

令和 2 年 7 月の記録的大雨や日照不足の特徴と その要因について

気象庁は、本日開催した異常気象分析検討会の検討結果を踏まえ、本年 7 月の記録的大雨や日照不足の特徴と大規模な大気の流れから見た要因についてとりまとめました。要因は以下のとおりです。

- ・ 日本付近では上空の偏西風の北上が遅れたことにより日本付近に梅雨前線が停滞し続け、前線に沿って西から流入した水蒸気と、平年より南西に張り出した太平洋高気圧の影響で南西から流入した水蒸気が、日本付近で大量に集中しました。
- ・ さらに黄海付近では上空の気圧の谷が現れやすく、その影響で西日本や東日本付近では上昇流が強まって梅雨前線の活動が強化され、大雨の降りやすい状態が続いたとみられます。
- ・ 日本付近で偏西風の北上が遅れたことや、太平洋高気圧が南西に張り出した要因として、インド洋で海面水温が平年より高かった影響でアジアモンスーンの活動が不活発になったことが考えられます。

本年 7 月は、「令和 2 年 7 月豪雨」（7 月 3 日～31 日）が発生するなど、東北地方から西日本にかけて記録的な大雨や日照不足など顕著な天候不順となりました。九州をはじめ、岐阜県、長野県、山形県などで、1～72 時間の降水量の記録を更新した地点が多数見られ、特に 7 月 3 日～4 日には熊本県を中心に記録的な大雨となるなど、各地で大雨による甚大な被害が発生しました。また、東北地方、東日本太平洋側、西日本では、1946 年の統計開始以降、7 月として降水量の多い記録を更新し、これらの地域に加え、東日本日本海側も日照時間の少ない記録を更新しました。

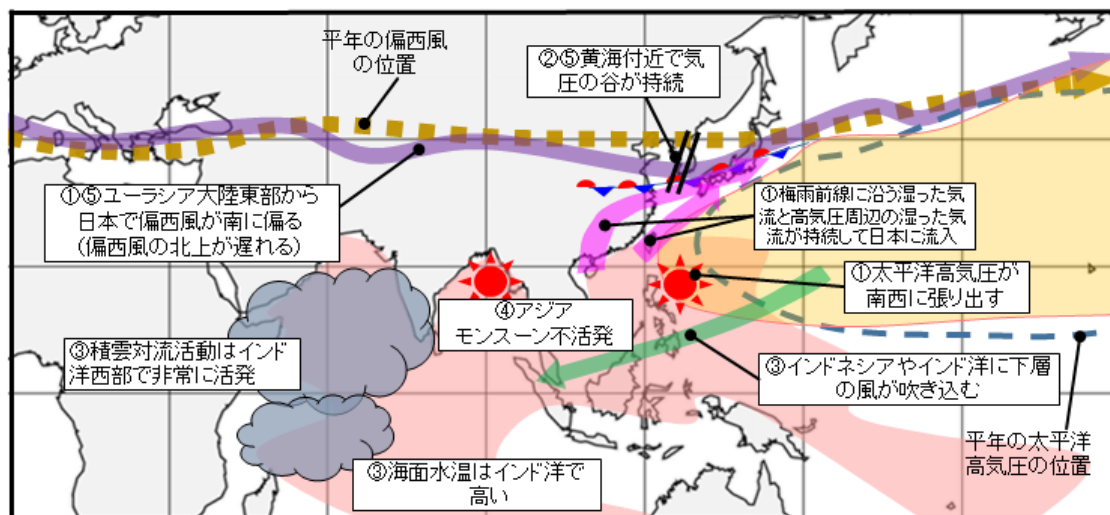
気象庁は、本日開催した異常気象分析検討会においてこれらの記録的な大雨や日照不足など顕著な天候不順の要因について検討し、その結果を以下のとおり取りまとめました（詳細は別紙をご覧ください）。

1. 大規模な大気の流れから見た天候不順の要因

- ① 上空の偏西風の北上が遅れたことにより日本付近に梅雨前線が停滞し続け、前線に沿って西から流入した水蒸気と、平年より南西に張り出した太平洋高気圧の影響で南西から流入した水蒸気が、日本付近で大量に集中しました。
- ② また、黄海付近で上空の気圧の谷が現れやすく、その影響で西日本や東日本では上昇

流が強まって、梅雨前線の活動が強化され、大雨の降りやすい状態が続いたとみられます。

- ③インド洋の海面水温が高かったことにより、インド洋西部で積雲対流活動が顕著に活発となり、下層の風がインド洋に吹き込みました。これに伴い、フィリピン近海で積雲対流活動が抑制され、太平洋高気圧が平年より南西に張り出したと考えられます。
- ④さらに、インド付近からフィリピン東方にかけてのアジアモンスーン域で積雲対流活動が抑制された影響により、偏西風の北上が遅れたと考えられます。
- ⑤黄海付近に気圧の谷が現れやすかった要因として、偏西風の北上が遅れたことが影響している可能性があります。



2. 大雨をもたらした事例の大気の流れの特徴

- ・九州において線状降水帯が発生した7月3日～4日の大雨では、過去の事例と比較しても九州西岸への水蒸気の流れ込みが多くなりました。この事例では、前線上の低気圧の東進に伴い、太平洋高気圧との間で気圧の傾きが大きくなって南西風が強まり、水蒸気の流入が極めて大きくなるとともに下層の収束も強化されていました。
- ・7月28日には、太平洋高気圧が西への張り出しを強めたため、高気圧の縁を回る下層の非常に湿った風が対馬海峡などから、西日本・東日本の日本海沿岸域を通過して前線や低気圧へ流れ込み、さらに東北南部で上昇流が強化されやすい環境となったため、山形県で記録的な大雨となりました。

なお、今回の一連の大雨では、地球温暖化の進行に伴う長期的な大気中の水蒸気の増加により、降水量が増加した可能性があります。

問合せ先：

地球環境・海洋部 気候情報課 中三川、石崎、佐藤

(天候の特徴・大規模な大気の流れ)

電話 03-3212-8341 (内線 3166、3158) FAX 03-3211-8406

予報部 予報課 杉本、平野 (大雨をもたらした事例の大気の流れ)

電話 03-3212-8341 (内線 3127、2240) FAX 03-3211-8303

令和2年8月20日
気 象 庁

令和2年7月の記録的大雨や日照不足の特徴と その要因について

「令和2年7月豪雨」（7月3日～31日）が発生するなど、特に7月前半は西日本から東海地方を中心に広い範囲で大雨が続き、甚大な被害が発生した。このような状況を踏まえ、観測記録や関連する大気の流れの特徴、線状降水帯の発生等について、特に大雨の続いた14日までのデータを用いて速報として公表した（令和2年7月31日気象庁報道発表資料¹）。

7月後半も、梅雨前線が日本付近に停滞しやすい状態が続き、各地で梅雨明けが平年より大幅に遅れたほか、7月28日には山形県で大雨となり河川の氾濫が発生するなど、不順な天候が続き、東北地方から西日本にかけて記録的な大雨と日照不足となった。

これらの状況を踏まえ、8月20日に異常気象分析検討会を開催し、本年7月の長期間の顕著な天候不順をもたらした要因について大規模な大気の流れの観点から、検討を行った。なお、7月3日～4日に熊本県を中心に大雨をもたらした線状降水帯の発生に至る経過等についても検討を行い、速報に含まれていなかった7月28日の山形県の大雨の特徴とともに本報告に含めた。

