

# 非塩化物系の凍結防止剤の開発に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 26～平 29

担当チーム：寒地交通チーム

研究担当者：高橋尚人、徳永ロベルト、切石亮、  
中島知幸、藤本明宏、佐藤賢治

## 【要旨】

積雪寒冷地域の道路では、基本的な凍結路面对策として凍結防止剤の散布が実施されている。凍結防止剤には価格・入手し易さ・融氷性能が優れる塩化ナトリウムが主に利用されているが、道路構造物や植物等への沿道環境負荷が懸念されている。本研究では、沿道環境負荷が小さい凍結防止剤として、プロピオン酸ナトリウムの適用可能性を確認するため室内試験および野外試験を実施した。その結果、プロピオン酸ナトリウムを塩化ナトリウムに混合した場合、塩化ナトリウムと比べて金属腐食を大幅に抑制し、コンクリートおよび植物への影響が小さく、融氷性能は塩化ナトリウムと同程度であることを確認した。

キーワード：冬期道路管理、プロピオン酸ナトリウム、代替凍結防止剤、金属腐食、環境負荷

## 1. はじめに

凍結防止剤散布は、積雪寒冷地の安全・円滑な冬期交通の確保を図る上で、基本的な凍結路面对策として実施されている。凍結防止剤には価格が安く、入手・取り扱いが容易で、融氷性能の高い塩化ナトリウムが主に使用されている。一方、塩化物系凍結防止剤の使用による、道路構造物等の沿道環境への負荷が懸念されている<sup>1)</sup>。寒地交通チームでは富山県立大学と共同で、沿道環境への負荷が小さい非塩化物の化学物質の抽出および凍結防止剤としての利用可能性を検証してきた。本研究では、プロピオン酸ナトリウムの冬期道路管理における適用性検討のため、凝固点測定、融氷性能確認、有害物質試験、植物の栽培試験、金属腐食性試験、コンクリートの凍害劣化試験および試験道路での散布試験を実施したので報告する。

## 2. 候補物質の選定

非塩化物の凍結防止剤には、主に有機物が使用される。有機物系凍結防止剤としては、酢酸カルシウム・マグネシウム（CMA）などの有機酸化合物が主に使われており、塩化ナトリウム（以下、塩ナト）と比べて金属腐食が少ないことが知られている。<sup>2)3)</sup>

本研究では、様々な有機酸化合物の凝固点と臭気および価格を調査して、検討対象物質を抽出し、凍結防止剤としての利用可能性を検証した。その結果、プロピオン酸ナトリウム（以下、プロナト）（図-1）

を検討対象物質に選定した。

プロナトは、細菌や真菌の増殖を抑制する効果があるため、主に食品保存料として使用され、日本国内の年間使用量は約 36 t 程度と見積もられている。外観・形状は白色・粉末状で多く流通するが、粒状に加工が可能である。価格は、形状、グレード、取引量および為替などにより変動するが、食品添加物級の粉末 10 t 程度の取引で 250 円/kg 程度と、塩ナト（20 円/kg 程度）と比べると高価である。このため本研究では、購入コスト低減のため、塩ナトとプロナトの混合物も以下試験の対象とした。今後、プロナトは、道路の凍結防止剤として多量に使用されることによって価格が下がることが期待される。


外観	
分子式	C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> NaO <sub>2</sub>
質量	96.06 g/mol
溶解度	995 g/L (20℃)
水素イオン指数(pH)	8 - 9.5

図-1 プロピオン酸ナトリウムの特性<sup>4)</sup>

### 3. 凝固点測定

表-1 に凝固点の測定結果を示す。対象試料は、塩ナト、プロナトおよび塩ナト・プロナト混合物（重量比 8:2）とした。凝固点は、各試料濃度 20%の水溶液を用いて測定した。測定の結果、塩ナトの凝固点-19.8℃に対し、プロナトは-17.0℃、塩ナト・プロナト混合物（重量比 8:2）は-18.9℃であり、塩ナトの凝固点に近い。

