

白山火山の全岩組成

長岡正利* 金沢大学理学部地学教室
東野外志男 石川県白山自然保護センター
岩田次男** 金沢大学理学部地学教室

BULK ROCK CHEMISTRY OF THE HAKUSAN VOLCANO

Masatoshi NAGAOKA, *Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University*

Toshio HIGASHINO, *Hakusan Nature Conservation Center, Ishikawa*

Tsuguo IWATA, *Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University*

はじめに

白山火山の地質はこれまで山崎・中西・松原(1968), 長岡・岩田・東野・山崎(1985), 長岡・清水・山崎(1985)などによって明らかにされている。それらによると, 白山火山の形成は古いものより加賀室火山形成期(およそ40~30万年前)・古白山火山形成期(およそ14~10万年)・新白山火山形成期の3つに分けられる。各火山体の噴出物の主なものは溶岩流で, 他に火砕流堆積物や岩屑流堆積物などがそれらに伴う。これらの火山体の噴出物の全岩組成についてこれまで公表されたものは, 新白山火山についてYamasaki・Nakanishi・Kaseno(1964)とTiba(1976)が, 加賀室火山について長岡・岩田・東野・山崎(1985)があるのみで, その数も少ない。今回, 新たに加賀室火山・古白山火山・新白山火山それぞれについて7・21・9個の全岩組成を示し, 従来公表された分析値も含めて, 白山火山の全岩組成の特徴を以下に記す。また, 斑晶鉱物の容量についての特徴も併せて報告する。

著者の一人, 東野は名古屋大学理学部地球科学教室で分析を行った。装置の使用や分析でお世話になった榎並正樹博士に感謝する。

分析方法

分析元素はSiO₂, TiO₂, Al₂O₃, FeO*(FeO量としての全鉄量), MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂Oの9元素で, 測定試料のガラスの制作はMori・Jakš・Nagaoka(1971), Nicholls(1974), 福山・柵山(1976)の方法に従った。使用した分析機器は金沢大学のHitachi XMA-5 A型と名古屋大学のJEOL JCCA-733型のEPMAである。補正方法はBence and Albee (1968)に従った。

鉱物のモード組成の測定には, 2つの方法を用いた。1つは通常のポイント=カウンター法である。もう1つの方法は, 薄片の拡大写真から計算する方法で, 拡大写真から各鉱物を切り取り, その切りとった部分の重量をもとに容量を計算した。

現所属 *建設省国土地理院, **瀬戸市立光稜中学校。

分析結果

分析した試料は大部分が溶岩で、他に火砕流堆積物中の本質火山岩塊 (essential block) や溶岩中の同源捕獲岩 (cognate inclusion) を含む。表1に分析結果を、表2に分析試料の所属火山名・採集場所・岩石名などを示した。表1・2には、長岡・岩田・東野・山崎(1985)ですでに公表した加賀室火山の溶岩の分析値(7個)も含まれている。以下では、それらにTiba(1976)の分析値も含めて、白山火山の噴出物の特徴をのべる。Tiba(1976)は1個の試料の全岩組成とそれに含まれる同源捕獲岩の化学組成を示した。その試料は御前峰頂上で採集されたもので、新白山火山に属する。Yamasaki et al. (1964)に示された1個の分析値は、新白山火山翠ヶ池期に属する熱雲堆積物中の本質火山岩塊のものである。しかし、その分析値はTiba(1976)や長岡・岩田・東野・山崎(1985)や今回の分析値に比べて著しく Na_2O 量が低く(2.65重量%), 以下には用いなかった。

分析した試料の SiO_2 量の範囲は56.4~66.6重量%である。 SiO_2 量が64重量%を越えるのは、古白山火山の火砕流堆積物中の本質火山岩塊である。同源捕獲岩は溶岩や火砕流堆積物中の本質火山岩塊に比べて SiO_2 に乏しく、57重量%以下である。古白山火山の噴出物は他の火山体のものに比較して SiO_2 量の組成範囲が広いが、それが本来の特徴を表わしているのか、もしくは古白山火山の分析値が多いためか明らかでない。Harker diagram上において(図1)、 Na_2O 量と K_2O 量を除いて加賀室火山・古白山火山・新白山火山の各火山体の間には、化学組成上の明瞭な差はみられない。 Na_2O 量と K_2O 量は共に、加賀室火山の噴出物が古白山火山と新白山火山のものに比べて同じ SiO_2 量に対して低い傾向がある。また、 $\text{FeO}^*-(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{MgO}$ の三角図(図4)で、加賀室火山の噴出物は新白山火山や古白山火山のものに比べて、 FeO^* に富む傾向をもつ。

