

「平成 30 年 7 月豪雨」に関する大気循環場の特徴

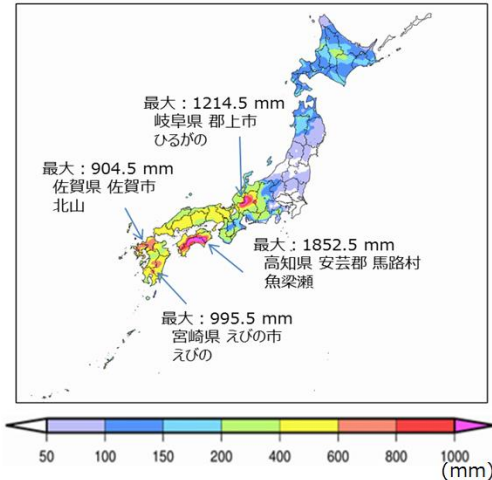
竹村 和人、若松 俊哉、戸川 裕樹、新保 明彦（気象庁気候情報課）

1. 「平成 30 年 7 月豪雨」の大雨の特徴

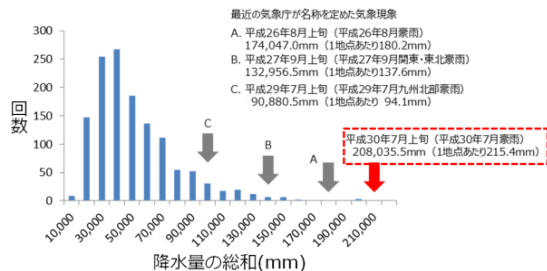
「平成 30 年 7 月豪雨」（以下、本事例）では、停滞した梅雨前線と台風第 7 号の影響によって、2018 年 6 月 28 日から 7 月 8 日にかけて西日本～東海地方を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨となり、各地で甚大な被害が発生した。このような状況を踏まえ、当庁は同年 8 月 10 日に異常気象分析検討会（臨時会）を開催し、本事例の特徴と、西日本付近に梅雨前線が停滞した 7 月 5 日～8 日頃の大雨の要因に関する解析結果を検討・公表した（気象庁 2018）。

本事例の総降水量の分布（第 1 図）をみると、広い範囲で大雨となったことがわかる。四国地方では 1,800mm、東海地方では 1,200mm を超えたところがあり、7 月の月降水量としては平年値の 2～4 倍となる大雨となったところがあった。また、この期間に対応する 2018 年 7 月上旬における全国のアメダス地点で観測された降水量の総和は、1982 年 1 月上旬～2018 年 6 月下旬までの各旬の値と比較して最も多く（第 2 図）、本事例の期間における全国の降水量の総量は、過去の豪雨と比べて前例がないほど多かった。また、本事例では、特に 2～3 日間降水量が記録的に多い地域が、西日本～東海地方を中心に広がったことが大きな特徴である（第 3 図）。全国のアメダス地点で観測された降水量の総和を、1982 年 1 月 1 日～2018 年 7 月 10 日の任意の 3 日間で比較すると、2018 年 7 月 5 日～7 日の 3 日間降水量は、全国および中国地方で最大となった（第 4 図）。

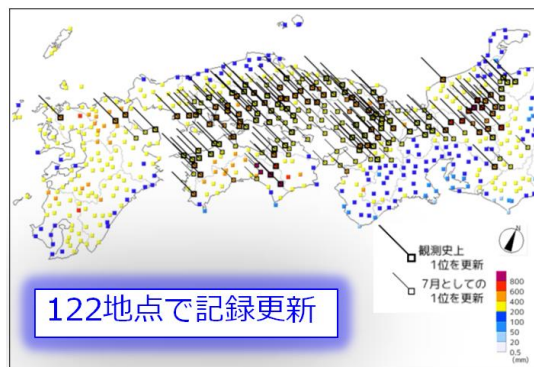
ここでは、気象庁(2018)で報告した要因の 1 つである、西日本付近で持続的に合流した



