

広域長期間豪雨の増加と偏西風蛇行

気象・気候ダイナミクス研究室 519373 山田 裕貴

指導教員：立花 義裕 教授

Keywords：広域長期間豪雨，梅雨前線，偏西風蛇行

1. 序論

梅雨とは、日本の南の太平洋高気圧と北のオホーツク海高気圧による気圧配置によって停滞前線が発生し、曇りや雨になりやすい期間である。この期間では、西日本を中心に年間降水量の多くを占める降水があり、各地で大雨災害をもたらす事例が度々発生している。近年においては数十年に一度の顕著な大雨事例として「平成30年7月豪雨（別名：西日本豪雨）」、「令和2年7月豪雨」、「令和3年8月豪雨」の3つの事例が存在し、日本の各地で災害が発生した。これら3事例の共通点として、広域にわたる降雨が数日から1週間程度継続したことで、西日本を中心に各地で大雨による災害が発生したことが挙げられる。

現在、先行研究では各事例の研究や極端な“広域豪雨”の発生場の調査^[1]は行われている。しかし、先述の3事例のように“広域”かつ“長期間”継続する豪雨事例についての統計的な調査や、大気場の特徴、長期間継続した原因についての考察は、これまで行われていない。

そこで本研究では、広域長期間豪雨の特性を明らかにするため、“広域長期間豪雨”発生時の大気場の特徴と継続する原因、近年にかけての変化を調査することを目的とする。

2. 使用データと解析手法

降水データは気象庁地域気象観測システム AMeDAS（1982年以前から観測されている地点：941地点）の観測値データ、大気場のデータには気象庁55年長期再解析データ JRA-55^[2]のDailyのデータを使用した。解析期間は1982-2021年の40年間における6、7、8月とした。

始めに、日降水量1.0mm以上を観測した地点が全地点の50%（471地点）以上の日を“広域降雨日”と定義した。そこから、1)広域降雨日が3日以上連続する事例、2)広域降雨日に該当しない日であっても、前後の日が該当し、該当しない日を除いて3日以上連続する事例の、どちらかに当てはまる事例を“広域長期間降雨”とした。

次に、広域長期間降雨の事例の中から、日平均1万mm以上の事例を“広域長期間豪雨”と定義した。

その後、抽出された広域長期間豪雨について、豪雨をもたらす要因を調査し、分類した。広域長期間豪雨日ごとに日本時間9時、21時の地上天気図から津口・加藤2014^[2]を参考に、台風・熱帯低気圧、低気圧の発達・東

進、梅雨前線の3つに分けた。複数の要素が豪雨の要因として判断できる場合は、複数の要因がある事例として扱っている。

最後に、3-1節で述べる結果を踏まえ、梅雨前線がもたらす広域長期間豪雨を偏西風蛇行のパターン別に分類した。各パターンで合成図解析を行った。大気場と豪雨の特徴（降水量・期間・降水分布）の違いの比較、長期化の要因と近年にかけての変化を調査した。

3. 結果・考察

3-1. 広域長期間豪雨の主要因の違い

広域長期間豪雨として91事例554日を抽出し、このうち全体の約83%（464日）が、梅雨前線が要因であると判断した。台風・熱帯低気圧が要因の日は77日、低気圧の発達が発因の日は50日であった。梅雨前線が広域長期間豪雨の主要因であることが示唆された。

3-2. 各パターンの分類とそれぞれの特徴について

前節の結果から、梅雨前線が要因である広域長期間豪雨事例に注目して調査した。梅雨前線が要因とされる広域長期間豪雨が3日以上続いた事例として、80事例が抽出された。これらの事例の大気上層を調査すると、発生期間を通した偏西風蛇行および蛇行経路の違いが見られた。そこで抽出された80事例を、偏西風蛇行パターン別に3つ（①西谷型、②東谷型、③両谷型）に分類した。各パターンの合成図を図1に示す。

①西谷型の場合、日本の西側のトラフにより、下層の暖気移流が卓越していた（図2左）。これにより相当温位の南北勾配が増加し（図3左）、梅雨前線帯の対流が強化された。この関係性が3日以上持続したことで、広域長期間豪雨をもたらしたと考えられる。

