



Title	融雪期の積雪表面層の密度のちらばりについて
Author(s)	小島, 賢治; KOJIMA, Kenji; 小林, 大二 他
Citation	低温科学. 物理篇, 23, 185-190
Issue Date	1965-03-30
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/18031">https://hdl.handle.net/2115/18031</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	23_p185-190.pdf



Kenji KOJIMA and Daiji KOBAYASHI 1965 Scattering of Snow Density in the Top Layers of Snow Cover under Melting Conditions. *Low Temperature Science, Ser. A, 23.*

## 融雪期の積雪表面層の密度のちらばりについて\*

小島賢治・小林大二

(低温科学研究所 気象学部門)

(昭和39年12月受理)

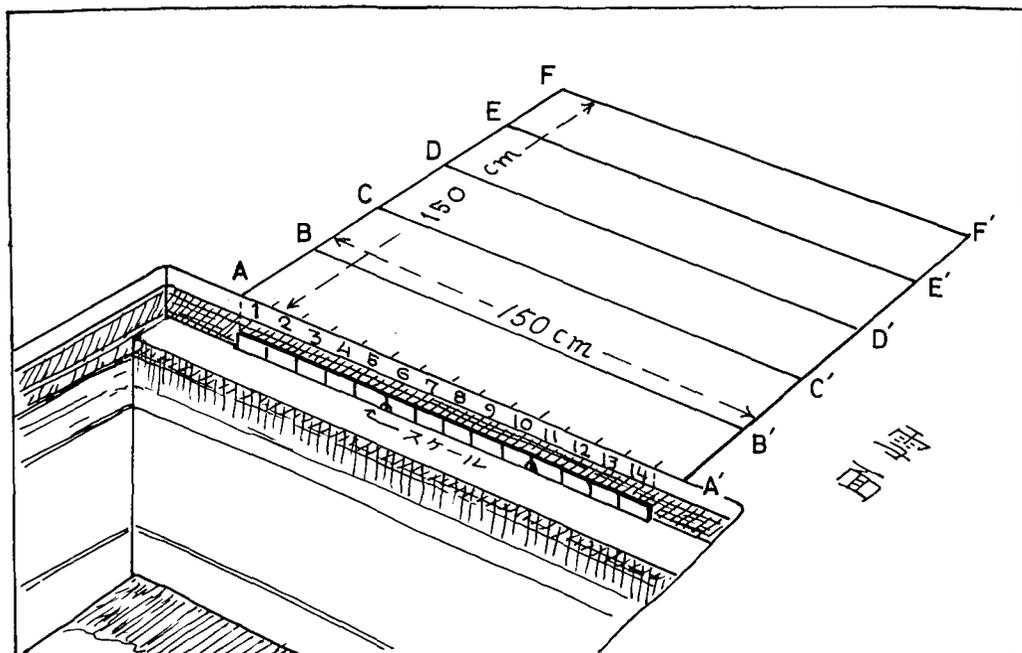
積雪の表面層或は積雪内部の特定の層の密度の測定値について議論する場合、密度の測定誤差の他に、同じ層の中でも、どの程度に密度のちらばりがあるかを知っておく必要がある。一つの層の密度の分散の程度は、その層が降り積った時の条件と、その後その層が蒙った条件によって異なる。一般に、融雪の影響を受けると分散が大きくなり、乾き雪のままで経過した雪層については、層が水平で、積雪内部に雪の沈降の障害となる物、或は部分的に沈降を促進する原因などが無い場合は、同じ雪層の中での密度の分散はきわめて小さい。ここに報告するのは、融雪期の積雪表面層の密度の分散の程度を測定した結果である。測定場所は北大雨竜演習林母子里看守所構内のテニスコートで、時期は昭和39年4月8日と4月10日である。当時、4月6日から7日にかけて新積雪があり、8日の朝にはこの新雪層が約5 cmの厚さを持っていた。8日にはこの新雪層内の密度の水平分布を測定し、これが全部融け去った後の4月10日には、上層部のざらめ雪の密度の分布を測った。測定法と測定結果につき、新雪とざらめ雪とにわけて述べる。

