

南極の火山活動と火山岩の性質

倉 沢 一*

Volcanism and Volcanic Rocks in Antarctica

Hajime KURASAWA*

Abstract: The distribution of volcanoes in Antarctica, especially those of the later part of Cenozoic time, has considerable bearing on any interpretations of orogenic patterns or history. The volcanic rocks vary considerably in composition throughout the Marie Byrd Land and Victoria Land, forming a large alkalic province. The South Shetland Islands, lying off the Antarctic Peninsula, are composed of olivine basalt and andesite, all of which are rich in soda, but their mineralogy is similar to that of high-alkali tholeiite with high-alumina content and its derivatives. Strontium isotopes and some minor elements of the Ross Island volcanics which occur on the margin of the continent are very similar to those of oceanic island as a hot spot. In this paper the origin and differentiation of the volcanic rocks from West Antarctica are discussed on the basis of chemical composition and strontium isotopes.

要旨: 南極の火山の分布は、後期新生代に関して、いわゆる造山帯の傾向あるいは歴史と同様な特徴をもっている。南極のマリー・バードランドとビクトリアランド地域はアルカリ岩系の岩石区の特徴をもって、さまざまな変化をみせている。南極半島地域の南シェトランド諸島は玄武岩～安山岩の組み合わせで、Na成分に富むとはいうものの、それらの性質からは、アルミナに富む高アルカリソレイト系列に属すると考えられる。ストロンチウム同位体組成などから、ロス島火山岩類は、大陸に隣接していながら、ホット・スポットという意味をもって、海洋島のそれらによく似た性質をもっているという結論がえられた。同位体地質学的あるいは化学的性質から、南極地域の火山および火山岩類を検討した。

1. ま え が き

南極大陸は南極横断山脈を境にして、東・西両南極に分けられている。この山脈は、ロス造山帯 (Ross Orogen) に属し、古生代はじめの造山帯である (図 1)。ビクトリアランドに連なる造山帯は、古生代末の造山帯で、オーストラリア東岸に発達したタスマン造山帯と

* 通産省工業技術院地質調査所. Geochemical Research Section, Geological Survey of Japan, 135, Hisamoto, Takatsu-ku, Kawasaki 213.

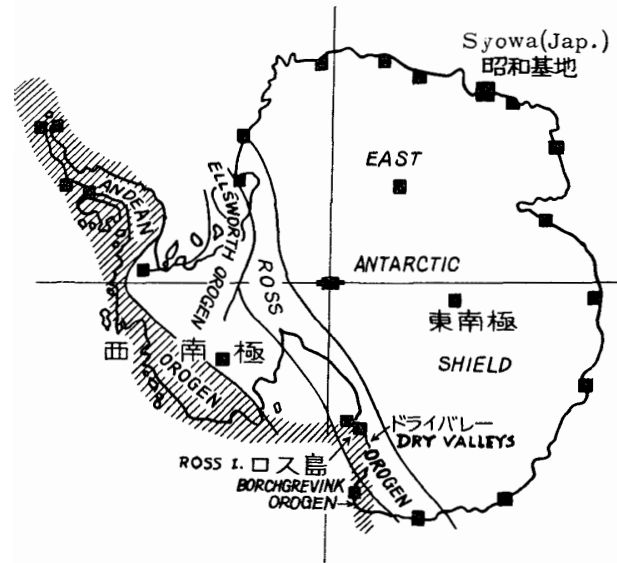


図 1 南極の造山帯分布図

Fig. 1. Antarctic orogens. Stippled area approximates the Cenozoic volcanic province.

いわれているが、別名 Borchgrevink Orogen と呼ばれているもので、ロス島の西方をかすめている。中生代はじめの褶曲，上昇によって形成されたエルスワース (Ellsworth) 造山帯は，ロス造山帯と直交し，曲がった山脈を形成しており，構造発達史からの取り扱いがむずかしく，現在も調査が続けられている。この造山帯は，古いロス造山帯にわりこんで，ほんらいならば安定しているはずのビーコン (Beacon) 累層群を局部的に褶曲させている。

さらに北隣のアンデス (Andean) 造山帯は，ジュラ紀のマゼラン地向斜にはじまり，第三紀はじめに褶曲上昇したもので，マリー・バードランドから南極半島に広がっている。第三紀中新世以後，断層運動による地塊運動で，ロス・ウェッデル地溝帯ができた。反対側の東南極では，先カンブリア紀を通じて，何回もの変成作用 (造山運動) があったことは分かっている。しかし露岩地域の少ないこととあわせて，何かちがった造山運動があったのかもしれないし，大陸移動の歴史もくみこまれているので，はっきりとした地史は編まれていない。

このような背景の南極大陸，とくに西南極には数多くの火山活動がみられる。20世紀初頭からはじまっている，南極の科学的探検調査によって，ロス島のエレバス (Erebus) 火山などは有名になっており，また，南極横断山脈に広く露出するフェラー (Ferrar) 粗粒玄武岩岩床の岩石学的ならびに同位体地質学的の特異性，あるいは近年の南極半島地域のデセプション (Deception) 島 (VIRAMONTE *et al.*, 1974) の火山活動などから，地球的規模で，南極

地域の火山と火山活動，火成活動が注目されるようになってきている。そこで，ここでは南極地域の火山と火山活動を展望し，あわせて最近の研究成果をとりまとめた。

2. 火山の分布と火山活動

南極地域の火山分布を図2に示す。西南極に広く分布する後期新生代火山は，南極半島，マリー・バードランド (Marie Byrd Land) およびロス島を含めたビクトリアランド (Victoria Land) の3地域に区分できる。南極地域では，いわゆる降水と流水による浸食がほとんどないことと，雪氷による掩蔽のため，100～200万年という年令をもった火山体でも，

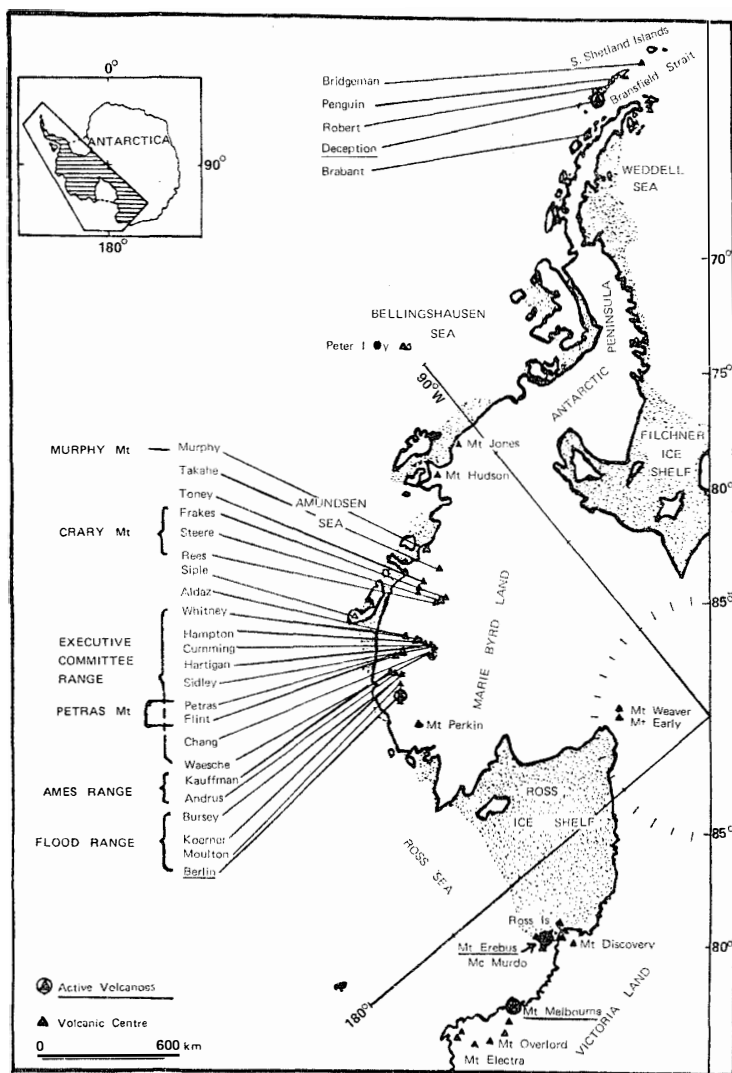


図2 西南極地域の火山分布図

Fig. 2. Distribution of the volcanoes in West Antarctica.

火山地形・形態を残している。したがって、一般に称されている第四紀火山の火山と新第三紀にあてはめられる火山および火山噴出物とを区別することは、必ずしも容易ではない。

南極半島地域には、南シェトランド諸島 (South Shetland Islands) が半島の北西側に、およそ 10 の大きな島をもって位置している。現在も活動を続けている デセプション島の噴火は、最近のものでは 1967 年の海底噴火が、12 月 4 日から 7 日まで続き、径 13~14 km の馬蹄形の島の北部に小さな新島が生れている。また、1969 年の活動は、2 月 21 日にはじまり、2, 3 日間続いている。この噴火は島の東部で、氷河の下ではじまり、氷河に深さ 40~60 m、長さ数 km の裂け目ができた。それぞれの活動では、溶岩は噴き出さなかったが、火山碎屑物が堆積している。1969 年の噴火であらわれた氷河の裂け目には、厚さ 0.01~0.20 m の火山碎屑物の層があり、これで編年をおこない ice stratigraphy によって、1912±5 年と 1917±3 年の噴火によるバンドが確認されている。地熱流量は $18 \times 10^{-6} \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ と観測され、マグマが地下 3~4 km にあると計算されている。馬蹄形の島は、最高点が海拔 602 m で、カルデラ・リムとなっていると考えられている。現在も、1969 年の数 km におよぶ裂け目の噴気口では 150°C 以上の温度を示している。

そのほか、南極半島の東側のウェッデル海側には、図 2 には記号のみで示したが、クリステンセンヌナタク (Christensen Nunatak) 島とリンデンベルグ (Lindenberg) 島の活火山があるが、1893 年の噴火活動以降は休止している (VIRAMONTE *et al.*, 1974)。

マリー・バードランド地域には、およそ 30 の火山が知られている。それらは西経 100° から 140°、南緯 76° から 78° に広がっている。中生代~中新世・鮮新世の基盤岩類と玄武岩質火砕岩類の台地を覆って、28 の成層火山 (19 カルデラ) は 29 の寄生火口をもっているが、15 の火山グループに分けられている。火山体やカルデラのほとんどは氷で覆われており、海拔 2,400 m から 4,200 m の山頂をもっている。溶岩流ならびに火砕流は、氷河の表面を流下し、部分的に氷で囲まれている。

ロス島およびその周辺地域には、数多くの火山と火口群が分布する (図 3)。ロス島には、バード (Bird, 1,766 m)、エレバス (Erebus, 3,794 m)、テラノバ (Terra Nova, 2,130 m) および テラー (Terror, 3,262 m) の火山と、わずかな露頭のみられる海岸地域に火口群が認められる。エレバス火山は現在も盛んに噴煙をあげ (図 4)、1974~75 年現在でも、山頂火口内に溶岩池が生きている。ロス島南端のハットポイント (Hut Point) 半島のマクマード基地 (McMurdo Station) 近くのオブザーベーションヒル (Observation Hill, 228 m, 図 5) の粗面岩の K-Ar 年令は、1.10 m. y. である。ロス島の火山活動をここまでさかのぼる

