



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道内の広域積雪調査 1991年2月
Author(s)	石井, 吉之; ISHII, Yoshiyuki; 秋田谷, 英次 他
Citation	低温科学. 物理篇. 資料集, 50, 9-24
Issue Date	1992-03-30
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/18773">https://hdl.handle.net/2115/18773</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	50_p9-24.pdf



## 北海道内の広域積雪調査 —1991年2月—

石井 吉之・秋田谷英次

(低温科学研究所)

佐藤 和秀

(長岡工業高等専門学校)

(平成3年12月受理)

### I. はじめに

北海道内の広域積雪調査はこれまでに数回実施され、積雪の物理的性質の地域差や堆積環境の相違が論じられた<sup>1)~3)</sup>。1990~91年冬期の積雪分布は、北部の多雪地帯で積雪深が平年より50cm以上も少なかったほか、厳冬期には寡雪な十勝地方で多雪傾向になるなど、例年とは著しく異なった。そこで、この冬の積雪地域特性を例年と比較することを目的に、1991年2月下旬、北海道中央部~北部および東部を対象に広域積雪調査を実施した。この調査は北海道における酸性雪の実態調査を兼ねて行い、積雪中のイオン濃度の地域性について併せて検討した。

### II. 調査方法

積雪観測は秋田谷他の積雪一斉調査要領<sup>4)</sup>に従い、第1図に示す国道沿いの50地点で2月19~23日にかけて実施した。現地では積雪深(Hs)、積雪水量(Hw)、層位・雪質・粒度、ラム硬度、雪温を測定し、平均密度(G)と平均ラム硬度(R)は計算から求めた。層構造の観測は神室型スノーサンプラーで採取した雪試料を用いて行ったが、積雪深の小さな地点では雪穴を掘って観測した。

イオン分析用の雪試料の採取方法には、1)全層採取、2)層別採取、3)特定層採取などがあるが、ここでは比較的上位にある層厚の大きな単層から採取することにした。また、東部の調査コース沿いの9地点では表層の新雪についても採取したほか、札幌(北大低温研裏)と旭岳温泉では層別に4~5試料を採取した。これらの雪試料は室温で融解保存した後に分析した。分析項目はpHと電気伝

導度(EC)をはじめ、積雪中の主要イオンである $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{K}^+$ とし、pHは電気化学計器のCOM-11、電気伝導度は堀場製作所のDS-15、イオン濃度は島津製作所のイオンクロマトグラフィーHIC-6Aをそれぞれ用い分析した。なお、 $\text{Mg}^{2+}$ と $\text{Ca}^{2+}$ についてはカラム調整不良のため分析できなかった。

### III. 調査結果

#### 1. 積雪の物理的性質

各地点の積雪層構造とラム硬度を第2図に示す。北部の多雪地帯(No.34~37)の積雪水量は、全調査地点中でも大きなグループに属している。また、平均密度や平均ラム硬度は、しまり雪の卓越する北部で大きく、しもざらめ雪の卓越する東部で小さい。これらはいずれも例年と同様の特徴である。物理的性質を表す4要素(積雪深、積雪水量、平均密度、平均ラム硬度)を一括して第3図に示す。この図より、対象地域内の積雪は、千歳・勇払地区の「硬いしもざらめ雪」、東部地区の「もろいしもざらめ雪」、北部地区の「硬いしまり雪」の3グループに分類される。

#### 2. 積雪中のイオン濃度

全ての雪試料の分析結果を第1表に示す。表には各地点での物理的性質も併記した。イオン組成をみると、陰イオンでは $\text{Cl}^-$ 、陽イオンでは $\text{Na}^+$ の組成比が大きい。第4図のように、 $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$ 比が海水についての比0.56にほぼ等しいことから、これらは海塩性起源のイオンと判断される。これに対し第5図に示す $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ 比は、海水についての比0.14に比べて顕著に大きく、人為的影響を受けた非海塩性起源の $\text{SO}_4^{2-}$ を多く含んでいる。

$\text{Cl}^-$ 濃度を3ランクに区分して第6図に示した。大雪山系~夕張山地にかけての中央山地を境に、西側が大きいのに対し東側では小さく、明瞭に対比される。その理由としては、

- 1) 断続的な降雪のある西側に比べ、東側では一度に多量の降雪がもたらされるので、降水量効果により濃度が小さくなる、
- 2)  $\text{Cl}^-$ の供給源となる日本海からの距離が、東側ほど遠くなる、
- 3) 降雪をもたらす気団が、西側と東側とでは異なる、
- 4) 融雪過程やしもざらめ化過程のような、水や水蒸気の輸送に伴う濃度変化が起きている、

などが考えられる。そこで、層別に濃度を求めた札幌(北大低温研裏)と東部地区7地点について、各層が堆積した時の最大日降雪深を最寄りのAMeDAS資料から読み取り、 $\text{Cl}^-$ 濃度と比較して第2表に示した。両者の間には明瞭な対応は認められず、1)の降水量効果は顕著とは言えない。また、西側と東側における代表点の $\text{Cl}^-$ 濃度を第7図に示した。東側(①)の濃度は西側(②,③)に比べて確かに小さいが、同じ西側でも内陸(②)と海岸(③)を比べた場合、必ずしも海岸で濃度が大きいとは言えない。したがって、2)は考え難い。③-②間には標高500~1000mの山地が、②-①には標高1000~2000mの山地が存在しており、海岸からの距離と $\text{Cl}^-$ 濃度の関係を不明瞭にしていると推察される。さらに、2月下旬の北海道では融雪はまだ活発ではないこと、また、第2表の東部地区においてで上層の

新雪としもぎらめ化の進んだ下層とでCl<sup>-</sup>濃度に傾向性が認められないことから、4)の可能性は小さく、現時点では3)の可能性が最も強い。東部では太平洋岸を北上する低気圧により大雪がもたらされる場合が多い。この時の風系は、北部に大雪をもたらす北西季節風とは異なり、東寄りの風が卓越する<sup>5)</sup>。

北部地区の陰イオン組成を、内陸と海岸とで区分して第8図に示した。いずれの地点でも濃度はCl<sup>-</sup>>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>>NO<sub>3</sub><sup>-</sup>であり、前述のように、必ずしも海岸部で濃度が大きくなってはいない。大規模工場が無く沿線交通量も少ない内陸部で、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の組成比が大きい点が注目されるが、原因は不明である。

同じように、層別採取を行った札幌(北大低温研裏)と旭岳温泉について、陰イオン組成を比較して第9図に示した。高地の旭岳温泉に比べ、平地の札幌では層毎のイオン濃度の変動が著しい。高山中腹の旭岳温泉では、降雪時の風向が比較的一方向に限られるため、濃度変動が小さくなると推測される。

