

第 75 南極特別保護地区管理計画 (ASPA175)

ロス海地域の高地地熱帯群

(ロス島のエレバス山並びに北ヴィクトリアランドのメルボルン山及び リットマン山頂の一部を含む)

はじめに

南極には、地表が地熱活動によって周辺の気温以上に暖められている孤立した場所がいくらかある。噴気孔（蒸気とガスを放出する地球の表面にある開口部）からの蒸気の放出は、液化して水を定期的に供給し、暖かい土壌温度と一緒に、独特で珍しく多様な生物の組み合わせに最適な環境を提供する。地熱地帯は、南極大陸と極地周辺の島々（あるいは海域）では数ヘクタールしかカバーしておらず、面積的に希少で小さい。大陸の地熱地帯に発生する生物群集は、高高度にあり、非生物学的な環境に差異があるため、沿岸域地熱地帯で発生する群集とは著しく異なる。

ロス海地域には 3 か所の高高度の地熱地帯があり、珍しい生物群集があることが知られている。これらは、ロス島のエレバス山並びに北ヴィクトリアランドのメルボルン山及びリットマン山の頂上である。南極で噴気活動の形跡が見られるその他の高高度の唯一の地帯は、西南極のマリービルトランドのベルリン山であるが、この地帯では生物学的研究は実施されていない。

高高度の地熱地帯は、特に人間が媒介する新種の持ち込みの影響に対して脆弱である。というのもここは、そこはより温暖な地域に典型的な生物が生存できる環境の様相を示しているからである。これらのかつて孤立していた地帯は、現在ではいずれも物流支援が必要となる科学及びレクリエーションのための人間の訪問がより頻繁になっている。南極内の地区からの種、地熱地帯にとっての非在来種及び南極から離れた地域からの種が人間活動を通して本地区に不注意に持ち込まれる可能性がある。標高の高い地熱地帯はまた、生物群集が発生する土壌構成の変化が、蒸気放出の場所及び放出率から影響を受けるため、踏みつけ及び過剰サンプリングによる基盤への物理的損傷に対して脆弱である。これらの生物群集の限られた範囲及び脆弱性は、保護の必要性を明らかにしている。

ロス海の高高度地熱地帯が南極特別保護地区に指定する主要な理由は、顕著な生態学的価値、特に、世界の他の場所では見られない生物の組み合わせをもたらすような、選択的要素が独特な環境に発生する生物群集を保護するためである。この生物群集は、南極内の生物学的に異なる地域及び南極外の地域からの非在来種の植物、動物、微生物及び殺菌されていない土壌の持ち込み並びに人間活動による踏みつけ及び過剰サンプリングによる物理的かく乱に対し、非常に脆弱である。標高の高い地熱地帯は、主にその顕著な生態学的価値（特に生物群集）のため保護される一方で、微生物学、植物学、陸域生物学、地形学及び地質学のようなその他の科学的価値のためにも保護される。

本地区は、3つの高高地地熱地帯で構成されている。エレバス山頂のトラムウェイ尾根（南緯77度31分、東経167度06分）、メルボルン山頂の地熱活動の3か所（南緯74度21分、東経164度42分）及びリットマン山頂（南緯73度28分、東経165度37分）である（地図A）。

エレバス山のトラムウェイ尾根はもともと、本地区は植物学者及び微生物学者にとって例外的な科学的価値を持つ珍しい生態系を支えるという理由でニュージーランドが提案した後、勧告XIII-8（1985年）において特別科学的関心地区（SSSI）No. 11として指定された。管理計画は、措置2（1995年）及び措置3（1997年）において改定及びの中で採択された。この地区は、決定1（2002年）において、第30南極特別保護地区（ASPA）に再指定された。管理計画は、再検討され、変更のないまま第10回環境保護委員会 CEP Xで承認された。

メルボルン山頂は、独特で多様な生物群集を支える地熱土壌を含んでいるという理由により、ニュージーランド及びイタリアにより提案された後、勧告XVI-5（1987年）においてSSSI No. 24に指定された。SSSI No. 24に含まれている地域であるクリプトガム尾根は勧告XVI-8（1991年）において特別保護地区（SPA）No. 22に指定された。SSSI No. 24及びSPA No. 22は、決議1（2002年）において、それぞれ第18a南極特別保護地区及び第18b南極特別保護地区に再指定された。両地区を第18南極特別保護地区として指定した合併管理計画は、措置2（2003年）において採択された。そこには、かつてのSPA No. 22の中にあった、よりも厳しいアクセス条件を規定する禁止ゾーン及び制限ゾーンが含まれている。改定管理計画は、措置5（2008年）において採択された。

リットマン山は、1988/89年の野外調査シーズンの際に第4次イタリア探検によって発見された。1991/92年の野外調査シーズンにおいて第6次イタリア探検は、地熱活動によって熱せられた噴気孔及び地面を、小さな火山クレーターの中で発見した。この地区はそれまで保護のための指定はされていない。

エレバス山及びメルボルン山は、幅広い学問分野からの科学者により、また管理理由（例えば、調査標識、無線中継器と野営小屋）のために、毎年訪問されている。リットマン山は、その発見以来、訪問者数が増加している。

エレバス山のトラムウェイ尾根は、南極環境領域分析（決議3（2008年））に基づく環境S-マークマードー南ヴィクトリアランド地質及び南極保護生物地理区（決議6（2012年））に基づく地域9-南ヴィクトリアランドに位置する。環境S内のその他の保護地区は、第5南極特別保護地区、第16南極特別保護地区、第21南極特別保護地区、第22南極特別保護地区、第23南極特別保護地区、第24南極特別保護地区、第31南極特別保護地区、第37南極特別保護地区、第38南極特別保護地区、第54南極特別保護地区、第55南極特別保護地区、第56南極特別保護地区、第57南極特別保護地区、第58南極特別保護地区、第61南極特別保護地区及び第72南極特別保護地区並びに第2南極特別管理地区を含む。

メルボルン山及びリットマン山は、南極環境領域分析に基づく環境U-北ヴィクトリアランド地質及び南極保護生物地理区に基づく地域8-北ヴィクトリアランドに位置する。環境U内のその他の保護地区には、第6南極特別保護地区、第65南極特別保護地区及び第73南極特別保護地区を含む。

本地区は、地熱環境を保護するために指定されたロス海地域の唯一の南極特別保護地区あるいは南極特別管理地区となっている。地熱環境を保護する保護地域システムの中で、ここ以外の南極特別保護地区は1つだけである（第40南極特別保護地区 デセプション島の一部と南シェットランド諸島）。しかし、第40南極特別保護地区は、標高の高い生物群集とは顕著に異なる沿海南極の生物群集を保護している。

これらの地区を保護地区として指定することは、南極保護地区システムを補足するものである。というのも、この地区は、(i)南極の高高度の地熱で熱せられた地面として知られる場所を含み、地区の物理的及び化学的特徴のため、地域的及び地球的に独特な生物群集を支えている。(ii)人間の干渉による影響に対して脆弱である。特に、南極内の生物学的に異なる地域、及び南極外の地域からだけでなく、特定の地熱地帯の間から非在来種が侵入する可能性並びに踏みつけ及び過剰サンプリングからの損傷に対して脆弱である。本地区については、各地区とも特定された価値への適切な保護を提供するのに十分な規模であると考えられる。

1. 保護すべき価値の記述

ロス海地域は、第三紀後期及び第四紀の火山活動の重要な地域である。しかし、エレバス山、メルボルン山及びリットマン山の3か所しか、現在においては、地熱活動の兆候を示すことが確定されていない。噴気孔（蒸気を放出する地面の割れ目）及び蒸気を出す暖かい地面は、これらの場所で地熱活動が地表に現れたものである。水蒸気の凝縮及び凍結によって形成されたくぼんだ氷塔又は氷尖塔（煙突）が、直径と高さが数メートルまでになって噴気孔の周りに形成される。氷と雪の小丘も、地熱で熱せられた地面の上に現れる。熱せられた地面のその他の地域は、夏季は一般的に無氷であり、周囲の気温よりも高い地表温度を維持する。

噴気孔と暖かい地面のほとんどは、各火山の頂上カルデラの上あるいは隣接した所にあるが、地表の活動は、メルボルン山の北東の斜面下にまで伸びている。ロス海のこれらの地域は火山の高標高の頂上から孤立しているが、その環境は、定期的な自由水の供給（凝縮した水蒸気及び雪の融解による。）、成長に適した温度及び極端な天候からの物理的保護あるいは避難（氷の下や雪の丘）を土着の生物群集に提供している。相当の孤立及び一連の非通常的な進化的選択圧のため、これらの生息地は、最初期の生物が生息し、そのうちの多くは未だに記述されていないと考える研究者もいる。

高高度の大陸地熱地帯における植物群落は、南極と亜南極における他の沿岸地熱地帯のそれとはと著しく異なる。ロス海地域の群落は、南極沿岸と比較すると種の多様性の少ない藻類が優占している。後者はコケ類が優占しており、いくつかの地域にわたり高い種の多様性を持つ。ロス海の地熱で熱せられた地点では、ケイ藻類はなく1種の地衣類が見られるだけであり、こ

これは、メルボルン山から記録された未同定の黒い雪面である。これらの地点の1か所以上で発生するコケ類、藻類及び原生動物の12種は、既知の他の南極の記録にない（附属1、図1）。これらの地域は同じ地理的地域内に位置するが、3か所の植物群落はそれぞれ異なり、12種のコケ類、藻類及び原生動物のうち5種は、その他の南極記録はなく、ロス海地域のただ一つの地熱地点からの報告されているのみである（附属1、表1）。

これらの群落における微生物は、特徴が乏しいか、いくつかの場合、特徴がないものもある。しかし、最近の研究は独特で多様な微生物群が存在することを明らかにし始めている。好極限環境微生物（物理的及び地熱的に極端な環境で生き残ることのできる生物）の研究は、おそらく極限の理論が進化したであろう地球の最初の生息動物として生命の進化を理解するために有益であると認められている。これらの地点から認識された全ての微生物が高温細菌（45°C~122°Cの高温で最適成長率を持つ生物）ではない。噴気孔からいくらか距離離れた場所では、最適温度が中温温度（適温は20°C~45°C）で成長するものもある（附属1、表2）。このことは、これらの生物群集が、踏みつけ又はサンプリングによる基盤への物理的かく乱に対して脆弱であることを意味している。

ロス海地域の3つの孤立した高標高の地熱地帯での物理的保護又は環境条件（すなわち、定期的な自由水の供給、成長に適した温度及び極端な天候からの避難）は、表面的には同じに見えるが、生物群集は、各地点によって異なる。土壌の物理化学の違い（例えば、pH、栄養分の利用可能性、基盤の粒状サイズ及び水分内容）が、各地点で独特の種の組み合わせを選択するという説明が可能である。仮説の1つにおいては、これらの環境は、南極の他の地点又は極地周辺の島々、あるいは他の大陸から吹く風によって運ばれた生育可能な繁殖体が、偶然にコロニーを作ったことが提案されている。散布は稀な事象であるが、各地点に貯蔵されている種の生育可能な繁殖体により土壌にコロニーが形成されるという結果となる。例えば、リットマン山からの *B. fumarioli* の孤立したいくつかの系統は、2地点が5,600km離れていても、南サンドウィッチ列島、キャンドルマス島から同定された系統に著しく類似していることが示されている。共通する起源を持ち、自由胞子の空中散布または潜在的な人為の少数の汚染による可能性が高いコロニー形成が提起されている。より簡単に言えば、差異は確率的要因のために生じる。

本地区の3か所での人間活動の増加は、人間の媒介による新しい生物の持ち込みの可能性を低減させるための、適切な保護措置の必要性を強調している。

3か所すべての高度に非通常的な生物群集は、顕著な科学的価値がある。これらの地点は非通常的な条件で活動する南極の生物の生理学に加え、その生物地理学及び散布学に対し示唆を提供するものである。本地区の生態系は限られた地理的範囲であり、南極内の生物学的に異なる地域又は南極外の地域から並びに地熱学的な特定の場所の間の非在来種持ち込みに対するこの地区の脆弱性並びに土地のかく乱はこのようであるので、長期的な保護を確実にするため、この地区の適切な管理が必要となる。

