一般財団法人新潟県建設技術センター研究助成事業 報告書

大雪による車両滞留・立ち往生の潜在的リスク評価に関する事業

2021年3月

新潟大学災害·復興科学研究所 河島 克久

1. 研究の背景と目的

近年,極端な大雪時に,国道・高速道路における大規模な車両滞留(2018年2月国道7号(新潟県)・国道8号(福井県),2017年1月国道373号(鳥取県),2016年1月国道8号(新潟県)など)が多発し、大きな社会問題になっている。これに対して、道路管理者は、除雪車の配備・出動基準の見直し、交通規制・運転規制、積雪センサー・ライブカメラの設置、タイムラインの作成などの防止対策を検討して対応している。これらの対策は、大雪による車両滞留の潜在的危険度の評価・予測が可能になればより効果的な運用が可能であるが、これまでそのような危険度評価・予測の方法は確立されていない。

そこで本研究では、気象条件から見た車両滞留の潜在的危険度の評価手法を検討し、 車両滞留を未然に防ぐための意思決定(除雪車の配備・出動や交通規制など)を支援する効果的かつ簡便なツールを開発することを目的とする。

2. 事業の概要

実際の車両滞留の発生には,道路条件(勾配・幅員,除雪状況など)や車両条件(種類,タイヤ,駆動方式など)が大きく関係するが,少なくともそれが起こりやすい気象条件は限られており,雪が降ればいつでも車両滞留・立ち往生が生じるわけではない。つまり,車両滞留が発生しやすい気象条件(車両滞留発生時の気象条件のしきい値)を特定できれば,気象データを用いることによって,車両滞留の潜在的危険度をリアルタイムで認知することができる。また,気象予測情報を用いることによってリスクの予測が可能となる。

本研究では、まず①過去の車両滞留事例の気象データの解析から、車両滞留発生時の気象条件を明らかにする。次に、②インターネットを介してリアルタイムで公開されている降雪量・気温・風速などの気象データを自動的に取得し、「車両滞留発生時の気象条件のしきい値」と実測された気象データとを比較することによって潜在的リスクを評価するシステムを試験的に開発する。

3. 車両滞留発生時の気象条件の解明

3.1 解析方法

まず、2010年1月~2021年1月の期間を対象に新聞資料などを用いて新潟県で発生した車両滞留事例を検索し、「発生場所と時間が明確であること」、「滞留台数が5台以上であること」の2点を満たした事例を抽出した。

次に、抽出事例について発生前の気象要素の変化に注目して解析を行った.解析には 発生地点近傍のアメダスもしくは新潟県管理の道路気象テレメータの観測データ(降雪量(積雪深差)、風速、気温の1時間値)を用いた。

3.2 抽出された車両滞留事例の特徴

新聞資料などから合計 20 件の車両滞留事例が抽出された(表 1)。その発生場所は県内全域に分布しており、山間部だけでなく海岸部や平野部でも多く発生していた。また、発生した道路は、高速道路 9 件、国道 8 件、県市道 3 件であり、広域的な交通や物流を担う幹線道路の割合が高かった。

