

願教寺火山の地質

速水清旨 金沢大学理学部地学教室
山崎正男 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

GEOLOGY OF GANKYOJI VOLCANO, CENTRAL JAPAN

Kiyomune HAYAMI and Masao YAMASAKI, *Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University*
Toshio HIGASHINO, *Hakusan Nature Conservation Center, Ishikawa*

はじめに

石川、福井、岐阜三県にまたがる両白山地及びその周辺地域には、第三紀鮮新世～第四紀に活動したと考えられる火山が多く分布する。これらのうち白山火山を除いた他の火山の地質については、断片的なもの以外公表された研究はない。

願教寺山は白山の南約 12 km に位置する。この付近には福井・岐阜県境の稜線を中心に、かつて成層火山体を形成していた安山岩類が広く分布する。これらの安山岩類は浸食が進んでいるため火山体の規模など不明な点も多いが、今回地質と岩石学的特徴の一端を明らかにすることができたので、以下に報告する。

この研究を進めるにあたって種々御援助、御助言を賜った広島大学総合科学部佐藤博明博士、ならびに製図をして下さった金沢大学理学部地学教室中村健二氏に厚く感謝する。なお、この研究の費用の一部は、文部省科学研究助成金ならびに白山自然保護調査研究会の調査費から支出された。

地形・地質概説

調査地域は願教寺山 (1,691 m) から南へよも太郎山 (1,581 m)、薙刀山 (1,647 m)、野伏ヶ岳 (1,674 m) にいたる稜線を中心に南北約 9 km、東西約 7 km の範囲である。九頭竜川の支流石徹白川、ならびに打波川が調査地域の東及び西をそれぞれ流れ、それらの支流が調査地域の山稜を開析している。本地域の地形的特徴は稜線を境に西側に急斜面を、そして東側に比較的緩やかな斜面を有する非対称の山稜を形成していることである。これはこの地域に広く分布する安山岩類の溶岩層が、東～南東に緩く傾斜していることを反映していると考えられる。西側斜面のうち願教寺山からよも太郎山にいたる範囲は特に地形が急峻で、至る所に崖が発達している。願教寺山の北西部や野伏ヶ岳の東部などに平坦面がみられるが、これらは主に泥流堆積物よりなる。

調査地域の地質は安山岩類とその基盤岩類に大別される。北西部では安山岩類を貫く岩脈が多数みられる。安山岩類は成層火山体の一部を形成していたものであり、本稿ではその火山体を願教寺火山とする。最近、清水 (未発表) は願教寺火山の安山岩類について、新第三紀鮮新世後期 (3 Ma 前後) を示す K—Ar 年代値を得ている。

基盤岩類は古いものより手取層群、面谷流紋岩類、及び打波川火砕流堆積物であり、他に時代未詳

の粗粒安山岩がある。手取層群は願教寺山の北部と石徹白川の上流域にみられる。細粒～中粒の砂岩が主体をなし、薄い泥岩層が介在する。それらは石徹白川上流域で走向E-W、傾斜20-30°Sの単斜構造をとるが、願教寺山の北部では多数の小断層でブロック化している。面谷流紋岩類は東部の石徹白川と西部の美濃又川下流沿いに分布する。1-4mmの石英を特徴的に含む灰白色の溶結凝灰岩から主になり、他に火山礫凝灰岩が南東部の石徹白川沿いにみられる。溶結凝灰岩の葉理面の走向と傾斜は、石徹白川流域でそれぞれEW-N 70°W、15-30°Sである。打波川火砕流堆積物は打波川上流域に広く分布する。一部は石徹白川支流でもみられ、そこでは面谷流紋岩を覆っている。主に溶結凝灰岩、石質凝灰岩、軽石凝灰岩からなり、堆積物中の石質岩片は紫蘇輝石-普通輝石安山岩が多い。ほぼ水平から東南東へ緩く(約10°)傾斜しており、最大層厚が約200m、フローユニットは5枚確認される。粗粒安山岩は南西部の美濃又川中・上流域に露出する。一般的に変質が進み、変質程度により岩相は様々に変化する。比較的新鮮なところは暗緑色～暗灰色を呈し、多量の斜長石斑晶と粗粒の石基を有するのが特徴である。石基が粗粒であることから、この粗粒安山岩は貫入岩である可能性が高い。他の基盤岩類との境界は確認できず、それらとの新旧関係は不明である。安山岩質岩脈は北西部の打波川上流域に多数みられ、岩脈群を形成している。幅は10-250mで、NE~NNEの走向を有するものが多く、それらにほぼ直交する小さな岩脈もみられる。これらは打波川火砕流堆積物を貫き、接触部では急冷周縁相が発達する。岩質は変化に富み、多孔質で暗灰色～暗緑色を呈する紫蘇輝石-ホルンブレンド-普通輝石安山岩が比較的多い。また、ガラス質で黒色を呈するホルンブレンド含有普通輝石-紫蘇輝石安山岩もしばしばみられる。

