法政大学学術機関リポジトリ
HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-07-04

<研究ノート>日本海側北部の山間流域における積雪中の溶存成分について

井上, 奉生 / INOUE, Tomoo / KUWABARA, Masami / 桑原, 正見

(出版者 / Publisher)
法政大学地理学会
(雑誌名 / Journal or Publication Title)
JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY / 法政地理
(巻 / Volume)
18
(開始ページ / Start Page)
67
(終了ページ / End Page)
80
(発行年 / Year)
1990-03-31
(URL)
https://doi.org/10.15002/00026107

研究ノート

日本海側北部の山間流域における積雪中の溶存成分について

井上　奉生・桑原　正見

Ⅰ　はじめに

大気中に浮遊する微粒子（エアロゾルまたは空中塩分）の起源としては，海水の飛沫，土壌粒子や火山からの放出物が舞いあがったもの，植物起源のもの，さらには近年大幅に増加した石油等の化石燃料の燃焼産物の排出などがあげられる。これらは大気の移動，つまり風により発生場所より粒径にもよるが，長・中・短距離それぞれに運搬輸送され，それ自体直接的にあるいはレインアウト，ウォッシュアウトとして地表に降下する。また，変形変質されて降下することもある。以上の過程を経て，各物質の濃度分布あるいは降下量が決定され，そこに存在する陸水の溶存成分の起源の一部となったり，植物などの生物やひいては人間生活にも影響を与えることになる。

本研究は日本海側における比較的人為的影響力の弱いと考えられる内陸山間部流域において冬季の積雪中に含まれる主要な成分について卓越風向および地形などからその降下特性を若干考察したものである。なお，積雪時においては近辺からの土壌粒子の舞いあがりなどの影響はほとんど無いと推定されるため，空中塩分の起源を長・中距離輸送のみを考慮すればよいとの考え方にもとづき積雪時を選定した。

Ⅱ　調査方法

Ⅱ—1　調査対象地域

秋田県米代川水系，阿仁川支流の小又川流域（266.8km^2）内に標高70mから550mの範囲に合計10地点の試料採取地点を設置した（図1）。

Ⅱ—2　試料採取方法

各採取地点に50×50cmの木板を地表に水平に設置し，期間中の板上の積雪を内径50mmの塩化ビニールパイプで採取，融解させ雨量換算および分析試料とした。

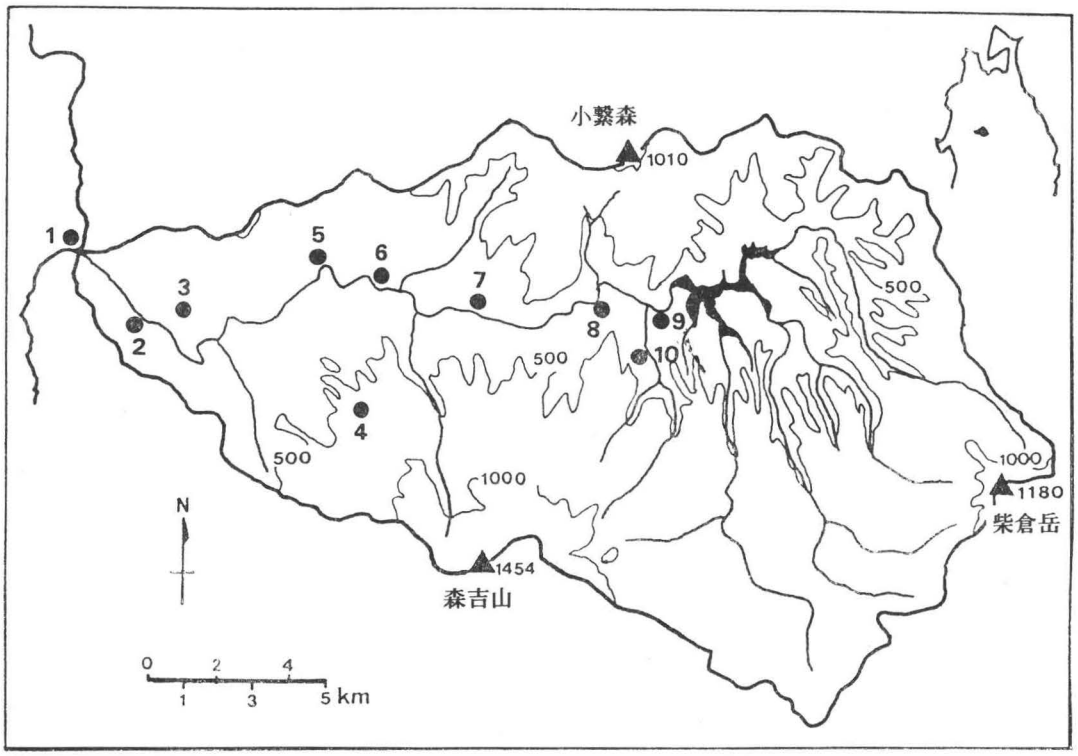
Ⅱ—3　分析項目

気温，積雪深は試料採取時に現地で測定した。分析項目は降水および降雪の主要化学成分であると同時に循環塩と考えられる，Cl^-, SO_4^{2-}, Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}の6項目である。なおpHについては融解試料の測定結果である。

