

## 全量基肥施肥と疎植を組み合わせた 水稲「なすひかり」の高品質安定栽培法

五月女恭子・青沼伸一・大谷和彦<sup>1)</sup>・飯田貴子・高齋光延<sup>2)</sup>・塚原俊明

**摘要**：水稲「なすひかり」について、省力、低コスト生産の視点から、全量基肥施肥と疎植を組み合わせた高品質安定生産のための栽培法を検討した。

速効性窒素と肥効調節型肥料LPS60の比率を4 : 3とし、総窒素量を慣行施肥の80%とした全量基肥施肥で、疎植（m<sup>2</sup>当たり栽植密度11.1, 15.2株、慣行は22.2株）とした栽培法により、初期の茎数は慣行栽培に比較が少ないものの、穂数は同程度ないしそれ以上を確保でき、収量も慣行栽培と同程度以上を確保できた。玄米の外観品質は慣行栽培より優れ、玄米タンパク質含有率は慣行栽培よりわずかに低い傾向が見られた。本栽培法により、追肥労力が削減可能になるとともに、育苗に係る資材費と肥料費の合計を10a当たり2,300~3,600円程度低減できた。

**キーワード**：なすひかり，全量基肥施肥，疎植

## Optimum Cultivation Method Which Used Non-split Fertilizer Application and Sparse Planting for High Quality and Stable Yield in Paddy Rice "Nasuhikari"

Kyoko SOTOME, Shin-ichi AONUMA, Kazuhiko OYA, Takako IIDA, Mitsunobu TAKASAI and Toshiaki TSUKAHARA

**Summary** : In paddy rice "Nasuhikari", cultivation methods which used non-split fertilizer application and sparse planting were studied for high quality and stable production with the goal of labor saving and of lowering the cost.

In cultivation method which used non-split application of fertilizer (quick-acting nitrogen : sigmoidal type coated urea of 60 days = 4 : 3) and sparse planting (in 11.1 stocks/m<sup>2</sup> and in 15.2 stocks/m<sup>2</sup>) the number of tillers were less than normal cultivation in the early growth stage but the number of ears and yield were about equal or more than that. In the same method, the appearance of the brown rice was superior to normal cultivation and the protein content in the brown rice was slightly lower than that. The total of the material expenses used in rearing of seedling and the fertilizer expenses was reduced about 2,300 ~ 3,600yen per 10 ares in this cultivation method.

**Key words** : 'Nasuhikari', non-split fertilizer application, sparse planting

## I 緒言

2004年に栃木県で奨励品種に採用されたなすひかりは栃木県のオリジナル品種であり、早生で耐冷性が強く、栽培性が優れるため、作付け拡大を図ることにより、コシヒカリ偏重による作期集中の改善が期待されている。また、良食味で千粒重が重く、品質も優れ<sup>9)</sup>、実需者の求める特性も併せ持っている。

なすひかりの栽培に当たっては、生産者登録制を導入し、生産等要件や栽培基準を生産者に遵守してもらうことで、良食味で高品質ななすひかりの生産を行ってきた。これらの取組の結果、実需者からのなすひかりへの評価は高く、更なる作付け拡大が強く期待されている。

しかし、米価は下落傾向にあり、なすひかりはコシヒカリよりも低価格で取引されることが多く、所得確保を図るためには、生産コストを削減することが重要である。加えて、作業の省力化を図りながらも、安定して収量・品質・食味を確保できる栽培技術が生産現場から要望されている。

疎植栽培は、苗箱数の削減により育苗コストを削減でき、また、育苗管理、苗運搬作業等の省力化が図れる技術である。疎植栽培に関しては、栽植密度が低くなるほど穂数が減少するが、一穂粒数は増加するため、 $m^2$ 当たり総粒数の減少程度は少なく疎植による収量低下は小さいとの報告<sup>4,7)</sup>や、 $m^2$ 当たり栽植密度が10株程度までの疎植栽培では、稲体への光条件が改善され、登熟期間中の葉や根の活力が高く維持されるため、収量の低下は認められないとの報告がある<sup>11)</sup>。一方、疎植栽培で低収となる要因に、穂数不足による粒数不足が報告されており<sup>3)</sup>、年次間変動、気象条件に左右されず、安定して収量を確保するためには、穂数不足をできるだけ回避し、それに起因する粒数不足も最低限に抑えることが重要であると考えられる。

