

対流圏に見られる鉛直微細構造

中田 隆, 木村龍治, 新野 宏 (東京大学海洋研究所)

1 はじめに

雲は下層雲、中層雲、上層雲というように大気の状態によってさまざまな高度に現われる。ときには同じような高度に何層にも重なった雲が見られ、その間には相対的に乾燥していると思われる層がある。このような雲が現れるためには大気中の水蒸気量が鉛直方向に変動している必要があると考えられる。

大気が層構造をもつという観測結果はいくつか報告されている。Iseline and Gutowski(1997)は、レーウィンゾンデの冬期のデータを用いて相対湿度が高い湿潤層について調べた。その湿潤層は一つの鉛直プロファイルに一層程度しか現われない湿潤層であり、その平均高度は600-500hPa、平均的な層厚は約1.5kmであった。Daludier *et al.*(1994)は、地表面から成層圏中層まで鉛直方向に20cmの解像度で気温を測定し、気温の鉛直勾配が正であるたくさんの薄い層を見つけた。そして、その層厚は3~20mであった。また、Newell *et al.*(1996)は航空機観測により、水蒸気やオゾン等の鉛直プロファイルを求め、平均的な層厚が数百mの変動量について調べた。

これらの研究は大気に鉛直構造が存在することを示している。しかしながら、温度と水蒸気との関係についてはほとんど調べられていない。そこで、対流圏の気温と水蒸気の関係に注目して解析を行なった。

2 データ

解析には以下の4つのデータセットを用いた(表1)。

- (1) TREX(Torrential Rainfall EXperiment) データセット
梅雨末期の降水系の解明を目的として1996年6~7月に、各大学、研究所の共同研究としてTorrential Rain Experiment(TREX)が行なわれた際の観測のデータセット。
- (2) TAPS(Tsukuba Area Precipitation Studies) データセット
関東平野のメソスケール現象を研究することを目的として行なわれている観測のデータセット。
- (3) 高層観測データセット
- (4) 観測研究船淡青丸(東京大学海洋研究所)で得られたデータセット

表 1: データセット

観測地点	緯度 (N)	経度 (E)	期間	データ数	鉛直解像度 (m)
1. 平島	29.68	129.53	1996/6/20-7/8	43	10
2. 南種子	30.41	130.91	1996/6/19-7/7	43	10
3. 硫黄島	30.78	130.27	1996/6/27-7/7	36	10
4. 内之浦	31.15	130.05	1996/6/20-7/9	46	10
5. つくば	36.05	140.13	1995/6/6-8/16	42	10
6. 前橋	36.43	139.05	1995/7/10-8/10	67	10
7. 淡青丸	32-35	136-140	1995/8/31-9/5	22	10
8. 館野	36.05	140.13	1997/1/1-1/31	62	20
9. 館野	36.05	140.13	1996/8/1-8/31	62	20
合計				423	

