

論文

隠岐島後, 末期中新世葛尾層火道角礫岩と粗面岩岩片中のアルカリ長石 K-Ar 年代

沢田 順弘*・當銘あかね**・北川 博也***・小林 伸治****
今岡 照喜*****・板谷 徹丸*****

Geology and petrography of vent breccias of the Latest Miocene Tsuzurao Formation, and alkali feldspar K-Ar age from a trachyte essential fragment, Oki-Dogo Island, SW Japan

Yoshihiro Sawada*, Akane Tome**, Hiroya Kitagawa***, Shinji Kobayashi****,
Teruyoshi Imaoka***** and Tetsumaru Itaya*****

Abstract

The Tsuzurao Formation is distributed in the northeastern part of Oki-Dogo Island in an area about 4.5 km E-W by 6 km N-S. It unconformably covers the Oki metamorphic rocks and the Tokibariyama Formation (Figs. 1 and 2). The Tsuzurao Formation consists mainly of rhyolitic pyroclastic flow deposits, with a small volume of rhyolitic air fall deposits and associated rhyolite lavas, dikes, and trachyte essential fragments and xenoliths. Vent breccias and feeder dikes are distributed in the eastern and southwestern parts of the Tsuzurao Formation (Figs. 2 and 3). Vent breccias are intruded into the basement as a fissure vent 1500 m long and 400 m wide. The vent breccias are massive, and are composed of rhyolite and trachyte essential fragments and accidental fragments derived from the basement. The vent breccia matrix consists of rhyolitic pyroclastic material. Many trachyte fragments are elongated, and some are enclosed by rhyolite fragments or are mixed with them. Trachyte fragments consist of alkali feldspar, fayalite, hedenbergite, alkali amphiboles (arfvedsonite, riebeckite), magnetite, and apatite. Rhyolite is composed of alkali feldspar, quartz, alkali amphiboles (arfvedsonite, riebeckite), annite, magnetite, apatite. The alkali feldspars in rhyolite are albite ($An_{1.8-1.7} Ab_{90.4-93.0} Or_{7.8-5.3}$) and anorthoclase - sanidine ($An_{0.0-2.0} Ab_{34.6-58.2} Or_{41.8-86.0}$). In trachyte they are anorthoclase - sanidine ($An_{3.8-6.4} Ab_{36.0-50.9} Or_{41.5-52.0}$ and $An_{0.0} Ab_{46.8} Or_{53.2}$).

Alkali feldspar from a trachyte essential fragment in the vent breccia yields a K-Ar age of 5.45 ± 0.17 Ma. This is similar to the radiometric ages of the Omosu Formation and Hei Trachyte Group in Oki-Dogo Island.

Key words: Late Miocene, Oki-Dogo Island, Tsuzurao Formation, K-Ar age, vent, rhyolite, trachyte, alkaline volcanic rocks, Fe-rich mafic minerals

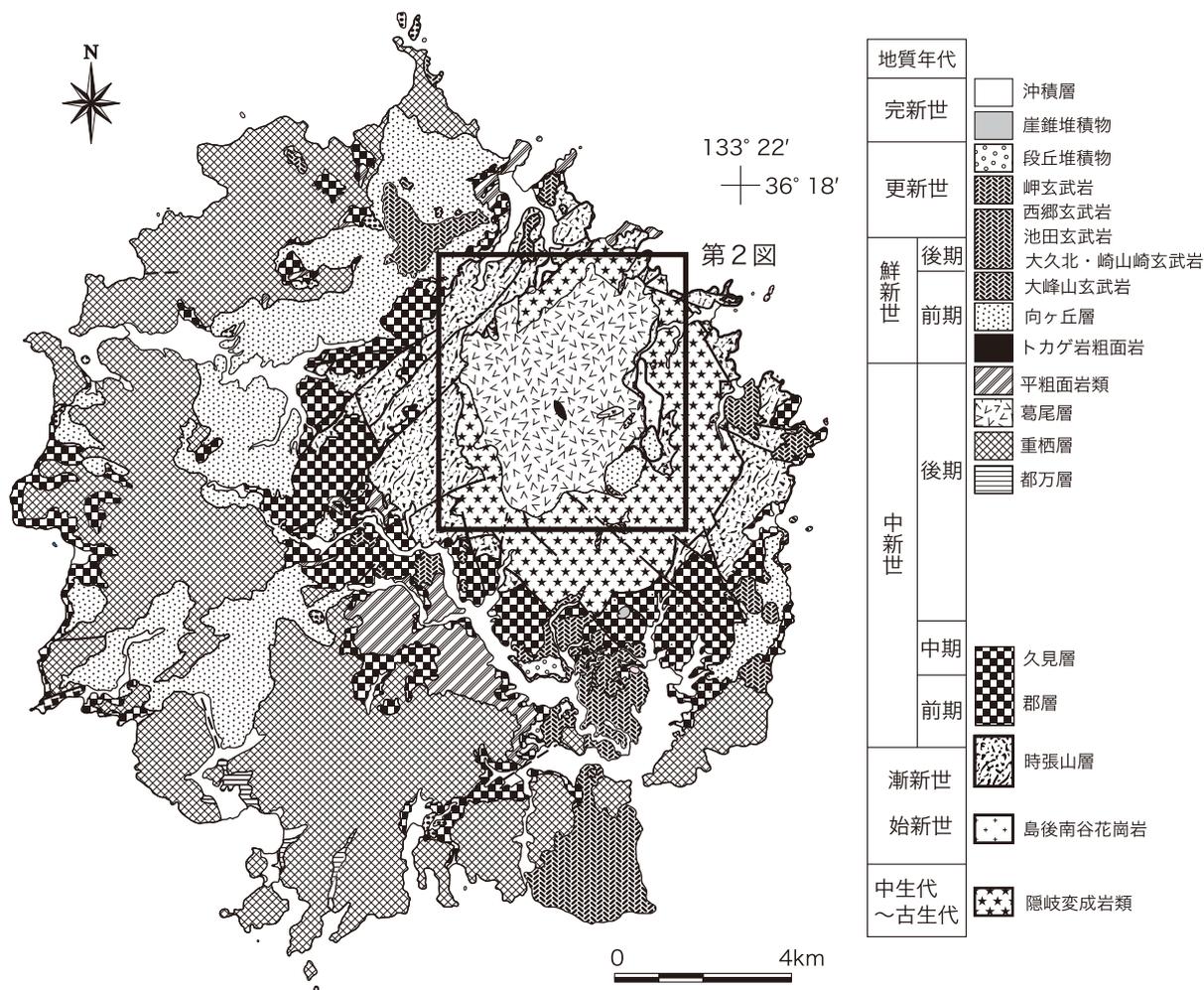
はじめに

隠岐島後においてもっとも広く分布しているのは, 末期中

- * 島根大学総合理工学部地球資源環境学科 〒690-8504 松江市西川津町 1060
Department of Geoscience, Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University, Matsue 690-8504, JAPAN
- ** ㈱ヤスダプロモーション関東 〒379-2131 前橋市西善町 748-1
Yasuda Promotion Kantou, Co. Ltd., 748-1 Nishizen-cho, Maebashi 379-2131, JAPAN
- *** ㈱ダイヤコンサルタント九州支社 〒812-0018 福岡市博多区住吉 4-3-2
Dia Consultant Co. Ltd., 4-3-2 Sumiyoshi, Hakata-ku, Fukuoka 812-0018, JAPAN
- **** 〒560-0033 大阪府豊中市蛸池の中町 3 丁目 6-12-402, ノベラスコート蛸池 402
3-6-12-402Hotaruike-nakamachi, Toyonaka 560-0033, JAPAN
- ***** 山口大学理学研究科 〒753-8512 山口市吉田 1677-1
Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University, 1677-1 Yoshida, Yamaguchi 753-8512, JAPAN
- ***** 岡山理科大学自然科学研究所 〒700-0005 岡山市理大町 1-1
Research Institute of Natural Sciences, Okayama University of Science, Okayama 700-0005, JAPAN

