



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北大天塩地方演習林山地積雪の雪質調査報告 I : 昭和38~39年、39~40年冬
Author(s)	藤岡, 敏夫; HUZIOKA, Tosio; 清水, 弘 他
Citation	低温科学. 物理篇, 24, 177-199
Issue Date	1966-03-22
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/18042">https://hdl.handle.net/2115/18042</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	24_p177-199.pdf



## 北大天塩地方演習林山地積雪の雪質調査報告 I\*

(昭和 38~39 年, 39~40 年冬)

藤岡敏夫・清水 弘  
秋田谷英次・成田英器  
(低温科学研究所 雪害科学部門)

(昭和 40 年 11 月受理)

### I. はし が き

筆者等の属する雪害科学部門は、積雪災害、殊に雪崩を研究の主目的にしている。雪崩に際して先ず問題になることは、現実に雪崩のおきている場所の斜面積雪の性質である。雪崩は形態が地這りに似ているが、地這りの場合に土質調査がおこなわれるとおなじように、雪崩についても雪質が調査される。雪質調査の項目は、積雪の成層構造、各層の雪の物理学的性質(密度、硬度、温度、含水率、積雪粒子の形態、粒径、粒子の顕微鏡組織等)である。また、雪崩防止の目的には、これらの性質の積雪期間を通じての変化が注目される。このような調査は、今迄、“雪質調査”<sup>1)</sup>、“積雪基礎調査”<sup>2)</sup>、“積雪断面測定”<sup>3)</sup>、等と呼ばれてきた。この報告では、地質調査の例にならって、雪質調査とよぶことにする。

### II. 北海道の雪崩地

統計<sup>4)</sup>によると、北海道の雪崩は北海道の中央を南北に走る脊梁山脈に最も多く、次いで渡島半島その他となっている。この統計は、雪崩による被害の統計で、雪崩の発生回数そのものをあらわすわけではないが、一般的傾向を示すものといえよう。これらの地域の積雪深は 1 m 乃至 1 m 50 cm で、これよりも雪の多い地方においては、雪崩はかえって少ない。これは積雪の性質によるものである。

昭和 36 年 4 月、脊梁山脈の南部をしめる日高山脈で多くの雪崩がおこり<sup>5)</sup>、そのうちの 2 つは電源開発現場の宿舎を破壊し、33 名の死者を出した。筆者等の 1 人をふくむ低温科学研究所の研究員は、この雪崩を調査し、積雪の下層部が脆いしもぎらめ雪よりなっていることを知った。次の冬、この人達は同所の雪崩防止工の指導を行ない、1 月より 2 月にかけて、下層部の雪が急速にしもぎらめ雪に変態することを確めた。

上記日高山脈の雪崩とおなじ年の 1 月、国鉄宗谷本線問寒別一雄信内間の下平陸橋が雪崩をうけた<sup>6)</sup>。橋脚 2 基がこわれ、橋桁 15 連が落下し、列車は 28 日間不通になった。この雪崩を

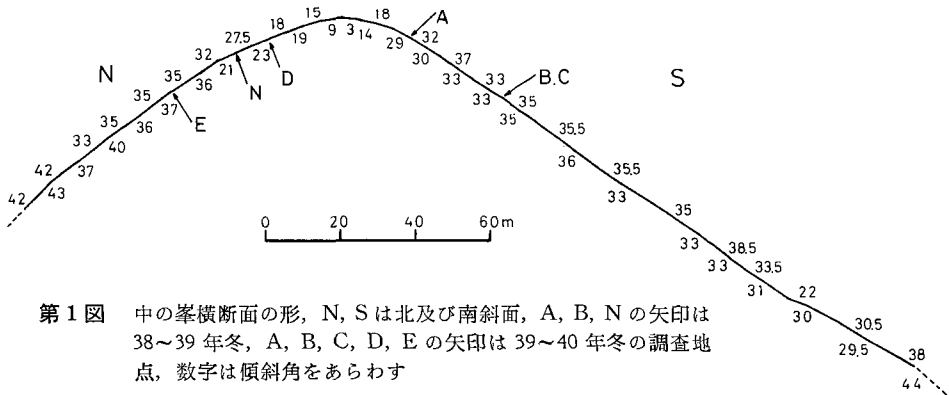
\* 北海道大学低温科学研究所業績 第 768 号

おこした雪は乾いた雪であったことしかわかっていない。しかし後に述べるように、問寒別地区はしもぞらめ雪の発生しやすい地域である。以上のことから北海道の雪崩については積雪深 1 m ~ 1 m 50 cm の寒い地域の雪に注目すべきことがわかる。寒さは、積雪内部に温度勾配を作り、しもぞらめ雪の発達を促すのである。

### III. 調査場所

雪質調査を行なった場所は天塩郡幌延町問寒別にある北海道大学天塩地方演習林の3カ所である。いずれも前記下平陸橋から 3 km 余りの場所で、下平陸橋の雪崩も同演習林の山の斜面に発生したものであった。3カ所のうちの1つは、同演習林河西事業区第5林班中の峯の南北両斜面である。第2の場所は演習林裏の南西斜面で、近くに超高圧送電線が通っているので高圧線斜面とよぶことにする。第3の場所は、演習林事務所前の気象観測用露場である。

中の峯は海拔 230 m、東西に走る小尾根で、両側に真南及び真北に向いた斜面をもっている。第1図に尾根の横断面の形を示した。S, N は南斜面及び北斜面をあらわし、A, B, N としるして矢印のついている地点は 38~39 年の冬の調査地点、A, B, C, D, E は 38~39 年の冬に調査した地点である。斜面に沿って記入されている数字は傾斜角をあらわす。斜面の長さは南北両斜面とも 250 m 余りで、南斜面の裾約 40 m は崩落地になっている。第1図に点線で示した部分である(図版 I の 1, 2, 3 に中の峯南斜面の写真をかかげてある)。



第1図 中の峯横断面の形、N, S は北及び南斜面、A, B, N の矢印は 38~39 年冬、A, B, C, D, E の矢印は 39~40 年冬の調査地点、数字は傾斜角をあらわす

中の峯、高圧線斜面の土質は、風化しやすい頁岩であるため、露岩等の突出物はなく、 $33^{\circ}$ ~ $35^{\circ}$  のほぼ一様な傾斜をもっている。またこの辺り一帯は、明治より昭和の初めにかけておこった数度の山火事で焼かれた。そのため中の峯の南斜面、北斜面の中腹以上、高圧線斜面の全部は樹木がなく笹地、中の峯北斜面の中腹以下は若い白樺の疎林になっている。

高圧線斜面は、演習林事務所の真西 300 m、稚内に向う超高圧送電線が山を登っている所から 100 m 北東によった場所である。南西向の斜面で、斜面の長さは約 60 m、斜面の縦断面の形を第2図に示した。矢印をつけた所が調査地点 A, B である。傾斜は中腹で約  $40^{\circ}$ 、かなりの急傾斜面で、大部分が笹地で所々に灌木が生えている。この斜面は毎冬雪崩れると聞いて選んだ。しかし、38~39 年の冬の調査では、この斜面に雪崩が特に多いわけではなく、中の峯及び

その附近の斜面にも雪崩は多い。高圧線斜面は事務所に近いので、小さな雪崩でも人々の目につき易いのである。調査地が各所にあることは、測定器の運搬等の点からみても都合のよいことではない。39~40年の冬には高圧線斜面の調査は行なわなかった。

事務所前の気象観測用露場(40×50 m)では、平地積雪の雪質調査と抵抗寒暖計による気温の記録を行なった。抵抗寒暖計の感温部は露場内の百葉箱に入れた。露場における雪質調査は、山地と平地との雪質の違いを比較するために行なった。尚演習林事務所は昭和40年度に問寒別市街地に新築移転されることになった。上にのべた事務所は隼南にある従来の建物の方である。

天塩地方演習林は札幌からかなり離れている。国鉄宗谷本線を利用することもできるが、札幌から現地への研究資材の輸送、現地から札幌迄の雪の試料の運搬をかねて、研究員はジープで往復した。札幌一問寒別間の道路延長は320 kmである。調査はほぼ2週間毎におこなった。

#### IV. 調査項目及び記述の方法

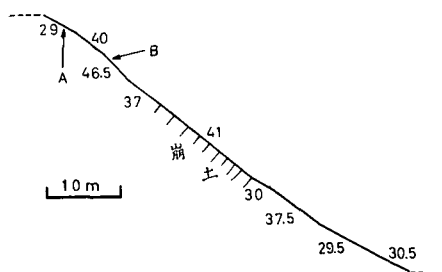
各調査地点で積雪に穴をほり、穴の壁の雪について、雪温、層構造、各層の雪の種類、密度、硬度、粒径、含水率を測定した。但し雪の温度が0°C以下の場合、含水率の測定は省略した。測定の方法については、藤岡<sup>7)</sup>、木下<sup>8)</sup>、小島<sup>9)</sup>の報告にくわしく述べられているので、ここでは省略する。

積雪の分類については1951年国際雪氷委員会(International Commission of Snow and Ice)が決定した“雪の国際分類”がある<sup>9)</sup>。この報告でも、大部分の記号は国際分類のものに従うことにする。すなわち、文字で表す記号として、

