

2026 年 9 月 24 日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

線状降水帯の「雨量」と「発生位置」の要因を探る —小低気圧の位置と発達が鍵?—

【発表のポイント】

- 2011 年 7 月と 2022 年 8 月に東北から北陸にかけての地域で発生した 2 つの線状降水帯^(注 1)を対象に、スーパーコンピューターを用いて各事例 288 通りの数値気象シミュレーションを実施し、大雨の雨量と位置を左右する要因を調べました。
- 多数のシミュレーション結果を比較し、日本海上の小低気圧^(注 2)の位置や発達のしかたが、湿った空気の流れ込み方と集まり方を変え、大雨の雨量と位置の両方に関係することが示されました。
- 線状降水帯の位置が少しずれるだけでも河川流域に降る雨量が大きく変わり得ることを示し、豪雨予測では「どれだけ降るか」に加えて「どこに降るか」を正しく予測する重要性を示しました。

【概要】

線状降水帯による水害では、雨量が同じでも雨域が少しずれるだけで、どの河川流域にどれだけの雨が降るかが大きく変わります。東北大学大学院工学研究科の田原亮太郎大学院生と平賀優介助教は、2011 年 7 月と 2022 年 8 月に東北から北陸にかけての地域で発生した 2 つの線状降水帯を対象に、スーパーコンピューターを用いて各事例 288 通りの数値気象シミュレーションを実施しました。

雨量が多いケースと少ないケース、および雨域の位置が異なるケースを比較した結果、日本海上の小低気圧の位置や発達のしかたが、水蒸気の流入量や集まり方を変え、大雨の雨量と発生位置の両方に関係することが示されました。また、線状降水帯の少しの位置の違いが河川流域の 24 時間雨量を大きく変え得ることも確認され、豪雨による洪水を的確に捉えるには、雨量だけでなく、雨域の位置の正確な予測が重要であることを示しました。

本成果は、9 月 18 日付で気象学の専門誌 Journal of Geophysical Research: Atmospheres に掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景

線状降水帯は、発達した雨雲が線状に連なり、同じ地域付近で数時間にわたって形成・維持されることで、洪水や土砂災害につながる大雨をもたらします。近年では日本各地に災害をもたらしており、線状降水帯の予測精度の向上は急務となっています。

しかし、線状降水帯に伴う強い雨が「どれだけ降るか」と「どこに降るか」を同時に予測することは非常に難しく、特に北日本ではその予測精度が比較的低いことが知られており、予測精度の向上に向けて線状降水帯の発生・発達を左右する物理的な仕組みの解明が求められています。

これまでの研究では、大雨が発生したときに生じた大気の状態を振り返って調べる研究が多く行われてきました。しかし、同じような気象条件でも、そのわずかな違いによって、雨量や雨域の位置が大きく変わることがあります。また、河川流域の観点では、雨量をある程度正しく予測できても、雨域の位置が隣の流域側へずれるだけで、流域に降る総雨量が大きく変わる可能性があります。

そこで本研究では、大雨時とよく似た多様な大気状態を数値モデルで作り出し、それらの下で発生する雨の「雨量」と「位置」を比較することで、大雨の性質を左右する大気のわずかな差を調べました。

今回の取り組み

研究グループは、2011年7月と2022年8月に東北から北陸にかけての地域で発生した2つの線状降水帯事例を対象に、数値気象モデルを用いたアンサンブル数値計算^(注3)を行いました。初期状態を少しずつ変えることで、各事例について288通りのシミュレーションを作成しました。その中から、対象地域の24時間雨量が多いシナリオと少ないシナリオ、さらに雨域が異なる方向へずれたシナリオを取り出して、大気の状態を比較しました(図1)。

まず、大雨の雨量については、雨域の上流側から運ばれる水蒸気の量が多く、雨域付近で水蒸気がより強く集まるシナリオほど、雨量が多くなる傾向が見られました。一方、大雨が形成される場所については、湿った空気がどの経路を通過して流れ込み、どこで集まるかが雨域の位置と対応していました。

こうした水蒸気の流れ方や集まり方の違いには、周囲の気圧配置が深く関係していることが示されました。その一つとして挙げられるのが、日本海上に形成される小低気圧です。大雨の多いシナリオでは、この低気圧が雨域により近い位置に形成されたり、事例によってはより強く発達したりすることで、低い高度の風や上昇流、水蒸気の集まりが強まりやすことが示されました。また、低気圧が海側に形成されるか陸側に形成されるかによって、湿った空気が集まる場所が変わり、それに対応して雨域も西側・南西側、または東側・北東側へずれる傾向が確認されました。この結果は、小低気圧の位置や発達のしかたが、

