



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道内の広域積雪調査 1992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, 51, 9-22
Issue Date	1993-03-30
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/18780">https://hdl.handle.net/2115/18780</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	51_p9-22.pdf



---

Yoshiyuki ISHII, Eizi AKITAYA and Mutsumi NOMURA 1992 Regional Observations of Snow Cover in Hokkaido, February 1992. *Low Temperature Science, Ser. A, 51. Data Report.*

---

## 北海道内の広域積雪調査 — 1992年2月 — \*

石井吉之・秋田谷英次

(低温科学研究所)

野村 睦

(北海道大学大学院理学研究科)

(平成4年12月受理)

**要旨**：1992年2月下旬に北海道内で広域積雪調査を実施した。“積雪特性図”を作成し、積雪水量とラム硬度の比例関係を明らかにした。層別に採取された雪試料の化学分析を行ない、海岸からの距離とCl<sup>-</sup>濃度の関係や、高所と平地のanion濃度の差異を調べた。国道沿いの雪試料はpHとCa<sup>2+</sup>濃度の相関が顕著で、アスファルト粉塵の影響が強く現れている。

**Abstract** : Regional observations of snow cover were carried out in Hokkaido from 18th to 27th February 1992, and a "snow cover diagram" was made. The water equivalent of snow was found to be proportional to the Ram hardness of snow. Chemical analyses of snow samples showed variations in Cl<sup>-</sup> concentrations with distances from the sea shore, and differences in the anion composition between mountaintops and flatlands. The pH value of snow samples collected near a trunk road was found to be closely related to Ca<sup>2+</sup> concentrations due to contamination from asphalt dust.

キーワード：広域調査, 積雪特性図, 地域性, pH, 無機イオン

Key words : inorganic major ion, pH, regional observation, regional differences, snow cover diagram

### I. はじめに

北海道における積雪の地域特性とその年毎の差異を把握する目的で、1991年2月に引き続き、1992年2月下旬、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。91年の積雪分布は、北部

---

\* 北海道大学低温科学研究所業績 第3651号

の顕著な少雪と札幌圏や東部の多雪が特徴であったが、92年は調査した全域にわたり平年並からやや少雪傾向であった。各調査地点では層毎に雪試料を採取し、積雪中の無機イオン濃度の地域性についても調べた。

## II. 調査方法

積雪観測は前報(91年)<sup>1)</sup>と同じ方法により、国道沿いの60地点で2月18~27日にかけて行なった。91年とは選定地点をやや変え、中央部~北部では天塩山地や石狩平野に重点をおいた。また、手稲山や旭岳などの高所も加え、近接する平地と比較した。

イオン分析用の雪試料は、全地点で層別に4~5試料を採取した。さらに、交通量の多い場所ではアスファルト粉塵等の混入状況を調べた。札幌市郊外の国道12号線雁来大橋付近において、道路に直交する方向(北西及び南東)に測線を取り、道路から10, 50, 100, 200m離れた地点でそれぞれ0, 10, 20, 30cm深の雪試料を採取した。

分析項目は前報と同様で、pHには平沼産業のCOM-500、電気伝導度には東亜電波工業のCM-40S、イオン分析には米国DIONEX社のイオンクロマトグラフィー2000i/SPを用いた。

## III. 結果及び考察

### 1. 積雪の物理的性質

全観測地点における積雪深、積雪水量、平均密度、平均ラム硬度を第1表に示した。このうち、91年と同じ観測地点の内の6地点については第1図に積雪層構造とラム硬度を示した。大まかに見ると、北部のしまり雪地帯の硬度が91年に比べ小さめであるが、これはむしろ91年の硬度が例年より大きかったことによる<sup>2)</sup>。第2図に積雪特性図を示すが、92年は積雪深と積雪水量がとも91年よりも多く、雪の量と硬さが比例する点が特徴的である。硬さは平均密度の増加とともに増している。

