

魚沼・会津地域の異常残雪に関する調査研究

福井 篤*・五十嵐高志・監物勝英・清水増治郎・小林俊市

国立防災科学技術センター雪害実験研究所

Study on the Phenomenal Snow Cover during the Off-Season in the Uonuma and Aizu Districts

By A. Fukui*, T. Igarashi, K. Kemmotsu, M. Shimizu and T. Kobayashi

Institute of snow and Ice Studies, National Research Center for Disaster Prevention, Nagaoka

Abstract

In the early spring of 1965, we found deep snow cover in various places of northern parts of Japan.

In order to make clear the actual conditions of such snow cover during the off-season, we investigated on this heavy snow by using the aerial photographs taken in the basin of the rivers Aburuma and Uono and by making sectional observations of snow layers at various places in the Uono and Aizu districts.

The results of our investigation are as follows :

- 1) Percentage of the snow-covered area in the basin of Aburuma River.

Depth of snow (in m)	May 5 (in %)	May 23 (in %)
0	0.77	52.81
0-1	71.70	38.92
1-2	20.57	7.10
2-3	6.12	1.17
3-4	0.82	0
4<	0.02	0

- 2) It is found that the settled-snow layers in the middle part of deposited snow are remaining yet, and the melting process of snow is fairly delayed.
- 3) The deep snow during the off-season as much as in 1965 occurs probably once in about ten years.
- 4) We have found a practical method for forecasting the last date of the remaining snow cover.

1. まえがき

昭和40年春は、東北地方および北陸地方の一部において天候不順と低温の長期持続によって、積雪地帯は消雪期が非常に遅れいわゆる異常残雪となった。このため稲作単作農耕地では、作付の遅延や作付不能が起

こり、雪害対策に関連する社会問題を提起することになった。この異常低温と天候不順とは北日本全般にわたる問題であったが、雪による災害として特に被害意識が強かった地方は、新潟県および福島県の一部で、おおむね標高100~500 mのところにある農耕地帯であった。これ

* 本論文についての質疑応答担当者 (The writer responsible for this paper)

らの地方では、積雪状況、標高差によって苗代時期を異にするが、標高100~200 mの地域では5月中旬~下旬、300~500 mの地域では5月上旬~中旬が普通である。1965年(昭和40年)の春は前述のように消雪期が遅れたため、苗代はじめ稲作に対する不安が起こり、消雪時期の具体的方策について強い要望が起こった。しかし、これらの地方の全般的なかつ適確な積雪状況の把握がとれ、また消雪促進の具体的かつ大規模な施策も行なわれなかったのが現状であった。

国立防災科学技術センターでは、特に緊急の問題として、この地方の積雪状況の把握を行なうことに重点をおき、空中写真撮影によって積雪の量的把握と、現地の積雪調査によって質的把握を目的として、異常残雪調査を実施した。

2. 調査の概要

調査の対象とした地域は、残雪の最も顕著であった新潟県魚沼地方と、福島県会津地方の一部として、次の調査を行なった。

表—1 空中写真撮影一覧

Summary of the aerial photographing for the investigation.

撮影年月日	影地域	縮尺	使用カメラ	コース	枚数	備考
40. 3. 15	只見川流域	1:20,000	RC-8	6	127	東洋航空事業KK
40. 3. 8 40. 3. 14	魚野川流域	1:20,000	RC-8	8	172	"
40. 5. 5	碓氷川流域	1:20,000	RC-8	9	146	"
40. 5. 19	只見川流域 魚野川流域	1:20,000	—	9	454	防衛庁
40. 5. 23	碓氷川流域	1:20,000	RC-8	9	121	東洋航空事業KK

注 40. 3. 15の撮影は別途雪害調査総合研究として撮影されたものである。

表—3 各地の最深積雪、4月1日積雪、消雪日の比較

The maximum snow depths during the winter and the snow depths on 1 April 1965 and the last dates of continuous snow cover at various places.

観測地点	小千谷	小出	入広瀬	栃尾又	湯沢	浅貝	南郷石	安塚	栃尾	塚山
標高(m)	63	189	235	293	377	939	53	80	83	60
最深積雪の平均値(cm)	214	244	261	306	231	200	205	217	151	182
1965年の最深積雪値(cm)	178	251	342	366	210	185	165	125	125	120
同上の起日	Ⅲ. 7	Ⅲ. 7	Ⅱ. 26	Ⅲ. 7	Ⅲ. 7, 13 22, 28	Ⅲ. 14, 15	Ⅲ. 7	Ⅲ. 7	Ⅱ. 26	Ⅲ. 7
4月1日積雪平均値(cm)	48	94	132	144	74	61	48	48	25	52
1965年4月1日の積雪(cm)	80	180	262	312	165	125	69	0	38	25
1965年の消雪日	Ⅳ. 20	V. 3	V. 15	V. 15	Ⅳ. 30	Ⅳ. 23	Ⅳ. 16	Ⅳ. 7	Ⅳ. 13	Ⅳ. 12

注 1) 最深積雪平均値は、1935~1964年の30年平均

2) 5月4日積雪平均値は、1950~1964年15年平均

- 1) 空中写真を利用して該当地域内の積雪の判読を行なうため、5月5日、19日、23日の3回にわたり空中写真撮影を実施した。このうち、5月5日、23日は民間機による面積撮影、5月19日は防衛庁機によるコース撮影である。
- 2) 空中写真撮影地域内の特定地点において地上積雪の精密な断面観測を行なった。

表—1および表—2は、空中写真撮影および積雪断面観測の概要、また図—1は調査地域概要図である。

表—2 積雪断面観測地点一覧

Summary of the points of sectional observation of snow layers.

観測地点	地名	海拔高度	観測年月日	観測項目
新潟県 魚沼 地域	1. 仁田 入広瀬村	550 m	40. 5. 7, 5. 17	積雪深
	2. 大白川 峠の外(下)	350	40. 5. 9, 5. 18	積雪密度10 cm毎測定
	3. 大白川 峠の外(上)	450	40. 5. 9, 5. 18	雪温 10 cm毎測定
	4. 大原(下)	450	40. 5. 8, 5. 18	雪質 層毎
	5. 大原(上)	680	40. 5. 8, 5. 18	含水率 10 cm毎測定 積雪の相当水量
福島県 会津 地域	6. 真奈川 只見町	380	40. 5. 14, 5. 25	ただし、蒲生、入叶 津は採雪器による平均 密度のみ測定
	7. 真奈川滑沢	450	40. 5. 14, 5. 25	
	8. 蒲生	380	40. 5. 14, 5. 25	
	9. 入叶津	450	40. 5. 14, 5. 25	

