

長岡における積雪の断面観測資料（1988.12～1989.2）

著者	五十嵐 高志
雑誌名	防災科学技術研究所 研究資料
号	139
ページ	1-35
発行年	1989-08
URL	http://doi.org/10.24732/nied.00001753

551.578.46 (521.41) "1988.12/1989.2"

長岡における積雪の断面観測資料(1988.12～1989.2)

五十嵐 高 志^{*}

国立防災科学技術センター長岡雪氷防災実験研究所

Profile Observation Data of Snow Cover in Nagaoka City (1988.12—1989.2)

By

Takashi Ikarashi

*Nagaoka Institute of Snow and Ice Studies, National Research Center
for Disaster Prevention, Nagaoka, Niigata-ken, 940 Japan*

Abstract

Profile observations of physical properties of snow cover in Nagaoka were carried out every day, from December 1988 to February 1989. Items of observation are as follows; snow depth (*HS*), snow temperature (*T*), grain shape of snow (*F*), grain size of snow (*D*), Canadian hardness of snow (*CR*), snow density (ρ), water equivalent of snow (*HW*), weather and air temperature.

The results of observation are summarized as follows; (a) Maximum depth of new snow onto the old snow cover was 22cm, and new snow density and hardness ranged from 0.058 to 0.184 g/cm³, and from 0.005 to 0.090 kgf/cm², respectively. (b) Maximum snow depth and maximum water equivalent of total snow cover were 56cm and 92.5mm, respectively, and mean snow density over total snow cover was in the range from 0.082 to 0.403 g/cm³.

1. まえがき

積雪の断面観測は、積雪を研究する上で、欠くことの出来ない積雪の基礎的諸要素の観測である。とくに、積雪現象の変化や積雪の変態などの解明には欠くことの出来ないものである。このような観点から長岡雪氷防災実験研究所構内の積雪観測露場で、積雪の断面観測を1988年12月16日から1989年2月16日までの間、毎日行った。

^{*} 第1研究室

この観測では、積雪の状態を知るため、積雪の層構造のほか、積雪層の位置に対応した雪温 (T)、雪質 (F)、雪粒の大きさ (D)、密度 (ρ)、硬度 (CR) および積雪の深さ (HS)、積雪相当水量 (HW)、積雪の全層平均密度 ($\bar{\rho}$) と観測時の天気、気温の10要素の測定を行ったものである。

2. 観測場所と観測方法

観測場所は図1にPで示した積雪断面観測露場で、位置は北緯 $37^{\circ} 25'$ 、東経 $138^{\circ} 53'$ 、海拔 97 m である。

観測の方法は、「積雪観測法 (清水 弘, 1965)」および「積雪の分類名称 (日本雪氷学会, 1967)」ならびに「地上気象観測法 (気象庁編, 1971)」に準拠した。

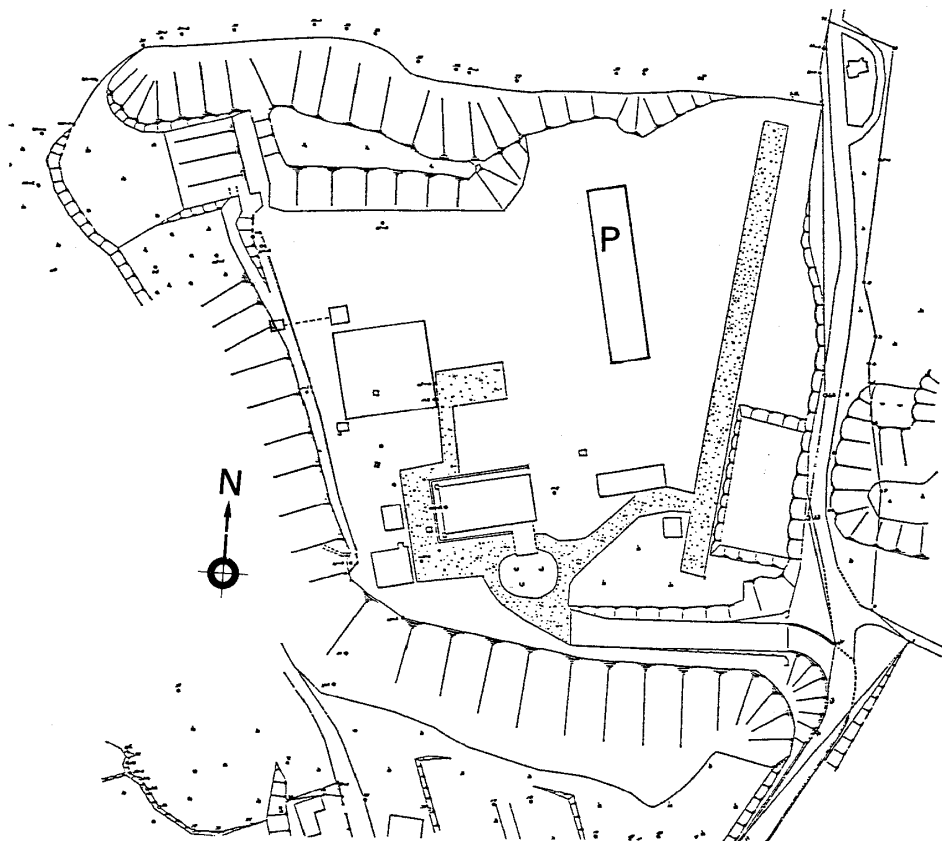


図1 長岡雪氷防災実研研究所構内図
Pは積雪断面観測露場を示す。

Fig. 1 Premises plain of the Institute of Snow and Ice Studies.
P indicates the snow-pit observation station.

2.1 使用計測器・道具

観測に用いた計測器・道具は以下の通りである。

- (1) ス コ ッ プ：アルミ製角型スコップにパラフィンを塗ったものを使用した。
- (2) 雪 ベ ラ：ステンレス製で平面部の周縁には、雪を切るための刃をつけたものを使用した。
- (3) 雪 尺：3 mの伸縮式アルミ製測量用スタッフ（箱尺）を使用した。
- (4) 秤：雪の重量測定には秤量 600 g，最小表示 0.2 g のパーソナル電子天びんを使用した。
- (5) 採 雪 器：雪層の密度測定には，100 - 30 型（標準仕様）のステンレス製角型 100 cc（採雪部の大きさは，長さ 5.55 cm，幅 6.0 cm，厚さ 3.0 cm）のスノーサンプラーを使用した。また，積雪全層の平均密度測定には，アルミ製神室型スノーサンプラー（採雪面積20cm²，1 m 3 本つなぎ）を使用した。
- (6) 硬 度 計：積雪の硬度測定には，カナディアンハードネスゲージを使用した。この硬度計は，2 種類の本体（測定範囲 1 kgf および 10 kgf）と 7 種類の受圧円板（測定面積 10 cm²，5 cm²，1 cm²，0.5 cm²，0.4 cm²，0.2 cm²，0.1 cm²）からなり，それらの組合せによって，硬い雪から軟らかい雪まで測定が可能である。ただし，極端に軟らかい新雪は，例外で測定不可能である。
- (7) 温 度 計：雪温の測定には，サーミスタ温度センサ 2 本附属の携帯型温度計を使用した。この温度計は，小型軽量で測定範囲 - 43.2 °C ～ + 120.7 °C，分解能 0.1 °C，4 桁液晶表示などの機能を備えている。
- (8) 粒度ゲージ：雪粒の大きさの測定は，黒地に白抜きミリメートル方眼紙をプラスチックケース入りのものと一對の偏光板を使用した。
- (9) そ の 他：積雪断面の着色用に噴霧器を使用した。

2.2 観測方法

観測場所の北から南に向かい，幅 2 ～ 3 m，奥行き 2 ～ 3 m の積雪を掘り，その穴の南側の面，すなわち北面している鉛直面を観測用積雪断面とした。この積雪断面の雪層が水みちで乱されている場合は，更に南側へ 0.5 ～ 1 m 移動して，雪層の乱れを避けた。翌日の観測時には，この積雪断面を更に南へ 2 m 程掘り進めて，新しい積雪断面を作り，その積雪断面について観測を行った。

観測は，原則として午前 9 時から 12 時の間に行ったが，少数ではあるが午後に行った場合もある。

図 2 に積雪の断面観測の観測項目と測定位置を示した。観測項目および方法は，観測順序に従って示すと，以下の通りである。

- (1) 積雪の深さ（*HS*）：積雪断面の鉛直方向の厚さ（高さ）を，地面から積雪の表面まで，cm 単位で測定した。

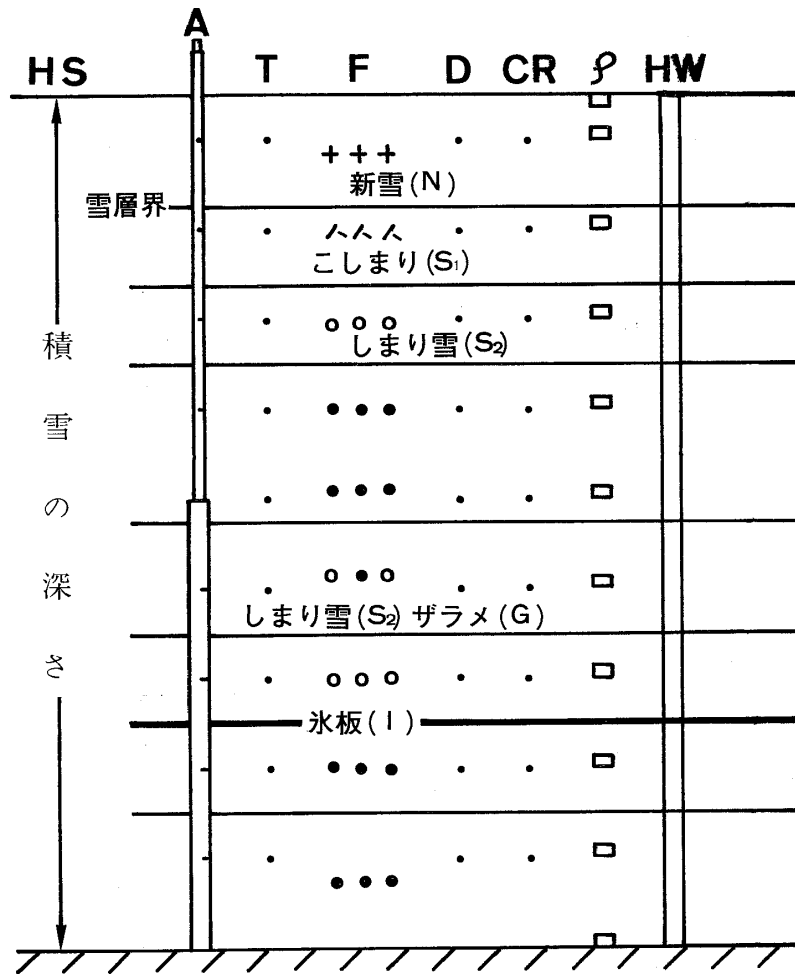


図2 積雪断面観測の観測項目と測定位置等

HS : 積雪の深さ **A** : 雪尺 (測定用具)
T : 雪 温 **F** : 雪 質
D : 雪粒の大きさ **CR** : カナディアン硬度
ρ : 密 度 **HW** : 積雪相当水量

Fig. 2 Schema of pit-wall observation of snow cover.

HS : snow depth **A** : scale for snow depth measurement
T : snow temperature **F** : grain shape of snow
D : grain size of snow **CR** : Canadian hardness of snow
ρ : snow density **HW** : water equivalent of snow

(2) 雪温 (**T**) : 断面に沿って10cmごとに温度計のセンサを, 雪壁の中に水平に15~20cm差し込み, 数分間おいて読みとる.

(3) 雪質 (**F**) : 断面の小さな凹凸は雪べらで削り, 鉛直な平面に仕上げる. この面に着色液 (ブルーブラックインクと水を1:10の割合で混合した液) を噴霧器で吹きつける. 約3分ぐらい経過すると図2に示した雪層界がインクの濃淡で鮮明に現われる. こうして雪層界が明らかになった断面から, 前出の「積雪の分類名称」に基づいて目視観測をした.