### 2. 無機イオン濃度の地域性

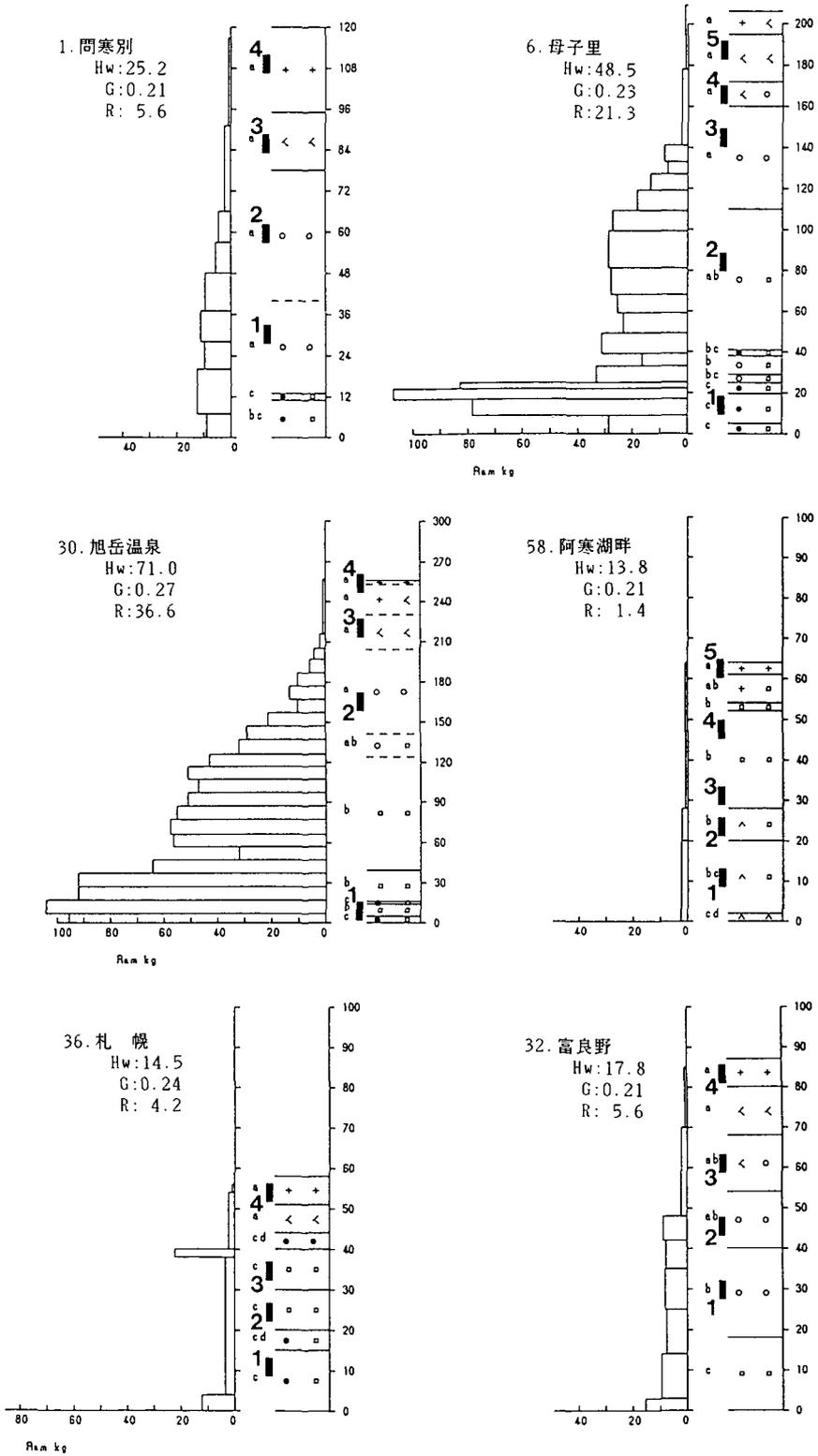
第1図に示した6地点における層別雪試料の化学分析結果を第2表に示した。各イオンの起源を第3図のようにNa<sup>+</sup>との濃度比から判断すると、Cl<sup>-</sup>とMg<sup>2+</sup>に関しては破線で示す海水についての濃度比にほぼ等しく、明らかに海塩起源とみなせる。また、K<sup>+</sup>は濃度比がやや大きい、Na<sup>+</sup>との直線関係が明瞭であり、これも海塩起源とみなせる<sup>3)</sup>。一方、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>とCa<sup>2+</sup>は非海塩起源のものを多く含んでいる。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>とNH<sub>4</sub><sup>+</sup>は濃度が小さく起源を特定できなかった。イオン組成比はanionはCl<sup>-</sup>、cationはNa<sup>+</sup>が最も多い。このため、電気伝導度はこれらのイオン濃度との相関が強い(第4図)。

Cl<sup>-</sup>の地域分布は91年と同様の傾向で、中央~北部で大きく東部で小さい(第5図)。層別に見てもこの傾向に差異はない。なお、図中のCl<sup>-</sup>濃度は層別濃度を層厚で加重平均した値で、全層平均値とは異なる。密度の小さい上層積雪の濃度がやや過大に見積もられている。