### 1. 新 雪

積雪の表面に150 cm四方の測定区域AA'F'F'を定め、その一辺AA'に関して測定区域の半対側に約2 m四方の穴を雪の中に掘り、AA'を含む高さ15 cmほどの鉛直壁面を作る。第1図に示すように、この壁面AA'に沿って、表面から15 cm下に長さ140 cmの物指を水平に横たえることが出来るように雪の壁に段を作る。

雪の密度を測るには、常に一定体積(121.5 cm<sup>3</sup>)の直方体の試料が切出せるように作った採雪器を鉛直壁面から雪の中に水平に差し込んで採取した雪の試料を、重さ12.5 gの受皿にのせ皿ごと試料の質量を石田式上皿天秤で測定した。試料の厚さは3.0 cm、底面は7.0 cm×5.8 cmである。天秤の感度は0.2 gであるが、読取は0.1 gまで行なった。先ず、直線AA'に沿って、Aから10 cm右までの中央部分で、表面から3 cm下までの雪の密度を測り、次に新雪層の下面から上3 cmまでの雪を、となりの10 cm幅の中央部分からとって秤量した。こうして新雪

\* 北海道大学低温科学研究所業績 第706号



第1図 積雪密度のちらばりを測定するための試料のとりかたと番号のつけかたを示す図

層の上部と下部とを交互に採雪し、上下夫々7個ずつの試料をAA'の間から取って秤量した。AA'面での測定が終わったら、次の列BB'のところと同様の測定を行なった。列と列の間隔は30 cmとし、AからFまで6列につき測定した。A列の測定を始めたのは8日の9時40分で、F列の測定を終了したのは15時38分であった。しかし、一列ごとの測定時間は14点の密度と層の厚さを測定した場合でも、30分間以内に収まった。

新雪層の厚さを測定するには、雪の表面から透明な平定規(幅3 cm, 厚さ1.5 mm)を新雪の下の堅い雪の上面で止まる迄鉛直に差し込んで、雪面の位置を定規に刻んである目盛で読んだ。平均の厚さを求めるため、一列につき5~7箇所を測定した。

第1表に新雪層の密度の測定結果を示した。測定点の位置をあらわすのに、表の上欄に列の名称を示し、左側に $\overline{AF}$ から測った距離を10 cmごとの区分の番号で示した。層の上部と下部との区別は列の名称に夫々a, bを附して示した。例えば, A<sub>a</sub>のNo. 3とはA列のAより右へ20~30 cmの間で、層の上部3 cmと云う意味である。E列とF列を測定した時は、層の厚さが既に4 cm以下になっていたので、上下に分けて試料をとることは出来なかった。

縦の欄の各々に示した密度測定値につき、平均密度、最大偏差、及び標準偏差等を示した。平均密度はB列以後次第に増大したが、これは主に融雪に原因するもので、それにつれて標準偏差も次第に大きくなった。この新雪層の積雪水量を各列ごとに平均密度と平均の層の厚さとの積から求めて、表の下方に示した。AからEまではほぼ一定であると言うことは、融雪水がこの層の内部に、留っていたことをあらわすものである。当日の積雪深は14時に89.1 cmであ