大雨の「雨量」と「位置」の両方を理解する共通の手がかりになることを示しています（図 2）。

さらに、線状降水帯の「雨量」と「位置」の違いが河川流域に与える影響を調べたところ、線状降水帯の位置が少しずれるだけで、流域平均の 24 時間雨量が大きく変化することが確認されました（図 3）。この結果は、豪雨による水害リスクを評価する上で、「どれだけ降るか」に加えて、「どの流域に降るか」を正しく予測することの重要性を示しています。

今後の展開

本研究は、小低気圧の位置や発達のしかたを適切に予測することが、線状降水帯による大雨の雨量と発生位置の予測精度向上につながる可能性を示しました。今後、気象予測でこうした小規模な気圧場をより正確に表現できれば、雨量だけでなく、どの河川流域に大雨が発生するかという情報の改善にもつながることが期待されます。今後は、より多くの事例と高解像度の計算を用いた検証に加え、気圧配置や水蒸気の流れなど、大雨の雨量や発生位置に関わる要因の因果関係を詳しく調べる必要があります。

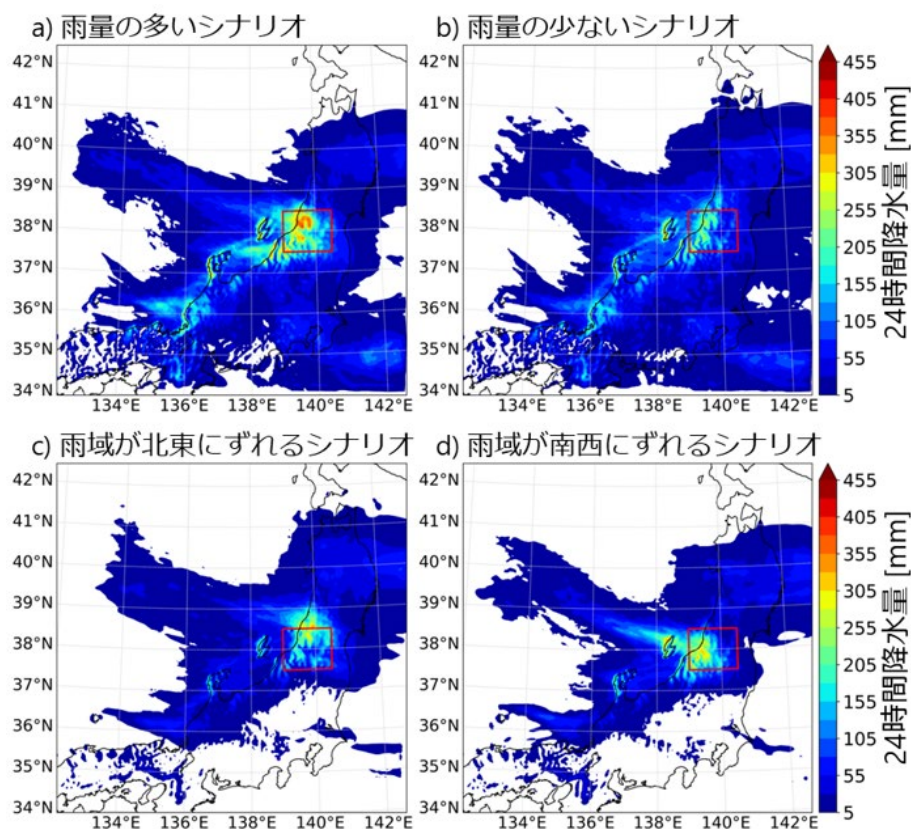


図 1. 2022 年 8 月に山形県・新潟県において発生した線状降水帯事例について、アンサンブル計算から得られる雨量の多い・少ないシナリオと、雨域が北東・南西にずれるシナリオの 24 時間雨量。

