

登坂不能車データ分析ツールの開発と冬期道路管理への活用について

佐藤 吉一*1、飯田 雅之*1、齋藤 雅春*1

1. はじめに

日本での近年の冬の気象状況は、暖冬少雪傾向となっているなかで集中的な降雪が全国各地で発生しており、気象変動が大きくなっている。これにより、特に除雪体制が手薄な少雪地域を中心に、この影響を受けた交通障害が頻発している。1995年12月～1月に福島県・鳥取県・福井県、2014年2月に関東地方、2014年12月に愛知県・広島県・三重県・滋賀県、2016年1月に新潟県、更に2017年1月～2月に鳥取県で、集中降雪による長時間にわたる立ち往生が発生し、社会生活にも大きな混乱をもたらした。これら集中降雪に対して、道路管理者はどう対処すべきかが大きな課題となっている。

本検討は、冬期の登坂不能車発生に着目し、登坂不能車発生箇所やその発生条件を分析・特定し、今後の冬期道路管理に効果的に活かす検討を行ったものである。



写真1 3日間に及んだ長野県R18での交通障害 (2014年2月)

マップ化にあたっては、日常の道路管理業務で整理されている登坂不能車発生の位置情報が、路線名と距離標となっているため、これを緯度・経度に変換する必要がある。そのため、国土地理院が保有する直轄国道の道路基準点案内システム (100m距離標の緯度・経度データ) から、各路線の距離標と緯度・経度の相関表を作成した。この相関表により、日常の道路管理業務から入力される路線名と距離標を緯度・経度に自動変換することで地理院マップにマップ化するシステムを構築した。

このマップ化ツールは、日本全国レベルから登坂不能車発生のピンポイント判別が可能なレベルまで、地図表示が可能であり、登坂不能車の発生年度を併せて表示するシステムとなっている。また、各登坂不能車の発生データを箇所毎に集計し、その発生数で表示することも可能である。(図1参照) 更に、このマップ化ツールは、2.2節で説明するデータベース化された項目による条件付き (例えば縦断勾配4%未満の地点など) でデータを選択し、地図表示を行うことも可能となっている。

2.2 登坂不能車データのデータベース化

2.1節のマップ化された登坂不能車に対して、表1に示すデータを添付してデータベース化を図った。

2. 登坂不能車データのマップ化とデータベース化

2.1 登坂不能車データのマップ化

冬期の登坂不能車は、北陸地方だけでも毎年160件も発生している。これら登坂不能車の発生状況は、日常の道路管理業務において「発生場所 (路線名・距離標)」「発生年月日・時刻と解消時刻」「天候」「発生地点の道路状況 (道路構造、当時の路面状況)」「車両特性 (車種、車両ナンバー、タイヤ種別)」が全国で調査・整理されている。

これらのデータを使って登坂不能車の発生状況や発生条件を効率的に分析するため、これら登坂不能車の調査データを国土地理院の地理院マップでマップ化し、発生箇所を視覚的に明確にするシステムツールを作成することにした。

