

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

的確な冬季交通規制に向けた草地と路面の積雪形成条件の違いに関する研究

研究代表者氏名 杉浦 幸之助¹⁾
研究分担者氏名 河島 克久²⁾
菅 結太³⁾

1) 富山大学学術研究部都市デザイン学系 2) 新潟大学災害・復興科学研究所
3) 富山大学大学院理工学研究科

研究要旨

近年、気候変動の影響により積雪期間は短縮傾向にある一方で、想定外の降雪による交通障害や物流停滞が頻発している。雪氷災害への対応力を高めるためには、降雪の有無だけでなく、実際に積雪が形成されるかどうかを地表面状態に応じて把握することが重要である。

本研究では、富山大学五福キャンパス露場において、草地およびコンクリート面を対象とした冬季観測を実施し、赤外放射温度計による表面温度の時系列変化と積雪形成との関係を調べた。解析の結果、積雪形成時には草地とコンクリートとも0°C以下へ低下するものの、両者では昼夜で異なる表面温度特性が確認された。これらの結果は、路面種別に応じた積雪形成予測の高度化に資する基礎的知見を提供するものである。

A. 研究目的

近年、気候変動の影響により積雪期間は減少傾向にある一方で、大雪への警戒は依然として広く呼びかけられている。自然環境の変化に伴う想定外の積雪により、トラックなどの車両がスリップや立ち往生を起し、それを契機として大規模な渋滞や物流の停滞が発生する事例も少なくない。このような状況は、特定地域における交通・物流システムの脆弱性を顕在化させている。雪氷災害に強い社会を構築するためには、降水が雨か雪かを予測するだけでなく、降雪時に実際に積雪が形成されるか否かを地域特性に応じて予測することが不可欠である。積雪形成の有無を的確に予測し、地域ごとに適切な情報提供を行うことで、チェーン規制や予防的通行止めといった対策の判断基準を、より高精度なものへと高度化することが期待される。

これまで積雪形成の有無に関する先行研究として、全国のアメダスデータを用い、積雪が形成される際の地域特性を明らかにする試みが行われてきた（杉浦・本井, 2025, 日本雪氷学会北信

越支部研究発表会）。また、草地を対象とした野外観測に基づき、積雪が形成される気象条件の抽出も試みられている（杉浦・衛本, 2020, 雪氷研究大会講演要旨集）。さらに、2023/2024年冬季を対象として、草地における積雪形成直前の降雪強度や日射の影響についての暫定的な考察も行われている（準備中）。しかし、これらの先行研究はいずれも草地を対象としており、道路に一般的に用いられているアスファルトやコンクリート舗装面における積雪形成については、十分な検討がなされていない。

そこで本研究では、冬季の観測露場の一部にコンクリートを敷設し、草地およびコンクリートそれぞれの表面温度の時系列変化を観測する。さらに、両者の表面温度と積雪形成との対応関係を明らかにすることを目的とする。

B. 研究方法

富山大学五福キャンパスの露場において、草地およびコンクリート面の表面温度を測定するため、赤外放射温度計（Calnex 製 PC151LT-0, 2台）

と、防水ボックスに収納したデータロガー（T&D 製 TR-55i-mA, 2 台）を設置した。また、地表面状態の変化を把握するため、可視赤外インターバルカメラを併設した。なお、2025 年秋に露場の一部へコンクリートブロックを敷設した。さらに、この露場に自動気象観測装置も設置し、赤外放射温度計（Apogee 製 SI-411）、気温計（クリマテック製 C-109）、積雪深計（Campbell Scientific 製 SR50A）などによる観測も同時に行った。観測期間は 2025 年 12 月 25 日から 2026 年 2 月 26 日までとした。

C. 研究結果

図 1 に、2 台の赤外放射温度計（Calex 製 PC151LT-0）によって観測された草地およびコンクリート面の地表面温度と、積雪深の時系列変化を示す。対象面の違いにかかわらず、地表面温度には昼間に高く、夜間に低くなる明瞭な日変化が認められる。また、昼間はコンクリート面に比べて草地の表面温度が高く、一方で夜間には草地の方が表面温度が低温となるなど、両者の間で対照的な挙動が見られる。さらに、12 月 26 日から 27 日にかけて積雪が形成された期間には、草地およびコンクリートのいずれにおいても表面温度が 0°C 以下となっていることが確認できる。その後、27 日の消雪前後には表面温度が再びプラスへと上昇しており、これは積雪の不均一な分布や局所的な融雪過程の影響によるものと考えられる。

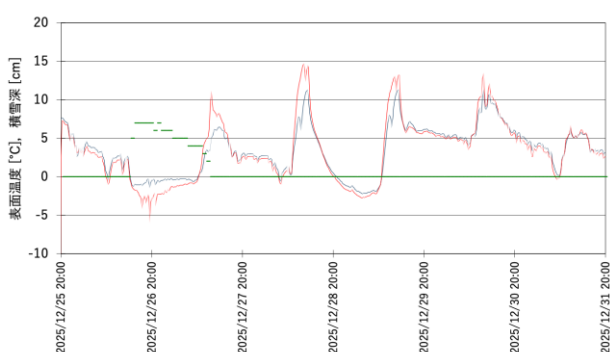


図 1 2025 年 12 月 25 日 20:00 から 12 月 31 日 20:00 までの表面温度（赤線：草地、青線：コンクリート）と積雪深（緑色）の時系列変化

D. 考察

図 1 に示したとおり、草地とコンクリートの表面温度には明瞭な差異が認められた。この差異は

定性的には、草地とコンクリートにおける熱的特性、特に熱伝導率や熱容量の違いに起因すると考えられる。今後はこれらの熱物性値を考慮した上で、表面温度の時間変化についてより定量的な検討を進める必要がある。

一方、2025/2026 年冬季の観測期間は 2025 年 12 月 25 日から 2026 年 2 月 26 日までであったが、2026 年 1 月 1 日以降、赤外放射温度計（Calex 製 PC151LT-0）による草地の表面温度の観測地に異常が生じた。これは防水ボックス内部でケーブルの断線が発生していたことが原因と判明した。また、2 月 26 日のセンサー撤収時には、ボックス外部のケーブルについても害獣による切断が確認された。今後の観測では、ケーブル接続部を十分に圧着するとともに、防水ボックスの密閉性の向上、さらに外部ケーブルへの保護カバーの装着など、再発防止を講じる必要がある。

E. 結論

本研究では、草地およびコンクリート面における表面温度の冬季変化と積雪形成との関係を明らかにすることを目的として、露場観測を実施した。その結果、両表面に共通して日中に高温、夜間に低温となる日変化が確認された一方で、昼間は草地が高温、夜間は草地が低温となるなど、表面種別による明瞭な温度差が認められた。

また、積雪形成時には草地とコンクリートのいずれにおいても表面温度が 0°C 以下へと低下し、消雪過程では表面温度が再び上昇する様子が観測された。これらの差異は、草地とコンクリートにおける熱伝導率や熱容量といった熱的特性の違いに起因すると考えられる。

以上より、積雪形成の有無を予測する上で、地表面種別に着目した表面温度の挙動を考慮することが重要であることが示された。今後は、熱物性値を取り入れた定量的解析を進めるとともに、観測機器の設置方法や耐久性の改善を図り、路面条件を考慮した積雪形成予測手法の構築につなげていく必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし