

北海道における短期集中降雪と寒さに関する指標の将来傾向

Trends of future heavy snowfall and accumulated freeing index in Hokkaido

原田裕介, 上田真代, 松澤勝 ((独) 土木研究所 寒地土木研究所)

Yusuke Harada, Masayo Ueda, Masaru Matsuzawa

1. はじめに

冬期間の短期集中降雪と寒さに関する統計値は, 道路雪害対策を検討する上で有効な指標である. 現在は, 過去の気象観測値に基づいて得られた各指標が, 防雪施設の設計や計画などに用いられている. 将来に亘って十分な防雪効果が得られるように, 気候変動の影響を考慮に入れ, 長期的な雪氷対策計画を検討することが重要と考えられる. そこで, 本論文では北海道を対象に, 気象庁アメダスなどの観測値と気候モデルの出力値を用いて, 短期集中降雪と寒さに関する指標の将来傾向を推定した.

2. 解析指標および推定方法

本論文で対象とする指標は, 短期集中降雪が 24 時間最大降雪量と 6 時間降雪量 10cm 以上の頻度, 寒さが 1 冬期積算寒度とゼロクロッシングの日数である (表 1). なお, 本研究での冬期は, 当年 11 月 1 日から翌年 4 月 30 日までとした.

2. 1 将来の短期集中降雪指標の推定

将来の短期集中降雪指標の推定は, 北海道の気象庁アメダスと北海道開発局所管の道路気象テレメータのうち, 積雪深を計測している 97 箇所の観測値と, 気象庁気象研究所で開発された地域気候モデル NHRCM (解像度 5km での実行結果) の出力値を用いた¹⁾. 観測された 1 時間ごとの積雪深の正の増加量を, その 1 時間の降雪量とした. 収集期間は, 1980 年冬期またはそれ以降の観測開始から 1999 年冬期までとした. 解析に用いた気候モデル NHRCM の出力値は, 現在気候 (1980-1999 年冬期), 近未来気候 (2016-2035 年冬期), 将来気候 (2076-2095 年冬期) における積雪深である. これらは, IPCC の A1B シナリオ (大気中の温室効果ガス濃度が 21 世紀末頃に 20 世紀末の約 2 倍) に基づく計算結果である²⁾ (表 2). 観測値と比較する気候モデルの出力値は, 当該の観測地点との距離が最も近い格子の値を採用した.

表 1 本論文で対象とする指標

解析指標		備考
短期集中降雪	24 時間最大降雪量	積雪寒冷地域では, 冬期最大日降雪量の 10 年再現確率値が道路堆雪幅の設計値として用いられる ³⁾ .
	6 時間降雪量 10cm 以上の頻度	積雪寒冷地域の国道では, 路面上の積雪が 10cm に達し, さらに雪が降り続くことが予想されるときに新雪除雪を実施する ⁴⁾ . 除雪工区での 1 作業サイクルを 6 時間と仮定した際, 新雪除雪作業が追い付かない可能性が示唆される.
寒さ	1 冬期積算寒度	冬期間の日平均気温 0℃以下の値を積算した値. 冬期の寒さの程度を示す.
	ゼロクロッシングの日数	日最高気温がプラスかつ日最低気温がマイナスの日数. 舗装損傷 (ポットホール) 発生リスクの一指標 ⁵⁾ .

気候モデルの出力値は、各期間を通じた平均的な予測値であり、毎時の値が実測値と一致するわけではない。そこで、Piani et al.⁶⁾を参考に、以下(1)～(4)の手順で気候モデルの各年代における出力値を補正したうえで、気象観測地点ごとに短期集中降雪の指標（以下、降雪指標）を推定した。図 1 には、一例としてアメダス新篠津（石狩管内）における将来の 24 時間最大降雪量の推定方法を示す。

表 2 気候モデル NHRCM の使用データ¹⁾

解像度	格子間隔：5km × 5km	
気象要素 (時別値)	-積雪深（97 地点） -気温（アメダス地点補正済：153 地点）	
収集期間	現在気候（1980-1999 年冬期） 近未来気候（2016-2035 年冬期） 将来気候（2076-2095 年冬期）	
温室効果ガス 排出シナリオ	A1B of IPCC	

- (1) 地上観測値から推算した 1980-1999 年の冬期ごとの降雪指標を、地点別に大きい方から順に並べかえる（図 1 ②の○）。
- (2) 各観測地点に対応する気候モデル格子点の現在気候再現値（1980-1999 年冬期）から推算した降雪指標を、地点別に大きい方から順に並べかえる（図 1 ②の■）。
- (3) 観測値から推算した降雪指標と、モデル格子点の現在気候再現値から推算した降雪指標の順列値について散布図に示し、誤差の二乗が最少となるように観測値から推算した降雪指標を目的変数、現在気候再現値から推算した降雪指標を説明変数とする回帰式（一次式）を求め、これを補正式とする（図 1 ③）。
- (4) (3)で求めた補正式を、近未来気候（2016-2035 年冬期）、将来気候（2076-2095 年冬期）より推算した降雪指標に対して同様に適用し、補正後の降雪指標の各期間における平均値、最大値、標準偏差を求める。

