

—報告—
Report

セール・ロンダーネ山地 陸上生物調査活動報告 2019–2020 (JARE-61)

田留健介^{1*}・林 昌平²・高村真司³・伊村 智^{4,5}

Report of the terrestrial biological research activities in the Sør Rondane Mountains, 2019–2020 (JARE-61)

Kensuke Tadome^{1*}, Shohei Hayashi², Shinji Takamura³ and Satoshi Imura^{4,5}

(2021年5月7日受付; 2021年7月12日受理)

Abstract: The terrestrial biological research team of the 61st Japanese Antarctic Research Expedition conducted a terrestrial biology survey on bacteria, lichen and moss in the northwestern region of the Sør Rondane Mountains. This is the report of the details of operational plans and actual activities.

Keywords: Antarctica, Sør Rondane Mountains, Terrestrial biology, JARE-61

要旨: 第61次南極地域観測隊 セール・ロンダーネ山地陸上生物調査チームは、プリンセス・エリザベス基地を拠点に同山地北西域において生物調査（細菌，地衣類，蘚苔類）を行った。本稿では、陸上生物調査チームの調査・行動計画および実際の行動経過について報告したい。

キーワード: 南極，セール・ロンダーネ山地，陸上生物調査，JARE-61

1. はじめに

第61次南極地域観測隊（以下、61次隊）夏隊のセール・ロンダーネ山地陸上生物調査チームは、昭和基地を拠点とした観測活動を行う本隊とは異なり、プリンセス・エリザベス基地（ベルギー，Princess Elisabeth Antarctica，以下PEA）に滞在して観測活動を行う別動隊として編成された。61次隊では、本チーム以外に地質チーム，ドームふじ輸送チーム，および海外基地派遣の宙空チームが、異なる期間にPEAを起点に観測活動を行った。上記チームは、

¹ 埼玉県自然学習センター。Saitama Nature Study Center, 5-200 Arai, Kitamoto, Saitama 364-0026.

² 島根大学学術研究院環境システム科学系（生物資源科学部）。Institute of Environmental Systems Science, Shimane University, 1060 Nishikawatsu-cho, Matsue, Shimane 690-8504.

³ 公益社団法人日本山岳ガイド協会。Japan Mountain Guides Association, 6-9 Yotuyasanei-cho, Shinjyuku, Tokyo 160-0008.

⁴ 情報・システム研究機構国立極地研究所。National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, 10-3, Midori-cho, Tachikawa, Tokyo 190-8518.

⁵ 総合研究大学院大学極域科学専攻。The Graduate University for Advanced Studies, SOKENDAI, Department of Polar Science, 10-3 Midori-cho, Tachikawa, Tokyo 190-8518.

* Corresponding author. E-mail: k_tadome@yahoo.co.jp

いずれもドロンニングモードランド航空ネットワーク (Dronning Maud Land Air Network. 以下 DROMLAN) を活用し, 南アフリカ・ケープタウンから南極大陸のノボラザレフスカヤ基地 (ロシア) を経由して PEA に入った (図 1, 2).

本調査の計画は, 過去にセール・ロンダーネ山地で行われた地質調査 (森脇ほか, 1989; 大和田ほか, 2011; 小山内ほか, 2008; 菅沼ほか, 2012, 2016a, b; 土屋ほか, 2012) や, 同 61 次隊の地質チーム計画 (第 61 次日本南極地域観測隊, 2019) を参考に策定したもので, 本稿では陸上生物調査チームの準備, 野外調査について報告する.



図 1 ケープタウンと各南極基地の位置.

Fig. 1. Location of Cape Town and each station in Antarctica.

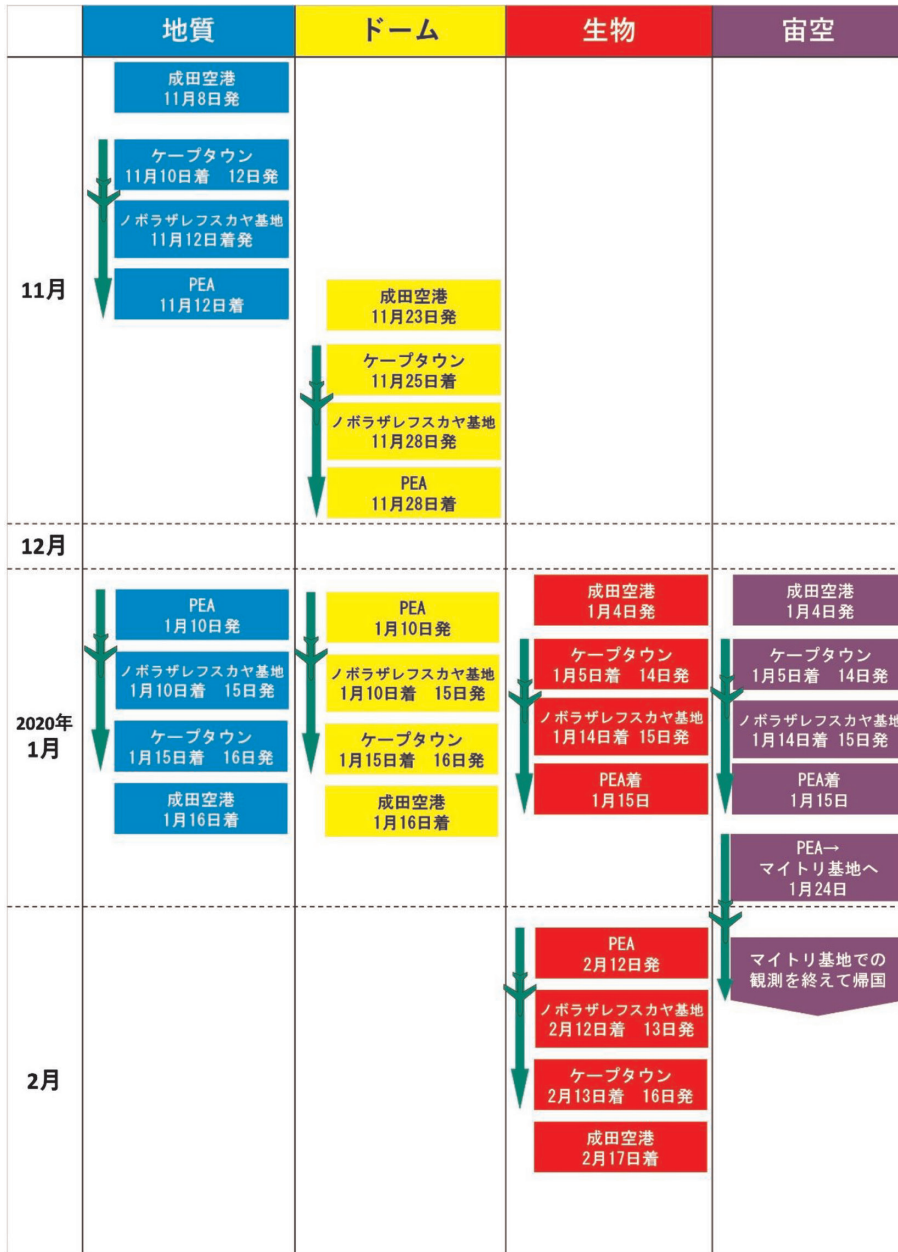


図 2 各チームの活動期間と DROMLAN 活用 (緑色の矢印が DROMLAN 活用時).

Fig. 2. Diagram of the schedule of each team with the DROMLAN flights (green arrow indicates each DROMLAN flight).

