

除雪車の行動を考慮した 一般車両の走行速度推定

田辺 啓輔¹・佐野 可寸志²・松田 曜子³・伊藤 潤⁴・高倉 拓実⁵

¹ 非会員 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1)
E-mail: s193275@stn.nagaokaut.ac.jp

² 正会員 長岡技術科学大学 環境社会基盤工学専攻 教授 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1)
E-mail: sano@vos.nagaokaut.ac.jp

³ 正会員 長岡技術科学大学 環境社会基盤工学専攻 准教授 (〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1)
E-mail: ymatsuda@vos.nagaokaut.ac.jp

⁴ 正会員 開発技建株式会社 (〒950-0914 新潟県中央区紫竹林 7 丁目 13 番 16 号)
E-mail: j_ito@khgk.co.jp

⁵ 非会員 エヌシーイー株式会社 (〒950-0954 新潟県新潟市中央区美咲町 1 丁目 7 番 25 号)
E-mail: T-Takakura@nceinc.co.jp

近年、日本では毎年のように全国各地で局所的な異常降雪により道路網が寸断される事象が発生し社会活動に大きな影響を与えている。昨年には 12 月 16 日から 18 日にかけて、豪雪により関越自動車道で大規模な滞留が発生した。このように降雪が道路交通に与える影響は大きく、除雪行動が冬季の道路交通確保に大きな役割を果たす。

そこで本研究では除雪車の行動を考慮した一般車両の走行速度推定を行う。対象路線は湯沢、南魚沼区間を通る関越自動車道とする。除雪車の行動分析には除雪車 GPS データを用い、主に除雪速度の算出を行った。その結果降雪量、交通量とはあまり関係性がみられず、積雪深は 30cm 以上と以下で速度に若干の違いがみられた。一般車両の走行速度の把握には ETC2.0 データを用い、除雪車が流入している時間帯には一般車両速度の低下が確認できた。

Key Words: Snowplow, Heavy snowfall, Car stayt, ETC2.0, Vehicle speed

1. はじめに

(1) 背景と目的

近年、我が国では短期間の集中的な降雪による雪害が頻発している。平成 30 年 1 月下旬には日本海側を中心に暴風雪となり、道路の通行止めをはじめとする交通障害が起きたほか、ライフラインへの被害が生じた。2 月上旬にも断続的に降雪があり、福井県や石川県で多数の車両が滞留するなど大きな影響があった。¹⁾

令和 2 年 12 月 14 日から 21 日にかけて強い冬型の気圧配置が続き、日本海側を中心に大雪となった。新潟県湯沢町の 12 月の降雪の様子をみてみると、一日の累計降雪量が 100cm にせまる日があるなど記録的な大雪となったことがわかる。この大雪により、12 月 16 日から関越自動車道の新潟県区間や群馬県区間で大規模な車両滞留が発生した。新潟県湯沢町における 12 月の降雪量、積雪深を図-1 に示す。

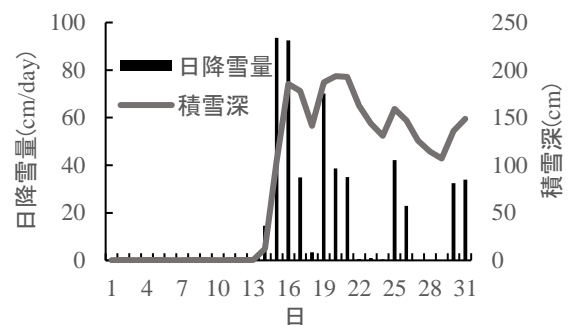


図-1 新潟県湯沢町における 2020 年 12 月の日降雪量・積雪量

通常、冬季の車両走行速度は降雪量や路面積雪量などに影響を受ける。高崎ら²⁾は最適除雪経路を策定する中で一般車両の冬季速度予測モデルの構築を試みており、降雪量や路面積雪量のほか車線数や信号交差点密度が冬季の走行速度に影響を与えているとしている。しかし冬季速

