

福岡県における水稻品種の窒素吸収特性 第3報 ‘夢つくし’ の窒素吸収量と食味

荒木雅登・山本富三・満田幸恵
(生産環境研究所)

良食味品種‘夢つくし’の食味を重視した窒素吸収量指標値を明らかにした。各生育時期までの窒素吸収量は、移植35日後までに 1.9g m^{-2} 、幼穂形成期までに 4.3g m^{-2} 、穂揃期までに 7.6g m^{-2} 、成熟期までに 9.3g m^{-2} とするのが適当と考えられた。このときの玄米窒素含有率は $1.30 \times 10\text{g kg}^{-1}$ 以下に抑えられ、食味総合評価の水準はコシヒカリに対して+0.1以上は確保できる。また、収量については高収年には 550g m^{-2} 程度期待できる。

[キーワード：玄米窒素含有率，水稻，食味，窒素吸収，夢つくし]

Influence of Varietal Characteristics and Uptake of Nitrogen on the Growth, Yield and Quality of Rice in Fukuoka Prefecture (3). The Relationship between Nitrogen Uptake and Palatability for the Rice Variety of 'YUMETSUKUSHI'. ARAKI Masato, Tomizou YAMAMOTO and Yukie MITSUDA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 22: 1-5 (2003)

A study was conducted to know the relationship between the quantity of nitrogen uptake and palatability for the rice variety 'YUMETSUKUSHI'. The results revealed that the amount of N uptake for keeping the high level of palatability was 1.9g m^{-2} , 4.3g m^{-2} , 7.6g m^{-2} and 9.3g m^{-2} at 35 days after transplanting, panicle formation stage, full heading stage and at harvest stage. If these N uptakes were to be achieved, the N content in brown rice would account to 13g kg^{-1} and the score of palatability increased by 0.1 points when compared with 'KOSHIHIKARI'. Furthermore, the yield could be 550g m^{-2} in a high yielding year.

[Keyword: Nitrogen content in brown rice, Nitrogen uptake, Palatability, Rice, YUMETSUKUSHI]

結 言

米の流通市場においては良食味米間の競争がますます激化している。こうした中、福岡県で育成された水稻良食味品種‘夢つくし’^{4,12)}についても、産地間競争を生き抜くための対策が急務となっており、食味水準の維持・向上が求められている。

米の食味は、粘りが強いほど良い¹⁴⁾とされており、この粘りに関連する米粒中の含有成分としてアミロースと窒素(粗タンパク質)があげられる。アミロース含有率は、品種固有の遺伝的要因や出穂期および登熟期間中の温度条件によって左右される^{5,6,10)}。一方、窒素含有率は土壌条件や肥培管理によって大きく変動する^{3,11,13)}。したがって、良食味米生産に関する研究の多くは、栽培条件のちがいが米粒中の窒素含有率に及ぼす影響について論じられてきた^{6,7)}。しかし、食味と稲体の窒素吸収量との関係について着目した報告は極めて少ない。食味と稲体の窒素吸収量との関係を明らかにすることは、生育途中での栄養診断により食味向上を図る上で、重要な課題である。

そこで、本報では、‘夢つくし’について食味および玄米窒素含有率と窒素吸収量との関係を明らかにし、‘夢つくし’の食味を重視した窒素吸収量指標値について検討した。

試験方法

1999～2000年に、‘夢つくし’を供試し、福岡県農業総合試験場内の造成水田圃場(中粗粒黄色土造成相

：県内の4種類の土壌を表層30cmに客土)で試験を実施した。試験圃場の土壌の理化学性、試験区の構成はそれぞれ第1表、第2表のとおりである。なお、水稻に効率的に窒素を吸収させるために、窒素肥料には主として被覆尿素を用いた。ただし、被覆尿素を用いる際には、慣行の化成肥料の分施肥体系に準じ、肥効が出穂期以降は強く現れないよう、出穂期までに大半の窒素が溶出するタイプのものを用いた。稲体の採取は、移植から25日後、35日後、幼穂形成期(最長茎幼穂約2～3mm)、穂揃期に平均茎数株を1区当たり5株、成熟期に10株を採取し、穂揃期には茎葉と穂、成熟期にはわらと籾に分け、乾物重を測定後、粉碎し分析試料とした。分析試料として用いた玄米は1.8mm以上の整粒とした。全窒素の分析は、ケルダール分解後、水蒸気蒸留法で行った。食味官能試験は、各年次において当場にて標準栽培したコシヒカリを基準米とし、パネラー20名で実施した。

