

# 降積雪が信号交差点の交通容量へ及ぼす影響

長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤専攻 非会員 大島 亮  
 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤専攻 正会員 伊藤 潤  
 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤専攻 正会員 佐野 可寸志  
 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤専攻 正会員 鳩山 紀一郎

## 1. 背景

わが国の国土面積の半分以上が豪雪地帯であり、冬季は積雪により日常生活及び社会経済活動に対して負の影響を与えている。豪雪地帯とは、豪雪地帯対策特別処置法によって指定された地域で、わが国の902市町村のうち、532市町村が豪雪地帯に指定されている。<sup>(1)</sup>

冬季間では旅行速度の低下や交通障害などの交通環境の悪化を招き、信号交差点交通容量に多大な影響を与えている。信号交差点の交通容量を決定づけるのは飽和交通流率であり、乾燥時に比べ冬季積雪時は約2~3割程度、圧雪(凸凹)に至っては5割程度の飽和交通流率の低下報告<sup>(2)</sup>がある。

その中、豪雪地帯等では冬季間の交通をいかにして確保するかが大きな課題となっている。豪雪県でもある新潟県では、積雪寒冷特別地域道路交通確保5箇年計画に基づき、雪寒道路事業を推進している。主に、除雪レベルの向上、凍結路面对策、雪崩、地吹雪による道路交通への障害予防などを実施している<sup>(3)</sup>。この施策は平成20年頃から推進されているのだが、現状は未だ好ましくない。(図1)

また、既存研究において冬季の多種多様な路面状態における飽和交通流率の低下は直進に関する記述が多く、また低下要因もそれにしか着目されていない。そのため本研究では低下要因を多角的な見解で分析する必要があると考える。



図1. 新潟県 長岡市 要町交差点 冬季の道路状況

## 2. 研究目的

現在、交差点における直進飽和交通流率の設定基準として2000台/青一時間とされており、背景でも述べたが既存研究において、冬季における飽和交通流率は低下しているのが現状である。

そこで本研究では、伊藤<sup>(2)</sup>と同様に日最大降雪量が平均でも70cmも超える豪雪地帯の新潟県長岡市を対象とし、交通処理に与える影響が大きいと想定される右左折飽和交通流率、大型車、黄色信号表示時の挙動について路面状態別に検討をして、多角的に分析することを目的とする。この3項目を選定した理由は、冬季の路面状態の影響や消雪パイプの有無など詳しく考慮されていない、また本研究では飽和交通流率の低下要因としても関係性があると考えているからである。

左折飽和交通流率に関しては、交通量が少なかったこともあり分析は行っていない。

## 3. 交通状況調査

本研究では、できるだけ飽和状態に近い交差点を選定し、また道路条件(車線数、信号機、消雪パイプの有無)、天候の変化以外に地域毎にも変化があると考えているので、対象交差点を6カ所(内 国道3ヶ所、県道3ヶ所)とし、新潟県長岡市内の国道「愛宕交差点」、「寺島交差点」、「福島交差点」、県道「追廻橋交差点」、「大島交差点」、「要町交差点」を選定した。

### 3-1. 調査概要

本研究では国道、県道共に現地調査を行い解析した。

表1. 調査概要(国道)

調査場所	愛宕交差点		寺島交差点		福島交差点	
	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季
調査日時	2017/9/7	2016/1/24 3/1,2	2016/10/6	2016/12/16 2017/1/13	2016/11/9	2016/12/16 2017/1/13
道路状況	片側2車線(直進×2,左×1,右×1)					
信号機	右折専用信号有り					
消雪パイプ	有					
天気	晴れ	雪	晴れ	雪	晴れ	雪
路面状態	乾燥	シャーベット及び空雪(滑らか)(1/24のみ)	湿潤	シャーベット	乾燥	シャーベット
降雪量	無	7(1/24) 2(3/1) 4(3/2)	無	2(12/16) 1(1/13)	無	2(12/16) 1(1/13)
積雪量	無	34(1/24) 5(3/1) 24(3/2)	無	13(12/16) 23(1/13)	無	13(12/16) 23(1/13)

表 2. 調査概要(県道)

