

第126南極特別保護地区管理計画 バイヤー半島のリビングストーン島のサウスシェトランド諸島

序説

バイヤー半島(緯度62°34'35" S、経度61°13'07" W)にあるリビングストーン島のサウスシェトランド諸島が南極特別保護地区に指定された主な理由として、地域内の陸上及び湖水における動植物生息地の保護が挙げられる。

当初バイヤー半島は、勧告IV-10(1966年)により第10特別保護地区(SPA)に指定されていた。本地区は、ロッチドームの下、リビングストーン島の永久氷床の西端にある無氷地帯と、北西の海岸から500m離れたウィンドウ島、バイヤース島東に近接する南の海岸の氷の張らない5つの小地区を含む。当初の指定下で保護の対象となったのは、動植物の多様性、多種の無脊椎動物、相当な数のミナミゾウアザラシ *Mirounga leonina* 個体群、ナンキョクオットセイ *Arctocephalus gazella* の小さなコロニー、比較的狭い地域にこのようなさまざまな動植物種を内包するという傑出した科学的価値などである。

特別保護地区としての指定は勧告VIII-2によって終了し、勧告VIII-4(1975年、第6特別科学的関心地区(SSSI No. 6))によって特別科学的関心地区として再指定された。新たな特別科学的関心地区としての指定は、半島におけるジュラ紀及び白亜紀の堆積層と化石を含む地層上の氷の張らない4つの小地区について、さらに具体的な保護を行うためであり、本地区は過去の南極大陸と他の南の大陸との連結に関する研究において、傑出した科学的価値を持つと考えられていた。チリとイギリスからの提案により、特別科学的関心地区は指定後さらに従来の特別保護地区の境界線に類似した形に広げられた(勧告XVI-5、1991年)。すなわち、リビングストーン島の永久氷床の西端にある、バイヤー半島の氷の張らない土地全体と海岸地帯を含む形となった。ただし、当初特別保護地区に含まれていたウィンドウ島と南海岸にある5つのサイト、及び沖合の小島と岩石は含まれない。勧告XVI-5は、本地区は特別な地質学上の価値に加え、生物学的、考古学的な価値を内包すると記載している。

バイヤー半島は指定地区としての状態とその境界線を時折変更されては来たが、基本的には近代的な科学的活動を行う地域として特別な保護下に置かれている。本地区の最近の活動は専ら科学研究に限られている(Benayas et al. (2013))は、1957年から2012年の期間に発表された、本地区において実施された全ての科学的調査の結果を再検討させるものとなっている)。1966年の指定後はほぼ全ての立ち入りとサンプリングは許可証を必要とし、例えばレイ岬といった地域はほとんど立ち入りが行われていない。国際極年の間、“陸上生態系、淡水生態系、沿岸生態系の国際南極参照サイト(Quesada et al 2009, 2013)”がバイヤー半島に設定された。この期間に陸上生態系、淡水湖沼生態系、沿岸生態系の基本データ、すなわち、永久凍土層の性質、地形学、植生範囲、淡水湖沼の多様性と機能、海洋ほ乳類と鳥類の多様性、微

生物学、沿岸地域の無脊椎動物の多様性などのデータが得られた (López-Bueno et al., 2009; Moura et al., 2012; Barbosa et al., 2013; De Pablos et al., 2013; Emslie et al., 2013; Gil-Delgado et al., 2013; Kopalova and van de Vijvier, 2013; Lyons et al., 2013; Nakai et al., 2013; Pla-Rabes et al., 2013; Rico et al., 2013; Rochera et al., 2013a; Rochera et al., 2013b; Toro et al., 2013; Velazquez et al., 2013; Velazquez et al 2016; Vera et al., 2013; Villaescusa et al., 2013)。バイヤー半島の考古学的価値は南極において最大の歴史的サイトを含む地域としての価値であり、それらのサイトにはその時代の人工遺物を伴う避難所の遺跡や19世紀初頭アザラシ猟の難破船を含む(地図2を参照)。

バイヤー半島は以下の点において南極保護地区システムに寄与している。(a)幅広い、多様な生物種を含む、(b)数多くの湖沼、淡水池や河川の数において他の地区と異なる、(c)生態学的重要性が高く、この地域の主な湖沼サイトの代表となる、(d)人為的介入に脆弱であり、特に貧栄養の湖沼サイトは汚染の影響を受けやすい、(e)さまざまな分野において多大な科学的関心の対象となる。これらのうちいくつかの基準は他の南極特別保護地区にも当てはまるが、バイヤー半島は一つの地区内で多数の異なった基準が当てはまることにおいて特徴的である。バイヤー半島は主にその傑出した環境価値(特に生物多様性、陸上生態系と湖沼生態系)について保護の対象となっていたが、他の分野との複合的価値(陸上生物学、陸水学、鳥類学、古湖沼学、地形学、地質学)や、歴史的価値(人工遺物、初期のアザラシ猟船の残骸)、原生の自然(例:レイ岬)、本地域の保護を通して得られる進行中の科学的調査の価値なども内包する。

バイヤー半島の氷の張らない地域の3辺は海に面し、東はロッチドーム氷河に面している。本地区はバイヤー半島の氷の張らない地域が有する価値を保護するため指定された。この目的のためには、ロッチドームの後退により、氷の張らない土地が新しく露出した場合に備えロッチドームの一部が南極保護地区に含まれる必要がある。加えて、退氷した土地を含むロッチドーム北西とレイ岬が、本地区の他の箇所と比べて特に厳しい隔離基準が求められる微生物学的研究のために制限区域として指定された。本地区(84.7 km²)は以下の価値に対し適切な保護を行うためには十分なサイズと考えられる。

決議3(2008年)により、「南極大陸環境領域分析」を、環境保護に関する南極条約議定書の附属書V第3条第2項に記載の「環境上の及び地理的な観点から系統的な検討...」に対応して、南極特別保護地区を指定するためのダイナミックなモデルとして用いるべきであるとの勧告がなされた。このモデルにより、バイヤー半島は環境領域G(南極半島沖合列島地質)に主に属する。他の環境領域に比べ環境領域Gは希少であるが、当該領域の希少性は、この環境タイプの有する価値を保護するために、より実質的な努力が継続されてきたことを意味する。環境領域Gに指定されている他の保護地区としては、第109、111、112、114、125、128、140、145、149、150、152南極特別保護地区、ならびに

第1、第4南極特別管理地区(ASMA)がある。ロッチドームの永久氷床は環境領域Eに指定されている。環境領域Eにはその他、第113、114、117、126、128、129、133、134、139、147、149、152南極特別保護地区ならびに第1、第4南極特別管理地区が含まれる。また、決議6(2012年)により、南極保護生物地理区(ACBR)は、環境保護に関する南極条約議定書の附属書V第3条第2項に記載の「環境上の及び地理的な観点から系統的な検討…」に対応し、特別保護地区に指定され得る区域の指定に用いるべきであるとの勧告がなされた。第126南極特別保護地区は、第3南極保護生物地理区(ACBR)南極半島北西部に属する。南極条約協議国会議(Antarctic Treaty Consultative Meeting: ATCM)は、決議5(2015年)により、南極における重要野鳥生息地(IBA)の重要性を認めている。第126南極特別保護地区の境界線はまた、重要野鳥生息地ANT054バイヤー半島とリビングストーン島との境界となっている。この重要野鳥生息地は、オオフルマカモメ*Macronectes giganteus*などの他の種も生息しているものの、ナンキョクアジサシ*Sterna vittata*およびミナミオオセグロカモメ*Larus dominicanus*の集落となっていることにより指定されている。

1.保護地区の価値に関する説明

措置1(2002)に付属の管理計画には、本地区が特別な保護の対象となるべき理由となる重要な価値が記載されている。元々の管理計画に記載されていた価値が再認識された形となる。これらの価値は以下の通りである。

- ・60以上もの湖沼、数多くの淡水プール、さまざまな河川(広域なものを含む)など、サウスシェトランド諸島のみならず、おそらく南極半島地域において最も重要な湖沼サイトと人間活動の干渉を受けていないサイトが含まれている。

- ・同計画に記載されている陸上植物相及び動物相の多様性は非常に高く、南極地方における代表的な種を幅広く含む。例えば、まばらではあるが多様な石灰植物、嫌石灰植物、シアノバクテリアがそれぞれ溶岩と玄武岩に生育している。また、数種のまれな隠花植物と2種の固有の維管束植物(ナンキョクコメススキ*Deschampsia antarctica*、ナンキョクミドリナデシコ*Colobanthus quitensis*)がいくつかのサイトにみられる。このような多様な植物相が、全陸地南極特別保護地区において保護されている常緑植生の半分以上を占める本地区内で見られる。

- ・南極における唯一の固有昆虫種*Parochlus steinenii*がサウスシェトランド諸島の限られた地域に生息する。他の在来双翅類としては、無翅のユスリカ*Belgica antarctica*が唯一生息しており、南極半島において広く散在している。これらの種は、バイヤー半島のいくつかの湖沼や河川に豊富に生息している。

- ・バイヤー半島の中央台地上部に、*Leptolyngbya*属、*Phormidium*属や他の種からなる非常に広範囲のラン藻類マットが存在する。これは現在南極地方に関する記述における最たる例である。

- ・本地域内では多様な鳥類が繁殖する。2種のペンギン(ヒゲペンギン

Pygoscelis antarctica、ジェンツーペンギン*P. papua*)、ナンキョクアジサシ*Sterna vittata*、アシナガウミツバメ*Oceanites oceanicus*、マダラフルカモメ*Daption capense*、ミナミオオセグロカモメ*Larus dominicanus*、オオフルマカモメ*Macronectes giganteus*、クロハラウミツバメ*Fregetta tropica*、アオメウミウ*Blue-eyed Cormorant*、オウサマウミウ*Phalacrocorax atriceps*、ミナミオオトウゾクカモメ*Catharacta loennbergi*、サヤハシチドリ*Chionis alba*など。

- ・南極半島地方における完新世の古環境とテフロクロノジーの研究に役立つ最も重要な記録が湖沼とその堆積物に保存されている。
- ・保存状態が良い、準化石のクジラの骨が隆起海岸に存在し、これは海岸の堆積物の放射性炭素年代測定に重要な役割を果たす。
- ・ジュラ紀と白亜紀の沈殿物と化石を含む層が半島内の氷の張らないサイトに露出しており、南極と他の南の大陸との連結に関する研究において特に科学的価値が高いと考えられている。
- ・本地区は、近傍の氷の張らない広大な他の地区に比べて人間によるかく乱をほとんど受けておらず、外来植物も存在しないと考えられている。

2. 目的

バイヤー半島の管理は以下を目的とする。

- ・人間による不要な干渉を防ぐことにより、本地区の価値の低下およびその実質的危険を防止すること
- ・陸上生態系、湖沼生態系、海洋ほ乳類、鳥類相、沿岸生態系および地質学についての科学的調査を可能とすること
- ・他の地域では成果を得られないなどのやむを得ない理由がある場合に、上記以外の科学的調査を可能とすること
- ・不要な破壊、かく乱、除去から本地区内の歴史的人工遺物を保護し、考古学的調査や人工遺物の保護措置を可能とすること
- ・外来種(植物、動物、微生物)が侵入する危険を防止または最小限に抑えること
- ・地区内の植物相に病害を与える可能性のある病原菌の侵入を最小限に抑えること
- ・管理計画の目的達成に必要な維持管理のための立ち入りを可能とすること

3. 管理活動

本地区の価値を保護するために以下の管理活動を行う。

- ・ハード半島のファンカルロスI基地(スペイン)とスウェティ・クリメントオブリドスキー基地(ブルガリア)において、地区の位置と制限区域を表示した地図と管理計画のコピーが入手できるよう取り計らうこと
- ・科学的あるいは維持管理の目的で本地区内に設置された標識、表示、柵および建造物を良好な状態に維持する
- ・本地区が指定の目的に合い、管理手順が適切であることを評価するための査察を必要に応じて行う