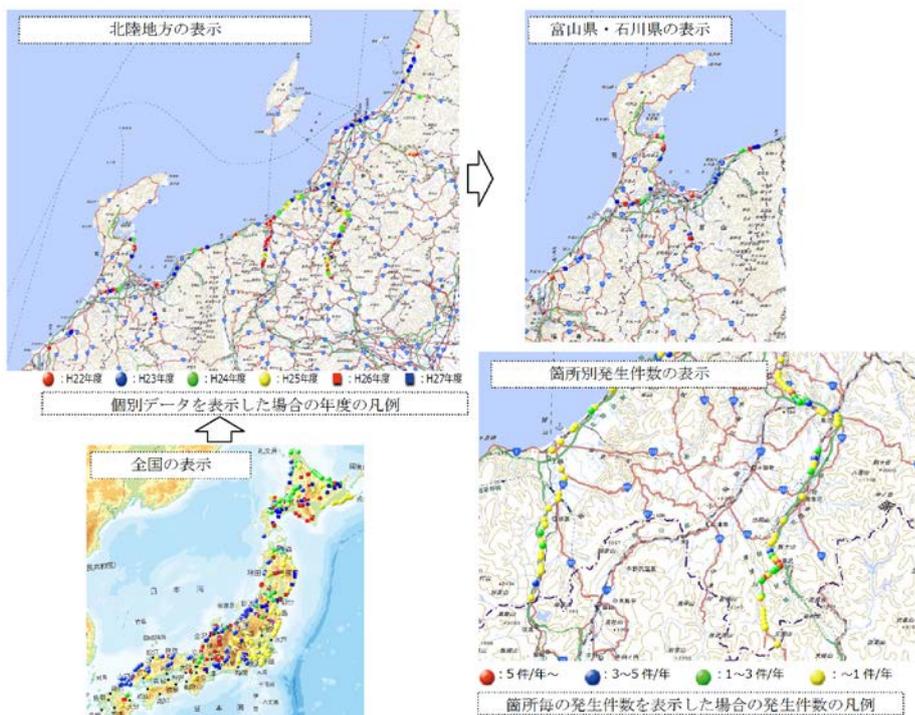


図1 マップ化ツールによる登坂不能車発生状況の表示例

この添付データは、国土地理院の地理院マップシート(Excel)を使用して作成しており、これによりマップ化工具との連動を可能とした。

このデータベースは、日常の道路管理業務で得た発生状況データの他、別途国土交通省の道路管理データベースでシステム化されている「MICHIデータ」の道路構造データと「道路交通センサスデータ」の交通量データを利用して、路線名と距離標から自動でデータ出力されるシステムとなっている。(表1)

表1 登坂不能車データベースの整理項目

項目		北陸版	全国版	出典	
必須項目	緯度	○	○	注2	
	経度	○	○		
任意項目	年度	○	○	登坂不能車発生時の調査による	
	整備局	○	○		
	番号	○	○		
	都道府県	○	○		
	事務所	○	○		
	出張所	○	○		
	年月日	○	○		
	時間	○	○		
	路線	○	○		
	距離標	○	○		
	上下	○	○		
	地先名	○	○		
	車線数	○	○		
	勾配(%)	○	○		
	登坂不能車の確認方法	○	○		
	車種	○	○		
	社名等	○	○		
	車両ナンバープレートの車両番号	○	○		
	チェーン装着の有無	○	○		
	タイヤの種類	○	○		
	交通状況	○	○		
	開始時刻	○	○		
	解除時刻	○	○		
	通行止め時間	○	○		
	登坂不能車の処理方法	○	○		
	対処法の適用	○	○		
	天候	○	○		
	気温	○	○		
	注意報等	○	○		
	路面状況(cm) 【路面積雪深】	○	○		
	路面状況(圧雪、新雪・積雪、凍結等)	○	○		
	その他	○	○		
	勾配符号(+:上り勾配、 -:下り勾配)	○	—		道路管理データベースのMICHIデータ
	勾配(%)	○	—		
勾配延長(m)	○	—			
曲線半径(m)	○	—			
車道幅員(m)	○	—			
路肩幅員(m)	○	—			
登坂車線の有無	○	—			
信号交差点数	○	—	道路交通センサス		
交通調査基本区間番号	○	—			
24時間自動車類交通量(台/日)	○	—			

注1. 表中の「○」は、現時点でのデータベース化の対象項目を示す。

注2. 道路基準点案内システム (http://www.road-refpoint.jp/ki_junten/) 道路ネットワーク、100メートル距離標より整理

なお、データの整理は、北陸地方整備局を先行して進めており、「MICHIデータ」と「道路交通センサスデータ」との関連づけは現在のところ北陸地方整備局のみとなっている。

現時点のデータ整理期間は以下のとおりであり、今後とも継続してデータ化を進めて行く予定である。

◇データの整理期間

北陸地方整備局：平成22年度～平成28年度

その他：平成23年度～平成28年度

また、登坂不能車発生状況等の交通状況や道路状況を監視するCCTV、情報提供のための道路情報板、チェーン着脱場、道の駅(パーキング)の情報をマップ表示できるよう別途にデータベース化を行った。

登坂不能車に加えて関連する管理施設のマップ化を可能とした本データベースを活用することで、より多面的な視点からの対策検討が可能となり、今後の冬期道路管理に貢献できるものと期待している。これら当システムの冬期道路管理への活用方策は、4章にて述べる。