Ⅱ—4　積雪採取期間

1987年12月25日から1988年2月3日が第Ⅰ回（第1回は4観測地点）。1988年12月27日から

図1　小又川流域調査地点位置図



●：試料採取地点

1．阿仁前田　2．巻淵　3．根森田　4．森吉山　5．森吉
6．砕渕　7．小滝　8．湯ノ岱　9．平田　10．大印沢

1989年2月1日を第Ⅱ回とした。なおこの期間は融雪が少ない期間と想定したものである。

Ⅱ—5　風向資料

小又川流域周辺部の地上風向は気象庁地域気象観測資料より日最多風向頻度を求めた。秋田市上空（850mb，21：00）の卓越風向は印刷天気図より整理した。

Ⅲ　調査結果

2回にわたる調査結果を表1，表2，に卓越風向資料を表3，図2に，また，濃度，換算した雨量および採取面積より求めた降下量を表4，表5に示す。

Ⅲ—1　積雪深（cm）

当流域の降雪は既往資料（建設省・阿仁川ダム調査事務所・現森吉山ダム工事事務所資料）によると平年では1月に最も多く，12月から2月の3ヶ月間で年降雪量の80％以上が降る。最深積雪深を昭和32年から50年までの平均値でみると下流域の150cmから最上流域および森吉山側で350cmにおよんでいる。しかし，年によりかなりの変動があり，今回の2回にわたる調査ではこの平均値を下回っている。とくに第Ⅱ回においては最高値の森吉山でも138cmと大幅に下回った。なお場所によって積雪の乾・湿により融解した換算雨量と積雪との関係にも当然差があることがわかる。

表1　小又川流域における積雪の分析結果（Ⅰ）

（1987. 12. 25～1988. 2. 3）時間，天候，気温は採取時における値

No.	地　点	標高 m	時　間	天候	気温	積雪深cm（雨量ml）	PH	濃　度（mg／l）					
								Cl^-	SO_4^{2-}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
1	根森田	130	13:20	晴	-2.0	81(170)	4.85	6.6	3.80	8.2	0.48	0.72	1.22
2	森吉山	550	15:30	吹雪	-11.0	183(525)	5.01	5.0	2.30	6.2	0.40	0.56	0.78
3	湯ノ岱	265	10:25	晴	-4.5	127(322)	5.02	4.5	2.45	5.8	0.32	0.64	0.87
4	平　田	290	11:45	晴	-3.0	133(405)	5.44	4.8	1.95	6.4	0.32	0.52	0.95
	平　均						5.08	5.2	2.63	6.7	0.38	0.61	0.96

表2　小又川流域における積雪の分析結果（Ⅱ）

（1988. 12. 27～1989. 2. 1）時間，天候，気温は採取時における値

No.	地　点	標高 m	時　間	天候	気温	積雪深cm（雨量ml）	PH	濃　度（mg／l）					
								Cl^-	SO_4^{2-}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
1	阿仁前田	70	13:10	曇	4.1	37(148)	5.9	5.5	2.9	3.24	0.57	0.77	0.62
2	巻　渕	80	12:30	〃	3.4	42(214)	5.5	6.5	3.1	4.22	1.13	0.30	0.46
3	根森田	130	12:15	〃	2.1	47(397)	5.2	5.8	3.2	3.64	1.67	0.52	0.62
4	森吉山	550	11:30	晴	-0.3	138(792)	4.7	13.0	1.0	6.50	0.53	0.42	0.77
5	森吉	155	10:50	〃	2.0	60(442)	4.8	7.5	—	4.44	0.40	0.40	0.72
6	砕　渕	190	10:25	〃	3.9	58(403)	5.1	3.8	1.9	2.64	0.27	0.32	0.45
7	小　滝	230	10:02	〃	3.6	73(399)	5.2	4.7	2.4	3.36	0.27	0.30	0.51
8	湯ノ岱	265	9:30	〃	3.1	59(417)	5.8	1.2	0.5	1.08	0.23	0.78	0.30
9	平　田	290	9:05	〃	3.2	101(673)	4.9	10.0	1.1	4.22	0.30	0.38	0.67
10	大印沢	420	8:40	〃	2.5	109(690)	4.6	10.2	1.9	4.26	0.43	0.34	0.66
	平　均						5.2	6.8	2.0	3.76	0.58	0.45	0.58