2. 目的

ロス海地域の高標高地熱地帯における管理は、次を目的とする。

- 本地区での不必要な人為的かく乱防ぐことによりで、本地区の価値を損ねたり、大きなリスクをもたらすことを回避する。
- 非在来植物、動物、微生物及び殺菌していない土壌を、南極内の生物学的に異なる地域及び南極外の地域から並びに地熱地帯の間で持ち込むことを防止または最小化する。
- 将来の科学研究のための参照地として、禁止ゾーンとして宣言されている本地区の3か所のそれぞれの自然生態系の一部を保存する。
- その他の場所では実施できず、かつ自然生態系、特に本地区の3か所の生物群集及び地形を危うくしない正当な理由がある場合は、科学研究を認める。
- 本地区内の過剰なサンプリング又は地面の干渉によって生物群集と地形が悪影響を受けないことを確実にする。
- 管理計画の目的を支持するような管理目的での訪問を認める。

3. 管理活動

以下の管理活動については、本地区の価値を保全するために実施しなければならない。

- 適用される特別な制限が記載されている本地区の3地点の位置に関する情報については、目立つように表示するとともに、この管理計画の複写については、本地区の3地点に近隣の国家南極プログラム基地及び研究、管理又は野外の現地の小屋で利用可能にしなければならない。
- 本地区の3地点の位置を図示した標示及び／又は境界線の印を、立入り制限の明確な説明とともに、不注意な立入りを防ぐために、各地点（及び禁止ゾーン）の境界線上の適切な場所に目立つように設置する。
- 科学、管理又は不可欠な通信のために本地区内に設置された標識、標示又はその他の建造物については、固定し、良好な状態を継続し、必要でなくなったときには除去しなければならない。
- 本地区を指定するため目的の達成が継続されているかを評価するため、また、管理活動が十分であることを確保するため、必要に応じ（少なくとも5年に1回）訪問しなければならない。
- この地域で活動中の国家南極プログラムは、上記の管理活動が実施されていることを確実にするとの観点から相互協議する。特に、国家南極プログラムは本地区内の土壌及び生物学的物質過剰サンプリングを防ぐために、互いに協議することが奨励される。また、国家南極プログラムは、本地区内及び本地区の3地点間での非在来種の持ち込み及び散布を最小限にすることを目的としたガイドラインの共同実施を検討することが奨励される。

4. 指定の期間

指定期間は無期限とする。

5. 地図

地図 A：ロス海地域の高標高の地熱地点の位置図。水平原点：WGS84、南極立体投影図法。出典：Base Vector Data、Antarctic Digital Database 第6版。

地図 A1：第75南極特別保護地区エレバス山、トラムウェイ尾根の地形図。水平原点：WGS72、野営地投影図。水準原点：平均海拔。出典—調査データ：Department of Survey and Land Information (DOSLI)調査計画 37/142（計画の出典は Land Information New Zealand (LINZ)）；等高線と地熱で熱せられた地域：データ提供は University of Canterbury；主要地図と外観の図式映像：Digital Globe World View-2 Satellite（0.5m 解像度）。映像日 2011年1月23日。映像は Polar Geospatial Centre、Department of Earth Science、University of Minnesota により提供；挿入地点写真：Tramway Ridge の地熱で熱せられた地面の地上写真。2010年11月26日に撮影された映像。映像は University of Waikato により提供された。

地図 A2：第75南極特別保護地区メルボルン山のクリプトガム尾根及び地熱斜面の地形図。水平原点：WGS84、UTM Zone 58S 図法。水準原点：WGS84。出典—等高線と LINZ によって 2012年11月17日に行われた現地調査の間に収集されたデータから得られた保護地区；主要地図と挿入外観図表：Digital Globe GeoEye 衛星画像（0.5m 解析）。映像日 2011年11月14日。映像は Polar Geospatial Centre、Department of Earth Science、University of Minnesota により提供；挿入地点写真：北東を向いて取られ、前景にクリプトガム尾根のある陸上写真。映像は、2012年11月17日に撮影された。映像は、Antarctica New Zealand により提供された。

地図 A2/1：第75南極特別保護地区メルボルン山北西斜面、地形図。水平原点：WGS84、UTM Zone 58 図法。水準原点：WGS84。出典—主要地図と挿入外観図表：Digital Globe World View-2 Satellite（0.5m 解像度）。映像日 2011年1月14日。映像は Polar Geospatial Centre、Department of Earth Science 及び University of Minnesota により提供；挿入地点写真：東を向き地熱で熱せられた地面の北西斜面の地上写真。映像は、2002年に取られた。映像は、R. Bargagli と PNRA（イタリア南極調査国家プログラム）により提供された。

地図 A3：第75南極特別保護地区リットマン山の地形図。水平原点：WGS72、UTM Zone 58S 図法。水準原点：WGS84。出典—等高線と LINZ によって 2012年11月17日に行われた現地調査の間に収集されたデータから得られた保護地区；主要地図：Digital Globe GeoEye 衛星画像（0.5m 解析）。映像日 2009年3月3日。映像は、Polar Geospatial Centre、Department of Earth Science 及び University of Minnesota により提供；挿入地点写真：リットマン山の端のカルデラに向かい北を見て撮った陸上写真。映像は、2012年11月16日に撮影された。映像は、Antarctica New Zealand により提供された。

6. 本地区の記述

6(i) 理的座標、境界線の標識及び自然の特徴

この南極特別保護地区は、エレバス山の頂上のトラムウェイ尾根、メルボルン山頂の3か所及びブリットマン山頂を含む3つの箇所から構成されている。

エレバス山、トラムウェイ 尾根

場所の記述：エレバス山（南緯 77 度 31 分、東経 167 度 06 分）は、南極で最大かつ最も活発な火山であり、ロス島に位置している（地図 A）。海拔 3,794m の高度まで上がる。主要なクレーター内に対流アノーソクレス・フォノライト（anorthoclase phonokite）溶岩湖を持つ独特な成層火山である。山頂付近で露出している唯一の主要な岩石は、アノーソクレス・フォノライト（響岩）である。

主なクレーターの急峻な斜面は、海拔標高約 3,200-3,500m の点で広範な高原となり平らになっているが、南東の斜面は外側の斜面が険しく落ち込んでいる。トラムウェイ尾根は、主要クレーターの北西の斜面に、海拔 3,450m まで上る尾根である（地図 A1；挿入図 1）。この地点は、主要クレーターからこの尾根に沿って約 1.5km のところにある。地熱で熱された地面は山頂で広がっているが、エレバス山の頂上の地熱で熱された地面が最も広範な地域である。

一般に、この箇所は、5° の緩やかな傾斜であり、段丘の形をしており無氷の土地が多く、斜面は典型的に垂直の高さが 0.5m、傾斜の強い所は 30° までとなる。段丘の急勾配の側は、多くの目に見える植物で覆われ、水蒸気がここから発生しているのが見える。可視的植物は、この地点の約 16% を被っている。低い氷の小丘は、高さ 1m まで上がり、そこでは水蒸気が凍り、これは本地帯全体に分布する。地面の温度は 75°C まで上がり、深さ 4cm を記録した。

境界線：指定地帯の境界は 200m x 200.8m の長方形として範囲が定められており、トラムウェイ尾根の低部の地熱で熱せられた地面の多くを含んでいる。地点の北西境界の角の西境界線は、座標南緯 77 度 31 分 01.853 秒、東経 167 度 6 分 21.251 秒（ポイント A）から南に、南西境界の角、南緯 77 度 31 分 08.327 秒、東経 167 度 6 分 20.686 秒（ポイント E）まで延びている。そこから東に南東境界線角、南緯 77 度 31 分 08.448 秒、東経 167 度 6 分 50.521 秒（ポイント D）まで延びる。そこから北に北東境界線角、南緯 77 度 31 分 01.976 秒、東経 167 度 6 分 51.074 秒（ポイント B）まで延びる（地図 A1）。

この箇所はほぼ大きさの等しい2つの部分に分けられる。北半分は禁止ゾーン（地図 1）で、この境界線は、6(v)に記述されている。

この箇所の境界線（各角には境界線標識がある）、禁止ゾーン及び顕著な特徴については地図 A1 に示される。本地区及び禁止ゾーンの境界点は、境界標識で示されており（地図 A1；ポイント A-F）、禁止ゾーンの南境界線に沿って幾分か離れた他の境界標識（ポイント H）も示されている。2つの境界標識（G と H）は、この南極特別保護地区の中で作業する人々が禁止ゾーンの南境界線を認識し、地区（地図 A1；ASP A 境界座標表）に入るのを防ぐために役に立つよう、中心を外して置かれている。竹製の表示が各境界線標識に挿入される時、本地区と禁止ゾーンの境界線は本地区で作業する時に視認できる。

メルボルン山

場所の記述：メルボルン山（南緯 74 度 21 分、東経 164 度 42 分）は、ロス海の西側のウッド湾とテラノヴァ湾の間、ヴィクトリアランドの北、キャンプベル氷河の東約 10km に位置する成層火山であり（地図 A）、海拔標高は 2,733m である。

メルボルン山はマクマード火山群の一部であり、ヴィクトリアランドの海岸に沿って休火山と死火山が帯状に並んでいる。メルボルン山の地域の年代は第四紀末であり、最近の噴火は 150 年ほど前であると考えられている。火山石は、玄武岩を基礎として、山自体に粗面安山岩化（trachyandesite）する粗面岩（trachyte）があると記述されている。

メルボルン山は、頂上のクレーターの周辺と山の上部に分散する地熱で熱せられた地面、噴気孔、氷塔の場所があり、ほぼ完全な低角度の円錐型火山である。頂上のカルデラは、直径 1km で、西に流れる氷河を作る粒状雪を発生している。いくつかの小さな玄武岩の円錐柱と小山は麓の近くと山の側面に形成される。地熱で熱せられた地面は、一般に、蒸気が出る無氷の地面、又は噴気孔と高さ 1m になる氷塔あるいは尖塔が目立っている。表面土壌温度は深さ数 cm の点で 50°C まで記録されている。

境界線：本箇所は 3 つの分離した場所から構成されており、2 つは、主要な頂上クレーターの上に（地図 A2）、3 番目は、山の北西の斜面にある（地図 A2/1）。メルボルン山の主な頂上クレーターの南東縁の上には、2 つの隣接した指定地がある

第一の場所クリプトガム尾根は、目立つ三日月型の尾根であり、雪で覆われた無加熱の地面、無氷の地熱で熱せられた地面及び尾根線から全方向に 40m 広がる水蒸気が発生する氷丘で構成されている。

本箇所の西境界線は、北西境界線の角から座標南緯 74 度 21 分 20.389 秒、東経 164 度 4 分 31.652 秒（ポイント 1A）から、南に約 50m の角に、南緯 74 度 21 分 22.096 秒、東経 164 度 41 分 32.551 秒の南西境界線角（ポイント 1N）に延びている。そこから三日月型のクリプトガム尾根に沿って東に、無標識の地点（南緯 74 度 21 分 21.383 秒（ポイント 1M）、南緯 74 度 21 分 20.840 秒、東経 164 度 41 分 45.230 秒（ポイント 1L）、南緯 74 度 21 分 21.220 秒、東経 164 度 41 分 49.934 秒（ポイント 1K）、南緯 74 度 21 分 21.815 秒、東経 164 度 41 分 54.574 秒（ポイント 1J）、南緯 74 度 21 分 22.588 秒、東経 164 度 41 分 58.044 秒（ポイント 1I）及び南緯 74 度 21 分 24.103 秒、東経 164 度 42 分 00.579 秒の南東境界線角（ポイント 1H）まで延びる。そこから境界線は、北の北東境界線角、南緯 74 度 21 分 23.355 秒、東経 164 度 42 分 07.010 秒（ポイント 1G）まで延びる。北境界線は、三日月型のクリプトガム尾根に沿って西に延びて、無標識のポイント南緯 74 度 21 分 21.523 秒、東経 164 度 42 分 03.989 秒（ポイント 1F）、南緯 74 度 21 分 20.117 秒、東経 164 度 41 分 57.869 秒（ポイント 1E）、南緯 74 度 21 分 19.307 秒、東経 164 度 41 分 51.137 秒（ポイント 1D）、南緯 74 度 21 分 19.153 秒、東経 164 度 41 分 45.329 秒（ポイント 1C）、南緯 74 度 21 分 19.650 秒、東経 164 度 41 分 37.695 秒（ポイント

