



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ヒマラヤの氷河について I : ネパールヒマラヤの二つの氷河 付 氷河の用語について
Author(s)	渡辺, 興亜; WATANABE, Okitsugu; 遠藤, 八十一 他
Citation	低温科学. 物理篇, 25, 197-217
Issue Date	1967-12-25
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/18070">https://hdl.handle.net/2115/18070</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	25_p197-217.pdf



## ヒマヤラの氷河について I\*

ネパール・ヒマラヤの二つの氷河  
付 氷河の用語について

渡辺興亜

(名古屋大学理学部水質科学研究施設)

遠藤八十一

(北海道大学低温科学研究所 応用物理学部門)

石田隆雄

(北海道大学理学部地質学鉱物学教室)

(昭和42年7月受理)

### 目次

I. まえがき	197
II. ネパール・ヒマラヤの自然	198
III. タクブ氷河とグスタング氷河について	201
IV. 氷期の問題について	206
V. まとめ及び今後の問題	209
VI. あとがき	212

### I. まえがき

ヒマラヤ山脈はアジア大陸の南縁にあり、その規模が世界最大であることはよく知られている。しかしながらそれらの地域は一部をのぞいて最近まで外国人の入りこむことを許さなかったし、現在なおそのような状態が一部では続いている。第2次大戦後、ヒマラヤ山脈の中核を領有するネパール王国はその門戸を開放したため、多くの登山隊や学術調査隊がその地を訪れた。ネパール・ヒマラヤの自然に関する情報はそれ以後われわれにもたらされ、その自然が次第に明らかにされつつある。

ヒマラヤ山脈中の氷河は、アジアで最大のものである。しかしそれに関する知識はほとんどないといってよい。氷河は地球上の水の量や気候を支配するものとして人間の生活に極めて関連の深いものである。また人類が出現し、今日に至った時期、第4紀の気候変動と極めて密接な関連のあることが知られている。氷河は、その存在する場所の特殊な故をもって、多くの人々の関心を得るに至っていないが、その研究の重要性は今後ますます増加されると思われる。

\* 北海道大学低温科学研究所業績 第836号

筆者等は、1963年及び1965年の2度にわたり、ヒマラヤ山脈中のネパール・ヒマラヤ地域の氷河に接する機会を得た。

この報文で報告するものはその調査結果である。現在までの調査は、ヒマラヤ山脈の氷河及び氷期について論ずるに不十分であるが、一応の結果を得たのでここにその概略を示し、今後の詳細な研究の資料に供したい。

この調査は北海道大学テチス地域自然史総合調査計画\*の一環をなすものである。

## II. ネパール・ヒマラヤの自然について\*\*1),2)

### II-1. ヒマラヤ山脈の地理・地形およびその区分について

一般に、ヒマラヤ山脈とよばれているものは、2,400 km に及ぶ距離をもち北緯 28~37°、東経 75~90° にわたって東西に長くのびた山脈である。

このような巨大な山脈に対して、それを一括して扱うことは大変不便なので次のような区分がなされている。

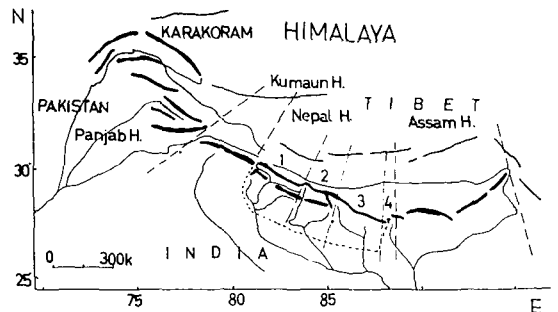
- i) パンジャブ・ヒマラヤ
- ii) クマウン・ヒマラヤ
- iii) ネパール・ヒマラヤ
- iv) アッサム・ヒマラヤ

これらの区分は、一つの独立した山群に対してつけられたものもあるが、一般に地理・地形的要素で区分されたものでなく、行政的な区分と一致している。したがってアッサム・ヒマラヤを、シッキム及びアッサム・ヒマラヤに細分する場合もある。

この報文ではネパール・ヒマラヤの氷河についてのべる。

ネパール・ヒマラヤは、その水系によって三つの区域に分けられている。カルナリ・ガンダキ及びコソンの三つの地区である。ここでのべる氷河は、カルナリ地域の西端とガンダキ地区の西端に属するが、ネパール・ヒマラヤの西端と中央と考えてさしつかえない。これらの区分は便宜的なものであって、かならずしも、その自然区を意義づけるものではない。以上の区分は第1図 a に示されている。

この報文でのべる氷河にかかわる地形については後に詳しくのべるが、一般にヒマラヤ山脈と呼ばれるものに対し次のような地形区分がなされている。南からシワリーク山地 (1,000~1,500 m)、レ



第1図 a ヒマラヤの地域区分

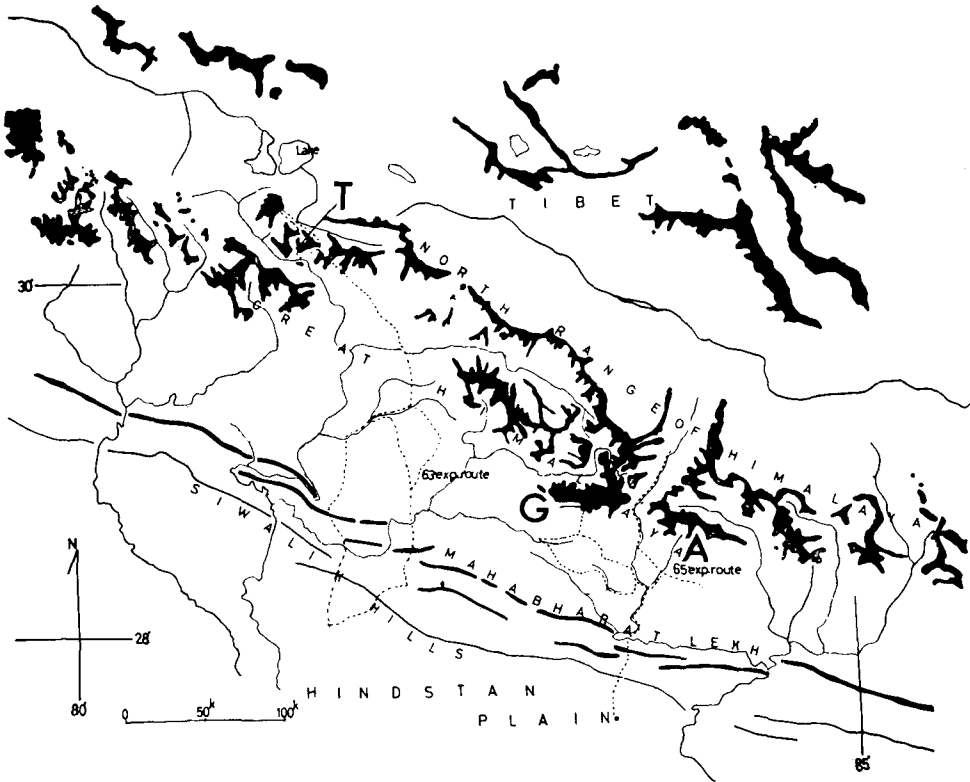
- 1: Nepal H. (Himalaya の略) のカルナリ部,
- 2: ガンダキ部, 3: コソ部, 4: シッキム・ヒマラヤ

\* Contributions from the Tethys Socilty, Hokkaid.o Univ. No. 3.

