

プローブデータを用いた積雪地域における 冬期の旅行速度特性に関する研究

大谷 悟¹・大橋 幸子²・毛利 雄一³・若井 亮太⁴
・野中 康弘⁵・石田 貴志⁶

¹正会員 近畿地方整備局猪名川河川事務所(前国土技術政策総合研究所) (〒563-0027 大阪府池田市上池田
2-2-39)

E-mail:ootani-s86wk@kkr.mlit.go.jp

²正会員 国土技術政策総合研究所 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1)

E-mail:oohashi-s92ta@nilim.go.jp

³正会員 一般財団法人計量計画研究所 (〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2-9)

E-mail:ymohri@ibs.or.jp

⁴正会員 一般財団法人計量計画研究所 (〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2-9)

E-mail:rwakai@ibs.or.jp

⁵正会員 株式会社道路計画 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋2-13-14)

E-mail:y_nonaka@doro.co.jp

⁶正会員 株式会社道路計画 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋2-13-14)

E-mail:t_ishida@doro.co.jp

財政状況の悪化，除排雪の担い手不足，住民意識の低下等という厳しい状況のもと，社会経済活動や国民生活等に関して，積雪地域が負っているハンディキャップを軽減するために，より効果的かつ効率的な道路の除排雪の施策の実施が重要となっている．

そこで，この施策の実施のための第一ステップとして，広域的に旅行速度データが得られる民間プローブデータを活用して，冬期の道路交通の特性の傾向の調査を行い，積雪期における所要速度の増加及び時間信頼性の低下等を確認した．さらに，プローブデータと交通量常時観測データを融合させた冬期の道路交通特性の把握方法について考察を行った．

Key Words : car probe data, snowfall area, winter, travel velocity, road traffic

1. はじめに

我が国は，国土面積の約6割を占める積雪寒冷特別地域に，総人口の約2割が居住している¹⁾．積雪寒冷特別地域は，その他の地域と比べて，冬期の降雪や低温により，社会経済活動や国民生活等に大きなハンディキャップを負っている．物資の輸送や人々の移動の手段の多くは自動車が利用されていることから，ハンディキャップの軽減策として，道路の除排雪の占めるウェイトは非常に大きい．

しかし，国や地方公共団体の厳しい財政事情，除排雪の担い手不足，住民意識の低下等により，住民のニーズに対応した施策の実施が困難となってきている．そのた

め，この状況の下で，除排雪を重点に行う路線選定やより効果的な除排雪等の手法を改善し，これらを実行に移すことが重要である．

本稿は，これらの手法を検討するために必要となる積雪による道路交通や社会経済活動等への影響を把握するための第一ステップとして，広域的に旅行速度データが得られる民間プローブデータを用いて冬期の道路交通の特性の傾向を調査するとともに，民間プローブデータに交通量常時観測データを合わせた積雪による道路交通特性を把握する方法について考察を行ったものである．

2. 調査方法

(1) 対象とする冬期の道路特性

積雪による道路交通への影響として、走行速度の低下による所要時間の増加（積雪期と非積雪期の速度比）、

所要時間のバラツキの増加（積雪期と非積雪期の所要時間の分布の違い）が考えられ、本稿では、この両者を対象とする。なお、に関しては、積雪による直接的なものと、幹線道路への交通の集中による間接的なものがあるが、両者を分けることは困難であるため、一体のものとして扱う。

(2) 使用するデータ

使用する民間プローブデータは、年度単位としては最新の平成23年4月から平成24年3月に収集されたデータで、道路交通センサ基本区間（以下、単に「基本区間」という。）ごとの1時間単位の平均旅行速度である。

(3) 積雪期と非積雪期の設定

東北及び北陸における積雪状況から、積雪期は12～3月、非積雪期は4～11月と設定した。

(4) 調査対象都市間

調査対象は、一般国道の指定区間（直轄国道）で結ばれる東北及び北陸の日本海沿岸の7都市間、及び東北または北陸と太平洋側を結ぶ峠越え路線の4都市間、総計11都市間とした。調査対象とした都市間を表-1に示す。

(5) 所要時間設定の考え方

都市間の所要時間は、直轄国道における基本区間ごとの距離と1日単位の平均旅行速度とを用いて、365日分の都市間所要時間を算出した。1日単位の平均旅行速度は、基本区間ごとに、24時間のうち1サンプルでもデータ得られている時間帯の旅行速度を単純平均して設定した。

