

デジタルカメラ画像RGB処理による水稻生育診断技術

後藤克典・長谷川正俊*・高橋真理**

(山形県立農業試験場・*置賜農業普及課・**山形県総務部)

Diagnostic Approach to Groth of Paddy Rice Using Digital Camera Image Analysis

Katsunori GOTO, Masatoshi HASEGAWA* and Mari TAKAHASHI**

(Ymagata Prefectural Agricultural Experiment Station, *Okitama Agricultural Improvement Center

**General Affairs Department of Yamagata Prefecture Government)

1 はじめに

水稻の生育診断は、草丈、茎数、葉色を10点×数カ所測定するのが一般的であるが、労力が掛かるため面的な広がりには難しい。そこで、大規模経営でも圃場一枚毎の診断が簡単にできる技術を構築することを目指し、デジタルカメラで撮影した画像を、パソコンのソフトで処理すると、草丈、茎数が推定でき、そのときの生育が過剰か不足かを瞬時に示すことができるソフト開発を目指した。

2 試験方法

(1)画像処理方法

水稻生育診断は、画像中の稲体の画素数(面積)を計測し、その数値から草丈、茎数を推定する手法を取り、試験用に作成した水稻生育診断ソフトを使って演算した。

試作したソフト(図1)は、画面左側に表示された原画像から、カメラレンズの歪みが少ない中央部の画像を切り出し、画面右側に識別した稲を赤色に変えて表示する。同時に赤色の画素数をカウントし、推定植被率を表示する。

デジタルカメラ画像には、画素毎にR(赤色)、G(緑色)、B(青色)の濃度値が記録されており、その数値を、 $2G-R-B$ の演算をすることで、植物体が強調されることが知られている。しかし、演算結果が負の場合はプログラム上で濃度値0とカウントされるため、数値に偏りが生じて自動2値化に影響を与えてしまう。そこで今回は、演算結果が正となるように補正定数 a を加えた $2G-R-B+a$ の演算(以下、RGB処理)を行った。

(2)自動閾値決定方法

RGB処理後の画像は、256階調のグレースケール画像となっており、植物体だけを抽出するには、画像毎に閾値を設定し、背景と区別しなければならない。今回は自動閾値方法として次の2つを試みた。

1)ヒストグラム形状判別法

RGB処理後の濃度値ヒストグラムは、図2に示すとおり水稻の生育ステージ毎に形状が異なり、1手法だけでは閾値を決定できない。そこで、ヒストグラムの形状をソフトが自動判別し、それぞれの形状に合った閾値設定法を選択、演算して2値化を行う手法をとった。ヒストグラム形状毎の閾値演算方法を以下に示す。

a.ヒストグラムが1ピークの場合(図2-①、④)

閾値 = 濃度値の平均値×補正係数

b.ヒストグラムが2ピークの場合(図2-②、③)

閾値 = 2ピーク間の最小値(谷部)

2)ヒストグラム平滑化法

RGB処理後、画像ヒストグラムを平滑化し、その平均値を閾値とした。閾値演算方法は次の通り。

$$T = \frac{\sum_{i=0}^{255} \log P_i}{\log N} \times m \quad (\text{式1})$$

T: 閾値、i: ヒストグラムの濃度値(0-255)

P_i : RGB処理後の濃度値の画素数、N: RGB処理した全画素数

m: デジタルカメラ機種別補正係数

この手法では、機種毎に異なる発色傾向が閾値決定に影響するため、画像に記録されているExif情報からメーカーと機種名を読み取り、その機種に適合した補正係数 m を掛けている。

(3)撮影方法

場内圃場で施肥量、播種量を変えた水稻(移植、直播)を栽培し、移植では各生育ステージ毎に、直播では5葉期に写真撮影と生育調査(草丈、茎数)を行った。具体的な条件は次のとおり。

1)移植栽培

品種: はえぬき 施肥: N成分0~12/kg10a 5水準

撮影カメラ: O社C303Z(300万画素)

撮影条件: 高さ1.7m・距離2m

撮影月日: 2000年 6/13、6/21、7/5、7/14

撮影方向: 条方向(圃場の長辺方向)

2)直播(条播)栽培

品種: はえぬき

播種時期: 4月下旬、5月上旬、5月中旬

撮影カメラ: O社C303Z(300万画素)

撮影条件: 高さ2m・距離3m

撮影月日: 2002年6/6 2003年6/3、6/6、6/12、

撮影方向: 条に対し横方向から撮影

3 試験結果及び考察

(1)水稻生育推定

画像処理ソフトが算出した推定植被率と草丈、茎数、生育量との関係を図3、図4に示す。

移植栽培では、草丈と生育量において推定植皮率との相関が高くなったが、茎数では、誤差、バラツキともに大きかった。水稻の生育調査では、分けつの大小に関係なく整数値1として数えるのに対し、画像では分けつの大きさに沿った数値として計測されるため、誤差が生じたものと考えられる。