最後にpHの分布を第10図に示した。酸性降水の定義はpHが5.6以下とされており、多くの地点で酸性積雪が確認された。

#### IV. おわりに

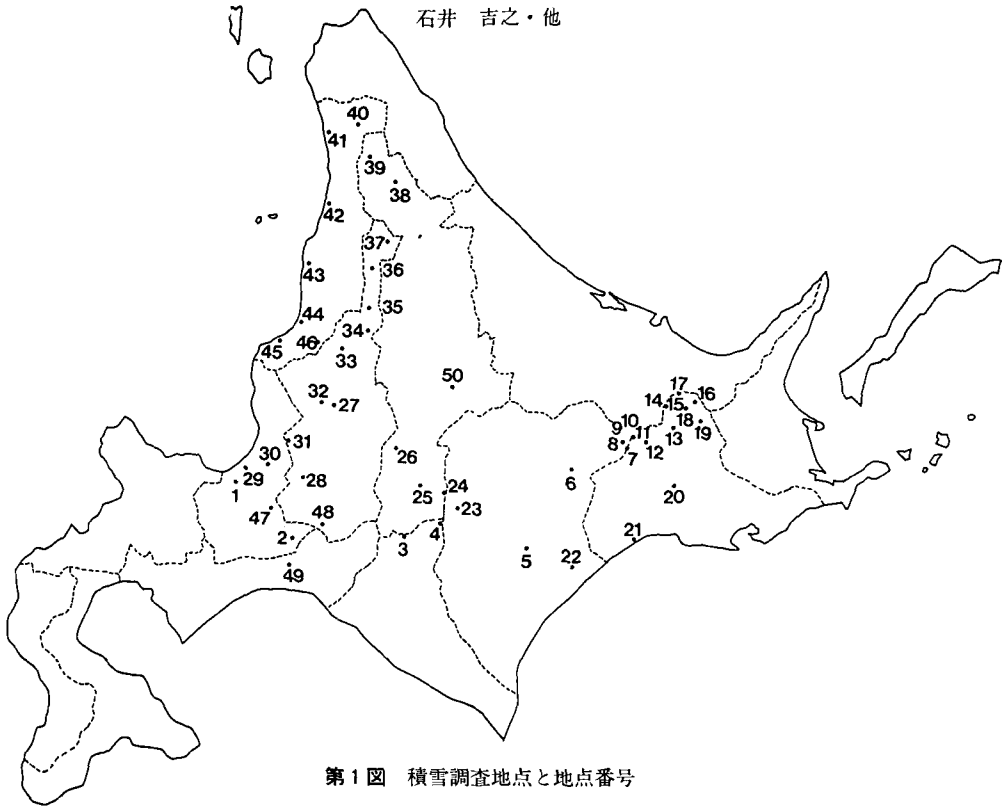
この調査では広域的な積雪地域特性を、これまでの物理的性質のほかにイオン濃度も加味して検討した。雪試料はある単層から採取したが、イオン濃度は層毎に大きく変動する場所もあるので、今回のような採取方法では不十分である。しかし、層別採取を行った場合には、多地点での採取が困難となる。広域積雪調査の本来の目的が、短期間に広範囲にわたって積雪全体の平均的な値を得ることにあるので、今後は全層採取か、あるいは可能な限り多地点で層別採取を試みたい。

最後に、調査の際にご協力頂いた大学院理学研究科の竹内由香里・小泉 謙・野村 睦の各氏、低温科学研究所の成瀬廉二助教授と白岩孝行助手、並びに北海道教育大学の油川英明助教授に感謝いたします。

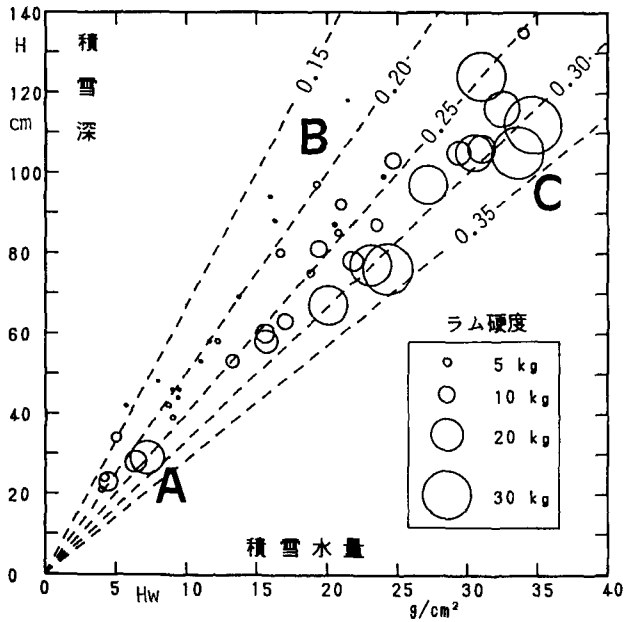
この研究に要した経費の一部は、平成2年度文部省科学研究費補助金重点領域研究(1)「山地豪雪災害の予測と防除、復旧対策に関する研究」(課題番号02201103 研究代表者：北大低温研 秋田谷英次)から支出された。

#### 文 献

- 1) 秋田谷英次・遠藤八十一 1980 北海道内平地における厳冬の積雪特性. 低温科学, 物理篇, 39, 55-61.
- 2) 河島克久・山田知充 1988 積雪特性からみた日本海沿岸平野部の堆積環境区分. 低温科学, 物理篇, 47, 15-24.
- 3) 秋田谷英次・他 1990 北海道北部・東部の広域積雪調査報告. 低温科学, 物理篇, 49, 資料集, 9-13.
- 4) 秋田谷英次・他 1989 雪害および積雪情報の記録と解析法の検討. 自然災害科研ワーキンググループ研究成果報告書, 85pp.
- 5) 卜蔵建治 1991 東風雪による災害—1990年4月の場合—. 雪氷, 53, 201-209.