度予測モデルの精度は低い状態であり、考慮しきれていない条件が存在すると考えられる。そこで一般車両の走行速度に大きな影響を与えらると思われる除雪車の行動を考慮することでモデルの精度向上が可能になる。よって本研究では除雪車の行動が一般車両の走行速度に与える影響について検討を行うことを目的とする。

2. 研究方法

(1) 分析対象

本研究では、関越自動車道新潟県区間である土樽 PA から小千谷 IC までを対象区間としている。この区間は豪雪地帯を通過しており、除雪活動が交通確保に大きな役割を果たしているため対象区間とした。なお塩沢石打 IC から六日町 IC 区間においては GPS データ取得が上手くいかなかったため、本稿ではこの区間を対象外としている。また分析対象期間は 2020 年 12 月とした。除雪作業には新雪除雪、拡幅除雪などの種類があるが、本研究における対象除雪作業は交通確保に対する役割が大きく、除雪の中心となる新雪除雪³⁾とした。

(2) 使用データ

a) 一般車速度

本研究では、一般車速度として ETC2.0 データを使用する。ETC2.0 は搭載車の位置情報や速度情報などを取得することができ、様々な場面で活用されているものである。ETC2.0 データには様々な様式があるが、本研究ではリンク単位での平均速度や旅行時間が取得できる様式 2-1 を使用する。

b) 除雪車速度

除雪車の速度情報は、除雪車 GPS データより取得する。しかし GPS データには速度情報は無いため緯度経度情報を用い、各座標間の距離を算出する。さらに各座標値の時刻情報から移動時間を算出することにより、除雪速度を推定する。なおこのような 2 点間の距離を座標値から算出する場合、地球が球体であると仮定した場合にはそれらを考慮した算定式が必要となるが、本研究で使用する除雪車 GPS データは各データ間の距離が短いため、平面であると仮定して *Pythagorean theorem* を用いて 2 点間の直線距離を簡易的に算出する。

