山岩も鉍化作用との関連性からCl・Fを含めて分析した。

この報告は以上の分析結果の公表を主目的とするものである。結果について概観するが、詳細な議論は別に発表したものを参照されたい (ISHIHARA, 1974; ISHIHARA and TERASHIMA, 1974)。

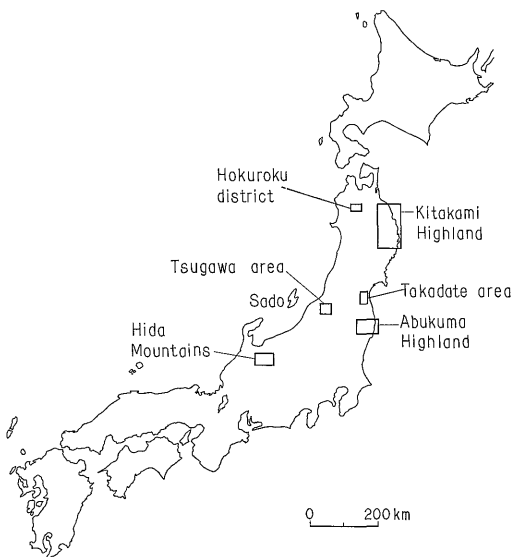
ここに集録する分析結果は下記に示す地域からの167個である(第1図)。

- 北上高地堆積岩・火山岩類 51個
- 阿武隈高地変成岩類 42個
- 飛驒山地変成岩類 17個
- グリンタフ地域火山岩類 57個

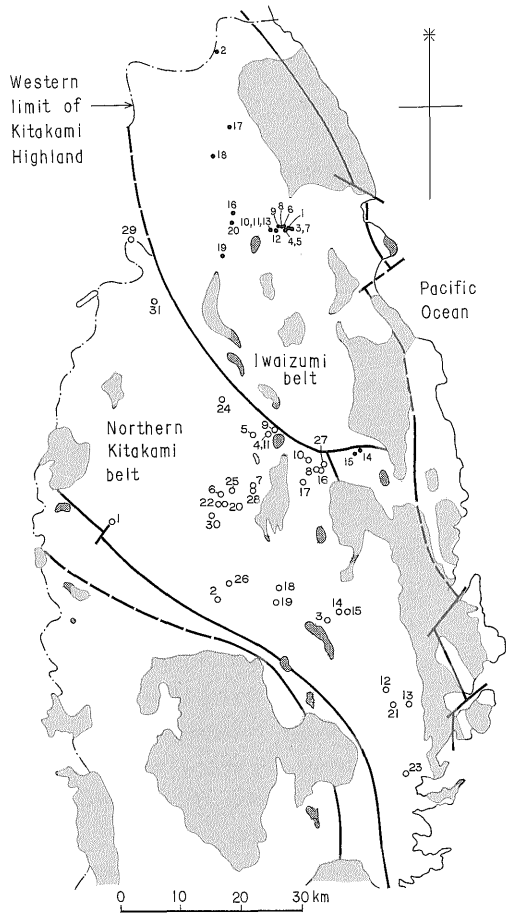
北上高地の堆積岩類その他はおもに吉田尚・片田正人・吉井守正技官による採取岩石を粉末化して使用し、一部は片田ら(1971)の既粉末化試料を用いた。試料は吉田尚技官によって推定された各地帯単元(岩泉帯・北部

北上帯など)中の諸岩石の露出比に合せて選択してある。

阿武隈高地の試料はすべて石原ら(1973)で分析したものである。飛驒山地の変成岩類は野沢保技官から、グリンタフ地域の中新世火山岩類は東京大学立見辰雄教授および阿部智彦技官を介して東北大学青木謙一郎教授および新潟大学島津光夫教授、さらに同和鉱業小坂鉍山のスタッフからいただいたものである。分析試料および未公表資料を提供された方々に厚くお礼申し上げる。



第1図 分析試料の採取範囲
Index map showing the localities of the studied areas.



第2図 北上高地の岩泉帯、北部北上帯の区分と分析試料採取位置

Index map of the Kitakami Highland showing the localities of the analyzed samples.

Solid circle—Sample locality of the Iwaizumi belt, Open circle—of the Northern Kitakami belt. Numbers correspond to those of Table 1 and 2. Stippled—Granitic rocks, early Cretaceous in age.

上記地域に産出する花崗岩類についても、筆者らはかなりの個数の分析を行っている。これらは花崗岩類として一括して報告する予定である。試料採取位置については北上高地のみにとどめ(第2図)、その他は原著文献から何らかの手懸りが得られるので、ここでは省略する。

分析は原子吸光法により寺島が実施し、 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O}$ は寺島(1970)による。 $\text{Cu} \cdot \text{Zn} \cdot \text{Pb} \cdot \text{Li}$ は寺島(1971)に基づくが、マトリックスの影響を補正するために、標準溶液に一定量のアルミニウム・鉄・カルシウム・マグネシウムを添加する改良をほどこしている。 $\text{Cl} \cdot \text{F}$ は吸光光度法(TERASHIMA, 1974)によった。

2. 古生代～中生代の堆積岩・火山岩・変成岩類

北上高地・阿武隈高地・飛騨山地の試料の分析結果を第1～4表に示した。北上高地では分析試料を吉田・青木(1972)に従って岩泉帯と北部北上帯に分けた。

ここで分析した成分は、堆積岩では石灰岩・チャート・砂岩・頁岩の順に分析成分の量を増すことは当然である。今回の分析の結果、北上高地の岩泉帯と北部北上帯

とでは砂岩の性質が異なることが判明したが、その場合には石英質・アルコズ質・グレイワック質の順に一般には分析成分の量は増加する。

アルコズ質・グレイワック質砂岩および火山岩・火山砕屑岩などは一般に K_2O が少ないほど $\text{Cu} \cdot \text{Zn}$ に富み、 Pb は減少する。これは一般に知られている傾向である。 Li については後述する。