3. 残雪の異常性

今冬期(1964~65年)の残雪について、どの程度の異常さがあったかを検討して見る必要がある。

春先になってなお雪が多い原因としては、まず、その冬の積雪深が例年よりはるかに多く、融雪が通常の数値で行なわれたとしても消雪日がかなり遅れる場合がある。

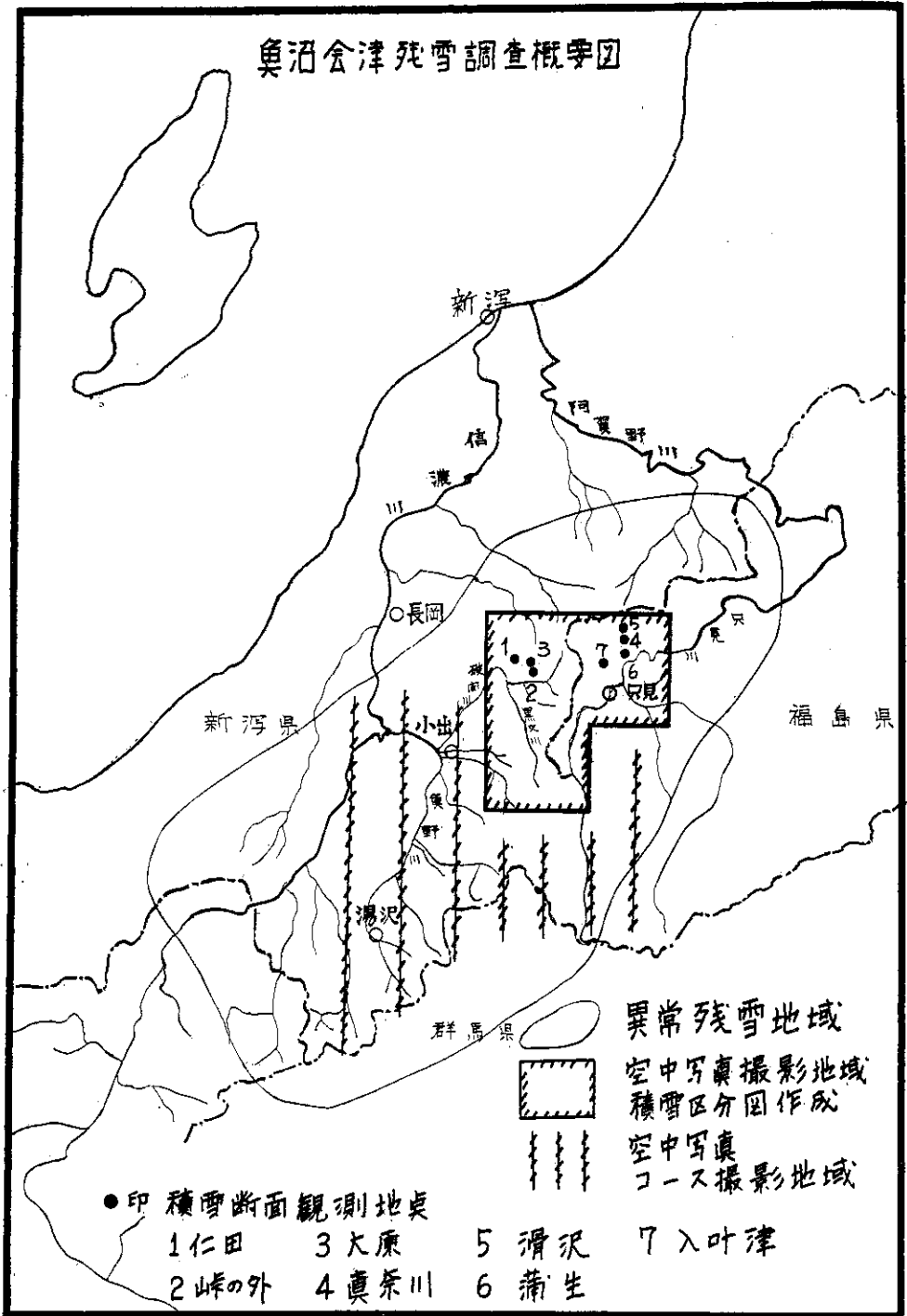


図-1 調査地域概要図
 Summary map of the investigation.

る。一方、積雪深がそれほど多くなくても、春先の融雪が遅れ勝ちである場合もある。両者が重なれば、春先の残雪としては特に顕著なものとなることが予想される。

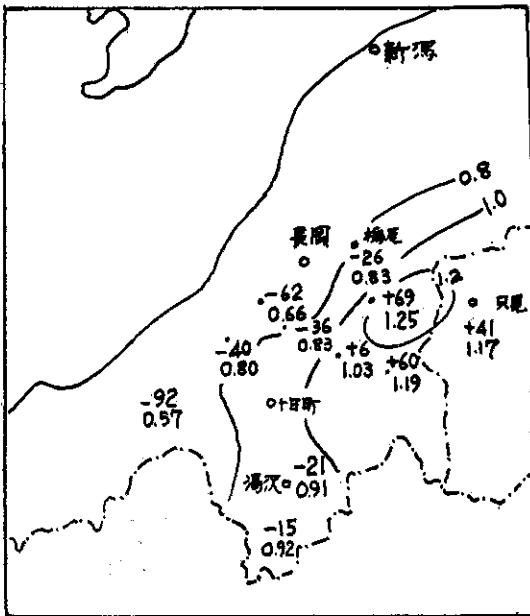
一冬間の雪の量の多寡については、最深積雪深、降雪累計値等よく用いられるが、いずれも一冬季間の時間経過についても同時に考える必要がある。

表—4 消雪日の比較
Comparison of the last dates of continuous snow cover at various places.

観測地点	小千谷	小出	入広瀬	栃尾又	湯沢	只見
消雪日の最多出現時期 その確率(%)	4月上旬 40	4月中旬 33	4月下旬 46	4月下旬 33	4月中旬 46	4月下旬 52
1965年の消雪日 その時期の出現確率(%)	V.20 13	V.3 6	V.15 6	V.15 6	V.30 13	V.25 6

広瀬・栃尾又というようにごく限られた地域であることがわかる。各地点の平年値を1とした場合の比率を図示すると、図—2のように、新潟県魚沼地方でも、北魚沼郡のごく一部で、1以上の区域があるのみで、その他の地点では平年の80~90%程度である。一方、最深積雪値が現われる時期は、年による変動がかなりあるが、二、三の例外を除けば、おおむね大雪年には2月中に現われることが多い。しかし今冬は、3月に入ってから、最深積雪が現われている地点が多い。今冬期は、当初少雪年ではないかと予想され、1月、2月はじめは降雪量が少なかった。しかし、2月下旬から3月上旬にかけて連続して降雪があり、上記のような積雪の特徴を表わす結果となった。

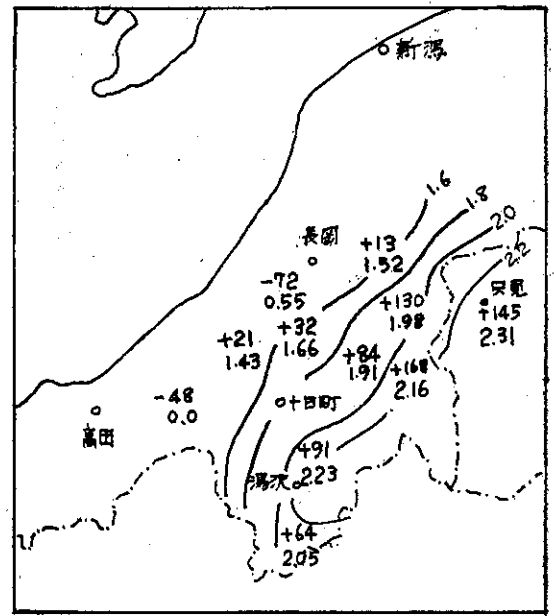
次に、4月1日現在の積雪値について見ると、さきの最深積雪が平年以下である地点においても、一、二の地点を除いては、大部分が平年より多く、その比率で見る



図—2 最深積雪の平年比分布
(上段は平年との差 cm)

Distribution of the ratio of maximum snow depth in 1965 to the normal.

