

平成 30 年 7 月豪雨における海面潜熱フラックス偏差の線形分解解析

関澤 偲温¹, 中村 尚¹, 宮坂 貴文^{1,2}, 新保 明彦³, 前田 修平³

(1. 東京大学 先端科学技術研究センター, 2. 気象研究所・気象業務支援センター, 3. 気象庁 気候情報課)

1. はじめに

「平成 30 年 7 月豪雨」では西日本～東海地方を中心に広範囲で記録的な降水量が観測され、深刻な被害をもたらされた。近年の研究により、日本で発生する豪雨に対して、周辺海域の海面水温 (SST) が海面からの潜熱供給を通して影響しうることが示されている(例えば Manda et al. 2014, Fujibe 2015)。そこで本研究では、平成 30 年 7 月豪雨における日本周辺海域での海面潜熱フラックスに着目した解析を行った。海面潜熱フラックス偏差に対してバルク式を用いた線形分解を行うことで、その要因を分析した。また、今回の豪雨の一つの要因として、多量の水蒸気を含む空気の南からの持続的な流入が指摘されていることから、豪雨域に流入する大気中の水蒸気フラックス偏差と海面潜熱フラックス偏差との関連についても調査を行った。

2. データと解析手法

JRA-55 全球大気再解析の 3 時間毎の 1.25 度格子点データを解析に用いた。気候値は 1981～2017

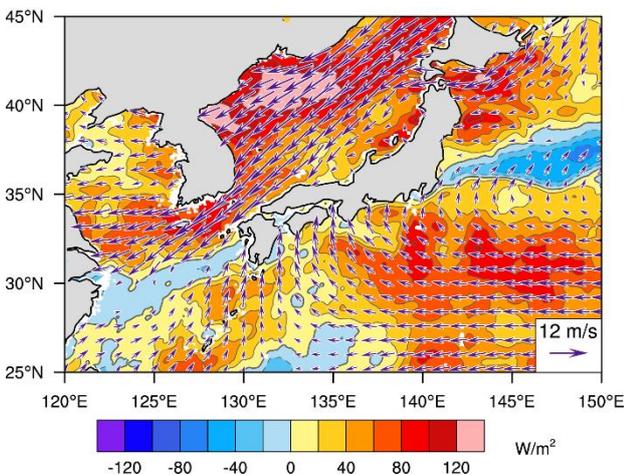


図 1 : 海面上向き潜熱フラックス・10m 風偏差
(7 月 5～7 日の 3 日間平均値)

年(37 年間)の平均値の 15 日移動平均値と定義した。また、気象庁メソ数値予報モデル(MSM)の 1 時間毎の解析値も合わせて用いた。気候値は 2006～2017 年(12 年間)の平均値の 15 日移動平均値と定義した。なお、JRA-55 の気候値を定義する期間を MSM の気候値の定義に用いた 12 年間に揃えても、結果は定性的に変化しないことを確認している。本研究では、前線が停滞し西日本を中心に記録的な降水量が観測された 7 月 5～7 日を豪雨の期間とし、この期間の 3 日間平均値を解析の対象とした。

海面での上向き潜熱フラックス Q はバルク式を用いて、

$$Q = \rho_a L C_E W \{q_s(T_s) - q_a\}$$

のように書き表すことができる。ここで、 ρ_a は空気の密度、 L は蒸発潜熱、 C_E はバルク係数、 W は海上スカラー風速、 $q_s(T_s)$ は海面水温 T_s に対応する飽和水蒸気比湿、 q_a は海上比湿である。これを W 、 $q_s(T_s)$ 、 q_a について気候値まわりで線形化することにより、海面潜熱フラックス偏差 Q' は、

$$Q' = \rho_a L C_E \{W'(\bar{q}_s - \bar{q}_a) + \bar{W} q'_s(T'_s) - \bar{W} q'_a + W'(q'_s - q'_a)\}$$

のように分解できる。 $(\cdot)'$ は気候値 $(\bar{\cdot})$ からの局所的偏差を示す。第 1 項はスカラー風速偏差による寄与、第 2 項は SST 偏差による寄与、第 3 項は海上比湿偏差による寄与を表し、第 4 項は非線形項である。また、大気中の水平水蒸気フラックスについても同様の線形分解を行った。水平水蒸気フラックス偏差 $(qv)'$ は、

