気象庁
Japan Meteorological Agency

報　道　発　表

いのちとくらしをまもる
防　災　減　災

令和６年９月２日
気　　象　　庁

令和６年７月以降の顕著な高温と７月下旬の北日本の大雨の特徴と要因について

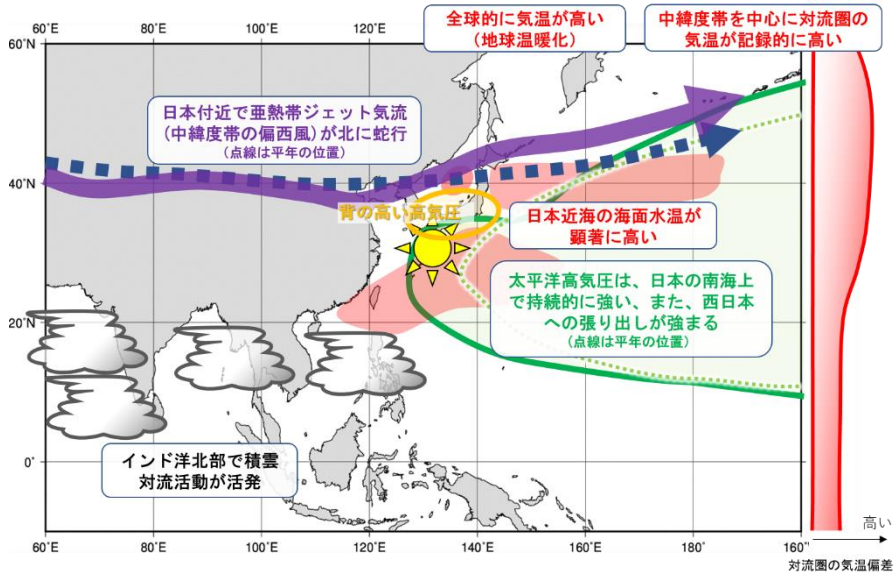
７月は全国的に記録的な高温となり、全国の平均気温は昨年７月の記録を更に上回って第１位となりました。８月に入っても顕著な高温が持続し、西日本で統計開始以来最も高くなりました。全国アメダス地点で観測された猛暑日地点数の積算は 2010 年以降で最も多かった昨年を大きく上回りました。７月下旬には北日本で大雨が発生し、北日本日本海側で第２位の多雨になりました。

これらの現象について、本日（２日）開催した異常気象分析検討会において、その特徴と要因を分析し、以下の通り見解をとりまとめました。

○７月以降の顕著な高温（別紙第１章参照）

７月・８月の顕著な高温の要因として、以下のことが考えられます。

- 日本付近で亜熱帯ジェット気流が持続的に北に蛇行し、西日本を中心に、対流圏の上層までのびる背の高い暖かな高気圧に覆われ続けた。
- ７月は日本の南で太平洋高気圧が持続的に強く、西日本に張り出した。その要因として、インド洋北部で積雲対流活動が活発だった影響が考えられる。
- 高気圧圏内で日射が強まったほか、下降気流の影響で気温が上昇した。
- 日本近海の海面水温が顕著に高かった。
- 長期的な地球温暖化に加え、春まで続いたエルニーニョ現象等の影響で、北半球中緯度の気温が顕著に高かった。



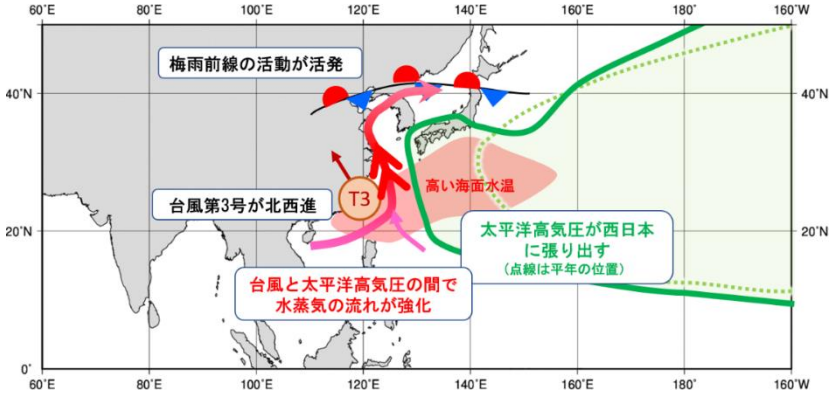
７月の顕著な高温をもたらした大規模な大気の流れに関する模式図

○7 月下旬の北日本の大雨（別紙第２章参照）

7 月下旬は、24 日頃から北日本各地で大雨となり、7 月下旬の北日本日本海側の降水量は、統計を開始した 1946 年以降、第 2 位の多雨となりました。この要因としては、以下のことが考えられます。

- 西日本に張り出した太平洋高気圧と中国南部を北西進した台風第 3 号との間で北向きの水蒸気の流れが強まり、多量の水蒸気が北日本に停滞していた梅雨前線に向かって流れ込み、梅雨前線の活動が活発化した。
- 海面水温が高かった沖縄・奄美周辺海域から、豊富な水蒸気が供給された可能性がある。

また、上空に寒気が流入した際は線状降水帯が発生し記録的大雨となりました。



7 月下旬に北日本に大雨をもたらした大規模な大気の流れに関する模式図

○地球温暖化の影響（別紙第１章３節、第２章４節参照）

地球温暖化の影響を評価するイベント・アトリビューションの手法を用いて文部科学省気候変動予測先端研究プログラムの合同研究チームが速報的に評価を行ったところ、地球温暖化が無かったと仮定した条件下では今回の高温はほぼ発生しなかったことや、地球温暖化の影響で大雨における降水量が増加した可能性があることが分かりました。

詳細は別紙をご覧ください。なお、今夏の天候の特徴は、以下の気象庁ホームページでご覧になれます。

7 月の天候：https://www.jma.go.jp/jma/press/2408/01a/betten.pdf
夏の天候：https://www.jma.go.jp/jma/press/2409/02a/betten_natsu.pdf
各月や季節の天候：https://www.data.jma.go.jp/cpd/longfcst/tenkou_index.html

問合せ先：気候情報課 田中、中三川（天候の特徴・大規模な大気の流れ）
電話：03-6758-3900（内線 4546・4548）
観測整備計画課　辻（観測データについて）
電話：03-6758-3900（内線 4268）

別紙

令和6年9月2日
気　　象　　庁

令和6年7月以降の顕著な高温と7月下旬の北日本の大雨の特徴と要因について

本報告の構成

1. 7月以降の顕著な高温の特徴とその要因
  1-1　高温の特徴
  1-2　顕著な高温をもたらした大規模な大気の流れの特徴
  （１）大気の流れの特徴
  （２）日本近海の海面水温が顕著に高かった影響
  （３）対流圏の持続的な高温の影響
  1-3　7月の記録的な高温への地球温暖化の影響
  1-4　世界各地の顕著な高温の特徴とその要因

2. 7月下旬の北日本の大雨の特徴とその要因
  2-1　大雨の特徴
  2-2　大雨をもたらした大規模な大気の流れの特徴
  2-3　7月25日頃の山形県・秋田県を中心とした大雨時の大気の状況
  2-4　7月25日頃の山形県・秋田県を中心とした大雨に対する地球温暖化の影響

2024 年（令和 6 年）の夏（6～8 月）は、6 月中旬以降全国的に気温の高い状態が続き、特に 7 月は全国で記録的な高温となり、日本の平均気温は統計を開始した 1898 年以降の 7 月として昨年（2023 年）の高温の記録を更新した。8 月も西日本を中心に顕著な高温が続き、夏を通して積算した全国の猛暑日地点数は記録的高温となった昨年（2023 年）を大幅に上回った。また、7 月下旬には、山形県・秋田県などで記録的な大雨となるなど、北日本日本海側中心に降水量がかなり多くなった。このような天候をもたらした大規模な大気の流れの特徴とその要因について、9 月 2 日に開催した異常気象分析検討会において検討を行った。本報告は、その検討結果をとりまとめたものである。

1. 7 月以降の顕著な高温の特徴とその要因

1-1 高温の特徴[1]