2. 調査の目的

本調査は南極地域観測第IX期6か年計画の一般研究観測、「南極陸上生態系における生物多様性の起源と変遷」(AP0937, PI 伊村智・国立極地研究所)の一環として位置づけられ、南極大陸という孤立した極限環境に適応した生物の歴史と現状を、数千万年レベルの時間軸に沿った生物多様性の変動として統一的に把握し、特異な地史を持つ南極の陸上生物多様性の起源と変遷を明らかにすることを目的としている。61次隊では、調査対象地を東ドロンニングモードランド、セール・ロンダーネ山地とし、土壤微生物、蘚苔類、地衣類の採集を行う。そして、昭和基地周辺を含むエンダービーランドの陸上生物相との比較をし、地史との関係性を考察する。

昭和基地周辺では、人為的影響のモニタリングを目的とした微生物活性の調査が行われている(大谷ほか, 2000)が、内陸地域での単離培養を含む微生物調査は行われていない。また、セール・ロンダーネ山地における調査は、ベルギーの研究チームによって主に光合成細菌を対象としたメタゲノム解析が行われているが(Tahon *et al.*, 2016a, b; Tahon and Willems, 2017)、培養法により単離した微生物の生理生態学的な研究はほとんど行われていない。生理生態学的な調査結果から微生物の特性や他地域の微生物との差異を知ることができ、現存する微生物がどのような過程を経てきたか、どのような特性が生存に必要なかを推察できる。

昭和基地周辺の蘚苔類、地衣類の記録はImura and Kanda (1986)、Inoue (1991, 1995)、Kanda and Inoue (1994)、Kashiwadani (1970, 1979)、国立極地研究所 (1983)、Nakanishi and Kashiwadani (1976)などがある。一方で、セール・ロンダーネ山地ではErtz *et al.* (2014)がPEA周辺の地衣類を報告したのみで、同山地の広域調査は行われていない。なお、JAREにおけるセール・ロンダーネ山地を対象とした生物調査は第30次隊で行われている(宮脇, 1990; 森脇ほか, 1989)。また、著者の一人伊村が2012年12月にベルギー隊員として生物モニタリングに参加しているが、主に蘚苔類を採集しているため、同山域の詳細な地衣類相は未解明のままである。

3. 調査計画概要

3.1. 行動計画

南極、およびPEAへは、往路・復路ともDROMLANを活用した。調査に使用する物資、食料品、基地での衣類は、日本から船便および航空便で南アフリカ・ケープタウンに輸送し、ケープタウンからはDROMLANで搬入した。上記輸送品の多くは、陸上生物調査チームよりも先にPEA入りしていた地質チーム、ドームふじ輸送チームとともに基地に輸送された。

陸上生物調査チームの全行動期間は2020年1月4日～2020年2月17日とし、そのうちセール・ロンダーネ山地での野外調査期間は2020年1月13日～2020年2月8日を予定した。

PEA 滞在後半は本チームと地質チーム、ドームふじ輸送チーム、宙空チームの残り物資の整理と日本への輸送準備にあてる計画とした。各隊員の役割分担は表 1 にまとめた。

表 1 各隊員の役割分担。
Table 1. Roles of the members.

役務	担当者	役務内容
リーダー	高村 真司	チームの統括
ルート設定	高村 真司	調査対象地へのルート設定, ルート工作
通信	全員	定時交信, PEA への通信連絡など
映像記録	全員	活動時の写真撮影, 動画記録など
野外観測支援	高村 真司	観測サポート, 安全管理, 安全対策全般
食料	高村 真司, 林 昌平	食料計画, 管理, 点検
医療	田留 健介	医療品の管理, 運搬
サンプリング	林 昌平, 田留 健介	研究対象の採集
サンプル整理	林 昌平, 田留 健介	サンプルの整理, 梱包
輸送	田留 健介, 林 昌平	観測物資, サンプルの輸送計画

3.2. 安全対策

安全対策については『南極野外行動マニュアル 2019 年版』および、同 61 次隊地質チームの実施計画書（第 61 次日本南極地域観測隊, 2019）に記載されている内容と基本的には同じものを方針とした。

【安全対策】

本調査では、野外観測支援隊員として高村（リーダー兼務）が安全対策要員となっており、緊急時は PEA 基地所属の医師と連携して現場での救急救命（FA）に努めることとする。スノーモービル運転時や野外活動時は、カタバ風や低温下での行動中に起きる低体温症や凍傷、露岩や裸氷帯での転落等、様々な事故が想定される。そこで、特に [1]～[5] について注意し、緊急時に備える。

[1] DROMLAN での移動時

- ・積み込み、積み下ろし時の注意の徹底と「声」による安全確認を怠らない。
- ・滑走路周辺（裸氷帯）で行動する場合は転倒に注意する。
- ・滑走路周辺は、周囲にクレバスがあると考え慎重に行動する。

[2] キャンプでの調査時

- ・キャンプでの調査は日帰り調査の補完的な位置づけであるため、天候や調査の進行具合で

実施を判断する。

- ・融雪流水によるキャンプ地の浸水の可能性のある個所、沢地形の中にキャンプ地を設定しない。
- ・キャンプ中は燃料（灯油等）、および火器の管理中に想定されるリスクがある。例えば、火器類の転倒、テント火災、火気使用時の不注意による火傷やテント内換気が不十分なためにおこる酸欠などが考えられる。そのため、火器の日常点検の徹底、燃料過補充の注意、テント内の換気などに留意する。
- ・緊急時はPEA 基地および昭和基地へ交信を行う。キャンプ出発前に機器の点検は入念に行い、充電は常にフル充電しておくことが望ましい。調査は、隊員間の連絡用に無線機、CR 無線機（UHF 帯）を各自携行して行うこと。また、昭和基地、極地研究所、ALCI（Antarctic Logistics Centre International）へはイリジウム衛星電話を使用する。

[3] スノーモービルでの移動や調査時

- ・チームリーダー（高村）による天候判断（ホワイトアウト、地吹雪、強風、極低温等）時の行動決定に従う。
- ・気象等外的要素だけでなく、隊員の体調等総合的に判断し行動を中止することも念頭に置く。
- ・行動範囲の判断（天候、地形、クレバス、PES 基地による判断）はチームリーダー（高村）が行う。
- ・常に地形図、GPS による現在地を確認し、不用意な移動を行わない。
- ・非常装備の携行（ビバーク装備）、非常食、イリジウム衛星電話、医療セットの携行を怠らない。
- ・天候等の急変で行動不能が予測される場合は、早めの避難、緊急ビバークを決定する。
- ・露岩帯、氷河上で行動する際はハーネス、ヘルメットを着用する。
- ・クレバス（ヒドンクレバス）への注意を怠らない。
- ・裸氷帯ではアイゼン装着等転倒防止に努める。
- ・氷河から露岩への取付き時は、ウィンドスクープに注意すること。特に視界不良時にはスノーモービル、徒歩を問わず嚴重注意が必要となる。常にハーネス、ヘルメットを着用することが望ましい。
- ・斜面、岩稜での調査時は、滑落、転落、落石、低体温症、凍傷を想定すること。
- ・斜面（雪面）登行時には、シュルンド、ヒドンクレバス等に注意する。必要に応じてロープを繋ぎあう。

[4] その他特記すべき危険と安全対策

- ・調査中天候の悪化が予想されるときは、早めに調査を切り上げてPEA 基地に戻る。
- ・非常用装備一式（テント含む）は常備する。

- ・ 荒天に遭遇しないよう PEA 基地から出される気象情報（AMPS）や昭和基地から送られる気象情報，気圧の変化，観天望気，活動エリアの天気周期を注視し，隊員の体調などから総合的に判断して当日の行動を決定する。

[5] レスキュー体制

①状況を把握する。

- ・ 事故発生時刻（デジカメで記録）
- ・ 発生した場所
- ・ 負傷者の状態と人数
- ・ 残った隊員自身の安全を確保する

②負傷者の応急処置を行う。

- ・ 意識の有無，出血，骨折等，歩行の可否，搬送可否

③救助プランを組み立てる。

- ・ 自力処理が可能か判断し，対応不可能と判断した場合，速やかに昭和基地へ連絡を入れる。イリジウム衛星電話の電池消耗を考え，危急時は簡単明瞭に正確に伝えられるよう事態を整理してから連絡を入れる。伝達事項:「どこで」,「どうなった」,「いつ」,「どうして」,「だれが」を伝える。

④救助プランを開始する。

- ・ 昭和基地からのアドバイスを受けながら，現場で速やかに処理，行動する。

3.3. 訓練

国内では陸上生物調査チーム内で野営技術，雪上歩行技術，救急救命・応急手当技術取得の訓練ほか，地質チーム，ドームふじ輸送チームと合同でスノーモービルのメンテナンス講習を極地研究所で受講した。

PEA 到着後は，バルギー隊と合同で2日間にわたって救急救命訓練，スノーモービルの走行訓練，実際のクレバスを活用したレスキュー訓練を実施した。緊急時は安全を最優先として PEA 基地所属の医師と連携して現場での救急救命に努めることとした。実施した訓練は表2にまとめた。

3.4. 日本から南極への物資輸送

日本からの物資輸送（計24梱・384kg）は，船便1便と航空便1~3便に分けて行った。船便では主に採集道具，クーラーボックス，蓄冷剤（PEAで使用する分），予備の防寒着などを送り，航空便では1便,2便で食品と個人装備を送った。上記のものはALCIに発送した。航空便第3便で，ポーラークロージング（防寒着と寝袋）と帰国時に使用する蓄冷剤をケープタウンで受け取れるようALCIのオフィスに送付した。輸出規制に関わる非該当証明書(ド

表 2 陸上生物調査チーム、実施訓練。

Table 2. Training schedules of the terrestrial biology research team before and after the departure to PEA.

