

2022年1月18日

報道関係者各位

国立大学法人筑波大学
気象庁気象研究所

地球温暖化により「大気の流れ」由来の「経験したことのない大雨」が増える

近年、日本では毎年のように広い範囲で豪雨が発生しています。このような豪雨は、「大気の流れ」と呼ばれる大規模な水蒸気の流れ込みが生じた際に引き起こされることがあります。また、豪雨の発生頻度や強度は、地球温暖化の進行によって増していくと考えられています。本研究では、東アジアを対象とした解像度の高い気候モデルを用い、日本で発生する豪雨の発生頻度と強度の地球温暖化による変化と、これにおける大気の流れの役割を明らかにしました。

多量のシミュレーションの結果、日本では地球温暖化によって豪雨の発生頻度と強度が増すとともに、現在は確認されないような「経験したことのない大雨」が生じることが分かりました。その多くは、大気の流れが通過することで引き起こされることが明らかになりました。特に、地球温暖化が進むと、台風の接近が少ない春季に、これまで春季には生じたことのない豪雨が生じ、その約9割が大気の流れによって生じると見積もられました。

大気の流れが豪雨をもたらす要因であることは、欧州や北米西岸では以前から知られていましたが、近年、日本を始めとする東アジアでも、同様の現象が生じていることが指摘されています。本研究により、地球温暖化の進行に伴い、大気の流れは東アジアにより頻繁に、より強い豪雨をもたらす可能性が示唆されました。

台風とは異なり、大気の流れがもたらす豪雨は、同じ場所で数日間続く場合があります。大気の流れの活動とそれによる豪雨の特性の理解を深めることは、激甚化する災害への対策にも貢献できると期待されます。

研究代表者

筑波大学生命環境系

釜江 陽一 助教

気象研究所

川瀬 宏明 主任研究官

研究の背景

近年、日本では、平成30年7月豪雨、令和2年7月豪雨、令和3年8月の記録的な大雨のように、広範囲に被害をもたらす豪雨が頻繁に発生しています。最近の研究により、日本を始めとする東アジアで豪雨災害を引き起こす要因の一つとして、熱帯から中緯度へと水蒸気が川のように流れ込む「大気の流れ^{注1)}」と呼ばれる現象が指摘されています(図1)。これまで、大気の流れが北米西岸や欧州に上陸した際に、豪雨を引き起こすことが注目されてきましたが、欧米以外の地域で大気の流れが生じるメカニズムや、地球温暖化が進行したときの大気の流れの活動の変化に関する理解は進んでいませんでした。本研究チームでは、これまで、東アジアにおける過去60年間にわたる日々の大気の流れの振る舞いを調査し、降雨強度のデータと比較することで、大気の流れが東アジアにもたらす豪雨の発生頻度と強度を明らかにするとともに、大気循環モデルを用いた大規模アンサンブル実験 d4PDF^{注2)}を通して、地球温暖化が進行すると、大気の流れがより頻繁に東アジアを通過するようになることを明らかにしています。今回、それらの成果を踏まえ、東アジアを対象とした高解像度の地域気候モデルを用いた解析により、大気の流れがもたらす豪雨の特性が、地球温暖化によってどのように変化するかを調査しました。

研究内容と成果

まず、水平解像度20kmの地域気候モデルによる現在気候再現実験の結果から、日本各地の各月における降雨強度の上位0.1%に相当する雨を「豪雨」と定義し、その発生頻度を、現在気候と地球温暖化時とで比較しました。その結果、日本では、地球温暖化が進行し現在よりも気温が4°C上昇した気候において、豪雨の発生頻度が、春季に約3.1倍(図2左)、夏季に約2.4倍に増えるという結果が得られました。大気の流れが通過すると、標高の高い山地の南西斜面で、南西からの水蒸気の流れがぶつかり、強い雨が降ることが知られています。そこで、山地の南西斜面を対象に、大気の流れが通過した際の降雨強度を検証したところ、増えた豪雨事例のうちのそれぞれ約77%(図2右)、約46%が、大気の流れによって生じていることを見いだしました。これは、現在気候における大気の流れによって生じる豪雨の割合を上回るものです。

