

1年間の予備実験に基づく領域気候モデルの特性評価

橋本 篤、平口 博丸、豊田 康嗣、中屋 耕（電力中央研究所）

1. はじめに

近年、暴風雨による気象災害が頻発しており、地球温暖化との関係も指摘されている。今後20～30年の間にも温暖化の影響が徐々に顕在化し、日本の気候や電気事業にも影響を及ぼす可能性がある。このため、近未来の気候変化が電気事業に及ぼす影響を科学的根拠に則って把握しておくことは、電力の安定供給やエネルギーセキュリティの観点から重要である。

当所では、米国大気研究センター（NCAR）が中心となって開発した領域気候モデル WRF（Weather Research and Forecasting）^[1]を中核として、数日先の気象予測や過去の災害事例の解析を目的とした気象予測・解析システム NuWFAS（Numerical Weather Forecasting and Analysis System）を開発している。

本研究では、電力設備の経年劣化対策や維持管理計画策定のためのハザードマップ作成を目的として、NuWFASを長期気候計算に適用するために、約1年間（2008年9月～2009年9月）の予備実験を実施し、長期気象・気候予測への適用性を評価することを試みた。

2. 計算領域と計算条件

本研究で用いた計算領域と計算条件を図1と表1に示す。計算領域は空間解像度15kmと5kmの2領域とし、第1領域と第2領域について2wayのネスティング計算を行った。

計算期間はスピンアップ期間の1ヶ月間を含めた2008年9月1日から2009年9月30日までの13カ月間とした。初期値・境界値は日本を対象として最も高解像度で再現性が高いと考えられる気象庁の空間解像度20kmの全球数値予報モデルの数値予報データ「全球数値予報モデルGSM（Global Spectral Model）GPV」を用いた。このモデルは1日6時間間隔で計4回配信される。この初期値（解析値）と予測開始から3時間後の予測値を組み合わせることで、境界値を3時間間隔で更新する約1年間の連続積分計算を行った。海面温度は空間解像度0.25度×0.25度の「北西太平洋海面水温格子点資料」を1日間隔で更新した。

計算条件は橋本ほか^[2]を参考に設定した。積雲対流スキームはKain-Fritschを第1領域のみ

に適用し、雲微物理スキームはMorrisonを用いた。大気境界層スキームはYSUを用いた。短波放射スキームはDudhia、長波放射スキームはRRTMを用いた。陸面モデルは、土壌温度、土壌水分および積雪深などを評価するためにNoah-LSMを用いた。底面境界条件の詳細は、橋本ほか^{[2], [3]}に記載している。

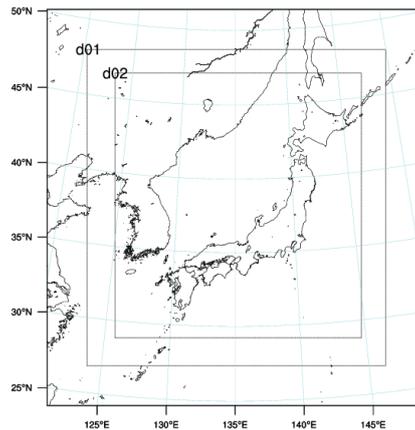


図1 計算領域

表1 計算条件

WRFバージョン	WPSV3.1.1, WRFV3.1.1
計算期間	2008年9月1日00:00～2009年10月1日00:00UTC
水平解像度 (格子数 $N_{lon} \times N_{lat}$)	第1領域: 15km(150×160) 第2領域: 5km(370×400)
鉛直格子	35層(50hPaまで)
積分間隔	第1領域: 90sec / 第2領域: 30sec
出力間隔	第1領域: 180min / 第2領域: 60min
初期値・境界値	気象庁: 全球数値予報モデルGPV(全球・日本域) 気象庁: 北西太平洋海面水温格子点資料 全球数値予報モデルGPVは解析値と3時間予報値を利用
最下層土壌温度	全球数値予報モデルGPV(日本域)を用いた地上年平均気温
地形情報	標高(国土地理院50m)、土地利用(国土数値情報(1997年))
積雲対流スキーム	Kain-Fritsch scheme 第1領域(あり) / 第2領域(なし)
雲微物理スキーム	Morrison 2-Moment scheme
大気境界層スキーム	YSU scheme
陸面モデル	Noah-LSM scheme NCEP-FNL(土壌温度、土壌水分量)を計算開始時刻に設定
長波放射スキーム	RRTM scheme
短波放射スキーム	Dudhia scheme
6次数値拡散項	第1領域(あり) / 第2領域(なし)

3. 結果

3.1 陸面モデルの再現性評価

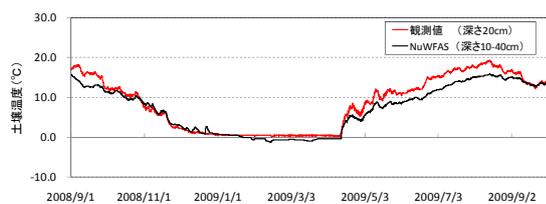
大気中の気象要素と比較して、陸面モデルで計算される地表面要素は、その影響が長期間持続する。このため、領域気候モデルに組み込まれた陸面モデルの再現性について評価する必要がある。ここでは、標高1,400mの山地に位置する軽井沢観測サイト^[4]の観測値との比較により検討した。

図2に、軽井沢観測サイトにおける観測値とNuWFASの計算結果の土壌温度と積雪深の時系列の比較を示す。ここで、土壌温度は、日変化ではなく長期的な時系列の変動傾向を見るた