1B) 及び北東境界角 (ポイント 1A) に達する (地図 A2)。北及び南の境界線ともに無氷鞍部の下に位置する。

クリプトガム尾根は、禁止ゾーンとして指定されている西の部分によって 2 つに分けられる (地図 A2)。禁止ゾーンの境界線は、6(v) に記述されている。

メルボルン山の主な頂上クレーターの南東縁にある第二の場所 (地熱斜面) は、頂上クレーターの東縁まで続く斜面であり、クリプトガム尾根に隣接している (地図 A2; 挿入図 2)。地熱活動は、クレバスと氷塔が急峻なカルデラの縁まで上に延びている幅およそ 50m の丘の斜面でよく見える (地図 A2)。北境界線は、北西境界角、座標南緯 74 度 21 分 13.740 秒、東経 164 度 42 分 01.816 秒 (ポイント 2A) から南に約 50m の南西境界角、南緯 74 度 21 分 15.620 秒、東経 164 度 42 分 03.474 秒 (ポイント 2D) まで延びる。そこから東に斜面を登り南東境界線角、南緯 74 度 21 分 14.567 秒、東経 164 度 42 分 12.729 秒 (ポイント 2C) まで延び、さらに北東境界線角の北、南緯 74 度 21 分 12.865 秒、東経 164 度 42 分 08.972 秒 (ポイント 2B) まで延びる (地図 A2)。

第三の場所 (北西斜面) は、火山の北西斜面 (地図 A2/1)、クリプトガム尾根から北西に約 1.5m の所にある。地熱活動は、氷塔と急峻な崖の縁に沿っている小面積の裸地の北西から南東の向線として明確である。この場所の境界線は現地では調査されていないが、衛星画像からの推測から得られている。北境界線は、北西境界線角、座標南緯 74 度 21 分 00 秒、東経 164 度 39 分 02 秒 (ポイント 3A) から南に斜面を下って南西境界線角、南緯 74 度 21 分 11 秒、東経 164 度 42 分 05 秒 (ポイント 3D) まで延びている。そこから南東境界線角 (南緯 74 度 21 分 11 秒、東経 164 度 42 分 05 秒) (ポイント 3C)、さらに、北に斜面を登り北東境界線角、南緯 74 度 21 分 00 秒、東経 164 度 40 分 05 秒 (ポイント 3D) まで延びている (地図 A2/1)。

リットマン山

場所の記述: リットマン山 (南緯 73 度 28 分、東経 165 度 37 分) は、パイロット氷河と北部ヴィクトリアランドのアイスブレイカー氷河先端の間にあるアヴィエーター氷河の南側の山脈内に位置する (地図 A3)。海拔標高は 2,600m まで上り、メルボルン山の北に約 103km、海岸から内陸側に 50km 入った所にある。

噴気孔と地熱に熱せられた地面は、海拔 2,000m の小さいカルデラの縁にあるリットマン山の頂上で発生しており、一つの露出岩の中で形成される。地区全体は、氷河に囲まれている (地図 A3; 挿入図)。本地点は、幅 300m 高さ 80m の粗く不安定で急峻な斜面で構成される (地図 A3)。地面は、砂質の火砕性岩及び火山破片で構成されている。

2 つの隣接した無氷地域が本地点の中央に位置する。地熱で熱せられた無氷の地面と噴気孔が本地域のほとんどを占め、氷小丘及び氷塔が一般に無氷地域の淵の周囲とカルデラ構造の縁に沿って位置する。噴気孔の周りの地面は、白い風化物とコケ類のパッチで覆われているのが見ら

れる。表土の温度は、深さ 10cm において、50℃～63℃が記録されている。地点の西側は氷で覆われているが、地熱活動は、氷塔又は水蒸気の出る地面としてカルデラの縁に沿って見られる。

境界線：本箇所は、リットマン山の露出したカルデラ全体を含む。最西の境界線角は、カルデラ縁の西縁、南緯 73 度 28 分 18.797 秒、東経 165 度 36 分 43.851 秒に位置する（ポイント A）。境界線は、カルデラ縁に沿って西に、無印のポイント、南緯 73 度 28 分 16.818 秒、東経 165 度 36 分 54.698 秒（ポイント B）、南緯 73 度 28 分 16.290 秒、東経 165 度 37 分 00.144 秒（ポイント C）、南緯 73 度 28 分 16.405 秒、東経 165 度 37 分 04.438 秒（ポイント D）、南緯 73 度 28 分 17.655 秒、東経 165 度 37 分 12.235 秒（ポイント E）、南緯 73 度 28 分 18.024 秒、東経 165 度 37 分 14.468 秒（ポイント F）、南緯 73 度 28 分 19.823 秒、東経 165 度 37 分 16.943 秒（ポイント G）、南緯 73 度 28 分 20.628 秒、東経 165 度 37 分 20.089 秒（ポイント H）、南緯 73 度 28 分 21.530 秒、東経 165 度 37 分 21.567 秒（ポイント I）及び最東境界線角、南緯 73 度 28 分 22.015 秒、東経 165 度 37 分 23.817 秒（ポイント J）まで延びる。

そこから境界線は、南に（下降斜面）北東境界角、南緯 73 度 28 分 23.436 秒、東経 165 度 37 分 20.540 秒（ポイント K）まで延びる。そこから、カルデラ縁と無氷地域の下の急峻な斜面の下を通過して、無印のポイント、南緯 73 度 28 分 22.414 秒、東経 165 度 37 分 17.302 秒（ポイント L）、南緯 73 度 28 分 20.945 秒、東経 165 度 37 分 13.936 秒（ポイント M）、南緯 73 度 28 分 19.430 秒、東経 165 度 37 分 08.865 秒（ポイント N）、南緯 73 度 28 分 18.558 秒、東経 165 度 37 分 03.457 秒（ポイント O）、南緯 73 度 28 分 18.722 秒、東経 165 度 37 分 56.296 秒（ポイント P）及び南緯 73 度 28 分 19.778 秒、東経 165 度 36 分 50.065 秒（ポイント Q）まで延び、最西の境界線角まで坂を上る（ポイント A）。

東の無氷地域は禁止ゾーンに指定されている（地図 A3）。禁止ゾーンの境界線は、6(v)に記述されている。

6(ii) 本地区への出入り

全ての地点に適用できる出入りの条件は、7(ii)に列挙されている。各地点への出入りのための特定の条件は、以下に挙げられる。

エレバス山、トラムウェイ尾根

- トラムウェイ尾根は標高が高いため、ヘリコプターは、積載量を多くするべきではない。
- 本地点の北西 250m の所、南緯 77 度 31 分 00 秒、東経 167 度 05 分 48 秒に指定ヘリコプター着陸場がある。もしくはヘリコプターは、アメリカ合衆国南極プログラム (USAP) の上部（南緯 77 度 30 分 37.857 秒、東経 167 度 08 分 48.5736 秒）またはエレバス小屋の下部（南緯 77 度 31 分 32.6172 秒、東経 167 度 08 分 12.8688 秒）のエレバス小屋に近い所に着陸することはできる（地図 1；挿入図 1）。

- 上部と下部のエレバス小屋の間を移動する際には、スノーモービル道を好んで通るとともに、可能であれば、地点の境界線から少なくとも 200m 離れることが強く奨励される（地図 A1；挿入図 1）。
- 本地点への立入りについては、主に境界線標識 D から行うべきである（地図 A1；挿入図 2）。

メルボルン山

- クリプトグラム尾根から 40m のところに、ヘリコプターの指定着陸地点（南緯 74 度 21 分 24.6 秒、東経 164 度 41 分 56.0 秒）があり、もしくは代替着陸地点がメルボルン山の頂上にある（南緯 74 度 20 分 57.7 秒、東経 164 度 41 分 28.9 秒）（地図 A2 と A2/1；挿入図 1）。

リットマン山

- 本箇所は、氷河で囲まれた急峻で不安定な斜面である。ヘリコプターは、氷河の上の安全な場合、陸地のみでの着陸としなければならない。ヘリコプターが斜面の前で着陸する際には、最大限可能であり安全である場合であっても、境界線の 100m 以内には着陸するべきではない。斜面の上に着陸する場合は、境界線（カルデラ縁）の 25m 内に着陸するべきではない（地図 A3）。

6(iii) 本地区内及び本地区の付近にある建造物の位置

エレバス山、トラムウェイ尾根

- 境界線角ポイント及び禁止ゾーンの南境界線を示した 7 つの境界標識がある（地図 A1；南極特別保護地区境界線座標の表）。柱につけられた標識旗は、本地区を明確にし、本地区や禁止ゾーンに不用意に立入るのを避けるために、境界標識に固定される。
- 本地点に隣接した 3 つの調査標識がある（地図 A1；調査標識の座標表）。
- 上部及び下部のエレバス小屋は、それぞれ本地点の約 1km 北東（海拔 3,400m）及び南東（海拔 3,612m）にある（地図 A1；挿入図）。

メルボルン山

- 2ヶ所の調査標識がある。MM01 は、Location 2 に隣接し、岩につけられた金属標識である。MM02 は、Location 1 に隣接し、コンクリートの基礎に入れられた金属管でできている（調査標識座標表；地図 A2）。
- 本地区で稼働している国家プログラムは、メルボルン山の最高の頂上部にある多数の施設（測候所、無線中継器および科学機器）を維持している（地図 A2；挿入図 1）。

リットマン山

- カルデラ縁の上の北東境界線縁に沿って2つの調査標識がある（地図；調査標識座標表）。2つとも岩の中に設置された金属板である。

6(iv) 本地区に近接する他の保護地区の位置

エレバス山、トラムウェイ尾根

エレバス山、トラムウェイ尾根に最も近い保護地区は、ロス島の上にある（地図 A）。

- 第 16 南極特別保護地区：ロス島のバード岬のカーフリイ浜のニュー・カレッジ谷は 37km 北北西
- 第 56 南極特別保護地区：ロス島のエレバス山のルイス湾は 14km 北
- 第 24 南極特別保護地区：ロス島のクロージア岬は 54km 東
- 第 22 南極特別保護地区：ロス島のハット半島のアライヴァル高地及び第 58 南極特別保護地区：ロス島、ハットポイントはそれぞれ 35km、38km 南
- 第 55 南極特別保護地区：ロス島のエヴァンス岬は 21km 南西
- 第 21 南極特別保護地区：ロス島のロイズ岬及び第 57 南極特別保護地区：ロス島のロイズ岬のバックドア湾は 23km 西

メルボルン山

メルボルン山に最も近い保護地区はテラノヴァ湾である（地図 A）。

- 第 61 南極特別保護地区：ロス海のテラノヴァ湾は 45km 南東
- 第 65 南極特別保護地区：ビクトリアランドのエドモンソン岬は 22km 東
- 第 73 南極特別保護地区：ワシントン岬とシルバーフィッシュ湾、ロス海の北テラノヴァ湾は 34km 南

リットマン山

リットマン山はメルボルン山の北 103km の場所にある。リットマン山の半径 100km 以内には保護地区はない（地図 A）。

6(v) 本地区内にある特別ゾーン

本地区の 3 箇所のそれぞれの禁止ゾーンに出入りすることは、管理計画の再評価中に、アクセスが許可されるべきであるという同意がなされる時までは、厳しく禁止される。

エレバス山、トラムウェイ尾根

本地点の北半分（地図 A1）は、将来の科学研究のための参考地として保護するために、禁止ゾーンに指定されている。一方で、南半分（生物、特徴及び性質は類似している）は、科学調査が可能である。

禁止ゾーンの南境界線は、本地区を2等分する南緯77度31分05.103秒、東経167度06分20.968秒（ポイントF）から南緯77度31分05.224秒、東経167度06分50.792秒（ポイントC）の線で定義されている。禁止ゾーンのその他の3つの境界線は、東境界線を形成するポイントC（南緯77度31分05.224秒、東経167度06分50.792秒）からポイントB（南緯77度31分01.976秒、東経167度06分51.074秒）；北境界線を形成するポイントBからポイントA（南緯77度31分01.853秒、東経167度06分21.251秒）；西境界線を形成するポイントAからポイントFで定義されている。

