



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	融雪期における雪捨て場の雪質調査：水質汚濁防止法からの考察
Author(s)	林, 昭夫; 江本, 匡; 新岡, 正 他
Citation	北海道大学大学院環境科学研究科邦文紀要, 6, 29-45
Issue Date	1993-03-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/37086
Type	departmental bulletin paper
File Information	6_29-45.pdf



融雪期における雪捨て場の雪質調査

－水質汚濁防止法からの考察－

林 昭 夫・江 本 匡・新 岡 正・小 島 豊

環境医学講座

Snow Quality in a Snow Dumping Site in Snow Melting Season
with Special Reference to the Water Pollution Control Law

Akio HAYASHI, Tadasu EMOTO, Tadashi NIIOKA and Yutaka KOJIMA

Department of Environmental Medicine, Graduate School of Environmental
Science, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan

緒 言

札幌市は冬期、道路交通および生活に支障が生じるほど大量の積雪がある寒冷地域の都市である。最近5ヶ年の平均年間累計降雪量は448cmであり⁽¹⁾、この降雪が市民の日常生活に様々な影響を与えている。そこで、主として道路交通の確保を目的とした除雪が公共事業として行なわれている。1990年4月～1991年3月の札幌市の除雪作業に要する費用は87億4千万円であった⁽²⁾。

車道・歩道は、降雪量10cmを目安に除雪が行なわれる。除雪によって道路端に押しやられた雪は、“雪捨て場”に運搬され排雪される。道路から雪捨て場までの雪の流れを図1に示す。“雪捨て場”は、除排雪を一時的に蓄積するために川沿いや空き地などに設けられた空間であり、1990年には札幌市内に41ヵ所あり、846万立方メートルの雪が捨てられるようになっていた⁽³⁾。図2にその外観を示す。

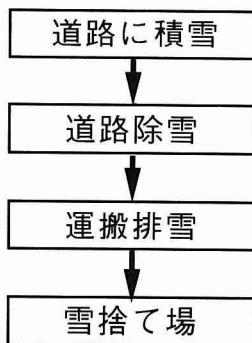


図1. 道路から雪捨て場までの雪の流れ



図2. 雪捨て場の外観（札幌市五輪大橋雪捨て場）

道路上の環境汚染物質は、除雪排雪をしない期間（夏期）は、道路清掃で除かれたり雨水と共に下水に流れ込んで下水処理場で処理されるが、除雪排雪をする期間（冬期）は、図1に示したように、除排雪と共に雪捨て場に運ばれる。雪捨て場に集められた雪は、気温の増加と共に蒸発、融解流失、雨による流失、また“人為的除去”などによって最終的に雪捨て場から除かれる。

一方、冬期雪捨て場に蓄積・濃縮された除排雪中の環境汚染物質は、融雪水と共に流出するか、“人為的除去”などによって何らの処理をされことなく川に流されるか、残渣として回収されているのが現状である。ここでいう、雪と環境汚染物質の“人為的除去”とは、ブルドーザーやショベルカーで雪捨て場から河川に除排雪を押し流す作業をいう。夏期、下水処理場に雨水と共に流れ込んだ環境汚染物質は、下水処理場で処理され水質汚濁防止法の排水基準で管理されて河川に流されているのに対して、冬期、環境汚染物質を含んだ除排雪は、雪捨て場から未処理のまま河川に流されている。その概念図を図3に示す。

現在までに雪捨て場の雪質を調査した例は数例ある^(4~6)が、実際に除排雪が河川に流される、融雪期の雪捨て場の雪質を経時的に調査したものは見られない。本研究では、雪捨て場における環境汚染物質の動態の基礎的知見として、まず、札幌市豊平川沿いの五輪大橋雪捨て場における融雪期の除排雪の雪質の変化を、pH、電気伝導度、懸濁物質（SS：Suspended Solid：0.45 μ m～2mmまでの粒径をもつ懸濁物質）濃度、固形物（2mm以上の粒径をもつ懸濁物質）濃度、溶存重金属濃度（銅、亜鉛、鉛、カドミウム、マンガン、鉄、クロム）の項目について経時的に調査した。そして、現行法制度の上で公共用水域の環境保全を目的として事業所などの排水を規制する水質汚濁防止法を取り上げ、水質汚濁防止法第2条にいう「生活環境を阻害するおそれがある程度の汚水とかを排出する施設」として雪捨て場をとらえ、雪捨て場を排水規制の観点から評価することを試みた。さらに、除排雪の雪質管理に関して考察を加えた。

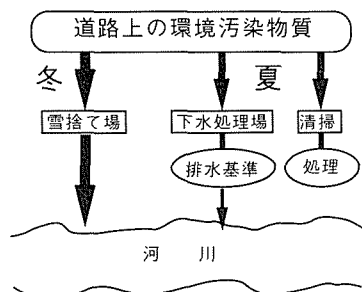


図3. 道路上の環境汚染物質の流れ

研究試料および方法

1. 試料とサンプリング方法

採取時期——試料の採取日は、1991年3月12日から同5月1日まで、1週間から10日の間隔をあけて採取した。採取時期と採取地点数を、表1に示す。

採取場所——サンプリングは、札幌市五輪大橋雪捨て場の一番下流域の雪捨て場で行なった。この雪捨て場は、横約420m縦約45mの広さで、高さは随時変化した。

五輪大橋雪捨て場は、札幌市の市街地を流れる豊平川の河川敷にあり（図4）、豊平川との位置関係は図5に示す。“人為的除去”をされる際には、除排雪は河川に接しているところから河川に押し流される。

試料としては、肉眼により懸濁物質濃度が最大に近そうなところと最小に近そうなところの除排雪、および除排雪が融けたあとの水滴を採取した。

なお、雪捨て場の除排雪の対照として、札幌市内中心部に降る雪としては道路上の環境汚染物質が混入し

表1. 採取時期と採取地点数

採取時期	1991年3月12日 から同年5月1日
採取地点数	3月12日 4点 3月22日 7点 4月2日 9点 4月10日 9点 4月16日 9点 4月23日 9点 5月1日 4点

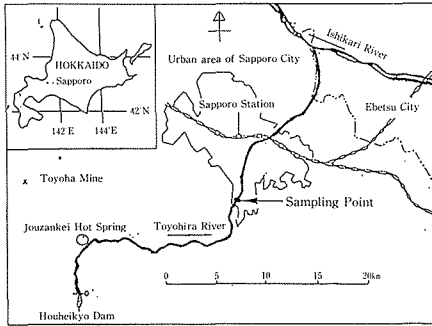


図4．五輪大橋雪捨て場の位置

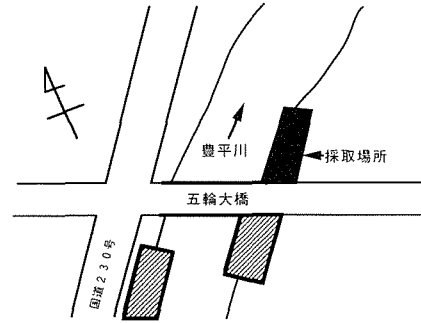


図5．五輪大橋雪捨て場と豊平川の位置関係

ていないという点に着目し、北海道大学農場の新雪を1991年3月13日に採取した。

採取方法⁽⁷⁾——①除排雪は、10リットルのポリバケツに、融雪後約3リットルになるように、表層約10cm程の除排雪を採取した。新雪が薄く積もっていた3月12日の場合は、新雪を払いのけて除排雪の表層を出し、同様に採取した。なお、採取する際には、あらかじめ採取地点近傍の除排雪で、共洗いを行なった。また、採取地点の写真を撮影した。