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

のように分解できる。ここで q は比湿、 v は水平風ベクトルである。第 1 項は循環偏差による寄与、第 2 項は比湿偏差による寄与、第 3 項は両者の相乗効果を表す。

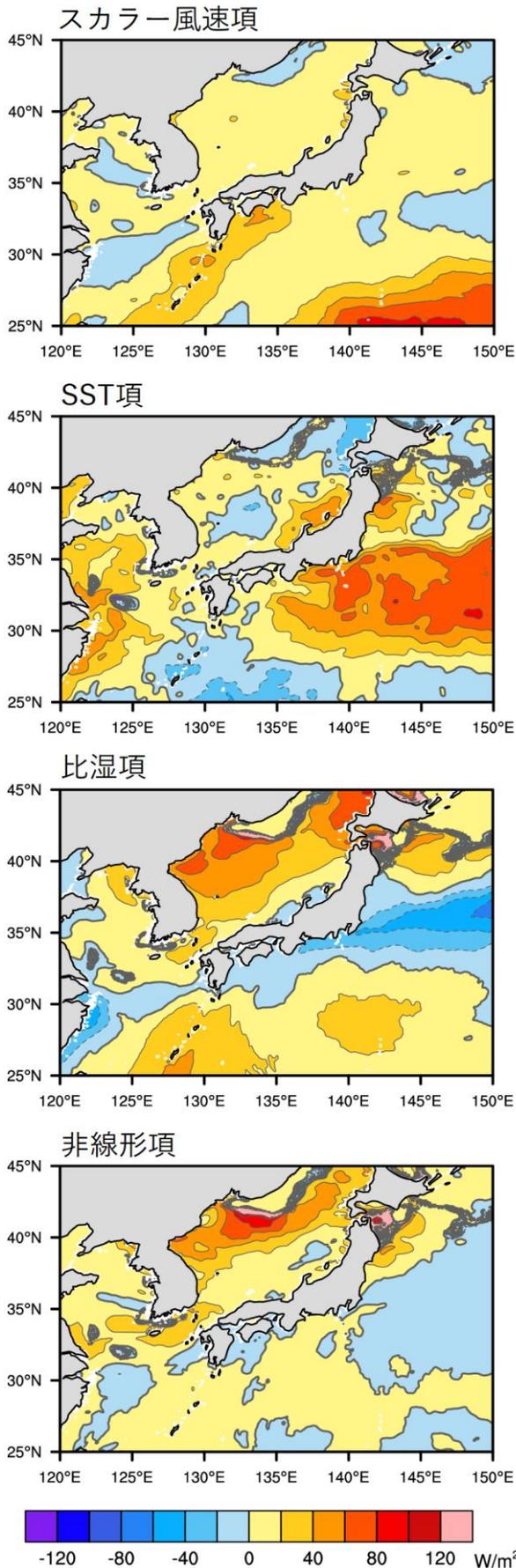


図2：線形分解した海面潜熱フラックス偏差
(7月5～7日の3日間平均値)

3. 解析結果

ここでは紙面の都合上、MSM 解析値による結果のみを示す。図1は7月5～7日の3日間で平均した海面上向き潜熱フラックス偏差および海上風偏差である。西日本～東海地方の豪雨域においては、Monsoon westerlies を起源とする南西諸島方面からの強い南寄りの風と貿易風を起源とする太平洋高気圧の縁辺流、オホーツク海高気圧からの北東風の三つの気流が収束する様子が見られる(図1は偏差であるが、トータルの場でもこのような気流が見られる)。海面潜熱フラックスは広範囲で増大し、特に日本の南岸の黒潮上および日本海で顕著であって、豪雨域へと収束する気流への海面からの水蒸気供給が増加していたことがわかる。

この海面潜熱フラックス偏差をバルク式を用いて線形分解した結果が図2である。海上スカラー風速からの寄与は南西諸島～四国沖にかけての黒潮上で値が大きかった。一方、紀伊半島沖より東方では正の SST 偏差からの寄与が大きかったことがわかる。日本海でも北陸地方沿岸で正の SST 偏差からの寄与の大きな海域が見られた。また、比湿偏差と非線形項からの正の寄与は日本海で大きくなっていった。以上より、西日本付近に流入する南風への水蒸気供給の増大に対しては、風速強化からの寄与が大きかったことが分り、東海地方への水蒸気供給には暖水偏差からの寄与があった可能性が示唆される。また、日本海では、大陸側に偏って発達したオホーツク海高気圧からの乾燥した強い北東風に伴って、乾燥偏差と風速強化(両者の相乗効果含む)とが海面からの水蒸気供給の増大に寄与していたことが分かった。