第 1 図 2018 年 6 月 28 日～7 月 8 日の期間におけるアメダスの観測に基づく降水分布



第 2 図 全国のアメダス地点（比較可能な 966 地点）で観測された降水量の総和（1982 年 1 月上旬～2018 年 7 月上旬における各旬の値の度数分布）



第 3 図 西日本～東海地方におけるアメダス 72 時間降水量の、6 月 28 日～7 月 8 日の期間における最大値

	全国	九州北部	四国	中国	近畿	東海
1	1位 20,515.0 (2018年7月5日) (梅雨前線)	24,379.0 (304.7) (1995年7月4日) (梅雨前線)	22,509.0 (469.3) (1990年9月19日) (台風第19号、暴風)	1位 27,069.0 (2018年7月5日) (梅雨前線)	21,093.5 (310.2) (2011年9月4日) (台風第12号)	21,102.5 (289.1) (1982年9月3日) (台風第10号)
2	128,099.5 (132.6) (2011年9月21日) (台風第12号)	21,792.0 (204.0) (2018年7月5日) (梅雨前線)	20,229.5 (367.8) (2005年9月6日) (台風第14号、前線)	2位 18,988.5 (2018年7月5日) (梅雨前線)	2位 19,130.0 (262.2) (2000年9月12日) (台風第14号、前線)	19,138.5 (262.2) (2000年9月12日) (台風第14号、前線)
3	124,167.0 (128.5) (2017年10月23日) (台風第21号、前線)	21,014.0 (262.7) (1997年7月10日) (梅雨前線、台風第7号)	19,982.5 (225.3) (2018年7月5日) (梅雨前線)	3位 17,570.0 (225.3) (1985年6月25日) (梅雨前線)	17,918.0 (263.5) (2017年10月23日) (台風第21号、前線)	18,838.5 (258.1) (2000年9月13日) (台風第14号、前線)
平成30年7月豪雨の期間	-	-	-	-	-	30位 13,370.0 (258.0) (2018年7月5日) (梅雨前線)

第4図 全国のアメダス地点（比較可能な966地点）で観測された任意の3日間降水量の総和の順位（1982年1月～2018年7月上旬での統計による）
「平成30年7月豪雨」に関する事例を赤字で示す。

多量の水蒸気を含む2つの気流に関して、その後追加して実施した解析結果に焦点をあてて報告する。なお、本事例の全体的な要因分析の結果については、気象庁(2018)を参照いただきたい。

2. データと解析手法

大気循環場の解析には気象庁55年長期再解析(JRA-55、Kobayashi et al. 2015)、海面水温(SST)の解析にはCOBE-SST(Ishii et al. 2005;)を用いた。ここで、平年値は1981～2010年の30年平均値、偏差は平年値からのずれで定義した。降水量のデータにはJAXA/EORC作成によるGSMaP降雨プロダクトによるデータ(以下、GSMaP;

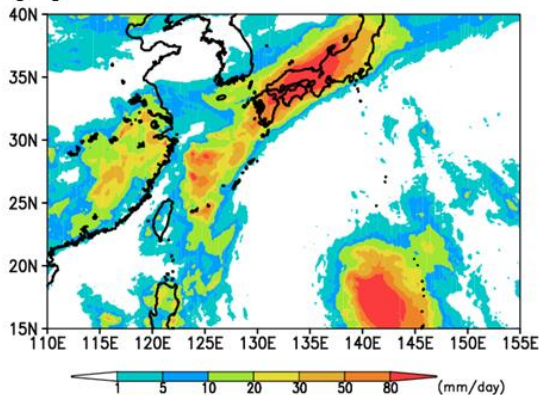
Okamoto et al. 2005)を用いた。但し、偏差(比)を求めるための基準となる参照値は再解析版データに基づく2000～2013年の14年平均値で定義した。