新世から最初期鮮新世にかけてのアルカリ質火山岩類である。Uchimizu (1966) はこれらを, 活動時期の古い順から隠岐粗面岩-流紋岩類, 平粗面岩類, 葛尾石英流紋岩類の三つに区分した。その後, 小林・沢田 (1998) は隠岐粗面岩-流紋岩類を隠岐アルカリ火山岩類と呼んだが, 「西郷図幅」では「重栖層」として改称された (小林ほか, 2009)。また, Uchimizu (1966) による葛尾石英流紋岩類は「葛尾層」とされた (小林ほか, 2009)。

隠岐の島町, 中谷中流域には流紋岩質火道角礫岩が露出するが, 火道角礫岩中には流紋岩マグマと同時期に存在したと考えられる不規則な形態をした粗面岩岩片が存在する。この火道についてはすでに沢田ほか (1999, 2000) によって概略が報告されている。本論では葛尾層中に見られるこの特異な火道角礫岩について地質を報告し, 岩石の顕微鏡記載を行う。火道角礫岩中の粗面岩と流紋岩岩片中には Fe 端成分に近い鉄カンラン石, ヘデンバージャイト~鉄普通輝石, アルカリ角閃石, およびアナイトが含まれている。これらの組成についても報告する。また, 粗面岩と流紋岩にはマグマ混合現象がみられるが, それらの全岩化学組成についてもあわせて報告する。



第1図 隠岐島後の地質図と報告地域(四角で囲った部分)。地質図は山崎(1998), 小林ほか(2002), 山内ほか(2005), 田山(2005MS)により, 地層名や層序については山内ほか(2009)を引用した。

葛尾層は、主としてアルカリ質火山岩類からなる重栖層や平粗面岩(Uchimizu, 1966)とほぼ同じ時代の産物とされてきたが、これらの直接の地質関係は不明である。これまで、重栖層火山岩類の放射年代については、全岩 K-Ar 年代が Kaneoka et al. (1977), 藤巻ほか(1989), Uto et al. (1992), Kimura et al. (2003), 沢田ほか(2008)によって報告されてきた。平粗面岩に関しては Rb-Sr 全岩アイソクロン年代が小林ほか(2009)によって報告された。このように隠岐島後における末期中新世～最初期鮮新世アルカリ質火山岩類のうち重栖層や平粗面岩については放射年代が報告されているが、葛尾層については未だにないので、ここで報告する。

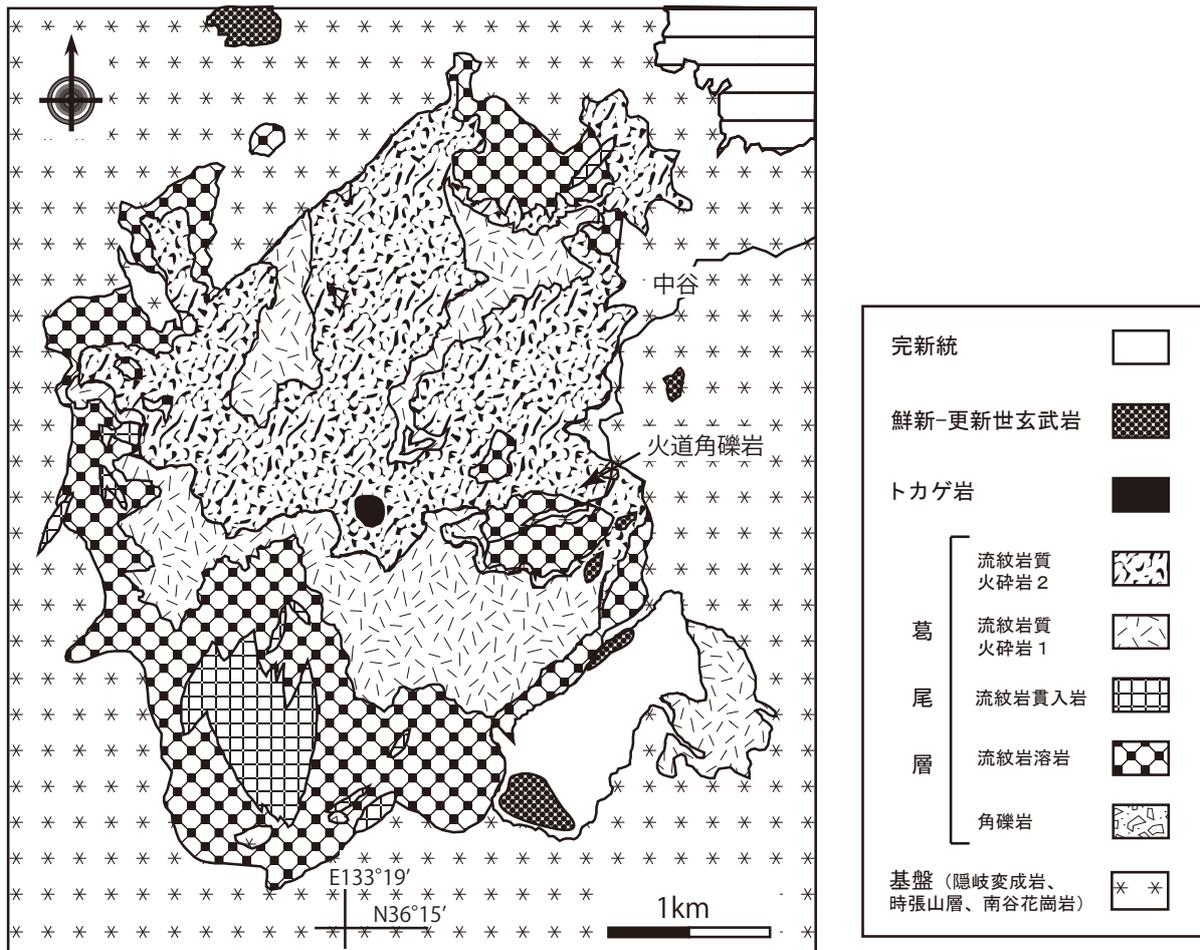
地 質

葛尾層の地質については小林ほか(2009)によって報告されており、ここではそれに基づいて述べる。葛尾層は隠岐島後の北東部、小敷原山-葛尾山-鷲ヶ峰の山頂付近一帯を中心に、6 km×4.5 km の菱形形状に分布する(第1, 2図)。流紋岩質火砕岩、流紋岩溶岩および流紋岩や石英斑岩の岩脈からなる。流紋岩質火砕岩中には粗面岩岩片が、また石英斑岩、

流紋岩岩脈中には粗面岩捕獲岩が含まれるが、後述のように、これらの粗面岩は上記の火山岩類と同時期のものであることから葛尾層に含められる。葛尾層は基盤の隠岐変成岩類とは高角な断層または不整合で接し、時張山層を不整合に覆う。多数の石英斑岩・流紋岩や、トカゲ岩に代表される粗面岩岩脈によって貫入を受ける。末期中新世の重栖層や平粗面岩とは直接接していないために、両者の間の関係は不明である。

葛尾層の主体は流紋岩質火砕岩で、流紋岩溶岩と流紋岩・石英斑岩岩脈と火道角礫岩中には本質粗面岩岩片が伴われる。火砕岩の区分は本来ならばフローユニットあるいはフォールユニットで区分すべきであるが、マッピングユニットとしてこれらを識別することは困難なことから、岩相から、溶結構造を含まないもの(火砕岩Ⅰ)と含むもの(火砕岩Ⅱ)の二つに分けた。火砕岩と溶岩は互層しているが、層厚の側方変化は著しい。

葛尾層の分布域とその周辺には流紋岩と石英斑岩で代表されるフィーダーと推定される岩脈が多数存在する。石英斑岩貫入岩中に不規則ないし引き延ばされたような形態を示す粗面岩の捕獲岩も見られる。粗面岩捕獲岩中に流紋岩(石英斑岩)が捕獲されていることもあることから、両者は同時期に



第2図 葛尾地域の地質図. 沢田ほか(1999), 山内ほか(2009)に基づき, 一部改変.

