

祖母山火山岩類の岩石化学

松本, 徂夫
山口大学理学部地質学鉱物科学教室

<https://doi.org/10.15017/4495870>

出版情報 : 九州大学理学部研究報告. 地質学. 13 (2), pp.99-109, 1980-02-29. 九州大学理学部
バージョン :
権利関係 :

祖母山火山岩類の岩石化学*

松本 徠夫**

Petrochemical studies of the Sobosan volcanic rocks, Kyushu

Yukio MATSUMOTO

Abstract

The Sobosan volcanic activities are divided into two stages, they are early stage (pre-caldera stage) and late stage (post-caldera stage). The Sobosan volcanic rocks of the early stage are composed of lavas and pyroclastics of dacite and rhyolite, and the rocks of the late stage composed mainly of lavas and pyroclastics of andesite and partially of dacitic rocks.

The chemical and normative mineral compositions of the Sobosan volcanic rocks are shown in Table 2. Generally, they are rich in MgO, K₂O and Na₂O+K₂O contents, while poor in Fe₂O₃, FeO+Fe₂O₃ and CaO contents.

As shown in Table 3, chemical compositions of the Sobosan volcanic rocks correspond to respective rock types in two stages of the Sobosan volcanic activities, consequently the chemical compositions of the volcanic rocks in the early and late stages are shown a distinguished contrast.

Petrochemical characters are shown in the silica—total-alkalies (Na₂O+K₂O) diagram (Fig. 2), the normative or-ab-an, normative wo-en-fs, normative wo-fo-Q, normative Q-fo-fa and MgO—(FeO+Fe₂O₃)—(Na₂O+K₂O) triangular diagrams (Figs. 3-7). As shown in these figures, the evolutionary tendencies of the Sobosan volcanic rocks are exactly the same as those of the Ishizuchi-yama volcanic rocks and other Setouchi volcanic rocks.

I. ま え が き

宮崎・大分の県境付近には、中新世の活動と推定される祖母山火山岩類と、これを貫ぬく新期酸性貫入岩類が分布発達している。

筆者はこれらの火成岩類——特に火山岩類ならびにこれと関係する地質学的問題についての研究をすすめてきた。これまでの研究結果については、その折の共同研究者とともに公表してきた(松本・橋本, 1963 a, 1963 b; 宮久・橋本・松本, 1971; 通産省, 1967, 1969, 1970 a, 1970 b, 1971; 松本・宮久, 1973; 小野・松本・宮久・寺岡・神戸, 1977)。

上記のこれらの報告のなかで、見立層、祖母山火山

岩類および新期酸性貫入岩類の火山層序および火成活動、祖母山火山岩体にみられる火山性陥没構造(傾山カルデラの提唱)についての見解を公表した。また、祖母山火山岩類の岩石記載および、化学分析値のみについて、小野・松本・宮久ら(1977)に公表したが¹、地域地質研究報告であるため、岩石化学的な比較検討などは課題として残されたままであった。本篇では、その後の祖母山火山岩類についての岩石化学的な比較検討の結果を報告する。

筆者は、種子田定勝先生に火山～火山岩石学に関して、直接御指導を賜わった。恩師とともに調査した阿蘇山や、大分県の耶馬溪、九重山などを想起しつつ、この小篇を種子田定勝先生に捧げる。

1979年6月29日受理

*日本地質学会第85年学術大会講演(1978年4月2日, 於東海大学)

**山口大学理学部地質学鉱物科学教室

¹この報告書の中で、祖母山火山岩類のすべてと、新第三紀酸性貫入岩類の一部を松本が分担した(小野・松本ら, 1977, p. 1)。

II. 祖母山地域の火成活動概説

祖母山地域の火成活動の詳細はすでに報告してあるので(松本・宮久, 1973; 小野・松本・宮久ら, 1977), その大要をのべるにとどめる.

祖母山火山岩類の分布は, 大分・宮崎県境の祖母山～傾山を中心として, ほぼ南北19km, 東西26kmにわたる. 祖母山火山岩類は古第三紀と推定される見立層(松本・橋本, 1963 a, 1963 b; 宮久・橋本・松本, 1971), およびそれ以前の基盤岩の上に噴出しており, その活動順序は第1表のとおりである. すなわち, 見立層を不整合関係でおおう祖母山火山岩類は, 第I期から第III期までの前期(先カルデラ期), カルデラ形成期, 第IV期から第VI期までの後期(後カラデラ期)の活動に分けられ, これらに対して, 新第三紀酸性貫入岩類が貫入している.

第I期の噴出物は, 層厚200~300mに達し, デイサ

イト質の火山砕屑岩で代表され, 一部に溶岩流を含む. すなわち, 降下火砕岩の凝灰岩～凝灰角礫岩の上位に軽石流堆積物があり強く溶結している. その上下と中間にデイサイト質溶岩流がはさまり, 溶岩, 溶結凝灰岩, 溶岩, 溶結凝灰岩, 溶岩の順に重なる. これの上位に再び降下火砕岩の凝灰角礫岩が発達する. 第II期はリソイダイト(無斑晶流紋岩)の溶岩流の活動であり, 層厚130~300mである. 第III期は第I期と同様に再びデイサイト質岩の活動となり, 降下火砕岩の凝灰角礫岩, 溶岩, 軽石流堆積物の溶結凝灰岩, 降下火砕岩の凝灰角礫岩の順に重なり, 層厚は500~600mにおよぶ.

