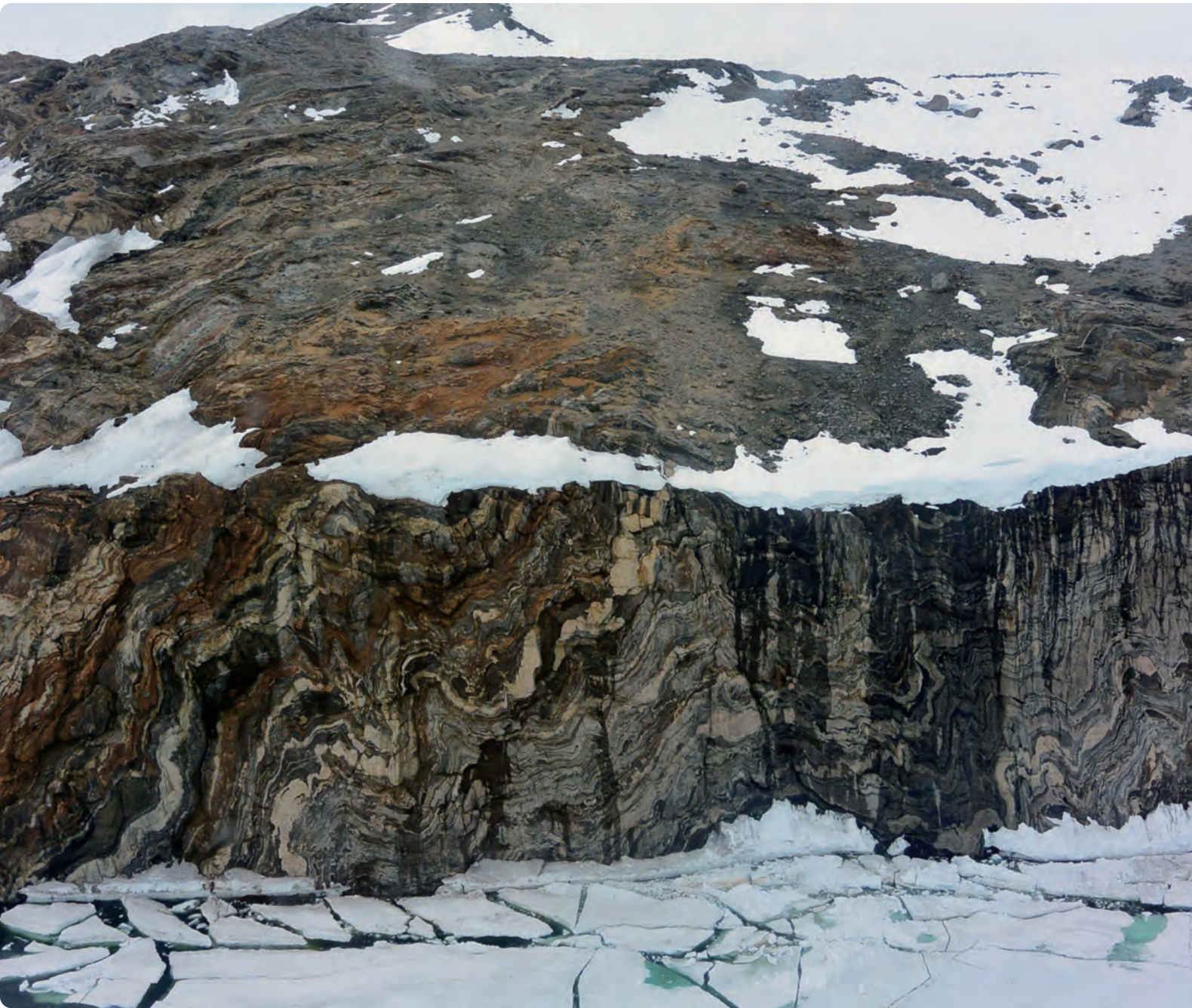


GSJ

地球をよく知り、地球と共生する

地質ニュース

2020
10
Vol.9 No.10



10月号

-
- 267 **第 60 次日本南極地域観測の地質調査報告**
香取拓馬・豊島剛志・石川正弘・北野一平
-
- 273 **J.J. ライン著「フジノヤマおよびその登山」邦訳**
山田直利・矢島道子
-
- 289 **花崗岩系列の成立と展開
石原舜三博士の偉業を振り返って** 高木哲一
-
- 298 **新人紹介** 山本 聡・戸塚修平
-
- 299 **ニュースレター** 地質調査総合センターが日本地質学会表彰を受賞
-

第 60 次日本南極地域観測の地質調査報告

香取 拓馬^{1) 2) 3)}・豊島 剛志¹⁾・石川 正弘⁴⁾・北野 一平⁵⁾

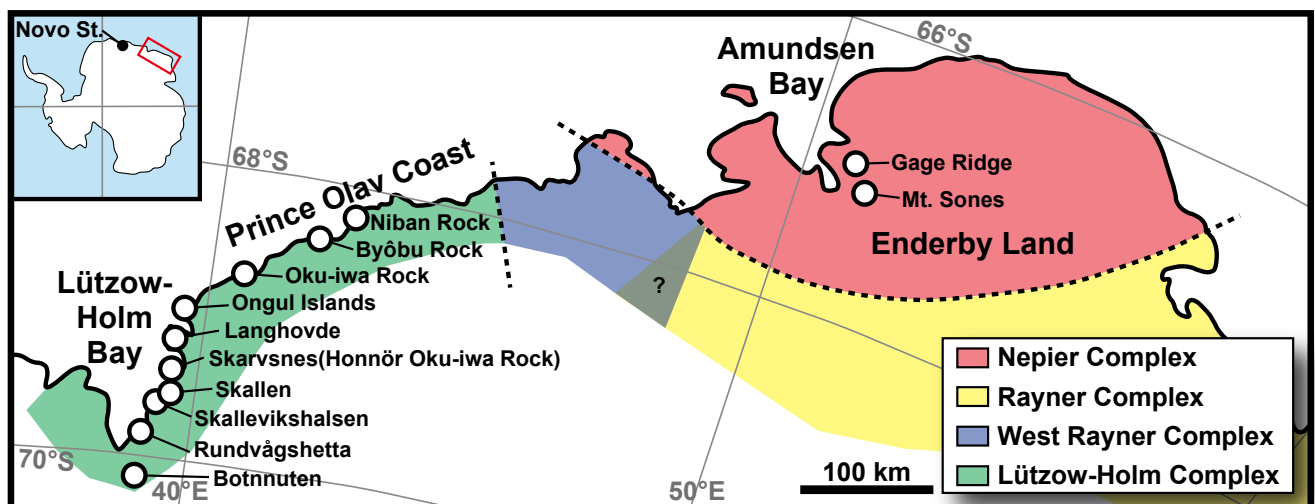
1. はじめに

2018年11月から2019年3月にかけて、第60次日本南極地域観測隊(60次隊)の夏季野外観測が実施された。当観測項目の一つとして、リュツォ・ホルム湾、プリンスオラフ海岸およびエンダビーランド露岩域での地質調査が計画・実施され、主著者(香取)も野外地質調査チーム(以下、地質チーム)のメンバーとして参加する機会をいただいた。本調査は南極地域観測隊第IX期計画の一般研究観測「極域の地殻進化の研究」に基づき行われ、共著者ら計4名が参加した。調査地域であるリュツォ・ホルム湾からプリンスオラフ海岸にかけては、約6億年前～5億年前に高温変成作用を受けた地質体(リュツォ・ホルム岩体)が分布し、エンダビーランドには約38億年以上前～5億年前の地質体(ナピア岩体・レイナー岩体・西レイナー岩体)が分布する(第1図)(Shiraishi *et al.*, 1989; Hiroi *et al.*, 1991)。60次隊地質チームは、後述する往復経路が単一でなかったためメンバーごとに観測期間が少し異なる。そこで本論では、地質チームの中で最も長期間観測に参加した主著者の行動経過に焦点をあて、南極への往復経路、南

極での地質調査および野営の様子について報告する。なお、地質チーム全体の観測計画、実施概要および設営に関する詳細は豊島ほか(準備中)にて報告し、学術的な内容に関しては、採取した岩石試料の解析・分析結果と合わせて稿を改めて報告する。

2. 往路(空路)

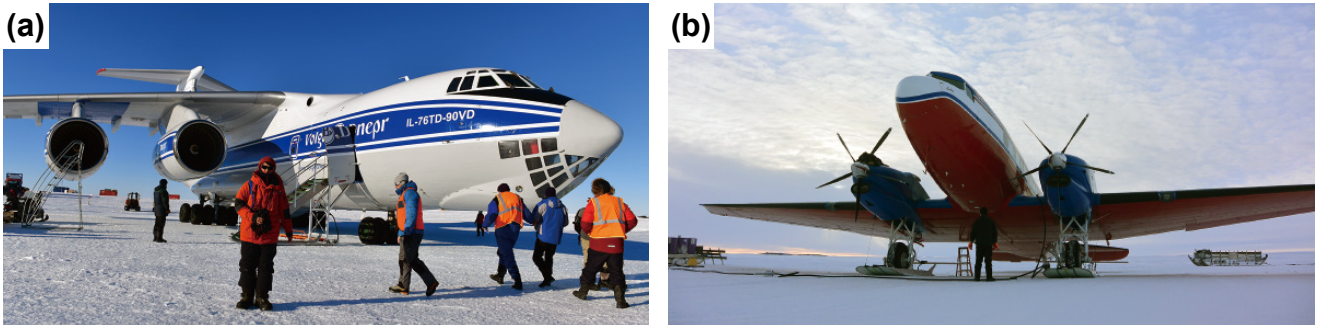
日本の南極観測基地である昭和基地には、自衛隊の砕氷艦「しらせ」で往復することが一般的であるが、60次隊では主著者を含め10名の隊員が先遣隊として空路にて南極入りした。昭和基地周辺の地域(Dronning Maud Land)には、南アフリカのケープタウンを発着する航空網(Dronning Maud Land Air Network, DROMLAN)が整備されており、比較的短時間で南極まで行くことができる。先遣隊は2018年11月8日にケープタウンでイリュージョン(第2図;ロシア製の大型ジェット輸送機)に乗り込み、約6時間でロシア隊の南極観測基地であるノボラザレフスカヤ基地(第1図)に到着した。翌9日にはバスラーターボ(第2図;カナダ製の小型貨物機)に乗り換え、約6時



第1図 東南極リュツォ・ホルム湾周辺の地質概要。調査露岩を白い丸印で示す(Hiroi *et al.*, 1991 参照)。

1) 新潟大学 〒950-2181 新潟市西区五十嵐二の町 8050
 2) フォッサマグナミュージアム 〒941-0056 糸魚川市大字一ノ宮 1313
 3) 産総研 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門
 4) 横浜国立大学 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7
 5) 九州大学 〒819-0395 福岡市西区元岡 744

キーワード：南極地域観測隊、リュツォ・ホルム湾、プリンスオラフ海岸、エンダビーランド、構造地質、太古代、原生代



第2図 (a) ドロムランで運用されているイリュージン（ロシア製）と (b) バスラーターボ（カナダ製）。

間で昭和基地に到着し、昭和基地で越冬生活を送っていた第59次日本南極地域観測越冬隊（59次越冬隊）の温かい歓迎を受けた。

南極の天候は変化が激しく、天候が悪化した場合に緊急着陸できる基地拠点がない。そのため、航空機を運用する上で、天候の変化は最も神経を使うことになる。60次先遣隊でも、ノボラザレフスカヤ基地の天候が安定するのを見計らい、予定より数日遅れてケープタウンを出発することになった。また、ノボラザレフスカヤ基地や昭和基地には、航空機が離発着するための滑走路が常設されておらず、海氷上に目印となる黒い旗を立てて滑走路としている。これは、天候などの影響で離発着に適した場所が日ごとに变化するためである。このような状況下で航空機を安全に運用するためには、離発着の拠点となる基地どうしや航空機を運用するスタッフとの情報の共有が大切で、気象予報や着陸滑走路の状況などについて密に連絡を取り合っていた。

3. 昭和基地周辺の地質調査（先遣期）

昭和基地には、長距離の移動に有用なヘリコプターが常備されておらず、「しらせ」が昭和基地近くに着岸するまで、野外観測にヘリコプターを利用することはできない。そのため、先遣隊が昭和基地入りした11月9日から、「しらせ」が昭和基地近くに着岸した12月22日までの約1ヶ月半は、昭和基地に常備されているスノーモービルと雪上車が交通手段となる。本稿では、「しらせ」着岸前を先遣隊調査期間（先遣期）、「しらせ」着岸後をヘリコプターオペレーション期間（ヘリオベ期）と呼び、それぞれの調査の様子を報告する。

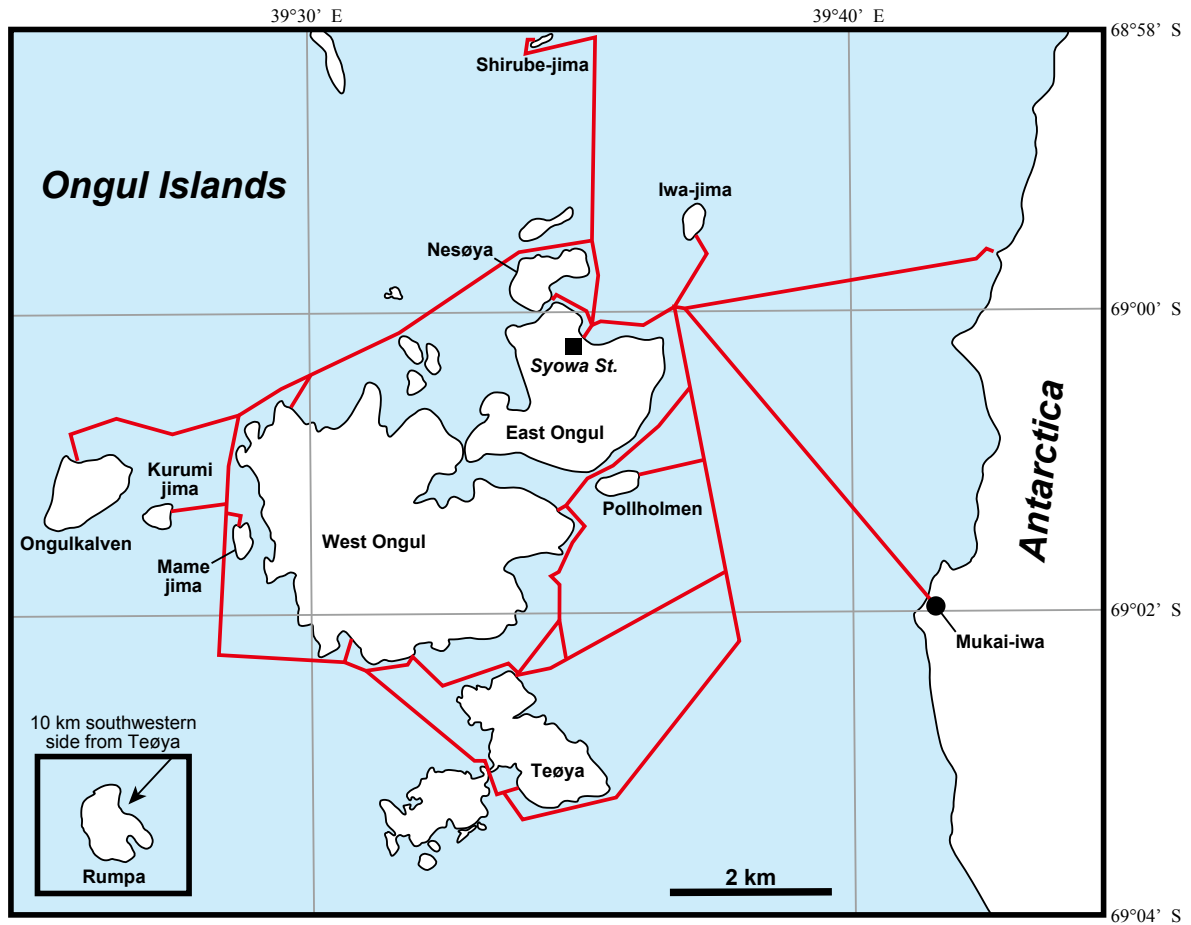
昭和基地は南極大陸から約3 km 離れた東オングル島に位置する（第3図）。東オングル島の周辺には大小様々な島が点在し、これらはオングル諸島と総称されている。先

遣期前半の11月（南極地域における春季）、オングル諸島周辺は安定した海水で覆われており、スノーモービルや雪上車で島と島の間を移動することができる。しかし、海氷上には氷厚の薄いところやクラックが入っている危険な箇所があるため、より安定した海氷上を通れるよう、ルート工作（氷厚調査などを行い、安全なルートを示す赤い旗を数100 m 間隔で設置する作業）を行いながら移動する必要がある。今回の調査では、60次先遣隊が昭和基地に到着する前に、59次越冬隊が主要な島へのルート工作进行していたため、ルート工作进行をほとんどすることなく露岩域に上陸し調査を行うことができた。

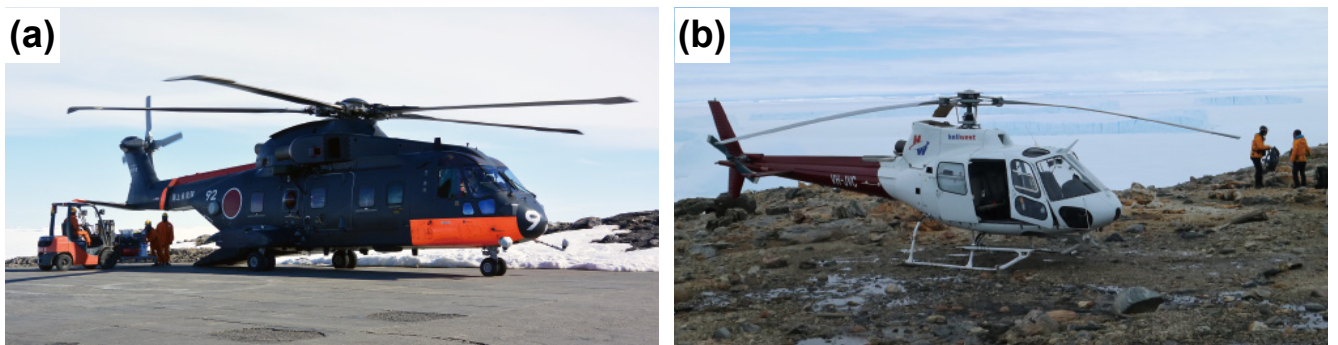
第3図に使用した主な海氷ルートを示す。先遣期では昭和基地を拠点とした日帰り調査を11月10日から12月17日まで行った。今回の調査では、59次越冬隊の協力のもと、スノーモービルでオングルカルベン・くるみ島・まめ島・西オングル島・テオイヤ・ポルホルメン・向岩・しるべ島・岩島の調査を、雪上車でルンパの調査を、徒歩でネスオイヤ・東オングル島の調査を行った。ブリザード等の天候不良で停滞する日もあったが、計30日間の日帰り調査を実施し、計225個の岩石試料（322 kg）を採取した。

4. リュツォ・ホルム湾・プリンスオラフ海岸の広域調査（ヘリオベ期）

「しらせ」着岸後の2018年12月22日～2019年2月1日にかけて、ヘリコプターを使いリュツォ・ホルム湾およびプリンスオラフ海岸の広域的な調査を行った。60次隊では、自衛隊の大型ヘリコプターCH101（CHヘリ）2機と、観測隊チャーターの小型ヘリコプターAS350（ASヘリ）1機の計3機のヘリコプターを「しらせ」にて運び入れた（第4図）。CHヘリは多量の物質を一度に運搬することができる反面、離発着路面の面積や角度に厳しい制限



第 3 図 オングル諸島周辺海氷上のスノーモービルルート（赤線）。



第 4 図 (a) ヘリコプター CH101 (自衛隊) と AS350 (チャーター)。

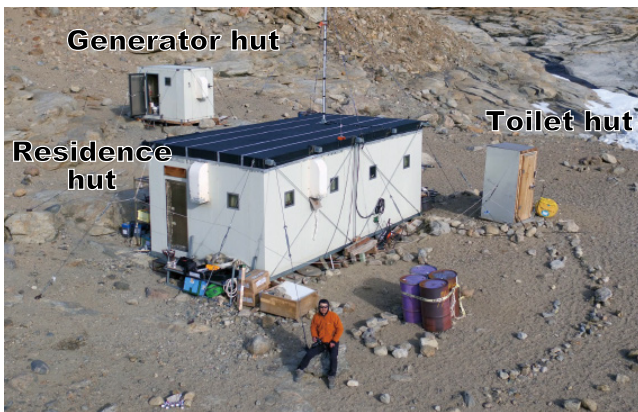
が設けられている。一方、AS ヘリは物資の積載能力は低い、やや角度のある狭い路面でも離発着できる。本調査では、調査目的および計画に合わせて上記 2 種類のヘリコプターを使いわけた。

ヘリオペ期の調査では、①観測小屋またはテントをベースとした泊まり込み調査と、②「しらせ」または昭和基地をベースとしたヘリコプターを用いる日帰り調査を行った。観測小屋またはテントをベースとした調査では、調査

