南極の火山と火山岩

倉 沢 一*

Volcanoes and Volcanic Rocks in Antarctica

Hajime KURASAWA

Abstract

The Antarctic continent is unique in a variety of respect, one being that it appears to lie at a geological nodal point formed by the junction of major tectonic elements extending southward from Atlantic, Indian and Pacific Oceans, South America and New Zealand.

The distribution of volcanic activity in Antarctica, especially the later part of Cenozoic time, has considerable bearing on any interpretations of orogenic patterns or history. The greatest development of Cenozoic volcanoes and the most widespread extent of volcanic rocks is in west Antarctica, occupying nearly all of the great sweep of Marie Byrd Land across 50° of longitude, a distance of about 1,600 km. This volcanic province forms a band extending roughly 450 km inland from the coast. Another large volcanic province, though less extensive than that in Marie Byrd Land, lies along the coast of Victoria Land facing the Ross Sea. In the almost continuous outcrop along the coast for a distance of 250 km. At least ten domes or shield-volcanoes overlap to form the Hallett volcanic province. On the continent proper, no volcanic rocks are known to occur between the Melbourne volcanic province and the Dry Valley—Mt. Discovery area of the McMurdo volcanic province, more than 380 km farther south. At the latter locality, small cinder cones are scattered along the sides of Taylor Valley. In this province, offshore, Black and White Islands, Ross Island, and some little islands are of volcanic origin.

Late Tertiary and Quaternary volcanic rocks, mainly olivine basalt, are more common near the northern end of the Antarctic Peninsula where several islands off both the eastern and western coast are of volcanic origin. Best known, of course, is Deception Island on which violent eruptions occurred in 1967 and 1969.

The Ross Island of McMurdo volcanic province in Southern Victoria Land is similarly situated generally east of the continental margin. Subsidiary centres and lines of cones on Ross Island have a radial symmetry around Mt. Erebus (3,794 m) as an active volcano, and their distribution may thus be related to radial fractures at approximately 120° to each other. Mt. Erebus and other volcanoes of Ross Island consist of basanitoid, alkali olivine basalt, trachyte and phonolite. The volcanic rocks vary considerably in composition throughout the Marie Byrd Land and Victoria Land, forming a large alkalic

* 地質調査所地球化学課

Geochemical Research Section, Geological Survey of Japan.

province, in which alkali basalt, trachyte and phonolite are representative rocks. Ultramafic inclusions are frequently found throughout this region.

The South Shetland Island, lying off the Antarctic Peninsula, contain several composite strato-volcanoes including Deception Island which recently erupted along the ring fractures of caldera. These volcanic islands 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. It is true that the most of the volcanic rocks erupted along the orogenic belt are of calc-alkali rock series. The rocks of the South Sandwich Islands are considered to have derived by fractional crystallization of a primary low-alkali tholeiitic magma. It is also suggested that the rocks of the South Shetland Islands and some volcanoes of the southern Andes have derived by fractional crystallization of a primary high-alkali tholeiitic magma with high-alumina content.

The $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios in the island-arc low-alkali tholeiite series from the South Sandwich Islands cluster about a value of 0.7040. The uniformity of the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values is consistent with the fractional crystallization relationship. The $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios of the volcanic rocks from Deception Island have a mean value of 0.7036. This value is very similar to the ratios of basaltic rocks from Island Arcs. Basaltic rocks from Ross Island show a rather narrow range of initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio. When, however, intermediate and silicic rocks are included, significant isotopic variations are found among the rocks from Ross Island. The trachytes have significantly higher ratios of 0.7040 to 0.7042 than those of the basaltic rocks of 0.70335 to 0.70384. The basaltic rocks appear to be comagmatic with similar low initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios around 0.7035. This ratio is comparable with ratios of the other alkaline rocks from oceanic island. Even though the Ross Island volcanic are similar to oceanic island basalts and do not show a significant component of sialic crust material, some contamination of such material may be indicated by the variation of initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio between Ross Island basalt and Ross Island trachyte. Contamination by submarine sediments and/or by sialic rocks could explain the initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio, but it does not account for the peculiarities in chemistry such as high Rb and Sr which characterize the trachytes. This model also raises problems regarding the nature of parental material. Strontium isotope and some minor elements of the Ross Island volcanics which occur on the margin of the continent are very similar to those of oceanic islands.

I. はじめに

「南にある未知の大陸」と信じられていたこの南半球の広大な大陸は、16世紀に入ってから、航海術の発達に伴ない、やがて18世紀になつてオランダ、フランス、イギリスの航海者たちは次第に南極に近づいた。イギリスの J. クックが1772~75年に南極大陸の周航を成功させ、南極大陸の歴史がはじまつた。それから200年を経た現在、地球科学に籍をおく一介の研究者である筆者が、南極大陸に立ち、つぶさに現地を見ることが出来るような時代になつた（倉沢, 1975b; 倉沢・大野, 1975）。

そもそも、南極の研究に参加することになつた経緯は、「ドライバレー 掘削計画 (Dry Valley Drilling Project, DVDP)」という国際共同研究が発足したことにある。1961年以来、ロス島の McMurdo 基地

