



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	札幌市の平地積雪の温度 : 1963-64~1968-69年の積雪断面測定資料より
Author(s)	小島, 賢治; KOJIMA, Kenji
Citation	低温科学. 物理篇. 資料集, 29, 15-20
Issue Date	1972-05-06
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18662
Type	departmental bulletin paper
File Information	29_p15-20.pdf



札幌の平地積雪の温度 I*

— 1963-64~1968-69年の積雪断面測定資料より —

小島賢治
(低温科学研究所)
(昭和47年1月受理)

I. 緒言

「札幌の積雪の温度は何度か?」という質問を道路除雪等の作業担当者から受けることがある。この報告は上記の問に対する答の一部として、1963-64年以来6冬期間北大構内で行なった積雪断面観測の資料の中から、積雪の温度に関する測定値をとり出して一覧表にまとめたものである。個々の観測日における積雪温度の垂直分布は、いろいろな高さでの測定値と雪温分布曲線とによってそれぞれの年度の資料報告¹⁾⁻⁵⁾に示してあるから、ここでは、各観測日における平均温度(全層平均、その日の積雪深の1/2の位置より上層および下層の平均雪温)、積雪の下面と上面の温度、および内部の最低温度等を示すにとどめる。目的によっては、雪面から一定の深さのところの温度、あるいは一定積雪水量表面層の平均温度なども有用であろうが、それらの数値は別の機会に報告することとした。

II. 測定結果

1. 各定期観測日における平均雪温

a) 全層平均温度

積雪の温度は下面では時間的変化が無いが、もしくは有ってもきわめて僅かであるが、上層部の温度は気象条件の変化に従って大きく変るから、ある時刻における積雪の温度をひとつの数値で表わすとすれば、全層平均温度によるほか方法がない。第1表 a)には、積雪期間中各月の5日、15日、および25日の全層平均温度を1963-64年以来6冬期間の各年度ごとに示した。積雪断面測定は時には定期観測日の前後の日に行なったので、表中の測定値が最上欄に記した月日の前日のものである場合には*印を、1日後に得たものである場合には**印を付した。第1表 a)の下欄には各観測日ごとの6冬期間の平均値と年による変動の幅(最高値と最低値の差)を示した。

札幌では厳冬期でも稀に積雪全体が融雪水を含んで全層0°Cとなることがあるが、第1表の数値に関しては、1月15日から2月15日までの4回の測定日にはこの6冬期間全層一様に0.0°Cとなったことは一度もなかった。2月下旬からは全層0.0°Cとなる回数が増し、3月25日

* 北海道大学低温科学研究所業績 第1183号

第1表 札幌の平地の自然積雪の平均温度

1963-64~1968-69年6冬期間, 各月5日, 15日, 25日における平均雪温ならびにそれらの6冬期平均値と年による変動の幅
 a) 積雪下面から上面までの間の全層平均温度, b) 積雪深の1/2の深さより上層の平均温度, c) 積雪深の半分より下層の雪の平均温度, および上層平均と下層平均それぞれの6冬期平均値の間の差

