

画像解析手法しきい値の RGB を用いた土壌水分特性曲線の特定 Determination of Soil Water Retention Curve using Image Analysis of Color Threshold Method RGB

林 祐妃¹

¹立命館大学 衣笠総合研究機構

要旨(Abstract)

水分特性曲線 (WRC) は土壌孔隙構造からログノーマルモデルにより関数化される。本研究では土壌構造画像を用いてしきい値の解析を行い、孔隙を抽出することができるか検証した。R 値が小さいときは孔隙の領域が個別に大きくなったが、R 値が大きくなると孔隙が結合したため巨大孔隙となった。対応する WRCはこの過程において従来の測定結果と一致することが分かった。従って R 値を適切に設定することにより WRC が再現可能であると示唆された。

キーワード：画像解析、しきい値、RGB、水分特性曲線

Key words: Image analysis, Color threshold, RGB, Water retention curve

1. はじめに

近年、気候変動により土砂災害が増加しており、予知のために飽和不飽和浸透計算が有効な手段となる。しかし数値計算は、莫大な時間と手間と費用がかかる水分特性曲線 (WRC) の取得が必要である。

技術の進歩により、デジタル顕微鏡の画像解析を行うことが可能となった。特定の色の範囲の面積を自動計測するしきい値の解析技術がある。WRC は対数正規分布する土壌孔隙径分布から求めるモデル (ログノーマルモデル, LN モデル: Kosugi, 1997) により求められる。従ってしきい値の手法を用いて WRC を手軽に計測することが可能であると考えられる。

そこで本研究では、不攪乱土壌サンプルを採取し、土壌断面の顕微鏡画像を用いたしきい値の解析により取得した WRC と、従来の手法である加圧板法による WRC を比較し、しきい値による WRC の取得可能性について検証する。

2. 方法

顕微鏡画像からの森林土壌の WRC の特定可能性を検証するために、立命館大学 BKC の自然緑地内にて、森林土壌を採取した。植生は広葉樹林であった。粒度はシルトであった。深

度 10-15 cm において、100 cc コア サンプラー (高さ 5 cm, 直径 5 cm の円筒形) で不攪乱土壌を採った。

不攪乱土壌は、画像解析する試料と pF 試験を行う試料に分けた。

顕微鏡画像を撮影するために、不攪乱土壌は、断面をカッターナイフで水平に削り前処理をした。サンプルからデジタル顕微鏡 (キーエンス社製 VHX-5000) で、カラー画像を 10 枚撮影した。画像の一例を図-1 に示す。

顕微鏡画像の土壌孔隙径分布の測定を実施するために、画像解析プログラミング言語の MATLAB (MathWorks 社製) のしきい値のアプリを用いて解析した。画像の影になっているため色が濃く孔隙と考えられる領域を抽出するために黒いマスクを掛けた。マスクのない部分の面積を自動計測した。色空間は RGB (Red, Green, Blue) を用いた。

抽出した孔隙は円形と仮定し、面積の計算式から逆算して孔隙半径を Excel シート上で算出した。孔隙半径のデータから、次のように WRC



図-1. 土壌のデジタル顕微鏡による画像の例

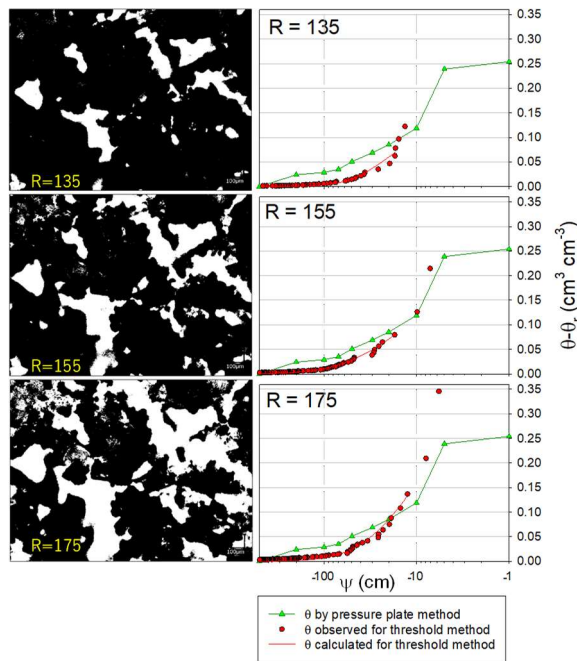


図-2. 左:図-1の土壤画像にしきい値 Red の上限を 135, 155, 175 に設定したマスク, 右: 左図に対応する水分特性曲線を求めた。孔隙半径は圧力水頭と逆数の関係にあるので、圧力水頭に変換できる。孔隙面積率の積み上げ値を算定し体積含水率とした。以上の方法で求めた、圧力水頭と体積含水率の関係は WRC となる。

土壤を用いて、従来の WRC の計測方法である加圧板法を実施した。計測した圧力水頭は 0, -5, -10, -20, -30, -50, -70, -100, -200, -500 cm である。

3. 結果と考察

しきい値の土壤孔隙の画像に対する影響を明らかにするために、まず始めに、R のしきい値の上限のみを変え、マスクの変化を明らかにし、WRC を求めた (図-2)。図-2 の解析は図-1 の画像を用いて実施した。

マスクの変化が R のしきい値のみの影響を受けると設定するために、他の色、GB の値はしきい値の下限 0, 上限 255 に固定した。このため、マスクが GB による影響を受けない。図-2 に R のしきい値の上限を 135, 155, 175 に段階的に変化させたときのマスクの変化と WRC を示す。

(1) 土壤の画像のマスク

図-2 の左図にしきい値のマスクをかけてバイナリ化した画像を示す。R 値が 135 から 155 に変化すると、孔隙と認識されたそれぞれの領域が個別に大きくなる。R 値の 155 から 175 への変化に着目すると、それぞれの領域が個別に大きくなるだけでなく、これまで別々に認識されていた領域が繋がり、一つの大きな領域に広がった。このため、元々大きかった孔隙がさらに巨大な孔隙として認識された。

(2) 水分特性曲線

図-2 の右図に、バイナリ画像に対応する WRC を示す。フィッティングは LN モデルに従って実施した。

R 値が 135 のとき、加圧板法と比較して $\theta - \theta_r$ の値が小さい。R 値が 155 になると、マスクで仕切られた大孔隙の領域が大きくなり、WRC の曲線が圧力水頭の大きい範囲にシフトした。この変化により孔隙径分布の中央値が増加すると予測できる。さらに圧力水頭的全範囲において $\theta - \theta_r$ が徐々に増加する。この増加は孔隙の総量を増大させる。このような変化はマスクで認識されたサイズの孔隙も大きくなっていったことが反映されている。以上の変化を受けて加圧板法の結果に近づいた。

R が 175 に増加すると、圧力水頭が大きい範囲において $\theta - \theta_r$ が大きくなり曲線は上にシフトする。このため、孔隙の総量はさらに大きくなった。この結果、加圧板法の WRC から離れた。従って、急激にしきい値の WRC の精度は低くなるだろう。

4. おわりに

しきい値の解析を用いることによって、土壤画像から WRC を導くことが可能であることが示唆された。本発表では LN モデルのパラメータを再現するしきい値を明らかにする。

参考文献

Kosugi, K. 1997. A new model to analyze water retention characteristics of forest soils based on soil pore radius distribution. J. Forest Res. 2:1-8.

(林祐妃の問い合わせ, hayashiyuki336@gmail.com)