

## そろばん道路の発生過程について

### A Study on the Emergence of Ice Bumps on the Road Surfaces in Winter

永田 泰浩, 金田 安弘, 富田 真未 (一般社団法人 北海道開発技術センター)

Yasuhiro NAGATA, Yasuhiro KANEDA, Mami TOMITA

#### 1. はじめに

冬期の北海道では、道路上にそろばんの珠のような「こぶ氷」が発生する。まとまって発生した道路を「そろばん道路」と呼ぶことが多い。走行する車両の快適性が低下するだけでなく、歩行や走行の障害となり、成長すると車両の安全性にも影響する。

2011年度冬期は、冬期を通じてそろばん路面の発生状況の分析を行い、発生頻度の高い区間の特徴を把握した<sup>1)</sup>。そろばん道路、こぶ氷の発生および成長の過程については、自分自身の仮説の他、雪氷学会北海道支部研究発表会、雪氷研究大会(2012・福山)で、多くの方から様々な仮説をご教示いただいた。とにかく多くの仮説があり、結論としては、明確な発生、成長過程が把握されていないことがわかった。

2012年度冬期は、前年度冬期と同様に1日2回の現地踏査を行うとともに、静止画像記録装置による定点観測を行い、そろばん道路の発生および成長の過程を観察した。

#### 2. 調査方法

##### (1) 現地踏査

現地踏査は図1のように、札幌市中央区南1条東2丁目から北1条通(一般国道12号)まで北上し、北海道中央バス札幌ターミナルの東側を南下し、さらに創成川公園を大通まで南下して、大通を東2丁目まで東進する一周約800mのルートの基本とした。2012年12月から3月にかけて、可能な範囲で平日の朝夕の2回、踏査を行った。

##### (2) 定点観測

2011年度調査で、最もそろばん道路の発生が多かったのが、北海道中央バス札幌ターミナル東側の市道であった。そこで、北海道中央バス株式会社の協力をいただき、中央バス札幌ターミナルの照明柱に静止画像記録装置を設置し、路面状況を撮影した。観測は2013年1月下旬~3月に実施し、10分間隔で静止画像を記録した。



図1 現地踏査の基本ルートと定点観測地点

### 3. 現地踏査結果

現地踏査の結果、把握できた現象を以下に示した。

#### (1) 安定走行区間でのこぶ氷の発生

昨年度、大きなこぶ氷は大型車両の加減速区間で多発していることを確認したが、小さなこぶ氷は安定走行区間でも発生していることがわかった。図2のように高さ1cm程度であり、大きなこぶ氷ほど突状にはなっていない。交差点などのない安定走行区間のタイヤ通過部分に10~20cm程度の間隔で発生していた。

昨年度までは、車両の加減速挙動がこぶ氷発生の要因と考えていたが、加減速挙動はこぶ氷が大きく成長する要因であって、発生の要因ではない可能性も考えられた。

#### (2) 尾根状の固い圧雪の発生

2013年2月8日24時の現地踏査時には、図3のように固い圧雪が尾根状に発生しており、一部で小さなこぶ氷が確認できた。当日は、図4のように15時から24時までの9時間で7cmの降雪があった。気温は15時の-1.6℃から22時に-4.0℃まで低下しており、湿った雪が踏み固められ、表面の一部が氷化している状況であった。図3に示した尾根状の圧雪の発生状況は、松倉らが行った非積雪期の非舗装道路での「そろばん道路」の路面状況と似ている<sup>2)</sup>。松倉らは、そろばん道路の特定波長と車両の振動加速度が一致することを示したが、雪氷路面における尾根状の圧雪についても、車両の振動加速度が影響を及ぼしている可能性が考えられる。

図3と同様に、尾根状の圧雪が車両の進行方向と垂直に発生している事例を図5に示した。いずれも固い圧雪の表面の一部が氷化している状況であり、氷化している部分は尾根の突部であった。

一方、現地踏査において、尾根が車両の進行方向と平行に発生している場合があった。図6にその際の道路状況を示した。図3や図5との違いは、尾根の方向と雪面状況であった。尾根が車両の進行方向と平行に発生している事例は、圧雪路面ではなく、氷板路面であった。