②除排雪が融けたあとの水滴は、ポリエチレン容器(200ml)を用い、あらかじめ採取地点からの水滴で共洗いを行ない採取した。また、採取地点の写真を撮影し、pH、電気伝導度を測定した。

2. 分析方法⁽⁸⁾

採取した除排雪は、ただちに研究室に持ち帰り、融けるまで室温(約10℃)で保存し、融けた後ただちにpH測定、電気伝導度測定を行なった。粒径2mmの篩(ふるい)わけによる前処理(固形物濃度測定)を行なった後、懸濁物質濃度測定を行なった。

水滴を採取したものに関しては、採取後すぐにpH測定、電気伝導度測定を行ない、ただちに研究室に持ち帰り、篩(ふるい)わけの前処理(固形物濃度測定)を行なった後、懸濁物質濃度測定を行なった。

懸濁物質濃度測定の際に得られたろ液を溶存重金属濃度測定用の試料とし、塩酸酸性で煮沸する方法で前処理をした後、原子吸光光度計を用いて溶存重金属濃度を測定した。

結 果

1. 五輪大橋雪捨て場の外観の変化

冬の間に形成された雪捨て場は、融雪期に入ると融解する雪と蓄積する環境汚染物質とでその外観が大きく変化した。雪捨て場は、観察を始めた時点(3月5日)では白く巨大であったが、時と共に黒く小さくなっていき、その後一見地面と見間違えるほどに変化した。

3月5日の時点(図6)では、北側の部分はショベルカーとブルドーザーで雪を押し固め除排雪を廃棄する場所を作っていた。南側でも雪を川に押し流しつつ雪を捨てるスペースを作っていた。

3月12日は、サンプリングは行なったが、吹雪で撮影できなかった。

3月22日の時点(図7)では、南側の部分の除排雪をかなりブルドーザーで豊平川に押し流していたが北側にまでは作業は及んでいなかった。

4月2日の時点(図8)では、南北両端の中ごろのところまで除排雪はブルドーザーで押し流されており、ショベルカーを使って豊平川沿いの押し固められた除排雪はかなり崩されていた。



図6. 1991年3月5日の五輪大橋雪捨て場
(手前が上流)



図7. 1991年3月22日の五輪大橋雪捨て場



図8. 1991年4月2日の五輪大橋雪捨て場



図9. 1991年4月10日の五輪大橋雪捨て場



図10. 1991年4月16日の五輪大橋雪捨て場



図11. 1991年4月23日の五輪大橋雪捨て場



図12. 1991年5月1日の五輪大橋雪捨て場



図13. 雪捨て場に散在するごみ
(1991年5月1日撮影)

4月10日の時点(図9)では、南北にわたって一通り除排雪はブルドーザーとショベルカーで粗く押し流されていた。豊平川の流量は増えていたが、この雪捨て場から流れ出る除排雪は作業が一段落したこともあってか、この雪捨て場から豊平川に流れ出る除排雪はほとんどなかった。

4月16日の時点(図10)では、この雪捨て場全体にわたってブルドーザーでならされておりブルドーザーとショベルカーの作業は行なわれていなかった。

4月23日の時点(図11)では、4月16日同様すでにブルドーザーとショベルカーによる作業は行なわれていなかった。そのため、この雪捨て場から除排雪が流れ出る様子は観察されなかった。しかし、雪捨て場の中において、自然融解によってそれまで除排雪によって覆われていたところから地面が現れたところも観察された。

5月1日の時点(図12)では、ショベルカーによって除排雪はすべて撤去されておりビニールシートに残った残渣は回収された後であった。

その他、サンプリングの際に気付いた点として鉱物性の油臭とごみの多さが挙げられた(図13)。このようにごみの混入という側面からの雪捨て場の汚染も観察された。

2. 雪捨て場での作業

雪捨て場の業務内容には、雪処理と雪割りがある。雪処理とは、雪捨て場に搬入された除排雪をブルドーザーで押し固める作業などのことであり、1990年12月17日から1991年3月19日まで行なわれた。雪割りとは、押し固められた雪捨て場の除排雪をブルドーザーやショベルカーで川に押し流す作業のことであり、1991年3月15日から1991年4月16日まで行なわれた。