c) 各種気象データ

対象期間の各種気象データには、各インターチェンジに設置された観測所のデータを使用する。

d) 道路データ

道路データには、DRM データを使用する。これにより二次メッシュごとのリンク長、ノードの位置などが取得できる。

3. 除雪速度について

(1) 除雪車速度の算出方法及び結果

除雪速度算出に際して、除雪車 GPS データの前処理を行った。図-2 に作業フローを示す。

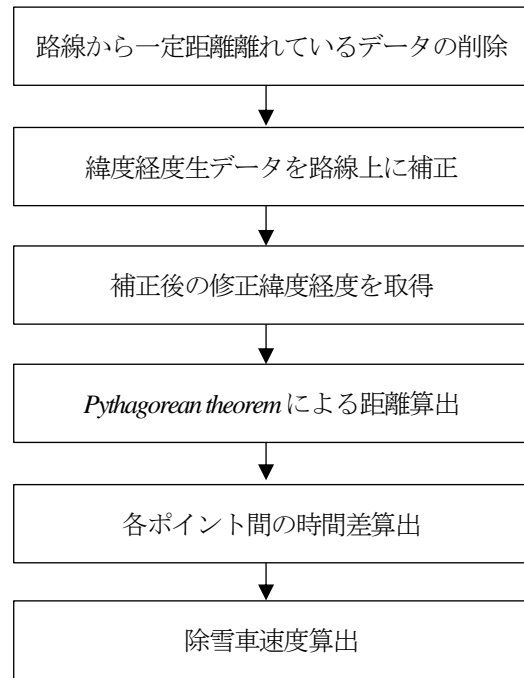


図-2 除雪速度算出フロー

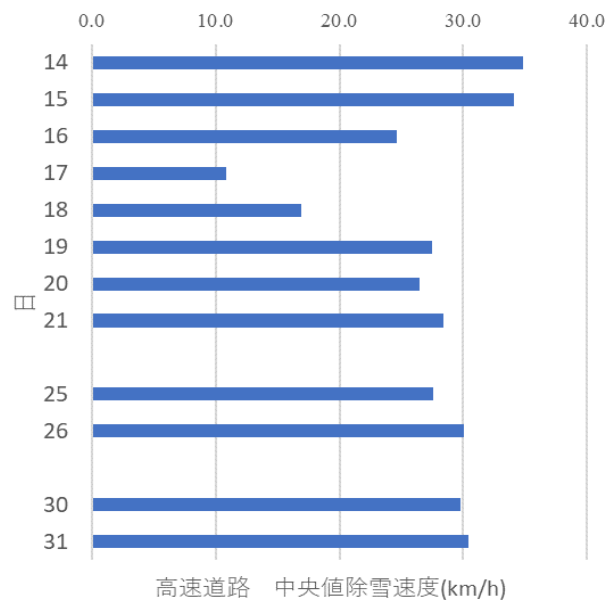


図-3 高速道路除雪速度 (2020年 12月)

図-3にある作業車の推定除雪速度を示す。除雪車の出動日のみを算出しているため、日付は連続しない。結果をみてみると、除雪速度の中央値はおよそ 30 km/h 前後の値となっている。一般に新雪除雪の速度は 20 km/h～

40 km/h 程度とされていることから、除雪速度の算出結果はある程度の精度があると思われる。16 日から 18 日にかけては他の日に比べ除雪速度が低くなっているが、これは関越自動車道において 16 日から 18 日にかけて車両滞留が発生していたことが影響していると考えられる。

(2) 除雪速度と各要因との関係

除雪速度に影響を与えると思われる要因について検討を行った。なお対象期間を 2020 年 12 月としているが 16 日から 18 日は前節の通り除雪速度が滞留の影響を受けていると考えられるためこの期間は除いている。

a) 除雪速度と降雪量の関係

図-4 に除雪速度と降雪量との関係を示す。中央値は降雪強度に関わらず大きな変化が見られないことから、除雪速度と降雪量には強い関係性は無いと考えられる。除雪速度についてはなるべく一定を保つようオペレーションされているため、降雪量との関係性が見られないという結果になったと考えられる。

b) 除雪速度と積雪深の関係

図-5 に除雪速度と積雪深との関係を示す。グラフを見てみると、積雪深 30 cm までの除雪速度と 30 cm 以上の除雪速度では 30 cm 以上でおおよそ 5 km/h ほどの速度低下が見られる。これは積雪深の増加と共に路肩に堆積した雪が増え、除雪作業に影響を与えたためと考えられる。後日除雪事業者ヒアリングを行い確認予定である。

c) 除雪速度と交通量の関係

図-6 に除雪速度と交通量との関係を示す。中央値は各交通量間で大きな差異は見られない。除雪車の速度は一般車両より低速であるため、一般車両速度や交通量に除雪速度が左右されることは考えにくいことからこのような結果になったと考えられる。

d) 除雪速度まとめ

ここまで除雪速度と降雪量、積雪深及び交通量についてまとめたが、積雪深の増加が除雪速度にある程度の影響を与えることが分かった。路肩に車線上の雪を積み上げていく新雪除雪の場合、路肩に堆積した雪が増加するにつれ雪堤が崩壊する確率が高まることから慎重な作業にならざるを得ないため除雪速度にある程度の影響を与えることが考えられる。降雪量及び交通量については、除雪車の特性上除雪速度に影響を与えることは少ないということが考えられる。