白山火山の火山岩類はPeccerilla and Taylor(1976)の区分で、ほとんどが安山岩 (andesite) の領域にはいり、一部が石英安山岩 (dacite) に属する(図2)。Kuno(1966)によると、2, 3を除いて高アルミナ玄武岩系列の領域にプロットされる(図3)。 $\text{FeO}^*-(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{MgO}$ の三角図では、箱根火山の紫蘇輝石質岩系並びにそれより FeO に乏しい領域にはいる(図4)。 SiO_2 量の変化に対して FeO^*/MgO 比の変化がほとんどなく、Miyashiro(1974)のカルクアルカリ系列に属する(図5)。

白山火山の火山噴出物の斑晶量はおよそ10~30容量%である。加賀室火山と新白山火山の斑晶量に差が認められる(図6)。加賀室火山の斑晶量はおよそ23~30容量%で多く、一方、新白山火山のほとんどのものは、20容量%で少ない。古白山火山の噴出物の斑晶量は幅広く、加賀室火山と新白山火山の領域をカバーする(図6)。加賀室火山・古白山火山・新白山火山の噴出物の斑晶鉱物は、いずれも斜長石・紫蘇輝石・ホルンブレンドを主体とする。他に斑晶としてカンラン石や石英・黒雲母も含まれることがあるが、含まれても量は少ない(通常1容量%以下)。斜長石-紫蘇輝石-ホルンブレンドの容量比は、3つの火山体の間に系統的な差はない(図7)。

文 献

- Bence, A. E. and Albee, A. L. (1968) Empirical correction factors for the electron microanalysis of silicates and oxides. *Jour. Geol.*, vol.76, p.382-403.
- 福山博之・柵山雅之 (1976) マイクロプローブによる岩石の全岩化学分析. *地質雑*, vol.82, p.345-346.
- Kuno, H. (1966) Lateral variation of basalt magma type across continental margins and island arcs. *Bull. Volcanol.*, vol.24, p.195-222.

- Kuno, H. (1969) Pigeonite-bearing andesite and associated dacite from Aso, Japan. *Amer. Jour. Sci.*, vol. 267-A, p.257-268.
- Miyashiro, A. (1974) Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *Amer. Jour. Sci.*, vol. 274, p.321-365.
- Mori, T., Jakš, P. and Nagaoka, M. (1971) Major element analysis of silicate rocks using electron microanalyzer. *Sci. Rep. Kanazawa Univ.*, vol.16, p.113-120.
- 長岡正利・岩田次男・東野外志男・山崎正男 (1985) 加賀室火山——白山火山にさきだつ火山——. 石川県白山自然保護センター研究報告, 第12集, p.1-7.
- 長岡正利・清水智・山崎正男 (1985) 白山火山の地質と形成史. 石川県白山自然保護センター研究報告, 第12集, p.9-24.
- Peccerillo, A. and Taylor, S.R. (1976) Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. *Contr. Mineral. Petol.*, vol.58, p.63-81.
- Tiba, T. (1976) Hornblende megacrysts in andesite from Hakusan volcano. *Bull. Natn. Sci. Mus., Ser.C*, vol.2, p.115-119.
- Yamasaki, M., Nakanishi, N. and Kaseno, Y. (1964) Nuée ardente deposit of Hakusan volcano. *Sci. Rep. Kanazawa Univ.*, vol.9, p.189-201.
- 山崎正男・中西信弘・松原幹夫 (1968) 白山火山の形成. 火山, 第2集, vol.13, p.32-43.

