

なだれの発生機構に関する研究 -ヘリコプターによる新雪系なだれの研究-

著者	莊田 幹夫
雑誌名	防災科学技術総合研究報告
号	3
ページ	3-28
発行年	1965-03-31
URL	http://id.nii.ac.jp/1625/00002500/

なだれの発生機構に関する研究

—ヘリコプターによる新雪系なだれの研究—

荘 田 幹 夫

鉄道技術研究所

Studies on the Mechanism of Occurrence of Avalanches —Observation by Helicopter of the Avalanche of New-Snow Type—

By Mikio Shoda

Railway Technical Research Institute, Japanese National Railways, Tokyo

Abstract

This paper presents the results of studies conducted during the winter of 1963-1964, the second winter of a three-year project covering the observation of natural avalanches by helicopters at the request of the National Research Center for Disaster Prevention attached to the Science and Technology Agency of the Japanese Government.

The object of the observation, which in the first winter* was confined to the formation of ground avalanches, was concerned with new-snow type avalanches in the second winter.

Observations and photographs show mainly various avalanches occurring in the mountainous region within a radius of 50 km from Shiozawa, central Japan (altitude: 1,000-2,000 m), and they were made from a Bell-KH 4 helicopter stationed at the Research Station. Flights were made immediately after each snowfall and on some other fine days during the period from January 29 to March 31, 1964 (Photos 1-9).

These photographs show that the recorded avalanches can be classified roughly into four groups according to the shapes and patterns of the avalanche traces, which coincide with the following classification used by the author.

Avalanche classification:

Various classifications of avalanches have been published both in this and other countries, and the following comments are offered by the author on the basis of avalanche studies during the past decade and partially with reference to the draft of the Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research presented by Professor R. Haefeli at the Toronto Assembly (1957).

- (1) The type of rupture and forms of subsequent movement are better treated separately in avalanche classification.
- (2) Typical ways in which avalanches start can be classified roughly into four categories according to

* M. Shoda (1963): *Studies on Avalanches (I)* (written in Japanese).

Published jointly by the Railway Technical Research Institute and the Science and Technology Agency, Tokyo.

the dryness, wetness, looseness and hardness of the snow in the rupture zone.

Snow condition	Loose	Hard
Dry	DL	DH
Wet	WL	WH

- (3) The movement of snow in the avalanche can be classified into two main categories according to the external form of the flow, which is closely connected with the relationship between the mass of the elements composing the flow (crystals, flakes, particles, pieces or lumps of snow) and the air resistance acting on them; therefore, these categories depend chiefly upon the snow conditions along the avalanche path.

Symbols	Composition of mass in motion
A : Airborne flow type	Very light crystals or flakes of snow
S : Surface flow type	Large grains, pieces or lumps of snow

The airborne type flow, which in fact is always associated with a surface flow type, is characterized by a moving cloud of fine snow particles, dragging with them the surrounding air in the direction of the avalanche. This type of flow of snow particles in suspension in a turbulent air mass often extends several hundred meters across level land, although the associated surface flow is left behind at the foot of the slope.

The surface flow type consists of larger and heavier particles which do not rise above the snow surface but slide down the slope in a body; these particles which were thrown up into the air rapidly fall back on the snow surface again by their weight, and are not kept in suspension.

- (4) Combinations and transitions are possible between these two classes.
 (5) Essential factors controlling avalanche phenomena are the snow conditions at the rupture zone and along the path; other factors are regarded as the secondary.

Besides, it was ascertained that under natural circumstances almost all avalanches are triggered directly by small or large sections of snow falling from cornices, cliffs or branches of trees, except in the case of most WH type avalanches (ground avalanches), or are caused by disturbances from another avalanche.

When during the observation flights by helicopters a fracture line of the DH type of avalanche was noticed close to a ridge that was approachable, a landing was made on the summit and samples and cross section photographs of the rupture surface were taken for profile investigation of the stratification, gradient and thickness of the snow layers (Photos 10, 11, 12), and density measurements were made at the same time.

In order to get more definite information of the structure of the layers where rupture occurred, thin sections were made from the samples which were taken directly above the fracture lines and brought directly to the cold rooms in the Research Station by helicopter (Photos 12, 13).

A typical DH type avalanche, about 2 km long, was successfully released by detonating only 2.5 kg of explosives placed behind a snow cornice protruding from the northern ridge of Mt. Karasawa (1,900 m) on March 13, 1964 (Photo 8).

Preparations for the explosion were completed within 20 minutes through the skilful work of three

men brought from Shiozawa by a double-trip flight of the helicopter.

The author recorded the formation of the avalanche from the time of detonation with a 16 millimeter film camera.

A few seconds after the nose of the cornice broke away and as soon as a zigzag line of fracture appeared from the explosion point along the avalanche, another crack some 200 m long developed across the upper part of the slope, which in turn led to a slab avalanche to the left of the original airborne type avalanche. The newly fallen snow overlying older snow sheared off at the boundary plane and moved down simultaneously as a broad slab with a crumpled zone along the lower edge. The slab changed successively into a mass of snow lumps under compressive stress. Finally, all the avalanching snow fell into a ravine at the bottom of the mountain slope, where it raised a tremendous snow cloud more than 50 m high, and moved down so fast that the observation helicopter flying after it at 75 miles/hour could not get ahead of it until the movement ceased.

It is necessary to obtain more exact knowledge of avalanches, and to observe them as often and closely as possible. However, as long as this depends on ground observation by skis or snow vehicles, it will be restricted by the variable weather in winter, remoteness and steepness of the locations, etc. Helicopters have the advantage of rapid and unrestricted movement, which is quite favourable and effective for making avalanche surveys and removes those difficulties mentioned above. These methods of aerial observation and sampling have been tried out in practice and they have been found very satisfactory to us.

1. まえがき

1.1 研究目的

底なだれ発生過程追跡の可能性の検査を主目的とした先年度の研究*に対し、昭和38年度は、海拔1,000 m以上の高所に発生している新雪系なだれの実態調査に重点を置いた。

1.2 研究経過概要

塩沢雪実験所を含む半径50 kmの円内の山岳地域は、わが国有数のなだれ多発地帯である。これを対象とし、1月下旬から3月末までの期間、実験所構内に常駐させたベルKH-4型ヘリコプター（朝日ヘリコプター-K.K.所属）を用いて、飛行可能な晴天日には必ず同地域上空を飛行し、山腹に発生している自然なだれの跡を克明に観察し、同時に写真撮影記録を収集した（図-1～2）。

この冬は塩沢のような低標高地域では、平年の半分にも満たぬ異常寡雪に見舞われたが（図-3）、これは1月が比較的高温で、雪が雨として降ったからである。しかし、海拔1,000 mを越える対象山岳地域中心部では雪のまま降ったから、平年以上の積雪にめぐまれ（図-3, 4, 5）、初期の目標であるなだれの実態調査については、十分な成果をおさめることができた。

さらに、今回は、海拔2,000 mの高空でも、作業員2

名乗組可能の過給機付高性能機体の使用許可がおりたので、なだれ跡を発見した場合、付近の尾根上に着地して、なだれ層の重量や発生面のこう配を直接測定したり、すべり面を含む雪塊を採取し、実験所の低温室に持ち込み、その積雪の粒子構造を薄片顕微鏡で観察するなど、従来は想像さえできなかったいくつかの効果的研究技術を開拓することができた。この間、それらの作業に必要な用具、所要時間、作業手順、危険度合など、具体的な知識も得られた。

この体験により、あらゆるなだれ対策の基本である予知方法研究の最近の行きづまりを打開し、今後必要な研究手順を具体的に明示・企画しうる段階にまで発展させることができた。尾根上気象観測、破断線付近の積雪断面調査、なだれ層の重量・強度・傾斜の調査、すべり面の積雪の多数例の収集とその薄片顕微鏡調査、ヘリコプターによる人工なだれ実験で、大形のDH発生および煙り型運動の研究を行なうこと、低温実験室内のすべり面再現実験（人造すべり面）と強度測定などは、すぐにも着手できる効果的な研究課題である。

この研究は、科学技術庁国立防災科学技術センターの依頼に伴い交付された調査委託費により行なわれた。

この報告書に用いられる記号、DL, DH, WL,

* 庄田幹夫（1963）：なだれ発生機構。鉄道技術研究所および科学技術庁研究調整局発行。

WHはなだれ発生の4型式を示している。前述の昭和37年度報告書の第27頁に明示したとおり、筆者が1953年以降継続してきたなだれ研究の体験にもとづき、1961年に、雪の乾・湿・軟・硬に関連させて、次表のごとく定めたものである。

雪質 Snow condition	軟 Loose	硬 Hard
乾 Dry	DL	DH
湿 Wet	WL	WH

今までにも、方言・翻訳語・造語などから成る幾組かのなだれ分類名称*が発表されているが、いずれも主観的にすぎ、表現対象の一義性にとぼしく、同じ名称で呼ばれる対象が使用者によって異なったり、同一対象が別名で呼ばれるなど、多くの混乱をまねいている。

この原因は、現象観察や記録の客観化が、まだあまりにも不十分な段階において、体系的記述を怠ぎ、あるいは強いられるあまり、事実と遊離した用語選定を強行したことにあると思う。

過去2冬の空中観測で、相当豊富な写真記録が集められた現在、事情は一変した。記録されたなだれ跡の写真を、その形と模様に着目して整理分類したものが、前出の記号とよく対応づけられる、ということがこの報告書で証明されている。

既成名称を使うと、先に述べたような混乱をまねくから、今の段階では極力さけ、用語の側からではなく、客体、すなわちここではなだれ現象そのものの側から符合した点が特長である。これらの記号は、2進法2けたの数と考えてもよい。雪質との関連が明りょうなので、直観的にわかりやすくする意味で文字を用いた。

一般的な呼称については、後日、衆議を経て定めればよからう。

2. 研究結果

2.1 巡回飛行観測と写真記録結果

2.1.1 引金作用 (写真-1)

なだれ発生のきっかけとなる現象を切離して観測してみた。

底面支持力減少が原因となるWH型発生(いわゆるそこなだれ)を除けば、ほとんど90%以上が、雪ひさしの鼻、露岩上の雪、樹枝上の雪の落下に始まっている。ただし、次の二つの場合に留意する必要がある。

(i) 気温が低い時に降るごく軽い雪結晶は、40°以上の急こう配だと積もる先からさらさらとさざ波のように波面をなして流れ下る。ちょっとしたこぶや緩こう配の箇所にとまり、何かのきっかけで再び流れ始める。これは、1961年末、三国国道の二居〜貝掛間のがけっぶちに切り開かれた旧道を、夜間、降雪中にブルドーザで除雪しながら往復した時の体験である。

(ii) DH型2次発生で、別に起きたなだれによって山側あるいは谷側支持縁をかく乱されて誘発される。この場合は1次なだれによるかく乱が引金作用の役割を果たすのであるが、後述のとおり、1次発生よりは少ない。

DH型1次発生のほとんどは、一降りの風雪で旧雪の雪ひさし上にかぶさった新雪の雪ひさしが、数mの幅でかけ落ち、直下の吹きだまり雪面上縁に衝撃を加えることに始まる。新雪の雪ひさし層のかけやすさは、1958年1月枝折峠における初の人工なだれ実験中にも、また今回のすべり面の雪採取中にも体験した。雪ひさし上に踏み出し、わずか人間1人の目方を加えただけで、その数百倍の目方がかけ落ちた。

2.1.2 DL型およびWL型発生 (写真-2)

細長く伸びて、幅が広がらない。いずれもなだれ層の雪粒同志は結合が弱く、ごく軟かで、厚さも一般に薄い。写真a, b, d, eは軽い乾いた新雪層、c, fは日射や暖気でぬれた新雪層。いずれも、雪ひさしの鼻や樹枝などからちぎれ落ちた雪の小塊から始まっている。なだれ層の乾湿はデブリや走路のしま模様にもりょうに印されている。

DL型の進行方向に開いた模様(しばしば杉あや状になる)は、その煙り型運動を証明しており、WL型の圧縮じわや雪くずのたい積は、ぬれ雪層の初期の縮動や流れ型運動の形跡である。特にa, bのような純粋なDL型なだれの跡は、よほどの斜光線でなければ写真に写らぬほど不鮮明なのが特長である。また、両者ともに、新雪層内の微細構造上の弱層界がすべり面となっており、一様均質という従来の取扱い方は改めなければならない。

WL型には、ここに示したぬれ新雪系のものほかに、春になって十分ぬれざらめ雪化した表層がすべる場合も含めたほうがよい。

2.1.3 中間型 (写真-3)

DL型とDH型との中間とみなされるものが相当数観

* 日本雪氷学会(1960):最近の雪氷に関する研究展望。雪氷の研究, No. 3, (10, 積雪現象の項参照)

察記録されたことは、今回の調査の収穫の一つである。ここで、新雪層内微細成層構造の重要性がますます明りようになってきた。

写真aはむしろDLに近いが、b, c, dとなると明らかに中間型である。なだれ層の厚さと雪粒間結合のいずれかが、DL型より大きく、幅が幾分広がるが、次に述べるDH型ほど極端に拡大することはない。

写真e, fは、すべり層の厚さが1m前後だから、当然DH型に含めるべきもので幅の拡大が制約されているように見えるのは、地形の影響と解釈できる。

2.1.4 DH型発生 (写真-4)

これらの写真に見られる破断面の高さは、いずれも50cm以上で、あるものは1.5mを越えている。破断面はほぼ斜面に直角をなして側方に長く伸び、発生面の上限を明りょうに画している。この線の谷側にあった表層が全部なだれ去ったのである。

写真aとbは高さ7~8mの大雪ひさし直下のもの、e, fは雪ひさしらしいものが無い場合である。

2.1.5 DH型の地形影響と2次発生 (写真-5)

DH型の大部分は、雪ひさし欠落の衝撃がきっかけで、破断そして次にいっせいの崩落という順序で起こる。しかし、次に示す2種の2次発生が観察記録された。

- (i) DL型が上部支持縁を刺激した場合。
- (ii) 一次発生した別のなだれに谷側支持縁をけずられた場合。

写真aは前者、dはDH型一次発生になだれ(b)に誘発された場合で、かつて1958年3月8日枝折峠明神沢に起こした延長600mの大崩落もDL型一次発生になだれに谷側支持縁をけずられて発生した後者の1例である。沢の側面に積もっている表層が沢を流下する一次なだれに刺激され、二次DH型崩落を起こして、元のなだれに加わり、その勢力を強める場合はかなりしばしば見られる。

写真c, e, fは、発生面基盤地形がそれぞれ平・凹・凸の場合の典型例である。おおざっぱに言えば、破断線は平の場合斜めに直進し、凹の場合は斜面いっぱい拡大し、凸の場合はアーチ形に伸びて、幅があまり広がらないように見える。

すべり面の粒子構造については後述する。

2.1.6 超大型のなだれ (写真-6)

3月29日、駒ヶ岳と中岳間の天狗平付近から延々と北の俣川に崩落している巨大ななだれ跡を発見した。

発生上端標高： 1,820 m } 標高差： 800 m
 停止点 標高： 1,020 m }

水平距離： 2,500 m

上下端見とおしこう配 $\tan^{-1}\left(\frac{800}{2500}\right) \approx 18^\circ$

雪ひさし欠落に始まるDH型発生(b)で、すでに多量の基盤積雪により平滑化された付近の旧積雪面上の新積雪層を二次発生させ(c)、谷に落ち込んでからの運動は、雪煙を伴わぬ流れ型(d, e)で、右俣沢との合流点の先で停止している。このことはデブリや流れ跡からかなりはっきりと判定できる。降雪停止数日後、積雪表面が落ち着いてから発生したものであるから、発生日は24~26日の間と断定できる。

1958年3月10日枝折峠骨沢沢頭で起こしたDH型の時も、雪煙なしの流れ型であり、走路模様もデブリも酷似している。このように、DH型発生後のなだれの運動は、雪煙をほとんど見ぬ流れ型の場合と、後述人工なだれのように高さ50mにあまる大雪煙の煙り型の場合とがあることが実証できた。

2.1.7 新雪系大なだれのデブリ (写真-7)

2月16日トトンボ沢を埋めつくしている、大きなデブリを発見した(a, b, c)。

12日から15日にかけて降り続いた降雪で、奥只見の日向倉山付近から枝折峠にかけ、多数のDH型なだれが発生した。丸山の常習斜面で15日午前0時ころ発生が確認されていることから見て、大部分が15日に崩落したと考えてよい。トトンボ沢のものも同時期発生と見てよいと思う。

沢頭をたどってみると、典型的なDH型発生跡が残っていた(a)。このデブリ(b, c)からは、巨大な雪煙を伴った煙り型運動だったことが読みとれる。

写真dは中岳東尾根の南斜面に残されていたなだれ跡で、右上の2本はDL型のデブリ、中央下部は左上の沢頭でDH型発生したもののデブリで、その量の相違がきわめて明りょうである。

写真-1eでもわかるとおり、大部分のDL型は、DH型を誘発せぬかぎり、小沢などの出口付近で止まる。

写真eは、中岳南西コウガイ沢にDL型が発生して流れ込み、途中谷の側面にDH型を誘発してできた大なだれのデブリを上から見たところである。

2.1.8 人工なだれ (写真-8)

3月13日濁沢山(柄沢山)東向斜面からトゴトウジ沢に向かって起こした大なだれ。

発生上端標高： 1,900 m } 標高差： 650 m
 停止点 標高： 1,250 m }
 水平距離： 1,700 m
 上下両端見とおしこう配： 22°

濁沢山頂から巻機山につづく表裏日本の境界の尾根上には、雪ひさしが20 mも張り出し、少し踏み込んだだけで、その根本に亀裂が走るほど不安定な状態にあった。

写真aはトゴトウジ沢全景。下端は居頭山と米子山から流下する支流との合流点で、正面の濁沢山山頂からの水平距離は1.9 km、13日当日朝、濁沢山頂南南東向き斜面には、すでにDH型発生跡が印されていた(d)。雪ひさしの先端から10 mほどの所へ5か所、合計わずか2.5 kgの火薬を仕掛けて雪ひさしをくずした。

写真bはこのなだれの全景、cは発生面、e、fは走路に残されたデブリである。

観測記録の方法は次のようにした。

ヘリコプターでまず沢の右側から接近して合図し雪ひさしをくずさせた。その後、発生面(c)に現われる現象を16 mmカメラで撮影して、左旋回し、その後の雪煙りの運動を右岸沿いに追いかけて撮影した。

