

積算降雪深による積雪沈降荷重の推定

長田 忠良*・三日月 晋一**・小林 俊市
 国立防災科学技術センター雪害実験研究所

**Snow Pressure Acting Upon a Fixed Beam Under the
 Snow by the Total of Daily New Snowfall Depth**

By

Tadayoshi Osada*, Shin'ichi Mikazuki** and Toshiichi Kobayashi

*Institute of Snow and Ice Studies (Nagaoka),
 National Research Center for Disaster Prevention*

Abstract

During the four winter seasons beginning with the winter of 1967-1968, measurements of the pressure of fallen snow upon a fixed beam under the snow cover were conducted, and from the measured values an empirical formula representing the relation among the amounts of fallen snow and snow cover, the height of the fixed beam above the ground and the snow pressure acting upon the beam was obtained.

The experimental results are as follows:

1) The acting pressure (weight) W (in kg/m) of fallen snow upon a fixed beam put in the snow cover at the height H_0 (in cm) above the ground is in most cases related to the integrated depth S (in cm) of the fallen snow:

$$W = \alpha(S - S_1),$$

where α is the coefficient, S_1 the integrated depth (in cm) of the fallen and remaining snow immediately before the appearance of the snow pressure acting upon the beam, and $\alpha = 0.2 H_0^{1/3}$ according to the mean of the measurements in the four winters. Moreover, S_1 fluctuates largely, depending on the conditions of snowfall, but the mean values S_1 of the four winters was $3.2H_0$ (when $H_0 \leq (1/3)H, H < 330$ cm).

2) The method, by which the maximum snow pressure upon the beam is obtained from the maximum snow depth H_{\max} , is apt to be accompanied by very large errors, but in the above-mentioned equation it can be obtained by putting $S = 4.8 H_{\max}$.

* 現在：建設省中部地方建設局
 ** 現在：建設省北陸地方建設局

* Present address: Chubu Regional Construction Bureau, Ministry of Construction, Nagoya.
 ** Present address: Hokuriku Regional Construction Bureau, Ministry of Construction, Niigata.

1. まえがき

積雪状態をあらわす値のうち、測定例の多い降雪量および積雪量から直接沈降荷重を推定する実験式を求めるための実験を1966年に田中らが計画し、地上高100cmのはりについて降・積雪量と沈降荷重との関係を示す式を求めている。¹⁾ 引続きはり地上高の要素を含めた式を求めるつもりでいたようであるが、職場が代ったため遂行できなくなったので、筆者らがおのあとを引継いで1967-68年冬期から4冬にわたって沈降荷重の計測を行い、その測定値から降・積雪量、はり地上高と沈降荷重との関係を表わす試験式を求めた。

2. 沈降荷重の測定方法

写真1に示すような台上に軽量角パイプ(100×50×3.2-1600mm)をのせ、その下にロードセルを置いて沈降荷重を測定した。はじめの3カ年は角パイプは3点支持で、中央部にロードセルを置いて測定したが、最終年度は両端2点支持で、片端にロードセルを置いて測定した。はり上面の地面からの高さの範囲は30~180cmで、測定年によって異なるが、この間ほぼ30cm間隔で地上高の異なる測定台を使用した。

荷重測定用機器は次のとおりである。

ロードセル 共和電業製LC-2TAおよびLU-1TD

ひずみ計 共和電業製BSP11-AS12

記録計 千野製作所製打点式自動平衡記録計SRW-115LL M3

スノーカメラ オリンパスペンEM, 1日2駒撮影(タイマー自製)

また、荷重測定場所、気象および積雪資料の測定機関は表1のとおりである。

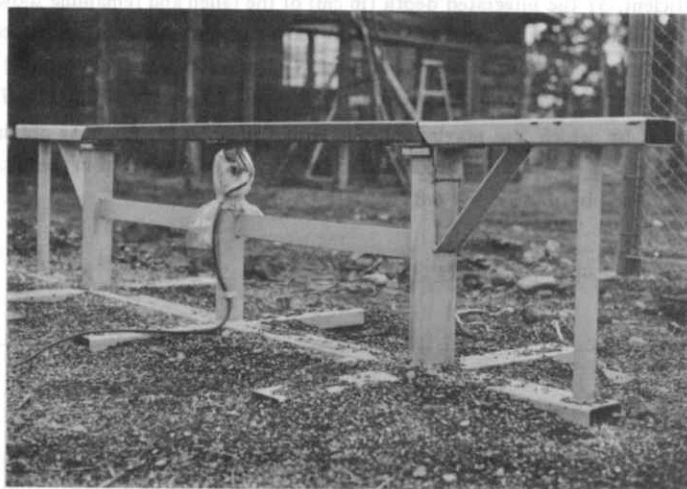


写真1 沈降荷重測定台

表1 荷重測定場所、気象および積雪資料の測定機関

年	沈降荷重の測定場所	
	気象および積雪資料の測定機関	
1967 - 68年	新潟県北魚沼郡小出町 新潟県蚕業試験場小出支場構内	
	気象庁依託で同支場が記録しているものを利用	
1968 - 69年	全	上
	全	上
1969 - 70年	新潟県北魚沼郡小出町 電源開発株式会社旧大津岐建設所構内	
	電源開発株式会社岩越電力所が記録しているものを利用	
1970 - 71年	新潟県長岡市栖吉町 雪害実験研究所構内	
	雪害実験研究所が測定記録	

3. 測定結果

1967-68～70-71年の4冬期間の気象および積雪資料と沈降荷重の測定結果は付表1のとおりである。1969-70年の沈降荷重は、測定場所の準備の都合で測定台の設置が遅れ、積算降雪深346cmの時に設置したもので、その後の降雪で雪がもちこまれ、外見上の積雪状態は付近平地とあまり違わないようであるが、気象および積雪資料とは対応しない。主な資料は表2、3のとおりであり、それを図示したのが図1～4である。

表2 気象および積雪資料

項目	年	1967-68	1968-69	1969-70	1970-71	1966-67*
初雪日		11月14日	12月17日	11月25日	11月16日	11月22日
根雪日		12月9日	12月23日	12月9日	12月25日	12月1日
消雪日		4月26日	4月13日	5月1日	3月30日	4月16日
最深積雪深(cm)		332	217	280	138	272
および記録日		(2月12日)	(1月16日)	(3月22日)	(2月11日)	(2月19日)
積算降雪深(cm)		1602	970	1409	780	1305

表3 最大沈降荷重 (kg/m)

地上高	年	1967-68	1968-69	1969-70	1970-71	1966-67*
30 cm		798 (3/12~13)	559 (3/15)	—	175 (2/15~16)	—
50		971 (3/10~20)	—	—	—	—
60		—	560 (3/15)	—	134 (2/15)	—
75		—	—	—	87 (2/14)	—
90		1173 (3/13)	535 (3/4~10)	—	—	—
100		—	—	—	—	790 (3/1)
120		1018 (3/13)	342 (1/17~26)	628 (3/26~4/5)	—	—
150		—	147 (1/23)	268 (3/25~4/3)	—	—
180		774 (3/11~13)	73 (1/18~20)	—	—	—

カッコ内は最大沈降荷重の出現月日，* 文献1) より抽出

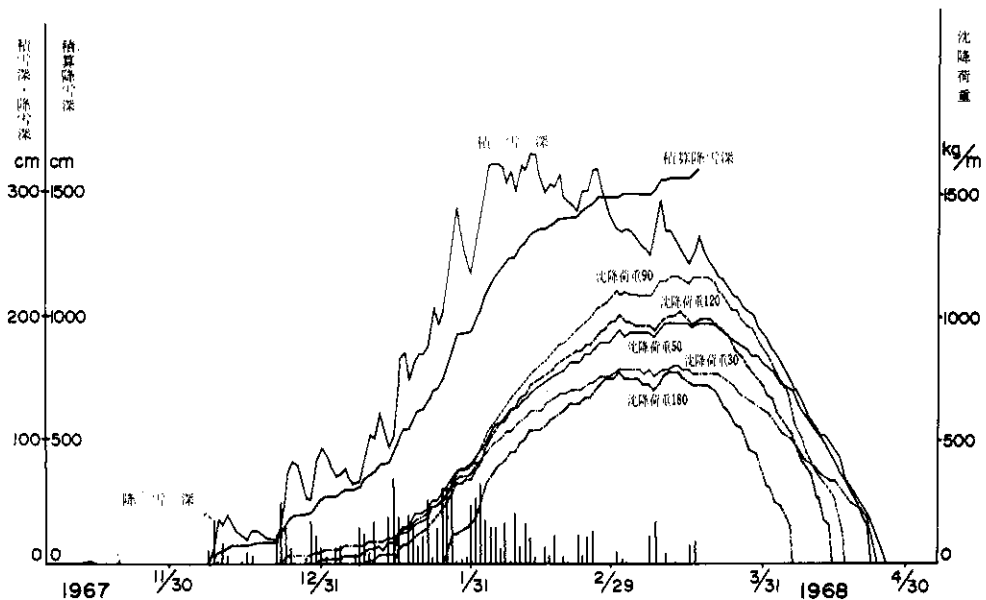


図1 積雪および沈降荷重

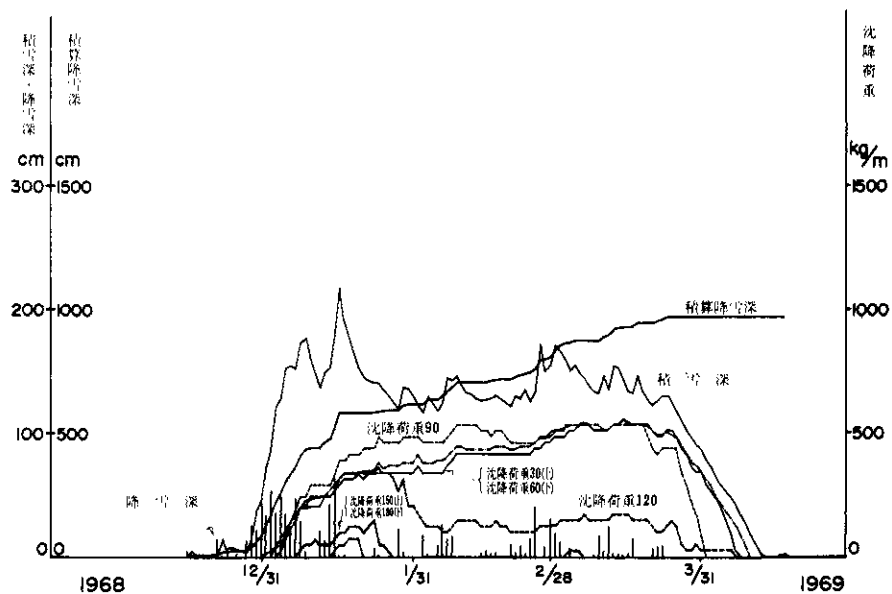


図2 積雪および沈降荷重

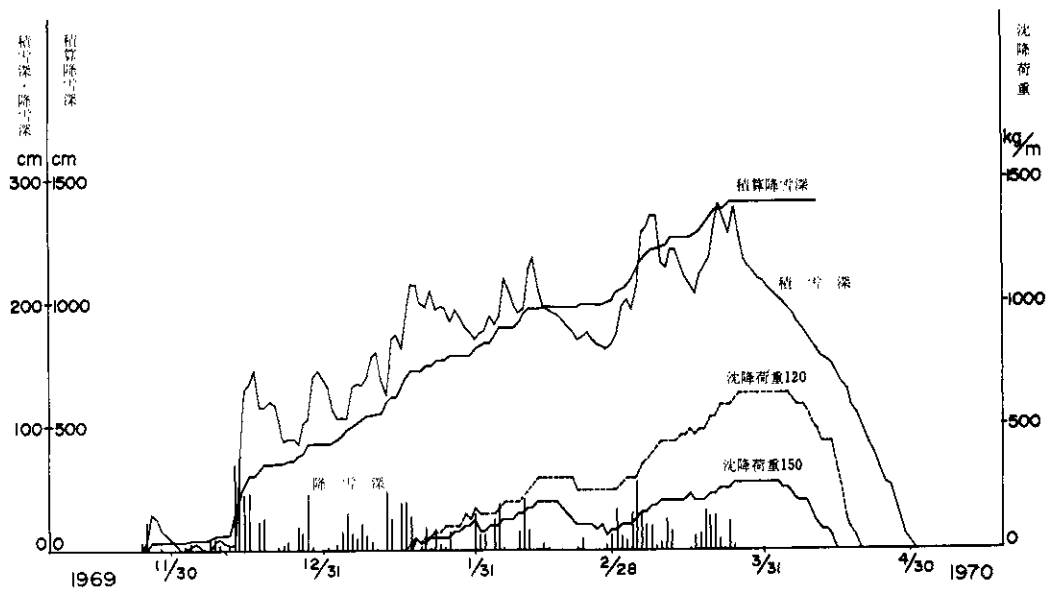


図3 積雪および沈降荷重

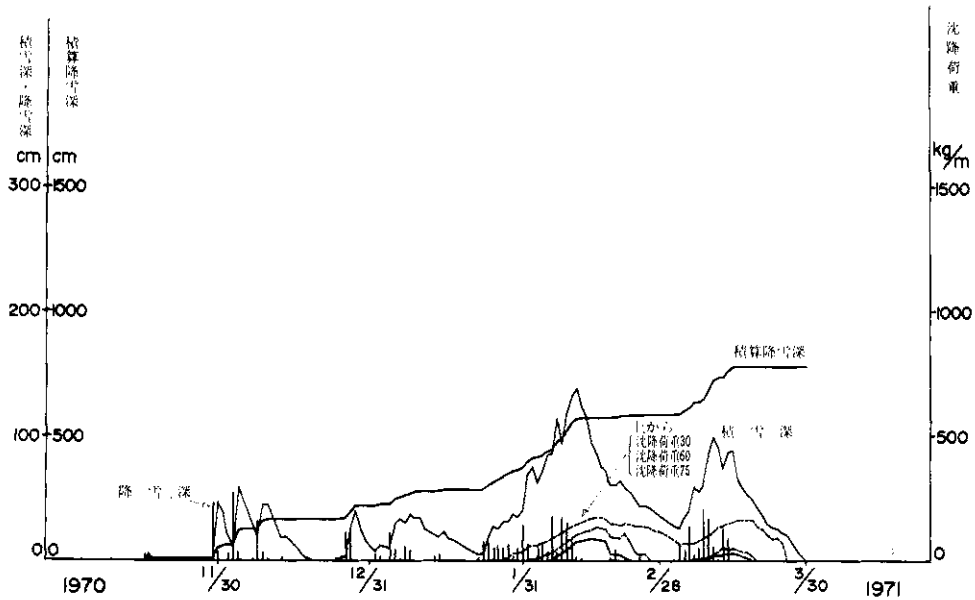


図4 積雪および沈降荷重

4. 考 察

4. 1 地上高と沈降荷重

測定台の地上高によって沈降荷重が異なるので、測定値について地上高と最大沈降荷重との関係を示したのが図5である。すでに文献に見られるように、最深積雪深以上の地上高では沈降荷重の出現はなく、また地上高0 cm では積雪重量だけでありその値は小さいので、ほぼ0とみて、これらの点を入れて線で結んだものである。測定台地上高の間隔が大きいので確定的ではないが、各年度とも最深積雪深の1/2程度の地上高の場合に沈降荷重の最大値が現われている。

4. 2 積算降雪深と沈降荷重

雪害実験研究所報告(1967年)では、測定例の多い積雪状態を示す値のうち積雪深よりも積算降雪深から最大沈降荷重を推定する方が信頼できるとしており、その後の結果でも同様であるので、積算降雪深と沈降荷重の関係について考察を進める。