表-1 調査対象都市間

	調査対象都市間		都市間距離	利用一般国道番号
日本海沿岸	鶴岡市	村上市	80.2km	7号
	村上市	新潟市	70.7km	7号,116号
	新潟市	長岡市	57.9km	8号
	長岡市	上越市	73.0km	8号
	上越市	富山市	117.9km	8号
	富山市	金沢市	66.1km	8号
	金沢市	福井市	77.4km	8号
峠越え	鶴岡市	山形市	88.1km	112号
	長岡市	みなかみ町	130.6km	17号
	上越市	長野市	78.3km	18号,19号
	富山市	高山市	87.5km	41号

なお、24時間のうち、1サンプルも得られていない基本区間については、各都市間で旅行速度が得られている基本区間すべての平均旅行速度を当該基本区間の速度とした。

3. 都市間ルートの調査結果

(1) 日本海沿岸ルート

日本海沿岸の7ルートは、ほぼ同じ傾向を表すため、代表的なルートとして、新潟市 - 長岡市間の結果を示す。図-1は1日ごとの所要時間を大きい日から並べたもの、図-2はそのうち上位50日までを抽出したもの、さらに図-3は積雪期と非積雪期別の都市間累積所要時間分布である。

図-1及図-2より、所要時間が大きいものは積雪期に多く発生し、特に、上位50日のうち、積雪期が44日を占めており、これらの日は、すべて気象庁の新潟市及び長岡市の観測地点で積雪が記録されている。また、44日中、日曜、祝日及び年末年始は1日のみである。

図-3より、積雪期は非積雪期に比べて、平均所要時間が増加するとともに、所要時間のバラツキが大きくなっていることがわかる。

(2) 峠越えルート

峠越え4ルートもほぼ同じ傾向を表すことから、代表的なルートとして、長岡市 - みなかみ町をとりあげる。新潟市 - 長岡市間と同様に、図-4は1日ごとの所要時間を大きい日から並べたもの、図-5はそのうち上位50日までを抽出したもの、さらに図-6は積雪期と非積雪期別の都市間累積所要時間分布である。

図-4及図-5より、新潟市 - 長岡市間と同様に、所要時間が長いものは積雪期に多く発生し、特に、上位50日の

表-2 調査対象都市間の積雪期と非積雪期の旅行速度

	調査対象都市間		都市間距離	平均旅行速度(km/h)		
				非積雪期	積雪期	積雪期/非積雪期
日本海沿岸	鶴岡市	村上市	80.2km	58.0	53.5	0.92
	村上市	新潟市	70.7km	45.1	42.4	0.94
	新潟市	長岡市	57.9km	38.2	36.2	0.95
	長岡市	上越市	73.0km	43.8	41.7	0.95
	上越市	富山市	117.9km	46.2	44.5	0.96
	富山市	金沢市	66.1km	46.7	44.6	0.96
	金沢市	福井市	77.4km	51.0	43.8	0.86
峠越え	鶴岡市	山形市	88.1km	51.3	48.5	0.95
	長岡市	みなかみ町	130.6km	48.1	45.0	0.94
	上越市	長野市	78.3km	45.2	42.7	0.94
	富山市	高山市	87.5km	46.1	41.3	0.90

