

II-147 積雪・氷の汚染(Ⅰ) - 懸濁物質の組成について -

北海道大学工学部 正会員 橘 治国、水野克彦、正会員 那須義和
 北海道大学工学部 正会員 佐伯 浩、北海道保健環境部 竹本広幸

1. はじめに 一度地上に積もった雪<積雪>は、降ってくる雪に比較すると、著しく汚染している。

それは、生活系や産業由来の廃棄物や車両の通行に伴う道路粉塵が、堆積した雪に混入するからである。水上に張る氷についても同様である。そして積雪や氷に蓄積された汚染物質は、雪解けと共に一度に水域に流出し、下流の水質や生態系に影響を及ぼす。雪氷が溶けない場合でも、直接生物や水中構造物に影響を及ぼす。また雪氷の汚染そのものが環境汚染の指標として重要な意味を持つ。今回は、積雪・氷の汚染物質としての主たる形態である懸濁物質に着目し、その組成や含量について調査した結果を報告する。

2. 積雪・氷の汚染のメカニズム 地上の雪氷は、身近な人間活動によって汚染される。問題は、表面の雪氷が新しいものと更新されるまで、繰り返し発生する廃棄物や粉塵が蓄積することである。氷においては、結氷過程において土砂や廃棄物をそのまま冷凍してしまうことがある。雪においては、最近除雪と関連して、汚染したものが大量に収集され、集中してしまうこともある。この雪氷の汚染は、春先の溶解によって、一度に環境に影響を与える。積雪・氷の汚染の様子を、図1に示した。

3. 調査方法 3.1 対象フィールド 都市内や近郊の積雪や水域の氷を中心に非汚染地域まで、広範囲にフィールドを選択し、懸濁物質を中心に汚染の実態とその概況を整理することとした。積雪は札幌市街地を中心に、氷は図2に示す北海道内の各地点で表層の雪と下層の水と共に採取した。

3.2 分析手法 (サンプリングと前処理) 雪、氷、水試料は容量として20~40l採取し、密度とpHを測定した後、分析までマイナス20℃で冷凍保存した。解氷後、化学分析用に一部を水試料として分取し、残りの試料から遠心分離によって懸濁物質を取り出した。懸濁物質は、凍結乾燥後、再度冷凍保存した。(化学分析)水試料については通常の方法で分析した。懸濁物質については、N・C分析のほか、重金属元素を状態別(総含量(HF抽出)、二次堆積性含量(HCl抽出))に分析した。懸濁物質の一部試料については、X線回析法(Geigerflex D-9)によって粘土鉱物種を同定した。(粒度分布)懸濁物質について、ふるい分析とレーザーマイクロサイザー(セイシSK-7000)によって粒径を分画した。(φ = -Log₂ 粒径(mm))

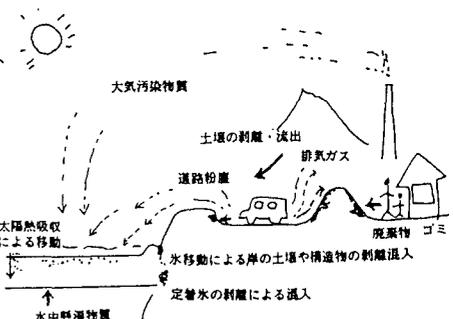


図1 汚染メカニズム

4. 結果の要約 4.1 雪氷の汚染の実状 都市近郊の積雪は、降雪に比較すると、はるかに多量の汚染物質を含む。氷についても同様である。表1に積雪水と氷水の分析結果の一例を示したが、SSに代表されるように、共に懸濁態成分の濃度が著しく高いのが特徴である。

茨戸湖と網走湖の汚染状況を岸からの距離でみると、岸から離れるにしたがってSS濃度が減少し、道路粉塵が雪氷汚染の大きな原因であることがわかった。またSS濃度は雪>氷>水の順が認められ、雪氷が汚染物質を蓄積すること、その傾向が雪で顕著なことがわかる。

4.2 懸濁物質の粒度分布 表1中に代表サンプルについて中央粒径を、図3に茨戸湖を例に粒度分布を示した。SS



図2 調査水域

濃度が高い汚染地区では、中央粒径が大きく、また粒径が狭い範囲で分布する傾向がある。車道端の積雪汚染地区では、濃度が数g/lにも達し、中央粒径は300~400 μ にも達する。岸近くの氷でも、数100mg/l、200 μ を記録した。天塩川の天塩橋の下の氷でも、SS濃度が高く中央粒径が大きく、下層まで影響している。流水にも土砂が含まれることが多く、数g/l、100 μ 以上にもなることがある。なお同一地点の車道端試料を1991年と1992年で比較すると、大粒径~小粒径迄平均的な分布(No.4)が翌年には中央粒径値付近(No.5)に分布するようになり、スタッドレス化による汚染の低減が明確となった。

