

ストームトラックの変動に伴う対流圏界面高度の季節内長周期変動

向川 均・山下 景子・長谷部 文雄

1. はじめに

成層圏-対流圏における水蒸気・オゾンなどの大気微量成分の輸送・混合や、力学的上下結合の観点から、対流圏界面付近の大気構造やその変動を理解することは極めて重要である。しかしながら、中高緯度域における対流圏界面高度の変動に関する研究は熱帯域に比べて少なく、個々の高・低気圧による変動を中心に解析されてきたため、緯度・経度方向に広範囲及び長周期の変動についての解析例は非常に少ないのが現状である。そこで本研究では、特に総観規模擾乱の活動が活発でかつ経度方向に非対称性を持つ北半球のストームトラック領域において、ストームトラックの変動と対流圏界面高度の季節内変動との関係を明らかにするため、1979～2000年のNCEP再解析データを用いて解析を行った。なお、対流圏界面高度は渦位が 3.5PVU ($1\text{PVU}=10^{-6}\text{m}^2\text{s}^{-1}\text{Kkg}^{-1}$) となる高度とした。

2. ストームトラックの変動の指標

ストームトラックの季節内長周期変動の指標を得るために、中村(2001)の定義を参考に、総観規模擾乱に伴う850hPaにおける南北熱フラックスの周期10日以上の変動成分に対して主成分分析を行った。解析は、各季節毎に、北太平洋領域($20^{\circ}\text{N} \sim 60^{\circ}\text{N}$, $120^{\circ}\text{E} \sim 180^{\circ}\text{E}$)、及び北大西洋域($20^{\circ}\text{N} \sim 60^{\circ}\text{N}$, $260^{\circ}\text{E} \sim 320^{\circ}\text{E}$)のそれぞれに対して行った。その結果、両領域及び各季節において、第一主成分としてストームトラック自体の強度の変動が、第二主成分としてストームトラックの南北変動が抽出された。以下では、それぞれに伴うスコア(PC1, PC2)を、強度変動の指標、及び南北変動の指標とする。

3. 結果

各スコアの変動と関連する対流圏界面高度の変動を解析したところ、図1(北太平洋領域のみを示す)のように、両領域ともストームトラックの強度が強くなる(PC1が正)とき、及び北偏する(PC2が正)ときに、ストームトラック領域で対流圏界面高度は高くなり、その北側及び南側で低くなることが示された。この構造はどの季節にも見られ、その振幅は冬季に最大となる。また、ストームトラックの活動度自体は、北太平洋域よりも北大西

洋域で大きいにもかかわらず、対流圏界面高度の変動は北太平洋域で大きい。さらに、両領域とも、第二主成分に関連する変動が第一主成分に関連する変動よりも大きいことから、対流圏界面高度に大きな変動をもたらすのは、ストームトラックの強さの変動度ではなく、南北変位であることが示唆される。

一方、温度の鉛直構造と対流圏界面高度の南北分布を解析したところ、ストームトラックの中心の高度6km付近で温位が上昇し、その上層の高度8km付近で安定度が低くなっていることが示された。この構造は、両領域、及びストームトラックの強度・南北変動に対して共通に見られた。Hoskins and Valdes (1990) や、Inatsu et al. (2003) の結果から、この対流圏界面高度の上昇は、ストームトラックが活発になると、総観規模擾乱に伴う降水による非断熱加熱が増大するため、対流圏中層の温位が上昇し、その上層で安定度が低くなったために生じたと考えられる。

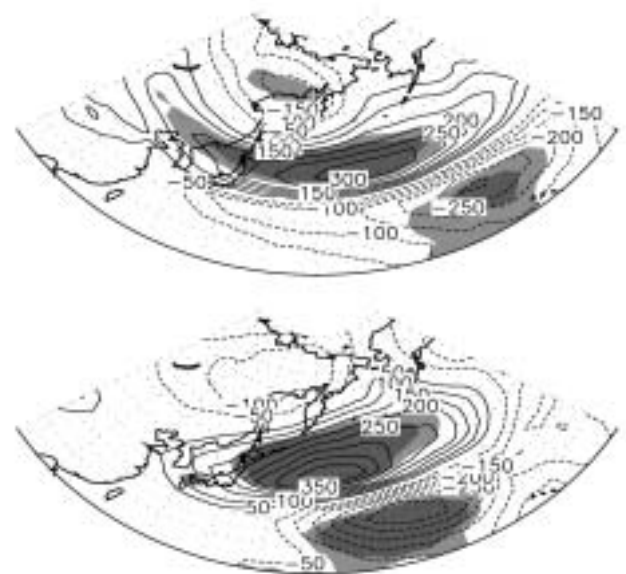


図1: 冬季の北太平洋域におけるストームトラックの変動に伴う対流圏界面高度の変動。上図は、ストームトラックの強度が強くなったとき(PC1=1)の圏界面高度偏差、下図はストームトラックが北偏したとき(PC2=1)の圏界面高度偏差を示す。コンターは50m間隔(実線: 正偏差、破線: 負偏差)。偏差の大きさの統計的有意性が、95%(90%)以上の領域に濃い(薄い)陰影をつけた。