

IV-17

凍結防止剤による沿道樹木への影響について

— 一般国道230号中山峠付近における現状調査 —

北海道開発局 開発土木研究所 正員 ○宮本 修司  
 同 上 正員 高木 秀貴  
 同 上 正員 大沼 秀次

1. はじめに

脱スパイクタイヤ時代を迎えて、凍結防止剤の散布がこれまで以上に重要となっている。しかしながら凍結防止剤の大量散布は、様々な二次的影響の原因になると言われており、そのため凍結防止剤として大量の岩塩を散布してきた欧米諸国では、散布量の削減が大きな課題となっている。

凍結防止剤散布による二次的影響は、金属腐食やコンクリートに対する影響など構造物に対するものと、植物や水系に与える影響など自然環境に対するもの大きく二つに分類される。この二つを比較すると、構造物に対する影響は構造物を修復することによって解決するが、自然環境に対するものについては復元が非常に難しく、影響を未然に防止する必要がある。これら自然環境に与える影響の中でも植物に対する影響については、過去にアメリカ合衆国などで発生した事例が紹介されており<sup>9)</sup>最も監視が必要と思われる項目である。

本文では、凍結防止剤による二次的影響の中で、植物に対する影響の現状を一般国道230号中山峠付近を対象として調査した結果を報告する。

2. 調査区間の凍結防止剤散布状況

今回の調査では、国道230号線の札幌市南区藤野から札幌市と喜茂別町の境界である中山峠付近までを調査対象とした(図-1)。この区間では冬期間の交通安全のため凍結防止剤の散布が重要な凍結防止の手段となっており、スパイクタイヤ使用規制の前から凍結防止剤を使用している区間である。表-1は、当該調査区間で平成3年度の冬期から平成5年度の冬期までに散布された凍結防止剤の量を年度別に示したものであり、表-2はこの区間の中でも凍結防止剤を重点的に散布している地点を示したものである。

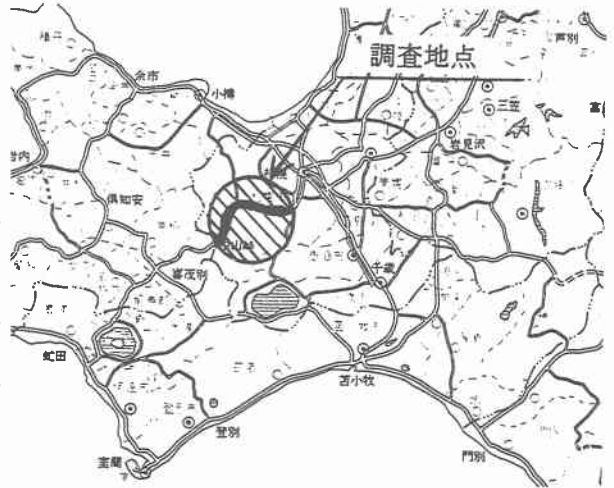


図-1 調査地点位置図

このように調査地点付近では、危険箇所を中心に塩化カルシウムの散布が行われており、そして道路の近傍は、多数の樹木が密生している所が多くなっている。

表-1 調査地点当該工区の凍結防止剤散布量

種類 年度	塩化ナトリウム		塩化カルシウム		C M A	
	散布回数	散布量	散布回数	散布量	散布回数	散布量
平成3年度	0回	0 t	48回	90 t	0回	0 t
平成4年度	0	0	149	270	0	0
平成5年度	0	0	267	550	12	5
合計	0回	0 t	464回	910 t	12回	5 t

散布回数のはべ出勤回数を示す。散布量は、少数第一位四捨五入

3. 調査概要

3.1 試料採取条件

今回選定した調査箇所は2地点であり、散布地域1として、薄別除雪ステーション前の勾配部(表-2中の地点番

Investigation on the Impact of Deicing Chemicals on Plants  
 Current Conditions Along National Highway Route 230  
 by Syuuji MIYAMOTO, Hideki TAKAGI and Hidetsugu ONUMA