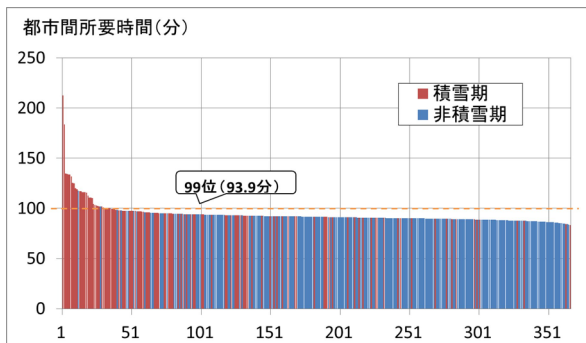


図-1 年間の都市間所要時間ランキング（新潟 - 長岡間）

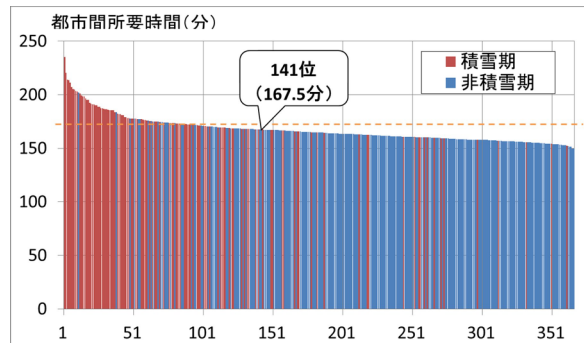


図-4 年間の都市間所要時間ランキング（長岡 - みなかみ間）

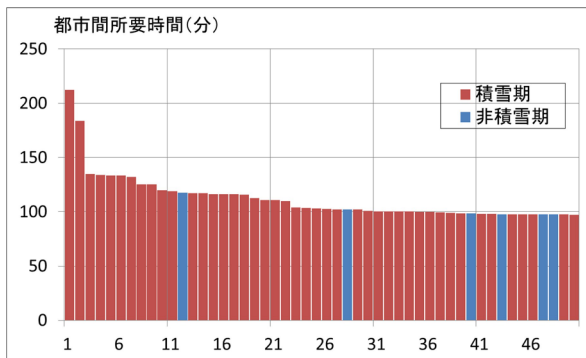


図-2 年間の都市間所要時間ランキング（上位50位まで）（新潟 - 長岡間）

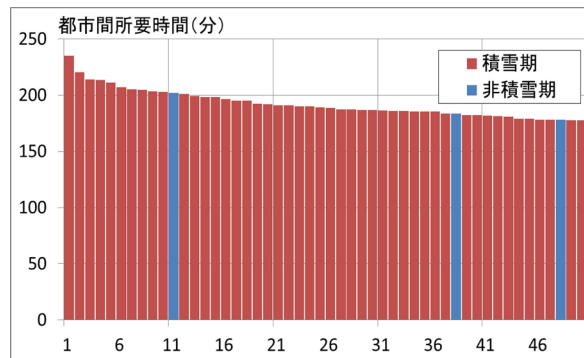


図-5 年間の都市間所要時間ランキング（上位50位まで）（長岡 - みなかみ間）

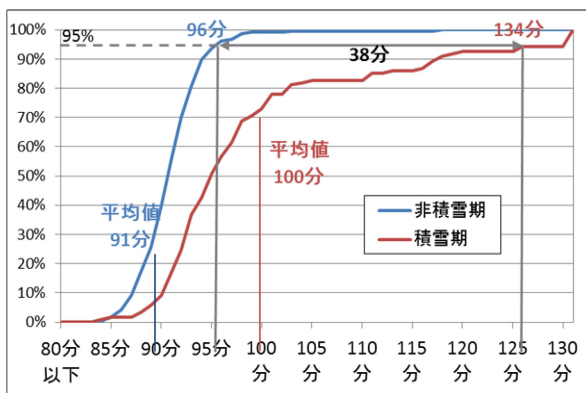


図-3 積雪期と非積雪期別都市間累積所要時間分布（新潟 - 長岡間）

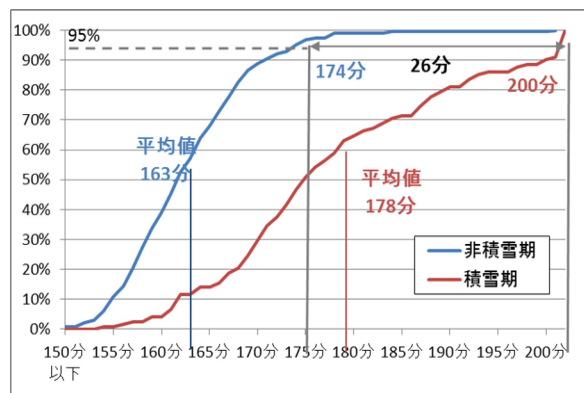


図-6 積雪期と非積雪期別都市間累積所要時間分布（長岡 - みなかみ間）

うち、積雪期が47日を占めている。これらの日は、気象庁の新潟県湯沢町と群馬県みなかみ町の観測点で積雪が記録されている。しかし、新潟市 - 長岡市間のような日曜・祝日が極端に少ないということはない。