冬期毎にみると、多発する冬と全く発生しない冬があり、多雪年に発生事例が多い傾向が認められた。また、発生月は厳冬期にあたる1、2月に集中していた(計17件)。

車両滞留発生箇所		滞留期間		原因	
路線名	市町村	開始	終了	原囚	
上信越道上下(上越JCT-中郷IC:上越高田ICを中心に)	上越市	2010/1/14 5:30	2010/1/15 4:00	スリップ車多数(車線閉塞)	
上越市の市道など19ヵ所、県道2路線	上越市小猿屋	2010/2/6 9:00		吹きだまり	
新潟市西区の広域農道(国道116号曽和IC付近)	新潟市西区	2010/2/6 4:55	2010/2/6 18:00	吹きだまり	
上信越道上り(中郷IC-妙高高原IC)	妙高市	2011/1/6 正午過ぎ	2011/1/6 14:00	大型貨物車登坂不能	
県道253号	上越市頸城区五十嵐	2011/1/16 18:30		地吹雪による立ち往生	
上信越道(上越高田IC-中郷IC)	妙高市	2011/1/30 12:30	2011/1/31 4:30	雪による大型トラックの立ち往生	
上信越道(中郷IC-妙高高原IC)	妙高市田切	2011/3/16 15:00	2011/3/16 22:30	大型車登坂不能	
国道117号上下(小千谷市塩殿-長岡市川口牛ヶ島)	小千谷市·長岡市	2014/2/5 14:50	2014/2/5 20:50	大型車含む登坂不能	
国道8号(糸魚川市寺島一市振)	糸魚川市親不知風波	2016/1/24 15:00	2016/1/24 22:55	大型車のスタック、15kmの渋滞	
国道116号(柏崎市長崎町-長岡市寺泊敦ヶ曽根)	柏崎市・長岡市	2016/1/24 22:20			
国道8号(見附市坂井町-長岡市川崎町)	長岡市・見附市	2016/1/25 0:00	2016/1/27 4:00	スタック車両多数発生	
磐越道下り(津川IC・三川IC付近の二ヶ所)	阿賀町	2018/1/11 18:30	2018/1/12 6:30	大型車の立ち往生	
北陸道上下(能生IC-上越IC)	上越市・糸魚川市	2018/1/12 10:00	2018/1/12 16:00	相次ぐ立ち往生	
国道7号	村上市葡萄	2018/2/6 4:00	2018/2/6 8:10	大型車登坂不能	
関越道(上り塩沢石内IC付近、下り湯沢IC付近)	南魚沼市	2020/12/16 18:00	2020/12/18 22:15	大型トレーラーやトラックのスタック	
上信越道上り(中郷IC-妙高高原IC)	上越市	2020/12/16 21:00	2020/12/17 10:00	トレーラーのスタック	
国道17号(浦佐跨線橋付近)	南魚沼市	2021/1/8 11:30	2021/1/8 14:00	大型車登坂不能	
国道8号(加賀交差点付近)	上越市	2021/1/9 13:00			
国道8号(名立区-有間川付近)	上越市	2021/1/9 19:00	2021/1/10 11:00	大型車登坂不能	
北陸道(柿崎IC出口付近)	上越市	2021/1/9 15:30	2021/1/9 19:00	乗用車1台スタック	

表 1 抽出された車両滞留事例

3.3 車両滞留発生前の気象変化の特徴

(1) 降雪量の変化

各事例の降雪状況を調べた結果,多くの事例で発生の 15~30 時間前から降雪(ここでは「直前降雪」と呼ぶ)が始まっていた。そこで,発生前 30 時間における降雪のタイミングや雪の降り方(図 1)に注目した結果,次に示す 3 タイプに大別することができることがわかった。タイプ 1 は「15 時間前から顕著な降雪が続き,発生までの累積で 40 cm 以上に達する事例(11 件)」,タイプ 2 は「30 時間前から顕著な降雪が続き,発生までの累積で 80 cm 以上に達する事例(5 件)」,タイプ 3 は「15~30 時間前には降雪が見られるがその後はほとんど降雪がない事例(4 件)」である。また,1 時間降雪量の変化に注目すると,タイプ 1 と 2 では多くの事例で発生前 6 時間に 5~16 cm/h の極めて強い降雪を記録していた。

車両滞留の発生には、直前降雪の開始以降の気象が関係していると考えられるので、 風速と気温の変化については、タイプ 1 では発生前 15 時間、タイプ 2 と 3 では発生前 30 時間に注目して解析を行うこととした。

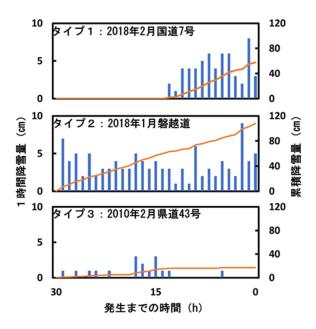


図1 タイプごとの1時間降雪量(棒)と累積降雪量(線)の変化(代表事例).