調査場所	逆廻橋交差点		大島交差点		要町交差点	
	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季
調査日時	2017 8/22	2018 1/24	2017 9/19	2018 1/24	2017 6/29	2018 1/10 1/11 1/26
道路状況	片側1車線(直進×1 右×1)			片側2車線(直進×2 左×1 右×1)		
信号機	右折専用信号有り					
消雪パイプ	有			無		
天気	晴れ	時々吹雪(大雪警戒)	晴れ	時々吹雪(大雪警戒)	晴れ	時々吹雪(大雪警戒)(10日)
路面状態	乾燥	シャーベット	乾燥	シャーベット	乾燥	シャーベット(10日) 凍結(11日) 圧雪凸凹(26日)
降雪量	無	4	無	4	無	1(1/10) 0(1/11) 0(1/26)
積雪量	無	44	無	44	無	3(1/10) 44(1/11) 51(1/26)

4. 調査結果

4-1. 右折飽和交通流率

■観測及び算出方法

本研究では、

- ①右折専用信号時間中のみを測定。
- ②先頭車の停止位置が様々なので状況に応じて仮想停止線の位置を変更して計測を行った。

カメラの視点上、国道(愛宕、寺島交差点)、県道(要町交差点)のみを対象とした。

本研究では、直進飽和交通流率と同様、車頭時間に基づく算出方法とした。飽和状態にあった交通流の車頭時間からの平均値から算出する。

算出公式を式①とする。

$$\text{飽和交通流率} = \frac{1}{\sum h/n} \times 3600 \left( \frac{\text{pcu}}{\text{青1時間}} \right) \dots \text{式①}$$

ここで、h：飽和状態以降の車頭時間(秒)  
n：データ数

- ①飽和交通流率に反映させないために貨物車(大・中型車)及び後続車を除く。
- ②信号サイクル毎に先頭から3台目までの車両を発進遅れの影響を受けるものとみなして除外した。
- ③対向直進車の先詰まり及び緊急車両の通過などがあつた場合そのサイクルは除外とする。

■解析結果

図 2, 3, 4 に国道(愛宕、寺島交差点)、県道(要町交差点)の各路面状態における直進と右折飽和交通流率の比較を示す。直進飽和交通流率に関しては、既存研究<sup>(2)</sup>の数値を使用する。

表 3 は、各交差点における右折飽和交通流率の低下率を示したものである。

- ① 路面状態の悪化に伴い、右折飽和交通流率の方が直進飽和交通流率よりも、傾きが穏やかで減少割合は少ない傾向にあつた。
- ② 乾燥状態に比べ、シャーベット及び凍結状態で約 1 割、圧雪状態(滑)で約 3 割、凸凹で約 4 割減

