

## 精糖残渣（ライムケーキ）を活用した凍結路面对策に関する研究

高橋尚人，徳永ロベルト（寒地土木研究所），舟橋 誠（国土交通省北海道開発局），  
河端淳一（NPO 法人北海道産業技術支援協会）

### 1. はじめに

積雪寒冷な地域では，凍結路面对策として凍結防止剤と防滑材の散布を行っている。なかでも，凍結防止剤の散布効果が現れにくい低温地域・多雪地域では，防滑材の散布が多く行われている。北海道循環資源利用促進協議会では，北海道の主要農作物である甜菜から砂糖を製造する過程で発生する精糖残渣（ライムケーキ）を固形化し，防滑材として利用することを検討している。

筆者らは，検討の一環として，試験道路及び実道でライムケーキ防滑材の散布試験を実施しており，本稿では，散布試験の結果について報告する。

### 2. 検討の背景・概要

#### (1) 凍結防止剤・防滑材の散布状況

凍結防止剤・防滑材の散布が頻繁に行われるようになったのは，1990年代初頭のスパイクタイヤの使用規制以降である（図1）。

凍結防止剤は，凝固点降下によって路面上の水分の凍結を防止するが，低温地域・多雪地域では散布効果が現れにくい。このため，北海道内でも低温・多雪な旭川，稚内，網走などでは，凍結路面对策として主に防滑材を散布している（図2）。

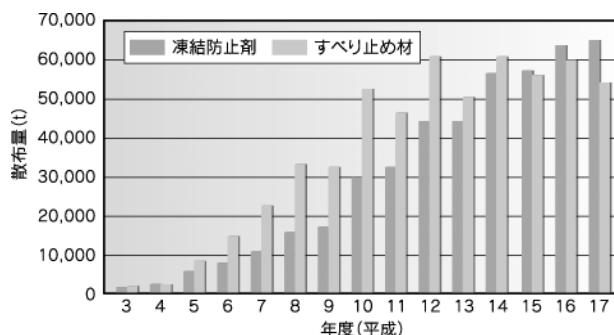


図1 北海道の国道における凍結防止剤・防滑材の散布量の推移

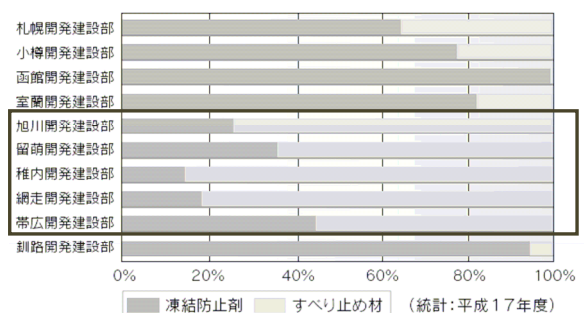


図2 凍結防止剤と防滑材の使用比率 (統計:平成17年度)

#### (2) ライムケーキの防滑材としての活用可能性の検討

ライムケーキとは，甜菜（ビート）から砂糖を製造する過程で，甜菜より抽出した糖汁から不純物を取り除くため，糖汁に消石灰と炭酸ガスを投入し，濾過によって糖汁を取り出したあとに残った残渣である（図3，図4）。ライムケーキは，平成19年度は約21万6千トン発生し，約8割は農地還元等に再利用されているが，約4万7千トンは再利用されずに廃棄物として処分されている。

北海道循環資源利用促進協議会では，未利用資源であるライムケーキを有効活用する方策として，ライムケーキを固形化し，防滑材として利用することを検討している。ライムケーキを防滑材として利用することができれば，リサイクルの促進，また，ライムケーキ防滑材は散布後に破碎し，路外に流出することで春先の路面清掃の負担が軽減されることが期待される。また，北海道内の製糖工場は，上川支庁，十勝支庁，

網走支庁管内など防滑材の散布が多い地域に所在しており，各工場でライムケーキ防滑材を製造できるようになれば，輸送コストの削減によるコスト縮減も期待される。

検討は，平成 17 年度より，同協議会に設置された「路面維持資材へのライムケーキの利用検討 WG」において成分・性状等の分析，造粒方法の検討，散布効果の試験等を行ってきた。

