

PRESS RELEASE (2022/07/25)

今世紀初頭から九州地方の梅雨に準4年変動が顕在化

～近年の豪雨災害激甚化の背景が明らかに～

ポイント

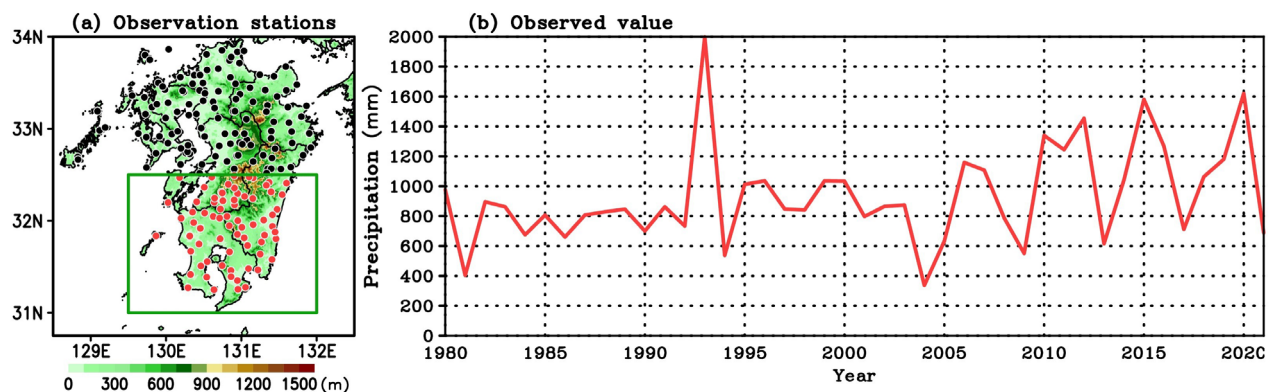
- ① 線状降水帯等による甚大な豪雨災害が九州地方中心に近年頻繁に発生しています。減災・防災の観点から近年の豪雨頻発の背景の解明が求められています。
- ② 本研究で、梅雨期の降水量が最も多い九州南部を中心に、今世紀初頭から降水量の年々変動が大きくなり準4年変動（4年前後の周期変動）が顕在化していることを初めて見出すと共に、その主要因を明らかにしました。
- ③ 梅雨は1980～90年代の安定期から今世紀に入って不安定期に移行しており、数十年規模の大気海洋変動が近年の豪雨頻発の背景にあることがわかりました。気候システムの自然変動の影響を正確に把握することが、逆に地球温暖化の影響を客観的に評価することにも繋がります。

概要

近年梅雨期において九州地方を中心に、線状降水帯が関係する甚大な豪雨災害が頻発しています。ところが、なぜ豪雨災害の激甚化を思わせるような豪雨が近年頻発しているのか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研究院所属、日本学術振興会特別研究員の藤原圭太氏（研究当時）と同大学院理学研究院川村隆一教授は、高精度の降水量推定を可能にした最新の衛星全球降水マップ（GSMaP）を用いて梅雨期の総降水量の近年の変動傾向を調査したところ、梅雨期降水量が最も多い九州南部を中心に、今世紀に入ってから総降水量が年によって大きく変動しており、準4年変動が顕在化していることを初めて明らかにしました。

また他の衛星観測データや気象庁アメダス降水量データも併用した結果、梅雨期降水量の年々変動は1980～90年代の安定期から今世紀に入って不安定期に移行していることもわかりました。なぜ今世紀初頭から準4年変動が顕在化したのかその要因を探ったところ、熱帯インド洋と西太平洋間の東西鉛直循環に関連した熱帯の遠隔影響が梅雨を変動させる可能性は従来から指摘されていましたが、その遠隔影響が数十年規模で変動していることが主要因の一つであることが見出されました。これらの知見は豪雨被害を軽減するための梅雨降水量の中長期予測の精度向上に資することが期待されます。また梅雨期における豪雨発生頻度や強度の将来予測の信頼性を高めるためには、熱帯インド洋・太平洋の数十年規模の大気海洋変動の動態とその予測可能性を詳しく調べていく必要があります。

本研究成果は、2022年7月25日(月)に国際学術誌「Scientific Online Letters on the Atmosphere」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（JP19H05696, JP20H00289）の助成を受けました。



