

# 2016年8月の日本の猛暑に関連する熱帯の大規模積雲対流活動と成層圏循環の急変の影響

小寺邦彦 (名大・宇宙地球環境研) 江口菜穂 (九大・応力研)  
Ueyama Rei (NASA・Ames) 小林ちあき (気象研)

## 1 はじめに

2016年8月は日本全国的な猛暑に見舞われた(気象庁, 2016)。この夏の特徴の一つとしては7月末からの突然の猛暑の発生も掲げられる。ところで、日本の暑夏の要因の一つとしては西太平洋の対流活動と関連するPacific-Japan Oscillation (PJO) (Nitta, 1987)が知られている。また、初夏から盛夏にかけての日本付近の循環場の急激な変化に関しては西太平洋モンスーンのオンセットに伴う対流活動のジャンプが知られている(Ueda et al., 1995)。

しかし、2016年8月の日本の猛暑はこのような地域的な循環場の変化を包含した全球的な循環場の変化に伴って発生している。ここでは、気象庁の再解析データ JRA55 を用いて解析を行うと共に、気象庁の1ヶ月アンサンブル予報結果を用いてこの8月の変化がどの様に予報されたかについても調べた。

## 2 結果

### 2.1 全球的变化

図 1a に 2016 年 8 月平均地上 2m 気温偏差(上段), 並びに OLR(Outgoing Longwave radiation) 偏差(下段)を示す。また、比較の為に PJO が正偏差で日本が暑夏であった 1984 年の 8 月平均(Nitta, 1987)も合わせて示した。1984 年の場合は OLR の負偏差はフィリピン付近に限定されており、また気温の正偏差も日本上空に限定されている。一方、2016 年の場合には地上気温の高温偏差は北緯 45 度付近で帯状に分布し、OLR の負偏差も太平洋に限定されず、アフリカ、アメリカの広い経度帯に帯状に分布している。一口で言えば、1984 年の暑夏が地域的な循環場の影響であるのに対して、2016 年の場合は全球的な変化に関連していると言えよう。

図 2a に北緯 35 度、東経 135 度の地点における JRA55 の日平均気温の解析値と気候値を

示す。7 月には気温は平年並みかそれ以下で推移していたのが、7 月 27 日になると急激に上昇し、この状態が約 1 ヶ月間継続した。ここでは、どの様な循環場の変化がこの急激な変化が生み出したかについて調べる。

2016 年暖候期について、15 日移動平均帯状平均 OLR の気候値からの偏差の緯度-時間断面を図 2b に示す。1 ヶ月程度の季節内変動に重畳して 7 月末に対流活動が北偏し秋まで継続している様子が見える。

2016 年 7 月 27 日前後でどの様な変化が生じたかを前後 15 日平均の差を取って調べた(図 3)。日本を含む北東アジアに地上気温の大きな高温偏差が見られるが、そればかりでなく、北緯 45 度沿いにアメリカ、ヨーロッパにも高温偏差域は広がっている。OLR の差の分布の中心はフィリピンから西太平洋にあるが、やはり北緯 15 度付近のアメリカ、アフリカ域にも負偏差が広く分布している。これらから 2016 年 8 月の日本の猛暑は全球的な熱帯対流活動の北偏と関連して生じた可能性が考えられる。

### 2.2 成層圏循環との関連

熱帯下部成層圏の短周期の気温変化は主として成層圏平均子午面循環の上昇流の変化に誘起されて生じている。上昇流の強化の結果、熱帯対流圏界面遷移層が不安定化し非常に深い対流の活発化と遷移層内への対流雲貫入の増加がこれまでの研究から知られている(Eguchi et al., 2015; Kodera et al., 2015)。

7 月末の子午面循環の特徴を見る為に標準偏差で規格化した 7 日平均気圧座標系帯状平均鉛直流偏差の高度-緯度断面を図 4 に示す。(a)7 月 21 日付近では上昇流偏差の中心は赤道付近の南半球にあるが、(c)8 月 4 日頃には北緯 20 度付近に移動する。その中間(b)7 月 28 日付近では上昇流の中心は北緯 10

