

# 第六十八南極特別保護地区管理計画 グローブ山脈のハーディング山

## はじめに

グローブ山脈（南緯72度20分から73度10分、東経73度50分から75度40分）は、東南極のプリンセス・エリザベス・ランドのラースマン丘より（南に）約400km内陸にあるランバート地溝の東岸に位置する（地図A）。ハーディング山（南緯72度51分から72度57分、東経74度53分から75度12分）はグローブ山脈周辺では最も大きい山で、ヌナタクからなる稜谷地形を呈する山々が北北東から南南西に連なり青氷面から高さ200mにあるグローブ山脈の中心に位置する（地図B）。

南極特別保護地区として本地区を指定する主な理由は、南極保護地域システムのカテゴリーを拡張する一方、東南極氷床（EAIS）の進化史に関する科学研究のため、本地区の地形学的特徴を保護するためである。

EAIS進化史の研究は、過去の地球規模の気候進化の再現において重要な役割を担っている。現在に至るまでEAISの挙動を理解する上で主な制限となっているのは、14Maに発生した既知の氷期極大期及び極小期の、氷床モデルを制限する氷床表面の高さに関して直接的証拠が不足していることである。

ハーディング山周辺で保護されている氷床表面変動の形跡は、EAIS挙動の貴重な直接的証拠を提供するものである確率が高い。氷床コアピラミッドや風食礫といった自然界では稀で非常に壊れやすい氷河侵食と風蝕が存在している。これら氷河地質学的特徴は重要な科学的価値だけでなく、珍しい原生自然としての価値や景観的価値をも持つものであり、無秩序な人的活動により永久に修復不可能なダメージを与えることが考えられる。

中国南極考察隊(CHINARE)は1998年から2014年にわたって数回グローブ山脈を訪れており、2015/16年シーズンも本地区を訪れる予定である。その際には、地質構造、氷河地質学や地形、気象学、氷帽の動きや質量収支の研究、鮮新世以降の南極氷床表面の変動に特に重点を置いた調査や地図作成、及び新たな発見に関する研究結果に焦点を合わせる。

オーストラリア南極プログラムは、様々な地球科学的、氷河学的研究及び支援活動のため長年にわたりグローブ山脈に赴いている。現在は天河山脈に継続したGPS局を維持しており、引き続き研究及び運営目的で本地区を訪れる計画をしている。

また、ロシア南極地域観測隊は1958年及び1973年に、この地への短期間訪問を試みたが、実際到達したかどうかは明らかになっていない。

## 1. 保護を必要とする価値の記述

特別保護地区に指定されているハーディング山地区（地図A）では、南極内陸部氷床に氷河侵食の貴重な地形が残されており、科学的、景観的、及び原生的に大変価値のある地区となっている。この保護地区の目的はこの地の科学的、景観的、及び原生的価値を保全することである。

### 1(i) 科学的価値

ハーディング山には氷床が前進、後退した形跡が数多く保存されており、鮮新世以降における地球環境の寒暖変化に関する直接的証拠となっている。本地区では、科学者により希少な極寒砂漠土、新第三紀に形成された未固結の堆積岩、またそれら古土壌や堆積岩中に貴重な花粉孢子群組成がこれまでに発見された。これらすべては本地区にも温暖な気候現象が存在してEAISの大規模な後退を引き起こしたこと、その先端はグローブ山脈を超え、現在のEAIS沿岸から400km南に位置していた可能性があることを示唆している。

本地区特有の地形学的特徴には、肝要な地質学・地形学的形跡や氷床ピラミッド、風食礫、氷核堆石（終堆石や側堆石）、寒砂漠土、堆積迷子石、氷溶解水のプール、羊背岩を含む一連の特殊な地形等が挙げられる。

### 1(ii) 景観的・原生的価値

本地区には、氷溶解水の池、核堆石、氷床ピラミッド、風食礫等、それ自体が珍しい氷食氷原地形が見られる（写真1-6）。こうした地質学的風景及び氷河風景は広大な青氷と繊細に結びつきながら大き

な意義と美しさを生み出し、景観的及び原生自然として高い価値をもたらしている。

## 2. 目的

東南極グローブ山脈ハーディング山の管理は以下を目的とする。

- ・脆弱な地形学的特徴への直接又は累積的な被害を回避するとともに、長期の科学研究を促進すること。
- ・他の場所では行うことができないやむを得ない理由があり、本地区の価値を危うくしないことを条件に、本地区における科学研究を許可すること。
- ・管理目的と一致し、本地区の価値を危うくしない科学研究を本地区において許可すること。
- ・管理計画の狙いを支える管理目的の訪問を許可すること。
- ・本地区への外来植物、動物及び微生物の移入を最小限に抑えること。

## 3. 管理活動

- ・本管理計画の写し(地図と共に貼付)を中山基地(中国)、デイビス基地(オーストラリア)、プログレス基地(ロシア)で入手できるようにし、保護地区の地図を上記基地の目に付きやすい場所に掲示する。本地区の周辺の、又は本地区に立ち入る、又は本地区上空を飛行する者には、本管理計画の条項及び内容についてそれぞれの国家プログラムから具体的な指示を行わなければならない。
- ・本地区で実施される国家南極プログラムは、上記の管理活動が行われるよう相互に協議しなければならない。
- ・本地区は、指定の目的に引き続きかなっているか、また管理活動が適切であるかを評価するため、必要に応じて(5年に一度以上)訪問しなければならない。
- ・管理計画は5年に一度は見直すこととし、必要であれば更新又は改正する。
- ・南極の氷床が継続的に後退し、保護地区周辺においてEAISの前進、後退の新しい形跡が露出、また氷床の前進、後退形跡の規模が拡大した場合、新しく出現したその地区の氷床前進、後退の形跡を盛り込むため、保護地区の境界領域を定期的に更新する。これを管理計画の検討の際に考慮すること。

## 4. 指定の期間

指定の期間は無期限である。

## 5. 地図及び写真

- ・地図A:A1:グローブ山脈の位置, A2:南極グローブ山脈地域
- ・地図B:南極グローブ山脈ハーディング山周辺の保護地区。
- ・地図C:ヌナタクの位置及び南極グローブ山脈ハーディング山周辺の氷流方向
- ・写真1:風食礫
- ・写真2:風食礫
- ・写真3:氷床ピラミッド
- ・写真4:核堆石
- ・写真5:氷溶解水の池
- ・写真6:羊背岩