平均範囲	月日 年	XII-15	XII-25	I-5	I-15	I-25	II-5	II-15	II-25	III-5	III-15	III-25	平均	
													XII-15~III-15	XII-25~II-25
a) 全層平均	1963-64		0.0*	(0.0)**	-0.1*	-1	-2.1*	-2.4	-2.6	×	(0.0)	0.0*	-1.0	
	1964-65	-2.5	-0.6	-2.2	-0.7*	-2.9	-3.5	-0.1	0.0	-1.6	0.0	0.0	-1.4	
	1965-66	-0.1	-2.5	-0.7	-1.4*	-3.1	-1.0	-2.1	-0.6	(0.0)	-0.1	0.0	-1.2	
	1966-67	-2.3	-5.5	-4.1	-3.5*	-2.5	-3.0*	-4.3	0.0	0.0*	-0.3	0.0	-2.5	
	1967-68	0.0	-2.3	-3.6	-0.9**	-1.8	-1.6	-2.4	-2.3**	0.0	0.0	(0.0)	-1.5	
	1968-69		-1.2	-4**	-5.1**	-3.4	-1.6	-1.4	-4.8**	-3.5	×	0.0	-2.8	
	平均	-1.2	-2.0	-2.4	-1.9	-2.5	-2.1	-2.1	-1.7	-0.9	-0.1	0.0	-1.7	-2.1
変動幅	2.3	5.5	4.1	5.0	2.4	2.5	4.2	4.8	3.5	0.3	0.0			
b) 上半部平均	1963-64		0.0*	(0)	-0.1*	(-1.5)	-3.3*	-3.4	-3.8	(0.0)	0.0	0.0*	-1.3	
	1964-65	-3.9	-1.1	-3.5	-1.2*	-4.3	-5.9	-0.1	0.0	-3.2	0.0	0.0	-2.3	
	1965-66	-0.1	-3.6	-0.7	-2.5*	-4.7	-1.7	-3.9	-1.2	(0)	-0.1	0.0	-1.8	
	1966-67	-2.7	-9.4	-6.9	-5.8*	-4.0	-4.9*	-6.8	0.0	0.0*	-0.5	0.0	-4.1	
	1967-68	0.0	-3.7	-5.3	-1.8**	-2.7	-1.9	-3.5	-3.4**	0.0	0.0	(0.0)	-2.2	
	1968-69		(-1.7)	(-4.7)	-5.4**	-4.3	-2.0	-2.8	-6.1**	-5.0	(-1)	0.0	-3.7	
	平均	-1.7	-3.3	-3.5	-2.8	-3.6	-3.3	-3.4	-2.4	-1.4	-0.3	0.0	-2.5	-3.2
変動幅	3.9	9.4	6.9	5.7	3.2	4.2	6.7	6.1	5.0	1	0.0			
c) 下半部平均	1963-64		0.0	(0)	-0.1	(-0.8)	-0.9	-1.3	-1.3	(-0.1)	(0.0)	0.0	-0.5	
	1964-65	-1.1	-0.1	-0.8	-0.3	-1.3	-1.1	-0.1	(-0.1)	0.0	0	0.0	-0.5	
	1965-66	-0.1	-1.3	-0.7	-0.3	-1.5	-0.4	-0.1	0.0	(0)	-0.1	0.0	-0.4	
	1966-67	-1.9	-1.6	-1.3	-1.2	-1.0	-1.1	-1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	
	1967-68	0.0	-0.9	-1.9	0.0	-1.0	-1.2	-1.3	-1.2	0.0	0.0	(0.0)	-0.7	
	1968-69		(-0.6)	(-3.6)	-4.7	-2.4	-1.3	0.0	-3.4	-2.1	(-1)	0.0	-2.1	
	平均	-0.8	-0.7	-0.8	-1.1	-1.3	-1.0	-0.8	-1.0	-0.4	-0.2	0.0	-0.8	-1.0
変動幅	1.9	1.6	(3.6)	4.7	1.6	0.4	1.8	3.4	2.1	1	0.0			
上下の差	平均	0.9	2.6	2.7	1.6	2.3	2.3	2.6	1.4	1.0	0.1	0.0	1.7	2.2

