

西南日本内帯における後期中生代～古第三紀火山岩類の化学性

—とくに西中国地域を中心として—

CHEMISTRY OF LATE MESOZOIC TO PALEOGENE VOLCANIC ROCKS IN THE INNER SIDE OF SOUTHWEST JAPAN WITH SPECIAL REFERENCE TO WEST CHŪGOKU

村 上 允 英 (Nobuhide Murakami)*
今 岡 照 喜 (Teruyoshi Imaoka)**

Broadly distributed late Mesozoic to early Tertiary volcanic rocks in West Chūgoku are divisible into five formations, Kwanmon, Shunan, Hikimi, Abu and Tamagawa in the order of succession. Main components of these formations are andesitic to rhyolitic pyroclastics and lavas accompanied by small amounts of lake deposits such as tuffaceous sandstone and shale. Chemical analyses of the volcanics revealed some distinct differences among these formations as described below:

1. The volcanic rocks of the Tamagawa formation are characterized by higher $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ ratio than those of the other four formations, resembling the volcanics of the "green tuff" formation. They are also distinguished by higher oxygen fugacity during the crystallization of magma. This is indicated by the fairly large difference in the FeO/MgO ratio between whole rocks and constituent mafic minerals.

2. The constituent pyroxenes from the late Mesozoic volcanic formations tend to become ferrous with descending stage from Kwanmon to Hikimi through Shunan. This seems to be related to the lowering of oxygen fugacity.

3. Between the volcanic rocks under consideration and related plutonics, there is a evident divergency in K_2O which is predominant in the latter, especially prominent in the acid members, though it has not been made clear whether this is connected with the leaching of Na in volcanic glass or this indicates the difference of original magmas.

1. はじめに

西南日本内帯に広く分布する後期中生代～古第三紀深成岩類が南側から、領家、山陽、山陰の3帯に区分されることは今日では良く知られている事実である。また、これらの各帯を構成する深成岩類の化学性については、北の帯ほど $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 比が高くなることが明らかにされ (荒牧・野沢, 1974; Ishihara, 1971; Murakami, 1974), さらに最近では領家帯において Al_2O_3 , $\text{MgO}/(\text{FeO} + \text{MgO})$ 比などが高い事実も指摘されている (杵掛ほか, 1979)。これらの深成岩帯はほぼ同時代の酸性～中性の火山岩類を大量に伴い、両者は成因的に密接な関係を有していると推定されている。然しながら、火山岩類の調

査は不十分で、広域にわたって深成岩類と時代的・成因的に対応を求めうる段階には達していない。また、全岩化学組成や含有鉱物の化学組成に関するデータもきわめて少ない。この論文では野外地質関係から深成岩類との新旧関係が一応明らかにされている西中国を例にして、火山岩類の化学組成を総括し、深成岩類と比較することにする。火山岩類は深成岩類に比べて変質をうけているものが多いため新鮮なサンプルを得難く、また酸性岩の多くが凝灰質岩石であるため、噴出時におけるマグマの化学組成を示さない可能性もあり、全岩化学組成の検討には問題点が多い。したがってこの論文では細かい論議をなるべく省き、大局的な立場からの検討を中心とすることとする。

* 山口大学教養部地学教室

** 広島大学理学部地質学鉱物学教室

2. 後期中生代～古第三紀火山岩層の構成岩石とそれらの時代関係

中国西部に分布する後期中生代～古第三紀火山岩層は古い方から時代順に、関門・周南・匹見・阿武・田万川の5層群に区分される。周南層群と匹見層群とは直接接することのないため地質関係は不明であるが、関門周南、周南阿武、匹見阿武、阿武田万川、の各層群間には野外で明瞭な不整合関係が観察される(第1表)。以下各層群の分布地域と構成火山岩類について概要を記す。

1) 関門層群

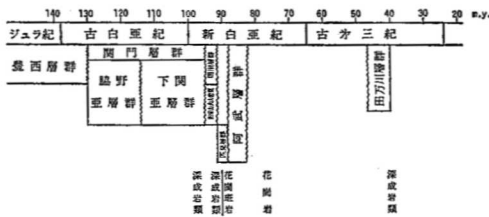
主として山口県中部以西に分布し、とくに関門地域、山口県北西部に分布が広い(第1図)。山口県中部以東における分布は限られており、脊稜山地の阿武層群の基底部に薄層としてのみ認められる。関門層群は下部の脇野亜層群と上部の下関亜層群とに区分されるが、火山噴

出物は脇野亜層群中では薄い酸性凝灰岩層として認められるばかりで、そのほとんどは上位の下関亜層群に含まれる。模式分布地における下関亜層群は下位から塩浜、北彦島、筋ヶ浜、福江の各層に区分されている(長谷, 1958; Hase, 1960; 植田, 1957)。このうち、火山岩のもっとも多く伴われるのは北彦島層と福江層とである。構成岩石は輝石安山岩、輝石角閃石安山岩、角閃石安山岩、石英安山岩と同質の凝灰岩、凝灰角礫岩などで、このほか、塩浜層中には火山円礫岩が発達し安山岩礫を含む。また、筋ヶ浜層中には流紋岩質～流紋石英安山岩質凝灰岩、凝灰角礫岩がはさまれる(第2表)。

2) 周南層群

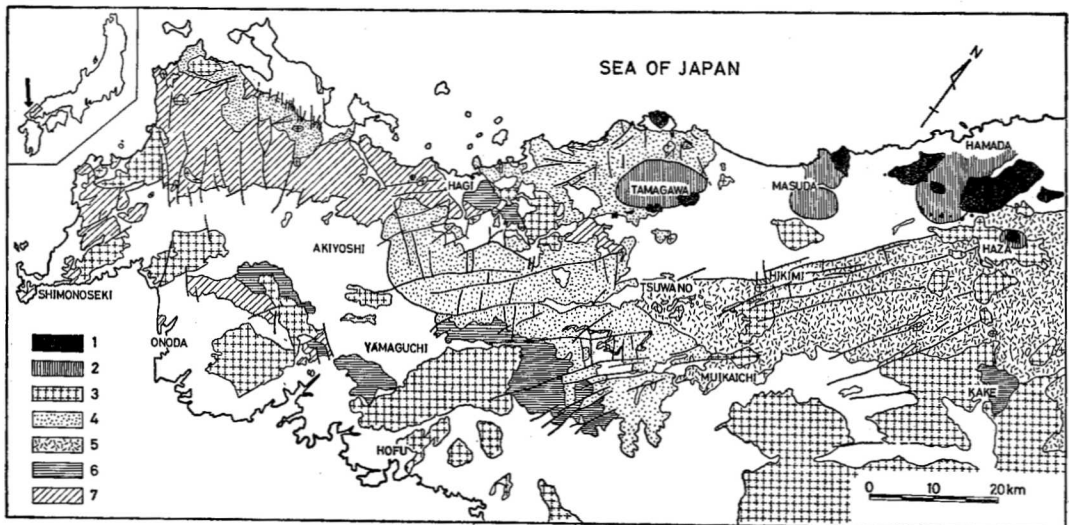
山口県中～東部において、ほぼE-Wに帯状分布をする傾向がある。直接に関門層群を不整合におおい、独立した3帯に区分される。このうち脊稜山地以北に分布す

第1表 西中国における後期中生代～古第三紀火山岩層の時代関係



第2表 関門層群の層序と構成岩

新白亜紀	関門層群		周南層群	
	下関亜層群	脇野亜層群	阿武層群	周南層群
1,500-2,000m	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩
800m	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩
750m	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩
500m	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩
400m	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩
300m	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩
200m	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩
100m	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩
50m	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩
500m	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩
500m	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩	凝灰岩



第1図 西中国地域の後期中生代～古第三紀火山岩類の分布図

1: 古第三紀深成岩類, 2: 田万川層群, 3: 後期中生代深成岩類, 4: 阿武層群, 5: 匹見層群, 6: 周南層群, 7: 関門層群

第3表 周南・阿武・田万川層群の層序と構成岩

		源戸内一貫嶺山地	山陰地域
古 新 三 紀			安山岩類 田万川 流紋石英安山岩質凝灰岩 内礫岩 250m 層 石英安山岩質凝灰岩内礫岩 層・凝灰岩 450m 安山岩質凝灰岩 270m
		?	花崗岩・花崗閃 緑岩・石英閃緑 岩
新 白 堯 紀		宇部層群	安山岩質凝灰岩 270m
		深成岩類	花崗岩類 花崗閃緑岩・花崗斑岩等
		深成岩類・中深成岩類	花崗閃緑岩・花崗斑岩等
		江舟層群	石英安山岩質凝灰岩 流紋岩質溶結凝灰岩 凝灰岩質砂岩・礫岩・頁岩 流紋石英安山岩質凝灰岩 層 500~ 凝灰岩質砂岩・頁岩・礫岩 300~ 流紋岩質凝灰岩 層 900m
		舞谷層群	流紋岩質凝灰岩 流紋石英安山岩質凝灰岩 層 600~ 流紋石英安山岩質凝灰岩 層 900m
		篠目層群	流紋岩質凝灰岩 流紋石英安山岩質凝灰岩 層 500m 凝灰岩質砂岩・頁岩・礫岩 300~ 流紋岩質凝灰岩 層 900m
		阿武層群	流紋岩質凝灰岩 流紋石英安山岩質凝灰岩 層 600~ 流紋石英安山岩質凝灰岩 層 900m
		阿武層群	流紋岩質凝灰岩 流紋石英安山岩質凝灰岩 層 600~ 流紋石英安山岩質凝灰岩 層 900m
		阿武層群	流紋岩質凝灰岩 流紋石英安山岩質凝灰岩 層 600~ 流紋石英安山岩質凝灰岩 層 900m
		阿武層群	流紋岩質凝灰岩 流紋石英安山岩質凝灰岩 層 600~ 流紋石英安山岩質凝灰岩 層 900m

第4表 匹見層群の層序と構成岩

		花崗岩
上部流紋岩層	石英安山岩質凝灰岩 砂岩・頁岩層を伴う	300m+
涌成堆積層	砂岩・頁岩・礫岩	200~300m
下部流紋岩層	流紋岩質凝灰岩・砂岩・頁岩層 および降下火砕堆積層を伴う	400~1,000m
上部石英安山岩層	流紋石英安山岩質凝灰岩 砂岩・頁岩層および降下火砕堆積層を伴う	550m+
中部石英安山岩層	石英安山岩質凝灰岩 降下火砕堆積層を伴う	550m+
下部石英安山岩層	石英安山岩質凝灰岩	250~1,500m
最下部流紋岩層	流紋岩質凝灰岩	500m+

および上部流紋岩層は阿武層群に対比されている(通産省, 1970)。匹見層群の特徴の1つは石英安山岩質凝灰岩および流紋岩質凝灰岩(一部)にFeに富む斜方輝石・単斜輝石を含むこと、および比較的塩基性の岩石においてもアルカリ長石の斑晶を含むことである。火山岩類の基質部は広域にわたって再結晶化をうけ、下位の地層ほど再結晶粒の粒度が大となる。然し斑晶鉱物の再結晶化および変成はほとんど行なわれていず、再結晶度と貫入火成岩の分布との間にはほとんど規則的な関係が認められない。これらの事実より再結晶化は大きい地溝状陥没体内における高い地温勾配に関連して行なわれたもので、その時期は凝灰岩噴出直後あるいは噴出後余り遠くない時期であったと推論された(通産省, 1970)。下部流紋岩層堆積前から堆積後にかけて(上部流紋岩層堆積前)角閃石黒雲母花崗斑岩~花崗斑岩の貫入が各所で行なわれた。

4) 阿武層群

関門層群, 周南層群, 匹見層群を不整合におおひ、脊稜山地から山陰海岸にかけ広大な分布をしている(第1図)。ほぼ中国中部の高田流紋岩層に対比される。阿武層群の主要分布地は脊稜山地(篠目・舞谷・江舟層群)。

るものを田床山火山岩類, 脊稜山地の南斜面に分布するものを物見岳層群, 周防灘沿いに分布するものを禪定寺山泉層とよぶ。禪定寺山泉層は吉部, 禪定寺山, 平野, 大華山の4岩体よりなる(西野・村上, 1965; 西南日本内帯後期中生代火成活動研究グループ, 1967)。構成岩石は第3表のとおり安山岩質から流紋岩質にわたるが, 石英安山岩質のものが大部分を占める。禪定寺山泉層では中位に湖水堆積層をはさみ, この分布や地質構造などから陥没体の形成が推論された(Murakami & Matsusato, 1970)。周南層群は関門層群との地質関係や構成岩石の種類などから Matsumoto (1954) による八幡層に対比される。