(U.S.A.) からヘリコプターで1~2時間の地域に広がる無氷地帯、つまりドライバレー近くに基地をもつアメリカ隊やニュージーランド隊は、地学、生物などの調査隊を送り、南極の地史を探る上で貴重な研究を行なった。日本からは鳥居鉄也博士を中心に、1963年度から同地域に散在する塩湖の成因と、それに関する南極大陸地史の研究などを行なってきた。その間、同地域の解明には、深層掘削による各種堆積物の採集調査が重要な研究課題であるとして、1968年にアメリカ南極局に掘削調査を実施するよう提案した。1970年、アメリカのNSFの南極局はようやくこの計画を採り上げることになった。同地域の調査に熱心なニュージーランドが加わり、ここに3国による共同研究が生れたのである。その後、3国による共同掘削計画は、各国の意見調整を経て、それぞれの実施機関が主務となつて、計画の推進が行なわれた。日本側では国立極地研究所を中心に、極地研究振興会の協力によつて行なわれている(鳥居他, 1974; 神沼他, 1976)。

この計画では、ドライバレー地域に加えて、ロス島の火山岩類の火山層序学的ならびに岩石学、地球化学的研究を目的とした掘削も実施されている。筆者の役割は、その火山岩類の岩石学的ならびに地球化学的研究にある。また、ドライバレー地域に位置する南極横断山脈の基盤岩類やそれらを貫く火成岩類の研究も並行して行なわれている。

DVDP のセミナーは1974年5月にシアトルで、1975年1月にはニュージーランドのウェリントンで行なわれた。最終セミナーは1978年春~夏期に東京で開催され、その後論文集も刊行されることになっている。この計画終了後も、南極横断山脈にかけて、共同研究が続けられそうである。さらに、ウェデル海に近いペンサコラ山脈に、世界最大規模の貫入岩体であるデュフェック岩体 (Dufek Massif) の研究も計画されている。この岩体の層厚は7,000~9,000mに達する (HIMMELBERG and FORD, 1976)。

本文では、南極についての紹介を含めて、おもに火山と火山岩の既存の資料と新知見とを加えて論述する。また、南極の火成活動についても論及したい。

II. 南極とは

人類の歴史に古くから接触のあつた北極は、紀元前にその探検の歴史はさかのぼる。南極・北極という言葉は、古代ギリシャ人によつてすでに呼ばれていた。北極という言葉は、北極地域の夜空に広がる星座の大熊座のギリシャ語 *Arktos* (クマ) からとつたもの。南極は北極の反対側であるから *Arctic* の反対で、*Antarctic* と呼ばれるようになった。現在では *Arctic* は北極点を中心とする海洋や陸地を含む北極地域を、また *Antarctic* は南極大陸とその周辺海域を含む南極地域をあらわすことになっている。

南極地域は、南極点、つまり地理学的南極点 (South Geographical Pole) を中心に、氷雪におおわれた南極大陸とその付属の島々、さらに、これらを取りまくインド洋、太平洋、大西洋などが含まれている。「南極」という表現には、南極点を意味する場合もあるが、南極地域をさす場合もある。しかし、この南極地域というものの定義も、かなり漠然としている。一般には種々の自然現象の特性から、南極海の50~60°S 付近にかけて存在する、南極収束線から南を南極地域とよぶことが多い。1959年に発効した南極地域条約では、この条約の適用範囲を、60°S 以南の陸地や海域を指定している。

南極と北極とは、対称的な位置にあり、それらの共通点は、両極地とも雪や氷に支配されて寒く、長く太陽の沈まない夏と、太陽のあらわれない長い冬の夜を迎え冬の夜空には、美しい極彩色のオーロラが乱舞することにある。しかし、北極地域の大部分が、アジア、北アメリカ、ヨーロッパの大陸とグリーンランドなどの島でかこまれた海であるが、南極地域の中心には、地球上最も高い標高をもつ大陸があるという、地形上の大きな違いがある。

南極大陸は、1,360万 km²、地球上第5番目の大きな大陸で、中華人民共和国とインドとを合わせた広さをもつ。日本の37倍である。しかも、オーストラリアから3,500km、南アフリカから4,000km、近いといわれる南米までは、ドレイク海峡をはさんで、970km も離れた孤立の大陸である。人類にとつてもつ

とも疎遠な大陸となつている。

南極大陸は、膨大な大陸氷（氷床、大陸氷河）におおわれ、大陸の面積の95%にもおよぶ。氷の平均の厚さは1,900m といわれている。また、世界の氷の90%以上が南極大陸に存在し、淡水の巨大な貯蔵庫である。大陸内部の降雪は、重みで次第に圧縮され、フィルン（Firn）となり、やがて大陸氷となる。ロス氷棚（53.85万 km²）とフイルヒナー氷棚（48.3万 km²）はとくに大きく、南極大陸の大陸氷の中央高原からゆつくり移動して海岸に達する氷河作用で供給されている。ロス氷棚はフランスより広い面積をもっている。

南極大陸は、地形、地質のちがいから大きく2つに分けられる。ウエッデル海の東岸からロス海の西岸にいたる、ほぼ東経に位置する部分を、**東南極大陸**、また**南極半島**、マソー・バーランドを含む西経に位置する部分を**西南極大陸**とよぶ。この東西2つの大陸の中央部には、ロス海からウエッデル海の東側にかけて、2,000m から4,000m の高さをもつ**南極横断山脈**（Transantarctic Mts.）が、4,000 km にわたって走っている。