号6)、散布地域2として錦トンネル(同、地点番号5) 出入口付近を選定した。これらの2地点は、今回の調査対象であるトドマツが道路沿道まで生息している地域である。針葉樹であるトドマツの選定理由は、冬期間休眠状態になる落葉樹よりも常緑樹の方が凍結防止剤の影響を受ける可能性が大きい<sup>1)</sup>からである。

なお試料採取は、凍結防止剤を継続的に散布している時期に、道路端から5mの地点で行った。また比較地域として国道231号線浜益村付近(海岸線から約300mの地点、以下海岸線と記す)と中山峠頂上付近(以下無散布地域と記す)でも試料採取を実施した。また積雪のサンプルは、植物のサンプルを採取した日に、各調査地点の道路端から5m、10m、30mの地点から、積雪上部から下部まで平均的に採取した。

### 3. 2 調査内容

今回の調査は、水分中(融雪水中)の塩分濃度増加による影響、多量の塩分による直接的影響、各種イオンの植物個体中への蓄積のそれぞれについて調査した。調査の方法は、塩分濃度増加については、沿道の積雪中に含まれる塩分濃度を測定し、各種植物の許容量と比較検討を行った。次に直接的作用については、植物表面に付着している凍結防止剤の量を調査し、海岸線から採取した試料やトドマツの許容量との比較を行った。最後に各種イオンの植物個体中への蓄積に関しては、植物中の各種イオンの量を測定し、海岸線から採取した試料との比較を行った。

### 4. 積雪内凍結防止剤含有量調査

沿道の積雪が植物の成長に影響を与えるか否かを調査するため、積雪中の凍結防止剤濃度を測定した。調査方法は、積雪中に含まれる各種のイオン(Ca<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>)濃度を測定し、これを塩化物の濃度に換算した。その結果を図-2および図-3に示す。

これら図から凍結防止剤散布区間付近の積雪と、非散布区間の積雪には明らかな違いがあることがわかる。しかしこの値を海岸線の試料と比較すると、Cl<sup>-</sup>濃度は散布地域の沿道5mの地点ではかなり多くなっているが、約10m離れると濃度が薄くなっており、道路からの距離と塩分濃度との間には密接な関係があり、凍結防止剤による沿道への影響は道路近傍に限られたものとなることがわかる。また塩化物に換算した濃度を見ると、最大で

表-2 凍結防止剤散布重点地点

地点番号	地点名	キロ程	重点散布場所
1	下藤野	15.5	勾配部
2	簾舞	17.0	〃
3	豊滝	19.0	曲線部
4	盤の沢橋	20.0	橋梁上部
5	錦トンネル	25.0	トンネル全体
6	薄別ステーション	30.0	勾配部
7	無意根大橋	35.5	橋梁上部
8	定山溪トンネル	37.5	トンネル出入口
9	望岳橋	39.5	凌雲橋まで全線

