

中部山岳域の積雪期間の気候変化予測

若月泰孝^{1,2}, 原政之², 藤田実季子², 鈴木智恵子², 馬嬖銚², 木村富士男²

(¹ 筑波大学, ² 独立行政法人海洋研究開発機構)

1. はじめに

中部山岳域の生態系に、積雪は大きく影響を与えている。また、山岳域の積雪は水資源にも大変重要な役割を果たしている。地球温暖化は、その積雪に大きく影響を与えらる。本研究では、中部山岳域を対象とした6km解像度の領域気候シミュレーションを行い、積雪期間の再現性を検証するとともに、その気候変化予測実験を実施した。

2. 気候モデル実験

用いた領域気候モデルは、WRF 3.3.1である。陸面過程には、Noah-LSMを用いている。積雪に関しては、単層モデルである。なお、Kuribayashi et al. (2013)は、WRF3.4.1を用いてNoah-LSMと多層モデルであるNoah-MPによる積雪の違いを評価し、Noah-MPの方が再現性がよく、Noah-LSMは融雪速度がやや速いことを指摘している。本研究での実験年数（解析期間）は、1979年10月～2010年9月の31年間である。温暖化実験は、擬似温暖化手法(Sato et al., 2006; Kimura and Kitoh, 2007)を用いた。気候差分には、CMIP-3の4つのGCM (csiro_mk3_0, gfdl_cm2_1, miroc3_2_hires, mri_cgcm2_3_2a)と4GCMのアンサンブル平均を用いた。

3. 積雪期間の再現性の検証

積雪の検証にはMODIS日本域積雪マップ(CSF)プロダクトを利用した。このプロダクトでは、半月間の積雪の有無(優位性評価付き)が収録されている。モデルの出力結果を0.005度格子に内挿し、半月間の積雪が特定の閾値(5cmとする)以上の期間の割合で90%以上積雪ありと判断された格子点を、MODISで高い信頼性で積雪ありと判断された格子点と比較した。ここでは、モデル標高とMODIS格子標高の差が200m以内の地点のみ検証した。また、閾値などを変更した場合の検証なども行っている。その結果、標高2000mを超える高標高域では、1～5月の間の再現性が高いことがわかった。ただし、秋の高山の雪の降り始め(11～12月)は、見逃しがやや目立つ。一方、1000mより低い地域では、低標高域ほど期間を通して見逃しが目立ち、特に標高200～1000m域の積雪をやや過小評価している傾向にある。このような不完全さがあるものの、大まかには積雪の様子は再現できており、少なくとも積雪期間の気候変化を議論することはある程度可能と判断できた。さらに、気象庁AMeDASと国土交通省水文・水質データベースの積雪観測値を検証に利用した。

4. 積雪期間の気候変化予測

ここでは、積雪終了時期(消雪日)について議論する。温暖化によって消雪日は早期化することが予測される。図1は、現在気候の最大積雪深に対する消雪日の変化日数を示す。この図は、現在気候で積雪深が深い地点ほど、消雪日の早期化がより顕著になることを示している。最大積雪深が600cmを超える山岳地域では、1ヶ月も消雪日が早まる予測である。主に、北アルプス(飛騨山脈)の高標高地域である。一方、最大積雪深が100cm以下の地域では、積雪深が浅いほど早期化が顕著になる。最大積

雪深が100cmの地域での早期化は2週間ほどになる。例えば北アルプスの高標高域では早期化が大きく、南アルプス(赤石山脈)の高標高域では早期化が顕著でない。日本海側平野部では早期化が顕著となる。

高標高域の特徴は、昇温のみで説明ができると推定される。ここでいう昇温とは、顕熱の影響だけでなく、昇温に伴う下向き短波放射量の増加が効いていると推定された。他にも、雪が雨によってもたらされる効果も効いていると考えられる。一方、標高100mよりも低標高域では、雪頻度が減少し、昇温によって雨の頻度が顕著に増加することによって推測できた。

地上の平均気温の気候変化分布についても調査した。融雪が顕著となる領域での昇温が大きく、昇温の大きい領域は麓から山頂に伝播する様子が確認できた。結果的に通年の平均気温は、雪の多い高標高域ほど昇温がやや大きくなる予測となっている。

積雪期間は、降水量の変化にも大きく影響する。しかし、降水量の気候変化は循環場の変化に関係しており、予測において大きな不確実性(空間分布変化の大きな差異)を伴う。一方で、気温の予測は、空間分布変化などの影響は小さい。融雪については、温度依存性が非常に高いことが推測されるため、非線形効果を含む統計的関係式を構築し、領域気候モデルでは計算できないような超高解像の統計的な雪被覆分布モデルの構築がある程度可能になると推測される。

謝辞:本研究はJST テンユアトラック普及・定着事業(若月泰孝)、文科省気候変動適応研究推進プログラム(RECCA)「気候変動に適應する河川・水資源地域管理システムの開発」、および中部山岳地域大学間連携事業(筑波大学・信州大学・岐阜大学)のサポートを受けた。MODIS日本域積雪マップ(CSF)プロダクトを利用させていただいた。

参考文献

- Kimura, F., and A. Kitoh, 2007: Downscaling by pseudo global warming method. Final report of ICCAP.
- Kuribayashi, M., N. Noh, T. Saitoh, I. Tamagawa, Y. Wakazuki, H. Muraoka, 2013: Comparison of snow water equivalent estimated in Central Japan by high-resolution simulations using different land surface models. SOLA (submitted).
- Sato, T., F. Kimura, and A. Kitoh, 2006: Projection of global warming onto regional precipitation over Mongolia using a regional climate model. Journal of Hydrology, 333, 144–154.

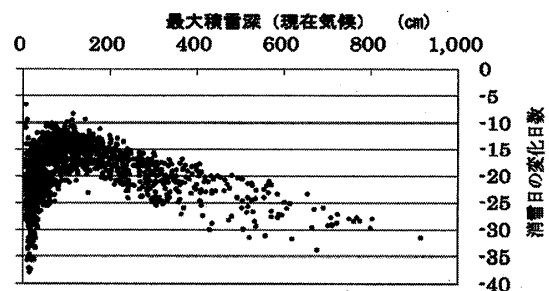


図1: 現在気候の最大積雪深に対する消雪日の変化日数。サンプルは地点で、各サンプルは30年平均を示す。4GCMアンサンブル平均の気候差分を用いた結果。