3. 解析結果

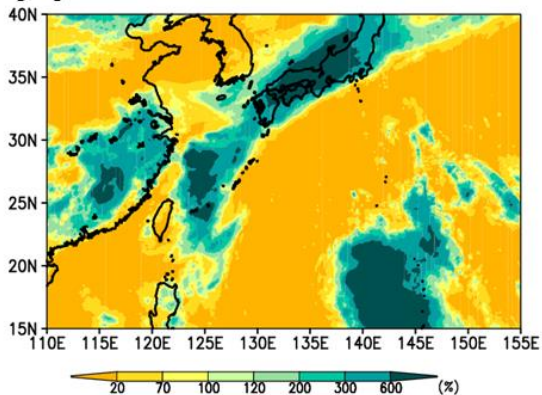
3.1 7月5日～7日における海況・大気循環場

西日本で大雨のピークとなった7月5日～7日平を対象とした3日間のGSMaPの降水量分布をみると(第5図)、東シナ海～本州付近にかけて、帯状に降水域が分布し、東シナ海付近および西日本付近に降水の極大域がみられ(同図(a)、参照値との比でみると600%を超える領域も見られる(同図(b))。本州付近に見られる降水量の極大域は、本事例における大雨と対応する。一方、東シナ海にみられる極大域(活発な対流活動)もまた、西日本付近に大雨をもたらした背景として重要と考えられ、これに関しては後で詳しく述べる。同期間のSSTは、西日本の南海上で広く低温偏差を示し(第6図(a)、これには6月下旬～7月上旬に発生した台風第7号の通過による影響があったとみられる。

(a) 解析値

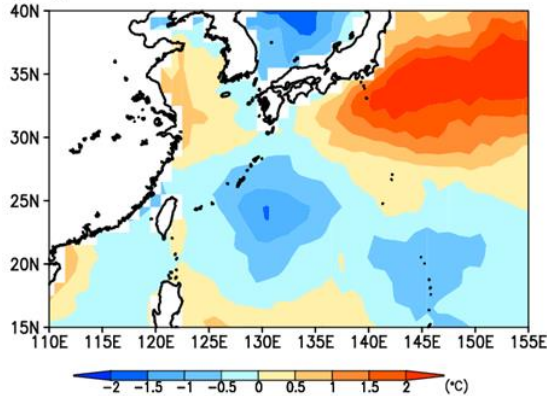


(b) 参照値との比

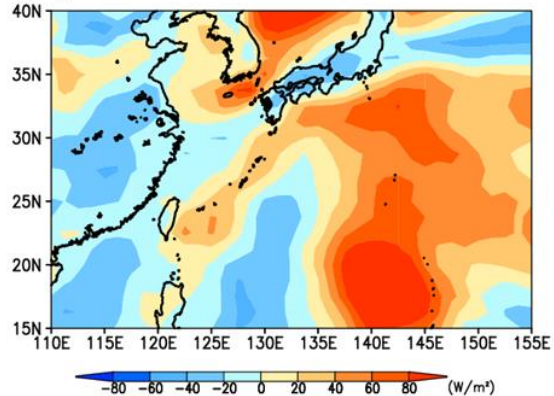


第5図 2018年7月5日～7日で平均した、GSMaPによる(a)降水量(mm/day)と(b)その参照値からの比(%)