変成岩は原岩の性質によって異なる。変成度との関係は、阿武隈高地における角閃岩相内部での分帯では分析成分の存在量に有意の差は認められないが、飛騨山地の片麻岩と結晶片岩との間には著しい存在量の相違が認められる。

2.1 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O}$

北上高地の堆積岩は岩泉帯と北部北上帯で相違し、砂岩・粘板岩ともに後者が Na に富む。著しい相違は砂岩に認められ、岩泉帯でアルコズ質($\text{K} > \text{Na}$)、北部北上帯でグレイワック質であり(第3a図)、両者の後背地の構成岩石は異なっていたものと考えられる。

北部北上帯でチャートと呼ばれた岩石にはアルカリに

第1表 岩泉帯諸岩石の分析結果
Analytical results of the Iwaizumi belt, Kitakami Highland.

Rock Name	Filing No.	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Li (ppm)	Na_2O (%)	K_2O (%)	Sample No., Remarks
Conglomerate	1	10	32	12	16	1.31	2.89	11-171A
	2	3	37	23	11	4.23	2.98	7-115B, graywacke, SiO_2 74.24%
Sandstone	3	4	25	18	9	2.57	2.82	8-431B, <i>do.</i> , SiO_2 83.46%
	4	5	17	9	11	1.55	3.08	11-172A
	5	4	39	17	21	3.30	3.50	11-172B
	6	3	22	10	12	2.25	2.75	11-173
Slate	7	9	70	14	49	1.99	3.11	8-431A, SiO_2 67.66%
	8	7	55	19	39	2.20	3.25	11-174
	9	7	68	22	47	0.85	5.80	11-175
	10	11	42	20	53	0.85	2.80	11-176C, chertyslate
	11	14	71	19	75	1.50	4.70	11-176G
Chert	12	13	60	16	47	3.12	2.98	11-209
	13	5	3	2	6	0.02	0.35	11-176A
Limestone	14	<1	3	<2	<1	0.05	0.03	64479, microlite, impure
	15	<1	1	<2	<1	0.01	0.01	64500, impure
	16	1	8	<2	<1	0.01	0.02	66008, crystalline
Basalt, basic tuff	17	115	116	9	7	1.83	0.14	64009, SiO_2 44.78% basalt
	18	109	98	8	51	2.40	0.75	11-114, tuff breccia
	19	90	46	10	49	3.20	1.06	11-208A, green tuff
	20	59	100	12	60	1.70	2.60	11-221, green tuff

備考欄に SiO_2 % がある試料のアルカリ分析値は片田正人の未公表資料による

第2表 北部地上帯諸岩石の分析結果
Analytical results of the Northern Kitakami belt, Kitakami Highland.

	No.	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Li (ppm)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	Sample No., Remarks
Sandstone	1	5	35	11	14	4.24	1.63	KIT-6, SiO ₂ 73.23% FeS ₂ 0.80%
	2	7	58	12	25	5.59	1.24	KIT-8, SiO ₂ 68.83%
	3	7	58	12	15	3.88	2.07	KIT-22, SiO ₂ 72.56%
	4	9	66	14	30	4.35	2.45	11-135A
	5	5	51	10	33	5.05	0.50	11-143
	6	5	40	11	15	4.75	1.95	11-153A
	7	10	60	13	23	5.27	1.35	11-157
	8	18	60	10	23	3.04	1.47	KIT-27, SiO ₂ 50.87% CO ₂ 9.27 limy
	9	18	65	11	17	4.12	1.16	11-145, limy
	10	10	37	11	20	2.55	0.40	11-167, limy
Slate	11	21	107	20	24	3.30	2.70	11-135B, sandy
	12	61	81	19	46	2.11	3.86	590368, SiO ₂ 61.60%
	13	28	80	28	40	1.88	4.17	590462, do. 62.69%
	14	5	57	17	32	2.61	3.75	KIT-24, do. 66.73%
	15	19	69	32	32	2.41	3.68	60029, do. 62.38%
	16	29	130	11	49	1.34	3.31	KIT-26A, do. 63.57%
	17	44	75	18	29	2.22	2.64	KIT-32A, cherty SiO ₂ 73.68%
	18	27	75	18	32	2.55	2.28	KIT-56, cherty, do. 73.81%
	19	20	73	4	28	1.81	2.18	KIT-51C, cherty, do. 75.46%
	20	52	82	10	26	1.50	2.75	11-151, cherty
Chert	21	37	102	30	40	1.35	3.05	590458, muddy
	22	10	66	20	31	4.05	1.40	11-150B, banded chert
	23	21	32	<2	11	0.13	0.60	590018
Limestone	24	1	5	<2	<1	<0.01	<0.01	68143
Pyroclastic rocks	25	12	67	18	23	3.65	1.37	11-154, dark green
	26	46	278	10	43	3.29	1.41	KIT-12, SiO ₂ 41.61%
	27	36	150	30	46	3.95	2.55	11-164, phyll. tuff-slate altn.
	28	32	88	15	31	1.15	2.10	11-156, phyll., limy
	29	48	165	15	82	0.52	3.27	68102, green, red banding
	30	30	210	10	52	2.70	3.30	11-149, phyll., siliceous.
	31	37	136	22	106	0.09	3.50	68128, green tuff