## 6. 本地区の記述

### 6(i) 地理学的経緯度、境界の標示及び自然の特徴

本地区は不規則的な地形で、幅は東西に約10km、長さは南北に約12km、総面積は約120km<sup>2</sup>と正方形に近い形をしている(地図A)。

提案されたASPA境界は、ハーディング山氷床の前進、後退で形成された独特の地形学的特徴全体が特別に保護されるよう定義された。

#### 地理学的経緯度

グローブ山脈ハーディング山特別保護地区は、ハーディング山西側の氷堆石からザハロフリッジ東側にわたる開けた青氷域及び多数のヌナタク、岩屑域、氷堆石等とその範囲を含む（地図B）。地理学的経緯度は南緯72度51分から南緯72度57分、東経74度53分から東経75度12分である。

#### 境界の標示

ハーディング山西側の氷堆石に本地区の西境界があり、その北端から東にハーディング山北尾根の北側を經由してザハロフリッジ東側の開けた青氷岩屑域へと続く。さらにザハロフリッジ北端から南方向へデイヴィー・ヌナタク北端へと続き、西方向にシー湖氷堆石の南端へ結ぶ線で囲まれた地域が本地区を表す。境界に位置する基準点9か所の地理学的経緯度は反時計回りに、

1. 東経74度57分、南緯72度51分
  2. 東経74度54分、南緯72度53分
  3. 東経74度53分、南緯72度55分
  4. 東経74度54分、南緯72度57分
  5. 東経75度00分、南緯72度57分
  6. 東経75度10分、南緯72度57分
  7. 東経75度12分、南緯72度55分
  8. 東経75度11分、南緯72度52分
  9. 東経75度08分、南緯72度51分
- である。

現在境界線に標識や標示は設置されていない。

#### 夏期の一般的気候条件

グローブ山脈は平均高度が2,000mを超えるため、中山基地よりも気温差があり強風が吹く確率も高い。北から温かく湿った空気が入り込んだ場合、本地区では常に降雪となり、東からの風が吹くとおおむね晴天となる。日々の風速変化の傾向においては中山基地よりも幅があり、最大風速が午前5時頃、最小風速が午後5時頃に観測される。1998年12月から1999年1月の日平均風速は7.5m/sであった。

中山基地と同じく、グローブ山脈地域は滑降風の影響を受けるが、その規模は中山基地よりも大きい。

1998年12月から1999年1月にわたり、グローブ山脈地域の最高及び最低気温平均値はそれぞれ-13.1度と-22.6度であった。日平均気温領域は-9.5度と推定された。本地区では、特に1月是一日の中で気温と雪温に明らかな変化が見られ、平均気温は-18.5度、雪表面の温度は約-17.9度であった。つまり、平均気温より平均雪温の方が高かったのである。

#### 地形

グローブ山脈中央のハーディング山は北西に開いた三日月型をしている。北端、南端にはそれぞれ急勾配の山を成し、それらは現在の氷面上から200mに満たない高度で付き出している。両山頂部間を結ぶ稜線の中心部分には残存氷の端が風下側に掛かった状態で、中央コルの氷面まで徐々に下降する。三日月の中には何十km<sup>2</sup>にわたる青氷の停滞氷原が広がっている。広大な青氷とともに輝きながら、これらすべてが壮大で美しい、氷によって浸食された氷原の地形学的景色を形成している。

本地区内のヌナタクは2つのグループに分けることができる。一つは西に位置するハーディング山に代表される高いヌナタクで、もう一方はザハロフリッジの低い直線状のヌナタク群を含む狭い地域である。岩石の多いヌナタクのストース斜面には平らにすり減った岩盤が見られ、表面には漂礫土がわずかに漂移している。ヌナタクの風下及び側面の大半には氷の流れで削られ、また岩のほぼ垂直なクレバスに沿って崩壊して作られた鋭い絶壁がある。ヌナタク群は氷面上に数10kmの長さを超える氷河上崩壊堆積物の「伴流域」を2か所作り出しており、現在の局地的な氷流経路となっている。

標高の高いヌナタク上部は、大抵の場合山頂に大きく侵食を受けた風食礫が密集したギザギザな

尾根であり、南東からの風が支配的に吹いている。氷河侵食跡がないこと、また風力により硬岩内部深くまで何メートルも掘り下げられていることから、これら高さのある斜面にはかなり以前から氷が存在していなかったことが示される。しかし氷面から高さ100m以内の斜面下部には、新しく削られた線や漂移等、最近起きた氷河侵食の特徴が見受けられる。

小規模ヌナタクの中には過去に氷流が上部を移動することで出来た典型的な「羊背岩」がある。この局地的な風蝕と氷河侵食の境界線は、特定の段階(恐らく第四紀初期)の氷河作用とその後の氷面隆起がこの範囲を超えなかったため、かつての氷面の高さを表すものと考えられる。

ハーディング山はグローブ山脈最大のヌナタクである。三日月の西側頭部には湖の形をした水流のない青氷原が広がっており(昆明湖、シー湖)、氷湖と岩の多いヌナタク麓の接合点から12基の氷核ピラミッド(氷核錐)を見ることができる。

特別保護に値する地質学的氷河現象には以下が含まれる(地図C)。

風食礫(写真1、2) :

激しい風に長期間晒され侵食した結果、ハーディング山南頂付近に独特な形を持つ多数の風食礫が形成された。

これら風食礫は地球上では滅多に見られない典型的な風蝕地形であり、無秩序な人的活動によって恒久的な被害を受けやすいと言える。

氷核ピラミッド(氷核錐、写真3) :

昆明湖北岸及び南岸に沿って氷核ピラミッドが12基存在している。これら氷核ピラミッドは20から40mの高さの円錐形で底辺の直径は50から80mである。これらのピラミッドは青氷の気成作用を直接計測するのに最適の指標であり、物質収支の研究及びEAISの進化史において非常に重要である。これらは極めて脆弱であるため、人が登ることによりその形は永久に失われ破壊に繋がることとなる。

浮遊氷核堆石(写真4) :

