

# セールロンダーネ山地の変成岩と花崗岩

## —第31次南極地域観測隊に参加して—

高橋裕平<sup>1)</sup>

### 1. はじめに

今回、筆者は第31次南極地域観測隊夏隊に地質担当として参加し、第28次隊(高橋, 1987; 地質ニュース 397号)以来3年振りにセールロンダーネ山地の地質調査を行った。本山地における実質的な調査期間は、1989年12月下旬から1990年1月下旬までであった。なお、地質調査はこのほか本山地調査終了後の2月下旬にエンダビーランドでも行われた(地質ニュース430号, 口絵6-7)。

セールロンダーネ山地の地質の概要は、ベルギー隊の先駆的調査(例えば, VAN AUTENBOER and LOY, 1972)や KOJIMA and SHIRAIISHI (1986)をはじめとする最近の日本隊の調査によってかなり明らかになってきた。しかしながら極地の厳しい自然条件のため、依然として多くの空白域が残されていた。また、既に調査が行われていた地域も、東南極の地質を考察する上で改めて見直しが必要となってきた。

夏期行動中の限られた日数の中で本山地の空白域を埋めたり全域にわたる見直しを行うためには、これまでのような陸路からの雪上車やスノーモービルの調査では限界がある。そこで、今次隊では観測隊として初めてヘリコプターを導入した調査が行われることになった。ここに現地での行動の概略と今回の成果の一部を記したい。

### 2. セールロンダーネ山地の地質のあらまし

ここで簡単にセールロンダーネ山地の地質を述べておこう。南極大陸は、地質学的にみて主に先カンブリア時代の岩石からなる東南極と、古生代以降の造山運動で形成された西南極とからなる。セールロンダーネ山地は、このうち東南極の一画に位置し(第1図)、先カンブリア時代後期から古生代前期の放射年代を示す変成岩や深成岩からなる。変成岩は大きく2つに分けられ、砂質一泥質岩を主な原岩としてグラニューライト相に達するような高度変成岩(テルテベンゲン層群)と中性一塩基性岩を原岩とする角閃岩相程度の変成岩(ニルスラルセン層群)か

らなる。そして、両者は広範囲に破碎帯を伴う構造線で接している。深成岩は、主に花崗岩からなり、閃長岩など日本には余り産しない岩石も出現する。花崗岩と変成岩の関係は、後述するように調和的なものから非調和的なものまで多様である。

### 3. 山地隊、ヘリオベ隊そして越冬隊

セールロンダーネ山地で野外調査や観測を行うメンバー(山地隊)は、次の6名であった。小山内康人(地質, 福岡教育大学)、田結庄良昭(地質, 神戸大学)、高橋裕平(地質, 地質調査所)、土屋範芳(地質, 東北大学)、林保(測地, 国土地理院)、蛭田眞一(生物, 北海道教育大学釧路分校)。

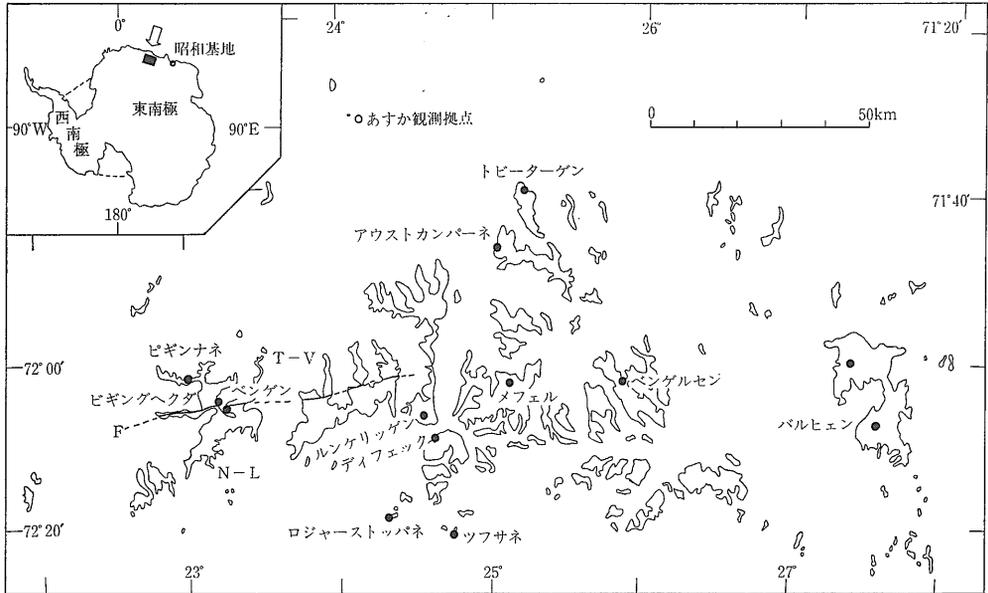
このうち地質担当者は、山地での地質調査を行い、地質図の作成をめざすとともに、岩石学や地質年代学の研究のための岩石試料を採集する。測地担当の観測内容は、GPS(測地衛星を利用した測量システム)によって測地基準点の位置を決定し、また重力や地磁気を観測する。生物の調査では、動物及び植物の陸上生態系の研究を行う。