備考欄に SiO₂ % がある試料のアルカリ分析値は片田ら (1971) による。

加えてその他の分析成分についても一般のチャートよりその存在量が多いものがあるが、狭義のチャートは少ないことが推察される。火山碎屑岩類は北部北上帯に酸性なものが多いものと分析値上は予想しうる。

阿武隈高地の砂岩・頁岩源の変成岩は Na>K のものが多い。火山碎屑岩類はすべて Na>K で、かつアルカリ総量に乏しいものが多い。飛驒変成岩類も一般に Na>K である。

2.2 Cu・Zn・Pb

Cu・Zn は砂岩・粘板岩・チャートを通じて北部北

上帯で岩泉帯におけるよりも高い。Pbはその存在量の変化がチャート・石灰岩を除く一般の堆積岩類や火山岩中で少ないこともあって、特筆すべき傾向は認められない。火山碎屑岩類は系統的な存在量変化を示さないが、これは試料作製時に岩石種別の選択を厳密におこなわなかったためと考えられる。

阿武隈高地変成岩類では砂岩・頁岩源と塩基性火山岩源との間で、Zn・Pb はほとんど差を示さず、Cu は後者で2倍程度に高い。飛驒変成岩の片麻岩と結晶片岩との間にも同様な傾向が認められ、Zn・Pb において両者

第3表 阿武隈帯変成岩類の分析結果

Analytical results of the Abukuma Highland.

Rock Types	Filing No.	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Li (ppm)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	Sample No., Rock Name	
Zone C	S	1	22	44	2	32	0.62	1.27	36, Mus-Bt-Q _z Sch
	P	2	43	70	12	27	3.29	2.03	41-1, Hb-Bt Gn
	P (M)	3	58	108	12	35	1.05	2.15	41-2, Bt-Hb Gn
		4	143	160	39	17	0.37	3.20	3, Gar Gn
	S	5*	90	230	13	88	4.18	0.33	10, Sp-Sill-Gar Rock
	M	6	4	37	<2	29	0.48	0.48	11-1, Bt-Q _z Sch
	M	7	53	81	10	9	2.85	0.22	4, C _{px} -Hb Sch
		8*	22	155	21	61	4.10	1.33	12-2, Sp-Gar-Bt Gn
	M	9	55	112	11	38	2.27	0.69	12-3, Amphibolite
P	10	36	58	9	26	1.51	1.20	13, Gar-Bt Gn	
Zone B	P	11	41	145	15	47	2.97	2.04	34-1, Sill-Bt Sch
	M	12	67	75	13	7	1.15	0.14	14-1, Amphibolite
	P	13	49	154	11	43	3.70	2.53	14-2, Bt Sch
	M	14	58	108	10	12	1.85	0.17	44, Hb Sch
	P	15	26	69	15	28	2.21	2.62	33, Bt Sch
	M	16	30	161	14	28	3.33	1.95	32, Bt-Hb Sch
	P	17	35	81	15	27	3.18	2.38	31-1, Bt Sch
	M	18	55	89	12	31	2.13	0.22	31-2, Hb Sch
	M	19	71	160	13	41	2.98	1.92	30, Bt-Hb Sch
	P	20	18	328	20	45	2.41	5.88	29-1, Bt Sch
	S	21	10	175	7	8	3.85	4.45	29-2, Mus-Bt-Q _z Sch (rhyolite)
	M	22	33	106	11	9	2.39	0.26	28, Amphibolite
	P	23	79	92	7	27	2.65	1.14	27-1, Hb-Bt Sch
	M	24	57	99	9	28	2.40	1.11	27-2, Bt-Hb Sch
	M	25	122	102	14	24	2.20	0.64	15-1, Hb Sch
	P	26	52	85	12	22	4.13	1.90	15-2, Bt Q _z Sch
	M	27	123	100	8	21	2.54	0.20	47, Amphibolite
	P	28	22	90	15	38	2.56	3.83	49-1, Mus-Bt Hf
	S	29	16	32	4	8	3.80	0.67	49-2, Mus-Bt-Q _z Hf
	M	30	50	136	12	35	2.87	1.89	16-2, Bt-Hb Sch
M	31	103	113	10	18	2.90	0.12	17, Act-Hb Phyllite	
P	32	40	84	20	33	2.16	3.60	50-1, Mus-Bt Sch	
M	33	111	107	10	23	1.87	0.15	50-2, Hb Sch	
S	34	33	82	13	36	3.08	3.20	48, Bt Phyllite	
S	35	33	82	11	20	1.18	0.37	18-2, Gar-Chl-Mus-Q _z Sch	
P	36	50	93	7	29	2.73	1.28	18-3, Mus-Chl-Bt Sch (Hf?)	
Zone A	P	37	43	88	12	35	3.30	2.27	19-1, Graph-Bt Phyllite
	M	38	75	120	11	18	1.66	0.28	19-2, Act Phyllite
Near Plutons	P	39	20	120	10	33	3.50	2.88	23-1, Bt Hf
	M	40	130	106	13	24	2.70	0.29	24, Hb Hf
	M	41	118	83	14	21	1.68	0.26	26, Bt-Act Hf
Tana-kura	P	42	6	69	11	40	3.08	2.53	37, Phyllite

P-pelitic and psammitic, S-siliceous, M-mafic volcanics. 詳細は石原ら (1973) 参照

第4表 飛驒帯変成岩類の分析結果

Analytical results of the Hida metamorphic belt (1-13) and circum-Hida belt (14-17), Hida Mountains.

