

水稻品種‘つやおとめ’の高品質良食味および安定多収のための窒素施用法

川村富輝*・石塚明子

水稻中生の晩品種‘つやおとめ’の高品質良食味および安定多収のための窒素施用法を明らかにした。

1. ‘つやおとめ’の食味、検査等級が優れ、さらに安定した収量を得るための窒素施用法は、10a当たりの窒素量で基肥が5kg、穂肥は第1回目が3kg、第2回目が2kgとし、施用時期は第1回目が出穂前18日頃、第2回目は出穂前11日頃であった。食味は‘コシヒカリ’よりやや優れた。
2. 中生の晩品種の基準基肥窒素量である7kgでは、籾数は多いものの、登熟歩合が低く、千粒重が軽いため、収量の増加はみられず、検査等級と食味が劣った。
3. 第2回穂肥の省略、または穂肥の早期施用は、登熟歩合と千粒重を低下させ、検査等級が劣った。穂肥を減肥すると、籾数の減少により収量が4%低下した。また、これらの3種の穂肥施用法では、いずれも食味の向上効果は認められなかった。

[キーワード：水稻，‘つやおとめ’，食味，品質，収量]

Nitrogen Application Method for High Quality High Palatability and Stable Yield of The New Rice Cultivar ‘TSUYAOTOME’. KAWAMURA Yoshiteru and Akiko ISHITSUKA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 23 : 15-20 (2004)

This study was carried out to establish nitrogen application techniques for high quality, high palatability and stable yield of the recently developed medium late-maturing rice cultivar ‘TSUYAOTOME’.

- (1) The nitrogen application method for high palatability, high inspection grade and stable yield of ‘TSUYAOTOME’ was as follows :

- ・ 5.0 kg of nitrogen per 10a for basal dressing ;
- ・ 3.0 kg of nitrogen per 10a for the first application of top dressing at the panicle formation stage ; and
- ・ 2.0 kg of nitrogen per 10a for the second application of top dressing at the panicle formation stage.

With this application method, the palatability level of ‘TSUYAOTOME’ was judged higher than that of ‘KOSHIHIKARI’.

- (2) The palatability and inspection grade deteriorated when more than 2.0 kg of nitrogen was added to the 5.0 kg of nitrogen per 10a for basal dressing application, while yield per unit didn't increase.

- (3) The percentage of ripened grains, thousand-kernel-weight and inspection grade uniformly decreased when the top dressing at the panicle formation stage was applied one week earlier than usual, or when the second application of top dressing at the panicle formation stage was not applied at all. The yield per unit decreased because of a fewer number of spikelets when the nitrogen content in the application of the top dressing at panicle formation stage was reduced.

With these three nitrogen application methods of top dressing at the panicle formation stage, these palatability levels uniformly did not improve.

[Key words : Rice, ‘TSUYAOTOME’, Palatability, Quality, Yield]

結 言

本県において売れる米づくりを振興していく上で、高品質良食味米の安定生産を図ることが重要である。また、気象災害や病害虫に対する危険を分散し、播種から収穫乾燥までの労力の配分による適期作業を可能とし、さらには共乾施設等の農業用機械施設の効率的利用を可能とするためには、極早生から晩生までのバランスのとれた品種構成を図ることが重要である。しかし、本県水稻の品種構成は極早生品種の‘夢つくし’と中生品種の‘ヒノヒカリ’に作付けが偏っており、その作付け面積割合は2002年ではそれぞれ31.0%と49.3%となっている。特に筑後南部地域では‘ヒノヒカリ’の作付比率は65.8%、一部の市町村では92.5%にもなっている。

本県の中生の晩品種の作付比率は、1988年が34.1%で

あったのに対し、2002年には6.5%と極端に減少した。現在作付けされている中生の晩品種は‘ニシホマレ’と‘ツクシホマレ’であるが、主食用としてではなく、醸造用一般米としての生産である。現在、醸造用一般米は需要が低迷しているため、今後一層‘ヒノヒカリ’へ作付けが偏ることが懸念される。このため、生産者や農業団体から中生の晩の良食味品種が強く求められている。

こうした要望に応じて、福岡県農業総合試験場は中生の晩の良食味品種‘つやおとめ’を育成した¹⁾。この新品种の普及に当たっては、安定して高品質、良食味および多収を確保できる窒素施用法を明らかにすることが重要である。

