HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	札幌における降積雪中の無機イオン濃度　１９９１～９２年冬期
Author(s)	石井，吉之；秋田谷，英次
Citation	低温科学．物理篇．資料集，51，23-30
Issue Date	1993-03-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18781
Type	departmental bulletin paper
File Information	51_p23-30.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Yoshiyuki ISHII and Eizi AKITAYA 1992 Chemical Compositions of Solid Precipitation and Snow Cover in Sapporo, 1991－92. *Low Temperature Science,* **Ser. A, 51.** *Data Report.*

札幌における降積雪中の無機イオン濃度*

－1991～92年冬期－

石井　吉之・秋田谷英次

（低温科学研究所）

（平成4年12月受理）

要旨：1992年積雪期に札幌において降積雪中の無機イオン濃度を測定した。各イオンの起源をNa^+との濃度比から判断すると，全イオン濃度に占める海塩起源イオンの割合は，降雪中で79%，積雪中で85%となった。積雪の層毎の各イオン濃度は，融雪期前まではほぼ一定に保たれていた。

Abstract: Chemical compositions of solid precipitation and snow cover were measured in Sapporo during the snowy season in 1992. From the ratios of each ion to the concentration of Na^+, sea salt ions in solid precipitation consist of 79% and in snow cover, 85%. Ion concentrations of each layer in the snow cover remained almost constant up until the snowmelt season.

キーワード：イオン起源，降雪，積雪，積雪期，無機イオン

Key words: inorganic major ion, ion source, snow cover, snowy season, solid precipitation

I．は　じ　め　に

1990－91年と1991－92年の2冬期にわたり，北海道内の広域積雪調査を行ない，化学成分からみた積雪の地域性について調べてきた[1,2]。地域性を理解するためには，こうした短期間多地点での観測に加え，代表地点における定点継続観測も欠かすことができない。

札幌における降積雪中の化学成分については既に報告例もあるが[3,4]，北海道北部での定点観測[5]と対比させるために，1991－92年冬期に札幌での定点観測を行なった。

＊北海道大学低温科学研究所業績　第3652号

II. 方 法

雪試料の採取は北海道大学低温科学研究所裏庭の観測露場で行なった。毎朝9時頃，露場の雪面上に50cm×50cmの塩ビ製積雪板を置き，顕著な降雪があった場合には，翌日同時刻までに板上に堆積した新雪を採取した。また，ほぼ10日間隔で行なった積雪断面観測[6]の際に層毎の積雪試料を採取した。

雪試料は室温で融解・保存した後，pHと電気伝導度（EC）をはじめ，Cl^-，NO_3^-，SO_4^{2-}，Na^+，NH_4^+，K^+，Mg^{2+}，Ca^{2+}の主要無機イオンについて分析した。用いた分析機器は，pHが平沼産業のCOM－500，電気伝導度が東亜電波工業のCM－40S，イオン分析が米国DIONEX社のイオンクロマトグラフィー2000i/SPである。

III. 分 析 結 果

降雪試料の分析結果を降雪水量と併せて第1表に，また，積雪試料の分析結果を第2表に示した。降積雪ともにanionではCl^-とSO_4^{2-}，cationではNa^+の濃度が高い。降雪中の各イオン濃度をNa^+濃度と比較して第1図に示したが，Cl^-とMg^{2+}の濃度比は海水についての濃度比にほぼ等しく，海塩起源と判断される。また，K^+は濃度比はやや大きいがNa^+濃度との直線関係が明瞭であり，濃縮率を考慮すればやはり海塩起源が主体とみなせる[4]。一方，SO_4^{2-}とCa^{2+}は非海塩起源のものを多く含んでいる。こうした傾向は積雪中の雪試料についても当てはまり，積雪となってからも大きく変化することはない（第2図）。降積雪中の平均イオン組成を第3図(a) (b)に示す。(a)は全降雪試料の平均値，(b)は2月24日の積雪各層の平均値を当量濃度で表した図で，全イオン濃度に対する海塩起源イオン濃度の割合は，降雪が79%，積雪が85%となった。

