

生態水文化学結合モデルとデータ同化による北方大河川流域の水・物質収支解明

課題責任者
 鈴木 和良

海洋研究開発機構 地球環境部門 北極環境変動総合研究センター

著者

鈴木 和良*¹, 段 卓志*^{2,1}, 朴 昊澤*¹, Zupanski Milija*³

*¹ 海洋研究開発機構地球環境部門北極環境変動総合研究センター, *² 横浜国立大学, *³ コロラド州立大学

キーワード: データ同化, 領域再解析, アンサンブルシミュレーション, 北極, 異常気象

1. 背景

近年、極端気象の報告が増加しており、特に北極域では気候変化が著しく、温暖化の影響を受けやすい状況にある。しかしながら、これらの変化を正確に捉えるための再解析データは依然として不十分である[1][2]。

著者らは、北極域の極端気象の表現能力の向上のために、Polar Weather Research and Forecasting (PWRF) [3] と Maximum Likelihood Ensemble Filter (MLEF) [4] を組み合わせたデータ同化システムである PWRF-MLEF を開発している。

本研究では、この PWRF-MLEF システムを用いて、2021 年 12 月下旬に発生した北極圏冬季には極めて異例 [5][6][7] な、米国アラスカ内陸部の極端降水イベントを対象とし、数値実験を行った。

2. 手法

ASRv2 (Arctic System Reanalysis version 2) [1] は、北極域領域再解析データである[1]。本研究 (PWRF-MLEF) と ASRv2 の実験設定の比較を表 1 に示した。また計算領域を図 1 に示す。

	PWRF-MLEF	ASRv2
初期値	NCEP GDAS/FNL	ERA-Interim(ERA1)
境界値	0.25 Degree Global (NCEP GDAS)	
同化手法	MLEF [2] (メンバー数32)	3Dver
観測データ	NCEP PREPBUFR	NCEP PREPBUFR 衛星観測データ
格子情報	約25km格子	約15km格子
計算期間	2021年12月17日～29日	2000年-2018年
計算範囲	アラスカ州中心に 4,500km × 3900km範囲 (図2を参照)	N40° 以北

本研究では、実験 A、実験 B、実験 C の 3 種類の実験を行った。実験設定の要約を表 2 に示した。

実験で得られた計算結果の検証の為、ERA5[3]、降水量データ MSWEP[11]、降水量データ CPC Global Precipitation [7]、積雪深データ[9]、海上風速データ[9]、ゾンデによるジオポテンシャル高度[10]との比較・検証を行った。

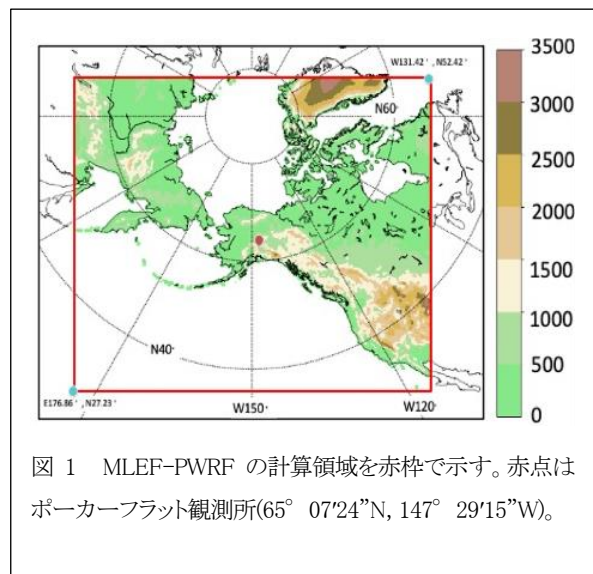


図 1 MLEF-PWRF の計算領域を赤枠で示す。赤点はポーカーフラット観測所(65° 07'24"N, 147° 29'15"W)。

表 2 PWRF-MLEF を用いた 3 種類の実験設定

実験	同化したデータ	期間
実験A	大気データ (U,V,T,PH,QVAPOR,QRAIN, QICE,QSNOW,MU) 地上データ (TSLB,SMOIS,SNOWH,SNOW)	2021年12月24日18 時から29日06時 6時間サイクル
実験B	大気データ (U,V,T,PH,QVAPOR,QRAIN, QICE,QSNOW,MU) 地上データ (TSLB,SMOIS,SNOWH,SNOW)	2021年12月24日18 時から29日06日 6時間サイクル
実験C	大気データ (U,V,T,PH,QVAPOR,QRAIN, QICE,QSNOW,MU) 地上データ (TSLB,SMOIS,SNOWH,SNOW)	2021年12月17日00 時から29日06時 6時間サイクル