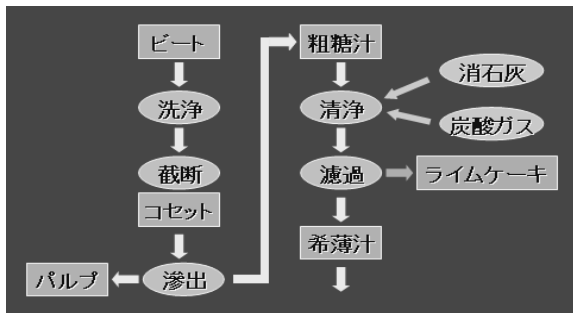


図3 ライムケーキの発生工程



図4 ライムケーキ

〔出典：北海道循環資源利用促進協議会無機性循環資源部会路面維持資材への利用検討WG〕

### 3. 試験道路での散布試験

#### (1) 試験の方法

当研究所所有の苫小牧寒地試験道路にて，散布試験を実施した．以下に，平成 20 年度に実施した散布試験の方法について記す．

- ・試験日：平成 21 年 1 月 16 日，2 月 3，5，10 日
- ・試験材料：ライムケーキ防滑材，碎石
- ・散布量 ライムケーキ防滑材：50g/m<sup>2</sup>  
碎石：50，100 及び 150g/m<sup>2</sup>
- ・試験手順：

- ①コースに散水して，凍結路面を作成
- ②凍結路面上に試験材料を散布（図 5）
- ③散布前後の路面のすべりを計測

また，一般の道路交通を再現するため，試験材料散布後に車両を走行させ，一定台数通過毎に路面のすべりを計測した．

路面のすべりの計測には，連続路面すべり抵抗値測定装置（図 6）と路面すべり測定車（図 7）を用いた．連続面すべり抵抗値測定装置は，試験輪に進行方向に対して 1 度程度の角度を与え，試験輪にかかる横力からすべり抵抗値（HFN）を算出し，路面すべり測定車は，走行しながら試験輪を制動し，試験輪にかかる抵抗力と荷重の比からすべり摩擦係数（ $\mu$ ）を算出する．

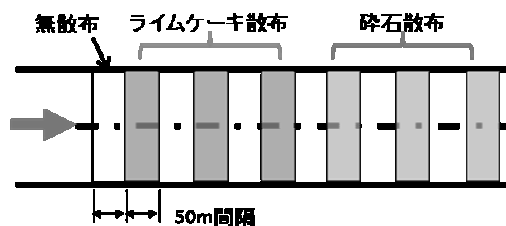


図5 散布試験のレイアウト



図6 連続路面すべり抵抗値測定装置



図7 路面すべり測定車

苫小牧寒地試験道路での散布試験には、3種類のライムケーキ防滑材（以下、ライムA、ライムB及びライムC）を用いた。ライムAは、過年度に実施した試験で効果の高かったもので、硬度は4.7(kgf)、三角柱形状である。三角柱形状としたのは、路面上での転がりを防止し、定着性を高めるためである。ライムBは、製造後一年経過したライムAで、硬度は5.7(kgf)、三角柱形状である。ライムCは、硬度は4.1(kgf)で、転がりにくさを考慮して不定形球状で製造されたものである。

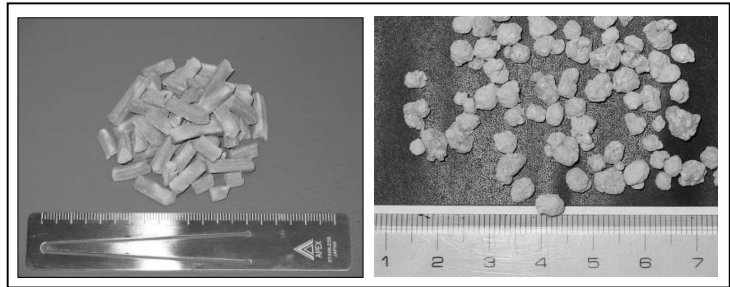


図8 ライムケーキ防滑材（左：三角柱，右：不定形球状）

(2) 試験道路での散布試験結果

本稿では、平成21年1月16日に実施した試験の結果を報告する。

①連続路面すべり抵抗値測定装置を用いた測定結果

連続路面すべり抵抗値測定装置を用いた測定結果を図9に示す。なお、判読の都合上、碎石については150g/m<sup>2</sup>の結果のみを示す。散水前のすべり抵抗値(HFN)は約90であり、良好な路面状態であった。散水後、HFNは約60に低下し、無散布区間では、試験終了時までHFNは安定した値を示した。

