

上部対流圏における水蒸気変動 ～UARS MLS によるこれまでの成果～

* 江口 菜穂 (北大院・地球環境)・塩谷 雅人 (京大・宙空電波)

1. はじめに

水蒸気は強力な温室効果気体として知られ、特に上部対流圏の水蒸気は微量であるが外向き赤外放射量を左右している。また水蒸気は雲を形成するため、雲の放射効果の見積りにも欠かせない要素である。また最近では、成層圏対流圏間の物質混合過程 (Stratosphere-Troposphere Exchange: STE) において、熱帯対流圏界面付近の対流圏から成層圏への遷移層 (Tropical Tropopause Layer: TTL) 内での水蒸気変動が注目されている。このように上部対流圏での水蒸気の全球分布とその時空間変動の解明は、気候とその変動の理解に必要不可欠である。それには衛星を用いた全球規模での観測データが有効である。本発表では、UARS (Upper Atmosphere Research Satellite) 搭載測器の MLS (Microwave Limb Sounder) が提供する上部対流圏水蒸気データから得られた成果について報告する。

2. UARS MLS

上部対流圏の水蒸気量は微量で測定が難しく、これまで科学的に有益かつグローバルなデータは存在しなかった。しかし近年、上部対流圏から下部熱圏領域の気温、風、微量気体成分等を観測する高層大気観測衛星 (UARS) の搭載測器の MLS から得られた上部対流圏の水蒸気データが注目されている [Read et al., JGR, 2001]。UARS は地球を一日約 15 周し、MLS は全球的に均質なデータを日々 1300 プロファイル取得できる。またマイクロ波を利用しているため雲の影響が少なく、大気を横から観測するため大気直下を観測する測器よりも鉛直分解能が約 3 km と優れている。データ提供期間は 1991 年 9 月から 1998 年 5 月までと長く、様々な時間スケールで上部対流圏の水蒸気を全球規模で解析できる有益なデータと考えられる。最近では MLS の水蒸気データに絹雲の情報が含まれていることが指摘されており、TTL 内の水蒸気量に影響を与えている絹雲の変動を解明する上でも有効なデータと考えられる。

3. これまでの成果

季節変動 MLS から得られた上部対流圏の水蒸気データを用いて、これまで主に熱帯から中緯度にかけての季節変動が明らかにされてきた [例えば

Sandor et al., JGR, 1998]。上部対流圏の水蒸気の供給源は主に熱帯の積乱雲である。そのため上部対流圏の水蒸気と積雲対流との相関は良く、対流活発域の季節変動にともない高湿潤領域も年変化する。しかし積雲対流が浮力を失う高度 14km 付近の TTL の下端では水平風が卓越しており、対流域よりも広範囲に高湿潤領域が広がる。そのため対流域から離れる程水蒸気と対流との相関は悪くなっている。また熱帯の対流活発域の上空は低温でかつ湿潤のため、積雲対流域からのかなとこ状の絹雲が年 80% の頻度で発生している。

経年変動 91/92 年、97/98 年のエルニーニョ時、西部太平洋上の対流域の東への移動にともない、高湿潤領域と絹雲の高頻度領域が中部太平洋上に移動していた。一方西部太平洋上とその周囲の亜熱帯域上で水蒸気量は減っていた。

季節内変動 最近 STE の観点から TTL 内の水蒸気場の季節内変動が注目されている (Eguchi, IUGG2003)。積乱雲群をともなった大規模擾乱が季節内時間スケールで赤道域を東進する際、赤道ケルビン波の構造を持った力学場が TTL 内の水蒸気場を変動させていることがわかった。さらに赤道ケルビン波の気温の応答として、対流前方の対流圏界面付近で低温域が形成され、そこで絹雲が多く発生することがわかった。この絹雲は下層の積乱雲群とは独立して発生し、TTL 内の水蒸気の除去と放射場に影響を与えていると考えられる。

4. 今後の発展

上部対流圏における水蒸気は、気候への役割が重要であるにも関わらず、いまだその観測データは乏しく定量的な議論は難しい。またこの問題は気候変動予測の不確定性を大きくしている要因でもある。だが 2004 年 1 月に UARS の後継機 EOAS AURA の打ち上げが予定されている。EOAS AURA には MLS 以外に、上層の微量気体成分や物理量を測定する測器が搭載される予定である。今後これらの新しい測器によって、より時空間分解能の良い、高品質な観測データが提供されることが考えられる。そして新たな観測データによって、TTL 領域を含む上部対流圏の水蒸気や他の微量気体成分の変動が明らかになり、さらにそれらと力学場との関係が解明され、STE メカニズムや気候への影響の一層の理解が期待される。