- $T$  雪の温度
- $T_a$  気温
- $F$  雪の種類
- $G$  密度(g/cm<sup>3</sup>)
- $R$  硬度(この報告では木下式硬度計を使用)
- $D$  雪粒の粒径
- $H$  鉛直にはかった地上高
- $M$  地面に垂直にはかった地上高

がある。また雪粒の粒径 $D$ は次の5段階に分けられている。

- a 0.5 mm 未満
- b 0.5 mm 以上 1 mm 未満
- c 1 mm 以上 2 mm 未満



第2図 高圧線斜面の形、矢印は調査地点、A, Bを示す。数字は傾斜角

d 2 mm 以上 4 mm 未満

e 4 mm 以上

## V. 雪の種類分類

国際分類は雪の種類  $F$  を a, b, c, d, e の 5 つに分け、それぞれの図式表示もきめている。この分類を我が国で従来使用されている雪の名称にあてはめると第 1 表のようになる。

第 1 表 国際分類による雪の種類とこれに対応する我が国での名称

国 際 分 類				対 応 す る 和 名
記 号	図 式 表 示			
a	+	+	+	しんせつ
b	<	<	<	こしまりゆき
c	●	●	●	ざらめゆき
d	□	□	□	
e	∧	∧	∧	しもざらめゆき

第 1 表にみられるように、しまり雪に相当する雪が国際分類にはなく、一方国際分類の d の雪は我が国の従来の名称にはないことになる。

我が国で今迄におこなわれた雪質調査の報告で、国際分類にしたがって書かれたものは、林業試験場の報告<sup>1)</sup>、石井の報告<sup>2)</sup>、及び小島その他の報告<sup>3)</sup> の 3 つである。林業試験場及び石井の報告では、国際分類の b の図式表示、すなわちこしまり雪の表示をしまり雪に転用した。一方、小島その他の報告ではしまり雪を白丸であらわした。

しまり雪を白丸で表わす方法は、国際分類の第 1 次案<sup>10)</sup> にふくまれていて、その時には、ざらめ雪とその図式表示である黒丸はなかった。このような事情があるので、この報告ではしまり雪の図式表示に白丸を用いることにする。

d の雪は国際分類の説明では“平らな面をもった雪粒”とされている。また、分類委員である Schaefer, Klein, de Quervain の共著の、国際分類の解説<sup>11)</sup> には次のようなややくわしい説明がある。“融点よりもかなり低い温度で、目にみえる融解を一さいともなわずに、雪は d の雪になる。昇華過程は平らな面をもつ不規則な形の粒を作り出す。平らな面は日光をうけてキラキラ輝く。北極では温度が低く、吹き続く風が昇華を促進するため、しまった雪の大部分は d の雪からなり、降雪の平板結晶の堆積のようにキラキラ輝く。d の雪は普通かなり堅い”。

この説明によると、d の雪は北極地方に特有な雪のような印象をうける。しかし、北海道でも、国際分類にいう平らな面をもつ雪粒は存在する。小島その他がおこなった札幌の平地積雪においても、後に述べる天塩演習林の積雪にも見出されている。

秋田谷<sup>12)</sup> がしまり雪の塊に温度勾配を与えたところ、1 週間後平らな面をもつ雪粒があらわれた。実験を続けると、温度の高いところではコップ状結晶が、低いところでは柱状結晶が発達した。コップ状結晶はしもざらめ雪の結晶であり、はじめ雪粒にあらわれた平らな面は、しまり雪の雪粒に成長しはじめた柱状結晶の一部である。コップ状及び柱状結晶の成長する温

度は、降雪の結晶について見出された中谷ダイヤグラム<sup>13),14)</sup>におけるそれぞれの結晶の成長する温度領域と一致している。

札幌、天塩演習林の積雪や秋田谷の実験にあらわれた柱状結晶の雪の大きさは1mm乃至それ以下で、硬度もしまり雪と同程度である。国際分類の説明にはdの雪の顕微鏡写真がのせられていない。それでdの雪が柱状結晶の雪であるか否かを確定できないがほぼ間違いないものと思われる。この報告では柱状結晶の雪をdとし、四角の図式表示を使うことにする。

## VI. 測定結果

昭和38～39年の冬の測定結果を第3図より第7図に、39～40年の結果を第8図より第18図にかかげた。雪の種類をあらわす図式表示の凡例は、第3図の右下に示しておいた。

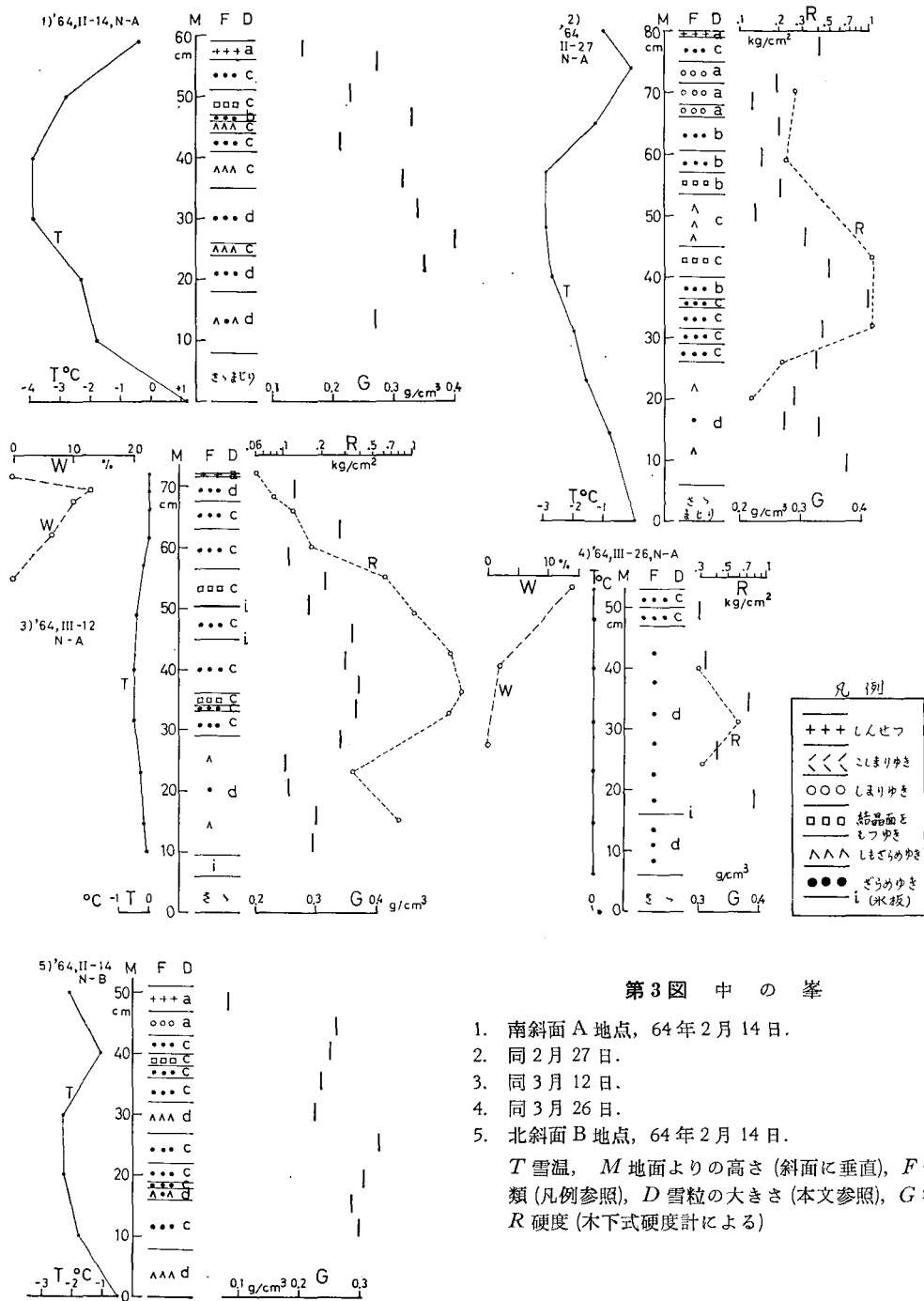
各図面には日付と場所を示す符号がつけてある。例えば、第3図左上の図面には、1) '64, II-14, N-A とかかかれているが、1964年(昭和39年)2月14日中の峯A地点の略号である。同様にしてKは高圧線斜面、Rは露場を示す。

第5図左上13番の測定にはK-Nの記号がついている。高圧線北斜面の意味で、南斜面の雪と比較するため、第4図11番の高圧線南斜面A地点の測定と同日の3月27日、北斜面の雪を調べた結果である。

第18図に39～40年の冬の積雪深及び雪層変化図をかかげた。積雪深は天塩地方演習林の午前9時の露場における観測値を用い、雪層は同露場における積雪調査にもとづいて記入した。

図版II, IIIにアニリン法による積雪薄片の顕微鏡写真をかかげた。積雪試料を断熱材で内張りした箱に入れ、ジープの屋根にのせて札幌迄運んだものである。写真はいずれも中の峯のもので、図版IIの全部及びIIIの7, 8は鉛直断面の試料で、矢印で上の向を示してある。図版IIIの9は8の水平断面の写真を示した。