図-6より、新潟市 - 長岡市間と同様に、積雪期は非積雪期に比べて、平均所要時間が増加するとともに、所要時間のバラツキが大きくなっていることがわかる。

(3) 都市間ルート別の調査結果のまとめ

(1)及び(2)でとりあげた区間を含む、調査を行った11ル

ートの積雪期と非積雪期の平均旅行速度の結果を表-2に掲げる。各都市間で積雪期の平均旅行速度は、非積雪期と比べて低下しており、その低下率は0.90～0.96の間にある。日本海沿岸ルートと峠越えルートで顕著な差は認められない。なお、積雪期でも、12月初旬や3月は積雪のない日もあり、積雪日のみをピックアップすると差は大きくなると思われる。

次に、時間信頼性に関して、11ルートの積雪期と非積雪期に分けて、所要時間の平均値、標準偏差及び変動係数を表-3に掲げる。積雪期と非積雪期の変動変数の比は、

表-3 調査対象都市間の積雪期と非積雪期の所要時間の平均値及び標準偏差

	調査対象都市間		都市間距離	所要時間								
				非積雪期			積雪期			積雪期/非積雪期		
				平均(分)	標準偏差(分)	変動係数(%)	平均(分)	標準偏差(分)	変動係数(%)	平均比	標準偏差比	変動係数比
日本海沿岸	鶴岡市	村上市	80.2km	83.0	4.0	4.8	88.2	7.8	8.8	1.06	1.95	1.84
	村上市	新潟市	70.7km	94.4	2.8	3.0	102.8	11.6	11.3	1.09	4.14	3.80
	新潟市	長岡市	57.9km	90.8	3.3	3.6	100.2	16.9	16.9	1.10	5.12	4.64
	長岡市	上越市	73.0km	99.7	2.7	2.7	108.6	14.3	13.2	1.09	5.30	4.86
	上越市	富山市	117.9km	151.2	2.9	1.9	158.5	13.2	8.3	1.05	4.55	4.34
	富山市	金沢市	66.1km	85.4	3.2	3.7	88.6	7.4	8.4	1.04	2.31	2.23
	金沢市	福井市	77.4km	101.3	3.2	3.2	104.5	7.8	7.5	1.03	2.44	2.36
峠越え	鶴岡市	山形市	88.1km	102.5	3.9	3.8	117.3	12.3	10.5	1.14	3.15	2.76
	長岡市	みなかみ町	130.6km	162.5	6.6	4.1	177.7	14.9	8.4	1.09	2.26	2.06
	上越市	長野市	78.3km	104.1	3.2	3.1	112.3	11.1	9.9	1.08	3.47	3.22
	富山市	高山市	87.5km	113.5	6.7	5.9	118.9	11.6	9.8	1.05	1.73	1.65

積雪期は非積雪期と比べて、1.65～4.86となっており、時間信頼性が低下していることがわかる。

4. 積雪期の旅行速度低下の要因にかかる考察

積雪期の旅行速度の低下に影響を及ぼすと考えられる要因として、積雪状況、大型車混入率、車線数、混雑度及び沿道状況の5つについて考察する。

積雪状況については、各ルートとも程度の差はあるものの、一部を除き、全体的な傾向は同じであるため、代表例として、新潟市 - 長岡市間をとりあげる。また、積雪状況以外の観点は、新潟市 - 長岡市間のほか、峠越えルートである上越市 - 長岡市間の調査結果も掲げる。なお、大型車混入率、車線数、混雑度及び沿道状況は、平成22年の道路交通センサスの数値を用いている。

a) 積雪状況

表-4に新潟市 - 長岡市間で所要時間の上位10日の気象状況を示す。これにより、すべての日で気象庁の新潟市

表-4 所要時間上位10日の気象状況(新潟市・長岡市)