4冬期間に得られた積算降雪深 S と沈降荷重 W の関係を各冬ごとに図示したのが図6~9である。これらの図における沈降荷重の増加期についてみると、図6の地上高の小さいものは曲線的な関係を示しているが、他はほぼ直線的とみることができる。この曲線的な関係は、沈降荷重の出現の遅れによるものとみられ、同様の現象は積算降雪重量との関係においてではあるが、荏田(1953)²⁾および大浦(1955)³⁾によって報告されている。図6~9で

は積算降雪深をとっているのに、新雪の密度のパラッキがあり全く同じとはいえないが、ほぼ同じ傾向を示すものと考えられる。

したがって荷重増加期においては、最終的に荷重が横ばいまたは下降に移る時点と、荷重が出現する直前の点とを結んだ直線に沿って荷重が上昇することが十分考えられる。

積算降雪深と沈降荷重の関係のパターンとしては、

- ① 増加状態からいきなり減少するもの。
- ② 最大荷重付近で横ばいとなり、しばらくして減少するもの。
- ③ 増加状態から直接減少し、また増加するもの。

の3つに大別して考えることができる。

これらは降雪状況による影響はもちろんであるが、測定台の地上高が大きいものでは②が顕著である。また1970-71年の例では③の現象があり、いずれも、降雪があっても融雪が進んで、測定台上の雪量が増加しないことを示している。地上高の大きいものでは、測定台を積雪がおおうのは増雪期でも末期に近く、まもなく融雪期に入るために同様の荷重変化を示すものであり、1970-71年における気温の高い長岡の例でも同様のことが考えられ、図4の積算降雪深が横ばいの期間(2月20日~3月3日頃)にかなりの融雪があったものとみられる。もし、この期間が短かければ、図9における荷重の降下は少なく、直線的な増加になったものとみられ、比較的温暖な地域での沈降荷重を積算降雪深から推定するにはかなり無理があるようであるが、寒地では推定できそうである。

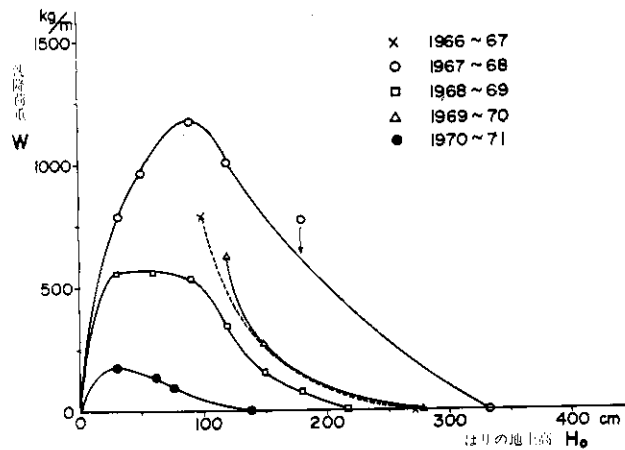


図5 はりの地上高と最大沈降荷重

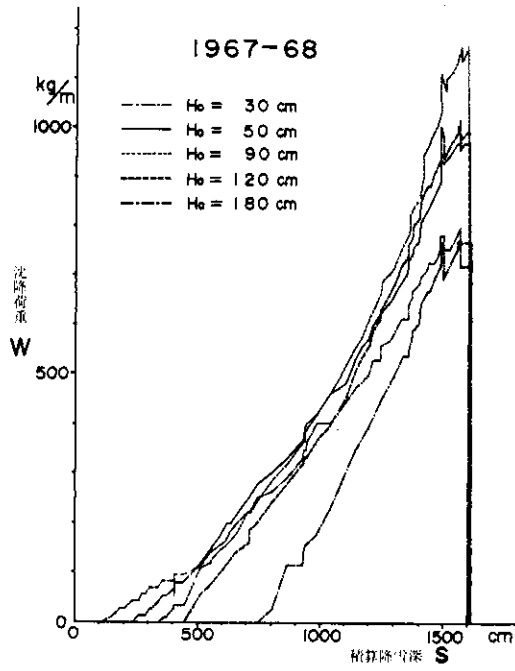


図6 積算降雪深と沈降荷重

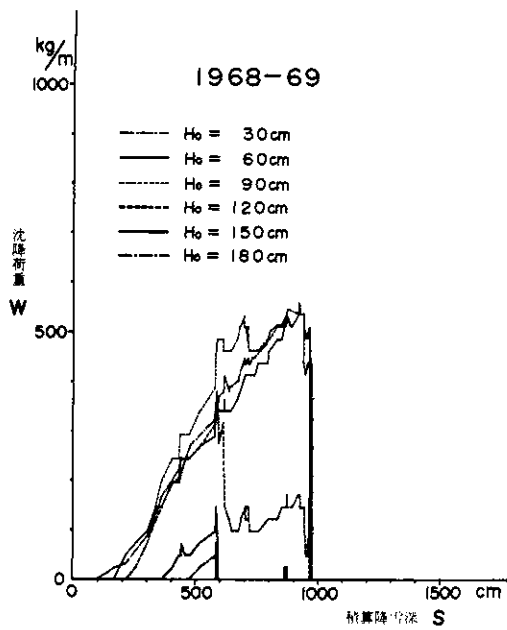


図7 積算降雪深と沈降荷重

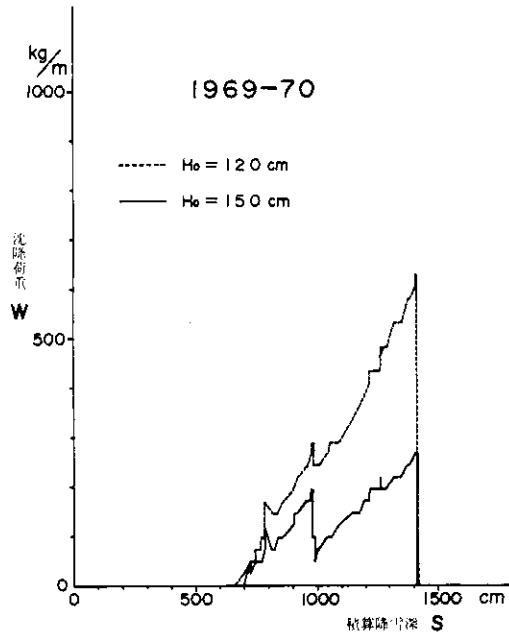


図8 積算降雪深と沈降荷重

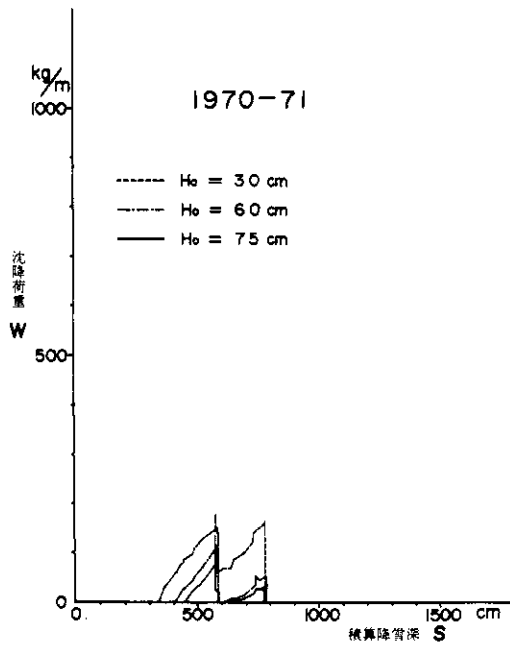


図9 積算降雪深と沈降荷重

表4 係数 α および計算資料

No.	年	地上高 cm	荷重出現直前		直線的増加最大荷重			α
			月日	積算降雪深 cm	月日	沈降荷重 kg/m	積算降雪深 cm	
1	1967-68	30	12.23	111	3.1	784	1490	0.569
2	"	50	12.30	239	3.1	944	1490	0.755
3	"	90	1.9	342	3.1	1117	1490	0.973
4	"	120	1.15	447	3.1	1005	1490	0.963
5	"	180	1.25	742	3.1	774	1490	1.035
6	1968-69	30	12.31	87	3.7	547	874	0.700
7	"	60	1.2	165	3.6	535	874	0.755
8	"	90	1.2	165	2.9	535	706	0.989
9	"	120	1.3	218	1.17	342	584	0.934
10	"	150	1.7	361	1.23	147	585	0.656
11	"	180	1.14	475	1.18	73	585	0.664
12	1969-70	120	1.17	659	3.26	628	1408	0.886
13	"	150	1.18	698	2.13	195	975	0.780
14	1970-71	30	1.27	338	2.15	175	574	0.742
15	"	60	2.1	401	2.15	134	574	0.775
16	"	75	2.6	447	2.14	87	574	0.677
*17	1966-67	100	1.3	402	3.1	790	1271	0.959

* 文献1)より抽出

4.3 積雪沈降荷重の推定式

沈降荷重出現の遅れを前提として、荷重出現の前日と沈降荷重が横ばいまたは減少する点を結ぶ直線に沿って荷重が増加するものとみなすと、沈降荷重は次のように表わすことができる。

$$W = \alpha (S - S_1) \quad (1)$$

ここに、 W : 沈降荷重 (Kg/m),

S : 積算降雪深 (cm),

S_1 : 沈降荷重が出現する直前までの積算降雪深 (cm),

α : 係数。

各測定値について求めた係数 α と、その算出の際に直線的増加とみなした区間を示したのが表4である。

また地上高と、各測定値から求めた α との関係を示したのが図10である。この場合も地上高が最深積雪深の値と等しければ、沈降荷重の出現はないことが明確で $\alpha = 0$ であり、また

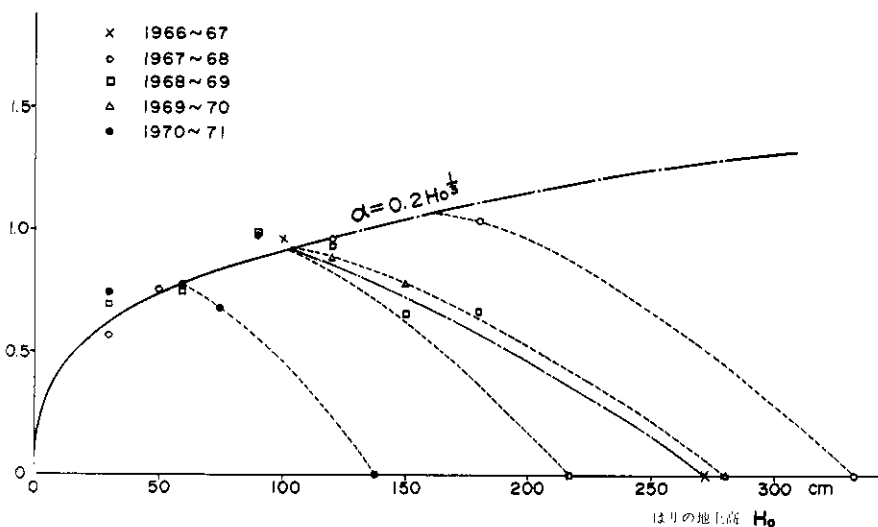


図10 はりの地上高と係数 α

地上高が0 cm の時は、荷重は積雪重量のみとなり、新積雪の密度を γ とすると $W = \gamma(S) = \alpha(S)$ で、 $\alpha = \gamma$ であり、小出における γ の値は得られなかったが、長岡における1970-71年の測定値では、単純平均で0.096、新積雪の深さを考慮した加重平均で0.090 g/cm³となり、 α の値はきわめて小さい。

したがって、最深積雪深に相当する地上高では $\alpha = 0$ 、また地上高0 cmでは $\alpha = 0$ として年度ごとの各点を結ぶと破線で示した線が想定され、最深積雪深の $\frac{1}{3}$ 程度のところで α が最大値を示す。これらの点のうち、他とは傾向が異なると思われる1970-71年の長岡における測定値を除き、測定期間に得られた最深積雪深の $\frac{1}{3}$ 近くの120 cm以下の地上高の測定台における α を用いて式を求めると、 $\alpha = 0.2 H_0^{1/3}$ （ただし、 H_0 は測定台の地上高）となり、図中に示した実線である。

また、 S_1 は沈降荷重が出現する直前までの積算降雪深であり、 H_0 との関係を示したのが図11である。

降雪状況によって測点にはかなりの差がみられ、また長岡では、根雪前の積算降雪深を差引いた点を矢印で表わしてみた。これは積雪の圧密から考えて問題があるが、これらを直線的關係とみなして測点の多い1967-68年、1968-69年について H_0 と S_1 との関係をみると、それぞれ $S_1 = 4.0 H_0$ 、 $S_1 = 2.5 H_0$ となり、平均的な値として $S_1 = 3.2 H_0$ である。

したがって、(1)式は次のとおりになる。

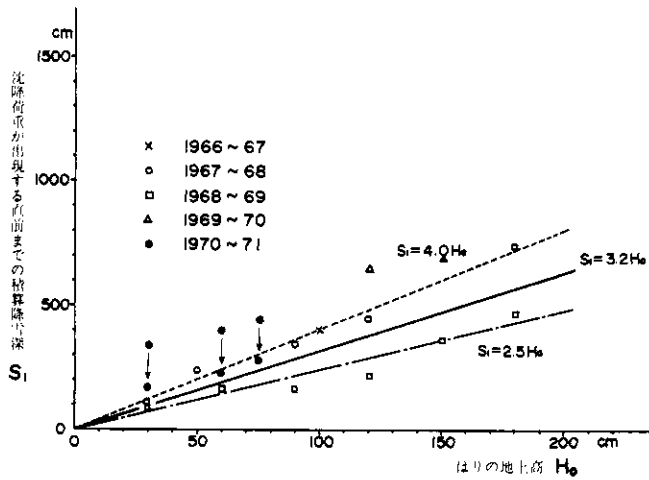


図11 はりの地上高と沈降荷重が出現する直前までの積算降雪深

$$W = 0.2H_0^{1/3} (S - 3.2H_0) \quad (2)$$

ここに、 W ：はりの単位長に加わる沈降荷重 (kg/m)，

H_0 ：はりの地上高 (cm)，

S ：積算降雪深 (cm)。

積雪深から沈降荷重を推定する方法は、積雪深そのものがないままのもので、精度は期待できないものであるが、(2)式の S をその年の最深積雪深 H_{max} に置換えて求めるとよい。小出における実験データの平均では、 $S = 4.8H_{max}$ となっているので、沈降荷重は次のとおりとなる。

$$W = 0.2H_0^{1/3} (4.8H_{max} - 3.2H_0) \quad (3)$$

ここに、 H_{max} ：最深積雪深 (cm)，

H_0 ：はりの地上高 (cm)。

また、小出の過去5カ年間の資料でも、 $S = 5.23H_{max}$ となっている。

5. むすび

以上の結果を要約すると次のとおりである。

(1) 積雪中に置いた地上高 H_0 (cm)のはりにかかる積雪沈降荷重 W (kg/m)は、積算降雪深 S (cm)と関係があり、

$$W = \alpha (S - S_1) \quad (1)$$

で表わされる場合が多い。

ここで、 α は係数、 S_1 は沈降荷重が出現する直前までの積算降雪深 (cm)で、4冬にわ

たる実測では、 $\alpha = 0.2 H_0^{1/3}$ 、また、 S_1 は降雪の状態によって変動が大きい、平均的な値として、 $S_1 = 3.2 H_0$ であった。

(ただし、 $H_0 \leq 1/8 H$, $H < 330 \text{ cm}$)

(2) 最深積雪深 H_{\max} から積雪沈降荷重を求める方法はきわめて誤差が大きい、(1)式において、 $S = 4.8 H_{\max}$ とおいて求められる。

4 冬にわたって、降雪深、積雪深など一般的な観測値から積雪沈降荷重を推定する方法を研究したが、これらの値自体のあいまいさに融雪現象が加わって、精度の悪い、適用範囲のせまい推定式を得るに留まったことはまことに残念である。

終りに、荷重測定にあたって新潟県蚕業試験場および電源開発株式会社の多大なる御協力をいただいたことを記して謝辞としたい。

参 考 文 献

- 1) 田中康之、高橋修平(1967)：積雪沈降荷重の推定について。雪害実験研究所報告，93-107.
- 2) 荏田幹夫(1953)：電柱支線および送電鉄塔に対する積雪沈降力の研究。雪氷の研究，I，日本雪氷協会，144-146.
- 3) 大浦浩文(1955)：積雪沈降力の増加に関するレオロジー的な考察。雪氷，17巻，1号，14.

