

## 水稻葉中窒素測定装置と葉緑素計の測定値の関係

澤田富雄\*・田中萬紀穂\*・吉川年彦\*

### 要 約

水稻葉中窒素測定装置と葉緑素計を用いて、本県水稻奨励品種の葉中窒素含有率 (CCN 値) と葉色値との関係を検討した。

- 1 CCN 値と葉色値は品種・測定時期を問わず、相関が高く、 $y = -3.288 + 0.167x$  ( $y = \text{CCN 値}$ ,  $x = \text{葉色値}$ ) で表される回帰式で葉色値は CCN 値に変換可能であった。
- 2 幼穂形成期以前 (前期) と減数分裂期以降 (後期) の変換式を使い分けた方が精度は向上した。前期における回帰式は、 $y = -3.751 + 0.181x$ 、後期における回帰式は、 $y = 0.361 + 0.066x$  で表された。その際、熟期区分が極早生の早～中にあたる品種の減数分裂期においては、前期の変換式を用いた方がよいと考えられた。
- 3 CCN 値や葉色値は、少なくとも 2～3 回程度の反復測定 of 平均値を使用すべきである。

### Relationship Between Values of Leaf Nitrogen Content Analyser and Values of a Chlorophyll Meter

Tomio SAWADA, Makiho TANAKA and Toshihiko YOSHIKAWA

### Summary

Investigations were made on the relationship between nitrogen (N) content, measured with a handy N analyzer (CCN values) and color values, measured with a chlorophyll meter, using leaves of rice varieties recommended for Hyogo prefecture.

- (1) A high positive correlation was observed between CCN values and color values of leaves, regardless of variety or growth stage. The regression formula was  $y = -3.288 + 0.167x$  ( $y = \text{CCN value}$ ,  $x = \text{color value}$ ).
- (2) Conversion of color values into CCN values became highly precise by using the distinct formulas obtained, before the panicle formation stage (first stage) from after the reduction division stage (latter stage). The formula at the first stage was  $y = -3.751 + 0.181x$ , at the latter stage, it was  $y = 0.361 + 0.066x$ . But after reduction division stage, extremely early maturing varieties was adapted the formula of first stage.
- (3) The average value of 2~3 times measurements should be used.

キーワード：携帯型葉中窒素測定装置, 葉緑素計, 葉中窒素含有率, 葉色値

### 緒 言

葉緑素計を用いた生育診断は従来から行われており、技術の蓄積も多い。しかし、葉緑素計指示値 (葉色値) と葉中窒素含有率との相関は高いものの<sup>2, 3)</sup>、葉色値と葉中窒素含有率の値の変換に際しては、品種間差が無視できなかつた。加えて生育時期別の変換式が必要とする報告もある<sup>2)</sup>。

一方、葉中窒素含有率を水稻の生葉の状態で測定でき

る携帯型近赤外分析装置 (携帯型葉中窒素測定装置, CCN 3000) が開発され、植物体を傷つけることなく、窒素栄養状態の追跡調査が可能となってきた。携帯型葉中窒素測定装置の指示値と葉中窒素含有率の相関は高く、予測標準誤差 (SEP) も 0.158~0.197% と実用上問題ない<sup>7)</sup>。

こうしたなか、兵庫県では、葉中窒素測定装置を診断技術に用いた良食味米の栽培モデルを作成している<sup>5)</sup>。

そこで、葉色値を栽培モデルに当てはめるため、携帯型葉中窒素測定装置指示値と葉色値の関係を調査した。

葉中窒素測定装置の指示値と葉色値との間には、すで

2000年8月30日受理

\*中央農業技術センター

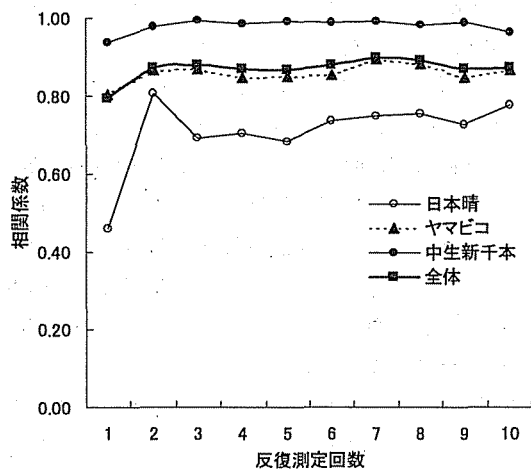


図1 反復測定によるCCN値と葉色値の相関の変化

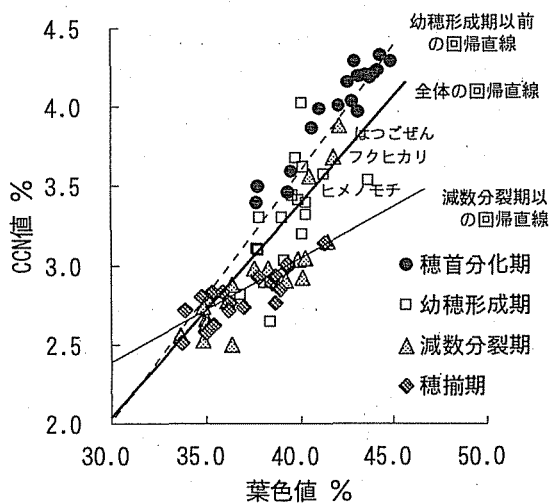


図2 生育ステージ別CCN値と葉色値の関係(1999年)