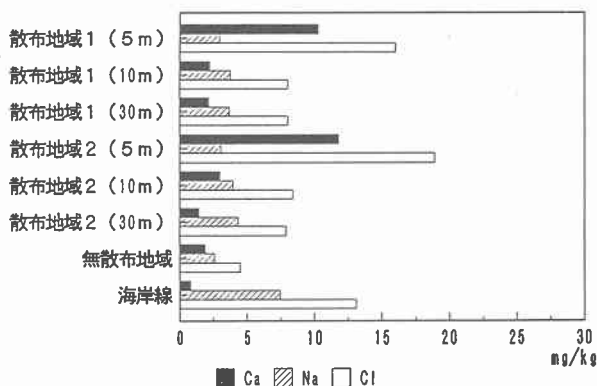


図-2 沿道の雪中に含まれる各種イオンの量 ( )内は道路からの距離

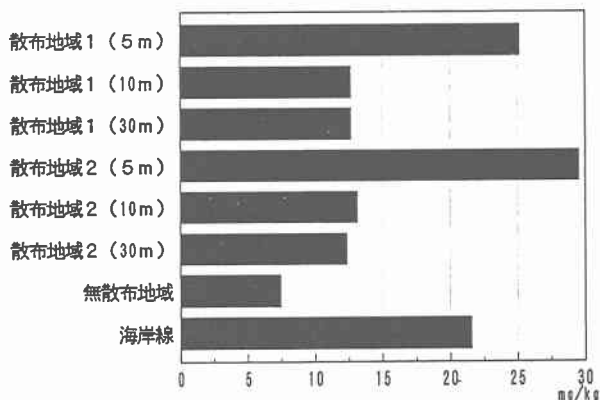


図-3 沿道の雪中成分の塩化物換算濃度 ( )内は道路からの距離

約30mg/kg (0.003%) にすぎない。これを樹木の塩化カルシウムに対する耐性(表-3)<sup>2)</sup>と比較するとトドマツの許容濃度の1/10以下となっており、また芝生の成長に関して良好な影響を与えるとされる1000mg/kg以下<sup>3)</sup>となっている。これらの調査結果から、現在のところ植物に影響を与える可能性はほとんどないと思われる。

#### 6. 凍結防止剤植物直接影響調査

次に凍結防止剤の植物に対する直接的な影響の有無を調査するため、植物表面の各種イオンの量を測定した。測定方法は、植物表面を一定量の蒸留水で洗浄重量測定を行い、水分を蒸発させて固形物を取りだし、その固形物の成分を分析した。

まず、図-4 (試料採取高さ0cm~50cm)と図-5 (試料採取高さ100cm~150cm)に凍結防止剤散布地点とその他の地点とを比較したものを示す。この結果より凍結防止剤散布地域では、凍結防止剤が植物の表面に付着し、その程度は高さ0~50cmで高さ100~150cmより強いことや、凍結防止剤散布地点での表面に付着しているものは、塩化カルシウムであり、海岸付近の国道沿道で表面に付着しているものは塩化ナトリウムであることがわかる。すなわちこれらはそれぞれ道路に散布された塩化カルシウムと、海からの飛来塩分であることがわかる。そこでこれらの値を、積雪内含有塩分量調査と同様に、塩化物濃度に置き換えたものを図-6に示す。

これらの濃度が植物に影響を与える可能性について、一般的にトドマツの地上部は5,000(mg/kg)で影響を受けない<sup>4)</sup>ことから、今回の調査結果では植物に影響を与える可能性はかなり小さいと言える。

しかしながら、この問題は樹木の種類や生育の段階などの条件に大きく左右されることは言うまでもなく、しかも塩分の飛散は風速の2乗に比例する<sup>4)</sup>ことから、特に強風時の凍結防止剤散布や凍結防止剤の高速散布には注意が必要である。また凍結防止剤の湿式散布は、特に飛散防止に有効である<sup>5)</sup>と言われており、積極的な活用が望まれる。

また試料の採取高さや表面付着塩分との関係を見ると、海岸部では試料の採取高さが高い場所で濃度が高くなっているが、凍結防止剤散布区域ではむしろ低いところでの塩分濃度が高くなっている。

次に国道230号線からの距離と付着塩分量との関係を図-7に示すが、このように国道からの距離によって付着塩分量が減少しており、その割合は調査地点2でより顕著であった。この相違は、調査地点2の方が樹木がより密集していたため、樹木が遮蔽物となって遠方への飛散を妨げている

表-3 樹種毎に耐えうる凍結防止剤濃度

樹種	塩化カルシウム (mg/kg)	尿素 (mg/kg)
シラカンバ	1,000	250
ニセアカシア	5,000	1,000
ポプラ	2,500	1,000
トドマツ	500以上	250未滿