(1974年11月21日 原稿受理)

付表1 気象条件および沈降荷重(その1)

1967年11月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 50 cm	地 上 高 90 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	☉	—	—	—	11.4						
2	○	—	—	—	14.0						
3	●	—	—	—	12.5						
4	☉	—	—	—	11.8						
5	☉	—	—	—	10.0						
6	●	—	—	—	12.6						
7	●	—	—	—	10.5						
8	☼	—	—	—	5.7						
9	●	—	—	—	11.3						
10	●	—	—	—	5.0						
11	○	—	—	—	6.0						
12	●	—	—	—	6.2						
13	✱	—	1	—	2.6						
14	①	1	—	1	4.0						
15	☉	—	—	1	7.8						
16	☉	—	—	1	5.2						
17	○	—	—	1	3.0						
18	○	—	—	1	7.3						
19	①	—	—	1	5.5						
20	●	—	3	1	7.5						
21	✱	—	0	4	1.0						
22	●	0	—	4	1.6						
23	☉	—	—	4	4.5						
24	☉	—	—	4	4.8						
25	●	—	—	4	4.1						
26	●	—	—	4	3.2						
27	○	—	—	4	5.6						
28	●	—	—	4	5.6						
29	☉	—	—	4	11.0						
30	☼	—	—	4	9.5						

凡例 ○快晴 ①晴 ②薄曇 ☉曇 ☼霧 ●雨 ✱みぞれ ✱雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その 2)

1967年12月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地上高 30 cm	地上高 50 cm	地上高 90 cm	地上高 120 cm	地上高 150 cm	地上高 180 cm
1	●	—	—	4	4.5						
2	☉	—	—	4	5.2						
3	●	—	—	4	5.5						
4	≡	—	—	4	1.8						
5	≡	—	—	4	7.6						
6	●	—	—	4	6.5						
7	☉	—	—	4	5.0						
8	●	—	10	4	3.6						
9	✳	10	35	14	0.3						
10	✳	37	2	49	0.2						
11	☉	31	16	51	-0.3						
12	✳	39	6	67	0.7						
13	☉	31	—	73	0.7						
14	☉	25	—	73	-1.5						
15	●	22	1	73	0.3						
16	☉	19	9	74	2.9						
17	✳	27	6	83	0.5						
18	✳	27	0	89	0.9		(計	測	開	始)	
19	☉	24	—	89	-3.9	—	—	—	—	—	
20	≡	21	—	89	1.6	—	—	—	—	—	
21	●	19	—	89	2.4	—	—	—	—	—	
22	⊙	18	22	89	3.1	—	—	—	—	—	
23	✳	34	49	111	0.6	0	—	—	—	—	
24	✳	73	29	160	-0.4	14	—	—	—	—	
25	✳	82	12	189	-2.0	28	—	—	—	—	
26	✳	80	—	201	-2.5	28	—	—	—	—	
27	●	67	—	201	0.9	28	—	—	—	—	
28	●	54	4	201	2.7	28	—	—	—	—	
29	☉	51	34	205	-4.0	28	—	—	—	—	
30	✳	84	23	239	2.4	42	0	—	—	—	
31	≡	93	12	262	-11.8	42	13	—	—	—	

凡例 ○快晴 ⊙晴 ⊖薄曇 ☉曇 ≡霧 ●雨 ✳みぞれ ✳雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その3)

1968年 1月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 50 cm	地 上 高 90 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	*	88	5	274	-0.9	56	13	—	—	—	—
2	*	78	0	279	0.4	56	13	—	—	—	—
3	①	70	13	279	-5.9	56	13	—	—	—	—
4	*	72	14	292	0.6	56	13	—	—	—	—
5	◎	77	—	306	1.6	70	26	—	—	—	—
6	●	69	—	306	1.8	70	26	—	—	—	—
7	◎	64	7	306	1.8	70	26	—	—	—	—
8	*	65	29	313	0.5	70	26	—	—	—	—
9	*	91	24	342	-2.2	70	40	0	—	—	—
10	①	105	9	366	-1.9	84	53	11	—	—	—
11	*	101	34	375	1.2	84	53	11	—	—	—
12	◎	123	—	409	0.0	84	66	34	—	—	—
13	◎	107	—	409	-4.7	84	53	34	—	—	—
14	◎	93	38	409	3.9	98	80	34	—	—	—
15	*	115	68	447	-3.0	98	80	56	0	—	—
16	*	167	37	515	-1.8	112	119	112	57	—	—
17	*	173	0	552	0.1	140	146	123	75	—	—
18	●	149	39	552	1.8	140	146	123	75	—	—
19	*	165	30	591	-1.4	154	173	145	95	—	—
20	*	170	14	621	0.7	168	199	156	121	—	—
21	*	169	22	635	1.2	182	199	168	134	—	—
22	*	175	52	657	-0.1	196	213	179	147	—	—
23	*	209	4	709	0.1	224	252	223	161	—	—
24	◎	193	29	713	-2.4	224	252	223	188	—	—
25	*	205	61	742	-0.4	252	279	246	201	—	0
26	*	240	61	803	-1.4	266	306	290	241	—	26
27	*	263	68	864	-2.2	294	332	324	281	—	52
28	*	288	1	932	-2.0	336	372	369	322	—	116
29	◎	264	3	933	-10.6	350	372	380	322	—	129
30	*	245	5	936	-0.6	350	385	380	322	—	142
31	*	236	48	941	-2.0	364	399	391	335	—	155

凡例 ○快晴 ①晴 ②薄曇 ◎曇 三霧 ●雨 *みぞれ *雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その4)

1968年 2月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 50 cm	地 上 高 90 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	*	270	53	989	-3.8	406	425	424	375		181
2	*	292	65	1042	-2.5	406	465	469	402		232
3	*	322	35	1107	-1.9	448	505	525	456		310
4	*	324	29	1142	-1.1	476	532	558	509		349
5	*	324	29	1171	-0.2	490	558	581	536		374
6	*	323	13	1200	-1.0	504	572	614	563		400
7	⊙	308	33	1213	1.8	532	598	637	590		413
8	*	319	2	1246	0.1	532	625	670	616		439
9	*	298	41	1248	-3.5	560	625	692	630		452
10	*	324	14	1289	-1.0	574	651	715	670		490
11	*	318	32	1303	-2.4	588	665	737	683		503
12	⊙	332	21	1335	-1.8	616	691	771	724		542
13	*	331	5	1356	-0.5	616	705	793	737		542
14	*	313	0	1361	-1.0	616	718	804	750		542
15	⊙	302	14	1361	-2.0	644	731	826	764		555
16	*	309	6	1375	-0.9	658	745	849	777		581
17	*	306	23	1381	-1.6	672	758	860	804		594
18	⊙	316	—	1404	-0.5	686	771	893	817		607
19	⊙	297	6	1404	-2.2	686	784	893	831		619
20	*	294	1	1410	1.1	700	811	916	844		632
21	*	290	—	1411	-2.2	700	811	938	858		645
22	○	284	24	1411	-5.0	700	811	949	858		645
23	*	302	7	1435	-1.6	714	838	972	884		671
24	○	301	22	1442	-9.3	728	838	983	884		671
25	*	318	26	1464	-2.4	728	864	1005	911		697
26	*	321	0	1490	0.0	756	891	1039	938		723
27	*	302	0	1490	2.2	756	891	1050	951		736
28	○	291	—	1490	2.1	756	891	1061	978		748
29	○	280	—	1490	1.0	770	917	1083	978		748

凡例 ○快晴 ⊙晴 ⊕薄曇 ◎曇 三霧 ●雨 *みぞれ *雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その5)

1968年 3月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 50 cm	地 上 高 90 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	●	272	9	1490	2.3	784	944	1117	1005		774
2	✱	270	3	1499	1.0	784	917	1094	978		748
3	⊙	272	1	1502	0.6	784	931	1106	978		748
4	✱	270	0	1503	1.3	784	931	1094	965		748
5	⊙	264	—	1503	-1.6	784	931	1094	965		748
6	✱	259	0	1503	2.0	770	931	1083	965		723
7	○	256	—	1503	-1.4	784	931	1094	965		723
8	◎	250	23	1503	3.1	756	917	1083	938		697
9	✱	271	34	1526	-0.5	770	944	1117	965		723
10	✱	295	0	1560	0.2	784	971	1150	992		761
11	⊙	270	8	1560	-2.8	784	971	1150	1005		774
12	✱	270	0	1568	1.0	798	971	1161	1005		774
13	○	263	1	1568	3.6	798	971	1173	1018		774
14	✱	256	0	1569	1.7	784	971	1161	1005		748
15	○	251	—	1569	0.7	784	971	1150	978		736
16	○	245	15	1569	2.6	770	957	1139	965		723
17	✱	255	18	1584	0.2	770	971	1161	978		723
18	◎	267	—	1602	2.0	770	971	1161	992		723
19	○	252	—	—	0.5	770	971	1161	992		723
20	◎	245	—	—	3.3	770	971	1161	978		710
21	●	241	—	—	6.9	770	957	1150	965		684
22	●	233	—	—	2.1	756	944	1117	938		645
23	≡	230	—	—	0.7	742	917	1094	911		619
24	◎	224	—	—	4.1	728	904	1061	871		581
25	≡	218	—	—	2.1	700	891	1039	858		555
26	◎	216	—	—	3.6	686	878	1027	831		542
27	≡	210	—	—	2.6	672	864	994	804		490
28	◎	206	—	—	3.0	658	838	972	777		452
29	○	203	—	—	2.0	644	838	960	750		439
30	◎	194	—	—	4.8	630	811	916	724		374
31	◎	188	—	—	2.7	616	798	882	683		310

凡例 ○快晴 ⊙晴 ⊕薄曇 ◎曇 ≡霧 ●雨 ✱みぞれ ✱雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その 6)

1968年 4月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 50 cm	地 上 高 90 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	☉	184	—	—	3.0	588	784	860	670	—	310
2	☉	176	—	—	5.1	560	758	815	616	—	245
3	○	170	—	—	4.5	532	731	782	590	—	232
4	①	163	—	—	5.0	518	718	748	563	—	194
5	○	156	—	—	6.9	504	705	715	536	—	142
6	①	147	—	—	5.1	476	665	648	469	—	0
7	☉	141	—	—	7.1	448	625	570	429	—	—
8	○	133	—	—	4.3	420	598	525	402	—	—
9	○	123	—	—	7.7	406	572	469	375	—	—
10	☉	118	—	—	5.5	392	545	424	295	—	—
11	●	112	—	—	3.1	364	518	391	241	—	—
12	☉	105	—	—	4.0	350	518	357	174	—	—
13	☉	100	—	—	2.5	336	492	335	161	—	—
14	①	93	—	—	7.4	336	465	279	0	—	—
15	☉	84	—	—	7.7	308	439	179	—	—	—
16	☉	75	—	—	5.0	280	346	45	—	—	—
17	●	70	—	—	4.7	252	306	0	—	—	—
18	●	65	—	—	5.5	238	266	—	—	—	—
19	●	60	—	—	4.0	224	226	—	—	—	—
20	●	54	—	—	5.0	196	173	—	—	—	—
21	○	48	—	—	6.9	168	159	—	—	—	—
22	○	41	—	—	8.3	112	40	—	—	—	—
23	☉	30	—	—	10.5	84	0	—	—	—	—
24	①	22	—	—	9.2	0	—	—	—	—	—
25	○	13	—	—	8.1	—	—	—	—	—	—
26	①	0	—	—	11.5	—	—	—	—	—	—
27	○	—	—	—	11.5	—	—	—	—	—	—
28	☉	—	—	—	11.4	—	—	—	—	—	—
29	●	—	—	—	8.2	—	—	—	—	—	—
30	三	—	—	—	8.5	—	—	—	—	—	—

凡例 ○快晴 ①晴 ②薄曇 ☉曇 三霧 ●雨 *みぞれ *雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その7)

1968年12月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 60 cm	地 上 高 90 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	①	—	—	—	8.6						
2	○	—	—	—	7.5						
3	●	—	—	—	4.8						
4	○	—	—	—	3.4						
5	●	—	—	—	5.8						
6	◎	—	—	—	10.1						
7	◎	—	—	—	5.9						
8	①	—	—	—	9.5						
9	≡	—	—	—	3.0						
10	●	—	—	—	10.8						
11	◎	—	—	—	10.0						
12	◎	—	—	—	6.4						
13	●	—	—	—	8.6						
14	◎	—	—	—	6.2						
15	●	—	0	—	6.5						
16	◎	0	5	—	2.5						
17	●	5	0	5	2.3						
18	◎	0	—	5	2.9						
19	◎	—	—	5	2.5						
20	≡	—	—	5	0.1						
21	●	—	—	5	3.5						
22	●	—	14	5	3.8						
23	*	14	1	19	-0.6						
24	*	6	4	20	-0.2						
25	◎	8	—	24	0.7						
26	●	6	3	24	1.7						
27	◎	5	—	27	1.5	(計	測	開	始)
28	◎	3	13	27	0.4	—	—	—	—	—	—
29	*	14	26	40	0.5	—	—	—	—	—	—
30	*	36	21	66	0.1	—	—	—	—	—	—
31	*	44	44	87	-0.9	0	—	—	—	—	—

凡例 ○快晴 ①晴 ②薄曇 ◎曇 ≡霧 ●雨 *みぞれ *雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その 8)

1969年 1月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 60 cm	地 上 高 90 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	*	73	34	131	-1.7	11	—	—	—	—	—
2	*	87	53	165	-2.6	22	0	0	—	—	—
3	*	121	36	218	-2.2	34	49	49	0	—	—
4	*	128	49	254	-1.6	56	73	73	24	—	—
5	*	153	35	303	0.2	89	97	97	73	—	—
6	*	155	23	338	0.2	134	146	146	122	—	—
7	*	152	47	361	-2.8	168	146	195	146	0	—
8	*	173	28	408	-1.6	201	195	243	195	25	—
9	*	177	5	436	-0.1	223	195	243	205	49	—
10	≡	161	—	441	0.5	235	204	292	244	49	—
11	◎	148	0	441	0.5	235	204	292	244	74	—
12	*	137	21	441	0.6	246	204	292	244	49	—
13	*	150	13	462	-2.0	246	243	292	244	49	—
14	*	153	43	475	-6.8	268	243	292	244	49	0
15	*	179	65	518	-2.6	290	267	340	269	74	24
16	*	217	1	583	-3.4	324	292	389	317	98	48
17	⊙	190	1	584	-5.1	335	316	389	342	98	48
18	⊙	178	—	585	-0.5	335	316	413	342	123	73
19	⊙	165	—	585	-1.4	335	316	413	342	123	73
20	≡	153	—	585	-4.5	335	340	413	342	123	73
21	●	146	0	585	1.6	346	316	438	342	98	0
22	⊙	143	—	585	-4.8	346	340	438	342	123	—
23	◎	141	7	585	-5.5	346	340	438	342	147	—
24	*	141	1	592	0.0	380	365	486	342	49	—
25	⊙	135	—	593	-3.8	357	340	462	342	49	—
26	◎	131	—	593	1.6	369	340	462	342	25	—
27	●	125	—	593	2.1	369	340	462	317	0	—
28	●	120	23	593	2.0	369	340	462	269	—	—
29	*	138	4	616	-0.2	380	340	486	317	—	—
30	*	136	0	620	0.5	380	340	486	205	—	—
31	◎	130	—	620	0.3	380	340	486	205	—	—