3. 登坂不能車分析ツールの開発

登坂不能車データベースを利用した登坂不能車発生状況の分析ツールを開発した。分析項目は、表2に示すとおりであり、気象状況や発生時間帯、車両特性、道路条件、路面条件等について分析する。

なお、データベース化が北陸地方整備局を先行しているため、分析ツールも北陸地方整備局が先行する形となっているが、その他の地域もデータの整備が進めば北陸地方整備局と同様の分析が可能となる。

分析結果は、表形式による出力とともに、グラフ表示するシステムとなっている。(図2)

◎勾配延長別、縦断勾配別

		勾配延長 (m)								不明	合計
		～50	50～	100～	150～	200～	250～	500～	1000～		
縦断勾配 (%)	0～	2	3	17	11	14	33	30		1	111
	1～	7	2	5	1	5	53	3		2	78
	2～	2	5	2	2	2	26	19	2	1	59
	3～	10	14	13	8	7	72	5		1	130
	4～	5	22	13	12	20	23	11	2	1	109
	5～	4	8	8	8	3	35	23	32	2	115
	6～	2	9	23	7	45	55	18		3	162
不明	4	9	21	12	28	72	21	1	8	176	
合計	30	65	105	61	124	369	130	37	19	940	

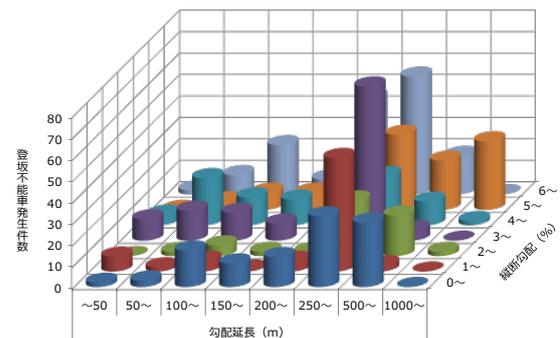


図2 分析ツールによる分析結果の表示例

表2 登坂不能車分析ツールの分析項目

項目	北陸版	全国版
1:気温(℃)、路面積雪深(cm)の組合せ	○	○
2:気温(℃)	○	○
3:路面積雪深(cm)	○	○
4:月	○	○
5:時間帯	○	○
6:警報・注意報別	○	○
7:路面状況別	○	○
8:車種別	○	○
9:チェーンの装着の有無	○	○
10:タイヤ種別	○	○
11:登坂不能車の確認方法	○	○
12:交通状況	○	○
13:処理	○	○
14:対策法の適用	○	○
15:車線数	○	○
16:縦断勾配(%)	○	○
17:勾配延長(m)	○	—
18:曲線半径(m)	○	—
19:路肩幅員(m)	○	—
20:信号交差点密度(箇所/km)	○	—
21:警報・注意報、縦断勾配の組合せ	○	—
22:勾配延長、縦断勾配の組合せ	○	—
23:曲線半径、縦断勾配の組合せ	○	—
24:路肩幅員、縦断勾配の組合せ	○	—
25:信号交差点密度、縦断勾配の組合せ	○	—

分析にあたっては、次に示す項目の組合せで対象を絞って分析できるようにした。

◇分析にあたっての条件設定項目

- (1) 整備局、(2) 事務所、(3) 出張所、(4) 路線、
- (5) 距離標(○○kp~○○kp)、(6) 対象期間

北陸地方整備局を例として、この分析ツールにより把握された主な特徴を以降に示す。

※以下に記載における構成率は、分類不明を除いた値で算出している。

① 厳冬期の1月最も登坂不能車の発生が多いが、初冬期の12月も登坂不能車の発生数が多い。これは、初冬期においては装備不足の車両の存在やまだ雪道にドライバーが慣れていないためと考えられる。

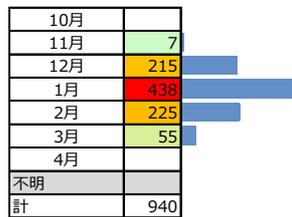


図3 登坂不能車の発生月

(図3)

② 気象状況については、現在気象庁が発表している大雪注意報と大雪警報で分析を行った。この結果によると、大雪注意報発表中に53%、大雪警報発表中に38%が発生しており、この両者で全体の90%を占め

