

Characteristics of the Planetary Wave Packet Propagation During Boreal Winter as Revealed by Japanese Long-term Reanalysis Data

原田, やよい

<https://hdl.handle.net/2324/2236332>

出版情報 : 九州大学, 2018, 博士 (理学), 論文博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名 : 原田 やよい

論 文 名 : Characteristics of the Planetary Wave Packet Propagation
During Boreal Winter as Revealed by Japanese Long-term Reanalysis Data
(長期再解析データに基づく北半球冬季における惑星規模波束の伝播
特性に関する研究)

区 分 : 乙

論 文 内 容 の 要 旨

気象庁 55 年長期再解析データ (JRA-55) を用いて, 北半球冬季における惑星規模波束の伝播特性に関する以下の 3 つの解析的研究を行った。

ひとつは 2013/2014 年冬季の惑星規模波動に関するものである。同冬季は, 東西波数 2 (WN2) の惑星規模波動の鉛直伝播が継続的に卓越したにも関わらず, 成層圏大規模突然昇温は発生しなかった特異な年であった。波活動度の指標である EP フラックスを用いて計算した 2013/2014 年冬季における対流圏上層からの WN2 の鉛直上向き伝播量は, 1958 年以降の統計で最大の値である 2008/2009 年冬季の値とほぼ同じ値であった。また 3 次元波活動度フラックスを用いて計算した 2013/2014 年冬季における対流圏上層からの波束の鉛直上向き伝播量の経度分布を求めたところ, 西経 100 度付近における下方伝播と東経 60 度付近における上方伝播が 1958/1959 年以降の 56 冬季中最大であることが分かった。2013/2014 年冬季における日毎の大気循環場を解析した結果, 東経 60 付近の対流圏上層から上方伝播した波束は成層圏において収束し, 広域の波束伝播禁止領域を伴う, 成層圏の等価順圧的なアリューシャン高気圧の発達および維持に寄与したことが明らかとなった。アリューシャン高気圧の発達に伴う波束伝播禁止領域の拡大は, 北太平洋で発達する対流圏のブロッキング高気圧から射出される波束の収束や反射に関与している。このことから成層圏における等価順圧的なアリューシャン高気圧の発達は 2013/2014 年冬季に成層圏突然昇温が発生しなかったことの一因であると考えられる。これらの解析結果に加えて, 東西波数 3 以上の惑星規模波動よりも小規模な擾乱が局所的な波束伝播の形成に貢献していることが明らかとなった。

次に北半球冬季における WN2 の増幅イベントの時間発展とその特徴について統計解析を行った。250hPa 気圧面における日平均南北風の WN2 成分を 2 乗し, その帯状平均値を指標として, 1958/1959 年冬季以降の日別のサンプルの中から, 1 標準偏差より大きな強いイベントを抽出した。更に, これらの強 WN2 増幅イベントを, 対流圏上層の増幅イベントのピーク 2 日後に成層圏で WN2 の強い上方伝播がみられた事例 (SU_30EPFz), 弱い上方伝播がみられた事例 (WU_30EPFz), 弱い下方伝播がみられた事例 (WD_30EPFz) および強い下方伝播がみられた事例 (SD_30EPFz) に分類し, 事例別に合成図解析を実施した。その結果, SU_30EPFz においては, アラスカ付近の対流圏上層リッジの発達に関連した地上高気圧偏差, 北米での地上気温の低温偏差, およびラニーニャ現象との関連を示唆する熱帯の海面水温 (SST) 偏差分布が統計的に有意となった。一方, SD_30EPFz においては, 北欧付近の対流圏上層リッジの発達を示唆する地上高気圧偏差や欧州から中央アジアにかけての広範囲な地上気温の低温偏差が統計的に有意となったが, 熱帯の SST 偏差には有意な領域はみられなかった。また成層圏循環については, SU_30EPFz では北極域を中心とする低気圧性極夜渦の分裂を, SD_30EPFz では等価順圧的なアリューシャン高気圧の発達を示唆

された.

最後に 2018 年 2 月に発生した WN2 型の成層圏大規模突然昇温 (MSSW18) について, 計算対象とする波動のスケールを限定せず, 背景場が東風の場合でも波束伝播の記述が可能な新しい 3 次元波活動度フラックスを用いて解析し, 過去の WN2 型 MSSW イベントとの比較を行った. MSSW18 は明瞭な極夜渦の分裂, 2 つの明瞭なピークを伴った東風の持続, および 2009 年 1 月に発生した, 過去最大級の成層圏突然昇温 (MSSW09) 時に匹敵する対流圏からの WN2 の惑星規模波束の上方伝播などが挙げられる. しかしながら, MSSW18 における成層圏気温の昇温は MSSW09 と比較して緩慢であった. 更に MSSW18 における波束伝播を解析した結果, 東半球と西半球の 2 つの領域から同時に上方伝播がみられ, 東半球側から伝播した波束はアリューシャン高気圧の東側で減衰, 収束し, その多くは上部成層圏には伝播していなかった. 西半球側から伝播した波束は, MSSW18 の成熟期に帯状平均場で東風が支配的になっていたにも拘わらず, 北米上空を伝播し上部成層圏に到達していた. 一方, 波束伝播が減衰した領域は, 東西波数 5 以上の小規模擾乱の位相が東傾もしくは等価順圧的であった領域と良く一致していた. これに対し, MSSW09 における波束上方伝播ピーク時には小規模擾乱の位相の西傾が明瞭であり, MSSW18 とは大きく異なる特徴であった. このような小規模擾乱の構造と, それに伴う波束伝播の特徴の違いが, MSSW18 における緩慢な成層圏気温の昇温をもたらしたものと考えられる.