～20度付近に位置している。しかし、上昇域は熱帯対流圏界面遷移層付近(150～70 hPa, 14～19 km)にあり、対流圏下層までは延びていない。

図4には雲頂高度17km以上の対流雲の頻度分布も黒線で重ねて示してある。100hPa付近の上昇流の増加に対応して圏界面に達する非常に深い対流の発達が見られる。また、(b)7月28日付近では対流圏界面付近のみならず成層圏でも上昇流が増加している。この事から成層圏ブリュワードブソン循環とハドレー循環の上昇域が結合する領域(北緯10～20度)で、上昇流強化に対する応答として、より深い対流がこの緯度帯で発達したと考えられる。

### 2.3 1ヶ月アンサンブル予報

気象庁1ヶ月予報において、2016年8月4～10日の平均場がどの様に予報されたかを調べる為に、図5に地上2m気温偏差(上段)、地上降水量偏差(下段)の(a)7月20日、(b)7月27日、(c)8月3日を初期値とした予報結果を示す。7月20日からの予報では中緯度の昇温も熱帯の降水帯の北偏も予報されていない。対流活動の北偏が開始した7月27日のからの予報では、降水帯の北偏と共に北海道を含む北アジアの主要な高温発生域が予報されている。1日前の8月3日からの予報では当然ながら8月4～10日平均値については昇温、降水の北偏ともに良く再現されている。

図6に熱帯(20°S-20°N)平均気温の時間変化傾向の高度-時間断面(上段)、帯状平均降水量(下段)の緯度-時間断面を示す。図6(a)はJRA55解析値、(b)は7月27日初期値の予報、(c)は7月20日初期値の予報である。成層圏での上昇流の増加に伴い対流圏の上昇域が北偏する事を図4で示した。これに対応して解析値では鉛直流の代理変数である気温の時間変化傾向(上昇流によって断熱的に降温するという関係)が、27日頃に成層圏で負になると共に、降水帯が北上を始める。27日が初期値の予報は成層圏の寒冷化の開始時からの予報であるので、その後の低温化傾向も強度は小さいが良く表現されている。また、北緯7.5度あたりの強い降水帯の出現を除けば、北偏も再現されていると言えよう。しかし、それ以前の7月20日からの予報で

は北緯20度付近の降水は増加しないのに、逆に赤道付近の南半球側で降水が増加するので、降水帯の北偏は再現されない。また、100hPa付近の気温変化もほとんど再現されていない。

### 3. まとめ

2016年の日本猛暑は1984年の様なフィリピン付近の対流活動の変化による、地域的な循環場の変化に対する応答ではなく、全球的な対流活動域の北偏に伴って発生している。ここでは詳しく議論する余地がないが、これは季節内変動というより、季節進行に伴う断続的な変動であると考えられる。

この2016年初夏から盛夏にかけての対流活動は、急激な変化が開始する以前からの予報では再現されなかった。これは、モデルの積雲対流に由来する系統誤差、あるいは熱帯成層圏界面の気温変化の原因である惑星波の増幅をうまく予測出来なかった事に由来すると考えられる。

### 謝辞

本研究の解析、作図にあたり、気象庁気候情報課で開発されたITACSを利用させていただきました。

### 参考文献

- Eguchi, N., Kodera K., Nasuno, T. (2015) A global non-hydrostatic model study of a downward coupling through the tropical tropopause layer during a stratospheric sudden warming, *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 297-304.
- 気象庁, (2016) 平成28年(2016年)8月の顕著な天候と海面水温について, 報道発表資料平成28年8月24日.
- Kodera, K., Funatsu, B.M., Claud, C., Eguchi, N. (2015) The role of convective overshooting clouds in tropical stratosphere-troposphere dynamical coupling *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 6767-6774, doi:10.5194/acp-15-6767-2015.
- Nitta, T., (1987) Convective activities in the tropical western Pacific and their impact on the northern hemisphere summer circulation. *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, 65, 373-390.
- Ueda, H., T. Yasunari, and R. Kawamura, (1995) Abrupt seasonal change of large-scale convective activity over the western Pacific in the northern summer. *J. Meteor. Soc. Jpn.*, 73, 795-809.