これまでに、同一品種では食味の良否に対して、玄米中の窒素濃度の影響が大きいことが明らかとなっている^{2,3,4,9,10,11,17)}。穂肥窒素施用法が食味に及ぼす影響は、熟期により異なる報告がある。早生や中生品種では第2回穂肥の省略や穂肥の早期施用が食味向上に効果があるこ

*連絡責任者（筑後分場）

とが報告されている^{5,12)}。筆者らは、晩生品種は登熟期間の気温が低く、土壌からの窒素供給量が少ないことや、登熟期間が長いために、第2回穂肥の省略や穂肥の早期施用は食味向上効果がないことを報告した⁶⁾。しかし、中生と晩生の中間の熟期である中生の晩品種については、食味向上のための窒素施用方法は明らかにされていない。

そこで‘つやおとめ’の高品質良食味および安定多収のための窒素施用方法について検討した。

試験方法

1999～2001年に三潁郡大木町の福岡県農業総合試験場筑後分場内の水田で、基肥窒素量および穂肥窒素施用法の試験を行った。供試圃場の土壌条件は、筑後川下流域の河海成堆積細粒灰色低地土に属し、稲作期間中の総地力窒素発現量は10a当たり12kg以上と土壌肥沃度は高い¹⁵⁾。

試験区は基肥窒素量が10a当たり5kgと7kgの2水準、穂肥窒素施用方法は基肥窒素量5kgでは標準穂肥区、第2回穂肥省略区、早期穂肥区および穂肥減肥区の4水準、基肥窒素量7kgでは標準穂肥区のみとした。標準穂肥区は第1回目が出穂前16～19日に穂肥窒素量3kg、第2回目が出穂前10～11日に2kgを施用した。第2回穂肥省略区は出穂前16～19日に穂肥窒素量3kgを施用した。早期穂肥区は窒素量を標準穂肥区と同一とし、施用時期は第1回目が出穂前22～24日、第2回目が出穂前16～17日とした。穂肥減肥区は第1回目の穂肥窒素量が2kg、第2回目が1.5kg、施用時期は標準穂肥区と同一とした。なお、比較品種に‘ツクシホマレ’を用い、10a当たり基肥窒素量7kgの標準穂肥区と同一の方法で栽培した。なお、基肥には尿素硫加里ン安48号、穂肥にはNK化成2号を用いた。

移植は6月21～24日に稚苗を機械移植、条間30cm、株間16.2～15.6cm、栽植密度20.6～21.4株/m²、1株当たりの植え付け株数3～5本とした。試験規模は1区12.0～16.7m²

で、1999年は1区制、2000年と2001年は2区制とした。

食味試験は筑紫野市の福岡県農業総合試験場農産研究所で6月中旬移植の標準栽培した‘コシヒカリ’を基準米とし、食糧庁の米の食味試験実施要領に準じて、パネル15～20名で行った⁷⁾。

玄米中のタンパク質含有率は、全窒素をケルダール法により定量し、タンパク質換算係数5.95を乗じ、玄米水分15%に換算して求めた。

土壌から供給される窒素の利用可能量の品種間差をみるために、土壌窒素発現量を山本¹⁴⁾の報告をもとに、筑後分場内水田土壌の窒素無機化式と温度データから推定した。温度データはアメダス大牟田の1979～2000年の日別平均気温の平均値を用いた。移植日は6月20日、成熟期は奨励品種決定調査の結果をもとに‘ヒノヒカリ’が10月8日、‘つやおとめ’が10月16日に設定した。

結 果

1 気象および水稻の生育概況

1999年は移植後から出穂期まで日照不足が続き生育量が少なかった。出穂後は日照不足に加え、記録的な高温と9月24日に九州北部に上陸した台風18号の影響で、登熟不良となり、収量や検査等級が著しく低下した。筑後分場における水稻作況試験の‘レイホウ’の収量は平年値の89%、検査等級は充実不足と腹白のために2等となった。

2000年は全期間を通して高温で推移した。7月30日と9月16日に台風が接近したが、倒伏等の被害は軽微で登熟は良好であった。筑後分場における水稻作況試験の‘レイホウ’の収量は平年値の105%であった。

2001年は移植後から出穂期前まで高温で推移し、生育量が多かった。出穂後は9月3半旬まで低温となったが、登熟は良好であった。筑後分場における作況試験の‘レイホウ’の収量は平年値の114%と著しい多収であった。