禁止ゾーンの南境界線は、トラムウェイ尾根の低部の南尾根線の西へ向かう延長戦として、地面上でおおよそ特定することができる。本地区に立つと、境界標識（G、HおよびC）によって2等分する線が明確に視認できる。

メルボルン山の頂上

クリプトガム尾根から100m最西（Location 1；地図A2）は、最も広範な植生の地域を保護し、将来の科学調査のための参考地区の一部として保存するために、禁止ゾーンとして指定されている。一方で、クリプトガム尾根の残りの部分並びにLocation2及び3は、科学調査が可能である。

北西境界線角からの本地点の西境界線は、座標南緯74度21分20.389秒、東経164度41分31.652秒（ポイントA）から南に約50mの南西境界線角（南緯74度21分22.096秒、東経164度41分32.551秒）（ポイント1N）まで延びている。そこから境界線は、三日月型のクリプトガム尾根に沿って東に無印ポイント（南緯74度21分20.840秒、東経164度41分45.230秒）（ポイント1L）まで、そして、北の北東境界線角（南緯74度21分19.153秒、東経164度41分45.329秒）（ポイント1C）まで延びている（地図A2）。

禁止ゾーンは、高度下がり始め尾根の傾斜が明らかに変化することによって定義できる。

リットマン山

本箇所では定義される地熱で熱せられた3つの地域のうち（地図A3）、最東地区は、将来の科学研究の参考地としてその一部を保存するために禁止ゾーンとして指定されている。一方で、本地点の残りの部分（生物、特徴、性格は類似している）は科学調査が可能である。

北西境界線角からの本地点の西境界線は、南緯73度28分17.655秒、東経165度37分12.235秒のカルデラ縁（ポイントE）から南に南西境界線角（南緯73度28分19.430秒、東経165度37分08.865秒）まで急な斜面を約80m下る（ポイントN）。そこから境界線は南緯73度28分20.945秒、東経165度37分13.936秒の南東の角（ポイントM）まで斜面の底を辿って延びる。そこから南緯73度28分19.823秒、東経165度37分16.943秒の北東境界線角（ポイントG）まで北に斜面を上昇して延びている（地図A3）。

7. 立入り許可の条件

本地区の3箇所に適用される立入り許可のための全ての規定

7(i) 一般的な許可の条件

本地区の3地点へのあらゆる立入りは、適当な国家当局から発給された許可証に従うものを除き禁止されている。本地区への立入り許可を発給する条件は、次のとおりである。

- 他の場所では果たせない正当な科学的理由又は本地区の管理に不可欠な理由で発行される。
- 許可された活動は本地区の生物群集、生態的あるいは科学的価値を危険にさらすものではない。
- 許可された活動は、本管理計画に従ったものである。
- 禁止ゾーンへの立入りは、禁止しなければならない。
- あらゆる管理活動は、管理計画の目的を支援するものである。
- 本地区内では、管理計画から得られた全ての関連地図を含め、許可証又はその複写を携帯しなければならない。

7(ii) 本地区への出入りの経路及び本地区内での移動

- 各火山の頂上への出入りは、一般的にヘリコプターで行う。
- 本地区の3地点内でのヘリコプターの着陸は、厳しく禁止される。
- ヘリコプターは、本地区の3地点の外の指定された着陸地点で着陸すべきである(6(ii)、地図A1、A2およびA3を参照)
- ヘリコプターが指定陸地点から離れた場所で着陸できるのは緊急の場合のみとするべきである。
- 本地区の3地点の無氷地域でのヘリコプターによる上空飛行あるいは空中停止は、必須の科学的あるいは管理目的でヘリコプターが地表から50mより低く飛ばなければならない時を除いて、避けるべきである。
- 本地区の3地点内において、ヘリコプターの発煙弾の使用は、禁止されている。
- 本地区の3箇所において、車両(例えばスキースクーター)は禁止されている。
- 許可証で特に認可されている人のみが、地区に入ることを認められる。
- 本地区の3地点内での全ての移動は、徒歩とするべきである。
- 許可証所持者は、本地区内での歩行は、土壌を凝縮させ、気温の変化率を変え(これは、水蒸気放出率を変えるかもしれない)、地熱で熱せられた地面の上に形成される薄い氷を割り、その結果、土壌や下の生物相を損傷することになることを意識するべきである。雪或いは氷の表面があっても、これが適切な道を示す保証にはならないので、走行活動の影響を最小限にする全ての合理的な努力をするべきである。歩行移動は、許可された活動の目的に一致する必要最小限を守らなければならない。
- 許可証所有者は、無氷地又は氷の丘の双方の目に見える植生又は湿った土壌の上、及び地熱で熱せられた地面の上を歩くことはできる限り回避するべきである。

- 許可証保有者は、本地区内の全ての移動のための GPS データを収集するとともにこのデータを訪問報告書とともに適切な国家当局に提出することが強く奨励される（7(x)を参照）。
- 許可証所有者は、許可証に特定されていない限り、氷の構造を干渉（穴開け、サンプリング、損傷）してはいけない。

7(iii)本地区で実施することのできる活動

本地区内で実施することのできる活動は、以下の通りである。

- 他の場所では実施できず、本地区の生物群集、生態系又は科学の価値を害さない正当な科学的調査
- モニタリング及び査察を含む必要不可欠な管理活動

7(iv) 建造物の設置、改築又は除去

- 許可証に特記されている科学及び管理の正当な理由があり、事前に期限が設定されている場合を除き、本地区内に新しい建造物（すなわち、標示または境界線標識）の建設及び科学機器の設置はしないこととする。
- 本地区内に設置する全ての構造物、科学機器又は標識は、国名、主席研究者又は機関の名前、設置年、撤去予定日を明確に特定できるようにしなければならない。
- これらのものは全て、有機物、繁殖体、殺菌されていない土壌が可能な限り最大限含まれることのないことを確保するために減菌するとともに、本地区の汚染のリスクを最小限にとどめるとするようにするべきである。
- その許可が失効した特定の建造物または設備の除去については、元来の許可を与えた当局の責任とし、その許可の条件としなければならない。

7(v) 野営地の位置

- 本地区における野営は禁止である。
- エレバス山のトラムウェイ 尾根で作業するための野営は、既存の上部（南緯 77 度 30 分 37.857 秒、東経 167 度 08 分 48.5736 秒）又は下部（南緯 77 度 31 分 32.6172 秒、東経 167 度 08 分 12.8688 秒）エレバス小屋の近くで行うべきである（地図 A1；挿入図 1）。
- メルボルン山及びリットマン山の 3 か所から 100m 以内では、野営は推奨されない。
- 野営は、氷で覆われた地面でのみとするべきである。

7(vi) 地区内に持ち込むことのできる物質及び生物に関する制限

本地区によって保護されている生態的価値、特に独特の生物群集を危うくすることを避けるため、以下の制限が、本地区の全ての活動に適用される。

- 植物、動物、微生物及び殺菌されていない土壌の意図的な本地区内への持ち込みには許可してはならない。
- 本地区の生態学的価値を維持することを確実にするために、本地区内の他の場所、基地、南極の外の地域を含む他の南極地点から本地区の 3 地点への又は 3 地点の間での偶発的な植物、動物、微生物及び殺菌されていない土壌の持ち込みに対して、7(x)に概説されている手段に従って、特別な予防を講じなければならない。
- 本地区に持ち込まれる全てのサンプリング設備又は標識は、洗浄又は滅菌しなければならない。
- 実行可能な最大限の程度で、本地区内で使用されるか本地区内に持ち込まれる履物及びその他の装置（かばんあるいはバックパックを含む）は、本地区に入る前に入念に洗浄しなければならない。
- 本地区の 3 つの箇所の間を移動する訪問者は、これらの生物学的には隔離されているが、物理学的及び気象学的に似た箇所の間における種の移入を回避するため、一つの箇所で使用されたすべての物質及び装置について、もう一つの箇所に移動する前に洗浄及び滅菌することを確認するための特別な注意を払わなければならない。さらに、微生物の多様性は短距離で異なるため、本地点の地熱のある場所間の移動の場合には、同じ予防措置を取らなければならない。さらに、微生物の多様性は短距離で異なるため、本地点の地熱のある場所間の移動の場合には、同じ予防措置を取らなければならない。
- 燃料及び食料のいずれも、本地区に持ち込まないこととする。
- 機器及び他の物質は、本地区に保管しないこととする。
- 放射性核種又は安定同位体を含む化学物質は、許可証に特記された科学又は管理の目的で持ち込むことができるが環境に放出してはならず、許可証で認めている活動が終了する時点又はその前に、本地区から除去しなければならない。
- 本地区に持ち込まれた物質は、規定された期間のみであり、指定期間の終わりまでに除去されなければならない。
- 非在来種の移動のリスクを低減するための更なるガイダンスについては、「外来種マニュアル（CEP 2011 年）」及び「COMNAP/SCAR 国家南極プログラムの供給チェーン管理のためのチェックリスト」において見ることができる。

7(vii) 在来の植物及び動物の採捕又はこれらに対する有害な干渉

- 環境保護に関する南極条約議定書附属書 II に従って発行される許可証に従う以外、これらの箇所における在来の植物、動物及び生物群集（特に微生物）の採捕又はこれらに対する有害な干渉は禁止されている。

7(viii) 許可証の所持者によって持ち込まれた物質以外の物質の収集又は除去

- 許可証に従う場合のみ、本地区で物質を収集又は除去でき、科学的又は管理的な必要性にかなう最低限度に限定するべきである。提案されるサンプリングが地域内の分布又は数量に重要な影響を与えるような量の土壌、堆積物、微生物及び動植物を除去するとの合理的な懸念がある場合は、許可証は与えてはならない。

- 許可証の所持者あるいはそれに該当する者が持ち込んだ以外の物質で、地区の価値を危うくすると思われる人間起源の物質は、野外に放置するよりも除去する方の影響が大きい場合でない限り、そして適切な当局が認める場合は除去することができる。このような場合、適当な国家当局に通知するべきである。

7(ix) 廃棄物の処理

- 人間の排泄物を含む全ての廃棄物は、本地区から除去しなければならない。

7(x) 管理計画の目的の達成が継続されることを確保するために必要な措置

以下の場合、本地区に立入るための許可を与えることができる。

- モニタリングや本地区の査察活動を行う。これには、分析又は再検討のためのサンプル又はデータの収集を含めることができる。
- 標識、構造物又は科学的機器を設置又は維持する。
- 管理活動を実施する。

本地区の孤立性と人間の影響が比較的小さいことによって得られている生態学的、科学的価値を維持することを助けるため、訪問者は、特に1つのシーズンに本地区の3箇所の2つ以上を訪問する際に、持ち込みに対して特別な予防措置を講じなければならない。特に懸念があるのは、以外を起源とする持ち込みである。

- 南極及び南極でない場所の地熱地帯
- 本地区に含まれないが同じ標高に位置する地熱地帯
- 本地区の3地点間の移動
- 基地に近い地点を含む南極の他の地点からの土壌
- 南極の外の地域からの土壌

この目的のために、訪問者は、持ち込みの危険を最小限にするための、以下の措置に従わなければならない。

- 本地区に持ち込まれるサンプリング機器又は標識は、本地区内で使用される前に殺菌され、無菌状態で維持されなければならない。できる限り最大限、本地区に持ち込まれる又は使用される履物及びその他の装置（バックパック及びキャリーバッグを含む）は、本地区に立入る前に徹底的に洗浄又は殺菌され、この状態で維持されなければならない。
- 殺菌は、UV光、高圧滅菌器、又は70%のエタノール溶液での洗浄のような適切な方法で行われるべきである。
- 無菌防護上着を着用しなければならない。上着は気温-20℃以下で作業することに適しており、最低でも腕、足、体を覆う殺菌作業服であり、寒い天候での手袋の上に着用するのに適した殺菌手袋を含まなければならない。使い捨ての殺菌／保護足カバーは岩滓表面に適さず、

使用するべきではない。その代りに、全ての履物は徹底的に土壌粒を除去するために払落とし、70%エタノール溶液で拭き取るべきである。

- ヘリコプターの内外装については本地区に来る場合と出る場合又は本地区の3箇所を移動する場合、できる限り洗浄するべきである。

7(xi) 報告の要件

本地区を訪問する各許可証の所持者の代表者は、できる限り速やかに、少なくとも訪問が完了してから6か月以内に適切な国家当局に報告書を提出しなければならない。この報告書には、必要に応じ、決議2(2011年)に添付されている改定版南極特別保護地区のための管理計画の作成ガイド附属書2に含まれている訪問報告書様式に示す事項を含むようにするべきである。この様式は、南極条約事務局のウェブサイト (www.ats.aq) から入手できる。さらに、可能な場合本地区内の全ての活動のGPSデータも含めるべきである。報告書は本地区の3地点のどこに訪問したのかについて考慮に入れるとともに、このことを明示しなければならない。

適当であれば、国家当局は、本地区の管理及び管理計画の再検討に役立たせるため、管理計画を提案している締約国に訪問報告書の複写を送付するべきである。

8. 参照文献

Allan, R.N., Lebbe, L., Heyrman, J., De Vos, P., Buchanan, C.J. and Logan, N.A. 2005. *Brevibacillus levickii* sp. nov. and *Aneurinibacillus terranovensensis* sp. nov., two new thermoacidophiles isolated from geothermal soils of northern Victoria Land, Antarctica. *International Journal of Systematics and Evolutionary Microbiology* 55: 1039-1050.