(a) SST偏差

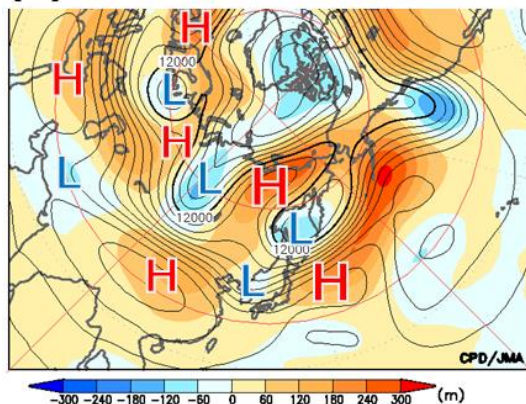


(b) 潜熱フラックス偏差

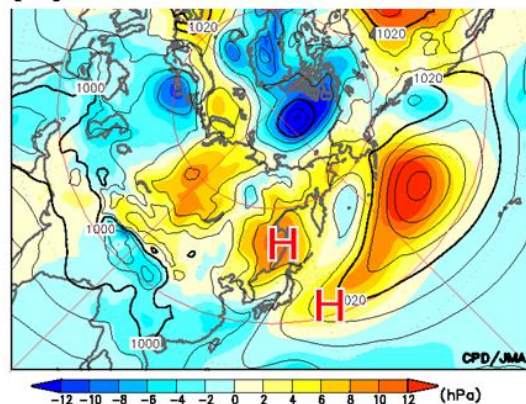


第6図 2018年7月5日~7日で平均した、(a) SST偏差(°C)と(b)潜熱フラックス偏差(W/m²)
潜熱フラックスは、正が上向き(海面から大気)を示す。

(a) Z200解析値&偏差



(b) SLP解析値&偏差



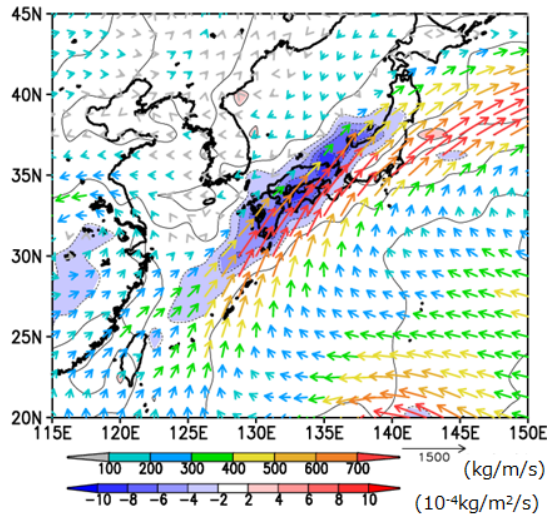
第7図 2018年7月5日~7日で平均した、(a)200hPa高度と(b)海面気圧
等値線は解析値、陰影は偏差。等値線間隔は、(a)太線 600mおよび細線 60m、(b)4hPa。図中のH、Lは、それぞれ正・負偏差の中心付近を示す。

また潜熱フラックスは、西日本の南海上では弱い正偏差が見られるものの、海面から大気への水蒸気の供給は限定的であったと考えられる(第6図(b))。

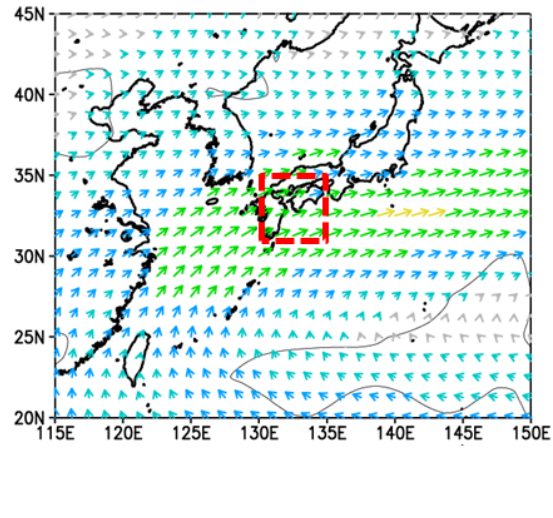
200hPa高度をみると(第7図(a))、ユーラシア大陸北部の対流圏上層では、寒帯前線ジェット気流に沿った波列パターンが卓越し、東シベリア付近でのブロッキング高気圧やオホーツク海付近での負偏差の形成と関連したとみられる。また、亜熱帯ジェット気流に沿った波列パターンも明瞭であり、チベット高気圧の北東への張り出しや朝鮮半島

