

積雪分布の測量に関する研究

高崎正義・瀬戸玲子*・松山泰子・坂本千代子
建設省国土地理院

Survey of Snow Depth Distribution by Means of Aerial Photographs

By M. Takasaki, R. Seto*, Y. Matsuyama and C. Sakamoto

Geographical Survey Institute, Ministry of Construction, Tokyo

Abstract

The Geographical Survey Institute made the following studies in fiscal year 1963, for the purposes of developing the method and the practical use of aerial photographs for snow survey, *i.e.*,

- 1) study of designing and setting air-photo signals for snow depth survey, and
- 2) surveying snow depth from helicopter and taking large-scale oblique air photographs by aerial camera in order to get useful data for photo-interpretation.

7 types of air-photo signals were designed as shown in figures and photos, *i.e.*, A and B types for the purpose of being used for pass points of vertical photography, E and F types for the purpose of reading snow depth directly from vertical photographs, and C, D and G types for the purpose of reading snow depth from helicopter.

15 signals were set in test region and the following problems were studied: photographic figure of each air-photo signal, design for severe weather in winter, and landform and vegetation in selection of setting point. We got the best effect about C type signal.

Oblique air photographs of about 600 sheets were taken from helicopter making 9 flights from 30th of January to 26th of March, 1964. We used the camera of Williamson F 24 (5.5×5.5 inches, focal length 5 inches), and Fuji aerial black and white films with Y₂ filter. From these photographs we could read the status of air-photo signals in the snowy season, the change of snow depth, and formal and qualitative changes of snow surface, and also we could get many effective data of snow survey by photo-interpretation.

1. 調査の概要

38・1 豪雪を契機として始まった空中写真による雪の調査を38年度もひきつづいて行ない、方法の開発と実用化のための研究を進めることとなった。38年度の研究作業は、次の3項目である。

1) 空中写真から積雪深分布を把握するのに、地上の観測施設のない所に、積雪深標識を設置する試験を行なうこと。

2) ヘリコプターによって、積雪深対空標識の付近お

よび垂直写真撮影地域の斜写真を撮影し、積雪深、積雪表面の変化を調査し、写真判読による積雪調査に役立つ資料を得ること。

3) 国立防災科学技術センターの撮影する魚野川、滝波川両地区の垂直写真を使って、積雪分布図を作成すること。

このうち、3)については、空中写真の撮影が3月に限り、分布図の作成、印刷を39年度に繰越したので、今回の報告では省略する。

* 執筆者 (The writer assigned for the report)

2. 積雪深対空標識の設置

1) 目的

地上の積雪深の観測所は数少なく、その分布も平地にかたより山間部には殆んどない。そのため積雪分布からみれば、平地よりはるかに広くまた深い山間部の調査には、従来支障が多かった。

観測施設のない山間部などで、積雪深分布からみて観測値の必要な地点に、降雪前にあらかじめ標識を立て、ヘリコプターからの観察と斜写真の撮影によって積雪深をよみとりこれらを活用して、空中写真による積雪深の測定と判読の方法を開発する。標識として地形・植生・風向・風力・日照条件に対する構造上の問題点や設置場所の選定について試験をする。

2) 構造

積雪深対空標識として、試験的に数種作成し、大きさ

・形・色・耐雪構造などの研究をする。

構造上の条件としては、次の3点が重要である。

i) 垂直写真用としては、無雪期、積雪期両方の写真上で認定できる大きさと色をもつことが必要である。大体縮尺 1/20,000 にうつる大きさが必要であり、周囲が黒っぽい状態の無雪期の撮影と、白一色となる積雪期の撮影で、共にモノクローム写真にうつる色が必要である。黒の中に白い標識をおく場合は、標識はハレーションで拡大されてうつるが、白の中に黒をおく時は反対に縮小するので相当な大きさが必要である。ヘリコプター観察用のものとしては、雪原で発見しやすい赤や黄色がよいが、それほど大きくなくても差支えない。

ii) 積雪深がたやすく読めるものであること、これには a) 垂直写真で平面形の違いから積雪深を直接よめるもの、b) 直接深さはよめないが、無雪期、積雪期両

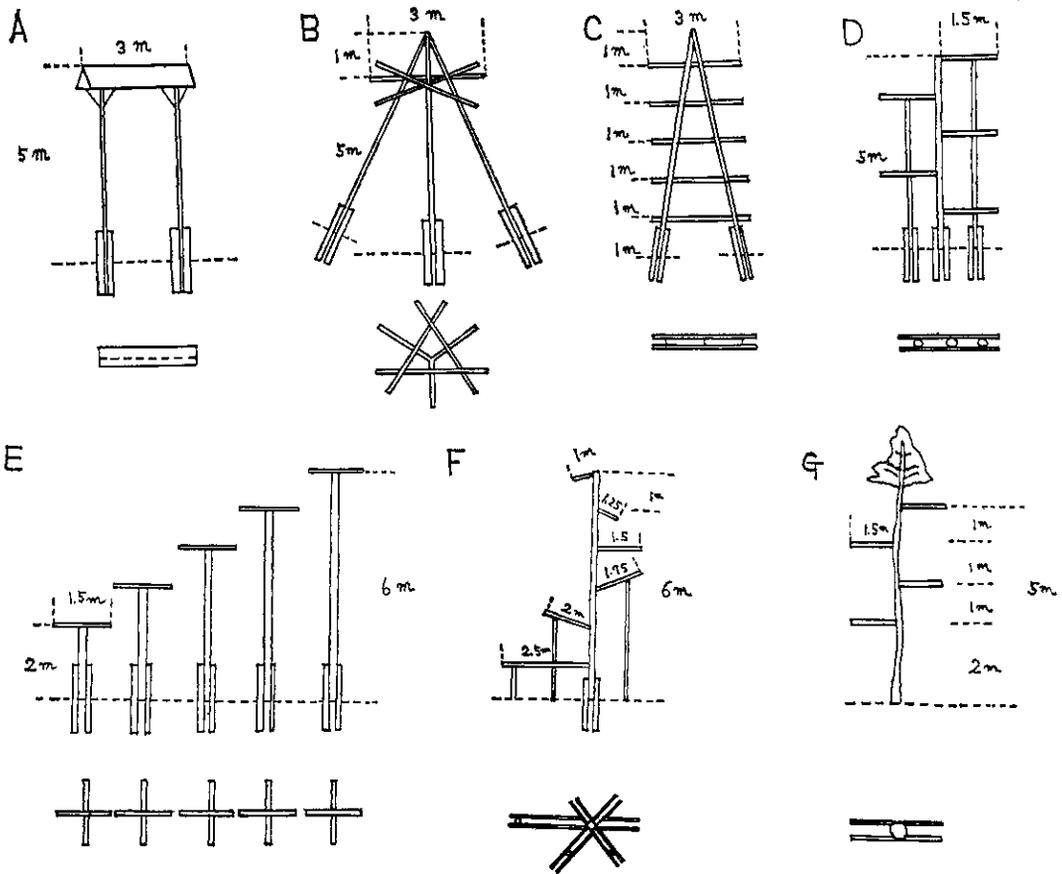


図-1 積雪深対空標識の構造
Construction of air-photo signals for measuring snow depth.

方の垂直写真上で認定でき、標定点として使えば両期の同一地点における標高の差から積雪深を測定できるもの。c) 斜写真の撮影、またはヘリコプターや地上からの双眼鏡による観察で、直接積雪深をよめるものの三つが考えられる。

iii) 降雪前から融雪期まで積雪、融雪、雪圧(沈降圧、匍行力など)、なだれ、強風、凍結などの苛酷な冬季の気象条件に耐え、冠雪、吹きだまりのつかない構造のもの、この点はなるべく大きくして写真にうつりやすくする条件とは相反する訳でその妥協点を見出す必要がある。

以上の条件を考慮して、次の通りA型からG型までの7タイプを設計した。

A型、B型：無雪期、積雪期の垂直写真に標定点として使い、同一地点を測定して積雪深を求めるためのもの。

C型、D型、G型：斜写真の撮影またはヘリコプター

からの観察によって、積雪深をよむためのもの。

E型、F型：積雪期に垂直写真を撮影すれば、写真像の平面形の違いから積雪深のよめるもの、E型は斜写真でもよい。

G型は立木を枝打ちして利用し、あとのものは丸太で組立て、C、D、E、F、G型は1mごとに横木をうちつけ、あるいは高さを変えて、6mまでの積雪深がよめるようにした。対空標識の着色は、積雪期、無雪期のいずれの場合も確認が容易であり、かつモノクロームフィルム上でも識別が容易であることを考慮して、オレンジ色とした。

3) 設置場所

積雪深対空標識ははじめての試みであるので、標識の構造自体の研究から始めなければならず、また時期的に積雪期がせまっていたので、比較的近接しやすい場所として下記を選定した。

