

大陸スケールにおける消雪日の空間分布および年々特性

Geographic distributions and interannual characteristics of date of snow disappearance in continental scale

北海道大学工学部環境社会工学科 ○学生員 布川敦士 (Atsushi Nunokawa)
北海道大学大学院工学研究院 正会員 山田朋人 (Tomohito J. Yamada)

1. はじめに

積雪量や融雪時期の変化など、雪に関する情報は気候に重要な影響を及ぼすことが過去の研究から知られている。陸面モデルを用いてミシシッピ川の春先の流量を求めた Koster et al.(2010)¹⁾では、土壤水分と積雪量を初期値として陸面モデルで計算した結果予測精度が向上し、特に積雪量が精度向上に大きく寄与することが示された。また、Arai and Kimoto(2005)²⁾は、4月にシベリアの気温が平年よりも高いとき、5、6月に北東シベリアやオホーツク海上空で高気圧が持続し、その要因として地表面の情報、特に積雪量や融雪時期が関係すると示した。

このように積雪や融雪の情報を知ることは気象予測の精度向上及び気候メカニズムの解明両方にとって重要であるが、全球スケールで精度の高い情報を得ることは観測面での問題、気候モデルの精度の問題双方の理由から困難である。現在のリモートセンシング技術では二次元的な積雪面積の測定のみが可能であるため、降雪時期やその後の時間経過による状態変化が大きい雪の情報を表現できないこと、現地観測としては、降雪面積が広く重要な地域であるシベリア地域で十分な観測器具が整備されていないことなどの問題がある。一方、陸面過程モデルに計算格子内の雪に覆われた面積の割合を示す値である積雪被覆率に関するパラメタリゼーションを組み込むことでモデル内の北半球の積雪面積の評価が衛星観測値に近づくことが示されており、数値計算モデルを使った全球スケールの雪の情報をよりよい精度で利用できることが期待される(新田ら(2012))³⁾。

本研究は、陸面過程モデル MATSIRO⁴⁾のオフライン計算結果を用いて、春先の積雪状態及び水文気象場を解明することを目的とする。また解析するにあたり、全球規模で長期間に渡り大きな影響をもたらす現象として知られる ENSO(El-Niño Southern Oscillation)と融雪の関係を見る。第2章では本研究で使用するデータと解析手法を説明する。第3章は解析の結果及び考察を行い、第5章にまとめと今後行う数値実験について記す。

2. 使用データ・解析手法

2.1 陸面過程モデル MATSIRO オフライン計算データ

陸面過程モデル MATSIRO のオフライン計算を 1998年-2010年にかけて行った。MATSIRO は、全球気候モデルと結合させ陸面の水や熱、運動量の輸送の表現を目的として開発された陸面モデルである。気孔の開閉による蒸散の制御、植生群落内の放射過程と大気の渦運動による熱・水輸送、植生による降水の遮断とその蒸発、植

生上・地面上の積雪と融雪、特に積雪内の熱伝導と融雪水の再凍結、雪の変質による日射反射率の変化、斜面の勾配を考慮した地表流出と地中流出、土壤中の熱・水輸送、土壤水分の相変化（凍土過程）等の水文過程を表現する。オフライン計算とは、MATSIRO を全球気候モデルと結合せず、陸面モデルのみで行う計算方法である。この手法から得られた値は使用する陸面モデルの特徴に影響されやすいものの、他のモデルの影響を受けないため現実的な値として扱うことができると考えられる。

2.2 大気データ

本研究ではアメリカ国立環境予測センター(National Centers for Environmental Prediction :NCEP)・アメリカ大気研究センター(National Centers for Atmospheric Research :NCAR)再解析データ⁵⁾を大気データとして用いた。これは6時間毎ごとの2°メッシュ、鉛直28層の全球気候データである。各変数から、気温、水平風速、鉛直風速、ジオポテンシャル高度を解析に使用した。

2.3 消雪日

オフライン計算結果から積雪量の値を用いて北半球における消雪日を求めた。本研究では、1月1日以降に、MATSIRO のグリッド内の積雪量が0となった日を消雪日とした。ただしある程度の雪が積もり根雪となったものが消えた場合のみを消雪日として考慮するため、積雪が30日以上続いたグリッド内でのみ、消雪日を求める。

2.4 ENSO

本研究において、ENSO をはアメリカ海洋大気庁の定義⁶⁾を用いた。Niño 3.4 領域と呼ばれる、北緯 5-南緯 5°、西経 120°-170°の領域で平均した海面水温の平年偏差が12月から翌年の2月(DJF)の3か月移動平均値で0.5℃以上のときを El-Niño 現象、-0.5℃以下のときを La Niña 現象とし、両方に当てはまらない年は平年とした。この分類法を用いた結果、1998-2010 年の13年間の内 El-Niño 発生年は5年、La Niña 発生年は4年、平年は4年存在した。

3. 結果および考察

図1において、上図は1998-2010年における消雪日の平均値を表している。シベリア北部、カナダ北部とチベットで特に値が大きく、170日目(6月下旬)以降に消雪となるグリッドも存在する。中図では、ユーラシアのほとんどの領域で消雪日のバラつきが1週間未満であることが見て取れる。下図は消雪日の最大値と最小値の