\*\* この章は文献 1), 2) に拠った。

ッサー・ヒマラヤ (3,000~4,000 m) 及びグレート・ヒマラヤ (6,000~8,000 m) である。一般にカッコ中に示したような標高をもっている。さらに詳しい地形区分がなされる場合もあるが、一般的なもの以上の三つである。

氷河形成にかかわる地形的要素として河川がある。ヒマラヤ山脈を切断する河川としてブラマプートラ川やインダス川は著名であるが、そのような、山脈を切断し、深い切れこみをもつ河川はいくつかある。それらのいくつかは、グレート・ヒマラヤを切断し、チベット高原の水をガンジス平原に流す。これらの河川として、先にのべたカルナリ・ガンダキ・コシ河がある。これらの河川は急激なヒマラヤ山脈の上昇と、豊富な水量によって深くかつ広い侵蝕をうけており、インドから北にむかうモンスーンの北への侵入を助ける。



第1図 b 西部ネパールの概念図

T: タクブ氷河, G: グスタング氷河, A: アンナプルナ・ヒマール

## II-2. ヒマラヤ山脈の気象について<sup>\*1),3),4),5)</sup>

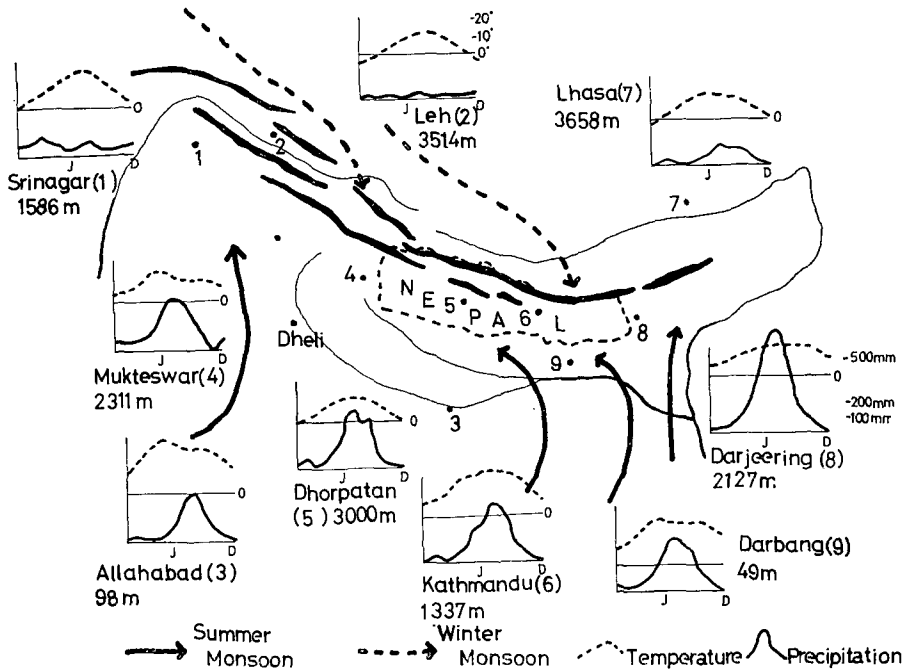
ヒマラヤ山脈では夏になると、多量の降雨・降雪を伴うモンスーンとよばれる南西の季節風が吹きはじめることはよく知られている。夏のモンスーンは、セイロンでは5月末にはじまり、しだいに北上してネパール・ヒマラヤには6月の中旬頃に達する。ヒマラヤの西端のカラ

\* この章は文献 1), 3), 4), 5) に拠った。

コラムでは、7月に入ってその影響をうける。このモンスーンは、9月の下旬又は10月上旬にはその勢いをゆるめ、しだいに南に下がっていく。この熱帯季節風は、熱帯前線の季節的変位によって生じるもので、その変位をみるとアジア大陸ではかなり北方まで変位する。しかしインドの北を通る熱帯前線は、チベット高原(4~5,000 m)及びその南端のヒマラヤ山脈(6~7,000 m)に妨げられそれより北上することはない。

熱帯前線の構造を南北にみると、インド洋上空で8 kmの厚さをもっていたものがインド上空では3 km程度となり、北にいくにしたがいその厚さを減じている。一方チベット高原は、夏期には直射日光によってその地肌が急速にあたためられ、この高さの自由大気の気温よりはるかに高くなるため、これに接する大気があたたまり、気層全体が上方に伸長する。このため6 km以上の上空では、上層天気図中に巨大な高気圧があらわれる。この高気圧から四方に発散する気流のために、3 km程度の高さ以下では低圧部となり、モンスーンがヒマラヤ斜面に侵入することを助ける。しかしモンスーンが7,000 mの高地に達することは稀で、ほとんどの水蒸気はシワリーク山地やマハバラート(レッサー・ヒマラヤの南)山地で降水となる。夏期(6~9月)の雨量をみると、インド平原で911 mm(アラハバート、標高98 m)、ヒマラヤ地域に入ると1,119 mm(カトマンズ、標高1,337 m)、1,180 mm(ドールパタン、標高3,000 m)となっており、4~11月の統計では1,990 mm(シワリーク山地)という報告もある。

しかし時にはモンスーンは、低気圧としてグレート・ヒマラヤを越し、チベット高原に達する。年間100 mm(チャンタン高原)程度の降水量のほとんどは夏期にもたらされる。



第2図 ヒマラヤの気候

1963年の調査は8~10月に行なわれたが、氷河への行程での気象記録によると、シワリーク手前まではほとんど降雨がなく、シワリーク~マハバラート間で連日モンスーンの降雨にまわられた。しかしマハバラートの最大の峠(5,000 m)をこすと雨はほとんど降らず景観も乾燥気候的なものになる。1965年の調査では10月末に氷河に達した。これは夏のモンスーンが終わった直後である。

氷河地域では、5~6,000 mの周囲の山にはもとより、氷河上にもその年のモンスーンによる積雪はみられなかった。これらのことはモンスーン期にその水蒸気がグレート・ヒマラヤの高所(6~8,000 m)に降水又は降雪をもたらすことは、一般に考えられている程ではないことを示している。

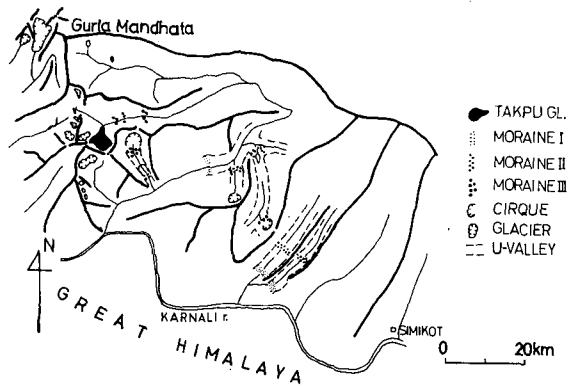
冬には、北西季節風が吹きはじめる。これは蒙古に中心をもつ高気圧からの吹き出しである。冬の降水は、ヒマラヤ南縁を吹きぬける周極偏西風によって、ペルシャ方面から流れこむ低気圧によってもたらされる。この低気圧は広域にわたって降水をもたらすが、その量は夏期にくらべるとはるかに少ない。

ヒマラヤ山脈周辺の年間降水量の分布(第2図)をみると、東部では夏に一つの極大が現われる型であるが、西部では冬と夏に二つの極大をもつもの及び極大は夏にあっても、冬にもかなりの降水量を示すものがみられる。

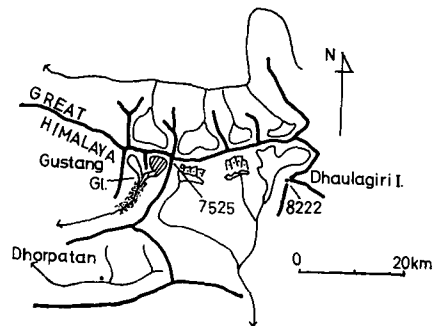
### III. タクブ氷河とグスタング氷河について

ここでのべる二つの氷河のヒマラヤ山脈中の位置は第1図bに示されている。タクブ氷河については、1963年10.20~11.4の15日間、グスタング氷河は1965年10.29~11.4までの7日間調査を行なった。これらの氷河は第3図と第4図に示されるように、グレート・ヒマラヤの南斜面と北斜面(これについては、後に詳しくのべる)にある。両者の間には気候・地形・その他氷河形成にかかわる諸条件に相異がみられ、そのちがいを反映して両氷河の間に、形態・構造・流動等に対照な点がみられる。

次に両者を比較しながら、調査結果を記載する。



第3図 タクブ氷河の周辺地形及び氷河作用による地形の分布



第4図 グスタング氷河の周辺地形図

### III-1. 氷河の形態

氷河の形態は一般に、地形及び気象条件によって決まる。しかし気象条件は長い期間（例えば第4紀のような）を考えると常に同じではないから、氷河はその形態を次々にかえながら消長をくりかえす。一般に、その系列は次のように考えられている。

圏谷氷河期  $\rightleftharpoons$  谷氷河期  $\rightleftharpoons$  山麓氷河期  $\rightleftharpoons$  氷床期 (Flint, 1956)<sup>6)</sup>