道具・野営道具・食料・通信機材などを CH ヘリにて運び込み、1 週間程度の泊まり込み調査を行い、調査終了後に CH ヘリに迎えにきてもらうオペレーションを複数露岩で実施した。日帰り調査では、比較的運び出す物資量が少ないことから AS ヘリを使うことが多かった。日帰り調査の場合でも、現地で天候が急変し帰れなくなることに備え、緊急用テント・非常食等は必ず持ち込むようにした。

泊まり込み調査は、スカルブスネス(8 泊)、ポツンヌー

テン(3泊), ラングホブデ(7泊), スカレブークハルセン(5泊)で実施し, スカレブークハルセン滞在中にルンドボックスヘッタへの日帰り調査を1日行った。スカルブスネスとラングホブデには, 観測小屋である, きざはし浜小屋と雪鳥沢小屋が常設されている(第5図)。観測小屋には, 発電機・調理器具・寝具などが用意されているため快適に過ごすことができる。一方, ボツンヌーテンとスカレブークハルセンには観測小屋がないため, テントを設置し拠点とした。第6図にボツンヌーテンでの野営風景を示す。野営設営の基本的な構成は, メインテント1張, 個人テント2~4張, トイレテント1張, 通信用アンテナ1機, 物資置き場1~2箇所である。メインテントは8人用のテントで, 調理・食事・通信・打ち合わせなどを行うことができる。外に出しておけない物資(食料・通信機材など)もこのテント内で保管した。個人テントは1~2人用のテントで就寝や着替えに使用した。南極では, し尿も全て昭和基地で処理することがルールであるため, ポ



第5図 ラングホブデの雪鳥沢小屋。

リバケツに便座を取り付けた簡易トイレを設置する。最低気温がマイナス10℃を下回り, 最高風速が10 m/sを超える南極では, 風を遮るためのトイレテントも必須である。

日帰り調査は, 「しらせ」あるいは昭和基地を拠点として, 東オングル島・奥岩・二番岩・びょうぶ岩・スカーレン・ホノール奥岩でそれぞれ実施した。野外観測を行うチームは地質チーム以外にも多数あり, それぞれ観測したい露岩や時期が異なる。そのため, ヘリコプターのタイムスケジュールは複雑になることが多く, 天候などの影響で変更されることも多い。日帰り調査では, 調査地点に到着した後, ヘリコプターが一度「しらせ」あるいは昭和基地に戻り, 調査終了後に再度迎えに来てもらう場合と, そのまま駐機してもらう場合がある。どちらになるかは調査露岩の立地や他のチームとの兼ね合いで決まるが, いずれの場合でも調査時間は短いことが多く, 滞在時間が2時間程度のオペレーションもあった。そのため, 対象露岩の全体を素早く把握し, 効率的に調査を行う必要があった。対象露岩の全体な傾向を把握する際, ヘリコプターからの観察はとても役に立つ。着陸前および離陸後に, 調査地点の上空を何度か旋回してもらい, 岩相変化や地質構造を観察し写真を撮影することも重要な調査データとなる(第7図)。天候不良等により予定していた全ての計画を実施することはできなかったが, 自衛隊等の協力のもと18日間の泊まり込み調査と11日間の日帰り調査を実施し, 計188個の岩石試料(290 kg)を採取した。

先遣期およびヘリオペ期の調査では, Unmanned Aerial Vehicle(UAV, ドローン)を用いた空撮を4露岩(東オングル島・ラングホブデ・スカルブスネス・ボツンヌーテン)で実施した。ヘリコプターからの写真撮影と同様に, UAVを用いた空撮は露岩の全体像を把握するのに有効で,



第6図 ボツンヌーテンでの野営風景。



第 7 図 ヘリコプターから撮影したびょうぶ岩の全景写真。

岩相変化や地質構造を効率的に捉えることができる。60 次隊地質チームでは、DJI 社製 Inspire 1 Pro, Inspire 1, Mavic Air をそれぞれ 1 台ずつ持ち込み、用途に合わせて使い分けた。Inspire シリーズは、あらゆる性能が高い代わりに機体重量が重く持ち運びには適さない。そのため、観測小屋およびベースキャンプ周辺の空撮に使用した。一方、Mavic シリーズは軽量かつ小型なため、調査時に携行し重要だと判断した露岩の空撮に使用した。極域での UAV オペレーションでは風速と気温に十分注意する必要がある。特に気温が -10°C を下回る日は、低温警報が表示されバッテリー電圧が急低下することもあった。そのため、飛行直前まで湯たんぽやカイロなどを使いバッテリーを温めながら UAV を運用した。

5. 復路

復路は自衛隊の砕氷艦「しらせ」でオーストラリアのシドニーまで移動した。「しらせ」が昭和基地沖を離岸し帰路についたのは 2019 年 2 月 11 日である。そこから、エンダビーランド露岩域での野外観測をするために「しらせ」は東を目指し、2 月 25 日にアムンゼン湾沖に到着した(第 1 図)。翌 26 日には、ヘリコプターを使った日帰りオペレーションが生まれ、日本隊未調査の露岩であるゲージリッジおよびソーンズ山での地質調査を実施し、計 9 個の岩石試料(35 kg)を採取した。エンダビーランド露岩域での観測終了後、「しらせ」は北上しながら複数地点で海洋観測を実施し 3 月 18 日にシドニー港へ入港した。60 次夏隊と 59 次越冬隊は 3 月 21 日に空路で日本へ帰国し

た。

復路の「しらせ」艦内では、採取した岩石試料のリスト作り、写真の整理、報告書の執筆、空撮写真の後処理解析に多くの時間を費やした。また、地質チームは岩石カッターを船内に持ち込んでいたため、波が穏やかな日は採取した岩石試料の切断作業も行った。その他、自衛隊も交えた観測内容の紹介セミナー、海洋観測の補助作業、「しらせ」艦内ツアーなどが頻繁に計画・実施された。また、ヘリコプターの運用が予定されていない時間帯は、飛行甲板で体を動かすことができるため、主著者も含め多くの乗員がランニングなどで運動不足を解消していた。復路だけでも 1 ヶ月以上にわたる長い航海となったが、他のチームの隊員や自衛隊との交流は学ぶことが多く、幅広い分野について知ることができたことは南極観測隊特有の経験であると感じた。

6. まとめ

主著者は、第 60 次日本南極地域観測隊地質チームの一員として、リュツォ・ホルム湾、プリンスオラフ海岸およびエンダビーランド露岩域の地質調査を計 60 日間実施し、422 個の岩石試料(647 kg)を採取した。これら調査データは、約 38 億年以上前～5 億年前の岩石から構成される地質体の成り立ちを知る上で重要である。また、南極という特殊な環境下での野外観測を通して、調査スキルの向上を実感するとともに、安全対策の重要性を改めて認識できた。この経験は、今後の野外調査において活かしていきたい。

謝辞：本調査を実施するにあたり，第 60 次隊の堤雅基隊長および原田尚美副隊長をはじめ第 60 次隊の方々，第 59 次隊の木津暢彦隊長をはじめ第 59 次越冬隊の方々，ならびに宮崎好司艦長をはじめ「しらせ」乗組員の方々には多大なる支援をいただいた。また，調査計画段階では外田智千准教授をはじめ国立極地研究所の方々から有益な助言および多岐にわたるご支援をいただいた。主著者の調査参加には，重松紀生氏をはじめ産業技術総合研究所活断層・火山研究部門地震テクトニクス研究グループの方々，同研究所地質情報研究部門地球物理研究グループの名和一成氏，新潟大学理学部の小林健太氏のご支援があって実現した。また，本調査の旅費および物品の購入には，新潟大学基金，日本極地研究振興会助成金，国立極地研究所予算を使用した。以上の方々により感謝申し上げます。

文 献

- Hiroi, Y., Shiraishi, K. and Motoyoshi, Y. (1991) Late Proterozoic paired metamorphic complexes in East Antarctica, with special reference to the tectonic significance of ultramafic rocks. *In* Thomson, M.R.A., Crame, J.A. and Thomson, J.W eds., *Geological Evolution of Antarctica*. Cambridge University Press, 83–87.
- Shiraishi, K., Hiroi, Y. and Motoyoshi, Y. (1989) Geological map of Lützow–Holm Bay, Antarctica. Antarctic Geological Map Series, Sheet 12, National Institute of Polar Research.

英語・日本語表記対比表

Amundsen Bay	アムンゼン湾	Novo St.	ノボラザレフスカヤ基地
Botnnuten	ボツンヌーテン	Oku-iwa Rock	奥岩
Byöbu Rock	びょうぶ岩	Ongul islands	オングル諸島
East Ongul	東オングル島	Ongulkalven	オングルカルベン
Enderby Land	エンダビーランド	Pollholmen	ポルホルメン
Gage Ridge	ゲージリッジ	Prince Olav Coast	プリンスオラフ海岸
Honnör Oku-iwa Rock	ホノール奥岩	Rayner Complex	レイナー岩体
Iwa-jima	岩島	Rundvågshetta	ルンドボークスヘッタ
Kurumi jima	くるみ島	Rumpa	ルンパ
Langhovde	ラングホブデ	Shirube-jima	しるべ島
Lützow-Holm Bay	リュツォ・ホルム湾	Skallen	スカーレン
Lützow-Holm Complex	リュツォ・ホルム岩体	Skallevikshalsen	スカレビークハルセン
Mame jima	まめ島	Skarvsnes	スカルブスネス
Mt. Sones	ソーンズ山	Syowa St.	昭和基地
Mukai-iwa	向岩	Teøya	テオイヤ
Napier Complex	ナピア岩体	West Ongul	西オングル島
Nesøya	ネスオイヤ	West Rayner Complex	西レイナー岩体
Niban Rock	二番岩		

KATORI Takuma, TOYOSHIMA Tsuyoshi, ISHIKAWA Masahiro and KITANO Ippei (2020) Report of the geological field survey on the 60th Japanese Antarctic Research Expedition.

(受付：2020年7月29日)

J.J.ライン著「フジノヤマおよびその登山」邦訳

山田 直利¹⁾・矢島 道子²⁾

1. 訳出にあたって

ドイツ人地理学者 J. J. ライン (Johannes Justus Rein : 1835-1918) は、プロイセン王国商務省の委嘱により 1873 年 12 月から約 2 年間、日本の工芸・商業の調査にあたったが、その間に、日本の自然や民族・歴史についても詳細な観察を行った。ラインの日本国内調査旅行は本州・四国・九州の 35 県に及び、最初の旅行 (1874 年 5 月～6 月：東海道) から最後の旅行 (1875 年 7 月～8 月：中山道) まで、延べ 8 回にわたっている (Rein, 1879a; 山田・矢島, 2019b)。

今回訳出したのは、ラインの 3 番目の旅行 (1874 年 8 月～9 月：富士登山) の記録と成果をまとめた論文 “Der Fuji-no-yama und seine Besteigung” (Rein, 1879b) で、ラインが帰国して 4 年後にドイツの権威ある地理学雑誌 *Petermann's Mittheilungen* に掲載された。

ラインは富士登山に先立って、1874 年 8 月 24 日に東京を立ち、甲州街道を 4 日かけて甲府まで行った。甲府では水晶店で水晶や黒色鉱物 (後のライン鉱) を購入したほか、市川大門 (現西八代郡市川三郷町) の伝統的な和紙製造工場を見学している (Koch und Conrad, 2006, p. 274-275)。同月 31 日に甲府から御坂山地を越えて富士山北麓の吉田村に到着し、ここの戸長の家に一泊した。ここまでラインに同行したのは通訳の三田 信^{さんだ だけ}と従者 1 名で、ここからは R. ジョーンズという英国人とその従者が加わった。

9 月 1 日に吉田口から登山を開始し、植物や地質を観察しながら 8 合目まで登ったが、ここで激しい風雨に襲われて一時避難を余儀なくされた。晴れるのを待って山頂へ着いたのは 2 日早朝であった。山頂火口を巡り、駒ヶ岳および剣ヶ峰 [実は白山岳] からの雄大なパノラマや、雲海に映る富士山の影円錐を楽しんだ後、8 合目の小屋で泊まった。3 日は須走口への登山路を下り、須走浅間神社で一泊した。ここで、採集した植物標本などを御殿場へおろし、4 日乙女峠を越えて箱根に到着した。

ラインは吉田口登山コースでアネロイド気圧計を用いた高度測定を 8 地点で行い、最後に山頂 (駒ヶ岳) の標高を

3,745 m と決定した。駒ヶ岳の正確な標高は 3,733 m であるから、その違いはわずか 12 m (0.3%) に過ぎない。気圧計による高度決定としては極めて高精度であった。ラインはまた、このコースで富士山の斜面角度を測定し、吉田口で 12°～13°、それから 23°～24°、森林限界を越えると 25°～30°、山頂近くで 35° と、次第に増大することを明らかにし、これらの測定結果から初めて富士山の南北地形断面図を作成した。ラインはまた、山頂火口の溶岩を採取して、ハレ大学のフリッツ教授に分析を依頼し、その結果をこの論文に示している。これは富士火山噴出物についての最初の全岩化学分析値であった。なお、そのとき付けられた名前 (ドレライト) はその後用いられず、富士山の溶岩は通常玄武岩と呼ばれている。

ラインが富士山登山に際して最も精力を注いだのが植物の観察であった。ラインは富士山から 160 種類以上の植物を鑑定したのみでなく、それらが標高 600 m～1,500 m の原帯^{はら}、標高 1,500 m～2,200 m の森帯、標高 2,200 m～2,450 m のハイマツ・灌木帯、標高 2,450 m～3,300 m の北極圏―アルプス型草地帯の、4 つの植物帯に分帯されることを初めて指摘した。ただし、氷河期以降に形成された富士山にはハイマツはなく、その位置にカラマツ林が現れる (増沢, 1991)。ラインは御嶽山などの、より古い火山の植物帯の名前を参考にして、「ハイマツ・灌木帯」と呼んだのであろう。

ラインが登るより前に、数百人の外国人が富士山に登っているが、大抵の登山者は観光の興味で満足し、せいぜい頂上までの登攀時間を競う程度であった。わずかにオールコック、クニッピン、スチュワート、ドラッシュ、スティルフリートらが、植物地理、高度測定、山頂火口の写真撮影などについて貢献した。しかし、ラインほど、総合的に、すなわち、地形、地質、岩石、気象、植物、動物、噴火史、民俗、歴史などの多くの側面から富士山を研究した人はいなかった。

本論文はこれまで邦訳されたことがなく、今回これを我々両名で全訳することとなった。富士山は 2013 年 6 月に世界文化遺産に登録され、年々登山者も増加しているが、一方で近い将来における富士山噴火の可能性について

1) 地質調査所 (現産業技術総合研究所 地質調査総合センター) 元所員

2) 日本大学文理学部 〒156-8550 東京都世田谷区桜上水 3-25-40

キーワード：J. J. ライン、富士山、登山、吉田口、山頂火口、高度測定、宝永噴火、地形断面、化学組成、植物帯

も活発に議論されている。富士山の地質図も、津屋弘達の労作(津屋, 1968)が半世紀振りに改訂され、最新の研究成果を織り込んだ第2版(高田ほか, 2016)として出版されている。いまから140年も前に発表された本論文は、富士山の最初の科学的報告といえるもので、その全訳は今日十分に意義のあること考えられる。

ラインの原論文はおおむね平易なドイツ語で書かれているが、見出しが全くなく、段落間の文章も長いので、大変読みにくい。そのため、訳者が新たに小見出し〈〉を設け、また段落も増やして、読みやすいものとした。原論文には山頂火口スケッチと地形断面図の2図が添えられており、邦訳ではそれらを第2図および第3図として載せた。また、原論文にはないが、富士山周辺の概略図を訳者らが編集して第1図とした。原論文の脚注はそのまま原注^{x)}として、本文の後ろに配列した。また訳者による注を〔〕付きで訳文中に示したほか、訳注^{**}を作成して原注の後ろに置いた。最後に、まえがき、訳文、原注および訳注で引用した文献のリストを作成した。

2. J.J. ライン著「フジノヤマおよびその登山」邦訳

〈聖なる山、富士〉

高い山、とくに平野から険しくかつ大きくそびえ立つ山は、昔から人々の心情に大きな影響を与えてきた。多くの古くからの異教の民は、山を聖なるもの、彼らの神々の住むところとして考察し、そして、なかでも詩篇作者が非常に美しい話法でこのことを我々に暗示したように¹⁾、それを驚きをもって、恭しく、救いを求めて、見上げてきた。この山岳崇拜は今日でもアジア・アフリカの異教徒民族の間に広く伝わっているが、仏教の支配下ほど異教徒民族がこのような教えを保持しているところは、ほかにどこにもない。

とくに日本もまた、その聖なる山々を、その山頂および信仰する寺社を目指して、しばしばはるか遠方から巡礼してきた。最初にそれらを見るときには、地に伏せてお辞儀をし、彼の信ずる仏教の祈祷文を唱える。これは、この国の他のすべての山々よりはるかに高く、孤高で天をもめざす、円錐形を特徴とするフジノヤマ²⁾すなわち富士山には最もふさわしい。海からそれに近づくとときには、この巨峰—ケンベル¹⁾が呼んだように、「秀麗にして比類なき山」(mons excelsus et singularis)—の眺めは、すべての生命に対して特別に魅力的で印象深い。それは大洋の波間からは高くそびえ立っているように、そしてしばしば天の雲の中に姿を没するように見える。

たしかに日本人にとって「富士」は、すべての円錐形の山に対して、そして関東平野に人工的に作られた見晴らし丘〔富士塚〕に対してさえ、普通名詞となっている。したがって、日本人は、たとえば秋田富士(鳥海山)、南部富士(岩鷲山あるいは岩手山)、津軽富士(岩木山)と呼ぶように、東京の2つの小さな見晴らし丘を大富士および小富士、すなわち大きな富士および小さな富士と呼ぶ。富士山は、日本の工芸ならびに絵画において最も頻繁に用いられ、よく知られた装飾上の主題である。

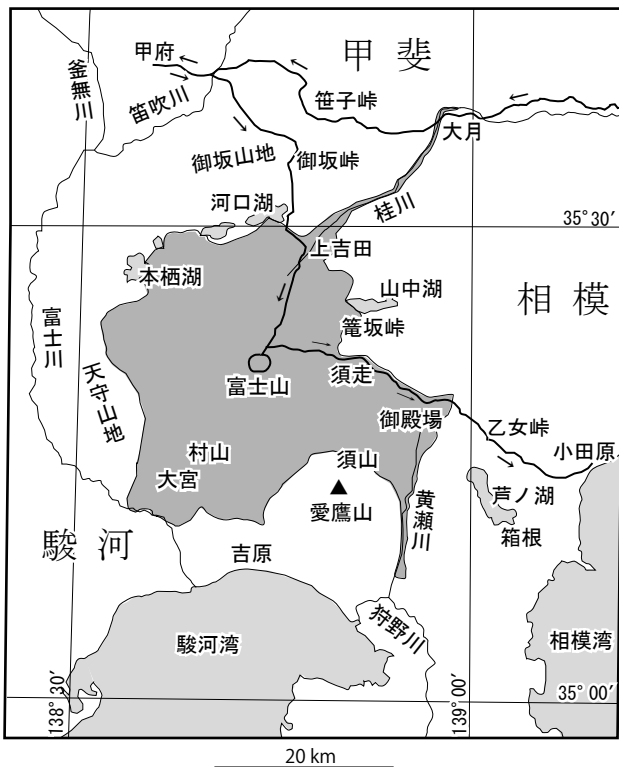
〈富士の見えるところ〉

晴れた日に横浜の港から西の方を眺めれば、起伏ある土地〔台地・丘陵〕が認められ、その中の谷はよく耕された田畑で満たされ、その平らな尾根は低い灌木や疎らな松林でおおわれている。しかし、その背後には、森におおわれたかなりの高度の山脈〔丹沢山地〕がそびえ、そしてさらにずっと後ろには、威風堂々たる富士の白い山頂が、巨大な糖塔²⁾のようにすべての景観から突出している。同様に、東京中央の日の出橋(日本橋)—そこから国のある場所までの距離が測られる—からも有名な山頂は眺められ、それはしばしば低地をまだ照らしていない朝日の最初の光の中に輝いており、そしてそれは広大な首都の多くのそのほかの地点からも見られる。ここから富士までの距離は直線で13地理学的マイル〔約100 km〕であるが、しばしばそれは、とくに晴天の冬月期間中では、あたかも家並のすぐ背後あるいは西へ向かう街道の端にそびえ、家並や街道を終わらせているかのように、非常に近くにあるように見える。

全体として13の、日本の古くからの小さな国々が富士の眺望を楽しむことができ³⁾、もちろんいくつかの国では、とくにかなりの高所からのみ眺められる。それはまた、西方および北方からも見られるが、前に立ちはだかる山々のために、東方の関東平野あるいは南方の海からのようには、決して壮大には見えない。

〈富士山とその周辺〉(第1図)

富士山は、北緯35°21′、東経138°42′の駿河と甲斐の国境に、その誇らしげな高い頂きをもっており、一方それは広大な山麓を、平野—三方を壮大な甲斐の国境山脈により、しかし南方を海によって取り囲まれ、そして上記の国境山脈に連なる多くの支脈によって3つにはっきり分けられた区域からなる—の中に広く押し出している。富士川はその多数の支流と共に最大の北部区域、甲府平野を灌漑し、そしてわが火山の北側および西側を大きな弧の形をとって流れる。この山麓は、北東では桂川(東海道が通