調査地域とその周辺の若干の地点について、今冬期間の最深積雪値、4月1日現在の積雪値について平年と比較して見ると、表—3のようになる。まず、最深積雪について見ると、今冬期が平年より多かったのは、小出・



図—3 4月1日現在の積雪の平年比分布
(上段は平年との差 cm)

Distribution of the ratio of the snow depth on 1 April 1965 to the normal.

と2倍以上ものところもある。図—3は、その比率の分布を示す。図—2と比較して、融雪最盛期にあって、いかに融雪が遅れているかがうかがえる。図—4は、これらの各地の消雪した日付の分布である。

図一5(1)は、各地の消雪日について旬別の確率を示したものであるが、標高50m前後の地点では、4月上旬、100m前後では、4月中旬、200~300m前後では4月中旬~下旬に消雪日が現われるのが多い。これらの時期を仮に消雪の平年のものと仮定すれば、表一4のように今冬期は平年より約20~30日の遅れであるといえることができる。表一4、図一5は、只見を除いてすべて最近15カ年

の統計である。最近15カ年の中には、1956~57年、1960~61年、1962~63年という比較的大雪年と1953~54年、1958~59年、1963~64年という比較的少雪年が含まれているが、図一5(2)のように統計年次を多くしてもこの傾向はかわらない。

従って、今冬期のように融雪が遅れ、例えば農業上に被害をおよぼすというような現象についてはなお問題があるにしても、消雪時期の遅れという自然現象としては数年ないし10年に1回程度は出現する可能性がある。いいかえれば、今冬期における異常残雪というものが、過去数10年間経験したことがないというような異常性はないが、10年に1回程度は起こり得るものと考えられる必要がある。

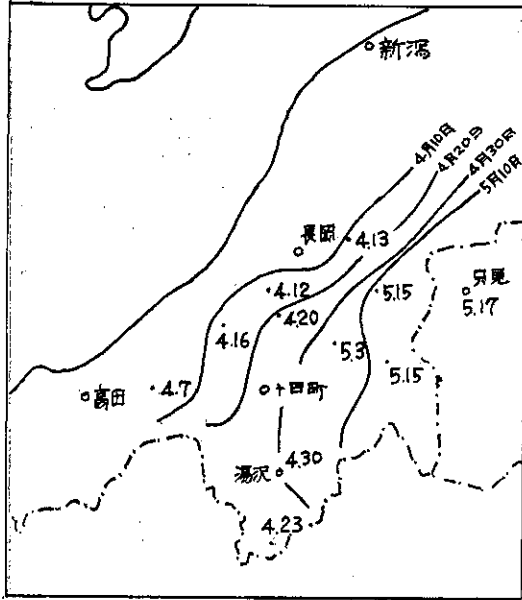
4. 空中写真による積雪調査

調査概要の項で述べたように、5月に3回にわたって空中写真撮影を実施し、このうち、5月5日および5月23日の撮影分について積雪区分図を作成した(図一6(1), (2))。積雪区分図の作成に当たっては、さきに地理院で研究開発された判読基準に基づいてさらに次の事項に留意して判読を行なった。

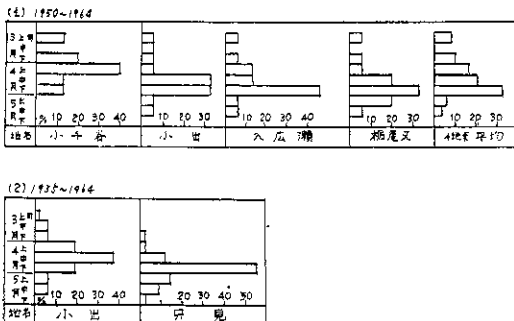
- 1/50,000地形図から神社の建物であることが知られる。この家屋の高さを4.0mと推定し、家屋の半分が雪上に出ていると判読され、従って積雪深は1~2mと区分する。また樹高がさきの建物と対比するとほぼ高さが等しいと判読されるので、落葉樹高は4mとする。
- 写真一1.1の付近の落葉樹と②付近の落葉樹とを比較判読し、雪面との関係から積雪深を判読する。
- 雪面の亀裂により地表の見えるところの雪面と地表、樹高と雪面との関係を加味して2~3mと判読する(写真一1.2の③)。
- 1/50,000地形図で落葉樹である地点で積雪のため樹木は判読されず、谷形もフラットに見える地点は3~4mと判読する(写真一1.2の④)。
- 1/50,000地形図で水田となっている地点では、畦畔が明瞭に判読される場合は、積雪深を1m以下とする(写真一1.1の⑤)。

以上の基準に従って、区分図の作成については、東洋航空事業KKに委託して行なった。

積雪区分図を作成した地域は、破間川流域411.28km²で5月5日については、このうち約70%の294km²が積雪0~1mに蔽われ、約20%の85km²が1~2m、約6%の25km²が2~3m、約1%4km²が3m以上の積雪にそれぞれ蔽われていることがわかった。また5月23日においては、全面積の約52%が無雪となり、0~1mの



図一4 1965年の消雪日の分布
Distribution of the last dates of snow season in 1965.



図一5 消雪日の旬別出現度数
Frequency of the last dates of snow season.

