

## 目次

【第1章】発端と経緯	
はじめに	65
協力を提供	68
【第2章】行動概要	
当初の計画と行動内容	70
行動日誌	71
【第3章】	
ヘリコプターフライト	74
空撮の結果	77
ゴジユンバ氷河空撮	77
ゴジユンバ氷河周辺以外の空撮	77
GoProの撮影データ	78
【第4章】氷河池現地調査	
現地調査の基地	78
氷河池調査	80
装備と機器	80
氷河池の水深測定	80
ゴムボートでの計測	82
計測結果	84
水深の図化	84
【第5章】氷河池	
氷河池の計測	88
空撮と現場の比較	88
池の変化	88
氷河池の形状	91
池の変化を考える	92
白砂の丘の成因	93
変化と将来予測	94
流出口の落ち口調査	96
【第6章】氷河と水の動き	
氷河の変化	98
水の動き	102
池の形状変化とその予測、排水口	105
排水口の変化予想と対策	106
池の変化	106
氷河池の変化と流水の測定	109
【第7章】調査の結果	
調査結果の要約	109
調査より得られた結論	112
お礼	115

〔日本山岳会創立110周年記念海外学術登山隊〕

## ゴジユンバ氷河調査隊 活動報告

大 森 弘 一 郎

### 【第1章】 発端と経緯

#### はじめに

当会の初代会長の小島鳥水（久太）は、当時、日本の氷河地形を考える中心人物であつたと言われている。日本山岳会は地質や氷河や生物など、自然科学の分野での貢献も目指していたと見られ、特に氷河に対する関心は高かつたと思われる。

山はただそこにあるだけだが、その山に向かい、山を通して考え、行ない、感じて、自分に何かを得る。そういうかたちで、人々は山から恵みを受けてきた。言い換えると、

物言わぬ山からの言葉を聞き取って自らに役立てたということになる。こうした考えと同様に、今回も山が人々に言いたいことを、具体的なかたちで聞き取ってみたい、それを氷河の変化を通してやってみて役立てたい。小島鳥水の時代の人たちと同じ思いの行動を、現代の環境のなかでやりたいと考えた。

この調査と考察においては、自分が測定し、撮影し、また観察した事象のほかに、現代の技術で公開されている豊富な情報を使い、それを組み合わせて利用し、解明に役立てようとした。例えば、グーグルアースの衛星画像であり、気象衛星であり、フォトスキヤンのソフトであり、一眼レフの連写機能、GoPro、ヘリコプターであり、水深を測る

簡便な測深器である。これらは今後も簡便に活用できると  
思われる。

当会の一員として、会と縁の深い氷河との関係のなかで、  
氷河からの自然の声を人々への警告として聞き取ること、  
また氷河池の拡大が氷河決壊洪水（GLOF）を起こす場  
合には下流域に津波の被害を及ぼすが、これを予知して事  
前に防ぐこと。これを行なうことは我々の役目であろうと  
考えた。

我々と縁の深いクレープの中心にあるゴジエンバ氷河は  
格好の対象であった。さらに思いを広げて我々が直面する  
地球環境問題に貢献する、それを自分たちのできるなかで  
やりたいと考えた。

これが創立110周年記念事業への応募の動機であり、  
このような行動を目指している団体会員である「NPO山  
の自然学クラブ」を母体とするかたちで活動の申請をした。

これに対して、当会の理解が得られて、記念事業として  
取り上げられることが決まったのは2016年9月であ  
り、会報で参加募集広告をできたのは11月である。これに  
20人ほどの関心者が集まってくれた。

その後、資金の不足を埋めるために寄付を募り、多くの  
ご協力をいただき、計画の修正をした。また、流動的だっ

そこで、過去の気象情報を克明に調べ、経験と合わせて  
10月12日に日本出発と決めた。日本からのメンバーは3人  
で、現地参加のシェルバの活動を期待した。

### 過去の経験

この氷河には、1974年から縁があった。

1974年12月にクレープの上を飛んだときに写真記録  
を得ていた（P100）。このときの写真では小さい池を  
数個を探し出すことができた。1992年4月の空撮でも  
目は池に吸い寄せられた。このときはゴジエンバ氷河の  
ターミナルに大きい池が成長していた。