凡例 ○快晴 ⊙晴 ⊙薄曇 ◎曇 ≡霧 ●雨 *みぞれ *雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その9)

1969年 2月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地上高 30 cm	地上高 60 cm	地上高 90 cm	地上高 120 cm	地上高 150 cm	地上高 180 cm
1	●	122	—	620	2.1	413	365	486	171	—	—
2	≡	117	18	620	1.6	380	340	462	146	—	—
3	✳	130	2	638	-1.2	380	340	462	122	—	—
4	○	124	0	640	-6.8	380	340	462	122	—	—
5	●	118	9	640	2.2	391	340	462	122	—	—
6	✳	125	26	649	-3.8	391	340	462	98	—	—
7	✳	145	14	675	-1.4	402	365	486	98	—	—
8	◎	143	17	689	0.2	424	389	511	122	—	—
9	✳	147	0	706	1.6	447	413	535	146	—	—
10	①	139	—	706	-0.4	447	413	535	146	—	—
11	①	133	—	706	-1.0	436	413	535	146	—	—
12	◎	132	—	706	2.0	436	413	535	146	—	—
13	≡	128	—	706	-0.5	436	413	535	146	—	—
14	①	126	3	706	3.1	436	413	511	122	—	—
15	①	127	5	709	-0.1	436	413	511	122	—	—
16	✳	128	2	714	-0.5	436	413	486	122	—	—
17	◎	130	3	716	1.1	447	413	511	146	—	—
18	●	128	—	719	0.8	447	413	511	122	—	—
19	◎	125	0	719	2.4	447	413	486	122	—	—
20	◎	122	10	719	1.2	436	413	462	98	—	—
21	✳	131	3	729	-0.4	436	413	462	98	—	—
22	◎	128	9	732	-2.5	447	413	462	98	—	—
23	①	135	2	741	-2.2	447	413	462	98	—	—
24	≡	125	15	743	-0.5	447	413	462	98	—	—
25	✳	133	40	758	-2.8	458	438	462	98	—	—
26	✳	173	0	798	-3.5	480	438	486	122	—	—
27	◎	150	8	798	-5.1	480	462	486	122	—	—
28	◎	155	30	806	-3.9	503	462	486	122	—	—

凡例 ○快晴 ①晴 ②薄曇 ◎曇 ≡霧 ●雨 ✳みぞれ ✳雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その10)

1969年 3月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地上高 30 cm	地上高 60 cm	地上高 90 cm	地上高 120 cm	地上高 150 cm	地上高 180 cm
1	*	172	19	836	-3.1	514	486	511	122	—	—
2	☉	167	12	855	-2.2	514	486	511	146	—	—
3	*	160	0	867	-0.3	525	486	511	146	0	—
4	☉	150	7	867	-3.6	525	511	535	146	25	—
5	*	155	0	874	1.2	536	511	535	146	25	—
6	⊕	149	—	874	-1.3	536	535	535	146	25	—
7	☉	145	0	874	2.6	547	535	535	171	0	—
8	⊕	138	—	874	3.7	536	535	535	146	—	—
9	☉	133	1	874	0.0	514	511	535	146	—	—
10	*	132	17	875	1.6	514	511	535	146	—	—
11	⊕	146	5	892	-0.5	514	511	511	146	—	—
12	*	135	24	897	-2.2	514	511	511	146	—	—
13	*	155	3	921	1.5	537	535	535	171	—	—
14	☉	153	3	924	-2.3	537	535	535	171	—	—
15	⊕	142	1	927	1.8	559	560	535	171	—	—
16	☉	134	2	928	2.6	548	535	535	171	—	—
17	*	132	15	930	1.2	537	535	535	146	—	—
18	*	146	—	945	1.3	537	535	535	146	—	—
19	⊕	133	—	945	2.5	537	535	535	146	—	—
20	☉	127	—	945	3.0	526	535	486	146	—	—
21	●	122	7	945	4.0	515	511	438	122	—	—
22	*	125	8	952	-1.2	492	487	413	98	—	—
23	*	130	9	960	1.3	492	487	438	98	—	—
24	*	130	—	969	1.7	503	511	438	122	—	—
25	○	123	—	969	2.3	492	511	438	146	—	—
26	○	117	—	969	4.3	481	487	438	122	—	—
27	⊕	109	—	969	6.0	447	438	339	49	—	—
28	☉	101	—	969	4.3	414	414	292	24	—	—
29	☉	95	—	969	5.1	380	365	219	24	—	—
30	●	90	—	969	3.2	369	341	170	49	—	—
31	☉	87	—	969	4.2	347	341	97	24	—	—

凡例 ○快晴 ⊕晴 ⊕薄曇 ☉曇 三霧 ●雨 *みぞれ *雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その11)

1969年 4月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 60 cm	地 上 高 90 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	☉	78	—	969	5.0	313	292	0	24	—	—
2	①	73	—	969	4.1	280	268	—	24	—	—
3	○	65	—	969	3.4	246	243	—	24	—	—
4	①	57	—	969	4.1	213	195	—	24	—	—
5	●	52	0	969	2.1	179	146	—	24	—	—
6	☉	48	—	969	3.2	157	97	—	24	—	—
7	①	42	—	969	6.8	123	24	—	0	—	—
8	①	33	—	969	5.6	89	0	—	—	—	—
9	☉	27	—	969	6.6	45	—	—	—	—	—
10	●	18	—	969	5.6	0	—	—	—	—	—
11	☉	11	—	969	5.6	—	—	—	—	—	—
12	○	3	—	969	7.3	—	—	—	—	—	—
13	①	0	—	969	11.2	—	—	—	—	—	—
14	①	—	—	969	12.7	—	—	—	—	—	—
15	☉	—	—	969	9.0	—	—	—	—	—	—
16	☉	—	1	969	8.5	—	—	—	—	—	—
17	☉	1	—	970	2.6	—	—	—	—	—	—
18	☉	0	—	—	6.7	—	—	—	—	—	—
19	●	—	—	—	5.7	—	—	—	—	—	—
20	○	—	—	—	5.9	—	—	—	—	—	—
21	○	—	—	—	14.5	—	—	—	—	—	—
22	☉	—	—	—	10.9	—	—	—	—	—	—
23	○	—	—	—	12.7	—	—	—	—	—	—
24	①	—	—	—	15.9	—	—	—	—	—	—
25	●	—	—	—	13.1	—	—	—	—	—	—
26	☉	—	—	—	11.4	—	—	—	—	—	—
27	☉	—	—	—	11.4	—	—	—	—	—	—
28	①	—	—	—	15.8	—	—	—	—	—	—
29	①	—	—	—	19.0	—	—	—	—	—	—
30	●	—	—	—	12.3	—	—	—	—	—	—

凡例 ○快晴 ①晴 ①薄曇 ☉曇 三霧 ●雨 *みぞれ *雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その 12)

1969年 11月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 60 cm	地 上 高 90 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	○	—	—	—	7.0						
2	①	—	—	—	9.5						
3	●	—	—	—	7.5						
4	◎	—	—	—	7.8						
5	●	—	—	—	3.1						
6	◎	—	—	—	3.5						
7	○	—	—	—	2.6						
8	◎	—	—	—	7.6						
9	◎	—	—	—	5.0						
10	①	—	—	—	4.2						
11	◎	—	—	—	5.5						
12	◎	—	—	—	4.0						
13	①	—	—	—	10.0						
14	○	—	—	—	6.5						
15	○	—	—	—	8.8						
16	◎	—	—	—	13.0						
17	●	—	—	—	3.7						
18	◎	—	—	—	3.0						
19	①	—	—	—	3.8						
20	◎	—	—	—	-1.5						
21	●	—	—	—	5.5						
22	◎	—	—	—	-1.6						
23	◎	—	—	—	3.5						
24	◎	—	6	—	1.9						
25	✱	6	23	6	-2.8						
26	✱	29	0	29	-3.4						
27	①	26	0	29	-7.5						
28	●	16	2	29	-1.0						
29	○	13	0	31	-0.4						
30	◎	8	0	31	-1.5						

凡例 ○快晴 ①晴 ②薄曇 ◎曇 三霧 ●雨 ✱みぞれ ✱雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その13)

1969年12月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 60 cm	地 上 高 90 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	☉	4	0	31	1.1						
2	⊕	0	0	31	1.2						
3	☉	0	3	31	1.0						
4	✱	3	5	34	-2.1						
5	☉	6	0	39	-1.5						
6	⊕	2	0	39	-2.5						
7	☉	0	0	39	4.0						
8	☉	0	7	39	4.2						
9	✱	7	8	46	-2.2						
10	⊕	9	4	54	-1.6						
11	✱	5	0	58	-2.7						
12	⊕	3	4	58	-4.5						
13	✱	4	70	62	-3.0						
14	✱	70	75	132	-0.5						
15	☉	130	45	207	-2.5						
16	✱	135	46	252	-3.2						
17	☉	145	0	298	-2.2						
18	☉	115	23	298	-5.9						
19	✱	115	25	321	-4.0						
20	☉	120	0	346	-4.0						
21	⊕	118	0	346	-11.0				(計測開始)		
22	☉	107	2	346	-11.0				-	-	
23	✱	88	4	348	-2.5				-	-	
24	☉	90	7	352	-5.3				-	-	
25	✱	90	0	359	-3.0				-	-	
26	●	85	19	359	-3.0				-	-	
27	✱	103	13	378	-5.3				-	-	
28	☉	106	45	391	-10.0				-	-	
29	✱	140	3	436	-3.2				-	-	
30	⊕	145	0	439	-8.0				-	-	
31	⊕	138	0	439	-12.0				-	-	

凡例 ○快晴 ⊕晴 ⊕薄曇 ☉曇 三霧 ●雨 ✱みぞれ ✱雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その14)

1970年 1月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地上高 30 cm	地上高 60 cm	地上高 90 cm	地上高 120 cm	地上高 150 cm	地上高 180 cm
1	⊙	132	1	439	-12.0				—	—	
2	⊙	112	0	440	-3.0				—	—	
3	⊙	106	4	440	-3.0				—	—	
4	⊙	107	15	444	-6.0				—	—	
5	✱	106	29	459	-10.5				—	—	
6	⊙	132	13	488	-6.0				—	—	
7	✱	135	9	501	-2.7				—	—	
8	⊙	133	20	510	-7.5				—	—	
9	✱	140	12	530	0.5				—	—	
10	⊙	157	6	542	-8.9				—	—	
11	✱	160	1	548	-2.5				—	—	
12	✱	135	0	549	-2.3				—	—	
13	●	125	47	549	-0.5				—	—	
14	✱	171	25	596	-5.0				—	—	
15	⊙	175	0	621	-11.0				—	—	
16	✱	163	38	621	-10.6				—	—	
17	✱	197	39	659	-7.7				0	—	
18	✱	215	27	698	-5.0				24	0	
19	⊙	215	0	725	-6.0				48	49	
20	○	200	2	725	-15.0				24	24	
21	✱	197	19	727	-8.0				48	24	
22	⊙	210	1	746	-3.5				48	49	
23	⊙	194	17	747	-8.0				72	49	
24	⊙	197	5	764	-3.5				72	49	
25	⊙	195	2	769	-5.0				97	49	
26	⊙	185	15	771	-4.1				97	49	
27	⊙	195	0	786	-3.2				97	73	
28	⊙	187	0	786	-8.5				97	73	
29	○	180	0	786	-12.0				145	98	
30	⊙	177	0	786	-10.0				121	98	
31	●	170	29	786	1.0				169	122	

凡例 ○快晴 ⊙晴 ⊙薄曇 ⊙曇 三霧 ●雨 ✱みぞれ ✱雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その15)

1970年 2月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地上高 30 cm	地上高 60 cm	地上高 90 cm	地上高 120 cm	地上高 150 cm	地上高 180 cm
1	○	176	12	815	-5.0				145	73	
2	✳	178	12	827	-4.1				145	73	
3	◎	190	0	839	-3.9				145	98	
4	⊙	182	25	839	-7.0				145	98	
5	✳	189	37	864	-7.9				169	98	
6	◎	221	2	901	-4.1				193	122	
7	⊙	210	0	903	-10.0				193	122	
8	◎	198	0	903	-10.5				193	122	
9	✳	192	15	903	-4.0				193	146	
10	✳	195	41	918	-1.0				217	146	
11	✳	228	16	959	-6.0				242	171	
12	✳	237	0	975	-3.5				266	171	
13	○	211	0	975	-8.0				290	195	
14	●	197	5	975	-1.4				290	195	
15	✳	195	1	980	-2.5				290	195	
16	○	192	0	981	-8.0				290	195	
17	●	189	0	981	-2.5				290	195	
18	○	185	0	981	-4.0				290	171	
19	●	180	0	981	-1.5				290	146	
20	◎	177	0	981	-1.3				290	122	
21	◎	170	2	981	-1.5				242	98	
22	○	172	9	983	-4.5				242	98	
23	◎	176	0	992	-5.0				242	98	
24	◎	170	0	992	-6.0				242	98	
25	●	166	0	992	-2.5				242	73	
26	◎	164	0	992	-2.0				242	98	
27	✳	162	4	992	-2.7				242	49	
28	✳	166	12	996	-4.0				242	73	

凡例 ○快晴 ⊙晴 ⊙薄曇 ◎曇 三霧 ●雨 ✳みぞれ ✳雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その 16)

1970年 3月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 60 cm	地 上 高 90 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	✳	175	33	1008	4.5				242	73	
2	☉	197	11	1041	-7.5				266	98	
3	⊕	202	7	1052	-7.0				290	98	
4	✳	193	30	1059	-4.2				290	98	
5	✳	214	55	1089	-7.5				290	122	
6	✳	257	30	1144	-6.4				338	146	
7	✳	260	20	1174	-6.0				362	146	
8	☉	270	19	1194	-5.0				387	171	
9	✳	270	3	1213	-4.5				411	171	
10	✳	233	5	1216	-1.6				435	195	
11	✳	228	24	1221	-2.5				435	195	
12	⊕	243	15	1245	-5.5				435	195	
13	⊕	242	—	1260	-1.5				435	195	
14	⊕	230	—	1260	-4.0				459	195	
15	⊕	220	—	1260	-8.0				459	195	
16	☉	212	1	1260	9.5				483	220	
17	✳	207	11	1261	-4.0				459	195	
18	✳	222	13	1272	-6.0				483	195	
19	✳	230	32	1285	-5.5				483	195	
20	☉	255	27	1317	-6.0				532	220	
21	✳	265	28	1344	-6.0				532	220	
22	☉	280	8	1372	-5.0				580	244	
23	☉	267	1	1380	-5.5				580	244	
24	☉	255	23	1381	-5.0				580	244	
25	✳	276	4	1404	-3.5				604	268	
26	✳	252	—	1408	-2.8				628	268	
27	○	235	—	1408	-4.0				628	268	
28	☉	228	—	1408	-1.1				628	268	
29	○	225	—	1408	6.0				628	268	
30	⊕	219	—	1408	0.9				628	268	
31	○	217	1	1408	-1.5				628	268	