少となった。

- ③ シャーベットに着目すると、国道及び県道交差点での低下傾向は 1 割ほど国道交差点の方が大きかったがほとんど同様であつた。

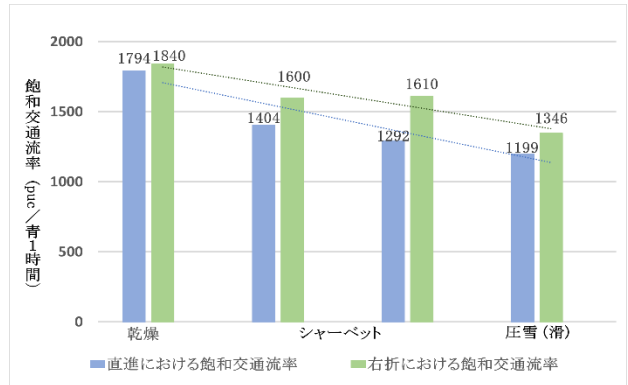


図 2. 愛宕交差点 直進・右折飽和交通流 比較

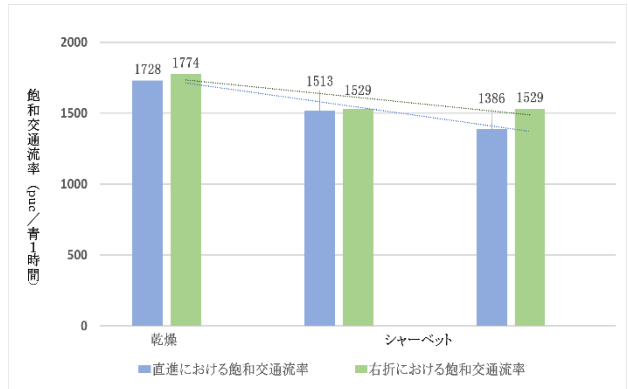


図 3. 寺島交差点 直進・右折飽和交通流 比較

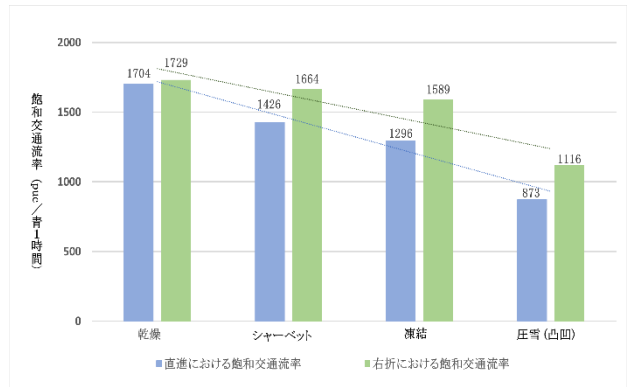


図 4. 要町交差点 直進・右折飽和交通流 比較

表 3. 各交差点における低下率

交差点名	日付	路面状態	消雪パイプ	サンプル数(サイクル/台数)	平均		
					右折 飽和交通流率		低下率 (%)
					(pcu/青1時間)	標準偏差	
国道	愛宕	9/7(水)	乾燥	36/129	1840	196	100
		3/1(火)	シャーベット	27/80	1600	238	-13
	3/2(水)	シャーベット	30/101	1610	203	-12	
	1/24(日)	圧雪(滑)	31/86	1346	135	-27	
	10/6(木)	乾燥	22/62	1774	218	100	
県道	要町	12/16(金)	乾燥	34/69	1529	290	-14
		1/13(金)	シャーベット	23/60	1529	162	-14
		3/8(木)	乾燥	26/63	1729	376	100
県道	要町	1/10(水)	シャーベット	24/54	1664	206	-4
		1/11(木)	凍結	31/62	1589	311	-9
		1/26(金)	圧雪(凸凹)	30/47	1116	240	-36

#### 4-2. 大型車換算係数

大型車は乗用車に比べ車長が長く加速性能が異なるため、交通流に影響を及ぼす。大型車の交通流に対する影響は、大型車1台分が乗用車何台分に相当するかを示す。

本研究では、直進車線での飽和状態以降のみを算出した。

##### ■推定方法

車種別の平均車頭時間を用いて、既往研究<sup>(6)</sup>で示される2つの推定方法(式②, ③)に基づいて大型車換算係数の算出を試みた。

$$E_T = \frac{h_T}{h_C} \cdot \dots \text{式②}^5$$

$$E_T = \frac{h_{CT} + h_{TC} - h_{CC}}{h_{CC}} - \frac{h_{CT} + h_{TC} - h_{CC} - h_{TT}}{h_{CC}} \times P_T \cdot \dots \text{式③}^5$$

ここで、 $h_T$ : 大型車の車頭時間(秒)

$h_C$ : 普通乗用車頭時間(秒),

$h_{CC}$ : 小型-小型

$h_{CT}$ : 大型-小型

$h_{TC}$ : 小型-大型

$h_{TT}$ : 大型-大型 車頭時間(秒)

$P_T$ : 大型車混入率(%) とする。

しかし、本研究では国・県道交差点ともに大型車のサンプル数が少なかったため式③の算出結果が異常値であった。そのため式②の算出結果を示す。

##### ■解析結果

表4に各交差点における大型車換算係数及び上昇率, 低下率を示す。

- ① 大型車換算係数は、最高で約1.7、最低で約1.0(一般車と同等)という結果となった。また、路面状態の悪化に伴い必ずしも低下するというわけではなく、約1割程度上昇する場合もあった。
- ② 平均車頭時間は、大型及び普通乗用車共に路面状態の悪化に伴い減少する傾向にあり、減少割合も同様であった。圧雪(滑らか)に至ると1.5倍上昇という結果となった。

