

赤道大気レーダーによる熱帯対流圏界面近傍の大気観測

OBSERVATIONS IN THE TROPICAL TROPOPAUSE REGION WITH THE EQUATORIAL ATMOSPHERE RADAR

山本 真之[1], 親松 昌幸[1], 堀之内 武[1], 藤原 正智[2], 橋口 浩之[1], 山本 衛[1], 深尾 昌一郎 [1], 山中 大学[3]

Masayuki Yamamoto[1], Masayuki Oyamatsu[1], Takeshi Horinouchi[1], Masatomo Fujiwara[2], Hiroyuki Hashiguchi[1], Mamoru Yamamoto[1], Shoichiro Fukao[1], Manabu D. Yamanaka[3]

[1] 京大・宙空電波, [2] 京大・宙空, [3] 神大・自然

[1] RASC, Kyoto Univ., [2] RASC, Kyoto Univ, [3] SciTech, Kobe Univ

1. 概要

熱帯域における対流活動は地球全体の大気循環の主要な駆動源であり、特に対流の Outflow が最大となる高度 10-12km (Secondary Tropical Tropopause; STT) から温度極小あるいは温度減率をもとに定義される対流圏界面 (Tropical Thermal Tropopause; TTT) までの遷移領域 (Tropical Tropopause Layer; TTL) は熱帯域における成層圏-対流圏間の大気交換 (Stratosphere-Troposphere Exchange; STE) を規定する重要な領域である。しかし TTL 内での力学、光化学、放射の諸過程には観測データの少なさにより未解明の部分が多く、現在衛星ならびに地上測器を用いた観測が精力的に進められている。インドネシア西スマトラ州 (緯度 -0.2 度、経度 100.32 度、海拔 865m) に設置された赤道大気レーダー (Equatorial Atmosphere Radar; EAR) はピーク出力 100kW で 3 素子八木アンテナ 560 本で構成された直径約 110m のアクティブフェーズドアレイアンテナを持つ周波数 47.0MHz の大型大気レーダーであり、2001 年 7 月より TTL 領域を含む高度 2-20km までの領域を時間分解能最大 1 分半、最小高度分解能 150m で連続観測を実施している [Fukao et al., 2003]。これまでに EAR は赤道ケルビン波の碎波に伴う乱流強度の増大 [Fujiwara et al., 2003] や、熱帯対流圏界面近傍における継続的な KH 不安定の発生 [Yamamoto et al., 2003] を明らかにしてきた。本報告では、EAR の鉛直ビームのエコー強度を用いた対流圏界面高度の推定と、特に熱帯対流圏界面から 1km までの領域に着目した解析結果について述べる。

2. 観測結果

VHF 帯の大気レーダーは、熱帯対流圏界面付近での静的安定度の増大に伴う強いエコーを受信し、またこの領域でのエコー層は水平に層構造をなしているため受信エコーのアスペクト比が大きい (鉛直ビームに特に強いエコーが受信される) ことが知られている。これらの特性を用い、3 時間平均の鉛直ビームのエコー強度及びエコー強度のアスペクト比の高度プロファイルを用いてレーダーによる対流圏界面 (Radar Tropical Tropopause; RTT) を決定した。また 2001 年 11 月において地球観測フロンティアによる放球間隔 3 時間ないしは 6 時間のラジオゾンデ集中観測が実施されており、この期間のラジオゾンデにより推定した温度減率で定義した対流圏界面 (Lapse-Rate Tropopause; LRT) 及び最低温度で定義した対流圏界面 (Cold-Point Tropopause; CPT) との比較を行った。RTT は LRT とは非常に良い対応を示しており、また CPT と同様に CPT が赤道ケルビン波の碎波により高い高度に変移する時期を除いて良く一致していた。

RTT は 2001 年 7 月から 11 月においては東風が最大 (20-35m/s) となる高度とほぼ良い一致を示しており、RTT から高度約 1km までの範囲で強い東西風の鉛直シア (10-50m/s/km) が存在していた。またこの強いシアが存在する範囲において 3m スケールの乱流運動の大きさを示すスペクトル幅が増大していた。北向きビームにおけるスペクトル幅は 0.5-0.9m/s の程度であったのに対し、東向きビームにおけるスペクトル幅は 0.7-1.2m/s の程度であり、南北風の鉛直シアより東西風のそれが強いことに伴う乱流の異方性が見られた。また、鉛直風においてはこれまでに強い東西風シアの中での KH 不安定と強い東西風の影響による上昇流側への誤推定が報告されている [Yamamoto et al., 2003] ため、シア及び風速の小さい対抗する南北方向の対向ビームを用いた鉛直風の推定を行った。その結果、南北方向のビームを用いた鉛直風の推定においてもこの領域においては 1-5cm 程度の上昇流が継続的に観測されていた。

3. まとめ

EAR のエコー強度を用いた対流圏界面高度の推定を行い、ラジオゾンデ観測との良い一致を得た。また、EAR のエコー強度より定めた対流圏界面高度は東風が最大となる高度と良く対応しており、この強度での乱流強度の増大が見られた。またこの領域においては KH 不安定と強い東西風の影響を避けるための南北方向の対向ビームを用いた鉛直風の推定においても 1-5cm 程度の上昇流が観測されていた。対流圏界面の直上における乱流強度の増大と上昇流の存在が STE の及ぼす影響につきさらに考察を進める。