本報告は、異常気象分析検討会の検討結果を踏まえ、とりまとめたものである。構成は以下のとおり。

（本報告の構成）

1. 観測データから見た天候の特徴
2. 大規模な大気の流れから見た顕著な天候不順の要因
 - （1）大規模な大気の流れと海洋の特徴
 - （2）中国の大雨の要因と日本の大雨との関連
 - （3）西日本から東日本に集まった水蒸気量
 - （4）梅雨前線の停滞のしやすさの評価
 - （5）地球温暖化の影響
3. 記録的な大雨をもたらした事例の大気の流れの特徴
 - （1）7月3日～4日の熊本県を中心とした大雨
 - ① 総観場の特徴
 - ② 線状降水帯の発生に至る経過
 - （2）7月28日の山形県を中心とした大雨

¹ 「令和2年7月豪雨」の特徴と関連する大気の流れについて（速報）
https://www.jma.go.jp/jma/press/2007/31a/press_r02gou20200731.html

1. 観測データから見た天候の特徴

令和2年7月は、活動の活発な梅雨前線が日本付近に停滞し続けた影響で、九州を中心に、西日本から東日本の広い範囲で、大雨の降りやすい状態が続いた。特に、上旬は、熊本県、鹿児島県、福岡県、佐賀県、長崎県、岐阜県、長野県で大雨特別警報が発表されるなど、記録的な大雨となり、甚大な被害が発生した。さらに、下旬には山形県で最上川が氾濫するなど、東北地方でも大雨の被害が発生した。

大雨の記録としては、「令和2年7月豪雨」の期間（7月3日～31日）で1～72時間降水量の多い記録を更新した地点が、九州のほか、岐阜県、長野県、山形県などで多数みられた（例として、図1-1に48時間降水量を示す）。

7月の降水量は、東北地方および東日本太平洋側、西日本日本海側、西日本太平洋側では平年の2.0～2.4倍と、1946年の統計開始以降、第1位の多雨となった（表1-1、図1-2（中図））。

梅雨明け（速報値）は、奄美地方で7月20日ごろと、これまでの遅い記録（7月15日ごろ）を更新したほか、各地で平年より10日前後遅い梅雨明けとなった（表1-2）。関東甲信地方では梅雨明けが8月1日ごろと平年より大幅に遅れたこともあり、7月の降水日数（日降水量0.0mm以上の日数）が31日、つまり毎日降水があった地点が多く見られた（表1-3）。

7月の月間日照時間も極端に少なく、東北地方、東日本太平洋側、東日本日本海側、西日本太平洋側、西日本日本海側で、平年の半分前後と1946年の統計開始以降、第1位の日照不足となった（東北地方は第1位タイ）（表1-4、図1-2（下図））。

なお、中国華中에서도梅雨前線の活動が活発で、長江流域では6月から7月にかけて記録的な大雨となった（図1-3）。チアンシー（江西）省ナンチャン（南昌）では、7月の降水量が693mmを観測し、1982年以降の7月としては1998年の457mmを上回り最も多くなった（平年比約500%）。中国および日本の大雨は、ともに活動の活発な梅雨前線によりもたらされたと考えられる。

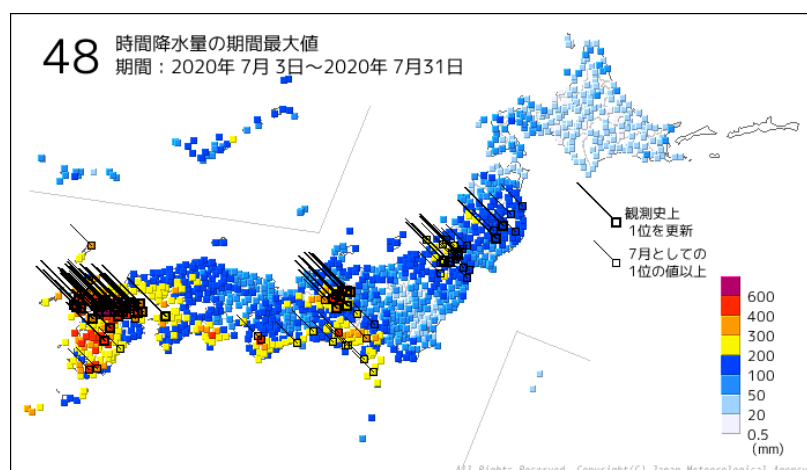


図1-1 48時間降水量の期間最大値（期間：7月3日～31日）
※ほかの時間（12時間等）の降水量期間最大値の図や観測値は、気象庁ホームページ「最新の気象データ・特定期間の降水の状況」で確認できる。
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/mdrr/periodstat/index.html>

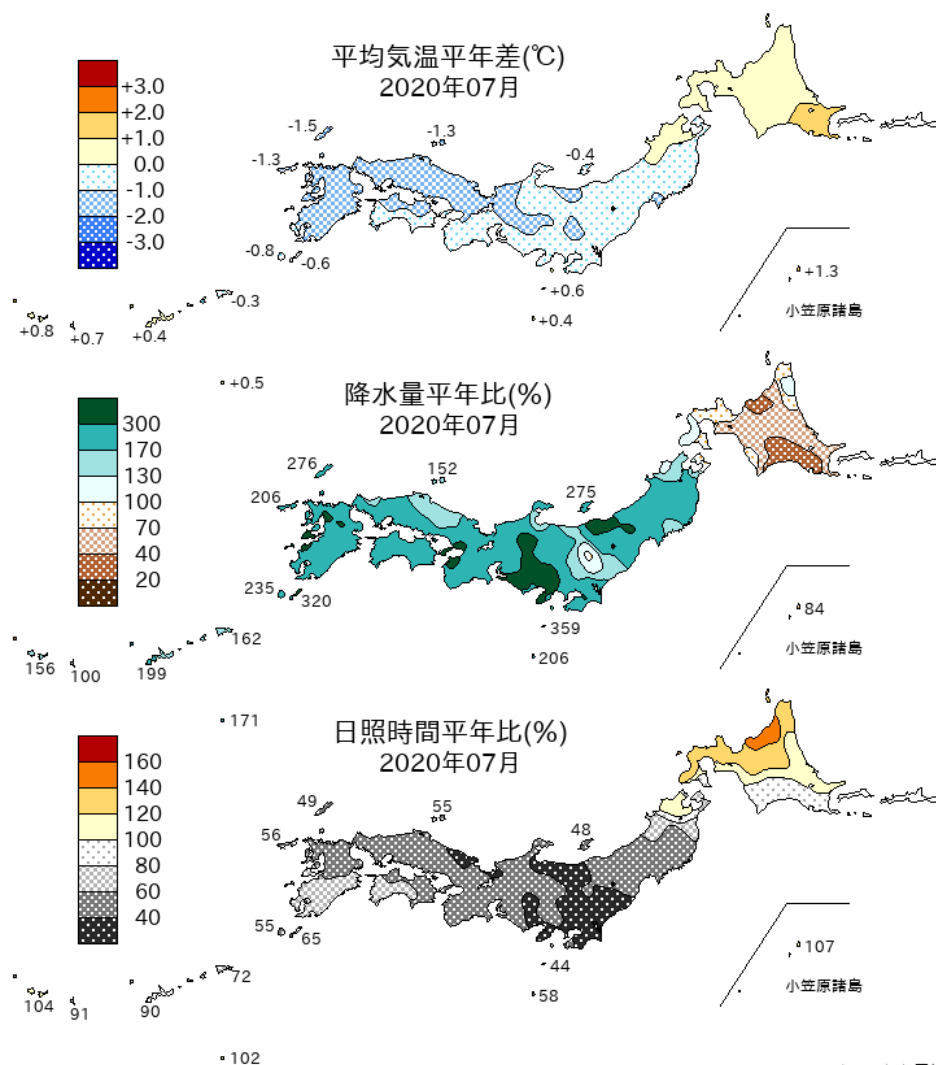
表 1-1 月降水量の多い方から 3 位までの観測年と平年比（7 月）

降水量の多い方から	東北地方 （※ 1）	東日本 日本海側 （※ 2）	東日本 太平洋側	西日本 日本海側	西日本 太平洋側
1 位	2020 (201%)	1964 (229%)	2020 (245%)	2020 (222%)	2020 (240%)
2 位	2013 (182%)	2006 (228%)	1974 (187%)	1957 (212%)	1993 (236%)
3 位	2002 (169%)	1995 (211%)	1993 (181%)	1980 (195%)	1951 (205%)