2007年11月に朝日新聞の武田剛記者が社機で氷河を  
写していたが、これにも全域は入っていない。前後してS.  
Thompsonの調査があった。

2009年に現地予備調査を行ない、2010年には空  
撮を行なった。これらの取得したデータを基礎データとし  
て今回の調査に活かした。

これを整理すると、以下のようなになる。

- 1974年12月：大森、GENメンバーでB727空撮
- 1984年： S.S.Thompson 調査
- 1992年4月：大森、PC-6空撮 S.S.Thompson 調査

だが自己負担額が増えるかたちの計画に変更し、調査を主  
目的とする本隊（G隊）の計画を縮少し、サポート隊（S  
隊とF隊）を計画のなかに据えるようにした。

調査の内容と参加費用に合わせて、参加者が次第に減つ  
ていくなかでも計画の準備を進めていた。

その過程で予想外のことが起きた。2月に大森が椎間板  
ヘルニアになったのだ。これの治癒に対する医師の診断内  
容により、計画を秋に延期した。当初の参加希望者には中  
し訳ないことであつた。

その後、審査委員小委員会の福岡孝昭氏、三浦英樹氏、  
神長幹雄氏の工夫と助言もあつて、調査を現地調査のみで  
なく、私にとって経験の多い空撮に現地調査を組み合わせ  
ることとし、参加しやすいように3つの期間の計画に変更  
した。

隊は空撮で得た資料を使って現地を調べる。そのために  
は空撮が先でなければならないが、遅くなると結氷があり  
現地調査に影響する。この「空撮→現地調査」の条件を満  
たすため、モンスーンが明けてなお、結氷の始まらない期  
間を上手につかむという難題をクリアすることが必要になる。  
モンスーン明けに関する過去情報は得られるのだが、  
氷結の情報は少ない。

2007年11月：朝日新聞・武田剛記者、社機で空撮、S.S.  
Thompson 調査

2009年11月：大森の現地調査

2010年4月：大森・岡内 PC-6空撮 S.S.Thompson  
調査

2016年10月：今回の空撮と現地調査

これを池の面積と体積の経過で見ると以下のとおりであ  
る。

	1974	1984	1992	2007	2010	2016
氷河池の表面積	2 ha	1	7以上	15以上	31 ha	27 ha
S.S.Thompson 面積	1	4	6	17	30	
氷河池の体積	不明	不明	不明	不明	不明	約160万立

全面積での比較が出せないが、ターミナルの池の拡大状  
況は、S.S.Thompsonのデータとうまく整合している。  
1974、1992、2007、2010年の記録と、グ  
ラアースの2015年の画像に、今回の空撮と現地測深  
調査を加えて検討し、さらにグーグルアースの過去データ  
（2008年まで遡れる）を加えて検討した。今回の空撮  
と現地での計測結果を次の調査のときの比較に役立てるた  
めに、ここに残す。

（今回の調査結果を表に加えると、2010年と201

6年で池面積が減っている、これは画像比較でも明らかで（P.95）、これは予測と全く違った。）

## 計画と行動

### リスクと対策

この「山」に「空と水」を加えた、我々にとって未経験の調査に行くことについて、不測の事態の予知と対策を考えていた。その一つは高度順化であり、順化を目的にした行動を重視した。順化に失敗した場合は速やかな下山を考えていた。

医師の同行が得られなかったので自己管理を徹底することを考え、最悪時にはヘリコプター使用を考えていた。ヘリコプターフライトにおいては、天候と雲と風を考えて無理のない飛行にパイロットを誘導をする。

ゴムボートの破損に不安があり、岸への接近時に岩の尖った部分に接触しないように注意する。ボートを出す際は、岸にはシートを敷いて傷を防ぎ、また細かく修理することを考えた。風と波によりコントロール不能とならないよう、天候と風に注意したが、幸いそうした事態には至らなかった。