秋田谷・白岩の測定結果[6]をもとに，積雪の層区分を行ない第4図に示した。例えばE層に着目すると，1月25日から3月7日までの間にCl^-濃度は3.3～4.3mg/l，Ca^{2+}濃度は0.27～0.56mg/lの値をとり，変化幅は小さい。境界が比較的明瞭な他の層についても同様の傾向があり，積雪の層毎の各イオン濃度は融雪期前まではほぼ一定に保たれている。

降雪中のイオン濃度について，Cl^-濃度を例に，降水量効果を検討した結果を第5図に示す。水量が多いと濃度は低くなる傾向が認められるが，水量が少なくても低濃度の場合もあり，必ずしも明瞭ではない。札幌では卓越風向によってイオン濃度が大きく変動するので，降水量効果が不鮮明になると考えられる。

最後に，調査の際にご協力頂いた当研究所の雪害科学部門の皆様に感謝致します。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。

第1表　降雪中のイオン分析結果と降雪水量

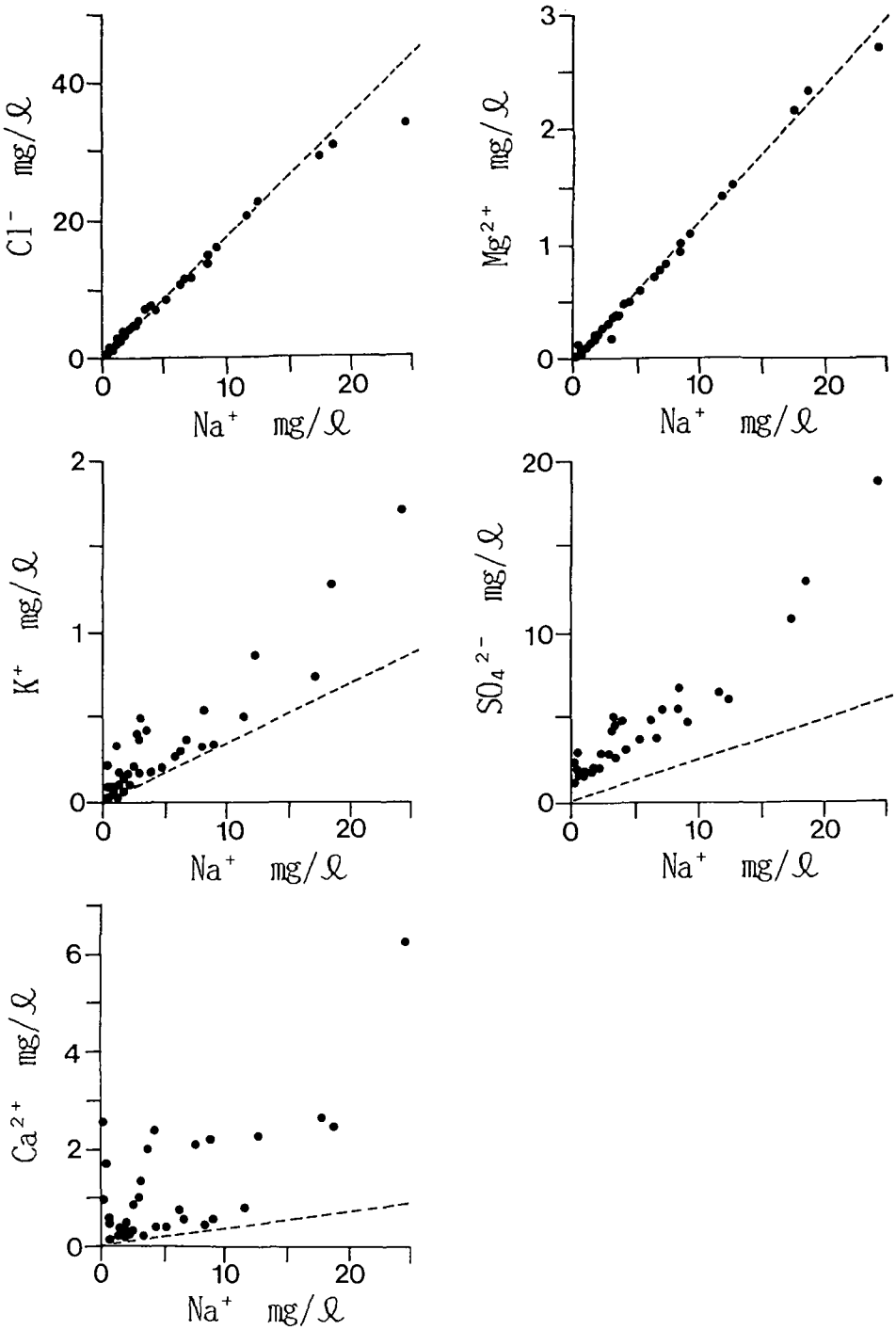
採取年月日	pH	EC μS/cm	Cl^- mg/l	NO_3^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	Na^+ mg/l	NH_4^+ mg/l	K^+ mg/l	Mg^{2+} mg/l	Ca^{2+} mg/l	降雪水量 mm
1992年											
1月10日	4.60	36.6	5.40	0.45	2.54	3.38	0.30	0.17	0.35	0.19	4.26
14	5.45	16.9	2.22	0.81	1.57	1.16	0.51	0.34	0.10	0.26	10.75
15	5.00	17.8	2.46	0.41	1.45	1.31	0.34	0.07	0.12	0.18	3.61
20	5.00	32.0	4.98	0.73	2.65	2.69	0.52	0.22	0.29	0.82	4.26
22	4.75	48.9	7.37	1.50	4.35	3.25	0.64	0.50	0.37	1.99	1.58
23*1	4.59	20.9	1.57	0.67	1.76	0.70	0.41	0.12	0.06	0.12	6.00
〃*2	4.51	30.3	3.93	0.24	1.75	1.60	0.21	0.18	0.16	0.36	2.32
24	4.61	28.2	3.96	0.22	1.85	2.16	0.20	0.10	0.21	0.16	6.63
25	4.66	23.2	3.00	0.53	1.34	1.07	0.32	0.04	0.11	0.40	4.99
27	6.13	49.9	7.83	2.25	4.81	3.88	0.92	0.43	0.45	2.35	1.11
