

対流圏から成層圏へ伝播する惑星波の増幅について

西井和晃 (東大先端研)

成層圏突然昇温を含む顕著な成層圏変動が、中間圏や対流圏に及ぼす影響について近年盛んに研究されている。こうした成層圏変動は対流圏から成層圏へ伝播する惑星波の変動に伴っていることが知られている。この惑星波伝播の変動を引き起こす対流圏循環変動についても活発に研究されており、なかでも、中高緯度対流圏での顕著な現象であるブロッキング高気圧との関係に着目されてきた。Taguchi (2008, JAS) は両者間の発生に統計的に有意な関係が認められないと報告した。しかし、Martius *et al.* (2009, GRL) は、ほとんどの突然昇温の発生直前にブロッキングが観測されており、かつ、突然昇温のタイプによってブロッキングの発達地域が異なることを示した。また、ブロッキングの発達する地域によって、成層圏変動のパターンや増幅する惑星波の波数成分が異なることが指摘されている (Woollings *et al.* 2010, JGR; Castanheira and Barriopedro 2010, GRL; Nishii *et al.* 2011, JCLIM)。ブロッキングの発達地域によって成層圏への影響が異なることに関しては、気候平均的に存在する惑星波とブロッキングに伴う高気圧性偏差との干渉効果、つまり気候平均惑星波の峰にブロッキングが重なることにより惑星波全体が増幅する効果が重要であると推測されてきた。しかし、その定量的な見積もりは Nishii *et al.* (2011) 以外の研究では行われていない。

Nishii *et al.* (2009, QJRMS) では、対流圏からの惑星波伝播の指標である 100hPa 気圧面での極向き渦熱フラックスを以下の様に分離する方法を提示した。

$$[V^*T^*] = [V_c^*T_c^*] + [V_a^*T_c^* + V_c^*T_a^*] + [V_a^*T_a^*]$$

ここで V, T は南北風, 気温を, 添字の c, a は気候平均とそれからの偏差をそれぞれ表す, $[\]$ は東西平均かつ緯度平均, $*$ は東西平均からのずれを表す。右辺の各項は気候平均惑星波, 気

候平均惑星波と偏差の干渉, 偏差自身の波としての伝播による寄与をそれぞれ表す (偏差はしばしば東西方向に局在化された波束として伝播するため最後の項を波束項と呼ぶことにする)。彼らは 2006 年 1 月下旬に発生した突然昇温に対しこの各項を見積もり、極夜ジェットが弱まり始めた上旬には干渉項と波束項は同程度の寄与だったが、東風に反転する直前には波束項の寄与が卓越していたことを示した。また、2002 年 9 月に南半球で発生した突然昇温では波束項が卓越していたことも示した。Ayarzagüena *et al.* (2011, JGR) は 2009 年と 2010 年の 1 月に発生した突然昇温を解析し、前者の直前には波束項が卓越していた一方、後者では両者が同程度寄与していたことを示した。

以上の事例解析は、突然昇温の発生には干渉効果とともに波束項の増幅が重要であることを示唆している。実際、過去に観測された突然昇温に関する各項の時系列の合成図を作成すると、両者の寄与はそれぞれ有意に正であり、かつ同程度である (図 1)。突然昇温とブロッキングとの関連に関する研究では主に干渉効果に着目されて来たが、この結果は波束項による上向き惑星波の増幅も突然昇温の発生に重要であることを示唆している。発表では波束項の増幅とブロッキングの関係についても議論を行いたい。

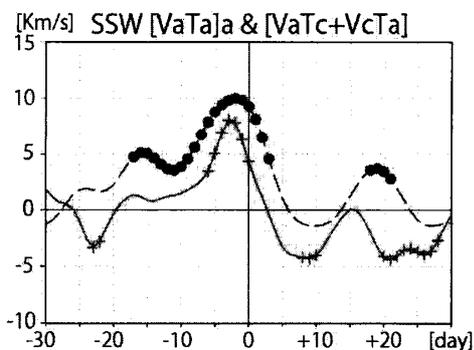


図 1. 過去 20 事例の突然昇温の発生日を基準とする波束項の偏差 (実線と十字) と干渉項 (点線と黒丸)。点は 95% 有意な偏差を表す。