

オゾンホールに関わる成層圏対流圏循環場の変動

Variations of stratospheric and tropospheric circulations related with ozone hole

*中村 仁明¹、高橋 正明²、秋吉 英治³、山下 陽介³

*MASAAKI NAKAMURA¹, MASAAKI TAKAHASHI², HIDEHARU AKIYOSHI³, Yousuke Yamashita³

1.三菱UFJリサーチ&コンサルティング、2.東京大学大気海洋研究所、3.国立環境研究所

1.Mitsubishi UFJ Research and Consulting, 2.Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 3.National Institute for Environmental Studies

人為起源オゾン破壊物質の放出により、春季南極域成層圏で1980年頃からオゾンホールが発達していった。オゾンは太陽光を吸収することにより大気を暖める。そのためオゾンの減少は極域成層圏の冷却化を意味する。その結果、温度風の関係により極渦を強化する。これらオゾンホールの影響は主に春季南極成層圏で現れるため、対流圏の地表気候にまで影響を与えないであろうと考えられてきていた。しかしながら10年程前から、オゾンホールの発達が南半球冬季の循環や地表気候に影響を与えていることが明確になってきており、先行研究では春季成層圏で現れるオゾンホールの影響が季節とともに高度を下げ夏季対流圏に現れる時間発展が解析されている。オゾンホールによる夏季対流圏における変動パターンは南半球の気候システムの大部分を支配するSouthern Annular Modeと酷似しており、このことからオゾンホールの発達は南極域成層圏だけではなく、南半球対流圏全体の気候システムにも影響を与えていると考えられている。しかしながら、この影響のメカニズムについては明らかにされていなかった。そこで本研究では、オゾンホールによる春季成層圏で現れる変動が、どのようにして夏季対流圏に影響を与えているのかについて解析した。

これまでの研究では季節平均や月平均データを使用した解析が行われてきた。そのため1ヶ月より短い時間変動を解析できていなかった。そこで本研究では、10日平均データを用いることにより、夏季の中で詳細な時間変動に着目した解析を行った。その結果、オゾンホールによる東西風変化のシグナルは12月、1月、2月毎に現れる場所に違いが生じていることが分かった。12月の西風のシグナルは主に成層圏と上部対流圏でのみ起き、1月になると成層圏でのシグナルはなくなり対流圏でのみ変動がみられ、2月にはほとんどシグナルが見られなかった。そこで、EP-Fluxを用いた解析を行うと、12月においては成層圏に伝播しうる波数1のEP-Flux変動が重要であり、1月では波数4と波数6による傾圧波が重要であることを明らかにした。

更に本研究では温暖化とオゾンホールが南半球気候に与える影響についても議論した。気候モデルMIROC3.2をベースとした化学気候モデル(CCM)を用い、1960年にオゾン破壊物質濃度を固定する実験と1960年に温室効果ガス濃度を固定する実験を行い、オゾンホールと温暖化による影響の切り分けを行った。その結果、オゾンホール発達によって夏季対流圏にシグナルが現れる時期が長くなることが示された。一方、温暖化によってブリューワー・ドブソン循環が強化され、極域へのオゾン輸送も強化されることで極域が暖まることが解析された。先行研究では二酸化炭素による影響として成層圏における長波放射による冷却化が注目されてきたが、本研究によって温暖化による力学場の変化も重要であることが示唆された。