3. 測定値

pH、電気伝導度、固形物濃度、懸濁物質(SS)濃度の測定結果を表2に示す。

pH測定——図14に測定結果を示す。中性から弱アルカリ性を示す試料が多かった。経時的変化については明らかな傾向は認められなかった。

表2. pH, 電気伝導度, 懸濁物質濃度, 固形物濃度測定結果

サンプル名	日付	pH	E S (μ S)	懸濁物質濃度(g/l)	固形物濃度 (g/l)
91312 A	12-Mar	7.68	194.1	3.873	0.000
91312 B	12-Mar	7.56	178.6	3.903	0.711
91312 D	12-Mar	6.31	23.6	0.062	0.047
91312 E	12-Mar	6.23	21.8	0.036	0.000
91322 A	22-Mar	7.39	53.6	0.219	0.105
91322 B	22-Mar	7.31	33.6	0.249	0.400
91322 F	22-Mar	7.37	34.7	0.269	0.028
91322 C	22-Mar	8.25	90.3	3.998	2.004
91322 D	22-Mar	8.10	86.3	4.076	0.952
91322 E	22-Mar	8.16	85.6	6.799	0.546
91322 G	22-Mar	8.05	97.5	0.394	0.000
910402 A	2-Apr	8.67	53.9	2.198	0.091
910402 B	2-Apr	7.44	29.7	0.294	0.064
910402 C	2-Apr	7.25	26.8	0.192	0.007
910402 D	2-Apr	8.50	95.8	59.697	3.606
910402 E	2-Apr	8.71	85.3	21.242	1.920
910402 F	2-Apr	8.59	73.7	14.356	3.019
910402 G	2-Apr	8.41	72.7	0.139	0.000
910402 H	2-Apr	8.73	62.0	0.631	0.000
910402 I	2-Apr	7.94	83.1	0.189	0.000
910410 A	10-Apr	7.92	55.5	1.220	0.287
910410 B	10-Apr	7.87	21.6	0.221	0.009
910410 C	10-Apr	7.07	27.3	0.228	0.046
910410 D	10-Apr	7.81	132.7	42.339	33.537
910410 E	10-Apr	7.80	157.4	124.284	40.137
910410 F	10-Apr	8.05	112.6	45.895	20.280
910410 G	10-Apr	7.94	124.3	0.251	0.000
910410 H	10-Apr	7.42	87.0	0.389	0.000
910410 I	10-Apr	6.95	30.3	0.139	0.000
910416 A	16-Apr	6.48	16.5	0.655	0.602
910416 B	16-Apr	6.18	7.7	0.096	0.018
910416 C	16-Apr	6.70	16.3	0.435	0.238
910416 D	16-Apr	7.79	141.0	91.224	5.682
910416 E	16-Apr	8.00	140.7	118.520	13.804
910416 F	16-Apr	7.96	138.0	69.860	5.685
910416 G	16-Apr	8.12	69.4	3.858	0.000
910416 H	16-Apr	6.87	20.0	0.240	0.000
910416 I	16-Apr	7.78	65.1	6.651	0.000
910423 A	23-Apr	6.59	17.7	0.361	0.097
910423 B	23-Apr	6.85	18.7	0.821	0.154
910423 C	23-Apr	7.02	29.0	0.721	0.381
910423 D	23-Apr	7.89	124.6	87.250	14.846
910423 E	23-Apr	7.96	131.6	76.629	11.234
910423 F	23-Apr	8.19	107.4	57.491	3.053
910423 G	23-Apr	8.30	75.9	0.481	0.000
910423 H	23-Apr	8.35	106.4	35.691	0.000
910423 I	23-Apr	8.63	62.6	33.251	0.000
910501 A	1-May	8.22	76.9	6.315	3.761
910501 B	1-May	8.34	143.0	54.069	26.357
910501 C	1-May	8.32	87.6	15.102	5.143
910501 D	1-May	7.68	165.6	80.186	27.691

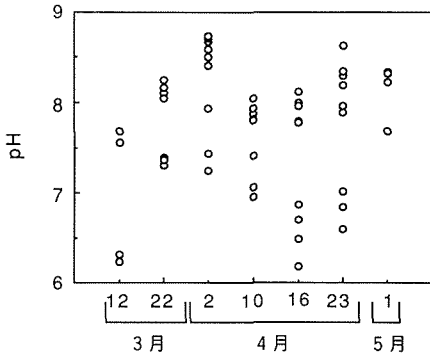


図14. pH測定結果

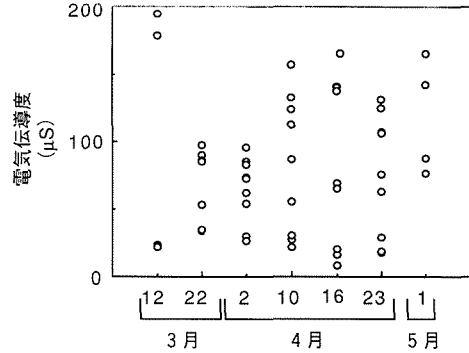


図15. 電気伝導度測定結果

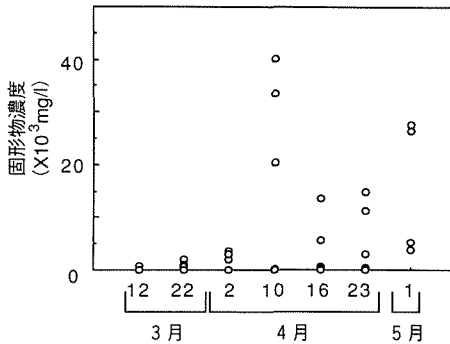


図16. 固形物濃度測定結果

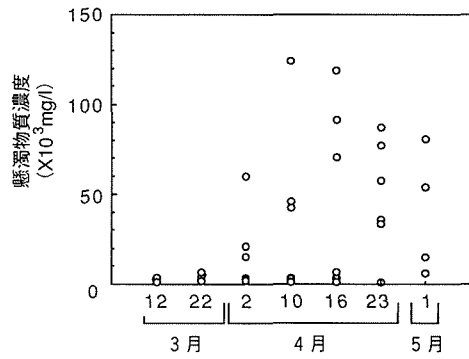


図17. 懸濁物質濃度測定結果

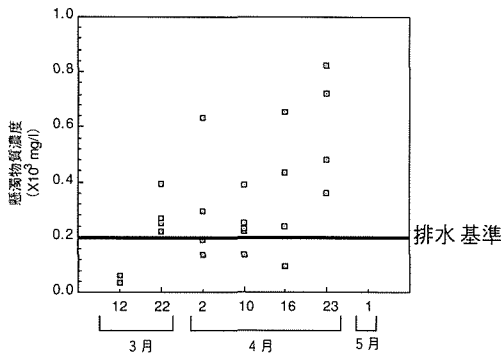


図18. 1000mg/l以下の濃度を記録した採取地点の懸濁物質濃度結果

表3. 溶存重金属濃度測定結果

C u 濃度 (mg/l)	<0.01
Z n 濃度 (mg/l)	<0.05
P b 濃度 (mg/l)	<0.1
C d 濃度 (mg/l)	<0.01
M n 濃度 (mg/l)	≤0.2
F e 濃度 (mg/l)	≤0.4
C r 濃度 (mg/l)	<0.02

電気伝導度測定——図15に測定結果を示す。経時的変化については明らかな傾向は認められなかった。

固形物濃度測定——図16に測定結果を示す。経時的変化については4月10日に第一のピーク、5月1日に第二のピークが認められた。

懸濁物質(SS)濃度測定——図17に測定結果を示す。低濃度の採取地点ですら100mg/lの濃度が観察された。1000mg/l以下の濃度を記録した採取地点に関するデータを図18に示す。

経時的変化については、高濃度の部分において4月10日、4月16日までは上昇傾向にあり、それ以後漸減していく傾向が認められた。低濃度の部分においては明らかな傾向は認められなかった。

溶存重金属濃度測定——表3に測定結果を示す。経時的変化については明らかな傾向は認められなかった。

4. 北海道大学農場の雪質

対照としての北海道大学農場の新雪の測定結果を表4に示す。

表4. 北海道大学農場の雪質

北海道大学農場でサンプリングした新雪(2点平均)			
pH	4.4	電気伝導度 (μ S)	48.6
Cu濃度 (mg/l)	<0.01	Zn濃度 (mg/l)	<0.05
Pb濃度 (mg/l)	<0.1	Cd濃度 (mg/l)	<0.01
Mn濃度 (mg/l)	<0.1	Fe濃度 (mg/l)	<0.3
Cr濃度 (mg/l)	<0.02		
懸濁物質濃度 (mg/l)	0.003	固形物濃度 (mg/l)	0