前期火山活動につづいて, カルデラ型式の陥没構造が形成された. すなわち, 祖母山火山岩を切る主要断層の著しい特徴は, 弧状～環状に近い形態を示すことである. 祖母山東側から尾平越西方を通り, 土呂久鉦山北方から西方につづく弧状の尾平断層は, 1,000m

第 1 表 祖母山火山岩類と新第三紀酸性貫入岩類の活動表

新 第 三 紀 (中 新 世)	祖 母 山 火 山 岩 類	後 期 火 山 岩 類	第VI期火山岩類	黒雲母花崗岩 花崗斑岩・石英斑岩 細粒花崗閃緑岩 珪長岩 —— (貫入関係) —— 無斑晶質輝石安山岩溶岩 安山岩(一デイサイト)質凝灰角礫岩 デイサイト溶岩
			第V期火山岩類	斑状輝石安山岩溶岩 (無斑晶質輝石安山岩溶岩) } 互層 安山岩質凝灰角礫岩
			第IV期火山岩類	無斑晶質輝石安山岩溶岩 斑状輝石安山岩溶岩 } 互層 安山岩質凝灰角礫岩 —— (休止期・カルデラ形成) ——
		前 期 火 山 岩 類	第III期火山岩類	デイサイト質凝灰角礫岩 デイサイト一流紋岩質溶結凝灰岩 流紋岩一デイサイト溶岩 デイサイト質凝灰角礫岩
			第II期火山岩類	リソイダイト
			第I期火山岩類	デイサイト質凝灰岩一凝灰角礫岩 デイサイト質溶結凝灰岩一溶岩互層 デイサイト質凝灰岩一凝灰角礫岩 —— (傾山不整合) ——
	古第三紀	見立層	礫岩(一部砂岩)	—— (見立不整合) ——
先古第三紀	先古第三系			

あるいはそれ以上に達する垂直移動を示し、それによって北側の火山体が陥没している。傾山の北方では、ドウカイ谷から三尾南方を通り、大白谷南方にぬける観音滝断層によって、南側の前期噴出物と北側の後期噴出物が堺され、北側が陥没している。また、祖母山火山岩の分布の東限は、緒方町小原から、木浦鉱山大切峠につづく北西—南東系の大白谷—大切峠断層までである。この断層に沿って花崗斑岩～石英斑岩が貫入しており、その東側は古生界が分布し、祖母山火山岩類は全く認められない。すなわち、この大白谷—大切峠断層は南西側の火山体が落ちこんでいる。ここでは、基盤の古生界にほぼ5,000mにおよぶ水平転移が認められるが、垂直転移（火山体側の落ちこみ）は、ボーリングの結果から判断すると850mあるいは1,050m以上になる。この観音滝断層から半円周状に大白谷—大切峠断層をつなぐと、長径（NNW-SSE方向）9km以上、短径（ENE-WSW方向）6kmの楕円状の陥没構造が推定される。この火山性陥没構造に対して傾山カルデラを提唱した（松本・宮久, 1973）。

前述の陥没構造形成につづいて祖母山火山岩類の第IV期の活動が始まる。前期噴出物に比し、やや塩基性のマグマの火山活動となる。第IV期の噴出物は無斑晶質輝石安山岩の溶岩と凝灰角礫岩の互層によって代表され、一部に斑状輝石安山岩を認める。これらの厚さは一般に200m±であるが、九折地区では400m以上、上野村では550mに達する。第V期の噴出物は、斑状輝石安山岩の溶岩と同質凝灰角礫岩の互層で代表されるが、一部に無斑晶質輝石安山岩をはさみ、全厚層350m以上におよぶ。第VI期の噴出物は、デイサイト質の溶岩と同質または安山岩質の凝灰角礫岩、および無斑晶質輝石安山岩の溶岩からなり、これら層厚はそれぞれ150～200m以上あり、祖母山頂付近から南方に分布する。

上記の祖母山火山岩類の活動後、前述のカルデラを形成せしめた弧状断層の再活動があり、つづいて以上の新第三紀酸性貫入岩の活動があった。すなわち、珪長岩（フェルサイト）、細粒花崗岩、花崗斑岩、石英斑岩、黒雲母花崗岩が順次貫入している。これらの一部はしばしば弧状断層に沿って貫入している。この黒雲母花崗岩の測定年代は、K-Ar法で 21×10^6 Y. (MILLER et al., 1962), fission track法で 20×10^6 Y. (松本・西村・田島, 1977) であり、中新世の年代を示している。

祖母山火山岩類の岩石記載については、すでに報告した（小野・松本・宮久ら, 1977）ので省略するが、

後期の安山岩類は、すべて石基に紫蘇輝石を有するので、久野（1953）の分類のd型にあたり、カルクアルカリ岩系（紫蘇輝石質岩系）に属する。また前期の珪長質火山岩類はあまりにも分化しているため、石基に輝石が認められないが、角閃石、黒雲母の存在からすべてカルクアルカリ岩系と判断される（久野, 1953）。

Ⅲ. 祖母山火山岩類の化学組成

祖母山火山岩類16個の化学分析値と、これらのノルム計算値を第2表に、またこれらのHARKER'S成分変化図を第1図に示す。この成分変化図には、比較のために、堀越（1972）によるいわゆる瀬戸内系火山岩類平均化学成分と、種子田（1952）による日本火山岩平均化学成分の変化経路が示してある。

第2表および第1図からあきらかなように、祖母山火山岩類におけるSiO₂の値は、57.80～75.89%の範囲である。総化学成分の特徴は、MgO, K₂O, Na₂O+K₂Oの値がやや高く、Fe₂O₃, FeO+Fe₂O₃の値がややひくいことである。また、分化の程度を示すD I値（differentiation index）は、44.93から90.85を示し、分化の中後期から最末期をしめしている。また、杉村（1959）のθ値は、分子比が $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} / \text{Al}_2\text{O}_3 < 0.4$ で求めるのであるが、祖母山火山岩類の分析値16個のうち、これに相当するのはわずかに4個（分析番号, Nos. 8, 9, 11, 12）である。この4個のθ値は39.26～41.88であり、平均40.10である。

祖母山火山岩類の化学成分と、いわゆる瀬戸内系火山岩類平均化学成分（堀越, 1972）とを比較すると、前者はわずかにK₂Oに富み、Al₂O₃に乏しいほかは非常によく似た値である。また、祖母山火山岩類の化学成分と、日本火山岩平均化学成分（種子田, 1952）とを比較すると、前者はMgO, K₂O, Na₂O+K₂Oの値がわずかに高く、Fe₂O₃, FeO+Fe₂O₃, CaOの値がやや低い。