停滞した青氷プールの北西側に直線的な浮遊氷核堆石が数個存在する。これら氷核堆石の幅は約100m、高さ25から35mで数キロの長さがある。氷核堆石の表面は50から100cmの厚さの砂礫層で覆われ、その下には青氷がある。これら風変わりな岩群はEAISの下層基盤の構造地質学的研究の貴重な原資料となっている。堆積迷子石に含まれる花粉孢子群組成は、鮮新世にEAISで起きた大規模な後退事象の重要な証拠である。そのため歩行又は登山行為によりこれら氷核堆石岩脈に対し再生不可能な損傷を与える可能性が非常に高い。

寒砂漠土 :

ハーディング山の局地的侵食限界である100mより高い場所の南斜面に寒砂漠土が点在することが発見された。氷が限界を超えた高さまで到達していた場合は削り取られていたはずであることから、当該土壌の存在は、土壌が形成された後この限界よりも高い位置において氷の変動が一度も起きていないことを示している。

堆積迷子石中の微化石群集 :

新第三紀の植物の微化石25種以上が当該アウトウォッシュ堆積巨礫から特定されている。これらの花粉孢子群組成は、EAISの下に隠れている一連の氷河層に由来することから、EAIS進化に有用な情報を提供している。花粉及び孢子の多くは現場で収集される局地的な資源が起源であり、大陸フロラを表す。

氷溶解水(写真5) :

巨大ヌナタクの風下側麓に、大小の氷溶解水プールが形成されることが多くあり、それぞれの大きさは数十平方メートルから千平方メートルまで及ぶ。これらプールの表面氷は非常に滑らかで透き通っており、氷の内底に気泡が豊富に含まれている。氷溶解水プールの発生はメガサール事象の存在を示唆している。

青氷断崖 :

保護地区の東側には、通常高さ30mから50m、40度から70度の傾斜のある数千メートルにも及ぶ長さの青氷断崖又は青氷絶壁が分散している。

#### 羊背岩（写真6）：

典型的な羊背岩は保護地区の東側及び南側に分散している。それらは独特の形を持ち、表面に氷流の形跡を多数残し、非常に高い原生的、景観的、科学的価値を有している。

#### 古堆積盆地（氷床の先端）：

鮮新世の氷床先端にある辺縁堆積層を持つ古い氷侵食盆地はハーディング山の西側の青氷盆地の下に位置すると推測される。これは恐らく真新しいタイプの氷底湖と思われる。これら古堆積湖盆地の探索は本地区で鮮新世に起きた気候及び環境変化について貴重な堆積記録をもたらす可能性がある。

#### 地質条件

これらヌナタクは主に後期角閃岩からグラニュライト相変成岩、造山性から後期造山型花崗岩、そして構造運動後の花崗閃緑岩質アプライト及びペグマタイトから形成される。活構造と地震の不在、そして新生代火山活動が起こらなかったことから、本地区はプリッツ湾と同様、少なくとも中生代後期から地質学的に安定した状態であることが示唆される。本地区で得られた新しい地質学的証拠によると、プリッツ湾、グローブ山脈からプリンスチャールズ山脈にかけて、東南極内陸部には巨大な「汎アフリカ」期造山帯が存在したことを表し、 Gondwana大陸の最後の分割縫合帯であると考えられる。

#### 6(ii) 本地区の出入りの経路

本地域へは車両による陸路移動又は本地域内もしくは隣接する雪氷で覆われた地点へ航空機で着陸することにより出入りすることができる。

#### 6(iii) 本地区内及び本地区の付近にある建造物の位置

オーストラリアはGPS局を南緯72度54分29.17479秒、東経74度54分36.43606秒の天河山脈に維持している。当該局には地球力学調査塔に取りつけられたGPSアンテナ、バッテリーとGPS受信機を含む頑丈なケース3つ、ソーラーパネル4枚と風力発電タービンを搭載したソーラーパネルフレームを備えている。加えて、GPS塔周辺には約20km離れた位置に調査基準点が3ヶ所ある。

中国南極考察隊は、衛星画像マッピングの条件を満たすため、本地区の南緯72度53分55.07437秒、東経75度02分14.00782秒地点に、二周波GPSレシーバーを用いて測地基準点(No:Z003)を一箇所維持している。

#### 6(iv) 本地区の付近にあるその他の保護地区の位置

周辺にその他保護地区は存在しない。

#### 6(v) 本地区内の制限区域

本地域に制限区域は存在しない。

### 7. 許可証の条件

#### 7(i) 一般条件

本地区への立ち入りは、適切な国家当局によって発行された許可証に沿う場合を除き禁止されている。本地区における許可証発給の条件は次の通りである。

- ・許可証は、他の場所では実施できない、やむを得ない科学的理由、または本地区の管理に必須の事由に対して発給される。許可証発給前に、申請者はしかるべき当局に対して、世界の他の場所で収集した標本やサンプルが提案されている研究のニーズを完全には満たさないことを示さなければならない。

- ・許可される活動は本管理計画に従うものであること。
- ・許可された活動が、本地区の科学、景観、原生自然的価値を引き続き保護するため、環境影響評価プロセスを通して十分考慮したものであること。
- ・本地区内では許可証または許可証の有効な写しを携帯すること。
- ・許可証は一定期間を対象に発給されること。
- ・許可証発給と極地関連を担当する国内当局に、活動報告書を提出すること。

#### 7(ii)本地区への出入りの経路及び本地区内または上空での移動

- ・スノーモービル等の陸上車及び航空機を使用して立ち入るに当たり、正味集積内陸域、古土分布域、風食礫、青氷崖、氷核ピラミッド、その他重要な科学研究及び環境的価値のある地質外観及び自然地形から正味摩耗域を分離する平衡線の破壊を避けること。
- ・本地区には氷の割れ目が多く存在することから、スノーモービルで立ち入る際は安全のため中国探査隊が設置した色付きポールを挟んだ両側を走行することを勧める。
- ・本地区内で航空機を使用する際は山岳地帯に留意すること。
- ・氷核ピラミッドに登ること、浮遊氷堆石岩脈及び羊背岩の上を歩行することは厳禁とする。

#### 7(iii)本地区内で実施することのできる活動

- ・他の場所では実施できず、また本地区の価値に害を与えない、やむを得ない科学研究
- ・モニタリング、査察、維持又はレビューを含む主な管理活動
- ・本管理計画や管理活動の有効性を評価するための訪問等、本地区内外の科学研究もしくは管理を支援する運営活動