第1図 積雪調査地点と地点番号



第2図 積雪深・積雪水量とラム硬度

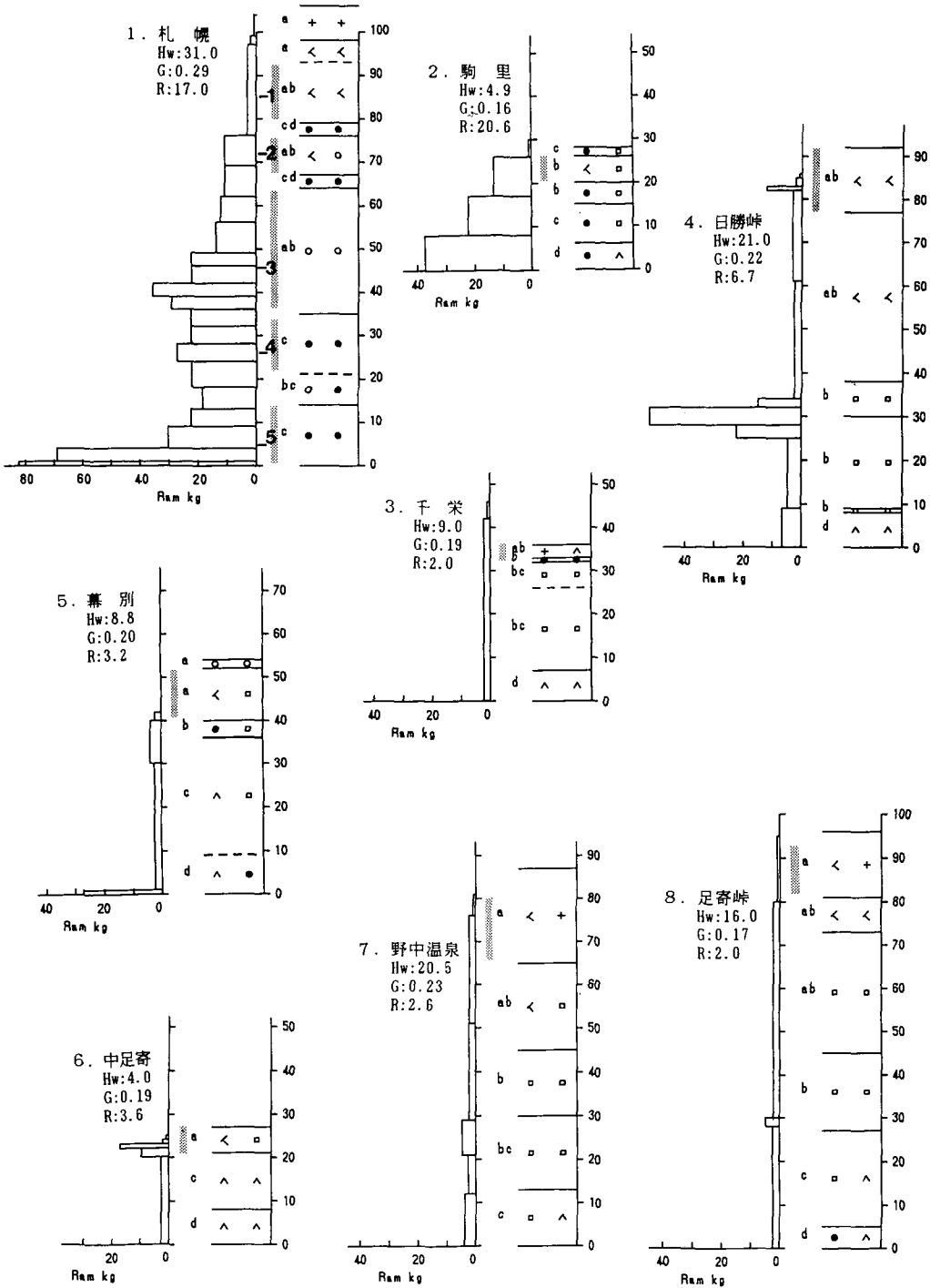
破線は平均密度を示す。

積雪はA, B, Cの3グループに分類できる。

A: 硬いしもぎらめ雪 (千歳・勇払地区)

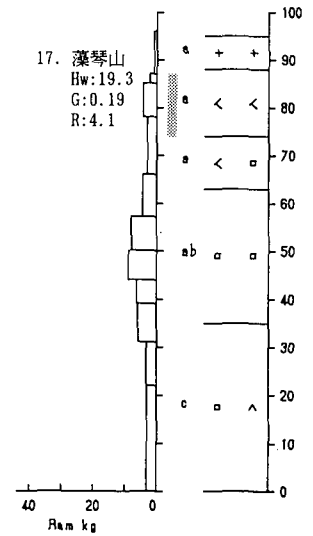
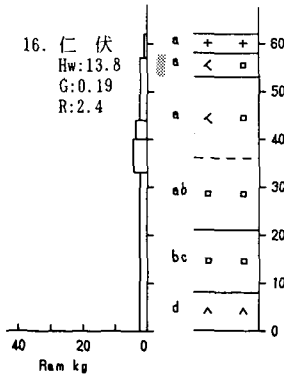
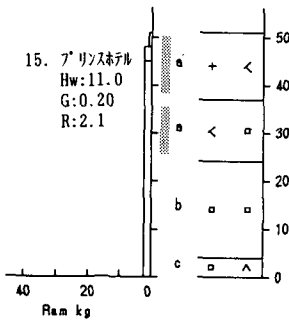
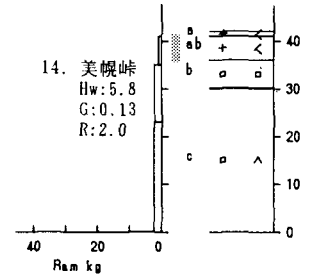
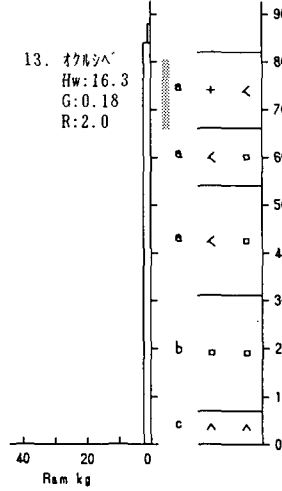
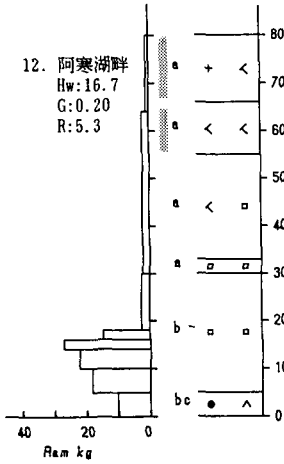
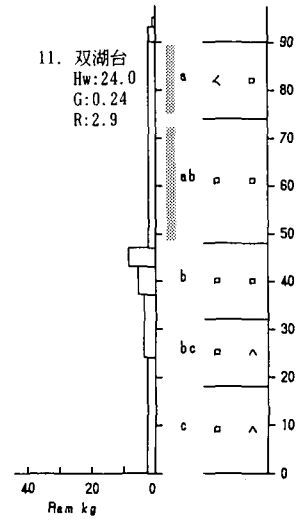
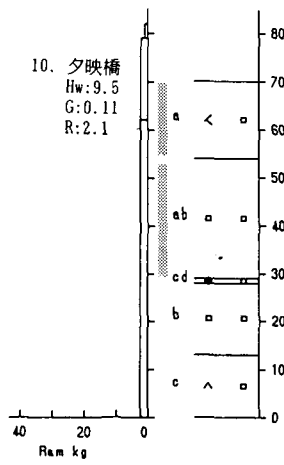
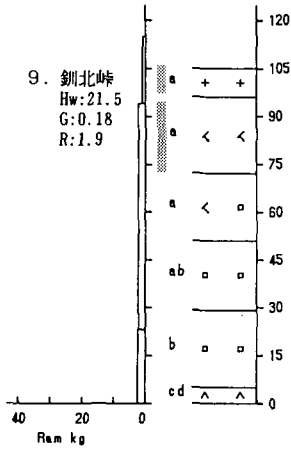
B: もろいしもぎらめ雪 (東部地区)