3) 匹見層群

島根県西部および広島県西部の脊稜山地にありNE-SW方向に帯状の分布をするやや異質の火山岩層に対して名付けられた(通産省, 1969; 村上, 1974; Murakami, 1974)。その拉りは延長100km以上, 巾20~40kmに及び, 接する古期の地層とはNE-SW構造線により境されている(第1図)。また, 最大層厚は3000mを越え7層に区分される(第4表)が, 構成岩石は石英安山岩質~流紋岩質凝灰岩を主とししばしば砂岩・頁岩層, 降下火山堆積層などをはさむ。なお, 表中の湖成堆積層

第5表 阿武層群青海・熊野岳層群の層序と構成岩

		西 部	東 部
熊 野 岳 層 群	最上部層 100~200m	流紋岩質凝灰岩	
	上部層 200~300m	安山岩質凝灰岩	
	下部層 500~700m	流紋岩質溶結凝灰岩 細粒流紋岩質凝灰岩 流紋岩質多結晶凝灰岩 溶結凝灰岩	
青 海 層 群			最上部層 150m
	上部層 300~500m	流紋岩質ガラス質溶結凝灰岩	上部層 100~200m
	中部層 200~350m	流紋岩質~ 流紋石英安山岩質凝灰岩 凝灰岩内礫岩・溶結凝灰岩 凝灰岩質砂岩・頁岩	中部層 150~250m
	下部層 200~350m	流紋岩質~ 流紋石英安山岩質凝灰岩 砂岩・礫岩・凝灰岩・褐色頁岩 安山岩質凝灰岩	下部層 100~200m

関門層群

山口県北西部海岸地域（青海・熊野岳累層）、同北東部海岸地域（福賀累層）の3ヶ所で、それらの層序区分、構成火山岩類などは第3表・第5表に示すとおりである。なお、福賀累層はほぼ篠目・舞谷累層に、青海累層は篠目累層に、熊野岳累層は江舟累層に対比される。構成火山岩は主として流紋岩質～流紋石英安山岩質凝灰岩類で、所により同質溶岩層を伴い、そのほか最下位および上位に安山岩質～石英安山岩質凝灰岩・溶岩層をはさむことがある。また、凝灰質砂岩・頁岩・礫岩層を多くの層準にはさむ。層厚は地域により多少異なるが、積算2000～2500mに達する。古期岩層とは不整合のことが多いが、長門峡地域では断層接触の部分もあり、大きい陥没体を構成していると推定されている（村上, 1974; Murakami, 1974）。

5) 田万川層群

脊稜以北の田万川、益田東部、浜田、波佐、桜江などの地域に点点と分布し、構成岩体はいずれも陥没体を形成していると推定されている。田万川層群の形成時期は、関連する深成岩類がいずれもほぼ30～40m.y.の年代値を示すことなどから、古第三紀（おそらく漸新～始新世）と考えられている。田万川層群の模式分布地は山口県北東部にある田万川陥没体である。この陥没体は長径14km、短径7kmの槽円状輪廓を有し、第3表に示すような火山岩類により構成されている（村上, 1973）。他の陥没体の構成岩石も田万川陥没体と大差がない。これらの陥没体に共通する特徴の1つは、伴われる花崗岩類が高い酸素分圧下の形成を示す性質を有することである（Murakami, 1969）。最近酸素分圧の高い原因の1つとして地表水関与の可能性が指摘された（今岡ほか, 1977; Matsuhisa *et al.*, 1978）。

3. 火山岩類の化学組成

1) 関門層群

模式分布地下関地域に分布する下関亜層群の構成火山岩8個について化学分析が行なわれた。既存のデータ（応地, 1952; 柴田, 1968）を併せ分析値を第6表に示す。この表に示すとおり火山岩類はSiO₂52.5～72.6%の範囲の安山岩～流紋岩よりなる。この表の中でもっとも塩基性の岩石は石灰質斜長石（An 62～68）と単斜輝石を主成分とする玄武岩質安山岩で、1%以下のノルムかんらん石を含む。全岩のFeO_T/MgO比は塩基性岩ばかりでなく流紋岩類においても一般に低く、周南層群や阿武層群の火山岩類とは著しく異なっている。なお、火山岩類はすべてカルク・アルカリ岩系に属するものである。

第6表 関門層群の火山岩類の化学組成

No.	CH-106	CH-108	CH-114	CH-113	CH-107	CH-101	CH-112	CH-110	YO-001	YO-002	HS-001
SiO ₂	52.53	57.62	57.75	62.30	64.20	70.02	72.57	56.04	58.11	60.31	67.58
TiO ₂	1.17	0.65	0.63	0.46	0.38	0.28	0.27	0.68	0.54	0.06	0.18
Al ₂ O ₃	16.90	17.17	16.92	15.67	15.96	16.37	12.80	17.63	14.87	16.15	16.10
Fe ₂ O ₃	2.72	1.81	1.85	3.63	2.63	0.97	0.60	3.49	3.87	8.83	1.08
FeO	4.49	4.49	1.40	1.14	2.19	0.65	1.86	3.85	1.61	-	2.97
MnO	0.11	0.05	0.04	0.07	0.05	0.02	0.07	0.04	0.12	0.32	0.03
MgO	6.58	3.07	2.42	1.91	1.75	1.05	1.70	3.65	3.09	2.19	0.85
CaO	8.42	5.02	0.42	3.03	3.62	1.59	1.31	7.10	6.41	5.98	3.45
Na ₂ O	3.44	5.26	5.42	4.65	4.09	5.23	3.10	2.86	3.32	2.28	3.85
K ₂ O	1.68	2.95	2.37	3.69	3.63	2.05	2.01	0.46	1.11	1.88	2.75
P ₂ O ₅	0.06	0.13	0.12	0.17	0.02	0.03	0.01	0.12	n.d.	0.23	0.03
H ₂ O(+)	1.69	1.31	3.00	2.93	0.94	1.71	2.74	3.46	6.52	0.87	0.68
H ₂ O(-)	0.10	0.16	1.01	0.06	0.36	0.24	0.59	0.30			0.22
T.	99.89	99.69	99.65	99.71	99.62	100.21	99.63	99.68	99.57	99.10	99.77

CH-106～CH-107 & YO-001: 北彦島層。CH-101 & CH-112: 筋ヶ浜層。CH-110: 福江層。YO-002 & HS-001: 関門層群に伴うひん岩。

分析者: 応地善雄 (YO-001・YO-002) (応地, 1952), 柴田秀賢 (HS-001) (柴田, 1968), 村上允英 (その他)。

第7表 周南層群物見岳累層の火山岩類の化学組成

No.	S-0010	IK-001	HN-A03	YN-001	S-0012	HN-032	HN-009	HN-095	HN-319	HN-007	HN-N13	HN-N62	K-0003
SiO ₂	56.14	56.54	58.19	58.99	60.77	62.45	65.16	70.03	71.06	68.42	72.31	74.49	57.10
TiO ₂	1.21	0.90	0.81	0.52	0.69	0.62	0.43	0.36	0.25	0.26	0.18	0.15	0.66
Al ₂ O ₃	17.41	17.33	16.07	17.39	15.74	16.37	18.30	15.18	13.84	15.05	14.02	12.51	16.99
Fe ₂ O ₃	1.36	1.39	1.09	2.61	0.96	1.04	1.02	0.88	1.22	1.52	0.38	0.13	0.51
FeO	6.37	5.69	5.79	3.13	5.45	4.24	1.29	2.49	2.20	1.54	2.19	1.20	6.38
MnO	0.14	0.13	0.07	0.09	0.16	0.12	0.03	0.07	0.06	0.04	0.04	0.01	0.17
MgO	3.11	3.07	3.29	2.66	3.20	1.99	1.06	0.92	0.36	0.56	0.08	0.17	3.69
CaO	7.34	6.99	5.17	5.86	4.51	4.97	3.04	2.75	1.52	2.28	1.44	1.00	8.01
Na ₂ O	2.47	2.97	3.21	3.41	3.24	4.15	3.85	2.86	3.91	2.37	2.29	3.50	2.95
K ₂ O	2.47	1.78	2.39	2.98	2.87	1.57	3.04	3.28	3.61	6.02	4.79	4.38	1.58
P ₂ O ₅	n.d.	0.17	n.d.	0.04	n.d.	n.d.	n.d.	0.02	0.03	0.03	0.02	n.d.	0.10
H ₂ O(+)	1.20	2.35	3.22	1.62	2.37	2.58	2.27	1.21	1.98	1.80	1.54	1.61	1.60
H ₂ O(-)	0.44	0.19	0.29	0.09	0.34	0.07	0.37	0.20	0.08	0.08	0.07	0.13	0.06
T.	99.66	99.50	99.59	99.39	100.30	100.17	99.86	100.25	100.12	99.97	99.35	99.28	99.80

S-0010～HN-009: 安山岩類。HN-095～HN-319: 流紋石英安山岩質～流紋岩質凝灰岩および溶結凝灰岩。K-0003: 吉舎安山岩

分析者: 村上允英 (IK-001・YN-001・K-0003), 今岡照喜 (S-0010・S-0012), 西野英之 (その他)。

第8表 周南層群禪定寺山果層火山岩類の化学組成

No.	KB-001	KB-002	KB-004	KB-003	Z-S834	KB-179	Z-S740	688232	S-0058	688233	KB-533	685201
SiO ₂	58.63	58.75	72.54	61.15	56.50	58.74	63.73	75.16	64.90	66.00	68.71	69.91
TiO ₂	0.87	0.69	0.02	0.71	0.99	0.41	0.54	0.30	0.56	0.48	0.33	0.30
Al ₂ O ₃	17.58	16.98	14.74	16.75	17.62	15.93	15.81	12.46	15.45	15.57	14.39	14.69
Fe ₂ O ₃	1.28	2.27	0.67	2.52	1.12	1.82	2.42	0.77	1.49	1.61	0.55	1.00
FeO	5.09	4.89	1.18	3.50	5.83	4.06	2.34	0.20	3.68	2.95	2.40	1.62
MnO	0.10	0.14	0.02	0.07	0.20	0.11	0.10	0.02	0.08	0.03	0.12	0.06
H ₂ O	2.03	2.72	0.32	1.84	2.75	3.55	2.00	0.31	1.69	0.49	0.48	0.58
CaO	6.33	6.08	2.03	4.98	6.20	4.44	4.50	1.31	3.65	2.89	2.94	2.18
Na ₂ O	3.58	3.23	3.44	3.90	3.45	4.07	2.43	2.95	4.48	3.37	3.64	3.24
K ₂ O	2.19	2.17	5.36	2.77	1.73	2.58	3.13	5.35	2.47	2.71	4.36	4.30
P ₂ O ₅	0.12	n.d.	0.06	0.10	0.19	0.03	0.19	0.01	0.09	0.08	0.11	0.08
H ₂ O(+)	1.70	1.43	0.28	1.32	2.67	4.22	2.66	1.01	0.91	4.00	2.21	2.38
H ₂ O(-)	0.17	0.04	0.00	0.31	0.36	0.38	0.05	0.14	0.19	0.06	0.13	0.10
T.	99.57	99.39	100.66	99.92	99.61	100.34	100.10	99.79	99.64	100.24	100.17	100.44

第9表 田床山火山岩類の化学組成

No.	HN-001	HN-002
SiO ₂	63.59	73.43
TiO ₂	0.62	0.32
Al ₂ O ₃	15.50	13.38
Fe ₂ O ₃	0.64	0.37
FeO	4.33	1.74
MnO	0.08	0.02
H ₂ O	1.39	0.11
CaO	3.41	1.74
Na ₂ O	3.98	3.55
K ₂ O	3.01	3.86
P ₂ O ₅	0.28	0.03
H ₂ O(+)	2.48	0.75
H ₂ O(-)	0.32	0.05
T.	99.63	99.35

