

PRESS RELEASE (2024/08/23)

太平洋十年規模変動と同期する東アジア全域の台風による極端降水の 近年の増加が明らかに

～台風災害のリスクアセスメントに貢献～

ポイント

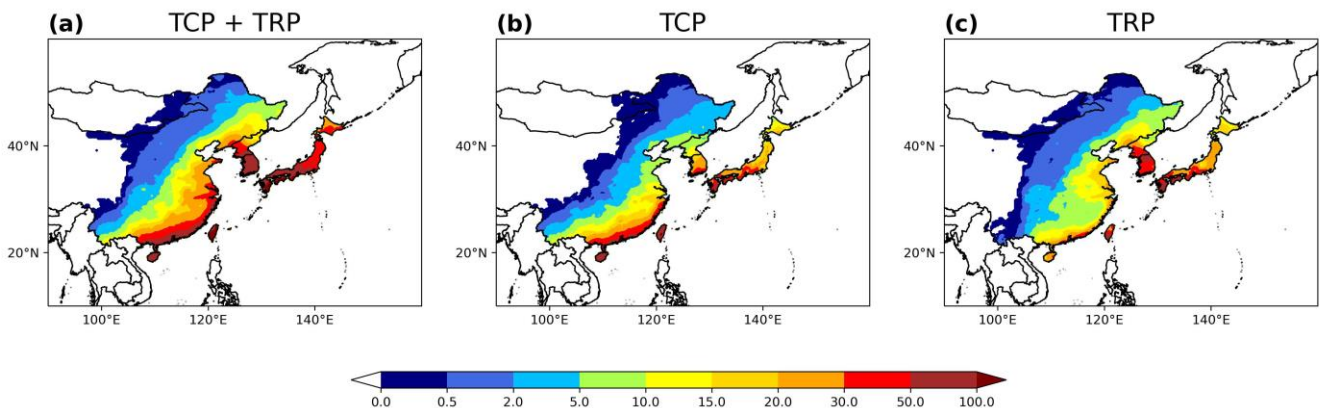
- ① 東アジア夏季の豪雨災害には台風による極端降水によって発生している事例が多数あります。台風災害のリスクアセスメントの観点から極端降水の長期変動の解明が求められています。
- ② 本研究で、台風本体の降水（コア降水）と台風の間接的な影響（遠隔降水）を分離・同定する客観的手法を開発し、東アジア全域にわたる台風による降水量および極端降水の長期変動傾向、また台風自体の活動度や経路の長期変動傾向との関連を明らかにしました。
- ③ 実態解明は、気候システムの自然変動（太平洋十年規模変動）に同期する台風による極端降水の定量的評価に資する一方、台風災害リスクの将来予測の不確実性（激甚化するか否か）を低減していく事にも繋がります。

概要

日本を含む東アジアにおける台風災害リスクの将来予測は喫緊の課題です。しかしながら、台風の遠隔降水の同定が困難なため、東アジア全域の台風による極端降水の実態さえよくわかっていませんでした。本研究で、九州大学大学院理学府博士後期課程1年の呉 継煒大学院生、同大学院理学研究院の川村隆一教授らの研究グループは、台風による極端降水の全容解明のために、陸域降水量観測及び大気再解析データを併用して、台風本体の降水（コア降水）と遠隔降水を分離・同定する新しい客観的手法を開発しました。解析結果から、台風遠隔降水は西日本と朝鮮半島に大きなインパクトを与えていること、台風降水域で領域平均された日降水量が50mm以上の日数は今世紀に入って東アジアで2.2倍ほど急増していることなどを明らかにしました。また台風経路は太平洋十年規模変動と同期しながら今世紀に入って大陸側にシフトしており、極端降水の増加には台風コア降水が大きく寄与していることと矛盾しないことがわかりました。

これらの知見は、将来気候下の台風災害のリスクを考えるにあたって、台風コア降水と台風遠隔降水を適切に評価する必要性を強く示唆しています。また気候システムの自然変動である、太平洋十年規模変動による台風リスクの長期的変化の普遍的理解は、地球温暖化の進行によって予想される台風リスクの精度向上にも資することが期待され、結果的に将来予測の不確実性（激甚化するか否か）を低減していくことに繋がります。