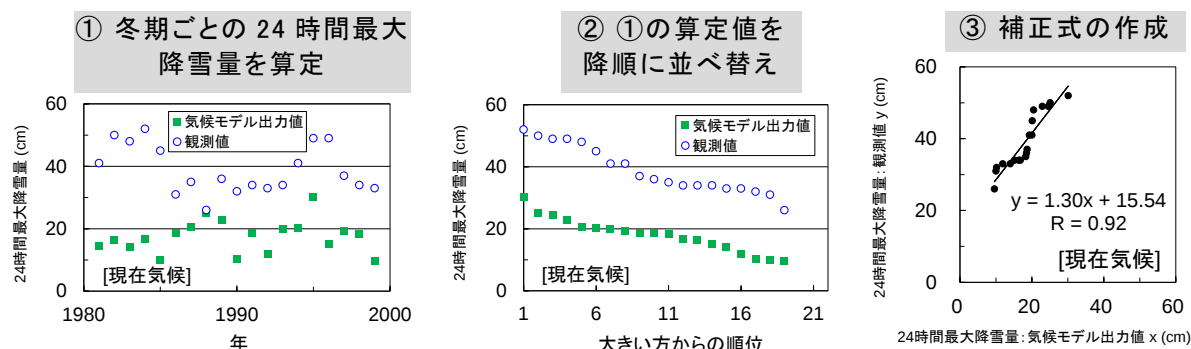


図 1 将来の 24 時間最大降雪量の推定方法（アメダス新篠津の例）。

2. 2 将来の寒さに関する指標の推定

将来の寒さに関する指標の推定は、北海道で気温を計測している気象庁アメダス 153 箇所の観測値（1980-1999 年冬期）、各観測箇所と対応する地域気候モデル NHRCM の補正済気温出力値（現在気候、近未来気候、将来気候）を用いて行った（表 2）¹⁾。1 冬期積算寒度とゼロクロッシングの日数は、表 1 にしたがって冬期ごとに算出し、各気候期間の平均値、最大値、標準偏差を求めた。

3. 結果

2 章の手法で推算した各指標について、近未来気候または将来気候と現在気候との平均値の差を求め地図上に示すとともに、気候区分⁷⁾をもとに分類した 5 つの地域ごと

の変化傾向を分析した (図 2)。

3. 1 短期集中降雪指標

24 時間最大降雪量の平均値は、現在から近未来・将来にかけて主に日本海側，内陸部，オホーツク海側で 0～10cm 程度増加する地点が多く，うち 3～4 地点では 20cm 以上の増加が推定された (図 3 上)．地域ごとでは，平均値が内陸部やオホーツク海側で増加傾向，最大値が日本海側，内陸部，太平洋側西部で 10～20cm 増加する傾向が見られた．(図 4 左)。

6 時間降雪量 10cm 以上の頻度の平均値は，将来にかけて日本海側，内陸部，オホーツク海側で現在より 0～4 回程度増加する地点が多く，4 回以上増加する地点も散見された (図 3 下)．また，日本海側，内陸部，オホーツク海側では，平均値とともに最大値が 5～10 回程度増加する傾向が見られた (図 4 右)。