付近のトラフ、さらには日本の東海上での正偏差の形成に寄与したとみられる。次に、海面気圧をみると(第7図(b))、対流圏上層の大気循環場と対応して、オホーツク海高気圧の日本海への張り出し、および太平洋高気圧の西への張り出しがともに明瞭となった。本州付近は双方の高気圧の間の気圧の谷となり、活発な梅雨前線の停滞と対応している。西日本の南海上では、西に張り出す太平洋高気圧と東アジア南部付近に広がる負偏差に対応して南風偏差の場となり、南からの湿った空の影響を受けやすい気圧配置を示す。

(a) 解析



(b) 平年

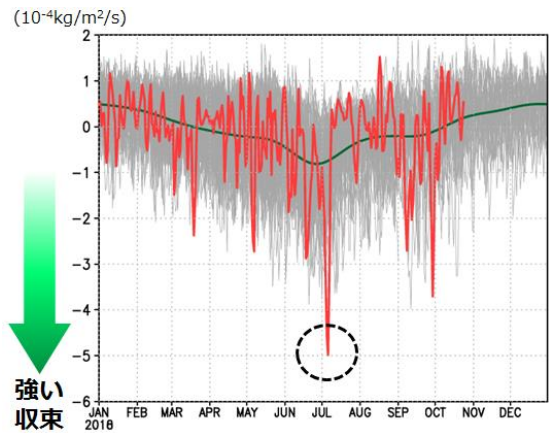


第 8 図 2018 年 7 月 5 日～7 日で平均した、水蒸気フラックス及びその収束発散
 地表面～300hPa 面での鉛直積算量。(a)は解析、(b)は平年。矢印は水蒸気フラックス (kg/m/s)、陰影はその収束
 発散 ($10^{-4}\text{kg/m}^2/\text{s}$) を示し、寒色系は収束を表す。

地表面～300hPa 面で鉛直積算した水蒸気
 フラックスとその収束発散をみると (第 8
 図(a))、西日本付近では平年 (同図(b)) と比
 べて、より南からの水蒸気の流入が強く、か
 かなり強い水蒸気の収束が見られ、本事例にお
 ける大雨に大きく寄与したとみられる。この
 水蒸気の強い収束には、太平洋高気圧の縁を
 まわる対流圏下層における南からの水蒸気、
 および東シナ海付近からの対流圏下・中層に
 おける南西からの水蒸気が合流し、西日本に
 継続的に流入していたことが関連していた。
 西日本付近で領域平均したこの水蒸気フラ
 ックスの収束発散をみると (第 9 図)、2018
 年 7 月 5 日～7 日における水蒸気の収束の強
 さは、1958 年以降では通年で最も強く、記
 録的だった。

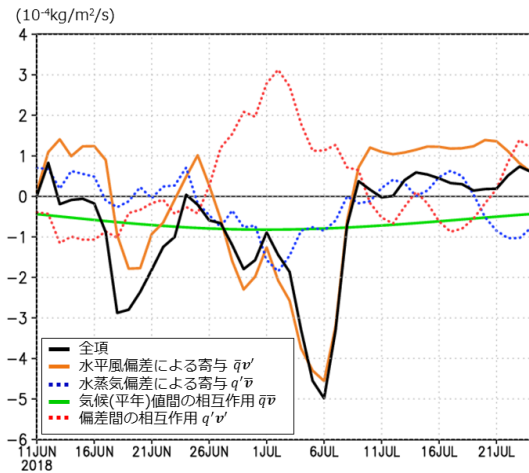
3.2 水蒸気フラックスの収支解析

次に、この記録的な水蒸気フラックスの収
 束がもたらされた要因について、風と水蒸気



第 9 図 地表面～300hPa 面で鉛直積算した水蒸気フラ
 ックス収束発散の 3 日平均時系列
 第 8 図 (b) の赤枠域 (31.25°N-35°N、130°E-135°E) での
 領域平均値。赤線は 2018 年 (10 月下旬まで)、灰色線
 は 1958～2017 年の各年、緑線は平年値。単位は
 $10^{-4}\text{kg/m}^2/\text{s}$ 。負の大きな値ほど、強い収束を示す。