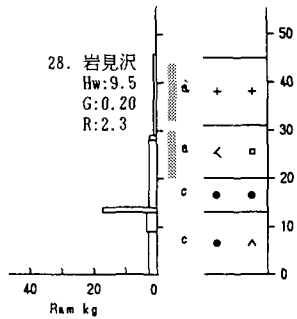
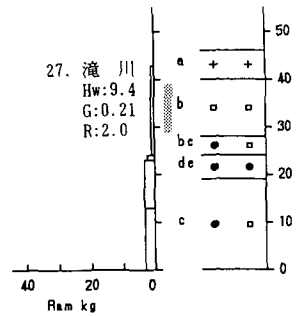
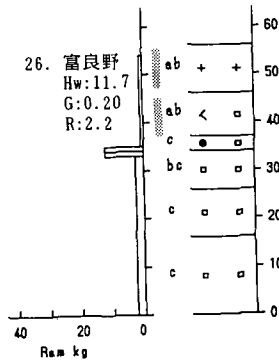
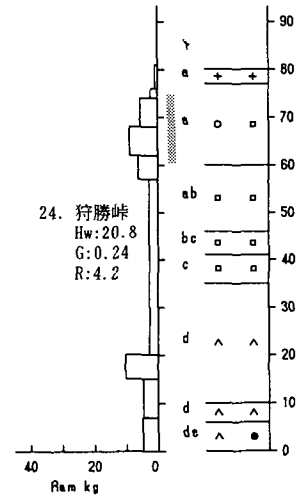
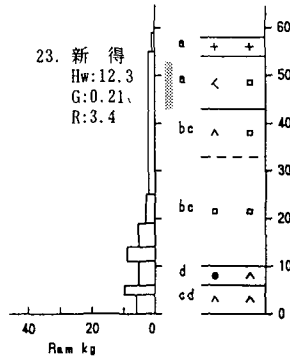
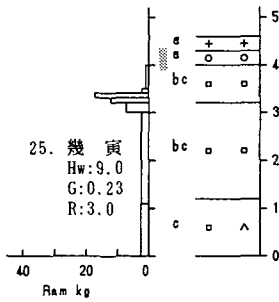
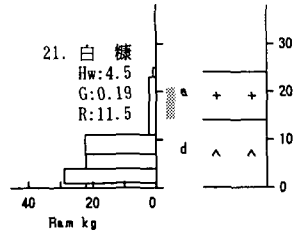
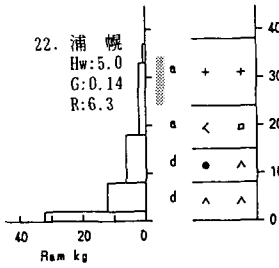
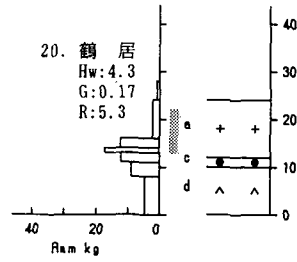
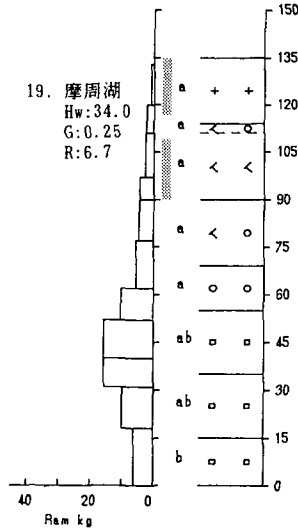
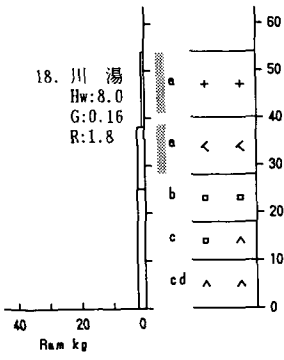
C: 硬いしまり雪 (北部地区)

