

令和2年7月豪雨とメソ α スケール低気圧との関係

栃本英伍・飯塚聡・大東忠保

防災科学技術研究所

1. はじめに

令和2年7月は熊本、九州北部など九州地方を中心に集中豪雨が発生した。今回の集中豪雨の発生に伴って、梅雨前線上にメソ α スケールの低気圧（以後、メソ α 低気圧）の存在が複数回確認されており、豪雨との関係が示唆されている（Araki et al. 2020）。本研究は、特に九州地方の豪雨に着目し、九州付近に接近した過去のメソ α 低気圧と令和2年7月豪雨が発生した際のメソ α 低気圧の特徴を比較した。

2. 使用データおよび解析期間・解析方法

2.1 使用データ・解析期間

使用したデータは JRA-55 再解析データ（Kobayashi et al. 2015）である。メソ α 低気圧を抽出するために、モデル格子の解像度データを用いた。水平解像度は T??? 解析値は 00, 06, 12, 18 UTC のデータ、予報値は 03, 09, 12, 15, 21 UTC のデータを用いた。1979年–2020年の6, 7月である。

2.2 解析方法

a. メソ α 低気圧の検出

まず、梅雨前線上のメソ α 低気圧の自動検出を行った。手順は、Yanase et al. (2016)がポーラーロウを検出するために用いた手法と同様の手法である。まず、メソ α スケールの擾乱を取り出すために、海面気圧データに対して、T106-42の

空間 bandpass フィルタを施した。続いて、Hodges(1995, 1999)の tracking アルゴリズムを用いて、メソ α 低気圧のトラックデータを作成した。ここで、6時間間隔の解析値の間に予報値のデータを補間することにより、より精緻なトラックデータを作成することを試みた。梅雨前線上のメソ α 低気圧を扱うために、相当温位勾配が 1.5K/100km 以上の領域に存在した低気圧のみを扱った。また、弱い擾乱を解析から覗くために、鉛直相対渦度が 1.0×10^{-4} よりも強くなった擾乱のみを扱った。

3. 結果

まず、令和2年6, 7月のメソ α 低気圧の個数と過去41年間の6, 7月に検出された各年のメソ α 低気圧の個数を比較した。その結果、令和2年7月は1979-2020年の42年間で最も多くのメソ α 低気圧を検出していたことがわかった（図1）。中国大陸～日本列島西側領域（図1aの緑枠）において検出されたメソ α 低気圧は平均で30個程度であるが、令和2年は47個の低気圧が検出された。また、中国大陸～九州の西側に限定した領域で比較しても、例年は平均で12-13個程度であるのに対して、令和2年は20個の低気圧が検出されている。

JRA-55で抽出されたメソ低気圧の活動度

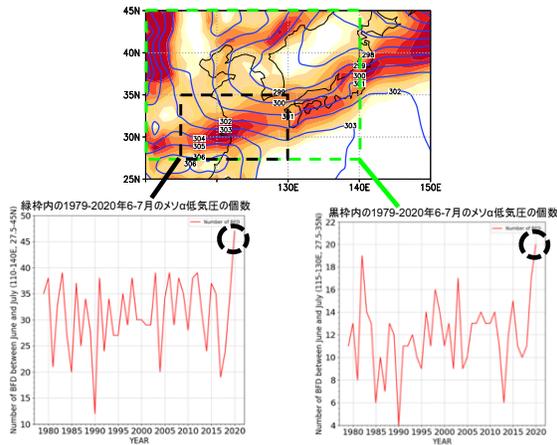


図 1. JRA-55 で抽出されたメソ α 低気圧の年々変動。

メソ α 低気圧の接近に伴い、対流圏下層の水平気圧勾配が強くなり風速が強化されることで、水蒸気フラックスが強化されることが知られている。したがって、頻繁なメソ α 低気圧の通過が、長期間にわたる豪雨の環境場形成の一つの要因となったことが示唆される。そこで、九州の西側の海上にメソ α 低気圧が接近した際の水蒸気フラックスの統計的特徴を調べ、令和2年7月豪雨際の水蒸気フラックスの強さと比較した。

メソ低気圧をpick-upした領域(赤枠)と各物理量の計算領域(緑枠)

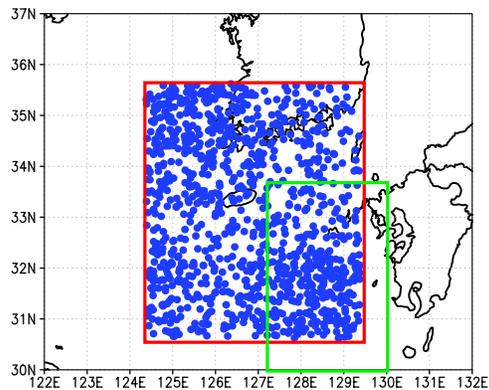


図 2. 赤枠内で抽出されたメソ α 低気圧の位置

図 2 の赤枠領域で検出されたメソ α 低気圧に伴う水蒸気フラックスの緑枠内における最大値・領域平均値の密度分布を調べた。図 3 は、950hPa 水蒸気フラックスの領域平均値の密度分布を示している。水色は、メソ低気圧の接近に関係なく、図 2 の緑枠内で計算された水蒸気フラックスの領域平均値の密度分布であり、橙色がメソ低気圧接近時の水蒸気フラックスの密度分布を示している。両者を比較すると、メソ低気圧が接近している時の方が、統計的に下層の水蒸気フラックスが強化されていることがわかる。