4. 除雪行動が一般車両速度に与える影響

(1) 一般車両の冬季走行速度

前述した通り、一般車両の冬季走行速度には除雪車の行動が大きな影響を及ぼす。前節で高速道路における徐

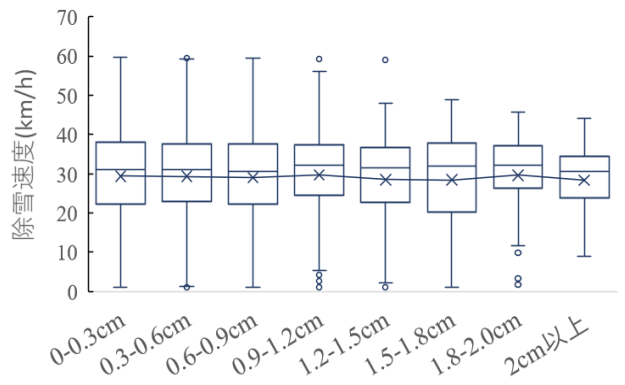


図-4 除雪速度と 10 分間降雪量の関係

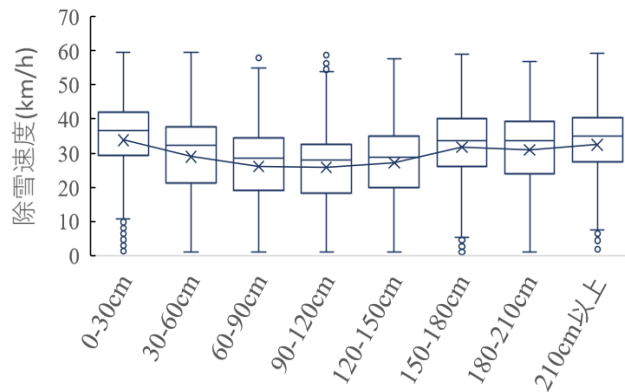


図-5 除雪速度と積雪深の関係

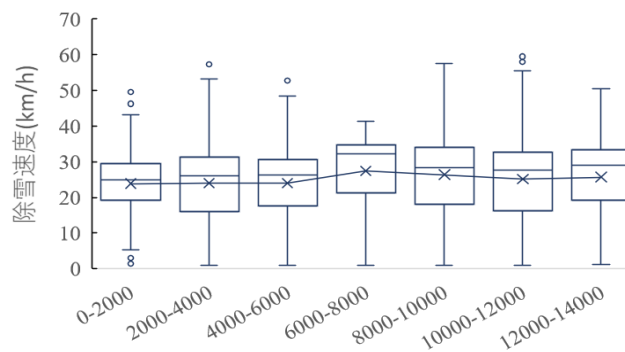


図-6 除雪速度と交通量の関係

雪車の速度はあまり変化がないことが分かったため、一般車両速度推定では定量的に扱うことができる。そこで本章では具体的な除雪行動と一般車両速度の関係について評価する。

(2) 除雪中の一般車両速度

除雪作業が行われている区間では、一般車両の走行速度は除雪車の影響を大きく受けることが考えられるため、検討を行う。通常高速道路の除雪においては危険防止のため追い越しが禁止されている。4) また複数車両により梯団を組んで除雪を行う場合には複数車線にまたがった除雪作業となるため、一般車両は除雪車の後方を走行することになる。このような場合、一般車両が安全に

