

# デジタルカメラを用いたブドウ葉の推定 SPAD 値計測方法の検討

○岡本宗樹, 品川憲治, 相原孝徳, 近藤綜太, 入江雄太郎, Islam Md Parvez, 羽藤堅治(愛媛大学)  
SPAD 値, 推定 SPAD 値, デジタルカメラ, ナガノパープル, シャインマスカット

## 1. はじめに

葉色は植物の栄養状態を把握するうえで必要な情報であり、古くから葉緑素計を用いた葉色の診断は活発に行われてきた。葉緑素計から算出される SPAD 値は、葉のクロロフィル含量と相関があり、ブドウ(*Vitis spp.*)においては、新梢基部から第 5 葉の SPAD 値が 40 以上になると結実率が高まり、果粒肥大が優れるという報告<sup>1)</sup>がある。このようにブドウ栽培での SPAD 値の計測は極めて重要である。その一方で、SPAD 値計測は、葉 1 枚ごとの計測が必要なため、園地全体のきめ細やかな計測には労力を費やす。そこで本研究ではブドウ葉を対象に、デジタルカメラを用いて RGB 画像から推定された SPAD 値(以後、推定 SPAD 値)の計測方法の検討を行った。

## 2. 材料および方法

### 2-1. 材料

本研究では、愛媛県松山市のナチュラルファーム en で、図 1 のように根域制限栽培されたブドウ ‘ナガノパープル’、‘シャインマスカット’を材料とした。



図 1. 計測圃場

### 2-2. クロロフィル定量方法

SPAD 値は水稻のクロロフィル含量と相関があるが、その他植物においては、クロロフィル含量と SPAD 値の関係性を調査する必要がある。そこで、DMF(N,N-ジメチルホルムアミド)を用いて葉内のクロロフィルを抽出した。吸光度 663.8nm, 646.8nm, 750.0nm を分光光度計(U-1900, Hitachi)で測定し、定量式<sup>2)</sup>を用いた。クロロフィル含量は葉面積あたりに換算した。

### 2-3. 推定 SPAD 値計測方法

推定 SPAD 値算出のための式作製は、当研究室の成果報告<sup>3)</sup>に基づき、SPAD 値を目的変数、17 種類の色指標および植生指標を説明変数として回帰分析を行った。表 1 に説明変数に使用した色指標および植生指標を示す。SPAD 値は葉緑素計 (SPAD-502 Plus, KONICA MINOLTA)を用いて 3 回の平均を実測値とし、RGB 値は色彩色差計(CR-

表 1. 説明変数に使用した色指標および植生指標

説明変数に使用した色指標および植生指標	文献
R	Person et al.
G	Person et al.
B	Person et al.
G/R	Gamon&Surfus.
B/G	Sellaro et al.
B/R	Wei et al.
G-B	Kawashima&Nakatani
R-B	Wang et al.
2G-R-B	Woebbecke et al.
(R+G+B)/3	Wang et al.
R/(R+G+B)	Kawashima&Nakatani
G/(R+G+B)	Kawashima&Nakatani
B/(R+G+B)	Kawashima&Nakatani
(G-R)/(G+R)	Giteson et al.
(R-B)/(R+B)	Penuelas et al.
(G-B)/(G+B)	Hunt et al.
(2G-R-B)/(2G+R+B)	Wang et al.

400, KONICA MINOLTA)で同一箇所を1回計測し, XYZ 値から変換した. 検討した回帰式の精度評価は, 計測箇所にマーキングし, 葉緑素計での SPAD 値計測および画像から推定 SPAD 値を算出し, 二乗平均平方根誤差(RMSE)を用いた. 撮影機材はデジタルカメラ(D7100, Nikon)にC-PL フィルタを装着し, 撮影条件はWB オート, F 値 5.6, ISO 感度は天候に応じて 200 もしくは 400 で固定した.

### 3. 結果

#### 3-1. クロロフィル定量結果

図 2 に回帰分析を行った結果を示す. その結果, ‘ナガノパープル’, ‘シャインマスカット’ はそれぞれ決定係数  $R^2=0.89, 0.90$  と高い相関が得られた.