さらに、岩石化学的性質を示すPEACOCK（1931）のアルカリ・石灰指数は、61.3を示し、松本（1961）の瀬戸内帯火山岩類平均化学成分の61.3と同じ値であり、堀越（1972）のいわゆる瀬戸内系火山岩類平均化学成分の61.4とほとんど等しい値を示している。ちなみに、石鎚山火山岩類のそれは61.0であって（堀越, 1972）、これとも近似した値である。日本火山岩類平均化学成分の63.7（種子田, 1952）に比較するとやや低い値であって、わずかにアルカリに富んでいることを示している。

ノルム計算値では、fo, faが算出されず、すべて石

第2表 祖母山火山岩類の
 analyst: No. 1 K. ISHIBASHI,

No.	1	2	3	4	5	6	7
Stage	I		II		III		
SiO ₂	66.83	68.31	74.74	75.59	73.29	68.72	73.41
TiO ₂	0.41	0.56	0.20	0.15	0.22	0.74	0.24
Al ₂ O ₃	15.80	15.34	13.52	13.35	13.79	15.17	13.63
Fe ₂ O ₃	0.59	0.64	0.84	1.18	0.39	0.56	1.02
FeO	3.51	3.41	0.83	0.43	1.37	2.80	0.90
MnO	0.07	0.08	0.03	0.02	0.04	0.11	0.04
MgO	1.33	1.54	0.09	0.05	0.23	1.19	0.39
CaO	3.62	2.03	0.67	0.65	1.05	2.00	0.88
Na ₂ O	2.43	3.29	3.28	2.70	3.38	2.67	3.18
K ₂ O	3.84	2.86	4.15	4.47	4.95	3.75	4.69
P ₂ O ₅	0.15	0.16	0.06	0.05	0.04	0.15	0.05
H ₂ O(+)	0.66	1.33	0.85	0.94	0.86	1.57	0.97
H ₂ O(-)	0.31	0.34	0.36	0.32	0.10	0.28	0.24
Total	99.55	99.89	99.62	99.90	99.71	99.71	99.64
Q	26.64	29.58	37.77	41.10	31.08	31.38	34.05
C	1.53	3.37	2.35	2.86	0.92	3.37	1.63
or	22.24	17.24	25.02	26.69	29.47	22.24	27.80
ab	20.44	27.77	27.77	23.06	28.82	22.53	27.25
an	16.96	9.17	3.06	3.06	5.00	9.17	4.17
wo	—	—	—	—	—	—	—
en	3.30	3.90	0.20	0.10	0.60	3.00	1.00
fs	5.41	4.88	0.59	—	1.85	3.70	0.59
mt	0.93	0.93	1.16	0.93	0.70	0.93	1.39
hm	—	—	—	0.64	—	—	—
il	0.76	1.06	0.46	0.30	0.46	1.73	0.15
ap	0.34	0.34	0.13	0.12	0.10	0.34	0.12
or	37	32	45	50	47	41	47
ab	34	51	50	44	45	42	46
an	29	17	5	6	8	17	7
wo	0	0	0	0	0	0	0
en	38	44	25	100	23	45	63
fs	62	56	75	0	77	55	37
wo	0	0	0	0	0	0	0
fo	8	8	0.5	0	1	6	2
Q	92	92	99.5	100	99	94	98
Q	82	83	98	100	95	87	97
fo	6	7	0.5	0	1	6	2
fa	12	10	1.5	0	4	7	1
MgO	11	13	1	1	2	11	4
FeO + Fe ₂ O ₃	35	34	17	18	17	30	18
Na ₂ O + K ₂ O	54	53	82	81	81	59	78

祖母山火山岩類

第I期火山岩類

1. Hornblende-bearing biotite-quartz dacitic welded tuff (XⅦ) (M66-250), 大分県大野郡緒方町豊栄鉾山 観音滝東方(上流), 標高570m
2. Hornblende-bearing biotite-quartz dacitic welded tuff (XⅦ) (5282715), 大分県大野郡緒方町豊栄鉾山 南南東1,800m, アクタ神一九折越間5合目, 標高840m

第II期火山岩類

3. Lithoidite (5282806), 大分・宮崎県境, 本谷山西方400m, 本谷山一三国岩間, 標高1,530m
4. Lithoidite (5282802), 大分・宮崎県境, 本谷山東方1,000m, 本谷山一笠松間, 標高1,560m

第III期火山岩類

5. Biotite rhyolite (72072303), 宮崎県西臼杵郡上野村田井本北方1,000m, 標高610m
6. Hornblende-bearing biotite-quartz dacitic welded tuff (XⅦ) (M66-223), 大分・宮崎県境, 傾山南西方450m, 傾山直下標高1,400m
7. Rhyolitic welded tuff (72072302), 宮崎県西臼杵郡高千穂町五ヶ所南西1,700m, 標高820m

