

II - 44

簡易植生モデルと多層植生モデルの比較

山梨大学 正会員 神田 学

1. 植生層の解像度について

著者は、植生層内の熱・水移動を大気-植物-土壌の連係の基に詳細に記述したモデル（NEO SPAM）を用いて植生層内外のミクロな微気象の計算を行ってきた。実際、計算機負荷等の制約条件を度外視すれば、植物群落層を細かく解像し、適切な乱流モデルを用いて、植生層内外の物理量を直接予測することが望ましい。昨今のコンピュータ性能の向上を鑑みれば、植生層および土壌層の多層モデルをあらゆるスケールの気象モデルに導入することは、現実のものとなりつつある。その一方で、植生層のパラメタリゼーション手法（簡易モデル）の進歩も著しい。現在、GCM（Global Circulation Model）に導入されている、Sellersら（1986）のSIB（Simple Biosphere Model）は2層の簡易モデルであり、その代表格といえる。近藤らは、このパラメタリゼーションの問題について詳細な研究を行っている。最大の問題であった大気-植生間のバルク係数あるいは流体力学的パラメーター（粗度や修正高さ）については、いくつかの実験式や算出法が提案されており、極めて実用的である。しかし、簡易モデルの導出には、いくつかの仮定が含まれているため、どの程度適用可能なかを多層モデルと比較検討する必要がある。本研究では、大気境界層を含む一次元場および2次元の正弦波地形を例に取り、この点について検討を行ったので報告する。

2. 計算の概要

計算対象としたのは、a) 4kmの一次元大気境界層、およびb) 高さ1km、波長80kmの2次元の正弦波地形である（22 x 100 メッシュ）。計算を行った植生モデルの概要を以下に示す。

- 1) 多層モデル： 植生層の熱・水蒸気過程を導入した著者のモデルに、Yamada(1982)の乱流クロージャーモデルのレベル2.5を導入したもの。乱流エネルギーの予報式をもつ。長さスケールは診断式を用いる。
- 2) 2層モデル： Sellersら(1986)のSIBモデル。風速分布に指数減衰型の相似性を仮定し、かつ拡散係数が風速に比例することを仮定することにより、各種バルク係数が数値解析的に決定される。
- 3) 一層モデル： 植生の効果を粗度のみで表す一層モデル。Watanabe(1993)の粗度実験式は、運動量・水蒸気・熱のそれぞれについて与えられていること、経験則ではなく蒸発散パラメーターから合理的に決定されたため他のモデルと比較しやすいことを考慮して採用した。

いずれの計算においても地表面温度は、FRM法によって求めた。植生の高さは20mで、地上10mまでは幹のみ、それ以上は一定の葉面積密度を与えた。蒸発散や・地中関連のパラメーターは、モデル間の差が生じないように全て統一した（上記の3モデルはパラメーターの統一化が可能である）。変えたのは、植生の葉面積密度のみとした（LAI=5および1）。

3. 主な結果と考察

1) 葉面積が比較的密（LAI=5）な場合

植生面におけるエネルギーバランスで見ると、モデル間の差は小さい（図1a）。結果として大気境界層の風速プロファイルにも差が生じない（図略）。従って、一層モデルでもメソモデルに適用可能である。しかしながら植生層内に目を向けるとSIBで算出される風速・拡散係数の鉛直プロファイルが、多層モデルの結果と一致しているわけではない（図2）。特に昼よりは夜に、植生上部よりは下部での違いが著しい。それに関わらず、植生面でのエネルギーバランスがあう理由は、夜は放射過程が重要で乱流拡散の寄与はもともと小さいこと、植生が密な場合は、地表面まで日射があまり到達せず（10%弱）、植生下部のエネルギーレベルが小さい（従って全体のエネルギーバランスへの寄与が小さい）ことによる。