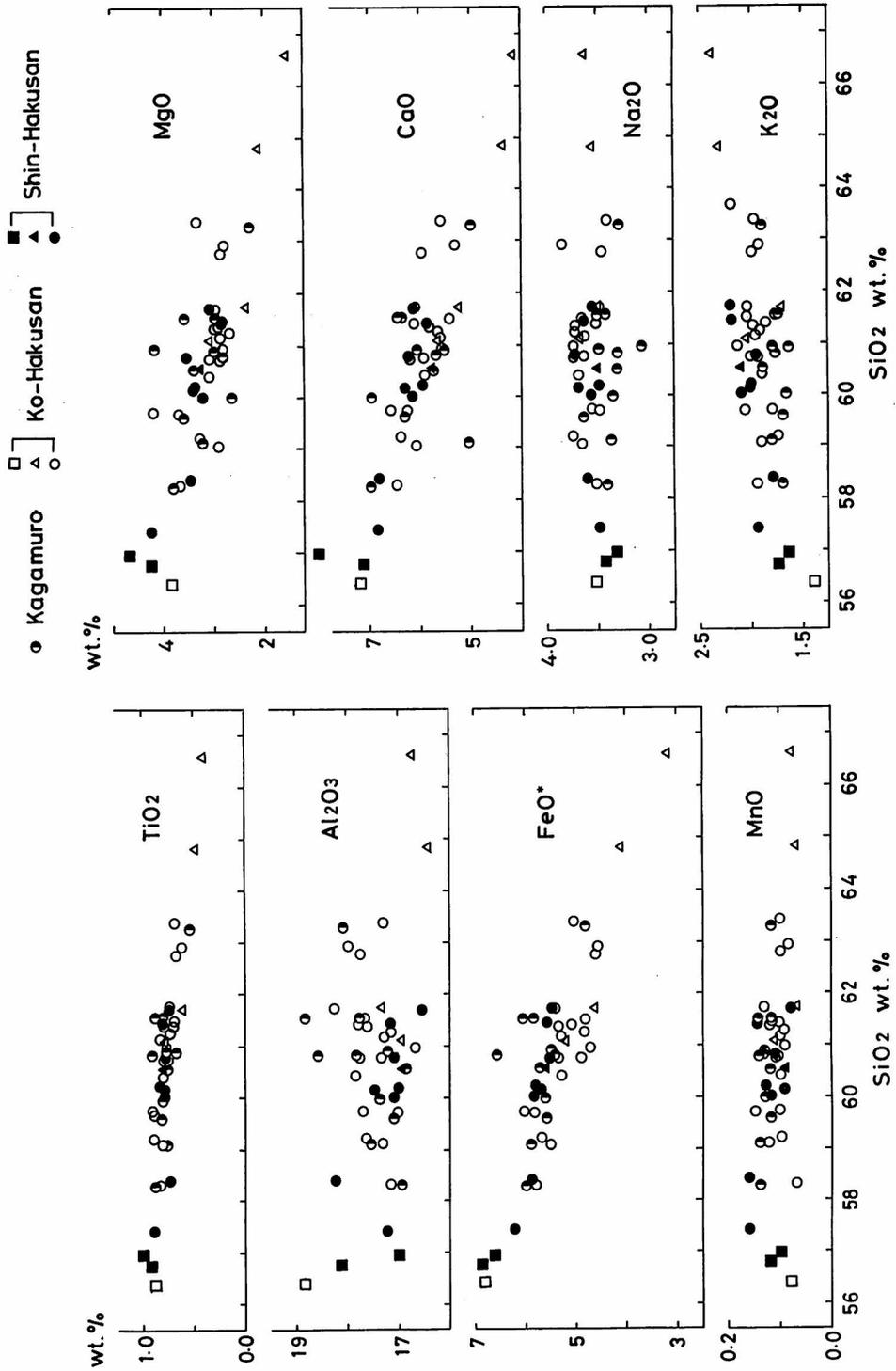


図1 SiO₂ 変化図における白山火山噴出物の全岩組成
 丸・三角・四角はそれぞれ溶岩・火砕流堆積物中の本質火山岩塊・溶岩中の同源捕獲岩を示す, FeO*はFeOとしての全鉄量.

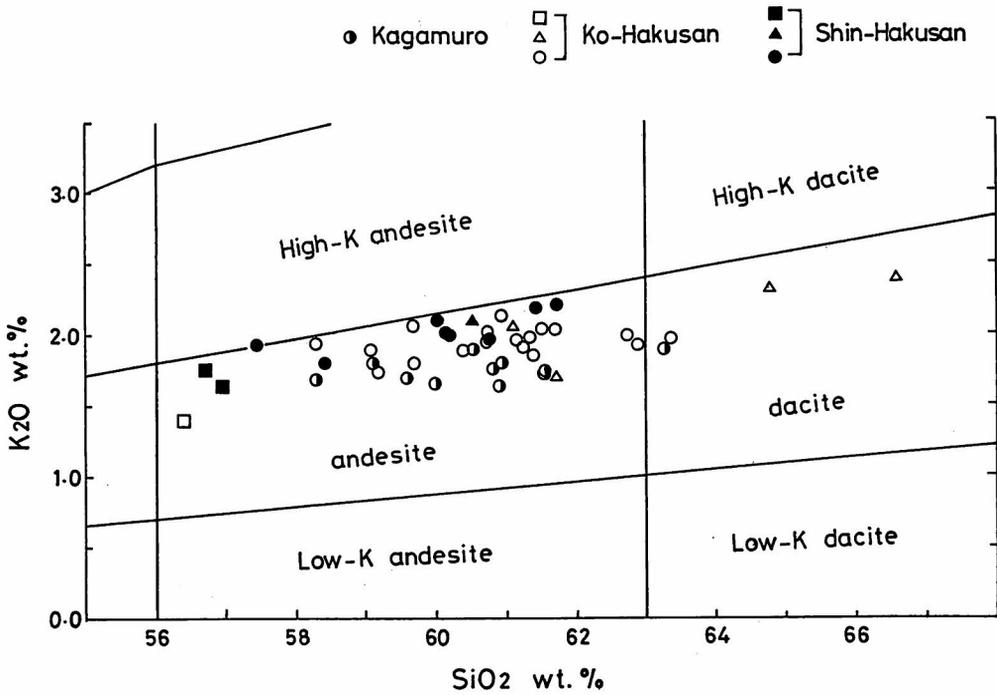


図2 $K_2O \cdot SiO_2$ における白山火山噴出物の全岩組成
 丸・三角・四角は、それぞれ溶岩・火砕流堆積物中の本質火山岩塊・溶岩中の同源捕獲岩を示す。岩系の区分はPeccerrillo and Taylor (1976) による。

