

## 第六十三南極特別保護地区管理計画

### ドロンニング・モード・ランドのダクシン・ガンゴトリ氷河

#### はじめに

XXV ATCM(WP47)において、インドは、ドロンニング・モード・ランドのシルマッハ丘陵ダクシン・ガンゴトリ氷河末端に対し、特別科学的関心地区の候補地として管理計画案に関する調査結果報告書を提出した。委員会はSSSIよりむしろASPАと称するべきだとした。これに基づいて、インドはXXVI ATCMにおいて南極特別保護地区管理計画案(XXVI ATCM/WP-38)を提出し、その後XXVII-ATCM(WP33)で改訂管理計画を提出した。管理計画は措置2(2005)によって採択され、XXVIII ATCM(WP25)においてASPА163として指定された。本管理計画は5年後さらに見直しを行い、小さな変更を加えてXXXIII-ATM(WP055rev1.)に提出、措置12(2010)において採択された。

ダクシン・ガンゴトリ氷河は、氷河後退モニタリングの視点から大きな価値を持つ。気候変化が氷河に及ぼす影響を理解するため、氷河末端は1983年から監視されている。本地区はシルマッハ丘陵及び特に本ASPА内に広く分布する藻類、蘚苔類、藍藻類及び地衣類の研究にとっても重要である。藍藻類は窒素固定に大きく貢献するもので、本地域から多くの種が確認されている。2003年以降行われている研究によって、地衣類についても本地域で多くの種が確認されている。

## 1. 保護を必要とする価値の記述

### (i) 歴史的な価値

ダクシン・ガンゴトリ氷河はドロンニング・モード・ランドの中央部(CDML)のシルマッハ丘陵に乗り上げている南極氷床の小さな氷舌の一つである。ダクシン・ガンゴトリ氷河は1982-83年の第2回インド南極探検隊に確認され、それ以降その末端は、前進又は後退の変動について定期的にモニタリングが実施されている。

### (ii) 科学的価値

過去20年間におけるこの膨大な量のデータの有用性から、地球温暖化の影響による南極氷床の動態の変化を観測する貴重な地点となっている。地域は、氷河学者及び環境科学者にとって主要な科学的重要性を有している。地区の科学的価値及び研究の性質に基づき、本地区は、すでに計画され現在実施されている科学的調査への干渉を防ぐという環境保護議定書附属書V第2、3、5及び6条に従い、南極特別保護地区として保護されている。

2003年及び2004年の南半球夏季、CDMLのシルマッハ丘陵南部に乗り上げる大陸氷床周縁部について、その速度及びひずみ速度分布について見識を得るため、全地球測位システム(Global Positioning System: GPS)連続観測が行われた。GPSデータが2年間にわたり21箇所から収集され、座標ベースライン及び速度を推定するための分析が行われた。氷河の水平速度は北北東に $1.89 \pm 0.01$ から $10.88 \pm 0.01 \text{ ma}^{-1}$ で、平均速度は $6.21 \pm 0.01 \text{ ma}^{-1}$ であった。主要ひずみ速度より、 $(0.11 \pm 0.01) \times 10^{-3}$ から $(1.48 \pm 0.85) \times 10^{-3} \text{ a}^{-1}$ にわたる伸長率及び $(0.04 \pm 0.02) \times 10^{-3}$ から $(0.96 \pm 0.16) \times 10^{-3} \text{ a}^{-1}$ にわたる縮み率という定量計測が得られた(Sunil *et al.*, 2007)。

### (iii) 環境上の価値

指定された地域内の実地踏査では、蘚苔類に生息する陸生無脊椎動物相の多様性が豊かであることが明らかとなった。また、シルマッハ丘陵は藻類及び藍藻類の植物多様性の点から重要な地域である。陸上蘚類は、シルマッハ丘陵でさまざまな生息地を占有し、かなり広範囲に生育している。蘚類は、変水性及び他とは異なった適応戦略のため、南極で生長する少ない植物群の一つである。蘚苔類は、生息地改変、栄養循環、また群落内の無脊椎動物にすみか及安全を提供する役割を担っている。シルマッハ丘陵の蘚苔類に関する研究により、蘚苔類の分布は、東部または西部と比較し、中央部及び指定地域内で多いことが分かった。

指定地域における藻類及び藍藻類の分布、及び丘陵地の淡水の流れに見られる植物相について研究が行われている。報告された種は、*G. magma*, *Chaemosiphon subglobosus*, *Oscillatoria*