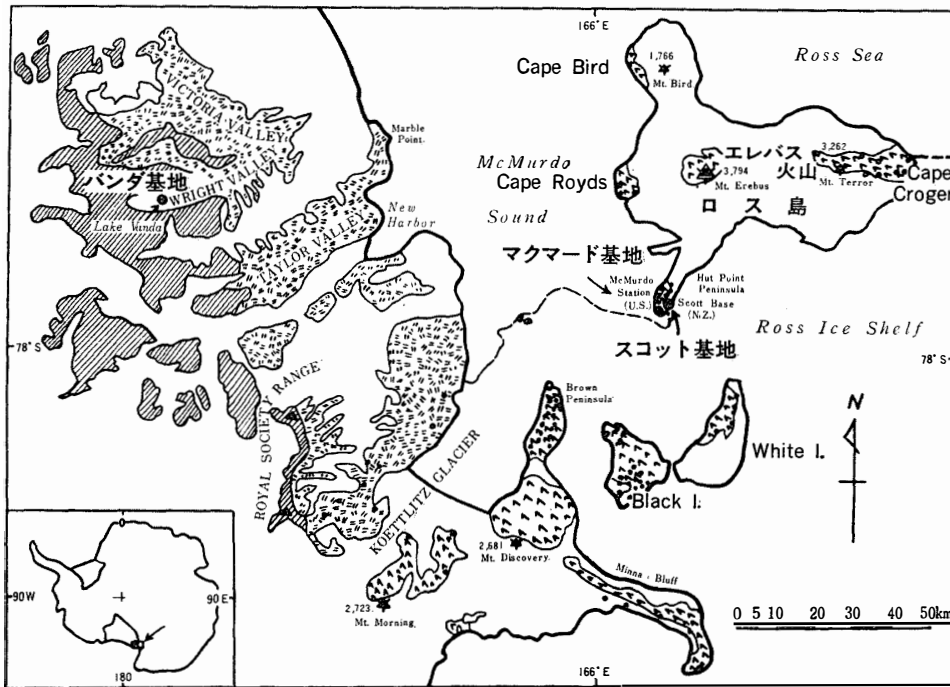


図 3 マクマード火山区位置図

Fig. 3. Index map of McMurdo Volcanic Province showing distribution of volcanic centers (indicated by triangles) and small cones and vents (indicated by black dots).



図 4 ドライバレーのテイラー谷入口からエレバス火山 (3,794 m) を望む

Fig. 4. Mt. Erebus (3,794 m) viewed from the mouth of Taylor Valley, Victoria Land.



図 5 マクマード基地のオブザーベーションヒル (228 m) と地球科学研究室

Fig. 5. Observation Hill (228 m) and Earth Sciences Laboratory, McMurdo Station.

と、活動期間は長い例となるが、現在のエレバス火山の活動と一連のものとする必然性があるかどうかは別である。

ロス島近傍地域には、ホワイト (White) 島、ブラック (Black) 島、あるいはブラウン (Brown) 半島、ディスカバリー (Discovery) 山 (2,681 m)、モーニング (Morning) 山 (2,723 m) などを中心にした火山活動域が、南～南西方に広がっている。また、ロス島と大陸との間のロス氷棚縁辺部には、デイリー諸島 (Dailey Islands) の小さな火山島がある。さらに、ビクトリアランドの北方海上には、バレニー (Balleny) 諸島がある (FALCONER, 1972) が、年令が明らかでない。この付近の海底からのドレッジ礫は、かんらん石玄武岩である。

ロス島の対岸のドライバレー (Dry Valley) 地域には、氷河で削られたものを含めて、およそ 25 箇所以上に噴出口が散在している (図 6)。とくにテイラー (Taylor) 谷両岸には粗面玄武岩の岩脈、火道 (vent)、噴石丘などがみられ、ほとんどのものが氷河で削られて、噴出口の根が露出していることが多い。ロス島のエレバス火山の活動と南極地域の地震活動から、構造的に弱いと考えられる火山地域のマクマード基地周辺が、応力場によって発生する地震の活動、つまりバックグラウンドサイスミシティの上に重なって、微小地震または極微小地震が、かなり多く発生している地域となっていると考えられている (神沼, 1976)。南極大陸およびその周辺に $M=5$ 以上の地震の起こらない謎が残されている。

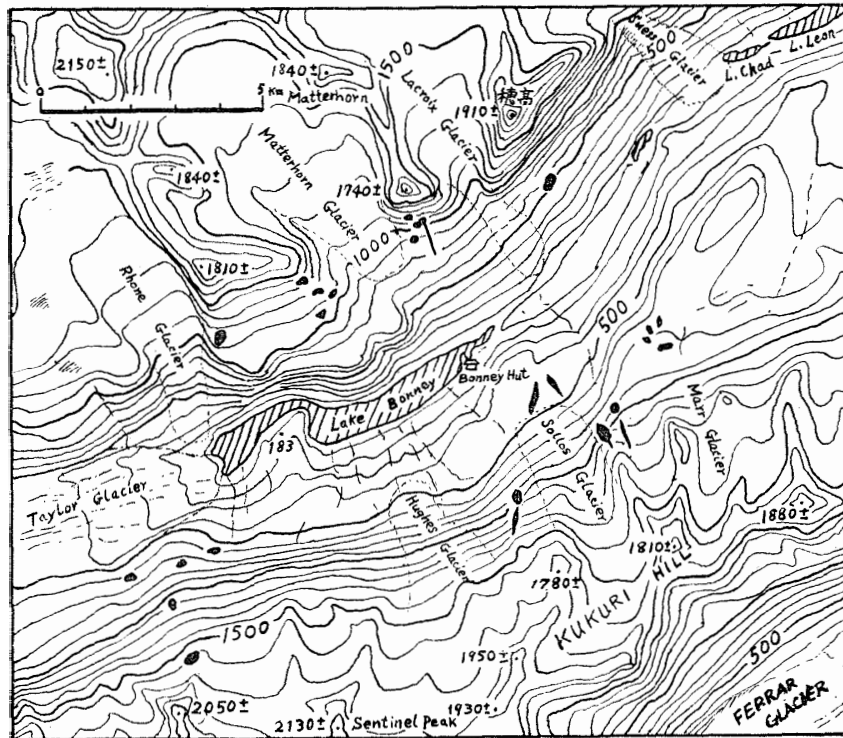


図 6 テイラー谷の新生代火山の噴出物（噴火口）の分布図
 Fig. 6. Distribution of the Cenozoic volcanoes (vents) in Taylor Valley.

3. 火山岩の岩石学のおよび化学的性質

3.1. 南極半島地域

南極半島の北西に南シェトランド諸島がある。活火山で有名なデセプション島を含めて、アルミナに富む高アルカリソレイト (KUNO, 1960 の高アルミナ玄武岩) 系の玄武岩とカルク・アルカリ岩系の安山岩および少量の石英安山岩によって、この地域の火山が構成されている。これらの岩石は、南米の南アンデスの安山岩、つまりアルミナに富む高アルカリソレイトと、それに関連するカルク・アルカリ岩系に類似している。ただ、南米の火山岩より、ややアルカリに富む傾向がある。南極半島をはさんで反対側に、ジェイムス・ロス島 (James Ross Island) 火山グループがある。ポーレット (Paulet), ダンディー (Dundee), シールヌナタクス (Seal Nunataks) およびジェイムス・ロスの島々からなり、いずれもアルカリに富む玄武岩 (hawiite) が分布している。

なお、前出のデセプション島の溶岩には、深成岩の捕獲岩がみられる。南シェトランド諸島の火山岩は、高アルカリソレイト系およびカルク・アルカリ岩系に属しているが、とく

に Na_2O 成分に富む傾向があり、アルカリ全量からはアルカリ岩系の範ちゅうに入るようにも考えられる。しかし、岩石学的性質などからは、上述の岩系としてさしつかえないと考えている。

3.2. マリー・バードランド地域

マリー・バードランド地域には、海岸からおよそ 500 km までのところに、多くの火山が広く分布している (図 2)。この地域の火山は、西からフラッド山脈 (Flood Range), エイムズ (Ames), ペトラス (Petras), エクゼクティブコミティー (Executive Committee), クレイリー (Crary) の山脈と トニー (Toney), タカエ (Takahe), マーフィー (Murphy) の山々が配列している (GONZÁLEZ-FERRÁN and GONZÁLEZ-BONORINE, 1972)。

フラッド山脈の最西端はバーリン (Berlin) 火山 (3,500 m) で、成層火山は 2 つの重なった火口、また寄生火山はその北西側にもっている。粗面岩溶岩の上位にはミュージェ岩がのっている。寄生火山の噴石丘と溶岩はかんらん石玄武岩である。粗面岩にはアノーソクレス斑晶に富む。寄生火山は新しい火山で、花崗岩質基盤岩の捕獲岩がみられる。この火山の氷上露出部分は、およそ径 20 km である。モールトン (Moulton) 火山 (3,070 m) は、その東側に隣接して位置し、径数 km のカルデラをもっている。その東側に、氷で覆われたカルデラ地形が 2 個ならんでいる。火山本体は、アノーソクレス斑晶をもつ粗面岩で構成されているが、その西麓には玄武岩の寄生火山がのっている。さらに、これらの東側にはバーシー (Bursey) 火山 (2,780 m) が、径数 km のカルデラをもち、また、その西側にはケルナー (Koernar) 溶岩円頂丘 (2,450 m) が寄生火山の玄武岩を伴ってそびえている。円頂丘は高さ 300~400 m, 径 3 km であって、粗面岩からなる。カルデラは氷で覆われている。

エイムズ火山グループは、アンドラス (Andrus) カルデラ (径 4 km) をもつ火山体と、その北側のコジアスコ (Kosciusko) とカウフマン (Kauffman) の火山で、南北 37 km, 東西 20~25 km の分布を示している。アンドラスの海拔は 3,100 m で、この火山グループの山体は粗面岩からなり、西縁に寄生する小火山は玄武岩であって、それらはほぼ南北の断層に沿って配列している。

ペトラスとフリント (Flint) の火山グループは、北西—南東方向に、45 km にわたって分布している。その南部のペトラス山 (2,875 m) は、基盤に花崗岩質岩石と変成岩をもち、爆裂火口と思われる、径 3 km ほどの凹地がみられる。少量の玄武岩質火山碎屑物が山頂付近にのっている。フリント火山はその北西側にあって、径 3 km ほどのカルデラをもち、本

体はムージェ岩，寄生火山は玄武岩で構成されている。

エクゼクティブコミッティー山脈は次のような火山体で構成されている。まずハンプトン (Hampton) グループは，その北西部のホイットニー (Whitney) 火山とカルデラおよびそれらのおよそ半分を覆うハンプトン火山 (3,323 m) からなる。前者は玄武岩，後者はアノソクレス巨大斑晶をもつ粗面岩の火山であって，ハンプトン火山は径 8 km のカルデラと火山体の西麓に玄武岩の寄生火山をもつ。一方カミング (Cumming) 火山 (2,612 m) が，その南方 23 km にカルデラをもって位置する。この火山の南隣にハーティガン (Hartigan) 山 (2,815 m) が，粗面岩の噴出物で覆われて露出しているが，ほとんど氷でかくされている。シドレー (Sidley) 火山 (4,181 m) は南緯 77°，西経 126° のマリー・バードランド台地の端近くに，2つのカルデラをもってそびえている。最も新しい粗面安山岩の溶岩が，南方に開いたシドレーカルデラから，およそ 15 km にわたって流出している。一部の溶岩にアノソクレス巨大斑晶をもつ粗面岩あるいは霞石フォノライトがみられる。溶岩には基盤の岩石，たとえば角閃石閃長岩などの捕獲岩がとりこまれている。シドレー火山の西南西に隣接するウェッシェ (Waesche) 火山 (3,292 m) は，2つの火山体からなる。それらは北東側のチャン (Chang) カルデラ (径 10 km) と南西側のウェッシェ山であって，後者の南斜面には，少なくとも 8 個の寄生火山がある。チャンカルデラには，アノソクレス斑晶をもつ粗面岩が，またウェッシェ火山は玄武岩と粗面安山岩の成層火山として分布する。成層火山にはムージェ岩質溶岩の radial dyke が発達する。

