

Series A (Crop) No. 13  
February 1994

ISSN 0286-3022

BULLETIN  
OF  
THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER  
(Chikushino, Fukuoka 818 Japan)

---

福岡県農業総合試験場研究報告

A (作物) 第13号

平成6年2月

---

福岡県農業総合試験場

(福岡県筑紫野市大字吉木)

福岡農総試研報  
Bull. Fukuoka  
Agric. Res. Cent.

# 福岡県農業総合試験場研究報告

## A (作物) 第13号

### 目次

|    |                                                                  |    |
|----|------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | 近赤外分光法による米の品質評価法<br>第1報 精米中空素含量測定のための検量線の作成<br>尾形武文・住吉 強         | 1  |
| 2  | ヒノヒカリの窒素栄養診断<br>第2報 草丈・茎数・葉色からの水稻窒素吸収量の推定<br>末信真二・角重和浩・山本富三・井上恵子 | 5  |
| 3  | ヒノヒカリの窒素栄養診断<br>第3報 窒素吸収量と玄米窒素濃度・食味との関係<br>田中浩平・角重和浩・山本富三        | 9  |
| 4  | 2波長測定法による米のアミロース及びアミロペクチンの定量<br>山下純隆・馬場紀子・森山弘信                   | 13 |
| 5  | 水稻「ヒノヒカリ」に対する被覆尿素肥料の施用法<br>井上恵子・山本富三・末信真二                        | 17 |
| 6  | 筑豊地域水田土壌の地力の実態<br>三井寿一・豊田正友・城丸裕次                                 | 23 |
| 7  | 早植え水稻における水管理がイネミズゾウムシ発生に及ぼす影響<br>嶽本弘之・中村利宣                       | 29 |
| 8  | 反応染料によるイグサの染色<br>第1報 染色条件と染色イグサの特性<br>村上康則・許斐健治・松井 洋             | 35 |
| 9  | コンピューターデザインシステムによる花菱の原画作製法<br>中村厚二・村上康則・許斐健治                     | 39 |
| 10 | 玉露生葉の理化学的形質による品質判定法<br>第1報 玉露生葉の物性及び化学成分と製茶品質との関係<br>大森宏志・大森 薫   | 43 |
| 11 | エノキダケ培養床残渣の堆肥化<br>庄籠徹也・吉岡哲也・津田勝男・三井寿一                            | 49 |

BULLETIN OF THE  
FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER  
Series A(CROP)No.13  
CONTENTS

- 1 Quality Evaluation Method of Rice by Near Infrared Spectroscopy.  
(1) Improvement of Accuracy for Analysis of Nitrogen Content in Milled Rice.  
OGATA Takefumi and Tsuyoshi SUMIYOSHI ..... 1
- 2 Nitrogen Nutritional Diagnosis of Rice Plant 'Hinohikari' .  
(2) Estimation of Nitrogen absorption amount from Plant Height,  
Number of Tillers and Leaf Color.  
SUENOBU Shinji, Kazuhiro KADOSHIGE, Tomizou YAMAMOTO  
and Keiko INOUE ..... 5
- 3 Nitrogen Nutritional Diagnosis of Rice Plant 'Hinohikari' .  
(3) The Relationship between Nitrogen Absorption and Eating Quality of Rice.  
TANAKA Kohei, Kazuhiro KADOSHIGE, and Tomizou YAMAMOTO ..... 9
- 4 Determination of Amylopectin Contents of Milled-rice Flour  
by The Dual-wavelength Method.  
YAMASHITA Sumitaka, Noriko BABA and Hironobu MORIYAMA ..... 13
- 5 Application Method of Coated Urea Fertilizers to Rice Plant.  
INOUE Keiko, Tomizou YAMAMOTO, Kazuhiro KADOSHIGE  
and Shinji SUENOBU ..... 17
- 6 Soil Fertility of Paddy Fields restored from Coal Mine Damage in Chikuhou Area.  
MITSUI Hisakazu, Masatomo TOYODA and Yuuzi SHIROMARU ..... 23
- 7 Influence of Water Management on the Occurrence of the Rice Water Weevil.  
*Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel. in Normal Season Rice.  
TAKEMOTO Hiroyuki and Toshinobu NAKAMURA ..... 29
- 8 Dyeing Method of Mat Rush using Reactive Dye.  
(1) The Condition of Dyeing and Properties of Mat Rush Dyed by Reactive Dye.  
MURAKAMI Yasunori, Kenji KONOMI and Hiroshi MATSUI ..... 35
- 9 The Original Picture Design by Computer Design System in Mat Rush Carpet.  
NAKAMURA Atsushi, Yasunori MURAKAMI and Kenji KONOMI ..... 39

|    |                                                                                                                                                  |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 10 | A Method of Judging the Quality of Green Tea Leaves ( <i>Gyokuro</i> ) by Physical and Characteristics                                           |    |
|    | (1) The Relationship between Physical Characteristics, Chemical Constituents of Green Tea Leaves ( <i>Gyokuro</i> ) and the Quality of Crude Tea |    |
|    | OHMORI Hiroshi and Kaoru OHMORI .....                                                                                                            | 43 |
| 11 | Composting of <i>Flammulina veltipes</i> Medium Residue                                                                                          |    |
|    | SHOUGOMORI Tetuya, Tetsuya YOSHIOKA, Katsuo TSUDA and Hisakazu MITSUI .....                                                                      | 49 |

# 近赤外分光法による米の品質評価法

## 第1報 精米中窒素含量測定のための検量線の作成

尾形武文・住吉強  
(農産研究所栽培部)

米の食味を簡易・迅速に推定するため、近赤外分光分析計を用いて食味と関係が高い精米中の窒素含量を測定するための精度の高い検量線を作成した。

- 1 精米中の窒素含量を測定する検量線の作成に当たっては、蛋白質に関連する2180nmを第1波長とする3波長を使用した。使用した波長における吸光度値と化学分析値との重相関係数は0.992と高く、予想標準誤差も小さく、高い精度であった。
- 2 本検量線による測定値は、市販の食味計による測定値よりも精度が高く、年次を通じて実用性が高かった。

本検量線を使用することにより、精米中窒素含量の迅速・簡易な測定が可能であり、良質米生産場面や品質評価に利用できる。

[キーワード：米，食味，窒素，近赤外分光法，検量線]

### 緒 言

近年、米消費量の減少に伴う生産者の良食味米生産への期待や消費者の良食味米志向の広がりにより米の食味に対する関心が高まっており、米の品質評価に関する研究が各機関で行われている<sup>3,4,8)</sup>。米の食味の評価法としては、食味官能試験、炊飯米のテクスチャー測定、炊飯米の光沢評価、化学分析による成分測定による評価方法等がある。特に、食味に関与する精米中の化学成分としては窒素含量、アミロース含量が主にあげられ、両成分とも含量が高くなるにともなって食味が低下するとされている<sup>4,6)</sup>。また、近年、近赤外分光法が急速に発達し、簡易・迅速に食味に関連した化学成分を測定できるようになった<sup>2,3,5,6,7,8)</sup>。このため近赤外分光法による米の食味評価のための種々の食味計が開発・市販されており<sup>9)</sup>、それらの食味評価方法は米中の窒素や蛋白質、アミロース、脂肪酸、微量元素、ヨロド呈色度等の説明変数を用いて目的変数を食味値として、食味官能試験による食味総合評価を推定するものである。

しかし、九州農業試験場を中心とした1991年の食味計に関する九州地域連絡試験の検討の結果、九州地域における市販の食味計による食味値と食味官能試験の食味総合評価との相関は十分でなく、九州地域では市販の食味計は実用の域に達していないもの

と考えられた。しかし、多数の試料の食味評価を必要とする米の生産・流通場面や試験研究場面においては、簡易・迅速に食味や品質特性を推定できる食味計の精度向上は不可欠なものとなっている。

そこで、各種の食味計の説明変数に共通した米中窒素含量の精度向上を図るため、近赤外分光分析計を用いて精米中の窒素含量の検量線を作成し、その検量線の年次変動を含めた評価を行い精度の高い検量線を作成したのでその概要を報告する。

### 試 験 方 法

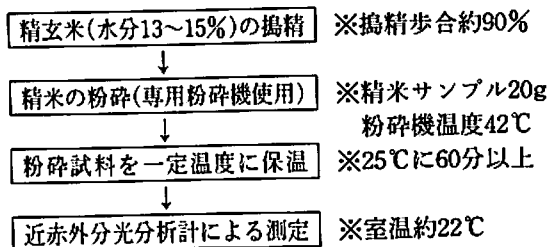
#### 1 検量線の作成

##### (1) 供試試料の準備および供試機器

供試試料は食味計に関する九州地域連絡試験に用いた福岡、大分、熊本県の1991年産米3品種46点および福岡県農業総合試験場(農産研究所、豊前分場)で行った水稲奨励品種決定調査と栽培方法の異なる33点、計79点の精米(搗精歩合約90%)を試料とした。これらの精米を粉碎機(S社製オートクラッシャー)を用いて粉碎し、全窒素含量をケルダール法により測定した。分析の結果、試料中の全窒素含量は1.000%台から1.500%台に分布した。

##### (2) 検量線作成方法と供試機器

測定手順は第1図の通りである。水分12~15%の精玄米を搗精歩合約90%で搗精する。粉碎に当たっては、粉碎機の機械温度が42℃になるまで暖気運転



第1図 近赤外分光分析計による測定手順

を行い、精米約20gを粉碎する。その後、粉碎試料を25℃の定温庫に60分以上放置し、室温約22℃に保った部屋で近赤外分光分析計(B社製インフラライザー500型)にて測定する。試料1点の測定時間は約20秒である。検量線作成に当たっては窒素含量が平均的に分布するように79点の試料を検量線作成用36点、検量線検定用23点、測定用試料20点の3種類に分けて供試した。

近赤外分光分析計のプログラムにより、検量線作成用試料36点の1100nm~2500nmの波長の間で、2nmごとの近赤外スペクトルを測定し、窒素含量の化学分析値とともにフロッピーディスクに記録し、以後の解析に供した。この近赤外スペクトルに対して、化学分析値との間で総組合せ計算による重回帰分析を行い、精米中窒素含量と相関の高い波長を求めた。

数種類の検量線を作成した後、検量線検定用試料により精度の高い検量線を選定した。

選定した検量線と食味計の精度との比較には、測定用試料を用いた。食味計の窒素含量の値はS社製汎用食味計のB成分値(蛋白含量)を蛋白換算係数の5.95で除して求めた。

## 2 検量線の年次間変動

1992年に福岡県農業総合試験場農産研究所で栽培した水稻奨励品種決定調査および栽培法の異なる56点の試料を検量線補正用試料30点、測定用試料26点に分けて測定に供し、1991年に作成した検量線の精度を検定した。

検定方法は近赤外分光分析計に組み込まれたプログラムにより、検量線補正用試料を用いて1991年作成の検量線の傾きやバイアス(切片)の補正を行った。その後、測定用試料を用いて補正した検量線による1992年産試料の窒素含量測定値とS社製汎用食味計のB成分値との相関係数を求めて精度の比較を行った。

なお、近赤外分光分析計による測定手順は第1図

に従った。

## 結果及び考察

### 1 精米中窒素含量の検量線の作成

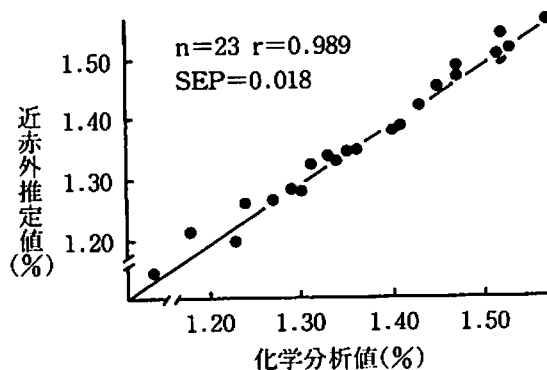
検量線作成用試料36点を用いて、2nmごとの近赤外スペクトルを測定した。この近赤外スペクトルに対して、化学分析値との間で重回帰分析を行い、精米中窒素含量と相関の高い波長を求めた。その際、窒素に反応すると報告<sup>7)</sup>されている2180nmの波長を固定して検量線を作成した。その結果、使用波長数が2094nmと2180nmの2波長の場合、重相関係数は0.963であった。3波長や4波長に増加すると重相関係数は高くなった。しかし、最適の検量線を選択するためには、重相関係数を高めると同時に予想標準誤差(SEP)を最小にする必要がある。

1786、2108、2180nmの3波長を使用した検量線は、この2つの条件に最も近かった。なお、これら

第1表 精米中窒素含量を推定する検量線作成に使用した波長、測定値との重相関係数、誤差(1991年)

| 検量線番号 | 使用波長(nm)            | R     | SEE   | SEP   |
|-------|---------------------|-------|-------|-------|
| 1     | 2094 2180           | 0.963 | 0.048 | 0.045 |
| 2     | 1786 2108 2180      | 0.992 | 0.022 | 0.018 |
| 3     | 1394 1814 2122 2180 | 0.995 | 0.018 | 0.020 |

注) ①Rは重相関数, SEEは標準誤差, SEPは予想標準誤差を表す。②n=36。



第2図 精米中の窒素含量を推定する検量線の作成(1991年)

第2表 精米中窒素含量の測定法間の単相関(1991年)

|        | 近赤外分析値       | 食味計          |
|--------|--------------|--------------|
| 近学分析値  | 0.986(0.973) | 0.978(0.955) |
| 近赤外分析値 | —            | 0.955(0.912) |

注) ①( )内は寄与率を表す。②n=20。

3波長における近赤外スペクトル値と化学分析値との重相関係数は0.992であった（第1表）。使用した2108nmは炭水化物に関連する<sup>7)</sup>ものと考えられた。

上記3波長を使用した検量線を検定用試料23点で検定した結果、作成した検量線を用いた検定用試料の窒素含量推定値（以下、近赤外分析値）とケルダール法による分析値（以下、化学分析値）との間には高い相関（0.989）が認められた（第2図）。

ここで得られた検量線の精度を確認するためには近赤外分析値と化学分析値との間に差がないことを検定すればよい<sup>1)</sup>。そこで、測定用試料20点を用いて化学分析値と平均値との差をt検定した結果、 $t(19) = 1.944$ であり、この値は有意水準1%の限界値 $t(19, 0.01) = 2.861$ より小さく、高精度の検量線であることが示された。

ここで得られた検量線を次式に示す。

$$\text{精米中窒素含量(\%)} = -34.350X_{1786} - 60.971X_{2108} + 89.766X_{2160} + 0.9454$$

窒素含量範囲：1.030～1.580%

$X_{1786}$ ：1786nmにおける $\log(1/R)$ の値

この検量線を用いた測定用試料20点の近赤外分析値と食味計の分析値（B成分値）を化学分析値と比較すると、化学分析値と食味計のB成分値（蛋白含量）との相関係数は0.978であった。近赤外分析値と化学分析値との相関係数は0.986とさらに高くなり、実用性の高い検量線であった（第2表）。

## 2 年次変動の検定（1992年）

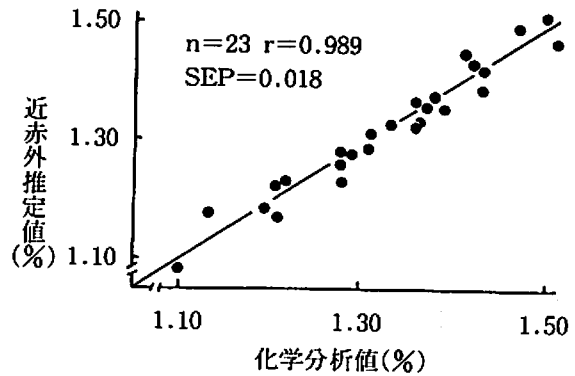
年次を越えて測定しようとする場合、化学分析値の明かな試料を用いて傾きや切片の補正が必要である。そこで、1991年に作成した検量線が、年次を越えて使用可能か否かを判定するために、近赤外分光分析計に組み込まれたプログラムにより化学分析値の明かな1992年産米試料（36点）を用いて、近赤外分析値を測定した。化学分析値と近赤外分析値の相関は0.9909と高かったため、直線の傾きの補正は行わなかった。また、化学分析値の平均値と検量線による近赤外分析値の平均値の差であるバイアスは0.0077であった（第3表）。検量線の切片からこのバイアスを減じた値を新しい切片0.9377として補正した。

今回、1991年の大型台風の影響を受けた試料も一部使用して検量線を作成し、1992年の普通年の試料を用いて検量線の年次を越えた検定を行った。その結果、1991年に作成した検量線は年次変動の少ない

第3表 1992年産試料による検量線のバイアス補正

| 化学分析値<br>の平均値 | 近赤外分析値<br>の平均値 | バイアス   |
|---------------|----------------|--------|
| 1.3214        | 1.3137         | 0.0077 |

注) ①バイアス：化学分析値と近赤外分析値の平均値の差。 ②n=30



第3図 1992年産米を用いた1991年作成の窒素含量測定検量線の作成(1992年)

第4表 精米中窒素含量の測定法間の単相関(1992年)

|        | 近赤外分析値       | 食味計          |
|--------|--------------|--------------|
| 化学分析値  | 0.977(0.954) | 0.937(0.878) |
| 近赤外分析値 | —            | 0.929(0.863) |

注) ①( )内は寄与率を表す。 ②n=26。

検量線であることが認められた。

次に、化学分析値が既知の測定用試料（1992年産26点）を補正した検量線を用いて測定した近赤外分析値と食味計により測定した窒素含量を化学分析値と比較し、相関を検討した。

その結果、化学分析値と食味計の蛋白含量（B成分値/5.95）との相関は0.937とやや低いのが、補正した検量線による近赤外分析値との相関は0.977と高かった（第3図、第4表）。このように、1991年、1992年ともに作成した検量線による測定値は食味計による分析値よりも、化学分析値との相関が高く、精度は非常に優れた。

以上のとおり、米の食味官能評価と相関の高い精米中窒素含量測定のため、近赤外分析用の年次変動の少ない精度の高い検量線を作成した。

近赤外分光分析計による測定の場合は、粉碎試料の粒度が変わった場合や測定室の温度や湿度が変わると分析値がずれることがあるので、粉碎機やスク

リーン(粉碎機の網)を交換した時や、測定環境が変わった場合には検量線の補正が必要<sup>7)</sup>である。

今後、米の食味官能評価と関係の深い精米中アミロース含量を推定する精度の高い検量線を作成して、ここで作成した精米中窒素含量を推定する検量線と組み合わせて一度の測定で精米中の窒素含量とアミロース含量を同時に測定できるように、両検量線の一本化の必要がある。

#### 引用文献

- 1) 池ヶ谷賢二郎・日野明寛・魚住純・高柳博次・阿南豊正・岩元陸夫(1985):近赤外分光法による緑茶中の全窒素含量の分析. 日本食品工業学会誌32(8), 553-559.
- 2) IWAMOTO, M., T. SUZUKI, N. KONGSEREE, J. U. OZUMI and O. INATSU (1986): Analysis of protein and amino acid in rice flour by near-infrared spectroscopy. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 33, 36-41.
- 3) 川村周三・夏賀元康・桶元淳一・伊藤和彦(1991):近赤外分光法と官能試験法とによる米の食味評価. 農業機械学会誌53(6), 93-96.
- 4) 松江勇次・吉野稔・原田皓二(1988):北部九州における水稻品種のアミログラム特性, N, Mg, K含量と食味との関係. 日作九支報56, 43-44.
- 5) 夏賀元康・川村周三・伊藤和彦(1992):近赤外分光法による穀物成分測定の精度 第1報北海道産小麦の水分, タンパク質, 灰分について. 農業機械学会誌54(1), 89-96.
- 6) 尾形武文・川村富輝・原田皓二(1992):近赤外分光分析計を利用した米の食味関連成分の測定第1法 精米中窒素, アミロース含量及びアミログラム特性の測定. 日作九支報59, 41-42.
- 7) OSBORNE, B.G. and T. FEARN (1988): Near Infrared Spectroscopy in Food Analysis. Longman Scientific & Technical, New York. 28-40.
- 8) 津村信蔵(1985):食品品質成分の非破壊分析測定法. 農水省食総研内食品研究刊行会, 東京. 18-24.
- 9) 山形一郎・安藤光夫(1990):米の食味評価装置(食味計など)の試験結果. 精米工業123, 10-20.

#### Quality Evaluation Method of Rice by Near Infrared Spectroscopy

##### (1) Improvement of Accuracy for Analysis of Nitrogen

##### Content in Milled Rice

OGATA Takefumi and Tsuyoshi SUMIYOSHI

#### Summary

In order to predict the eating quality of rice simply by near infrared spectroscopy, we made an accurate equation which determines nitrogen content. The results were as follows:

- (1) In case of making an equation which determines nitrogen content of milled rice, three wavelengths, 1786 nm, 2108 nm and 2180 nm, which was assigned to protein content were selected. A multiple correlation coefficient between original spectra data and chemical data was 0.992, and it was practical high. The standard error of prediction was low. This equation had a practical accuracy.
- (2) The prediction value by this equation was more accurate than that by the marketing instrument, "Syokumi Kei", that evaluated the eating quality of rice. And it was accurate enough on practical use over years.

By using this equation, it is possible to determine nitrogen content of milled rice rapidly and simply. And we can apply this technique to both production of good eating quality rice and quality evaluation of rice.

[Key words: rice, eating quality, nitrogen, near infrared spectroscopy]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-13:1~4 (1994)



## ヒノヒカリの窒素栄養診断

## 第2報 草丈・茎数・葉色からの水稲窒素吸収量の推定

末信真二・角重和浩・山本富三・井上恵子  
(生産環境研究所化学部)

ヒノヒカリの各生育時期における草丈・茎数・葉色と稲体窒素濃度・乾物重・窒素吸収量との関係を調査し、窒素吸収量を生育期間中に簡易に推定する方法を検討した。

- 1 稲体の窒素吸収量は葉色値（葉緑素計SPAD501 測定値またはカラースケールによる群落葉色値）及び草丈・茎数の積と高い1次相関があり、以下の回帰式により推定が可能と考えられた。

$$\text{移植後25日 } Y=3.36 \times 10^{-6} \cdot H \cdot N \cdot S - 0.09, Y=3.35 \times 10^{-5} \cdot H \cdot N \cdot C - 0.14$$

$$\text{移植後35日 } Y=4.69 \times 10^{-6} \cdot H \cdot N \cdot S - 0.47, Y=4.08 \times 10^{-5} \cdot H \cdot N \cdot C - 0.11$$

$$\text{幼穂形成期 } Y=5.25 \times 10^{-6} \cdot H \cdot N \cdot S - 0.06, Y=4.83 \times 10^{-5} \cdot H \cdot N \cdot C - 0.32$$

Y：稲体窒素吸収量 (kg/10a), H：草丈 (cm), N：茎数 (本/m<sup>2</sup>)

S：葉緑素計による測定値, C：カラースケールによる葉色値

- 2 葉色値と稲体窒素濃度とは生育初期には高い正の相関があったが、生育の進行とともに相関係数は小さくなった。
- 3 稲体乾物重は草丈と茎数の積との間に高い相関があったが、その回帰式の回帰係数は生育の進行とともに大きくなった。

[キーワード：窒素吸収量, 生育診断, 葉緑素計, 水稲, ヒノヒカリ]

## 緒言

前報においてヒノヒカリの窒素吸収量と収量や収量構成要素との関係について明らかにし、生育時期ごとの最適な窒素吸収量を算定した。この最適な窒素吸収パターンに基づいた肥培管理を行うためには、生育期間中に稲体窒素吸収量をリアルタイムで把握する必要がある。しかし、窒素吸収量を求めるには稲体の乾物重と窒素濃度の測定を行う必要があり、実用面で問題が残る。従って、サンプリングや化学分析を行うことなく、簡易に稲体の窒素吸収量を把握する方法の開発が必要である。

現在、水稲の生育診断として草丈・茎数・葉色の調査が一般に実施されている。草丈・茎数は乾物重と、葉色は窒素濃度と関係が深い<sup>1,3)</sup>ことから、それぞれの値を乗じたものを推定の指標として用いることが考えられる。そのため、これらの調査結果を用いた稲体窒素吸収量の推定法の可否を検討した。また、葉色の調査方法としてカラースケールを基準とした遠観調査が普及しているが、調査者や天候により結果が左右される欠点があるため、カラースケ

ールと並行して、簡易に客観的なデータが得られる葉緑素計を用いて葉色を測定し、稲体窒素吸収量の推定に供した。

## 試験方法

試験は1989年及び1990年に福岡県農総試場内において地力レベルの異なる圃場（全炭素0.3~4.7%、全窒素：0.02~0.2%）、36試験区で行った。1区面積は10m<sup>2</sup>~20m<sup>2</sup>とした。施肥は全層施肥とし、標準施肥区（基肥N：6 kg/10a）と無窒素区に加えて、基肥の窒素施用量のみを変えた試験区（基肥N：3~8 kg/10a）を設けた。苗は稚苗（20日苗）を用い、6月17日~20日に栽植密度22.2株/m<sup>2</sup>で移植した。その他の耕種概要は場内の慣行栽培法によった。

移植後25日、35日、45日、幼穂形成期（第1回穂肥の1~2日前）に、草丈、茎数、葉色を調査した。ただし、1990年は高温年であり、生育が早まったため、45日目と幼穂形成期の試料は同一とした。葉色は1株の最強茎について展開第2葉の基部から1/2~2/3の部分で葉緑素計（SPAD501：ミノルタカメラ製）により測定した。調査は1区につき20

株を抽出して行った。また、同時期の群落の葉色を3名の調査者により、カラースケール(富士フィルム製)を用いて調査した。さらに同時に稲体を5~10体採取し、乾物重及び窒素濃度を常法により測定した。

第1表 調査区数

| 年度   | 25日*1 | 35日 | 45日 | 幼形期 |
|------|-------|-----|-----|-----|
| 1989 | 21    | 21  | 21  | 35  |
| 1990 | 22    | 22  | —   | 34  |

注) ①移植後日数。

②1990年の45日目は幼穂形成期とした。

## 結果及び考察

### 1 葉色と窒素濃度

カラースケールによる葉色値(以下カラースケール値)と葉緑素計による葉色値(以下SPAD値)とは相関が高く(全体で $r=0.759$ )どちらの葉色値を採用しても類似した結果となった。稲体の窒素濃度とSPAD値あるいはカラースケール値との間には各年度とも生育初期には高い1次相関があったが、生育が進むと相関係数は低くなり、回帰直線の勾配を表す回帰係数が小さくなる傾向がみられた(第2表, 第1図)。これは、生育が進むにつれ葉厚の増大や葉鞘のような葉身以外の器官が発達し、葉色が株の窒素濃度を反映しなくなったためと考えられる。また、年次間で1次回帰直線の推移に違いがあり、1990年は前年の10日後の回帰直線と類似している。このことは90年が高温多照に経過したことにより、生育が早まったことと符合する。

以上のことから、葉色と窒素濃度の関係は稲体の生育ステージにより変化し、幼穂形成期に近づくに従い相関は低くなるため、葉色のみの値からの稲体窒素濃度の推定は困難である。したがって、正確な推定のためには気象要因や生育ステージの把握が重要と思われる。

### 2 草丈・茎数と乾物重

草丈と茎数の積と稲体乾物重の間には高い正の相関が認められた(第3表)が、調査時期により、回帰式は異なった。すなわち、草丈×茎数の値が同一でも時期が遅くなるとともに乾物重は増大した(第2図)。これは、生育の進展とともに各茎が太くなったことに起因していると考えられる。また、年次間の回帰直線の違いも、90年において茎1本あたりの生育量が大きかったことを示している。したがって、

乾物重の推定には草丈と茎数のみでは不十分で、正確な推定には茎質を考慮した調査、例えば株の周長の測定<sup>2)</sup>などが必要である。

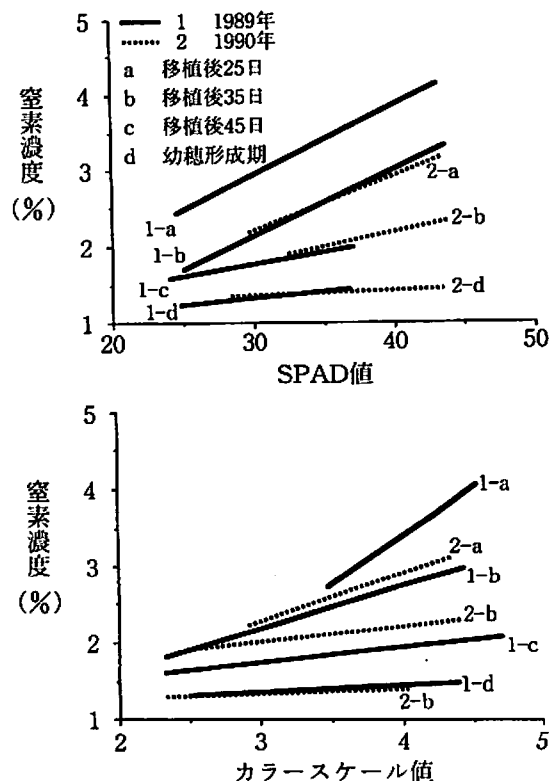
### 3 窒素吸収量の推定

草丈・茎数とSPAD値あるいはカラースケール値を乗じた値と稲体窒素吸収量との間には(草丈)×(茎数)と乾物重との関係と同様にいずれの時期においてもきわめて高い相関があり、(第4表)回帰式は生育の進行とともに回帰係数が大きくなる傾向にあったが、その差は比較的小さかった。また、89年と90年の回帰係数の差が小さかったことから生育時期別に1つの回帰式として併合した(第3, 4図、

第2表 葉色値と稲体窒素濃度との相関係数

| 葉色値      | 年度   | 25日*  | 35日   | 45日   | 幼形期   | TOTAL |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SPAD値    | 1989 | 0.906 | 0.850 | 0.416 | 0.378 | 0.709 |
|          | 1990 | 0.790 | 0.804 | —     | 0.215 | 0.500 |
| カラースケール値 | 1989 | 0.806 | 0.814 | 0.520 | 0.203 | 0.768 |
|          | 1990 | 0.814 | 0.619 | —     | 0.374 | 0.534 |