存在したものと判断される.

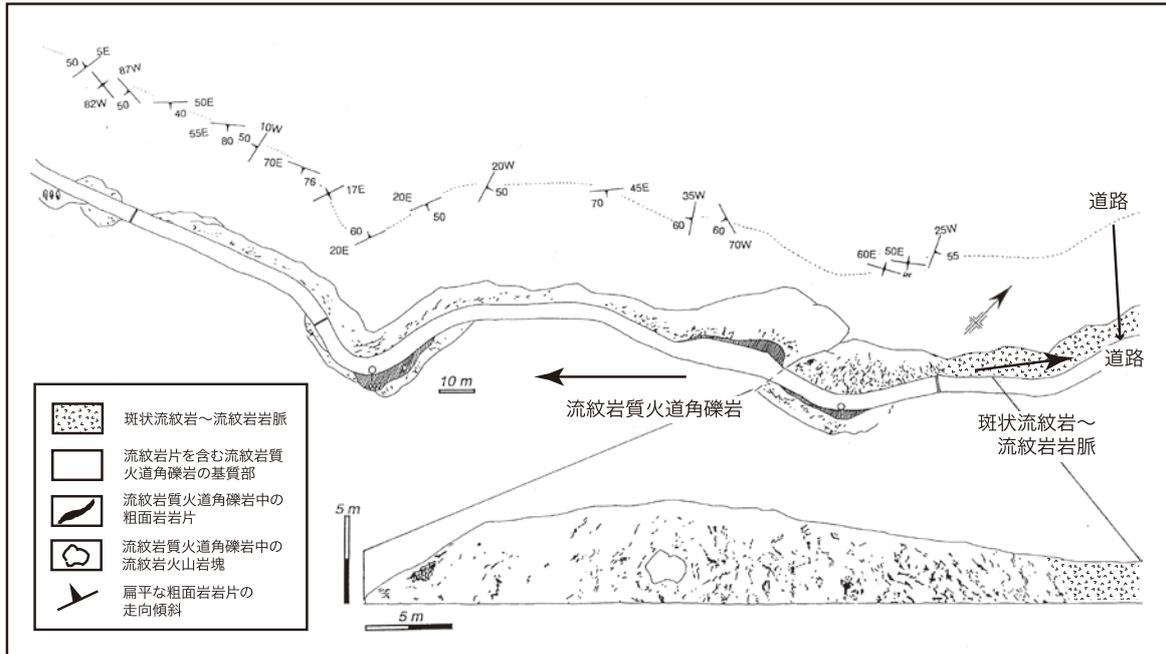
ここで報告するのは火砕岩Ⅱの給源の一つである流紋岩質火道角礫岩とその中に含まれる粗面岩と流紋岩の岩片である. 火砕岩Ⅱは流紋岩質火砕岩で, 溶結構造が観察される. 後述の火道角礫岩から漸移しており, 布施村北谷付近に分布する最大層厚約 150 m の層と, トカゲ岩以北の尾根全域に広がる最大層厚約 300 m の層の二層が認められる. この二層の間に存在する火砕岩Ⅰは火道角礫岩の北方で消滅しているため, そこでは二層が直接接している. 火砕岩Ⅱは白色～青灰色を呈し, 石英とアルカリ長石の結晶を特徴的に含む. また, 脱ガラス化して白色を呈する小レンズ状岩片を含む溶結構造が観察される. 先古第三系や無斑晶質流紋岩の数 cm の岩片を含むが, 含有率はたいてい 5% 以下である. 火道角礫岩は, 先第三系をはじめとする岩片や, 流紋岩岩片, 不規則な形態を示す粗面岩岩片を多数含み, 流状構造を示すことを特徴とする. 火砕岩Ⅱはこの火道角礫岩から漸移し, 火道角礫岩の周辺, 特にその北西延長付近では, 粗面岩レンズを多く含み, 溶結構造も発達するが, 火道角礫岩から離れるにつれて葉理面の傾斜は緩くなる. また, 火道角礫岩から 1~2 km 以上離れた地域では岩片は減少する傾向にあり, 溶結構造も目立たなくなる.

流紋岩質火道角礫岩

流紋岩質火道角礫岩は隠岐の島町中谷中流域において, 時張山層を NE-SW 方向にほぼ垂直に切って, 約 400 m 近くにわたって連続的に露出する. 幅約 400 m, 長さ約 1500 m のフィッシャーの形態を示し, 基盤との境界は谷底では高角であるが, 100~150 m 上方では 30° 以下の低角となり, 火砕流堆積物(火砕岩Ⅱ)へと移行する. 中谷中流域では北東から南東方向に向かって, 石基が未破碎の石英斑岩-流紋岩(露頭での幅 100 m+) から, 幅数 m の範囲でマトリックスの破碎化が著しくなり, また, 岩片も急速に増加し, 火山(火道)角礫岩へと移行する.

火道角礫岩中の粗面岩レンズの面構造の傾斜は, 伏角が 50°~90° を示し, 高角である(第3図). 含まれる岩片の配列やマトリックスの流状構造もともにこれに調和的である. また, 流紋岩と石英斑岩の漸移的境界面もほぼ垂直である. これらは火道の内部構造が垂直に近いことを示している.

火道角礫岩は淘汰が悪く, 岩片は以下の3種からなる. ①基盤に由来する隠岐変成岩類と花崗岩, 時張山層の安山岩と同質火砕岩, ②葛尾層由来の無斑晶質流紋岩, 斑状流紋岩と同質火砕岩, ③粗面岩. ①の変成岩類と花崗岩岩片は, 火道角礫岩と石英斑岩-流紋岩との漸移帯から火道角礫岩側にか



第3図 隠岐の島町，中谷中流域に見られる葛尾層の流紋岩質火道角礫岩と粗面岩と流紋岩岩片の産状を示すルートマップ。當銘(1996MS)を基に一部加筆。



第4図 流紋岩質火道角礫岩中の粗面岩岩片の産状。粗面岩岩片は著しく変形を受け、一部は周囲の流紋岩との間に混合現象が認められる(A)。(B)は著しく引き伸ばされ板状の形態を示す粗面岩岩片。粗面岩岩片は幅が10 cm以下、長さは約100 cm。

けての数10 mの範囲にもっとも多く含まれる。角礫～亜角礫、径は平均数 cm～10 cm 程度で、多くは脆性破壊を受けている。これに対し、②や③の粗面岩や流紋岩岩片は多様な形態を示し、幅は数 cm～数10 cm であるが、長さは数10 cm～100 cm で、著しく引き伸ばされた板状のものや、レンズ状あるいはブーデン状などの形態を示すものなど、塑性変形を受けているものが多い(第3, 4図)。扁平な岩片では傾斜は 50° ～ 90° と高角で、粗面岩岩片を包有する流紋岩やマトリックスの火砕岩の流理状構造と調和的である。