HN-001: 安山岩, HN-002: 流紋岩質凝灰岩
分析者: 村上允英

No.	H-S011	H-S006	H-S007	H-S002	TM-A17	TM-B04	TM-A13	TM-E14	TM-C09	TM-A06
SiO ₂	55.87	56.41	56.66	57.35	51.02	61.84	64.57	69.15	76.03	65.39
TiO ₂	0.88	0.87	0.82	0.89	0.40	0.65	0.60	0.37	0.07	0.50
Al ₂ O ₃	16.47	17.46	17.89	17.21	16.72	15.88	15.63	14.53	13.93	14.52
Fe ₂ O ₃	0.19	3.35	1.77	1.47	1.60	1.41	0.35	0.98	0.55	1.76
FeO	6.30	4.06	5.01	4.91	4.55	3.85	4.81	3.03	5.58	3.03
MnO	0.16	0.16	0.20	0.12	0.24	0.20	0.11	0.06	0.02	0.18
MgO	4.41	3.97	4.14	3.38	0.86	1.88	1.60	1.53	0.26	1.10
CaO	7.24	6.78	7.49	6.52	6.33	6.54	4.68	1.56	0.39	3.42
Na ₂ O	3.22	3.02	2.86	2.86	4.66	3.60	3.03	3.22	2.62	4.55
K ₂ O	1.26	1.91	1.72	2.56	2.75	1.75	2.77	4.31	4.60	2.41
P ₂ O ₅	0.16	n.d.	0.14	n.d.	0.21	0.24	0.18	0.10	0.02	0.16
H ₂ O(+)	2.97	2.27	1.13	2.13	1.17	1.02	1.25	0.92	1.74	1.72
H ₂ O(-)	0.50	0.32	0.05	0.40	0.43	0.93	0.75	0.35	0.27	0.93
T.	99.63	100.58	99.88	99.80	100.84	99.79	100.33	100.11	100.02	99.67

KB-001~KB-003: 吉部地域, Z-S834~685201: 禪定寺山地域, H-S011~TM-A06: 平野地域, KB-001~KB-002 · Z-S834~Z-S740 · H-S011~TM-A13: 第1期火山岩類, KB-004 · 688232 · TM-E14~TM-C09: 第2期火山岩類, KB-003 · Z-OG58~685201 · TM-A06: 第III期火山岩類 (Murakami & Matsusato, 1970).
分析者: 松里英男 (KB-001 · KB-002 · KB-004), 今岡照喜 (H-S002 · H-S006), 村上允英 (その他).

安山岩類はもっとも塩基性のものでSiO₂ 56%で、関門層群中の安山岩類に比べて全般的にやや酸性である。安山岩中の有色鉱物は単斜輝石、角閃石が主で斜方輝石は少量である。全岩の化学組成において、FeO_T/(FeO_T+MgO)比は関門層群中の火山岩類に比べて一般にやや高いものが多いが、流紋岩類の同比は阿武層群中のものに比べ低い傾向を示している。

2) 周南層群

Murakami & Matsusato (1970) により発表されたものを含み現在までに得られている周南層群火山岩類の分析値を第7-9表に総括する。表中には広島県加計北方の吉舎安山岩 (周南層群相当層 (西南日本内帯後期中生代火成活動研究グループ, 1967)) の分析値を併記している。

3) 匹見層群

匹見層群の火山岩中もっとも塩基性のもはSiO₂ 65~66%の石英安山岩質凝灰岩で、SiO₂ 68~75%の範囲の火山岩の分布がもっとも広い (第10表)。匹見層群の火山岩類は阿武層群の火山岩類と共に比較的高いFeO_T/(FeO_T+MgO)比によって特徴付けられ、SiO₂-FeO_T/

第10表 匹見層群の火山岩類および随伴する花崗斑岩の化学組成

No.	NT-234	NT-162	HW-351	NT-236	NT-103	NT-303	NT-112	NT-164	NT-610	NT-502	NT-620	NT-165	NT-546	NT-706	NT-157
SiO ₂	74.20	74.66	65.44	66.24	66.25	66.30	66.34	66.39	66.90	67.19	67.32	67.44	68.16	68.30	68.31
TiO ₂	0.20	0.17	0.45	0.15	0.43	0.67	0.39	0.23	0.41	0.65	0.41	0.28	0.33	0.38	0.45
Al ₂ O ₃	13.32	12.62	16.29	16.26	15.54	15.71	15.74	16.21	15.88	15.61	15.67	15.69	15.41	14.87	15.21
Fe ₂ O ₃	0.18	0.43	1.13	1.14	1.21	1.26	1.06	1.13	0.79	1.25	0.67	0.30	0.59	0.42	1.69
FeO	1.84	1.86	3.96	3.36	2.73	3.21	3.12	3.43	3.41	2.53	3.37	3.43	2.69	3.47	3.17
MnO	0.08	0.05	0.12	0.08	0.19	0.08	0.20	0.08	0.18	0.01	0.06	0.08	0.14	0.06	0.08
MgO	0.54	0.24	1.18	0.94	0.91	1.11	1.05	0.60	1.11	0.97	0.98	0.80	0.77	0.97	0.96
CaO	1.40	1.43	3.04	2.56	4.04	2.63	4.02	3.18	3.61	3.58	3.10	2.70	3.73	1.70	3.18
Na ₂ O	3.77	3.50	3.50	4.33	3.47	3.72	3.82	3.98	3.43	3.71	3.56	3.72	3.65	4.07	3.72
K ₂ O	3.73	4.34	3.14	3.14	3.74	2.95	2.66	3.02	3.56	2.95	3.36	3.63	3.56	3.78	3.00
P ₂ O ₅	0.02	0.02	0.21	0.18	n.d.	0.04	0.16	0.18	n.d.	0.21	0.06	0.12	n.d.	0.07	0.09
H ₂ O(+)	0.51	0.73	0.89	0.89	0.82	1.58	0.88	0.76	0.46	1.02	0.82	1.23	0.99	1.28	0.53
H ₂ O(-)	0.07	0.20	0.21	0.25	0.09	0.23	0.09	0.27	0.08	0.42	0.07	0.26	0.11	0.20	0.07
T.	99.86	100.25	99.56	99.52	99.42	99.49	99.53	99.46	99.82	100.10	99.45	99.68	100.13	99.57	100.46

No.	NT-801	NT-953	NT-474	NT-102	NT-306	NT-111	NT-121	NT-204	NT-101	NT-002	NT-106	NT-201	NT-402	NT-705
SiO ₂	68.55	68.52	69.65	69.53	66.60	68.11	72.35	72.57	75.56	75.93	77.47	66.24	73.24	68.50
TiO ₂	0.35	0.25	0.31	0.33	0.47	0.43	0.18	0.20	0.03	0.01	0.02	0.55	0.34	0.35
Al ₂ O ₃	13.84	14.29	14.37	14.84	15.76	14.87	13.27	13.33	13.41	12.18	12.53	14.89	13.27	14.10
Fe ₂ O ₃	0.64	0.52	0.61	0.30	1.39	0.32	0.43	0.51	0.07	0.84	0.28	1.00	0.60	0.82
FeO	2.29	3.03	2.85	2.52	2.96	3.04	1.56	1.37	0.29	0.72	0.35	3.37	1.02	2.09
MnO	0.07	0.08	0.17	0.09	0.11	0.03	0.00	0.07	0.03	0.03	0.03	0.17	0.03	0.06
MgO	0.62	0.92	0.66	0.43	1.20	0.81	0.45	0.44	0.09	0.07	0.06	1.17	0.29	0.75
CaO	4.19	2.90	2.16	2.54	4.57	2.94	1.71	2.20	1.39	0.95	1.21	4.37	1.31	3.91
Na ₂ O	5.12	3.57	3.69	3.20	3.57	4.52	2.41	3.48	3.61	3.61	3.33	2.91	3.54	4.30
K ₂ O	3.23	3.54	3.67	4.59	3.19	3.19	4.95	4.20	4.20	3.76	3.50	3.83	4.74	3.35
P ₂ O ₅	0.11	0.10	0.08	0.06	0.20	0.08	0.07	0.06	0.01	0.01	0.01	0.18	0.04	0.10
H ₂ O(+)	1.05	1.62	1.07	0.87	0.45	1.52	2.27	1.05	0.58	1.63	0.51	0.86	1.01	1.07
H ₂ O(-)	0.16	0.08	0.31	0.07	0.02	0.19	0.32	0.18	0.05	0.34	0.07	0.10	0.08	0.28
T.	100.22	99.42	99.60	99.37	100.49	100.05	99.97	99.66	99.32	100.08	99.37	99.64	99.51	99.68

NT-234~NT-162: 最下部流紋岩層, HM-351~NT-102: 下部石英安山岩層および相当層, NT-306: 中部石英安山岩層, NT-111: 上部石英安山岩層, NT-121~NT-106: 下部流紋岩相, NT-201~NT-402: 上部流紋岩相, NT-705: 角閃石黒雲母花崗斑岩 (通産省, 1970・1971).

分析者: 田村周治 (NT-502・NT-306・NT-204・NT-201・NT-402), 山田雅也 (NT-801・NT-121・NT-705), 今岡照喜 (NT-103・NT-610・NT-546), 村上允英 (その他).

第11表 阿武層群長門峽岩体北部の火山岩類の化学組成

No.	YM-K51	YM-101	YM-SH3	70032105	SK-001	71101901	YM-S03	YM-107	71062601	YM-S06	71071801	71101002	71110602	SK-007
SiO ₂	69.11	73.11	74.75	76.22	77.81	62.48	68.48	69.38	57.05	73.92	68.70	72.96	73.32	77.75
TiO ₂	0.30	0.05	0.14	0.06	0.05	0.57	0.14	0.09	0.59	0.13	0.41	0.12	0.05	0.06
Al ₂ O ₃	13.53	12.92	12.35	12.35	12.54	16.35	14.92	14.53	13.67	13.58	14.62	12.59	12.80	11.96
Fe ₂ O ₃	3.87	1.64	0.87	0.37	0.07	1.41	0.45	1.69	0.35	0.78	0.87	0.55	0.60	0.29
FeO	0.57	1.54	0.60	0.95	0.99	4.00	3.58	2.61	4.73	0.58	2.35	1.09	0.73	0.44
MnO	0.04	0.02	0.03	0.03	0.04	0.12	0.04	0.05	0.11	0.03	0.03	0.04	0.04	0.02
MgO	0.39	0.16	0.14	0.12	0.21	0.54	1.04	0.45	3.94	0.18	0.63	0.24	0.18	0.25
CaO	3.02	1.03	1.09	0.68	1.91	3.54	3.26	2.36	6.50	2.06	2.38	0.85	0.54	0.63
Na ₂ O	3.83	2.70	2.55	2.59	1.08	3.10	2.57	3.47	2.56	2.36	3.34	3.10	3.57	2.76
K ₂ O	3.37	4.71	4.79	4.87	5.12	3.35	3.16	2.63	1.20	3.47	3.69	5.66	4.72	3.35
P ₂ O ₅	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.07	0.06	0.01	0.03	0.23	0.00	0.00
H ₂ O(+)	1.47	1.27	1.52	1.17	1.61	4.24	1.96	2.32	8.77	2.15	2.59	1.77	2.54	1.40
H ₂ O(-)	0.28	0.18	0.48	0.02	0.10	0.09	0.10	0.18	0.03	0.13	0.06	0.39	0.33	0.20
T.	99.83	99.35	99.32	99.44	101.55	99.83	99.78	99.83	99.56	99.38	99.70	99.58	99.42	99.11

YM-K51~SK-001: a層, 71101901~YM-107: b層, 71062601~YM-S06: c層, 71071801: d層, 71101002~SK-007: e層. a~c層は篠目累層, d~e層は舞谷累層に相当 (通産省, 1972).

分析者: 真鍋安男 (YM-K51・YM-101・YM-SH3・YM-S03・YM-S06), 甲斐野信一 (SK-001・SK-007), 村上允英 (その他).