	日付	実施内容
国内	2019 年 2月25～3月2日	冬期季総合訓練：乗鞍高原周辺 フィールドワーク、ロープワーク、アイゼンピッケルワーク、テント設営・宿泊・生活技術、スノーモービル運転等
	5月29日～31日	野外行動訓練：月山周辺 フィールドワーク、ロープワーク、アイゼンピッケルワーク
	6月17日～20日	夏期総合訓練：秩父皆川町周辺 ロープワーク（引き上げ）
	7月26日	野外行動訓練：瑞牆山周辺 歩き方、安全確認、ショートロープ等
	9月27日	医療・スノーモービル整備講習：極地研
	10月16日～17日	野外行動訓練：ハヶ岳周辺 高所での歩き方、安全確認、ショートロープ、レスキュートレーニング等
	11月6日～7日	野外行動訓練：ハヶ岳周辺 高所での歩き方、安全確認、ショートロープ、レスキュートレーニング、テント設営・生活技術等
	PEA 周辺	2020 年 1月15日
1月16日		クレバスレスキュー訓練、スノーモービル訓練
1月17日		スノーモービル運転、雪上での歩き方、安全確認、レスキュートレーニング等

ローン、エアーサンプラー）は発送前に南極観測センターに提出した。

船便と航空便1～2便の物資は、2019年10月下旬にケープタウンに到着した。この物資は、ケープタウン滞在中の地質チームによってALCI倉庫で仕分け作業が行われ、D05便、D06便へ同じ積載重量になるよう分配されて大陸間飛行で輸送された。大陸間1便目のDROMLAN D05便（Ilyushin Il76機）は上記物資をペルセウス滑走路に輸送し、ベルギー隊の支援でPEAまで雪上車で運搬された。2便目のD06便（Boeing 767機）はD05便に載らなかった物資が、ドームふじ基地輸送チームの人員と一緒にノボラザレフスカヤ基地からPEA滑走路を経由して基地に運ばれた。

しかし、田留、林が出国する当日の1月4日に、航空便3便のポーラークロージングがALCIオフィスに届いていないことが発覚した。ケープタウンからノボラザレフスカヤ基地への大陸間飛行機に搭乗するには、ポーラークロージングの携行が必須であるため、ALCI

オフィスに不達であることは深刻な問題であった。急遽、極地研究所の貸し出し用防寒着と自前の防寒着を手荷物として成田空港から持つことになった。不達の理由としては、ポーラークロージングと抱き合わせで送った蓄冷剤がヨハネスブルグで検閲対象になり、その処理が遅れたためであった。結局、荒天によってノボラザレフスカヤ基地へ行くのが遅れ（後述）、その間に ALCI オフィスに届いたのだが、極めてイレギュラーな事案であったと思われる。確実に届けたいものは、何かと抱き合わせないほうがよいであろう。日本からの物資輸送フローを図3に示した。

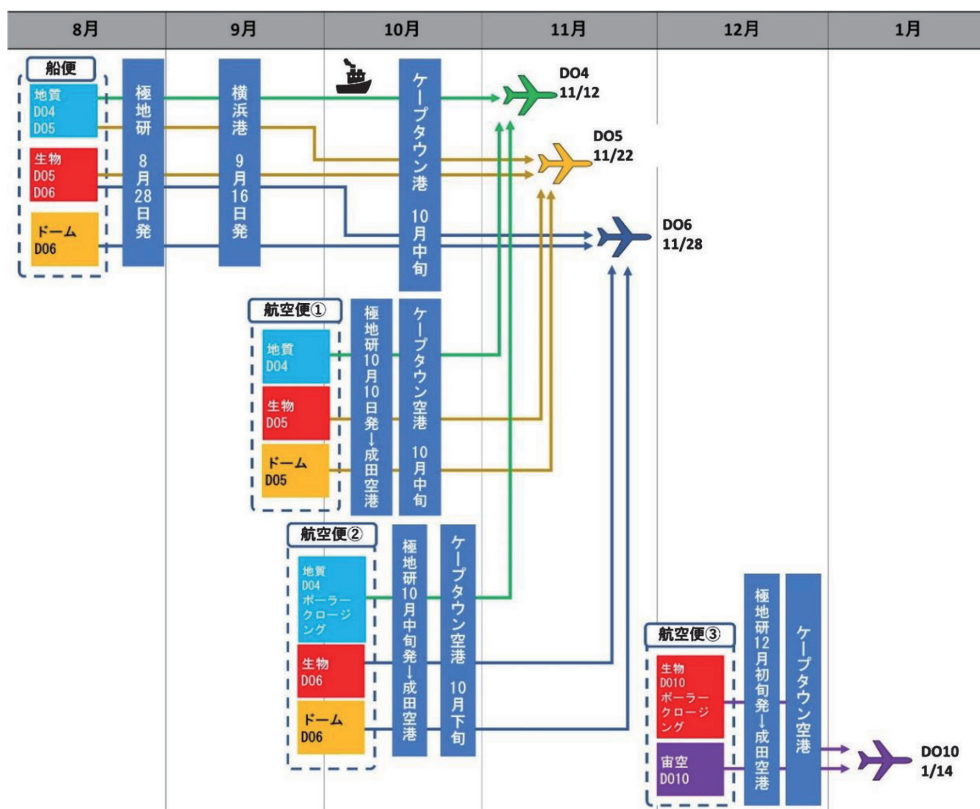


図3 日本からの輸送フロー。 ※南極観測センター千葉政範氏作成の図を改変。
 Fig. 3. Flow chart of the cargo transportation from Japan to PEA.

4. 実施経過

4.1. 行動記録

陸上生物調査チームの活動計画は2020年1月4日から2020年2月17日であった。セール・ロンダーネ山地へはケープタウンから DROMLAN を用いて航空機で入った。計画では1月9日に南極入りするはずであったが、荒天による DROMLAN の2回のフライトキャンセル

で予定は大幅に遅れた。結果として、1月14日にケープタウンを出発して南極入りし、翌15日にノボラザレフスカヤ基地を経由してPEAに到着した。

1月15日PEA到着後、すぐにベルギー隊との合同訓練が行われた。当日は午前中にスノーモービル訓練、午後には救急医療に関する講義と心肺蘇生、応急処置、負傷者の運搬技術などの実習が実施された。16日は荒天となったため午前中の訓練は中止となり、調査のセットアップと調査計画の打ち合わせを行った。午後には風が収まったため、ベルギー隊と合同でクレバスレスキュー訓練を行った。訓練はPEAからスノーモービルで20~30分程度走ったところにあるクレバス帯に移動し実施された。17日は調査のセットアップ後、基地支援活動として雪かきを行い、午後は陸上生物調査チームのみでスノーモービル訓練と救助訓練を行った。

セール・ロンダーネ山地の調査は1月18日から1月31日まで行った。調査地は、雪鳥とりで山、タンガーレン、タンガーレン東部、パーレバンデ、ウットスタイネン、プリンセス・エリザベス基地周辺、ケテレルス氷河（ドライバレー）、テルテの8か所である（図4）。特に地衣類や土壌が多くみられた場所は2回調査を行った。調査対象地へのアクセスルート、クレバス帯の位置情報は地質チームのGPSログを引き継いで活用した。クレバスの座標などについては、河上ほか（2020）に詳細が記してある。

