

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

松江高専

正員

金子大二郎

中央大学

正員

日野幹雄

1. はじめに

植生の混在する都市域について、植生指標による蒸発散面積率を提案し、Monin-Obukhov相似則に基づき潜熱フラックスを算定した。市街・住宅地における蒸発散域は植生域と裸地であるが、裸地の蒸発は、降雨後を除き急減するので植生域に対して無視した。また、純粋の裸地は少なく、植生と混在していることから植生域の蒸発散に含まれるとした。国土数値情報の土地利用分類により運動量の粗度長を設定し、水蒸気の粗度は、葉面積指数と植生指標によって関係づけた。

2. 松江市の地表温度と植生指標

対象域である島根県松江市周辺について、LAND SAT TMにより、1992年4月28日の地表温度分布を図-1に示した。宍道湖の東岸にある市街の地表温度が高温となっている。

3. Monin-Obukhov相似則による潜熱フラックス

定常で水平方向に一樣な接地層について成立する Monin-Obukhov の相似則が、松江市一帯について第一次近似的に適用できると仮定すると、潜熱フラックスは式(1)で表せる¹⁾。

$$E = -\rho U_* q_* \quad (1)$$

ここに ρ : 空気密度, U_* : 摩擦速度

T_* : 摩擦温度, l : 水の気化熱, q_* : 摩擦比湿

q_* は接地層中の普遍関数 ψ_v と次式の関係がある。

$$q - q_0 = \frac{q_*}{\kappa} \Psi_v(\xi) \quad (2)$$

ここに $\Psi_v = \int_{\xi_0}^{\xi} \frac{\psi_v(\xi)}{\xi} d\xi$, q : 空気の比湿,

q_0 : 地表面の比湿, κ : カルマン定数

普遍関数 ψ_v には、Businger-Dyer の式を採用した。

4. 植生指標による蒸発散面積率

蒸発散面積率 β_{NDVI} を次式のように定義した。

$$\beta_{NDVI} = \frac{NDVI - a_g}{a_{100} - a_g} \quad (3)$$

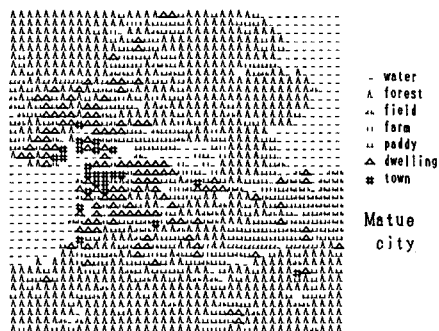


T (°C)

~15
 15~20
 20~25
 25~30
 30~

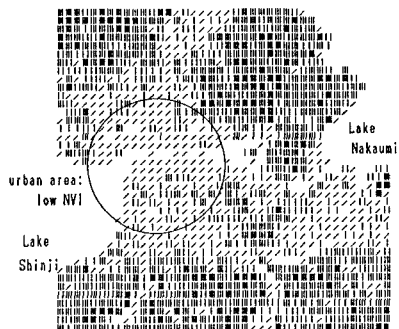
92/04/28

図-1 松江市周辺の地表温度分布



- water
 A forest
 field
 farm
 paddy
 dwelling
 town
 Matue
 city

図-2 松江市の土地利用



NVI

92/04/28

~0.1
 0.1~0.2
 0.2~0.3
 0.3~0.4
 0.4~0.5
 0.5~0.6
 0.6~0.7

図-3 松江市の植生指標分布

ここに a_0 : 蒸発散面積ゼロのNDVI (= -0.1)

a_{100} : " 100%のNDVI (= 0.5)

また気孔開度 β_s は、葉温飽差がゼロの時に1として式(4)で表した²⁾。

$$\beta_s = \{1.3 - 0.066(q_c - q)\} / 1.3 \quad \dots\dots\dots (4)$$

地表面の $(q - q_0)$ は、葉温飽差、蒸発散面積率、気孔開度によって式(5)により表した。

$$q - q_0 = \beta_{NDVI} \cdot \beta_s (q - q_c) \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここに q_c : 葉温における飽和比湿