ライムケーキ防滑材散布区間では、散布後にHFNが約40に低下したが、その後、HFNが上昇し、散布効果の高かったライムAは、試験終了時までHFN約80を保った。ライムケーキは、車両走行に伴って破碎し、路面上に広がることですべり抵抗を向上させたと考えられる。

碎石は、散布後にHFNが若干上昇したが、試験終了時まで無散布区間より若干低いHFNのまま推移した。

②路面すべり測定車を用いた測定結果

路面すべり測定車を用いた測定結果を図10に示す。

散水前のすべり摩擦係数(μ)は約0.8で、散水後は0.2程度に低下し、散布区間・無散布区間ともに、試験終了まで、そのまま推移した。

散布区間でμの変化が見られなかったのは、路面すべり測定車が試験輪を制動させながら走行することで、防滑材を拭き取ってしまったためと考えられる。

散布区間でμの変化が見られなかったのは、路面すべり測定車が試験輪を制動させながら走行することで、防滑材を拭き取ってしまったためと考えられる。

散布区間でμの変化が見られなかったのは、路面すべり測定車が試験輪を制動させながら走行することで、防滑材を拭き取ってしまったためと考えられる。

散布区間でμの変化が見られなかったのは、路面すべり測定車が試験輪を制動させながら走行することで、防滑材を拭き取ってしまったためと考えられる。

散布区間でμの変化が見られなかったのは、路面すべり測定車が試験輪を制動させながら走行することで、防滑材を拭き取ってしまったためと考えられる。

散布区間でμの変化が見られなかったのは、路面すべり測定車が試験輪を制動させながら走行することで、防滑材を拭き取ってしまったためと考えられる。

散布区間でμの変化が見られなかったのは、路面すべり測定車が試験輪を制動させながら走行することで、防滑材を拭き取ってしまったためと考えられる。

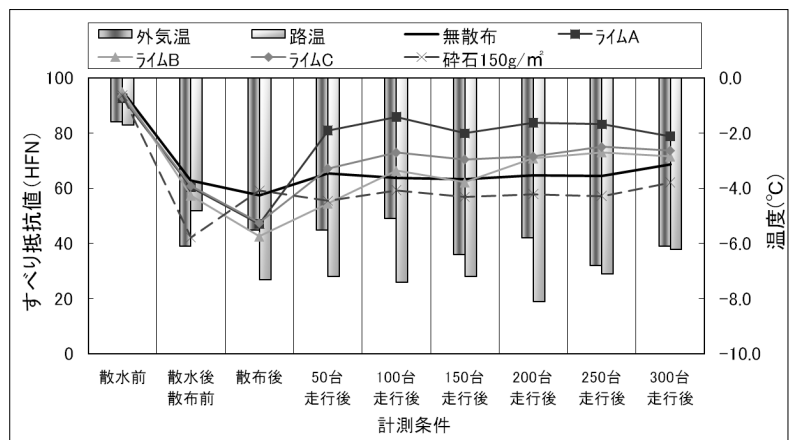


図9 すべり抵抗値の測定結果（平成21年1月16日）

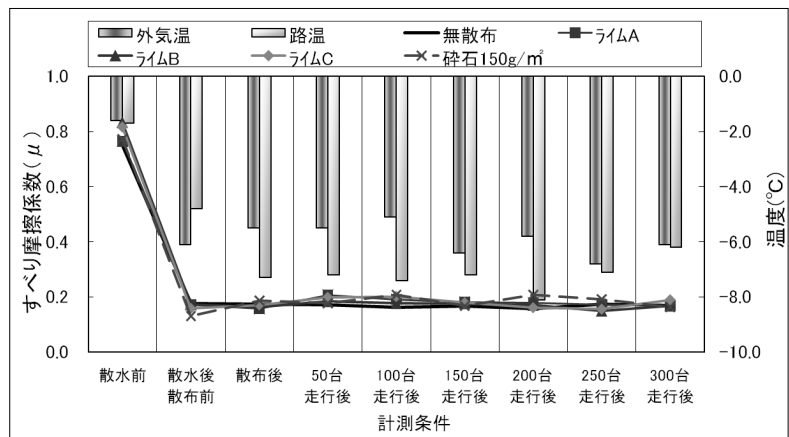


図10 すべり摩擦係数の測定結果（平成21年1月16日）

道路管理者の協力を得て、実道での散布試験を行った。以下に、試験の方法について記す。

- ・試験日：平成 21 年 1 月 20 日
- ・場所：一般国道 274 号 鹿追町 瓜幕西 (L=2.0km)
- ・試験材料：ライム A
- ・散布量：75g/m<sup>2</sup>
- ・試験時の路面状態：氷膜
- ・試験方法：連続路面すべり抵抗値測定装置で散布前後の HFN を計測