東南極は南極地域の 2/3 を占め、ゴンドワナ大陸に属している。古く安定した楕状地で、先カンブリア紀の古い片麻岩、結晶片岩などを基盤としている。その基盤の平均高度は約530m で、大陸氷をあわせると、東南極は平均高度2,490m となつて、世界でもっとも高い大陸となつている。もし大陸氷が溶けたとしても、東大陸はオーストラリア程度の大陸（768.7万 km²）として残ると思われる。

西南極は、南極半島からニュージーランドにつながる新しい造山帯の一部をなし、その中には火山が配列している。ロス島のエレバス（3,794m）、ビクトリアランド南部のメルボルン（2,732m, 74°21'S, 164°42'E）あるいは南極半島の鼻先の南シエトランド諸島のデセプションの火山は、活火山として有名である。基盤の平均高度は-140m で、大陸氷をあわせて平均高度は1,690m となつている。大陸氷がなくなると、西南極は多くの島とフィヨルドになつてしまう。しかし、これら大陸氷が消失したとすると、大陸の基盤は、今より700~1,000m は隆起すると考えられる。とはいえ、膨大な量の大陸氷が消失することは、まずないと考えれば、現在のままで、一つの大陸と見てさしつかえない。

南極大陸は、もっとも寒い地域で、北極にくらべると20°C は気温が低い。-88.3°C という世界最底気温が記録されている。内陸地方では、真夏でも-20°C 以下である。

南極の降水量は、おもに固体降水（solid precipitation）で、年間30mm 以下という記録がある。しかし、沿岸地方では比較的多くなり、600mm に達する。南極半島がこれにあたる。植物はほとんどなく、動物、昆虫もきわめて少ない。しかし地質時代には、その化石から、シダ類や両生動物などが見出され、温暖な時代があつた。

南極大陸の調査研究は、気象学、大陸氷の秘密、大陸の歴史、地球物理学などの立場から、さらに海洋学的にもきわめて重要かつ興味のある内容が多い。南極大陸の研究は、1957~1958年に行なわれたIGY（国際地球観測年、International Geophysical Year）によつて、国際協力の名のもとに本格的なスタートがきられたといえよう。また**南極条約**が各国の批准をうけて、1961年6月23日から発効し、相互信頼の精神と協力の理念がたづぬかれてきている。南極の各国の基地を Fig. 1 に示す。図中の半円（半径1,700 km）は、南極で使われている LC-130 Hercules 輸送機の往復飛行可能範囲であつて、同機はニュージーランドのクライストチャーチと南極の各国基地との間の、物資補給、人員の移動に活動している。

III. 南極の火山

南極大陸は南極横断山脈を境にして、東南極と西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。Fig. 2 に示したように、その北側の造山帯は、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いわれているが、別の名では図のように Borchgrevink Orogen とも呼ばれているもので、ロス島の西方と北方のビクトリアランドをかすめてい

Fig. 1 Index map of Antarctica.

る。これに続く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）造山帯があるが，ロス造山帯と直角に曲った山脈を形成しているから，その構造発達史からの取扱いがむづかしく，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，局地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ひろがっている。

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）があつたことはわかっている。しかし露岩地域の少ないこととあわせて，何かちがつた造山運動があつたのかもしれないし，大陸移動の歴史もくみこまれていと考えられるので，はつきりした地史は編まれていない。

こうした背景の南極大陸，それも西南極には数多くの火山活動がみられる。南極地域の火山分布を Fig. 3 に示す。西南極に広く分布する火山は，南極半島，マリー・バードランド（Marie Byrd Land）および

Fig. 2 Antarctic orogens. Stippled area approximates the Cenozoic volcanic province.

Fig. 3 Distribution of the volcanoes in west Antarctica.

認められている。氷床層序学 (ice stratigraphy) とでもいえよう。地熱流量は $18 \times 10^{-6} \text{ cal cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ 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 602m で、その形はカルデラ・リムであろう。現在も、1969年の数 km におよぶ裂目の噴気口では 150°C 以上の温度を示しているという。そのほか、南極半島の東側のウェッデル海側には、Fig. 3 には省略したが、Christensen Nunatak 島と 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 の火山が記録されている。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つて、28 の成層火山 (19 カルデラ) とそれに付随する 29 の寄生火口は、15 の火山グループに分けられている。火山体あるいはカルデラの大部分は水で覆われて、海拔 2,400m から 4,200m の山頂をもつ。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。

ロス海に面するロス島 (Ross Island) および周辺地域には、数多くの火山と火口群が分布する (Fig. 4)。ロス島には、Bird (1,766m)、Erebus (3,794m)、Terra Nova (2,130m) および Terror (3,262m) の火山と、わずかな露頭のあ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 (Fig. 5)、1974年12月現在でも、山頂火口内に熔岩池が生きている。ロス島南端の Hut Point 半島のマクマード基地 (McMurdo Station) 近くの Observation Hill の粗面岩の K-Ar 年齢は 1.10m. y. である

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。その火山分布を Fig. 3 にみると、南極半島地域で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 の大きな島からなっている。この中で有名な火山島の、現在も活動を続けているデセプション島 (Deception Island) 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 13~14km 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 40~60m、長さ数 km の裂目ができた。それぞれの活動では熔岩は噴出されなかったが、火山碎屑物が堆積している。1969年噴火であらわれた氷河の裂目には、厚さ 0.01~0.20m の火山碎屑物の層がはさまれていて、これで編年ができる。この堆積物から、 1912 ± 5 年と 1917 ± 3 年の噴火によ

