

山梨大学大学院 学生会員 ○福原章尚
 山梨大学 正会員 砂田憲吾
 山梨大学 正会員 大石 哲
 山梨県土木部 直井崇宏

1. はじめに

近年,リモートセンシング観測や,地理情報システム等の発達により,広域でかつ詳細な水文モデルの構成が可能となってきた。これらを有効に利用するためには,空間内における諸現象・諸過程をいかに大スケールモデルへと集約・平均化していくか(スケールアップ),また大スケールモデルからの情報を小さいモデルへと細分化(スケールダウン)していくかが課題となる。

水文現象には,空間的スケールと時間的スケールとの間に密接な関係がある。本稿ではまず衛星リモートセンシングデータと気象データをから,地表面水文情報を入手し,単純な算術平均で物理的に妥当な平均値を与える最大空間スケールを検討した。また,その最大空間スケール以上のスケール化平均手法の具体的なモデル化を試み,それがスケールアップスケールダウンに用いることの妥当性を検討した。

2. 地表面水文情報の分布と平均化

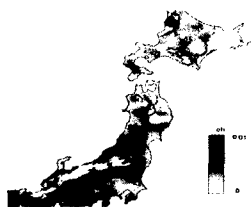


図1 バルク輸送係数の分布

(4/23; 1km*1km)

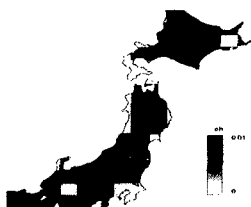


図2 バルク輸送係数の分布

(4/23; 64km*64km)



図3 バルク輸送係数の分布

(4/24; 1km*1km)

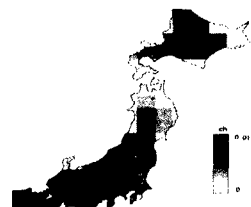


図4 バルク輸送係数の分布

(4/24; 64km*64km)

図1~4は,例として東日本におけるバルク輸送係数(空気の混ざり具合を示す指標)のデータ分布について1km四方~64km四方ごとで平均化した分布図である。なお,データは東日本全域がほぼ晴れ渡った1996年4月24日,及び,4月23日のものを使用している。

データがない所(上図で空白のある所)は,上空が雲で覆われている所であり,その地点でのデータは除いている。

3. マクログリッド平均計算式を用いた蒸発散量の平均化

マクログリッド平均とはそのグリッド内に分布する各物理量が一定と考えられるサブグリッド(要素)の水文量を平均化するものである。ここでは10km~100km四方程度の領域のことをマクログリッドと呼び,1km四方の領域はサブグリッドであるとする。マクログリッド平均とはサブグリッドからマクログリッドでの平均値に対して生じているデータの差を考慮に入れて,平均化を行うものである¹⁾²⁾。ここでは4月23日と4月24日のデータについて,各スケールに対して平均化した蒸発散量と,共分散の関係を検討している。

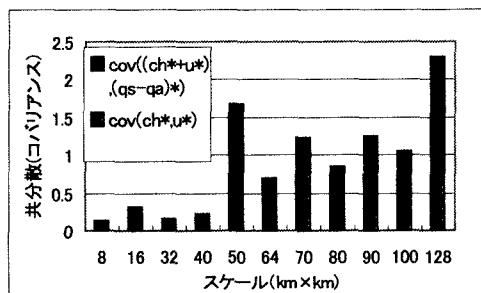


図5 スケールと共分散の関係(4/23)

キーワード: リモートセンシング・地表面水文情報・マクログリッド・スケールアップ・平均化

連絡先: 〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 TEL055-220-8524 FAX055-220-8773

蒸発散量 IE はバルク式によると式(1)のように表される。³⁾

$$IE = \rho \beta C_H U (q_s - q_a) \quad (1)$$

$$IE = \rho \beta \overline{C_H} \overline{U} \overline{Q} \{1 + \text{cov}(C_H^*, U^*) + \text{cov}((C_H^* + U^*), Q^*)\} \quad (2)$$

$$\left[\begin{array}{ccc} \frac{C_H'}{C_H} = C_H^* & \frac{U'}{U} = U^* & \frac{Q'}{Q} = Q^* \\ C_H' = \overline{C_H} - C_H, U' = \overline{U} - U, Q' = \overline{Q} - Q, Q = q_s - q_a \end{array} \right]$$

ここで C_H : バルク輸送係数, U : 風速, β : 蒸発効率, q_s : 地表面での飽和比湿, q_a : 大気比湿, $\overline{C_H}, \overline{U}, \overline{Q}$: 各スケールに対しての平均値である,ここに ρ, β を一定として考え, C_H^*, U^*, Q^* をそれぞれ括弧内のように定義すると, (1)式は(2)式のように共分散の形で表すことができる.この(2)式を用いてサブグリッド($1\text{km} \times 1\text{km}$)における水量に対する共分散とスケールの関係を検討した.