○ 7 月の特徴

- 月平均気温が全国的に著しく高い（図 1－1）
  - 東日本、西日本と沖縄・奄美は太平洋高気圧に覆われて下降気流や強い日射の影響を受けやすく、また北日本では南から暖かい空気が流れ込みやすかったため、月平均気温は全国的に平年よりかなり高くなった。
  - 月平均気温平年差は、東日本で+2.3℃、沖縄・奄美で+1.3℃となり、1946 年の統計開始以降、7 月として沖縄・奄美では 1 位、東日本では 1 位タイの高温となった。
  - 全国 153 の気象台等のうち 62 地点で、月平均気温が 7 月として歴代 1 位の高温となった（12 地点のタイ記録を含む）。

○ 8 月の特徴

- 西日本中心に顕著な高温が持続
  - 日本の南東海上では太平洋高気圧が勢力を弱め、中旬にかけて下層に低気圧が形成された。
  - しかし、日本付近は引き続き上層に中心を持つ背の高い暖かい高気圧に覆われ、西日本を中心に引き続き下降気流と強い日射の影響を受けた。

○ 7 月から 8 月を通した特徴

- 7 月から 8 月にかけては平年でも一年で最も気温の高い時期であり、7 月 29 日には佐野（栃木県）でこれまでの全国の日最高気温の記録（41.1℃）に迫る 41.0℃を記録した。
- このほか、7 月 1 日から 8 月 31 日に全国の観測点 914 地点のうち 144 地点で通年の日最高気温の高い記録を更新した（タイ記録を含む）。

[1] 本年（2024 年）夏の日本の天候の詳細は気象庁ホームページ「年・季節・各月の天候」（https://www.data.jma.go.jp/cpd/longfcst/tenkou_index.html）を参照のこと

- 本年（2024 年）は 7 月後半以降、猛暑日地点数が大きく増加し続け、8 月中旬には日本の夏の平均気温がこれまでもっとも高かった昨年（2023 年）の 8 月末の地点数を上回った（図 1－2)。
  - 図 1-2 は全国のアメダス地点で観測された猛暑日の地点数を 6 月 1 日から 8 月 31 日まで積算したもので、比較対象として夏の平均気温が特に高かった年（2010 年、2013 年、2018 年、2022 年、2023 年）を掲載した。

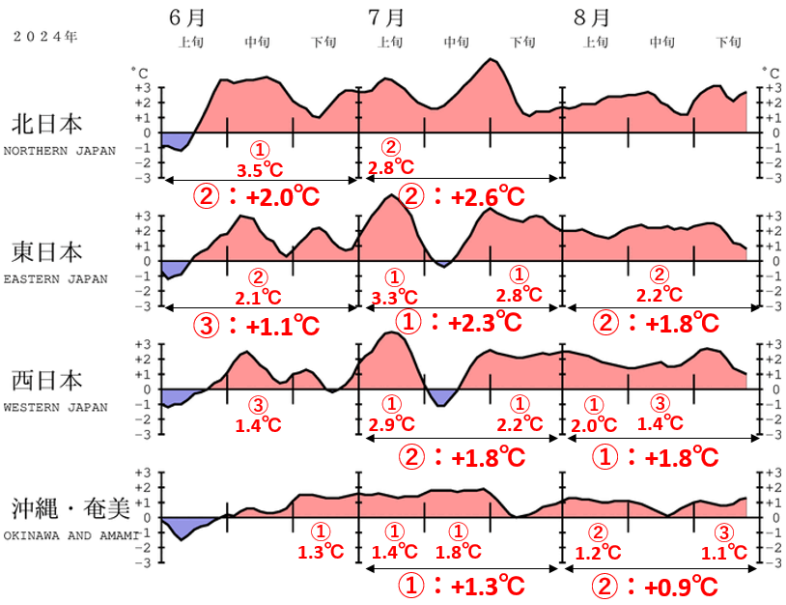


図 1-1 2024 年 6 月～8 月の 5 日移動平均した地域平均気温平年差の推移（℃）
赤字の丸数字と値は、各月及び旬における 1946 年以降の平均気温の高いほうからの順位と平年差を表す（上位 3 位まで）。

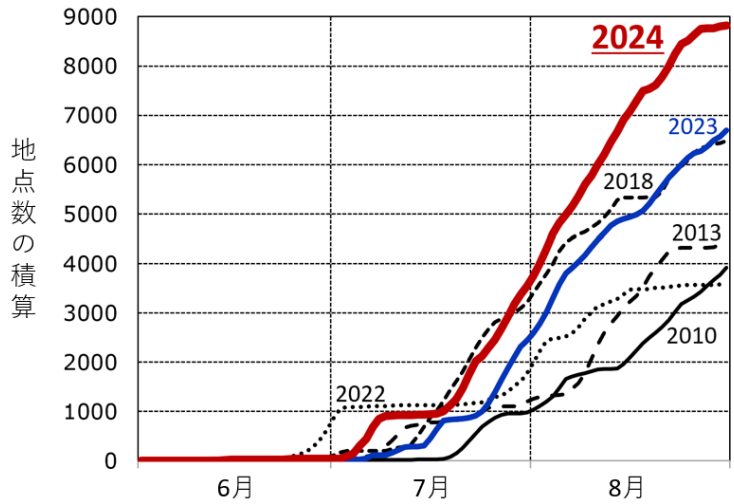


図 1-2　全国のアメダス地点で観測された猛暑日の地点数の積算
6 月 1 日～8 月 31 日の推移を表し、2024 年（赤線）と 2010 年以降の主な高温年を示す。各年の 4 月 1 日時点のアメダス地点数は、2010 年が 919 地点、2013 年と 2018 年が 927 地点、2022 年が 914 地点、2023 年が 915 地点、2024 年が 914 地点。

○日本全体の特徴

- 地球温暖化等の長期的な気候変動の監視に用いる日本の 7 月の平均気温[2]の基準値からの偏差は+2.16℃で、統計を開始した 1898 年以降の 7 月として、昨年の記録を更に上回り、最も高かった（図 1-3）。
- 本年 6 月は歴代第 2 位、8 月は歴代第 2 位の高温であり、夏（6～8 月）としては、昨夏の高温記録（平年差+1.76℃）と並び、歴代第 1 位の高温となった。
- 日本近海の 6～8 月平均の海面水温の平年偏差も+1.5℃で、統計を開始した 1982 年以降歴代第 1 位の高温となった。

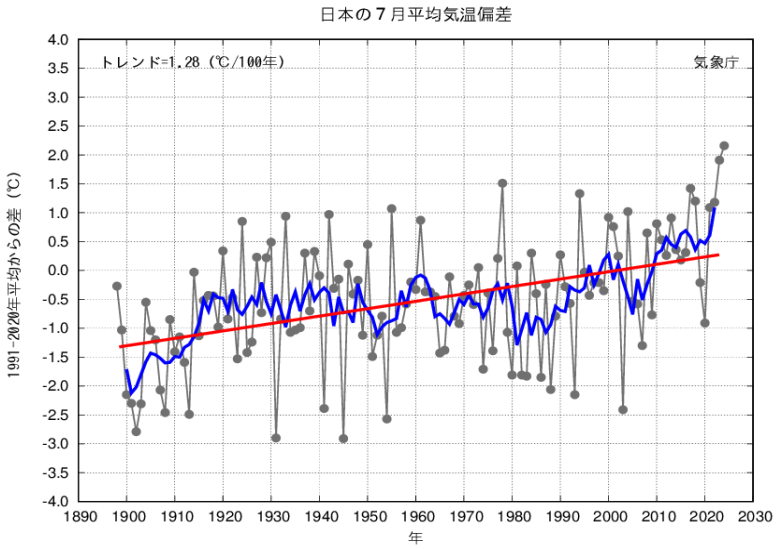


図 1-3　日本の 7 月平均気温偏差の経年変化（1898～2024 年）

偏差の基準値は 1991～2020 年の 30 年平均値。細線（黒）は、国内 15 観測地点での各年の値（基準値からの偏差）を平均した値を示している。太線（青）は偏差の 5 年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向（この期間の平均的な変化傾向）を示している。