次に、同期間における気柱積算水蒸気フラックス偏差を図3に示す。日本の南から豪雨域への水蒸気フラックス偏差の流入と収束が見られる。水蒸気フラックス発散偏差は日本海と西日本の南岸に分布しており、図1に示した海面潜熱フラックス偏差とよく対応しているが、水蒸気フラックス偏差は蒸発偏差よりも西日本近海に集中している特徴が見られる。日本海にも水蒸気フラッ

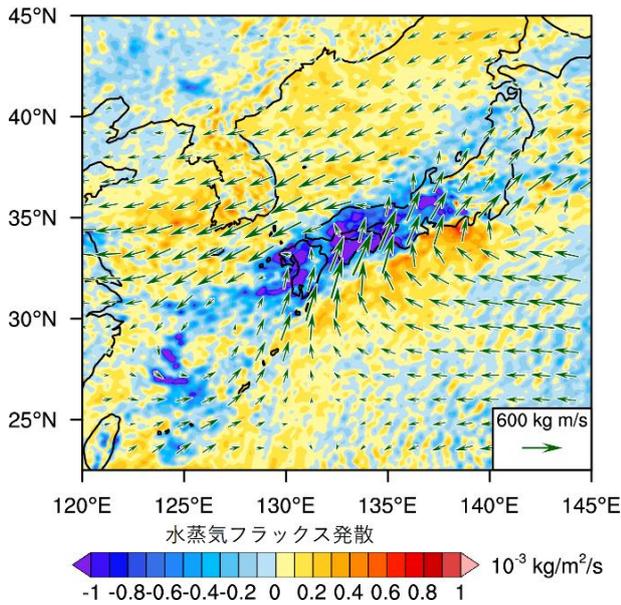


図3：気柱積算水蒸気フラックス偏差
(7月5～7日の3日間平均値)

クス偏差とその発散がみられるが、フラックスの向きが前線と平行しており、豪雨に伴う水蒸気フラックス収束への直接的な寄与については不明である。図3の水蒸気フラックス偏差を線形分解した結果が図4である。気柱積算水蒸気フラックス偏差の大部分は、循環偏差からの寄与で説明されるが、循環偏差と比湿偏差との相乗効果の寄与も無視できないことが分かる。四国の南を横切る北向き水蒸気フラックス偏差を各项ごとに見積もると、すべての項が南からの水蒸気フラックスを増加させる寄与をもっており、特に相乗効果からの寄与はトータルの偏差のうち約12%を説明している。水蒸気フラックス収束についても、循環偏差からの寄与が図3の水蒸気フラックス収束偏差の分布をほぼ説明するものの、相乗効果の寄与が水蒸気フラックス発散偏差の西日本近海への集中をより強めるはたらきをしていることが分かる。相乗効果の項は西日本の南で南風が強まると同時に比湿が増加したことを反映しており、この項の一部が西日本近海での海面潜熱フラックスの増大を反映しているものである可能性がある。