表-1 凝固点測定結果

試料	凝固点(℃)
塩ナト	-19.8
プロナト	-17.0
塩ナト・プロナト混合物 (重量比8:2)	-18.9

### 4. 融氷性能に関する試験

#### 4. 1 試験の概要

プロナトおよび塩ナト・プロナト混合物の融氷性能を調べるため室内融氷量試験を行った。試験条件を表-2 に示す。融氷量試験は、寒地土木研究所の低温恒温室で実施した。対象試料は、凝固点測定と同様にプロナトおよび塩ナト・プロナト混合物（重量比 8:2）とし、塩ナトを比較試料とした。

表-2 融氷量試験条件

試験容器	ステンレスバット LxWxH=185x140x27mm ( 水面積 : 0.02m <sup>2</sup> )
試料	塩ナト プロナト 塩ナト・プロナト混合物 ( 重量比8:2 )
剤の粒径	0.3~1.0 mm
散布量	5g ( 250g/m <sup>2</sup> )
試験温度	-2、-5、-8、-15℃
経過時間	5、10、20、30、60、120、180、360分

#### 4. 2 試験の方法

試験方法について述べる。i) バットに水道水 200 ml を入れ、室温-5℃で水を凍らせる、ii) 凍結後、室温を試験温度に設定し、室温および氷面温度が安定するまで養生する、iii) 事前にふるいを通して均質化した試料を氷上に散布し、各経過時間における融出水の質量（以下、融氷量）を計測する。

融氷量は、吸水性の高い紙で融出水を吸い取った後、重量計で計測した。融氷量は、同一条件につき3サンプル測定し、結果をその平均値とした。試験実施状況を写真-1 に示す。



写真-1 融氷量試験実施状況（試料散布）

#### 4. 3 試験の結果

各試験温度での融氷量の経時変化を図-2 に示す。試験温度-15℃を除き、塩ナトの融氷量が最も多かった。

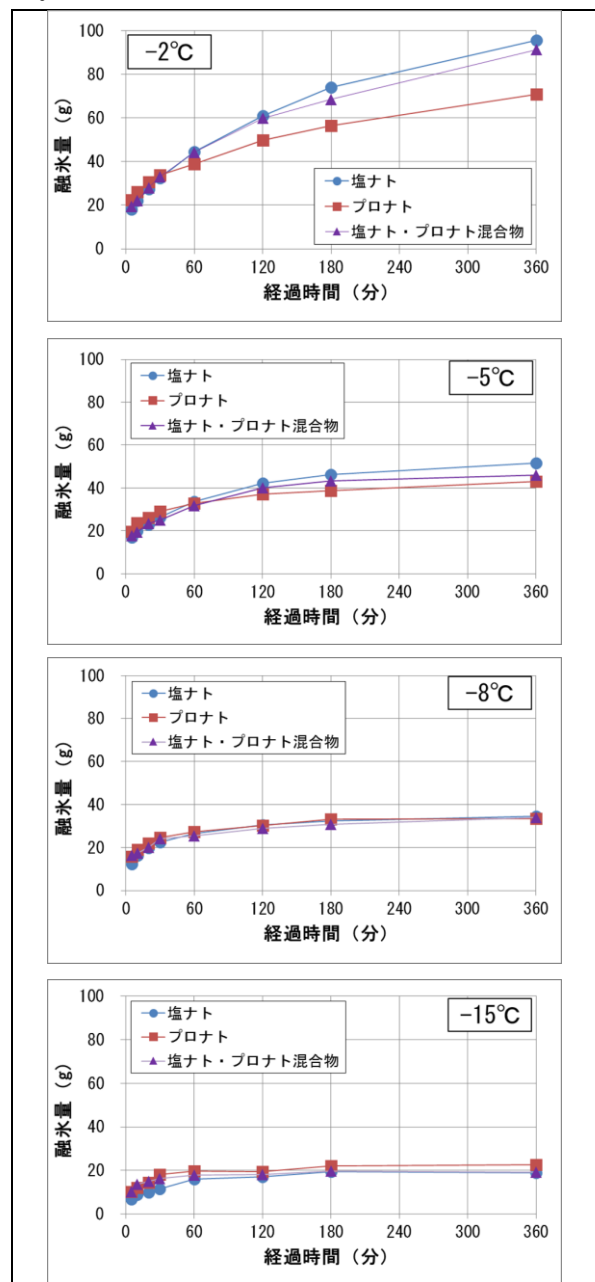


図-2 融氷量の経時変化

(1) 試験温度-2℃

プロナトの融氷量は、散布後 30 分まで他 2 試料の融氷量と比べて多かったが、散布後 60 分で逆転した。散布後 360 分の融氷量は、塩ナト、塩ナト・プロナト混合物、プロナトの順に多い。