[2] 日本の平均気温偏差の算出は、観測データの均質性が長期間確保でき、かつ都市化等による環境の変化が比較的小さい地点から、地域的な偏りなく分布するように選出した 15 地点（網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、飯田、銚子、境、浜田、彦根、宮崎、多度津、名瀬及び石垣島）の観測に基づく。

1-2　顕著な高温をもたらした大規模な大気の流れの特徴

7 月は日本の南で太平洋高気圧が顕著に強かった（図 1-4）。その後、8 月前半には日本の南東海上で大きな低気圧が形成され、この領域での太平洋高気圧が弱まった。このように、高温をもたらした大気の流れの特徴が変化したことから、7 月と 8 月の高温の要因を分けて記述する。なお、日本周辺の高い海面水温の影響及び対流圏の持続的な高温の影響は両月共通である。

（１）大気の流れの特徴

○ 7 月の状況（図 1-5、以下の①～⑤の説明は、図中の①～⑤に対応）

① 日本の南では、7 月を通して下層の太平洋高気圧が強く張り出し、月平均で顕著に強かった。加えて、日本付近では亜熱帯ジェット気流が上旬と下旬に北に蛇行し、背の高い暖かな高気圧が西日本を中心に張り出した。
- ➢ このため、北日本では高気圧周縁の暖かく湿った空気が流入する状態が続く一方、東日本以西では太平洋側中心に背の高い高気圧圏内の持続的な下降気流や晴天による強い日射の影響を受けやすく、さらに北・東日本太平洋側では山を越えて風が吹き降りるフェーン現象も加わり、地上気温の顕著な上昇をもたらした。

② 日本の南で下層の太平洋高気圧が強い状態が持続した要因の１つとして、インド洋北部で活発化した積雲対流活動に伴って、南シナ海付近からフィリピン東海上にかけてのアジアモンスーンに伴う下層の西風が弱まり、フィリピン東海上での下層の風の収束が弱まったことの影響が考えられる。

③ インド洋での積雲対流活動の活発化には、夏季にみられる周期的な積雲対流活動の変動に加え、本年（2024 年）春に終息したエルニーニョ現象や昨年（2023 年）夏から秋に発生したインド洋ダイポールモード現象[3]の影響によりインド洋の海面水温が平年より高く保たれたことが関係しているとみられる。

④ 7 月下旬には、台風第 3 号を含む積雲対流活動の活発な領域がフィリピンの東海上を北西進した。これに伴い、太平洋高気圧が西日本へ強く張り出した（太平洋-日本（PJ）パターン）。

⑤ 7 月上旬と下旬の日本付近での亜熱帯ジェット気流の北への蛇行には、主に欧州方面からのジェット気流の蛇行の影響（シルクロードテレコネクション）が寄与したとみられる。

[3] インド洋熱帯域では、平常時と比較した海面水温や大気の対流活動が、インド洋熱帯域南東部で低温・不活発、西部で高温・活発というように、東と西で逆符号の偏差パターンとなる特徴が夏から秋にかけてみられることがあり、これを（正の）インド洋ダイポールモード現象という。この現象により形成された海洋内部の暖水がインド洋赤道域を翌春にかけてゆっくり西進し、インド洋の海面水温を高温に保った可能性がある。

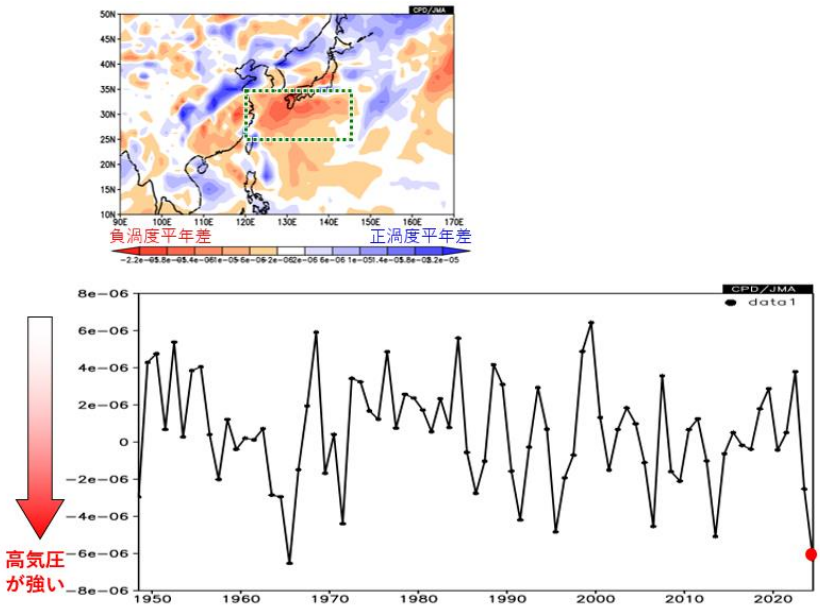


図 1-4　2024 年 7 月の高気圧の強さの平年差（上図）と 7 月の日本の南の高気圧の強さ（下図）の経年変化

上図は相対渦度平年差の分布を示し、負（正）の値が大きいほど高気圧が強い（弱い）ことを示す。下図は、対流圏下層（高度約 1500m付近）の上図の緑枠の領域（北緯 25～35 度、東経 120～145 度）で平均した 7 月の高気圧の強さ（相対渦度平年差）の経年変化。負の値が大きいほど高気圧が強いことを示す。単位は s^{-1}。

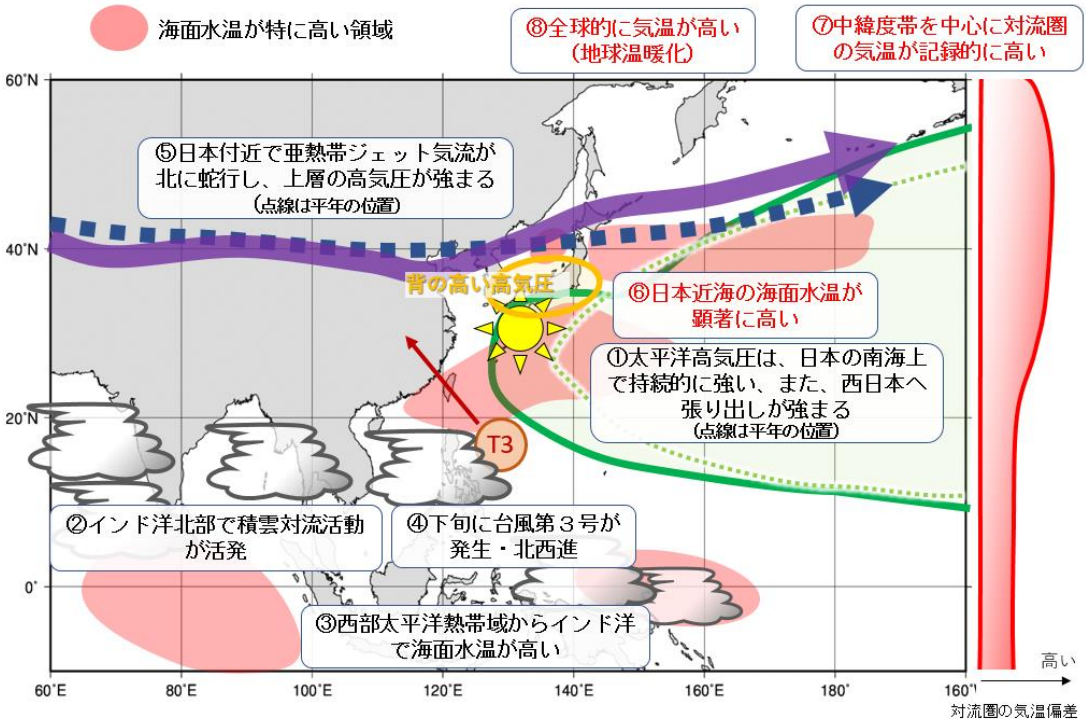


図 1-5　7 月の顕著な高温をもたらした大規模な大気の流れに関する模式図

○ 8 月上旬～中旬の状況（図 1-6、以下の(a)～(g)の説明は、図中の(a)～(g)に対応）

(a) 日本付近及びその東で亜熱帯ジェット気流が北に大きく蛇行し、日本付近は背の高い暖かな高気圧に覆われやすかったため、全国的に高温となった。特に高気圧圏内での持続的な下降気流や晴天による強い日射の影響を受けやすかった西日本を中心に記録的な高温となった。