順位	年月日	天気概況 (新潟地方気象台)	新潟市			長岡市		
			降雪量 (cm)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	降雪量 (cm)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)
1	H24.02.02 木	雪, あられを伴う	10	1.1	-2.7	14	0.8	-3.4
2	H24.02.17 金	雪	48	-0.1	-2.9	24	-0.9	-3.2
3	H24.02.03 金	雪時々曇, 雷, あられを伴う	8	2.0	-2.0	15	1.4	-3.2
4	H24.01.25 水	大雪一時曇	31	1.2	-2.3	32	0.4	-2.0
5	H24.02.01 水	雪後曇, 雷を伴う	12	3.9	-4.2	9	3.4	-7.6
6	H24.02.09 木	雪	4	0.4	-1.9	33	-1.0	-2.5
7	H24.02.10 金	雪	21	0.5	-2.3	15	0.4	-2.2
8	H24.02.08 水	雪	22	1.5	-2.1	47	1.8	-2.5
9	H24.01.11 水	雪後一時曇, あられを伴う	6	2.1	-2.3	23	0.4	-2.7
10	H23.12.16 金	雪	8	3.3	0.3	17	2.7	-0.1

及び長岡市の観測地点で降雪が観測されており、その量も双方、若しくはいずれかの地点で10cm以上となっている。

b) 大型車混入率、車線数、混雑度及び沿道状況

図-7～図-14に大型型車混入率、車線数、混雑度及び沿道状況のそれぞれと旅行速度(積雪期と非積雪期)の関係、及び積雪期の非積雪期に対する旅行速度の比を示す。図-7～図-10は新潟市 - 長岡市間、図-11～図-14は上越市 - 長野市間のものである。

c) 旅行速度低下の要因

a)及びb)の結果をまとめると、表-5のとおりとなる。

a)より、積雪量が旅行速度低下が生じていることが確認された。b)の結果から、新潟市 - 長岡市間、及び上越市 - 長野市間の2つの都市間で共通している事項として、降雪による影響は大型車に大きく現れること、車線数が少ないほど大きいことである。交通抵抗が大きいものまたは状況ほど旅行速度の低下が大きいことと思われる。一方、混雑度は、2つ都市間で逆の傾向を示しており、この結果からは速度低下に影響があるかどうか判別しがたい。また、双方の都市間ともに、沿道状況(DID(商業地域/商業地域以外)、その他市街地、平地部、山地

表-5 積雪期の旅行速度低下の要因

		新潟 - 長岡	上越 - 長野
速度低下が大きい区間は	降雪量が多い区間		
	大型車混入率が高い区間		
	車線数の少ない区間		
	混雑度の高い区間		×
	沿道状況が都市部の区間	×	×