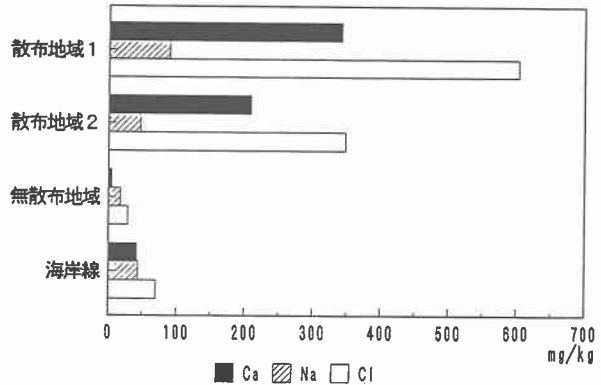


図-4 植物表面付着成分の分析結果  
試料採取高さ0~50cm

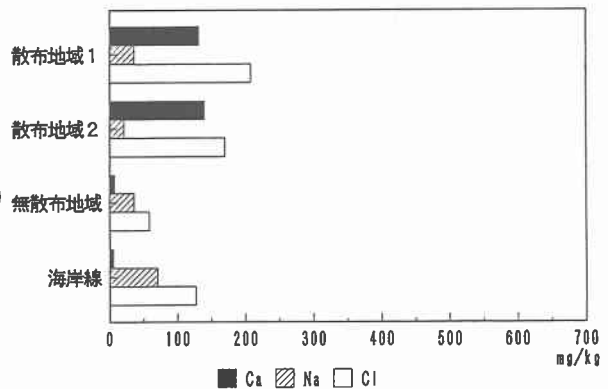


図-5 植物表面付着成分の分析結果  
試料採取高さ100~150cm

たためと考えられる。このことから、この問題が生じた場合の対策としては、遮蔽物の設置が有効であると考えられる。

### 7. 植物個体内塩分濃度調査

植物が取り込んだ塩分等を調査するため、植物の個体内に含まれる各種イオンの濃度を測定した。まず散布区域と無散布区域との比較を図-8と図-9に示す。散布地域1、散布地域2の双方において植物個体中のカルシウムイオン濃度が大きくなっている。これを海岸線の値と比較すると、カルシウムイオンは凍結防止剤散布地域で大きくなっているが、ナトリウムイオンと塩素イオンは海岸線の方が多くなっている。

このことは塩素イオンの量に関しては、表面付着量と相反しており、海岸線の方が、塩素イオンを植物個体内に取り込んでいる割合が大きくなっていることを示している。

また散布地域ではイオンの構成比率で、カルシウムイオンと塩素イオンの割合が当量換算で約17~18倍(CaとCl<sup>2</sup>の比較)と大きく違うことから、植物個体中のカルシウムは、塩化カルシウムではなく他の形で存在していることがわかる。

次に試料の採取高さとして植物個体中の各種イオンの量との関係を比較すると、ほとんど差が見られない。このことより植物個体内の各種イオン、言い換えると植物個体内に含まれる各種の成分は、植物の表面から取り込まれるのではなく、根から吸収されていると推定される。

またこの調査結果を塩化物の濃度(以下塩分濃度と記す)に換算した値を図-10に示す。このように凍結防止剤散布地域と、無散布地域でカルシウムイオンの量は約2倍に増加していたが塩化カルシウムの量としては、ほとんど差が見られない。それに対して海岸線では植物個体中の塩化ナトリウムの量が大きく増加している。

なお今回の調査結果について、一般的に植物に対して悪影響を及ぼすものは、ナトリウムイオンと塩素イオンである<sup>6)</sup>ことから、海岸線の植物については影響を受ける可能性が認められたが、凍結防止剤の散布地域では問題がないと思われる。

