

II-59 植生内微気象数値モデル(NEO SPAM)による数値実験——植生群落の配置の影響

東京工業大学大学院 神田 学

東京工業大学工学部 日野 幹雄

1. はじめに

著者らは植生(森林)の果たす水文学的・気候学的作用を明らかにするためには、大気-植生-土壌のつながりを本質的に理解していかななくてはならないと考え、植生内微気象をコンピュータ内で再現できる新しい植生微気象モデル(NEO SPAM)を開発し、数値実験を行うことにより植生の気候緩和効果について検討してきた。ところで実際の植物が群落全体として周囲環境に及ぼす熱的影響は、群落の構造(葉の繁茂度や間隔など)や配置によって大きく左右されと考えられる。どの様な群落構造や群落配置が気候緩和の面などで効率的かを知ることは、公園緑地の微気象設計などの実用面においても重要なものであろう。

そこで本研究は植物群落の配置間隔が植生のもたらす気候緩和効果にどのように影響するかを著者らのNEO SPAMにより数値実験を行って検討してみた。

2. NEO-SPAMについて

今回の計算に用いた数値プログラム(NEO-SPAM)は以下のような特徴を持つ。

1) 二次元の非定常計算 2) 大気モデル、植生モデル、土壌モデルからなり、気流速度、気流温度、気流湿度、気流CO₂濃度、葉温、葉内水分、土壌水分、土壌温度の2次元分布を求めることができる。すなわち大気-植生-土壌がリンクされた形になっている。 3) 一般座標系を導入しており、任意地形形状に対応できる。基礎方程式のうち、とくに植物関連のものだけを図2に示す。

3. 数値実験概要

植生群落の配置間隔の異なる3通りのパターンについて数値実験を行い、植生群落の配置が気候緩和効果にどの様に影響を及ぼすかを比較検討してみた(図1)。3パターンは、いずれも裸地の上に同一種類の植物群落が存在している場であり、平均的には単位地表面に占める植生葉面積の比率は同じであるが、その群落の配置間隔だけが異なる。このような場を(57×30)メッシュで、上・下流には周期境界条件を用いて計算を行った。

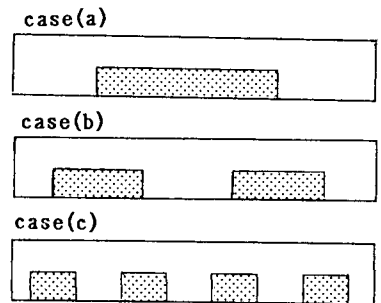
4. 計算結果及び考察

計算結果を図3、4に示す。まず風速場(図3)を見ると(a)→(c)へと群落の散在化につれて裸地と植物キャノピー内の風速差が一様化してきている。

(a)では裸地の風速が大きくキャノピー内の風速の減衰が大きいのにに対し(c)では一様化し、キャノピー内の減衰も小さくなっている。次に気温分布を見てみる。(図4)(a)→(c)と群落の散在化してくるにつれて気温低下の領域が拡大してきており、群落の散在化は植生の気候緩和効果の面で見るとより効率的であることがわかる。一般に同一面積の水面を配置する場合、散在化させた方が水蒸気拡散能の点から効率的である(オアシス効果)ことが知られているが、植生群落についても同様な傾向があることがわかった。これは散在化により大気と植生の水蒸気・熱交換率そのものが増加したことと、キャノピー内の通風性が良くなることによって、蒸散活動が促進されたことの2つが原因であると考えられる。

4. 参考文献

- 神田・日野(1989):植生による気候緩和効果に関する基礎的研究、第33回水理講演会論文集pp685~690
 日野・神田(1989):風洞付ライシメーターによる植生の気候緩和基礎実験と解析、水文・水資源学会誌、vol.2
 MONTEITH, J. L(1973):PRINCIPLES OF ENVIRONMENTAL PHYSICS



..... は植生を示す

図1 計算した3 type

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} (K_x \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (K_y \frac{\partial u}{\partial y}) - c_s s u^2$$

〔水蒸気拡散方程式〕

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (K_{Hx} \frac{\partial H}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (K_{Hy} \frac{\partial H}{\partial y}) + \kappa_H s (H_s - T)$$

〔CO₂拡散方程式〕

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (K_{Cx} \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (K_{Cy} \frac{\partial C}{\partial y}) + s (F - \gamma)$$

〔葉における熱収支式〕

$$\rho_s c_s \frac{\partial T_L}{\partial t} = (-\sigma T_L^4 + R_n - c_o \rho \kappa_T (T_L - T) - L \rho \kappa_H (H_s - H))$$