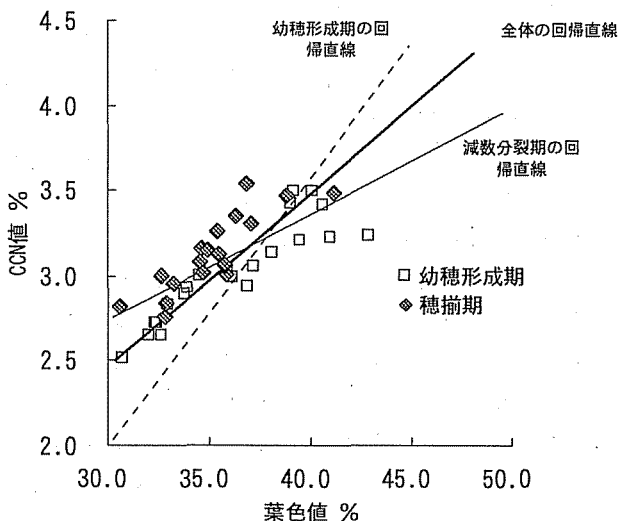


図3 生育ステージ別CCN値と葉色値の関係(1998年)

に早生～中生の一部の品種で高い相関関係が確認されている<sup>1)</sup>が、作期の異なる極早生の奨励品種を含めて、相関関係を確認し、さらに両者によって求められる変換式の実用性を検討した。なお、便宜上、本報告では、葉中窒素測定装置の指示値はCCN値と呼び、ケルダール分解法による葉中窒素含有率と区別した。

### 材料及び方法

1998～99年度に試験を実施した。供試品種として、兵庫県の奨励品種である極早生種の「はつごぜん」(兵庫県の熟期区分で極早生の早)、「フクヒカリ」(極早生の中)、「コシヒカリ」,「キヌヒカリ」,「どんとこい」(極早生の晩), 早生種の「日本晴」(早生の中)、「ヤマビコ」(早生の晩), 中生種の「中生新千本」(中生の早)、「金南風」,「ヒノヒカリ」(中生の晩)の粳10品種と、「ヤマフクモチ」,「しろたえもち」(早生の中)、「はりまもち」(中生の早)の糯3品種、淡路で作付けの多い極早生糯品種の「ヒメノモチ」(極早生の中)を用いた。なお、早生粳種は標準肥区(全窒素施肥用量0.9kg/a)と多肥区(同1.1kg/a)を設置した。調査時期は、穂首分化期、幼穂形成期、減数分裂期、穂揃期とし、CCN値、葉色値を1株ごとに調査した。

なお、各品種は10～20株を供試し、CCN値は携帯型葉中窒素測定装置(佐竹アグリエキスパート, CCN 3000)、葉色値は葉緑素計(ミノルタ葉緑素計, SPAD 502)を用いた方法<sup>2, 6, 7)</sup>により測定した。

測定に際しては、完全展開第2葉身中央部付近の左右2カ所の平均を個葉の値として用いた。

また、相関関係を調査する際の上記個葉の値の妥当性を検討するために、「日本晴」,「ヤマビコ」,「中生新千本」の3品種を用いて、幼穂形成期の個葉中央部付近の異なる部位で、両装置を10回測定し、反復測定回数と両装置の平均値の相関係数の変化を調べた。

### 結果

両装置の反復測定回数と相関係数の変化を図1に示した。

1回だけの測定でも、「ヤマビコ」では0.80,「中生新千本」では0.94となり、供試品種全体では、0.79程度となったが、「日本晴」の場合のように、0.46と、相関係数が著しく低くなることもあった。しかし、反復2～3回で、相関係数は高くなり、ほぼ一定となり、0.8付近に収束した。

図2に99年試料を用いて、1試験区1プロットとしたCCN値と葉色値の関係を示した。ほぼ直線的な相関が

あり、 $r = 0.882$ であったが、幼穂形成期以前（以下前期）と比べると、減数分裂期以降（以下後期）では葉色値に対してCCN値がやや低い値を示す傾向にあった。