写真cの右上で、幅約20 mの雪ひさしをくずすと、その直下の雪面が細長く落下運動を始めた。次にその流れに沿って左側にいなずま型のひび割れが走ったと見る間に、こんどはくずした雪ひさしから割目が左下に向かって伸びた。この全長は200 mに及び、この線より谷側の厚さ1.5 mほどの雪層が板状のまま運動を始めた。しかし、この沢頭逆三角面の板状運動は全斜面いっせいではなく、斜面長約50~100 mごとに現われる座屈波に仕切られた板状縮動運動が、その座屈波を介して段階的に下方に伝達されるという形式を示した。2段目までの座屈波は明りょうに撮影されたが、次第に雪煙を伴う流れ型に移行した。

峡谷部(e、f)に落込んでからの運動は、高さも幅も50 mあまりの煙り型で、これを追いかけるヘリコプター(75 mi/hr)より早く、ようやく追いついたのは、合流点付近まで到達した巨大な雪煙が徐々に薄まりかけてからであった。この典型的煙り型運動は、eやfに見られるようなデブリ模様を残した。

2.2 WH型発生(底なだれ)の観察

——発生経過の年別比較(写真-9)——

今冬は低標高地域の積雪が非常に少なかったので、前年の冬特に顕著であった雪割目だけについての比較観察にとどめた。6枚の写真は、1,000 m以下の低標高に起こった1963年3月(左列)と今冬(右列)との比較である。

塩沢の気象図の最下欄に示すとおり、今冬の積算気温最低日は3月2日で、昨年より10日ほど早く気温上昇が始まっている。また、1月中旬まで雨が多く、低標高で

は根雪がほとんどなかった。雪の量は去年の半分である。

aとb、bとe、cとfをそれぞれ割目の位置などについて比較すると、かなり興味深い。発生時期は去年の方が約1か月おそく、また縦割目により左右2回に分かれて崩落している。

このような調査が容易に可能であることも、ヘリコプターの特長で、なだれ予知が必要であれば、この種の調査を組織的に行ない、雪の多い年や少ない年の崩落形態について正確な記録を集めることが、何よりも重要である。

2.3 DH型すべり面の雪の採取調査

巡回観察を始めるとすぐ、KH-4型ヘリコプターの性能を活用すれば、なだれ発生面雪質の採取調査も可能であるという確信が得られたので、まず安全な場所で着陸・離陸・無線連絡などの訓練を行ない、16日から実行に移した。その方法を次に示す。

新雪系なだれ跡を見つけた場合、その付近の尾根上に停止飛行し、著者とほか1名が、ザイル・スコップ・ピッケル・スケール・箱・袋・断測用具等を持って降りる。次に、アンザイレンしてなだれの破断面に近づき、積雪断面を切開して、写真記録、なだれ層の重量やこう配の測定をすませた後、すべり面を含む上下の雪約40 cm角を切り出し、ダンボールの箱に入れて、着陸点に帰る。尾根に沿って20 m間隔に標識を立てたこともある。作業助手は、枝折峠の初の人工なだれ実験以来7年間研究作業を共にして来たベテラン(田沢 登・林 正義)で、この危険かつ困難な作業を、40分以内に片づけた後、採取雪塊をヘリコプターに積み込み、15分間で実験所低温室に持ちかえることができた。

低温室内での作業順序を次に示す。

- (i) 採取雪塊を薄切り透写して、成層微細構造と薄片材料切り取り位置を撮影記録する。
- (ii) 薄片材料をアニリンづけし、木下・若浜法により薄片を削り出す。
- (iii) 薄片を接写または顕微鏡撮影する。

なお、薄片の切り取り位置選定の場合、特に破断面を境とする上下の比較に重点を絞った。

最大規模の崩落を起こすDH型発生のすべり面積雪構造を調査記録する有効確実な手順が定められたと解釈すべきであろう。

写真-10~13に示す5か所に6回着陸採取を行ない、すべり面付近に見られた特長的な雪の層は、次の3種類であった。

なだれの発生機構に関する研究—莊田

- (i) 丸味を帯びて水平方向に長い、変態のおくれた
しまり雪の層。縦横の判別が容易 (写真-13)。
- (ii) 雲粒にさらされ、そのわずかな水分で接着され
た着氷粒子を含む薄層。
- (iii) ぬれざらめの比較的薄い層。

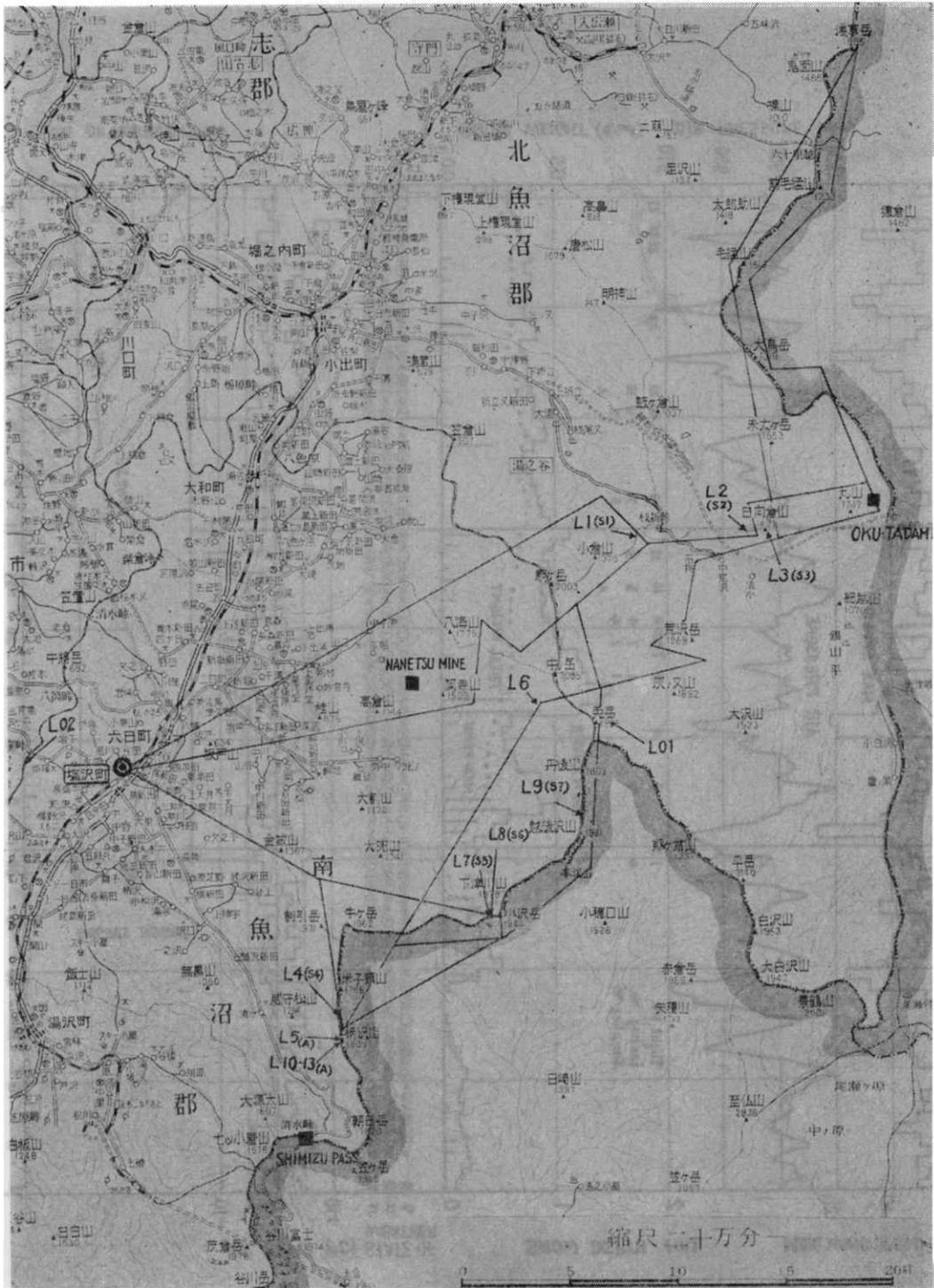
このいずれが、どのような役割りを果たすかということ
や、ぬれざらめの厚い層の上界や霜ざらめ層の問題につ
いては、次の実例収集段階を経てから初めて論ずべき事
柄である。写真-10~13の内容を次に一括しておく。

写真-10 (左列) 第1回採取 2月16日 枝折骨投沢 (5c参照)
(右列) 第2回採取 2月19日 日向倉沢左俣沢頭

写真-11 (左列) 第3回採取 2月19日 日向倉山頂南東面 (5e参照)
(右列) 第4回採取 2月21日 溜沢山東面 (3f参照)
写真-12 第5,6回採取 3月3日 小沢岳西麓部南面
薄切透光した採取雪塊と薄片材切り位置
写真-13 第5,6回採取雪塊から作ったすべり面の粒構造の薄片
写真の例

あとがき

薄片法指導に当られた北大低温科学研究所の木下誠一
教授、雪採取・薄片製作・データ整理に尽力された、田
沢・林・遠藤・平賀・高野の諸氏に対し、深く謝意を表
明する。



図一2 主要調査地域地図 実線：おもな飛行コース，L：着陸番号，S：採取作業番号

Map of an area mainly investigated. (Black lines: Main courses of flight. L: Landing spots, with numbering. S: Spots of sampling, with numbering.)