凡例 ○快晴 ⊕晴 ⊕薄曇 ☉曇 三霧 ●雨 ✳みぞれ ✳雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その 17)

1970年 4月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 60 cm	地 上 高 90 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	●	211	—	1409	3.5				628	268	
2	◎	208	—	—	-4.4				628	268	
3	◎	203	—	—	-1.0				628	268	
4	◎	200	—	—	-1.1				628	244	
5	⊙	196	—	—	0.1				628	244	
6	○	191	—	—	-3.0				604	220	
7	◎	183	—	—	-1.1				580	195	
8	○	179	—	—	2.6				580	195	
9	◎	172	—	—	0				556	195	
10	◎	166	—	—	3.0				507	146	
11	●	160	—	—	-0.4				483	98	
12	●	155	—	—	-0.5				435	73	
13	⊙	153	—	—	0.5				435	73	
14	○	150	—	—	-0.9				435	49	
15	○	142	—	—	1.0				338	0	
16	⊙	134	—	—	3.0				242	—	
17	◎	130	—	—	2.0				121	—	
18	●	115	—	—	0.5				72	—	
19	⊙	110	—	—	3.0				48	—	
20	◎	100	—	—	3.8				0	—	
21	◎	91	—	—	2.5				—	—	
22	◎	82	—	—	1.5				—	—	
23	⊙	75	—	—	2.5				—	—	
24	⊙	65	—	—	1.0				—	—	
25	◎	54	—	—	4.5				—	—	
26	○	51	—	—	7.5				—	—	
27	●	37	—	—	1.0				—	—	
28	◎	25	—	—	2.9				—	—	
29	◎	10	—	—	5.5				—	—	
30	●	5	—	—	1.5				—	—	

凡例 ○快晴 ⊙晴 ⊙薄曇 ◎曇 三霧 ●雨 *みぞれ *雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その 18)

1970年 5月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 60 cm	地 上 高 90 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	①	0	—	—	2.0				—	—	
2	①	—	—	—	10.0				—	—	
3	◎	—	—	—	8.0				—	—	
4	◎	—	—	—	10.0				—	—	
5	①	—	—	—	12.0				—	—	
6	①	—	—	—	12.0				—	—	
7	◎	—	—	—	10.0				—	—	
8	◎	—	—	—	13.0				—	—	
9	①	—	—	—	14.5				—	—	
10	◎	—	—	—	18.0				—	—	
11	◎	—	—	—	15.2				—	—	
12	◎	—	—	—	11.6				—	—	
13	◎	—	—	—	14.5				—	—	
14	①	—	—	—	13.0				—	—	
15	○	—	—	—	11.3				—	—	
16	①	—	—	—	15.0				—	—	
17	●	—	—	—	9.0				—	—	
18	◎	—	—	—	14.7				—	—	
19	◎	—	—	—	15.0				—	—	
20	◎	—	—	—	15.5				—	—	
21	①	—	—	—	15.5				—	—	
22	①	—	—	—	14.0				—	—	
23	◎	—	—	—	13.5				—	—	
24	①	—	—	—	16.0				—	—	
25	①	—	—	—	18.0				—	—	
26	●	—	—	—	16.0				—	—	
27	①	—	—	—	18.5				—	—	
28	①	—	—	—	20.5				—	—	
29	◎	—	—	—	13.0				—	—	
30	①	—	—	—	16.0				—	—	
31	◎	—	—	—	10.0				—	—	

凡例 ○快晴 ①晴 ②薄曇 ◎曇 三霧 ●雨 *みぞれ *雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その19)

1970年11月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 60 cm	地 上 高 75 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	○	—	—	—	10.6						
2	○	—	—	—	8.0						
3	◎	—	—	—	10.3						
4	◎	—	—	—	10.7						
5	◎	—	—	—	12.9						
6	●	—	—	—	10.8						
7	●	—	—	—	7.8						
8	◎	—	—	—	8.8						
9	①	—	—	—	14.1						
10	◎	—	—	—	10.3						
11	●	—	—	—	5.5						
12	◎	—	—	—	7.8						
13	○	—	—	—	5.6						
14	●	—	—	—	14.0						
15	●	—	5	—	4.6						
16	●	5	0	5	1.8						
17	○	0	—	5	4.1						
18	◎	—	—	5	7.0						
19	◎	—	—	5	9.4						
20	●	—	—	5	11.4						
21	○	—	—	5	12.7						
22	●	—	—	5	13.0						
23	●	—	0	5	4.0						
24	●	0	—	5	2.1						
25	◎	—	—	5	4.6						
26	●	—	—	5	7.5						
27	●	—	—	5	9.5						
28	◎	—	—	5	10.1						
29	●	—	47	5	3.5						
30	✱	47	8	52	-2.3						

凡例 ○快晴 ①晴 ①薄曇 ◎曇 三霧 ●雨 ✱みぞれ ✱雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その20)

1970年12月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 60 cm	地 上 高 75 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	✱	39	0	60	0.8						
2	☉	19	5	60	4.0						
3	✱	10	54	65	0.4						
4	☉	60	6	119	1.9						
5	●	49	0	125	1.1						
6	●	37	—	125	2.0						
7	☉	29	1	125	4.7						
8	✱	18	31	126	0.7						
9	✱	45	6	157	0.2						
10	☉	45	1	163	1.5						
11	⊕	37	—	164	1.1						
12	○	28	—	164	0.5						
13	☉	18	2	164	11.8						
14	☉	19	—	166	2.2						
15	●	15	—	166	4.4						
16	☉	10	—	166	3.6						
17	⊕	5	—	166	3.8						
18	☉	1	—	166	4.4						
19	✱	0	—	166	1.2						
20	○	0	—	166	1.3						
21	☉	0	—	166	1.9						
22	☉	0	0	166	2.0						
23	✱	0	0	166	1.6						
24	●	0	2	166	3.6						
25	☉	2	3	168	-1.3						
26	✱	3	23	171	-3.1	(計測開始)					
27	✱	25	25	194	-1.2	—	—	—			
28	☉	41	0	219	-0.8	—	—	—			
29	☉	24	0	219	3.8	—	—	—			
30	○	16	—	219	1.5	—	—	—			
31	●	11	—	219	3.0	—	—	—			

凡例 ○快晴 ⊕晴 ⊕薄曇 ☉曇 三霧 ●雨 ✱みぞれ ✱雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その21)

1971年 1月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 60 cm	地 上 高 75 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	☉	7	5	219	2.0	—	—	—			
2	✱	12	3	224	-0.1	—	—	—			
3	☉	11		227	-4.1	—	—	—			
4	☉	9	22	227	2.9	—	—	—			
5	✱	29	8	249	1.6	—	—	—			
6	✱	33	1	257	-2.2	—	—	—			
7	✱	30	11	258	1.4	—	—	—			
8	☉	37	8	269	1.0	—	—	—			
9	✱	34	—	277	0.1	—	—	—			
10	○	34	—	277	-3.8	—	—	—			
11	○	25	—	277	-2.8	—	—	—			
12	☉	23	—	277	1.9	—	—	—			
13	☉	21	3	277	0.5	—	—	—			
14	☉	19	4	280	1.0	—	—	—			
15	○	23	—	284	2.3	—	—	—			
16	●	17	0	284	1.8	—	—	—			
17	✱	17	0	284	2.5	—	—	—			
18	☉	14	—	284	3.6	—	—	—			
19	☉	11	—	284	3.1	—	—	—			
20	☉	9	—	284	1.5	—	—	—			
21	●	7	—	284	0.6	—	—	—			
22	●	5	2	284	4.4	—	—	—			
23	☉	6	15	286	-0.1	—	—	—			
24	☉	19	15	301	-1.8	—	—	—			
25	☉	27	10	316	0.4	—	—	—			
26	✱	25	12	326	1.2	—	—	—			
27	○	31	10	338	-3.0	0	—	—			
28	✱	31	12	348	-1.0	12	—	—			
29	☉	37	3	360	-1.5	30	—	—			
30	✱	34	10	363	-1.4	30	—	—			
31	☉	41	28	373	-2.0	36	—	—			

凡例 ○快晴 ⊖晴 ⊖薄曇 ☉曇 三霧 ●雨 ✱みぞれ ✱雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その 22)

1971年 2月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地上高 30 cm	地上高 60 cm	地上高 75 cm	地上高 120 cm	地上高 150 cm	地上高 180 cm
1	✱	69	13	401	-2.6	54	0	—			
2	✱	75	—	414	-1.6	60	5	—			
3	☉	62	11	414	-3.3	60	5	—			
4	☉	71	15	425	-0.1	72	13	—			
5	✱	85	7	440	0.4	79	24	—			
6	✱	86	35	447	0.1	85	27	0			
7	✱	115	6	482	-1.9	97	43	22			
8	✱	92	35	488	-1.2	109	51	25			
9	✱	118	30	523	-1.9	127	71	43			
10	☉	132	18	553	-2.5	139	91	61			
11	✱	138	2	571	-1.2	145	103	73			
12	⊙	124	1	573	-5.5	151	112	79			
13	●	116	—	574	0.7	163	118	84			
14	☉	94	—	574	4.0	169	121	87			
15	☉	87	—	574	1.5	175	134	82			
16	☉	75	—	574	4.6	175	130	82			
17	☉	72	—	574	10.7	169	127	78			
18	☉	60	2	574	4.4	145	94	26			
19	✱	60	8	576	1.6	145	92	23			
20	⊙	64	—	584	0.7	139	89	20			
21	○	58	—	584	2.2	151	109	9			
22	●	55	—	584	3.0	146	78	0			
23	☉	50	0	584	7.7	139	34	—			
24	☉	43	3	584	1.0	139	20	—			
25	⊙	44	—	587	-1.4	139	27	—			
26	○	42	—	587	-1.0	133	0	—			
27	☉	39	0	587	4.6	121	—	—			
28	☉	35	0	587	0.7	115	—	—			

凡例 ○快晴 ⊙晴 ⊙薄曇 ☉曇 三霧 ●雨 ✱みぞれ ✱雪

付表1 気象条件および沈降荷重(その23)

1971年 3月

要素 日	天 気	積 雪 深 cm	降 雪 深 cm	積 算 降 雪 深 cm	気 温 ℃	沈 降 荷 重 kg/m					
						地 上 高 30 cm	地 上 高 60 cm	地 上 高 75 cm	地 上 高 120 cm	地 上 高 150 cm	地 上 高 180 cm
1	☉	33	—	587	1.2	103	—	—			
2	☉	30	—	587	2.6	91	—	—			
3	☉	27	1	587	3.3	79	—	—			
4	☉	25	14	588	0.5	60	—	—			
5	☉	34	8	602	0.3	66	—	—			
6	☉	39	27	610	-0.3	66	0	—			
7	✱	59	4	637	-6.0	66	5	—			
8	✱	55	10	641	-2.2	72	4	—			
9	☉	61	41	651	-0.2	85	5	0			
10	✱	87	33	692	-2.2	97	13	6			
11	✱	99	11	725	-2.5	115	27	16			
12	☉	92	1	736	1.5	133	33	21			
13	✱	74	25	737	1.0	139	56	28			
14	☉	87	18	762	-0.3	151	42	25			
15	✱	89	0	780	0.3	157	49	30			
16	⊖	67	0	780	3.0	163	45	26			
17	☉	58	—	780	3.1	163	36	15			
18	⊖	53	—	780	2.8	163	36	8			
19	☉	49	—	780	4.9	163	18	0			
20	○	42	—	780	6.6	139	0	—			
21	○	37	—	780	6.5	127	—	—			
22	☉	29	—	780	5.9	103	—	—			
23	☉	26	0	780	1.5	85	—	—			
24	⊖	25	0	780	-0.1	91	—	—			
25	⊖	22	—	780	2.0	72	—	—			
26	☉	20	—	—	5.7	0	—	—			
27	●	14	—	—	7.0	—	—	—			
28	○	8	—	—	7.7	—	—	—			
29	⊖	3	—	—	13.5	—	—	—			
30	☉	0	—	—	8.3	—	—	—			
31	●	—	—	—	6.5	—	—	—			

凡例 ○快晴 ⊖晴 ⊖薄曇 ☉曇 三霧 ●雨 ✱みぞれ ✱雪

新庄の平地積雪断面観測（昭和48年～49年冬期）

東浦将夫・阿部 修

国立防災科学技術センター新庄支所*

Profile Observations of Snow Cover on Level Land
in Shinjo City During the Winter of 1973-1974

By

Masao Higashiura and Osamu Abe

Shinjo Branch, National Research Center for Disaster Prevention†

I 緒言

昭和48年12月14日から49年4月15日まで、山形県新庄市十日町高壇1400にある国立防災科学技術センター新庄支所構内の草地上で定期的に行なった積雪断面観測の結果を報告する。

II 測定項目、方法、および結果

1) 測定項目

積雪断面についての測定項目は次の通りである。（吉田，昭和44年；清水，1970）。

- (1) 積雪の成層構造（雪層の粒度 D ，雪質 F ，成層状態，積雪深 H ）。
- (2) 雪温 T ，密度 G ，硬度 R ，含水率 W の鉛直分布。

2) 測定方法および結果

上記の測定項目についての測定結果を第1図(1)～(4)に図示した。各図において，中央に積雪の成層構造を，右側に密度 G (g/cm^3)と硬度 R (g/cm^2)の常用対数值 $\log R$ との鉛直分布を，左側に雪温 T ($^{\circ}\text{C}$)と含水率 W (%)との鉛直分布を示した。

雪質の名称と記号は第1表の通りで，積雪の粒度の記号と粒径は第2表の通りである。

積雪の成層構造の観測は，垂直に切り出した雪壁に箱尺をあて，インクを散布してから写真撮影をした。次に，雪質・粒度の測定を行なった。測定した位置は地面からの高さ H (cm)で示してある。

密度の測定はステンレス製の角型採雪器(83mm×80mm×30mm，容積200 cm^3 ，清水

* 山形県新庄市十日町高壇1400

† Address: No. 1400, Takadan, Toka-machi, Shinjo-shi, Yamagata-ken 996.

