

II-62

都市域の浸透能の分布と土中水分特性パラメータ

東京都土木技術研究所 正員 小 川 進
同 上 正員 和 泉 清

1. はじめに

都市河川の流出抑制のために浸透施設が設置されつつあるが、そのさい、施設の浸透能力評価が問題となる。施設の浸透能力を規定する表層土壌の土中水分特性が流域全体で広く分布するためである。いっぽう、土地利用ごとの浸透能を簡便に測定する手段として冠水型浸透計が使用されている¹⁾。そこで、本稿では冠水型浸透計による浸透能の結果を用いて、流域に分布する土中水分特性パラメータを推定する手法について考案したので報告する。

2. 浸透能と土中水分特性パラメータ

一般に浸透能を記述するには、Richardsの式²⁾が用いられるが、これより求めた精度のよい近似式として次に示すPhilipの式³⁾がある。

$$i = \frac{1}{2} S t^{-1/2} + k \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$S = \sqrt{2 k (Hf + H) \Delta \theta} \quad \dots \dots \dots (2)$$

ただし、 i : 浸透能、 S : 吸収能、 t : 時間、 k : 定数（ $\div$ 飽和透水係数の約値）、 Hf : 吸引圧、 H : 水深、 $\Delta \theta$: 体積含水率変化である。

また、Campbell⁴⁾によれば、圧力ポテンシャル ψ と体積含水率 θ との関係は次式で表現できる。

$$\psi = \psi_e (\theta / \theta_s)^{-b} \quad \dots \dots \dots (3)$$

ただし、 ψ_e : 空気侵入ポテンシャル、 θ_s : 飽和体積含水率、 b : 定数である。

ここで、 $\theta = \theta_s$ のときの比水分容量の逆数を α とすれば、(3)式より次式が求まる。

$$\alpha = (\partial \psi / \partial \theta)_{\theta=\theta_s} = -(\psi_e / \theta_s) b \quad \dots \dots \dots (4)$$

関東ロームの飽和度は約90%であるから、 α は Hf と $\Delta \theta$ とから次のように近似できる(図1)。

$$\alpha \div Hf / \Delta \theta \quad \dots \dots \dots (5)$$

ところで、冠水型浸透計による浸透能の測定値をPhilip式で回帰し、そのパラメータを導出する手法についてはすでに報告した¹⁾。すなわち、冠水型浸透計により(1)、(2)式のパラメータ Hf と $\Delta \theta$ を導出すれば、(4)、(5)式より土中水分特性パラメータを推定することができる。

3. 表層浸透能の分布

都内の表層土壌の冠水型浸透計により求めた S と k の分布を図2、3に示すが、ほぼ対数正規分布をしている。吸収能 S は植生の有無により分布に差があるものの、 10^{-2} のオーダーであるが、定数 k は3オーダーに分布している。両者の相関は、次式のようになり、(2)式を裏づける。

$$S^2 = 4.36 k + 0.00424 \quad (r = 0.83) \quad \dots \dots \dots (6)$$

4. 土中水分特性の分布

都内の表層の関東ロームの土中水分特性は、定数 b がほぼ対数正規分布をしているが、その幅は2オーダーである。その他のパラメータの分布の幅は狭い。定数 b と α の相関を図4に示すが、次式で回帰された。

$$b = 3.70 \alpha \quad (r = 0.96) \quad \dots \dots \dots (7)$$

すなわち、(4)式の b の係数はほぼ定数とみなせる。したがって、冠水型浸透計により測定された浸透能の結果を用いて、土中水分特性パラメータのうち最も広く分布している定数 b の値を推定することができる。

5. 結論

都内の表層土壌の浸透能をPhilip式で回帰することで、土中水分特性パラメータを推定する手法を考案した。パラメータは対数正規型の分布をしているが、流域の単位メッシュごとに冠水型浸透計を用いれば、表層の浸透能のみならず、土中水分特性の分布を捕えることができると考えられる。

参考文献

- 1)小川、和泉(1987)「都市の微小流域の流出解析」第31回水理講演会論文集,11-18.
- 2)Richards,L.A.:Capillary conduction of liquids through porous mediums, Physics,1,318-333,1931.
- 3)Philip,J.R.:An infiltration equation with physical significance,Soil Sci., 77, 153-157,1954.
- 4)Campbell,G.S.:A simple method for determining unsaturated conductivity from moisture retention data,Soil Sci., 117,311-314,1974.

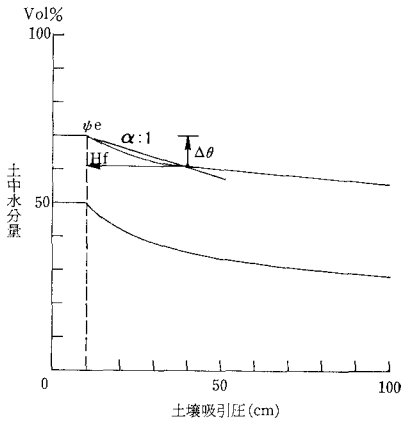


図-1 土中水分量と吸引圧

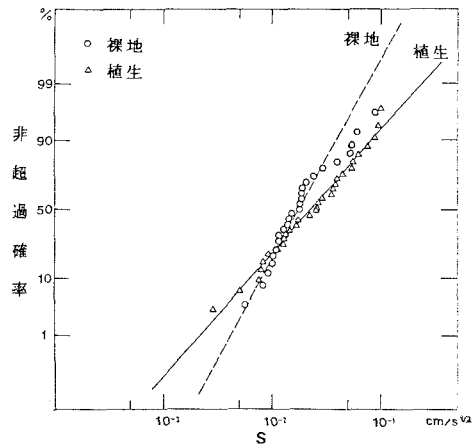


図 2 吸収能 S の確率分布

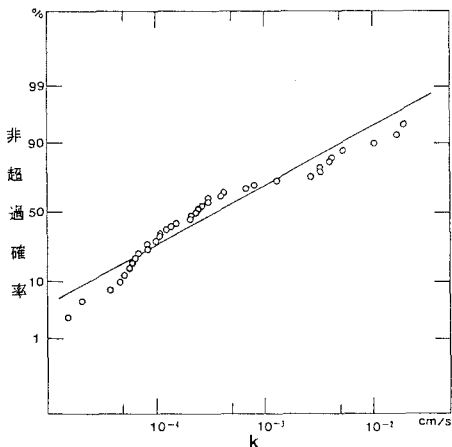


図 3 定数 k の確率分布

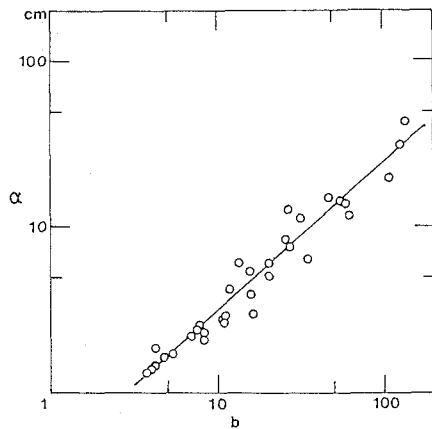


図 4 b と α の相関