直播栽培の5葉期では、移植栽培と同様に生育量との相関は高かったものの、草丈との相関は低かった。これは、直播5葉期頃の葉の先端は細く、画像に占める葉面積割合も極めて小さいため、誤差が大きく生じたものと考えられる。

(2)自動閾値決定方法の評価

閾値決定法の評価として、生育量の決定係数を比較した。



図1 水稻生育診断ソフトの画面

表1 閾値決定法と生育量推定時の決定係数との関係

	形状判別法	平滑化法
移植	0.8958	0.9219
直播	0.9412	0.8663

移植栽培ではヒストグラム平滑化法で数値が高く、直播栽培では形状判別法で数値が高くなった(表1)。現段階では2手法に優劣を付けがたいため、さらに多くの画像とデータを集めて比較する必要がある。

4 まとめ

試作した水稻生育診断ソフトを利用して、デジタルカメラ画像から高い精度で水稻の生育量(草丈×茎数)を推定できた。これにより移植栽培の生育中期および直播栽培(条播)の生育診断として利用できると考える。今後は、県内各地域、各品種の画像を収集し、生育診断精度の向上と葉色判定機能を付加したソフト開発を目指す。

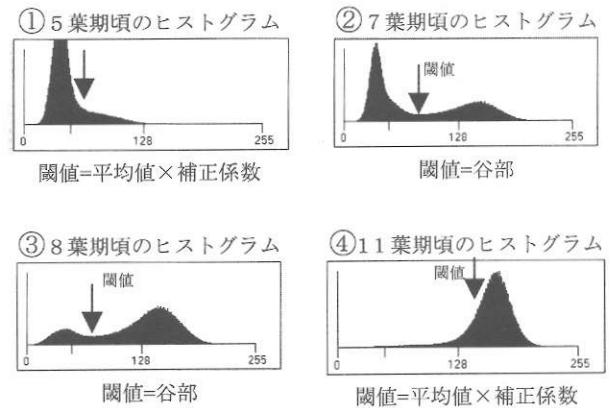


図2 ヒストグラム形状判別による自動閾値決定方法

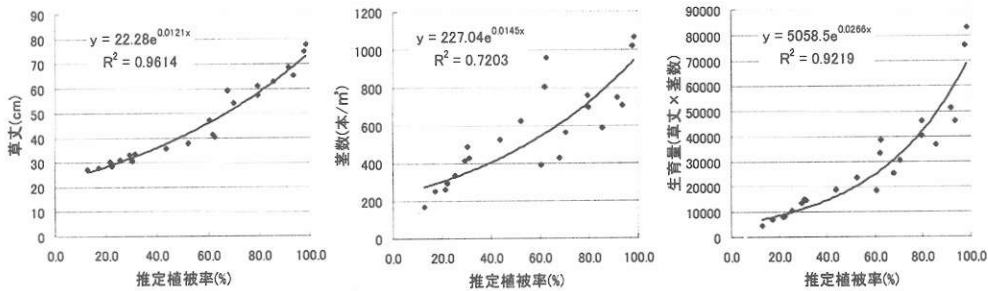


図3 移植栽培における推定植皮率と草丈、茎数、生育量との関係

注) 閾値決定法はヒストグラム平滑化による自動閾値決定方法を用いた。

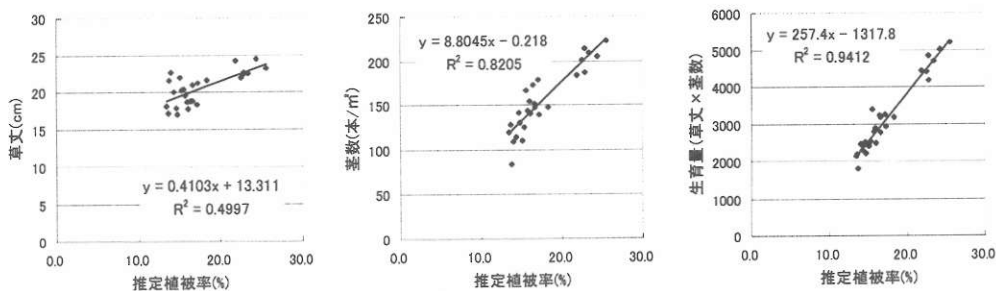


図4 直播(条播)栽培5葉期における推定植皮率と草丈、茎数、生育量との関係

注) 閾値決定法はヒストグラム形状判別による自動閾値決定方法を用いた。