

# 南 極 の 火 山

極地研究所

神 沼 克 伊

## Volcanoes in the Antarctic

Katsutada KAMINUMA

National Institute of Polar Research

### 1. はしがき

1841年1月28日、現在、その功績からロス海と命名されている海域を2隻の船で航海していたジェームス・ロスの率いる探検隊が前方に陸影を認めた。近づいて見るとその山頂からは噴煙が立ち昇り、赤い溶岩が西側斜面を流れ下っていた。白い氷の大陸で初めての火山活動の発見である。ロスはこの噴煙をあげている山をその船の名をとりエレバス、その東側の山をテラーと命名した<sup>1)</sup>。

エレバス山はその後、スコットやシャクルトンの探検隊により調査され、1957年の国際地球観測年からは近くに、アメリカがマクマード基地、ニュージーランドがスコット基地を設けたことにより、年間を通じて目視されるようになった。しかし1841年の発見時のような溶岩の流出は、その後認められていない。南極大陸の95%以上が氷に覆われており、その基盤地形は十分調査されている訳ではないが、エレバス火山をはじめとして南極にも数多くの火山が存在する。氷の下に隠れている火山もあるはずである。本稿では南極に位置する火山の概略を述べるとともに、研究が進んでいるエレバス山の現状を紹介する。

### 2. 南極プレート

プレートテクトニクス論によれば、地球表面は十数枚のプレートに覆われているという。最初提唱されたのは6枚のプレートであったが、データが増え研究が進むにしたがいそれぞれのプレートは細分化されていった。しかし、その中で南極プレートだけは6枚のプレートの一つとして提唱されて以来、20年以上も1枚のプレートとして扱われている。これは南極地域にあるため、データの蓄積が進まず、解明が遅れているためである。

一般にプレートは地球内部から上昇した海嶺で形成され、海溝で再び地球内部へともぐり込み消滅していく。海嶺や海溝はプレートを形成する物質の湧き出しと、沈み込みにより作られた地球表面の特殊な地形といえる。したがって、プレートの境界は湧き出し口(海嶺型)、沈み込み口

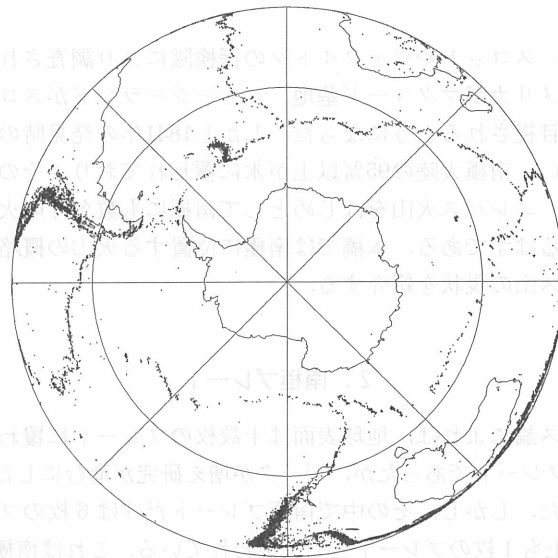
(海溝型)とプレート同士が接触するトランスフォーム型の3つに分けられる。1枚のプレートには少なくとも海嶺型と海溝型という一対の境界が存在する。ところが南極プレートに限っては、湧き出し口ばかりで沈み込み口が存在しない。湧き出し口ばかりであるから、南極プレートは徐々にその面積を拡大していく。その拡大の割合は、 $0.5 \text{ km}^2/\text{yr}$ になる<sup>2)</sup>。ただし、最近の調査では南極半島先端付近にプレートの沈み込み口が見出されている。しかし、これも部分的であって南極プレート全体としてはその境界のほとんどは湧き出し口で、トランスフォームの部分が少しある特殊なプレートである。

図1には南極を中心とした地震の震央分布を示した。南極大陸を取り囲むように、地震が分布しているが、これは環南極地震帯と呼ばれ太平洋南極海嶺、大西洋南極海嶺などの海嶺上に分布する。この地震帯の内側が南極プレートである。南極プレート内には火山も分布し、プレート内地震も起こっている。しかし、南極大陸内にはこれまでマグニチュード5以上の地震が起こった記録はない。南極大陸内で大きな地震の起こらない理由の解明は地震学上の大きな課題である。