- (4) 雪粒の大きさ (D) : 雪層すべてについて, 主として雪層の中央部で測定した.
- (5) 硬度 (CR) : 測定の間隔は原則として地面から上方へ10cmごとに測定したが, 可能な限り雪層に対応させて測定した.
- (6) 雪層の密度 (ρ) : 測定の間隔は原則として地面から上方へ10cmごとに測定したが, 可能な限り雪層に対応させて測定した. このため, スノーサンプラーの厚さ (3 cm) の制約により, 少数ではあるが, 薄い雪層の場合は上下の雪層を含めて測定した場合もある.
- (7) 積雪相当水量 (HW) : 積雪の表面から地面までの積雪を, 神室型スノーサンプラーで採取した雪の重量を測定して HW (mm) を求めた. また, 雪の重量と採取した雪の深さ, つまり積雪の深さとから, 積雪全層の平均密度 $\bar{\rho}$ (g / cm³) を求めた.

3. 観測結果

3.1 積雪断面観測

積雪の断面観測結果を表1および図3に示した. 表1の形式は, 過去に報告された「長岡における積雪の断面観測資料 (1987. 12~1988. 4), (五十嵐・1988)」と同じである.

図3は, 前出の「積雪観測法」に基づいて表示してある.

表1および図3で使った記号および符号を, まとめて表示し簡単な説明を付記しておく.

記号の説明

天気……………快晴 : ○ 雨 : ●
 晴 : ⊕ 雪 : ✕
 曇 : ◎

F -雪質……………新 雪 : Nおよび+++
 こしまり雪 : S_1 および×××
 しまり雪 : S_2 および○○○
 ざらめ雪 : Gおよび●●●

雪層内にあられが混入している場合 : N^* , S_1^* , S_2^*

雪粒の大きさ…………… a : 0.5 mmより小さい
 b : 0.5 ~ 1.0 mm
 c : 1.0 ~ 2.0 mm
 d : 2.0 ~ 4.0 mm
 e : 4.0 mmより大きい

T -雪温 (°C) …………… 図3では実線でつないだ黒丸

ρ -密度 (g / cm³) …………… 図3では縦の短い棒, それぞれの棒は密度の測定区間を表わし, 表1の測定位置は棒の下端である.

CR -硬度 (kgf / cm²) … 図3では破線でつないだ白丸. 表1の符号…は雪が軟らか

くて測定不能の場合である。

H —位置 (cm) …………… 地面からの距離を表わす。雪質および雪粒の大きさは上限、
下限の範囲を示した。

注) 図3の雪層境界は、細い直線——で表わした。

3.2 積雪の深さ・積雪相当水量・積雪全層平均密度

積雪の深さ (HS) および積雪相当水量 (HW) の実測値と積雪全層平均密度 ($\bar{\rho}$) の計算値を表2に示した。また、積雪の深さと積雪相当水量の循環曲線図は、観測期間中の1月11日に消雪したため、2月18日消雪までの各積雪期間ごとに図4および図5に示した。図4に12/17などの数値を示してあるが、これは観測日 (例えば12月17日) を示したものである。

3.3 積雪層の経時変化

観測結果から積雪の成層構造のみを1日おきに抜粋し、1988～1989年冬期の積雪層の経時変化を図6に示した。雪層の厚さが増加しているのは、観測場所が変わるためと思われる「平田 (1940)」。

長岡においては、真冬でも気温が 0°C 以上になる日がある。そのため、積雪の融解による雪の変質も著しく、雪質も新雪、しまり雪の融解、再凍結によりざらめ雪、氷板などに変わり、積雪層もそれらとしまり雪との互層になっているのが特徴である。

4. おわりに

本州の日本海側の積雪は、その発現の状態も多様で、それに応じて様々な変態過程がある。1988～1989年冬期の観測値の特徴は、1) 新雪層の厚さの最大値は22cm, 2) 新雪の密度範囲は $0.058 \sim 0.184 \text{ g/cm}^3$, 3) 新雪の硬度範囲は $0.005 \sim 0.090 \text{ kgf/cm}^2$, 4) 積雪の最深値は56cm, 5) 積雪相当水量の最大値は92.5mm, 6) 積雪の全層平均密度の範囲は $0.082 \sim 0.403 \text{ g/cm}^3$ などであった。

この観測資料は、昭和58年度から昭和62年度までの研究テーマ「北陸地方の暖地積雪に関する研究」の「新積雪の性質」よりスタートして以来、引き続き現在の研究テーマ「暖地降積雪の性状に関する研究」の「積雪の性質とその変化」の研究の下で観測した結果である。

参 考 文 献

- 1) 五十嵐高志 (1984) : 長岡における積雪の断面観測資料 (1983～1984)。防災科学技術研究資料, 第93号, 90pp.
- 2) 五十嵐高志 (1985) : 長岡における積雪の断面観測資料 (1984～1985)。防災科学技術研究資料, 第102号, 86pp.
- 3) 五十嵐高志 (1986) : 長岡における積雪の断面観測資料 (1985～1986)。防災科学技術研究

資料, 第 114 号, 140 pp .

- 4) 五十嵐高志 (1987) : 長岡における積雪の断面観測資料 (1986 ～ 1987). 防災科学技術研究資料, 第 122 号, 72 pp .
- 5) 五十嵐高志 (1988) : 長岡における積雪の断面観測資料 (1987. 12 ～ 1988. 4). 防災科学技術研究資料, 第 130 号, 94 pp .
- 6) 平田徳太郎 (1940) : 雪質に関する研究. 日本雪氷協会論文集, 第 1 巻, 21 - 43 .
- 7) 気象庁編 (1971) : 地上気象観測法. 266 pp . 101 - 104 . 141 - 157 .
- 8) 国立防災科学技術センター雪害実験研究所編 (1970) : 長岡における積雪断面観測資料(1965 ～ 1969). 防災科学技術研究資料, 第 8 号, 58 pp .
- 9) 日本雪氷学会 (1967) : 積雪の分類名称. 雪氷の研究, No. 4 (1970), 57 pp . 31 - 50 .
- 10) 清水 弘 (1965) : 積雪の観測法. 雪氷の研究, No. 4 (1970), 57 pp . 1 - 28 .

(1989 年 6 月 12 日原稿受理)

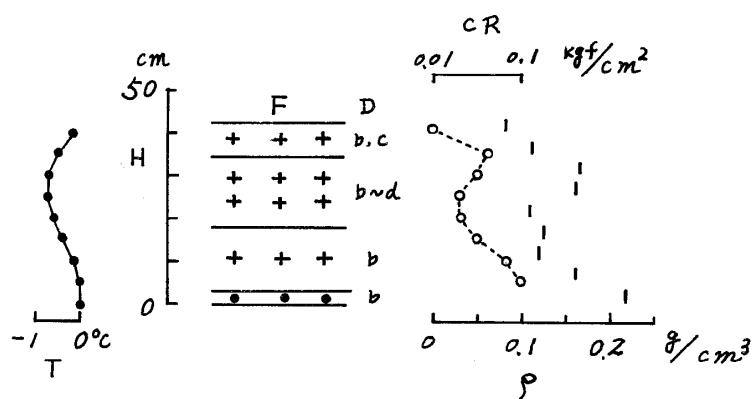
表 1 積雪の断面観測値（長岡，昭和63年12月～平成元年2月）（つづき）

Table. 1. Profile observation data of snow cover in Nagaoka (Dec. 1988—Feb. 1989).

観測年月日 63年12月16日		積雪の深さ 43 cm		天 気 ＊		気 温 － 0.5℃		観測時刻 09：35～09：55	
雪 温		雪 質		雪粒の大きさ		密 度		硬 度	
位置 cm	T ℃	位 置 cm	名称 F	位 置 cm	D	位置 cm	ρ g / cm ³	位置 cm	C R kgf / cm ²
40	－ 0.2	43 ～ 35	N	43 ～ 35	b,c	40	0.080	40	0.010
35	－ 0.5	35 ～ 18	N*	35 ～ 18	b～ d	35	0.108	35	0.040
30	－ 0.7	18 ～ 3	N	18 ～ 3	b	30	0.164	30	0.030
25	－ 0.7	3 ～ 0	G	3 ～ 0	b	25	0.160	25	0.020
20	－ 0.6					20	0.108	20	0.020
15	－ 0.4					15	0.122	15	0.030
10	－ 0.2					10	0.116	10	0.070
5	－ 0.0					5	0.158	5	0.090
0	0.0					0	0.216		

観測年月日 63年12月17日		積雪の深さ 56 cm		天 気 ＊		気 温 0.3℃		観測時刻 09：20～09：50	
55	－ 0.7	56 ～ 50	N*	56 ～ 50	b,c	53	0.126	55	0.005
50	－ 0.7	50 ～ 42	N	50 ～ 42	b	50	0.130	50	0.020
45	－ 0.6	42 ～ 34	N*	42 ～ 34	b～ d	45	0.120	45	0.020
40	－ 0.6	34 ～ 28	S ₁	34 ～ 28	b	40	0.138	40	0.040
35	－ 0.5	28 ～ 20	S ₁ *	28 ～ 20	b～ d	35	0.184	35	0.060
30	－ 0.4	20 ～ 3	S ₂	20 ～ 3	a	30	0.156	30	0.040
25	－ 0.3	3 ～ 0	G	3 ～ 0	b	25	0.216	25	0.060
20	－ 0.2					20	0.206	20	0.040
15	－ 0.2					15	0.150	15	0.040
10	－ 0.1					10	0.148	10	0.040
5	－ 0.1					5	0.176	5	0.040
0	0.0					0	0.178		

63.12.16



63. 12. 17

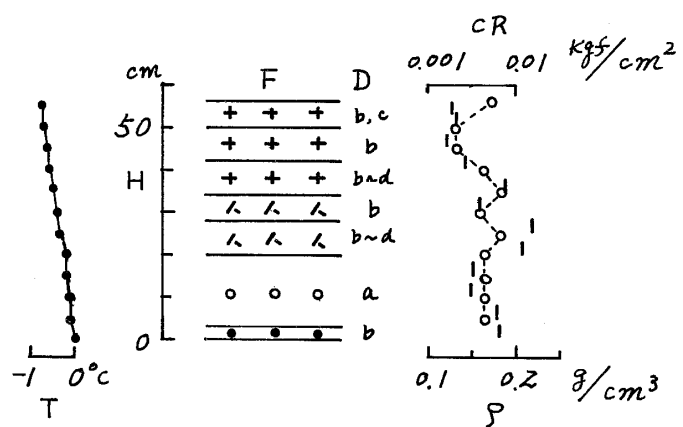


図3 積雪断面観測図（長岡，昭和63年12月～平成元年2月）（つづき）

Fig. 3 Vertical profile of physical properties of snow cover (Nagaoka, Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

表 1 積雪の断面観測値（長岡，昭和63年12月～平成元年 2 月）（つづき）

 Table 1 Profile observation data of snow cover in Nagaoka
 (Dec. 1988—Feb. 1989).

