

II-27

局地循環モデルにおける地表面水蒸気フラックス算定誤差

防災科学技術研究所 正員 葛葉泰久・岸井徳雄
 防災科学技術研究所 早野美智子

1.序論: 局地循環モデルを用いた数値シミュレーションにおいて、大気モデルの各格子点での水蒸気・顕熱フラックスを算定する手法として、格子点に対応する地表面中の、同種のパッチからのフラックスを加重平均する方法が従来から良く用いられている。しかし、「地表面のパッチスケールが大きくなると、加重平均を用いた算定法では誤差が大きくなる」ということも、良く知られている¹⁾。パッチスケールが、おおよそ 10km 以下の場合に加重平均で平均フラックスを求めることができるという研究結果もある。ここでは、2次元局地循環モデルを用い、パッチスケールと初期風速を変化させて、スケール・初期風・誤差の関係を調べる。局地循環モデルに限らず、格子点を用いた大気モデルでは、モデルの xy 平面の最小単位、すなわち直近の 4 点からなるグリッドスクエア内の local な循環は無視される。最小単位内に不安定下の水面と陸面が混在する場合など、かなり大きな循環が起こるが、通常このような循環は無視されるようである。しかし、上述のような、「(移流がパラメタライズされていない) 加重平均によるフラックス算定法では誤差が大きくなる」ことの要因として、local な循環が考えられる。これらについて考察するのが本稿の目的である。

2.手法: 計算に使用したモデルは、木村の 2 次元ドライモデルを本研究用に改変したものである。座標系は z*系、水蒸気フラックスは β 法、地表面境界条件として FRM によって算定される地表面温度を用いている。本稿で用いる計算結果は、以下のような条件で計算したものである。すなわち、1)2 つの異なるパッチとして、蒸発効率 β が 0 の面(乾燥面)と、1 の面(湿潤面)を考える。2)計算領域として、横方向に格子点を 402 個配置する。3)側方境界条件は、periodic なものとする。4)初期風速として、1m/s, 5m/s, 10m/s の 3 通りの条件を設定する。5)パッチスケールとして、10km~10000km を考える。ただし、これを次のように 3 つのグループに分ける。すなわち、1)領域長を 400km とし、領域内に乾燥面と湿潤面を交互に配置する。パッチスケールが 10km, 50km, 100km, 200km の条件下で計算を行う(以下、Case A と称す)。2)領域長 4000km, パッチスケール 100km, 200km, 500km, 1000km, 2000km の場合 (Case B)。3)領域長 20000km, パッチスケール 1000km, 2500km, 5000km, 10000km の場合 (Case C)。例えば、Case A と Case B で、双方に 100km, 200km の場合が含まれているが、これは、以下の理由による。すなわち、1)と 2)では領域長も格子点間隔も異なる。本稿では「熱的局地循環」が及ぼす影響を考察しようとしているが、これらの違いのため、同じパッチスケールでも結果が異なる可能性を考え、このようにオーバーラップさせる。なお、局地循環モデルの実用面から考えると、1000km 以上のスケールのパッチは現実的ではなからう。しかし、傾向を知るために、あえてこのような計算も行った。

3.計算結果と考察: 図 1 は、Case A において初期風を 1m/s としたときの、潜熱フラックスの時間変化を示した図である。計算は、実時間で 48 時間分を行った。各曲線とも、ほぼ 35 時にあたる時間でピーク値を示しているため、この時間での値を比較することにする。

図 2, 図 3, 図 4 はそれぞれ初期風が、1m/s, 5m/s, 10m/s の場合の計算結果を用いて作成した図である。図の横軸は、対数表示したパッチスケール、縦軸は、パッチスケールが 10km の場合のフラックス値で正規化したフラックス値である。例えば図 2(1)のうち■で表示された 4 つの点は、Case A のものである。図 2(1)の 4 つの■だけに注目すると、スケールが 10km~200km の範囲では、値がかなりばらついている。また、Case B (●), Case C (▲) は Case A にうまく接続しているようにも見えるが、図 2(2)を見ると、顕熱フラックスに関しては、そうはなっていない。この場合、初期風が 1m/s であり、local な循環が 200km 以下のスケールで大きく影響した結果ではないかと考える。2000km 以上のスケールでは、10km スケール

キーワード: 蒸発散, 局地循環モデル, スケール問題, パッチ
 連絡先: 305-0006 つくば市天王台 3-1 防災科学技術研究所 気水圏研究部 電話・FAX とも 0298-51-6451 (直)