第1表 試験圃場の作土の理化学性

圃場	土性	pH	T-C gkg ⁻¹	T-N gkg ⁻¹	CEC cmol.kg ⁻¹
A	SL	6.2	7.8	0.8	9.8
B	SL	5.9	2.8	0.3	7.7
C	CL	6.4	38.5	2.9	30.6
D	LiC	6.5	12.4	1.4	21.3

注) 県内の農耕地土壌、Aは中粗粒灰色低地土、Bは中粗粒黄色土、Cは淡色黒ボク土、Dは細粒灰色低地土の作土を客土した造成水田圃場。

第2表 試験区の構成

	施肥量 ⁸⁾							圃場毎の試験区設置の有無			
	N			P ₂ O ₅	K ₂ O			A	B	C	D
	基肥	穂肥 I	穂肥 II	基肥	基肥	穂肥 I	穂肥 II				
L100-10 ¹⁾	10.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	○	○	○
L100- 8 ¹⁾	8.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	○	○	○
1 9 L100- 6 ¹⁾	6.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	○	○	○
9 9 無窒素	8.0	4.0	0.0	8.0	8.0	4.0	-	○	-	-	-
年 8+4+0 ²⁾	8.0	2.0	2.0	8.0	8.0	2.0	2.0	○	-	-	-
8+2+2 ²⁾	6.0	4.0	0.0	6.0	6.0	4.0	-	○	-	-	-
6+4+0 ²⁾	6.0	2.0	2.0	6.0	6.0	2.0	2.0	○	-	-	-
6+2+2 ²⁾	12.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	-	-	-
L100-12 ¹⁾	8.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	-	-	-
L100-6+S80-2 ³⁾	8.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	-	-	-
L100-4+S80-4 ³⁾	4.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	-	-	-
L100-4 ¹⁾	8.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	-	-	-
L30-6+S80-2 ⁴⁾	8.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	○	○	○
L30-4+S80-4 ⁴⁾	8.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	○	○	○
2 6+2+2 ²⁾	6.0	2.0	2.0	8.0	8.0	-	-	○	○	○	○
0 無窒素	0.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	○	○	○
0 L30-10+S80-4 ⁴⁾	14.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	-	-	-
0 L30-8+S80-4 ⁴⁾	12.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	-	-	-
年 L30-6+S80-4 ⁴⁾	10.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	-	-	-
6 +S80-4 ⁶⁾	10.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	-	-	-
L30-4+S80-3 ⁴⁾	7.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	-	-	-
L30-4+S80-2 ⁴⁾	6.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	-	-	-
L30-4+2+2 ¹⁾	4.0	2.0	2.0	8.0	8.0	-	-	○	-	-	-
L30-12+S80-2 ⁴⁾	14.0	0.0	0.0	8.0	8.0	-	-	○	-	-	-

- 1) LPコート100号を基肥で施用。2)化成肥料を施用。
- 3) LPコート100号とLPコートS80号を基肥で施用。L100-及びS80-後の数字は窒素施用量を表す。
- 4) LPコート30号とLPコートS80号を基肥施用。5)硫安を施用。
- 6) 窒素成分量で硫安6gm²とLPコートS80号を4gm²基肥施用。
- 7) LPコート30号を基肥施用。穂肥で硫安を2gm²を2回施用。
- 8) 施肥量の単位はgm²。

結果および考察

1 気象経過と生育概況

1999年は、移植後から7月5半旬にかけて低温寡照気味で推移した。7月6半旬以降の気温は平年並であったが、著しい寡照で経過した。その後も寡照傾向は成熟期にかけて続いた。初期生育は良好であったが、登熟期間中の寡照のため登熟歩合が低下した。2000年は移植から6月6半旬までは高温寡照、さらに7月6半旬までは高温多照で経過したことから、茎数は多めで推移した。登熟期については8月5半旬から9月3半旬にかけては高温で推移したために乳・心白米の発生が見られた。