4.3 化学的性状について

懸濁物質中の重金属やC、N成分含量は、汚染の程度と対応して変化する。重金属の二次堆積性の比率(HCl抽出/HF抽出)は、水>氷>雪>流水の傾向が認められ、汚染の進行と共に、土壌や鉱物性の一次堆積性の物質含量も増す。垂鉛については何れの試料においても比率が高く、人為起源が主であることがわかった。重金属の分析例を図4(網走湖)に示した。

4.4 X線解析結果 雪や氷には1次鉱物(石英、長石)の割合が高く2次鉱物(イライト、クロライト)がわずかに含まれるが、水には1次および2次鉱物(モンモリロナイト、イライト)がともに検出された。粒度分布や化学組成を裏付ける結果となった。

本研究の実施に際し、北海道東海大学工学部故石井次郎教授のご指導を得た。ここに記して謝意を表します。なお本研究は、1991年度文部省科学研究費(一般研究C)の助成によるものである。

表1 分析結果の例

No.	地点	年月日	懸濁物質 mg/l	中央粒径 μ	TOC(T) mg/l	TOC(F) mg/l	TOC(SS) mg/l	TN mg/l	TP mg/l
1	手稲山 表層	'89.1.25	0.5		0.4	0.4	0.0	0.44	0.029
2	北大農場 表層	'89.1.30	3.0		2.6	2.1	0.5	0.88	0.021
3	北大通り(北大)	'89.1.30	1045		78.2	2.6	75.6	1.39	0.556
4	"(道庁)	'91.2.09	13640	406					
5	"(道庁)	'92.2.22	13969	330					
6	"(道庁)新雪	'92.2.22	5.4	11					
7	雪捨て場(真駒内)	'89.1.30	265		21.4	0.4	21.0	0.78	0.173
8	雪捨て場(真駒内)	'92.2.09	333	54					
9	雪捨て場(真駒内)	'92.2.09	1066	218					

No.	地点	年月日	懸濁物質 mg/l	中央粒径 μ	No.	地点	年月日	懸濁物質 mg/l	中央粒径 μ
10	水茨戸湖(岸5m)	'89.3.20	418	203	15	水網走湖(20m)	'89.3.22	75.9	154
11	水茨戸湖(岸5m)	'89.3.20	71.5	11	16	水網走湖(100m)	'89.3.22	28.5	125
12	水茨戸湖(岸50m)	'89.3.20	17.1	16	17	水網走湖(100m)	'89.3.22	3.3	24
13	雪茨戸湖(岸50m)	'89.3.20	36.0	7	18	水網走湖(200m)	'89.3.22	9.0	31
14	水茨戸湖(岸50m)	'89.3.20	5.0	15	19	雪網走湖(200m)	'89.3.22	53.2	31
21	流水峡内(青水)	'89.3.23	11.7	10	23	水天塩川(橋下表層)	'91.3.24	621	230
22	流水峡内(濁水)	'89.3.23	2546	177	24	(下層約50cm)	'91.3.24	247	38.5

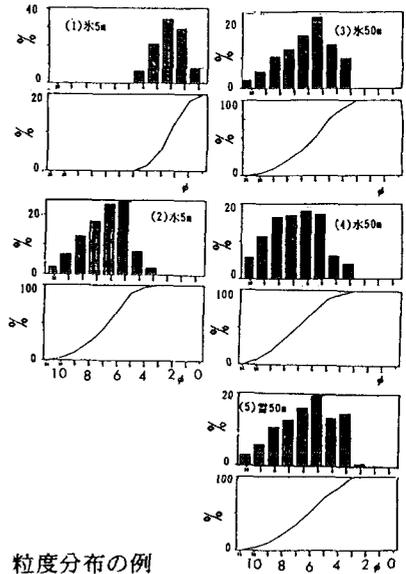


図3 粒度分布の例 (茨戸湖、表1中No.10~14)

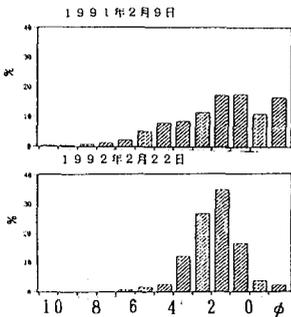


図4 懸濁物質の比較 (表1中 No.4,5)

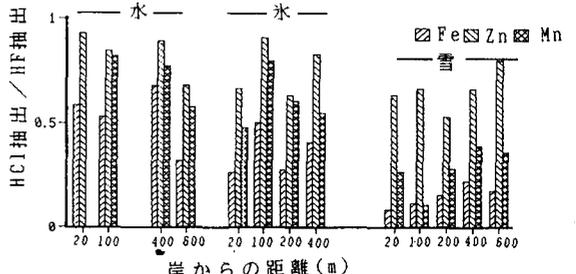


図5 HCl抽出/HF抽出(重金属) 網走湖、'91.3.25