

# 平成 30 年豪雨に対する台風第 7 号の予報進路の影響

\* 榎本剛（京大防災研/海洋機構）

## 1 はじめに

「平成 30 年 7 月豪雨」（以下「西日本豪雨」）で大量の雨をもたらした要因として、気象庁 [2] は

- 西日本における暖湿流の持続的な合流
- 梅雨前線の停滞・強化に伴う持続的な上昇流の形成
- 局地的な線状降水帯の形成 [1]

を挙げている。1, 2 番目は総観スケール、3 番目はメソスケールのメカニズムである。多くの豪雨イベントとの比較において、西日本豪雨は総観スケールの環境場における様々な現象からの影響が考えられることが特徴である。

河川や地盤の災害が大規模になったのは、台風第 7 号 (Prapiroon, タイの雨の神) の接近・通過、に続いて梅雨前線が強化され、雨が数時間に渡り降り続いたためであると考えられる。台風第 7 号は先行雨量をもたらしただけでなく、梅雨前線強化に寄与した可能性がある。そこで本研究では、降水をもたらした梅雨前線の形成・強化に対する「平成 30 年 7 月豪雨」（西日本豪雨）にの予想進路の影響について調べる。

## 2 実験設定

本研究では、総観スケールに着目し、現業用大気大循環モデルを用いて予報実験を行う。用いたモデルは ECMWF OpenIFS Cy40r1v2 TL1023L60（水平解像度 20 km, 鉛直 60 層）である。初期時刻依存性を調べるため、初期時刻を変えた実験を行うこととした。初期値は 6 月 28 日 12 UTC から 12 時間おきに 7 月 3 日 12 UTC までの ECMWF の現業解析で、それぞれの初期時刻から 7 月 8 日 12 UTC までの予報実験を行う。

## 3 結果

ここでは、降水量や、台風の進路、梅雨前線の強化に着目し、初期時刻を変えて行った予報実験の結果を示す。

### 3.1 降水量

図 1 に 7 月 6 日の日積算降水量を示す。合成レーダーに基づく雨量分布 (図 1a) を見ると、200 mm 超の降水帯が西日本を中心した領域に伸びている。初期時刻 6 月 28 日 12 UTC からの予報 (図 1b) では、降水帯は日本海の上であり、西日本ではほとんど降水は見られない。初期時刻 6 月 29 日 12 UTC

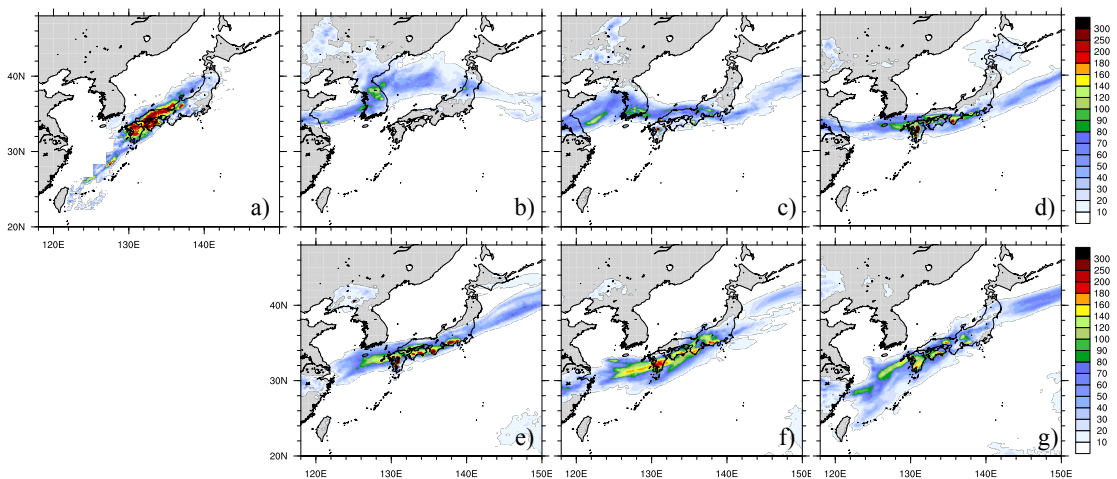


図 1 2018 年 7 月 5~7 日の 3 日間積算雨量 (mm) a) 気象庁合成レーダー, 2018 年 b) 6 月 28 日, c) 29 日, d) 30 日, 7 月 e) 1 日, f) 2 日, g) 3 日のそれぞれ 12 UTC からの予報実験