化学成分とノルム鉱物成分
Nos. 2-16 東京石炭鉱物研究所

8	9	10	11	12	13	14	15	16
IV				V				VI
57.80	57.83	58.24	58.35	58.19	58.91	60.79	62.10	66.91
1.03	1.17	1.12	1.27	1.09	1.05	0.95	0.92	0.69
17.26	16.53	16.98	17.20	17.25	17.10	15.04	16.33	15.31
0.63	0.91	2.23	0.86	1.63	2.00	1.08	0.36	1.16
5.32	5.10	3.95	5.07	4.38	3.81	4.49	4.92	2.84
0.14	0.14	0.13	0.15	0.16	0.13	0.14	0.12	0.11
4.54	4.44	3.26	3.90	3.29	2.84	4.70	3.29	1.77
7.45	7.55	5.99	7.25	7.84	5.69	5.54	5.30	2.13
2.92	2.67	3.53	2.88	2.65	3.08	2.44	3.04	2.98
1.88	2.00	2.15	1.83	1.53	2.58	2.35	2.34	3.59
0.16	0.18	0.23	0.17	0.16	0.24	0.21	0.22	0.20
0.55	1.08	1.57	0.96	1.26	1.87	1.69	0.74	1.92
0.24	0.22	0.36	0.02	0.32	0.38	0.28	0.02	0.34
99.92	99.82	99.74	99.91	99.75	99.68	99.70	99.70	99.95
9.30	11.22	11.58	11.88	14.82	13.80	17.40	16.68	27.60
—	—	—	—	—	—	—	—	2.96
11.12	11.68	12.79	10.56	8.90	15.57	13.90	13.90	21.13
24.63	22.53	29.87	24.63	22.53	26.20	20.44	25.68	25.15
28.63	27.24	24.19	28.63	30.86	25.02	23.07	23.91	9.73
3.13	3.94	1.51	2.78	3.02	0.58	1.04	0.23	—
11.40	11.10	8.20	9.80	8.20	7.10	11.80	8.20	4.40
7.79	6.86	3.83	6.73	5.15	3.70	6.07	7.52	3.30
0.93	1.39	3.25	0.76	2.32	3.02	1.62	0.46	1.62
—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.98	2.28	2.13	2.43	2.13	2.13	1.82	1.67	1.37
0.34	0.34	0.67	0.34	0.34	0.67	0.67	0.67	0.34
17	19	19	16	14	23	24	22	38
38	37	45	39	36	39	36	40	45
45	44	36	45	50	38	40	38	17
14	18	11	14	18.5	5	6	1.5	0
51	51	61	51	50	62	62	51.5	57
35	31	28	35	31.5	33	32	47	43
13	15	7	12	12	3	4	1	0
34	30	27	26	22	23	27	23	10
53	55	66	62	66	74	69	76	90
48	56	63	59	62	68	63	64	84
26	27	24	22	19	20	24	18	9
26	17	13	19	19	12	13	18	7
30	30	22	27	25	20	31	23	14
39	39	40	40	45	40	37	38	32
31	31	38	30	30	40	32	39	54

第IV期火山岩類

8. Augite-bearing aphyric andesite (Xd)(68072814), 大分県大野郡緒方町上畑, 標高400m
9. Augite- and orthopyroxene-bearing aphyric andesite (Vd)(M66-100), 宮崎県西臼杵郡高千穂町惣見上流官行事務所南東方100m, 官行一尾平トンネル道路端, 標高1,010m
10. Augite-bearing aphyric andesite (Xd)(K72072804), 宮崎県西臼杵郡高千穂町五ヶ所岳北東方2,000m, 標高1,320m
11. Augite- and orthopyroxene-bearing aphyric andesite (Vd)(H68080203), 大分県大野郡緒方町中村西方700m, 標高600m