日本アルプスにおける、上空を通過する水蒸気の流れの強さと降雨強度の関係を、現在気候と地球温暖化時とで比較したところ、地球温暖化時には、現在気候では確認されないような、強い水蒸気の流れと豪雨、つまり「経験したことのない大雨」が生じており(図3左、中央)、その大部分が、大気の流れが通過しているときに生じていることが分かりました(図3右)。特に、台風が接近することが少ない春季には、「経験したことのない大雨」のうち大気の流れによるものの割合は約89%にも上りました。

これらのことから、今後、地球温暖化の進行に伴い、災害につながり得る「経験したことのない大雨」が増えると考えられ、そのような豪雨の発生に、大気の流れが重要な役割を果たすことが、世界で初めて明らかになりました。

今後の展開

本研究では、豪雨の発生に「大気の流れ」が関わるかどうかの観点のみから解析を行いました。近年は、「大気の流れ」と「台風」や「線状降水帯」といった現象が同時に関わって豪雨を発生させることも多くなっています。これらの現象は、それぞれ日本の国土のどこに、いつ、どの程度続く豪雨をもたらすのか、という特性が異なります。これまで活発に研究が進められてきた台風などの現象に加えて、大気の流れについても、それがもたらす降水の特性の解明をさらに進めることは、豪雨やそれによる災害発生の将来予測の精度の向上につながります。

日本付近を通過する大気の川には、離れた位置にある台風が影響する可能性があります。また、日本に大気の川が流れ込むと、線状降水帯の形成がより活発になることが考えられますが、そのような仮説はまだ十分に検証が進んでいません。今後、大気の川とその他の降雨現象との相互作用について解明を進めることは、激甚化する豪雨への対策に役立つと期待されます。