地球上の火山はプレート境界の湧き出し口、沈み込み口に分布する。ハワイの火山群のようにプレート内に分布する火山もある。このような火山はマントル内にある熱源から上昇したマグマが、プレートを突き破って地表に噴出したもので、ホットスポットと呼ばれている。

南極大陸及び周辺の火山を図2に示した。プレート境界ばかりでなく南極プレート内にも火山が分布していることが分かる。しかし、図に示された火山のすべてについて、それが先に述べた3つのタイプのどれにあてはまるか分かっている訳ではない。

例えばエレバス山は、プレート内にあるからホットスポットであるというのが一般的な考え方である。近年、ロス海西側はプレートの開口部、つまり湧き出し口の可能性があることが指摘されるようになった。この問題につき十分な論議ができるほどにデータが蓄積されるには、まだ時間がかかる。南極の火山については不明な点が多い。



ISC (1964-1983) M>=4.0 H<=100KM N=21255

図1 南極を中心とした地震分布

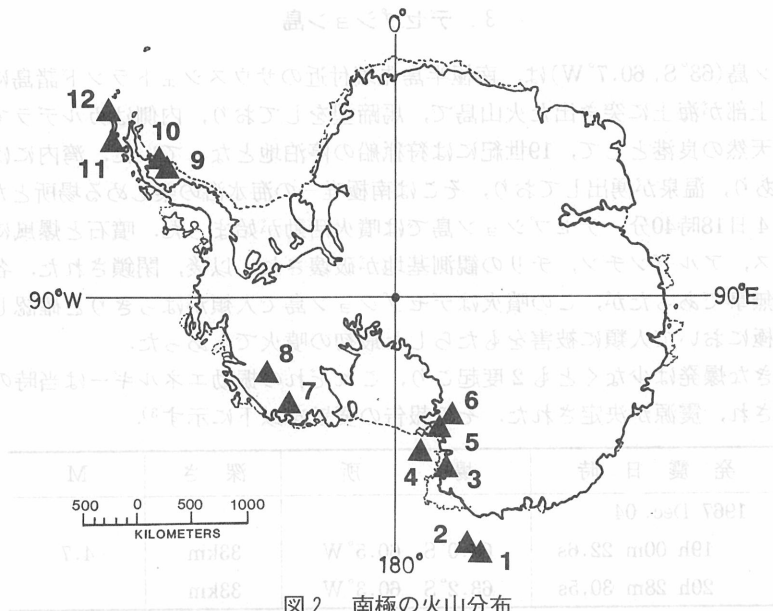


図2 南極の火山分布

表1 南極の火山(番号は図2に対応)

番号	火山名	緯度	経度	標高	噴火活動
1	フリーマン峰	66°25' S	162°23' E	3650m	1839年噴煙が認められたが、それ以外は活動なし。
2	バックル島	66°48' S	163°15' E	1239m	19世紀にしばしば噴煙が見られた。現在は活動していない。
3	メルボルン山	74°21' S	164°42' E	2590m	氷塔が存在。地熱。
4	エレパス山	77°32' S	167°09' E	3794m	1841年の発見以来、しばしば噴火。1972~1988年、溶岩湖が存在。氷塔。
5	ディスカバリー山	78°26' S	164°35' E	2692m	活動は認められず。
6	モーニング山	78°30' S	163°32' E	2723m	1960年代地熱地帯が確認されたが、現在は存在せず。
7	ベルリン山	76°03' S	143°30' W	3498m	氷塔が存在。
8	ハンプトン島	76°29' S	125°48' E	3323m	氷塔が存在。
9	クリステンセンヌナターク	65°06' S	59°34' W	305m	1893年水蒸気爆発。1982年付近の棚氷上に降灰確認。
10	リンデンパーク島	64°55' S	59°42' W	—	1893年の噴火以外活動は認められていない。
11	デセプション島	62°57' S	60°38' W	602m	1967年、1969-70年噴火。噴気活動は現在も続き、海岸には温泉がある。
12	ブリッジマン島	60°04' S	56°40' W	240m	19世紀には噴煙が見られたが、現在は見られない。