なお、県内水稻の作況指数は1999年が88、2000年が104であった。

2 各生育時期の窒素吸収量と食味

‘夢つくし’の年次毎の幼穂形成期、穂揃期および成熟期の窒素吸収量と食味総合評価（以下、食味とする）との相関係数を第3表に示した。各生育時期の窒素吸収量と食味との間には高い有意な負の相関が認められた。したがって、食味は生育期間を通じて水稻が吸収する窒素量で大きく左右される。しかし、移植から成熟期までのどの期間に吸収した窒素が食味に大きく寄与しているかは明らかでない。そこで、成熟期ま

での窒素吸収量を移植～移植25日後、25日後～35日後、35日後～幼穂形成期、幼穂形成期～穂揃期および穂揃期～成熟期と5期間に分け、試験2ヶ年を込みにした各期間における窒素吸収量と食味との相関係数を第4表に示した。5つの期間のうち移植25日後以降穂揃期までの3つの期間の窒素吸収量について有意な相関が認められた。出穂期以降の窒素吸収により、食味は低下すると言われている⁷⁾が、本試験においては、出穂期以降に水稻に対する著しい肥効が現れないことを前提として施肥を行ったため、穂揃期～成熟期では有意ではなかったと考えられた。次に、有意性が認められた

第3表 年次別の幼穂形成期、穂揃期および成熟期における窒素吸収量¹⁾と食味の相関係数²⁾

	幼穂形成期	穂揃期	成熟期
	窒素吸収量	窒素吸収量	窒素吸収量
1999年	-0.677** ³⁾	-0.754**	-0.744**
2000年	-0.549**	-0.622**	-0.609**

- 1) 移植時から各生育時期までに吸収した窒素量。
- 2) 供試品種：夢つくし
- 3) **: 1%水準で有意。

第4表 食味と期間別窒素吸収量との相関係数および偏回帰係数¹⁾

期 間	相 関 係 数	偏 回 帰 係 数	
		3 変 数	2 変 数
説 移 植 ~ 25 日 後	-0.173 n.s.	-	-
明 25 日 後 ~ 35 日 後	-0.452 **)	0.090 n.s.	-
変 35 日 後 ~ 幼 穂 形 成 期	-0.362 "	-0.038 "	-0.036 "
数 幼 穂 形 成 期 ~ 穂 揃 期	-0.555 "	-0.040 "	-0.037 "

穂 揃 期 ~ 成 熟 期	0.137 n.s.	-	-

移 植 ~ 成 熟 期	-0.560 "	-	-
(定 数 項)		(0.32 ")	(0.32 ")
(重 相 関 係 数)		(0.629 ")	(0.628 ")
(自 由 度 調 整 済 み 寄 与 率)		(0.352 ")	(0.366 ")

1) 1999年および2000年の結果による。
2) **は1%水準で有意であり、n.s.は有意でない。

3つの期間の窒素吸収量を説明変数として重回帰分析を行った。その結果得られた偏回帰係数を第4表に示した。3変数とした場合の25日後~35日後の窒素吸収量の偏回帰係数は有意でなかったことから、35日後~幼穂形成期の窒素吸収量、幼穂形成期~穂揃期の2変数を説明変数とした重回帰分析を行って得られた偏回帰係数についても第4表に示した。この結果、移植35日後~幼穂形成期、幼穂形成期~穂揃期に吸収する窒素量が食味低下に大きく寄与していることが明らかとなった。このときの標準偏回帰係数は、移植35日後~幼穂形成期で-0.298、幼穂形成期~穂揃期で-0.518と幼穂形成期~穂揃期の窒素吸収量の方が相対的に食味低下に対する影響が大きいことが明らかとなった。

