

II-35

積雪成層の融雪過程

専修大学北海道短期大学 正員 山梨光訓

1. はじめに

融雪期の積雪はザラメ雪の状態、あるいは、ザラメ化した積雪層が発達し、積雪の履歴によっては層の境界に氷板が形成されることもある。これらの状況が融雪水の移動とかかわることは既¹⁾に述べた通りで、傾斜面上の融雪水の移動方向が積雪成層の存在に影響を受けるとの関係がみられた。また、傾斜面上の融雪は積雪上層から起こり、融雪水は積雪成層中を移動する。ここでは平地の場合における融雪過程について、積雪成層がどのような挙動を示すのかを積雪相当水量の変化を観測した結果によって考察したものである。

2. 調査の方法

積雪断面調査によって融雪過程の把握を試みた。調査地点は札幌市内の草植生がある平地（北大農場、植物園）である。ここで積雪期間中に数回の積雪断面の観察と採雪によって積雪成層の積雪相当水量の変化を求める。この作業手順は次の通りである。

1) 積雪成層の把握

積雪断面の観察記録に基いて、継続してみられるザラメ層や氷板の位置を指標に積雪成層の区分を行なう。ここで扱う成層は降雪間隔が短く実際には複数の層序があっても単層とみなす場合もある。図-1はこのような記録をたどって明瞭に成層とみなされた積雪層区分によるもので解析に用いた3例である。

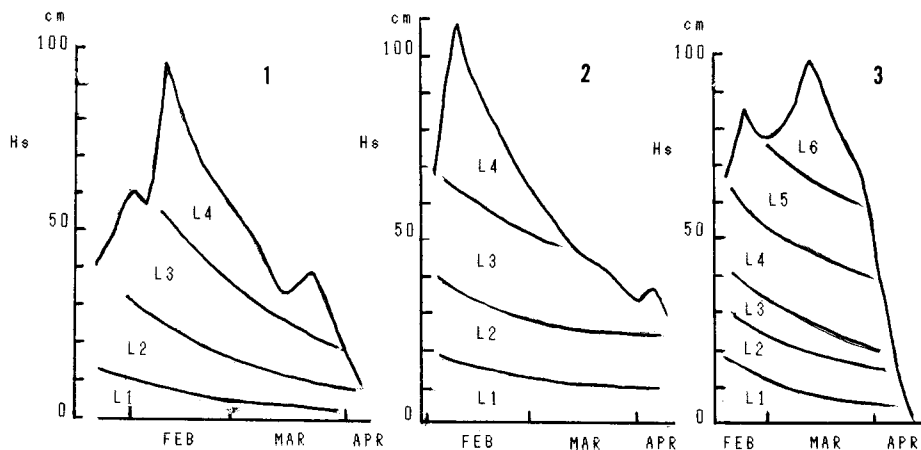


図-1 積雪成層の区分 (1. 農場(1979)、2. 植物園(1979)、3. 農場(1980))

2) 積雪相当水量の算定

図-2で示されるような成層の積雪相当水量を算出するために、まず層の厚さを図解によって求める。表-1は成層厚さとして求められた調査日ごとの値である。調査日に得ている断面の密度分布の値から、積雪層の密度をきめ、積雪層の厚さを乗じ、積雪相当水量を求める。