### 3. デセプション島

デセプション島(63°S, 60.7°W)は、南極半島先端付近のサウスシェトランド諸島に位置する。海底火山の頂上部が海上に突き出た火山島で、馬蹄型をしており、内側はカルデラでフォスター湾と呼ばれ、天然の良港として、19世紀には狩猟船の停泊地となっていた。湾内には水蒸気が立ち昇る地域もあり、温泉が湧出しており、そこは南極唯一の海水浴の楽しめる場所となっている。

1967年12月4日18時40分、デセプション島では噴火活動が始まった。噴石と爆風により同島にあったイギリス、アルゼンチン、チリの観測基地が破壊され、以後、閉鎖された。各基地の観測隊員は避難し無事であったが、この噴火はデセプション島で人類がはっきりと確認した最初の噴火であり、南極において人類に被害をもたらした最初の噴火でもあった。

この時、大きな爆発は少なくとも2度起こり、これぞれの振動エネルギーは当時の世界地震観測網でも記録され、震源が決定された。その報告の要旨を以下に示す<sup>3)</sup>。

発 震 日 時	場 所	深 さ	M
1967 Dec. 04			
19h 00m 22.6s	63.0°S 60.5°W	33km	4.7
20h 28m 30.5s	63.2°S 60.3°W	33km	

場所はPalmer半島(現在名：南極半島)、観測基地が地震、噴火、強風により破壊された。新噴火口が島の北斜面に出現した。アザラシなどの海鳥動物、カモメ、ペンギンなどが噴火の数時間前から逃げ出した。基地の人間は噴火後安全に避難した。これら2つは、地震計によって決められた南極に震源のある最初の地震と思われる。

この報告から最初の爆発が最大で、その時の地震のマグニチュード(M)は4.7、その1時間30分後に起こった2番目に大きな爆発に伴う地震のマグニチュードは決定されなかった(たぶん4未満とかなり小さい)。

12月4日から7日にかけてフォスター湾の北端の入江(Telefon Bay)に934m×366m、最高高度62mの新しい島が出現した。この島からも噴火が起こっていた<sup>4)</sup>。

1969~70年にも爆発を繰り返した。1970年8月12~13日の爆発では、50km北方のグリニッチ島にあるチリのアルツロ・プラット基地で650g/cm<sup>2</sup>の降灰を記録している。この爆発以後、デセプション島の火山活動は消長を繰り返しながら終息し、現在は島のあちこちの地熱地帯からの水蒸気の噴出が認められる程度である。

### 4. マクマードサウンドの火山

ロス海南西端、ロス海と大陸の間がマクマードサウンドで、その付近には図3に示したように多くの第4紀の火山が分布している。ロス島そのものが火山島でエレバス山(3794m)の他、テラー山(3262m)、テラノバ山(2130m)、バード山(1800m)が並び、南西に延びるハット岬半島は古い噴火口が連続し、その先端にはマクマード基地とスコット基地が建設されている。

マクマード基地の西方30kmにはデイリー諸島がある。海底火山の先端がわずかにロス棚氷上に突き出た小さな7つの島々で、最高点でも海拔100mである。どの島も中央にはすり鉢型の立派な形をした火口を有するが、噴火活動は認められていない。

スコット基地の約40km南にはホワイト島、ブラック島という二つの島がある。これも火山島

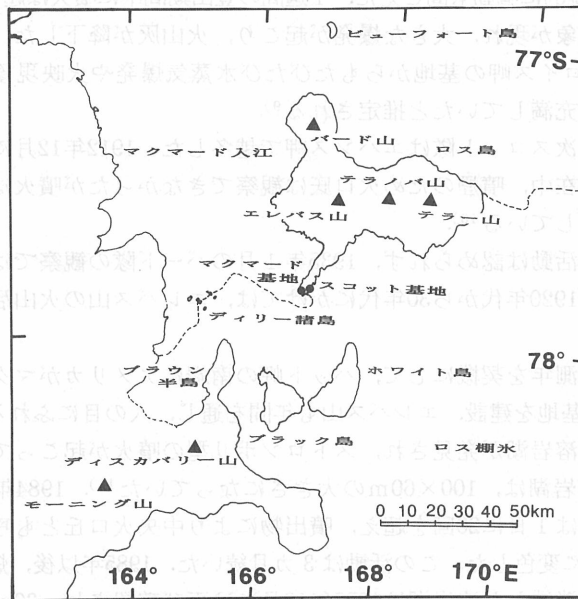


図3 マクマードサウンドの火山分布

で、東側のホワイト島は全体が氷河で覆われ、名前の通り白いのに対し、西側のブラック島は玄武岩質の火山噴出物が大きな露岩域を形成し、全体が黒っぽく見える。ブラック島の火口もその形がよく保存されている。