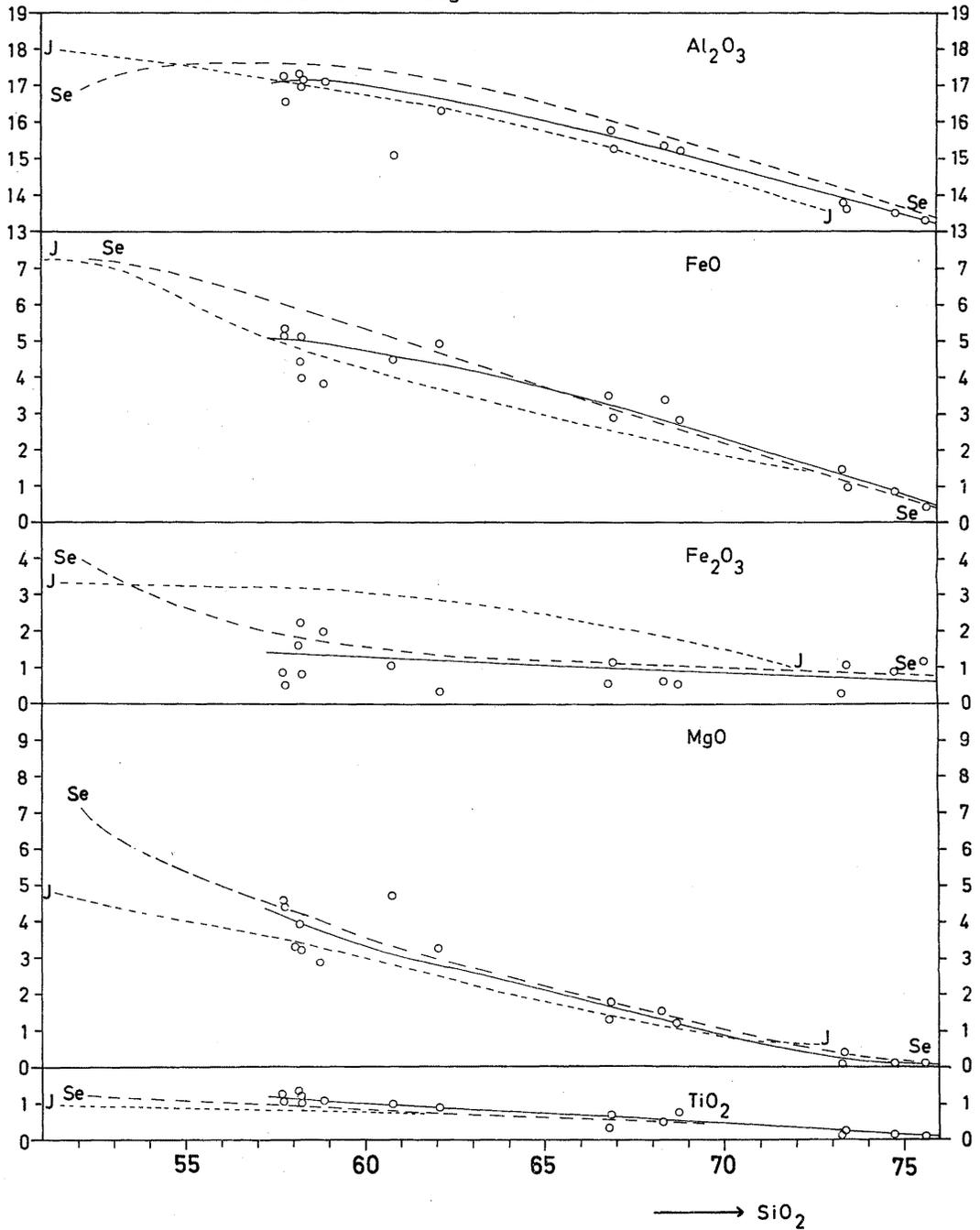
第V期火山岩類

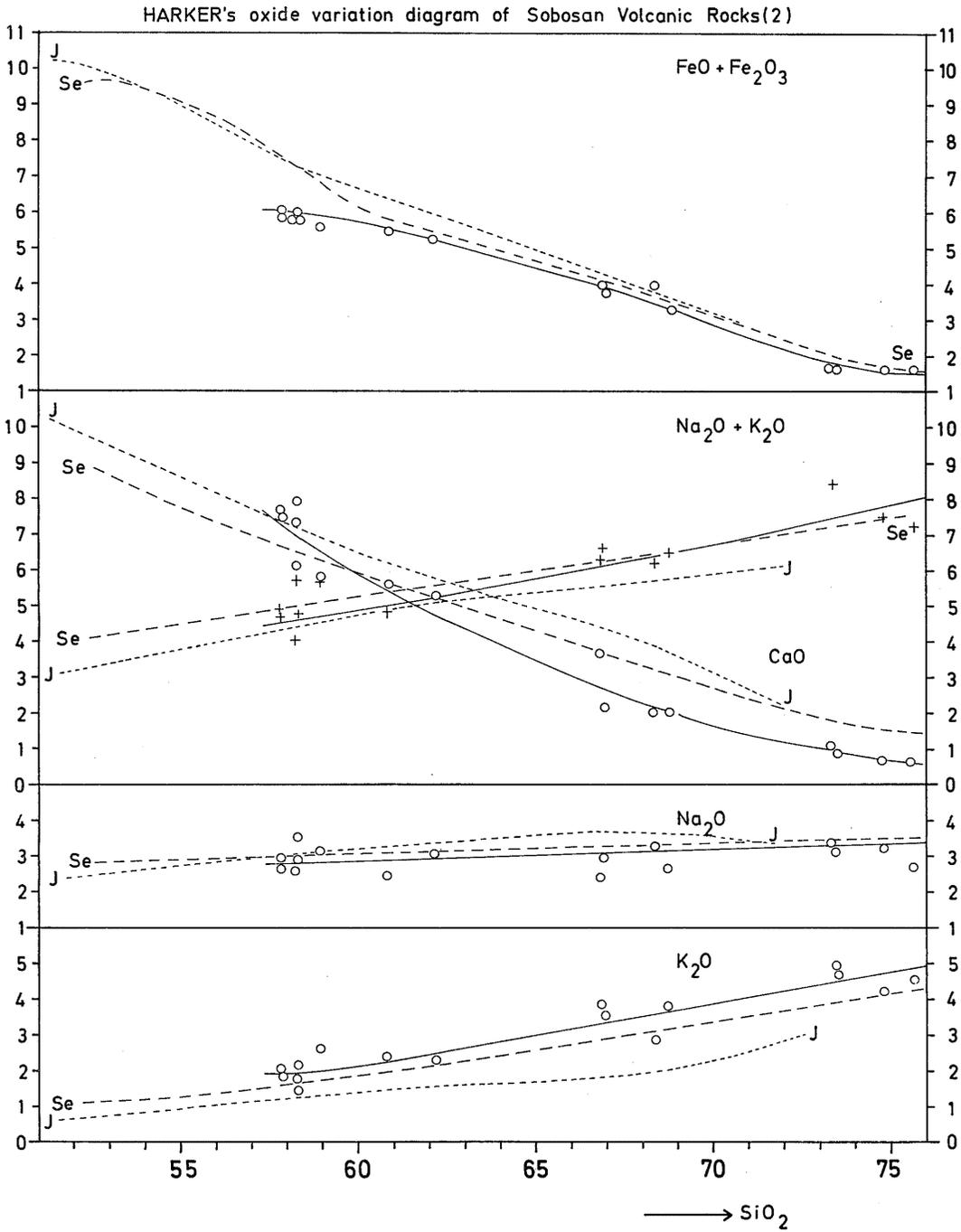
12. Augite-bearing aphyric andesite (Xd)(KT72072708), 大分県竹田市・緒方町境界大障子岩北方300m, 標高1,380m
13. Orthopyroxene-augite andesite (Vd)(68080305), 大分県大野郡緒方町湯迫南東方1,100m, 標高400m
14. Orthopyroxene-augite andesite (Vd)(68073006), 大分県大野郡緒方町上湯迫東南方1,800m, 駄床川上流, 標高750m
15. Orthopyroxene-augite andesite (Vd)(660088), 大分県大野郡緒方町尾平鉱山西南西方1,800m, 標高980m

第VI期火山岩類

16. Quartz dacite (KT72072710), 大分県竹田市・緒方町境界大障子岩北東方600m, 標高1,320m

HARKER's oxide variation diagram of Sobosan Volcanic Rocks (1)





第 1 図 祖母山火山岩類の HARKER's 成分変化図
 J 日本火山岩平均化学成分 (TANEDA, 1962)
 Se いわゆる瀬戸内系火山岩類平均化学成分 (堀越, 1972)

第3表 祖母山火山岩類の先カルデラ期(前期)と後カルデラ期(後期)の成分比較(wt%)