バイヤー半島は人間活動の影響に特に敏感である(Tejedo et al 2009; Pertierra et al., 2013a)。本地区は多岐にわたる価値を保護するために南極特別保護地区として指定された。結果、多くの条約締約国からのさまざまな分野の科学者と考古学者を魅了している。真夏の最盛期には多くの人々がこの地を訪れるため、人間活動により、環境的価値に負の影響が生じ得る。例えば、(i)キャンプの規模と数、(ii)植生の踏圧、(iii)野生生物への干渉、(iv) 廃棄物、(v)燃料保存の必要性、などが増加する可能性がある。そのため、本地区でフィールドワークを計画する際には、締約国は同時期に本地区で活動を行う他国との連絡をとり、環境に対する影響を最小にするため協力することを強く推奨する(例:一時期に地区に滞在する人数を12人以下に抑える)。最低でも、締約国の活動により発生する累積環境影響が、どの季節においても微量で一時的なものとしなければならない。

全ての締約国に対し、既存の国際フィールドキャンプ(南海岸、62°39'49.7" S, 61°05'59.8' W)を利用することを強く推奨する。新しいキャンプを設置し人間活動の影響を増加させることを防ぐためである。キャンプ場には2つの一時的な小屋が存在する(片方は科学的調査、他方は日常生活のためにあり、両方スペインによって管理されている)。これらの小屋は希望する全ての締約国が利用可能である。締約国は小屋へのアクセスに関してスペインと連絡をとること。Pertierra et al. (2013b)は、このような取り組みとキャンプの運用による環境に対する影響に関する情報を提供している。

4. 指定期間

指定期間は無期限とする。

5. 写真及び地図

地図1: サウスシェトランド諸島における第126南極特別保護地区バイヤー半島の位置。ファンカルロスI基地(スペイン)とスウェティ・クリメントオフリドスキー基地(ブルガリア)の位置、75kmの保護地区の位置を示す。

挿入図: 南極半島におけるリビングストーン島の位置

地図2: 第126南極特別保護地区バイヤー半島の地形図。地図仕様は次の通り。投影法:ユニバーサル横メルカトル図法 20S;測地系:WGS 1984;測量基準点:基準海面。水平精度制御:±0.05m。等高線間隔:50m。

6. 本地区の説明

6(i)地理的座標、境界マーカールおよび自然の特徴

境界線

本地区は以下を取り囲んでいる:

・バイヤー半島と氷の張らない地表全て、クラークヌナタクとローエ岬を含んだ経度60°53'45'' Wより西の氷床;

- ・海岸近辺の海洋環境、すなわち干潮時の水位線から沖合に向かって10mの範囲を含む；
- ・デビルズ岬の海岸線南に隣接するデーモン島、スプライト島。ただし、ラゲッド島や岩石などの沿岸の小島は含まれない(地図2)。

東の境界線は経度60°53'45''線に沿っており、ロッチドームの撤退により新しく露出した氷の張らない地表面を南極特別保護地区に含む形となっている。この地域は、科学的に有用である可能性があり、新しいコロニー研究のための生息地を含む。

現地には境界線の標識はない。

概要

バイヤー半島(緯度62°34'35" から 62°40'35" Sまで、経度60°53'45'' から 61°13'07" Wまで、面積約84.7 km²)はリビングストーン島の西端に位置し、サウスシェトランド諸島中では2番目に大きな半島である(地図1)。半島の氷の張らない地域は中央西から東へ約9 km、北西から南東へ18.2 kmの範囲であり、サウスシェトランド諸島内では最大規模である。半島は基本的に低地であるが、緩やかな起伏があり、高さ80 mから265mのさまざまな丘が数多く目立つ(地図2)。その内部は高さ105mの一続きの広大な土台であり、その中にチェスターコーン(188m)、ネグロヒル(143m)といった岩栓が孤立して存在する(Thomson and López-Martínez 1996)。海洋、氷河、周氷河によって浸食が進んでいる丸みを帯びた円形の平坦な地形に富んでいる。最も荒れた地形はレイ岬にあり、その先端部は“Y”の形に似た半島から北西を指す軸のような形を形成している。岬の北端は半島内の最も高い地点である北西先端のスタートヒル(265m)を含に険しい崖が海岸線を囲んでいる。

バイヤー半島の海岸は全長71km(地図2)である。全般的に起伏は小さいものの、海岸はでこぼこしており、多くの岬、崖、沖合の小島や岩石、砂州によって所々で険しくなっている。バイヤー半島には広大な海辺が広がっていることも注目し、特に3つの海辺(北のロバリー浜、西のプレジデント浜、南の浜)は顕著な特徴を持つ。南の浜は最も広大で、海岸に沿って12km、幅は0.9kmにも及び、サウスシェトランド島で最も規模が大きい浜である(Thomson and López-Martínez 1996)。詳細な地質学、生物学的見地からの記載は付属書1を参照のこと。

6(ii)地区への立ち入り

- ・立ち入りはヘリコプターまたは小型ボートとする。
- ・海側からのボートの係留や地区まで(地区から)の海上ルート選定については特に制限はない。地区周辺にはアクセスしやすい浜が多く、上陸はさまざまな場所で可能である。しかし、可能であれば荷物や科学調査に使用する装置を上陸させるには南ビーチにある国際フィールドキャンプの近くで行うべきである(62°39'49.7" S, 61°05'59.8" W; 更なる詳細は 6(iii)参照)。本地区への貨物や人員の輸送のため船舶を運用

する者は、適切な国内当局発行の許可証が無ければ係留場所を離れてはならない。

- ・指定のヘリコプター発着場は国際フィールドキャンプの東62°39'36.4" S, 61°05'48.5' Wにある。
- ・例外的な状況下を除き、管理計画の目的に沿った意図でヘリコプターは地区内の別の場所に発着させることができる。可能であれば尾根や隆起海岸の頂上部を選択すること。
- ・制限区域内ではヘリコプターの発着は禁止されている(6(v)参照)。
- ・ヘリコプターは鳥の群がいるサイト(例:デビルズ岬、レア岬、ロバリー浜)や植生の発達したサイト(例:プレジデントビーチと南ビーチ周辺の蘚類群生地域)は避けること。
- ・野生生物への干渉を避けるため、10月1日から4月30日の間、航空機は飛行制限区域とその周辺海岸から内陸へ向かって4分の1海里(460 m)以内の発着を避ける(地図2参照)。唯一の例外は指定ヘリコプター発着場(62°39'36.4" S, 61°05'48.5' W)である。
- ・飛行制限区域内では、航空機の操作は必要最小限とし決議2(2004)の「鳥類集中地近辺における航空機操作ガイドライン」に従い行うこと。特に地面からの高さ2000フィート(~610 m)を維持し、海岸線に対しできる限り直角に交差するよう操作すること。気象条件によりガイドライン規定の推奨高度より低空を飛行せざるを得ない場合、航空機はできる限り高い位置を飛行するものとし、沿岸上空の飛行時間はできる限り短時間とする。
- ・安全性確保のために緊急に必要とされる場合を除き、ヘリコプター発煙筒の使用は禁止されている。使用した発煙筒は回収すること。

6(iii) 本地区の内部および付近にある建造物

国際フィールドキャンプが南ビーチ62°39'49.7" S, 61°05'59.8' Wに設置されている。グラスファイバーでできた二つの一時的な小屋(Melon hut)がある。スペインによって管理されており全ての締約国が利用可能である。避難所や避難場所として使用された洞穴などを含む19世紀のアザラン船の残骸の位置がSmith and Simpson (1987)に示されている(地図2)。地形学調査のために建てられたいくつかのケルンが地区内にあり、その多くは標高の高い位置にある。

近辺の科学調査ステーションはハード半島東30 km、リビングストーン島にある(ファンカルロスI小屋(スペイン)とスウェティ・クリメントオフリドスキー(ブルガリア))。

6(iv) 本地区の付近にあるその他の保護地区の位置

バイヤー半島の近傍の保護地区としては以下がある:北東20 kmにシレフ岬(第149南極特別保護地区)、デセプション島(第4南極特別管理地区)、およそ40 km南南東のフォスター港とデセプション島の一部(第140、第145南極特別保護地区)、グリニッチ島東70 kmのチリ湾(ディスカバリー湾)(第144南極特別保護地区)(地図1)。

6(v)本地区の制限区域及び管理区域

バイヤー半島のいくつかの地域は、ほとんど、もしくは一度も人間が立ち入ったことがないと考えられている。新しいメタゲノム技術が今後微生物多様性(細菌、菌類、ウイルス)の同定に役立つとされており、微生物の分散と分布に関する多くの基礎テーマを含め、これまでに成されたことのないレベルでの研究が可能となる。南極微生物学の科学的重要性のもと、いくつかの制限区域が指定されている。上記よりも広い地域が、人間活動による微生物汚染や他の汚染を防ぐために制限区域として設けられている。

- この目的のため、制限区域では殺菌消毒した防護服を着用すること。防護服は制限区域に入る直前に着用すること。事前に殺菌した予備のブーツをビニール袋に保管しておき、制限区域に立ち入る前に袋から出して使用する。船舶により制限区域にアクセスする場合、上陸時に直に防護服を着用すること。
- 制限区域に持ち込むサンプリング装置、科学的装置、標識などは地区での使用前に極力殺菌し、滅菌状態を保つこと。殺菌は以下のような適切な方法で行うこと:紫外線放射、オートクレーブ、70%エタノールでの表面殺菌、市販の殺生物剤(例Virkon®)。
- ハーネス、スパイク、登山用具、ピッケル、登山用ストック、スキー用具、一時的な道標識、パルク、そり、カメラ・ビデオ装置、リュックサック、そり箱といった個人所有物は、できる限り南極基地や船の中で洗浄殺菌しておかなければならない。制限区域において使用するあるいは持ち込む全ての備品は、それらを持ち出す南極基地あるいは船舶において完全に清掃および滅菌すること。これら備品は滅菌済ビニール袋その他の清潔な容器に入れ、持ち出し時から制限区域立入前の時点まで清掃および滅菌された状態を保つものとする。
- 微生物学以外の研究者は制限区域に立ち入ることは許可されるが、上記の検疫手順を必ず実行する必要がある。
- 制限区域でのキャンプは禁止されている。
- 制限区域へのヘリコプターの発着は禁止されている。
- 研究または緊急の理由により制限区域への立ち入りが必要な場合、立ち入りの場所(GPS技術の使用が望ましい)と活動内容が適切な国内当局へ提出され、情報交換年次報告書や、できれば電子情報共有システム(Electronic Information Exchange System、EIES)に含められる必要がある。

制限区域は以下の区域を含む:

1. 北西ロッチドームと隣接した退氷部分。全ての地表部分と、東側経度60°53'45"W、西側経度60°58'48"W、南側緯度62°38'30"S、北の海岸線に沿った境界線で囲まれた氷床部を含む(地図2)。
2. レイ岬。制限区域は、全ての地表と岬の地点62°37'S, 61°08'Wから62°36'S, 61°06'W(小さな沿岸湖)までの直線から北西の永久氷床を含む。レイ岬の制限区域内では、海岸にある考古学的遺跡へのアクセスが検疫予防措置なしに許されている(この他の制限区域内は全て検

疫処置が必要である)。海岸の考古学的遺跡を超えた場所は本節に述べられた検疫処置が必要である。考古学的遺跡までは海側から小さなボートを用いて訪れるのが望ましい。検疫処置なしに、バイヤー半島南極特別保護地区の制限されていない部分南東に向かって徒歩で遺跡まで行くことが許可されている。遺跡へのアクセスは考古学的調査のためのみに許され、適切な国内当局の許可がある場合に限る。

