

近接リモートセンシング手法を用いた水稻茎数の推定

佐々木次郎・今野智寛・小山かがみ・阿部倫則

(宮城県古川農業試験場)

Estimation of tiller numbers of rice plant using proximal remote sensing

Jiro SASAKI, Tomohiro KONNO, Kagami KOYAMA and Tomonori ABE

(Miyagi Prefectural Furukawa Agricultural Experiment Station)

1 はじめに

通常的水稻の生育調査・診断では、草丈、茎数、葉色 (SPAD502) の測定が行われている。これらのなかで、特に茎数は、生産現場で生育の良否の目安となるほか、有効茎確保から中干し開始時期、最高分げつ数から倒伏の危険性を判断するなど、栽培管理の指標として重要な項目である。しかし、水田内の茎数のばらつきは大きく、多くのサンプルを調査する必要があるため、多大な調査労力を要している。そこで、調査労力の軽減と近接リモートセンシングの活用場面を広げるために、茎数の推定手法について検討した。

2 試験方法

試験は「ひとめぼれ」(稚苗)を供試し、宮城県古川農業試験場の2006・2007年の栽培試験データから茎数推定モデル式を作成し、2015年栽培試験データで推定モデル式の精度検証を行った。

近接リモートセンシングには、国立研究開発法人農研機構生物系特定産業技術研究支援センターが開発した携帯式作物生育情報測定装置を使用し、植生指数としては、近赤外反射率または近赤外反射率と赤色反射率の差と和の比から求めた正規化植生指数(以下NDVIとする)を用いた。

携帯式作物生育情報測定装置による分光反射の計測は、畦間の中央部に測定用マーカーをあわせ、草冠50cmの高さから直下の4株を単位に稲群落を測定した。この計測範囲にあわせて茎数も株当たり本数で検討した。

茎数推定用のモデル式のデータは、2006・2007年の両年とも6月の分げつ発生期から幼穂形成期前の7月10日の間に数回分光反射を計測し、測定位置の稲株の草丈・茎数を慣行の方法で調査しデータセットとした。

一方、モデル式の精度検証は、年次が異なる2015年6月20日、24日、7月3日に分光計測と草丈・茎数を調査したデータセットを用いた。

3 試験結果及び考察

(1) 近赤外反射率およびNDVIと茎数の関係

植生状況を表す指数のひとつである近赤外反射率と茎数の関係をみると、全体的には相関性があるものの7月になると回帰線からのズレが生じており、草丈×茎数でとらえた方が相関は高くなった(図

1)。さらに、草丈×茎数に移植翌日～調査前日までの有効積算温度(基準温度10℃)を乗じることにより、近赤外反射率との回帰線の決定係数が高まった。これは、生育ステージが異なっているにもかかわらず、有効積算温度が生育の進み具合を補正する効果によるものと考えられる。

次に、NDVIと茎数の関係をみると、近赤外反射率の関係と同様に、茎数のみでとらえるより草丈×茎数、草丈×茎数×有効積算温度の方がより回帰線との相関が高い(図2)。しかし、7月になるとNDVIが飽和状態になり、回帰線の当てはまりが悪くなっている。

(2) 茎数推定モデル式の作成と検証

茎数推定に当たり、草丈×茎数×有効積算温度のパラメータと植生指数との回帰線の当てはまりが良いことから、近赤外反射率/(草丈×有効積算温度)とNDVI/(草丈×有効積算温度)の茎数推定モデル式を作成した(図3、5)。近赤外反射率を用いた方が推定式の決定係数は $R^2=0.81$ と高いものの、推定値と実測値の誤差(RMSE)が9.1と高く、バイアスも見られた(図4)。

一方、NDVIの推定式の決定係数は $R^2=0.74$ とやや劣ったものの、RMSEは3.2(本/株)であり、生育状況を大まかに判断し栽培管理の上では実用範囲と考えられた(図6)。

本試験では過年度のデータを用いて推定式を作成しているため、単バンドの近赤外反射率ではバイアスが生じやすく、近赤外反射率とNDVIを比較すると、観測環境の影響、機体の違いなどの影響を緩和できる正規化処理したNDVIを用いた方がより確実である。

また、回帰線の当てはまり具合から見ると、6月の分げつ発生期から幼穂形成期前までがこの茎数推定モデルの適応時期になる。

なお、本報で用いた携帯式作物生育情報測定装置によるNDVIについては、他の近接センシングで計測したNDVIとも相関があることを確認しており、NDVIが得られるセンサーがあれば茎数推定に広く活用できると考えられる。

4 まとめ

近接リモートセンシングを活用した水稻の茎数推定手法について検討した結果、リモートセンシング手法による植生指数のみでは茎数推定のばらつきが大きく精度が劣るため、生育調査時期のズレを補正する項目として移植後からの有効積算温度を加えた、NDVI/(草丈×有効積算温度)を説明変数とするモ