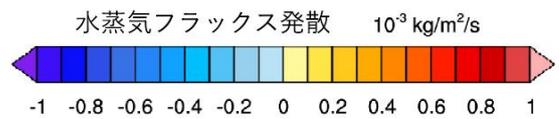
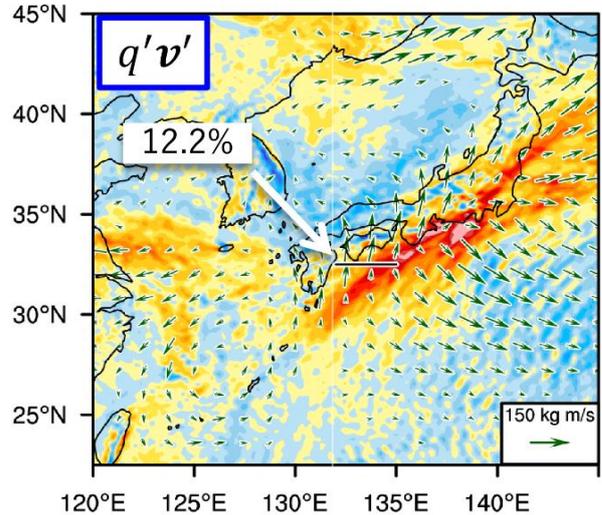
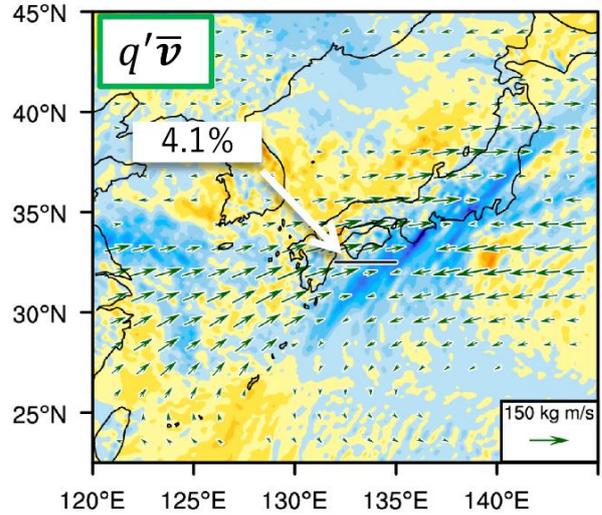
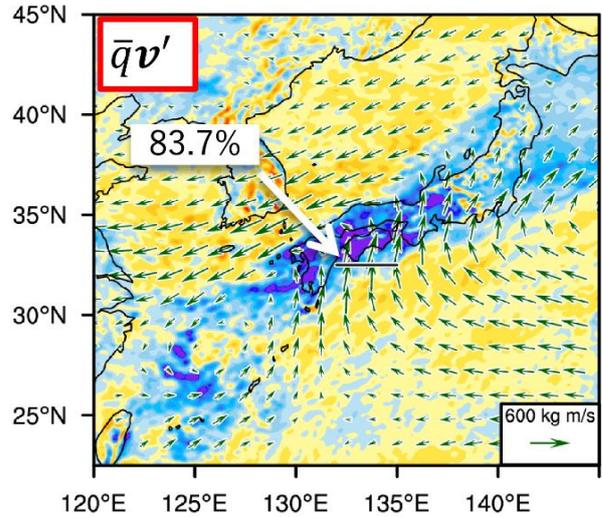


図4：線形分解した気柱積算水蒸気フラックス偏差
(7月5～7日の3日間平均値，%は黒線で示した四国の南を横切る北向き水蒸気フラックス偏差を説明する割合である。)

4. まとめ

JRA-55 大気再解析および気象庁メソ数値予報モデルの解析値を用いて、「平成 30 年 7 月豪雨」発生時の日本周辺海域での海面潜熱フラックス偏差の調査を行った。海面潜熱フラックスは黒潮上や日本海など、広範囲で増大していた。バルク式を用いた線形分解解析により、西日本付近に流入する南風への水蒸気供給の増大には、風速強化からの寄与が大きかったことが分かった。それに加えて、東海地方については暖水偏差からの寄与があった可能性がある。また、大気中の水平水蒸気フラックス偏差に対しても線形分解を行い、海面潜熱フラックス偏差との対応関係を調べたところ、西日本近海での蒸発増大が豪雨域へ流入する水蒸気フラックスの増大に寄与する可能性も示唆された。

本研究では海面での潜熱供給と気柱積算水蒸気フラックスに対して調査を行ったが、今後は大気中の水蒸気や水蒸気フラックスの鉛直構造にも着目する必要があると考えられる。また、後方流跡線解析を行うことにより、蒸発の場所と降水の場所との対応関係についても調査する必要があるだろう。

参考文献

- Manda, A., H. Nakamura, N. Asano, S. Iizuka, T. Miyama, Q. Moteki, M. K. Yoshioka, K. Nishii, and T. Miyasaka, 2014: Impacts of a warming marginal sea on torrential rainfall organized under the Asian summer monsoon, *Scientific Reports*, 4, 5741.
- Fujibe, F. 2015: Relationship between interannual variations of extreme hourly precipitation and air/sea-surface temperature in Japan, *SOLA*, 11, 5-9.