飯士山：湯沢に近く、1,100mの独立峰で、斜面の向

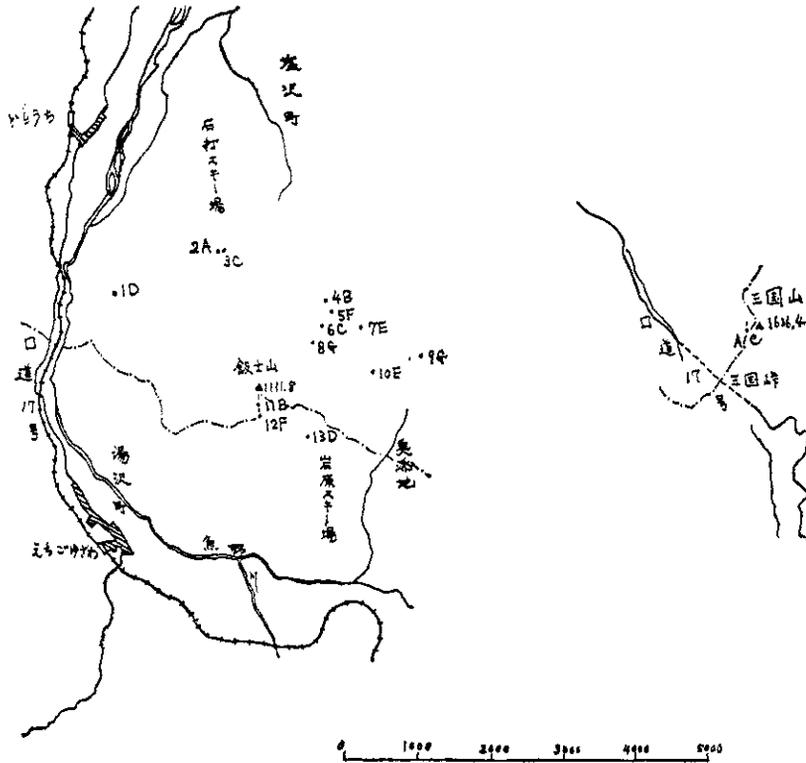


図-2 積雪深対空標識の設置場所
Locations of air-photo signals.

き、風向、日照の条件を違えた場所で比較実験に好適なので選定した。A 1本、B、C、D、E、F、G各2本の計13本を設置した。

三国峠：本格的設置にそなえ、風の強い国境尾根線の森林限界以上にある地点を実験地として選び2本（A、C各1本）を設置した。

対空標識の設置は本格的降雪前の38年12月中旬、東洋航空事業 K.K. に外注して設置し、設置地点は既存の空中写真上に刺針し、地上写真を貼布した一覧表を作成した。

4) 結果

設置した標識を、積雪期間中数度にわたり、地上およびヘリコプターから観察し、斜写真を撮影して、構造や設置場所に関する問題点、積雪深ならびに積雪表面の変化に関する資料を得ることができた。

i) 標識の形

斜写真の撮影およびヘリコプターからの観察にはC型、D型が好適であった。ただしD型は影がやや複雑で撮影した方向によっては写真から積雪深がよみにくい。立木を利用するG型は、針葉樹の場合は、樹冠を残しすぎるとヘリコプターから発見しにくいし、広葉樹は葉が落ちてしまうので木が小さいと発見しにくい。しかし樹を利用するなら、針葉の独立樹がよい。E型、F型は39年3月1日に撮影した1/20,000垂直写真を6倍に部分伸した結果、かすかな点として判読できるにすぎなかった。黒の中に白い標識をおくなら一辺1.5mの十字の標識は、縮尺1/20,000の写真に充分な大きさであるが、白一色の雪原の場合、大きさ、色について一層の研究が必要である。大きくするについては耐雪・耐風の問題との調整が必要であり、色については、ヘリコプターからの斜写真撮影にも兼用するなら空から発見しやすいことと、垂直写真にうつりやすいことの調整が必要である。

E型は斜写真の撮影、ヘリコプターからの観察のいずれにも好適であった。しかしF型は斜写真では影が複雑で、撮影方向によってはみえない横木が生じる。

A型、B型は1辺3mでも1/20,000空中写真の6倍部分伸し印画にかすかにうつる程度である。この位の大きさの標識を設置するなら、既設の送電線の鉄塔などを利用の方がよい。構造上丈夫であるし、1/20,000写真でも立体形や影からはっきりみえる。あらかじめアームの高さを電力会社や国鉄など設置機関から知らせてもらい、積雪期の写真で、アームと雪面との比高をA7またはA8で測定し、積雪深を求めるのである。

そのほか構造上の問題としては、E型は十字の上に冠雪がつき、雪面すれすれになると、十字の上に盛上って埋まる形となる。C型は雪面に接する横木のうしろに吹き溜りができる。耐風構造としては、根元に1mの副木をつけ半分を埋込んだが、1本柱でも十分耐えられた。C型、A型の2本足、D型の3本平行に並べた足も、三国峠を除けば無事であった。安全を見込むなら、三角に組合わせた3本足がよいであろう。

今回の実験の総合的結果としては、ヘリコプター観察用のC型が最もよかったが、これに3本足の支えをつけた改良型をつくれれば理想的である。標識の高さは、風の強い尾根筋では3mもあれば充分である。しかしいづれの場所でも、最深積雪深より2~3mの余裕が必要で、雪面上に出る部分が少ないと発見しにくい。

ii) 設置場所の選定

地形について：狭い尾根、特に風向と直角の尾根は雪ひさしが発達しやすく、積雪深の局部的差が出て、よみにくい。幅の広い尾根や、風向と平行な尾根なら、余り雪ひさしが大きくなるからさしつかえない。山地では、なるべく傾斜のゆるい所か、平坦になっている所を選ぶようにする。特にF型などは、尾根や斜面では横木の根元と先端で雪面の高さが違ってしまふ。E型も平坦地に並べて立てる必要がある。C型やD型を斜面に立てる場合は、足や横木が斜面と平行になるようにする。

風について：風の強い所は避けた方がよい。三国峠では、C型は第1回観察の39年1月30日において既に倒壊していたが、ここは上越国境尾根線で風が非常に強く、しかも風上斜面にあたる吹き払いの積雪の少ない所であったためである。吹き払いの所は避け、風の弱い吹き溜りの側に立てるようにする。積雪期の空中写真があればあらかじめそれを見る、なければ現地の植生から判断し、露岩が出ていたり、短い草やはい松、低木などはえたとこは風が強いとみて避ける。ある程度雪が積もると、倒壊しなくなるが、降雪前に倒れないように補強しておけばよい。

植生について：森林地帯では標識を空から発見しにくい。しかし植物被覆のない所は、風衝地といて強風のため雪のつかない所であったり、岩稜地で柱を埋めにくい点がある。草地は冬には枯れるので発見しやすいから、森林地帯の中にある草地などがよい。低い雑木の落葉樹林地もよいが、設置する時期にはやぶ地で入りにくいという点がある。

積雪深の状態：魚野川地域の38年、39年の積雪期の空

中写真を比較した結果、気象観測所の積雪深が年によって大小があるに拘らず、積雪分布、つまり雪の覆われ方、吹き溜りや吹き払いの場所、露岩や森林露出の状態、雪ひさしのできる所、なだれの発生する場所や形などの模様が極めて類似していることが判明した。このことを裏返せば、一度積雪期に空中写真を撮影しておけば、積雪分布を眺めて観測値の必要な所で、かつ地形・植生、気象条件から設置に適した場所を写真上から選定できるということである。

ヘリコプターによる調査を前提として：ヘリコプターをチャーターすることが可能な場合は、あらかじめヘリコプターの飛行距離、飛行時間を考え、空からの調査を前提とした配置をする。たとえば同じような小さな斜面の集まった地形の所は発見しにくい。できれば形のはっきりした山頂や谷の近くとか、広い斜面などがよい。ヘリコプターの飛行時間は約2時間、斜写真を撮影したり観察をしながらの飛行は50~60 km/hr と考えると、1分間に1 km として、標識間の間隔は4~5 km はないと、見過してしまう危険がある。38年度は初めての試みで、設置のとき降雪もせまっていたので、作業の都合から飯土山付近にまとめて設置したが、ヘリコプターから探すのに何回も巡回しなければならなかった。大体4~5 km 四方に1点位の割合で均等に配置しておけばよいであろう。

iii) 積雪深対空標識の今後の問題点

前年までの空中写真による積雪調査の方法、すなわち積雪期だけの写真から積雪深を測定判読する方法、および無雪期と積雪期の写真を使って測定値を比較し、積雪深を求める方法には、それぞれ次のような欠陥がある。

