

不飽和チャオソイルの分光特性を利用したアルベド測定

福井大学大学院工学研究科 学生会員 ○藤田 剛志
 福井大学大学院工学研究科 学生会員 寺崎 寛章
 福井大学大学院工学研究科 学生会員 齊田 光
 福井大学大学院工学研究科 正会員 福原 輝幸

1. はじめに

アルベドは地表面の熱・水分および塩収支を考える上で極めて重要なパラメータである。一般的に土壌のアルベドは、表層土壌中の体積含水率に依存することが知られている¹⁾。土壌のアルベドは気乾状態から飽和状態になるに従い減少するが、その減少傾向は個々の土壌で異なる。そのため、土壌毎にアルベドと体積含水率の関係を求める必要がある。アルベドの測定は通常、対象土壌が分布する野外で行うが、それを模した大型土壌盤を用いて行われるが、いずれも一様な体積含水率を作るための土壌水分管理に多大な労力を要する。

そこで本研究では、チャオソイル²⁾(中国の代表的な塩害土壌)の分光特性を詳細に調べ、光学的アプローチでアルベドを推定するための簡易方法を提案するとともに、その精度検証を行ったので、ここに結果を報告する。

2. アルベドの簡易推定法

チャオソイルの分光特性およびアルベドを、以下の手順で詳細に調べた(図-1参照)。

- (1) 積分波長域のアルベド α_{ALL} は、紫外可視域(UV+V:ultraviolet-visible)のアルベド α_{UV+V} および近赤外域(NIR:near-infrared)のアルベド α_{NIR} に、そ

れぞれの入射比(f_{UV+V} および f_{NIR})を掛け合わせた以下の式(1)で表現される³⁾。

$$\alpha_{ALL} = f_{UV+V}\alpha_{UV+V} + f_{NIR}\alpha_{NIR} \quad (1)$$

なお、 f_{UV+V} および f_{NIR} は文献³⁾に従って、測定日時および緯度・経度から計算された太陽高度より求める。

- (2) 設定された体積含水率 θ のチャオソイルおよび α_{ALL} が既知である白色シートをカメラで一画像に同時撮影する。実験方法については、3. 屋外試験概要で詳述する。

- (3) 得られた画像から、白色シートおよびチャオソイルの輝度(それぞれ b_{UV+V}^{WH} および b_{UV+V})を算出し、以下の式からチャオソイルの α_{UV+V} を算出する。

$$\alpha_{UV+V} = (b_{UV+V} / b_{UV+V}^{WH}) \alpha_{UV+V}^{WH} \quad (2)$$

ここに、 α_{UV+V}^{WH} は白色シートの α_{UV+V} (既知)である。

- (4) θ を変化させ、(2)および(3)の手順を繰り返すことで、 α_{UV+V} と θ の関係を求める。

- (5) 気乾および飽和状態の α_{ALL} は、大型土壌盤(1.5×1.5m)および大型白色シート(7×7m)を用いて、アルベド計で直接求める(従来法)¹⁾。次に、手順(3)および式(1)から気乾および飽和状態の α_{UV+V} (α_{UV+V}^{A-DRY} および α_{UV+V}^{SAT}) および α_{NIR} (α_{NIR}^{A-DRY}