2) 葉面積が比較的疎（LAI=1）な場合

植生面におけるエネルギーバランスにモデル間の差が生じている（図1b）。一層は過大評価、SIBは過小評価となる。葉面積が疎な場合は日射がかなり透過するため（40%程度）、植生下部の拡散係数が重要となる。すなわち、一層は下部層がないので拡散無限大、SIBは下部の拡散が過小評価となるため、上記のようなエネルギー収支の差が生じる。それに応じて大気境界層の風速分布にも差が生じている（図3）。昼間の風速は、一層・SIBともに多層と一致しないが、SIBの夜間の風速分布が多層とよく一致しているのは、放射過程が導入されているためである。

参考文献

- Sellers et al.: J. Atmos. Sci., 43, 505-531, 1986.
 Yamada, T.: J. meteorol. Soc. Japan., 60, pp. 439-454, 1982.
 神田学・日野幹雄: 水文水資源学会誌, 3, pp. 47-55, 1990.
 Watanabe, T.: Boundary Layer Meteorol., 70, pp. 13-35, 1993.

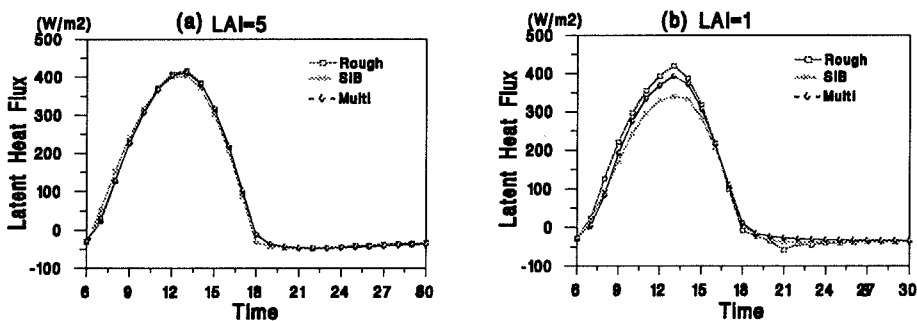


図1 植生面での潜熱フラックス (a) LAI=5 (b) LAI=1

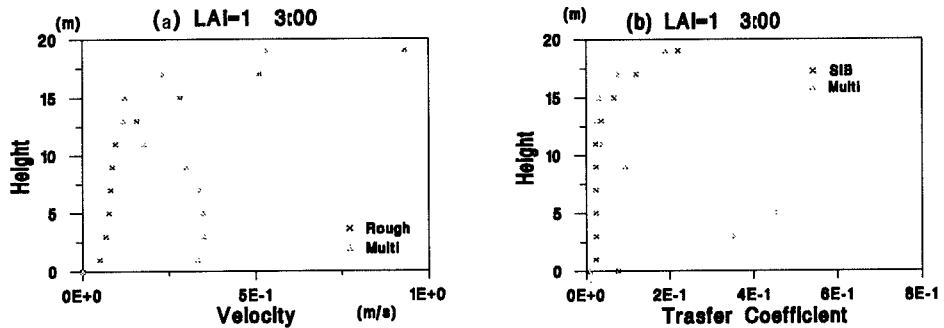


図2 植生内での (a) 風速分布と (b) 拡散係数

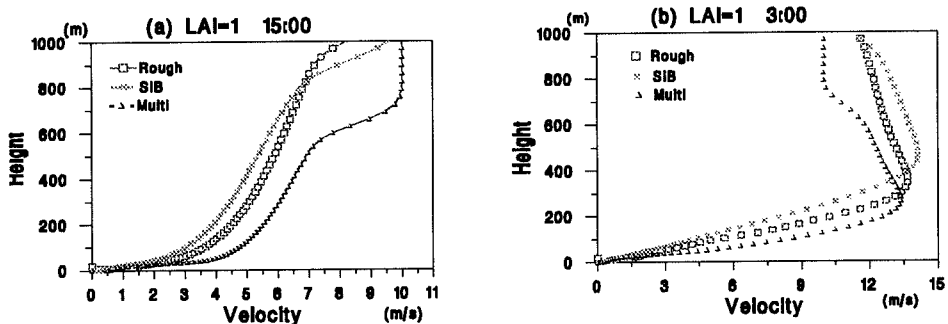


図3 大気境界層の風速分布