注) 移植後日数



第1図 葉色と水稻窒素濃度との関係

注) 直線は最少二乗法による1次回帰結果

第5表)。

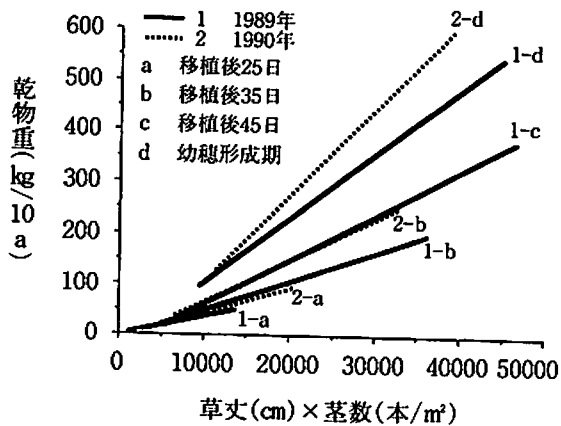
葉色値と窒素濃度及び、(草丈)×(茎数)と乾物重との回帰式に年次間差があるのに草丈及び茎数・葉色値の積から窒素吸収量の推定が可能であるのは、葉色値に乾物重か生育ステージに相関のある要因が含まれているためと考えられる。例えば葉厚が増大した場合、窒素濃度に変化が無くても葉色値は大きくなり、乾物重も増大する。また、生育ステージが異なっても大きな違いがなくなるのもこのためと考えられる。従って、これらの関係について整理することにより、より良い推定法を開発できると思われる。

このように、気象条件のかなり違う年次間でも回帰式が安定していることから、第5表の式からヒノヒカリの窒素吸収量を草丈及び茎数・葉色の値から推定できる。この推定値は水稻生育の目安になると考えられ、例えば、前報において幼穂形成期におけ

第3表 草丈×茎数と乾物重との相関係数

| 年度   | 25日*  | 35日   | 45日   | 幼形期   | TOTAL |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1989 | 0.977 | 0.983 | 0.982 | 0.937 | 0.855 |
| 1990 | 0.980 | 0.901 | —     | 0.974 | 0.879 |

注) 移植後日数。



第2図 草丈×茎数と乾物重との相関関係

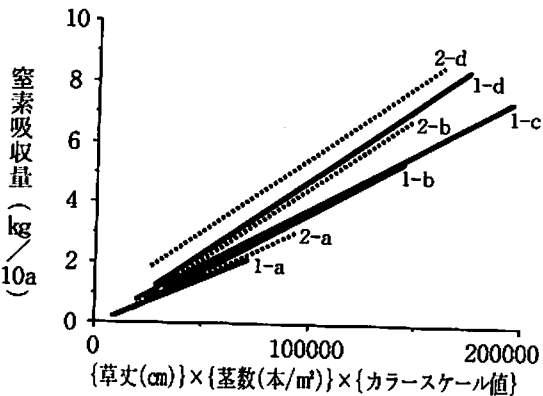
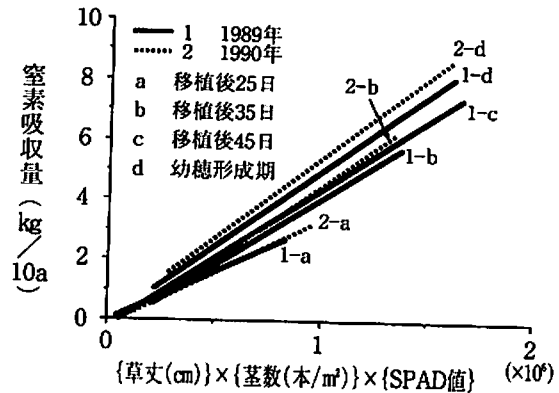
注) 直線は最少二乗法による1次回帰結果

第4表 草丈×茎数×葉色値(SPAD501)と窒素吸収量との相関係数

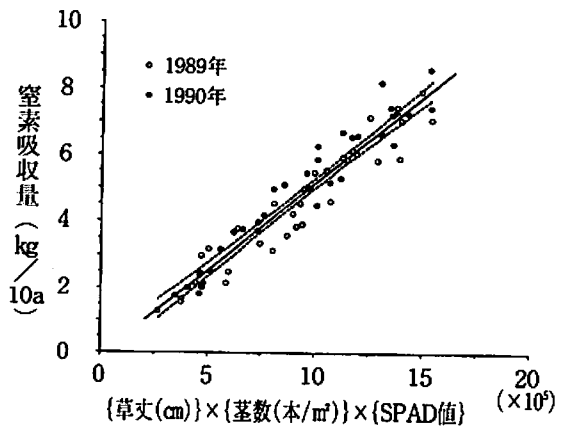
| 葉色値   | 年度   | 25日*  | 35日   | 45日   | 幼形期   | TOTAL |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SPAD値 | 1989 | 0.974 | 0.987 | 0.973 | 0.960 | 0.982 |
|       | 1990 | 0.978 | 0.961 | —     | 0.964 | 0.929 |
| カラー   | 1989 | 0.976 | 0.989 | 0.981 | 0.977 | 0.965 |
| スケール値 | 1990 | 0.978 | 0.920 | —     | 0.964 | 0.925 |

注) 移植後日数

る望ましい窒素吸収量の指標値として7 kg/10aを提案したが、これを満たす(草丈)×(茎数)×(SPAD値)は約 $1.3 \times 10^6$ となる。この値を基準とす



第3図 草丈×茎数×葉色値と水稻窒素吸収量との関係  
注) 直線は最少二乗法による1次回帰結果



第4図 幼穂形成期における草丈×茎数×SPAD値と水稻窒素吸収量との関係

注) 破線は推定値の95%の信頼限界

第5表 幼穂形成期における草丈×莖数×葉色値からの窒素吸収量の回帰推定式

|        |                                                                                                                                     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 移植後25日 | $Y=3.32 \times 10^{-6} \cdot H \cdot N \cdot S - 0.09 (r=0.989)$ , $Y=3.35 \times 10^{-5} \cdot H \cdot N \cdot C - 0.14 (r=0.990)$ |
| 移植後35日 | $Y=4.69 \times 10^{-6} \cdot H \cdot N \cdot S - 0.47 (r=0.984)$ , $Y=4.08 \times 10^{-5} \cdot H \cdot N \cdot C - 0.11 (r=0.978)$ |
| 幼穂形成期  | $Y=5.25 \times 10^{-6} \cdot H \cdot N \cdot S - 0.06 (r=0.964)$ , $Y=4.83 \times 10^{-5} \cdot H \cdot N \cdot C - 0.32 (r=0.977)$ |

Y: 稲体窒素吸収量 (kg/10a), H: 草丈 (cm), N: 莖数 (本/m<sup>2</sup>)  
S: 葉緑素計による測定値, C: カラースケールによる葉色値

ることにより, 施肥診断等の肥培管理の一助になると思われる。

## 引用文献

- 1) 吉良知彦・石川寿郎・永元良知 (1990): 水稲の栄養診断技術 第1報 葉緑素計値と稲体窒素濃度との関係及び葉緑素計値による葉色判定. 九農研52,28.
- 2) 森田茂紀・根本圭介・胡東旭・春木康・山崎耕字 (1989): 水稲における莖直径の簡便な推定方法. 日作紀58,143~144.
- 3) 中鉢富夫・浅野岩夫・及川勉 (1987): 作物の迅速栄養診断技術 第2報 葉緑素計による水稲の窒素栄養診断技術. 宮城県農業研究センター研究報告55,13~17.

## Nitrogen Nutritional Diagnosis of Rice Cultivar 'HINOHIKARI'

## (2) Estimation of Nitrogen Absorption Amount from Plant Height, Number of Tillers and Leaf Color

SUENOBU Shinji, Kazuhiro KADOSHIGE, Tomizou YAMAMOTO and Keiko INOUE

## Summary

We investigated the relations among plant height, number of tillers, leaf color and nitrogen concentration, dry weight and nitrogen absorption at several growth periods of rice cultivar 'HINOHIKARI'. And rapid method for predicting amount of nitrogen absorption was studied.

- (1) Amount of nitrogen absorption was highly correlated with product of plant height, number of tillers and values of leaf color (value of green meter SPAD 501 in the second fully-developed leaves or observation value of community color using the color scale), and its estimation is thought to be possible. The regression equation for predicting nitrogen absorption is as follows.

$$25 \text{ days after transplanting } Y=3.36 \times 10^{-6} \cdot H \cdot N \cdot S - 0.09, Y=3.35 \times 10^{-5} \cdot H \cdot N \cdot C - 0.14$$

$$35 \text{ days after transplanting } Y=4.69 \times 10^{-6} \cdot H \cdot N \cdot S - 0.47, Y=4.08 \times 10^{-5} \cdot H \cdot N \cdot C - 0.11$$

$$\text{Panicle formation stage } Y=5.25 \times 10^{-6} \cdot H \cdot N \cdot S - 0.06, Y=4.83 \times 10^{-5} \cdot H \cdot N \cdot C - 0.32$$

Y: nitrogen absorption amount (kg/10a)

H: plant height (cm), N: number of tillers per 1 m<sup>2</sup>, S: green meter value

C: observation value of community color using the color scale

- (2) The leaf color values were highly correlated with nitrogen concentration at the early growth stage, but as the growth advanced, the correlation coefficient was getting lower.
- (3) Dry weight of rice plant was highly correlated with the product of plant height and number of tillers. But the regression equations changed at each growth stage, the regression coefficients were getting larger as the growth advanced.

[Key words: nitrogen absorption, growing diagnosis, greenmeter, rice plant, HINOHIKARI]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-13:5~8 (1994)

## ヒノヒカリの窒素栄養診断

### 第3報 窒素吸収量と玄米窒素濃度・食味との関係

田中浩平・角重和浩\*・山本富三  
(農産研究所栽培部・生産環境研究所化学部)

ヒノヒカリの稲体窒素吸収量と玄米窒素濃度・食味との関係について検討し、穂揃期及び成熟期における望ましい窒素吸収量の指標値を食味の面から明らかにした。

- 1 穂揃期、成熟期における窒素吸収量及び幼穂形成期から穂揃期の間には吸収された窒素吸収量と玄米窒素濃度との間には高い正の相関が認められ、穂揃期の窒素吸収量が10.5kg/10a、成熟期で12.0kg/10aの場合、玄米窒素濃度は1.3%程度となる。
- 2 玄米窒素濃度と食味との間には負の相関があり、窒素濃度が高いほど食味は低下するが、玄米窒素濃度1.3%以下では問題になる食味の低下は認められない。
- 3 ヒノヒカリの食味は日本晴よりも安定して高く、ツクシホマレに比較して、玄米窒素濃度の変化に伴う食味の変動は小さい。

[キーワード：水稲、稲体窒素吸収量、玄米窒素濃度、食味]

#### 緒 言

水稲品種ヒノヒカ리는コシヒカリ並の極良食味で、麦作後に安定栽培が可能な中生品種<sup>1)</sup>であることから、作付面積が急増し福岡県の主力品種となった。

県内におけるヒノヒカリの安定栽培のための生育・収量目標については既に報告<sup>1,5)</sup>されており、筆者らは前報<sup>4)</sup>で生育・収量目標を達成するための生育時期別窒素吸収量の指標値を明らかにした。しかし、この指標値は生育・収量面から検討したものであり、重要な特性である品質・食味面からの検討は行われていない。また、玄米窒素濃度は食味に対する影響が大きい<sup>2,8,10,11)</sup>が、水稲生育期の窒素栄養状態から検討した事例<sup>2,7)</sup>は少なく、ヒノヒカリについては明らかにされていない。

そこで、本報ではヒノヒカリの稲体窒素吸収量と玄米窒素濃度及び食味との関係を検討し、食味の面から窒素吸収量の指標値を明らかにした。また、ヒノヒカリの食味の変動性についても他の品種と比較して明らかにしたので、その概要について報告する。

#### 試 験 方 法

稲体窒素吸収量と玄米窒素濃度及び食味の関係を検討するため1989年及び1990年に福岡県農総試場内  
※ 現農政部農政課

の地力の異なる水田4圃場(中粗粒灰色低地土, SL/SL)において試験を実施した。供試苗は稚苗で、栽植密度は19~22株/㎡として、6月14~20日に手植または機械植で移植した。窒素吸収量を変化させるために、基肥窒素施用量は3, 4.5, 6kg/10aの3水準とした。なお、穂肥は出穂前20日前後に窒素2kg/10a施用し、その約1週間後にさらに1.5kg/10a施用した。また、無窒素区を設け、磷酸と加里のみ施肥を行った。その他の管理は慣行栽培法で行った。

移植35日後、幼穂形成期、穂揃期及び成熟期に1区当たり10株を採取し、地上部の全乾物重を測定した。乾燥した試料及び収穫した玄米についてケルダール分解法及びセミマイクロ蒸留法により窒素を定量し、窒素吸収量を算出した。食味官能試験は食糧庁の実施要領に準じて行った。基準米は標準栽培の日本晴とし、パネル数は12~18名で、1回の供試点数は7~10点とした。

さらに、玄米窒素濃度と食味との関係を他の品種と比較して明らかにするため、ヒノヒカリと同じ中生品種のツクシホマレについて、1991年に基肥量の異なる試験区を設定し両者の関係を比較検討した。

#### 結 果

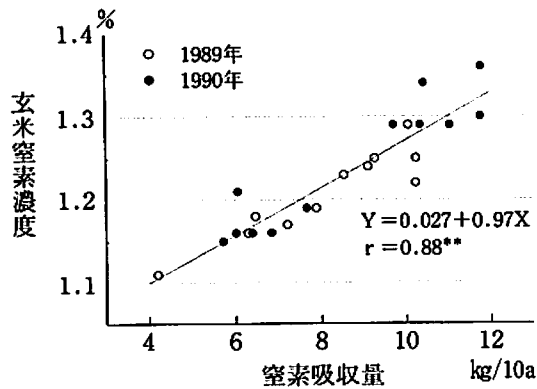
##### 1 試験年次毎の生育概況

試験期間の気象条件と生育概況をみると、1989年は8月下旬までは例年になく多照であったが、9月

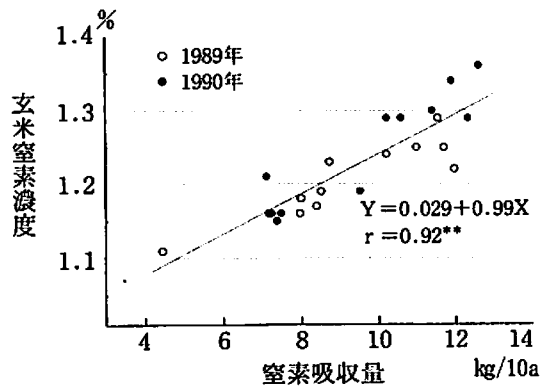
上～中旬は降雨日が多く寡照であった。地力窒素の発現量は平年並で収量も平年並であった。1990年は記録的な高温年で移植期から9月上旬までの気温は平年よりも約2℃高く多照に経過した。地力窒素発現量は生育前半は例年以上に多かったが、8月下旬以降は平年並であった。登熟期も高温に経過したため、登熟がやや悪く収量水準はやや低かった。台風の影響は2か年ともになく倒伏程度は小さかった。1991年は登熟期に台風が2回襲来し、登熟不良のため著しい不作年であった。そのため、この年は窒素吸収量は測定せず玄米窒素濃度と食味についてのみ検討を行った。

2 窒素吸収量と玄米窒素濃度

穂揃期における稲体窒素吸収量は4.2～11.8kg/10aの範囲にあり、窒素吸収量が多いほど玄米窒素濃度は高く、1%水準で有意な正の相関が認められた(第1図)。成熟期における稲体窒素吸収量は、4.5～12.6kg/10aの範囲にあり、穂揃期と同様に窒素吸



第1図 成熟期における稲体窒素吸収量との玄米窒素濃度との関係



第2図 穂揃期における稲体窒素吸収量との玄米窒素濃度との関係

収量が多いほど玄米窒素濃度は高く、1%水準で有意な正の相関が認められた(第2図)。

生育時期別にみると、幼穂形成期から穂揃期の窒素吸収量と玄米窒素濃度との間に1%水準で有意な正の相関が認められたが、その他の時期では有意な相関はみられなかった(第1表)。

3 玄米窒素濃度と食味

1989年は玄米窒素濃度1.17～1.25%の比較的狭い範囲で食味との関係を検討した。両者には明らかな相関はなく、全ての試験区においてヒノヒカリの食味総合評価は基準米の日本晴より高かった(第3図)。1990年は玄米窒素濃度1.19～1.36%の範囲で検討した。玄米の窒素濃度が高いほど食味総合評価は低下し、窒素濃度1.36%では日本晴との食味の有意差が認められない試験区が1区みられた。2か年を総合すると玄米窒素濃度と食味の間には1%水準で有意な負の相関が認められた(第3図)。

1991年はヒノヒカリにツクシホマレを加え、日本晴を基準\*として検討した。玄米窒素濃度はヒノヒカリが1.18～1.58%、ツクシホマレは1.20～1.47%の比較的広い範囲にあり、いずれの品種においても玄米窒素濃度が高いほど食味総合評価は低下した(第4図)。

ツクシホマレは1%水準で有意な負の相関が認められ、ヒノヒカリも5%水準で有意な負の相関が認められた。ヒノヒカリはいずれの試験区においても基準米の日本晴よりも食味が高く5%水準で有意差が認められた。また、ヒノヒカリの玄米窒素濃度に対する食味の変動はツクシホマレに比較して小さく、品種間差が認められた。

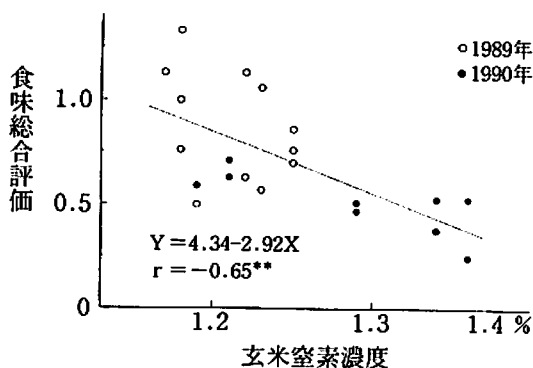
考 察

米の化学的な構成成分のうち食味に影響する成分としては、アミロース、タンパク質(窒素濃度)、脂質等が揚げられる<sup>2,3,8,10,11)</sup>。その中でもタンパク質含量は窒素施肥法と関係が強く、肥培管理技術に依存する形質である<sup>2,3,8,10,11)</sup>。暖地の良食味品

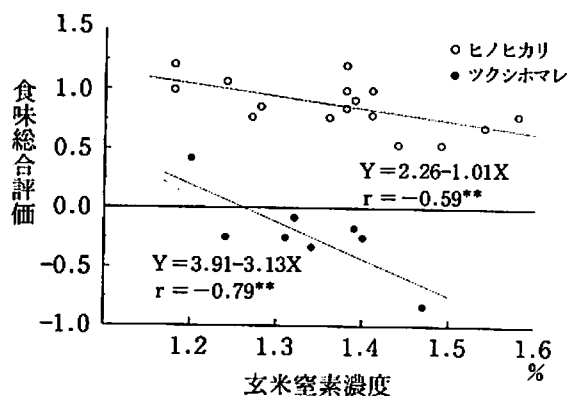
第1表 期間別窒素吸収量と玄米窒素濃度との相関

| 生育期間         | 相関係数    |
|--------------|---------|
| 移植～移植35日後    | 0.318   |
| 移植35日後～幼穂形成期 | 0.336   |
| 幼穂形成期～穂揃期    | 0.599** |
| 穂揃期～成熟期      | 0.061   |

注) \*\* 1%水準で有意



第3図 ヒノヒカリの玄米窒素濃度と食味総合評価との関係  
注) 食味総合評価は日本晴を基準(0)とした。



第4図 ヒノヒカリとツクシホマレの玄米窒素濃度と食味総合評価との関係(1991年)

注) 食味総合評価は日本晴を基準(0)とした。

種においても食味に対する肥培管理の重要性が指摘<sup>9)</sup>されており、栽培面から食味改善を図る際には玄米のタンパク質含量(窒素濃度)が一つの指標になるものと考えられる。

稲体の窒素吸収量は効率的な施肥を図る際の有効な指標<sup>6)</sup>であり、筆者らは前報<sup>4)</sup>でヒノヒカリの安定生産のための時期別窒素吸収指標値を穂揃期10.5 kg/10a, 成熟期12kg/10aとした。これは、収量面から検討した結果であるが、この値に対応する玄米の窒素濃度はほぼ1.3%であった(第1図, 第2図)。

玄米窒素濃度の目標値としては、1.3%<sup>10)</sup>, 1.4%<sup>8)</sup>, 1.5%<sup>11)</sup>等の報告があるが、ヒノヒカリでは玄米窒素濃度1.3%までは問題となる食味の低下は認められず、食味は日本晴やツクシホマレと比較して安定して高かった(第3図, 第4図)。このように、食味の変動には品種間差が大きく、目標とする

食味レベルも異なることから、玄米窒素濃度の目標値は品種別に検討する必要がある。

米の食味に対する関心は高く、食味をそこなうことのない窒素施肥法がこれからの栽培法の重点になると考えられる。ヒノヒカリの食味は安定して高く、本報及び前報<sup>4)</sup>の結果から、今までに明らかにされた栽培法<sup>1,5)</sup>に従って栽培すれば、高い食味を保持したまま収量を確保することができると考えられる。しかし、幼穂形成期から穂揃期に吸収された窒素は玄米窒素濃度を高める可能性が高いため(第1表)、過剰な穂肥の施用は食味に悪影響を及ぼす危険性が大きいと推察される。そのため、今後は指標値に対応した施肥法を検討する必要がある。

#### 引用文献

- 1) 原田皓二・松江勇次・吉野稔・尾形武文・佐藤寿子・長尾學禰・今林惣一郎・野田政春(1989): 福岡県における良食味中生水稲の新奨励品種「ヒノヒカリ」。福岡農総試研報A-9, 1~4.
- 2) 稲津脩(1990): 良食味米の理化学特性と栽培(シンポジウム記事)。日作紀59(3), 611~615.
- 3) 石間紀男・平宏和・平春枝・御子柴稔・吉川誠次(1974): 米の食味に及ぼす窒素施肥および精米中のタンパク質含有率の影響。食総研報29, 9~15.
- 4) 角重和浩・山本富三・井上恵子・田中浩平(1993): ヒノヒカリの窒素栄養診断。第1報 ヒノヒカリの窒素吸収量と生育・収量との関係。福岡農総試研報A-12, 15~18.
- 5) 真鍋尚義・田中浩平・福島裕助(1990): 水稲品種ヒノヒカリの栽培法。福岡農総試研報A-10, 5~10.
- 6) 深山政治・岡部達雄(1984): 水稲の品種特性と最適窒素保有量。土肥誌55, 1~8.
- 7) 宮田邦夫・伊藤邦夫(1991): 稲体窒素栄養条件と玄米窒素含量の関係。日作中国支部研究集録32, 6~7.
- 8) 佐々木康之(1989): 稲の栽培条件と品質。稲と米-品質を活かす。農研センター・生研機構, 49~66.
- 9) 執行盛之・小野信一(1991): 暖地における米の食味改善と良食味米生産システムの策定方法に関する研究。第1報 プレハーベスト(栽培管理)技術と米の食味。農作業研究26別1, B-15.
- 10) 執行盛之編(1991): 九州産米食味の飛躍的向

- 上にむけて、プレハーベスト(栽培管理)技術と米の食味。九州農業試験場・企画連絡室, 18~29.
- 11) 山下鏡一・藤本堯夫(1974): 肥料と米の品質に関する研究. 2 窒素肥料が米の食味, 炊飯特性, デンプンの理化学的性質等に及ぼす影響. 東北農試研報48, 65~79.

Nitrogen Nutritional Diagnosis of Rice Plant 'HINOHIKARI'

(3) The Relationship between Nitrogen Absorption and Eating Quality of Rice

TANAKA Kohei, Kazuhiro KADOSHIGE, Tomizou YAMAMOTO

Summary

Relationships of the amount of nitrogen absorption and eating quality in paddy rice cultivar 'HINOHIKARI' were investigated. The results obtained were as follows: (1) Correlations between the amount of nitrogen absorption at full heading and harvest stage and nitrogen content of brown rice were highly positive. In case that the amount of nitrogen absorption were 10.5kg/10a at full heading stage and 12.0kg/10a at harvest stage, nitrogen content of brown rice was 1.3%. (2) Correlation between nitrogen content of brown rice and eating quality of rice was negative. But eating quality of 'HINOHIKARI' was stably superior in case of under 1.3% nitrogen content of brown rice. (3) Eating quality of 'HINOHIKARI' was stably superior to that of 'NIPPONBARE', and had small variation by nitrogen content of brown rice in comparison with that of 'TUKUSHIHOMARE'.

[Key words : rice plant, nitrogen absorption, nitrogen content of brown rice, eating quality]

Bull.Fukuoka Agric.Res.Cent.A-13:9-12 (1994)



## 2波長測定法による米のアミロース及び アミロペクチンの定量

山下純隆・馬場紀子・森山弘信  
(生産環境研究所流通加工部)

米のアミロースとアミロペクチンの混合物中のそれぞれの含量を測定するために、ヨウ素澱粉反応により青色を発色させて比色定量するJulianoの方法と2波長測定法を比較した。

2波長測定法は、Julianoの方法よりも混合物中のアミロースだけでなくアミロペクチンのヨウ素呈色度をも正確に測定できた。米のアミロペクチンの等吸収点波長は品種により異なったが、アミロースの等吸収点波長は測定した6品種とも同じであった。

Julianoの方法で得られるアミロース含量よりも、2波長測定法で得られるアミロペクチン含量の方が、品種間の食味の差に影響している可能性もあると考えられた。

[キーワード：アミロース，アミロペクチン，ヨウ素呈色，2波長測定法]

### 緒 言

米澱粉中のアミロースは炊飯後の飯米の粘りに関与し、アミロース含量が少ない品種ほど飯米に粘りがあり、食味評価が高くなる<sup>6)9)</sup>とされている。アミロース含量の測定法としては、簡便な方法としてヨウ素の呈色反応を利用したJulianoの方法<sup>2)</sup>による分析、あるいはこの方法を自動化したオートアナライザーによる分析が一般的に行われている。

しかし、ヨウ素呈色反応を利用し、620nmの単波長で未脱脂の米粉のアミロースを測定するJulianoの方法では、ヨウ素がアミロースだけでなく、アミロペクチンにも反応して呈色するために、アミロースによる呈色度だけを測定することはできない。

そこで、筆者らはヨウ素呈色反応を利用したJulianoの方法に2波長測定法を応用し、米粉中のアミロースとアミロペクチンをそれぞれ定量することを検討した。さらに、米の脱脂処理が2波長測定法によるアミロペクチンの測定値に及ぼす影響を調査し、品種別に熟期の異なる米のアミロペクチンの定量を行った。

### 試 験 方 法

#### 1 2波長測定法のための米の品種別等吸収点波長の測定

(1) 試料：当農業総合試験場農産研究所で栽培された平成3年産米コシヒカリ、キヌヒカリ、ミネアサヒ、ツクシホマレ、レイホウ、日本晴について、

ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウムにより除タンパク処理<sup>7)</sup>した後、Soxhlet抽出器に入れ、85%メタノールで24時間還流し、脱脂<sup>1)</sup>を行った試料について、Schochのブタノール沈殿法<sup>3)7)</sup>によりアミロースとアミロペクチンを精製した。

(2) ヨウ素による呈色反応：Julianoの方法<sup>2)</sup>を用いた。

(3) 等吸収点波長の決定：一波長固定・一波長走査スペクトル法<sup>8)</sup>を用いた。すなわち、3水準の濃度のアミロースとアミロペクチンのヨウ素呈色液を6品種毎にそれぞれ準備した。固定波長( $\lambda_0$ )はアミロースの呈色液では米のアミロペクチンの最大吸収波長に近い520nmに、アミロペクチンのヨウ素呈色液では米のアミロースの最大吸収波長に近い620nmにし、もう一方の波長( $\lambda_1$ )を400~800nmにわたって3水準の濃度の呈色液についてそれぞれ走査した。 $\lambda_0$ - $\lambda_1$ の差スペクトルを分光光度計(島津製作所製、UV-3000)で記録し、得られたチャートから等吸収点波長を決定した。

#### 2 Julianoの方法と2波長測定法による検量線の比較

コシヒカリから精製したアミロースとアミロペクチンを用いて、6水準の濃度の単品及び混合品のヨウ素呈色液について検量線を作成した。すなわち、Julianoの方法ではすべての呈色液について620nmで吸光度を求めた。2波長測定法では、アミロース単品についてはアミロペクチンの等吸収点波長として決定された440nmと620nmで、アミロペクチンの

単品についてはアミロースの等吸収点波長として決定された778nmと520nmで、さらに、混合品の場合には同じ呈色液について440nmと620nm、及び778と520nmの両方の2波長で測定し、それぞれの波長における吸光度の差を求めた。

3 2波長測定法によるアミロペクチンの測定値に及ぼす脱脂処理の影響

米の脱脂処理の有無別に2波長測定法により、品種別のアミロペクチンの定量を行った。検量線作成に用いた標品には、コシヒカリの精製アミロペクチンを用い、測定波長は米アミロースの等吸収点波長としてどの品種でも同じであった778nmと520nmを用いた。

また、コシヒカリの精製アミロースを用いてJulianoの方法によりアミロースの測定も行った。さらに、コシヒカリについては2波長測定法でもアミロースの定量を行った。