第5図中に実線で示した2測線(石狩平野コース：I測線、天塩山地横断コース：K測線)にお

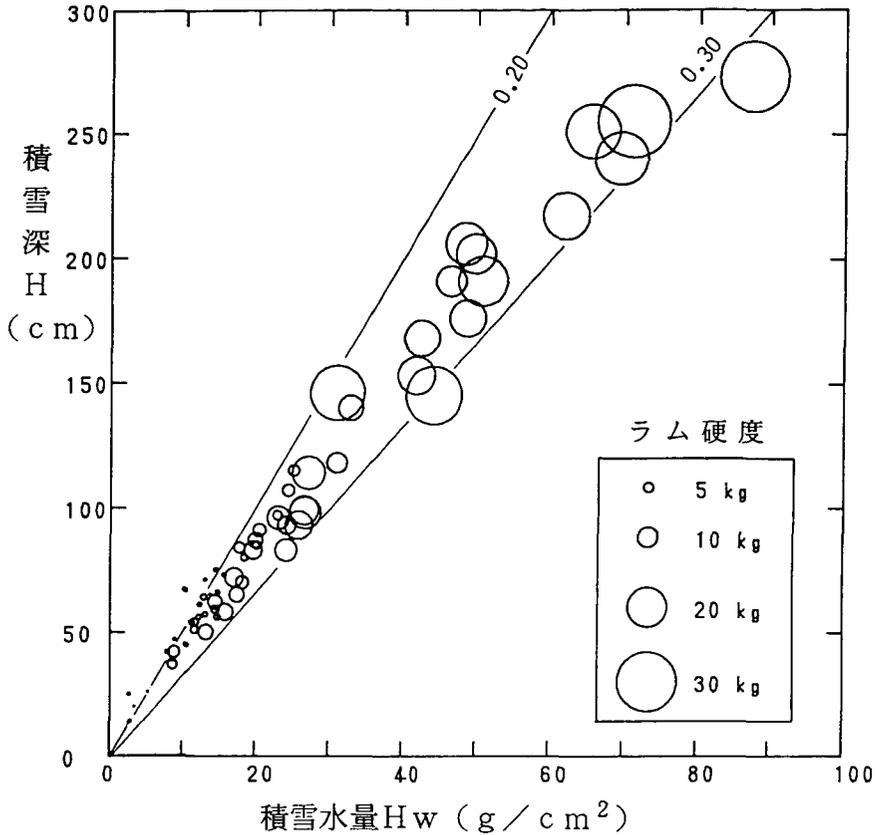
第1表 1991~92年冬期の北部・中央部・東部・阿寒の積雪特性

No	月日	観測地名	積雪深 cm	積雪水量 g/cm <sup>2</sup>	密度 g/cm <sup>3</sup>	ラム硬度 kg
1	2/19	問寒別	115	25.2	0.22	5.6
2	2/20	咲来	176	48.8	0.28	18.5
3	2/20	名寄	85	20.3	0.24	4.3
4	2/20	比布	71	13.1	0.18	1.9
5	2/20	上川	75	14.6	0.19	2.4
6	2/18	母子里	206	48.5	0.24	21.3
7	2/22	士別 K-1	96	23.1	0.24	11.6
8	2/22	西士別 K-2	146	31.1	0.21	27.6
9	2/22	温根別 K-3	118	31.0	0.26	10.2
10	2/22	士別峠 K-4	191	50.8	0.27	25.2
11	2/22	添牛内 K-5	217	62.0	0.29	23.7
12	2/22	霧立峠 K-6	191	46.5	0.24	15.7
13	2/22	二股川 K-7	251	65.5	0.26	27.6
14	2/22	霧立沼 K-8	202	49.8	0.25	20.2
15	2/22	屏風山 K-9	168	42.5	0.25	18.1
16	2/23	東川 K-10	140	32.9	0.24	12.5
17	2/23	古丹別 K-11	93	24.3	0.26	9.0
18	2/23	苫前 K-12	62	14.5	0.23	7.1
19	2/23	北長沼 I-7	72	17.1	0.24	9.6
20	2/23	南幌 I-6	87	20.0	0.23	7.5
21	2/24	江別 I-5	99	26.6	0.27	14.5
22	2/24	篠津 I-4	65	17.5	0.27	7.9
23	2/24	篠路 I-3	70	18.2	0.26	6.7
24	2/24	生振 I-2	83	24.3	0.29	11.1
25	2/24	石狩 I-1	50	13.2	0.26	7.8
26	2/27	夕張(開地)	80	18.5	0.23	3.9
27	2/27	夕張(林内)	42	8.8	0.21	6.0
28	2/26	手稲山山頂	273	87.5	0.32	35.8
29	2/27	東川 B	58	15.8	0.27	8.9
30	2/27	旭岳温泉	255	71.0	0.27	36.6
31	2/23	幾寅	57	13.1	0.23	2.6
32	2/24	富良野	84	17.8	0.21	5.6
33	2/24	東滝川	91	20.5	0.23	6.6
34	2/24	浦臼	98	26.8	0.27	16.4
35	2/24	岩見沢	93	25.9	0.28	14.4
36	2/24	札幌	59	14.5	0.25	4.2
37	2/21	興和	42	7.9	0.19	2.0
38	2/21	留辺蘂	47	8.9	0.19	1.9
39	2/23	上士幌	14	2.8	0.20	1.8
40	2/23	鹿追	26	5.3	0.20	0.8
41	2/23	芽室	20	3.4	0.17	0.8
42	2/23	狩勝峠	145	44.3	0.31	29.4
43	2/21	美幌	45	10.5	0.23	2.2
44	2/21	美幌峠	54	11.6	0.21	4.0
45	2/21	和琴	39	8.6	0.22	2.9
46	2/21	藻琴 B	56	14.8	0.26	3.1
47	2/21	藻琴麓	64	12.9	0.20	3.4
48	2/21	野上峠	97	23.0	0.24	4.7
49	2/21	川湯	56	12.3	0.22	2.7
50	2/22	摩周第3口	51	11.6	0.23	4.0
51	2/22	摩周第1口	37	8.6	0.23	5.3
52	2/22	摩周第1展	83	19.8	0.24	9.4
53	2/22	奥春別	54	11.3	0.21	2.6
54	2/22	鑑別	67	10.4	0.19	2.0
55	2/22	双岳台	107	24.5	0.23	6.2
56	2/22	ピリカネツブ	61	12.4	0.20	2.0
57	2/22	釧北峠	73	15.7	0.22	2.0
58	2/22	阿寒湖畔	65	13.8	0.21	1.4
59	2/23	野中温泉	66	14.8	0.22	2.1
60	2/23	中足寄	25	2.6	0.10	1.9



第1図 代表地点の積雪層構造とラム硬度。

$H_w$  : 積雪水量 ( $g/cm^2$ ),  $\bar{G}$  : 平均密度 ( $g/cm^3$ ),  $\bar{R}$  : 平均ラム硬度 ( $kg$ ), 縦軸は地表面からの高さ ( $cm$ ), 太実線区間及び太数字は試料の採取層及び No.



第2図 1992年2月末の積雪特性図

ける海岸からの距離とCl<sup>-</sup>濃度の関係を第6, 7図に示した。石狩平野では海岸より約10kmまでの区間で、海に近い地点ほど濃度が高い。一方、天塩山地を横断する方向では、海岸地点の濃度が高い以外には石狩平野のような傾向は認められない。海に近づくにつれてCl<sup>-</sup>濃度が増すのは、比較的大きな平野部に限られた傾向と考えられる。

札幌市周辺、大雪山旭岳、北部内陸盆地(母子里)の3地域を対象に、近接した高所と平地のanion濃度を比較し第8図(a)~(c)に示した。いずれの地域でも高所の濃度は平地に比べて小さい傾向にある。しかし、石狩湾に面した札幌市周辺では標高を問わず濃度が高い。この地域では季節風型や低気圧型など多様な降雪型があり、降雪時の気団の性質に応じてイオン濃度が大きく変動していると推察される。旭岳や内陸盆地では、大雪が降ることは稀であるが、断続的な降雪によって積雪深が増大する。特に旭岳ではその傾向が顕著で、激しい対流活動に伴う降雪は少なく、海塩起源のイオン濃度が低い。