の偏差による相対的な寄与を見積もるこ
 とを目的に、水蒸気フラックスの収支解析を行
 った。具体的には、水蒸気フラックスを、式
 (1)のように平年値と偏差の項に分離するこ
 とにより、水平風偏差による寄与 (右辺第 2



第10図 2018年6月11日～7月24日の期間における、地表面～300hPa 面で鉛直積算した水蒸気フラックス収束発散の3日平均時系列

第8図(b)の赤枠域(31.25°N-35°N, 130°E-135°E)での領域平均値。各線は、式(1)の各収支項に基づき、黒線は全項(第9図の赤線と同じ)、橙線は水平風偏差による寄与、青点線は水蒸気偏差による寄与、緑線は気候値間の相互作用項、赤点線は偏差間の相互作用項を示す。単位は $10^{-4}\text{kg/m}^2/\text{s}$ 。

項)、水蒸気偏差による寄与(右辺第3項)、および気候値間の相互作用項(右辺第1項)、偏差間の相互作用項(右辺第4項)について、それぞれ見積もった。

$$qv = (\bar{q} + q')(\bar{v} + v') \\ = \bar{q}\bar{v} + \bar{q}v' + q'\bar{v} + q'v' \quad (1)$$

ここで、 q は比湿、 v は水平風、上付きバーは平年値、プライムは偏差を表す。各収支項の時系列をみると(第10図)、水平風偏差による寄与($\bar{q}v'$; 橙線)が、全項(黒線)のほとんどを占めており、風の偏差による水蒸気フラックスの収束への寄与が最も大きいことを示唆している。また、水蒸気偏差による寄与($q'\bar{v}$; 青点線)による寄与も見られるが、その寄与率は風偏差と比較してかなり小さい。このほか、偏差間の相互作用項($q'v'$; 赤点線)は、水蒸気を発散させる逆センスの寄与を示し、水蒸気偏差による寄与($q'\bar{v}$; 青点線)および気候値間の相互作用項($\bar{q}\bar{v}$; 緑

線)をほぼ打消す役割を果たしており、このことも興味深い。

3.3 渦位収支解析

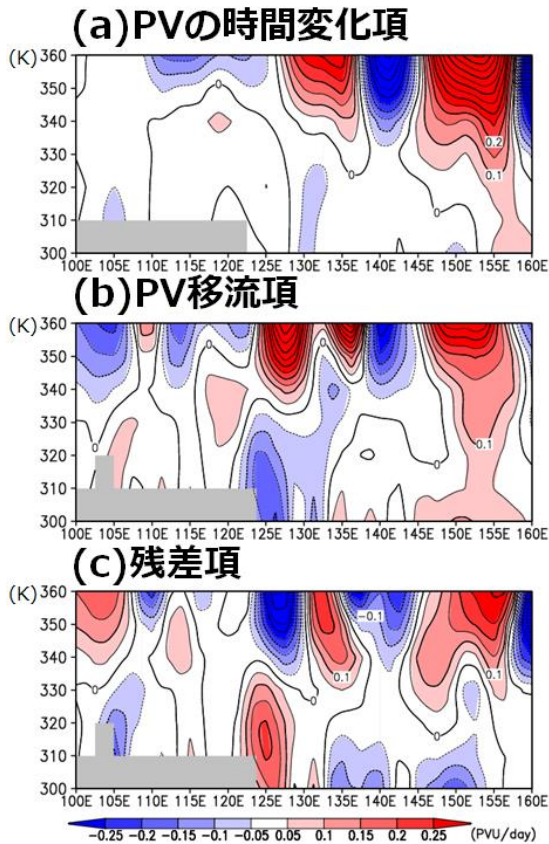
さらに、第5図で示した、東シナ海における活発な対流活動の持続に伴う大気循環場への影響を調べるために、等温位面渦位の収支解析を行った。Ertelの渦位の保存則は、式(2)のように表される。

$$\frac{\partial P}{\partial t} = -\mathbf{v} \cdot \nabla_{\theta} P + \frac{P}{\sigma} \frac{\partial}{\partial \theta} (\sigma \theta) + F \quad (2)$$