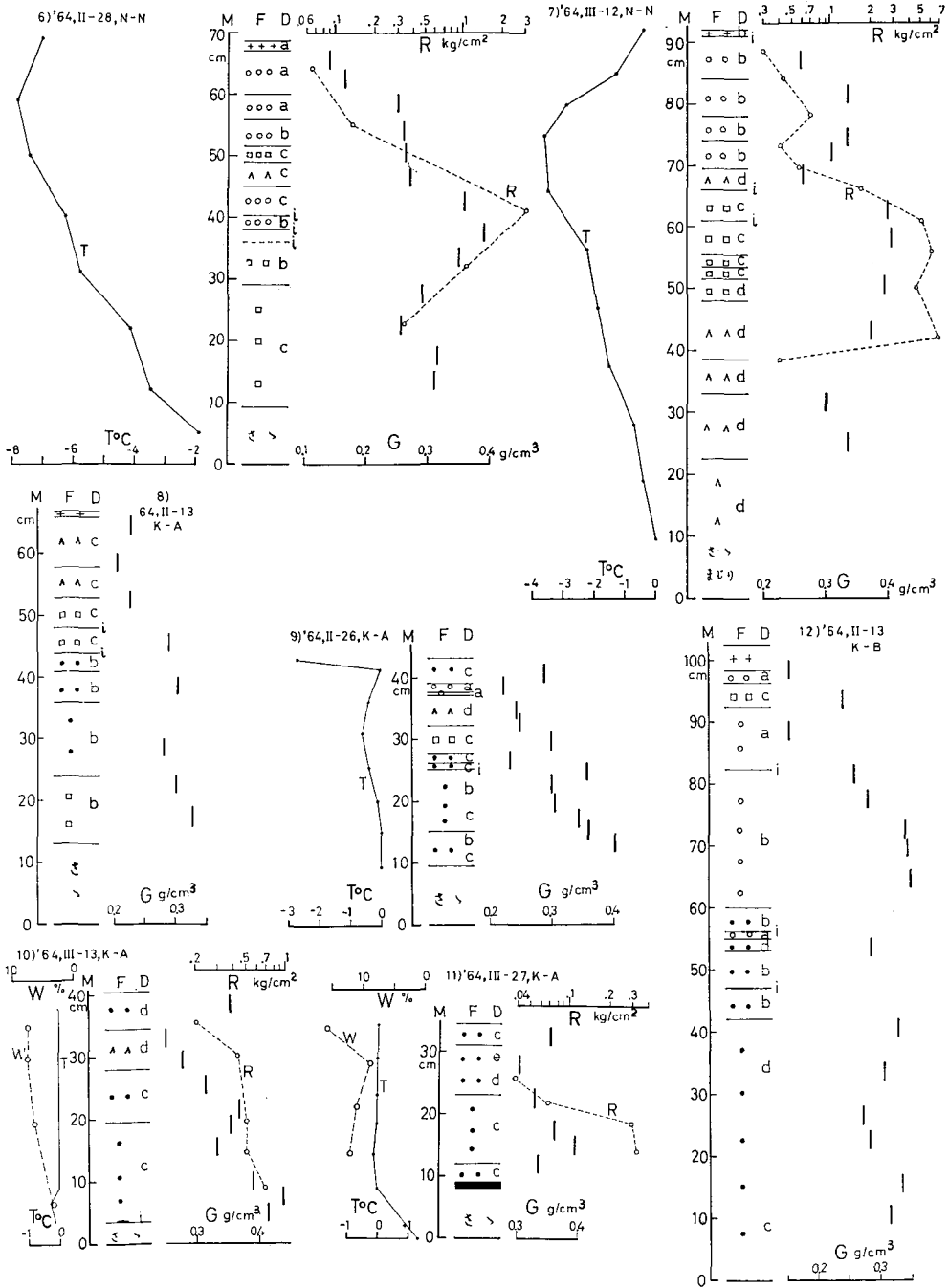
この調査に当っては、北海道大学農学部附属演習林長村井教授、演習林本部の方々、農学部藤原滉一郎助手、天塩地方演習林長滝川氏、同演習林の方々に御援助していただいた。ここに記して感謝の意を表す。またこの調査の費用の一部は文部省科学研究費により支出された。



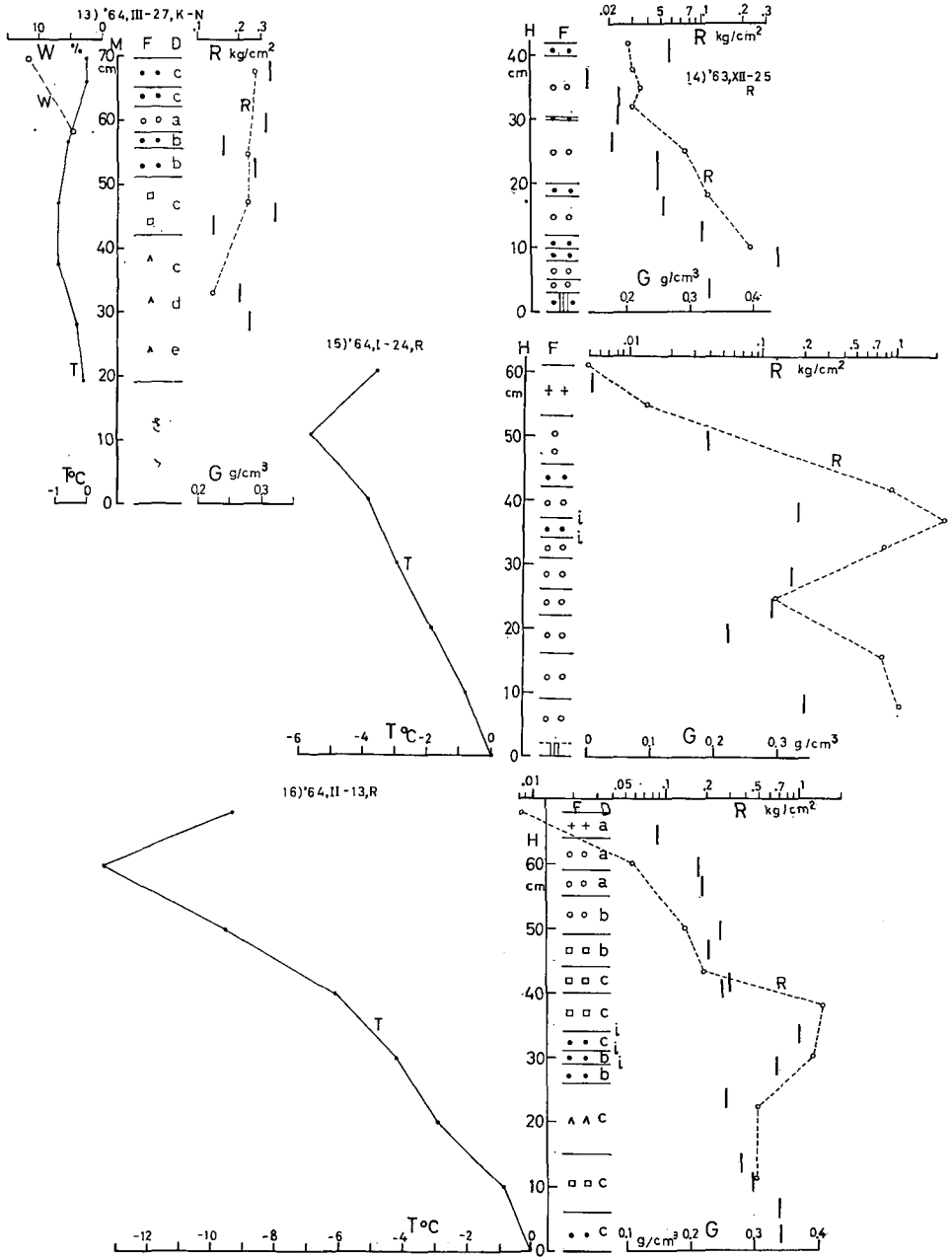
第3図中の峯

1. 南斜面A地点, 64年2月14日.
2. 同2月27日.
3. 同3月12日.
4. 同3月26日.
5. 北斜面B地点, 64年2月14日.