(2) 試験温度-5℃

-2℃同様、経時的な融氷量増加の傾向が表れたが、増加の割合および試料間の融氷量差は小さくなった。また、-2℃同様、時間経過に伴う融氷量の逆転が見られた。

(3) 試験温度-8℃

経時的な融氷量増加の割合は更に小さくなり、散布後 5 分から 360 分まで試料間の融氷量差は殆どなかった。

(4) 試験温度-15℃

全試験温度中で最も融氷量が少なくなり、全ての試料で散布後 60 分以降、融氷量が停滞した。

以上の結果より、プロナトは、塩ナトと同様に温度が低下すると融氷性能が低下することを確認できた。また、プロナトは、塩ナトと比べて融氷の速効性があり、最終的な融氷量は塩ナトより劣るものの、温度が低くなるにつれてその差は小さくなることを確認できた。試験温度-8℃以下では、いずれの試料も最終的な融氷量が極めて少なく、プロナトおよび

塩ナト・プロナト混合物は、塩ナトと同様に-8℃程度以上<sup>5)</sup>での使用が効果的と考えられる。

5. 有害物質試験

プロナトの安全性を確認するため、道路用凍結防止剤として使用する塩化ナトリウムの品質規程<sup>6)</sup>に準じ、有害物質試験を実施した。本試験では、散布後の路面にプロナト水溶液が飽和状態で滞留する場合を想定し、プロナトの飽和水溶液（濃度 50%、20℃）中の含有成分が水質汚濁防止法の排水基準<sup>7)</sup>に定める有害物質の内 16 種類の基準値に適合するか確認した。基準値は、一律排水基準および北海道が条例で定める排水基準（上乘せ排水基準）とした。試験の結果、全ての有害物質が一律基準値をおよび上乘せ排水基準を下回っており、プロナトは有害物質の基準値に適合していることがわかった。（表-3）

6. 植物の栽培試験

6. 1 試験の概要

プロナトおよび塩ナト・プロナト混合物が植物の生育へ与える影響を確認するため、こまつなを供試植物とした室内栽培試験を実施した。本試験では、植物に対する害に関する栽培試験の方法<sup>8)</sup>に準拠し、こまつなの生育土壌へ混合する試料およびその添加

表-3 有害物質試験結果

有害物質の種類	単位	基準値（許容限度）		定量下限	試験結果	適 / 不適
		一律排水基準 ※1	上乘せ排水基準 ※2			
カドミウム	mg/L	0.03	0.01	0.001	0.001未満	適
全シアン	mg/L	1	検出されないこと※3	0.1	0.1未満	適
有機リン	mg/L	1	検出されないこと※3	0.1	0.02未満	適
鉛	mg/L	0.1		0.005	0.005未満	適
六価クロム	mg/L	0.5	0.05	0.005	0.05未満	適
ヒ素	mg/L	0.1	0.05	0.005	0.002未満	適
総水銀	mg/L	0.005	0.0005	0.0005	0.0005未満	適
アルキル水銀	mg/L	検出されないこと※3		0.0005	0.0005未満	適
PCB	mg/L	0.003		0.0005	0.0005未満	適
チウラム	mg/L	0.06		0.0006	0.001未満	適
シマジン	mg/L	0.03		0.0003	0.001未満	適
チオベンカルブ	mg/L	0.2		0.002	0.002未満	適
セレン	mg/L	0.1		0.002	0.002未満	適
ホウ素	mg/L	10（海域以外） 230（海域）		0.02	0.22	適
フッ素	mg/L	8（海域以外） 15（海域）		0.1	0.5	適
アモニア、アモニア化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物	mg/L	100		0.22	0.18	適
備考	※1 「排水基準を定める省令」に定める排水基準許容限度 ※2 北海道が条例で定める排水基準許容限度 ※3 「検出されないこと」とは、環境大臣が定める方法により水溶液を検定した場合において、その結果が当該検定方法の定量下限を下回ることをいう。					

