

商用車のプローブデータを活用した路面状況推定モデルの構築

長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学分野 非会員 ○ 針原拳太
長岡技術科学大学大学 環境社会基盤系 正会員 佐野可寸志
長岡技術科学大学大学 環境社会基盤系 正会員 加藤哲平

1. はじめに

近年、我が国においては極端な降雪に伴う、交通障害が頻発している。具体的な事例としては、冬期路面状況の変化に伴う走行性能の悪化を起因とした、大型車等のスタック等が挙げられ、それらは大規模な車両滞留を引き起こす可能性があり、本研究で対象とする関越自動車道においても、多数のスタックの発生が過去に確認されている。上記の問題に対して予防的な施策が各所で講じられている。予防的な施策として通行規制や除雪を実施するに当たり、道路管理者が道路上の路面状況を逐次的に把握することができれば、各種の対策計画がよりスムーズになされると考える。

そこで本研究では逐次取得可能な商用車プローブデータにて記録される車両挙動データを活用して、任意の走行区間における路面状況の推定モデルを構築する。また構築したモデルの各種推定フローに着目して、既存の CCTV カメラによる画像データの目視基準の路面分類と併せて、定量的に路面状況の評価・判別を行える基準を設けることを目的とする。

2. 路面状況の変化に影響与える要因分析

2.1 目視に基づく路面状況の判別基準

過去に関越自動車道上で記録された CCTV カメラの路面状況画像データに対して、田辺ら¹⁾が示している目視での判別基準に従い図-1 に示す区間及び期間における路面状況を 10 分毎に 4 分類に判別した。判別に際しては目視による判別が可能であった 6 時 30 分から 16 時 30 分までの画像データを用いた。判別した路面状況の参考画像を図-2 に示す。また取得することができた各路面状況の出現数はそれぞれ湿潤が 650、黒シャーベットが 45、白シャーベットが 33、圧雪が 4 つとなっていた。



図1 路面画像データの取得地点及びデータ取得期間



図2 各路面状況の参考画像

2.2 路面状況と気象環境を集計分析

前述の路面状況と同時系列の各気象データを紐づけた結果が図-3 に示すようになった。ここで気象データは図-1 に示すように対象とする区間は湯沢 IC の近傍であったことから湯沢 IC で記録されたデータを用いた。図-3 より、降雪量に関しては十分にサンプルが取れていた湿潤、黒シャーベット、白シャーベットで増加するほど路面は悪化する傾向を確認できた。平均気温に関しては湿潤とその他の路面で大きく分類することができ、湿潤以外の路面の出現時は概ね気温が氷点下付近になることを確認できた。

2.3 路面状況と車両挙動を集計分析

前述の図-1 に示す対象区間内にて記録された、商用車プローブデータから取得される平均車速と車両3軸方向の加速度データについて、正と負に分けて各時点(10分毎)における区間平均値を算出及びそれらのクロス集計を行った。結果として3軸方向とも同様の傾向が確認されたことから、X軸方向(車両進行方向)の正加速度平均値の結果を図-4 に示す。図-4 にて、各