#### 7(iv)建造物の設置、改築又は除去

- ・やむを得ない科学的又は管理上の事由を除き、本地区内に新たな建造物を建設、又は科学機器を設置してはならない。
- ・本地区内に建設、設置されるすべての設備は当該国の所轄官庁が発行する許可証に明記されていなければならない。可能であれば、当該設置は影響を受けやすい地形学的特徴を避けて行うこと。
- ・本地区内に設置された全ての設備には、国、主たる調査者又は機関の名前、設置年を明記しなければならない。こうした全ての設備は、本地区への汚染リスクが最小限である材料で作られていなければならない。設備、また可能な限り他の放棄された器具又は物資についても、必要がなくなった時点で撤去しなければならない。

#### 7(v)野営地の位置

安全のため、野営地は特別な地質外観及び自然地形を破壊又は影響を及ぼさないように選ばなければならない。

局地的及び隣接する地質外観及び自然地形を破壊しないのであれば、管理計画に一致する目的に必要で、且つ許可証で許可される場合、本地区内で野営することができる。本地区においては、地図Bに印されるハーディング山周辺の野営地 (No. 9) 及びザハロフリッジ周辺の野営地 (No. 8) に野営するのが望ましい。氷床残存部を避け、雪あるいは氷面又は岩肌に野営すること。

#### 7(vi)当該地区に持ち込むことのできる物質及び生物に関する制限

- ・必要な期間又は活動の終了後を過ぎて、本地区内に食料又はその他の補給品を保持することはできない。
- ・いかなる生きた動物、植物体又は微生物を意図的に本地区に持ち込むことはできない。偶発的移入を防ぐため、必要なあらゆる予防策をとらなければならない。
- ・すべての物資持ち込みは決められた期間内のみとし、当該期限又は期限前に除去し、環境への影響リスクを最小限に留めるよう保管及び取り扱わなければならない。

#### 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

在来の植物及び動物は存在しない。

### 7(viii) 許可証の所持者によって当該地区に持ち込まれた物以外の物の収集又は除去

- ・許可証に従う方法に限り、本地区の物資を収集又は除去することができるが、科学的又は管理上の必要性を満たす最小量に留めること。
- ・人間に由来する物資は本地域の価値を損ねる可能性があり、許可証保有者又はその他許可を受けた者以外が本地区に持ち込んだ物については、そのままの状態にしておくよりも除去による影響が高くなると考えられる場合を除き、それを除去することができる。その場合、適切な国家当局に通知をし、許可を得ること。

### 7(ix) 廃棄物の処理

汚物を含むすべての廃棄物は、少なくとも添付書類Ⅲに沿った方法で管理し、淡水の水路もしくは湖、無氷地域、又は浸食の激しい地域に達する雪や氷の上に廃棄しないこと。

### 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

該当なし。

### 7(xi) 報告に必要な事項

- ・本地区への各訪問における主たる許可証保持者は、しかるべき国家当局に訪問完了後6ヶ月以内の実行可能な限り早い時期に報告書を提出しなければならない。
- ・訪問報告書には必要に応じ、「南極特別保護地区管理計画の作成の手引き」の報告書書式が示す事項を含めるものとする。さらに国家当局は、管理計画の提案国に訪問報告書の写しを適宜送付し、本地区の管理と管理計画の見直しに資するべきである。
- ・管理計画の見直しと本地区の科学的利用を調整する目的で、締約国は可能な限り、訪問報告書の原本又は写しを一般のアクセスのあるアーカイブに保管し、利用記録を維持すること。

## 8. 解説文書

Liu Xiaochun, Zhao Yue, Hu Jianmin, Liu Xiaohan, Qu Wei (2013). The Grove Mountains: A Typical Pan- African Metamorphic Terrane in the Prydz Belt, East Antarctica. *Chinese Journal of Polar Research* 25(1)7-24.

Xiaohan Liu, Feixin Huang, Ping Kong, Aimin Fang, Xiaoli Li, Yitai Ju (2010). History of ice sheet elevation in East Antarctica: Paleoclimatic implications. *Earth and Planetary Science Letters* 290 (2010): 281- 288.

Xiaochun Liu, Jianmin Hu, Yue Zhao, Yuxing Lou, ChunjingWei, Xiaohan Liu (2009). Late Neoproterozoic/Cambrian high-pressure mafic granulites from the Grove Mountains, East Antarctica: *P- T- t* path, collisional orogeny and implications for assembly of East Gondwana. *Precambrian Research* 174 (2009) 181- 199.

Australian Antarctic Division (AAD, 2007): Australian Antarctic Programme Approved Science Projects for season 2006/07, [http://its-db.aad.gov.au/proms/public/projects/projects\\_by\\_program.cfm?season=0607&PG\\_ID=5](http://its-db.aad.gov.au/proms/public/projects/projects_by_program.cfm?season=0607&PG_ID=5). Report on the 22nd CHINARE Scientific Activity [2005/2006] (2006), Chinese Arctic and Antarctic Administration.

Liu Xiaochun; Jahn Bor-ming, Zhao Yue, Li Miao, Li, Huimin; Liu Xiaohan (2006). Late Pan-African granitoids from the Grove Mountains, East Antarctica: Age, origin and tectonic implications. *Precambrian Research*, 145: 131-154.

Zhang Shengkai, E Dongchen, LiFei, et al (2006). The establishment of GPS network in Grove Mountains, East Antarctica. *Chinese Journal of Polar Science* 17(2):111-116. ASPA 168: MOUNT HARDING.