第1表 窒素施用方法別の生育、収量および検査等級

品種名	窒素 施用 量 kg/10a	穂肥 施用 法	稈 長 cm	穂 数 本/m ²	穂 数 本/m ²	1 m ² 当り 穂数 ×100	登熟 歩合 %	精玄 米重 kg/a(%)	千 粒 重 g	穂 い ち	倒 伏	検査 等級	同左 変動 係数
つやおとめ	5+3+2	標準	87 b	365 b	94ab	342 b	85a	61.7(101)a	21.1a	1.0a	0.3ab	2.5	0.16
	5+3+0	2省	88ab	368 b	92ab	340 b	83ab	60.9(100)a	20.8 b	0.9a	0.3ab	3.5	0.51
	5+3+2	早期	87 b	374ab	95a	355ab	81 bc	60.6(98)ab	20.7 c	0.9a	0.4ab	3.3	0.35
	5+2+1.5	減肥	87ab	366 b	88 b	321 c	85a	59.2(97) b	21.0ab	0.8a	0.2a	2.5	0.16
	7+3+2	標準	89a	398a	93ab	371a	79 c	61.0(100)a	20.9ab	1.5 b	1.1 b	3.7	0.45
ツクシホマレ	7+3+2	標準	81	446	75	325	85	67.5	23.9	1.2	0.1	3.8	0.31

