

II-318

防風林の機能に関する基礎的研究

東京工業大学 学生員 宮田正史

東京工業大学 正 員 池田駿介

九州大学 正 員 武若 聡

1. はじめに

防風林は強風、飛砂、高潮、海霧などによる災害を防止する機能をもつ。海岸地域では人々の生活を守り、内陸地では農業可能地の開発等に効果を発揮している。海外においても、防風林は砂漠化から住居・農地を守り、また周辺の熱環境を改善している。本研究では特に防風林が有する防風機能とそれに伴う飛砂固定機能に着目し、数値計算により防風林付近の風況やその特性、および堆砂状況を明らかにすることを試みる。

2. 計算概要

〔1〕計算方法：基礎式は2次元のレイノルズ方程式に植生による抵抗項を付加した式と連続式である。これを差分によって解き、植生周りの流速と圧力を算出する。植生はクロマツ林を想定し、抵抗はすべて円柱の集合として考える。運動量拡散係数は混合距離モデルで与える。また混合距離は植生内で一定(α)とし図-1のように与える。植生のないところでは κz (κ :カルマン定数)とする。植生付近の堆砂高さについては、まず計算より求まる流速を既存の流砂量式(1)⁽¹⁾に代入し、各断面での飛砂量 Q を求める。次に各断面間の飛砂量の差が、各断面間にたまる堆砂量として砂の連続式(2)を用い、堆砂高さ η を算出する。式(2)中の係数 B は式(3)で与えられる。

$$Q = 10.65 \times (U_1 - 4.0)^3 \quad \dots (1)$$

$$\frac{dQ}{dX} + B \frac{d\eta}{dt} = 0 \quad \dots (2), \quad B = \gamma_s \left(1 - \frac{n}{100}\right) \quad \dots (3)$$

ここに、 U_1 :地上1m風速(m/s)、 Q :単位幅単位時間当りの飛砂量(kgf/m/day)、 η :堆砂高さ(m)、 γ_s :砂粒子の単位体積重量(kgf/m³)、 n :砂粒子の間隙率(%)

〔2〕計算条件：計算領域は高さ30m×長さ300mとする。境界条件は上流端から既知の流速分布を持った気流が流入してくるものとして、流速を対数分布で与える。また大気上端および下流端では流速分布が変化しないとみなし2階微分ゼロを与える。地表面ではNo-Slip条件を満たすものとする。この条件で解がほぼ定常に達するまで計算を行う。なお植生抵抗のパラメータ $C^* (= 1/2 \cdot C_d N A)$ 但し、 C_d :円柱抵抗係数、 N :単位体積当りの円柱の本数、 A :円柱の投影面積)は周期境界条件で計算した風速分布が実測値⁽²⁾に合うように定めた(図-2)。実際の林分密度は5000(本/ha)程度である。今回の計算に用いた諸パラメータは(表-1)に示す。砂の粒径は均一(0.25mm)とし、乾燥砂を対象とする。また地形は平坦な状態から計算を始める。

3. 計算結果

〔1〕全体の流況：植生帯が流下方向に続く場合(図-3)、葉と幹の抵抗により流れは一担上昇し、下流で再び下降する。植生入口では葉と幹の部分の抵抗の差により下部が速い流速分布となるが、流下距離に伴い植生内の流れは徐々に指数関数的な風速分布に漸近していく。一方植生が一部の領域にのみ存在する場合(図-4)、植生の抵抗により一度上昇した流れは、植生帯後方の地表面に再付着していることがわかる。

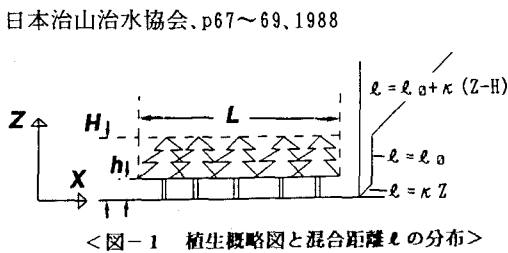
〔2〕減風範囲：防風林の減風範囲の指標として、よく現地観測などにおいて地上1m風速が用いられる。今回の計算結果を U_1 で示したものが図-5である。図-5は樹高(H)が5m、枝下樹高比(h/H)が0.6で、植生帯幅 L を5、10、20mにかえた3ケースの結果である。図は減風領域がわかるように植生の後端の位置を合わせてある。この図より植生下流では減風領域は植生帯幅によらず、ほぼ一定(30H)であることがわかる。さらに植生帯幅が大きいほど風速が最も小さくなる位置が植生帯後端に近づくことがわかる。

〔3〕堆砂状況：①:植生帯が流下方向に続いている場合(図-6)、植生の風上側では流速の減少に従って砂が徐々にたまり、植生の手前-1Hあたりで堆砂高さのピークが現れ、砂が大量にたまる。植生層内では、最初砂