ると考えられる堆積層のバンドが確

から、ロス島の火山活動は長い方である。もつとも、エレバスの火山活動と、その粗面岩の活動とは、連続した火山活動ではないとするならば、問題は別である。

ロス島近傍地域には、White 島、Black 島、あるいは Brown 半島、Discovery 山 (2,681 m) Morning 山 (2,723 m) などを中心にした火山活動域が、南～南西方に広く分布する。さらに、ビクトリアランドの北方の海上には、Balleny 諸島があるが、時代がはつきりしていない。この付近の海底からドレッジされた礫は、かんらん石玄武岩である。

ロス島の対岸のドライバレーには、氷河で削られたものを含めて、およそ25以上の噴出口が散在している。とくにテーラー (Taylor) 谷兩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、噴出口の根が露出している。

IV. 火山岩の岩石学と化学的性質

南極半島の北西に南シエ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ライト (久野, 1960) の高アルミナ玄武岩とカルク・アルカリ岩系の安山岩および少量の石英安山岩が、この地域の火山を構成している。これらの岩石は、南米の南アンデスの安山岩などの性質、つまり、アルミナに富む高アルカリソレライトと、それに関連するカルク・アルカリ岩系に類似している。ただ南米のものよりややアルカリに富む傾向がある。南シエトランド諸島と、南極半島を挟んで反対側に、ジェイムス・ロス島 (James Ross I.) 火山グループがある。その中には、Paulet, Dundee, Seal Nunataks および James Ross の島々があり、いずれもアルカリに富む玄武岩、すなわち hawaiite と呼ばれるものが分布している。なお、前述のデセプション島の溶岩には、深成岩の捕獲岩があるという。南シエトランド諸島の火山岩類は、高アルカリソレライト系およびカルク・アルカリ岩系のものであるが、とくに Na_2O に富む傾向があつて、アルカリ全量からすると、アルカリ岩系の範ちゅうに入るようにもみえる。しかし、岩石学的性質などからは、上記の岩系としてさしつかえないと考えられる。

Fig. 4 Map of McMurdo volcanic province showing distribution of volcanic centres (indicated by *) and smaller cones (indicated by .) (after KYLE and COLE 1974)

Fig. 5 Ice-covered Mt. Erebus (3,794m) looking north from Hut Point Peninsula, Ross Island.

マリー・バードランド地域には、海岸からおよそ500km までのところに、数多くの火山が広く分布している (Fig. 3)。この地域の火山は、西から Flood Range (山脈), Ames 山脈, Petras 山脈, Executive Committee 山脈, Crary 山脈, Toney 山, Takahe 山, Murphy 山などが配列している (GONZÁLEZ-FERRÁN and GONZÁLEZ-BONORINO, 1972)。

Flood 山脈の最西端は Berline 火山 (3,500m) 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ついている。粗面岩の溶岩の上にはムージェ岩が覆い、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、花コウ岩質基盤岩の捕獲岩が放出されている。この火山グループの氷上露出部分は、およそ20km (径) である。Moulton 火山 (3,070m) はその東側に隣接して位置し、径数 km のカルデラをもつ。その東側には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、西縁には玄武岩の寄生火山がついている。さらにこれらの東側には Bursey 火山 (2,780m) が径数 km のカルデラをもち、またその西側には Koernar 溶岩円頂丘 (2,450m) が寄生火山の玄武岩を伴なってそびえている。この円頂丘は高さ300~400m、径3 km であつて、粗面岩からなる。前記のカルデラは氷で覆われている。

Ames 火山グループは、Andrus カルデラ (径4 km) をもつ火山体と、その北側の Kosciusko と Kauffman の火山の南北37km、東西20~25km の分布を示している。Andrus の海拔は3,100m 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つて、それらはほぼ南北の断層に沿って配列している。

Petras と Flint の火山グループは、北西-南東方向に45km にわたって分布している。その南部の Petras 山 (2,875m) は、基盤に花コウ岩質岩石と変成岩をもち、爆裂火口と思われる3 km ほどの凹地がみられる。わずかな量の玄武岩質の火山砕屑物が山頂付近についでいる。Flint 火山はその北西側にあつて、径3 km ほどのカルデラをもち、本体はムージェ岩からなり、寄生火山は玄武岩である。

Executive Committee 山脈は次のような火山体で構成されている。まず Hampton グループは、その北西部の Whitney カルデラとその火山とそのおよそ半分を覆う Hampton 火山 (3,323m) からなる。前者は玄武岩、後者はアノーソクレス巨大斑晶をもつ粗面岩の火山であるが、Hampton 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っている。一方、Cumming 火山 (2,612m) が、その南方23km にカルデラをもつて位置している。この火山の南隣に Hartigam 山 (2,815 m) が、同様に粗面岩の噴出物で覆われて露出しているが、両者ともほとんど氷でかくされている。Sidley 火山 (4,181m) 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つのカルデラをもつてそびえている。最も新しい粗面安山岩の溶岩が、南方に開いた Sidley カルデラから、およそ15km にわたって流出している。岩石は一部の溶岩にアノーソクレス巨大斑晶をもつ粗面岩あるいは霞石フオ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。Sidley 火山の西南西に隣接する Waesche 火山 (3,292m) は、2つの火山体からなる。それらは北東側の Chang カルデラ (径10km) と南西側の Waesche であつて、後者の南斜面には小なくとも8個の寄生火山をもっている。Chang カルデラにはアノーソクレス斑晶をもつ粗面岩が、また、Waesche 火山は玄武岩と粗面安山岩の成層火山として位置し、分布している。この成層火山はムージェ岩質の radial dyke が発達している。