結果及び考察

1 2波長分析のための米の品種別等吸収点波長の測定

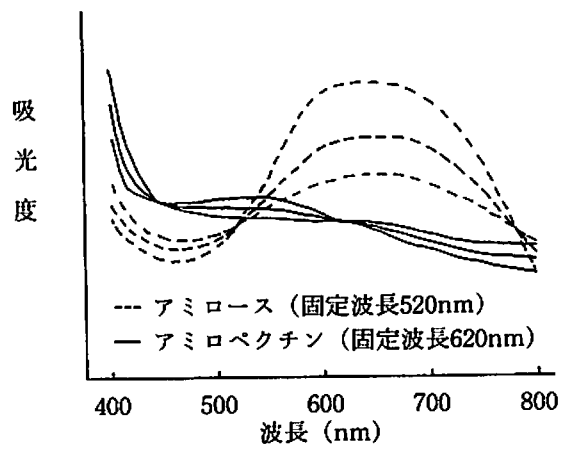
第1図に示すように、等吸収点波長はSchochの方法により精製したコシヒカリのアミロースでは778nmと520nm、アミロペクチンでは620nmと440nmであった。品種間では第1表に示すように、各品種ともアミロースは同じ等吸収点波長であったが、アミロペクチンはやや異なっていた。

2 Julianoの方法と2波長測定法による検量線の比較

第2図に、コシヒカリのアミロースとアミロペクチンの単品を使用したときの、Julianoの方法と2波長測定法による検量線を示した。Julianoの方法ではアミロペクチンは測定されるようにはなっていないが、比較のためにアミロペクチンの呈色液についても620nmの吸光度を示した。アミロースとアミ

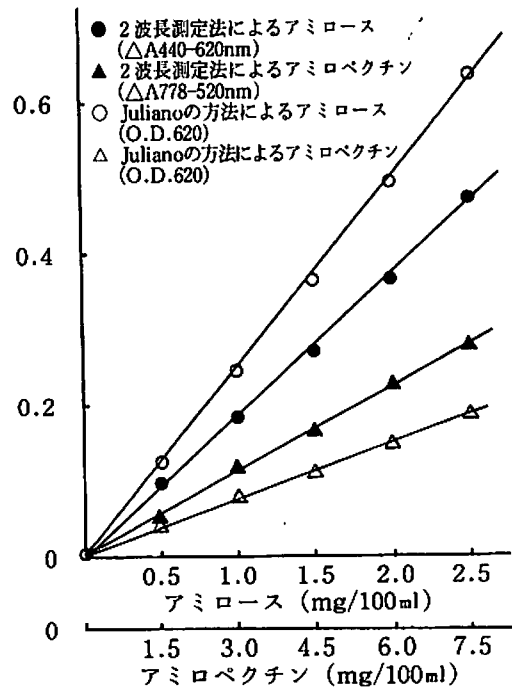
第1表 品種別の米の等吸収点波長

| 品 種    | 等吸収点波長 (nm) |         |
|--------|-------------|---------|
|        | アミロース       | アミロペクチン |
| コシヒカリ  | 778-520     | 620-440 |
| キヌヒカリ  | 778-520     | 620-437 |
| ミネアサヒ  | 778-520     | 620-450 |
| ツクシホマレ | 778-520     | 620-458 |
| レイホウ   | 778-520     | 620-448 |
| 日 本 晴  | 778-520     | 620-445 |

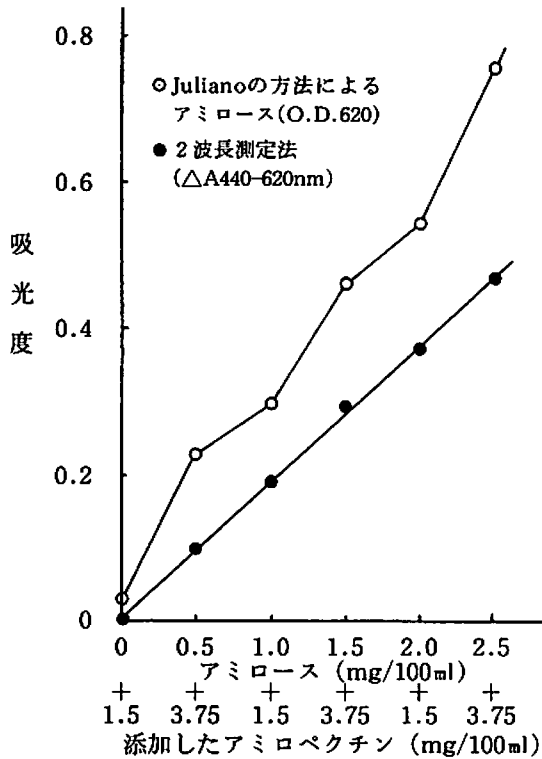


第1図 米のアミロース及びアミロペクチンの1波長固定・1波長走査によるスペクトルの変化  
注) 品種はコシヒカリを用いた。

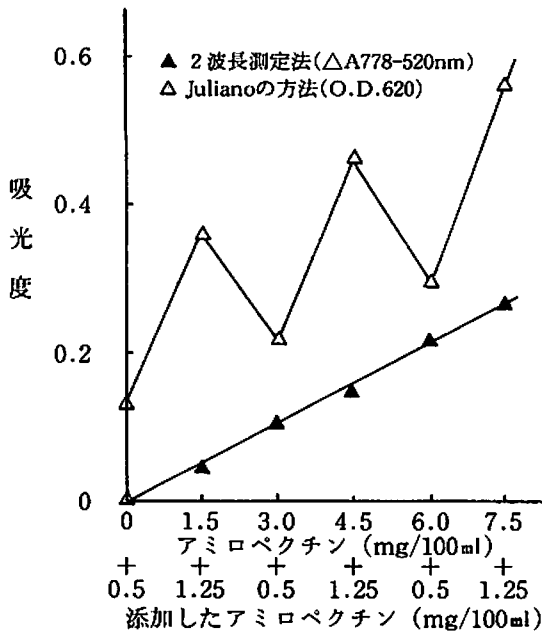
ロペクチンが単品の場合、Julianoの方法と2波長測定法ともに濃度の吸光度値との間に直線性を示す。しかし、第3及び4図に示すように、両者の混合品の場合には、Julianoの方法では直線性を示さなくなる。これに対し、2波長測定法では直線性を維持している。したがって、単波長を用いるJulianoの方法に比べて、2波長測定法の方がアミロースとアミロペクチンの混合品の場合でも、それぞれの呈色



第2図 アミロース及びアミロペクチンの検量線



第3図 2水準の濃度のアミロペクチンを添加したときのアミロースの検量線



第4図 2水準の濃度のアミロースを添加したときのアミロペクチンの検量線

の影響を受けず、検量線が直線になるために、アミロースあるいはアミロペクチンだけの呈色度をそれぞれ正確に測定できる。

3 アミロペクチンの測定値に及ぼす脱脂処理の影響

第2表には、脱脂処理の有無別に2波長測定法によるアミロペクチンとJulianoの方法によるアミロースの測定値を示した。2波長測定法の場合、未脱脂米のアミロペクチンの測定値が100%を越えていることや、脱脂処理により28.0~44.1%も減少していることなどの理由は、検量線の作成に脱脂した米のアミロペクチンを用いているためだけでなく、未脱脂のアミロースは脱脂したものと等吸収点波長が異なっていることも考えられる。したがって、2波長測定法では米の脱脂処理が必要である。また、Julianoの方法による未脱脂の米のアミロースの測定値では、既に発表されている多くの報告<sup>4)6)9)10)</sup>と同様に、熟期の早い、すなわち粘りが大きい品種ほどアミロース含量が低い傾向が認められた。しかし、2波長測定法(ΔA440-620nm)を適用すると、コシヒカリのアミロース含量は未脱脂米粉で9.3%、脱脂米粉で15.9%となり、Julianoの方法による測定値とは大きく異なっていることが明らかになった。

第2表 脱脂処理の有無による米のアミロペクチンとアミロース含量(%:乾燥重当たり)

| 品 種    | アミロペクチン<br>(2波長測定法<br>(ΔA778-520nm)) |      | アミロース<br>(Juliano法<br>(O.D.620nm)) |      |
|--------|--------------------------------------|------|------------------------------------|------|
|        | 未脱脂                                  | 脱脂   | 未脱脂                                | 脱脂   |
| コシヒカリ  | 101.8                                | 73.8 | 16.5                               | 22.4 |
| キヌヒカリ  | 100.6                                | 71.8 | 15.5                               | 20.9 |
| ミネアサヒ  | 101.4                                | 66.7 | 17.7                               | 22.5 |
| 日本晴    | 96.6                                 | 70.7 | 18.1                               | 24.0 |
| 黄金晴    | 103.4                                | 67.6 | 18.3                               | 22.8 |
| 中部56号  | 100.4                                | 69.9 | 17.6                               | 24.4 |
| 朝の光    | 101.1                                | 58.3 | 18.3                               | 23.4 |
| ツクシホマレ | 92.7                                 | 56.4 | 18.1                               | 23.3 |
| レイホウ   | 100.2                                | 56.1 | 18.7                               | 22.5 |

注) 品種は熟期の早い順に上から記した。

最近、Landersら<sup>5)</sup>は、アミロースとアミロペクチンの最大吸収波長における吸光度を同時に用いる方程式を利用して、米粉中のアミロース含量を算出している。しかし、この方法では、品種によりアミロースとアミロペクチンの最大吸収波長が異なるた

めに、正確な測定はできない。これに対し、2波長測定法では、6品種のアミロースの等吸収点波長が同じであったことから、アミロースの等吸収点波長は米の品種間に差異が無い可能性が高く、もし、そうであれば、778nmと520nmの吸光度差を求めただけで全品種の米のアミロペクチンの測定ができる。また、Landersらの方法に比べて、2波長測定法は等吸収点波長における吸光度差を求めただけであるために、測定が簡便であることも挙げられる。

脱脂処理した米の2波長測定法によるアミロペクチンの分析からは、熟期の早い品種はヨウ素の呈色反応に関与するアミロペクチンの測定値が高い結果が得られた。この測定法によるアミロペクチンの測定値の方が、Julianoの方法によって得られるアミロース含量よりも品種間における炊飯米の食味の差に影響している可能性もあると考えられた。

ただし、これらのアミロペクチンの値は供試した6品種の米のアミロースの等吸収点波長として確認された778nmと520nmを用いて得られたものである。したがって、今後、品種間でアミロースの等吸収点波長に差異があるかどうかを明らかにするために、多くの品種について測定を試みる必要がある。

#### 引用文献

- 1) 奥野員敏 (1990) : 作物育種と食品加工〔2〕加工適性からみた米の多様性と水稻育種. 農業および園芸65(2), 322~328.
- 2) 稲津 脩・渡辺公吉・前田 敏・伊藤恵子・長内俊一 (1974) : 北海道産米の品質改善に関する研究 (第1報) 米澱粉アミロース含量率の差異. 澱粉科学21, 115~119.
- 3) JULIANO, B.O. (1971) : A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Science Today. 16, 334~360.
- 4) 小林恒夫 (1961) : デンプンハンドブック, 第1版, 二國二郎編, (朝倉書店), 198.
- 5) 国広泰史 (1989) : 稲良食味育種とアミロース. 農業技術44, 40~44.
- 6) LANDERS, P.S., GBUR, E.E. and SHARP, R.N. (1991) : Comparison of two models to predict amylose concentration in rice flours as determined by spectrophotometric assay. Cereal Chem. 68, 545~548.
- 7) 奥野員敏 (1990) : 作物育種と食品加工〔2〕. 農業及び園芸65, 321~328.
- 8) SCHOCH, T.J. (1954) : Method in Enzymol. 3, 5~10.
- 9) 柴田正三・古川正道 (1974) : 二波長分光測光法の基礎と応用. 分析化学23, 1545~1560.
- 10) 武田和義・佐々木忠夫 (1988) : 北海道のイネ品種におけるアミロース含量率の温度反応. 育種学雑誌38, 357~362.
- 11) 竹生新次郎 (1988) : 稲と米・品質を巡って. 農林水産省農業研究センター. 生物系特定産業技術研究推進機構編, (農林水産技術情報協会), 139~154.

#### Determination of Amylose and Amylopectin Contents of Milled-rice Flour by The Dual-wavelength Method

YAMASHITA Sumitaka, NORIKO BABA and HIRONOBU MORIYAMA

#### Summary

The dual-wavelength method was compared with the standard method of Juliano in which blue color of starch developed by reaction with iodine, to measure colorimetrically amylose contents in amylose and amylopectin mixture. The dual-wavelength method gave more accurate blue color values of not only amylose-iodone in amylose and amylopectin mixture than the standard method, but also amylopectin-iodone in their mixture. When the dual-wavelength method was applied with the amylopectin and amylose fractionated from six rice cultivars, the selected wavelength ( $\lambda_1$ ) of them with fixed wavelength (620nm) as  $\lambda_2$  made a little difference of value (437~458nm) with the amylopectin, but the selected wavelength ( $\lambda_1$ ) with fixed wavelength (520nm) as  $\lambda_2$  were the same value (778nm) with the amylose. The amylopectin contents determined by the dual-wavelength method were considered to affect the varietal difference in the eating quality of cooked rice rather than amylose contents determined by the standard method of Juliano.

[Key words: amylose, amylopectin, reaction with iodine, dual-wavelength method]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-13:13-16 (1993)

## 水稲「ヒノヒカリ」に対する被覆尿素肥料の施用法

井上恵子・山本富三・末信真二  
(生産環境研究所化学部)

水稲における追肥時の労力を削減する目的で、緩効性能の異なるSタイプの被覆尿素肥料(LPS100,LP2S100,LP3S100)を用い、水稲「ヒノヒカリ」に対する基肥1回全量施肥法について検討した。

- 1 被覆肥料の窒素溶出パターンは、生育時期別にみると年次間の変動がみられたが、移植後の積算地温別にみると年次間変動が少なく、LPS100は900℃から、LP2S100は1250℃から、LP3S100は1500℃から急速に溶出し始め、S字曲線を描いた。
- 2 全窒素施肥量を標準窒素施肥量の1割減とし、LP2S100と速効性窒素肥料とを窒素施肥量で50%ずつ混合して基肥時に施用すると、水稲の生育、葉色の推移及び収量は標準的な施肥法とほぼ同等になり、米の品質、食味にも差はみられなかった。LPS100を同様にして施用した場合には、収量は標準施肥法と同等であったが、穂数がやや多くなり、葉色は7月末から8月中旬頃まで標準施肥より濃く推移し、出穂期には淡くなった。
- 3 全窒素施肥量の50%をLPS100またはLP2S100で施用すると、標準施肥量より1割減肥しても収穫時期の水稲の窒素吸収量は標準施肥法より4~5%多くなり、施肥窒素利用率は約20%増加した。

[キーワード：被覆尿素肥料，施肥法，水稲，ヒノヒカリ，積算地温，施肥窒素利用率]

### 緒 言

近年、水稲栽培農家では、水田転作や米価の低迷に伴い、兼業化が一段と進行するとともに、一方では規模拡大を図ることで専業化を維持して行こうとする動きがある。それに対応して、水稲栽培では、省力・低コスト技術の開発が強く望まれている。

特に、稲作における穂肥は、真夏の暑い時期の作業であり、水稲の品種、生育、窒素栄養状態(葉色)等を総合的に判断して、施肥の時期や量を決定しなければならず、多くの労力と経験を必要としている。一方、近年速効性肥料の表面を樹脂等で被覆した緩効性能の高い被覆肥料が開発され、これらの肥料を利用し、基肥のみで追肥を全く施用しない「基肥1回全量施肥法」への関心が急速に高まっている。

被覆尿素肥料には、生育初期から窒素が溶出するタイプのものと、生育初期はほとんど溶出せずに一定期間経過後に溶出してくるタイプのものがある。後者は最近開発され、その溶出パターンがS字形を描くことからSタイプと呼ばれている。

そこで、最近開発された緩効性能の異なる3種類のSタイプの被覆尿素肥料を用い、「基肥1回全量施肥法」について検討したのでその概要を報告する。

### 試 験 方 法

#### 1 水田土壌中における被覆尿素肥料の窒素溶出試験

被覆尿素肥料1gをナイロン性の網袋に包んで、水田作土中深さ約5cmに埋設し、経時的に取り出し、残存窒素量を測定し、その時の減少量を溶出量とした。土壌への埋設は基肥施用日に行った。

#### 2 被覆尿素肥料の施用法

水稲の品種はヒノヒカリで、試験規模は1区15~18m<sup>2</sup>、2連制で行った。試験圃場(中粗粒灰色低地土・灰色系)における年次ごとの作土の理化学性を第1表に示した。耕種概要については、稚苗(150g/箱、20口苗)を6月19日~21日に移植し、栽植

第1表 供試圃場の作土の理化学性

| 実施年次 | 場 所     | 土性 | pH (H <sub>2</sub> O) | T-N % |
|------|---------|----|-----------------------|-------|
| 1989 | 場 内 圃 場 | SL | 5.3                   | 0.130 |
| 1990 | 場 内 圃 場 | SL | 5.4                   | 0.130 |
| 1991 | 筑紫野市阿志岐 | SL | 5.5                   | 0.118 |
| 1992 | 場 内 圃 場 | SL | 6.5                   | 0.120 |

第2表 試験区の構成

| 実施年度 | No. | 試験区名    | 被覆尿素肥料の種類 | 減肥率 (%) | 窒素施用量 (kg/10a) |      |     |     |     |
|------|-----|---------|-----------|---------|----------------|------|-----|-----|-----|
|      |     |         |           |         | 基肥             |      | 穂肥② | 穂肥  | 合計  |
|      |     |         |           |         | 速効性N①          | 被覆尿素 |     |     |     |
| 1989 | 1   | 標準      | —         | —       | 6.0            | —    | 2.0 | 1.5 | 9.5 |
|      | 2   | S100%   | LPS 100   | 0       | —              | 9.5  | —   | —   | 9.5 |
| 1990 | 1   | 標準      | —         | —       | 5.0            | —    | 2.0 | 1.5 | 8.5 |
|      | 3   | S50%-減  | LPS 100   | 10      | 3.8            | 3.8  | —   | —   | 7.6 |
|      | 4   | 2S100%  | LP2S100   | 0       | —              | 8.5  | —   | —   | 8.5 |
|      | 6   | 2S50%-減 | LP2S100   | 10      | 3.8            | 3.8  | —   | —   | 7.6 |
|      | 7   | 2S30%-減 | LP2S100   | 10      | 2.3            | 5.3  | —   | —   | 7.6 |
| 1991 | 1   | 標準      | —         | —       | 6.0            | —    | 2.0 | 1.5 | 9.5 |
|      | 3   | S50%-減  | LPS 100   | 10      | 4.3            | 4.3  | —   | —   | 8.6 |
|      | 6   | 2S50%-減 | LP2S100   | 10      | 4.3            | 4.3  | —   | —   | 8.6 |
|      | 7   | 2S30%-減 | LP2S100   | 10      | 2.6            | 6.0  | —   | —   | 8.6 |
| 1992 | 1   | 標準      | —         | —       | 6.0            | —    | 2.0 | 1.5 | 9.5 |
|      | 5   | 2S50%   | LP2S100   | 0       | 4.8            | 4.7  | —   | —   | 9.5 |
|      | 6   | 2S50%-減 | LP2S100   | 10      | 4.3            | 4.3  | —   | —   | 8.6 |
|      | 8   | 3S50%-減 | LP3S100   | 10      | 4.3            | 4.3  | —   | —   | 8.6 |

注) ①基肥の速効性窒素は尿素硫加燐安48号 (16-16-16)

②穂肥はNK 2号 (16-0-16)

③被覆尿素施用区のリン酸、加理は標準区と同一になるように過リン酸石灰及び塩化加理で基肥施用時に調整した。

密度は1989～1991年が22.2株/㎡、1992年が20.8株/㎡で行った。試験区の構成は、第2表に示すように、溶出パターンの異なる3種類 (LPS100, LP2S100, LP3S100) の被覆尿素肥料を用い、速効性肥料との混合割合を変えて実施した。供試肥料は、いずれも一定期間経過後に窒素の溶出が始まるが、Sタイプが最も溶出開始時期が早く、2Sがこれに次ぎ、3Sが最も溶出が遅い。基肥は移植前日に全層施用し、穂肥は幼穂が2mm程度になった時期 (8月8日～13日) に第1回目を施用し、第2回目は1回目の7～10日後に施用した。水管理は慣行法で行い、収穫期は1989年が10月20日、1990年が10月9日、1991年が10月17日、1992年が10月19日であった。

### 3 分析及び調査法

葉色は富士平工業製水稲用葉色板で調査し、肥料及び植物体、土壌の全窒素濃度はケルダール法により分析した。米の官能食味は食糧庁の食味試験実施要領に準じて行い、パネル数は14～16名で実施した。

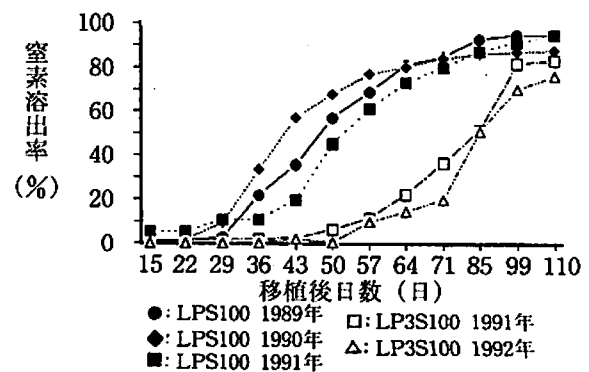
## 結 果

### 1 水田土壌における被覆尿素肥料の窒素溶出パターン

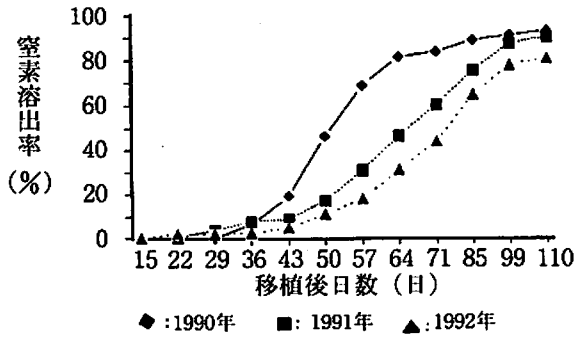
生育時期別の被覆尿素肥料の窒素溶出パターンを

第1図 (LPS100, LP3S100) 及び第2図 (LP2S100) に、移植後の積算地温による被覆尿素肥料の窒素溶出パターンを第3図 (LPS100, LP3S100) 及び第4図 (LP2S100) に示した。また、各年次の水田土壌の移植後の積算地温 (作土表層から5cm) の推移を第5図に示した。

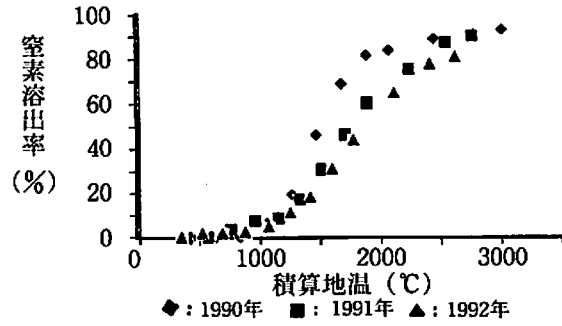
生育時期別窒素溶出パターンは各肥料とも年次による変動がみられたが、LPS100が最も早く溶出し始め、次いで、LP2S100, LP3S100の順であった。また、年次間では、積算地温が高い年ほど同生育時



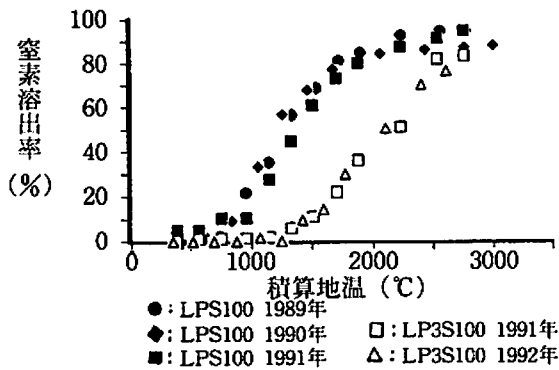
第1図 LPS100及びLP3S100の生育時期別窒素溶出パターン



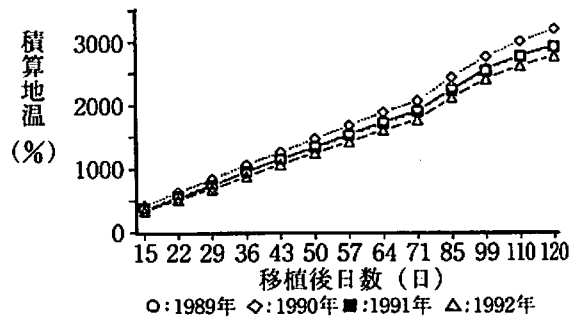
第2図 LP2S100の生育時期別窒素溶出パターン



第4図 LP2S100の移植後積算地温別窒素溶出パターン



第3図 LPS100及びLP3S100の移植後積算地温別窒素溶出パターン



第5図 移植後積算地温の推移

期における窒素溶出率が高くなる傾向がみられた。LPS100は移植後29～36日目から急速に溶出し始め、標準区の第1回穂肥頃当たる移植後50日目では溶出率が45～70%、出穂期頃当たる70日目はほぼ80%であった。LP2S100は43～50日目頃から急速に溶出し始め、70日目には45～85%、収穫期の110日目には80～90%の窒素が溶出した。LP3S100は57日目頃から急速に溶出し始め、70日目には20～35%、収穫時期には75～85%の窒素が溶出した。

積算地温による窒素溶出パターンでは、LPS100とLP3S100は年次間差がほとんどみられなかった。LPS100は900°Cで急速に溶出し始め、1300°Cで50%、1700°Cで80%の窒素が溶出した。LP3S100は1500°Cで急速に溶出し始め、2000°Cで50%、2500°Cで80%の溶出率に達した。LP2S100は3カ年とも1250°Cで急速に溶出し始めるが、50%に達するまでに1500～1800°C、80%の窒素が溶出するまでに1900～2300°Cと、年次による差がみられた。

## 2 水稲の生育及び葉色

水稲の生育を第3表、葉色の变化を第4表に示し

た。

1991年は、場内の圃場に比べ地力の低い現地圃場(T-N 0.118%)で試験を実施したことや、6月下旬から7月末までの日射量が少なかった(1989, 1990年の63%)ため、最高分けつ期の生育は他の年次に比べ不良であった。

基肥に被覆肥料だけを施用したS-100%区及び2S-100%区の葉色は、生育初期には標準区より淡く推移したが、前者が7月下旬頃から、後者が8月中旬頃から出穂期まで濃く推移し、肥料の溶出パターンと一致した。これらの区では、標準区に比べて、最高分けつ期の生育が劣り、成熟期の穂数も少なかった。

全施肥窒素量を標準区より1割減肥し、速効性肥料と混合して施用した区についてみると、2S-50%-減区は葉色の推移及び最高分けつ期、成熟期の生育とも標準区とほぼ同等であった。S-50%-減区の葉色は、標準区に比べ7月末頃から第1回穂肥施用日頃まで濃かったが、出穂期頃には淡くなり、成熟期の穂数は標準区よりやや多くなった。2S-30%-減区の葉色は第2回穂肥施用日頃から淡くなり始め、

第3表 生育の状況

| No. | 試験区名     | 最高分けつ期 |                  | 成熟期 |     |                  |     |
|-----|----------|--------|------------------|-----|-----|------------------|-----|
|     |          | 草丈     | 茎数               | 稈長  | 穂長  | 穂数               |     |
|     | 年        | cm     | 本/m <sup>2</sup> | cm  | cm  | 本/m <sup>2</sup> |     |
| 1   | 標準       | 1989   | 63               | 578 | 87  | 18.3             | 506 |
|     |          | 1990   | 68               | 497 | 86  | 18.7             | 429 |
|     |          | 1991   | 51               | 337 | 79  | 18.6             | 333 |
|     |          | 1992   | 75               | 449 | 85  | 18.9             | 406 |
| 2   | S-100%   | 95     | 90               | 100 | 96  | 97               |     |
| 3   | S-50%-減  | 100    | 100              | 100 | 99  | 103              |     |
| 4   | 2S-100%  | 96     | 90               | 99  | 103 | 94               |     |
| 5   | 2S-50%   | 99     | 107              | 104 | 101 | 104              |     |
| 6   | 2S-50%-減 | 98     | 98               | 100 | 100 | 99               |     |
| 7   | 2S-30%-減 | 102    | 102              | 99  | 97  | 100              |     |
| 8   | 3S-50%-減 | 96     | 106              | 98  | 97  | 96               |     |

注) 標準区は各年次毎の実数, 他の区は各年次毎の対標準指数の平均値

出穂期頃には標準区よりかなり淡くなった。3 S-50%-減区は7月下旬から出穂期まで標準区より葉色が淡く推移し, 成熟期の穂数もやや少なかった。

また, 施肥窒素の減肥を行わなかった2 S-50%区は第1回穂肥施用日頃から出穂期にかけて標準区より葉色が濃く推移し, 最高分けつ期の茎数, 成熟期の穂数も増加した。

### 3 収量及び収量構成要素

収量及び収量構成要素を第5表に示した。

1991年は生育前半の日照不足のため穂数が少なく, m<sup>2</sup>当総穂数が減少したことや, 9月14日, 27日の台

第4表 葉色の変化

| No. | 試験区名     | 追肥1追肥2      |             |              |     |     |     |     |
|-----|----------|-------------|-------------|--------------|-----|-----|-----|-----|
|     |          | 7.16<br>~17 | 7.23<br>~26 | 7.30<br>~8.4 | 施用日 | 施用日 | 出穂期 |     |
|     | 年        |             |             |              |     |     |     |     |
| 1   | 標準       | 1989        | 4.6         | 4.4          | 3.7 | 3.5 | 3.8 | 3.8 |
|     |          | 1990        | 4.2         | 4.2          | 4.2 | 3.8 | 4.3 | —   |
|     |          | 1991        | 4.0         | 4.2          | 3.7 | 3.4 | 3.6 | 4.2 |
|     |          | 1992        | —           | 4.6          | 3.4 | 3.3 | 3.6 | 4.1 |
| 2   | S-100%   | 76          | 100         | 119          | 128 | 105 | 103 |     |
| 3   | S-50%-減  | 100         | 101         | 103          | 110 | 101 | 95  |     |
| 4   | 2S-100%  | 88          | 90          | 93           | 108 | 105 | —   |     |
| 5   | 2S-50%   | —           | 100         | 100          | 105 | 106 | 103 |     |
| 6   | 2S-50%-減 | 99          | 99          | 101          | 102 | 100 | 100 |     |
| 7   | 2S-30%-減 | 101         | 101         | 102          | 103 | 94  | 88  |     |
| 8   | 3S-50%-減 | —           | 98          | 92           | 94  | 89  | 85  |     |