考 察

1. 雪捨て場の雪質に関する考察

雪捨て場への除排雪の搬入状況——五輪大橋雪捨て場への除排雪の累積搬入量の変化の様子を図19に示す。この資料は五輪大橋上下流右岸雪捨て場管理業務日誌より作成した。搬入量のうち、「市の車」と記されたものは市が、市の管理している車道や歩道の除雪によって生じた除排雪を雪捨て場に搬入したものを表わしている。この場合運ばれてくる除排雪は一部幅員の小さな生活道路も取り扱っているものの概して主要幹線道路の除排雪の場合が多い。「市民車」と記されたものは一般市民が除排雪を雪捨て場に搬入したものを表わしている。運ばれてくる除排雪は道路の裏通りや民家の間に積もる雪の除排雪の場合が多い。

雪捨て場の特徴——雪捨て場の除排雪については、市の搬入する除排雪と市民の搬入する除排雪との違いおよび、それぞれの除排雪が様々な道路から搬入されたものであるため雪質の均質性はほとんどない。図6～12の写真に示されるように、気温の上昇につれて雪捨て場では、雪の蒸発や融解流出がおり、水に流れない環境汚染物質が雪捨て場表面に蓄積していく。加えて、雪捨て場開放期間(1990年12月9日～1991年3月31日)には次々と除排雪が運ばれてくる。つまり、除排雪の雪捨て場内での放置時間も様々である。このように雪捨て場は、その雪質としての代表値を決められない環境である。しかし、一採取地点につき、「この

ような雪質をもった採取地点が存在した」という意味でデータを考察することができると考えられる。

雪捨て場の雪質に関する考察——pHに関しては、表4にみるように、北海道大学農場の雪質は酸性を示したが、雪捨て場においては、図14に示すようにかなりの試料がアルカリ性を示した。この原因は本研究では明らかにすることはできないが、除排雪中に含まれる環境汚染物質には融雪剤などの化学物質やごみなど様々な物質の混入が考えられ、それらがpHに影響を与えていると考えられる。

懸濁物質濃度に関しては、サンプリングの際の目安にもしたが、4月10日までは上昇傾向、それ以後はやや減少気味になった(図18)。高濃度の部分においては、データのばらつきもあり確かなこととは言い切れないが4月10日までは雪捨て場の表面に懸濁物質が蓄積する傾向がある。4月10日以降は、著しく表面に蓄積する現象は観察されなかった。低濃度の部分についても、以前から雪捨て場にある除排雪は表面に懸濁物質が蓄積する現象が観察されると思われるが、次々と懸濁物質濃度の低い新たな除排雪が搬入されるため顕著な傾向が認められなかったものと思われる。

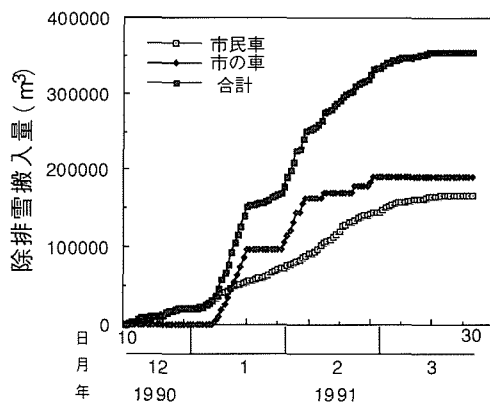


図19. 五輪大橋雪捨て場への除排雪の累積搬入量

電気伝導度に関しては、北海道大学農場の新雪（表4）に比べて著しい高値は観察されなかった。電気伝導度は溶解性の物質による汚染を見る指標であるが、この結果は、雪捨て場の環境では溶解性の物質は蓄積していないことを示している。

しかし、懸濁物質の濃度がそれほど高くなかった3月12日の時点で電気伝導度が最大値を示した採取地点があった（表2）。これは、雪捨て場内の除排雪が様々なところから運ばれているため、懸濁性の汚染は少ないが溶存性の汚染が多いところから運ばれてきた除排雪があったものと考えられる。また、溶存性の環境汚染物質は先に流出してしまうとの報告⁽⁹⁾もあり、雪捨て場における滞在期間の長い除排雪は、溶存性の汚染が少なくなっていく懸濁態と溶存態とのバランスで一定値を示したことも考えられよう。

固形物濃度に関しては、二つのピークが観察されたが、これは4月10日まで蓄積した固形物がブルドーザーによる押し流し作業で4月16日直前に一掃され、また5月1日に向けて固形物が蓄積していったためと考えられる。固形物は、懸濁物質と違って粒子が大きい（2mm以上）ので、明確な傾向が現れたといえよう。

溶存重金属濃度に関しては（表3）、

- ①銅(Cu)濃度については、すべての試料においてJIS規格の定量範囲下限(0.2mg/l)未満の値であった。
- ②亜鉛(Zn)濃度については、すべての試料においてJIS規格の定量範囲下限(0.05mg/l)未満の値であった。
- ③鉛(Pb)濃度については、すべての試料においてJIS規格の定量範囲下限(1mg/l)未満の値であった。
- ④カドミウム(Cd)濃度については、すべての試料においてJIS規格の定量範囲下限(0.05mg/l)未満の値であった。
- ⑤マンガン(Mn)濃度については、0.2mg/l以下の値で検出された採取地点が数点(3月12日に2点)あった。その他の採取地点ではJIS規格の定量範囲下限(0.1mg/l)未満の値であった。
- ⑥鉄(Fe)濃度については、0.4mg/l以下の値で検出された採取地点が数点(3月12日、3月22日、4月10日、4月16日に各1点ずつ)あった。その他の採取地点ではJIS規格の定量範囲下限(0.3mg/l)未満の値であった。
- ⑦クロム(Cr)濃度については、すべての試料においてJIS規格の定量範囲下限(0.2mg/l)未満の値であった。

雪捨て場の環境汚染物質には車粉が約50%強含まれていたとの報告⁽¹⁰⁾がある。札幌市の道路粉塵には、土およびアスファルトが含まれているが、その中に重金属が含まれているとの報告(表5⁽¹¹⁾)および本実験における懸濁物質濃度の結果から考えると溶け出していない重金属が、かなり存在していることが考えられる。こ