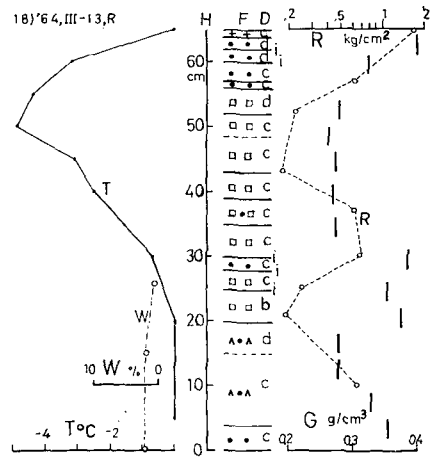
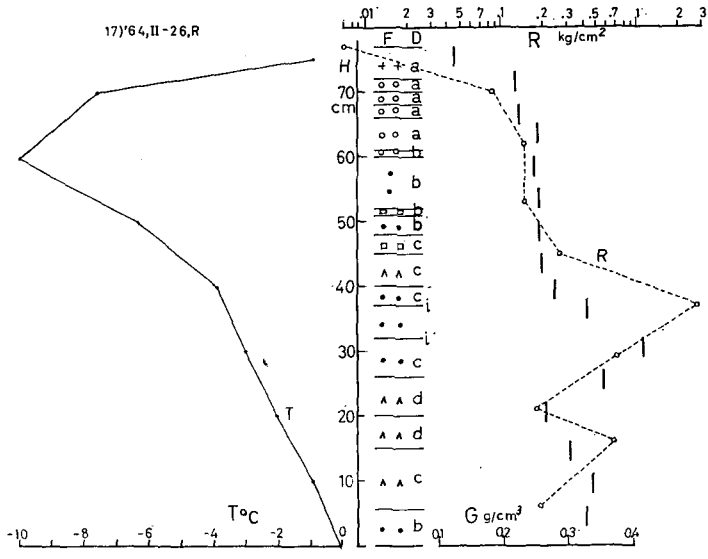
T 雪温, M 地面よりの高さ(斜面に垂直), F 雪の種類(凡例参照), D 雪粒の大きさ(本文参照), G 密度, R 硬度(木下式硬度計による)



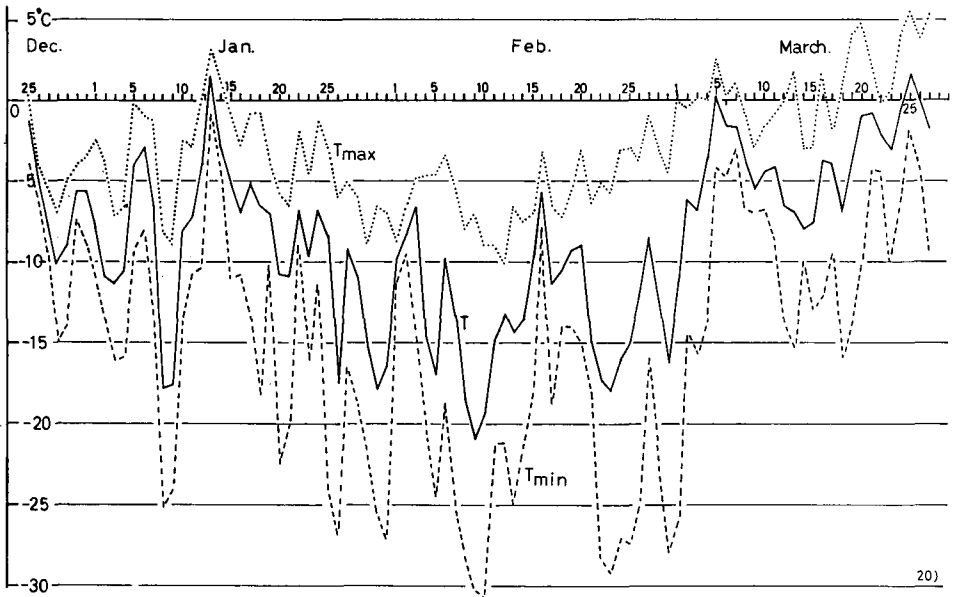
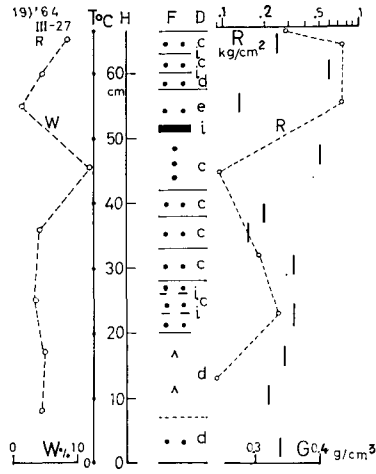
第4図 6. 中の峯北斜面 N 地点, 64年2月28日. 7. 同 N 地点, 3月12日. 8. 高圧線斜面 A 地点, 2月13日. 9. 同, 2月26日. 10. 同, 3月13日. 11. 同, 3月27日. 12. 同 B 地点, 2月13日. 記号及び符号は第3図の説明参照



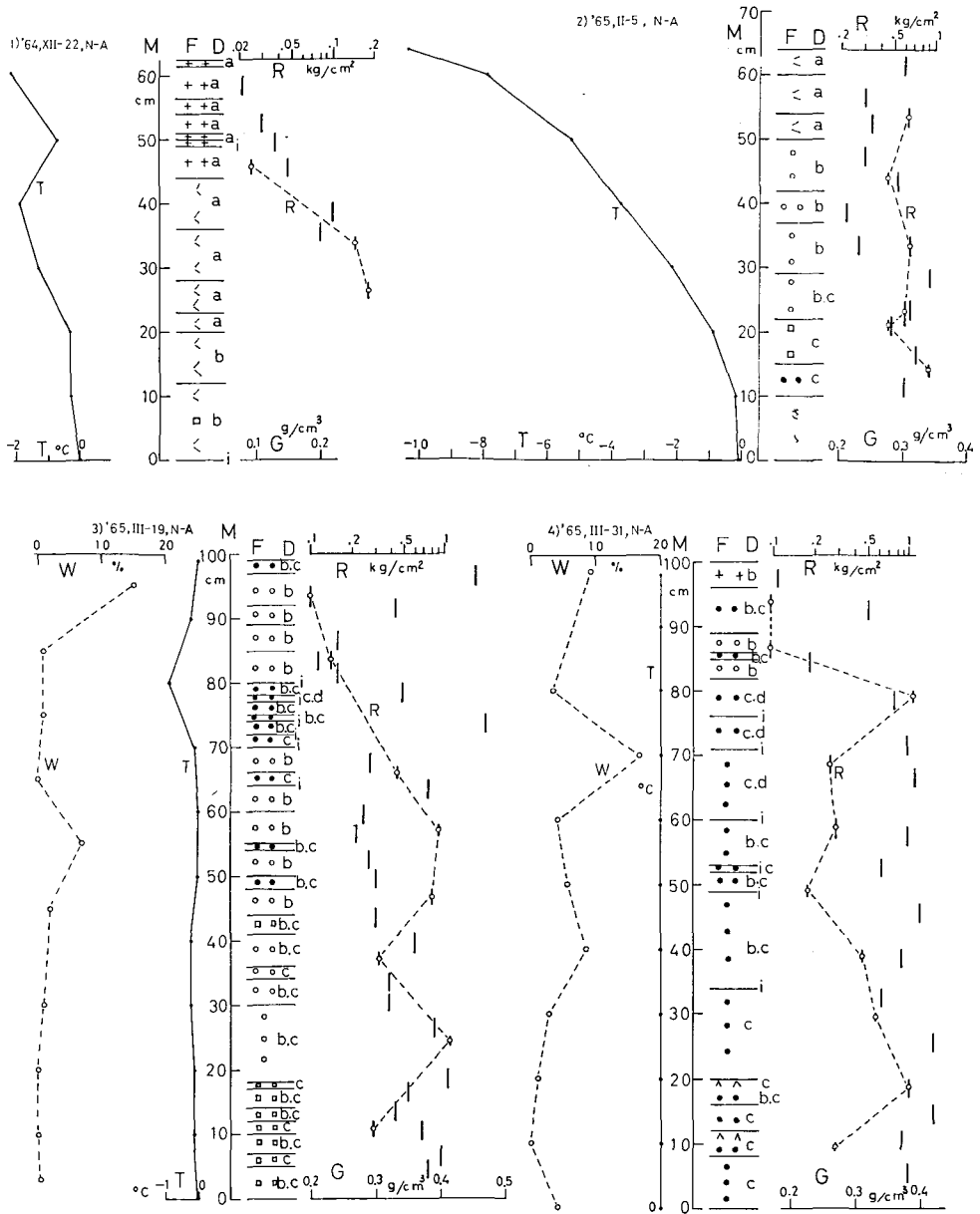
第 5 図 13. 高圧線北斜面, 64 年 3 月 27 日. 14. 露場, 63 年 12 月 25 日.  
15. 同, 64 年 1 月 24 日. 16. 同, 2 月 13 日. H は地面からの鉛直高さ