願教寺火山

地質(図1)

福井・岐阜県境の稜線を中心に幅広く露出する鮮新世後期の安山岩類は主に溶岩流からなり、他に薄い火砕岩層が介在する。溶岩は岩相の違いによって8つに区分される。本稿では溶岩類を下位から上位へ木ノ勢谷溶岩、願教寺谷溶岩、牛ヶ谷溶岩、三ノ又谷溶岩、小白山谷溶岩、石徹白川溶岩、願教寺山溶岩A、願教寺山溶岩Bとする。

願教寺火山の噴出物と基盤岩類の境界の高度は、調査地域南東部の石徹白川下流では低く、標高850mあたりである。それに対して、調査地域北東部と南西部では境界は一般に高く、1,000mを越えることが多い。願教寺山の北東では標高約1,500mに達することがある。石徹白川の下流から上流にかけては、基盤岩の高度は漸次上昇していくのが観察される。これらのことは基盤の地形にほぼ北西～南東にのびた低地が存在したことを示唆するものであり、願教寺火山の噴出物はその低地に流下したものと考えられる。

願教寺火山の噴出物は全体として東～南東に緩く傾斜しており、成層火山体の東～南東部を形成していたと考えられる。活動中心は今回の調査地域には存在しないので、火山体の規模は明らかではないが、仮に打波川沿いに活動中心が存在したとすると、かつての願教寺火山の山頂は2,000m前後の標高を有していたことになる。

木ノ勢谷溶岩

調査地域西部の木ノ勢谷(ゴトゴト谷)流域から美濃又川上流域にかけてみられ、北部では打波川火砕流堆積物を、南部では粗粒安山岩を覆っている。木ノ勢谷で最も厚く、そこでの層厚は約280m、6枚の溶岩流が確認される。調査地域の溶岩類のなかでは板状節理が最も発達している。岩質は黒色～灰黒色を呈する紫蘇輝石-普通輝石安山岩で、橄欖石やまれにホルンブレンドの斑晶を含むことがあ