表5. 札幌市の道路粉塵の成分分析⁽¹¹⁾

表5-1 土壌中の各元素含有量

項目 地点	Al %	Ca %	Fe %	Ti ppm	Mn ppm	V ppm	アスファルト %	BaP ng/g	Sc ppm	Cr ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm	Co ppm	Na %	Mg %	W ppm
手稲稲穂公園	8.3	3.7	5.4	4100	1400	160	N. D.	26	24	57	32	96	39	17	27	4.1	2.5	67
中島公園	6.8	1.7	4.2	4000	850	140	0.04	52	17	67	71	160	46	21	21	1.2	1.8	34
真駒内公園	6.6	2.2	4.4	4300	830	160	0.05	120	18	56	73	140	38	20	21	1.4	1.9	38
月寒公園	7.3	1.9	4.7	4600	940	160	0.02	54	19	53	65	110	35	19	21	1.8	1.8	37
農試公園	6.6	1.9	5.3	4400	1000	200	0.03	37	22	73	57	140	42	34	28	3.5	2.3	80
屯田西公園	8.1	3.9	5.8	4000	1500	190	N. D.	100	27	21	29	87	44	13	28	1.8	1.3	39
円山公園	7.6	1.6	4.9	4100	940	140	N. D.	97	15	40	49	140	78	20	16	1.2	0.6	27
藻南公園	8.2	0.7	4.6	3900	770	140	N. D.	5	17	37	25	100	36	18	20	0.9	0.7	35
月寒中央公園	7.5	3.9	4.8	3800	1100	150	N. D.	380	21	100	41	120	31	23	23	-	-	-
平均	7.4	2.4	4.9	4100	1000	160	0.02	97	20	57	49	120	43	21	23	2	1.2	51

表5-2 アスファルト混合物中の各元素含有量

項目 地点	Al %	Ca %	Fe %	Ti ppm	Mn ppm	V ppm	アスファルト %	BaP ng/g	Sc ppm	Cr ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm	Co ppm	Na %	Mg %	W ppm
時計台前	6.2	7.6	4	3100	840	140	6	7	15	66	19	79	37	44	23	1.7	1.6	27
手稲	6.4	7	4.4	3400	750	140	4.6	200	20	87	24	85	33	59	23	1.4	1.6	25
月寒中央	6.9	7.7	4.2	3400	720	140	5.4	31	18	100	25	79	40	46	23	1.6	1.8	36
篠路	6.8	6.4	4	3300	920	160	4	N. D.	19	53	24	70	35	29	22	1.8	1.4	28
平均	6.6	7.2	4.2	3300	810	150	5	60	18	77	23	78	36	45	23	1.6	1.6	32

N. D. 値 アスファルト 0.001%未満

ベンツaピレン 5.0 mg/g未満

— 欠測

の理由の一つには、雪捨て場のpHが中性から弱アルカリ性の環境であることが考えられる。

2. 水質汚濁防止法から見た雪捨て場の雪質に関する考察

雪捨て場に対する水質汚濁防止法適用の可能性——雪捨て場からは、前述したような雪質の除排雪が公共用水域である豊平川へ排出されている。また、雪捨て場によって河川が汚染されて見苦しいという景観上の問題⁽¹²⁾等に見られるように、雪捨て場は生活環境の保全を図ることを目的とした公害対策基本法の適用を受けるか否かという問題もはらんでいる。このような雪捨て場を管理するとしたらどのようにすればよいであろうか。また、適切な除排雪の排出とは、どのように評価されればよいだろうか。現行法制度上でこれ考えた場合、「公共用水域に環境汚染物質の混入した除排雪を流す」という雪捨て場の現状に着目して、公共用水域の環境を保全するために特定施設に排水規制を設ける水質汚濁防止法の適用が考えられる。

しかし、水質汚濁防止法による排水規制はすべての工場や事業場を対象とするものではなく、「特定施設」を設置する工場や事業場（特定事業場）を対象としている。特定事業場から公共用水域に排出される水（以下「排水」という。）に対して排水規制は設けられているわけである（水質汚濁防止法第2条第3項）。水質汚濁防止法第2条第2項に水質汚濁防止法の規制対象である「特定施設」の政令による指定が明記されている。「特定施設」の指定は水質汚濁防止法施行令第1条に規定されているが、そこでは、雪捨て場は規制対象になっていない。

水質汚濁防止法では、排水基準違反に対しては直ちに罰則が適用される。すなわち、排水基準に適合しない汚染状態の排水を排出することは禁止されており（水質汚濁防止法第12条第1項）、その違反は処罰される（水質汚濁防止法第31条第1項および第2項）。

このように水質汚濁防止法の排水規制には罰則を伴うので、罪刑法定主義の原則によって、政令によって「特定施設」に指定されていない雪捨て場への水質汚濁防止法の適用は不相当である。

現行法制度内では雪捨て場は何らの規制も受けていないが、これを規制するためにはどうすればよいだろうか。水質汚濁防止法は公共用水域の環境を保全することを目的として作られており、その目的のために特定施設に排水規制を設けているのであるが、その手法は除排雪の雪捨て場から公共用水域への排出規制を考える上でも参考になると思われる。

排水規制——国民の健康で文化的な生活を確保する上で、公害の防止が極めて重要であることにかんがみ、公害対策基本法は事業者、国および地方公共団体の公害の防止に関する責務を明らかにし、ならびに公害の防止に関する基本的事項を定めることにより、公害対策の総合的推進を図り、もって国民の健康の保護および生活環境の保全をはかることを目的としている（公害対策基本法第1条）。

公害対策基本法第10条には、公害防止のため、排出等に関する規制措置を講ずること等が規定されており、水質汚濁防止法は、公害対策基本法第10条第1項の趣旨を受けて制定された法律である。

なお、公害対策基本法における公害とは、

- ①事業活動その他の人の活動に伴って生ずる相当範囲にわたる
 - ②大気汚染、水質汚濁（水質以外の水の状態または水質の底質悪化を含む。）、土壌汚染、騒音、振動、地盤沈下（鉱物の掘採のための土地の掘さくによるものを除く。）または悪臭によって
 - ③人の健康または生活環境に係る被害が生ずること
- とされている（公害対策基本法第2条第1項）。

なお、ここで用いられている生活環境の保全の中には、通常大気や水の清浄さ、静けさなどが保たれることによる生活の快適さ、便利さを維持するといった意味の他に、人の生活に密接な関係のある財産（例えば、上水道、工業用水等）、人の生活に密接な関係のある動植物およびその生育環境（例えば、農業、水産業の対象とする農産物、水産物など）の保全をも含めた意味がある（公害対策基本法第2条第2項）。

水質汚濁防止法の目的は、工場および事業場から公共用水域に排出される水の排出を規制すること等により公共用水域の水質の汚濁を防止し、もって国民の健康を保護すると共に、生活環境を保全し、ならびに工場および事業場から排出される污水および廃液に関して人の健康に係る被害が生じた場合における事業者の損害賠償の責任について定めることにより、被害者の保護を図ることにある（水質汚濁防止法第1条）。

なお、水質汚濁防止法上の公共用水域は、同法第2条第1項で定義されているが、それによると公共用水域は、次のものとされている。

①河川 ②湖沼 ③港湾 ④沿岸海域 ⑤公共溝渠 ⑥かんがい用水路 ⑦前記以外の公共の用に供される水域または水路

水質汚濁防止法による排水規制は、特定事業場からの排水を対象とするものである（水質汚濁防止法第2条第3項）。「特定施設」の政令による指定は、政令で定める有害物質を含む污水等、政令で定める項目に関して生活環境を阻害するおそれがある程度の污水等を排出する施設を対象として行なわれる（水質汚濁防止法第2条第2項）。