しかし南極のように、常に氷床のところもあるし、アルプスやヒマラヤの一部のように、地形的に谷氷河以上の形態をとりえないところもある。

タクブ・グスタングの二つの氷河地域について、その現在の形態と周囲の氷河の形態及び過去の氷河の氷河遺跡についてみると、

タクブ氷河地域 圏谷氷河—谷氷河—(山麓氷河)—(氷床)  
グスタング氷河地域 (圏谷氷河)—谷氷河

となる。カッコのなかは氷河の遺跡を示す。現在、この二つの氷河は谷氷河の形態をもっているが、詳細にみると前者が二つ以上の涵養域をもち消耗域でつながる、横断氷河型 (Transsection type gl.) ないし氷舌部の短い谷氷河型 (Valley type gl.) であるのに対し、後者は長い氷舌をもつ典型的な谷氷河型である。

先にのべた、これら二つの氷河の周辺部の氷河遺跡と現在のものをみると、現在は南斜面の氷河の規模の方が大きい、過去にはその逆であったことを示している。

### III-2. 涵養域と消耗域及びその機構

タクブ氷河は第5図に示したように、二つの涵養域 (accumulation area) をもち、中流で合流している。氷河は東西に走る山稜 (6~6,400 m) の北側にはじまる。地形図上、東側のAの部分は、ここでの断面観測によると、30 cmのザラメ雪層の下がすぐ氷となっており、積雪から氷へ漸移していないことから涵養域でないことがわかった。これらの積雪は、常にそこにあることなく、再びどこかに移動していくのであろう。

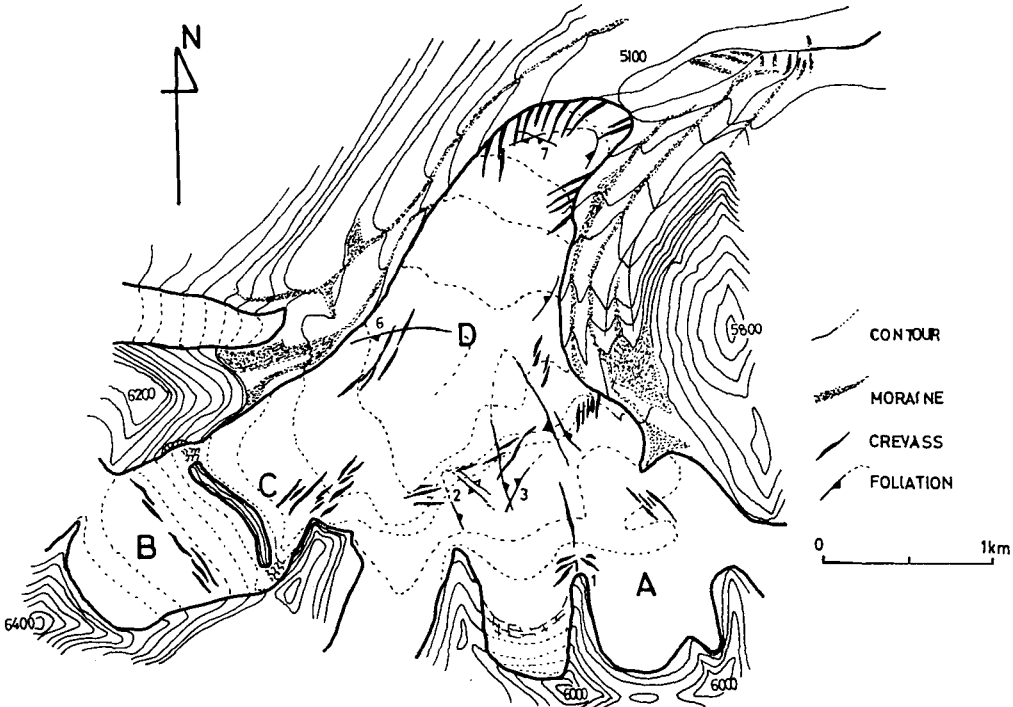
山稜の南側は完全に岩盤が露出しており、そこで堆雪が行なわれていないことを示している。東の氷河源流域の1.の地点で水中に厚さ1.5 mの層理がみられた。密度の比較から年間約2.7 mの堆雪が予想される。B地域の末端は氷瀑 (ice fall) であり、毎日午後になると崩壊がみられる。これは、B地域の上部で堆雪があり、氷化・流動していることを示している。以上の観察から、この氷河の涵養域は山稜からA及びBの上部のかなり急峻な標高差3~400 mの部分であると考えられる。

一方、第3図のタクブ氷河周辺地形図からわかるように、この地域でタクブ氷河程度の規模に達しているものは、グルラ・マンダータ (標高7,600 m) 周辺を除くと全くみられず、一般には6,000 mの高度では堆雪もみられない。このことはタクブ氷河の存在が地形的有利さ (推雪・消耗に対する) に由来していることを示していると考えられる。

タクブ氷河の涵養域の上部にあたる山稜は、風によって運ばれる雪を、その北側の斜面に雪庇や吹溜りの形で堆積し、それが氷河への雪の供給となる。AやCの地域で雪崩の生じた

形跡は全くみられない。これは、山稜からはじまる急峻部が、溜めた雪を崩壊さすことなしに、氷化を進めながら下部に移動させるに適度な角度をもち、かつ堆雪も適度な量で行なわれていることを示している。

この氷河の消耗域 (ablation area) は、b 地域～氷舌端 (snout) である。氷河の末端から湧出する水は澄んでおり、これは、融解がさほど急激でないことを示している。末端 (5,200 m) 付近では氷河表面での融解もみられるが、すこし上流 (5,300 m) にいくと氷河上の積雪の含水率も低く、調査した時期 (10月) ではほとんど融解していないと考えられる。氷河の舌端部の露岩に近いところでは末端部と同じ程度の融解がみられる。



第5図 タクプ氷河

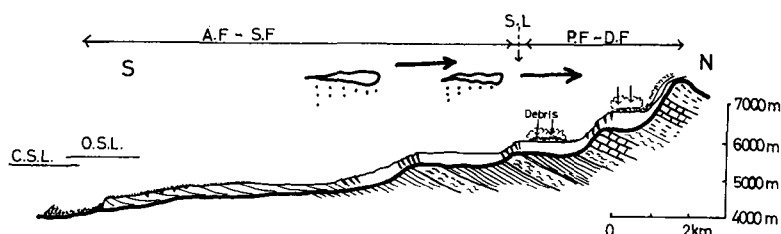
グスタング氷河は第6図に示されているように、ダウラギリ・ヒマール山群 (7,200~8,100 m) の南斜面にかかる氷河の一つである。

この氷河での調査は、末端 (4,250 m) から 4,770 m の間で行なわれた。涵養域と考えられる地域に接近することは出来なかったが、望見したところでは、最低位氷瀑 (5,500 m) から稜線 (7,200 m) の間がこの氷河の涵養域と考えられる。グレート・ヒマラヤ南斜面の氷河 (図版 I, II) は極地氷河やアラスカ・アルプスの氷河にみられるような万年雪域 (Firn) をもつことは少なく、堆雪の集中や密度の増加 (氷化) に雪崩が大きな役割りを果している。地形図や写真資料から一般に次のような構造をもって考えられる。



(foliation) である。この氷河では、層理は涵養域の直下 (1 と示してある地点) で、フォリエーションは全域にわたってみられた。層理は堆積の構造を示すもの、フォリエーションは流動に伴って形成される氷河滑动面の 1 つと考えられている。層理は、すでにのべたように第 5 図中 1 の地点で 1.5 m の厚さ (上限と下限は土砂による汚染層で区切られる) をもったものがみられただけで、それより下流では全くみられない。フォリエーションは第 7 図 b に模式的に示されているように、上流から下流にいくにしたがい、次々に形成されるものが、それより先に形成されたものの構造的連続性を乱しながら付け加わっていく。最下部では初期に形成されたフォリエーションで褶曲しているものもみられた。この氷河の流動速度の測定は下流から中流にかけて 4 つの旗列を設け (第 7 図 b) 10 日間の移動量を測定した。それによると 6 cm/day を越すものではなく、平均 2.2~3.5 cm/day で、氷河の流速としては大変小さい。

雪の供給量が少ないことと、氷河全体が寒冷であるため、流動が緩慢になり、その規模が小さいにもかかわらず複雑な構造を示している。

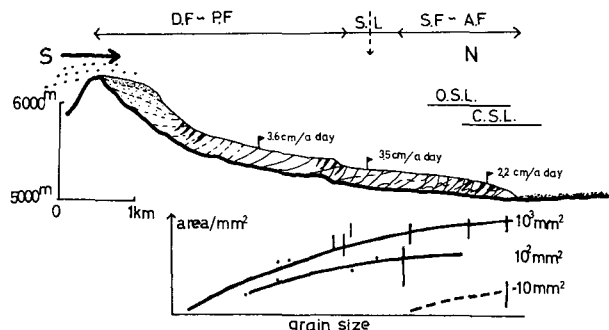


第 7 図 a グスタング氷河の模式断面図

A.F: Ablation facies, S.F: Soaked facies, P.F: Percolation facies, D.F: Dry snow facies, S.L: Saturation line, O.S.L: Orographic snow line, C.S.L: Climatic snow line. 第 7 図 a, b とも水体部は拡大されている。