速水・山崎・東野：願教寺火山の地質

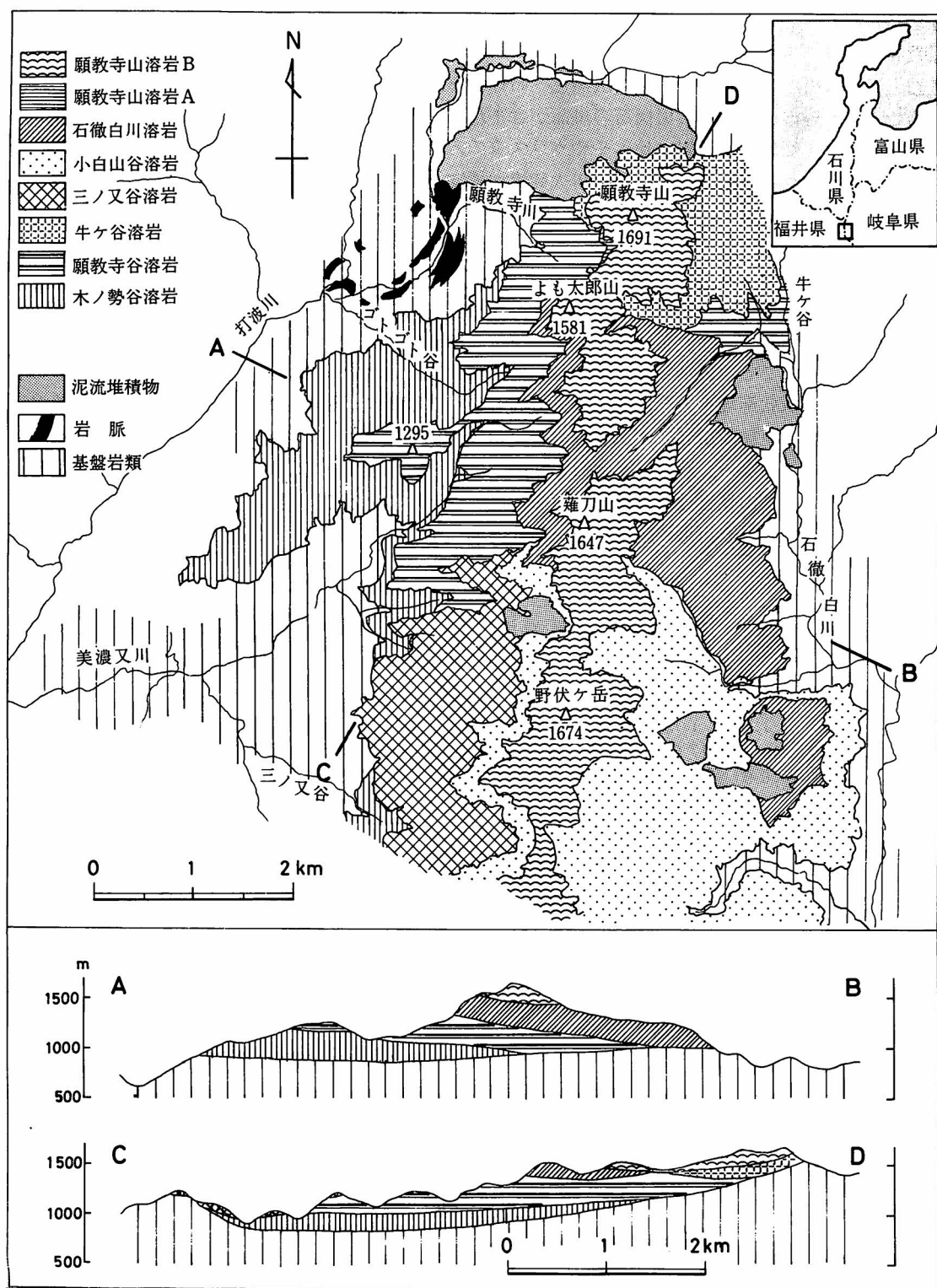


図1 願教寺火山の地質図及び断面図

る。

願教寺谷溶岩・牛ヶ谷溶岩

願教寺谷溶岩と牛ヶ谷溶岩は共に灰黒色～暗緑色を呈するホルンブレンドー紫蘇輝石ー普通輝石安山岩で、牛ヶ谷溶岩にまれに橄欖石の斑晶が含まれることがある。これらは牛ヶ谷溶岩に柱状節理が発達し、また、願教寺谷溶岩に比べややガラス質であることから区別される。願教寺谷溶岩は調査地域北部に分布し、打波川上流では打波川火砕流堆積物と木ノ勢谷溶岩を、そして、石徹白川上流では基盤岩の手取層群を覆う。最大層厚は約270mで、6枚の溶岩流が確認される。牛ヶ谷溶岩は調査地域北東部で願教寺谷溶岩を覆っている。最大層厚は約150mで、4枚の溶岩流が確認される。

三ノ又谷溶岩・小白山谷溶岩・石徹白川溶岩

これらの溶岩は暗緑色～暗灰色を呈する紫蘇輝石ー普通輝石安山岩で、他に橄欖石斑晶が三ノ又谷溶岩と石徹白川溶岩に含まれることがある。下位の願教寺谷溶岩と牛ヶ谷溶岩とは、ホルンブレンドの斑晶を含まないことで区別される。これらの溶岩は調査地域中央部から南部にかけて幅広く分布する。ほとんどが板状節理をとり、共に南東方向へ厚くなる傾向が顕著である。三ノ又谷溶岩は美濃又川上流域で基盤の粗粒安山岩、木ノ勢谷溶岩、願教寺谷溶岩を覆って発達するが、その先端は東の石徹白川には届いていない。最大層厚は約150mで、12枚の溶岩流が確認される。三ノ又谷溶岩類を覆う小白山谷溶岩は、山稜付近から東部の石徹白川の支流域にかけて露出し、石徹白川の支流域では基盤の面谷流紋岩類と打波川火砕流堆積物を覆う。最大層厚が約150m、4枚の溶岩流からなる。石徹