*limosa*, *O. limnetica*, *P. frigidum*, *P. autumnale*, *Nostoc commune*, *N. punctiforme*, *Calothrix gracilis*, *C. brevissima*, *Uronema sp.*, *Cosmarium leave*であった。シルマツハ丘陵の流れで確認された藍藻類の中では、窒素固定を通じた生態系の窒素利用に窒素固定種が重要な役割を果たしている可能性がある。また、南極のオオトウゾクカモメに関する研究がシルマツハ丘陵で行われ、指定区域周辺の営巣及び繁殖成功率が報告されている。

2003から04年以降保護地区内で地衣類に関するさらなる研究が行われ、次にあげるような種の出現が明らかとなった：*Acarospora geynii*, C. W. Dodge&E. D. Rudolph, *Acarospora williamsii*, Filson, *Amandinea punctata*(Hoffm.)Coppins&Scheid, *Buellia frigida*, Darb., *Buellia grimmiae*, Filson, *Candelaria murrayi*, Poelt, *Candelariella flava*, (C. W. Dodge&G. E. Baker), Castello&Nimis, *Carbonea vorticsa*, (Florke)Hertel, *Lecanora expectans*, Darb., *Lecanora fuscobrunnea*, C. W. Dodge&G. E. Baker, *Lecanora geophila*(Th. Fr.)Poelt, *Lecidea andersonii*, Filson, *Lecidea cancriformis*, C. W. Dodge&G. E. Baker, *Lecidella siplei*, (C. W. Dodge&G. E. Baker)May., *Lepraria cacuminum*, (A. Massal.)Lohtander, *Physcia caesia*, (Hoffm.)Furnr., *Pseudephebe minuscula*, (Nyl. ExArnold)Brodo&D. Hawksw., *Rhizoplaca melanophtalma*, (Ram.)Luckert&Poelt (Olech *et al.*, 2010)。

## 2. 目的

ダクシン・ガンゴトリ氷河における管理の目的は以下のとおりである：

- ・本地区に対する不必要な人間による攪乱を防止することにより、本地区の価値の悪化を回避すること。
- ・様々な種類の人為的なインプットから観測の精度を確保するとともに、氷河及び環境に関する科学研究を許可する。
- ・末端に沿った辺縁部が地区内の人間活動により悪影響を受けないようにすること。
- ・地球温暖化の影響を受ける南極氷床のこの部分の移動パターンに関する研究において、本地区を指示標識として本地区を維持すること。
- ・管理計画の目的に合った管理目的の立入りを許可すること。
- ・本地区への外来の植物、動物及び微生物の移入の可能性を最小限にすること。

## 3. 管理活動

本地区の価値を保護するため、以下の管理活動を行う。

- ・地区の位置及び境界線と、適用される特別な規制を記した詳細な地図は、マイトリ基地(インド)及びノボラザレフスカヤ基地(ロシア)の目立つ場所に表示する。また本管理計画のコピーは両基地で入手可能とする。
- ・不注意な立ち入りを回避するため、本地区の位置と境界を示し、立ち入り制限があることを明記した2つのサインを谷への立ち入り地点である東端及び南東端の近くの目立つ岩に設置する。
- ・本管理計画のコピーは、本地区の位置及び境界線の地図とともに、訪問する全ての船舶/航空機に提供される。
- ・科学または管理目的で地区内に設置したマーカー、サイン、ケルン及びその他の構造物は安全かつ良好な状態で維持し、不要となった時点で除去する。
- ・本地区が継続的に指定の目的に沿っているかを評価し、また適切な管理・維持を確保するため、訪問は必要に応じて(少なくとも毎年1回)行わなければならない。
- ・少なくとも5年毎に管理計画を見直すとともに、必要に応じて更新しなければならない。

## 4. 指定の期間

この南極特別保護地区は無期限に指定される。

## 5. 地図

本地区及び管理計画の説明に添付した地図及び写真は以下の通りである。

地図1: 東南極、ドロンニング・モード・ランド中央部にあるシルマッハ丘陵の位置図

地図2: マイトリ研究基地(インド)及びノボラザレフスカヤ研究基地(ロシア)の位置を含むシルマッハ丘陵の地図

地図3: シルマッハ丘陵にある湖沼の区分及び番号(Ravindra *et al*, 2001以降)

地図4: 本地区の地形図(標高線間隔10m)

地図5: シルマッハ丘陵にある化石氷河の経路(Beg *et al*, 2000以降)

