

# 土壤水分特性曲線の非線形回帰プログラム Nonlinear fitting program of soil water retention curve

○ 関勝寿\* 濱本昌一郎\*\*,\*\* 宮崎毅\*

○ Katsutoshi Seki, Shoichiro Hamamoto and Tsuyoshi Miyazaki

## 1. はじめに

土壤水分移動を解析する際に必要な土壤水分特性パラメータを得るためには、測定によって得られた土壤水分特性曲線をモデルに回帰することが必要とされる場面がある。水分特性は非線形であるため、回帰計算には非線形回帰プログラムの力を借りることになるが、適切な初期値の設定や、パラメータの制約条件の設定に手間取ることとなる。そこで、関(2007)は代表的な土壤水分特性関数について簡単に非線形回帰計算をすることができるソフトウェアを数値計算言語 GNU Octave により開発し、フリーソフトとして公開した。このプログラムは、初期値の設定を自動的に行うところに特徴があり、US Salinity Laboratory の UNSODA データベースの中で、多くの土壤水分特性曲線に対して妥当なパラメータが得られることが示された。このプログラムをより簡便に使うための Web インターフェイス SWRC Fit を作成した(Seki, 2007)。

## 2. 土壤水分特性モデル

このソフトは、5種類の土壤水分特性モデルを対象とする。すなわち、 $h$  をサクション、 $\theta$  を体積含水率、有効飽和度  $S_e$  を  $S_e = (\theta - \theta_r) / (\theta_s - \theta_r)$  としたときに、Brooks and Corey (1964)式

$$S_e = \begin{cases} \left(\frac{h}{h_b}\right)^{-\lambda} & (h > h_b) \\ 1 & (h \leq h_b) \end{cases} \quad (1)$$

van Genuchten (1980)式

$$S_e = \left[ \frac{1}{1 + (\alpha h)^n} \right]^m \quad (2)$$

Kosugi (1994)の間隙径対数分布式

$$S_e = Q \left[ \frac{\ln(h/h_m)}{\sigma} \right] \quad (3)$$

( $Q(x)$ は標準正規分布関数の余関数)

Durner (1994)の間隙径バイモーダル分布式

$$S_e = \sum_{i=1}^k w_i \left[ \frac{1}{1 + (\alpha_i h)^{n_i}} \right]^{m_i}, \sum w_i = 1, k=2 \quad (4)$$

Seki (2007)の間隙径バイモーダル対数分布式

$$S_e = \sum_{i=1}^k Q \left[ \frac{\ln(h_i/h_m)}{\sigma_i} \right] \quad k=2 \quad (5)$$

以上の5つである。この中で、式(1)(2)(3)をユニモーダルモデル、式(4)(5)をバイモーダルモデルとする。

## 2. 方法

立川ローム乾燥密度  $0.50\text{g/cm}^3$  再充填試料の水分特性曲線を用いて、計算を実行した。SWRC Fit の使い方を、以下に記す。(1) ウェブ (<http://purl.org/net/swrc/>) にアクセスする。(2) 必要なデータを入力する(Fig. 1)。Excel 等の表計算ソフトで、左側にサクション、右側に体積含水率のデータを作成し、それを右側のテキストボックスにコピーペ

\*東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo \*\*現・埼玉大学大学院理工学研究科 Graduate School of Science and Engineering, Saitama University.  
キーワード：土壤水分特性曲線、非線形回帰、立川ローム

## SWRC Fit

SWRC Fit can fit soil water retention curve by several soil hydraulic models. Copy your soil water retention data in the textbox below and press "Calculate" button. Before you use your original data you can see how it works by selecting a sample data from the pulldown menu.