表1 願教寺火山溶岩類の全岩組成と鉱物のモード組成

	木ノ勢 谷溶岩 Ksd-1	願教寺 谷溶岩 Gkd-1	牛ヶ谷溶岩 Up-4 Up-6		三ノ又 谷溶岩 Mmd-8	小白山 谷溶岩 Khd-1	石徹白川溶岩 Isg-1 Isg-2		願教寺山 溶岩A GkyA-1	願教寺山溶岩B GkyB-3 GkyB-4	
SiO ₂	55.46	55.05	56.57	55.47	60.28	56.96	62.33	57.95	58.95	55.93	57.10
TiO ₂	1.25	1.12	1.06	1.58	1.14	1.14	0.61	1.10	0.88	1.40	0.95
Al ₂ O ₃	18.82	17.69	17.77	18.42	17.04	18.01	16.67	17.35	17.85	18.29	18.04
FeO*	6.90	7.52	6.70	7.03	6.01	6.93	5.76	7.05	6.03	8.49	6.71
MnO	0.19	0.17	0.14	0.17	0.12	0.12	0.28	0.14	0.15	0.22	0.19
MgO	3.10	3.57	3.33	3.42	3.11	3.34	2.12	3.41	3.41	3.98	3.00
CaO	7.96	7.55	7.13	8.34	6.30	7.35	5.51	7.12	6.68	7.44	6.63
Na ₂ O	3.59	3.19	3.37	3.71	2.98	3.81	3.97	3.56	3.56	3.62	3.71
K ₂ O	1.72	1.86	2.11	1.67	2.45	1.83	2.37	1.87	1.82	1.33	2.01
Total	98.99	97.72	98.18	99.81	99.43	99.49	99.62	99.55	99.33	100.70	98.34

FeO* : FeO としての全鉄量

斑 晶	橄欖石	<0.3>	—	—	+	<0.1>	—	0.8	—	2.3	—	0.5
	普通輝石	5.5	6.3	6.5	+	3.8	7.0	6.8	+	2.1	+	1.1
	紫蘇輝石	4.6	2.0	4.2	+	5.4	5.0	4.1	+	1.2	+	0.6
	ホルンブレンド	—	0.8	0.2	+	—	—	—	—	2.0	+	2.9
	黒雲母	—	—	—	—	—	—	—	—	0.7	+	0.2
	石英	—	—	—	—	—	—	—	—	tr.	—	0.2
	斜長石	35.4	29.4	31.6	+	30.6	25.5	33.5	+	32.0	+	20.9
不透明鉱物	1.5	1.9	1.8	+	2.1	1.2	1.8	+	0.8	+	0.4	
石	基	52.7	59.5	55.7	—	57.9	61.3	53.0	—	58.9	—	73.2
輝石斑晶/斑晶		0.21	0.21	0.24	—	0.22	0.31	0.23	—	0.08	—	0.06

+ : 存在する, - : 存在しない, tr : 微量, < > : 仮像のみ

白川溶岩は調査地域のほぼ中央部の山稜から石徹白川の支流域にかけて分布し、9枚の溶岩流（最大層厚は約240 m）からなる。稜線の西斜面では願教寺谷溶岩と小白山谷溶岩を、東の石徹白川支流域では打波川火砕流堆積物や面谷流紋岩類などを覆っている。

願教寺山溶岩A・願教寺山溶岩B

これらの溶岩は願教寺山から野伏ヶ岳へ連なる山稜の頂上部を構成する。ただし、下位の願教寺山溶岩Aは願教寺山南西斜面にのみみられ、1枚の溶岩流（厚さ約15 m）からなる。願教寺山溶岩Bは願教寺山付近で4枚の溶岩流（厚さは約200 m）が確認される。願教寺山溶岩Aと願教寺山溶岩Bは、共に灰白色～暗灰色を呈し全体に白っぽく、大型（0.5～1 cm）の斜長石とホルンブレンドの斑晶を有するのが特徴で、下位の溶岩類とは野外で容易に区別できる。板状節理の発達は全体的に弱い。岩質は共に黒雲母含有紫蘇輝石—普通輝石—ホルンブレンド安山岩で、斑晶とし他に石英と橄欖石が加わることが多い。

泥石流堆積物

泥石流堆積物は調査地域の数ヶ所で、願教寺火山岩類を覆って発達する。比較的平らな地形面を形成し、願教寺山の北西斜面にみられるものが最も分布面積が広い。この堆積物は安山岩の角礫と凝灰質の泥～砂の基質からなり、塊状で無層理であることが多い。炭化物を含むこともある。