第6図 17. 露場, 64年2月26日. 18. 同, 3月13日

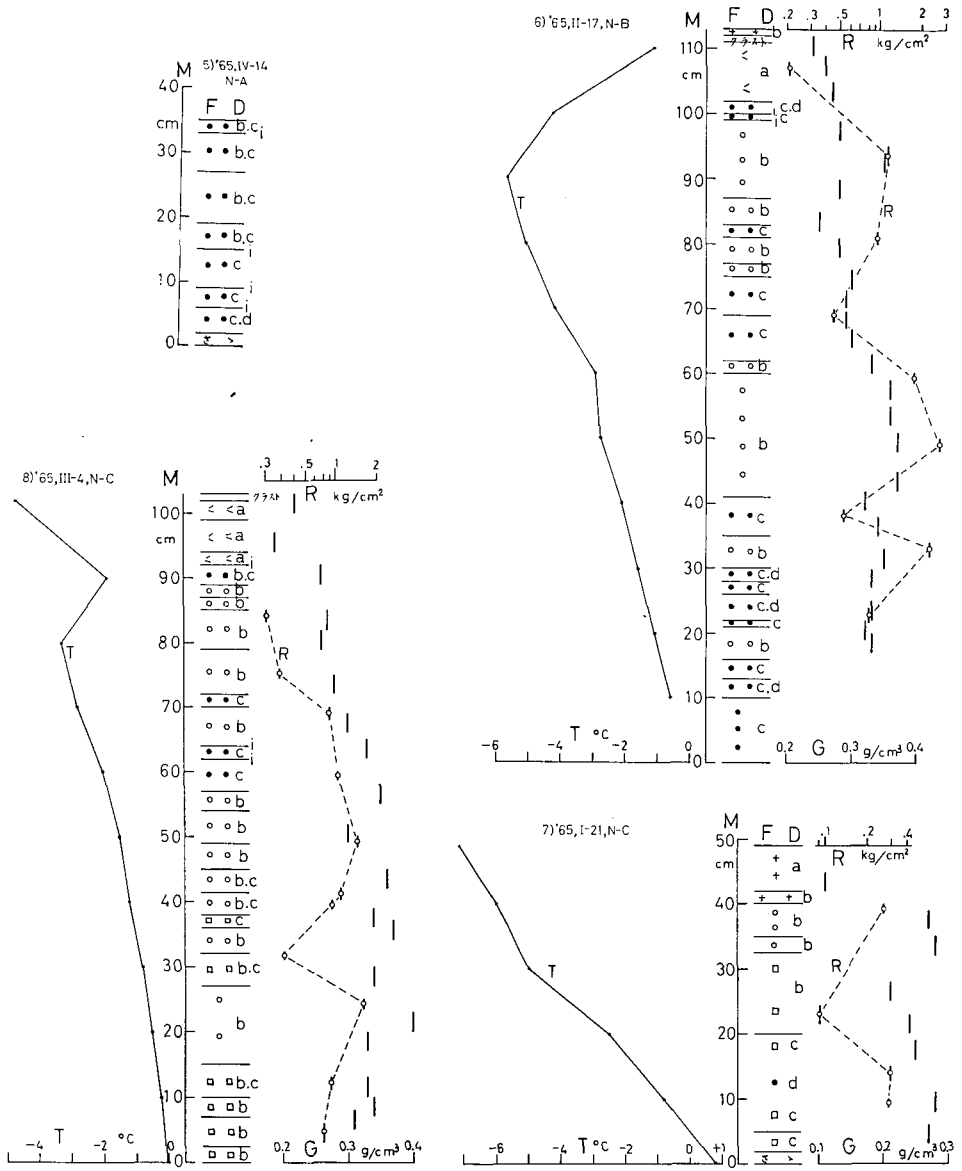


第7図 19. 露場, 64年3月27日. 20. 露場における気温, 63年12月より64年3月迄.  $T$  日平均気温 (毎時平均),  $T_{max}$  最高気温,  $T_{min}$  最低気温



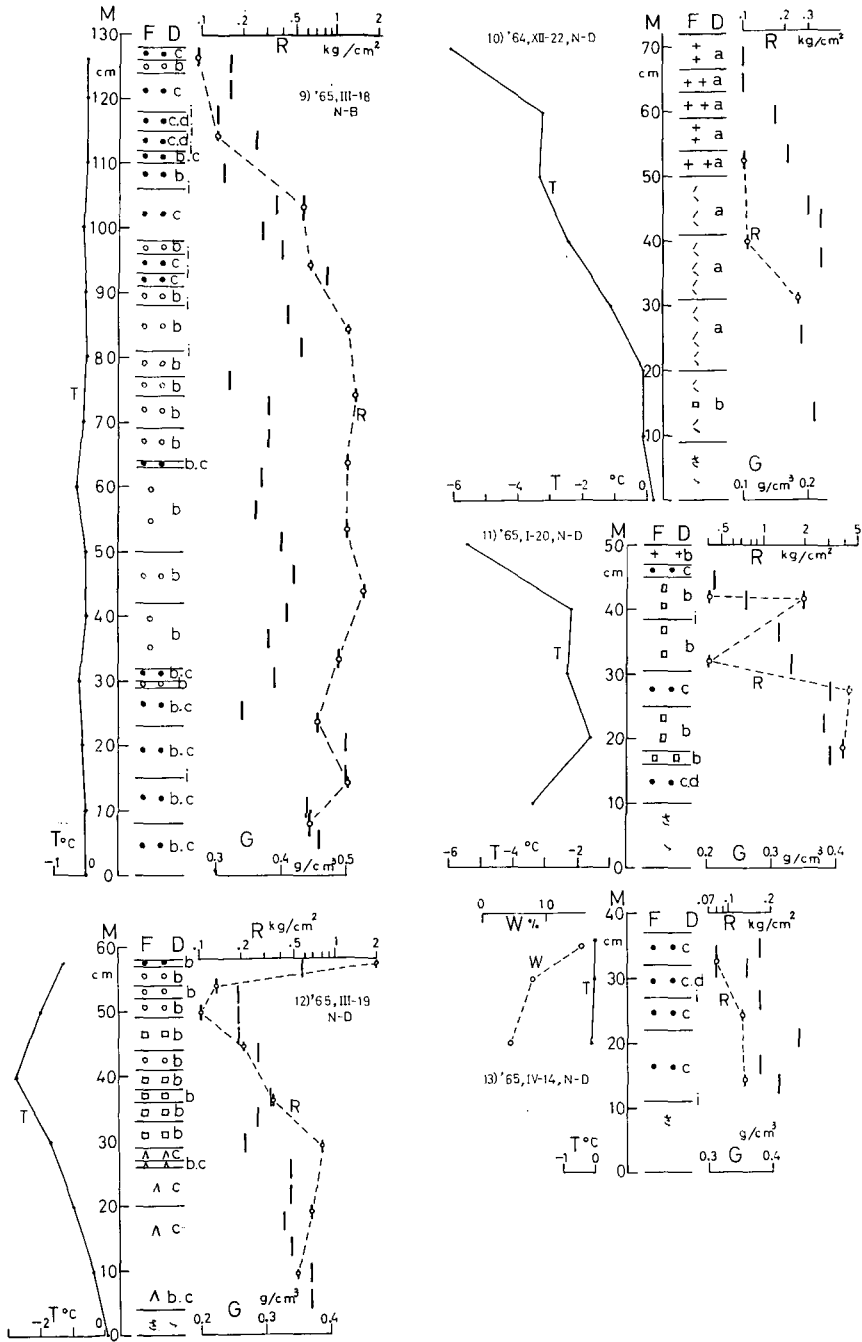
第8図 中の峯南斜面A地点

1. 64年12月22日. 2. 同, 65年2月5日. 3. 同, 3月19日.  
4. 同, 3月31日



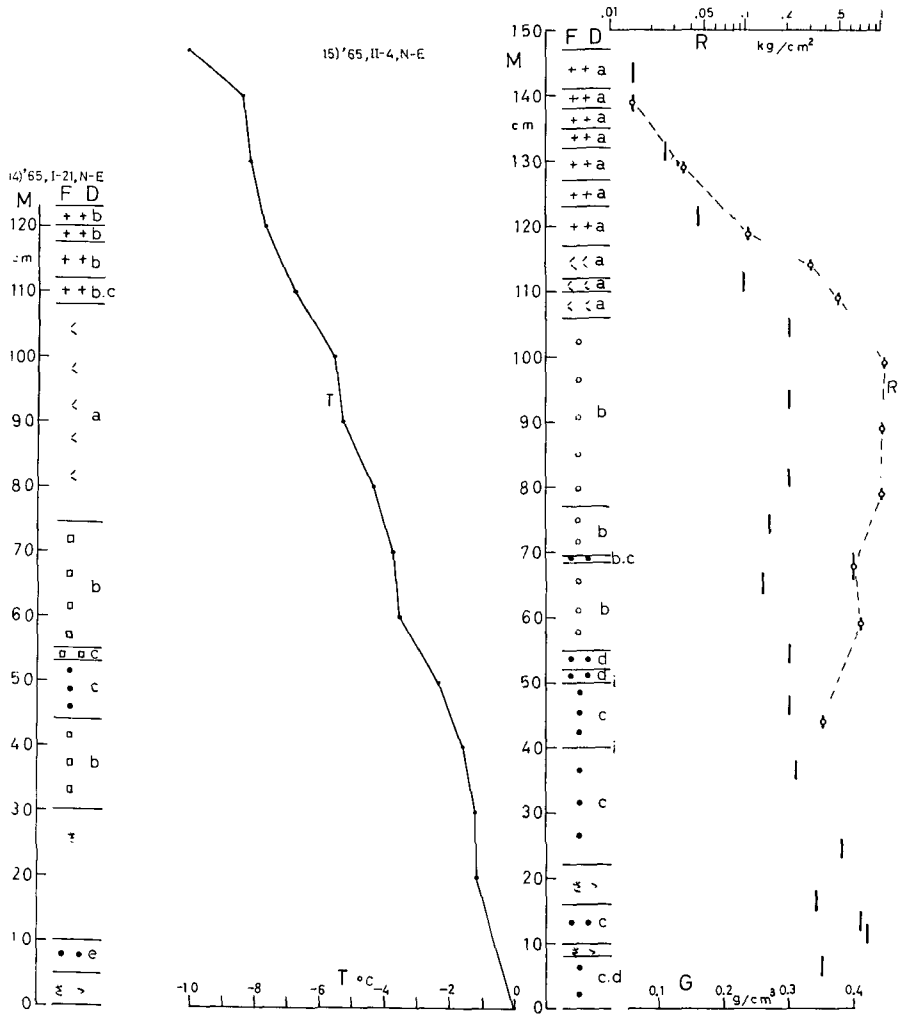
第9図 中の峯

5. 南斜面 A 地点, 65 年 4 月 14 日. 6. 同 B 地点, 2 月 17 日.  
 7. 同 C 地点, 1 月 21 日. 8. 同 3 月 4 日