アラスカなどの温暖氷河 (temperate glacier) では、供給量は大きく、流動速度は数 10 cm~数 m/day と大変大きい、形成される内部構造は比較的単純である<sup>11)</sup>。氷結晶の粒度測定の結果は第 7 図 b に示されている。これは薄片面にあらわれた粒径を測定し、その平均を出したもので真の粒径を示すものではないが、結晶粒が一般に大変小さいことがわかる。最大でも 2 cm (直径) を越すことはない。

グスタング氷河では、タクブ氷河で行なわれたような調査はなされていない。したがって両者を直接比較することは出来ないが、グスタング氷河を含めて、グレート・ヒマラヤの南斜面の氷河はタクブ氷河とかなり異なっていることが、写真など



第 7 図 b タクブ氷河の模式断面図

Grain size の測定位置は図中の測定値 (黒丸及びタテ線) の真上

からわかる。例えば流速が数 m/day に達するものが南斜面の氷河にはあるといわれている。エベレストの南にある Kumb 氷河での測定によると平均 14 cm/day である (T. Hagen, 1963)<sup>1)</sup>。これはタクブ氷河のそれにくらべて数倍の値である。

#### IV. 氷期の問題について

現存する氷河の周囲を詳しく観察すると、過去において現在よりはるかに大きな規模もっていたことがわかる。同時に、規模が拡大してただけでなく、いくたびか氷河の規模や状態が変動していることもわかる。氷河の変動いいかえれば気候の変動にもなって形成され、現在にのこされているものとして、氷河堆石丘群 (moraine hills), 氷蝕テラス, 圏谷 (cirque), その他の氷蝕地形, 河岸段丘 (river terrace) などがある。

このような氷河の変動が、氷期・間氷期のくりかえしと対応していることが、ヨーロッパ・アメリカ大陸での研究で確かめられている。現在のところ、ヒマラヤの氷期に関する報告は見あたらないが、氷期が汎世界的規模で起った気候変動であるとする、ヒマラヤ山脈にも何んらかの影響があったはずである。

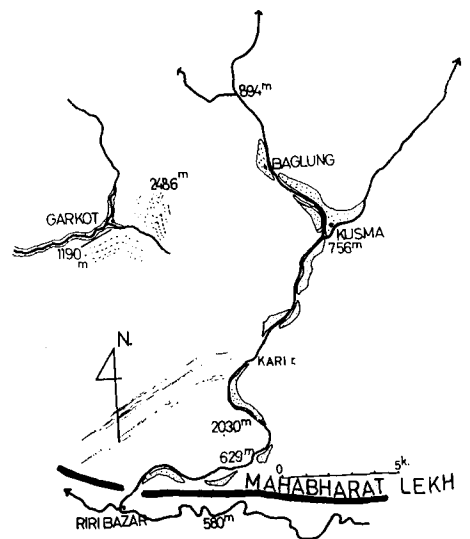
筆者等は現存氷河の調査と併せて氷期に関する予察的調査も行なった。ヒマラヤ山脈のように山脈そのものの形成・急激な変動が第 4 紀に入ってから起ったと考えられるところでは、気候変動に関与する現象と地殻変動に関与する現象とを明確に区別し、それぞれの形成順序を組み立てることは大変むずかしい。調査はまだ不十分であるが、今までに得られた結果をまとめると次のようになる。

##### IV-1. 河岸段丘について

河岸段丘の成因については現在十分にわかっていない。その形成に関与するものとして、a) 直接氷河の侵蝕をうけたもの、b) 気候変動に伴う河川の侵蝕力の変化に関するもの、c) 地盤上昇の変位によるもの、などが考えられる<sup>10)</sup>。しかし実際には、そのうちのいくつかが同時に関係している場合が多い。ヒマラヤ山脈地域では、氷河に近接したところでは a) が、下流域では b), c) が主なる原因となっていると考えられる。

調査はカリ河流域 (中央ネパール) とスン・コン河流域 (東ネパール) で行なわれた。測定は段丘群と現河床の比高に対してなされ、同時にその分布も調べられた。それらの結果をまとめたものが第 8 図、第 9 図及び第 1 表である。

カリ河沿いの段丘は、堆積段丘であって、片麻岩・花崗岩や低変成度岩を礫とし、それを



第 8 図 カリ河沿いの河岸段丘の分布

非常に細粒な砂質物質がうめっている。現在すでに礫岩状になっており、岩質からそれらが源を氷河に発していることは明らかである。

段丘の形成時期や、段丘間の対比はその堆積物中にふくまれる化石や有機物の同位元素などを使って調べられる。しかしヒマラヤの場合そのような資料を得るに至っていないので、最も新しい段丘群(3~10 m)を基準にして、比高によるグループ分けによってその対比を試みた。この場合次の仮定が前提となる。

1. 河川の侵蝕力や地盤上昇量には地域によって多少の相異がある。しかし気候変動の影響は広域にわたるから、例えば比高の絶対値に相異があっても、いくつかの段丘群を同時期形成とみなせる可能性がある。

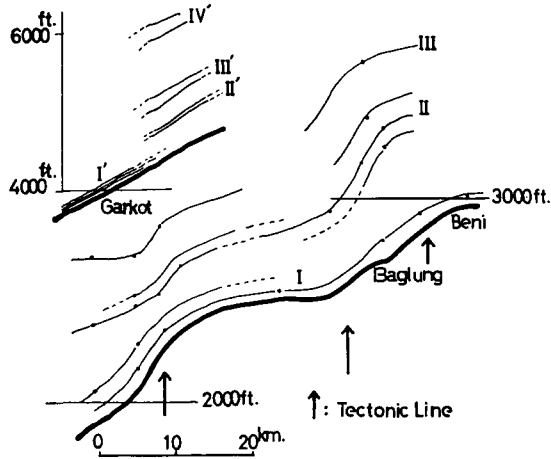
2. 一般に、気候変動によって侵蝕力が変化する期間は地盤変動の持続する期間にくらべて短い。しかがって数10 m~数100 mの比高差のある段丘は一氷期中に形成されたと考えるより、夫々が独立した氷期に属するものと考えた方がよい。

1. 及び 2. は段丘群の対比や形成時期の推定の助けとはなるが、それだけでは不十分な事はいうまでもない。しかしながら、第9図に示されたようにカリ河沿いの段丘線が地質構造線を境にして、その互いの平行性を失なうという事実や、グループ分けされた段丘群間の比高が大変大きい点など、ヒマラヤのように比較的短期間に急激な上昇を行なったと考えられる場所では、1. 及び 2. の前提は有効なものと思われる。

IV-2. 氷河堆石丘群・氷蝕地形について

タクプ氷河及びグスタング氷河周辺の氷河堆石物と氷蝕地形(氷蝕段丘・圏谷)の分布は第3図、第5図及び第10図に示されている。

ここで氷河堆石は端堆石堤(end moraine)といわれるもので、ある時期に氷河の収支が均衡していたとき形成されたものである。タクプ氷河周辺の堆石群に対して、下流から第3図のようにモレーンI・

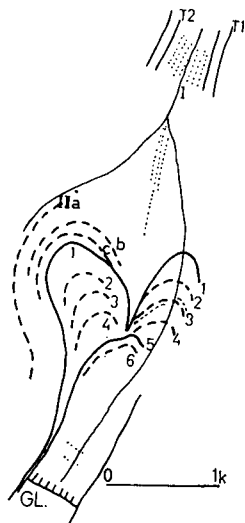


第9図 カリ河・ガルコット村周辺の河岸段丘群の比高

第1表 スン・コシ河流域の段丘群

1,000 m 段丘	IV''	
3~400 m, 4~500 m 段丘群	III''	洪積世
40 m, 70 m, 100 m 段丘群	II''	
3 m, 4 m, 5 m, 10 m 段丘群	I''	沖積世

数字は現河床からの比高



第10図 グスタング氷河周辺の端堆石堤の形状及び氷蝕テラス群

II・III と名づけてある。モレーン III の上流は、圈谷又は現存氷河に続く。タクブ氷河では、現在の氷河面より高い位置に側堆石堤 (side moraine) I・II がみられるが、これはさきのモレーン II・III と対応することが現地で認められた。