本試験では、穂数を確保するための疎植栽培法を検討し、更に、追肥作業を省力化できる全量基肥施肥を組み合わせ、なすひかりの低コストで省力的な高品質安定生産のための栽培法を検討した。

## II 試験方法

### 試験1 施肥方法、栽植密度が生育、収量、品質に及ぼす影響

試験は、2006年に栃木県農業試験場圃場（厚層多腐植質多湿黒ボク土）にて実施した。品種はなすひかりを供試し、第1表に示す試験区を設定した。疎植条件下での穂数不足の回避を目的に、追肥時期を早めた区および基肥を増肥した区を設定した。慣行区は、基肥として窒素成分で0.4kg/aを全層施肥し、追肥として0.4kg/aを出穂前20日に施用し、栽植密度は22.2株/ $m^2$ とした。また、本県で普及しているコシヒカリ用全量基肥栽培肥料「ひとふりくん1号」（N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=12:20:22、窒素成分のうちシグモイド型100日タイプ被覆尿素LPS100、LPSS100をそれぞれ33%配合）を用いた疎植試験区を設けた。なお、全量基肥施肥とした区以外は、基肥にBB-F850（N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=8:25:20）、追肥にBB-NK202（N:K<sub>2</sub>O=20:20、窒素成分のうち肥効調節型肥料としてリニア型40日タイプ被覆尿素を50%配合）を用いた。リン酸、加里の成分は、全区ともそれぞれ2.0、1.5kg/aとなるよう、過リン酸石灰、塩化加里で調整した。1区面積は9  $m^2$ とし、2区制で実施した。

1株当たりの植付け本数は4本とし、5月10日に稚苗を手移植した。水管理や除草、病害虫防除は試験区にかかわらず一律とした。

移植後30日、最高分げつ期、追肥前、出穂期、成熟期の生育、収量および収量構成要素を調査した。最高分げつ期と追肥の時期は栽植密度により異なるが、慣行区に合わせ、全区同日に調査した。収量は粒厚1.75mm以上の玄米から算出した。粒厚選別後の玄米を目視

第1表 試験区の構成（2006年）

基肥窒素 kg/a	追肥窒素 kg/a	追肥時期 出穂前日数	栽植密度 株/ $m^2$	（条間×株間） cm	備考	
0.4	0.4	40	×	11.1	（30×30）	
				15.2	（30×22）	
				22.2	（30×15）	
0.6	0.4	20	×	11.1	（30×30）	
				15.2	（30×22）	
0.64	0	-		11.1	（30×30）	全量基肥
0.4	0.4	20		22.2	（30×15）	慣行

による品質調査に供試するとともに、品質判定機（静岡製機社製RS-2000）による外観品質を調査した。さらに、白度計（Kett社製C-300-3）により玄米白度を、食味分析計（静岡製機社製GS-2000）により食味関連形質を測定した。

**試験2 溶出パターン異なる肥効調節型肥料を用いた全量基肥施肥および栽植密度が生育、収量、品質、経済性に及ぼす影響**

試験は2007年、2008年の2年間実施した。品種はなすひかりを供試し、第2表に示す試験区を設定した。

本試験では低コスト化および省力化を目標とすることから、試験1における追肥を早めた施肥法に代わりうる区として、LPS60を用いた全量基肥区を設けた。慣行分施肥体系はa当たり窒素成分で基肥0.4kg+追肥0.3kgであるため、速効性窒素とLPS60の比率を4：3とした。また、試験1の結果、基肥を増肥しない施肥法でも慣行区と同程度以上の玄米重が確保されたことから、増肥区は設けないこととした。肥効調節型肥料は速効性肥料に比べ肥料の利用率高いため<sup>2,14)</sup>、全量基肥区の総窒素量を慣行区の80%とした。慣行区の基肥量、追肥の時期、栽植密度および試験に用いた肥料は試験1と同様とした。また、全量基肥施肥区に用いた速効性肥料は、慣行区の基肥肥料と同じとした。なお、慣行区の追肥窒素量が、