(2) 風速の変化

直前降雪の期間中,タイプ 1 2 2 では風速が大きく変化することはなく, $2\sim4$ m/s の比較的弱い風速で推移していた。一方で,タイプ 3 では直前降雪が止んだ 15 時間前から風速が大きくなり,発生時にかけて $5\sim14$ m/s の強風状態が継続していた。

(3) 気温の変化

全タイプにおいて、直前降雪中の気温は0 ℃以下であった。タイプ 2 と 3 では-3 ~0 ℃ の範囲で概ね一定であるが、タイプ 1 では直前降雪開始時の約 0 ℃から徐々に低下し、発生時には-4 ~-2 ℃まで低下していた。また、タイプ 3 では強風期間中も 0 ℃以下で推移していた。

(4) 車両滞留発生時の気象条件

以上の解析結果より、各タイプの車両滞留発生時の大まかな気象条件を表2のようにまとめることができる。タイプ1と2は直前降雪の発生時間に相違があるものの、車両滞留発生前に長時間・多量の降雪があり、降雪時の気温はほとんどが氷点下で推移していることが特徴であり、「大雪タイプ」と呼ぶことができる。一方、タイプ3は、強風時にタイプ1と2よりも少ない降雪量で発生していることが特徴である。降雪による雪の堆積が少なくても、風速が大きければ地吹雪による雪の堆積が顕著となり、車両滞留が発生しうるものと考えられ、タイプ3は「強風タイプ」と呼ぶことができる。

表 2 タイプごとの車両滞留発生時の気象条件

タイプ	累積降雪量	発生前6時間 最大時間降雪量	平均風速	平均気温
1	発生前30 h 累積80 cm以上	5~16 cm/h 非常に強い降雪	2~4 m/s 比較的弱い風速	0°C以下
2	発生前15 h 累積40 cm以上	5~16 cm/h 非常に強い降雪	2〜4 m/s 比較的弱い風速	0°C以下
3	発生前30~15 hに降雪 15 h前からの降雪少	-	5~14m/s 強風	0°C以下

4. 車両滞留発生危険度評価システムの構築

前章の解析から、車両滞留発生前の気象変化の特徴から合計 20 件の事例は「大雪タイプ」と「強風タイプ」の 2 つに分けられことが明らかになった。20 事例の 8 割に当たる 16 事例が大雪タイプであることから、新潟県ではこのタイプの発生が主体であると言える。そこで、本研究では大雪タイプの車両滞留の潜在的危険度を気象データから評価する試験的システムを構築することとした。

4.1 大雪タイプの危険度評価に用いる気象のしきい値

表 2 に示したように、大雪タイプでは 15~30 時間前から降雪が始まり、累積降雪量が 40 cm もしくは 80 cm 以上に達している。本研究で試験的システムを構築するにあたり、プロトタイプのシステムであることを踏まえ、危険度評価に用いる気象のしきい値なるべく単純化することとした。また、前章の解析で得られた車両滞留発生時の気象条件に若干の余裕代を持たせ、早めに危険性を認知できるようにした。危険度のランクは「非常に危険」、「警戒」、「今後の情報等に留意」の 3 段階とし、それぞれのランクに対応する気象のしきい値は表 3 の通りに設定した。

表3 危険度ランクごとの気象のしきい値

ランク	24時間平均気温	24時間累積降雪量
非常に危険	1°C未満	40 cm以上
警戒	1~2°C	20~40 cm
今後の情報等に留意	2°C以上	20 cm未満

4.2 システムの概要

試験的に構築したシステムでは、新潟県内の幹線道路である「北陸道・国道 8 号」、「関越道・国道 17 号」、「上信越道・国道 18 号」、「磐越道・国道 49 号」、「国道 7 号」を対象として危険度評価を行うことにした。幹線道路ごとに、気象庁のアメダスや国道交通省の気象テレメータの 1 時間間隔の観測データ(降雪量(積雪深差から算出)、気温)をリアルタイムで取得し、過去 72 時間の気象(1 時間降雪量、気温)と表 3 のしきい値に基づく過去 48 時間の危険度の推移を表示することとした。各幹線道路で用いた観測点は次の通りである(合計 22 地点)。