Armienti, P. And Tripodo, A. 1991. Petrography and chemistry of lavas and comagmatic xenoliths of Mount Rittmann, a volcano discovered during the IV Italian expedition in northern Victoria Land (Antarctica). *Memorie della Societa Geologica Italiana* 46: 427-451.

Bargagli, R., Broady, P.A. and Walton, D.W.H. 1996. Preliminary investigation of the thermal biosystem of Mount Rittmann fumaroles (northern Victoria Land, Antarctica). *Antarctic Science* 8(2): 121-126.

Bargagli, R., Skotnicki, M.L., Marri, L., Pepi, M., Mackenzie, A. and Agnorelli, C. 2004. New record of moss and thermophilic bacteria species and physicochemical properties of geothermal soils on the north-west slope of Mt. Melbourne (Antarctica). *Polar Biology* 27: 423-431.

- Bonaccorso, A., Maione, M., Pertusati, P.C., Privitera, E. and Ricci, C.A. 1991. Fumarolic activity at Mount Rittmann volcano (northern Victoria Land, Antarctica). *Memorie della Societa Geologica Italiana* 46: 453-456.
- Broady, P.A. 1984. Taxonomic and ecological investigations of algae on steam-warmed soil on Mt. Erebus, Ross Island, Antarctica. *Phycologia* 23: 257-271.
- Broady, P.A. 1993. Soils heated by volcanism. Pages 413-432 in E. I. Friedmann (ed.), *Antarctic microbiology*. New York, Wiley-Liss.
- Broady, P.A., Given, D., Greenfield, L.G. and Thompson, K. 1987. The biota and environment of fumaroles on Mt. Melbourne, northern Victoria Land. *Polar Biology* 7: 97-113.
- Greenfield, L.G. 1983. Thermophilic fungi and actinomycetes from Mt. Erebus and a fungus pathogenic to *Bryum antarcticum* at Cape Bird. *New Zealand Antarctic Record* 4(3): 10-11.
- Hudson, J.A. and Daniel, R.M. 1988. Enumeration of thermophilic heterotrophs in geothermally heated soils from Mount Erebus, Ross Island, Antarctica. *Applied and Environmental Microbiology* 54: 622-624.
- Hudson, J.A., Daniel, R.M. and Morgan, H.W. 1988. Isolation of a strain of *Bacillus schlegelii* from geothermally heated Antarctic soil. *FEMS Microbiology* 51(1): 57-60.
- Hudson, J.A., Daniel, R.M. and Morgan, H.W. 1989. Acidophilic and thermophilic *Bacillus* strains from geothermally heated Antarctic soil. *FEMS Microbiology Letters* 60: 279-282.
- Imperio, T., Viti, C. And Marri, L. 2008. *Alicyclobacillus pohliae* sp. Nov., a Thermophilic, endospore forming bacterium isolated from geothermal soil of the north west slope of Mount Melbourne (Antarctica). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 58: 221-225.
- Janetschek, H. 1963. On the terrestrial fauna of the Ross Sea area, Antarctica. *Pacific Insects* 5: 305-311.
- LeMasurier, W.E. and Wade, F.A. 1968. Fumarolic activity in Marie Byrd Land, Antarctica. *Science* 162: 352.

Lesser, M.O., Barry, T.M and Banaszak, A.T. 2002. Effects of UV radiation on a chlorophyte alga (*Scenedesmus* sp.) isolated from the fumarole fields of Mt. Erebus, Antarctica. *Journal of Phycology* 38: 473-481.

Logan, N.A., Lebbe, L., Hoste, B., Goris, J., Forsyth, G., Heyndrickx, M., Murray, B.L., Syme, N., Wynn-Williams, D.D. and De Vos, P. 2000. Aerobic endospore-forming bacteria from geothermal environments in northern Victoria Land, Antarctica, and Candlemas Island, South Sandwich archipelago, with the proposal of *Bacillus fumarioli* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 50: 1741-1753.

Logan, N. and Allan, R.N. 2008. Aerobic endospore forming bacteria from Antarctic geothermal soils. Pages 155-175. In: Dion, P. And Nautiyal, C.S. (Eds.). *Microbiology of Extreme Soils*. Springer Verlag Berlin Heidelberg.

Lyon, G.L. and Giggenbach, W.F. 1974. Geothermal activity in Victoria Land, Antarctica. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 17(3): 511-521.

Melick, D., Broady, P.A. and Rowan, K.S. 1991. Morphological and physiological characteristics of a non-heterocystous strain of *Mastigocladus laminosus* Cohn from fumarolic soils on Mount Erebus, Antarctica. *Polar Biology* 11:81-89.

Nathan, S. And Schulte, F.J., 1967. Recent thermal and volcanic activity on Mount Melbourne, northern Victoria Land, Antarctica. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 10: 422-430.

Nicolaus, B., Marsiglia, F., Esposito, E., Tricone, A., Lama, L., Sharp, R., Di Prisco, G. and Gambacorta, A. 1991. Isolation of five strains of thermophilic eubacteria in Antarctica. *Polar Biology* 11: 425-429.

Nicolaus, B., Lama, L., Esposito, E., Manca, M.C., Di Prisco, G. And Gambacorta, A. 1996. *Bacillus thermoantarcticus* sp. nov. from Mount Melbourne, Antarctica: a novel thermophilic species. *Polar Biology* 16: 101-104.

Nicolaus, B., Improta, R., Manca, M.C., Lama, L., Esposito, E. And Gambacorta, A. 1998. Alicyclobacilli from an unexplored geothermal soil in Antarctica: Mount Rittmann. *Polar Biology* 19: 133-141.

Nicolaus, B., Lama, L., Esposito, E., Bellitti, M.R., Improta, R., Panico, A. And Gambacorta, A. 2000. Extremophiles in Antarctica. *Italian Journal of Zoology* 1: 169-174.

- Nicolaus, B., Manca, M.C., Lama, L., Esposito, E. And Gambacorta, A. 2001. Lipid modulation by environmental stresses in two models of extremophiles isolated from Antarctica. *Polar Biology* 24: 1-8.
- Nicolaus, B., Lama, L. And Gambacorta, A. 2002. Thermophilic *Bacillus* isolates from Antarctic environments. Pages 47-63 in Berkeley, R., Heyndrickx, M., Logan, N. And De Vos, P. (eds.), *Applications and systematic of Bacillus and relatives*. Balckwell Publishing.
- Pepi, M., Agnorelli, C. And Bargagli, R. 2005. Iron demand by Thermophilic and mesophilic bacteria isolated from an Antarctic geothermal soil. *Biometals* 18(5): 529-536.
- Poli, A., Esposito, E., Lama, L., Orlando, P., Nicolaus, G., deAppolonia, F., Gambacorta, A. And Nicolaus, B. 2006. *Anoxybacillus amylolyticus* sp. nov., a thermophilic amylase producing bacterium isolated from Mount Rittmann (Antarctica). *Systematics and Applied Microbiology* 29: 300-307.
- Skotnicki, M.L., Selkirk, P.M., Broady, P., Adam, K.D. and Ninham, J.A. 2001. Dispersal of the moss *Campylopus pyriformis* on geothermal ground near the summits of Mount Erebus and Mount Melbourne, Victoria Land, Antarctica. *Antarctic Science* 13(3): 280-285.
- Skotnicki, M.L., Bargagli, R. And Ninham, J.A. 2002. Genetic diversity in the moss *Pohlia nutans* on geothermal ground of Mount Rittmann, Victoria Land, Antarctica. *Polar Biology* 25: 771-777.
- Soo, R.M., Wood, S.A., Grzymiski, J.J., McDonald, I.R. and Cary, S.C. 2009. Microbial biodiversity of thermophilic communities in hot mineral soils of Tramway Ridge, Mount Erebus, Antarctica. *Environmental Microbiology* 11(3): 715-728.
- Smith, G.H. 1992. Distribution and ecology of the testate rhizopod fauna of the continental Antarctic zone. *Polar Biology* 12: 629-634.
- Ugolini, F.A. and Starkey, R.L. 1966. Soils and micro-organism from Mt. Erebus, Antarctica. *Nature* 211: 440-441.
- Vickers, C.J. 2012. Investigating the physiological and metabolic requirements of the Tramway Ridge microbial community, Mount Erebus, Antarctica. MSc thesis, University of Waikato, New Zealand.

付属 1 : 各地熱地帯での生物群集の地点別特別記述

エレバス山、トラムウェイ尾根 :

主要なエレバス山のクレーターの内西 1.5km に位置し、トラムウェイ 尾根として知られている無氷でゆっくりと傾斜している地熱地帯である (地図 A1) 。土壤温度は 4cm の深さで 75°C まで記録されている。水蒸気で温められた岩石土は限られた面積の独特な生息地を提供している。地熱、酸性土及び水蒸気の凝縮による独特な定期的な湿度の供給により、大陸のほとんどの土壤と著しく対照的な状況を生み出している。

植生は、1 種のコケ類並びに他の標高の高い地熱地帯及び低い標高の地域の他の南極植物群落に見つかるものとは異なる多様な藻類で構成されている (表 1) 。多くのキノコ類が認識されているが、詳細な研究は行われていない。1 種のコケ類 *Campylopus pyriformis* は、葉を作るのを見られたことはなく、原糸体段階 (細胞の鎖のような糸) が持続する点で珍しい。 *C. pyriformis* は、オーストラリア、ニュージーランド、南米を含む世界の北および南の温暖地域で広く知られる。この種は、約 4cm² まで成熟した葉状の配偶体の小さなクッションとして発生し、70% までの地被で 200cm² までの地域を含む個体群を形成している、メルボルン山を除いた南極の他の大陸では記録されていない。

植物の発生は、地表温度に関連する。35~60°C の暖かい地面は、シアノバクテリアの濃い青緑と赤茶色のマットで覆われており、10~30°C のより冷たい地表は、球金様緑色植物とコケ原糸体の緑の外被が優占している。肉眼で見える植生があまりない裸地は、温度が 0~20°C である。好熱性シアノバクテリアは、特に温泉シアノバクテリア *Mastigocladus laminosus* の珍しい変種であることが注目に値するが、それは世界ではどこにでも一般的に見られる。土壤には微小の無脊椎動物の存在の証拠はほとんどない。初期の調査では、根足虫類原生動物とヒルガタワムシ類の存在が報告されているが、継続するより詳細な研究ではこれらは報告されていない。

トラムウェイ尾根のバクテリア群落を調査した初期の研究は、古典的な培養技術を使っているが、属クロストリジウム菌 (*Clostridia*) と桿菌 (*Bacillus*) から限られた数の新しい地熱バクテリアを培養することに成功している。エレバス山で発見された 3 種のバクテリア (*Bacillus schlegelii*, *Alicyclobacillus acidocaldarius* (以前は *Bacillus acidocaldarii*) 及び *Thermoanaerobacter thermohydrosulfuricus* (以前は *Clostridium thermohydrosulfuricum*)) は、メルボルン山とリットマン山から収集されたサンプルには同定されていない (表 2) 。いくつかの好塩性 (高塩分濃縮の中で生存している生物) 種族もトラムウェイ尾根からの土壤サンプルから分離されており、ミクロコッカス属 (*Micrococcus*) に指定された表現型の特徴に基づいている。