試験1では0.4kg/aであったが、試験2で0.3kg/aとしたのは、食味を重視し、環境に配慮した施肥の普及を図る観点から県の施肥基準が改定されたためである。また、「ひとふりくん1号」は、全窒素成分に対する肥効調節型肥料割合の変更はないが、LPS100の配合がなくなりLPSS100のみとなる仕様変更があったため、試験2ではこれに準じた肥料設計とした。

1区面積は12㎡とし、2区制で実施した。移植期は2007年が5月10日、2008年が5月9日であった。施肥は移植日の7～8日前に実施した。その他の耕種概要は試験1と同様とした。

調査は試験1と同様に実施した。また、各試験区の育苗にかかる資材費、肥料費および粗収益を算出し、経済性を試算した。

**III 試験結果**

**試験1 施肥方法、栽植密度が生育、収量、品質に及ぼす影響**

茎数は、栽植密度が低くなるほど少なくなった。慣行区と同じ施肥量、栽植密度で、追肥の時期を慣行区より早めた区（以下0.4-0.4-22.2-40区と記す、他の区もこれに準ずる）では、追肥前調査時における茎数はやや増加することが確認できた。稈長は、疎植条件のすべての区で慣行区に比べ長かったが、倒伏程度は、分施・疎植

第2表 試験区の構成（2007, 2008年）

基肥窒素 kg/a	基肥窒素の内訳			追肥窒素 kg/a	追肥時期 出穂前日	栽植密度 株/㎡	（ 条間×株間 ） cm	備考
	速効性 kg/a	肥効調節型 kg/a	肥効調節型 窒素の種類					
0.56	0.32	0.24	LPS60	0	-	11.1 15.2	( 30×30 ) ( 30×22 )	全量基肥
0.56	0.19	0.37	LPSS100	0	-	11.1	( 30×30 )	全量基肥
0.4	0.4	0	-	0.3	20	22.2	( 30×15 )	慣行

第3表 施肥方法、栽植密度がなすひかりの生育に及ぼす影響（2006年）

処理名	移植後30日			最高分けつ期			追肥前			出穂期 葉色	成熟期		倒伏 程度
	草丈 cm	茎数 本/㎡	葉色	草丈 cm	茎数 本/㎡	葉色	草丈 cm	茎数 本/㎡	葉色		稈長 cm	穂長 cm	
0.4-0.4-11.1-40	28	182	5.3	48	405	5.1	75	435	4.6	3.6	97	21.1	2.3
0.4-0.4-15.2-40	27	248	5.2	48	513	5.1	75	521	4.5	3.8	96	20.6	3.8
0.4-0.4-22.2-40	28	377	5.1	48	663	5.0	74	593	4.4	3.7	89	20.2	4.0
0.6-0.4-11.1-20	28	181	5.1	49	410	5.2	74	431	4.4	4.1	96	21.4	2.0
0.6-0.4-15.2-20	28	243	5.1	48	526	5.2	73	511	4.2	4.1	95	20.5	2.8
0.64-0-11.1(全量基肥)	27	175	5.4	43	388	5.2	72	405	4.5	4.1	95	21.4	1.0
0.4-0.4-22.2-20(慣行)	27	369	5.2	47	655	5.1	71	575	3.7	4.2	88	20.1	1.8

注1. 処理名は基肥窒素量(kg/a)-追肥窒素量(kg/a)-栽植密度(株/㎡)-追肥時期(出穂前日数)

2. 倒伏程度は0(無)～5(甚)

第4表 施肥方法，栽植密度がなすひかりの収量および収量構成要素に及ぼす影響（2006年）

処理名	穂数	一穂粒数	総粒数	登熟歩合	千粒重	玄米重	同左慣行比
	本/m <sup>2</sup>		×100粒/m <sup>2</sup>	%	g	kg/a	%
0.4-0.4-11.1-40	368 **	98 *	360	88	20.9 **	66.2	103
0.4-0.4-15.2-40	421	93	389 *	85	20.5 **	67.9	106
0.4-0.4-22.2-40	454	82	374	89	20.8 **	69.4	108
0.6-0.4-11.1-20	358 **	99 **	355	88	21.2	66.3	103
0.6-0.4-15.2-20	387	92	355	87	21.3	65.8	102
0.64-0-11.1(全量基肥)	352 **	96 *	339	88	21.5	64.2	100
0.4-0.4-22.2-20(慣行)	418	81	337	88	21.7	64.3	100