注) ①数値は1999～2001年の平均値。

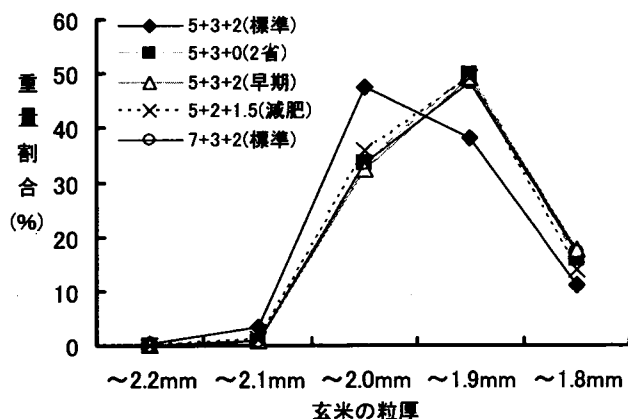
②窒素施用量は基肥+穂肥第1回目+穂肥第2回目。

③穂肥施用法の標準は標準穂肥区、2省は第2回穂肥省略区、早期は早期穂肥区、減肥は穂肥減肥区を示す。以下の図表も同じ。

④倒伏、穂いもちは0(無)～5(甚)、検査等級は1等上(1)～3等下(9)で示す。

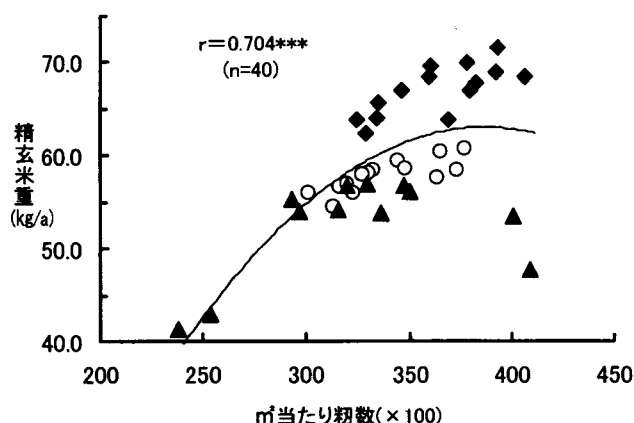
⑤つやおとめの精玄米重の()内の数値は7+3+2の標準穂肥区に対する比率。

⑥つやおとめの同一英小文字を付した区間には有意性がないことを示す(Fisher's PLSD 5%)。



第1図 つやおとめの玄米の粒厚分布

注) 値は1999~2001年の平均値。



第2図 つやおとめの m^2 当たり粒数と精玄米重との関係

▲: 1999年, ○: 2000年, ◆: 2001年

2 基肥窒素施用量と生育, 収量および検査等級

第1表に窒素施用法別の生育, 収量および検査等級を示した。基肥窒素量 5kg の標準穂肥区は, 基肥窒素量 7kg の標準穂肥区と比較して, 穂数が少なく, m^2 当たり粒数が少なかったが, 登熟歩合は高く, 千粒重は同程度であった。収量は 61.7kg/a と同程度であった。検査等級は有意差は無かったが変動係数が小さかった。穂いもち病の発生程度は少なかった(第1表)。玄米の充実度を粒厚別の重量割合でみると, 基肥窒素量 7kg では 1.9mm 以上 2.0mm 未満の割合が最も多かったのに対し, 5kg では 2.0mm 以上 2.1mm 未満の割合が最も多く粒厚が厚かった(第1図)。第2図に m^2 当たり粒数と収量との関係を示した。収量は m^2 当たり 35,000 粒を超えると増収率が鈍化した。

中生の晩品種の現行基準の窒素施用法である基肥窒素量 7kg の標準穂肥区で‘つやおとめ’と‘ツクシホマレ’との生育, 収量を比較すると, ‘つやおとめ’は m^2 当たり穂数は少なかったが, 1穂粒数が多かったために m^2 当たり粒数は多かった。また, 登熟歩合は低く, 千粒重も軽かった。収量は 10% 少なく, 検査等級は同程度であった(第1表)。

3 穂肥窒素施用法と生育, 収量および検査等級

基肥窒素量 10a 当たり 5kg 水準で, 標準穂肥区, 第2回穂肥省略区, 早期穂肥区および穂肥減肥区の 4 水準で穂肥窒素施用法を比較検討した。

第2回穂肥省略区は標準穂肥区と比較して, 穂数, m^2 当たり粒数および登熟歩合は同程度であったが, 千粒重は軽かった。収量は 60.9kg/a と同程度であった。検査等級は有意差は無かったが, 変動係数が大きかった(第1表)。玄米粒厚別の重量割合は, 1.9mm 以上 2.0mm 未満が最も多く, 粒厚は薄かった(第1図)。

早期穂肥区は標準穂肥区と比較して, 穂数は同程度, m^2 当たり粒数も同程度であったが, 登熟歩合は低く, 千粒重は軽かった。収量は 60.6kg/a と同程度であった。検査等級は有意差は無かったが, 変動係数が大きかった(第1表)。玄米粒厚別の重量割合は, 1.9mm 以上 2.0mm 未満が最も多く, 粒厚は薄かった(第1図)。

穂肥減肥区は標準穂肥区と比較して, 穂数と1穂粒数

には有意差は無かったが, m^2 当たり粒数が少なかった。登熟歩合と千粒重は同程度であった。収量は 59.2kg/a と少なかったが, 検査等級は同程度であった(第1表)。玄米粒厚別の重量割合は, 1.9mm 以上 2.0mm 未満が最も多く, 粒厚は薄かった(第1図)。

4 基肥窒素施用量とタンパク質含有率および食味総合評価

第3図に窒素施用法別の玄米タンパク質含有率, 第4図に窒素施用法別の食味総合評価(以下食味と表す)を示した。基肥窒素量 7kg の標準穂肥区と基肥窒素量 5kg の標準穂肥区を比較すると, 玄米タンパク質含有率は基肥窒素量 5kg がやや低い傾向にあった。

‘つやおとめ’の食味は, 基肥窒素量 7kg では‘コシヒカリ’と同程度であったが, 基肥窒素量 5kg では‘コシヒカリ’よりやや優れていた。両区ともに, 食味は‘ツクシホマレ’より明らか優れていた(データ略)。

5 穂肥窒素施用法とタンパク質含有率および食味総合評価

基肥窒素量が 5kg で, 穂肥施用法が異なる標準穂肥区, 第2回穂肥省略区, 早期穂肥区および穂肥減肥区を比較検討した。

第2回穂肥省略区は標準穂肥区と比較して, 玄米タンパク質含有率と食味に差は認められなかった(第3, 4図)。

早期穂肥区は標準穂肥区と比較して, 玄米タンパク質含有率はやや低い傾向がみられたが, 食味に差は認められなかった(第3, 4図)。

穂肥減肥区は標準穂肥区と比較して, 玄米タンパク質含有率は同程度であったが, 食味はやや劣る傾向にあった(第3, 4図)。

考 察

収量と検査等級について基肥窒素量からみると, ‘つやおとめ’の収量は基肥窒素量 7kg と 5kg とで同程度であった。一般的に, m^2 当たり粒数と登熟歩合の間には負の相関が認められる^{8,13)}。‘つやおとめ’は m^2 当たり粒数が 35,000 粒より多くなると登熟歩合が低下し, 収量の