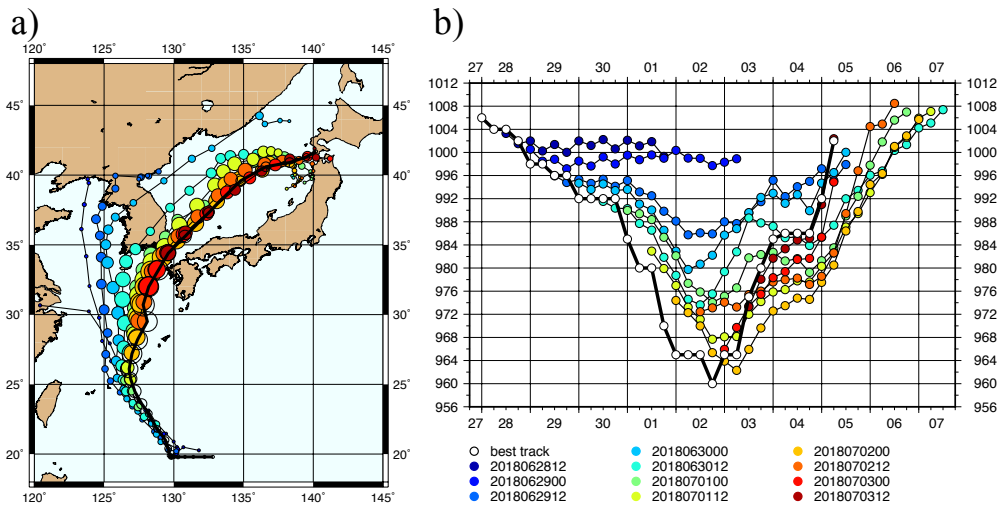


図2 初期時刻を2018年6月28日12 UTCから7月3日12 UTCまで12時間おきにして行なった予報実験における a) 予想進路, b) 中心気圧 (hPa)

からの予報 (図1c) では、西日本に降水は見られるものの、それ以後の初期時刻からの実験と比較して顕著に降水量が少なく、降水帯は北偏している。

初期時刻6月30日12 UTC以降の予報 (図1d-g) では、日本列島の上に降水帯が形成され、西日本でまとまった降水量が再現されている。7月3日12 UTCからの予報では、量は少ないものの、分布が改善し、瀬戸内、近畿、中部の極大が再現され、観測に見られない紀伊半島西南部や東海の極大がなくなっている。

### 3.2 台風の進路

気象庁ベストトラックデータによると、台風第7号は6月29日00UTCに130.3E, 19.8Nで発生した (図2a 太実線)。東シナ海を北上、九州の西で北東に進路を変え、7月3日12 UTCに対馬海峡 (129.6E, 34.4N) を通過し、日本海を北東進した後、7月4日06 UTCに松前半島付近 (134.8E, 39.6N) で消滅した。従って、西日本豪雨発生時には既に消滅しているが、直前に接近していた。

初期時刻6月28日12 UTCの台風は北西進し華南に上陸し消滅、初期時刻6月29日00 UTCの台風は黄海で消滅、初期時刻6月29日12 UTCの台風は朝鮮半島北部に上陸している。初期時刻6月30日12 UTCの予報では、台風は朝鮮半島を横断し大陸に沿って北東進しているが、ベストトラックからは大きく北に外れている。初期時刻6月30日12 UTCの予報では、台風は朝鮮半島南部に上陸す