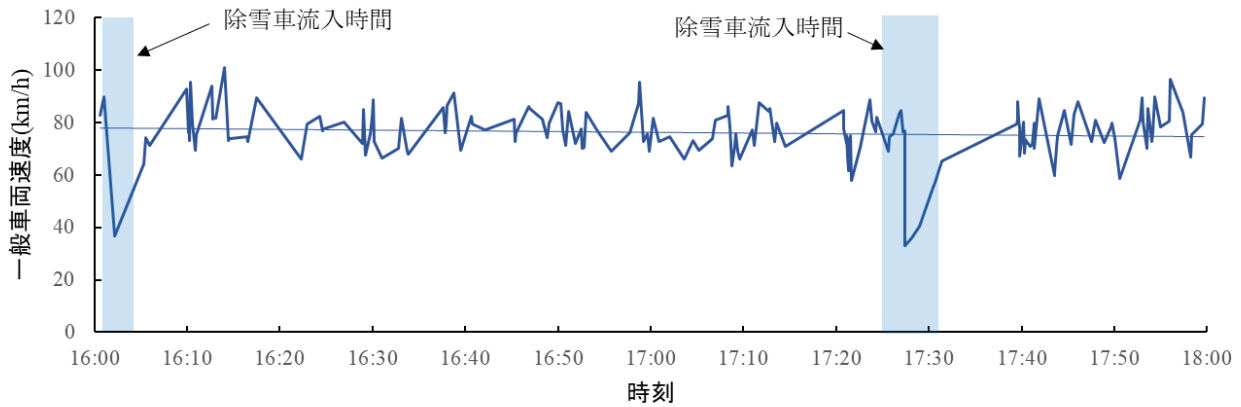


図-7 12月14日一般車両速度の変化

追い越しを行うことができるよう路肩に一時停止するなどの対処を行うが、一般車両の走行速度は大きく低下することが想定される。

図-7にある区間の時系列一般車両平均速度と除雪車流入状況を示す。時間平均速度は約 80km/h となっている。これを見てみると、区間内に除雪車が流入している時間帯の平均速度は大きく低下し、除雪車が流入していない時間帯と比較して約 50% の低下率となっている。また除雪車が流出した後は速度が回復している。これらから、除雪車の行動が一般車両速度に与える影響は非常に大きいことが推測される。

5. 考察及び今後の展望

本稿ではまず除雪車の基礎的な情報の整理として除雪速度と降雪量、積雪深、交通量との関係性を検討した。結果として除雪速度とそれぞれの条件の間に強い関係性は見られず、今後継続して検討が必要である。一般車両速度については除雪行動が一般車両の速度に影響を与え

ることが確認できた。除雪車速度算出方法については、今回は簡易的に直線距離を求めているが、曲線部などでは誤差が大きくなることが予想されるため精査が必要である。今後は除雪車の行動が一般車両の冬季走行速度に与える影響をさらに明らかにし、一般車両走行速度の推定を行っていく。

参考文献

- 1) 気象庁：大雪をもたらした気象事例（平成元年～本年），
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/index_1989.html（2021年9月参照）
- 2) 高崎仁義：新雪除雪を対象とした最適除雪ルートの検討，長岡技術科学大学大学院，2020 修士論文
- 3) 新潟県：道路除雪について，
<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/dou-rokanri/1203267677758.html>（2021年9月参照）
- 4) NEXCO 東日本：お客様への大切なお知らせ 平成18年2月22日，
https://www.e-nexco.co.jp/news/important_info/2006/0222/00005002.html（2021年9月参照）

(?)
(?)

Estimation of driving speed of general vehicles considering the behavior of snowplows

Keisuke TANABE, Kazusi SANO, Yoko MATSUDA, Jun ITO, Takumi TAKAKURA

In recent years, abnormal localized snowfall in many parts of Japan has caused road network disruptions that have had a significant impact on social activities. Last year, heavy snowfall caused a major stoppage on the Kanetsu Expressway from December 16 to 18. Thus, the impact of snowfall on road traffic is significant, and snow removal behavior plays a major role in securing road traffic in winter.

In this study, we estimate the travel speed of general vehicles considering the behavior of snowplows. The target route is the Kanetsu Expressway, which runs through Yuzawa and Minami-Uonuma. To analyze the behavior of snowplows, we used GPS data of snowplows and calculated the speed of snow removal. The results showed that there was little relationship between the amount of snowfall and the amount of traffic, and there was a slight difference in the speed between snow depths of 30 cm or more and below. The ETC2.0 data was used to determine the speed of general vehicles, and it was confirmed that the speed of general vehicles decreased during the period when snowplows were inflowing.