破間川流域における積雪深区分図

航空写真判読 撮影年月日 40.5.5

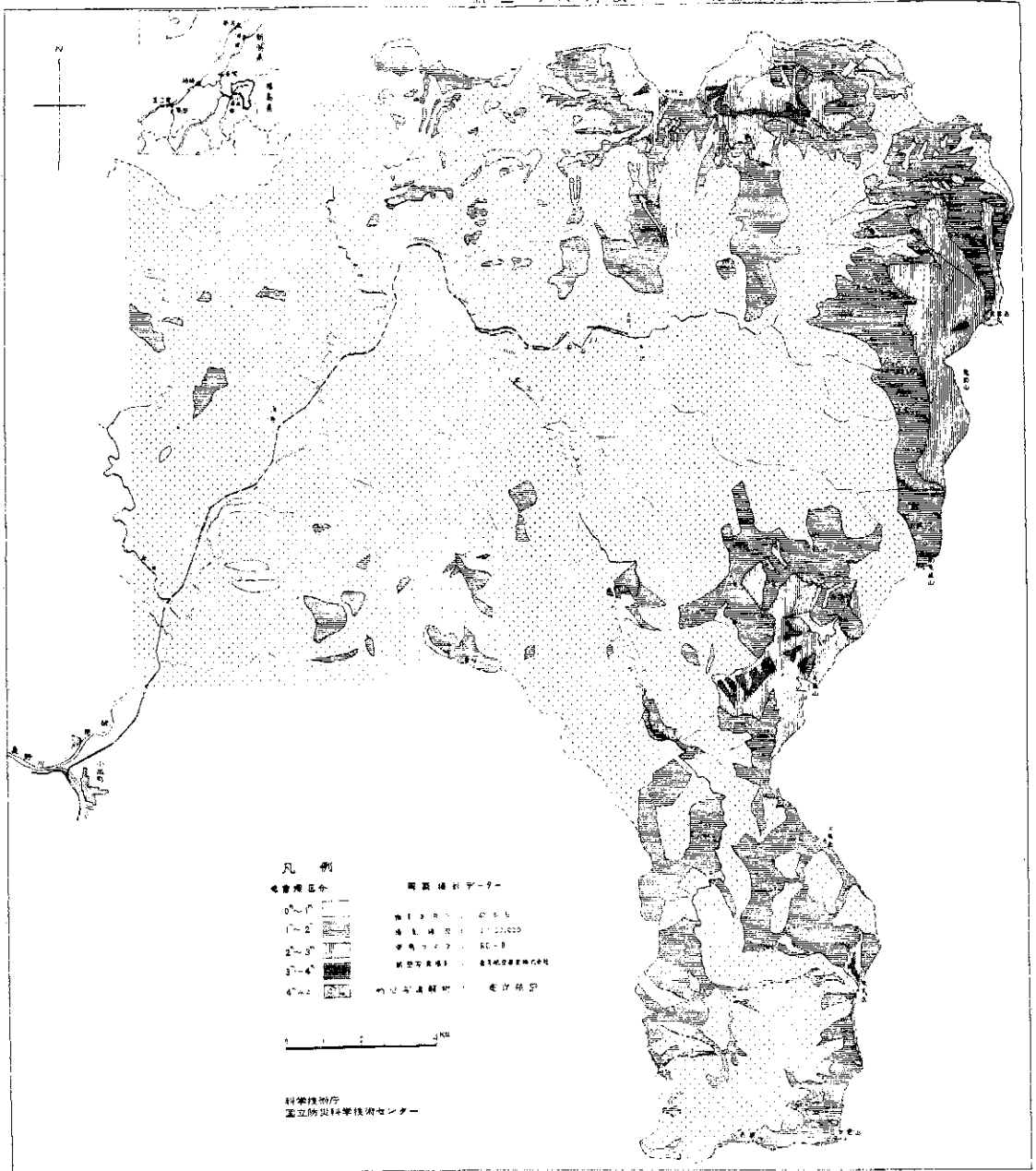


図-6.1 破間川流域における積雪深区分図

Distribution map of the accumulated snow depths on May 5, 1965.

②-4.2 破間川流域における積雪深区分図

航空写真判読

撮影年月日 1965.23

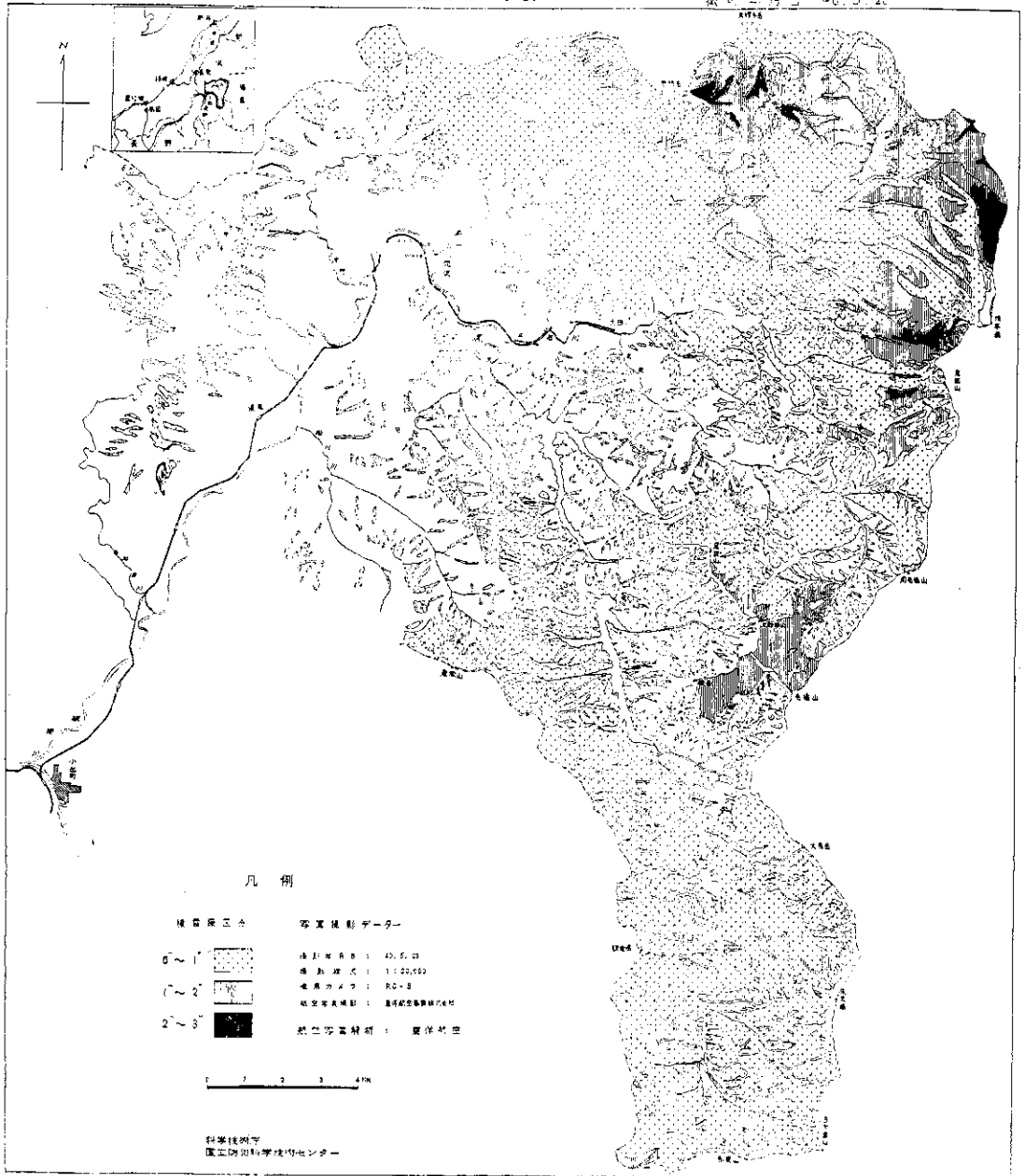


図-6.2 破間川流域における積雪深区分図

Distribution map of the accumulated snow depths on May 23, 1965.