CHENG Xiao, ZHANG Yan-mei(2006). Detecting Ice Motion with Repeat-pass ENVISAT ASAR Interferometry over Nunataks Region in Grove Mountain, East Antarctic- The Preliminary Result, *Journal of Remote Sensing* 10( 1):118-122. IPY-ACE core program, 2006

Dongchen E, Chunzia Zhou, Mingsheng Liao(2005). Application of SAR interferometry in Grove

- Mountains, East Antarctica. SCAR Report, 2005, 23: 42-46.
- Dongchen E., Shengkai Zhang, Li Yan, Fei Li (2005). The establishment of GPS control network and data analysis in the Grove Mountains, East Antarctica. SCAR Report, 2005, 23: 46-49.
- Aimin Fang, Xiaohan Liu, Xiaoli Li, Feixin Huang, Liangjun Yu (2005). Cenozoic glaciogenic sedimentary record in the Grove Mountains of East Antarctica. *Antarctic Science* 17(2): 237-240.
- J. Taylor, M. J. Siegert, A. J. Payne, M. J. Hambrey, P. E. O' Brien, A. K. Cooper, & G. Leitchenkov (2004). Topographic controls on post-Oligocene changes in ice-sheet dynamics, Prydz Bay, East Antarctica, *Geology* 32 (3) :197-200.
- Fang Aimin, Liu Xiaohan, Lee Jong Ik, Li Xiaoli, Huang Feixin (2004). Sedimentary environments of the Cenozoic sedimentary debris found in the moraines of the Grove Mountains, East Antarctica and its climatic implications. *Progress in Natural Science* 14(3): 223-234.
- Huang Feixin, Liu Xiaohan, Kong Ping; Ju Yitai, Fang Aimin, Li Xiaoli, Na Chunguang (2004). Bedrock exposure ages in the Grove Mountains, interior East Antarctica. *Chinese Journal of Polar Research* 16(1):22-28.
- Fang Aimin, Liu Xiaohan, Wang Weiming, Yu Liangjun, Li Xiaoli, Huang Feixin (2004). Preliminary study on the spore-pollen assemblages found in the cenozoic sedimentary rocks in Grove Mountains, East Antarctica. *Quaternary Sciences* 24(6):645-653.
- Report on the 19th CHINARE Scientific Activity [2002/2003] (2003), Chinese Arctic and Antarctic Administration.
- X.H. Liu, Y, Zhao, X.C. Liu, & L.J. Yu, (2003) Geology of the Grove Mountains in East Antarctica-New Evidence for the Final Suture of Gondwana Land, *Science in China (D)*, 46 (4): 305-319.
- Zhao Y, Liu X H, Liu X C, Song B(2003). Pan-African events in Prydz Bay, East Antarctica, and their implications for East Gondwana tectonics. In: Yoshida M, Windley B F, Dasgupta S. (eds) *Proterozoic East Gondwana: Supercontinent Assembly and Breakup*. Geological Society, London, Special Publications, 206: 231-245.
- Liu X, Zhao Z, Zhao Y, Chen J and Liu X H(2003). Pyroxene exsolution in mafic granulites from the Grove Mountains, East Antarctica: constraints on the Pan-African metamorphic conditions. *European Journal of Mineralogy* 15:55-65.
- X.L. Li, X.H. Liu, Y.T. Ju & F.X. Huang(2003). Properties of soils in Grove Mountains, East Antarctica, *Science in China (D)* 46 (7):683-693.
- Qin Xiang (2003). A brief introduction to research on the snow and ice of the Grove Mountains, Antarctica, during the Third Chinese research expedition. *Bingchuan Dongtu*, 25 (4): 477-478.
- Cheng Xiao, Li Zhen, Massonnet, Didier [chairperson], Yu Shao, Zhang Yanmei(2003). Blue-ice domain discrimination using interferometric coherence in Antarctic Grove Mountains. 2003 EEE international geoscience and remote sensing symposium: July 21-25, 2003: Toulouse, France; *International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2003, Volume 4*: 2599-2601.
- Fang Aimin, Liu Xiaohan, Lee Jong Ik, Li Xiaoli, Huang Feixin (2003). The significance of Cenozoic sedimentary rocks found in Grove Mountains, East Antarctica. *Chinese Journal of Polar Research* 15 (2): 138-150.
- LI Xiaoli, LIU Xiaohan, FANG Aimin, JU Yitai, YAN Fuhua (2003). Pliocene sporopollen in the Grove Mountains, East Antarctica, *Marine geology & Quaternary geology* 23(1):35-39.
- Johnston, Gary, Digney, Paul, Manning, John [editor](2002). Extension of the Australian Antarctic geodetic network in Grove Mountains. Third Antarctic geodesy symposium: July 18-20, 2001: Saint Petersburg, Russian Federation; SCAR Report 21: 34-37.
- Whitehead J M & McKelvey B C(2002). Cenozoic glaciogene sedimentation and erosion at the Menzies Range, southern Prince Charles Mountains, Antarctica. *Journal of Glaciology*



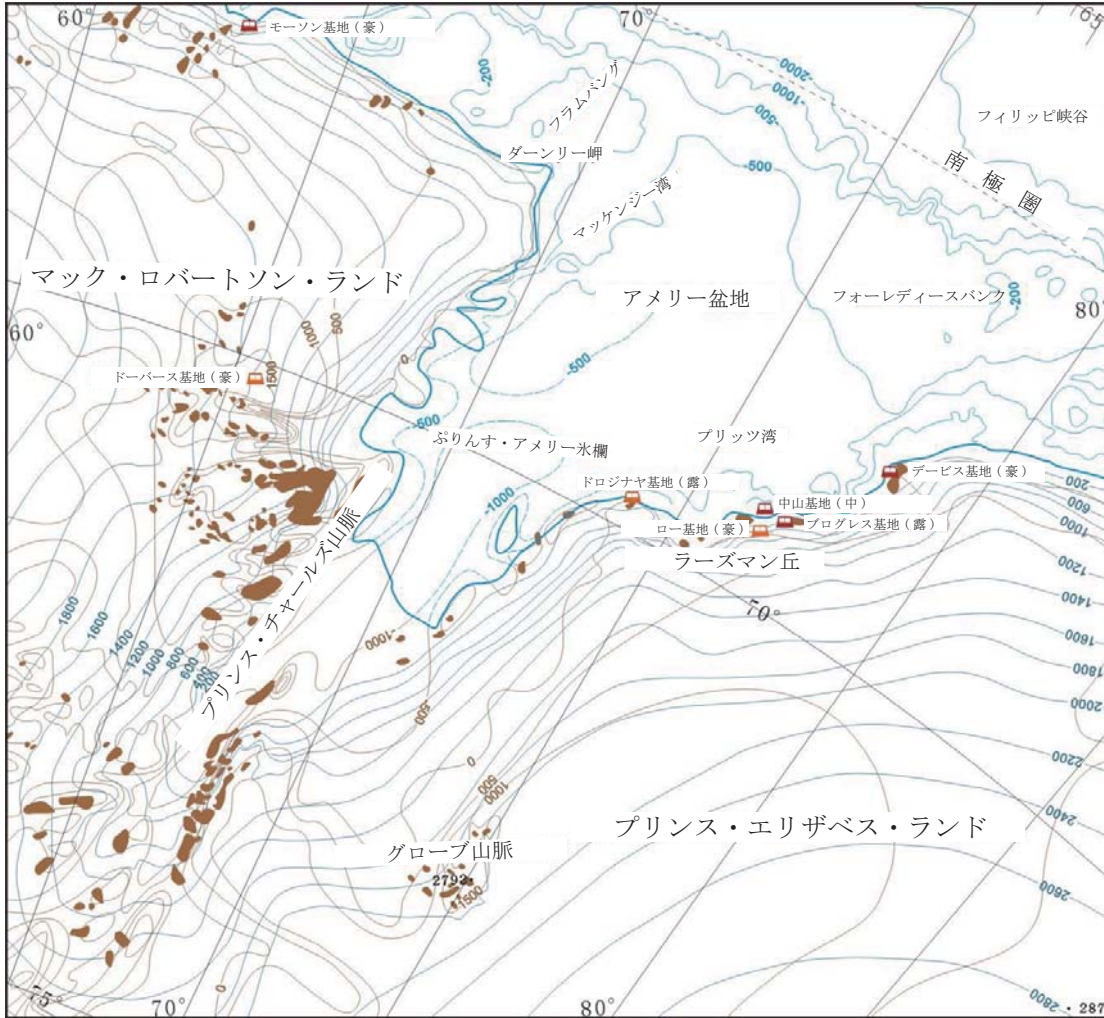
48(2): 207-247.