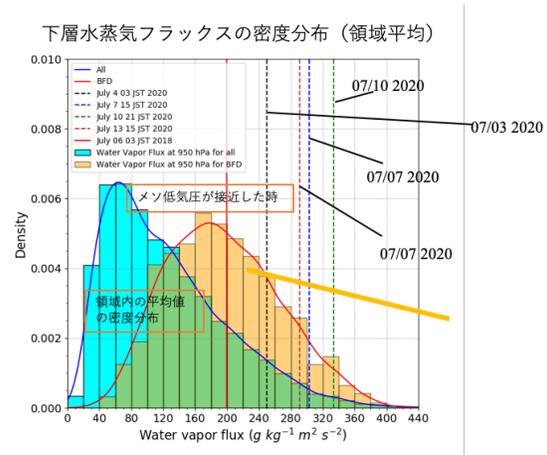


図 3. 図 2 の緑枠内で領域平均した 950hPa 水蒸気フラックスの密度分布。青：1979-2020 の間の 6 時間ごとの水蒸気フラックスの密度分布。橙色：赤枠内にメソ α 低気圧が存在していた時の水蒸気フラックスの密度分布。

また、令和2年7月上旬に豪雨が発生した際の下層水蒸気フラックスと比較すると、令和2年7月上旬の豪雨発生時の方が、統計的に見た時のメソ低気圧接近際の密度分布よりも大きくなる傾向があることがわかる。この水蒸気フラックスが大き

くなる傾向は、下層風速の強さに起因している。下層風速の密度分布と比較すると、令和2年7月上旬の集中豪雨発生の際には、統計的な密度分布と比較して、下層風速が大きくなる傾向にある（図4）。一方、下層水蒸気量には顕著な差は見られない（図略）。

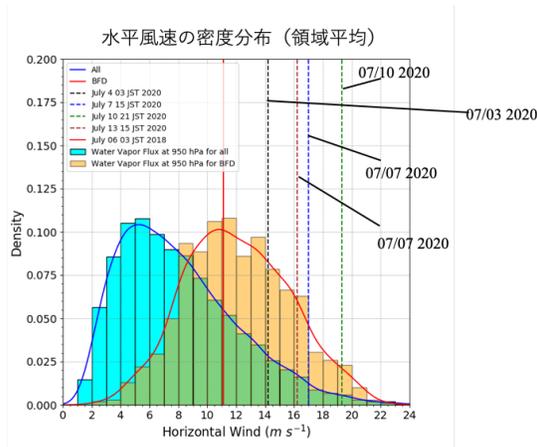


図4. 図2の緑枠内で領域平均した950hPa風速の密度分布。青：1979-2020の間の6時間ごとの風速の密度分布。橙色：赤枠内にメソ α 低気圧が存在していた時の風速の密度分布。

これらのことから、令和2年7月豪雨の際には、メソ α 低気圧が例年よりも頻繁に通過し、例年よりも強い水蒸気フラックスによって九州付近に多量の水蒸気が輸送されたことにより、豪雨発生に好ましい環境場が何度も形成されたと考えられる。

ここからは、令和2年の梅雨期においてメソ α 低気圧が多く発生した要因について考察する。まず、一つの要因として考えられるのが、上層擾乱の活動である。図5に示すように、熊本および九州北部で集中豪雨が発生していた、7月上旬において、上層擾乱が頻繁に通過していた。この上層擾乱の活動