全岩組成

願教寺火山を構成する溶岩は全て斑状組織を呈する。これらは石基鉱物として斜長石、紫蘇輝石、普通輝石、不透明鉱物を常に含み、Kuno (1950) の紫蘇輝石質岩系に属する。斑晶鉱物として全てに含有されるものは斜長石、紫蘇輝石、普通輝石、不透明鉱物である。他に橄欖石、ホルンブレンド、黒雲母、石英の斑晶を含むことがある。橄欖石の斑晶は炭酸塩鉱物などに変質していることが多く、試料によっては仮像によってのみその存在が確認されるものもある。代表的な各噴出物の鉱物のモード組成を表1に示す。このなかで願教寺山溶岩A、Bを除いた噴出物の間では、橄欖石とホルンブレンドの斑晶を含むときとそうでないときがあるが、他の斑晶鉱物の種類と量については大きな差はない。一方、願教寺山溶岩類Aと願教寺山溶岩Bは黒雲母、時に石英の斑晶を含み、また、他の噴出物に比較してホルンブレンドの量が多く、紫蘇輝石と普通輝石の量が少ないことが特徴である。

全岩分析は11個の溶岩について行なった。分析試料のガラスの製作は、粉碎した岩石試料をイリジウム板上で約1,600°C、20秒間融解して行なった。分析はHitachi XMA—5 A型を使用し、補正はAlbee and Ray (1970) に従った。結果を表1に示す。SiO₂量は55.1～62.3重量パーセントで、安山岩の領域にはいる。図2は各元素の酸化物の量をSiO₂変化図で示したものである。SiO₂の増加に伴いAl₂O₃、CaO、FeO、MgO、TiO₂は減少し、Na₂O、K₂Oは増加している。MnOはほとんど変化しない。SiO₂とK₂Oの関係を一次回帰とし、SiO₂が55%と60%のときのK₂Oの値(Dickinson, 1968)を最小二乗法で求めた。得られた値は、それぞれ1.66%と2.17%である。

図3と図4は、全岩組成をそれぞれKuno (1969) のMAF図とMiyashiro (1974) のSiO₂—FeO/MgO図で示したものである。願教寺火山岩類はMAF図では、紫蘇輝石質岩系の領域にプロットされる。SiO—FeO/MgO図では、SiO₂量の増加に対してFeOがほとんど濃集しないカルクアルカリ系列の傾向をもつ。願教寺山溶岩Aと願教寺山溶岩Bは、上述したように他の溶岩類と斑晶鉱物の種類と量について差がみられたが、MAF図、SiO—FeO/MgO図やSiO₂変化図においては、差がみられない。