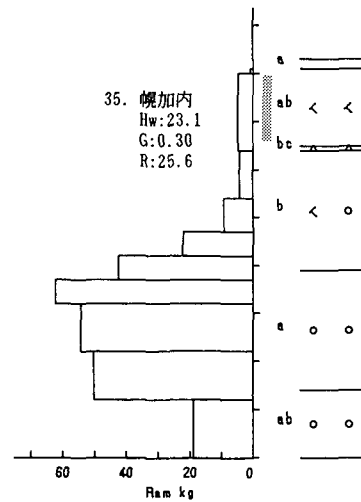
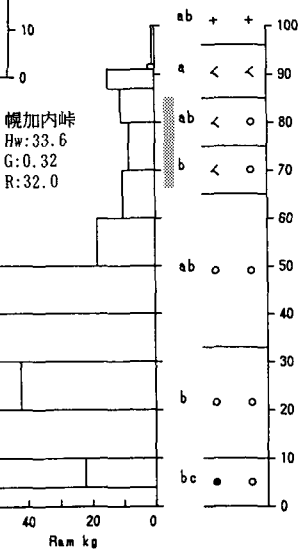
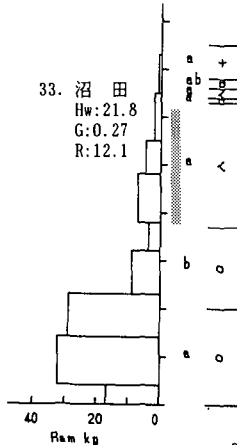
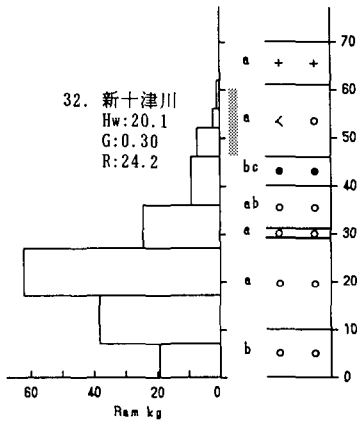
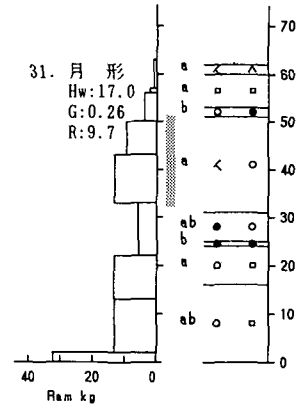
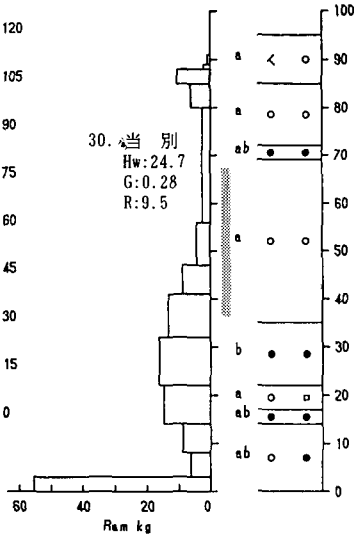
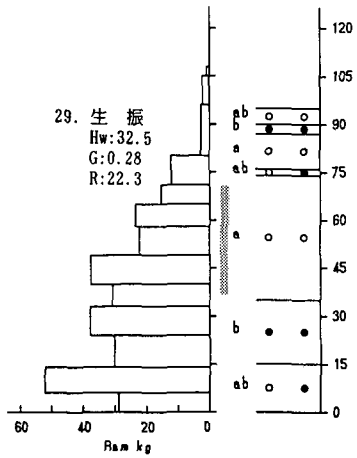


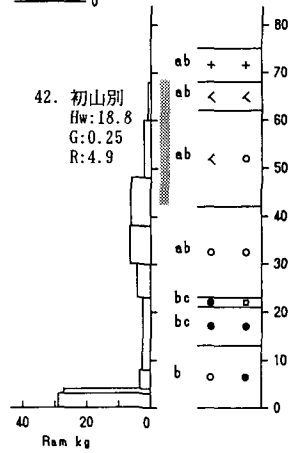
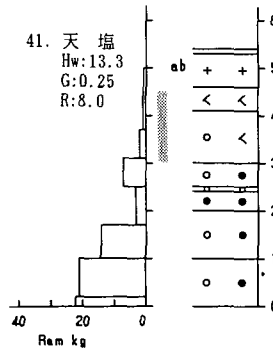
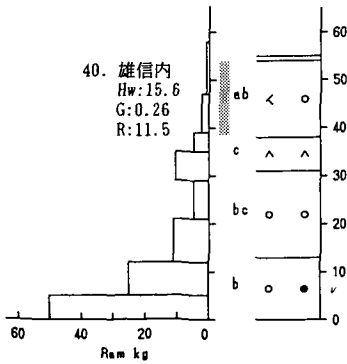
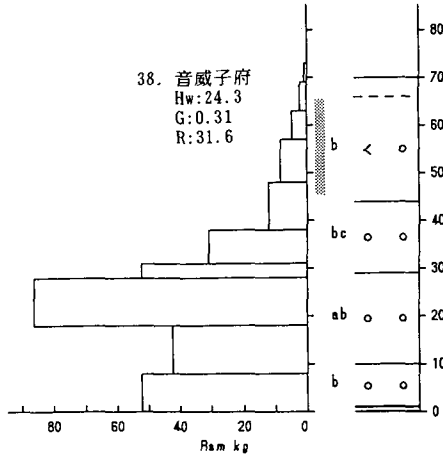
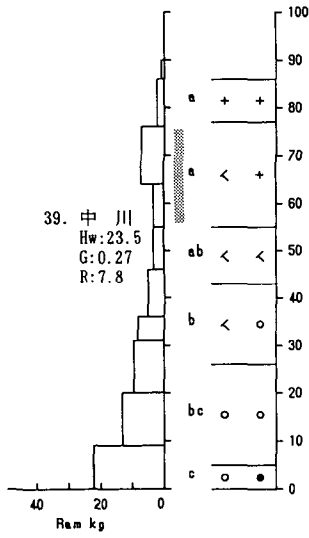
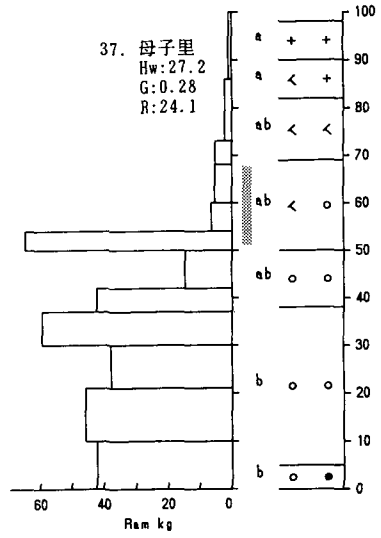
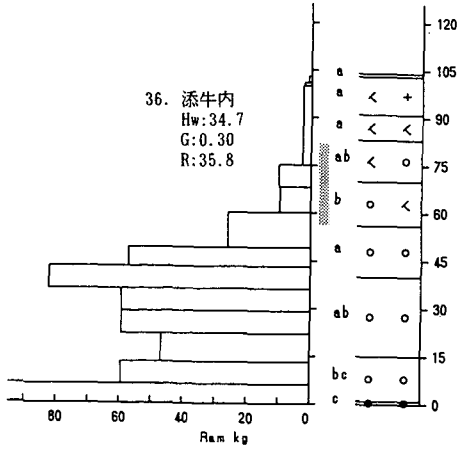
第3図 各地点の積雪層構造とラム硬度

Hw:積雪水量( $g/cm^2$ ), G:平均密度( $g/cm^3$ ), R:平均ラム硬度(kg),  
縦軸は地表面からの高さ(cm), 影線区間は雪試料の採取層