積雪面積が約39%，1～2 mの積雪面積が7%，2～3 mの積雪面積が1%程度になった。

これらの積雪区分図をもとにして、破間川流域を形成する黒又川、平石川、末沢川の各支流と、これらの支流が合流する地点より下流の破間川本流流域とに分けて海拔高度500 m毎の区域内の積雪深別に面積を計算したものが表一5である。

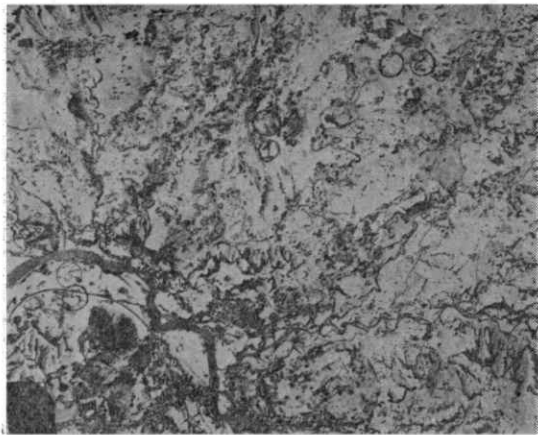
この流域の農耕対象地域と考えられる海拔高度500 m以下の地域で、5月5日における積雪面積は全体の97%に達しており、また主たる農耕地域と考えられる破間川

本流の地域でも96%が積雪に蔽われている。一方5月23日においては、全体の85%が無雪地域となり、15%程度がまだ0～1 mの積雪地域となっている。

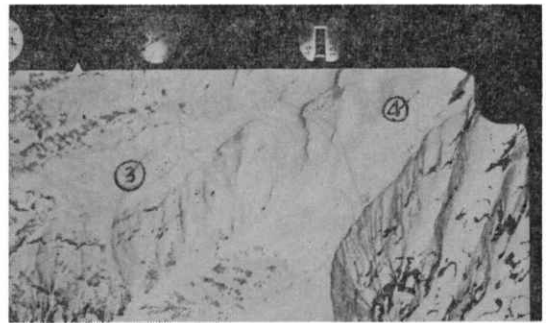
5. 積雪の地上調査

積雪の地上調査は、表一2のように、魚沼地域で5地点、会津地域で4地点においてそれぞれ2回ずつの断面観測を行なったほか、破間川流域の下流流域3地点で積雪深、積雪密度等の観測を実施した。

図一7は、破間川流域における5月7日現在における積雪深、積雪相当水量、層平均密度等と海拔高度との関



写真一1.1 空中写真
Aerial photographs.



写真一1.2 空中写真
Aerial photographs.

表一5 空中写真より判読した積雪深、高度別の残雪面積

Areas of the continuous snow cover in regard to the snow depth and to the height above sea level (by readings from the aerial photographs).

(1) 破間川（本流）流域 161.85 km²

積 雪 高 度	V・5				V・23			
	1000m<	500~1000	500>	計	1000m<	500~1000	500>	計
4~3 m	0.08 0.05%	—	—	0.08 0.05	—	—	—	—
3~2 m	1.84 1.14	0.16 0.10	—	2.00 1.24	—	—	—	—
2~1 m	2.18 1.35	6.60 4.08	3.74 2.31	12.52 7.74	1.52 0.94	0.14 0.09	—	1.66 1.03
1~0 m	0.74 0.45	33.66 28.80	111.16 68.68	145.56 89.93	3.14 1.94	17.30 10.69	15.74 9.72	36.18 22.35
0	—	0.22 0.13	1.48 0.91	1.70 1.04	0.18 0.11	23.20 14.33	100.64 62.18	124.02 76.62
計	4.84 2.99	40.64 25.11	116.38 71.90	161.86 100.00	4.84 2.99	40.64 25.11	116.38 71.90	161.86 100.00

表中上段は面積 (km²)、下段は全流域面積に対する割合 (%)

魚沼・会津地域の異常残雪に関する調査研究—福井・五十嵐・監物・清水・小林

表—5

(2) 黒又川流域 116.34 km²

日付 積雪 高度	V・5				V・23			
	1000m<	500~1000	500>	計	1000m<	500~1000	500>	計
4m<	0.10 0.09%	—	—	0.10 0.09	—	—	—	—
4~3m	0.72 0.62	—	—	0.72 0.62	—	—	—	—
3~2m	3.40 2.92	0.92 0.71	0.08 0.07	4.30 3.70	—	—	—	—
2~1m	6.54 5.62	20.22 17.38	1.32 1.13	28.08 24.13	1.96 1.68	0.98 0.84	—	2.94 2.52
1~0m	7.62 6.55	55.72 47.89	18.32 15.75	81.66 70.19	8.42 7.24	44.74 38.46	8.64 7.42	61.80 53.12
0	—	0.16 0.14	1.32 1.13	1.48 1.27	8.00 6.88	31.20 26.82	12.40 10.66	51.60 44.36
計	18.38 15.80	76.92 66.12	21.04 18.08	116.34 100.00	18.38 15.80	76.92 66.12	21.04 18.08	116.34 100.00

表—5

(3) 平石川流域 91.94 km²

日付 積雪 高度	V・5				V・23			
	1000m<	500~1000	500>	計	1000m<	500~1000	500>	計
4~3m	2.26 2.46%	—	—	2.26 2.46	—	—	—	—
3~2m	9.68 10.53	3.92 4.27	—	13.60 14.80	4.16 4.52	0.60 0.65	—	4.76 5.17
2~1m	6.28 6.83	27.42 29.82	0.84 0.92	34.54 37.57	6.74 7.33	13.34 14.51	—	20.08 21.89
1~0m	1.22 1.32	25.70 27.95	14.62 15.90	41.54 45.17	6.34 6.90	33.36 36.29	6.44 7.01	46.14 50.20
0	—	—	—	—	2.29 2.39	9.74 10.59	9.02 9.81	20.96 22.79
計	19.44 21.14	57.04 62.04	15.46 16.82	91.94 100.00	19.44 21.14	57.04 62.04	15.46 16.82	91.94 100.00