Filing No.	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Li (ppm)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	SiO ₂ etc. (%)	Sample No. and Rock Name
1	4	93	18	67	4.29	2.01	55.10	59100613, (graph?)-(gart)-bt-qz-pl Gn
2	4	90	21	22	4.52	2.83	60.62	58072409, hb-bt-qz-mc-pl Gn
3	4	91	20	10	2.23	3.86	62.00 C=0.49	59093004 B, (hb)-di-qz-mc-pl Gn
4	9	88	10	4	3.29	0.48	62.10 C=0.45	591028 A3, (hb)-di-qz-pl Gn
5	6	80	19	27	3.72	2.47	64.82	58101904, (hb)-bt-qz-pl Gn
6	11	105	12	41	4.16	1.57	65.32 FeS ₂ =0.21	59100503, bt-qz-pl Gn
7	4	20	37	5	2.44	7.71	72.74	59101202 B, (gart)-bt-pl-qz-mc Gn
8	29	132	14	40	3.14	2.06	50.64 FeS ₂ =0.45	49052109, bt-pl-qz Sch
9	74	102	15	35	3.17	0.95	51.49	49052205, hb-pl-qz Sch
10	17	100	15	23	4.74	3.51	59.67 CO ₂ =1.07	49052102, bt-pl-qz Sch
11	19	87	32	20	4.01	3.00	60.68 FeS ₂ =1.53	49052209, epd-chl-pl-qz Sch
12	4	20	9	8	2.49	0.18	62.48	49052101, sta-gart-bt-pl-qz Sch
13	4	55	13	16	4.68	3.31	73.01 CO ₂ =0.24	57092304 A, bt-chl-pl-mc-qz Sch
14	59	93	12	19	2.51	0.65	52.92	531002 A, epd-chl-mus-pl-qz Sch
15	38	88	14	25	2.83	3.11	62.21 CO ₂ =1.35 C=0.08	56080102, mus-pl-qz Sch
16	14	88	11	25	4.20	0.94	64.16	531001 X, epd-chl-mus-pl Sch
17	74	88	10	21	3.15	1.20	69.88 CO ₂ =1.75	54080905, chl-mus-pl-qz Sch

Cu ~ Li は寺島滋分析, アルカリ, SiO₂ ほかは1~7は河田編 (1962, p. 138~141), 8~17は野沢保未公表資料による

14~17は飛驒外縁帯

略号 Gn—gneiss, Sch—schist; bt—biotite, chl—chlorite, di—diopside, epd—epidote, gart—garnet, graph—graphite, hb—hornblende, mc—microcline, mus—muscovite, pl—plagioclase, qz—quartz, sta—staurolite

に大きな差はなく, Cuは結晶片岩で4倍程度に高い。飛驒外縁帯の変成岩はCuにさらに富んでいる。

Cu-Zn-Pb比(図示せず, ISHIHARA and TERASHIMA, 1974参照)は上にのべたことを反映している。岩泉帯の砂岩・粘板岩がPbに富む事実はそれがK₂Oに富む性格のためであろう。阿武隈高地の変成岩類は著しくPbに乏しい。飛驒山地の片麻岩類は西南日本内帯花崗岩類と同様な分布を示す。

2.3 Li

Liは石灰岩, チャートに乏しく, 粘板岩でもっとも多い。北上高地の火山砕屑岩類では酸性岩石に多い傾向がある。阿武隈高地では砂岩・頁岩源が塩基性火山砕屑岩源より, Liにやや富む傾向が認められる。飛驒山地では3者を通じてほぼ同程度である。

Liは結晶化学的性質から火成岩ではMgとの相関が予想されるが, 花崗岩の結果(寺島・石原, 未公表資料)では必ずしもそのような傾向を示さない。堆積岩・変成岩についてLi-MgO図を作製すると(第4図), 北部北上帯の砂岩・粘板岩では正の相関がみられるが, 飛驒山地の変成岩類ではそのようでない。

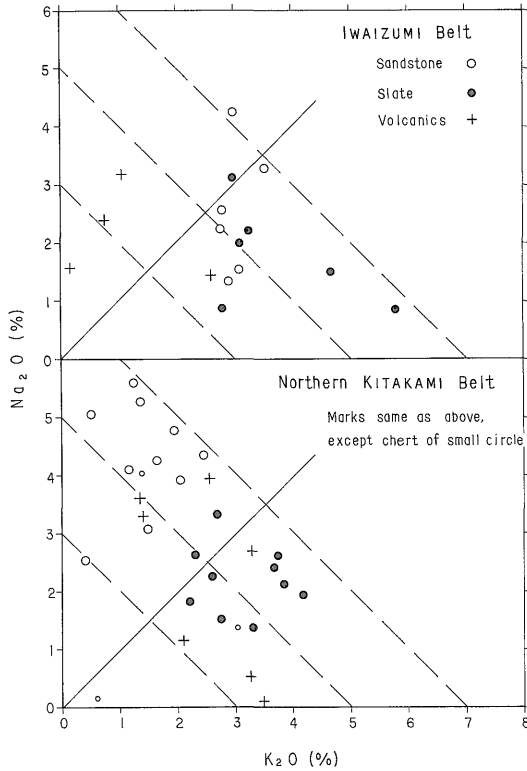
2.4 平均値

分析成分の岩種別存在量をわかり易くするために, 平均値を第5表に示した。この表で砂粘・粘板岩・チャート・石灰岩はそれぞれの岩石種の平均値を表わすと考えてよいが, 火山砕屑岩類は既述のように他種岩石との互層部分の試料も含まれているために, 阿武隈高地, 飛驒山地の値をも含めて, 参考値とみなした方がよいと思われる。