新しい技術 (遺伝子に基づいた培養によらない手法) は、本地点で微生物の多様性を特徴づけるために使用された。噴気孔に近い群落と噴気孔から離れた群落との間の、バクテリアとシアノバクテリアの群落の構成について分析によって明確に記載されている。土壤温度、pH、噴気孔に接した地点の最も暑い温度での炭素と湿度のパーセントは、噴気孔から離れた地点とは大

大きく異なる。系統発生的分析では、トラムウェイ尾根での土壌が典型的で独特な微生物の生息地を提供しており、まだ記述されていない数個の細菌群を含んでいることを提案している。さらに、細菌連鎖の存在と特に深い部門が同定されている。古細菌の多様性は低く、高い配列相動性を持つことが発見されており、これはトラムウェイ尾根の種が古代の一系統からのものであることを示している。

メルボルン山：

メルボルン山の地熱活動は、2つの主要な地域である、主要な頂上クレーター縁と山の北西斜面の上に集中している。主要な頂上クレーターに、本地区内の2つの場所がある。メルボルン山の主要な頂上クレーターの南縁には、クリプトガム尾根として知られている明確に氷河で覆われていない三日月型の尾根がある (Location 1; 地図 A2)。ここでは暖かい地面が鞍部の約 110m に沿って延びている。地熱で熱せられている地面は雪のない地域、高さ 1m までの氷と雪の小丘で明確になっている。クリプトガム尾根に隣接した斜面は (地熱斜面と言われる)、頂上クレーターの東縁まで続いている (Location 2; 地図 A2)。地面は裂け目と急峻なカルデラ縁まで延びた氷塔で明らかになっている。火山の北西斜面には、氷塔線とこの地点の 3 番目の位置を形成している裸地の小さなパッチの北西から南東に向かう傾向線がある (地図 A2/1)。

これらの場所の土壌温度は、典型的に数 cm の深さで 30~50°C に達している。植物の生存は、土壌の湿度を保持し植生の水源として働く水蒸気の凝縮で形成される小さな水の小滴がある場合のみ可能である。

メルボルン山は、ロス海地域の他の 2 つの標高の高い地熱地点と比較して、高い生物多様性のある珍しい生物集合の組み合わせを支えている (表 1)。生物相には (i) 小さな基層を被う外被とマット内の藻類 (11 種) (ii) コケ類 (コケとゼニコケの 2 種) および (iii) 原生動物が含まれる。種の多くは地域的起源ではなく、南極の外から多分風によって本地点に分散したと考えられている。地衣類群落は暖かい土壌の小さな面積を被う黒い外被の構成物として観察されている。クリプトガム尾根の地面の暖かい場所 (Location 1) は、ゼニコケ類 *Cephaloziella varians* と藻類の茶色外被コケ類とともに、コケ類 *Campylopus pyriformis* の黄緑色のパッチを支えている。浅い泥炭が珍しく発生しているが、これは少なくとも数十年にわたるコケ類の成長の証拠である。*C. pyriformis* の孢子体は、メルボルン山では観察されていない。このことは、植物繁殖体の拡散によって無性生殖していることを示している。個体数分析では複数の突然変異に続いて起こったと思われる単一の群落化現象を示す遺伝的証拠が発見された。メルボルン山の 350m 北のエレバス山で収集された *C. pyriformis* のサンプルと比較すると、非常に関連のある 2 個体が、熱せられた地面の地域間で拡散した証拠を示している。唯一のコケ類の特発性のパッチが地熱斜面で観察された (Location 2)。アメーバ状の原生動物 *Corythion dubium* は、鋳物と bryophyte の中に空の貝殻として観察されている。南極大陸ではこの種は一般的でなく、ヴィクトリアランドの他の 1 ヶ所でのみ発見されている。多くのキノコ類が同定されているが、詳細な研究は行われていない。

メルボルン山の生物相の記述は一般的にクリプトガム尾根に焦点が当てられている (Location 1)。北西斜面 (Location 3) のより最近の生物相調査では、クリプトガム尾根の物よりあまり発達していない藻類の中で、顕著な差異は見られない。しかし、3 番目のコケ類、ヘチマゴケ (*Pohlia nutans*) はこの場所から同定され、リットマン山で発見された個体群と非常に関係ある種であり、クリプトガム尾根にはない。さらに、バクテリアの異なる個体群はメルボルン山のわずか数 km 離れた 2 ヶ所の地熱活動地域で同定されている。

クリプトガム尾根 (Location 1) から収集されたサンプルに関して行われた初期の微生物調査は、*Bacillus thermoantarcticus* (現在 *thermantarcticus*)、*Bacillus* (現在 *Alicyclobacillus*) *acidocaldarius*、*Bacillus fumarioli* のような噴気孔バクテリアの新種を分離した。後の調査では、北西斜面の (Location 3) 土壌に関心が向けられ、地熱 strains *Alicyclobacillus* sp. と 3 つの methophilic バクテリア *Micrococcus* sp.、*Paenibacillus validus*、及び *Paenibacillus apiaries* が同定された。さらに、新しい 2 種が北西斜面からより最近、同定され、*Alicyclobacillus pohliae* sp. nov と *Brevibacillus levickii* の両者は、クリプトガム尾根では発見されていないが、同じ調査期間中、*Aneurinibacillus* 類の新種が北西斜面ではなくクリプトガム尾根から分離された。*Aneurinibacillus terranovensensis* という名前が提案された (表 2)。

メルボルン山のある場所にある種は限定されることから、調査は異なる種の物質交代と土壌の特徴に焦点が当てられ、地熱で熱せられた地面の物理化学的特徴は、この地点の微生物とコケ類の群落形成の歴史と拡散に影響を与えている可能性が考えられた。

リットマン山：

北ヴィクトリアランドの幾度かの探検では、地域の火山の中心部の一般的な分布を認められたが、リットマン山は 1980 年代後半になってようやく発見された。アヴィアトール氷河の上部の東に位置し、リットマン山の小さなクレーターの構造は、氷河に囲まれた粗く不安定な垂直の急峻な斜面に近い三日月型の岩の露出として見られる (幅 300m、高さ 80m) (地図 A3)。土壌温度は深さ 10cm の点で 50~63°C にわたる。

トラムウェイ尾根、エレバス山とメルボルン山の 3 か所のように、生物相は、他の標高の高い地熱地域で発見されたもの、また低緯度の他の南極植物群落とは異なるコケ類と多様な藻類および原生動物で構成されている (表 1)。コケ類の 1 種 *Pohlia nutanus* は、シュートの間に見える土壌とともにわずか 1-2mm の短いシュートの小さな緩いコロニーとして発生する。これはヨーロッパ、アジア、アフリカ、オーストラリア及びメルボルン山を含む南極周囲の多くの場所で知られている全世界に分布する種であるが、エレバス山には生息しないことは注目に値する。孢子植物は観察されず、*P. nutans* が無性生殖するようである。遺伝学的分析によると、リットマン山の個体数は遺伝子多様性は低く、メルボルン山の *C. pyriformis* と類似した単一の移動と突然変異に由来すると思われることが明らかとなった。藻類の多様な種類は、培養され同定されているが、原物サンプルの顕微鏡による直接の検査によると時々現れる藻類であることがわかった。藻類の培養実験の間、2 つの原生生物が発見され、1 つは裸の rhizopod を形成

する小さな胞嚢、もう1つは *Bodo* sp. に似た鞭毛で、両者ともメルボルン山でもエレバス山でも発見されていない。

リットマン山から収集されたサンプルの微生物調査が実施され、*Alicyclobacillus* 属と thermophilic *Anoxybacillus* 属に属する、thermophilic acidphilic (酸性条件で生存する生物) 種族から分離した。*Alicyclobacillus* の孤立した種族の遺伝学的血縁は、種 *A. acidocaldarius* に関連している可能性があり、また新しい亜種となるに十分な特徴を持ち、名前 *Alicyclobacillus acidocaldarius* subsp. *Rittmannii* が提案された。隔離された *Anoxybacillus* 属の特徴は新種を代表するものであるとわかり、名前 *Anoxybacillus amylolyticus* sp. nov. が提案された。*Aneurinibacillus terranovenssis* と *Bacillus fumarioli* を含むバクテリアの2種が、メルボルン山とリットマン山の Cryptogam Ridge から採取されたサンプルから分離された。メルボルン山の2ヶ所は約1.5km 離れており、メルボルン山とリットマン山は約103km 離れているが、メルボルン山の北西斜面からは分離されなかった(地図2)。

表1：ロス海地域の高高度地熱地帯の噴気地の動植物

分類群	エレバス山 ^a	メルボルン山 ^b	リットマン山 ^c
コケ類			
<i>Campylopus pyriformis</i> [†] (コケ)	+	+	
<i>Pohlia nutans</i> (コケ)		+	+
<i>Cephaloziella exiliflora</i> [‡] (ゼニゴケ)		+	
藻類－シアノバクテリア			
<i>Aphanocapsa elachista</i> [†]	+	+	
<i>Gloeocapsa magma</i> [‡]		+	
<i>Phormidium fragile</i>	+	+	
<i>cf. Phormidium fragile</i>			+
<i>Tolypothrix bouteillei</i> [‡]		+	
<i>Mastigocladus laminosus</i> [†]	+	+	+
Non-heterocystous <i>M. laminosus</i>	+		
<i>Stigonema ocellatum</i> ^{† ‡}		+	
<i>Nostoc sp.</i>			+
藻類－緑色植物門			
<i>Bracteacoccus cf. minor</i>	+		
<i>Chlorella emersonii</i> [†]	+	+	
<i>Chlorella protothecoides</i> [†]	+		
<i>Chlorella cf. protothecoides</i>			+
<i>Chlorella reisiglii</i>	+		
<i>Chlorella cf. reisiglii</i>			+
<i>Chlorellacf. reniformis</i> [†]		+	+
<i>Chlorella saccharophila</i> ^{† ‡}	+		
<i>Coccomyxa curvata</i> [‡]	+		
<i>Coccomyxa gloeobotrydiformis</i>	+	+	
<i>Coccomyxa cf. gloeobotrydiformis</i>			+
<i>Coenocystis oleifera</i>	+	+	
<i>Coenocystis cf. oleifera</i>			+
<i>Oocystis minuta</i>	+		
<i>cf. Oocystis minuta</i>			+
<i>Pseudococcomyxa simplex</i>	+	+	
<i>cf. Pseudococcomyxa simplex</i>			+
<i>Scotiellopsis terrestris</i> [†]	+		
<i>Scotiellopsis cf. terrestris</i>			+
<i>cf. Lyngbya sp.</i> ^{† ‡}			+
<i>Scenedesmus sp.</i> [‡]	+		
原生動物			

<i>Corythion dubium</i> [†]		+	
Small cyst-forming naked rhizopod			+
Flagellate <i>cf. Bodo sp.</i>			+
Phizopod protozoa	+		
Bdelloid rotifer	+		
真菌類			
<i>Aspergillus sp.</i>	+	+	
<i>Chaetomium sp.</i>		+	
<i>Cryptococcus sp.</i>		+	
Unidentified dematiacean sp.	+		
<i>Malbranchea pulchella var. sulfurea</i>		+	
<i>Mucor sp.</i>	+		
<i>Myceliophthora thermophile</i>		+	
<i>Neurospora sp.</i>	+		
<i>Paecilomyces sp.</i>		+	
<i>Penicillium sp.</i>	+		
Unidentified yeast	+		
放線菌			
<i>Streptomyces coelicolor</i> [†]	+	+	
<i>Thermoactinomyces vulgaris</i>	+		
<i>Thermomonospora sp.</i> [†]	+	+	

a Broady, 1984; Ugolini and Starkey, 1966; Hudson and Daniel, 1988; Skotnicki et al., 2001; Janetschek, 1963

b Broady, et al., 1987; Nicolaus et al., 1991; Lesser et al., 2002

c Skotnicki et al., 2002; Bargagli et al., 1996 (より詳細な研究のための分離は認められていないので、種同定は仮のものである。)