引き伸ばされたような形態を示す粗面岩や流紋岩岩片は、流紋岩マグマが上昇途中で、未固結ないし半固結状態の粗面岩マグマを取り込んだものと推定される。すなわち、流紋岩マグマと粗面岩マグマは同時期に存在していたことを示している。不規則な、あるいは引き伸ばされた形態を示す岩片の中には流紋岩に取り囲まれたものもあり、粗面岩岩片の外縁がぼやけて不明瞭なものも多く、白色の流紋岩と黒色の粗面岩との間に、灰色もしくは赤紫色の中間的な部分が観察され、機械的、ないしは組成的な混合が起こっている(第4A, 7, 8図、第2表)。顕微鏡観察では岩片とマトリックスの境界付近においても破碎されたような結晶は観察されない。石英斑岩～流紋岩質火道角礫岩中で見られる混合現象は流紋岩岩脈中でも見られ、捕獲岩として産する幅数 cm 程度の粗面岩バンド、あるいは逆に粗面岩捕獲岩中に流紋岩バンドが存在する。

火道角礫岩とそれに含まれる岩片の岩石記載

[流紋岩] 淡灰色～青灰色、斑状組織を示し、斑晶としてアルカリ長石、石英、アルカリ角閃石、黒雲母、不透明鉱物を含む。アルカリ長石は自形～半自形で、最大長は5 mm で

ある。石英は自形～半自形で最大粒径は2 mmである。ともに、融食形を示すものが多い。アルカリ角閃石(アルベゾン閃石, リーベック閃石)は自形～他形で、多色性は淡褐～茶緑色と淡緑～青緑色のものがある。黒雲母の多くは緑泥石化している。石基は珪長岩質で、球顆状組織が発達することもある。

[石英斑岩岩脈] 淡灰色～淡青灰色、斑状組織を示し、斑晶はアルカリ長石、石英、斜長石、不透明鉱物からなる。アルカリ長石は自形～他形で最大長は4 mmで、汚濁しているものが多い。石英は半自形～他形で最大粒径は2.8 mm、一部で、融食形を示すものもある。石基はアルカリ長石と石英を主とする珪長岩質組織を示す。

[流紋岩質火道角礫岩のマトリックス] 白色～青灰色を示す。結晶片としてアルカリ長石、石英、アルカリ角閃石(アルベゾン閃石, リーベック閃石)、ヘデンベルグ輝石～鉄普通輝石、不透明鉱物を含む。アルカリ長石は自形～破片状で、多くは融食形を示し、最大長は4 mmである。石英は自形～破片状で、融食形を示すものも多く、最大粒径は2 mmである。アルカリ角閃石は半自形～破片状で、淡褐～茶緑色と淡緑～濃緑色の二種類の多色性を示すものがある。単斜輝石は半自形～破片状を示す。

岩片として片麻岩、花崗岩、流紋岩、粗面岩、安山岩、凝灰岩を含む。

マトリックスは陰微晶質～ガラス質で、ユータキシチック構造を持つ。脱ガラス化によって微細な鉱物が生じ、一部は球顆状組織を示す。

[粗面岩岩片] 黒色緻密で、アルカリ長石の斑晶が目立つ岩石である。斑状組織を示し、斑晶として新鮮なアルカリ長石を多く含み、他に、鉄カンラン石、ヘデンベルグ輝石～鉄普通輝石、アルカリ角閃石(アルベゾン閃石, リーベック閃石)、不透明鉱物を含む。アルカリ長石は自形～破片状で多くは融食形を呈し、最大粒径は4 mmである。波動消光やまれに累帯構造も見られ、単斜輝石を包有することもある。ヘデンベルグ輝石～鉄普通輝石は半自形～他形で一部融食形を呈し、淡褐色～黄緑色の弱い多色性を示す。最大粒径は1.9 mmである。アルカリ角閃石は半自形～他形で、淡緑～茶緑色と淡緑～青緑色の多色性を示す。石基は脱ガラス化して、不均質に珪質化している。細かい球顆が発達している。

構成鉱物の化学組成

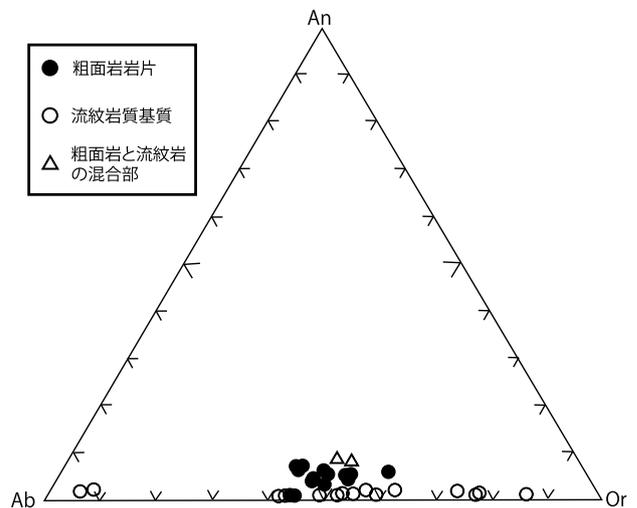
粗面岩と流紋岩中の長石の化学組成を第1E表に、An-Ab-Or図を第5図に示した。粗面岩中の長石はアノーソクレーヌ～サニディンの領域にあり、An成分に比較的富むもの(An_{3.8-6.3} Ab_{36.0-50.9} Or_{41.5-52.0})と乏しいもの(An_{0.0} Ab_{46.8} Or_{53.2})の二つのグループがある。流紋岩中の長石は曹長石(An_{1.8-1.7} Ab_{90.4-93.0} Or_{7.8-5.3})とサニディン(An_{0.0-2.0} Ab_{34.6-58.2} Or_{41.8-86.0})の二つのグループがある。粗面岩と流紋岩が混ざり合っている部分にはAn成分に富むサニディン(An_{8.0-8.5} Ab_{41.2-43.6} Or_{47.9-50.8})が含まれている。

苦鉄質鉱物の代表的な組成は第1A～D表に、mg値[100*Mg/(Mg+Fe)]とCa-Mg-Fe図は第6図に示した。粗

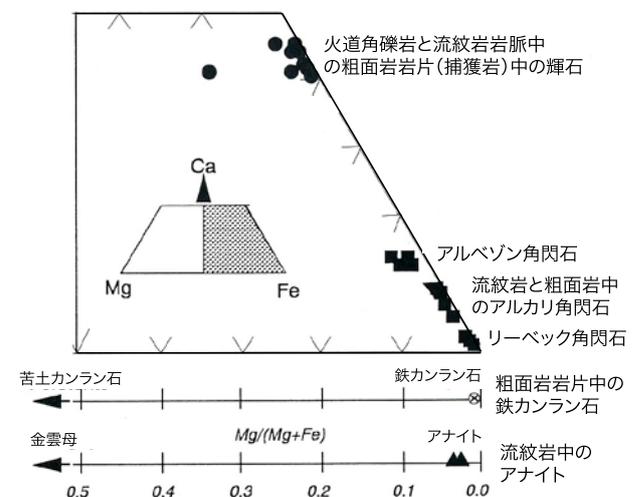
面岩岩片中には鉄カンラン石、ヘデンベルグ輝石～鉄普通輝石、アルカリ角閃石(アルベゾン閃石, リーベック閃石)が含まれるが、いずれもFeに富む端成分に近い組成を有する(第6図)。鉄カンラン石のmg値は0.8～0.5である。輝石にはCa_{41.5}Mg_{13.4}Fe_{45.1}の鉄普通輝石があるが、多くはmg値が5.3以下、ほとんどが2.0以下のヘデンベルグ輝石～鉄普通輝石である。角閃石類はNa₂Oが5～8 wt%含まれるアルカリ角閃石である。mg値は4.1以下、ほとんどが2以下である(第1C表)。流紋岩中にはmg値が3.6～2.4のアナイトが含まれる(第6図, 第1D表)。

粗面岩と流紋岩岩片, およびそれらの混合物の全岩化学組成

全岩化学組成は島根大学総合理工学部地球資源環境学科設置の波長分散型蛍光X線分析装置(リガク社製 RIX2000)を用い、主成分10元素(Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P)と



第5図 流紋岩質火道角礫岩に含まれる流紋岩と粗面岩岩片中の長石のAn-Ab-Or図。



第6図 流紋岩質火道角礫岩に含まれる流紋岩と粗面岩岩片中のカンラン石, 単斜輝石, 角閃石, 黒雲母の組成。沢田ほか(2000)を基に、一部修正。

第1表 X線マイクロアナライザーによる流紋岩と粗面岩岩片中の代表的なカンラン石(A), 単斜輝石(B), 角閃石(C), 黒雲母(D), 長石(E)の分析値.