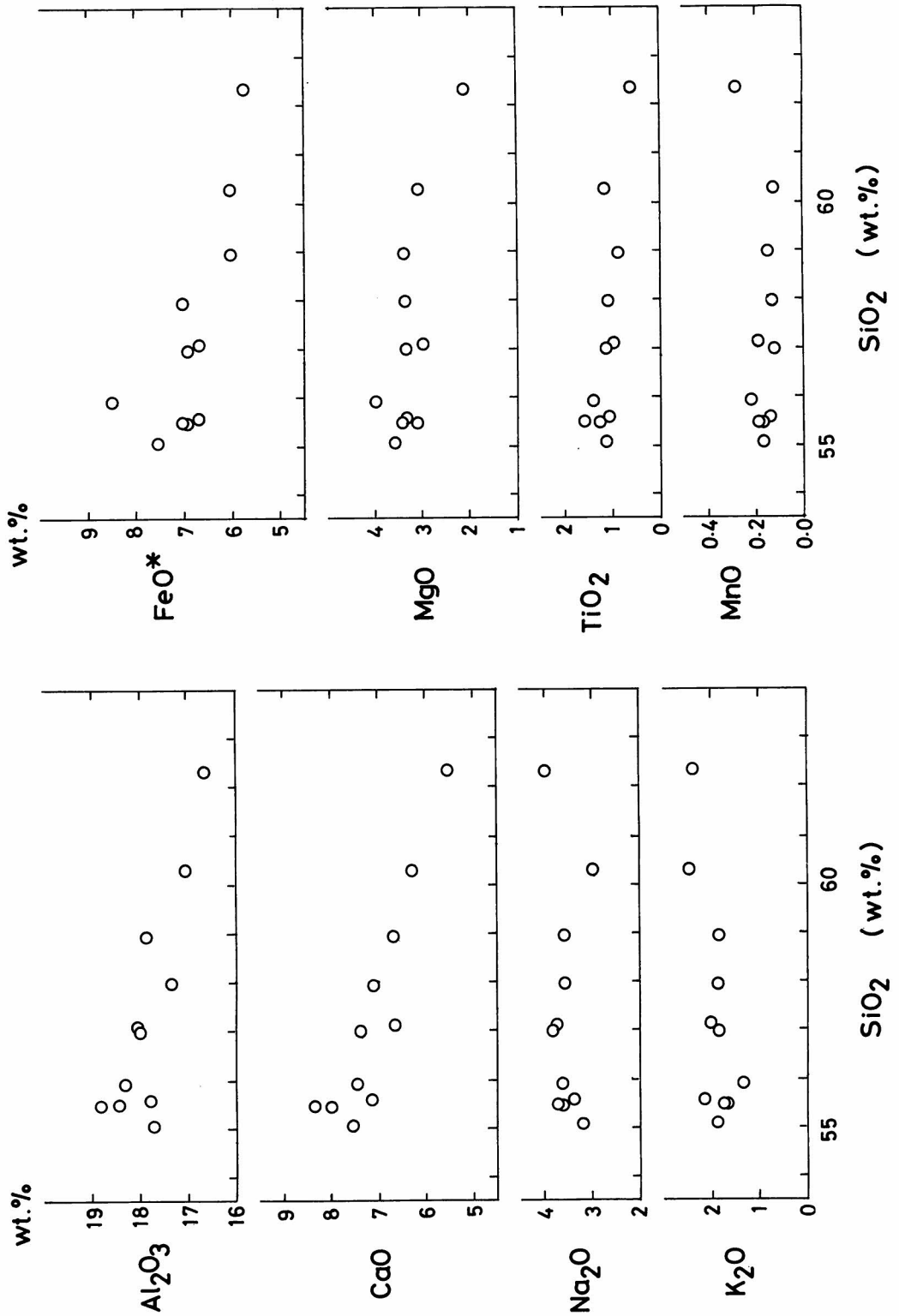


図2 SiO₂ 変化図における願教寺火山溶岩の組成。FeO* は FeO としての全鉄量。

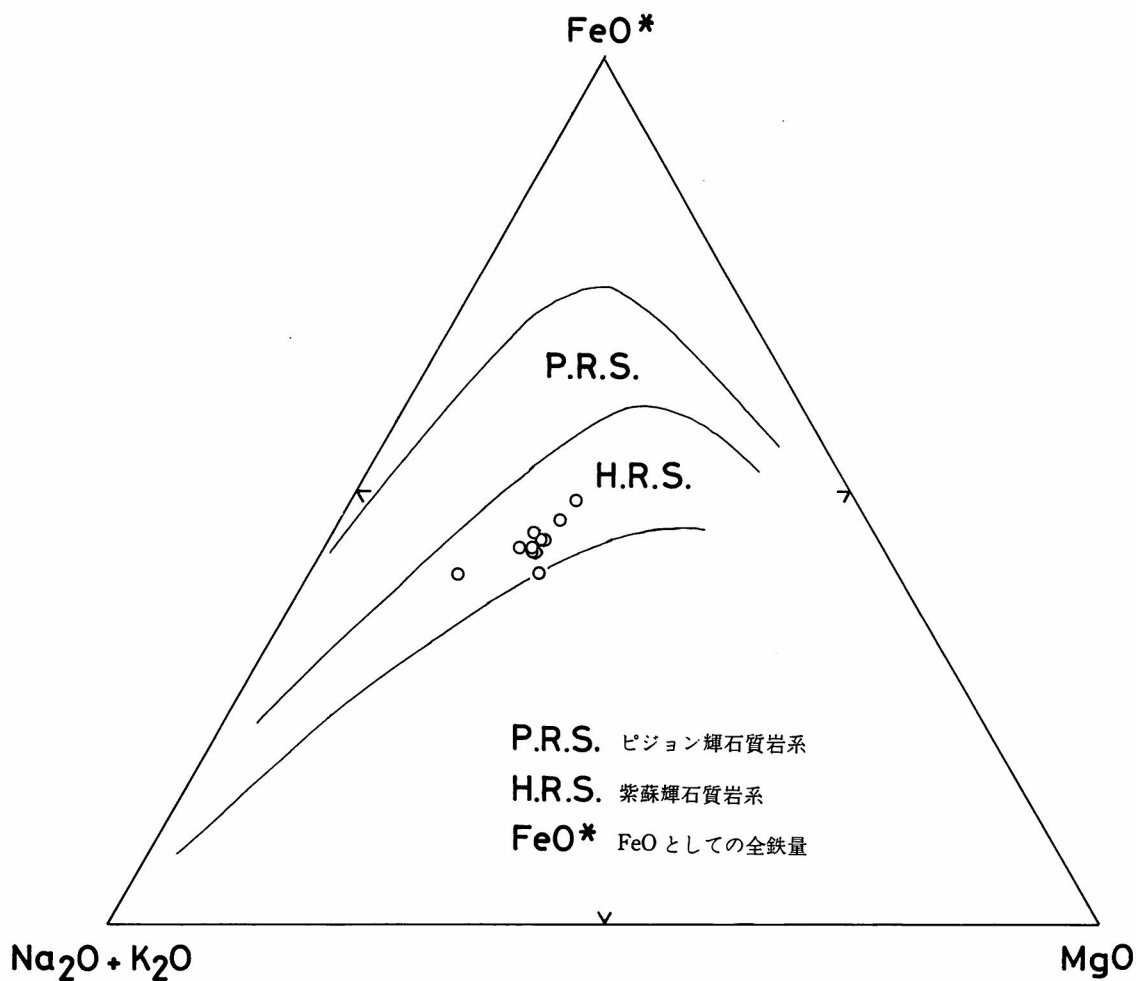


図3 MgO-(Na₂O + K₂O)-FeO図における願教寺火山溶岩の組成。
ピジョン輝石質岩系と紫蘇輝石質岩系の境界は Kuno (1969) による。

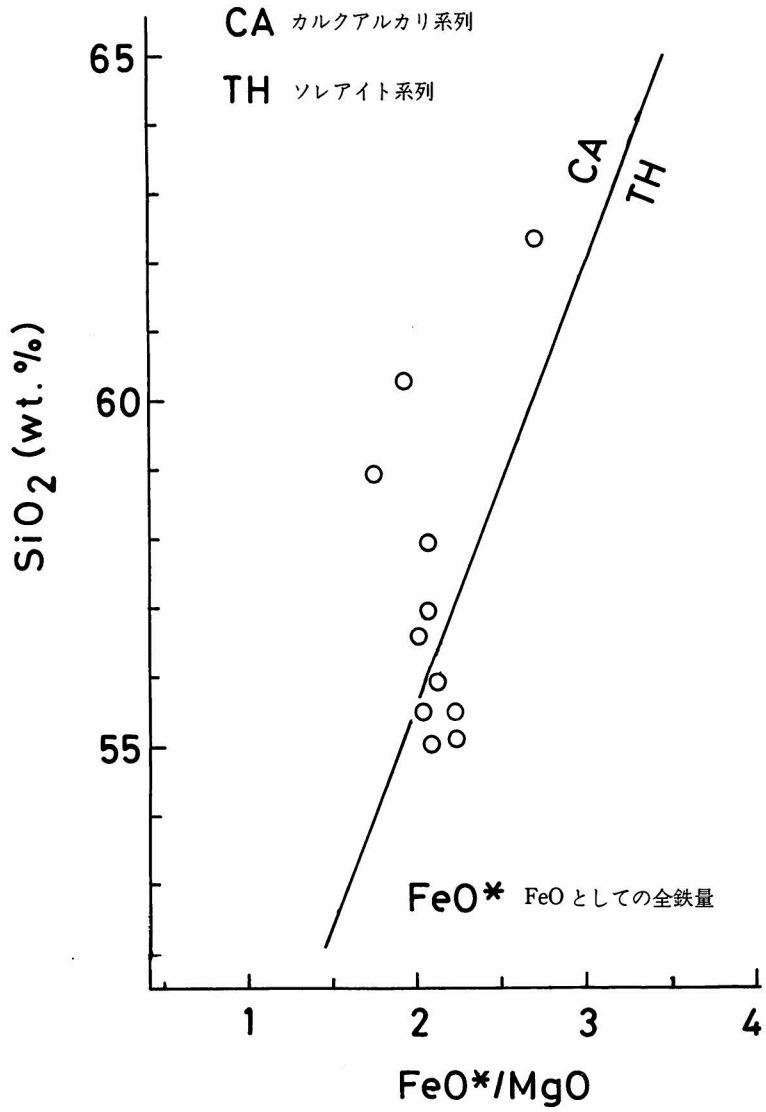


図4 SiO₂ - FeO*/MgO 図における願教寺火山溶岩の組成。
カルクアルカリ系列とソレアイト系列の境界は Miyashiro (1977) による。

ま と め

願教寺山付近に分布する新第三紀鮮新世後期（3 Ma 前後）の安山岩類は主に溶岩からなり、他に薄い火砕岩層がそれらに介在する。溶岩はさらに8つに区分される。これらは東～南東に緩く傾斜しており、かつて存在した成層火山体の南東部を構成したと考えられる。火山体を構成する岩石は紫蘇輝石—普通輝石安山岩であり、他に斑晶鉱物として橄欖石、ホルンブレンド、黒雲母、石英を含有することがある。石基鉱物としては紫蘇輝石、普通輝石が全ての噴出物に含まれ、Kuno (1950) の紫蘇輝石系列に属する。噴出物の全岩組成は Kuno (1969) の MAF 図では紫蘇輝石質岩系の領域に、Miyashiro (1974) の $\text{SiO}_2 - \text{FeO}/\text{MgO}$ 図ではカルクアルカリ系列の傾向を示す。

