

中国西部における古生代後期～中生代初期礫岩層中の火山岩礫に関する2, 3の問題

村上, 允英
山口大学教養部地学教室

今岡, 照喜
広島大学理学部地質学鉱物学教室

<https://doi.org/10.15017/4495868>

出版情報：九州大学理学部研究報告. 地質学. 13 (2), pp.75-84, 1980-02-29. 九州大学理学部
バージョン：
権利関係：

中国西部における古生代後期～中生代初期礫岩層中の 火山岩礫に関する2,3の問題

村上允英・今岡照喜

Some problems concerning volcanic pebbles contained in the late
Palaeozoic to early Mesozoic conglomerates in West
Chugoku, Southwest Japan

Nobuhide MURAKAMI and Teruyoshi IMAOKA

Abstract

Abundant volcanic pebbles together with plutonic to hypabyssal ones are found in the late Palaeozoic and early Mesozoic conglomerates in West Chugoku, Southwest Japan. Detailed petrographic and petrochemical investigations on these volcanic pebbles reveal that there are distinct differences between the age and the chemical composition or rock type. Most of the volcanic pebbles from the Triassic Mine Group are characterized by the higher K_2O/Na_2O ratio and (K_2O+Na_2O) content than those from the Permian formations, though there are some exceptions. A large part of the former is presumed to belong to the alkaline rock series, presenting a great contrast with the latter which is dominated by the calc-alkaline series of rocks. This implies the volcanic activity of alkaline magma in the late Permian to late Triassic in Southwest Japan.

I. はじめに

本邦の古生代後期～中生代初期の地層中にいろいろなタイプの火成岩礫を多産することは古くから加納および共同研究者により研究され(加納ほか1961; 加納, 1971・1975; など), とくにその中の深成岩礫については詳細な研究が行なわれている。筆者らも最近西中国地域における同時代の主として深成岩類について検討し, 古生代後期のもとの中生代初期のものとの間にモード組成, 化学組成などに明瞭な差のあることから, 両者は礫の原岩の形成時代に差があると推論した(村上, 1978)。もしも加納(1975)の推定のように古生代後期の地層中の火成岩礫がシルル-デボン紀における火成活動の生成物に由来するものならば, 中生代初期の地層中の火成岩礫はペルム紀～三疊紀初期における酸性火成活動を意味することになる。このことは上部三疊系美祢層群中の花崗岩質岩石の K-Ar 年代値が約 200×10^6 年を示す(村上ほか, 1977) ことから

も裏付けされる。村上(1978)の述べているように, 上述の古生代後期の礫岩中にも中生代初期の礫岩中にも深成岩礫と共に多量の火山岩礫が含まれているので, これらの火成活動に深成活動ばかりでなく火山活動をも含む可能性がある。この論文はこれらの火山岩礫の記載とそれより推論される火山活動の時代についての考察結果である。

II. 古生代後期礫岩中の火山岩礫

中国西部には古生代後期の地層が広く分布している。今回礫の採集を行なったのはそれらの中の太田層群, 常森層群, 飯ヶ岳層, 荒谷層中の礫岩で, その層準はいずれもペルム紀後期と考えられている(Fig. 1)(河野ほか, 1975)。礫岩を構成する礫には砂岩, チャートなどの堆積岩礫, 少量の変成岩礫(結晶片岩, 片麻岩)のほかにかなり多量(30～60%)の火成岩礫を伴う。火成岩礫は西村ほか(1977)により記載された後期ペルム紀麦谷層中の火成岩礫と共通し, 斑状組織を示す浅所型の石英閃緑岩～花崗岩, 閃緑ひん岩・花崗斑岩・石英斑岩などの中性～酸性半深成岩類, 玄武

昭和54年6月28日受理

村上允英: 山口大学教養部地学教室

今岡照喜: 広島大学理学部地質学鉱物学教室

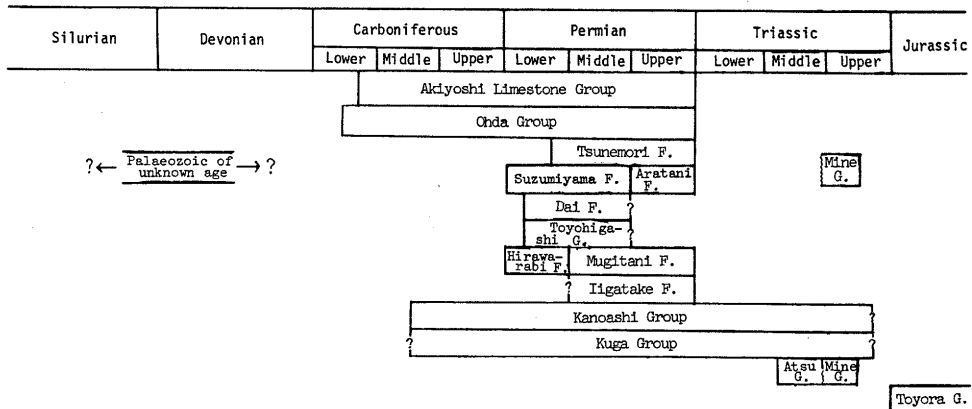


Fig. 1. Age relations among the middle Palaeozoic to middle Mesozoic formations in West Chugoku.

Table 1. Chemical compositions of plutonic to hypabyssal pebbles from the late Palaeozoic conglomerates. The data of the pebble of gneiss are listed together.

No.	OD-033	OD-014	IT-028	TM-001	AT-017	TM-003	OD-023	TM-004	TM-005
SiO ₂	64.82	65.13	65.21	66.43	68.61	70.06	71.30	72.28	74.20
TiO ₂	0.29	0.53	0.18	0.27	0.50	0.01	0.23	0.25	0.08
Al ₂ O ₃	15.42	15.97	16.20	17.10	16.92	16.66	14.86	15.25	13.26
Fe ₂ O ₃	1.99	2.50	1.63	2.49	0.67	0.72	1.12	0.99	0.77
FeO	4.62	3.04	3.66	0.75	0.68	0.57	1.38	0.88	1.35
MnO	0.02	0.08	0.19	0.08	0.07	0.06	0.04	0.03	0.09
MgO	1.36	1.84	2.25	0.80	0.54	0.13	0.71	0.35	0.75
CaO	1.79	2.80	1.27	1.06	1.24	0.77	1.24	0.55	1.23
Na ₂ O	4.99	4.83	4.99	4.72	7.64	6.81	7.01	4.11	6.00
K ₂ O	0.60	0.75	1.42	2.05	1.75	2.58	0.52	2.59	0.58
P ₂ O ₅	0.11	0.02	0.22	0.11	0.06	0.03	0.04	0.03	0.02
H ₂ O (+)	3.18	2.31	2.65	2.90	0.92	1.16	1.29	2.05	1.06
H ₂ O (-)	0.41	0.15	0.18	0.66	0.10	0.07	0.06	0.28	0.07
T.	99.60	99.95	100.05	99.42	99.70	99.63	99.80	99.64	99.46