1/200,000 積雪深区分図作成の際採用した前者の方法、すなわち積雪期に撮影した空中写真から雪の割れ目を探して、積雪表面と地面または水面との比高を測定する方法は、高山地やこちらの望む地点に必ずしも割れ目がなかったりして、測定点にむらができる。また、後者の方法、すなわち無雪期と積雪期の写真を1/5,000の縮尺で精密図化して、2 mの等高線で示される表面形の違いをよむ方法や、無雪期、積雪期の空中写真を同じように標定して、厳密に同一地点における標高の差をA7またはA8でよむ方法は、経費がかかりすぎ、また傾斜の急な所では位置のごく僅かのずれが測定値のぶれを大きくしたり、森林地帯では、無雪期の写真で地面を正確にたどることがむづかしく、標高の差の値が不正確となる。

さきにもふれた通り、積雪深を垂直写真から直接よみとる方法は、大きさなどの点でまだまだ研究の余地が多く、今回の研究だけでは実用化し難い。しかし、対空標識を無雪期と積雪期の写真上で同一の標定点を得るために使う方法は有効であり、この分野の開拓はすすめられる。この場合は、三角点の所在地に立てるのがよいが、もしそこに設置できない時は、三角点からの偏心要素を測量しておく。三角点の所在地に立てた標識が、ヘリコプターから積雪深のよめるものであれば、正確な位置と高度差(積雪深)が与えられるので、空中三角測量によって、無雪期と積雪期の写真を同じに標定し、積雪深を測定によって求める方法には最適となる。

しかし、一級図化機を使つての測定は、経費がかかる上に誤差もあり、また垂直写真用と斜写真の兼用は構造上の無駄があるので、はっきり区別し、斜写真用としての機能だけ持たせたものを、ヘリコプターで観察するのが積雪深が直接によめて最もよい。空中写真から積雪深分布を判読する際には、できるだけ多くの撮影日の実測値を入手することが必要であるが、平地なら撮影と平行してジープなどで積雪深調査をする。山地は観測値が少ない上、実測も困難なので、ヘリコプターで積雪深標識を撮影する方法を今後更に研究してゆくのが実用価値が大きいであろう。

3. ヘリコプターによる斜写真の撮影

1) 目的

積雪深対空標識を反復撮影して、構造、設置場所等について調査する。垂直写真の撮影範囲全般にわたって積雪深の変化、積雪表面の変化、冬季の積雪の状態、なだれの発生などの観察と斜写真の撮影を行ない、雪の判読資料を得る。

2) 飛行および撮影計画

朝日ヘリコプター Bell 47G3BKH—4型を11時間チャーターした。このヘリコプターは乗客定員3名、航続時間2.7時間、積載量200~280 kg、最大出力260馬力、実用上昇限度6,100 mで、ベル47G—2などに比べ、気象条件の悪い山岳地の調査に余剰馬力があり、両サイド窓が開けられ、2人以上乗りこんで観察や撮影することが可能である。ヘリポートは塩沢雪実験所構内とし、実験所とヘリを共同利用した。

i) 飛行時期

39年1月下旬から3月中旬まで旬ごとに1回飛行する。

ii) 飛行場所および高度

飯士山, 三国峠の標識付近は, 低空(約 50 m 位)でできるだけ標識を明確にとらえるとともに, 設置地点の地形を概観するため高所(約 100 m 位)からも撮影する。そのほかなだれ, 雪ひさし, 風衝地, 雪の表面の現象などについて, 垂直写真の撮影範囲にあたる塩沢から三国峠にかけての一带において, 比較写真を撮影するために飛行する。飛行高度は大体地表から 50~100 m である。

iii) 観察・撮影対象

機上からの撮影対象および観察の要点は次の通りである。

- a) 対空標識の埋もれ具合から積雪深をよみとること。
- b) 標識付近の雪の積もり方, とけ方の状況観察, c) 雪の積もり方, とけ方と地形特に斜面形との関係, d) フィルム・フィルターの組合せによる雪の撮影の研究。

iv) カメラ・フィルム

カメラは英国製ウィリアムソン F 24 手持航空カメラで, これは自動巻上げ(手動も可), 画面は 5.5×5.5 in, 焦点距離 5 in である。窓枠をはずしてゴム紐でカメラをつり, 機体の振動の伝わるのを小さくした。フィルムは, フジ航空フィルム 5.5 in の 125 枚撮り (K24), Type 1A, Class L, 露光指数 125, または小西六の航空フィルム 5.5 in の 56 ft 用を使用する。

3) 結果

i) 撮影時期および成果

撮影に適した晴の日を選び予定通り大体旬ごとに 1 回

表-1 斜 写 真 の 撮 影 時 期
Summary of oblique aerial photographing.

撮影回	撮影年月日	時 間	撮影枚数	撮 影 地 域
第1回	39. 1. 30	12.06~13.43	49	飯 士 山
2	2. 6	11.15~13.10	64	飯士山-三国峠
3	2. 19	13.39~14.52	55	"
4	2. 21	13.15~14.00	65	"
5	2. 27	11.05~12.30	122	"
6	3. 1	10.50~12.00	120	"
7	3. 13	13.55~14.40	30	飯 士 山
8	3. 19	13.32~15.05	70	飯士山-三国峠
9	3. 26	12.45~13.25	20	湯沢-土樽

飛行できた。垂直写真の撮影日には飛行機とヘリコプターで連絡をとり, 斜写真も同時撮影を行なった。同時撮影の日は 3 月 1 日である。(垂直写真は 1 コースのみ 13 日に再撮影した。)

ii) カメラ・フィルム・フィルターについて

F24カメラは 5.5×5.5 in で, 密着で充分判読に使える写真が得られる。やや広角なので, 飛行中, 対象をと

らえそこなうことが少なく, 広範囲がうつるので, あとの概定にも便利である。フィルムは 125 枚撮りのロールフィルム(暗室装填)で 1.5~2 時間の飛行に途中でつめかえなくて済む。フィルターは Y₂ を使用した。ヘリコプターの飛行可能なのは晴天時で, この条件下ではこのフィルム, フィルターで充分である。赤外フィルムや粒子のこまかいネオパン F などがあればよりよいと思うが, F24に合うものがつくられていない。飛行速度平均 50~60 km/hr, シャッター速度 1/450, 絞りは晴天で 8, 曇天で 5.6 であった。この速度で標識付近を 50 m の近距離から撮っても, 前景に写真像のぶれは認められない。

iii) 判読用斜写真

斜写真は, うつる範囲が広く, 立体的でなじみやすいので, 全体的な積雪深の分布を把握しやすい。撮影する高度や角度を自由に変えられ, 縮尺は, 例えば高度 100 m, カメラを垂直に対し 60° 傾けて撮影した場合, 写真の中央で 1/1,700 位, 手前の対象は 1/800~1/1,000 位, 遠方は 1/7,000 位となる。もっと水平に近くすれば 5 km 位先までうつり, 1/40,000 位となる。遠景の場合は, 積雪表面の状態の示され方は 1/20,000 垂直写真に劣るが, 手前の縮尺の大きい対象を判読に利用する際, 背景が広く写っていることは, 標定しやすい。

50 m の高度からの近距離の対象は, 積雪表面の微細な現象の判読により資料が得られる。例えば, スノーボール, 雪まくり, なだれ, 割れ目, 雪ひさし, 吹き溜り, 吹き払いなど積雪表面の形態の現象や, 雪の質的狀態, すなわち表面が凍って光っている状態, 風によって凍って横縞のついた状態, とけかけて凹凸のついた状態, 雪のずれによるしわ, 樹冠の根元に凹みができた状態などである。これらの現象が, どのような地形において生じ易いか, また下の地形・植生の違いが雪の被覆状態にどのような差を作るかは, 斜写真から容易に観察できるので, 垂直写真と併用するとよい。また斜写真は影がつくので, 垂直写真では出ないようなこまかい所まで判読することができる。

iv) 積雪深および積雪表面の変化

表-2 に示すように 9 回にわたる反復撮影によって標識付近の積雪深の変化および積雪表面の形態的, 質的变化を知り得た。

v) 斜写真撮影による積雪深調査の開発

ヘリコプターによって, 積雪深標識を撮影し, 点における積雪深をおさえ, 積雪期に撮影した垂直写真と併用すれば, 空中写真による積雪深調査はかなり成果を上げ

積雪分布の測量に関する研究—高崎・瀬戸・松山・坂本

表—2 積雪深および積雪表面の変化
Snow depth and snow surface.