第1図 富士山周辺図

Rein (1905) 付図の“Karte der Ebene des Kwantô und ihrer Nachbarschaft” (縮尺 1 : 1,000,000) の富士山周辺部分を基図とし、ラインの旅行ルート(太線、矢印付き)および関連する地名を記入した。また、富士火山噴出物の分布(灰色)を高田ほか(2016)に従って示した。

下流部では馬入川ばいりゅうがわと呼ばれる)およびこの川の源流地域にある山中湖・河口湖へと下り、南東および南では黄瀬川きせがわがつくる天の谷(御殿場)へ、そしてそれと共に駿河湾へ下る。御殿場の東では、南北に延びる狭い尾根の山脈〔箱根火山外輪山〕が、箱根湖〔芦ノ湖〕と駿河湾の間の分水界および同時に駿河と相模の国境を形成する。

富士山のみならず、その周りに〔それぞれが〕噴火の中心として群がる1ダースの小さな山頂〔側火山：小山, 2013〕をも取り巻く上記の河川の間には、多くの注目に値する山稜が直接に山麓にまで伸びている。甲斐の国境山脈と同じように、それらは花崗岩、片麻岩、その他の結晶質岩石ならびにずっと古い時代の頁岩からなる。これはなによりも、富士川(菅吹川)と桂川の間南北方向の分水界をつくり、私が2度も(笹ノ山峠〔笹子峠〕および御坂峠)で越えたことのあるかの山脈〔御坂山地〕^{*4}に当てはまる。優勢な東西方向の延長をもつ、より低い2番目の山脈〔籠坂峠から東西に延びる山地〕の上を、駿河と甲斐の国境は延びている。富士山はこの山脈の中央部にそびえ立ち、さらに西方では富士川がそれを断ち切り、そし

てここには古い山脈〔天守山地〕^{*5}が広く分布しており、それはより東方では大量の火山噴出物により厚くおおわれている。多数の山頂〔側火山〕が富士山を北の方へ引き延ばし、こちら側からの富士登山を困難あるいは不可能なものにしている。しかし、海の方、南東に向かっては、さらに、東海道が通る海岸平野と富士本来の山麓との間に火山性山地が現れ、富士山の円錐状形態を乱している。これはなによりも須山〔原文では Sumoto〕および愛鷹山あしたかやまの長い山稜である。

その南側のみが断たれているこの低い環状山地の間であって、富士の山は初めは全く徐々に、それから次第に険しくなり、ついには3,745 mの堂々たる高さにまでそびえ立つ。その狭い山麓部は標高600~800 mの帯〔環〕の形で分布し、その帯は、それぞれ、北、東および南側においてそれらの最高部に位置する吉田、須走および村山(原論文では Maruyama)の地区—それらから通常〔富士山〕登山が行われる一を、さらに北側では山中湖、河口湖、本栖湖、西湖および精進湖(原文では Nebara 湖)の5つの湖をもつ。

<富士山巡礼>

富士山は、1年に2か月のみ、すなわち7月中旬から9月中旬までの間、若干の峡谷を除いて雪がなくなり、この短い期間にたくさんの巡礼者たちが富士山に登る。前年は豊年であり、質素な農民の懐にもいくらか余裕の貨幣をもたらしたので、平均1万6千人の年間登山者が〔今年は〕おおよそ2万人あるいはそれ以上にまで増えている。そのうち最大の人数を送り出しているのが東京および関東の近辺諸国であり、彼らには、しばしば田畑から、そして労働の合間に眺めた畏敬の目標および天候変化の兆しを、一度でもすぐ近くで見つめたいという願いが、特別にある。多くの人々がこの巡礼に大きな希望を見だしており、彼らは巡礼に繰り返して加わり、それによって確かな尊敬を獲得し、そしてそれから現地やその他の事情に詳しい指導者として多くの人々を彼らの小旗の下に集める。

富士山に通じるすべての道では、シーズン中、白衣を着て埃だらけの疲労した巡礼者(行者または道者)の少数の群れあるいは長い行列に会うことができる。彼らの薄地で木綿製の衣服は、下着、きっちり密着した股引ももひきおよび帯としても使える布切れを腰の回りに締めた上着からなる。草鞋わらじが足裏を守り、藁あるいは柳枝から作られた大きな白い傘状の帽子(笠)が頭に載る。背中には、首の周りに巻き付けられた紐に小さなござが、雨および日差しに対する不適切かつ不完全な予防手段として、掛けられている。脇

腹に下げられた鈴、険しいけれど先が鈍い円錐形の富士が示されかつ巡礼者団体の名前が書きこまれている小旗、長い竹の棒、予備の1組の草鞋、そして旅に必要ないくつかの項目を記した布切れが、装備を完全なものにしている。

昔は聖なる山への登山から閉め出されていた女性たちが、同じ行列には見られる。巡礼者は楽をしたいという声を上げることなく、そのほか早朝出発および適時休憩の立派な旅行規則に従う。主たる願いは山頂で日の出を迎えることである。これは、山の神に対する祈りと並んで、とくに健康によく、病気と不安から解放され、家庭に喜びと幸運を与え、田畑に繁茂をもたらす〔と考えられている〕。富士山麓の村々では、ほとんどすべての家が巡礼宿であり、真夏には来客で一杯になる。

<吉田口から登る>

富士山の北側、吉田からの登山は、もっとも容易であるといえる。私は、甲府からの道が私をここ〔吉田〕へ導いたので、1874年9月初めの〔吉田からの〕登山を選んだ。

夜遅く、我々は戸長のところであらかじめ準備された宿に到着した。例年シーズンの終わりに繰り返される火祭りはまさに行われたばかりで、我々も皆高揚した気分になった。家々に沿う明るい紙製の提灯の列が、台地を上がって行く長い街道を照らしていた。この行列は、竹の輪を円錐形に積み上げて作られ、その上に火をつけられたこけら板の束〔大松明〕によって、さらに盛んになった。それらは、いつも通り燃えている松明と交互になりながら、村を流れる山からの小川の真中に沿って2列をなしていた。多くの家では、人々は日本の習慣に従って三味線を弾いたり酒を飲んだりして楽しみ、上機嫌であった。

我々は宿でR. ジョーンズという名前の、感じのよい若い英国人に会ったが、彼は我々と同じように翌朝に山へ向けて出発したいと思っており、我々と一緒に行きたいと願っていた。彼および彼の従者によって私の仲間⁶は増え、翌日に富士山の頂上への道を5人で歩むことになった。

山の神、富士浅間を祭る神社が富士山北口(北口本宮)を見守っている吉田の上端まで、戸長は我々を案内した。ここで登拝者たちはいくらかのお金を奉納し、神官の手から、平らな皿に神様に温められた一杯の酒(御神酒)と道中携えるお守り札(富士登山の証)を頂く。この道は、スギ(*Chamaecyparis japonica*)とヒノキ(*Chamaecyparis obtusa*)の老木および石灯笼が並ぶ幅広い並木道—そのあたりでは数10頭の駄馬を乗馬好きに自由に使わせている—を通過してマツの疎林へ、そしてそれから開けた原へ続

く。

原は、大抵の日本の火山と同じように、富士山の植物帯の中で、標高600m~1,500mの緩傾斜の植物帯である。その植生の特徴はわが国〔ドイツ〕の森林草地の特徴と同じであるが、もちろん我々には珍しい多くの植物を伴っている。原では、多くの深い浸食谷あるいは火口瀬(Barancos)が枝分かれして消えて行き、それと共により高度の高い地帯の木本植物は姿を消す。多くの場所では、暗色で、角張って、海綿状で多孔質の溶岩塊がなお突出しているが、大抵は火山灰がこれらをおおい、植生がその上に生い茂っている。

原から次の森への移り変わりは漸移的ではあるが、完全である。我々は2時間半歩いた後にその帯に入り、それと共に富士山の険阻区間に入る。道は狭く、険しく、もはや馬では通れない。それ故、騎乗人が馬を降り、自分の足を頼りにしなければならぬ富士の地点は、他の山と同様に、「馬返」(原論文ではMuma gayeshi)、すなわち「馬を送り返せ!」と呼ばれる。

吉田口、須走口および村山(原論文ではMaruyama)口から富士山の山頂まで、3つの道はそれぞれ10個の区間(合目)に区分されるが、それらは非常に簡素な茶小屋(茶屋)のある休憩地であり、それらのいくつかは宿泊にも用いられ、非常に不均等な間隔で続いている。馬返は2合目である。ここでは、着いたり出たりする巡礼グループのたえざる入れ替わりによって、茶小屋の前は非常に活気がある。彼らと同様に我々はごぞでおおわれた腰掛に座り、付近を見渡し、そして差し出されたお茶を一飲みして元気を取り戻す。彼らと同様に我々もまた近くの神社でお金を奉納するが、私はそれがどんな特別な神や目的であるのかを知らない。

それからは、採集し観察する自然探求者にとっては、それで手にあまるほどなので、森の中をゆっくりと上へ登って行く。そして、わが国の場合にはずっと前から原産地とされているさまざまな鑑賞植物およびわが国固有の森のよく知られた多くの低い植物が出現するこの混交林では、樹木および灌木の多くの珍しい形をさまざまに採集し観察することができる。

多くの場所で、根を越え岩を巻く登山路が、風化した溶岩に由来する赤い粘土質土壌に食い込んでいる。我々はこの、アルプス山脈にたむろする彼の仲間を生き生きと思い出させた1人の道路修理人に出会うが、彼は、控えめな要求—彼は1人あたり15文すなわち4分の1グロッシェンの固定給を貰っていた—によって有利となり、他はお金を取らなかった。3合目の社の神官は、旅券を改めた

り、杖に登山者の名前を烙印するのに追われていた。我々はここで、この年に吉田口から〔富士山〕へ登ったおおよそ1万2千人目の登拝者であること、そして通常の年では登拝者のその数は9千人位であることを聞いた。

我々は5合目で標高2,225 mの森林地帯の上部境界〔森林限界〕に到着する。それに続いていまや、第3の植物帯、すなわちハイマツと灌木の植物帯が標高2,450 mまで発達している。

標高3,300 mの高度まで発達する第4の植物帯は北極圏—アルプス型草地の植物帯である。ここには、大抵東シベリアおよびカムチャツカの植物群に属するわずかな種類のみが産出するが、一方、白山や御嶽のような古い火山の山頂は、この興味ある植物群がずっと豊かであることを示している。富士の寒冷な山頂では若干のコケ植物と地衣類のみが安全な場所で存在することを許されるが、一方、維管束植物〔シダ植物と種子植物〕は全く移り住まなかった。

6合目からは樹木が消え失せ、硬い溶岩と並んで、未固結火山灰、火山礫および噴石が優勢になる地帯となって、山の険しさと共に登山の困難さが増大する。それに対して人々は、多数の先行者が散々履いて投げ捨てたたくさんの草鞋によって残した明らかな痕跡を、霧の中でも安心、安全を願って引き継いで行く。天気によければ、子羊の集団のように、遠い国から白い衣服を着て、脇に下げた鈴を鳴らし、険しい山腹に現れるさまざまな巡礼者群にも、目が向けられる。高い山頂の登攀の際に危険をもたらす興奮はないけれども、高山ではよく見られる非常に思いがけない魅力的な風景の多様な変化もなくなる。

我々のこの日の目標である8合目には夕方6時頃に着き、それによって標高3,270 mの高度に達した。

ここでは激しい寒風が吹いており、それは夜になると激しい雨を伴う咆哮する嵐に発達したので、我々の気分もかなり憂鬱になって行った。風は原始的な石小屋の割れ目を、雨は石を載せたこけら屋根を通して侵入した。人々は持参の、あるいは主人から提供された毛布で温かく包まれていたので、すばっしい昆虫〔ノミ〕の禍を我慢せずにすんだ。人々は小屋の真ん中の大きな開かれた火〔囲炉裏〕の近くを求めたので、我慢できない煙が一人を〔襲い〕やがて追い払った。長い間待望した日光が射しても自由にはならなかった。なぜなら、外では嵐はなおも弱まることなく咆哮し、同じように雨が激しい風と共に降ってきたので、人々は小屋の前へ出ることさえもできなかった。最後に、長い間心配して待った後に、天気は晴れ、風は次第に弱まったので、我々は11時頃、喜ばしい気分の一步を山頂に向け

て踏み出すことができた。

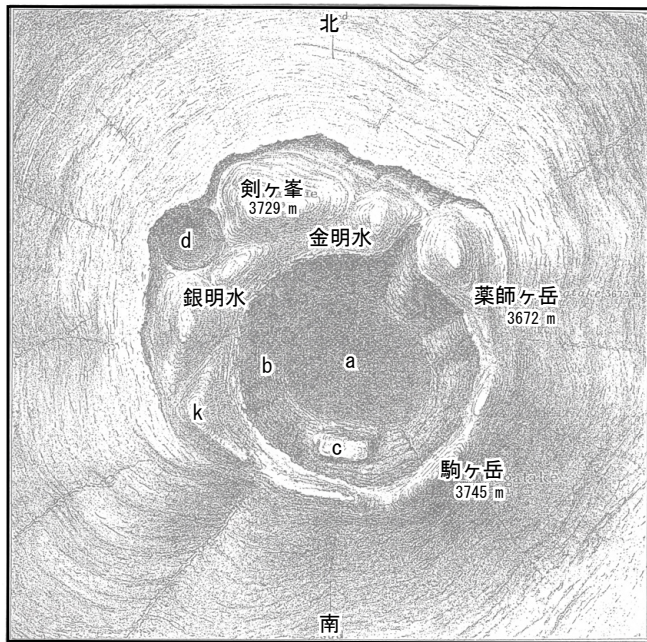
<富士山頂>

つづら折りの山道は前日と同様になお一層険しく、新鮮な谷風に助けられたにもかかわらず、火山灰や噴石のためにさらに苦勞するばかりで、我々が待望の山頂に到着するまでにはなお2時間もかかった。我々は山頂の東縁で、まず小人の家〔天井の低い宿〕を通り過ぎたのち、巡礼者を引き受ける約15軒の小さな石小屋および社に向かった。社で巡礼者は登山の証明として木綿の上着の背中に大きな赤い刻印を押しもらい、富士山の記載とおおまかな絵および最後はお札—持参した供物やお祈りの印に対して彼らの家、職業および神々の保護を約束する一種の贖—を受け取る。私の欲深い従者のほかは、我々はこのことを断念し、巡礼者に従って噴火口の周りの巡察に歩みを進めるが、その間に我々は一部陥没した火口壁や砂礫丘の上を、あるときは上り、あるときは下って行く。

我々は火口縁の角—その下には山、川、湖ならびに住居地が見える—の最高地点〔駒ヶ岳〕で、気圧、気温および湿度を測り、そして溶岩および火山灰ならびに古い火口壁の岩片を調べる。かなりの南西風の下での澄んだ空気と明るい日光は、この仕事に非常に好都合である。日向での気温が8℃を示す乾湿温度計は、濡らした木綿を被せると1℃低下し、それによって、それが高い山で雨のすぐ後に続くように、深い谷におけるよりも空気は低い湿度を示した。

富士の山の頂部は起伏に富む平地になっており、その尖端は噴石・火山礫の丘からなる。その間には溶岩流の露出と古い火口の名残がある。火口は、直径400～500 m、アネロイド気圧計によって測定された深さ167 mの、ほぼ円形の開口部をもつ(第2図)。古い火口壁は多くの地点でかなり崩壊しており、〔崩壊によって堆積した〕南側の角礫層は安全に火口底に降りることを可能にした。火口底には長さ、幅共に30～40 mの水平の砂の層が存在し、雪解けや豪雨の時にはここに水が集まることを証明していた。

火口南西側の銀の泉および南縁〔北縁の間違い〕の金の泉は見つけられなかったが、これに対して、後者から近い別の泉は、喉の渇いた敬虔な巡礼者においしい冷水をたっぷり提供していた。それとは別に、金の泉(金明水)と銀の泉(銀明水)は、それらの泉が存在する明白な事実を無視し、〔上吉田の〕富士浅間神社から直に頂いた水を持参した行者に、富士山の山頂が何を提供するのかという点で、非常に興味がある。それ故に、多くの人々は、〔山頂の〕聖なる水で満たして残された友人や親戚に持ち返るた



第2図 富士山山頂部の地形略図 (Rein, 1879b)

R. フォン・ドラッシュ博士⁷⁷およびJ. ライン博士に従って調製され、フォン・B. ハッセンシュタイン⁷⁸によって描画された。

a: 火口底。薬師ヶ岳〔伊豆岳〕の167 m下にあり、沖積砂および瓦礫におおわれる。

b: 陥没火口壁。そこから火口底へ下ることが可能。

c: 孤立した柱状の岩〔通称虎岩〕。古い火口の名残。

d: 小火口。北への出口。

(訳者注: 図の剣ヶ峰は実は白山岳で、真の剣ヶ峰はずっと南方のk点付近にある。)

めに、山小屋で1個あるいは数個の石の小瓶を買う機会を逃さない。しかし、これにもまして重要なことは、彼らにとって朝日あるいは夕日に対する祈りである。神の謁見を願い、それから地に伏して南無阿弥陀仏(聖なる仏陀のお助け)を唱えるために、巡礼者グループのメンバーは案内者の一定の身振りに従って鈴を鳴らす。

<山頂からのパノラマ>

それと並んで、巡礼者たちは、自然の大いなる友として、またその魅力に高度に敏感になって、たっぷりと眺望を満喫する機会を見逃さず、そしてここで我々の感情が行き交う。通常の山の高さで自由に呼吸し、そして、一時的に過ぎないにせよ、鳥の目が俯瞰するように、人間の住宅地や活動地において低地を支配する心配や苦労を遠ざけることができれば、それはすでに楽しみの一つであるが、もし許されるならば、眺望は大きく高められ、きわめて高い地点から、我々にはまだ未知の新しい世界の中で自由に遠くを眺める。周囲の自然のすべてを超える富士山の孤高の荘厳さ、その山頂に許される広いパノラマ、ブルカノ火山⁷⁹

の鍛冶場〔フォッサ・カルデラ〕の構造の記憶、そして日本のことわざによる富士山の詩的解釈、最後に我々と共に驚く巡礼者の光景：これらすべてが感情を魅惑し、深く動かす。

富士山からのパノラマの直径は約32ドイツマイル〔約240 km〕と計算される。海、湖、谷の耕作地、原、森、樹のない岩壁および禿げた火山性山頂は、それぞれ特有の色を示す。2つの小山が富士山最高点として火口縁上に特別にそびえ立っている。すなわち、北西側の剣ヶ峰(剣の尖端)〔実は白山岳〕と南東側、神社〔富士山頂浅間大社奥宮〕から約5分離れたほぼ同じ高さの駒ヶ岳(若駒の山)である。すべての標高の表示は後者〔駒ヶ岳〕に関係しているが、一方、日本人は剣ヶ峰を本来の山頂と見なしている。

駒ヶ岳からは、正確に南方の、豊かな森におおわれた伊豆半島の南西尖端、サクラ岬〔波勝崎^{はかちざき}〕が見られる。南東に向かっては、ケンペルの時代から呼ばれているように、箱根湖あるいはTōgitsu湖〔芦ノ湖〕およびその周りの、彼に従って名付けられた美しい称賛される箱根山地の環状の火山性山稜が、さらに広くそしてやや右手には小田原湾〔相模湾〕が、そしてそのはるかな背景に江戸が見られる。南方には魚の豊富な駿河湾が見られるが、その周りでは箱根から続く東海道が湾曲し、近くには駿河の茶畑がある。

剣ヶ峰からは北方および西方への限りない眺望が許される。そこではなによりも高い国境山脈をもつ甲斐の国(甲州)およびそれによって取り囲まれた平均標高350 mの豊かな平野〔甲府盆地〕が見渡され、その中に他の町と並んで首府甲府も認められる。その近くには、甲府の住民たちに最良のブドウ(甲州ブドウ)を提供するところがある。この方向には、火山性前山〔茅ヶ岳^{かやがだけ}〕の背後に、有名な日本の水晶を産出する堂々たる金峰山がその誇らしげな主峰をそびえさせ、さらに遠くの背景には、空に立ち昇るはっきりとした形の噴煙をもつ浅間山の円錐丘が見られる。

目をここからより西方へ転ずれば、なによりも富士川の白い礫の河床が、そしてその背後には長く延びた八ヶ岳(8つの山頂をもつ山)が目撃される。この山地の左にあり、それを通して甲府から信州の諏訪湖へ、そして中山道へと続いている幅広い低地を越えたあちらには、はるかな背景に日本最大の山脈、信濃—飛騨雪嶺山脈〔日本雪嶺山脈: Rein, 1875a; 山田・矢島, 2018a; 現飛騨山脈〕が認められる。この山脈の急峻な岩壁および山峽や鞍部に見られる長い雪の筋〔雪溪〕は、かなりの遠距離であるにもかかわらず、裸眼にもはっきりと認識できる。もっと西方の、62°~64°北西〔北62°~64°西〕の方向には、

御嶽おんたけあるいは御嶽みたけの高い山稜が見られる。西方にはまた、富士川の左側支流である早川（速い川）流域あまほたむら一雨畑村ではかの高価な黒色頁岩（雨畑石）〔始新世～前期中新世の瀬戸川層群：尾崎・杉山，2018〕が切り出され、日本中に硯を供給している一には、なお多くの注目すべき山が見られ、その1つ1つは根雪の存在から相当な高山であることを示している。