(A) カンラン石	70703-1	70703-1	TZ1401A
	粗面岩	粗面岩	粗面岩
	01-1	01-3	01-3
SiO ₂	29.59	29.95	29.82
TiO ₂	0.02	0.05	0.01
Al ₂ O ₃	0.00	0.00	0.01
FeO	65.29	65.61	65.95
MnO	3.25	3.30	2.88
MgO	0.30	0.25	0.20
CaO	0.75	0.75	0.00
Na ₂ O	0.06	0.00	0.03
Total	99.26	99.91	98.90
O=4			
Si	1.004	1.008	1.014
Al	0.000	0.000	0.000
Ti	0.000	0.001	0.000
Fe	1.852	1.847	1.876
Mn	0.093	0.094	0.083
Mg	0.015	0.012	0.010
Ca	0.027	0.027	0.000
Na	0.004	0.000	0.001
fo	0.8	0.7	0.5

(B) 単斜輝石	Trachyte	TZ1401A	TZ1401A	TZ1401A	TZ1401A	TZ72901	Mixed	72901Mix
	粗面岩	粗面岩	粗面岩	粗面岩	粗面岩	粗面岩	混合部	混合部
	Cpx-5	Cpx-3	Cpx-5	Cpx-6	Cpx-7	Cpx-2 (core)	Cpx-2	Cpx-2 (in Af)
SiO ₂	47.95	47.68	47.95	47.93	47.8	48.61	48.46	49.40
TiO ₂	0.67	0.86	0.54	0.51	0.81	0.70	0.34	0.38
Al ₂ O ₃	0.30	0.42	0.35	0.19	0.71	1.02	0.11	0.12
FeO	29.93	29.64	29.62	29.70	28.48	23.59	30.76	28.80
MnO	1.40	1.36	1.26	1.11	1.26	0.62	0.79	1.31
MgO	0.10	0.36	0.65	0.21	0.9	4.27	0.05	0.63
CaO	19.30	18.63	19.17	16.43	19.55	20.03	18.08	16.56
Na ₂ O	0.47	0.47	0.39	2.98	0.48	0.44	1.53	2.16
K ₂ O	0.00	0.03	0.02	0.04	0.02	0.05	0.01	0.02
Total	100.12	99.45	99.95	99.10	100.01	99.33	100.13	99.38
O=6								
Si	1.985	1.982	1.983	2.003	1.968	1.963	2.005	2.036
Al (4)	0.015	0.018	0.017	0.000	0.032	0.037	0.000	0.000
Al (6)	0.000	0.003	0.000	0.009	0.003	0.011	0.006	0.006
Ti	0.021	0.027	0.017	0.016	0.025	0.021	0.011	0.012
Fe	1.036	1.031	1.025	1.038	0.981	0.797	1.064	0.993
Mn	0.049	0.048	0.044	0.039	0.044	0.021	0.028	0.046
Mg	0.006	0.022	0.040	0.013	0.055	0.257	0.003	0.039
Ca	0.856	0.830	0.850	0.736	0.863	0.867	0.801	0.731
Na	0.038	0.038	0.032	0.241	0.038	0.035	0.123	0.172
K	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.003	0.001	0.001
Ca	45.1	44.1	44.4	41.2	45.4	41.5	42.9	41.5
Mg	0.3	1.2	2.1	0.7	2.9	13.4	0.2	2.2
Fe	54.6	54.7	53.5	58.1	51.7	45.1	57.0	56.3
mg	0.6	2.1	3.8	1.2	5.3	24.4	0.3	3.8

(C) 角閃石	70703	70703	70703	72901Mix	72901Mix	72901Mix
	粗面岩	粗面岩	粗面岩	混合部	混合部	混合部
	Amph-3	Amph-6	Amph-7	Arf-1 (in Af)	Arf-2 (in Af)	Arf-5 (in Af)
SiO ₂	47.44	50.43	48.18	47.55	47.52	49.33
TiO ₂	2.14	1.55	1.91	2.40	2.46	0.00
Al ₂ O ₃	0.89	5.71	0.70	0.72	0.71	0.17
FeO	34.23	26.85	33.44	32.75	33.08	35.07
MnO	0.81	0.98	1.12	1.23	1.32	2.24
MgO	0.42	0.16	0.26	0.68	0.29	0.02
CaO	4.51	1.22	4.01	4.04	4.09	0.36
Na ₂ O	5.55	7.29	5.49	5.73	5.89	8.03
K ₂ O	1.34	2.87	1.30	1.40	1.31	1.09
Total	97.33	97.06	96.40	96.50	96.67	96.31
O=23						
Si	7.755	7.890	7.904	7.800	7.799	8.157
Al (4)	0.171	0.110	0.135	0.139	0.137	0.000
Al (6)	0.000	0.942	0.000	0.000	0.000	0.034
Ti	0.263	0.182	0.235	0.297	0.304	0.000
Fe	4.681	3.513	4.588	4.493	4.540	4.850
Mn	0.113	0.130	0.156	0.171	0.184	0.313
Mg	0.102	0.037	0.063	0.166	0.071	0.005
Ca	0.791	0.205	0.704	0.710	0.719	0.064
Na	1.759	2.211	1.745	1.823	1.873	2.575
K	0.280	0.573	0.272	0.284	0.275	0.230
Ca	14.2	5.5	13.1	13.2	13.5	1.3
Mg	1.8	0.1	1.2	3.1	1.3	0.1
Fe	84.0	93.6	85.7	83.7	85.2	98.6
mg	2.1	1.1	1.4	3.6	1.5	0.1

(D) 黒雲母	72901BL	70703
	流紋岩	流紋岩
	Bt-1	Bt-3
SiO ₂	35.41	37.25
TiO ₂	0.67	0.27
Al ₂ O ₃	9.33	7.41
FeO	39.33	40.34
MnO	0.20	0.50
MgO	0.83	0.59
CaO	0.79	0.17
Na ₂ O	0.18	0.06
K ₂ O	5.48	5.80
Total	92.22	92.39
O=22		
Si	6.128	6.454
Al (4)	1.872	1.514
Al (6)	0.003	
Ti	0.087	0.036
Fe	5.692	5.845
Mn	0.029	0.073
Mg	0.215	0.151
Ca	0.146	0.031
Na	0.060	0.018
K	1.210	1.282
mg	3.6	2.5

第1表 (続き)