Ⅲ—2　各成分濃度（mg／l）

第Ⅰ回（1987年12月25日～1988年2月3日）の4地点における各成分濃度についてみると次のようである。

〔Cl^-〕　4.5（湯ノ岱）～6.6（根森田）の間にあり，平均値は5.2である。

〔SO_4^{2-}〕　1.95（平田）～3.80（根森田）の間にあり，平均値は2.63である。

〔Na^+〕　5.8（湯ノ岱）～8.2（根森田）の間にあり，平均値は6.7である。

〔K^+〕　0.32（平田，湯ノ岱）～0.48（根森田）の間にあり，平均値は0.38である。

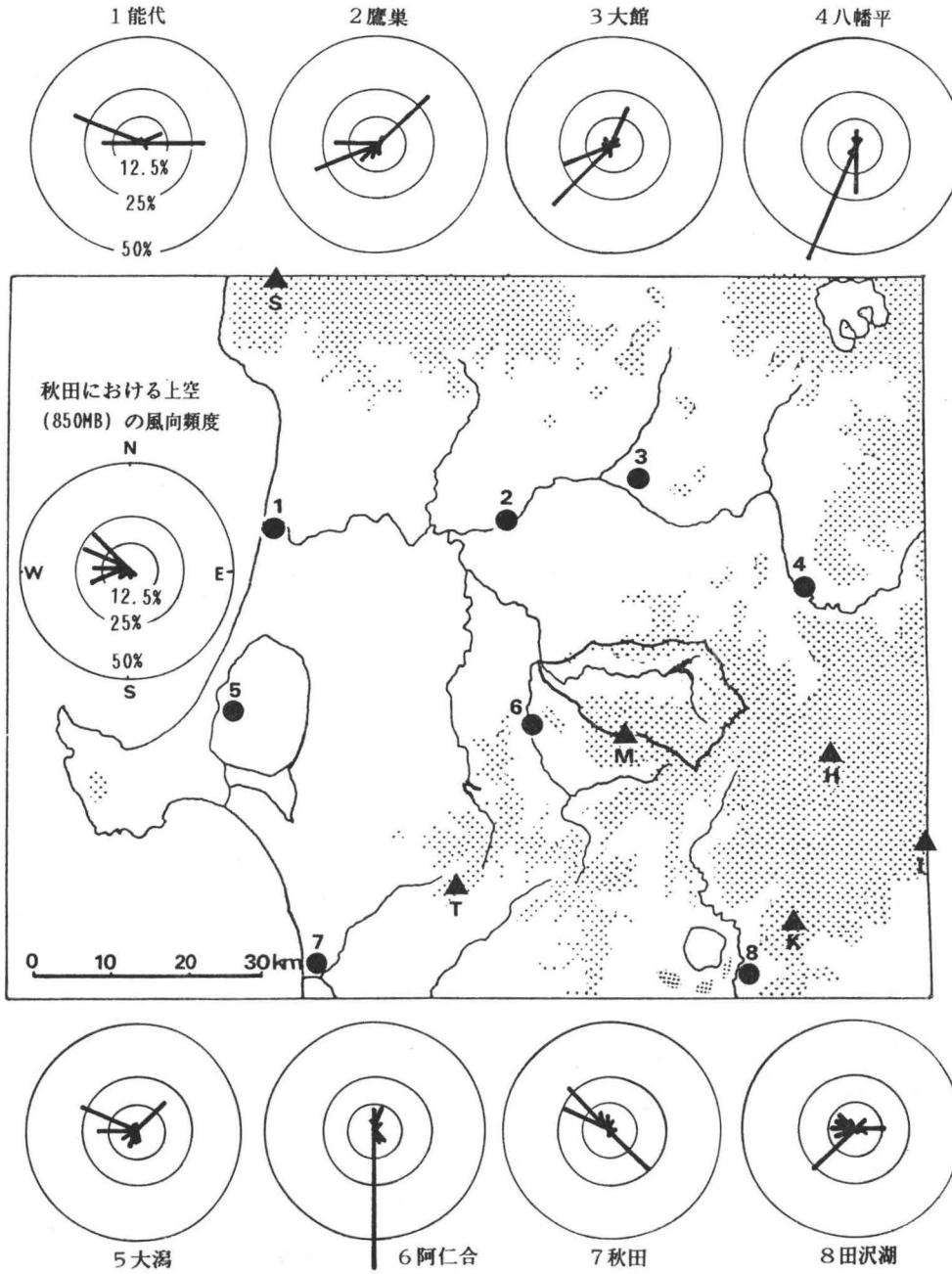
〔Ca^{2+}〕　0.25（平田）～0.72（根森田）の間にあり，平均値は0.61である。

〔Mg^{2+}〕　0.78（森吉山）～1.22（根森田）の間にあり，平均値は0.96である。

以上の結果，森吉山，湯ノ岱，平田の3地点の値に比較して，下流域の根森田の値がすべての項目について高いことがわかる。

〔pH〕　4.85（根森田）～5.44（平田）と酸性を示しており，平均値でも5.08である。とくに根

図2　周辺部における日最多風向頻度図（%）



●：風向観測位置

▲：主な山岳　　S白神岳（1232）　M森吉山（1454）　H八幡平（1614）
　　I岩手山（2041）　K駒ケ岳（1637）　T太平山（1171）

網目部分は標高500m以上の地域

森田の値が低く，各成分濃度が高い値をもつことからみても人為的あるいはその他の何らかの影響を受けているものと考えられる。

第Ⅱ回（1988年12月27日～1989年２月１日）における10地点の各成分の値をみると次のようである。

〔Cl^-〕　1.2（湯ノ岱）～13.0（森吉山）の間にあり，平均値は6.8である。高濃度を示す地点は標高のある森吉山および上流域の平田(10.0)，大印沢（10.2）である。

〔SO_4^{2-}〕　0.5（湯ノ岱）～3.2（根森田）の間にあり，平均値は2.0である。高い値を示す地点は下流域に位置する比較的人為活動のある前述の根森田，巻渕（3.1），阿仁前田（2.9）などである。

〔Na^+〕　1.08（湯ノ岱）～6.50（森吉山）の間にあり，平均値は3.76である。分布の傾向としてはCl^-に類似する。

〔K^+〕　0.33（湯ノ岱）～1.67（根森田）の間にあり，平均値は0.58である。平均値あるいはそれより高い地点はSO_4^{2-}と同様に下流域の各地点である。

〔Ca^{2+}〕　0.30（小滝）～0.78（湯ノ岱）の間にあり，平均値は0.45である。湯ノ岱の値と最下流域に位置する阿仁前田（0.77）の値は高いが，他の各地点は平均値以下である。