観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
63年12月18日		45 cm		●		5.8℃		14:00～14:25	
雪 温		雪 質		雪粒の大きさ		密 度		硬 度	
位置 cm	T ℃	位 置 cm	名称 F	位 置 cm	D	位置 cm	ρ g/cm ³	位置 cm	C R kgf/cm ²
45	0.0	45～38	G	45～38	c,d	42	0.280	40	0.080
40	0.0	38～30	S ₂ *	38～30	b～d	35	0.172	35	0.060
35	-0.1	30～18	S ₂ *	30～18	b～d	30	0.260	30	0.080
30	-0.2	18～2	S ₂	18～2	a	25	0.178	25	0.060
25	-0.2	2～0	G	2～0	b	20	0.220	20	0.120
20	-0.2					15	0.192	15	0.080
15	-0.2					10	0.182	10	0.120
10	-0.1					5	0.196	5	0.120
5	-0.1					0	0.196		
0	0.0								
観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
63年12月19日		31 cm		●		3.0℃		09:10～09:30	
30	0.0	31～24	G	31～24	c	28	0.314	25	0.030
25	0.0	24～18	G	24～18	c,d	25	0.328	20	0.060
20	0.0	18～15	S ₂ *	18～15	b～d	20	0.232	15	0.200
15	-0.1	15～0	S ₂	15～0	a	15	0.258	10	0.300
10	-0.1					10	0.190	5	0.400
5	-0.1					5	0.188		
0	0.0					0	0.220		
観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
63年12月20日		21 cm		●		6.4℃		09:15～09:30	
20	0.0	21～0	G	21～0	c,d	18	0.346	15	0.080
15	0.0					15	0.370	10	0.100
10	0.0					10	0.340	5	0.140
5	0.0					5	0.304		
0	0.0					0	0.334		

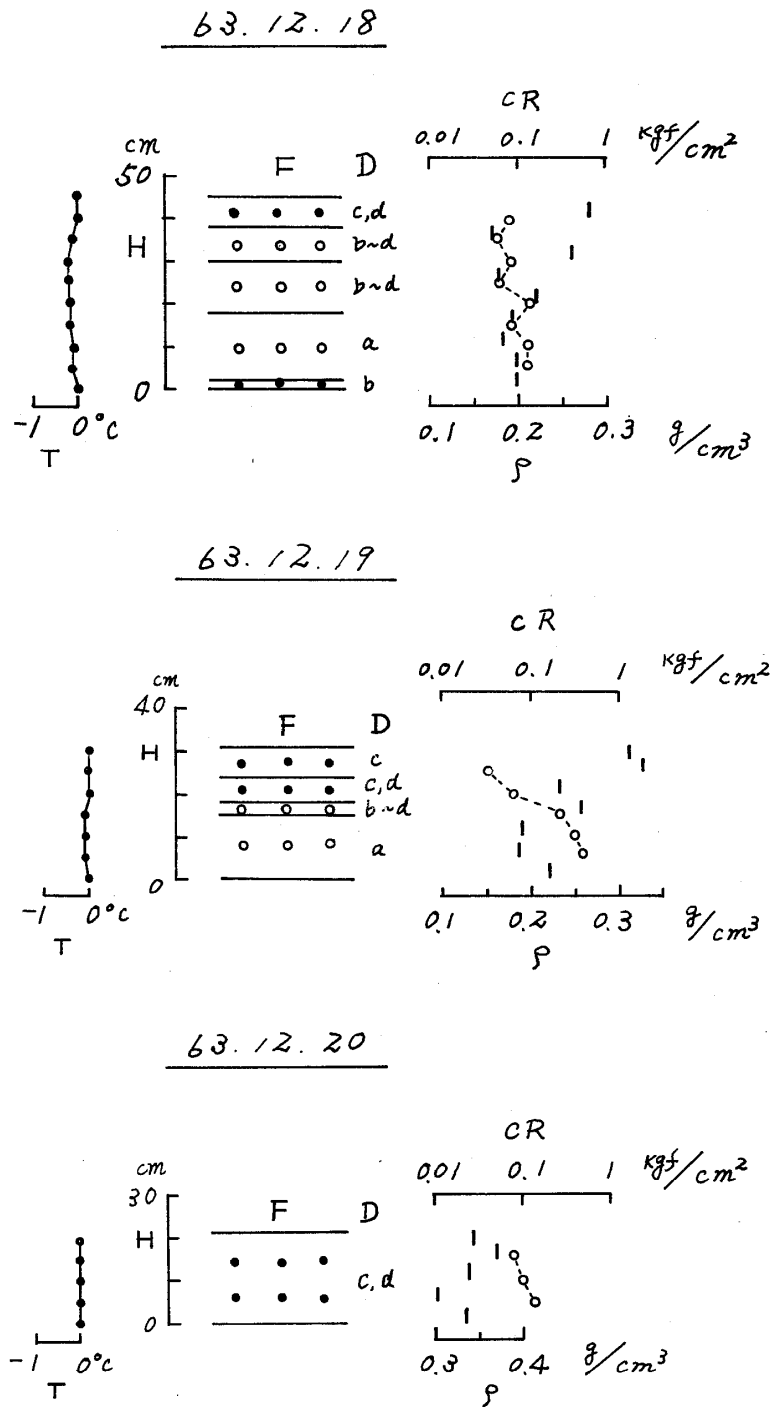


図3 積雪断面観測図(長岡, 昭和63年12月~平成元年2月)(つづき)

Fig. 3 Vertical profile of physical properties of snow cover (Nagaoka, Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

表1 積雪の断面観測値（長岡，昭和63年12月～平成元年2月）（つづき）

 Table 1 Profile observation data of snow cover in Nagaoka
 (Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

観測年月日 63年12月21日		積雪の深さ 11 cm		天 気 ✧		気 温 0.4℃		観測時刻 09：20～09：35	
雪 温		雪 質		雪粒の大きさ		密 度		硬 度	
位置 cm	T ℃	位 置 cm	名称 F	位 置 cm	D	位置 cm	ρ g / cm ³	位置 cm	C R kg f / cm ²
10	0.0	11～0	G	11～0	c,d	8	0.354	8	0.060
5	0.0					5	0.332	4	0.100
0	0.0					0	0.350		

観測年月日 63年12月22日		積雪の深さ 19 cm		天 気 ✧		気 温 1.1℃		観測時刻 09：05～09：20	
15	- 0.1	19～14	N*	19～14	b,c	15	0.120	15	0.010
10	0.0	14～0	G	14～0	c,d	10	0.282	10	0.060
5	0.0					5	0.338	5	0.080
0	0.0					0	0.318		

観測年月日 63年12月23日		積雪の深さ 18 cm		天 気 ◎		気 温 3.4℃		観測時刻 09：20～09：35	
15	0.0	18～12	N*	18～12	b～ d	15	0.150	15	0.020
10	0.0	12～0	G	12～0	c	9	0.266	10	0.400
5	0.0					5	0.314	5	0.060
0	0.0					0	0.318		

観測年月日 63年12月24日		積雪の深さ 16 cm		天 気 ◎		気 温 3.0℃		観測時刻 08：40～08：45	
15	- 1.4	16～10	G	16～10	c,d	13	0.258	15	0.200
10	- 1.1	10～0	G	10～0	c,d	10	0.274	10	0.400
5	- 0.3					5	0.368	5	0.300
0	0.0					0	0.328		

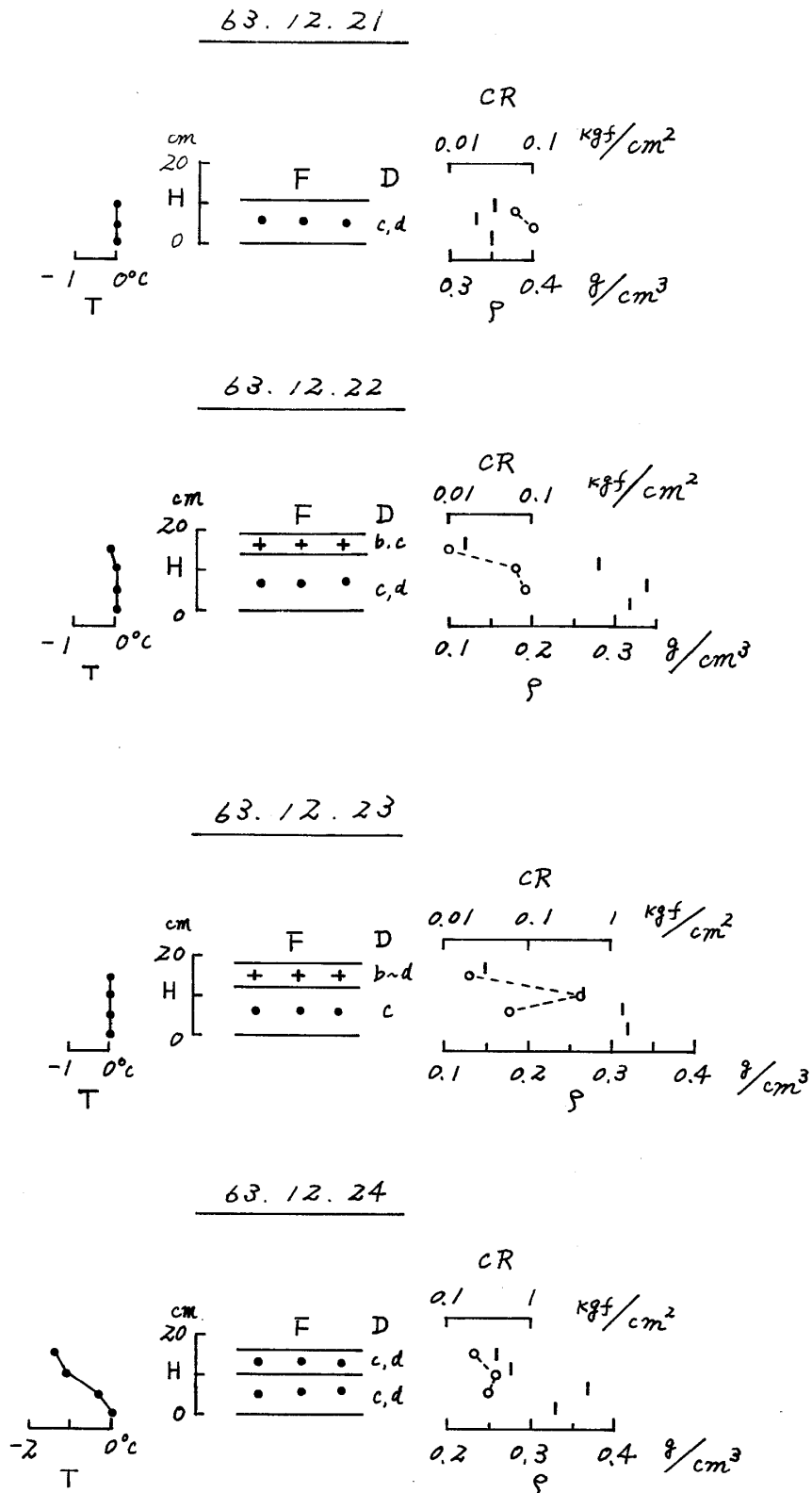


図3 積雪断面観測図(長岡, 昭和63年12月~平成元年2月)(つづき)

Fig. 3 Vertical profile of physical properties of snow cover (Nagaoka, Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

表1 積雪の断面観測値（長岡，昭和63年12月～平成元年2月）（つづき）

 Table 1 Profile observation data of snow cover in Nagaoka
 (Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

観測年月日 63年12月25日		積雪の深さ 13 cm		天 気 ✧		気 温 2.7℃		観測時刻 09:10～09:25	
雪 温		雪 質		雪粒の大きさ		密 度		硬 度	
位置 cm	T ℃	位 置 cm	名称 F	位 置 cm	D	位置 cm	ρ g/cm ³	位置 cm	C R kgf/cm ²
10	0.0	13～0	G	13～0	c,d	10	0.346	10	0.040
5	0.0					5	0.338	5	0.060
0	0.0					0	0.328		

観測年月日 63年12月26日		積雪の深さ 25 cm		天 気 ✧		気 温 0.6℃		観測時刻 09:05～09:20	
25	-0.0	25～12	N*	25～12	b,c	22	0.134	20	0.020
20	-0.2	12～0	G	12～0	c,d	20	0.108	15	0.015
15	-0.1					15	0.132	10	0.120
10	0.0					9	0.336	5	0.100
5	0.0					5	0.326		
0	0.0					0	0.332		

観測年月日 63年12月27日		積雪の深さ 23 cm		天 気 ●		気 温 1.6℃		観測時刻 09:05～09:20	
20	0.0	23～18	G	23～18	c,d	20	0.254	20	0.040
15	0.0	18～13	S ₁	18～13	b	15	0.164	15	0.080
10	0.0	13～0	G	13～0	c,d	10	0.316	10	0.140
5	0.0					5	0.350	5	0.120
0	0.0					0	0.328		

観測年月日 63年12月28日		積雪の深さ 17 cm		天 気 ◎		気 温 2.4℃		観測時刻 09:25～09:40	
15	0.0	17～0	G	17～0	c,d	14	0.306	15	0.150
10	0.0					10	0.368	10	0.150
5	0.0					5	0.360	5	0.200
0	0.0					0	0.318		