日本付近及びその東で亜熱帯ジェット気流が北へ大きく蛇行したことには、

(b) 欧州方面からのジェット気流の蛇行（シルクロードテレコネクション）

(c) 日本の南東海上で活発化した積雲対流活動
が主に影響したとみられる。

日本の南東海上で積雲対流活動が活発化したことには、以下のプロセスが作用しているとみられる。

- 7 月末から 8 月上旬にかけて亜熱帯ジェット気流が日本上空で大きく北に蛇行したことに伴い、日本の東海上では上空の気圧の谷から低気圧性の渦が切離して南下、西進した。
- この上層に寒気を伴う低気圧性の渦の影響により、日本の南東海上では上昇気流の発生しやすい場となった。
- この海域での高い海面水温も積雲対流活動の活発化に影響している可能性がある。

(d) この海域での積雲対流活動の活発化に伴い、8 月前半には日本の南東海上に大規模な下層の低気圧が形成され、そこで相次いで台風が発生した（台風第 5 号から第 8 号）。

(e) この低気圧の維持には、南シナ海周辺で積雲対流活動が不活発になったことで、この付近で下層の高気圧が形成されたことが関連している可能性がある。

(f) この下層の高気圧の形成には、インド洋で積雲対流活動が活発であったことも影響していた可能性がある。

(g) 亜熱帯ジェット気流の北への蛇行に伴って日本の東海上で太平洋高気圧が北に張り出したため、8 月中旬までに相次いで発生した台風は太平洋高気圧の周縁に沿って、日本の東海上を北上した。

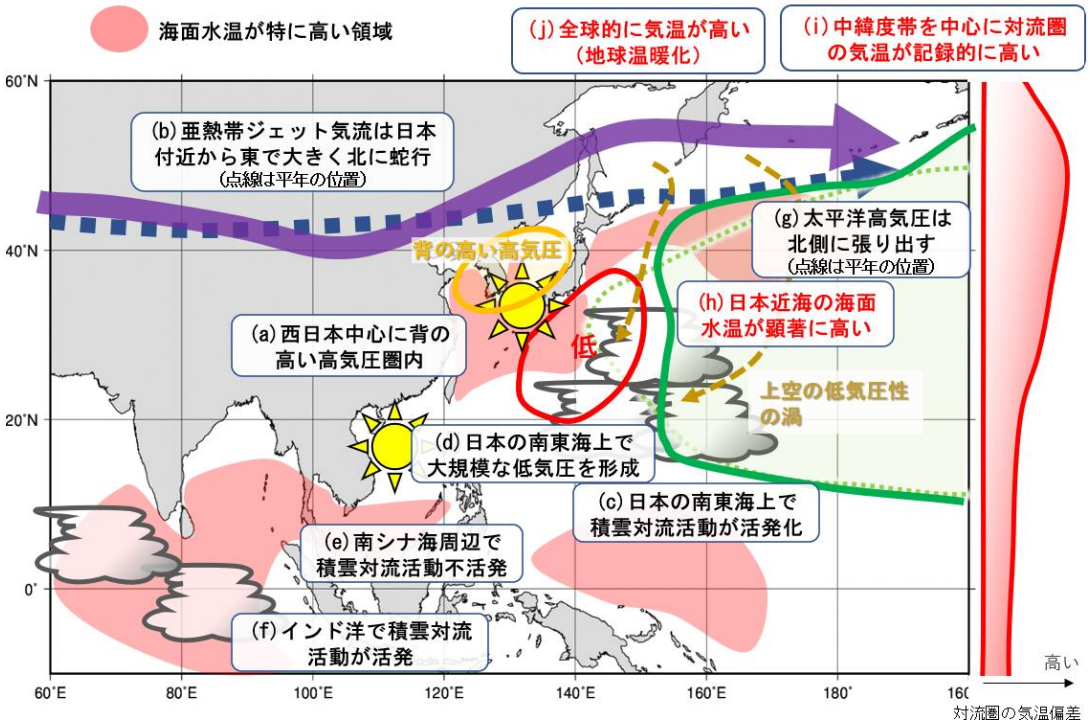


図 1-6　8 月の顕著な高温をもたらした大規模な大気の流れに関する模式図
（8 月中旬までの資料に基づく）

（２）日本近海の海面水温が顕著に高かった影響（図 1-5⑥、図 1-6(h)）

- 北日本周辺では海面水温が顕著に高くなっており（図 1-7）、特に三陸沖では黒潮続流の北上や黒潮続流から切離した暖水渦に伴って、昨年（2023 年）には及ばないものの、海洋内部まで水温が顕著に高くなっている（図 1-8）。
- 昨年（2023 年）の夏は北日本の記録的な高温に対し、近海における海面水温の極端な高温が続く海洋熱波が影響した可能性が高い[4]。本年（2024 年）7 月の北日本の高温への影響を昨年夏と同様の手法により評価した。
- 7 月の三陸沖から北海道太平洋沖にかけての海域では、海洋が大気を直接加熱したこと、北日本周辺では地表付近が平年に比べて高温多湿に保たれて温室効果が強まったことが北日本の顕著な高温に影響したと考えられる。ただし、昨年 7 月とは異なり、本年 7 月は北日本では梅雨前線の影響を受けやすかったこともあり、下層雲の形成が妨げられて日射が増大する効果は限定的であった。
- 沖縄・奄美周辺海域においても、6 月下旬から 7 月中旬にかけて太平洋高気圧に覆われて強い日射による加熱があった上、海洋内部まで水温が顕著に高かった影響により、7 月以降、海面水温が顕著に高くなった（図 1-7）。

[4] Hirotaka Sato, Kazuto Takemura, Akira Ito, Takafumi Umeda, Shuhei Maeda, Youichi Tanimoto, Masami Nonaka, Hisashi Nakamura (2024): Impact of an unprecedented marine heatwave on extremely hot summer over northern Japan in 2023, Scientific Reports. 異常気象分析検討会を通じた官学連携により実施された研究で関係機関から本年（2024 年）7 月 19 日に報道発表を行っている。
（https://www.jma.go.jp/jma/press/2407/19b/20240719.html）

➢ 海洋が大気を直接加熱し、大気最下層の気温が最も高くなっている（図 1-9）ことから、沖縄・奄美周辺海域の高い海面水温が、沖縄・奄美での 7 月の記録的な高温に影響した可能性がある。