表4. 各交差点における大型車換算係数

交差点名	路面状態	サンプル台数(大型車/普通乗用車) (大型車割合)	平均車頭時間 (大型/普通乗用車) (秒)	大型車換算係数	上昇率 及び 低下率(%)
愛宕	乾燥	8/430 (1.8%)	3.25/2.08	1.56	100
	シャーベット	4/310 (1.3%)	4.10/2.68	1.53	-2
		12/446 (2.6%)	4.11/2.84	1.45	-8
	圧雪(滑)	8/433 (1.8%)	5.41/3.26	1.66	+6
国道	乾燥	8/501 (1.6%)	3.29/2.14	1.53	100
	シャーベット	15/482 (3.0%)	4.39/2.95	1.49	-3
		10/317 (3.1%)	4.41/3.03	1.46	-5
	乾燥	20/793 (2.5%)	3.37/2.35	1.43	100
福島	乾燥	16/938 (1.7%)	4.68/2.83	1.65	+15
	シャーベット	14/792 (1.7%)	4.47/2.94	1.52	+6
補助国	乾燥	2/338 (0.6%)	3.34/2.32	1.44	-
	シャーベット	0/140 (0%)	0/2.89	0	-
		0/118 (0%)	0/2.82	0	-
	乾燥	4/372 (1.1%)	3.34/2.63	1.27	100
大島	乾燥	3/148 (2.0%)	4.83/3.15	1.53	+17
	シャーベット	1/143 (0.69%)	3.38/3.4	0.99	-23
県道	乾燥	0/215 (0%)	0/2.15	0	-
	シャーベット	3/211 (1.4%)	3.52/2.65	1.33	-
	凍結	0/167 (0%)	0/3.1	0	-
	圧雪(凸凹)	2/235 (0.84%)	4.86/3.97	1.22	-

#### 4-3. 黄信号時における挙動分析

黄信号時において運転者は通常3秒~4秒という短い時間の中で信号交差点を「通過」するか「停止」するかを選択を迫られる。本研究ではこのジレンマといわれているところの挙動の変動分析を行った。

##### ■観測方法

本研究では、黄信号になる手前に区間を設定し、その2点間の走行時間と距離から速度を算出した。

黄信号時の走行位置(停止線からの距離)は、Google mapを用いて算出した。

また、対象交差点はカメラの視点状より要町交差点のみとした。

##### ■解析結果

図5~8は、路面状態別の車両が交差点を「通過」、 「非通過」する境界を線図で表したものである。

- ① 路面状態の悪化に伴い非通過割合が大きくなる。
- ② 乾燥、シャーベット、凍結において通行、非通行の速度と距離の関係性に大きな差はないが、圧雪(凸凹)のみ7割程度の低下がみられる。