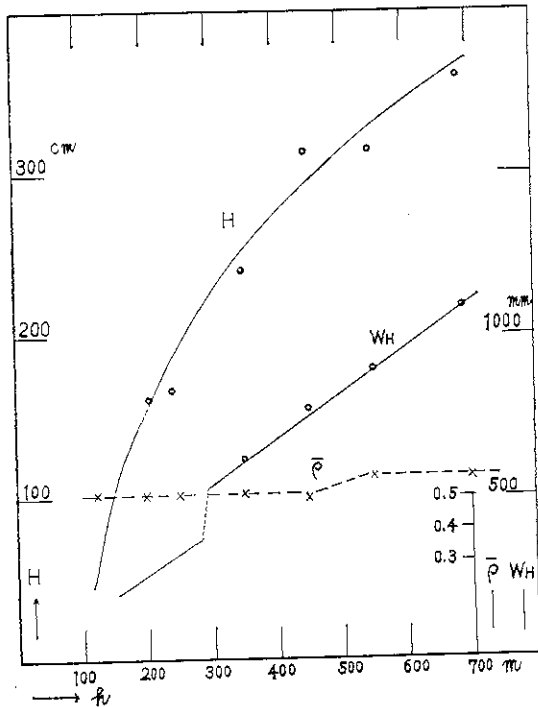
表—5

(4) 末沢川流域 41.14 km²

日付 積雪 高度	V・5				V・23			
	1000m<	500~1000	500>	計	1000m<	500~1000	500>	計
4~3m	0.26 0.68%	0.02 0.05	—	0.30 0.73	—	—	—	—
3~2m	3.98 9.68	1.30 3.16	—	5.28 12.84	—	—	—	—
2~1m	1.46 3.55	7.96 19.35	—	9.42 22.90	2.88 7.00	1.68 4.08	—	4.56 11.08
1~0m	0.60 1.45	18.36 44.63	7.18 17.45	26.14 63.53	1.42 3.45	10.02 24.36	4.54 11.03	15.98 38.84
0	—	—	—	—	2.02 4.91	15.94 38.75	2.64 6.42	20.60 50.08
計	6.32 15.36	27.64 67.19	7.18 17.45	41.14 100.00	6.32 15.36	27.64 67.19	7.18 17.45	41.14 100.00

表—5 (5) 破間川流域全域 411.28 km²

積雪高度	V・5			計	V・23			計
	1000m<	500~1000	500>		1000m<	500~1000	500>	
	km ²							
4m<	0.10 0.02%	—	—	0.10 0.02	—	—	—	—
4~3m	3.34 0.81	0.02 0.01	—	3.36 0.82	—	—	—	—
3~2m	18.90 4.59	6.20 1.51	0.08 0.02	25.18 6.12	4.16 1.02	0.60 0.15	—	4.76 1.17
2~1m	16.46 4.01	62.20 15.13	5.90 1.43	84.56 20.57	13.10 3.18	16.14 3.92	—	29.24 7.10
1~0m	10.18 2.48	133.44 32.45	151.28 36.77	294.90 71.70	19.32 4.69	105.42 25.64	35.96 8.59	160.10 38.92
0	—	0.38 0.09	2.80 0.68	3.18 0.77	12.40 3.02	60.08 19.48	124.70 30.31	217.18 52.81
計	48.98 11.91	202.24 49.19	160.06 38.90	411.28 100.00	49.98 11.91	202.24 49.19	160.06 38.90	411.28 100.00



高度(h) — 積雪深(H), 積雪相当水量(WH),
積雪平均密度($\bar{\rho}$)
(魚沼地域 破間川流域)

図—7 積雪深・積雪相当水量・層平均密度と
海拔高度との関係

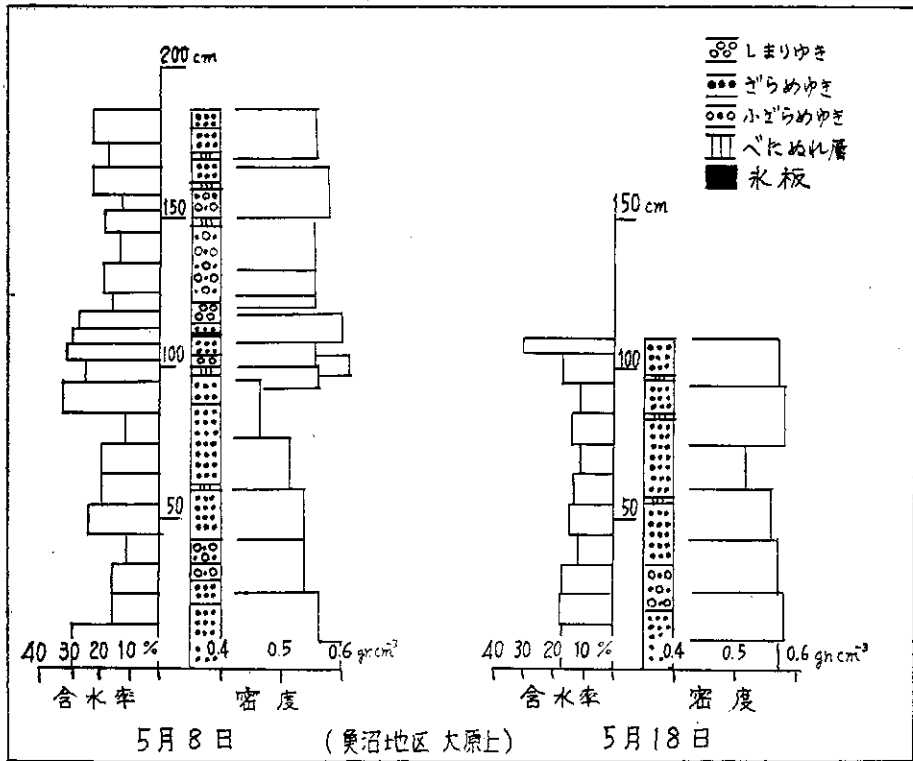
Relation between the height above sea level and the depth of snow cover, equivalent of snow cover, and average density of snow layer.

係を示すものであるが、積雪深は、海拔高度が高くなると急激に多く、また層の平均密度も 0.5 gr/cm^3 ないしそれ以上を示して、通常の融雪期に見られるよりもかなり大きいことがわかった。特に、これらの断面観測地点はすべて水田耕作地を選んで実施したもので、今冬の農耕地における融雪がいかにも遅れているかがわかる。

各地における断面観測の結果は、表—6 に示したとおりであるが、魚沼地区における5月8日、9日の観測、会津地区における5月14日のそれぞれ第1回の観測においては、積雪の層構造がかなり明瞭に認められ、中層より上部に「しまりゆき」層があり、また「ざらめゆき」層も粒子の細かいもので、積雪内の融雪経過が非常に遅れていることが明確であった。またこれらの「しまりゆき」層や粒子の細かい「ざらめゆき層」の下部には氷板が存在して、融雪水の浸透をかなりさまたげていることもわかった。さらに、魚沼地区大白川付近の調査では、水田上の積雪で地面との境界面は2~3cm程度の氷板となっており、積雪層内の融雪水はこの氷板の上面に滞留していることがわかり、通常の春先における積雪構造と著しい差異が認められた。

これらの複雑な積雪構造であるため、各層の積雪密度および含水率の垂直分布もかなり複雑で、中層より上部は密度が 0.55 gr/cm^3 以上 0.60 gr/cm^3 を示すところがあり、中層よりやや下部で 0.45 gr/cm^3 程度のところもあった。また含水率も10%~30%前後の変動を示し特に粒子の細かい「ざらめゆき」層の下部では大きい値を示していた。

このような積雪の断面構造から、5月上旬ないし5月中旬の前半に至るまでの間、すなわち、通常融雪が顕著に現われる4月中には、今年が平年と異なり積極的に融



図—8 断面観測の一例
Sectional observation of the snow layer.