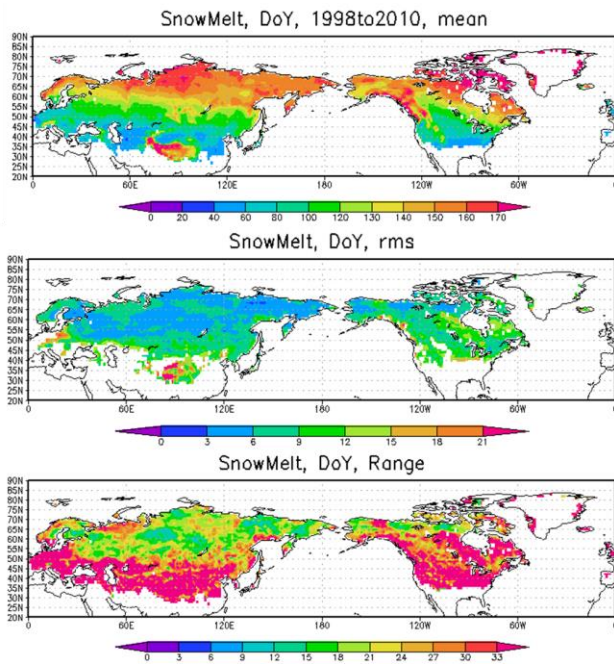


図-1 北半球における消雪日の平年値分布(上)、消雪日の標準偏差(中)、各グリッドにおける消雪日の最大と最小の差(下)。上の図は 1998-2010 年における消雪日の平均値である。シベリア北部、カナダ北部とチベットで特に値が大きく、170 日目 (6 月下旬) 以降に消雪となるグリッドも存在する。中央の図では、ユーラシアのほとんどの領域で消雪日のバラつきが小さいことが見て取れる。下の図は消雪日の最大値と最小値の差をグリッド毎に見ており、年によって 1 ヶ月以上消雪日が異なる地域が多く存在することがわかる。

差をグリッド毎に見ており、年によって 1 ヶ月以上消雪日が異なる地域が多く存在することがわかる。図 2 では全体的に偏差は小さいものの、El-Niño 年のロシア南西部、La Niña 年の北米大陸西岸など、偏差が他と比べ大きくなる地域が存在する。また北米では 3 つの図がいずれも異なる傾向を示している。

4. まとめ

陸面過程モデル MATSIRO のオフライン計算結果から積雪状態を調べ、北半球の消雪日を求めた。消雪日の図からはシベリア北部、カナダ北部およびチベット地域で消雪日が非常に遅く、チベットでは年々の変動も大きいことがわかった。

今後はオフライン計算から得た結果の解析を進めるとともに、全球気候モデルを用いて具体的に雪と水文気象場のメカニズムの関係や積雪の情報が気象予測や流量予測にどれだけの影響を持つのか評価することが重要である。オフライン計算で得た現実に近い地表面のデータを初期値として用いることで、モデルの予測精度がどう変化するのかを調べる。

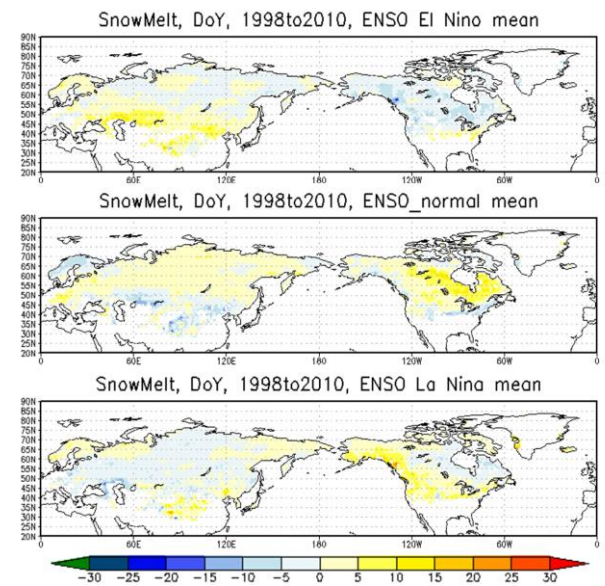


図-2 上から El-Niño 年, 平年, La Niña 年のときの、北半球における消雪日の平年偏差を表している。全体的に偏差は小さいものの、El-Niño 年のロシア南西部、La Niña 年の北米大陸西岸など、偏差が他と比べ大きくなる地域が存在する。

参考文献

- 1) Koster, Randal D., et al. "Skill in streamflow forecasts derived from large-scale estimates of soil moisture and snow." *Nature Geoscience* 3.9 (2010): 613-616.
- 2) Arai, Miki, and Masahide Kimoto. "Simulated interannual variation in summertime atmospheric circulation associated with the East Asian monsoon." *Climate dynamics* 31.4 (2008): 435-447.
- 3) 新田友子, et al. "陸面モデルにおけるサブグリッドスケールの積雪被覆率と積雪深の変化の表現." *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering)* 68.4 (2012): I_325-I_330
- 4) Takata, K., S. Emori, and T. Watanabe: Development of the minimal advanced treatments of surface interaction and runoff, *Global and Planetary Change*, Vol.38, pp.209-222, 2003
- 5) Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437-470, 1996.
- 6) Barnston, A.G., M. Chelliah and S.B. Goldenberg.: Documenta-tion of a highly ENSO-related SST region in the equatorial Pa-cific. *Atmosphere-Ocean*, 1997.