量を変え、各条件における生育状況を調べた。試験条件を表-4に示す。

表-4 栽培試験条件

試験容器	ノイパウエルポット d×H=113×65mm (表面積0.01m <sup>2</sup> )
試料	塩ナト プロナト 塩ナト・プロナト混合物 (重量比8:2)
試料粒径	1.0 mm未満
土壌添加量	0.0 (比較用), 1.0, 2.0, 4.0, 8.0 g
室内温度	15~25℃

## 6. 2 試験の方法

試験方法について述べる。i) 供試土壌 500 ml に対して、規定の化学肥料を施肥する、ii) 試料を 1 mm のふるいを通して均質化し、施肥後の供試土壌に添加してよく混和した後、試験容器に詰める、iii) 土壌水分を最大容水量の約 60%に調節し、こまつなの種子を試験容器あたり 20 粒播種する、iv) 所定の管理方法で栽培し、播種後 21 日目に収穫する。管理状況を写真-2に示す。



写真-2 栽培試験の管理状況

試料の添加量は、1.0 g、2.0 g、4.0 g および 8.0 g とした (以下、1g、2g、4g および 8g と呼ぶ)。これは、100、200、400 および 800 g/m<sup>2</sup> の散布量に相当する。この他、試料を添加しない土壌 (0.0 g、以下、無添加) を比較のため用意した。また、植物の成長の個体差を考慮して、各条件 2 サンプル (鉢) ずつ用意した。

調査工程を表-5に示す。発芽調査は、こまつなの種子の発芽数 (本) を目視測定した。葉長調査は、

表-5 栽培試験の調査工程

播種後経過日数	生育調査
7日目	発芽調査 (1回目)
10日目	発芽調査 (2回目)、写真記録
14日目	発芽調査 (3回目)、葉長調査 (1回目)
21日目	葉長調査 (2回目)、生体重調査、写真記録

発芽したこまつなの草丈 (mm) の合計値とした。生体重調査は、発芽したこまつなの地上部を収穫・計量した合計値とした。なお、各調査結果は、2 サンプル (鉢) の平均値とした。併せて、植物の生育に影響を与える要素として、水素イオン指数 (pH) および塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>) 濃度を調査した。

## 6. 3 試験の結果

21 日目の生育状況および各調査の最終調査結果を図-3に示す。

無添加は、20 本発芽した。塩ナトの 1 g および 2 g はそれぞれ 20 本、19.5 本発芽したが、2 g では葉の黄化症状などの生育不良が見られた。また、4 g 以上では一切発芽しなかった。プロナトの 1 g は 20 本発芽したが、2 g 以上では一切発芽しなかった。塩ナ



図-3 栽培試験結果

ト・プロナト混合物の1gおよび2gは、いずれも20本発芽したが、4gでは2本のみ発芽し、8gでは一切発芽しなかった。

葉長調査(2回目)の結果について述べる。無添加は、128mmだった。プロナトの1gでは、無添加と同程度の122mmであり、塩ナトおよび塩ナト・プロナト混合物の1gと2gは、無添加と比べて低い値だった。生体重は、葉長とほぼ同様の傾向だった。

塩ナトおよび塩ナト・プロナト混合物の1gは、全数発芽したが、葉長と生体重は無添加と比べて7~8割程度だったことから、Cl濃度の増加によってこまつなの生育が阻害されたと考えられる。また、プロナトの1gは、発芽・葉長・生体重が無添加と同程度だったが、2g以上で一切発芽しなかった。こまつなは、pH5.5~6.5程度の微~弱酸性土壌を好適とする<sup>9)</sup>がプロナト2g以上の添加でpH7.7~9.3の弱アルカリ性土壌になったことで発芽が阻害されたと考えられる。ただし、塩ナト・プロナト混合物の1gおよび2gでは、塩ナトの同添加量と比べて、一部を除き葉長および生体重が良好だったことや、わずかであるが4gで発芽したのは塩ナト・プロナト混合物のみであることから、塩ナトの添加量が少ない塩ナト・プロナト混合物の方がこまつなの生育に与える影響が小さかったと考えられる。