がメソ α 低気圧の発生・発達に影響していたことが示唆される。

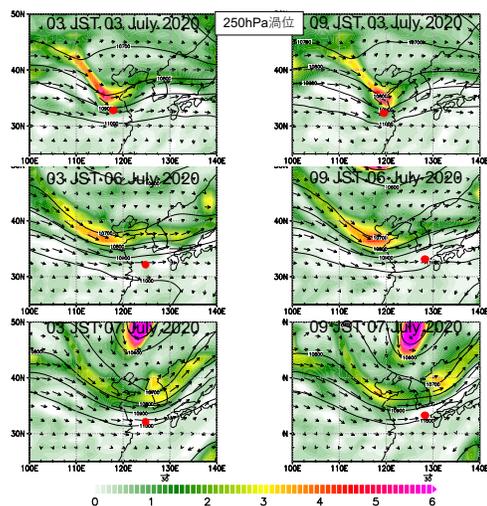


図5. 250hPa面の渦位（色；PVU）とジオポテンシャル高度の水平分布図。

続いて、下層の環境場とメソ α 低気圧の関係を議論する。図6は900hPa相対渦度場の7月1日～15日までの平均値と気候値との差を示している。中国大陸から東シナ海、日本列島にかけて、相対渦度の強い領域が広がっており、気候値と比較して強いことがわかる。このことから、環境場の相対渦度場とメソ α 低気圧が関係している可能性がある。そこで7月1-15日に置いて、15日間のlowpass filterを施した相対渦度場を九州の西側領域（115-130E, 28.75-35N）で領域平均した値の年々変動を図8に示している。低気圧の個数と環境場の相対渦度場との相関係数は0.73であり、良く相関していることがわかる。このことから、環境場の相対渦度場とメソ α 低気圧活動の関係が示唆される。

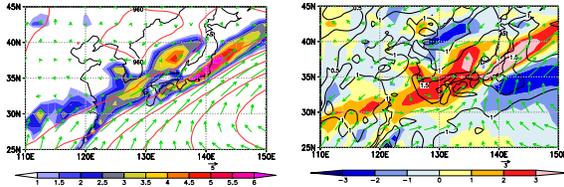


図 6. (左図)7月 1-15 日の 900hPa 相対渦度(色 ; s^{-1})とジオポテンシャル高度(実線 ; m)の平均場。(右図)。900hPa 相対渦度の気候値との差 (色)と標準偏差 (実線)。

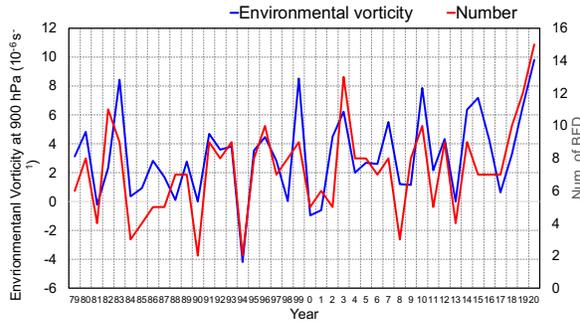


図 7. 15 日 lowpass フィルターを施した 900hPa 相対渦度の年々変動 (青)とメソ α 低気圧個数の年々変動 (赤)。

図 9 は 900hPa 水平温位勾配の 7 月 1-15 日の間の平均場を示している。中国大陸から九州、本州にかけて、水平温度勾配の大きな領域が広がっており、気候値と比較すると 1 標準偏差以上の差が見られる。このことから、令和 2 年 7 月の前半は、例年と比較して傾圧性が強かったことが示唆される。また、環境場の相対渦度場と同様、15 日間の lowpass filter の年々変動を調べたところ、メソ α 低気圧の検出数との相関係数は 0.44 であった。また、環境場の傾圧性は 42 年間で一番強くなっていた。これらのことから、環境場の傾圧性が強かったことがメソ α 低気圧の活動と関係していたことが示唆される。

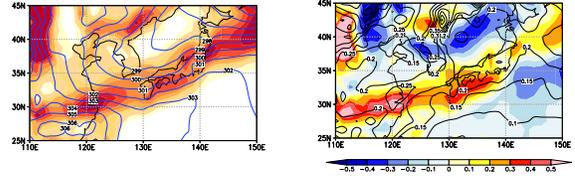


図 8. (左図) 7 月 1-15 日の 900hPa 水平温位勾配 (色 ; $K(100km)^{-1}$)と温位 (実線 ; K) の平均場。(右図)。900hPa 水平温位勾配の気候値との差 (色)と標準偏差 (実線)。

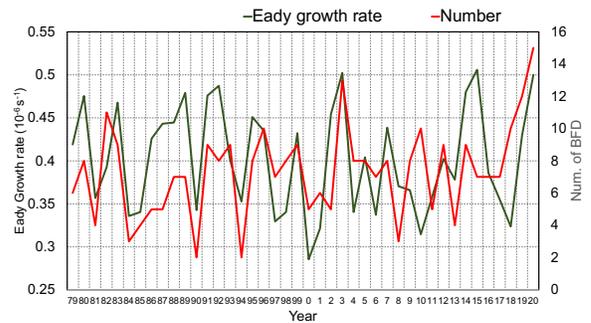


図 9. 15 日 lowpass フィルターを施した 900hPa Eady 成長率の年々変動 (緑)とメソ α 低気圧個数の年々変動 (赤)。

4. まとめ

令和 2 年 7 月豪雨とメソ α 低気圧の関係を調べた。令和 2 年梅雨期はこれまでで最も多くのメソ低気圧が検出され、それに伴う強い水蒸気フラックスが何度も出現したことが、豪雨が何度も生じた環境場形成に重要な役割を果たしていたことが示唆される。