ここで、 P は渦位、 \mathbf{v} は等温位面風、 θ は非断熱加熱率、 F は摩擦項を表す。第11図に、東シナ海を含む $20^{\circ}\text{N} \sim 30^{\circ}\text{N}$ で平均した各収支の経度一鉛直断面図を示し、それぞれ渦位の時間変化項(式(2)の左辺)、渦位の移流項(右辺第1項)、および残差項(右辺第2、3項)を表す。残差項は、その他の項から見積もられ、風の鉛直シア一項や摩擦項が十分小さいと仮定すれば、非断熱加熱に伴う渦位の生成・消滅を表現する。残差項をみると(第11図(c))、東シナ海付近の経度帯では、活発な対流活動に伴う大気中・上層の加熱に対応した鉛直方向の渦位消滅・生成域の対が明瞭に見られ、対流圏中・下層には正の渦位(低気圧性)の循環が誘起される傾向がみられる。この特徴は、東シナ海での活発な対流活動によって誘起された、対流圏中・下層における循環が、西日本に向かう水蒸気フラックスの強化に寄与した可能性を示唆している。

4. まとめ

本解析では、2018年7月上旬に西日本を中心に大雨をもたらした背景となる循環場の特徴について、水蒸気フラックスの強い収束による寄与に着目して調べた。西日本付近



第 11 図 2018 年 7 月 5 日～7 日の期間における、等位面渦位の収支解析
 20°N-30°N での緯度平均場の経度-鉛直（温位）断面図。各図は式(2)の各収支項に基づき、(a)は渦位の時間変化項、(b)は渦位の移流項、(c)は残差項を示す。単位は PVU/day。

で大雨のピークとなった 7 月 5 日～7 日平均の循環場をみると、ユーラシア大陸の対流圏上層では、寒帯前線ジェット気流および亜熱帯ジェット気流の明瞭な蛇行がみられ、太平洋高気圧とオホーツク海高気圧の張り出しに影響し、活発な梅雨前線の停滞に影響したとみられる。西日本付近では、東シナ海における活発な対流活動に伴う対流圏中・下層で

の南西からの気流、および太平洋高気圧の縁に沿う対流圏下層での南からの気流が、多量の水蒸気を含んだ状態で持続的に合流しており、このことが長期間かつ広範囲で記録的な大雨となった 1 つの要因であると考えられる。西日本付近における水蒸気フラックスの収束の強さは、1958 年以降では最も強く、記録的だった。水蒸気フラックスの収支解析より、同フラックスの収束の強化には、水蒸気量の偏差による寄与に比べて、風の偏差による寄与がかなり大きく、循環場偏差による寄与が相対的に大きかったことが示唆された。また、渦位の収支解析より、東シナ海での活発な対流活動に伴う非断熱加熱によって生成された循環場偏差が、対流圏中・下層における南西気流の形成に寄与した可能性が示唆された。

参考文献

- 気象庁, 2018: 「平成 30 年 7 月豪雨」及び 7 月中旬以降の記録的な高温の特徴と要因について、報道発表資料, 平成 30 年 8 月 10 日。
- Ishii, M., A. Shouji, S. Sugimoto, and T. Matsumoto, 2005: Objective Analyses of Sea-Surface Temperature and Marine Meteorological Variables for the 20th Century using ICOADS and the Kobe Collection. *Int. J. Climatol.*, **25**, 865-879.
- Kobayashi et al., 2015: The JRA-55 Reanalysis: General specifications and basic characteristics. *J. Meteor. Soc. Japan.*, **93**, 5-48.
- Okamoto et al., 2005: The Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) project, 25th IGARSS Proceedings, 3414-3416.