今回、こまつなを対象に試験を行ったが、実道への適用を検討する場合には、土壌条件や植生の多様性を考慮して、試験条件を設定することが望ましい。

## 7. 金属腐食性試験

### 7.1 試験の概要

プロナトおよび塩ナト・プロナト混合物の金属腐食性を調べるため、(地独)北海道立総合研究機構工業試験場が定める凍結防止剤の腐食試験(乾湿繰り返し、全浸漬)を実施した。本試験の対象試料は、プロナトと塩ナト・プロナト混合物の重量比8:2、9:1および19:1を対象とした。また、蒸留水、塩ナトおよび塩化カルシウム(以下、塩カル)を比較試料とした。

### 7.2 試験の方法

試験方法を述べる。i) 各試料を蒸留水100mlに対して3.0gの割合で溶解し水溶液を作る、ii) 各水溶液に亜鉛メッキを除去した鉄片を1枚入れ、24時間浸漬した後に取り出し、24時間放置する、iii) 浸漬と放置を交互に計7日間行い、8日目に取り出す、iv) 鉄片の錆を完全に取り、試験前と後で鉄片の重

量の変化をみる。

### 7.3 試験の結果

図-4に試験の結果を示す。金属腐食性は、試験前後における試験片重量の差を表面積と試験日数で除した腐食減少量(mg/(dm<sup>2</sup>\*day))で評価する。即ち、この値が大きいほど腐食量が多いことを表す。比較試料の蒸留水、塩ナトおよび塩カルの腐食減少量は、それぞれ8.6、22.5、27.5だった。対して、プロナトの腐食減少量は、0.3で、ほとんど金属腐食しない結果となった。塩ナト・プロナト混合物(重量比9:1)でも腐食減少量は塩ナトの約半分となり、沿道構造物の金属腐食の進行を大幅に抑えられる可能性が示唆された。

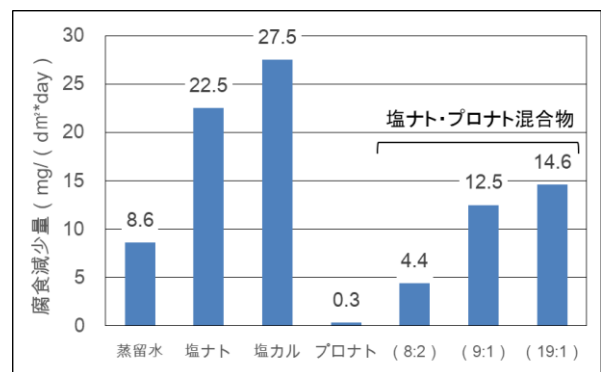


図-4 金属腐食性試験結果

## 8. コンクリートの凍結融解試験

### 8.1 試験の概要

塩ナト・プロナト混合物がコンクリートの凍害劣化へ与える影響を確認するため、コンクリートの性能評価手法のひとつであるRILEM-CDF<sup>10)</sup>に準拠した室内凍結融解試験を実施し、スケールリング量を調べた。試験条件を表-6に示す。

表-6 凍結融解試験条件

セメント種類	普通ポルトランドセメント						
目標スランプ	8.0 ± 2.5cm						
目標空気量	4.5 ± 1.0%						
試料	塩ナト 塩ナト・プロナト混合物(重量比9:1)						
コンクリートの配合							
水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				AE減水剤 (C×%)	AE剤 (C×%)
		水 W	セメント C	細骨材(海砂) S	粗骨材 G		
50	44	145	290	850	1075	0.25	0.0038

## 8. 2 試験の方法

試験方法について述べる。i) 10×10×40 cmの供試体を作成し成型後1日で脱型する、ii) 材齢7日まで20℃で水中養生、供試体を10×10×20 cmに切断する、iii) 20℃、60%Rhで気中養生、材齢21～27日の間で試験面以外をアルミテープでシールする、iv) 材齢28日目から7日間、試験水溶液(試料濃度3%)に打設面下部5 mm程度浸し事前吸水させる、v) 試験器に入れた後±20℃の凍結融解サイクルを28サイクル与える、vi) 8、14、28サイクル毎にスケーリング片を採取し、乾燥質量を計測する。供試体は、試料毎に5個作成し、乾燥質量(g)をスケーリング量(g/m<sup>2</sup>)に換算して平均値を結果とした。