〔Mg^{2+}〕　0.30（湯ノ岱）～0.77（森吉山）の間にあり，平均値は0.58である。湯ノ岱の値を除けば他の地点は平均値に近似した値である。

以上各成分ごとの濃度をみてきたが，とくに第Ⅱ回の湯ノ岱の値がCa^{2+}を除いて極めて低い値を示していることは注目される。

〔pH〕　4.6（大印沢）～5.9（阿仁前田）の間にあり，5.0以下を示す地点は森吉山，森吉，平田，大印沢の各地点である。全般的に酸性を示している。

表３　小又川流域周辺部における日最多風向頻度（%）
（1988．12．27～1989．２．１）

1 能代	%	2 鷹巣	%	3 大館	%	4 八幡平	%
WNW	33.3	NE	33.3	SW	38.9	SSW	58.3
E	30.6	WSW	30.6	WSW	25.0	S	22.2
W	19.4	W	19.4	NNE	19.4	N	8.3
ENE	11.1	SW	8.3	NW	2.8	NNW	2.8
NW	2.8	SSW	2.8	WNW	2.8	SW	2.8
SE	2.8	S	2.8	SSW	2.8	NE	2.8
		NNE	2.8	S	2.8	NNE	2.8
				ENE	2.8		
				NE	2.8		

5 大潟	%	6 阿仁合	%	7 秋田	%	8 田沢湖	%
WNW	27.3	S	63.9	NW	27.8	SW	27.8
W	18.2	N	11.1	WNW	25.0	E	13.9
NE	18.2	NNE	11.1	SE	25.0	NW	11.1
SSW	9.1	SE	5.6	NNW	8.3	W	11.1
WSW	6.1	NNW	2.8	N	5.6	WSW	11.1
S	6.1	SSE	2.8	SSE	2.8	WNW	8.3
SSE	6.1	NE	2.8	ESE	2.8	ESE	5.6
N	3.0			NNE	2.8	NE	5.6
NNW	3.0					NNW	2.8
NNE	3.0					ENE	2.8

秋田における上空850MBの風向頻度（%）21:00

NW	24．3
WNW	24．3
WSW	18．9
W	16．2
SW	5．4
SSE	5．4
NNW	2．7
SE	2．7

Ⅲ―３　調査期間中の卓越風向

調査期間のうち第Ⅱ回（1988年12月27日～1988年２月１日）についてのみ，日最多風向頻度(%)を整理した。周辺部８ヶ所（能代，鷹ノ巣，大館，八幡平，大潟，阿仁合，秋田，田沢湖）と秋田市上空850mb（約1500m）の風向頻度を表３および図２に示す。

冬季における日本海側での風向は，北西および西よりの風が卓越することが一般的であるが，地上風向は非常に地形の影響を受けやすく，とくに河谷の走向によく一致する。周辺部のうち，鷹ノ巣，大館，八幡平は米代川，阿仁合は米代川支流の阿仁川，田沢湖は雄物川支流の玉川といった河谷沿った（蛇行や支川の影響もある）地上風系がみられる。また，沿岸部に位置する能代，大潟，秋田などは季節風による海風とそれぞれ，米代川，八郎潟低地，雄物川の河谷や低地に影響された地上風系を示している。しかし，秋田市上空850mb

図 3　各成分ごとの等降下量線図（kg／km²／day）

表4　小又川流域における積雪中の空中塩分降下量（Ⅰ）（kg／km²／day）
（1987. 12. 25〜1988. 2. 3）

No.	地　点	Cl^-	SO_4^{2-}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
1	根森田	13.94	8.02	17.32	1.01	1.52	2.58
2	森吉山	32.61	15.00	40.43	2.61	3.65	5.09
3	湯ノ岱	18.00	9.80	23.20	1.28	2.56	3.48
4	平　田	24.15	9.81	32.20	1.61	2.62	4.78
	平　均	22.17	10.66	28.29	1.63	2.59	3.98

表5　小又川流域における積雪中の空中塩分降下量（Ⅱ）（kg／km²／day）
（1988. 12. 27〜1989. 2. 1）

No.	地　点	Cl^-	SO_4^{2-}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
1	阿仁前田	11.20	5.91	6.60	1.16	1.57	1.26
2	巻　渕	19.15	9.13	12.43	3.33	0.88	1.36
3	根森田	31.69	17.49	19.89	9.13	2.84	3.39
4	森吉山	141.72	10.90	70.86	5.78	4.58	8.39
5	森吉	45.63	——	27.01	2.43	2.43	4.38
6	砕　渕	21.08	10.54	14.64	1.50	1.78	2.50
7	小　滝	25.81	13.18	18.45	1.48	1.65	2.80
8	湯ノ岱	6.89	2.87	6.20	1.32	4.48	1.72
9	平　田	92.64	10.19	39.09	2.78	3.52	6.21
10	大印沢	96.88	18.05	40.46	4.08	3.23	6.27
	平　均	49.24	9.83	25.56	3.30	2.70	3.83

（約1500m21：00）の風向は北西〜西〜南西といった西よりの風が約9割を占めている。すなわち，調査期間中の当地方は一般的な冬季の季節風の影響下にあったものと思われる。対象地域の小又川流域でも河谷の発達した方向および周辺部の稜線地形などから判断して西および北西の風が卓越したと推定される。（当流域に最も近い阿仁合で卓越している南風は森吉山・1454mに遮られているものと思われる）。

Ⅲ—4　各成分の降下量（kg／km²／day）

各成分濃度，降水量，試料採取面積より算出した降下量を表4（Ⅰ），表5（Ⅱ）に示す。また，表5の値にもとづいて作成したものが等降下量線図（図3）である。以下，各成分ごとにその降下量の特徴を述べる。