3 食味と玄米窒素含有率

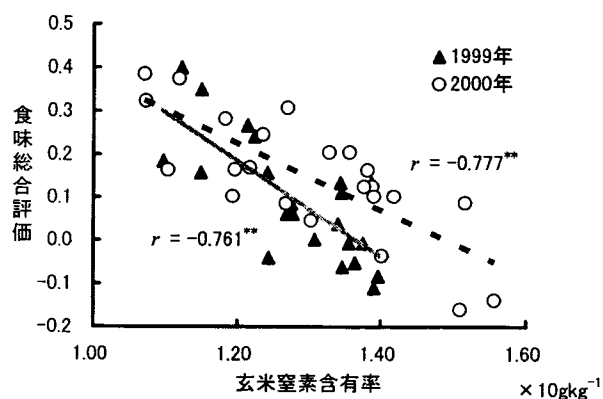
食味と玄米窒素含有率との関係を第1図に示した。年次毎での両者の間の相関係数は1999年で-0.761、2000年が-0.777で、米粒中の窒素含有率が高いほど食味は劣るとの報告⁷⁾と同様に高い負の相関が認められた。この図から、玄米窒素含有率に対応する食味水準を第5表のとおり推定することが可能である。低収年の1999年では、玄米窒素含有率が $1.35 \times 10 \text{gkg}^{-1}$ 程度で‘コシヒカリ’に対する食味総合評価が0.0となるのに対し、高収年の2000年に0.0となるのは、 $1.45 \times 10 \text{gkg}^{-1}$ 程度と年次によって差があった。

第5表 玄米窒素含有率に対応する食味総合評価

玄米窒素含有率 ($\times 10 \text{gkg}^{-1}$)	年 次	
	1999 年	2000 年
1.20	0.19	0.23
1.25	0.13	0.19
1.30	0.07	0.15
1.35	0.02	0.11
1.40	-0.04	0.07
1.45	-	0.03

4 窒素吸収量と玄米窒素含有率

第6表に年次別の幼穂形成期、穂揃期および成熟期の窒素吸収量と玄米窒素含有率との相関係数を示した。食味の場合と同様に、玄米窒素含有率も各生育時期の窒素吸収量との間に高い相関が認められた。第7表に試験2ヶ年を込みにした各期間の窒素吸収量と玄米窒素含有率との相関係数を示した。移植後から穂揃期までの4つの期間について有意であったが、食味の場合と同様、慣行の体系に準じ出穂期以降の肥効発現が弱くなることを前提として施肥を行っているため、穂揃期~成熟期では有意性は認められなかった。次に食味の場合と同様に有意性の認められた4期間の窒素吸収



第1図 玄米窒素含有率と食味との関係

注) **: 1%水準で有意。

第6表 年次別の幼穂形成期、穂揃期および成熟期における窒素吸収量と玄米窒素含有率の相関係数

	幼穂形成期	穂 揃 期	成 熟 期
	窒素吸収量	窒素吸収量	窒素吸収量
1999 年	0.668** ¹⁾	0.811**	0.837**
2000 年	0.719**	0.876**	0.792**

1)**: 1%水準で有意

第7表 玄米窒素含有率と期間別窒素吸収量との相関係数および偏回帰係数¹⁾

期 間	玄米窒素 含有率との 相関係数	重回帰分析結果	
		偏回帰係数	
		4変数	2変数
説 移 植 ~ 25 日 後	0.398 **2)	-0.0356 n.s.	-
明 25 日 後 ~ 35 日 後	0.640 **	0.0154 n.s.	-
変 35 日 後 ~ 幼穂形成期	0.499 **	0.0418 **	0.0420 **
数 幼穂形成期 ~ 穂揃期	0.738 **	0.0405 **	0.0419 **
穂揃期 ~ 成熟期	-0.192 n.s.	-	-
移 植 ~ 成熟期	0.779 **	-	-
(定 数 項)		(1.06 **)	(1.06 **)
(重 相 関 係 数)		(0.844 **)	(0.841 **)
(自由度調整済み寄与率)		(0.686 **)	(0.695 **)

1) 1999年および2000年の結果より。

2) **は1%水準で有意であり, n.s.は有意でない。

量を説明変数として重回帰分析を行った。その結果得られた偏回帰係数を第7表に示した。移植～25日後および25日後～35日後の窒素吸収量の偏回帰係数は有意でなかったことから玄米窒素含有率は35日後～幼穂形成期の窒素吸収量、幼穂形成期～穂揃期の2変数のみを説明変数とした場合に、より高い寄与率を示した。したがって、食味と同様に、玄米窒素含有率も移植35日後～幼穂形成期、幼穂形成期～穂揃期に吸収する窒素量が大きく寄与していることが明らかとなった。さらに、標準偏回帰係数を求めたところ移植35日後～幼穂形成期で0.415、幼穂形成期～穂揃期で0.686と幼穂形成期～穂揃期の窒素吸収量の方が玄米窒素含有率上昇に対する影響も大きいことが明らかとなった。

