

PRESS RELEASE (2024/05/16)

**エルニーニョの発達の早さが暖冬傾向と寒冬傾向を左右することを発見
～数ヶ月先の異常天候予測の精度向上に繋がると期待～****ポイント**

- ① エルニーニョ現象（※1）は地球規模の大気の流れを変え、世界中で異常気象や異常天候を引き起こします。しかし日本ではエルニーニョ発生年であっても、暖冬になる冬もあれば寒冬になる冬もあり、両者を分ける要因は未解明でした。
- ② 本研究では過去 61 年間の天候を 100 通り再現した大規模な数値シミュレーションデータを解析し、夏から冬にかけてのエルニーニョ現象の発達が早く進行するか遅く進行するかという違いが、その年の冬に日本が暖冬傾向になるのか寒冬傾向になるのかを大きく左右していることを発見し、その仕組みを解明しました。
- ③ 本研究の成果は、3 ヶ月予報や、より長期の季節予報の精度向上に貢献すると期待されます。

概要

エルニーニョ現象は地球規模の大気の流れを変え、世界中で異常気象や異常天候を引き起こします。過去の観測データに基づく統計から、エルニーニョ発生年に日本は暖冬になりやすいことが知られており、2023/24 年の暖冬はまさにその傾向に当てはまるものでした。しかし、2014/15 年のエルニーニョ発生時の記録的な寒冬のように、エルニーニョ発生年に日本が寒冬になった事例も少なくなく、どのような仕組みがエルニーニョ発生年の暖冬と寒冬を決定づけているのかは未解明でした。

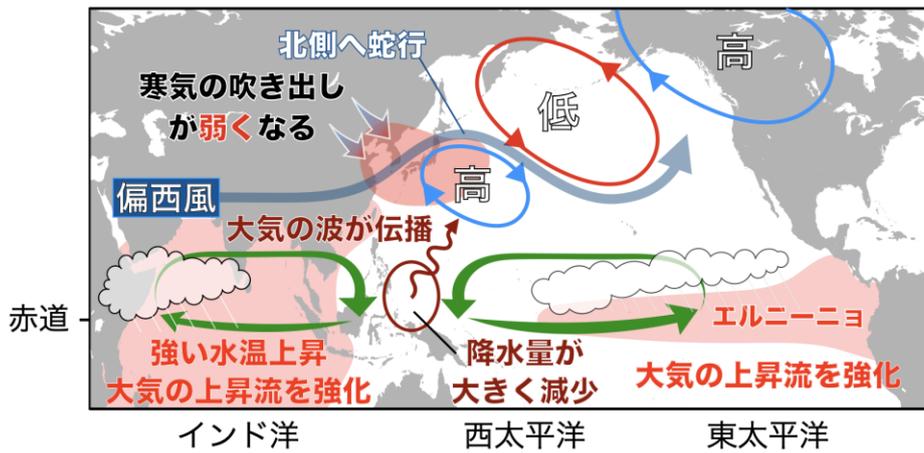
九州大学応用力学研究所の塩崎公大 学術研究員、時長宏樹 教授、森正人 助教の研究グループは過去 61 年間の天候を 100 通りも再現した大規模な数値シミュレーションデータを解析し、夏から冬にかけてのエルニーニョ現象の発達が早く進行するか遅く進行するかという違いが、その年の冬に日本が暖冬傾向になるのか寒冬傾向になるのかを大きく左右していることを発見し、その仕組みを解明しました。

夏の早い時期から強いエルニーニョ現象が発達すると、熱帯インド洋の海面水温も大きく上昇します。それらの相乗効果によって、フィリピン東方沖の活発な降水活動が抑制されます。この降水活動の抑制は日本の南東沖で高気圧を形成し、偏西風を大きく北側へ蛇行させます。これによって、日本を含む東アジア域への寒気の吹き出しが弱くなるため、暖冬が起りやすくなります。逆に、エルニーニョ現象が発生したとしても、その発達の進行が遅いと熱帯インド洋の水温上昇は大きくなりません。それに伴って、フィリピン東方沖における降水活動もわずかにしか抑制されないため、日本の南東沖の高気圧は形成されません。一方、北太平洋上の低気圧が日本付近にまで張り出すことによって、西高東低の冬の気圧配置と寒気の吹き出しが強化され、むしろ寒冬傾向になりやすくなります。

本研究の発見は、数値シミュレーションモデルにおけるエルニーニョ現象やインド洋変動との連動性をより良く再現することにより、3 ヶ月予報などの季節予報の精度向上に貢献すると期待されます