No.	TM-008	TM-013	OD-004	TM-007	TM-006	TM-010	TM-009	AT-012	OD-030
SiO ₂	74.21	74.24	75.09	75.25	75.30	75.49	76.73	76.84	78.36
TiO ₂	0.13	0.24	0.22	0.21	0.09	0.16	0.08	0.11	0.06
Al ₂ O ₃	13.41	13.30	13.61	13.76	13.57	12.81	12.41	11.76	11.66
Fe ₂ O ₃	0.84	1.09	1.01	1.21	1.47	1.36	0.71	0.83	1.03
FeO	0.51	0.46	0.32	0.72	0.26	0.40	0.36	1.04	0.41
MnO	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04
MgO	0.24	0.15	0.28	0.33	0.21	0.21	0.21	0.21	0.24
CaO	0.38	0.80	0.93	0.37	0.47	0.41	0.30	0.21	0.39
Na ₂ O	5.44	7.02	6.24	4.84	4.87	4.87	4.33	4.99	5.78
K ₂ O	3.57	0.51	0.50	1.73	1.67	1.73	3.26	2.36	0.24
P ₂ O ₅	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.09
H ₂ O (+)	1.02	1.51	0.81	1.66	1.27	1.87	0.87	0.98	0.89
H ₂ O (-)	0.08	0.14	0.16	0.27	0.03	0.08	0.05	0.07	0.23
T.	99.88	99.51	99.21	100.39	99.25	99.42	99.34	99.45	99.42

Analyst: N. Murakami
 OD: Ohda Group. TM: Tsunemori Group. IT: Igatake Formation. AT: Aratani Formation.
 Fine-grained granite: TM-008, TM-009. Quartz diorite~granodiorite: OD-033, OD-014, IT-028, TM-001. Biotite gneiss: OD-005. Granophyre~granite porphyry: Others.

Table 2. Chemical compositions of volcanic pebbles from the late Palaeozoic conglomerates.

No.	AT-050	OD-037	OD-017	OD-006	OD-002	OD-028	TM-011	OD-018	TM-019	OD-024	IT-009	IT-001
SiO ₂	49.73	57.12	57.52	59.00	67.37	68.06	70.02	70.27	71.41	71.98	74.04	76.45
TiO ₂	0.86	0.53	0.78	0.49	0.35	0.27	0.21	0.47	0.21	0.17	0.09	0.60
Al ₂ O ₃	16.34	18.84	18.56	17.99	14.69	13.70	13.55	14.06	13.05	13.84	12.93	11.77
Fe ₂ O ₃	2.52	3.85	2.16	1.05	0.99	0.82	1.33	1.16	1.23	1.60	0.28	0.24
FeO	7.75	2.85	4.73	5.25	3.71	2.09	4.81	2.52	4.09	1.33	2.05	1.31
MnO	0.11	0.16	0.09	0.14	0.05	0.09	0.02	0.01	0.02	0.04	0.05	0.04
MgO	3.26	1.82	2.88	2.32	0.99	0.57	0.51	1.04	0.57	0.67	0.63	0.27
CaO	5.06	3.64	2.06	2.64	1.35	3.55	0.14	1.05	0.10	0.62	1.06	0.51
Na ₂ O	7.35	5.93	5.77	6.32	6.61	6.23	5.35	6.16	4.58	7.16	4.88	7.16
K ₂ O	1.73	1.08	0.78	0.87	0.59	0.69	1.11	0.84	1.37	0.59	1.69	0.66
P ₂ O ₅	0.11	0.32	0.16	0.17	0.12	0.12	0.18	0.14	0.10	0.09	0.09	0.06
H ₂ O(+)	4.45	3.08	3.21	3.11	2.59	4.10	3.20	1.61	2.79	1.42	2.15	0.89
H ₂ O(-)	0.18	1.07	0.73	0.12	0.29	0.06	0.37	0.47	0.21	0.32	0.06	0.09
T.	99.45	100.29	99.43	99.48	99.70	100.35	100.80	99.80	99.64	99.83	100.00	99.51

Symbols are the same as in Table 1.

Analyst: N. Murakami

岩質火山岩, 安山岩質～流紋岩質火山岩類などよりなる。これらのうち深成岩礫は5%以下で, 半深成岩礫の産出がもっとも多い。

深成岩礫および半深成岩礫は既に村上(1978)により記載された常森層群中のものと大差がない。全体として文象組織を呈するものが多いこと, 斑晶鉱物とくに長石・石英斑晶に融食が進みオボイド状を呈するものが多いこと, 有色鉱物の変質(緑泥石化)が著しく進んでいること, 花崗岩の一部を除きカリ長石がほとんどあるいはまったく含まれないこと, などの特徴を有し加納(1971)の総括した薄衣式礫岩に対比されると考えられる。全岩化学組成はTable 1およびFig. 4に示すとおりで, K₂O/Na₂O比が著しく低くこの性質は片麻岩礫(OD-005)にも共通している。鏡下において曹長石化作用が明瞭に認められる岩石も存在するが, そのような証拠の明瞭でない岩石においてもこの比は低い。

火山岩類は鏡下の観察より玄武岩質凝灰岩, 安山岩質溶岩, 流紋岩質溶岩, およびデイサイト質～流紋岩質火砕岩に大別される。

1. 玄武岩質火砕岩

一般に全礫種中数%, 時に10数%の量を占める。凝灰岩質～凝灰角礫岩質のものが大部分である。分析に用いた荒谷層産玄武岩質凝灰角礫岩(AT-050)は緑黒色塊状の岩石で, 0.1～0.5mm大の短冊状斜長石片の散在する凝灰質マトリックス中に1～5mm大のガラス質～填間組織の玄武岩片を含んでいる。有色鉱物はすべて緑泥石化している。炭酸塩鉱物脈を伴う。

2. 安山岩質溶岩

灰緑色～暗緑色の岩石で, 石基は短冊状の斜長石が細かく屈曲しながら平行配列をし, いわゆるハリ基流～フェルト状組織を呈する。斜長石との間隙はガラス質物質あるいは隠微晶質物質より主としてなり, 細かい緑泥石, 鉄鉱物を伴い炭酸塩化を著しくうけている。斑晶は斜長石と緑泥石化した角閃石(?)よりなる。しばしば小さい杏仁(緑泥石+炭酸塩鉄物に充されている)を含む。緑泥石および炭酸塩鉄物の細脈を伴う。ときに塊状安山岩の小捕獲岩片を含むことがある。化学組成の上ではTable 2に示すとおりK₂O量が少なくK₂O/Na₂O比が著しく小さい特徴を有する。