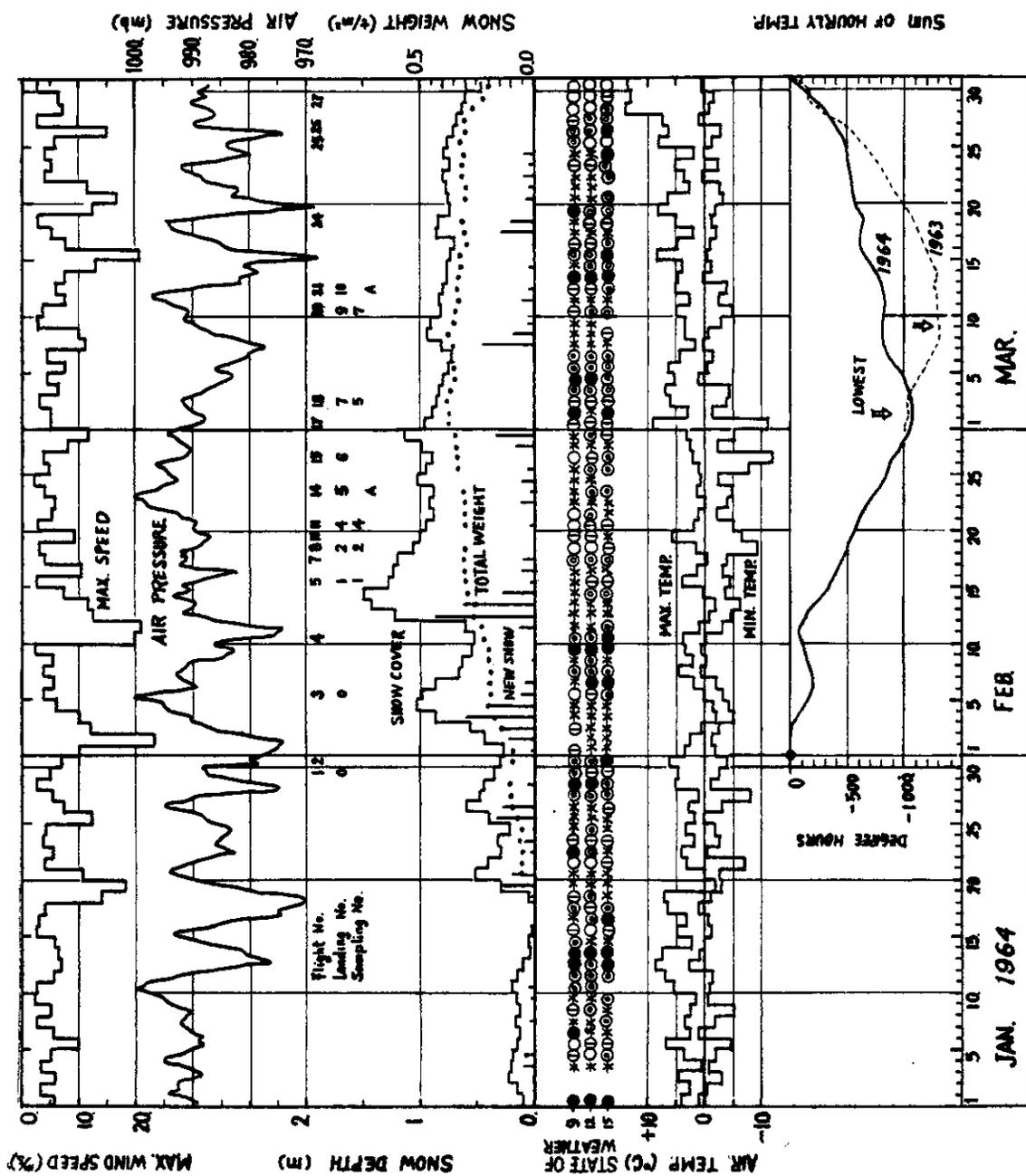
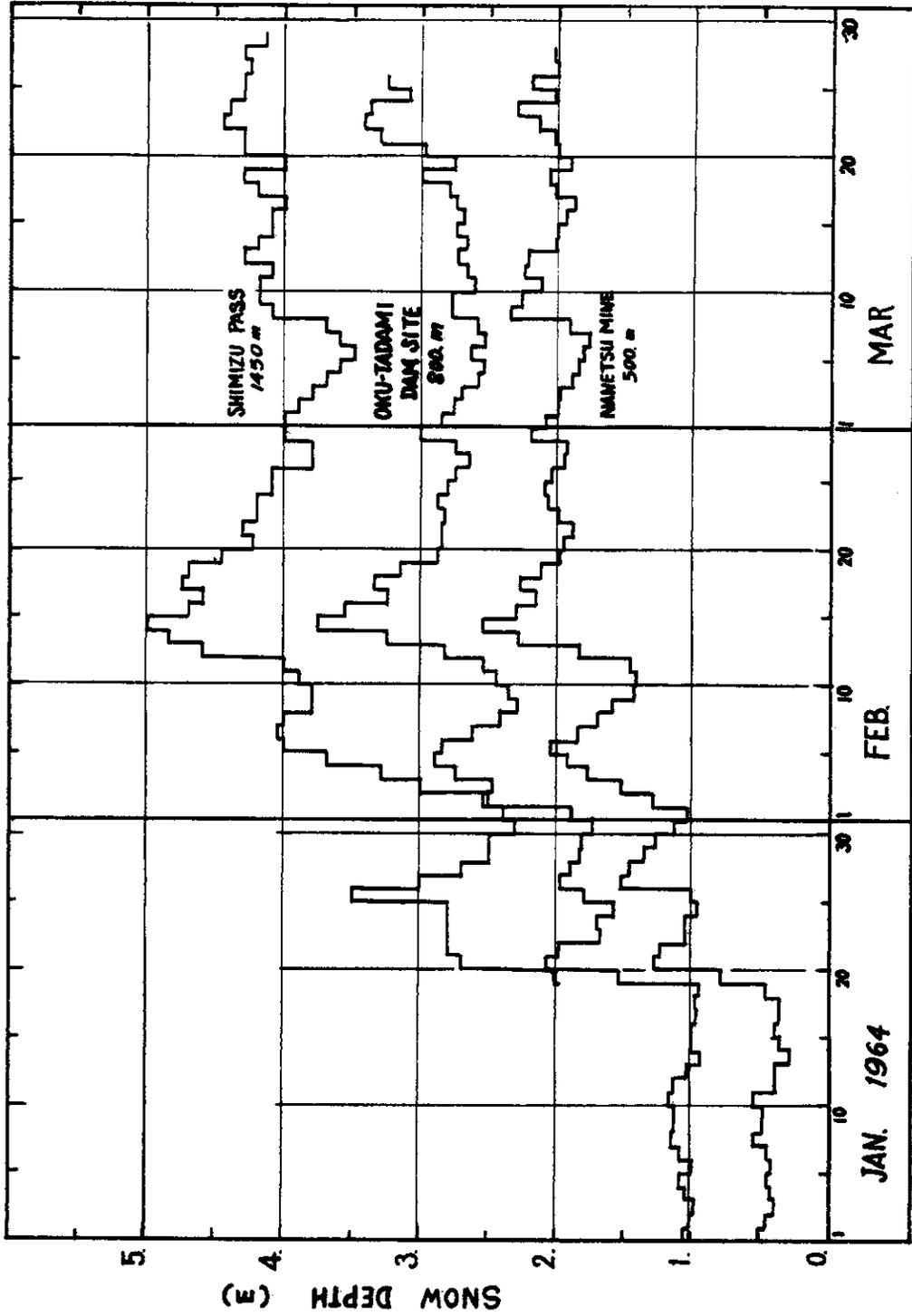


図-3 塩沢の気象と積雪
Weather and snow depth at Shiozawa.

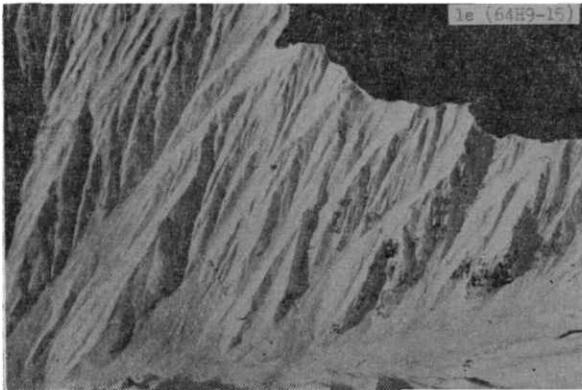
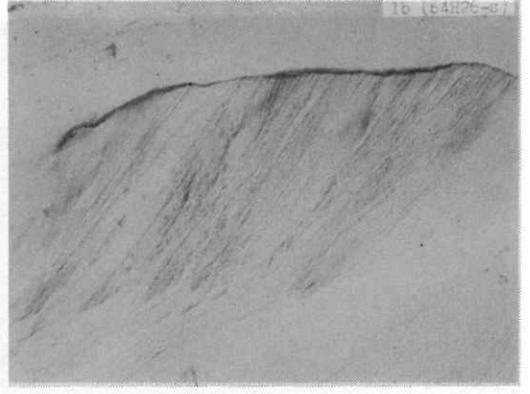
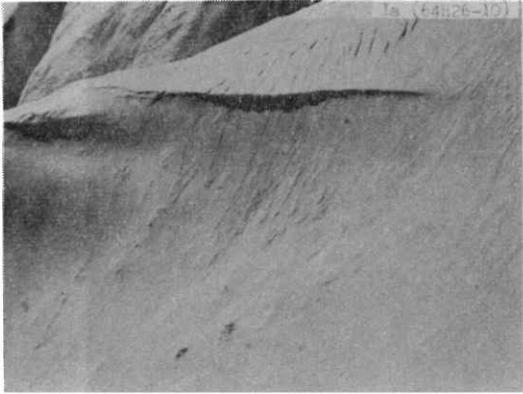


図—4 代表地点の積雪—消氷峰 (白崩), 南越嶺山, 奥只見 (八崎)
 Snow depth at representative places: Shimizu Pass, Nan'etsu Mine and Okutadami Dam.