地図6: ダクシン・ガンゴトリ氷河末端の航空写真

図1: ASPAの境界線を示す標識のイメージ

## 6. 本地区の記述

### (i) 地理学的経緯度、境界の標示及び自然の特徴

シルマッハ丘陵は東西方向に長さ約17km(東経11度22分40秒と11度54分20秒を結ぶ)、幅約0.7kmから3.3km(南緯70度43分50秒と70度46分40秒を結ぶ)の岩山の範囲である。標高は平均潮位0mから228mの範囲であり、東南極の中央ドロンニング・モード・ランドの一部である。提案された地域はシルマッハ丘陵の西部の一部分である。

本地区の境界は、東経11度33分30秒と11度36分30秒、南緯70度44分10秒と70度45分30秒の範囲である。空から見た地区の面積は4.53km<sup>2</sup>である。地区の北東と北西の角は棚氷の上であり、一方、南西の先端は、南極氷床の上にある。南東端は岩の露頭部にある。

地形的に本地区は、南部の大陸氷床、岩からなる丘陵斜面、広大な中央の氷河前縁湖(湖-B7、スプロソヴォイ湖)、北部の波状棚氷の4個のユニットに分割することができる。

最南端の氷床は露出した「青氷」となっており、氷河末端で高さ180mから10mまで下っている。青氷は、北東-南西から北北東-南南西方向の割れ目によって割れたり、交差している。2つの一時的にできる氷河表面の小さい流れが、末端を北北東方向に流れる。

岩の多い地形は、起伏があり、末端でシルマッハ丘陵が最小幅となり、50m未満である。丘陵地の東側と西側は、末端に向けて傾斜し、広い谷となっている。標高は岩石の露頭部の北端で150mから平均海面まで下がる。

地区の中央部はB7湖が占めている。湖は氷河起源である。湖の大きさは約500m×300mである。

地区の最北の部分は氷丘脈、割れ目、クレバスを伴う棚氷からなる。棚氷と東部の岩の多い斜面とが接触する場所は、長さ3kmのNNE-SSW方向の目立つリニアメント(線状模様)で示される。また、氷にある割れ目はこのリニアメントと平行に並んでいる。

シルマッハ丘陵にはグラニュライトから角閃岩相の変成した地形が露出している。岩型には、一部が葉状化したランプロフィライト、角閃岩、ドレライト、変斑糲岩及び変玄武岩を伴うチャーノッカイト、エンダーバイト、柘榴石-珪線石、片麻岩、柘榴石-黒雲母片麻岩、石英長石質眼球片麻岩がある。岩石の構成はグレンビル造山活動(1000百万年前)及びパンアフリカン造山活動(550百万年前)に区分されるものが多い。変形した3相は明確である。

本地区は柘榴石-珪線石珪岩、炭酸珪酸塩片麻岩及び苦鉄質グラニュライトを間に挟んだ、ほとんどチャーノッカイト-泥質片麻岩(khondalite)タイプの岩(石英-柘榴石-珪線石-パーサイト□グラファイト片麻岩)である。2つの断層(N30EとN50E)は明白である。そのうち大きな断層の一つは本地区の北東の角から走り、棚氷、岩、大陸氷床と、三つの地形ユニット全てを横断している。

近くにあるインドのマイトリ基地の気象データは、地区が乾いた極気候であることを示している。最暖月と最寒月の気温は7.4から-34.8℃である。年間平均気温は-10.2℃である。12月が最暖月で、8月が最寒月である。ブリザードは90から95ノットの強風速度になり、年間平均風速は18ノットである。最多風向はE-SEである。降雪は冬季にはかなり頻繁であるが、強風が岩の多い地表面を吹きさらし、雪の堆積は小丘の風下側に大きく広がる。

EDMまたはセオドライトを使用し1983年から1996年までの氷河の調査が2つの定点('G'と'H')で行われた。調査結果は、氷河は毎年確実に平均70cm後退していることを示した。

1996年に、調査の精度を高めるために、氷河の突き出た部分を囲むように19ポイントをマークした。1997から2002年間の年平均後退速度はそれぞれ48.7cm、74.9cm、69.5cm、65.8cm、62.7cmであった。

これは1996から2002の間に全体で年平均65.3cm後退したと換算され、10年間で7m後退した過去の期間(1983から1996)の観測結果と観測と整合がとれている。