第Ⅰ回の各成分の平均値はCl^-が22.17，SO_4^{2-}が10.66，Na^+が28.29，K^+が1.63，Ca^{2+}が2.59，Mg^{2+}が3.98であるが，この値を大幅に越えるのは森吉山の値である。

第Ⅱ回の各成分ごとの降下量をみると次のようである。

〔Cl^-〕　森吉山の141.72を最高値に大印沢の96.88，平田の92.64が多量に降下した値である。最低値は湯ノ岱の6.89であり，流域平均は49.24である。等降下量線図（図3）でみると森吉山北側斜面および小又川流域に多量に降下していることがわかる。

〔SO_4^{2-}〕　最高値は大印沢の18.05で次いで根森田の17.49である。最も少ないのは湯ノ岱の2.87であり，平均値は9.83である。各地点での降下量にはバラツキがみられ，分布には一定の特徴は認められない。

〔Na^+〕　森吉山の70.86，次いで大印沢の40.46，平田の39.09の順で高い値を示している。湯ノ岱の6.20，最下流域の阿仁前田の6.60が低く，平均値は25.56である。分布の傾向は極めてCl^-に類似している。

〔K^+〕　根森田（9.13），森吉山（5.78），大印沢（4.08）が多量に降下した地点であり，最低値は最下流域の阿仁前田の1.16である。平均値は3.30であるが，分布の傾向としてはNa^+と同様にCl^-に類似する。

〔Ca^{2+}〕　0.88（巻渕）から4.58（森吉山）の間にあり，流域平均値は2.70である。分布の傾向としては若干のバラツキはあるもののCl⁻に近似する。

〔Mg^{2+}〕　1.26(阿仁前田）から8.39（森吉山）の間にあり，流域平均値は3.83である。分布の傾向としてはやはりCl^-に近似している。

以上の結果，降下量の分布はSO_4^{2-}を除く他の成分は森吉山北側斜面や上流域の各地点に多量に降下している。なお，湯ノ岱はCa^{2+}を除いて他の成分は小さな値となっていることは注目される。

Ⅳ　考　察

Ⅳ—1　各成分の起源

空中塩分（またはエアロゾル）の起源としてはすでに触れたように，a）海塩に由来するもの，b）火山からの噴出物あるいは土壌粒子など地表面から舞いあがったもの，c）石油その他の燃焼産物のような人為的に生じたもの，などが一般的に考えられる。四周を海で囲まれた日本列島域では，空中塩分の大部分は，a）によって支配されていると考えられるが，海岸域と内陸域，都市域と山間域および季節の相違等々によってその降下量が変化するのは当然と考えられる。そこで各観測地点の各成分ごとに濃縮定数（Cl^-の供給源を海水起源のみとした場合，海水中のある成分とCl^-との当量比に対する採取試料中のそれとの比）を求め，これを手がかりに本地域の空中塩分の起源について若干の検討を試みる。

表6（第Ⅰ回），表7（第Ⅱ回）が各観測地点について成分ごとに濃縮定数を求めた結果であ

表6　小又川流域における積雪中の濃縮定数（Ⅰ）
（1987. 12. 25～1988. 2. 3）

No.	地　点	SO_4^{2-}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
1	根森田	4.12	2.21	3.62	5.09	2.76
2	森吉山	3.29	2.21	3.99	5.23	2.33
3	湯ノ岱	3.90	2.30	3.54	6.64	2.89
4	平　田	2.91	2.38	3.32	5.06	2.95
	平　均	3.56	2.27	3.62	5.51	2.73

表7　小又川流域における積雪中の濃縮定数（Ⅱ）
（1988. 12. 27～1989. 2. 1）

No.	地　点	SO_4^{2-}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
1	阿仁前田	3.78	1.05	5.17	6.54	1.68
2	巻　渕	3.42	1.16	8.66	2.15	1.06
3	根森田	3.95	1.12	14.35	4.19	1.60
4	森吉山	0.55	0.89	2.03	1.51	0.88
5	森吉	——	1.05	2.66	2.49	1.43
6	砕　渕	3.58	1.24	3.54	3.93	1.77
7	小　滝	3.66	1.27	2.86	2.98	1.62
8	湯ノ岱	2.98	1.60	9.55	30.35	3.73
9	平　田	0.79	0.75	1.50	1.17	1.00
10	大印沢	1.33	0.74	2.10	1.56	0.97
	平　均	2.67	1.09	5.24	5.75	1.57

図4　各成分ごとの等濃縮定数値線図

り，図4は第Ⅱ回の結果(表7)をもとに作成した各成分ごとの等濃縮定数値線図である。これらの表および図で明らかのようにSO_4^{2-}の値は，いずれの地点でも4以下となっており，平均値は2.67である。その分布の傾向としては下流域に大きく，標高のある森吉山側や上流域で小さな値となっている。Na^+は0.74（大印沢）から1.60（湯ノ岱）の間にあり，全ての地点で1前後の値を示している（流域平均値で1.09)。Na^+とCl^-の降下量の分布パターンは基本的には類似していることはすでに述べたが，本地域において観測期間中に降下したNa^+およびCl^-は，ほぼ海塩に由来したものとみなすことができる。K^+については根森田の14.35，湯ノ岱の9.55，巻渕の8.66などが大きい値を示しており，流域平均値は5.24である。大局的にみればSO_4^{2-}と同様に標高のある森吉山や上流域の平田，大印沢などが2前後の小さな値を示している。Ca^{2+}は，流域平均で5.75であるが湯ノ岱の30.35を除くと1ケタ台であり，湯ノ岱の値が異常値となっている。人為的影響かあるいはその他の何らかの影響がおよんでいるものと考えられる。Ca^{2+}もやはり森吉山，平田，大印沢の値は2以下と小さい。Mg^{2+}の値は極めてNa^+の値に近似しており，平均値は1.57と小さい。分布パターンもNa^+と同様であり，すべてが海塩起源と推定される。