本研究成果は、米国気象学会の国際科学誌「Journal of Climate」オンライン版にて 2024 年 4 月 26 日に早期公開されました。

エルニーニョ年の暖冬



エルニーニョ年の寒冬

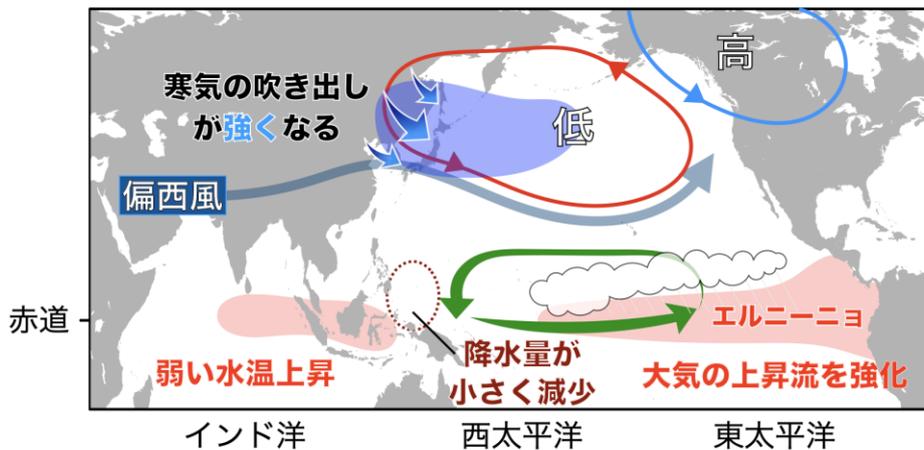


図 1：エルニーニョ発生年に暖冬（上）と寒冬（下）になる仕組みを説明する模式図。大気と海洋の平年状態からのずれを暖冬傾向と寒冬傾向に分けて表しています。インド洋の水温上昇と、偏西風が日本の東側で大きく北側に蛇行するかどうか暖冬と寒冬を大きく左右します。

【研究の背景と経緯】

熱帯域の広範囲にわたる活発な降水は、大気中の熱源として重要な役割を担っており、地球規模の大気の流れを駆動しています。エルニーニョ現象（※1）は、この大気中の熱源分布を変えて、偏西風を大きく蛇行させることにより、熱帯だけでなく、日本を含む中緯度域にも遠隔的に異常天候を引き起こします。したがって、エルニーニョ現象や熱帯域の降水が偏西風の蛇行に影響を及ぼす物理的な仕組みを解明することは、数ヶ月程度先の季節的な天候予測の観点からも重要な課題です。

強いエルニーニョ現象が発生した 2023/24 年の日本の冬は、全国的に気温が平年よりもかなり高く、北日本・日本海側を中心に降雪量が平年比で 50% を大きく下回る地点が数多く見られました。観測データによる統計解析から、日本ではエルニーニョ発生年に暖冬になりやすいことが指摘されており、2023/24 年の暖冬はまさにその傾向に当てはまっています。しかしながら、2014/15 年のように、エルニーニョ発生年にもかかわらず日本が記録的な寒冬に見舞われた年もありました。

日本が暖冬になるか寒冬になるかは、偏西風の蛇行がどこで起こるかに大きく関係しています。日本を含む中緯度域の天候は、エルニーニョ現象などの熱帯域からの遠隔影響だけでなく、北極からの遠隔影響や、大気の内変動（※2）と呼ばれる元々大気中に内在する大きなゆらぎによっても変化することが知られています。したがって、エルニーニョ発生年の統計的傾向に当てはまらずに寒冬になるのは、エルニーニョの影響よりも大気の内変動によるゆらぎの影響が大きいと、これまでは考えられてきました。しかしながら、エルニーニョ発生年の偏西風の蛇行の傾向を詳しく調べると、エルニーニョが引き起こす蛇行の傾向が日本に暖冬をもたらす場合と寒冬をもたらす場合に分離できることが分かってきました。観測データからエルニーニョ現象の影響のみを十分な精度で評価することは限界があります。そこで、大規模な数値モデルシミュレーションデータの解析によってエルニーニョの影響を評価することが必要でした。

【研究の内容と成果】

本研究では、大気の内変動を抑制した上でエルニーニョ現象の影響を評価するために、d4PDF（※3）とよばれる過去61年間の天候を100通りも再現した大規模な数値シミュレーションデータ（計6,100年分）を解析しました。このシミュレーションでは、1700回ものエルニーニョ現象が発生し、その時に大気がどのように変化したのかを計算していますが、それらを全て平均することで大気の内変動からの影響を限りなくゼロに抑え、エルニーニョ現象の影響のみを抽出することができます。

エルニーニョ現象は12月から1月頃にかけて最も強くなります。本研究の解析の結果、日本が暖冬の場合では、エルニーニョ現象の発達が非常に早く、持続性も長いという特徴があることが分かりました。エルニーニョ現象の指標となる赤道東部太平洋の海面水温が6月の時点で最初に基準値を上回り、翌年2月まで高水温を持続します。一方、寒冬の場合では、エルニーニョ現象の発達が非常に遅く持続性も短いことが特徴です。赤道東部太平洋の海面水温が11月に初めて基準値を上回ります。しかしながら、エルニーニョ現象の最盛期で赤道東部太平洋の海面水温を比較すると、その海水温にほとんど違いはありませんでした。