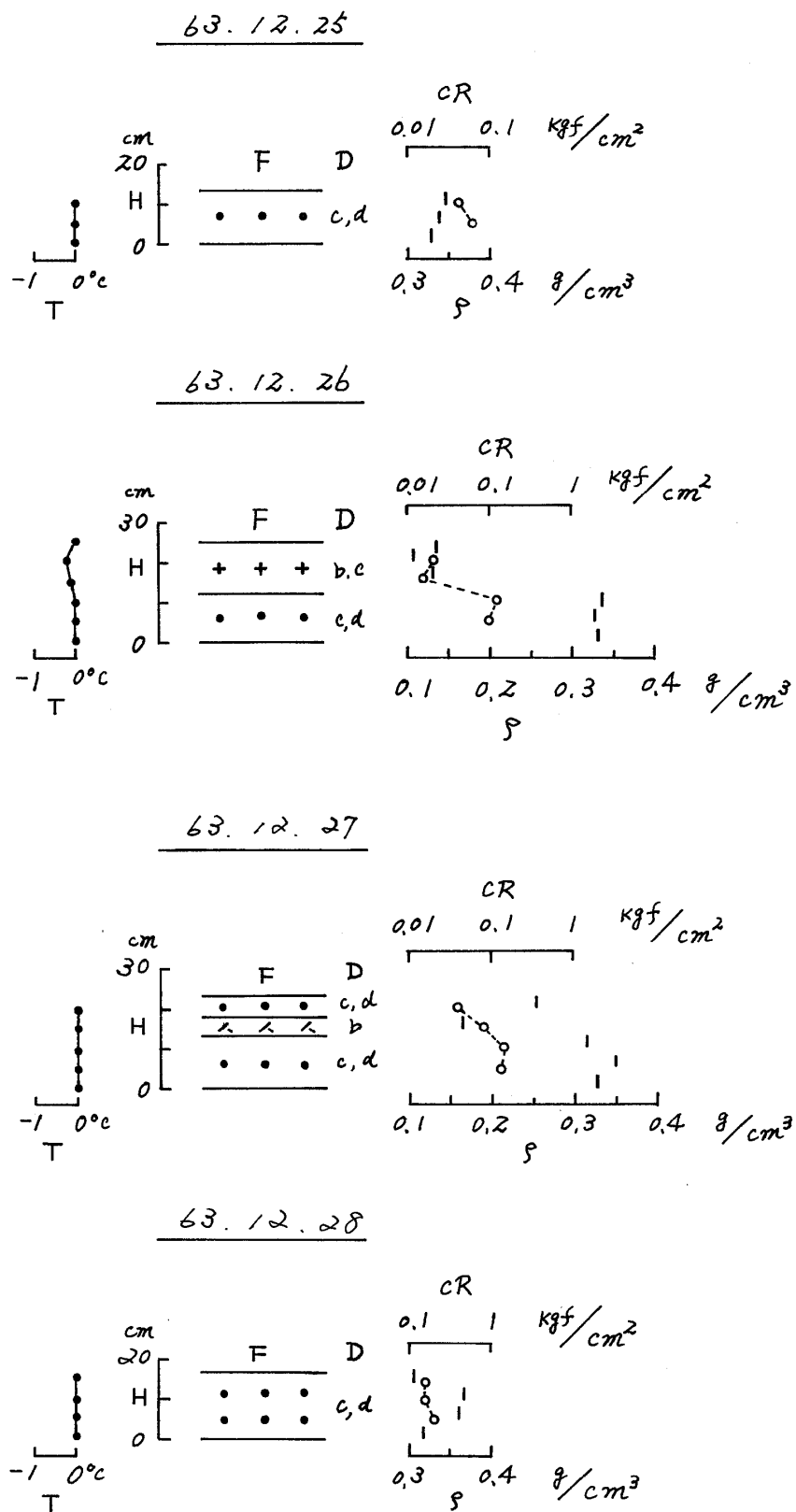


図3 積雪断面観測図(長岡, 昭和63年12月～平成元年2月) (つづき)

Fig. 3 Vertical profile of physical properties of snow cover (Nagaoka, Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

表 1 積雪の断面観測値（長岡，昭和63年12月～平成元年2月）（つづき）

 Table 1 Profile observation data of snow cover in Nagaoka
 (Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
63年12月29日		21 cm		✕		0.2℃		08:55～09:10	
雪 温		雪 質		雪粒の大きさ		密 度		硬 度	
位置 cm	T ℃	位 置 cm	名称 F	位 置 cm	D	位置 cm	ρ g/cm ³	位置 cm	C R kg f/cm ²
20	-0.2	21～14	N	21～14	b,c	18	0.088	20	0.005
15	-0.4	14～9	G	14～9	c,d	15	0.110	15	0.020
10	-0.2	9～0	G	9～0	c,d	10	0.296	10	0.120
5	0.0					5	0.364	5	0.120
0	0.0					0	0.334		
観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
63年12月30日		21 cm		◎		1.4℃		08:50～09:10	
20	0.8	21～15	S ₁	21～15	b,c	18	0.160	18	0.020
15	0.3	15～10	G	15～10	c	15	0.186	15	0.700
10	0.0	10～0	G	10～0	c,d	10	0.288	10	0.400
5	0.0					5	0.390	5	0.300
0	0.0					0	0.318		
観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
63年12月31日		18 cm		◎		2.2℃		08:55～09:10	
15	0.4	18～13	G	18～13	c	15	0.248	15	0.200
10	0.5	13～8	G	13～8	c	10	0.302	10	0.400
5	0.0	8～0	G	8～0	c,d	5	0.336	5	0.200
0	0.0					0	0.370		
観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
64年1月1日		15 cm		●		5.5℃		08:20～08:35	
15	0.0	15～0	G	15～0	c,d	12	0.344	15	0.200
10	0.0					5	0.328	10	0.300
5	0.0					0	0.330	5	0.200
0	0.0								

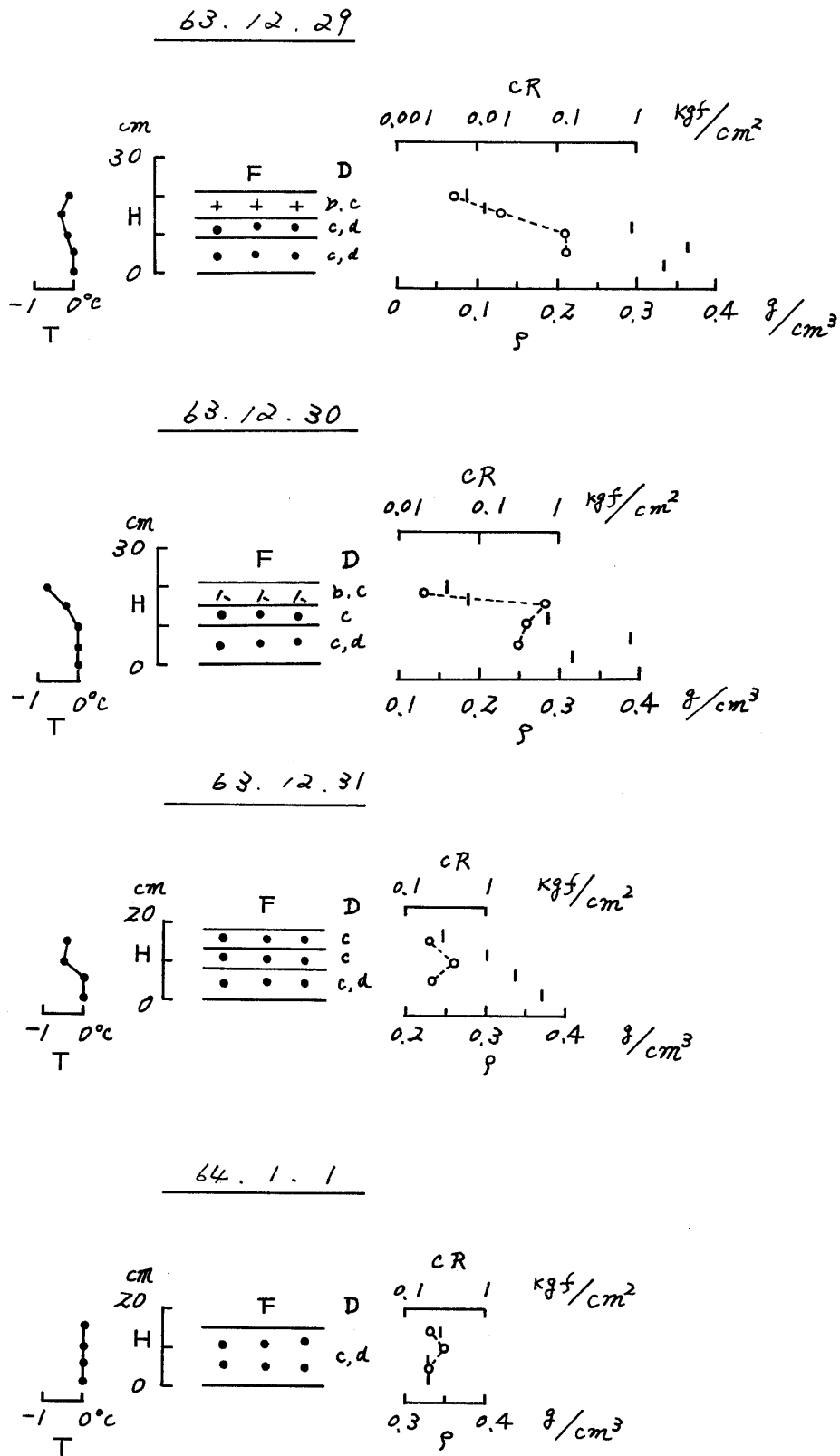


図3 積雪断面観測図(長岡, 昭和63年12月~平成元年2月)(つづき)

Fig. 3 Vertical profile of physical properties of snow cover (Nagaoka, Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

表1 積雪の断面観測値 (長岡, 昭和63年12月～平成元年2月) (つづき)

 Table 1 Profile observation data of snow cover in Nagaoka
 (Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

観測年月日 64年1月2日		積雪の深さ 14 cm		天 気 ①		気 温 3.9℃		観測時刻 08:15～08:30	
雪 温		雪 質		雪粒の大きさ		密 度		硬 度	
位置 cm	T ℃	位 置 cm	名称 F	位 置 cm	D	位置 cm	ρ g / cm ³	位置 cm	C R kgf / cm ²
10	0.0	14～0	G	14～0	c,d	10	0.296	10	0.150
5	0.0					5	0.356	5	0.350
0	0.0					0	0.348		

観測年月日 64年1月3日		積雪の深さ 11 cm		天 気 ●		気 温 4.8℃		観測時刻 08:20～08:40	
10	0.0	11～0	G	11～0	c,d	8	0.358	10	0.300
5	0.0					0	0.382	5	0.300
0	0.0								

観測年月日 64年1月4日		積雪の深さ 16 cm		天 気 ✱		気 温 0.1℃		観測時刻 08:30～08:50	
15	-0.2	16～6	N	16～6	b～d	13	0.072	15	0.005
10	-0.2	6～0	G	6～0	c,d	6	0.122	10	0.015
5	0.0					0	0.324	5	0.300
0	0.0								

観測年月日 64年1月5日		積雪の深さ 24 cm		天 気 ①		気 温 1.7℃		観測時刻 08:55～09:15	
20	-0.7	24～6	N*	24～6	b～d	20	0.094	20	0.005
15	-0.6	6～0	G	6～0	c,d	15	0.100	15	0.015
10	-0.3					10	0.116	10	0.030
5	-0.1					5	0.166	5	0.400
0	0.0					0	0.368		