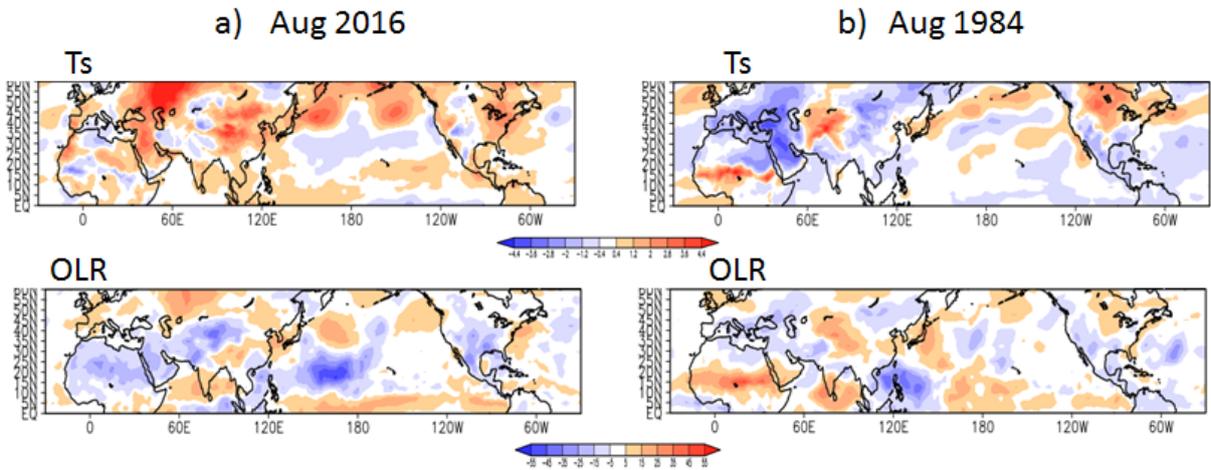


図1 8月平均場：(a)2016年8月、(b)1984年8月。(上)地上2m気温偏差、(下)OLR偏差。

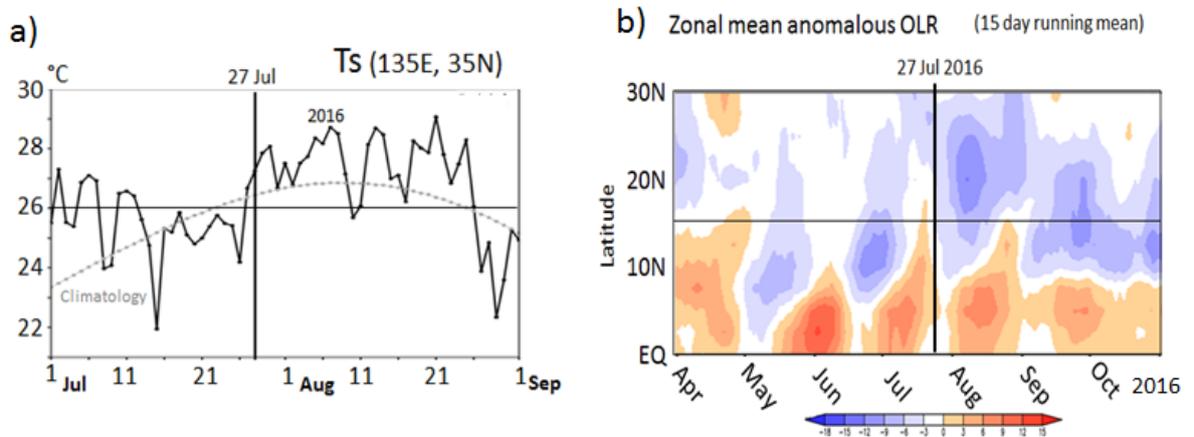


図2 (a)日本中西部(東経135度、北緯35度)における日平均地上2m気温。実線は2016年の日平均値、点線は気候値を示す。(b)15日移動平均帯状平均OLR偏差の2016年4月～10月の緯度-時間断面。縦線は7月27日を示す。