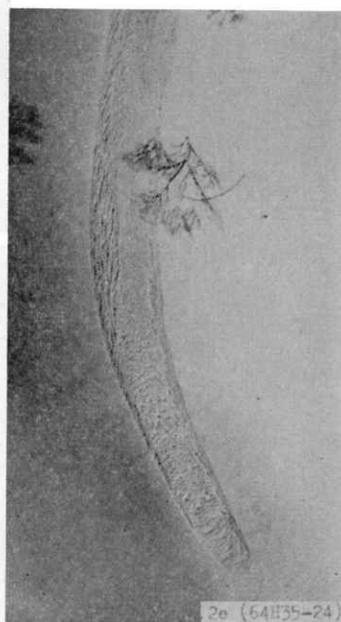
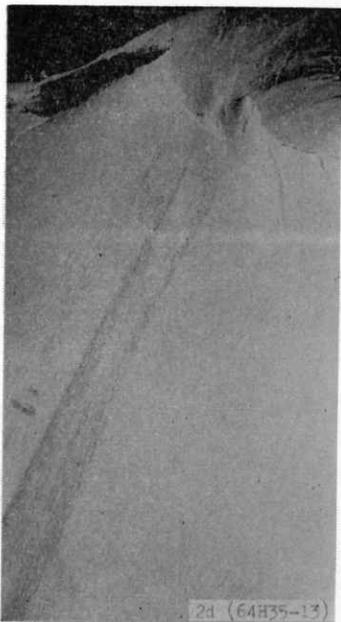
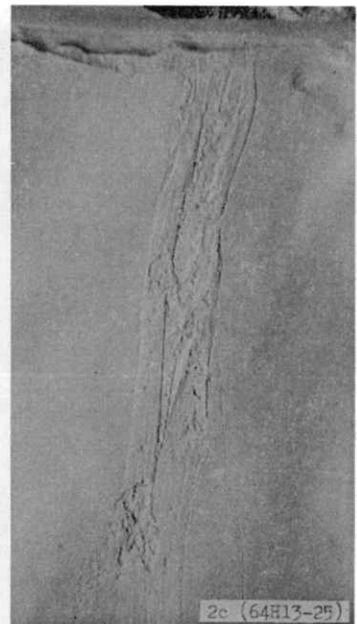


図一5 対象地域詳細図（その1）

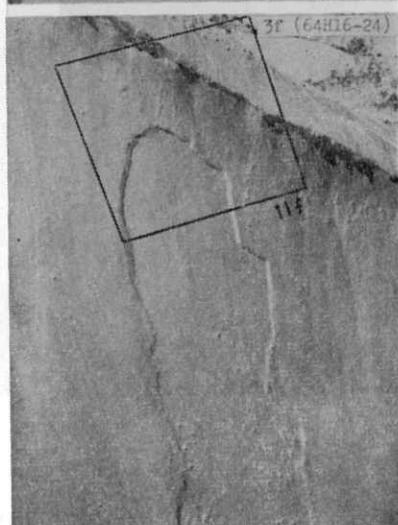
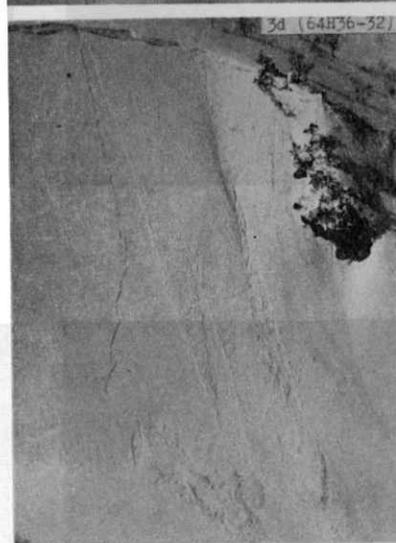
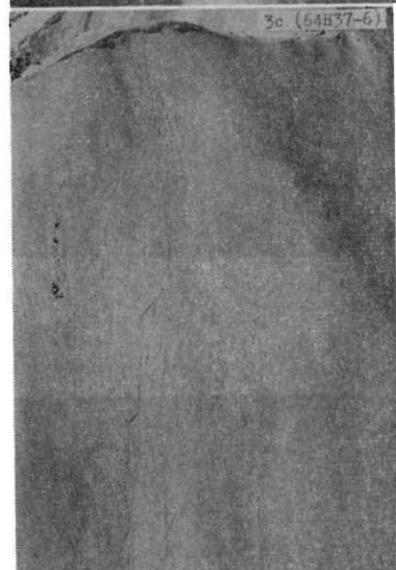
Detailed map of the investigated area, I



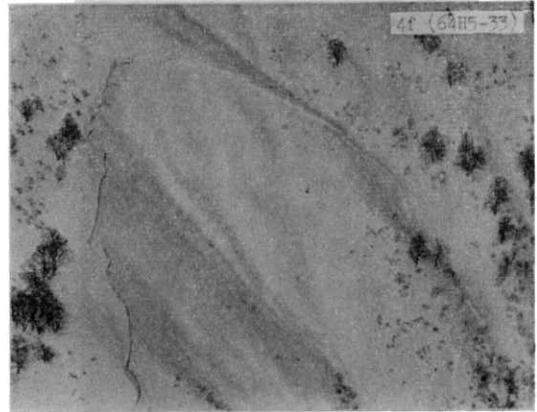
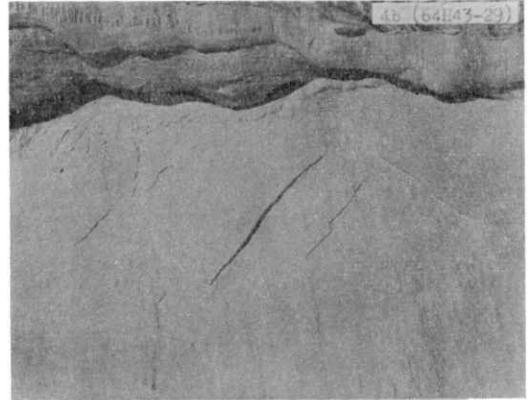
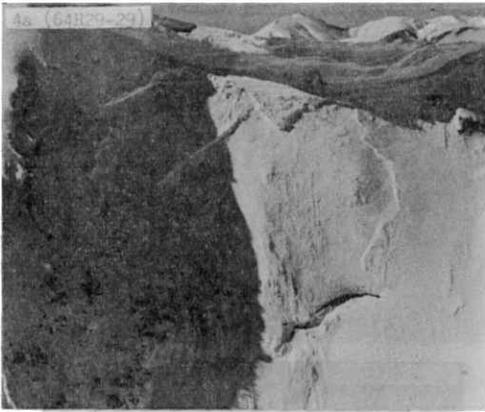
写真—1 引金作用
Trigger action.



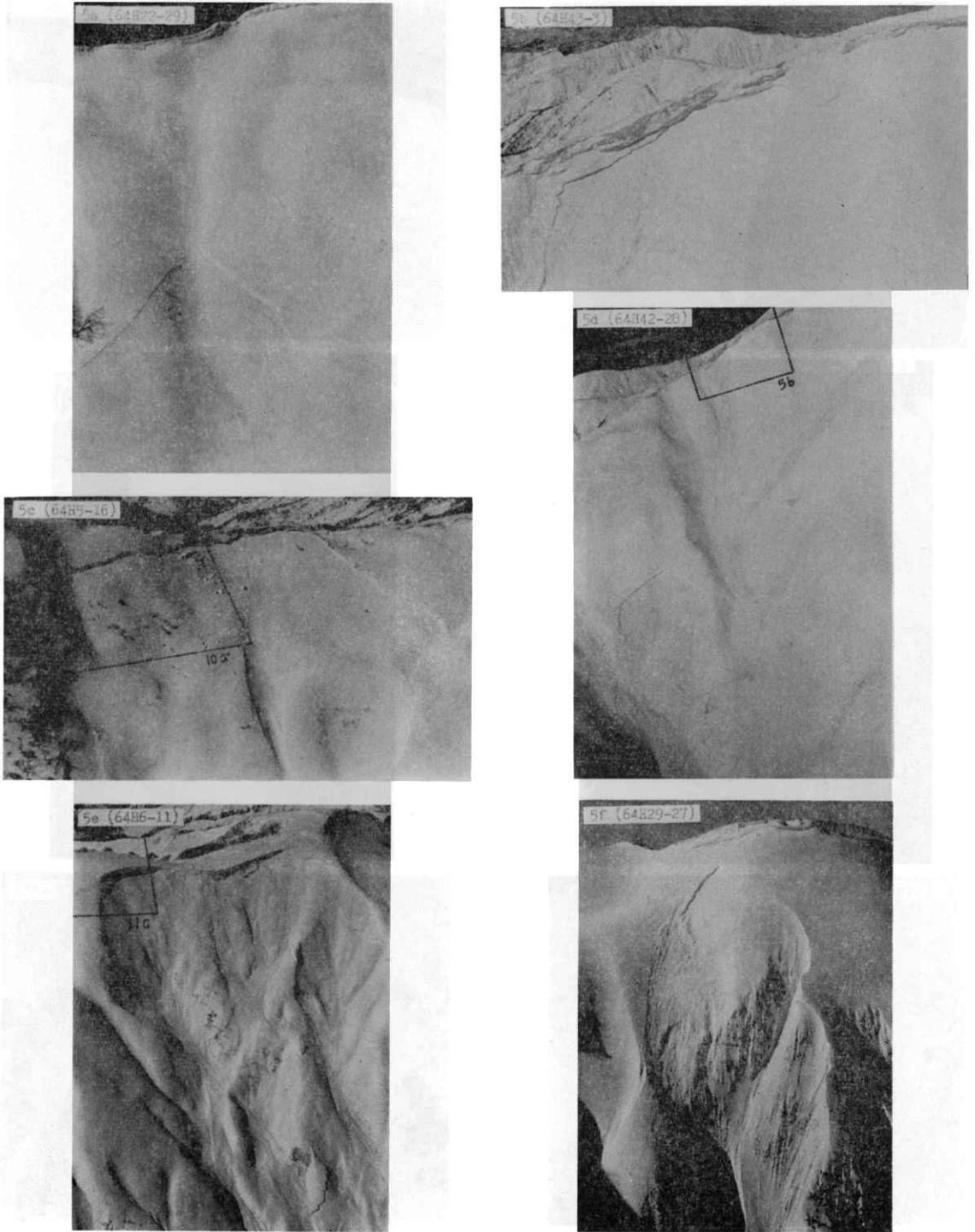
写真—2 DL 型および WL 型発生—DL: a,b,d,e; WL: c,f
Occurrence of DL and WL types.