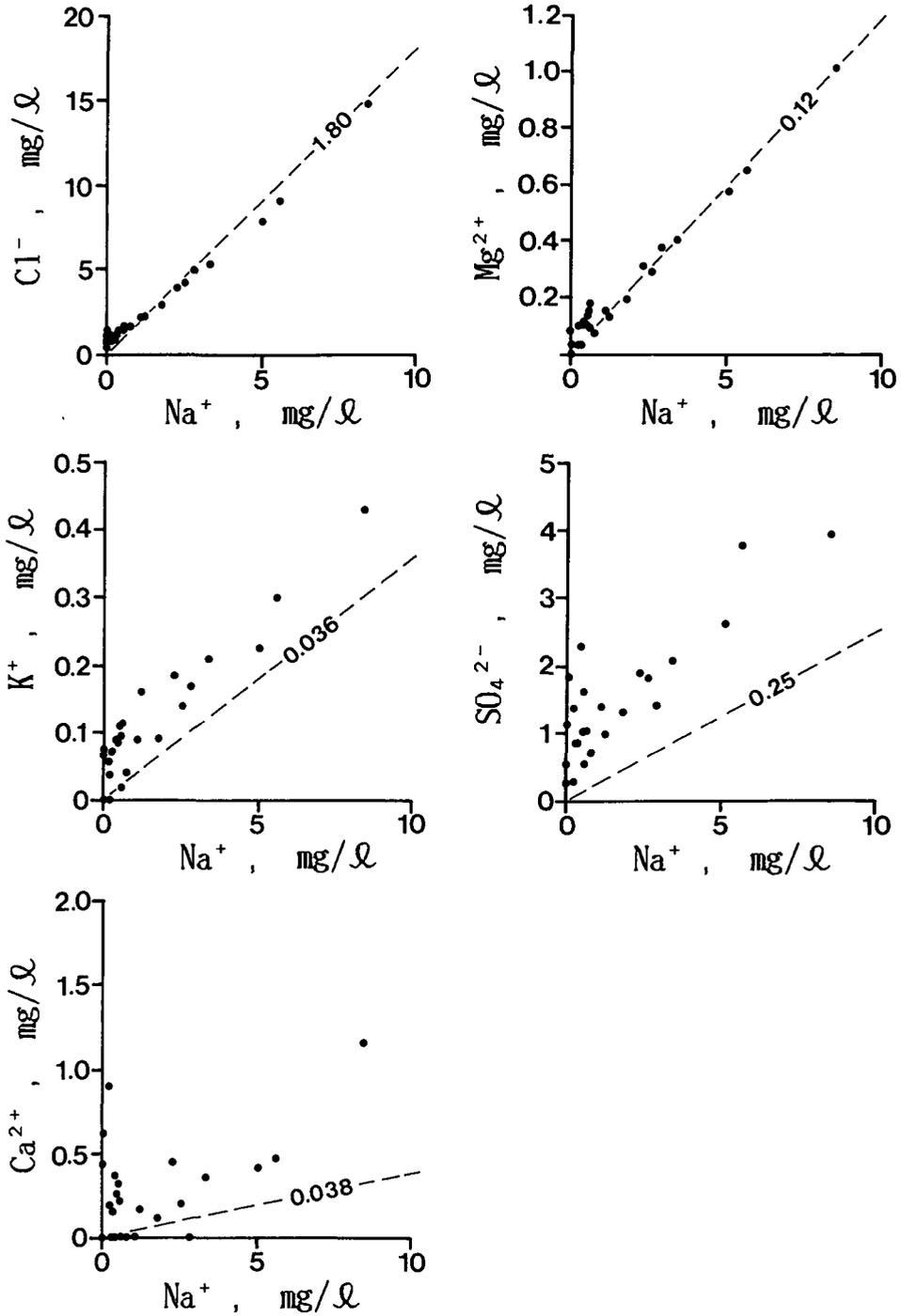
### 3. アスファルト粉塵の影響

国道沿い地点での分析結果を第3表に示すが、pH7.0以上の試料も検出されている。特に第9図に示すように、pH6.5を越える試料はpHとCa<sup>2+</sup>濃度との相関が顕著で、粉塵の影響を強く受けてい

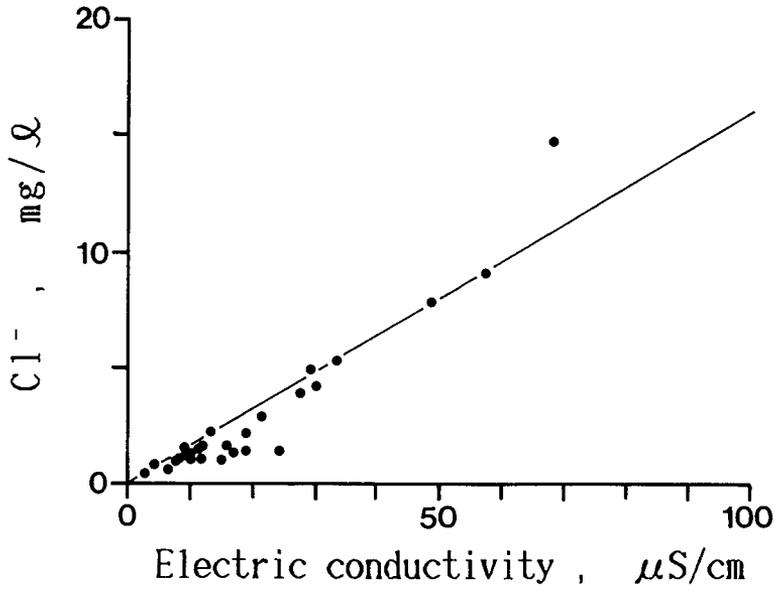
第2表 層毎の雪試料の化学分析結果

サンプルNo.	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	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	
札幌	幌-1	4.68	29.2	4.92	0.24	1.41	2.82	0.16	0.17	0.38	0.00
	-2	4.67	27.7	3.93	0.36	1.89	2.27	0.26	0.18	0.31	0.44
	-3	5.19	68.3	14.69	0.54	3.93	8.40	0.38	0.43	1.01	1.16
	-4	4.34	57.1	9.09	0.41	3.77	5.58	0.23	0.30	0.65	0.47
母子里	-1	5.57	13.4	2.24	0.30	0.97	1.21	0.24	0.16	0.13	0.16
	-2	4.59	21.5	2.90	0.66	1.31	1.74	0.18	0.09	0.19	0.11
	-3	4.44	30.1	4.17	0.85	1.81	2.54	0.18	0.14	0.29	0.20
	-4	4.72	12.1	1.04	0.77	0.83	0.33	0.16	0.07	0.03	0.15
	-5	4.76	11.9	1.59	0.35	0.70	0.75	0.05	0.04	0.07	0.00
間寒別	-1	4.46	48.6	7.82	1.54	2.62	5.01	0.29	0.23	0.58	0.42
	-2	5.14	8.9	1.52	0.14	0.54	0.56	0.20	0.09	0.14	0.00
	-3	4.96	6.4	0.59	0.50	0.53	0.00	0.25	0.07	0.00	0.00
	-4	4.67	33.5	5.33	0.77	2.07	3.36	0.26	0.21	0.40	0.35
阿寒湖畔	-1	5.12	7.6	0.96	0.14	0.84	0.22	0.08	0.04	0.09	0.00
	-2	5.79	9.7	1.05	0.62	1.37	0.20	0.16	0.06	0.10	0.90
	-3	5.24	2.6	0.43	0.09	0.23	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	-4	4.53	16.9	1.30	0.76	1.13	0.02	0.18	0.07	0.08	0.43
	-5	4.70	15.0	1.01	0.93	1.83	0.05	0.35	0.07	0.00	0.62
富良野	-1	4.58	18.9	1.42	0.95	1.61	0.53	0.24	0.11	0.13	0.31
	-2	4.67	18.9	2.15	0.59	1.39	1.06	0.19	0.09	0.15	0.00
	-3	4.42	24.2	1.39	1.65	2.29	0.42	0.53	0.09	0.11	0.36
	-4	4.70	15.9	1.60	0.44	1.03	0.60	0.19	0.11	0.17	0.00
旭岳温泉	-1	6.28	8.1	1.08	0.19	0.27	0.23	0.72	0.00	0.03	0.19
	-2	4.83	11.6	1.48	0.55	1.03	0.60	0.20	0.02	0.09	0.21
	-3	5.12	9.6	1.28	0.41	1.02	0.48	0.20	0.09	0.10	0.26
	-4	5.23	4.2	0.80	0.26	0.26	0.05	0.08	0.00	0.03	0.00