＜雲海と影円錐＞

太陽が沈み、頂上からの帰りを促したとき、我々は、小さな小屋で出された甘酒—コメからできた甘い酒—によって温まり元気になって、頂上を後にし、幸せな気分で八合目での宿泊に向かった。我々はその途中で、晴れた日の日没が低地に起こした大規模な光の効果および雲の効果の光景を見て驚いた。それは私の生涯においてかつて観察する機会があった魅力的な現象の1つに数えねばならない。南東方および南方に向かって、白く計りしれない雲海が我々の足下に低く広がっていた。ときどきは個々の小さな雲塊が動かないように見え、その怪奇な配置が、我々に言葉や絵で例示されたように、北極地方の不動の氷と雪の風景を生き生きと思い出させた。そのとき、伊豆の高い山々および箱根山地の山頂が雲のヴェールの上にそびえ立ち、その上に暗いはっきりとした形の影として現れた。それからすべてはふたたび動くようになり、たえず色の変化および光と影の分配を伴いながら、色とりどりの落ち着いた動きに陥った。箱根湖は一時ははっきりと見えた。その水面は大量の雪におおわれて、晴冷な冬期の夕焼けの中で紫色に燃え上がる氷面の外観をもっていた。

短時間後、富士山は長い尖った影円錐を、この堂々たる光景の上に東方へ投じたが、秒ごとに強さを高めるこの影は最後は深い青色となり、そして、つねに延伸しながら、やがて東の水平線上で高まり、驚くべき姿で、天空の紫色の燃えるような旗雲—影がそれを垂直に切断する—に向かって、離れ離れになって行った。しかし、影がここで立ち昇り、その基底が消え、新しいものになる中で、その尖端はますます近くへ押し返された。同時に旗雲は一層引き延ばされ、影円錐は鈍く、ますます短くなり、最後の日光もまた終わりまで富士山山頂に対して天空高くへ上がり、すべての像は幻のように解消し消滅した。

＜須走へ下りる＞

富士の別の側〔須走口〕をも詳しく知るために、我々は次の日〔9月3日〕の朝、八合目から須走へ向かう道を取った。それは、熟練したアルプス登山者が雪原を下るように、

アルペン杖の助けを借りて、足元が深く沈む厚い火山灰層の上を森林限界に向かう足早の下山だった。

我々は、すでに登りの際に知ったのと類似の植物群に出会い、多くの注目すべき植物によって我々の植物標本集を一層豊かつ完全なものにし、そして吉田と似たような性格の地点である須走へ、早めに到着した。この神社〔須走浅間神社すばしりせんげん〕で一泊し、日記を整理し、そして我々が翌日〔9月4日〕東方への道が続けるにあたって、まず収集物を安全に御殿場へおろし、それからふたたび乙女峠おとめ（原文では Otomi-tôge）を越えて箱根山へ登った。

＜富士山に登った外国人＞

我々が以前より日本に関するほとんどすべての知識を授かっているオランダ東インド会社勤務の3人の有名な自然研究者・医師、すなわち、ケンペル、ツユンベリー¹⁰ およびフォン・シーボルトは、繰り返しフジノヤマに言及している。長崎から将軍の首都である江戸への途上、東海道に沿って、その巨大な姿が繰り返し彼らの眼前に現れたが、それをツユンベリーはサイの角に比較した³⁾。しかし、彼が厚い覆いの下、閉め切った駕籠の中で江戸を訪問し、富士山を遠くから眺めることが許されたとしたなら、それはすでに外国人にとってはまれな特典であった。外国人の富士登山はペリー—遠征より前には、まじめに考慮に入れられていなかった。今日ではそれは多くの世界漫遊者⁴⁾の計画の一部にさえなっており、一方、日本で長い間滞在する外国人教師および商人にとっては、一度でも巡礼の列に付いて行くということはほとんど当たり前のことである。

結局、富士山は最近18年の間に数百人の外国人によって登られたが、それによって我々の知識の増大に貢献するような状態にはほとんどなかった。大抵の登山者は、容易に理解されるように、普通の観光客の興味で満足しており、確かに個々の場合には彼自身が質問の中で極論した：「人々はどれ程の時間で須走から頂上まで着き、ふたたび戻ることができるのか？」。壮健な登山者なら7.5時間で上り、2時間程度で再び下ることができると示された。このような質問への解答は自然研究者に対しては副次的な興味でしかなく、一方、多くの点から非常に興味ある領域の一般的な自然科学的探究に対する分を知った貢献は常に歓迎されるとしても、彼にとってはいつものことに過ぎない。

すべての外国人の中で、富士山に最初に登り、最初にその詳細な報告を伝えた功績は、ロンドンの王立地理学会副会長、かつての駐日イギリス公使のラザーフォード・オールコック卿に帰属する〔オールコック・山口，1962〕。彼は1860年9月初め、江戸から東海道に沿って箱根を越え

て吉原まで旅行し、それから富士山の南麓の村山(原論文では Maruyama)に向かって右に向きを変え、9月10日午前、この山に登った。1861年の王立地理学会誌にはこの旅行の詳細な記述が載っており〔Alcock, 1861〕, そこからは、特に高度の記述および植物地理学的覚書が満ち溢れている。オールコックの従者であるロビンソン大尉^{*11}の測定によれば、フジノヤマは高度14,177英フィートあるいは4,321 mであり、この値は、後の確かな測定よりも約600 m大きい、それにもかかわらず、しつこく多くの地理学書に広く引用されている。ロビンソン大尉は箱根湖〔芦ノ湖〕の標高決定一役は6,250フィート(1,905 m)の値を示した一にあたって、さらに多くの大きな間違いを冒し、一方、より新しい計算結果はすべて690 mと800 mの間でのみ変動した〔芦ノ湖の正しい標高は725 m〕。

富士山の標高の確かな測定はE. クニッピング^{*12}に由来する。彼は1873年夏に14日間も富士山頂に滞在し、〔山頂における〕多数の気圧計読み取りの平均値および彼が実施した沼津の海岸での〔気圧計〕同時読み取りから、3,729 mの標高を導いた⁵⁾。つい最近に日本測量部のR. スチュワート^{*13}が富士山の高度として12,365英フィート(3,769 m)を見いださなければ、そして、3,745 mを示した(ノーデ250気圧計では250 m小さい)ゴールドシュミット No.52 気圧計による私自身の測定値〔Rein, 1879a; 山田・矢島, 2019b〕がクニッピングの値とこれとの間の平均値に入らなければ、私はこの値を直ちに採用しただろう。1877年にオーストリアの地質家、R. フォン・ドラッシェ博士は写真家スティルフリート男爵^{*14}と共に富士山に登り、それについて1877年のオーストリア地質調査所年報に詳細に報告した。この登山の際にスティルフリート男爵が噴火口の4枚の撮影を実施したということには特別な興味があるが、その撮影場所をはっきり示す特別な写真はない。

我々はいまや富士山考察の最後の部分に到達し、富士山の地質学的構成ならびにその植生の考察に向かう。この際、数か月間富士山をあらゆる方向に、そしてとくに植生をさまざまな季節にわたって、研究し尽くす幸運によってのみ可能な、余すところなき記述に関しては、なんら問題はない。我々はむしろ、すでに知られていたことを補充し、増強することを可能にするという意識で満足するので、この論文で提供できるものも玉石混交であるかも知れない。

<噴火史>

古い日本の伝説は、神の意志により紀元前286年に富

士山が、京都東方の有名な琵琶湖と同時に、一夜で生成した⁶⁾ことを伝えている。この伝説は富士山の最初の噴火を抛り所にしているのであろうが、いつそれが起こったにしても、富士山を今日の高さまで築き上げられなかったことは自明である。それより後の噴火は、日本の年代記によれば、西暦799年、864年、936年、1082年、1649年および1707年に起きたと言われている。これらの噴火の多くが頻繁な地震と海岸洪水(地震津波)に先行したことが、さらに認められる。とくに1707年の最新の破壊的な噴火については多数の目撃者記録が存在しており、その一部はE. ナウマン博士によって集められ、翻訳されている⁷⁾。1707年11月から1708年1月まで続いたこの噴火の際に、富士山の南側に新しい噴火口〔宝永火口〕が開かれ、宝永山の寄生円錐丘〔側火山: 小山, 2013〕を作った。宝永山の標高はフォン・マーシャル^{*15}によって1877年秋に9,400英フィート(2,865 m)と測定された⁸⁾。

この恐るべき噴火に関しては、なかでも、富士山東麓から2マイル離れていた寺の僧が、次のように言っている^{*16}。

「1707年、全く思いがけないことに、富士山が突然噴火し、それまで見事な樹林に覆われていたところに新しい火口が生じ、そこから火を吐き、石と灰を四周に吹き飛ばし、多くの国々に撒き散らした。この石の雨、灰の雨は10日間も降り続き、畑や寺や家屋を埋め、その厚さは10フィート以上にも達した。富士の周辺の住民は故郷を失い、たくさんの方が飢えて死んだ。また、多数の村々が消滅し、その痕跡すら分からなくなってしまった。私自身、実はこの恐怖に満ちた噴火による災害を目撃した者の一人であって、今思い出しても、苦痛と悲嘆で胸がいっぱいである」(ナウマン・山下, 1996, 57ページより転載)。

その時に、昼間を暗い夜に変え空を満たした火山灰、通り抜けつつシューシューと音を立て粉々に砕けて燃える噴石および大地の振動の重苦しい轟音が引き起こした、あらゆる恐怖と混乱が、鮮やかな色彩で描かれた^{*17}。同時刻の別の報告者によれば、江戸では昼も夜も暗闇が支配し、大地が震え、火山灰がますます絶え間なく降下し、最後は8インチ〔約20 cm〕も厚く屋根や道をおおった。その際に人々は富士からの騒音を確かにはっきりと聞いた。しかし、さらに東方へは、太平洋岸、下総および安房—上総の海岸まで、風が暗黒の火山灰の雨を運んだ。

我々は、この強大で破壊的な噴火ならびにそれ以前の多くの噴火の痕跡が、数多く、かつ広く分布することを見いだす。富士山の原および近辺をおおう火山礫にも植物が生い茂っている。そしてずっと離れて、耕作された谷や広い

関東平野で豊かな種が芽を出すところでは、土壌の生成およびその独特の組成に富士山の火山灰が本質的に関与した。しかし、そのほかでは、富士山の火山活動も、長い間誰も語らなかったように、その最後の後作用の中で長い間休止していた。そのとき、足裏を温めるのは火口縁やその他の富士の地点にもないし、割れ目からその道を拓いたガスや水蒸気もなく、地熱を指示する温泉もない。

<富士山の地形>

18世紀には、ほとんどすべての日本の火山噴火に際して、未固結の噴出物が溶岩流をはるかに凌駕した。しかし、それよりも古いドレライト質あるいは粗面岩質の岩石は、例外的には、他の場所のように、かの廃墟あるいは城壁のような形を示し、我々は、アイスランドやカナリア諸島におけるように、それらが岩海〔岩塊のみからなる堆積物〕に対して奇怪な岩体として荒々しく相接し、また重なり合っているのを見いだす。さらに、風化、浸食および植生が、豊かな降水量および温暖な夏によって促進されて、それらに強力に作用し、そしてその性質を多様に变化させたが、それは富士山においても同様であった。

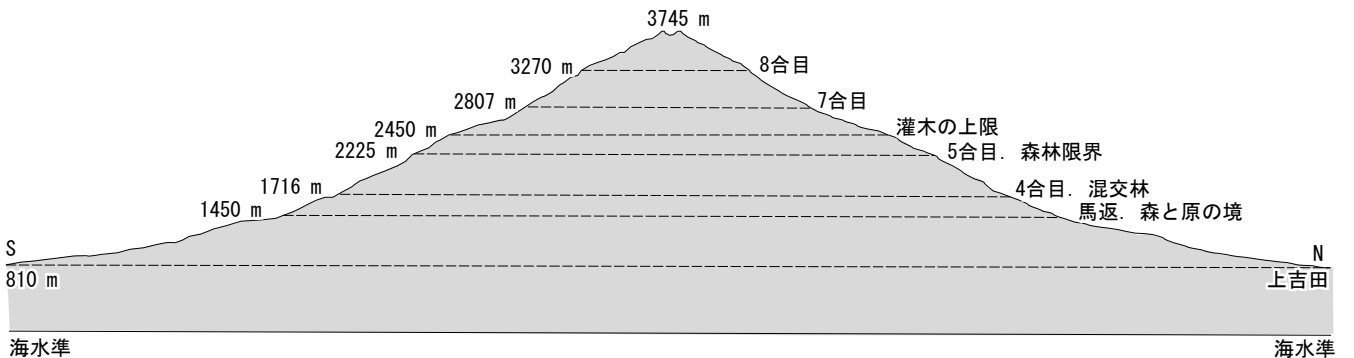
通常の誤った観念に従ってすべての火山を円錐丘と考える人は、富士山より優れた手本を見いだすことはできない。なぜなら、付属する寄生火山が実際に純粋な円錐形を著しく損なっているにせよ、その影響は富士山をずっと離れた地点から目視するときには非常に小さなものになるから。

添付した断面図(第3図)は吉田口登山路に沿って測角法に従って調製されたものであり、富士山の写真とは本質的に調和しているが、他の火山のスケッチの際にも一般的に見られるような、〔傾斜が〕つねに急すぎる通常の絵画的表現とは調和的でない。原は12~13°の傾斜角をもち、区間によってはその半分の角度しかもたない。しかし、傾

斜角は森へ入ると共に著しく増大し、標高1,500~2,400mの地帯では平均23~24°の値を示す。それからは、森林限界より上の6合目と7合目の間で25~30°の傾斜角のさらなる増大が続き、それは最も急傾斜のところでは35°に達する。

このような傾斜角の3つの主要段階は完全に自然に即している。それが富士山の生成の際に山麓にすでに放出され続けた大量の火山灰・火山礫の堆積により一部はすでに生じていたのでなければ、それは3つの大きな植物帯〔ハイマツ・灌木帯は目立たないので除く〕そのものへのさまざまな浸食作用の結果、徐々に作られたものに違いない。植生がまだところどころに疎らに地面をおおっている上部帯では、風や豪雨が森帯よりもはるかに激しくそれを浸食し、運び去るに違いない。しかし、山頂部からの流水がこの帯に押し寄せるときの衝撃は、できたばかりの浸食谷をさらに削るに十分なほど大きく、結局多くの谷は枝分かれして原の中で分布を大きく広げる。しかし、これによって水は運搬力の大部分を失い、その結果、その中に懸濁していた物質の多くが堆積する。実際にそれは、単に森林限界のみならず、富士山の下部全体に、そしてとくに山麓にも起きており、山麓はこれによって徐々に広く押し出されている。

火山の形はさまざまな状態に依存しており、その中でも噴出物の性質―堆積時の性質は失われている―および噴火時の支配的な風向きが、なかでも噴火口の環境ならびに新しい爆発に際して相次いで生ずる火口の反対側の状況が、最も大きな意味をもつ。円錐の形は、噴火が他の山地を破壊せず、周りに自由な構築が可能であるような、さらに新しい爆発に際してより若い噴火口が多少とも同心円的な状態をもち、古い爆発の構造が新しい噴火口によって継承されるような、成層火山においてのみ通常見いだされる。こ



第3図 富士山の南北地形断面図 (Rein, 1879)
水平：垂直比は1：1。図の横幅は約25 km。

のような状況は富士山の場合に大いにあったと思われ、その結果、後の爆発の噴出物によって古い爆発の火口がおおわれ、隠されている。

<噴出物の組成>

大抵の日本の火山の新しい噴火時期に見られるように、富士山の場合でも未固結の噴出物が溶岩流よりはるかに多い。ここではドレライト質物質が優勢であり、見かけ上古い堆積物についても、粗面岩や松脂岩のような珪酸に富む岩石の痕跡はどこにも認められない。

古い火口壁に露出する灰色、ち密、細粒の溶岩が、私の友人、ハレ大学のフォン・フリッツ教授^{*18} およびその助手のリュエデッケ博士^{*19} によって、顕微鏡的、化学的に詳しく研究された。4個の分析値の平均は、52.6%の珪酸、16.8%のアルミナ、13.06%の酸化鉄、2%のマグネシア、14.6%の石灰、0.9%のカリおよび0.1%のソーダの化学組成を示し、その結果、ドレライト質溶岩という名称が全く正当と認められている^{*20}。

<富士山の動物>

富士の動物界については、特別な注意が向けられることはなかった。鳥に関して、私はキジ (*Phasianus versicolor*, Schl.) (原文では *Phaseanus*) のごく普通の鳴き声と日本のサヨナキドリすなわちウグイス (*Ficedula coronata*, Schl.) のさえずりの2種類をしばしば耳にしたが、それらは森や灌木にのみ広く生息している。8合目と9合目の間、標高約3,400 mでは、スマヒバリと呼ばれるヒバリの一種が認められた。ここでもまた、他の火山の山頂近くにおけるように、夏にはツバメ (*Hirundo alpestris japonica*, Schl.) が珍しくはないが、これはすでに去ってしまった。私は噴火口の溶岩部分の下でハエは見つけたが、カブトムシやクモは見なかった。

<第1の植物帯：原帯>

特別な興味は植物群に向けられた。これらはなによりも日出ずる国〔日本〕およびその山々に、きわめて特有の愛すべき性質を与えるものである。さらに、この領域においてなお多くの重要な疑問を解くためには、私があらゆる機会を喜んで捉え、そのことに協力することが重要であった。

〔富士山〕南側の駿河の国では、耕作地が海岸から谷や前山と共に標高600 mまで、実際に700 mまで徐々に高まっている。我々が田畑の一年生植物から目を転ずると、なによりもチャノキ (*Thea chinensis*, Sims.) の栽培があり、それから、韌皮〔茎の周辺部からとれる繊維〕を使って光沢

のある目の細かい駿河紙(駿河半紙)を生産するミツマタ (*Edgeworthia papyrifera*, S. & Z.) が、そしてオリーブの木すなわちアブラギリ (*Elaeococca cordata*, Bl.) が注目される。

しかし我々はこの地帯にこれ以上止まることなく、むしろすでに早くから述べた、そして高度状況に応じて詳しく決定された富士山の3つの大きな植物帯、すなわち原帯、森帯そしてアルプス帯にもむしろ同じように目を向ける。人々はこれらの植物帯にほとんど関与して来なかったが、我々は正しくそこに日本の自然の支配を、その真の本質において知ることができる。

原は、もっぱらわが国〔ドイツ〕の森林植物および高山植物を想起させる、標高300 m ~ 2,500 mのさまざまな状況における非常にありふれた日本の植物帯の1つであるが、巨大な火山の麓ではとくに広い面積をおおい、さまざまな幅の帯を作っている。それは富士の場合には、すでに指摘したように、標高700 m ~ 1,500 mの間に存在する。多くの水溝は、しばしば切り立った火口瀬にまで深く掘り下げ、そしてその斜面でハンノキ、ウツギ、スイカズラ、アザレアおよびその他の植物と共に成長し、木のないうこの広い斜面を掘り下げ、そこからは多くの地点で黒く多孔質で穴だらけの、角張った溶岩塊が露出するが、それ以外では大抵溶岩塊を火山灰およびその上の緑色の植物の絨毯^{じゅうたん}がおおい、それを隠した。原はこの間にわが国の草地のような厚い草の褥^{しとね}をもたない。草、草本^{そうほん}および半灌木の色とりどりの混交ならびに若干のシダ植物—どこでも非常に厚い芝や織物に見える植物に溶け合うことがない—は原を特徴付ける。原は、日光山地の男体山の北側で特徴的な表現で呼ばれたように〔Rein, 1875b; 山田・矢島, 2020a〕、お花畑(広い花の畑)であり、その中に我々は、わが国の高山植物として古くからよく知られている多くの種類によく似ている形態を、人気のある観賞植物および多くの外来植物との珍しい共生の中に見いだす。

富士山の原の、最も卓越したヨーロッパ植物群集型には、下記の種類が属している。さまざまなスミレ (*Viola Patrini*, DC. [シロスミレ]; *V. Riviniana*, Rechb.; *V. Reichenbachiana*, Jord.; *V. japonica*, Langsd. [コスミレ]); ヒメハギ (*Polygala japonica*, Houtt.); ワレモコウ (*Poterium tenuifolium*, Fisch.); ミシマサイコ (*Bupleurum falcatum*, L.); ミツバグサ (*Pimpinella magma*, L.; *P. sinica*, Hance); ヤエムグラ (*Galium verum*, L.; *G. boreale*, L.; *G. pogonanthum*, F. & S.; *G. trachyspermum*, L.); 淡青色のマツムシソウ (*Scabiosa japonica*, Miq.); さまざまなキクのなかま (*Arnica angustifolia*, Vahl [アルニカ]; *Senecio*

campestris, DC. ; *S. Kaempferi*, DC. ; *S. clivorum*, Max. ; *S. flammeus*, DC. [キオン] ; *Saussurea gracilis*, Max. ; *S. triptera*, Max. ; *S. japonica*, DC. ; *Serratula coronata*, L. [トウヒレン] およびその他多数) ; ツリガネソウ (*Campanula punctata*, Lam. [ホタルブクロ] ; *Adenophora verticillate*, Fisch.) ; 普通のコゴメグサ (*Euphrasia officinalis*, L.) ; ウツボグサ (*Prunella vulgaris*, L. ; *Pr. Grandiflora*, Jacq.) ; キランソウ (*Ajuga genevensis*, L.) ; スイバ (*Rumex Acetosa*, L.) ; コタニワタリ (*Polygonum Bistorta*, L.) ; アマ (*Linum stelleroides*, Pl.) ; カナビキソウ (*Thesium decurrens*, Bl.) ; さらに, 単子葉植物のさまざまなラン (ミズトンボ, ギンラン, ツレサギソウ, ヒメフタバラン, ネジバナ) ; スズメノヤリ (*Luzula campestris*, DC.) ; スゲ (Carices) ; さまざまな草 (ヌカボ, ノガリヤス, コメススキ, カニツリグサ, ナガハグサ, *Koelleria crista*, Perls. ; オガルガヤ) ; シダ植物のハナヤスリ (*Ophioglossum vulgatum*, L.) ; ゼンマイ (*Osmunda regalis*, L.) ; シダ (*Pteris aquilina*, L.).