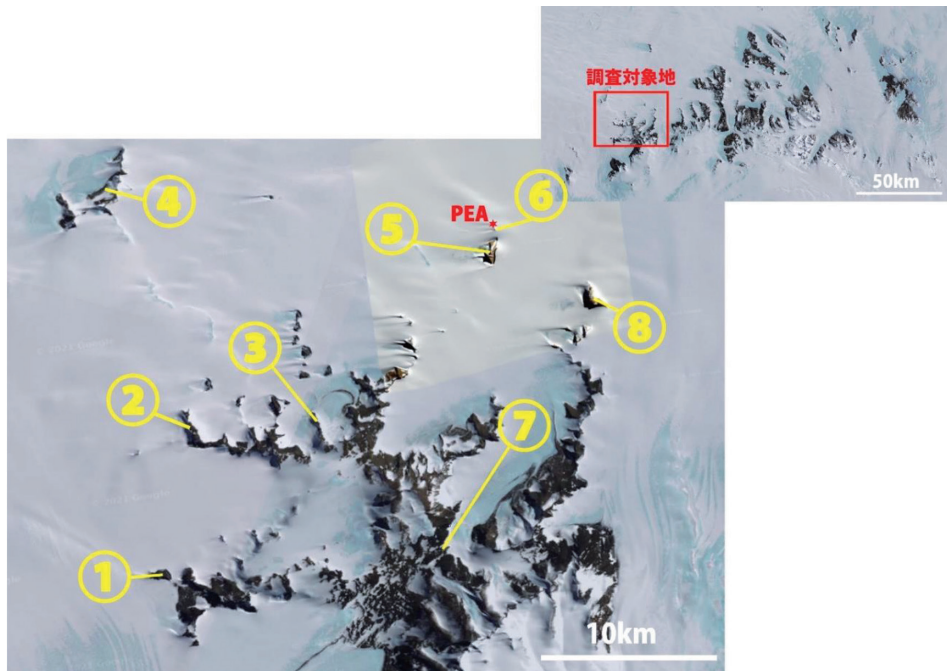


図4 調査対象地（右上：セール・ロンダーネ山地全域）。

- ①雪鳥とりで山 ②タンガーレン ③タンガーレン東部 ④パーレバンデ
⑤ウットスタイネン ⑥PEA周辺 ⑦ドライバレー（ケテレルス氷河）⑧テルテ

Fig. 4. Research area (Upper right : Whole area of Sor Rondane Mountains).

- ① Mt. Ykidori toride ② Tanngarden ③ East area of Tanngarden
④ Perlebandet ⑤ Utsteinen ⑥ Around PEA ⑦ Ketelersbreen ⑧ Teltet

当初の計画では、2月初旬まで調査を行う予定であったが、2月中旬の天気予報が悪化したため、物資輸送が早期化されることになった。そのため、本チームの調査期間も削減することになった。調査最終日となった1月31日の翌日、2月1日から2月4日まで全チームの物資の整理を行い、2月5日にコンテナへ搬入した。これら物資は2月6日にペルセウス滑走路へ運搬された。その後は基地支援活動に従事し、2月12日に先に帰国するベルギー隊とともにペルセウス滑走路に移動した。滑走路からは、DROMLAN D13 便 (Ilyushin Il76 機) に乗ってノボラザレフスカヤ基地に移動し、1泊して2月13日に同機によってケープタウンに移った。2月14日にケープタウンのALCI倉庫にて、全チームの物資が南極から届いているか確認し、ALCIスタッフに日本への発送を依頼した。2月16日に休養をはさみ、2月17日にケープタウンからドバイを経由して帰国した。行動計画と実施の比較を表3にまとめた。

表3 行動計画と実施内容。

Table 3. Action plan and the actual schedule of the team.

日付	計画	実施
1月4日	成田→ドバイ	成田→ドバイ
1月5日	ドバイ→ケープタウン	ドバイ→ケープタウン
1月6日	ALCI倉庫で物資確認	ALCI倉庫で物資確認
1月7日	ブリーフィング	ブリーフィング
1月8日	ケープタウン→ノボラザレフスカヤ基地	荒天のためフライトは翌日に変更
1月9日	ノボラザレフスカヤ基地→PEA	フライトするも現地荒天のため引き返す
1月10日	訓練 調査準備	待機
1月11日	訓練 調査準備	待機
1月12日	休養	待機
1月13日	調査① PEA周辺	現地荒天のためフライトキャンセル
1月14日	調査② PEA周辺	ケープタウン→ノボラザレフスカヤ基地
1月15日	休養	ノボラザレフスカヤ基地→PEA 訓練
1月16日	調査③ 遊牧谷	訓練 調査準備
1月17日	調査④ 雪鳥とりで山	訓練 調査準備
1月18日	調査⑤ 雪鳥とりで山	調査① 雪鳥とりで山
1月19日	基地休日	調査② 雪鳥とりで山
1月20日	調査⑥ パーレバンデ	調査③ タンガーレン
1月21日	調査⑦ パーレバンデ	基地内でサンプル整理
1月22日	キャンプ調査準備	調査④ タンガーレン
1月23日	ブラットニーバネへ移動	調査⑤ パーレバンデ
1月24日	調査⑧ ブラットニーバネ	調査⑥ ウットスタイネン
1月25日	調査⑨ ブラットニーバネ PEAへ移動	調査⑦ ウットスタイネン

表 3 行動計画と実施内容. (続き)

Table 3. Action plan and the actual schedule of the team.

1月26日	休養	調査⑧ PEA 周辺
1月27日	ブラットニーバネへ移動	調査⑨ ケテレルス氷河
1月28日	調査⑩ ブラットニーバネ	調査⑩ ケテレルス氷河 テルテ
1月29日	調査⑪ ブラットニーバネ PEA へ移動	調査⑪ テルテ
1月30日	休養	待機
1月31日	調査⑫ 遊牧谷	調査⑫ タンガレン東部
2月1日	調査⑬ パーレバンデ	物資整理
2月2日	キャンプ調査準備	基地支援活動
2月3日	ブラットニーバネ	物資整理 基地支援活動
2月4日	調査⑭ ブラットニーバネ	物資運搬のミーティング
2月5日	調査⑮ ブラットニーバネ PEA へ移動	別動隊の全物資をコンテナに搬送
2月6日	休養	基地支援活動
2月7日	調査⑯ ベストハウゲン	基地支援活動
2月8日	調査⑰ ベストハウゲン	基地支援活動
2月9日	休養	基地支援活動
2月10日	物資整理	基地支援活動
2月11日	物資整理	基地支援活動
2月12日	PEA→ベルセウス滑走路 →ノボラザレフスカヤ基地	PEA→ベルセウス滑走路 →ノボラザレフスカヤ基地
2月13日	ノボラザレフスカヤ基地→ケープタウン	ノボラザレフスカヤ基地→ケープタウン
2月14日	ALCI 倉庫で物資確認	ALCI 倉庫で物資確認
2月15日	待機	待機
2月16日	ケープタウン→ドバイ	ケープタウン→ドバイ
2月17日	ドバイ→成田	ドバイ→成田

4.2. 調査方法および使用物資

本調査において、サンプリング対象は土壌、地衣類、蘚苔類などである。土壌のサンプリングは遠沈管（20 ml, 50 ml）とステンレス製葉さじを使用した。調査対象地において、砂、泥、堆積物等を各 10~40 g 程度葉さじですくい、遠沈管に入れて収集した。葉さじは遠沈管とほぼ等量準備し、コンタミを防ぐために使い切りとした。採集後は遠沈管に採取場所情報を記入し、ジップロックに入れて（一袋に 10 本程度）PEA に持ち帰り、蓄冷剤が入ったクーラーボックスに保管した。極力、南極の温度条件を維持した状態で日本に空輸したかったため、クーラーボックスの蓄冷剤は帰りのケープタウンで新しいものと交換することにした。

地衣類の採集は一般的な地衣採集道具と同じで、ルーペ、ハンマー、タガネ、皮切りナイフ、ピンセット、紙袋（標本袋）を使用した。昭和基地周辺同様、硬質な露岩に生える固着