(E) 長石	70703BL	70703BL	72901BL	72901BL	70703	52802BK	70703	72901WH	70703	70703	52802WB	52802WH	72901Mix
	粗面岩	粗面岩	粗面岩	粗面岩	粗面岩	流紋岩	流紋岩	流紋岩	流紋岩	流紋岩	流紋岩	流紋岩	混合部
	Af-2	Af-3	Af-2	Af-7	Af-12	Af-1R	Af-1	Af-2	Af-26	Af-27	Af-1R	Pl-1R	Af-11
SiO2	67.86	67.71	65.02	67.56	66.71	67.92	67.56	68.95	67.27	68.60	64.60	67.98	66.54
TiO2	0.00	0.05	0.01	0.01	0.02		0.03	0.02	0.05	0.04	0.00	0.00	0.03
Al2O3	20.17	20.04	19.97	20.94	18.81	18.92	19.66	19.7	18.78	19.49	18.75	20.16	20.05
FeO	0.19	0.12	0.16	0.23	0.58	0.32	0.24	0.27	2.48	1.41	0.10	0.05	0.19
MnO	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03		0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	0.65	0.69	1.08	1.02	0.92	0.00	0.37	0.08	0.02	0.00	0.00	0.33	1.47
Na2O	4.59	4.03	3.83	4.67	6.38	6.22	5.59	4.02	2.78	3.49	2.54	9.86	4.19
K2O	6.91	7.27	9.45	5.66	6.89	7.09	7.15	6.94	7.76	7.74	13.30	0.85	6.98
Total	100.37	99.91	99.53	100.10	100.37	100.47	100.60	99.98	99.17	100.77	99.29	99.23	99.45
O=8													
Si	2.998	3.004	2.949	2.979	2.984	3.017	2.994	3.041	3.030	3.028	2.981	2.986	2.977
Al	1.050	1.048	1.068	1.088	0.993	0.991	1.027	1.024	0.997	1.014	1.020	1.044	1.057
Ti	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001		0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001
Fe	0.007	0.004	0.006	0.009	0.022	0.012	0.009	0.010	0.093	0.052	0.004	0.002	0.007
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001		0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.031	0.033	0.053	0.048	0.044	0.000	0.018	0.004	0.001	0.000	0.000	0.016	0.070
Na	0.393	0.347	0.337	0.399	0.553	0.535	0.480	0.344	0.243	0.299	0.228	0.840	0.363
K	0.389	0.411	0.547	0.318	0.393	0.402	0.404	0.391	0.446	0.436	0.783	0.048	0.399
An	3.8	4.1	5.6	6.3	4.4	0.0	2.0	0.5	0.1	0.0	0.0	1.7	8.5
Ab	48.3	43.8	36.0	52.1	55.8	57.1	53.2	46.6	35.2	40.7	22.5	93.0	43.6
Or	47.9	52.0	58.4	41.5	39.7	42.9	44.8	52.9	64.6	59.3	77.5	5.3	47.9

微量成分 13 元素 (Ba, Ce, Cr, Ga, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, Th, V, Y, Zr) を分析した。分析方法は Kimura and Yamada (1996) によるガラスビード法で、分析精度は小林・沢田 (1998) によって報告されている。試料と融剤 (Li₂B₄O₇ : LiBO₂ = 1 : 4) の混合率は 1 : 2、主成分分析の補正係数は多重回帰法で求め、微量成分分析に関してはピークオーバーバック法を用いた。

分析結果は第 2 表に、シリカーアルカリ図と SiO₂ - 酸化物図 (ハーカー図) はそれぞれ第 7 図と第 8 図に示した。粗面岩岩片の組成は SiO₂ が 63.7~65.6 wt% の範囲にある。全般にアルカリ元素に富む傾向にあるが、Na₂O が 1.1~5.4 wt%, K₂O が 4.9~8.5 wt% と著しく変化に富み、元素が変動している可能性も高い。MgO が 0.01 wt% と、著しく乏しい岩片も含まれている。流紋岩の中には SiO₂ が 78 wt% に達するものもある。火道角礫岩中の岩片には SiO₂ が 74 wt% 前後にもかわらず、全 Fe₂O₃ が 5 wt% 前後と非常に高いものもある。混合部の組成は、MgO や Na₂O に乏しく、K₂O に著しく富むものを除いた粗面岩と流紋岩の両組成の中間に位置するものが多い (第 7, 8 図)。

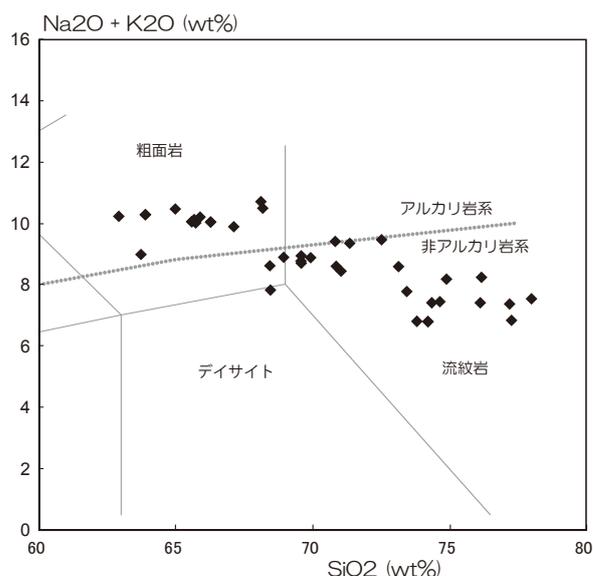
K-Ar 年代測定

[分析試料の準備と分析方法]

[分析試料の準備] K-Ar 年代測定に用いたアルカリ長石は流紋岩質火道角礫岩に含まれる不規則な形態を示す粗面岩岩片中の新鮮な斑晶である。アルカリ長石試料は 60-80 メッシュ ($\phi = 0.42-0.32$ mm) の粉碎試料から永久磁石にて強磁性鉱物を除去し、アイソダイナミックセパレーターを用いて分離した後、実体顕微鏡下でハンドピッキングにより集めた

純度の高いものである。試料は蒸留-脱イオン水を用いて超音波洗浄した後、110℃で乾燥させたものを使用した。

[分析方法] K と Ar の分析方法は長尾ほか (1984), 長尾・板谷 (1988), Itaya et al. (1991) に従った。K の分析は蛍光分析法により行った。蛍光分析用試料は上記の 60-80 メッシュ試料をさらにメノウ乳鉢によって微粉末試料としたものを用いた。粉末試料約 100 mg を蓋付テフロンピーカー中で沸化



第 7 図 流紋岩質火道角礫岩中の流紋岩と粗面岩岩片、およびそれらの混合部のシリカーアルカリ図。岩石の分類・命名は Le Bas et al. (1986) に、アルカリ岩と非アルカリ岩の境界は Irvine and Baragar (1971) による。

第2表 流紋岩質火道角礫岩中の流紋岩, 粗面岩, およびそれらの混合部の全岩化学組成.

