

京都大学大学院 学生員 田中 賢治
京都大学防災研究所 正員 池淵 周一

1 序論 本論文では都市域・水体を考慮した生物圏モデル(SiBUC)¹⁾と局地循環モデルLCM(Local Circulation Model)²⁾を結合することにより流域スケールの蒸発散モデルを構築し、水・熱循環過程の解明を目指す。

モデルの解析スケールよりも小さなスケールで土地利用が変化する場合、従来のモデルでは個々の土地利用の大きさが領域平均熱フラックスに及ぼす影響を考慮できなかった。すなわちひとつの格子領域内に複数の土地利用が混在する場合、領域内の各土地利用ごとの面積の比によって領域熱フラックスを評価する方法³⁾(面積率パラメタリゼーション)では、格子領域内で個々の土地利用が散在しているか、まとまって存在するかという土地利用スケールの効果を表現できなかった。本論文では面積率によるフラックス評価の妥当性と限界について調べ、次に領域熱フラックスと土地利用スケールの関係に注目して領域平均熱フラックス算定のための新しいパラメタリゼーションについて検討をおこなう。

2 モデルの構成

大気モデル (LCM) の基礎式は、運動方程式、温位の式、比湿の式、連続式、静力学平衡の式からなる。

陸面水文過程モデル (SiBUC) は大気大循環モデルに取り込まれている SiB⁴⁾ を流域スケールに適用したものであり、SiB では考慮されていなかった都市域と水体がモデルに取り込まれている。両者を参照レベル (25m) で結合し、大気-陸面間の相互作用を表現する。

3 2次元微細モデルによる検討

まず、SiBUCと大気2次元微細モデルを結合し、土地利用の‘面積率’を用いてのフラックス算定についてその妥当性と限界を検討する。この際、格子間隔をひとつの土地利用スケール以上にとることは面積率の考え方そのものであるため、格子間隔は最小の土地利用スケール以下に設定しなければならない。

計算領域は2種類の土地利用が交互に無限に繰り返されている場の中の一組であり、土地利用のスケー

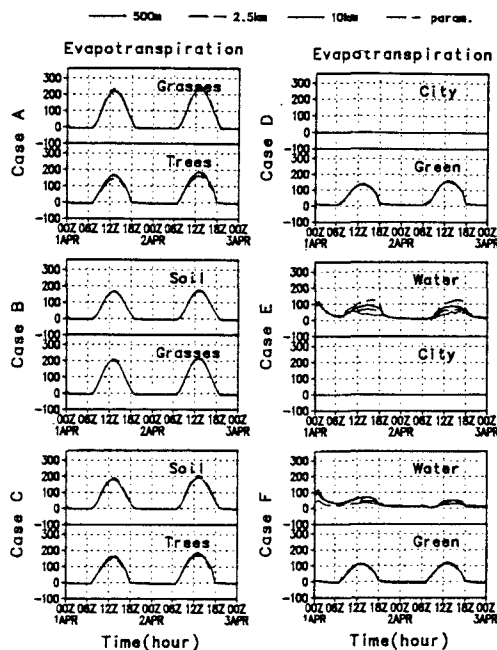


図 1: 各土地利用からのフラックス

ルを変えた場合(各グリッドは一つの土地利用で代表される)と、面積率パラメタリゼーションを用いた場合(各グリッドに2つの土地利用の面積率を0.5ずつ与える)について計算を行った。(土地利用の組合せは、木・草、草・裸地、木・裸地、緑地・都市、都市・水面、緑地・水面、の6通り)

それぞれの土地利用の組合せについて、各土地利用からの潜熱フラックスの時間変化を図1に示す。

土地利用が都市・水体以外のときは土地利用スケールの違いによるフラックスの顕著な違いはなく、また面積率によって各土地利用からのフラックスはかなり良い精度で評価されている。都市と水体の場合は土地利用スケールが小さくなるほど水体からの潜熱は大きくなっており、また面積率により評価されたフラックスとの差は土地利用スケールが大きいものほど大きい。