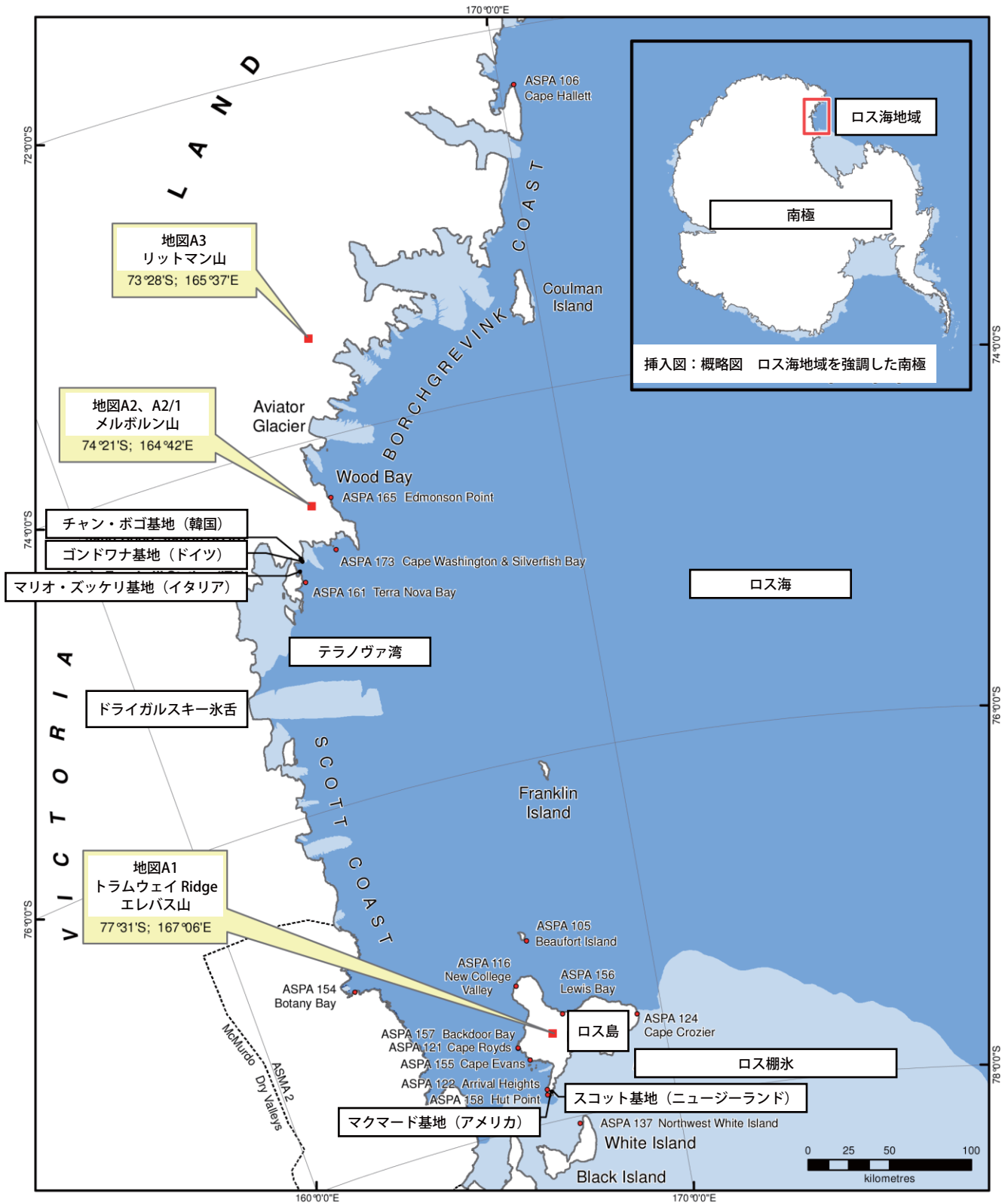
† その他の南極記録はない。

‡ ヴィクトリアランドからのその他の記録はない。

表 2 : ロス海地域の高高地地熱地帯の噴気地のバクテリアの多様性

属名	エレバ ス山	メルボ ルン山	リット マン山	参考
Thermophilic Bacteria				
Bacillus				
- <i>Bacillus schlegelii</i>	+			Hudson and Daniel, 1998
- <i>Bacillus thermoantarcticu</i>		+		Hudson et al., 1988
- <i>Bacillus fumarioli</i>		+	+	Nicolaus et al., 1996
Alicyclobacillus				Logan et al., 2000
- <i>Alicyclobacillus acidocaldarius</i> (以前は <i>Bacillus acidocaldarius</i>)	+		+	Hudson and Daniel, 1988
- <i>Alicyclobacillus acidocaldarius</i> subsp. <i>rittmanni</i>		+	+	Nicolaus et al., 1998
- <i>Alicyclobacillus sp.</i>		+		Pepi et al., 2005
- <i>Alicyclobacillus pohliae</i>		+	+	Bargagli et al., 2004
Aneurinibacillus				Nicolaus et al., 1998
- <i>Aneurinibacillus terranovensís</i>			+	Imperio et al., 2008
Anoxybacillus				
- <i>Anoxybacillus amylolyticus</i>		+		Allan et al., 2005
Brevibacillus				
- <i>Brevibacillus levickii</i>				
Thermoanaerobacter				
- <i>Thermoanaerobacter thermohydrosulfuricus</i> (以前は <i>Clostridium thermohydrosulfuricum</i>)	+			Poli et al. 2006 Allan et al., 2005

				Hudson and Daniel, 1988
Mesophilic Bacteria				
- <i>Micrococcus sp.</i>	+	+		Nicolaus et al., 2000
- <i>Paenibacillus validus</i>		+		Nicolaus et al., 2001
- <i>Paenibacillus apiarius</i>		+		Pepi et al., 2005 Bargagli et al., 2004
				Pepi et al., 2005 Bargagli et al., 2004



地図A：ロス海地域の高高度地熱地帯 位置図

地図情報：

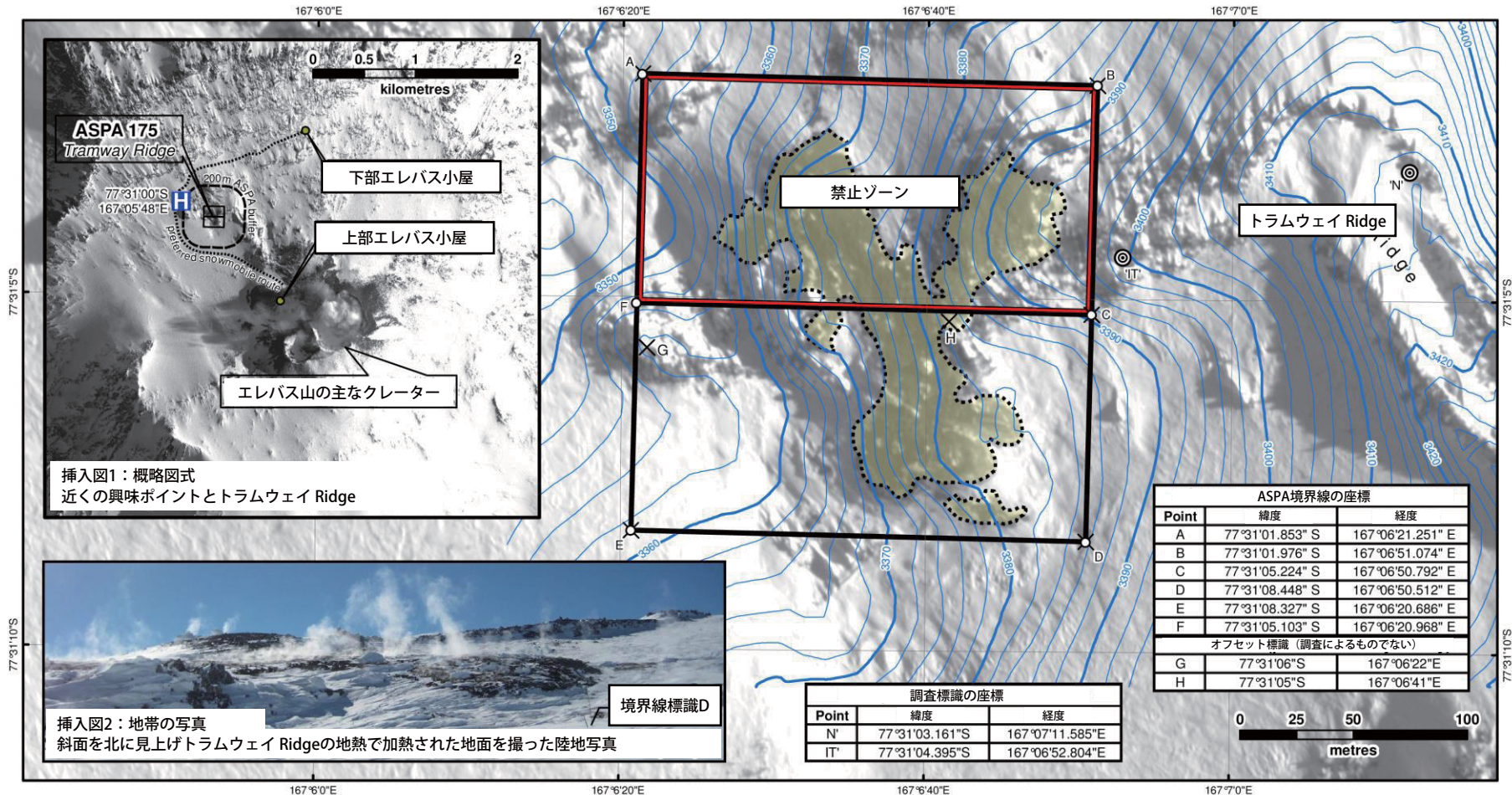
1.5版 2014年5月9日（最終）

測地原点：WGS84、南極立体投影図法

正確な北は緯度線と一致する。

出典：

基本ベクトルデータ：南極デジタルデータベース6版



地図A1—ASPA 175：ロス海地域の高高度地熱地帯
エレバス山、トラムウェイ Ridgeの地形図

地図情報：

1.7版 2014年5月9日 (最終)

