

# 道路用凍結防止剤の河川への影響調査

山本裕一郎\* 曾根真理\*\*

## 1. はじめに

道路舗装からの粉塵が問題となり、スパイクタイヤの使用が平成5年に禁止された。その後のスタッドレスタイヤの普及により、粉塵問題は解決に向かった一方、いわゆる「つつる路面」が発生しやすくなり、交通事故の増加等、冬期道路交通の安全確保に新たな課題も生じた。凍結路面への対応として、ロードヒーティング等の消融雪施設は即効性・持続性に優れた対策であるが、都市部以外では経済性の面で難がある。このため、路面凍結を防止するために凍結防止剤を散布することが地域を問わず欠かせないものとなっている。

これらの状況から凍結防止剤の使用量は増加することとなり、路外への飛散・流出による環境への影響を懸念する声の一部で挙げられた。このため当研究室では、凍結防止剤散布による沿道環境への影響について、飛散状況調査、沿道土壌の塩分調査、沿道植物の生育状況調査、地下水の水質調査を平成18年度まで実施し、これらに影響を及ぼす可能性は低く限定的であることを確認している<sup>1), 2)</sup>。さらに、この他に影響を及ぼす可能性のある対象として河川などの公共用水域が挙げられたが、調査事例<sup>3)</sup>が少なく、影響の有無の把握が十分でなかったため、今般、現地水質調査及び分析を行った。本稿ではその結果を報告する。



図-1 散布した凍結防止剤の飛散イメージ

## 2. 凍結防止剤の散布と飛散・流出

### 2.1 凍結防止剤の種類と散布方法

凍結防止剤の種類は塩化物系と酢酸系に大別され、わが国では塩化ナトリウム、塩化カルシウム、塩化マグネシウム等の塩化物系凍結防止剤が多く使用されている。その中でも単位重量あたりの融解性能に優れ、かつ安価な塩化ナトリウムの使用が7割以上を占めている状況である<sup>4)</sup>。

路面への凍結防止剤の散布は、凍結防止剤散布車を用いて「乾式（固形散布）」、「溶液散布」、「湿式（固形と溶液を混合散布）」の3つの方式があるが、現在は「湿式」が主流になっている。

### 2.2 凍結防止剤の飛散・流出

散布された凍結防止剤の路外への飛散・流出は図-1に示すように、散布直後の飛散や一般車両による巻き上げ等による飛散が考えられる。この飛散・流出状況については、前出の検討<sup>1), 2)</sup>において現地調査に基づく把握が行われている。散布した凍結防止剤の総量と飛散・流出量との物質収支を整理したものが図-2である。8週間の調査期間中に散布された凍結防止剤総量656 kg（Cl換算量）に対して、72 %が道路脇の側溝から路外へ流出、道路周辺への飛散落下量が20 %、車両に付着して系外に搬出されたと考えられる量が2 %である。道路周辺に飛散落下するもののうち72.5%は路肩端から3m以内に落下しており、その範囲は限定的であった。河川などの公共用水域へは、下水道が整備されていない場合に道路脇の側溝を経由して直接流入することが考えられる。

