

陸面過程モデル SiB の高解像度オフライン計算による陸域水文量の推定

太田琢磨・佐藤信夫(仙台管区気象台)・平井雅之・原旅人(気象庁数値予報課)

1. はじめに

融雪洪水や土砂災害など予報作業への応用を目的として、気象庁と気象研究所で開発中の陸面モデルである SiB モデル(Simple Biosphere Model, 生物圏モデル)を大気側の外力を与えて積分することで、融雪量や土壌水分量、積雪深などの陸域水文量を推定した。将来的にはメソ数値予報モデルの陸面境界条件の初期値化も視野に入れている。そのために、2.5km 格子間隔で SiB を駆動し、高解像の面的分布を推定することを試みた。今回はシミュレーションの概要を説明し、主に積雪深や積雪分布などの予備的な検証結果について紹介する。

2. シミュレーションの概要

2.1 使用したモデル

今回用いた SiB モデルは、Sellers et.al(1986)を基に土壌・雪の諸プロセスの扱いを精緻化したものである(大泉・保坂,2000)。

陸面計算は、大気側の観測値から作成した外力を上部境界条件として与え、2.5km 格子毎に熱収支・水収支式を毎時間積分する。SiB では、キャノピー層の形態学的・生理的・物理的要素がパラメータ化され、植生被覆の効果が顕に考慮される。物理過程のモデル化として放射、根による土壌水の吸収、土壌水の移動と表面流出・重力底面排水、葉の気孔の開閉による蒸散の制御、枝葉による降水遮断等を考慮する。

2.2 大気外力

境界条件としてモデルに与える大気外力は、1 時間毎の降水量、気温、風速、比湿、全天日射量、下向き長波放射量である。降水量は 2.5km 格子間隔の R-A 解析雨量を用いた。気温と風速は AMeDAS 観測値に距離の重みを掛けて 2.5km 格子に内挿した(気温については 2.5km 平均標高データを用いて標高補正を施した)。比湿は気象官署の相対湿度を 2.5km 格子に内挿し、その地点の気温を用いて比湿に変換した。全天日射量 R_s は AMeDAS 日照時間 h_s を空間内挿し、(1) 式により換算した。

$$\begin{aligned} R_s / (R_s)_0 &= 0.2652 + 0.4780 \times h_s & \text{for } h_s > 0 \\ R_s / (R_s)_0 &= 0.1749 & \text{for } h_s = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 $(R_s)_0$ は太陽天頂角と地球・太陽間の距離から求めた大気上端の日射量である。

下向き長波放射量 R_l は、2.5km 格子に内挿した気温 T_m 、水蒸気圧 e_m 、(毎時の値に時間内挿した)雲量 N から(2)式により見積もった。

$$R_l = sT_m^4 \{A + B\sqrt{e_m} + CN^2(-e_m/D)\} \quad (2)$$
$$A = 0.6163, B = 0.05072, C = 0.2421, D = 20.0$$

2.3 イニシャリゼーション

陸面モデルを計算する際には、土壌水分などの初期値をどのように与えるかが問題となる。ここでは同じ大気フォーシングを与え続けることによるモデルのスピンアップを 3 年間行って、土壌水分量の前年との差が領域平均で 1% 以内に収まることを確認した。結果の分析に用いたのは、スピンアップ後の 2 年間のシミュレーション結果である。

2.4 シミュレーションの設定

計算領域は東北地方を対象とし(格子数 193×241)、雪の無い状態から計算を始めるため(スピンアップ後の)2002 年 5 月 1 日から 2 年間積分した。なお、各地点の植生はすべて落葉広葉樹と常緑針葉樹の混合林を仮定している。

3. シミュレーション結果

現在、積雪量以外の水文量についてはまとまった検証結果が得られていないので、ここでは積雪分布や積雪の時間変化について紹介する。

第 1 図は青森における積雪深の時間発展である(併せて降水量と積雪深の観測値も示す)。2002 年寒候期の積雪変動は融雪期を除いてよく対応している。しかし、ある時点($t=120$ 付近)での積雪の再現がうまくいかず、結果として 10 日ほど消雪が遅れている。2003 年寒候期でも同様の傾向が見られた。青森のような都市部で比較しているの、実際はちりや排ガスなどによって雪面が汚れている可能性があり、このような地域では雪面アルベドを低く設定する必要があるかもしれない。今後、雪面アルベドのチューニングや植生被覆の設定の精緻化を行う予定である。

次に定性的であるが衛星観測と比較することで積雪の面的な分布を検証した。融雪期における積雪分布を NOAA/AVHRR データから作成された積雪マップと比較した結果、雪線の挙動を概ね良好に再現できることが確認できた(第 1 図)。積雪形成期や多雪期においても同様に良好な再現性が得られている。ただし、気象レーダーの探知不十分エリア(岩手北部・三陸北部・最上・置賜地方)ではモデル入力値となる R-A 解析雨量が過小評価されるため、積雪深が少なく見積もられる。また、上記以外の山岳部でも融雪が進むのが早い傾向があるが、これについては幾つかの原因が考えられる。例えば、大気外力として与える気温は 2.5km 平均標高を用いて標高補正を行っているため、これと実地形との差が気温精度に関係しているのかもしれない。また、全天日射量は AMeDAS 日照時間から換算しているが、AMeDAS 観測点は主に平地に設置されているため、山岳部の日射量をうまく推定できていない可能性もある。気象衛星から求めた可視チャンネルのアルベドを利用