る。(図4)降雪の多少に関わらず、路面に雪が積もれば、登坂不能車は発生し得ることを示している。

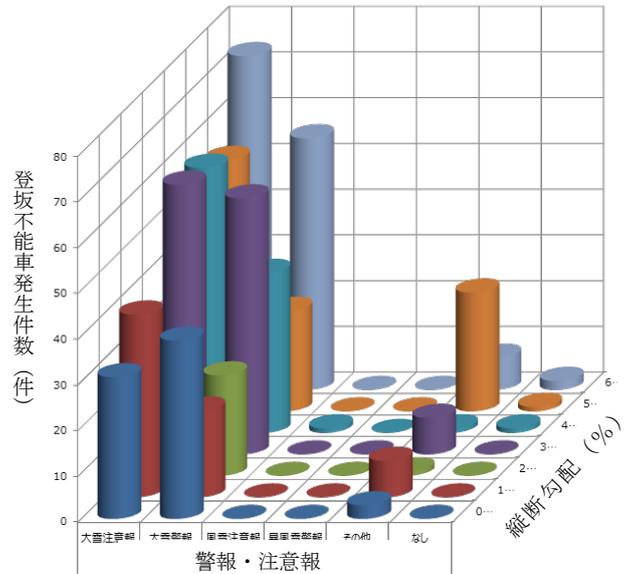


図4 登坂不能車の発生と気象庁発表の注意報、警報の相関

◇気象庁発表の大雪注意報、大雪警報の考え方

大雪注意報：

降雪や積雪による住宅等の被害や交通障害など、大雪により重大な災害が発生するおそれがあると予想したときに発表する。

大雪警報：

降雪や積雪による住宅等の被害や交通障害など、大雪により災害が発生するおそれがあると予想したときに発表する。

出典：気象庁ホームページ「気象警報・注意報の種類」

③ 2車線区間での発生が58%を占めている。2車線区間で登坂不能車が発生した場合、交通に与える影響が大きくなるため、当該多発箇所での監視の強化による早期の対処が必要である。登坂不能車の確認は、CCTVによるものが51%、現地確認によるものが47%となっている。早期に登坂不能車を発見して対処するためには、多発地点をCCTV監視できることが望まれる。(図5、6)



図5 登坂不能車発生場所の車線数



図6 登坂不能車の確認方法

④ 車種別では、大型車が72%、中型車が23%、合計で95%である。(図7)

⑤ タイヤ種別では、冬用タイヤが86%と大半を占めるが、チェーンの装着別では87%がチェーン未装着車である。大型車・中型車に対するチェーン装着の指導が喫緊の課題である。(図8)

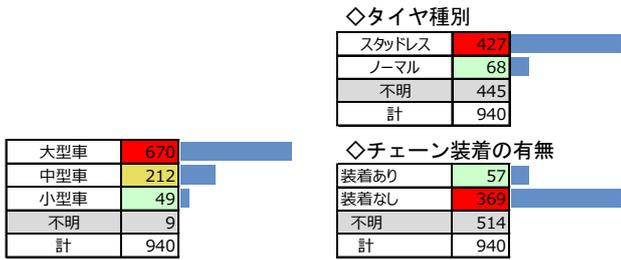


図7 登坂不能車の車種

図8 登坂不能車のタイヤとチェーンの装着

⑥ 縦断勾配では、68%が縦断勾配3%以上で発生している。特に縦断勾配5%以上は36%を占める。また、特徴的なのは縦断勾配4%未満での発生率が49%もあることである。この縦断勾配との相関に交差点密度の条件を付け加えて分析した。(図9)