統計開始は 1946 年。

※ 1：2020 年 7 月は北海道地方と東北地方で天候が大幅に異なることから、大区分（北日本日本海側・太平洋側）ではなく、地方区分（東北地方）を用いた。

※ 2：東日本日本海側は、2020 年 7 月は第 4 位の多雨（平年比 205%）



(2020/8/7更新)
All rights reserved. Copyright(c) Japan Meteorological Agency

図 1-2 2020 年 7 月の気温平年差（上）、降水量平年比（中）、日照時間平年比（下）

表 1-2 2020 年の梅雨明けの時期（速報値）

地方	令和2年	平年差	昨年差	平年	昨年
沖縄	6月12日ごろ	11日早い	28日早い	6月23日ごろ	7月10日ごろ
奄美	7月20日ごろ	21日遅い	7日遅い	6月29日ごろ	7月13日ごろ
九州南部	7月28日ごろ	14日遅い	4日遅い	7月14日ごろ	7月24日ごろ
九州北部	7月30日ごろ	11日遅い	5日遅い	7月19日ごろ	7月25日ごろ
四国	7月30日ごろ	12日遅い	5日遅い	7月18日ごろ	7月25日ごろ
中国	7月30日ごろ	9日遅い	5日遅い	7月21日ごろ	7月25日ごろ
近畿	7月31日ごろ	10日遅い	7日遅い	7月21日ごろ	7月24日ごろ
東海	8月1日ごろ	11日遅い	8日遅い	7月21日ごろ	7月24日ごろ
関東甲信	8月1日ごろ	11日遅い	8日遅い	7月21日ごろ	7月24日ごろ
北陸	8月2日ごろ	9日遅い	9日遅い	7月24日ごろ	7月24日ごろ
東南北部	8月2日ごろ	8日遅い	8日遅い	7月25日ごろ	7月25日ごろ
東北北部	-	-	-	7月28日ごろ	7月31日ごろ

- ・梅雨は季節現象であり、その入り明けは、平均的に5日間程度の「移り変わり」の期間がある。ここに掲載した期日は移り変わりの期間の概ね中日を示している。
- ・「平年」は、2010 年までの過去 30 年の平均（明けを特定しなかった年は除外）の日付である。
- ・「-」は、立秋（8 月 7 日）までに梅雨明けの時期がはっきりしなかったため、速報的な発表を行なわなかったことを表す。後日確定値で梅雨明けの時期が特定される可能性がある。

表 1-3 7 月に毎日降水（日降水量 0.0mm 以上を観測した日数が 31 日）となった観測年、地点数、観測地点名

順位	観測年	地点数	観測地点名
1位	2020	10	盛岡、宇都宮、水戸、甲府、秩父、館野、網代、横浜、日光、松江
2位	2019	4	白河、宇都宮、前橋、日光
3位	2003	2	軽井沢、河口湖

※全国の気象官署 155 地点の記録を用いている。

表 1-4 月間日照時間の少ない方から 3 位までの観測年と平年比（7 月）

日照時間の少ない方から	東北地方 （※1）	東日本 日本海側	東日本 太平洋側	西日本 日本海側	西日本 太平洋側
1 位	2020 (55%)	2020 (40%)	2020 (41%)	2020 (50%)	2020 (57%)
2 位	2006 (55%)	2003 (50%)	2003 (50%)	2009 (52%)	1993 (58%)
3 位	2003 (55%)	2009 (51%)	1993 (55%)	2003 (52%)	1954 (64%)

統計開始は 1946 年。

※1：2020 年 7 月は北海道地方と東北地方で天候が大幅に異なることから、大区分（北日本日本海側・太平洋側）ではなく、地方区分（東北地方）を用いた。

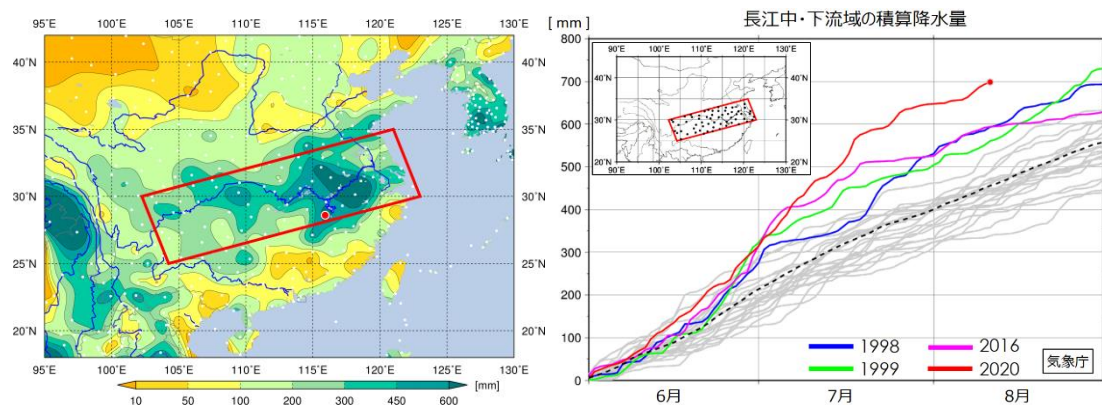


図 1-3 中国長江流域の大雨

左図：降水量分布図（2020 年 7 月）各国気象局の通報に基づき作成。地図中の白い点は降水量の観測地点を、赤丸はナンチャン（南昌）を表す。赤枠は積算降水量（右図）の計算に用いた地点の範囲を示す。

右図：長江中・下流域の積算降水量（6 月 1 日～8 月 31 日）。

単位 mm。左図の赤枠内にある長江中・下流域の 60 観測地点で平均した積算降水量。中国気象局の通報（速報値）に基づき、気象庁で作成。

各折れ線グラフ（実線）は 1997 年以降の各年の 6 月 1 日からの積算降水量（2020 年は 8 月 11 日まで）で、赤色が 2020 年（本年）、青色が 1998 年、黄緑色が 1999 年、ピンクが 2016 年、灰色がその他の年を示す。破線は 1997 年から 2019 年までの 23 年間の平均値。

2. 大規模な大気の流れから見た顕著な天候不順の要因

前節で述べた顕著な天候不順をもたらした大規模な大気の流れの特徴をまとめた(図2-1)。このほか、中国の大雨の要因と日本の大雨との関連、日本に集まった水蒸気量の評価、梅雨前線の停滞しやすさの評価、大雨への地球温暖化の影響についても分析した。大規模な大気の流れの特徴について速報で記載したものから今回あらたに加わった特徴に下線を付した。以下の○数字は、図2-1中の○数字に対応している。