このうち、政令で定める有害物質としては水質汚濁に係る環境基準が定められている、カドミウム、水銀など9有害物質を指定している。また生活環境に係る項目としては、水質汚濁に係る環境基準で定められているpH、BOD、COD、SS、油分のほか、フェノール、銅、亜鉛等の項目を指定している（水質汚濁防止法施行令第2条および第3条）。

「特定施設」の指定は、水質汚濁防止法施行令第1条で行なわれているが、製造業のほか、鉱業、第三次産業関係業種まで極めて広範囲に行なわれている。下水場の終末処理施設も特定施設に指定されている。

水質汚濁防止法による排水規制は、各特定事業場に対して排水の汚染状態の許容限度としての排水基準を遵守させることにより行なわれる。この排水基準の設定は、まず第一次的には、全公共用水域を対象として、全特定事業場につき一律に適用されるものとして総理府令で定められる（水質汚濁防止法第3条第1項）。これを国が定める一律排水基準という。

しかし、この基準では水質汚濁防止法上不十分な公共用水域については、都道府県が条例により厳しい排水基準を設定することができる（水質汚濁防止法第3条第3項）。これを上乗せ排水基準という。

総理府令に定める一律排水基準の概要を表6⁽¹³⁾に示す。（排水基準を定める総理府令第1条）。

上記の排水基準は、排水を排出する特定事業場の属する業種および排出先の水域の如何を問わず一律に適用される。

排水規制の観点から見た雪捨て場の雪質に関する考察——本節では、雪捨て場を仮りに排水規制の対象とした場合、本研究の結果からどう評価されるか考察を試みた。

表7に結果と排水基準を示す。

pHに関しては、排水基準値を若干アルカリ側に越える採取地点もあったが、概して基準値内の値であった。

懸濁物質濃度に関していうと、200～500倍も排水基準値を上回っている箇所が存在したことをはじめ、全51採取地点中44採取地点が排水基準値以上の値であった。懸濁物質濃度が低いところでも排水基準値に比べてかなりの高値を示していた（図18）。つまり、懸濁物質濃度に関していうと、雪捨て場から押し流される除排雪は排水基準を大きく越えていると評価できよう。

7種の溶存重金属濃度に関しては、大きく排水基準値を下回り全く問題はなかった。

これより規制項目に関しては、懸濁物質濃度が問題であることがいえる。

また、雪捨て場の環境汚染物質にはアスファルトを主とした車粉が約50%強含まれていたという報告⁽¹⁰⁾と、今回の懸濁物質濃度の測定結果より、排水規制項目のひとつである油分（主にアスファルトから計測）項目もかなり高値であることが考えられる。

表6. 排水基準⁽¹³⁾

有害物質関係

有害物質の種類	許容限界
1 カドミウムとその化合物	0.1 mg/l
2 シアン化合物	1 mg/l
3 有機燐化合物	1 mg/l
4 鉛およびその化合物	1 mg/l
5 六価クロム化合物	0.5 mg/l
6 砒素およびその化合物	0.5 mg/l
7 総水銀	0.005 mg/l
8 アルキル水銀化合物	検出されないこと
9 PCB	0.003 mg/l
10 トリクロロエチレン	0.3 mg/l
11 テトラクロロエチレン	0.1 mg/l

生活環境項目関係

項 目	許容限界
1 水素イオン濃度指数	5.8以上8.6以下。ただし海域に排出されるものにあつては、5.0以上9.0以下
2 生物化学的酸素要求量	160 mg/l (日間平均120 mg/l)
3 化学的酸素要求量	160 mg/l (日間平均120 mg/l)
4 浮遊物質量	200 mg/l (日間平均150 mg/l)
5 ノルマルヘキサン抽出物含有量 (鉱油類含有量)	5 mg/l
6 ノルマルヘキサン抽出物含有量 (動植物油脂類含有量)	30 mg/l
7 フェノール類含有量	5 mg/l
8 銅含有量	3 mg/l
9 亜鉛含有量	5 mg/l
10 溶解性鉄含有量	10 mg/l
11 溶解性マンガン含有量	10 mg/l
12 クロム含有量	2 mg/l
13 弗素含有量	15 mg/l
14 大腸菌群数	日間平均 3,000 個/cm ³
15 窒素含有量	120 mg/l (日間平均60 mg/l)
16 磷含有量	16 mg/l (日間平均8 mg/l)

表7. 雪捨て場の雪質と排水基準

	雪捨て場の 雪質	国の一律 排水基準
p H	6.2~8.8 (図14参照)	5.8~8.6
懸濁物質濃度 (mg/l)	0~120,000 (図17参照)	200
C u 濃度 (mg/l)	<0.01	3
Z n 濃度 (mg/l)	<0.05	5
P b 濃度 (mg/l)	<0.1	1
C d 濃度 (mg/l)	<0.01	0.1
M n 濃度 (mg/l)	≤0.2	10
F e 濃度 (mg/l)	≤0.4	10
C r 濃度 (mg/l)	<0.02	2
電気伝導度 (μ S)	10~200 (図15参照)	—
固形物濃度 (mg/l)	0~40,000 (図16参照)	—

注) —は排水基準項目にない

しかし、ここでは水質汚濁防止法の本来の意義に立ち返って、排水規制の観点から雪捨て場を見直したい。雪捨て場は公共用水域に除排雪を排出する施設である。水質汚濁防止法は、公害対策基本法が生活環境の保全を目的とすることをうけて、底質悪化をも含めた意味で水質汚濁を防止することを目的としている。よって、雪捨て場を考える上では、前節で紹介したような雪捨て場内のごみや、油臭も規制対象として考慮してよいのではないだろうか。また、アスファルトが石油から作られる際に発ガン性の化学物質を含有することを考慮すると、雪捨て場から排出される環境汚染物質の下流域への生物影響も懸念される。また、冬場に見られる川床の汚れや、豊平川下流の茨戸における多量のヘドロが上流の雪捨て場の環境汚染物質に由来するのか否かに関して、研究が待たれる。このように雪捨て場の河川へのインパクトがどれくらいあるのか調査が待たれるが、雪捨て場から流れ出る除排雪の雪質と融雪期の河川環境を同時に観察すると、除排雪を河川に排出する際には、様々な面からの雪質あるいは水質管理が必要であるように思われる。

だが、雪質管理を水質管理と同様に扱ってよいのかという問題もある。第一に、本研究の結果、大部分の採取地点で懸濁物質濃度に関しては排水基準値以上だったとはいえ、それは河川に押し流される可能性のある場所で採取しただけで、実際に工場という排水口から出たものを採取しているものではないのではないのかという問題、第二に、環境汚染物質（特に懸濁性のもの）の除排雪中での挙動は雪と水の物理的性質の違い