第12表 阿武層群長門峽岩体中~南部の火山岩類の化学組成

No.	KM-OM1	HN-M10	NT-0E3	TY-577	HN-0E1	HN-3195	TY-062	TY-638	TY-515	TY-440	TY-560	HN-124	TY-562	TY-549	TY-127
SiO ₂	57.38	68.42	73.08	73.64	74.43	75.27	68.64	68.77	72.10	72.65	71.41	71.93	73.35	74.11	74.88
TiO ₂	0.72	0.40	0.11	0.14	0.00	0.17	0.30	0.20	0.20	0.18	0.11	0.15	0.20	0.12	0.07
Al ₂ O ₃	17.52	14.55	13.20	13.51	12.89	12.37	14.55	15.21	13.67	13.62	14.74	12.78	13.65	12.66	12.92
Fe ₂ O ₃	0.74	1.71	0.61	1.08	0.94	0.57	2.24	2.06	1.42	0.90	0.99	0.58	0.86	0.91	1.30
FeO	3.29	1.39	1.19	1.07	0.94	0.94	1.05	1.40	0.79	1.26	1.98	1.04	1.58	0.24	0.47
MnO	0.18	0.13	0.17	0.09	0.04	0.06	0.09	0.11	0.11	0.10	0.06	0.01	0.03	0.02	0.01
MgO	1.95	0.23	0.44	0.13	0.10	0.13	0.34	0.72	0.14	0.29	0.31	0.05	0.53	0.09	0.03
CaO	4.63	2.38	2.11	0.98	1.30	1.14	3.07	2.22	2.62	1.20	1.74	2.08	1.55	0.75	0.38
Na ₂ O	4.80	3.32	2.67	1.21	3.47	2.70	2.56	3.50	3.18	2.35	2.90	3.30	2.86	1.56	3.42
K ₂ O	1.69	3.49	3.20	5.78	3.69	4.46	4.67	4.09	3.89	5.30	3.46	5.20	3.79	6.84	4.90
P ₂ O ₅	0.14	0.08	0.05	0.02	0.00	0.01	0.08	0.09	0.04	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
H ₂ O(+)	6.24	3.07	2.70	1.62	1.42	1.62	2.26	0.94	1.53	1.39	1.73	2.41	1.81	2.00	1.57
H ₂ O(-)	0.49	0.48	0.33	0.12	0.15	0.09	0.22	0.12	0.13	0.14	0.22	0.10	0.18	0.19	0.15
T.	99.77	99.65	99.86	99.39	99.37	99.13	100.07	99.41	99.82	99.40	99.66	99.65	100.41	99.50	100.11

KM-OM1~HN-3195: 篠目累層, TY-062~TY-440: 舞谷累層, TY-560~TY-549: 江舟累層, TY-127: 流紋岩岩脈 (村上・長谷, 1968).

分析者: 西野英之 (HN-3195), 村上允英 (その他).

第 13 表 阿武層群福賀累層の火山岩類の化学組成

No.	SS-010	MK-002	MK-039	MK-038	SS-396	MK-006	SS-329	MK-021	MK-058	MK-009	K-0001	K-0002
SiO ₂	55.43	65.64	72.44	77.10	76.78	72.30	74.92	72.89	73.97	76.17	72.72	77.94
TiO ₂	0.77	0.48	0.10	0.00	0.00	0.23	0.11	0.14	0.10	0.13	0.08	0.06
Al ₂ O ₃	16.94	15.06	14.86	13.03	12.94	13.95	13.75	13.25	13.20	12.77	15.08	12.18
Fe ₂ O ₃	4.08	2.94	0.51	0.71	0.44	0.45	1.54	0.02	0.68	0.48	1.00	0.60
FeO	3.56	1.94	1.95	0.30	0.78	1.59	0.73	1.80	0.92	0.37	0.22	0.18
MnO	0.16	0.10	0.09	0.01	0.01	0.06	0.03	0.07	0.13	0.00	-	-
MgO	3.79	1.57	0.34	0.05	0.07	0.53	0.16	0.27	0.13	0.19	0.07	0.04
CaO	5.97	2.46	1.68	0.08	0.81	0.70	0.06	3.16	1.50	0.56	0.46	0.15
Na ₂ O	4.25	3.87	2.73	2.45	2.22	4.09	2.49	2.70	3.00	4.31	3.78	2.74
K ₂ O	1.10	3.06	4.51	5.37	4.82	4.29	4.60	3.19	4.20	4.10	5.46	4.85
P ₂ O ₅	0.06	0.18	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.04	0.01	-	-
H ₂ O(+)	2.70	2.06	0.42	0.17	0.60	1.13	1.18	1.93	1.33	1.02	0.82	0.67
H ₂ O(-)	0.66	0.40	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	0.11	0.06	0.02	0.30	0.42
T.	99.47	99.77	99.68	99.33	99.54	99.39	99.63	99.55	99.26	100.13	99.99	99.83

SS-010・MK-002: 金井安山岩. MK-039・MK-038: 飯ノ浦流紋岩. SS-396: 白須山流紋岩. MK-006・SS-329: 木床山流紋岩. MK-021: 三原流紋岩. MK-058: 田平流紋岩. MK-009: 大井流紋岩 (村上・長谷, 1968). K-0001: 流紋岩質溶岩 (= 田平流紋岩). K-0002: 流紋岩質溶結凝灰岩の本質レンズ (= 白須山流紋岩) (神谷, 1974).
分析者: 村上允英 (SS-010), 川野昌樹 (K-0001・K-0002), 児玉守生 (その他).

第 14 表 青海累層の火山岩類の化学組成

No.	67122401	67122403	67122406	68021806	68021803	TM-D09	67080303	TM-A05	TM-B14	TM-B07	TM-H03	67102905
SiO ₂	72.42	69.52	70.26	74.53	69.75	58.75	58.94	74.05	73.26	65.20	68.76	73.91
TiO ₂	0.18	0.15	0.23	0.15	0.31	0.38	0.70	0.19	0.04	0.41	0.04	0.14
Al ₂ O ₃	13.60	14.28	14.61	12.85	14.44	18.11	18.06	12.91	13.52	15.07	14.77	12.95
Fe ₂ O ₃	0.59	0.76	1.78	1.08	1.23	1.04	1.63	1.41	0.42	1.13	0.47	1.16
FeO	1.29	1.58	0.74	0.79	1.40	5.72	3.69	0.19	0.68	3.62	1.50	0.64
MnO	0.07	0.12	0.10	0.02	0.04	0.20	0.08	0.06	0.06	0.12	0.19	0.05
MgO	0.42	0.25	0.40	0.12	0.47	2.06	1.69	0.29	0.17	0.57	0.30	0.34
CaO	1.26	2.94	2.83	0.54	2.84	6.53	3.18	0.42	1.03	3.09	1.73	0.82
Na ₂ O	3.24	3.71	4.25	3.57	3.10	3.77	2.90	3.04	3.76	3.68	5.10	3.46
K ₂ O	4.22	3.91	4.13	4.88	4.10	1.81	3.25	3.25	4.52	3.25	3.43	4.31
P ₂ O ₅	0.03	0.05	0.05	0.02	0.07	0.24	0.28	0.02	0.02	0.23	0.05	0.01
H ₂ O(+)	1.91	2.85	0.42	1.06	2.02	1.68	5.18	2.52	2.02	2.27	2.49	1.29
H ₂ O(-)	0.22	0.24	0.19	0.14	0.15	0.57	0.10	0.85	0.76	0.68	0.75	0.49
T.	99.45	100.36	99.99	99.74	99.92	100.86	99.68	99.20	100.26	99.32	99.58	99.57

67122401~68021803: 東部岩体. TM-D09~67102905: 西部岩体. 67122401・TM-D09・67080303: 下部層. 67122403・67122406・TM-A05・TM-B14・TM-B07・TM-H03: 中部層. 68021806・67102905: 上部層. 68021803: 最上部層 (山口博物館, 1975).
分析者: 本岡智毅 (TM-D09・TM-A05・TM-B14・TM-B07・TM-H03), 村上允英 (その他).

第 15 表 熊野岳累層の火山岩類の化学組成

No.	TM-C01	TM-A03	67111107	HG-305	67110403
SiO ₂	71.32	72.99	71.81	59.17	72.47
TiO ₂	0.03	0.05	0.15	0.53	0.17
Al ₂ O ₃	14.85	14.18	14.08	18.29	14.34
Fe ₂ O ₃	1.35	0.75	0.64	2.02	0.27
FeO	0.63	0.96	1.10	2.85	1.56
MnO	0.11	0.11	0.06	0.12	0.05
MgO	0.29	0.40	0.36	1.02	0.55
CaO	1.45	2.15	1.75	5.95	3.23
Na ₂ O	3.26	2.98	3.92	3.40	1.34
K ₂ O	4.34	4.04	3.62	1.65	4.10
P ₂ O ₅	0.02	0.02	0.03	0.21	0.03
H ₂ O(+)	1.73	1.27	1.70	4.05	1.05
H ₂ O(-)	0.31	0.68	0.17	0.20	0.23
T.	99.69	100.58	99.39	99.53	99.39

TM-C01・TM-A03: 下部層. 67111107・HG-305: 上部層. 67110403: 最上部層 (山口博物館, 1975).
分析者: 本岡智毅 (TM-C01・TM-A03), 村上允英 (その他).

(FeO+MgO) 図ではソレアイト系列の領域に入るものが大部分である。このことは既述のように Fe に富む単斜輝石や斜方輝石が比較的酸性の岩石においても産出する事実と関連している。このほか匹見層群産火山岩類は Fe₂O₃/FeO 比が低く、また塩基性岩においても K₂O/Na₂O 比が比較的高い特徴を有している。Fe₂O₃/FeO 比の低いことは後に述べるように鉱物晶出時における酸素分圧の低かったことと関連していると考えられるが、そのほか他の層群産火山岩類よりも変質が弱く、塩基性岩においては輝石類・角閃石、酸性岩においては黒雲母が多く残存していることにも関係があると考えられる。K₂O/Na₂O 比の高いことは塩基性岩においてもアルカリ長石の斑晶を含むことと対応している。

第16表 田万川層群田万川岩体の火山岩類の化学組成

No.	T-001	T-002	T-003	T-004	T-005	T-006	T-007	T-008
SiO ₂	54.01	58.30	63.11	64.73	66.78	68.34	72.72	68.01
TiO ₂	0.84	0.93	0.68	0.89	0.13	0.60	0.08	0.67
Al ₂ O ₃	18.31	16.75	15.25	16.29	15.04	15.41	13.54	15.30
Fe ₂ O ₃	3.69	1.90	2.28	3.68	0.99	0.85	0.79	3.00
FeO	2.81	4.90	2.40	1.15	2.39	2.45	1.35	0.24
MnO	0.09	0.21	0.17	0.12	0.09	0.14	0.95	0.10
MgO	4.28	2.19	2.01	0.95	1.68	1.04	0.47	0.59
CaO	7.07	6.72	3.93	2.21	4.21	1.57	2.20	2.23
Na ₂ O	4.29	4.14	4.58	5.72	3.83	5.98	3.86	5.22
K ₂ O	1.59	1.36	1.97	1.75	1.21	1.66	2.52	1.88
P ₂ O ₅	0.25	0.26	0.13	0.34	0.12	0.12	0.06	0.18
H ₂ O(+)	2.02	1.39	2.69	1.42	2.88	1.27	1.72	1.73
H ₂ O(-)	0.29	0.68	0.27	0.05	0.04	0.17	0.04	0.20
T.	99.54	99.73	99.47	99.30	100.09	99.60	99.40	99.32

T-001・T-002: 安山岩質溶岩, T-003~T-006: 石英安山岩質凝灰岩, T-007: 流紋石英安山岩質凝灰岩, T-008: 安山岩質脈(村上, 1973).

分析者: 村上允英

第17表 田万川層群益田岩体の火山岩類の化学組成

No.	MN-01	MN-02	MN-03	MN-04	MN-05	MN-06	MS-01	MS-02
SiO ₂	50.49	52.33	55.81	57.43	69.59	71.28	59.46	61.26
TiO ₂	1.06	0.77	1.04	0.24	0.37	0.02	1.17	0.66
Al ₂ O ₃	18.14	16.50	15.90	16.75	14.20	14.14	15.99	17.23
Fe ₂ O ₃	3.53	1.58	3.55	0.17	1.55	0.53	2.67	4.41
FeO	4.35	5.74	4.56	6.25	1.59	1.41	4.83	3.12
MnO	0.15	0.12	0.18	0.08	0.07	0.01	0.11	0.16
MgO	5.09	4.23	3.31	3.66	0.67	0.69	2.95	1.76
CaO	6.90	7.68	6.65	5.98	2.13	1.44	4.74	3.52
Na ₂ O	4.14	3.59	4.20	4.82	5.85	4.51	3.16	4.73
K ₂ O	0.74	0.95	1.44	1.33	1.84	2.70	0.81	1.21
P ₂ O ₅	0.10	0.10	0.15	0.04	0.05	0.02	0.24	0.09
H ₂ O(+)	4.10	5.56	2.77	2.67	1.55	1.68	3.14	0.94
H ₂ O(-)	0.79	0.70	n.d.	0.28	0.34	0.58	0.57	0.33
T.	99.58	99.85	99.56	99.70	99.80	99.01	99.84	99.42

Analyst: Kawada, Y. (MN-) &
Imaoka, T. (MS-)

MN-01~MN-06: 益田北岩体, MS-01・MS-02: 益田南岩体, MN-01~MN-04・MS-01~MN-02: 安山岩質溶岩, MN-05: 石英安山岩質凝灰岩, MN-06: 流紋岩質凝灰岩

分析者: 川田暢子(MN-01~MN-06), 今岡照喜(MS-01・MS-02).