以上各成分の濃縮定数値の特徴について述べてきたが，参考までに夏季における降水試料からの濃縮定数値と比較してみる。表8は小又川流域の各地点における1987年7月22日から8月3日までの期間に採取した試料からの濃縮定数値である。各成分を流域平均値でみると，SO_4^{2-}で30.03，Na^+で1.68，K^+で11.07，Ca^{2+}で11.67，Mg^{2+}で2.90の値である。今回の平均値と比較すると，SO_4^{2-}が約11.2倍，Na^+が約1.5倍，K^+が約2.1倍，Ca^{2+}が約2倍，Mg^{2+}が約1.8倍となっている。Na^+およびMg^{2+}を除く他の成分は2倍以上となっている。

以上のことからもNa^+やMg^{2+}は夏季，冬季とも海塩に由来するものと思われる。他の成分は夏季には海塩以外からの供給源も考えられるが，冬季にはK^+やSO_4^{2-}のように若干高い値を示す成分もあるが，大部分は海塩起源とみてさしつかえない。とくにSO_4^{2-}の場合は，夏季と冬季の差は顕著である。

表8　夏季における各地点の濃縮定数

観測地点		SO_4^{2-}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Ⓐ	阿仁前田	38.79	2.31	5.49	13.19	3.58
Ⓑ	巻渕	28.28	1.63	—	10.99	2.13
Ⓒ	根森田	38.79	2.19	—	7.91	3.58
D	桐内沢	37.41	2.80	—	15.07	4.38
Ⓔ	森吉山（無線）	28.12	1.96	—	18.46	2.55
F	森吉山（山荘）	50.43	2.19	32.96	7.91	5.11
G	森吉沢	28.12	2.19	—	10.55	3.58
H	丹瀬沢	28.28	1.34	—	8.79	2.13
Ⓘ	小滝	46.88	3.08	—	13.19	6.82
J	女木内	40.28	1.42	54.94	10.14	3.98
Ⓚ	湯ノ沢	28.12	1.73	5.49	7.91	4.09
Ⓛ	大印沢	28.12	1.38	—	10.55	2.04
M	森吉ダム	—	0.98	—	—	—
N	太平湖	20.61	1.01	6.86	9.89	2.55
O	六郎沢	53.34	4.04	—	52.77	5.11
P	土沢	63.04	2.88	—	39.57	5.11
流域平均		30.03	1.68	11.07	11.67	2.90

※1987年7月22日～8月3日の降水試料より
※○印は今回の観測地点と重復している地点

なお積雪のある期間中は，ごく近辺より舞いあがる土壌粒子の影響はほとんど無視できる。

Ⅳ—2　卓越風向と降下量

Ⅲ—3で調査期間中における対象地域（小又川流域）周辺の日最多風向頻度について述べた（表3，図2）。上空約1500m（850mb）の風向は冬季に一般的な北西～西風が卓越していたことがわかっている。また，各地の地上風向は河谷の走行によく一致していることもすでに述べた。

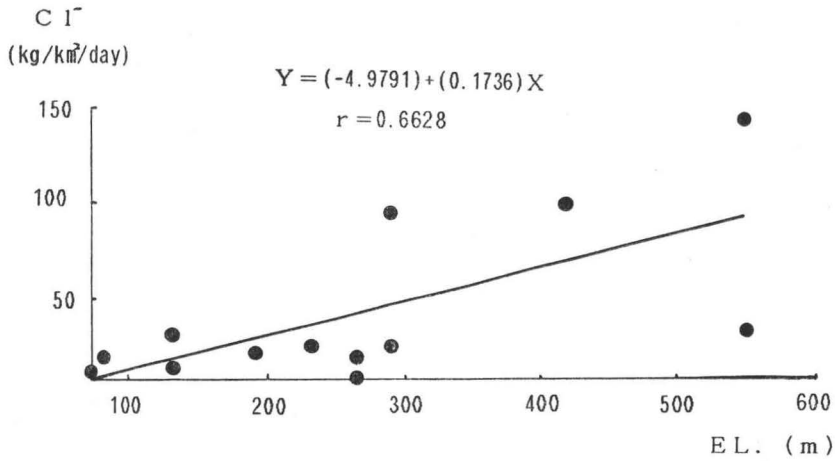
対象地域である小又川流域も東西方向に発達する河谷の状況から判断して冬季の場合，西方向の風が卓越すると推定される。また，流域界（尾根部)の地形をみると，南側には大きく森吉山(1454m)の山体，最上流域の東側には柴倉岳(1180m)，

表9　巻渕地点における風向（9：00AM観則）

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	0	計
S 41	35		2		1		3						5		121		198	365
42	10				3		11		1		4		1		130		205	365
43	31		4		9		4		1		4		4		139		170	366
44	62		4		5		16		3		5		4		99		167	365
45	83		2		2	1	11	2	6		4		13		62	2	177	365
計	221		12		20	1	45	2	11		17		30		551	2	916	
平均	44		2		4	0	9	0	2		3		6		111	0	184	365