本研究成果は、2024年8月15日(木)に国際学術誌「Weather and Climate Extremes」にオンライン掲載（早期公開）されました。また本研究はJSPS 科研費補助金（JP20H00289, JP24H00369）の助成を受けました。



【参考図】東アジア全域の夏季（7～9月）平均の台風による降水量の空間分布（1979～2021年）。
(a)台風本体（コア）降水と台風遠隔降水の合計。(b)台風コア降水のみ。(c)台風遠隔降水のみ。

【研究の背景と経緯】

東アジアでは毎年のように台風による甚大な被害が発生しています。台風災害の特徴として暴風、豪雨、高潮などがあげられますが、沿岸部だけではなく内陸部の広範囲にわたって深刻な被害をもたらすのは豪雨によるものです。台風本体の降水は勿論のことですが、台風から遠く離れた地域でも頻繁に豪雨が生じています。特に日本では梅雨前線に対する台風の遠隔影響によって災害が発生しやすく、その力学・熱力学的プロセスが明らかにされてきました（Yoshida et al. 2023 ほか）。しかしながら、個々の台風が様々な多様性をもっているため、局地的に豪雨が発生していてもそれが台風の遠隔降水によるものかどうかを判断するのは容易ではありません。台風災害のリスクアセスメントの観点からも、台風の遠隔降水の問題が大きな不確実性の一つとして残されていました。

本研究は、台風が東アジアに最も上陸する季節（7~9月）に注目して（図1参照）、東アジア全域にわたる台風による降水量および極端降水の長期変動傾向の実態を明らかにすることを目指したものです。台風による降水量が将来どのように変化して、災害リスクがどのように変化していくのかという長期的予測は重要かつ喫緊の研究課題となっています。特に、地球温暖化による災害リスクの変化を適切に評価するためには、気候システムの自然変動による災害リスクの変化も理解する必要があります。両者にとって台風の遠隔降水の定量的な評価が欠かせないことから、研究の推進によって台風による豪雨災害の将来予測の不確実性を低減していく事に貢献するのみならず、台風がもたらす水資源の長期的予測にも繋がります。