30	5.22	78.6	15.22	1.42	6.68	8.47	0.70	0.54	0.99	2.19	6.76
31	6.29	10.4	0.84	0.49	1.03	0.17	0.20	0.03	0.01	0.92	3.82
2月3日	4.91	24.6	3.35	0.80	1.84	1.84	0.44	0.16	0.19	0.47	1.92
4	4.50	34.1	3.75	0.65	2.76	2.31	0.35	0.18	0.24	0.25	8.03
5	4.85	44.4	5.49	1.75	5.08	3.14	0.83	0.38	0.38	1.31	1.90
7	6.11	20.1	1.83	0.69	2.28	0.14	0.00	0.10	0.05	2.53	1.29
8	6.40	40.0	5.66	1.15	4.13	2.95	0.95	0.41	0.16	0.97	0.23
9	4.49	45.8	7.10	0.52	3.06	4.24	0.25	0.17	0.48	0.39	4.16
11	4.76	95.1	20.86	1.11	6.47	11.64	0.75	0.51	1.43	0.78	吹雪*3
13	5.01	16.1	1.76	0.73	1.51	0.58	0.30	0.07	0.08	0.47	3.26
17	4.42	65.0	10.65	0.89	4.83	6.26	0.51	0.27	0.70	0.72	吹雪*3
26	4.22	82.5	13.80	0.54	5.47	8.38	0.32	0.33	0.92	0.45	24.53
27	6.56	193.0	34.46	3.15	18.87	24.14	2.40	1.74	2.71	6.34	1.03
28	5.82	20.4	1.69	1.03	2.88	0.39	0.35	0.22	0.13	1.69	1.61
3月2日	4.49	80.5	16.41	0.29	4.66	9.16	0.23	0.35	1.10	0.55	2.21
4	4.31	58.2	8.56	0.55	3.59	5.13	0.18	0.20	0.58	0.37	吹雪*3
8	5.76	64.5	11.55	2.14	5.36	7.12	0.62	0.37	0.82	2.09	3.44
12	5.30	14.4	1.53	0.34	1.87	0.55	0.31	0.06	0.03	0.58	1.32
20	4.67	59.9	11.14	1.00	3.60	6.75	0.43	0.30	0.76	0.55	
22	5.09	144.6	29.53	1.27	10.76	17.38	1.20	0.75	2.18	2.66	1.45
23	4.64	161.5	31.47	2.44	13.01	18.47	3.23	1.30	2.36	2.48	2.82