Crary 火山群は Frakes, Steere および 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 Rees 火山 (2,709m) は最も古いもので、玄武岩、Steere 火山 (3,501m) は、わずかな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 Frakes 火山 (3,677 m) は、西斜面にかんらん石玄武岩、南斜面にフオノライト質岩石で構成されている。なお、この火山群の南東側には Boyd Ridge (2,311m) があり、これは玄武岩質の凝灰角礫岩からなっている。

Murphy 火山グループは Murphy カルデラ (径数 km) をもつ Murphy 火山 (2,446m) と Hawkins

火山 (2,146m) とからなり、かんらん石玄武岩とそれに覆われている hypabyssal 粗面岩の岩脈が露出している。

Takahe 火山 (3,398m) 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にある。玄武岩の岩塊が散在しているのみである。

Toney 火山 (3,566m) は 2 つの主火山体と 2 つの寄生火口からなる。大部分のかんらん石玄武岩であるが、一部に粗面岩を伴っていて、前者には多量の石英捕獲結晶が認められる。このように、マリー・バードランド地域の火山は、全てアルカリ岩系の玄武岩、粗面岩あるいはフォノライトなどで構成されている。

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 Balleny 諸島まで、およそ 2,000km にもおよぶ火山岩石区がある。この地域は、最近では HAMILTON (1972) によつて、北方から Balleny, Hallett, McMurdo の 3 岩石区 (subdivision) に分けられた。ただし、後 2 者の中間にある Beaufort 島, Franklin 島, Melbourne 山および Overlord は除外している。これを参考にした地域区分 (KYLE and COLE, 1974) は、同じ様に Balleny, Hallett, Melbourne, Erebus の 4 岩石区とされている。したがつて、あとはこれらの分けられた岩石区の区分の名称を、どのようにまとめるかということであるが、筆者のは次のようにまとめておく。ビクトリアランドの北方海上からマクマードまで、Balleny, Hallett, Melbourne, McMurdo の 4 つの Volcanic Province と呼称する。Fig. 3 では、前 2 者が図の下方の延長上に位置するが、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つて、北西—南東方向に並んでいる。この裂線は、上記の南端に位置するものであろう (FALCONER, 1972)。岩石はかんらん石玄武岩が分布する。

Hallett Volcanic Province も、ビクトリアランド北部の北東海岸にそつて、直線上に並んだ火山があり、北から Adare, Hallett, Daniell の半島と Coulman 島と続く。火山岩は K-Ar 年齢が 2.5~7.3m.y. のものと、第四紀の火山岩が露出している。それらは palagonite が多いが、アルカリに富むかんらん石玄武岩が最も多量で、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ている。南北の長径およそ 40km の Coulman 島の南部には、径 6 km のカルデラがあり、その rim は 1,900~2,200m の高さで、深さ 700m の内側はほとんど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° に分けて、北東ビクトリアランドに広がっている。火山としては、内陸の Overload (3,400m) と Melbourne (2,500m) の 2 つが (Fig. 3), それぞれカルデラ様火口を持つた円錐形の火山体をもっている。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。Melbourne 火山の山頂には現在も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 Ross 島をはじめ、その南方の White, Black 島および Brown 半島, Discovery 火山, Morning 火山など (Fig. 4) とさらに西方のドライバレに散在する火山噴出物を含んでいる。これらは、McMurdo Sound を挟んで分布している (GOLDICH *et al.* 1975)。

まず、Ross 島は、島の中央部に位置する活火山の Erebus (3,794m) と、その東方に連なる Terra Nova (2,130m), Terror (3,262m) の火山と北方の Bird 火山 (1,766m) を背骨にした、東西およそ 80 km, 南北およそ 80km に延び、ほぼ 120° の角度をもつた火山配列をみせた火山島である。その一つの配列は南西方に延長して Hut Point 半島となり、その先端には McMurdo 基地 (U.S.A.) と Scott 基地 (N.Z.) がある。ロス島は海岸地域を除いて全て氷で覆われている。火山岩はアルカリ岩系のバサナイト、粗面玄武岩のほか、分化物である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

Fig. 6 Xenoliths of dunite and gabbro in trachybasalt lava at McMurdo Station, Ross Island.

Fig. 7 Giant anorthoclase-phenocryst-bearing phenolite lava at Cape Royds, west coast of Ross Island.

Fig. 8 1974-glassy phenolite lava collected from summit crater of Mt. Erebus, Ross Island.