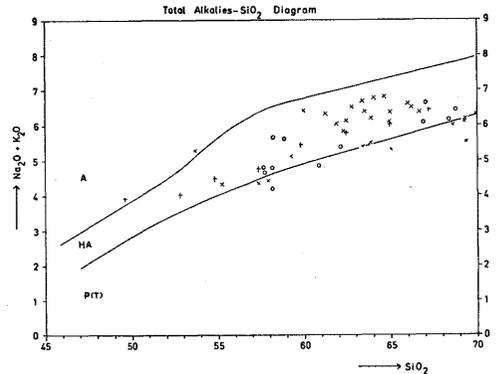
	Pre-caldera	Post-caldera
SiO ₂	66.83 - 75.59	57.80 - 66.91
TiO ₂	0.15 - 0.74	0.69 - 1.27
Al ₂ O ₃	13.35 - 15.80	15.04 - 17.26
Fe ₂ O ₃	0.39 - 1.18	0.36 - 2.23
FeO	0.43 - 3.51	2.84 - 5.32
Total FeO	1.59 - 4.04	3.88 - 5.96
MnO	0.02 - 0.11	0.11 - 0.14
MgO	0.05 - 1.54	1.77 - 4.70
CaO	0.65 - 3.62	2.13 - 7.84
Na ₂ O	2.43 - 3.38	2.44 - 3.53
K ₂ O	2.86 - 4.95	1.53 - 3.59
Na ₂ O + K ₂ O	6.15 - 8.33	3.98 - 6.57
P ₂ O ₅	0.05 - 0.16	0.16 - 0.24

英に対して過飽和である。またノルムCは、祖母山火山岩類の前期(第I~III期)のすべてと、後期の一部(第VI期)で算出され、後期の第IV~V期の火山岩類では全く算出されない。

祖母山火山岩類のなかで、前期火山岩類はデイサイト~流紋岩質であるのに対して、後期火山岩類は主に安山岩質であり、化学成分上でも両者は著しい対照を示している。前期および後期の火山岩類の化学成分を比較するために、両者の化学組成範囲を第3表に示す。同表からあきらかなように、前期火山岩類のSiO₂の値は、66.83~75.59%であるのに対して、後期火山岩類のそれは57.80~66.91%である。前期火山岩類は後期火山岩類に比して、SiO₂、K₂O、Na₂O+K₂Oの値が高く、TiO₂、Al₂O₃、FeO、Fe₂O₃、FeO+Fe₂O₃、MnO、MgO、CaOの値が低い。DI値を比較すると、前期火山岩類は69.32~90.85であって、分化の末期~最末期をしめすのに対して、後期火山岩類は44.93~73.85であって、やや分化の程度が低いことを示している。

IV. 岩石化学的検討

祖母山火山岩類がどのような岩石化学的性質を有しているかを検討するために、SiO₂とNa₂O+K₂Oの関係(KUNO, 1960; 1965)を第2図に示す。また、ノルム計算値による長石成分、輝石成分、wo-fo-Q、Q-fo-fa、および分析値からのMgO-(FeO+Fe₂O₃)-(Na₂O+K₂O)の百分比を第2表に、これらの三角図を第3図から第7図に示す。これらの図中には、比較のため石鎚山火山岩類と、いわゆる瀬戸内系火山岩類



第2図 (Na₂O+K₂O)-SiO₂ 図

- 祖母山火山岩類
- × 石鎚山火山岩類(堀越, 1972)
- + いわゆる瀬戸内系火山岩類平均化学成分(堀越, 1972)
- A アルカリ岩系区
- HA 高アルミナ~低アルカリソレイアイト岩系区
- P(T) ピジョン輝石質~低アルカリソレイアイト岩系区

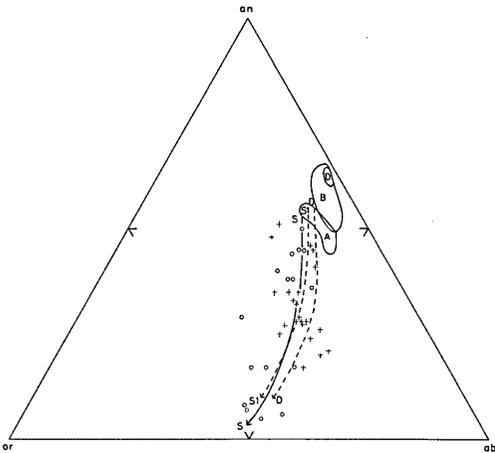
平均化学成分(堀越, 1972)を点示している。同時に比較補助線として、瀬戸内帯火山岩類平均化学成分(S₁線)(松本, 1961)、および世界火山岩平均化学成分(D線)(DALY, 1914)の変化経路を示してある。

SiO₂-(Na₂O+K₂O)図(第2図):

本図には比較補助線として、さらに日本および日本近効におけるアルカリ岩系、高アルミナ岩系~高アルカリソレイアイト岩系、ピジョン輝石質岩系~低アルカリソレイアイト岩系のそれぞれの境界線(KUNO, 1960; 1965)を入れてある。

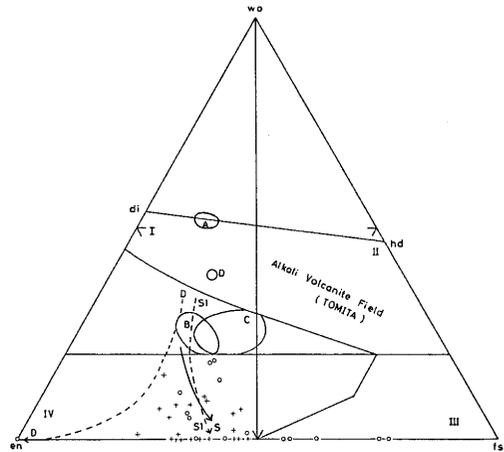
本図において祖母山火山岩類は、大部分高アルミナ~高アルカリソレイアイト岩系区内に点示され、2点のみが高アルミナ~高アルカリソレイアイト岩系区に近い位置でのピジョン輝石質~低アルカリソレイアイト岩系区内に点示される。もっとも、本図ではSiO₂の値が70%以下の12個が点示されているのであって、SiO₂の値が70%以上の4個は点示されていない。しかしながらこれら4個は、何れも高アルミナ~高アルカリソレイアイト岩系区の延長域に点示される。一方石鎚山火山岩類は、その一部にアルカリ岩系区内およびピジョン輝石質~低アルカリソレイアイト岩系区内に点示されている。しかし、その他の大部分は、祖母山火山岩類と同様に高アルミナ~高アルカリソレイアイト岩系区内に点示される。