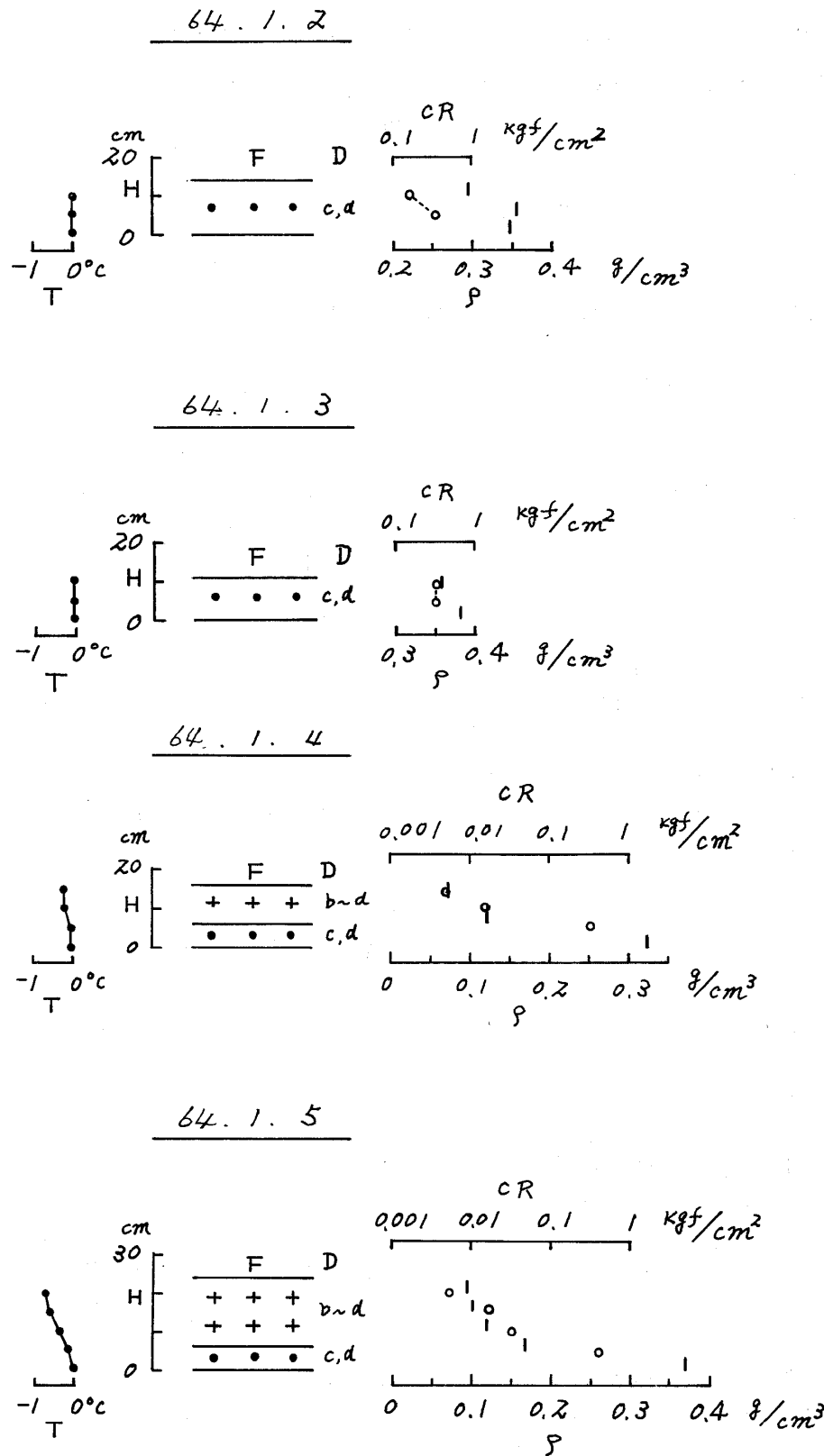


図3 積雪断面観測図(長岡, 昭和63年12月~平成元年2月)(つづき)

Fig. 3 Vertical profile of physical properties of snow cover (Nagaoka, Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

表 1 積雪の断面観測値 (長岡, 昭和63年12月~平成元年2月) (つづき)

 Table 1 Profile observation data of snow cover in Nagaoka
(Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
64年 1 月 6 日		19 cm		◎		2.6°C		09:40~10:00	
雪 温		雪 質		雪粒の大きさ		密 度		硬 度	
位置 cm	T °C	位 置 cm	名称 F	位 置 cm	D	位置 cm	ρ g/cm ³	位置 cm	C R kgf/cm ²
15	0.0	19~13	G	19~13	c,d	15	0.274	15	0.040
10	0.0	13~7	S ₁	13~7	b,c	10	0.164	10	0.060
5	0.0	7~0	G	7~0	c,d	7	0.188	5	0.300
0	0.0					0	0.328		
観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
64年 1 月 7 日		14 cm		◎		1.8°C		09:05~09:20	
10	-0.1	14~9	G	14~9	c,d	10	0.288	10	0.500
5	0.0	9~7	G	9~7	b	5	0.300	5	0.400
0	0.0	7~0	G	7~0	c,d	0	0.342		
観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 1 月 8 日		11 cm		●		2.8°C		08:30~08:40	
10	0.0	11~0	G	11~0	c,d	8	0.322	10	0.040
5	0.0					5	0.334	5	0.400
0	0.0					0	0.356		
観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 1 月 9 日		7 cm		◎		4.2°C		09:00~09:10	
5	0.0	7~0	G	7~0	c,d	4	0.326	5	0.300
0	0.0					0	0.410		
観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 1 月 29 日		13 cm		✱		0.3°C		13:05~13:20	
10	0.0	13~0	N	13~0	b~d	10	0.058	10	0.005
5	0.0					5	0.158	5	0.080
0	0.0					0	0.174		

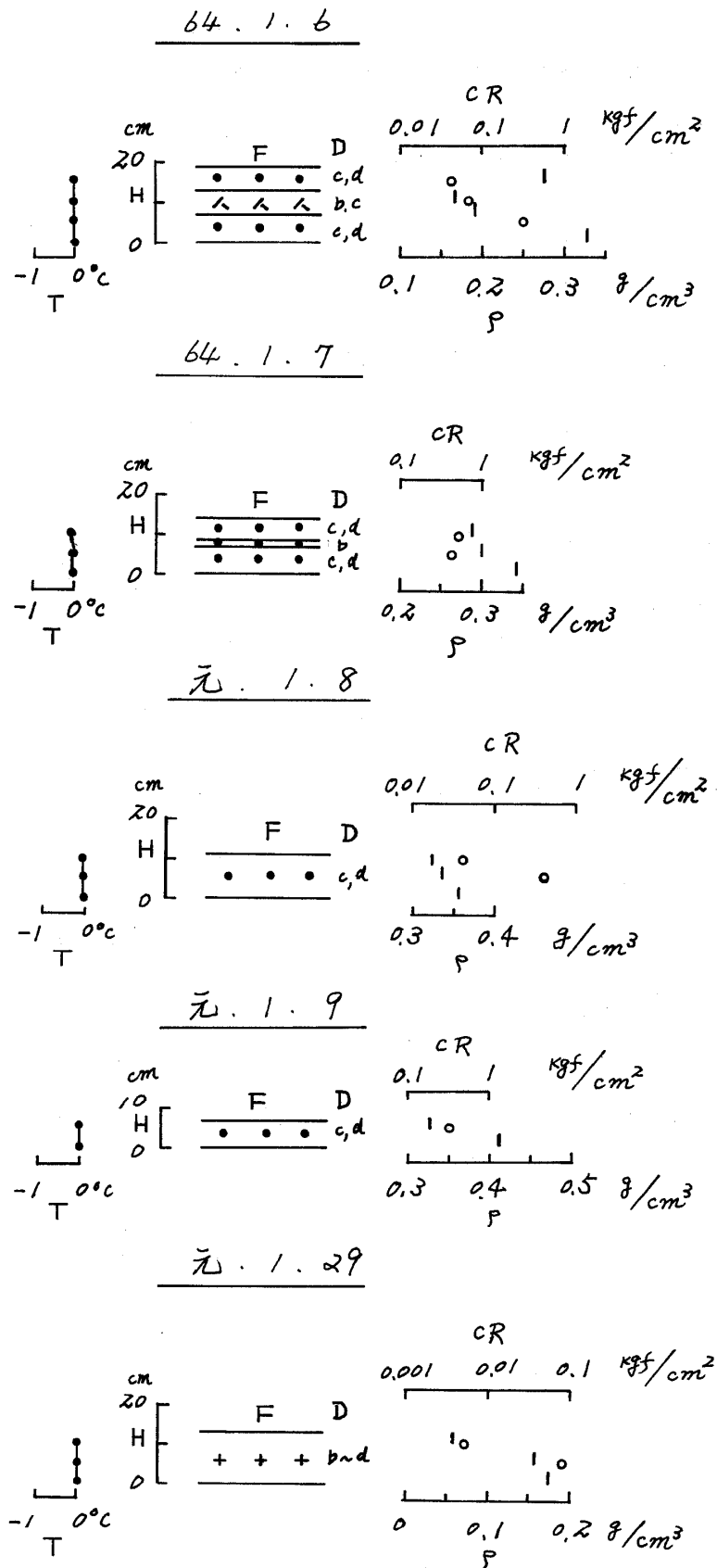


図3 積雪断面観測図(長岡, 昭和63年12月~平成元年2月)(つづき)

Fig. 3 Vertical profile of physical properties of snow cover (Nagaoka, Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

表1 積雪の断面観測値（長岡，昭和63年12月～平成元年2月）（つづき）

 Table 1 Profile observation data of snow cover in Nagaoka
 (Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 1 月 30 日		13 cm		◎		2.4℃		09:30～09:45	
雪 温		雪 質		雪粒の大きさ		密 度		硬 度	
位置 cm	T ℃	位 置 cm	名称 F	位 置 cm	D	位置 cm	ρ g/cm ³	位置 cm	C R kgf/cm ²
10	0.0	13～8	G	13～8	b,c	10	0.278	10	0.040
5	0.0	8～4	S ₁	8～4	c	5	0.170	5	0.030
0	0.0	4～0	G	4～0	c	0	0.330		

観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 2 月 2 日		22 cm		✱		-0.8℃		09:15～09:35	
20	-0.1	22～0	N*	22～0	b～d	19	0.072	20	0.005
15	-0.4					15	0.076	15	0.005
10	-0.4					10	0.066	10	0.010
5	-0.3					5	0.102	5	0.010
0	0.0					0	0.108		

観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 2 月 3 日		32 cm		✱		-1.1℃		09:20～09:40	
30	-1.3	32～14	N*	32～14	b～d	29	0.086	30	0.000
25	-1.5	14～0	S ₁ *	14～0	b	25	0.108	25	0.005
20	-1.5					20	0.134	20	0.005
15	-1.2					15	0.134	15	0.015
10	-0.6					10	0.120	10	0.015
5	-0.2					5	0.130	5	0.020
0	0.0					0	0.132		

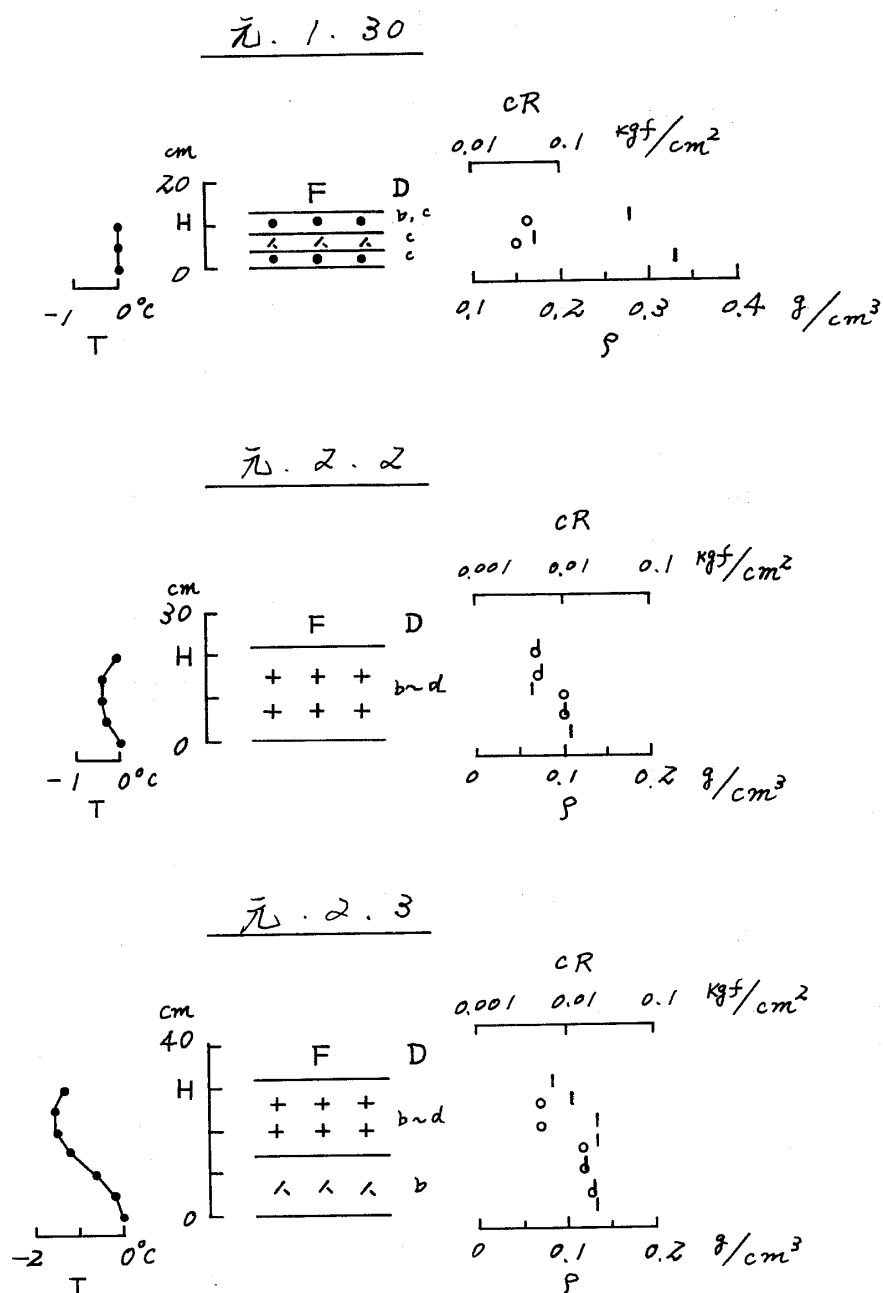


図3 積雪断面観測図(長岡, 昭和63年12月~平成元年2月)(つづき)