*...最上欄の定期観測日より1日前の測定値。**...定期観測日より1日後の測定値。()内は推定値または不確実な測定値。×...欠測

にはどの年にも必ず全層が水を含んで温度は 0.0°C であった。

全層平均雪温の6年間の平均が最も低かったのは1月25日の -2.5°C であり、初冬と融雪期を除くと年による変動も1月下旬と2月上旬とが最も小さい。すなわち、この時期には、比較的安定して積雪全層平均温度が低いことを示している。全層平均雪温の最も低い例は12月24日(1966)の -5.5°C と2月26日(1969)の -4.8°C とであるが、この時期は年による変動もまた最も大きく、全層が融雪水を含む状態もあらわれ易い。表の右下端の数値は12月25日～2月25日の7回の測定日の6冬期(合計42回)の全層平均雪温の平均値で、 -2.3°C である。

b) 積雪の上半分と下半分の平均温度

積雪内部の上下の温度差を加えた表現法として、測定時における積雪深の1/2の高さを境にしてそれより上層および下層それぞれの平均温度を別々に求めて表にしたのが第1表 b) および c) である。上層平均、下層平均とも6冬期の平均値についてみると1月25日が最も低く、上層平均では -3.6°C である。年による変動も融雪期を除くと1月25日と2月5日には他の時期より小さい。第1表の最下欄に、上層および下層平均雪温の6冬期平均値の差を示した。これによると、12月15日から2月15日の間では、積雪の上半分の平均雪温は下半分のそれより平均 2.5°C 前後低いと云えよう。

上層平均雪温が観測する時によって大きく異なることは云うまでもないが、札幌では -10°C より低いことはほとんど無い。一方、下層平均雪温は変動が少なく、融雪期以外では $-1.0\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ である場合が40%以上の頻度を占め、 -2.5°C より低いことはきわめて稀である。

2. 積雪下面温度、内部最低温度、雪面温度等、第2表の数値について

第2表には、第1表に掲げた定期断面観測日における平均雪温のほか、定期観測日以外の日に筆者が別の目的で測定した雪温分布に基づく平均雪温、ならびにこれら総ての観測時における積雪底面温度、内部最低温度、雪面温度、気温、および積雪深等を一覧表の形で示した。

積雪下面温度は札幌では12月下旬から1月上旬にわたって 0°C より若干低くなることもあり、その間地面は凍結している。しかし、1966-67年のように、気温も雪温もかなり低い年でも、12月に土が凍結する前に充分雪が積ってしまうと、その下面温度は 0°C 以下に下らずに経過する。1968-69年のように2月上旬まで雪の下面温度が 0°C 以下であったことは珍しい例である。1964-65年は気温が高かった上に積雪量も冬の初めから多かったため、雪の下面温度は終始 0°C であった。

冬の昼間の積雪の温度分布では、雪面からの深さ10~30 cmのところに最低がある場合が多い。第2表の内部最低温度の深さとは、観測時における雪温最低部分の雪面からの深さである。この深さは時間と共に変化することは云うまでもない。雪温の最低が雪の表面にあり、雪の内部には特に極値が見られなかった場合には、この項に数値を記載しなかった。

札幌の平地積雪では、昼間の積雪内部最低温度は -10°C より高いのが普通であるが、1966-67年にだけ -10°C より低いことが3回ほどあった。

雪面温度を測るには、細いアルコール棒状温度計を雪面に横たえ、雪面の雪粒を急いでかき集めて温度計の感部を包み、その上2~3 cmの高さに小さい雪へらをかざして日射を遮り、