るものの、その後は日本海を北東進しベストトラックに近い場所で消滅している。初期時刻7月1日00 UTC以降の予報では、ベストトラックに近い経路を予想している。

予想進路のバイアスは、台風の発達程度と関連しており、早い初期時刻の台風ほど弱い (図2b)。初期時刻6月28日12 UTCと初期時刻6月29日00 UTCの予報において、台風はほとんど発達せずに消滅している。

軸対称渦度の鉛直断面 (図省略) を調べたところ、早い初期時刻の台風は中心付近の渦度が小さく背が低い。7月2日12 UTCにおける  $6 \times 10^{-4} \text{s}^{-1}$  以上の領域は、初期時刻6月29日12 UTCの台風では700 hPaより下に止まっているのに対し、初期時刻6月30日12 UTC以降の台風では解析値同様に250 hPa付近に達している。

### 3.3 暖湿流の流入

7月4日12 UTCにおける925 hPaの相当温位により暖湿流の流入について比較する (図3)。JRA-55 (Kobayashi et al., 2015) 解析値 (図3a) を見ると、華南には370 K超の暖かく湿った空気がある。モンスーントラフと台風第7号による低圧部と太平洋高気圧との間に気圧傾度が大きい領域ができており、南西諸島から日本列島南岸に沿うように北東方向に伸びている。これに沿って360 K超の高相当温位のフィラメントが西日本に伸び、日

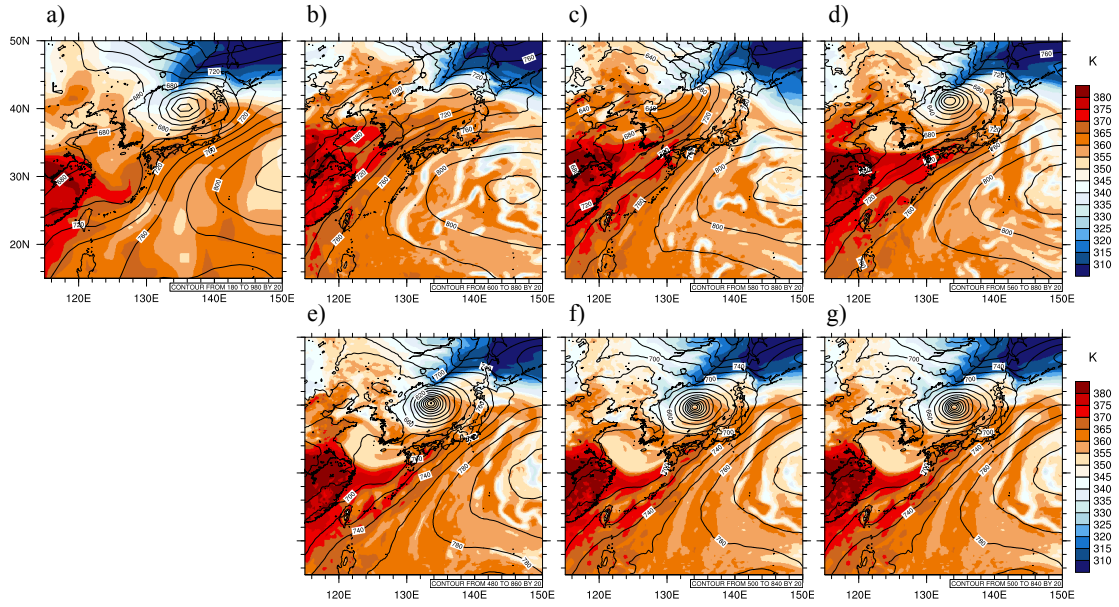


図3 図1と同様。ただし2018年7月4日2 UTCの925 hPa相当温位 K で a) JRA-55

本海にある台風の東側に流入している。

初期時刻6月28日及び6月29日12 UTCからの予報(図3b, c)では、太平洋高気圧の西への張り出しが強く、気圧傾度の大きな領域は東シナ海から日本海に位置し、それに伴い高相当温位を伴う領域は解析値よりも北西にずれている。