さらにモニタリングが行われ、そのデータより、2003年、2004年、2005年及び2006年の年平均後退量は、徐々に増加してそれぞれ年率68.0、69.4、71.3、72.8cmであった。ただし、2006から07年では、ダクシン・ガンゴトリ極氷崖の平均後退量はわずか0.6mであったが、シルマッハ丘陵西周縁部から収集されたデータは、同年約1.4mの年平均後退量を示した。2008年のダクシン・ガンゴトリ氷河末端の年平均後退量は約1m、極氷崖の西の延長部では約2mと記録された。最大後退量は観察地点14でみられ、10年間(1996から2006)で合計17.21mを記録している。

観測は2008/09年以降今日に至るまで毎年実施されている。観測結果より、氷河末端部の年間後退量はそれぞれ1.1m、0.26m、0.59m、0.33m、0.92m、0.29m及び1.31mと算出された。

1996/97年から今日までの後退量算定値から、2009/10年が0.26mと後退量が最も小さく、一方2014/15年は1.31mと最も大きくなった。

### (ii) 本地区内の制限区域及び管理区域

ダクシン・ガンゴトリ氷河の周囲に沿って、1996年2月に19の観測地点がマークされた。これらの地点を基準にして、1cmの精度で氷河の動きを記録することが可能である。cmスケールの正確なモニタリングは、1996-2002年についても得られている。この地帯への立ち入りは制限するべきである。氷河の周囲に沿った半径100mの範囲は全て、科学観測の精度を保護するため、許可が制限される必要がある。

### (iii) 本地区内及び本地区の付近にある建造物

氷河及び地形調査の際に地区に印を付けるために使用した2つのケルン(‘G’及び‘H’)を除き、地区内には建造物はない。

将来、地区が保護されていることを示す標識又はケルンが設置される予定である。

### (iv) 地区付近にあるその他の保護地区の位置

シルマッハ丘陵全体の中に、他の保護地区はない。

## 7. 許可証の条件

### (i) 本地区への出入りの経路及び本地区内での移動

本地区への立ち入りは、環境保護議定書附属書V第7条に従って指定された適当な国内当局が発給する許可証に従う場合を除き、禁止されている。

本地区への立ち入りの許可証は、科学的調査又は管理計画の目的及び規定(承認された活動が地区の科学的及び環境上の価値に悪影響を及ぼさず、また、継続中の科学研究に干渉しないことが条件)に一致する科学的調査又は必要不可欠な管理目的のものに対してのみ発給が可能である。地区への立ち入りは徒歩のみ可能である。陸上車両の使用やヘリコプターの着陸による立ち入りは地区内では禁止されている。

### (ii) 地区内で実施されているかまたは実施することのできる活動(時期及び場所に関する制限を含む)

本地区内で実施可能な活動は以下の通りである。

- ・地区が指定された価値(他の地域では実施不可能でかつ地区の生態系に悪影響を及ぼさない)を含む地区の管理計画に一致した科学研究プログラム。
- ・モニタリングを含む必要不可欠な管理活動。

### (iii) 建造物の設置、改築または除去

許可証に明記された場合を除き、地区内に建造物を設置してはいけない。科学研究又は管理活動上、必要不可欠なものでない場合は、機器を設置すべきではなく、また機器の設置は許可証で承認されたものでなければならない。地区内に設置する全ての科学的機器は、国、調査代表者名、設置年及

び研究終了予定日が明記されていなければならない。詳細は訪問報告書に含める必要がある。これらの機器は全て本地区の汚染リスクを最小限にする材料でできたものとし、研究終了後速やかに撤去されなければならない。許可証の期限が切れた機器の撤去は許可証の条件とする必要がある。

#### (iv) 野営地の位置

本地区内での野営は禁止されている。観測隊はカリカ湖東側のVKグラウンド又は本地区の西側の境界を越えたところで野営することができる。

#### (v) 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

- ・ 生きている生物、植物体や微生物を故意に本地区内へ持ち込んではいけない。また、偶発的な移入に対する予防措置を講じなければならない。
- ・ 科学的、管理的な目的のものを除き、除草剤、殺虫剤、化学物質、放射性同位体を持ち込んではいけない。また、許可されたこれらの物質は、活動終了時には地区から除去されなければならない。
- ・ さらに訪問者は、環境保護委員会(CEP)の外来種マニュアル(CEP 2011)及び南極における陸上科学研究環境行動規範(SCAR 2009)のしかるべき勧告を参照し、これに従うものとする。
- ・ 許可された活動に関連しない場合は、燃料を本地区内に保管してはいけない。恒久的な保管場所を地区内に設置してはいけない。
- ・ 持ち込んだ物質全て、指定期間のみとし、指定期間前または終了時までには除去しなければならない。

