

5. 画像情報を用いた土の水分量推定技術の開発研究

○立命館大学 杉浦俊充
立命館大学 横山隆明
立命館大学 建山和由

1. はじめに

近年、無人化施工技術が導入される現場が増えつつあるが、施工効率や安全性の向上という点からは技術的に検討すべき課題も多い。例えば、建設機械を遠隔地から操作する場合、現場の地盤状況を把握することが難しいという課題がある。遠隔地からでも現場の地盤情報（例えば、土の水分量等）を把握することができると、建設機械の運転中に軟弱地盤を判断して回避することや、地盤に適した機械の操作を行うことができ、施工効率や安全性の向上をすることができる。遠隔地から地盤の情報を手に入れるために考えられる方法の中には、土の色などの画像情報について解析する方法がある。

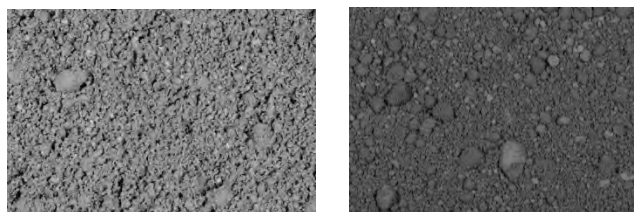
土の色は、土の持つ重要な特性であり、土の種類の分類や同定のために使用されることがある。その識別には、土の視覚特性の一つである土壌の色を利用する。一般的に土の色は、湿潤時には乾燥時に比べて色が暗くなるといわれている。

画像は、明るさや色についての情報を持った各画素が大きなデータの行列となっていると考えることができる。画像解析は、デジタル画像処理技術を用いて画像から様々な情報を取り出すことが可能である。現在、画像解析技術は医療分野や宇宙分野、工業分野などの幅広い分野で利用されている。

本研究では、土の水分量を土の物理特性との関係を推定し易い飽和度にした。また、より精度の良い飽和度の推定方法を確立するために複数の色空間による画像処理を行い、最頻値および輝度値の高い領域の画素数を用いた推定を試みた。

2. 実験概要

土試料は、まさ土および笠岡粘土の2種類を利用し、まさ土は粒径の乱れを考慮して2mmふるいを使い、粒径の大きなものは予め取り除いた。これら2つの土試料を恒温乾燥炉に入れ、予め完全乾燥を行った後に、乾燥させたそれぞれの土試料に加水をした。水分量は飽和度で管理をして、0、20、40、60、80、100%の6段階に変化させ、それぞれの飽和度の試料に対して撮影を行った。撮影した画像は3000×2000pixelの大きさにトリミングをして、サンプル画像とした。サンプル画像の一例を図1に示す。得られたサンプル画像（RGB色空間）をHSV色空間およびCIELUV色空間の2種類の色空間に変換処理し、合計3種類の色空間のサンプル画像を準備した。そして、3種類の画像をグレースケール画像に変換した後、画像の濃淡（輝度値）について着目をした。RGBとHSV、CIELUV色空間の各グレースケール画像より輝度値のヒストグラムを出力し、輝度値の最頻値を求めた。



(a) (b)
図1 サンプル画像の一例
(a)まさ土 [飽和度 40%], (b)笠岡粘土 [飽和度 40%]