これら山地隊の調査及び観測は、人員をヘリコプターで山地に送り込むことによって実施された。このヘリコプターは、5名のヘリオベチーム(ヘリオベ主任、操縦士2名、整備士2名)によって運用された。

観測隊のヘリコプター(写真1)はアエロスペース式AS350B型という小回りのきくもので、オーストラリア隊などの南極での行動を参考にした。2台のヘリは、その彩色から一方をセルロンレッドまたは簡単にレッド(朝日航洋所属)、また別のヘリをセルロンブルーあるいはブルー(中日本航空所属)と呼んだ。

今回の調査はあすか観測拠点(写真2)をベースとしている。あすか観測拠点の越冬隊は8名からなるが、このうち、あすか隊長の白石和行氏(国立極地研究所)は地質の専門家で、また早くからヘリコプター導入を主張してきた方で、われわれ地質グループの良き理解者であった。また、そのほかのあすかの越冬隊全員からも有形無

1) 地質調査所 地質部



第1図 セールロンダーネ山地の地名

セールロンダーネ山地全体の詳しい地質図はまだ作成されていない。ここでは本文の内容の理解を助ける上に必要なことだけを示した。黒丸：本文中に出て来る観察地点，T-V：テルテベンゲン層群の模式地，N-L：ニルスラルセン層群の模式地，F：テルテベンゲン層群とニルスラルセン層群を境する断層。



写真1 観測隊のヘリコプター



写真2 あすか観測拠点

強い地吹雪のために建物の多くは雪の下に埋もれている

形の多くの支援をいただいた。あすか滞在中の食事や諸施設利用はもちろんのこと、健康管理のための定期的な検診、野外行動中の通信のワッチ、気象情報(天気予報)の提供などである。そのほかに山地隊の事故を想定して、越冬隊が中心となったレスキュー体制も整えられた。

## 4. 山地調査

### 4.1 概要

今回の調査は、初めてのヘリコプターを使った調査ということもあり、国内及び往路の船の中で綿密な計画が

練られた。しかしながら、実際にヘリコプターが飛び始めると、天候の状況や人のやりくりなど現地ですべてが分かることも多く、その都度計画を変更して調査活動を行うこととなった。詳しい公式記録は別に報告されるので、ここでは、行動の結果だけを簡単に述べる。

まず、準備段階として、1989年12月下旬、ヘリコプターの地形慣熟飛行に併せて着陸適地の偵察飛行を行った。これには、小山内及び林両隊員が参加した。残りの山地隊の4名(高橋・土屋・田結庄・蛭田)は、アウストカンパーネでスノーモービルによる目慣らしを兼ねた陸

路調査を行った。

本番のヘリコプターによる山地調査は、年が明けた1990年1月5日から1月30日まで行なわれた。山地隊のパーティは次のA隊とB隊の2つである。

#### A隊 (俗称:とど隊)

小山内 (リーダー、通信・装備・記録)、土屋 (食料・地形図)、林 (気象・医療) からなる。この隊は、山岳経験者からなるため、山地の南を中心に、自然条件の厳しい地域を分担した、このため、測地基準点の偵察を行いつつ、調査の機会をうかがう。この着陸地点に対するA隊の臨機応変な対応が結果的に多くの成果につながった。