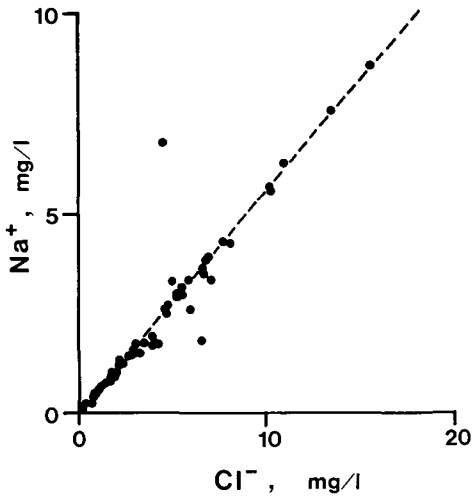




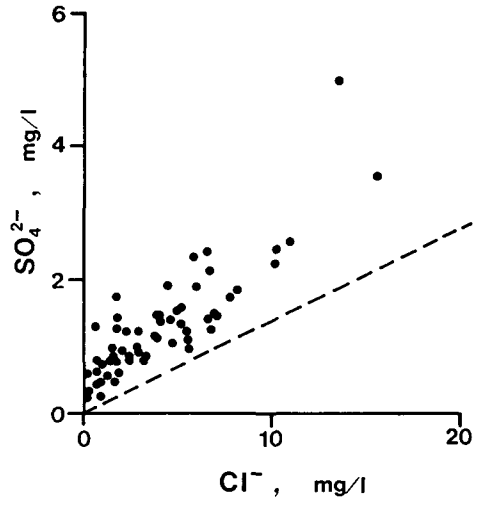








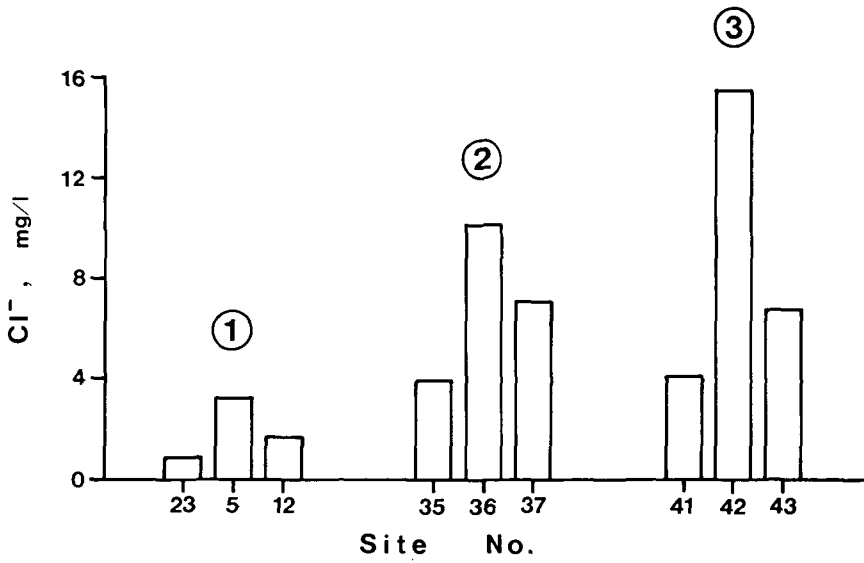
第4図 Cl<sup>-</sup>とNa<sup>+</sup>の関係  
破線は海水についての比0.56を示す



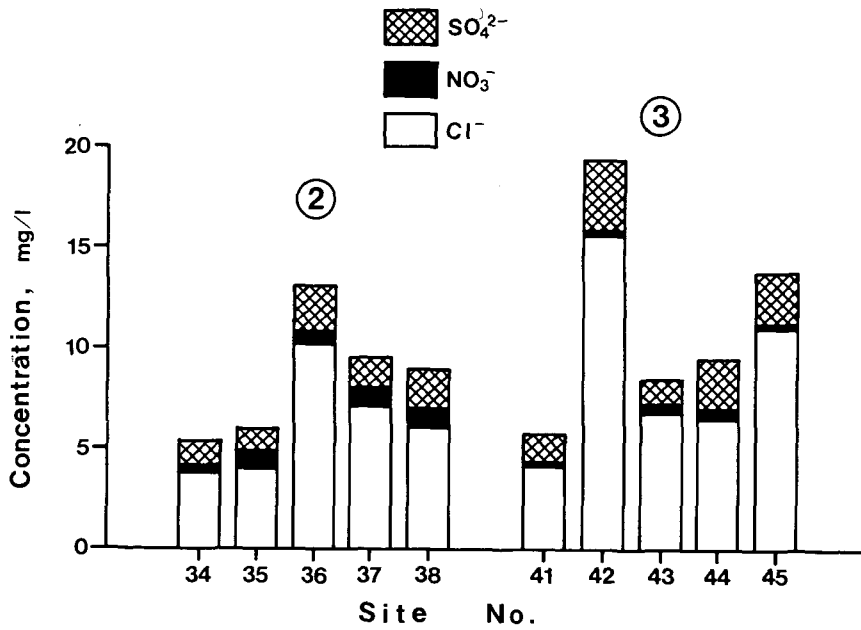
第5図 Cl<sup>-</sup>とSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の関係  
破線は海水についての比0.14を示す