図 5, 図 6 は, 4 月 23 日と 24 日のデータを用い, それぞれ縦軸を共分散, 横軸をスケールとしたグラフで, $\text{cov}(C_H^*, U^*)$ と $\text{cov}((C_H^* + U^*), Q^*)$ をそれぞれ示している. これをみると, 4 月 23 日のデータでは, 50km 四方以上ではサブグリッドスケールの共分散を考慮しない単純な算術平均では, 実際のマクログリッド平均を表すことが出来ないことが分かる. 4 月 24 日については共分散の値は 40km 四方から大きくなっている. よって, マクログリッド平均計算式を用いた場合, 32km 四方にまでならば単純な算術平均であってもそのスケールの平均値として用いることが出来, $40 \sim 50\text{km}$ 四方以上の算術平均データを用いることは地表面水文情報を把握する上では不適当であると考えることが出来る.

図 5, 図 6 は, 4 月 23 日と 24 日のデータを用い, それぞれ縦軸を共分散, 横軸をスケールとしたグラフで, $\text{cov}(C_H^*, U^*)$ と $\text{cov}((C_H^* + U^*), Q^*)$ をそれぞれ示している. これをみると, 4 月 23 日のデータでは, 50km 四方以上ではサブグリッドスケールの共分散を考慮しない単純な算術平均では, 実際のマクログリッド平均を表すことが出来ないことが分かる. 4 月 24 日については共分散の値は 40km 四方から大きくなっている. よって, マクログリッド平均計算式を用いた場合, 32km 四方にまでならば単純な算術平均であってもそのスケールの平均値として用いることが出来, $40 \sim 50\text{km}$ 四方以上の算術平均データを用いることは地表面水文情報を把握する上では不適当であると考えることが出来る.

4. 最大空間スケール以上におけるスケール化平均手法のモデル化

上で示したような $40 \sim 50\text{km}$ 四方以上(ここで言う最大空間スケール以上)のモデル化を試みようとしたのが図 7, 8 である. このグラフは, 40km 四方以上のスケールについて $\text{cov}(C_H^*, U^*)$ と $\text{cov}((C_H^* + U^*), (q_s - q_a)^*)$ の和とスケールの関係を表している. 図の直線は線形の近似曲線であり, 相関係数の値も示してある.

これらの図を見てみると, スケールと共分散の相関性はそれほど低いものではないことから, 共分散はスケールを大きくするとほぼ線形的に増加していくものと考えることができる. しかし, この近似はやや強引さが見受けられ, 今後の課題を要する.

5. おわりに

これまででは, GPV 気象データ($20\text{km} \times 20\text{km}$)を NOAA 衛星データ($1\text{km} \times 1\text{km}$)に内挿する際, GPV 気象データを距離の逆数に重みをつける方法を取り入れてきた. 今後は標高データ, アメダスデータ等を用いた内挿方法により, 同様の検討を試みていこうと考えている. またメソ気象モデルを用いて, さらに詳細なサブグリッドスケールを設定して, マクログリッド平均を行う方法についても同様の解析し, 本研究の方法と比較, 検討していく予定である.

<参考文献>

- 1) 仲江川敏之・沖大幹・虫明功臣: サブグリッドスケールの物理量分布を考慮したマクログリッド蒸発量の算定, 水工学論文集, 第 38 巻 pp167, 168, 1994
- 2) 仲江川敏之・沖大幹・虫明功臣: サブ領域の物理量分布を考慮した領域蒸発散量の算定, 水文水資源学会誌第 8 巻 1 号 pp57~65, 1995
- 3) 近藤純正: 水環境の気象学—地表面の水収支・熱収支—pp2, 27, 56~58, 69, 130~134, 150, 151, 朝倉書店, 1994

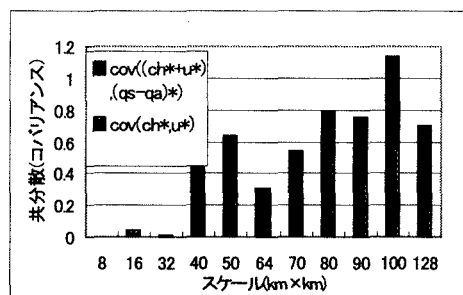


図6 スケールと共分散の関係(4/24)

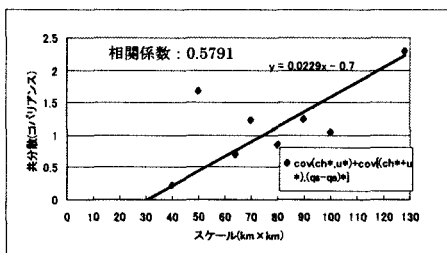


図7 スケールと共分散の関係(40km 四方以上)(4/23)

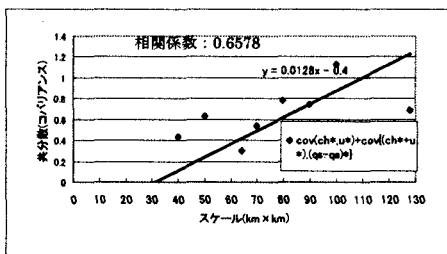


図8 スケールと共分散の関係(40km 四方以上)(4/24)