クレイリー火山群は，フレックス (Frakes)，スティアー (Steere) およびリーズ (Rees) の火山からなり，それらは北西—南東方向に配列している。北西端のリーズ火山 (2,709 m) は最も古いもので，玄武岩，スティアー火山 (3,501 m) は，少量のかんらん石玄武岩の岩塊を伴ったムージェ岩，そして南端のフレックス火山 (3,677 m) は，西斜面にかんらん石玄武岩，南斜面にフォノライト質岩石が分布する。この火山群の南東側にはボイドリッジ (Boyd Ridge, 2,311 m) があって，玄武岩質凝灰角礫岩が露出している。

マーフィー火山グループは，マーフィーカルデラ (径 数 km) をもつマーフィー火山 (2,446 m) とホーキンス (Hawkins) 火山 (2,146 m) とからなり，かんらん石玄武岩とその下位の hypabyssal 粗面岩の岩脈がみられる。

タカエ火山 (3,398 m) は，径 8 km のカルデラをもっているが，その大部分は氷の下である。玄武岩岩塊が散在している。

トニー火山 (3,566 m) は 2つの主火山体と 2つの寄生火山からなる。大部分はかんらん

石玄武岩で、一部に粗面岩を伴う。玄武岩には多量の石英捕獲結晶が認められる。

以上のように、マリー・バードランド地域の火山体は、すべてアルカリ岩系の玄武岩、粗面岩、ミュージェ岩あるいはフォノライトなどで構成されている。

3.3. ビクトリアランド地域

ビクトリアランドの東側と、その延長方向の北方海上に連なるバレニー諸島まで、およそ 2,000 km にもおよぶ火山岩石区がある。この地域は、最近では HAMILTON (1972) によって、北方からバレニー、ハレット (Hallett)、マクマードの 3 岩石区 (subdivision) に分けられた。ただし後 2 者の中間に位置するポーフォート (Beaufort) 島、フランクリン (Franklin) 島、メルボルン (Melbourne) 山およびオーバーロード (Overload) 山は除外している。これを参考にした地域区分 (KYLE and COLE, 1974) は、同様にバレニー、ハレット、メルボルン、エレバスの 4 岩石区とした。筆者はさらに検討を加え、次のように、ビクトリアランドの北方海上から、バレニー、ハレット、メルボルン、マクマードの 4 つの volcanic province に分けて呼称する。図 2 では、上記の中の前 2 区が省略されている。

Balleny Volcanic Province の島々は、Indian—Antarctic—mid-ocean ridge の支脈としての transform 断層と考えられる海洋の裂線にのって、北西—南東方向に並んでいる。この裂線は最南端に充当されよう。この島々の岩石はかんらん石玄武岩からなる。

Hallett Volcanic Province には、ビクトリアランド北部の北東海岸に沿って、直線上に並んで火山が分布し、北からアデア (Adare)、ハレット、ダニエル (Daniell) の半島とコールマン (Coulman) 島と続いている。火山岩の K-Ar 年令が 2.5~7.3 m. y. のものと第四紀のものが露出する。それらは palagonite が大部分で、アルカリに富むカンラン石玄武岩が最も量が多く、ついで粗面玄武岩、粗面岩、バサナイト、レータイト、フォノライトなどが認められる。南北の長径およそ 40 km のコールマン島の南部には、径 6 km のカルデラがあり、その rim は 1,900~2,200 m の高さがあり、深さ 700 m の内側は氷で埋めつくされている。カルデラの岩石は粗面岩で、その外側斜面には玄武岩の噴石丘が寄生している。

Melbourne Volcanic Province は、南緯 73°10'~74°40'、西経 164°~166°にかけて、北東ビクトリアランドに広がっている。火山は、内陸のオーバーロード (3,400 m) とメルボルン (2,500 m) の 2 つがあり (図 2)、それぞれカルデラ様火口をもった円錐形火山体である。それらはアルカリ岩系の粗面玄武岩、粗面安山岩、粗面岩およびフォノライトで構成されている。メルボルン火山山頂では噴気活動が続いている。

McMurdo Volcanic Province は、20 世紀初頭の南極探検以来、よく知られ、また研究されている地域である。この地域は、火山島のロス島をはじめ、その南方のホワイト、ブラックの島およびブラウン半島、ディスカバリー (Discovery) 火山、モーニング火山などと、さらに西方のドライバレーに散在する火山噴出物が分布する。これらはマクマードサウンドをはさんで広く分布している (図 3, 6)。

まず、ロス島は、島の中央部に位置する活火山のエレバスとその東方に連なるテラノバ、テラーの火山と、北方のバード火山を背骨にした、東西およそ 80 km、南北もおよそ 80 km に延び、またほぼ 120° の角度をもった火山配列からなる火山島である。その配列の一つは、南西方に延長してハットポイント半島となり、その先端にはマクマード基地 (U. S. A.) とスコット (Scott) 基地 (N. Z.) がある。このロス島は海岸地域を除いてすべて氷で覆われている。火山岩はアルカリ岩系のバサニトイド、粗面玄武岩のほかに、分化物として粗面岩やフォノライトがある。噴煙をあげているエレバス火山 (図 7) は、山体はアノーソクレス巨斑晶に富むフォノライトで構成されている (図 8 上)。また、マクマード基地付近に分布する粗面玄武岩には、地下深所のマントル物質の dunite (dunite—wehrlite—gabbro 系列) やはんれい岩あるいはビーコン砂岩が xenolith としてとりこまれているほか、kaersutite の大きな結晶も含まれている (図 8 下)。マクマード基地周辺には、粗面岩からなるオブザーベーションヒルが、完全露頭として観察される。ドライバレー掘削計画 (DVDP) で行われた掘削でえられた、DVDP 1 と 2 および採集された岩石の化学組成を表 1 に示す。その $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ (as FeO)—MgO—Na₂O+K₂O 図を図 9 に示した。また、この地域の岩石の分析値 (GOLDICH *et al.*, 1975) を加えると図 10 のようになる。

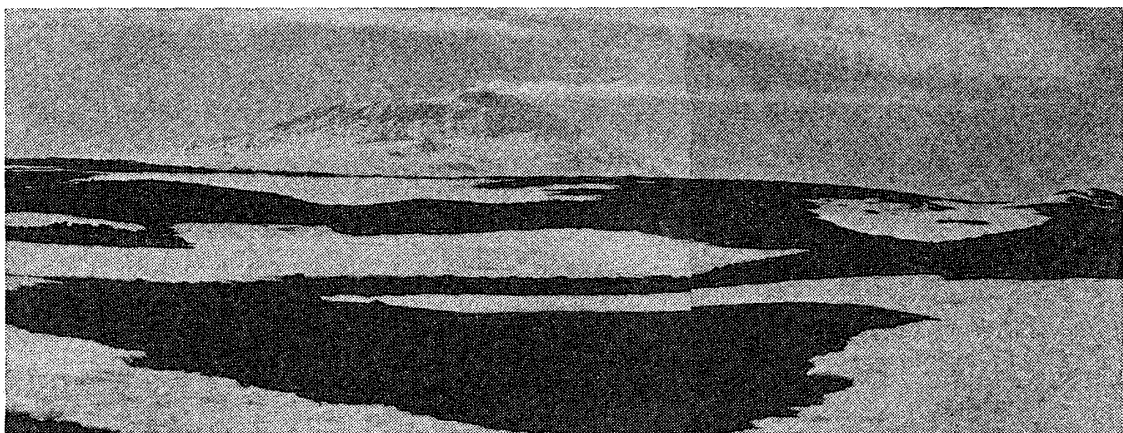


図 7 ロス島ロイド岬からみた活火山エレバス

Fig. 7. Active volcano Mt. Erebus viewed from Cape Royds, Ross Island.



図 8 ロイド岬のフォノライト (上) とマクマード基地内のダナイト, はんれい岩およびケルースト角閃石をもつ粗面玄武岩 (下) の露頭

Fig. 8. Outcrop of phonolite at Cape Royds (above) and trachybasalt including dunite, gabbro and kaersutite (below) at McMurdo Station.

エレバス火山の山頂火口には, 溶岩池があり, 現在も生きている. 1974年12月の溶岩 (図 11) はフォノライト質でガラスに富む. 表面は, ガスの逃げたあととして, **Pele's hair** 状針状突起がみられる. この溶岩の **EPMA** 分析結果を表 2 に示す. 斑晶~微斑晶として, かんらん石, 単斜輝石, アノソクレス, 磁鉄鉱および磁硫鉄鉱が認められた. ガラスは SiO_2 , 58.56%, Al_2O_3 20.29%, FeO tot. 5.77%, MgO 0.89%, CaO 2.09%, Na_2O 2.29%, K_2O 4.40%, TiO_2 1.10% であって, 前出三成分図 (図 10) に示した. その **F:M:A** は 43.2:6.7:50.1 である. この溶岩のアノソクレス中のインクルージョンのガラスに, **EPMA** 走査によって **zoning** が認められるという特徴がある. その **zoning** を図 12 に, ま

表1 南極ロス島火山岩類の化学組成

Table 1. Chemical composition of the Ross Island volcanics.

	1 Boa	2 T	3 Bah	4 Boah	5 TAh	6 PBao	7 Bao	8 Bah	9 TBha	10 Boa	11 Boa	12 Boa
SiO ₂	43.68	55.72	48.48	41.96	55.56	42.76	42.92	47.16	46.06	42.44	41.76	41.36
TiO ₂	3.28	0.80	2.35	4.04	1.15	3.55	3.25	2.55	2.98	3.65	3.96	3.96
Al ₂ O ₃	16.62	20.72	19.12	16.86	19.32	13.43	13.39	18.20	17.68	13.42	13.27	13.47
Fe ₂ O ₃	3.83	2.11	7.17	5.94	2.79	3.84	2.56	3.28	5.18	3.91	4.11	3.79
FeO	7.32	2.19	1.43	6.81	3.30	8.01	8.93	6.24	5.39	7.92	7.85	7.99
MnO	0.18	0.18	0.19	0.18	0.18	0.21	0.18	0.21	0.20	0.18	0.18	0.18
MgO	7.29	1.10	3.05	6.18	1.77	10.92	11.25	4.02	4.55	12.11	12.17	11.41
CaO	9.86	2.90	6.70	10.17	4.09	11.95	11.84	7.53	8.12	11.01	11.01	11.14
Na ₂ O	4.85	8.85	6.33	4.56	7.39	3.35	2.98	6.14	5.87	3.12	3.35	2.99
K ₂ O	1.90	4.88	3.32	2.17	3.49	0.73	1.46	3.43	2.89	1.43	1.39	2.81
P ₂ O ₅	0.45	0.11	0.30	0.56	0.26	0.42	0.45	0.51	0.44	0.46	0.46	0.46
H ₂ O ⁺	0.47	0.27	0.95	0.28	0.42	0.47	0.46	0.12	0.27	0.26	0.12	0.34
H ₂ O ⁻	0.12	0.02	0.20	0.08	0.02	0.07	0.10	0.20	0.17	0.05	0.10	0.02
Total	99.85	99.85	99.59	99.79	99.74	99.71	99.77	99.59	99.80	99.96	99.73	99.92
{ tot. FeO	43.4	21.6	38.3	48.7	31.5	43.3	41.7	40.3	43.0	40.7	40.6	39.9
{ MgO	29.4	5.8	14.8	24.5	9.6	41.3	41.8	17.7	19.5	43.1	42.8	39.9
{ AlK. O	27.2	72.6	46.9	26.8	58.9	15.4	16.5	42.0	37.5	16.2	16.6	20.2

1. Olivine-augite basalt. Crater Hill, McMurdo Station.
2. Trachyte. Observation Hill, McMurdo Station.
3. Titanaugite-hornblende basalt (andesitic). DVDP 1, 58.93 m (depth).
4. Olivine-titanaugite-hornblende basalt. DVDP 1, 91.23 m.
5. Hornblende trachyandesite. DVDP 1, 133.65 m.
6. Titanaugite-olivine picritic basalt. DVDP 1, 147.89 m.
7. Titanaugite-olivine basalt. DVDP 1, 189.66 m.
8. Titanaugite-hornblende basalt. DVDP 2, 70.41 m.
9. Hornblende-titanaugite trachybasalt. DVDP 2, 85.45 m.
10. Olivine-titanaugite basalt (trachy)*. DVDP 2, 86.78 m.
11. Olivine-titanaugite basalt (trachy)*. DVDP 2, 112.72 m.
12. Olivine-titanaugite basalt (trachy)*. DVDP 2, 130.23 m.