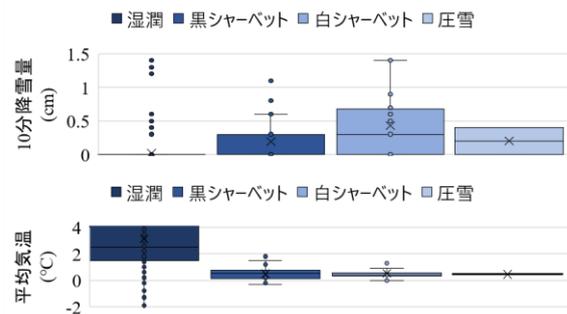


図3 各路面状況と気象データの関係

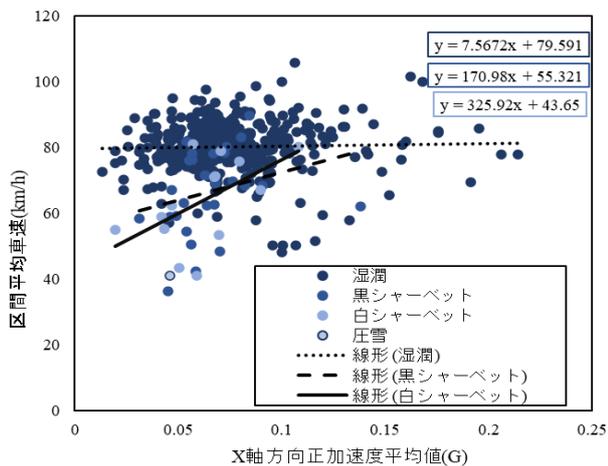


図4 各路面状況と走行車両挙動の関係

路面状況毎にサンプルを線形近似した結果についても図右上に示している(圧雪はサンプルが極端に少ないため除外)。結果としては路面状況が悪化するほど車速は総じて低下する傾向があり、併せて黒シャーベット以下の路面において加速度が高い値で検出された場合には、当該路面を高い速度で走行していると考えられる。また湿潤路面に関しては加速度に依存することなく、区間平均車速が80km/h付近で安定していた。ここで回帰係数が路面状況で変動している点に着目して、線形近似で得られた切片を活用して(区間平均車速-各切片)/X軸方向正加速度平均値を各路面状況下における特徴量として、区間平均車速加速度比と定義し後述の変数として用いた。

3. 決定木分析に基づく路面状況推定モデル構築

3.1 モデルの構造

本研究で目的とする路面状況の推定モデルの構築に当たり、推定モデルには決定木分析を活用した。決定木分析を用いた理由としては、構築される推定フローが他の機械学習と比較して単純明快で、過学習による問題が生じにくい点が挙げられる。ここで前述の内容を踏まえて、本研究では目的変数に2.1で目視により判別した路面状況の結果を設定し、説明変数に2.2で集計した平均気温及び10分降雪量と2.3で導出した区間平均車速加速度比の3変数を設定した。

3.2 決定木分析の結果

前述の決定木分析の結果として導出された、決定木が図-5 のようになった。本研究にて導出された決定木における変数の重要度は区間平均車速加速度比が24.34、気温が8.92、降雪量が0.55と得られた。また図-5の推定フローから降雪量に関わる分岐は発生していなかった。これは降雪量が車速に相関が比較的高い変数であるため、このような結果が得られた

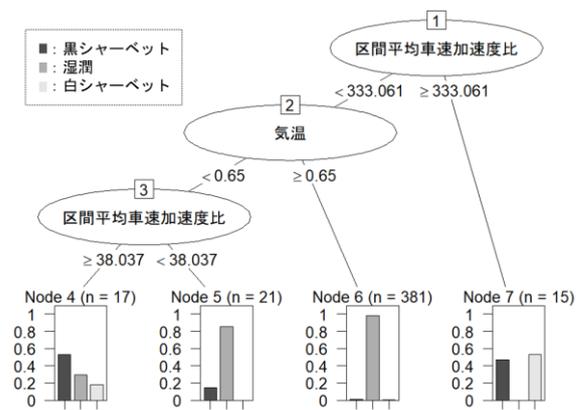


図5 各路面状況と走行車両の挙動の関係

と考えられる。推定フローに着目すれば、区間平均車速加速度比が約333を上回る場合には降雪量や気温に関係なく、サンプルにおいては湿潤より悪い路面状況が全てを占めていた。また気温が0.65°C以上となる場合には、湿潤路面が分類のほとんどを占めており、0.65°Cを下回る場合であっても区間平均車速加速度比が約38を下回る場合には湿潤路面の割合が多くなっていった。このことから気温と区間平均車速及びX軸方向加速度に関しての情報さえ得ることができれば、対象区間を高精度で黒シャーベット以下の路面状況であるかを判別することができると推定モデルから考えられる。しかし、図-5のNode4とNode7に着目したときに、黒シャーベットと白シャーベットの分類は低精度であることが分かる。これに対しては、説明変数として本研究は3変数と非常に少なかったことから交通量や大型車混入率等の新たな説明変数の導入を検討したり、路面状況の分類をより細かくしたりすることで改善されると考える。

4. 結論

本研究では道路管理者の雪氷対策の効率化を目的として、路面状況を逐次的かつ定量的に把握することができるモデルを構築した。モデルの構築結果から、各種車両挙動データは冬期路面状況と一定の関係性を持つことが確認できた。推定精度の向上にむけては、冬期の路面状況における黒シャーベット以下の路面の定量的な評価指標について検討していく必要があり、同時にサンプルの取得数に関しても拡大していく必要がある。

謝辞：データ提供に協力していただきました矢崎総業株式会社様に厚くお礼申し上げます。感謝する次第です。

参考文献

- 1) 田辺啓輔ほか：高速道路における冬期路面状況の推定，第66回土木計画学研究・講演集，2022。