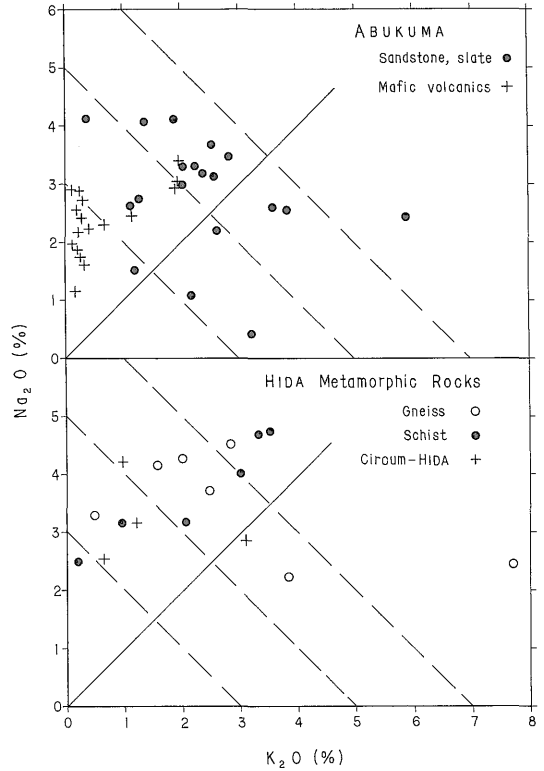
この研究は岩泉帯・北部北上帯の地帯別平均値を算出することを主目的としておこなわれたから, これらの地帯については各岩石種の露出面積比がわかっている。両地帯の加重平均を求め(ISHIHARA and TERASHIMA, 1974), 露出面積比が得られていない阿武隈帯と飛驒帯は算術平均値で代表させて, 各帯の“平均的存在量”を第5表の下部に示した。分析成分の存在量は各地帯によって著しく異なることがこの表から明らかであって, 一般に阿武隈高地は苦鉄質火山岩, 飛驒山地は花崗閃緑岩質岩石で近似しうる値を示す。

3. 第三紀中新世火山岩類

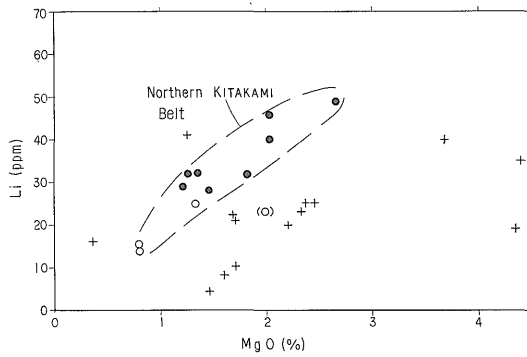
東北地方グリーンタフ地域の中新世火山岩類について, 宮城県高館地域12個, 新潟県津川地域とその周辺13個,



第3-a 図 北上高地堆積岩, 火山岩類のアルカリ比
Alkali ratio of sedimentary and volcanic
rocks, Kitakami Highland.



第3-b 図 阿武隈高地と飛騨山地変成岩類のアルカリ比
Alkali ratio of metamorphic rocks, Abukuma
Highland and Hida Mountains.



第4 図 北上高地堆積岩(白黒丸)と飛騨山地変成岩類(十字)のリチウム/マグネシウム比
MgO は片田ら(1971), 河田編(1962), 野沢保未公表資料による
Lithium and magnesium contents of sedimentary and metamorphic rocks showing a positive correlation in sandstone and slate.
Solid circle—slate, Open circle—sandstone, both from the Northern Kitakami belt. Limy sandstone in parenthesis. Cross—Metamorphic rocks of the Hida Mountains. No positive correlation is observed in the Japanese granitic rocks (TERASHIMA and ISHIHARA, unpublished data).

秋田県北鹿地域32個の分析を行った(第6~9表)。これらの分析はCl・Fの存在量を知ることを主目的として実施し、その地質学的討論は別に発表した(ISHIHARA, 1974)。Cl・Fの分析はTERASHIMA(1974)による吸光度法で実施した。

火山岩類のClの分析は岩崎ら(1957)によって行われ、1)富士火山帯の火山島で代表されるような海水の混入が予想されるもので高い、2)Cl量は玄武岩・流紋岩などの岩質による差が認められないが、黒曜岩などの非晶質岩石で高いことがあるなどが指摘されている。結晶した岩石のCl量(不溶性)が同質のガラス質より著しく少ない点は、cooling unitごとの詳細な分析から岩崎・小野(1967)によって確かめられ、その原因は結晶化に際してClが放出され、空中に逸散したものと解釈された。

筆者らの花崗岩類の分析では、Clは一般に苦鉄質なものに多く(石原・寺島, 1974)、含水苦鉄珪酸塩鉱物中のOHとの相関性を暗示する。Clがとくに多い花崗岩(たとえば400ppm以上)では流体包有物中の塩濃度が寄与している可能性が大きい、それ以下の含有量を持つ岩

第5表 岩石種別および地帯別平均値
Averages of individual rock species and regional (-weighted) averages.