第2表 各観測時における積雪平均温度、積雪深、積雪下面温度、積雪内部最低温度；および雪面温度（第1表の平均積雪温度は重複して記載、定期観測日以外の資料も含む）

年	月日	時刻 (h m)	平均雪温			積雪深 (cm)	積雪下面 温度 (°C)	内部最低		表面雪温 (°C)	気温(高 0.5~1m) (°C)	
			全層平均 (°C)	上半部 (°C)	下半部 (°C)			温度 (°C)	深さ (cm)			
1963	XII-24	1435	0.0	0.0	0.0	17	0.0	0.0	—	0.0	×	
		31	1350	-2.0	-2.8	-1.2	27	-0.2	×	—	×	×
1964	I-7	1315	0.0	0.0	0.0	30	0.0	0.0	—	0.0	×	
		14	1400	-0.1	-0.1	-0.1	26	0.0	-0.1	12	0.0	-1.1
	20	1400	-1.0	-1.4	-0.7	33	(-0.2)	—	—	×	-4.4	
	28	1515	-1.2	-1.5	-0.9	90	0.0	-2.6	35	-1.6	-3.2	
	31	1100	-3.3	-5.7	-0.8	71	0.0	-9.1	11	-5.2	-4.2	
	II-1	1217	-2.4	-3.9	-0.9	71	0.0	-5.2	15	-4.1	-5.0	
		4	1530	-2.1	-3.3	-0.9	69	(0.0)	-3.4	19	-5.9	-4.6
	11	1405	-2.7	-4.4	-0.9	83	0.0	-5.9	13	-3.4	-3.4	
	15	1445	-2.4	-3.4	-1.3	101	0.0	-4.2	23	-4.9	-2.4	
	18	1210	-2.6	-4.0	-1.1	106	0.0	-6.1	16	(-2)	-4.0	
	20	1108	-2.7	-4.2	-1.2	99	0.0	-6.9	14	-0.8	-1.8	
	25	1445	-2.6	-3.8	-1.3	93	0.0	-6.3	20	-0.2	(-3.0)	
	27	1200	-1.1	-1.2	-1.1	92	0.0	-2.1	36	-0.3	-1.5	
	III-3	1430	-0.2	-0.1	-0.2	85	0.0	-0.3	50	0.0	+2.2	
		10	1350	0.0	0.0	0.0	47	0.0	0.0	—	0.0	+0.8
		18	1400	0.0	0.0	0.0	33	0.0	0.0	—	0.0	+0.9
24		1515	0.0	0.0	0.0	22	0.0	0.0	—	0.0	+4.8	
1964	XII-15	1410	-2.5	-3.9	-1.1	49	0.0	-4.4	10	-6.1	-3.3	
		25	1020	-0.6	-1.1	-0.1	37	0.0	-2.0	7	0.0	+2.5
1965	I-5	1040	-2.2	-3.5	-0.8	64	(0.0)	-5.1	6	-4.3	-3.7	
		14	1000	-0.7	-1.2	-0.3	58	0.0	-1.9	8	0.0	+0.6
	25	1000	-2.9	-4.3	-1.3	75	(0.0)	-5.2	13	-5.2	-5.2	
	II-5	1045	-3.5	-5.9	-1.1	95	0.0	-8.8	5	(-3.3)	-4.2	
		15	1000	-0.1	-0.1	-0.1	90	0.0	-0.3	50	-1.3	×
	25	1100	0.0	0.0	(-0.1)	104	0.0	-0.2	60	0.0	-1.1	
	III-5	1040	-1.6	-3.2	0.0	126	0.0	-6.9	15	-1.4	-6.0	
		15	1030	0.0	0.0	0.0	104	0.0	(-0.1)	64	(0.0)	+1.8
25	(1030)	0.0	0.0	0.0	76	0.0	0.0	—	0.0	×		
1965	XII-15	1000	-0.1	-0.1	-0.1	12	0.0	-0.2	—	0.0	+2.3	
		25	1050	-2.5	-3.6	-1.3	22	-0.3	—	—	-5.9	×
1966	I-5	1020	-0.7	-0.7	-0.7	61	-0.1	-1.2	26	0.0	+2.1	
		14	1040	-1.4	-2.5	-0.3	113	0.0	-8.2	4	-6.5	×
	25	1100	-3.1	-4.7	-1.5	117	0.0	-6.2	22	-3.1	-3.0	
	II-5	1000	-1.0	-1.7	-0.4	101	(0.0)	—	—	-5.6	-5.9	
		15	1050	-2.1	-3.9	-0.1	117	0.0	-8.1	7	-3.1	-3.0
	25	1200	-0.6	-1.2	0.0	105	0.0	-3.1	14	0.0	×	
	III-5	1000	(0.0)	(0.0)	(0.0)	57	(0.0)	—	—	(0)	+0.2	
		16	1050	-0.05	-0.05	-0.05	41	0.0	-0.1	20	0.0	0.0
	25	1030	0.0	0.0	0.0	35	0.0	—	—	0.0	(+2.0)	
IV-4	1000	0.0	0.0	0.0	24	0.0	—	—	0.0	+0.2		