により異なるため、単純な比較はできないという問題、第三に、上に述べたことと通ずるものであるが、本研究中にも述べているように、雪捨て場においては代表値といえるデータが取れないという問題等があげられる。

これらの問題点を考えると雪捨て場に対して、河川の環境を保全する上では水質汚濁防止法の考え方を取り入れることが望ましいが、その管理方法として、従来の事業場に対する排水規制を現状のまま取り入れても、実態にそぐわないものになる可能性が高い。

すなわち、雪捨て場の管理に関しては、規制方式(濃度規制にするのか他の方式によるのか等)、規制内容(溶存態の金属にするのか他によるのか等)等について、新しい考え方や独自の考え方から行なった方が河川環境にとってより意味あるものになると思われる。

条例による管理の可能性——雪捨て場に水質汚濁防止法を適用して管理することは否定されたが、雪捨て場からの除排雪の排出を規制するためには、①水質汚濁防止法の法改正を行なう、②新たに法律を作る、③条例を作る、等の方法が考えられる。①に関しては、雪捨て場を水質汚濁防止法の「特定施設」として政令に定めることが考えられよう。しかし、これは、前節までに挙げた問題点から、適切ではないように思われる。また、②と③に関しては、雪捨て場という、地域や季節が極めて限定されている施設の規制を考える場合、国会のスケールで議論されるよりも条例レベルで議論された方がよりなじむように思われる。水質汚濁防止法第29条には「この法律の規定は、地方公共団体が、次に掲げる事項に関し条例で必要な規制を定めることを妨げるものではない。」と規定されている。ここでいう、「次に掲げる事項」の中には、「特定事業場以外の工場又は事業場から公共用水域に排出される水について、有害物質および第2条第2項第2号に規定する項目に寄って示される水の汚染状態に関する事項」(水質汚濁防止法第29条第3号)も規定されている(特定事業場、公共用水域については排水規制参照)。水質汚濁防止法第2条第2項第2号には、「特定施設」が備える要件のうち、「化学的酸素要求量その他の水の汚染状態(熱によるものを含み、前号に規定する物質によるものを除く。))を示す項目として政令で定める項目に関し、生活環境に係る被害を生ずるおそれがある程度のものである」場合を規定している(「特定施設」については排水規制参照)。雪捨て場は特定施設に含まれていないので、雪捨て場を政令で定める項目(懸濁物質濃度など)に関し、生活環境に被害を生ずるおそれがある程度の汚水等を排出する施設とみなせば、「特定施設」でない雪捨て場から排出される除排雪について、条例で必要な規制を定めることは可能であると考えられよう。

3. 雪捨て場の雪質管理

本章では雪捨て場から除排雪を排出する際どのような点に着目すればよいかを考察し、除排雪の管理方法、規制方法について考察を加える。

除排雪のもつ性質——雪捨て場から押し流される除排雪について考える。除排雪は雪と環境汚染物質の混合物である。除雪の観点からいうと除排雪そのものが「ごみ」であり雪と環境汚染物質とを区別しては考えないが、河川にとっては除排雪の負荷を考えた場合、純粋な雪なら雨と同じ「水」であり、環境汚染物質のみ「ごみ」と考えられる。

河川に押し流される際の除排雪の状態による雪質の評価と浄化処理について考える。除排雪の状態では環境汚染物質濃度などの雪質の調査はその調査地点一点だけの意味にとどまり、そこから雪捨て場の除排雪全体の雪質の評価は難しく、浄化処理は不可能である。これに反し、除排雪全体を融かすと水と環境汚染物質の混合物の状態になり、その一観測地点の水質の調査は「除排雪を融かしたもの」全体の水質の評価に大きな意味をもつ。また、「除排雪を融かしたもの」の浄化処理も可能である。

除排雪の浄化——河川水質にとっては、雪捨て場の除排雪に対して排水処理または下水処理を行なってか

ら流すことが望ましいが、処理能力や経済的な問題がある。そこで、河川の水質を考えた効率的な除排雪の取り扱い方として、環境汚染物質濃度の高い除排雪は融かして下水処理を行ってから河川に流し、低い除排雪は雪捨て場で処理することを提唱する。環境汚染物質濃度の高い除排雪と低い除排雪を分けるには、除雪された道路の交通量を目安にすればよい。例えば市が公共事業として行なっている幹線道路の除排雪と、市民が従来雪捨て場に持ち込むような裏通りの除排雪とを分けるやり方もあげられよう。

その上で、雪捨て場の雪質を向上させる提案をすると、

- ①家庭ごみの除排雪への混入を防ぐため、ごみを出す時間を守るなど市民の協力も必要である。
- ②雪捨て場にスペースの不足も問題になっているが、長期間にわたって保管できる所では時間をかけて処理することができるため、比較的交通量の多い所の除排雪を、短期間しか保管できない所には、処理する時間に余裕がないため比較的交通量の少ない除排雪を搬入し、処理するという工夫も可能である。

さらに、融かして処理する除排雪については、本研究の結果より、除排雪中の環境汚染物質の存在形態には懸濁性のものが多いので、簡単な沈殿処理を行なうだけでもかなり効果があるものと思われる。除排雪を融かすための熱源に、下水処理水や清掃工場の余熱を利用することも考えられよう。実際にそれらを利用しようという案も、「雪さっぽろ21計画・融雪槽整備事業」として提案されている⁽¹⁴⁾。融かした除排雪をそのまま下水処理場に流すとよいだろう。融雪期におけるアスファルト粉塵の下水道への流入について研究した報告⁽¹⁵⁾より、様々な問題点は挙げられるものの、懸濁物質で見る限り、適切な処理を行えば下水処理は可能であることが示唆されている。もちろん、実際に除排雪を融かして下水処理場に流し込む際には、量の限界をわきまえることや、適切な処理を行なうことが前提にあることはいうまでもない。また、本研究では、道路上の環境汚染物質として懸濁物質や溶存金属等に重点をおいて雪質を研究したが、雪捨て場の細菌汚染の報告⁽¹⁶⁾などもあり、汚染に応じた処理が望まれる。

除排雪の管理——前節までの考察より、除排雪の河川への廃棄の仕方については、融かして処理する除排雪に対しては下水と同じ取り扱いをし、雪捨て場の除排雪は除排雪の質を評価しがたいので除排雪の総量で考えていくことを提唱する。

4. おわりに

札幌市民は冬期、いやおうなしに多量の雪と生活を共にしなければならない。市政世論調査では過去12年間、毎年要望の第1位は除雪であった⁽¹⁷⁾。それに応えて、札幌市も除雪排雪に力をいれている。しかし、除排雪の量の問題や経済的な問題を抱えながら、市民の要求を満たすのに苦心しているのが現状である。1992年2月1日現在、札幌市は44箇所、容量にして約910,000立方メートルの雪捨て場をもっている。それでも、今の容量では市民の要求に対して対応できないといわれている。また、除雪作業にける市の予算は毎年80億円にもなる⁽¹⁸⁾。