第18表 田万川層群浜田・波佐岩体の火山岩類の化学組成

No.	H-001	H-002	H-003	H-004	H-005	H-006	H-007	H-008	H-009	H-010	HZ-01
SiO ₂	51.81	54.13	56.17	60.50	61.96	63.83	66.87	71.31	71.58	74.58	58.23
TiO ₂	0.84	0.96	0.72	0.65	0.59	0.48	0.12	0.24	0.29	0.06	0.85
Al ₂ O ₃	16.29	19.83	17.01	15.00	16.47	17.45	15.83	13.62	13.32	13.18	16.52
Fe ₂ O ₃	2.35	3.36	0.45	3.41	2.64	2.18	2.19	1.51	1.08	1.06	3.71
FeO	5.34	3.31	6.84	1.63	2.83	1.45	1.59	0.48	1.21	0.79	2.90
MnO	0.14	0.22	0.14	0.10	0.19	0.12	0.12	0.03	0.09	0.05	0.11
MgO	6.72	3.83	4.47	3.10	2.66	1.62	1.50	0.64	0.88	0.34	2.35
CaO	7.50	8.92	5.77	4.06	4.91	3.63	3.53	1.80	2.47	1.24	3.73
Na ₂ O	4.56	3.43	3.52	3.69	3.15	3.51	2.99	4.22	4.08	3.75	4.72
K ₂ O	0.94	0.57	1.48	2.20	0.95	2.84	1.55	3.05	2.49	3.29	1.53
P ₂ O ₅	0.25	n.d.	0.08	0.12	n.d.	n.d.	0.11	0.05	0.06	0.08	0.21
H ₂ O(+)	2.49	1.16	3.20	4.59	3.63	2.36	2.35	2.06	2.29	1.16	3.28
H ₂ O(-)	0.41	0.12	0.24	0.41	0.58	1.02	1.16	0.57	0.17	0.15	1.27
T.	99.64	99.84	100.09	99.46	100.56	100.49	99.91	99.58	100.01	99.73	99.41

H-001~H-010: 浜田岩体, HZ-01: 波佐岩体, H-001~H-003・HZ-01: 安山岩質溶岩, H-004: 石英安山岩質凝灰岩, H-005~H-007: 石英安山岩質溶結凝灰岩, H-008・H-009: 流紋岩質溶結凝灰岩, H-010: 流紋岩質溶岩

分析者: 今岡照喜

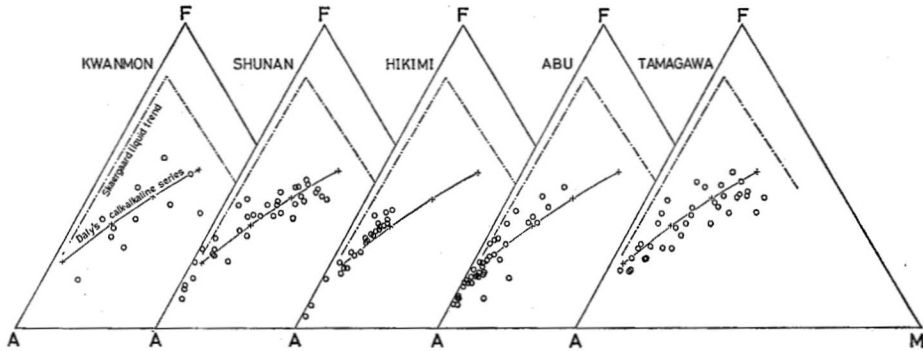
4) 阿武層群

全岩分析値を第11~15表に示す。阿武層群構成火山岩は既述のようにごく一部に安山岩質~石英安山岩質火山岩を伴う以外はほとんど流紋岩質~流紋石英安山岩質凝灰岩類よりなるが、篠目累層中には流紋岩質溶岩を伴うことがある。構成岩石は普遍的に変質をうけ、有色鉱物が新鮮なまま残存しているものはほとんど認められない。全岩組成においては匹見層群と同様に FeO_t/(FeO_t+MgO) 比が高く、SiO₂-FeO_t/(FeO_t+MgO) 図ではソレイト系の領域に入るものが大部分である。また、K₂O/

Na₂O 比も比較的高い。なお、溶岩と凝灰岩との間においてもこれらの化学性に関してはほとんど差異が認められない。

5) 田万川層群

第16~18表に田万川陥没体およびこれに対比される益田・浜田・波佐陥没体産火山岩類の化学組成を示す。これらの表より明らかなように田万川層群産火山岩類は他の火山岩層産火山岩類に比べて K₂O/Na₂O 比が低く、むしろ“グリーン・タフ”の火山岩類に類似している(今岡・村上, 1979)。田万川層群産火山岩類は一般に変質



第2図 火山岩類のA-F-M図

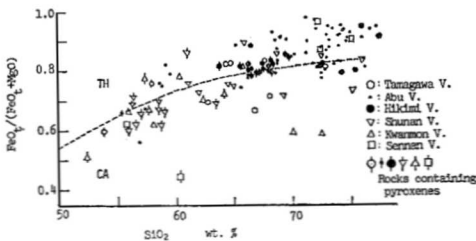
が著しく、安山岩中の輝石を除いて有色鉱物で残存しているものはほとんど認められない。然し、石英安山岩質～流紋岩質岩石においてもアルカリ長石斑晶を含まないことから、上記の化学組成の特徴は必ずしも変質作用の影響のみによるものとは考えられない。このほか田万川層群産火山岩類は他の火山岩層産火山岩類に比べて Fe_2O_3/FeO 比が比較的高く、また $FeO_t/(FeO_t+MgO)$ 比は逆にやや低い傾向を有している。

4. 火山岩類の化学組成に関する2,3の問題

上記のように中国西部の後期中生代～古第三紀火山岩層の構成岩はすべて安山岩質～流紋岩質岩石のみで、構成岩の量比には差があるが岩系の上には大差は認められない。然し化学組成の上では以下述べるように火山岩層間において多少の差異が存在する。

1) A-F-M 図 (第2図)

火山岩類はどの岩層中のものも Daly (1933) によるカルク・アルカリ岩系列の岩石の平均値を連ねる線にそってプロットされる。然し、細かくみれば匹見層群および

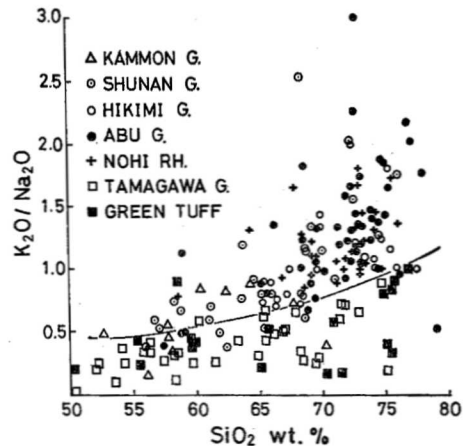


第3図 火山岩類の SiO_2 と $FeO_t/(FeO_t+MgO)$ 比との関係
CA: カルク・アルカリ岩系列, TH: ソレイト系列 (Miyashiro, 1974 による)

阿武層群の構成岩は他の層群の構成岩よりも全体としてやや FeO に富む傾向を有する。

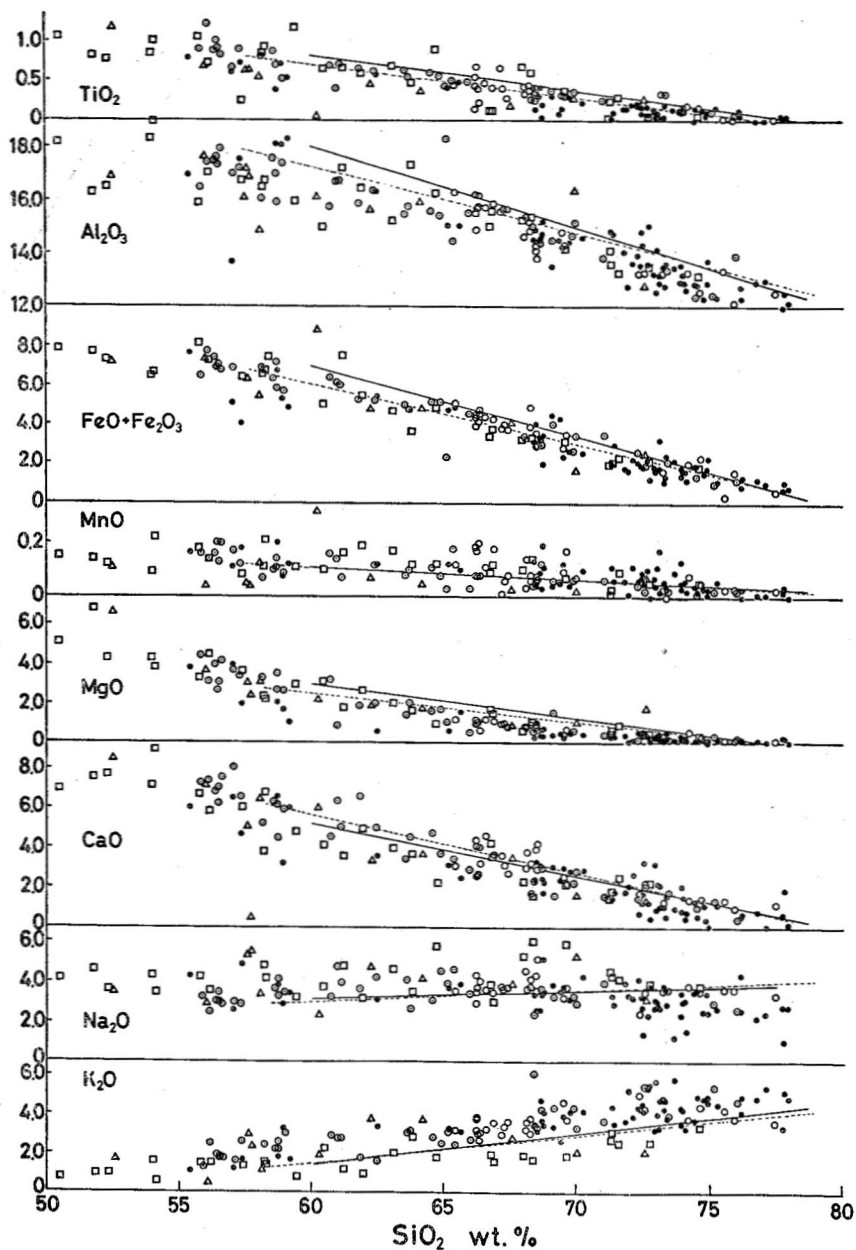
2) $SiO_2-FeO_t/(FeO_t+MgO)$ 図 (第3図)

第3図は Miyashiro (1974) による $FeO_t/MgO-SiO_2$ 図より導かれたもので、図中の境界線より上位はソレイト系、下位はカルク・アルカリ岩系の領域を示す。A-F-M 図における指摘どおりに、匹見・阿武層群の火山岩類は大部分がソレイト系の領域内にプロットされる。これに対し、関門・周南・田万川の各層群中の火山岩類にはソレイト系の領域にプロットされるものが少ない。



第4図 火山岩類の SiO_2-K_2O/Na_2O 図

図中の実線は後期中生代火山岩類と第三紀火山岩類との大略の境界を示す。Mukae (1958) による山陰グリーン・タフ構成岩および濃飛流紋岩のデータ (山田ほか, 1971) をも併せ示している。

第5図 火山岩類の SiO_2 -酸化物図

点線は Aramaki & Nozawa (1972) による日本産花崗岩類の平均化学組成を連ねる線、その他の記号は第4図に同じ。

3) SiO_2 - $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 図 (第4図)

既に述べたように、田万川層群産火山岩類は他の火山岩層中の岩石に比べ、塩基性岩から酸性岩のすべての岩型にわたって $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比が小さく、中新世の“グリ

ーン・タフ”火山岩類に似る。その他の火山岩類間ではこの比に関してとくに大きい差異は認められない。

4) SiO_2 -酸化物図 (第5図)