Melting Processes of Accumulated Snow Layers

by Mitsunori YAMANASHI

また、0℃以上の日平均気温の積算値を用いて各層、層全体の融雪係数を求める。

$$hw = \rho D / w \quad (1)$$

$$Hw = \sum hw \quad (2)$$

$$ddf = dhw / \sum \theta_i \quad (3)$$

$$DDf = dHw / \sum \theta_i \quad (4)$$

ここに、hw：層の積雪相当水量(cm)、 ρ ：積雪の密度(g/cm³)、D：層の厚さ(cm)、w：水の密度(g/cm³)、

Hw：層全体の積雪相当水

量(cm)、ddf：層の融雪係

数(cm/℃day)、dhw：hw

の変化量(cm)、DDf：層全

体の融雪係数(cm/℃day)、

dHw：Hwの変化量(cm)、

θ_i ：0℃以上の日平均気温

(℃)である。

なお、気象資料のうち気

温は植物園内の観測値、降

水量は札幌気象台の観測値

である。

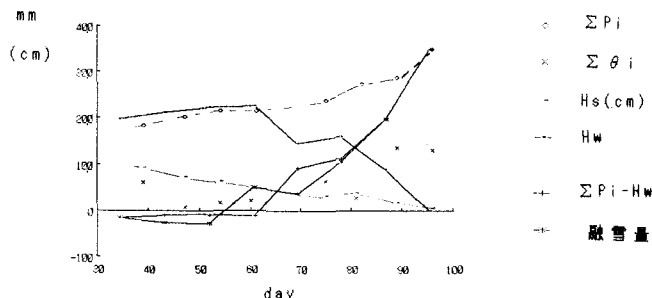


図-2 降水量、融雪量の変化

表-1 積雪成層の厚さ

3. 調査結果と考察

1) 積雪の状況

冬季の降水は積雪として

貯留されることが図-2の

積雪相当水量の変化でみる

と明らかであるが、その形

態は積雪の状況として図-

3に示す。積雪深の最大が

2月にみられる1979年と3

月にみられる1980年の2つ

の型を挙げた。それぞれ積

雪深の変化が2月と3月で

異なるが、雪温の分布、密

度の分布には定性がみられ

る。

2) 積雪成層

積雪断面の観察から顕著

な層を追跡して図-1のよ

うな積雪成層を設定できた。

このときの積雪層の厚さ

は表-1に示す。区分され

た積雪層の厚さは10~20cm

1979年	L	T (cm)							
農場		8FEB	16FEB	23FEB	2MAR	16MAR	23MAR	30MAR	7APR
	4	44	29	23	19	7			
	3	25	22	24	13	10	23		
	2	17	16	13	17	12	12	13	
	1	8	7	5	5	5	5	5	7
	SUM	94	74	65	54	34	40	18	7

1980年		13MAR	25MAR	28MAR	2APR	5APR	8APR	
農場	6	33	11					
	5	20	20	14				
	4	15	18	18	14			
	3	10	5	6	5			
	2	11	10	10	10	12		
	1	9	7	6	5		2	
	SUM	98	71	54	34	12	2	

表-2 成層の積雪相当水量

1979年	L	Hw cm							
農場		8FEB	16FEB	23FEB	2MAR	16MAR	23MAR	30MAR	7APR
	4	5.1	6.7	6.0	6.3	2.4	0.0	0.0	0.0
	3	6.8	5.2	9.0	6.1	4.3	8.1	0.0	0.0
	2	5.4	7.0	5.3	7.9	5.6	5.6	6.6	0.0
	1	2.4	2.2	1.9	2.2	2.2	2.3	2.4	4.7
	SUM	19.7	21.2	22.3	22.5	14.6	16.0	9.0	4.7

1980年		13MAR	25MAR	28MAR	2APR	5APR	8APR	
農場	6	5.6	3.8					
	5	7.6	7.5	5.6				
	4	6.0	7.5	8.5	5.3			
	3	4.9	2.2	2.8	2.4			
	2	4.3	3.7	4.0	4.7	5.9		
	1	3.5	2.7	2.4	2.1		0.9	
	SUM	32.0	27.3	23.3	14.5	5.9	0.9	

の規模である。

3) 各層における積雪相当水量の変化

積雪成層の積雪相当水量を追跡すると上層から順に融雪(水移動)がみられる。

表-2は表-1の各層に対応させた積雪相当水量の変化量を示している。融雪して減少する量を表わしているのが、負の値がみられるのは積雪相当水量の増加である。すなわち、上層の融雪水は下方に移動して、その1部が下層側の積雪相当水量の増加に寄与しているとみられる。