う特徴がある。ガラス質の溶岩表面は、ガスの逃げたペレーの毛 (Pele's hair) 状の針状突起が多く発達している。

エレバス山頂に沢山見られるアノーソクレス (Fig. 9) は、古くからよく知られており potash-olig-

(Fig. 5) 山頂にはフォノライトと、最大数 cm にもおよぶアノーソクレスの単結晶が放出されている。マクマード基地付近に分布する粗面玄武岩には、マントル物質の dunite (dunite-wehrlite-gabbro 系列) やはんれい岩あるいは Beacon 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 (Fig. 6)。基地周辺には、このほか粗面岩からなる Observation Hill (228 m) が、完全露頭として観察できる。国際共同研究のドライバレー掘削計画 (DVDP) で行なわれた掘削は、マクマード基地北東側で DVDP Hole 井 1 ~ 3 であつて、これからはフォノライトを除いた岩石種がえられている。フォノライトは Cape Royds などに好露出地点があり、そのアノーソクレス巨斑晶が特徴的である (Fig. 7)。

エレバス火山の山頂火口内には、新しい溶岩池が誕生している。現在も生きているという報告があるが、1974年12月の新鮮な試料を入手した (Fig. 8)。岩質はフォノライト質でガラスに富む。EPMA 分析で、斑晶~微斑晶として、かんらん石、単斜輝石、アノーソクレス、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 F : M : A は 43.2 : 6.7 : 50.1 である。アノーソクレス中のインクルジョンのガラスに zoning がみられるとい

oclase と呼ばれうるものである (Table 1)。分析値から正長石 (Or) — 曹長石 (Ab) — 灰長石 (An) 図にプロットすると図の黒丸となる (Fig. 10)。マグマの温度の低下によって生ずる長石類の結晶晶出径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後も、なお冷却がゆつくり続いて、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

Fig. 9 Giant anorthoclase-crystals from summit crater of Mt. Erebus, Ross Island.

Table 1. Anorthoclase analysis from Mt. Erebus, Ross Islands, Antarctica.

SiO ₂	62.49			
TiO ₂	—			
Al ₂ O ₃	21.86	Si	11.211	
Fe ₂ O ₃	0.30	Al	4.623	
FeO	1.31	Fe ⁺³	0.041	
MgO	0.16	Ti	—	
BaO	—	Mg	0.043	
SrO	—	Fe ⁺²	0.196	
CaO	3.74	Na	2.504	
Na ₂ O	7.20	Ca	0.719	
K ₂ O	3.26	Sr	—	
H ₂ O+	0.04	K	0.746	
H ₂ O-	—	Ba	—	
Total	100.36	Z	16.07	
α	1.536	Y	4.01	
β	1.539	Mol. % {	Or	13.6
γ	1.541		Ab	62.4
2V α	62°		An	19.0
Ext. on (010)	2.6°			
D	2.620			

イン — 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。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。火山活動の記録映画などで有名なタジエフ博士やニュージーランド、アメリカの地質学者が、エレバス火山

Fig. 10 Illustrating solid solution in the feldspars and anorthoclase from Mt. Erebus (indicated by solid circle), and optical orientation of anorthoclase.

Discovery 火山, Morning 火山の地域にも, 多数の vent や小火山体が分布する。White 島はバサニトイド, Black 島はバサニトイド, 粗面玄武岩およびフオノライトがみられる。Brown 半島には, バサニトイド, Discovery 火山にはフオノライト, Morning 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している。Discovery 火山を中心にして, ここにもおよそ 120° 角をもつて, 火山活動の裂線が3方に延びているように思われる (Fig. 4)。

以上のように, ビクトリアランドの火山岩類は, 全てアルカリ岩系に属するものである。ここに産出するフオノライトは, 一般にアノソクレス斑晶に富み, 別名 antarctic kenyte とも呼ばれている。溶岩の多くは, 地下深所の基盤岩をとりこんでいる。前述のように, ロス島のマクマード基地周辺の粗面玄武岩には, マントル物質が多量にとりこまれている。また, ロス島の西方, およそ 200km の地点の, ドライバレーの Taylor 谷上流部の Bonney 湖の両側山腹には, 約 2 m.y. の年齢の玄武岩やフオノライトが, 少なくとも25箇所以上で, vent や dyke として点在している。これも McMurdo Volcanic Province に入れてさしつかえない。産状としては, いずれも, ほとんどのものが氷河で削られており, 噴石丘とその根 (dyke, neck) との関係が直接見られるところもある。いずれもアルカリ岩系のものである。

以上が, 南極の火山と火山岩の分布状態と産状である。つまり, 南極半島西側の南シエトランド諸島は, 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, ビクトリアランド地域 (Balleny 諸島を含めて) 共に, アルカリ岩系の火山岩が噴出している。

これらの地域に南米を加えてまとめると Fig. 11のようになる (KATSUI, 1972)。既存の資料の全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る。Fig. 11のように化学分析値の頻度分布と Peacock の

山頂付近にキャンブルし, 火口内の溶岩などの活動を観察, 撮影したが, 火口内の噴煙, 水蒸気で見通しがきかず, 不成功に終わった 1974~75 シーズン もあった。エレバス火山からマクマード基地に延びる Hut Point Peninsula は, 火山の vent や neck あるいは cinder cone が直線状に配列している。基地近くの噴石丘は, 日本の例では, 伊豆の大室山などのような, きれいな形を残し, 火山弾も多い。しかし, この噴石丘の活動は, K-Ar 法で, 数 10 万年以上の年齢を持った古いものであるといわれている。つまり, これは, 極地では降雨流水による侵蝕作用がほとんどないことに原因するものであろう。降雪は, 溶解するよりも, 気化, 蒸発してしまうからである。

ロス島の南方, ロス氷棚内に位置する White 島, Black 島, Brown 半島,

アルカリ・石灰指数は、それぞれの岩系分類に有効である。アンデスや南シエ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前後となっている。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、その指数が45~47.5のものが一般的である。南部アンデスや南シエトランド諸島には、アルミナに富む高アルカリソレラ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。一方、南米と南極半島の中間域に、南サンドウィッチ諸島 (S. Sandwich Is.) 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、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、一応8 m.y. にまで火山活動がさかのぼると考えるべきかもしれない。