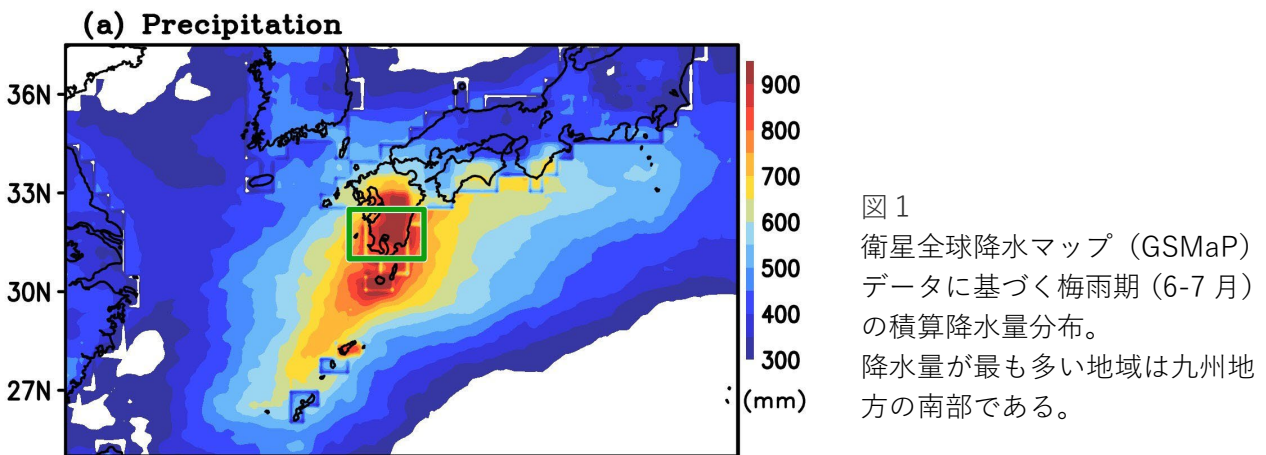
【上図】(a)九州地方のアメダス降水量観測地点。九州南部の地点を赤丸で示す。(b)九州南部で領域平均した梅雨期(6-7月)の総降水量の年々変動。陸上観測点のみでも近年の準4年変動が明瞭である。

【研究の背景と経緯】

冬から夏へ季節が進行する中で、対流圏下層では地表面加熱によりアジア大陸に熱的低圧部が形成される一方、太平洋上では亜熱帯高気圧が発達します。海陸間の温度差の拡大に伴い日本付近では気圧の東西差が強まるため、低緯度のアジアモンスーン地域から中緯度傾圧帯へ暖湿気流の流入が促進されます。上層ではチベット高原の山岳効果などによって日本付近には弱い気圧の谷が存在しているため、気圧の谷へ暖湿気流が流入すると、両者の複合効果で準定常的な降水帯が形成されることになります。この短期間（40 日程度）の雨季を私たちは梅雨と呼んでいます。言い換えれば、モンスーンと中緯度偏西風の両システムが結合したハイブリッド現象（hybrid monsoon）と捉えることもできます。

多量の水蒸気が湿潤モンスーン地域から日本へ流入する一方、その領域は中緯度傾圧帯であり水平風の鉛直シア¹⁾が大きくなっています。両者が作り出す環境場が必然的に線状降水帯²⁾の地理的分布や発生頻度を規定しています。線状降水帯発生背景となる梅雨の環境場の変動要因を明らかにすることは、梅雨期の豪雨災害の減災・防災の観点の上で、線状降水帯の予測精度向上と並んで喫緊の課題です。

一方、近年梅雨期において九州地方を中心に甚大な豪雨災害が頻発しています。勿論地球温暖化による降水量のかさ上げ効果は無視できませんが、豪雨災害頻発の要因を全て温暖化に帰すると断定するのも無理があります。



【研究の内容と成果】

そこで本研究では、高精度の降水量推定を可能にした最新の衛星全球降水マップ (GSMaP) データを用いて梅雨期の総降水量の近年の変動傾向を調査しました。衛星観測による降水量推定によって、アメダス地点観測だけでは捉えきれない日本周辺海域の降水分布と降水量の実態を知ることができ、梅雨の降水活動の全体像を把握することが可能となります。また比較検証のために、他の衛星観測データや気象庁アメダス降水量データも併用しました。主な結果は以下の通りです。

(i) 梅雨期の総降水量が最も多い九州地方南部を中心に（図 1）、今世紀初頭から降水量の年々変動が大きくなり準 4 年変動が顕在化していることが見出されました（図 2）。また、1980～90 年代は総降水量の年々変動の振幅は非常に小さく梅雨が安定期であったこと、ところが今世紀に入ってから準 4 年変動が卓越する不安定期に移行していることが明らかになりました。