Fig. 3 Vertical profile of physical properties of snow cover (Nagaoka, Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

表 1 積雪の断面観測値（長岡，昭和63年12月～平成元年2月）（つづき）

Table 1 Profile observation data of snow cover in Nagaoka

(Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 2 月 4 日		38 cm		★		0.6℃		09:20:09:45	
雪 温		雪 質		雪粒の大きさ		密 度		硬 度	
位置 cm	T ℃	位 置 cm	名称 F	位 置 cm	D	位置 cm	ρ g/cm ³	位置 cm	C R kgf/cm ²
35	-0.0	38~30	N	38~30	b~d	35	0.066	35	0.005
30	-0.9	30~19	S ₁ *	30~19	b,c	30	0.104	30	0.010
25	-1.4	19~10	S ₁ *	19~10	b,c	25	0.130	25	0.020
20	-1.3	10~0	S ₁	10~0	a	20	0.146	20	0.040
15	-1.1					15	0.162	15	0.040
10	-0.6					10	0.158	10	0.040
5	-0.3					5	0.136	5	0.045
0	0.0					0	0.150		

観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 2 月 5 日		38 cm		★		2.3℃		09:10~09:30	
35	0.0	38~29	N	38~29	b~d	35	0.112	35	0.010
30	-0.1	29~28	G	29~28	b	30	0.106	30	0.015
25	-0.1	28~9	S ₁ *	28~9	b	25	0.202	25	0.050
20	-0.2	9~0	S ₁	9~0	a	20	0.162	20	0.060
15	-0.2					15	0.178	15	0.080
10	-0.2					10	0.176	10	0.080
5	-0.1					5	0.160	5	0.100
0	0.0					0	0.154		

観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 2 月 6 日		28 cm		①		4.6℃		09:20~09:40	
25	0.0	28~23	G	28~23	b,c	25	0.246	25	0.120
20	0.0	23~18	G	23~18	b,c	20	0.212	20	0.060
15	-0.1	18~8	S ₁	18~8	a	15	0.198	15	0.140
10	-0.1	8~0	S ₁	8~0	a	10	0.198	10	0.080
5	-0.1					5	0.198	5	0.140
0	0.0					0	0.176		

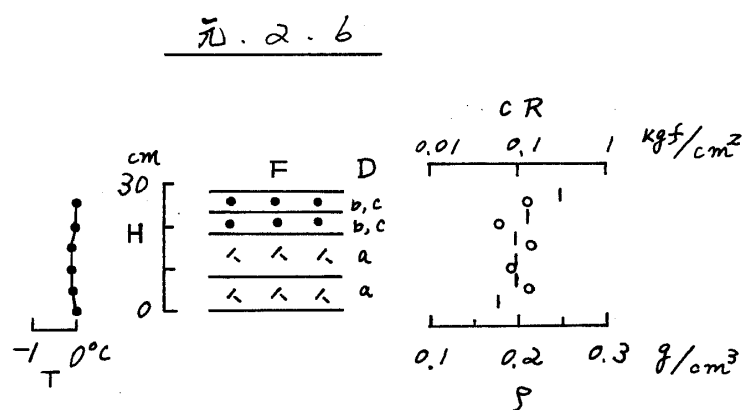
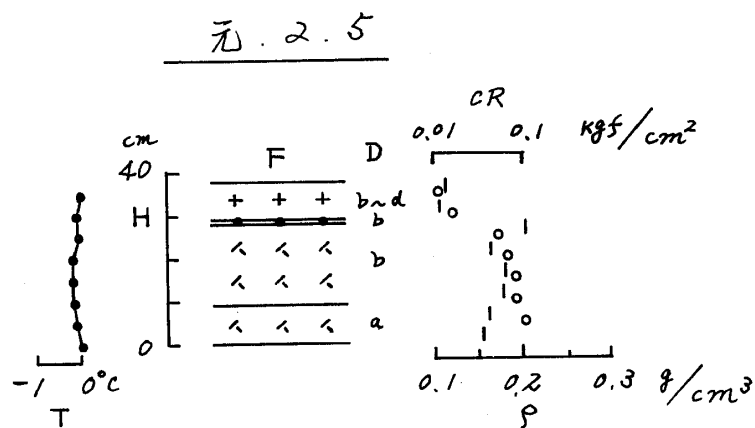
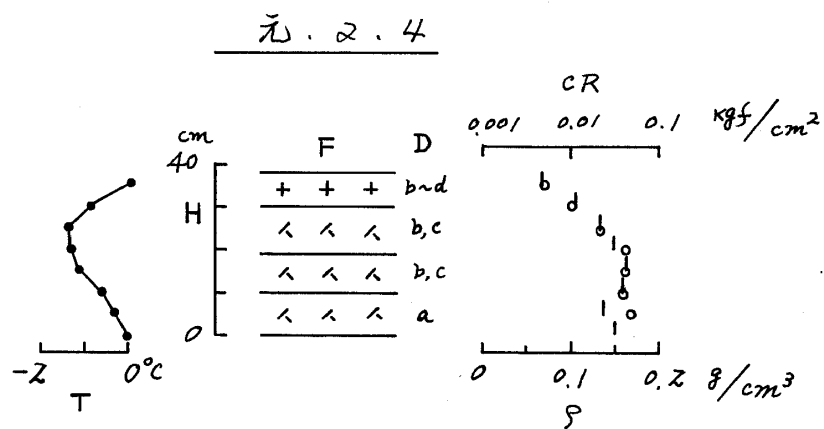


図3 積雪断面観測図(長岡, 昭和63年12月～平成元年2月)(つづき)

Fig. 3 Vertical profile of physical properties of snow cover (Nagaoka, Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

表 1 積雪の断面観測値（長岡，昭和63年12月～ 平成元年2月）（つづき）

 Table 1 Profile observation data of snow cover in Nagaoka
 (Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 2 月 7 日		17 cm		☉		5.0℃		09:10～09:25	
雪 温		雪 質		雪粒の大きさ		密 度		硬 度	
位置 cm	T ℃	位 置 cm	名称 F	位 置 cm	D	位置 cm	ρ g/cm ³	位置 cm	C R kgf/cm ³
15	0.0	17～5	G	17～5	c	14	0.260	15	0.400
10	0.0	5～0	S ₂	5～0	a	10	0.318	10	0.300
5	0.0					5	0.334	5	0.300
0	0.0					0	0.292		
観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 2 月 8 日		13 cm		☉		1.5℃		09:10～09:25	
10	-0.1	13～0	G	13～0	c,d	10	0.322	10	1.000
5	-0.2					5	0.344	5	1.400
0	0.0					0	0.338		
観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 2 月 9 日		11 cm		●		2.7℃		09:10～09:25	
10	0.0	11～0	G	11～0	c,d	8	0.326	10	0.040
5	0.0					5	0.374	5	0.060
0	0.0					0	0.346		
観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 2 月10日		8 cm		☉		2.9℃		09:10～09:25	
5	0.0	8～0	G	8～0	c,d	5	0.342	5	0.060
0	0.0					0	0.330		
観測年月日		積雪の深さ		天 気		気 温		観測時刻	
平成元年 2 月12日		17 cm		✱		1.0℃		11:35～11:50	
15	-0.0	17～8	N	17～8	b～d	14	0.088	15	0.020
10	-0.0	8～0	G	8～0	d	10	0.092	10	0.040
5	-0.1					5	0.338	5	0.450
0	0.0					0	0.320		

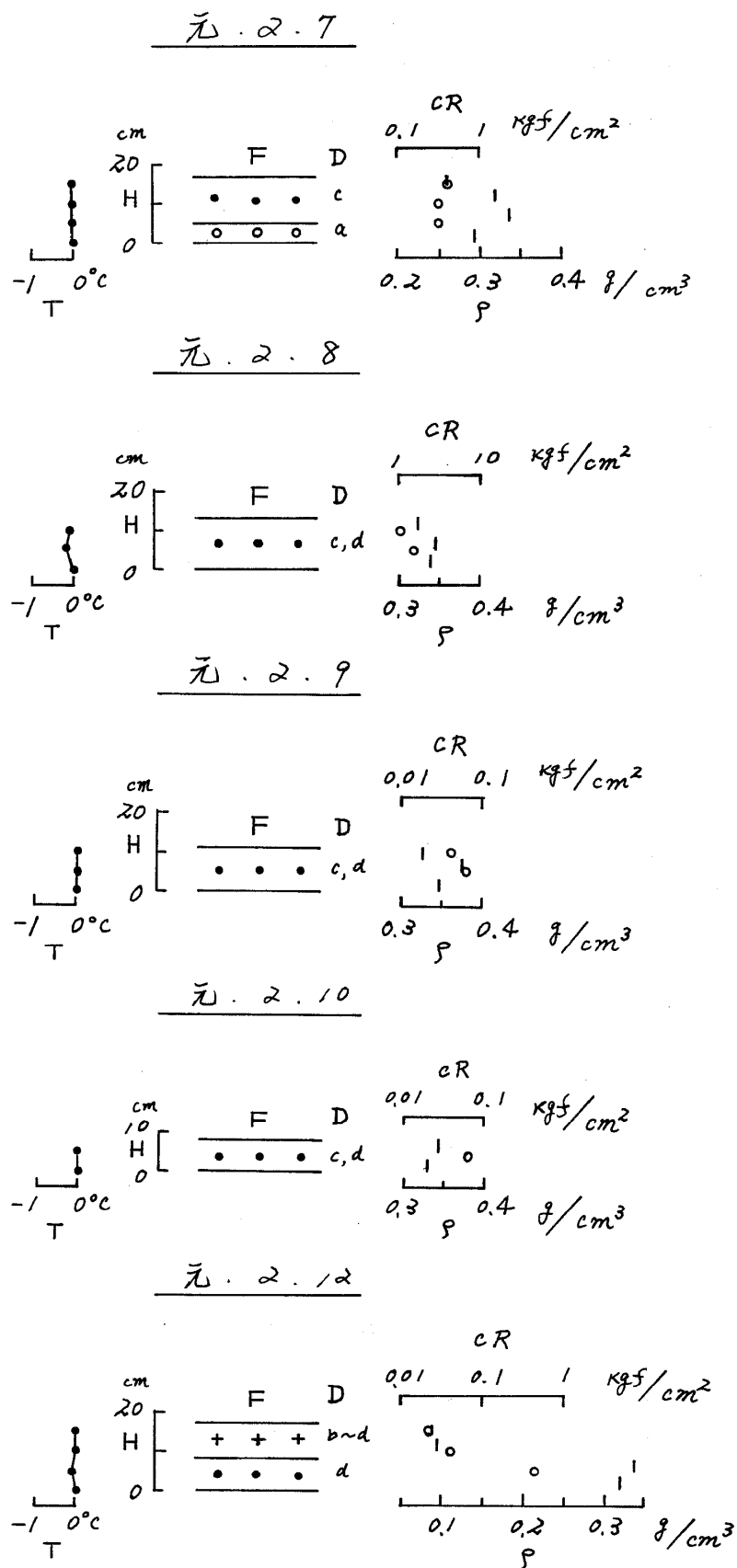


図 3 積雪断面観測図(長岡, 昭和63年12月~平成元年2月) (つづき)