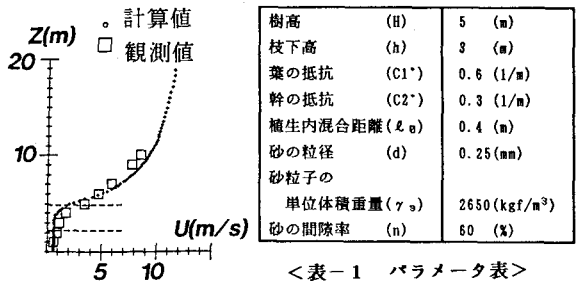
は平坦にたまるが、流速の減少とともに飛砂は生じなくなり、堆砂高さは急激に小さくなる。本計算の林分密度は5000(本/ha)であるが、 U_1 が12.0(m/s)の時、砂は約10m程進入することになる。②:つぎに植生帯幅が20mの場合の図を示す(図-7)。植生入口付近の堆砂分布は①とほぼ同じである。植生帯後端から8H程度までは飛砂の限界風速以下になるため飛砂は生じない。8Hを越えると、逆に砂面が大きく掘れる。これは植生上を乗り越えた流れが地面に再付着するためである。風速が大きくなるほどこの深さは大きくなり、谷の頂点は風下側へ移動する。③:植生帯幅が5mの場合(図-8)、植生入口付近の堆砂分布は①、②とほぼ同じである。しかし植生帯幅が短いため植生後端部においても飛砂は止まらず、このような数箇所にピークが存在する堆砂分布になる。植生帯風下側では②と同様に大きく掘れ、その傾向は同じである。

4. おわりに

本研究では数値計算により防風林の有する防風機能と飛砂固定機能の特性を明らかにすることを試みたが、非平衡の領域での砂の挙動などわからないことが多く、検証に乏しい。現地スケールでの実験、観測を今後行いたい。＜参考文献＞(1)荒巻;海岸、犀書房、p156～p158、1971 (2)石川;森林の防霧・防潮・飛砂防止機能、日本治山治水協会、p67～69、1988

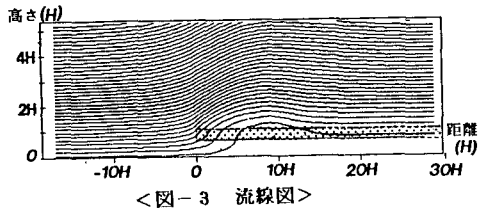


＜図-1 植生概略図と混合距離 l の分布＞

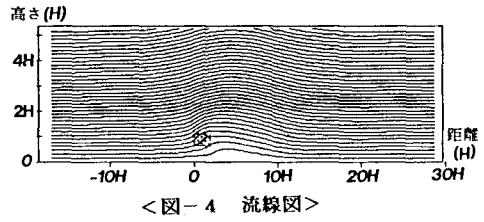


＜表-1 パラメータ表＞

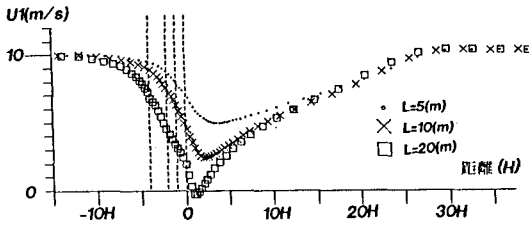
＜図-2 観測値と計算結果の流速分布＞



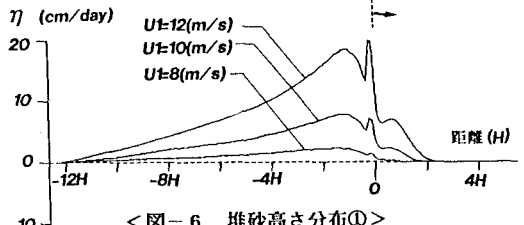
＜図-3 流線図＞



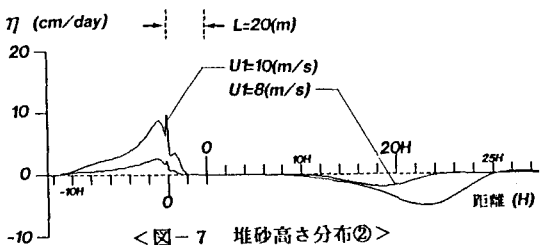
＜図-4 流線図＞



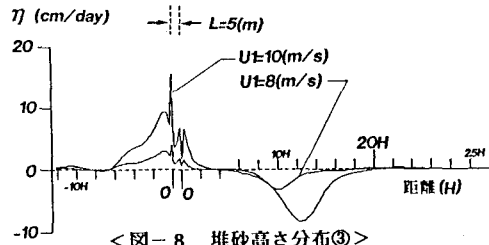
＜図-5 U_1 の分布＞



＜図-6 堆砂高さ分布①＞



＜図-7 堆砂高さ分布②＞



＜図-8 堆砂高さ分布③＞