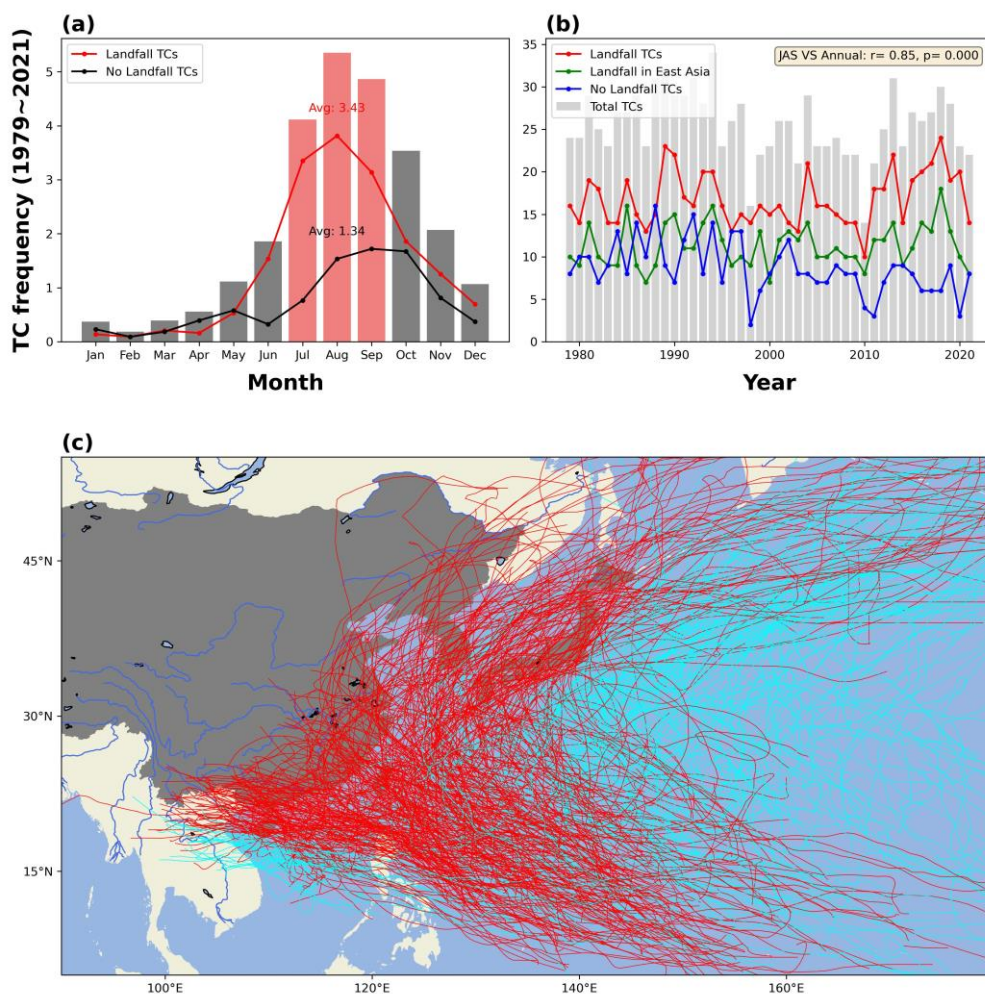


図 1

(a)東アジアに上陸した（または上陸しなかった）台風の月別個数（1979~2021 年の気候平均）。(b)夏季（7~9月）に上陸した台風（赤線）、東アジアに上陸した台風（緑線）、上陸しなかった台風（青線）の個数の経年変動。(c) 東アジアに上陸した台風（赤線）、上陸しなかった台風（水色）の経路分布。灰色の陰影は東アジア域を示す。

【研究の内容と成果】

そこで本研究では、まず台風本体の降水（コア降水）と台風の間接的な影響（遠隔降水）を分離・同定する客観的手法を開発しました。本研究での統計調査から、台風コア降水は台風中心から半径 550km 以内の降水域と定義するのが妥当と判断しました。従来の研究でも半径 500km や 550km の閾値が多用されており矛盾はありません。一方、台風遠隔降水の同定に明確な客観的基準はありませんでした。台風遠隔降水が顕著な事例では、台風コア領域と接続する非常に強い水蒸気の流れ（水蒸気フラックス）が観測されます。強い水蒸気フラックスの下で局在化した強い降水域が頻繁に観測されることから、両者の密接な関係性に基づいて遠隔降水を同定しました。具体的には、①6 時間間隔の大気再解析データから見積もられる鉛直積算水蒸気フラックス(※1)が $350 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ を超える領域を抽出して、②その領域が台風中心から半径 2500km 以内にある場合を遠隔降水が生じる範囲と定義しました。水蒸気フラックスの閾値は所謂「大気の川(※2) (Atmospheric River)」の概念を活用しています。閾値を超えない領域では弱い降水域が散在する傾向にあり、ケーススタディでも台風の遠隔降水と判別するのはかなり困難です。最後に、③遠隔降水が生じる範囲が東アジアの陸域に重なったときに、重なった領域内で降水があれば台風遠隔降水と同定しました。このような客観的手法が妥当かどうか半径 2000km や半径 3000km についても検証したところ、本研究の結論と変わらない結果が得られています。本研究で明らかになった主な知見は以下の通りです。

(i) 台風による降水を台風コア降水と台風遠隔降水に分離・同定した結果（1 ページ目参考図参照）、台風遠隔降水は西日本と朝鮮半島に大きなインパクトを与えていることが明らかになりました。また、遠隔降水の変動度は日本では北海道地方が最も大きいことがわかりました。