ブラック島の西側には北に向かってブラウン半島が突き出ているが、これも火山であり、その根本の部分にはディスカバリー山(2692m)が、さらにその南西40kmにはモーニング山(2723m)が続いている。ディスカバリー山は典型的な成層火山であり、山頂にはすり鉢形の火口が残っているが、活動はしていない。モーニング山も国際地球観測年の頃山頂西側に噴気口があったが<sup>5)</sup>、ここ15年間の調査では噴気活動は認められていない。

マクマードサウンドの北350kmの大陸縁にメルボルン山(2590m)があり、山頂付近には噴気によって形成される氷塔が存在する。周辺の氷河の中には200~300年前に噴出したと推定される火山灰層が発見されており、火山活動が続いていることを示している<sup>6,7)</sup>。

マリーバードランドにはハンプトン山(3323m)、ベルリン山(3498m)などの火山群が2000mの氷床を突き破って露出している。二つの山とも噴火は確認されていないが、付近の氷床には火山灰層が認められ、氷塔も存在し、噴気活動が続いていることが確認された<sup>5)</sup>。また、人工衛星の映像から噴火らしい現象が確認されたこともある。

### 5. エレバス火山の噴火活動

地球上にある活動的な火山の中で、エレバス山は人類の発見が最も遅い火山であろう。ロス隊が発見して以来、半世紀以上が過ぎ、20世紀に入り、ようやくエレバス山にも科学のメスが入られるようになった。1902~1903年にはロス島のハット岬で越冬したスコット隊は、越冬中に1~2度火映現象を見たという報告をしている<sup>8)</sup>。1908~1909年にロス島のロイズ岬で越冬したシャクルトン隊により、1908年3月エレバス山への登頂がなされ、火口付近の姿が明らかにされた。エレバス山の山頂には直径600m、深さ150mほどの主火口、火口底には3個の噴気孔があり、水

蒸気の噴出を続け、継続的に鳴動も聞こえた。1週間の登山期間中に噴火は起こらなかったが、1908年6月14日には火映現象が現れ、大きな爆発が起こり、火山灰が降下した。この爆発以後、火口から22km西に離れたロイズ岬の基地からもたびたび水蒸気爆発や火映現象が確認された。この時、火口内には溶岩が充満していたと推定される<sup>9)</sup>。

1911~1913年、第2次スコット隊はエバンス岬で越冬した。1912年12月に2度目のエレバス登山が行われた。山頂滞在中、噴煙のため火口底は観察できなかったが噴火は起こり、ペレーの毛を伴った噴出物を確認している<sup>10)</sup>。

1924年1月には火山活動は認められず、1935年1月のバード隊の観察ではかなりの噴煙活動が報告されている。この1920年代から30年代にかけては、エレバス山の火山活動は低かったと推定される。

1957年の国際地球観測年を契機にして、ハット岬の南端にアメリカがマクマード基地、ニュージーランドがスコット基地を建設、エレバス山も年間を通じ、人の目にふれるようになった。1972年12月に山頂火口内に溶岩湖が発見され、ストロンボリ型の噴火が起こっていることが確認された。1980年前後には溶岩湖は、100×60mの大きさになっていた<sup>11)</sup>。1984年9月13日、新しい噴火活動が始まった爆発は1日に20回を超え、噴出物により中央火口丘とも呼べる山頂付近の斜面全体が氷雪の白から黒に変色した、この活動は3カ月続いた。1985年以後、爆発は少なくなった。

1984年の活動で一時消滅した溶岩湖は1985年12月には再び確認され、30mの大きさになった。しかし、1988年12月にはその表面は固化し、その固化した上に4個の小火孔が並び、そこと周辺の火孔から一日数回のほとんど水蒸気のみを噴出する小さな爆発が起こっているだけである。