(wt%)	粗面岩			流紋岩			混合部分												
	9-A	9510 1401A	9504 0601黒	9510 1401B	9605 0802(1)	9510 1401L	9504 0601M	96528 02(1)M	9605 2802(1)	9605 2802(2)	96-21 A	14-B無	9510 1401H	9-B無	14-B斑	9-B斑	21-B	21-C	
SiO ₂	63.74	63.90	65.59	74.23	73.82	74.37	65.00	65.69	65.75	65.91	66.28	68.20	68.44	69.60	70.85	70.88	71.06	71.38	
TiO ₂	0.65	0.62	0.57	0.35	0.38	0.35	0.60	0.56	0.59	0.59	0.54	0.58	0.55	0.51	0.42	0.43	0.41	0.41	
Al ₂ O ₃	14.07	14.10	13.51	11.07	11.61	11.57	14.26	13.95	14.15	14.09	13.35	13.99	13.02	13.53	12.97	13.17	12.43	12.70	
Fe ₂ O ₃	9.33	7.72	6.96	4.84	5.30	4.64	7.74	6.47	6.32	6.41	6.56	5.38	6.60	6.04	4.60	5.39	5.06	5.02	
MnO	0.31	0.24	0.22	0.11	0.14	0.11	0.21	0.18	0.18	0.17	0.20	0.16	0.19	0.17	0.13	0.15	0.15	0.13	
MgO	0.44	0.06	0.01	0.16	0.37	0.27	0.36	0.36	0.36	0.34	0.01	0.24	0.29	0.21	0.17	0.20	0.20	0.15	
CaO	1.05	1.95	1.51	0.46	0.76	1.01	0.97	1.73	1.83	1.49	1.37	0.82	1.30	0.66	1.05	0.96	1.50	1.07	
Na ₂ O	1.09	5.36	4.76	4.75	3.00	3.29	3.12	1.84	1.89	1.68	4.40	4.65	3.01	3.86	4.13	3.49	3.56	4.21	
K ₂ O	7.88	4.92	5.29	2.05	3.80	4.10	7.33	8.27	8.10	8.50	5.63	5.83	5.59	4.82	5.26	5.09	4.86	5.12	
P ₂ O ₅	0.06	0.09	0.06	0.03	0.02	0.01	0.04	0.03	0.04	0.05	0.04	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Total	98.60	98.96	98.48	98.04	99.18	99.71	99.62	99.08	99.19	99.22	98.40	99.88	99.06	99.41	99.58	99.77	99.23	100.21	
(ppm)																			
Cr	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	
Ni	6	6	8	7	8	8	8	8	8	7	6	7	7	6	7	7	7	7	
Nb	86	70	87	139	133	124	136	96	102	100	92	96	84	102	100	100	106	104	
Zr	592	415	612	1273	1277	1112	624	739	678	682	661	652	689	794	804	792	844	820	
Y	47	38	47	82	82	73	51	53	51	51	49	49	49	56	55	56	57	56	
Sr	64	5	10	26	27	24	33	51	64	60	18	15	28	37	21	37	40	32	
Rb	178	113	132	83	136	152	162	210	190	204	141	139	154	121	140	131	144	145	
Ba	74	24	17	19	73	44	43	71	62	71	20	19	77	31	19	37	35	24	
Pb	7	7	10	20	24	19	11	11	11	11	10	10	10	13	13	12	13	12	
Ga	33	32	35	35	32	35	36	36	34	36	35	31	29	33	30	33	33	33	
Ce	240	193	254	474	440	443	263	284	279	288	269	294	280	329	359	363	396	381	
Th	8	5	7	19	22	18	9	10	10	9	9	13	9	14	16	14	15	15	

第3表 アルカリ長石の K-Ar 年代測定結果.

試料番号	地層名	採取地点	緯度	経度	岩石 タイプ	産状	分析 試料	K (wt%)	Rad. ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁸ ccSTP/g)	Non. rad. ⁴⁰ Ar (%)	K-Ar年代 (Ma)
OK9410	葛尾層	隠岐の島町 中谷中流域	36° 16' 23" N	133° 20' 18" E	粗面岩	火道角礫岩 中の岩片	アルカリ長石	5.66±0.11	120.7±3.0	48.6	5.49±0.17

水素酸と硝酸によって分解し, 蒸発乾固後, 塩酸性溶液とし, さらに 2000 ppm の Cs をバッファーとして添加して分析を行った. GSJ 標準試料 (JB-1, JG-1) 測定による分析誤差は 3% 以内である. Ar の定量は岡山理科大学設置の軌道半径 15 cm, 偏角 130 度扇形磁場, 単収束質量分析装置を用いた. 60-80 メッシュの試料をアルミホイールにくるみ, 180-200°C で 1-2 日間プレヒートした後, 冷却後, 1500-1600°C に加熱, 融解させ, ³⁸Ar をスパイクとした同位体希釈法によって行った. ⁴⁰K から ⁴⁰Ar と ⁴⁰Ca への壊変定数はそれぞれ $\lambda = 0.581 \times 10^{-10}$ /年, $\lambda\beta = 4.962 \times 10^{-10}$ /年, $^{40}\text{K}/\text{K} = 1.167 \times 10^{-4}$ (原子数比) (Steiger and Jäger, 1977) を用いた.

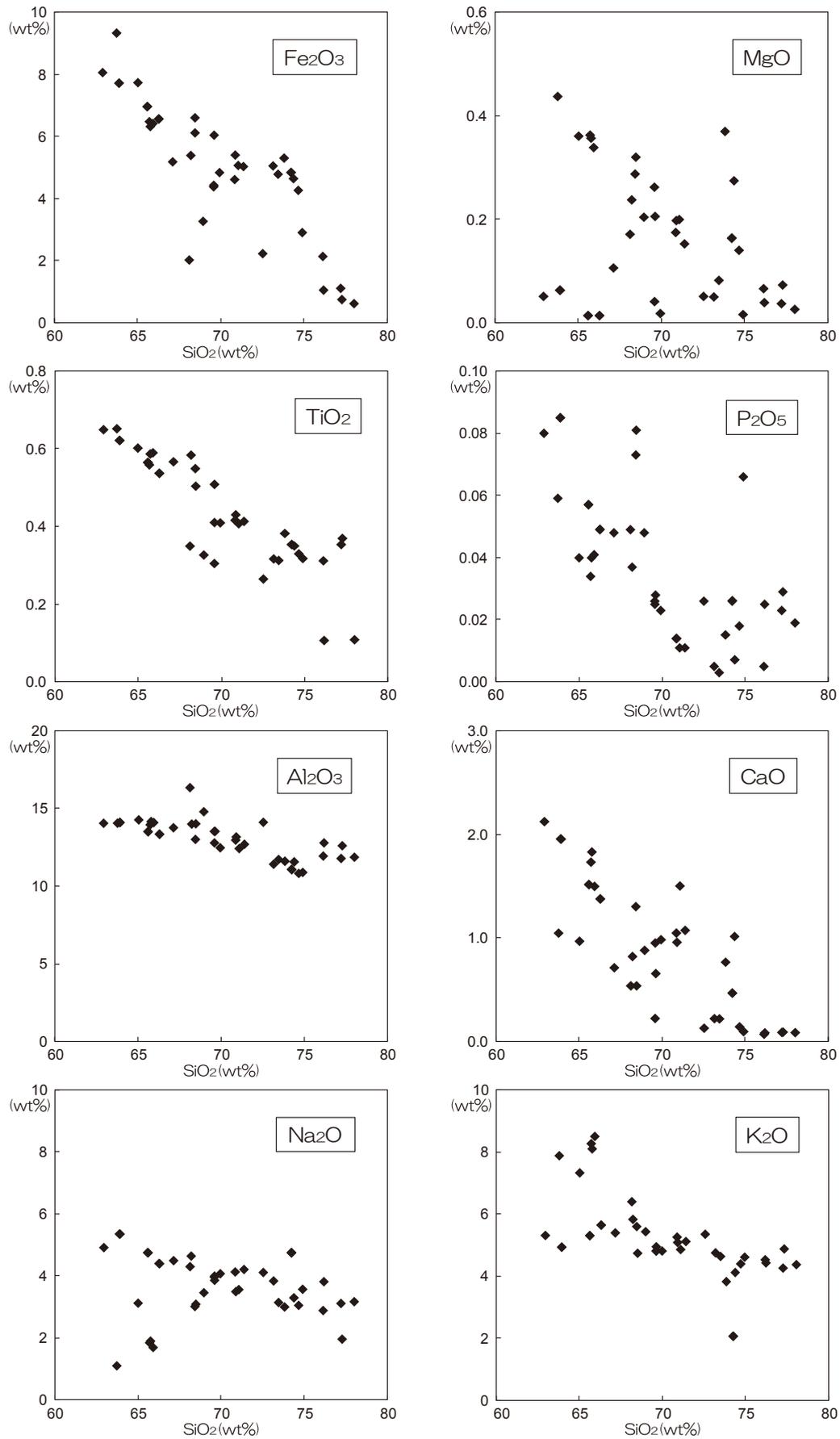
[測定結果] 測定結果を第 3 表に示した. アルカリ長石の K-Ar 年代は 5.49±0.17 Ma であった.