(ii) 東アジアの極端降水に関していえば、台風による降水が日降水量 50mm 以上(降水域で領域平均)の日数は今世紀に入って東アジアで 2.2 倍ほど急増しており、近年台風による極端降水が増加傾向にあることが明らかになりました（図 2）。極端降水の増加には台風コア降水が大きく寄与している一方、日降水量 20mm 以上 50mm 未満の大雨日数でみると、台風遠隔降水は今世紀に入って 60.8% も増加していることが見出されました（図略）。

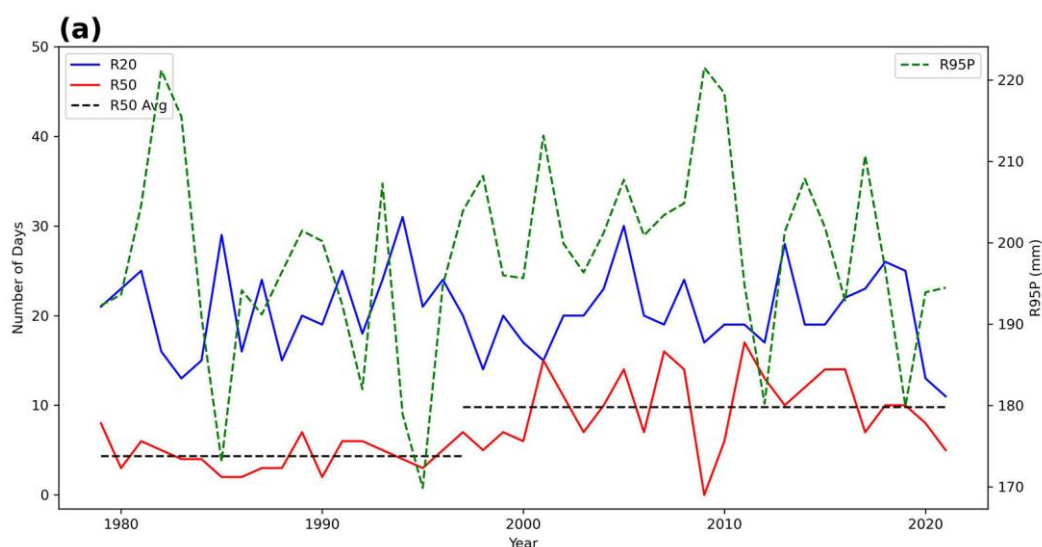


図 2

東アジア夏季における台風による降水（台風コア降水＋台風遠隔降水）日数の経年変動。赤線は日降水量 50mm 以上の極端降水の日数、青線は中程度（日降水量 20mm 以上 50mm 未満）の降水日数の変動を表す。ここでの日降水量は台風による降水と同定された陸域で領域平均された値である。日降水量の 95%パーセンタイル値（緑破線）も併せて示す。

(iii) 台風経路は太平洋十年規模変動（気候システムの自然変動）と同期しながら今世紀に入って大陸側にシフトしており、特に南西諸島や台湾付近を通過する台風が増加しています（図3）。大陸側へのシフトによって、結果的に台風コア降水が陸上の極端降水に大きく寄与したと考えられます。また台風遠隔降水の急激な増加とも密接に関連していることがわかりました。