7. 許可証の条件

本地区への立ち入りは適切な国内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。

7(i) 許可証発給の一般条件

本地区への立ち入り許可証を発給する条件は次の通りである。

- ・生態学、地質学、古生物学、考古学分野の研究及び他の地域では代替できない科学的事由のため。または、
- ・査察、管理や見直しといった計画の目的に沿った基本的な管理のためにのみ発給されること。
- ・許可される活動は本地区の生態学的、地質学的、歴史的または他の科学的価値あるいは他の許可活動に危害を与えないものであること。
- ・バイヤー半島に存在する土壌、岩石、土着の動植物相の採集はそれらの分布と量に有意な悪影響を与えない程度で行うこと。
- ・いくつかの古生物学的サイトにおける相当な採集がこれまでに行われており、これにより本地区の科学的価値に大きなマイナスの影響が既に生じている、土壌の採集による累積的影響に関しては環境影響評価を考慮すること。
- ・いかなる管理活動も管理計画の目的に合うものであること。
- ・許可された活動は管理計画に沿ったものであること。
- ・許可証あるいはその写しを本地区内で携帯すること。
- ・許可証に記載された当局に訪問報告書を提出すること。
- ・許可証は期限つきで発給されること。
- ・許可証に記載されている内容以外の活動、措置を行う際には適切な当局に通知をすること。

7(ii) 本地区への出入りおよび地区内での移動方法

- ・本地区では車両の使用は禁止されている。
- ・地区内での移動は、例外的にヘリコプターが使用される場合を除き徒歩であること。
- ・移動時は常に考古学的遺跡、動物、土壌、特徴的な地形に対する干渉を最小にするよう注意を怠らないこと。もし影響を受けやすい植物、模様地面、浸水した土壌に与える損傷が避けられないときは、岩の多い部分や尾根を歩くこと。
- ・いかなる許可された活動においても歩行での行き来は最小限に抑え、踏圧による影響を最小にする努力がなしなければならない。可能であれ

ば、既存の道を使用すること(地図2)。道がない場合は新しい道を作り出すことを避ける注意がなされること。これまでの研究からバイヤー半島の植生上の行き来を一季節200回以下に抑えれば、その植生は回復することがわかっている(Tejedo et al 2009)。それ故、植生上の歩行ルートは同じ箇所が踏まれるであろう数を予測して選択しなければならない(すなわち、人数×一日の移動回数×日数)。同じ道が1つの季節に200回以下の行き来であると判断されれば、その道を優先して使用すること。200回以上と予測されるのであれば、その道幅を広くして使用し(複数の道としそれぞれが200回以下の使用回数となるようにする)、踏圧の影響を分散させ、回復を早める。

- ・ヘリコプターを使用する条件は6(ii)を参照のこと。
- ・本地区内における無人航空機(Unmanned Autonomous Vehicle (UAV))による、有害な干渉を引き起こす虞のある高度での鳥類集落上空の飛行は、適切な国内当局による許可のある場合を除き許可しない。
- ・航空機やボートのパイロットや乗務員、他の人々は、許可証に許可されている場合を除き、発着場の近辺を超えて徒歩で移動することは禁じられている。
- ・制限区域内へのアクセスおよび制限区域内における移動に対する制限については6(v)を参照のこと。

7(iii) 本地区内で実施される活動

- ・本地区以外では実施できないやむを得ない科学的研究であり、生態系または本地区の科学的価値に危害を与えないものであり、また実施中の他の研究を妨害しないものであること
- ・考古学的研究
- ・モニタリングや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

やむを得ない科学的、管理上の理由を伴うと許可証に記載されており、その期限が記載されている場合を除き、本地区内にいかなる建造物や機器、装置も新しく建てることはできない。調査地サイト選定を含む建造物や装置の設置、管理、改築、除去は本地区の価値への侵害を最小にする方法で行われなければならない。全ての建造物や科学装置は所属国と調査者の名前、設置年を明記しなければならない。これらの物品は生物や繁殖体(例:種子や卵)、非殺菌土壌を含まず、本地区に対する汚染を最小限にとどめる物質でできている必要がある。許可証の期限が切れた際の機器の撤去も許可証の条件に含まなければならない。

7(v) フィールドキャンプの位置

南極特別保護地区内でキャンプ活動による影響を受ける地域を最小にするため、キャンプは国際フィールドキャンプ(62°39'49.7" S, 61°05'59.8" W)の近辺でなければならない。活動に必要な際、許可証

にそう記載されている場合にのみ、国際フィールドキャンプから離れた場所に一時的なキャンプを設置することが許される。キャンプは植生上に設置してはならず、可能であれば隆起海岸の乾燥した部分や深雪部分(0.5 m以上)に設置し鳥類やほ乳類の繁殖個体群の近くを避けること。アザラシ猟船の避難所や避難場所から50m範囲内にキャンプを設けることは禁止されている。それまでに利用されたことのあるキャンプサイトが存在し、そのキャンプサイトが上記の規定に従っている場合、再度同じ場所を用いることが望ましい。制限区域内でのキャンプは禁止されている。本地区では強風がしばしば発生するため、キャンプ設備および科学機器はすべて適切な安全対策が施されるよう十分注意しなければならない。

7(vi)地区内に持ち込むことのできる物質および生物に関する制限
本地区に動物、植物体、微生物、滅菌していない土壌を持ち込むことは禁止されている。生物学的に離れた別の地域(南極条約範囲内外を問わない)からの動物、植物体、微生物、滅菌していない土壌を過失により持ち込まないように予防措置を講じるものとする。訪問者はまた、CEP外来種マニュアル(CEP, 2011)および南極における科学的野外研究を実施するための環境行動規範(SCAR, 2009)に記載の推奨事項を適宜参照しこれに従うものとする。バイヤー半島には鳥類の繁殖コロニーが存在するため、家禽製品やその廃棄物、未調理の乾燥卵を含む製品を本地区や地区近辺の海に持ち込んで서는ならない。

いかなる除草剤、殺虫剤も持ち込んで서는ならない。放射線核種や安定同位体(これらは許可証に明記された科学的あるいは管理の目的で持ち込まれる可能性がある)を含むその他のあらゆる化学物質は、許可証が発給された活動の終了時または終了前に本地区から撤去しなければならない。放射線核種や安定同位体を回収できない方法で環境内に排出してはならない。燃料や他の化学物質は、許可証に特別に記載されていない限り本地区に保管することはできない。これらが偶発的に環境中に漏れた際のリスクを最小限に抑えるように保管され、取り扱われなければならない。本地区への物資の持ちこみはすべて期限付きでなければならない。定められた期間の終了時または終了前に撤去されなければならない。除去により本地区の価値を損ねる恐れがあるものの当該物質をその場所に放置しておくことが除去の影響よりも大きい場合、当該物質はその場から除去してもよい。許可証に記載されておらず、地区に持ち込んだ後除去されない物質については適切な当局に通知しなければならない。

7(vii)在来の植物および動物の採捕又はこれらに対する有害な干渉
南極環境保護議定書の付属書IIに従って別途発行された許可証を持たない限り、在来の植物相と動物相の採取またはそれらに対する有害な干渉は禁じられている。動物の採取や動物に対する危害が生じる際には、少なくともSCARの「南極における科学目的のための動物の利用に関する行動規範」(Code of Conduct for the Use of Animals for

Scientific Purposes in Antarctic)に従ったものでなければならない。

7(viii) 許可証の所持者によって本地区に持ち込まれた以外の物の収集および撤去

許可証保持者が持ち込んだ物以外の物質の収集や除去については許可証に沿った場合にのみ行ってもよいが、科学的小および考古学的にあるいは管理上最低限必要な場合に限られる。

許可証に別段の記載の無い限り、訪問者が措置5(2001)の基準に当てはまる歴史的考古学的物質を取り扱うこと、手に取ること、損傷を与えることは禁止されている。同様に、人工遺物の保存・保護目的、修復のための場所の移動や除去も許可証を通してのみ許可される。考古学的物質が新しく発見された場合、その場所と性質に関し適切な国内当局に報告しなければならない。本地区の価値を損なう可能性のある人由来の物質で、許可証の所持者や許可された人物、当局が持ち込んだものではなく、それを撤去することが放置するよりも大きな害をもたらさない限り、これらのものをその場所から撤去することができる。その地域からの撤去による影響が放置するよりも大きい可能性がある場合、国内当局にこれを報告し承認を受けなければならない。

7(ix) 廃棄物の処分

廃棄物は最低でも環境保護に関する南極条約議定書附属書IIIに沿って廃棄されなければならない。加えて、全ての人間由来の固体の廃棄物を含む全ての廃棄物が地区から除去されなければならない。し尿は海に廃棄してもよい。人間由来の固体の廃棄物は海岸近くの岩礁により分散が妨げられるため、海に廃棄してはならず、地区から除去しなければならない。人間由来のいかなる廃棄物も内地に廃棄してはならない。貧栄養湖と台地の貧栄養水塊が、し尿を含む少量の人間由来の廃棄物によって損なわれる可能性があるからである。

7(x) 管理計画の目的達成の継続に必要な措置

本地区への立入許可証は以下のような場合に発給される:

- ・モニタリングや現地査察活動を行う場合。これにはデータ収集および/または分析や見直しのための少量のサンプリングが含まれる場合がある。
- ・道標や建造物、科学的装置の設置や維持を行う場合。
- ・保護措置を行う場合。

長期モニタリングのためのサイトは、いずれも現地および地図上において適切に表示しなければならない。滞在するサイトのGPS座標を取得し、国内当局を通じ南極データディレクトリシステムに登録を行う。

本地域の生態学的小および科学的な価値を維持するため、訪問者は外来種の侵入に特別な予防措置を講じなければならない。特に、基地などの他の南極地域や南極外からの土壤に含まれる微生物、動物、植物の侵入が問題となる。訪問者は使用する靴、衣類、器具(特にキャンプ用品とサンプリング装置)を本地区に入る前にできる限り入念に洗浄

しなければならない。家禽製品と他の鳥類由来の製品は、現地の鳥類に病気を媒介する可能性があるため、本地区内に持ち込んではいけません。ヘリコプターにより本地区を訪問する者は、本地区に進入する前に、ヘリコプターに種子、土壌、および繁殖体が付着していないようにしなければならない。外部の湖沼から本地区内の湖沼への種の移動は、それぞれが科学的小および生物学的固有性を有するこれら水域に対する重大な脅威を引き起こすものである。そのため、湖沼の相互汚染を防止するため、異なる湖沼において採集機器を使用する度に洗浄するなど、最大の注意を払わなければならない。

7(xi)報告要件

許可証の代表保持者は本地区に訪問する度に、できる限り早急に適切な国内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、南極特別保護地区管理計画作成ガイドに付属の訪問報告書[南極条約事務局ウェブサイトより入手可能 www.ats.aq]が示す事項を含めるものとする。締約国当局は、本地区の管理と管理計画の見直しに寄与するよう、当該管理計画を提案した締約国に対し、前記訪問報告書の写しを適宜提供するものとする。締約国はこれらの活動の記録を保管し、その要約を毎年の情報交換の中で提供するものとする。締約国は可能な限り利用記録を保管し、管理計画の見直し及び本地区の科学的な利用に役立つよう、その原本あるいは写しを公的に利用可能な公文書保管所に保管する。

8.参考文献

バイヤー半島の科学的調査の結果を記載した刊行物の最新のリストは Benayas et al. (2013)を参照のこと。

Bañón, M., Justel M. A., Quesada, A. 2006. Análisis del microclima de la península Byers, isla Livingston, Antártida, en el marco del proyecto LIMNOPOLAR. In: *Aplicaciones meteorológicas*. Asociación Meteorológica Española.

Bañón, M., Justel, M. A., Velazquez, D., Quesada, A. 2013. Regional weather survey on Byers Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands, Antarctica. *Antarctic Science*25: 146-156.

Barbosa, A., de Mas, E., Benzal, J., Diaz, J. I., Motas, M., Jerez, S., Pertierra, L., Benayas, J., Justel, A., Lauzurica, P., Garcia-Peña, F. J., and Serrano, T. 2013. Pollution and physiological variability in gentoo penguins at two rookeries with different levels of human visitation. *Antarctic Science*25: 329-338.