5. 国土数値情報の土地利用をもとにした運動量・水蒸気の粗度長

市街・住宅地における蒸発散も植生域からと考え、

水蒸気の粗度長 Z_{0v} はBrutsaert³⁾ に従い式(6)とした。

$$Z_{0v} / Z_0 = \exp \left\{ - \left[\frac{h_0}{(h_0 - d_0)(-G_0)} \right] + \ln \left[\frac{(h_0 - d_0)}{Z_0} \right] \right\} \dots\dots (6)$$

$$\text{ここに } G_0 = -C_2^{1/2} K_{L-1} \left(\frac{2C_2^{1/2}}{ma} \right) / K_L \left(\frac{2C_2^{1/2}}{ma} \right)$$

$$C_2 = 1.41 \cdot LAI [h_0 / (h_0 - d_0)] \cdot R_o \cdot a^{.25}$$

LAI : 葉面積指数, R_o : キルピートレイノルズ数

K_L, K_{L-1} : 第2種変形Bessel関数

m, a : 定数 h_0 : 植生の高さ

LAIはNemani(1989)の式(7)によった。

$$NDVI = \ln(LAI/0.64) \cdot 0.31 \quad \dots\dots\dots (7)$$

6. 松江市街の潜熱フラックスの算定

市街における潜熱フラックス E_0 を式(8)により算定した。

$$E_0 = a_0 \cdot \beta_{NDVI} \cdot \beta_s \cdot E \quad \dots\dots\dots (8)$$

ここに a_0 : 補正係数

図-5に市街の潜熱フラックスと植生指標との関係を示した。

植生指標と共に地表温度が低下する図-4の関係を潜熱フラックスの増大に変換した。

7. おわりに

結論を要約すると以下の通りである。

- 1) 植生指標NVIを用いて蒸発散面積率を表すことができた。
- 2) 市街の蒸発散効率は、葉温飽差と蒸発散面積率および気孔開度によって表された。
- 3) この方法により市街・住宅地の潜熱フラックスを算定可能となった。

参考文献

- 1) 竹内清秀・近藤純正： 地表に近い大気，大気科学講座1，東京大学出版会，1990，226p
- 2) 金子大二郎・日野幹雄： リモートセンシングによる森林温度降下量と葉温飽差に基づく森林蒸発散の推定，土木学会第47回年次学術講演会，II，pp698～699 1992
- 3) Brutsaert, W : Evaporation into the Atmosphere: Theory, History, and Applications, 299pp., Kramer Academic Publishers, 1982

表-1 土地利用と粗度長 Z_0

土地利用	市街	住宅	森林
粗度長(m)	1.0	0.5	0.5

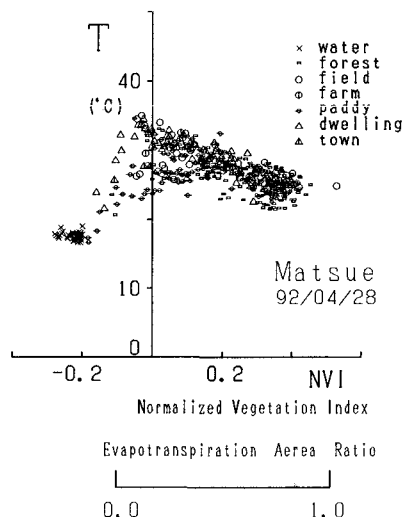


図-4 植生指標と地表温度の関係による蒸発散面積率の定義

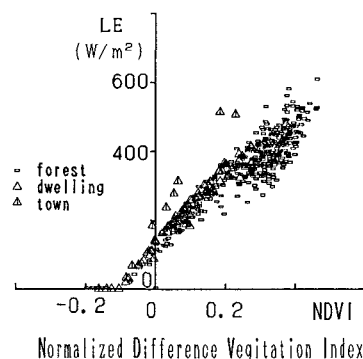


図-5 松江市の潜熱フラックスとNVIの関係