昭和39年1月～3月, 飯土山

観測号	設置場所 (高度・地形・植生)	撮影日	積雪深	標識付近の積雪表面にみられる変化
1D	450m 尾根線上 雪ひさしのつけ根 笹, 落葉の丈の短い広葉樹	1.30	1.0m	尾根線下に全層なだれ, 小さな雪ひさし, 下の地形・植生までよくわかる 全層なだれ雪におおわれる 上方に表層なだれ 積雪表面ならぬか 風上北斜面の植 生ほとんどかくれる 雪ひさし下に雪まくり 風下(南)斜面の植生あらわれる 雪ひさし下にスノーボール・雪まくり多し 雪ひさし下に雪まくり並列
		2.6	1.7	
		2.19	1.7	
		2.27	1.7	
		3.1	1.7	
3.13	1.7			
3C	720m 石打国際スキー場上階段を切った 急斜面 ススキ	1.30	0.7~0.9	階段上の段々がはっきりわかる 段の消えているもの多い 小さな雪ひさし 段はつきりせず 雪面上に風の流れ 雪ひさし下にスノーボール多し 段はなめらかであるが, 雪の表面やわらかくなり凹凸つく, スノーボール多し 雪面さめ肌の様になる スノーボール群衆まって幅広くなる 雪まくり多し 割れ目生ずる
		2.6	1.6~1.9	
		2.19	1.5~1.7	
		2.27	1.5~1.7	
		3.1	1.5~1.7	
3.13	1.2~1.6			
5F	770m 鞍部下の緩斜面 笹, 落葉広葉樹の疎林	1.30	2.0	樹木の上部のみ露出 樹木の埋まり方大になる ならぬか表面形 風紋 森林殆ど埋没, 樹冠のみ出ている 標識の根元に風のあと 表面形一層ならぬか 谷は幅広く山ひだ大きい 樹冠のみ出ている
		2.6	2.9	
		2.19	3.9	
		2.27	3.7	
		3.1	3.7	
3.13	3.8			
6C	770m 斜面 笹地, すく背後に落葉の広葉樹	1.30	1.6~1.7	笹は埋没 落葉広葉樹は出ている 樹冠を残し広葉樹埋没 ならぬか表面形 樹冠の根元吹きだまり 樹冠を僅かに残す 標識の雪面に接した横木に吹きだまり 少し表面がとけ, 樹木間に凹凸のすじがつく 樹冠の根元の吹きだまり全くなくなる
		2.6	2.7	
		2.19	2.9	
		2.27	2.8	
		3.1	2.8	
3.13	2.8			
7E	700m 緩斜面 広い草地	1.30	1.0	白い平面 谷の埋まり方, 斜面のおおわれ方なめらかな表面形となる 森林樹冠を残して埋没 標識に冠雪 雪の表面に風向のすじ 標識の上に冠雪 雪の表面に風向のすじ 標識の上に冠雪 雪の表面に風向のすじ
		2.6	2.6	
		2.19	2.7	
		2.27	2.5	
		3.1	2.5	
3.13	2.2			
8G	860m 斜面 落葉広葉樹林地の中の1本	2.6	1.9	樹木の根元に吹きだまりができ雪面凹凸 霧氷 樹冠の雪がとけ雨だれのあと 太い幹の根本凹み, 小さな樹冠の根本に吹きだまり 雪面上の凹凸減りのっぺりする
		2.19	1.9	
		2.27	2.0	
		3.1	2.0	
		3.13	2.0	
9G	710m 平坦地 針葉樹林(スギの植林地)から僅 かに離れた独立樹	2.6	2.4	平坦 スギの上に冠雪 樹の根元に凹み 樹上の雪がとけ雨だれのあと 樹上の雪積どとける 樹上の雪積どとける 樹上の雪積どとける 根元に凹み
		2.19	2.5	
		2.27	2.5	
		3.1	2.6	
		3.13	2.5	
10E	790m 平坦地 ススキ, 針葉樹点在	2.6	2.8	標識に冠雪 針葉樹に冠雪 根元に凹み 雪面に接した標識盛上っている 針葉樹の根元に凹み 樹上の雪なくなる 樹上の雪なくなる
		2.19	3.0	
		2.27	3.0	
		3.1	3.0	
		3.13	3.0	
12F	1,000m 狭い尾根のやや下 雪ひさしのつけ根 笹, 落葉広葉樹	1.30	1.0~1.6	小さな雪ひさし 雪ひさし下からスノーボール・雪まくり多し 雪ひさし 広葉樹に霧氷 やわらかな表面形 雪ひさし下からスノーボール群 風下斜面樹冠を僅かに残して埋まる 積雪表面ざらざらになる 雪ひさし下からスノーボール
		2.6	1.1~1.8	
		2.21	1.5~2.0	
		2.27	1.5~2.0	
		3.1	1.1~1.8	
3.13	1.5~2.0			
13D	780m 比較的幅広い尾根の上 笹, 落葉広葉樹	1.30	1.8	広葉樹樹冠を残して埋まる 樹冠を僅かに残す 積雪表面ならぬかになる 小さな雪ひさし 尾根丸みを帯び雪の ひだができる 標識の雪面に接した横木に吹きだまり 樹冠の根元に風向のすじ 雪ひさしとれ, ひ だはつきりしなくなる 樹冠を僅かに残す 風下斜面は殆ど埋没 しかし雪ひさしひだはとれる 樹冠のみ残して埋まる
		2.6	2.8	
		2.19	3.0	
		2.27	2.8	
		3.1	3.0	
3.13	2.9			

られる。ヘリコプターのチャーター料は高くついたので、最適の条件の時を選ぶようにする。今回の経験によれば、第1回目の1月30日はいずれの地点も1~2mの積雪でかなり少なかったが、2回目の2月6日には1m位増加し、あとは3月13日まで殆ど減っていない。写

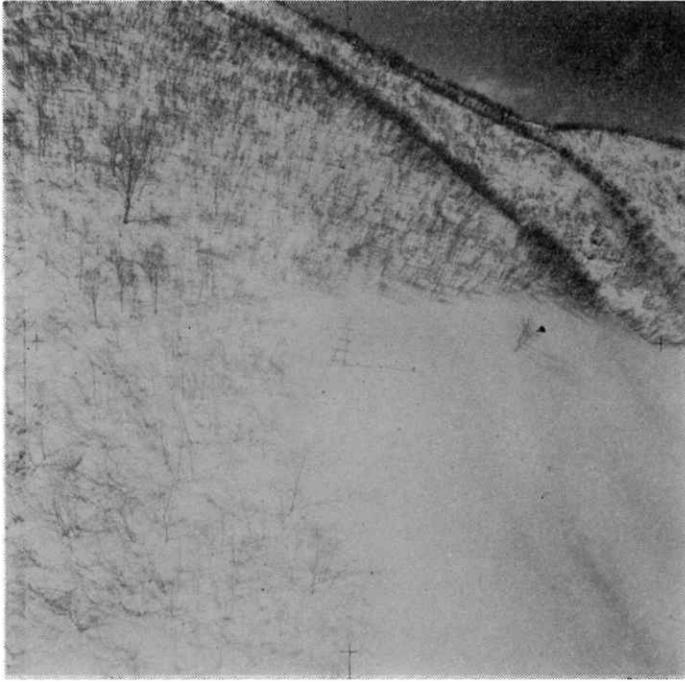
真像の上で積雪表面の変化は認められるが、積雪源はそれほど変化していない。最深積雪深だけを得る目的ならば、結果的にいえば、上越の山地では2月中~下旬に1回撮影するだけで充分であった。

垂直写真も斜写真も同様であるが、雪の撮影適期をと

らえることは、雪の調査の必要な地方が裏日本や北日本など冬季の気象条件の悪い所であるから、大変むづかしい。撮影に適した快晴は統計によると、2月中には1～2日しかない。その上、最深積雪期をとらえることは、その場所場所での何年間かの積雪深の変化の資料と、その年の気象庁の予報を合せてもその時点では判断に迷う。年による積雪深の違いは非常に大きいし、ピークのくる旬も若干は移動する。垂直写真は1回しか撮影できないとしても、ヘリコプターによる斜写真はできるだけ反復撮影して変化をたどれる資料を得ておく必要がある。

ヘリコプターによる斜写真は垂直写真と違って多少雲があっても必要な所の撮影をすることは可能である。撮影の時期の選定についていえば、降雪のすぐあとは標識に冠雪があり、降雪後風の強く吹いたあとは、横木に吹き溜りがつく。また融雪期にかかると、根元に凹みができる。これらは積雪深をよむのに不都合である。雪の撮影時期については特に現地の気象ならびに地形についての十分な経験と判断が必要とされる。

本研究の実施にあたり助言をいただいた塩沢雪実験所 荘田幹夫博士、国土地理院日高達太郎、羽田野誠一、五百沢智也の諸氏に御礼申上げる。



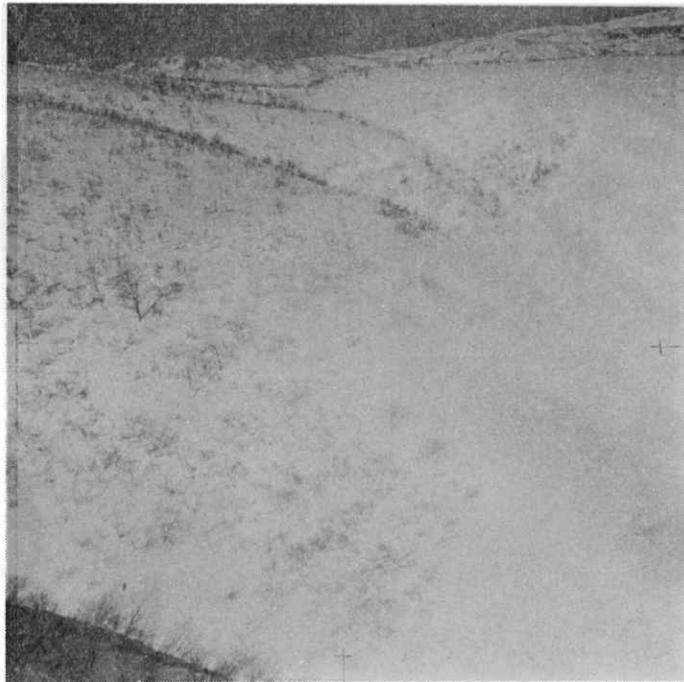
写真—1 標識 6C
Snow marker, type C, Jan. 30, 1964.