第1表 融雪期の積雪表面層の密度のちらばり  
主に新雪層

列 No.	新 雪 層										新雪層のすぐ 下のさらめ雪	
	A <sub>a</sub>	A <sub>b</sub>	B <sub>a</sub>	B <sub>b</sub>	C <sub>a</sub>	C <sub>b</sub>	D <sub>a</sub>	D <sub>b</sub>	E	F	B, D	
各 点 の 密 度	1			0.229								0.372
	2		0.222		0.223							
	3	0.214		0.224						0.276	0.318	0.366
	4		0.213		0.210		0.228					
	5	0.218		0.220		0.240			0.251	0.306	0.296	0.372
	6		0.220		0.218		0.241	0.243				0.368
	7	0.230		0.216		0.234			0.236	0.284	0.302	0.400
	8		0.224		0.210		0.203	0.241				
	9	0.218		0.220		0.236			0.236	0.265	0.285	0.394
	10		0.220		0.214		0.240	0.224				
	11	0.230		0.230		0.214			0.226	0.316	0.288	0.424
	12		0.220		0.220		0.216	0.230		0.281		0.430
	13	0.236		0.228		0.248			0.232	0.286		0.404
	14		2.206		0.226		0.279	0.242		0.276		
	15					0.236						
平均密度	0.224	0.218	0.224	0.217	0.235	0.235	0.236	0.236	0.286	0.298	0.392	
最大偏差	0.012	0.012	0.008	0.009	0.021	0.045	0.012	0.015	0.030	0.020	0.038	
平均偏差	0.009	0.005	0.004	0.005	0.007	0.019	0.007	0.006	0.012	0.010	0.020	
標準偏差	0.008	0.006	0.005	0.006	0.010	0.024	0.008	0.008	0.016	0.012	0.023	
層の厚さ (cm)	5.0		5.2		4.8		4.8		3.9	3.6		
層の積雪水量 (g/cm <sup>2</sup> )	1.11		1.14		1.13		1.13		1.12	1.07		
時刻(平均)	9 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>		10 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup>		11 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup>		12 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup>		14 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup>		
含水率(%)	3	4	3	7	11	9	13	9	13	10 (表面)	2~3	

北海道大学雨竜演習林母子里看守所構内, 1964年4月8日, 密度及び偏差の単位は g/cm<sup>3</sup> 含水率は  
密度測定地点より約5m離れた場所における測定値

った。

## 2. さらめ雪

厚さ1mm, 15cm×15cmの把手付鉄板を, 測定しようとする層の下面に水平にさし込み次に, 直径7.0cmのステンレス製円筒(長さ20cm)を雪の上面から鉄板で止められる迄鉛直に差込んだ。円筒の前面の雪を除去してから, 円筒を鉄板に沿って手前に引出し, 円筒の中の雪を静に受皿に移して秤量した。4月10日の積雪上層部はさらめ雪であったが, 表面下5ないし6cmの所と約12cmの深さに氷板があったので, 上の氷板より上をa層, これより下二枚目の氷板までの間をb層と名づけた。一列につき20cmおきに平均6本の雪の円柱を採取して

秤量した。A, B, E 及び F の 4 列については、ab 2 層にわたる試料をとり、C 列及び F 列の一部では a 層のみの密度を測った。層の厚さは、各列 A, B, …… を含む鉛直壁面を作った都度壁面に物指をあてて雪面から氷板までの距離を測って求めた。

第 2 表はざらめ雪層についての測定結果である。測定箇所の表わし方は第 1 表と同じであるが、例えば、A<sub>ab</sub> と記した欄の値は、雪面から 2 段目の氷板迄の間約 11 cm の厚さの雪の平均密度をあらわす。これを更に A 列に沿って 6 箇所測った結果の平均値が、平均密度と記した欄に記入されている。新雪の場合と同様、平均密度、標準偏差等の時間的变化も調べた。平均密度は時間と共に僅かに増したが、もともと大粒のざらめ雪で、密度のちらばりも大きかったから、偏差の時間的变化は、新雪の場合程には規則的にあらわれなかった。なお、4 月 10 日の積雪深は、D 列の鉛直壁面に沿って 11 時 47 分に 8 箇所測定した結果の平均は 79.3 cm であ

第 2 表 融雪期の積雪表面層の密度のちらばり  
ざらめ雪層

No.	列	A <sub>ab</sub>	B <sub>ab</sub>	D <sub>ab</sub>	F <sub>ab</sub>	A~F 偏差の平均	C <sub>a</sub>	F <sub>a</sub>	C, F 偏差の平均
密 度 測 定 値	1	0.382	0.397		0.328				
	2							0.400	
	3	0.386	0.368	0.375	0.399		0.300		
	4								
	5	0.308	0.364	0.371	0.402		0.307		
	6								0.329
	7	0.309	0.386		0.367		0.268		
	8								
	9	0.334	0.344	0.355	0.392		0.332		
	10						0.322		
	11		0.325	0.381	0.383				0.351
	12						0.348		
	13	0.354	0.332	0.356	0.378				
	14								
	平均密度	0.345	0.360	0.368	0.378		0.313	0.360	
	最大偏差	0.041	0.037	0.013	0.050	(0.035)	0.045	0.040	(0.042)
	平均偏差	0.029	0.022	0.009	0.021	0.021	0.021	0.028	0.023
	標準偏差	0.034	0.025	0.011	0.025	0.026	0.025		0.027
	層の厚さ (平均) (cm)			12.2	9.92		5.41	3.12	
	層の積雪水量 (g/cm <sup>2</sup> )			4.50	3.75		1.69	1.01	
	時刻(平均)	9h40m	10h40m	11h30m	15h20m		11h20m	15h20m	
	含水率(%)	12~16	11~21	14~27			13~22		