3. 流紋岩質溶岩

灰～灰褐色で流理の発達した岩石である。鏡下でも粒度を異にする部分が細かく互層し平行配列しているのが観察される。再結晶作用により部分的に粒度が大きくなることもある。斑晶は石英, 斜長石と少量の緑泥石化した黒雲母よりなる。斜長石はほとんど曹長石化をうけているが, 稀に汚濁した石灰質内核の残存していることがある。他のタイプと同様にK₂O/Na₂O比が著しく低い。

4. デイサイト質～流紋岩質火砕岩

灰～緑灰色の岩石で火山岩礫のうちではもっとも多い礫種である。細かい(0.5～2mm×5～10mm大)本質レンズを含み, 明瞭なユータキシティック組織を示すものから, ほとんど塊状にみえるものまで, いろいろのタイプのものが存在する。マトリックスは一般に微珪長質組織を示し, 再結晶により部分的に粒度が大きくなっていることが多い。本質レンズも大部分微粒の

石英、長石の集合体になっている。斑晶鉱物はデイサイト質岩石ではほとんど斜長石と少量の有色鉱物（緑泥石化）で SiO_2 の増加に伴って次第に石英量を増す傾向がある。アルカリ長石はまったく認められない。斜長石には完全に曹長石化をうけたと推定されるものが多いが、時に弱い累帯構造を示す。しばしば小さい岩石片を含む。岩石片の多くは流紋岩質溶結凝灰岩であるが、安山岩片を含むこともある。化学分析の結果は他の火山岩類と同様に $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比の著しく低い共通性を示す。

以上のように古生代後期礫岩層中の火山岩礫にはデイサイト質～流紋岩質火砕岩礫が多く、その中には溶結構造を示すものが少なくない。この事実は最近丹波地域の上部古生層産火山岩礫についても確認（丹波地帯研究グループ, 1971; 清水ほか, 1974; 京都教育大学礫岩研究グループ, 1977）されている。

III. 中生代初期礫岩中の火成岩礫

山口県西部に分布する美祢層群は三疊紀後期の地層で、古生代後期の常米層群、台層群、雁飛層群などを一部では不整合でおおい、一部ではこれらと断層関係で接する。美祢層群中とくにそのなかの桃ノ木層の礫岩中に火成岩礫を多産することは古くから知られ（蔵田, 1971; 長谷, 1950, 1951; 徳山, 1958）、とくにその中の安山岩礫、花崗岩質岩礫の存在は注目されていた。村上ほか（1977）は花崗岩質岩礫が片麻岩礫と花崗岩礫よりなり、いずれも著しい圧砕作用をうけていること、カリ長石に富み $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比が高いこと、カリ長石の三斜度に比較的高いものが多いこと、約 200m. y. の K-Ar 年代値を示すことなどを明らかにした。この $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比の高いことは古生代後期礫岩層中の火成岩礫との大きい相違点で、年代値のデータとも併せ考え、両者は別箇の火成活動の生成物と推定された（村上, 1978）。美祢層群の礫岩中には花崗岩礫や片麻岩礫のほか堆積岩、半深成岩、火山岩、結晶片岩などの礫も多く含まれている。美祢市桃ノ木部落付近の 1 露頭での検討結果では堆積岩礫*（頁岩、砂岩、チャートなど）42.9%、火山岩礫42.0%、半深

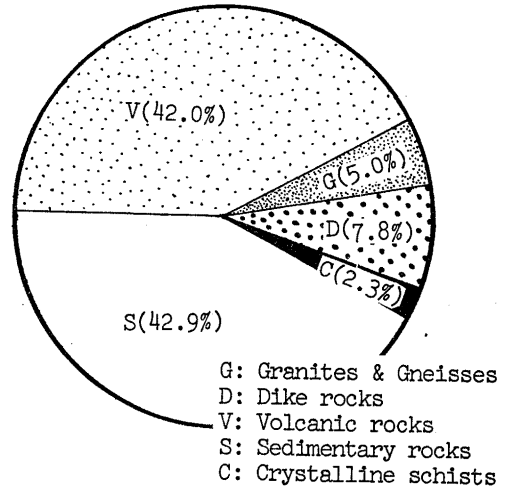


Fig. 2. Relative abundances of component rock types from the conglomerates of Triassic Mine Group.

成岩（石英斑岩、文象斑岩、花崗斑岩）礫7.8%、花崗岩および片麻岩礫5.0%、結晶片岩礫2.3%で、火山岩礫が著しく多かった（Fig. 2）。これらのうち花崗岩、片麻岩以外の礫には圧砕作用はあまり認められない。なお、半深成岩礫には Table 3 のとおり $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比の著しく小さいものも伴われる。最近美祢層群に対比される埴生層群の礫岩中に圧砕組織を有し $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比の著しく低い優白質花崗岩礫がかなり多く発見された（Table 3, HB-004）。