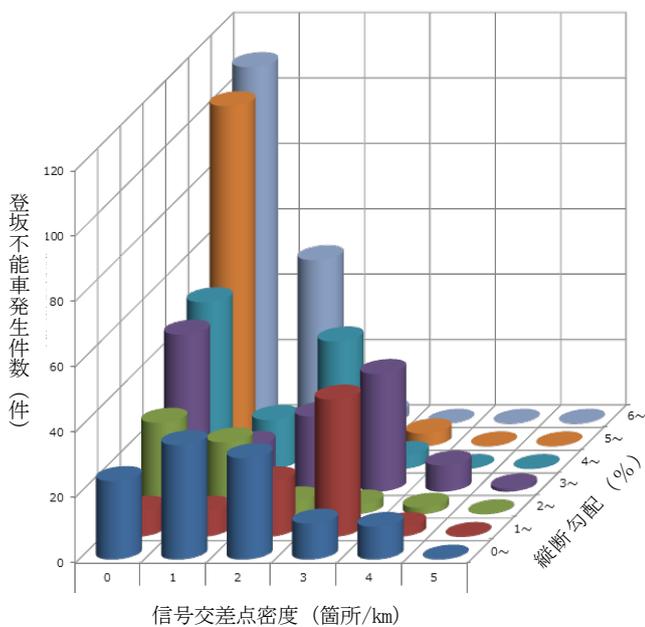


図9 登坂不能車の発生と縦断勾配、信号交差点密度の相関

これによると、交差点密度の高い箇所では、比較的緩やかな縦断勾配でも登坂不能車が発生していることが分かった。詳細にその発生箇所をみると、信号交差点での停止による加速区間がこの勾配部にかかる場合、3%程度の緩やかな勾配でも登坂不能車が発生している。また、ほとんど平坦であっても路面積雪量が多くなると信号交差点では、加減速の影響や交差道路からの交通の影響で一般部に比べて路面が荒れ易く、発進不能となる可能性が高まる。(写真2) これらの状況は、平成28年1月に発生した新潟県国道8号の長時間に渡る立ち往生案件の交通障害

発生状況と一致する結果となっている。今後、この観点は特に注意し、冬期道路管理に生かしていく必要がある。



写真2 平成28年1月の新潟県の国道8号における交差点付近の道路状況

出典：「平成28年1月集中豪雪の検証について」平成28年1月集中豪雪検証・対策検討会

4. 登坂不能車分析ツールの活用について

本章では、2章、3章で述べた登坂不能車分析ツールの冬期道路管理への活用方策について検討した結果を述べる。

(1) 登坂不能車多発箇所の特定と登坂不能車発生による影響の大きさの判別への活用

当システムのマップ化により、登坂不能車の発生箇所や発生件数が明確化される。また、当該箇所の車線数や路肩幅員の確保状況、及び交通量、更に道路網上の位置関係から迂回路設定の容易性を把握することが可能である。これにより、各登坂不能多発箇所での交通障害の影響の大きさを判別することが可能であり、これに応じた計画的な対策の実行が可能となる。

(2) 潜在的な登坂不能車発生危険箇所の抽出への活用

近年、集中降雪は全国各地で発生しており、これまで発生したことのない地域で今後突発的に発生する可能性がある。

当システムの分析ツールを活用して、登坂不能車発生危険箇所の特定条件の分析が可能である。この分析結果から、潜在的な危険箇所を抽出して具体的な対策を事前に計画することが可能であり、これにより想定外とされる事案を削減することが可能となる。

(3) ピンポイント対策立案への活用

登坂不能車対策は、除排雪作業と消・融雪施設設置等によるハード対策、及びその他のソフト対策を上手く組み合わせて、効果的かつ効率的に実行していく必要がある。

また、初冬や突然の降雪の際においても、路面情

報の提供、冬用タイヤ装着やチェーン携行のPRなどの取り組みも重要である。

除排雪作業への活用としては、次が考えられる。登坂不能車が発生した際には、早期にその対処を実施することが重要となる。そのため、登坂不能車多発箇所のCCTVによる監視体制や道路情報板による情報の提供体制を検証し対策を立案することが、当システムのマップ化により可能となる。また、現除排雪体制での対応が困難と判断された際には、道路管理者は、早期に除雪優先のための通行規制やチェーン規制を実施することで、長時間の立ち往生を回避することが重要となる。その実施区間は、登坂不能車多発箇所の他、チェーン着脱場や道の駅（パーキング）を併せてマップ化した当システムを有効に活用して決定することが可能である。

消・融雪施設の設置や路肩幅員の拡幅などハード対策立案への活用としては、次が考えられる。ハード対策の実施の有効性は、上記(1)の登坂不能車発生による影響度の大きさを判断材料として、除排雪作業とハード対策の効率的な組合せの実現に活用することが可能である。