＊1　1/22 9：20～1/23 9：20 までの新雪
＊2　1/23 9：20～19：00までの新雪
＊3　雪板上の雪が極少量のため，周囲の表面積雪を採取

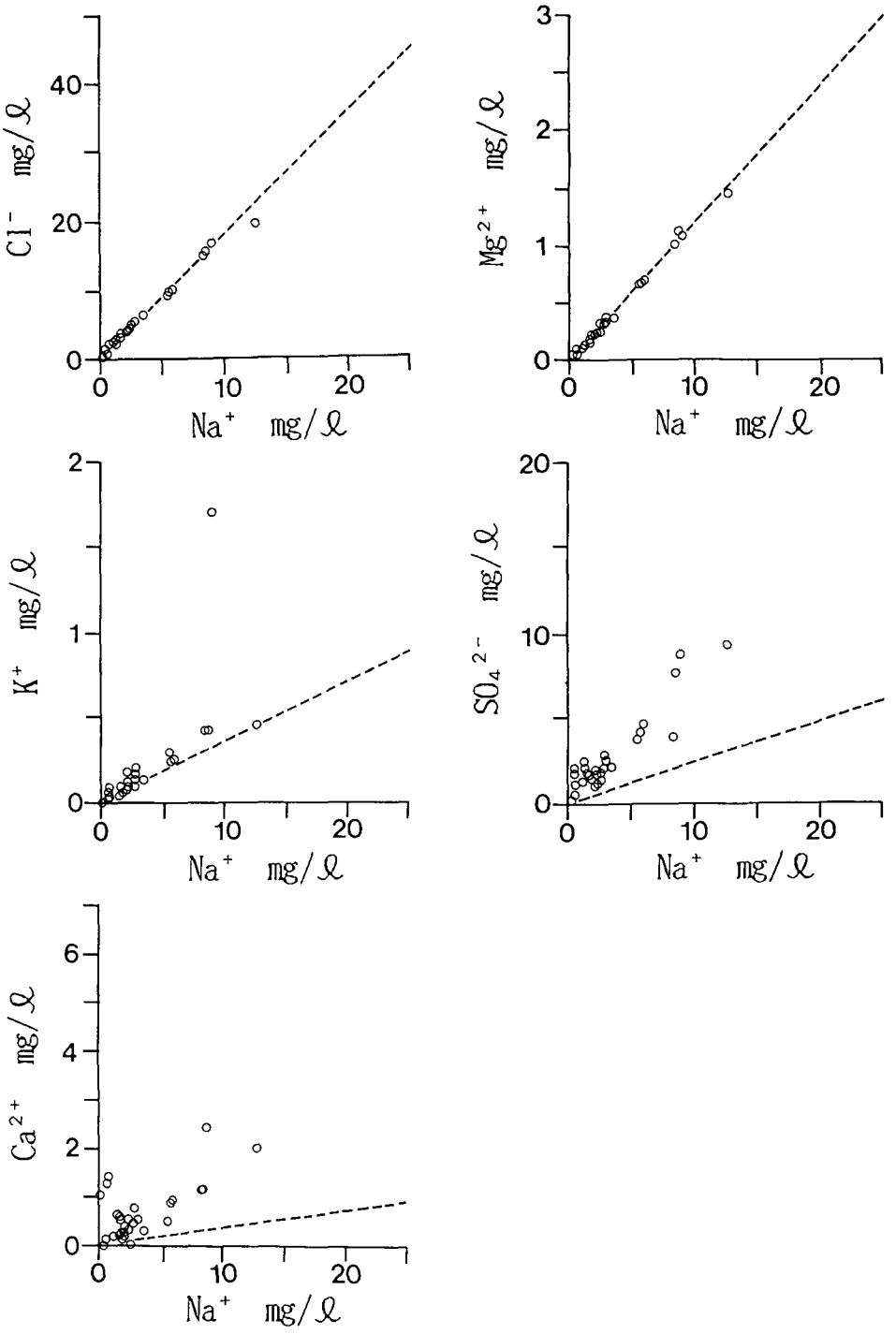
第2表 積雪層毎のイオン分析結果

採取年月日	高さ* cm	pH	EC μS/cm	Cl^- mg/l	NO_3^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	Na^+ mg/l	NH_4^+ mg/l	K^+ mg/l	Mg^{2+} mg/l	Ca^{2+} mg/l
1992年											
1月16日	21	4.77	11.7	1.27	0.40	0.62	0.35	0.14	0.05	0.03	0.00
	25	4.71	56.1	9.85	0.93	4.74	6.00	0.45	0.25	0.68	0.90
	30	4.77	15.6	1.38	0.70	1.29	0.56	0.28	0.08	0.05	0.14
1月25日	16	4.66	25.1	3.98	0.34	1.14	2.27	0.11	0.08	0.23	0.12
	25	5.06	31.7	4.78	0.83	2.86	2.84	0.44	0.21	0.31	0.72
	36	4.72	28.3	4.06	0.48	2.04	2.34	0.19	0.13	0.26	0.34
2月5日	10	4.66	22.9	3.58	0.32	1.05	2.13	0.08	0.09	0.19	0.10
	20	4.80	34.1	5.29	0.65	2.56	2.94	0.42	0.15	0.32	0.46
	29	4.73	26.1	3.57	0.43	1.87	2.00	0.26	0.09	0.22	0.27
	40	6.02	15.9	1.55	0.72	2.08	0.57	0.34	0.03	0.06	1.22
	45	4.46	27.5	2.46	0.51	2.52	1.44	0.31	0.07	0.15	0.17
2月15日	5	4.71	25.2	4.02	0.31	1.14	2.30	0.11	0.07	0.23	0.08