#### (vi) 在来の植物及び動物の採捕またはこれらに対する有害な干渉

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は全て、1991年の環境保護議定書附属書II第3条の要求事項に従わなければならない。動物の採捕又は有害な干渉が生じる場合は、最低限の基準として、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」に従わなければならない。

#### (vii) 許可証の所持者によって地区に持ち込まれた以外の物の収集または除去

許可証に明記されている場合のみ、地区から物資を収集または除去することが可能であるが、科学的又は管理上の必要性に合致する必要最小限にしなければならない。

許可証の所持者あるいはそれに該当するものによって持ち込まれていないもので、地区の価値を危うくすると思われる人間起源の物質は、地区内に放置するよりも除去する方の影響が少ない場合、除去することができる。この場合、適当な当局に通知する必要がある。

#### (viii) 廃棄物の処理

汚物も含め全ての廃棄物を地区内から除去しなければならない。

#### (ix) 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

- ・ 許可証は、生物モニタリング及び地区の査察活動の実施を目的とした地区への立ち入りを許可するものである。
- ・ 長期モニタリング地点は適切にマークし、適当な国内機関を通してADDS(南極データディレクトリシステム)にGPS位置を記録する必要がある。

#### (x) 報告に関する必要事項

発給された各許可証の所持者の代表者は、許可証の発給により本地区内で実施した活動を記載した報告書を適当な国内当局に提出しなければならない。報告書は義務であり、SCAR訪問報告書形式に含まれる情報の形式又は国内法で必要な情報を含み、許可証の有効期限後にできる限り速やかに提出されなければならない。当該機関はこれらの活動記録を維持し、利害関係のある締約国がアクセスできるようにしなければならない。

## 8. 参考文献

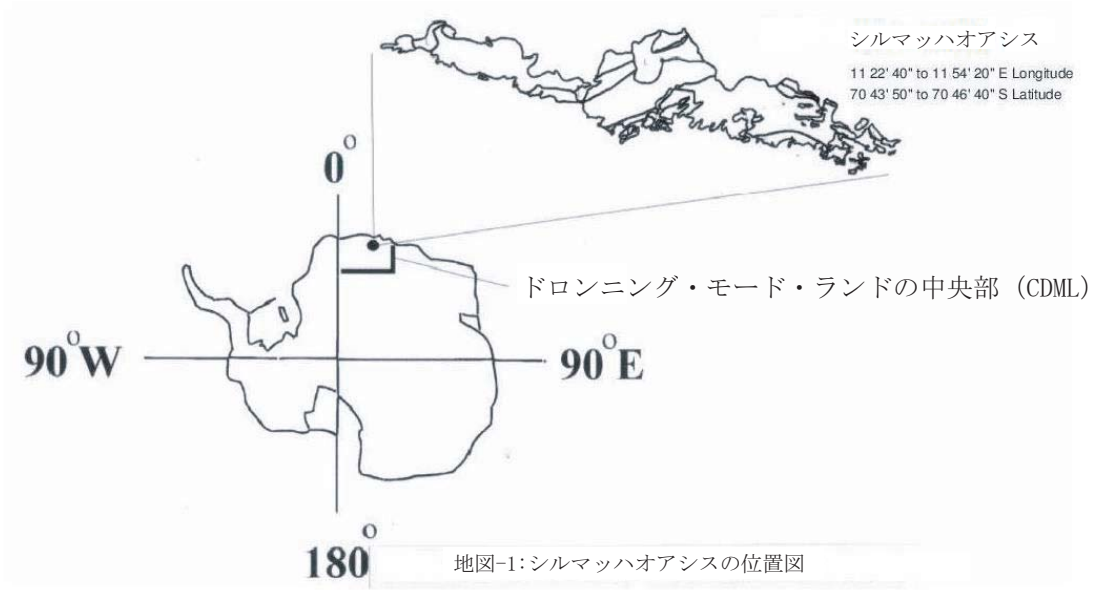
- ASTHANA R., GAUR M. P., CHATURVEDI, A. (1996): Notes on Pattern of Snow Accumulation/ablation on ice shelf and Secular Movement of Dakshin Gangotri Glacier Snout in Central Dronning Maud Land, East Antarctica. In: *scientific Report of the Twelfth Indian Scientific Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 10 D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp.111-122.
- BEG M. J., PRASAD A. V. K., CHATURVEDI, A. (2000): Interim Report on Glaciological Studies in the Austral Summer of 19<sup>th</sup> Indian Antarctic Expedition. In: *Scientific Report of Nineteenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 17, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp. 121-126.
- BEJARNIYA B. R., RAVIKANT V., KUNDU A. (2000): Glaciological Studies in Schirmacher Hill and on Ice Shelf during XIV Antarctica Expedition. In: *Scientific Report of Sixteenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 14, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp. 121-126.
- CHATURVEDI A., SINGH A., GAUR M. P., KRISHNAMURTHY, K. V., BEG M. J. (1999): A confirmation of Polar Glacial Recession by Monitoring the Snout of Dakshin Gangotri Glacier in Schirmacher Range. In: *Scientific Report of Fifteenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 13, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp. 321-336.
- D' SOUZA M. J., KUNDU A. (2000): Glaciological studies during the Seventeenth Antarctic Expedition. In: *Scientific Report of Seventeenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 15, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp.67-72.
- KASHYAP A. K. (1988.): Studies on Algal flora of Schirmacher Oasis, Dronning Maud land, Antarctica . In:*Proceedings of Workshop on Antarctic Studies*, D.O.D., CSIR, Govt. of India, New Delhi, pp.435-439
- KAUL M. K., CHAKRABORTY S. K., RAINA V. K. (1985): A Note on the snout of the Dakshin Gangotri Glacier, Antarctica. In: *Scientific Report of Second Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 2, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp. 91-93.
- KAUL M. K., SINGH R. K., SRIVASTAVA D., MUKERJI S., JAYARAM S. (1998): Observations on the Changes in the Snout of Dakshin Gangotri Glacier, Antarctica. In: *Scientific Report of the Fifth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 5, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp. 205-209.
- MUKERJI S., RAVIKANT V., BEJARNIYA B. R., OBEROI L. K., NAUTIYAL S. C. (1995): A Note on the Glaciological Studies Carried Out During Eleventh Indian Expedition to Antarctica. In: *Scientific Report of Eleventh Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 9, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp. 153- 162.
- OLECH M., SINGH S. M. (2010) : Lichens and Lichenicolous Fungi of Schirmacher Oasis, Antarctica. *Monograph*, National Centre for Antarctic and Ocean Research, India. NISCAIR, New Delhi (In press).
- PANDEY K. D., KASHYAP A. K. (1995): Diversity of Algal Flora in Six Fresh Water Streams of Scirmacher Oasis, Antarctica. In: *Scientific Report of Tenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 8, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp. 218-229.