その他のソフト対策への活用としては、次の具体例が挙げられる。当システムの分析ツールにより、緩勾配が確保されていない交差点では、信号交差点等による停止から加速する区間に掛かると、登坂不能車発生の危険性が高いことを確認した。このような箇所を抽出し、集中降雪時の信号の黄色点滅化による対策を検討することが可能である。

以上、登坂不能車発生危険箇所の位置や当該箇所での交通障害の影響、及びそれに対する道路管理施設の現位置、更に登坂不能車の発生要因を当システムの分析ツールで分析することにより、ピンポイント

対策の立案に有効に活用していくことが可能である。

(4) 登坂不能車発生条件の分析による通行規制等の管理体制立案への活用

登坂不能車の発生条件は、路面状況と道路状況及び車両特性によって決まる。

路面状況：積雪量と除雪サイクルの要因によって決まる

道路状況：縦断勾配や信号交差点等による車両の停止（加速）の有無等の要因によって決まる

車両特性：車種やタイヤ及びチェーン装着の有無、更にドライバーの運転経験等の要因によって決まる

このうち、路面状況を判別するための積雪量に関する情報としては、当システム内では天候と気象庁が発表する大雪注意報・大雪警報の発表状況しかない。路面状況は、上記のとおり積雪量と除雪状況で決まるものであり、この詳細を分析するには、時間積雪量が必要となる。このデータとしては、気象庁または国土交通省のテレメータデータがある。このデータと登坂不能車の発生状況を分析した例として、平成28年1月の新潟県の国道8号での交通障害事例を図10に示す。この例によると交通障害の発生前に6時間で32cmの積雪量があった。

その他北陸地方整備局で発生した過去の交通障害について同様な分析を進めた結果、次の傾向を得ている。ただし、並行する高速道路が通行止めとなり、軽装備車や雪道に不慣れなドライバーが迂回してきた条件付きである。

◇ 登坂不能車の発生条件：

3時間で15cm以上の積雪量で発生の危険性が高い。

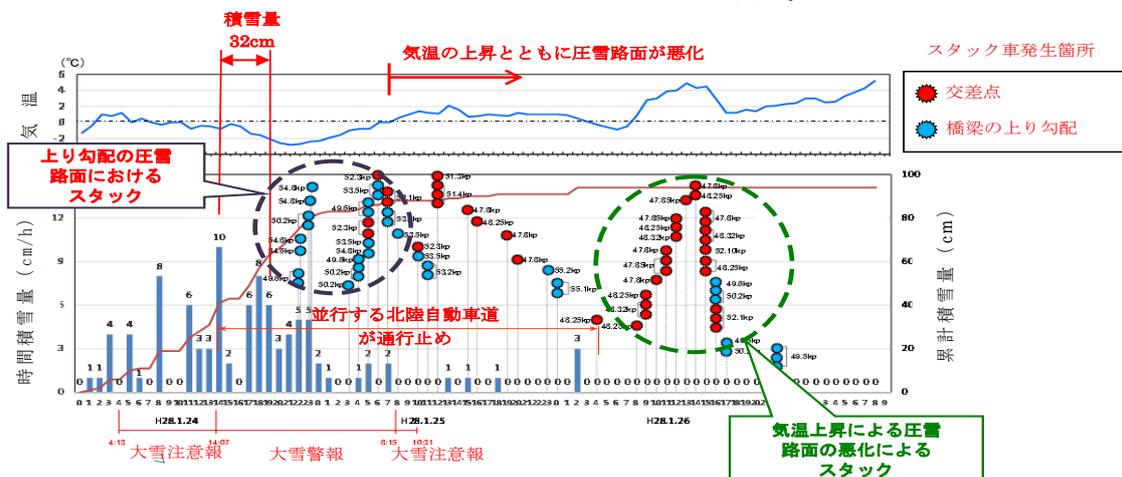


図10 平成28年1月の新潟県の国道8号における交通障害と気象状況の分析例

資料：「平成28年1月集中豪雪の検証について」（平成28年1月集中豪雪の検証・対策検討会）を基に加工

◇ 大きな交通障害の発生条件：

6時間で25cm～35cm*以上の積雪量で発生の危険性が高い。

※ 道路構造と除雪体制でこの幅が発生

当システムによる登坂不能車発生の履歴やその道路構造と時間積雪データの分析を全国的に進めて行けば、地域や道路状況毎の登坂不能車や大きな交通障害の発生条件の特定が可能となる。現在は、当システム内で時間積雪量と連動した分析の実施は出来ない状況であるが、将来的に気象庁や国交省のテレメータデータと連動したシステムが構築できれば、このような分析が容易にできるようになる。