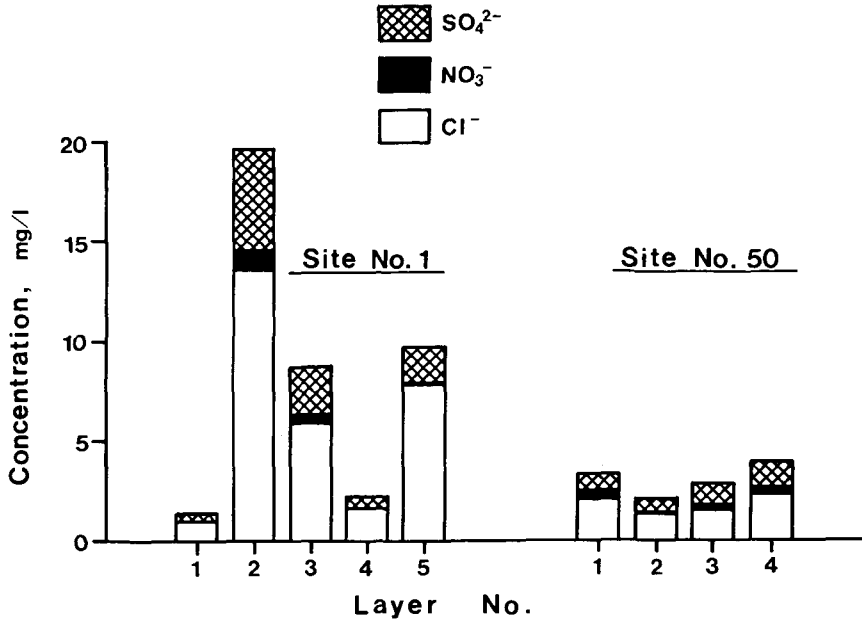
第6図 ランク別のCl<sup>-</sup>濃度分布



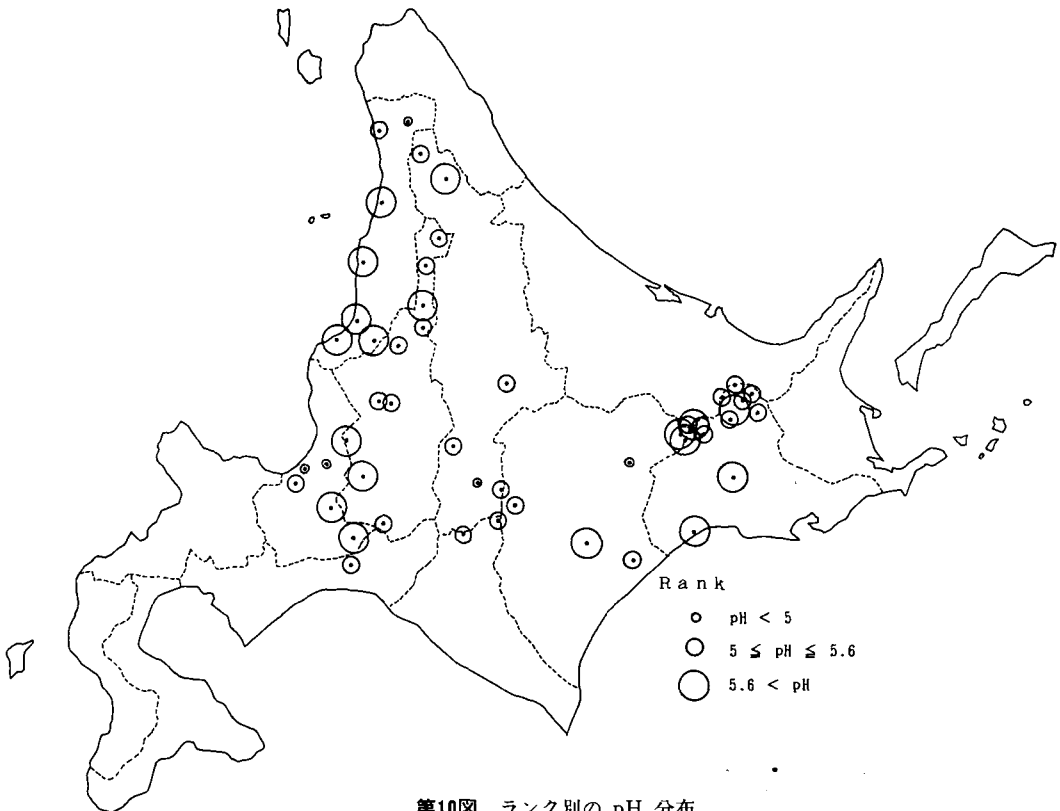
第7図 地区別代表地点のCl<sup>-</sup>濃度  
 ①：中央山地東側，②：西側内陸部，③：西側海岸部



第8図 北部地区の陰イオン組成  
 ②：内陸部，③：海岸部



第9図 札幌(Site No.1)と旭岳温泉(Site No.50)の陰イオン組成



第10図 ランク別の pH 分布

第1表 雪試料の化学分析結果とその地点の積雪の物理的性質

No.	地 点	pH	EC μS/cm	Cl <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Hs cm	Hw g/cm <sup>2</sup>	G g/cm <sup>2</sup>	R kg
1-1	北大低温(1)	5.51	6.1	0.94	0.14	0.26	0.56	0.43	0.71	106	31.0	0.29	17.0
1-2	北大低温(2)	4.69	51.4	13.49	1.12	5.01	7.54	0.89	1.07				
1-3	北大低温(3)	4.56	31.1	5.85	0.50	2.35	3.34	0.57	0.37				
1-4	北大低温(4)	5.12	8.9	1.64	0.00	0.59	0.92	0.46	0.12				
1-5	北大低温(5)	5.31	27.9	7.68	0.25	1.74	4.27	0.60	1.16				
2	駒里	4.78	22.5	4.63	0.80	1.42	2.48	0.53	0.33	29	4.9	0.16	20.6
3	千栄	5.30	4.0	0.12	0.00	0.24	0.08	0.27	0.10	46	9.0	0.19	2.0
4	日勝峠	5.17	4.5	0.12	0.00	0.33	0.08	0.36	0.04	92	21.0	0.22	6.7
5	幕別	4.91	16.2	3.23	0.33	0.79	1.46	0.15	0.15	42	8.8	0.20	3.2
6	中足寄	5.65	10.7	1.40	0.30	0.84	0.76	0.48	0.45	21	4.0	0.19	3.6
7	野中温泉	4.99	10.6	1.89	0.08	0.63	1.03	0.28	0.12	87	20.5	0.23	2.6
8	足寄峠	4.93	21.1	5.53	0.22	1.10	2.96	0.24	0.32	94	16.0	0.17	2.0
9-1	釧北峠(上)	6.37	21.8	3.41	0.28	0.86	1.78	0.18	0.26	118	21.5	0.18	1.9
9-2	釧北峠(下)	5.13	12.0	2.48	0.00	0.80	1.40	0.22	0.16				
10-1	夕映橋(上)	5.08	19.4	5.21	0.07	1.35	2.97	0.22	0.61	80	9.5	0.11	2.1
10-2	夕映橋(下)	4.97	15.1	2.99	0.00	1.25	1.73	0.27	0.24				
11-1	双湖台(上)	5.01	8.4	0.67	0.10	0.80	0.42	0.25	0.14	99	24.0	0.24	2.9
11-2	双湖台(下)	4.97	14.7	2.89	0.67	0.92	1.60	0.29	0.45				
12-1	阿寒湖畔(上)	4.93	20.9	6.94	0.11	1.51	3.92	0.27	0.33	80	16.7	0.20	5.3
12-2	阿寒湖畔(下)	5.05	10.2	1.73	0.00	0.77	0.96	0.28	0.51				
13	オクルシベ	5.43	17.5	4.57	0.09	1.23	2.59	0.34	0.87	88	16.3	0.18	2.0
14	美幌峠	5.15	19.1	5.60	0.21	0.98	3.00	0.25	0.25	42	5.8	0.13	2.0
15-1	プリンスホテル(上)	4.94	23.8	6.62	0.18	1.41	3.61	0.30	0.34	53	11.0	0.20	2.1
15-2	プリンスホテル(下)	4.95	11.7	2.05	0.00	0.95	1.17	0.26	0.21				
16	仁伏	5.25	33.5	10.23	0.19	2.48	5.53	0.48	0.55	69	13.8	0.19	2.4
17	藻琴山	5.11	9.3	1.36	0.08	0.78	0.78	0.24	0.09	97	19.3	0.19	4.1
18-1	川湯(上)	4.48	20.6	1.84	1.01	1.44	1.00	0.37	0.16	48	8.0	0.16	1.8
18-2	川湯(下)	5.08	36.5	4.49	0.10	1.92	6.74	0.37	0.59				
19-1	摩周湖(上)	4.56	18.9	1.72	0.79	1.33	1.00	0.39	0.19	135	34.0	0.25	6.7
19-2	摩周湖(下)	5.17	16.3	4.70	0.05	1.07	2.66	0.23	0.31				
20	鶴居	4.66	13.5	0.65	0.27	1.30	0.38	0.33	0.12	24	4.3	0.17	5.3
21	白糠	4.59	17.2	1.77	0.28	1.74	1.02	0.38	0.07	23	4.5	0.19	11.6