地衣が多いことが予想されたため、特にタガネは余分に準備した。これは、先端が摩耗してきたら新しいものと交換し、採集効率が下がらないようにするためである。固着地衣は岩石ごと最大手のひらサイズの大きさを採集し、一つ一つ紙袋に入れて収集した。また、先にPEA入りしている地質チームに依頼し、Makita社製岩石カッター（GA504DZ）、予備バッテリー（BL1850）、予備替刃をお借りした。地衣類と蘚苔類は輸送中の腐敗が心配されたため、調査後にPEAで各採集袋にシリカゲルを入れて乾燥を促すことで、サンプルの劣化を防いだ。シリカゲルは10gずつ小袋に入ったものを準備し、1サンプル（手のひらサイズ）ごとに一袋ずつ採集袋に同封した。主な採集道具を表4に、調査・採集の様子を図5に示す。

またドローン（Mavic2 Pro）を使用し、空撮での生物調査も試みた。あわせて、地衣類の繁殖に関する試験的な調査として、アイデック社製エアースンプラーを使用し、乾燥状態と湿潤状態のナンキョクスミイボゴケ（*Buellia frigida*）を検体として胞子を噴出するかの確認をした。

4.3. 南極から日本への物資輸送

南極からケープタウンへの大陸間物資輸送は、DROMLAN D13 便（Ilyushin Il76 機）で実施された。日本へは、本調査によって得られた微生物用の土壌サンプル 356 点、地衣・蘚類 512 点を含めた陸上生物調査チームの物資と、地質チーム、ドームふじ輸送チーム、宙空チームの物資もあわせて輸送した。サンプルを入れた梱包品には、出発前に輸入禁止品の輸入申請を行い、農林水産大臣から輸入許可を受けて入手した輸入許可証票（イエロータグ）を貼りつけた。すべての梱数、重量などは表5にまとめた。

なお、事前情報として知られていなかったことであるが、DROMLANに積載する荷物のうち、ケープタウンの空港での受け取り荷物（生活用品）には青色のテープを貼り、ケープタウンから日本への空輸または船便のもの（空港で受け取らないもの、ALCIの倉庫に直送されるもの）は黄色のテープで目印をすることになっていた。PEAにテープの在庫はほぼなく、ベルギー隊は各個人で持っていたため、陸上生物調査チームは偶然あった同じ色のビニールテープで代用した。ビニールテープは陸上生物調査チームが発送した物資計168梱で15本を使用した。次隊以降、PEAを利用する場合は注意されたい。また、日本からの輸送時には非該当証明書の提出が必要になる物資もあったが、南極から日本へ輸送するときの非該当証明書は必要なく、梱包に危険物の表示（「Battery」など）を書き込めばよいとのことであった。今後、PEAから輸送する際は、上記のことを事前にベルギー隊に確認しておいたほうが確実である。

他チームと陸上生物調査チームの物資（PEAやケープタウン滞在時の生活用品以外）・サンプル・観測機器の整理輸送準備は2月1日から4日まで行った。それらを翌5日に木製パレットに乗せ、崩れないように透明ビニールでラッピングして、上から黄色のビニールテ

表 4 調査道具・使用機材リスト.

Table 4. List of the research equipment and consumables used.

土壌

調査道具・使用機材	品名	個数
ステンレス匙	アズワン ラボランスプーン 10+1 本入 165mm 1 袋 (11 本)	20
遠沈管 25m l	アズワン ビオラモ遠沈管 25mL 20 本×10 袋入	2
遠沈管 50m l	アズワン ビオラモ遠沈管 II 50mL (バルクパック)	1
ミニスコップ	石黒金属ステンレス山菜ミニスコップ M-7	2
クーラーボックス	ORCA(オルカ) Green 40Quart Cooler グリーン	3
ジップロック L	ジップロック フリーザーバッグ L 30 枚入	1
ジップロック S	ジップロック フリーザーバッグ M 45 枚入	1
キムタオル	キムタオル：日本製紙クレシア株式会社	2
キムワイブ	キムワイブ：日本製紙クレシア株式会社	1
蓄冷剤	クールプラネット 1000ml 500ml	各 10

地衣類・蘚苔類

調査道具・使用機材	品名	個数
ハンマー	ニチカ クラックハンマー3LB 1.6 kg	3
タガネ	Mokuba 平タガネ刃幅 22 mm	10
タガネ	Mokuba 平タガネ刃幅 13 mm	10
革切りナイフ	高芝ギムネ製作所 高芝型 革切り包丁 刃渡り 24 mm	5
革切りナイフ	高芝ギムネ製作所 高芝型 革切り包丁 刃渡り 42 mm	5
ボタンホールナイフ	N ボタンノミ	5
採集袋 (紙袋)	カクケイ 平袋 純白ロール 100 枚×5 束	2
ルーペ	I.L.K(池田レンズ工業) LED ライト付ルーペ	2
ビニール袋	日本サニバック ダストカート用 透明	2
シリカゲル	鳥繁産業 シリカゲル 5g (100 個入り)	5
ドローン	DJI Mavic 2 Pro	1
エアーサンプラー	アイテック IDC-500B	1



図 5 調査の様子と採集対象の陸上生物。

- A. 雪鳥とりで山 B. タンガーレン C. 土壌のサンプリング
 D. 露岩の下の土壌 E. 土壌を入れた遠沈管 F. 土壌・地衣類の調査
 G. ユキドリの古巣に繁殖した地衣・蘚類・土壌藻類
 H. *Rusavskia elegans*. I. *Usnea* sp. J. *Buellia* sp.

Fig. 5. Research sites and terrestrial organisms to be collected in the field.

- A. Mt. Ykidori toride B. Tanngarden C. Soil sampling D. Soil under the rock
 E. Soil collected in the centrifuge tube F. Investigating of soil and lichens on site
 G. Lichens, moss, and soil algae that grow in the old nests of snow petrels
 H. *Rusavskia elegans*. I. *Usnea* sp. J. *Buellia* sp.

表 5 陸上生物調査チームが PEA 発送した全チームの物資.

Table 5. Cargo of the JARE teams handled and shipped by the terrestrial biology research team at PEA.

分野	梱数	重量 (kg)	体積 (m ³)
地質チーム	112	2761	10.96
ドームふじ輸送チーム	10	104.4	0.8
陸上生物調査チーム	30	466.2	2.6
宙空チーム	16	407.6	1.5
総計	168	3739.2	15.86

プを巻いた。その後、運搬用コンテナに搬入した。このコンテナは翌2月6日にペルセウス滑走路に運搬された。なお、コンテナ内への積載に関して PEA のスタッフによるチェックがあるため、梱包方法、コンテナへの搬入方法は適宜聞いて確認したほうが良い。

林の土壌サンプルは冷凍状態で空輸することが望ましかったため、現地で蓄冷剤が入ったクーラーボックスに入れ、ケープタウンの ALCI の倉庫から発送する前に新しい蓄冷剤と交換して発送した。蓄冷剤は南極入りする前に ALCI 事務所のスタッフに預け、冷凍保存してもらえるよう依頼しておいた。田留のサンプルは乾燥サンプルであったため、PEA でシリカゲルと一緒にパッキングして輸送した。出発前に準備したイエロータグは表面と裏面がわかるよう、2枚一組にしてジップロックに入れ、梱包の上から接着した。梱包、物資輸送の様子を図6に示す。

ALCI 倉庫からの発送は ALCI スタッフによって2月下旬から行われ、腐敗・劣化が心配される生物サンプルは航空便で、そのほかの物資は船便で日本に輸送された。林のサンプルは2月26日に成田空港に到着し、横浜植物防疫所を経て3月6日に島根大学に到着した。田留のサンプルは3月5日に成田空港に到着し、横浜植物防疫所を経て3月9日に国立極地研究所に搬入された。船便は全チームの物資が混載され、2月19日に船便1便目、3月16日に船便2便目が発送された。1便目は4月4日、2便目は5月1日に日本に届いた。しかし、船便のリストの中に「廃棄物」「食料」が記載されていることに関して通関時に指摘があり、大井ふ頭の業者倉庫のコンテナに物資を運び込み、通関業者、通関士による中身の確認が行われることになった。その結果、国立極地研究所に搬入されたのが6月29日とかなり遅れてしまった。今後は、デポジットする食料の上限量を決め、現地で保存不可とした「廃棄物」の処分・廃棄を PEA に依頼したほうが、スムーズな物資持ち帰りにつながると思われる。南極から日本への輸送フロー図を図7に示す。



図 6 物資輸送の様子。

A. 輸送物資に貼るテープ B. 梱包した物資（極地研行きの宛名シールとイエロータグを添付） C. コンテナへの搬入作業 D. ラッピングされた岩石サンプルと他チームの物資 E. すべての物資が入ったコンテナ F. 青色テープで目印された手荷物 G~H. ペルセウス滑走路でのイリュージンへの搬入作業

Fig. 6. Cargo packing and transportation.