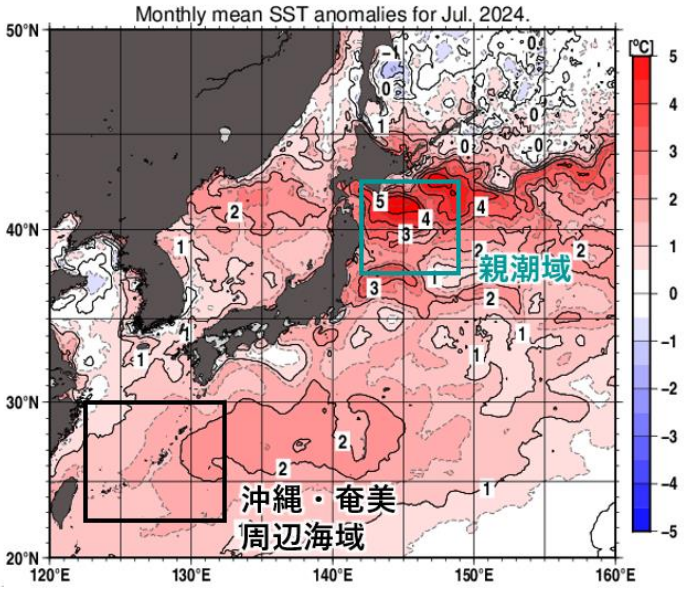


図 1-7　2024 年 7 月の日本近海の海面水温平年差

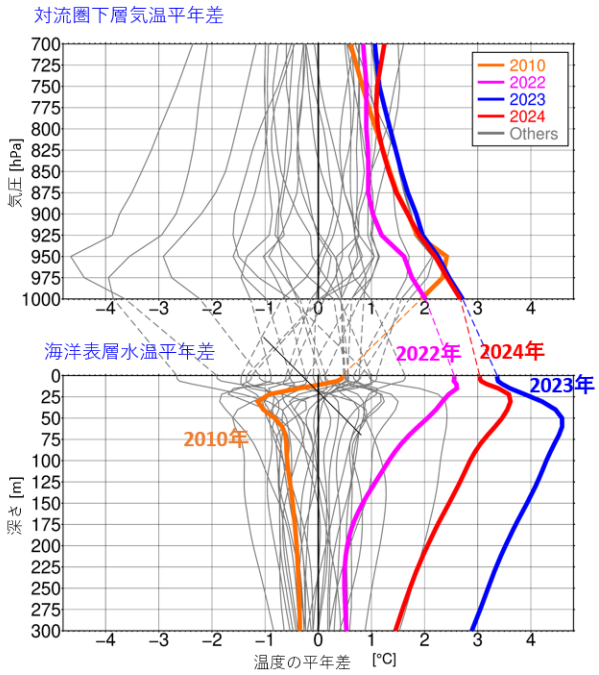


図 1-8　親潮域（図 1-7 参照）で平均した気温及び水温の平年差の鉛直分布
1993 年～2024 年の各年の 7 月平均。特徴的な年として、最下層ほど気温の平年差が増大しかつ表層水温が高い年（2024 年、2023 年、2022 年）、気温は平年より高いが表層水温は低い年（2010 年）に着色し、それ以外の年は灰色。

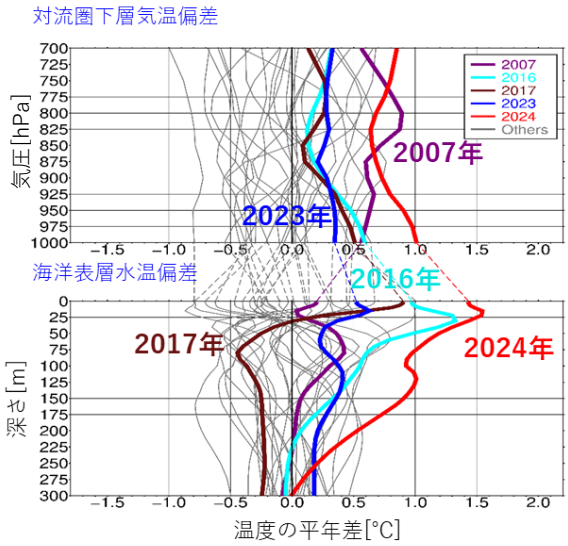


図 1-9　沖縄・奄美周辺海域（図 1-7 参照）で平均した気温及び水温の平年差の鉛直分布

1993 年～2024 年の各年の 7 月平均。特徴的な年として、最下層ほど気温の平年差が増大しかつ概ね 20m 以浅の水温が高い年（2024 年、2017 年、2016 年）、気温が顕著に高いが表層水温は特に高くない年（2007 年）と 2023 年に着色し、それ以外は灰色。

（３）対流圏の持続的な高温の影響（図 1-5⑦⑧、図 1-6(i)(j)）

- 本年（2024 年）春まで持続したエルニーニョ現象の影響等により、熱帯及び中緯度対流圏の気温が記録的に高くなったことや地球温暖化に伴う全球規模の気温の長期的な上昇傾向も、今回の顕著な高温をさらに底上げしたとみられる。
  - ➢ 北太平洋や北大西洋中緯度帯で海面水温が平年より高い状態が持続していることが、中緯度対流圏の気温に影響を与えた可能性がある。

1-3　７月の記録的な高温への地球温暖化の影響

地球温暖化の影響を評価するイベント・アトリビューションのうち予測型[5]の手法を用いて、文部科学省気候変動予測先端研究プログラムの合同研究チームが気候モデルによる再現実験を速報的に実施した。それによると、今回の高温イベントに対する発生確率を見積もったところ（図 1-10）、本年 7 月の海面水温分布の影響と地球温暖化の影響が共存する状況下（実際の気候条件下）では、およそ 10 年に 1 度程度の確率で起こり得たことが分かった。これに対し、地球温暖化の影響が無かったと仮定した状況下では、ほぼ発生し得なかったと推定された。

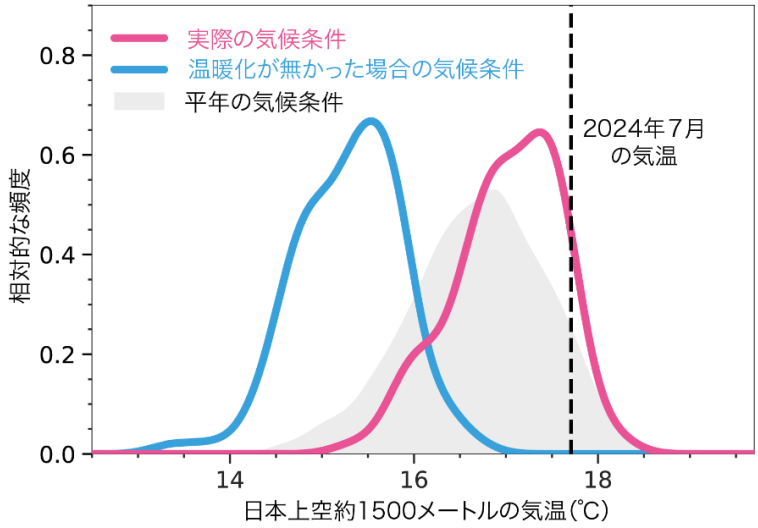


図 1-10　地球温暖化の有無に依存した 2024 年 7 月の高温イベントの発生確率
横軸は日本上空（東経 130－146 度、北緯 31－45 度）約 1500 メートルの平均気温、縦軸は頻度（平均期間は 7 月 1 日～31 日）。赤線は実際の（温暖化がある）2024 年 7 月の気候条件下の頻度、青線は温暖化がなかったと仮定した場合の 2024 年 7 月の気候条件下の頻度。薄灰色の山型は、1991 年から 2020 年の 30 年間の 7 月の出現頻度。2024 年 7 月の実測値を表す黒破線の値を超えた面積が今回の高温イベントの発生確率を表す。本高温イベントは、過去 30 年では発生確率 8.3%程度のまれな現象であり、実際の 2024 年 7 月の条件下では 11.2%まで上昇したが、それでもおよそ 10 年に 1 度程度の現象であった。一方、人為起源の地球温暖化が無かったと仮定した条件下ではほぼ発生し得ない（発生確率ほぼ 0%）現象であったと推定される。なお、予測型イベント・アトリビューションは暫定的な境界条件を用いて実験を実施しているため、結果に境界条件の誤差の影響が含まれる可能性がある。

[5] 気候モデルを用いて、温暖化した気候状態と温暖化しなかった気候状態の多数の計算例を用いて、特定の極端現象の発生確率に対する地球温暖化の影響を見積もる手法をイベント・アトリビューションという。これを実施するためには、モデルに与える境界条件（海面水温や海氷の状態）を現実の観測データから与える必要があるが、これを季節予報に用いている数値予報データから得ることにより、イベント・アトリビューションに必要な大量のシミュレーションを予め準備しておくことで、高速化を実現している（今回の事例では数値予報データを 6 月から利用）。

1-4 世界各地の顕著な高温の特徴とその要因

世界気象機関（WMO）[6]からは、本年（2024 年）7 月は世界各地で記録的な高温が発生し、これまでで最も暑い夏の 1 つであると報告されている。気象庁による解析でも、本年 7 月は熱帯から北半球中緯度帯を中心に異常高温が広い地域で発生（図 1-11）、7 月の世界の平均気温（陸域の地上気温と海面水温の平均）の速報値は、基準値（1991 年～2020 年の 30 年平均値）との差が＋0.55℃で、昨年（2023 年）に次いで 1891 年の統計開始以来 2 番目に高い値となった。なお、世界の平均気温は、昨年 5 月から本年 6 月まで 14 か月間連続でその月の高温記録を更新していた。