1970, 15頁)を用い, 探雪位置の高さは探雪器の中央の位置の高さとした。硬度の測定は木下式硬度計を用い, 雪温はサーミスター温度計(1月17日までは水銀温度計, 0.2℃目盛)を使用した。含水率の測定は吉田式結合型含水率測定器を使用し, 雪温が零度以下の層については測定を省略した。積雪層全体の平均密度は各々の測定値より求めた。この平均密度と積雪深から全積雪水量を計算により求めた。

定期観測日は毎月5日, 15日, 25日としたが, 悪気象条件等のため, 定期観測日から1~2日前後した時もあった。観測時刻は日により異なった。但し, 積雪深は毎日9時に測定した。観測した日の積雪深・雪質の割合・積雪全層の平均密度・全積雪水量の値を第3表に示した。

第1表

粒度	粒 径
a	0.5 ^{nm} 未満
b	0.5~10 ^{nm}
c	1.0~2.0
d	2.0~4.0
e	4.0 以上

第2表

雪質名	記号
新 雪	++
こしまり雪	<<
しまり雪	○○
ざらめ雪	●●
氷 板	—i

第3表 積雪深 (cm)・雪質層厚の割合(%)・積雪全層の平均密度 (g/cm³)・積雪水量 (mm)

月/日	12/14	12/25	1/5	1/17	1/25	2/5	2/16	2/25	3/5	3/14	3/25	4/6	4/15
積 雪 深	50	100	80	146	170	195	214	178	169	181	164	113	58
雪 質	新 雪	9	59	4	15	20	5	3	7	0	13	6	0
	しまり雪	65	5	20	34	41	58	64	40	39	38	9	12
	ざらめ雪	26	36	76	51	39	37	32	53	61	49	85	100
平均密度	0.23	0.23	0.34	0.30	0.29	0.29	0.30	0.39	0.42	0.38	0.43	0.52	0.47
積雪水量	115	230	272	438	493	566	642	694	710	688	705	588	273

第2図・第3図に昭和48年から49年までの冬期における新庄の最高・最低・平均気温の日変化と積雪深の日変化をそれぞれ示した。特に、降雨だけは第3図中に棒グラフで図示した。これらの値は新庄支所での測定値である。

Ⅲ 結 び

1) 初雪は11月18日で、そのまゝ根雪となり、近年まれにみる大雪となった。1日の降雪水量の最大は12月23日の36mmで、積雪深の最高は2月14日の218cmであった。4月20日に積雪は完全に消失し、以後降雪はなかった。

2) 積雪の雪質・粒度・密度・硬度および含水率

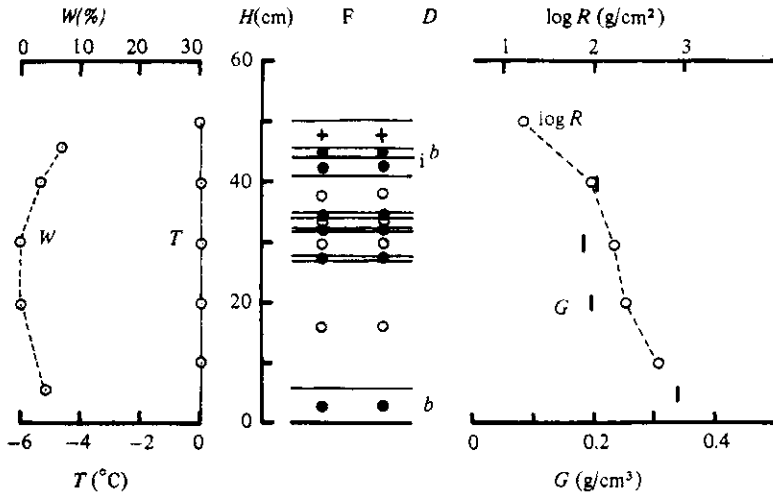
初冬の頃は、日本の各地におけると同じように（吉田，昭和44年；佐藤，昭和48年，矢野 昭和49年）新雪やしまり雪が多く，1月下旬から2月中旬には降雨もなく，しまり雪が多かった。中にはスコップがさゝらないほど硬いしまり雪がみられた。3月の融雪期になると，新雪やしまり雪が次第にざらめ雪に変わり，根雪の終り頃までには，ほとんどがざらめ雪になってしまった。粒径は0.5～4.0mmで，密度は0.11～0.62g/cm³（積雪全層の平均密度は0.23～0.52g/cm³）であった。硬度は5.6～4100g/cm²の範囲であり，最大値は，大凡しまり雪層の所に現われた。積雪深と平均密度より求めた積雪水量は115～710mmであり，積雪水量の最大値は最深積雪の時期よりも遅れて出現した。当地では厳寒期にも降雨があり，2月16日以後の降雨がしまり雪をざらめ雪に変質させた。

3) 1月17日の含水率23%と雪温測定には誤差が大きいものと思われる。

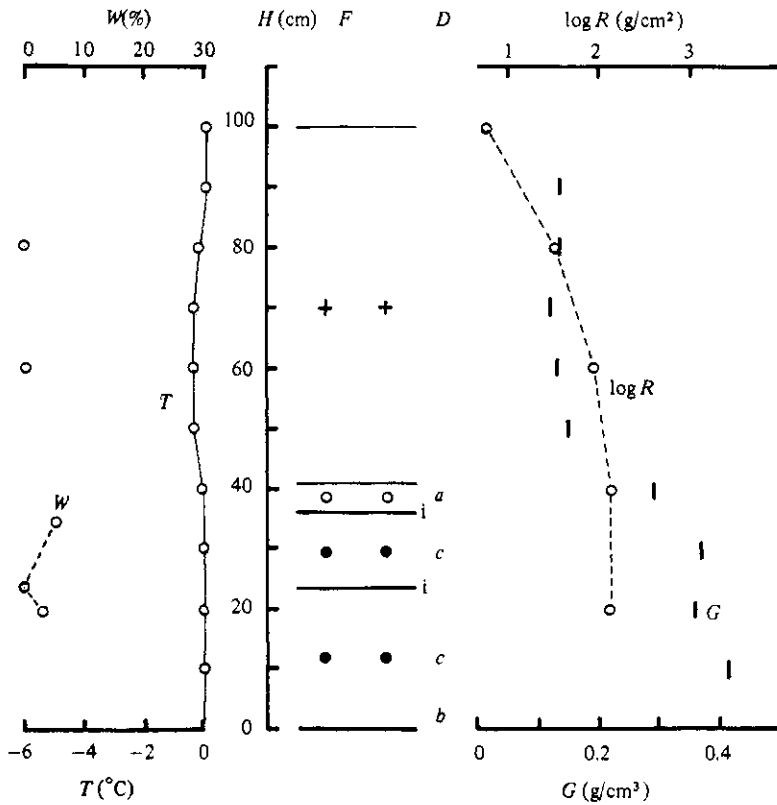
参 考 文 献

- 1) 吉田順五（昭和44年）：積雪災害の基礎的研究・北海道大学低温科学研究所，札幌，1 - 67.
- 2) 清水 弘（1970）：積雪観測法・雪氷の研究No.4，日本雪氷学会，東京，5 - 28
- 3) 佐藤幸三郎（昭和48年）：弘前地方の平地積雪（昭和46～47年冬期）．東北地域災害科学研究（昭和47年度），35-42．
- 4) 矢野勝俊，阿部正二郎（昭和49年）：山形地方の平地積雪（昭和47年～48年冬期）．東北地域災害科学研究（昭和48年度），9 - 13.

