

PRESS RELEASE (2024/06/06)

冬季西日本における極端降水量の数年先までの潜在的予測可能性を実証 異常天候の中長期的な予測の実現に繋がると期待

ポイント

- ① 数年程度の気候変動予測は、気候変動に対する施策決定の基盤となる予測情報を提供します。大気海洋結合モデル（※1）を用いた膨大な予測計算では、グローバルな気候変動の予測情報を得られる一方で、極端な気象現象やそれに伴う局所的な降水量の変動の予測情報を直接得ることは困難です。
- ② 本研究では、精度良く予測情報を得ることができるグローバルな気候変動を大気海洋結合モデルによる気候変動予測データセットから特定するとともに、その気候変動に付随して起こりうる極端降水量の変動を、高い空間解像度をもつ大気モデル（※2）による過去再現データセットから確率論的に同定しました。これにより、冬季の東アジアとりわけ西日本地方で起こりうる極端降水量について、数年先までの潜在的な予測可能性を実証することに成功しました。
- ③ 本研究の成果は、異常天候や極端な気象現象の強度について中長期的な予測の実現に繋がることが期待されます。

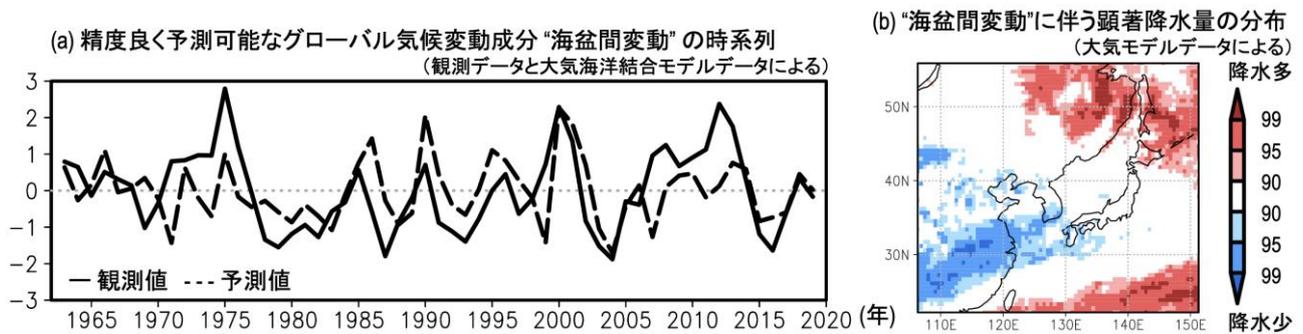
概要

数年程度の気候変動予測は、気候変動に対する施策決定の基盤となる予測情報を提供します。大気海洋結合モデルを用いた気候変動予測では、膨大な数値計算（数値シミュレーション）からグローバルな気候変動の予測情報が得られます。一方、同様の手法で極端な気象現象に伴う局所的な降水量の変動の予測情報を直接的に得ようとした場合には、より高い空間解像度をもつ大気海洋結合モデルを用いた多数のアンサンブル計算（※3）が必要であり、計算量の著しい増加を伴うことから現時点では実施が困難です。

九州大学大学院理学研究院の望月崇 准教授は、計算量の著しい増加を伴う直接的な予測計算に代えて、大気海洋結合モデルによる気候変動予測データセットと高い空間解像度をもつ大気モデルによる過去再現アンサンブル計算データセットを併用して、極端な気象現象に伴う局所的な降水量の予測情報を得ることに成功しました。とりわけ 1961 年以降の西日本地方に対する検証では、日別降水量においてひと冬あたり上位 1% にあたる極端な降水量の数年ごとの多寡が、大気海洋結合モデルで精度良く予測可能なグローバル気候変動成分である“海盆間変動”（Trans-Basin Variability）（※4）の動向に強く追随することがわかり、3 年先までの起こりうる極端な降水量の多寡に潜在的な予測可能性が実証されました。

本研究成果は、将来の気候変動予測、とりわけ異常天候や極端な気象現象の強度について中長期的な予測の実現に繋がることが期待されます。

本研究成果は、米国地球物理学連合（American Geophysical Union）の国際科学誌「Geophysical Research Letters」に 2024 年 6 月 1 日（土）（日本時間）に掲載されました。



【参考図】(a) 予測開始時刻から3年先までの予測データと観測データが同期する（予測できる）グローバル気候変動成分である“海盆間変動”の時系列。(b) “海盆間変動”の時系列に対して、各冬季の日別降水量上位1%にあたる極端降水量の相関図（統計的に99%, 95%, 90%有意な地域に着色）。