これに対して我々は, 原にはわが国の高山植物のほとんどすべてのキンポウゲおよびナデシコ, さらに多くのマメ科 (*Trifolium*, *Medicago*, *Melilotus*, *Genista*, *Ononis*, *Anthyllis*, *Lathyrus pratensis*) がいないのに気づく. 特に, だれもが知っている一連のキク科 (*Hieracium*, *Hypochoeris*, *Scorzonera*, *Crepis*, *Cineraria*, *Bellis*, *Chrysanthemum*), ジャコウソウおよびヒースならびに若干の普通の牧草 (*Anthoxanthum*, *Phleum*, *Alopecurus*, *Briza*, *Dactylis*, *Avena*, *Sesleria*, *Lolium*, *Nardus*) がいないことにも驚く.

原の外来の特徴植物のうちでは, 下記のものがとくに卓越している. 灌木状のマメ科植物の多種類の *Lespedeza* [ハギ属] および *Indigofera* [コマツナギ属]. さらに, ここはショウブとユリ, アヤメ属の種, *Pardanthus* [ヒオウギ属], *Aletris* [ソクシンラン属], *Lilium* [ユリ], *Hemerocallis* [ワスレナグサ属], *Funkia* [ギボウシ属] の故郷であり, それらは大きな白・青・黄色の花でこの地帯を特別に美しく飾っている. 同じことが日本の最も美しく最も人気のある草の1つ, *Eulalia japonica*, Trim. [ススキ] に当てはまる. 我々はフジノヤマの原で, 有名な *Pyrus japonica* [クサボケ] にもきわめてよく出会うが, それは非常に低い灌木としても乾いた縁に, また疎らな灌木林中に産する. 同じことはアザレア, ウツギおよびスイカズラにも当てはまる. 隣接する森からも, しばしば, ハンノキとヤナギ, *Quercus dentata* [カシワ] およびその他の木本植物が, 灌木状に, またところどころに出現する

ので, 本来の森への移行はこれによって仲立ちされる.

<第2の植物帯：森帯>

この森は富士山の腰および肩の部分を環状に標高 2,300 m まで, もしもその最後のいびつな前山 [宝永山] をも加えたとしたら標高 2,500 m まで, 取り巻いている. 我々はここです, 有名な港 [長崎] の周囲にいまなお流布されている限られた観察ならびに [瀬戸] 内海について推定された主張, すなわち, 日本には針葉樹林が優勢であるという主張²¹ に立ち向かわねばならない. 自然のままの性質をいまなお保持する山林では, おそらく広葉樹が明らかに前面に現れ, 一方, 松柏類はある地域にのみ密集した状態を示す. 我々は吉田口でこのような状況を原から森へ移行した直ぐ後に見いだしている. そこでは, *Abies polita*, S. u. Z. [ハリモミ] ; *Ab. bicolor*, Maxim. [イラモミ] ; *Ab. firma*, S. u. Z. [モミ] ならびに *Larix leptolepis*, Gord. [カラマツ] が色とりどりの混交林中に産し, そして灰色のサルオガセ (*Usnea* sp.) が小枝によって糸状に長く垂れ下がる. しかし, まもなく, 初めは単にバラバラに産した広葉樹が優勢になり (須走口およびその他多くの場合にはすでに数 100 m 低い), そして我々はさらに広い分布を示す色とりどりの混交林に到着するが, そこでは狭い空間にあい並んで産出する大抵は夏だけ緑の樹木, 灌木および草木の集合体がしばしばまさに混じり合っている. それらの木はすべて列挙されて, 数百の名前がついている. それ故に, 我々が富士で出会うような日本の山林の最も卓越する要素の樹木のみを以下に述べる.

落葉カシ, ブナおよびカエデは, それらの頻繁な産出に従えば, いろいろな高山林の区分のうち上部の方にふさわしい. それらには, クマシデ, シラカバ, ボダイジュとトネリコ, クルミの木, トチ, モクレンおよび樹木状のアリアが仲間に加わり, これらは樹幹の高さおよび硬度をたがいに競い合う. ここで何よりも考察される, すでに命名されている属に入る樹木の種類は, 以下の通りである:

- Quercus crispula*, Bl. [ミズナラ]
- Qu. Glandulifera*, B.
- Qu. serrata*, Thbg. [コナラ]
- Fagus Sieboldi*, Endl. [ブナ]
- Zelkova Keaki*, Sb. [ケヤキ]
- Carpinus laxiflora*, Bl. [アカシデ]
- C. cordata*, Bl. [サワシバ]
- Juglans Sieboldiana*, Max. [オニグルミ]
- Pterocarya rhoifolia*, S. & Z. [サワグルミ]
- Acer japonicum*, Thbg. [ハウチワカエデ]

Ac. pictum, Thbg. [イタヤカエデ]
Ac. carpinifolium, S. & Z. [チドリノキ]
Ac. cissifolium, Koch [ミツデカエデ]
Betula alba, L. [ヨーロッパダケカンバ]
Tilia cordata, Mill. [フユボダイジュ]
Fraxinus longicuspis, S. & Z. [ヤマトアオダモ]
Magnolia hypoleuca, S. & Z. [ホオノキ]
M. Kobus, DC. [コブシ]
Ceridiphyllum japonicum, S. & Z. [カツラ]
Acanthopanax ricinifolia, S. & Z. [ハリギリ]
Aesculus turbinata, Bl. [トチノキ]

日本の広葉樹林の中で、名前を挙げた、あるいはその他の樹木の高木および樹幹と一緒に這い上がろうとする注目すべき攀縁植物および纏繞植物 [いずれもつる植物] に関して、我々は何よりもさまざまな種類のマタタビを、下記のように命名する：

Evonymus radicans, Sb. [ツルマサキ]
Vitis Labrusca, L. [ブドウのラブルスカ種]
Rhus Toxicodendron, L. var. *radicans* [ウルシ]
Wisteria chinensis, S. & Z. [フジ]
Schizophragma hydrangeoides, S. & Z. [イワガラミ]
Kadsura japonica, L. [サネカズラ]

一方、アケビ、クレマチスおよびその他のつる植物は森の縁や丘陵地帯の灌木林に多く限られる。日陰の土壌をおおう美しいシダ類は、古い樹幹を土台とするシダ類と同様に、種類に富んでいる。

私が富士山で観察した灌木あるいは低木の下記のリストは、木本植物の多様性および日本の高山林の組成の多様性を説明することができる：

Schizandra nigra, Max. [ゴミシ]
Trochodendron aralioides, S. & Z. [ヤマグルマ]
Stachyurus praecox, S. & Z. [キブシ]
Zanthoxylum piperitum, DC. [サンショウ]
Euonymus Sieboldiana, Bl. [マユミ]
Rhamnus japonica, Max. [クロウメモドキ]
Acer rufinervee, S. & Z. [ウリハダカエデ]
Staphyllea Bumalda, S. & Z. [ミツバウツギ]
Meliosma rigida, S. & Z. [ヤマビワ]
Rhus semialata, Murr. [ヌルデ]
R. sylvestris, S. & Z. [ヤマハゼ]
Albizzia Julibrissin, L. [ネムノキ]
Crataegus alnifolia, S. & Z. [アズキナシ]
Hydrangea paniculate, Sb. [ノリウツギ]
Ribes alpinum, L. [スグリ]

Hamamelis japonica, S. & Z. [マンサク]
Osbeckia chinensis, L. [ヒメノボタン]
Lagerstroemia indica, L. [サルスベリ]
Marlea platanifolia, S. & Z. [ウリノキ]
Acanthopanax spinosum, Miq. [ウコギ]
Fatsia horrida, Smith [ヤツデ]
 さまざまな種類の *Viburnum* [ガマズミ], *Diervillia* [スイカズラ], *Lonicera* [スイカズラ], *Rhododendron* [シャクナゲ] および *Andromeda* [ヒメシャクナゲ], *Symplocos prunifolia*, S. & Z. [クロバイ]
Styrax japonicum, S. & Z. [エゴノキ]
Lindera sericea, Bl. [クロモジ]
Corylus heterophylla, Fisch. [セイヨウハシバミ] および *C. rostrata*, Ait. [ハシバミ]
Myrica rubra [ヤマモモ]
Alnus viridis, DC. [ハンノキ]
Al. firma, S. & Z. [ヤシャブシ]
Al. incana, Wild [ヤマハンノキ]
Salices, *Jnniperus rigida*, S. & Z. [ネズ]
Cephalotaxus drupeaceus, S. & Z. [イヌガヤ]
Torreya nucifera, S. & Z. [カヤ]

我々は多種類の *Rubus* [キイチゴ属], *Hydrangea* [アジサイ属] およびさまざまな草本を無視してきたので、この地域の中のとくに注目すべき若干の植物の産出に関して、なおわずかな覚書のみを付記する。

標高 1,500 m の吉田口の開けた地点には *Parnassia palustris*, L. [ウメバチソウ] および *Euphorbia officinalis*, L. [トウダイグサ] が、そして古い焼け跡には *Epilobium angustifolium*, L. [ヤナギラン] が、標高 1,650 m には *Majanthemum bifolium*, Wigg. [マイヅルソウ], *Oxalis Acetosella*, L. [コミヤマカタバミ] および *Trientalis europaea*, L. [ツマトリソウ] が、そのすぐ上には青色のトリカブト, *Aconitum Fischeri*, Rechb. が出現する。森が低く、疎らになる標高 1,900 m ~ 2,000 m の間には, *Rhododendron Metternichii*, S. & Z. [ホンシャクナゲ]; *Rh. Brachycarpum*, Don. [ハクサンシャクナゲ]; *Pyrus sambucifolia*, Cham. [ナシ] ならびに草本植物の *Schizocodon soldanelloides*, S. & Z. [イワカガミ] および *Solidago Virga aurea*, L. [アキノキリンソウ] が現れる。

私は 9 月 2 日に、須走口の標高約 2,050 m のカンバとハンノキ灌木林の間で、熟した実をもつ *Fragaria vesca*, L. [エゾヘビイチゴ] を、そしてその近くで *Vaccinium Vitis Idea*, L. [コケモモ] ならびにアンズダケ (*Cantharellus cibarius*, Fries) を見いだしたが、後に私は須走で後者が籠

一杯に売られているのを見た。ここまで、丘陵地帯に広く分布している美しい *Campanula punctate*, Lam. [ホタルブクロ] も、富士山の上部へ移り、その大きな釣鐘状の花はここでは、その他のように淡青色ではなく、紫色に色取られている。

< 第3 および第4 の植物帯 >

ほかのさまざまな山、たとえば男体山 [Rein, 1875b: 山田・矢島, 2020a] や御嶽 [Rein, 1876; 山田・矢島, 2019a] では、標高約 1,800 m ~ 2,000 m の広葉樹林の上限になお、*Abies Tsuga*, S. & Z. [ツガ] および *Ab. Veitchii*, Henk. & Hochst. [シラビソ] からなる密集した、より暗い針葉樹林が続く。その始まりにはまた *Larix leptolepis* [カラマツ] が、しかしそれからはカンバ、ハンノキおよびナシ (*Pyrus sambucifolia*) が仲間になる。それから初めて疎らな背の低い灌木林が続く。

しかし、富士山ではこれらの針葉樹はもっとばらばらに現れ、標高 2,200 m ~ 2,500 m 間のハイマツ帯 [第3 の植物帯] への移行ははっきりしない。ハイマツとしては、日本の山岳ではシモフリマツに近縁の *Pinus parviflora*, S. & Z. [ゴヨウマツ] が出現する。それと仲間になって、けれどもずっと高いところで、我々は *Betula alba*, L. [ヨーロッパシラカンバ]; *Alnus viridis*, DC. [ハンノキ] および *Pyrus sambucifolia*, Cham. [ナシ] に気が付く。何故なら、ここにはすでに北極圏—アルプス植物帯 [第4 の植物帯] が始まっているからで、それに関して富士山の場合は御嶽や白山よりもずっと少ない植物が記載されているに過ぎない。

標高 2,200 m ~ 3,400 m では、以下の種類が観察された:

Coptis trifolia, Salisb. [ミツバオウレン]

C. quinquefolia, Miq. [ゴカヨウオウレン]

Arabis serrata, Fr. & Sav. [フジハタザオ]

Stellaria florida, Fisch. [ハコベ]

Astragalus adsurgens, Pall. [ムラサキモメンヅル]

Hedysarum esculentum, Ledeb. [イワオウギ]

Pyrus sambucifolia, Cham. [ナシ]

Cornus canadensis, L. [ゴゼンタチバナ]

Solidago Virga aurea, L. [アキノキリンソウ]

Vaccinium Vitis Idaea, L. [コケモモ]

V. uliginosum, L. [クロマメノキ]

Cassiope Lycopodioides, Don. [イワヒゲ]

Rhododendron brachycarpum, Don. [ハクサンシャクナゲ]

Schizocodon soldanelloides, S. & Z. [イワカガミ]

Trientalis europaea, L. [ツマトリソウ]

Polygonum Weyrichii, Fr. Schmidt [ウラジロタデ]

Alnus viridis, DC. [ハンノキ]

Salix Reini, Fr. & Sav. [ミヤマヤナギ]

Pinus parviflora, Sb. [ゴヨウマツ]

Majanthemum bifolium [マイヅルソウ]

Carex tristis [スゲ]

これらの中で、*Carex tristis* [スゲ], *Stellaria florida* [ハコベ] および *Polygonum Weyrichii* [ウラジロタデ] は八合目よりさらに上部に見られる。*Polygonum Weyrichii* [ウラジロタデ], *Alnus viridis* [ハンノキ], *Schizocodon soldanelloides* [イワカガミ] および *Trientalis* [ツマトリソウ] のような、これらの植物のいくつかは、非常に曲がりやすい性質を示し、標高 1,200 m から確かに 1,500 m までの高度帯を通じて出現し、その際に最初の 2 つが常により小さな形を取り、一方、残りの 2 つは本質的にその形の関係を保っている。

最後に、私がすでにカッセルの自然研究者集会の期間に講演したことを、ここでもう一度繰り返したい。「カナダ、北極圏およびいくつかのアルプス山脈の支脈の森林のような、古い大陸の北方森林地帯の植物が独特の様式で混交したように思われる日本の高山植物は、東シベリアおよびカムチャッカに由来し、冷たく烈しい季節風および冬季の海流と共に次第に南方へ、そして谷風によって山の上へ到達した。」

原注

- 1) 「わたしは山にむかって目をあげる。わが助けは、どこから来るであろうか。」詩篇121, 詩句1 [現代訳聖書刊行会, 2004, p.805].
- 2) Fuji-no-yama という書き方は、非常にぎこちないけれど、単に通常の Fuji-yama の正しい表記として好まれる。短い言葉を好む人は Fuji-san あるいは単に Fuji を好むだろう。
- 3) Thunberg: "Resan til Hofvet" in Resa, 3, p.178. (訳者注: この文献は、『ヨーロッパ、アフリカ、アジア紀行』(Thunberg, 1791) の日本の該当部分だけを指している。本書のうち『日本紀行』の部分はツェンベリー・高橋 (1994) によって邦訳されている。)
- 4) 世界漫遊者は、イギリス人によって名付けられた旅行者の注目すべきカテゴリーであり、それは、たとえ80日ではないにせよ、詳しい研究に対する時間と喜びなしには、世界を回る漫遊はなされないことを指す。(訳者注: この文章はジュール・ヴェルヌの『80日間世界一周』(ヴェルヌ・鈴木, 2001) の事を指していると思われる。)
- 5) Knipping (1873) [書誌事項は文献リスト参照]
- 6) Milton は、あたかも彼がこの伝説を知り、使用したかのように、「失樂園」7巻300ページに書いている: 「膨れた丘が非常に高く盛り上がったので、穴の底が低く沈み、大量の水がそれを広く深く覆った」[ミルトン・平井, 1981].
- 7) Naumann (1878) [書誌事項は文献リスト参照]
- 8) Marshall (1878) [書誌事項は文献リスト参照]

訳注

- *1 Engelbert Kämpfer (1651-1716). ドイツ人博物学者・医者. 1690

- ～1692年にオランダ東インド会社の長崎商館付医師として滞日。ヨーロッパにおいて日本を初めて体系的に記述した『日本誌』の原著者として著名。江戸参府旅行の途中、駿河の吉原付近から富士山を眺め、それが周囲の山々から際立って高くそびえ、堂々とした美しい円錐形を示すと記述している(ケンペル・斎藤, 1977)。「秀麗にして比類なき山」は山本・村野(2012)による訳語。
- *2 Zuckerhutの訳語。円錐形または棒状に固めた白砂糖。また、リオデジャネイロのグラナバラ湾口にそそり立つ標高396 mの片麻状花崗岩(560 Ma)の岩塔を指すこともある(Da Silva et al., 2003)。16～17世紀にポルトガル人がこの港からヨーロッパに棒状の砂糖を送っていたので、それに因んでこの名前が付けられた。
- *3 『富士見十三州輿地全図』のこと。江戸市井の地理学者、秋山永年により1842年(天保13年)に作製され、広く頒布された。この図は、富士山を見ることのできる武蔵・相模・下総・上総・安房・常陸・上野・下野・遠江・駿河・伊豆・甲斐・信濃、13か国の雄大かつ美麗な大絵図である(長岡, 2003a, b)。
- *4 ラインは御坂山地および天守山地(天子山脈ともいう)を「古い山脈」と考えていた。この地域の地質図を最初に作成した鈴木(1887, 1888)も、これらの山地を構成する「御坂層」を中生層、多分白亜系であろうと述べている。現在では、御坂層あるいは御坂層群は中新世中期の西八代層群の一部とされている(尾崎ほか, 2001)。
- *5 訳注*4を参照。
- *6 ラインの従者は通訳の三田 信と人夫のヒコの2名であった(山田・矢島, 2020b)。
- *7 Richard von Drasche (1850-1923)。オーストリアの実業家で、アジア研究者、画家。日本の火山研究でも知られている(Drasche, 1877)。
- *8 Bruno Hassenstein (1839-1902)。ドイツ人製図家。世界の多くの地図を作製してPetermann's *Mittheilungen*誌上に掲載した。1885年にはAtlas von Japan (100万分の1)を出版している(<http://images.zeno.org/Meyers-1905/K/big/meyers-1905-008-0866.png> 閲覧日: 11月18日)。
- *9 イタリア・シチリア島の北のリパリ諸島の1つ、ブルカーノ島を構成する複合成層火山。19世紀まで爆発的噴火(ブルカーノ式噴火)を繰り返していたが、現在では活動は静止している(荒牧, 1996; 小山, 1997)。
- *10 Carl Peter Thunberg (1743-1828)。スウェーデンの植物学者。オランダ東インド会社の長崎商館付医師として、1775年8月から翌年12月まで日本に滞在した。この間に江戸への参府旅行を果たし、各地での植物採集および日本人医師たちとの交流を通じて、日本の植物学の発展に寄与した(ツェンペリー・高橋, 1994)。
- *11 Lieutenant Robinson (生没年不明)。オールコックは富士山への旅行に際して、「科学的観察のために若干の器具を準備していたインド海軍のロビンソン大尉と有名なロンドンの園芸家の息子であるヴィーチ氏という実用的植物学者をいっしょにつれていった。」と書いている(オールコック・山口, 1962, 中巻, 149ページ)。
- *12 Erwin Knipping (1844-1922)。プロイセンの航海士として1871年に来日し、以後、大学南校のドイツ語教師、内務省の気象観測業務などを務めた。また日本各地を旅行して、さまざまな縮尺の地図を作製した(クニッピングほか, 1991)。
- *13 Robert Stewart (生没年不明)。英国出身。1872年～1874年に工部大学講師、測量助役、そのうち内務省測量士(矢島・山田, 2013の訳注11)による)。
- *14 Raimund von Stillfried (1839-1911)。オーストリアの男爵、写真家。1869年～1884年の期間日本に滞在して、日本各地の風俗・風景写真を撮って配布し、また横浜居留地に写真館を開いた(松本, 1993)。
- *15 David Henry Marshall (1848-1932)。スコットランド生まれ。エジンバラ大学を卒業後、1873年来日して、工部省工部寮(後の工部大学校)に雇われ、1878年から数学を教えた(公田, 2005)。富士山のほか、浅間山にも登っている(山田・矢島, 2018b)。
- *16 静岡県小山町旧生土村乗光寺の僧、富東一禿の書いた「降砂記」を指す(永原, 2002)。
- *17 「砂降り絵図」(御殿場市滝口文夫氏蔵、『小山町史』近世通史より)を指す(永原, 2002)。
- *18 Karl von Fritsch (1838-1906)。ドイツ人地質学者・古生物学者。チューリッヒおよびハレの大学教授、大西洋マデイラ島およびカナリア群島テネリフェ火山の地質を研究(<https://www.deutschebiographie.de/gnd116825324.html#ndbcontent>, 閲覧日: 2020年11月18日)。
- *19 Otto Luedecke (1851-1910)。ドイツ人地質学・鉱物学者。ハレ大学でフリッチュ教授の下で学位を取得。ハレ大学の助手・助教授。ハルツ山地の鉱物を研究(<https://www.catalogus-professorum-halensis.de/luedeckeotto.html>, 閲覧日: 2020年11月18日)。
- *20 この分析値に対して、当時地質調査所所長の和田維四郎は、鉄が異常に多く、アルミナが異常に少ないなどの点で疑問を呈し、自らの顕微鏡観察およびコルシェルト・肥田密三の化学分析に基づいて、富士山の溶岩はドレライトでなく灰長石玄武岩であると主張した(Wada, 1882)。
- *21 この主張は、17世紀以降、長崎のオランダ商館に滞在していた外国人医師たちが長崎周辺および江戸への参府旅行の際に通過した瀬戸内海の植生の観察から、日本では針葉樹林が優勢だと主張したことを指すものであろう。