注) 標準区は各年次毎の実数, 他の区は各年次毎の対標準指数の平均値

風による倒伏が激しかったため, 収量は他の年次より減少した。

S-100%, 2S-100%区では, 標準区に比べ1穂穂数, m<sup>2</sup>当総穂数は多かったが, 登熟歩合は低く, 屑米割合は高くなり, 精玄米重は減少した。2 S-50%区では, 屑米割合は高かったが, 1穂穂数, m<sup>2</sup>当総穂数が多くなり, わら重, 穂重, 精玄米重は増加した。S-50%-減, 2S-50%-減区では, 1穂穂数, m<sup>2</sup>当総穂数は標準区より多くなったが, 屑米も多くなり, 精玄米重は同等であった。2S-30%-減区及び3 S-50%-減区ではm<sup>2</sup>当総穂数が減少し, 屑米割合も高く, 精玄米重は減少した。

### 4 米の品質及び官能食味

米の品質及び官能食味を第6表に示した。

1991年は台風による倒伏のため検査等級は全般に悪かった。

1991年を除けば, 検査等級は1中から2上で, 試験区間にはっきりした差はみられなかった。また, 官能食味についても各区間に差はみられな

第5表 収量及び収量構成要素 (対標準指数)

| No. | 試験区名     | 年    | わら重<br>kg/10a | 穂重<br>kg/10a | 精玄<br>米重<br>kg/10a | 屑米<br>割合<br>% | 1穂<br>穂数 | m <sup>2</sup> 当<br>総穂数<br>×100 | 登熟<br>歩合<br>% | 千粒重<br>g |
|-----|----------|------|---------------|--------------|--------------------|---------------|----------|---------------------------------|---------------|----------|
|     |          |      |               |              |                    |               |          |                                 |               |          |
| 1   | 標準       | 1989 | 876           | 770          | 577                | 8.6           | 77.7     | 393                             | 62.8          | 22.8     |
|     |          | 1990 | 819           | 767          | 561                | 9.7           | 75.8     | 325                             | 75.4          | 22.3     |
|     |          | 1991 | 652           | 613          | 396                | 21.1          | 89.5     | 298                             | 70.2          | 20.4     |
|     |          | 1992 | 709           | 713          | 559                | 5.1           | 73.4     | 298                             | 86.5          | 21.7     |
| 2   | S-100%   | 95   | 99            | 95           | 135                | 105           | 103      | 97                              | 99            |          |
| 3   | S-50%-減  | 101  | 102           | 101          | 111                | 107           | 109      | 96                              | 99            |          |
| 4   | 2S-100%  | 97   | 102           | 97           | 139                | 109           | 103      | 94                              | 99            |          |
| 5   | 2S-50%   | 111  | 108           | 106          | 143                | 109           | 110      | 98                              | 98            |          |
| 6   | 2S-50%-減 | 103  | 102           | 101          | 117                | 105           | 104      | 100                             | 100           |          |
| 7   | 2S-30%-減 | 99   | 96            | 94           | 113                | 97            | 97       | 100                             | 99            |          |
| 8   | 3S-50%-減 | 102  | 99            | 97           | 118                | 98            | 94       | 103                             | 100           |          |

注) 標準区は各年次毎の実数, 他の区は各年次毎の対標準指数の平均値



第6表 米の品質及び官能食味

| 項目   | No | 試験区名     | 1989年              | 1990年            | 1991年            | 1992年 |
|------|----|----------|--------------------|------------------|------------------|-------|
| 検査等級 | 1  | 標準       | 1中~1下              | 2上               | 3上               | 1中    |
|      | 2  | S-100%   | 1下                 |                  |                  |       |
|      | 3  | S-50%-減  |                    | 1中               | 3上               |       |
|      | 4  | 2S-100%  |                    | 1中~2上            |                  |       |
|      | 5  | 2S-50%   |                    |                  |                  | 1中    |
|      | 6  | 2S-50%-減 |                    | 1中~2上            | 3上               | 1中    |
|      | 7  | 2S-30%-減 |                    | 1中               | 2中~3上            |       |
|      | 8  | 3S-50%-減 |                    |                  |                  | 1中    |
| 官能食味 | 1  | 標準       | 基準 <sup>ns</sup> * | 基準 <sup>ns</sup> | 基準 <sup>ns</sup> |       |
|      | 2  | S-100%   | -0.185             |                  |                  |       |
|      | 3  | S-50%-減  |                    | 0.125            | -0.235           |       |
|      | 5  | 2S-50%   |                    | -0.310           |                  |       |
|      | 6  | 2S-50%-減 |                    | 0.220            | -0.235           |       |
|      | 6  | 2S-50%-減 |                    |                  |                  |       |

注) \*ダンカンの多重比較検定

かった。

### 5 水稲の窒素吸収量及び施肥窒素利用率

水稲の窒素吸収量及び施肥窒素利用率を第7表に示した。

2S-50%区はわら、籾の窒素濃度が高く、窒素吸収量、施肥窒素利用率は最も高くなった。S-50%-減、2S-50%-減区では稲体の窒素濃度は標準区と変わらなかったが、窒素吸収量が4~5%高くなり、施肥窒素利用率は20%程度高かった。2S-30%-減区は体内窒素濃度が標準区より低く、窒素吸収量、利用率ともに低下した。

### 考 察

3種類のSタイプの被覆尿素肥料の施用法について検討した。LP2S100は移植後積算地温が1250℃に達した8月3日~10日頃から急速に窒素が溶出してくる肥料であり、これを速効性肥料と50%ずつ混合した2S-50%-減区は、葉色の推移、最高分けつ期、成熟期の生育、収量、品質、官能食味において、標準区とほぼ同等の成績を示した。また、LPS100は移植後積算地温が900℃に達した7月20日~25日頃から急速に窒素が溶出してくる肥料であり、これを50%混合したS-50%-減区では、収量及び米の品質、食味は標準区と同等であった。しかし、水稲の葉色は7月末から8月10日頃まで標準区より濃く推移し、出穂期には逆に淡くなり、7月末から8月始めの最高分けつ期から穂首分化期にかけて窒素が溶出してくる。標準栽培ではこの期間は中干し期間であり、水稲の窒素濃度の低下時期に当たる。従って、この

第7表 水稲の窒素濃度、窒素吸収量及び施肥窒素の利用率

| No | 試験区名     | 窒素濃度 |      | 窒素吸収量<br>kg/10a | 窒素利用率<br>% |    |
|----|----------|------|------|-----------------|------------|----|
|    |          | わら   | 籾    |                 |            |    |
| 1  | 標準       | 年    | %    | %               | %          |    |
|    |          | 1989 | 0.81 | 1.17            | 14.0       | 54 |
|    |          | 1990 | 0.78 | 1.26            | 14.2       | 52 |
|    |          | 1991 | 0.72 | 1.30            | 11.3       | 50 |
|    |          | 1992 | 0.73 | 1.17            | 11.9       | 60 |
| 2  | S-100%   | 100  | 105  | 106             | 115        |    |
| 3  | S-50%-減  | 100  | 100  | 104             | 122        |    |
| 4  | 2S-100%  | 105  | 102  | 101             | 104        |    |
| 5  | 2S-50%   | 115  | 108  | 121             | 145        |    |
| 6  | 2S-50%-減 | 102  | 101  | 105             | 121        |    |
| 7  | 2S-30%-減 | 95   | 97   | 94              | 90         |    |
| 8  | 3S-50%-減 | 92   | 98   | 96              | 103        |    |

注) 標準区は各年次毎の実数、他の区は各年次毎の対標準指数の平均値

作型においては、LP2S100が標準施肥法に最も近い窒素溶出パターンを示す肥料と考えられ、本県のヒノヒカリの栽培においては、LP2S100と速効性窒素肥料とを窒素量で50%ずつ混合して施用する方法が望ましいと考えられる。さらに、被覆尿素肥料は施肥窒素利用率が速効性窒素に比べて高いため、標準的な地力の圃場では、標準施肥量の1割減とすることが望ましい。1割減肥しない場合は、年次によっては籾数の過剰による登熟の悪化や倒伏の危険性があると同時に、籾中の窒素濃度を高める。玄米中の窒素濃度と食味は、高い負の相関があるという報告<sup>2,3)</sup>も多く、籾の窒素濃度の上昇は玄米の窒素濃度の上昇につながることから、米の食味が低下する可能性も強いと考えられる。

また、全窒素施肥量を標準施肥量より1割減らし、LPS100またはLP2S100を速効性窒素肥料と50%ずつ混合して施用した場合、施肥窒素利用率が標準施肥法に比べ、20%も向上した。一方、樋口らも緩効性肥料の施用で施肥窒素利用率が向上することを報告している<sup>1)</sup>。以上のことから、これらの施肥法は、施肥窒素の地下水への溶脱や大気中への揮散が標準施肥より少ないと考えられ、追肥労力の削減ばかりでなく、環境保全型の施肥法であるといえる。

さらに、本試験の結果から、3種類のSタイプの肥料では、時期別の溶出パターンの年次間変動は大きいですが、積算温度による溶出パターンの年次間変動は少なく、LPS100及びLP3S100は、各年次ともほ

ほ1つの溶出パターンを描くことやLP2S100でも、溶出率が10%を超えて急速に溶出し始める積算温度は各年次とも1250℃で一致することが明らかになった。従って、品種や作期、地域が異なっても、栽培圃場の積算地温を把握することにより、被覆尿素肥料の生育時期別の溶出パターンを予測することが可能であり、水稻の生育時期別窒素要求量にあわせて肥料の種類を選択することができると考えられる。

### 引用文献

- 1) 樋口太重・伏木正清・矢崎仁也(1993): 水稻の全量基肥と窒素の動態について. 土肥要旨集 39,156.
- 2) 執行盛之(1991): 九州産米食味の飛躍的向上に向けて九州農試. 企画連絡室資料 18~24.
- 3) 田中浩平・山本富三・角重和浩(1992): 水稻品種ヒノヒカリの収量, 食味からみた最適穎花数と窒素濃度. 日作紀 61別1, 184~185.

### Application Method of Coated Urea Fertilizers to Rice Plant

INOUE Keiko, Tomizou YAMAMOTO, Kazuhiro KADOSHIGE and Shinji SUENOBU

### Summary

Application method for coated urea fertilizers(LPS100, LP2S100, LP3S100; each pattern of these nitrogen leakages shows sigmoid curve) to rice cultivar 'Hinohikari' at only one time of basal application, one shot application system(OSAS), was compared with the normal application system(NAS). Also, the leaking processes of nitrogen from those fertilizers in paddy fields were estimated. The results were as follows:

1. The pattern of nitrogen leakage from those fertilizers had different among years, but the amount of nitrogen leakage at the same accumulated soil temperature was similar among years. The rapid leakage of nitrogen from LPS100, LP2S100, and LP3S100 started when the accumulated soil temperature reached at 900℃, 1250℃, and 1500℃, respectively.
2. The OSAS using LP2S100 was a method that the compound fertilizer to be mixed LP2S100 with quick acting fertilizer in equal amount of nitrogen was applied at only one time of basal application, on condition that the amount of nitrogen was 90% of that in NAS. This application system was equal to NAS on the growth, yield, eating quality and grain quality of rice.
3. By using LPS100 on the same method described above, comparing with NAS, the yield was equal, but the number of panicles increased.
4. In the case of using LPS100 OR LP2S100 on the above condition, the recovery rate of nitrogen application was higher than of NAS.

[Key words: coated urea fertilizer, method of fertilizer application, 'Hinohikari', accumulated soil temperature, recovery rate of nitrogen application]  
Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-13:17~22 (1994)

## 筑豊地域水田土壌の地力の実態

三井寿一・豊田正友・城丸裕次\*  
(鉾害試験地)

筑豊地域の水田土壌の地力の実態を把握するために、鉾害復旧田の土壌調査を行い、その理化学性について検討した。

- 1 作土層の厚さは平均22cmであったが、耕起されている深さは作土層の厚さの70%程度であった。作土の土性は、多くの地域で細粒質であったが、穂波盆地、嘉麻盆地では中粗粒質が多かった。陽イオン交換容量は19me/100g、アンモニア化成量は10mg/100gで、県内の他の地域よりも多かった。微粉炭の混入によって全炭素含量が多く、その結果、全炭素含量とアンモニア化成量との相関は認められなかった。  
可給態りん酸、可給態けい酸は水田土壌の改善目標値を満たしていない圃場が多かった。
- 2 心土は、中粗粒質土壌が多く、硬度が高い圃場では透水係数が低かった。心土のアンモニア化成量、可給態りん酸は低水準であった。

[キーワード：筑豊地域、鉾害復旧田、作土、心土、理化学性]

### 緒 言

筑豊地域では、明治時代から石炭採掘が盛んに行われ、最盛期には全国の石炭生産量の49%を占めていた。しかし、筑豊の石炭埋蔵地域が、水田が広く分布する平坦地であったため、多くの水田が陥没被害（いわゆる鉾害）を受けた。1952年に臨時石炭鉾害復旧法が制定されて以来、現在までに約8,300haが鉾害復旧されている。鉾害復旧田の多くは、作土部分の15cmを表土扱いし、心土部分に未耕土を客入してかさ上げする工法がとられているため、一般の水田とは土壌条件が大きく異なっているが、土壌の理化学性の実態についての報告は少ない<sup>1)</sup>。筑豊地域では、近年、化学肥料に頼らずに水稲の生産力を向上させようという機運が高まるなか、土づくりに対する関心が強くなっている。土壌の生産力を向上させるためには、適切な土壌管理を行うことが重要であり、そのためには土壌の実態を十分に把握しておく必要がある。

そこで、筑豊地域の鉾害復旧田の土壌を調査し、その実態について取りまとめたので報告する。

### 試 験 方 法

第1表に調査地域及び調査地点数を示した。田川郡から遠賀郡に至る遠賀川及びその流域に分布す

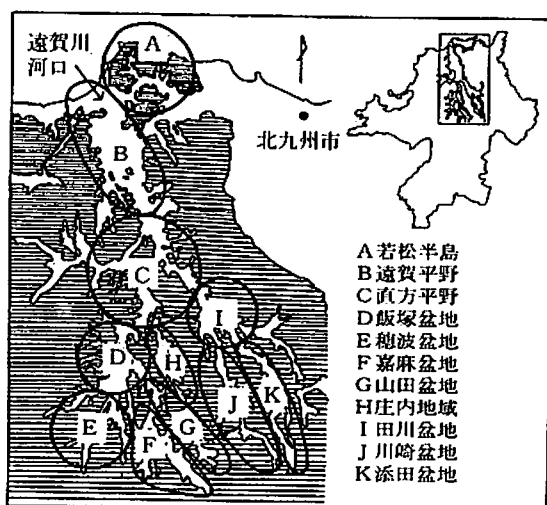
\* 現飯塚農業改良普及所

る鉾害復旧田を対象として、調査地点が特定地域に偏ることのないように、各市町当り5~31地点、合計376地点を選定した。調査は1988~1992年に実施した。現地では、作土層の厚さ、土性、心土の種類等を調査し、持ち帰った作土（一部心土）の理化学性を常法に従って分析した。但し、ここで述べる作土とは、鉾害復旧によって心土の上に作土として盛られた土層全体のことである。

土壌調査を行った地点は、地形を考慮して第1図

第1表 調査地域の区分及び調査地点数

| 地域区分 | 市 町 名                              | 地点数 |
|------|------------------------------------|-----|
| 若松半島 | 北九州市若松区                            | 15  |
| 遠賀平野 | 北九州市八幡西区・中間市・<br>遠賀町・水巻町・岡垣町・鞍手町   | 77  |
| 直方平野 | 直方市・宮田町・赤池町・小竹町                    | 44  |
| 飯塚盆地 | 飯塚市・潁田町                            | 16  |
| 穂波盆地 | 穂波町・筑穂町・桂川町                        | 40  |
| 嘉麻盆地 | 嘉穂町・碓井町                            | 22  |
| 山田盆地 | 山田市・稲築町                            | 37  |
| 庄内地域 | 庄内町                                | 22  |
| 田川盆地 | 田川市（後藤寺・伊田・金川）・<br>金田町・糸田町・香春町・方城町 | 68  |
| 川崎盆地 | 田川市（猪位金）・川崎町                       | 15  |
| 添田盆地 | 添田町・大任町                            | 20  |
| 合 計  |                                    | 376 |



第1図 調査地域の区分

に示すように11地域に区分した。

結果及び考察

1 土層の状態

第2表に地域別に作土の厚さ及び土性別地点割合を示した。鉱害復旧工事では復旧後の作土の厚さを15cm以上と規定しているため、15cm未満の地点はほとんど見られず、多くの地点が規定値以上であった。地域的には飯塚盆地、穂波盆地が他の地域に比べて作土層が厚かった。遠賀川流域の地質をみると、全体的には古生層や変成岩などの基岩の上部を頁岩や砂岩から成る第三紀層が不整合に覆い、遠賀川支流の中元寺川及び嘉麻川上流などに部分的に花崗岩が分布している。このため、調査地点の作土は全体としては第三紀層の影響によって細粒質土壌が多かったが、穂波盆地、嘉麻盆地では花崗岩の影響により中粗粒質土壌の割合が多かった。

第3表に田川市における作土層の厚さと耕起の深さを示した。これによると、実際に耕起されている深さは約14cmで、作土層の厚さの70%程度であり、作土層が十分には耕起されていなかった。鉱害復旧田の生産力を向上させるには、耕起を深くし、作土層の潜在力を十分に活用する必要がある。

第2図に復旧経過年数別の心土の種類を示した。復旧後30年以上経過した復旧田では、細粒質の客入心土や切盛り工事による従来心土の割合が多いが、復旧が新しくなるにつれて粗粒質の客入心土の割合が増し、復旧後10年未満では約60%の地点が粗粒質の客入心土であった。これは、近年、復旧用の細粒

質土壌が不足しているために、中粗粒質土壌の利用が増加していることを示している。

2 作土の理化学性

第4表に作土の理化学性について地域ごとの平均値を示した。

pH(H<sub>2</sub>O)の適正範囲は一般に5.5~6.5とされているが<sup>3)</sup>、筑豊全域の平均値は6.0で、第3図に示すように約60%の地点がこの適正範囲内であった。しかし、県内他地域ではpHが適正範囲に含まれる水田の割合が約70%である<sup>4)</sup>ことに比べると筑豊地域は適正範囲外の地点が多く、若松半島、庄内地域、

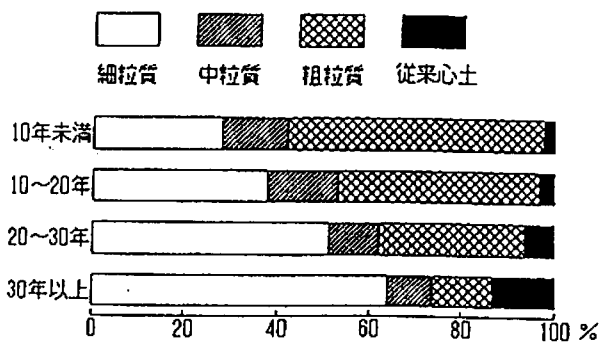
第2表 作土の厚さ及び土性別地点割合

| 地域区分 | 作土層の厚さ<br>cm | 土地別地点割合 |     |
|------|--------------|---------|-----|
|      |              | 細粒      | 中粗粒 |
| 若松半島 | 22.1         | 80%     | 20% |
| 遠賀平野 | 21.6         | 67%     | 33% |
| 直方平野 | 21.5         | 50%     | 50% |
| 飯塚盆地 | 24.4         | 44%     | 56% |
| 穂波盆地 | 23.3         | 38%     | 62% |
| 嘉麻盆地 | 21.7         | 41%     | 59% |
| 山田盆地 | 22.5         | 46%     | 54% |
| 庄内地域 | 22.6         | 78%     | 22% |
| 田川盆地 | 20.9         | 67%     | 33% |
| 川崎盆地 | 20.9         | 66%     | 34% |
| 添田盆地 | 21.9         | 30%     | 70% |
| 全般   | 21.9         | 58%     | 42% |

第3表 作土層の厚さと耕起の深さ

| 作土層の厚さ(A) | 耕起の深さ(B) | B/A   |
|-----------|----------|-------|
| 19.7cm    | 13.6cm   | 69.0% |

注) 田川市27地点の平均値



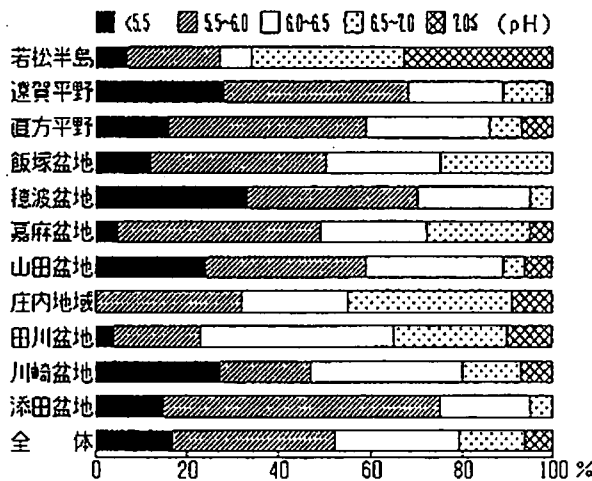
第2図 復旧経過年数別の心土の種類

田川盆地ではpH6.5以上、穂波盆地、川崎盆地、遠賀平野ではpH5.5未満の地点が多かった。遠賀川水系には、かつて強酸性あるいは強アルカリ性の鉱内排水が流入していたため<sup>2)</sup>、地域によってはその影響を受けたのではないかとと思われる。

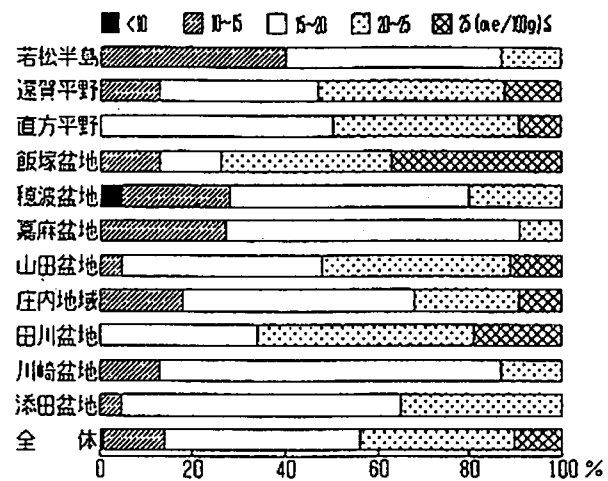
陽イオン交換容量をみると、筑豊全域の平均値は19.5me/100gで、県内他地域の平均値16.7me/100g<sup>4)</sup>に比べて大きく、第4図に示すように多くの地点が15me/100g以上であった。これは筑豊地域には第三紀層に由来すると考えられる細粒質土壌が多いため、県内他地域の平均値に比べて陽イオン交換容量が大きいものと考えられる。また、嘉麻川及び中元寺川流域の穂波盆地、嘉麻盆地、川崎盆地は筑豊地域の中では比較的陽イオン交換容量が低い地域に区別さ

れるが、これは花崗岩由来の中粗粒質土壌が多いためと考えられる。

全炭素含量の筑豊全域の平均値は2.99%で、県内他地域の平均2.28%<sup>4)</sup>に比べて高く、地域別にみると、飯塚盆地及び山田盆地では平均値で4%を越えていた。第5図に作土の全炭素含量別の地点割合を示した。飯塚盆地、山田盆地では30~40%の地点が5%以上で、最も含有量の高い地点では12%を越えていた。石炭を採掘していた当時、採掘した石炭の表面に付着した微粉炭を除去するために水洗していたが、この水洗の際に微粉炭が水とともに河川へ流入した。この水を水稻の灌漑水として利用していた地域では土壌の炭素含量が非常に高くなっている。1960年に調査された灌漑水の水質をみると、山田川、



第3図 作土のpH別の地点割合



第4図 作土の陽イオン交換容量別の地点割合

第4表 地域別水田作土の理化学性 (平均値)

| 地域区分 | pH (H <sub>2</sub> O) | EC<br>μS/cm | 陽イオン<br>交換容量<br>me/100g | 全窒素<br>% | 全炭素<br>% | アンモニア<br>化成量<br>mg/100g | 可給態<br>りん酸<br>mg/100g | 可給態<br>けい酸<br>mg/100g | 容積重<br>g/100cc | 固相率<br>% |
|------|-----------------------|-------------|-------------------------|----------|----------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|----------|
| 若松半島 | 6.5                   | 170         | 16.1                    | 0.17     | 1.88     | 11.3                    | 12.5                  | 19.3                  | 119            | 45.8     |
| 遠賀平野 | 5.8                   | 213         | 20.0                    | 0.20     | 2.73     | 11.7                    | 11.5                  | 27.4                  | 99             | 37.9     |
| 直方平野 | 5.9                   | 176         | 19.8                    | 0.19     | 2.65     | 8.8                     | 12.4                  | 19.6                  | 109            | 41.9     |
| 飯塚盆地 | 6.0                   | 202         | 22.2                    | 0.25     | 4.77     | 12.1                    | 13.1                  | 33.1                  | 101            | 38.9     |
| 穂波盆地 | 5.7                   | 139         | 17.0                    | 0.18     | 2.52     | 7.8                     | 13.1                  | 27.5                  | 109            | 41.6     |
| 嘉麻盆地 | 6.1                   | 111         | 16.1                    | 0.21     | 2.71     | 9.4                     | 14.5                  | 13.5                  | 104            | 40.2     |
| 山田盆地 | 5.9                   | 198         | 20.5                    | 0.23     | 4.08     | 6.2                     | 13.7                  | 26.0                  | 104            | 40.1     |
| 庄内地域 | 6.3                   | 175         | 18.1                    | 0.21     | 3.02     | 10.4                    | 12.9                  | 20.5                  | 110            | 42.1     |
| 田川盆地 | 6.3                   | 112         | 21.9                    | 0.19     | 3.06     | 10.6                    | 17.3                  | 24.4                  | 116            | 44.7     |
| 川崎盆地 | 5.9                   | 105         | 17.1                    | 0.19     | 2.83     | 12.1                    | 17.7                  | 23.5                  | 112            | 43.2     |
| 添田盆地 | 5.8                   | 117         | 19.2                    | 0.20     | 3.28     | 13.1                    | 16.6                  | 19.6                  | 103            | 39.7     |
| 全 域  | 6.0                   | 161         | 19.5                    | 0.20     | 2.99     | 10.1                    | 13.9                  | 23.9                  | 107            | 41.2     |

彦山川、中元寺川などの井堰で全国平均を大きく上まわる浮遊物質が測定されており<sup>2)</sup>、水田に微粉炭が多量に流入していたことが推測される。

地力の重要な要因であるアンモニア化成量は、筑豊全域の平均値が10mg/100gで、県内他地域の平均値8mg/100g<sup>4)</sup>よりも大きい値を示した。鉱害復旧田は復旧工事の際に作土に下層土が混入しやすいため、他地域に比べて地力が低いと一般に言われているが、アンモニア化成量に関しては、逆に筑豊地域の方が多く結果であった。県内他地域の土壌のアンモニア化成量を細粒質土壌と中粗粒質土壌に分けて比較すると<sup>4)</sup>、細粒質の平均値は10mg/100g、中粗粒質の平均値は8mg/100gで、細粒質土壌の方がアンモニア化成量が多い。前述のように筑豊地域の水田は細粒質の土壌が多いため県内他地域よりアンモニア化成量が多くなったものと考えられる。

第6図にアンモニア化成量別の地点割合を示した。筑豊全域をみると、10mg/100g以上の地点が約50%あり、県内他地域の30%<sup>4)</sup>をこえていた。しかし、地域別にみると山田盆地、穂波盆地にアンモニア化成量の少ない地点が多く、特に山田盆地は全炭素含量が多いにもかかわらずアンモニア化成量は最も少なかった。

アンモニア化成量は、復旧直後は下層土の混入によって低下すると思われるが、第5表に示すように10~15年程度で回復している。

第6表に全窒素含量、全炭素含量、アンモニア化成量の相関関係を示した。県内他地域での上記3要素の相関は相互に1%の危険率で有意であったが<sup>4)</sup>、筑豊地域の場合、全炭素とアンモニア化成量との相関は認められなかった。これは全炭素のなかに微粉

炭由来の炭素が含まれるため、筑豊地域では全炭素含量を地力の指標とすることは困難と考えられる。

可給態りん酸含量は、筑豊全域の平均値が13.9mg/100gで、県内他地域の平均値29mg/100g<sup>4)</sup>の2分の1以下であった。第7図に可給態りん酸含量別の地点割合を示した。水田土壌では可給態りん酸は10mg/100g以上必要とされているが<sup>3)</sup>、遠賀平野、直方平野、穂波盆地、川崎盆地では50%以上の地点でりん酸が不足し、穂波盆地では5mg/100g未満の地点が20%以上を占めた。鉱害復旧工事ではりん酸含量の少ない下層土が作土に混入しやすいことから、復旧後にはりん酸資材を施用するなど、りん酸の肥沃度を高めることが重要である。

第8図に可給態けい酸含量別の地点割合を示した。水田土壌では可給態けい酸は15mg/100g以上必要とされているが<sup>3)</sup>、嘉麻盆地、飯塚盆地では60%の地