TiO_2 , Al_2O_3 , $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$, MnO , MgO , CaO , Na_2O ,

K₂O の各々について SiO₂ との相関を検討した。比較的明瞭な特徴は田万川層群の火山岩類に認められ、他の火山岩類に比べ K₂O に乏しく Na₂O に富む。また顕著ではないが、阿武層群火山岩類は K₂O にやや富み Na₂O・CaO にやや乏しいものが多い。なお第5図には Aramaki & Nozawa (1972), Aramaki *et al.* (1978) による日本産花崗岩類平均化学組成のトレンドを併せ示している。図より明らかなように花崗岩類とこの論文の火山岩類の間には主化学組成の上においてかなり明瞭な差が存在する。すなわち、火山岩類は花崗岩類よりも TiO₂, Al₂O₃, FeO+Fe₂O₃, MgO に乏しく、CaO にもまた SiO₂ 70% 以上では Na₂O にも乏しい傾向が認められる。

一方、K₂O, Na₂O に関しては逆に花崗岩類の方が乏しく、SiO₂ 70% 以下では Na₂O に関しても類似の傾向が認められる。Aramaki & Nozawa, Aramaki *et al.* (1978) により集められた花崗岩類の化学分析値のうち、後期中生代～古第三紀花崗岩類の占める割合は相当に高いと思われるが、同一時代の深成岩類と火山岩類との比較ではない。第6図および第7図は中国地方産後期中生代深成岩類と同時期の火山岩類の化学組成とを併せ示したものである。火山岩類は深成岩類に比べ明らかに Or に富み、深成岩類は逆に火山岩類よりも Ab に富む。このような火山岩類と深成岩類との間における K₂O(Or), Na₂O(Ab) の差異がマグマの組成の差を示すものか、火山岩における Na₂O の溶脱 (Aramaki & Lipman, 1964; Jezek, 1978) に関係しているのか、その他の原因によるものか今の所明らかでない。

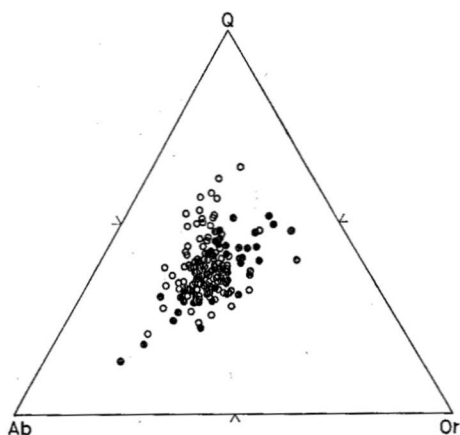
5) 火山岩中の含有鉱物の化学組成

火山岩層中の火山岩類は一般に変質が著しく、有色鉱物で新鮮なまま残存しているものは輝石類を除くときわめて少ない。とくに黒雲母は匹見層群中の火山岩を除くと新鮮なものはほとんど認められない。

(a) 輝石類 (第19・20表, 第8図)

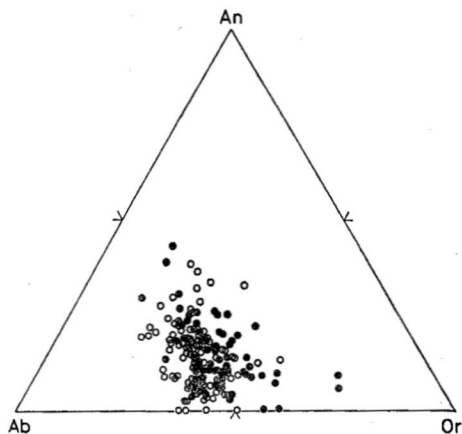
もっとも保存の良い有色鉱物であるが、これを含む岩石の化学組成は層群によりかなり異なる。全岩の SiO₂ 量との関係を見ると、田万川層群ではほぼ SiO₂ 60% 以下の火山岩にのみ輝石 (大部分単斜輝石) の含まれるのに対し、関門・周南両層群では SiO₂ 65% 以下の火山岩に含有 (ほとんど単斜輝石) が認められ、匹見層群ではほぼ SiO₂ 65~70% の火山岩に普遍的に輝石 (斜方輝石+単斜輝石) の含有が知られている。このような性状の差は岩石の変質にも関係があると考えられるが、変質した有色鉱物の輪廓などから判断しても、上記の全岩組成と輝石の含有との関係はほぼ正しいように思われる。したがって輝石類を産する火山岩のうちもっとも酸性なものは匹見層群の火山岩である。

次に輝石類の化学組成について検討してみよう。単斜輝石ではもっとも Fe に富むのは匹見層群火山岩中のもので、augite から ferro-augite にわたる化学組成を有し組成の範囲も広い。進化のトレンドは Skaergaard 斑れい岩のトレンド (Brown, 1957; Brown & Vincent, 1963; Nwe, 1975) よりも Ca 寄りであり、Carmichael (1960・1963・1967) の記載している British & Icelandic acid glass や, Shimazu & Takano (1977) により記載されている津川一見地域の中新世真珠岩 (いずれもソレアイト系火山岩類) に類似している。田万川層群の火山岩類中のものは第8図のとおり、匹見層群産のものに比べて



第6図 Q-Ab-Or 図

白丸: 後期中生代深成岩類, 黒丸: 後期中生代火山岩類



第7図 Ab-Or-An 図

記号は第6図に同じ。

第19表 単斜輝石の化学組成

No. は第 6~18 表中のものに対応。

No.	CH-106	CH-106*CH-108	CH-110	H-S002	YN-001	H-S006	H-S007	S-0010	H-S011	S-0012	IK-001	Z-S740	Z-S834	K-0003	NT-157
SiO ₂	51.47	51.81	51.59	51.88	51.10	51.38	51.22	50.78	50.00	51.30	50.72	51.22	50.75	50.67	51.72
TiO ₂	0.62	0.08	0.43	0.32	0.20	0.48	0.68	0.62	0.74	0.53	0.44	0.62	0.53	0.63	0.32
Al ₂ O ₃	3.36	2.87	2.48	3.33	0.91	1.20	1.47	2.05	2.49	1.65	1.11	1.72	1.86	1.82	1.42
Cr ₂ O ₃	0.59	0.08	0.18	0.91	n.d.	n.d.	0.07	n.d.	n.d.	n.d.	0.13	n.d.	0.09	0.08	0.11
FeO*	6.97	7.77	7.54	4.66	10.86	14.90	10.83	9.77	11.83	9.74	14.54	12.97	12.39	11.62	14.51
MnO	0.22	0.26	0.34	0.08	0.45	0.47	0.29	0.43	0.20	0.40	0.46	0.46	0.43	0.48	0.46
MgO	18.19	18.03	15.22	16.98	15.39	11.89	15.08	15.68	14.53	15.66	13.24	13.16	13.81	14.76	12.48
CaO	18.44	18.20	21.47	22.37	21.09	19.32	20.61	19.62	19.53	19.94	19.62	19.45	19.78	19.63	18.96
Na ₂ O	0.48	0.36	0.41	0.21	0.25	0.22	0.31	0.28	0.51	0.29	0.06	0.25	0.27	0.46	0.25
K ₂ O	n.d.	n.d.	0.01	n.d.	n.d.	0.00	n.d.	0.01	n.d.	0.01	n.d.	0.00	n.d.	0.00	n.d.
Total	100.34	99.46	99.67	100.74	100.25	99.86	100.56	99.24	99.83	99.52	100.32	99.85	99.91	100.15	100.23
Numbers of cations on the basis of 6 oxygens															
Si _{IV}	1.885	1.914	1.921	1.890	1.924	1.962	1.917	1.912	1.891	1.926	1.931	1.941	1.922	1.911	1.961
Al _{IV}	0.115	0.086	0.079	0.110	0.040	0.038	0.065	0.088	0.109	0.073	0.050	0.059	0.078	0.081	0.039
Al _{VI}	0.030	0.039	0.030	0.033	-	0.016	-	0.003	0.002	-	-	0.018	0.005	-	0.025
Ti	0.017	0.002	0.012	0.009	0.005	0.014	0.019	0.017	0.021	0.015	0.013	0.018	0.015	0.018	0.009
Cr	0.017	0.002	0.005	0.026	-	-	0.002	-	-	-	0.004	-	0.003	0.002	0.003
Fe	0.213	0.240	0.235	0.142	0.342	0.476	0.359	0.308	0.374	0.306	0.463	0.411	0.392	0.365	0.460
Mn	0.007	0.008	0.011	0.003	0.014	0.015	0.009	0.014	0.006	0.013	0.015	0.015	0.014	0.015	0.015
Mg	0.933	0.993	0.845	0.922	0.863	0.677	0.841	0.880	0.819	0.876	0.751	0.743	0.719	0.829	0.705
Ca	0.723	0.721	0.857	0.873	0.851	0.791	0.826	0.792	0.791	0.802	0.801	0.790	0.802	0.791	0.770
Na	0.034	0.026	0.029	0.015	0.018	0.016	0.023	0.021	0.038	0.021	0.004	0.018	0.020	0.034	0.018
K	-	-	0.000	-	-	0.000	-	0.001	-	0.001	-	0.000	-	0.000	-
Ca	37.3	36.8	44.0	45.0	41.1	40.4	41.0	39.7	39.7	40.1	39.5	40.3	40.4	39.5	39.5
Mg	51.3	50.6	43.4	47.5	41.7	34.5	41.7	44.1	41.2	43.9	37.0	37.9	39.2	41.5	36.1
Fe**	11.4	12.6	12.6	7.5	17.2	25.1	17.3	16.2	19.1	16.0	23.5	21.8	20.4	19.0	24.4

No.	NT-236	NT-620	NT-303	NT-502	NT-103	NT-706	SS-010	MS-02	MS-01	H-001	H-003	H-002	T-001	T-002	HZ-01
SiO ₂	51.17	49.71	50.19	50.81	50.52	51.38	51.18	50.84	52.52	51.98	52.15	51.74	51.26	51.62	52.01
TiO ₂	0.10	0.17	0.08	0.16	0.13	0.20	0.57	0.49	0.40	0.40	0.47	0.54	0.54	0.53	0.75
Al ₂ O ₃	0.47	0.79	0.46	0.64	0.60	0.71	1.49	2.57	1.50	2.56	2.81	2.76	1.69	2.19	2.23
Cr ₂ O ₃	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.17	0.27	0.09	n.d.	n.d.	n.d.
FeO*	19.02	19.46	19.09	20.79	20.54	16.97	12.89	7.78	9.73	7.03	6.26	7.79	10.63	10.01	9.65
MnO	1.27	0.58	0.88	0.74	0.66	0.50	0.38	0.38	0.40	0.26	0.24	0.28	0.54	0.50	0.51
MgO	8.76	9.02	8.40	6.91	7.96	10.14	13.57	15.76	15.19	15.89	16.13	15.03	15.52	14.65	14.51
CaO	20.05	19.34	20.15	19.75	20.32	20.28	19.54	21.11	19.36	21.47	22.18	21.54	19.95	20.53	20.26
Na ₂ O	0.13	0.26	0.16	0.23	0.21	0.19	0.18	0.36	0.37	0.25	0.26	0.28	0.31	0.37	0.33
K ₂ O	0.00	0.05	n.d.	0.03	n.d.	n.d.	0.00	0.04	0.00	n.d.	0.00	n.d.	0.00	0.00	n.d.
Total	100.97	99.38	99.41	100.06	100.97	100.37	99.80	99.41	99.56	100.01	100.70	99.98	100.44	100.40	100.25
Numbers of cations on the basis of 6 oxygens															
Si _{IV}	1.981	1.959	1.979	1.998	1.971	1.978	1.941	1.902	1.963	1.922	1.913	1.921	1.918	1.926	1.937
Al _{IV}	0.019	0.037	0.021	0.002	0.028	0.022	0.059	0.098	0.037	0.078	0.087	0.079	0.074	0.074	0.063
Al _{VI}	0.003	-	-	0.028	-	0.010	0.008	0.015	0.029	0.034	0.034	0.042	-	0.022	0.035
Ti	0.003	0.005	0.002	0.005	0.004	0.006	0.016	0.016	0.014	0.011	0.011	0.013	0.015	0.015	0.021
Cr	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-	0.005	0.008	0.003	-	-	-
Fe	0.616	0.641	0.627	0.681	0.668	0.545	0.407	0.243	0.303	0.217	0.192	0.241	0.331	0.311	0.299
Mn	0.042	0.019	0.029	0.025	0.022	0.016	0.012	0.012	0.013	0.008	0.007	0.009	0.017	0.016	0.016
Mg	0.505	0.530	0.493	0.404	0.462	0.581	0.766	0.878	0.845	0.875	0.881	0.831	0.865	0.814	0.804
Ca	0.832	0.816	0.850	0.830	0.848	0.835	0.793	0.846	0.774	0.849	0.870	0.856	0.799	0.807	0.807
Na	0.009	0.020	0.012	0.017	0.016	0.014	0.013	0.026	0.027	0.018	0.018	0.021	0.022	0.027	0.024
K	0.000	0.003	-	0.002	-	-	0.000	0.002	0.000	-	0.000	-	0.000	0.000	-
Ca	41.7	40.7	42.5	42.8	42.4	42.2	40.1	42.7	40.0	43.6	44.6	42.9	39.7	41.8	43.9
Mg	25.3	26.4	24.7	20.8	23.1	29.4	38.7	44.4	43.7	44.9	45.2	44.2	43.0	41.5	41.7
Fe**	33.0	32.9	32.8	36.4	34.5	28.4	21.2	12.9	16.3	11.5	10.2	12.9	17.3	16.7	16.4