参考図

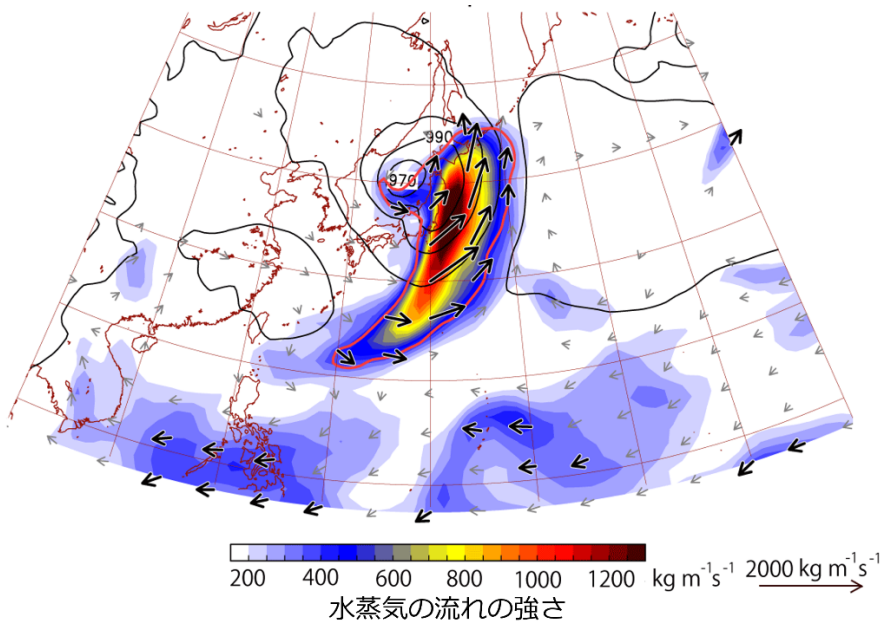


図1 東アジアを通過する「大気の川」の例

2021年4月3日21時に北日本に接近した温帯低気圧（等値線）に伴って、大量の水蒸気が流れ込む（色と矢印）「大気の川」（赤線の範囲）が通過したときの様子。

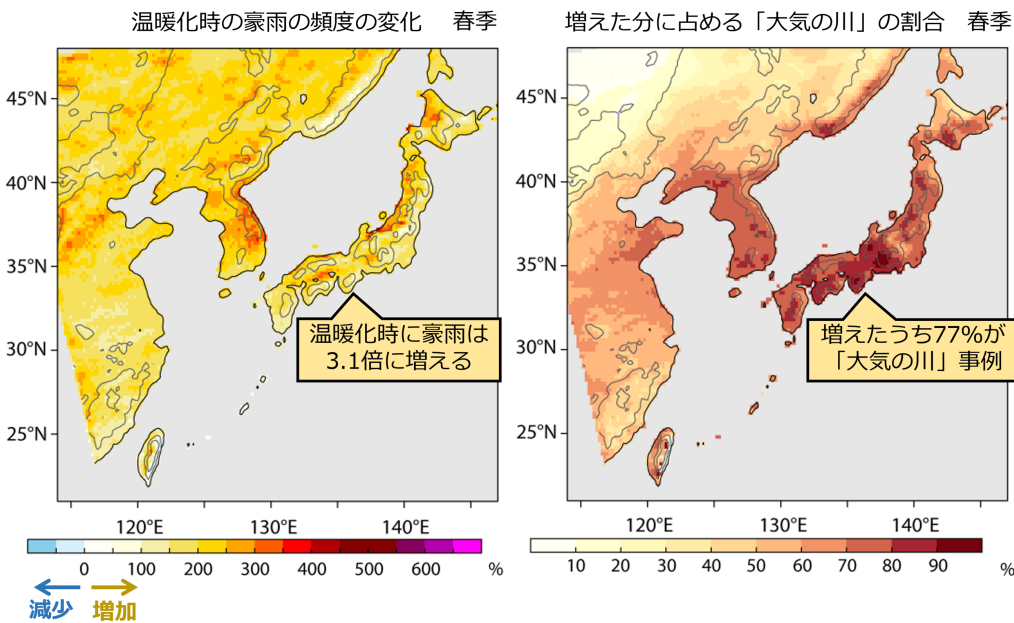


図2 水平解像度20kmの地域気候モデルを用いた春季におけるシミュレーション結果の例

地球温暖化時に豪雨に相当する強い雨の頻度が増え（左図）、そのうちの大部分が大気の川によってもたらされる（右図）。

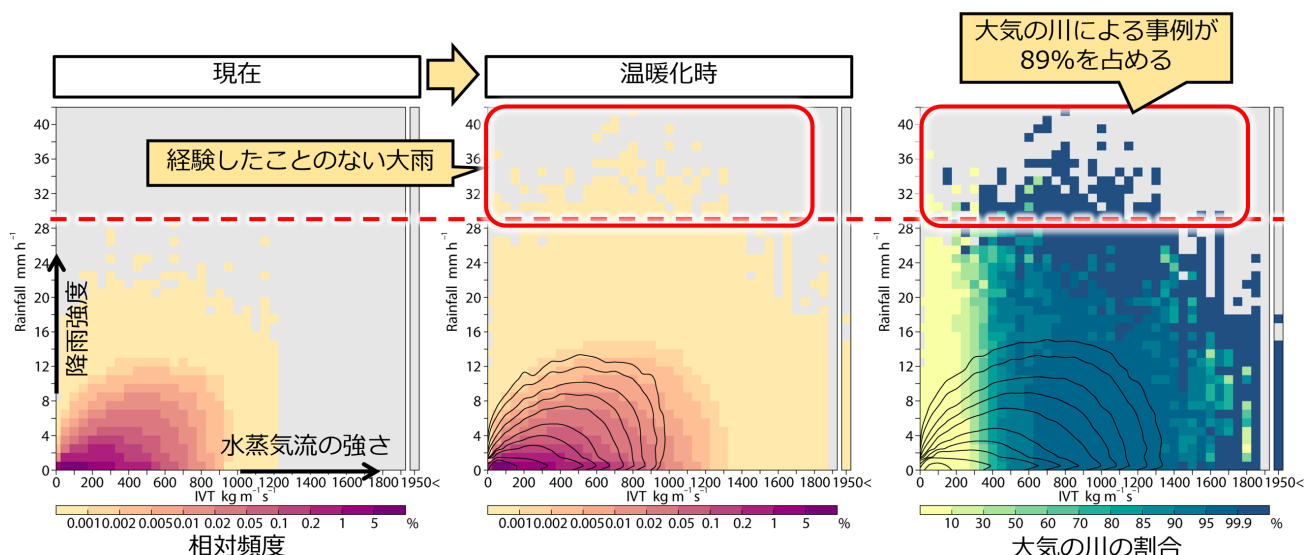


図3 春季の日本アルプスにおける、上空を通過する水蒸気の流れの強さと降雨強度の関係

色の濃淡は相対頻度を表す。現在気候（左）と地球温暖化時（中）とで比較すると、地球温暖化時には、現在気候では生じないような強い降雨（赤枠部分）が生じる。地球温暖化時の降雨に占める大気の流れによる事例の割合（右）では、経験したことのない大雨の大部分が、大気の流れによって生じている。

用語解説

注1) 大気の流れ

熱帯の水蒸気が、巨大な川のように組織的に中緯度地域に流れ込む atmospheric river と呼ばれる現象を、本稿では「大気の流れ」と表した。鉛直積算した水蒸気フラックスが、気候値に比べて十分に強い領域が 1,500km 以上の長さを持っていることなど、複数の条件を満たしたとき、「大気の流れ」と定義している。陸上に流れ込んだときに豪雨や土砂災害をもたらすことがある。日本付近では、発達した低気圧に伴う寒冷前線や、暖候期の停滞前線に沿って形成されることが多い。

注2) d4PDF

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 (database for Policy Decision making for Future climate change)。気象研究所大気大循環モデル MRI-AGCM3.2 と非静力学地域気候モデル NHRCM を組み合わせて構築された、大規模アンサンブル実験データセット。