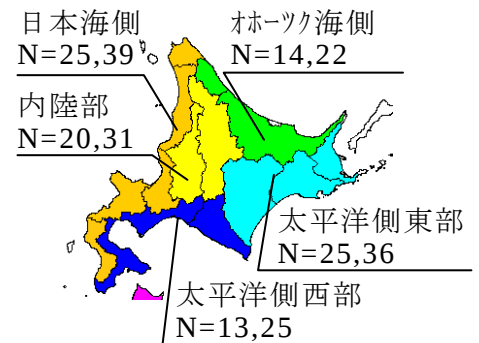


図 2 地域分類．N の左数字は短期集中降雪，右数字は寒さの指標の観測地点数を示す。

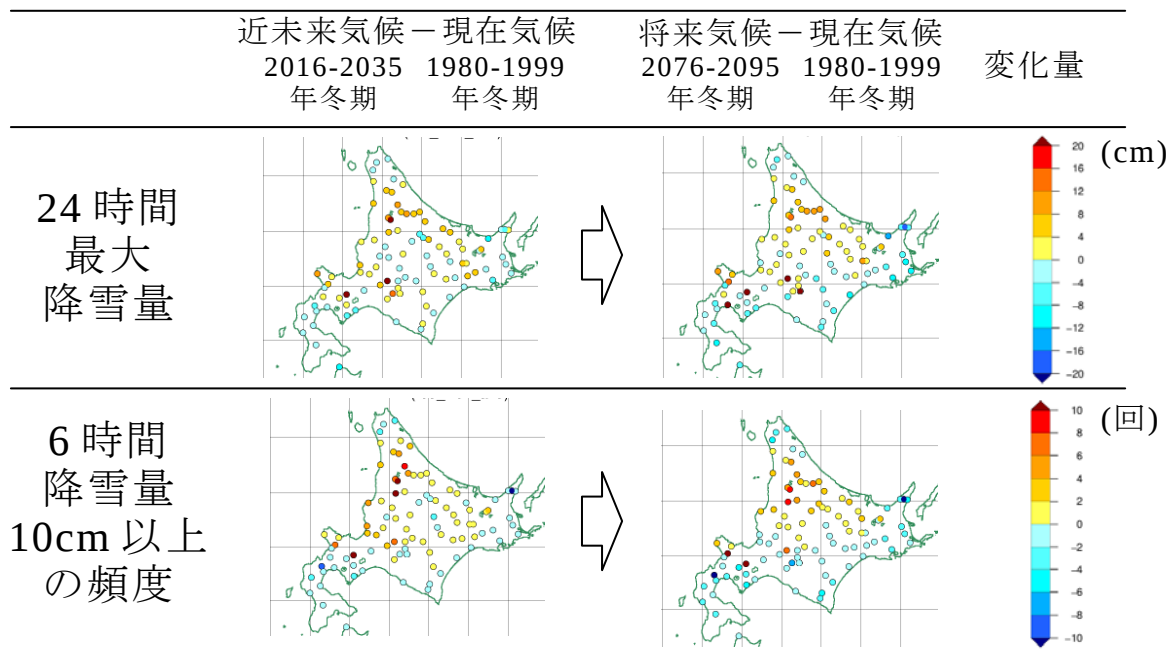


図 3 短期集中降雪指標の平均値の変化傾向 (近未来・将来気候－現在気候)。

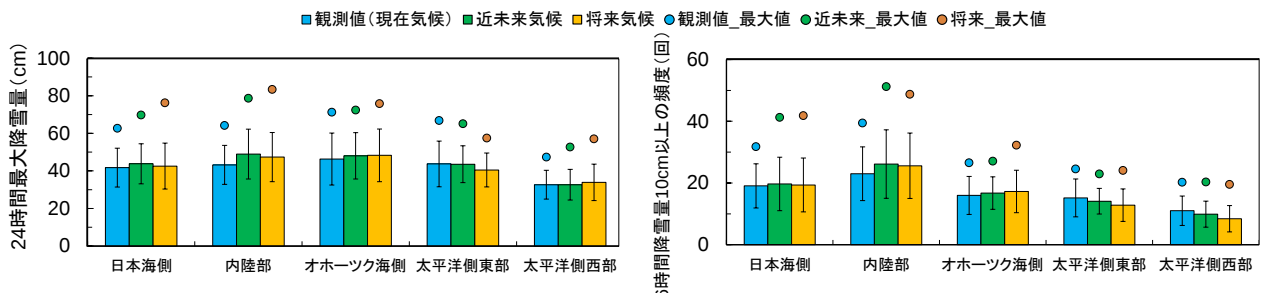


図 4 短期集中降雪指標の地域ごとの変化傾向 (左：24 時間最大降雪量，右：6 時間降雪量 10cm 以上の頻度，グラフの縦棒は年々変動の標準偏差を示す)。

3. 2 寒さに関する指標

1 冬期積算寒度の平均値は，将来にかけていずれの地域とも増加傾向が見られた (図

5 上). また, 全ての地域で平均値, 最大値とも上昇傾向にある. 寒冷な内陸部, オホーツク海側, 太平洋東部では, 他地域と比較し上昇の幅が大きい (図 6 左).

ゼロクロッシングの日数の平均値は, 西側で減少し, 東側は増加する傾向にあった (図 5 下). また, 地域ごとに見ると, 寒冷な内陸部, オホーツク海側, 太平洋側東部では増加傾向, 他地域ではほぼ変化がなかった (図 6 右).