## 8. 3 試験の結果

写真-3に試験前後の供試体の状況を示す。また、図-5に平均スケーリング量の推移を示す。いずれのサイクルにおいても塩ナトに比べて塩ナト・プロナト混合物(重量比9:1)の平均スケーリング量が少ない結果となった。

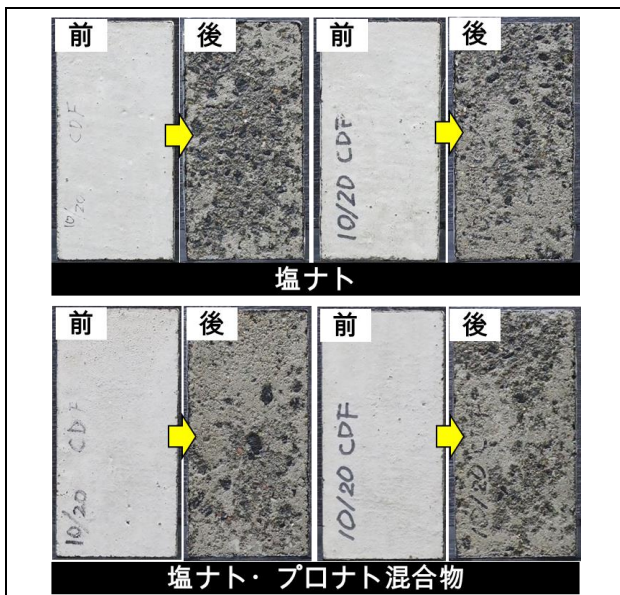


写真-3 試験前後の供試体の状況

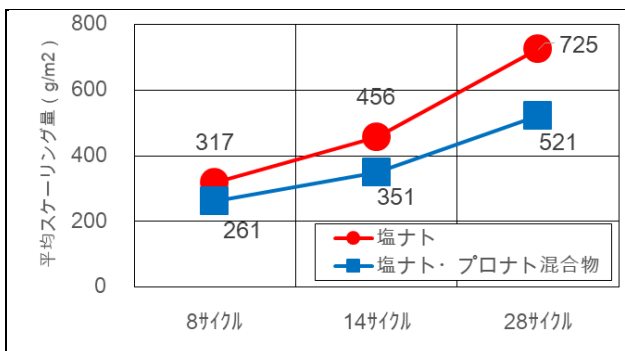


図-5 平均スケーリング量の推移

## 9. 試験道路での散布試験

### 9. 1 試験の概要

散布による路面すべり抵抗改善効果を確認するために苫小牧寒地試験道路で散布試験を実施した。試験道路は全長2700 mの水平な周回道路であり、本試験は密粒度アスファルト舗装区間の直線部で実施した。

### 9. 2 試験の方法

散布試験のレイアウトおよび散布方法を図-6に示す。各試料の散布区間同士の干渉を避けるために、各散布区間の間には50 mの乾燥路面を設けた。乾式散布で使用する固形プロナトは、風による飛散影響等を考慮し、7 mm程度の粒径に固めたものを使用した(写真-4)。また、湿式散布で使用するプロナト水溶液の濃度は、従来散布で用いる塩カル水溶液の濃度(30%)に準じた。

試験の手順を述べる。i) 試験道路の直線区間に散水し、日没後の気温低下を利用して、氷膜路面を形成する、ii) すべり抵抗値を測定する、iii) 氷膜路面に試料を散布する、iv) すべり抵抗値を測定する、v) 車両の通過による路面状態の変化を計測するため、交通模擬車両を50台通過させる、vi) 手順iv)

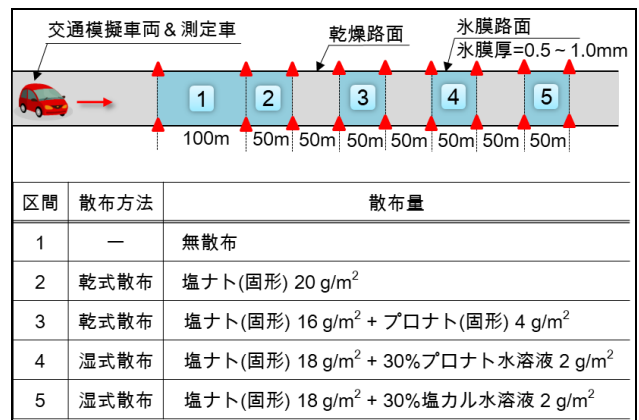


図-6 散布試験レイアウトと散布方法



写真-4 プロナト (7mm 粒径)