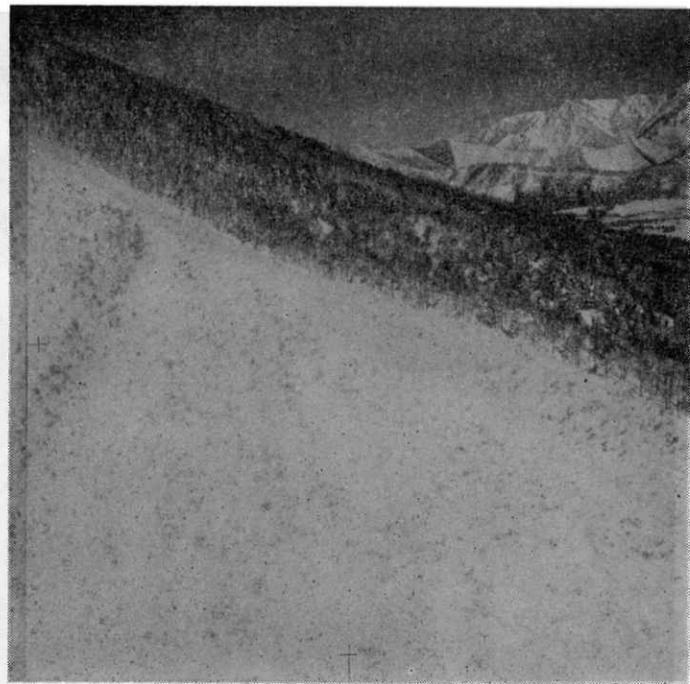
写真—2 標識 13D
Snow marker, type D, Jan. 30, 1964.



写真—3 標識 7E
Snow marker, type E, Jan. 30, 1964.



写真—4 標識 6C
Snow marker, type C, Feb. 6, 1964.



写真—5 標識 13D
Snow marker, type D, Feb. 6, 1964.



写真—6 標識 7E
Snow marker, type E, Feb. 6, 1964.

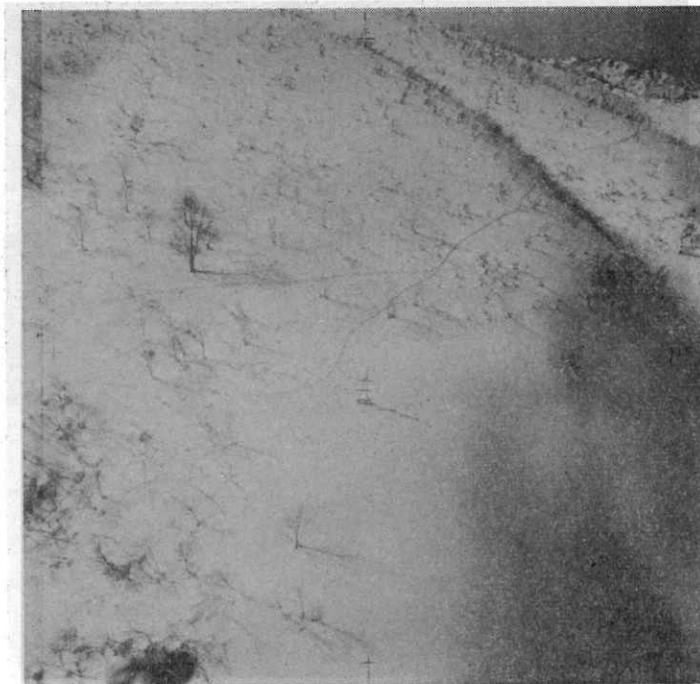


写真-7 標識 6C
Snow marker, type C, Feb. 19, 1964.

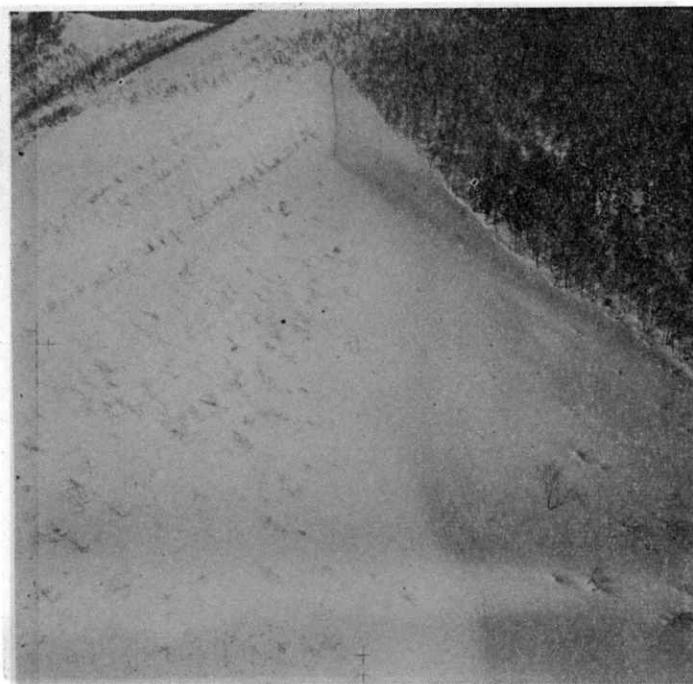
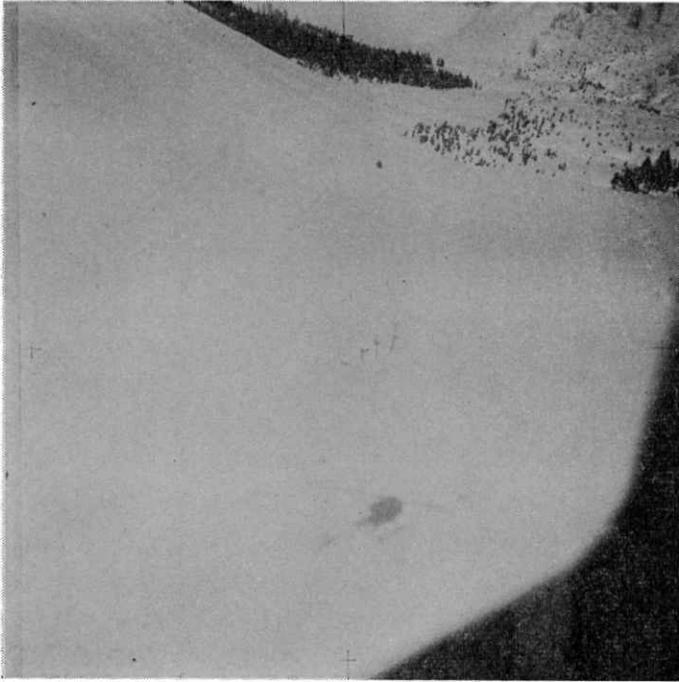
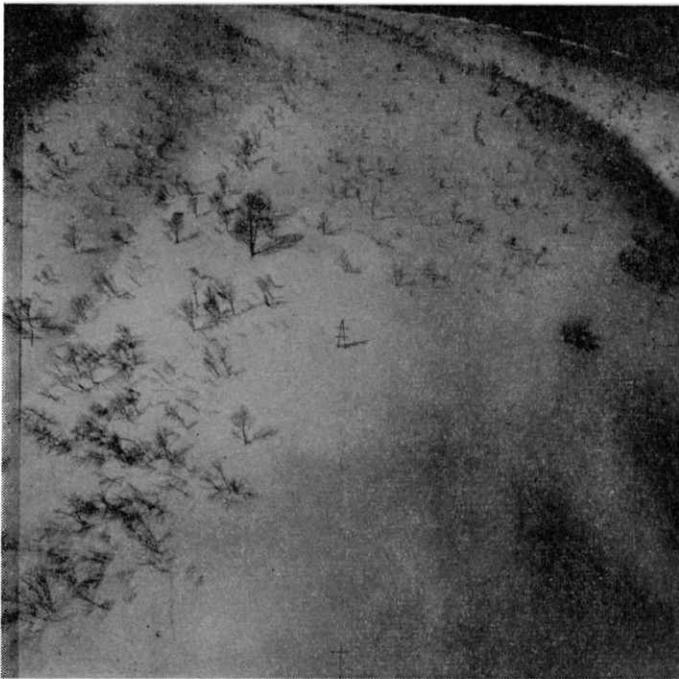