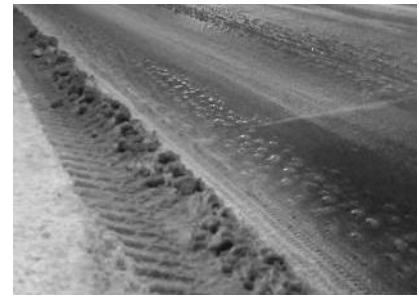


図2 安定走行区間のこぶ氷

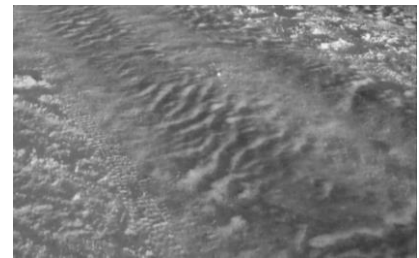


図3 尾根状の固い圧雪とこぶ氷

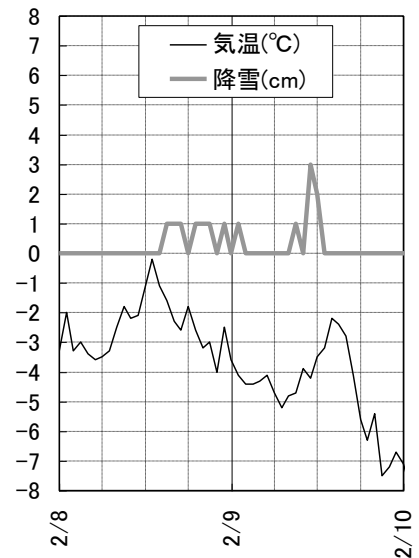


図4 2013/2/8~9の気象経過

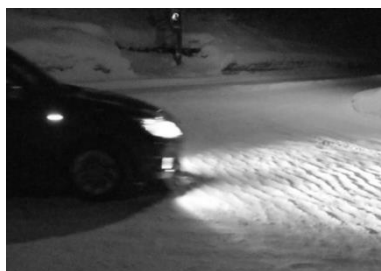


図5 進行方向と垂直に発生した尾根状の圧雪

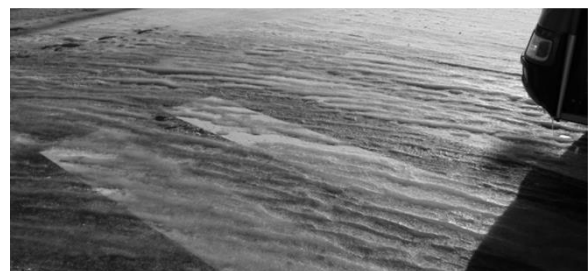


図6 進行方向と平行に発生した尾根状の氷板

(3) 雪氷路面の表面が融けるような状況でのこぶ氷の成長

2013年1月22日から23日の同一地点（中央バス札幌ターミナル東側）の路面状況の変化を図7に示した。22日の9時の時点では圧雪および氷板路面で、こぶ氷は確認できなかったが、20時には多数のこぶ氷が発生していた。日中の最高気温が $-0.9^{\circ}\text{C}$ と氷点下であったが、図8のように日射があり、路面の表面は融けていたと考えられる。翌23日は午前中に降雪があったものの、前日と同様に気温が $-1^{\circ}\text{C}$ 前後で日射があり、19時の現地踏査では、昨日からのこぶ氷が大きくなるとともに、数も増加していた。

図7の両日の夜間の画像を比較すると、タイヤ通過部を除いては、23日には雪氷路面の厚さが減少していた。こぶ氷は高さを増して成長するのではなく、周辺雪氷路面の融解によって、相対的に高くなっていると考えられる。