初期時刻6月30日及び7月1, 2日12 UTCからの予報(図3d, e, f)では、日本海の沿海州沿いに340 K以下、日本列島沿いに360 K以上の相当温位の空気が台風巻き込まれるように侵入している。相当温位の分布の特徴や大きさは解析値によく類似している。さらに、初期時刻7月3日12 UTCからの予報になると、台風の衰弱し強度がベストトラック(図2b)に近づくとともに、四国沖の等圧線や九州南部の高相当温位のフィラメントの走向が南西から南南西に改善している。

### 3.4 梅雨前線の強化

ここでは、梅雨前線強化に対する台風の役割を明らかにするため、Qベクトル[3]を用いた解析を行う。

Qベクトルは以下のように表される。

$$Q_x \equiv -\frac{R}{p} \frac{\partial \mathbf{u}_g}{a \cos \phi \partial \lambda} \cdot \nabla T \quad (1)$$

$$Q_y \equiv -\frac{R}{p} \frac{\partial \mathbf{u}_g}{a \partial \phi} \cdot \nabla T \quad (2)$$

ここで、 $R$ は乾燥空気の気体定数、 $p = 700$  hPaは気圧、 $a$ は地球半径、 $\mathbf{u}_g = -g/f_0(-\partial z/a \partial \phi, \partial z/a \cos \phi \partial \lambda)$ は $f_0 = 35N$ で求めた地衡風、 $\lambda$ は経度、 $\phi$ は緯度、 $\nabla = (\partial/a \cos \phi \partial \lambda, \partial/a \partial \phi)$ 、 $T$ は気温である。

簡単のため、気温が北向きに下がる場( $\partial T/\partial x = 0, \partial T/\partial y < 0$ )に置かれた低気圧を考えると、Qベクトルは南北風のシアのみで決まる。北風( $v_g < 0$ )最大の西では $\partial v_g/\partial x < 0$ 、東では $\partial v_g/\partial x < 0$ なので、それぞれ $Q_x < 0, Q_x > 0$ 、北風最大の南では $\partial v_g/\partial y < 0$ 、北では $\partial v_g/\partial y > 0$ なので $Q_y < 0, Q_y > 0$ となる。すなわち低気圧に伴う北風が $\nabla Q > 0$ 、南風が $\nabla Q > 0$ に対応し、低気圧の中心付近でQベクトルは東を向いている。Qベクトルが収束する南風の領域(寒色)で上昇流が誘導される。また、暖域を向いているQベクトルは前線形成(温度傾度強化)を意味するので、北東と南西象限で前線が強化されることになる。

台風が日本海を通過して消滅直後の7月5日のQベクトルを図4に示す。微細な構造を取り除くため、予報実験は解析に用いたJRA-55の解像度 $1.125^\circ$ に対応する全波数 $n_{\text{trunc}}159$ で切断し、解析、予報とも $\exp[-\{n(n+1)/N(N+1)\}^k]$ 型( $n$ は全波数、 $N = 63, k = 2$ )のフィルタを適用した。