この Scotia Arc は, Gondwanaland 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つて (DALZIEL and ELLIOT, 1971), 南米の延長の北 scotia ridge と南極半島の延長の南 scotia ridge に古い 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, 主に玄武岩~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400kmにわたって連なる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, 低アルカリソレラ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, その島弧形成あるいは発生の, 極めて初期の段階を示すものであろう。ちなみに, そのアルカリ・石灰指数は66と高くなっている。

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 Fig. 12 のようになる。図中のカーブはアルカリ岩系(A)とソレライト系(T) (低アルカリと高アルカリのソレライト) 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プロットされる。また南シエトランド諸島と南部アンデスの火山岩はソレライト系の領域に, とくに南サンドウィッチ諸島のものは, ソレラ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ライト系の火山岩ということになる。図中の二重丸は1974年12月流出のエレバス火山山頂火口内で採集された, ガラス質フォノライト溶岩のガラスの EPMA 分析によるものである。

つぎに, A ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)—M (MgO)—F (total FeO) 図に南極地域のアルカリ岩系, つまり南シエトランド諸島を除いた火山岩をプロットした (Fig. 13)。二重丸は上記と同様にエレバス火山のものである。これらは鉄成分の濃集を示している。南サンドウィッチ諸島の火山岩は, それらの黒丸より鉄成分が

Fig. 11 Distribution of volcanoes and available chemical analyses in the Andes-Scotia arc-Antarctica. (after KATSUI, 1972)

Fig. 12 Alkali-silica variation diagram for volcanic rocks from Marie Byrd and Victoria Lands, Ross volcanic province, the South Shetland Islands, South Sandwich Islands and the South Andean region. General boundary between alkali rock series(A) and tholeiite series(T) are shown by curve.

- + Marie Byrd Land, Victoria Land and Ross volcanic province.
- South Shetland Islands.
- South Andean region.
- ▲ South Sandwich Islands.

Fig. 13 A (Na₂O+K₂O)-M (MgO)-F (total FeO) diagram ; Symbols for Antarctic volcanic rocks (indicated by solid circles) excluded South Shetland Islands.

はるかに濃集した, Iceland 火山岩類の分化径路に似た位置にくる。

V. 火山岩のストロンチウム同位体

最近の新しい研究手段・分野である, ストロンチウム同位体による成果を2・3紹介したい。その例と

Table 2. 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 ($\text{MgO} \times 100 / \text{MgO} + \text{FeO} + \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)

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.

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-titanagite 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.

してロス島火山岩類の測定結果を Table 2 に示す (KURASAWA, 1975 a)。試料は前述の DVDP でえられた、マクマード基地周辺の DVDP Hole #1, 2 および地表で採集されたものである。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。角閃石はケルースタイトであり、表の No. 1 試料には dunite などの inclusion が多量に入っている。全てアルカリ岩系に属する。

K および Rb は、角閃石を含む岩石と粗面岩に高い含有量を示している。K/Rb 比は全般的に低く、150~300である。次に、Rb と Sr の関係を Fig. 14にまとめた (倉沢, 1975 c)。Rb および Sr 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岩類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、Fig. 14のロス島火山岩類と同様なパターンを示している。

一方、南シエトランド諸島のデセプション火山岩類は、デカンのソレアイトと日本の高アルミナ玄武岩

Fig. 14 Log-log plot of Rb and Sr concentrations for Ross Island volcanics compared with other rock provinces in the world.

(アルミナに富む高アルカリソレライト)との中間にプロットされ、高アルカリソレライトの性質をあらわしている。また、Scotia Arcの南サンドウィッチ諸島のものは、海嶺玄武岩 (oceanic ridge basalt) のパターンの Rb に富む性質となっている。このように、Rb の変動を伴う Sr のそれぞれのパターンは、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。海嶺からアルカリ岩系へのパターンは、そのマグマ生成の源の深さに対応していると思われる。

また、Table 2 に示したロス島火山岩類のストロンチウム同位体比、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ は、たとえばその岩石の年齢を 1~2 m.y. と仮定して、 $\lambda=1.39\times 10^{-11}\text{y}$ で補正して、初生値を求めても、ほとんど影響がない。玄武岩質岩石では、同比が 0.7034~0.7039 であつて、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 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の源のちがいに由来するのか、どちらかであろう。現在は、前者の立場で説明できると考えている。(KURASAWA, 1975 a; SUN and HANSON, 1975)。

南シエトランド諸島の例では、玄武岩質岩石の Na_2O が 3.50~4.50% であつて、 K_2O の 0.30~0.55% に対して高いという特徴があつて、従来、アルカリ岩系とされていたこともあつたが、高アルカリソレライトとした方がよいと考えている。この岩石の Rb と Sr の関係を Fig. 14 に示したが、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は平均で 0.7036、高い値としては 0.7042 という値が報告されている (FAURE *et al.* 1971)。これは、島弧の類似岩石とよく似た値である。

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 $100\sim 150\text{ppm}$ 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 に補正すると 0.7034~0.7042 となる。これは日本の低アルカリソレアイトの例としての伊豆・マリアナ地域 (倉沢, 1975 c) と同様な値である。南サンドウィッチ諸島の玄武岩-石英安山岩系列は、低アルカリソレアイト岩系のものであり、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結論できる。

ストロンチウム同位体比について、南極の火山岩と、代表的な世界各地の火山岩との対比を Fig. 15 に示した。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同位体比は 0.7033~0.7043、あるいは Scotia Arc の南サンドウィッチ諸島の島弧でもほぼ同様な値である。ハワイのような海洋島でもほとんど同様な値をもち、一方海嶺の 0.7025~0.7035 は地球上の岩石としては、最も低い同位体比となっている。これらに対して、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

Fig. 15 Variation of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios in different regions as typical rock provinces in the world.