年	月 日	時 刻 (h m)	平均雪温			積雪深 (cm)	積雪下面 温 (°C)	内部最低		表面雪温 (°C)	気温 (高 0.5~1m) (°C)
			全層平均 (°C)	上半部 (°C)	下半部 (°C)			温 度 (°C)	深 さ (cm)		
1966	XII- 5	1100	0.0	0.0	0.0	10	0.0	—	—	0.0	×
		15 1400	-2.3	-2.7	-1.9	45	0.0	-4.8	17	0.0	+1.0
		20 1350	-1.2	-2.1	-0.4	62	0.0	—	—	-5.0	×
		24 0930	-5.5	-9.4	-1.6	54.5	0.0	—	—	-14.0	-8.0
		28 1545	(-3.5)	-4.6	(-2.4)	67	0.0	-5.3	23	-4.2	×
1967	I- 5	×	-4.1	-6.9	-1.3	87	0.0	-10.1	17	-5.9	-5.0
		10 1220	-4.3	-7.3	-1.5	119	0.0	-10.2	16	-9.1	-8.0
		14 1100	-3.5	-5.8	-1.2	101	0.0	—	—	-12.1	-11.2
	17 1105	-5.2	-9.1	-1.4	99	(0.0)	-13.8	11	-9.1	-5.6	
	23 1430	-1.8	-2.3	-1.2	96	0.0	-2.3	16	-6.9	-5.4	
	25 1055	-2.5	-4.0	-1.0	100	0.0	-5.9	10	-3.1	-1.2	
	30 1215	-1.7	-2.4	-1.0	106	0.0	-4.5	28	-4.7	-8.1	
	II- 4	1030	-3.0	-4.9	-1.1	94	(-0.1)	-7.3	14	-0.9	+0.1
		15 1030	-4.3	-6.8	-1.8	97	(-0.1)	-8.6	10	-2	-5.2
	25 1045	0.0	0.0	0.0	75	0.0	—	—	0.0	0.0	
	III- 4	1320	0.0	0.0	0.0	62	0.0	—	—	0.0	×
		15 1030	-0.3	-0.5	0.0	57	0.0	-0.7	15	0.0	+2.5
	25 1045	0.0	0.0	0.0	34	0.0	—	—	0.0	×	
1967	XII-15	1450	0.0	0.0	0.0	7	0.0	—	—	0.0	+6.1
		25 1430	-2.3	-3.7	-0.9	29	-0.2	—	—	(-6)	-5.2
1968	I- 5	1330	-3.6	-5.3	-1.9	33	(-1)	—	—	(-6)	-4.3
		△ 9 1100	-3.0	-4.5	-1.5	53	(-0.5)	-5.2	8	-4.7	×
		16 1450	-0.9	-1.8	0.0	49	0.0	—	—	×	-6
	△20 1120	-1.1	-1.6	-0.7	58	0.0	-1.6	18	-3.3	+1.8	
	25 1420	-1.8	-2.7	-1.0	65	0.0	-3.2	10	-5.9	-3.9	
	II- 5	1425	-1.6	-1.9	-1.2	88	0.0	-2.8	28	0.0	+0.8
		△ 8 1425	-1.1	-1.6	-0.7	85	0.0	-2.0	20	-3.1	-1.8
	15 1440	-2.4	-3.5	-1.3	86	0.0	-4.0	18	-6.4	-4.5	
	26 1456	-2.3	-3.4	-1.2	117	0.0	-4.5	23	-2.9	-2.3	
	III- 5	1400	0.0	0.0	0.0	87	0.0	—	—	0.0	+2.2
		15 1420	0.0	0.0	0.0	67	0.0	—	—	0.0	+3.6
1968	XII-25	1425	-1.2	(-1.9)	(-0.6)	12.5	0.0	—	—	-2.6	-0.8
1969	I- 6	1130	-4	(-4.7)	(-3.6)	9	(-3)	—	—	-5.2	-3.5
		16 1040	-5.1	-5.4	-4.7	23	-1.9	-6.0	13	-6.8	-6.6
		25 1345	-3.4	-4.3	-2.4	30.5	-0.7	-4.2	12	-6.0	-4.3
	29 1430	-2.4	-3.4	-1.4	51	(-0.4)	×	×	-8.0	-7.0	
	II- 5	1400	-1.6	-2.0	-1.3	110	-0.2	-3.1	50	0.0	+1.0
		8 1345	-3.8	-6.0	-1.6	97	(-0.2)	-8.6	15	-5.0	-2.4
		15 1505	-1.4	-2.8	-0.0	79	0.0	—	—	-7.9	-8.3
		26 1400	-4.8	-6.1	-3.4	71	-0.3	-8.4	21	-3.3	-3.6
	III- 5	1435	-3.5	-5.0	-2.1	70	0.0	-7.2	19	-1.0	-1.0
		18 1424	-0.8	-0.8	-0.8	61	0.0	-1.3	21	-1.0	-0.7
		25 1400	0.0	0.0	0.0	18	0.0	—	—	0.0	×