(1) 大規模な大気の流れと海洋の特徴

- ・7月の長期間にわたる不順な天候は、南シナ海方面から華中に供給され、梅雨前線帯に沿って流れ込む水蒸気と、東シナ海方面から太平洋高気圧の縁辺に沿うように流れ込む水蒸気とが合流する状態が、九州を中心に広く西日本から東日本にかけて持続したことによりもたらされた(①)。
- ・こうした湿潤な気流は、黄海付近で気圧の谷、日本の東海上で気圧の尾根となる上空の偏西風(亜熱帯ジェット気流)の蛇行が7月上旬を中心にほぼ同じ位置で持続したこと、中旬以降も偏西風が北上せず梅雨前線が九州から本州付近にかけて停滞したこと、及び日本の南海上で太平洋高気圧が平年に比べ南西に張り出す状態が続いたことによってもたらされた(②)。
- ・日本付近の偏西風(亜熱帯ジェット気流)の蛇行が持続したのは、7月上旬以降、西方のユーラシア大陸上空で偏西風の蛇行が強化された影響によるもの(シルクロードテレコネクション^{※1)})と考えられる(③)。
- ・インドネシア付近からインド洋にかけて海面水温が平年よりも高いことで、特にインド洋西部で積雲対流活動が非常に活発となって下層の気圧が低くなり、下層の風がインドネシアやインド洋付近に吹き込んだ。その一方、下層風の吹き出し域にあたる南シナ海北部からフィリピン東沖にかけては、下降流が卓越し積雲対流活動が抑制された影響により、日本の南で太平洋高気圧が南西方向に張り出したと考えられる(④)。
- ・インド洋で海面水温が平年より高かった要因として、昨夏から昨秋まで持続した顕著な正のインド洋ダイポールモード現象^{※2)}が影響している可能性がある。具体的には、この現象に伴い、熱帯南インド洋中部に形成された海洋表層の顕著な暖水が徐々に西進し、年明け以降、インド洋中・西部の高い海面水温を維持した。また、日付変更線付近で持続した高い海面水温もインド洋の高温化に寄与した可能性がある。6月以降は高水温が持続したインド洋西部で積雲対流活動が活発となった影響で、夏のアジアモンスーンの活動が抑制され、北インド洋を含めて海面水温が平年より大きく上昇したとみられる(⑤)。
- ・偏西風(亜熱帯ジェット気流)が平年より南を流れた要因として、アジアモンスーン域(インド付近からフィリピン東方)の積雲対流活動が顕著に不活発だったことにより、上空のチベット高気圧の北への張り出しが弱かったことが影響していたと考えられる(⑥)。
- ・黄海付近で気圧の谷が形成されやすかった要因として、偏西風(亜熱帯ジェット気流)が平年より南を流れたことが影響した可能性もあるが、チベット高原の地形の影響などさらなる調査が必要である(⑦)。

- ・ 平年より強い偏西風（亜熱帯ジェット気流）が蛇行し続け、梅雨前線が停滞しやすい状況で、特に日本付近では上空の気圧の谷の影響で上昇流が強まり、梅雨前線の活動が強化されたことが、7月上旬を中心とした顕著な大雨の一因となったとみられる（②）。
- ・ 北緯 60 度帯の上空の偏西風（寒帯前線ジェット気流）が蛇行し、中旬以降東シベリアで気圧の尾根が発達したことにより、日本海やオホーツク海で地表の高気圧が明瞭となって、北日本太平洋側を中心に湿った東よりの風をもたらした時期があり、これも日照不足の一因となった（⑧）。

（２）中国の大雨の要因と日本の大雨との関連

中国の華中においても梅雨前線が活発であったため、長江流域で記録的な大雨（⑨）となった。その要因として、華中では南西に張り出した太平洋高気圧の縁をまわって南シナ海方面から非常に暖かく湿った気流が入りやすかった一方、梅雨前線の北側では上空の気圧の谷の後面に下層の寒気が入り、梅雨前線を挟んで南北の温度差が大きかったことが挙げられる（①②）。また、気温の南北差が大きかったことと対応して対流圏中下層（上空約 4,000 メートル以下）で西風が強かったために、日本付近に華中方面から水蒸気が入りやすかったこと（①）も、日本の長期間にわたる広範囲での大雨に影響したと考えられる。

（３）西日本から東日本に集まった水蒸気量

「平成 30 年 7 月豪雨」の期間と同じ 11 日間を基準とすると、西日本から東日本（図 2-2 (a)）において対流圏全体に集まった水蒸気量は、「平成 30 年 7 月豪雨」期間の総量を超え、1985 年と並び 1958 年以降最も多かった（図 2-2 (b)）。このことから、7月上旬を中心とした顕著な大雨時には大量の水蒸気の集まりやすい状態が 10 日間以上にわたり持続したことが特徴といえる。

（４）梅雨前線の停滞しやすさの評価

梅雨前線が停滞し続けた要因は（１）で述べたとおり、偏西風の北上が遅れたことであるが、梅雨前線の活動を示す上昇流が本州付近で一定以上となる日数をもとに、どの程度梅雨前線が停滞しやすかったのかを評価した。本州中部の上空約 3,500m（700hPa）における上昇流の強さが一定以上となる日数は、2020 年は 1958 年以降、7 月として最も多かった（図 2-3）。

（５）地球温暖化の影響

日本では、長期的には極端な大雨の強さが増大する傾向がみられており、アメダス地点の年最大 72 時間降水量の基準値との比には、過去 30 年で約 10%の増加傾向がみられる（図 2-4）。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とともに、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 2-5）。なお、理論上、気温が 1℃上昇すると、飽和水蒸気量が 7%程度増加することが知られている。

7 月 3 日～4 日の熊本県を中心とした大雨について、近年の気温上昇量を除去した事例と除去しない事例について、高解像度の気象モデルを用いた再現実験を気象

研究所で速報的に行った。その結果、過去 40 年の気温上昇量を除去した実験に比べ、除去しない実験のほうが降水量が多くなった。この実験結果は、熊本県を中心とした大雨において、近年の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。

大雨の発生確率も含めた定量的な評価は、イベントアトリビューション^{※3}等の研究成果を待つ必要があるが、今回の一連の大雨においては地球温暖化による長期的な水蒸気量の増加が降水量を増やした可能性がある。

※1：夏季中緯度ユーラシア大陸上空の偏西風（亜熱帯ジェット気流）の定常的な蛇行はしばしば現れ、「シルクロードテレコネクション（シルクロードパターン）」と呼ばれている。「平成 30 年 7 月豪雨」の一因ともなった。

※2：北半球の夏から秋（6～11 月）にインド洋熱帯域の海面水温が、南東部（スマトラ島沖）で平年より低くなり、西部で平年より高くなる現象。

※3：気候モデルを用いて、過去の気候を模した大量の実験を行うとともに、人間活動による温暖化が無い設定でも大量の実験を行い、両者の比較から、個々の異常気象の発生が温暖化によりどれだけ変わったかを確率的に推定する手法。