* Ankaramitic basanitoid.

たインクルージョンのかんらん石を図13に示す。

エレバス火山山頂に放出され、分布するアノソクレス単結晶は数 cm にも及ぶ大きな結晶 (図14) で、potash-oligoclase と表現される。その分析値 (表3) から正長石 (Or) —曹長石 (Ab) —灰長石 (An) 図にプロットすると図15の黒丸となる。マグマの温度低下によって生ずる長石類の結晶晶出経路を同図に矢印で示した。高温型サニディン—高温型曹長石系が、天然のマグマから長石が晶出する時の固溶体であるが、マグマが固結を完了した

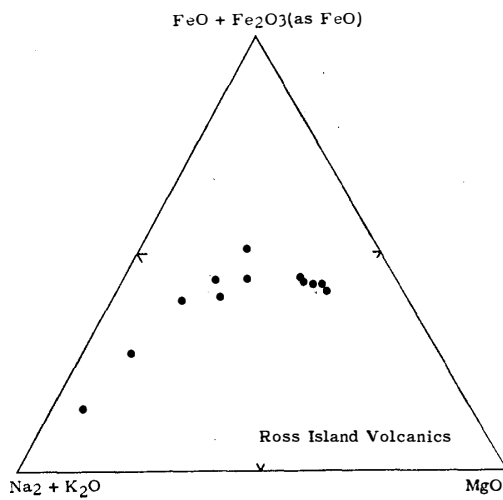


図 9 ロス島火山岩類の分化径路 (表 1 参照)
 Fig. 9. Fractional trend of Ross Island volcanic rocks (refer to Table 1).

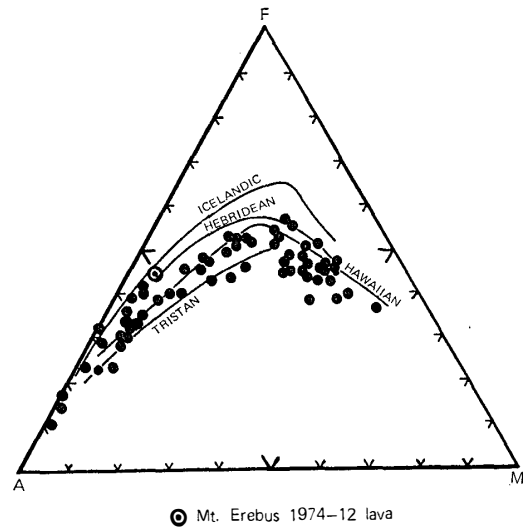


図 10 マクマード火山区の火山岩類の分化径路
 Fig. 10. Fractional trend of the volcanics of McMurdo Volcanic Province.

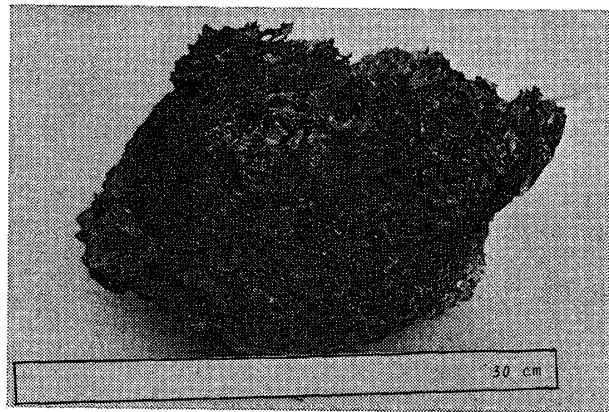


図 11 エレバス火山山頂火口からえられた 1974 年 12 月溶岩
 Fig. 11. 1974-12 lava from the summit crater of Mt. Erebus.

後にも、なお冷却がゆっくり続いて 660°C 程度になると、固溶体が 2 相に分裂しはじめる。そしてサニディン—高温型曹長石系への転移がおこる。X線などで、ペルト長石構造が認められる。Ca と K はイオン半径がいちじるしくちがう (Ca : 1.00 Å, K : 1.38 Å) ので、置換は高温でも限られた成分しかおこらないが、アルカリ長石系列でも曹長石に近くなると、やや多量に Ca を含む。アノソクレスではかなり多量の Ca を含まれるので、結局斜長石系列と連続することになる。

表2 南極ロス島エレバス火山1974年12月溶岩の石基と鉱物の化学組成
 Table 2. Chemical compositions of groundmass-glass and minerals
 in Mt. Erebus 1974-12 lava, Ross Island, Antarctica.

Groundmass-glass			
SiO ₂	58.56		
TiO ₂	1.10		
Al ₂ O ₃	20.29		
FeO tot.	5.77	{ F 43.2 M 6.7 A 50.1	
MnO	0.30		
MgO	0.89		
CaO	2.09		
Na ₂ O	2.29		
K ₂ O	4.40		
Total	99.68		

Anorthoclase			
SiO ₂	63.94	Si	11.291
TiO ₂	0.11	Al	4.667
Al ₂ O ₃	22.32	Fe(t)	0.026
FeO tot.	0.17	Ti	0.015
MgO	—	Mg	—
CaO	3.60	Na	2.668
Na ₂ O	7.76	Ca	0.685
K ₂ O	3.03	K	0.686
Total	100.64	Sum	20.038

Olivine			
SiO ₂	34.93	Si	0.998
TiO ₂	0.03	Ti	0.001
Al ₂ O ₃	0.02	Al	0.001
FeO tot.	39.34	Fe	0.940
MgO	23.14	Mg	0.985
MnO	2.49	Mn	0.060
CaO	0.48	Ca	0.015
Na ₂ O	0.04	Na	0.002
Total	100.47	Sum	3.002

Clinopyroxene			
SiO ₂	49.90	Si	1.903
TiO ₂	1.55	Ti	0.045
Al ₂ O ₃	2.70	Al	0.122
FeO tot.	9.48	Fe(t)	0.302
MnO	0.65	Mn	0.021
MgO	11.96	Mg	0.680
CaO	21.66	Ca	0.885
Na ₂ O	0.96	Na	0.071
Total	98.88	Sum	4.028

Magnetite			
SiO ₂	0.09	Si	0.009
TiO ₂	25.46	Ti	1.850
Al ₂ O ₃	2.34	Al	0.226
FeO tot.	65.78	Fe(t)	5.314
MnO	1.82	Mn	0.149
MgO	2.89	Mg	0.266
CaO	0.01		
Total	98.43	Sum	8.014

Pyrrhotite			
SiO ₂	0.10	Si	0.016
TiO ₂	0.22	Ti	0.025
Al ₂ O ₃	0.07	Al	0.013
FeO tot.	78.34	Fe	9.850
MnO	0.27	Mn	0.034
Total	79.11	Sum	9.967

エレバス火山の活動は、1841年に James Ross らによって、また20世紀に入って間もなく R. F. SCOTT らによって観察されている。また、エレバス火山からマクマード基地に延びるハットポイント半島には、火山の vent や neck あるいは cinder cone が直線上に配列

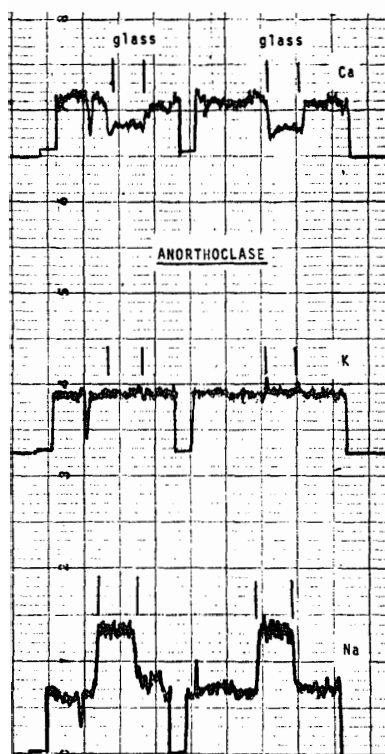


図 12 エレバス火山 1974 年 12 月溶岩中のアノソクレスの EPMA 分析

Fig. 12. EPMA analysis of anorthoclase in 1974-12 lava, Mt. Erebus.

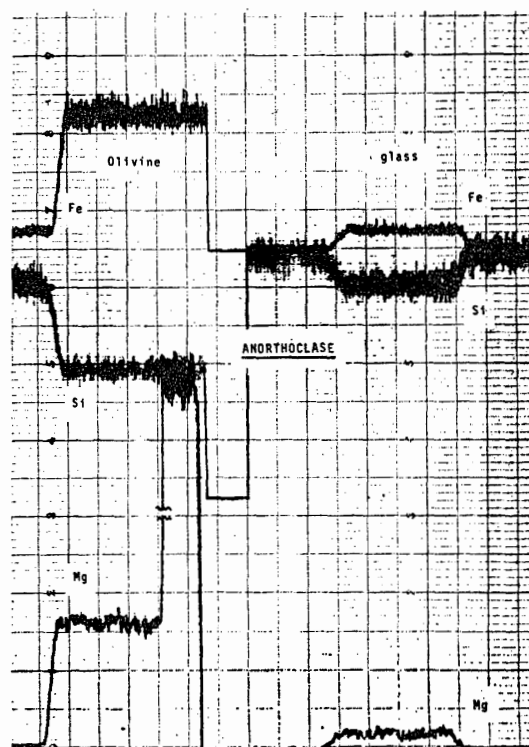


図 13 エレバス火山 1974 年 12 月溶岩中のアノソクレスの EPMA 分析

Fig. 13. EPMA analysis of anorthoclase in 1974-12 lava, Mt. Erebus.

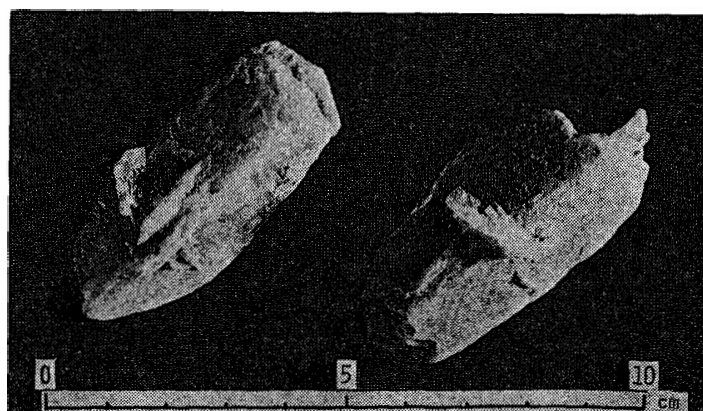


図 14 エレバス火山山頂で採集されたアノソクレス巨斑晶

Fig. 14. Giant-anorthoclase from the summit crater of Mt. Erebus.