増加率が鈍化した。‘つやおとめ’は初数が確保しやすいため、基肥窒素量 5 kg であれば、 m^2 当たり初数は概ね 35,000粒確保できると考えられる。検査等級は基肥窒素量 7 kg と 5 kg とで有意差は認められなかったが、5kg のほうが安定しており、1999年のように台風被害が著しかった年でも 1等を維持することができた。基肥窒素量を減らすことで m^2 当たり初数が減り、初の実が良くなったために検査等級が安定したものと考えられる。以上の結果から、収量と検査等級からみた‘つやおとめ’の10a当たり基肥窒素量は 5kg が適量であると考えられる。

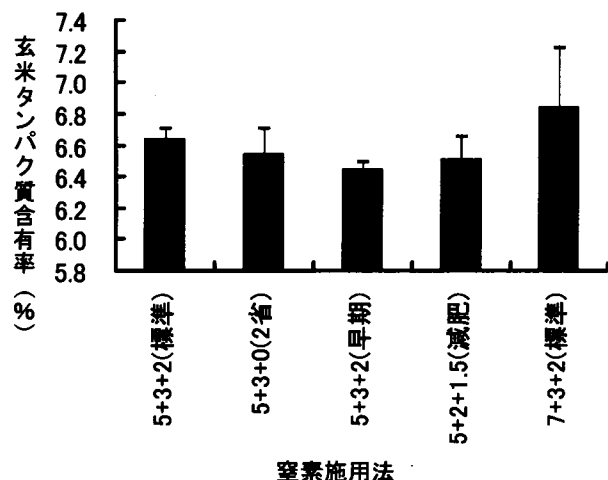
穂肥窒素施用法では、第2回穂肥省略区と早期穂肥区は標準穂肥区に比較して、登熟歩合が低下し、千粒重が軽く、粒厚が薄くなり、検査等級が不安定となった。収量の低下は僅かではあるものの‘つやおとめ’は千粒重が軽い小粒の品種であることを考慮すると、千粒重を低

下させたり、粒厚を薄くする窒素施用法は収量や検査等級の低下を招く懸念がある。

減数分裂終期以降の施肥は稲体の窒素濃度を高め、千粒重と登熟歩合を高める⁹⁾ことが明らかとなっている。そこで窒素の肥効面から考えるために、一定期間に土壤から発現する窒素量を熟期別に比較した。福岡県で最も作付けの多い‘ヒノヒカリ’は中生の良食味品種であるが、第2回目穂肥の省略が食味向上に効果的であることが報告されている¹²⁾。‘ヒノヒカリ’の第1回目の穂肥施用日から成熟期までは60日間である。成熟期前60日間に土壤から発現する窒素量を山本の推定式¹⁴⁾を用いて推定すると、‘ヒノヒカリ’では5.0kgであったのに対して‘つやおとめ’では4.3kgと少なくなった(第5図)。これは、‘つやおとめ’が中生の晩種であるため登熟期間中の気温が低く、土壤からの窒素の供給量が少ないためと考えられる。

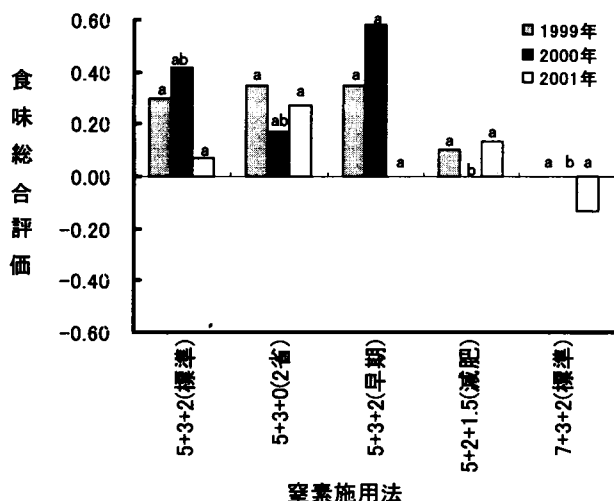
さらに、最終穂肥施用日から成熟期までの日数を考えると、第2回目の穂肥を省略した場合の最終穂肥施用日、すなわち第1回目の穂肥施用日から成熟期までの日数は‘ヒノヒカリ’の60日に対して‘つやおとめ’は68日と長くなる(第2表)。早期穂肥区の最終穂肥施用日、すなわち第2回目の穂肥施用日から成熟期までの日数は68日と長い(第2表)。