謝辞: 訳者が邦訳に用いた原論文は、ドイツ日本研究所が所蔵するペーターマン地理学報告のコピーである。同報告の複写にあたって同所図書室の堀越葉子氏にお世話になった。また、日本アジア協会紀要の検索にあたっては国立科学博物館理工学研究部の有賀暢迪氏にお世話になった。両氏に厚くお礼申し上げる。

文 献

- Alcock, R. (1861) Narrative of a journey in the interior of Japan. Ascent of Fusiyama, and visit to the hot sulphur-baths of Atami in 1860. *The Journal of the Royal Geographical Society*, 31, 321-356.
- オールコック(著)・山口光朔(訳)(1962)大君の都。幕末日本滞在記(上・中・下)。岩波文庫, 420p, 433p, 422p。
- 荒牧重雄(1996)ブルカーノ火山。地学団体研究会編『新版地学事典』, 平凡社, 東京, 1155。
- Da Silva, L. C., Mcnaughton, N. J., Hartmann, L. A. and Fletcher, I. R. (2003) Zircon U-Pb Shrimp Dating of the Serra Dos Órgãos and Rio De Janeiro Gneissic Granitic Suites: Implications for the (560 Ma) Brasiliano/Pan-African Collage. *Revista Brasileira de*

- Geociências*, 33, 237-244.
- Drasche, von R. (1877) Bemerkung über die japanischen Vulkane Asamayama, Yaki-Yama und Fujiyama. *Tschermak's Mineralogischen und Petrographische Mitteilungen*, no.1, 49-60.
- 現代訳聖書刊行会 (2004) 聖書 現代訳, 旧約聖書, 羊群社, 東京, 1435p.
- ケンペル (著)・斎藤 信 (訳) (1977) 江戸参府旅行日記. 東洋文庫, 平凡社, 東京, 371p.
- Knipping, E. (1873) Gleichzeitige Barometer-Beobachtungen am Gipfel und am Fusse des Fuji-yama. *Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens*, 1, 3, 7-9.
- クニッピング (著)・小関恒雄・北村智明 (訳編) (1991) クニッピングの明治日本回想記. 玄同社, 東京, 325p.
- Koch, M. und Conrad, S. (2006) Johannes Jusutus Rein. Briefe eines deutschen Geographen aus Japan. *Monographien aus dem Deutschen Institut für Japanstudien*, 40, 423p.
- 公田 蔵 (2005) 明治初期の工部大学校における数学教育. 数理解析研究所講究録, 1444, 43-58.
- 小山真人 (1997) ヨーロッパ火山紀行. ちくま選書, 205p.
- 小山真人 (2013) 富士山 大自然への道案内. 岩波新書, 222p.
- Marshal, D. H. (1878) Notes on some of the volcanic mountains in Japan. *Transactions of the Asiatic Society of Japan*, 6, 2, 321-345.
- 増沢武弘 (1991) 富士山の極限環境に生きる植物. 建設省中部地方建設局富士砂防工事事務所, 静岡, 85p.
- 松本逸也 (1993) 幕末漂流. 人間と歴史社, 東京, 336p.
- ミルトン (著)・平井正穂 (訳) (1981) 失楽園 (上・下). 岩波文庫, 443p, 431p.
- 永原慶二 (2002) 富士山宝永大爆発. 集英社新書, 0126, 267p.
- 長岡正利 (2003a) 『富士見十三州輿地全図』(天保13 (1842)年, 秋山永年). 地質ニュース, no. 590, 口絵.
- 長岡正利 (2003b) 富士山—その心象風景と古地図に見る表現—. 地質ニュース, no. 590, 61-66.
- Naumann, E. (1878) Über Erdbeben und Vulkanausbrüche in Japan. *Mittheilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens*, 2, 15, 163-216.
- ナウマン (著)・山下 昇 (訳) (1996) 日本における地震と火山噴火について. 山下 昇訳『日本地質の探求. ナウマン論文集』, 東海大学出版会, 東京, 23-89.
- 尾崎正紀・牧本 博・杉山雄一・三村弘二・酒井 彰・久保和也・加藤碩一・駒沢正夫・広島俊男・須藤定久 (2001) 20万分の1地質図幅「甲府」. 産総研地質調査総合センター.
- 尾崎正紀・杉山雄一 (2018) 身延地域の地質. 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, 169p.
- Rein, J. J. (1875a) Dr. Rein's Reise in Nippon, 1874. *Petermann's Mittheilungen*, 21, 214-222.
- Rein, J. J. (1875b) Naturwissenschaftliche Reisestudien in Japan (Fortsetzung). *Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur und Völkerkunde Ostasiens*. 1, 7, 21-29.
- Rein, J. J. (1876) Reise von Tokio nach Kioto in Japan. *Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*. 3, 51-52, 60-66.
- Rein, J. J. (1879a) Höhenbestimmungen in Japan während der Jahre 1874 und 1875. *Petermann's Mittheilungen*, 25, 292-297.
- Rein, J. J. (1879b) Der Fuji-no-yama und seine Besteigung. *Petermann's Mittheilungen*, 25, 365-376.
- Rein, J. J. (1905) *Japan nach Reisen und Studien im Auftrage der Königlich Preussischen Regierung. Erster Band, Natur und Volk des Mikadoreiches, Zweite, neu bearbeitete Auflage*. Engelmann, Leipzig, 750p.
- 鈴木 敏 (1887) 20万分の1地質図幅「富士」および同説明書. 農商務省地質局.
- 鈴木 敏 (1888) 20万分の1地質図幅「甲府」および同説明書. 農商務省地質局.
- 高田 亮・山元孝広・石塚吉浩・中野 俊 (2016) 富士火山地質図 (第2版) および同説明書. 産総研地質調査総合センター, 特殊地質図 12, 56p.
- Thunberg, C. P. (1791) *Resa uti Europa, Africa, Asia, förrättad åren 1770-1779*. J. Edman, Uppsala, 3, 267p.
- ツェンベリー (著)・高橋 文 (訳) (1994) 江戸参府旅行. 平凡社東洋文庫, 583, 271p.
- 津屋弘達 (1968) 5万分の1富士火山地質図. 地質調査所, 特殊地質図 12, 24p.
- ヴェルヌ, J. (著)・鈴木啓二 (訳) (2001) 八十日間世界一周. 岩波文庫, 466p.
- Wada, T. (1882) Notes on Fujiyama. *Transactions of the*

- Seismological Society of Japan*, 4, 31-37.
- 矢島道子・山田直利 (2013) E. ナウマン著「富士山の
高さについての覚書」邦訳. 地学雑誌, 122, 535-
538.
- 山田直利・矢島道子 (2018a) J. J. ライン著「ライン博士
の 1874 年日本旅行」邦訳. 地学雑誌, 127, 805-
822.
- 山田直利・矢島道子 (2018b) J. J. ライン著「中山道旅行
記」邦訳 (その 6) —信濃を横切る (3) 和田峠から
碓氷峠まで—. GSJ 地質ニュース, 7, 320-329.
- 山田直利・矢島道子 (2019a) J. J. ライン著「東京から京
都への旅」邦訳—明治初年, ドイツ人地理学者が見た
高地山岳地帯「信濃」とその周辺—. 伊那谷自然史論
集, 20, 11-20.
- 山田直利・矢島道子 (2019b) J. J. ライン著「日本で
1874 年および 1875 年に行った高度測定」邦訳—付.
- ラインの日本旅行全ルート—. GSJ 地質ニュース, 8,
244-251.
- 山田直利・矢島道子 (2020a) J. J. ライン著「日本におけ
る自然科学的研究旅行」邦訳—日光および仙台・南部
海岸—. GSJ 地質ニュース, 9, 97-110.
- 山田直利・矢島道子 (2020b) J. J. ラインの日本旅行
(1874-75 年) とその影響. 地質学史懇話会会報,
53, 35-42.
- 山本秀峰 (編・訳)・村野克明 (訳) (2012) 富士山に登
った外国人—幕末・明治の山旅—. 露蘭堂, 東京,
247p.
-
- YAMADA Naotoshi and YAJIMA Michiko (2020)
Japanese translation of "Der Fuji-no-yama und seine
Besteigung" (Rein, 1879b).
-

(受付: 2020 年 6 月 22 日)

花崗岩系列の成立と展開 石原舜三博士の偉業を振り返って

高木 哲一¹⁾

1. はじめに

元工業技術院長の石原舜三博士が、令和2年3月2日に逝去されました。86年の生涯に心より敬意を表し、ここに謹んでご冥福をお祈り申し上げます。石原博士は、工業技術院地質調査所、北海道大学、産総研地質調査総合センターにおいて、花崗岩研究および鉍床学の第一人者として生涯活躍されました。本稿では、石原博士の最も大きな業績である花崗岩系列の成立とその展開に焦点を絞り、その偉業を振り返ってみたいと思います。また、石原博士の遺志を引き継ぎ、我々が取り組むべき花崗岩系列に残された課題についても、少しく私見を述べたいと思います。

2. 石原舜三博士の経歴

石原博士は、昭和9年に広島県安芸郡府中町にお生まれになりました。昭和31年に広島大学理学部地学科をご卒業され、同年4月に通商産業省工業技術院地質調査所に入所されました。昭和36～38年には、大津秀夫博士の薦めにより米国コロンビア大学、コロラド鉍山大学に留学され、修士の学位を取得されました。その後、昭和45年に東京大学で博士の学位を取得されました。工業技術院では管理職としても活躍され、地質調査所鉍床部長(昭和60年)、東北工業技術試験所長(昭和62年)、地質調査所長(平成2年)、工業技術院長(平成4年)を歴任されました。工業技術院退官後は、北海道大学理学部教授(平成6～9年)を務められ、平成10年以降は地質調査所顧問、産業技術総合研究所特別顧問として研究に専念されました。平成17年には、瑞宝重光章を受章されました。

学会活動では、日本鉍山地質学会会長など数多くの役員を務められたほか、日本鉍山地質学会加藤武夫賞(昭和59年)、日本地質学会賞(平成元年)、日本岩石鉍物鉍床学会渡邊萬次郎賞(平成15年)などを受賞されました。また、海外学会においても、米国鉍床学会 Silver Medal(1989年)、同 Gold Medal(2009年)、オーストラリア科学アカ



写真1 在りし日の石原舜三博士。資源地質学会(2009)より。

デミー Haddon Forrester King Medal(2012年)を受賞し、中国地質科学院名誉フェロー、米国鉍床学会名誉フェロー、ロシア科学アカデミー在外会員の称号を授与されました。

3. 花崗岩系列の定義と特徴

(1) 花崗岩系列とは

花崗岩系列とは、花崗岩類に含まれる磁鉄鉍の量により、花崗岩類を磁鉄鉍系列とチタン鉄鉍(イルメナイト)系列に分類すること、または分類法のこと、1977年に石原博士により提唱されました(Ishihara, 1977)。定義としては、磁鉄鉍が0.1容量%以上含まれる花崗岩を磁鉄鉍系列に、それ未満の花崗岩をチタン鉄鉍系列に分類しますが、微量な鉍物のモード組成を正確に測定することは難しいので、実際には、磁鉄鉍量に比例する岩石の帯磁率(磁化率)で分類されており、 80×10^6 emu/gを境界値として用います。この値は、後に 100×10^6 emu/gに変更されて現在に至っています(Ishihara, 1990)。また、携帯用帯磁率計として普及しているチェコ製Kappameterを用いる際は、約 3.0×10^3 SI unitsが上記の境界値に相当します(上野,

1) 産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

キーワード：花崗岩、磁鉄鉍、チタン鉄鉍、マグマ、酸素分圧、金属鉍床

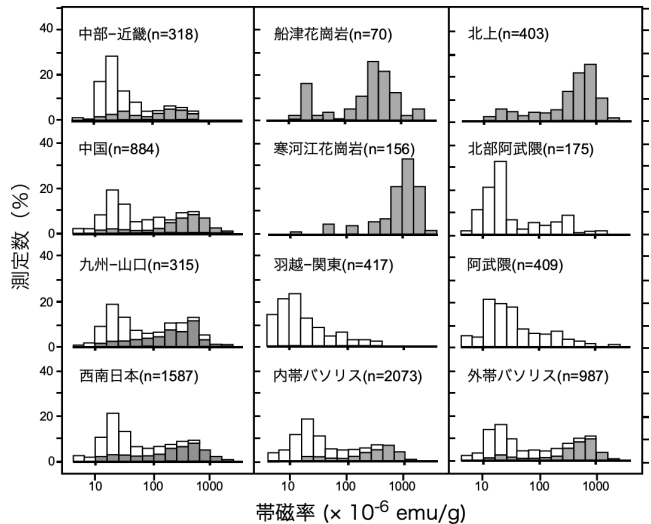
1987). したがって、磁鉄鉱系列／チタン鉄鉱系列花崗岩類は、帯磁率計により瞬時かつ明瞭に区分できる特徴があります。花崗岩系列について、その呼称から、磁鉄鉱またはチタン鉄鉱を特徴的に含有する花崗岩類の区分だと誤解する人が多いので、研究に用いる際には注意が必要です。

(2) 花崗岩系列の特徴

花崗岩類中の磁鉄鉱は、造岩鉱物としては微量にしか含まれませんが、花崗岩系列が岩石・鉱床学上で重要である理由は、主に以下の3点です。

両系列の広域的な帯状配列：磁鉄鉱系列／チタン鉄鉱系列花崗岩類は 100 km 単位で帯状配列を示します(第1図)。中国地方がその模式地となっており、領家帯と山陽帯はチタン鉄鉱系列、山陰帯は磁鉄鉱系列を主体とします。石原博士は、世界的視野で両系列花崗岩類を検討し、多くの国々にて両系列花崗岩類の帯状配列を見出しました。また、海外の花崗岩研究者も石原博士に倣って帯磁率データを広域的に測定し、両系列の帯状配列を明らかにしました(例えば、Bateman *et al.*, 1991 ; Gastil *et al.*, 1990)。

帯磁率が高低2群に分かれ中間値が少ない：第2図(Ishihara, 1990)に示すように、花崗岩類の帯磁率は地域毎に偏りがあり、全体として高低2群に分かれます。花崗岩系列は、帯磁率のランダムな分布の中に恣意的に線を引いたもので



第2図 日本列島における中期中生代-前期新生代花崗岩類の帯磁率ヒストグラム。白色:花崗岩, 灰色:花崗岩より苦鉄質岩。Ishihara (1990)に基づき、一部簡略化。

はなく、バイモーダルな分布の谷をもって区分しているところに、その本質的な意味があります。

随伴する金属鉱床の種類が異なる：第3図(Ishihara, 1984)に環太平洋地域の花崗岩系列と随伴金属鉱床の種類を示します。この図から明らかなように、磁鉄鉱系列には銅、亜鉛、モリブデンなどの硫化物鉱床が、チタン鉄鉱系列にはスズ、タングステンなど酸化物鉱床が伴われる明瞭な傾向があります。この傾向から、花崗岩系列に対応した特定の金属鉱床群は金属鉱床区(Metallogenic provinces)と呼ばれます。今日、花崗岩系列は、広域的な鉱床探査の重要な指標になっています。

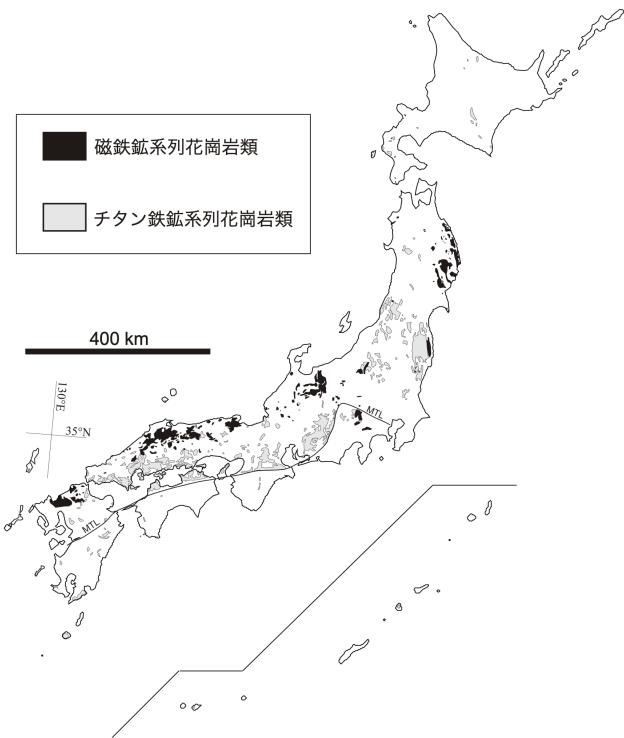
4. 花崗岩系列の成立過程

(1) 花崗岩系列の背景

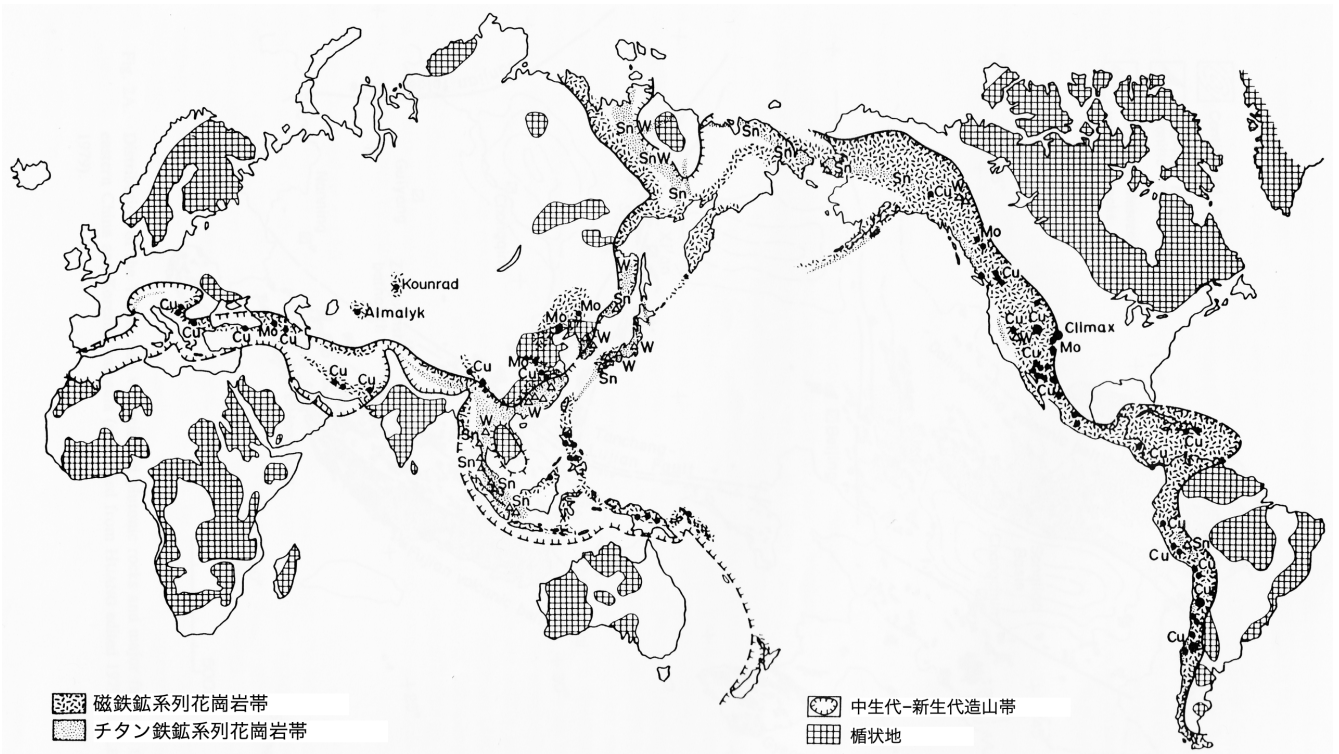
花崗岩系列が提案された背景は、岩石・鉱物学の主流的な理論や実験というよりも、石原博士がウラン調査やその後のモリブデン・タングステン鉱床の調査で得た実データと経験によるものでした。石原(1988)では、次のように書かれています。

“・・・その結果わかった重要な点は次の2点である。

- (i) 堆積岩を同化したような特異な岩石に伴うモリブデン鉱床としては、島根県大東地区のもののみである。鉱床はそれと無関係に糸静線から北九州まで内帯側にモリブデン、その外側にタングステンが並んで配列する。
- (ii) 深成型鉱床についてモリブデン鉱石量の98%は花崗岩ホストであり、タングステンは45%、スズは18%である。



第1図 日本列島における磁鉄鉱系列花崗岩類とチタン鉄鉱系列花崗岩類の分布。石原ほか(1992a, b)を基に作成。



第3図 中生代-新生代造山帯における磁鉄鉱系列・チタン鉄鉱系列花崗岩類の分布. Ishihara (1984) より引用. ●: 主要な斑岩銅・斑岩モリブデン鉱床, △: チタン鉄鉱系列花崗岩類に伴うスズ-タングステン鉱床, ▲: 磁鉄鉱系列花崗岩類に伴うタングステン鉱床. 旧ソビエト連邦の古生代斑岩銅鉱床(2ヶ所)も示した.