FeO*: Total Fe as FeO,
 Fe**: Fe + Mn,
 CH-106*: Cpx. of groundmass

Analyst: T. Imaoka

著しく Mg に富み, diopside-salite に近い magnesian augite の組成を示す。周南層群中ものは田万川層群産のものに比べ Fe に富み, 匹見層群産単斜輝石との中間位置にプロットされる。ここで注目に値するのは関門層群産安山岩中の単斜輝石で, 著しく Mg に富み endiopside あるいは endiopside に近い augite に属する。このように後期中生代火山岩層では関門層群から周南層群, 匹見層群と時代が新しくなるにつれて含有輝石の組成が次第に Fe に富んでゆく事実が認められる。なお, 関門層群産単斜輝石に類似のものは最近泉南層群 (山田・村上, 1978) から, 濃飛流紋岩中の安山岩 (原山, 1978) から報告されている。斜方輝石は現在の所匹見層群のものだけが分析されている。第 8 図のとおり成分の範囲

が比較的広いことと hypersthene から eulite に及ぶ Fe に富む化学組成を有することが特徴である。

(b) 角閃石 (第 21 表・第 9 図)

角閃石は一般に変質をうけやすく残存する岩石の少ないため, 田万川層群, 周南層群および匹見層群の火山岩産の数個のみについて分析が行われた。前者は深成岩類の場合 (Murakami, 1969) と同様に Fe/(Fe+Mg) 比が低く (0.55~0.60) Al に乏しいのに対し, 後者は Fe/(Fe+Mg) 比が高く (0.75~0.80) Al に富む。

(c) 黒雲母 (第 22 表)

黒雲母はほとんど緑泥石化し比較的新鮮なものが匹見層群の火山岩に含まれるのみである。これらはいずれも

第 20 表 斜方輝石の化学組成
No. は第 10 表中のものに対応

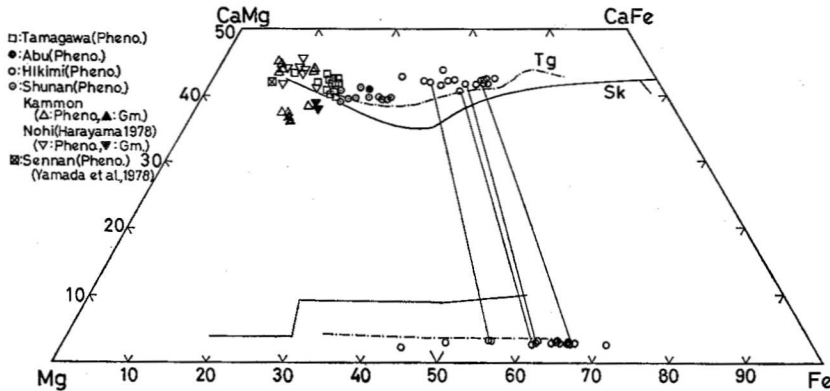
No.	NT-103	NT-236	HM-351	NT-474	NT-620	NT-706	NT-953
SiO ₂	48.73	48.85	49.78	48.28	49.25	49.57	50.02
TiO ₂	0.13	0.28	0.19	0.16	0.17	0.38	0.23
Al ₂ O ₃	0.35	0.73	0.47	0.38	0.38	0.88	0.70
Cr ₂ O ₃	n.d.	0.05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
FeO*	38.27	35.13	36.69	40.03	36.04	32.35	30.88
MnO	1.10	0.92	1.10	1.48	1.02	0.85	0.90
MgO	10.57	11.85	10.80	9.10	12.47	14.07	15.12
CaO	1.37	1.29	1.49	1.36	1.35	1.66	1.24
Na ₂ O	0.03	0.03	0.07	0.08	0.05	0.05	0.05
K ₂ O	0.00	n.d.	0.00	0.02	0.05	0.00	0.00
Total	100.55	99.13	100.59	100.89	100.78	99.81	99.14
Numbers of cations on the basis of 6 oxygens							
Si ^{IV}	1.971	1.973	1.991	1.968	1.963	1.960	1.975
Al ^{IV}	0.017	0.027	0.009	0.018	0.018	0.040	0.025
Al ^{VI}	-	0.008	0.013	-	-	0.001	0.007
Ti	0.004	0.008	0.006	0.005	0.005	0.011	0.007
Cr	-	0.002	-	-	-	-	-
Fe	1.290	1.183	1.227	1.360	1.201	1.066	1.016
Mn	0.038	0.032	0.037	0.051	0.034	0.029	0.030
Mg	0.636	0.712	0.643	0.553	0.740	0.828	0.889
Ca	0.059	0.056	0.064	0.060	0.058	0.070	0.052
Na	0.003	0.003	0.005	0.006	0.004	0.004	0.004
K	0.000	-	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000
Ca	2.9	2.8	3.2	3.0	2.9	3.5	2.6
Mg	31.4	35.9	32.7	27.3	36.4	41.6	44.7
Fe**	65.7	61.3	64.1	69.7	60.7	54.9	52.7

FeO*: Total Fe as FeO, Fe**: Fe + Mn
Analyst: T. Imaoka

Fe/(Fe+Mg) 比が高く (0.65~0.82), 山陽帯花崗岩中の黒雲母に類似している (今岡・村上, 1979)。

6) 全岩と有色鉱物との間における FeO_T/(FeO_T+MgO) 比の比較

第 10 図は火山岩中の有色鉱物の FeO_T/(FeO_T+MgO) と全岩の FeO_T/(FeO_T+MgO) との比と全岩の SiO₂ との関係を示す。この比の高いことは岩石中の Fe および Mg の大部分がこれらの有色鉱物の成分として用いられていることを示し、比の低いことはこれらの有色鉱物以外にかなりの量の Fe に富む鉱物の存在することを物語っている。鏡下の観察ではこの Fe に富む鉱物の大部分は鉄鉱物と考えられる (このほか、緑泥石、バスタイトなども含まれるが一般にその量は少ない) ので、上記の比は岩石の酸化比の高低と関係していると考えられる。すなわち、この比の高い岩石は一般に酸化比が低く、逆に低いものは酸化比が高い。さて、第 10 図のとおり、

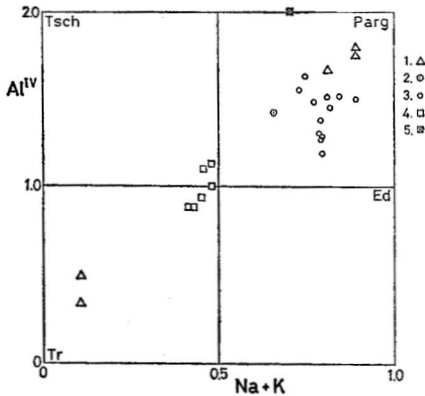


第 8 図 輝石類の Ca-Mg-Fe 図

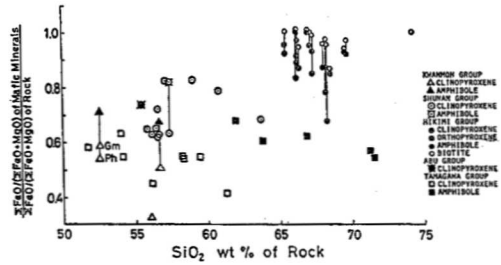
第 21 表 角閃石の化学組成
No. は第 6~18 表中のものに対応

No.	CH-106	CH-108	H-S002	NT-102	NT-103	NT-236	NT-474	NT-502	NT-546	NT-610	H-005	H-006	H-007	H-008	H-009
SiO ₂	54.34	41.82	44.45	42.08	42.23	42.57	41.76	40.15	45.29	42.97	49.08	47.35	47.81	49.12	46.97
TiO ₂	0.13	2.08	2.07	2.13	1.78	1.59	1.98	2.00	0.83	1.69	1.22	1.18	1.31	1.28	1.24
Al ₂ O ₃	1.87	12.17	8.44	8.17	7.90	7.53	8.03	8.57	6.91	7.92	7.06	6.40	6.74	6.01	6.58
FeO*	10.29	13.16	15.78	25.72	25.77	26.78	24.36	26.68	22.20	25.78	12.15	12.20	12.50	12.16	11.70
MnO	0.29	0.28	0.29	0.63	0.63	0.71	0.46	0.64	0.48	0.64	0.32	0.69	0.66	0.60	0.62
MgO	17.95	13.25	13.80	6.17	6.18	5.77	7.06	6.16	9.11	5.94	14.80	17.38	16.03	16.35	18.61
CaO	11.87	11.86	11.42	10.69	10.32	10.04	10.46	10.31	10.58	10.09	11.04	10.96	11.13	10.80	10.81
Na ₂ O	0.38	2.51	1.60	2.02	1.82	1.95	2.07	1.70	1.69	1.95	1.54	1.39	1.44	1.25	1.40
K ₂ O	0.11	0.88	1.03	0.95	1.03	0.98	1.23	1.05	1.05	1.00	0.35	0.34	0.40	0.34	0.40
Total	97.23	98.07	98.88	98.56	97.66	97.92	97.41	97.26	98.14	97.98	97.56	97.89	98.02	97.91	98.33
Numbers of cations on the basis of 23 oxygens															
Si ^{IV}	7.767	6.203	6.580	6.584	6.659	6.720	6.585	6.427	6.940	6.734	7.123	6.903	6.961	7.118	6.808
Al ^{IV}	0.233	1.797	1.420	1.416	1.341	1.280	1.415	1.573	1.060	1.266	0.877	1.097	1.039	0.882	1.125
Al ^{VI}	0.081	0.331	0.053	0.090	0.127	0.121	0.076	0.040	0.185	0.196	0.330	0.003	0.115	0.142	-
Ti	0.014	0.232	0.230	0.250	0.211	0.189	0.234	0.240	0.095	0.200	0.134	0.130	0.151	0.139	0.135
Fe	1.229	1.633	1.953	3.358	3.397	3.535	3.202	3.559	2.835	3.379	1.474	1.487	1.516	1.469	1.418
Mn	0.035	0.036	0.036	0.084	0.084	0.094	0.062	0.086	0.062	0.085	0.039	0.085	0.081	0.074	0.077
Mg	3.822	2.929	3.044	1.439	1.452	1.356	1.657	1.468	2.078	1.386	3.200	3.775	3.474	3.528	4.020
Ca	1.817	1.884	1.812	1.791	1.743	1.699	1.765	1.764	1.735	1.693	1.716	1.711	1.733	1.674	1.678
Na	0.105	0.723	0.459	0.613	0.557	0.598	0.633	0.526	0.502	0.591	0.433	0.392	0.406	0.350	0.395
K	0.021	0.167	0.194	0.190	0.207	0.198	0.248	0.214	0.204	0.199	0.065	0.063	0.074	0.062	0.073
mg**	0.751	0.637	0.605	0.295	0.294	0.272	0.337	0.287	0.418	0.286	0.679	0.706	0.685	0.696	0.729

FeO*: Total Fe as FeO, mg**=Mg/Mg+Fe+Mn
Analyst: T. Imaoka



第9図 角閃石の Al^{IV}-(Na+K) 図
 1: 関門層群火山岩類, 2: 周南層群火山岩類,
 3: 匹見層群火山岩類, 4: 田万川層群火山岩類,
 5: 泉南層群火山岩類 (山田直利・村上允英,
 未公表データ)