#### B隊 (俗称:とうがも隊)

高橋 (サブリーダー、通信・食料・記録)、田結庄 (装備・地形図)、蛭田 (気象・医療) からなる。こちらは本格的な山岳経験者がいないので、山地の北側の比較的温暖な地域を担当した。地質のほかには生物調査も行うため、生物の活動が予想される気象条件のよいところを対象とした。この隊は、偵察が済んだポイントを順に2泊程度で調査を行った。

以下に陸路隊及び山地隊Bとして筆者が観察してきた地域を中心に説明する。

### 4.2 陸路調査

ヘリコプターによる本調査にさきだち、アウストカンパーネで陸路調査を行った。アウストカンパーネはあすかから南東約40kmにあり、短期の陸路調査に手ごろな山塊である。

12月25日、調査隊はスノーモービルにそりをつけてあすかを出発。ルートはあすかーアウストカンパーネ間のAAルートである(写真3)。ルート沿いの旗の立て直しや雪尺測定を行いながら進み、AA35ポイントにベースキャンプを設けた。

調査は12月26日と27日の2日間行った。まず、アウス



写真3 陸路調査隊

トカンパーネ (AAルート終点) 周辺の地質と生物の調査を行った。地質班は、日本隊が従来から調査を行ってきたポイントで実際の露頭の前に岩相の確認を行い、どのように記載したらよいかを打ち合わせた。そして時間の許す限り足をのばして、未調査地点で地質の調査と岩石試料の採集を行った。この付近の岩石の主体はザクロ石黒雲母片麻岩である。地質班は前の隊からの引き継ぎがよかったこともあり、観察地点の重点をあらかじめ決めておいた。一方、生物担当者がこの地に足を踏み入れたのは今回が初めてであったので、蛭田隊員は生物相の観察をどのようにはじめたらよいか、はじめは戸惑っていたようである。さらに、アウストカンパーネの北東側のトビーターゲンへの調査も行った。トビーターゲンの露頭は、風の吹きさらしでつらい観察であったが、花崗岩や片麻岩、さらには片麻岩中に取り込まれた超苦鉄質岩を採集することができた。

なお、ヘリコプター調査が軌道に乗り始めた翌年の1月10日から12日にかけて再びアウストカンパーネで調査を行った。そのときは、盆地状の山塊の中央部でユキドリの営巣地の生物調査と稜線沿いの地質精査を行った。

### 4.3 山地東部の変成岩

山地東部のバルヒェンの調査を1月5日から9日にかけて行った。このうち、北バルヒェンに5日から7日まで、また南バルヒェンには7日から9日まで滞在した。

バルヒェン山塊全域については、29次隊が陸路からスノーモービルを使って調査を行い、黒雲母角閃石片麻岩やチャーノクカイトが分布することを報告している (ASAMI *et al.*, 1989)。しかし、氷床沿いの露岩が対象で、山塊の内陸部にまでは調査が及んでいない。そこで、なるべく山塊の内側に着陸地点を求め、どのような岩石が露出しているかを確認しなければならなかった。

バルヒェンの内陸部は岩場が露出がよく、ベースキャンプから直ちに地質調査ができた(写真4)。このうち、北バルヒェンは気候が温暖なためか、調査ルート沿いには水たまりがある。おかげで食事の水作りの手間が省け快適なテント生活を送った。ここは主に片麻岩類からなり、石灰質岩のはさみも多い。一方、火成岩は少なく、細粒閃緑岩の小規模な岩体やベグマタイトがわずかに分布する程度である。29次隊の報告では、北バルヒェン南西部にミグマタイトが分布しているが、少なくとも今回の調査地域までは伸びていないようだ。

これに対して、南バルヒェンは北バルヒェンよりも寒く水たまりなどはなく、しかも風が強い。露頭の観察は風の影響の少ない適当な岩かげをねらって行なった。岩種はやはり片麻岩類が主体で、肉眼的には角閃石黒雲母片麻岩である。北バルヒェンと異なり石灰質岩がなく、