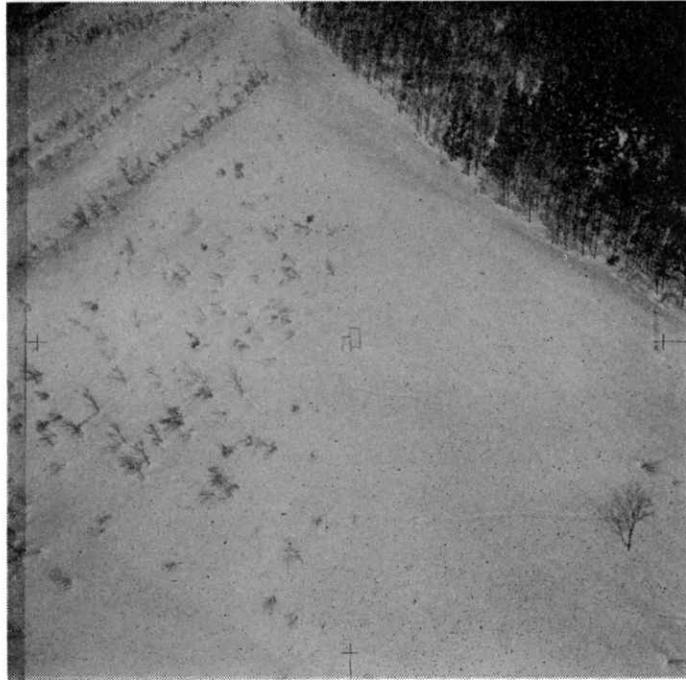
写真-8 標識 13D
Snow marker, type D, Feb. 19, 1964.



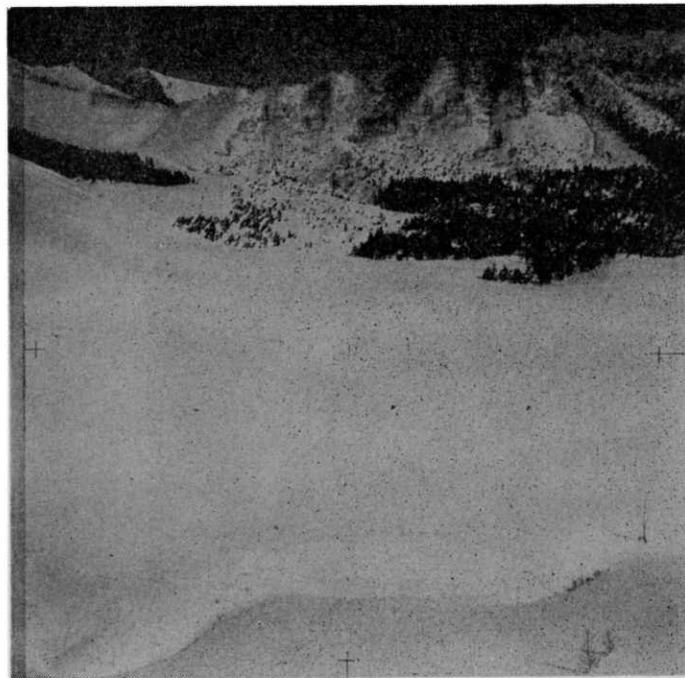
写真—9 標識 7
Snow marker, type E, Feb. 19, 1964.



写真—10 標識 6C
Snow marker, type C, Feb. 27, 1964.



写真—11 標識 13D
Snow marker, type D, Feb. 27, 1964.



写真—12 標識 7E
Snow marker, type E, Feb. 27, 1964.



写真—13 標識 7E
Snow marker, type E, Mar. 1, 1964.



写真—14(1) 標識 13D
Snow marker, type D, Mar. 1, 1964.



写真-14(2) 標識 6C
Snow marker, type C, Mar. 13, 1964.

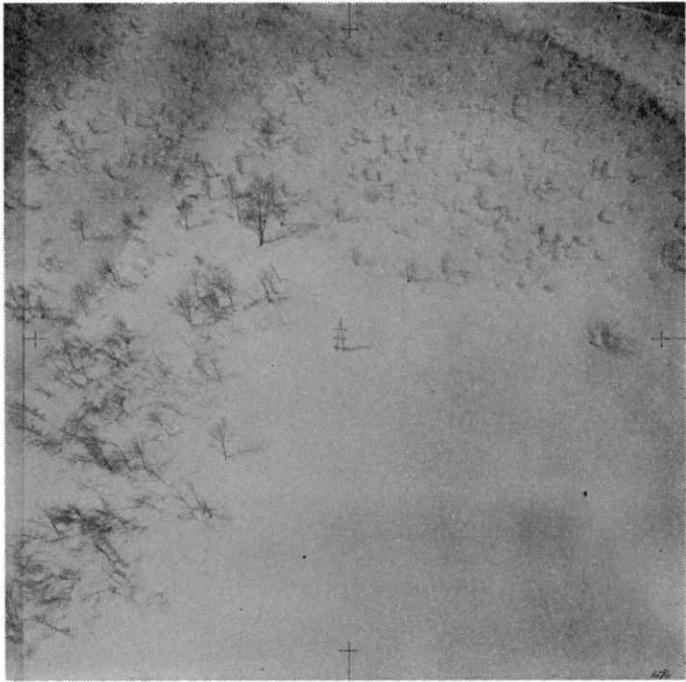
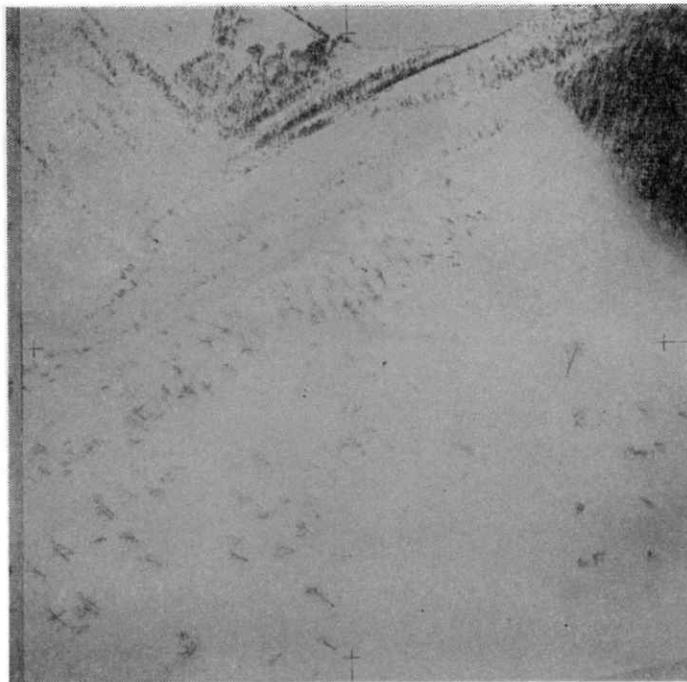


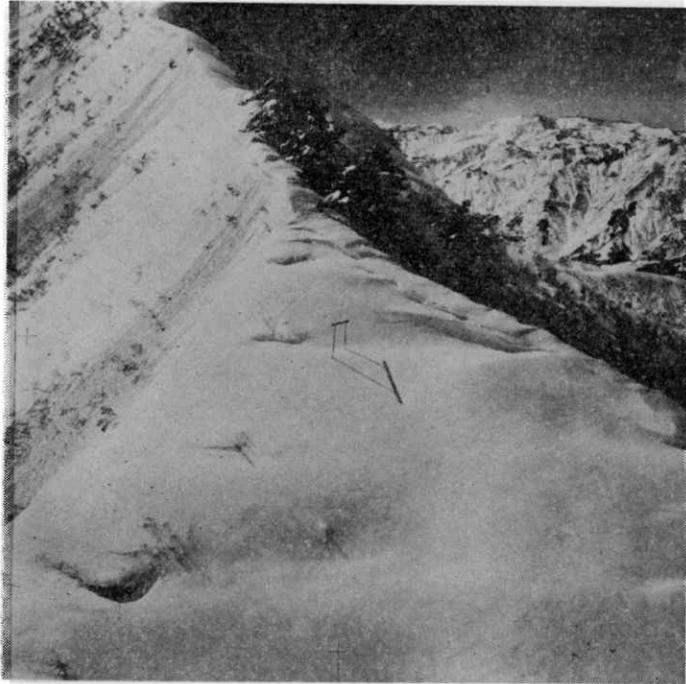
写真-15(1) 標識 6C
Snow marker, type C, Mar. 1, 1964.



写真—15(2) 標識 13D
Snow marker, type D, Mar. 13, 1964.



写真—16 標識 7E
Snow marker, type E, Mar. 13, 1964.



写真—17 標識 2A
Snow marker, type A, Mar. 1, 1964.



写真—18 標識 11B
Snow marker, type B, Mar. 1, 1964.