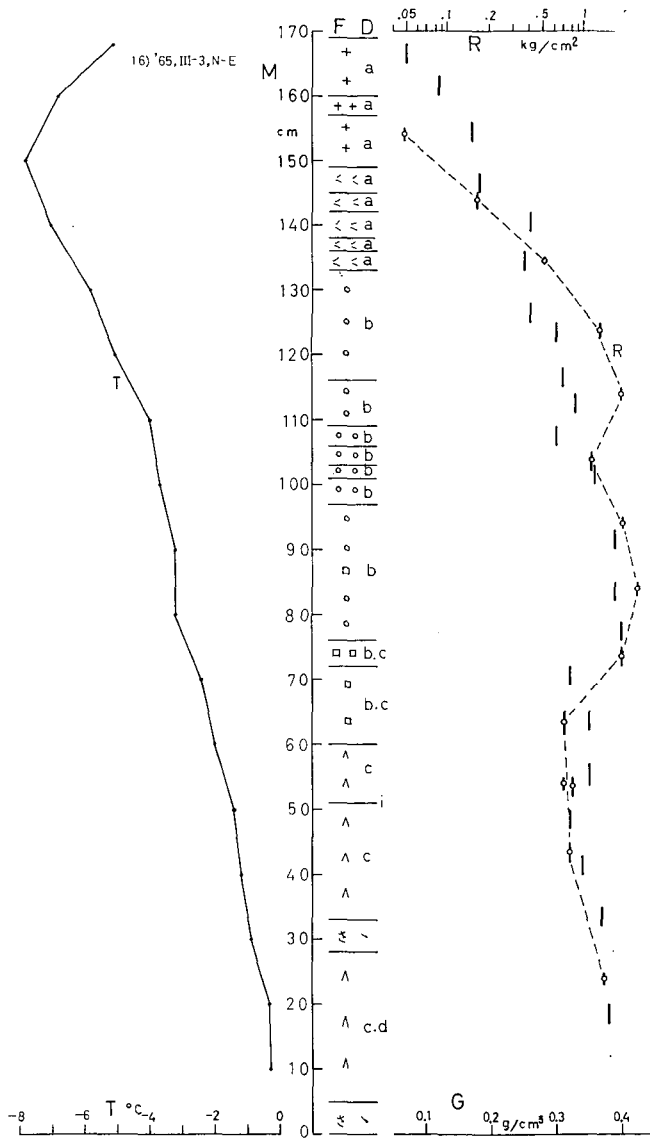


第10図 中の峯

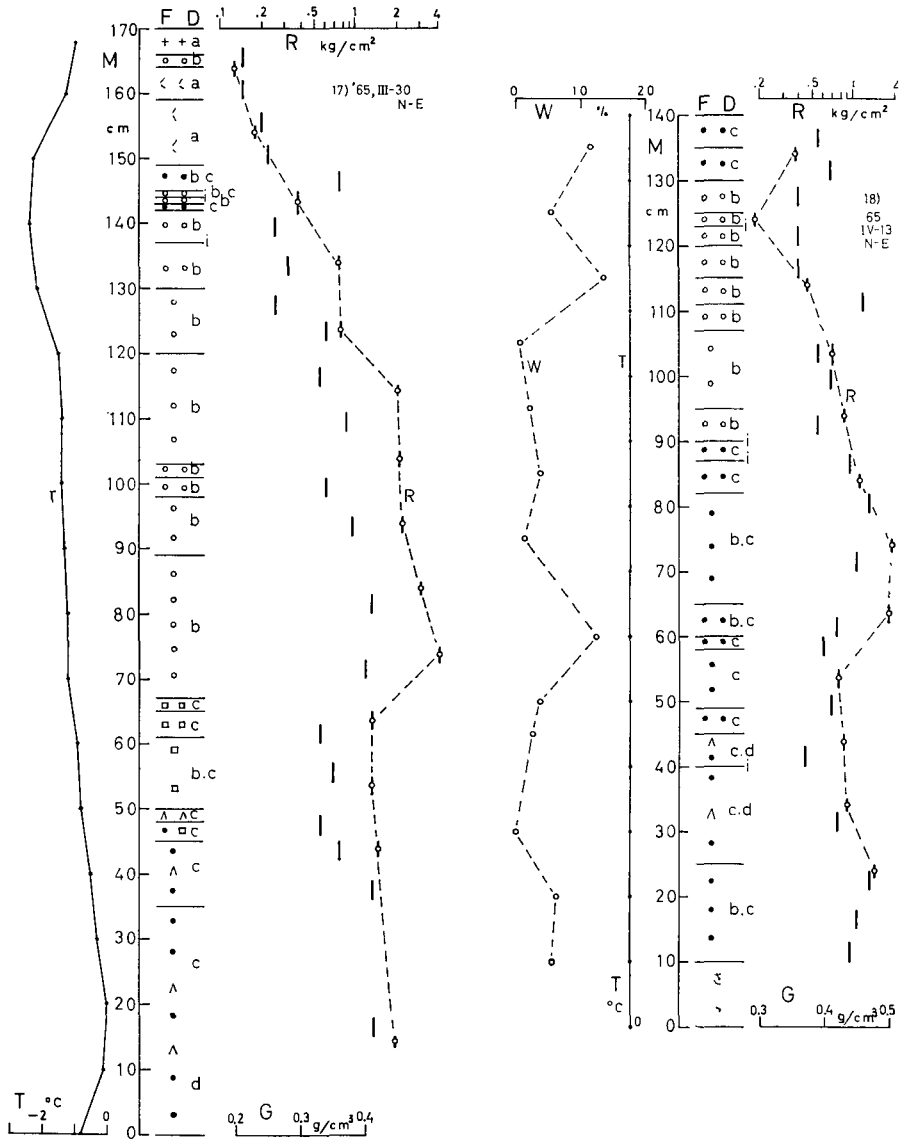
9. 南斜面B地点, 65年3月18日. 10. 同北斜面D地点, 64年12月22日.  
11. 同, 65年1月20日. 12. 同, 3月19日. 13. 同, 4月14日



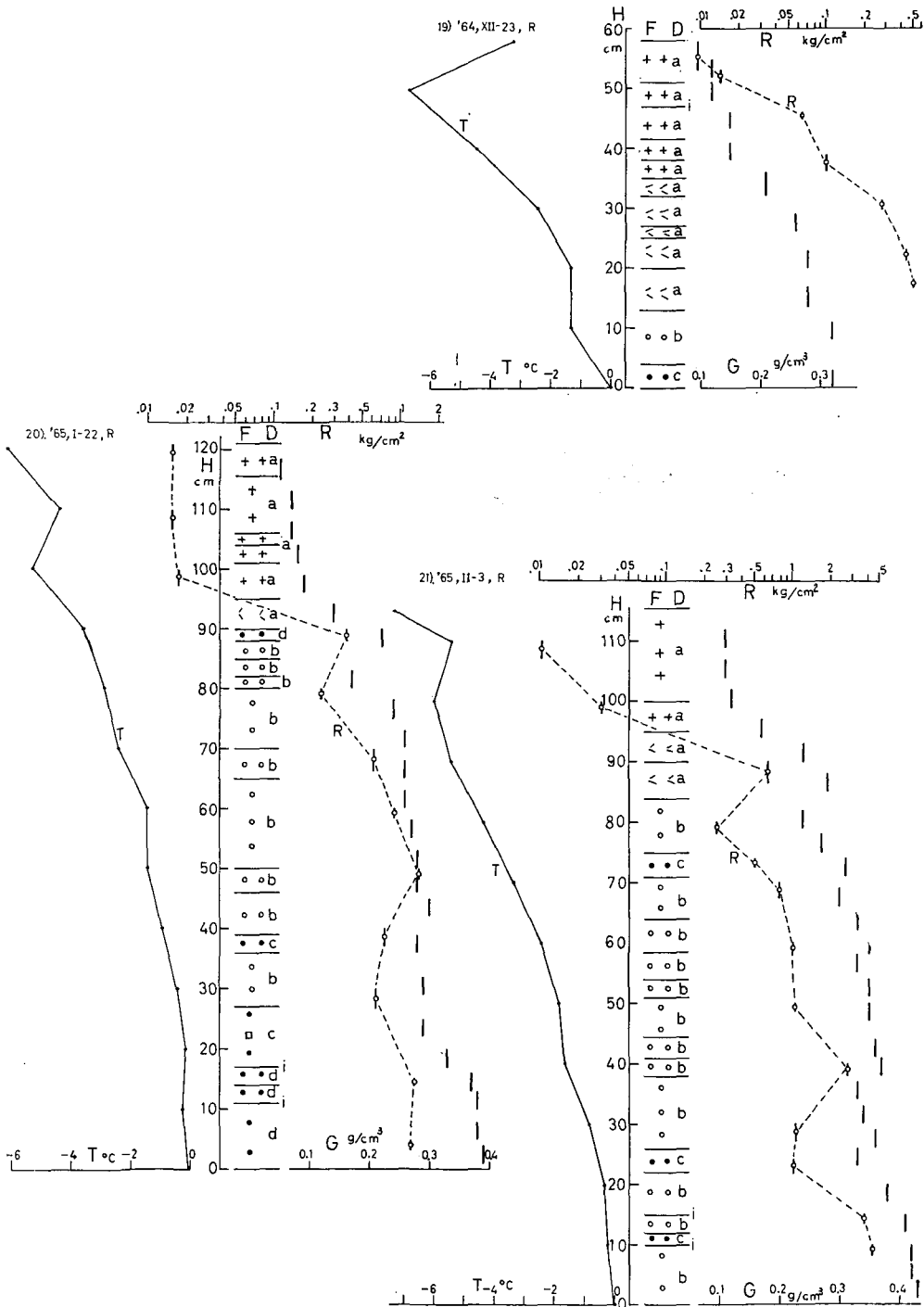
第11図 中の峯北斜面E地点  
 14. 65年1月21日. 15. 2月4日