## 6. エレバス山の地震活動

エレバス山の地震活動を解明するため、1980年12月から1986年12月まで日本、アメリカ、ニュージーランドの3国により“International Mount Erebus Seismic Study (IMESS)”というプロジェクトが実施された。これはアメリカがエレバス山及びその周辺に地震計を設置し、テレメータでスコット基地に送る。日本は長時間レコーダを設置し、ニュージーランドの越冬隊がレコーダの保守をする。得られたデータは各国共同で使うということで、観測網は地震計の数が3点から始まり10点にまで拡大された<sup>12, 13)</sup>。

1987年1月からは、IMESSを引き継ぐ形で、日本とニュージーランドによる“International Mount Erebus Eruption Mechanism Study (IMEEMS)”が始まり、1990年12月まで実施する予定である。このプロジェクトは6点の地震観測網に加えて、山頂火口縁にTVカメラを設置し実時間でスコット基地に送り、地震観測網と同じ時計で記録することにより、噴火時に起こる地震と爆発との関係を明らかにしようというものである。

エレバス山の地震観測網を図4に示した。この観測網は信号送信の電源として太陽電池を使用しているので、太陽の出ない南極の冬には欠測も多くなる。西側斜面にあるHOO(Hoopers Shoulder)という観測点はバッテリーの容量が大きく、比較的欠測が少ないので地震数を数える基準点にしている。

HOO点で月ごとに数えたエレバス山周辺で起こった地震の日平均地震数を図5に示した。1987年以後はHOO点での地震数が極めて少なくなったので、火口に近いTRC(Truncated Cone)点での数を示している。TRC点ではHOO点の4倍程度の地震を記録している。このため図5右側に、左側のスケールと合わせるためにHOO点への換算スケールを示した。

図5から明らかなのは、1981年には1日の地震数の平均が50回以下だったのが、1982年から

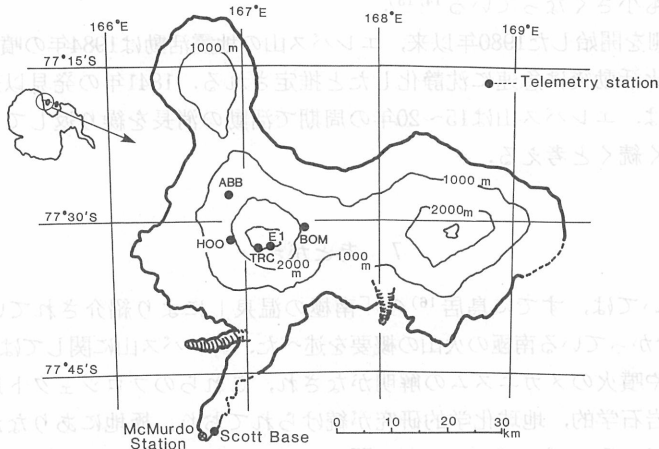


図4 エレバス山の地震観測網

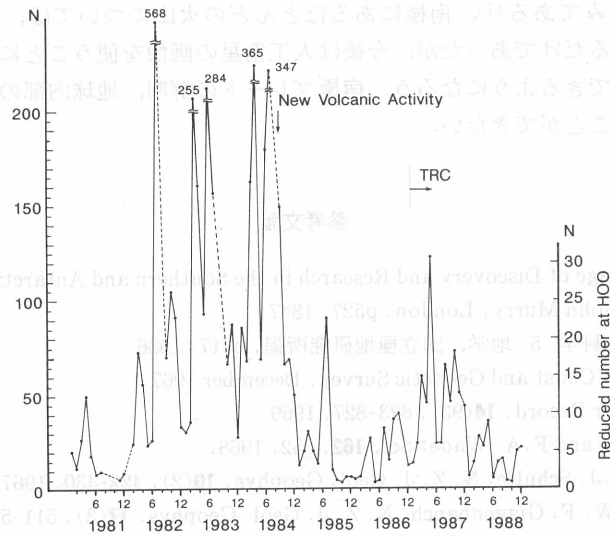


図5 月ごとに数えた日平均地震数

は100回を越す月が現れ、1984年9月の新しい噴火活動に向け、少しずつ地震数が増えていったことを示している。1985年からは1日の地震数が減少し、1987~1988年にはHOO点で観測される地震は1日10個以下と非常に少なくなった。

地震数ばかりでなく地震の震源分布も1984年の活動前は、エレバス山の山体を中心にロス島全体に広がっていた。しかし、噴火数は山頂直下の山体内で起こる地震がほとんどで、周辺ではほとんど地震は発生しなくなった。