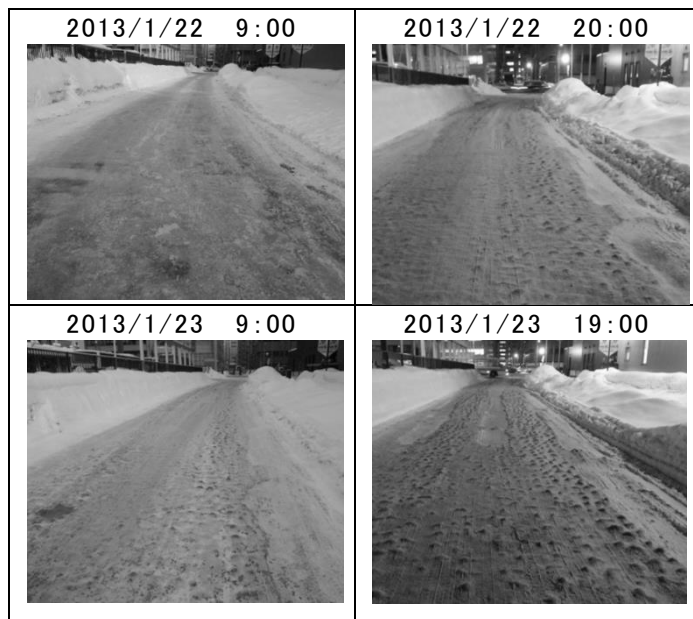


図7 2013/1/21~22のこぶ氷の増加と成長

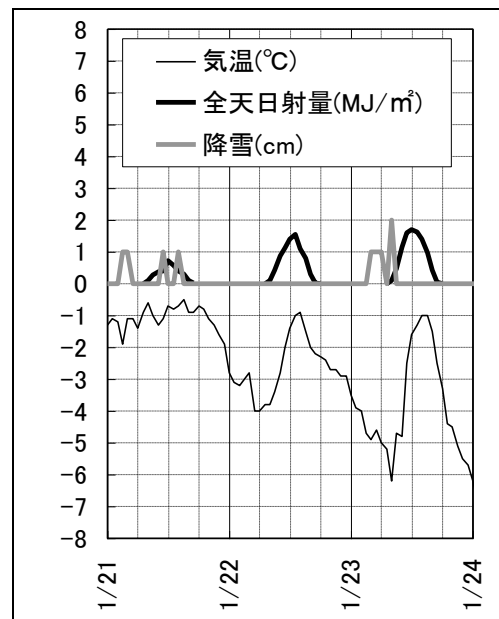


図8 2013/1/21~22の気象経過

4. 定点観測結果

静止画像記録装置による定点観測の結果、把握できた現象を以下に示した。

(1) 雪氷路面が融けるような状況でのこぶ氷の成長

2013年2月13日は日中に気温が $1^{\circ}\text{C}$ まで上昇し、日射もあったことから、図9のように水たまりができるほど雪氷路面が融解した。前日の12日にもこぶ氷が発生していたが、13日の夜にはこぶ氷が12日よりも相対的に高くなっていた。



図9 2013/2/12~13のこぶ氷の成長（静止画像記録装置による定点観測結果より）

(2) こぶ氷の位置の変化

こぶ氷が大きく成長した 2013 年 2 月 15 日から、氷板に尾根状の筋のある状況であった 2 月 8 日までの路面状況を観察した。図 10 の白丸は、2 月 15 日の時点で静止画像記録装置でも確認できるような大きなこぶ氷のあった位置である。静止画像記録装置は照明柱に固定されており、同期間で撮影角度は変更していない。図 10 には白丸の位置を時間の逆経過とともにプロットした。図のようにこぶ氷の位置は、2 月 14 日中の水たまりができるほどの融解状態も含めて、2 月 10 日の時点から移動していない。一度できた小さなこぶ氷が、同じ位置で徐々に成長していったと言える。

一方、2 月 8 日の段階では、こぶ氷の発生は確認できないが、筋状になった氷板の角の部分がかぶ氷の位置と重なっていることが多かった。ただし、2 月 6~7 日と静止画像記録装置のバッテリーの電圧が低下し、欠測が生じたため、2 月 7 日以前に同じ位置にかぶ氷が発生していたかを確認することはできなかった。