（1974年12月5日 原稿受理）

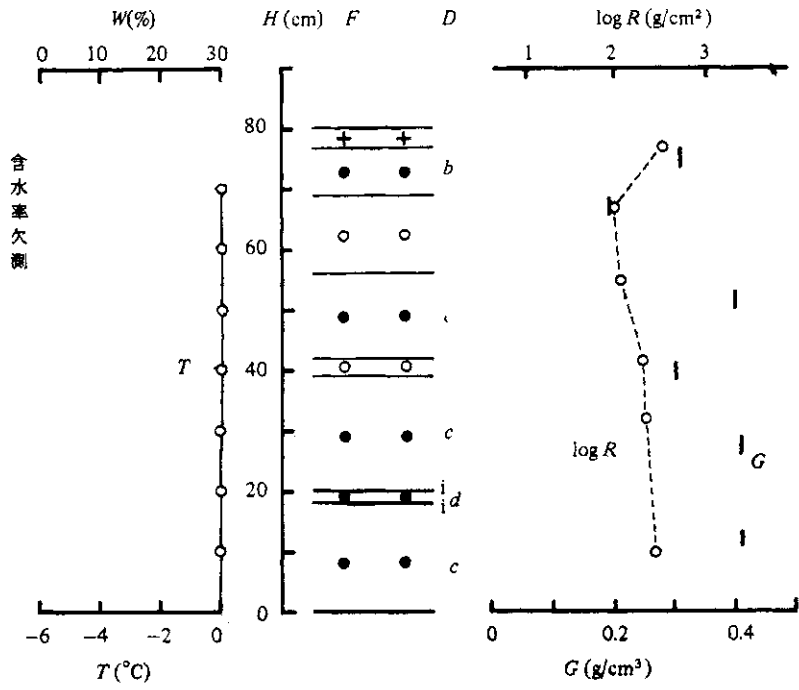


第1図 (1) 1973年12月14日

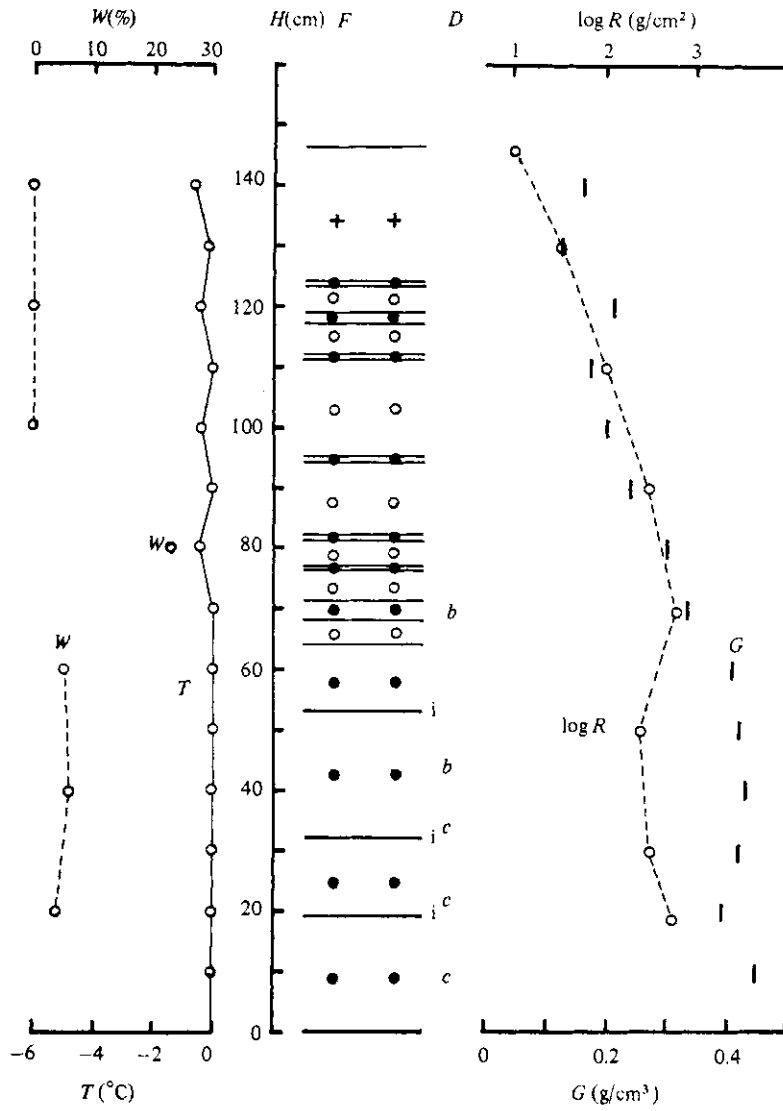


第1図 (2) 1973年12月25日

新庄の平地積雪断面観測（昭和48年～49年冬期） 東浦・阿部

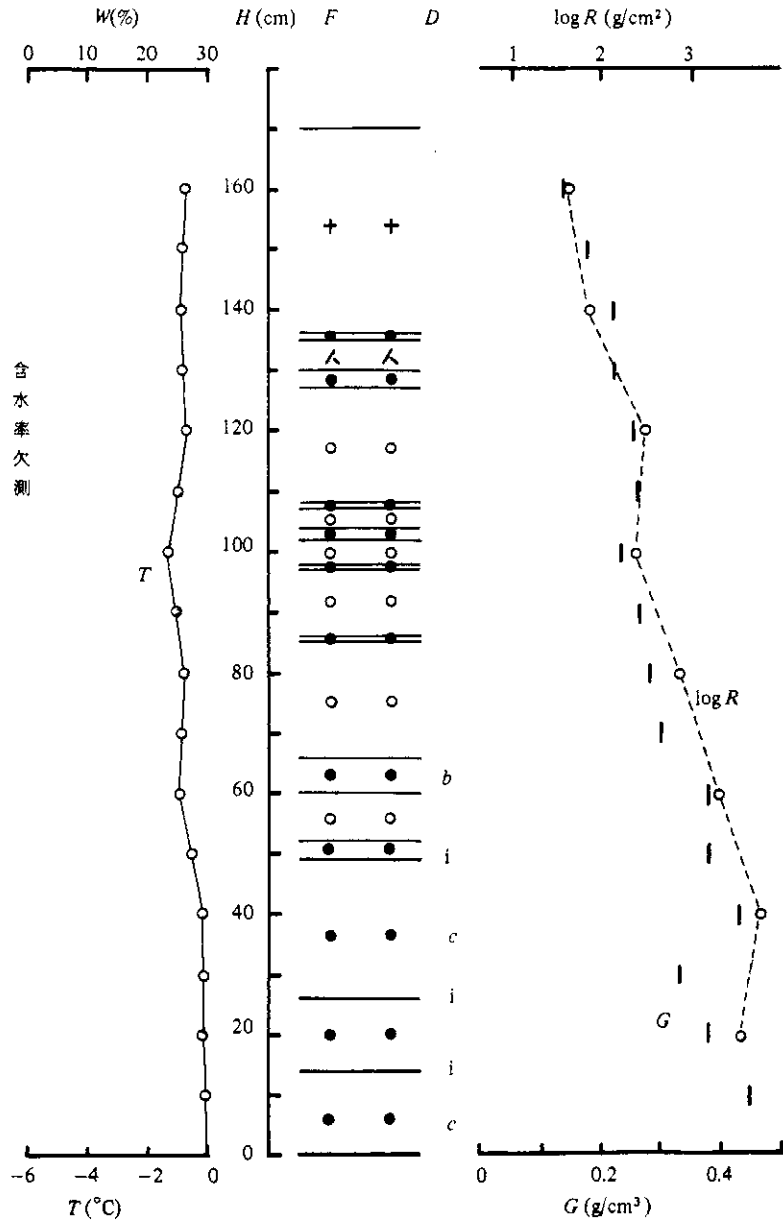


第1図 (3) 1974年1月5日

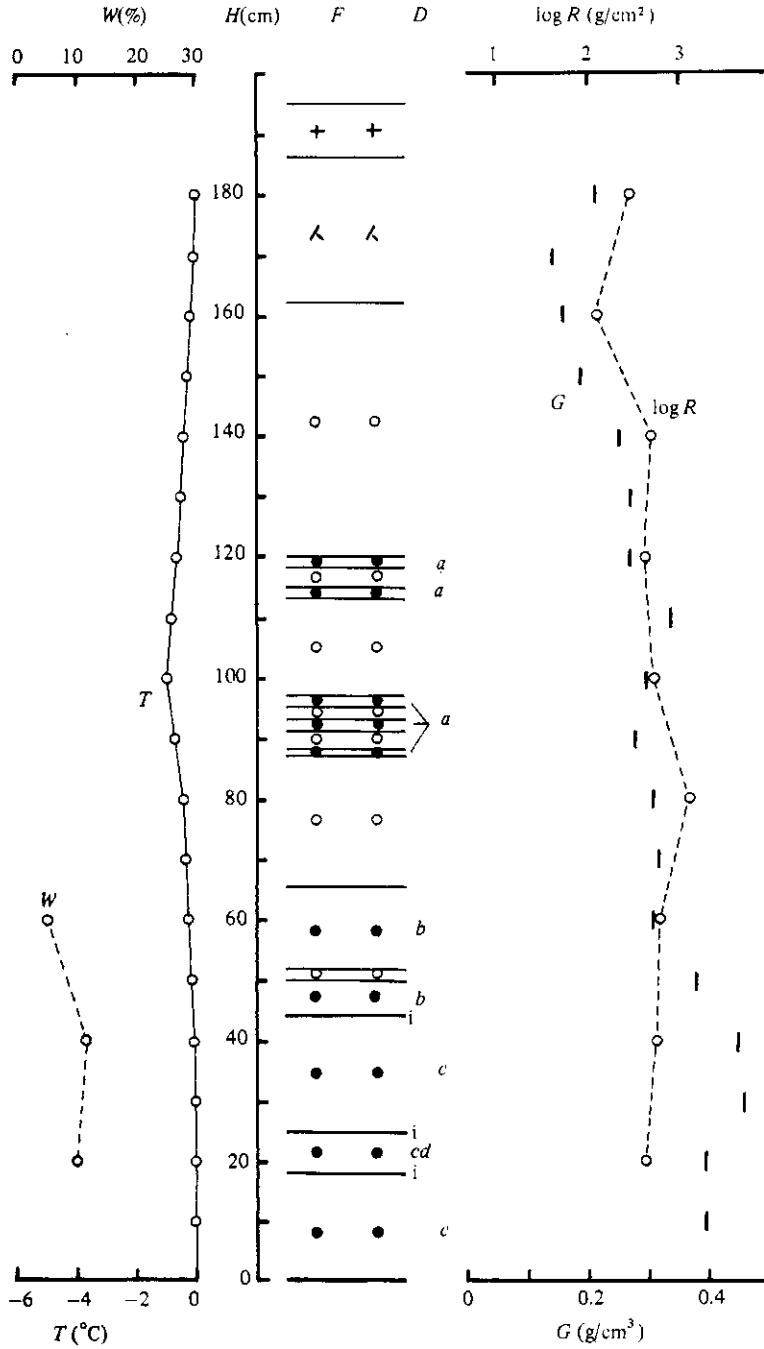


第1図 (4) 1974年1月17日

新庄の平地積雪断面観測（昭和48年～49年冬期） 東浦・阿部

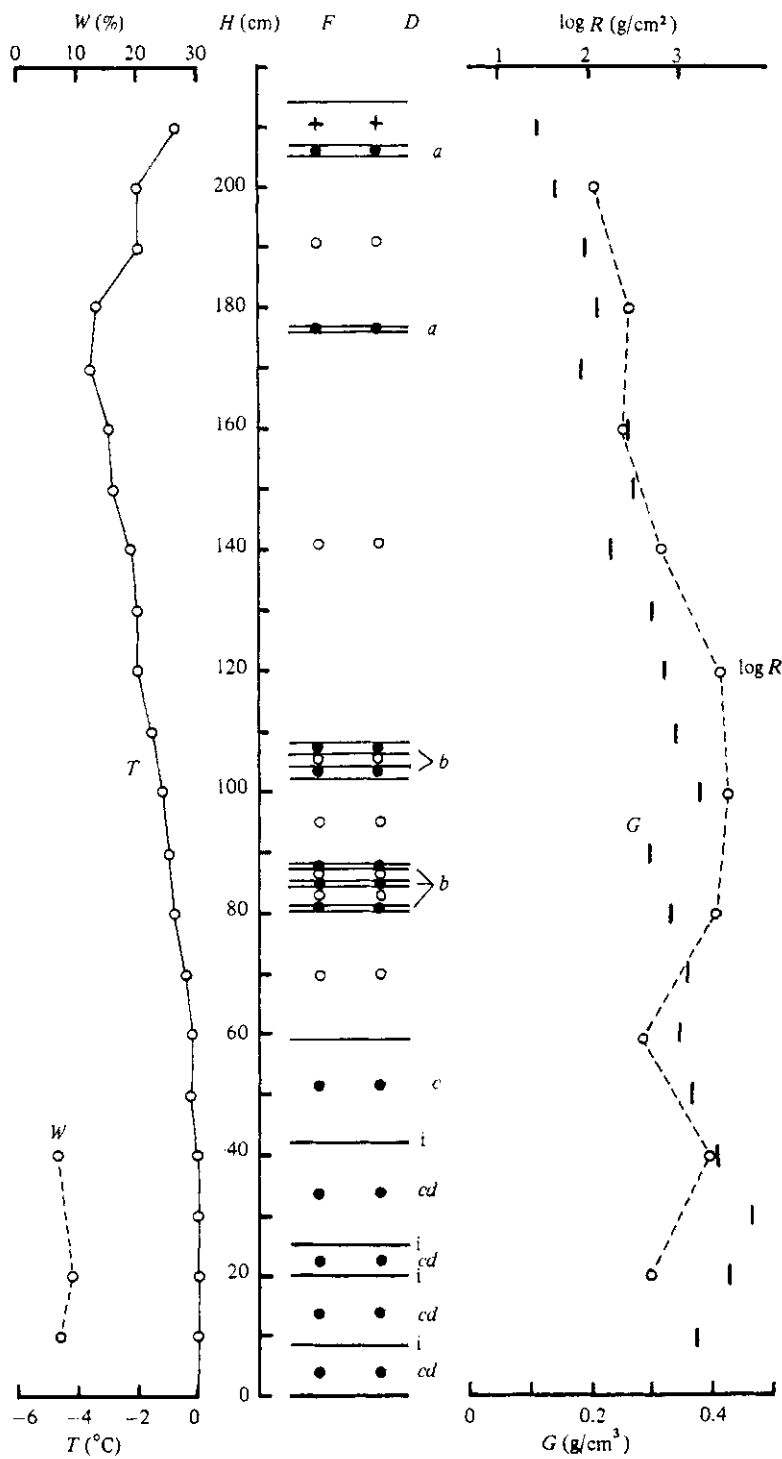


第1図 (5) 1974年1月25日

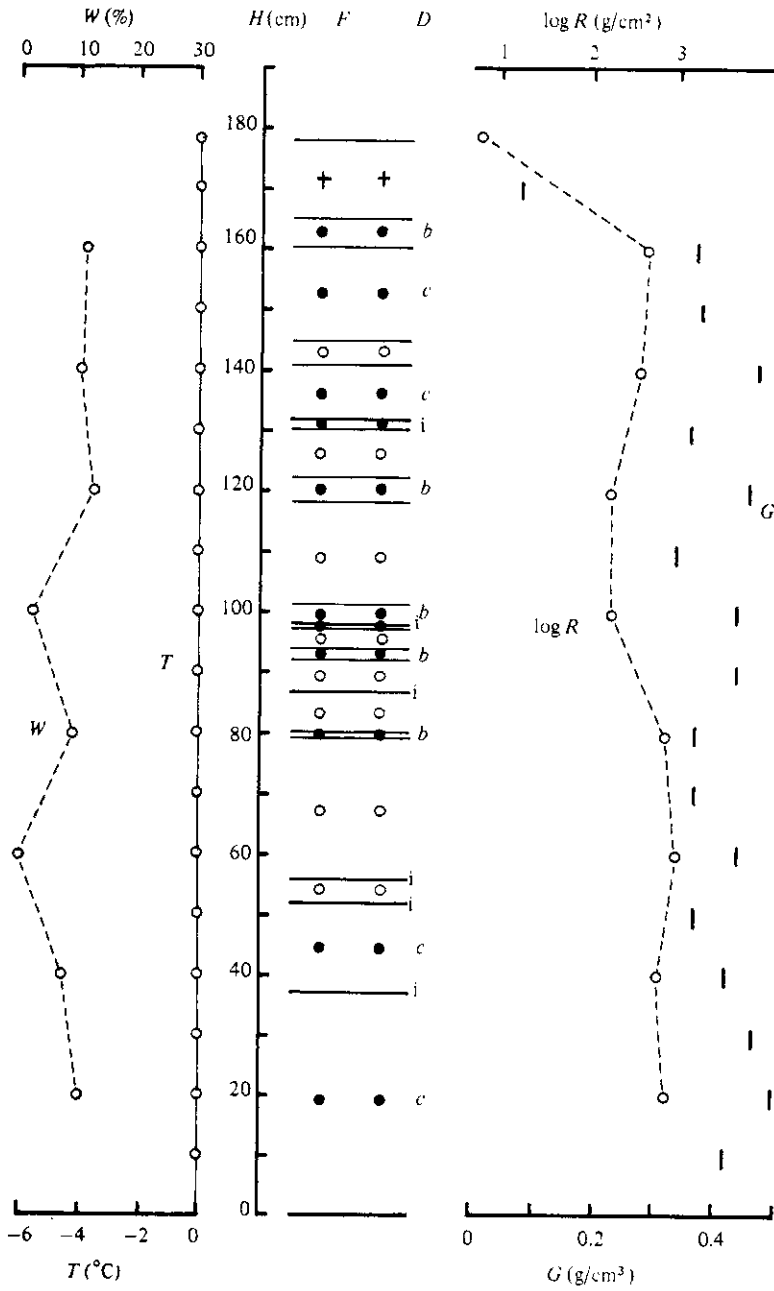


第1図 (6) 1974年2月5日

新庄の平地積雪断面観測（昭和48年～49年冬期） 東浦・阿部

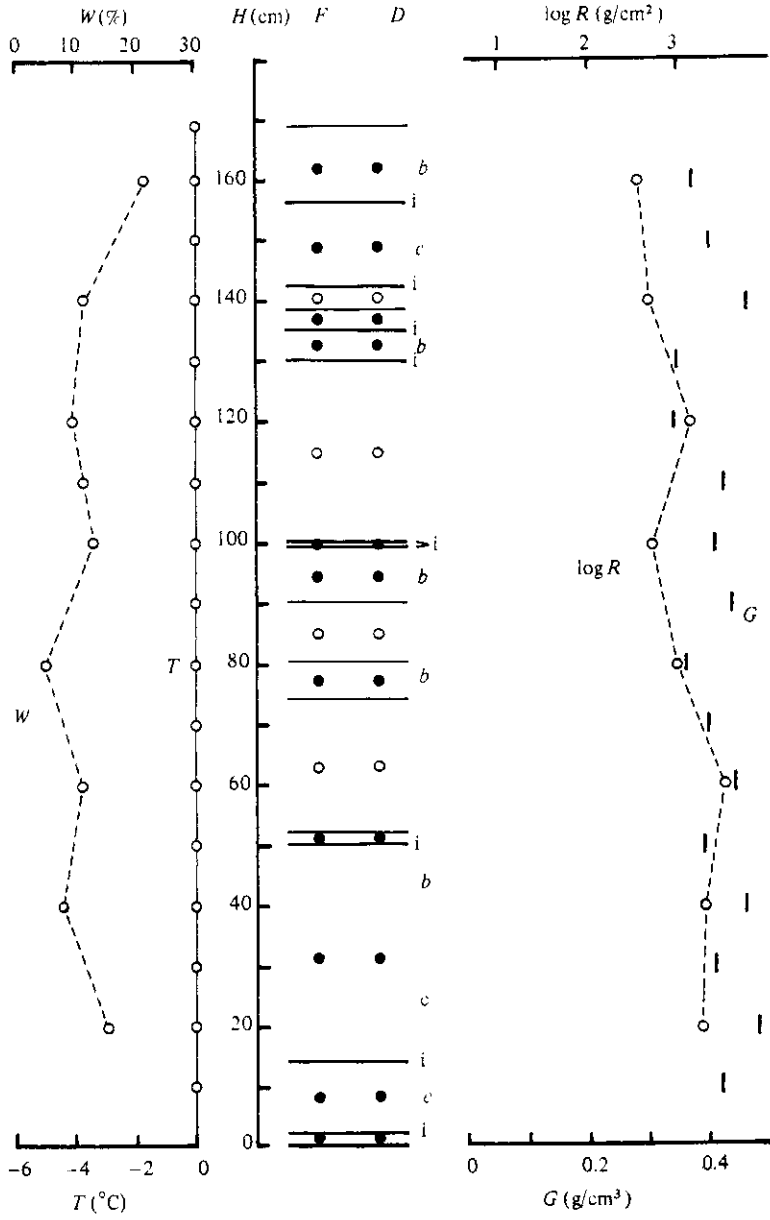


第1図 (7) 1974年2月16日

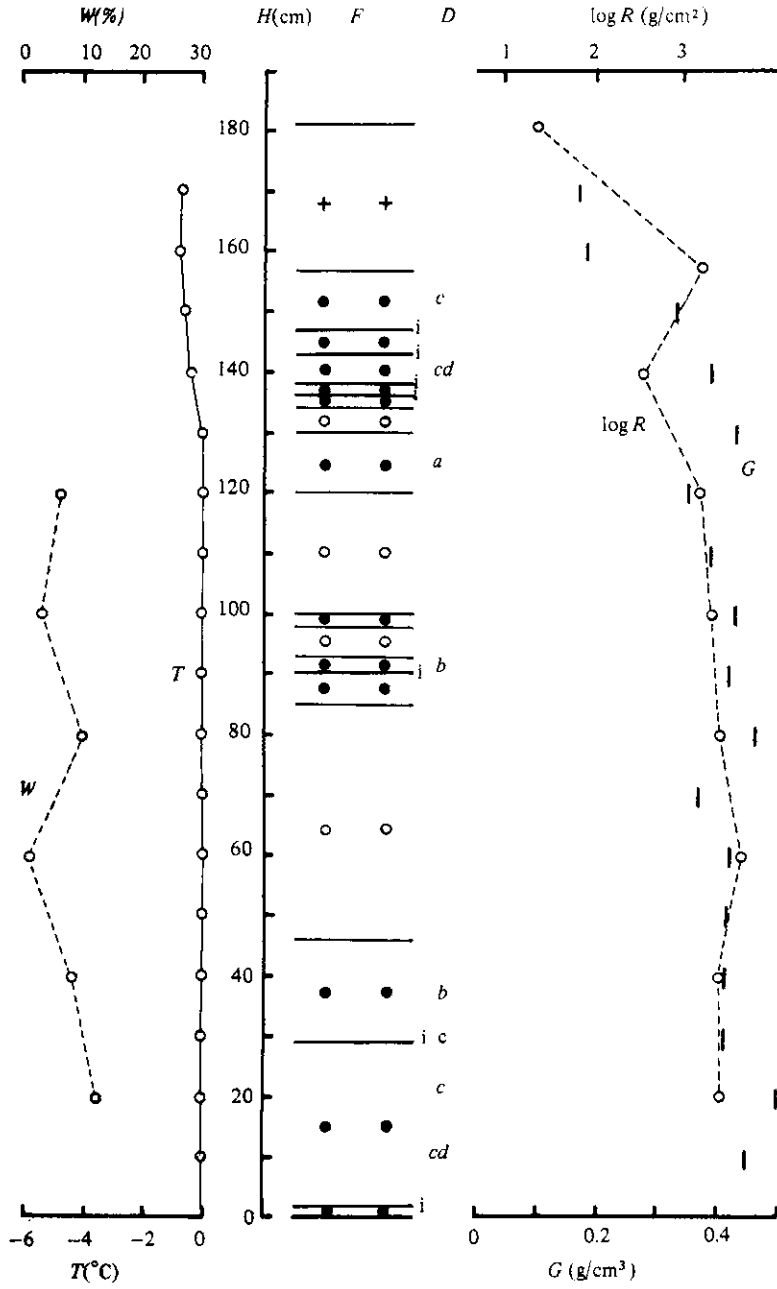