5 食味を重視した窒素吸収量指標値

次に、一定水準の食味を確保するための窒素吸収量の指標値について試算した。この場合、食味はパネルーによる官能試験によるものであり、パネルーの嗜好性の違い等により成分の分析値に比べるとやや客観性に劣ること、吸収した窒素量の時期毎の寄与の大小は食味と玄米窒素含有率で非常に類似していること、また食味は玄米窒素含有率との相関が高い⁷⁾ことから窒素吸収量指標値の試算に当っては、食味の代わりに玄米窒素含有率を用いることとした。期間別の目標窒素吸収量算出フローを第2図に示したが、これにより、玄米窒素含有率の水準別の窒素吸収量が第8表のとおり得られた。

以上の結果を基に、食味を重視した窒素吸収量指標値について考察した。前報²⁾で報告した収量性を重視した成熟期までの目標窒素吸収量 12.5g/m^2 を第8表に適用してみると、玄米窒素含有率は高収年の2000年では $1.35 \times 10\text{gkg}^{-1}$ 程度であるのに対して、低収年の1999年では $1.40 \times 10\text{gkg}^{-1}$ 程度で年次により差が見られた。さらに、

第5表から玄米窒素含有率に対応する食味総合評価を求めると、高収年にはコシヒカリに対して+0.1であったが、低収年にはマイナスを示した。したがって、収量性を重視した目標窒素吸収量を達成しても、年次によって一定水準の食味、すなわちコシヒカリ並みの食味を維持できないことがあるため、食味も考慮した上での窒素吸収量指標値とは言い難い。

ところで現在、福岡県内に作付されている数品種について米粒中タンパク質含有率の良食味米目標上限値が提唱され、玄米中窒素含有率では、 $1.30 \times 10\text{gkg}^{-1}$ とされている^{1,8,9,15,16)}。‘夢つくし’については報告はないが、第5表から玄米窒素含有率 $1.30 \times 10\text{gkg}^{-1}$ に対応する食味は+0.1程度である。そこで、‘夢つくし’についてもこの $1.30 \times 10\text{gkg}^{-1}$ を良食味米の上限値と想定して、低収年、高収年を問わず、 $1.30 \times 10\text{gkg}^{-1}$ を超えないための窒素吸収量指標値を検討した。その結果、第8表か

第8表 玄米窒素含有率水準別の各生育期間までの窒素吸収量指標値

玄米窒素 含有率 ($\times 10\text{gkg}^{-1}$)	移植 35日 後	幼穂 形成 期	穂揃 期	成熟 期	
1.20	低収年 ¹⁾	0.2	1.9	3.5	6.0
	高収年	2.9	4.0	6.2	7.9
1.25	低収年	1.1	3.1	5.6	7.7
	高収年	3.0	4.8	7.5	9.3
1.30	低収年	1.9	4.3	7.6	9.3
	高収年	3.1	5.6	8.8	10.7
1.35	低収年	2.7	5.6	9.6	11.0
	高収年	3.2	6.4	10.1	12.2
1.40	低収年	3.6	6.8	11.7	12.6
	高収年	3.3	7.2	11.4	13.6
1.45	低収年	-	-	-	-
	高収年	3.4	8.0	12.7	15.1

1) 「低収年」は1999年、「高収年」は2000年の結果より。

① 幼穂形成期までの窒素吸収量-玄米窒素含有率、穂揃期までの窒素吸収量-玄米窒素含有率、成熟期までの窒素吸収量-玄米窒素含有率の回帰式から玄米窒素含有率の水準別に各時期までの窒素吸収量を算出。