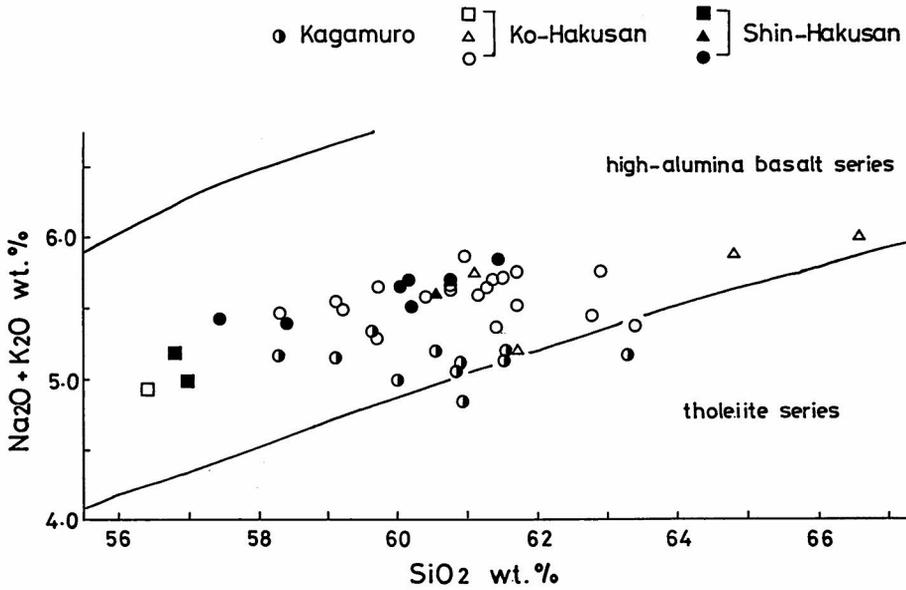


図3 $(Na_2O + K_2O) - SiO_2$ 図における白山火山噴出物の全岩組成
 丸・三角・四角は、それぞれ溶岩・火砕流堆積物中の本質岩塊・溶岩中の同源捕獲岩を示す。岩系の区分はKuno (1966) による。

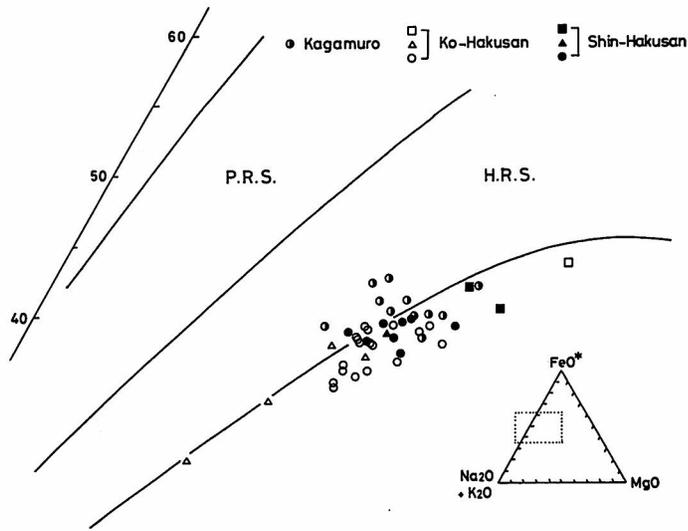


図4 FeO*-(Na₂O+K₂O)-MgO 三角図における白山火山噴出物の全岩組成
P.R.S.=ピジョン輝石質岩系, H.R.S.=柴蘇輝石質岩系, 岩石系列の区分は Kuno (1969) による。丸・三角・四角は、それぞれ溶岩・火砕流堆積物中の本質岩塊・溶岩中の同源捕獲岩を示す。FeO*はFeOとしての全鉄量。