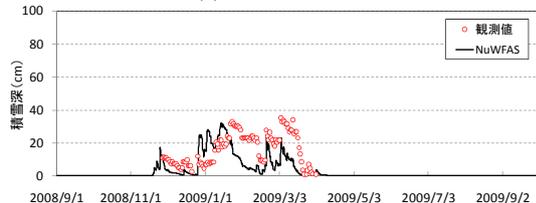
めに、Noah-LSMの2層目(10-40cm)以深に対応する観測結果を用いた。

軽井沢観測サイトの土壌温度について見ると、計算値は観測値に見られる時系列の変動傾向を良好に再現している。積雪深について見ると、融雪速度に若干の違いが見られるものの、観測値に見られる積雪から消雪までの一連の変動傾向を概ね良好に再現している。積雪深と土壌温度の関係について見ると、積雪時の土壌温度は0度付近で推移するものの、観測値では0度以上、計算値では0度以下と異なる傾向を示した。

軽井沢観測サイトは、森林と土質の影響により、土壌が凍結せずに観測値は0度以上で推移したと考えられる。一方、NuWFASでは、1月の平均気温は-4.3度と低く、積雪深も浅いことから、土壌が凍結して0度以下で推移したと考えられる。以上のことから、NuWFASに組み込まれた陸面モデルは、地下水や土質の違いによる局所的な変動傾向は再現できないものの、土壌温度、土壌水分、積雪深の季節変動を良好に再現することが確認できた。



(a) 土壌温度



(b) 積雪深

図2 軽井沢観測サイトにおける時系列の比較

3. 2 1年間の積算降水量の再現性評価

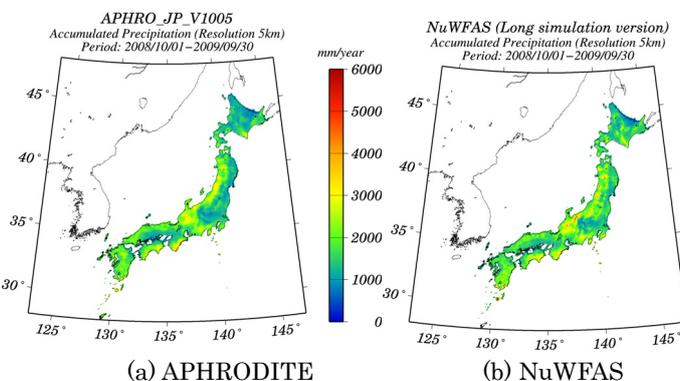
観測値に基づくAPHRODITE^[5]による日降水量グリッドデータとNuWFASの1年間の積算降水量分布の比較を図3に示す。また、図4に、APHRODITEとNuWFASの1年間の積算降水量の散布図を示す。図3より、NuWFASはAPHRODITEに見られる降水の分布傾向を良好に再現していることがわかる(図3)。また、相関係数と1次近似線の勾配について見ると、相関係数では0.79、勾配では1.02と概ね良好な計算精度を示すことがわかる(図4)。

4. おわりに

長期気象・気候計算を目的として、NuWFAS

を用いた過去1年間の予備実験を行うことで、領域気候モデルとしての適用性を評価した。その結果、NuWFASは領域気候モデルとしての再現性を有することが確認できた。

本成果を踏まえ、過去52年間、空間解像度5kmの実気象を対象とした長期気象再現計算を実施した^[6]。



(a) APHRODITE

(b) NuWFAS

図3 1年間の積算降水量分布の比較

(2008年10月1日から2009年9月30日)

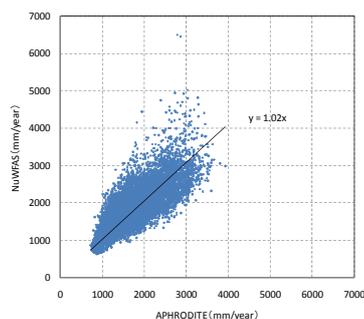


図4 1年間の積算降水量の散布図

参考文献

- [1] Skamarock, W. C., J. B. Klemp, J. Dudhia, D. O. Gill, D. M. Barker, W. Wang, J. G. Powers, A description of the advanced research WRF Version 3, NCAR TECHNICAL NOTE, NCAR/TN-475+STR, 2008.
- [2] 橋本 篤, 平口 博丸, 気象予測・解析システム (NuWFAS) の高度化と北海道を対象とした予測精度評価, 電力中央研究所報告, N09024, 2010.
- [3] 橋本 篤, 平口 博丸, 豊田 康嗣, 中屋 耕, 温暖化に伴う日本の気候変化予測 (その1) - 気象予測・解析システム NuWFAS の長期気候予測への適用性評価 -, 電力中央研究所報告, N10044, 2011.
- [4] 中屋耕, 森林における物質・エネルギー交換過程の評価手法の高度化に関する研究, 北海道大学邦文紀要, Vol. 29(2), pp.149-213., 2008.
- [5] Kamiguchi, K., O. Arakawa, A. Kitoh, A. Yatagai, A. Hamada, N. Yasutomi, Development of APHRO_JP, the first Japanese high-resolution daily precipitation product for more than 100 years, Hydrological Research Letters, Vol. 4, pp.60-64., 2010.
- [6] 平口 博丸, 橋本 篤, 田村 英寿, 服部 康男, 高解像度領域気候モデルを用いた過去52年間の気象再現計算, 第13回非静力学モデルに関するワークショップ(長岡), 2011.