Benayas, J., Pertierra, L., Tejedó, P., Lara, F., Bermudez, O., Hughes, K.A., and Quesada, A. 2013. A review of scientific research trends within ASPA 126 Byers Peninsula, South Shetland Islands, Antarctica. *Antarctic Science*25: 128-145.

Birnie, R.V., Gordon, J.E. 1980. Drainage systems associated with snow

- melt, South Shetland Islands, Antarctica. *Geografiska Annaler*62A: 57-62.
- Björck, S., Hakansson, H., Zale, R., Karlén, W., Jönsson, B.L. 1991. A late Holocene lake sediment sequence from Livingston Island, South Shetland Islands, with palaeoclimatic implications. *Antarctic Science*3: 61-72.
- Björck, S., Sandgren, P., Zale, R. 1991. Late Holocene tephrochronology of the Northern Antarctic Peninsula. *Quaternary Research*36: 322-28.
- Björck, S., Hjort, C., Ingólfsson, O., Skog, G. 1991. Radiocarbon dates from the Antarctic Peninsula - problems and potential. In: Lowe, J.J. (ed.), *Radiocarbon dating: recent applications and future potential*. *Quaternary Proceedings* 1, Quaternary Research Association, Cambridge. pp 55-65.
- Björck, S., Håkansson, H., Olsson, S., Barnekow, L., Janssens, J. 1993. Palaeoclimatic studies in South Shetland Islands, Antarctica, based on numerous stratigraphic variables in lake sediments. *Journal of Paleolimnology*8: 233-72.
- Björck, S., Zale, R. 1996. Late Holocene tephrochronology and palaeoclimate, based on lake sediment studies. In: López-Martínez, J., Thomson, M. R. A., Thomson, J.W. (eds.) *Geomorphological map of Byers Peninsula, Livingston Island*. BAS GEOMAP Series Sheet 5-A, 43-48. British Antarctic Survey, Cambridge.
- Björck, S., Hjort, C., Ingólfsson, O., Zale, R., Ising, J. 1996. Holocene deglaciation chronology from lake sediments. In: López-Martínez, J., Thomson, M. R. A., Thomson, J.W. (eds.) *Geomorphological map of Byers Peninsula, Livingston Island*. BAS GEOMAP Series Sheet 5-A, 49-51. British Antarctic Survey, Cambridge.
- Block, W., Starý, J. 1996. Oribatid mites (Acari: Oribatida) of the maritime Antarctic and Antarctic Peninsula. *Journal of Natural History* 30: 1059-67.
- Bonner, W.N., Smith, R.I.L. (Eds) 1985. *Conservation areas in the Antarctic*. SCAR, Cambridge: 147-56.
- Booth, R.G., Edwards, M., Usher, M.B. 1985. Mites of the genus *Eupodes* (Acari, Prostigmata) from maritime Antarctica: a biometrical and taxonomic study. *Journal of the Zoological Society of London* (A)207: 381-406.
- Carlini, A.R., Coria, N.R., Santos, M.M., Negrete, J., Juarez, M.A., Daneri, G.A. 2009. Responses of *Pygoscelis adeliae* and *P. papua* populations to environmental changes at Isla 25 de Mayo (King George Island). *Polar Biology*32: 1427-1433.
- Committee for Environmental Protection. 2011. CEP non-native species manual. Antarctic Treaty Secretariat, Buenos Aires. (see: http://www.ats.aq/e/ep_faflo_nns.htm)

- Convey, P., Greenslade, P. Richard, K.J., Block, W. 1996. The terrestrial arthropod fauna of the Byers Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands - Collembola. *Polar Biology*16: 257-59.
- Covacevich, V.C. 1976. Fauna valanginiana de Peninsula Byers, Isla Livingston, Antartica. *Revista Geologica de Chile*3: 25-56.
- Crame, J.A. 1984. Preliminary bivalve zonation of the Jurassic-Cretaceous boundary in Antarctica. In: Perrilliat, M. de C. (Ed.) *Memoria, III Congreso Latinamericano de Paleontologia, Mexico, 1984. Mexico City*, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Instituto de Geologia. pp 242-54.
- Crame, J.A. 1985. New Late Jurassic Oxytomid bivalves from the Antarctic Peninsula region. *British Antarctic Survey Bulletin* 69: 35-55.
- Crame, J.A. 1995. Occurrence of the bivalve genus *Mantidula* in the Early Cretaceous of Antarctica. *Palaeontology*38 Pt. 2: 299-312.
- Crame, J.A. 1995. A new Oxytomid bivalve from the Upper Jurassic–Lower Cretaceous of Antarctica. *Palaeontology*39 Pt. 3: 615-28.
- Crame, J.A. 1996. Early Cretaceous bivalves from the South Shetland Islands, Antarctica. *Mitt. Geol-Palaont. Inst. Univ. Hamburg*77: 125-127.
- Crame, J.A., Kelly, S.R.A. 1995. Composition and distribution of the Inoceramid bivalve genus *Anopaea*. *Palaeontology*38 Pt. 1: 87-103.
- Crame, J.A., Pirrie, D., Crampton, J.S., Duane, A.M. 1993. Stratigraphy and regional significance of the Upper Jurassic - Lower Cretaceous Byers Group, Livingston Island, Antarctica. *Journal of the Geological Society*150 Pt. 6: 1075-87.
- Croxall, J.P., Kirkwood, E.D. 1979. *The distribution of penguins on the Antarctic Peninsula and the islands of the Scotia Sea*. British Antarctic Survey, Cambridge.
- Davey, M.C. 1993. Carbon and nitrogen dynamics in a maritime Antarctic stream. *Freshwater Biology*30: 319-30.
- Davey, M.C. 1993. Carbon and nitrogen dynamics in a small pond in the maritime Antarctic. *Hydrobiologia* 257: 165-75.
- De Pablo, M.A., Blanco, J.J., Molina, A., Ramos, M. Quesada, A., and Vieira G. 2013. Interannual active layer variability at the Limnopolar Lake CALM site on Byers Peninsula, Livingston Island, Antarctica. *Antarctic Science* 25: 167-180.
- Duane, A.M. 1994. Preliminary palynological investigation of the Byers Group (Late Jurassic-Early Cretaceous), Livingston Island, Antarctic Peninsula. *Review of Palaeobotany and Palynology*84: 113-120.
- Duane, A.M. 1996. Palynology of the Byers Group (Late Jurassic-Early Cretaceous) Livingston and Snow Islands, Antarctic Peninsula: its

- biostratigraphical and palaeoenvironmental significance. *Review of Palaeobotany and Palynology*91: 241-81.
- Duane, A.M. 1997. Taxonomic investigations of Palynomorphs from the Byers Group (Upper Jurassic-Lower Cretaceous), Livingston and Snow Islands, Antarctic Peninsula. *Palynology*21: 123-144.
- Ellis-Evans, J.C. 1996. Biological and chemical features of lakes and streams. In: López-Martínez, J., Thomson, M. R. A., Thomson, J.W. (eds.) *Geomorphological map of Byers Peninsula, Livingston Island*. BAS GEOMAP Series Sheet 5-A, 20-22. British Antarctic Survey, Cambridge.
- Emslie, S. D., Polito, M. J., and Patterson W. P. 2013. Stable isotope analysis of ancient and modern gentoo penguin egg membrane and the krill surplus hypothesis in Antarctica. *Antarctic Science*25: 213-218.
- Fernández-Valiente, E., Camacho, A., Rochera, C., Rico, E., Vincent, W. F., Quesada, A. 2007
- Community structure and physiological characterization of microbial mats in Byers Peninsula, Livingston Island (South Shetland islands, Antarctica). *FEMS Microbiology Ecology* 59: 377- 385
- Gil-Delgado, J.A., Villaescusa, J.A., Diazmacip, M.E., Velazquez, D., Rico, E., Toro, M., Quesada, A., Camacho, A. 2013. Minimum population size estimates demonstrate an increase in southern elephant seals (*Mirounga leonina*) on Livingston Island, maritime Antarctica *Polar Biology*36: 607-610
- Gil-Delgado, J.A., González-Solis, J., Barbosa, A. 2010. Breeding birds populations in Byers Peninsula (Livingston Is., South Shetlands Islands. 18th International Conference of the European Bird Census Council. 22-26 March. Caceres. Spain).
- González-Ferrán, O., Katsui, Y., Tavera, J. 1970. Contribución al conocimiento geológico de la Península Byers, Isla Livingston, Islas Shetland del Sur, Antártica. *Publ. INACH Serie. Científica*1: 41-54.
- Gray, N.F., Smith, R.I. L. 1984. The distribution of nematophagous fungi in the maritime Antarctic. *Mycopathologia*85: 81-92.
- Harris, C.M. 2001. *Revision of management plans for Antarctic protected areas originally proposed by the United States of America and the United Kingdom: Field visit report*. Internal report for the National Science Foundation, US, and the Foreign and Commonwealth Office, UK. Environmental Research and Assessment, Cambridge.
- Hansom, J.D. 1979. Radiocarbon dating of a raised beach at 10 m in the South Shetland Islands. *British Antarctic Survey Bulletin*49: 287-288.
- Hathway, B. 1997. Non-marine sedimentation in an Early Cretaceous

- extensional continental-margin arc, Byers Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands. *Journal of Sedimentary Research*67: 686-697.
- Hathway, B., Lomas, S.A. 1998. The Upper Jurassic-Lower cretaceous Byers Group, South Shetland Islands, Antarctica: revised stratigraphy and regional correlations. *Cretaceous Research*19: 43-67.
- Hernandez, P.J., Azcarate, V. 1971. Estudio paleobotanico preliminar sobre restos de una tafoflora de la Peninsula Byers (Cerro Negro), Isla Livingston, Islas Shetland del Sur, Antartica. *Publ. INACH Serie. Cientifica* 2: 15-50.
- Hjort, C., Ingólfsson, O., Björck, S. 1992. The last major deglaciation in the Antarctic Peninsula region - a review of recent Swedish Quaternary research. In: Y. Yoshida *et al.* (eds.) *Recent Progress in Antarctic Science*. Terra Scientific Publishing Company (TERRAPUB), Tokyo: 741-743.
- Hjort, C., Björck, S., Ingólfsson, Ó., Möller, P. 1998. Holocene deglaciation and climate history of the northern Antarctic Peninsula region: a discussion of correlations between the Southern and Northern Hemispheres. *Annals of Glaciology*27: 110-112.
- Hodgson, D.A., Dyson, C.L., Jones, V.J., Smellie, J.L. 1998. Tephra analysis of sediments from Midge Lake (South Shetland Islands) and Sombre Lake (South Orkney Islands), Antarctica. *Antarctic Science*10: 13-20.
- Hughes, K. A., Ireland, L. C, Convey, P., Fleming, A. 2015. Assessing the effectiveness of specially protected areas for conservation of Antarctica's botanical diversity. *Conservation Biology*30: 113-120.
- John, B.S., Sugden, D.E. 1971. Raised marine features and phases of glaciation in the South Shetland Islands. *British Antarctic Survey Bulletin*24: 45-111.
- Jones, V.J., Juggins, S., Ellis-Evans, J.C. 1993. The relationship between water chemistry and surface sediment diatom assemblages in maritime Antarctic lakes. *Antarctic Science*5: 339-48.
- Kelly, S.R.A. 1995. New Trigonoid bivalves from the Early Jurassic to Earliest Cretaceous of the Antarctic Peninsula region: systematics and austral paleobiogeography. *Journal of Paleontology*69: 66-84.
- Kopalova, K., van de Vijver, B. 2013. Structure and ecology of freshwater benthic diatom communities from Byers Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands. *Antarctic Science*25: 239-253.
- Lindsay, D.C. 1971. Vegetation of the South Shetland Islands. *British Antarctic Survey Bulletin* 25: 59-83.
- López-Bueno, A., Tamames, J. Velazquez, D., Moya, A., Quesada, A.,