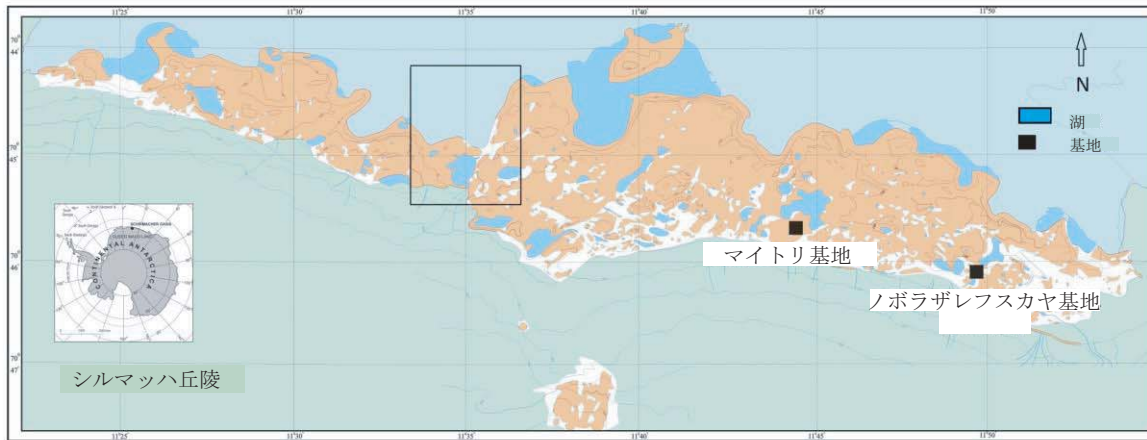
- RAVINDRA R., CHATURVEDI A. AND BEG M. J. (2001):** Melt Water Lakes of Schirmacher Oasis - Their Genetic Aspects and Classification. In: *Advances in Marine and Antarctic Science*, Ed. Sahu, DB and Pandey, PC, Dariyaganj, New Delhi, pp. 301-313.
- RAVINDRA R., SRIVASTAVA V.K., SHARMA B.L., DEY A., BEDI, A.K. (1994):** Monitoring of Icebergs in Antarctic Waters and a Note on the Secular Movement of Dakshin Gangotri Glacier. In: *Scientific Report of Ninth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 6, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp. 239-250.
- RAVINDRA, R. (2001):** Geomorphology of Schirmacher Oasis, East Antarctica. *Proc. Symp. on Snow, Ice and Glaciers*, Geol. Sur. India, Spl. Pub. No. 53, pp. 379-390.
- SINGH D.K., SEMWAL R.C. (2000):** Bryoflora of Schirmacher Oasis, East Antarctica: A Preliminary Study. In: *Scientific Report of Sixteenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 14, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp.173-186
- SUNIL P.S., REDDY C.S., PONRAJ M., DHAR A., JAYAPPAUL D. (2007) :** GPS Determination of the Velocity and Strain-Rate Fields on Schirmacher Glacier, Central Dronning Maud Land, Antarctica. *Journal of Glaciology*, vol. 53, pp. 558-564.
- VENKATARAMAN K. (1998):** Studies on Phylum Tardigrada and Other Associated Fauna, South Polar Skua and Bird and Mamal Ligging during 1994-1995 Expedition. In: *Scientific Report of Fourteenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 12, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp.220-243