している。マクマード基地近傍の cinder cone は、日本の例では伊豆の大室山などのようなきれいな形態を残し、火山弾も多い。しかし、この噴石丘の形成は、K-Ar 法による年令で、数 10 万年以上のものであって、このような極地では、いわゆる降雨流水による浸食作

表3 南極ロス島エレバス火山山頂で採集されたアノーソクレスの化学組成と光学的性質
 Table 3. Anorthoclase analysis from Mt. Erebus, Ross Island, Antarctica.

SiO ₂	62.49	Si	11.211
TiO ₂	—	Al	4.623
Al ₂ O ₃	21.86	Fe ⁺³	0.041
Fe ₂ O ₃	0.30	Ti	—
FeO	1.31	Mg	0.043
MgO	0.16	Fe ⁺²	0.196
BaO	—	Na	2.504
SrO	—	Ca	0.719
CaO	3.74	Sr	—
Na ₂ O	7.20	K	0.746
K ₂ O	3.26	Ba	—
H ₂ O ⁺	0.04	Z	16.07
H ₂ O ⁻	—	X	4.01
Total	100.36		
α	1.536	Mol. % $\left\{ \begin{array}{l} \text{Or} \\ \text{Ab} \\ \text{An} \end{array} \right.$	18.6
β	1.539		62.4
γ	1.541		19.0
2V _a	62°		
Ext. on (010)	2.6°		
D	2.620		

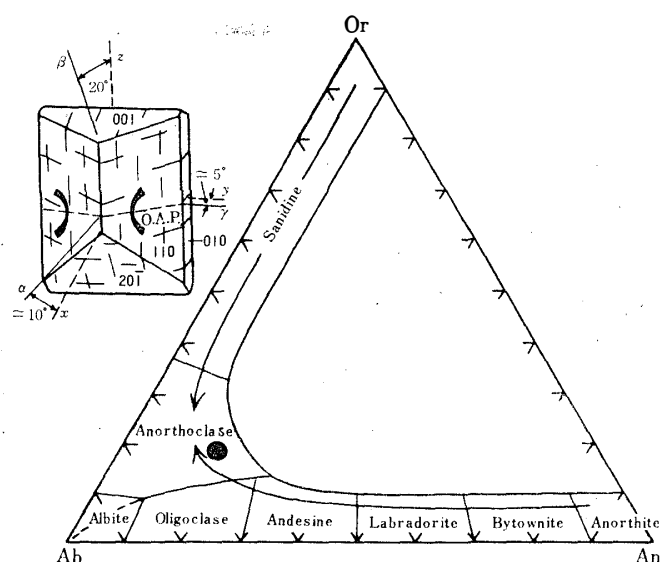


図15 アノーソクレスの組成と光学的方位

Fig. 15. Ab-An-Or diagram showing the composition of anorthoclase and its optical orientation.

用がほとんどないことをあらわす。

ロス島南方のロス氷棚地域内に位置するホワイト島、ブラック島、ブラウン半島、ディスカバリー火山、モーニング火山の分布域にも、多数の vent や小火山体がある (図 3)。ホワイト島はバサニトイド、ブラック島はバサニトイド、粗面玄武岩およびフォノライトがみられる。ブラウン半島には、バサニトイド、ディスカバリー火山にはフォノライト、モーニング火山にはバサニトイド、そしてその北西対岸にはバサニトイドおよび粗面玄武岩が分布する。ディスカバリー火山を中心にして、ここも、およそ 120° の角度をもって、火山裂線が 3 方向に延びているように思われる。

以上のように、ビクトリアランドの火山岩類は、すべてアルカリ岩系に属し、フォノライトは一般にアノソクレス斑晶に富む。これは別称 *antarctic kenyte* とも呼ばれる。溶岩の多くは、地下深所の基盤岩をとりこんでいる。また、マントル物質をもたらした溶岩も少ない。

ロス島西方およそ 200 km のドライバレーの テイラー谷上流、ボニー (Bonney) 湖両岸山腹には、K-Ar 年令およそ 2.5 m. y. の玄武岩やフォノライトが、およそ 25 個所以上で vent や dyke として点在する (図 6)。これも *McMurdo Volcanic Province* に入る。いずれも氷河で削られているものが多く、噴石丘とその根 (dyke, neck) との直接的関係が見られるものもある (図 16, 17, 18)。いずれもアルカリ岩系に属する。

南極地域の火山と火山岩の分布状態、産状ならびに岩石学的性質は以上の通りである。す

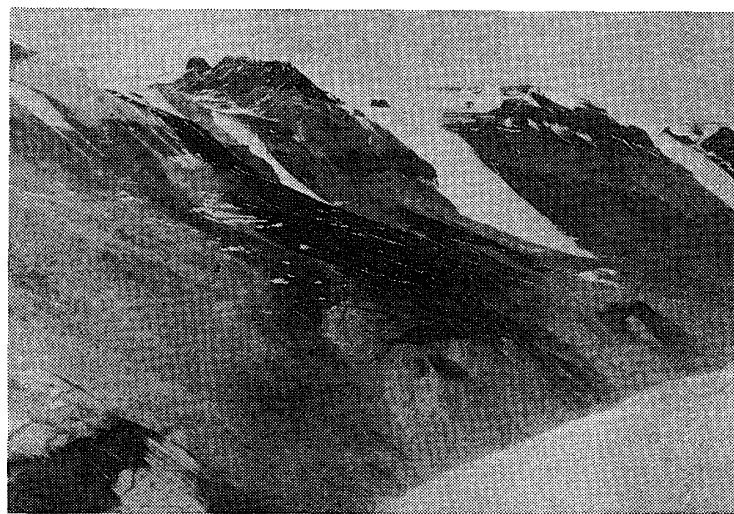


図 16 テイラー谷南壁の新生代火山噴出物のヘリコプターからの展望
 Fig. 16. *Cenozoic volcanics (indicated by solid spots), aerial view of the south wall of Taylor Valley.*



図 17 テイラー谷の新生代火山噴出物(手前)と先カンブリア紀基盤岩類に貫入した岩脈(幅 10 m)

Fig. 17. *Volcanics and dykes (10 m) intruding the Precambrian basement, Taylor Valley.*

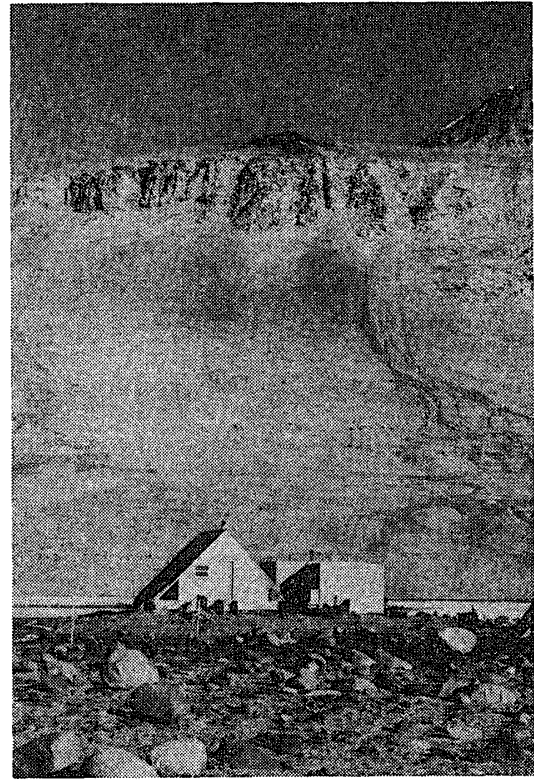


図 18 テイラー谷のボニー小屋から望む火山の噴石丘と火道. 壁の上部にのる

Fig. 18. *The volcanic cone and vent (neck) at the top of the wall viewed from Bonney Hut, Taylor Valley.*

なわち、南極半島西側の南シェトランド諸島は、アルミナに富む高アルカリソレイト系およびそれに関連するカルク・アルカリ岩系の火山岩が、また半島の東側のジェイムス・ロス島火山グループはアルカリ岩系の火山岩が分布する。一方マリー・バードランド地域とバレーニー諸島を含めたビクトリアランド地域は、共にアルカリ岩系の火山岩が分布する。

4. 南極と南米地域の火山岩の岩石学的ならびに化学的性質

南極地域に南米を加えてまとめると図 19 のようになる (KATSUI, 1972)。既存の資料のすべてをカバーしていないが、化学分析値からえられたそれぞれの地域の属性をつかむことができる。すなわち、南米アンデス山脈から南極半島にかけて、3つの岩系が分布する。南米のアンデスの後期新生代の火山岩は、カルク・アルカリ岩系の安山岩や流紋岩が多く、一方南部では玄武岩もみられるようになる。その大陸側にはアルカリ岩系の火山岩も分布してい

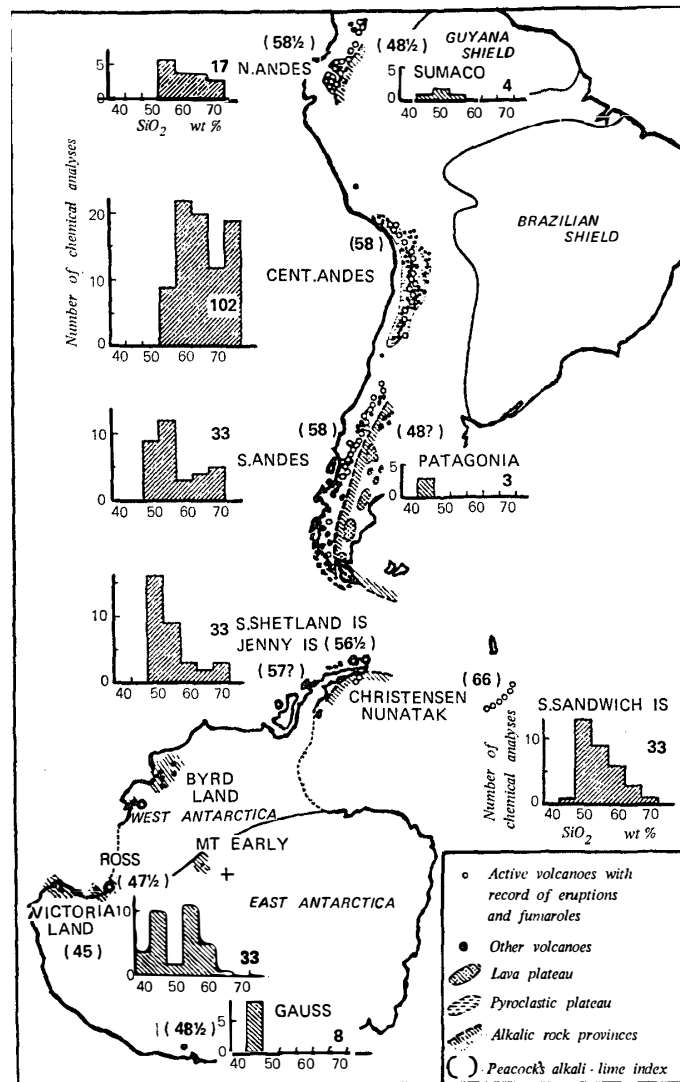


図 19 アンデス、スコシア島弧、南極の火山分布と化学組成
 Fig. 19. Distribution of volcanoes and available chemical analyses of rocks in Andes—Scotia Arc—Antarctica (after KATSUI, 1972).