(ii) 九州南部で領域平均したアメダス降水量では、過去 40 年間で梅雨期の総降水量が 1,100mm を超えている年は 10 回を数え、その内 9 回は全て今世紀に入ってからであり、そのほとんどが準 4 年変動の極大期に対応していました。準 4 年変動の卓越によって、近年の梅雨期の総降水量の増大が生じていることがわかりました。

(iii) 準 4 年変動が顕在化した要因を調べたところ、エルニーニョがインド洋の大気海洋相互作用を介

して西太平洋の太平洋高気圧に遅延的な影響を与えるという現象（Indo-Western Pacific Ocean Capacitor: IPOC³⁾）が関与していました（図3）。IPOCの梅雨への影響は従来から指摘されていましたが、本研究で、IPOCと呼ばれる熱帯からの遠隔影響が数十年規模で変動している（具体的には遠隔影響に地理的なずれが生じている）ことが準4年変動発現の主要因の一つであることが初めて明らかになりました。

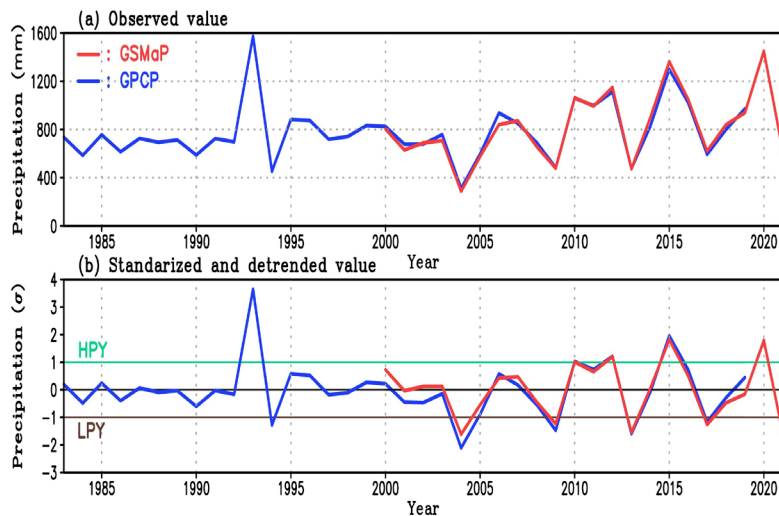


図2

(a)総降水量が最も多い九州南部(図1の緑枠)における梅雨期(6-7月)積算降水量の経年変動。赤線はGSMaPデータ、青線は別の衛星観測データ(GPCP)の時系列。両者は良く一致している。
(b)線形トレンドを除去し、標準化された時系列。GPCPの時系列において、標準偏差の3倍を超える例外的な1993年は極端な冷夏の年である。

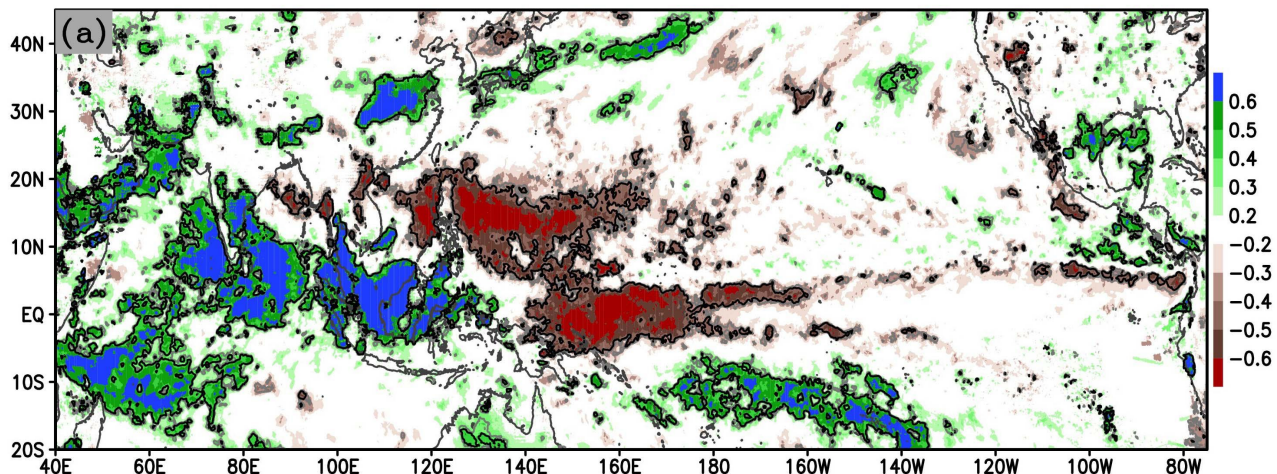


図3：IPOC³⁾の変動を指標化したインデックスと衛星全球降水マップ(GSMaP)の6-7月積算降水量との相関分布図。正(負)の相関係数は寒色(暖色)系で示す。黒い等値線で囲まれた領域は有意水準5%を満たす領域である。熱帯インド洋で降水量が増加し、西太平洋で降水量が減少している(IPOCインデックスが正)時には、梅雨期降水量は増加傾向になる。