### Change around 27 Jul

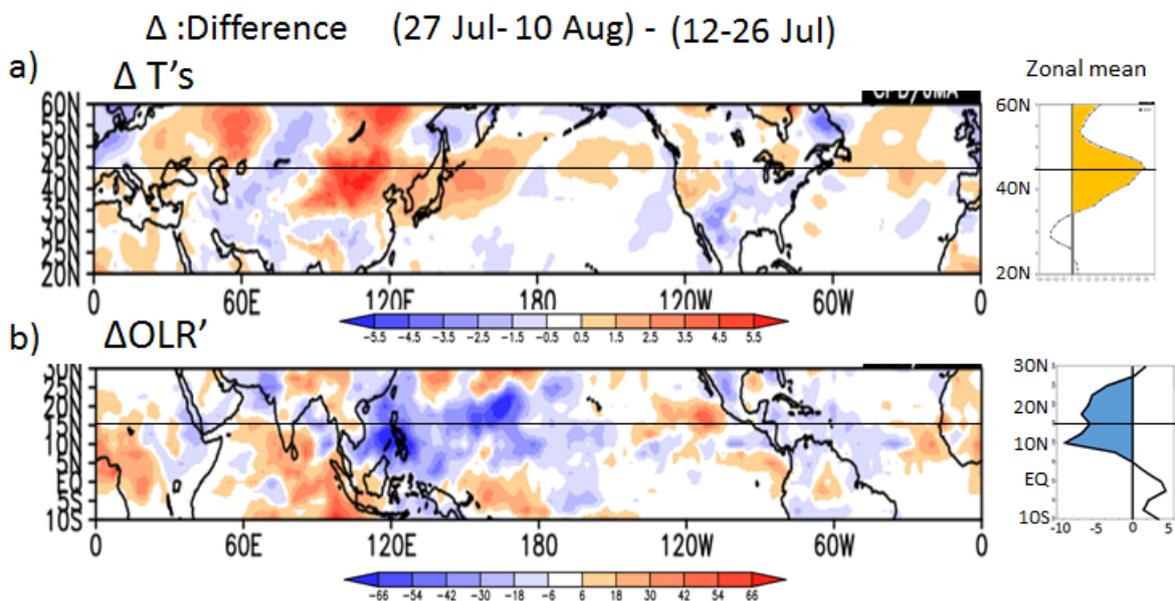


図3 2016年7月27～8月10日平均と7月12～26日平均の差：(上段)地上2m気温差、(下段)OLR差。右側のパネルは帯状平均値の緯度分布。

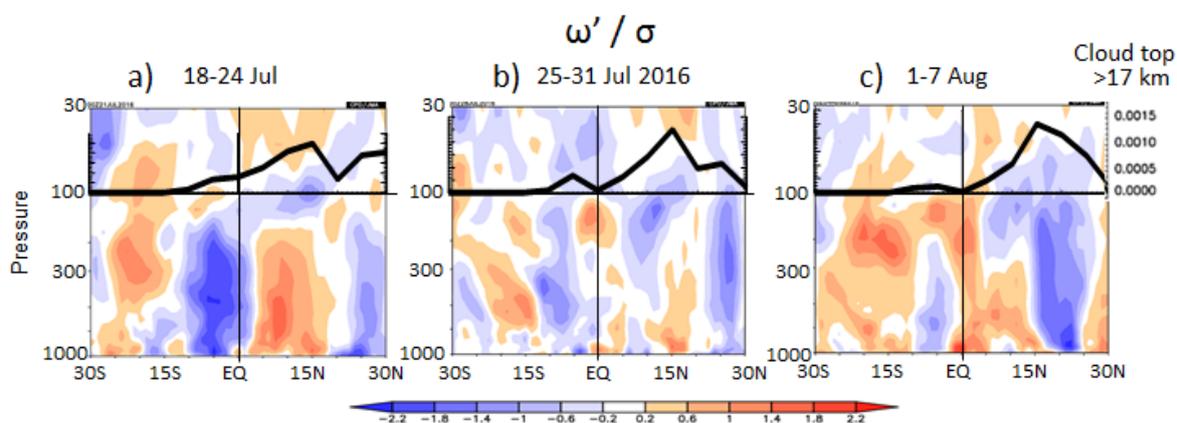


図4 標準化した7日平均気圧座標系帯状平均鉛直流偏の高度—緯度断面：a)2016年7月18～24日、b)7月25日～31日、c)8月1～7日平均。黒線は同期間における雲頂高度17km以上の対流雲発生頻度の緯度分布を示す。