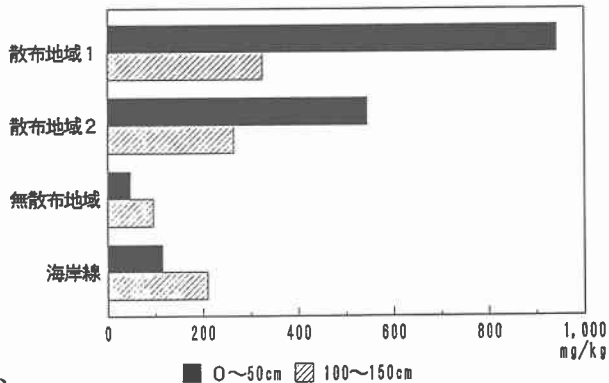


図-6 植物表面付着成分の塩化物換算濃度

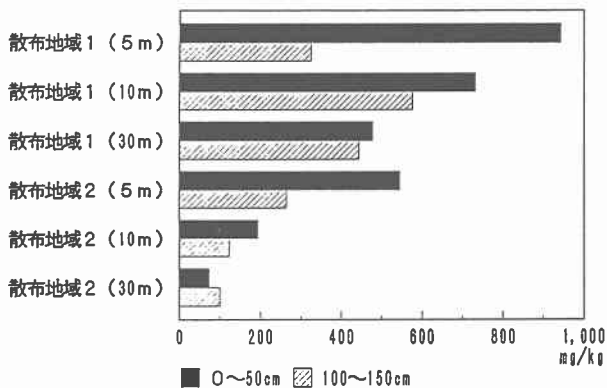


図-7 植物表面付着成分の塩化物換算濃度  
( )内は道路からの距離

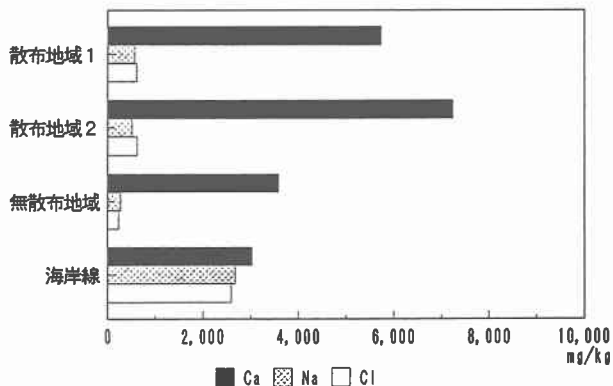


図-8 植物個体内の成分分析結果  
試料採取高さ0~50cm

## 8. 考察と今後の課題

今回の調査結果から、凍結防止剤散布によってわずかではあるが周辺の雪に塩分が飛散していることが明らかとなった。しかし飛散している量はわずかなものであり、凍結防止剤を含む融雪水を植物が吸収した場合でも影響が発生する可能性は少ない。

また直接植物表面に付着した凍結防止剤の濃度も、今回の調査では植物に影響を与えないといわれる範囲ではなかった。しかしこの問題に関しては、凍結防止剤散布時の条件に大きく影響を受けるものであり、今後とも留意する必要がある。

最後に植物個体内の各主成分の分析では、植物にとって有用なカルシウムイオンの増加は認められたが、悪影響を及ぼすと言われているナトリウムイオンや塩素イオンには変化が見られなかった。また総塩分量についても、凍結防止剤散布地域は問題のない値となっていた。

これらのことから、今回の調査結果よりこの調査地点においては現在のところ凍結防止剤散布によって周囲の植物に影響を与えてはいないと思われる。

しかしながら凍結防止剤散布量の増加や散布時の風による拡散などによる影響も考えられ、また街路樹に関してはさらに厳しい条件にあり<sup>7) 10)</sup>、今後とも調査を継続する必要がある。

さらに土壌中塩分濃度の経年変化や凍結防止剤散布時の凍結防止剤飛散状況、CMAなどの塩化物以外の凍結防止剤の影響などの調査も行う必要がある。

### あとがき

凍結防止剤による植物への影響は、急性的なものと慢性的なものに2つに大別される。今回の調査では、その双方に関して基礎的な調査を行った。このように現在の凍結防止剤散布量で、沿道の植物に対して影響を与える可能性は小さい。しかし作物の育成に関しては、交雑による耐塩性遺伝子の導入が非常に困難であり、さらに塩分濃度が増加した後の土壌改良は非常に難しい。即ち凍結防止剤散布地域周辺では、土壌中の塩分濃度測定等を定期的実施して影響を未然に防ぐ必要がある。また凍結防止剤そのものや、路上の濃い溶液が直接植物にかかることによって発生する直接的影響、即ち急性的な影響については現在の散布量でも発生する可能性があり、凍結防止剤散布時には周囲にそれら凍結防止剤が飛散しないようにすることは重要である。

今後は植物の種類と凍結防止剤に対する抵抗力や、CMAや酢酸カリウム(KAC)などの新しい凍結防止剤の植物に対する影響も明らかにする必要がある。

北海道における凍結防止剤の使用量は、スパイクタイヤの使用規制に伴って急速に増加している現状にあり、この傾向は今後とも続くと考えられ<sup>13)</sup>、今後は散布に伴って発生する可能性のある様々な二次的影響にも注意を向ける必要がある。

凍結防止剤は、種類によってその効果や二次的影響が異なっており、よりの確な凍結防止剤種類の選択や、使用法の確立が重要な課題となっており、今後とも調査研究を継続する必要がある。