K-Ar 年代測定結果と隠岐島後における 末期中新世の火山活動の年代

今回, 葛尾層流紋岩質火道角礫岩中の粗面岩岩片から集めた新鮮な斑晶アルカリ長石の K-Ar 年代として 5.49±0.17 Ma

の結果を得た. 地質記載でも述べたが, これら粗面岩岩片は不規則な形態をもち, 粗面岩岩片を取り囲む周囲の流紋岩岩片との間に混合が起こっていることでも明らかのように, 流紋岩と同時期に存在していたものであり, この年代は葛尾層の主体をなす流紋岩質火砕岩や溶岩の噴出年代を示すものと結論づけられる.

これまで, 同時期の火山活動の産物として考えられてきた火山岩類の放射年代は以下のようにまとめられる. 重栖層の火山岩類については, 全岩 K-Ar 年代として, 黒滝岩の黒曜岩 (6.3 Ma; Kaneoka et al., 1970), ミュージアライト (5.4 Ma; 藤巻ほか, 1989), 流紋岩, 粗面岩, ショショナイト (5.5~5.4 Ma; Uto et al., 1994), 大峰と寺山のショショナイト (5.12±0.09, 5.30±0.10 Ma; Kimura et al., 2003), 油井地域のショショナイトのシートまたは溶岩 (5.53±0.29 Ma, 5.40±0.28 Ma; 沢田ほか, 2008) が報告されている. 平粗面岩の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代として 5.11±0.37 Ma が報告された (小林ほか, 2009). 葛尾層は重栖層や平粗面岩とは接していないことから直接の地質関係は明らかではないが, K-Ar 年代から判断して, これらはほぼ同時期に噴出したものと結論づ



第 8 図 流紋岩質火道角礫岩中の流紋岩と粗面岩岩片、およびそれらの混合部の SiO₂ - 酸化物図。

けられる。これまで報告された K-Ar 年代は全岩年代であったが、今回の試料は新鮮なアルカリ長石であり、また、純度の高いものであることから、 5.49 ± 0.17 Ma は信頼のおける噴出年代を示しているものと判断される。

謝 辞

岡山理科大学における K-Ar 年代測定にあたっては岡田利典博士に大変お世話になった。鳥根大学総合理工学部の Barry Roser 博士には英文要旨をチェックして頂いた。記して感謝をする。

参 考 文 献

- 藤巻宏和・徐 紅・青木謙一郎, 1989, 鳥根県隠岐, 鳥後のミュージアライトの K-Ar 年代. 岩鉱, **84**, 335-338.
- Irvine, T. N. and Baragar, W. R. A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Can. Jour. Earth Sci.*, **8**, 523-548.
- Itaya, T., Nagao, K., Inoue, K., Honjyo, Y., Okada, T. and Ogata, A., 1991, Argon isotope analysis by a newly developed mass spectrometric system for K-Ar dating. *Mineral. Jour.*, **15**, 203-221.
- Kaneoka, I., Takahashi, E. and Zashu, S., 1977, K-Ar ages of alkali basalts from Oki-Dogo Island. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **83**, 187-189.
- Kimura, J., Kunikiyo, T., Osaka I., Nagao, T., Yamauchi, S., Kakubuchi, S., Okada, S., Fujibayashi, N., Okada, R., Murakami, H., Kusano, T., Umeda, K., Hayashi, S., Ishimaru, T., Ninomiya, A. and Tanase, A., 2003, Late Cenozoic volcanic activity in the Chugoku area, southwest Japan arc during back-arc basin opening and reinitiation of subduction. *Island Arc*, **12**, 22-45.
- Kimura, J. and Yamada, Y., 1996, Evaluation of major and trace elements XRF analyses using a flux to sample ratio of two to one glass beads. *Jour. Min. Petrol. Econ. Geol.*, **91**, 62-72.
- 小林伸治・沢田順弘, 1998, 隠岐島後における末期中新世隠岐アルカリ火山岩類の成因. 岩鉱, **93**, 162-181.
- 小林伸治・沢田順弘・吉田武義, 2002, 隠岐島後における末期中新世, 隠岐アルカリ火山岩類の地質とマグマ供給系. 岩石鉱物科学, **31**, 137-161.
- 小林伸治・沢田順弘・山内靖喜・村上 久, 2009, 第 6 章上部中新統, 西郷地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター, (印刷中)
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A. and Zanettin, B., 1986, A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Jour. Petrol.*, **27**, 745-750.
- 長尾敬介・板谷徹丸, 1988, K-Ar 法による年代測定. 地質学論集, **29**, 5-21.
- 長尾敬介・西戸裕嗣・板谷徹丸・緒方惟一, 1984, K-Ar 法による年代測定. 岡山理科大学蒜山研究所研究報告, **9**, 19-38.
- 沢田順弘・Ashraf Al-Jairan・山崎博史・長尾敬介, 2008, 隠岐島後, 油井-長尾田地域における郡層と重栖層の火山岩類の岩石記載と全岩 K-Ar 年代. 鳥根大学地球資源環境学研究报告, No.27, 1-9.
- 沢田順弘, 當銘あかね, 小林伸治, 小室裕明, 北川博也, 村上 久, 1999, 隠岐島後, 末期中新世葛尾火山岩類中の火道とフィーダー岩脈. 地質学雑誌, **105**, VII-VIII.
- 沢田順弘・角替敏昭・山崎博史・小林伸治・村上 久, 2000, 隠岐島後. 日本地質学会第 107 年学術大会見学旅行案内書, 115-134.
- Steiger, R. H. and Jäger, E., 1977, Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmo-chronology. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **36**, 359-362.
- 當銘あかね, 1996MS, 隠岐島後, 葛尾石英流紋岩類の地質. 鳥根大学理学部地質学科卒業論文.
- 田山良一, 2005MS, 隠岐島後における新生界の地質学的研究: 特に鮮新-更新世玄武岩類を中心として. 鳥根大学修士論文.
- Uchimizu, M., 1966, Geology and petrology of alkali rocks from Dogo, Oki Islands. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Ser. II*, **16**, 85-159.
- Uto, K., Takahashi, E., Nakamura, E. and Kaneoka, I., 1994, Geochronology of alkali volcanism in Oki-Dogo Island, Southwest Japan: Geochemical evolution of basalts related to the opening of the Japan Sea. *Geochem. Jour.*, **28**, 431-449.
- 山内靖喜・村上久・三瓶良和・浜崎 晃・内田澄夫・平井政次・守岡康一・朝倉隆之・片山直樹・星野充・折橋裕二, 2005, 隠岐・島後で新たに発見された海成鮮新統“向ヶ丘層”. 地球科学, **59**, 35-48.
- 山内靖喜・沢田順弘・高須 晃・小室裕明・村上 久・小林伸治・田山良一, 2009, 西郷地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター, (印刷中)
- 山崎博史, 1998, 隠岐島後の後期新生代堆積-造構史と日本海南部における地形的・構造的起伏起源. 広島大学学校教育学部紀要, 第 II 部, **20**, 85-153.