デル式が茎数推定に活用できると考えられた。

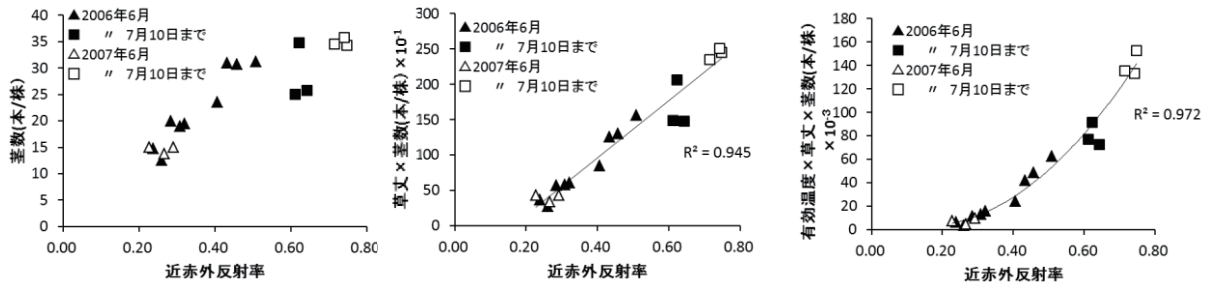


図 1 近赤外反射率と茎数、草丈×茎数、草丈×茎数×有効積算温度の関係
注：有効積算温度は基準温度10℃とする日平均気温の移植翌日～調査前日までの積算

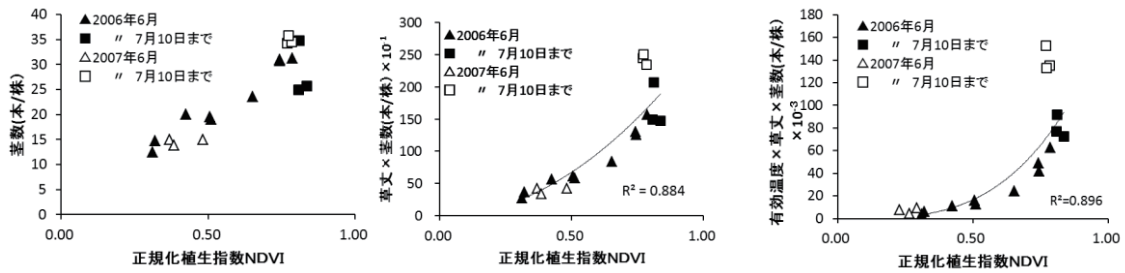


図 2 NDVI と茎数、草丈×茎数、草丈×茎数×有効積算温度の関係

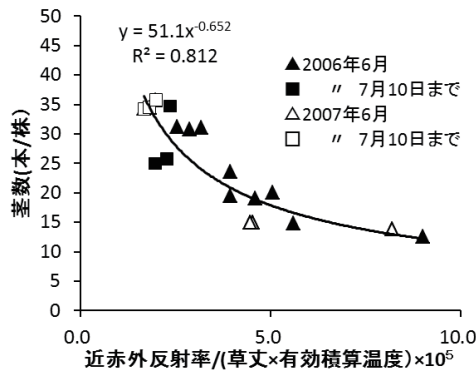


図 3 近赤外反射率/(草丈×有効積算温度)と茎数の関係
茎数(本/株)推定式： $Y = 51.1 X^{-0.652}$
Xは近赤外反射率/(草丈×有効積算温度)とする

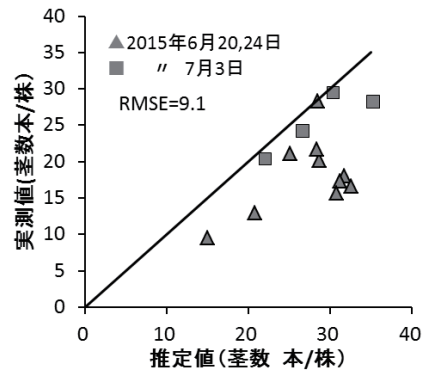


図 4 近赤外反射率を用いた茎数推定式の推定値と実測値の関係

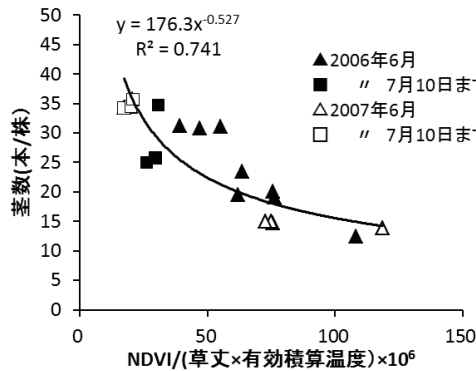


図 5 NDVI/(草丈×有効積算温度)と茎数の関係
茎数(本/株)推定式： $Y = 176.3 X^{-0.527}$
XはNDVI/(草丈×有効積算温度)とする

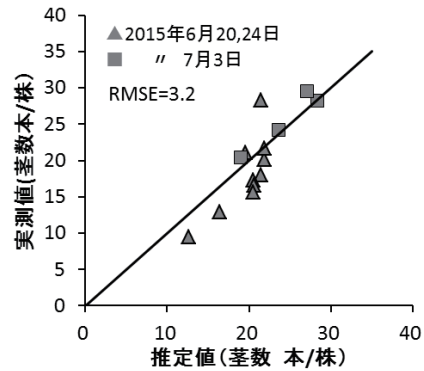


図 6 NDVI を用いた茎数推定式の推定値と実測値の関係