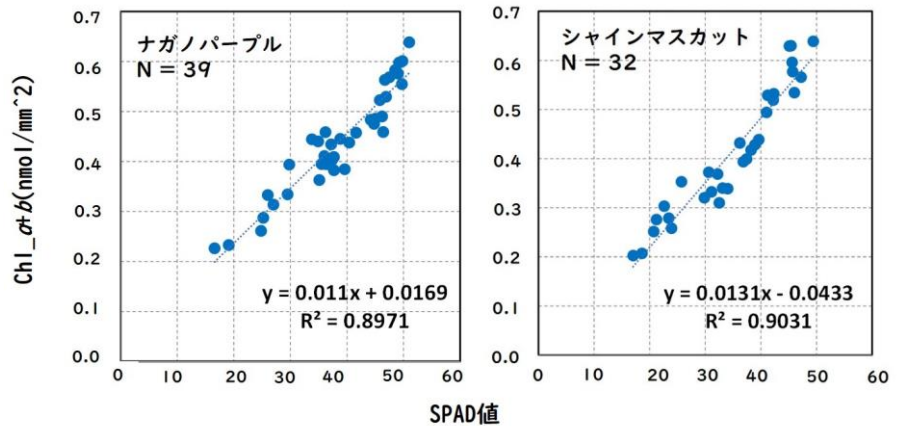


図 2. SPAD 値と葉面積あたりのクロロフィル含量の関係

#### 3-2. 推定 SPAD 値モデル精度評価

17 種類の色指標および植生指標を検討した結果,  $R/(R+G+B)$ を説明変数に用いた回帰式は, ‘ナガノパープル’, ‘シャインマスカット’ でそれぞれ決定係数  $R^2=0.62, 0.73$  と高い相関が得られ, 推定 SPAD 値算出に有効であるということが示唆された. 式 1, 2 に推定 SPAD 値( $SPAD_{Nagano\ Purple}$ ,  $SPAD_{Shine\ muscat\ grapes}$ )算出に有効である回帰式を示す.

$$SPAD_{Nagano\ Purple} = -588 \times R/(R+G+B) + 237.15 \dots (式 1)$$

$$SPAD_{Shine\ muscat\ grapes} = -426.64 \times R/(R+G+B) + 180.58 \dots (式 2)$$

また図 3 に, SPAD 値と式 1, 2 を用いて算出した推定 SPAD 値の RMSE の結果を示す. ‘ナガノパープル’ と ‘シャインマスカット’ はそれぞれ  $RMSE=8.62, 5.84$  となった. この結果より, 説明変数を  $R/(R+G+B)$ とした回帰式を用いることで, RGB 画像から推定 SPAD 値算出が可能であると示唆された.

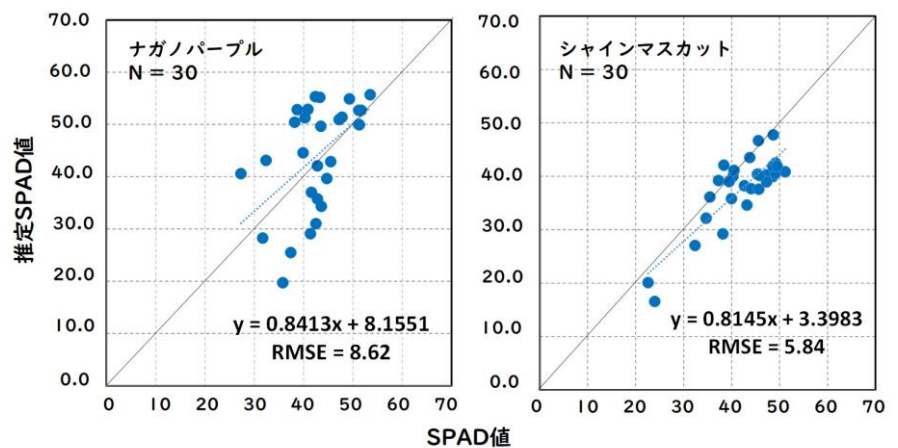


図 3. SPAD 値と推定 SPAD 値の関係

### 4. 引用文献

- (1)田村・藤井, 岡山県農試験報 27:5-12, 2009.
- (2)Porra et al., Biochimica et Biophysica Acta, 975:384-394,1989.
- (3)Yu Liu et al., Remote Sens. 13,686-704, 2021.