- Alcami, A. 2009. Viral Metagenome of an Antarctic lake: high diversity and seasonal variations. *Science* 326: 858-861.
- Lopez-Martinez, J., Serrano, E., Martinez de Pison, E. 1996. Geomorphological features of the drainage system. In: López-Martínez, J., Thomson, M. R. A., Thomson, J.W. (eds.) *Geomorphological map of Byers Peninsula, Livingston Island*. BAS GEOMAP Series Sheet 5-A, 15-19. British Antarctic Survey, Cambridge.
- Lopez-Martínez, J., Martínez de Pisón, E., Serrano, E., Arche, A. 1996. *Geomorphological map of Byers Peninsula, Livingston Island*. BAS GEOMAP Series, Sheet 5-A, Scale 1:25 000. Cambridge, British Antarctic Survey.
- Lyons, W. B., Welch, K. A., Welch, S. A., Camacho, A. Rochera, C., Michaud, L., deWit, R., Carey, A.E. 2013. Geochemistry of streams from Byers Peninsula, Livingston Island. *Antarctic Science* 25: 181-190.
- Martínez De Pisón, E., Serrano, E., Arche, A., Lopez-Martínez, J. 1996. Glacial geomorphology. In: López-Martínez, J., Thomson, M. R. A., Thomson, J.W. (eds.) *Geomorphological map of Byers Peninsula, Livingston Island*. BAS GEOMAP Series Sheet 5-A, 23-27. British Antarctic Survey, Cambridge.
- Morgan, F., Barker, G., Briggs, C., Price, R. and Keys, H. 2007. Environmental Domains of Antarctica Version 2.0 Final Report, Manaaki Whenua Landcare Research New Zealand Ltd. 89 pp.
- Moura, P.A., Francelino, M.R., Schaefer, C.E.G.R., Simas, F.N.B., de Mendonca, B.A.F. 2012. Distribution and characterization of soils and landform relationships in Byers Peninsula, Livingston Island, Maritime Antarctica. *Geomorphology* 155: 45-54.
- Nakai, R., Shibuya, E., Justel, A., Rico, E., Quesada, A., Kobayashi, F., Iwasaka, Y., Shi, G.-Y., Amano, Y., Iwatsuki, T., Naganuma, T. 2013. Phylogeographic analysis of filterable bacteria with special reference to *Rhizobiales* strains that occur in cryospheric habitats. *Antarctic Science* 25: 219-228.
- Nielsen, U. N., Wall, D. H. W., Li, G., Toro, M., Adams, B. J., Virginia, R. A. 2011. Nematode communities of Byers Peninsula, Livingston Island, maritime Antarctica. *Antarctic Science* 23: 349-357.
- Otero, X.L., Fernández, S., De Pablo-Hernández, M.A., Nizoli, E.C., Quesada, A. 2013. Plant communities as a key factor in biogeochemical processes involving micronutrients (Fe, Mn, Co, and Cu) in Antarctic soils (Byers Peninsula, maritime Antarctica). *Geoderma* 195-196: 145-154.
- Pankhurst, R.J., Weaver, S.D., Brook, M., Saunders, A.D. 1979. K-Ar

- chronology of Byers Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands. *British Antarctic Survey Bulletin*49: 277-282.
- Pertierra, L.R., Lara, F., Tejedó, P., Quesada, A., Benayas, J. 2013a. Rapid denudation processes in cryptogamic communities from Maritime Antarctica subjected to human trampling. *Antarctic Science* 25: 318-328.
- Pertierra, L.R., Hughes, K.A., Benayas, J., Justel, A., and Quesada, A. 2013b. Environmental management of a scientific field camp in Maritime Antarctica: reconciling research impacts with conservation goals in remote ice-free areas. *Antarctic Science*25: 307-317.
- Pla-Rabes, S., Toro, M., Van De Vijver, B., Rochera, C., Villaescusa, J. A., Camacho, A., and Quesada, A. 2013. Stability and endemism of benthic diatom assemblages from different substrates in a maritime stream on Byers Peninsula, Livingston Island, Antarctica: the role of climate variability. *Antarctic Science*25: 254-269.
- Petz, W., Valbonesi, A., Schiffner, U., Quesada, A., Ellis-Evans, C.J. 2007. Ciliate biogeography in Antarctic and Arctic freshwater ecosystems: endemism or global distribution of species? *FEMS Microbiology Ecology* 59: 396-408.
- Quesada, A., Fernández Valiente, E., Hawes, I., Howard-Williams, C. 2008. Benthic primary production in polar lakes and rivers. In: Vincent, W., Leybourn-Parry J. (eds). *Polar Lakes and Rivers – Arctic and Antarctic Aquatic Ecosystems*. Springer. pp 179-196.
- Quesada, A., Camacho, A. Rochera, C., Velázquez, D. 2009. Byers Peninsula: a reference site for coastal, terrestrial and limnetic ecosystems studies in maritime Antarctica. *Polar Science*3: 181-187.
- Quesada, A., Camacho, A., Lyons, W.B. 2013. Multidisciplinary research on Byers Peninsula, Livingston Island: a future benchmark for change in Maritime Antarctica. *Antarctic Science*25: 123-127.
- Richard, K.J., Convey, P., Block, W. 1994. The terrestrial arthropod fauna of the Byers Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands. *Polar Biology*14: 371-79.
- Rico, E., Quesada, A. 2013. Distribution and ecology of chironomids (Diptera, Chironomidae) on Byers Peninsula, Maritime Antarctica. *Antarctic Science*25: 288-291.
- Rochera, C., Justel, A., Fernández-Valiente, E., Bañón, M., Rico, E., Toro, M., Camacho, A., Quesada, A. 2010. Interannual meteorological variability and its effects on a lake from maritime Antarctica. *Polar Biology*33: 1615-1628.
- Rochera, C., Villaescusa, J. A., Velázquez, D., Fernández-Valiente, E., Quesada, A., Camacho, A. 2013a. Vertical structure of bi-layered

- microbial mats from Byers Peninsula, Maritime Antarctica. *Antarctic Science*25: 270-276.
- Rochera, C., Toro, M., Rico, E., Fernández-Valiente, E., Villaescusa, J. A., Picazo, A., Quesada, A., Camacho, A. 2013b. Structure of planktonic microbial communities along a trophic gradient in lakes of Byers Peninsula, South Shetland Islands. *Antarctic Science*25: 277-287.
- Rodríguez, P., Rico, E. 2008. A new freshwater oligochaete species (Clitellata: Enchytraeidae) from Livingston Island, Antarctica. *Polar Biology*31: 1267-1279.
- SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research). 2009. Environmental code of conduct for terrestrial scientific field research in Antarctica. ATCM XXXII IP4.
- SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research). 2011. SCAR code of conduct for the use of animals for scientific purposes in Antarctica. ATCM XXXIV IP53.
- SGE, WAM and BAS. 1993. *Byers Peninsula, Livingston Island*. Topographic map, Scale 1:25 000. Cartografía Antártica. Madrid, Servicio Geografía del Ejército.
- Serrano, E., Martínez De Pisón, E., Lopez-Martínez, J. 1996. Periglacial and nival landforms and deposits. In: López-Martínez, J., Thomson, M. R. A., Thomson, J.W. (eds.) *Geomorphological map of Byers Peninsula, Livingston Island*. BAS GEOMAP Series Sheet 5-A, 28-34. British Antarctic Survey, Cambridge.
- Smellie J.L., Davies, R.E.S., Thomson, M.R.A. 1980. Geology of a Mesozoic intra-arc sequence on Byers Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands. *British Antarctic Survey Bulletin*50: 55-76.
- Smith, R.I.L., Simpson, H.W. 1987. Early Nineteenth Century sealers' refuges on Livingston Island, South Shetland Islands. *British Antarctic Survey Bulletin* 74: 49-72.
- Starý, J., Block, W. 1998. Distribution and biogeography of oribatid mites (Acari: Oribatida) in Antarctica, the sub-Antarctic and nearby land areas. *Journal of Natural History*32: 861-94.
- Sugden, D.E., John, B.S. 1973. The ages of glacier fluctuations in the South Shetland Islands, Antarctica. In: van Zinderen Bakker, E.M. (ed.) *Paleoecology of Africa and of the surrounding islands and Antarctica* . Balkema, Cape Town, pp. 141-159.
- Tejedo, P., Justel, A., Benayas, J., Rico, E., Convey, P., Quesada, A. 2009. Soil trampling in an Antarctic Specially Protected Area: tools to assess levels of human impact. *Antarctic Science* 21: 229-236.
- Tejedo, P., Pertierra, L.R., Benayas, J., Convey, P., Justel, A., Quesada, A. 2012. Trampling on maritime Antarctica: can soil ecosystems be effectively protected through existing codes of conduct? *Polar Research* 31: Art. No. UNSP 100888

- Thom, G. 1978. Disruption of bedrock by the growth and collapse of ice lenses. *Journal of Glaciology* 20: 571-75.
- Thomson, M.R.A., López-Martínez, J. 1996. Introduction. In: López-Martínez, J., Thomson, M. R. A., Thomson, J.W. (eds.) *Geomorphological map of Byers Peninsula, Livingston Island*. BAS GEOMAP Series Sheet 5-A, 1-4. British Antarctic Survey, Cambridge.
- Toro, M., Camacho, A., Rochera, C., Rico, E., Bañón, M., Fernández, E., Marco, E., Avendaño, C., Ariosa, Y., Quesada, A. 2007. Limnology of freshwater ecosystems of Byers Peninsula (Livingston Island, South Shetland Islands, Antarctica). *Polar Biology*30: 635-649.
- Toro, M., Granados, I., Pla, S., Giralt, S., Antoniades, D., Galán, L., Cortizas, A. M., Lim, H. S., Appleby, P. G. 2013. Chronostratigraphy of the sedimentary record of Limnopolar Lake, Byers Peninsula, Livingston Island, Antarctica. *Antarctic Science*25: 198-212.
- Torres, D., Cattán, P., Yanez, J. 1981. Post-breeding preferences of the Southern Elephant seal *Mirounga leonina* in Livingston Island (South Shetlands). *Publ. INACH Serie. Científica* 27: 13-18.
- Torres, D., Jorquera, D. 1994. Marine debris analysis collected at cape Shirreff, Livingston Island, South Shetland, Antarctica. *Ser. Cient. INACH*44: 81-86.
- Usher, M.B., Edwards, M. 1986. The selection of conservation areas in Antarctica: an example using the arthropod fauna of Antarctic islands. *Environmental Conservation*13: 115-22.
- Van der Vijver, J., Agius, T., Gibson, J., Quesada, A. 2009. An unusual spine-bearing Pinnularia species from the Antarctic Livingston Island. *Diatom Research*24: 431-441.
- Velazquez, D., Lezcano, M.A., Frias, A., Quesada, A. 2013. Ecological relationships and stoichiometry within a Maritime Antarctic watershed. *Antarctic Science*25: 191-197.
- Vera, M. L., Fernández-Teruel, T., Quesada, A. 2013. Distribution and reproductive capacity of *Deschampsia antarctica* and *Colobanthus quitensis* on Byers Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands, Antarctica. *Antarctic Science*25: 292-302.
- Villaescusa, J.A., Jorgensen, S.E., Rochera, C., Velazquez, D., Quesada, A., Camacho, A. 2013. Carbon dynamics modelization and biological community sensitivity to temperature in an oligotrophic freshwater Antarctic lake. *Ecological Modelling*319: 21-30.
- Villaescusa, J.A., Casamayor, E.O., Rochera, C., Velazquez, D., Chicote, A., Quesada, A., Camacho, A. 2010. A close link between bacterial community composition and environmental heterogeneity in maritime Antarctic lakes. *International Microbiology*13:

67-77.