北大雨竜演習林母子里看守所構内, 1964 年 4 月 10 日, 密度及び偏差の単位は g/cm<sup>3</sup>

第3表 積雪表面層の密度を測定した時の気温、雪面温度、及び天気

月 日	時 刻	気 温 (°C)	雪面温度 (°C)	天 気	月 日	時 刻	気 温 (°C)	雪面温度 (°C)	天 気
4月8日	10.00 <sup>h m</sup>	+0.5		晴	4月8日	17.45 <sup>h m</sup>	+0.6	-1.2	快 晴
	10.10		-0.2						
	10.30	+1.5	0.0		4月10日	10.30	+6.2		
	11.30	+2.5	0.0			10.50	+6.3		
	12.10	+2.9		薄曇り	11.20	+7.0			
	12.40	+3.0			12.25	+7.2			
	14.00	+4.0			15.35	+5.7			
	15.00	+3.1	0.0		16.00	+5.2	0.0		
15.40	+2.0	-1.0							

4月10日の雪面温度は16時に測っただけであるが、表中の他の時刻にも0°Cであったと思われる

った。これより5mはなれた場所に、木製の物指を雪面から地面までさしこんでおいて測った結果によると、11時50分に78.8cm、16時0分には74.8cmであった。

以上の測定を行なった当時の気温(雪面上40cm)と雪面温度の測定結果を第3表に掲げた。雪面温度の測定法は、本誌の別の報告<sup>1)</sup>に筆者が記した。

### 3. 厳冬期のしまり雪についての測定例

第4表に融雪の影響を受けたことのないしまり雪についての密度測定値の例を掲げた。1960年1月6日と14日とに、札幌の積雪の中の同じ層(D-24層下部)につき、夫々4箇所ずつ約10cm間隔で測定したものである。密度の標準偏差は夫々0.0015及び0.001であって、これは当時使用した密度測定用のバネ秤の測定誤差と同程度である。云いかえると、厳冬期に測定したこれらの例では、同じしまり雪層内の密度のちらばりは、測定誤差の範囲内にある程に小さかった。これにくらべて、今回母子里で測定された雪層の密度分布は、はるかに大きいちらばりを持っていたから、それは明らかに融雪の影響によるものである。

第4表 厳冬期のしまり雪層の密度のちらばりの測定例

1960年1月、札幌

月 日	同じ層内4箇所の密度				平均密度	標準偏差
	(1)	(2)	(3)	(4)		
1月6日	0.254	0.251	0.255	0.254	0.2535	0.0015
1月14日	0.272	0.270	0.273	0.271	0.2715	0.001

測定した層は何れも1959年12月24日に積った層の下半部、密度及び偏差の単位はg/cm<sup>3</sup>

なお、第1表及び第2表に示した雪層の密度は何れも融雪水を含んだままの値である。当時、数メートル隔れた近くで、木下他7名により測定された積雪含水率のうち、概当する層に関する値を上記の表にそれぞれ示してある。含水率分布の測定結果全般については、吉田<sup>2,3)</sup>の論文に報告されている。

## 文 献

- 1) 小島賢治・木下誠一・若浜五郎・清水 弘・中村 勉・秋田谷英次 1965 札幌の平地積雪断面測定資料報告, 昭和38-39年冬期. 低温科学, 物理篇, **23**, 99-119.
- 2) 吉田順五 1965 融雪水の積雪内分布. 雪氷, **26**, No. 5, 1-6.
- 3) 吉田順五 1965 融雪水の積雪内渗透. 低温科学, 物理篇, **23**, 1-16.