雪を促進する気象条件が欠けていたことが推定される。

第1回断面観測からほぼ10日後の魚沼地区における5月18日、会津地区における5月25日における調査では、第1回で認められたような、「しまりゆき」層，粒子の細かい「ざらめゆき」層の存在はすでに認められず，全層ざらめ化が急速に進行したことが分かった。各層の密度および含水率は，ほぼ様な鉛直分布となり，密度においては0.55 gr/cm³前後，含水率においては15～20%程度となっており層の中間に氷板は認められず，融雪水の浸透もかなり顕著に進行していることがわかった。第1回観測と第2回観測との期間差はほぼ10日であったが，この期間は後に述べるように高温好晴にめぐまれた融雪を顕著に促進する気象条件にあった。

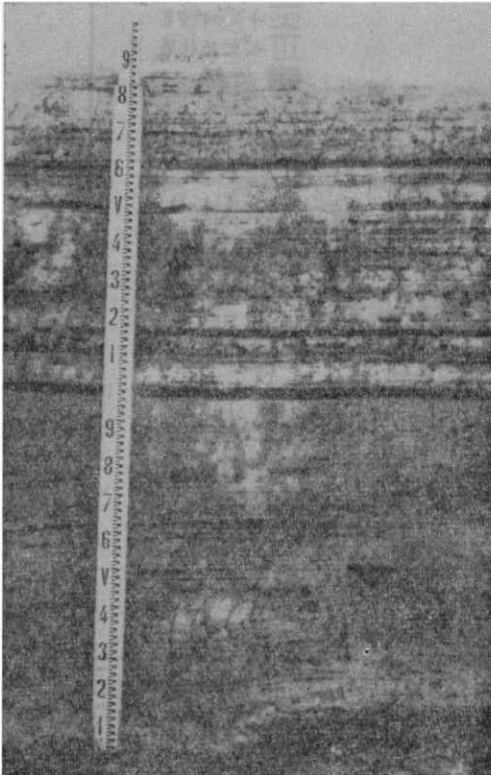
海拔高度300 m地点における日平均融雪量は，5月5日までが，3.2 gr/cm²，10日までが3.8 gr/cm²，15日までが4.6 gr/cm²，20日までが5.3 gr/cm²であった。また断

面観測地点における魚沼地区における5月8日～18日の間の融雪量は45.5 gr/cm²，会津地区における5月14日～25日の間では51.8 gr/cm²であった。積雪層の平均密度を0.5 gr/cm³とした場合5月上旬においては，10日間に約70 cmの積雪減少が現われ，5月中旬において約90 cm，5月下旬において100 cmの積雪減少があったことになる。これは，マクロな立場で流域全体を考慮して見ても，前述の空中写真による5月5日および5月23日の積雪深判読結果ともほぼ一致することがわかる。

6. 消雪の予想

積雪が融雪を開始して消雪する過程については，従来とも多くの研究が提出されているが，消雪時期の予想はなお困難な問題がある。また実際の予想に対しても，ある時期の積雪深ないし積雪相当水量が与えられてもその後の気象要素が的確に予想されなければ消雪期の予想は不可能である。また，融雪に関して積雪がなお1 m以

上もある場合は、その積雪の雪質層構造が十分に把握されていないと融雪予想はむずかしい。これは前述のように融雪の初期の過程では、融雪におよぼす熱量がまず積雪層の雪質変化に多く消費されるためである。



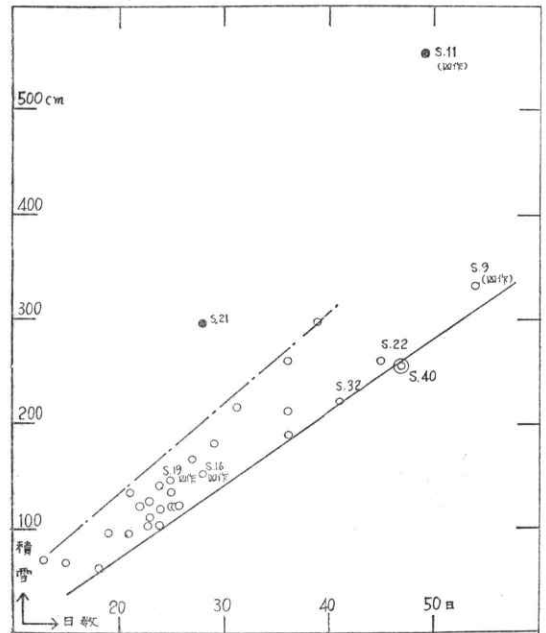
写真—2.1 積雪断面観測の一例 (5月8日)
Sectional observation of deposited snow layer.



写真—2.2 積雪断面観測の一例 (5月18日)
Sectional observation of deposited snow layer.

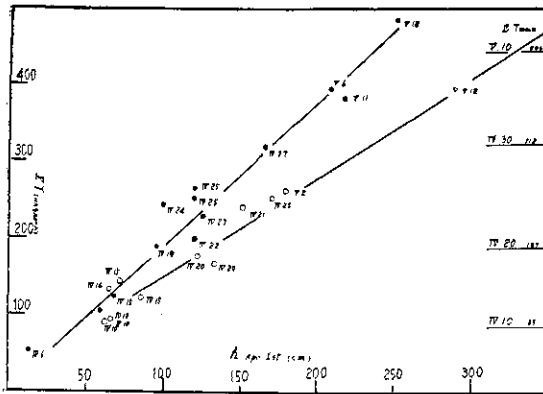
このように、積雪の消雪時期の予想に関して物理的過程を含めて実際の予想を行なうことは困難であるが、今回のように異常な残雪によって災害をおよぼすような場合には、何らかの方法でかなり概括的なものでも消雪時期の予想ができれば、災害の対策としてある程度の要求に応ずることが出来ると考える。

今、4月1日現在の積雪の深さと、その積雪が消雪するまでの日数とを比較して図示すると図—9のようになる。この図によれば、二、三の例外を除けば、4月1日の積雪の深さから消雪日数は10日間の誤差範囲内で予想することができる。一方農耕の立場から考えると、この地方で4月中に消雪するか、あるいは、5月に入ってなお残雪があるかは、大きな問題で、さらに4月中における消雪予想の10日間位の誤差はあまり問題にならないとしても、5月に入ってからの10日間の予想誤差は非常に大きいということになる。また、前述したように、4月中旬ないし下旬に消雪するのが平年並と考える場合、これよりも遅れる年は、すでに災害として考える現今においては、平年より遅れる消雪時期が、5月上旬であるか中旬になるかは明確に知りたいところである。またこ



図—9 4月1日現在積雪と消雪に要した日数
(福島県只見町海拔高度320 m)

Relation between the number of days from April 1 to the last date of snow season and the depth of snow on April 1.