- Villaescusa, J. A., Casamayor, E. O., Roquera, C., Quesada, A., Michaud L., Camacho, A. 2013. Heterogeneous vertical structure of the bacterioplankton community in a non-stratified Antarctic lake. *Antarctic Science* 25: 229-238.
- White, M.G. Preliminary report on field studies in the South Shetland Islands 1965/66. Unpublished field report in BAS Archives AD6/2H1966/N6.
- Woehler, E.J. (Ed.) 1993. *The distribution and abundance of Antarctic and sub-Antarctic penguins*. SCAR, Cambridge.
- Zidarova, E., Van de Vijver, B., Quesada, A., de Haan, M. 2010. Revision of the genus *Hantzschia* (Bacillariophyceae) on Livingston Island (South Shetland Islands, Southern Atlantic Ocean). *Plant Ecology and Evolution* 143: 318-333.

付属書1

補足情報

バイヤー半島は長年に渡り科学的調査をサポートしてきており、その成果として2013年までに刊行された刊行物のリストがBanayas et al. (2013)に示されている。なおその後新規の記事が多数刊行されている。

気候

バイヤー半島の詳細な気候データは2001年以降存在しないが、気候はハード半島のファンカルロスI基地と類似している(この地点のデータは1988年より取得)。本地区の年間平均気温は -2.8°C 以下であり、毎年冬季の少なくとも数ヶ月間は 0°C を下回り、降水量は比較的高く年間800 mm、そのほとんどは夏季に降るものである(Ellis-Evans 1996; Bañón et al. 2013)。バイヤー半島は一年のほとんどが雪で覆われているが、夏の終わりには完全に雪はなくなる。同半島は、北・北西のドレーク道路から卓越風が吹く方角の、南のフランスフィールド海峡までの一帯の気候の様相を示す。極地海の気候であり、恒久的に湿度が高く(およそ90%)、ほとんどの時間を厚い雲に覆われ、頻繁に霧が発生し常に降水がある。夏の平均気温は 1.1°C 、しばしば 5°C を超える。例外的に夏の気温が 9°C まで達することがある。夏季の最低平均気温は 0°C 近くである。冬には、平均気温は -6°C であるが、気温が -26°C 以下となることもあり、冬季の最高気温は 0°C 近くである。夏の平均日射量は $14,000\text{KJ m}^{-2}$ 、夏至に近く天候がよければ $30,000\text{KJ m}^{-2}$ まで達することもある。風は強く平均風速は 24 km/時 、しばしば 140 Km/時 以上の嵐が発生する。主に風は南西から北東方向に吹く。

地質

バイヤー半島の基盤は後期ジュラ紀と前期白亜紀の海洋性堆積物と火成岩体が貫入した火山性・火山砕屑岩から成る(see Smellie et al 1980; Crame et al 1993, Hathway and Lomas 1998)。南極半島地域全体に渡ってみられ、そのうちの多くがバイヤー半島にみられる、中生代・新生代火成弧複合岩体の一部を含む(Hathway and Lomas 1998)。北側と南側が完新世の海浜堆積物で囲まれた半島東側半分の隆起する内部地域は、主に前期白亜紀の海洋由来でない凝灰岩、火山性角礫岩、礫岩、砂岩、微量の泥岩で占められ、所々火山プラグと岩床が貫入している。レイ岬に沿って北西に延びた半島西側半分は後期ジュラ紀・前期白亜紀の海洋性泥岩、砂岩、礫岩が占め、頻繁に火山性岩床、プラグ、火成岩体が貫入している。レイ岬の北西部は主に同時代の火山性角礫岩で構成されている。泥岩、砂岩、礫岩、火砕岩、は半島で最も多くみられる岩質である。完新世の海浜堆積物と沖積層は沿岸部、特に南ビーチとロバリー浜の東側半分に広がり、プレジデント浜にはあまりみられない。

本地域は地質学的に以下のような価値が知られている。「バイヤ

一半島に広がる堆積物と火山岩は、太平洋北側のジュラ紀から白亜紀初期にかけての火成弧複合岩体としては最も完全な記録であり、海洋軟体動物相の研究(例:Crame 1984, 1995, Crame and Kelly 1995)と非海洋性植物相の研究(例:Hernandez and Azcárte 1971, Philippe et al 1995)の発展に大きく貢献した(Hathway and Lomas 1998)。

地形および土壌

ほとんどの地形が粉状になった岩石から成る固結岩層土でできており、地下30-70 cmの活性層の下に永久凍土層が存在する(Thom 1978, Ellis-Evans 1996, Serrano et al 1996)。岩盤露頭がみられない部分は、岩石フィールド(粉状になった巨礫岩や地表碎屑岩を伴うシルト質の微粒子で構成される)、ジェリフラクションローブ、多角形土(浸水地域、乾燥地域両方)、岩石ストリップや岩石サークル、周氷河地形が地表上部の基盤形態の大部分を占めている(Serrano et al 1996)。崩壊堆積物と泥流がいくつかの場所でみられる。蘚類と草地群落の下10-20 cmには有機物層があるが、植生はバイヤー半島ではまばらなため、泥炭の蓄積はそれほど深くはない(Bonner and Smith 1985, 1985; Moura et al., 2012; Otero et al., 2013)。鳥類生息土壌は特にデビルズ岬近辺とプレジデント浜沿いの多くの円丘にみられる(Ellis-Evans 1996)。

半島内部のいくつかの部分は一連の隆起海岸からなる海岸過程に囲まれ、その高さは3-54 m、幅は1 kmを超える部分もある。最も高い位置の海岸堆積物の放射性炭素年代によると、バイヤー半島は9700 BP年まで多くの期間を永久氷床がない状態であったとされている。一方最も低い海岸の堆積物は300BP年であると推定された(John and Sugden 1971, Sugden and John 1973)。ただし、湖底堆積物分析からは中央バイヤー半島の最近の退氷は4000-5000 BP年と推定しており、この場所での放射性炭素年代推定は注意が必要である(Björck et al 1991a, b)が、他の分析によると8000-8000 BP年に退氷があったものと推定される(Toro et al, 2013)。いくつかの場所では半化石化したクジラの骨が隆起海岸に埋まっており、時にはほぼ全体の骨格が揃っている場合がある。南ビーチ分布高度10 m.a.s.l辺りの骨格物質の放射性炭素年代は2000-2400 BP年と推定されている(Hansom 1979)。バイヤー半島地表は緩やかな地形であるにもかかわらず、完新世前は氷河地形であったことがわかっている。今日では、氷河の残余はレイ岬に3カ所残っているのみである(0.5 km²以下)。過去に存在した氷河に改変された地形は、河川作用と周氷河過程により塗り替えられ、氷堆石や他の氷河堆積物はほとんど残っていない(Martinez de Pison et al 1996)。

河川および湖沼

バイヤー半島はサウスシェトランド諸島／南極半島地域でおそらく最も重要な陸水学的サイトであり、60以上もの湖沼、数多くの淡水プール(冬に凍る湖と区別されている)、密度が高く多様な河川ネットワークを呈している。緩やかな地形のため、水の貯留と水分を多く含む土壌は夏に多くみられる。薄い土壌層の水分保持力は限られているが、多量

な雪解けが起る場所や氷河が流れ出る場所以外は、水流の多くは流れが一時的に止まりしばしば乾燥する(Lopez-Martinez *et al* 1996)。河川の多くは季節的な雪原を流し、深さは5-10 cmに満たない(Ellis-Evans 1996)。いくつかの細い峡谷の積雪は2 m以上の高さがあり、湖からの出口を封鎖する氷のダムとなる。長い河川のうちには、流れがある時期の下流域が長さ4.5 km、幅20 m、深さが30-50 cmある川もある。西に向かういくつかの河川は相当な大きさがある峡谷を通り(Lopez-Martinez *et al* 1996)、深さ30 mもある流水でできた峡谷が隆起した海洋基盤の中で最大である(Ellis-Evans 1996)。完新世隆起海岸上部では峡谷は緩やかで幅が数百メートルのものまである。

高い基盤上(すなわち盆地の頂上)と海岸近くの完新世隆起海岸で湖が特に多くみられる。中でもミッジ湖が最大で、大きさは587 × 112 m、最も深い場所では9.0 mの深さがある。内陸部の湖は全て貧栄養で透明度が高く、水中の深い部分には大量の堆積物があり、水生蘚類群生の一帯がみられる[*Drepanocladus longifolius* (= *D. aduncus*)]。ミッジ湖の500 m南にあるチェスターコーン湖やリムノポーラー湖などいくつかは水生蘚類の群生が水深1~数メートルで生育し湖底のほとんどを占めている。その場所はユスリカ科 *Parochlus* 幼虫の生息地でもある(Bonner and Smith 1985)。多量の蘚類は時々海岸線の一部に打ち上げられる。一般的に湖は年9~11ヶ月の間、水面から1.0-1.5 mの深さまで凍り、その上には雪が積もっている(Rochera *et al.*, 2010)。これら高地にある湖のいくつかは表面が年中凍っているものもある(Ellis-Evans 1996, Lopez-Martinez *et al* 1996)。中央台地上部では、小規模で浅く流れの緩い河川が湖間を流れ、シアノバクテリア(*Phormidium*種および *Leptolyngbya*種)が固結岩屑土の上を厚いマット状に覆う広大で平坦な一帯に流出している。これらマットは他のどの南極臨海地域よりも広範囲にあるため、多くの記述があり、独特な地形を反映し比較的年間降水量が高いことで知られる。雪解け水の噴出によりかなりの流れが多くの湖間に発生し、多くの湖からの流出は季節が過ぎ雪解け量が減少していくにつれ止まる(Rochera *et al.*, 2010)。ほとんどの湖には甲殻類が生息しており、カイアシ類(*Boeckella poppei*)やハウネンエビの一種 *Branchinecta gainii*などがみられる。いくつかの河川には珪藻やカイアシ類に加えてかなりの量のシアノバクテリアとフィラメント状の緑藻類の生育がみられる(Kopalova and van de Vijver 2013)。海岸近くには塩性の潟湖が多く、特にプレジデント浜に多い。過去ミナミゾウアザラシ *Mirounga leonina* のぬた場があったところでは、有機物に富む湖がある。これらの海岸の浅い湖や沼は初期の隆起海岸の後ろに位置し藻類マットとカイアシ類(*B. Poppei*)と *Parabroteas sorsii* を含む甲殻類、時にはハウネンエビ *Br. gainii* も生息している。いくつかの水系では高い生物多様が存在し新規に記載された珪藻種(van der Vijver *et al.*, 2009)、貧毛類(Rodriguez and Rico, 2009)、繊毛原生動物などを含む(Petz *et al* 2008)。

植生

バイヤー半島の多くの地域では、特に内陸部(Lindsay 1971参照)では多量の植生はみられないが、人工衛星を用いた観測によると、本地区は、面積8.1 km²の常緑植生(例:維管束植物類、藻類および数種の苔類)を有し、陸地南極特別保護地区全体において保護されている常緑植生の50%以上を含んでいる(Hughes et al., 2015)

(http://www.add.scar.org/aspa_vegetation_pilot.jsp参照)。また、まばらな群生が多様な植物相を含んでいる。本地区では地衣類56種、蘚類29種、苔類5種、顕花植物2種が確認されている(Vera et al., 2013)。数多くの未確認地衣類種、蘚類種が採取されている。このことから本地区は南極臨海地域で最も高い陸生植物の生物多様性を保有することがわかる。南極臨海のこの地域では多くの種が希少である。例えば蘚苔植物では、ヒメカサナリゴケ*Anthelia juratzkana*、*Brachythecium austroglareosum*、*Chorisodontium aciphyllum*、*Ditrichum hyalinum*、*Herzogobryum teres*、*Hypnum revolutum*、*Notoligotrichum trichodon*、*Pachyglossa dissitifolia*、ヒメヤナギゴケモドキ*Platydictya jungermannioides*、*Sanionia cf. plicata*、*Schistidium occultum*、*Syntrichia filaris*、*Syntrichia saxicola*といった種が希少と考えられている。*A. juratzkana*、*D. hyalinum*、*N. trichodon*および*S. plicata*については、その南限記録はバイヤー半島である。地衣類の植物相として、*Himantormia lugubris*、*Ochrolechia parella*、*Peltigera didactyla*および*Pleopsidium chlorophanum*が希少とされている。