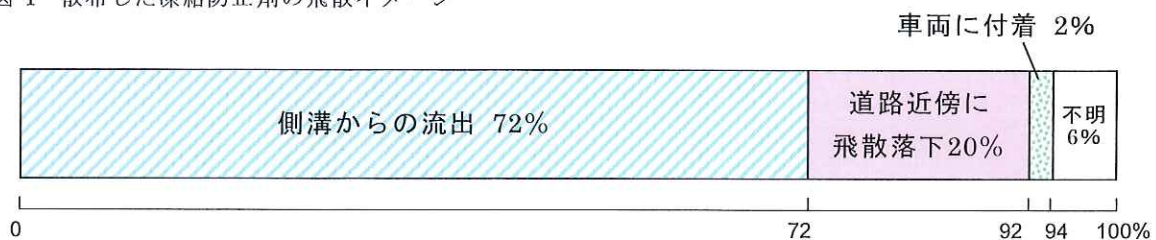


図-2 散布された凍結防止剤の飛散・流出の収支<sup>1), 2)</sup>



写真-1 調査箇所全景

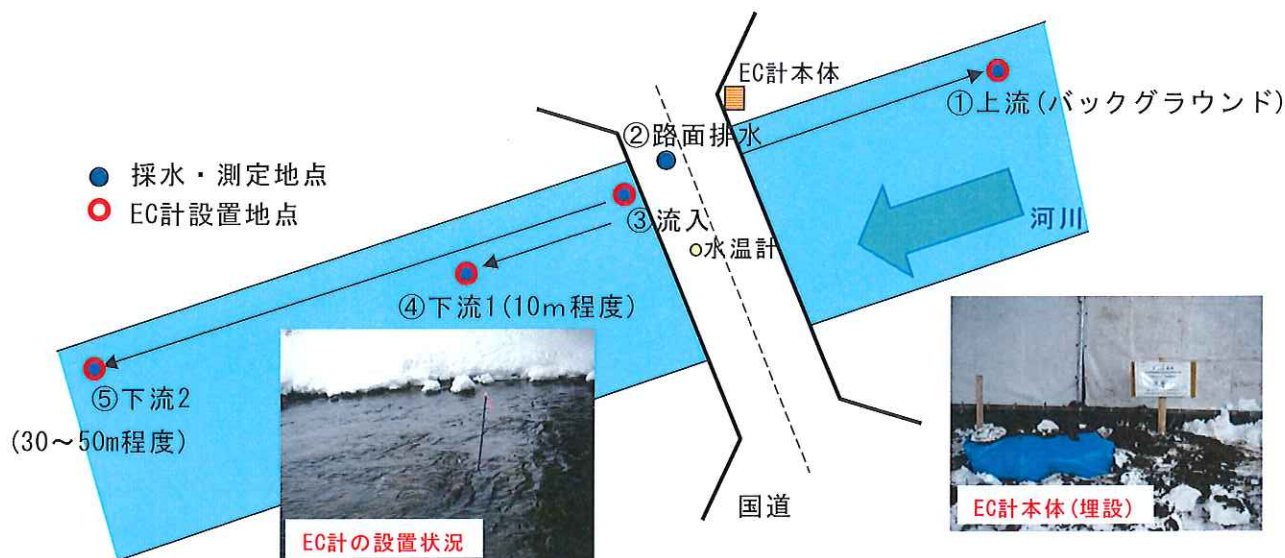


図-3 計測地点の配置

表-1 調査期間中の現地状況

|                 | (1)秋田                                     | (2)福島                                   | (3)新潟                                     |
|-----------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| 平均気温            | 0℃以下                                      | 0℃以下                                    | 0~5℃程度                                    |
| 平均風速            | 0.5~5m/s                                  | 5m/s以上                                  | 0~5m/s                                    |
| 降雨・降雪の状況        | ほぼ毎日<br>5~10mmの降雨<br>又は<br>5~25cmの降雪      | ほぼ1日おきに降雪<br>10日に1度は15cm以上の降雪           | 10mm以上の降雨日が多い<br>10cm以上の降雪もあり             |
| 橋梁部への凍結防止剤の散布状況 | 塩化ナトリウム<br>40~80kg/日<br>(橋梁部170m)<br>乾式散布 | 塩化ナトリウム<br>0~8kg/日<br>(橋梁部7.5m)<br>乾式散布 | 塩化ナトリウム<br>15~90kg/日<br>(橋梁部170m)<br>乾式散布 |
| 路面排水の河川への流入状況   | 橋梁を貫通する排水管より流入                            | ・橋梁下部の排水管より流入<br>・橋梁からの投入(吹き飛ばし)        | 橋梁を貫通する排水管より流入                            |