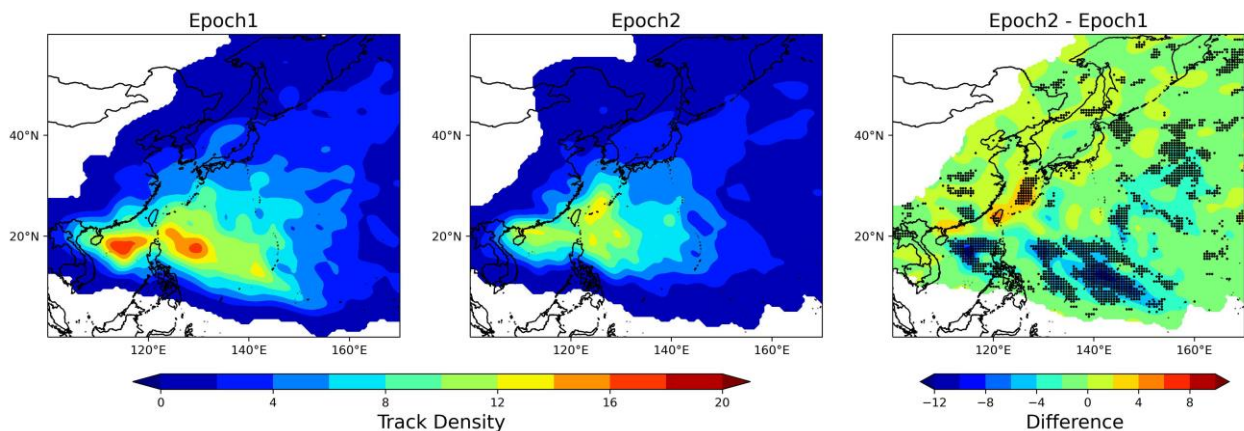


図3

Epoch1 (1979-1996)と Epoch2 (1997-2021)における台風経路の空間密度分布図。両期間の差も併せて示す。黒い点は統計的に有意 ($p < 0.05$) な地域を表す。

【今後の展開】

これまで台風の遠隔影響を考慮した、台風による降水の長期変動を東アジア全域で包括的に調べた研究や大陸スケールで台風遠隔降水を日単位で詳細に解析した研究もありませんでした。本研究では台風の遠隔降水を同定する客観的手法を用いて、台風コア降水と台風遠隔降水に分けて台風がもたらす降水の長期変動の全体像を把握することに初めて成功しました。

客観的手法のさらなる精度向上も勿論求められますが、今後は台風災害のリスクアセスメントに大きな貢献が期待できます。本研究の結果から、太平洋十年規模変動などの気候システムの自然変動による台風災害リスクの長期的変化と、温暖化の進行によって予想される台風リスクの将来変化を適切に区別する必要性が再認識されました。

また台風の遠隔降水においては、メソスケールの線状降水帯もしばしば発生します。親システムである台風から、より小さなスケールの極端現象（子システム）への連鎖の評価の必要性、すなわち豪雨災害ハザード（危険度）の予測には現象の階層構造の把握と予測が必須であると考えられます。子システムへカスケード（連鎖）することで、激甚化したような甚大な災害が多数発生している事実から、この連鎖プロセスの理解が重要な課題として残されています。今後数年から10年スパンで地域の豪雨災害ハザードが増大（あるいは緩和）する可能性を予測するためには、近未来予測の不確実性を低減させる上での大きな障害となっている「極端現象へ連鎖していくか否か」という重要かつ喫緊の課題を克服していく必要があります。本研究の成果はこの課題解決にも活用されることが期待されます。

【用語解説】

(※1)鉛直積算水蒸気フラックス

水蒸気フラックスを地表面から大気上端まで鉛直積分した値を指します。ここでの水蒸気フラッ

クスは水平方向の水蒸気輸送の大きさを表しています。

(※2)大気の川 (Atmospheric River: AR)

本来の定義は、温帯低気圧の気流構造に起因する水蒸気の強い流れを指します。ハワイ諸島から北アメリカ西岸に伸びる AR は、しばしば西岸地域に大雨や大雪をもたらすため、パイナップル・エクスプレス (Pineapple Express) と呼ばれることがあります。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費補助金 (JP20H00289, JP24H00369) の助成を受けて行われました。

【論文情報】

掲載誌: Weather and Climate Extremes

タイトル: Increasing WNP Tropical Cyclone-related extreme Precipitation over East Asia during Boreal Summer associated with PDO shift

著者名: Jiwei Wu, Ryuichi Kawamura, Takashi Mochizuki, and Tetsuya Kawano

D O I : [10.1016/j.wace.2024.100714](https://doi.org/10.1016/j.wace.2024.100714)

【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地球惑星科学部門 教授 川村 隆一 (かわむら りゅういち)

TEL : 092-802-4233

Mail : kawamura.ryuichi.130@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