

2000年-2001年に観測された成層圏水蒸気減少に関する考察

納口 泰輔（北大・環境科学院）、長谷部 文雄（北大・地球環境科学研究所）

1. はじめに

10年スケールの気候変動に大きく影響する下部成層圏水蒸気(Solomon et al., 2010)は、1980年代以降、増加傾向にあったが、2000年-2001年に階段関数的減少を示した(Randel et al., 2006)。減少が顕著だった熱帯下部成層圏の大気は、主に熱帯対流圏界層(Tropical Tropopause Layer; TTL)を準水平的に移流しながら低温域を通過し、脱水過程を経て流入した大気である。そのため、前述の水蒸気減少はTTL低温化に伴う脱水過程の強化に起因すると考えられているが、その原因には成層圏からの吸い上げの強化や海面水温上昇に対する応答の可能性が指摘されている(Randel et al., 2006; Rosenlof and Reid, 2008;)。一方、Fueglistaler(2012)では他の年における同様の水蒸気減少の考察から、水蒸気減少が必ずしもTTLの低温化とは対応しない可能性を指摘している。また、北半球夏季にはモンスーン循環を介した中緯度からの影響も示唆されている(Randel and Jensen, 2013)。本研究では2000年-2001年の水蒸気減少の原因を特定するための第1段階として、大気塊が移流中に経験する飽和水蒸気混合比(SMR)の変動に加え、SMRが最小となる点(Lagrangian cold point; LCP)の統計的変動を明らかにする。

2. 解析方法

熱帯下部成層圏の水蒸気変動をラグランジュ的観点から評価するために、Fueglistaler et al. (2005)に従い、熱帯域の400K温位面に置いた大気塊の3次元風による後方流跡線を利用する。90日間の後

方流跡線で340K温位面より下層からTTLに流入し、かつTTL内でLCPを持った大気塊に着目し、LCPを取る位置やSMR最小値の変動に対して解析を行った。流跡線計算には水平解像度 $1.5^{\circ} \times 1.5^{\circ}$ 、鉛直37層のERA-interimを用い、1997年から2002年の各月5、15、25日を90日間の後方流跡線の起点日として計算した。

3. 結果

図1は解析対象とした大気塊のSMR最小値の月平均値を各月についてプロットし、各月の経年変化を線で示したものである。経年変化に着目すると、SMR最小値が低い値を持つ北半球冬季の変動は小さく、反対にSMR最小値が高い値を持つ北半球夏季から秋季にかけての変動が顕著である。また2000年-2001年の減少時期に着目すると7月までは大きな減少は見られず、8月はやや減少、9月に大きく減少している。

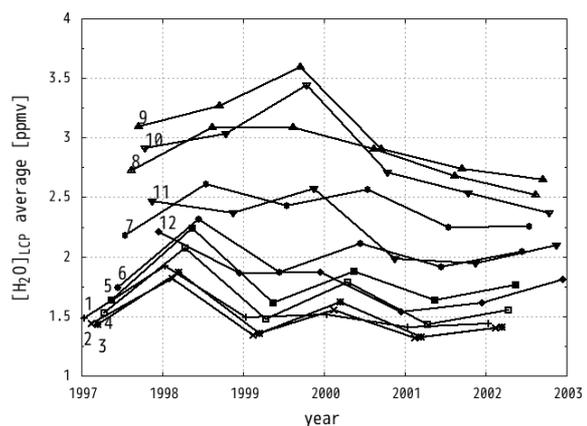


図1：熱帯400K温位面を起点とする後方流跡線上で得られる最小飽和水蒸気混合比の月平均値の時系列（各月の経年変化を線で示す）。

図2は、顕著な水蒸気減少が見られた2000年9月に着目し、水蒸気ドロップ前後における $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ bin内のLCP数の平均値の差を2月(左上)と9月(左下)について示したものである。ただし、強いエルニーニョの期間(1997年6月-1997年5月)と対応してこの時期のLCPの水平分布は他の年とは異なった分布をしているため、この期間のデータは除いてある(図は省略)。その結果、9月は西太平洋上でLCP数が増加しており、その西側で減少していることが確認できた。一方、2月は9月で減少を示す地域で増加を示し、その東側でわずかながら減少を示しているが、その増加、減少量は9月に比べて小さい。

同様に2月(右上)と9月(右下)の $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ bin内のSMR最小値の平均値の差を見ると、9月は全体的に減少を示しており、特に西太平洋上でより大きな減少が見られる。2月は西太平洋上で減少はほとんど見られず、全体的に減少量も小さい。

以上から2000年-2001年の水蒸気減少

は9月に起こり、主に北半球夏季から秋季にかけての減少が大きく寄与していることが示唆された(2月、9月以外の月の図は省略)。またこの時期においてLCPを取る位置によってもSMR最小値の減少量に差があり、特に西太平洋上でLCPをとる気塊のSMR最小値の減少量が大きいことがわかった。今後は、高度方向の分布に着目し、変化が起こった領域を3次元的に特定し、その領域に対して、オイラー的な場の考察を行っていく予定である。

参考文献

Fueglistaler et al. (2005), JGR, 110,D08107.
 Fueglistaler (2012), JGR, 117,D13302.
 Randel et al. (2006), JGR, 111, D12312.
 Randel and Jensen (2013), Nature Geosci., 6, 169-176.
 Rosenlof and Reid (2008), JGR, 113,D06107.
 Solomon et al. (2010), Science, 327, 1219-1223.

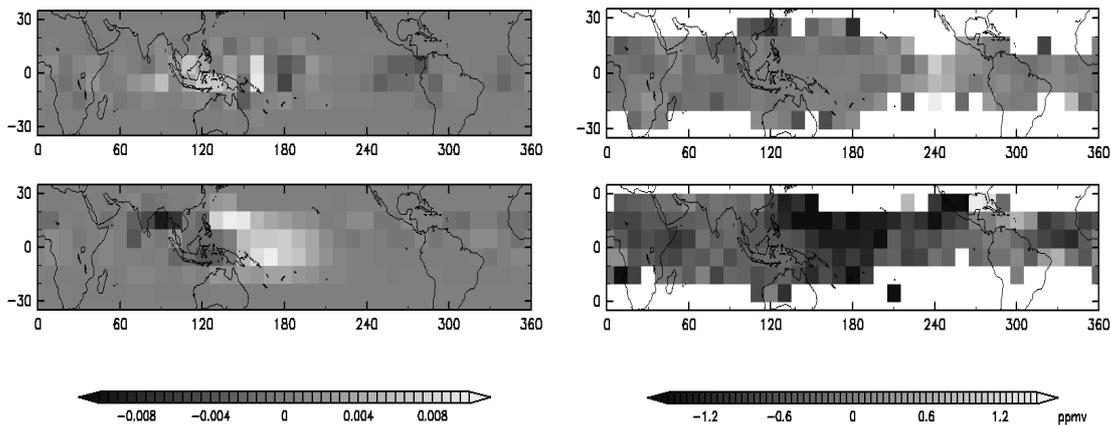


図2 : 2000年-2001年の水蒸気減少の時期を2000年9月とし、その前後の期間に分け、2月(上)と9月(下)について $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ bin内のLCPの個数(全気塊に対する解析対象気塊の割合)の平均値の差(左)と最小飽和水蒸気混合比の平均値の差(右、該当データがないところは白抜き)を示す((2000年9月以降)-(2000年8月以前))。ただし、強いエルニーニョの影響を受けた期間として、SOIが-1を下回る期間(1997年6月-1998年5月)のデータは除く。