### 3. 河川への影響調査

#### 3.1 調査内容

現地水質調査は平成20年1月~2月にかけて実施した。調査箇所は秋田、福島、新潟県内の計3箇所(写真-1)である。これらは河川を跨ぐ国道の橋梁などから凍結防止剤を含む路面排水が河川に流出している箇所である。計測地点の配置を図-3に示す。路面排水の流出地点である②を挟んで、その上流部にバックグラウンドとなる①、下流方向50m程度の範囲に③~⑤の計5地点を設定した。計測方法は以下の2種類に大別される。

##### (1) 試料採取による水質分析

各調査箇所の①~⑤の計測地点において、凍結防止剤の散布が見込まれるタイミングを見計らい、調査期間中に4回採水を行った。分析項目はナトリウムイオン( $\text{Na}^+$ )濃度、塩化物イオン( $\text{Cl}^-$ )濃度、pH、電気伝導度(EC)である。

##### (2) 電気伝導度(EC)の連続観測

各調査箇所の②を除く4箇所の計測地点に電気伝導度計を設置し、約2ヶ月の調査期間中において連続観測(毎正時に計測)を行った。

また、気象庁のデータから降水量と降雪量を、国道事務所から提供を受けた資料により凍結防止剤の散布量を整理した。調査期間中の現地状況を表-1に示す。調査期間中はいずれの調査箇所においても塩化ナトリウム(固形)の機械散布(乾式)が行われていた。平均気温は0℃を下回ることも多く、ほぼ毎日凍結防止剤が散布されていた。

### 3.2 調査結果

#### 3.2.1 採取試料の分析結果

調査期間中に4回採取した試料についてNa<sup>+</sup>濃度、Cl<sup>-</sup>濃度、pH、電気伝導度(EC)を分析した結果、いずれも②路面排水の計測地点で高い値となる傾向が見られた。一方、その他の計測地点の値は②路面排水の値の1/10～1/100と小さく、調査日による変動も見られなかった。凍結防止剤成分を含む路面排水は河川に流入すると速やかに希釈・拡散していると考えられる。

#### 3.2.2 水生生物の許容濃度

塩化物イオン(Cl<sup>-</sup>)は一般的に毒性を示すものではないものの、濃度が高くなると淡水域の水生生物に影響を及ぼすことが報告されている<sup>5)</sup>。そこで、凍結防止剤に起因する塩化物イオン(Cl<sup>-</sup>)が水生生物へ影響を及ぼす可能性について検討した。

水生生物への影響を考察する評価指標は文献調査を踏まえ、50 %致死濃度に基づいて設定することとした(表-2)。表中の50 %致死濃度は、参考文献5)～7)に記載される塩化ナトリウムの50%致死濃度から塩化物イオン(Cl<sup>-</sup>)濃度を算定したものである。魚類ではコイやドジョウが比較的低い値である。プランクトンであるミジンコ類では3,500mg/lと魚類よりも低い値となっている。

許容濃度については明確な値は示されていないが、50 %致死濃度の1/10の濃度とした。これは、ニジマスの参考文献6)における実験(安全に生育できる被験物質の適用濃度を決定する試験)で50 %致死濃度の1/10濃度で3週間飼育した結果、異常が全く見られなかったことから、十分に順応しうるものとして設定したものである。なお、ヤマメについては参考文献7)に嫌忌極値が示されている。以上から、河川への影響の評価として、50 %致死濃度が文献調査結果の中で最小であるミジンコ類の1/10の値(350 mg/l)を指標とした。

試料分析の結果から、②路面排水の計測地点の塩化物イオン(Cl<sup>-</sup>)濃度はいずれの魚類等の許容濃度を超えていたものの、その他の計測地点では最大で秋田21mg/l(④下流1で観測)、福島62.9mg/l(③流入で観測)、新潟33.8mg/l(⑤下流2で観測)と最も低いミジンコ類の許容濃度(350 mg/l)よりも小さい値であった。このことから、河川に流出した凍結防止剤成分が水生生物に影響を及ぼす濃度に達する可能性は低いと言える。