A. Blue and yellow tapes used to label the cargo departing PEA B. Packed supplies (address sticker and yellow tag attached for National Institute of Polar Research) C. Packing the cargo in to the steel container D. Boxes and containers with samples wrapped around E. The steel container with all the cargo packed inside container with all supplies F. Carrying baggage marked with blue tape G~H. Carrying work to Ilyushin on the Perseus runway

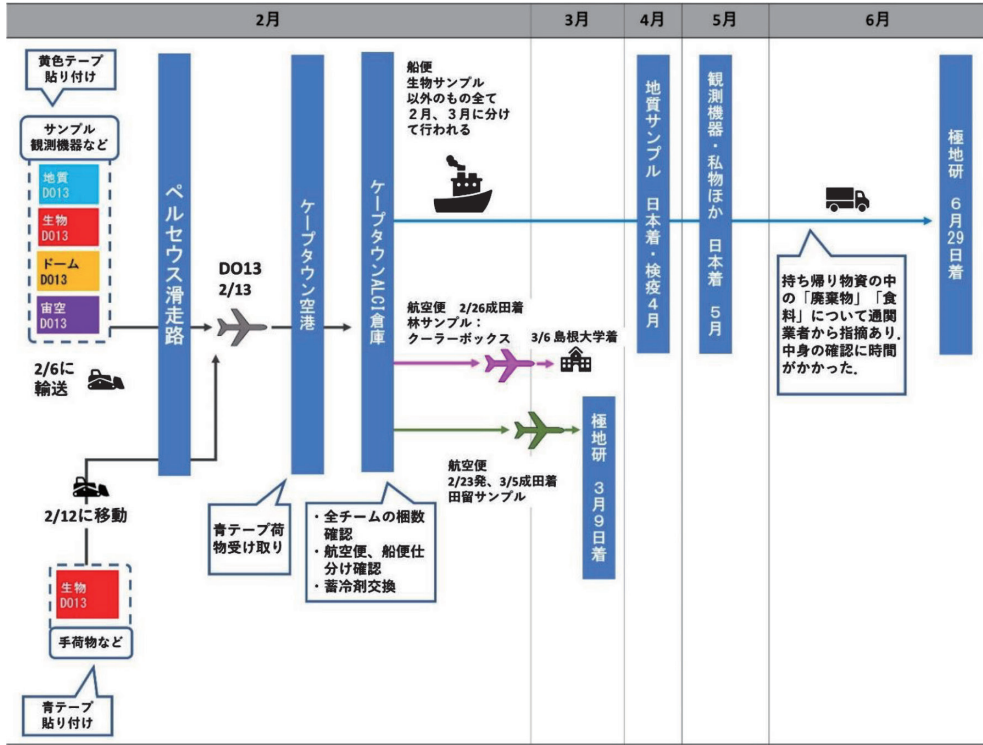


図 7 南極から日本への輸送フロー。

Fig. 7. Flow chart of the cargo transportation from PEA to Japan.

5. 装備・設営関係

5.1. 個人装備

個人装備はリーダー兼 FA の高村と協議して各隊員で準備した。基本的には国内の厳冬の登山装備で充分であったが、グローブに関しては防寒性だけでなく生物調査に適したものが望ましかった。具体的には、サンプリング時に小石程度のものがつかめ、野帳へのメモや記録用写真を撮るときのカメラ操作、場合によってはピンセットの使用がストレスなく行えるといった細かい作業をグローブの着脱をせずにできるものが良い。この点においては、地質チームにも相談し、ディパーチャーズ (防寒防水手袋) を複数購入した。また、使用感を重視して牛革製グローブのフロバンスも予備として準備した。調査中の使用感としては充分であったが、特にディパーチャーズは想像以上に摩耗し、数日でガムテープでの補修が必要になった。また、風の強い日は特に手が冷たいと感じた隊員は、細かい作業をあきらめて、ヘストラ社製の分厚い5本指グローブに換えて調査を行った。上記のことから、グローブに関しては防寒・防水・防風性はもちろん調査時の使用感が良く、耐久性があって予備を多めに調達できる安価なものが望ましいが、なかなかそういった製品はない。所感としては、サ

ンプリング時の使用感と耐久性の両方を満足させることは難しいので、使用感の良いものを充分量準備することが求められる。ザックは高村が選別したマムート トリオン 50L を使用した。このザックは軽量かつ耐久性に優れ、ザックのフロントから大きく開口できるため、パッキングや調査機材の出し入れが容易であった。

スノーモービルでの移動時は、支給品であるスワンズ製品ゴーグルを使用した。しかし、本製品は、採集対象となる地衣類や蘚苔類の色味が変わって見えてしまい、見落としてしまう恐れがあった。そのため、調査時はサングラス、もしくは眼鏡の上からかけられるスワンズ社製オーバーグラス（クリアスモーク）を使用した。

5.2. 通信

ケープタウン滞在時は各隊員が持ち込んだ個人ノートパソコンをネットに接続してメールで、ノボラザレフスカヤ基地では貸与品のイリジウムを使って通話で、PEA 滞在中は地質チームから引き継いだ JARE 専用のノートパソコンをネットに接続してメールで、定時交信、日本への輸送打ち合わせ、航空調整などのやり取りを行った。PEA でのインターネット接続の設定などに関しては、地質チームに基地のネットワーク管理者に依頼していただいた。PEA の共用パソコンはフランス語キーボードで日本語入力ができないため、日本からノートパソコンを持ち込んだほうが良いとのことである。陸上生物調査チームの定時交信は高村が上記のパソコンを使用してメールで行った。定時交信時間は PEA 時間 20:00（昭和時間 22:00）までに行った。

なお、基地のルールでは、外出時には PEA にある無線機を携行しなければならない。調査当日の出発前に基地マネージャーに「今日は〇〇へ調査に行く。無線機を貸してほしい」と一声かけ、無線機置き場の近くにある貸し出し帳に記帳して、予備バッテリーと合わせて持って行く。そして、調査終了時に PEA に「こちらは JARE 陸上生物調査班、これから PEA に戻る。3 名とも無事である」と連絡を入れてから基地に帰ることになっていた。また、各隊員は、各自が基地内外でも JARE の CR 無線機を携行し、常に連絡が取れるようにした。調査時は地形によって受信が出来ない場合もあったが、尾根沿いはおおむね感度良好で、200m 程度離れていても通信ができ、各隊員が展開して調査するときに役立った。

5.3. スノーモービル

調査初期は PEA に配置されている JARE のスノーモービル Ski-Doo Tundra 300 を 2 台、非常時用物資を積んだソリをけん引するための Ski-Doo Skandic SWT E-TEC 600 を 1 台使用した。同機のまま調査を続けることは可能であったが、調査後半はベルギー隊が新たに購入した Ski-Doo Expedition LE 900 3 台が利用可能になったため全員乗り換えて使用した。Ski-Doo Tundra 300 には GPS ホルダーが設置してあったが、購入したばかりの Ski-Doo Expedition LE

900 にはなかったため、車両専門スタッフに依頼して取り付けもらった。あわせて、大型の Ski-Doo Expedition LE 900 には大きな荷台が設置してあったため、非常時用物資をプラダン（中）に入れ替えて携行することにし、ソリは使用しないことにした。給油は調査前後に、基地近くに設置されているガソリタンクから行った。万が一のことを想定し、調査にもガソリンを入れた携行缶を持って行ったが、使用することはなかった。なお、スノーモービルは定期的に PEA の車両専門スタッフが点検しているが、著者らが使用していた Ski-Doo Tundra 300 のうち 1 台が不調で、しばしばエンジンがかからないことがあった。

