

夏季ダブルジェットの力学変動

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。そこで本研究では、夏季のユーラシア大陸に発達するダブルジェットの特徴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、Ogi et al. (2004) で定義された SV-NAM (seasonal varying, northern annular mode) 指数を用いて、指数による分類と合成図による解析を行った。気象庁長期再解析 (JRA-55) の月別東西平均高度場 (40–85°N, 1000–200 hPa; 1958–2019, 62 年) から時間的な共分散行列を求めて EOF 解析を行い、その第 1 モードを SV-NAM パターンとした。SV-NAM 指数は、各月の高度場偏差を第 1 モードに射影し、年々変動の標準偏差で規格化することにより求めた。6, 7 月の夏季について解析を行い、日別 SV-NAM 指数が +3 以上と -3 以下になる日数 6 日以上をそれぞれ北半球夏季の環状モード (NAM) 3 以上の月、-3 以下の月と定義した。

3. 結果

北半球夏季 (6, 7 月) について、NAM 指数が 3 以上の月と -3 以下の月で平均した 300 hPa 面ユーラシア大陸上における東西風の緯度分布を図 1 に示す。指数 3 以

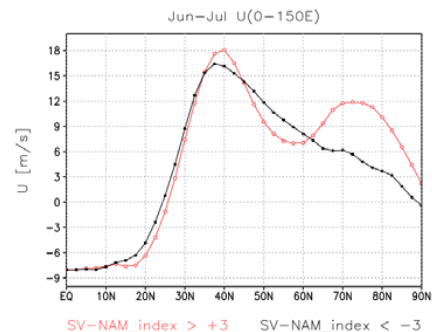


図 1. SV-NAM 指数が 3 以上 (黒線) と -3 以下 (赤線) となる日数が 6 日以上 (6, 7 月) について平均した 300 hPa 面 0–150E での東西風分布。単位 m s^{-1} 。

上が 6 日以上の月は、6, 7 月の 62 年間に 6 回あり（例：2018 年 7 月）、その合成図は 40°N の亜熱帯ジェットと 60–80°N に eddy driven jet が発達するダブルジェット構造をしている。一方、指数 -3 以下が 6 日以上以上の月は、5 回あり、その合成図は 亜熱帯 jet が 40°N に発達するシングルジェット型である。定常ロスビー波数 (not shown) は、40°N の導波管が顕著であり、北極海沿岸に全波数 3–4 程度の弱い導波管がみられる。

図 2 に 月別 SV-NAM 指数の経年変化を示す。2018 年の 7 月は指数 2.9 であり、顕著な正の NAM であった。2003 年 7 月は 2018 年と同様ダブルジェットが発達 (前田ら 2005) したが、月別 SV-NAM 指数は 0.8 で程度であった。これはシベリアの北極海沿岸だけ発達したのに対し、2018 年や図 1 (左) 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 月は指数が 2 と高く、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で猛暑であった。1993 年の日本は大冷夏であったが、SV-NAM 指数は -0.5 程度とあまり対応がないようである。

NAM 指数が 3 以上の月のダブルジェット型について、波数別の運動量の緯度分布を示す (図 3)。全波数の運動量は、45°N と 75°N 付近にピークがあり、前者は波数 5–10 の緯度分布、後者は波数 2–4 の緯度分布と対応している。一方、NAM 指数が -3 以下の月のシングルジェット型では、極大が 40°N 付近と極小が 65°N 付近にある。今後、総観規模の時間スケールで特徴的な事例について調べる必要がある。

4. まとめと今後

Ogi et al. (2004) で定義された季節変化する北半球環状モード (SV-NAM) を用いて、夏季 (6, 7 月) ユーラシア大陸上で

double jet 構造の特徴を調べた。NAM 指数 3 以上の月は、40°N の亜熱帯ジェットと 60–70°N に eddy driven jet が発達するダブルジェット型であるに対し、NAM 指数 -3 以下の月は亜熱帯ジェットが 40°N に発達するシングルジェット型である。ダブルジェット型の波数別運動量は、45°N と 75°N にピークがあり、どちらも総観規模擾乱 3–4000 km が卓越することがわかった。今後は、日別値から持続期間や場所の頻度分布、eddy driven jet の維持メカニズムを調べる予定である。

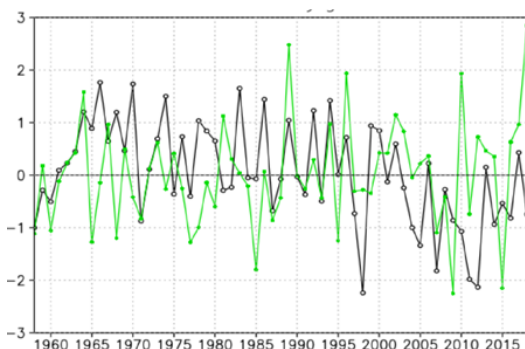


図 2. SV-NAM の月別時系列。黒線は 6 月、緑線は 7 月。SV-NAM の月別時系列。黒線は 6 月、緑線は 7 月。

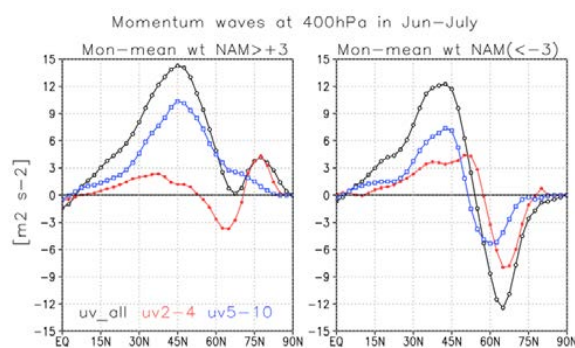


図 3. (左) NAM 指数 3 以上の月について、波数別・運動量の緯度分布。黒線が全波数、赤線が東西波数 2–4、青線が波数 5–10 を示す (単位: $\text{m}^2 \text{s}^{-2}$)。 (右) NAM 指数が -3 以下の波数別運動量の緯度分布。