

白鳳丸熱帯東部太平洋気球観測による TTL 上端大気の age 推定

*稲飯洋一、青木周司（東北大）、本田秀之（JAXA）、菅原敏（宮教大）、森本真司（極地研）、長谷部文雄（北大）、植松光夫（東大）

1、はじめに

成層圏大気の age (Hall and Plumb, 1994) は「自由対流圏との接触を最後に断ってから時間」で定義され、「対流圏界面を通過し成層圏へ流入してから経過時間」であると見なされてきた。しかし、近年、熱帯対流圏界面層 (TTL; 熱帯上空温位約 350 K から 400 K 間に存在する遷移層) が導入されたことで、「TTL に流入してから時間」と定義し直されつつある (Stiller et al., 2012)。

数値モデルによる研究によると、地球温暖化に伴う成層圏 Brewer-Dobson (B-D) 循環の強化により、成層圏大気の age が減少することが予想されている。しかし、成層圏微量気体の観測からは age の減少は否定され (Engel et al., 2009)、争点となっている。

成層圏大気の age の長期変動について議論するためには、TTL における“aging”も考慮に入れる必要があり、B-D 循環の始点であり成層圏への大気流入口である TTL 上端における大気の age について情報を蓄積することが不可欠である。本研究では、TTL 上端における大気平均 age を微量気体濃度観測と力学的輸送場の解析から評価する。

2、方法とデータ

成層圏大気の age は、地表にソースがあり増加トレンドを示す長寿命化学種 (二酸化炭素や六フッ化硫黄など) の成層圏における濃度を測定し、熱帯対流圏のそれと比較することで評価される。一方、熱帯下部成層圏には TTL 上端付近に存在する気温極小の季節変動が水蒸気混合比の変化として記録されており (「テープレコーダースIGNAL」)、この位相から任意の高度の大気塊について「テープヘッド」通過後の時間を推定できる。したがって、これら 2 つの方法で評価された時間の差が、TTL 上端における大気平均 age として評価できる。

本研究では、2012 年 2 月に熱帯東部太平洋域にて海洋研究開発機構学術研究船「白鳳丸」において実施された、成層圏大気サンプラーと鏡面冷却型水蒸気ゾンデによる観測データを使用する。

3、結果

白鳳丸気球観測により得られた成層圏大気微量気体濃度と水蒸気濃度から TTL 上端における大気塊の平均 age は約 1 年弱であると見積もられた。この結果は衛星観測による研究 (Stiller et al., 2012) と整合的である。また TTL 上端における大気平均 age は、大気が TTL 下端から上端まで上昇するのに要する時間に加え、比較的高い age を持つ中緯度下部成層圏大気との混合にも影響されると考えられる。発表では、客観解析場を用いてこの混合による効果も評価する。

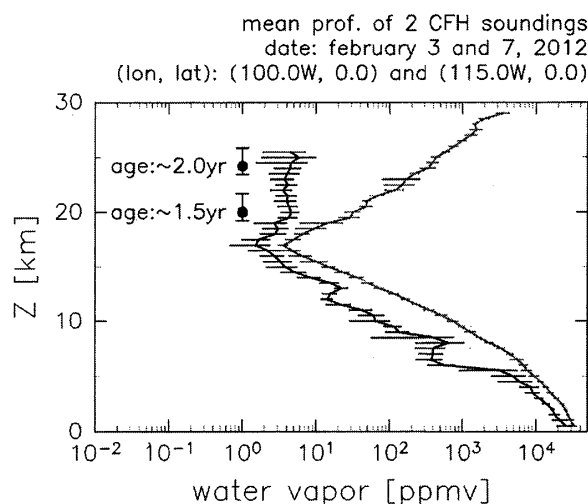


図 1: 2012 年 2 月に東部太平洋赤道上で観測された水蒸気混合比 (黒線) と飽和水蒸気混合比 (灰線) の鉛直分布。横棒は標準偏差である。水蒸気混合比の「テープレコーダースIGNAL」から高度 20 km 付近の大気は 0.5 年前に、高度 23 km 付近の大気は 1 年前に TTL 上端から成層圏に流入したと推定できる。図中、●と縦棒はそれぞれ成層圏大気サンプリング中心高度と範囲を示す。数字は初期解析で得られた大気平均 age の推定値である。

謝辞

気球観測は ISAS/JAXA 大気球班と白鳳丸に乗船しておられた全ての方々による多大な支援・協力により成功することができた。ここに謝意を表したい。参考文献

- Engel et al.: Nat. Geosci., 2, 28–31, 2009.
Hall and Plumb: J. Geophys. Res., 99, 1059–1070, 1994.
Stiller et al.: Atmos. Chem. Phys., 12, 3311–3331, 2012.