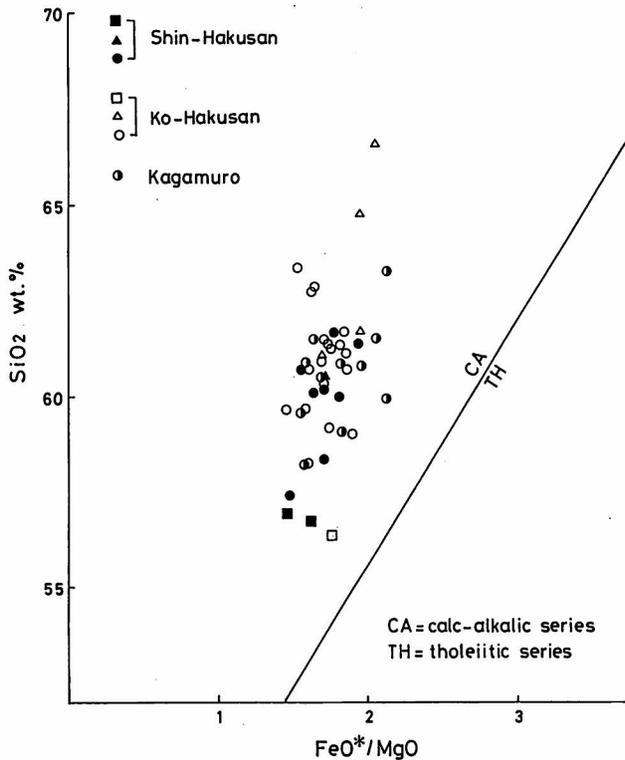


図5 SiO₂-FeO*/MgO における白山火山噴出物の全岩組成
丸・三角・四角は、それぞれ溶岩・火砕流堆積物中の本質岩塊・溶岩中の同源捕獲岩を示す。岩石系列の区分は Miyashiro (1977) による。FeO*はFeOとしての全鉄量。

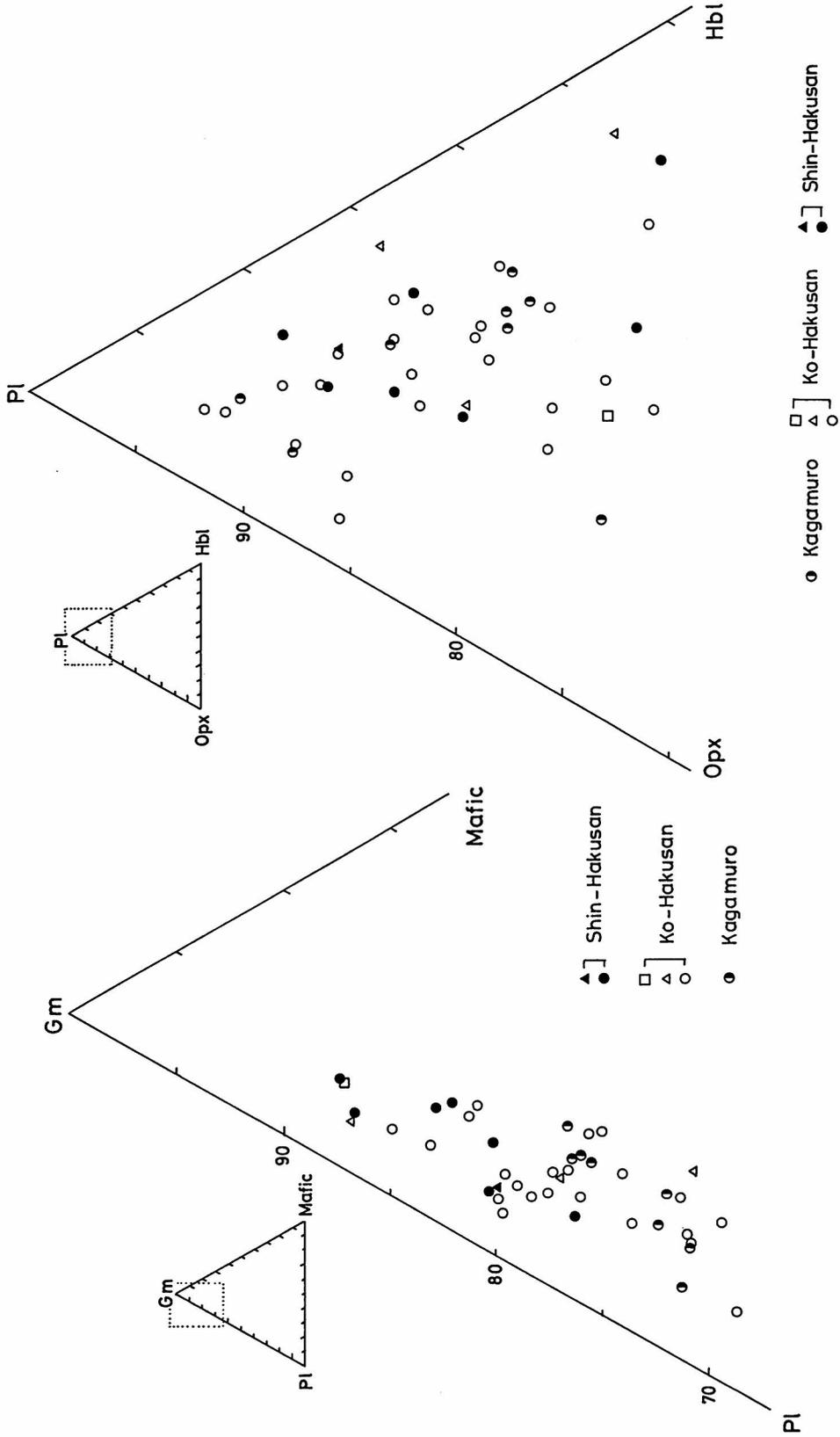


図6 石基-斜長石-苦鉄質鉱物三角図における白山火山噴出物の斑晶鉱物の容量比
 丸・三角・四角はそれぞれ溶岩・火砕流堆積物中の本質岩塊・同源捕獲岩を
 示す。

図7 斜長石-斜方輝石-ホルンブレンド三角図における白山火山噴出物の斑晶鉱
 物の容量比
 丸・三角・四角は、それぞれ溶岩・火砕流堆積物中の本質岩塊・溶岩中の同
 源捕獲岩を示す。