もう1つの重要な暖冬と寒冬との相違点はインド洋の水温上昇です。暖冬になる前の特徴として、インド洋の海水温は夏頃から発達するエルニーニョ現象によって強力に暖められます。その結果、熱帯太平洋の東部と熱帯インド洋の西部で降水が増加し、大規模な東西の大気循環が弱まることによって、フィリピン東方沖の活発な降水活動が著しく弱まります（図1）。それが大気中の加熱を弱めると日本の南東沖で高気圧を形成し、偏西風を北側へ蛇行させます。それにより、日本を含む東アジアでは冬の寒気の吹き出しが弱くなるため、暖冬になるという仕組みです。一方、寒冬の場合は、インド洋の昇温とフィリピン沖の降水の減少が小さい（加熱の弱まりも小さい）ため、この日本南東沖の高気圧が出現しません。暖冬と異なり、北太平洋上の低気圧（アリューシャン低気圧）がユーラシア大陸の東部まで拡大し、西高東低の冬型の気圧配置と寒気の吹き出しが強化されて寒冬になりやすくなります。これらの結果から、「エルニーニョ現象＝日本は暖冬傾向」ではなく、エルニーニョ年の暖冬傾向にはインド洋のサポートが必要ということがわかりました。

【今後の展開】

本研究の結果は、6月前後の時点でエルニーニョ現象の発達具合を数値モデルで予測することができれば、その半年後の日本の気温上昇をある程度は予測できる可能性を示しています。大気海洋結合モデ

ル(※4)において、エルニーニョ現象の季節性と強度、さらにはエルニーニョ現象とインド洋の相互作用の再現性をより高めていくことが、3ヶ月予報など数ヶ月先の異常天候予測の精度向上に繋がると期待されます。

また、近年の暖冬傾向には地球温暖化の影響も確実に現れており、インド洋も地球温暖化による水温上昇の影響が最も顕著に現れる海域として知られています。このインド洋の水温上昇が現在よりも顕著になった際、地球温暖化と熱帯からの遠隔影響の相乗効果が将来の日本の暖冬をどのように変化させるかについてはさらなる研究が必要です。

【用語解説】

(※1) エルニーニョ現象

赤道東部太平洋域における海面水温の顕著な昇温現象のこと。貿易風とよばれる東から西へ吹く風が弱まることによって発生し、終息するまで1~2年ほど持続します。エルニーニョ現象が発生している時には、豪雨による洪水や干ばつ、高温や低温などの異常気象や異常天候が世界中で現れやすいことも知られています。

(※2) 大気の内変動

人間活動とは無関係に生じる自然な大気の変動のうち、海面水温や海氷、火山噴火などの外的な要因からの影響を受けない現象を大気の内変動と言います。例えば、低気圧や高気圧の移動、偏西風の蛇行などが当てはまります。

(※3) d4PDF

database for policy decision making for future climate change (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) という大規模な大気シミュレーションデータの略名。このシミュレーションは、気象庁気象研究所で開発された大気の流れや気圧・気温・降水などを再現するプログラム(全球大気モデル)を用いて行われました。観測された海面水温と海氷に小さな摂動を加え、わずかに異なる100通りの初期値(気象状態)からシミュレーションした大気データです。個々のシミュレーションは互いに異なる大気の内変動を含んでいるのに対して、100通りのシミュレーションを平均することによって、ランダムな大気の内変動を相殺し、海面水温や海氷の変動に伴う大気の応答を抽出することができます。

(※4) 大気海洋結合モデル

大気と海洋の3次元的な運動や温度などを物理法則に沿って計算する数値シミュレーションプログラムのことです。気候モデルとも呼ばれ、3ヶ月予報などの季節予報や地球温暖化予測などに用いられています。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費 (JP19H05703, JP19H05704, JP23K22563, JP23K22570, JP23K25946, JP24H02229, JP24H00261) の助成を受けたものです。

【論文情報】

掲載誌：Journal of Climate

タイトル：What Determines the East Asian Winter Temperature during El Niño?— Role of the Early-Onset El Niño and Tropical Indian Ocean Warming

著者名：Masahiro Shiozaki, Hiroki Tokinaga, and Masato Mori (塩崎公大、時長宏樹、森正人)

D O I : 10.1175/JCLI-D-23-0627.1

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学 応用力学研究所 学術研究員 塩崎 公大 (シオザキ マサヒロ)

Mail : shiozaki@riam.kyushu-u.ac.jp

九州大学 応用力学研究所 教授 時長 宏樹 (トキナガ ヒロキ)

Mail : tokinaga@riam.kyushu-u.ac.jp

TEL : 092-583-7240 FAX : 092-584-2570

<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