

寡雪地域における降雪による車両滞留発生 の 要因分析

藤本明宏¹・河島克久²・竹内裕希子³

(1: 福井大学工学系部門建築建設工学講座 2: 新潟大学災害・復興科学研究所 3: 熊本大学大学院先端科学研究部)

1. 研究の目的

大雪による立ち往生は、新潟県や福井県などの積雪地域のみならず首都高速道路、新名神高速道路など、冬期にノーマルタイヤの車両が走行しているような寡雪地域でも発生している。熊本県では、2022 年 12 月 22 日から 24 日に強い寒気が流れ込み、その影響により水俣市の国道 268 号において 23 日早朝に滞留車両が発生し、熊本と鹿児島県の県境付近(水俣市葛渡～越小場区間)で通行止めが実施された。当該区間の標高はおおよそ 350～470 m であり、道路縦断勾配は 3°以上である。滞留車両は熊本県側で 31 台、鹿児島県側で 18 台であり、通行止めは約 6 時間に及んだ。

本論文では、この車両滞留の事例に着目し、道路管理者へのヒアリング調査、現地踏査および当時の車両滞留危険度や路面雪氷状態の推定を通じて、寡雪地域における積雪による車両滞留の発生要因を分析したので、ここに紹介する。

2. 気象条件および除雪状況

図 1 は当該期間の気温と時間降水量である。降水は 12 月 21 日から継続しており、22 日 22 時から気温が氷点を下回り、降雪となったと推測する。

本研究では、2023 年 10 月 24 日に熊本県芦北地域振興局において車両滞留発生に関するヒアリング調査を実施し、当時の交通状況や道路管理の体制に関する資料を収集するとともに、車両滞留現場を踏査した。

写真 1 は車両滞留発生時の道路状態である。同写真(a)は 23 日 10:28 の道路状態であり、車両は発進不能状態である。道路の中央付近に除雪によって寄せられた雪の塊が見られるため、除雪後と考えられる。道路状態は薄いシャーベット状態のようである。写真(b)では、グレーダーが写っており、除雪中であることから、この辺りの除雪時間は 23 日 10:30 と判断できる。なお、当該道路には塩化カルシウム袋が常設されており、散布の有無は不明であるが、散布したとするとその散布量は 160 g m^{-2} である。

3. 車両滞留危険度

河島・伊豫部(2021)が開発した車両滞留危険度評価手法に図 1 に示した気象データ等を適用した結果を図 2 に示す。当該区間における車両滞留危険度は、12 月 23 日夜から翌 24 日朝にかけて「警戒」の領域に近づいているものの、車両滞留が発生した 23 日朝の段階ではそれほど高くない。本手法は、主に北陸や山陰地方などの積雪地域において、大雪時に発生した大規模な車両滞留に基づいて構築されたものである。したがって、本結果は、積雪地域では危険性が低いと判断される気象条件下で今回の車両滞留が発生したことを意味する。

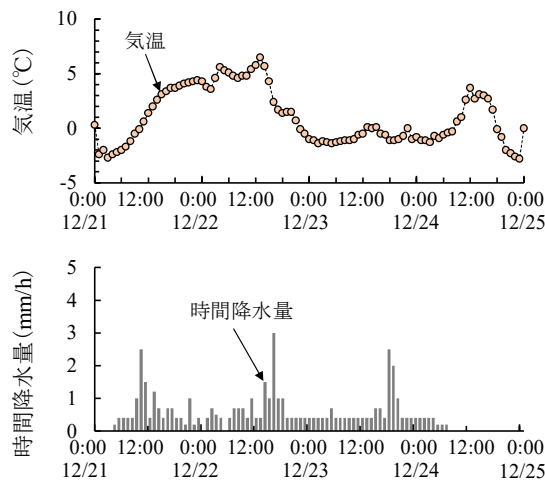


図 1 気象条件



(a) 12 月 23 日 10:28, 標高 340 m(除雪後)



(b) 12 月 23 日 10:30, 標高 370 m(除雪前)