写真—3 中間型
Occurrence of medium type.

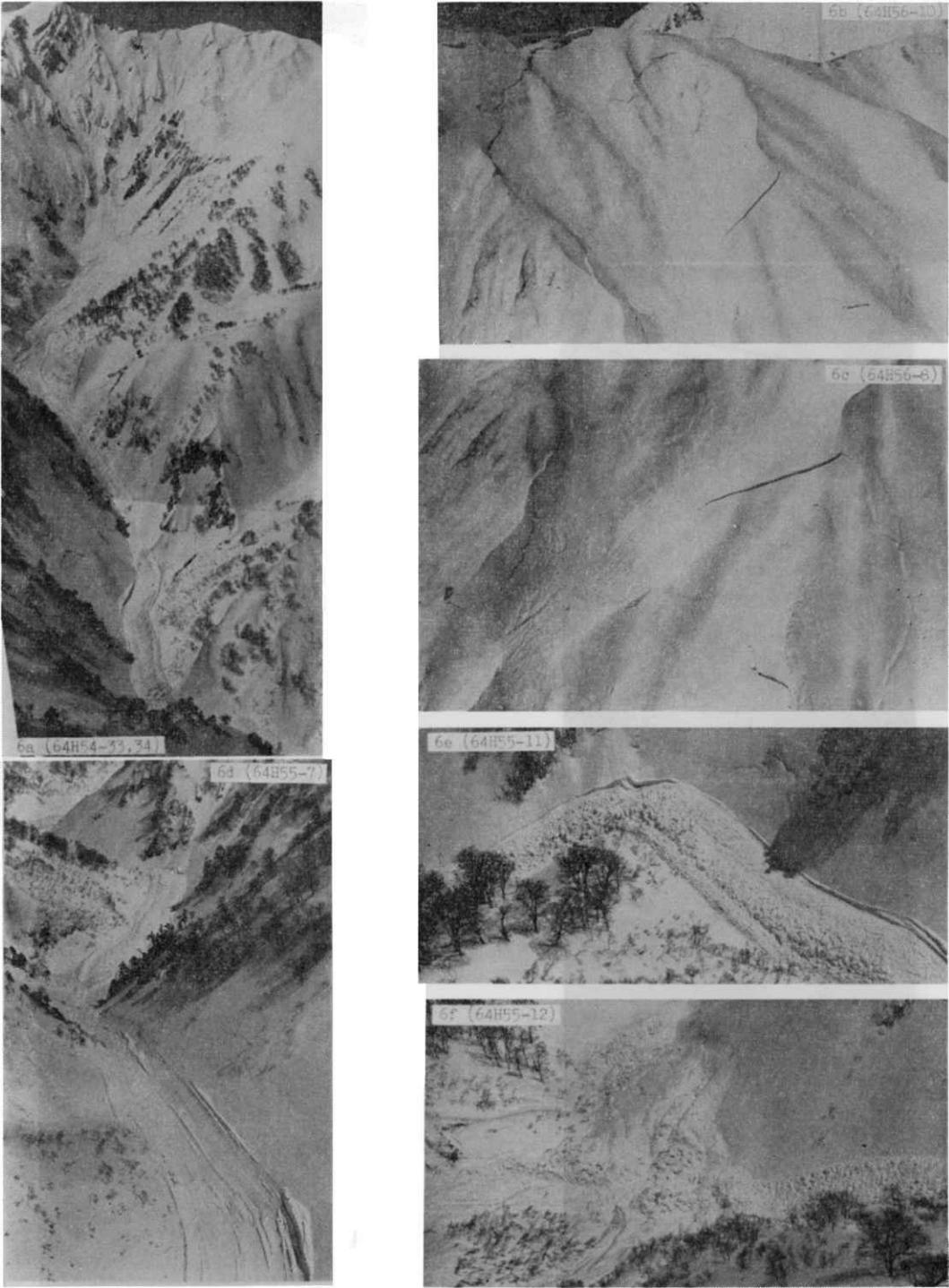


写真—4 DH 型発生
Occurrence of DH type.