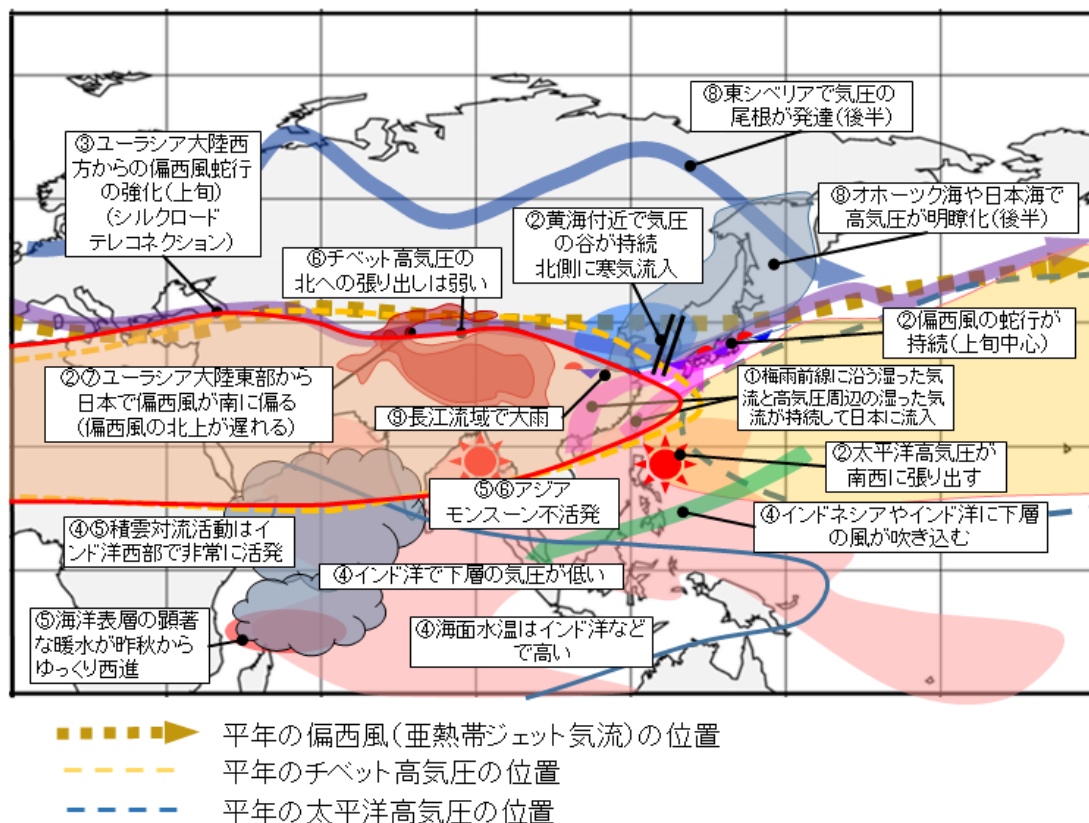
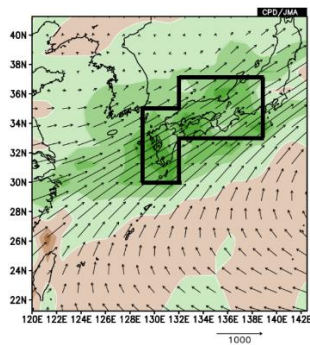


図 2-1 不順な天候に関連した大規模な大気の流れ（北緯 20 度東経 90 度付近の赤茶色の図形はチベット高原の標高の高い地域を示す）

(a) 水蒸気の流れ



(b) 西日本から東日本に集まった水蒸気量

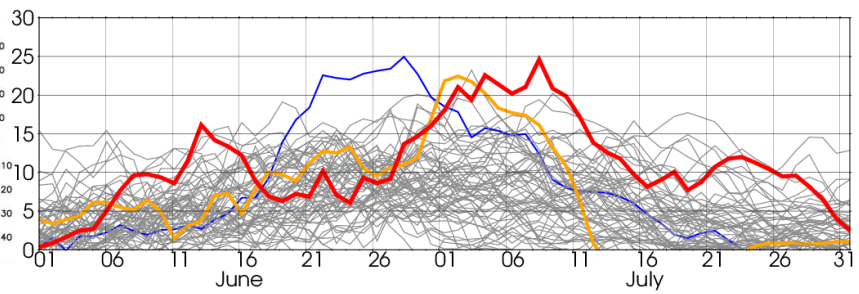


図2-2 (a) 7月3日から13日の11日間で平均した水蒸気の流れ（鉛直積算水蒸気フラックス：矢印）と集まった水蒸気量（水蒸気フラックス収束の鉛直積算：陰影）及び(b) 西日本から東日本（(a)の黒枠内）へ集まった水蒸気量（水蒸気フラックス収束の鉛直積算）の日別時系列（11日移動平均）。梅雨期である6月から7月における1958年以降の各年の時系列を示す。

(a)の矢印の単位は kg/m/s 。(a)の陰影、及び(b)の単位は mm/day 。(b)の赤線は2020年の値、青線は1985年（梅雨前線と台風に関連した大雨）、橙線は2018年（「平成30年7月豪雨」）、灰色はそのほかの年（1958年以降）の値。(a)(b)ともに気象庁長期再解析（JRA-55）に基づく。鉛直積算は地上から300hPaまで。

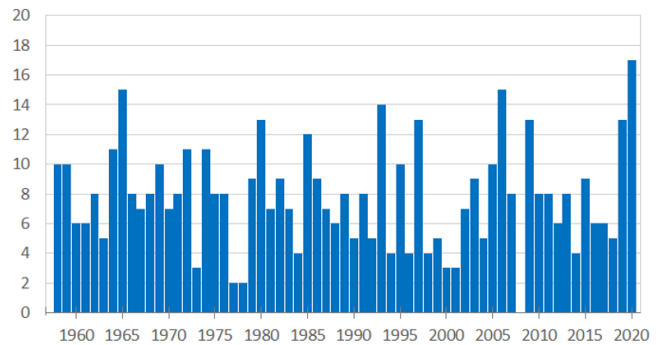
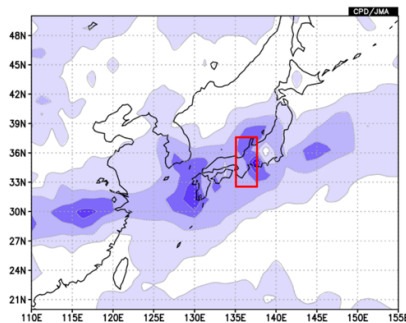


図2-3 本州中部の上空約3,500m付近（700hPa）における上昇流が一定以上となる日数

左図：2020年7月で平均した700hPa上昇流（単位： Pa/s 、符号を反転させた）

右図：7月を対象として左図の赤枠内（135–137.5E, 32.5–37.5N）における700hPa上昇流について、最大値 > 閾値 となった日数の経年変化。本事例の閾値は 0.3Pa/s 。値が大きいほど上昇流が強いことを示す。閾値によって日数は変動するが、閾値を $0.2\sim0.4\text{Pa/s}$ の範囲で変化させたいずれの場合においても2020年は1位である。