Forecast: 4-10 Aug 2016

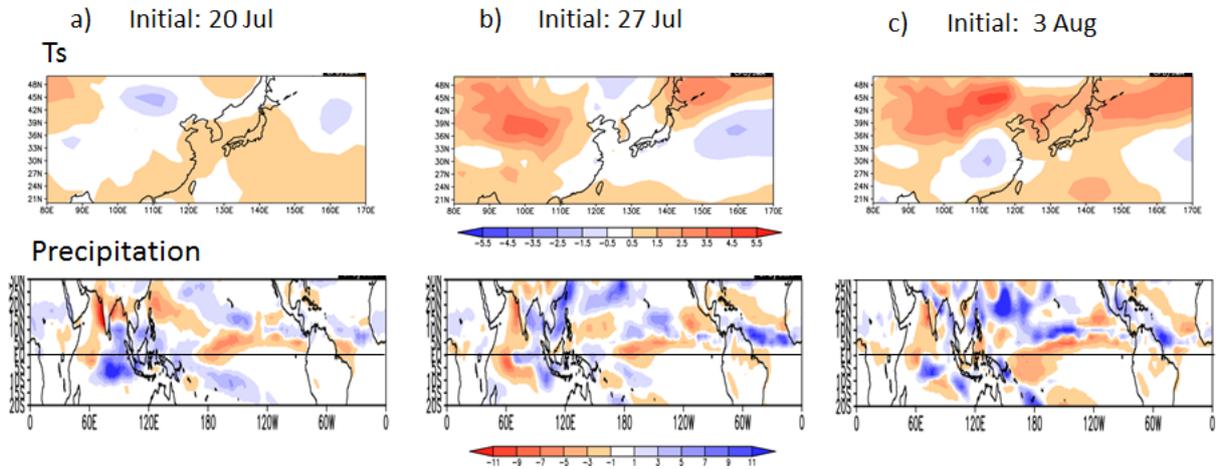


図5 気象庁1ヶ月予報による2016年8月4~10日平均のアンサンブル予報結果。予報初期値：a)7月20日、b)7月27日、c)8月3日。(上段)地上2m気温偏差、(下段)降水偏差

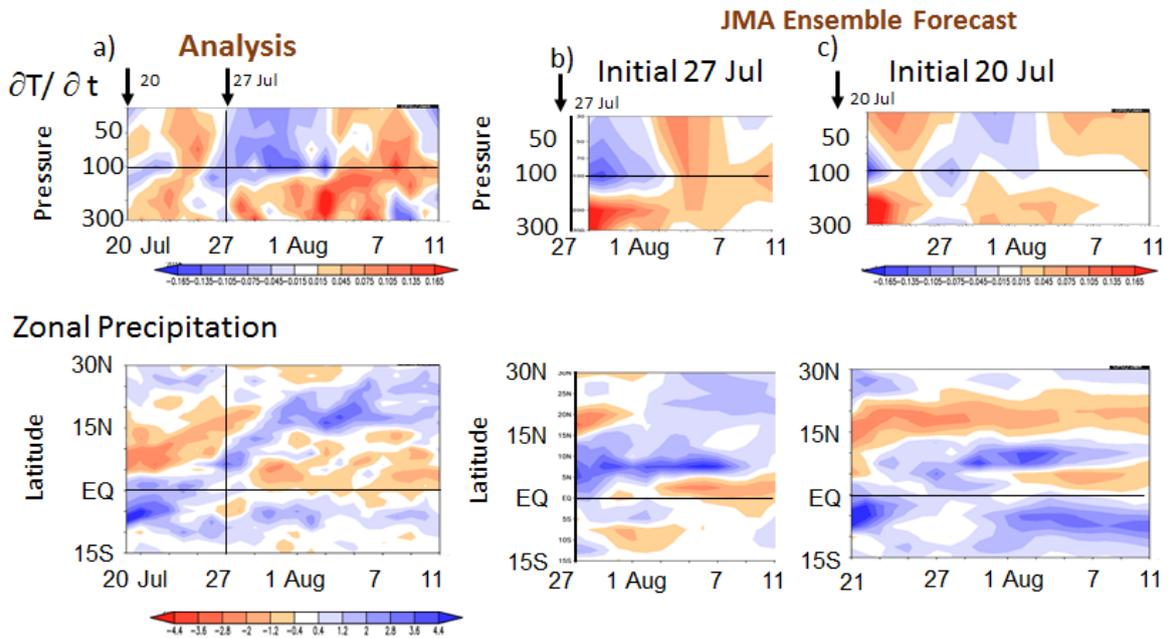


図6 (上段)熱帯(20S-20N)平均気温時間傾向の高度-時間断面。(下段)帯状平均降水量の緯度-時間断面。(a)JRA55解析値。(b)2016年7月27日初期値の予報,(c)同7月20日初期値の予報。