

II-43

実蒸発散量推定法の比較検討 ——補完法と葉温飽差-相似則法

○松江高専 土木工学科 正員 金子大二郎
中央大学 総合政策学部 正員 日野 幹雄

1. はじめに

我々は、Landsat TM から得られる森林域の地表面温度と気象台ルーチンデータを用い、葉温における飽差とMonin-Obukhov則を連結した潜熱フラックスの算定法を提案して来た(金子・日野, 1993, 1994)。この方法を検証するために、Parlange and Katul(1992)が拡張した補完法と、前述の葉温飽差-相似則法による大気安定度の推定法と気温推定法(金子, 1994)とを組合わせた方法を用い、葉温飽差-相似則法による潜熱フラックスの推定法を検証したので報告する。

2. 広域実蒸発散量の推定法

2.1 Advection-aridity 補完法 Bouchet(1963)が提案し, Brutsaert and Stricker(1979)が修正した補完法は、次の通りである。実蒸発散量 E_{ac} は、Penman蒸発位 E_o との補完関係から、平衡蒸発量(改めて名付ける) E_{co} を介して式(1)により得られる。

$$E_{ac} = 2E_{co} - E_o \quad (1)$$

平衡蒸発量 E_{co} は Priestley and Taylor (1972)の α を用いて式(2)によって表される。

$$E_{co} = \alpha \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (R_n - G) \quad (2)$$

$$E_p = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \cdot (R_n - G) + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} \cdot E_a \quad (3)$$

$$E_a = \kappa U_* \rho (q_{ac} - q_a) \left[\ln \left(\frac{z - d_0}{z_0 \psi} \right) - \Psi' \left(\frac{z - d_0}{L} \right) \right]^{-1} \quad (4)$$

ここに κ : カルマン定数, U_* : 摩擦速度,
 ρ : 空気密度, q_{ac} : 空気の飽和比湿,
 q_a : 空気の比湿 Ψ' : 安定度補正関数

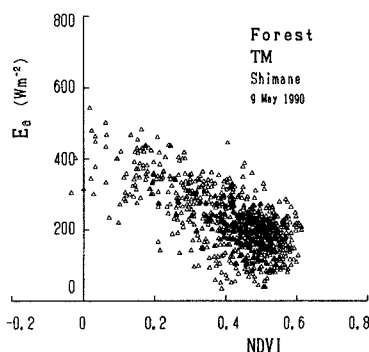
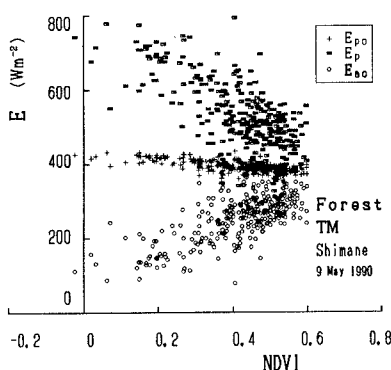
Parlange and Katul (1992) は、式(3)の空気乾燥力項 E_a をMonin-Obukhov則と組合わせ、式(4)によって表した。摩擦速度 U_* とObukhov長 L の推定も、Monin-Obukhov則を利用している。補完法による実蒸発散量 E_{ac} は、式(5)によって得られる。

$$E_{ac} = (2\alpha - 1) \cdot \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (R_n - G) + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} \cdot \frac{\kappa U_* \rho (q_{ac} - q_a)}{\Psi_h(\zeta) - \Psi_h(\zeta_0)} \quad (5)$$

Katul and Parlange (1992) は、式(5)の飽差 $(q_{ac} - q_a)$ に実測値を用いた。我々は、これを Monin-Obukhov 則により推定した。すなわち我々の方法は、気温推定法(金子, 1994)によって気温の非一様な平面分布を算定した後、この気温における飽和比湿 q_{ac} を求め、空気乾燥力項 E_a を推定した。