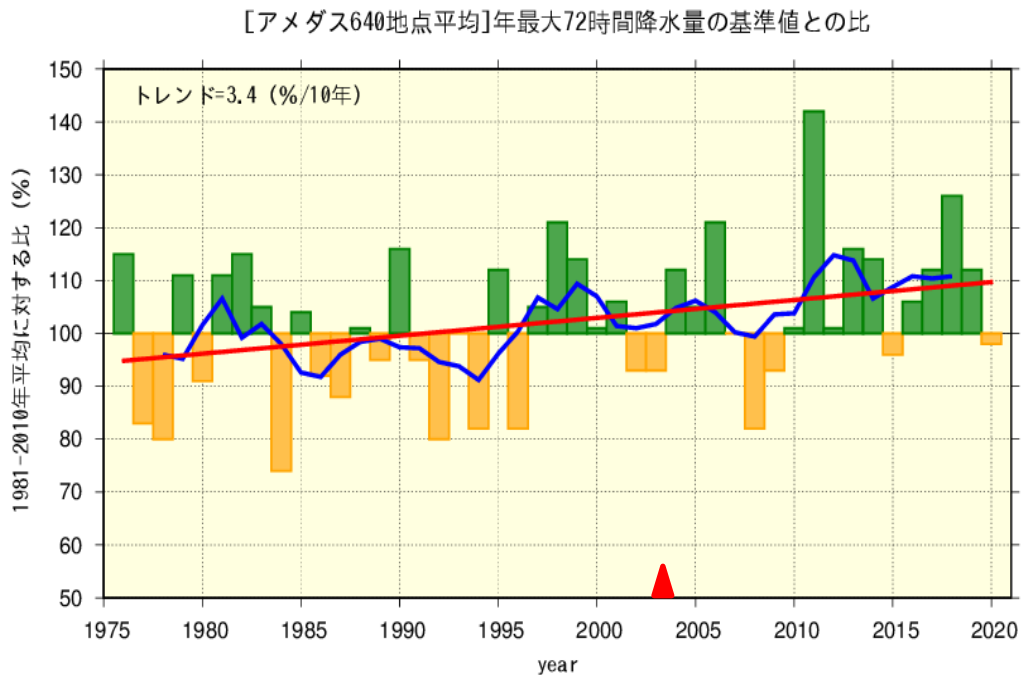


図 2-4 全国の年最大 72 時間降水量の基準値との比の経年変化（期間：1976 年～2020 年）

棒グラフは全国のアメダス地点のうち 1976 年から 2020 年の期間で観測が継続している地点（640 地点）の基準値との比（%）を平均した値。太線（青）は 5 年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向（信頼度水準 90% で統計的に有意）。2020 年の値は 8 月 13 日までのデータに基づく。基準値は 1981 年から 2010 年の平均値。▲は観測の時間間隔を変更した年を示す（2003 年より前は 1 時間間隔、以後は 10 分間隔。）

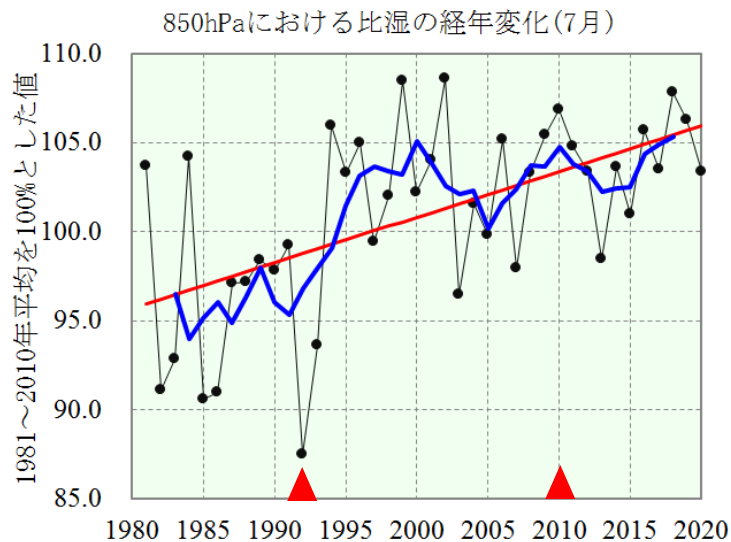


図 2-5 日本域における 7 月の上空約 1,500m（約 850hPa 付近）の月平均比湿（空気 1 kg あたりに含まれる水蒸気量）の基準値との比の経年変化（1981～2020 年）

細線（黒）は国内 13 か所の高層気象観測地点の基準値との比（%）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（信頼度水準 99% で統計的に有意）を示す。基準値は 1981 年から 2010 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ている可能性がある。

3. 記録的な大雨をもたらした事例の大気の流れの特徴

速報では、7月上旬を中心に10日間以上にわたって大雨が続いた時期について、過去の「平成30年7月豪雨」と比較しても九州西岸への水蒸気の流れ込みが極めて大きく、九州で線状降水帯が集中的に発生し、総降水量に対する寄与が大きかったことを示した。

ここでは、この期間中で記録的な大雨により熊本県を中心に大きな被害が発生した7月3日～4日の事例について、速報では分析できていなかった線状降水帯発生に至る経過を(1)②に追加掲載するとともに、速報では掲載していなかった7月28日に最上川で大規模な氾濫をもたらした大雨事例の大気の流れの特徴を(2)にまとめた。

(1) 7月3日～4日の熊本県を中心とした大雨

①総観場の特徴

梅雨前線が九州から東日本太平洋側に停滞する中、7月4日3時頃には上空の気圧の谷の影響を受けて前線上に形成された低気圧が九州北部に進んだ(図3-1)。この低気圧に向かって、東シナ海からの非常に湿った空気と太平洋高気圧の縁に沿った湿った空気の流れ込みが強まり、大量の水蒸気が熊本県や鹿児島県に流入(図3-1)し、下層だけでなく上空も湿潤な状態となった。九州では上空の気温は平年よりもやや高かったものの、下層の水蒸気量が「平成30年7月豪雨」時と同程度と大きく、大気の状態が非常に不安定となっていた。

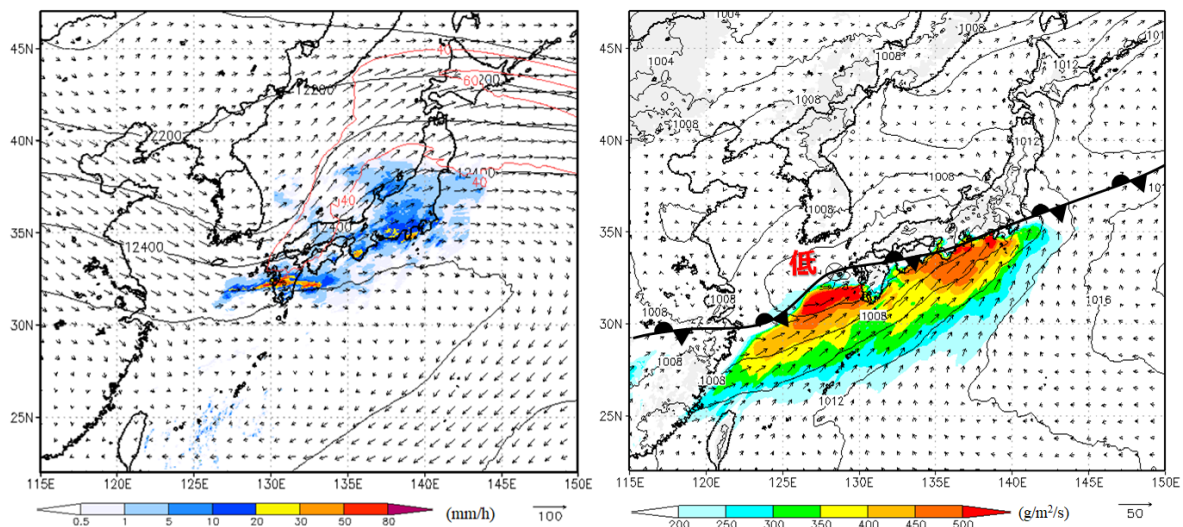


図3-1 7月4日3時の解析雨量による1時間降水量(カラー、mm/h)、気象庁メソ客観解析による200hPa面の等高度線(黒実線、100m毎)、等風速線(赤実線、40m/s以上の20m/s毎)と風(黒矢印、m/s)の分布(左図)
気象庁メソ客観解析による950hPa面(高度500m付近)の水蒸気流入量(カラー、 $\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)、海面気圧(黒実線、2hPa毎)と風(黒矢印、m/s)の分布(右図)。梅雨前線と九州付近の前線上の低気圧の位置についても示している。

4日未明から朝にかけては熊本県天草・芦北地方や球磨地方を中心に猛烈な雨が降り、3時間降水量が多い所で200ミリを超える顕著な大雨となった。この時間帯には線状の強い降水域が停滞しており、線状降水帯の特徴が明瞭にみられた。線状降水帯は長さ約280km、幅約70kmと規模が大きく、複数の積乱雲群から構成されていた（図3-2）。個々の積乱雲群は風上（南西）で次々と発生した積乱雲が組織化されたものであり、形成過程はバックビルディング型であった。