	20	4.64	56.1	9.67	0.94	4.17	5.76	0.53	0.24	0.67	0.84
	30	4.81	24.7	3.34	0.54	1.94	1.55	0.41	0.06	0.17	0.56
	35	6.08	18.6	1.94	0.70	2.31	0.73	0.41	0.03	0.10	1.37
	46	6.00	92.6	19.36	1.15	9.47	12.76	0.92	0.46	1.44	2.01
2月24日	10	4.68	29.2	4.92	0.24	1.41	2.82	0.16	0.17	0.38	0.00
	25	4.67	27.7	3.93	0.36	1.89	2.27	0.26	0.18	0.31	0.44
	35	5.19	68.3	14.69	0.54	3.93	8.40	0.38	0.43	1.01	1.16
	55	4.34	57.1	9.09	0.41	3.77	5.58	0.23	0.30	0.65	0.47
3月7日	0	7.19	118.7	16.61	2.95	8.82	9.01	2.03	1.72	1.10	9.18
	8	4.69	34.9	5.84	0.35	2.04	3.60	0.17	0.13	0.37	0.28
	20	4.62	30.8	4.33	0.52	2.09	2.21	0.34	0.09	0.26	0.48
	30	4.93	83.4	15.50	1.94	7.85	8.68	0.60	0.42	1.13	2.46
	42	4.99	21.1	3.49	0.23	1.34	2.12	0.16	0.06	0.19	0.25
3月14日	5	4.81	27.7	4.42	0.36	1.79	2.71	0.18	0.08	0.27	0.39
	15	4.83	24.0	3.08	0.70	2.06	1.58	0.42	0.11	0.16	0.51
	25	5.71	17.1	2.66	0.44	1.56	1.38	0.33	0.05	0.13	0.62
	35	6.41	8.2	0.87	0.12	0.27	0.04	0.08	0.00	0.02	1.01