る。化学分析値の頻度分布と Peacock のアルカリ・石灰指数は、それぞれの岩系分類に有効である。アンデスや南シェトランド諸島の指数は、56.5~58.5、その大陸側のアルカリ岩系では 48 前後となる。南極のマリー・バードランドやビクトリアランドのアルカリ岩系は、45~47.5 である。

南部アンデスや南シェトランド諸島には、アルミナに富む高アルカリソレイト系列の火山岩があり、中・北部アンデスのカルク・アルカリ岩系の火山岩より、鉄成分の濃集がみられる (図 20)。一方、南米と南極半島の間域に、南サンドウィッチ諸島 (South Sandwich

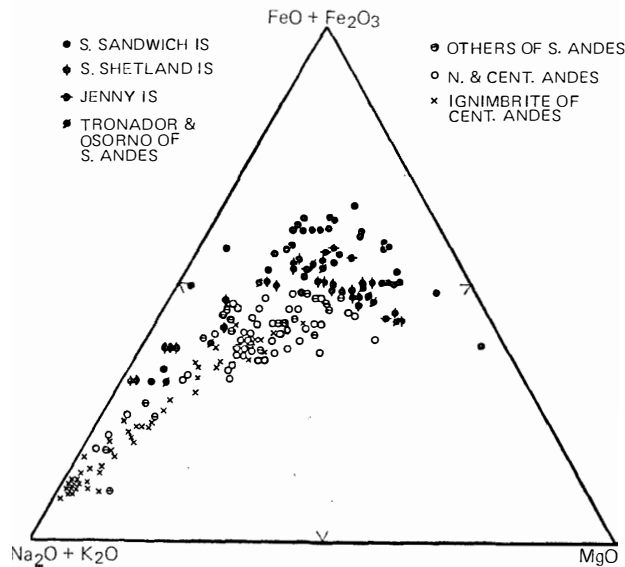


図 20 アンデス，南サンドウィッチ諸島，南極半島の火山岩の M-A-F 図

Fig. 20. M-A-F diagram for the rocks of Andes, South Sandwich Islands and Antarctic Peninsula.

Islands) が東方に大きく湾曲して分布している。この火山島群は，4 m. y. 以後の活動とされているが，南サンドウィッチ諸島の西方の海底から 8 m. y. の火山岩が採集されているので，8 m. y. にまで，その火山活動をさかのぼらせるべきかもしれない。

この火山島の属するスコシア弧 (Scotia Arc) は，Gondwana land の分離に由来する大陸移動，つまり南米と南極大陸の移動によって，とりのこされて形成された弧であって (DALZIEL and ELLIOT, 1971)，南米の延長の北スコシアリッジと南極半島の延長の南スコシアリッジには，古い変成岩や火山岩が認められている。両者のつながりにおいて，大きく弧をえがいて配列する南サンドウィッチ諸島には，おもに玄武岩～玄武岩質安山岩があり，また，少量の石英安山岩と流紋岩が，およそ 400 km にわたって連なるこの諸島の，南部と北部の島にみられる。これらの岩石は，いずれもアルカリ，とくに K に乏しいもので，低アルカリソレイト系のものである。また，その性質は oceanic ridge や日本の伊豆・マリアナ弧の東側の火山フロントの火山岩に類似している (倉沢, 1976 b; 倉沢・道野, 1976)。南サンドウィッチ諸島の島弧としての性格は，その形成あるいは発生の初期の段階を示すものであろう。それらのアルカリ・石灰指数は，66 と高い。

これらの関係を $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ と SiO_2 との関係図にまとめると図 21 となる。図中のカーブはアルカリ岩系 (A) とソレイト系 (低アルカリおよび高アルカリのソレイト) との境界線である。西南極に広く分布する火山岩は，アルカリ岩系の領域に入る。また，南シエ

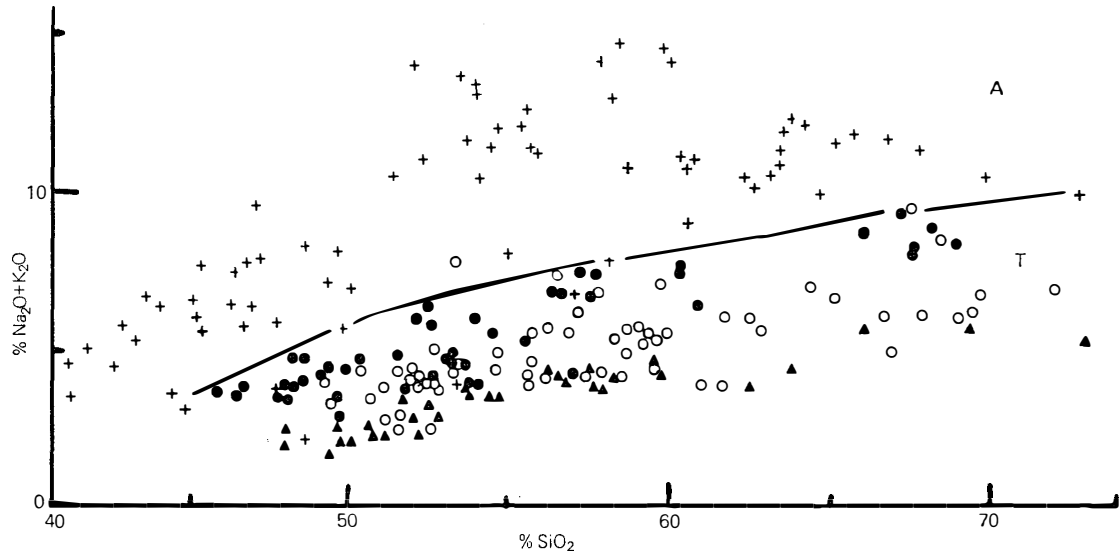


図 21 アンデス, 南サンドウィッチ諸島, 南極の火山岩のアルカリ-シリカ図

Fig. 21. Alkali-silica variation diagram for volcanic rocks from Marie Byrd and Victoria Lands, Ross Volcanic Province, South Shetland Islands, South Sandwich Islands and South Andean region. General boundary between alkali rock series (A) and tholeiite series (T) is shown by a curve.

- + Marie Byrd Land, Victoria Land and Ross Volcanic Province.
- South Shetland Islands. ○ South Andean region.
- ▲ South Sandwich Islands.

トランド諸島と南部アンデスの火山岩はソレイト系の領域に、とくに南サンドウィッチ諸島のもは、ソレイト系の最もアルカリに乏しい位置になる。つまり、後者は低アルカリソレイト系の火山岩である。図 10 の二重丸は、エレバス火山 1974 年 12 月 溶岩のフォノライト質ガラスの組成である。なお、図 20 で、南サンドウィッチ諸島のもは、図 10 のなかのアイスランド火山岩 (Icelandic) の分化径路に類似した位置になる。

5. 火山岩のストロンチウム同位体組成

最近の成果の一つとして、ロス島火山岩類の測定結果とその測定上の検討を、図 22, 23 および 24 に、また表 4 および 5 に示す (KURASAWA, 1975 a)。試料は DVDP でえられた、マクマード基地周辺の地表試料と DVDP 1, 2 のものである。岩石は、かんらん石普通輝石玄武岩から角閃石を含む玄武岩～粗面玄武岩, 粗面安山岩, 粗面岩およびバサニトイドである。角閃石は kaersutite である。表 4 の No. 1 試料には dunite などのインクルージョンが多量に含まれている。これらはすべてアルカリ岩系に属する。

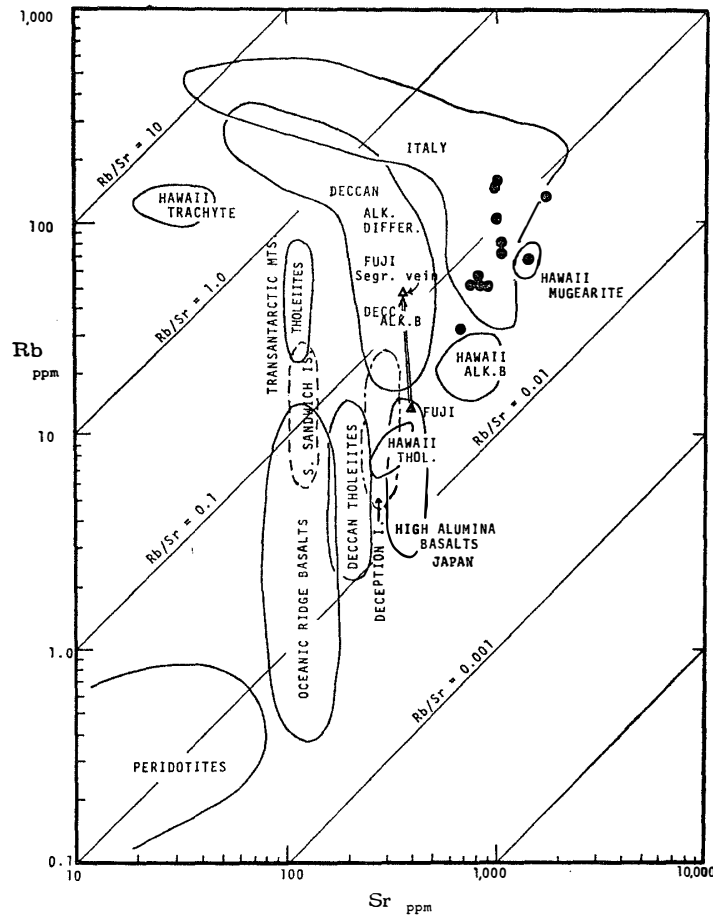


図 22 火山岩類の Rb-Sr 図。ロス島火山岩類は黒丸で示す。

Fig. 22. Log-log plot of Rb and Sr concentrations for Ross Island volcanics (indicated by solid circles) compared with other rock provinces in the world.

K および Rb は、角閃石をもつ岩石と粗面岩に高い含有量がみられる。K/Rb 比は、一般的に低く、150~300 である。また Rb と Sr は図 22 のように、共に高い値で、いわゆるアルカリ岩系の特徴をもっている。しかし、大陸地域に関連する火山岩類、たとえばインド・デカンの分化物やイタリアの酸性分化物などにみられるような Sr の減少は、おそらくフォノライトを除いてみられないようである。マリー・バードランドおよびビクトリアランドのアルカリ岩系火山岩類は、図 22 のロス島火山岩類と同様なパターンを示している。

また、南シェトランド諸島のデセプション火山岩類 (FAURE *et al.*, 1971) は、デカンのソレイトと日本の高アルミナ玄武岩 (アルミナに富む高アルカリソレイト) との中間にプロットされ、高アルカリソレイトの性質をあらわす。スコシア弧の南サンドウィッチ諸島のもの (GLEDHILL and BAKER, 1973) は、oceanic ridge basalt のパターンににているが、Rb に富む性質をもっている。このように、Rb の変動を伴う Sr のそれぞれのパターンは、

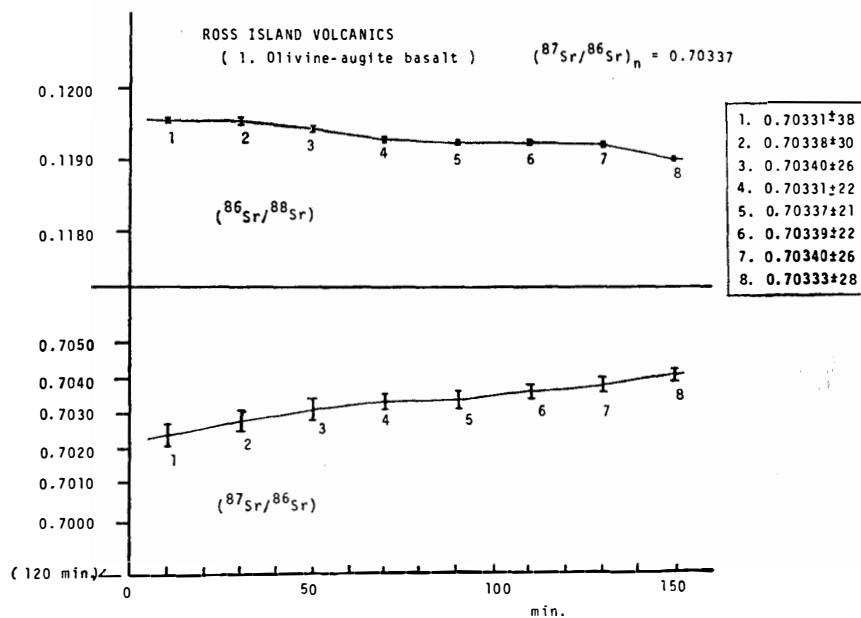


図 23 かんらん石普通輝石玄武岩 (表 4, No. 1) の質量分析計による測定例
 Fig. 23. Mass spectrometry measurement of olivine-augite basalt (No.1 in Table 4).