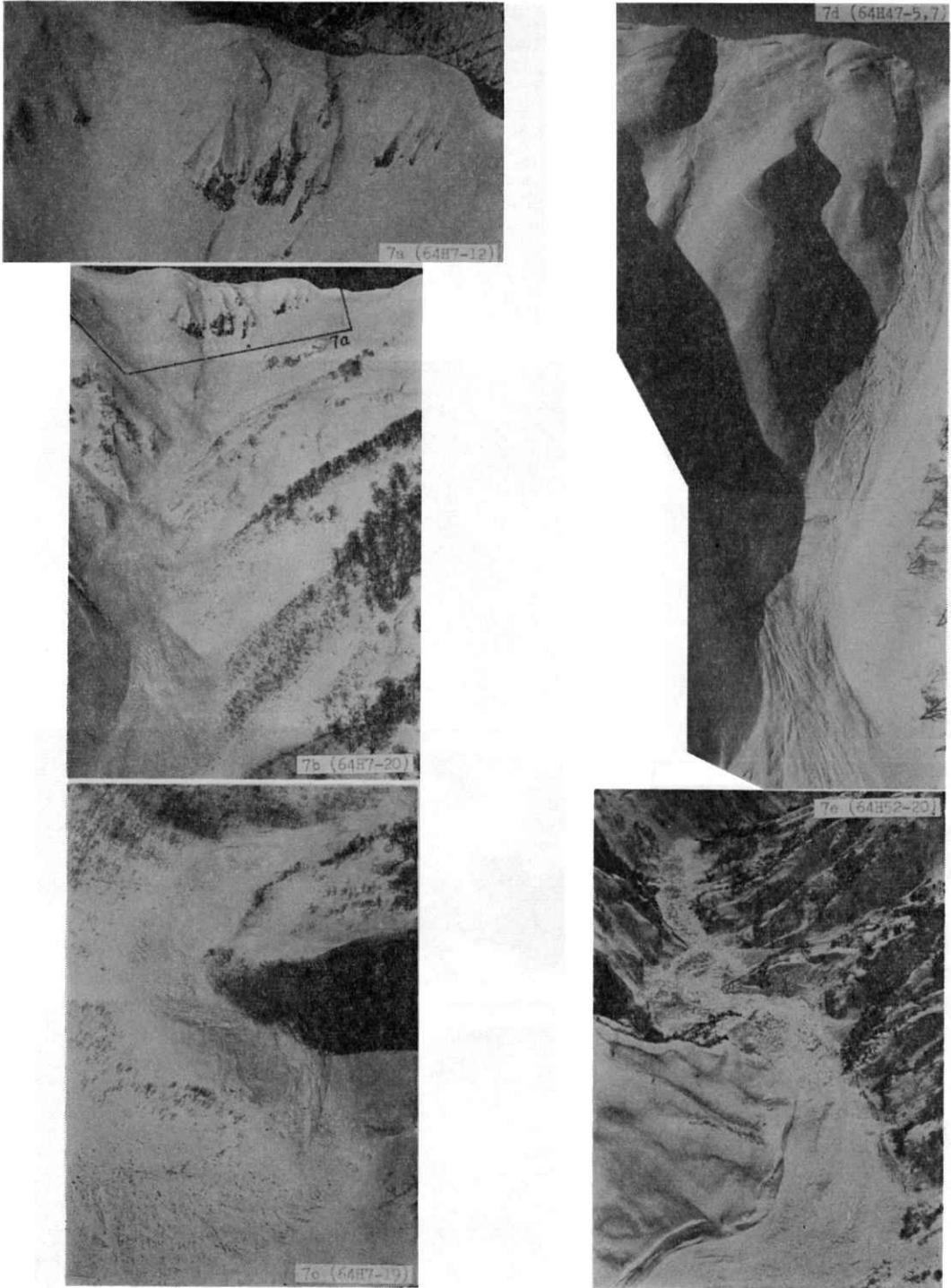


写真—5 DH型の地形影響と2次発生

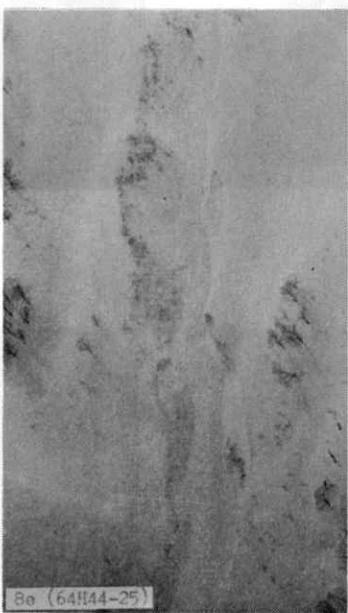
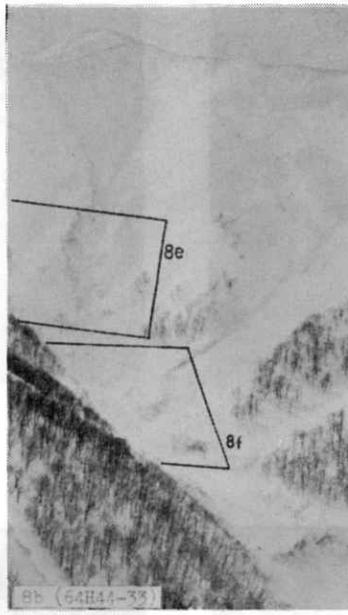
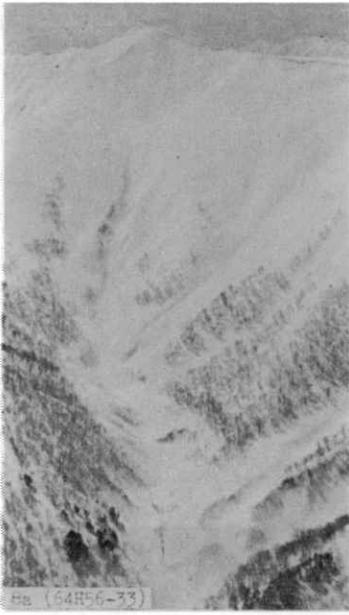
Effect of topography on the DH type occurrence, and secondary occurrence.



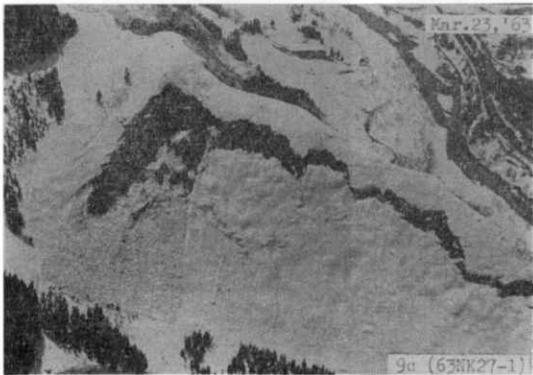
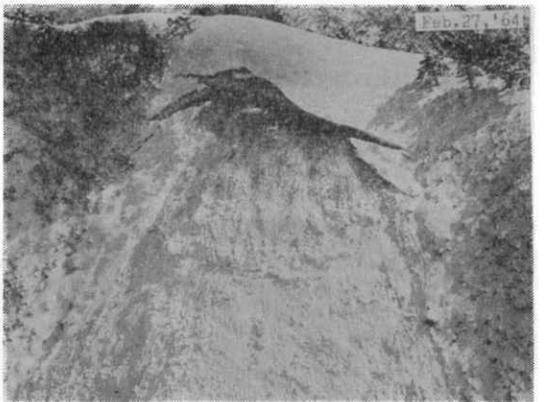
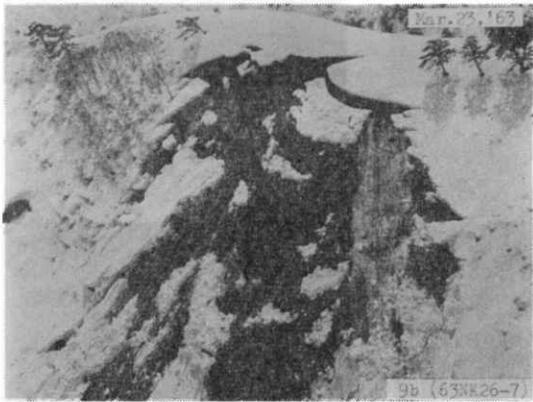
写真—6 超大型なだれ
Very heavy avalanches.



写真—7 新雪系大なだれのデブリ
Debris of heavy avalanches of new-snow type.

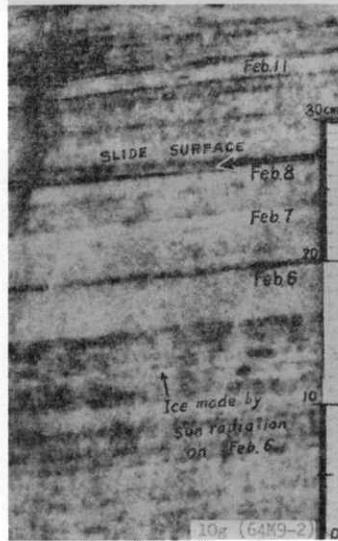
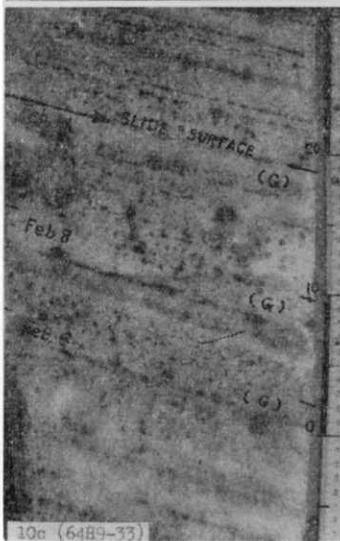
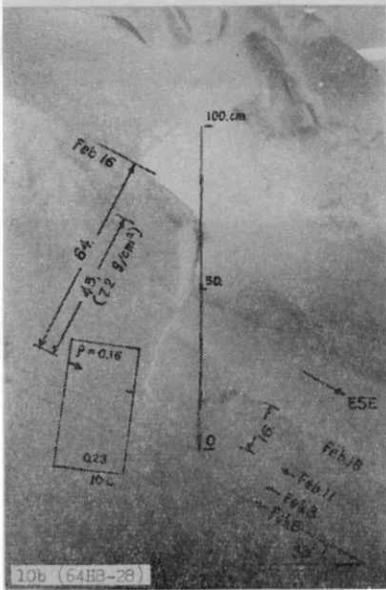
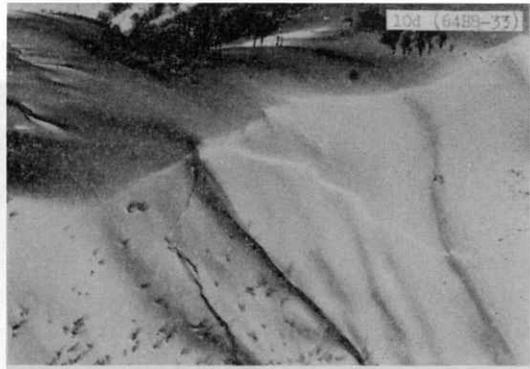
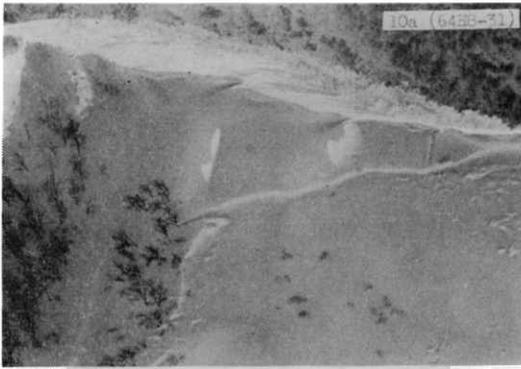


写真—8 人工なだれ
Artificial avalanche at Mt. Karasawa, 13 March 1964.



写真—9 WH型(そこなだれ)発生—2冬の比較

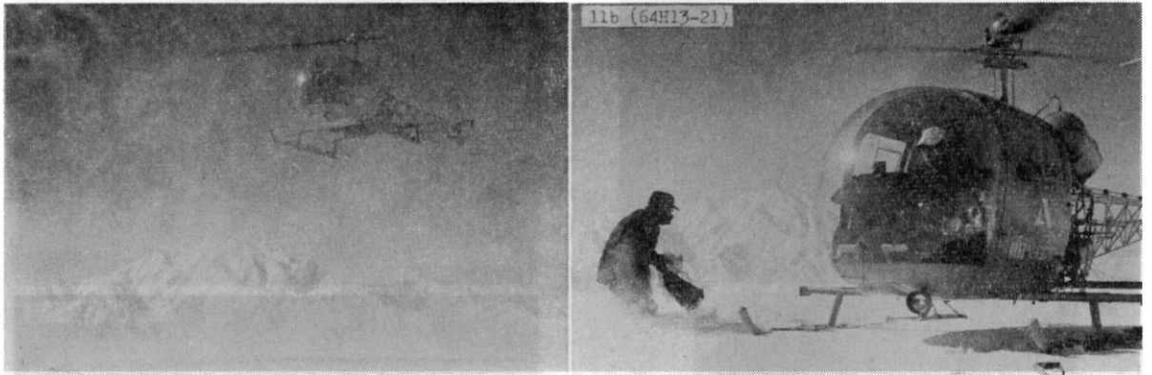
Occurrence of WH type (ground avalanche), one winter compared with another.