Soil Water Retention Curve

Select from sample data ▼

Description of the soil sample	
立川ローム 乾燥密度 0.50g/cm3	5 0.75
Soil texture	10 0.73
CL	15 0.71
Your name	20 0.69
濱本昌一郎	25 0.67
(NS: Not Specified)	30 0.66
Calculation options	35 0.65
<input checked="" type="checkbox"/> $\theta_r = 0$	40 0.64
<input checked="" type="checkbox"/> Bimodal models	50 0.63
	60 0.62
	70 0.62
	80 0.61
	90 0.61
	100 0.61
	110 0.61

Calculate Clear

Fig. 1 データ入力画面

ーストする。左側には、試料の名前、土性、実験あるいは解析した人の名前を記入する。左下の計算オプションには、 $\theta_r=0$  とするオプションと、バイモーダルモデルを計算するか否かを選択するオプションがある。(3) Calculate ボタンを押す。すると、Fig. 2 のようにユニモーダルモデル、バイモーダルモデルそれぞれに、式、パラメータ、 $R^2$  値が表として表示され、さらに回帰曲線のグラフが表示され、モデルの比較ができる。

### 3. 結果

立川ロームの水分特性曲線は、バイモーダルモデル(Durner, 1994; Seki, 2007) にてよく近似できた(Fig.2)。これは、団粒が発達したローム土の特徴である。

**文献** (1) 関 (2007) 土壌の物理性 105:67-78. (2) Seki, K. (2007) Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., 4: 407-437. (3) Brooks, R.H., and A.T. Corey (1964) Hydrol. Paper 3. Colorado State Univ., Fort Collins, CO, USA. (4) van Genuchten, M. (1980) Soil Sci. Soc. Am. J. 44:892-898. (5) Kosugi, K. (1996) Water Resour. Res. 32: 2697-2703. (6) Durner, W. (1994) Water Resour. Res., 30(2): 211-223.

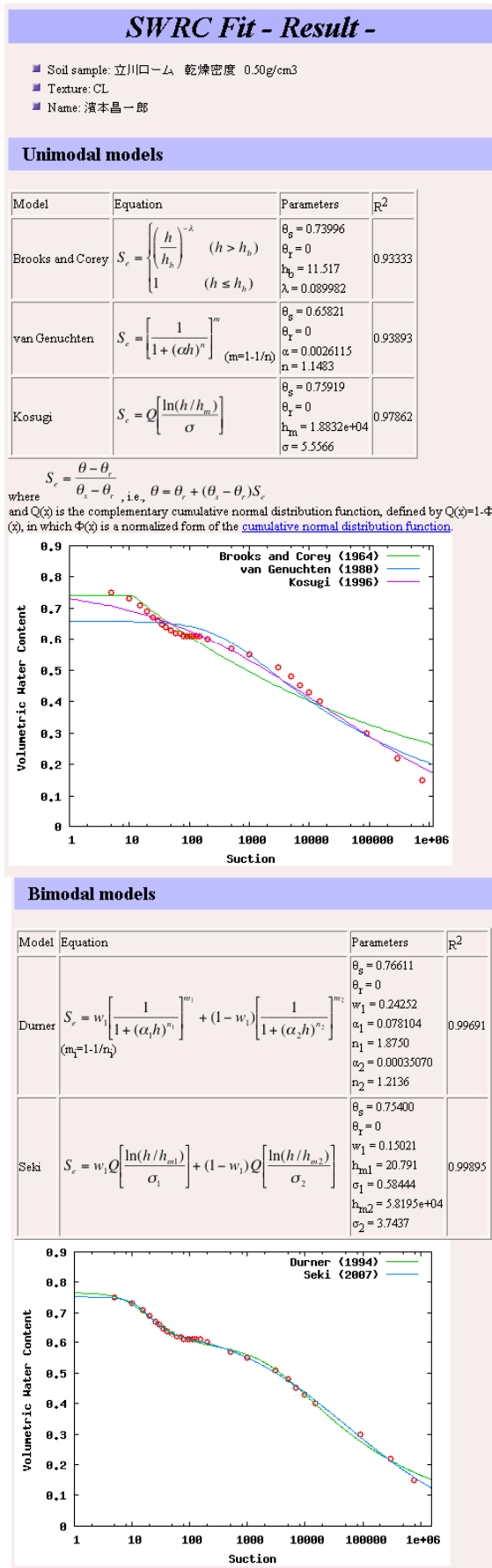


Fig. 2 計算結果表示画面