3. 実験結果

まさ土と笠岡粘土それぞれの RGB と HSV, CIELUV 色空間の各グレースケール画像より輝度値の最頻値を求めた。結果を図 2~4 に示す。

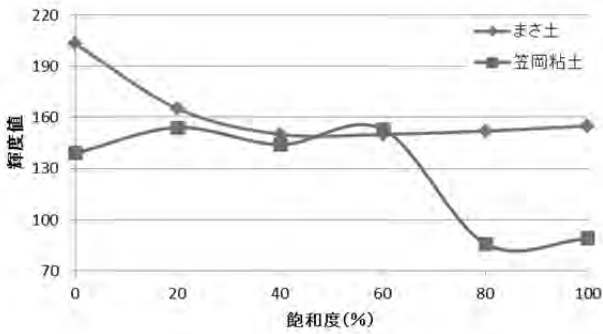


図 2 RGB 画像 (グレースケール) の最頻値

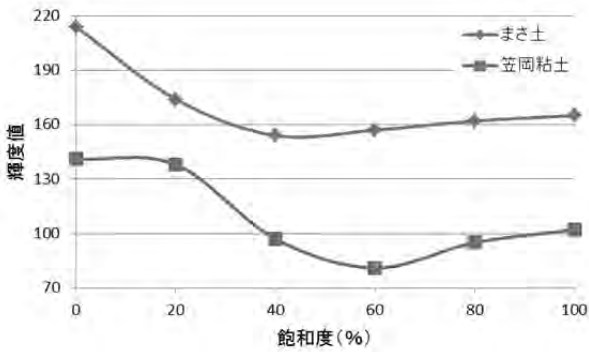


図 3 HSV 画像 (グレースケール) の最頻値

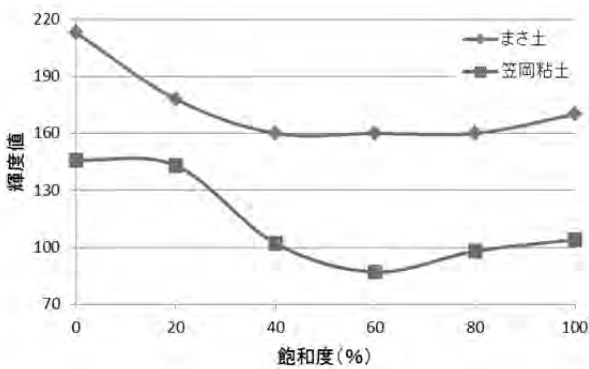


図 4 Luv 画像 (グレースケール) の最頻値

図 2 の笠岡粘土を除く、全てで飽和度が大きくなるにつれて輝度値が減少、その後再び輝度値が大きくなることが分かった。これは土試料の色が水分を含むにつれて暗くなり、そして再び土の色が明るくなっていることを示している。しかし、以上の実験結果では飽和度の推定は難しいと考

えられる。そこで、飽和度を推定するためにまさ土と笠岡粘土の輝度値の高い領域 (輝度値 200~255) に着目した。これは、飽和度が大きくなるにつれて、土の表面を水が覆い土の色が明るくなり、輝度値の高い領域の画素数が増加すると考えられるからである。結果を図 5~6 に示す。

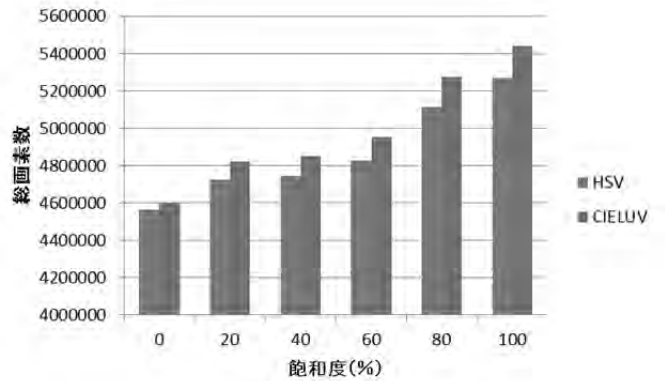


図 5 まさ土の輝度値の高い領域の画素数

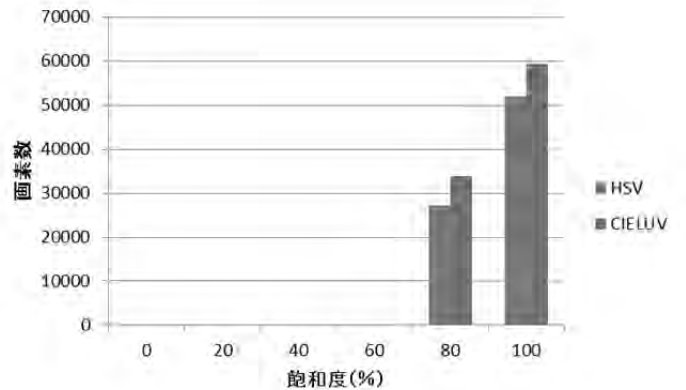


図 6 笠岡粘土の輝度値の高い領域の画素数

図 5~6 より、飽和度の上昇に伴って二つの土試料において輝度値の高い領域での画素数の増加することが明らかとなった。

4. まとめ

- ・ 2 つの土試料において飽和度の上昇に伴って、土の画像の色が暗くなり、再び明るくなることを輝度値の最頻値を利用することで確認することができた。

- ・ 輝度値の高い領域 (205~255) について着目することで、まさ土と笠岡粘土の一部で飽和度の上昇に伴って、その領域の画素数が増加することが明らかとなった。