植物群落内の風速分布について

古　藤　山　　一　雄（水理実験センター）

植物群落内の風速分布を規定する基礎方程式として、次式が導かれる。

$$\frac{d^2U}{d\zeta^2}-\frac{1}{(1-f)}\frac{df}{df}\frac{dU}{d\zeta}-\frac{2C_m(\zeta H)a(\zeta H)H}{\lambda(1-f)}=0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

ここに，$\zeta=z/H$，$U=(u/u_*)^2$，$\lambda=\beta(z_0/H)^m$ で，H は植物群落の頂部の高さ，u は地面からの高さ z における風速，u_* は摩擦速度，z_0 は群落上を吹く風に対する粗度係数，$C_m(\zeta H)$ は，地面からの高さ $z(=\zeta H)$ における群落の単位植物要素面積当りの抵抗係数，$a(\zeta H)$ は，高さ z における植物要素面積密度，f は群落の繁茂度で，$1\geq f\geq 0$ の範囲内の値をとるものとする。β，m は経験常数で実験的に決める。

いま，植物要素面積密度が，鉛直的にも，水平的にも均一な，理想的植物群落のモデルを考え，また，植物要素に対する風の抵抗係数が風速に依存せず一定値をとるものと仮定すると，このときの風速分布式は，次式のような簡単な2階微分方程式となる。

$$\frac{d^2U}{d\zeta^2}-\eta^2U=0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

ここに

$$\eta^2=\frac{2\,Cd\,a_0H}{\lambda(1-f_0)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

で，$C_m(\zeta H)=const.=Cd$，$a(\zeta H)=const.=a_0$，$f=const.=f_0$ である。

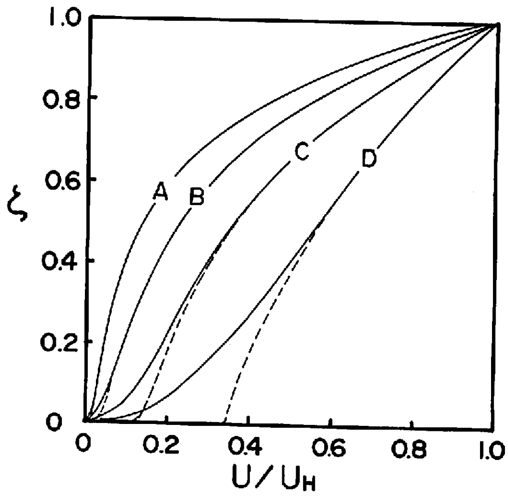
(2) および (3) 式は，次のような境界条件のもとに，解析的に解くことができる。

$$\left.\begin{array}{lll}\zeta=0 & \text{で} & U=0\\ \zeta=1 & \text{で} & U=U_H=(u_H/u_*)^2\end{array}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots (4)$$

ここに，u_H は，$z=H$ における風速である。

$$u=u_H\left[\frac{\sinh(\eta\zeta)}{\sinh(\eta)}\right]^{1/2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

(5)式は，植物群落の植物要素面積密度が鉛直的にも，水平的にも均一な場合の，群落内の風速鉛直分布を与える。上式は，パラメーター η の値が大きいときは，Inoue, E. (1963) や Uchijima and Wright (1964) らが与えた指数分布型に近づく。また，η の値が小さいときは，対数分布型に近づくため指数分布型で示した，$u=u_H\,exp[-n(1-\zeta)]$ の式より適用範囲は広いという利点がある（第1図参照）。また，(1)式は，f の関数形を決めて，数値的に解くことができる。2，3の例についての計算結果を示した。



A：η=8，B：η=6，C：η=4，D：η=2

第1図　均一な密度の植物群落モデル内の風速分布

実線：(5)式により計算した風速

破線：指数式により計算した風速