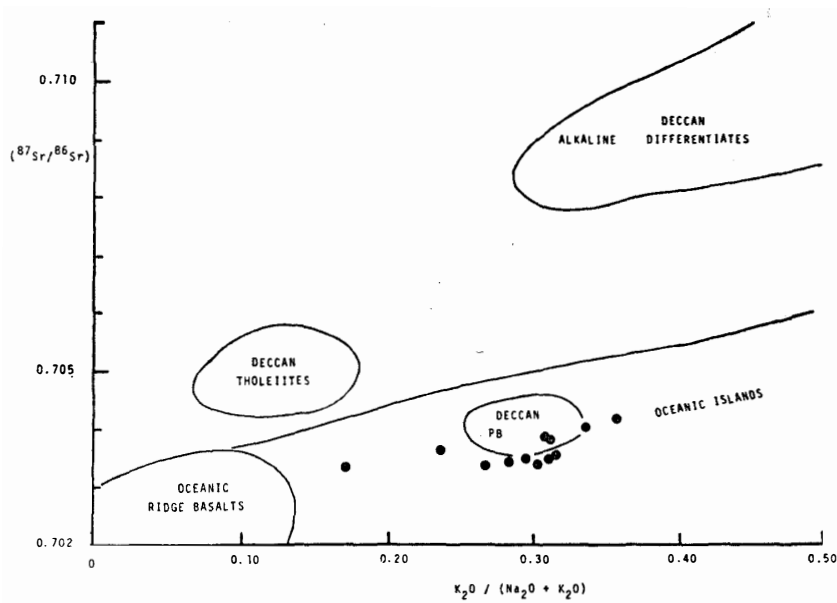


図 24 ロス島火山岩類の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比と $\text{K}_2\text{O}/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 図
 Fig. 24. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ plotted against $\text{K}_2\text{O}/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ for Ross Island volcanics.

表4 ロス島火山岩類の微量元素とストロンチウム同位体組成

Table 4. Isotopic composition of strontium and Sr, Rb and K contents in Ross Island volcanic rocks, Antarctica.

	ppm			Ratio		$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_n$	(2σ)	SI	
	Sr	Rb	K	Rb/Sr	K/Rb				
1	Boa	1075	73.4	15000	0.068	204	0.70337	0.00021	25.8
2	T	1041	158.7	40700	0.152	258	0.70421	0.00018	6.9
3	Bah	1456	69.3	20100	0.048	290	0.70350	0.00024	21.7
4	Boah	1014	104.4	16200	0.103	155	0.70338	0.00020	14.2
5	TAh	1020	148.7	31700	0.146	213	0.70403	0.00027	10.0
6	PBao	681	31.8	5400	0.047	170	0.70336	0.00036	41.3
7	Bao	917	52.2	13700	0.057	262	0.70344	0.00031	39.2
8	Bah	1038	77.0	17500	0.074	227	0.70338	0.00028	22.0
9	TBha	1783	133.0	28500	0.075	214	0.70342	0.00026	19.0
10	Boa*	851	52.9	8380	0.062	158	0.70364	0.00022	43.0
11	Boa*	816	57.5	12000	0.070	209	0.70382	0.00020	36.4
12	Boa*	760	51.8	11600	0.068	224	0.70385	0.00023	37.7

* Ankaramitic basanitoid.

SI: Solidification index ($\text{MgO} \times 100 / \text{MgO} + \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)Eimer & Amend reagent SrCO_3 standard; $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_n = 0.7079 \pm 0.0001$ Normalized to correspond to $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ of 0.1194.

表5 ロス島火山岩類のストロンチウム同位体組成の年令補正值

Table 5. Age correction of strontium isotopic ratios of the Ross Island volcanics.

	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_n$	$(^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})$	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_I$	
1	Boa	0.70337	0.1969	0.70336
2	T	0.70421	0.4400	0.70419
3	Bah	0.70350	0.1390	0.70349
4	Boah	0.70338	0.2982	0.70336
5	TAh	0.70403	0.4227	0.70401
6	PBao	0.70336	0.1361	0.70335
7	Bao	0.70334	0.1650	0.70343
8	Bah	0.70338	0.2142	0.70337
9	TBha	0.70342	0.2171	0.70341
10	Boa*	0.70364	0.1795	0.70363
11	Boa*	0.70382	0.2027	0.70381
12	Boa*	0.70385	0.1969	0.70384

* Ankaramitic basanitoid.

Age of Ross Island volcanics assumed to be about 4 m.y.

 $(\lambda = 1.39 \times 10^{-11}\text{y})$

それらのマントルにおけるマグマ発生源のちがいを示していると考えられる。Oceanic ridge からアルカリ岩系へのパターンの転移は、それぞれのマグマ生成の場の深さに対応していると思われる。

図 23 は、表 4 の試料 No. 1 のストロンチウム同位体比測定精度の検討を行った例として示した。経時変化による $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は極めて小さく、精度は高い。表 4 の測定結果は、その試料の年令を最大 4 m. y. として計算して補正しても、ほとんど影響がない (表 5)。玄武岩質岩石では、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比が 0.7034~0.7039 であって、これらの岩石の岩石学的ならびに化学的性質を加味して、それらが海洋島の玄武岩類に対比されることが明らかになった (KURASAWA, 1975 a)。これに対して、分化の進んだ粗面安山岩や粗面岩は、同比が 0.7040~0.7042 と、有意の差で高い値となっている。これは、玄武岩質マグマと地下深所の地殻物質などとの混成作用の効果か、あるいはマグマ生成源のちがいに由来するのかわからぬであろう。筆者は前者の立場で説明している (KURASAWA, 1975 a)。これについては、SUN and HANSON (1975) も同様な結論を示唆している。

南シェトランド諸島の例では、玄武岩質岩石の Na_2O が、3.50~4.50% であって、 K_2O の 0.30~0.55% に対して高い特徴があって、従来、アルカリ岩系とされたこともあったが、高アルカリソレイト系とすべき岩石学的特性をもっている。デセプション島の Rb と Sr との関係を図 22 に示したが、一方 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は平均で 0.7036、高いものとしては 0.7042 となっている (FAURE *et al.*, 1971)。これは、いわゆる島弧の類似岩石とよく似ている。

南極半島と南米との間の南サンドウィッチ諸島の火山岩は、Sr が 100~150 ppm と低い。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の測定値 (GLEDHILL and BAKER, 1973) は、E & A standard の同比 0.7080 で補正すると、0.7034~0.7042 となる。これは、日本の低アルカリソレイトの例としての伊豆・マリアナ弧 (倉沢, 1975 c) とも似た値である。南サンドウィッチ諸島の玄武岩~石英安山岩系列は、低アルカリソレイト系のものであり、そのストロンチウム同位体比からも、これらが島弧形成の初期の属性をもっていると考えられる。

ストロンチウム同位体比を、南極の火山岩と代表的な世界各地の火山岩とでまとめると図 25 となる。ロス島をはじめ、南極地域のアルカリ岩系火山岩類のストロンチウムの同位体比は 0.7033~0.7043、あるいはスコシア弧の南サンドウィッチ諸島の島弧でも、ほぼ同様な値となっている。ハワイのような海洋島でも同様である。一方、海嶺 (oceanic ridge) の 0.7025~0.7035 は、地球上の岩石としては最も低いものとなっている。これに対して、大陸地域のものでは、一般に高い同位体比をもち、とくに分化物である中性~酸性岩は、しば

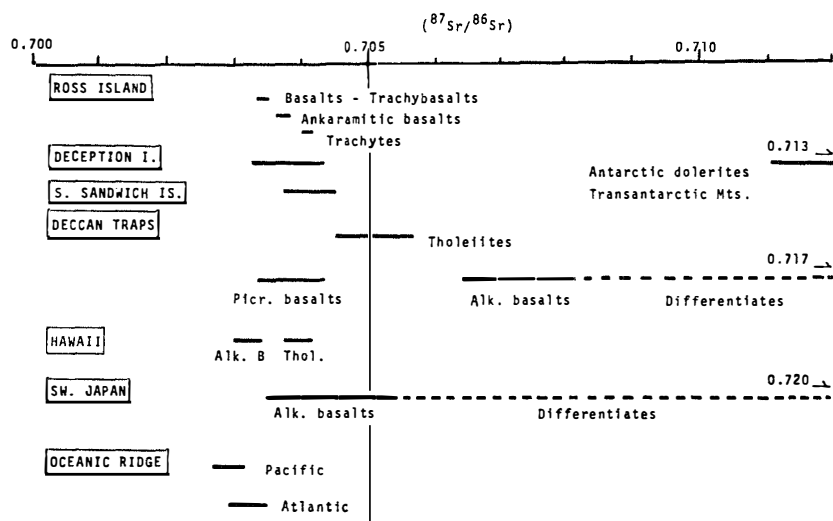


図 25 世界各地の代表的な火山岩類と南極の火山岩類の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の対比

Fig. 25. Variation of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios in different regions as typical rock provinces in the world.

しばしば同比が 0.710 あるいはそれ以上の高い値となっている。日本では、西日本の隠岐島後の流紋岩類は、大陸の周縁部として、先カンブリア紀の地殻物質の溶融、あるいは混成作用の効果として、0.720 というような高い値をもっている。これは鉛同位体組成からも裏づけられている (倉沢, 1975 c)。インド・デカン高原北西部に広く分布するアルカリ岩系の分化物の流紋岩類も、同様な高い値をもっている。

南極ドライバレーには、オーストラリアのタスマニア島などの中生代のドレライト岩床 (sill) に対比される、有名なフェラー (Ferrar) ドレライト岩床が露出している。ドライバレーの岩床と同時代のものと考えられる貫入岩体は、南極横断山脈の随所に分布し、やや鉄苦土質のはんれい岩類のデュフェック貫入岩体 (Dufek Intrusion) はウェッデル海寄りのペンサコラ (Pensacola) 山脈に、24,000~34,000 km²、厚さ 8~9 km の大きな岩体となっている (HIMMELLER and FORD, 1976)。ドライバレーでの産状は図 26, 27, 28 のように、基盤の先カンブリア紀花崗岩~片麻岩とそれらを通る岩脈をほぼ水平に切って、およそ 160 m.y. に貫入している (倉沢, 1976 a)。これらの貫入岩は $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比が 0.711 程度というように高いものであり (COMPSTON *et al.*, 1968)、しかも、それらが分化物である酸性岩ではない。これらの高い特異な値は、 Gondwana 大陸の分離・移動説の有力な証拠となっている。つまり、少なくともストロンチウム同位体組成について、そのドレライトのマグマ発生源の上部マントルが、同一組成をもっていたと考えられる。このジュラ紀のドレライトの

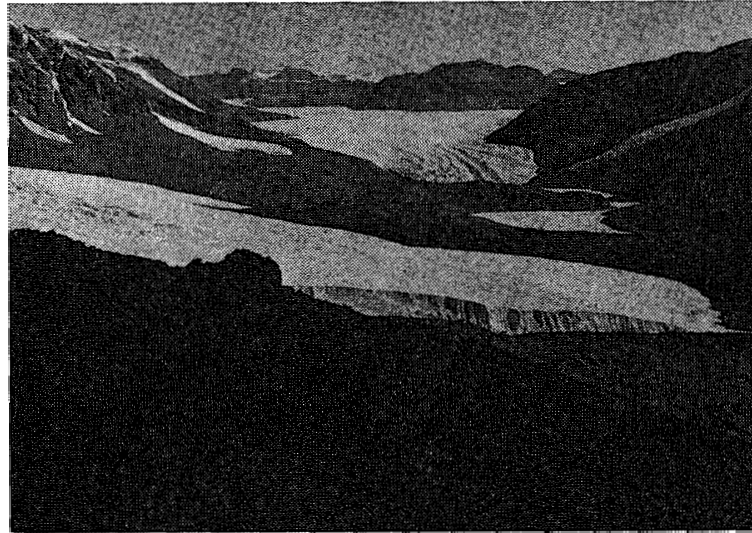


図 26 テイラー谷西方にフェラー粗粒玄武岩岩床を望む

Fig. 26. View looking west of Taylor Valley, showing location of Ferrar dolerite sill.