このような世界的な異常高温については、地球温暖化及び本年春まで続いたエルニーニョ現象の影響等も加わり、熱帯から北半球中緯度帯の対流圏の気温が記録的に高かったこと、さらに、北半球中緯度帯で上層の偏西風が北へ蛇行した地域（ヨーロッパ南部、中央シベリア、日本、北米西部）では暖かい高気圧に覆われたことで発生したと考えられる。

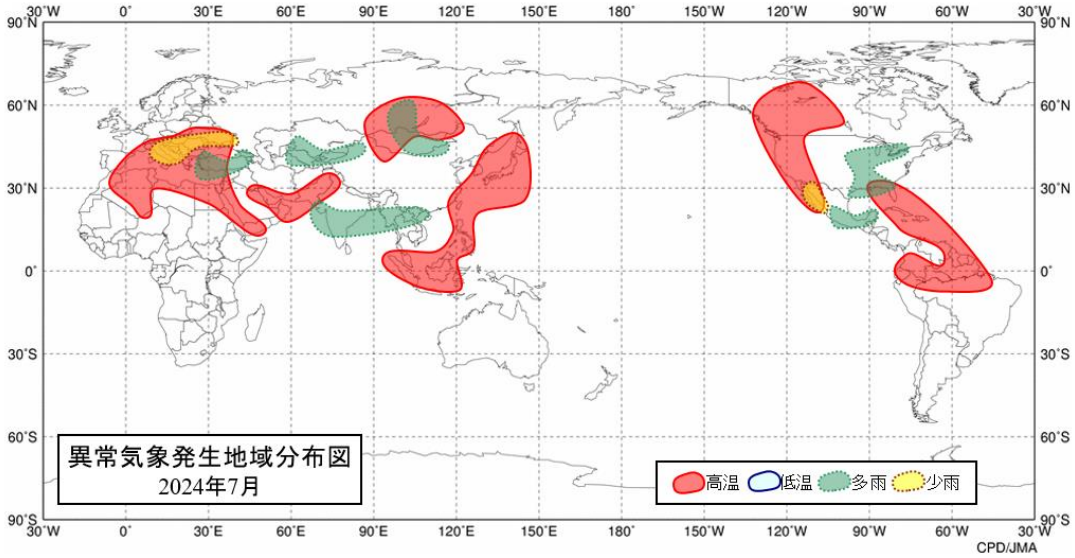


図 1-11　2024 年 7 月の世界の異常気象分布

赤は異常高温、緑は異常多雨、黄は異常少雨を示す。ここでは異常気象を、30 年に 1 回以下のまれな頻度で発生する現象と定義している。

[6] https://wmo.int/media/news/july-sets-new-temperature-records

2. 7 月下旬の北日本の大雨の特徴とその要因

2-1 大雨の特徴

- 7 月下旬は梅雨前線の活動が活発化し、北日本で記録的な大雨となったところがあり、24 日～30 日の 7 日間で、6 時間、12 時間の降水量の多い記録を更新した地点がいずれも 16 地点、24 時間、48 時間、72 時間の降水量ではいずれも 12 地点となった（図 2-1）。
- この期間の降水量は、差首鍋（さすなべ、山形県）で 547.5 ミリ（7 月平年降水量の約 1.6 倍）、瀬見（山形県）で 452.0 ミリ（同約 1.9 倍）に達した。
- 特に 7 月 24 日～26 日は山形県や秋田県を中心に記録的な大雨となり、差首鍋、新庄（いずれも山形県）では、26 日までの 48 時間降水量がそれぞれ 434.5 ミリ、402.5 ミリに達するなど、これまでの記録を大きく超える大雨となった。
- 7 月下旬の北日本日本海側の旬降水量平年比は 1958 年の記録（313%）に迫る 307%となり、7 月下旬としては 1946 年の統計開始以来第 2 位の多雨となった。

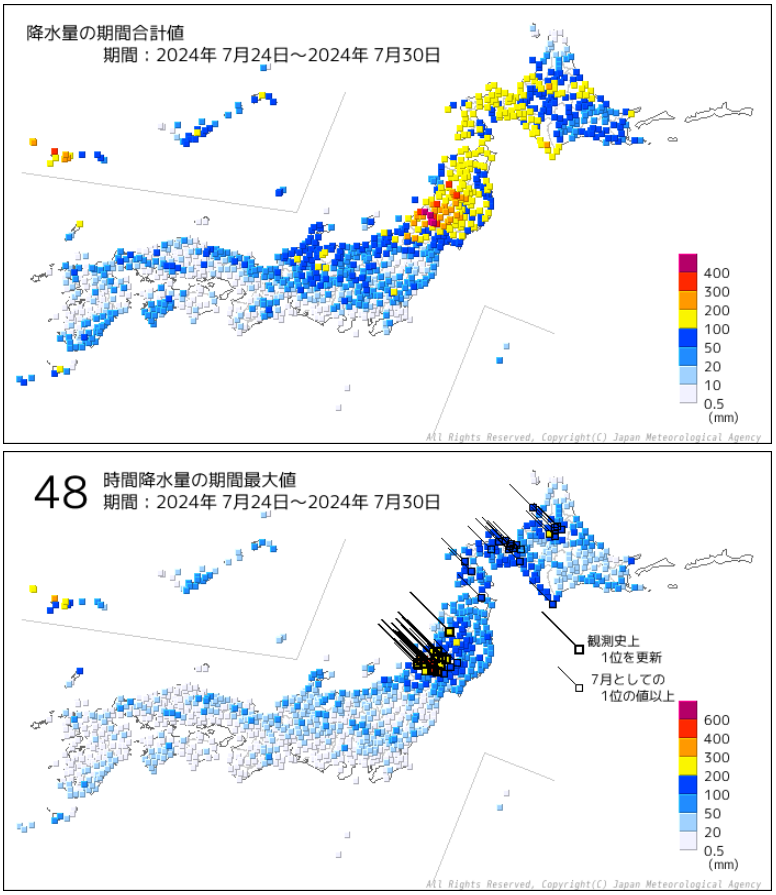


図 2-1　7 月 24 日～7 月 30 日の総降水量（上）と 48 時間降水量の期間最大値（下）
これまでの 1 位を更新した地点にはマーク（旗）を表示している。

2-2　大雨をもたらした大規模な大気の流れの特徴

図 2-2 に、このような大雨をもたらした大規模な大気の流れの特徴を示す。

- 北日本に停滞していた梅雨前線に湿った空気が多量に流れ込み、前線の活動が活発化した。この期間、北日本付近に流入する東向きの水蒸気輸送の大きさは、7 月 28 日頃をピークとして、7 月下旬を通じて多い状態が続いていた（図 2-3）。特に 28 日頃の水蒸気の流れ込みは記録的に多かった。
- こうした大量の水蒸気は、亜熱帯ジェット気流の日本付近での北への蛇行に伴って西日本に強く張り出した太平洋高気圧と北西進する台風第 3 号との間で北向きに強く輸送された水蒸気が、北日本付近の梅雨前線に流れこんだためとみられる。
- また、海面水温が高かった沖縄・奄美周辺海域からの蒸発により、豊富な水蒸気が下層大気に供給された可能性がある。