エレバス山の地震活動の研究では24時間に250個以上の地震が発生した場合、その前後の活動を含めて一つの群発地震と定義している。このように定義した群発地震も1982年には3回記録され、以後その数を増した後、1984年の活動後の1985年には2回、1986年には1回しか起こらず、1988年には一度も起こらなかった。しかも、単に群発地震の回数が少なくなったばかりでなく、一つ

一つの活動の規模も小さくなっている<sup>14, 15)</sup>。

したがって、観測を開始した1980年以来、エレバス山の地震活動は1984年の噴火活動に向け徐々に活発となり、噴火活動後は急速に沈静化したと推定される。1841年の発見以来、少なくとも20世紀に入ってからは、エレバス山は15~20年の周期で活動の消長を繰り返してきたので、現在の静穏状態はしばらく続くと考えられる。

## 7. あとがき

南極の火山については、すでに鳥居<sup>16)</sup>の「南極の温泉」により紹介されている。若干の重複を含め現在までに分かっている南極の火山の概要を述べた。エレバス山に関してはIMESS, IMEEMSを通じ、地震活動や噴火のメカニズムの解明がなされ、これらのプロジェクト以外にも毎年夏の間山頂を訪れ、岩石学的、地球化学的研究が続けられており、極地にありながらかなり調査の進んだ火山となっている。デセプション島に関しては1967年以来、基地が閉鎖され、20年以上経過した今日でも夏の間調査がなされているだけである。メルボルン山は近くにイタリアが越冬基地を設け、恒久的な観測体制ができつつあるので、今後の火山活動は詳細に記録されるであろう。

ここで紹介した他の南極での火山噴火では、南極半島で海氷上に降灰があったことから噴火を確認した例があるのみである<sup>17)</sup>。南極にあるほとんどの火山については、付近の氷に降った火山灰からその推定するだけであったが、今後は人工衛星の画像を使うことにより、これまでよりは詳しい情報が入手できるようになろう。南極プレートの解明、地球内部の解明には南極の火山からの情報は欠かすことができない。

## 参考文献

- 1) J. Ross: "A Voyage of Discovery and Research in the Southern and Antarctic Regions during the years 1839-43." John Murry, London, p527, 1847.
- 2) 川崎一郎: 南極の科学 5 地学, 国立極地研究所編, p317, 1986.
- 3) PDE card of U.S. Coast and Geodetic Survey, December 1967.
- 4) P. E. Baker: Polar Record, **14**(93), 823-827, 1969
- 5) W. E. LeMasurier and F. A. Wade: Sci, **162**, 352, 1968.
- 6) S. Nathan and F. J. Schulte: N. Z. J. Geol. Geophys. **10**(2), 422-430, 1967.
- 7) G. L. Lyon and W. F. Giggenbach: N. Z. J. Geol. Geophys. **17**(3), 511-521, 1974.
- 8) H. T. Ferrar: Nat. Antarc Exped. 1901-1904, Nat. Hist., **1**, 1-100, 1907
- 9) E. H. Shackleton: The Heart of the Antarctic, London, Heinemawv, p372, 1909.
- 10) R. E. Priestley: Scott's Last Expedition 2, London, Smith Elder, p278, 1913.
- 11) P. R. Kyle, R. R. Dibble, W. F. Giggenbach and J. (Harry) Keys: Antarctic Geoscience, ed. by C. Craddock, Univ. of Wisconsin Press, Madison, p735-745, 1982.
- 12) T. Takanami, J. Kienle, P. R. Kyle, R. R. Dibble and K. Kaminuma: Antarctic Earth Science ed. by R. L. Oliver et al., Canberra, p671-674, 1983.
- 13) J. Kienle, K. Kaminuma and R. R. Dibble: Antarctic J. U. S. **19**(5), 25-27, 1984.
- 14) K. Kaminuma, S. Ueki and J. Kienle: Tectonophysics, **114**, 357-369, 1985.
- 15) K. Kaminuma: PAGEOPH, **125**(6), 993-1008, 1987.
- 16) 鳥居鉄也: 温泉科学, **26**(2-3), 59-73, 1975.
- 17) EOS, **63**(24), 538, 1982.