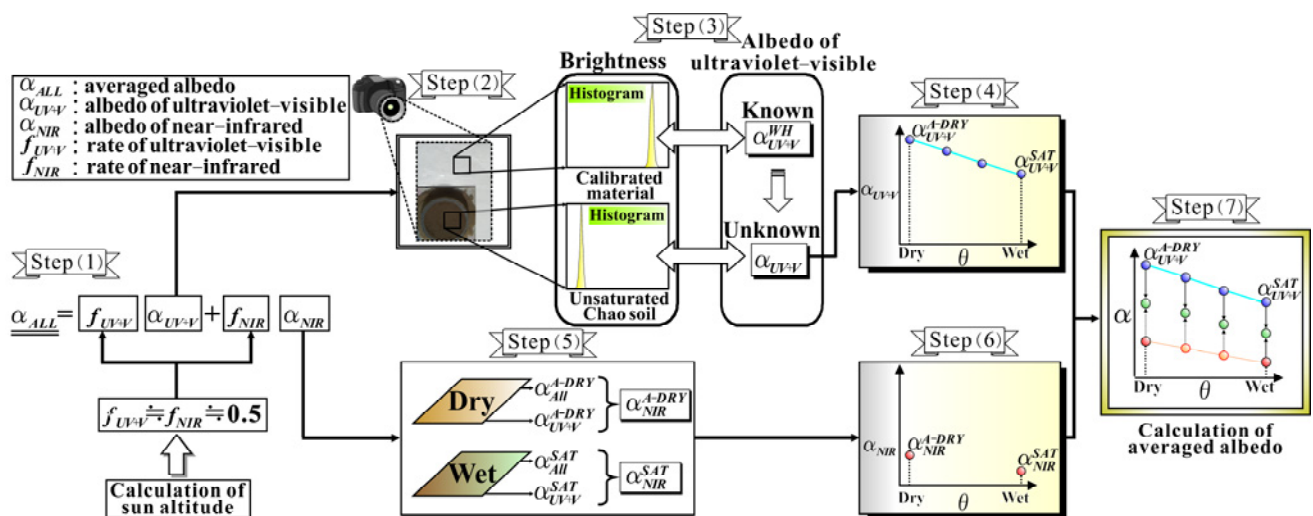


図-1 実験概要およびアルベドの簡易測定法

キーワード：アルベド，分光特性，輝度，チャオソイル

連絡先：〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築建設工学科 環境熱・水理研究室 TEL 0776-27-8595

および α_{NIR}^{SAT})をそれぞれ求める。

- (6) α_{NIR}^{A-DRY} と α_{NIR}^{SAT} を用いて $\alpha_{NIR}-\theta$ 曲線を計算する。この際、 $\alpha_{NIR}-\theta$ 曲線は手順(4)得られた $\alpha_{UV+V}-\theta$ 曲線と相似であると仮定する(後述の式(4)を参照)。
- (7) 最後に、手順(4)および(6)の結果($\alpha_{UV+V}-\theta$ および $\alpha_{NIR}-\theta$ の関係曲線)を用いて、式(1)より不飽和域の α_{ALL} を推定する。

3. 屋外試験概要

実験は、2009年3月12日の午前9時に福井大学の屋上にて実施された。キャリブレーションの材料として、前述した白色シートを用いた。実験手順は次の通りである。(1)規定の水分量を有するチャオソイルをビニール袋内で十分に攪拌し、塩化ビニル製土壌カラム(内径10cm、高さ3cm)に密度1600kg/m³で充填する。(2)白色シートの上に土壌カラムを設置し、土壌カラムの真上から写真撮影する。(3)チャオソイルに規定量の水を加え、手順(1)と(2)の作業を繰り返す。

4. 実験結果

4.1 分光特性

図-2は、チャオソイルの分光特性($\alpha_{UV+V}-\theta$ および $\alpha_{NIR}-\theta$ の関係曲線)を示す。 α_{UV+V} (○)は気乾状態で0.36(= α_{UV+V}^{A-DRY})であるが、 θ の増加とともに減少し、 $\theta=0.3$ 以上では0.17(= α_{UV+V}^{SAT})で一定となる。この α_{UV+V} と θ の関係は、次式(図-2中の実線)で表される。

$$\alpha_{UV+V} = \alpha_{UV+V}^{SAT} + \frac{(\alpha_{UV+V}^{A-DRY} - \alpha_{UV+V}^{SAT})}{(1 + (7.1 \times \theta)^{2.26})} \quad (3)$$

また、 α_{NIR} と θ の関係は2. の手順(6)に従って、式(4)(図-2中の破線)で与えられる。

$$\alpha_{NIR} = \alpha_{NIR}^{SAT} + \frac{(\alpha_{NIR}^{A-DRY} - \alpha_{NIR}^{SAT})}{(1 + (7.1 \times \theta)^{2.26})} \quad (4)$$