このため、‘つやおとめ’は第2回目の穂肥を省略した場合に窒素の供給量が少ないことに加え、最終穂肥施用日から成熟期までの日数が長いために稲体の窒素濃度が低下し、同化能力の低下によって千粒重が低下し、粒厚が薄くなり、検査等級が不安定になるものと考えられる。穂肥の早期施用では、 m^2 当たり初数が過剰であることに加え、穂肥施用日から成熟期までの期間が長いために登熟後期の稲体の窒素濃度が低下し、千粒重と登熟歩



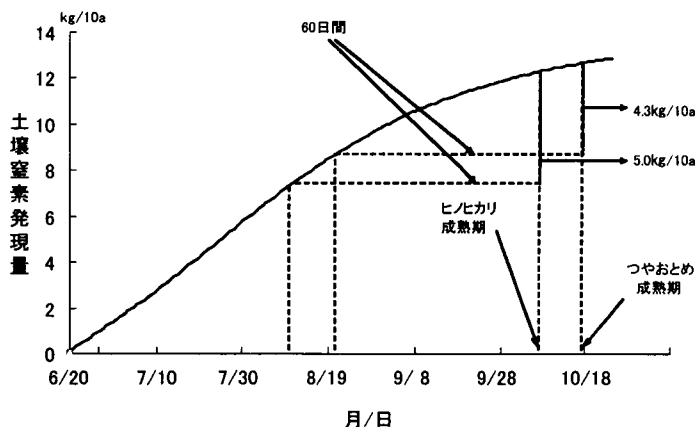
第3図 つやおとめの窒素施用法別の玄米タンパク質含有率

注) ①玄米タンパク質含有率は水分15%換算値。
②棒グラフ中の縦線は標準偏差を示す。



第4図 つやおとめの窒素施用法別の食味総合評価

注) 食味総合評価は農産研究所産のコシヒカリを基準、同一年度で同一英小文字を付した区間には有意性がないことを示す(Fisher's PLSD 5%)。



第5図 ヒノヒカリとつやおとめの成熟期前60日間における土壌窒素発現量の推定値

注) ① $N=N_0(1-e^{-kt})$, $N_0=24.0 \text{ kg/10a}$, $k=0.0063/\text{day}$, $E_a=18, 300 \text{ cal/mol}$

②温度データはアメダス大牟田の1979~2000年の日別の平均気温の平年値。

③移植日は6月20日、成熟期はヒノヒカリが10月8日、つやおとめが10月16日とした。

第2表 品種別の穂肥施用日から成熟期までの日数

品種名	穂肥 施用法	出穂期 月.日	成熟期 月.日	穂肥施用日(成熟期までの日数)	
				第1回目 月.日(日)	第2回目 月.日(日)
つやおとめ	標準穂肥	8.30	10.16	8.12(68)	8.19(61)
	早期穂肥	"	"	8.5(75)	8.12(68)
ヒノヒカリ	標準穂肥	8.27	10.8	8.9(60)	8.20(53)

注) ①ヒノヒカリとつやおとめの出穂期および成熟期は1997～2002年の奨励品種決定調査の平均値。

②穂肥第1回目と第2回目の施用日は、標準穂肥が出穂前18日と出穂前11日、早期穂肥が出穂前25日と出穂前18日とした。

合が低下し、粒厚が薄くなり、検査等級が不安定となるものと考えられる。

食味について基肥窒素量からみると、‘つやおとめ’の食味は福岡県の中生の晩種の基準基肥窒素量である7kgでは‘コシヒカリ’と同程度であったが、基肥窒素量を減らした5kgでは‘コシヒカリ’よりやや優れた程度に向上することが明らかになった。以上の結果から、‘つやおとめ’の10a当たり基肥窒素量は、食味からみても5kgで良いと考えられる。