Fig. 3 Vertical profile of physical properties of snow cover (Nagaoka, Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

表 1 積雪の断面観測値 (長岡, 昭和63年12月~平成元年2月) (つづき)

 Table 1 Profile observation data of snow cover in Nagaoka
 (Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

観測年月日 平成元年 2 月13日		積雪の深さ 17 cm		天 気 ✱		気 温 0.7℃		観測時刻 09:10~09:25	
雪 温		雪 質		雪粒の大きさ		密 度		硬 度	
位置 cm	T ℃	位 置 cm	名称 F	位 置 cm	D	位置 cm	ρ g/cm ³	位置 cm	C R kgf/cm ³
15	0.0	17~9	N	17~9	b~d	14	0.066	15	0.005
10	0.0	9~5	G	9~5	c	10	0.082	10	0.010
5	0.0	5~0	G	5~0	c,d	5	0.280	5	0.400
0	0.0					0	0.346		

観測年月日 平成元年 2 月14日		積雪の深さ 21 cm		天 気 ①		気 温 4.1℃		観測時刻 09:05~09:20	
20	0.0	21~17	N	21~17	b	18	0.090	20	0.010
15	0.0	17~13	N	17~13	b	15	0.090	15	0.030
10	0.0	13~6	G	13~6	b	10	0.270	10	0.070
5	0.0	6~0	G	6~0	c,d	5	0.342	5	0.350
0	0.0					0	0.348		

観測年月日 平成元年 2 月15日		積雪の深さ 13 cm		天 気 ○		気 温 1.4℃		観測時刻 08:55~09:10	
10	-3.4	13~5	G	13~5	c	10	0.280	10	2.500
5	-2.5	5~0	G	5~0	c,d	5	0.332	5	2.500
0	0.0					0	0.346		

観測年月日 平成元年 2 月16日		積雪の深さ 10 cm		天 気 ●		気 温 4.8℃		観測時刻 09:15~09:30	
10	0.0	10~5	G	10~5	c,d	7	0.332	10	0.080
5	0.0	5~0	G	5~0	c,d	0	0.348	5	0.140
0	0.0								

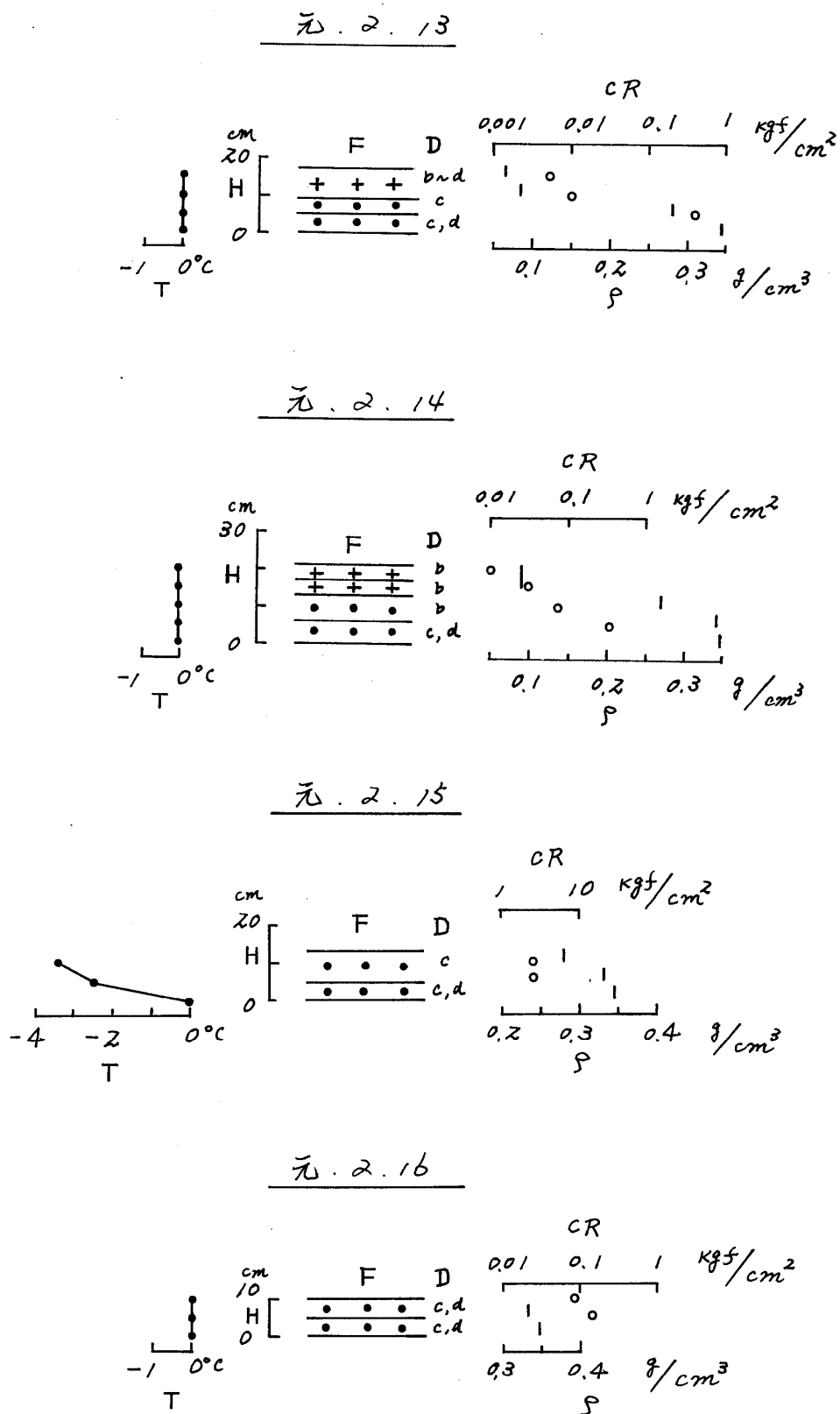


図3 積雪断面観測図(長岡, 昭和63年12月~平成元年2月)(つづき)
 Fig. 3 Vertical profile of physical properties of snow cover (Nagaoka, Dec. 1988—Feb. 1989). (continued)

表 2 1988/89年冬期の積雪の深さ・積雪相当水量・積雪全層平均密度一覧

Table. 2. Data of snow depth, water equivalent of snow and density of total snow cover in the winter season of 1988/89.

Data of water equivalent of snow measured by a Kamuro-type snow sampler of 20cm² cross section area.

HS: snow depth *HW*: water equivalent of snow $\bar{\rho}$: density of total snow cover

月 日	12 月			1 月			2 月			3 月			4 月		
	<i>HS</i> cm	<i>HW</i> mm	$\bar{\rho}$ g/cm ³	<i>HS</i> cm	<i>HW</i> mm	$\bar{\rho}$ g/cm ³	<i>HS</i> cm	<i>HW</i> mm	$\bar{\rho}$ g/cm ³	<i>HS</i> cm	<i>HW</i> mm	$\bar{\rho}$ g/cm ³	<i>HS</i> cm	<i>HW</i> mm	$\bar{\rho}$ g/cm ³
1				15	47.7	0.318									
2				14	44.4	0.317	22	18.1	0.082						
3				11	35.5	0.323	32	37.4	0.117						
4				18	32.4	0.180	37	48.4	0.131						
5				26	46.9	0.180	38	57.9	0.152						
6				18	46.2	0.257	27	56.8	0.210						
7				14	41.3	0.295	16	46.5	0.291						
8				11	31.7	0.288	13	36.4	0.280						
9				7	22.1	0.316	11	35.5	0.323						
10				4	11.0	0.275	8	25.8	0.323						
11					消雪		欠測	欠測	欠測						
12							15	29.4	0.196						
13							17	33.8	0.199						
14							21	45.0	0.214						
15							14	43.7	0.312						
16	44	60.4	0.137				11	33.7	0.306						
17	55	89.5	0.163				4	16.1	0.403						
18	44	92.5	0.210					消雪							
19	31	76.1	0.245												
20	19	58.6	0.308												
21	12	38.5	0.321												
22	19	49.5	0.216												
23	20	51.7	0.259												
24	16	39.8	0.249												
25	12	37.7	0.314												
26	26	51.0	0.196												
27	23	67.7	0.294												
28	17	46.3	0.272												
29	22	56.7	0.258	13	14.4	0.111									
30	20	55.7	0.279	13	23.0	0.177									
31	18	51.7	0.287		消雪										

HS は積雪の深さ (cm), *HW* は積雪相当水量 (mm), $\bar{\rho}$ は積雪全層の平均密度 (g/cm³) で、断面積20cm²の神室型スノーサンプラーで測定した値。

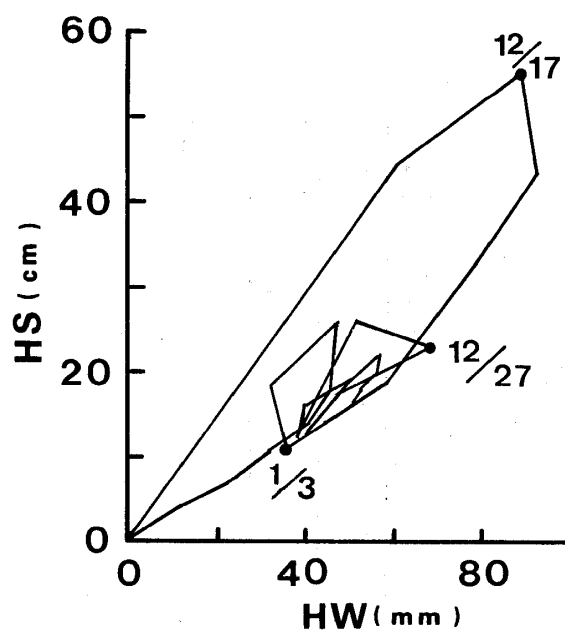


図4 積雪の深さと積雪相当水量の循環曲線図(1988年12月16日~1989年1月10日)

Fig. 4 Relation between water equivalent of snow cover and snow depth from 16th December 1988 to 10th January 1989.

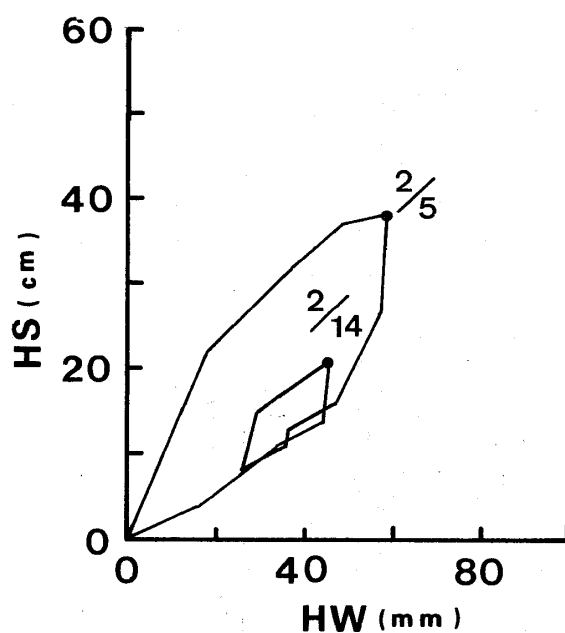


図5 積雪の深さと積雪相当水量の循環曲線図(1989年1月29日~2月17日)

Fig. 5 Relation between water equivalent of snow cover and snow depth from 29th January 1989 to 16th February.