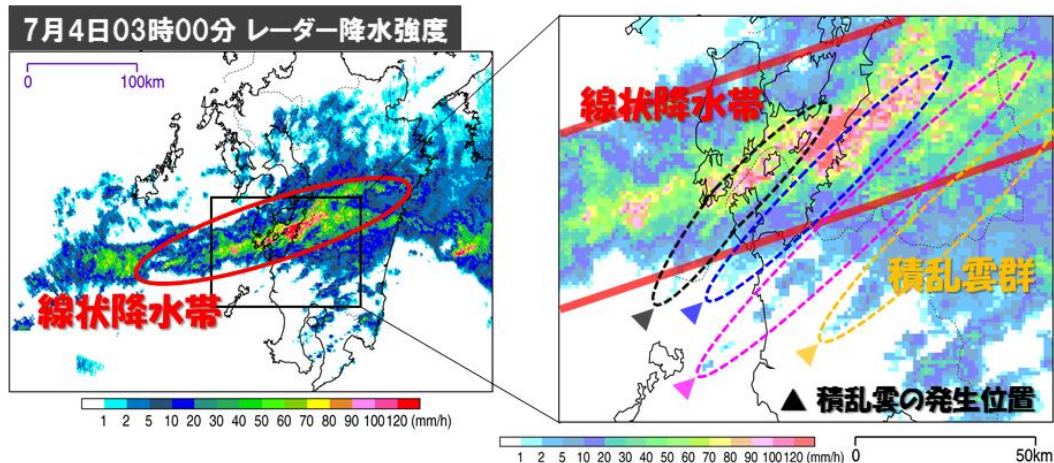


図3-2 7月4日03時00分のレーダー降水強度から見た、線状降水帯の構造
複数の積乱雲からなる積乱雲群（右図の破線楕円）が南西から北東方向にのびており、複数の積乱雲群から線状降水帯（左図の赤楕円）が構成されていることが確認できる。右図の▲は、積乱雲の発生位置を示す。

②線状降水帯の発生に至る経過

7月3日～4日の球磨川流域の記録的な大雨は、梅雨前線の100～200km南で発生した東西約280kmに達する線状降水帯によってもたらされた。

線状降水帯の発生前には、大気の下層だけでなく上空も湿潤となっており、豪雨発生に適した環境場となっていた。その後、高度500mの水蒸気フラックスと風の収束が次のように強化され、線状降水帯発生に至った（図3-3）。

- 上層の気圧の谷に伴って大陸東岸の梅雨前線上に形成された低気圧の循環と太平洋高気圧の縁辺流との間で東西にのびる下層収束線（A）が東シナ海上に形成された。
- その収束線の南側では、前線上の低気圧の東進に伴い太平洋高気圧との間の気圧の傾きが大きくなって南西風が強まり（B）、九州の西方海上において水蒸気フラックスが極めて大きくなった（C）。
- このような状況で下層の湿った気流の収束が強化されたことにより、収束線に沿った形で線状降水帯（D）が形成された。

豪雨をもたらした線状降水帯の発生に重要な前線上の低気圧は、大陸東岸で上空の気圧の谷が顕在化し、その前面で700hPa上昇流が強化されることで発生した（図3-4）。

なお、このように線状降水帯に伴い下層収束が見られること、線状降水帯の形成、維持に水蒸気の流入が必要であることなどは、定性的に分かっている部分もあるが、線状降水帯の発生位置や持続時間、線状降水帯による集中豪雨の雨量等の予測は難しく、今後さらに水蒸気等の詳細な観測が不可欠であるだけでなく、線状降水帯のメカニズムの一層の解明とその知見に基づく予測技術の向上が望まれる。

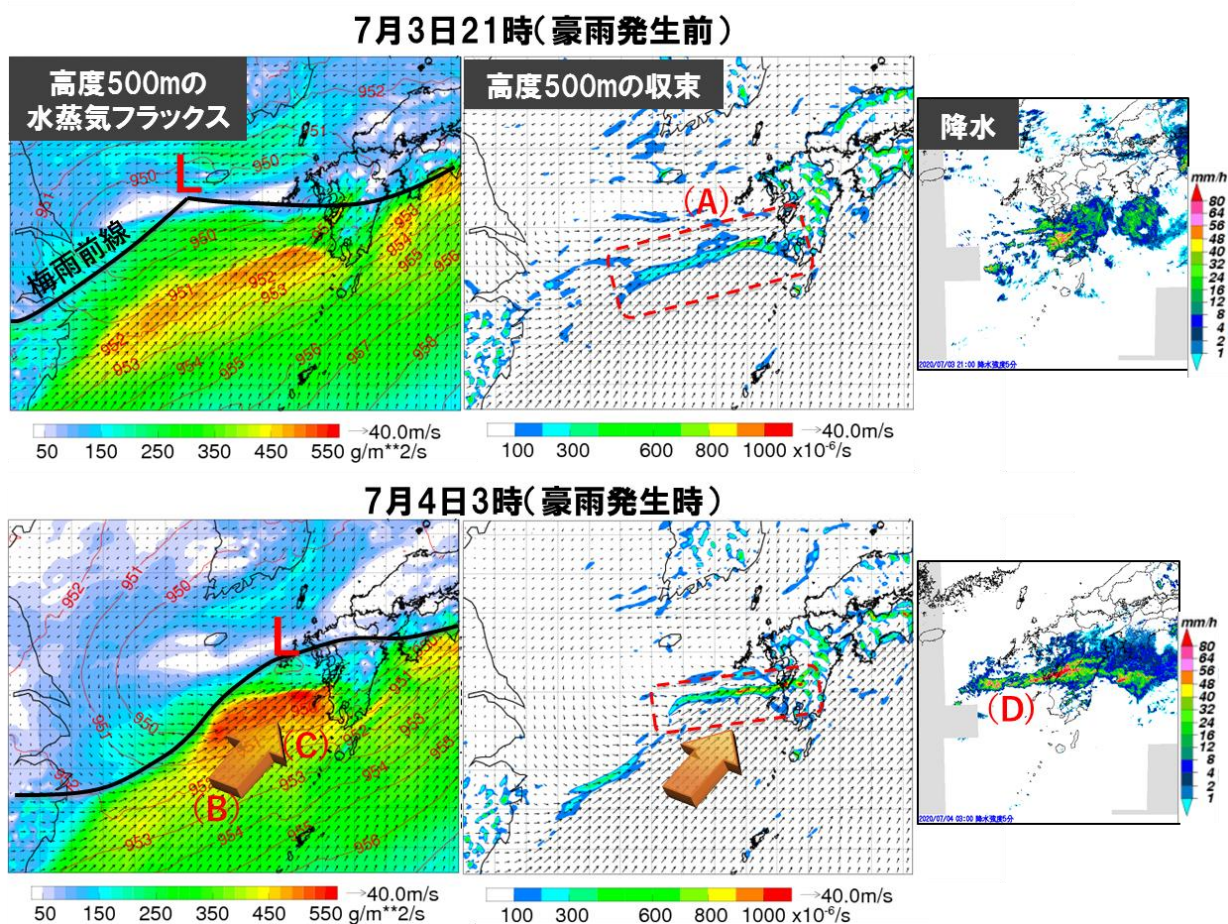


図3-3 気象庁メソ客観解析による7月3日21時(豪雨発生前)の高度500mの水蒸気フラックス(カラー)、気圧(赤実線)、風(黒矢印)の分布(左上段)、高度500mの収束(カラー)、風(黒矢印)の分布(中央上段)、レーダーによる降水強度の分布(右上段)。左図中のLは低気圧、黒太線は梅雨前線を、中央図の破線の赤枠は収束線の位置を示す。下段は7月4日3時(豪雨発生時)の分布。