②東谷型の場合、日本の東から北に延びるトラフによる寒気移流と、太平洋高気圧の張り出しによる暖気移流が卓越していた（図2中央）。これにより、相当温位の南北勾配がさらに増加し、前線帯の対流がより強化されたと考える（図3中央）。そのため、②東谷型は、①西谷型よりも降水量が多く、期間も長い豪雨となっていた。

③両谷型の場合、①西谷型と②東谷型の双方の特徴を持ち、寒気・暖気移流が卓越していた（図2右）。これにより、相当温位の南北勾配の増加（図3右）し、対流活動を強化したと考えられる。

3-3. 長期化の要因と近年にかけての変化について

長期化の要因を探るため、始めに、1) 1日のみの広域降雨日で降水量が1万mm以上、2) 梅雨前線が主要因、3) 前後2日間に広域降雨日が発生していない、に該当する日を広域短期間豪雨と定義し、15事例抽出した。

この15事例の広域長期間豪雨発生日のみで合成図解析を行った結果、②東谷型と類似する大気場の特徴が見られた(図4左)。しかし、発生日の前後2日間を加えた75日で合成図解析を行った結果、異なった特徴が見られた。図4左において見られていた偏西風蛇行による日本の北西側のリッジ、日本の東側のトラフ、太平洋高気圧の張り出しが、有意な特徴として見られなかった(図4右)。この結果から、偏西風蛇行による温度移流と、太平洋高気圧の張り出しがもたらす海上からの水蒸気供給の2つが持続的に存在していることが長期化に寄与していると考えられる。(図5)

最後に、過去(1982~2001)と近年(2002~2021)で発生数・期間・降水量の比較を行った結果、③両谷型においては全項目で、近年は増加していた。このような、対流圏上層の寒帯前線・亜熱帯前線ジェットの蛇行による③両谷型の持続は、近年の顕著な豪雨事例である西日本豪雨時においても顕著に表れていた^[3]。これにより、③両谷型のような偏西風蛇行パターンの持続が、広域長期間豪雨の増加傾向に影響を与えていると考えられる。

4. まとめと今後の展望

広域長期間豪雨の主要因は梅雨前線であり、東谷型の偏西風蛇行が持続している場合に、より長期間かつ多量の雨が降ることが示唆された。さらに、長期化する要因は偏西風蛇行に伴う温度移流と、太平洋高気圧の張り出しによる水蒸気供給の持続であると考えられる。近年は③両谷型のような偏西風蛇行パターンの持続が、広域長期間豪雨の増加傾向に寄与している可能性がある。

今後は、“広域長期間豪雨”の発生~継続~衰退までの時系列変化から、長期化に関係すると考えられる要因(例、ブロッキング高気圧)についてより詳細に探る。さらに、近年にかけての変化として、広域長期間豪雨の発生数増加や長期化に影響を与えると考えられる効果(例、温暖化による海洋からの影響や北極振動との関係性)について明らかにしていきたい。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導をいただきました立花義裕教授には深く感謝いたします。また、多くのご助言を賜りました同研究室の春日悟研究員、そしてその他研究室の皆様へ感謝の意を表します。

6. 参考・引用文献

- [1] Shibuya, R., et al., 2021 : Dynamics of Widespread Extreme Precipitation Events and the Associated Large-Scale Environment Using AMeDAS and JRA-55 Data, *Journal of Climate*, **34**(22), 8955-8970.
 [2] Kobayashi, S., et al., 2015 : The JRA-55 Reanalysis: General Specifications and Basic

Characteristics, *J. Meteor. Soc. Japan*, **93**, 5-48.