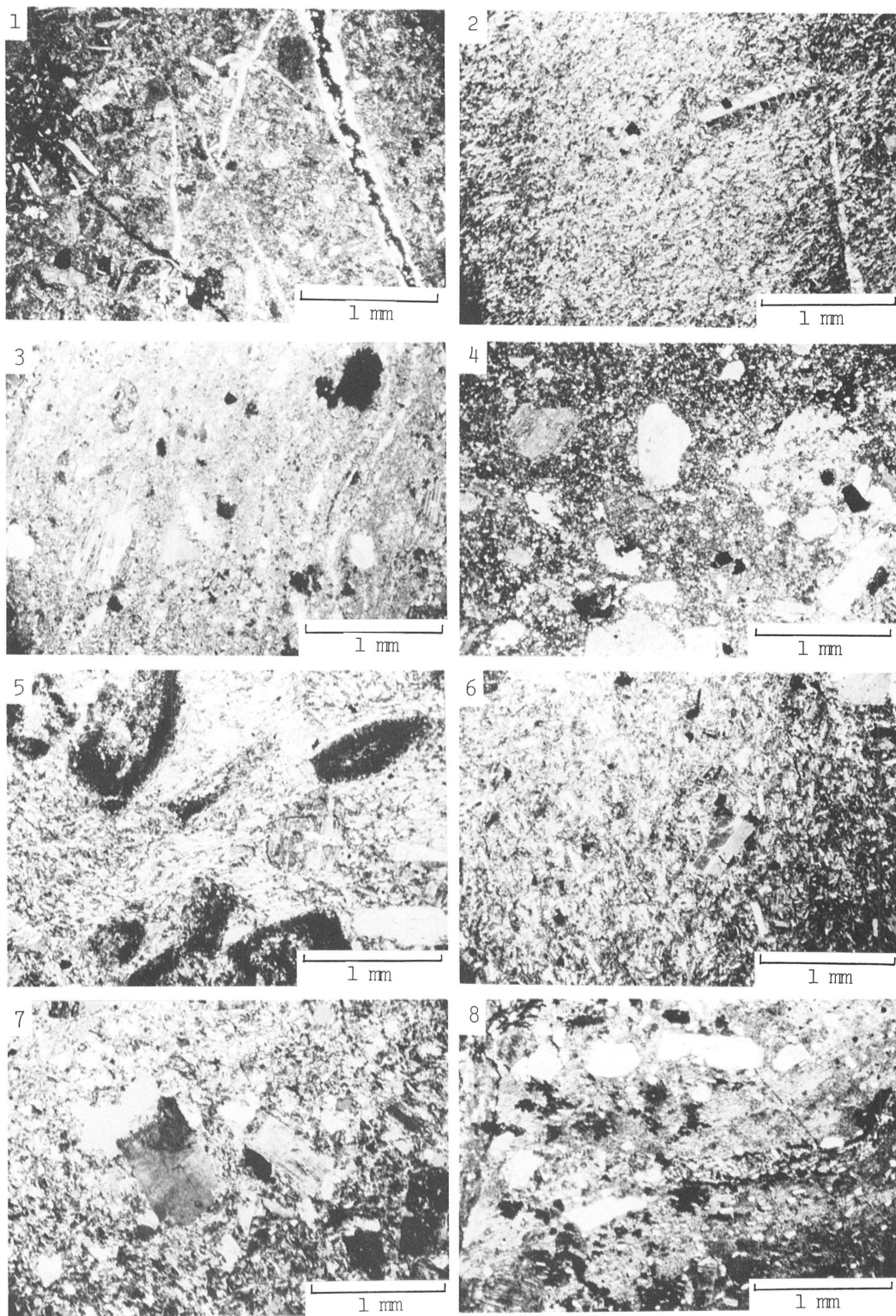
これらの事実は中生代初期の地層中の火成岩礫と古生代後期の地層中の火成岩礫との間に一部類似性のあることを示している。

さて、火山岩礫の大部分は流紋岩質～流紋デイサイト質の酸性岩であるが、一部中性～塩基性の火山岩礫も伴われる。曹長石化作用をうけているもの多いため原岩の性質を知ることが困難な場合もあるが、鏡下の観察と化学組成とより、アルカリ岩系に属するものと石灰-アルカリ岩系に属するものとに2大別される。

*堆積岩礫中には1%以下のオーソコーツァイト礫が含まれる。経2cm以下の小礫のみである。

Explanation of Plate 7

- 1-4: Pebbles in upper Permian conglomerates. 1: Andesitic tuff breccia (AT-050). 2: Andesitic lava (OD-037). 3: Rhyolitic lava (OD-024). 4: Rhyodacitic tuff (TM-011). 5-8: Pebbles in upper Triassic conglomerates. 5: Trachyandesitic lava (MK-068). 6: Trachytic lava (MK-054). 7: Comenditic lava (MK-011). 8: Comenditic tuff breccia (MK-084).



村上允英ほか：古生代後期一中生代初期礫岩層

Table 3. Chemical compositions of pebbles of intrusive igneous rocks and gneiss from the early Mesozoic conglomerates.

No.	MK-017	74112401	74090404	74090402	MK-001	MK-010	74090405	MK-015	HB-004
SiO ₂	70.83	73.68	74.22	76.08	76.10	76.50	77.42	78.30	76.52
TiO ₂	0.70	0.15	0.08	0.05	0.12	0.02	0.06	0.06	0.27
Al ₂ O ₃	15.72	14.22	12.90	12.24	12.78	12.69	12.18	12.52	13.40
Fe ₂ O ₃	0.77	0.44	0.87	0.58	0.56	0.86	0.52	0.18	0.83
FeO	0.27	0.74	0.17	0.35	0.51	0.61	0.24	0.41	0.51
MnO	0.08	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03
MgO	2.42	0.25	0.10	0.09	0.26	0.12	0.13	0.08	0.43
CaO	1.18	0.78	0.56	0.52	0.37	0.44	0.68	0.69	0.09
Na ₂ O	5.34	4.69	4.18	3.76	3.46	6.67	4.31	1.42	4.99
K ₂ O	1.39	3.95	5.84	5.09	4.16	0.24	4.01	4.87	1.47
P ₂ O ₅	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.00	0.09	0.01
H ₂ O (+)	0.90	0.77	0.36	0.61	0.96	0.75	0.14	1.00	0.93
H ₂ O (-)	0.82	0.12	0.20	0.05	0.05	0.38	0.09	0.18	0.12
T.	99.44	99.91	99.50	99.44	99.36	99.52	99.79	99.82	99.60

Analyst: N. Murakami

HB: Habu Group. Others: Mine Group. Leucocratic granite: 74090402, MK-001, 74090404, HB-004. Quartz porphyry & plagiophyre: MK-017, MK-010, MK-015. Mica gneiss: 74112401, 74090405.

Table 4. Chemical compositions of pebbles of volcanic rocks possibly belonging to the alkaline rock series from the Triassic Mine Group.

No.	MK-068	MK-054	MK-012	MK-045	MK-016	MK-272	MK-007	MK-023	MK-084	MK-011
SiO ₂	58.20	63.58	64.84	65.88	70.14	70.20	71.37	71.65	72.07	72.18
TiO ₂	0.76	0.41	0.61	0.45	0.23	0.28	0.47	0.28	0.23	0.28
Al ₂ O ₃	16.42	17.35	19.53	18.14	15.32	14.56	14.52	14.82	13.83	14.11
Fe ₂ O ₃	6.38	2.13	0.74	0.74	1.04	1.93	0.55	1.10	2.02	2.20
FeO	0.89	1.41	0.13	0.42	0.61	0.89	0.24	0.41	0.31	0.35
MnO	0.00	0.01	0.11	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.00	0.02
MgO	0.98	0.56	0.56	0.66	0.15	0.58	0.09	0.09	0.03	0.21
CaO	0.77	0.70	0.59	1.63	0.34	0.28	0.15	0.38	0.04	0.27
Na ₂ O	6.23	11.22	6.17	6.81	5.80	6.07	4.07	6.10	6.34	4.93
K ₂ O	1.83	0.31	3.98	2.34	6.14	3.01	6.75	2.93	3.54	4.60
P ₂ O ₅	0.07	0.30	0.16	0.04	0.07	0.03	0.03	0.10	0.04	0.02
H ₂ O (+)	6.27	1.47	2.34	1.85	0.79	2.09	1.11	1.35	1.42	0.87
H ₂ O (-)	1.26	0.11	0.29	0.55	0.15	0.34	0.07	0.40	0.40	0.18
T.	100.06	99.56	100.05	99.53	100.80	100.29	99.44	99.63	100.27	100.22