表-2 水生生物への影響にかかる塩化物イオン濃度(参考値)

| 魚種等   | 許容濃度<br>(mg/l)    | 50%致死濃度<br>(mg/l) | 参考文献 |
|-------|-------------------|-------------------|------|
| ニジマス  | (1,060)           | 10,600            | 6)   |
| コイ    | (850)             | 8,500             | 5)   |
| ドジョウ  | (850)             | 8,500             | 5)   |
| ヒメダカ  | (1,150)           | 11,500            | 5)   |
| ヤマメ   | 嫌忌極値<br>600～1,800 | 18,100            | 7)   |
| ミジンコ類 | (350)             | 3,500             | 5)   |

#### 3.2.3 電気伝導度(EC)の連続観測結果

各調査箇所の電気伝導度(EC)の連続観測結果を図-4～6に示し、以下に考察を述べる。

##### (1) 秋田(図-4)

- ・計測地点間の値の差はほとんど見られない。
- ・2月下旬に一時的なECの増加が見られたが、その後低下した。気温の上昇等により橋梁部分や河岸に堆積していた凍結防止剤成分を含む雪が融けて河川に流入したためと考えられる。
- ・2月中旬に水温が一定となっている。これは、河川の結氷やシャーベット状の雪の混入により発生した異常値と考えている。

##### (2) 福島(図-5)

- ・ECの増加と低下が度々見られた。ECが増加した時には、③流入の値が最も高い傾向にあった。
- ・ECの増加要因は、降雨や気温上昇により凍結防止剤成分を含む雪が融けて河川に流れ込むためと考えられる。一方、①上流においても値の増加が見られることから、調査地点より上流部分において何らかのEC増加の要因があるとも考えられる。
- ・凍結防止剤散布量との比較から、凍結防止剤の散布とECの増加には時間的なタイムラグがあることが把握された。

##### (3) 新潟(図-6)

- ・計測地点間の値の差はほとんど見られない。他の調査箇所に比べて全体的に値が大きく、もともこの河川のECが高い傾向にあると言える。
- ・2月20日以降において、調査期間中で最も高いECの増加が見られた。この時のECは③流入で最も高い値であり、次いで④下流1、⑤下流2、①上流という順であった。気温の上昇等により

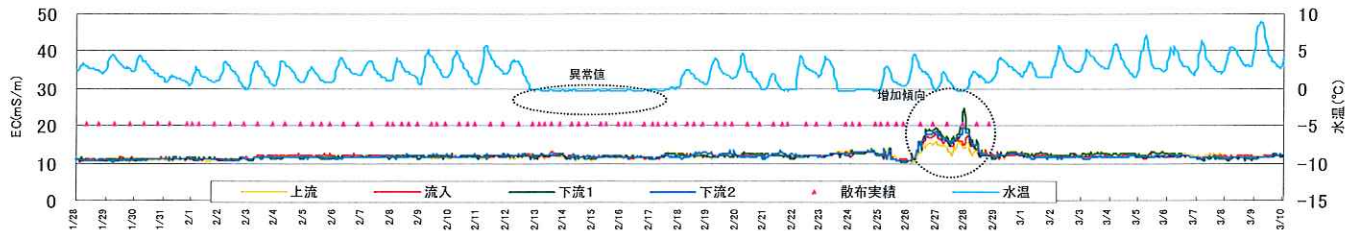


図-4 電気伝導度 (EC) 連続観測結果 (秋田)

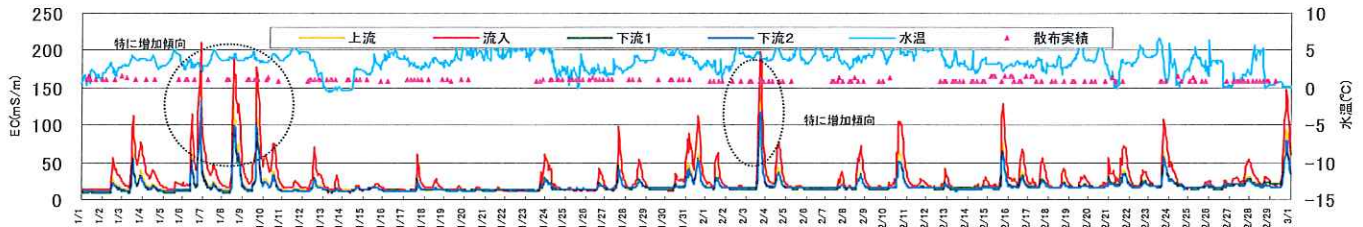


図-5 電気伝導度 (EC) 連続観測結果 (福島)