【研究の背景と経緯】

数年程度の気候変動予測は、気候変動に対する施策決定の基盤となる予測情報を提供します。大気海洋結合モデルを用いた気候変動予測では、大気と海洋の変動メカニズムをあらゆる物理方程式に基づいて膨大な数値計算（数値シミュレーション）をおこなうことで、主にグローバルな気候変動の予測情報が得られます。農業や漁業、防災減災といった観点からは、グローバルな気候変動に付随する異常天候や極端な気象現象に対する予測情報、例えば局所的に観測されるような極端な降水量の予測情報が期待されます。局所的な現象を計算するためにはモデルの空間解像度が高くなければならず、また極端な気象現象は発生頻度が低いことからその中長期的な動向は多数のアンサンブル計算から確率論的に見積もられる必要があります。しかし、いずれも計算量の著しい増加を伴うため、極端な気象現象の中長期的な動向を直接的に計算する気候変動予測をおこなうことは現時点では困難です。

一方、大気海洋結合モデルによる予測という視点を一旦脇に置いて、グローバルな気候変動に付随する異常天候や極端な気象現象の概要把握をターゲットにした場合には、過去の海洋観測データと大気モデルによる再現計算から多くの知見を得ることができます。特に、近年、高い空間解像度をもつ大気モデルによる多数のアンサンブル計算が実施され、整備されたデータベース（地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース; d4PDF）の詳細な解析から、過去に観測された海洋状態が潜在的に引き起こしうる極端な気象現象の特徴について確率論的に評価することが可能になりました。

【研究の内容と成果】

そこで本研究では、大気海洋結合モデルによる気候変動予測データセットと、高い空間解像度をもつ大気モデルによる過去再現アンサンブル計算データセット d4PDF を併用して、極端な気象現象に伴う局所的な降水量の予測情報を得ることに成功しました。

まず、1961年以降の気候変動を対象にした大気海洋結合モデルによる気候変動予測データセットを利用して、日本を含む東アジア域をターゲットにしながら、グローバルな気候変動における予測性能を検証しました。予測開始時刻から3年先までの冬季の海面水温について実際の観測データと比較することで、精度良く予測情報を得ることができるグローバルな気候変動のひとつが、“海盆間変動”（Trans-Basin Variability）とよばれる変動モードであることを特定しました（参考図 a; 図 1a）。

“海盆間変動”に伴う地表面温度・海面気圧の分布

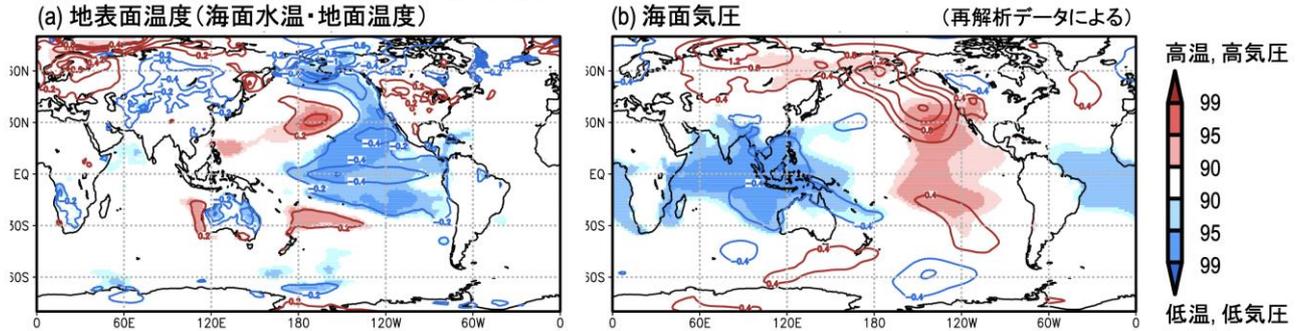


図 1 (a) 予測開始時刻から 3 年先までの予測データと観測データが同期する（予測できる）グローバル気候変動成分“海盆間変動”の時系列（参考図 a）に対して、観測データに相当する再解析データによる冬季平均の地表面温度の線形回帰（等値線；統計的に 99%, 95%, 90% 有意な地域に着色）。(b) 同様にして、冬季平均の海面気圧。