第 10 図はグスタング氷河の末端より下流にみられる端堆石堤及び氷蝕テラス群を示したもので、これは明らかにグスタング氷河の気候変動にもとづく消長が形成したものである。現存氷河に続く側堆石堤及び端堆石堤は、その形成が比較的新しいものでは、形成順序や相互関係をよく保存している。その形成は次のように考えられる。

- 一. テラス 1 (T<sub>1</sub>) を形成した時期。
- 二. テラス 2 (T<sub>2</sub>) を形成した時期。
- 三. 現河床位までさがった時期。
  - 三-1. モレーン I (端堆石堤, 以下同じ) を形成。このモレーンは解析がすすみ、保存状態は他のものにくらべ悪い。モレーン I の一部には底堆石 (ground moraine) を含む。
  - 三-2. モレーン I を形成した氷河の後退。
  - 三-3. 前進期。以前の側堆石堤を破壊し、氷舌が二つに分かれる。
 

図中 IIa の端堆石堤を形成。
  - 三-4. 後退期。IIb, IIc を形成しながら、上流へ後退。
- 四. 最も新しい前進期。最後の氷期又は亜氷期を示すものと考えられる。
  - 四-1. 前進期。図中 1 の位置のモレーンを形成。
  - 四-2. 後退期。2~6 のモレーンを形成しながら後退、さらに後退がすすみ現在の位置に至る。

#### IV-3. ま と め

現在までの結果をまとめたものが(第 2 表)である。表中に示したように、相互の対比は厳密なものではない。例えばグスタング・タクブ両氷河にしても、一応気候変動に忠実な変動をし

第 2 表 氷河のまとめ

水 地 域	カリ河及びガルコット周辺の河段丘	スン・コン流域の河岸段丘	グスタング氷河の堆石群及び氷蝕段丘	タクブ氷河の周辺
沖 積 世	I' 及び I 群	I'' 群	IV の後退相 (IV-2)	末端付近の端堆石群
III			IV の前進相 (IV-1)	モレーン III
ネーパール氷期-	II' 及び II 群	II'' 群	後 退 相 (III-4) ?	タクブ側堆石 II
(ウルム氷期) II ?	III' 及び III 群	III''' 群	前 進 相 (III-3)	モレーン II
			後 退 相 (III-2) ?	タクブ側堆石 II
I			前 進 相 (III-1)	モレーン I
			後 退 相	
チベット氷期 (リス氷期) ?	IV' 及び 0 群	VI' 群	テラス 2 及び 1	U 字谷その他大規模な氷蝕

たものと仮定されるが、T. Hagen (1963)<sup>1)</sup>によるとほとんどの氷河が後退している現在でも、マナスルの近くの氷河で前進しているものがあるという。ここで扱う二つの氷河に於いて、そのような気候変動に対して不規則な動きがないかどうかはひきつづいて調査される必要がある。この氷河を標式地としてとり扱うにはまだ調査が不十分である。氷河堆石群にあって、現在あるもののみが氷期の変化を示すものではなく、例えば氷河が気候変動に対応して前進した場合、それまでの堆石群を破壊し、それ以後の後退相のみを示すということは起こりうるのである。表中のネパール氷期・チベット氷期は便宜上つけられたものであって、それらがヨーロッパに於ける氷期（リス・ウルム氷期）と対応するかどうかは現在わかっていない。その時期に最も広範かつ活発であった場所を特徴づけるものとしてネパール及びチベットなる名称を用いた。

## V. ネパール・ヒマラヤの氷河について

これまでの章で、ヒマラヤ山脈中の南斜面と北斜面に現存する二つの氷河について及びこれらの氷河の過去に於ける消長についてのべた。ここでの南斜面、北斜面という地形上の特徴は、グレート・ヒマラヤをはさんでその北側と南側という意味であるが、実際には、グレート・ヒマラヤは必ずしも1本の連続した線であらわすことは出来ない。特に西ネパールでは明瞭に2本の列となり、一方をグレート・ヒマラヤ、他方をラダーク・レンジ (Ladak range) と名づけられている。

したがって、ここでは次のように定義する。南斜面とはヒマラヤ山脈の最も高い部分（それが1列でも2列でもよい）からガンジス平原に連なる斜面を、北斜面とは、チベット高原（チャンタン高原）をふくめ、それに連なる斜面をいう。その中間域は、それぞれの場合によっていずれの側か判断される。

気象の項でのべたように、グレート・ヒマラヤ及びチベット高原は東アジアの気候に重要な役割りを果たしている。したがってその山脈の上にある氷河の向きは、小気候的影響以上の気候的影響をうけていると考えねばならない。

### V-1. 氷河の分類

もし明確に定義された分類の方法があるとするれば、いままでのべてきた二つの氷河をその方法で分類し、その両者に於ける特質を明確に示すことが出来る。

現在、氷河の分類には Ahlmann (1948) と Benson (1962) による二つの提案\*がある<sup>8)</sup>。Ahlmann の提案にもとづいて、二つの氷河の分類を試みると、タクブ氷河は準極地～極地氷河 (sub polar～polar glacier) に、グスタング氷河は温暖氷河 (temperate glacier) に分類される。これは氷河内部の温度にもとづくものであり、その違いによって構造・流動の速度・形態に相異があらわれる。

しかし、グスタング氷河の場合、氷河下部は水と氷が共存しているような状態であるが、高所では年間を通じて極めて寒冷 ( $-10^{\circ}\sim-30^{\circ}\text{C}$ )<sup>9)</sup> であり、これを一括して温暖氷河として扱うには不合理である。このような矛盾は同時に Ahlmann の提案の欠点でもある。その矛盾を

\* 氷河の用語について参照。

補うために C. S. Benson は、Diagenetic facies の概念を導入した。それによって分類したものが第 7 図に示されている。この場合湿潤線 (saturation line)\* の位置が、積雪・氷河にみられる諸現象の質的な転換点として重要な意味をもつが、タクブ氷河では約 5,300 m, グスタング氷河では 6,000 m 付近と推定される。この Diagenetic facies の概念も、堆雪層については有効であるが、氷河全体の特徴を示すには不十分である。しかし両者の間に、形態的・地球物理的諸現象におけるちがいがあことは明らかであり、又、それらの対照が、この章のはじめにのべたように、グレート・ヒマラヤの二つの斜面における、現在の気候的・地形的諸条件を反映したものと考えると大変興味深い。

もし、これら二つの氷河が、両斜面上の氷河の特徴を代表しているものとする、その対照を明らかにすることは、氷河間の諸現象の相異からその気候的・地形的条件を明らかにしようとする比較氷河論の出発点となる。

これら二つの氷河が、どの程度両斜面上の氷河の一般的特徴を反映しているか判断することは、現在のところ不可能である。しかし図版 (I 及び II 参照) に示したように、現在得られる写真や地形図等の資料、及び、両氷河周辺での観察から、これら二つの氷河が、おおよそ両斜面の氷河の標準的なものに近いと考えてよいと思われる。

これからの調査に於いては、両斜面上の氷河の相異が何によってもたらされ、それが何を意味するかが主たる興味となろう。今後の調査の便宜のために、又現在までの調査の結果を総括するものとして、南北両斜面上の氷河に対し、前者をネパール型氷河、後者をチベット型氷河と分類する。それらの定義を簡潔かつ明瞭に示すことは現在のところ出来ないが、先にのべた Ahlmann, Benson の提案にもとづく分類上の位置に、第 3 章でのべたような、形態・涵蓋の機構・地史上の位置及びその他の地球物理的諸現象における対照が付け加えられたものと考えてよい。

#### V-2. 現在及び過去における気候・地形と氷河の関連について

ネパール・ヒマラヤを訪れた日本の登山隊によってもたらされた氷河の高度・形態の資料を表にすると第 3 表のようになる<sup>9)</sup>。

第 3 表 ネパール・ヒマラヤの氷河

氷河の名前	地 域	氷河の向き	形 態	氷河の長さ	末端の高度	測定年
サルバチョム	東ネパール	南	谷 氷 河	3 km	3,850 m	1960
ツ ラ ン ギ		南から北へ向う	〃	10 km	3,950 m	1962
アンナブルナ南	中央ネパール	南	谷～横断氷河		4,000 m	1965
ヒ ム ル ン	中央ネパール	南	〃		3,900 m	1964
ジュ ガ ー ル	東ネパール	南			4,000 m	1961
ア ピ	西ネパール	南	谷 氷 河	4 km	4,000 m	1961
ヒマルチュリ	中央ネパール	北	〃	8 km	5,250 m	1960
チューレン北	中央ネパール	北	谷～横断氷河	2~3 km	5,050 m	1963
ドウラギリ IV	中央ネパール	北	谷 氷 河		5,000 m	1965

