

## 土色から土壤炭素量を評価するスマートフォンアプリの色値を利用した推定式の検討 Development of a Smartphone App for Estimating Soil Carbon Content Based on Soil Color

○久保田幸<sup>1)</sup>, 福田隆史<sup>2)</sup>, 高松謙一<sup>3)</sup>, 北川 巍<sup>1)</sup>

KUBOTA Yuki, FUKUDA Takashi, TAKAMATSU Kenichi and KITAGAWA Iwao

### 1. はじめに

土壤の色は土壤炭素量の大小により暗い色になることが知られている。土壤炭素量は土壤の生産性を示す肥沃度と密接に関係しており、生産者自身が土壤炭素量を評価・把握することで堆肥や緑肥などの有機資材の効率的な利用も望める。これまで現場での土壤炭素量の評価は、標準土色帖を用いて、「含む」「富む」などのおおまかな区分がなされてきた。土壤の色は同じ土壤でも水分量によっても大きく変化し、さらに観測者や時間帯等によっても誤差が生まれる。

私たちはこれまで簡易な色の判定、土壤炭素量の評価ができるようにスマートフォンアプリの開発を行ってきた。統一した条件下で土壤表面の画像データを採取し、土壤表面の色と近似した標準土色帖上の色が判定できるようにし、また色ごとに推定の炭素量を与えるようにデータの整理をした。本発表では、さらに各土壤サンプルの色値を用いて回帰式を作成し、それぞれの土壤について、詳細に炭素量を推定できないか検討を行った。

### 2. 試料および方法

**色値の採取**：全国から収集した土壤 164 点の土壤群を使用した。土壤群のうち、56 点が黒ボク土・有機質土であり、残り 113 点が非黒ボク土（以下、農地土壤）に分類される。土は風乾と湿潤（水分の追加による色の変化がなくなる程度）の 2 条件の水分状態で撮影した。撮影の際は、ウレタン板で作成した遮光筒で外光を制限し、拡大レンズ付き LED を光源とし、試料の下には反射率 18% のグレーカードを下に敷いた（Fig 1）。なお、本要旨で扱うデータについて色調の補正是行っていない。

**重回帰分析**：RGB 値は XYZ、CIE Lab、CIE Lch、HSV の色空間に変換した。土壤群のデータは、黒ボク土、非黒ボク土（以下、農地土壤）に分類したうえで訓練用データとテスト用データに 8:2 でそれぞれ振り分けた。土壤の種類の区別をつけるため、黒ボク土変数を設定し、黒ボク土は 1、農地土壤には 0 を与えた。訓練データについて、すべての色空間を横断して、増減法による重回帰分析を行った。その後、得られた回帰式を使用してテストデータから予測値を求め、予測値と実測値の比較を行った。

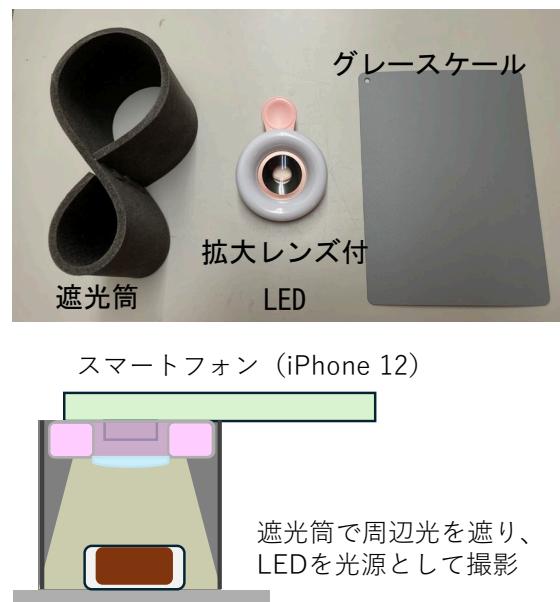


Fig 1 撮影器具と画像撮影の概要  
Overview of image data acquisition

1) 農研機構 農村工学研究部門 NARO 2) 産総研 AIST 3) 株式会社アイ・クエスト AI-QUEST Inc.  
キーワード：マンセル表色系、標準土色帖、炭素量