～酸性岩は、しばしば 0.710 あるいはそれ以上の高い値となっている。西日本の隠岐島後の流紋岩類は、大陸の周縁部の証拠として、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によって、0.720 にまで達する高い値をもっている (倉沢, 1975 c)。インド・デカン高原北西部のアルカリ岩系の流紋岩類も同様に高い。

南極横断山脈に広く散在するドレライト岩床貫入岩体は、オーストラリア南方のタスマニア島の類似岩類と同じ 0.711 程度の値をもっている (COMPSTON *et al.*, 1968)。これらは高アルカリソレアイトであつて、酸性分化物ではない。それらの年齢はおよそ 160 m.y. であつて、新生代火山岩類との対比には問題があるが、この特異な高い値は、ゴンドワナ大陸の分離移動説の有力な証拠となつている。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マンタルが同一組成をもつていたと考えられている。ジュラ紀のこのドレライトのマグマの活動と、新生代のマグマの活動との間の長い年代に、西南極地域下深所マンタルで分化があつたのであろうか、それとも東・西両南極地域の境界の

横断山脈下の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であろうか。そのメカニズムは明らかでない。一方南米アンデス、南極半島、西南極それぞれに分布する後期新生代火山岩類のマグマは、その alkali-city の高いものは、より深いところで生成されるという立場から、それらのマグマの生成の場のマントルでの深さに関連すると説明しうるものと考えられている。

VI. おわりに

南極の紹介をかねて、火山と火山岩あるいは火山岩の岩石学的、化学的ならびに同位体地質学的性質をまとめてみた。先人の探険にはじまる極地の地学研究は、種々の危険と困難が伴う。筆者の研究はもとより、ここに記した内容・成果について、国内および国外の関連機関、研究者の協力体制あるいは多くの研究者に心から感謝の意をあらわしたい。DVDP 国際共同研究での多くの援助・協力に対しても、この紙面をかりて感謝したい。なお、南極ドライバレーの Ferrar ドレライト岩床の産状は、本誌 Vol. 85, No. 2 (1976) の口絵写真をごらんいただきたい。

南極に関する参考専門誌 (成書)

「Antarctic Journal of U.S.」(1966~) N.S.F., Washington, D.C. 20550, (年4回)

「Dry Valley Drilling Project (DVDP)」Bull. No. 1~(1972~), N. Illinois Univ.

「極地」日本極地研究振興会 (年2回)

「南極資料」国立極地研究所 (不定期)

「南極」楠, 鳥居, 原田, 山県, 吉田編, 共立出版, 741頁, 1973.

「南極 Antarctica (写真集)」鳥居鉄也編, 毎日新聞社, 205頁, 1970.

その他成書・解説書が沢山ある。

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. *E.P.S.L.*, **17**, 151-158.
- FAURE, G., SHULTZ, C. H. and CARWILE, R. H. (1971) : Isotope Composition of Strontium in Volcanic Rocks from Deception Island. *Antarctic Jour. U.S.*, **6** : 197-198.
- GLEDHILL, A. and BAKER, P. E. (1973) : Strontium Isotope Ratios in Volcanic Rocks from the South Sandwich Islands. *E.P.S.L.*, **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 Vicinity, Antarctica. *Jour. Geol.*, **83**, 415-435.
- GONZÁLEZ-FERRÁN, O. and GONZÁLEZ-BONORINE, F. (1972) : The Volcanic Ranges of Marie Land between Long. 100° and 140° W.. in *Antarctic Geology and Geophysics*, R. J. ADIE ed., 261-275, Universitetsforlaget, Oslo.
- HAMILTON, W. (1972) : The Hallett Volcanic Province, Antarctica. *U.S. Geological Survey Prof. Paper* 456-C, 62 p.
- HIMMELLER, G. R. and FORD, A. B. (1976) : Pyroxenes of the Dufek Intrusion, Antarctica. *Jour. Petrol.*, **17**, 219-243.
- 神沼克伊他4名(1976) : ドライバレー掘削調査1974-75年隊報告. 南極資料, No. 56, 54-69.
- KATSUI, Y. (1972) : Lateral Cenozoic Volcanism and Petrographic Provinces in the Andes and Antarctica. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Series IV*, **15**, 27-40.

- KURASAWA, H. (1975 a) : Strontium Isotopic Studies of the Ross Island Volcanics, Antarctica. *Memoris National Inst. Polar Research, Special 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, No. 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, No. 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, No. 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, No. 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のおよび化学的性質. 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.
- 鳥居鉄也他7名 (1974) : ドライバレー掘削調査1973-74年隊報告. 南極資料, No. 51, 67-98.
- VIRAMONTE, J. G. *et al.* (1974) : Geochemical and Mineralogical Study of the High Temperature Fumaroles from Deception Island, South Shetland, Antarctica. IAVCEI Symposium, Chile, Preprint, 18 p..

(1976年9月18日受理)