

植生情報を用いた広域地盤の浸透特性の推定

中部大学 正会員 杉井俊夫 浅野憲雄
中部大学 学生員 高久直人

1. まえがき

斜面崩壊の危険度を評価・予測するには、具体的な地盤情報が少なく、崩壊データを用いた回帰的な統計手法によることが多かった。近年、土壌雨量指数による危険度予測が行われるようになったが、そこにはローカルな地盤の情報は含まれていない。本研究は、地盤情報として広域の(不飽和)浸透特性を間接的に推定することを目的に植生、地質、浸透特性の関係を調べ、浸透特性を表現する浸透マップの構築を目的としている。

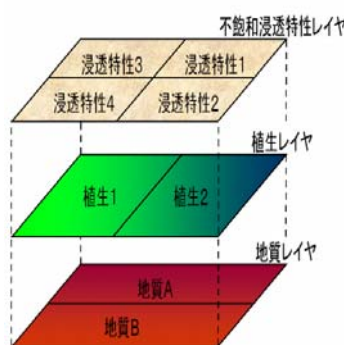


図1 GIS上の植生・地質と不飽和浸透特性



図2 恵那キャンパス周辺航空写真

2. 研究方法

現地からの試料採取、室内試験（物理試験・保水性試験）、植生調査の基礎資料を図1のように統合して、植生や地質情報から不飽和浸透特性のタイプを推定することとした。図2に示す

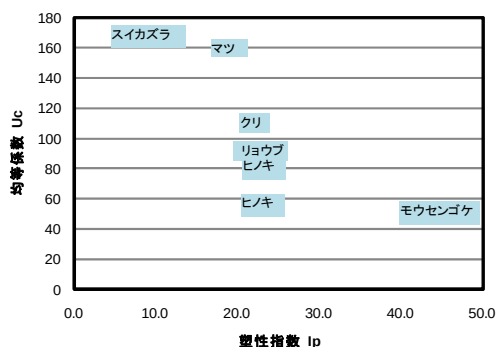


図3.1 植生～均等係数 塑性指数

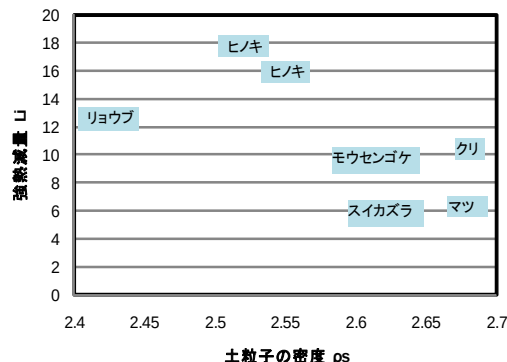


図3.2 植生～強熱減量、土粒子の密度

中部大学恵那キャンパスを 25m×25m メッシュに分割して、サンプリング地点で得られた試験、植生観測データを基礎資料として相関モデルを作成し、それらを使って面的に推定することとした。

3. 植生と土質、浸透特性の相関

植生と土質との関係の一例を図3に示す¹⁾。これより、有機質分（強熱減量）と透水係数、均等係数、土粒子密度、植生など土質の相関性があることが推察される。不飽和浸透特性を表現する式(1)で表すvan Genuchtenモデル²⁾の水分特性曲線（浸透特性）のパラメータは図4に示すように物理データとの相関性がある¹⁾。また、

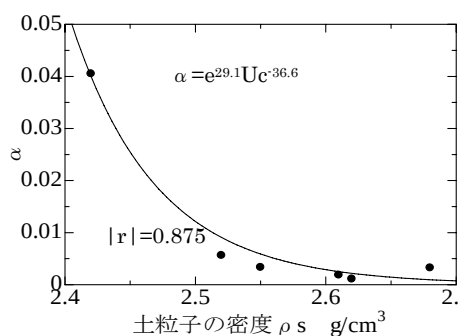


図4.2 相関図 (α と ρs)

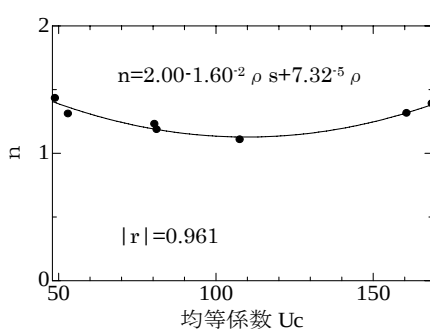


図4.1 相関図 (n と Uc)

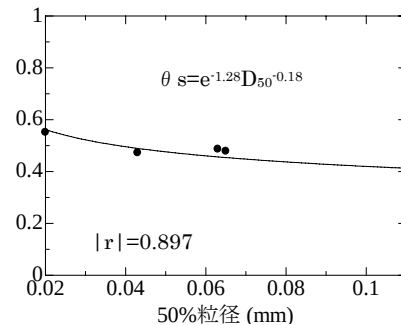


図4.3 相関図 (θs と D₅₀)

斜面勾配による土質の違いを考慮して、まず植生と平均勾配から土粒子密度、均等係数、50%粒径を推定し、そこから水分特性曲線のパラメータを推定することとした。

$$\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} = \frac{1}{(1 + |\alpha \phi|^n)^{1-1/n}} \quad (1)$$