- Liu Xiaochun, Zhao Yue (2002). Geological aspects of the Grove Mountains, East Antarctica - New evidence for the final suture of Gondwana Land. Royal Society of New Zealand Bulletin 35:161-166.
- Liu X H, Zhao Y, Liu X C, Yu L Z (2002). Geological aspects of the Grove Mountains, East Antarctica. Science in China (Series D) 32(6): 457-468.
- Yu Liangjun, Liu Xiaohan, Zhao Yue, Ju Yitai (2002). Preliminary study on metamorphic mafic rocks in the Grove Mountains, East Antarctica. Chinese Journal of Polar Research 14 (2): 93-104.
- Mikhalsky, E. V., Sheraton, J. W., Beliatsky, B. V. (2001). Preliminary U-Pb dating of Grove Mountains rocks: implications for the Proterozoic to Early Palaeozoic tectonic evolution of the Lambert Glacier-Prydz Bay area (East Antarctica). Terra Antarctica 8 (1): 3-10.
- B.C. McKelvey, M.J. Hambrey, D.M. Harwood (2001). The Pagodroma Group - a Cenozoic record of the East Antarctic ice sheet in the northern Prince Charles Mountains, Antarctic Science, 13 (4) :455-468.
- Liu X, Zhao Y and Liu X H(2001). The Pan-African granulite facies metamorphism and syn-tectonic magmatism in the Grove Mountains, East Antarctica. Journal of Conference Abstracts, Cambridge Publications, Cambridge, United Kingdom, 6:379.
- Sun Jiabing, Huo Dongmin, Zhou Junqi and Sun Zhaohui (2001). The digital mapping of satellite images by free of ground control and the analysis of land form blue ice and meteorites distribution in the Grove Mountains. Chinese Journal of Polar Science 13(1).
- Report on the 16th CHINARE Scientific Activity [1999/2000] (2000), Chinese Arctic and Antarctic Administration.
- Cheng Yanjie, Lu Longhua, Bian Lingen, Liu Xiaohan (2000). Summer weather characteristics on the Grove Mountain of Antarctica. Chinese Journal of Polar Science 11 (2): 123-130.
- Report on the 15th CHINARE Scientific Activity [1998/1999] (1999), Chinese Arctic and Antarctic Administration.
- Cheng Yanjie, Lu Longhua, Bian Lingen, Liu Xiaohan (1999). Summer weather characteristics of Grove Mountain area in East Antarctica. Chinese Journal of Polar Research 11(4): 291-300.
- Cheng Yanjie, Lu Longhua and Bian Lingen (1999). Summer weather characteristics of Grove Mountain area in East Antarctica Chinese Journal of Polar Science 14(1):291-300.
- Guide to the Preparation of Management Plans for Antarctic Specially Protected Areas - Appendix to Resolution 2(1998).
- Domack E, et al (1998). Late Quaternary sediment facies in Prydz Bay, East Antarctica and their relationship to glacial advance onto the continental shelf. Antarctic Science 10(3):236-246.
- Barker P F, et al. (1998). Ice sheet history from Antarctic continental margin sediments: the ANTOSTRAT approach. Terra Antarctica, 5:737-760.
- D.E. Sugden, D.R. Marchant, Jr. N. Potter, R.A. Souchez, G.H. Denton, C.C. Swisher III, J.L. Tison (1995). Preservation of Miocene glacier ice in East Antarctica, Nature 376(3):412-414.
- D.E. Sugden, D.R. Marchani, & G.H. Destos, The case for a stable East Antarctic Ice Sheet the background, Geografiska Annaler, 75A, (1993) 151-153.