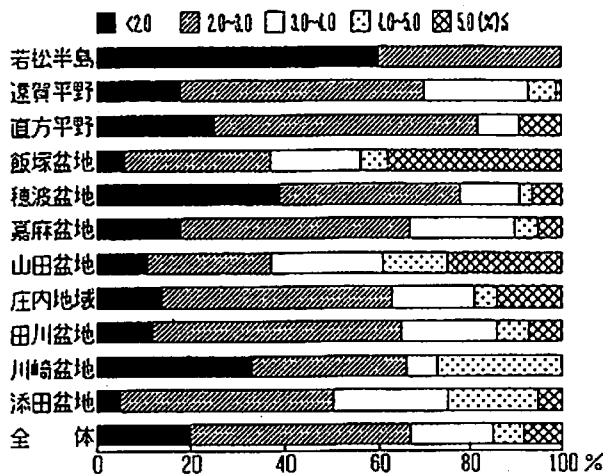
第5表 復旧経過年数別のアンモニア化成量

| 経過年数     | 5年未満 | 5~10 | 10~15 | 15~20 | 20年以上 |
|----------|------|------|-------|-------|-------|
| アンモニア化成量 | 9.0  | 9.0  | 11.1  | 108   | 10.8  |

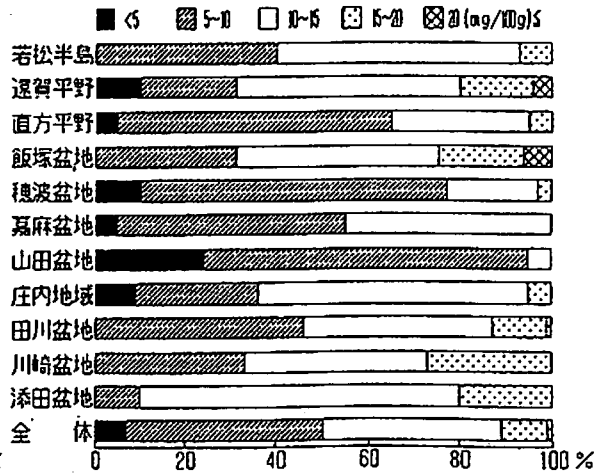
第6表 全窒素、全炭素及びアンモニア化成量の相関

| 要因       | 全窒素     | 全炭素     | アンモニア化成量 |
|----------|---------|---------|----------|
| 全窒素      | -       | 0.667** | 0.034**  |
| 全炭素      | 0.667** | -       | -0.014   |
| アンモニア化成量 | 0.340** | -0.014  | -        |

注) \*\*は1%の危険率で有意



第5図 作土の全炭素含量別の地点割合



第6図 作土のアンモニア化成量別の地点割合

点が、その他の地域では40%の地点が不足していた。けい酸は水稻の耐病性、耐倒伏性を高めるといわれており、土壌中に一定量を確保するためには、けい酸質資材の施用が必要である。

第4表に作土の容積重と固相率を示した。

容積重の筑豊地域平均値は107g/100ccで、地域別では若松半島、庄内地域、田川盆地、川崎盆地において容積重が大きかった。同様に固相率もこの4地域が大きかった。

3 心土の理化学性

第7表に田川市の心土の土性別理化学性を示した。

陽イオン交換容量は、細粒質土壌（主として第三紀層の頁岩を母材とする）では平均22me/100g、中粗粒質土壌（主として花崗岩を母材とする）では平均9me/100gと土性によって大きく異なっていた。

全炭素含量は、客入された土壌（細粒質土壌及び中粗粒質土壌）では極めて少なく、従来心土（切盛り工事による復旧）では1%程度とやや多かった。アンモニア化成量も全炭素含量同様に、客入された土壌では少なかった。

可給態りん酸含量は客入土壌及び従来心土ともに

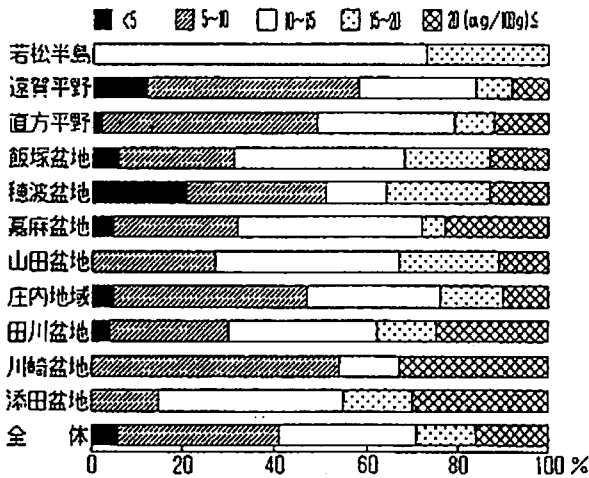
2mg/100g程度であった。

可給態けい酸含量は調査地点のうち56%の地点が15mg/100g未満で、これらのほとんどが花崗岩を母材とする中粗粒質土壌であった。逆に15mg/100g以上の地点のほとんどが頁岩を母材とする細粒質土壌であった。

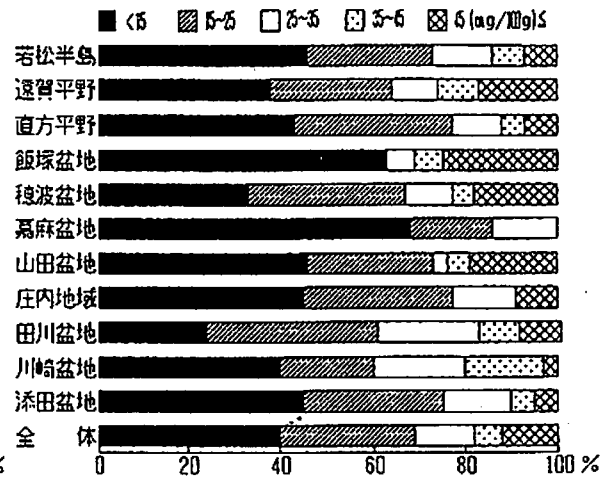
透水係数は細粒質土壌では多くの地点で透水不良の $10^{-6}$ ~ $10^{-7}$ レベルを示した。一方、一般に透水良好な土壌の多い中粗粒質土壌においても土壌硬度が24mmを越えると透水性が低下し、 $10^{-5}$ レベルの地点が多くなった。

第9図に心土の土壌硬度別の地点割合を示した。復旧工事には重機械が用いられるため心土が硬く締まった圃場が多く、調査地点の35%が24mm以上の硬度を示した。中粗粒質土壌は細粒質土壌に比べて硬度が高く、平均値で比べると細粒質土壌が19mm、中粗粒質土壌が22mmであった。

このように、復旧田の心土は養分が少なく、物理性も劣ることから、今後は土壌管理によって作土とともに心土の改善をすすめることが重要である。



第7図 作土の可給態りん酸含量別の地点割合

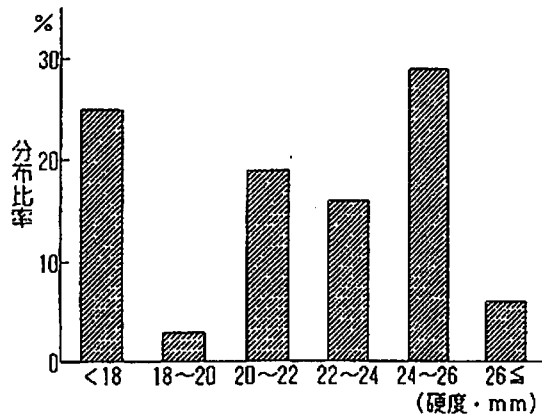


第8図 作土の可給態けい酸含量別の地点割合

第7表 心土の土性別理化学性（田川市の平均値）

| 土性区分   | pH (H <sub>2</sub> O) | 陽イオン交換容量 me/100g | 全窒素 % | アンモニア化成量 mg/100g | 可給態りん酸 mg/100g | 可給態けい酸 mg/100g | 容積重 g/100cc | 透水係数 cm/s            |
|--------|-----------------------|------------------|-------|------------------|----------------|----------------|-------------|----------------------|
| 細粒質土壌  | 6.9                   | 22.4             | 0.32  | 0.3              | 1.5            | 35.0           | 132         | $3.7 \times 10^{-7}$ |
| 中粗粒質土壌 | 7.0                   | 9.4              | 0.16  | 0.0              | 2.8            | 9.4            | 162         | $4.3 \times 10^{-5}$ |
| 従来心土   | 7.4                   | 18.1             | 1.06  | 3.5              | 2.0            | 29.3           | 143         | $1.6 \times 10^{-6}$ |
| 全体     | 7.0                   | 15.8             | 0.33  | 0.6              | 2.2            | 22.3           | 147         | $3.7 \times 10^{-6}$ |

注) データ数は、細粒質土壌13点、中粗粒質土壌15点、従来心土4点



第9図 心土の土壌硬度別割合

## 引用文献

- 1) 福永良一 (1962) : 北九州における鉱害地水田土壌の改良に関する研究. 福岡農試特別報告17
- 2) 福永良一 (1964) : かんがい用水としての遠賀川の水質について. 用水と廃水 7, 529~533.
- 3) 九州農政局 (1978) : 地力保全基本調査における土壌管理方針 (九州地域)
- 4) 三井寿一・中嶋靖之・北原郁文 (1990) : 福岡県における土壌の実態と変化. 第2報 水田土壌の理化学性の実態と経年変化. 福岡農総試研報A-10, 27~30.

## Soil Fertility of Paddy Fields restored from Coal Mine Damage in Chikuhou Area

MITSUI Hisakazu, Masatomo TOYODA and Yuuzi SHIROMARU

## Summary

Soil survey was conducted in order to clarify the chemical and physical properties of paddy fields restored from coal mine damage in Chikuhou area.

On Surface soil, depth of it was 22cm and plowed ratio of it was only 70% in depth. Soil texture was fine without Honami basin and Kama basin, textures of which were medium or coarse. The value of cation exchange capacity was 19 me /100g and the value of amount of nitrogen mineralization was 10mg/100g. These values were larger than those in other areas in Fukuoka prefecture. Much carbon was contained in surface soil, because it was mixed with coal dust. So total carbon contents was not correlated with the amount of nitrogen mineralization. There were many fields that amount of available phosphate and silicate were short.

On subsoil, soil texture was medium or coarse in many fields. These subsoil displayed small quantity of percolation under such circumstances that hardness value was high. Subsoil was short of available nitrogen and available phosphate.

[Key words: Chikuhou area, Paddy field restored from coal mine damage, surface soil, subsoil, soil properties]  
Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-13:23-28(1994)



## 早植え水稲における水管理が イネミズゾウムシ発生量に及ぼす影響

嶽本弘之・中村利宣  
(生産環境研究所病害虫部)

早植え水稲(5月下旬移植)における間断灌水、中干し及び水深がイネミズゾウムシの発生量に及ぼす影響を評価し、以下の発生抑制効果を明らかにした。

- 1 間断灌水により越冬成虫の定着、産卵が抑制され、幼虫密度が減少した。
- 2 中干しにより幼虫密度が減少した。
- 3 浅水管理により産卵が抑制され、幼虫密度が減少した。

これらのことから、早植え水稲では、加害主体である幼虫の密度に対する水管理の抑制効果は明らかである。しかしながら、越冬成虫の密度が高い場合には、水管理だけで幼虫密度を経済的許容水準以下に抑制できないと考えられた。

[キーワード: イネ, イネミズゾウムシ, 早植え水稲, 水管理, 耕種的防除]

### 緒 言

イネミズゾウムシ (*Lissorhoptus oryzophilus* KUSCHEL) はアメリカ大陸原産の害虫で、日本では1976年に愛知県で初めて侵入が確認された。福岡県では1983年に発生が確認され<sup>7)</sup>、その後ほぼ全県下に分布を拡大している。成虫、幼虫とも水稲を加害するが、成虫による葉の加害は軽微であり、幼虫による根部の加害が減収の主な原因となる<sup>6)</sup>。

本虫の発生は水稲の作型により異なり、越冬成虫の発生は普通期水稲では少ないが、早期水稲や早植え水稲では一般的に多い。そのため、早期水稲や早植え水稲では、本虫の防除対策として粒剤の育苗箱施用が慣行的に行われている。しかし、加害の主体である幼虫の発生は落水処理によって抑制されるとの報告がある<sup>1,2)</sup>。また、早期栽培では成虫が高密度で寄生した場合でも、間断灌水及び中干しの水管理により幼虫密度は経済的許容密度以下に抑制できる<sup>5)</sup>。

4月下旬～5月上旬に移植される早期水稲では、移植約30日後の5月20日頃が成虫の侵入ピークとなる。一方、5月下旬～6月上旬に移植される早植え水稲では、移植直後から成虫が侵入する<sup>4)</sup>ため、早期水稲のように、水管理における落水期間と産卵～幼虫期間が完全には一致しない。したがって、早植え水稲での水管理が本虫の発生に及ぼす影響は早期水稲の場合と異なると推測される。そこで本報では、

早植え水稲において、間断灌水、中干し及び水深が本虫、特に加害主体である幼虫の発生抑制に及ぼす効果を明らかにし、早植え水稲での水管理による防除方法に関して考察した。

### 試 験 方 法

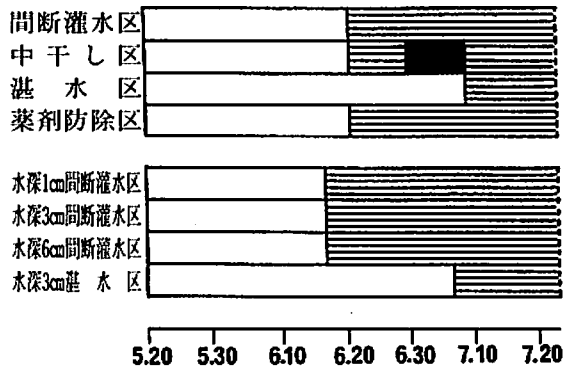
1 早植え水稲における間断灌水、中干し及び水深がイネミズゾウムシの発生量に及ぼす影響(水管理体系試験)

#### (1) 耕種概要

試験は福岡県農業総合試験場(筑紫野市吉木)の精密枠(3m<sup>2</sup>:2.0m×1.5m)を用いて、1991年と1992年の2カ年実施した。品種は1991年は「日本晴」、1992年は「ミネアサヒ」で、両年とも5月20日に稚苗(約3葉期)を手植えた。植付本数は1株4本、栽植間隔は30cm×15cmとし、施肥その他の管理は慣行に準じた。

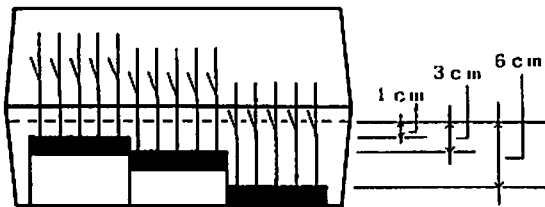
#### (2) 試験区の構成及び水管理方法

1991年は、第1図に示すような4試験区を設定した。間断灌水区は移植後約30日間の湛水後、成熟期まで間断灌水を行った。中干し区は7月上旬に9日間中干しを実施した。湛水区は幼虫の発育がほぼ完了する7月9日まで湛水した後、成熟期まで間断灌水とした。薬剤防除区は移植直前にカルボスルファン粒剤を育苗箱当たり70g施用し、水管理は間断灌水区と同一とした。試験区当たり3区画(3反復)を設定した。なお、水深は各試験区とも約3cmに保つ



第1図 試験区の構成とその水管理法

上段：1991年，下段：1992年



第2図 試験方法（水深選好性試験）

た。

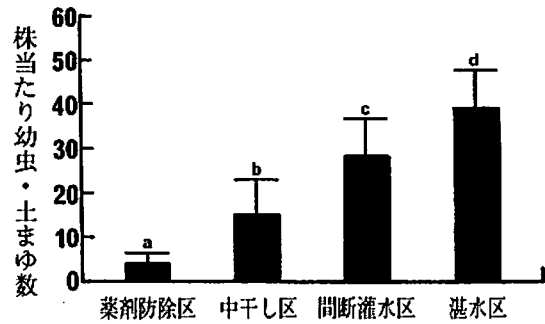
1992年は、第1図に示すように水深1cm、3cm、6cmの間断灌水区と水深3cm湛水区を設定した。間断灌水の3区は、それぞれの水深で約30日間湛水した後、成熟期まで間断灌水とした。水深3cm湛水区は、幼虫の発育がほぼ完了する7月7日まで湛水を保ち、その後は成熟期まで間断灌水とした。試験区当たり3区画（3反復）とした。

### (3) 調査方法

成虫密度は約7日間隔で、1区画当たり30株を見取り調査した。成虫は水面下の茎葉に寄生する機会が多いため、水面上の茎葉だけでなく、水面下の茎葉も調査対象とした。

幼虫・土まゆ密度は、1991年は7月11日、1992年は7月8日に、1区画当たり3株（1991年）あるいは4株（1992年）を掘り取り、株洗い法で調査した。1992年は、5月27日から6月30日まで約7日間隔で1区画から4株を系統抽出して卵密度を調査した。卵密度の調査は抽出したイネ株の根部を浸水し、約10日後の遊出幼虫数を計数して行った。

イネの生育状況は、1区画から10株（5株×2カ所）を抽出し、幼虫の発育がほぼ完了する7月上旬



第3図 間断灌水及び中干しが幼虫発生量に及ぼす影響(1991年)

同一英文字はDUNCANの多重検定で有意差のないことを示す（5%水準）

T：標準偏差を示す

に草丈と茎数を調査した。

幼虫の発育は土壌硬度に影響されると考えられるため、土壌硬度の指標として、矩型板の沈下量（0.6kg/m<sup>2</sup>の圧力下）を測定した。測定は幼虫の調査株の掘り取り時に、1区画内3カ所（入水口側、区画中央、落水口側）について行った。

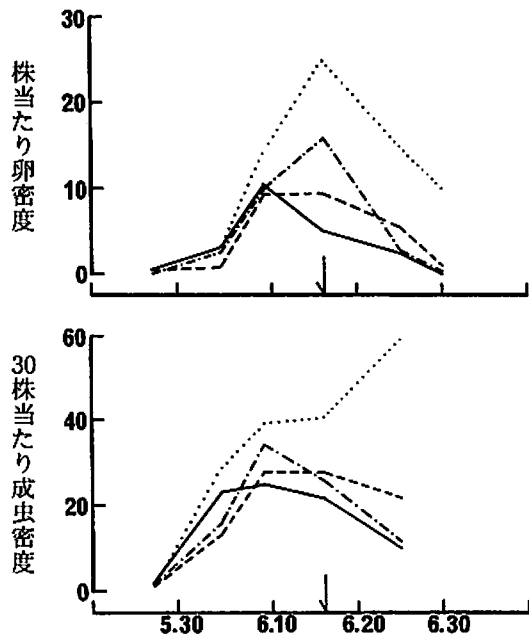
## 2 イネミズゾウムシの産卵に及ぼす水深の影響（水深選好性試験）

### (1) 室内試験

1990年5月23日に農総試の無防除水田より採集した越冬成虫を供試した。第2図に示す様に、芽出し苗（3葉苗）をプラスチック容器（185mm×120mm×30mm）に3株×5株（1株3本植）植え付け、白色半透明のポリ容器（330mm×120mm×110mm）に、水深が1cm、3cm、6cmとなる様に配置した。越冬成虫をポリ容器当たり30頭放飼し、同じ容器で蓋をし、5月23日～6月27日まで、室温・自然日長下で産卵させた。試験は3反復とした。2～5日間隔で供試した苗を回収し、新しい苗と交換した。回収した苗は、水深ごとに根部を浸水し、約10日後に遊出した幼虫数を計数し、産卵数とした。

### (2) 圃場試験

試験は農総試内の精密枠（3m<sup>2</sup>：2.0m×1.5m）を用いて1991年に行った。水深を1cm、3cm、6cmに保った区画を設定し、「日本晴」の稚苗（4本/株）を区画当たり60株移植し、自然発生虫に産卵させた。約1週間後に全株を抜取り、新しい稚苗を移植した。この操作を5月15日～6月19日まで5回繰り返した。抜き取った株は、根部を浸水し、約10日後に遊出した幼虫数を計数し、産卵数とした。



第4図 異なる水管理区における成虫と卵の発生消長(1992年)

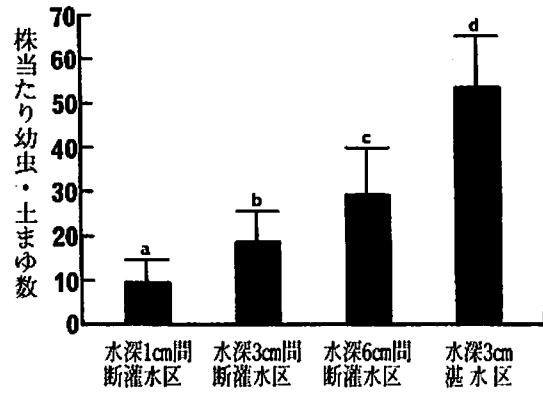
— 水深1cm間断灌水区  
 - - 水深3cm間断灌水区  
 ..... 水深6cm間断灌水区  
 - · - 水深3cm湛水区  
 ↓ 間断灌水開始日

結 果

1 早植え水稻における間断灌水、中干し及び水深がイネミズゾウムシ発生量に及ぼす影響

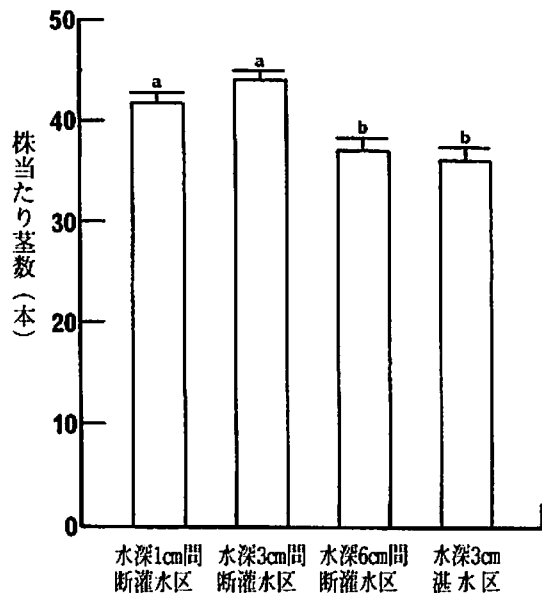
1991年は早植え水稻における間断灌水と中干しが幼虫発生量とイネの初期生育に及ぼす影響を評価した。ピーク時の成虫密度は株当たり約0.6頭と比較的多発生条件であった。幼虫密度は湛水区、間断灌水区、中干し区、薬剤防除区の順で高く、試験区間で有意な差が認められた(第3図)。幼虫の発育がほぼ完了した7月上旬において、薬剤防除区を100とした指数で茎数を比較すると、湛水区は約70、間断灌水区及び中干し区は約75となり、幼虫の加害による茎数の減少が認められた。また、薬剤防除区に対する草丈の指数は、82.7~86.6の範囲となった。

1992年は水深と間断灌水が成虫密度、卵密度、幼虫密度及びイネの初期生育に及ぼす影響を評価した。ピーク時の成虫密度は約1頭/株と多発生条件であった。成虫密度は移植~6月10日では水深1cmが最も低く、水深6cm、水深3cmの順で高くなる傾向であったが、その後は水深が浅いほど低くなった。また、



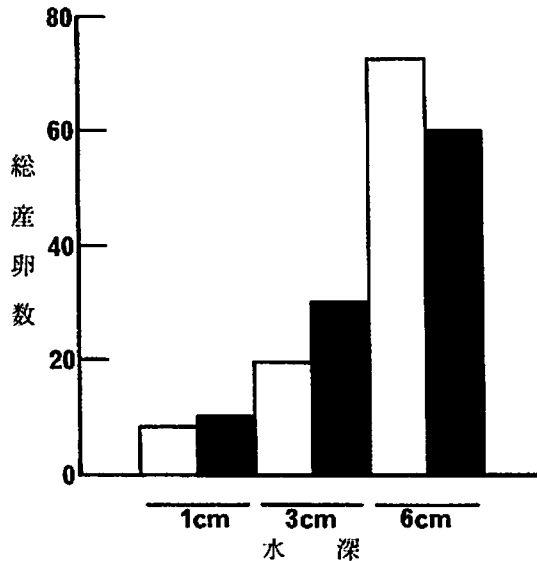
第5図 間断灌水及び水深が幼虫発生量に及ぼす影響(1992年)

同一英文字はDUNCANの多重検定で有意差のないことを示す(5%水準)  
 T: 標準偏差を示す



第6図 異なる水管理におけるイネの生育状況(1992年)

同一英文字はDUNCANの多重検定で有意差のないことを示す(5%水準)  
 T: 標準偏差を示す



第7図 水深に対する産卵選好性(1990年)

□ 産卵数      ■ 産卵数の期待値

間断灌水では水深に関わらず、間断灌水により成虫密度が急速に低下した(第4図)。卵密度は移植直後では試験区間に差はなかったが、6月16日では、水深1cmで最も低く、水深6cm、水深3cmの順となった。間断灌水開始後(6月18日～)は、水深3cm湛水区で最も高く、間断灌水の中では水深が浅いほど低かった(第4図)。幼虫密度は水深3cm湛水区で最も高く、間断灌水の中では、水深が浅いほど幼虫密度が低くなった(第5図)。7月上旬でのイネの茎数は、水深1cm間断灌水及び水深3cm間断灌水では、水深3cm湛水区及び水深6cm間断灌水より有意に多かった(第6図)。

以上の結果をまとめると、中干し及び間断灌水は加害の主体である幼虫密度を抑制するが、薬剤処理に比較するとその効果は低かった。また、浅水管理の抑制効果は成虫と卵密度に対しては低いものの、幼虫密度に対しては比較的高い傾向となった。

## 2 イネミズゾウムシの産卵に及ぼす水深の影響

### (1) 室内試験

同一容器内で強制的に産卵させると、水深が浅いほど産卵数が有意に少なかった(第1表)。成虫は水面下の茎に産卵する。水面下の茎の各部位が産卵に関して質的に同一と仮定すると、期待される産卵数は水深に比例する。すなわち、水深1cm、水深3cm及び水深6cmにおける産卵数の期待値は、それぞれ総産卵数の10%、30%及び60%となる。そこで、

第1表 水深別産卵数に関する分散分析表  
(室内試験, 1990年)

| 変動因   | 自由度 | 分散      | 分散比      |
|-------|-----|---------|----------|
| 水深    | 2   | 11933.6 | 20.83*** |
| 反復    | 2   | 1049.9  | 4.49n.s. |
| 水深×反復 | 4   | 234.0   | 0.41n.s. |
| 誤差    | 81  | 573.0   |          |

注) 対応のある二元分散分析(繰り返しあり)

第2表 水深が産卵数に及ぼす影響  
(圃場試験, 1991年)

| 調査時期        | 水深別産卵数(60株当たり) |     |     |     |
|-------------|----------------|-----|-----|-----|
|             | 1cm            | 3cm | 6cm | 計   |
| 5月15日～5月23日 | 139            | 245 | 397 | 781 |
| 5月24日～5月29日 | 72             | 211 | 409 | 692 |
| 5月30日～6月5日  | 172            | 209 | 246 | 627 |
| 6月6日～6月12日  | 93             | 249 | 308 | 650 |
| 6月13日～6月19日 | 36             | 75  | 112 | 223 |

注) 水深間には産卵数に有意差が認められた( $P < 0.001$ , 対応のある二元分散分析(繰り返しなし))

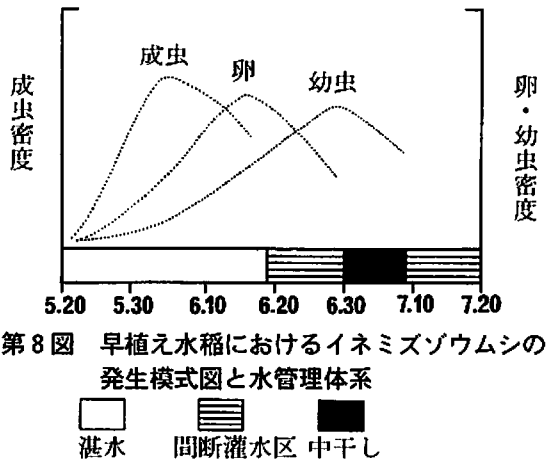
水深別の産卵数と産卵数の期待値を比較すると、両者間に有意な差が認められ(第7図,  $P < 0.001$ , G-検定), 成虫は水深に対して強い産卵選好性を示した。

### (2) 圃場試験

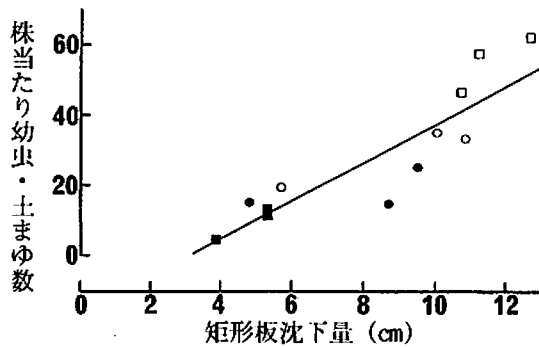
野外圃場において、自然発生虫に産卵させた場合でも、水深により産卵数に有意差があった(第2表)。しかし、総産卵数に対する水深別の産卵割合は17.2% (水深1cm)、33.2% (水深3cm) 及び49.5% (水深6cm) となり、室内試験と比較すると、水深1cmと水深3cmへの産卵割合が高くなった。

## 考 察

イネミズゾウムシは半水棲の昆虫であるため、湛水状態を保つことが発育にとって最適な環境であると推定される。しかし、実際の水稲栽培では間断灌水や中干しといった落水を伴う水管理が行われるため、湛水状態とは異なった発育環境になると考えられる。事実、早期水稲では、間断灌水や中干しによって加害の主体である幼虫の発生量は顕著に抑制される<sup>5)</sup>。今回の試験では早植え水稲においても水管理が幼虫の発生を抑制することを明らかにした。以下では、早植え水稲における水管理による幼虫の発生抑制効果を早期水稲の場合と比較し、早植え水稲に



第8図 早植え水稲におけるイネミズゾウムシの発生模式図と水管理体系



第9図 土壌硬度と幼虫密度との関係 (1991年)  
 ■ 水深1cm間断灌水区 ● 水深3cm間断灌水区  
 ○ 水深6cm間断灌水区 □ 水深3cm湛水区