植生は北部よりも南部の方が発達している。一般的に、高地で乾燥した南部の隆起海岸は、多量の*Polytrichastrum alpinum* (= *Polytrichum alpinum*)、*Polytrichum piliferum* (= *Polytrichum antarcticum*)、*P. juniperinum*、ヤノウエノアカゴケ*Ceratodon purpureus*、蘚類の一種*Pohlia nutans*、数種の固着地衣類などの開放した群落で占められている。いくつかの大きな蘚類群生はプレジデント浜とサウスビーチ近くに生育しており、そこでは隆起海岸の後ろの丘の麓に雪の吹きだまりがしばしば大量に積もり、夏には十分な雪解け水が得られる。蘚類群生は主に*Sanionia uncinata* (= *Drepanocladus uncinatus*)で占められ、部分的に数ヘクタールもの連続した群生地帯となっている。植生の構成はより高地で乾燥した地域ではより多様になる。内陸部では湿った峡谷の谷底に*Brachythecium austro-salebrosum*、*Campylium polygamum*、*Sanionia uncinata*、*Warnstorfia laculosa* (= *Calliergidium austro-stramineum*)、*W. sarmentosa* (= *Calliergon sarmentosum*)といった群生がみられる。対照的に北部海岸の250 m範囲ではほとんど蘚類群生はみられず、代わりに12 mまでの高さの隆起海岸の間隙にわずかなカギハイゴケ属(*Sanionia*)の生育がみられる。地衣類については、主にホウネンゴケ属(*Acarospora*)、*Buellia*属、ダイダイゴケ属(*Caloplaca*)、アナツブゴケ属(*Verrucaria*)、オオロウソクゴケ属*Xanthoria*などが低い(2-5 m)隆起海岸頂上に生息し、標高が高くなるに従い*Sphaerophorus*属、キゴケ属(*Stereocaulon*)、ウスネア属(*Usnea*)がより優占してくる(Lindsay 1971)。

流出した火山灰の丘には一般的に*Bryum*種、*Dicranoweisia*種、

*Ditrichum*種、ヘチマゴケ属 (*Pohlia*種)、シズミギボウシゴケ属 (*Schistidium*種)、ネジレゴケ属 (*Tortula*種)などの種が隔離されたクッション状にみられ、さまざまな苔類と地衣類 (特にピンク色の *Placopsis contortuplicata*、黒い葉状の地衣類 *Leptogium puberulum*)、シアノバクテリア (イシクラゲ *Nostoc commune* と *P. contortuplicata*) から成る芝土が窒素不足の内陸部と高地にあり、土壌流作用などからある一定量の干渉を受ける基盤岩としては典型的である。岩石ストリップと凍上多角形の小さな岩石の破片に植物がコロニーをつくることはしばしば起る (Lindsay 1971)。通常、クロゴケ属 (*Andreaea*) とウスネア属 (*Usnea*) の種以外は単種で生息している。イシクラゲ *N. commune* は標高の基準地点と緩やかに傾斜している標高 60-150m の砂利が混じった漂礫土の浸水地域を広く覆い、それぞれ直径 5 cm 程度の個別のロゼットを互いに 10-20 cm 離れて形成している (Lindsay 1971)。散在するクロゴケ属 (*Andreaea*)、*Dicranoweisia* 属、*Ditrichum* 属、のクッションは最も乾燥した土壤にみられる。鳥類やアザラシの影響を受けた湿った場所では緑葉状藻ナンキョクカワノリ *Prasiola crispa* が時々多量にみられる。

バイヤー半島の岩石表面はほとんどがもろいが特に海岸近くなど局地的に地衣類のコロニーがみられることがある。火山プラグはより固くて安定した岩石から成っており地衣類や時には蘚類が密集して覆っている。ウスネアが繁殖したプラグは *Himantormia lugubris* や *Usnea aurantiaco-atra* (= *U. fasciata*) などの繁茂が特に顕著である。より一般的なものには、地衣類 *H. lugubris* や *U. aurantiaco-atra* が内陸の低山帯地表に優占し、蘚類 (*Andreaea gainii*) とともに露出した基盤岩の最大 80 % を覆っている (Lindsay 1971)。ミネラルに富む土壤を少量蓄積しているくぼみには、苔類 (*Barbilophozia hatcheri*) とヤバネゴケ *Cephaloziella varians* がしばしばみられるが、より頻繁にみられるのは *Bryum* 属、ヤノウエノアカゴケ属 (*Ceratodon*)、*Dicranoweisia* 属、ヘチマゴケ属 (*Pohlia*)、カギハイゴケ属 (*Sanionia*)、シズミギボウシゴケ属 (*Schistidium*)、ネジレゴケ属 (*Tortula*) が混在し小さな群生を形成してクッション状になったものである。これは、巨大な雪のパッチとそれに関連した雪解け水の流れがないことと相関がある可能性がある。

Polytrichastrum alpinum が目立たない小さなクッションをくぼみに形成しているが、よりよい環境では *Andreaea gainii* から成るクッションと結合している (Lindsay 1971)。

固着性地衣類に関しては、主に *Buellia* 属、*Lecanora* 属、*Lecedella* 属、ヘリトリゴケ属 (*Lecidea*)、デイジーゴケ属 (*Placopsis*)、チズゴケ属 (*Rhizocarpon*) などが、蘚類の上に生息する *Cladonia* 属、キゴケ属 (*Stereocaulon*)、特にクロゴケ属 (*Andreaea*) とともに岩上に生育する (Lindsay 1971)。南海岸では、一般的に着生地衣類 (*Leptogium puberulum*)、アカツメゴケ *Peltigera rufescens*、ムニンゴケ属 (*Psoroma* 種) のコロニーが、*Coclocaulon aculeata* と *C. epiphorella* とともに蘚類カーペットに生育する。海岸線の崖の低地表面、海水の水しぶきがかかる 5 m 程度の高さまで、ダイダイゴケ属 (*Caloplaca*) とアナツブゴケ属 (*Verrucaria* 種) が *Caloplaca regalis*、*Haematomma erythromma*、

*Xanthoria elegans*といった好窒素植物種とともに生育している。しばしば海鳥が巣をつくるような高い場所にも優占していることがある。その他の乾燥した崖表面では固着性地衣類 (*Ramalina terebrata*) が一般的にみられる。鳥類糞生地衣類 (*Catillaria corymbosa*)、*Lecania brialmontii*、*Buellia*属、ザクロゴケ属 (*Haematomma*)、チャシブゴケ属 (*Lecanora*)、ムカデゴケ属 (*Physcia*などの種が、通常乾燥した巨礫岩に優占する葉状地衣類 (*Mastodia tessellata*)、アカサビゴケ *Xanthoria elegans* や *X. candelaria* とともに鳥類繁殖地近辺の岩石にみられる。

ナンキョクコメススキ *Deschampsia antarctica* が主に南海岸のいくつかの地点で一般的にみられ、しばしば閉鎖した草地を形成する(例えばシーラーヒル)。ナンキョクミドリナデシコ *Colobanthus quitensis* が時に同じ箇所に生育している。両種は南の峡谷、北に面した急勾配の傾斜地にかなり多量にみられる。標高 50 m 以上ではほとんどみられないが、これらはアオギヌゴケ属 (*Brachythecium*) やカギハイゴケ属 (*Sanionia*) の厚いカーペットを伴って広大な群生を形成している(Lindsay 1971)。コメススキ属 (*Deschampsia*) やハリスギゴケ *Polytrichum piliferum* が優占する開放系群生が南ビーチの砂地の乾燥した平坦な隆起海岸に数キロメートルに渡って広がる。これらの様相は独特であり、シーラーヒル近くの海浜に、高さ 25 cm 直径 2 m の盛り上がった小山が孤立してみられる。北部海岸にはコメススキ属 (*Deschampsia*) は一カ所しか記録されておらず(レア岬)、そこでは成長の止まった小さな茂みが存在する(Lindsay 1971)。

無脊椎動物

バイヤー半島の微小無脊椎動物相は 25 の分類群から構成されている(Usher and Edwards 1986, Richard *et al* 1994, Block and Stary 1996, Convey *et al* 1996, Rodriguez and Rico, 2008): トビムシ目 6 種(ナンキョクトビムシ *Cryptopygus antarcticus*、*Cryptopygus badasa*、*Friesea grisea*、*Friesea woyciechowskii*、*Isotoma (Folsomotoma) octooculata* (= *Parisotoma octooculata*) および *Tullbergia mixta*)、中気門類ダニ 1 種 (*Gamasellus racovitzai*)、Cryptostigmatid 類ダニ 5 種 (*Alaskozetes antarcticus*、*Edwardzetes dentifer*、*Globoppia loxolineata* (= *Oppia loxolineata*)、*Halozetes belgicae*、*Magellozetes antarcticus*)、前気門ダニ 9 種 (*Bakerdania antarcticus*、*Ereynetes macquariensis*、*Eupodes minutus*、*Eupodes parvus grahamensis*、*Nanorchestes berryi*、*Nanorchestes nivalis*、*Pretriophtydeustilbrooki*、*Rhagidia gerlachei*、*Rhagidia leechi*、*Stereotydeus villosus*)、双翅類 2 種 (*Belgica antarctica*、*Parochlus steinenii*)、貧毛類 2 種 (*Lumbricillus healyae*、*Lumbricillus* 種)、カイアシ類 1 種 (*Boeckella poppei*)、甲殻類 1 種 (*Branchinecta gainii*) および枝角類 1 種 (*Macrothrix ciliate*)。

翅のないユスリカ幼虫 *Belgica antarctica* が湿った苔類の中、特にカギハイゴケ属 (*Sanionia*) のカーペット中に限られた数存在する。それはバイヤー半島ではかなり限定された分布となるが(特にネグロ丘近くでみられる)、おそらく地理学上、北の分布限界に近いであろう。有翅

型のユスリカ *Parochlus steinenii* とその幼虫は内陸の湖沼周辺に生息している。特にミッジ湖とウスネアプラグ、川底の多くの石にもみられる。(Bonner and Smith 1985, Richard *et al* 1994, Ellis-Evans 私信 1999, Rico *et al* 2013)。暖かく穏やかな気候の時期には、成虫の群が湖上周辺にみられる。

バイヤー半島の節足動物群集の多様性は他の南極サイトのどの場所よりも多く記載されている(Convey *et al* 1996)。バイヤー半島の節足動物群集構成を調べるさまざまな研究がなされ(Usher and Edwards 1986, Richard *et al* 1994, Convey *et al* 1996)、小地域のなかでは変化に富んでいる。トビムシの1種 (*Tullbergia mixta*) はかなり多くの数がみられる。南極での分布はサウスシェトランド諸島までに限られているようである(Usher and Edwards 1986)。局地的には、クロゴケ属 (*Andreaea* 種) が優占する苔類クッションの中で最も高い多様性が観察されるようである(Usher and Edwards 1986)。より信頼性の高い個体群と多様性の調査のためにはさらなるサンプリングがもとめられる。今後他のサイトでのサンプリングによってバイヤー半島の群集についてさらに明らかになり、微生物相のデータが取得されていくにつれ、本地区の生物学的重要性が確実なものとなるだろう。