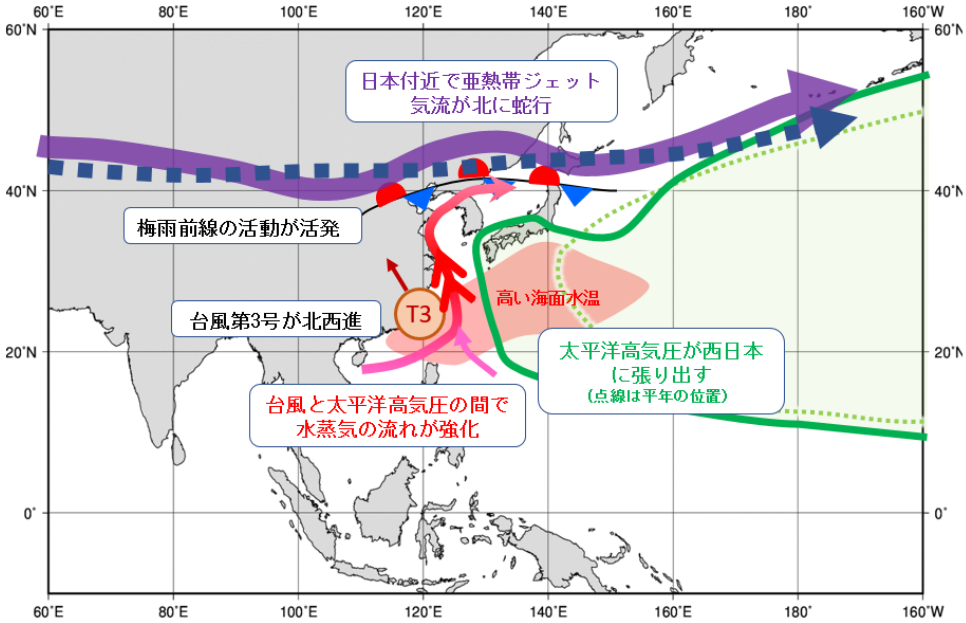


図 2-2　7 月下旬に北日本に大雨をもたらした大規模な大気の流れに関する模式図

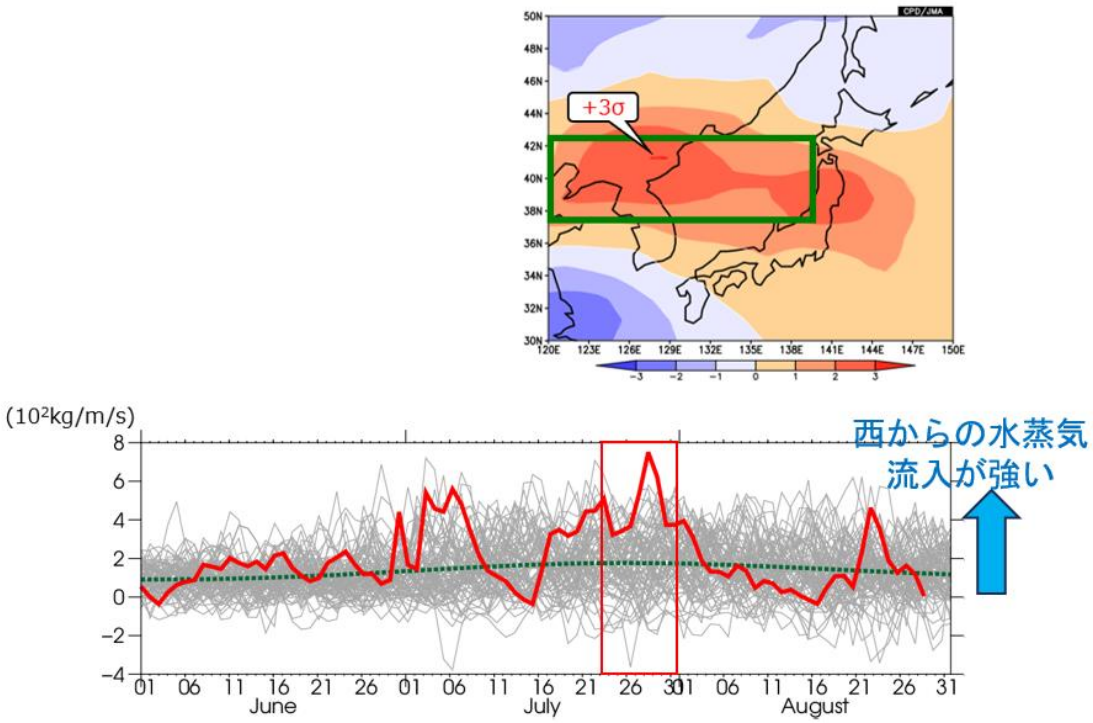


図 2-3　上図の領域（北緯 37.5～42.5 度、東経 120～140 度）で平均した対流圏での東向きの湿った気流の強さ（鉛直積算水蒸気フラックス）の 2024 年 7 月 24 日～30 日の規格化偏差（上図）と 6 月から 8 月における日別時系列図（下図）

赤線は 2024 年、緑破線は平年、灰色は 1948 年以降のその他の年をそれぞれ示す。

2-3　7 月 25 日頃の山形県・秋田県を中心とした大雨時の大気の状況

7 月 25 日頃は、線状降水帯の発生を知らせる「顕著な大雨に関する気象情報」が山形県に発表される（25 日 13 時台及び 22 時台）など、山形県や秋田県南部を中心に記録的な大雨となった。また、山形県庄内及び最上の一部市町村には二度にわたり大雨特別警報が発表された。ここでは大雨のピークとなった 25 日を中心とした大気の状況を分析した。

○ 7 月 25 日に大雨を生じさせた環境場

- 主な特徴として、大気下層の暖かく湿った空気の流入と大気中層の寒気が挙げられる。東シナ海から対馬海峡、日本海を通って、北日本の日本海側の大気下層には 25 日朝から暖かく湿った空気が流入しやすい状況が持続していた（図 2-4）。
- 一方、大気上層では、24 日から 25 日にかけて水平スケールの大きいトラフ（上空の気圧の谷）が北日本に接近、通過したことに伴い、大気中層（上空約 5,800m）に-6℃以下の寒気が広がっていた（図 2-5）。
- これら大気下層における暖かく湿った空気の流入と大気中層の寒気の影響により、北日本では非常に不安定な大気の成層状態となり、線状降水帯が生じやすい環境場が形成されていた。

➢ 25 日夜には規模の大きなトラフに伴う寒気は抜けつつあったが、後続のトラフが深まりながら東北地方に接近したことにより、大気中層が低温・湿潤化して降水システムが発達し、山形県北部で再び線状降水帯が生じたと考えられる（図 2-5）。

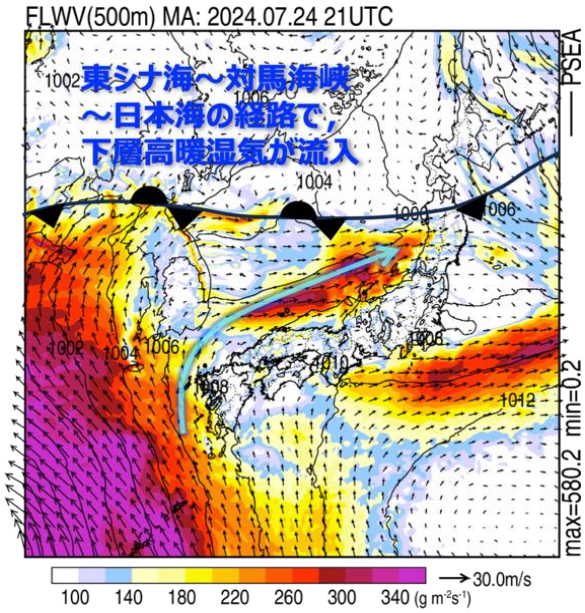


図 2-4　2024 年 7 月 25 日 06 時の気象庁メソ客観解析の高度約 500m の水蒸気流入量（カラー）と水平風（黒矢印）、海面気圧（黒実線）
青矢印で暖湿気の経路を、黒太線で梅雨前線をそれぞれ示す。

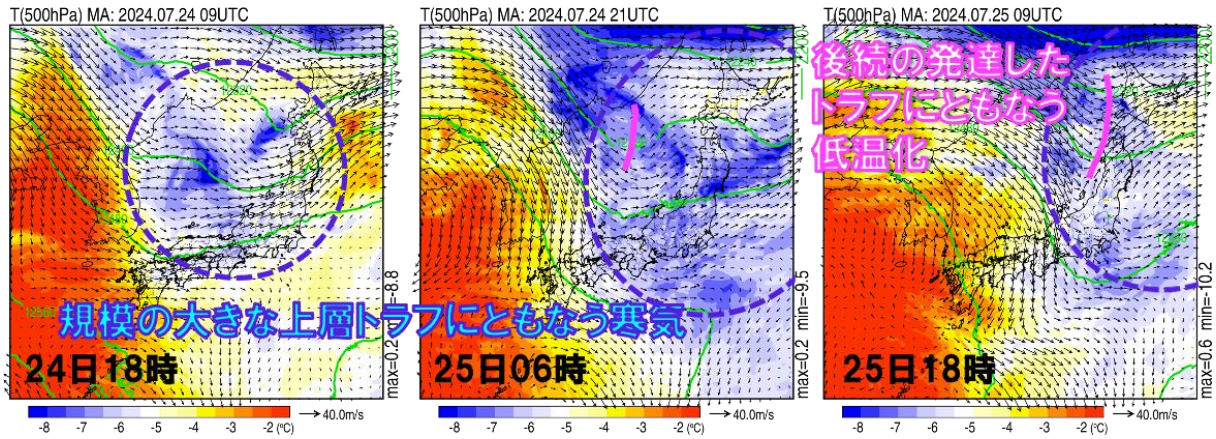


図 2-5　2024 年 7 月 24 日 18 時・25 日 06 時・18 時の気象庁メソ客観解析の 500hPa 面（高度約 5800m）の気温（カラー）、200hPa 面（高度約 12000m）の高度（緑線）と水平風（黒矢印）
水平スケールの大きな寒気を青破線の円、後面トラフをピンク実線でそれぞれ示す。