品種・測定時期を総括した試験区全体の回帰式は、

$$y = -3.288 + 0.167x \quad (y = \text{CCN 値}, x = \text{葉色値})$$

で表され、標準誤差（SEC）は0.26であった。

さらに、前期における回帰式は、

$$y = -3.751 + 0.181x \quad (r = 0.866, \text{SEC} = 0.25)$$

後期における回帰式は、

$$y = -0.840 + 0.099x \quad (r = 0.831, \text{SEC} = 0.17)$$

で表された。

しかし、供試品種の中では特に早熟の「はつごぜん」、「フクヒカリ」、「ヒメノモチ」（極早生の早～中）の減数分裂期においては、他の供試品種の傾向と異なり、CCN値に比べて葉色値の値が高く、むしろ前期の回帰式に適合していた。なお、これらの品種も、穂揃期には、他品種と同様に後期の回帰式に適合していた。これらの極早生3品種の減数分裂期を除いた場合の後期の回帰式は、

$$y = 0.361 + 0.066x \quad (r = 0.844)$$

で、SEC = 0.10であった。

図3に98年試料の幼穂形成期、穂揃期のCCN値と葉色値の関係を示した。98年試料全体を本回帰式に当てはめた場合の標準誤差はSEP = 0.28%であった。Bias補正值（y切片の補正值）は、+0.347で、Bias補正した後のSEPは0.16%であった。

### 考 察

CCN値・葉色値は、測定部位によって、値がかなり分散する場合がある。すなわち、同一部位を計測しているつもりでも、僅かの測定位置のずれが大きな値の違いとなる恐れがある。そのため、反復なしの計測値による比較は、測定位置による誤差が大きく現れる<sup>3)</sup>。図1に示した「日本晴」の場合のように、反復なし（1回測定）での相関が低かったのはそのためと考えられ、「日本晴」の特性上の理由によるものではない。なお、同一か所を反復測定した場合の両装置の値の再現性は極めて高い。

以上のことから、CCN値や葉色値は、個葉の値を代表し、装置の互換性を保つために、少なくとも2～3回程度の反復測定の平均値を使用すべきであることが確認された。

また、品種・測定時期を問わず、CCN値と葉色値の相関は高く、

$$y = -3.288 + 0.167x \quad (y = \text{CCN 値}, x = \text{葉色値})$$

で表される回帰式で葉色値がCCN値に変換可能であった。しかし、品種によっては、生育段階によって葉色値

と葉中窒素含有率の回帰直線が異なるという報告もある<sup>2)</sup>。本報告でも、図2のように、極早生3品種の減数分裂期を除いた後期の各生育段階でのプロットは回帰直線のやや下方に位置している。すなわち、前期に比べて後期の回帰直線はやや直線の傾きが小さい。そのため、前期と後期の回帰直線を使い分けた方が変換の精度は向上する。しかし、極早生品種「はつごぜん」、「ヒメノモチ」、「フクヒカリ」の減数分裂期においては、むしろ前期の回帰式に適合しているため、熟期区分が極早生の早～中にあたる品種の減数分裂期においては、前期の変換式を用いた方がよいと考えられた。

98年試料を未知試料として測定した際の予測標準誤差は、SEP = 0.28%と低く、試験区全体の式を変換式として用いても実用上問題はないと考えられた。また、幼穂形成期と穂揃期に回帰直線を分けると、99年と同様に、前期に比べて後期の回帰直線の傾きはやや小さくなっているが、99年に比べてその差は明瞭ではない。Bias補正值（y切片の補正值）は、+0.347で、Bias補正した後のSEPは0.16%であったことから、年次によって、変換式の補正を行うと、さらに変換の精度が高まることが示唆された。

### 引用文献

- (1) 黄農栄・澤田富雄（1999）：いくつかの水稲品種における葉中窒素含有率と玄米中タンパク質含有率の関係：兵庫県農業技術センター研究報告，47，1-5
- (2) 北川靖夫・岡山清司・廣川智子（1987）：葉緑素計によるコシヒカリの葉色と稲体窒素濃度：富山県農業技術センター研究報告，1，1～7
- (3) 三本弘乘（1990）：水稲の葉色推移と窒素濃度：近畿作物・育種研究，35，12-16
- (4) 中鉢富夫・浅野岩夫・及川 勉（1986）：葉緑素計による水稲（ササニシキ）の窒素栄養診断：日本土壤肥料学会誌，57，190～193
- (5) 澤田富雄・田中萬紀穂・吉川年彦（1999）：水稲「あじまる」における生育と米中タンパク質含有率の関係：近畿作物育種研究，44，31-33
- (6) 吉川年彦・澤田富雄・三好昭宏・江藤 聡（1996）：携帯型近赤外分析装置による水稲の栄養診断 第1報 携帯型近赤外分析装置による水稲葉中窒素の測定：第92回土肥学会関西支部講演要旨集，25
- (7) 吉川年彦・澤田富雄・三好昭宏・小河拓也・中村信彦（1997）：携帯型近赤外分析装置による水稲の栄養診断 第3報 携帯型近赤外分析装置による水稲葉中窒素の測定の精度の向上：土肥学会講演要旨集，102