測地原点：WGS72野営地投影図法

水準原点：平均海拔

衛星画像：現地踏査なしでのオルソ化

出典：

調査データ：DOSLI 調査計画37/142

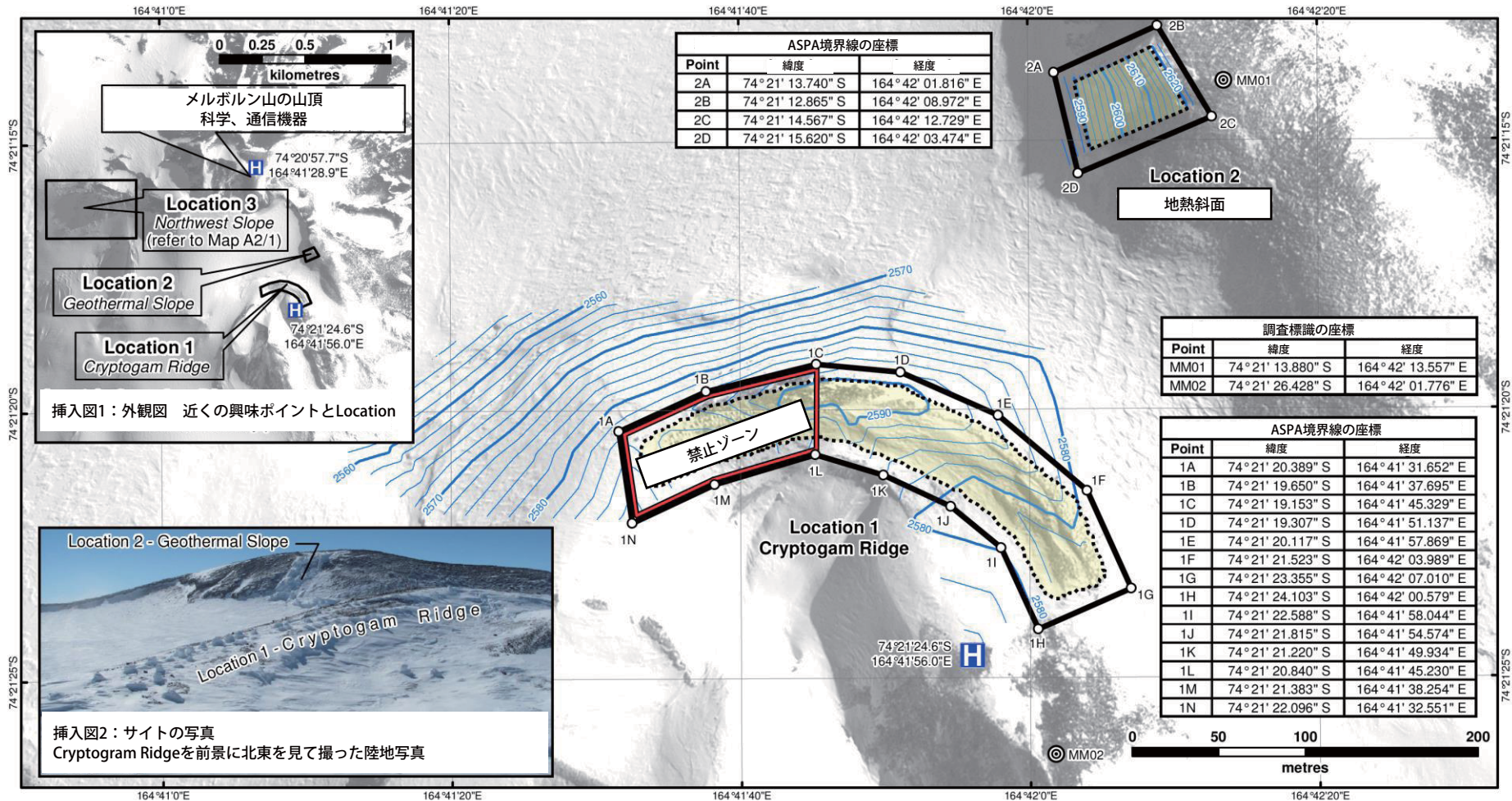
等高線と地熱で加熱された地帯：カンベリー大学

主要地図と概略図式画像：Digital Globe World View-2 衛星(0.5m解析度)

サイト写真：ワイカト大学

- ⊙ 調査標識
- ASPA境界線ポイント
- × 境界線標識 (おおよその場所)
- ASPA境界線
- 禁止ゾーン境界線
- 等高線10m間隔
- 等高線2m間隔
- ヘリコプター発着地点
- 地熱で熱せられた地面 (だまかで変化しやすい)





地図A2—ASPA 175：ロス海地域の高高度地熱地帯
メルボルン山、Cryptogam Ridgeと地熱斜面の地形図

地図情報：

1.6版 2014年5月9日（最終）

測地原点：WGS84、UTMゾーン58投影図法

水準原点：WGS84

衛星画像：現地踏査なしでのオルソ化

出典：

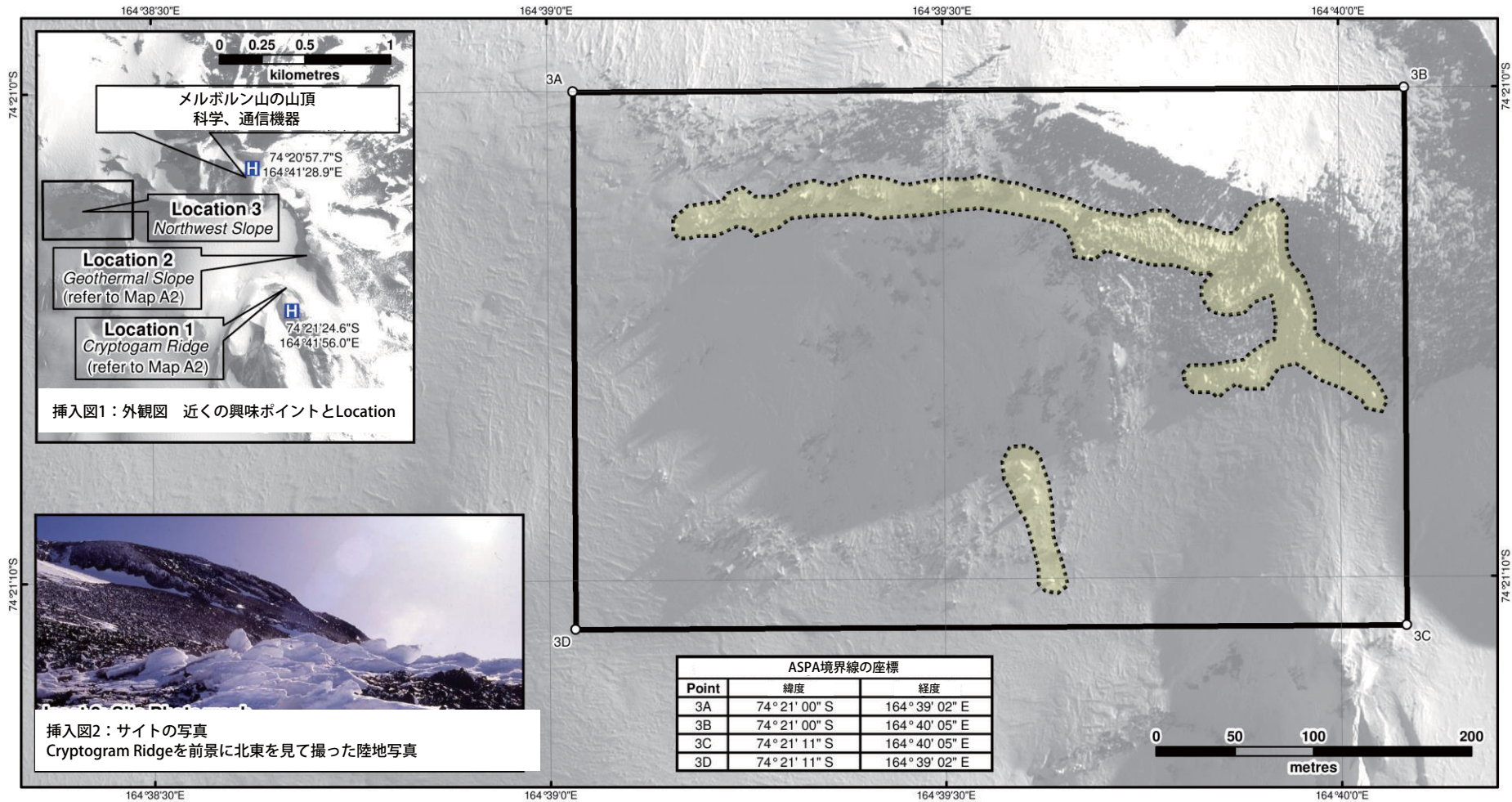
調査データ：2012年11月17日の野外調査により得られた

主要地図と概略図式画像：Digital Globe GeoEye 衛星(0.5m解析度)

サイト写真：南極ニュージーランド

- ◎ 調査標識
- ASPA境界線ポイント（無印）
- ▭ ASPA境界線
- ▭ 禁止ゾーン境界線
- 2580— 等高線10m間隔
- 等高線2m間隔
- H ヘリコプター発着地点
- 🌿 地熱で熱せられた地面（大まかで変化しやすい）





地図A2/1—ASPA 175：ロス海地域の高高度地熱地帯
メルボルン山、北西斜面の地形図

地図情報：

1.4版 2014年5月9日（最終）

測地原点：WGS84、UTMゾーン58投影図法

水準原点：WGS84

衛星画像：現地踏査なしでのオルソ化

出典：

調査データ：野外調査で得られたものではない。ASPA境界線は衛星画像からの推測で得られた

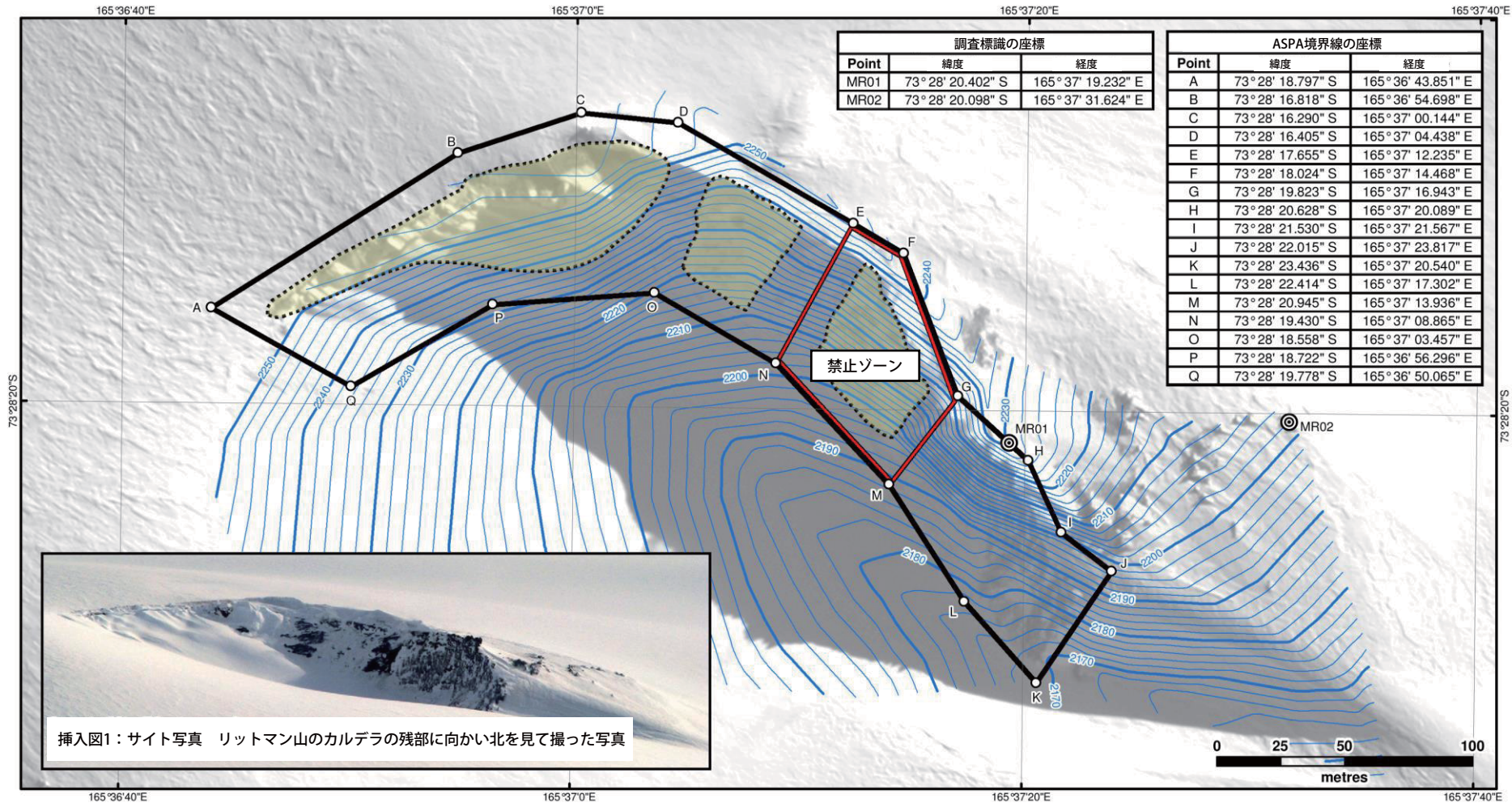
主要地図と概略図式画像：Digital Globe GeoEye 衛星(0.5m解析度)

サイト写真：シエナ大学

- ASPA境界線ポイント
- ASPA境界線

- ヘリコプター発着地点
- 地熱で熱せられた地面（大まかで変化しやすい）





地図A3—ASPA 175：ロス海地域の高高度地熱地帯
リットマン山の地形図

地図情報：

1.5版 2014年5月9日（最終）
測地原点：WGS84、UTMゾーン58投影図法
水準原点：WGS84
衛星画像：限定的現地踏査なしでのオルソ化

出典：

調査データ：2012年11月16日の野外調査で得られたもの。
主要地図と概略図式画像：Digital Globe World View 1衛星(0.5m解析度)
サイト写真：南極ニュージーランド

- ◎ 調査標識
- ASPA境界線ポイント（無印）
- ▭ ASPA境界線
- ▭ 禁止ゾーン境界線
- 2170— 等高線10m間隔
- 等高線2m間隔
- 👤 地熱で熱せられた地面（大まかで変化しやすい）