ノルム長石成分三角図(第3図): 本図において、

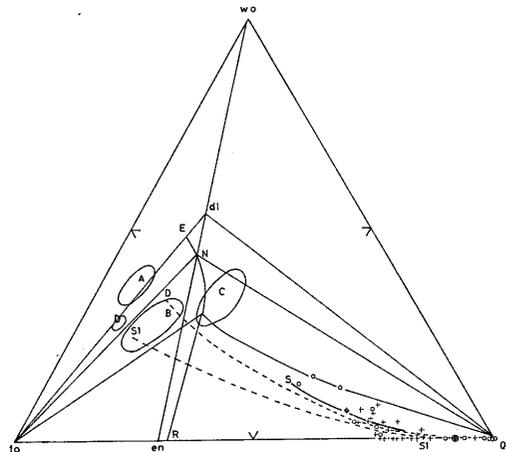


第3図 ノルム長石成分三角図
D-D線 世界火山岩平均化学成分
(DALY, 1914)

- S₁-S₁線 瀬戸内帯火山岩類平均化学成分 (松本, 1961)
- S-S線 祖母山火山岩類進化線
- A アルカリかんらん石玄武岩本源マグマ区域
- B ソレライトかんらん石玄武岩本源マグマ区域
- C ソレライト玄武岩本源マグマ区域
- D Warner 玄武岩区域
- O 祖母山火山岩類
- + 石鎚山火山岩類(堀越, 1972)



第4図 ノルム輝石成分三角図
記号は第3図と同じ



第5図 ノルム wo-fo-Q 図
記号は第3図と同じ

祖母山火山岩類が点示される区域は、or 成分47~14%、ab 成分54~34%、an 成分50~5%の範囲であり、an、ab 両成分に対して、比較的 or 成分に富む1点 (or : ab : an = 37 : 34 : 29) がある。しかしながら大局的には、アルカリかんらん石玄武岩本源マグマ区域の左上方部から、ab に対して凸湾曲を示しながら、ab 50 or 50 付近に向かう進化経路を示している。また祖母山火山岩類と石鎚山火山岩類のノルム長石成分を比較すると、後者には分化最末期の珪長質火山岩類が少なく、前者の方がより分化の進んだものまで存在している。

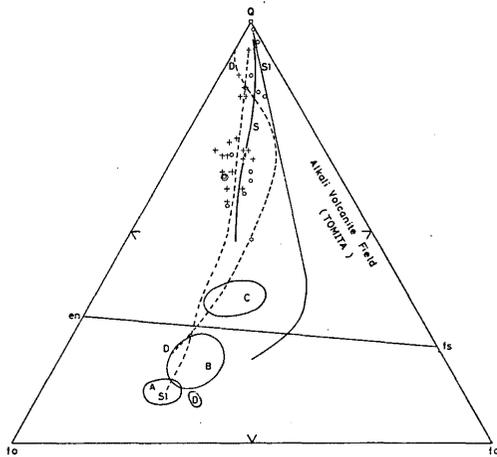
ノルム輝石成分三角図 (第4図) : 祖母山火山岩類には珪長質岩石が多いため、分析個数16個のうち8個はノルムCが算出されて、ノルムwoが算出されず、これらについては本図で議論ができない。ノルムwoが算出される8個は、すべてIV区 (頂点 wo と en-fs 辺の中央とを結んだ左方で、しかも wo が20%以下の区域) に点示され、アルカリ火山岩系区には全く点示されない。同様に石鎚山火山岩類もすべてIV区に点示

される。また、ノルム wo 成分は18.5~0%、en 成分100~23%、fs 成分77~0%の範囲であるが、ノルムwoが算出される8個のノルム輝石成分の範囲は、wo 18.5~2%、en 62~50%、fs 47~28%である。これらは、ノルム輝石成分としては比較的中~晩期を示している。

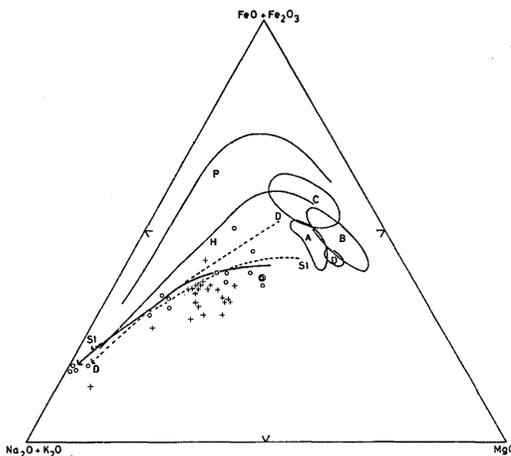
ノルム wo-fo-Q 三角図 (第5図) : 祖母山火山岩類でノルムwoが算出されるのは前述のように8個である。これらの成分範囲は、ノルム wo 15~1%、fo 34~22%、Q76~53%である。またノルムwoが算出されないものを含めた成分範囲は、wo 15~0%、fo 34~0%、Q100~53%である。本図からあきらかなように、祖母山火山岩類は中~晩期のものが示されて

いるが、その一般の性質は、ノルム Q に対してノルム wo に乏しく、すべてカルクアリカリ岩系区内に点示される。

ノルム Q-fo-fa 三角図 (第 6 図) : 本図においても、祖母山火山岩類はこれまでの図と同様に早期を示すものではなく、ノルム Q-fo-fa の成分範囲は、fo 26~0%, fa 26~0%, Q100~48%である。祖母山火山岩類の進化経路は、その早期はあきらかではないが、中~晩期のそれは、fa に対してやや fo 寄りの中央部をほぼ直線的に頂点 Q に向かう傾向を示している。