次に都市と水体の組合せの場合について土地利用スケール λ がフラックスに及ぼす影響を調べ、地表面フラックスを評価する際の新しいパラメタリゼーションについて、検討を行なう。

2つの土地利用(都市と水面)上空の参照レベルにおける平均水蒸気圧の差 Δe_r を横軸に、領域潜熱フラックス IE を縦軸にとったものを図2に示す。この関

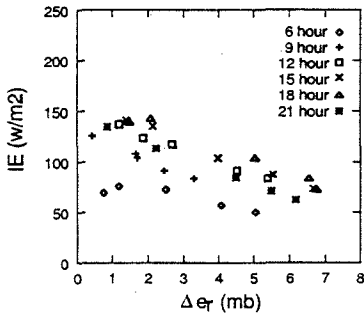


図2: Δe_r と IE の関係

係は一次関数で近似でき、

$$IE = A_E - B_E \Delta e_r \quad (1)$$

という関係が成り立つ。ここで、 A_E は土地利用スケールが無限小のときの領域フラックスで、 B_E は時刻に依存しない定数である(場のパラメータには依存する)。 A_E は面積率を用いて算出したフラックスに近似的に等しい。図3は λ を横軸に、 Δe_r を縦軸にとつ

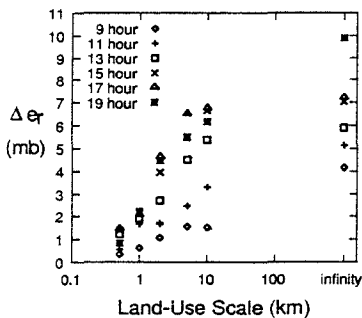


図3: λ と Δe_r の関係

たものである。

Δe_r は λ のみでなくフラックスの大きさにも依存するので次式のように表現する。

$$\Delta e_r = f_e(\lambda, A_E) \quad (2)$$

以上の議論より、次のような方法でスケール効果をパラメタライズすることが可能である。

まず大気の物理量の領域平均値と従来の手法である面積率パラメタリゼーションを用いて領域フラックスの目安となる量 A_E を求める。そしてこの A_E より、 Δe_r を式(2)で計算し、式(1)に代入すれば、スケール効果を考慮して補正をした領域平均フラックスを計算することができる。

あるいは Δe_r より、SiBUCに与える大気の境界条件 e_r を各土地利用ごとの物理量 e_{ri} ($i = c, g, ua, wb$)に分解し、再度SiBUCの計算を行ってフラックスを算出するという方法も考えられる。顕熱フラックスについても同様の議論が成り立つ。

4 結論

本研究の結論は以下の通りである。

- ・LCMとSiBUCを結合し、流域スケールの蒸発散モデルを構築した。

- ・2次元微細モデルを用いて、土地利用スケールと領域フラックスの関係について調べた。土地利用が水体と都市の組合せ以外では土地利用スケールの違いによる領域フラックスの差は小さいが、都市と水体の場合はスケール効果が生じる。

- ・領域フラックス算定のための手法である、'面積率パラメタリゼーション'についてその適用限界を明らかにした。

- ・土地利用スケールを考慮した新しいパラメタリゼーションについて検討を行った。このパラメタリゼーションについては今後さらに一般化した形での定式化を行う必要がある。

参考文献

- 1) 田中賢治. 都市域, 水体をも考慮した蒸発散モデルの構築とその琵琶湖流域への適用. 京都大学防災研究所年報第37号B-2, pp.299-313, 1994
- 2) 葛葉泰久. 数値解析による広域場からの蒸発散量推定のための基礎的研究(II). 京都大学防災研究所年報第36号B-2, pp.159-171, 1993.
- 3) Fujio Kimura. Heat Flux on mixture of different land-use surface, test of new parameterization scheme. *J. Meteor. Soc. Jpn.*, Vol.67, No.3, pp.401-409, 1989.
- 4) P.J.Sellers, Y.Mintz, Y.C.Sud, and A.Dalcher. A simple biosphere model (SiB) for use within general circulation models. *J. Atmos. Sci.*, Vol.43, pp.505-531, 1986