3. 結果

図2は、CPC日降水量の12月25日から28日までの積算降水量を示し、同時にCPC日降水量とERA5、MSWEP、実験A-Cとの降水量の偏差を示す。RMSEは、ERA5が最も低く3.2mmであり、実験群の中では実験Bが最も低い値を示し、3.9mmであった。平均降水量を比較すると、ERA5と全ての実験結果において0.5mm以下程度の正のバイアスが存在し、MSWEPでは1.4mmの負のバイアスが確認された。実験間の結果に大きな差は見られなかった。

図3は、AMSR2-L3による積雪深データ、ならびにERA5と実験A-Cとの積雪深の偏差を示す。実験A-Cの積雪深データはERA5に比べ精度が飛躍的に良くなっている。

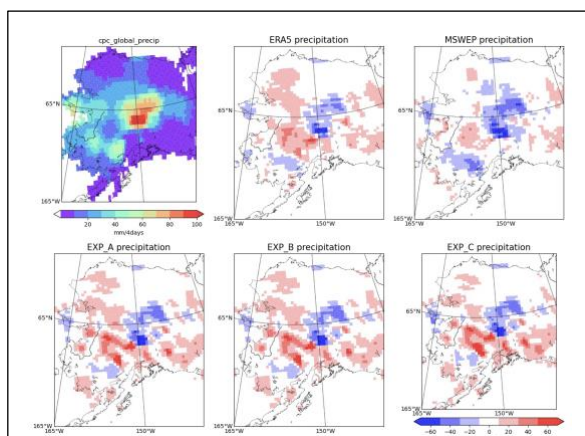


図2 CPC日降水量とCPC日降水量とERA5、MSWEP、本研究の実験A-Cの積算降水量分布の偏差(2021年12月25日～2021年12月28日)

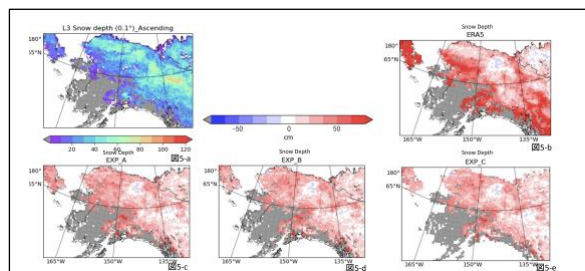


図3 AMSR2積雪深とAMSR2とERA5、実験A-Cの積雪深の偏差

4. まとめ

降水量の再現に関して、アラスカ内陸部の極端降水イベントの再現性が全ての実験とERA5で悪くなった。その理由として、全ての実験で計算された極端降水の中心が、実際より西側にずれていることによる。ERA5でも同様の中心位置のずれが見られた。

また、海上風の再現性では、特にアラスカの南の海洋上の風速が課題に計算されていることが分かった。

本研究による海上風の比較の結果から、今回扱った降水イベント発生時に、アラスカ南部の高気圧領域において風速の正のバイアスがあるという課題が明らかとなった。この現象の原因を解明することで、予測精度の向上

が期待されると考える。

一方、積雪深の再現性については、顕著な改善が確認され、本研究の手法で陸面過程が改善されていることが確認された。今後の研究においては、AMSR2による衛星観測データを同化することで、極端降水の再現性向上を目指していく。

謝辞

本研究の一部は、科研費・基盤研究(B)22H03758「北東シベリアの山岳永久凍土荒廃による炭素・窒素動態の変容」(2022年度～2025年度)とJAXA第3回地球観測研究公募採択「北極域におけるGCOM-W & AMSR3の降雪・積雪・土壌水分検証ならびに生態水文化学結合モデルと衛星リトリバル同化による北方大河流域の水・物質収支解明」の支援を受けた。ここに記して感謝申し上げる。

文献

- [1] Hines, K. M., & Bromwich, D. H. (2008) doi: 10.1175/2007.MWR2112.1,
- [2] Zupanski, M. (2005) doi:10.1175/MWR2946.1.,
- [3] Hersbach, H. et al. (2020) doi:10.1002/qj.3803
- [4] National Centers for Environmental Prediction/National Weather Service/NOAA/U.S. Department of Commerce (2015) <https://doi.org/10.5065/D65Q4T4Z>. Accessed - 17-31 Dec. 2021
- [5] <https://www.afpbb.com/articles/-/3383242>,
- [6] National Centers for Environmental Prediction (NCEP), 2021. Global Forecast System (GFS). Available at: <https://www.ncep.noaa.gov/>,
- [7] Chen et al. (2008), Assessing objective techniques for gauge-based analyses of global daily precipitation, J. Geophys. Res., 113, D04110, doi:10.1029/2007JD009132.
- [8] https://www.eorc.jaxa.jp/AMSR/datacatalog/land/pdf/SNDv3_jp.pdf,
- [9] GCOM-W(AMSR2) JAXA,
- [10] Fairbanks Airport Weather Station (2023). Radiosonde observation data, sonde number 70261. Fairbanks Airport Weather Station.,