大気大循環モデルにより地球温暖化時の地球全体の気候変化を再現し、水平解像度 20km の地域気候モデルにより東アジア域の気候変化を再現している。豪雨を始めとした、自然災害に直結する極端現象の発生頻度や強度の、地球温暖化時の変化を評価することが可能で、温暖化適応策の策定のために広く用いられている。

研究資金

本研究は、文部科学省統合的気候モデル高度化研究プログラム (JPMXD0717935457、JPMXD0717935561)、科学研究費助成事業 (科研費) 新学術領域研究「変わりゆく気候系における中緯度大気海洋相互作用 hotspot」 (19H05704、19H05703、19H05697) の支援を受けて実施されました。

掲載論文

【題名】 Atmospheric rivers bring more frequent and intense extreme rainfall events over East Asia under global warming.

(地球温暖化進行時に大気の流れはより頻繁により強い豪雨を東アジアにもたらす)

【著者名】 釜江 陽一（筑波大学生命環境系）、今田 由紀子（気象庁気象研究所）、川瀬 宏明（気象庁気象研究所）、Wei Mei（ノースカロライナ大学チャペルヒル校）

【掲載誌】 Geophysical Research Letters

【掲載日】 2021年12月16日

【DOI】 10.1029/2021GL096030

問合わせ先

【研究に関すること】

釜江 陽一（かまえ よういち）

筑波大学生命環境系 助教

URL: <https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000003733>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報室

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp

気象研究所企画室

TEL: 029-853-8535

E-mail: ngmn11ts@mri-jma.go.jp