以上の問題はいずれもクリアすることができた。

みると新しい発見があると思う。

このような画像がこのSSDディスクのなかにあるので、それぞれの目的で活用いただきたい。

### 3、研究者との意見交換

① S.S.Thompson (2012)は、2000年以降年率1割でターミナルの氷河池が拡大している、2009年でその水量は220万m<sup>3</sup>だと推定している。また、エンドモレーンの落とし口の水路は変動せず、ここから6.5kmの氷河は移動していないから、全長6.5kmくらいの大きさの氷河湖が将来形成される可能性がある」と指摘している。

幅1kmで、6.5kmとなり、その平均水深も50mと見積もって、ヒマラヤ最大級の不安定な氷河湖が将来形成される大きなリスクがあると予測しているが、その池はできず、別のリスクがあることが調査結果の結論である。

② ICIMODには報告を約束しているので報告する。

③ 中部大学隊（福井弘道隊長）とは情報交換をする。現地ではすれ違いになってしまった。

④ 名古屋大環境学部雪氷圏研究所の藤田耕史教授には200GBのSSDメモリを渡して、今後の氷河解析作業の展開に取り組んでもらっている。

なお、ボートについては、次回から2艇方式か無人ボートが良いと思われる。

## 協力と提供

### 1、画像の無償提供と活用への期待

今回の撮影画像に関しては、今後の研究のためにすべて提供することにした。申し出があった場合、自由な活用を期待し、200GBのデータ内容のすべてを無加工で提供する。「日本山岳会2016ゴジュンバ氷河調査隊提供」というクレジットだけで無償提供とする。

すでに提供してあるデータには、広島大学・中田高名誉教授と名古屋大学・藤田耕史教授のものがある。

### 2、撮影物の活用

写真情報は、撮影時に意識したものの数百倍である。カメラという記録媒体が取得した情報は、いかに活用するかで存在の意味が変わる。この空撮は少なくとも2016年10月の時点のものであり、内容にかかわらず今後得られることのないものである。

ゴジュンバ氷河の周辺とクレーンについては20161017 00714421~20161018 005113234の中に連続して入っている。フォトスキヤンの画像は、パソコンで画像処理をして

⑤ 防災科学技術研究所（井上公氏）とは情報交換を始めた。

⑥ 中田高先生（広島大名誉教授）には200GBのSSDメモリを渡して、画像情報解析の指導をしてもらっている。

⑦ 日本地図センターの田中圭氏にはデータの図化の指導をもらっている。

⑧ チャドテンにアメリカの大学が設置した機器は、恐らくソーラーパネルの強い反射だと思えるまぶしいほどの



① チャドテン頂上に光るもの



② 氷河を観察できるチャドテン (5065m)

光が池に届いていた。これは今後の現地の人々への影響が気がかりである。恐らく角度の変更で改善できるので、そのことを設置者に伝えることを考えている。

## 【第2章】行動概要

### 当初の計画と行動内容

行動の概略は、2016年10月12日羽田発、13日、15日カトマンズ、16日ヘリでルクラへ、17日、18日朝空撮フライト、18日ルクラ発、21日クワンデ・ピーク往復、22日クムジエン発、25日タンナ着、26日、29日氷河池測定、30日パンガに移動、31日落ち口調査、11月1日撤収、5日ルクラ着、9日朝羽田帰国。

なお、当初の計画と実際の行動は、以下のとおりである。

① 空撮のコースはヘリで1時間の4フライトを計画していたが、3フライトとなり、20分+70分+40分のフライトであった。

② GoProによる記録と一眼レフの24mmによる連続撮影は有効であった。

③ ゴジュンバ氷河のターミナルの近くにある、氷河池を俯瞰できるチャドテン(5065m)に登り、観測定点

⑧ 水深調査で、池が予想外に浅いという立体像を知ることができ、水の経路を考えることができた。水結している測れなかった池のなかに重要な鍵のあった可能性がある。

### 行動日誌

難産であった氷河調査がスタートした。

2016年10月14日：ICIMODとエアードायナスティ社(ヘリコプター会社)に行く。

15日：足止め。ヘリで上られるチャンス逃がす。カトマンズに入ってから2日間天候で足止め。衛星写真ではモンズンはもう終わっているのだが、ルクラはそうではない。猪熊隆之氏の予報では18日から奥地は良いとのこと。