	n	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Li (ppm)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	
Iwaizumi Belt								
Sandstone	5	4	28	15	13	2.78	3.03	
Slate	6	10	61	18	52	1.75	3.77	
Chert	1	5	3	2	6	0.02	0.35	
Limestone	3	<1	4	<2	<1	0.02	0.02	
Volcanics (basic)	3	105	87	9	36	2.48	0.65	
Northern Kitakami belt								
Sandstone	10	9	53	12	22	4.28	1.42	
Slate	10	31	83	18	34	2.17	3.13	
Chert	1	21	32	<2	11	0.13	0.60	
Limstone	1	1	5	<2	<1	<0.01	<0.01	
Volcanics	{basic	3	31	165	19	37	3.63	1.78
	{acidic	4	37	150	16	68	1.11	3.04
Abukuma belt								
Pelitic, psammitic (C, A, B)	17	45	111	14	33	2.64	2.56	
Mafic volcanics	17	77	109	12	23	2.34	0.62	
Hida belt								
Gneiss	7	6	81	20	25	3.52	2.99	
Schist	6	25	83	16	24	3.71	2.17	
Schist (Gaien)	4	46	89	12	23	3.17	1.48	
Regional average								
Iwaizumi	(20)*	16	57	14	35	1.40	2.56	
Northern Kitakami	(31)*	26	79	17	32	2.30	2.50	
Abukuma	40	55	105	12	27	2.44	1.61	
Hida	13	15	82	18	25	3.61	2.61	

* weighted average (ISHIHARA and TERASHIMA, 1974)

石中の Cl の存在状態は不明である。

F は火成岩では一般に酸性な岩石に多い傾向があり、筆者らの花崗岩類の結果でも同様である。この点は、F が造岩鉱物中で OH を置換すること (ALLMANN and KORITNIG, 1969), もっとも一般的な F 鉱物である螢石は酸性岩に産出することが多いなどとも一致する。KOKUBO (1956) による日本産火山岩の平均値は、玄武岩 280 ppm (n=21), 安山岩 260 ppm (n=52), 石英安山岩 260 ppm (n=6), 流紋岩 280 ppm (n=16) であって、岩質と F 量との相関性は認められていない。

3.1 宮城県高館地域

高館地域の火山岩類を安山岩を中心に分析した (第6表)。これらは中新世初期の陸上の噴出岩で (阿部・青木, 1969), 1 個を除きすべて溶岩である。固結時に海水の関与はなかったものと考えられる。

いずれの分析成分についても岩質 (たとえば SiO₂%) との関係は不明瞭である。わずかな傾向として、Cu は酸性岩で少なく、Li・F は酸性岩で多いことが認められる。Cl・F ともに一般に少ないが、流紋岩 1 個の Cl は高く、その原因は明らかでない。

3.2 新潟県津川地域

この地域では津川層の酸性火山岩を中心に分析した。津川層は西黒沢時階の地層で、礫岩・砂岩・凝灰岩類からなる (島津, 1973)。

溶岩に新鮮な岩石が少なく、津川層と同時期の岩脈～岩株状の貫入岩が原著者により選ばれた。これら岩石は多少とも海水の影響下で固結したものである。

第7表でわかるように、分析成分には地域によって若干の差が認められる。分析値が多い狭義の津川地域の流紋岩は黒鉱鉱化時期のものであるが、Cu は 2~3 ppm

で少ない。また酸性であるにかかわらず (K_2O 1.71~6.41%, H_2O を除く換算値), Pb は少ない。Zn は変化幅が小さく、酸性なもので減少する傾向がやや認められる。Li・Cl・F は分析値のばらつきが著しい。

3.3 秋田県北鹿地域

この地域では小坂鉱山を中心に試料を選択したが、厳密に新鮮な岩石を得ることは困難であって、第8表の結

果からもこの点がうかがえる。分析した火山岩類は西黒沢階の黒鉱鉱床下盤を構成する酸性溶岩 (TATSUMI and CLARK, 1972の“古期”), 鉱床ともっとも密接な“白色化流紋岩”(“溶岩ドーム”)およびその後の女川階の各種火山岩類(“新期”)である。いずれも海水の関与のもとに固結したものと思われ、溶岩が主体である。

この地域で試料が揃っている小坂鉱山地域で酸性岩の

第6表 宮城県高館地域火山岩類の分析結果 (阿部, 青木, 1969の試料)

Analytical results of the early Miocene volcanic rocks of the Takadate area, Miyagi Prefecture.

	No.	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Li (ppm)	Cl (ppm)	F (ppm)	SiO ₂ (%)	Remarks
Basalt	1	67	80	9	9	40	110	51.4	(cpx)-ol
	2	134	95	10	6	85	150	53.3	do.
	3	94	92	12	6	65	150	53.5	ol
Andesite (dacite)	4	161	115	11	6	180	240	54.0	(cpx)-ol
	6	108	98	10	4	45	150	54.9	ol-aug-hy-pi
	7	77	101	9	8	35	130	55.0	aug-hy-ol
	13 (dike)	112	81	11	9	40	150	56.3	ol-hy-aug
	8	63	81	8	12	35	250	56.4	do.
	9	117	99	9	7	30	180	58.7	hy-aug
	14	14	76	11	11	25	290	65.7	hb-aug-hy
10	4	103	10	12	55	390	66.0	aphyric	
Rhyolite	11	4	40	10	3	455	250	75.0	hb-aug-hy

番号, 岩石名, SiO₂ % 構成苦鉄鉱物は阿部・青木 (1969) による。

略号: aug—augite, cpx—clinopyroxene, hb—hornblende, hy—hypersthene, ol—olivine, pi—pigeonite

第7表 新潟県津川地域流紋岩類の分析結果 (阿部・島津, 1974の試料)

Analytical results of the early middle Miocene acidic rocks (intrusive) of the Tsugawa area and its vicinity, Niigata Prefecture.