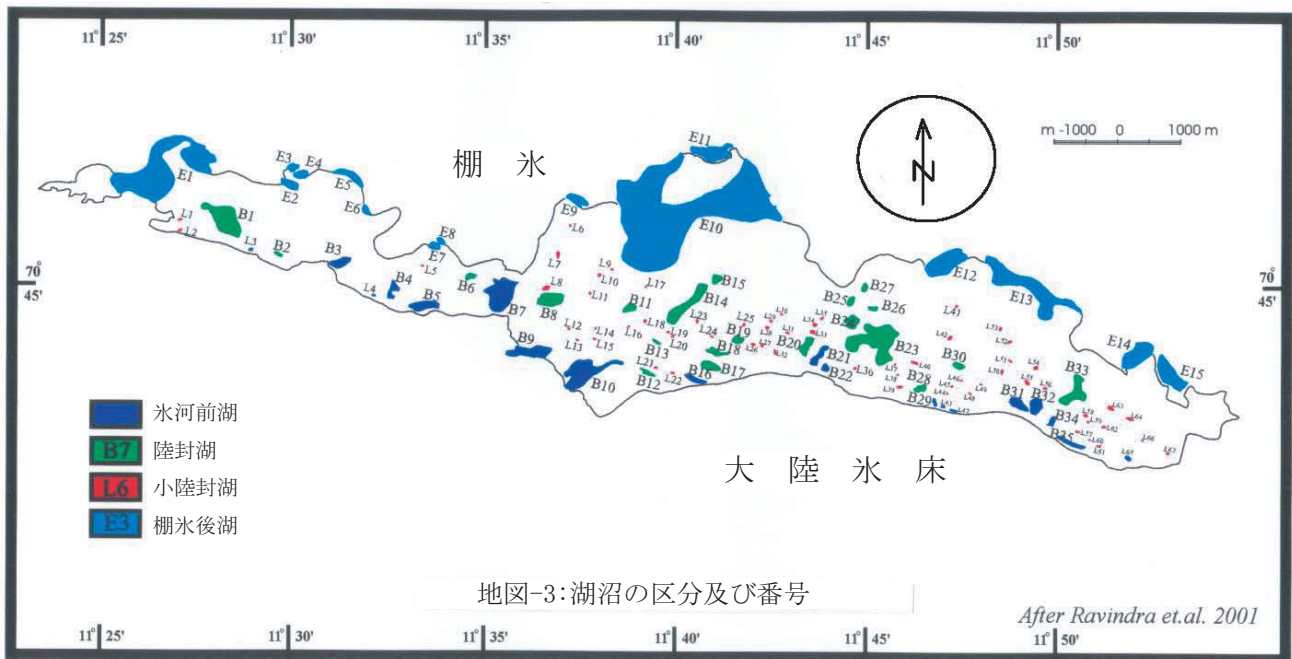
図1 ASPA163境界線2箇所における固定されたマーカーの写真







地図2：マイトリ基地及びノボラザレフスカヤ基地の位置



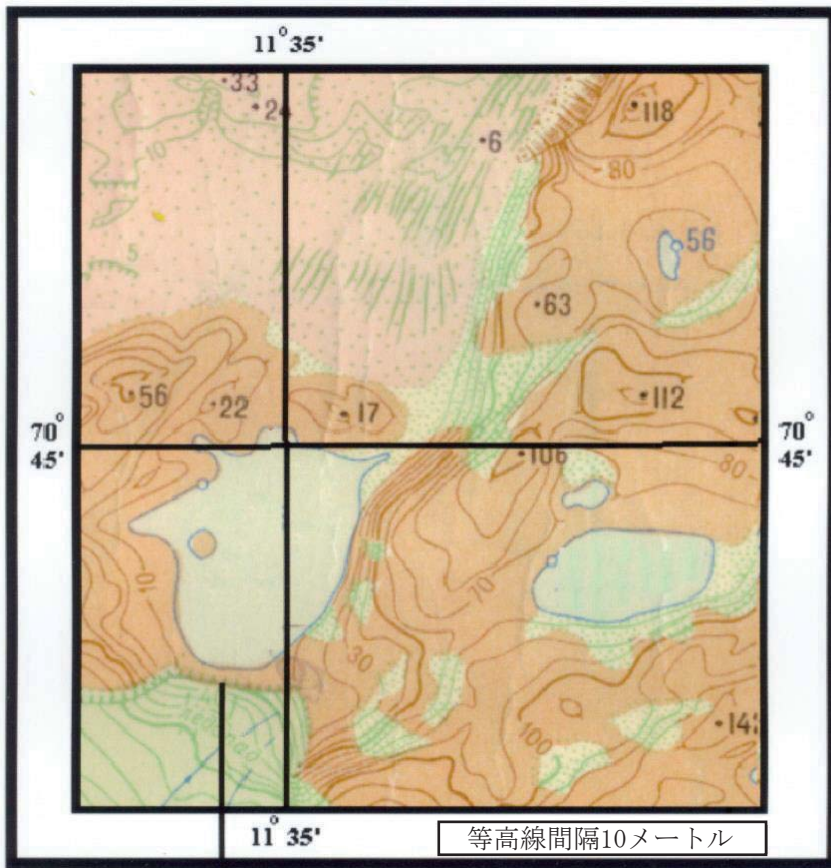