\* 氷河の用語について参照。

これによると南向きと北向きの氷河で末端の標高が約 1,000 m 異なっている。タクブ氷河とグスタング氷河の場合も同様である。

夏期における地上気温をもとに、気象条件によって湿潤及び乾燥断熱気温減率をあてはめそれぞれの側の気候学的雪線 (climatic snow line) の高さをもとめると、南斜面では 51~200 m、北斜面では 5,800 m となる。一方、グスタング氷河及びタクブ氷河の周辺での実際の雪線 (地形的雪線 orographic snow line) は前者で 5,500 m 付近、後者では、氷河のある地域をのぞくと標高 6,000 m 付近でも露岩していることから、6,000 m 以上と推定される。

グレート・ヒマラヤの南斜面と北斜面ではさほど緯度がちがうわけではない。にもかかわらずこのような大きな相異があるのはいかなる理由によるのであろうか。現在十分にわかっていないが、次のようなことが考えられる。

1. 夏期のモンスーンによってもたらされる降水量のグレート・ヒマラヤ南斜面と北斜面に於ける相異。しかし気象の項でのべたように南斜面への降水量はさほど過大にみつもることは出来ない。
2. グレート・ヒマラヤの南斜面は地質構造上、順層 (構成地層の落しが北であること) であり、堆積益の形成に有利である。
3. グレート・ヒマラヤの南斜面の大気中の水蒸気量は、融雪・融氷の促進される夏期に於いては北斜面より多いと考えられる。これが雪線高度の降下をもたらし、かつ雪面・氷面蒸発量の抑制に働き、氷河形成に有利に働く。

以上のような地形的・気候的要素が具体的にどのような量的相異をもっているのかは現在のところわかっていない。ここでつけ加えるべき重要なことは、南斜面と北斜面における相異は現在の状態についてであり、過去に於いては全く異なっていたことである。現在では南斜面の氷河にくらべて北斜面のそれは、個々の氷河の規模、それらがおおう面積に於いてはるかに小さい。しかし氷期に於いては北斜面では III-1. で示したように氷床の規模にまで発達しており、現在の南斜面の氷河の規模をはるかに凌駕していたことがわかっている。一方南斜面の氷河は、現在残されている氷河遺跡から判断されるかぎりにおいて、勿論現在より大規模ではあるが、北斜面ほどその変化は大きくない。

もし氷期が気温の降下という現象だけをもたらすとすれば、先にのべた 1~3 の南斜面に対する有利さは、氷期に於いてもその意味をもっていたはずである。しかし残されている氷河遺跡は、その逆をものがたっているから第 4 紀的規模でヒマラヤの氷河を考える場合、さらに

4. 氷期・間氷期を問わず絶えず起っていたヒマラヤ山脈の上昇及びそれに伴う地形の変化。
5. 氷期に於ける大気の循環の変化。
6. 気候変動に伴う氷河の諸現象の変化。

などを併わせて考える必要がある。

### V-3. 今後の問題

これまでの調査によってグレート・ヒマラヤにかかる氷河は、それが存在する場所によって

大変異なっていることがわかった。又現在と過去の氷期に於けるそれらを比較すると、そこにも大きな変化があったこともわかった。これらは V-1. 及び V-2. にまとめられている。それらが何によって生じたのか、具体的かつ量的に把握されるに至っていない。ヒマラヤに於ける氷河研究は、その問題の所在が明らかにされた段階であり、V-2. の項の 1~6 に示されたような要素を、具体的に且つ量的に解明することが次の問題である。それには、現在までの調査範囲・方法では不十分であり、今後は広範囲の観察及び長期に亘る観測が必要と思われる。

## VI. あとがき

ネパール・ヒマラヤの二つの氷河について、その現在ある諸形態・諸現象及び第 4 紀におけるそれらの消長についてのべ、又それらが現在のヒマラヤ山脈中の多くの氷河の中でどのような意義をもつか論ずることをこの報文の目的とした。しかしながら、調査がその地理的・政治的理由で十分に行なうことが出来なかったことや、ヒマラヤの氷河や氷期にかんする報告及びそれらの基礎をなす分野の報告がほとんどないような現状のために、十分にその目的が果せなかったと考える。

ヒマラヤ山脈は、いままで地理的な意味でも未知であり、探検的・登山的興味の対称として以上に関心がはらわれていなかったが、近時その自然に対する興味はしだいにふえてきている。

ヒマラヤ山脈及びその自然がそれにつながるアジア諸地域の自然にいかにより大きな影響を及ぼしているかしだいに認識されてきたし、この地を訪れる日本人もしだいに増えていることから、その自然に関する情報が次第に豊富になっていくことは明らかであろう。

本報文で扱った問題について、今後もひきつづき調査を行なう予定である。筆者等は、アジアに於ける第 4 紀の問題—氷河及び氷期等—にとってヒマラヤがその解明の鍵をもっていることを確信している。

最後に、本調査を行なうにあたり、種々の援助をいただいた 1963 年及び 1965 年の調査隊隊員諸兄ならびに本報文をまとめるにあたり、有益な議論・助言をいただいた大浦浩文教授をはじめとする北大低温科学研究所の諸先生にお礼を申し上げたい。調査隊の派遣に関しては北海道大学理学部地質学・鉱物学教室の諸先生の援助をうけた。併せてお礼を申し上げる。なお本調査の費用の一部に北海道庁の学術交付金がつかわれた。

## 文 献

- 1) Hagen, T. and others 1963 The Evolution of the Highest Mountain in the World. *In* Mount Everest, Oxford Press, London, 195 pp. 1-83.
- 2) Mason, K. 1965 Abode of Snow, Hart-Davis Pub. Co., London, 372. pp
- 3) 北海道大学西ネパール遠征隊 1963 北海道大学西ネパール遠征隊報告. 遠征隊事務局, 札幌, 67 pp.
- 4) 根本順吉・吉野正敏・倉嶋 厚・沼田 貞 1959 季節風. 地人書館, 東京, 294 pp.
- 5) 畠山久尚監修 1959 アジアの気候. 世界気候集誌, 第 1 巻, 古今書院, 東京, 577 pp.
- 6) Flint, R. H. 1957 Glacial and Pleistocene Geology, John Willey Pub. Co., New York, 553 pp.
- 7) 樋口明生・上田 豊 1964 アンナブルナ連峰内院氷河調査の結果 (未公表). メモ及び個人的談話.

- 8) Benson, C. S. 1962 Stratigraphic studies in the snow and firn of the Greenland ice sheet. *SIPRE Res. Rept.*, **70**, 93 pp.
- 9) 日本山岳会編 1958~1965 山岳, 第53年~第60年, 日本山岳会, 東京.
- 10) 小林国夫 1962 第4紀(上). 地学双書 17, 地学団体研究会, 東京, 194 pp.
- 11) 東 晃・橋本誠二 1961 メンデンホール氷河調査. 自然, **2**月号, 24-32; **3**月号, 42-52, 中央公論社, 東京.
- 12) 木崎甲子郎 1964 構造氷河学の方法. 地質学雑誌, **70**, 214-225.
- 13) 小川琢治 1932 日本の氷河時代に関する問題と其の研究法, 岩波講座, 地理学, 岩波書店, 東京, 1-20.
- 14) 吉田栄夫 1966 氷河. 極地, **2**, 第1号, 日本極地振興会, 36-37.

### Summary

Glaciological and Glacio-geological studies in the Nepal Himalaya district were carried out by the Hokkaido University Scientific Expedition to the Nepal Himalaya, in the post-monsoon seasons of 1963 and 1965.

Glaciological studies were made on the Gustang glacier and the Takpu glacier indicated by G and T respectively in Fig. 1 b. The Gustang glacier is in the southern area of the Great Himalaya, and the Takpu glacier is in the northern area. These two glaciers showed distinct differences in their morphological, structural and glaciological appearance and behaviour.