4) 積雪成層の融雪

融雪は 0°C 以上の日平均気温の積算値が 20°Cday 以上の時期からみられ始めた。積雪層の全体量の現象が始まる時期である。この融雪量が各層のいずれから大きな値が出ているかを示したのが図-4である。上層から順に融雪がすすみ、積算気温との明瞭な相関関係がみられる。表層の積雪相当水量の変化は層全体でも大きな割合を占めていることがみられる。

融雪状況を積雪観測の間隔時間における平均の融雪係数であわしたのが図-5である。各成層の融雪係数はピーク時において $0.3\sim 1.3\text{cm}/^{\circ}\text{Cday}$ の値をとっている。いずれも積雪表面層に出現する結果となった。

また、層全体の融雪係数は $0.2\sim 1.2\text{cm}/^{\circ}\text{Cday}$ の範囲となった。積雪表面層の融雪水が下層に滞留したりするので平均化され、層全体の融雪係数は小さくなる傾向がある。ここには積雪深と密度、

融雪係数などだけでは伺えない融雪過程の複雑さがみられる。融雪した水の移動(融雪流出)を検討する際には、融雪過程が積雪層の厚さ、積雪層の融雪水などの滞留性(積雪の粒度などの効果)などによって影響を受けていることを考慮する必要がある。

4. おわりに

平地における融雪の観測結果から次のようなことがわかった。

- 1) 1月、2月の降水(降雪)量は積雪となって貯留されている。
- 2) 融雪は 0°C 以上の日平均気温の積算値が 20°Cday 以上の時期からみられた。

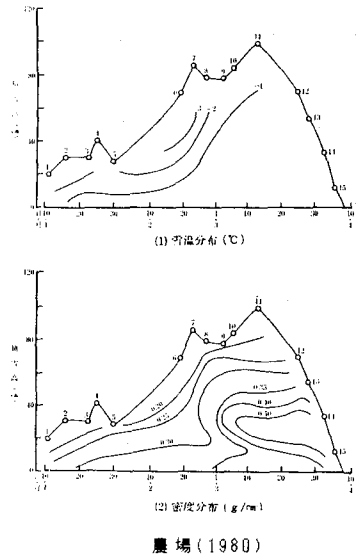
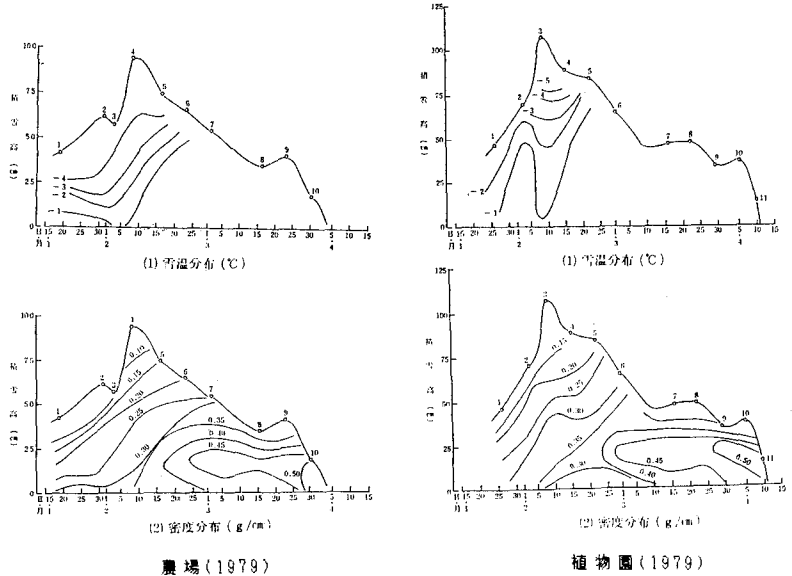