このように除雪が市民にとって重要な課題であるならば、除雪作業による便益・コスト・不利益や、廃棄物処理ともいえる除排雪の捨て方なども含めて、除雪作業について総合的に市民の意見を聞くことは意味のあることであろう。利便性の陰に隠れがちな雪捨て場についての問題点を明らかにするためには、除排雪を捨てるスペースの問題や、トラックの騒音、景観等も含めた雪捨て場の実態についても市民に認識させる必要があらう。

そして除雪作業によって生じる廃棄物ともいえる除排雪の管理には、河川環境をも含めた河川の利用をどのように考え、札幌市の地域的問題として、市民が独自に規制方式や規制項目について考えてみる姿勢が必要なのではないか。具体的には、本研究でも考察しているが、市民の意見を条例で反映させていく方法が考えられる。

除排雪の管理を続行するか否か、条例を制定するか否かも当然議論されてよい。もし、条例を制定するならば除雪排雪による便利な人間生活の確保と自然環境の保護等どのように調整するか興味もたれる。

要 約

本研究は、札幌市五輪大橋雪捨て場における除排雪中のpH、電気伝導度、懸濁物質(SS)濃度、固形物濃度、溶存重金属濃度(銅、亜鉛、鉛、カドミウム、マンガン、鉄、クロム)の雪質を融雪期に経時的に調査した。

その結果、以下のことがわかった。

- ①pHに関しては経時変化に明らかな傾向はなく、中性から弱アルカリ性を示すものが多かった。
- ②電気伝導度に関しては経時変化に明らかな傾向はなく、 $200\mu\text{S}$ 未満の値を示した。
- ③懸濁物質濃度と固形物濃度に関しては高濃度の部分において(表層の)濃度が経時的に濃くなっていく現象が観察された。
- ④溶存重金属濃度は低く、経時変化に明らかな傾向は認められなかった。

また、本研究では、水質汚濁防止法の排水規制の考え方を雪捨て場から排出される除排雪の管理に適用できるか検討を行ない、適用の際の問題点を明らかにした。また、水質汚濁防止法第29条より、条例によって雪捨て場からの除排雪の排出を管理することが可能であることを示した。

さらに、除排雪の処理を、除排雪のもつ性質および除排雪を浄化するための方法を考えた上で考察し以下のことを提唱した。

- ①高濃度の環境汚染物質を含む除排雪と低濃度の環境汚染物質を含む除排雪とを分別し別々に処理すること。
- ②この除排雪の分別には道路交通量の違いを参考にすること。
- ③高濃度の環境汚染物質を含む除排雪は融かして下水処理し、低濃度の環境汚染物質を含む除排雪は雪捨て場で処理すること。
- ④雪捨て場から排出される除排雪を管理する際には、河川への負担を考慮する場合、除排雪の総量規制で行なうこと。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、資料を提供していただいた、北海道開発局札幌開発建設部札幌道路事務所、札幌市建設局道路維持部スパイクタイヤ対策課、札幌市衛生局環境管理部水質騒音課、札幌市下水道局施設部水質管理課、札幌市環境局清掃部、札幌管区气象台、札幌市南区土木事務所の皆様に心から感謝致します。

なお本研究は、一部、特定研究「北海道の河川環境に関する研究(代表 小野有五教授)」の研究経費によった。

参 考 文 献

1. 札幌市：広報さっぽろ北区版1991年12月号, pp8-11, 1991.
2. 北海道新聞：1991年3月5日朝刊(札幌地方版), p22, 1991.
3. 札幌市：広報さっぽろ北区版1990年12月号, pp4-7, 1990.
4. 橘治国：「地下水人工涵養における水質問題—主に注入水溶存酸素の地下水人工涵養への影響について」, 1989年

- 度札幌市受託研究研究成果報告書 札幌市街地積雪水による地下水帯水層涵養計画の研究, p72, 1989.
5. 橘治国:「積雪の汚染と涵養水浄化に関する問題点」, 1989年度札幌市受託研究研究成果報告書 札幌市街地積雪水による地下水帯水層涵養計画の研究, pp51-73, 1990.
 6. 橘治国:「積雪中の汚染物質」, 1990年度札幌市受託研究研究成果報告書 札幌市積雪水による地下水涵養ならびに冷熱源利用計画に関する研究, pp39-57, 1991.
 7. 日本規格協会: JIS K 0094 (工業用水・工場排水の試料採取方法).
 8. 日本規格協会: JIS K 0102 (工場排水試験方法).
 9. 飯田俊彰, 上木勝司:「融雪期の積雪内における酸性汚染物質の移動」, 環境科学シンポジウム講演要旨集1991年会, p79, 1991.
 10. 札幌建設運送事業協同組合:「平成2年度施行 一般国道274号札幌市上野幌一般除雪外一連工事の内排雪分析報告書」, p8, 1991.
 11. 坪井弘, 鈴木寿一, 水木徹生, 富沢政, 市川修三, 富所謙吉, 高橋信夫:「札幌市におけるスパイクタイヤに係る道路粉じんの調査結果」, 札幌市衛生研究所年報第12号別冊, pp106-107, 1986.
 12. 札幌市スパイクタイヤ問題対策会議: まっ白い雪の街札幌を目指して 札幌市の「車粉」、スパイクタイヤ問題対策, p30, 1990.
 13. 環境庁水質保全局担当官編著: 公害防止管理者 水質関係の基礎知識, pp76-77, 1989.
 14. 札幌市建設局道路維持部: ふゆトピア雪さっぽろ21計画, 1989.
 15. 高橋徹男, 星昇, 内海敬雄:「融雪期におけるアスファルト粉塵の下水道流入について」, 第23回下水道研究発表会講演集, pp174-176.
 16. 橘治国:「積雪の汚染と涵養水浄化に関する問題点」, 1989年度札幌市受託研究研究成果報告書 札幌市街地積雪水による地下水帯水層涵養計画の研究, p63, 1990.
 17. 札幌市:「まっ白い雪のまち札幌を」, p8, 1990.
 18. 朝日新聞: 1992年2月1日朝刊, p25, 1992.

Abstract

Sapporo is one of cold/snowy cities and situated in Hokkaido, the northern island in Japan. About nine million cubic meter of snow is transported to snow dumping sites ever year, and cause environmental problems such as the pollution of rivers into which snow is dumped.

In the present study, snow of one of the dumping sites was analyzed for pH, electric conductivity and concentrations of suspended solid and heavy metals. The concentration of suspended solids was found to be over the limit described in the Japanese Water Pollution Control Law.

Environmental problems concerning the dumping of snow are discussed.

Key Words : snow removal, snow dumping sites, snow melting season, the Water Pollution Control Law, effluent standards