Analyst: N. Murakami

1. アルカリ岩系火山岩類

Table 4 にアルカリ岩系に属すると考えられる火山岩礫10箇の化学組成を示す。この組成より MK-068 は粗面安山岩, MK-012・MK-045 は粗面岩, MK-016～MK-011 はコメンダイトに属すると考えられる。MK-045 は曹長石化の著しいため原岩の推定が困難であるが、鏡下の観察より粗面岩～粗面安山岩起源のものと考えられる。

a. 粗面安山岩

黒灰色の岩石で、斑晶は1.5～2.5mm大の斜長石 (An 15～40) および有色鉄物 (完全に緑泥石化および

オパサイト化しているが、外形より原鉄物は大部分輝石で一部はかんらん石と推定される) よりなり、石基は0.1～0.3mm大の短冊状斜長石とアルカリ長石の集合体で、微細な鉄鉄物および緑泥石を混え、粗面組織をなす。顕著ではないが曹長石化作用をうけている。全岩化学組成の上では CaO に乏しく K₂O+Na₂O に富むが K₂O/Na₂O 比は低い。これはおそらく上記の曹長石化に関連していると考えられる。

b. 粗面岩

粗面組織の発達した岩石で、石基は斜長石、アルカリ長石、および微細な鉄鉄物、緑泥石などよりなる。

Table 5. Chemical compositions of alkali feldspars in volcanic pebbles from the Triassic Mine Group.

No.	MK-068Ka	MK-068Kb	MK-068Kc	MK-045Ka	MK-045Kb	MK-045Kc	MK-045Kd	MK-011Ka	MK-011Kb	MK-011Kc	MK-011Kd
SiO ₂	67.05	67.25	67.35	66.43	66.55	66.59	67.35	65.47	65.59	65.86	67.30
Al ₂ O ₃	19.54	19.64	19.68	19.42	19.46	19.46	19.67	18.96	18.99	19.11	19.65
Fe ₂ O ₃	0.21	0.21	0.21	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40	0.21	0.21	0.36
CaO	0.32	0.29	n.d.	7.67	6.50	5.76	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Na ₂ O	10.07	11.18	11.69	6.76	7.46	7.63	11.43	3.48	4.03	5.33	11.34
K ₂ O	1.24	0.40	0.20	0.53	0.66	0.84	0.09	11.12	10.24	8.75	0.41
T.	98.43	98.97	99.15	101.31	101.13	100.78	100.04	99.44	99.06	99.26	99.07
(mol.%)											
An	1.6	1.4		37.3	32.5	28.0					
Ab	91.1	96.4	98.8	59.6	64.5	67.1	99.5	32.2	37.5	48.1	97.7
Or	7.3	2.3	1.1	3.1	3.9	4.9	0.5	67.7	62.5	51.9	2.3

Symbols are the same as in Table 4.

Analyst: T. Imaoka

斑晶は斜長石 (An 37~28), アルカリ長石, 変質した有色鉱物 (角閃石および輝石と推定されるが, 完全に緑泥石化) よりなり, C軸を流線に平行に並べる傾向がある. アルカリ長石は部分的に曹長石化をうけている. CaO には乏しいが, K₂O/Na₂O 比は粗面安山岩に比べ高い.

c. コメンダイト

もっとも産出量が多い. 灰色~緑灰色, 堅硬な岩石で, 溶岩と凝灰岩~凝灰角礫岩に2分される. 溶岩と推定されるものはハリ基流組織により特徴づけられ, 斑晶はアルカリ長石および斜長石 (~An 2) よりなる. アルカリ長石は周縁部にそい, あるいは不規則な形で曹長石化をうけ, 曹長石化の顕著なものではいわゆるチェッカー構造を示すことも多い. 有色鉱物はすべて緑泥石化しているが, 原鉱物は外形より角閃石および輝石と推定される. 凝灰岩~凝灰角礫岩は微珪長質なマトリックス中に石英, アルカリ長石, 斜長石などの結晶片と, コメンダイト~粗面岩岩片を含む岩石で, 岩片の大きさは径数mm程度から数cmにわたる. 細い本質レンズ (~0.2mm×~10mm) を含み, 溶結構造を示すものも存在する.

上記のようにコメンダイト中のアルカリ長石は程度の差はあれほとんどのものが曹長石化作用をうけているため EPMA によって総成分を求めるには多少の技術を必要とした. Table 5 はビーム径を拡げて (20μ) 測定した分析結果 (Or 53~68) で, ほぼ曹長石化をうける前の原組成を示すものと考えられる. なお曹長石化の進んだものでは An 0.1~2.0, Or 1.0~7.0 程度の組成を示す (Table 5・Fig. 3). Table 4 に示すとおりコメンダイトは SiO₂ に富む岩石においても Na₂O+K₂O 量が著しく多く, 9.0~11.9% に達する.

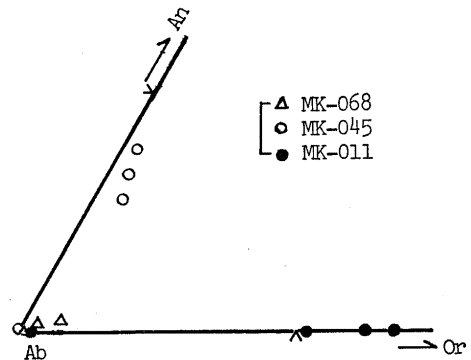


Fig. 3. An-Ab-Or triangular diagram for the alkali feldspars in some volcanic pebbles from the Triassic Mine Group.

一方 CaO は一般に乏しく 0.5% 以下である.

全体としてこのアルカリ岩系列の岩石は, Na₂O + K₂O に富み, FeOt にも富むが, CaO および MgO に乏しい. したがって FeOt/MgO は石灰-アルカリ岩系列の岩石に比べて著しく高い傾向を示す. また TiO₂ も比較的多い. K₂O/Na₂O 比はやや低い岩石もあるが, 古生代後期礫岩中の火山岩礫に比べると著しく高い.