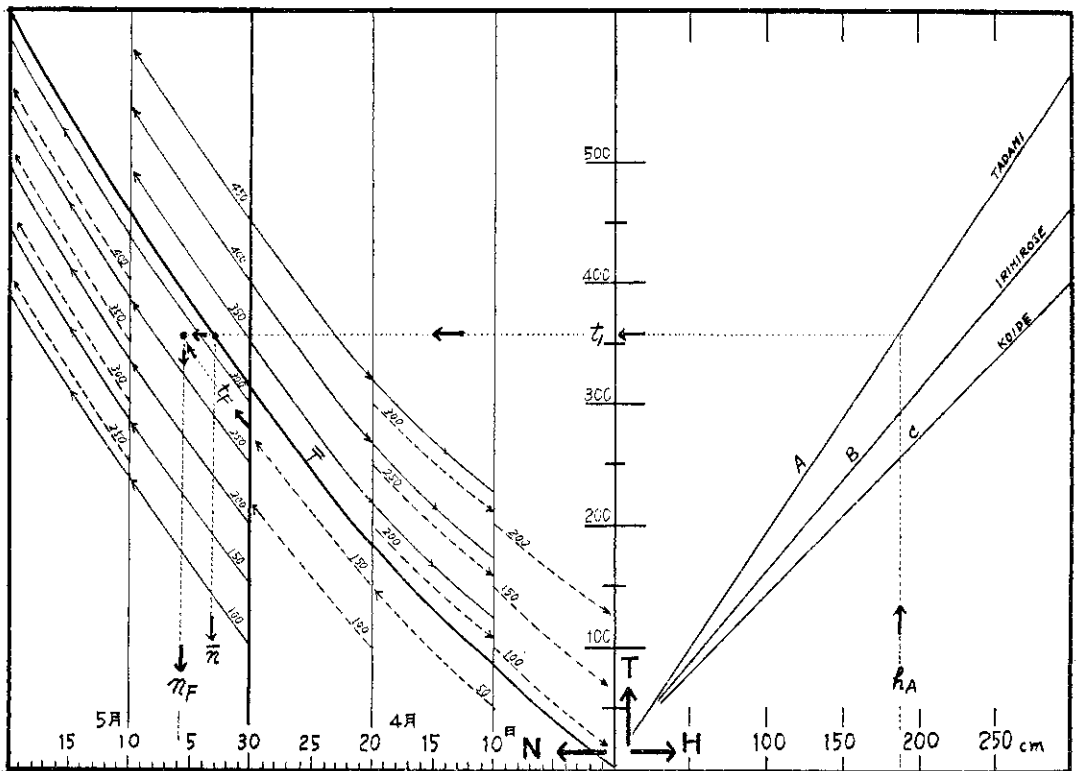


図一10 4月1日積雪と消雪日までの積算気温との関係

Relation between the degree day from April 1 to the last date of snow season and the depth of snow on April 1.

のような場合の10日以上の子想誤差を持つことは許されないであろう。

融雪現象—積雪深の減少をマクロの立場で考える場合は、融雪量と日平均気温とがかなりよい相関にあることはすでに知られている。いま長岡における日平均気温の平年値から4月中の度日を調べて見ると、312.0度日となる。また5月1日より20日までは301.0度日となる。ところが、本調査の1965年4月は、204.5度日で、5月1日～20日の間は302.0度日であった。すなわち、この年の4月は平年値の約64%であり、5月はほぼ平年値であったことになる。近年最も低温といわれた1957年4月（昭和32年）は、240.0度日で平年の77%であった。1965年4月が異常な低温であったことがうかがえる。一方、魚沼地区小出と、会津地区只見との春の気温を旬平均と比較して見ると、4月中はほぼ直線関係が得られるので、いま、長岡の4月1日からの積算気温を用いて小出および只見における消雪日について、これら4月1日



図一11 消雪日を求める図

Diagram for estimating the last date of the continuous snow cover.

における積雪深との関係を求めて見ると、図-10が得られる。

図-10について、×印は小出の、○印は只見のそれぞれ消雪日を示現わしており、縦軸左側は長岡における4月1日からの日平均気温の積算値すなわち度日を示し、縦軸右側の数字は、4月10日、20日、30日、5月10日までの平年値である。また横軸は、4月1日現在のそれぞれの地点の積雪の深さである。

この図によって、例えば、小出における4月1日の積雪深が150 cmの場合、これが消雪する日までの長岡における度日(4月1日起算)は、210度日であることがわかり、もし、その年の4月の気温予想が平年並であるとすれば消雪日は、4月22日頃と推定することが出来る。逆に、4月中の予想気温が、平年より上回るか、下回るかによって、消雪日が4月22日より何日早くなるか、あるいは遅くなるかを知ることが出来る。図-11は、これを図式で求めるものである。

図-11のH軸は、各地点の4月1日現在の積雪の深さ(cm)、T軸は、長岡における4月1日起算の日平均気温の積算値(度日)、N軸は、4月1日からの日付、曲線A、Bは、AおよびB地点における過去の4月1日の積雪深と消雪日までの長岡における度日との関係曲線、曲線Tは、長岡における4月1日起算の日平均気温積算値の平年値曲線、曲線FTは、同じく予想される気温積算曲線である。

今、A地点の4月1日の積雪深 h_A cmであるとき t_1 の度日が得られ、T—曲線から日付 \bar{n} がわかる。また、その年の4月中の予想度日が t_F と予想された場合、 t_1 と t_F とから n_F が得られる。さきの \bar{n} は、平年の消雪日となり、 n_F はその年の消雪予想日である。 $(\bar{n}-n_F)$ が、平年よりの遅れまたは、早目の日数を示すものである。

この方法では、4月中の気温積算がある程度正確に予想されることが必要であるが、 t_F が積算値を用いてい

るので、適ないし旬間の気温予想によって順次修正することが可能で、実用上、当初はせいぜい旬程度の予想を行ない、順次修正によって5日程度以内の誤差によって消雪日の予想ができる。図-11の点線の斜線は10日毎の補正に用いられる。特に異常な残雪によって被害が予想されるような場合には、4月はじめにある程度の予想を強く要求される。現に、1965年春においては、例えば、標高300 m程度の地点において、4月下旬になってもなお消雪日が5月上旬であるか、中旬になるかの検討がつかないで困っている現地が多かった事実から考えると、雪害対策の立場から何らかの方法でできるだけ早く消雪日予想が必要であることが痛感されたので、このような方法が対策上かなり有効であると考えられる。

7. むすび

本調査は、当初比較的少雪年ではないかといわれた1964~65年冬期の降雪期も末期になって、急速に積雪深が増加し、加うるに春期の異常な低温の持続によって消雪が遅れ、農耕地の作付不能から雪害として社会問題を提起されたことによって緊急に調査が行なわれたものであるが、調査の結果、いわゆる異常残雪として顕著であった地域は魚沼、会津地域のかなり限られた地域であったことがわかったが、その残雪の異常性についての実態を把握することができ、また今後のこのような問題の発生に対しては、雪害対策の立場から、二、三の示唆を与えることができた。

この調査研究に当って、広範囲の空中写真撮影に防衛庁の多大の協力が得られたほか、現地調査に当っては、新潟県当局のほか、福島県只見町を含め地元町村当局および関係気象官署にも協力していただいた。また調査結果のとりまとめに当っては、雪害実験研究所の斎藤所長に多くのご教示を賜わった。あわせて感謝の意を表する。