地図 A1 グローブ山脈の位置

地図作成標準：画像：標準立体測地原点：WGS-84

製造元：武漢大学 中国南極測量・地図作成研究センター

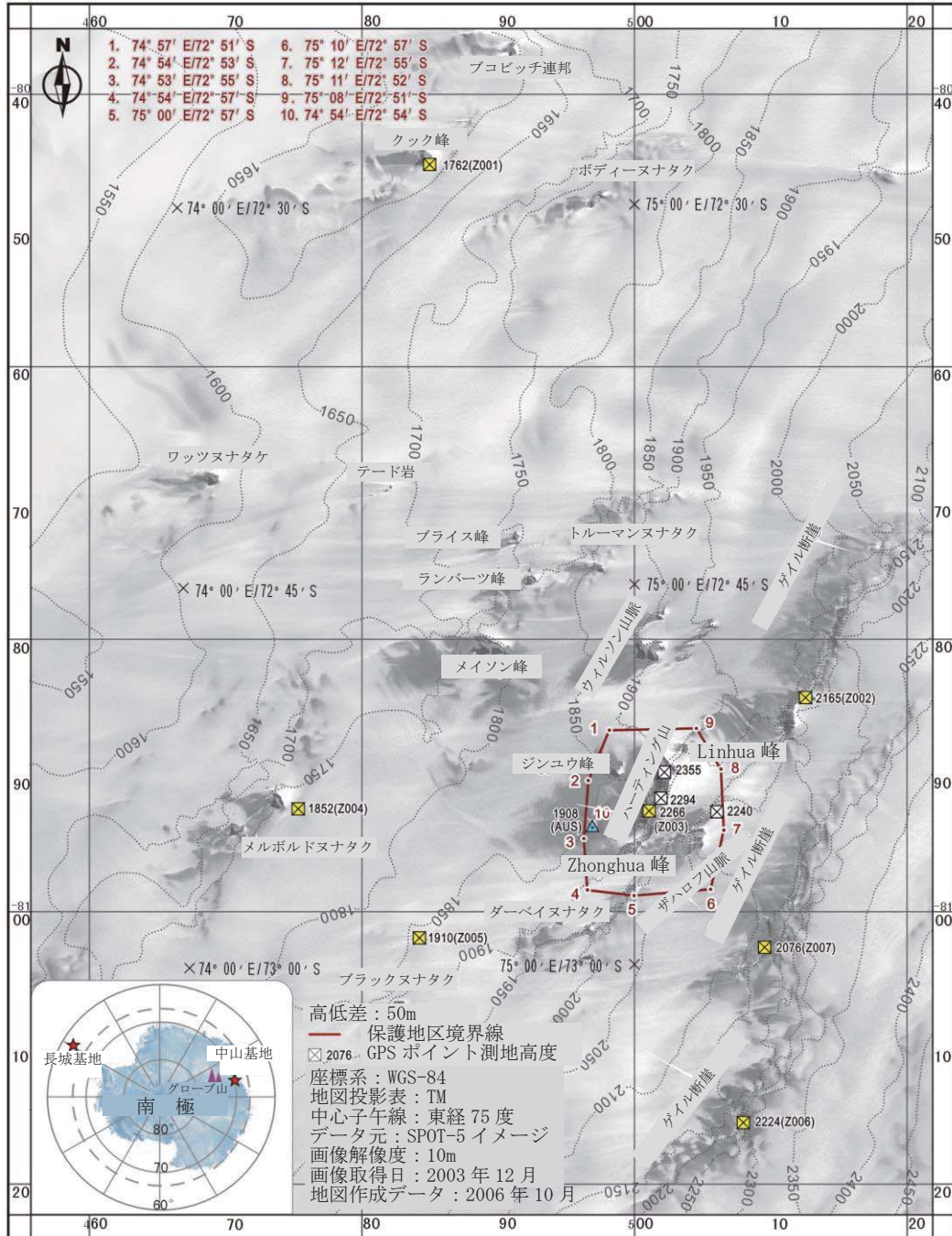


地図 A2 南極グローブ山脈地域

地図作成標準：画像：横メルカトル、測地原点：WGS-84

製造元：武漢大学 中国南極測量・地図作成研究センター

グローブ山脈



高低差：50m  
 保護地区境界線  
 ☒ 2076 - GPS ポイント測地高度  
 座標系：WGS-84  
 地図投影表：TM  
 中心子午線：東経 75 度  
 データ元：SPOT-5 イメージ  
 画像解像度：10m  
 画像取得日：2003 年 12 月  
 地図作成データ：2006 年 10 月

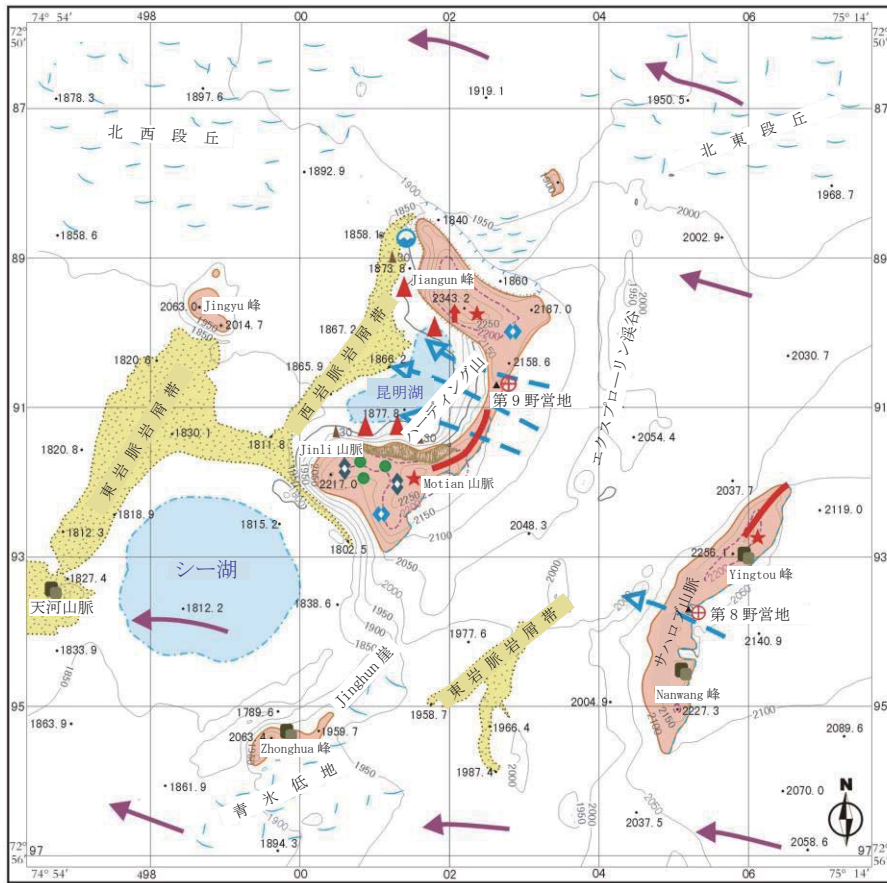


Mapping by: Chinese Antarctic Centre of Surveying and Mapping, Wuhan University.



