

豪雪地帯における除雪車ログデータを用いた除雪費用推計モデルの提案

東日本高速道路(株)
首都大学東京

正会員 ○三鼓 快
非会員 伊藤 史子 非会員 西尾 尚子

1. 背景と目的

豪雪地帯を有する地域では毎年多い降雪量が観測されており、自動車交通をはじめとして多くの交通機関に支障を与えている。

そこで本研究では、除雪作業の効率化のため、降雪地域において多くの自治体で容易に適用できるような、除雪車の回送区間と除雪区間を判別するモデルと、除雪費用算出のためのモデルの作成を行う。

2. 対象地域と調査の概要

(1) 対象地域 A 町について

A 町は日本海側の都道府県にあり、北部に α 地区、中央に β 地区、南部に γ 地区が位置している。ピーク時には 150cm を超える積雪が観測され、国から町全域が豪雪地帯に、町北部の α 地区は 2017 年度に特別豪雪地帯に指定されている。また、町の交通は自家用車が 95%以上を分担している。

町の除雪体制として、 α 地区に北除雪センター、 β 地区に中央除雪センター、 γ 地区に南除雪センターがあり、除雪車の運用種別として、直営種別、貸付種別、借上種別がある。

(2) 調査概要

平成 30 年の 2 月 20 日の深夜の稼働前に、北除雪センターの貸付と直営種別の全 11 台の除雪車(ドーザ、ロータリー、トラック)を対象に、GPS ロガーとウェアラブルカメラ(4 台のみ)を設置し、走行経路履歴と除雪有無判別用の映像を取得した。調査結果から、ドーザ 2 台とロータリーはともに、町道の中でも 2 級町道やその他町道で除雪作業を行っており、大型のトラック等では行き届かない狭小な道路を中心に除雪作業を行っているものと考えられる。トラックは走行速度が高く保って、一級町道を中心に除雪作業を行っていた。

3. 除雪車の速度による除雪有無判別モデル

GPS ロガーから取得した除雪車の位置、速度、時刻と、カメラから取得した除雪有無のデータから、各

ポイントが除雪区間か回送区間かを判別するためのモデルを、ロジスティック回帰分析により作成した。式(1)において、 $p(v) \geq 0.5$ で除雪有と判別する。

$$p(v) = \frac{1}{1 + e^{(\alpha v - \beta)}} \quad (1)$$

$p(v)$: 除雪している確率($0 < p(v) < 1$)

v : 除雪車の時速(km/h)

表 1 ロジスティック回帰モデル概要

	α	β	除雪有 (km/h)	正解率
ドーザ	-0.132**	3.487**	≤ 26.4	0.849
ロータリー	-0.193**	3.022**	≤ 15.7	0.823

** : 1%有意

トラックは走行経路の 95%以上で除雪していたため、全速度で除雪しているとした。ドーザとトラックは管轄エリアの中の半数以上の道路リンクで除雪作業を行っていると推定されたが、ロータリーが除雪していると推定された道路リンクはごく一部の町道に限られていた。

4. 道路条件や周辺環境による除雪回数推定モデル

4 章で作成したモデルで推定した北除雪センターの管轄エリア内の町道の各除雪車の除雪回数をもとに、除雪車の GPS ログデータがない中央および南除雪センターの管轄エリアにおける町道の各除雪車の除雪回数を推定するためのモデルを重回帰分析により作成した。分析に用いた独立変数を表 2 に、道路幅員と施設配置を図 1 に示す。式(2),(3),(4)に各除雪車種の除雪回数の予測式を示す。また、予測式中のすべての変数は 5%有意である。

$$y_{\text{ドーザ}} = 64.487x_2 + 1.607x_4 + 0.683 \quad (R^2=0.210) \quad (2)$$

$$y_{\text{ロータリー}} = 0.626x_1 + 0.963x_4 - 0.398x_5 + 0.128 \quad (R^2=0.194) \quad (3)$$

$$y_{\text{トラック}} = 1.647x_1 - 0.809x_3 - 0.573x_4 - 0.877x_5 + 1.345 \quad (R^2=0.145) \quad (4)$$

各除雪車の推定除雪回数を図 2,3,4 にそれぞれ示す。

キーワード 除雪車, GPS, ロジスティック回帰分析, 重回帰分析, 分析モデル, 降雪地域

連絡先 〒192-0364 東京都八王子市南大沢 1 丁目 1 首都大学東京大学院都市政策科学域 TEL042-677-1111

5. 除雪費用推計式

除雪車種を k とおいたとき、道路リンク i での除雪費用 c_i は式(5)によって推計する。

$$c_i = L_i \times \sum_k t_{ki} q_k \quad (5)$$

L_i : リンク i のリンク長(km)

t_{ki} : 除雪車種 k のリンク i での推定除雪回数

q_k : 除雪車種 k の除雪単価(円/km)

道路データから L_i 、前章から t_{ki} 、除雪実績から q_k をそれぞれ式(5)に適用することにより、任意の路線での推定除雪費用を算出することができる。