2. 石灰-アルカリ岩系火山岩礫

美祿層群産火山岩礫の中には Na₂O+K₂O 量が少なく, しかも CaO に富むため石灰-アルカリ岩系列に入れられる火山岩礫が存在する (Table 6). デュサイト質溶岩 (HB-001, HK-002), 流紋岩質凝灰岩 (MK-004, MK-271) よりなる. 前者はピロタキサイト~ハリ基流組織を呈し斑晶は中性長石質斜長石, 変質 (緑泥石・緑れん石・炭酸塩化) した有色鉱物と少量の石英よりなる. 一方後者は比較的小礫としてのみ発見され, 弱い溶結構造を示す. 石英の斑晶には富む

Table 6. Chemical compositions of pebbles of volcanic rocks possibly belonging to the calc-alkaline rock series from the Triassic Mine and Habu Groups.

No.	HB-001	MK-002	MK-004	MK-271
SiO ₂	68.83	68.96	73.25	75.60
TiO ₂	0.23	0.23	0.15	0.34
Al ₂ O ₃	16.22	15.32	13.50	12.49
Fe ₂ O ₃	0.82	0.79	0.57	0.80
FeO	0.80	2.92	1.06	0.71
MnO	0.02	0.10	0.03	0.01
MgO	0.97	1.15	0.57	0.15
CaO	1.79	1.96	0.14	0.04
Na ₂ O	2.87	3.71	3.41	0.67
K ₂ O	2.34	3.07	4.04	6.57
P ₂ O ₅	0.12	0.08	0.04	0.02
H ₂ O(+)	4.24	1.22	2.61	1.87
H ₂ O(-)	0.22	0.13	0.26	0.51
T.	99.47	99.64	99.63	99.78

Analyst: N. Murakami

がアルカリ長石の斑晶は少ない。

上述のように、この系列の火山岩類は Na₂O+K₂O 量は多くはないが、K₂O/Na₂O 比が比較的高く、その点古生代後期の礫岩中の火山岩礫とは著しく異なる。

論 議

既述のように古生代後期礫岩層中の火山岩礫と中生代初期礫岩中の火山岩礫との間にはかなり明瞭な差が認められる。すなわち前者は K₂O に乏しく K₂O/Na₂O 比が著しく低いのにに対し、後者は前者に比べ K₂O に富み、K₂O/Na₂O 比も高い。Fig. 4 はこれらの火成岩礫の SiO₂ 量と K₂O/Na₂O 比の関係を示す図で、比較のため中国地方に広く分布する中生代後期～第三紀初期深成岩類の値をも併せ示している。図のとおり中生代初期礫岩中の火山岩礫は岩系の差とは関係なく2つの例外を除いてほぼ中生代後期～第三紀初期深成岩類に類似した K₂O/Na₂O 比を示すが、古生代後期礫岩層中の火山岩礫はすべて著しく低い K₂O/Na₂O 比を示す。なお、図のとおりこの K₂O/Na₂O 比に関しては侵入岩類(深成岩・半深成岩)も火山岩類も同時代のものは全体として類似の値を示すことが注目される。

前章の記載どおり中生代初期礫岩中の火山岩礫は大きくアルカリ岩系と石灰-アルカリ岩系とに2区分されるのに対し、古生代後期礫岩中の火山岩礫はほぼすべて石灰-アルカリ岩系のものである。この関係は Fig. 5 に示すとおりで、後者がアルカリ岩と非アルカリ岩との境界付近か、非アルカリ岩の領域にプロ

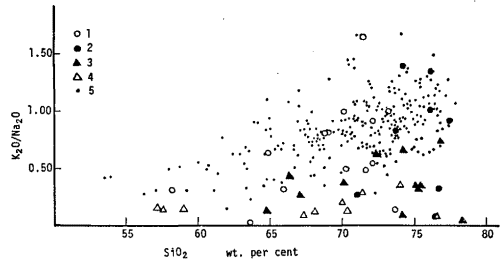


Fig. 4. Relation between K₂O/Na₂O ratio and SiO₂ percent of igneous pebbles from the late Palaeozoic to early Mesozoic formations.

1: Volcanic pebbles from the Triassic Mine Group. 2: Pebbles of intrusive igneous rocks from the Triassic Mine Group. 3: Volcanic pebbles from the late Palaeozoic formations. 4: Pebbles of intrusive igneous rocks from the late Palaeozoic formations. 5: Late Mesozoic to early Tertiary granitic rocks from Chugoku district.

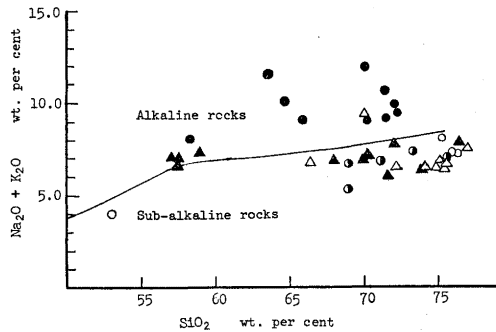


Fig. 5. Relation between (Na₂O+K₂O) and SiO₂ percent of the igneous pebbles. Solid circles: Pebbles of alkaline volcanic rocks from the Mine Group. Half solid circles: Pebbles of calc-alkaline volcanic rocks from the Mine Group. Open circles: Pebbles of intrusive igneous rocks from the Mine Group. Solid triangles: Pebbles of volcanic rocks from the late Palaeozoic formations. Open triangles: Pebbles of intrusive igneous rocks from the late Palaeozoic formations. Solid line represents the boundary between alkaline rocks and sub-alkaline rocks after KUNO(1960) and MIYASHIRO(1978).

ットされるのに対し、前者は明瞭にアルカリ岩の領域に入る組成のもと非アルカリ岩の領域に入るものと

に分けられる。なお図のとおり侵入火成岩礫は火山岩類とは異なり、中生代初期のものも中生代後期のものも1箇の例外を除きすべて非アルカリ岩領域にプロットされる。

ここで問題になるのは火成岩礫が一般に変質をうけていることである。とくに曹長石化は多くの火山岩礫において観察され、このことが上記の議論、とくに岩石系列の区別に関係している可能性が考えられる。

Fig. 6 は MIYASHIRO (1975) による火山岩の $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 量と $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ との関係を示す図である。図中のV-V線は MIYASHIRO (1975) による非変質火山岩における $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比の上限を示す線で、この線より上側はソーダ交代が明瞭で非変質火山岩には存在しない化学組成の領域を示す。図上に示されるとおり、中生代後期の火山岩礫は大部分 V-V 線より上側かこれに近い場所にプロットされるのに対し、中生代初期の火山岩礫は2, 3の例外を除き他はすべてV-V線より下側の領域にプロットされる。この事実は勿論中生代初期の火山岩礫の大部分がまったくソーダ交代をうけていないということを物語っているものではないが、中生代後期火山岩礫に比べてソーダ交代の小さかったことを意味していると考えられる。また、中生代初期火山岩礫のうちアルカリ岩系のもが一般のアルカリ火山岩と同じように、低 $\text{MgO} \cdot \text{CaO}$ 、高 $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{FeO}/\text{MgO}$ などの特徴を有すること、 $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 図 (Fig. 7) 上で、上記の火山岩礫の組成を示す点が比較的なめらかな線で結ばれることなども、変質の影響が全体としてあまり大きくなかったことを物語っているように考えられる。