[3] Shimpou, A., and co-authors, 2019: Primary factors behind the Heavy Rain Event of July 2018 and the subsequent heat wave in Japan. *SOLA*, **15A**, 13-18

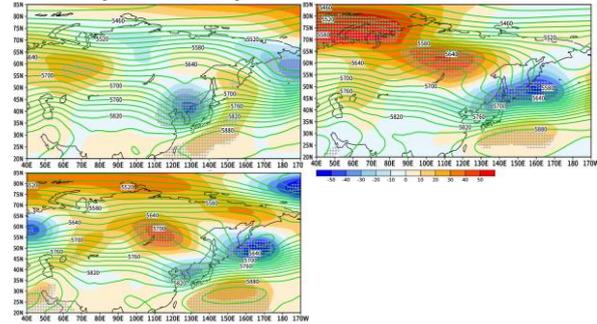


図1 偏西風蛇行パターンごとの500hPa面高度場の合成図

左上:①西谷型 右上:②東谷型 左下:③両谷型

陰影:偏差(m), 線:事例平均(m), 点:信頼係数90%以上

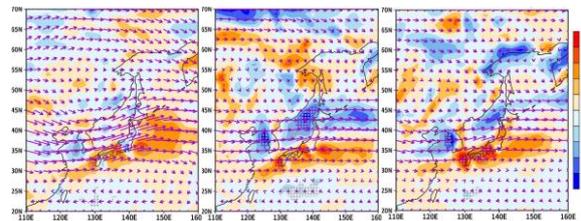


図2 偏西風蛇行パターンごとの850hPa面の温度移流

陰影:偏差(K/day), ベクトル:事例平均風(m/s), 点:信頼係数90%以上

左:①西谷型, 中央:②東谷型, 右:③両谷型

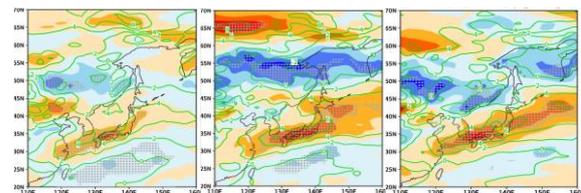


図3 偏西風蛇行パターンごとの850hPa面の相当温位の南北勾配

陰影:偏差(K), 線:事例平均(K), 点:信頼係数90%以上

左:①西谷型, 中央:②東谷型, 右:③両谷型

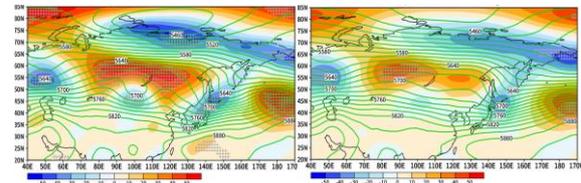


図4 広域短期間豪雨時の500hPa面高度場の合成図

陰影:偏差(m), 線:事例平均(m), 点:信頼係数90%以上

左:発生日15日の事例合成図, 右:発生前後2日間を含めた75日の事例合成図

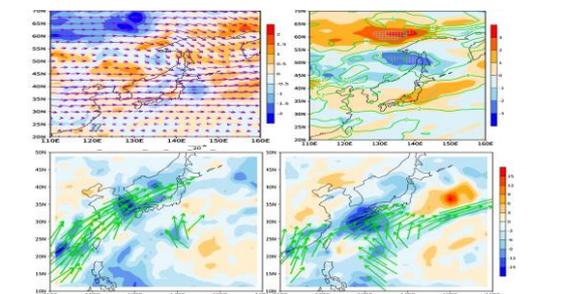


図5 850hPa面の温度移流と相当温位の南北勾配, 鉛直積算水蒸気フラックス

図左上:発生前後2日間を含めた75日の温度移流

陰影:偏差(K/day), ベクトル:事例平均風(m/s), 点:信頼係数90%以上

図右上:発生前後2日間を含めた75日の相当温位の南北勾配

陰影:偏差(K), 線:事例平均(K), 点:信頼係数90%以上

図左下:発生前後2日間を含めた75日の水蒸気フラックス

図右下:広域長期間豪雨の東谷型の水蒸気フラックス

陰影:水蒸気フラックス収束発散の事例平均(10^{-5} kg/m²/s), 収束(負)・発散(正)

ベクトル:水蒸気フラックスの事例平均(南北成分: +150(kg/m/s)以上のみ)