【新潟市 - 長岡市間】

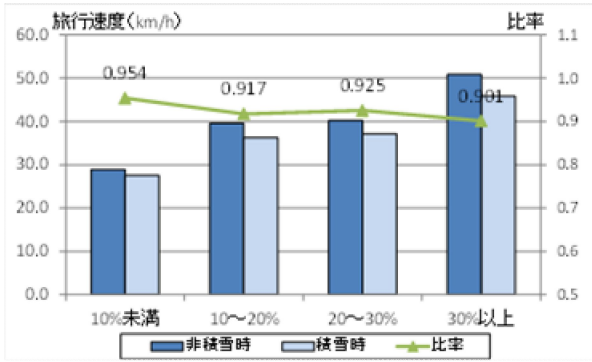


図-7 大型車混入率と旅行速度（積雪期/非積雪期）の関係

【上越市 - 長野市間】

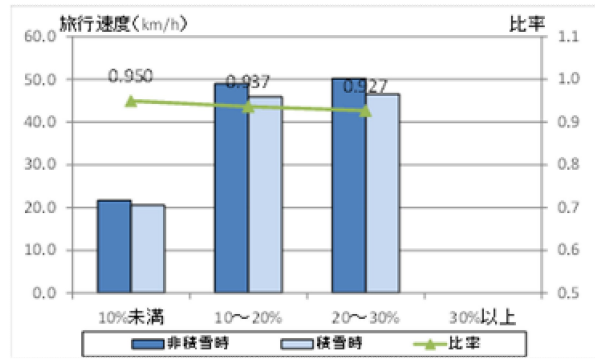


図-11 大型車混入率と旅行速度（積雪期/非積雪期）の関係

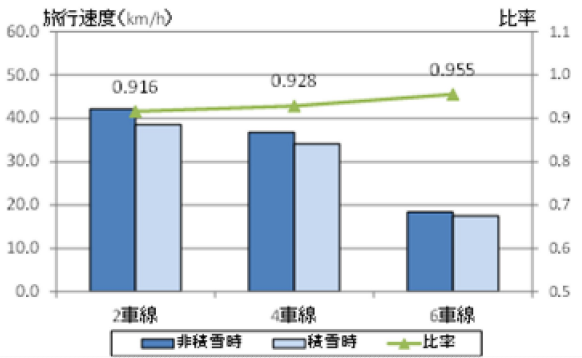


図-8 車線数と旅行速度（積雪期/非積雪期）の関係

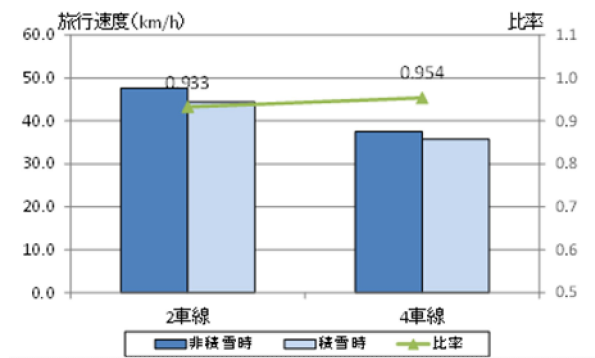


図-12 車線数と旅行速度（積雪期/非積雪期）の関係

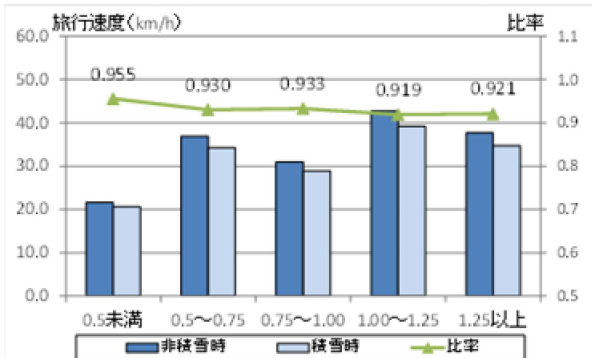


図-9 混雑度と旅行速度（積雪期/非積雪期）の関係

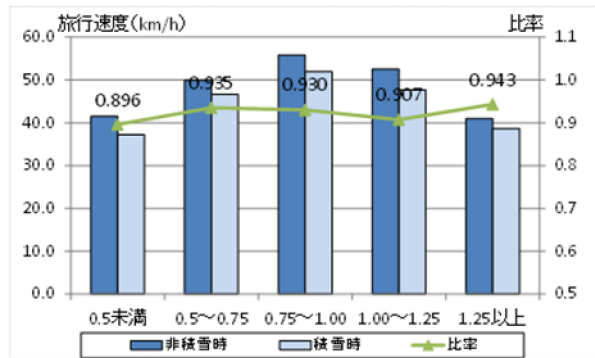


図-13 混雑度と旅行速度（積雪期/非積雪期）の関係

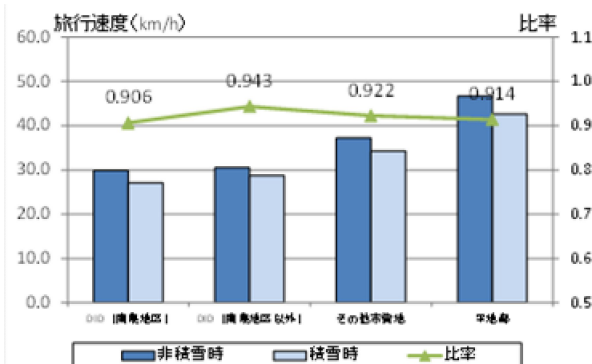


図-10 沿道状況と旅行速度（積雪期/非積雪期）の関係

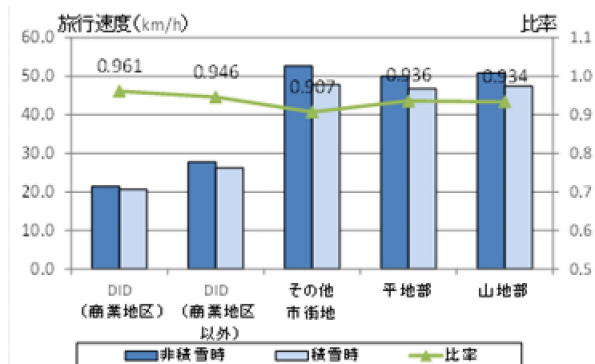


図-14 沿道状況と旅行速度（積雪期/非積雪期）の関係

部)により速度低下に一定の傾向は認められない。

本稿で行っているデータの整理・分析は、降雪の有無やその程度にかかわらず、積雪期と非積雪期に分けて行っている。積雪期といっても、積雪のない日もある。全体的な傾向を把握する目的ではこれでよいが、冬期の道路交通の特性をより詳細に把握するためには、降雪の有無、降雪量、積雪量、気温(雪の状況を含む)、路温等の気象データ、さらに、道路の横断・縦断構成、沿道状況等の道路構造データ、混雑度、大型車混入率等の道路交通データをあわせて調査・分析を行う必要がある。また、道路交通データとして、プローブデータのほかに、次節で記述する交通量常時観測データの活用し、プローブデータのネットワークの情報に、点の詳細なデータ加えて、拡張することも極めて有用である。

5. プローブデータと交通量常時観測データによる冬期の道路交通特性の把握

プローブデータにより、ネットワーク全体で、一定区間ごと(例えば、DRMや基本区間など)、かつ時間ごとに旅行速度データが得られるが、交通量は把握できない。一方、交通量常時観測データは、観測地点で時間ごとの車種別交通量、及び走行速度が得られ、さらに、これらの情報から交通量(Q)、走行速度(V)及び交通密度(K)の関係、すなわちQVK特性曲線が求められる。プローブデータはネットワーク全体で情報が得られるものの、旅行速度のみであり、交通量常時観測データはより多くの情報が得られるが、地点という制約を受ける。そのため、両者をリンクさせ、相互補完を図り、情報を拡張させることができれば、ネットワーク全体でより多くの貴重な情報を得ることができる。それに、気象データ、道路構造データ等を加えて、調査分析することにより、冬期の道路交通特性をより詳細に明らかにでき、積雪による道路交通及び社会経済活動への影響を把握することが可能となる。