における本虫の防除方法に関して考察する。

早期水稲では、移植直後から成虫の侵入は認められず、侵入が盛んとなるのは移植約30日後の5月20日頃である<sup>4)</sup>。成虫の定着、産卵及び幼虫の発育初期と間断灌水～中干しの期間が時間的にうまく同調するため、成虫密度が約1頭/株の多発条件下でも間断灌水と中干しの組み合わせで、幼虫密度は経済的被害許容水準(10頭/株<sup>8)</sup>)以下に抑制される<sup>6)</sup>。

一方、5月下旬～6月上旬移植の早植え水稲では、移植直後から成虫が侵入するため<sup>5)</sup>、移植後の湛水期間に産卵および幼虫の発育がすでに進行しており(未発表データ)、本虫の発育と間断灌水や中干しの期間が部分的にしか同調しない(第8図)。そのため、早植え水稲では、間断灌水及び中干しは幼虫密度を抑制するものの、成虫密度が高いとその抑制効果が不十分となり、経済的被害許容水準に達しやすいと考えられた。

上述した理由から、早植え水稲においては、湛水

期間中から発生を抑制する必要がある。その可能性として、湛水期間中の浅水管理による成虫の定着と産卵の抑制が考えられる。水深に対する産卵選好性試験(1990年及び1991年)では、水深が浅いほど著しく産卵数が少なかったが、水管理体系試験(1992年)では、水深1cmの浅水管理で成虫密度と卵密度が最も低かったものの、産卵選好性試験からは予測したほど、産卵数に顕著な差はなかった。産卵選好性試験では短期間に供試したイネを交換したのに対し、水管理体系試験では、約30日間湛水状態を保ったため、深水ほどイネが軟弱徒長となった。成虫は元来、深水に対して選好的であるが、軟弱徒長のイネを避けた結果、産卵数に顕著な差が生じなかったと考えられる。それに対して、幼虫密度は浅水ほど明らかに少なかった(第5図)。水深と土壌硬度との関係を見ると、水深が浅いほど土壌が硬く、土壌硬度と幼虫・土まゆ数の間には強い相関が認められた(第9図,  $r=0.90$ ,  $P<0.001$ )。したがって、早植え水稲では、湛水期間中に幼虫の発育が進行するが、浅水管理による土壌の硬化が幼虫の初期発育を抑制するものと考えられる。ただし、水深1cmにおいても経済的被害許容水準以上であったことから、今回の様な成虫多発条件下(1頭/株)では、浅水管理だけでは幼虫による被害を回避できないと考えられる。

以上のように、早植え水稲の場合、水管理だけでは幼虫密度抑制に限界がある。また、強度の中干しは幼虫密度をより強く抑制すると推測できるが、早植え水稲のほとんどが中山間～山間地で栽培されるため、茎数の確保の点から、強度の中干しは実施できないであろう。これらの理由から、本虫の被害を回避するためには化学的防除に依存せざるを得ない。化学的防除法としては、粒剤の育苗箱施用と本田期の水面施用があるが、カーバメート系粒剤の育苗箱施用は防除効果が高く、しかも安定している(未発表データ)。早植え水稲では越冬成虫を基準とした要防除水準として、0.4頭～0.5頭/株<sup>3)</sup>が報告されている。したがって、通常、成虫密度が要防除水準に達する多発地帯では、カーバメート系粒剤の育苗箱施用が必要となる。しかし、発生が比較的少ない地域では、浅水管理により成虫の定着を可能な限り抑制し、成虫密度が要防除水準に達した場合にだけ、本田の水面施用で対処すべきである。早植え水稲においては、水管理による被害抑制効果には限界はあるが、本虫の発育が水に依存している特性を利用することで、農業への依存度を最小限にとどめること

ができると考えられる。

#### 引用文献

- 1) 小嶋昭雄 (1988) : 水田の中干しによるイネミズゾウムシの幼虫密度抑制効果とその活用場面. 今月の農業32, 38~41.
- 2) MORGAN, D.R., N.P., TUGWELL and J.L. BERNHARDT(1989) : Early rice field drainage for control of rice water weevil (Coleoptera :Curculionidae) and evaluation of an action threshold based upon leaf-feeding scars of adults. J. Econ.Entomol. 82,1757~1759.
- 3) 小川義雄・横溝徹世敏・市川伊三郎 (1989) : 長崎県におけるイネミズゾウムシの作期別発生消長と要防除密度. 九病虫研会報35, 83~87.
- 4) 嶽本弘之・山中正博 (1990) : イネミズゾウムシ越冬成虫の本田侵入時期の予測-飛翔筋発達に要する有効積算温度を利用して-. 福岡農総試研報A-10, 31~34.
- 5) 嶽本弘之・中村利宣・山中正博 (1993) : 早期
- 6) 都築 仁・浅山 哲・滝本雅章・下畑次夫・粥見惇一・小林荘一 (1983) : イネミズゾウムシの被害解析 (II). 成虫および幼虫による被害と被害許容水準の推定. 応動昆27, 252~260.
- 7) 山中正博・藤吉 臨・吉田桂輔 (1985) : イネミズゾウムシの福岡県への侵入とその後の発生状況. 九病虫研会報31, 106~109.
- \*8) TUGWELL,N.P. and F.M.STEPHEN(1981) : Rice water weevil seasonal abundance, economic levels, and sequential sampling plans. Bull. Arkansas Agri. Exp. Stn.849,1~16.

\*は間接引用

Influence of Water Management on the Occurrence of the Rice Water Weevil,  
*Lissorhoptrus oryzophilus* KUSCHEL, in Normal Season Rice.

TAKEMOTO Hiroyuki and Toshinobu NAKAMURA

#### Summary

The effects of water management such as intermittent irrigation, mid-season drainage and the shallow flooding were evaluated on the abundance of the rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus*, in normal season rice transplanted late May. Following results were obtained. (1) The intermittent irrigation deterred overwintered adults from colonizing and ovipositing in the rice plant and reduced the larval density. (2) The mid-season drainage also reduced the density of larvae. (3) The shallow flooding deterred adults from ovipositing and thus reduced the density of larvae. These results indicate that the density of larvae, which is responsible for yield loss of rice, can be reduced by water management. However, when the density of overwintered adults was relatively high, such water management appeared not to suppress the larval density below the economic injury level.

[Key words : rice plant, rice water weevil, normal season rice, water management]

Bull.Fukuoka Agric.Res.Cent.A-13:29-34(1994)

# 反応染料によるイグサの染色

## 第1報 染色条件と染色イグサの特性

村上康則\*・許斐健治・松井洋  
(筑後分場)

現在、使用されている塩基性染料で染色したイグサは、日光堅ろう度と摩擦堅ろう度が弱いという欠点がある。この塩基性染料の欠点を補うために、種々の染料による染色特性を検討した結果、反応染料によるイグサの染色法及び染色イグサの特性について、次のことを明らかにした。

- 1 浴比を1:10とした染液に界面活性剤を加えて、2時間沸騰状態で染色することにより、イグサを染色できる。
- 2 反応染料の日光堅ろう度は、塩基性染料より強く、塩基性染料がかなり退色した時点でも、反応染料の色調は淡くはなるが、明確である。また、摩擦堅ろう度は、塩基性染料より極めて強い。
- 3 反応染料で染色したイグサは色あせしにくいために、カラー畳や家具等への利用が可能である。

[キーワード: イグサ, 染色, 反応染料, 日光堅ろう度, 摩擦堅ろう度]

### 緒 言

現在、イグサの染色に使用されている塩基性染料は、イグサに容易に染着し、しかも色調が鮮明で染色コストが安いという利点を持つが、日光堅ろう度と摩擦堅ろう度が弱いために退色しやすく、色うつりしやすい欠点がある<sup>1)</sup>。そのため、このような欠点の少ない染料及び染色法を選定することが大きな課題となっている。

このため、現在繊維業界で使用されている種々の染料について、イグサに対する染色特性を検討した。その結果、カチオン染料は染色時間30分で十分に染着したが、日光堅ろう度は塩基性染料と同等程度で弱かった<sup>5)</sup>。また、反応染料について、木綿の染色条件に準じて染色したところ、イグサに対して染着しにくいものの、その染色イグサの日光堅ろう度と摩擦堅ろう度は塩基性染料より強いという傾向が認められた。

そこで、反応染料によるイグサの染色法の実用化を図ることを目的に、1989~1990年度に本格的に取り組み、イグサに対して十分に染着する染色条件や染色イグサの特性を明らかにしたので、その概要を報告する。

### 試 験 方 法

#### 1 染色条件

供試した反応染料は、Celmazol Brilliant Red 8B (赤色, 以下Redとする), Reactive Navy Blue KS (青色, 以下Blue), Celmazol Yellow R (黄色, 以下Yellow) である。

染色には幅140mm, 深さ100mm, 長さ1200mmのステンレス製の容器を用い、沸騰した染色液に長さ110cmのイグサを入れて染色した。

染色時間は2時間(塩基性染料は30分)、染料濃度は4% (イグサ重量に対する重量%) として、浴比 (イグサ重量に対する染色液の重量比)、界面活性剤及び水浸漬の有無などの染色条件について検討した。

試験区は、①浴比1:30 (塩基性染料で染色する場合の慣行の浴比)、②浴比1:10 (水を追加しながら浴比を維持する)、③浴比1:10+界面活性剤、④浴比1:10+界面活性剤+水浸漬 の4区を設けた。界面活性剤は染色業界で使用されているジスルホアルキルコハク酸塩を主成分とするブルー-HFBを供試し、添加濃度は0.2% (イグサ重量に対する重量%) とした。④区は、イグサの髓の中まで吸水させるため、水道水に2時間浸漬させた後、染色した。

\* 現南筑後農業改良普及所

## 2 染色イグサの特性

供試材料は前項に準じて染色したイグサ(浴比1:10+界面活性剤)を用い、日光堅ろう度及び摩擦堅ろう度を検討した。

対照として、塩基性染料のMagenta(赤色)、Methylene Blue(青色)、Auramine(黄色)の濃度0.5%、染色時間30分で染色したイグサを供試した。

### (1) 日光堅ろう度

染色したイグサの中央部を7cmの長さに切り取り、幅4cmになるよう両面テープを用いて台紙に貼り付けた。その一部を黒色ポリフィルムで覆いをして直射日光が当たらないようにし、ガラス室内に置いて自然光で退色させながら、次の方法で調査した。

染色イグサと同時に退色させた変退色用ブルースケール(8段階法:1級が最も弱く、8級が最も強い)の退色程度が、3級、4級、5級の各段階に達した時点において、退色処理前後の染色イグサの色調の差(色差)を測定することにより判定した。色差は、波長毎の反射率を測色計(ミノルタCM-1000)で測定し、計算式により算出した<sup>3)</sup>。

### (2) 摩擦堅ろう度

イグサの中央部を日光堅ろう度試験に準じて幅4cm、長さ10cm(短辺に平行)に貼り付けた試料を、JIS規格<sup>4)</sup>に準じて、クロックメーターを用いて乾燥状態及び湿潤状態で摩擦することにより測定した。測定結果の評価は、上記のJIS規格により汚染用グレースケール(5段階法:1級が最も弱く、5級が最も強い)に対応する等級を判定して行った。

## 結 果

### 1 染色条件

反応染料の染着程度は、浴比1:30で染色したイグサの色調に対する色差で示した(第1表)。塩基性染料でイグサを染色する場合の浴比1:30では、反応染料はイグサに非常に染着しにくい。しかし、

第1表 反応染料の染色条件と色差による染着程度 (NBS)

| No | 試験区     | Red  | Blue | Yellow |
|----|---------|------|------|--------|
| ①  | 浴比1:30  | 0    | 0    | 0      |
| ②  | 浴比1:10  | 1.3  | 5.4  | 4.9    |
| ③  | ②+界面活性剤 | 9.7  | 9.8  | 12.3   |
| ④  | ③+水浸漬   | 13.1 | 9.7  | 9.0    |

注) ①数値が大きいほど、色が濃いことを示す。

②色差の算出はAdams-Nickersonの色差式による。

第2表 色差による日光堅ろう度 (NBS)

| 染料名                  | 退色程度 |      |      |      |
|----------------------|------|------|------|------|
|                      | 退色前  | 3級   | 4級   | 5級   |
| 反応 Red               | 0    | 6.2  | 10.1 | 14.3 |
| Blue                 | 0    | 2.6  | 5.1  | 9.3  |
| 染料 Yellow            | 0    | 11.9 | 15.6 | 16.6 |
| 塩基 Magenta(赤)        | 0    | 4.7  | 13.9 | 24.9 |
| 性染 Methylene Blue(青) | 0    | 5.1  | 18.1 | 29.7 |
| 料 Auramine(黄)        | 0    | 5.8  | 10.5 | 13.4 |

注) ①数値が大きいほど退色していることを示す。

②色差の算出は第1表に準ずる。

浴比を1:10まで引き下げ、水を補給しながら染色するとRedは淡かったものの、BlueとYellowはかなり濃く染着した。

浴比1:10の染色液に界面活性剤を加えると、各染料ともさらに濃く染めることができた。また、水浸漬の効果は、Redでは認められたが、BlueやYellowでは認められなかった。

## 2. 染色イグサの特性

### (1) 日光堅ろう度

第1図に染色イグサの退色処理中の反射率曲線を示した。処理前と5級退色時の反射率の変化は、塩基性染料では大きかったが、反応染料では小さかった。塩基性染料のAuramineでは、4級退色時点で黄色特有の反射率のカーブが認められなくなったが、反応染料のYellowでは5級退色時点でも黄色特有の反射率のカーブを示した。

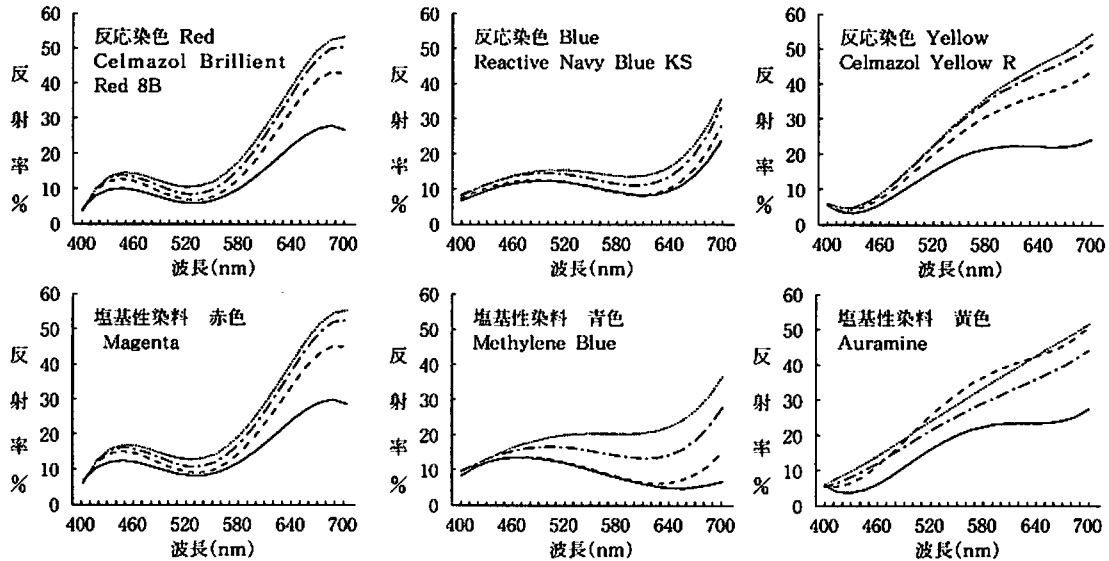
第2表に退色処理前後の色差(数値が大きいほど退色していることを示す)を示した。赤色については、反応染料の色差は塩基性染料に比べて、3級退色時点までは大きかったが、4級退色時以降はかなり小さかった。青色については、反応染料の色差は塩基性染料に比べて、いずれの級の段階でもかなり小さかった。黄色については、反応染料の色差は塩基性染料よりも大きかったが、考察で詳述する。

第3表 摩擦堅ろう度 (級)

| 染料名                  | 乾燥  |     | 湿潤 |
|----------------------|-----|-----|----|
|                      | 乾燥  | 湿潤  |    |
| 反応 Red               | 5   | 2~3 |    |
| Blue                 | 5   | 3~4 |    |
| 染料 Yellow            | 5   | 4   |    |
| 塩基 Magenta(赤)        | 2~3 | 2   |    |
| 性染 Methylene Blue(青) | 2   | 1   |    |
| 料 Auramine(黄)        | 2~3 | 1   |    |

注) 摩擦堅ろう度は、1級が最も弱く、5級が最も強い。





第1図 染色イグサの反射率曲線

(2) 摩擦堅ろう度

第3表に色移りの難易を表す摩擦堅ろう度を示した。塩基性染料では乾摩擦で2~3級，温摩擦で1~2級であった。これに対して，反応染料では乾摩擦で5級と強く，温摩擦でも2~4級であり，反応染料の温摩擦堅ろう度は塩基性染料の乾摩擦堅ろう度より優れていた。

考 察

反応染料によるイグサの染色では，当初木綿の染色方法<sup>2)</sup>で行ったところ，イグサの両端がわずかに染まるだけであった。そこで，イグサを濃く染めることを主目的に，塩基性染料の染色法より染色時間を長くし，さらに浴比を下げて検討したところ，イグサへの染着が可能となった。さらに，界面活性剤を添加することによって，イグサをかなり濃く染色することができた。反応染料による染色途中のイグサを観察すると，イグサの表皮が良く染まっている部分はイグサの髓まで染料が浸透しており，染まっていない部分は髓の中に染料が浸透していなかった。これに対し，塩基性染料では，イグサの表皮のみが染まっており，髓の中までは染料は浸透していなかった。このことから塩基性染料はイグサの表皮から染料が組織中に浸透して染着するが，反応染料の場合にはまずイグサ中心部の髓から染まり，内部組織を経て表皮が染まるものと考えられる。反応染料によってイグサを十分に染色するためには，染色時間を長くする（塩基性染料の約4倍）ことや染料濃度も高

めることにより，イグサの髓の中まで染料を浸透させることが重要である。

染色イグサの日光堅ろう度は，退色処理前後の反射率の変化と色差を測定することによって判定した。染色イグサの退色処理前後の反射率の変化は，第1図に示すように塩基性染料で大きく，反応染料で小さかった。このことは，塩基性染料が反応染料よりも退色処理によって退色が進んだことを示している。

第2表に示した色差は，この数値が大きいほど退色していることを示している。赤色と青色については，いずれの級の段階でも（赤色の3級退色時点を除く）反応染料の色差は塩基性染料より小さく，反応染料のRedとBlueは塩基性染料のMagentaとMethylene Blueよりも退色しにくいことが認められた。一方，黄色については，反応染料の色差が塩基性染料より大きかった。この色差で判断すると，反応染料の方が退色しているように見えるが，実際には塩基性染料の方が退色していることが観察された。塩基性染料のAuramineは，4級退色時点でほぼ完全に退色していたために，色差は小さくなったものと考えられる。また，反射率曲線でも，塩基性染料のAuramineでは4級退色時点で黄色特有の反射率のカーブが認められなくなっており，このことを裏付けている。赤色と黄色の3級退色時点の色差は，反応染料の方が塩基性染料より大きかった。これは，反応染料の退色が進んだためではなく，染色直後はやくすんでいる色が，一定時間太陽光にさらされてくすみをとれたためと考えられる。さら

に、肉眼による観察の結果では、反応染料は塩基性染料に比べて退色しにくいことが明確に認められた。これらの結果から、反応染料の日光堅ろう度は塩基性染料よりかなり強いと考えられる。

摩擦堅ろう度の5級とは、染色したイグサを白布でぬぐっても色が全く付着しないことを意味している。反応染料の摩擦堅ろう度は塩基性染料と比較すると乾摩擦では著しく向上しており、色の付着しやすい湿摩擦でも塩基性染料の乾摩擦より強いことが認められた。

塩基性染料の日光堅ろう度と摩擦堅ろう度が弱いという欠点が、反応染料によるイグサの染色法によってかなり改善された。これにより、今まで色あせしやすいため実用化に問題があったカラー畳や家具等への利用が考えられ、イ製品の需要拡大が期待される。今後は、染色むらの解消や染色時間の短縮等のコスト低減に関する課題を解決する必要がある。

## 引用文献

- 1) 福岡県い業振興協会(1978)：イグサ染色の手引き, 1~2.
- 2) 三井東洋染料：三井反応染料Celmazol染料およびCelmazol CF染料, 31.
- 3) 日本学術振興協会・染色加工120委員会(1988)：染色辞典, 141~142.
- 4) 日本繊維センター(1978)：繊維試験法の全て, 207~208.
- 5) 田中忠興・村上康則・松井洋(1989)：カチオン染料によるいぐさの染色. 福岡農総試研報A-9, 83~86.

### Dyeing Method of Mat Rush using Reactive Dye

#### (1) The Condition of Dyeing and Properties of Mat Rush Dyed by Reactive Dye

MURAKAMI Yasunori, Kenji KONOMI and Hiroshi MATSUI

#### Summary

We examined the dyeing method of mat rush using reactive dye and properties of mat rush dyed by reactive dye.

- (1) Mat rush was dyed sufficiently by the method as follows: Optimum ratio of mat rush and dye liquid was 1 : 10. Mat rush was put into liquid of reactive dyes added surfactant, and boiled for 2 hours.
- (2) The color fastness to light and the color fastness to rubbing of mat rush dyed by reactive dyes were stronger than those dyed by basic dye which was used for mat rush dyeing usually.
- (3) Mat rush dyed by reactive dyes is suitable for color matting or furnitures because it's fading is more slowly than that dyed by basic dyes.

[Key words: mat rush, dyeing, reactive dye, color fastness to light, color fastness to rubbing]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-13: 35~38 (1994)

## コンピュータデザインシステムによる花菱の原画作製法

中村厚司・村上康則\*・許斐健治  
(筑後分場)

新しい花菱のデザイン開発と作製の省力化を図るために、繊維用に開発されたコンピュータデザインシステムの機能を花菱デザイン作製に応用するための方法を検討し、原画作製法について次のことを明らかにした。

- 1 原画の入力方法は、円などの幾何学図形の原画の場合、イメージスキャナ入力よりモニター上で描いた方が効率的である。
- 2 原画の回転方法は、 $0^{\circ}$ 以上 $90^{\circ}$ 未満の原画を「二次元回転」のコマンドで一度作製しておけば、あらゆる角度の回転に利用でき、修正も不要である。
- 3 イメージスキャナの読み取り精度は、原画の大きさ、ペンの太さ、原画に対する「絵柄読み取り」メニューの中の縦と横の数値の比等が大きいくほど、細部までの読み込みが可能である。しかし、数値の比が4倍以上になると読み込みが不可能となる。
- 4 パーツ(最小単位の絵)によるデザインの作製法は、パーツをコンピュータに入力後、モニター上で拡大、縮小、複写、移動等を行うことで、同一の絵を主体とした展開のある柄が容易に作製できる。

[キーワード：花菱、デザイン、コンピュータ、原画]

### 緒 言

福岡県の花菱は、全国一の生産量を占め、豊表とともに福岡県の重要な特産物となっている。しかし近年我が国のイ業界は中国等からのイ製品輸入の脅威にさらされており、きわめて厳しい状況にある。

このため、イ製品の需要拡大を図るには、新しいデザインや新製品を開発し、消費者ニーズに迅速に対応することが重要である。

現在、花菱の製作にはたて糸やよこ糸(イグサ)を操作するための意匠図や花菱を織り出すための紋紙を使用している。このうち紋紙作製の迅速化については、田中ら1)が自動紋紙装置の利用技術について報告をしているが、紋紙の穿孔には多くの時間を必要としている。また、意匠図については徐々に改良を加えているが、手作業のため省力化が課題となっている。

これらの問題点を解消するため、原画から直接紋紙を作製する方法や、紋紙を使用することなく、直接花菱を製織できる繊維用のコンピュータデザインシステムに着目し、花菱デザイン作製に利用するための技術を検討したので、ここでは原画作製法の概要について報告する。

\* 現南筑後農業改良普及所

### 試 験 方 法

コンピュータデザインシステムは画像処理装置GD1000(カヤバ工業株式会社)を用いて、1990~1992年に行った。

#### 1 原画の入力方法

原画の入力には、イメージスキャナと、モニター上で行う2方法がある。同一原画(円を対象)を両者で入力した場合のモニター上での修正力所数を比較した。

#### 2 原画の回転方向

コンピュータ内には原画を回転させる機能がある。回転の角度を $0^{\circ}$ から $180^{\circ}$ まで $15^{\circ}$ おきに設定し、原画と同一のものを作製する方法について検討した。

#### 3 イメージスキャナの読み取り精度

原画の大きさが $30 \times 30 \text{mm}$ ~ $100 \times 100 \text{mm}$ 、「絵柄読み取り」メニューの中の縦と横の数値の比が原画の $1/2$ ~4倍、ペンの太さが $0.2$ ~ $0.6 \text{mm}$ とした場合の、イメージスキャナの読み取り精度を調査した。

#### 4 パーツによるデザインの作製法

パーツ(最小単位の絵)をイメージスキャナで入力し、モニター上で展開してデザインを作製する手法を検討した。

結果及び考察

1 原画の入力方法

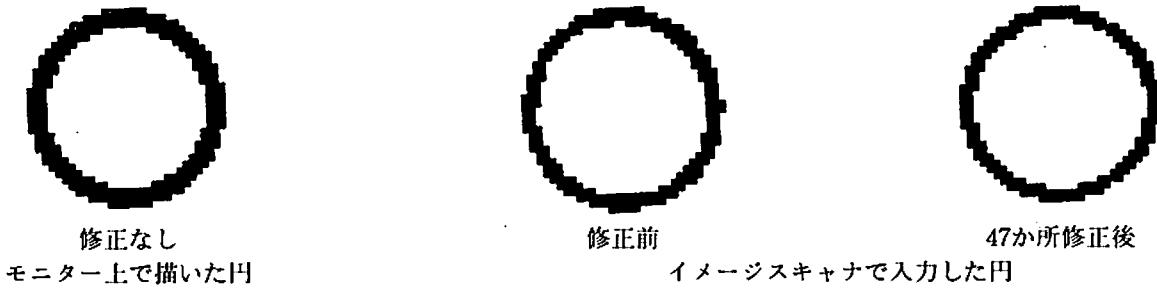
モニター上で描いた円は、無修正で上下左右とも対称となった。しかし、イメージスキャナからの入力では、上下左右とも対称とするためには47カ所の修正を必要とし、原画の作製に多くの時間を要した(第1図)。

これらの理由として、モニター上で円を描く場合は、コンピュータ内の円を描く機能を利用して、中

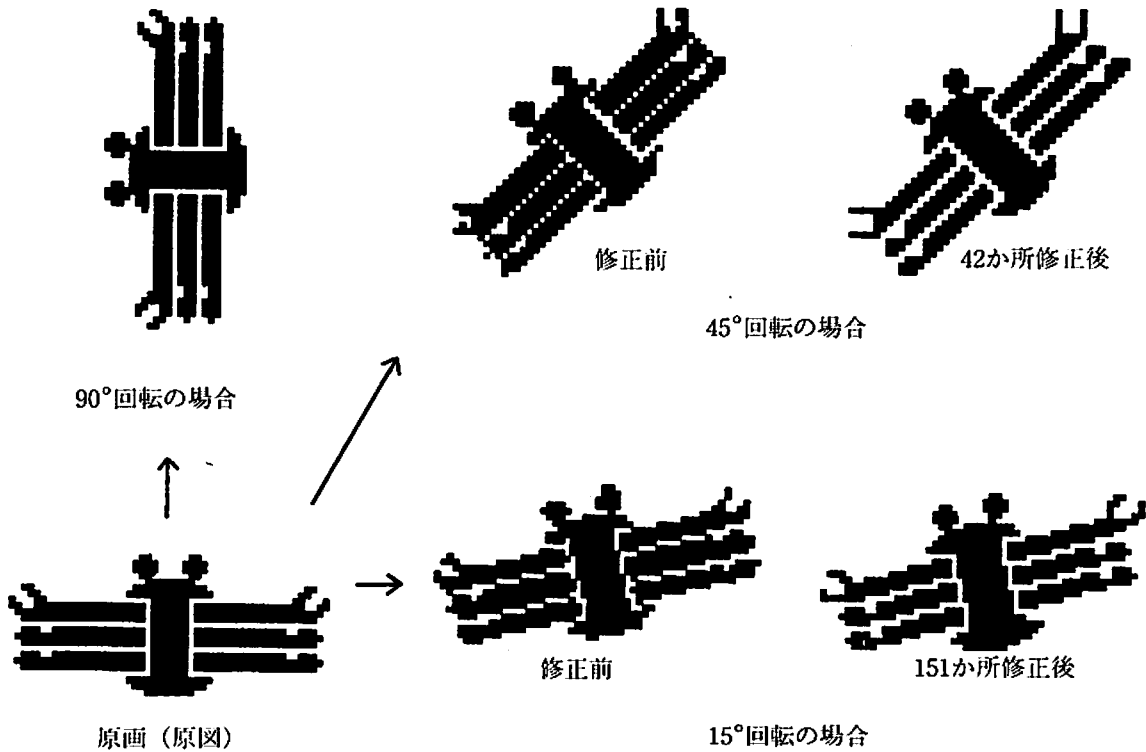
心点と半径を決めることにより、上下左右が対称な円を容易に描くことが可能である。しかし、イメージスキャナを利用する場合は、原紙上に正円を描いても、読み込み時にひずみが生じやすいので、上下左右が対称とならず、多くの箇所の修正が必要である。

そのため、円などの幾何学図形は、イメージスキャナから入力するよりも、モニター上で描いた方が効率的である。

2 原画の回転方法



第1図 モニター入力とイメージスキャナ入力との比較



第2図 原画の回転と修正前後の比較

原画を90°、180°及び270°回転させる場合は、コンピュータ内にある「90°回転」のコマンドを使用すると、修正の必要はなかった。しかし、90°未満の回転では、「二次元回転」のコマンドを使用するが、原画に近づけるためには、それぞれの角度に応じて修正が必要であった。例えば、第2図のような原画の修正カ所数は、原画を15°に回転する場合151カ所、45°の場合42カ所必要であった。