次に、極端な降水量を確率的に評価できるアンサンブル計算データセット d4PDF を利用して、日別降水量においてひと冬あたり上位 1% の極端な降水量の多寡が“海盆間変動”の動向に追従する地域を同定しました（参考図 b）。特に、中国南部から東シナ海、西日本地方では、極端な降水量に対する海面水温の状況の影響が大きく、起こりうる極端な降水量が“海盆間変動”の動向と概ね同期することがわかりました。

“海盆間変動”の動向に応じて、特に熱帯西太平洋での海面水温が平年より高く海面気圧が低い場合、対流圏下層の低気圧域は赤道付近からフィリピン海付近まで広がります（図 1b）。冬季のユーラシア大陸から南向きにより多くの寒気が流れ込みやすくなり、東アジアの気温は低下します。これにより、東シナ海から西日本地方を通過する大気のストームが弱まり、極端な降水量は減少傾向になります。熱帯西太平洋での海水温が低い場合には、逆に西日本地方での極端な降水量は増加傾向になります。

このようにして、精度良く予測可能であるグローバルな気候変動に付随する異常天候や極端な気象現象として、3 年先までの起こりうる極端な降水量の多寡に潜在的な予測可能性が実証されました。

【今後の展開】

本研究は、従来の気候変動予測では直接的に計算することが困難であった極端な気象現象に伴う局所的な降水量について、数年先までの予測情報を確率的に得ることに成功しました。異常天候や極端な気象現象について特定年の特定事象の的確な予測情報を得ることは原理的に困難ですが、本研究では多数のアンサンブル計算に基づく確率情報として潜在的な降水量、つまり極端な気象現象の強くなりやすさの予測情報を得ることができました。九州地方で検証すると、多数のアンサンブル計算における潜在的な極端降水量の動向は、過去のアメダス等の観測データに見られる変動と統計的に有意なレベルでよく対応することがわかりました。天気予報や季節予報に比べて数年規模の気候変動予測は世界的に発展途上であるなか、本研究における予測可能性の実証や理解が、異常天候や極端な気象現象の中長期的な予測の実現に対して貢献することが期待されます。

【用語解説】

(※1) 大気海洋結合モデル

大気と海洋の状態を同時に推定する数値モデルです。物理方程式に基づいて大気と海洋の変動を数値的に解きながら、計算される熱や物質、運動量の情報を矛盾なく交換して相互の数値計算に反映させていき、一つの結合システムとして状態推定をおこないます。本研究で使用した数年規模の気候変動予測データセットは、MIROC5 とよばれる大気海洋結合モデルに基づきます。

(※2) 大気モデル

大気の状態を推定する数値モデルです。海水温や海流の計算はおこなわないため、何らかのデータを境界条件として入力しながら状態推定をおこないます。本研究で使用した d4PDF データセットには、過去の観測データに基づく海面水温データを入力した計算結果が収録されています。

(※3) アンサンブル計算

大気と海洋の変動は非線形性が強いいため、予測計算をおこなうときの初期状態のわずかな違いや境界条件のわずかな違いが計算結果に大きな違いをもたらします。そのような不確実さを推定するための有効な手段のひとつとして、初期状態や境界条件をわずかに変化させて多数の計算が実施されます。アンサンブル計算の結果は確率論的な考察を可能にするため、極端な気象現象のように発生頻度が低い現象の特徴も捉えられるようになります。

(※4) 海盆間変動 (Trans-Basin Variability)

主に熱帯域の太平洋と大西洋の海面気圧や海面水温が数年規模でシーソーのように変動する現象です。インド洋から西太平洋の一部における海面気圧も概ね大西洋に同期します (図 1)。

【謝辞】

本研究は新学術領域研究「変わりゆく気候系における中緯度大気海洋相互作用 hotspot」を含む複数の JSPS 科研費 (JP19H05703, JP20H00289, JP24K00707, JP24H00369, JP24H02229)、文部科学省「統合的気候モデル高度化研究プログラム」(JPMXD0717935457) の助成を受けたものです。

【論文情報】

掲載誌：Geophysical Research Letters

タイトル：Multi-year potential predictability of the wintertime heavy precipitation potentials in East Asia

著者名：Takashi Mochizuki

D O I : 10.1029/2024GL108312

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学 大学院理学研究院 准教授 望月 崇 (モチヅキ タカシ)

TEL : 092-802-4223

Mail : mochizuki.takashi.817@m.kyushu-u.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL : 092-802-2130 FAX : 092-802-2139

Mail : koho@jimu.kyushu-u.ac.jp