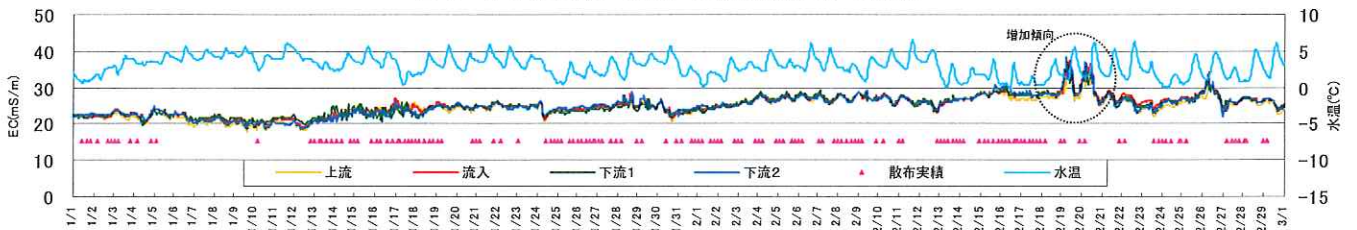


図-6 電気伝導度 (EC) 連続観測結果 (新潟)

凍結防止剤成分を含む雪解け水が増加したためと考えられるが、期間は一時的である。

- ・ ECの増加が見られる観測日には、①上流でも通常より高い値を示していた。調査地点の上流部には雪捨て場があるため、塩分を含む雪融け水の流入の可能性など、調査地点よりも上流において何らかの要因があったことも考えられる。

#### 4. まとめ

凍結防止剤散布後に一時的に河川の塩分量が増加することは確認されたが、河川は流量が多く、速やかに希釈・拡散されることから、河川の水質へ与える影響は小さいと考えることができる。

過年度に実施した沿道の土壌、植物、地下水に関する調査と今回の河川への調査により、通常実施されている凍結防止剤の散布による環境への影響は小さく限定的であることが確認できた。今後も冬期の道路交通の安全確保と沿道環境の保全が両立されるよう適切に対応していくこととしたい。

#### 謝 辞

本報告の基となった現地調査の実施にあたり、国土交通省の地方整備局にご協力いただきました。関係者の方々に対してここに深く謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 木村恵子、曾根真理、並河良治、桑原正明、角湯克典：凍結防止剤散布と沿道環境、国土技術政策総合研究所資料、第412号、2007  
URL: <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0412.htm>
- 2) 木村恵子、並河良治、曾根真理：凍結防止剤散布による沿道環境の植物への影響に関する検討、(社)土木学会環境工学研究論文集、Vol.43、pp.205～214、2006
- 3) 大野順通、大西博文、山田俊哉：凍結防止剤の公共用水域への影響、(社)土木学会第37回環境工学研究フォーラム講演集、pp.64～66、2000
- 4) (社)日本建設機械化協会：2005除雪・防雪ハンドブック (除雪編)、pp.192～199、2004
- 5) 田中二良：水生生物と農薬 急性毒性資料編、pp.326、1978
- 6) 日本道路公団試験所、(財)食品農医薬品安全評価センター：凍結防止剤の魚類ニジマスに対する影響報告書、1985
- 7) 津田松苗：汚染生態学、1964

山本裕一郎\*


国土交通省国土技術政策  
総合研究所環境研究部道  
路環境研究室 研究官  
Yuichiro YAMAMOTO

曾根真理\*\*


国土交通省国土技術政策  
総合研究所環境研究部道  
路環境研究室長  
Shinri SONE