写真 1 国道 268 号における車両滞留発生時の道路状態

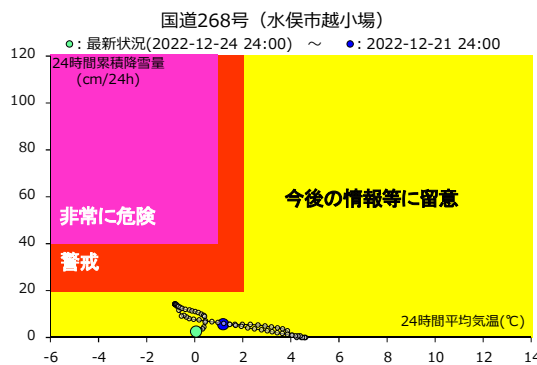


図 2 国道 268 号における車両滞留危険度

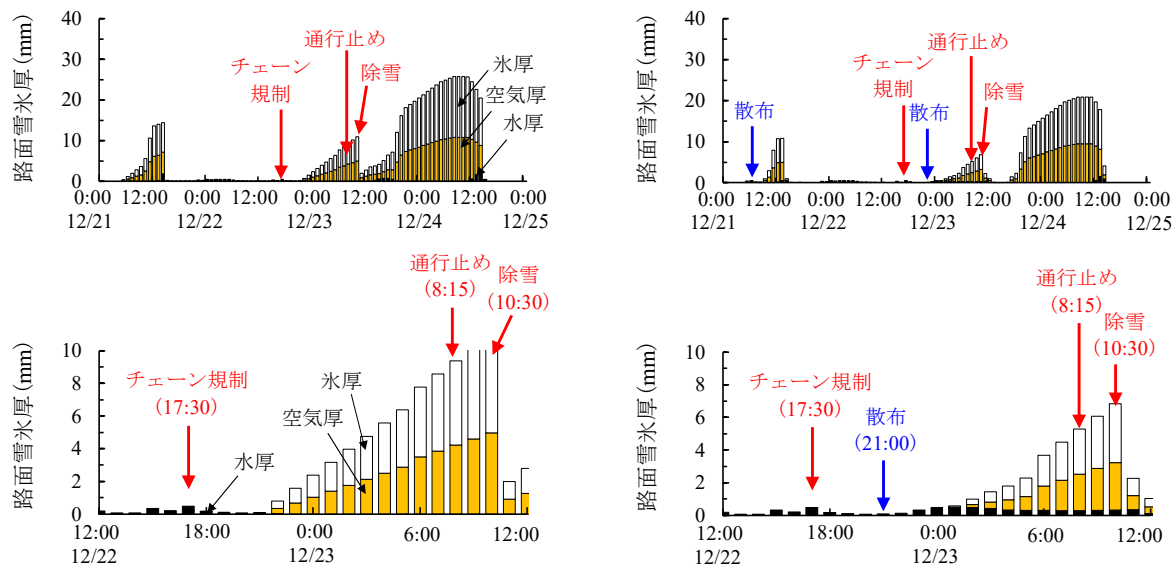


図3 路面雪氷状態の変化(左列:凍結防止剤散布なし, 右列:散布あり, 下段:拡大)

4. 路面雪氷状態解析

ここでは、当時の路面雪氷状態を推定し、車両滞留発生
の要因を考察する。本研究で用いた解析ソフトは藤本ら
(2007)によって開発されたものであり、舗装や路面雪氷層の
熱・物質収支から水、氷、空気および塩の質量や体積を計
算し、路面雪氷状態を推定する。

図3は、路面上の水、雪(氷)、空気あるいはそれらの混合
物の厚さ(路面雪氷厚)の解析結果であり、同図の左列は凍
結防止剤散布なしの解析結果を、右列は散布ありの解析結
果をそれぞれ示す。凍結防止剤散布について、時期は降雪
前の21日6時と22日22時とし、その種類と量は固形の塩
化カルシウムを 160 g m^{-2} とした。また、同図下段は12月22
日12時～翌日12時までの結果を拡大して示す。同図の棒
グラフの青、黄および灰色は水厚、空気厚および氷厚を意
味しており、その累計が路面雪氷厚である。なお、この棒
グラフは路面上に水、空気、氷が順に層を成して存在してい
ることを示しているのではなく、これらの厚さを有する水、空気
および氷が混合した雪氷層が路面上に存在していることを
示している。

散布なしの解析結果(同図左列)を見ると、22日22時から
水分を含まない圧雪状態となり、通行止めが行われた時点
では約9 mmの圧雪路面が形成されている。圧雪路面では、
ノーマルタイヤの車両では登坂できず、スタックすると推察
される。同図中に示すチェーン規制では、「チェーン必要」
の情報表示を行っているが、チェーン非装着の車両の進入
を防ぐような交通規制までは実施されていない。

散布ありの解析結果(同図右列)では、21時の散布によ
って圧雪状態にはならず、シャーベット状態となった。シャー
ベット状態であれば、ノーマルタイヤの車両でも登坂できる

場合がある。しかしながら、凍結防止剤の効果は限定的であ
り、夜間の気温の低下に伴い、雪氷層内の水分が凍結し始
め、通行止めを実施した8時15分には殆ど水分を含まない
薄層(約5 mm)の圧雪状態となった。

当時、凍結防止剤を散布していたとしても、薄層の圧雪路
面が形成され、特にノーマルタイヤの車両が登坂での発進
不能に陥ったと推察される。また、凍結防止剤散布によって
発生した水分の融解と再凍結によって、路面が滑りやすい
状態であった可能性もある。いずれにしてもスタッドレスタイ
ヤの車両ではスタックまでには陥らない路面雪氷状態と考
えられる。

5. まとめ

本解析により、当該事象のスタック車両や車両滞留の発
生は、チェーン非装着やノーマルタイヤの車両の走行、気
温低下と継続的な降雪により薄い圧雪路面の形成、が要因
となって引き起こされたと推察される。また、実施されたチェ
ーン規制は、適切なタイミングであったと判断できるものの、
情報表示のみであり、ノーマルタイヤの車両の流入を完全
に防ぐことができなかったと推察される。冬用タイヤやチェ
ーン装着の車両しか走行できない交通規制を実施すること
により、スタック車両の発生は防ぐことができた可能性がある。

本研究は、新潟大学災害・復興科学研究所共同研究費
(2023-15)の助成によって行われた。

文献

- 1) 河島・伊豫部(2021):大雪による車両滞留の危険度評
価システムの開発と試験的運用。雪氷研究大会(2021・
千葉・オンライン), 62.
- 2) 藤本ら(2007):輻射-透過を伴う路面薄雪氷層の融解
解析。土木学会論文集E, **63**, 2, 202-213.