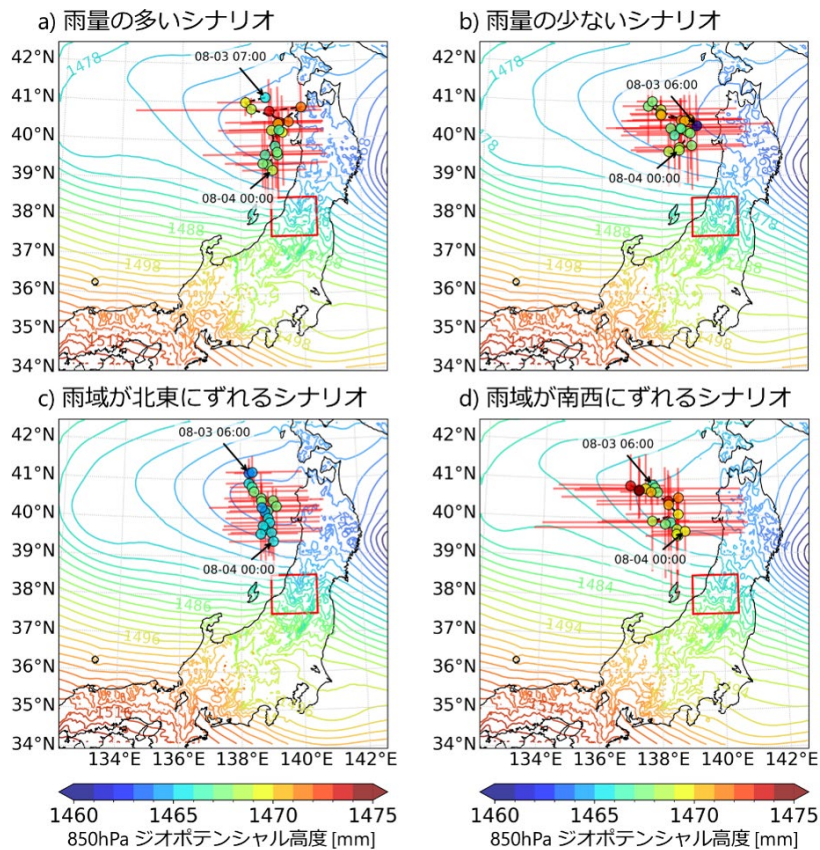


図 2. 2022 年 8 月の事例について、各シナリオの日本海上に停滞する低気圧の軌跡（○印）。等値線は時間平均した 850hPa ジオポテンシャル高度。

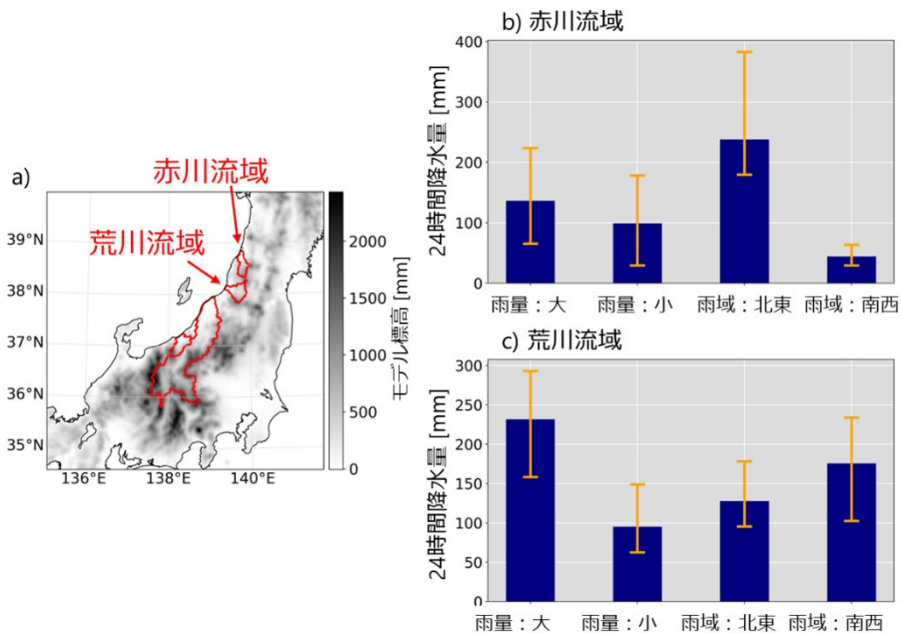


図 3. 2022 年 8 月の事例について、各シナリオの流域平均 24 時間降水量。

【謝辞】

本研究は、JSPS 科研費 JP24K17350、鹿島学術振興財団、東北地域づくり協会の支援を受けたものです。

対象論文は、東北大学 2026 年度オープンアクセス推進のための APC 支援事業の支援を受けました。

【用語説明】

注1. 線状降水帯：積乱雲が帯状に次々と発生・発達し、同じ場所に強い雨を降らせ続けることで大雨をもたらす現象。

注2. 小低気圧：水平方向の広がりがある1000km程度、またはそれ以下の低気圧。メソ低気圧とも呼ばれる。

注3. アンサンブル計算：数値気象モデルの初期状態などを少しずつ変えて多数のシミュレーションを行い、起こり得る複数の気象シナリオを調べる方法。

【論文情報】

タイトル：What Controls Extreme Rainfall Intensity and Location Associated With Line-Shaped MCSs over Northern Japan? An Ensemble-Based Approach

著者：Ryotaro Tahara, Yusuke Hiraga*

*責任著者：東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 助教 平賀優介

掲載誌：Journal of Geophysical Research: Atmospheres

DOI：10.1029/2026JD047391

URL：https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2026JD047391

【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学工学研究科土木工学専攻

助教 平賀 優介

TEL: 022-795-5007

Email: yusuke.hiraga.c3@tohoku.ac.jp

（報道に関すること）

東北大学大学院工学研究科情報広報室

担当 沼澤 みどり

TEL: 022-795-5898

Email: eng-pr@grp.tohoku.ac.jp