穂肥窒素施用法では、標準穂肥区に比較して第2回穂肥省略区、早期穂肥区及び穂肥減肥区には食味の向上効果はみられなかった。佐々木¹⁰⁾は、登熟期間中の適量の追肥は食味を大きく損なうことなく、品質を高めるとしている。‘つやおとめ’は籾数が多い品種であることや、登熟期間中の土壌からの窒素供給量が少ないことから、穂肥は10a当たり窒素成分で第1回目に3kg、第2回目に2kgが適量であると考えられる。

以上の結果から、‘つやおとめ’の食味が‘コシヒカリ’よりやや優れ、検査等級が優れ、さらに収量が安定した施肥方法は、10a当たりの窒素量で基肥が5kg、穂肥は第1回目が3kg、第2回目が2kgとし、施用時期は第1回目が出穂前18日頃、第2回目は出穂前11日頃であると判断される。

このように‘つやおとめ’は10a当たり基肥窒素量を同熟期の‘ツクシホマレ’の施肥基準である7kgから2kg削減しても収量がほとんど低下せず、減肥栽培に向くことが明らかとなった。基肥窒素の利用率は穂肥窒素利用率より低いことや¹⁰⁾、代かき時の濁水の河川への流出を考慮すると、基肥の削減は環境への負荷軽減効果も大きいと考えられる。さらに、基肥窒素量を減らすことで穂いもち病の発生が少なくなり、農薬散布回数の削減も期待できる。

引用文献

- 1) 浜地勇次・川村富輝・大里久美・今林惣一郎・和田卓也・西山 壽・安長知子・吉野 稔・坪根正雄・佐藤大和・尾形武文(2004)水稻新品種‘つやおとめ’の育成およびその特性. 福岡農試研報23: 15-20.
- 2) 原田皓二・古城斉一(1983)水稻の後期追肥と品質食味について. 日作九支報39: 6-8.

- 3) 石間紀男・平 宏和・平 春江・御子柴 穆・吉川誠次(1995)米の食味に及ぼす窒素施肥及び精米中のタンパク質含有率の影響. 食総研報29: 9-15.
- 4) 稲津 侑(1990)良食味米の理化学特性と栽培(シンポジウム記事). 日作記59: 611-615.
- 5) 岩淵哲也・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法 食味からみた最適籾数、収量および食味向上のための穂肥施用法. 福岡農試研報19: 17-20.
- 6) 川村富輝・石塚明子(2002)水稻品種‘あきさやか’の高品質・良食味および安定多収のための施肥方法. 福岡農試研報22: 38-42.
- 7) 松江勇次(1992)少数パネル、多数試料による米飯の官能検査. 日本家政学会誌43: 1027-1032.
- 8) 松島省三(1973)稲作の改善と技術. 養賢堂、東京: 302.
- 9) 松崎昭夫・松島省三・富田豊雄(1973)水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究. 第113報穂揃期窒素追肥が品質に及ぼす影響. 日作記42: 54-56.
- 10) 佐々木康之(1989)稲の栽培条件と品質. 稲と米品質を生かす. 農水省農業研究センター・生物系特定産業技術研究推進機構、東京: 49-66.
- 11) 茶村修吾・田中芳雄・小武キミ(1974)水稻の生育後期の窒素追肥が米粒の食味関連要素に及ぼす影響. 日作記43(別1): 123-124.
- 12) 田中浩平・久保田孝・川村富輝(2002)水稻品種‘ヒノヒカリ’の食味向上のための穂肥施用法. 九農研64: 4.
- 13) 和田 学(1981)暖地水稻のVegetative Lag Phaseに関する作物学的研究. とくに窒素吸収パターンとの関連. 九州農試報21: 113～250.
- 14) 山本富三・久保田忠一・真鍋尚義(1986)速度論的方法による水稻生育期間中の土壌窒素無機化量の推定. 土肥誌57: 487-492.
- 15) 山本富三・神屋勇雄・兼子 明・久保田忠一(1989)暖地水田における土壌窒素の発現特性と施肥技術. 第2報 土壌肥沃土と水稻の生育・収量及び窒素吸収. 九農研51: 88.
- 16) 山本富三・田中浩平・角重和浩(1992)暖地水田にお

ける地力窒素発現パターンと施肥の診断. 第1報
地力窒素の発現が暖地水稻ニシホマレ, ヒノヒカリ
の生育, 収量に及ぼす影響. 日作記**61**: 369-374.

究(第2報) 窒素肥量が米の食味, 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.

17) 山下鏡一・藤本堯夫(1994)肥料と米の品質に関する研