モリブデンのほとんどすべて、タングステンの半分が花崗岩中に胚胎することは、両帯の花崗岩の性質に違いがあることを示唆している。この点は、実は、わが恩師の著作の一つ、木野崎(1953)に中国地方のモリブデンとセリサイト鉱床を例に、山陰と山陽で明瞭な岩石区の違いがなければいけないと書かれていたのであるが、私はそれを実際に体得するまでに10年以上も必要とした。”

このように、花崗岩系列は、石原博士が体得した岩石・鉱床に対する知識と類い希なる感覚が基盤になっていたと言えます。また、石原博士が広島大学で指導を受けた木野崎吉郎教授の先行研究の影響についても、石原博士が度々語っておられたことを記憶しております。

(2) 花崗岩系列の構築

石原博士は、「日本の主要モリブデン鉱床および関連する花崗岩質岩類」(石原, 1971)を地質調査所報告にまとめられた1971年に、西南日本内帯花崗岩類においてモリブデン・タングステン鉱床区を提唱した最初の論文(Ishihara, 1971)を発表しました。この論文で山陰帯・山陽帯花崗岩類の間で Fe^{3+}/Fe^{2+} 比が異なり、山陰帯花崗岩類で系統的に高いことが示されました。さらに、岩石磁気の専門家である金谷 弘博士と共同で国内花崗岩類の

帯磁率を測定した結果をまとめた「日本の花崗岩質岩石にみられる帯磁率の広域的变化」(金谷・石原, 1973)が発表され、初めて花崗岩と帯磁率という花崗岩系列の基本事項が確立しました。帯磁率という物理量が岩石中の磁鉄鉱量に依存することは、当時の岩石学界で広く知られていることではなく、その値を正確に測定することも容易ではありませんでした。そのような状況で、一挙に1,200試料もの花崗岩の帯磁率を測定・コンパイルし、帯磁率の広域的变化を明らかにしたこの論文は、花崗岩系列の基礎を確立した研究と言っても過言ではありません。1974年には、熊本大学の津末昭生教授と共同で、山陰-白川帯、山陽-苗木帯、西南日本外帯の3帯の花崗岩類に含まれるFe-Ti酸化物の産状と化学組成を比較検討し、山陰-白川帯が他よりも酸化状態にあったことを鉱物学的に明らかにしました(津末・石原, 1974)。これらの結果を受けて、石原博士は地質調査所の寺島 滋博士と共同で、1977年初頭に、中部地方の白川・土岐・岡崎横断面における花崗岩類48試料の主・微量成分を分析し、両系列花崗岩マグマは起源物質が異なると考えました(Ishihara and Terashima, 1977)。当時の岩石分析法は、主成分は湿式法、微量成分も原子吸光法や吸光度法であり時間と手間がかかったと想像されます。また1976年、

東京大学の島崎英彦教授が、それまでの石原博士らの研究成果に基づき、磁鉄鉱系列はチタン鉄鉱系列に比べてマグマ中の酸素分圧が高く、その境界がNi-NiO 酸素バッファ付近であったことを鉱物学的に詳細に考察されました(島崎, 1976)。

(3) アメリカ学派との対決

石原博士は、花崗岩系列提唱の論文を1977年に発表した後、東京大学の立見辰雄教授の薦めで、アメリカ鉱床学会発行のEconomic Geology 75周年記念号に花崗岩系列を総括した66ページに及ぶ大論文(Ishihara, 1981)を発表しました。この背景は、石原(1988)に詳述されていますが、当時のアメリカでは、マグマの酸素分圧は、マグマ溜まりからの水素の拡散の度合いに支配されるという説が有力だったことにあります。すなわち、マグマに含まれる水のうち、拡散係数のより大きい水素が選択的に脱ガス(diffusive loss)することにより、マグマが酸化するという考えです。水素の拡散による脱ガスは、マグマ中の水が二次沸騰(母岩に裂かなどが生じて減圧し、水の一部が急激にガス化する現象)を起こしやすい浅所や細脈でより効果的に生じるとされ、したがって、マグマの酸素分圧は定置場の局所的な環境や条件に依存すると考えられていました。石原(1988)では、当時のアメリカ学派の雰囲気や、“私の提案も、花崗岩系列をなさずに、遠からず崩壊するものと思われていたのであろう。”と語っています。そこで、石原博士は前述の大論文をアメリカ学派の総本山であるEconomic Geology誌に掲載し、花崗岩系列がマグマの分類法であることを再度押し出した訳です。花崗岩系列の提唱を受けて、アメリカ学派の代表格である米国地質調査所のGerald Czamanske博士は、石原博士の協力を得て、花崗岩系列の模式地である中国地方に自ら乗り込み、詳細なサンプリング、岩石記載、鉱物分析を実施しました。ところが、同博士は花崗岩系列を完全にアメリカ学派流に解釈した39ページの大論文を、石原博士の大論文と同じ1981年にJournal of Geophysical Research誌に発表しました(Czamanske *et al.*, 1981)。この論文には次のような一節があります。“The fact that there are so few significant distinctions in mafic silicate chemistry between the two contrasting suites strongly suggests that there are no significant difference in the process of generation of magnetite and ilmenite series magmas.” 両系列のマグマの生成プロセスには大差がない、と断言するところは、さながら、花崗岩系列の全面否定という印象です。しかも、第二著者に石原博士を入れるという念の入れようでした

(共著の件は事後承諾であり不本意だったと後に石原博士は述べていました)。筆者は、1994年10月に北海道大学で開催されたThe Sapporo International Conference on “Mineral resources of the NW Pacific rim”(石原, 1994)に参加されたCzamanske博士に、水素の脱ガスによる酸化説について直接尋ねる機会がありましたが、同博士は米国Questa 鉱床を例に出して細脈であれば起こりうると、かなりトーンダウンしながらも自説を維持しておられました。後日、筆者と月村勝宏博士は、統計力学的な計算により、径10 kmのマグマ溜まりの底部と頂部でH₂の拡散によって生じる酸素分圧(logfO₂)の差がわずか0.07と無視できる程度であることを示し(Takagi and Tsukimura, 1997)、石原博士の学説の正しさを裏付けました。

1970年代、日本の科学はまだアメリカにはるかに及ばない時代であり、アメリカに追従する学者は多いけれども正面から対決する学者は非常に少ない時代でした。そのような状況下で、石原博士がアメリカ学派と同じ土俵で真っ向から対決した事実は、実に驚くべきことと思います。

5. 花崗岩系列の展開

1977年の花崗岩系列の提唱以降、花崗岩系列は同位体地球化学を中心とした展開の時代に入ります。まず、Ishihara (1979)では日本列島における帯磁率の横断面10ヶ所の変化から、花崗岩マグマと構造場の議論を展開しました。続いて、地質調査所の柴田賢、佐々木昭、松久幸敬各博士らとの共同研究によるストロンチウム同位体比の研究(Shibata and Ishihara, 1979)、硫黄同位体比の研究(Sasaki and Ishihara, 1979; Ishihara and Sasaki, 1989)、酸素同位体比の研究(石原・松久, 1975; Ishihara and Matsuhisa, 2002)を次々に発表し、磁鉄鉱系列・チタン鉄鉱系列の間でそれら同位体比が系統的に異なることを明らかにされました。また、花崗岩系列の調査対象を環太平洋地域にも広げ、チリ(Ishihara and Ulriksen, 1980)、韓国(Ishihara *et al.*, 1981; Jin *et al.*, 2001)を始め、アメリカ、中国、東南アジアなどの花崗岩類のデータを広くコンパイルし、1984年に2回目の総括を行いました(Ishihara, 1984)。さらに、寺島滋博士と共同で、日本の花崗岩類や堆積岩類の化学組成に関するデータを蓄積することにより(石原・寺島, 1977a, b; 寺島ほか, 1981; 寺島・石原, 1982, 1983, 1984など)、花崗岩系列をより強固なものとししました。

1980年代以降、花崗岩系列のコンセプトが国内の岩石学者にほぼ定着し、石原博士以外の研究者も続々と花崗岩

系列に関連する研究に参加するようになりました。特に模式地である中国地方では、山口、島根、岡山各大学を中心に多くの論文が発表されました(村上, 1985; 飯泉ほか, 1985 参照)。特に岡山大学温泉研究所(現惑星物質研究所)は、当時最新鋭の質量分析計を装備しており、安定同位体比や Rb-Sr 年代を用いて両系列花崗岩の複雑な実態を明らかにしました(例えば, Honma, 1983; Kagami *et al.*, 1988, 1992 など)。また、両系列が単一岩体内で複雑な分布を示す甲府岩体(佐藤・石原, 1983; Shimizu, 1985), 宮古岩体(Ishihara *et al.*, 1985), 鳳凰山岩体(中島ほか, 1984; Ishihara *et al.*, 1984), 沖山岩体(田結庄, 1985), 両系列花崗岩が隣接して分布する岡山県中部(Takagi, 1992), 阿武隈山地東縁部(久保ほか, 1994, 2002)などでも、詳細な研究が行われました。これら数多くの研究を通じて、花崗岩系列の成因は、1981年に Czamanske 博士が主張した学説では到底説明が困難であり、後述するように、花崗岩マグマの成因という地質学上の難問に正面から取り組まなければ解決できないほど、複雑であることが明らかになったと言えます。

6. 花崗岩系列の成因論

石原博士が、花崗岩系列の提唱時から一貫して主張してこられた成因論は、チタン鉄鉱系列花崗岩類は堆積岩類の影響が大きく、磁鉄鉱系列花崗岩類はそれが小さいということでした。一般に堆積岩類には強力な還元剤である有機炭素が多く含まれるため、マグマが堆積岩類を同化した場合、マグマの酸素分圧を大きく低下させ磁鉄鉱の晶出を妨げるからです。また、両系列の帯状配列の原因を広域的な応力場に求め、前弧側は一般に圧縮応力場であることからマグマが堆積岩類と効果的に反応したが、背弧側は引張応力場であり、マグマは断層や裂かに沿って堆積岩類とあまり反応せずに、沈み込み帯の酸化的な雰囲気を持続したまま上昇した、という基本的考えを生涯維持されました。石原博士は、その後、環太平洋地域北西部(マレーシア、中国、日本など)は、大陸縁辺部に厚い付加体が発達するためにチタン鉄鉱系花崗岩が卓越するのに対し、環太平洋地域東部(北米・南米)は大陸縁辺部が主に結晶質岩からなるため、磁鉄鉱系花崗岩が卓越するという説を展開されました(Ishihara, 1998)。この理論は佐藤興平博士に引き継がれ、より精緻化されていきました(Sato *et al.*, 2004; Sato, 2012)。

石原博士が中心となって1999年に米国カリフォルニア大パークレー校で開催された米国地質学会コルディラ部会における石原シンポジウム、そして2003年に豊

橋で開催された第5回ハットンシンポジウム(花崗岩に関する国際研究集会, 中島・石原, 2004)は、1980-90年代を通じて議論され発展した花崗岩系列を、世界の研究者が再評価する輝かしい舞台となりました。その成果は、Transactions of the Royal Society of Edinburghの特集号として2004年に刊行され、その中で石原博士は、“The redox states of granitoids relative to tectonic setting and earth history: the magnetite-ilmenite series 30 years later”という総括論文(Ishihara, 2004)を発表されました。石原博士は、その後も多数の論文を公表しておられますが、これが花崗岩系列の総括論文としては最後になります。日本の花崗岩研究は、石原博士の30年余にわたる花崗岩系列の研究に牽引され、機器分析法の発達とも相まって、この期間に飛躍的な進歩を遂げました(中島, 2018 参照)。日本の花崗岩研究史は、正に石原博士の足跡と重なっていたと言えるのではないかと思います。

7. 花崗岩系列に残された課題

(1) 磁鉄鉱の量は何が決めるのか

石原博士が花崗岩系列を提唱した当時、地質調査所内のゼミにてある研究者から、磁鉄鉱が1粒でもあれば何粒あろうと形成条件は同じではないか、という指摘があったと聞いています。確かに相律岩石学的にその指摘は正しく、時として花崗岩系列が理論的な分類法ではないという批判を受けた所以でもあります。また、Czamanske *et al.* (1981), Kawakatsu and Yamaguchi (1987), 山口 (1987)などが指摘しているように、多くの磁鉄鉱系列花崗岩類でマグマの結晶作用末期に累進的酸化(progressive oxidation)が生じる問題があります。マグマの酸化度がマグマ生成時の条件で決まり、マグマの冷却過程を通じて、鉄を含む造岩鉱物同士の反応によって酸素分圧がバッファーされているとすれば、累進的酸化は生じないはずですが、ところが、多くの磁鉄鉱系列花崗岩類は、磁鉄鉱の大半がマグマの結晶作用末期からサブソリダス期に累進的酸化によって形成されたこと示す組織を持っています。1970年代にアメリカ学派が主張した、水素の脱ガスによるマグマの酸化という学説も、この累進的酸化を説明するための苦肉のアイデアでした。さらに、チタン鉄鉱系列花崗岩類ではなぜ累進的酸化が生じることなく、磁鉄鉱がほとんどまたは全く晶出しないのか、という問題にも突き当たります。すなわち、花崗岩系列は磁鉄鉱の量によって定義されていますが、磁鉄鉱の量を定める要因が十分に解明されていないのです。この問題に対して、筆者と月村勝

宏博士は、マグマが冷却する過程で流体相中の SO_2 が酸化剤となって磁鉄鉱を晶出させることを熱力学的に示し、累進的酸化の説明を試みましたが (Takagi and Tsukimura, 1997), その検証はこれからです。

(2) 空間的要因なのか時間的要因なのか

石原博士の学説によれば、花崗岩系列を決めるマグマと堆積岩類との反応の程度は、応力場と地殻の構造に依存しており、大局的には花崗岩マグマが生成・上昇・定置した場所(空間)が要因になっていると言えます。しかし、模式地である中国地方では、磁鉄鉱系列が卓越する山陰帯にもチタン鉄鉱系列岩体が少なからず分布しており、それらの年代は山陽帯花崗岩類とほぼ同じです(柴田, 1979; 先山, 2005 など)。日本列島全体を見ても、後期白亜紀花崗岩類はチタン鉄鉱系列が卓越していますが、古第三紀花崗岩類になると磁鉄鉱系列の割合が明瞭に大きくなります(Takagi, 2004 参照)。これらの事実は、花崗岩系列を決める要因にマグマの活動時期(時間軸)も含まれることを示唆しています。花崗岩マグマが、主に下部地殻の部分溶融によって形成されるとすれば空間的要因が主体となりますが、時間的要因が含まれるとすれば沈み込み堆積物やスラブなど動的な物質の影響を考慮せざるを得ないこととなります。この問題を解決するには、花崗岩マグマの形成プロセス自体を解明しなければなりません。

(3) 堆積岩とどのように反応するのか

前述のように、チタン鉄鉱系列花崗岩類の主な形成要因がマグマと堆積岩類との反応にあることは、各種微量成分や同位体の特徴により明らかにされてきました。しかし、チタン鉄鉱系列花崗岩類の典型の1つである山陽帯花崗岩類(広島花崗岩)に堆積岩起源の包有物はほとんど含まれず、数10 km から100 km の単位でほぼ均質な岩相が広がっています(高橋, 1993; 友成, 1976; 濡木ほか, 1979 など)。また組成的には全てI-type(火成岩起源)です(Takahashi *et al.*, 1980)。厚さ30 km 程度の地殻内で、花崗岩マグマが堆積岩類とどのように反応すれば、上記のような特徴を実現することができるのか、あるいは地殻内の堆積岩よりも沈み込み堆積物がより大きく関与しているのか、など未解決の難問が残されています。

8. おわりに

石原博士の偉業を振り返ってみると、花崗岩系列の成立と展開は、石原博士の馬力と情熱がなければ到底成し得な

かったことと思います。火山岩や変成岩は、岩石・鉱物学の理論が通用する比較的筋の良い研究対象です。ところが花崗岩は、マグマの組成を維持しているとは言えず、化学的に非平衡な鉱物が共存しており、鉱物組み合わせが単純で研究の手掛かりが少なく、理論や実験が適用しにくい難物です。1970年代までに国内の多くの岩石学者が花崗岩研究から離れて行ったのはこのためです。そのような難物に、石原博士は、鉱床学という応用研究から切り込み、花崗岩系列を見出し、花崗岩成因論で世界の研究者と渡り合うという、人並み外れた業績を残しました。

石原(1988)に、石原博士のルーツとも言うべき島根県モリブデン鉱山の稼行時の写真が掲載されています。そのキャプションに、“煙を吹き上げて生産を懸命にのびした激しい時代であった。”と書かれていますが、この言葉がそのまま石原博士の人生にも当てはまるような気がします。今、我々の前には石原博士が解明途上であった花崗岩系列の課題が残っていますが、それらを1つ1つ熱意を持って明らかにしていくことが、遺志を受け継いだ者の使命であると感じています。

謝辞: 本稿の執筆を快くご了承くださった石原 淳様を始めとするご遺族の皆様に深く御礼申し上げます。また、本稿の執筆を薦めて下さった矢野雄策地質調査総合センター長、光畑裕司地圏資源環境研究部門長、図・写真の引用を許可して下さった東京大学総合研究博物館および資源地質学会にも感謝申し上げます。

文 献

- Bateman, P.C., Dodge, F.C.W. and Kistler, R.W. (1991) Magnetic susceptibility and relation to initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ for granitoids of the central Sierra Nevada, California. *Journal of Geophysical Research*, **96**, B12, 19555–19568.
- Czamanske, G.K., Ishihara, S. and Atkin, S.A. (1981) Chemistry of rock-forming minerals of the Cretaceous-Paleocene batholith in southwestern Japan and implications for magma genesis. *Journal of Geophysical Research*, **86**, B11, 10431–10469.
- Gastil, G., Diamond, J., Knaack, C., Walawender, M., Marshall, M., Boyles, C. and Chadwick, B. (1990) The problem of the magnetite/ilmenite boundary in southern and Baja California, California. *Geological Society of America Memoir*, **174**, 19–32.

