

北半球夏季ダブルジェットと移動性擾乱

直江寛明¹・榎本剛²・今田由紀子¹ (¹ 気象研究所、² 京大防災研)

1. はじめに

2018 年 7 月豪雨をもたらした要因は、局所的には多量の水蒸気の流入と線状降水帯の形成だが、大規模場は対流圏上層のジェットが亜熱帯ジェットと寒帯前線ジェットに大きく分流し、ダブルジェット構造が持続したことが原因の一つとされている。

亜熱帯ジェットは、Hadley 循環 (熱循環) に駆動される角運動量の移流によって生成され、thermally-driven jet と呼ばれ、極めて傾圧的である。それに対し寒帯前線ジェット (より一般的には中緯度ジェット) は、波強制 (運動量の収束) によって生成され、eddy driven jet と呼ばれ、順圧的で西風の地上風が存在する。夏季のユーラシア大陸上において、チベット高原の北側 40°N 付近に亜熱帯ジェットが発達するシングルジェット型と、寒帯前線ジェットも発達するダブルジェット型とがある。

これまでの研究により、亜熱帯ジェット上を伝播する停滞性ロスビー波は夏の太平洋高気圧を発達させ (Enomoto 2004) 日本域に猛暑をもたらす一方、寒帯前線上を伝播するロスビー波はオホーツク海高気圧の形成に寄与 (Nakamura and Fukamachi 2004) し、日本に冷夏をもたらすことが知られている。しかし、ダブルジェットの力学変動や、eddy driven jet 上を伝播するロスビー波の発達、ジェットとの相互作用、ジェットの維持機構は未解明であるため、夏の異常気象を解明するのは困難である。今回は北半球夏の移動性擾乱について時空間スペクトルを調べたので報告する。

2. 方法

夏季ユーラシア大陸上で特徴的な変動を調べるため、長期再解析 (JRA-55) 南北風

データから、7 月対流圏上層の 300hPa, 0-180E, 20-80N の領域において、2001-2020 の 20 年間時間的な共分散行列を求め経験的直交関数 (EOF) 解析を行い、ユーラシア大陸上で主要な変動を抽出した。また、Hayashi (1982), Randel and Held (1991) を参考に、運動量や熱フラックス、EP フラックス発散について時空間スペクトル解析を行い、位相速度-波数スペクトルから短周期擾乱のパワースペクトルを調べた。

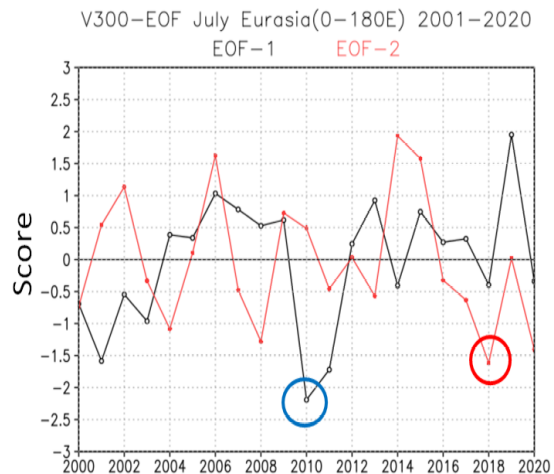


図 1. 7 月の 300hPa 南北風で(0-180E, 2001-2020)で EOF 解析を行い、その回帰係数の月別時系列。黒線は第 1 モード、赤線は第 2 モード。2010 年、2019 年は第 1 モードが負、正で極大。

3. 結果

北半球夏季 (7 月) について、図 1 に EOF 第 1 モードと第 2 モード 指数の経年変化を示す。2018 年の 7 月は EOF 第 2 モード指数が -1.7 であり、正の環状モードに対応している。2003 年 7 月は 2018 年と同様ダブルジェットが発達したが (前田ら 2005)、月別 EOF 指数はそれほど顕著でな

い。2003 年はシベリアの北極海沿岸だけジェットが発達したのに対し、2018 年では北極海を取り巻くようにジェットが発達していたためである。2010 年 7 月は EOF 第 1 モード指数が極小を示し、この年はロシアのブロッキングが発達し、欧州や日本など北半球の夏は猛暑であった。

