

# 複数の力学的ダウンスケーリングに基づくニセコにおける積雪の将来変化

勝山 祐太・稲津 将 (北大院理),  
中村 一樹 (防災科研), 的場 澄人 (北大低温研)

## 1. はじめに

洪水や渇水、雪崩などの雪氷災害の一因となる積雪は、地球温暖化に伴い、今後大きく変化することが予想される。その積雪の物理的特徴の将来変化に関する研究は、ヨーロッパ (e.g. Rasmus et al. 2004) やアメリカ (Lazar et al. 2006) で行われてきた。これら先行研究では、全球気候モデル (GCM) の出力をダウンスケーリングした気象場の将来予測を積雪変質モデルの入力値とすることで、積雪の将来予測を行っている。

しかし、GCM による将来予測には、気温変化や温室効果ガス排出シナリオの不確実性だけでなく、低気圧経路 (Chang et al. 2012) やモンスーンの変化 (Ogata et al. 2014) などにも予測の不確実性が含まれ、これら不確実性は積雪の将来予測に対しても不確実性をもたらすと考えられる。それにもかかわらず、これまでの積雪層構造の将来予測では、気温変化と温室効果ガス排出シナリオの不確実性のみ考慮されてきた。

そこで、本研究では、気温変化や温室効果ガス排出シナリオの不確実性を取り除いた複数の力学的ダウンスケーリングによる気象場の将来予測 (Inatsu et al. 2015) を積雪変質モデルの入力値とすることで、積雪の将来変化を不確実性ととも推定する。

## 2. 方法

本研究では、気象場の将来予測データとして、3種類のGCM(MIROC, ECHAM, CCSM)出力のうち、現在気候(20世紀後半)と将来気候(全球平均気温2K上昇年代)をそれぞれ気象庁非静力学モデルによって10年分力学的にダウンスケーリングしたものを使用した。この気象データのうち、倶知安町のアンヌプリ山の近傍グリッドのデータをスイス雪・雪崩研究所の積雪変質モデルSNOWPACKに入力した。この時、気温と降水量は、近傍地点の気象庁アメダス観測データによってバイアス補正を行ったうえで、気象データをSNOWPACKに入力した。実験は、気温の違いによる影響を調べるために、標高173m(山麓)、800m(中腹)および1300m(山頂)のそれぞれに対して実施した。また、SNOWPACKモデルの積雪再現性の検証は、北海道大学低温科学研究所(札幌)における積雪断面観測データとの比較によって行った。

## 3. 結果

SNOWPACKモデルは、札幌における積雪断面観測データとの比較の結果、月ごとの平均積雪深、積雪全層に対するざらめ雪の割合(ざらめ化率)は、精度よく再現していることを確認した(図略)。

山麓における現在気候に対する将来気候の月平均積雪深は最大約70cmの大幅な減少が見られ、融雪期に対応する3月と4月の減少が特に顕著だった(図1)。

これらの将来変化は山麓から山頂にかけて、すべての地点で同様だった。また、得られた月平均積雪深減少の将来予測には、融雪期に特に大きな不確実性が含まれ、山麓の場合は、3月と4月に15~20 cmの不確実性がみられた(図1)。

また、山麓において、ほぼ毎月ざらめ化率が増加する現在気候の特徴は将来気候でもみられるが、全体的にざらめ化率は将来気候で増加している(図2a)。一方、中腹や山頂では、融雪期のざらめ化率が急上昇する時期がおよそ一ヶ月早まる結果となった(図2b, 山頂は図略)。これは、融雪期特有の雪崩のリスクが現在よりも早い時期から高まることを示唆している。

#### 4. まとめ

SNOWPACKモデルに複数のGCM出力に対する力学的ダウンスケーリングの結果を入力することで、積雪の将来変化を推定した。その結果、アンヌプリ山では大幅な積雪減少とざらめ化率の増加が推定された。また、低気圧経路やモンスーンなどの将来変化の不確実性は、アンヌプリ山の積雪に対しては融雪期に大きい不確実性をもたらすことが分かった。

#### 参考文献：

- Chang et al. 2012, JGR 117, D23118.  
 Inatsu et al. 2015, ASL 16(3), 297-304.  
 Lazar et al. 2006, 74th Annual Western Snow Conference, New Mexico.  
 Ogata et al. 2014, JMSJ 92(3), 207-225.  
 Rasmus et al. 2004, Ann. Glaciol. 38, 238-244.

#### 謝辞：

札幌の積雪断面観測データは、北海道大学低温科学研究所と気象庁気象研究所の共同観測によって得られたものを使用した。また、本研究は気候変動適応技術社会実装プログラムおよび科学研究費26310201の支援を受けた。

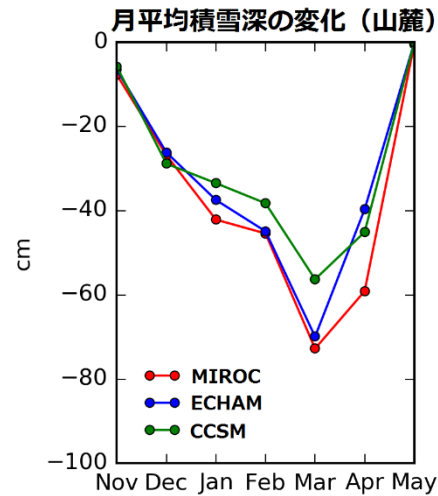


図1 アンヌプリ山山麓における現在気候に対する月平均積雪深の将来変化。

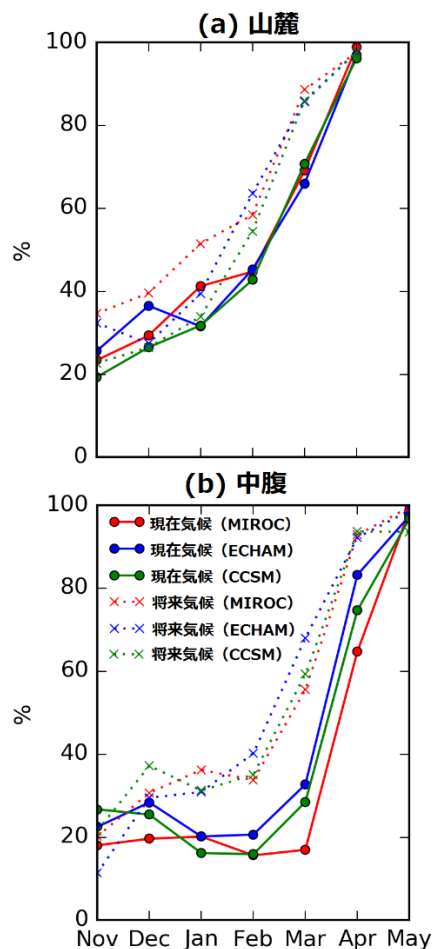


図2 アンヌプリ山山麓 (a) と中腹 (b) における現在気候と将来気候それぞれの毎月のざらめ化率。