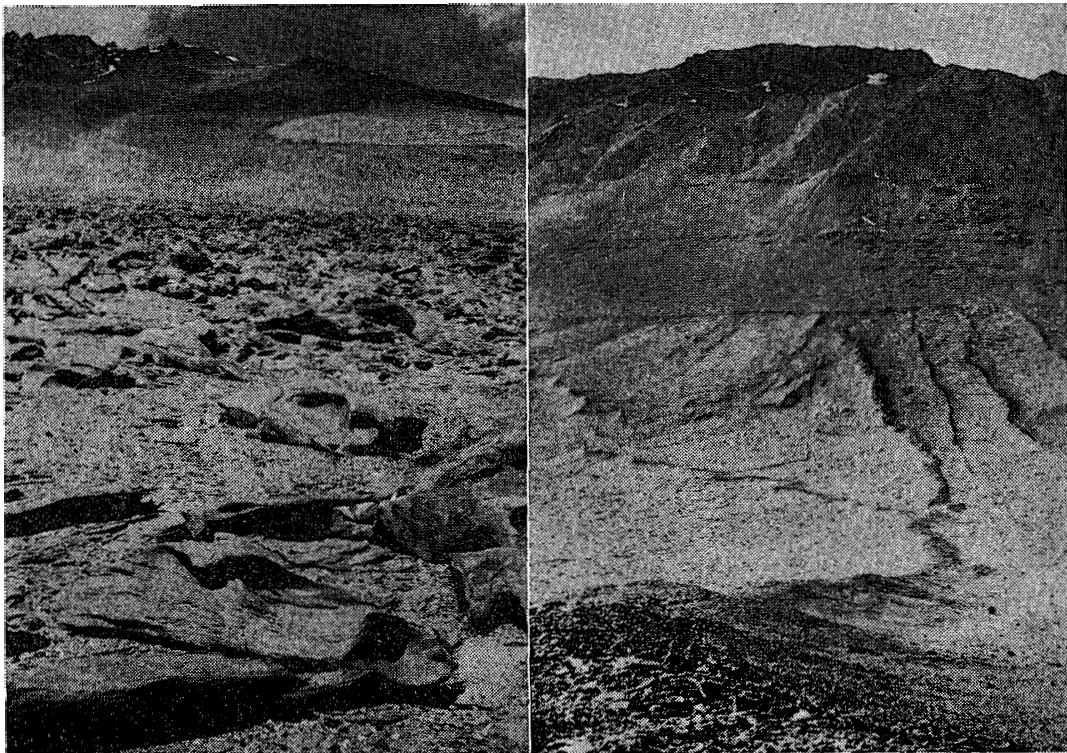


図 27 ライト谷でのフェラー粗粒玄武岩岩床の産状. 岩床は 100~500 m の厚さをもつ

Fig. 27. Exposure of Ferrar dolerite sill intruded into the basement rocks of the wall, Wright Valley. Sills are mostly 100-500 m thick.

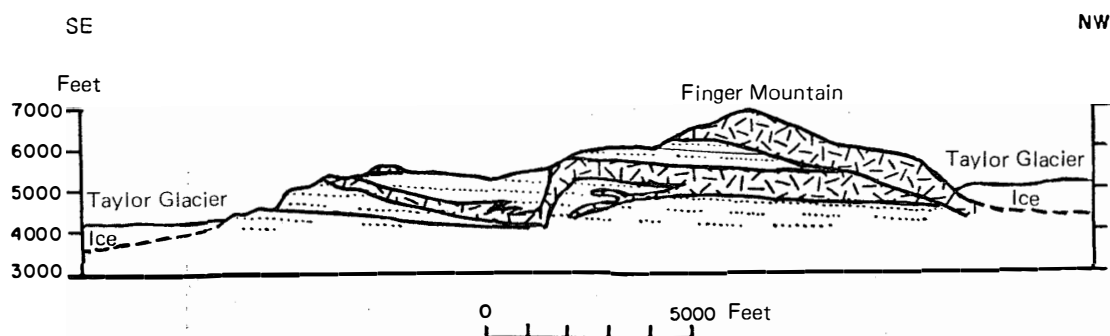


図 28 テイラー谷上流部のフィンガー山付近の粗粒玄武岩岩床の断面図

Fig. 28. Cross-section along Finger Mountain showing dolerite sill (random dashes) and Beacon Sandstone, Taylor Valley.

マグマの活動と、新生代のマグマの活動との間の長い年代に、西南極地域地下深所マントルで、マントル分化があったのであろうか。それとも、東・西両南極地域の境界にあたる横断山脈の下の上部マントルは、特異な化学組成をもっているのであろうか。あるいは、これらのドレライトのマグマは、地殻物質との強い混成作用を受けて形成されたものであろうか。いずれにしても大きな問題である。一方、ロス島火山岩類は、ストロンチウム同位体組成などからも、南極大陸の周縁部、あるいは隣接地にあるにもかかわらず、海洋島 (hot spot としての) の属性をもっている。広い西南極地域には、まだ解決しなければならない現象が数多く残されている。

6. おわりに

南極地域の火山と火山岩を広い見地からまとめてみた。とくに、それらの化学的ならびに同位体地質学的性質の一端からは、ある程度問題点を引き出すことができた。また、ロス島を含めた **McMurdo Volcanic Province** は、東南極大陸と西南極の地質学的諸現象の接点として、解明されるべき問題の多い重要な地域である。さまざまな研究手段を用いて、逐次究明されることを望みたい。ドライバレーの現地調査の報告は鳥居他 (1974)、神沼他 (1976)、倉沢・大野 (1975)、倉沢 (1975 b) を参照されたい。

謝 辞

本研究に関して、ドライバレー掘削計画 (DVDP) の関係国である、ニュージーランド、アメリカ合衆国、日本の多くの研究者からの協力と支持があった。日本の国立極地研究所ならびに各研究者の力添えもあった。ここに記して感謝の意を表する。

文 献

- COMPSTON, W., MCDUGALL, I. and HEIR, K. S. (1968): Geochemical comparison of the Mesozoic basaltic rocks of Antarctica, South Africa, South America and Tasmania. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **32**, 129-149.
- DALZIEL, Ian W. D. and ELLIOT, D. H. (1971): Evolution of the Scotia Arc. *Nature*, **233**, 246-252.
- FALCONER, R. K. H. (1972): The Indian-Antarctic-Pacific triple junction. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **17**, 151-158.
- FAURE, G., SHULTZ, C. H. and CARWILE, R. H. (1971): Isotope composition of strontium in volcanic rocks from Deception Island. *Antarct. J. U. S.*, **6**, 197-198.
- GLEDHILL, A. and BAKER, P. E. (1973): Strontium isotope ratios in volcanic rocks from the South Sandwich Islands. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **19**, 369-372.
- GOLDICH, S. S., TREVES, S. B., SUHR, N. H. and STUCKLESS, J. S. (1975): Geochemistry of the Cenozoic volcanic rocks of Ross Island and vicinity, Antarctica. *J. Geol.*, **83**, 415-435.
- GONZÁLEZ-FERRÁN, O. and GONZÁLEZ-BONORINE, F. (1972): The volcanic ranges of Marie Land between Long. 100° and 140°W. *Antarctic Geology and Geophysics*, ed. by R. J. ADIE, Oslo, Universitetsforlaget, 261-275.
- HAMILTON, W. (1972): The Hallett Volcanic Province, Antarctica. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **456-C**, 62 p.
- HIMMELLER, G. R. and FORD, A. B. (1976): Pyroxenes of the Dufek Intrusion, Antarctica. *J. Petrol.*, **17**, 219-243.
- 神沼克伊 (1976): 南極エレバス火山の活動. *火山*, 第2集, **21**, 107-115.
- 神沼克伊・鳥居鉄也・倉沢 一・加藤喜久雄・和栗 修 (1976): ドライバレー掘削調査 1974-75 年隊報告. *南極資料*, **56**, 54-69.
- KATSUI, Y. (1972): Lateral Cenozoic volcanism and petrographic provinces in the Andes and Antarctica. *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. IV*, **15**, 27-40.
- KUNO, H. (1960): High-alumina basalt. *J. Petrol.*, **1**, 121-145.
- KURASAWA, H. (1975a): Strontium isotopic studies of the Ross Island volcanics, Antarctica. *Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue*, **4**, 67-73.
- 倉沢 一 (1975 b): 南極—国際共同研究その後, 1974-75 ドライバレー掘削計画 (DVDP). *地質ニュース*, **255**, 34-49.
- 倉沢 一 (1975 c): 火山岩の同位体地質学. *火山*, 第2集, **20** (特別号), 307-317.
- 倉沢 一・大野正一 (1975): 南極ドライバレー掘削計画 (DVDP)—国際共同研究. *地質ニュース*, **245**, 44-59.
- 倉沢 一 (1976 a): 南極ビクトリアランドのドライバレー (口絵). *地学雑誌*, **85**(2).
- 倉沢 一 (1976 b): 第四紀火山からみたフォッサ・マグナ. *海洋科学*, **8**(8), 14-19.
- 倉沢 一・道野 郁 (1976): 伊豆半島西・南部地域火山岩類の岩石学および化学的性質. *火山*, 第2集, **21**, 11-29.
- KYLE, P. R. and COLE, J. W. (1974): Structural control of volcanism in the McMurdo volcanic group, Antarctica. *Bull. Volcanol.*, **38**, 16-25.
- SUN, S. S. and HANSON, G. N. (1975): Origin of Ross Island basanitoids and limitations upon the heterogeneity of mantle sources for alkali basalts and nephelinites. *Contrib.*

Mineral. Petrol., **52**, 77-106.

鳥居鉄也・中井信之・倉沢 一・吉田栄夫・綿拔邦彦・大野正一・森川日出貴・中山 紘一 (1974) :
ドライバレー掘削調査 1973-74 年隊報告. 南極資料, **51**, 67-98.

VIRAMONTE, J. G., SUREDA, R. J., BOSSI, G. E., FOURCADE, N. H. and OMARINI, R. H. (1974):
Geochemical and mineralogical study of the high temperature fumaroles from Deception
Island, South Shetland, Antarctica. IAVCEI Symposium, Chile, Preprint, 18 p.