第 12 図 16. 中の峯北斜面 E 地点, 65 年 3 月 3 日

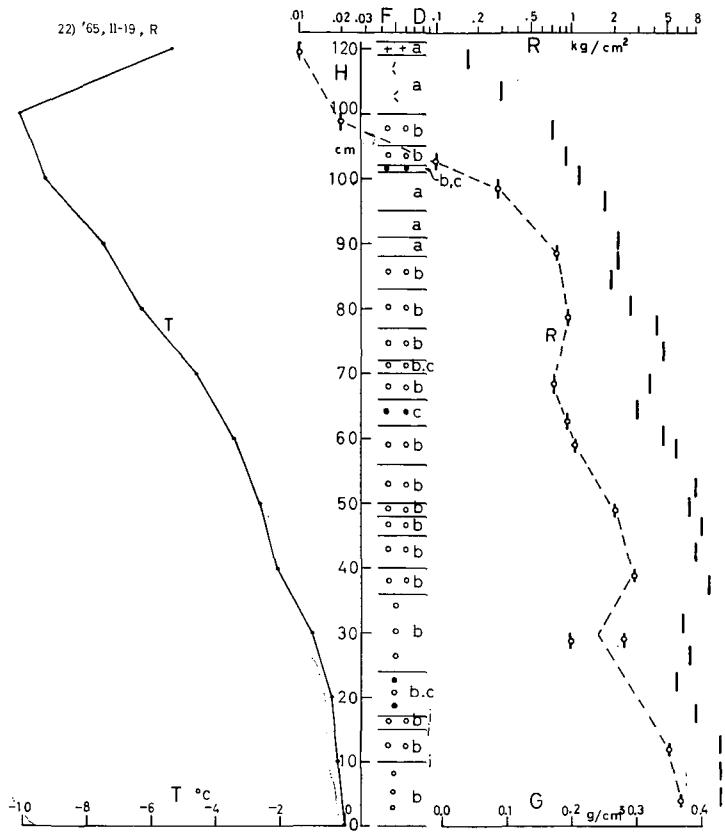


第13図 中の峯北斜面E地点  
 17. 65年3月30日. 18. 4月13日

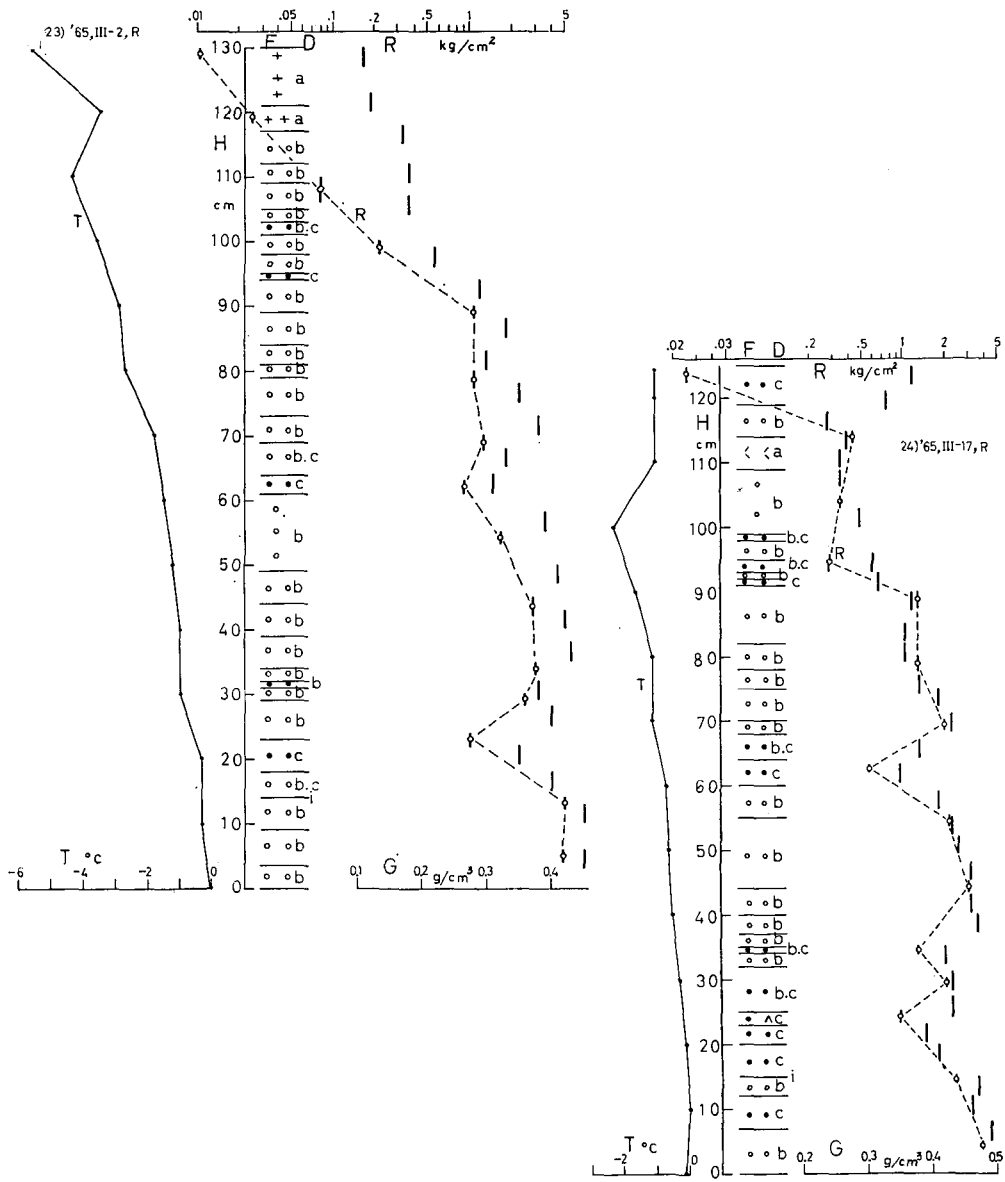


第14図 露 場

19. 64年12月23日. 20. 65年1月22日. 21. 2月3日

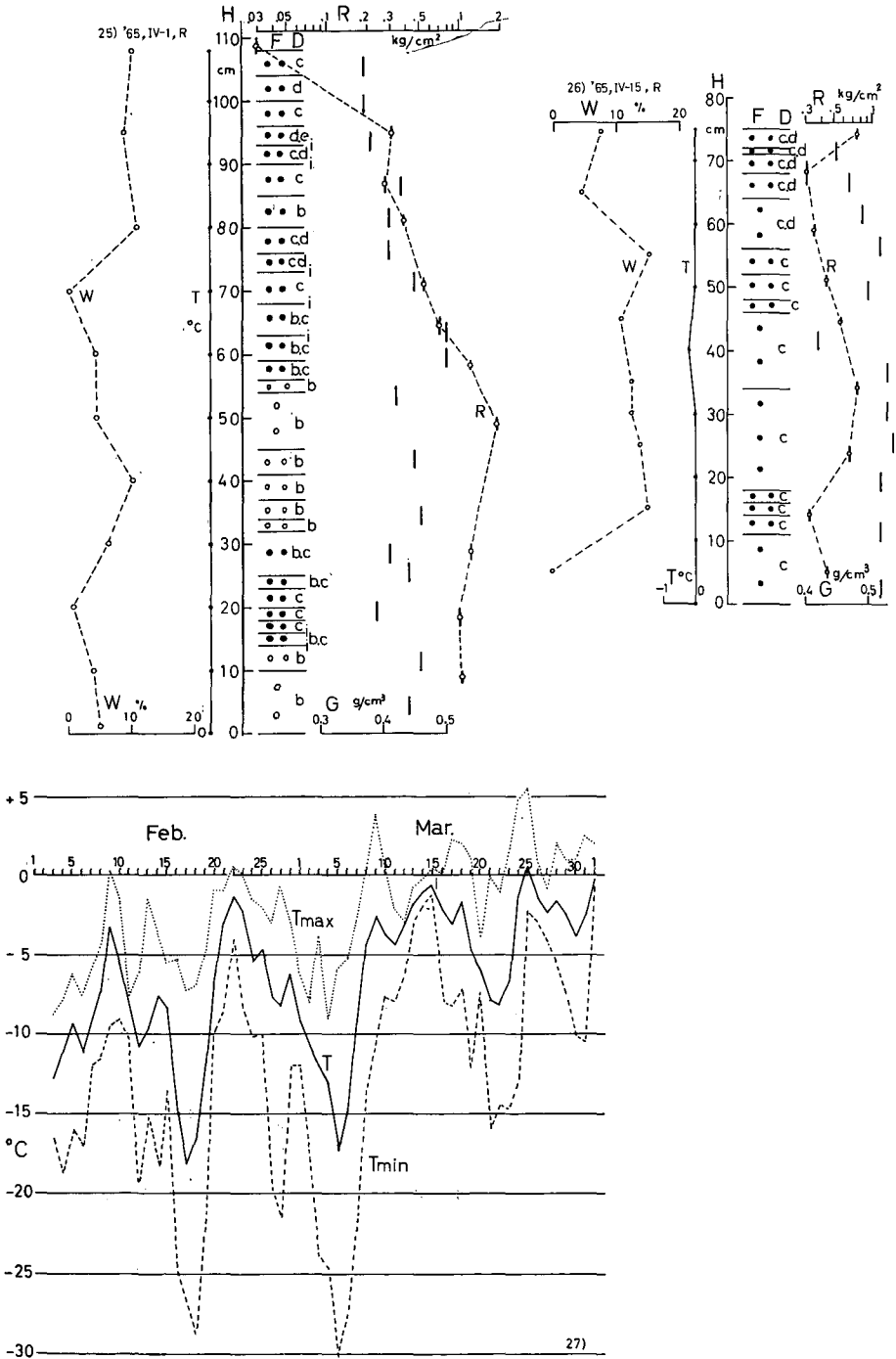


第 15 図 22. 露場, 65 年 2 月 19 日

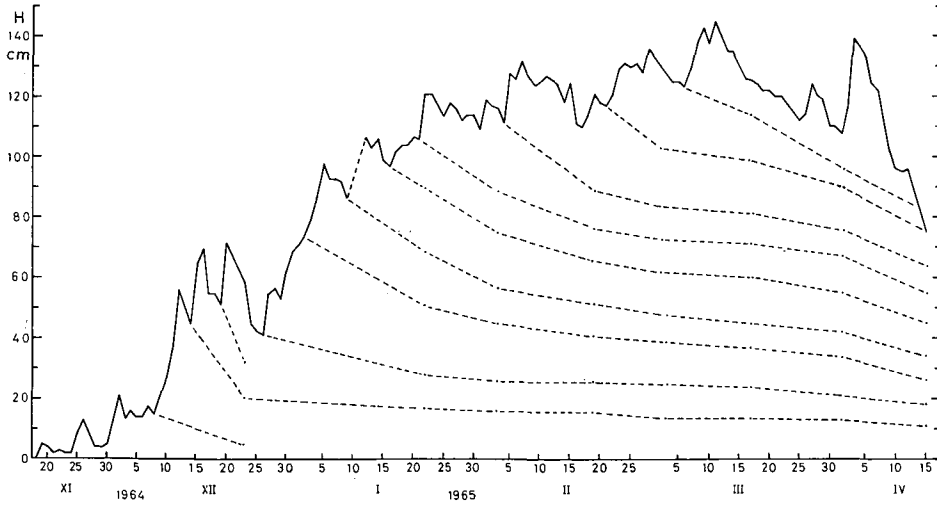


第16図 露 場

23. 65年3月2日. 24. 3月17日



第17図 25. 露場, 65年4月1日. 26. 同, 4月15日. 27. 露場における  
 気温, 65年2月1日より3月末迄  
 T 日平均気温 (毎時平均),  $T_{max}$  最高気温,  $T_{min}$  最低気温



第 18 図 64~65 年冬の露場における積雪深及び雪層変化図，積雪深は天塩地方演習林の観測による

## 文 献

- 1) 林業試験場防災部雪害研究室 1953 雪質の調査資料. 林業試験場研究報告, 第 **62**号, 59-124.
- 2) 石井幸男 1959 積雪基礎調査. 北海道電力株式会社・札幌管区气象台, 1-24.
- 3) 小島賢治・他 1965 札幌の平地積雪の断面測定. 低温科学, 物理篇, **23**, 99-119.
- 4) 労働基準局安全課 1957 雪崩災害の防止. 66 pp.  
北海道労働基準協会 1962 安全管理. 125 pp.
- 5) 吉田順五・他 1963 北海道日高の雪崩調査報告. 低温科学, 物理篇, **21**, 75-94.
- 6) 福山幹雄 1961 下平陸橋の雪崩事故について. 雪氷, **23**, 70-71.
- 7) 藤岡敏夫 1961 積雪観測法 (1). 雪氷, **23**, 179-183.
- 8) 木下誠一 1961 積雪観測法 (2). 雪氷, **23**, 184-189.
- 9) Schaefer, V. J., Klein, G. J. and de Quervain, M. R. 1951 Entwurf einer internationalen Schneeklassifikation ausgearbeitet durch das Komitee für Schneeklassifikation. *Union Géodésique et Géophysique, Assemblée Générale de Bruxelles*, **1**, 129-141.  
 島山久尙 1952 IUGG ブラッセル総会における「雪の分類」の決定について. 雪氷, **13**, 135-143.
- 10) 中谷宇吉郎 1950 雪の国際分類. 雪氷, **12**, 200-206.
- 11) Schaefer, V. J., Klein, G. J. and de Quervain, M. R. 1954 The international classification for snow (With special reference to snow on ground). *The Commission on Snow and Ice of the International Association of Hydrology. Associate Committee on Soil and Snow Mechanics, National Research Council, Ottawa, Canada, Technical Memorandum*, **31**.
- 12) 秋田谷英次 1965 しもぎらめ雪の研究 I. 低温科学, 物理篇, **23**, 67-74.
- 13) Nakaya, U. 1954 Snow crystals, natural and artificial. Harvard Univ. Press. 510 pp.
- 14) 小林禎作 1957 Diffusion Cloud Chamber による雪結晶習性の研究. 低温科学, 物理篇, **16**, 1-26.