なお、あらゆる角度の原画を作製するには、0°以上90°未満の原画を作製しておけば、「90°回転」のコマンドを使用することで可能であった。

### 3 イメージスキャナの読み取り装置

原画を完全にコンピュータに読み込ませる場合、「絵柄読み取り」メニューの中の縦と横の数値の比を原画と同一にするときは、原画の大きさを最低50×50mm、ペンの太さを0.4mm以上にする必要がある。一方、「絵柄読み取り」メニューの中の縦と横の数値の比を原画の1/2にすると、原画の大きさ、ペンの太さに関係なく読み込みが不十分で修正できない。

また、「絵柄読み取り」メニューの中の縦と横の数値の比を原画の2～3倍にすると、原画の大きさが小さく、さらに、ペンの太さが細くても細部までの読み込みが可能であった(第1表)。

しかし、「絵柄読み取り」メニューの中の縦と横の数値の比が原画の4倍以上になると「分解不可能」のエラーメッセージが出て読み込みが不可能であっ

た。

これらのことより、「絵柄読み取り」メニューの中の縦と横の数値の比を原画の何倍にするかは、原画を完全にコンピュータに読み込ませるための最も重要な条件であると考えられる。

### 4 パーツによるデザイン作製法

第3図の右のような大柄の絵を原画としてイメージスキャナで入力すると、修正に多くの時間を必要とする。この大柄の絵は、大部分がパーツ(最小単位の絵)で構成されているので、パーツを描いてコンピュータに入力した後、モニター上で拡大、縮小、複写等の操作を行い、多くのパーツを作り、それらを移動することにより、原画に示すようなデザインが容易に作製できた(第3図)。

パーツからデザインを作製するに当たっては、パーツを拡大しすぎると柄が不均等になり、縮小しすぎるとパーツの輪郭が不鮮明になることがある。そのため、製品の出来上りをイメージして、パーツの大きさを決定する必要がある。

### 5 総合考察

繊維用に開発されたコンピュータデザインシステムは、ある機能はそのまま、ある機能は一部修正することにより花菴デザイン作製への利用が十分可能であることが明らかになった。この方法では、原画作製の時間と労力が大幅に省力化でき、新しい花菴デザインの作製が容易となり、多様な消費者ニーズに迅速に対応することが可能になると考えられる。

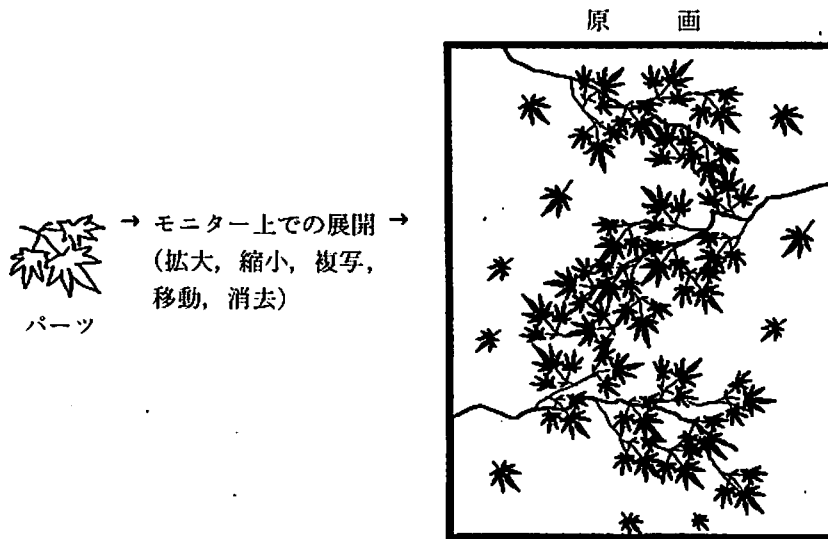
第1表 原画の読み取り精度

| 原画に対する「絵柄読み取り」<br>メニューの縦と横の数値の比 | ペンの太さ (mm) | 原画の大きさ (mm) |       |       |       |         |
|---------------------------------|------------|-------------|-------|-------|-------|---------|
|                                 |            | 30×30       | 40×40 | 50×50 | 75×75 | 100×100 |
| 1/2                             | 0.2        | ×           | ×     | ×     | ×     | ×       |
|                                 | 0.4        | ×           | ×     | ×     | ×     | ×       |
|                                 | 0.6        | ×           | ×     | ×     | △     | △       |
| 同じ                              | 0.2        | △           | △     | △     | △     | △       |
|                                 | 0.4        | △           | △     | ○     | ○     | ○       |
|                                 | 0.6        | △           | △     | ○     | ○     | ○       |
| 2倍                              | 0.2        | ○           | ○     | ○     | ○     | ○       |
|                                 | 0.4        | ○           | ○     | ○     | ○     | ○       |
|                                 | 0.6        | ○           | ○     | ○     | ○     | ○       |
| 3倍                              | 0.2        | ○           | ○     | ◎     | ◎     | ◎       |
|                                 | 0.4        | ○           | ○     | ○     | ◎     | ◎       |
|                                 | 0.6        | ○           | ○     | ○     | ◎     | ◎       |

注) ①× 読み込みが不十分で修正できない。

②△ 読み込みが不十分であるが、なんとか修正可能。

③○ 十分読み込んでいる。 ④◎ 細部まで十分に読み込んでいる。



第3図 パーツを利用したデザインの作製

また、今後はコンピュータデザインシステムの高度な機能の使用法を修得することにより、高級な花筵デザインの作製方法を確立する必要がある。

#### 引用文献

- 1) 田中忠興・中村 駿・兼子 明・池口光記 (1980) : 自動紋紙装置の利用について. 福岡農試研報18, 111~116.

#### The Original Picture Design by Computer Design System in Mat Rush Carpet 'Hanagoza'

NAKAMURA Atsushi, Yasunori MURAKAMI and Kenji KONOMI

#### Summary

We attempted an application of Computer Design System developed by fiber industry, in order to plan the labor saving of development and manufacturing of new design in mat rush carpet 'Hanagoza'.

(1) In the input method of original picture in case of geometrical figure of circle and so on, the input on monitor was more efficient than it on image scanner. (2) When it was made of the original picture with  $0 \sim 89^\circ$  inclination by the command of dimensional rotation, only the command of  $90^\circ$  rotation could be rotated it. And the correction of its original picture wasn't necessary. (3) The larger the size of original picture was, the bigger the line was, and the larger the ratio the size of original picture the confront of vertical:horizontal numerical of original picture reading menu was, the higher the reading precision by image scanner was. But, when its ratio was more than four times, the reading became impossible. (4) By expansion, reduction, copy, and movement of the parts inputted, it easily could be made a design that many similar patterns were scattered widely.

[Key words: mat rush carpet, design, computer, the original picture]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-13:39-42(1994)

# 玉露生葉の理化学的形質による品質判定法

## 第1報 玉露生葉の物性及び化学成分と製茶品質との関係

大森宏志・大森 薫  
(八女分場)

理化学的形質を利用した玉露生葉の品質判定法の基礎資料を得るために、玉露生葉の物性及び化学成分と製茶品質との関係の解析を行った。

- 1 玉露生葉の品質を判定するために、物性16形質及び化学成分10形質について検討し、物性では、出開度、百芽重、茎長、着葉の重量割合、茎の重量割合、かさ密度、茎の含水率、全体の含水率の8形質、化学成分では、全窒素、タンニン、カフェイン、NDF（中性デタージェント繊維）、カフェイン/全窒素、タンニン/カフェインの6形質を主要な形質として選択した。
- 2 玉露生葉の物性及び化学成分と製茶品質との相関関係は、物性では出開度が形状と、百芽重が形状及び外観計との間でいずれも負の相関が高く、化学成分では全窒素が形状、外観計及び合計と、カフェインが色沢及び外観計との間でいずれも正の相関、NDFが形状及び合計との間で負の相関が高かった。
- 3 玉露生葉の物性及び化学成分による製茶品質の推定は、物性では出開度と茎長から形状を、百芽重から外観計を、化学成分では全窒素から形状、外観計及び合計を、カフェインから色沢をそれぞれ推定できると考えられた。

[キーワード：玉露生葉、製茶品質、物性、化学成分、品質判定]

### 緒 言

福岡県の玉露は、八女山間地域を中心に、全国のほぼ50%を生産している。

玉露は主に自然仕立て条件下で栽培され、摘採が手摘みであるため、労働力の関係から各生産者の1日の摘採量は少量となっている。このことから、製茶は経営規模の小さい35K型製茶機を中心に行われ、しかも、摘採量の調整が簡単に行えないために生葉を製茶機の適正量に対し過不足で製茶したり、翌日摘採葉と合葉して製茶したりしている。そのため製茶品質の低下や生産費の高騰を招いており、玉露生産上の問題となっている。

この解決に当たっては、各生産者の生葉を合葉して大型製茶機で製茶を行い、省力・低コスト化、製茶品質の安定化を図ることが必要である。合葉のためには、客観的な玉露生葉の品質判定法の確立が不可欠である。

そこで、本報では、玉露生葉の品質判定法の基礎資料を得るために、玉露生葉の物性及び化学成分と製茶品質との関係の解析を行った。

### 試 験 方 法

#### 1 供試原料

1990年～1992年の3年にわたり、分場及び生産現場で標準的に栽培されているやぶきた玉露園で、仕立法や被覆期間の異なる生葉をそれぞれ約6kg摘採（1990年10生葉、1991年及び1992年17生葉）し、供試原料とした（総計44生葉）。

製茶は2K型製茶機を用いて標準的な製造法により2反復制で行った。

#### 2 調査項目及び方法

##### (1) 玉露生葉の物性（16形質）

出開度：切れ・離れ葉のない茶芽（以下茶芽と略記。）

50芽中の出開いた茶芽の割合を調査した。

百芽重：茶芽50芽の重量を0.1g単位で測定し、2倍して百芽重とした。

茎 長：茶芽50芽の基部から心の基部までの長さを1mm単位で測定し、その平均を求めた。

葉 数：茶芽50芽の着葉数の平均を調査した。

離れ葉・着葉・茎の重量割合：

摘採葉で茎のついていない切れ・離れ葉を

離葉、茎のついている葉を茎と分離してそれぞれ着葉、茎として重量を測定し、全体を100とした場合のそれぞれの重量割合を調査した。

また、後述の生葉含水率により乾物での重量割合もそれぞれ算出した。

生葉含水率：離葉・着葉・茎の重量測定後、約100

℃の乾燥機で一昼夜乾燥して重量を測定し、離葉・着葉・茎及び全体の含水率を求めた。

かさ密度：200mmφ×200mmHの塩ビ製円筒の中に30cmの高さから茶芽を落として円筒の上端まで粗充填し、重量を測定した。

圧縮長：かさ密度測定後に円筒上方より1kgの加重を加え、30秒後の沈み込み長さを測定した。

### (2) 玉露生葉の化学成分 (10形質)

荒茶製造工程中における化学成分含量は変化しない<sup>11)</sup>ので、荒茶の化学成分をもって生葉の化学成分とした。分析には、0.85mmのふるい下に粉碎調整した荒茶粉末を用いて、全窒素及びタンニンは公定分析法<sup>1,5)</sup>、カフェインはHPLC法<sup>1)</sup>、NDF(中性デタージェント繊維)はVan Soest改良法<sup>4)</sup>により測定した。また、成分比として、カフェイン/全窒素、タンニン/全窒素、全窒素/NDF、タンニン/NDF、カフェイン/NDF(以上%)、タンニン/カフェイン(比)を算出した。

### (3) 製茶品質

外観は形状、色沢の2項目、内質は香気、水色及び滋味の3項目について、各項目20点満点、計100点満点の普通審査法<sup>10)</sup>により官能評価を行い、外

観2項目の計を外観計、内質3項目の計を内質計、5項目の計を合計とした。

### (4) 統計解析

パソコン統計解析ハンドブック<sup>13)</sup>のソフトウェアを使用し、単相関分析、クラスター分析及び重回帰分析を行った。

## 結果及び考察

### 1 生葉の物性及び化学成分相互の関係からの形質の選択

供試した生葉の物性16形質及び化学成分10形質のデータを第1表に示した。製茶品質との関係の解析に当たり形質数が多く、また、形質間の相関の高いものは製茶品質との関係において同様の傾向を示すと考えられるので、形質間相互の相関係数(r)を用いてクラスター分析<sup>13)</sup>により形質の選択を行った(1-r<sup>2</sup>の相関行列の形にして計算)。

生葉の物性でのクラスター分析結果を第1図に示した。このデンドログラムでは、y軸の値が小さい程相関が高い事を表しているのので、できるだけ数値の小さい所で切る必要があるが、各形質の収束の仕方、収束した形質の特徴及び選択数等から判断して、線a-a'で切り、出開度、百芽重、茎の含水率、の3形質と5つの同一クラスター内から、かさ密度、茎長をデータの範囲が大きいこと、着葉の重量割合、茎の重量割合、全体の含水率を測定がより容易であることからそれぞれ選択し、計8形質とした。

次に、生葉の化学成分でのクラスター分析結果を第2図に示した。前述と同様に判断し、線b-b'で切

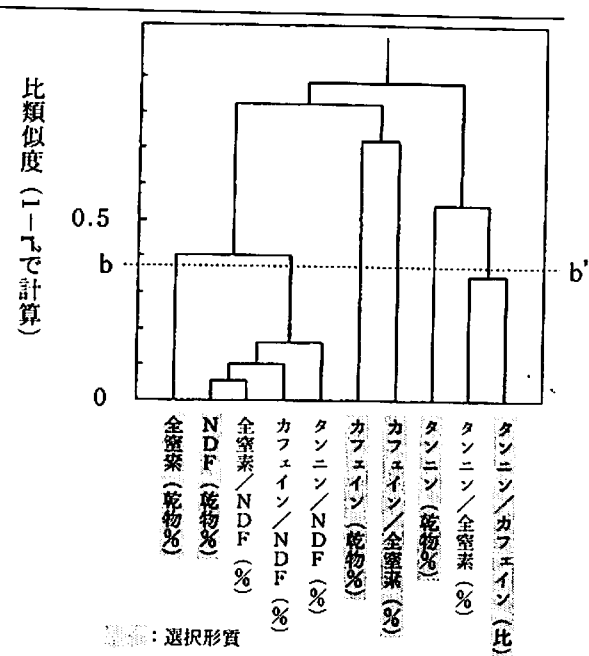
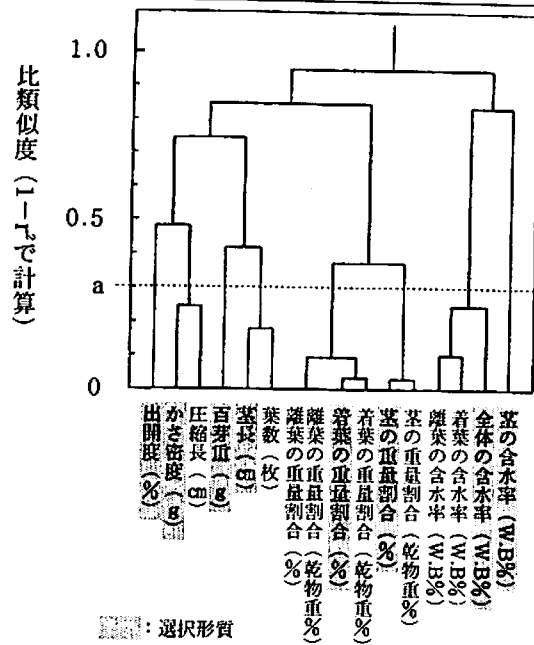
第1表 物性及び化学成分データ (n=44)

|    | 出開度   | 百芽重   | 茎長   | 葉数   | 重量割合       |            |            | かさ密度  | 圧縮長  | 含水率  |      |      |      |
|----|-------|-------|------|------|------------|------------|------------|-------|------|------|------|------|------|
|    |       |       |      |      | 離葉         | 着葉         | 茎          |       |      | 離葉   | 着葉   | 茎    | 全体   |
|    | %     | g     | cm   | 枚    | %(乾物%)     | %(乾物%)     | %(乾物%)     | g     | cm   | W.B% | W.B% | W.B% | W.B% |
| 平均 | 76.8  | 58.2  | 5.36 | 3.10 | 24.9(26.4) | 57.3(61.1) | 17.8(12.5) | 224.6 | 11.9 | 79.8 | 79.9 | 86.8 | 81.1 |
| 最大 | 100.0 | 122.3 | 9.12 | 4.01 | 50.8(52.5) | 68.4(72.0) | 26.5(18.9) | 323.8 | 13.2 | 82.8 | 81.7 | 87.8 | 82.9 |
| 最少 | 14.3  | 33.2  | 3.48 | 2.61 | 9.5(10.7)  | 39.0(40.3) | 9.7(7.2)   | 131.6 | 10.7 | 77.8 | 78.1 | 84.4 | 79.7 |
| 範囲 | 85.7  | 89.1  | 5.64 | 1.40 | 41.3(41.8) | 29.4(31.7) | 16.8(11.7) | 192.2 | 2.5  | 5.0  | 3.6  | 3.4  | 3.2  |
| 偏差 | 19.2  | 18.1  | 1.28 | 0.28 | 9.4(9.5)   | 5.8(6.8)   | 4.5(3.1)   | 42.2  | 0.6  | 1.1  | 1.0  | 0.7  | 0.8  |

|    | 全窒素  | タンニン  | カフェイン | NDF  | カフェイン | タンニン  | タンニン  | 全窒素  | タンニン | カフェイン |
|----|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|
|    |      |       |       |      | 全窒素   | 全窒素   | カフェイン | NDF  | NDF  | NDF   |
|    | 乾物%  | 乾物%   | 乾物%   | 乾物%  | %     | %     | 比     | %    | %    | %     |
| 平均 | 6.23 | 10.64 | 3.33  | 27.2 | 53.6  | 171.5 | 3.20  | 23.7 | 40.5 | 12.7  |
| 最大 | 6.93 | 12.62 | 3.78  | 36.5 | 58.5  | 214.1 | 4.04  | 38.9 | 66.5 | 20.3  |
| 最少 | 5.17 | 9.10  | 2.74  | 17.8 | 45.8  | 139.3 | 2.65  | 14.4 | 27.1 | 8.0   |
| 範囲 | 1.76 | 3.52  | 1.04  | 18.7 | 12.7  | 74.8  | 1.39  | 24.5 | 39.4 | 12.3  |
| 偏差 | 0.40 | 0.88  | 0.24  | 4.4  | 3.1   | 16.4  | 0.29  | 5.4  | 9.3  | 2.7   |





第1図 生葉の物性によるデントログラム（群平均法）

第2図 生葉の化学成分によるデントログラム（群平均法）

り、全窒素、タンニン、カフェイン、カフェイン/全窒素の4形質と2つの同一クラスター内からNDFをその他のものがすべて成分比であるのに対し、1つの成分であること、タンニン/カフェインを煎茶と玉露の判別に最適であり<sup>8)</sup>、玉露の特徴を表

す形質であることからそれぞれ選択し、計6形質とした。

以上、選択を行った物性8形質と化学成分6形質について製茶品質との関係の解析を行った。

2 生葉の物性及び化学成分と製茶品質との関係

第2表 生葉の物性値と審査評点との単相関係数

|         | 形状      | 色沢      | 外観計     | 香気      | 水色      | 滋味      | 内質計     | 合計      |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 出開度     | -0.86** | -0.87** | -0.87** | -0.46   | -0.82** | -0.65*  | -0.65*  | -0.76*  |
|         | 0.66**  | 0.24    | -0.39   | 0.35    | -0.38   | -0.18   | -0.06   | -0.33   |
|         | -0.80** | -0.56** | -0.71** | -0.12   | 0.04    | -0.33   | -0.16   | -0.54*  |
| 百芽重     | -0.88** | -0.83** | -0.86** | -0.91** | -0.66*  | -0.82** | -0.86** | -0.88** |
|         | -0.69** | -0.44   | -0.79** | 0.46    | -0.26   | 0.09    | 0.21    | -0.43   |
|         | -0.74** | -0.68** | -0.75** | -0.46   | -0.10   | -0.41   | -0.41   | -0.70** |
| 茎長      | -0.54   | -0.50   | -0.52   | -0.72*  | -0.27   | -0.53   | -0.58   | -0.57   |
|         | -0.42   | -0.41   | -0.56*  | 0.10    | 0.21    | 0.34    | 0.34    | -0.16   |
|         | -0.43   | -0.51*  | -0.50*  | -0.31   | 0.17    | 0.04    | -0.08   | 0.36    |
| 着葉の重量割合 | -0.48   | -0.43   | -0.46   | -0.76*  | -0.23   | -0.49   | -0.57   | -0.54   |
|         | -0.43   | -0.17   | -0.43   | 0.30    | 0.04    | 0.15    | 0.28    | -0.11   |
|         | -0.15   | -0.17   | -0.17   | -0.01   | 0.14    | 0.15    | 0.10    | -0.05   |
| 茎の重量割合  | 0.15    | 0.14    | 0.15    | -0.30   | 0.32    | -0.03   | -0.05   | 0.03    |
|         | -0.18   | -0.37   | -0.34   | -0.13   | 0.34    | 0.31    | 0.24    | -0.08   |
|         | 0.41    | 0.27    | 0.35    | 0.03    | 0.04    | 0.38    | 0.16    | 0.31    |
| かさ密度    | 0.94**  | 0.89**  | 0.92**  | 0.77**  | 0.82**  | 0.78**  | 0.83**  | 0.89**  |
|         | 0.45    | 0.04    | 0.38    | -0.23   | 0.05    | -0.23   | -0.24   | -0.10   |
|         | 0.74**  | 0.70**  | 0.76**  | 0.23    | 0.01    | 0.37    | 0.24    | 0.61**  |
| 茎の含水率   | 0.71*   | 0.66*   | 0.69*   | 0.81**  | 0.60    | 0.74*   | 0.78**  | 0.76**  |
|         | 0.30    | 0.11    | 0.29    | -0.59*  | 0.44    | 0.27    | -0.02   | 0.20    |
|         | -0.21   | 0.01    | -0.10   | -0.14   | 0.07    | -0.38   | -0.18   | -0.17   |
| 全体の含水率  | -0.14   | -0.15   | -0.15   | 0.33    | -0.11   | 0.16    | 0.17    | 0.04    |
|         | 0.13    | -0.05   | 0.08    | 0.08    | -0.01   | -0.25   | 0.18    | 0.19    |
|         | -0.31   | -0.19   | -0.26   | -0.43   | -0.23   | -0.51*  | -0.47   | -0.44   |

注) ①数値は、上段よりそれぞれ1990年 (n=10)、1991年 (n=17)、1992年 (n=17) での相関係数である。  
 ②\*は相関係数の有意水準表で5%水準、\*\*は1%水準で有意なものであり、\*\*\*は3ヵ年とも5%以上の水準で有意な相関係数である。以上、第3表も同様である。

第3表 生葉の化学成分値と審査評点との単相関係数

|            | 形状      | 色 沢     | 外観計     | 香 気    | 水 色     | 滋 味    | 内質計    | 合 計     |
|------------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|
| 全 窒 素      | 0.96**  | 0.93**  | 0.95**  | 0.88** | 0.81**  | 0.86** | 0.91** | 0.95**  |
|            | 0.71**  | 0.44    | 0.80**  | -0.28  | 0.46    | 0.20   | 0.14   | 0.70**  |
|            | 0.82**  | 0.78**  | 0.84**  | 0.40   | -0.03   | 0.20   | 0.26   | 0.67**  |
| タ ン ニ ン    | 0.61    | 0.64*   | 0.63    | 0.07   | 0.65*   | 0.36   | 0.34   | 0.47    |
|            | 0.23    | -0.26   | 0.04    | -0.28  | 0.41    | 0.00   | 0.02   | 0.04    |
|            | 0.48    | 0.35    | 0.43    | 0.41   | 0.36    | 0.76** | 0.59*  | 0.62**  |
| カ フ ェ イ ン  | 0.88**  | 0.86**  | 0.88**  | 0.95** | 0.74*   | 0.89** | 0.93** | 0.93**  |
|            | 0.36    | 0.66**  | 0.65**  | -0.10  | 0.15    | -0.21  | -0.11  | 0.40    |
|            | 0.60*   | 0.53*   | 0.60*   | 0.45   | -0.00   | 0.49*  | 0.39   | 0.60*   |
| N D F      | -0.87** | -0.84** | -0.86** | -0.56  | -0.75*  | -0.63  | -0.67* | -0.77** |
|            | -0.60*  | 0.02    | -0.46   | 0.48   | -0.77** | -0.36  | -0.25  | -0.53*  |
|            | -0.66** | -0.56*  | -0.64** | -0.50* | -0.23   | -0.53* | -0.51* | -0.70** |
| カフエイン/全窒素  | -0.33   | -0.32   | -0.33   | 0.07   | -0.31   | -0.02  | -0.06  | -0.18   |
|            | -0.27   | 0.44    | 0.03    | 0.18   | -0.30   | -0.49* | -0.29  | -0.19   |
|            | 0.09    | 0.05    | 0.07    | 0.22   | 0.01    | 0.41   | 0.25   | 0.19    |
| タンニン/カフェイン | -0.24   | -0.21   | -0.22   | -0.71* | -0.09   | -0.44  | -0.49  | -0.39   |
|            | -0.07   | -0.67** | -0.43   | -0.15  | 0.20    | -0.11  | 0.06   | -0.27   |
|            | 0.03    | -0.05   | -0.02   | 0.10   | 0.41    | 0.46   | 0.34   | 0.19    |

生葉の物性及び化学成分と製茶品質の各項目の審査評点との単相関分析<sup>13)</sup>を行った。製茶品質の審査評点は、各年度毎に供試荒茶を相対的に比較した結果を数値にしており、年度間での品質の優劣を判定するのが困難であるので、各年度毎のデータを基に解析を行った。

生葉の物性と製茶品質との単相関係数を第2表に示した。3カ年とも5%以上の水準で有意な相関関係は、出開度と形状、百芽重と形状及び外観計であり、いずれも負の相関が認められた。その他の製茶品質の項目との相関はいずれも低かった。

このことより、既往の結果<sup>7)</sup>から考えても、出開

度や百芽重が、被覆により芽の成長や硬化が抑制される玉露においても煎茶同様<sup>2,3,12)</sup>に、生葉の芽の大きさ、熟度やそれに伴う硬化の指標になると考えられる。

次に、生葉の化学成分と製茶品質との相関係数を第3表に示した。3カ年とも5%以上の水準で有意な相関関係は、全窒素と形状、外観計及び合計、カフェインと色沢及び外観計、NDFと形状及び合計であり、全窒素、カフェインが品質と正、NDFが品質と負の相関が認められた。物性と比較すると多くの関係が認められ、特に総合評価である合計と相関の高い形質が存在した。しかし、市販茶において

第4表 生葉と物性値と審査評点との重回帰分析結果 (変数増減法 Fin=Fout=2)

|     | 出開度     | 百芽重     | 茎 長     | 着葉の<br>重量割合 | 茎 の<br>重量割合 | かさ密度    | 茎 の<br>含水率 | 全体の<br>含水率 | 重相関<br>係数(R) | 寄与率<br>(R <sup>2</sup> ) |
|-----|---------|---------|---------|-------------|-------------|---------|------------|------------|--------------|--------------------------|
| 形 状 | -1.70** | —       | -1.10** | —           | —           | -1.24** | —          | -0.65**    | 0.97**       | 0.94                     |
|     | -0.74** | —       | -0.24   | —           | —           | —       | —          | —          | 0.83**       | 0.69                     |
| 色 沢 | 0.59*   | -0.95** | —       | 0.48        | —           | —       | —          | —          | 0.69*        | 0.48                     |
|     | —       | —       | —       | -0.29       | —           | 0.75**  | —          | —          | 0.76**       | 0.58                     |
| 外観計 | —       | -0.79** | —       | —           | —           | —       | —          | —          | 0.79**       | 0.63                     |
|     | —       | —       | —       | -0.30       | —           | 0.80**  | —          | —          | 0.81**       | 0.66                     |
| 香 気 | —       | —       | —       | —           | —           | -0.72** | -0.45**    | —          | 0.73**       | 0.54                     |
| 水 色 | —       | —       | —       | —           | —           | —       | —          | —          | —            | —                        |
| 滋 味 | —       | —       | —       | —           | —           | —       | —          | -0.51**    | 0.51*        | 0.26                     |
| 内質計 | —       | —       | —       | —           | —           | —       | —          | —          | —            | —                        |
| 合 計 | —       | -0.70** | —       | —           | —           | —       | -0.51**    | —          | 0.70**       | 0.49                     |

注) ①数値は、上段は1991年 (n=17)、下段は1992年 (n=17) での標準回帰係数である。

②標準回帰係数、重相関係数の印は、\*はF検定で5%水準、\*\*は1%水準で有意なものであり、  
■は2カ年とも5%以上の水準で有意な重相関係数である。以上、第5表も同様である。

第5表 生葉の化学成分値と審査評点との重回帰分析結果（変数増減法  $F_{in}=F_{out}=2$ ）

|     | 全窒素    | タンニン   | カフェイン | NDF     | カフェイン  | タンニン  | 重相関<br>係数(R) | 寄与率<br>(R <sup>2</sup> ) |
|-----|--------|--------|-------|---------|--------|-------|--------------|--------------------------|
|     |        |        |       |         | 全窒素    | カフェイン |              |                          |
| 形状  | 0.92** | —      | —     | —       | —      | 0.41  | 0.79**       | 0.62                     |
|     | 0.69** | —      | 0.26  | —       | —      | —     | 0.85**       | 0.72                     |
| 色沢  | —      | —      | 0.40  | —       | —      | -0.43 | 0.75**       | 0.56                     |
|     | 0.78** | —      | —     | —       | —      | —     | 0.78**       | 0.60                     |
| 外観計 | 0.80** | —      | —     | —       | —      | —     | 0.80**       | 0.64                     |
|     | 0.72** | —      | 0.23  | —       | —      | —     | 0.87**       | 0.75                     |
| 香気  | —      | —      | —     | —       | —      | —     | —            | —                        |
| 水色  | —      | —      | —     | -0.50*  | —      | —     | 0.50*        | 0.25                     |
|     | —      | —      | —     | -0.77** | —      | —     | 0.77**       | 0.59                     |
| 滋味  | —      | —      | —     | —       | -0.49* | —     | 0.49*        | 0.24                     |
|     | —      | 0.76** | —     | —       | —      | —     | 0.76**       | 0.58                     |
| 内質計 | —      | —      | —     | —       | —      | —     | —            | —                        |
|     | —      | 0.59*  | —     | —       | —      | —     | 0.60*        | 0.35                     |
| 合計  | 0.70** | —      | —     | —       | —      | —     | 0.70**       | 0.49                     |
|     | —      | —      | 0.41* | —       | —      | —     | 0.80**       | 0.63                     |