表1 白山火山噴出物の全岩組成

Sample NO	TH82101702	TH82101703	TH85091401	TH85091405	TH85091406
SiO ₂	60.53	59.62	60.89	58.27	56.54
TiO ₂	0.75	0.81	0.69	0.88	0.95
Al ₂ O ₃	16.85	17.10	17.15	16.94	16.98
FeO*	5.71	5.58	5.49	6.00	6.46
MnO	0.12	0.12	0.13	0.14	0.15
MgO	3.38	3.62	3.01	3.82	5.03
CaO	5.75	6.32	6.04	6.99	7.20
Na ₂ O	3.31	3.64	3.49	3.47	3.59
K ₂ O	1.89	1.68	1.63	1.70	1.40
Total	98.29	98.49	98.52	98.21	98.30

Sample NO	TI79081504	TI79081505	TI79081506	TI79081601	TI79081603
SiO ₂	59.98	61.52	59.10	60.92	60.83
TiO ₂	0.78	0.86	0.76	0.90	0.74
Al ₂ O ₃	17.39	17.77	17.56	18.61	17.85
FeO*	5.61	5.85	5.87	6.57	5.48
MnO	0.13	0.12	0.14	0.14	0.13
MgO	2.65	3.58	3.22	4.16	2.81
CaO	6.97	6.34	5.03	5.52	5.71
Na ₂ O	3.34	3.42	3.37	3.06	3.30
K ₂ O	1.65	1.72	1.80	1.79	1.76
Total	98.50	101.18	96.85	101.67	98.61

Sample NO	TI79081602	TI79081604	MN70081607	MN70081501	MN70081503
SiO ₂	61.52	63.28	61.70	66.57	64.79
TiO ₂	0.78	0.54	0.62	0.49	0.48
Al ₂ O ₃	18.66	18.10	17.33	16.73	16.42
FeO*	6.09	4.84	4.64	3.20	4.12
MnO	0.14	0.12	0.07	0.08	0.07
MgO	2.97	2.28	2.41	1.57	2.13
CaO	6.40	4.99	5.26	4.15	4.34
Na ₂ O	3.49	3.29	3.51	3.62	3.56
K ₂ O	1.72	1.89	1.70	2.38	2.32
Total	101.77	99.33	97.24	98.79	98.23

Sample NO	MN70091402	TI79081002	TI79082901	TI79090601	TI79081011
SiO ₂	61.08	60.76	61.70	61.41	62.76
TiO ₂	0.78	0.76	0.74	0.70	0.67
Al ₂ O ₃	16.92	17.34	18.26	17.79	17.75
FeO*	5.21	4.92	5.42	5.10	4.62
MnO	0.11	0.11	0.13	0.10	0.10
MgO	3.11	3.10	2.96	2.95	2.87
CaO	5.67	6.21	6.11	6.12	5.98
Na ₂ O	3.67	3.64	3.48	3.51	3.46
K ₂ O	2.08	1.99	2.04	1.86	1.99
Total	98.63	98.83	100.84	99.54	100.20

Sample NO	TI79080404	MN69042710	MN69042806	MN70070302	MN69092802
SiO ₂	63.38	59.08	61.15	59.70	61.26
TiO ₂	0.68	0.81	0.82	0.88	0.72
Al ₂ O ₃	17.30	17.31	17.27	17.01	17.16
FeO*	5.07	5.51	5.31	5.84	4.85
MnO	0.10	0.12	0.10	0.15	0.09
MgO	3.34	2.94	2.88	3.72	2.79
CaO	5.58	6.08	5.58	6.28	5.65
Na ₂ O	3.41	3.66	3.63	3.49	3.73
K ₂ O	1.97	1.90	1.96	1.80	1.91
Total	100.83	97.41	98.70	98.87	98.16

FeO*はFeOとしての全鉄量

長岡・東野・岩田：白山火山の全岩組成

表1 白山火山噴出物の全岩組成（続き）

Sample NO	MN70082401	MN70082402	MN70082402-2	MN70082403	MN70100807
SiO ₂	59.21	60.74	56.40	61.34	62.88
TiO ₂	0.90	0.81	0.86	0.78	0.61
Al ₂ O ₃	17.63	17.79	18.83	17.63	18.01
FeO*	5.70	5.34	6.81	5.36	4.59
MnO	0.10	0.11	0.08	0.12	0.11
MgO	3.29	2.92	3.86	2.98	2.79
CaO	6.41	5.94	7.21	5.81	5.32
Na ₂ O	3.76	3.73	3.53	3.72	3.84
K ₂ O	1.73	1.92	1.40	1.98	1.92
Total	98.73	99.30	98.98	99.72	100.07