16日：ヘリで上がる。雲のなかの低空フライトでルクラへ。

17日：早朝6時30分に飛ぶが、ゴジュンバ氷河は雲の壁に遮られて退散。20分フライト。その後、低層雲は変わらないが南が開いていることに着目して、ここから雲上に出て飛ぶことにした。11時15分に離陸。

ゴジュンバ氷河は少し雲が懸かっているが出ている。上部に行くくとエベレスト、マカルー、バルンツエ、アマ・ダ

を作ることを予定していたが、空撮の成果が得られたこと、また、アメリカ隊(学校名不明)がこの頂上に観測機を設置したとの情報があり、中止した(P69)。

④ 池にゴムボートを浮かべて行なった氷河池の水深調査は、結氷した池があつてすべての調査を行なえなかった。計測できた池も、位置データの記録整理を現地で行なえなかったため、不足部に気づかず、主要な箇所は測定のもれができてしまった。

⑤ モレーン端部の岩石採取は、調査地が広大過ぎて期間内の調査は見送った。一方、石が自然に組み立てられて暗渠になって水路となっていたであろう岩の集まりを発見し、水路がどのような形になっているのかのヒントにはなった(P102)。水の動きの解釈に役立つような白砂の浜があり、これに近寄れたのだが、氷の危険を冒してこの砂を採取することまで考えなかった。思えば残念で惜しいことであつた(P92)。

⑥ 氷河から流出する水量の計測は、事前準備がなかったが、工夫で可能になった。

⑦ 現場と周辺の空撮は、うまくチャンスをつかめ臨機に対応できた。Agisoft PhotoScanによる解析も活用できた。

ブラムの周辺の氷河が眼下ですばらしい。

ヘリはバンクが嫌いで飛行機と違う飛び方になる。その点の理解が必要だが、騒音でも手話のような交話が通じる。(離陸11:15↓着陸:12:25(現地時間)(日本時間は14:30↓15:40で、画像記録は日本時間である。)(11時40分の高度メモは2万4000ft(90knot))

18日：F隊の最終日、カトマンズに降りたヘリが帰つて来られないため、早朝フライトができない。上がつてくるのを待つて離陸、ゴジュンバ氷河を十分に見ることができた。会心のフライトであつた。これでF隊の目的は十分に果たせた。この結果は次の研究に役立てる。

離陸07:55↓着陸08:35(現地時間)(日本時間は+3:15)(高度メモは最高高度1万8500ft。一眼レフ記録20161017007\_144216~20161018005\_115228。GoPro記録10637961~11355503)

10時の便でF隊の岡内定治隊員は下山。ルクラの天候回復のなかで、ぎりぎりの行動であつた。

G隊・S隊は11時に出発、バゲティンまで。次第に飛行の感覚からトレッキングの意識になつてくる。

19日：バゲティンを7時半ごろ出る。途中、地震で壊れた家がある。急な坂に参る。腹をこわす。ナムチエバザー

ルは中国の温泉街のような風情がっかり。

20日：ナムチエバザール8時半発、ホテル・エベレスト、ビューに12時20分着。下痢は回復。オキシメーターは72、84、HbVでは最高92、着いたクムジエンでは76、86。

21日：順化のためにクワンデ・ピーク(4200m)往復。

22日：クムジエンからドーレへ。今日はテント生活の初日の試運転だ。歩きながら思うことは、高山病で亡くなった友人のこと。なぜピスタリ(ゆつくり)を教えられなかったのか、これからの十数日間、自分もこの教訓を活かしてゆつくり歩こう。歩きながら、空撮で見た氷河の碧い目の池と灰色の目の池は、女神の目なのか魔女の目なのかとさきりに思う。