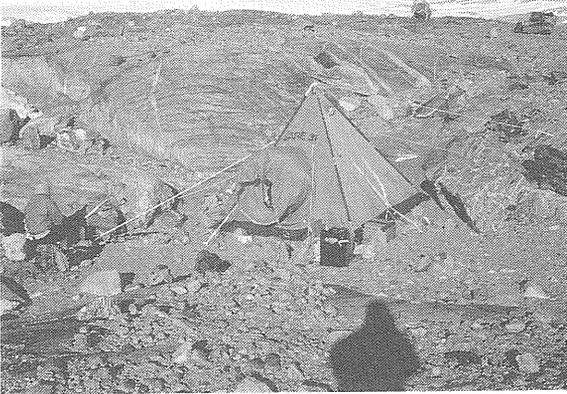


写真4 ベースキャンプ（北バルヒェン）  
周辺は角閃石黒雲母片麻岩からなる。



写真5 片麻岩中の塩基性岩（暗色部）のはさみ（南バルヒェン）

そのかわり、塩基性変成岩のはさみが多い（写真5）。29次隊の調査からチャーノックタイトの産出が予想されていたが野外では確認できなかった。

足許ばかりでなく、空を見上げると1羽のユキドリが飛来。こんなに南の内陸まで飛んで来る生物の活動はたいしたものと感じる。このほかの生物活動として蛭田隊員の話では、地衣類が岩石に付着しているとのことだ。

南バルヒェンからあすかへの帰路の途中、バード氷河中の小ヌナターク（氷床から突き出た露岩）に立ち寄り露頭観察と標本採集を行った。片麻岩と花崗岩からなる。氷河中の一点にすぎないが、バード氷河でへだてられた東西の山塊の地質学的な関係を知る上で貴重なデータだ。陸路からではクレバスがあって到達困難なバード氷河中のヌナタークも、ヘリで簡単にたどりつけることができた。

#### 4.4 山地北西部の花崗岩

セールロンダーネ山地北西部のピギンナネとベンゲン

1990年11月号

南端を1月13日から17日にかけて調査した。この付近は26次隊で地質調査が行われている（KOJIMA and SHIRAI, 1986）。生物の調査も30次隊で行われているが、両分野ともまだ未解決の問題があり、今回改めて調査対象となった。この地域は、特に花崗岩類が比較的まとまって分布するので、セールロンダーネ山地の火成作用を論じる上で重要である。

ピギンナネでは、花崗岩と変成岩の境界部を中心に観察した（写真6）。花崗岩は均質で塊状の粗粒角閃石黒雲母花崗岩からなる単調な岩相である。境界部は幅10m位がミグマタイトの産状を呈している。この花崗岩体はどのようにして貫入してきたのだろうかとあれこれ考える。ちょっと一息ついてあらためて花崗岩の岩肌を見ると、多くの地衣類が付着している。原色の赤いものなどがあり素人がみても興味深い。ベースキャンプに帰ってから、蛭田隊員に聞くと、ダニヤトビムシを肉眼で確認できたとのことである。ここは、セールロンダーネ山地の生物の研究でも重要な地域のようなだ。

生物標本は、採集後、時間をあまりおかずにあすかに備えた実験装置にかける必要があるので、ピギンナネ調査終了の1月16日、蛭田隊員は標本をあすかに持ち帰った。その途中、高橋・田結庄両名は、ベンゲン南端で降りてもらおう。ここは、俗に「かにのつめ（写真7）」と呼ばれる先峰で、圧碎花崗岩からなっている。圧碎作用は、セールロンダーネ山地のテルテベンゲン層群とニルスラルセン層群を境している大構造線に伴うものである。この構造線の運動を解析できればと思い、圧碎花崗岩の定方位標本を採集した。