での値を真値と考えた場合に決して誤差が小さいとはいえないが、値のばらつきがなくなっている(x軸が対数表示でない図2(1')参照)。この状態を、「安定」ということにすると、1m/sの場合は、2000km以上のスケールで安定しているといえる。それに対し、初期風5m/s、10m/sの場合には、500kmスケール以上で値が安定している(図2,3参照:掲載していないが、図2(1')に類似の図も使用)。

4.結論: 1m/s、5m/s、10m/sの初期風を与えて、パッチスケールと誤差の関係を調べた。得られた結果は、1)初期風が小さい場合には、スケールが2000km程度で安定になる。初期風が強い場合には500km程度で安定になる。これは、初期風が強いほど、localな循環の影響を受けないからと考えるが、さらに詳しくメカニズムを調べる必要があると考える。2)10kmスケールでの値が真値であると考えたなら、初期風が5m/sで値が安定している状態、すなわちスケールが500km以上の場合に精度が良く、初期風が10m/sの場合には、誤差が大きい。しかし、これについても「10kmスケールでの値が真値である」と考えることの正当性も含め、さらに詳しく調べる必要があると考える。

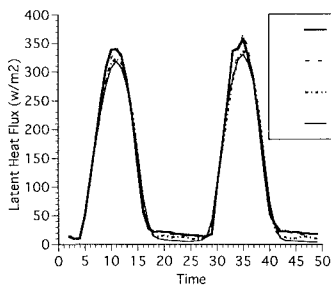


図1:潜熱の時間変化(Case A, 1m/s)

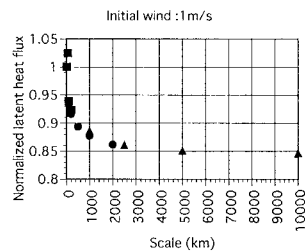


図2(1'):スケールと潜熱フラックス

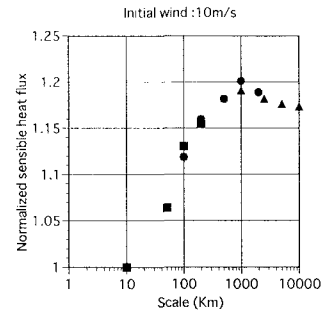
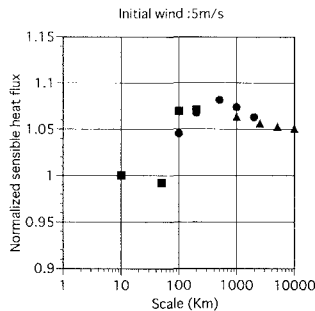
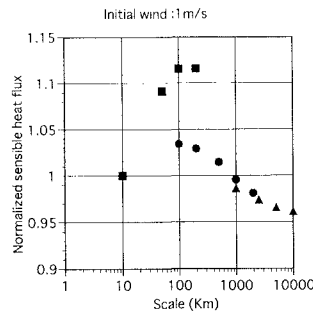
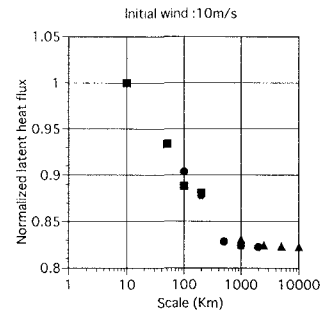
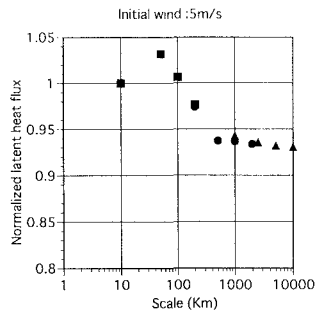
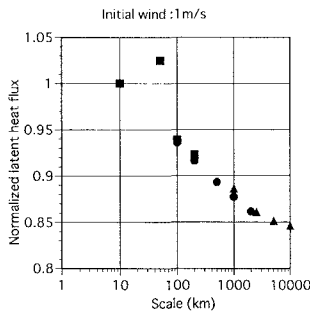


図2(1):スケールと潜熱フラックス(1m/s) 図3(1):スケールと潜熱フラックス(5m/s) 図4(1):スケールと潜熱フラックス(10m/s)
(2):スケールと顕熱フラックス (2):スケールと顕熱フラックス (2):スケールと顕熱フラックス

謝辞: モデルの使用をご了解頂き、数々のご助言をいただいた筑波大学木村富士男教授に深謝いたします。

参考文献: 檜山哲哉:「蒸発散」IV.広域蒸発散の推定法(1), 日本水文科学会誌, 26(3), 195-207