	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Li (ppm)	Cl (ppm)	F (ppm)	SiO ₂ (%)	Remarks
Rhyolite (津川地域)	2	93	10	4	60	190	75.1	N70K27, stock
	2	48	8	8	75	180	75.8	S T22, dike
	2	74	3	8	95	250	76.2	S 70K06, small dike
	3	55	7	3	370	390	76.6	N70K22, stock
	2	41	5	16	90	100	78.0	S H-3, small dike
	2	47	4	24	320	860	78.3	N70K23, stock
	2	46	9	3	120	300	78.3	929 S 02, lava
	3	33	6	1	60	430	78.6	N70 I 01 dike
	3	33	11	17	150	310	79.7	N70 S 11, stock
2	30	2	6	160	80	83.3	S N2, lava	
Rhyolite (入広瀬地域)	3	41	17	25	150	420	77.4	守門A, stock
	19	67	8	48	115	450	84.5	Y717703, do.
Dacite (佐渡)	6	45	20	9	320	260	69.9	322, lava

第8表 秋田県北鹿地域火山岩類の分析結果 (TATSUMI and CLARK, 1972 の試料)

Analytical results of the early middle Miocene acidic rocks of the Hokuroku district, Akita Prefecture.

TATSUMI and CLARK (1972), Table 2, Kosaka mine

		Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Li (ppm)	Cl (ppm)	F (ppm)	SiO ₂ (%)	Remarks
"Older",	Torigoe rhyolite	15	41	12	4	40	740	73.4*	19a
		3	35	2	4	25	400	74.3*	9a
"Lava dome" rhyolite	M ₆	3	20	9	2	70	480	73.8*	7a
	M ₃	18	31	16	2	20	1160	80.6	8, Horikirizawa
	M ₅	210	116	55	4	50	1050	77.5	18, Uchinotai-N
	M ₄	21	44	<2	4	25	680	71.2*	5, Futawatari
	M ₁	9	46	9	10	35	580	72.7	11a
	M ₇	4	66	<2	4	45	1040	73.7	12, Otarube
	M ₇	3	71	2	12	75	790	75.0	24, do.
	M ₉	220	52	23	2	60	1400	78.2	80, Uchinotai-W 35, Uchinotai-E
	M ₈	10	21	16	2	20	1200	77.1	13a, Uchinotai-E
	M ₂	4	18	2	5	35	680	77.2	3, Tokitotai
"Younger"	Dacite	3	59	3	8	45	380	68.6	2, Akamori dacite
Volcanics	Rhyolite	2	24	<2	3	35	330	74.8*	14a, Takaderayama
	Later dome	28	130	51	5	45	330	76.1	17, Motayama

TATSUMI and CLARK (1972), Table 3, Kamikita, Furutobe and Shakanai mines

Kamikita (rhyolite)	OR ₁	3	74	<2	3	75	560	78.8	48, older
	OR ₂	83	46	5	3	35	740	77.4	49, lava dome
Furutobe (rhyolite)	LR ₁	4	35	2	4	65	930	74.4	75a, older
	LR ₂	3	44	3	1	60	210	74.3	73a, lava dome
MD	dacite	10	65	3	4	60	240	76.8	51
Shakanai	rhyolite	20	48	9	3	65	260	73.9	59, lava dome

* those on which normative calculation was made by the original authors, meaning the freshest among the rocks in this table

分析成分を概観すると、著しい特色は溶岩ドーム流紋岩でFが全般に高い点である。その含有量は同地域の“古期”や“新期”とくらべて2~3倍程度に高く、津川地域と比較してもはるかに高い。他方Clは“古期”や“新期”とほぼ同程度で、津川地域と比較して1/2程度に低い。この高いF含有量から溶岩ドーム流紋岩にはやや多量の燐灰石の存在が予想される。

他の分析成分には特徴ある傾向は認められない。Cu・Pbが20ppm以上の岩石はより後期の鉱化変質作用の影響をうけたかも知れないが、溶岩ドーム流紋岩のCuは一般に高く、この流紋岩は一般の流紋岩よりもその固結時にCuに富んでいたものと考えられる。

小坂鉱山については鈴木ら(1971)の試料も分析した

が、全分析試料と同一の粉末試料が入手できなかったため、参考値として第9表に示す。

第10表には第6-9表中比較的信頼しうる試料の平均値を求めて表示した。津川地域と北鹿地域の流紋岩の平均値を比較する場合は産状(溶岩と貫入岩)の相違も考慮する必要があるものと思われる。

4. 結 語

北上高地・阿武隈高地・飛騨山地の堆積岩・火山岩・変成岩110個、グリンタフ地域の中新世火山岩57個を原子吸光法(Cu・Zn・Pb・Li・Na・K)と吸光光度法(Cl・F)で分析した。岩石種別および地帯別平均値を算出し、それぞれの化学的特徴を明らかにした。

第9表 秋田県小坂鉱山地域火山岩類の分析結果 (鈴木ら, 1971の試料)

Analytical results of the early middle Miocene volcanic rocks of the Kosaka mine area, Akita Prefecture.