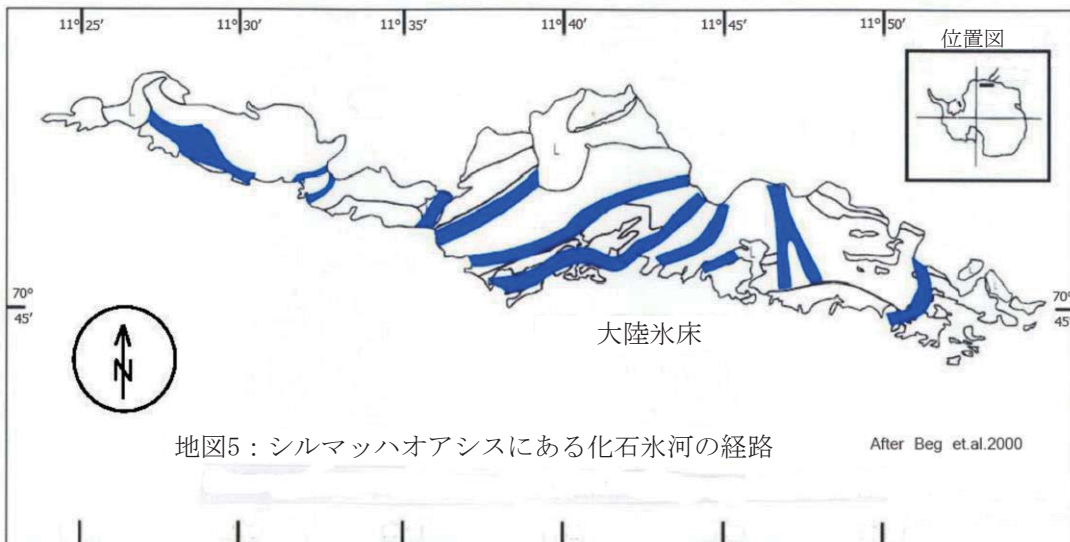


Plate - 4

ダクシン・ガンゴトリ氷舌

地図-4: 地区の地形図



地図5 : シルマッハオアシスにある化石氷河の経路



地図 6 : ダクシン・ガンゴトリ氷舌 (2013 年 3 月)