第1図 (8) 1974年2月25日

新庄の平地積雪断面観測（昭和48年～49年冬期） 東浦・阿部

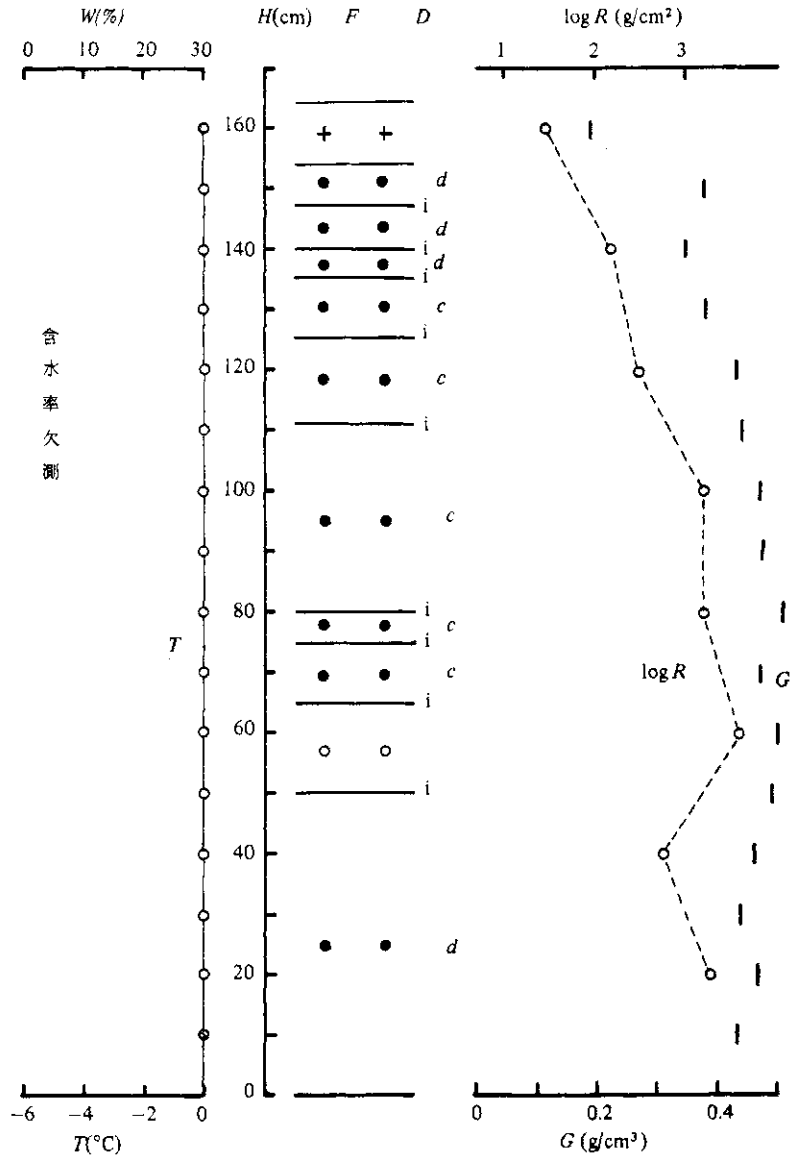


第1図 (9) 1974年3月5日

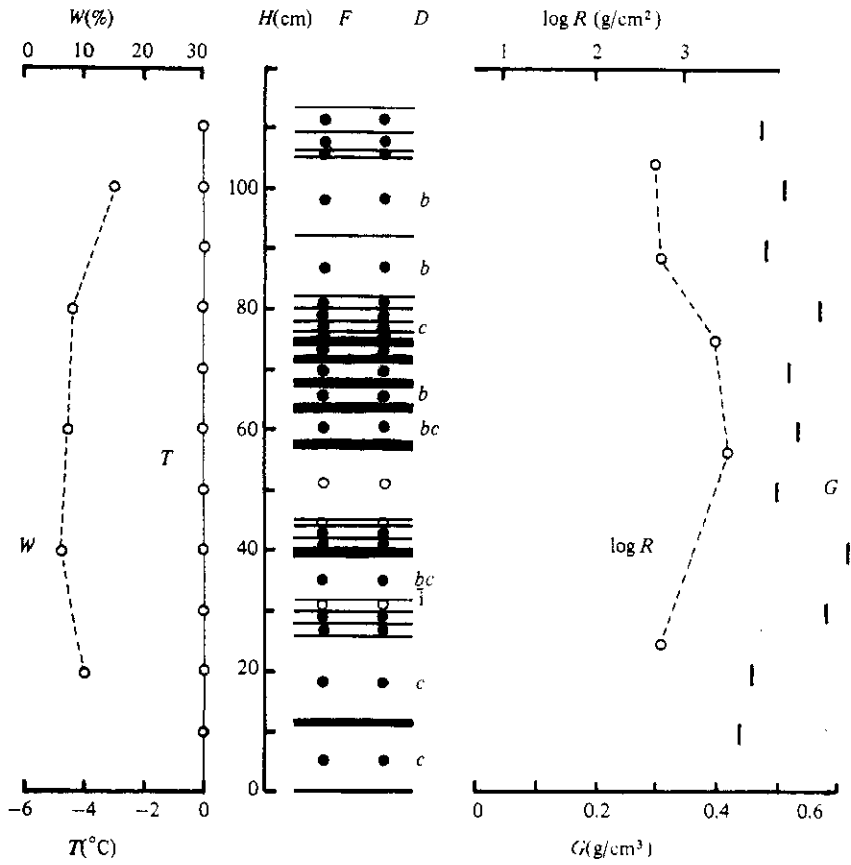


第1図 (10) 1974年3月14日

新庄の平地積雪断面観測（昭和48年～49年冬期） 東浦・阿部



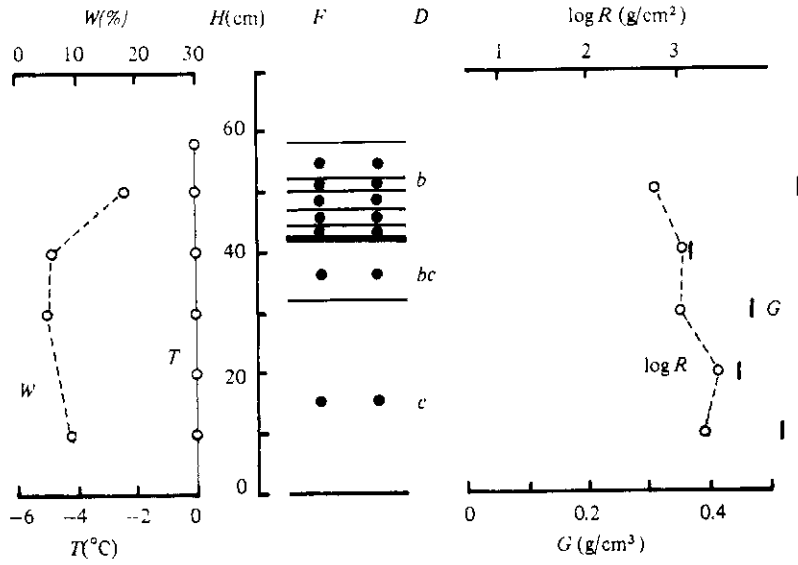
第1図 (1) 1974年3月25日



\bar{i} 以外の各層の境界は氷板である。

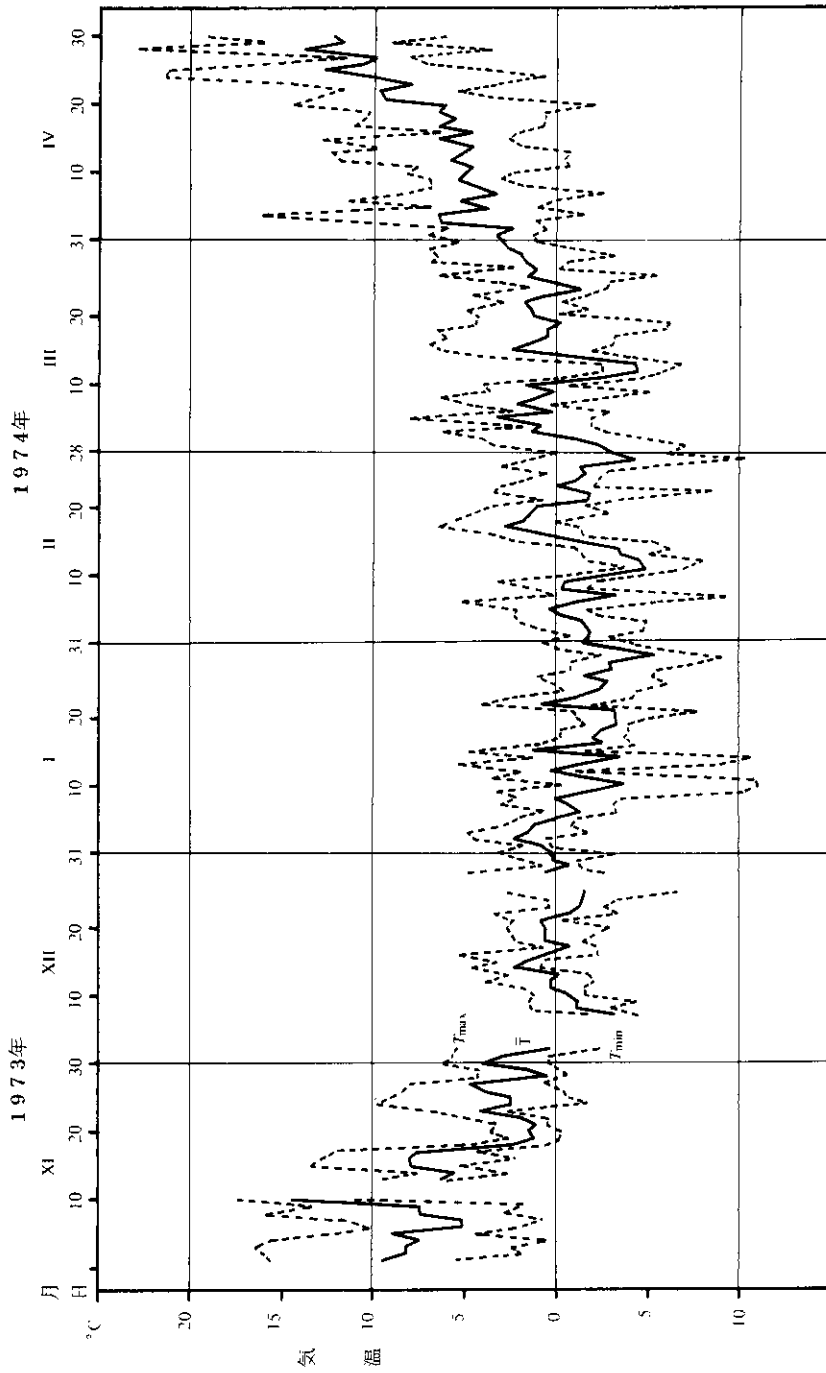
第1図 (2) 1974年4月6日

新庄の平地積雪断面観測（昭和48年～49年冬期） 東浦・阿部



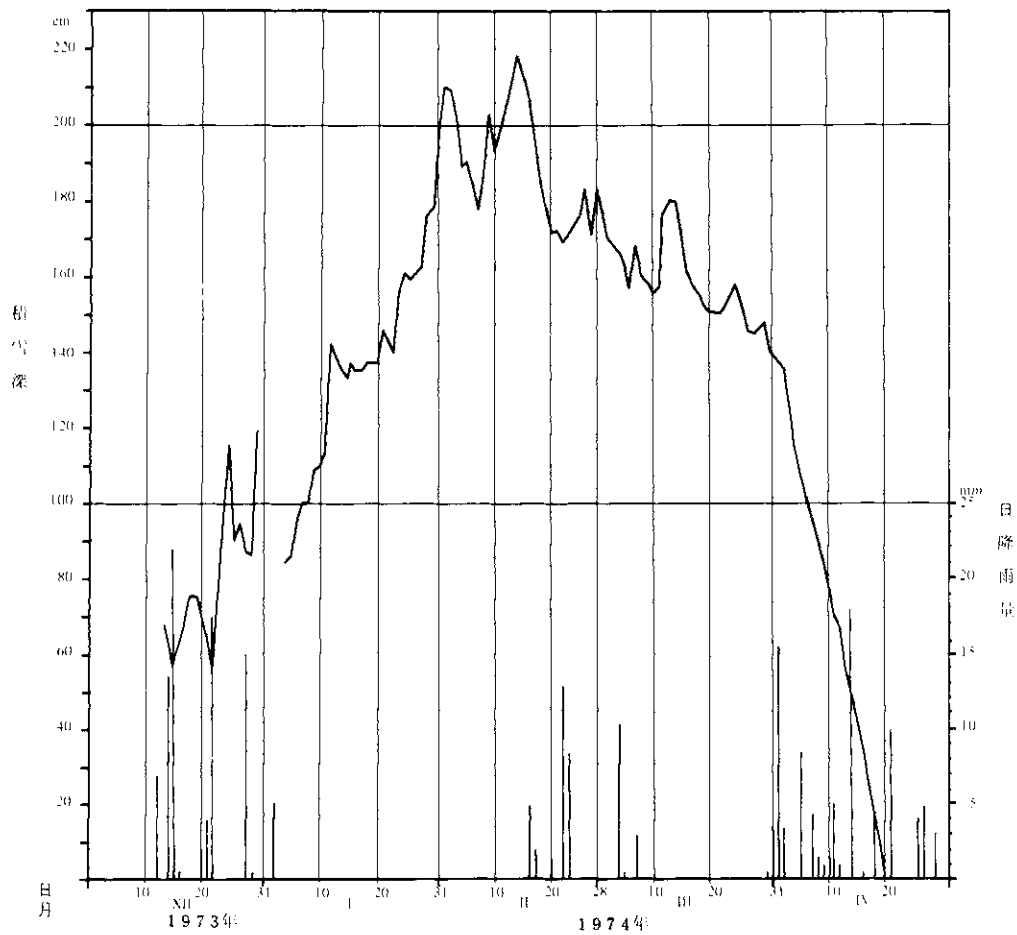
各層の境界は全て氷板である。

第1図 (3) 1974年4月15日

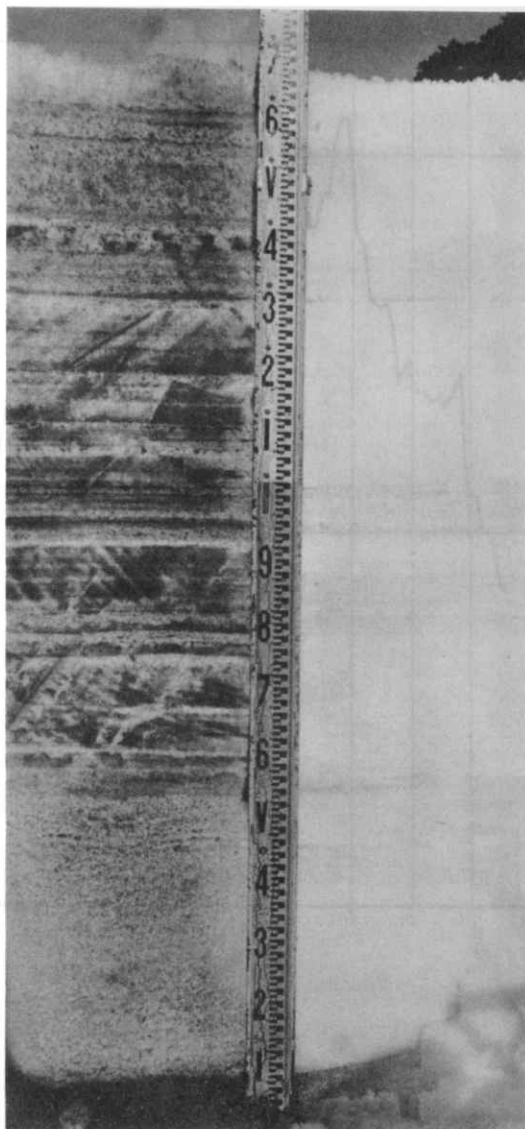


第 2 図

新庄の平地積雪断面観測（昭和48年～49年冬期） 東浦・阿部



第 3 図



昭和49年3月5日の積雪断面