The Gustang glacier was more active in movement with a less complicated glacial structure than the Takpu glacier. Now according to Ahlmann's classification (1948), glaciers in the southern area of the Great Himalaya may be classified as temperate glaciers, and those in the northern area may be classified as polar glaciers. And if we apply the theory of diagenetic facies (C. S. Benson, 1962), the difference between those two types of glaciers can be explained more clearly (Fig. 7). However, in the present case we intend to propose a new classification for glaciers in the Himalaya. Our Proposal is to classify these two types into the "Nepal type glacier" (southern area) and the "Tibet type glacier" (northern area) respectively, according to their location and properties of the glacier. Glacio-geological studies were made in the environ enroute to these glaciers. The geographical distribution and comparative height of terrace, and other features of glaciation in those area were observed (Fig. 8, 9 and 10). Determination of their sequence was very difficult due to overlapping of glaciation and active tectonic movement of the Himalaya mountains. However, as a result of the data analysis, it was found that there were, at least, two major glaciation in the Himalaya district in the Quarternary, namely Tibet Ice Age and Nepal Ice Age respectively. Nepal Ice Age may be divided into three sub-Ice Ages.

## 付 氷河の用語について

小川琢治 (1932)<sup>13)</sup> は「日本の氷河時代に関する問題と其の研究法」の中で次のように述べている。

「日本では地質学及び地理学の諸問題の中で最も継子扱ひになってゐるのは氷河問題である。此の如き状態の由って来る所を考ふるに、日本の領土内に何処にも現在の雪線に達する高山がなく、従つて現存氷河を観察することが出来ないために、氷河現象に対する学者の感興が起り悪く、又消亡氷河の遺跡を追跡するに困難であるといふ事情が然らしめた訳で、敢て怪むに足りないかも知れない」

現在に於いても上記の状況がさほど改善されたわけではない。しかし、最近、地質学や地球物理学の研究者が南極・アラスカ等を訪れる機会がふえ、一方第4紀論の重要性に対する認識も次第に増加しているので、氷河学を専攻する研究者も次第に増すと予想される。氷河学という概念も上記の小川琢治の論文にみられる如く、地質学又は地理学の一分野という状態から最近では地球物理学の範囲に含まれる部分が多くなってきた。とはいえ、氷河作用 (glaciation) や氷河の地球物理的諸現象に対する用語は、一度として統一を計られたこともなく、現在に於いてなお、氷河に関する報文を作製するとき大変不便な状態である。筆者は「ヒマラヤの氷河について I」の中で、煩雑さを避けるために、いちいち定義や用法をことわらずに氷河用語を用いた。ここでまとめてそれらを明らかにする。氷河学の範囲はきわめて多岐にわたるのでここでは、筆者等の報文に扱った範囲にかぎることとする。

### I. 氷河の形態に関する用語

氷河をその形態から分類すると次のようになる。

Cirque type gl. (glacier の略, 以下同じ)	圏谷氷河 (今までに用いられた用語, 以下同じ)
Valley type gl.	谷氷河又は溪谷氷河
Piedmont gl.	山麓氷河又は山麓型氷河
Ice sheet.	氷床又は氷席
Ice cap. (又は Plateau gl.)	氷帽又は氷冠

局部的なものとして

Hanging gl.	懸垂氷河
Cliff gl.	懸崖氷河

Ahlmann によると Valley type gl. はさらに I~IV に細分され、Transection gl. (横断氷河) が付け加えられている。これらの形態は現存する形に対して称せられるものであるが、本文でふれたように、Cirque type gl.~Ice sheet は気候変動に伴って変化する形態の系列を示す。

## II. 氷河上にみられる現象及び形態に関する用語

氷河は大きく

Accumulation area (又は Nourishment area)	涵養域又は貯氷域
Ablation area	消耗域又は消氷域

に分けられる。その位置は、積雪量や融雪期の気温及び、日射量などによって決まるので、氷河の気候的・地形的条件によって異なる。涵養の機構も、ヒマラヤのように雪崩れが主たる役割りを果たす所や、吹きだまりなどによる所、又は南極のように Firn (万年雪又はフィルン) が形成され、それが次第に自重によって密度を増し、ついには氷になる所もある。

Firn ということばは、old granular snow という意味をもっている。一般にはフィルン域というように使用される。この場合フィルン域は Snow line (雪線) より上の地域である。いわゆる雪線は氷河上と地面上とで異なり、又連続的な線ではないから Firn limit ということばを使う人もいる。

涵養域から下流にむかうと、

Ice fall	氷 瀑
Crévasse area	クレバス帯・裂罅帯
Stagnant ice area	沈滞氷域 (ほとんど流動が止まっている氷域)

などを得て、

Ice tongue 又は Glacier tongue	氷舌又は氷河舌
------------------------------	---------

に至る。Ice fall, Crévasse area, Stagnant ice area はどの氷河にも一樣に見られるということではなく、これらの形成が地形・氷河の内部応力、収支のバランスによるものであることを考えると、氷河によってその位置・規模などが変わることが容易に理解される。

## III. 氷河内部にみられる現象

アラスカやヒマラヤ南斜面の氷河のように、ある一定の季節に多量の降雪があり、次の降雪期までの間に、その表面で融解が起こるような所では、積雪面に汚染層を形成する。これは最も単的に年間積雪量を示すもので、

Stratification	層 理
----------------	-----

とよばれる。このような構造は南極やグリーンランドでは一般にみられず、その場合年間積雪量を推定することは大変困難な仕事となる。

氷河内部にみられる構造として他に

Lineation	線 構 造
Foliation	片理又はフォリエーション
Flow cleavage	流 動 劈 開

## Clear band 又は Blue band 透 明 縞

などがみられる。これらは氷河に、氷河底や側壁の形状・傾斜あるいは氷河の厚さ・水中の温度などの違いによって、差別的な流動や流速の違いが生じることによって形成される。

本文でふれたものはフォリエーション（片理）のみであるが、これは氷河氷の滑動面と考えられており、そこでの氷の結晶主軸を測定すると、フォリエーション面に垂直な方向から $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ はなれた四つの極大値を造ることがアラスカや南極での研究からわかっている。その形成機構については十分にわかっていない。

## IV. 氷河作用に関する用語

氷河作用 (Glaciation) とは、氷河がそれに接する大地に対して働く仕事すべてとによってよい。

氷河は本文でふれたように気候と地形によってもたらされたものであり、同時に気候や地形は変動するので、それに伴って氷河も又その形・規模をかえる。

その変化を直接示すものに

Moraine hills 堆石丘群又はモレーン丘群

があり、それは形成される機構によって

End moraine 端 堆 石 堤

Side moraine 又は Lateral moraine 側 堆 石 堤

Ground moraine 底 堆 石

などに分けられる。End moraine は氷河の末端又はそれより下流に形成されるものであって、Side moraine はその一種である。End moraine は氷河の収支のバランスがとれているときに形成されたものであり、その形状は構築的である。

一方 Ground moraine は氷河の後退に伴って現われるものであり、常に氷河の底で堆積される。横断方向に対する線状要素に欠けているので End moraine と容易に区別しうる。

氷河がさらに大規模な侵蝕を大地に及ぼすと、

Cirque 又は Corrie 又は Kar 圏谷又はカール

U type valley U 字谷, 又は峡谷

などの氷蝕地形を形成し、さらに大規模になるとチベット高原やヨーロッパ大陸にみられるような広範囲な平坦面を形成する。氷河の規模の変動に伴って形成される氷蝕段丘は、地殻運動や気候変動に伴って形成される河岸段丘と区別される必要がある。

## V. 氷河の地球物理学的分類について

Ahlmann (1948) は氷河に於ける温度の違いの重要性をみとめ、氷河を次の三つに分類することを提案した<sup>8)</sup>。

1. Temperate gl. 温 暖 氷 河

## 2. Polar gl. 極地氷河

## 2-1 High polar gl.

## 2-2 Sub-polar gl.

Temperate gl. は冬を除いて、氷河全域を通じ、その最上部の層の 2 m 以内が凍結するとき、氷の融点近い温度にある。このタイプの氷河では水が多量に氷と共存しているため、積った雪が急速に再結晶する。スカンジナビヤ・アラスカ・アルプスの氷河はこのタイプに属す。

Polar gl. は夏に於いてもある深さ以下ではマイナスの温度にあり、積雪はゆるやかな再結晶によってフィルムになる。High polar gl. では、水の形成を伴う融解はみられず Sub-polar gl. では表面に於いて夏期に液体を伴う融解がみられるが 10~20 m 以下の深さでは結晶したフィルムで形成されている。

このような分類は、例えばグリーンランドのように上部は High-polar gl. に属するが低部は Temperate gl. の性格をもつというような場合一括して分類するには大変不便である。そのため C. S. Benson (1962) は、その矛盾を解決するために Diagenetic facies による分類を提唱した<sup>8)</sup>。

それは、次の四つの Facies よりなる。

1. Ablation facies
2. Soaked facies ←Firn line (雪線)
3. Percolation facies ←Saturation line (湿潤線)
4. Dry Snow facies ←Dry Snow line