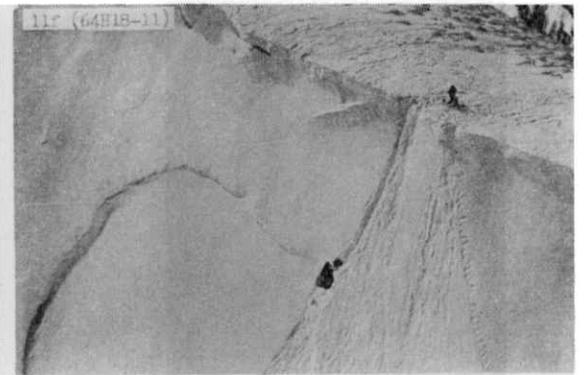
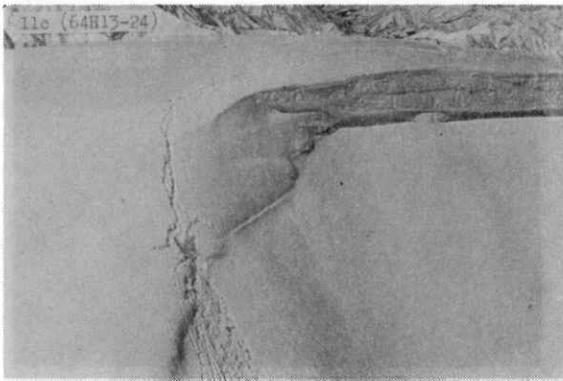
写真—10 DH 型すべり面の雪採取—第 1 回：a, b, c (2月16日)；第 2 回：d, e, f, g (2月19日)
 Sampling of snow from the slide surface of DH type.

1st sampling : a, b, c (on Feb. 16)

2nd sampling : d, e, f, g (on Feb. 19)



ヘリコプターの尾根上着陸（停止飛行）と作業

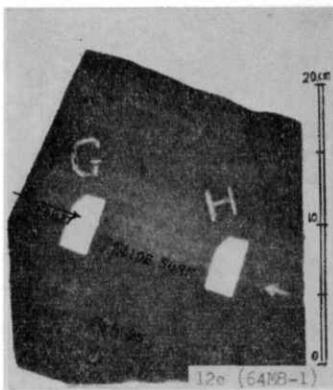
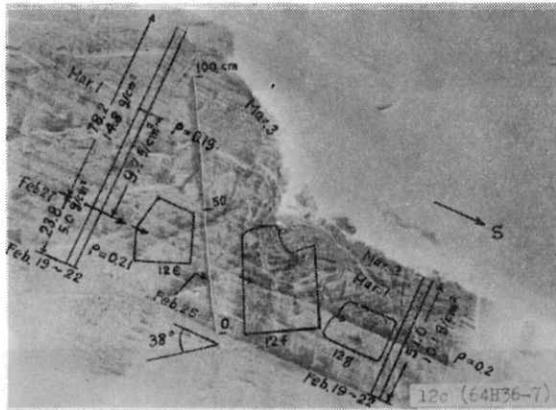
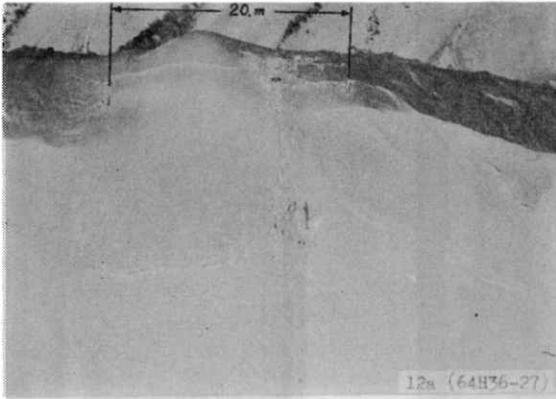


写真—11 DH 型すべり面の雪採取—第3回：c,d (2月19日)；第4回：e,f (2月21日)

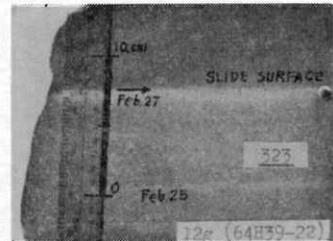
Sampling of snow from the slide surface of DH type.

3rd sampling : c,d (on Feb. 19)

4th sampling : e,f (on Feb. 21)

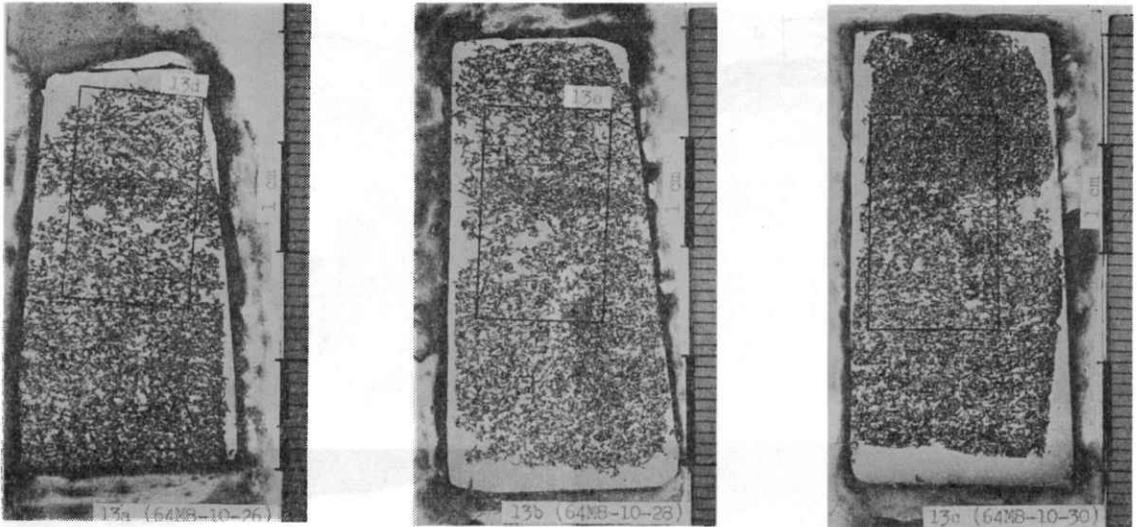


すべり去っていったん露出したすべり面が、その後の積雪におおわれた。



破断面の山側の残留部分
SAMPLE NUMBER : 322

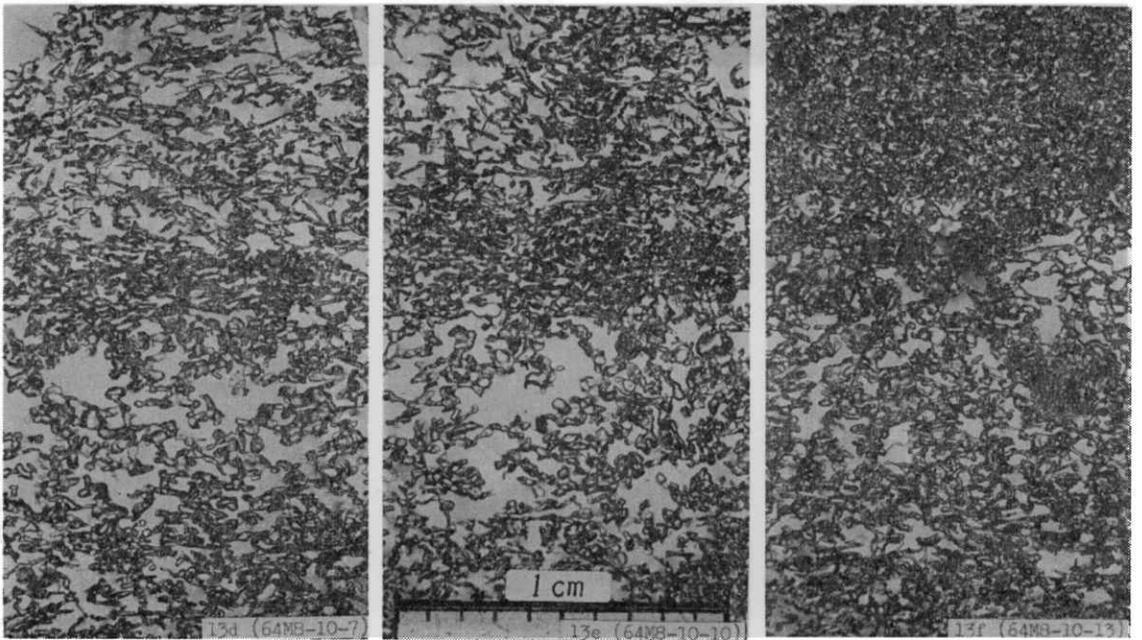
写真—12 DH 型すべり面の雪採取—第 5・6 回 (3月3日)—と、その薄板透写
Operation of snow sampling from the slide surface of DH type—the 5th and the 6th on
March 3—and tracing photograph of thin pieces of the snow.



THIN PIECE NUMBER: 321G-2

321H

321J



写真—13 すべり面粒子構造の薄片の例（上段135mm，下段50mm，レンズ接写）

Examples of thin pieces showing the particle structure of the snow of slide surface.
Upper ones: nearby photographing with 135-mm lens, and lower ones: with 50-mm lens.