Fig. 7 は中生代初期のアルカリ岩系火山岩礫の組成関係を示す図で、比較のため TOMITA (1935) による周日本海地域の第四紀アルカリ火山岩の平均値とその進化傾向をも併せ示す。中生代初期火山岩礫の組成は Na_2O にきわめて富む1箇*を除いて周日本海アルカリ岩進化経路のやや Al_2O_3 寄りにプロットされ、ほぼ粗面安山岩—粗面岩—コメンダイトの進化経路をとっている。したがって、これらのアルカリ火山岩類は MIYASHIRO (1978) による COOMBS trend にそう進化を示しているものであろう。なお、図上に明らかなように、コメンダイト礫は BAILEY & MACDONALD (1970) による oceanic comendite obsidian の領域あるいはそれに近い化学組成を示し、周日本海地域のコメンダイトとはやや組成を異にする。

*アルカリ進化経路から著しく外れるのは、Na交代の影響によるものと考えられる。

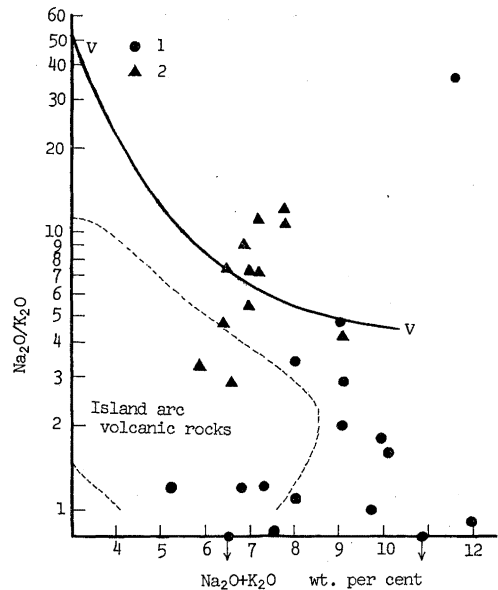


Fig. 6. Relation between $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ ratio and $(\text{Na}_2 + \text{K}_2\text{O})$ percent for the volcanic pebbles.

V-V represents the upper limit of $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ for all fresh volcanic rocks after MIYASHIRO (1975).

Symbols are the same as in Fig. 5.

以上の記載にみられるとおり、中生代後期礫岩層中の火山岩礫と中生代初期礫岩中の火山岩礫との間には岩質、化学組成の上において大きい差異が存在する。両者が噴出あるいは流出時代の等しい火山岩体からもたらされたものとする、直接であろうと古い礫岩層から二次的にもたらされたものであろうと、ソーダ交代度に大きい差があり、時代の新しいものの方が古いものよりも交代の弱いことに対する説明*が困難である。侵入火成岩礫に関する考察と同様に両者は噴出あるいは流出時代を異にする供給源からもたらされたと考えるのがもっとも妥当のように思われる。それではその時代についてはどのように考えたらよいであろうか。加納 (1975) は中生代後期の薄衣式礫岩中の火成岩礫をシルル—デボン紀の火成活動に由来すると考えた。この考えはシルル—デボン系中の火山岩類のタイプおよびその化学組成に関する研究結果 (小貫, 1969; 橋本ほか, 1976) と矛盾しない。最近、吉倉・佐藤 (1976) によって発見されたシルル系中の厚い酸性溶結凝灰岩の存在も既述の溶結凝灰岩礫の供給源を考

*中生代初期火山岩礫においてカリ交代が著しく行なわれた可能性も考えられるが、その証拠は認められない。

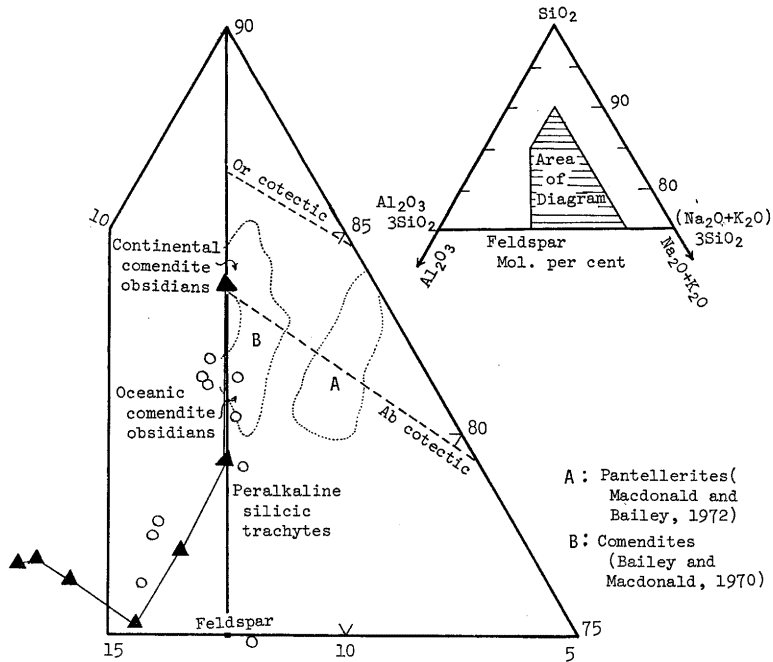


Fig. 7. $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-(Na}_2\text{O+K}_2\text{O)}$ triangular diagram for the alkaline volcanic pebbles (Open circles) from the Mine Group. The average chemical compositions of the Cenozoic alkaline volcanic rocks (Solid triangles) of circum-Japan Sea region are also shown together for comparison. Basic diagram from Bowden (1974) and Macdonald & Bailey (1972).