1と2は Ahlmann の Temperate gl. に対応し、3, 4は Polar gl. に対応する。2は夏期に於いて、その間常に湿潤した状態にあり、3は常にぬれている (wet) ことのない表面から部分的に融水が浸透している。4は省略しう程の Soaking や Percolating は生じるが全般に乾燥 (dry) している状態にある。

Saturation line (湿潤線) は温度、密度、硬度などの不連続性で特徴づけられる。Facies の境界は気候によって変動するのでそれらは又、長期間の気候を示準するものとして使うことが出来る。

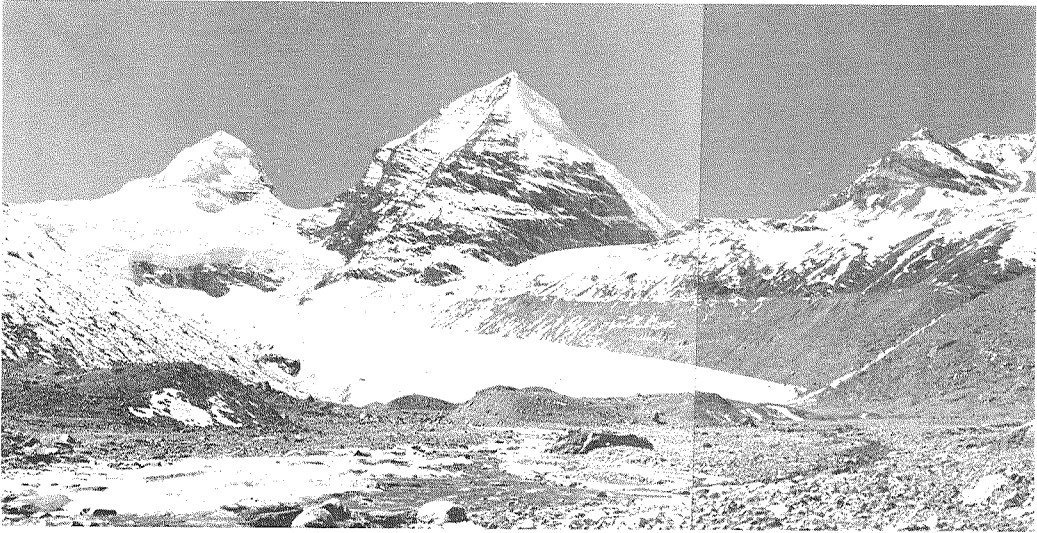
## 文 献

以上に示した用語の使用法・定義は便宜的なものであり、今後合理的な統一がなされることが望まれる。用語の使用法・定義は次の文献によった。

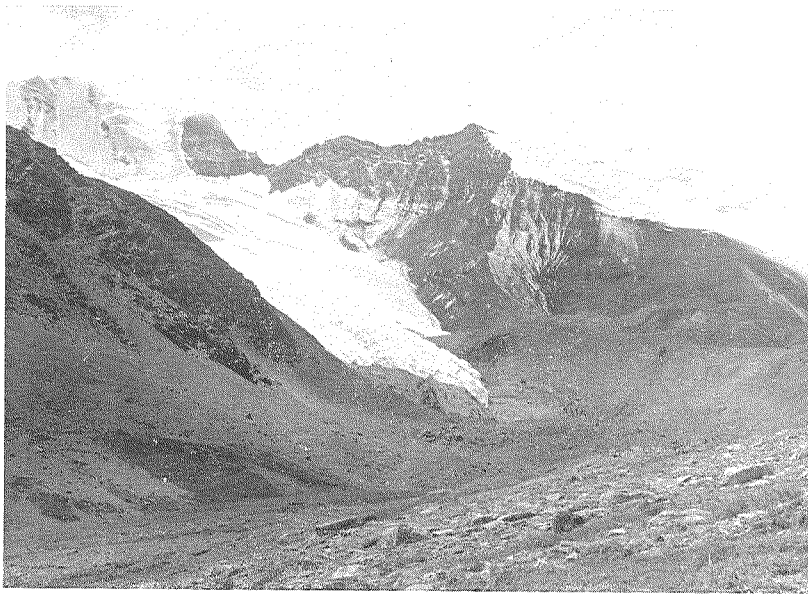
- 1)\* 小川琢治 1932 日本の永河時代に関する問題と其の研究法. 岩波講座, 地理学, (昭和7年).
- 2) 吉田栄夫 1966 氷河. 極地, 2, 第1号, 日本極地研究振興会, (昭和41年).
- 3) 木崎甲子郎 1964 構造氷河学の方法. 地質学雑誌, 70, 214-225.
- 4) 東 晃・橋本誠二 1961 メンデンホール氷河の調査. 自然, 2月号, 3月号, 中央公論社.
- 5) Benson C. B. 1962 Stratigraphic studies in the snow and firn of the Greenland Ice Sheet. SIPRE Res. Rept., 70, 93 pp.

\* ここにつけられた番号は文献番号と無関係である。

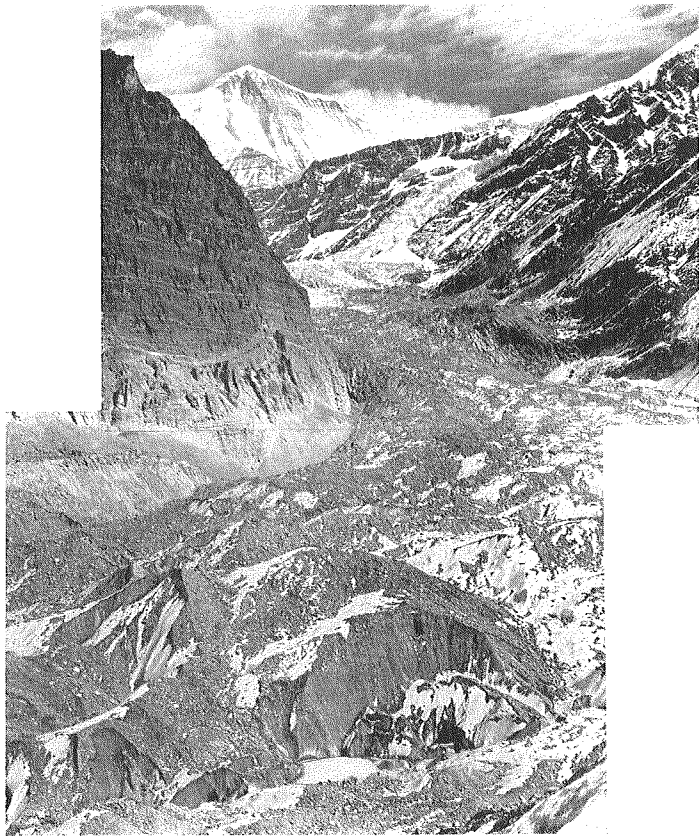




a タクブ氷河  
(北海道大学西ネパール遠征隊撮影, 1963)



b ムクト・ヒマール (チベット高原南端) の氷河  
(大阪市立大学北西ネパール学術調査隊撮影, 1958)



a グスタング氷河

末端付近の沈滞氷域 (Stagnant ice aea), 上部に最低位氷瀑が見える。  
(北海道大学中央ネパール地質・氷河調査隊撮影, 1965)



b アンナプルナ・ヒマール内院の水河  
(京都大学アンナルナ登山隊撮影, 1964)

## 低温科学 物理篇 第23輯 訂正

頁	行	誤	正
17	1	1964	1965
67	1	1964	1965
99	2	adn	and
”	2	1964	1965
121	1	1964	1965
129	2	1964	1965

## 低温科学 物理篇 第25輯 訂正

頁	行	誤	正
37	脚註	第841号	第837号
187	5	できる。	できまる。
197	4	ヒマヤラの	ヒマラヤの
198	下から2	Socilty	Society
215	17	などを得て	などを経て
225	9	重量, 凍上との	重量, 凍土との
229	7	粒土分布	粒度分布

### 付 録

v	積雪分科会の著者	Dumani	Doumani
vii	氷分科会-1の座長	Bonson	Benson
ix	氷分科会の座長	L. Levi	C. S. Benson
xi	名簿, 8人目	*●新井	●新井
xiii	同, 下から6人目	●石原	石原
xiv	同, 11人目	●小泉	小泉
xviii	下から9行目	Hanovr	Hanover

viii ' 上から2行目 Luyet, B. J. の講演は前頁, 氷分科会-2 の同氏の講演に引続き行なわれた。