Sample NO	MN69081305	MN70100702	MN70091201	TI79090701	MN69081301
SiO ₂	58.30	60.95	60.39	59.72	61.49
TiO ₂	0.85	0.75	0.79	0.88	0.68
Al ₂ O ₃	17.16	16.66	17.86	17.69	17.68
FeO*	5.81	4.73	5.31	6.03	4.82
MnO	0.07	0.09	0.10	0.10	0.12
MgO	3.68	2.82	3.11	4.20	2.83
CaO	6.48	5.57	5.92	6.59	5.43
Na ₂ O	3.53	3.74	3.70	3.56	3.67
K ₂ O	1.94	2.13	1.88	2.09	2.04
Total	97.82	97.44	99.06	100.86	98.76

Sample NO	MN70091301	MN70100804	MN70100801	MN70081706	MN70081906
SiO ₂	60.55	61.43	60.18	60.03	58.41
TiO ₂	0.79	0.83	0.83	0.79	0.73
Al ₂ O ₃	16.94	17.15	17.01	17.10	18.26
FeO*	5.62	5.57	5.81	5.81	5.87
MnO	0.09	0.14	0.13	0.12	0.16
MgO	3.29	2.88	3.41	3.23	3.48
CaO	5.76	5.87	5.95	6.18	6.84
Na ₂ O	3.51	3.65	3.50	3.57	3.61
K ₂ O	2.08	2.20	2.01	2.09	1.78
Total	98.63	99.72	98.83	98.92	99.14

Sample NO	MN70081903	MN70081504	MN70081601	MN70081601-2
SiO ₂	57.43	60.75	60.16	56.77
TiO ₂	0.90	0.79	0.79	0.93
Al ₂ O ₃	17.22	17.10	17.49	18.13
FeO*	6.24	5.53	5.71	6.87
MnO	0.16	0.11	0.09	0.12
MgO	4.24	3.56	3.43	4.26
CaO	6.86	6.23	6.31	7.14
Na ₂ O	3.50	3.73	3.69	3.44
K ₂ O	1.93	1.97	2.01	1.75
Total	98.48	99.77	99.68	99.41

FeO*はFeOとしての全鉄量

TH82101702	KAGAMURO, 36° 13'54''E, 136° 43'49''N lava, olivine-bearing hornblende-hypersthene andesite
TH82101703	KAGAMURO, 36° 15'10''E, 136° 43'03''N lava, hypersthene-hornblende andesite
TH85091401	KAGAMURO, 36° 12'33''E, 136° 42'26''N lava, hypersthene-hornblende andesite
TH85091405	KAGAMURO, 36° 13'07''E, 136° 43'59''N lava, hypersthene-hornblende andesite
TH85091406	KAGAMURO, 36° 13'13''E, 136° 43'54''N lava, hypersthene-hornblende andesite
TI79081504	KAGAMURO, 36° 12'06''E, 136° 43'51''N lava, biotite-olivine-bearing hypersthene-hornblende andesite
TI79081505	KAGAMURO, 36° 12'04''E, 136° 43'54''N lava, hornblende-hypersthene andesite
TI79081506	KAGAMURO, 36° 12'02''E, 136° 43'56''N lava, hypersthene-hornblende andesite
TI79081601	KAGAMURO, 36° 12'20''E, 136° 43'53''N lava, olivine-bearing hornblende-hypersthene andesite
TI79081603	KAGAMURO, 36° 12'09''E, 136° 43'47''N lava, quartz-bearing hornblende-hypersthene andesite
TI79081602	KAGAMURO, 36° 12'03''E, 136° 43'47''N lava, hypersthene-hornblende andesite
TI79081604	KAGAMURO, 36° 12'00''E, 136° 43'45''N lava, olivine-bearing hypersthene-hornblende dacite
MN70081607	KO-HAKUSAN, II, 36° 08'43''E, 136° 50'40''N essential block in pyroclastic flow hypersthene-hornblende andesite
MN70081501	KO-HAKUSAN, II, 36° 09'11''E, 136° 50'47''N essential block in pyroclastic flow biotite-quartz-bearing hypersthene-hornblende dacite
MN70081503	KO-HAKUSAN, II, 36° 08'43''E, 136° 50'33''N essential block in pyroclastic flow biotite-quartz-bearing hypersthene-hornblende dacite
MN70091402	KO-HAKUSAN, II, 36° 09'07''E, 136° 50'48''N essential block in pyroclastic flow hornblende-hypersthene andesite
TI79081002	KO-HAKUSAN, II, 36° 13'23''E, 136° 44'56''N lava, quartz-olivine-bearing hypersthene-hornblende andesite
TI79082901	KO-HAKUSAN, II, 36° 13'30''E, 136° 45'14''N lava, quartz-bearing hornblende-hypersthene andesite
TI79090601	KO-HAKUSAN, II, 36° 11'43''E, 136° 44'25''N lava, quartz-bearing hypersthene-hornblende andesite
TI79081011	KO-HAKUSAN, II, 36° 13'59''E, 136° 45'14''N lava, quartz-olivine-bearing hypersthene-hornblende andesite
TI79080404	KO-HAKUSAN, II, 36° 13'03''E, 136° 45'14''N lava, quartz-bearing hornblende-hypersthene dacite
MN69042710	KO-HAKUSAN, II, 36° 14'09''E, 136° 45'11''N lava, quartz-bearing hypersthene-hornblende andesite
MN69042806	KO-HAKUSAN, II, 36° 12'45''E, 136° 45'47''N lava, quartz-bearing hypersthene-hornblende andesite
MN70070302	KO-HAKUSAN, II, 36° 12'20''E, 136° 46'05''N lava, quartz-bearing olivine-hypersthene-hornblende andesite
MN69092802	KO-HAKUSAN, II, 36° 10'07''E, 136° 48'02''N lava, quartz-bearing hypersthene-hornblende andesite、
MN70082401	KO-HAKUSAN, II, 36° 09'44''E, 136° 48'15''N lava, biotite-bearing hypersthene-hornblende andesite
MN70082402	KO-HAKUSAN, II, 36° 09'45''E, 136° 48'14''N lava, quartz-bearing hypersthene-hornblende andesite
MN70082402-2	KO-HAKUSAN, II, 36° 09'45''E, 136° 48'14''N cognate inclusion in the specimen MN70082402 quartz-olivine-bearing hornblende-hypersthene andesite