6. 結論と考察

本研究では、降雪地域での除雪費用の推定のため、速度による除雪有無判別モデルと、道路条件や周辺環境による除雪回数推定モデルの2つのモデルを提案した。除雪有無判別モデルでは、除雪車は低速域で除雪確率が上がることにより、車種ごとの除雪有無を判別した。除雪回数推定モデルでは、各除雪車種の除雪回数が、幅員、住宅、各種施設により規定されることが明らかになった。特に、小中学校の近傍か否かは、除雪回数に作用する。もとななる除雪車ログ調査を十分な回数実施することや、調査を実施していない除雪車種のデータを取得することで、さらに一般的なモデルに近づくものと考えられる。

表 2 モデルに用いる独立変数(n=977)

道路条件の観点から	
幅員ダミー x_1	3.0m-5.5m の場合を 0 5.5m-13.0m の場合を 1
周辺環境(移動の始点、終点の観点から)	
1m あたりの住宅数 x_2	路線 1m あたりの沿道の住宅数
森林ダミー x_3	森林地域でない路線=0, 森林地域の路線=1
学校ダミー x_4	小中学校から 1km 以内でない路線=0 小中学校から 1km 以内にある路線=1
消防署ダミー x_5	消防署から 1km 以内でない路線=0 消防署から 1km 以内にある路線=1

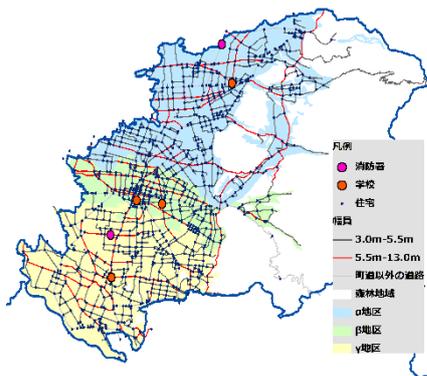


図 1 道路幅員と施設配置図

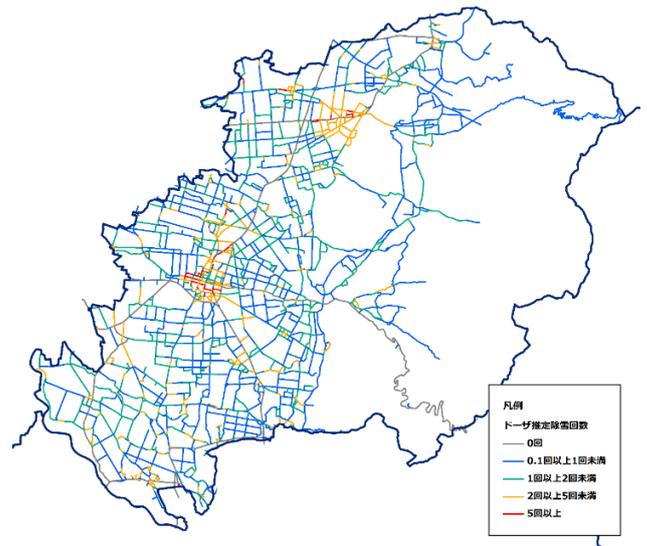


図 2 ドーザ除雪回数推定図

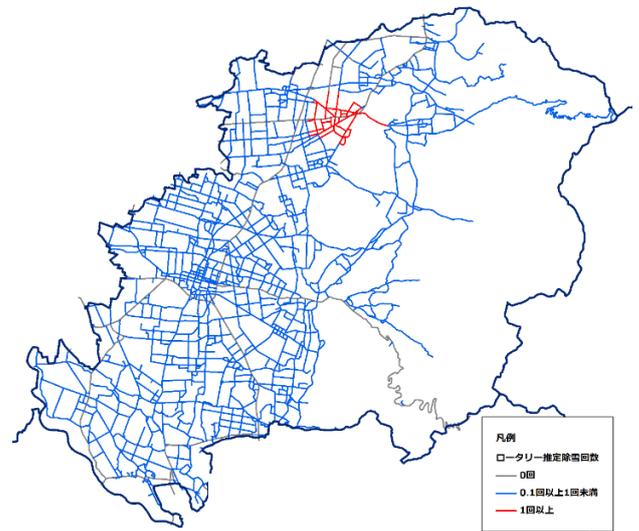


図 3 ロータリー除雪回数推定図

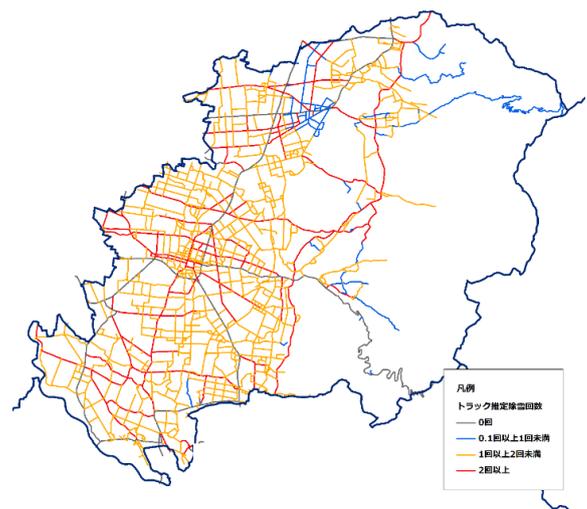


図 4 トラック除雪回数推定図

謝辞

本稿の一部はふるさと財団、JICE の助成による成果の一部である。A 町の皆様には調査その他たくさんのご協力をいただいた。記して謝意を表す。