～v) を通過台数が 300 台 (50 台×6 セット) に達するまで繰り返す。

すべり抵抗値の測定には、連続路面すべり抵抗値測定装置<sup>11)</sup>を使用した。すべり抵抗値は、当該装置の開発者が独自に設定した HFN (Halliday Friction Number) と呼ばれる値で、すべり難い路面ほど高い値を示し、すべり易い路面ほど低い値を示す。HFN はすべり摩擦係数  $\mu$  (以下、 $\mu$ ) との相関が高いことがわかっており<sup>12)</sup>、測定値は  $\mu$  換算値を用いた。試験車両および交通模擬車両の走行速度は 40 km/h とした。交通模擬車両は普通乗用車を使用した。散布試験状況を写真-5 に示す。



写真-5 散布試験実施状況 (すべり抵抗値測定)

### 9. 3 試験の結果

図-7 に交通模擬車両通過台数の増加に伴う  $\mu$  の変化を示す。また、測定時の外気温および路面温度も併せて示す。

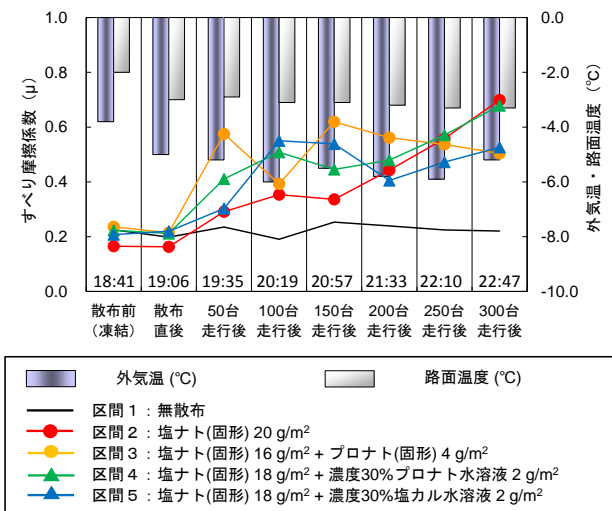


図-7 すべり摩擦係数の経時変化

外気温は、散布後から試験終了時まで $-6.0\sim-3.8^{\circ}\text{C}$ で推移した。路面温度は $-3.3\sim-2.0^{\circ}\text{C}$ で推移した。

$\mu$  について述べる。区間 1 (無散布) の  $\mu$  は 0.20

程度で推移した。区間 2 (塩ナト固形剤の乾式散布) の  $\mu$  は、散布前の約 0.17 から、50 台走行後以降徐々に上昇し、300 台走行後には約 0.70 に達した。区間 3 (塩ナト固形剤とプロナト固形剤の乾式散布) の  $\mu$  は、散布前の約 0.24 から 150 台走行後には約 0.62 まで上昇した。区間 4 (塩ナト固形剤とプロナト水溶液の湿式散布) の  $\mu$  は散布前の約 0.22 から 50 台走行後以降徐々に上昇し、300 台走行後には約 0.68 に達した。区間 5 (塩ナト固形剤と塩カル水溶液の湿式散布) の  $\mu$  は約 0.21 から、50 台走行後以降徐々に上昇し、300 台走行後には約 0.53 に達した。

以上の結果より、 $\mu$  にばらつきが見られるものの、塩ナト固形剤とプロナト固形剤の乾式散布および塩ナト固形剤とプロナト水溶液の湿式散布は、従来の塩ナト固形剤の散布および塩ナト固形剤と塩カル水溶液の湿式散布と比較して遜色なく  $\mu$  を改善できることが分かった。