23日：モン・ラでは400m下の谷の音が凄い。テントの地面が常に振動しているからすごい。この水源を調べに行くのかと思いつつ、そのテントで泊まった。谷のなかで寒いので、8時に早く出る。4000mのシヤクナゲの森を通過してドーレへ。テント泊の2日目、言われていたとおり寒い。朝は快晴。6時半ごろヘリが上空を通る。山はまだ朝日の余韻を残している。

小屋には夫婦と子供。モン・ラでは地震でびびり入った



③ ドウロードコシの向こうにモレーンとチョー・オユーが建物に子供2人。大変な教育環境だ。

ドーレに着く12時ごろには雲が湧いてきた。3時ごろは寒い。来る途中にチョー・オユーとモレーンが見えたが、あのモレーンの高度で何時ごろまで池にボートを浮かべられるかと考えてしまう。やたらに奥の細道の言葉が出てくる。中学の先生の朗読が思い出される。好きだった先生の姿も。「月日は百代の過客にして、行き交う年もまた旅人なり——」、なんと覚えていないはずの言葉が最後まで不思議にどんどん出てくる。この言葉のような不可逆の流れの時間のなかに生きる人間を考えている。

24日：ドーレからの道、マッチェルモで、テント場に着いて書いたもの。「今、送電のないところにいる、そこでもなんとWiFiはある、数日前にWiFiを開いてみたときに、たまった迷惑メールに回線が長時間使われたのが恐

ろしく、電池対策はあるが開けない。」

ここは標高4410m。地球温暖化でのヒマラヤの水河縮小など、陸上の水ストックが海に流れて海面上昇になるのか、さらに水循環がいろいろと変わって異常気象になったり何が起きるか、などと考えたり頭脳は働いてくれる。

25日：タンナ/4700m。パンガから下に降りた所に橋があつたはずだが、毎年橋を架け替えて、今はパンガの上流に移動していた(P103)。噴出した水で洗われたらしい岩を見る。岩に生える地衣類の様子から、これの発生が数十年昔だとすると、1992年の写真以前のことになる。そんなはずはない、どう考えたら良いのか。氷河が運んだ大きな岩がごろごろしている。

26日：氷河池調査(F池)、ボートを初めて降ろす。野本勇さんが乗ってくれて作業は軌道に乗る。一部氷が張っている。

27日：氷河池調査(C池)

28日：氷河池調査。野本さんはゴキョー・ピークへ、私はモレーンの中央の矮性小灌木の森の所へ。碧い池の成因が良く分かった。ブルーベリーの幹のサンプルをエンドモレーンの中心部で採集した。

シエルパのリンジンの話「ブルーベリーとピンクベリー

はいっぱいある、ペリチエでは採取して煮てジュースにして売っている、いっぱい採れる。鳥が糞で運んでいる。ピンクベリーとブルーベリーは混ざって生えているが、ブルーベリーのほうが少ない、ピンクベリーにはとげがある。デインボチエとチユクンの間でいっぱいとれる。Sisaq Ghorjeという名前でロッジで売っている。氷河の上を覆っている泥と石の下には水の層がある、これが解けて空洞になってそれが崩れて凹んで池になる。誤って歩くと危ない。」

29日：氷河池調査(M池)

30日：落ち口調査のためにパンガに移動。

31日：落ち口を調べて水量を測るために行く。落ち口のかたちを測り、ボートが流される量で、水の流速を知ろうとしたが、風に押し流されてうまくいかない。落ち口の上部という、なんとも危険と隣合わせの作業だ。これを断念して、物を浮かべてこれの移動を上から見て測ろうと考えた。

風の影響の少ないあり合わせのもの、緑色の棒とボトルと水筒を投げて連写でデータが取れた。乾燥のため咳がひどい、ダイアモックス半錠のためにトイレが多い。夜中せつかくの澄んだ空の星をゆつくりと見ることができな