るのに好都合である。おそらく古生代後期の火山岩礫はイギリスのカレドニア造山期の火山活動のように、基盤の揺動期における火山噴出物あるいは流出物(村上, 1979)に由来するものであろう。

次に中生代初期火山岩礫の原岩についてはペルム紀後期後、三疊紀後期前生成と考えるのが妥当と考えられる。それは次のような事実より総合的に判断される。

1. 既述のように美祢層群中の礫岩には上部ペルム系産火成岩礫に類似のものが少量含まれるが、後者の礫岩中には前者中の火山岩礫とくにアルカリ火山岩類に相当する礫はまったく発見されていない。

2. 美祢層群中の火成岩礫に伴われるチャート礫および珪質頁岩礫中にはしばしば微少な動物化石が含まれている。井本伸広博士の鑑定によればこれらは Crinoid, Bryozoa, Schwagerinid など、このことから礫の原岩の形成時期は二疊紀以後と考えられる。しかし同質の礫には熱変成の証拠(再結晶, 黒雲母の生成など)を示すものもあり、また、紅柱石化, 董青石化の行なわれた泥質岩礫もしばしば伴われる。これらの事実はペルム紀あるいはそれ以後・三疊紀後期前に火成活動の行なわれたことを示すと考えられる。

3. 美祢層群産花崗岩礫および片麻岩礫について約 200×10^6 年の K-Ar 年代値が得られている(村上ほか, 1977)。

前に記したように美祢層群産半深成岩礫・火山岩礫には花崗岩礫・片麻岩礫に顕著な破砕組織はほとんど認められない。もしもこれらの礫の原岩がすべて同一地域において生成されたものならば、半深成岩や火山岩は深成-変成作用および圧砕作用後に貫入あるいは噴出・流出したものと見なさざるを得ない。最近中沢(1977)はジュラ紀中期の九頭竜層群中に酸性凝灰岩の挟在することから、飛騨深成作用に関連した火山作用の可能性を指摘した。しかし、美祢層群中の火山岩礫の原岩の生成時代はこれよりも多少古期とみなされる。この原岩の分布地域は徳山(1958)の推定に従えば現在の美祢層群の分布地域の北方～北西方に当り、溶結凝灰岩礫の存在より考えて少なくとも一部乾陸を含む場所であったと考えられる。

おわりに

この論文では古生代後期の地層と中生代初期の地層との間に礫岩層中の火山岩礫のタイプと化学組成に大

差のあることから、2つの時期の間にアルカリ岩系を主とする火山活動の行なわれた可能性を指摘した。しかし、これらの火山岩礫は全体として普遍的に変質をうけているので、Zr, Yなどを中心とする微量元素のデータ (WINCHESTER & FLOYD 1977), 同位体年代値などの検討を引きつづき行なってゆく必要がある。

稿を終るにあたり、美祿層群産堆積岩礫中の化石の鑑定をしていただいた京都教育大学の井本伸広博士、火成岩礫のサンプルを提供された文部省初等中等教育局の三上貴彦博士に謝意を表す。なお研究費の一部に文部省科学研究費を使用した。

引用文献

- BAILEY, D. K. and MACDONALD, R. (1970): Petrochemical variations among mildly peralkaline (comendite) obsidians from the oceans and continents. *Contr. Mineral. Petr.*, **28**, 340-351.
- BOWDEN, P. (1974): Oversaturated alkaline rocks. *The Alkaline Rocks*. Edited by H. Sørensen. John Wiley & Sons, London, 109-123.
- 長谷 晃 (1950): 山口県西南部三疊系の層序学的研究。九大理研究報告, 地質, **2**, 101-128.
- (1951): 山口県の三疊系。地調報告, 特別号, **11**, 72-89.
- 橋本光男・鹿島愛彦・加藤 昭・甲藤次郎・桑野幸男・松原 聡・斉藤 靖之・須鎗 和巳・千葉とき子 (1976): 四国黒瀬川構造帯の岡成層群酸性火山岩。国立科博専報, **9**, 9-16.
- 加納 博・中沢圭二・志岐常正 (1961): 礫岩からみた舞鶴地帯の二疊紀後背地の展望。地質雑, **67**, 463-475.
- (1971): 北上山地の薄衣式礫岩 (総括)。地質雑, **77**, 415-440.
- (1975): 礫からみた先シルル地向斜基盤。地団研専報, **19**, 115-130.
- 河野通弘・西村祐郎・岡村義彦・村上允英・三上貴彦・大田正道 (1975): 古生界, 山口県の地質。山口県立博物館。
- KUNO, H. (1960): High-alumina basalt. *Jour. Petr.*, **1**, 121-145.
- 蔵田延男 (1941): 美祿統最下部層中の安山岩片に就て。地質雑, **48**, 210-211.
- 京都教育大学礫岩研究グループ (1977): 舞鶴地帯夜久野層群中の礫岩の礫種構成。本州地向斜内帯総研連絡紙, **No.2**, 36-44.
- MACDONALD, R. and BAILEY, D. K. (1972): The chemistry of peralkaline oversaturated obsidians. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper*, **440-N**, part 1.
- MIYASHIRO, A. (1974): Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *Am. Jour. Sci.*, **274**, 321-355.
- (1975): Classification, characteristics, and origin of ophiolites. *Jour. Geol.*, **83**, 249-281.
- (1978): Nature of alkalic volcanic rock series. *Contr. Mineral. Petr.*, **66**, 91-104.
- 村上允英・植田良夫・三上貴彦 (1977): 長門構造帯産花崗岩類および美祿層群産花崗岩質岩礫の K-Ar 年代値とその地質学的意義。岩鉱, **72**, 277-287.
- (1978): 火成岩礫より推定される三疊紀後期美祿層群下底の不整合の意義。不整合討論会予稿集, 星野通平編, 東海大学海洋研究所, 117-126.
- (1979): 日本のシルル-デボン紀火山岩類についての一考察。地球, **2**, 152-157.
- 中沢圭二 (1977): 中・古生界に関する 2・3 のコメント。地団研専報, **20**, 123-125.
- 西村祐郎・三上貴彦・鈴木盛久 (1977): ペルム系麦谷層の変成岩礫。日本地質学会西日本支部会報, **65**, 6-7.
- 小貫義男 (1969): 北上山地地質誌。東北大地質古生物研報, **59**, 1-239.
- 清水大吉郎・吉岐常正・井本伸広・藤原重彦・吉田光広 (1974): 先丹波流紋岩類—丹波帯古年界の礫岩からみた先二疊紀酸性火成活動一。GDP 連絡紙, **No.2**, 55-59.
- 丹波地帯研究グループ (1971): 丹波地帯の古生界 (その2)。地球科学, **25**, 211-218.
- 徳山 明 (1958): 長門美祿地域的美祿統。地質雑, **64**, 454-463; 537-550.
- TOMITA, T. (1935): On the chemical compositions of the Cenozoic alkaline suite of the circum-Japan Sea region. *Jour. Shanghai Sci. Inst.*, **Sec. 2, 1**, 227-306.
- WINCHESTER, J. A. and FLOYD, P. A. (1977): Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chem. Geol.*, **20**, 325-343.
- 吉倉伸一・佐藤浩一 (1976): 高知県横倉山周辺の黒瀬川構造帯に関する 2・3 の新事実。島弧基盤, **3**, 53-56.