- Honma, H. (1983) Oxygen isotope and some other geochemical evidence for the origin of two contrasting types of granitic rocks of Japan. *Geological Society of America Memoir*, **159**, 141-147.
- 飯泉 滋・沢田順弘・先山 徹・今岡照喜 (1985) 中国・四国地方の白亜紀～古第三紀火成活動—火成岩類の対比を中心として—。地球科学, **39**, 372-384.
- 石原舜三 (1971) 日本の主要モリブデン鉱床および関連する花崗岩質岩類。地質調査所報告, no. 239, 178p.
- Ishihara, S. (1971) Modal and chemical composition of the granitic rocks related to the major molybdenum and tungsten deposits in the Inner zone of Southwest Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, **77**, 441-452.
- Ishihara, S. (1977) The magnetite- and ilmenite-series granitic rocks. *Mining Geology*, **28**, 293-305.
- Ishihara, S. (1979) Lateral variation of magnetic susceptibility of the Japanese granitoids. *Journal of the Geological Society of Japan*, **85**, 509-523.
- Ishihara, S. (1981) The granitoid series and mineralization. *Economic Geology 75th Anniversary Volume*, 418-484.
- Ishihara, S. (1984) Granitoid series and Mo/W-Sn mineralization in East Asia. *Geological Survey of Japan Report*, no. 263, 173-208.
- 石原舜三 (1988) 花崗岩系列が成立するまで。地質学雑誌, **94**, 1005-1011.
- Ishihara, S. (1990) The inner zone batholith vs. the outer zone batholith of Japan: Evaluation from their magnetic susceptibilities. University Museum, the University of Tokyo, *Nature and Culture*, **2**, 21-34.
- 石原舜三 (1994) 『北西太平洋周辺域の鉱物資源』札幌国際集会の報告。資源地質, **44**, 447-449.
- Ishihara, S. (1998) Granitoid series and mineralization in the Circum-Pacific Phanerozoic granitic belts. *Resource Geology*, **48**, 219-224.
- Ishihara, S. (2004) The redox state of granitoids relative to tectonic setting and earth history: The magnetite-ilmenite series 30 years later. *Transaction of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, **95**, 23-33.
- 石原舜三・松久幸敬 (1975) 中国底盤の形成過程における地表水混入の問題について。地質学雑誌, **81**, 365-371.
- Ishihara, S. and Matsuhisa, Y. (2002) Oxygen isotopic constraints on the geneses of the Cretaceous-Paleogene granitoids in the Inner Zone of Southwest Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, **53**, 421-438.
- Ishihara, S. and Sasaki, A. (1989) Sulfur isotopic ratios of the magnetite-series and ilmenite-series granitoids of the Sierra Nevada batholith -A reconnaissance study. *Geology*, **17**, 788-791.
- 石原舜三・寺島 滋 (1977a) ベースメタル・スズ鉱床探査指標としての花崗岩類中の塩素・弗素含有量。鉱山地質, **27**, 191-199.
- 石原舜三・寺島 滋 (1977b) 日本の花崗岩類の Sn 含有量と白亜紀花崗岩活動におけるその意義。地質学雑誌, **83**, 657-664.
- Ishihara, S. and Terashima, S. (1977) Chemical variation of the Cretaceous granitoids across southwestern Japan -Shirakawa-Toki-Okazaki Transection-. *Journal of the Geological Society of Japan*, **83**, 1-18.
- Ishihara, S. and Ulriksen, C.E. (1980) The magnetite-series and ilmenite-series granitoids in Chile. *Mining Geology*, **30**, 183-190.
- Ishihara, S., Lee, D.S. and Kim, S.Y. (1981) Comparative study of Mesozoic granitoids and related W-Mo mineralization in southern Korea and southwestern Japan. *Mining Geology*, **31**, 311-320.
- Ishihara, S., Sato, K., and Terashima, S. (1984) Chemical characteristics and genesis of mineralized, intermediate-series granitic pluton in the Hobenzan area, western Japan. *Mining Geology*, **34**, 401-418.
- Ishihara, S., Matsuhisa, Y., Sasaki, A. and Terashima, S. (1985) Wall rock assimilation by magnetite-series granitoid at the Miyako pluton, Kitakami, northeastern Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, **91**, 679-690.
- 石原舜三・佐々木昭・佐藤興平 (1992a) 日本鉱床生成図 深成岩活動と鉱化作用 (2) : 白亜紀—第三紀, 1:2,000,000 地質編集図 15-2, 地質調査所。
- 石原舜三・佐々木昭・佐藤興平 (1992b) 日本鉱床生成図 深成岩活動と鉱化作用 (3) : 第三紀—第四紀, 1:2,000,000 地質編集図 15-3, 地質調査所。
- Jin, M-S., Lee, Y.S., and Ishihara, S. (2001) Granitoid and their magnetic susceptibility in South Korea. *Resource Geology*, **51**, 189-203.

- Kagami, H., Honma, H., Shirahase, T. and Nureki, T. (1988) Rb-Sr whole rock isochron ages of granites from northern Shikoku and Okayama, Southwest Japan: Implications for the migration of the Late Cretaceous to Paleogene igneous activity in space and time. *Geochemical Journal*, **22**, 69-79.
- Kagami, H., Iizumi, S., Tainosho, Y. and Owada, M. (1992) Spatial variations of Sr and Nd isotope ratios of Cretaceous-Paleogene granitoid rocks, Southwest Japan Arc. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **112**, 165-177.
- 金谷 弘・石原舜三 (1973) 日本の花崗岩質岩石にみられる帯磁率の広域的变化. 岩石鉱物鉱床学会誌, **68**, 211-224.
- Kawakatsu, K. and Yamaguchi, Y. (1987) Successive zoning of amphiboles during progressive oxidation in the Daito-Yokota granitic complex, San-in belt, southwest Japan. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **51**, 535-540.
- 木野崎吉郎 (1953) 中国地方の花崗岩とタングステン及びモリブデン鉱床について (概報). 広島大学地学研究報告, **3**, 61-75.
- 久保和也・柳沢幸夫・吉岡敏和・高橋 浩 (1994) 浪江及び磐城富岡地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の1 地質図幅), 141p, 産総研地質調査総合センター.
- 久保和也・柳沢幸夫・利光誠一・坂野靖行・兼子尚知・吉岡敏和・高木哲一 (2002) 川前及び井出地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の1 地質図幅), 136p, 産総研地質調査総合センター.
- 村上允英 (1985) 中国地方西部における中生代後期～古第三紀火成活動史. 地質学雑誌, **91**, 723-742.
- 中島 隆 (2018) 日本の花崗岩: 2017 年における総括. 地質学雑誌, **124**, 603-625.
- 中島 隆・石原舜三 (2004) 第5回ハットンシンポジウム: (3) 日本招致から大会終了まで. 地質ニュース, no. 593, 36-48.
- 中島和夫・今岡照喜・村上允英 (1984) 山口県鳳山花崗岩体の岩石記載・全岩化学組成及び帯磁率. 岩石鉱物鉱床学会誌, **79**, 370-386.
- 濡木輝一・浅見正雄・光野千春 (1979) 岡山県中・南部の花崗岩類. 地質学論集, **17**, 35-46.
- 先山 徹 (2005) 近畿地方西部～中国地方東部における白亜紀～古第三紀火成岩類の帯磁率一帯状配列の検討と歴史学への適用一. 人と自然, **15**, 9-28.
- Sasaki, A. and Ishihara, S. (1979) Sulfur isotope composition of the magnetite-series and ilmenite-series granitoids in Japan. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **68**, 107-115.
- Sato, K. (2012) Sedimentary crust and metallogeny of granitoid affinity: Implications from the geotectonic histories of the circum-Japan sea region, central Andes and southeastern Australia. *Resource Geology*, **62**, 329-351.
- 佐藤興平・石原舜三 (1983) 甲府花崗岩体の帯磁率と化学組成. 地質調査所月報, **34**, 413-427.
- Sato, K., Kovalenko, S. V., Romanovsky, N. P., Nedachi, M., Berdnikov, N. V. and Ishihara, T. (2004) Crustal control on the redox state of granitoid magmas: tectonic implications from the granitoid and metallogenic provinces in the circum-Japan Sea region. *Transaction of Royal Society Edinburgh, Earth Science*, **95**, 319-337.
- 柴田 賢 (1979) 東中国における花崗岩類の K-Ar 年代. 地質学論集, **17**, 69-72.
- Shibata, K. and Ishihara, S. (1979) Initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios of plutonic rocks from Japan. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **70**, 381-390.
- 資源地質学会 (2009) 石原舜三 花コウ岩巡検 中国地方の酸化/還元型花コウ岩 (DVD), 資源地質学会.
- 島崎英彦 (1976) 花崗岩質マグマと鉱床 (2) マグマの酸化度と鉱床. 鉱山地質特別号, **7**, 25-35.
- Shimizu, M. (1985) Mineralogical characteristics of the Tokuya batholith composed of magnetite-series and ilmenite-series granitoids, Yamanashi Prefecture, central Japan. *MAGMA*, **73**, 139-152.
- 田結庄良昭 (1985) 鳥取県東部智頭町, 沖山累帯深成岩体の地質および岩石. 岩石鉱物鉱床学会誌, **80**, 337-351.
- Takagi, T. (1992) Mineral equilibria and crystallization conditions of Ukan Granodiorite (ilmenite-series) and Kayo Granite (magnetite-series), San'yo Belt, Southwest Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, **98**, 101-124.
- Takagi, T. (2004) Origin of magnetite- and ilmenite-series granitic rocks in the Japan Arc. *American Journal of Science*, **304**, 169-202.
- Takagi, T. and Tsukimura, K. (1997) Genesis of oxidized- and reduced-type granites. *Economic Geology*, **92**,

- 81-86.
- Takahashi, M., Aramaki, S. and Ishihara, S. (1980) Magnetite-series/Ilmenite-series vs. I-type/S-type granitoids. *Mining Geology, Special Issue*, **8**, 13-28.
- 高橋裕平 (1993) 広島花崗岩—巨大な垂直方向累帯深成岩体. *岩鉱*, **88**, 20-27.
- 寺島 滋・石原舜三 (1982) 明延鉱床地域周辺の白亜紀花崗岩類における錫存在量. *鉱山地質*, **32**, 73-36.
- 寺島 滋・石原舜三 (1983) 日本の花崗岩類中の銅, 鉛, 亜鉛, ヒ素と硫黄— (1) 北上山地と阿武隈高地—. *地質調査所月報*, **34**, 443-453.
- 寺島 滋・石原舜三 (1984) 日本の花崗岩類中の銅, 鉛, 亜鉛, ヒ素と硫黄— (2) 西南日本内帯—. *地質調査所月報*, **35**, 127-145.
- 寺島 滋・稲積章生・石原舜三 (1981) 中国・四国地方の泥質岩中の炭素と硫黄. *地質調査所月報*, **32**, 167-181.
- 友成 才 (1976) 広島県東南部における万成型花崗岩と流紋岩類の岩石学的特徴とその相互関係. *岩石鉱物鉱床学会誌*, **71**, 37-43.
- 津末昭生・石原舜三 (1974) 西南日本における花崗岩質岩石中の Fe-Ti 酸化鉱物. *鉱山地質*, **24**, 13-30.
- 上野宏共 (1987) 岩石の磁氣的諸量の国際単位系 (SI) と CGS 系間の換算. *岩石鉱物鉱床学会誌*, **82**, 441-444.
- 山口佳昭 (1987) 粒間マグマ残液の固結と酸化—高山貫入岩体の磁鉄鉱—. *MAGMA*, **80**, 22-25.
-
- TAKAGI Tetsuichi (2020) Establishment and development of the magnetite-and ilmenite-series granitic rocks: A tribute to the great achievement of Dr. Shunso Ishihara.
-

(受付: 2020年9月8日)



山本 聡 (やまもと さとる)

地質情報研究部門 リモートセンシング研究グループ

地質情報研究部門リモートセンシング研究グループの山本 聡です。21年前に神戸大学で学位取得後、北大低温研、東大新領域、環境研、宇宙システム開発利用推進機構と渡り歩き、ご縁がありましてこの4月にGSJに着任いたしました。一方で、所属は変われどプロジェクト変わらずという面もあり、研究テーマや共同研究者の多くが基本的に変わっていません。実際、産総研関係者(GSJ内外)においても、プロジェクト関係者や過去の論文共著者の方々が少なからずいらっしゃいますので、この新人紹介を見て「どこかで見た名前/顔だ」と思った方もいるのではないかと思います。

専門は地球や月、惑星を対象としたリモートセンシング研究ですが、特に衛星データの品質管理研究と大量衛星データを使った地質・鉱物分布等の地質情報抽出研究で、これまで様々な論文を発表しています。また天体衝突による地球環境変動の解明プロジェクトに関わっていた時期もあり、衝突クレータに関する論文も複数発表しています。さらに最近は衛星データと人間活動記録も含めた地理空間情報データとの融合解析による宇宙ビジネス研究にも興味を持って活動を行っています。産総研ではこれまでの知見・経験を活かして、様々な専門の方と人的交流・融合研究を



行うことで、新しい研究課題への挑戦や新プロジェクトの立ち上げなど、大きく後継していきたいと考えています。

戸塚 修平 (とつか しゅうへい)

地圏資源環境研究部門 鉱物資源研究グループ

イノベーションスクールの制度で地圏資源環境研究部門鉱物資源研究グループに配属されました戸塚修平です。3月に九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻で博士(理学)の学位を取得しました。博士過程までは、沖縄トラフの海底熱水鉱床を研究対象として、熱水域の掘削コア試料の解析やPb同位体組成をツールとして金属の起源の解明を試みてきました。純粋な鉱物への興味から始めた研究でしたが、産総研では「資源」という側面で社会へ還元できるような仕事が少しでもできればと考えています。またこれまでは調査船による海洋での調査がほとんどでしたが、機会が許せば所属するグループの陸上での調査にも参加したいと考えております。ただ現在の新型コロナウイルスの流行の中、全く先が読めない状況ですので、まずはこれまでの成果を発表・論文化すると共に、イノベーションスクールの制度であるOJTを最大限活用し、自身の能力向上に努めたいとおもいます。皆さま、よろしくお願いいたします。



地質調査総合センターが日本地質学会表彰を受賞 地質図の標準化のための JIS A 0204, JIS A 0205 の制定・改正への貢献を評価

今回、産総研地質調査総合センター(以下GSJ)は、JISの原案作成委員会事務局で活動した鹿野和彦、斎藤 眞、川畑大作、尾崎正紀、巖谷敏光、脇田浩二、湯浅真人の職員ならびに元職員と、同原案作成委員会委員長を務めた坂幸恭日本地質学会元副会長(故人)、斎藤靖二、宮下純夫の両日本地質学会元会長とともに、日本地質学会表彰を授与されました。長年にわたり地質標準を検討してきた、GSJの地質標準検討委員会に参画した多くの職員の貢献を評価して、組織名が記されたものです(写真1)。

GSJでは、地質図の表記に関する規格の検討を地質調査所時代の1999年から鹿野を中心に行ってきました。当時は、日本国内で使われる地質図の表記に統一性がなく、利用者に不便を強いており、それが地質図が社会で広く活用されない一因と考えたためです。そこでGSJは、地質図が資源・防災・土木などの社会活動に的確に活用され、安全で豊かな社会に貢献するためには、表記の統一は必須と考え、従来から地質図幅の作成に使われてきた所内資料「地質図類の用語・記号」を元に、ISO710シリーズも採用して標準報告書TR A 0008:2000を作成し、それを基にして、地質図(紙媒体)に関するJIS(日本産業規格、当時は日本工業規格)の制定を目指して、JIS原案の作成を開始しました。

2002年に制定された、JIS A 0204では、国内の地質関係の学協会、業界団体、政府機関(独立行政法人を含む)からなる原案作成委員会(委員長:坂 幸恭元日本地質学会副会長)をGSJが組織して、JIS原案を作成しました。当時は地質コンサルタント会社ごとに地質図の表記は異なり、それを自社の特性として認識しており、規格で統一することによって各社の地質図の特性が失われると考える根強い反対意見があり、取りまとめに苦労がありました。そして2002年に日本工業標準調査会の審議を経てJIS A 0204として公示されました。これにより公共事業で使われる地質図の表記が統一され、以降、国、都道府県等の地質調査の納品要領に採用され、公共事業の多い地質業界にとって大きな転換点となりました。

その後、2008年にはJIS A 0204の改訂とともに、デジタル地質図に必要な事項とコードを定めたJIS A 0205が制定されました。原案作成委員会委員長は再び坂 幸恭氏に務めていただきました。同時期には全国地質調査業協会連合会がJIS A 0204, JIS A 0205を引用元として、



写真1 一般社団法人日本地質学会から授与された匾

地質コンサルタントの作成する地質図に追加で必要な事項をJIS A 0206として決めました。新たに定めた、JIS A 0205は、凡例に使われると考えられる語彙を系統的にコード化したもので、使用可能な地質用語のリストとして使うのにも便利です。

この後、第三紀の廃止と鮮新世-更新世境界の変更の採用が国際的に確定したこと、また教科書の改訂時期を迎えて教科書もこの変更を採用することを考慮して、5年毎の見直しを1年早めて2012年に改正することにしました。この第三紀の廃止に関わる変更のほか、製図JISへの対応、USGSの規則を元にした断層や界線の存在確実度・位置正確度の導入を柱に、JIS A 0204, JIS A 0205の大改訂を行いました。原案作成委員会は斎藤靖二元日本地質学会会長に委員長を務めていただきました。

2017年以降JIS A 0204, JIS A 0205の改正作業を引き続き行い、2012年の大改訂の不備の修正、直方晶系の採用、製図のJISの明確な活用、新たに定められた地質年代単元名の採用などの改正を行って2019年に改正されま



した(写真2)。この改正の原案作成には、文科省からも委員を出して頂きました。原案作成委員会は宮下純夫元日本地質学会会長に委員長を務めていただきました。

JIS法(産業標準化法)では、第69条で国や地方公共団体がJISを尊重することが定められているため、前述のように納品要領にも採用され、GSJの地質図も従っています。ただ、学術誌等は適用範囲外です。また、日本には日本の地質図表記の文化があるという意見や、JISは自分には関係無いという方も学術分野にはいます。しかし、地質

図を作る人と使う人が同じ認識で地質図を扱う環境を整えることによって、土木・建設、産業立地、防災、環境保全、農業、地域振興など多くの分野の基礎情報として、地質図の活用が広がることが期待され、地質学の社会実装が前に進むと思います。日本地質学会でも、地質学雑誌には推奨しています。学校で地質を学び、社会で地質を使っていく人たちが、書き方、読み方に迷わないよう、大学でも学術界でも、特段の問題がなければ、ぜひ教えて頂けるよう期待したいと思います。

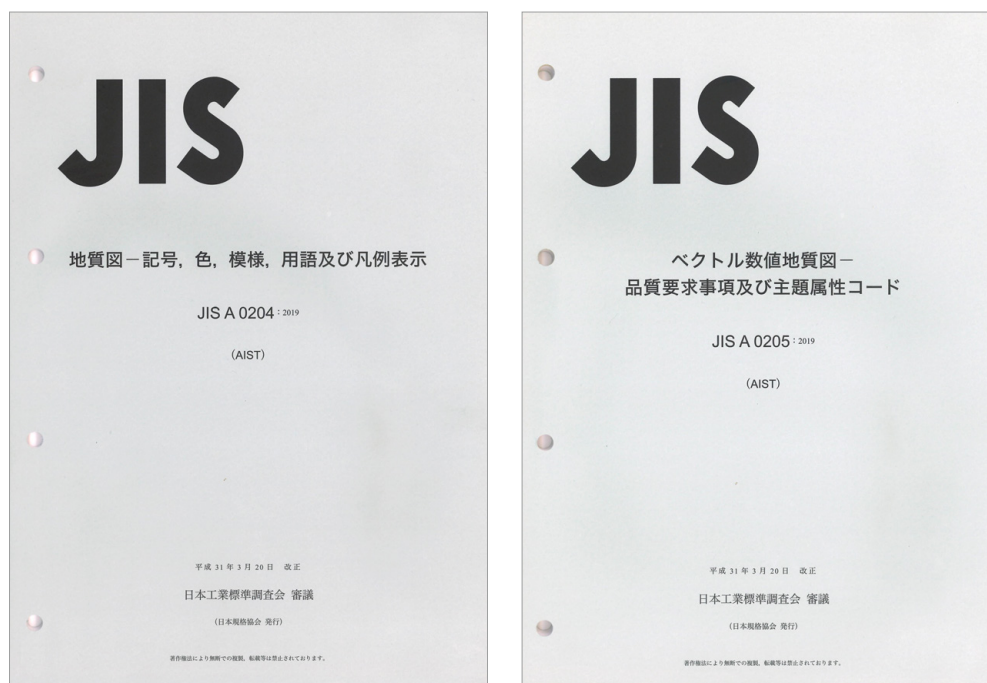


写真2 2019年に改正された、JIS A 0204 と JIS A 0205

齋藤 眞 (産総研 地質調査総合センター 研究戦略部)

GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 宮地良典
副委員長 名和一成
委員 杉田創
児玉信介
竹田幹郎
伊尾木圭衣
小松原純子
伏島祐一郎
森尻理恵

事務局

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター
地質情報基盤センター 出版室
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

GSJ 地質ニュース 第9巻 第10号
令和2年10月15日 発行

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター

〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

印刷所

GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor : MIYACHI Yoshinori
Deputy Chief Editor : NAWA Kazunari
Editors : SUGITA Hajime
KODAMA Shinsuke
TAKEDA Mikio
IOKI Kei
KOMATSUBARA Junko
FUSEJIMA Yuichiro
MORIJI Rie

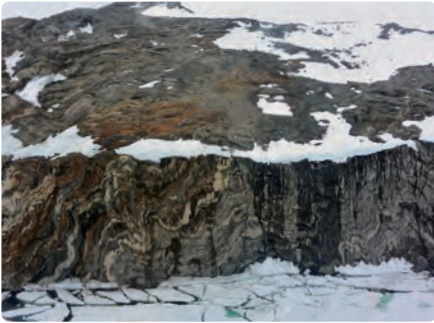
Secretariat Office

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Geological Survey of Japan
Geoinformation Service Center Publication Office
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

GSJ Chishitsu News Vol. 9 No. 10
October 15, 2020

Geological Survey of Japan, AIST

AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1, Higashi, Tsukuba,
Ibaraki 305-8567, Japan



東南極，プリンスオラフ海岸沿いには，約 6 億年前～5 億年前に高温変成作用を受けた地質体（リュツォ・ホルム岩体）の露岩が点在する．写真は南緯 68 度 22 分，東経 42 度 00 分に位置するびょうぶ岩の西壁をヘリコプターから撮影したものである．高さ 60 m におよぶ壁面には大規模な褶曲構造が露出し，現在の西北西—東南東方向から強い短縮変形を受けたことが分かる．この構造は，異なる地質体の集合体で構成される南極大陸の構造発達史を解明する上で重要である．

(写真・文：香取拓馬 元産総研地質調査総合センター活断層・火山研究部門，
現フォッサマグナミュージアム・新潟大学)

Intense folded structures in the Byôbu Rock, east Antarctica. Photo and Caption by KATORI Takuma