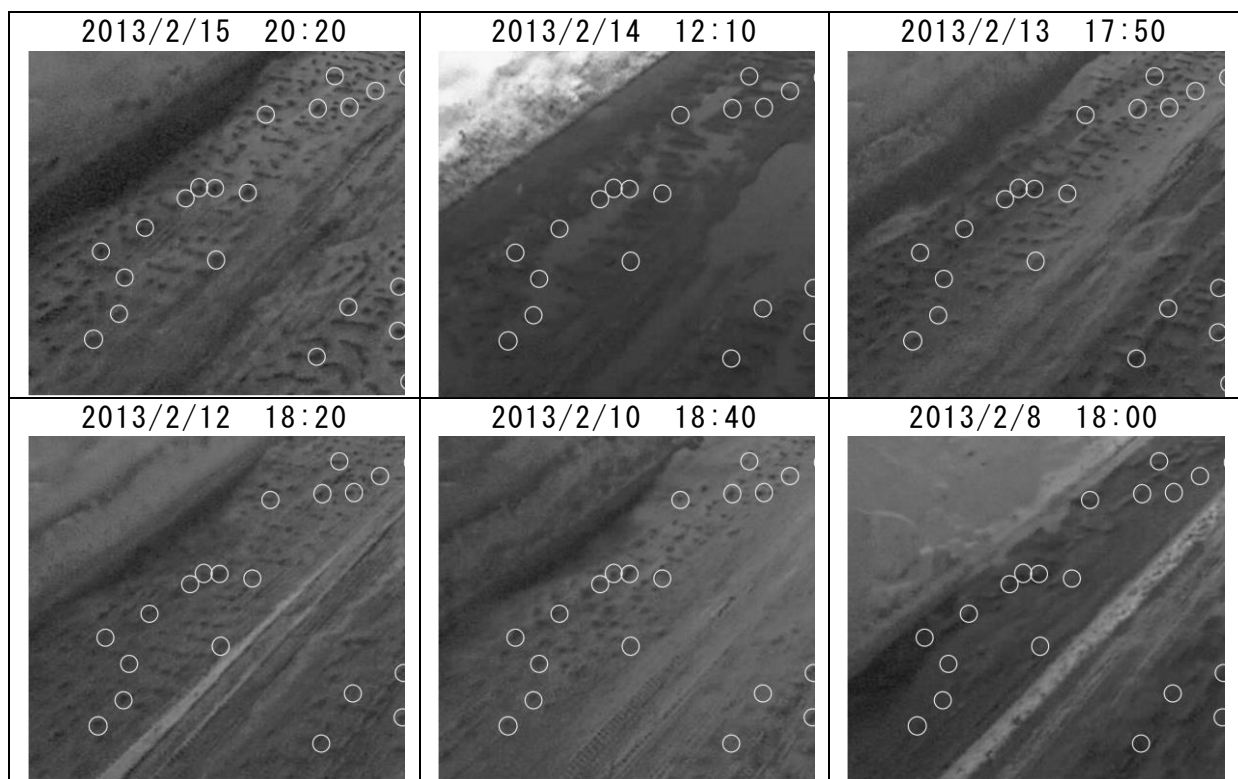


図 10 2013/2/8~15 のこぶ氷の位置 (静止画像記録装置による定点観測結果より)

5. おわりに

そろばん道路、こぶ氷についてはまだ不明な点が多いが、冬期の連続的な踏査、観測を踏まえて、徐々にその発生状況、成長状況が把握されつつある。次年度こそは、発生過程、成長過程について、その結論を示したいと考えている。

最後になりますが、「つるつる路面」および「そろばん道路」の定点観測にご協力くださいました北海道中央バス株式会社様に、深く御礼申し上げます。

【参考・引用文献】

- 1) 永田 泰浩, 金田 安弘, 富田 真未, 2012: 「そろばん道路」の発生に関する考察, 北海道の雪氷, 第 31 号, 77-80.
- 2) 松倉佑太, 川村彰, 中島繁則, 富山和也, 2008: そろばん道路の路面特性について, 土木学会北海道支部 論文報告集, 第 65 号, E-4.