17日には、氷河上を歩いて、対岸のピギングヘクダのミグマタイト状の細粒花崗岩の露頭までたどり着く。



写真6 ピギンナネの小山塊

手前の稜線沿いが変成岩（片麻岩）で前方の小山塊が花崗岩からなる。



写真7 かにのつめ（ベンゲン南端）  
圧砕された花崗岩からなる。

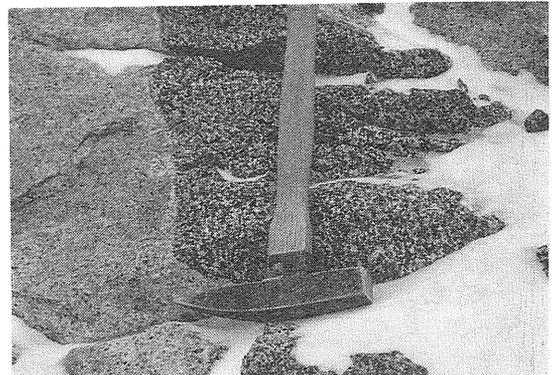


写真8 花崗岩（左側）がトーナル岩（右側）に貫入している  
（ルンケリッゲン）

変成岩のブロックが、ほとんど花崗岩に同化してしまったような産状である。

#### 4.5 山地中央部の花崗岩

セールロンダーネ山地中央部のルンケリッゲン、ディフェック、メフェル、ベルゲルセンにも花崗岩が広く分布している。これらの花崗岩は、岩質に差異があるのみならず、前述の山地北西部と同様に周囲の変成岩に対する貫入形態にも違いがあり、花崗岩の活動時期を考える上で興味深い。

ルンケリッゲンの氷河沿いの露頭は、既に26次と28次隊で調査しているが (KOJIMA and SHIRAISH, 1986, SAKIYAMA *et al.*, 1988), 山塊の内陸部の、特に南側の調査は未着手である。1月19日と20日の2日間、ルンケリッゲン中央部に露出する花崗岩とその南に露出する片麻状トーナル岩（ニルスラルセン層群）をじっくりと調査した。花崗岩は主に塊状の中粒角閃石黒雲母花崗岩で細粒黒雲母花崗岩を伴う。この花崗岩からは約5億年前というRb-Sr 全岩年代が、一方片麻状トーナル岩からは、セールロンダーネ山地南西部の試料を用い約9億年前という年代値が報告されている（ともに TAKAHASHI *et al.*, in press）。花崗岩とトーナル岩の境界を詳細に見るために、ピッケルとアイゼンを使って30-40度の雪の斜面を登って露頭までたどりつく。見事な貫入関係で、花崗岩は明瞭な境界をもってトーナル岩に貫入している（写真8）。北西部のピギンナネのミグマタイト質の境界をもった花崗岩とは対照的である。

1月23日、日帰りでディフェックを調査した。ディフェックは、先のルンケリッゲンの南側において、遠くから赤褐色に見える花崗岩からなる山塊である。ディフェックの最北端は28次隊が陸路から到達しているが、氷河にはクレバスが発達していて到達困難な地域には違いな

い。ここは、花崗岩を主とし、トーナル岩をゼノリスとして伴う。花崗岩は塊状の中粗粒角閃石黒雲母花崗岩で、ゼノリスとの境界も明瞭である。岩相は単調なため、なるべく広い範囲から試料を採取した。ぜひ、信頼できる放射年代を得たいものだ。

ディフェック調査終了後、さらに南側のロジャーストップパネとツフサネに立寄った。両地点とも雪煙舞う厳しいところだ。向い風では、なかなか前に進めず、雪粒が顔に痛い。ロジャーストップパネ最南部は花崗閃緑岩であった。これより南側には露岩がなく氷原が広がっている。氷河の下にはどんな地質が展開していくのだろうか。ツフサネには片麻岩が分布していた。この変成岩は、ニルスラルセン層群のさらに南に分布する高度変成岩ということになる。

ルンケリッゲンの東側のメフェルとベルゲルセンにも花崗岩が広く露出している。これらは、3年前の筆者らの調査で古期花崗岩としたもので、前述のルンケリッゲンやディフェックの花崗岩よりも古いステージのものと考えられている。すなわち、片麻状構造を有していたり、また変成岩に調和的な貫入関係を呈しているため、変成作用と関係がありそうな花崗岩である。しかし、まだ信頼できる放射年代が得られておらず、また岩石記載も不十分であるため、今回見直しの調査を行うこととなった。メフェルの調査は1月24日と25日、ベルゲルセンのそれは1月30日に行った。

メフェルでは、主に岩質がやや苦鉄質な中粒角閃石黒雲母花崗岩が露出する。この花崗岩中には、散在する有色鉱物の定向配列による片麻構造が認められるほかに、有色鉱物が濃集した縞状構造も発達している。周囲の変成岩の中には、石灰質岩が多く、きれいな大理石や珪灰石の大きな結晶も認められる。

