

サヘルの対流変動が駆動する北半球大気循環パターン

気象・気候ダイナミクス研究室 515342 中西 友恵

指導教員：立花 義裕 教授

Keywords： サヘル，対流活動，テレコネクション，回帰分析，LBM

1. 序論

サヘルは，北アフリカのサハラ砂漠南縁部に位置し，モンスーンおよび熱帯収束帯（ITCZ）の南北移動により，乾季と雨季が明瞭に存在する地域である．赤道直下の地域に比べると，年間降水量は少ないが非常に背の高い対流が立つ．また，その変動は非常に激しい．そのような変動をもたらす要因についての研究は数多くなされており，熱帯海洋の海面水温（SST）を主として，様々な現象から影響を受けることが知られている（例えば Giannini et al., 2003[1]）．

一方，Gaetani et al. (2011) [2]は，サヘル対流の経年変動がヨーロッパの気候に影響を与えることを示した．このような熱帯地域のモンスーン対流と中緯度の気候の関係は，日本付近でもよく知られている．Nitta (1987) [3]はフィリピン近海の対流の強さと日本周辺の気圧が相関をもって変動する Pacific-Japan (PJ) パターンを発見した．さらに，5 日平均データを用いた解析から，波列は太平洋岸に沿って北米にまで達することを示した．

再び，サヘルの対流変動によって中緯度側へもたらされる影響に着目すると，ヨーロッパへの影響を調べた研究は，先に挙げたものを例としていくつか存在する．しかし，PJ パターンのように，さらに遠隔的な地域への影響を調べた研究はない．

ここで，ユーラシア大陸中高緯度地域においては，偏西風に沿って大陸を横断するテレコネクションパターンが出現し，それらは東アジアにおける異常気象の要因となることが知られている（Wakabayashi and Kawamura 2004[4]）（図 1）．サヘルの対流が，ヨーロッパを越えてそれらのテレコネクションパターンを駆動する要因となることはないだろうか．

以上を踏まえて本研究では，サヘルの対流変動が駆動する大気循環パターンを北半球規模で解明することを目的とする．これにより，テレコネクションパターンの新たな励起源を発見する可能性がある．

2. 使用データ・解析手法

対流活動の指標にはアメリカ海洋大気庁の外向き長波放射（Liebmann and Smith, 1996[5]）（以下，

OLR）を使用した．その他の大気場データには気象庁 55 年長期再解析データ JRA-55（Kobayashi et al, 2015[6]）を使用した．いずれも，月平均データを 1979-2016 年の 38 年分使用している．海面水温データには OISST（Reynolds et al., 2002[7]）の月平均データを 1982-2016 年の 35 年分使用した．先行研究を参考に，西経 20 度-東経 40 度，北緯 10 度-20 度で OLR を領域平均し，線形トレンド除去，標準化することでサヘル OLR インデックスを作成した．このインデックスと各種大気場データとの回帰計算を行った．解析はサヘルが雨季にあたる 6-9 月の各月について行ったが，今回は特に顕著なシグナルが現れた 6 月のインデックスとの回帰を中心に解説する．

さらに，サヘルの対流活動による熱源に対する定常応答を確認するため，線形傾圧モデル（LBM）

（Watanabe and Kimoto 2003[8]）による実験も行った．後述の回帰分析の結果を参考に，サヘル領域の 400hPa 面を中心に 1K/day の熱源強制を与えた．

3. 結果

3-1. 回帰分析

初めに，ジオポテンシャル高度との回帰に着目すると（図 2），6 月 200hPa 面では亜熱帯ジェット，7 月 500hPa 面では亜寒帯ジェット沿いに波列が見られた．さらに，8，9 月においても同様に波列パターンが見られた（図省略）．SST との回帰に着目すると（図 3），サヘルと中高緯度双方に影響を与えることが知られている熱帯海洋のシグナルは，6 月に限って見ると弱い．よって，波列パターンが熱帯海洋の影響を介して現れる「見かけの関係」ではないことが分かる．

3-2. LBM 実験

回帰分析では不可能な，原因と結果の切り分けを行うため，LBM 実験を行った．図 4 はサヘル中層の熱源に対する 500hPa 面ジオポテンシャル高度の定常応答である．回帰分析の結果（図 2）と同様に，ヨーロッパからシベリアにかけての中高緯度に波列が現れた．また，その位相も大まかに一致している．

4. まとめ

回帰分析および LBM による実験から、サヘルの対流変動が、北半球中高緯度における波列パターンを駆動することが示唆された。この波列パターンは先行研究[4]で示されたテレコネクションパターン（図 1）に極めて類似している。また、本研究の結果は日本の昨夏の異常気象の事例とも整合性がある（図省略）。このことから、サヘルの対流はテレコネクションパターンを介して日本の夏の異常気象と関連している可能性がある。メカニズムの解明や熱帯以外からの影響を除くことは今後の課題としたい。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導をいただきました立花義裕教授には深く感謝いたします。また、数多くの助言を頂きました同研究室の小松謙介氏、安藤雄太氏、関陽平氏、杉原直樹氏、永田桃子氏、松岡優輝氏、そしてその他研究室の皆様にご感謝の意を表します。

参考・引用文献

- [1] Giannini A et al., 2003, *SCIENCE*, **302**, 1027-1030.
- [2] Gaetani M., et al., 2011, *Geophys. Res. Lett.*, **38**, L09705.
- [3] Nitta T. 1987, *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, **65**, 373-390.
- [4] Wakabayashi, S. and R. Kawamura, 2004, *J. Meteor. Soc. Japan*, **82**, 1577-1588.
- [5] Liebmann B. and C.A. Smith, 1996, *Bulletin of the American Meteorological Society*, **77**, 1275-1277.
- [6] Kobayashi, S et al., 2015, *J. Meteor. Soc. Japan*, **93**, 5-48.
- [7] Reynolds, R.W. et al., 2002, *J. Climate*, **15**, 1609-1625.
- [8] Watanabe M, Kimoto M. 2000, *J. Meteor. Soc. Japan* **126**, 3343-3369.