冬期道路の特性を把握し、積雪による道路交通への影響を計測することを目的として、プローブデータと常時観測データを融合させるための基本的なステップは次のとおりである。

まず、交通量常時観測データ、気象データ、道路構造データから、積雪状況(積雪深、降雪量等)、道路構造(車線数、幅員等)等の状況ごとのQVK特性曲線を推計する。ただし、積雪状況や道路構造のカテゴリー区分は、今後の調査研究が必要である。

次に、交通量常時観測地点を含む区間において、常時観測により得られる走行速度とプローブデータから得られる旅行速度の関係を求め、区間ごとのQVK特性曲線

を推計する。

さらに、常時観測地点を含む区間の近傍の区間や特性が類似の区間について、QVK特性曲線をそのまま、または一定の変換をした上で適用する。それにより、ネットワーク全体でプローブデータから得られる旅行速度から交通量の推計が可能となる。この結果を用いることで、区間ごとの気象条件による旅行速度が計算できる。これより、除排雪による旅行速度の増加分を算出でき、その結果、走行時間軽減便益が推計できる。

しかしながら、常時観測地点数がそれほど多くないこと、常時観測地点は条件のよいところに設置されており、気象条件や道路構造が大きく異なる区間が存在すること等に留意しなければならない。そのため、慎重かつ詳細にデータ分析が必要であるとともに、必要に応じて、常時観測点以外の地点での簡易計測を行うことも想定に入れていおかなければならない。

6. おわりに

民間プローブデータを用いて、冬期の道路交通の特性として、積雪による速度低下及び時間信頼性の低下を確認し、その要因の考察を行った。本稿では、全体的な傾向を把握するため、プローブデータを中心に整理を行ったが、積雪による道路交通や社会経済活動への影響を把握するためには、詳細な気象データや道路構造データ等を用いて、分析を行う必要がある。また、プローブデータのみではなく、交通量常時観測データも活用することでより、点の情報をネットワーク全体の情報に展開できる。

厳しい財政状況、除排雪の担い手不足等制約条件のもと、積雪による道路交通、社会経済活動及び国民生活への影響を把握し、より効果的な除排雪の施策を実施するため、除排雪の効果の計測手法の改善に対する社会的必要性はますます高まっており、引き続き、調査研究を精力的に進めていく。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：冬期道路交通の確保のあり方に関する検討委員会 提言(案)、第5回冬期道路交通の確保のあり方に関する懇談会 資料3、2013.1.(2013.5.6受付)