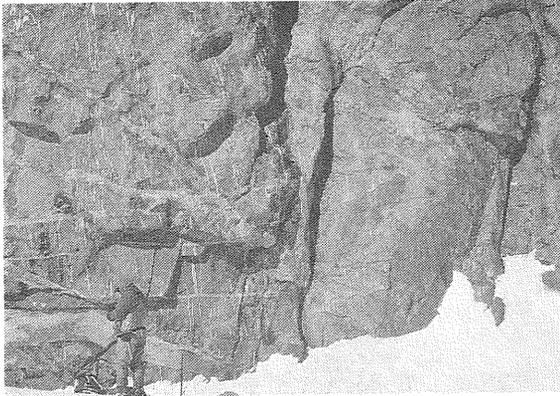


写真9 花崗岩と片麻岩（ベルゲルセン）

写真の右側が花崗岩(明るい部分), 左側が片麻岩(暗い部分)。花崗岩は片麻岩の片麻構造に平行に(調和的に)貫入している。

ベルゲルセンでは、遠目に見て花崗岩質岩体の貫入形態がよくわかる。一見非調和的な岩体に見えたが、ヘリから降りて近づいてみると、変成岩を同化しつつあるような、いわゆるミグマタイトとでもいえそうな岩石であった(写真9)。露出がよいので産状からみて貫入岩としたが、標本サイズでは片麻岩としてもよいような岩石である。同様な岩相は、山地北西部のビギングヘクタにも認められた。セールロンダーネ山地に散在する花崗岩は、地域が離れていても産状からいくつかのグループに分けられそうである。

## 5. あとがき

今回の調査結果は現在取りまとめ中であるが、野外調査を終えた印象としては、変成岩や深成岩(特に花崗岩)の分布や産状が従来よりも精度良くかつ総合的に明らかになりそうである。今後の各種の室内作業の進展に伴い、セールロンダーネ山地の地域地質記載のみならず、南極大陸あるいはさらに Gondwana 超大陸の地史の解明へと発展することが期待できる。

このように筆者は満足感を持って山地調査を終えるこ

とができた。これは、山地隊の仲間、ヘリオペチーム、あすか観測拠点の越冬隊の方々と一体となって山地調査に専念できたことによるわけで、これらの方々から心から感謝します。さらに内藤靖彦隊長をはじめ第31次南極地域観測隊の方々や、上垣 毅艦長をはじめ「しらせ」乗組員の方々の御理解と協力体制にお礼を申し上げます。また、今回の調査計画がセールロンダーネ山地で具体化できたのは、25次隊以来の陸路調査データの蓄積があったことによるものであることを付記しておきます。

最後に、粗稿を読んで手直ししていただいた地質調査所牧本 博・奥村公男両技官、本論の構成に関して有益な御助言をされた同倉沢 一・佐藤興平両技官にお礼を申し上げます。

## 文 献

- ASAMI, M., MAKIMOTO, H. and GREW, E. S. (1989): Geology of the Eastern Sør Rondane Mountains, East Antarctica. Proc. NIPR Symp. Antarct. Geosci., 1, 150-168.
- KOJIMA, S. and SHIRAIISHI, K. (1986): Note on the geology of the western part of the Sør Rondane Mountains, East Antarctica. Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, 43, 116-131.
- SAKIYAMA, T., TAKAHASHI, Y. and OSANAI, Y. (1988): Geological and petrological characters of the plutonic rocks in the Lunckeryggen-Brattnipane region, Sør Rondane Mountains, East Antarctica. Proc. NIPR Symp. Antarct. Geosci., 2, 80-95.
- 高橋裕平 (1987): 東南極セールロンダーネ山地の地質調査。地質ニュース, no. 397, 40-47.
- VAN AUTENBOER, T. and LOY, W. (1972): Recent geological investigations in Sør-Rondane Mountains, Belgicafjella and Sverdrufjella, Dronning Maund Land. Antarctic Geology and Geophysics, ed. by R. J. ADIE. Oslo, Universitetsforlaget, 563-571.

TAKAHASHI Yuhei (1990): The metamorphic rocks and granitic rocks in the Sør Rondane Mountains, East Antarctica.

<受付: 1990年5月7日>