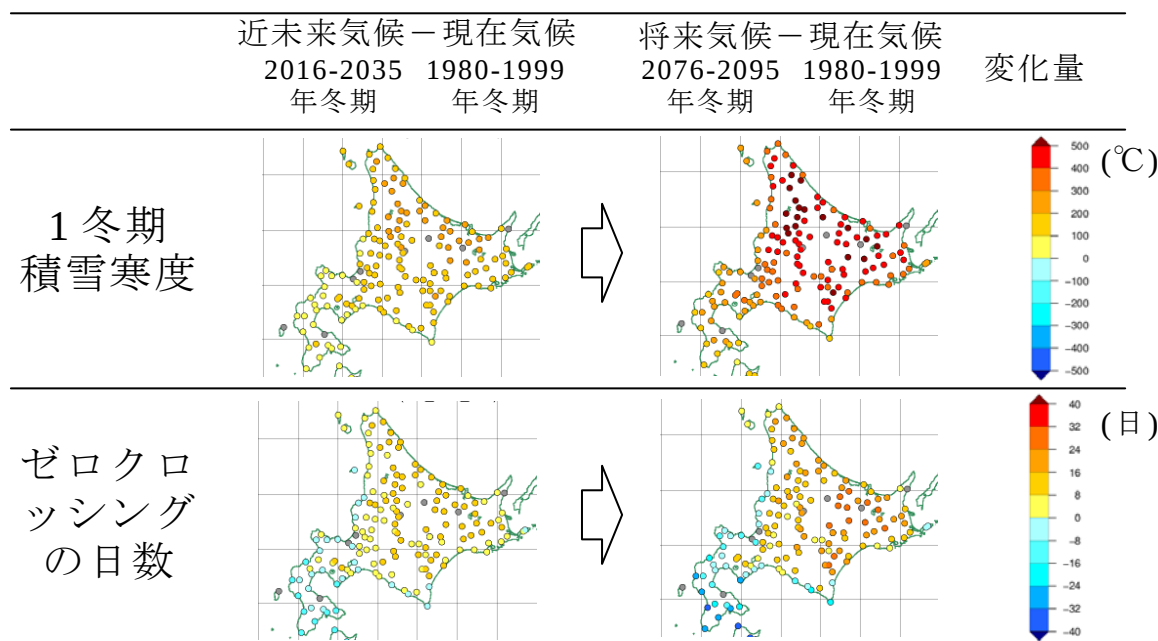


図 5 寒さに関する指標の平均値の変化傾向 (近未来・将来気候－現在気候).

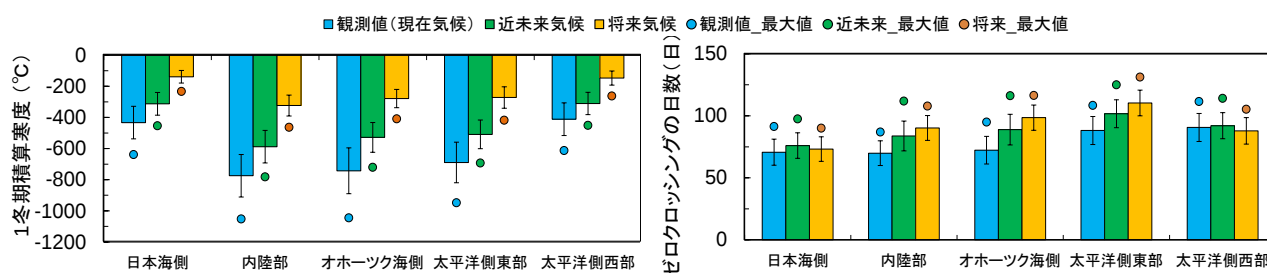


図 6 寒さに関する指標の地域ごとの変化傾向 (左: 1 冬期積算寒度, 右: ゼロクロッシングの日数, グラフの縦棒は年々変動の標準偏差を示す).

謝辞

本研究では, 地球温暖化予測情報第 8 巻の解析で用いられた地域気候モデル NHRCM データを, 気象庁よりご提供頂いた. ここに記して感謝申し上げる.

【参考・引用文献】

- 1) 気象庁, 2013: 地球温暖化予測情報 第 8 巻, 88pp.
- 2) IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis, 79.
- 3) (社) 日本道路協会, 2004: 道路構造令の解説と運用, 240-250.
- 4) (社) 日本建設機械化協会, 2004: 2005 除雪・防雪ハンドブック (除雪編), 119.
- 5) 北海道開発局, 寒地土木研究所, 2014: 融雪期に発生する舗装の損傷実態と損傷のメカニズム, 第 57 回北海道開発技術研究発表会, 指-2 (道).
- 6) Piani, C. et al.: Statistical bias correction of global simulated daily precipitation and temperature for the application of hydrological models. *J. Hydrology*, **395**, 199-215.
- 7) 札幌管区気象台, 函館海洋気象台, 2010: 北海道の気候変化, 序 1-序 3.