② 移植35日後～幼穂形成期、幼穂形成期～穂揃期の窒素吸収量を説明変数とした重回帰式から、移植35日後～幼穂形成期の窒素吸収量を逆算。



③ 差し引きで移植～35日後の窒素吸収量を算出。

第2図 生育期間別の窒素吸収量指標値算出フロー

ら移植35日後までに 1.9gm^2 、幼穂形成期までに 4.3gm^2 、穂揃期までに 7.6gm^2 、成熟期までに 9.3gm^2 であった。これらの指標値は、前報²⁾で報告した収量重視の窒素吸収量目標値、幼穂形成期までの 7gm^2 、穂揃期までの 10.5gm^2 および成熟期までの 12.5gm^2 と比較するとそれぞれ約 3gm^2 下回った。このことから、同一ほ場においてこの指標値を達成するためには、収量性のみを追求する場合よりも窒素施肥量を大きく減じる必要があり、特に基肥量を低く抑える必要があると考えられた。なお、第8表から、穂揃期までに 7.6gm^2 、成熟期までに 9.3gm^2 の窒素吸収量指標値を達成した場合、高収年では玄米窒素含有率が $1.25 \times 10\text{kg}^{-1}$ になると考えられた。したがって、第5表からこの指標値では食味はコシヒカリに対して $+0.1 \sim +0.2$ 程度を期待できる。さらに、前報²⁾で報告した年次別の回帰式に成熟期までの窒素吸収量指標値を 9.3gm^2 を適用してみると、このときの収量水準は高収年で 550gm^2 、低収年で 440gm^2 程度と考えられる。

今回明らかにした食味を重視した窒素吸収量指標値に基づき、各水田圃場の地力を加味して、施肥量や施肥方法を見直すことで、‘夢つくし’の食味評価を高めることが出来ると考えられる。

引用文献

1) 荒木雅登・田中浩平・山本富三 (2002) 福岡県における水稻品種の窒素吸収特性. 第1報 良食味早生品種‘ほほえみ’, ‘つくし早生’の収量および

品質面からみた望ましい窒素吸収パターン. 福岡農総試研報 21:6-10.

- 2) 荒木雅登・山本富三・満田幸恵 (2002) 福岡県における水稻品種の窒素吸収特性. 第2報 ‘夢つくし’の窒素吸収量と収量. 福岡農総試研報 21:11-15.
- 3) 本庄一雄 (1971) 米のタンパク含量に関する研究. 第2報施肥条件のちがいが玄米のタンパク質含有率およびタンパク質総量に及ぼす影響. 日作紀 40:190-196.
- 4) 今林惣一郎・浜地勇次・古野久美・西山壽・松江勇次・吉野稔・吉田智彦 (1995) 水稻新品種 ‘夢つくし’の育成. 福岡農総試研報 14:1-10.
- 5) 稲津脩 (1985) 北海道産米の食味特性. 土肥誌 56:446-448.
- 6) 稲津脩 (1990) 良食味米の理化学的特性と栽培. 日作紀 59:611-615.
- 7) 石間紀男・平宏和・平春枝・御子柴穆・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.
- 8) 岩渕哲也・田中浩平・尾形武文・浜地勇次 (2000) 水稻品種 ‘つくし早生’の食味向上のための栽培法. 第1報食味からみた最適初数, 収量及び食味向上のための穂肥用法. 福岡農総試研報 19:17-20.
- 9) 岩渕哲也・尾形武文・浜地勇次 (2001) 京築地域における水稻良食味品種の食味からみた目標タンパク質含有率. 日作九支報 67:4-5.
- 10) 松江勇次・水田一枝・古野久美・吉田智彦 (1991) 北部九州産米の食味に関する研究. 第1報移植時期・倒伏の時期が米の食味および理化学的特性に及ぼす影響. 日作紀 60:490-496.
- 11) 松江勇次・小田原孝治・比良松道一 (1996) 北部九州産米の食味に関する研究. 第7報食味の産地間差とその要因. 日作紀 65:245-252.
- 12) 尾形武文・住吉強・松江勇次・浜地勇次 (1995) 水稻新品種 ‘夢つくし’の食味及び理化学的特性. 福岡農総試研報 14:11-13.
- 13) 平宏和・平春枝・松崎昭夫・松島省三 (1974) 水稻玄米の化学成分組成におよぼす窒素施肥の影響. 日作紀 43:144-150.
- 14) 竹生新治郎 (1990) 食味評価の研究をふりかえって. 日作紀 59:600-605.
- 15) 田中浩平・角重和浩・山本富三 (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. 福岡農総試研報 A-13:9-12.
- 16) 田中浩平・松江勇次・原田皓二 (1998) 水稻品種 ‘ほほえみ’の出穂, 成熟期特性と高品質安定栽培のための最適初数. 福岡農総試研報 17:23-26.