試料番号・火山名・活動期・採集場所・岩石種・岩石名の順に記されている。古白山火山と新白山火山の活動期の区分は長岡・清水・山崎(1985)による。加賀室火山のものは活動期の区分はない。採集場所は東経・北緯で示した。

MN70082403	KO-HAKUSAN, II, 36° 09'46''E, 136° 48'12''N lava, quartz-bearing hornblende-hypersthene andesite
MN70100807	KO-HAKUSAN, II, 36° 09'36''E, 136° 46'19''N lava, hypersthene-hornblende andesite
MN69081305	KO-HAKUSAN, II, 36° 09'59''E, 136° 45'54''N
MN70100702	KO-HAKUSAN, II, 36° 09'15''E, 136° 45'02''N lava, hornblende-hypersthene andesite
MN70091201	KO-HAKUSAN, II, 36° 07'02''E, 136° 42'41''N lava, quartz-bearing hypersthene-hornblende andesite
TI79090701	KO-HAKUSAN, III, 36° 10'33''E, 136° 45'36''N lava, quartz-bearing olivine-hypersthene-hornblende andesite
MN69081301	KO-HAKUSAN, III, 36° 11'04''E, 136° 46'00''N lava, quartz-bearing hypersthene-hornblende andesite
MN70091301	SHIN-HAKUSAN, GOZEN I, 36° 08'27''E, 136° 45'56''N essential block in pyroclastic flow quartz-bearing hypersthene-hornblende andesite
MN70100804	SHIN-HAKUSAN, GOZEN III, 36° 09'35''E, 136° 47'05''N lava, quartz-bearing hypersthene-hornblende andesite
MN70100801	SHIN-HAKUSAN, GOZEN III, 36° 09'24''E, 136° 47'39''N lava, quartz-bearing hypersthene-hornblende andesite
MN70081706	SHIN-HAKUSAN, GOZEN III, 36° 09'20''E, 136° 47'58''N lava, olivine-quartz-bearing hypersthene-hornblende andesite
MN70081906	SHIN-HAKUSAN, GOZEN III, 36° 08'53''E, 136° 48'42''N lava, quartz-bearing hypersthene-hornblende andesite
MN70081903	SHIN-HAKUSAN, GOZEN III, 36° 08'31''E, 136° 49'05''N lava, olivine-bearing hornblende-hypersthene andesite
MN70081504	SHIN-HAKUSAN, GOZEN III, 36° 08'29''E, 136° 49'34''N lava, quartz-olivine-bearing hornblende-hypersthene andesite
MN70081601	SHIN-HAKUSAN, GOZEN III, 36° 08'21''E, 136° 49'44''N lava, olivine-bearing hypersthene-hornblende andesite
MN70081601-2	SHIN-HAKUSAN, GOZEN III, 36° 08'21''E, 136° 49'44''N cognate inclusion in the specimen MN70081601 quartz-bearing hypersthene-hornblende andesite

試料番号・火山名・活動期・採集場所・岩石種・岩石名の順に記されている。古白山火山と新白山火山の活動期の区分は長岡・清水・山崎(1985)による。加賀室火山のものは活動期の区分はない。採集場所は東経・北緯で示した。