22	浦幌	5.00	6.7	0.40	0.16	0.44	0.25	0.29	0.13	34	5.0	0.14	6.3
23	新得	5.22	7.0	0.86	0.30	0.49	0.51	0.46	0.00	58	12.3	0.21	3.4
24	狩勝峠	5.52	6.5	0.73	0.20	0.49	0.45	0.29	0.10	85	20.8	0.24	4.2
25	幾寅	5.98	14.3	1.79	0.76	1.29	0.94	0.38	0.17	39	9.0	0.23	3.0
26-1	富良野(上)	4.73	11.2	0.33	0.99	0.60	0.17	0.33	0.00	58	11.7	0.20	2.2
26-2	富良野(下)	5.13	5.4	0.35	0.17	0.37	0.23	0.31	0.08				
27	滝川	5.30	14.0	2.87	0.71	1.00	1.58	0.63	0.20	44	9.4	0.21	2.0
28-1	岩見沢(上)	4.90	8.7	0.81	0.28	0.65	0.47	0.34	0.16	46	9.5	0.20	2.3
28-2	岩見沢(下)	4.95	13.6	2.03	0.68	1.18	1.32	0.52	0.27				
29	生振	5.64	19.8	4.05	0.51	1.48	1.78	0.25	1.27	116	32.5	0.28	22.3
30	当別	6.12	25.5	6.71	0.72	2.14	3.47	0.58	1.74	103	24.7	0.23	9.5
31	月形	4.85	19.4	5.20	0.67	1.59	2.88	0.44	0.87	63	17.0	0.26	9.7
32	新十津川	6.25	32.2	8.11	1.14	1.87	4.24	0.46	0.87	67	20.1	0.30	24.2
33	沼田	5.22	9.4	1.63	0.40	0.48	0.93	0.44	0.84	78	21.8	0.27	12.1
34	幌加内峠	5.42	17.0	3.77	0.34	1.18	1.71	0.14	0.53	105	33.6	0.32	32.0
35	幌加内	4.98	19.3	3.96	0.85	1.13	1.65	0.12	0.40	77	23.1	0.30	25.6
36	添牛内	5.24	29.0	10.17	0.64	2.25	5.66	0.51	1.46	112	34.7	0.30	35.8
37	母子里	5.22	19.6	7.08	0.99	1.47	3.32	0.65	0.61	97	27.2	0.28	24.1
38	音威子府	4.71	28.9	6.02	0.94	1.90	2.60	0.15	0.34	76	24.3	0.31	31.6
39	中川	5.34	103.8	37.05	0.30	5.98	15.21	0.12	1.13	87	23.5	0.27	7.8
40	雄信内	5.69	18.8	5.46	0.25	1.25	3.13	0.52	0.55	60	15.6	0.26	11.5
41	天塩	5.25	18.0	4.13	0.20	1.41	1.75	0.16	0.24	53	13.3	0.25	8.0
42	初山別	4.59	47.3	15.55	0.31	3.56	8.67	0.56	1.04	75	18.8	0.25	4.9
43	力昼	4.73	23.4	6.80	0.48	1.26	3.82	0.37	0.37	58	15.7	0.27	14.1
44	留萌	4.75	33.0	6.51	0.55	2.43	1.80	0.10	0.44	105	30.5	0.29	22.6
45	増毛	4.78	30.6	10.98	0.23	2.58	6.22	0.33	0.95	105	29.4	0.28	14.5
46	留萌峠	4.71	23.5	4.94	1.00	1.55	3.27	0.15	0.54	124	31.0	0.25	30.1
47	北広島	4.72	21.4	3.82	0.92	1.48	1.90	0.60	0.36	81	19.4	0.23	10.1
48	夕張	5.06	14.2	2.51	0.87	1.07	1.40	0.36	0.51	73	9.5	0.13	1.1
49	ウトナイ湖	5.30	6.1	0.54	0.25	0.26	0.24	0.33	0.42	28	6.4	0.22	13.0
50-1	旭岳温泉(1)	4.73	13.3	1.96	0.53	0.85	1.00	0.33	0.98	150	—	—	—
50-2	旭岳温泉(2)	5.01	9.0	1.27	0.17	0.65	0.72	0.39	0.27				
50-3	旭岳温泉(3)	4.75	12.4	1.47	0.27	1.00	0.75	0.34	0.29				
50-4	旭岳温泉(4)	4.87	14.6	2.25	0.47	1.24	1.22	0.43	0.62				

第2表 層毎にみた最大日降雪深と Cl<sup>-</sup>濃度の関係

No.	地 点	層	最大日降雪深	Cl <sup>-</sup> 濃度
1	札幌 (北大低温研裏)	第1層	42 cm/day	0.96 mg/l
		2	22	13.49
		3	36	5.85
		4	23	1.64
9	釧北峠	上	14 cm/day	3.41 mg/l
		下	56	2.48
10	夕映橋	上	14	5.21
		下	56	2.99
11	双湖台	上	14	0.67
		下	56	2.90
12	阿寒湖畔	上	14	6.94
		下	56	1.73
15	プリンスホテル	上	14	6.62
		下	56	2.05
18	川湯	上	14	1.84
		下	56	4.49
19	摩周湖	上	14	1.72
		下	56	4.70