3 変動量を取り出す方法

- (1) 鉛直方向に 10m 間隔の気温のデータ $T(z_n)$ に対して、700m の移動平均

$$\bar{T}(z_n) = \frac{1}{71} \sum_{j=n-35}^{j=n+35} T(z_j) \quad (1)$$

を計算することによって、トレンド $\bar{T}(z_n)$ を求め、観測データ $T(z_n)$ とトレンド $\bar{T}(z_n)$ との差

$$T'(z_n) = T(z_n) - \bar{T}(z_n) \quad (2)$$

を求めることにより、変動量 $T'(z_n)$ を得る。

- (2) 観測精度上、微小スケール (200m 以下) について議論することは困難なため変動量 $T'(z_n)$ に 200m の移動平均

$$T''(z_n) = \frac{1}{21} \sum_{j=n-10}^{j=n+10} T'(z_j) \quad (3)$$

を行なって微小スケールの変動を除去する。

比湿に対しても同様にして変動量を取り出す。

4 結果

気温、比湿の鉛直プロファイルに上記のバンドパスフィルターをかけることによって気温と比湿の微細構造を得た (図.1)。データは 1996 年 6 月 27 日 9:00JST に鹿児島県硫黄島で観測されたものである。気温偏差 (実線)、比湿偏差 (破線) がとる値の範囲はそれぞれ、 $-0.4 \sim 0.4\text{K}$ 、 $-0.6 \sim 0.6\text{g/kg}$ であり、その層厚は両者ともに約 300m であった。また、図 1 からこの二つの物理量の間に負の相関があることがわかる。このときの相関係数は -0.55 であった。TREX 期間の他の鉛直プロファイルも同様の特徴を示した。さらに、TREX 期間の相関係数の頻度分布から鉛直プロファイルの約 90 を調べるために、地域と季節の異なる二つのデータセットについても同様の解析を行なった (図.3. 4)。その結果、同じように負の相関が卓越した。

5 結論

気温と比湿は微細構造を持ち、そのスケールは300m程度であった。気温偏差と比湿偏差との間に負の相関が存在し、これらの特徴は季節と場所に関係なく一般的に見られた。

参考文献

- [1] Dalaudier F., C. Sidi, M. Crochet and J. Vernin (1994): Direct evidence of "sheets" in the atmospheric temperature field. *J. Atmos. Sci.*, **51**, 237-248.
- [2] Iselin J. P. and W. J. Gutowski Jr. (1997): Water vapor layers in STORM-FEST rawinsonde observations. *Mon. Wea. Rev.*, **125**, 1954-1963.
- [3] Newell R. E., Z.-X. Wu, Y. Zhu, W. Hu, E. V. Browell, G. L. Gregory, G. W. Sachse, J. E. Collins Jr., K. K. Kelly and S. C. Liu (1996): Vertical fine-scale atmospheric structure measured from NASA DC-8 during PEM-West A. *J. Geophys. Res.*, **101**, 1943-1960.