地図 B 南極グロブ山脈ハーディング山周辺の保護地区  
 地図作成標準：画像：横メルカトル、測地原点：WGS-84  
 製造元：武漢大学 中国南極測量・地図作成研究センター

グロブ山脈・ハーディング山



- 凡例
- ★ 中国による測量・地図作成データ
  - ↑ 半永久的マーカー
  - 2000 等高線数値
  - ▲ 30 丘
  - ⊕ 野営地
  - ▲ GPSポイント
  - ▲ 氷核ピラミッド
  - 砂漠土地点
  - 凍ったプールのとけた水だまり
  - 氷の彫刻
  - 風食礫
  - 羊背岩
  - 宇宙線放射生成核種を用いた断層サンプル
  - 最も最近の水流
  - 近年の水流
  - 氷の等高線
  - 地表の等高線
  - 風食及び最近の水河浸食の地域的な境界線
  - 雪線
  - 氷壁
  - 岩壁
  - クレバース原
  - 岩壁の地すべり
  - おおよその湖の位置
  - 浮いている氷堆石
  - 露出した基盤岩
- 座標系：WGS-84  
 地図投影法：TM  
 中心子午線：東経 75 度  
 高低差：50m



地図C 南極グローブ山脈ハーディング山周辺ヌナタクの位置及び氷流の方向

地図作成標準：画像：横メルカトル、測地原点：WGS-84

製造元：武漢大学 中国南極測量・地図作成研究センター

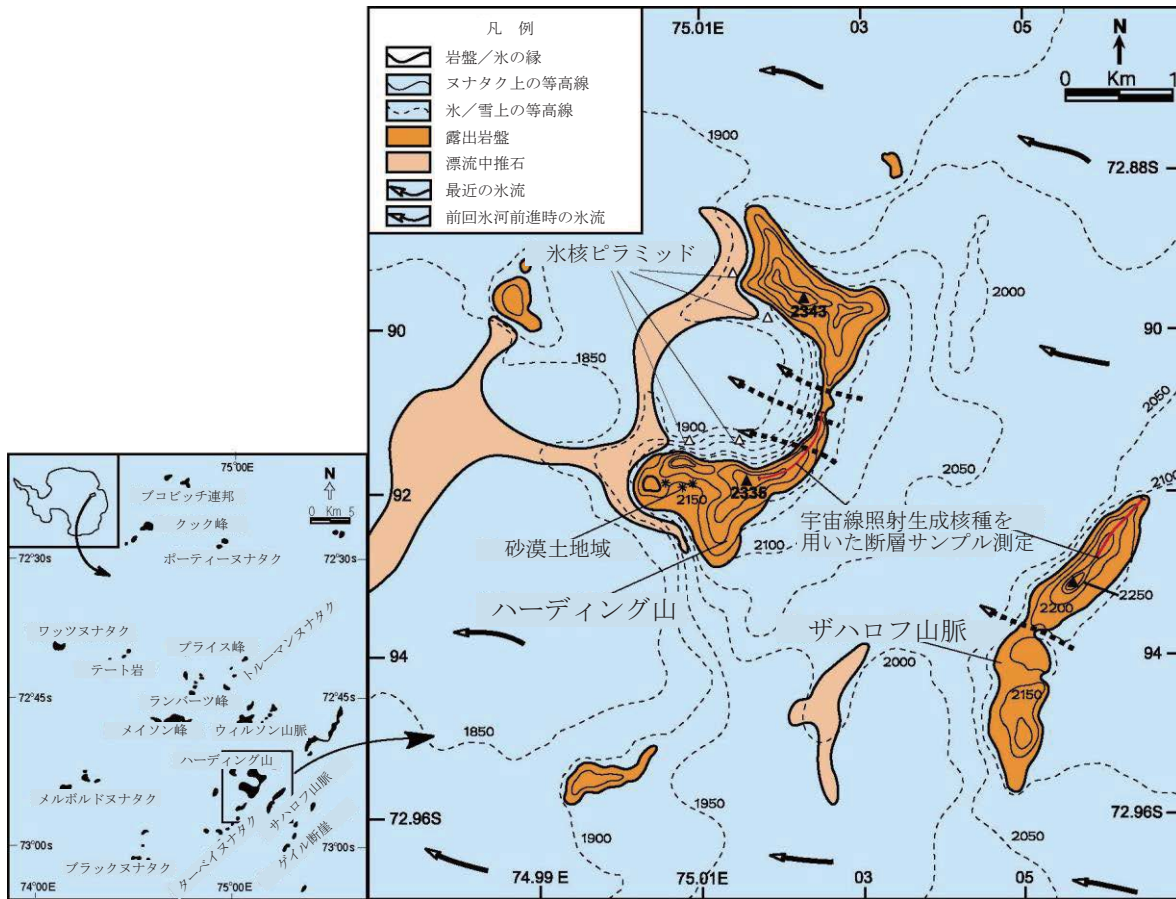


写真1：風食礫、2003年1月13日撮影



写真2：風食礫、2003年1月13日撮影

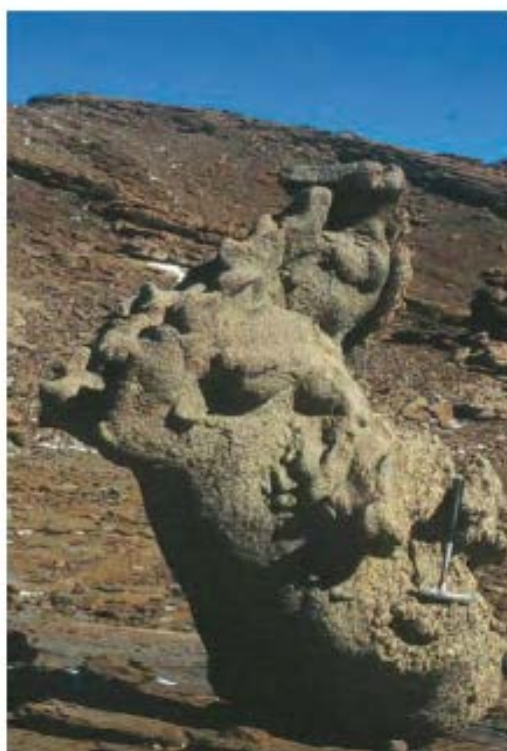


写真3：氷核ピラミッド、2003年1月12日撮影



写真4：釣り下がる氷堆石岩脈、2003年1月14日撮影



写真 5 : 氷溶解水プール、2003 年 1 月 14 日撮影



写真 6 : 羊背岩、2003 年 1 月 12 日撮影