【今後の展開】

線状降水帯を伴うような豪雨災害は梅雨期全体からみれば、短い時間スパンで局地的に発生するイベントなので、総降水量の年々変動と個々の豪雨災害の発生頻度や規模は必ずしも1対1には対応しませんが、過去に梅雨の総降水量が1,100mmを超えるような年では多くの災害(例えば、平成24年7月九州北部豪雨、令和2年7月熊本豪雨)が発生しているのも否定できない事実です。したがって、今世紀初頭からの準4年変動の顕在化が九州地方を中心とした近年の豪雨頻発の背景にあることは疑いの余地がありません。不安定期が今後も続くのかという問題は中長期的な減災の観点からも大変重要です。

以上の知見はまた、梅雨期における豪雨発生頻度や強度の将来予測の不確実性を低減していくために

は、熱帯インド洋・太平洋の数十年規模の大気海洋変動の動態とその予測可能性を気候モデルを用いて詳しく調べる必要性を示唆しています。梅雨の環境場の変動要因にもなっている、気候システムの自然変動（揺らぎ）の影響を正確に把握することが、逆に地球温暖化の影響を客観的に評価することにも繋がります。近年の梅雨期降水量の年々変動が今後どのように推移して、どのように個々の豪雨災害の発生に実質的な影響を与えていくのか注視していく必要があります。

【用語解説】

注 1) 鉛直シアー

高度方向の水平風の差（速度ベクトルの差）を鉛直シアーと呼んでいます。中緯度の日本付近では対流圏上層で強い偏西風が吹いているので、鉛直シアーが大きい環境にあります。一般的に中緯度では気温の南北差が大きいため、東西方向の鉛直シアーが大きくなります。

注 2) 線状降水帯

個々の積乱雲が発生・消滅を繰り返して入れ替わりながら、積乱雲の集団として線状に組織化され、その降水システムが長時間にわたって停滞する（地理的に固定される）現象を指します。メソスケールの前線や山岳の強制で一旦積乱雲が発達すると、先行する積乱雲の風上側に新たな積乱雲が発生（先行する積乱雲の後方に形成）していくプロセスが繰り返され、個々の積乱雲は風下側に流されて次第に衰退していく様子が観測されており、このタイプをバックビルディング型（back-building type）と呼んでいます。他にも異なるタイプがあり、降水システムの構造に関しては多様性があります。多量の水蒸気の流入と鉛直シアーの存在が線状降水帯発生的好適な環境場をもたらしています。

注 3) Indo-Western Pacific Ocean Capacitor (IPOC)

エルニーニョ時には熱帯の東西鉛直循環（ウォーカー循環）も変化しているため、その影響で熱帯インド洋の海面水温（SST）が上昇しやすくなります（太平洋からインド洋へ影響が伝播）。北半球春季にエルニーニョが衰退しても、インド洋 SST の高温偏差は持続するため、その海域で積雲対流活動は活発になり、大気循環を介して今度は西太平洋の対流活動を抑制する傾向になります（インド洋から太平洋へ影響が伝播）。この現象を Indo-Western Pacific Ocean Capacitor、略して IPOC と呼ばれています。IPOC によって、ちょうど梅雨期にフィリピン海北方の太平洋高気圧が強まるため、高気圧の西縁に沿って九州地方へ多量の水蒸気が流入して降水量が増加します（図 3 参照）。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費補助金（JP19H05696,JP20H00289）の助成を受けて行われました。

【論文情報】

掲載誌：Scientific Online Letters on the Atmosphere

タイトル：Appearance of a quasi-quadrennial variation in Baiu precipitation in southern Kyushu, Japan, after the beginning of this century

著者名：Keita Fujiwara, Ryuichi Kawamura

D O I : 10.2151/sola.2022-029

【お問合せ先】

<研究に関すること>

京都大学防災研究所気象・水象災害研究部門 特任助教 藤原 圭太（ふじわら けいた）

Mail : keita.fujiwara.926@gmail.com

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>

九州大学広報室

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

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