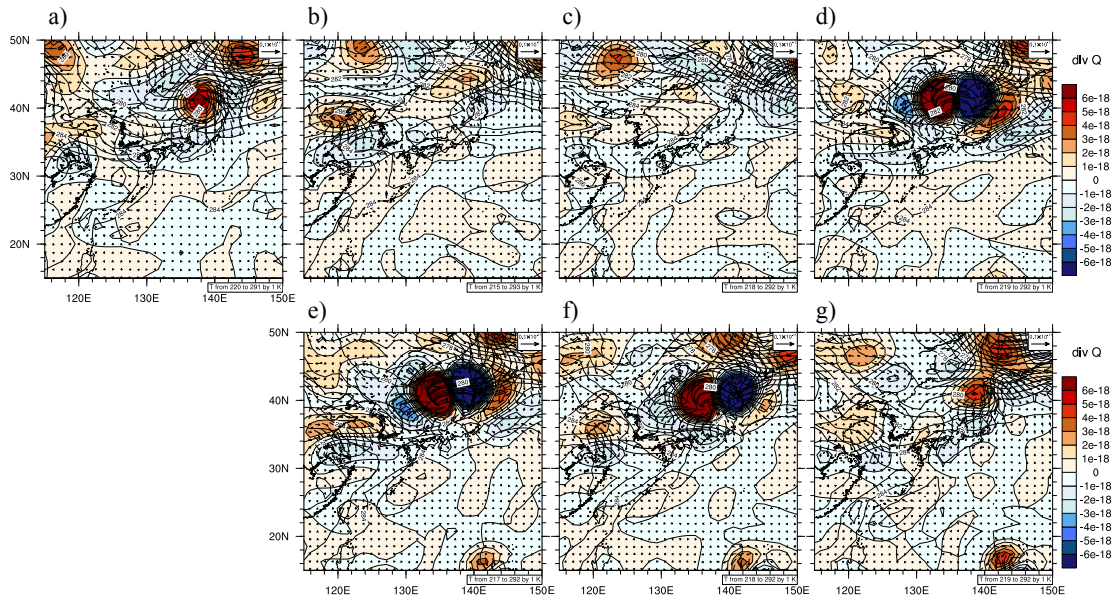


図4 図3と同様。ただし2018年7月5日の700 hPa面におけるQベクトル(矢印), その発散(色), 気温(等値線)

消滅した台風が残した反時計回りの流れに伴う北風に対応して, 134E, 41Nを中心とするQベクトルの発散域が存在する(図4a)。Qベクトルは暖域を指し日本上空で収束しており, 前線形成が診断されている。

初期時刻6月28日及び29日12 UTCからの予報(図4b, c)では, 日本海に台風が存在しないため台風に伴う前線形成は認められない。120E以西に梅雨前線を大陸から東進しつつある小低気圧に伴う前線形成は, 解析値よりも2~3度北にずれている。

初期時刻6月30日, 7月1日及び2日12 UTCからの予報(図4d, e, f)では, 台風の衰弱が遅れているために風速が大きく, Q発散・収束を過大評価しているものの, 西日本付近におけるQベクトルの向きは解析に類似している。

初期時刻7月3日12 UTCからの予報(図4g)では, Qベクトルの発散の過大評価が解消され, 南西諸島付近から日本列島にかけての南西-北東方向の前線形成が診断されている。

#### 4 まとめ

初期時刻依存性に着目し, 台風第7号及び西日本豪雨の予報実験を行なった。西日本豪雨は, 初期時刻6月30日12 UTCから顕著に再現性が向上し

た。初期時刻6月30日12 UTCより前の予報では, 台風が十分に発達せず日本海を北東進しなかったため, 高相当温位の領域が北西にずれた。初期時刻6月30日12 UTC以降の予報では, 台風第7号の経路を予報できたため, 日本海を北東進する台風に向かって高相当温位の気流が流入することに伴い梅雨前線が強化されている。このことから, 西日本豪雨の再現性には, 先行する台風第7号の予想進路が影響していると考えられる。

#### 謝辞

本研究はJSPS科研費JP26282111の助成を受けた。ECMWF解析値はGlenn Carver氏提供。

#### 参考文献

- [1] Tsuguti, H. et al., 2018: *Landslides*, 10.1007/s10346-018-1098-6.
- [2] 気象庁, 2018: [http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/longfcst/extreme\\_japan/monitor/japan20180810.pdf](http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/longfcst/extreme_japan/monitor/japan20180810.pdf) 2018/12/10 閲覧.
- [3] Hoskins, B. J. et al., 1978: *Q. J. Roy. Meteor. Soc.*, **104**, 31-38.
- [4] Kobayashi, S. et al., 2015: *J. Meteor. Soc. Japan*, **93**, 5-48.