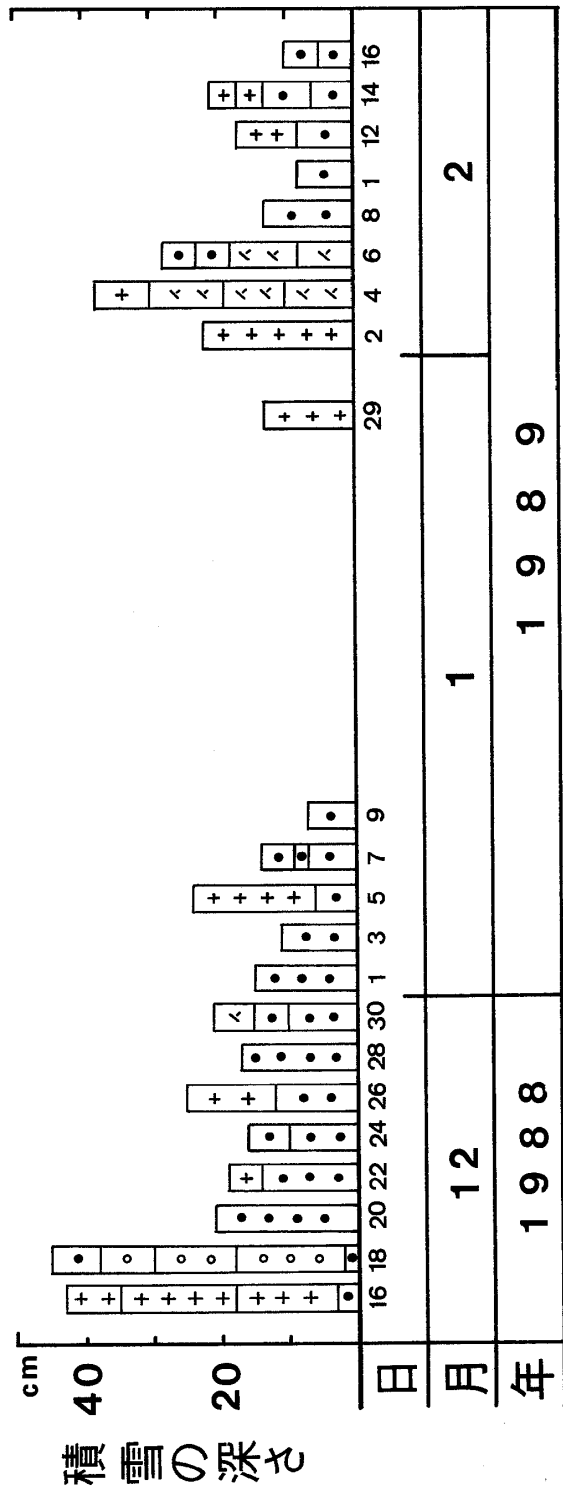


図6 積雪層の経時変化（1988年12月16日～1989年2月16日）

Fig. 6 Time variation of vertical profile of snow cover.

添付：調査資料

長岡における最大積雪深（単位：cm）

積雪観測値の利用が増大している。しかし、即時に利用できる資料は少ない。そこで観測資料の一部を、最大積雪深に限定して、年別、月別にまとめたので添付する。

この資料は、国立防災科学技術センター長岡雪氷防災実験研究所の図書室に所蔵されている刊行物から収集した。その出典は以下の通りである。

1889年から1892年までは、長岡気象通報所（昭和31年12月1日開所，昭和52年12月閉所）の平賀重夫所長（昭和39年当時）が収集された資料，1893年から1963年までは「積雪累計気候表」（1963：気象庁技術報告第34号），1964年から1967年3月までは「農林気象」（新潟県農林気象連絡会）（第15巻，第3号：1967年3月完），1967年4月から1981年6月までは「新潟県農業気象月報」（新潟地方気象台・新潟県），1981年7月から現在までは「新潟県気象月報」（新潟地方気象台）である。

表中の年は1月を含む年を表示してある。（ ）は一冬季間に欠測（×印）があるが，観測された最大値を示してある。

表 3 長岡における最大積雪深 (cm)

Table. 3. The maximum snow depth in Nagaoka (a unit cm).

年	月	11	12	1	2	3	4	最 大 値		年	月	11	12	1	2	3	4	最 大 値	
								cm	月 日									cm	月 日
1889								145		1943								164	2. 15
90								70		44	5	21	100	150	108	33	150	2. 23	
91								264	明 24	45	—	140	258	295	252	155	295	2. 26	
92								119	" 25	46	—	73	85	94	74	—	94	2. 22	
93	×	×	×	242	255	129	255	×		47	—	110	127	239	233	130	239	2. 23	
94	×	85	85	115	36	—	115	2. 5		48	6	115	115	128	112	4	128	2. 8	
95	×	33	97	100	88	—	100	2. 5		49	10	8	80	25	7	—	80	1. 17	
96	×	56	94	149	118	44	149	2. 22		50	0	42	66	24	42	—	66	1. 9	
97	×	55	94	139	62	—	139	2. 13		51	7	23	71	83	70	—	83	2. 15	
98	×	203	149	152	×	×	(203)	(12. 23)		52	19	51	38	91	65	6	91	2. 24	
99	×	×	91	118	×	×	(118)	(2. 13)		53	—	60	53	115	70	—	115	2. 20	
1900	×	—	64	21	15	—	64	1. 14		54	—	12	73	93	31	—	93	2. 6	
01	×	—	21	15	18	—	21	1. 17		55	—	30	132	78	35	7	132	1. 18	
02	×	121	×	×	×	×	121	×		56	—	22	91	139	113	—	139	2. 19	
03	×	×	×	×	×	×	×	×		57	—	144	113	150	168	91	168	3. 2	
04	×	×	17	15	9	12	(17)	(1. 26)		58	—	63	77	51	61	23	77	1. 1	
05	1	58	4	79	70	—	79	2. 9		59	—	—	99	45	15	—	99	1. 20	
06	—	5	67	106	7	—	106	2. 13		60	—	40	80	65	20	—	80	1. 28	
07	—	5	7	97	94	—	97	2. 17		61	1	200	206	217	171	48	217	2. 19	
08	—	52	106	109	76	—	109	2. 12		62	—	28	110	90	66	—	110	1. 29	
09	9	3	3	67	46	—	67	2. 7		63	—	3	318	274	232	95	318	1. 30	
10	—	52	9	103	145	9	145	3. 8		64	1	3	23	52	22	—	52	2. 16	
11	—	73	106	85	×	0	(106)	(1. 2)		65	—	18	53	100	111	2	111	3. 7	
12	—	23	106	70	9	0	106	1. 16		66	1	27	84	88	17	—	88	2. 7	
13	—	39	70	×	×	×	70	×		67	8	73	134	133	82	—	134	1. 18	
14	—	17	30	29	1	3	30	1. 4		68	—	115	138	240	217	98	240	2. 18	
15	0	31	58	65	52	—	65	2. 19		69	—	30	186	120	123	16	186	1. 16	
16	0	17	17	60	61	0	61	3. 3		70	22	124	148	151	152	101	152	3. 21	
17	0	24	103	139	120	15	139	2. 23		71	36	46	41	126	12	—	126	2. 10	
18	3	97	169	174	149	6	174	2. 2		72	39	43	15	20	15	8	43	12. 23	
19	0	39	112	108	26	—	112	1. 7		73	—	70	25	50	27	—	70	12. 14	
20	0	42	57	59	55	0	59	2. 25		74	10	151	205	235	195	98	235	2. 13	
21	—	24	36	73	52	0	73	2. 21		75	6	25	85	118	102	—	118	2. 12	
22	28	46	135	106	15	—	135	1. 27		76	—	18	150	110	52	—	150	1. 21	
23	0	73	117	107	118	8	118	3. 2		77	15	50	150	212	170	20	212	2. 23	
24	0	109	97	91	82	9	109	12. 31		78	—	16	38	95	67	—	95	2. 3	
25	0	25	75	100	92	16	100	2. 26		79	—	23	33	14	12	—	33	1. 16	
26	0	47	132	110	46	5	132	1. 26		80	—	—	95	191	116	15	191	2. 17	
27	0	58	96	159	128	0	159	2. 13		81	—	96	212	87	179	121	212	1. 21	
28	0	85	165	118	91	0	165	1. 7		82	1	17	67	92	40	5	92	2. 8	
29	0	73	120	200	149	24	200	2. 10		83	1	3	88	152	101	—	152	2. 13	
30	0	18	118	61	0	—	118	1. 20		84	—	69	150	173	195	93	195	3. 8	
31	0	16	77	89	72	15	89	2. 26		85	—	205	192	150	103	—	205	12. 29	
32	—	30	15	76	68	0	76	2. 29		86	2	69	202	206	189	53	206	2. 8	
33	0	14	73	126	109	0	126	2. 27		87	—	30	61	54	44	—	61	1. 27	
34	0	76	201	242	272	174	272	3. 6		88	4	23	48	101	79	—	101	2. 10	
35	3	7	71	49	9	1	71	1. 27		89	1	30	0	7	0	0	30	12. 17	
36	0	114	250	261	258	170	261	2. 24											
37	0	12	105	85	5	0	105	1. 15											
38	0	115	155	209	179	1	209	2. 11											
39	0	97	126	161	100	12	161	2. 11											
40	25	26	173	179	139	3	179	2. 9											
41	—	21	112	144	120	2	144	2. 3											
42	—	26	85	147	118	0	147	2. 21											

付 録

一カナディアンハードネスゲージの測定法一

カナディアンハードネスゲージは写真1に、また、測定方法は図7に示す。

図7に示したように、カナディアンハードネスゲージ本体(i)に適当な受圧円板(ii)を接続し、測定しようとする雪層壁面(v)に、受圧円板の平面部を密着させて、静かに矢印方向(iii)へ押し込む。

雪層壁面を受圧円板が突き破った時の指示値を、抵抗値読み取りスケール(iv)で読み取る。この読み取り値を使用した受圧円板の面積で除して、測定した雪層壁面の雪の硬度 CR (kgf/cm^2) を求める。

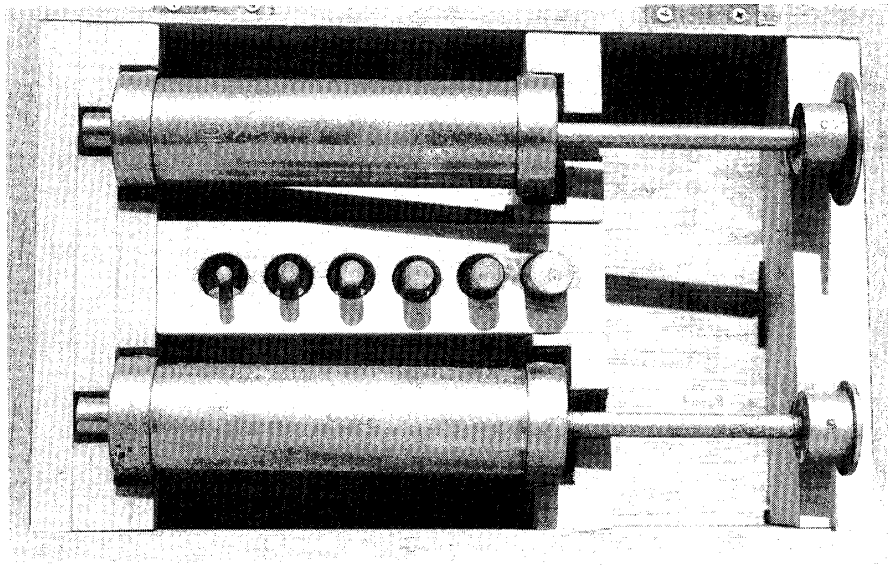


写真1 カナディアンハードネスゲージ (積雪硬度計)

Photo. 1 Canadian hardness gage.

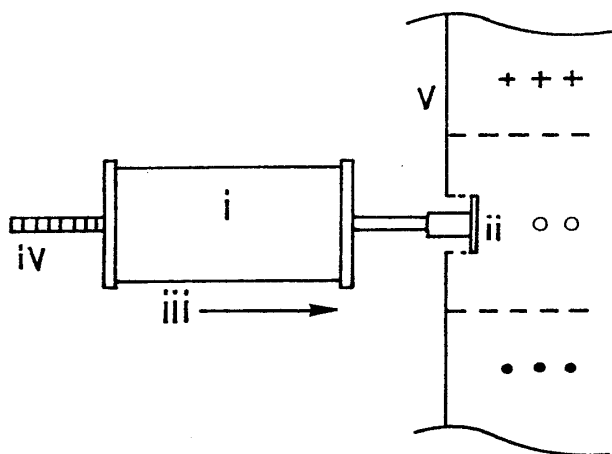


図7 カナディアンハードネスゲージの測定方法

i : カナディアンハードネスゲージ本体

ii : 測定用受圧円板

iii : 押し込む方向

iv : 抵抗値読み取りスケール

v : 積雪の断面 (鉛直面)

Fig. 7 Details of the Canadian hardness gage and its usage.

i : body of Canadian hardness gage

ii : disc for push

iii : direction of push

iv : scale of resistant force

v : pit wall of snow cover