ここに、 $\alpha_{NIR}^{A-DRY}=0.21$ および $\alpha_{NIR}^{SAT}=0.08$ である。以上より α_{ALL} (◇)は、式(3)および式(4)を式(1)に代入して計算される。なお、測定日時等から計算された太陽高度は31.6°であり、 f_{UV+V} および f_{NIR} はそれぞれ0.5となった³⁾。

4.2 アルベドの精度検証

図-3は、本方法により得られたアルベド(α_{ALL})の結果と従来法で得られたアルベド(α_c)の実験結果の比較を表す。 α_c と α_{ALL} は概ね一致しているものの、 α_{ALL} は過大評価する傾向にある。なお α_c と α_{ALL} の差異は最大で10%であった。

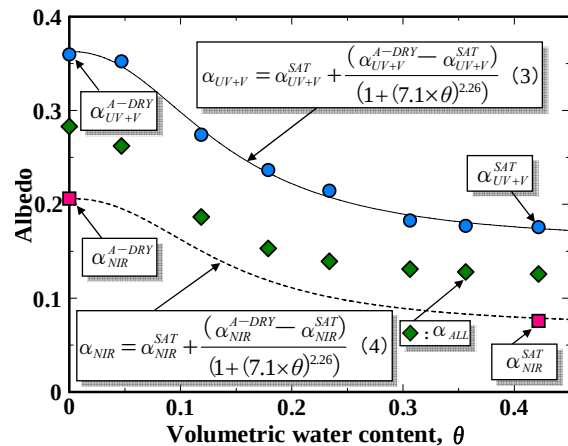


図-2 チャオソイルの分光特性

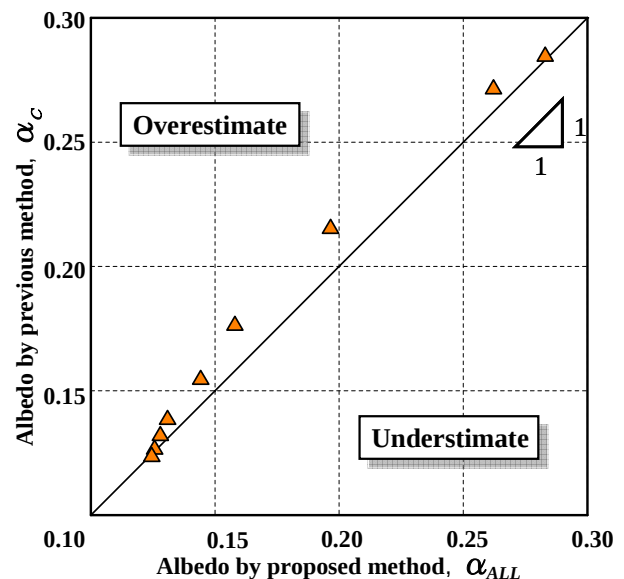


図-3 アルベドの精度検証

5. おわりに

本研究ではチャオソイルの分光特性を調べることで、アルベドを簡便に推定する方法を提案した。その結果、本方法は、最大10%の差異を含みつつも不飽和チャオソイルのアルベドの推定は可能であることが判った。今後は、 f_{UV+V} と f_{NIR} の詳細な校正および $\alpha_{NIR}-\theta$ 関係の検討を行うとともに、他の土壌への本方法の適用を試みる。

参考文献

- 1) Haruyuki Fujimaki, Sho Shiozawa, Mitsuhiro Inoue : Effect of salty crust on soil albedo, Agricultural and Forest Meteorology, No. 118, pp. 125-135, 2008.
- 2) 寺崎寛章, 福原輝幸, 竹嶋大貴 : 析出塩直接測定法による飽和チャオソイルの塩析出特性, 水工学論文集, No. 53, pp. 511-516, 2009.
- 3) 一之瀬雅之, 石野久弥, 永田明寛 : 建材の日射透過および反射性能における分光感度特性, 日本建築学会環境系論文集, No. 580, pp. 15-21, 2004.