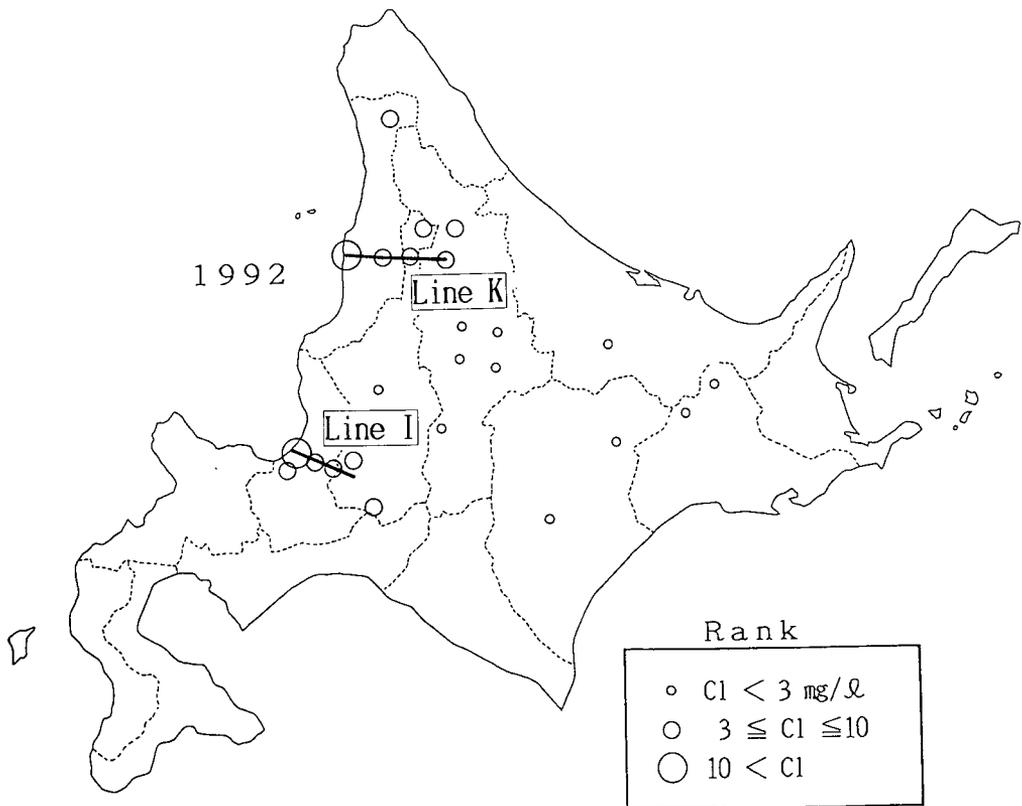
る。国道からの距離や主風向による影響の現われ方を、海塩性のCl<sup>-</sup>と非海塩性のCa<sup>2+</sup>とで比較した(第10図)。Cl<sup>-</sup>濃度には顕著な傾向性を認め難いが、Ca<sup>2+</sup>濃度は道路から10m以内の至近距離で著しく高くなっている。これは道路から除雪された雪が混入したためである。それ以外の場所でのCa<sup>2+</sup>濃度には傾向性はないが、非都市域に比べると絶対値が大きい。都市域では、道路からの距離に関係なく広い範囲で粉塵の影響を受けていると考えられる。