## Summary

A research project was performed to get information of snow accumulation, physical properties of snow cover and their change during winter in the avalanche hazard area through two winters of 1963-64 and 64-65. The research area was selected in the mountain of Teshio Experimental Forest of Hokkaido University which is in the northern part of Hokkaido where many avalanches have occurred. One of the avalanches crushed an iron bridge of Japanese National Railway in 1962.

Observations were made at nine sites; three of them, A, B and C of Fig. 1, on the south slope of Nakanomine ridge, other three, D, E and N, on its north slope, two A and B of Fig. 2, on the south-west slope of Koatsusen slope, and another R on a flat lawn. The numerals on Figs. 1 and 2 indicate the angles of the slopes.

Data obtained are illustrated on Figs. 3-18 in which letter symbols and graphic symbols of the international classification of deposited snow are used. They are snow temperature  $T$ , vertical coordinate  $H$  measured from the ground, perpendicular coordinate  $M$  to the slope, grain shape  $F$  of snow particle, snow grain size  $D$ , density of snow  $G$ , hardness of snow  $R$  (measured by Kinoshita's hardness meter) and free water content  $W$ . White circle of the graphic symbols represents the round-shaped particle of compact dry snow transformed from the class "b" snow particle of the international classification without melting process.

## 図版説明

図版 I 中の峯南斜面。尾根の付け根より東を見る

1. 1965年3月4日
2. 同年3月31日。黒い部分は雪崩により露出した地表
3. 同年4月13日。南斜面の積雪の大部分はなだれおちた

図版 II~III 中の峯積雪の顕微鏡写真。4~8は鉛直断面の薄片。図の矢印が鉛直上方を示す。9は水平断面の薄片

4. 1965年3月18日。南斜面A地点。地上11~16 cm。密度 $0.33 \text{ g/cm}^3$ のざらめゆき
5. 同年3月18日。南斜面A地点。地上41~44 cm。密度 $0.30 \text{ g/cm}^3$ の柱状結晶の雪
6. 同年3月18日。南斜面B地点。地上23~29 cm。密度 $0.34 \text{ g/cm}^3$ のざらめゆき
7. 同年3月19日。北斜面D地点。地上25 cm 附近。密度 $0.34 \text{ g/cm}^3$ のしもざらめゆき
8. 同年3月19日。北斜面D地点。地上30~33 cm。密度 $0.27 \text{ g/cm}^3$ のしもざらめゆき
9. 8の水平断面