建設省阿仁川ダム調査事務所「阿仁川ダム環境調査報告書（現況編）昭和54年３月」による

図5－1　各成分降下量と標高との関係



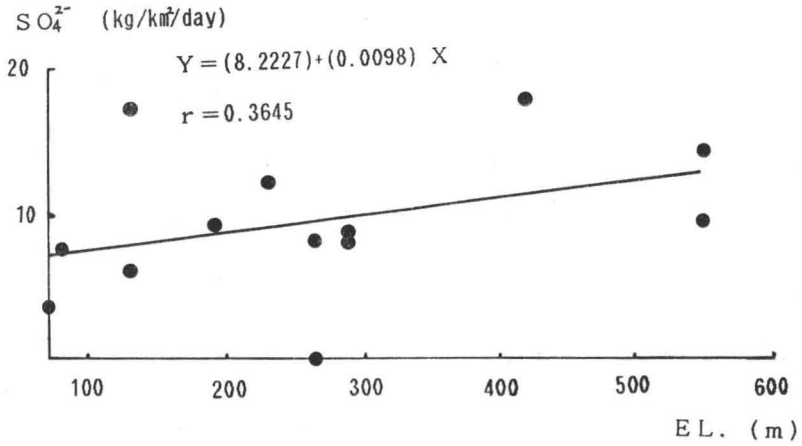
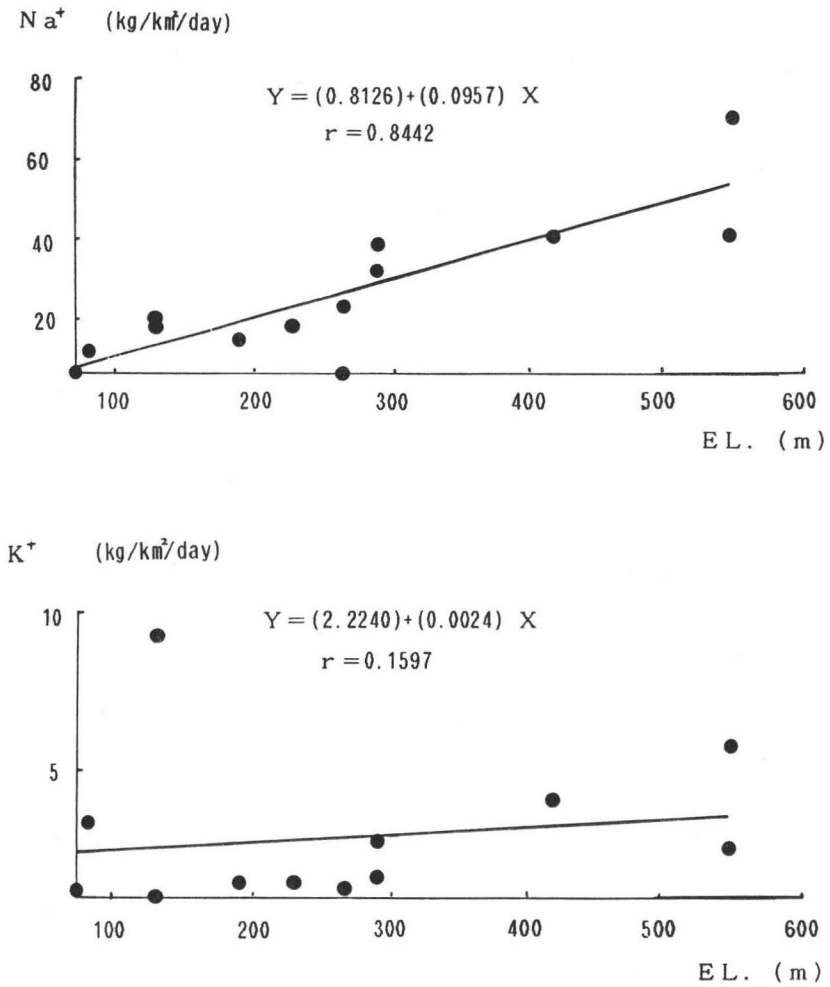