5.4. 医療

野外活動中での傷病は発生しなかった。ただ、調査時にサングラスを外して、長時間ルーペを使用して生物観察をした後は、目に疲労感と違和感があったため、基地に帰ってから紫外線炎症用の目薬（ロート社製 バイシン UV など）を使用し、雪目炎（雪目）の対処をした。注意点として、上記のような目薬を使用した後に野外に出ると、逆にまぶしく感じ、しばらく涙が止まらないことがあった。目薬は対処法とし、やはり極力サングラスをつけて雪目炎予防をしたい。なお、体調不良に関しては隊員各自が自前で準備した医薬品（かぜ薬など）を使用しただけで、61 次隊医療隊員に準備していただいた医療物資は使用しなかった。

5.5. 食料

当初、陸上生物調査チームは日帰りの調査と短期間のキャンプ調査を計画していた。しかし、荒天などの理由により調査日数が減ったため、キャンプ調査は行わず、日帰り調査のみ実施した。キャンプ調査で使用する予定だった食料は日帰り調査の行動食とし、残りは PEA に寄付した。

5.6. デポジット物資について

PEA からスノーモービルで 5 分ほどの Winter Park には現在 2 つの JARE 用コンテナ（12 フィートサイズ）があり、過去の JARE の物資がデポジットされている。セルロン地質チームから引き継いだデポジット物資のリストの加筆分を表 6 に示す。このリストと河上ほか（2020）に記載されているリストの総計が PEA に保管してある物資である。

表 6 PEA にデポジットされている物資 (河上ほか, 2020 への追加分), 1/3
 Table 6. Supplies deposited in PEA (Addition to Kawakami et al.,2020). 1/3

箱番号	内容	数量
JARE61 食品1 (ブラダン)	一本満足バー	104本
	玄米ブラン	122袋
	ドライキャベツ	2袋
	ドライカボチャ	4袋
	ドライサトイモ	1袋
	ドライほうれんそう	4袋
	ふりかけーさけ	33袋
	ふりかけーおかか	31袋
	ふりかけー卵	31袋
	ふりかけーたらこ	34袋
	ふりかけーしそわかめ	140袋
	ふりかけーつめあわせ	40袋
JARE61 食品2 (ブラダン)	インスタントラーメンーしお	10袋
	塩昆布	4袋
	とろろ	3袋
	お茶づけ	24袋
	ドライカレーの具	3袋
	おかず缶詰め	18缶
	ドリップコーヒー	50パック
	緑茶	3袋
	強力小麦粉	1袋
	スキムミルク	1袋
	紅茶	1袋
	ミルクココア	1袋
	玄米茶	20パック
	しょうが湯	10パック
	花がつお	5袋
	味付け海苔	1袋
	にぼし	1袋
	鶏がらスープ	1袋
	コンソメ	1本
	ゼリーの元	1箱
	一本満足バー	15本
	カットわかめ	1袋
	海藻サラダ	1袋
お好み焼きの粉	1袋	
高野豆腐	6袋	
早ゆでペンネ	3袋	
早ゆでペンネ	5袋	
早ゆでパスタ	5袋	
早ゆでパスタ	2袋	
JARE61 (ブラダン)	ロープφ10mm	3本
	ロープφ9mm	1本
	ロープφ6mm x 30m	1本
	テントベグ	40本
	スノーバー	4本

表 6 PEA にデポジットされている物資 (河上ほか, 2020 への追加分). 2/3

Table 6. Supplies deposited in PEA (Addition to Kawakami et al.,2020). 2/3

JARE61火器系 (ブラダン)	燃料ボトル	5本
	マナスル	3台
	バーナーキット	1セット
	板	2枚
	固形燃料	5本
	チャッカマン	7本
	お盆	1個
	漏斗	1個
	消火布	1枚
JARE61補助ロープ (ブラダン)	補助ロープ φ 6mm x 100m	1本
	補助ロープ φ 6mm x 90m	1本
	補助ロープ φ 6mm x 70m	1本
	補助ロープ φ 6mm x 30m	1本
	Fixロープ φ 6mm x 50m	2本
	補助ロープ φ 4mm x 20m	1本
	補助ロープ φ 3mm x 200m	1本
	補助ロープ φ 3mm x 150m	1本
	補助ロープ φ 1.5mm x 100m	1本
JARE61アイスドリル (ブラダン)	電動ドリルDF4541	1本
	専用バッテリー 18V	5本
	専用補助ハンドル	2本
	マキタアイスドリル用18Vバッテリー充電器DCX	3台
	マキタアイスドリル用18Vバッテリー充電器ACX	3台
	アイスドリルヘッド替刃	4枚
	アイスドリルジョイント	1個
JARE61テントマット (段ボール箱)	モンベル ムーンライト7テントマット	2枚
	銀マット	1枚
JARE61テント一式 (黄色ブラケース)	モンベル テント	1セット
JARE61調理他 (ブラダン)	コッヘル10人用	2セット
	フライパン	1個
	雪ブラシ	1個
	レードル	1個
	キッチンバサミ	1個
	しゃもじ	1個
	お玉	1個
	プラトング	1個
	ステンレストング	1個
	防水マッチ	9箱
	チャッカマン	1個
	固形燃料	5個
	お盆	1個
	トイレットペーパー	16ロール
	ホッカイロ	25個
JARE61ペール缶トイレセット (ブラダン)	ペール缶トイレセット	1セット
JARE61 (ブラダン)	ネット	1枚
	タイコン	3個
	業務用120Lポリ袋	50枚
JARW61 (ブラダン)	ハイスビーター用ホース	1本
	ドラム缶レンチ	3本
JARE61	非常食セット	3人 x 3食x6日
JARW61 (ブラダン) フードボックス 1	各種ドライフルーツ	10袋程度
	玄米ブラン	16袋
	ソイジョイ	10個
	フリーズ味噌汁	30以上
	フリーズ各種スープ	50袋
	フリーズ小丼	13袋
	フリーズ中華がゆ	9袋

表 6 PEA にデポジットされている物資 (河上ほか, 2020 への追加分). 3/3
 Table 6. Supplies deposited in PEA (Addition to Kawakami et al., 2020). 3/3

JARW61 (ブラダン) フードボックス2	フリーズスープ	16袋
	魚肉ソーセージ	18本
	チーカマ	25本
	一本満足バー	10本
	ソイジョイ	10個
	切り餅	3kg
	フリーズドライーさといも	5袋
	梅じゃこーご飯の具	200g
	フリーズドライーほうれんそう	3袋
	フリーズドライーカボチャ	2袋
	フリーズドライーメンマ	3袋
	高野豆腐	3パック
	すしのこ	2袋
	ドリップコーヒー	16パック
	いりごま	1袋
	うどんスープの素	1袋
	ラーメン	8袋
	インスタントコーヒー	15本
	ボカリスエツト粉末	16袋
	お茶付の素	1パック
醤油	1本	
JARE61 (ブラダン) フードボックス3	山菜おこわ、白米	計14kg
バラ	スコップ	2本
	角スコップ	1本
	剣スコップ	1本
	水ボリ容器	2個
	トイレテント	1セット
	コバック	1本
	ブラダン新品	10枚

6. プリンセス・エリザベス基地

PEA の生活については河上ほか (2020) に記載があるので本稿では基地支援活動について簡単に記載する。陸上生物調査チームの活動は基地を拠点としたものであったため、時間を見つけて基地支援活動 (基地内の清掃, トイレ掃除やごみ収集, 基地周辺の雪かき, 食事当番など) を行った。基地のメイン棟の水洗トイレは水不足によって使えない日が多く, ラップボン式のトイレが多用される。そのため, 3日もするとトイレのごみ箱がいっぱいになってしまい, トイレ清掃とごみ出しは頻繁に行う必要があった。基本的には, 基地マネージャーが作成した分担表をもとに, 基地に滞在する全員が何かしらの支援活動をするのだが, 予定を失念している人間もいるので, 要作業と気が付いたら早めに対処してしまうほうが良く, ベルギー隊との円滑な交流には必要不可欠と感じた。

食事に関しては3食とも PEA の調理担当が準備してくれた (朝食は冷蔵庫にあるチーズ, ハム, ベーコン, ヨーグルト, パン, シリアルなどを各自でとる)。日曜日は交代で夕食当番にあたり, 陸上生物調査チームは2回担当した。1回目はカレーで, 宙空チームが PEA に置いて行ったルーを使用し, 肉, 野菜, アルファ米は PEA にあるものを分けてもらった。ベジタリアンが複数名滞在していたので, 肉入りと肉なしの2パターン作って対応した。