第 6 図 ノルム Q-fo-fa 図
記号は第 3 図と同じ



第 7 図 MgO-(FeO+Fe₂O₃)-(Na₂O+K₂O) 三角図
P ピジオン輝石質岩系区域 (久野, 1954)
H 紫蘇輝石質岩系区域 (久野, 1954)
他の記号は第 3 図と同じ

MgO-(FeO+Fe₂O₃)-(Na₂O+K₂O) 三角図 (第 7 図) : 本図には、久野 (1954) によるピジオン輝石質岩系区域および紫蘇輝石質岩系区域を示してある。本図において、祖母山火山岩類は、紫蘇輝石質岩系区域内、およびこの区域よりも FeO+Fe₂O₃ が少ない位置に点示され、ピジオン輝石質岩系区域内には全く点示されない。すなわち、祖母山火山岩類には、分化の途中において鉄の濃集が全く認められない。祖母山火山岩類の大局的な傾向は、FeO+Fe₂O₃ の少ない位置で、頂点 FeO+Fe₂O₃ に対してやや凸湾曲を示しながら、直線に近い傾向で分化している。

以上のように、祖母山火山岩類を岩石化学的に各図で検討したが、これを他の火山岩類と比較してみる。祖母山火山岩類と石鎚山火山岩類とを比較すると、両者は何れの図においても類似した位置に点示され、両者は同様な岩石化学的性質を有している。また、祖母山火山岩類の進化経路 (S 線) は、分化の早期の部分は欠除しており、中~晩期が示されている。これは何れの図においても、瀬戸内帯平均化学成分 (S₁ 線) (松本, 1961) や、世界火山岩類平均化学成分 (D 線) (DALY, 1914) の中~晩期の進化経路とほとんど同様である。

V. む す び

本篇では、祖母山火山岩類 16 個の化学組成、およびその岩石化学的検討についてのべた。

祖母山火山岩類は、先カルデラ期 (前期) と後カルデラ期 (後期) に大きく 2 分される。この両時期に属する火山岩類は、岩石学的に著しい対照を示している。すなわち、前期に属する火山岩類はデイサイト~流紋岩質の岩石である。これに対して後期に属する火山岩類は、前期に比してやや苦鉄質となり、中性の安山岩質岩石を主としている。D I 値は前期火山岩類 69.32~90.85、後期火山岩類 44.93~73.85 であって、後者が分化の程度が低い。

祖母山火山岩類は石鎚山火山岩類と同様な岩石化学的性質を有していることが、各図で示される。ただし、より珪長質の火山岩が祖母山火山岩類中に多く見出される。また、祖母山火山岩類は、いわゆる瀬戸内系火山岩類平均化学成分 (堀越, 1972) や、瀬戸内帯火山岩類平均化学成分 (松本, 1961) や、瀬戸内帯火山岩類平均化学成分 (松本, 1961) の中~晩期と同様な岩石化学的性質をもち、すべてカルクアルカリ岩系 (紫蘇輝石質岩系) の性質を有する。

おわりに、祖母山火山岩類の分析の労をとられた福

岡大学石橋澄教授、および東京石炭鉱物研究所に感謝するとともに、分析のお世話を下さった地質調査所の小野晃司氏に厚くお礼申し上げます。また、愛媛大学宮久三千年教授は、祖母山地域の調査研究に関して、常に激励と御助言を与えて下さった。氏の友情に深く感謝する。

引用文献

- DALY, R. A. (1914): *Igneous rocks and their origin*. McGraw Hill Co. Inc., 19-27.
- 堀越和衛(1972): いわゆる瀬戸内系火山岩類について。愛媛の地学, 堀越和衛先生還暦記念号, 17-49.
- 久野 久(1954): 火山および火山岩 (岩波全書196). p.255, 岩波書店, 東京.
- KUNO, H. (1960): High-alumina basalt. *Jour. Petro.*, 1, 121-145.
- (1965): Fractionation trends of basaltic magma in lava flow. *Jour. Petro.*, 6, 302-321.
- 松本徂夫(1961): 北九州松浦玄武岩類の岩石学的研究。九大生産研報告, 30, 1-99.
- ・橋本 勇(1963 a): 宮崎県見立地域の層序と構造。九大教養地学研報, 10, 39-54.
- ・———(1963 b): 見立層基底の下整合について。地質雑, 69, 378-387.
- ・宮久三千年(1973): 九州・祖母山火山岩体にみられるカルデラ型式の陥没構造。地質雑, 79, 99-111.
- ・西村 進・田島俊彦(1977): 九州の新生代火成岩の fission-track 年代。長崎大教養紀要, 自然科学, 17, 63-75.
- MILLER, J. A., SHIBATA, K. and KAWACHI, Y. (1962): Potassium-Argon ages of granitic rocks from the Outer Zone of Kyushu, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 13, 712-714.
- 宮久三千年・橋本 勇・松本徂夫(1971): 見立地域の地質時代ならびに堆積時の古地形と古洞くつ。松下久教授記念論文集, II, 103-112.
- 小野晃司・松本徂夫・宮久三千年・寺岡易司・神戸信和(1977): 竹田地域の地質。地域地質研究報告, 地質調査所, 1-145.
- PEACOCK, M. A. (1931): Classification of igneous rock series. *Jour. Geol.*, 39, 54-67.
- 杉村 新(1959): 火山岩の θ 値の地理的分布, 付日本の火山帯。火山, [II], 4, 74-103.
- TANEDA, S. (1962): Frequency distribution and average chemical compositions of the volcanic rocks in Japan. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ.*, [D], *Geology*, 12, 237-255.
- 通商産業省(1967): 昭和41年度広域調査報告書祖母傾山地域。1-20.
- (1969): 昭和42年度広域調査報告書祖母傾山地域。1-10.
- (1970 a): 昭和43年度広域調査報告書祖母傾山地域。1-10.
- (1970 b): 昭和44年度広域調査報告書祖母傾山地域。1-18.
- (1971): 昭和45年度広域調査報告書祖母傾山地域。1-18.