

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Yu Liu
審査委員	主査 羽藤 堅治
	副査 高山 弘太郎
	副査 河野 俊夫
	副査 和田 博史
	副査 奥田 延幸

論文名

Estimate SPAD values of naked barley leaves in the field by color-based vegetation index from UAV-derived RGB images

(ドローンのRGB画像から計算されたカラー指標に基づく裸麦の葉のSPAD値の推定)

審査結果の要旨

愛媛県が日本一の生産量であるハダカムギの生産において、従来の栽培方法では追肥のタイミングを慣行で行っているが、この場合、肥料不足を生じることがあり収穫に影響が出ることがある。愛媛県農林水産研究所ではこの問題を解決する方法として、葉のSPAD経過マップ値を計測し、ある一定の閾値より低くなると施肥をするという方法を検討し、営農指導に用いる検討をしている。しかし、SPAD値は、代表する葉の複数の箇所をサンプリングしその平均値を持って葉のSPAD値を決定し、これを1株当たり代表となる3葉について行い、さらにその群落の代表となる株を数点とり、その分布を見て施肥を行うかどうかを決めている。そのため、一つの圃場における確認には時間と手間がかかっている。この問題を解決するためには、圃場のSPAD値マップを簡単に作成することが有効であると考えられる。また、一方で今ではドローン技術の発展により中型や小型のドローンが簡単に入手することができる。そこで、ドローンを使ったカメラ画像のRGBデータから簡単にSPAD値を推定するための画像処理方法について研究を行っている。

本論文は、ドローンに標準搭載のカメラで取り扱っている4Kおよびハイビジョンの画像を想定し基礎実験を行い。その後、実践的な検討を行っている。まず、一般的なカメラによる撮影画像は、オート機能が働き画像の露出やホワイトバランスを人間の目で見た状態と同じように保つため、色温度を自動調整している。この色温度は太陽高度や気象に左右されて変化している。そこで、基準となる指標を作成するために、色彩色差計によるXYZ色指標を使って基準となる計算式の検討を行った。色彩色差計を使う理由は常に同じ光源を使ってXYZなどの色指標を求めるため、自然界で生じる光源の変化による影響を考えなくて良いためである。そこで、計測した葉のXYZからRGBを計算式によって求め、このRGB値とSPAD値から7つの関係式を作成し、その相関が高いパラメータを選出した。このSPAD値を用いて実際の圃場におけるハダカムギ群落のSPAD値マップを作成し検証を行った。その結果、画像のGとBを使ったモデルが、計測値と計算値の相関が高いことが分かった。

次に、圃場にハダカムギの基肥や追肥量の違う区画を作成し、その時間変化を計測した。このときドローンの高度を 6m と 50m とした。計測する区画全体が入る高度が 6m で、実験圃場全体が入る高度が 50m であることから高度を決定した。前の実験と比較すると、畝間の土が見えるため、これを含んだままモデルを作成すると誤差が大きくなる事が分かった。そこで畝間の不要部分を取り除くプログラムを作成し、畝間のデータを取り除き処理を行った。前の実験では、色差計のデータを利用するため一時間余分にかかっていたが、今回は、ドローンの RGB 値から SPAD 値をダイレクトに求めることとした。ここでは、RGB の値から $L^*a^*b^*$ の値を求め、これも検討に加えて、21 の関係式を作成した。その結果、高度 6m からの撮影画像では、'R', 'G', 'B', 'L*', 'b*', 'G/R', 'b*/a*', 'G-B', 'R-B', '2G-R-B', '(R+G+B)/3', 'R/(R+G+B)', '(G-R)/(G+R)' が相関が高かった。高度 50m の画像では、'L*', 'b*', 'B/G', 'G-B', '2G-R-B', 'G/(R+G+B)', 'B/(R+G+B)', '(G-B)/(G+B)', '(2G-R-B)/(2G+R+B)' が比較的相関が高かった。さらに全てのデータを比較した結果、'G-B' が最も相関が高いことが確認できた。

これらの実験結果から、中小型ドローンのカメラから得られた画像データから、ハダカムギ圃場の SPAD 値を推定できることが可能となった。その成果は、ハダカムギにおける施肥タイミングの決定に利用できることがわかった。また、ドローン画像による SPAD 値計測の可能性を示すことができた。

本論文に関する公開審査会は、令和 3 年 (2021 年) 7 月 26 日 (月) にリモートシステムを利用して開催され、論文発表と質疑応答が行われた。引き続き開催された学位審査委員会で本論文を慎重に審査し、審査員全員一致して博士 (学術) の学位を授与するに値するものと判定した。