2-4　7 月 25 日頃の山形県・秋田県を中心とした大雨に対する地球温暖化の影響

長期的に見れば、日本では極端な大雨は増加傾向にある。例えば、最近 10 年のアメダス地点の日降水量 300mm 以上の大雨の年間日数は、1980 年頃と比較して約 2.1 倍に増加している（図 2-6)。その背景要因として、地球温暖化による気温の長期的な上昇傾向に伴い、大気中の水蒸気量も長期的に増加傾向にあることが考えられる（図 2-7)。

7 月 24～26 日の山形県・秋田県を中心とする大雨について、地球温暖化の影響を評価するイベント・アトリビューションのうち量的な手法[7]を用いて、文部科学省気候変動予測先端研究プログラムの合同研究チームが高解像度の気象モデルによる再現実験を速報的に行った。その結果、地球温暖化に伴う気温上昇が無かったと仮定した実験に比べ、現在の気候状態を反映した実験の方が、48 時間積算降水量は 20%以上多くなった（図 2-8；右下図黒枠内で計算)。この実験結果は、山形県・秋田県を中心とした今回の大雨において、地球温暖化に伴う気温上昇によって降水量が増加した可能性を示唆している。

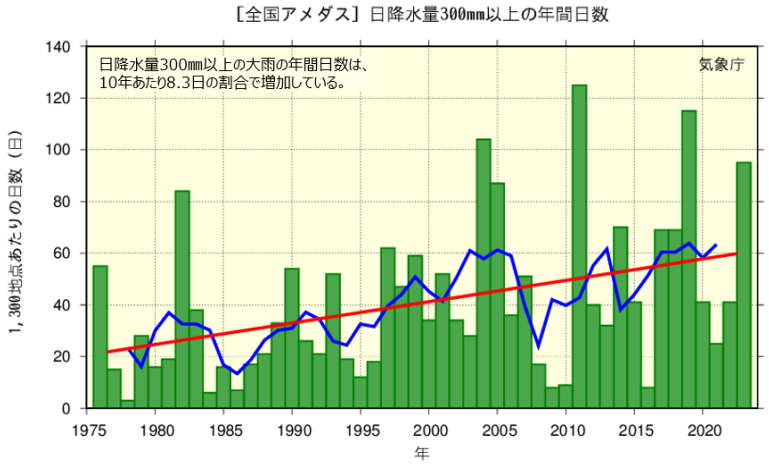


図 2-6　日降水量 300mm 以上の大雨の年間日数の経年変化（1976～2023 年）
棒グラフ（緑）は各年の年間発生回数（全国のアメダスによる観測値を 1300 地点あたりに換算した値)、青線は年間発生回数の 5 年移動平均値、赤線は長期変化傾向（この期間の平均的な変化傾向）を示している。

[7] 高解像度モデルを用いて実際の極端現象を忠実に再現したシミュレーション（再現実験）と、そこから工業化から現在までの温暖化を除去し、仮想的に非温暖化状態を表現したシミュレーション（擬似非温暖化実験）を行い、降水量の違いを見積もる手法。今回のシミュレーションでは、気象庁非静力学モデル（JMA-NHM）を用いて、7 月 23 日の 3 時間毎のメソ客観解析値を初期値とする 8 メンバーのアンサンブル平均の降水量を求めた。

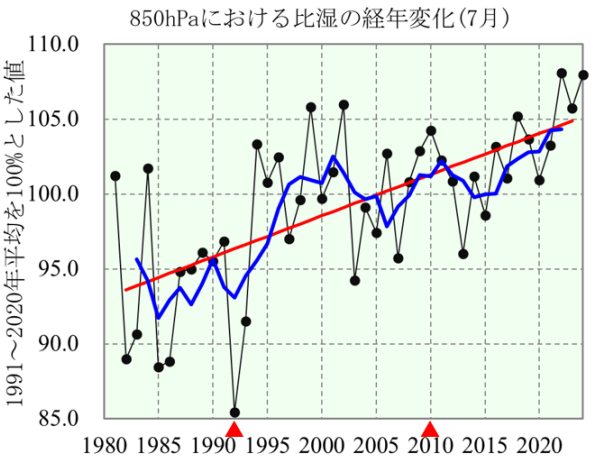


図 2-7　日本域における 7 月の上空 1,500m 付近（850hPa）の月平均比湿（空気 1kg あたりに含まれる水蒸気量）の基準値との比の経年変化（期間：1981 年～2024 年）

細線（黒）は国内 13 か所の高層気象観測地点（稚内、札幌、秋田、輪島、館野、八丈島、潮岬、福岡、鹿児島、名瀬、石垣島、南大東島、父島）の基準値との比（%）を示す。太線（青）は 5 年移動平均値を、直線（赤）は長期変化傾向（信頼水準 99%で統計的に有意）を示す。基準値は 1991 年から 2020 年の平均値。2 つの▲の間では測器の変更があり、相対的に値がやや高めになっている可能性がある。

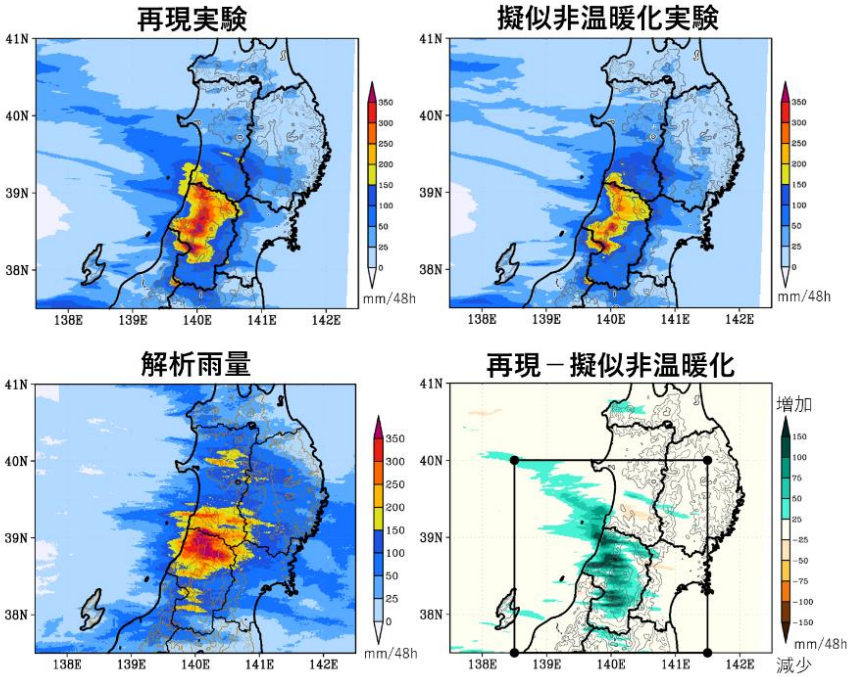


図 2-8　7 月 24 日～26 日の大雨事例のシミュレーション

（左上）実際の（温暖化がある）7 月 24 日の 9 時から 26 日の 9 時までの 48 時間積算降水量(mm)。(右上）温暖化が無かったと仮定した場合の同期間の積算降水量(mm)。(右下）両者の差(mm)。(左下）同期間で積算した解析雨量(mm)。