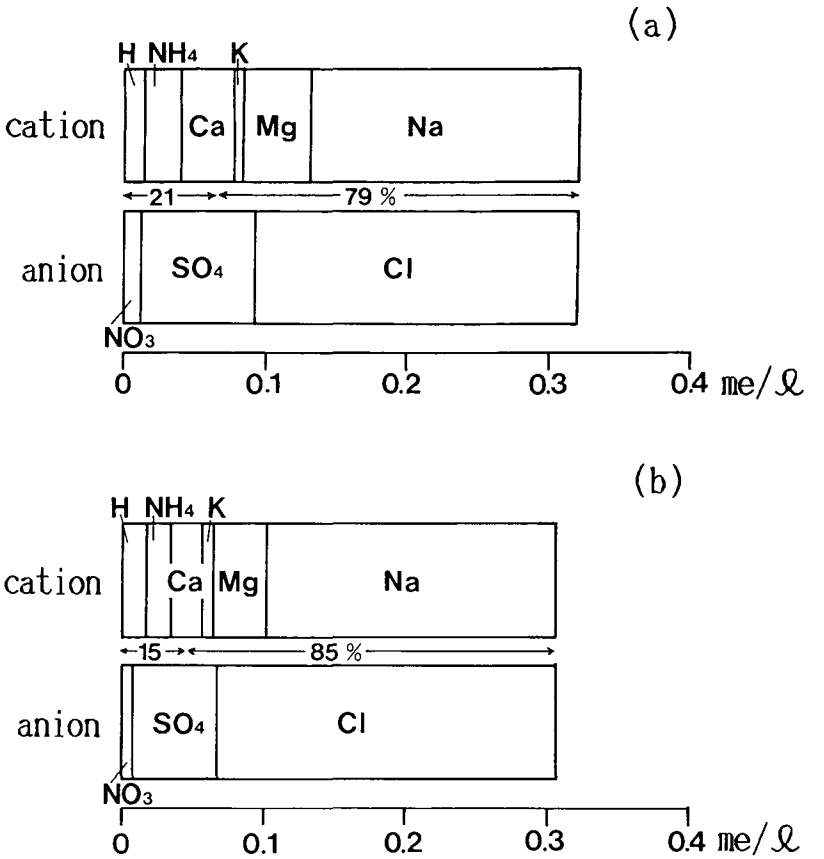
* 地表面からの高さ



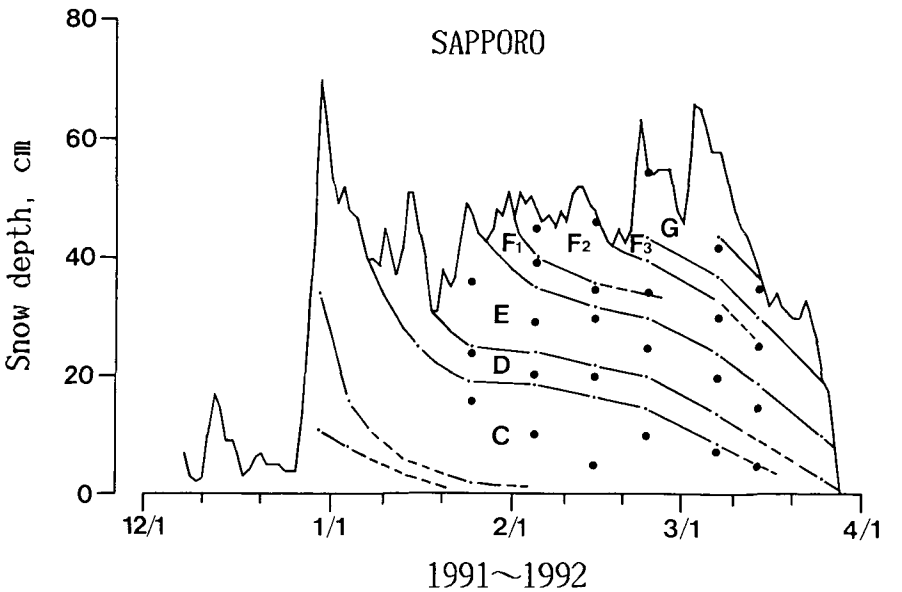
第1図 降雪中のNa^+濃度と各イオン濃度の関係。
破線は海水についての比を示す



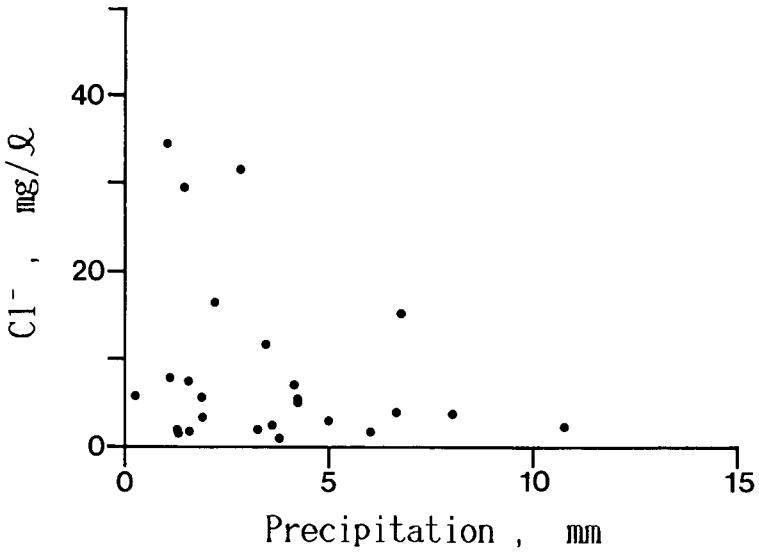
第2図　積雪中のNa^+濃度と各イオン濃度の関係。
破線は海水についての比を示す



第3図　降積雪中の平均イオン組成。
(a)降雪，(b)積雪（2月24日）



第4図　積雪の層区分および試料採取位置。
小黒丸は層境界，大黒丸は採取位置を示す



第5図　降雪水量とCl^-濃度の関係。

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）石井吉之・秋田谷英次・野村睦 1992 北海道内の広域積雪調査－1992年2月－．低温科学，物理篇，**51**，資料集，9－22.

3）鈴木啓助 1983 札幌における降雪の化学的性質－とくに海水起源物質濃度の成因について－．地理学評論，**56**，171－184.

4）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.

5）藤原滉一郎・佐藤冬樹・笹賀一郎・飯原慶子 1992 1991～'92年冬期の道北地方の積雪分布と化学成分の変動，北海道の雪氷，**11**，4－7.

6）秋田谷英次・白岩孝行 1992 札幌の平地積雪断面測定資料－平成3年～4年冬期－．低温科学，物理篇**51**，資料集，1－8.