(2) 実道での散布試験の結果

実道での HFN 計測結果を図 12 に示す。箱は、上から 75% タイル値、中央値、25% タイル値を示し、ひげは、箱の 1.5 倍の長さである。

試験道路での散布試験と同様に、ライムケーキ防滑材散布直後には HFN が低下した。本試験では砕石との比較を行うことができなかったが、時間経過とともに HFN の緩やかな上昇を確認することができた。

また、春先に路肩残留物の状況確認と成分検査を行ったが、砕石散布区間と比較し、明確な違いは確認できなかった。

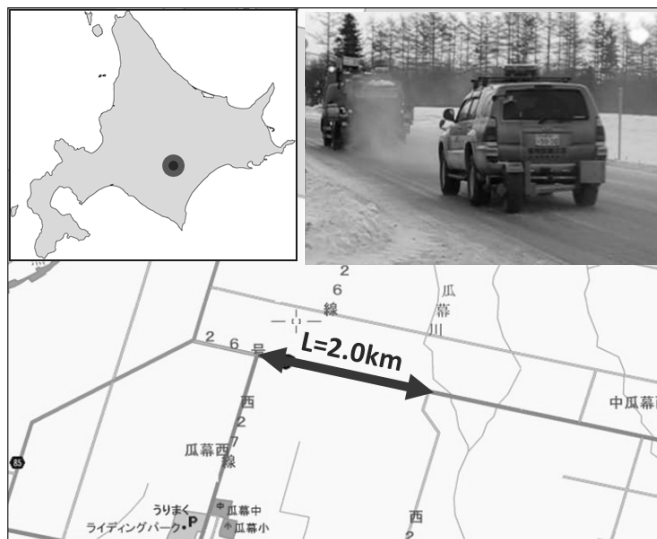


図 11 試験位置図及び試験状況

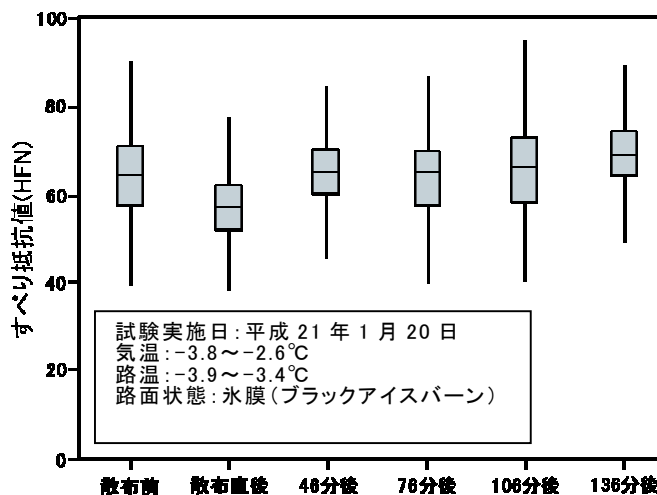


図 12 実道でのすべり抵抗値測定結果況

5. まとめと今後の課題

試験道路及び実道での散布試験の結果、

ライムケーキ防滑材、特にライム A のすべり抵抗値の向上を確認することができた。しかし、散布直後にはすべり抵抗値が一時的に低下する傾向があるため、防滑材を液体で湿らせて散布する湿式散布を行うなど、散布方法には検討の余地があり、今後の検討課題としたい。また、試験輪を制動させながら測定する路面すべり測定車では散布効果を確認できなかったことから、車両が発進・停止する交差点が多い市街地ではなく、郊外部などの単路区間での適用が望ましいと考えられる。

本研究では、実道での試験回数が限られていたことから、今後、実道での試験散布の回数や規模を拡大し、散布を行いながら散布効果を検証することが必要であり、リサイクル促進等の観点から道路管理者がライムケーキ防滑材に着目し、試験的に使用する場合には、路面のすべり計測の面から散布効果の検証に協力していきたい。