### 10. まとめと今後について

本研究では、プロナトの冬期道路管理における適用性検討の一環として、凝固点測定、室内融水量試験、室内栽培試験、室内金属腐食性試験、室内コンクリート凍結融解試験および野外散布試験を実施した。その結果、以下の知見を得られた。

- (1) プロナトは、有害物質を含まず、塩ナトと混合した場合、従来凍結防止剤と同程度の融氷効果やすべり改善効果が得られる
- (2) プロナトは、金属腐食をほとんど発生させず、塩ナトと混合した場合、塩ナトと比べて大幅に金属腐食の進行を抑制し、かつ植物の生育やコンクリートへの負の影響が抑えられる

以上のことから、塩ナトにプロナトを混合して使用することで、道路橋などに代表される構造物や自動車および散布用機械の長寿命化に寄与できると考えられる。更に、塩ナトに対して 1~2 割程度の混合なので、導入コストの上昇も緩和できる。

本研究成果を受け、平成 29 年度、中日本高速道路株式会社が管轄する東海北陸自動車道の一部区間においてプロナトを試行導入した<sup>13)</sup>。本試行導入では、塩ナト固形剤とプロナト水溶液の湿塩散布によって現れる沿道環境影響やすべり改善効果の評価を行っている。今後は、後続研究において評価結果のとりまとめ・検証を行う中で、プロナト散布による有効性を確認し、利用の拡大に向けて取り組んで参りたい。

## 参考文献

- 1) 高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討委員会報告書、2014.
- 2) 長谷川崇：「凍結防止剤の性能等の取りまとめ調査について」、北陸地方整備局事業研究発表会、2015.
- 3) 独立行政法人土木研究所：非塩化物型凍結防止剤等に関する共同研究報告書、第 293 号、2003.
- 4) ChemicalBook：  
[[http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty\\_JP\\_CB9290129.htm](http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_JP_CB9290129.htm)]（最終閲覧日：2018年5月31日）
- 5) 北海道開発局：「冬期路面管理マニュアル(案)」、p.16、1997.
- 6) 凍結防止剤性能及び品質規定検討委員会：「凍結防止剤(塩化ナトリウム)の品質に関する調査報告書」、2004.
- 7) 排水基準を定める省令(昭和46年6月21日総理府令第35号).
- 8) 昭和59年4月18日農蚕第1943号農林水産省農蚕園芸局長通知.
- 9) 財団法人日本土壌協会：「土壌診断によるバランスのとれた土づくり」、p.12、2008.
- 10) Setzer, M.J., Fagerlund, G and Janssen, D.J. : “CDF Test – Test method for the freeze-thaw resistance of concrete - tests with sodium chloride solution”, Materials and structures, Vol. 29, pp. 523-528, Nov., 1996.
- 11) 舟橋誠、徳永ロベルト、浅野基樹：「連続路面すべり抵抗値測定装置(RT3)の導入について」、寒地土木研究所月報、No.651、pp.40-47、2007.
- 12) 切石亮、徳永ロベルト、高橋尚人：「冬期路面状態評価手法の比較試験について」、寒地土木研究所月報、No.702、pp.50-55、2011.
- 13) 中日本高速道路株式会社：「プロピオン酸ナトリウムを活用した新たな凍結防止剤の試行導入～金属腐食の抑制に向けた取り組み～」、[[https://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news\\_release/4222.html](https://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_release/4222.html)]、2018.（最終閲覧日：2018年5月31日）



## A Study on Development of Non-chloride Deicer

Research Period : FY2014-2017

Research Team : Cold-Region Road Engineering  
Research Group (Traffic Engineering  
Research Team)

Author : TAKAHASHI Naoto  
TOKUNAGA Roberto  
KIRIISHI Makoto  
NAKAJIMA Tomoyuki  
FUJIMOTO Akihiro  
SATO Kenji

The goal of this study is to development a deicer that have less roadside environment impact than sodium chloride. In this study, specific focused on sodium propionate used mainly as a food additive, explored its performance as a deicer through a series of laboratory and field tests. As a result, sodium propionate can reduce to negative impact of metal, concrete and plant and it was confirmed that when mixed with sodium chloride, it has comparable degree ice-melting performance of sodium chloride.

Keyword : Winter road maintenance, Alternative deicer, Sodium propionate, Metal corrosion, Environmental impact