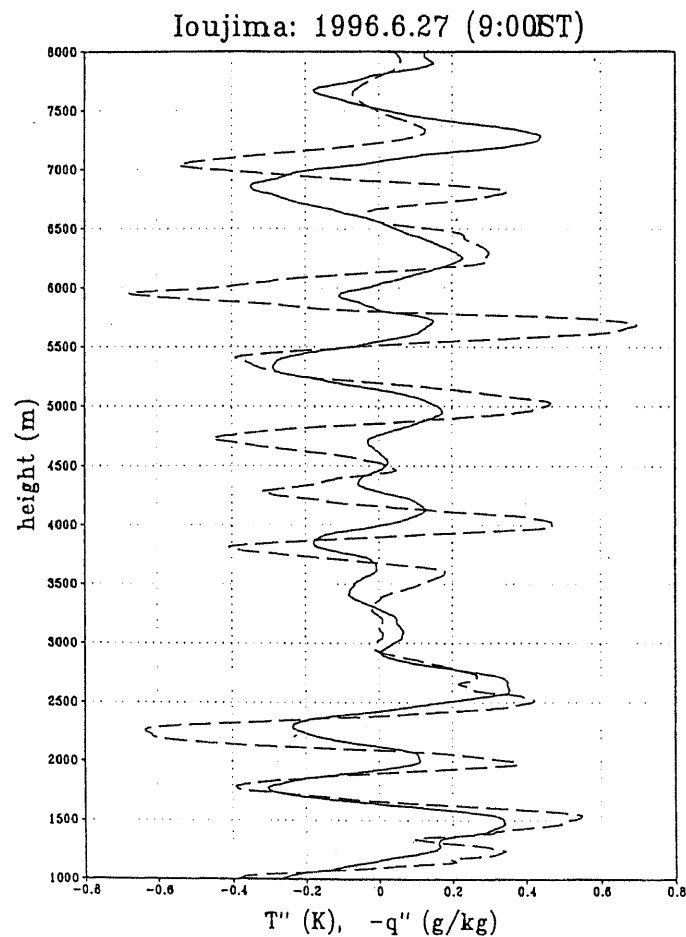


図1: 高層観測から得られた温度(実線)と比湿(破線)の微細構造。比湿の偏差は符合を逆にしてある。

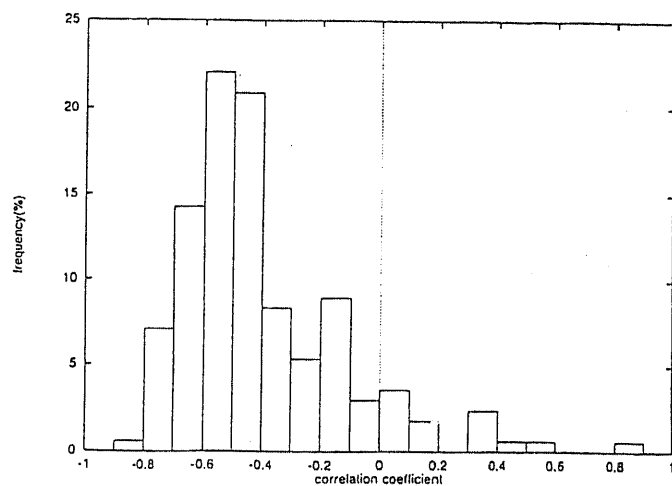


図 2: TREX 期間の相関係数の頻度分布 (平島, 南種子, 硫黄島, 内之浦)

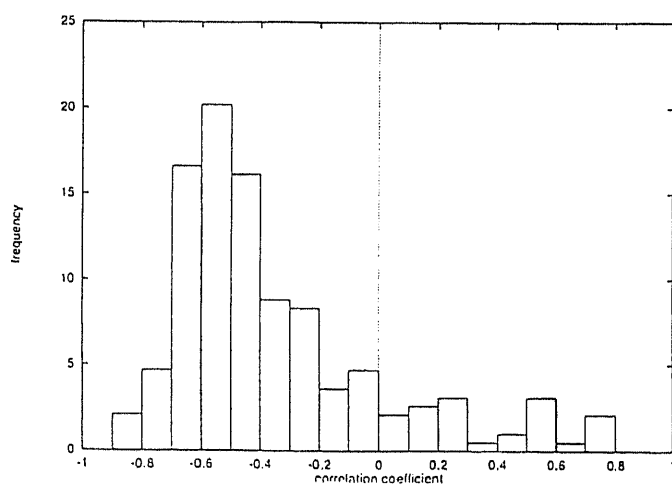


図 3: 夏期の相関係数の頻度分布 (前橋, つくば, 館野, 淡青丸)

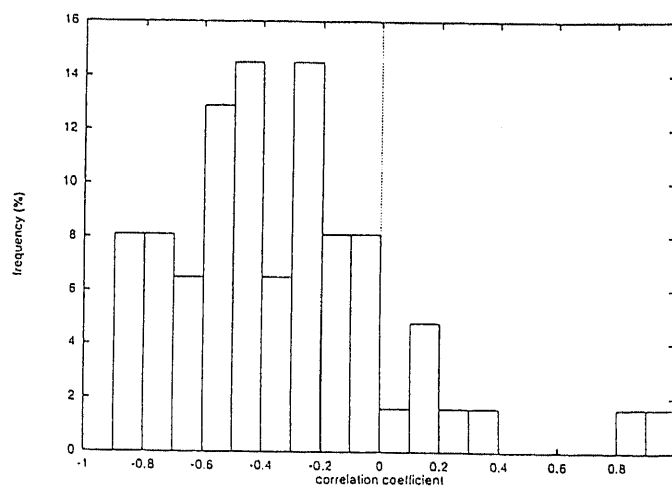


図 4: 冬期の相関係数の頻度分布 (館野)