次に、3章の北陸地方整備局を例とした分析で得られた登坂不能車の90%は、大雪注意報または大雪警報発表中に発生しているという結果（図4参照）の活用について検討した。上記の新潟県での登坂不能車の発生条件や大きな交通障害の発生条件として分析された3時間15cmと6時間25cm～35cm以上の積雪量について、気象庁が発表する大雪注意報・大雪警報との相関を分析した。分析は、南魚沼地域を対象に、気象庁湯沢観測所の時間積雪量と日積雪量の相関から、両者を日積雪量に換算して比較した。この結果は以下のとおり、3時間15cm以上は大雪注意報、6時間35cmは大雪警報の基準とほぼ一致する結果となった。この関係は、図4の結果を裏付けるものとなっている。北陸地方のその他の地域でも大雪注意報と大雪警報の発表基準を照らすと同様に図4の裏付けが可能と判断している。今後、北陸地方全域を含む全国各地で、この相関を検証していく予定である。

◇ 登坂不能車の発生条件

3時間積雪量 15cm ⇒ 日積雪量 50cm

◇ 大雪注意報（南魚沼地域）：

12時間積雪量 35cm ⇒ 日積雪量 50cm

◇ 大きな交通障害の発生条件：

6時間積雪量 35cm ⇒ 日積雪量 80cm

◇ 大雪警報（南魚沼地域）：

12時間積雪量 60cm ⇒ 日積雪量 85cm

北陸地方整備局以外の交通障害についてもこれまで数事例を確認したが、同様の結果を得ている。したがって、大雪注意報・大雪警報の発表を交通障害発生条件の1つの目安として行動計画に反映できる可能性が極めて高い。特に、積雪量のデータが乏しい少雪地域ではその活用効果が大きいものと考えられる。しかし、大雪注意報・大雪警報は12時間や24

時間での積雪量を基準としている場合が多く、その時間帯のなかでの更にピンポイントな判断が難しい。そのため、チェーン規制や通行止め等対応のタイミングやその準備時期等の判断目安とすることには課題も残る。

前述した時間積雪量と交通障害の相関分析（図10参照）を今後更に進め、登坂不能車の発生や大きな交通障害の発生条件を地域や道路状況別に特定していくことが望まれる。当システムの分析ツールは、この分析に大きく貢献できるものと考えている。

5. まとめ

本研究では、登坂不能車発生箇所やその発生条件等を効率的に分析し、その結果を今後の冬期道路管理に活かすことを目的に、登坂不能車発生データのマップ化とデータベース化、及びこのデータベースを使った登坂不能車発生状況の分析ツールを開発した。また、このシステムを使って、北陸地方整備局を先行して登坂不能車の発生状況の分析を行い、その結果から今後の冬期道路管理への活用の可能性を探った。

その結果、当システムは、登坂不能車発生危険箇所やその発生条件の特定、及びそれに対する除排雪やハード整備による対策、その他ソフト対策の立案において大いにその活用の可能性があることを確認した。特に、暖冬少雪傾向のなかにあつて、局地的な集中降雪が全国各地で頻発している現状において、当システムを活用した分析結果を冬期道路管理に活かしていくことは喫緊の課題と考えている。今後とも、更なる冬期道路管理の効率化と適正化に貢献できるよう、一層の研鑽を行う所存である。

なお、本研究は、国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所の委託業務として検討した結果をまとめたものである。検討にあたっては、北陸技術事務所担当者の皆様に、有益かつ適切なお助言並びにご指導を頂いた。この場をお借りして感謝の意を表します。

参考文献

1. 国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所（平成28年3月）．冬期道路マネジメント業務報告書
2. 国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所（平成29年3月）．冬期道路情報提供検討業務報告書
3. 平成28年1月集中豪雪の検証・対策検討会（平成28年3月）．平成28年1月集中豪雪の検証について
4. 気象庁．気象庁ホームページ，気象警報・注意報の種類
5. 気象庁．気象庁ホームページ，各種データ・資料