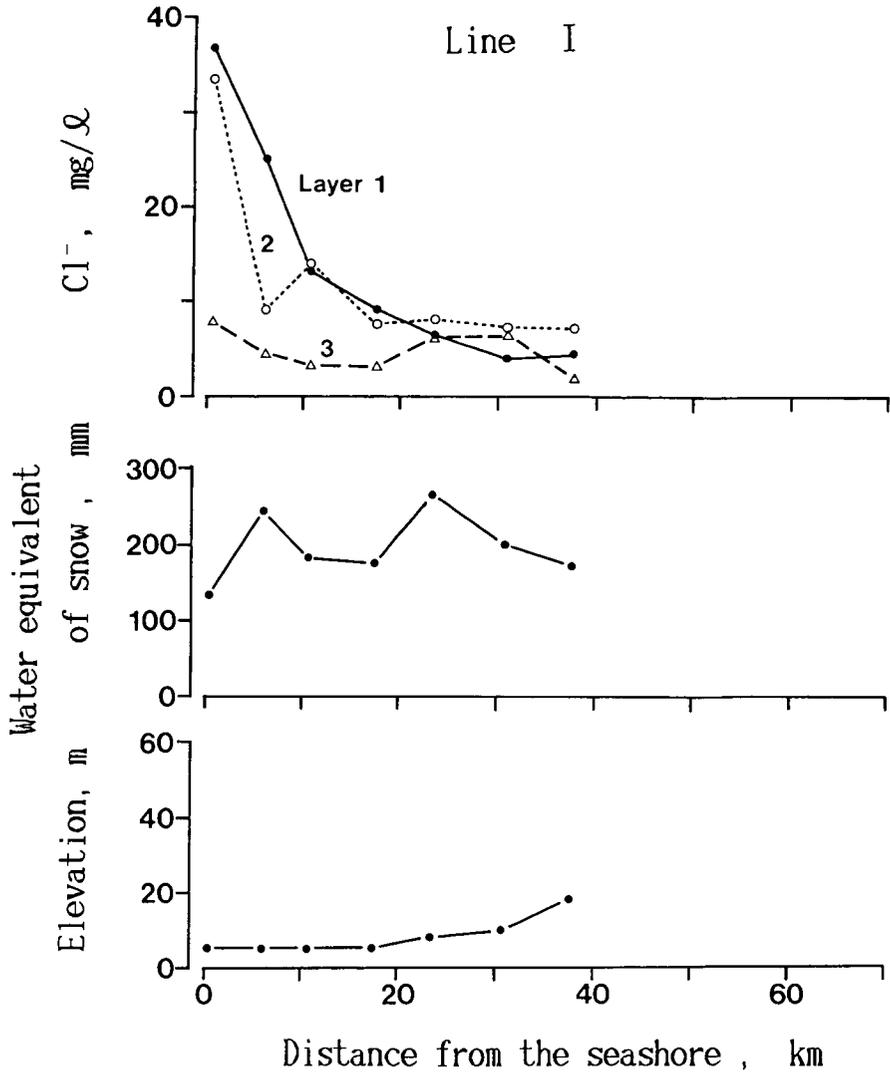
第3図 積雪中のNa<sup>+</sup>濃度と各イオン濃度の関係。  
破線は海水についての比を示す