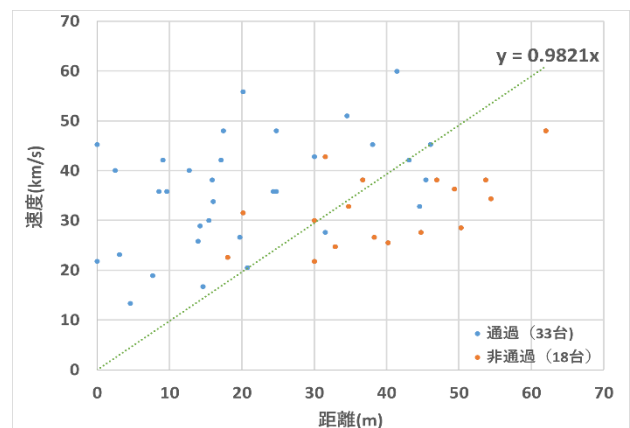


図5. 乾燥状態 挙動分析

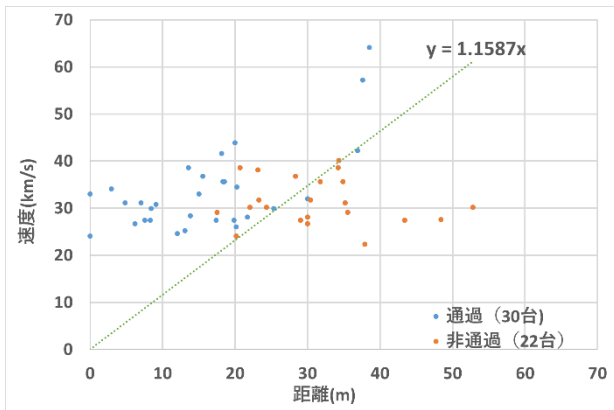


図6. シャーベット 挙動分析

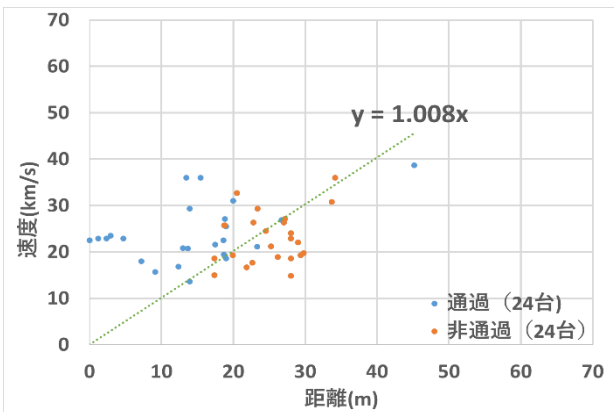


図7. 凍結 挙動分析

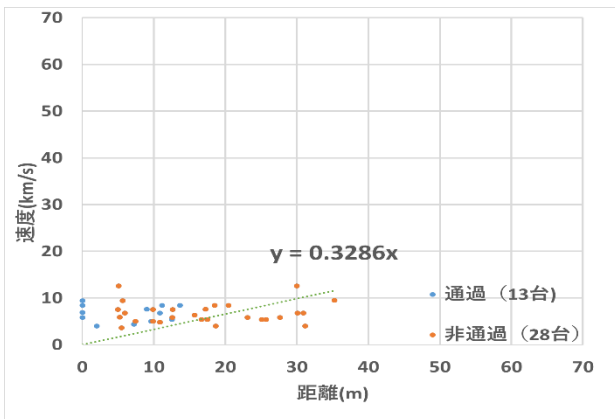


図8. 圧雪(凸凹) 挙動分析

## 5. 結論

### ■右折飽和交通流率

本研究において、右折飽和交通流率は路面状態の悪化に伴い減少する傾向にあり、また、直進に比べ低下割合が小さい結果となった。原因として、運転者の心理が大きく関わっているのではないかと考えられる。直進に比べ右折(専用信号時)は、短い時間内であるため運転に対する注意喚起や通行意欲が増大してしまうことが大きな要因となっていると思われる。そのため、直進に比べ車頭間隔を詰める傾向にあった。

### ■大型車換算係数

本研究において、大型車換算係数は路面状態の悪化

に比例して減少する傾向ではなかった。

乾燥状態に比べシャーベットは1割程度減少、圧雪においては逆に1割程度上昇という結果となった。また、各交差点で比較すると同じ路面状態における大型車換算係数は大きく異なる場合がある。

現在、信号交差点の飽和交通流率を推定するにあたって乗用車換算係数は「1.7」を用いている。本研究の数値と比較しても高い数値となっている。そのため、大型車の乗用車換算係数の見直しに向けた検討を進める必要がある。

### ■黄信号時における挙動分析

通行、非通行の境界において乾燥、シャーベット、凍結において大きな差は無く、圧雪(凸凹)のみ7割低下する傾向にあり非通行の割合は多かった。境界における速度と距離の関係は、乾燥の場合30m地点で30km/h、シャーベット20m地点で30km/h、凍結20m地点で20km/h、圧雪(凸凹)5m地点で、7.5km/hという結果となった。

圧雪の大きな低下理由として、凸凹にまで至ると運転者が通行可能と考えても機械的に厳しいのではないかと考える。そのため黄信号時間の見直しの検討が必要と考える。

## 6. 今後の課題

既存の研究及び本研究において、路面状態の悪化に伴い飽和交通流率及び交通容量が低下するという結果は分析された。しかし、シャーベットや圧雪など大まかな路面状態での算出ししか行っていない。降雪時の路面状態は分単位で千差万別であり、その時々で容量も異なり、また、視界の悪化による容量低下も考えられる。

そのため、本研究では既存研究で未だ分析されていない「降雪量」に着目して通容量の分析を行う。

### ■参考文献

- 1) 国土交通省 国土政策局：豪雪地帯対策における施策の実施状況等 2018 <http://www.mlit.go.jp/common/001220015.pdf> (検索日 2018.9.27)
- 2) 伊藤 潤, 大島 亮, 佐野 可寸志, 鳩山 紀一郎 降積雪地域における道路事業の適切な評価手法構築に関する研究 pp6-23 2018
- 3) 冬季の交通確保 [http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML\\_Article/708/359/07toui\\_tokushurippousiteitiiki\\_0.pdf](http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/708/359/07toui_tokushurippousiteitiiki_0.pdf) (検索日 2018.9.27)
- 4) 社団法人 日本道路協会 「道路の交通容量」
- 5) 荒川 直人, 下川 澄雄, 吉岡 慶祐 大型車の乗用車換算係数に関する研究
- 6) 寺内 義典, 宇佐美 誠史, 本多 義明 (1999) 「積雪時における道路交通管理のための交通特性に関する調査研究」 日本雪工学会誌 Vol. 15 No. 3 pp3-10