### 3. 結果

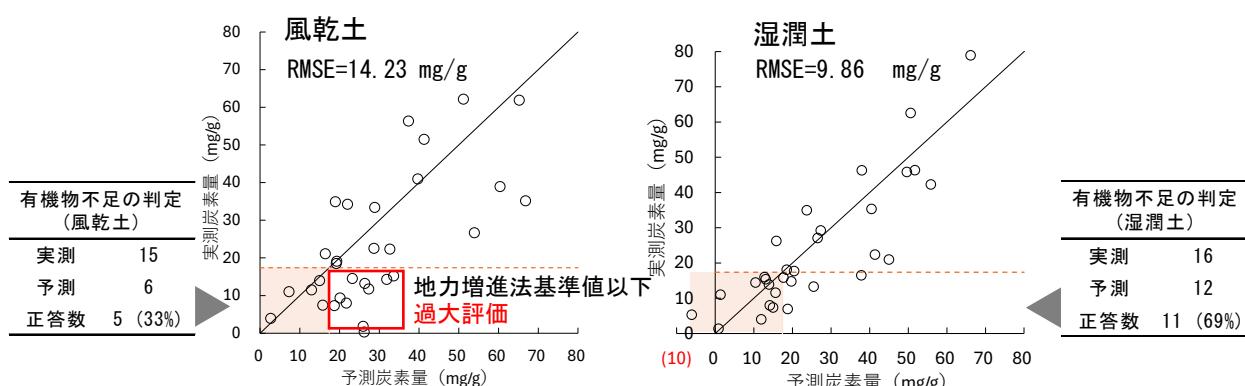
各水分条件における重回帰分析の結果を Table 1 に示す。なお、重回帰分析の過程において、精度が低下するため炭素量 100 mg/g 以上のサンプルは除外した。得られた回帰式は目的変数である炭素含有量を説明変数によって風乾土で 64%、湿潤土で 62% 説明できることが示された。説明変数は風乾と湿潤で異なり、風乾では彩度が、湿潤では明度の要素が採用されている。これは、スマートフォンでの撮影では土の色が実際より明るく表示されやすく、風乾状態では明度の分布領域が狭かったものが、水分量が高くなり暗いものがより暗く判別されることで明度の分布領域が広くなつたことが要因と考えられる。

重回帰分析で得られた回帰式についてテストデータを用いて精度の検証をした結果を Fig 2 に示した。風乾土については  $RMSE=14.23 \text{ mg/g}$  と誤差が大きく、予測値は過大評価の傾向にあつた。地力増進法基本指針にて示されている普通畑の土壤有機物含有率（土壤炭素含有量に係数 1.724 を乗じて算出した値；土壤炭素量として 17.4 mg/g）を基準値として判定の正答数を出したところ、過大評価の影響から正しく炭素量の低い土壤を判定できたのは、3割と低かつた。一方、湿潤土については  $RMSE=9.86 \text{ mg/g}$  と炭素量の大小について判別するには十分な精度が得られた。また、基準値と比較したときの炭素量の低い土壤の判定は正答率が 7 割程度であり、有機物の補給が必要な土壤を判定できていると考えられた。これらのことから、充分に濡らした土壤を用いて環境光を抑える条件で撮影をすることで、炭素量の評価、有機物の補給が必要な土壤の判定が可能であった。

**Table 1 土壤炭素量予測の重回帰分析の結果**

Result of multiple regression analysis for estimating soil carbon content

水分条件	訓練データ数	変数選択手法	重回帰分析	説明変数	修正R <sup>2</sup> 値
風乾土	120	増減法	$TC(\text{mg/g}) = 211.7908 + 19.2750 \times \text{黒ボク土変数} - 0.4414 \times R - 2.1100 \times H - 20.6284 \times S$	黒ボク土変数：黒ボク土と非黒ボク土を区別する変数 R : RGB表色系の赤色の刺激値 H : HSV色空間における色相 S : HSV色空間における彩度	0.6430
湿潤土	118	増減法	$TC(\text{mg/g}) = 133.4346 + 12.9548 \times \text{黒ボク土変数} + 156.4850 \times Z - 1.2628 \times L^* - 1.4762 \times H$	黒ボク土変数：黒ボク土と非黒ボク土を区別する変数 Z : XYZ表色系の刺激値 L <sup>*</sup> : Lab色空間における明度 H : HSV色空間における色相	0.6165



**Fig 2 テストデータの予測値と実測値の分布と精度の検証**  
Distribution of predicted and measured value and verification of accuracy