- ・北陸道・国道8号:新潟、三条、坂井、中之島、長岡、柏崎、高田、能生
- ・関越道・国道17号:小出,湯沢,みなかみ
- ・上信越道・国道 18 号:藤沢, 関山, 信越大橋, 野尻, 信濃町, 古間
- ・磐越道・国道49号:新津,津川,西会津
- •国道7号:大沢,下大鳥

構築したシステムのトップ画面は図2の通りであり、地図上に現在の危険度に応じて3色に色分けされた全観測点のマーカーが表示される。閲覧したい地点のマーカーをクリックすると、図3に示したように危険度ランクが大きく表示されるとともに、や気温・降雪量や危険度の推移(グラフ表示)を表示するメニューが現れる。



図2 車両滞留発生危険度評価システムトップ画面



図3 観測点をクリックしたときの表示例

4.3 システムの試験的運用

構築した車両滞留発生危険度評価システムの試験的運用を 2021 年 2 月 7 日から開始 した。運用開始後、特にシステム面でのトラブルはなく正常に稼働している。 2020/21 年 冬季の新潟県では、12 月と 1 月に関越道、上信越道、北陸道、国道 17 号及び 8 号にお いて、合計 6 回もの大規模な車両滞留が発生(表 1)したが、2 月以降は車両滞留の発 生は認められていない。

しかし、2月8~9日及び2月17~18日には強い降雪が新潟県内を襲い、複数の地点で危険度が「非常に危険」に達した。その例として、2月9日9時の関山(上信越道・国道18号)における気象と危険度の推移を図4、図5にそれぞれ示す。2月7日20時から始まった降雪は、翌8日に7時間の中断をはさんで8日23時まで続いており、8日19時には10cm/hの極めて強い降雪を記録している。それに対応して、危険度は8日18時に「非常に危険」に到達し、その後11時間にわたってこの危険度が続いていたことがわかる。図5に示した危険度の推移図は、土砂災害警戒情報の判断に用いられるスネークライン図と類似しており、時々刻々大きく変化する気象に対して、曲線の変化が比較的緩やかであるため、現時点の危険度ランクとの位置関係を感覚的に認識しやすい点が利点である。これに加えて、気象予測情報を用いることによって、危険度の将来予測への発展も容易であることが特徴であると言える。

関山 (妙高市関山)



図 4 2021年2月9日9時の関山における気象の推移(過去72時間)

関山 (妙高市関山)

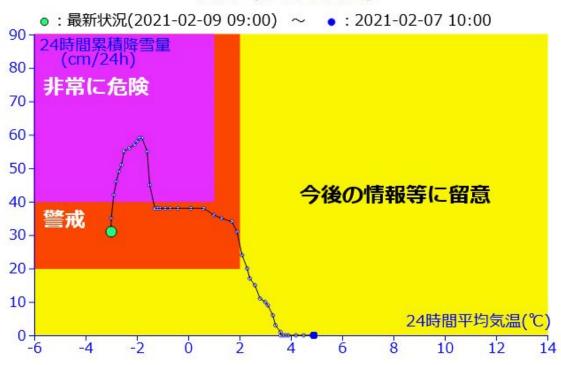


図5 2021年2月9日9時の関山における危険度の推移(過去48時間)

5. おわりに

本研究では、過去の車両滞留事例の気象データの解析から、新潟県における車両滞留発生時の気象条件を明らかにし、それに基づいて車両滞留発生危険度評価システムのプロトタイプを構築した。構築したシステムの試験的運用では、国道交通省北陸地方整備局と新潟県土木部の道路管理者に本システムの閲覧を依頼しており、今後、道路管理者各位からの感想や意見を踏まえて改良を図っていく予定である。また、危険度ランクに対応したしきい値の最適化、気象予測情報を用いた危険度予測システムの拡張、「強風タイプ」の車両滞留の危険度評価方法とそのシステム化、などが今後の課題である。

謝辞

本研究を実施するにあたり、一般財団法人新潟県建設技術センターから令和2年度研究助成事業として採択していただきました。また、車両滞留発生時の気象条件の解析においては、国土交通省北陸地方整備局道路部道路管理課の岩崎誠様および新潟県土木部道路管理課の吉田あみ様にご協力いただきました。以上の方々に心からお礼申し上げます。