第10図 火山岩の SiO₂ と {含有有色鉱物の FeO/(FeO + MgO)} / {全岩の FeO/(FeO + MgO)} 比との関係

第22表 黒雲母の化学組成

No. は第10表中のものに対応

No.	NT-234	NT-102	NT-157	NT-474	HM-351	NT-546	NT-610	NT-620	NT-303	NT-502	NT-103	NT-706	NT-953
SiO ₂	35.35	35.16	36.32	35.10	35.41	37.49	35.44	36.52	34.97	34.34	35.21	35.28	35.12
TiO ₂	3.76	4.56	3.99	5.10	5.15	3.74	4.39	3.54	5.75	5.40	4.96	4.55	2.63
Al ₂ O ₃	12.25	13.27	12.03	12.37	12.54	12.50	13.26	12.00	12.32	13.56	12.68	12.07	13.31
FeO*	27.65	27.75	26.88	28.19	28.91	26.53	28.01	27.39	25.47	27.19	27.40	25.79	23.82
MnO	0.41	0.44	0.36	0.34	0.34	0.38	0.42	0.33	0.36	0.49	0.54	0.31	0.29
MgO	6.77	6.16	6.90	6.36	6.00	7.63	6.10	7.07	8.17	6.67	6.08	7.27	11.11
CaO	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.05	0.03	0.06	0.05	0.04	0.00	0.02	0.10
Na ₂ O	0.14	0.07	0.11	0.17	0.16	0.20	0.08	0.05	0.14	0.11	0.13	0.15	0.14
K ₂ O	8.94	8.99	9.08	8.72	8.77	9.00	9.08	8.64	8.66	8.70	9.06	9.23	8.78
Total	95.28	96.43	95.69	96.36	97.30	97.52	96.81	95.60	95.89	96.50	96.06	94.67	95.30
Numbers of cations on the basis of 22 oxygens													
Si	5.660	5.556	5.753	5.563	5.569	5.791	5.582	5.783	5.507	5.414	5.588	5.653	5.514
Al ^{IV}	2.311	2.444	2.245	2.310	2.323	2.209	2.418	2.217	2.283	2.519	2.372	2.275	2.458
Al ^{VI}	-	0.027	-	-	-	0.063	0.043	0.024	-	-	-	-	-
Ti	0.453	0.542	0.475	0.607	0.609	0.434	0.519	0.422	0.680	0.640	0.592	0.547	0.309
Fe	3.701	3.667	3.560	3.736	3.801	3.415	3.688	3.627	3.343	3.584	3.636	3.443	3.116
Mn	0.056	0.059	0.049	0.046	0.045	0.049	0.056	0.044	0.048	0.065	0.072	0.042	0.039
Mg	1.615	1.450	1.628	1.501	1.405	1.756	1.431	1.668	1.915	1.566	1.437	1.735	2.597
Ca	0.002	0.005	0.004	0.002	0.004	0.009	0.005	0.010	0.008	0.007	0.000	0.004	0.018
Na	0.043	0.021	0.033	0.051	0.049	0.059	0.025	0.014	0.043	0.034	0.040	0.046	0.042
K	1.825	1.812	1.834	1.762	1.759	1.772	1.824	1.745	1.737	1.749	1.834	1.883	1.755
mg	0.301	0.280	0.311	0.284	0.268	0.336	0.277	0.312	0.361	0.300	0.279	0.332	0.451

FeO*: Total Fe as FeO.

Analyst: T.Imaoka.

この比のもっとも高いのは匹見層群の火山岩類で、もっとも低いのは関門層群の火山岩類と田万川層群の火山岩類である。周南層群と阿武層群の火山岩類については分析数の少ないため確実性に乏しいが、両者の中間程度比を示すようである。したがって、分析に用いた岩石に関する限りでは、関門層群と田万川層群産火山岩類はもっとも高酸素分圧下において形成され、匹見層群産火山岩類はもっとも低酸素分圧下において形成されたと考えら

れる。既述の火山岩層による輝石の化学組成の差もこの酸素分圧の差に関係している可能性がある。もしこの考え方が正しいならば、後期中生代における火山岩の形成は関門層群→周南層群→匹見層群と酸素分圧の次第に低下する条件下において行なわれたことになる。この傾向は含有する鉄鉱物が関門層群産安山岩中の磁鉄鉱から匹見層群産火山岩中のイルメナイトに変化し、周南層群の火山岩中に両者が共存することからも推論される(今

岡・村上, 1979)。しかし, 匹見層群と阿武層群とでは含有鉄鉱物は同じくイルメナイトであるのに変質の程度はまったく異なり, 後者において著しい。この事実は後期中性代における火山岩の形成が酸素分圧以外の要因(例えば蒸気圧)にも関連している可能性を示しているように考えられる。

5. おわりに

上述のように, 西南日本内帯に広大な分布をする後期中性代～古第三紀火山岩類は時代により構成岩石の量比, 化学組成, 形成時の酸素分圧などに差を有している。とくに後期中性代火山岩層と古第三紀火山岩層との間における酸素分圧の差は随伴する深成岩類相互間にも認められ注目される。また後期中性代火山岩層については時代の新しくなるにつれて含有輝石の $Fe/(Fe+Mg)$ 比が次第に高くなると共に, 形成時の酸素分圧は次第に低くなる傾向を示している。このような傾向が何に原因するかは今後の問題として残されている。また, 同時代の関連する深成岩と火山岩との間における化学組成の差も今後に残された重要問題の1つであろう。稿を終るにあたり, 筆者の1人今岡は広島大学理学部小島丈児教授に御指導・御助言をいただいた。また, EPMA分析にあたり同大学理学部南朝生技官に御世話になった。記して感謝の意を表する。

文 献

- Aramaki, S. and Lipman, P.W. (1964), Possible leaching of Na_2O during hydration of volcanic glasses. *Proc. Japan Acad.*, **41**, 467-470.
- Aramaki, S., Nozawa, T. and Hirayama, K. (1972), Chemical composition of Japanese granites. Part 2. Variation trends and average composition of 1200 analyses. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **78**, 39-49.
- 荒牧重雄・野沢 保 (1974), 日本の花崗岩類の主要成分の trend surface analyses. GDP マグマ発生の時間的・空間的分析 (荒牧重雄篇), **2**, 45-49.
- Aramaki, S. and Nozawa, T. (1978), A reference book of chemical data for Japanese granites. Contribution from Geodynamics Project of Japan, 78-1.
- Brown, G.M. (1957), Pyroxenes from early and middle stages of fractionation of the Skaergaard intrusion, East Greenland. *Mineral. Mag.*, **31**, 511-543.
- Brown, G.M. and Vincent, E.A. (1963), Pyroxenes from late stages of fractionation of the Skaergaard intrusion, East Greenland. *Jour. Petrol.*, **4**, 175-197.
- Carmichael, I.S.E. (1960), The pyroxenes and olivines from some Tertiary acid glasses. *Jour. Petrol.*, **1**, 309-336.
- Carmichael, I.S.E. (1963), The occurrence of magnesian pyroxenes and magnetite in porphyritic acid glasses. *Mineral. Mag.*, **33**, 394-403.
- Carmichael, I.S.E. (1967), The iron-titanium oxides of salic volcanic rocks and their associated ferromagnesian silicates. *Contr. Mineral. Petrol.*, **14**, 36-64.
- Daly, R.A. (1933), *Igneous rocks and the depths of the earth*. McGraw Hill.
- 原山 智 (1978), 濃飛流紋岩中の玄武岩質安山岩自破砕溶岩より見いだされた chromian endiopside. 三鉱学会昭和53年秋季講演会講演要旨集, 10.
- 長谷 晃 (1958), 西中国・北九州の後期中性界の層序と構造. 広大地学研究報告, **6**, 1-50.
- Hase, A. (1960), The late Mesozoic formations and their molluscan fossils in West Chugoku and North Kyushu. *Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser. C*, **3**, 281-342.
- 今岡照喜, 松久幸敬, 村上允英 (1977), 島根県雲城花崗岩類の化学組成と酸素同位体について. 日本地質学会第84年学術大会講演要旨集, 77.
- 今岡照喜, 村上允英 (1979), 西中国地域の後期中性代～古第三紀火山岩類の岩石化学. 地質学論集, **17**, 259-272.
- Ishihara, S. (1971), Modal and chemical composition of the granitic rocks related to the major molybdenum and tungsten deposits in the inner side of Southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **81**, 365-371.
- Jezek, P.A. (1978), Natural hydration and ion exchange of obsidian: an electron microprobe study. *Am. Mineral.*, **63**, 266-273.
- 神谷雅晴 (1974), 山口県阿武地域白亜系の層序および地質構造—阿武地区ろう石鉱床の研究. その1. 地調月報, **25**, 105-118.
- 杵掛俊夫, 白川頼子・先山 徹・岩井秀治 (1979), 東中国における花崗岩類の主化学組成. 地質学論集, **17**, 71-84.
- Matsuhisa, Y., Imaoka, T. and Murakami, N. (1978), Geothermal activity indicated by oxygen and hydrogen isotopes of rocks from a Paleogene cauldron, Southwest Japan. *Short. Pap. 4 Inter. Conf. Geochr. Cosmochr. Isot. Geol.*, 276-278.
- Matsumoto, T. (1954), The Cretaceous system in the Japanese Islands. *Japan Soc. Prom. Sci. Res., Tokyo*, 1-242.
- Miyashiro, A. (1974), Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *Am. Jour. Sci.*, **274**, 321-355.
- Mukae, M. (1958), Volcanostratigraphical study on the Miocene volcanism in the Shimane Prefecture, Japan. *Jour. Sci. Hiroshima Univ., C*, **2**, 129-172.

- Murakami, N. (1969), Two contrastive trends of evolution of biotites in granitic rocks. *Jour. Japan. Assoc. Min. Pet. Econ. Geol.*, **62**, 223-248.
- 村上允英 (1973), 古第三紀田万川陥没体の形成機構に関する一考察. 地質学論集, **9**, 93-105.
- 村上允英 (1974), 西南日本内帯における後期中世代～古第三紀酸性火成岩類の進入と構造との関係—とくに西中国を例にして. 地研専報, **18**, 9-31.
- Murakami, N. (1974), Some problems concerning late Mesozoic to early Tertiary igneous activity on the inner side of Southwest Japan. *Pacific Geol.*, **64**, 73-94.
- Murakami, N. and Matsusato, H. (1970), Intrusive volcanic breccias in the late Mesozoic Zenjojiyama formation in western Chugoku and their possible relevance to the formation of cauldron structure. *Jour. Japan. Assoc. Min. Pet. Econ. Geol.*, **64**, 75-94.
- 西野英之, 村上允英 (1965), 中国西部における後期中生代酸性岩類の火山層序学的研究 (I). 山口大理科報告, **15**, 9-19.
- Nwe, Y.Y. (1975), Two different pyroxene crystallization trends in the trough bands of the Skaergaard intrusion, East Greenland. *Contr. Mineral. Petrol.*, **49**, 285-300.
- 応地善雄 (1952), 関門地域の中生代凝灰岩質岩石について. 第1報・第2報, 岩鉱, **36**, 7-18 & 59-64.
- 西南日本内帯後期中生代火成活動研究グループ (1967), 西南日本内帯における後期中生代の火成活動と構造発達史. 地研専報, **13**, 1-50.
- 柴田秀賢 (1968), 日本岩石誌 III. 火山岩. 朝倉書店.
- Shimazu, M. and Takano, M. (1970), Ca-Fe-rich pyroxenes in Miocene perlites from the Tsugawa and Tadami areas, Northwest Japan. *Jour. Japan. Assoc. Min. Pet. Econ. Geol.*, **72**, 419-427.
- 通産省 (1969), 広域調査報告書. 益田地域, 昭和44年度.
- 通産省 (1970), 広域調査報告書. 益田地域, 昭和45年度.
- 植田芳郎 (1957), 下関市の地質—特に関門層群の層序と構造について. 地質雑, **63**, 26-34.
- 山田直利, 河田清隆, 諸橋 毅 (1971), 火砕流堆積物としての濃飛流紋岩. 地球科学, **25**, 52-88.
- 山田直利・村上允英 (1978), 泉南層群産高マグネシウム安山岩. 三鉱学会昭和53年秋季講演会講演要旨集, 107.
- 山口博物館 (1975), 山口県の地質. 山口県.