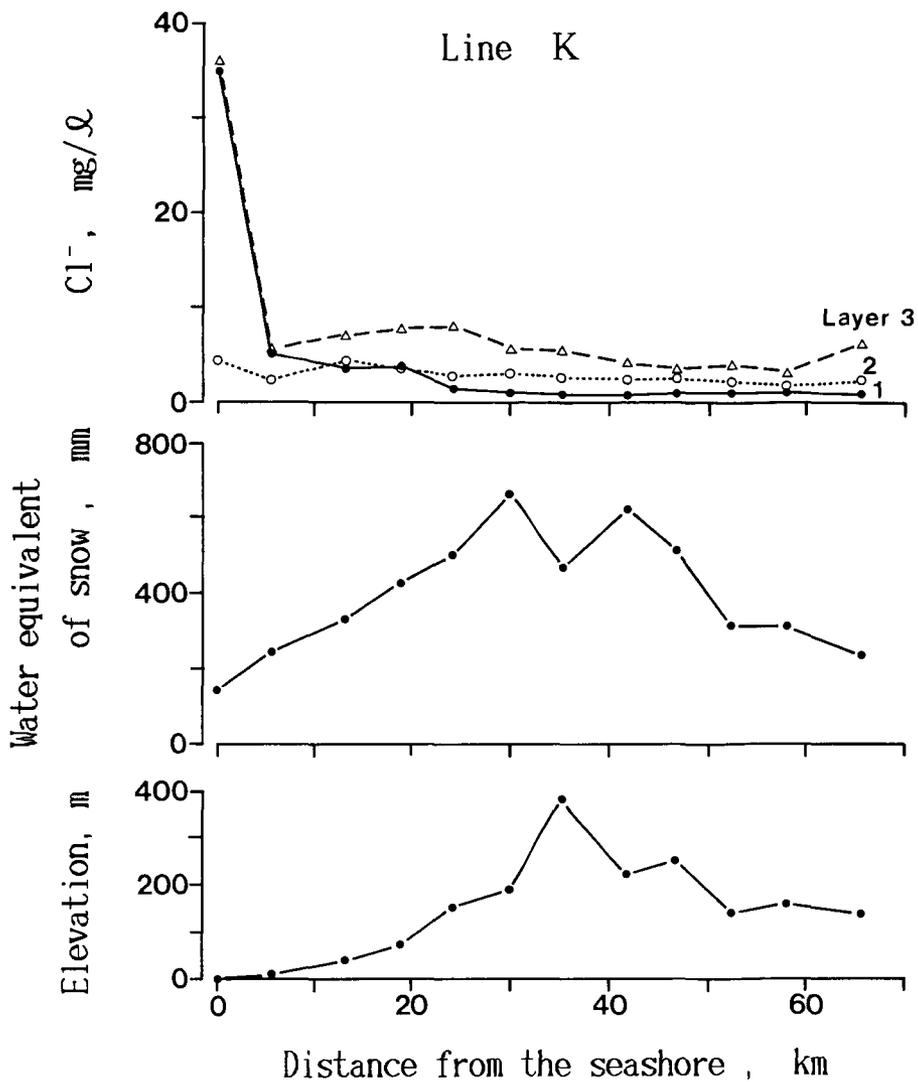
第4図 電気伝導度とCl<sup>-</sup>濃度の関係



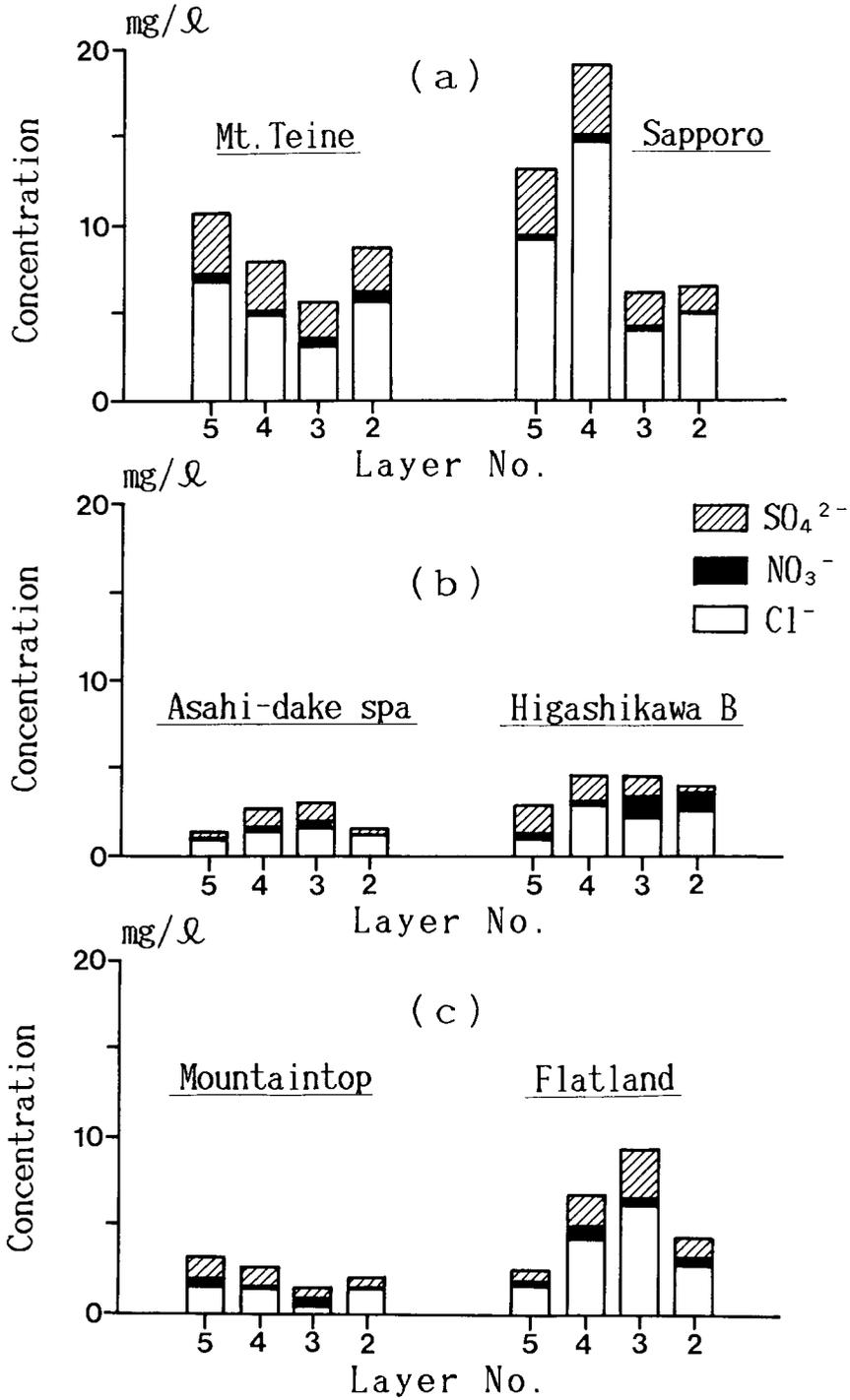
第5図 Cl<sup>-</sup>濃度の地域分布 (1992年2月)



第6図 海岸からの距離と $Cl^-$ 濃度, 積雪水量, 標高の関係  
(石狩平野コース: I 測線)



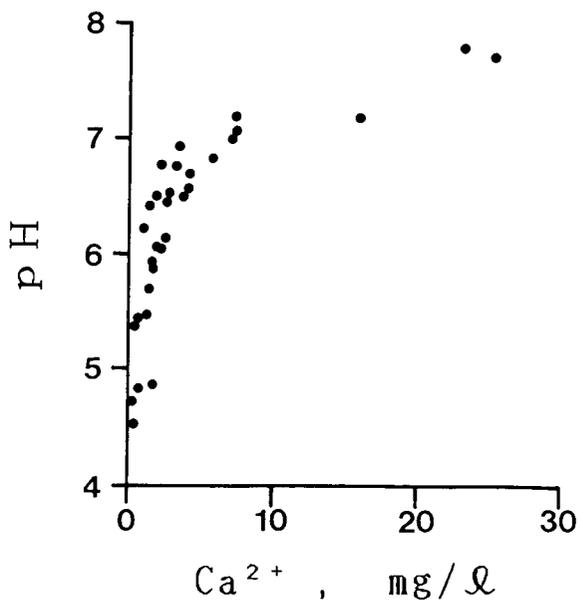
第7図 海岸からの距離とCl<sup>-</sup>濃度、積雪水量、標高の関係  
(天塩山地横断コース：K測線)



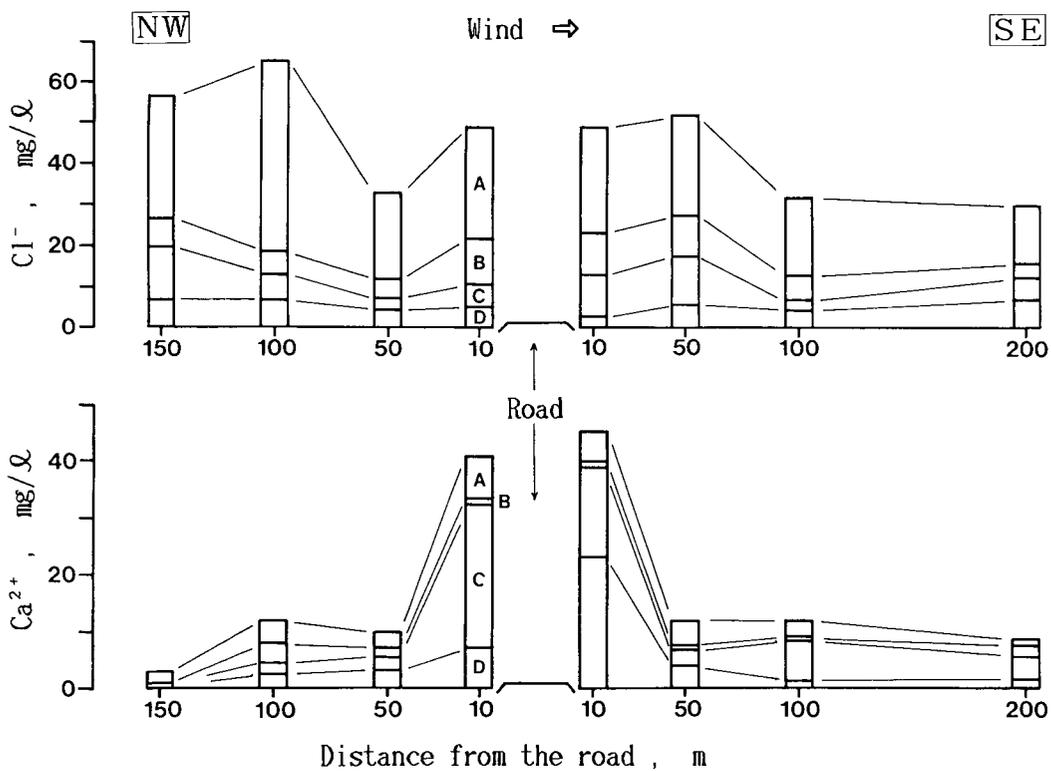
第8図 高所と平地のanion濃度の比較。  
 (a)手稲山山頂(標高1000m)と札幌(10m, 北大低温研)  
 (b)旭岳温泉(1000m)と東川(300m)  
 (c)母子里盆地の山頂(550m)と平地(290m)