EOF 第 1 モードと第 2 モードが顕著な年(2010 年と 2018 年)について、運動量フラックスの時空間スペクトルを図 2 と図 3 に示す。対流圏上層に中緯度ジェット近傍において夏期の 120 日間(6-9 月)、東西方向と時間方向にフーリエ展開し係数を求め、時空間パワースペクトルを算出した。図 2 をみると、2010 年は東西波数 4 で位相速度ゼロの停滞波が卓越し、ロシアブロッキングの特徴をとらえていることがわかる。一方 2018 年は東西波数 6-8 で位相速度 5m/s の移動性擾乱が卓越していることを示している。図 3 は極寒帯前線上 (300 hPa, 65N) での擾乱についての時空間スペクトルを示す。2010 年は停滞性擾乱と東西波数 2-3 赤道向き運動量フラックスが卓越している。一方、2018 年の事例では東西波数 6 の擾乱が卓越していることがわかる。

4. 今後. 時空間スペクトル解析は、東西方向に周期的な擾乱を仮定しているので、今後は夏期ユーラシア大陸で、シングルジェット・ダブルジェットが発達するときの特徴的なスペクトルを抽出する予定である。

References

- 前田修平・小林ちあき, 2005: 2003 年夏の北半球ダブルジェット, 天気, **52**, pp. 586–590.
- Enomoto, T., 2004: Interannual variability of the Bonin high associated with the propagation of Rossby waves along the Asian jet, *J. Meteorol. Soc. Japan*, **82**, 1019–1034.
- Nakamura, H., and Fukamachi, T., 2004: Evolution and dynamics of summertime blocking over the Far East and the associated surface Okhotsk high, *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, **130**, pp. 1213–1233.
- Hayashi, Y., 1971: A generalized method of resolving disturbances into progressive and retrogressive waves by space Fourier and time cross-spectral analyses. *J. Meteor. Soc. Japan*, **49**, 125–128.
- Randel, W. J., and I. Held, 1991: Phase speed spectra of transient eddy fluxes and critical layer absorption. *J. Atmos. Sci.*, **48**, 688–697.

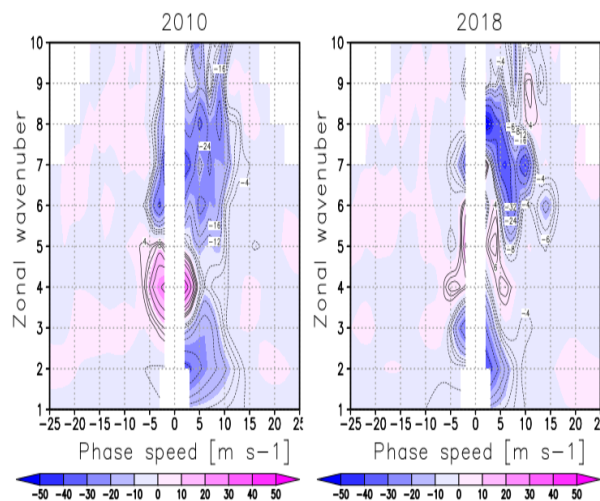


図 2. 40N, 300 hPa で夏期 120 日間における運動量フラックスの位相速度—東西波数のスペクトル。(左)2010 年、右 2018 年。

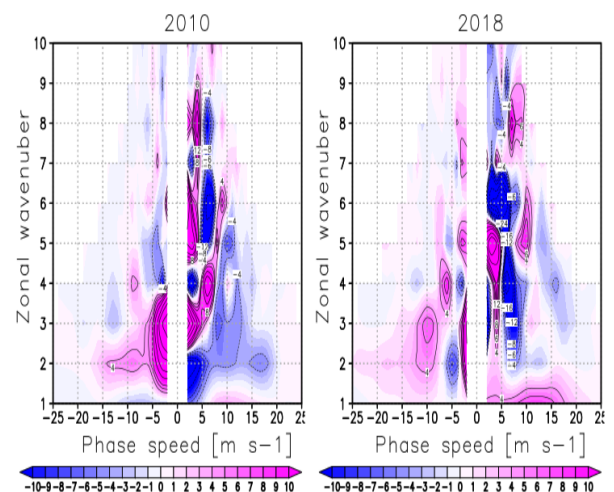


図 3. 図 2 と同じ。ただし、65N, 300 hPa における運動量フラックスの時空間スペクトル。