写真—19 標識 1D
Snow marker, type D, Feb. 19, 1964.



写真—20 標識 10E
Snow marker, type E, Feb. 27, 1964.



写真—21 標識 5F
Snow marker, type F, Jan. 30, 1964.

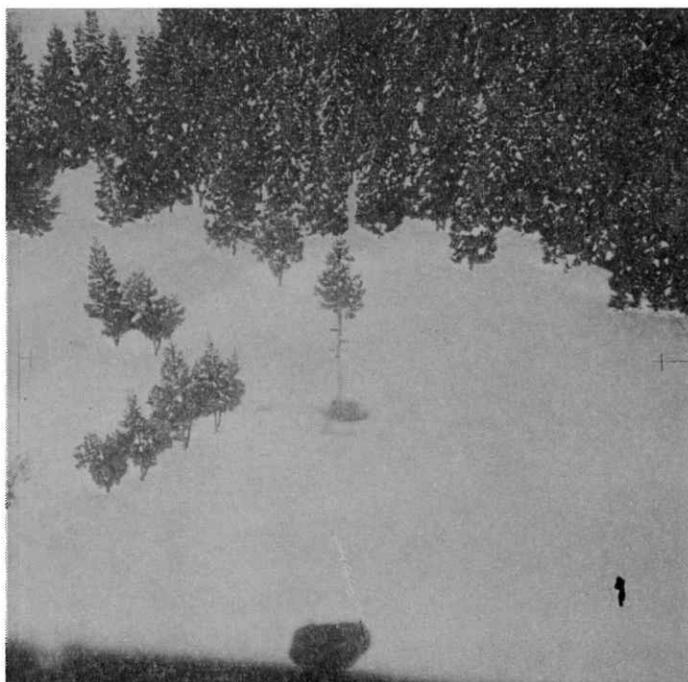


写真—22 標識 5F
Snow marker, type F, Feb. 19, 1964.



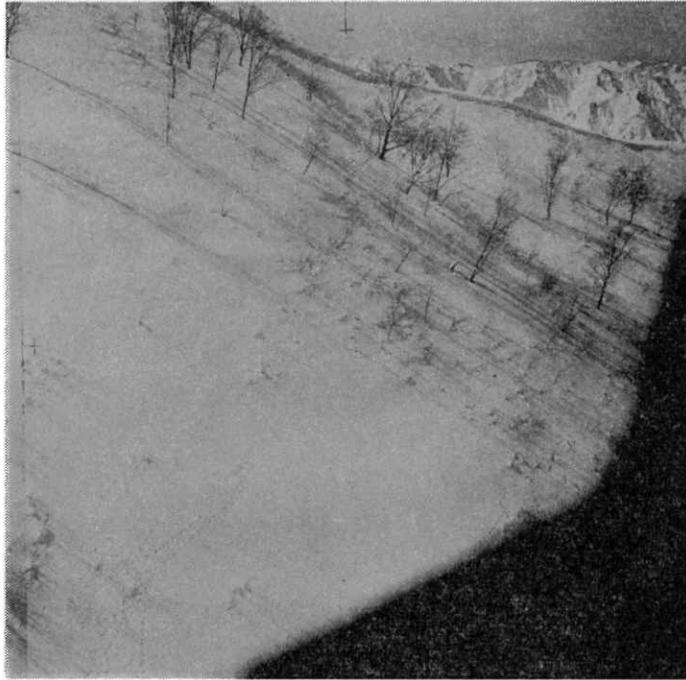
写真—23 標識 12F

Snow marker, type F, Feb. 6, 1964.

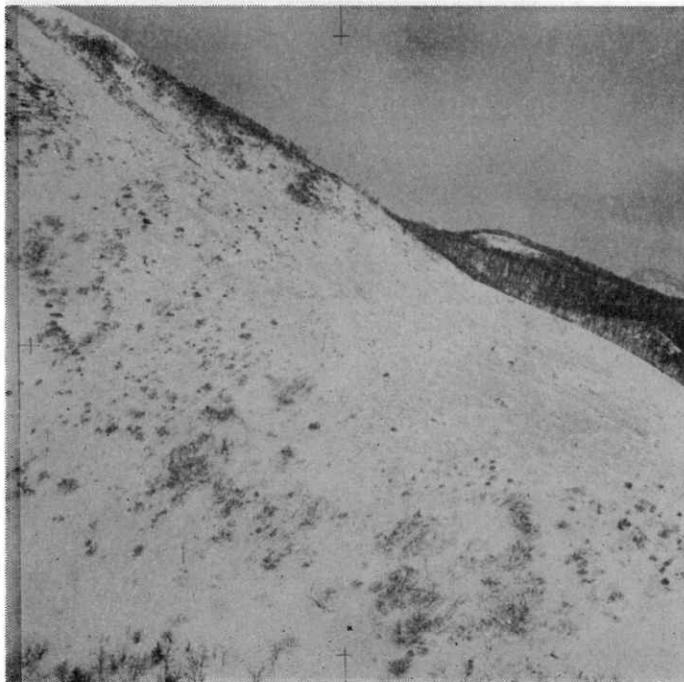


写真—24 標識 9G

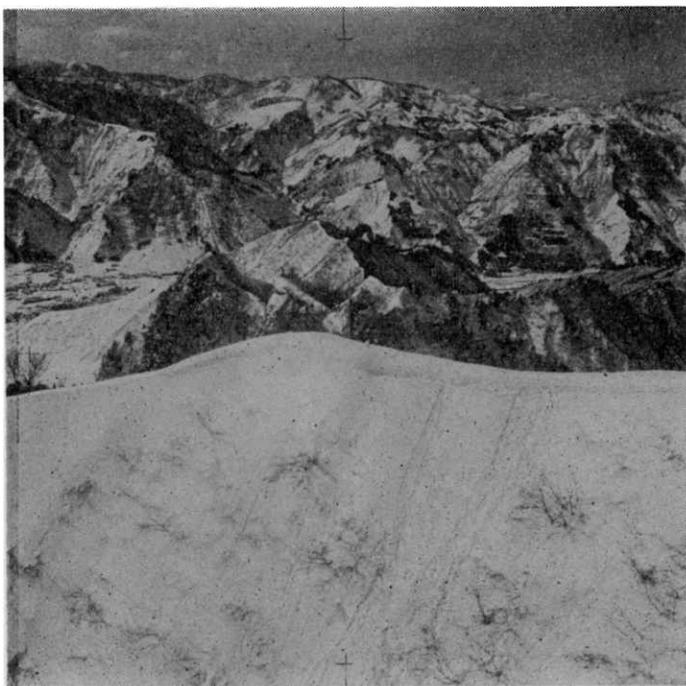
Snow marker, type G (coniferous tree), Feb. 19, 1964



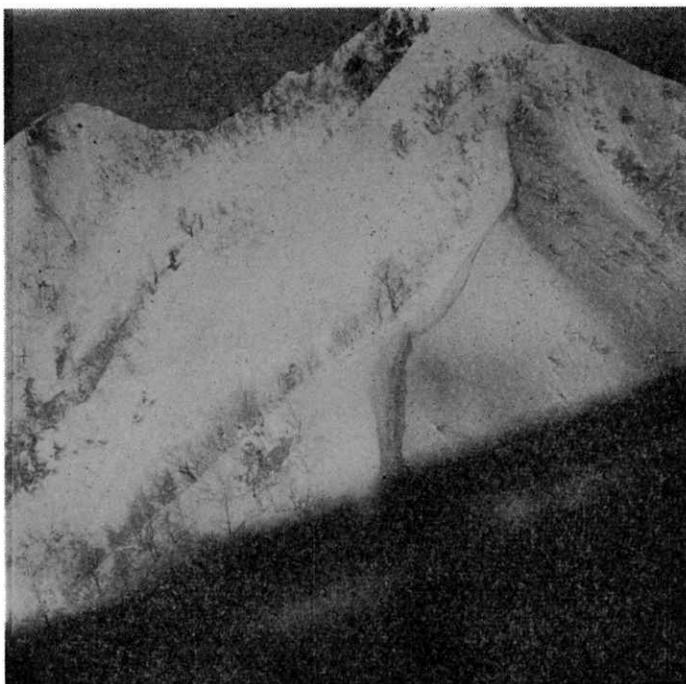
写真—25 標識 8G
Snow marker, type G (broad leaf tree), Feb. 19, 1964.