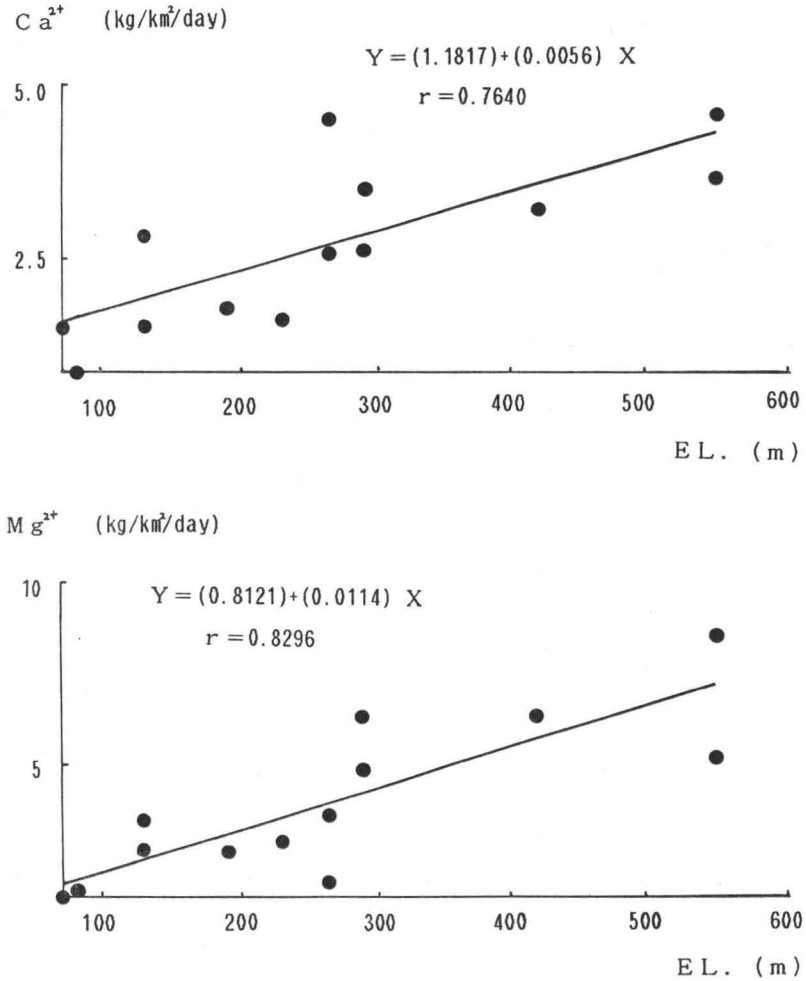
図5－2　各成分降下量と標高との関係



北東側は小繋森（1010m）といった比較的標高のある山稜にとり囲まれているが，流域北西側の尾根部は500 m以下となっている。このことからも当流域では北西から西の風向が卓越したものと推定される。ちなみに，昭和41年（1966年）から昭和45年（1970年）の5年間にわたる流域内（最下流域）に位置する巻渕地点における風向（午前9時観測）を参考にしてみる（表9）。5年間平均のうちカーム日数の184日を除いてその頻度をみると北西風が61.3%，北風が24.4%（北風が多いのは巻渕地点が下流域に位置するたる標高の低い北部の尾根を直接越えて吹送する北風の影響と判断される），西風3.4%となっており，この3方向で約9割を占めている。この値は通年のものであり，とくに冬季は北西～西方向の風が卓越するものと思われる。

以上の卓越風向とⅢ－4で述べた各成分の降下量との関係についてみると（図3参照），すべての成分が森吉山側と最上流域で多量に降下していることが明らかになっている。すなわち，北西および西より吹送された卓越季節風とともに最短距離で日本海より雪に捕捉されながら運搬輸送され

図5－3　各成分降下量と標高との関係



た空中塩分は，流域内の森吉山側斜面に直接衝突し降下するものと，最上流域では西風が集積すると同時に運搬された空中塩分も集積して多量に降下するものとがあると推定される。

Ⅳ－3　標高と降下量

前項で卓越風向と降下量との関係をみてきたが当流域での卓越風向は冬季の季節風と一致する方向であると推定された。このことは海塩を供給する日本海と当流域との間に運搬輸送にとって障害となる地形が少ないほど多量に降下するものと思われる。すなわち供給源との間にある障害となる地形より標高が高ければ降下量も多いと推定されるので，標高と各成分の降下量との関係をみることにする。

図5－1から5－3は各成分の降下量と標高との関係を図示したものである。相関係数をみるとCl^-で0.66，SO_4^{2-}で0.36，Na^+で0.84，K^+で0.16，Ca^{2+}で0.76，Mg^{2+}で0.83となっている。SO_4^{2-}およびK^+を除いては，いずれも0.65以上の相関をもち，空中塩分の降下と標高は密接な関係にあるといえる。また，前述した卓越風向と降

下量とも関係が大きいことから，この三者は極めて関係が深いことが理解される。なお，SO_4^{2-}およびK^+は冬季にあっても海塩のみでなく，人為的なものあるいはその他の因子も寄与しているものと推定されるが現在のところ不明である。

V　まとめ

以上，今回の調査研究で得られた結果を要約すると次のようになる。

①　空中塩分の起源は，とくに冬季の日本海側においては，夏季に比較して海塩起源が大部分を占めている。これは，冬季と夏季における採取試料より求めた濃縮定数値の差からも理解される。

②　日本海側の冬季における空中塩分の運搬輸送は大部分が卓越する北西～西の季節風によって日本海より直接最短距離で内陸部までもたらされる。

③　空中塩分の供給源（今回の場合は日本海）と対象地域との間に運搬輸送の障害となる丘陵や山岳などの地形の影響が無い場合，すなわち対象地域の標高が比較的高い地点での降下量は多い。

以上であるが，今後，冬季ということもあり物理的なアプローチの困難さはともなうが，一定の標高ごとに段階的にサンプル地点を増設し，その試料からより詳細な資料を得て研究を進めていきたいと考えている。

参考文献

菅原　健・半谷高久（1950）：菅島の地球化学的研究（第２・３報）．日本化学雑誌，71．52～54

後藤達夫（1966）：三陸沿岸における雨および潮風によって陸地に運ばれる塩分について，岩手県自治連絡協議会報告．49～119

井上奉生・小林慈信（1970）：渡島半島・大沼流域における塩素量収支に関する研究，資源科学研究所彙報．74．65～71

井上・小林（1971）：東北地方北部における雨水中の塩素イオン濃度分布と地形との関係について，資源科学研究所彙報．75．73～80

三崎方郎（1981）：エアロゾルの挙動，気象研究ノート第142号．日本気象学会１～88

東郷正美・井上・小林（1984）：房総半島における風送塩の降下特性について，法政大学教養部紀要48，自然科学編．７～34

井上・小林・東郷（1986）：近江盆地周辺地域における風送塩の降下特性について，法政大学多摩研究報告．Ⅰ．37～65

井上（1989）：河川源流部の水質と空中塩分との関係，法政大学教養部紀要68，自然科学編．11～28