第3表 国道沿い地点の化学分析結果

サンプルNo.	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	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l
風上150- 0	4.85	137.6	30.34	1.04	8.56	17.87	1.01	0.80	2.20	1.79
-10	4.71	41.5	7.70	0.21	2.15	4.89	0.15	0.35	0.57	0.41
-20	5.90	61.4	12.28	0.70	4.52	7.68	0.50	0.38	0.94	1.53
-30	5.68	40.5	6.68	0.83	3.59	4.03	0.61	0.33	0.53	1.40
風上100- 0	6.55	217.0	47.46	1.38	12.86	30.84	1.87	1.48	3.66	4.16
-10	6.92	41.5	5.42	0.33	2.49	3.57	0.31	0.19	0.51	3.43
-20	6.21	33.7	6.30	0.31	2.15	4.06	0.36	0.25	0.51	1.10
-30	6.44	45.7	6.61	0.98	3.95	4.13	0.85	0.43	0.58	2.57
風上 50- 0	6.13	103.6	21.15	0.86	6.86	10.63	0.71	0.61	1.63	2.61
-10	5.86	33.2	4.99	2.02	1.75	3.28	0.01	0.73	0.43	1.70
-20	6.76	25.8	2.88	0.29	1.36	1.64	0.49	0.36	0.26	2.32
-30	6.74	35.3	3.98	0.54	2.53	2.18	0.71	0.24	0.37	3.28
風上 10- 0	7.06	146.4	27.66	0.96	8.55	16.76	1.03	0.66	2.06	7.53
-10	4.82	56.4	11.44	0.28	3.28	7.19	0.09	0.27	0.86	0.66
-20	7.70	134.6	4.93	0.42	3.43	3.02	0.11	0.31	0.80	25.29
-30	7.18	56.9	4.55	0.71	3.15	2.62	0.52	0.20	0.48	7.34
風下 10- 0	6.82	131.6	25.58	0.91	8.16	15.40	0.82	0.65	1.83	5.80
-10	4.51	55.2	10.84	0.27	3.12	6.76	0.13	0.35	0.78	0.47
-20	7.17	118.7	9.82	0.58	5.38	5.99	0.35	0.37	1.04	15.98
-30	7.78	117.8	2.66	0.28	1.69	1.25	0.00	0.39	0.77	23.06
風下 50- 0	6.64	128.8	25.37	0.97	8.28	15.61	1.33	0.72	1.86	4.29
-10	5.36	46.3	9.60	0.25	2.85	6.18	0.57	0.40	0.68	0.47
-20	6.52	63.0	11.42	0.45	3.71	7.23	0.48	0.35	0.89	2.83
-30	6.69	46.8	5.66	0.50	3.02	3.19	0.69	0.23	0.50	4.25
風下100- 0	6.03	91.2	18.65	0.79	6.05	12.13	0.86	0.54	1.47	2.31
-10	5.43	30.7	5.92	0.26	1.96	3.73	0.35	0.23	0.46	0.66
-20	6.98	50.9	2.72	0.17	1.21	1.78	0.22	1.12	0.45	7.15
-30	6.40	27.0	3.92	0.32	2.00	2.27	0.65	0.24	0.35	1.37
風下200- 0	5.46	67.3	13.69	0.61	5.16	8.39	0.73	0.36	1.02	1.32
-10	6.50	27.7	3.89	0.37	1.89	2.42	0.25	0.27	0.37	1.96
-20	6.48	47.6	6.10	0.63	3.15	3.43	0.83	0.28	0.51	3.86
-30	6.05	40.1	5.45	1.18	4.21	3.32	1.17	0.39	0.51	1.86



第9図 Ca<sup>2+</sup>濃度とpHの関係



第10図 国道沿いの深さ別イオン濃度

A : 0cm深, B : 10cm深, C : 20cm深, D : 30cm深

#### Ⅳ. お わ り に

2ヶ年の調査を通じ、積雪中の無機イオンの地域性がある程度把握されてきた。積雪中のpHはこうした無機イオンの平衡から決まるので、pHの時空間変動を調べるためには、無機イオンの特性に関する理解が重要である。

最後に、調査の際にご協力頂いた当研究所の白岩孝行助手と大学院理学研究科の竹内由香里・中林宏典・尾関俊浩・天野隆明の各氏に感謝致します。なお、研究に要した経費の一部は、文部省科学研究費重点領域研究（自然災害）「山地豪雪災害の予測と防除，復旧対策に関する研究」（代表，秋田谷英次）から支出された。

#### 文 献

- 1) 石井吉之・秋田谷英次・佐藤和秀 1991 北海道内の広域積雪調査—1991年2月—, 低温科学, 物理篇, **50**, 資料集, 9—24.
- 2) 秋田谷英次・石井吉之 1992 北海道北部・東部の広域積雪調査, 北海道の雪氷, **11**, 8—10.
- 3) 鈴木啓助 1984 札幌における積雪中の化学物質濃度の空間分布, 地理学評論, **57**, 349—361.