〔土壌内水分移動方程式〕

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (K \frac{\partial \theta}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (K \frac{\partial \theta}{\partial y}) - \frac{\theta}{\theta_s} F_L (\Psi_s - \Psi_r)$$

〔植物内水分移動〕

$$\frac{\partial \theta_p}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} (K_p \frac{\partial \theta_p}{\partial y}) - S_o$$

$$\begin{aligned} \text{土壌内の根 } (y < 0) \quad S_o &= -\frac{\theta}{\theta_s} F_L (\Psi_s - \Psi_r) \\ \text{植生内の茎 } (y > 0) \quad S_o &= \kappa_H s (H_s - T) \end{aligned}$$

$R_n (X, Y)$ 純放射量

ρ, ρ_s 気流、葉の密度

L 水蒸気の潜熱

$H_s (X, Y)$ 葉温での飽和比湿

$\kappa_T, \kappa_H (X, Y)$ 熱、水蒸気バルク係数

$F, \gamma (X, Y)$ 光合成、呼吸速度

$s, c_s (X, Y)$ 葉面積密度、抵抗係数

κ カルマン定数

σ ステファンボルツマン定数

F, L 根膜浸透率、単位体積土壌中の根長

$u, (x, y)$ x 方向の風速

$p (x, y)$ 圧力

$T, T_L (x, y)$ 気流温度、葉温

$H, C (x, y)$ 気流の比湿、CO₂濃度

$K_x, K_y (X, Y)$ x, y 方向の運動量拡散係数

$K_{Tx}, K_{Ty} (X, Y)$ x, y 方向の熱拡散係数

$K_{Hx}, K_{Hy} (X, Y)$ x, y 方向の水蒸気拡散係数

$K_{Cx}, K_{Cy} (X, Y)$ x, y 方向のCO₂拡散係数

$\theta_o, \theta (x, y)$ 植物茎根内の水分量、土壌水分量

$\Psi_s, \Psi_r (x, y)$ 土壌、根内のサクション

$K (x, y)$ 植物茎内透水係数

図2 主な基礎方程式

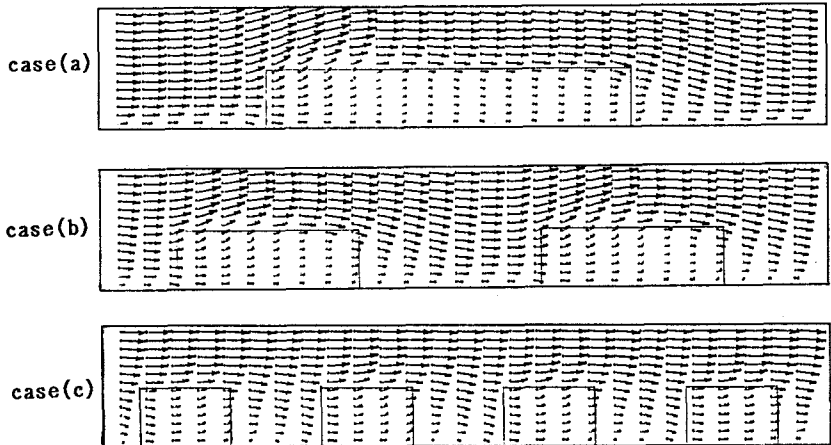


図3 風速場

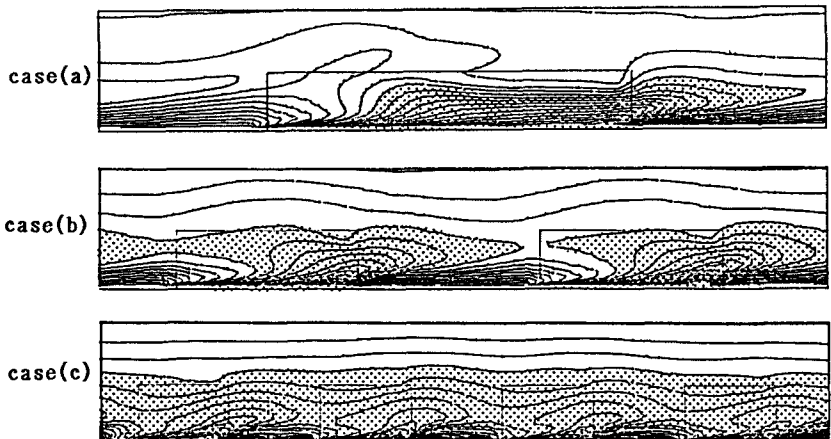


図4 気温場

は
気温低下部を示す