

静岡県 正会員 立川 貴一  
 山梨大学工学部 正会員 神田 学  
 山梨大学工学部 正会員 竹内 邦良

### 1.はじめに

積雲型対流混合層内では、積雲-対流-放射-地表面熱収支の各ファクターが相互に依存し合っている(図-1参照)。本研究では、積雲型対流混合層内の相互作用を調べるために、数値シミュレーションを行い、その結果の検討に、統計処理だけでなく、可視化手法を用いて、現象の把握理解に役立てたので、報告したい。

### 2.数値シミュレーションについて

本研究で用いた数値シミュレーションは、放射モデル、対流モデル、地表面熱収支について解いてあり、特に、調べようとするのは、数分から数時間の比較的短時間のフィードバック作用である。対流モデルは、Klemp&Wilhelmson(1987)の一般方程式のLarge Eddy Simulationを用いた。

計算領域は、水平 $1.5 \times 1.5 [\text{km}]$ 、鉛直 $2.4 [\text{km}]$ ( $15 \times 15 \times 45$  メッシュ)で、1個か2個のサーマルを解像する。計算時間は、1.25秒刻みで合計5時間分計算を行った。側方境界は周期境界条件、地表面はボーエン比を仮定した簡単な熱収支を解き、初期条件はGATEを参考にした。また、地表面とのフィードバックの問題等を考慮して、短波光は終始真上から照射するものとする。

### 3.可視化支援システムについて

可視化システムは、米国のAVS社が開発したAVS(Application Visualization System)である。このシステムを用いて、サーマル、積雲、混合層内の空気の流れなどを可視化した。

### 4.統計量

図-2は、空間平均された雲水量の時間変化であり、明瞭な周期性がみられる。このほぼ1周期分に相当する、200分から250分における空間平均された雲水量と、各高度における鉛直熱輸送量の時間変化を図-3に示す。

### 5.可視化例

図-4, 5, 6は、計算開始より210、225、250分後の上昇気流と下降気流及び積雲を、等価面で可視化したものである。計算領域の下側の濃い色の部分が、 $-0.5 [\text{m/s}]$ の下降気流で、その上の少し色が薄くなっている部分が、 $+0.5 [\text{m/s}]$ の上昇気流を表している。上昇気流の上の、色が一番薄い部分が $10^{-6} [\text{m/s}]$ の雲水である。

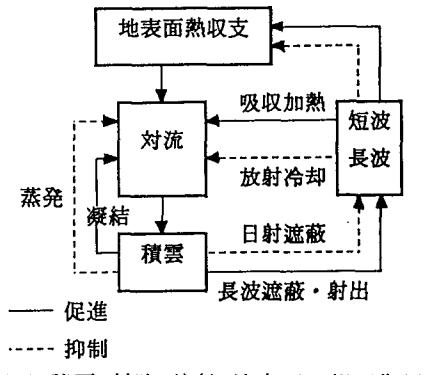


図-1 積雲-対流-放射-地表面の相互作用

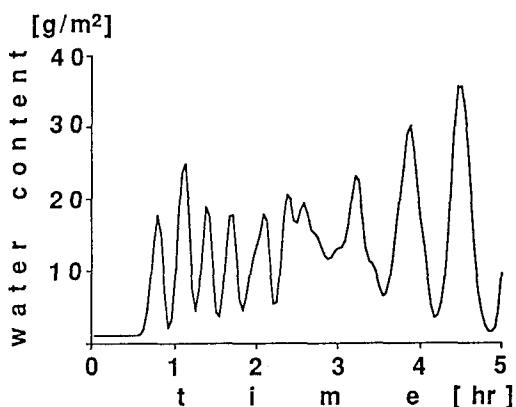


図-2 雲水量の時間変化

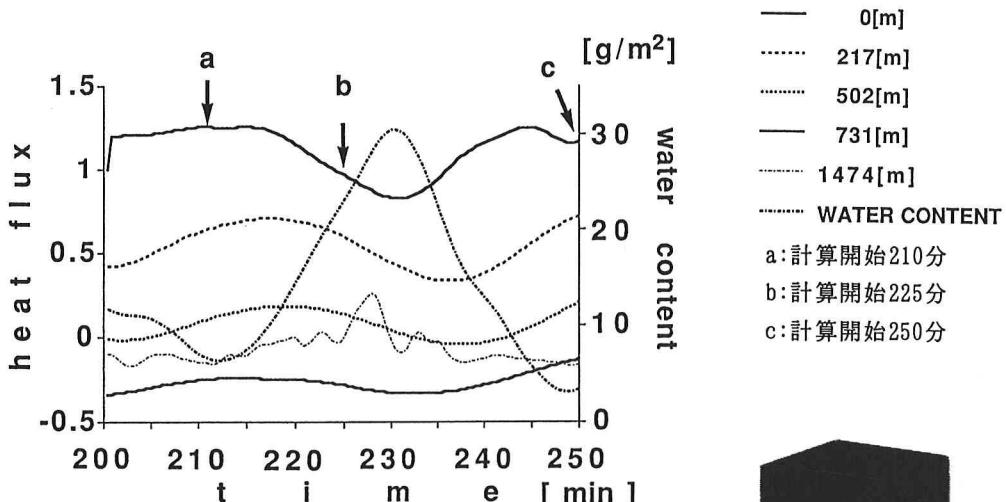


図-3 各高度における熱フラックス量と雲水量  
の時間変化  
(左縦軸は、初期の地表面熱フラッ  
クスで無次元化されている。)

### 6. 考察

この可視化画像を見ると、積雲の生成-成熟-減衰という雲のライフサイクルが、明瞭に見て取れる。積雲のライフサイクルは、40~50分程度で、これは、図-2の空間平均された雲水量の時間変化に現れている卓越周期とよく合致している。また、図-3において、雲中高度 (1500m)で、鉛直熱輸送量の変動にも対応している。

図-4, 5, 6の可視化画像と図-3の鉛直熱輸送量より、積雲の発達期（図-4、図-3中のa）には、地表面の鉛直熱輸送量が大きく、成熟期（図-5、図-3中のb）には、積雲生成による地表面に到達する短波放射の減少により、地表面の鉛直熱輸送量が減少している。そして、徐々にその鉛直熱輸送量の減少が、上部に伝わっていく様子が分かる。このように、地表面のフィードバック作用が雲のライフサイクルに影響を及ぼしている。

#### 〔参考文献〕

- 1). 神田学 (1992): 東京工業大学土木工学科博士論文
- 2). 神田・立川(1994): 水工学論文集、第38巻、PP. 1~6



図-4 計算開始210分の画像



図-5 計算開始225分の画像

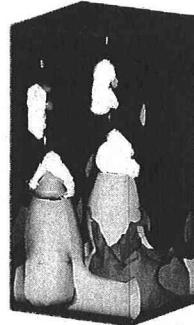


図-6 計算開始250分の画像