微生物

バイヤー半島の土壌サンプル分析により、いくつかの線虫補食菌が確認された: コメススキ属 (*Deschampsia*) のコロニーでは *Acrostalagmus goniodes*、*A. obovatus*、*Cephalosporium balanoides*、*Dactylaria gracilis* が生息し、ナデシコ科 *Colobanthus* 属が優占する土壌では *Cephalosporium balanoides* と *Dactylella gephyropaga* が生息する(Gray and Smith 1984)。担子菌 *Omphalina antarctica* がしばしば湿った苔類カギハイゴケ *Sanionia uncinata* 群生上に多量にみられる(Bonner and Smith 1985)。線虫37群が既に記録され多様に変異に富む標本が得られており、このことからバイヤー半島が線虫の生物多様性ホットスポットとなっていることが分かる(Nielsen *et al.*, 2011)。いくつかの水域は、南極湖沼において見られる最大のウイルスの遺伝的多様性(López-Bueno *et al* 2009)を含む高い微生物多様性を有している(Velazquez *et al.*, 2010; Villaescusa *et al.*, 2010)。

繁殖鳥

バイヤー半島の鳥類相は、コロニーはそれほど大きくはないとはいえ、多様である。ペンギン2種、ヒゲペンギン *Pygoscelis antarctica* とジェンツーペンギン *P. papua* が本地区で繁殖している。

アデリーペンギン *P. adeliae* はバイヤー半島とその沖の小島での繁殖は観察されていない。サウスシェトランド諸島ではアデリーペンギンの繁殖はキングジョージ島でのみ確認されておりその個体数は減少傾向である(Carlini *et al.* 2009)。

ヒゲペンギンの主なコロニーはデビルズ岬にあり、1987年は推定3000ペア、1965年のより正確なデータでは、4つの別個のコロニーの合

計が5300ペアであり、その95%がデビルズ岬から100 m南のデーモン島で巣作りを行っている(Croxall and Kirkwood 1979; Woehler 1993)。およそ25ペアの2つのコロニーはデビルズ岬近くのプレジデント浜にみられ、ジェンツーペンギンコロニーに囲まれている(Barbosa et al., 2013)。小さなペンギンコロニーが北の海岸で報告されているが(例:ロバリー浜、1958年50ペア; Woehler 1993)、1987年の調査からはそのコロニーで繁殖ペアは確認されていない。他の地点ではレア岬に1966年156ペアいたが、1987年に25ペアまで減少している(Woehler 1993)。最近の観察では20ペアは確認されている(January 2009, Barbosa 私信)。

ジェンツーペンギンはデビルズ岬にあるいくつかのコロニーで繁殖しており、1965年ではおよそ750ペアが記録された(Croxall and Kirkwood 1979, Woehler 1993)。現在合計およそ3000ペアのコロニーが確認されている(Barbosa 私信)。北部海岸では合計900ペアの3つの繁殖コロニーがロバリー浜にある(Woehler 1993)。2009年1月のレア岬での調査によると、およそ1200ペアが確認された。Woehler (1993)ではこの地点でのジェンツーペンギンに関するデータは述べられていない。

その他の飛翔可能な鳥類の個体群サイズ推定が、2008年12月と2009年1月に行われた(Gil-Delgado et al. 2010)。ナンキョクアジサシ *Sterna vittata* は1873の繁殖ペアがいると推定された。オオフルマカモメ *Macronectes giganteus* 238ペアと、オオトウゾクカモメ *Catharacta lonnbergi* 15ペアは局地的に巣作りを行っている。他の鳥類の繁殖については1965年に詳細な調査がなされた(White 1965)。その頃最も一般的な繁殖鳥類種はおよそ1760ペアが確認されたナンキョクアジサシ *Sterna vittata* であり、次にアシナガウミツバメ *Oceanites oceanicus* 1315ペア、マダラフルカモメ *Daption capense* およそ570ペア、ミナミオオセグロカモメ *Larus dominicanus* 449ペア、オオフルマカモメ216ペア、スジハラアシナガウミツバメ *Fregetta tropica* 95ペア、ズグロムナジロヒメウ *Phalacrocorax atriceps* 47ペア(海岸近くの小島を含む)、オオトウゾクカモメ39ペア、サヤハシチドリ *Chionis alba* 3ペア、と続く。加えて、ミズナギドリ科 *Pachytila* 属の1種、シロフルマカモメ *Pagodroma nivea* が半島で目撃されているが、繁殖は確認されていない。巣穴やがれ場で巣作りをする鳥類の個体数は過小評価されていると考えられている(White 私信, 1999)。海岸近くで巣作りをする鳥類の多くは主に西側と南側の海岸に生息する。

最近南ビーチのいくつかの河川で、渉禽類、おそらくコシジロウズラシギ *Calidris fuscicollis* がしばしば採餌活動を行っているところが目撃されている(Quesada 私信, 2009)。

繁殖ほ乳類

バイヤー半島海岸で、大規模のミナミゾウアザラシ *Mirounga leonina* の群れが繁殖している。合計2500個体以上が南ビーチで記録されており(Torres et al. 1981)、これはサウスシェトランド諸島で記録された個体群の中で最も大きい。2008-2009年に行われた推定では個体群は4700か

ら6300頭の範囲であるとされる(Gil-Delgado et al. 2013)。夏の海岸沿いのぬた場で多く観察される。ウェッデルアザラシ *Leptonychotes weddellii*、カニクイアザラシ *Lobodon carcinophagous*、ヒョウアザラシ *Hydrurga leptonyx* が海岸線近辺に目撃される可能性がある。ナンキョクオットセイ *Arctocephalus gazella* はかつてバイヤー半島で多数生息していたが(下記参照)、他の南極臨海地域では急激な個体数増加が確認されているものの、本地区では実質コロニーを形成していない。

歴史

1819年のサウスシェトランド諸島の発見後、1820-1824年バイヤー半島で集中的なアザラシ猟が行われ、局地的にほとんど全てのナンキョクオットセイとミナミゾウアザラシの個体群は絶滅してしまった(Smith and Simpson 1987)。その期間、アメリカとイギリスのアザラシ猟船から夏には200名が、バイヤー半島の浜周辺の乾燥した岩場の避難場所と洞窟に滞在した(Smith and Simpson 1987)。彼らが存在した形跡は多くの避難場所、それらのうちいくつかの場所には未だに人工物(服、道具、建築材料、他)が残っている。数隻のアザラシ猟船がバイヤー半島近くに難破しており、これらの船からの材木が岸に打ち上げられている。バイヤー半島は19世紀初頭アザラシ猟避難場所数とそれに関連した遺物において最大の密度であり、これらは干渉や除去から非常に損傷を受けやすい。

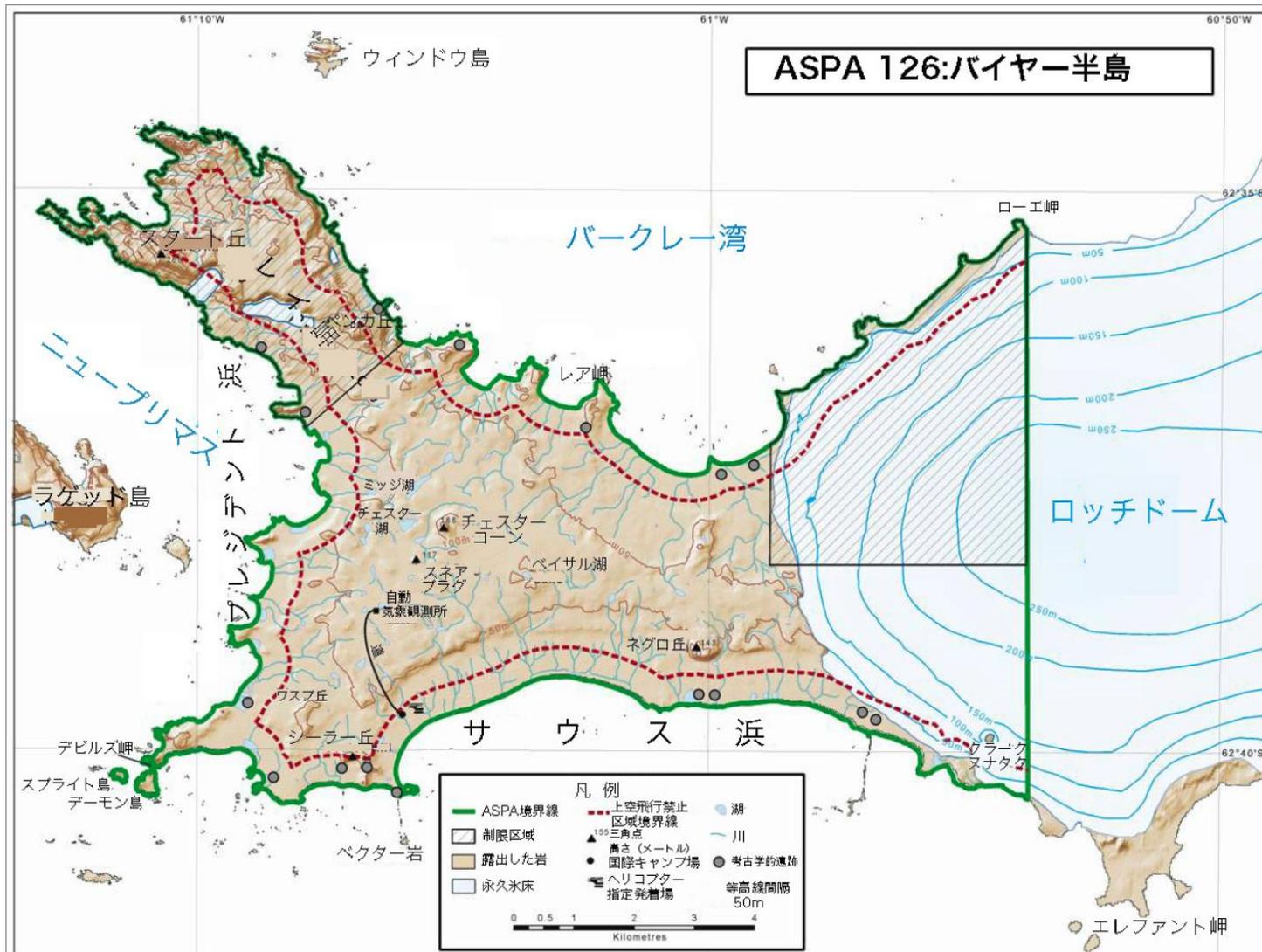
ミナミゾウアザラシの数と、ある程度のナンキョクオットセイの数は1860年以降回復したが、第2期のアザラシ猟期が20世紀最初の10年に訪れ、再度数が激減した。

人間活動とその影響

近代のバイヤー半島における人間活動は科学的調査活動に限られている。これらの活動の影響は記載されてはいないが、それほど影響は大きくはないと考えることができ、キャンプ場の数、足跡(Tejedo et al., 2012; Pertierra et al., 2013a)、さまざまな種類の標識、海岸に打ち上げられたごみ(例:漁船からのもの)、人間由来の廃棄物、科学的サンプリング、といった内容に限られる。また近年、国際フィールドキャンプ(62°39'49.7" S, 61°05'59.8" W)による2001-2010年の現地における活動の影響が数値としてまとめられた(Pertierra et al, 2013b)。2001年2月、短期調査によりいくつかの木製の標識やプラスチックの浮きが、本地区の南西で観察された(Harris 2001)。2009-2010年の夏は、海岸のゴミ調査が行われた(Rodriguez-Pertierra私信)。最もゴミが多かったのはロバリー浜(64%)で、プレジデント浜(28%)、南西の海岸(8%)がその後続く。これは、これらの海岸がドレーク海峡に面しているからと考えられる(Torres and Jorquera, 1994)。これらの3つの海岸でみつかったゴミの多くは木材(全ての品目数のうち78%)と、プラスチック(19%)で、金属、ガラス、衣類が若干見つかっている(1%以下)。木材は破片からかなり大きなもの(長さ数メートル)を含む。プラスチック製品は多様であるが、瓶、ロープ、テープなどが多い。浮きやガラス瓶も海岸で見つかっている。



地図1.第126南極特別保護地区(ASP A) サウスシェトランド諸島、リビングストーン島位置図
挿入図：南極半島におけるバイヤー半島の位置



地図2. 第126南極特別保護地区:バイヤー半島地形図