ここに、 θ : 体積含水率, θ_s : 飽和体積含水率, θ_r : 残留体積含水率,
 ϕ : 圧力水頭 α , n : パラメータ

4. 植生分布と斜面勾配分布

航空写真の画像解析 (RGB 値) とポイントの現地調査により、植生分布の推定を試みた。植生推定結果を図 5, メッシュ内の標高から求めた推定平均勾配を図 6 に示す。グラウンドや建物は対象外としている。これより、ヒノキは比較的勾配の緩やかなメッシュに位置する傾向が読み取れる。

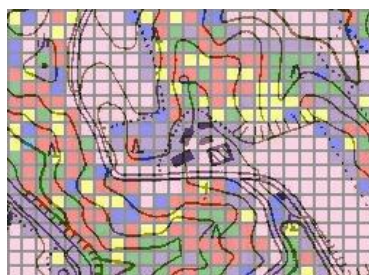


図 5 植生推定マップ

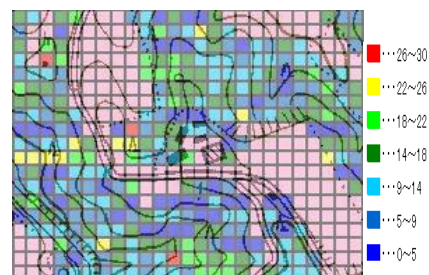


図 6 推定平均勾配マップ

5. 浸透特性の推定

植生を 0-1 変数とし、平均勾配を用いて土粒子密度 ρ_s , 均等係数 U_c , 50%粒径 D_{50} を推定する重回帰式 (式 (2)) を作成した。その結果を表 1 に示す。図 4 中の回帰式と式 (2) を用いて浸透特性パラメータの分布を示した結果が図 7~9 である。

$$\begin{aligned} \rho_s &= \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \\ U_c &= \beta_0 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 \\ D_{50} &= \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 \end{aligned} \quad (2)$$

ここに、 x_i : 要因, β_i : パラメータ (表 1)

表 1 重回帰分析による結果

	切片 β_0	植生 (0-1 変数)				数値変数 平均勾配 β_5	重相関
		ヒノキ β_1	アカマツ β_2	リョウブ β_3	ブナ β_4		
土粒子密度 ρ_s	2.68	-0.12	-0.26	-0.06	*****	*****	0.959
均等係数 U_c	111.94	*****	-19.9	67.6	78.9	-4.3	0.966
50%粒径 D_{50}	-1.63	-0.33	-0.33	0.41	-0.29	0.11	0.998

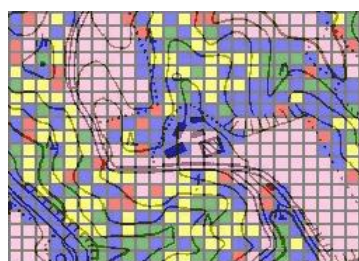


図 7 α の分布図

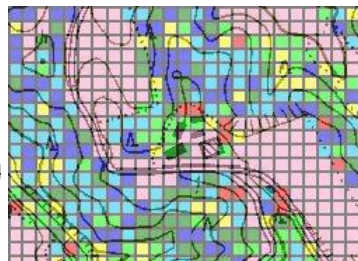


図 8 n の分布図

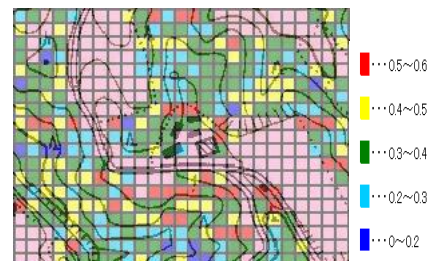


図 9 θ_s の分布図

van Genuchten モデルのパラメータの α は土の毛管上昇高の逆数に相関が強く、 α が大きいほど砂質系が多く、図 7 より斜面法先付近の α が大きいことが首肯できる。飽和体積含水率 θ_s が 0.2 以下のような値が出ているが実際の土にはあり得ないため、精度の向上が必要と考える。また、今回、残留体積含水率 θ_r については、推定されていないので、今後の検討課題である。

6. おわりに

今回、植生と物理特性との相関があることが得られ、植生と土質、斜面勾配を使った広域の浸透特性を推定することを試みた。まだ、精度やデータ取得の課題が残されているが、広域の浸透特性を推定することの可能性を得ることができた。本研究は、平成 20 年度科研費 (基盤研究 (C) No. 19560498) および平成 20 年度中部大学特別研究費 A の補助を受けた。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】 1) 東京図書株式会社 室淳子、石村貞夫著: Excel でやさしく学ぶ多変量解析 (第 2 版)

2) 小学館 林将之著 葉で見わかる樹木 p32,p40,p22

3) 杉井俊夫 黒川裕史 井上勇治: 植生との相関性に関する検討, 土木学会第 63 回年次学術講演会講演要旨集 2008

4) 国土地理院 数値地図 25000 (地図画像) 飯田

5) van Genuchten, M. Th.: A Closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils, Soil Sci. Am. J., Vol. 44, pp. 892-878, 1980.