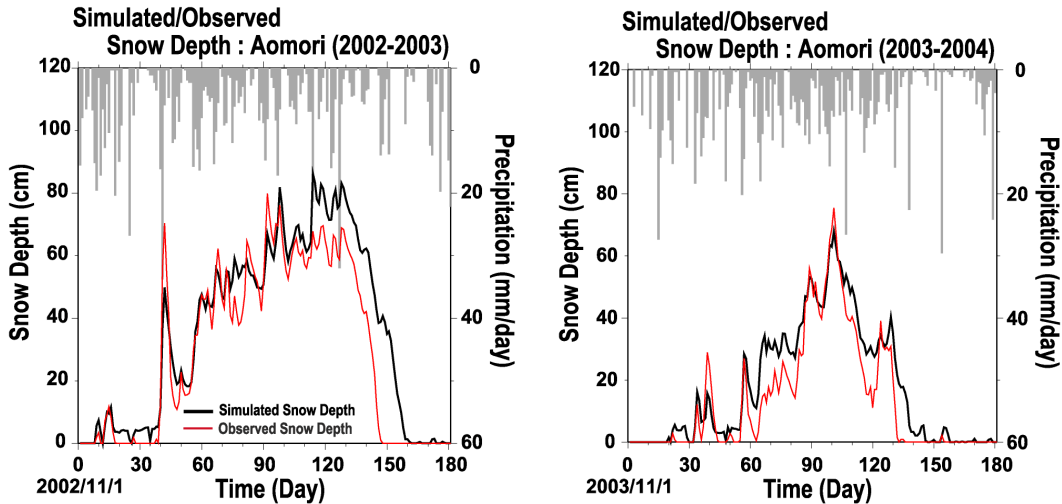
することも検討したい.これらの詳しい検証は今後の課題である.

4.まとめと今後の課題

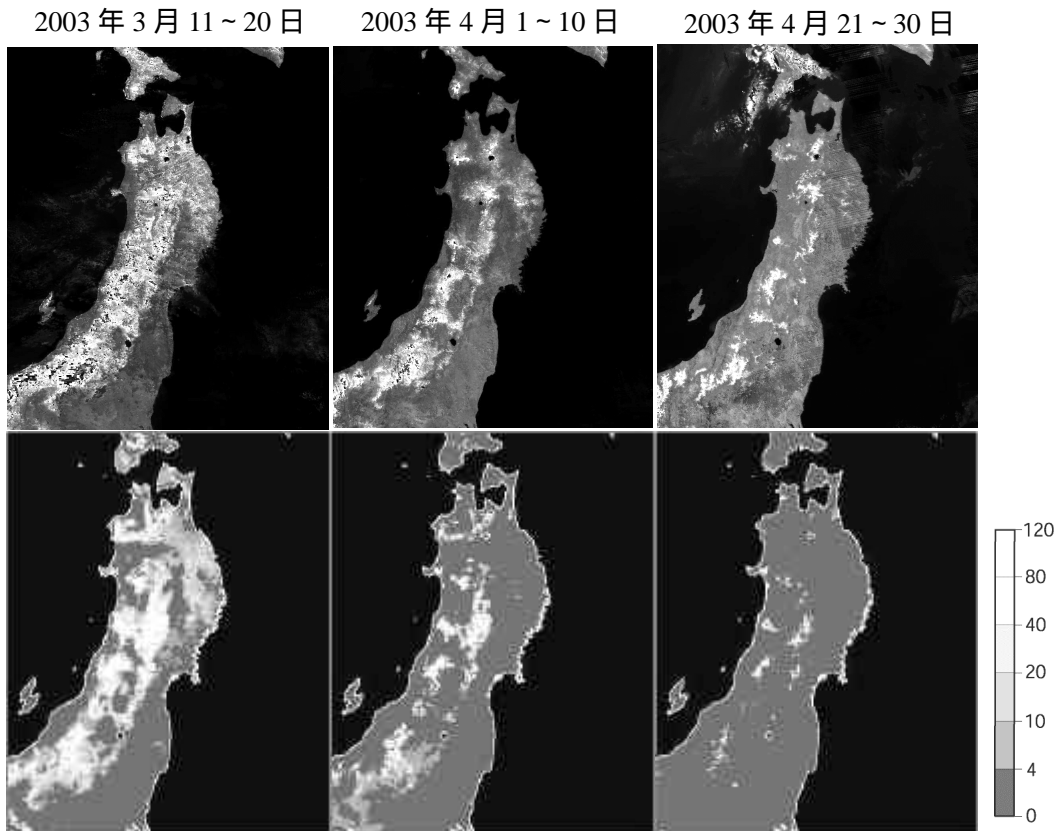
陸面モデル SiB を用いて 2.5km 格子の高分解能で陸域水量を推定した.今回はシミュレーションの概要と主に積雪の再現性について予備的な検証結果を紹介した.今後は融雪量や流出量についても検証していく予定である.また,メソ数値予報モデルへの応用に向けては,放射・熱収支等についても詳しく検証する必要がある

参考文献

- Sellers,P.J.,Y.Mintz,Y.C.Sud and A.Dalcher,1986 : A Simple Biosphere Model(SiB) for Use within General Circulation Models,J.Atmos.Sci.,43
 大泉三津夫,保坂征宏,2000 : 陸面過程,数値予報課報告・別冊第 46 号
 佐藤信夫,1989 : 生物圏と大気圏の相互作用,数値予報課報告・別冊第 35 号



第 1 図 青森における積雪深の観測値とモデル計算値の比較.棒グラフは R-A 解析雨量の日積算値.上段:2002 年寒候期.下段:2003 年寒候期



第 2 図 上段:NOAA/AVHRR データから作成した 10 日間雲無し合成画像(積雪マップ)下段:モデルによる同期間の平均積雪深(cm)合成画像は東京大学生産技術研究所提供.