第6表 2ヵ年同一の形質による重回帰式（物性）

|     | 出開度 百芽重 茎長 +K |         |         |         | R      | R <sup>2</sup> |
|-----|---------------|---------|---------|---------|--------|----------------|
|     | 形状            | -0.08** | —       | -0.80** | 24.7   | 0.87**         |
|     | -0.04**       | —       | -0.52** | 20.5    | 0.83** | 0.69           |
| 外観計 | —             | -0.17** | —       | 39.5    | 0.79** | 0.63           |
|     | —             | -0.16** | —       | 38.7    | 0.75** | 0.56           |

注) 数値は回帰係数を表示した。\*, \*\*は第4, 5表と同意である。第7表も同様である。

は相関が高いとされる<sup>9)</sup>滋味などの内質との相関は認められなかった。煎茶でも同様な結果の報告<sup>14)</sup>があり、これは、中川<sup>4)</sup>が指摘しているように製茶工程中における変質のためと考えられ、市販茶では再製やブレンド等によってその変質をマスキングしてしまうのに対して、荒茶では製造後そのままの状態では評価するためと考えられる。

以上のことから、玉露生葉の物性及び化学成分と製茶品質との相関関係は、物性では、出開度や百芽重が製茶品質の形状や外観計などの外観との相関が高く、内質や合計との相関は低いと考えられる。また、化学成分では、全窒素、カフェイン、NDFが製茶品質の外観や合計との相関が高く、内質との相関は低いと考えられた。

### 3 生葉の物性及び化学成分からの製茶品質の推定

生葉の物性及び化学成分を説明変量とし、製茶品質の各項目の審査評点を目的変量とする重回帰分析<sup>13)</sup>を行った。解析に当たっては単相関分析と同様に各年度毎のデータで行ったが、1990年度はデータ数が10と少ないため除いた。

生葉の物性と製茶品質との重回帰分析結果を第4

第7表 2ヵ年同一の形質による重回帰式（化学成分）

|     | 全窒素    | カフェイン  | +K    | R      | R <sup>2</sup> |
|-----|--------|--------|-------|--------|----------------|
|     | 形状     | 3.46** | —     | -6.67  | 0.71**         |
|     | 3.59** | —      | -8.35 | 0.82** | 0.67           |
| 色沢  | —      | 3.37** | 4.94  | 0.66** | 0.44           |
|     | —      | 3.16*  | 4.62  | 0.53*  | 0.28           |
| 外観計 | 4.97** | —      | -0.01 | 0.80** | 0.64           |
|     | 7.41** | —      | -17.8 | 0.84** | 0.71           |
| 合計  | 5.84** | —      | 40.8  | 0.70** | 0.49           |
|     | 9.56** | —      | 17.1  | 0.67** | 0.46           |

表に示した。2ヵ年とも5%以上の水準で有意な重相関係数を持つ重回帰式は、形状、色沢、外観計で式が得られた。しかし、2ヵ年では重回帰式の構成形質が異なっていたので、同一の形質による重相関係数が高く、統計的に有意な重回帰式を選択した。その結果、第6表に示すように、形状と外観計で式が得られ、形状が出開度と茎長、外観計が百芽重を用いたものであった。得られた式は、出開度や茎長が小さいほど形状の評点が、百芽重が小さいほど外観計の評点がそれぞれ良くなることを示しており、単相関分析で得られた結果とも一致した。

次に、生葉の化学成分と製茶品質の重回帰分析結果を第5表に示した。2ヵ年とも5%以上の水準で有意な重相関係数を持つ重回帰式は、形状、色沢、外観計、滋味、合計で得られた。しかし、物性同様重回帰式の構成形質が異なっていたので、同一の形質による重相関係数が高く、統計的に有意な重回帰式を選択した。その結果、第7表に示すように、形状、色沢、外観計、合計で式が得られ、形状、外観計及び合計が全窒素を、色沢がカフェインを用いたいずれも単相関式であった。得られた式は、全窒素

含量が多くなるほど形状、外観計及び合計の評点が、カフェイン含量が多くなるほど色沢の評点がそれぞれ良くなることを示しており、単相関分析で得られた結果とも一致した。

以上のことから、玉露生葉の物性及び化学成分からの製茶品質の推定は、物性では出開度、茎長、百芽重から製茶品質の形状や外観計などの外観を推定することもでき、化学成分では全窒素、カフェインから製茶品質の外観や合計を推定することができると考えられた。

### 引用文献

- 1) 池ヶ谷賢次郎・高柳博次・阿南豊正 (1990) : 茶の分析法. 茶研報71, 43~74.
- 2) 此本晴夫 (1980) : チャの熟度判定法. 茶研報52, 11~18.
- 3) 向井俊博・袴田勝弘・渡辺利通・田中静夫・佐波哲次 (1989) : 茶の新芽の成長に伴う形質及び成分の変化について. 茶研報70 (別冊), 125~126.
- 4) 中川致之 (1974) : 窒素分析による煎茶の品質評価. 茶技研47, 124~131.
- 5) 農林水産省茶業試験場化学研究室 (1970) : 茶の公定分析法. 茶試研報6, 167~172.
- 6) 農林水産省畜産試験場 (1981) : 新しい飼料分析とその応用. 畜産試験場研究資料No.56-1, 15~18.
- 7) 大森宏志・大森 薫・中村晋一郎・久保田 朗・杉山喜直 (1991) : 被覆期間による玉露原葉の理化学的形質及び製茶品質の経時的変化. 九農研53, 32.
- 8) 大森 薫 (1983) : 化学成分による煎茶と玉露の判別. 茶研報58, 28~35.
- 9) 大森 薫・中村晋一郎・久保田 朗 (1988) : 理化学的方法による市販玉露の品質評価. 福岡農総試研報 A-8, 67~72.
- 10) 静岡県茶業会議所編 (1988) : 新茶業全書393~401.
- 11) 高柳博次・阿南豊正 (1986) : 荒茶製造工程における茶葉の理科学性の変化. 茶研報64, 39~43
- 12) 田中伸三・岩浅 潔・深津修一・青野英也・田中静夫・佐波哲次 : 茶葉の摘採時期と製茶品質との関係 (1989) : 野菜・茶試研報B (金谷) 3, 55~64
- 13) 田中 豊・垂水共之・脇本和昌編 (1984) : パソコン統計解析ハンドブック II多変量解析編, 共立出版, 1~70, 226~257.
- 14) 鳥井秀一・太田勇夫 (1960) : 茶葉の熟度に関する研究 (第3報) 茶葉の熟度・茶の品質と化学成分との関係. 東近農試研報 7, 130~142.

### A Method of Judging the Quality of Green Tea Leaves (*Gyokuro*) by Physical and Chemical Characteristics

#### (1) The Relationship between Physical Characteristics, Chemical Constituents of Green Tea Leaves (*Gyokuro*) and the Quality of Crude Tea

OHMORI Hiroshi and Kaoru OHMORI

#### Summary

We analyzed the relations between physical and chemical characteristics of green tea leaves (*Gyokuro*) and Q.C.T (the quality of crude tea). The results obtained were as follows: (1) On the relations between physical characteristics and Q.C.T, high negative correlations were found between P.B.S (percentage of *banjhi* shoot to the total) and shape, W.H.S (weight of one hundred shoots) and shape, and W.H.S and appearance, respectively. (2) On the relation between chemical constituents and Q.C.T, high positive correlations were found between TN (total nitrogen) and shape, TN and appearance, TN and quality of tea, caffeine and color of made tea, and caffeine and appearance, respectively. On the contrary, high negative correlations were found between NDF (neutral detergent fiber) and shape, NDF and quality of tea, respectively.

[Key words: green tea leaves (*Gyokuro*), quality of crude tea,

physical characteristics, chemical constituents, quality judgement]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-13:43-48 (1994)

## エノキダケ培養床残渣の堆肥化

庄籠徹也・吉岡哲也・津田勝男・三井寿一\*  
(生産環境研究所生物資源部)

利用されないまま放棄されているエノキダケ培養床残渣を堆肥化して有効に利用するため、堆肥化の条件について検討した。

- 1 エノキダケ培養床残渣には多くの微生物が生息しており、C/N比32以下、水分65%程度に調整し、5か月以上堆積することにより堆肥化できる。
- 2 全炭素含量は、堆積開始後1.5~2か月後までは減少するが、その後の減少は少ない。また、陽イオン交換容量は、5か月程度の堆積期間内では全期間を通じて緩やかに増加する。
- 3 牛ふん堆肥及び腐葉土の腐熟促進効果は小さいが、これらを副資材として添加することにより陽イオン交換容量が増加し、堆肥としての有効性が高まる。

[キーワード：エノキダケ培養床、堆肥化、C/N比、陽イオン交換容量]

### 緒 言

エノキダケの栽培は比較的容易にできるため、各地で行われているが、栽培後の培養床残渣の大部分は利用されないまま放棄されているのが現状である。エノキダケやヒラタケの培養には一般に針葉樹のオガクズが用いられるが、これらの木材成分の50%以上を占めるセルロースはリグニンに包埋された状態で存在する<sup>6)</sup>ため微生物による分解が困難である。しかし、キノコ培養床残渣では、キノコによってリグニンの分解が進んでいるため微生物による分解を比較的受け易いといわれている<sup>2)</sup>。また、エノキダケは、針葉樹のオガクズを含む培地でセルラーゼを生産する<sup>8)</sup>ことが知られている。そこでエノキダケ培養床残渣を堆肥として利用するため、添加副資材やC/N比等堆肥化の条件について検討した。

### 試 験 方 法

#### 1 副資材の添加による腐熟促進効果

エノキダケ培養床残渣に添加副資材として麦わら堆肥(堆積3年目)、牛ふん堆肥及び腐葉土(杉)を重量比で8:2となるように加えた後、硫酸アンモニウム及び水道水を加えてC/N比24、水分65%に調整した。その600kgを1m×1mの木枠で囲った堆積槽に約80cmの高さに堆積し、ビニルシートで覆って2反復で堆肥化を行った。供試したエノキダケ培養床残渣及び添加副資材の性質は、第1表に示すとおりである。堆積開始は、1990年8月31日、9月7日、28日、10月26日、11月23日、12月21日及び1991年5月14日の6回切り替えしを行った。

#### 2 C/N比が堆肥化に及ぼす影響

エノキダケ培養床残渣に硫酸アンモニウム及び水道水を加えてC/N比を24、28、32、36の4段階、

水分を65%に調整し、試験1と同様の方法で堆積して堆肥化を行った。堆積開始は、1991年8月30日、9月3日、25日及び10月8日の3回切り替えしを行った。

なお、全炭素はCNコーダ、全窒素はケルダール法、陽イオン交換容量はショーレンベルガー法で分析を行い、細菌及び放線菌はアルブミン寒天培地、糸状菌はローズベンガル寒天培地を用いて希釈

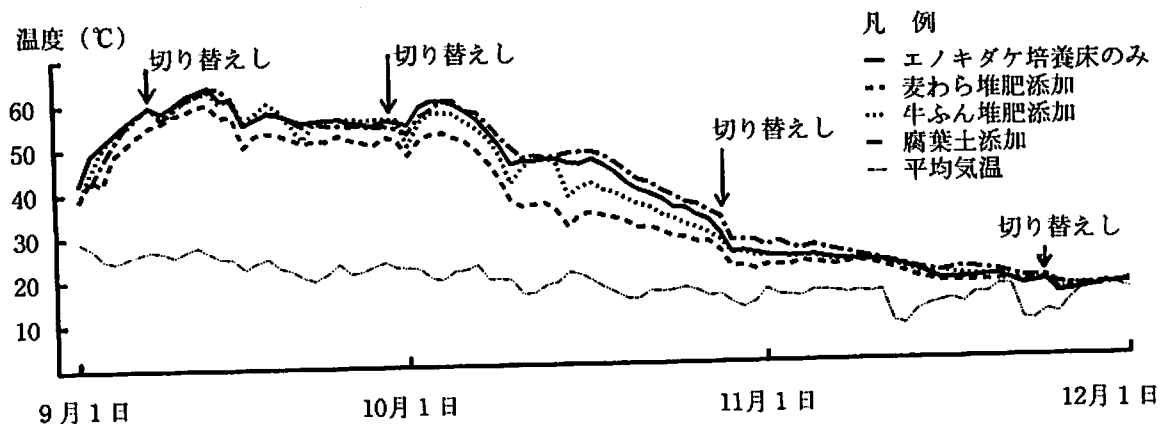
平板法で計数した。また、発芽試験は、堆肥化設計

第1表 エノキダケ培養床残渣及び添加副資材の性質(1990年)

| 資 材 名    | 全炭素<br>% | 全窒素<br>% | C/N比 | CEC<br>me/100g | 微生物数 (cfu/g)           |                         |                         |
|----------|----------|----------|------|----------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
|          |          |          |      |                | 細菌<br>×10 <sup>9</sup> | 放線菌<br>×10 <sup>8</sup> | 糸状菌<br>×10 <sup>6</sup> |
| エノキダケ培養床 | 50.4     | 1.16     | 43   | 23.1           | 51                     | 5.4                     | 28                      |
| "        | 49.3     | 1.37     | 36   | 21.2           | 336                    | 253                     | 109                     |
| 麦わら堆肥    | 11.3     | 0.55     | 21   | 40.8           | 1.1                    | 44                      | 0.7                     |
| 牛ふん堆肥    | 44.0     | 1.07     | 41   | 32.6           | 14                     | 170                     | 0.1                     |
| 腐葉土      | 33.7     | 1.82     | 19   | 79.1           | 0.9                    | 79                      | 2.2                     |

注) \*: 1991年

\* 現欝害試験地



第1図 堆積後の温度変化 (1990年)

第2表 C/N比と切り替えし後の温度 (1991年)

| C/N比 | 第1回目切り替えし(推積4日目)後 |      |      |      |    |      | 第2回目切り替えし(推積26日目)後 |      |      |      |      |      |
|------|-------------------|------|------|------|----|------|--------------------|------|------|------|------|------|
|      | 1日                | 2日   | 3日   | 4日   | 5日 | 6日   | 1日                 | 2日   | 3日   | 4日   | 5日   | 6日   |
| 24   | 63.8              | 65.0 | 64.3 | 62.8 | —  | 63.8 | 47.3               | 53.8 | 48.5 | 48.5 | 46.3 | 40.3 |
| 28   | 66.5              | 66.8 | 66.0 | 64.3 | —  | 65.5 | 45.3               | 50.5 | 49.0 | 47.5 | 45.3 | 42.5 |
| 32   | 67.0              | 67.3 | 66.5 | 65.3 | —  | 64.8 | 43.3               | 47.3 | 45.5 | 46.0 | 42.8 | 38.5 |
| 36   | 64.3              | 65.5 | 66.3 | 64.5 | —  | 64.0 | 39.8               | 42.0 | 39.5 | 38.3 | 35.5 | 28.3 |

マニュアルに<sup>1)</sup>準じて20倍抽出液を用いて行った。

## 結果及び考察

### 1 堆積後の温度変化

温度及び外気温(平均気温)の変化を第1図に示した。堆積後、内部温度は急速に上昇し、9月下旬までは、切り替えし2~5日後に極大値を示した後、緩やかに低下したが、10月中旬以降は切り替えしを行っても温度の上昇は見られなかった(12月以降はデータ省略)。外気温が発酵温度に及ぼす影響について、伊澤等は環境温度が低い場合には発酵温度の立ち上がりは多少遅れるが、寒冷期(2月)でも発酵は可能<sup>2)</sup>と述べている。このことから、9月下旬から10月中旬までの平均気温の低下はそれほど大きくないにもかかわらず、10月中旬以降の切り替えしで内部温度が上昇しなくなった原因は、外気温の低下によるものではなく、微生物に利用される易分解性有機物(易分解性炭素)の減少によるものと考えられる。このことは、堆積3年目で微生物が利用可能な易分解性炭素含量が少なかったと考えられる麦わら堆肥を副資材として添加した区が他の区に比べて内部温度がやや低く推移したことからも推察される。また、麦わら堆肥添加区以外の区の内部温度が、ほぼ同程度で推移したことは、エノキダケ培養床残

渣は副資材を添加しなくても十分発酵が可能であることを示している。

堆肥化は、一般に高い発熱をともなう1次発酵とそれに続く比較的低温の低い2次発酵とからなるが、切り替えしを行っても発酵温度が50℃前後にしか達

しないようになれば発熱発酵(1次発酵)は完了したとみなして良い<sup>5)</sup>とされることから、エノキダケ培養床残渣の堆肥化における1次発酵は、約1.5か月で終了すると考えられた。

窒素添加量(C/N比)と発酵温度との関係を、第2表に示す。堆積4日後の切り替えし時におけるC/N比36区の温度の上昇はC/N比32以下の区と同程度であったが、堆積26日後の切り替えし直後の温度上昇はC/N比36区がC/N比32以下の区に比べて小さく、その後の内部温度(データ省略)もやや低く推移することから、C/N比36では窒素が不足すると思われる。

堆肥化を行う目的の一つである雑草の種子や病原菌を死滅させるためには、60℃以上の発酵温度が必要である<sup>2)</sup>といわれている。また、堆肥化における植物生育阻害物質の消長に関する報告は少ないが、フェノール性酸、タンニン及び精油などは、65℃で2週間あるいは60℃で3週間の発酵でほぼ分解する<sup>2)</sup>という報告のほか、フェノール性酸は、5か月の堆積によって1/3~1/4に減少するという報告<sup>1)</sup>がある。本試験における最高到達温度は、62~68℃であり、雑草の種子や病原菌を死滅させるにはほぼ十分な発酵温度が得られたが、植物生育阻害物質を分解するには高温の持続時間が短く、1次発酵だけで

第3表 堆積後の微生物数の変化 (cfu/g) (1991年)

| 試験区名     | 中温性微生物 |       |      |      |      |      | 高温性微生物  |        |
|----------|--------|-------|------|------|------|------|---------|--------|
|          | 7日     | 28日   | 56日  | 86日  | 112日 | 140日 | 堆積前     | 7日後    |
| 細菌       |        |       |      |      |      |      |         |        |
| エノキダケ培養床 | 0.2    | 1.5   | 0.4  | 3.0  | 29   | 11   | 9.0     | 24.9   |
| 麦わら堆肥添加区 | 0.3    | 1.8   | 17.0 | 7.3  | 110  | 42   | 0.02    | 1.3    |
| 牛ふん堆肥添加区 | 0.5    | 2.0   | 0.8  | 6.7  | 120  | 140  | 0.1     | 4.8    |
| 腐葉土添加区   | 0.02   | 1.4   | 1.1  | 8.5  | 150  | 10   | 0.001   | > 0.05 |
| 放線菌      |        |       |      |      |      |      |         |        |
| エノキダケ培養床 | 0.08   | 0.06  | 0.8  | 7.1  | 47   | 26   | 179.0   | 4.4    |
| 麦わら堆肥添加区 | 0.06   | 0.07  | 1.2  | 14.0 | 59   | 61   | 0.4     | 1.1    |
| 牛ふん堆肥添加区 | 0.1    | 0.9   | 3.3  | 15.0 | 210  | 79   | 0.3     | 31.8   |
| 腐葉土添加区   | 0.1    | 0.8   | 3.7  | 13.0 | 130  | 17   | 0.001   | > 0.2  |
| 糸状菌      |        |       |      |      |      |      |         |        |
| エノキダケ培養床 | 0.1    | 0.7   | 0.09 | 4.0  | 6.0  | 2.7  | 86.0    | 0.2    |
| 麦わら堆肥添加区 | 0.09   | 0.009 | 0.2  | 3.9  | 9.7  | 10.0 | 0.04    | 0.09   |
| 牛ふん堆肥添加区 | 0.1    | 0.04  | 0.2  | 3.2  | 2.9  | 6.6  | 0.0002  | 0.2    |
| 腐葉土添加区   | 0.008  | 0.06  | 0.9  | 9.9  | 12.0 | 7.1  | 0.00003 | 0.07   |

注) ①日数は堆積後の日数 ②中温性微生物の培養温度；細菌及び放線菌28℃，糸状菌25℃ ③高温性微生物の培養温度；50℃ ④微生物数；細菌×10<sup>6</sup>，放線菌10<sup>8</sup>，糸状菌10<sup>6</sup>cfu/g

第4表 全炭素含量及び陽イオン交換容量の変化 (1990年)

| 試験区名     | 全炭素含量 (%) |      |      |      |      |      |     | 陽イオン交換容量 (me/100g) |      |      |      |      |      |     |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|-----|--------------------|------|------|------|------|------|-----|
|          | 7日        | 28日  | 56日  | 86日  | 112日 | 140日 | 減少率 | 7日                 | 28日  | 56日  | 86日  | 112日 | 140日 | 減少率 |
| エノキダケ培養床 | 50.1      | 49.9 | 45.5 | 45.4 | 45.2 | 44.1 | 13  | 21.0               | 21.7 | 26.1 | 26.6 | 28.9 | 27.0 | 29  |
| 麦わら堆肥添加区 | 42.8      | 39.5 | 38.2 | 39.1 | 37.8 | 37.2 | 13  | 27.6               | 29.7 | 33.5 | 32.7 | 30.7 | 33.6 | 22  |
| 牛ふん堆肥添加区 | 48.7      | 45.9 | 44.3 | 45.8 | 43.8 | 43.5 | 11  | 25.7               | 24.5 | 28.1 | 30.8 | 32.8 | 32.7 | 27  |
| 腐葉土添加区   | 48.1      | 42.8 | 40.1 | 42.7 | 43.0 | 42.1 | 13  | 38.1               | 38.9 | 40.2 | 49.5 | 48.2 | 48.8 | 28  |

注) ①日数は堆積後の日数 ②減少率及び増加率は7日後と140日後の比較

は不十分であるため、さらに2次発酵が必要である。

### 2 微生物数の変化

微生物数の変化を第3表に示した。堆肥中の微生物数は、堆積後の温度の上昇にともなって急激に減少した後、堆積4週間後から先ず細菌が増加し始め、ついで4～8週間後から放線菌が、8～12週間後から糸状菌が増加し始めた。これらの微生物数の増加のパターンは、加藤らの報告<sup>4)</sup>とほぼ一致した。これは、糸状菌の生育上限温度がほぼ60℃であること、放線菌の生育速度は一般に細菌より遅く、その生育上限温度が70℃であること<sup>9)</sup>等によると考えられる。また、微生物数は、オガクズコンポスト<sup>4)</sup>やパーク堆肥<sup>5)</sup>に比べて10～10<sup>4</sup>倍程度多かったが、これは原料のエノキダケ培養床残渣中の微生物数が多いことによるものと考えられる。

堆積1週間後の高温性細菌(50℃で培養)は、エノキダケ培養床のみの区では2.5×10<sup>10</sup>cfu/gに達したのに対して腐葉土添加区で

は5×10<sup>7</sup>cfu/gに過ぎなかった。微生物数と発酵温度との関係について、齊木は高温期のコンポストの発熱に主に参与しているのは、65℃以上で生育可能な好気性好熱性(高温性)細菌群であり、70～80℃のコンポスト温度を保持するためには、少なくとも10<sup>8</sup>/gオーダーの好熱性(高温性)細菌の生菌数が必要である<sup>9)</sup>と述べている。しかし、高温性細菌数が多かったエノキダケ培養床区でも発酵温度は70℃に達せず、逆に高温性細菌数が少なかった腐葉土添加区でもエノキダケ培養床のみの区と同程度の発酵温度が得られたことから、微生物数と発酵温度との関係を明らかにするためには高温性細菌数計測のための培養温度や各培養温

度における微生物活性等について検討する必要があると考えられる。

### 3 化学性の変化

全炭素含量及び陽イオン交換容量の変化を第4表に示した。全炭素含量は、堆積56日後までは減少したが、その後の減少は少なかった。堆積後140日目の減少率は、11～13%で副資材の添加による分解促進効果及び添加副資材の種類による差は認められなかった。この140日目の減少率は、針葉樹パーク堆肥の堆積140日目の全炭素減少率<sup>7)</sup>(12%)とほぼ一致する。

第5表 コマツナの発芽率及び発芽直後の生育 (1991年)

| 堆積日数 | 発芽率 (%) |        | 地上部長 (cm) |          | 根部褐変程度 |        |
|------|---------|--------|-----------|----------|--------|--------|
|      | C/N比32  | C/N比36 | C/N比32    | C/N比36   | C/N比32 | C/N比36 |
| 4日   | 95      | 98     | 2.7±0.62  | 3.1±0.76 | ++     | ++     |
| 26日  | 100     | 98     | 4.5±0.78  | 4.1±0.86 | +++    | ++     |
| 39日  | 100     | 100    | 4.1±0.79  | 3.9±0.73 | ±      | +      |
| 96日  | 95      | 100    | 3.2±1.03  | 2.8±0.73 | ±      | ±      |
| 150日 | 98      | 98     | 2.8±0.52  | 2.5±0.48 | -      | -      |
| 346日 | 98      | 100    | 2.4±0.55  | 3.3±0.79 | -      | -      |

注) 1区10粒, 4反復

陽イオン交換容量は、いずれも堆積140日後まで緩やかに増加し、添加副資材間の比較では腐葉土添加区が最も高く推移した。これは添加した腐葉土の陽イオン交換容量が79me/100gと最も高かったことによると考えられる。

#### 4 コマツナと発芽率及び初期生育

コマツナの発芽率、播種6日後の地上部長及び根部褐変程度を第5表に示した。発芽率は、95~100%といずれも種子の発芽率保証範囲内であり、堆積346日後までC/N比24~36の間で差は認められなかった(C/N比24~28はデータ省略、以下同じ)。また、播種6日後の地上部長には、大きな変動が見られるが発芽率と同様にC/N比24~36の間で差は認められなかった。

根部褐変程度は、堆積39日後ではC/N比36がやや大きかったが、いずれのC/N比でも堆積96日後まで根部の褐変が見られた。本試験ではフェノール性酸やタンニン等の木質物に含まれる植物生育阻害物質の分析は行わなかったが、生育阻害物質の分解と堆積期間に関する報告<sup>1)</sup>や根部褐変が生じなくなるまでの期間から、安全な堆肥を得るためには5か月以上の堆積が必要であると考えられる。

以上のように、エノキダケ培養床残渣は、C/N比32以下、水分65%程度に調整して5か月以上堆積することにより堆肥化できる。この場合、腐熟促進のための副資材は、特に添加しなくても良い。

#### 引用文献

- 1) 中央畜産会(1987):堆肥化施設設計マニュアル. 中央畜産会,p22~32.
- 2) 伊達 昇編(1988):有機質肥料と微生物資材. 農山漁村文化協会,p92~140.
- 3) 伊澤敏彦(1979):堆肥製造の機械化に関する研究. 農業機械化研究所研究成績53-5,7~16.
- 4) 加藤博美・早川岩夫・沢田守男・山川芳夫(1981):家畜ふん尿のコンポストに関する研究(第7報). 補助材の異なる豚ふん堆肥の熟成と微生物の作用. 愛知農総試研報13,453~460.
- 5) 河田 弘(1981):パーク(樹皮)堆肥製造・利用の理論と実際. 博文社,p72~79.
- 6) 岸 國平・大畑貫一編(1986):微生物と農業. 全国農村教育協会,p358.
- 7) 今野一男・平井義孝・東田修司(1985):パーク堆肥の腐熟化過程における化学成分変化と腐熟度指標. 北海道立農試集報52,31~40.
- 8) N.Toyama and K.Ogawa(1974):Comparative studies on cellulolytic and oxidizing enzyme activities of edible and inedible wood rotters. Mushroom Science IX (Part I),p745~760.
- 9) 山里一英・宇田川俊一・児玉 徹・森地敏樹編(1986):微生物の分離法. L&Dプランニング,p195.

#### Composting of *Flammulina veltipes* Medium Residue

SHOUGOMORI Tetuya, Tetsuya YOSHIOKA, Katsuo TSUDA and Hisakazu MITSUI

#### Summary

Suitable conditions for composting of *Flammulina veltipes* medium residue were investigated.

- (1) *Flammulina veltipes* medium residue was almost matured for 5 months after piling on the condition that C/N ratio of the residue was 32 and moisture content was 65%.
- (2) During the composting process, total carbon content decreased with time for the first 1 to 2 months, and cation exchange capacity(CEC) increased gradually with time for 5 months.
- (3) Mature of compost was not promoted by addition of wheat straw compost, cattle feces compost or leaf mold, but the addition of these materials increased the CEC of the compost.

[Key words: *Flammulina veltipes* medium residue, composting, C/N ratio, cation exchange capacity]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-13:49-52(1994)



# 農業総合試験場の組織

管 理 部  
企 画 経 営 部  
生 産 環 境 研 究 所  
農 産 研 究 所  
園 芸 研 究 所  
畜 産 研 究 所  
豊 前 分 場  
筑 後 分 場  
八 女 分 場  
果 樹 苗 木 分 場  
鉦 害 試 験 地

## 農業総合試験場 研究報告類別

作 物 …… A  
園 芸 …… B  
畜 産 …… C

---

### 福岡県農業総合試験場研究報告

A (作 物) 第 13 号

平 成 6 年 2 月 発 行

発行 福岡県農業総合試験場  
〒818 福岡県筑紫野市大字吉木587  
TEL 092-(924)-2936

印刷 城島印刷有限会社  
〒810 福岡市中央区白金2-9-6  
TEL 092-(531)-7102

#### 福岡県行政資料

|            |                 |
|------------|-----------------|
| 分類番号<br>PE | 所属コード<br>074106 |
| 登録年度<br>5  | 登録番号<br>6       |