PEA は時期によって滞在人数が大きく異なり、陸上生物調査チームが滞在していたときは30人分の量が必要だった。2回目は日本から持ち込んだ山形そばとしょうが焼きで、肉のみPEAのものを分けてもらった。2回とも大変好評で、作った量では少し足りないくらいだった。河上ほか(2020)にも記載があるが、夕食当番はPEAスタッフとの親交に大いに役立つ一種のコミュニケーションツールとして、積極的に行うべきである。

7. まとめ

物資の輸送に関して、天候だけでなく抱き合わせの内容物による不達のトラブルがあった。検閲対象になる可能性がある物資は、行動早期に必要なものとは別で発送すべきである。また、南極から日本に物資を送る際に必要なテープなどの物品については、PEAに滞在した全チームが認識していなかったことなので、今後同基地を活用する際は留意されたい。

本調査ではセール・ロンダーネ山地の陸上生物調査を実施し、土壌微生物、蘚類、地衣類の採集を実施したが、荒天などの理由により、調査が行えたのは北西域のみであった。同山地の陸上生物相の解明には、既存のサンプルを用いた分類学的再検討を進めるとともに、さらなる広域の現地調査が必要である。

謝 辞

本計画を実施するにあたり、第61次青木茂総隊長をはじめ、同隊隊員の皆様にはたくさんのご協力をいただいた。特に、ドームふじ輸送チームや地質チームの皆様には準備の段階からPEAでの生活面、セール・ロンダーネ山地での調査方法に関して大変ご助力いただいた。第60次、61次隊の通信隊員の皆様には定時交信でお世話になった。物資輸送や航空便の調整に関しては、国立極地研究所橋田元教授や南極観測センターの千葉政範氏に出発前の準備から帰国後までご尽力いただいた。PEAのリーダーであるAlain Hubert氏をはじめ、ベルギー隊の皆様には基地滞在中あたたかい対応をしていただいた。陸上生物調査チームが無事に調査を終え、帰国できたのも関係者の皆様のおかげである。お世話になった方々に記して感謝申し上げます。

文 献

- 第61次日本南極地域観測隊(2019):第61次日本南極地域観測隊 夏隊 セール・ロンダーネ山地地質チーム 野外調査実施計画書。東京、学共同利用機関法人 情報・システム研究機構国立極地研究所、240p.
- Ertz, D., Aptroot, A., Van de Vijver, B., Śliwa, L., Moermans, C. and Øvstedal, D. (2014): Lichens from the Utsteinen Nunatak (Sør Rondane Mountains, Antarctica), with the description of one new species and the establishment of permanent plots. *Phytotaxa*. **191** (1), 99–114, doi:10.11646/phytotaxa.191.1.6.
- Imura, S. and Kanda, H. (1986): The gemmae of the mosses collected from the Syowa Station area, Antarctica. *Memoirs of National Institute of Polar Research. Special issue*, **44**, 241–246.
- Inoue, M. (1991): Lecideoid lichens of Prince Olav Coast and Sôya Coast, Enderby Land, East Antarctica.

- Nankyoku Shiryô. **35** (3), 271–284, doi: 10.15094/00008735.
- Inoue, M. (1995): The lichen flora and habitats of the Syowa region, continental Antarctica. *The Lichenologist*. **27** (6): 451–462, doi:10.1016/S0024-2829(95)80005-0.
- Kanda, H. and Inoue, M. (1994): Ecological monitoring of moss and lichen vegetation in the Syowa Station area, Antarctica. *Proceedings of the NIPR Symposium on Polar Biology*. **7**, 221–231, doi: 10.15094/00005230.
- Kashiwadani, H. (1970): Lichens of the Prince Olav Coast, Antarctica. *JARE scientific reports. Ser. E, Biology*, **30**, 1–21.
- Kashiwadani, H. (1979): Additional notes on lichens of the Prince Olav Coast, Antarctica. *Memoirs of National Institute of Polar Research. Special issue*, **11**, 42–46.
- 河上哲生・足立達朗・宇野正起・東野文子・赤田幸久 (2020): 東ドロンイングモードランド, セール・ロンダーネ山地 地学調査隊報告 2019–2020 (JARE-61). *南極資料*. Vol. **64**, 351–398, doi:10.15094/00016230.
- 国立極地研究所編 (1983): *南極の科学7 生物*. 東京, 古今書院. 328p.
- 宮脇博巳 (1990): セール・ロンダーネ山地 (南極内陸露岩地帯) で最も有力な植物は地衣類である. *ライケン*. **7** (3), 3–5.
- 森脇喜一・船木 實・平川一臣・時枝克安・阿部 博・東 正剛・宮脇博巳 (1989): セール・ロンダーネ山地地学・生物調査隊報告1988-89 (JARE-30). *南極資料*. **33** (2), 293–319, doi:10.15094/00008635.
- Nakanishi, S. and Kashiwadani, H. (1976): A note on two species of *Physcia* in Antarctica. *Nankyoku Shiryô*. **56**, 29–32, doi: 10.15094/00007864.
- 大谷修司・巢山弘介・神田啓史 (2000): 昭和基地周辺における土壤藻類および土壤微生物による環境モニタリング. *南極資料*. **44** (3), 265–276, doi: 10.15094/00009138.
- 大和田正明・志村俊昭・柚原雅樹・東田和弘・亀井淳志・阿部幹雄 (2011): 東ドロンイングモードランド, セール・ロンダーネ山地地学調査隊報告 2008–2009 (JARE-50). *南極資料*. **55** (2), 109–198, doi:10.15094/00009616.
- 小山内康人・豊島剛志・馬場壮太郎・外田智千・中野伸彦・阿部幹雄・足立達朗 (2008): 東ドロンイングモードランド, セール・ロンダーネ山地 地学調査隊報告 2007–2008 (JARE-49). *南極資料*. **52** (2), 291–398, doi: 10.15094/00009458.
- 菅沼悠介・金丸龍夫・大岩根高・齋田宏明・赤田幸久 (2012): 東ドロンイングモードランド, セール・ロンダーネ山地 地学調査隊報告 2011–2012 (JARE-53). *南極資料*. **56**, 381–433, doi: 10.15094/00009665.
- 菅沼悠介・福田洋一・青山雄一・岡田雅樹 (2016a): 東ドロンイングモードランド, セール・ロンダーネ山地調査隊報告 2013 (JARE-55). *南極資料*. **58** (3), 309–340, doi: 10.15094/00010709.
- 菅沼悠介・金田平太郎・小山拓志・外田智千・赤田幸久 (2016b): 中央ドロンイングモードランド地学調査隊報告 2015–2016 (JARE-57). *南極資料*. **60**, 73–116, doi: 10.15094/00013477.
- Tahon, G., Tytgat, B. and Willems, A. (2016a): Diversity of phototrophic genes suggests multiple bacteria may be able to exploit sunlight in exposed soils from the Sør Rondane Mountains, East Antarctica. *Frontiers in Microbiology*. 2016, doi: 10.3389/fmicb.2016.02026.
- Tahon, G., Tytgat, B., Stragier, P. and Willems, A. (2016b): Analysis of *cbbL*, *nifH*, and *pufLM* in soils from the Sør Rondane Mountains, Antarctica, reveals a large diversity of autotrophic and phototrophic bacteria. *Microbial Ecology*. **71** (1), 131–149, doi: 10.1007/s00248-015-0704-6.
- Tahon, G. and Willems, A. (2017): Isolation and characterization of aerobic anoxygenic phototrophs from exposed soils from the Sør Rondane Mountains, East Antarctica. *Systematic and Applied Microbiology*. **40** (6), 357–369, doi: 10.1016/j.syapm.2017.05.007.
- 土屋範芳・石川正弘・Satish-Kumar, M.・河上哲生・小島秀康・海田博司・三浦英樹・菅沼悠介・阿部幹雄・佐々木大輔・千葉政範・岡田 豊・橋詰二三男・Grantham, G.・Goderis, S. (2012): 東ドロンイングモードランド, セール・ロンダーネ山地 地学調査隊報告 2009–2010 (JARE-51). *南極資料*. **56** (3), 295–379, doi:10.15094/00009664.