	No.	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Li (ppm)	SiO ₂ (%)	Remarks
Torigoe dacite	2	4	50	5	9	74.3	449—268m
	1	4	30	24	5	76.3	391—320m
White rhyolite	4	4	12	12	4	73.8	309—150m
	3	4	49	8	5	74.7	618—130m
	5	1000	720	22	2	75.8	257—106m
Takaderayama rhyolite	6	12	42	3	3	73.5	544—120m
	7	3	57	4	5	74.6	343—195m
Omori andesite	8	5	75	5	12	64.9	458—109m
	9	3	99	4	12	68.3	438—98m
Kako basalt	10	9	240	6	11	51.4	609—170m
	11	32	182	9	7	56.3	629—195m

番号, SiO₂, 備考欄 (試錐番号と採取深度) は鈴木ら (1971) による。SiO₂ (%) は H₂O を除く再計算値

第10表 中新世火山岩類の平均値

Averages of the Miocene volcanic rocks.

	n	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Li (ppm)	Cl (ppm)	F (ppm)	SiO ₂ (%)	Remarks
Basalt (lava)	3	98	89	10	7	63	137	52.7	Takadate
Andesite (lava)	6	106	96	10	8	60	183	55.9	do.
Rhyolite (intrusive)	10	2	50	7	9	150	310	78.0	Tsugawa
(Lava dome)	8*	9	40	7	5	41	826	75.2	Kosaka, Hokuroku

* 分析結果上鉱化作用の影響が認められるものを除外した。

北上高地では岩泉帯と北部北上帯とで砂岩 (粘板岩) の化学的性質が異なり, それらの後背地構成岩石種が異なっていたことを示すものと考えられる。

阿武隈高地の変成岩類は一般に苦鉄質火山岩の化学的性質を示し, 砂岩・頁岩源とみなされる変成岩でもそのようであって, 原岩に苦鉄質碎屑物の混入が考えられる。

飛騨変成岩類は, 片麻岩が花崗閃緑岩で近似しうる化学的性質を示し, 飛騨外縁帯の変成岩は苦鉄質火山岩に想定される存在量を示す。

中新世火山岩類については後生的作用による諸元素の挙動が不明なために厳密な比較検討はできないが, 黒鉱鉱化作用にもっとも密接なドーム状流紋岩は F に富む特徴を有する。また, 固結時に海水との反応が考えられるにもかかわらず, Cl に乏しい。ドーム状流紋岩は一般の流紋岩よりも Cu に富んでいた可能性がある。

文 献

- 阿部智彦・青木謙一郎 (1969) : 東北日本の新第三紀塩基性火山岩類の岩石学 2. 高館高アルミナ玄武岩. 岩鉱, vol. 6—2, p. 177—190.
- ・島津光夫 (1974) : 津川会津区の酸性火山岩類の化学組成. 鉱山地質, vol. 24, p. 355—365.
- ALLMANN, R. and KORITNIG, S. (1969): Fluorine (9). in *Handbook of Geochemistry* II—1, Springer-Verlag.
- ISHIHARA, S. (1974): Magmatism of the Green Tuff tectonic belt, Northeast Japan. in *Geology of Kuroko Deposits* (S. ISHIHARA et al. ed.). *Mining Geol. Spec. Issue*, no. 6, p. 235—249.
- 石原舜三・服部 仁・坂巻幸雄・金谷 弘・佐藤啓生・望月常一・寺島 滋 (1973) : 阿武隈

- 高地—横断面における花崗岩質岩石および
変成岩の化学的性質の広域的变化—とくに
U, Th, K₂O—. 地質調月報, vol. 24, p.
269-284.
- 石原舜三・寺島 滋 (1974) : 探査指標としての花
崗岩類中の Cl 量 (演旨). 鉱山地質, vol.
24, p. 78-79.
- ISHIHARA, S. and TERASHIMA, S. (1974): Base metal
contents of the basement rocks of Kuroko
deposits—An overall view to examine their
effect on the Kuroko mineralization—.
ibid., *Mining Geol. Spec. Issue*, no. 6, p. 421-
428.
- 岩崎岩次・桂 敬・坂戸直行・平山光衛 (1957)
: 本邦火山の地球化学的研究 (その41)
火山岩中の塩素. 日化, vol. 78, p. 164
、-172.
- 岩崎文嗣・小野晃司 (1967) : 阿蘇火砕流堆積物
IIIA中の塩素の垂直分布. 火山, 第2集,
vol. 12, p. 1-10.
- 片田正人・磯見 博・大森えい (1971) : 北部北上
帯の砂岩とスレート(予報). 岩鉱, vol. 65,
p. 129-143.
- 河田学夫編 (1962) : 地質調査所化学分析成果表 I
(岩石・鉱物, 1954-1960). 地質調報告,
195, i76p.
- КОКУБО, N. (1956): Fluorine in rocks. *Mem. Fac.*
Sci. Kyushu Univ., Ser. C, vol. 2, p. 95-149.
- 島津光夫 (1973) : 東北日本グリーンタフ地域にお
ける津川—会津区. 地質学論集, no. 9, p.
25-38.
- 鈴木善照・谷村昭二郎・橋口博宣 (1971) : 北鹿地
域の地質および構造. 鉱山地質, vol. 21,
p. 1-21.
- TATSUMI, T. and CLARK, L. A. (1972): Chemical
composition of acid volcanic rocks genet-
ically related to formation of the Kuroko
deposits. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol. 78,
p. 191-201.
- 寺島 滋 (1970) : 原子吸光分析法によるけい酸塩
岩石鉱物ならびに陸水中のナトリウム, カ
リウム, マグネシウム, カルシウム, マン
ガン, 鉄の定量. 地質調月報, vol. 21, p.
693-707.
- (1971) : ケイ酸塩中微量成分の原子吸光
分析. 分化, vol. 20, p. 321-326.
- TERASHIMA, S. (1974): Spectrophotometric deter-
mination of chlorine and fluorine in the
standard silicate rocks. *Bull. Geol. Surv.*
Japan, vol. 25, p. 175-179.
- 吉田 尚・青木ちえ (1972) : 北海道松前半島の古
生層と渡島半島南部のコノドントの産出に
ついて. 地質調月報, vol. 23, p. 635-
646.