図-3 積雪の状況

3) 積雪成層（観察に基いて区分された厚さ10～20cmの積雪層）を観測積雪相当水量によって追跡すると上層から順に融雪（水移動）がみられる。

4) 上層の融雪水はその1部が下層側の積雪相当水量の増加に寄与していることがみられる。

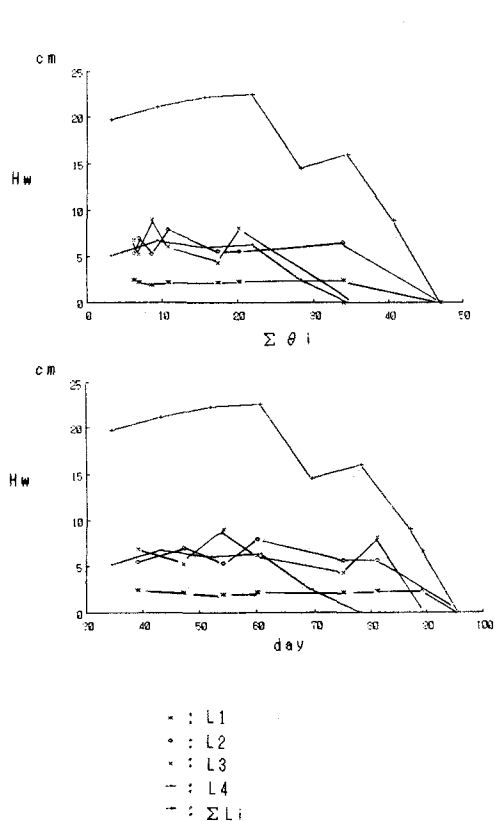


図-4 積雪相当水量の変化（農場1979）

（L1～L4：第1層～第4層）

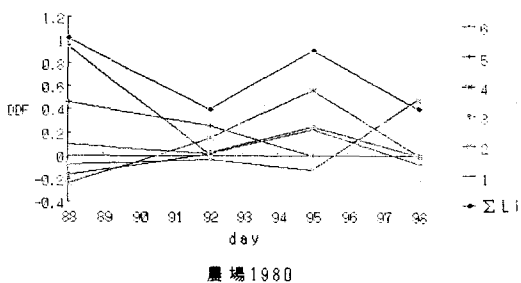
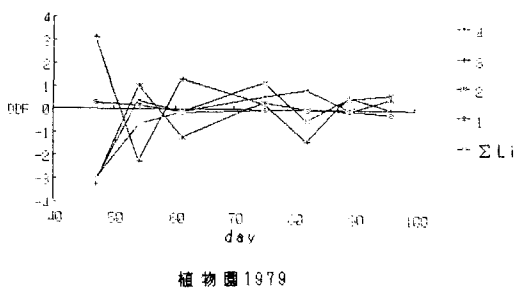
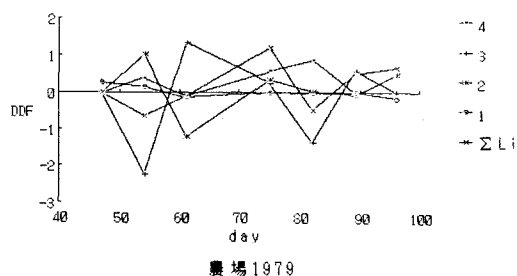


図-5 融雪の状況

5) 成層の融雪係数はピーク時で0.3～1.3cm/°Cday(表層に出現する)となった。

6) 層全体の融雪係数は0.2～1.2cm/°Cdayの範囲となった。

7) 今後の検討課題

いわゆる融雪水は平地の場合にはどこへいったのか、下層側に滞留したのか、土壌面まで流下したのか、蒸発したのかといった方向付けがまだ明確にできない。滞留したものは積雪相当水量の増加となって現われるので計測可能であるが、土壌面まで通過してしまったり、蒸発していった量の判別を積雪相当水量の減少分(残存する現象のみ)で判断することは難題である。

参考文献

1) 山梨：融雪流出の出水過程における融雪水の流向，土木学会北海道支部論文報告集，NO. 44，1988。