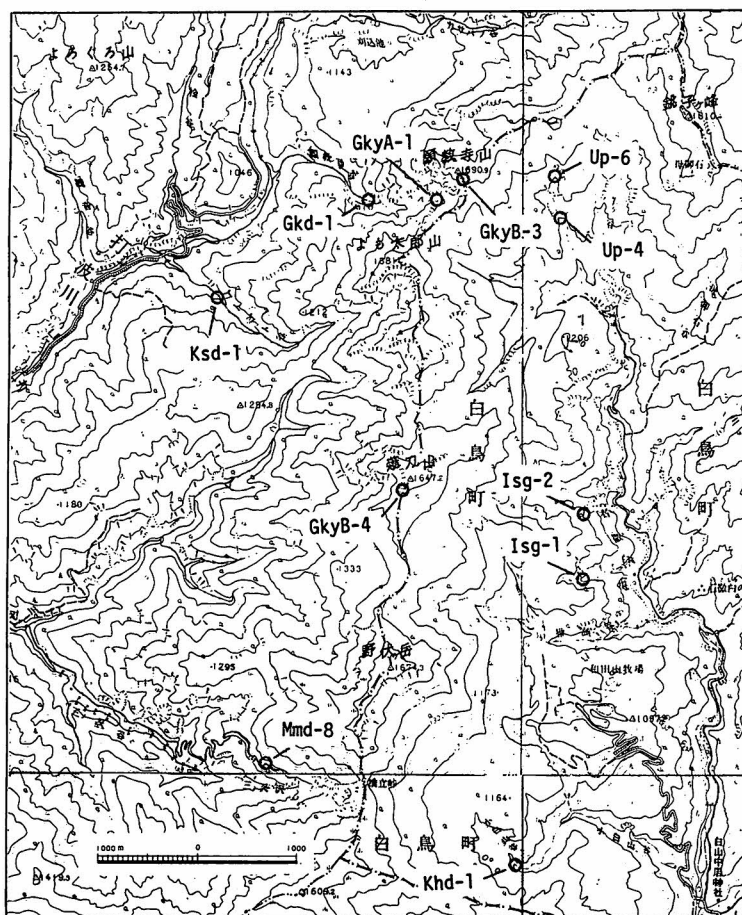
文 献

- Albee, A. L. and Ray, L. (1970), Correction factors for electron-probe microanalysis of silicates, oxides, carbonates, phosphates and sulphates. *Analyst. Chem.*, vol. 42, p. 1408-1414.
- Dickinson, W. R. (1968), Circum-Pacific andesite type. *Jour. Geophys. Res.*, vol. 73, p. 2261-2269.
- Kuno, H. (1950), Petrology of Hakone volcano and the adjacent areas, Japan. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, vol. 61, p. 957-1020.
- (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. 321-355.

Summary

Late Pliocene (about 3.0 Ma) Gankyōji Volcano is situated on the boundary between Fukui and Gifu Prefectures, about 12 km south of Hakusan Volcano. The basement is composed of Mesozoic Tetori Group, Omodani Rhyolites, and Uchinamigawa pyroclastic deposits ranging from older to younger, and coarse andesites of unknown age. The Gankyōji Volcano is composed mainly of 8 groups of andesite lavas with minor thin pyroclastic layers. Judging from their distribution and flow direction, these lavas represent a southeastern part of a stratovolcano whose northwestern part has been removed by denudation. The lavas are hypersthene-augite andesite of hypersthene rock series with or without phenocrysts of hornblende. Olivine phenocrysts also occur sporadically. Those of biotite and quartz are found only in the andesites of the uppermost stratigraphic horizon. The SiO_2 content of the andesites ranges from 55.1 to 62.3 % (by wt.), while the FeO/MgO ratio remains constant (about 2.0). The andesites are plotted within the field of hypersthene rock series of Kuno's MAF diagram, and they also show calc-alkaline magma trend in Miyashiro's $\text{SiO}_2 - \text{FeO}^*/\text{MgO}$ diagram.

附図 分析試料の採集位置



(地形図は国土地理院発行1/5万「越前勝山」,「荒島岳」(以上昭和48年10月30日発行),「白山」(昭和46年9月30日発行),「白鳥」(昭和47年12月28日発行)を使用)