2.2 葉温飽差-相似則法

式(6)によって表される潜熱フラックスは、葉温飽差-相似則法によ

図-1 空気乾燥力項 E_a と植生指標の関係図-2 植生指標に対するPenman蒸発位 E_o と実蒸発散量 E_{ac} の補完関係

る式(7)によって推定することができる。

$$E_e = -\rho l U \cdot q_a \quad (6)$$

$$= -\frac{\rho l \kappa^2}{[\Psi_m(\zeta) - \Psi_m(\zeta_0)] \cdot [\Psi_h(\zeta) - \Psi_h(\zeta_0)]} \cdot U(\zeta) \cdot (a_c \alpha_{NDVI} \beta_s) \cdot (q_c - q_a) \quad (7)$$

ここに l : 水の気化熱, z_0 : 粗度長,
 z : 風速 U , 気温 T_a , 比湿 q を測定した高さ,
 ζ : 無次元高さ $\zeta = (z - z_0)/L$, a_c : 変換係数,
 α_{NDVI} : 有効葉面積指数, β_s : 気孔開度,
 q_c : 葉温での飽和比湿, Ψ : 普遍関数の積分

3. 補完法と葉温飽差-相似則法との比較

3.1 補完法による実蒸発散量

図-1に空気乾燥力項 E_a と植生指標NDVIとの関係を示した。推定対象は、森林域についてである。植生指標NDVIに対するPenman蒸発位 E_p と実蒸発散量 E_{ac} の補完関係を図-2に示した。植生指標が大きくなると共に、地表が湿潤面に近づくことから、式(2)によるPenman蒸発位 E_p が減少し、実蒸発散量 E_{ac} が増大している。

3.2 葉温飽差-相似則法による潜熱フラックス

我々の方法の葉温飽差-相似則法によって推定された潜熱フラックス E_e について、式(5)から計算された補完法の推定値 E_{ao} による検証結果を図-4に示した。地表面温度降下法の E_e は、補完法による E_{ao} とほぼ一致し、葉温飽差-相似則法による潜熱フラックスの推定法が検証された。逆に、従来いまだ仮説とされた補完法も、衛星データのPixel程度の小範囲についても補完関係が成立することを、葉温飽差-相似則法により検証している。

4. おわりに

葉温飽差-相似則法による潜熱フラックスの推定を、実蒸発散量推定法の一つであるAdvection-aridity補完法によって検証した。結論は以下の通りである。

- 1) 葉温飽差-相似則法による潜熱フラックスの推定値が、補完法の推定値とほぼ一致し、葉温飽差-相似則法による一つの検証がなされた。
- 2) Penman法による蒸発位と実蒸発散量との間の補完関係は、広域ばかりでなく小地域（すなわち、ピクセル毎）でも成立している。

参考文献

- 1) Katul, G.G. and M.B. Parlange: Estimation of bare soil evaporation using skin temperature measurements, *Journal of Hydrology*, 132, 91-106, 1992.
- 2) 金子大二郎, 日野幹雄: 植生指標による蒸発散面積率の提案と Monin-Obukhov相似則に基づく都市域の潜熱フラックスの算定, 第48回年次学術講演会講演概要集Ⅱ-124, 346-347, 1993.
- 3) 金子大二郎, 日野幹雄: TM植生指標と気象台ルーチンデータを用いた広域森林における熱収支の算定法の提案と検討, *水文・水資源学会誌*, 7(1), 10-21, 1994.
- 4) Parlange, M.B., and G.G. Katul: An advection-aridity evaporation model, *Water Resources Research*, 28(1), 127-132, 1992.

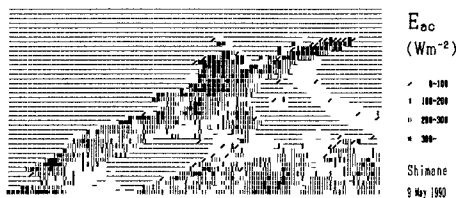


図-3 補完法による実蒸発散量 E_{ac} の平面分布

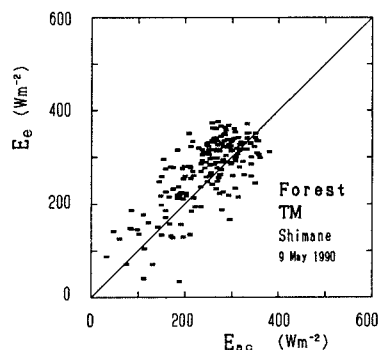


図-4 葉温飽差-相似則法の E_e に対する補完法による検証