×…欠測 ()…推定値または不確実な測定値

△…建物、樹木等に囲まれた場所での測定値。1967年12月以後△印以外は広い雪原での測定値

1~2分たって示度を読みとった。このようにすると、温度計を日射にさらしたり、あるいは逆に温度計のまわりをついたて状の遮光板で長時間ひかげにしたままで測定するのにくらべればはるかに良いのであるが、雪面が解けている時の温度 0°C は別として、それ以外の雪面温度測定値は場合によりかなりの誤差を含んでいる可能性がある。しかし、第2表の雪温の値には特に疑問の記号をつけず、温度計指示値の読み取り自体が不確かと思われるものと推定値とに()を付けた。雪面温度については、別の方法(例えば放射温度計)によるその後の測定結果をあわせて、改めて報告する考えである。

第2表の最後の欄にある気温は、雪温測定用の細い棒状温度計を測定者自身が作るひかげの空気中で雪面上50~120 cmの範囲を縦に振り動かしてから読みとったものであるから、厳密な測定値とは云えない。およその目安として示した。雪面温度が気温よりかなり低いことがあるが、これは雪面の放射冷却、雪の蒸発等によるものである。

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 1964 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) 小島賢治・若原五郎・中村 勉・秋田谷英次・小林大二・遠藤八十一・成田英器 1966 札幌の平地積雪断面測定資料報告, 昭和39~40年冬期. 低温科学, 物理篇, **24**, 159-175.
- 3) 小島賢治・小林大二・小林俊一・若原五郎・中村 勉・遠藤八十一・秋田谷英次・成田英器・牛木久雄 1968 札幌の平地積雪断面測定資料報告, 昭和40~41年および昭和41~42年冬期. 低温科学, 物理篇, **26**, 113-142.
- 4) 小島賢治・小林大二・小林俊一・秋田谷英次・成田英器・成瀬謙二 1969 札幌の平地積雪断面測定資料報告, 昭和42~43年冬期. 低温科学, 物理篇, **27**, 資料集, 1-13.
- 5) 小島賢治・小林大二・小林俊一・秋田谷英次・成田英器・石川信敬 1970 札幌の平地積雪断面測定資料報告, 昭和43~44年冬期. 低温科学, 物理篇, **28**, 資料集, 25-36.