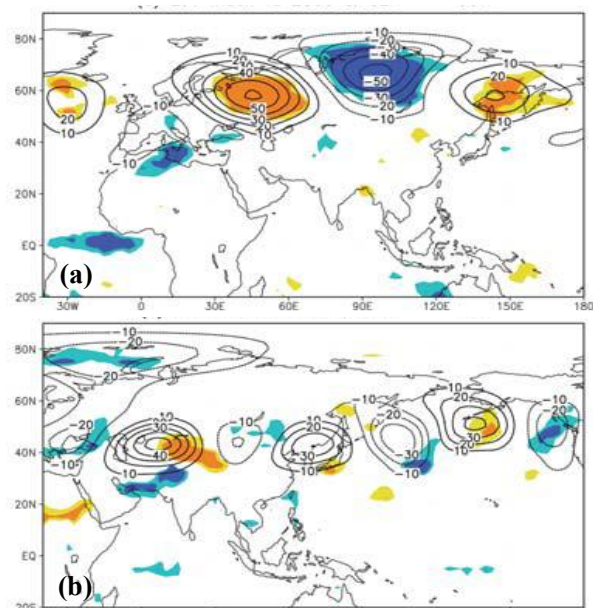


図 1. 日本の夏季の異常気象に関連するテレコネクションパターン Wakabayashi and Kawamura 2004[4]より引用。

(a) 6月 500hPa 面, (b) 8月 200hPa 面
等値線：テレコネクション指数に対するジオポテンシャル高度の回帰係数 (m)，色：OLR 回帰係数の有意な領域。

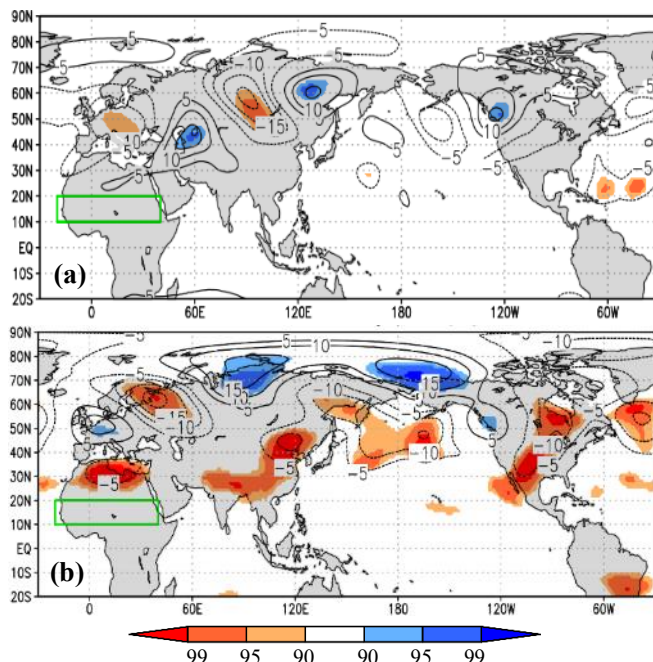


図 2. 6月のサヘル OLR インデックスとジオポテンシャル高度との回帰。(a) 6月 200hPa 面, (b) 7月 500hPa 面。四角で囲った領域が本研究で定義したサヘル領域。
等値線：回帰係数 (m)，色：信頼係数 (%)

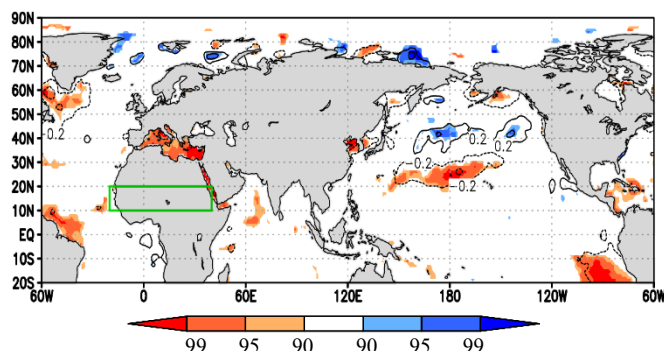


図 3. 6月のサヘル OLR インデックスと 6月の海面水温との回帰
等値線：回帰係数 (°C)，色：信頼係数 (%)

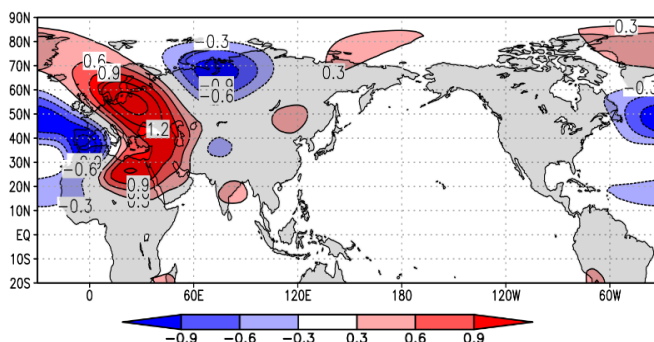


図 4. LBM 実験(6月, サヘルに熱源) 500hPa 面ジオポテンシャル高度。
等値線, 色：熱源を置いたことによるジオポテンシャル高度の変化量 (m)