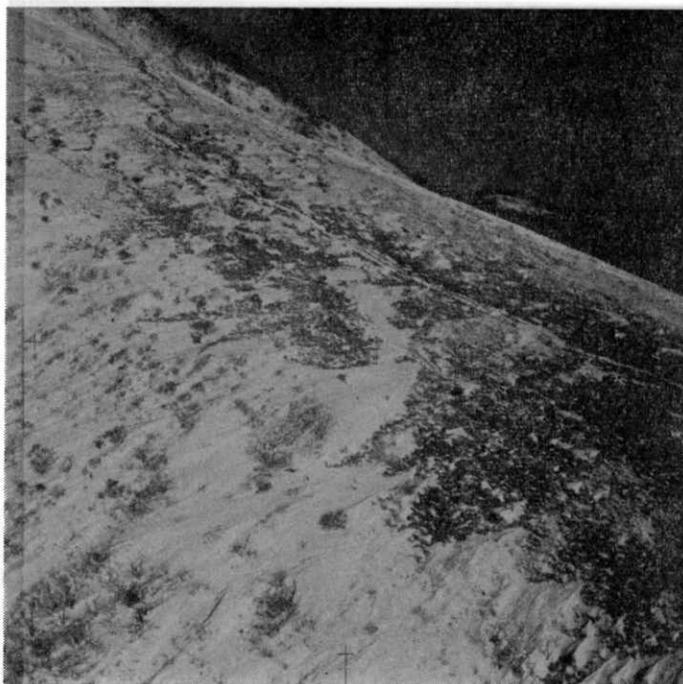
写真—26 標識 A,C (三国峠)
Snow marker, types A and C (Mikuni-Tōge), Feb. 27, 1964.



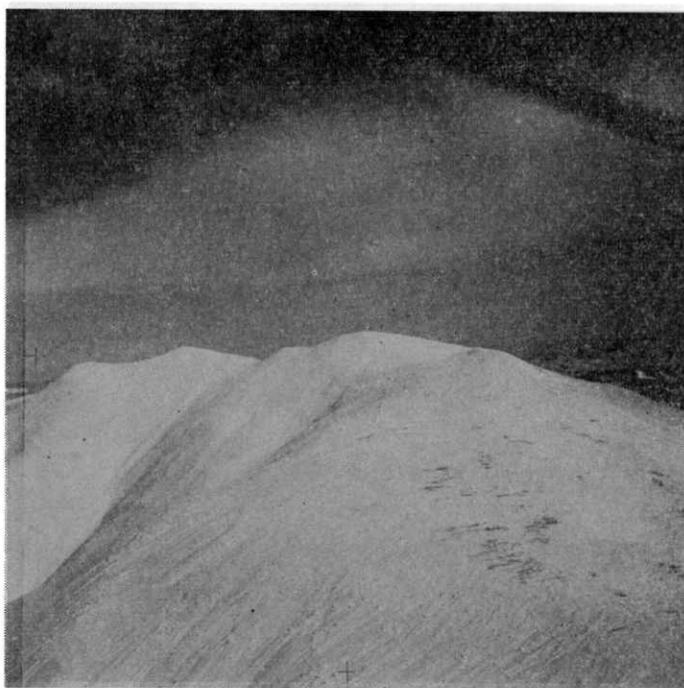
写真—27 スノーボール (飯士山, 1111 m)
Snow-ball under the cornice, Jan. 30 1964.



写真—28 雪ひさし (飯士山)
Cornice along the ridge line, Feb. 21, 1964.



写真—29 風衝地（三国峠）
Thin snow cover due to strong wind, Feb. 19, 1964.



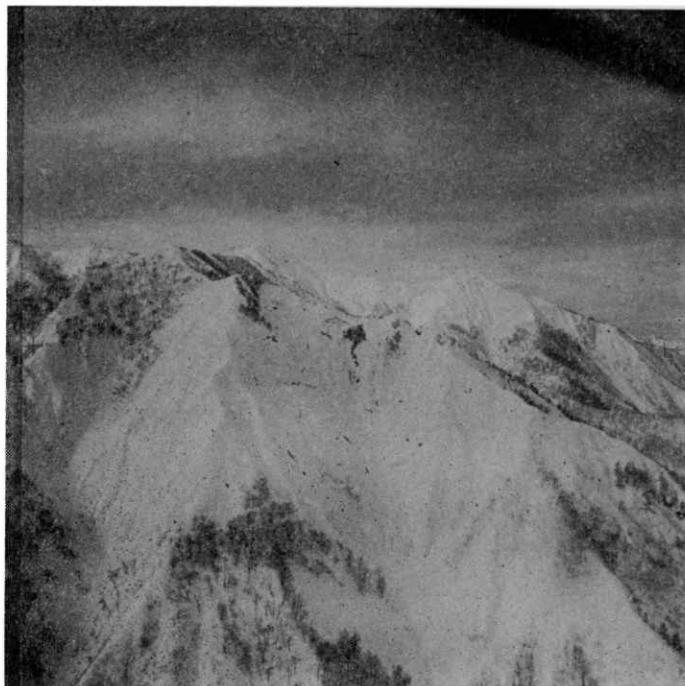
写真—30 風衝地（仙倉山）
Thin snow cover due to strong wind, Feb. 19, 1964.



写真—31 風衝地 表面が凍って光っている (仙倉山)
Thin snow cover due to strong wind, Feb. 27, 1964.



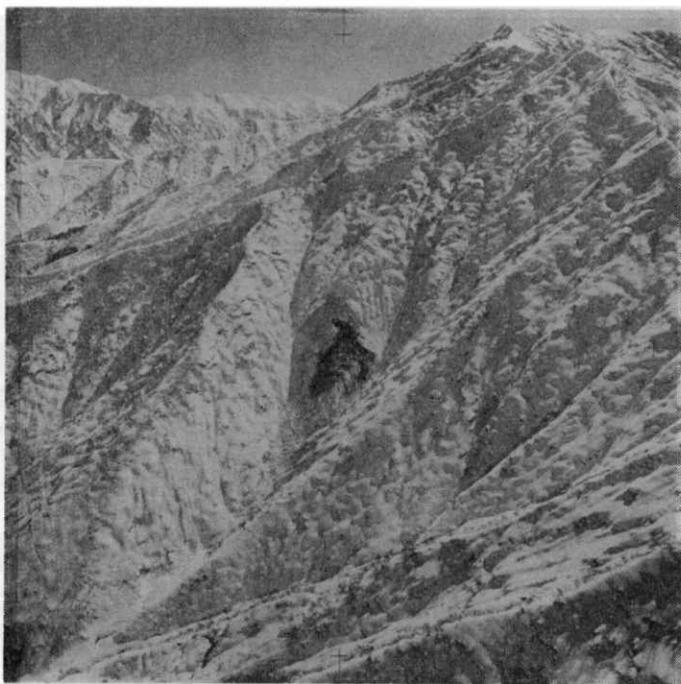
写真—32 風紋 (七ツ小屋山)
Wind ripples on snow surface, Mar. 1, 1964.



写真—33 全層なだれ（タカマガギ西部）
Bottom snow avalanches and snowbreaks, Feb. 21, 1964.



写真—34 全層なだれ（飯士山北西部）
Bottom snow avalanche, Feb. 27, 1964.



写真—35 なたれの発生 融雪期の雪の表面（飯士山北東部の山）
Growth of snow avalanches, Mar. 1, 1964.



写真—36 なたれの発生（大峰東部）
Growth of snow avalanches, Mar. 19, 1964.



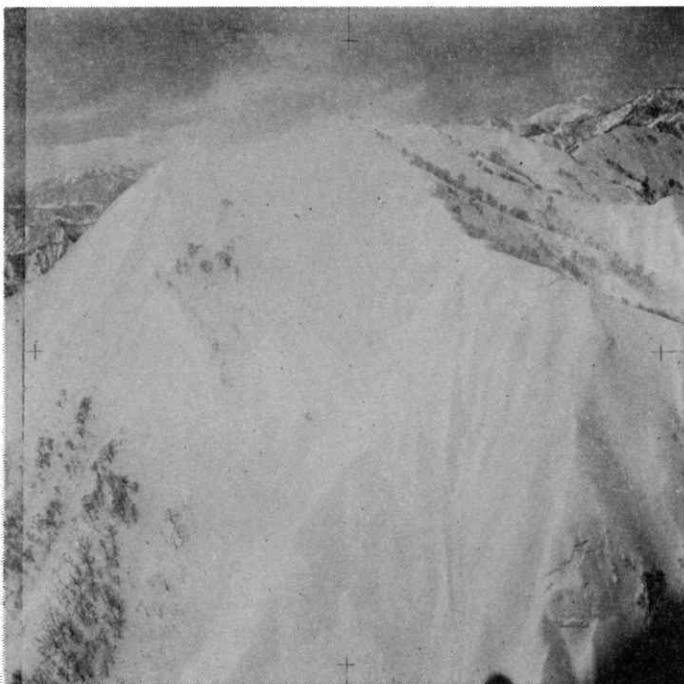
写真—37 なたれの発生（飯土山北部）
Growth of snow avalanches, Mar. 19, 1964.



写真—38 なたれの発生（大峰南東部）
Growth of snow avalanches, Mar. 19, 1964.



写真—39 表層なだれ（仙倉山）
Surface snow avalanches, Feb. 27, 1964.



写真—40 表層なだれ（大源太山北部）
Surface snow avalanches, Mar. 19, 1964.