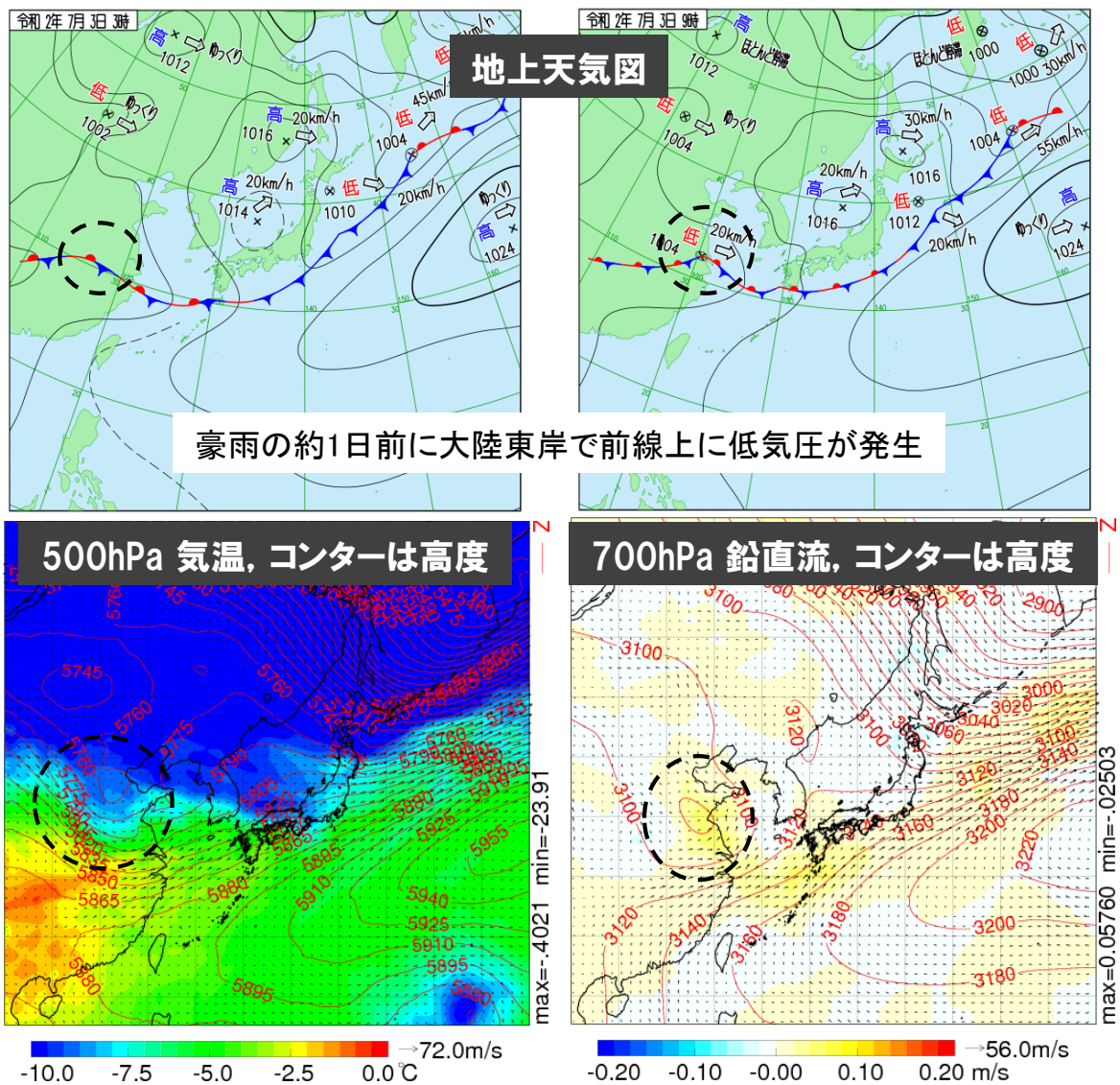


図3-4 前線上の低気圧の形成過程

上段は地上天気図（左：7月3日3時、右：7月3日9時）。下段は気象庁全球解析による7月3日3時の500hPa気温（カラー）、高度（赤実線）、風（黒矢印）の分布（左図）と、700hPa鉛直流（カラー）、高度（赤実線）、風（黒矢印）の分布（右図）。黒破線の囲みは着目している前線上の低気圧（上段）、及び低気圧の発生に影響した上空のトラフと700hPa上昇流（下段）を示す。

(2) 7月28日の山形県を中心とした大雨

梅雨前線が対馬海峡から日本海を通して東北南部に停滞していた。7月28日3時に前線上の日本海西部に発生した低気圧が東に進み、28日午後には佐渡付近に達してその後動きが遅くなった。一方、日本の南東海上に中心を持つ太平洋高気圧が西への張り出しを強めたため、その縁を回る下層の非常に湿った風が対馬海峡などから、西日本・東日本の日本海沿岸域を通して前線や低気圧へ流れ込み、東北地方や新潟県への水蒸気流入が強まった(図3-5)。

梅雨前線に沿った上層の偏西風が、北日本や三陸沖で加速する場となり(図3-5)、その南に位置する東北南部では上昇流が強化されやすい環境となった。

こうした状況の下で、山形県では地形的な要因も加わり、24時間に200ミリを超える記録的な大雨となった。

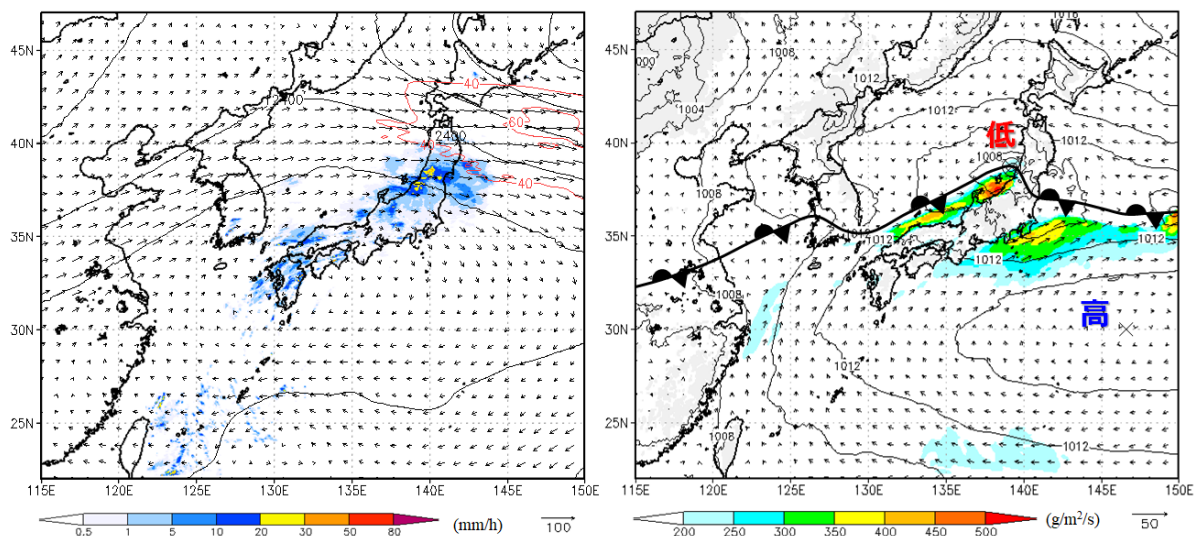


図3-5 表示要素は図3-1と同じで、日時は7月28日15時