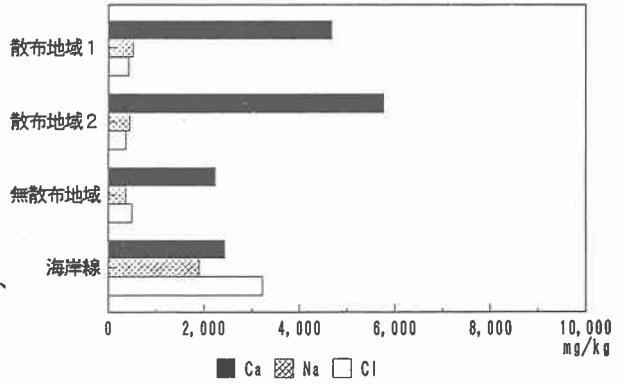


図-9 植物個体内の成分分析結果  
試料採取高さ100~150cm

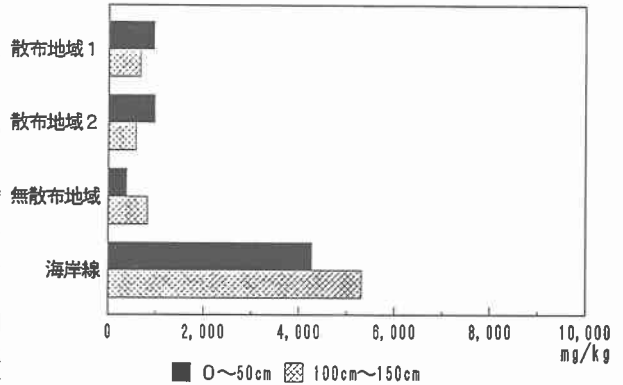


図-10 植物個体内成分の塩化物換算濃度

## 参 考 文 献

- 1) 積雪寒冷地域の道路緑化マニュアル委員会建設省北陸地方建設局監修：積雪寒冷地域の道路緑化マニュアル，社団法人 北陸建設弘済会，1980年11月 pp.14-pp.15.
- 2) 板倉忠三：雪氷路面の水結防止用薬剤散布の効果とその植生に対する副作用に関する実験的研究 北海道土木技術会 道路研究委員会，1975年7月.
- 3) 板倉忠三：冬期道路交通維持技術について，道路建設 No.7~12，1968年7月~12月.
- 4) 藤井五郎，成田俊司，柳井清治，清水一：昭和56年台風15号による太平洋海岸地域の保安林が受けた塩風害，光珠内季報 No.55 1983年2月 pp.7-pp.11.
- 5) Gurdrum Oberg, Kent Gustafson, Lennart Axelson: More Effective deicing with less salt (より少ない塩による効果的な路面凍結対策 開発土木研究所道路部翻訳).
- 6) 山根昌勝：砂土におけるグレイソルガムの塩水栽培(第2報) - 塩水組成が生育収量に及ぼす影響 - ，鳥取大砂丘研報29 pp. 7 - pp. 14 1990.
- 7) A. ベーゲン，D. エクスタイン，W. リーベ：ハンブルグの道路樹木に対する凍結防止剤の影響に関する不生物学的研究，Forstwissen-schaftliches Central- blatt, 101.
- 8) 高木秀貴：米国の冬期道路管理体制調査に参加して，北海道開発局開発土木研究所月報 No. 485 pp. 76 - pp. 85. 1993年10月.
- 9) 札幌市スパイクタイヤ問題対策会議：凍結防止剤散布の二次的影響調査報告書，1989年9月.
- 10) H. マイヤーニッハヒエ：ハンブルグの街路樹の塩害 - 道路端土壤中の塩化ナトリウムの蓄積とその街路樹に対する影響 - 最終報告書，ハンブルグ大学土壌学講座，1980年.
- 11) 川内修，中森良次：融雪氷剤散布周辺的环境保全に対する調査，北陸地方建設局報告書，1974年8月.
- 12) 日本化学学会編：化学便覧基礎編，1984年6月，丸善.
- 13) 開発土木研究所 交通研究室：凍結防止剤の基礎知識，北海道土木技術会道路舗装研究委員会講演会資料，1994年11月.