注. \*\*, \*はそれぞれ1%, 5%水準で慣行区と有意差があることを示す(Dunnett法)

第5表 施肥方法，栽植密度がなすひかりの品質に及ぼす影響（2006年）

処理名	目視による外観品質						品質判定機調査値						玄米白度	食味分析計調査値						
	品質等級	粒張	光沢	乳白	腹白	良質粒	未熟粒	被害粒	死米	着色粒	胴割粒	%		%	%	%	%	%	%	%
0.4-0.4-11.1-40	2.5	2.5	2.5	3.0	4.0	1.0	82.9	1.9	13.0	0.1	1.8	0.6	19.6	7.4	69					
0.4-0.4-15.2-40	2.5	3.5	2.5	2.0	1.5	0.4	87.3	2.6	8.6	0.1	1.1	0.4	17.8	7.9	63					
0.4-0.4-22.2-40	2.0	3.0	2.0	2.0	1.5	1.0	88.4	1.5	8.8	0.0	1.0	0.4	18.6	8.0	63					
0.6-0.4-11.1-20	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	87.2	2.2	9.1	0.1	1.2	0.4	18.6	7.7	63					
0.6-0.4-15.2-20	2.0	2.5	2.5	2.0	1.0	1.0	82.6	2.3	13.2	0.1	1.4	0.5	19.2	7.9	67					
0.64-0-11.1(全量基肥)	2.0	2.0	2.0	2.5	1.0	1.0	87.9	1.0	8.7	0.1	1.4	1.0	19.5	7.8	62					
0.4-0.4-22.2-20(慣行)	2.0	2.0	2.5	3.0	1.0	1.0	91.0	1.3	5.9	0.1	1.3	0.6	19.1	8.0	62					

注1.外観品質は関東農政局栃木農政事務所調べ 品質:1(上上)~5(中中)~9(下下),等級:1(1上)~5(2中)~9(3下),粒張,光沢:1(良)~3(中)~5(否),乳白,腹白:0(無)~3(やや少)~6(多)

2.玄米タンパク質含有率は玄米水分14.5%で換算

条件のすべての区で慣行区より大きかったものの、0.4-0.4-15.2-40区以外の区ではわずかな増加にとどまり、全量基肥・疎植の0.64-0-11.1区で倒伏程度は慣行区より小さかった（第3表）。

栽植密度11.1株/m<sup>2</sup>の疎植条件では、いずれの施肥法でも慣行区に比べ穂数が有意に少なくなったが、一穂粒数は増加した。m<sup>2</sup>当たり総粒数は、すべての区で慣行区と同程度以上を確保できた。追肥を早めた施肥法では、玄米千粒重が慣行区に比べやや軽くなったが、登熟歩合は慣行区との間に有意な差は見られなかった。玄米重はすべての区で慣行区と同程度以上となった（第4表）。

玄米の外観品質はすべての区で上の中~上の下で、慣行区並みに良好であった。0.4-0.4-11.1-40区では乳白粒がやや多かった。0.4-0.4-15.2-40区では、倒伏程度が増加したため未熟粒が増加し、等級は慣行区に比べやや劣った。また、この区では、玄米白度が慣行区に比べやや低かった。品質判定機による良質粒の割合は、すべての区で80%以上を確保できたものの、慣行区の良質粒率に比べやや低かった。玄米タンパク質含有率は、すべ

ての区で慣行区と同程度以下で、食味スコアは同程度以上であった。0.4-0.4-11.1-40区では、玄米タンパク質含有率が低く、食味スコアは高かった（第5表）。

**試験2：溶出パターンの異なる肥効調節型肥料を用いた全量基肥施肥および栽植密度が生育、収量、品質、経済性に及ぼす影響**

2007年、2008年の気象および水稻の生育経過概要は以下のとおりである。2007年は、初期生育は良好で茎数が多かったため、穂数はやや多くなったが、7月中下旬の低温・日照不足により一穂粒数がやや少なく、m<sup>2</sup>当たり総粒数は平年並み~やや少なかった年であった。出穂後は高温により登熟歩合が高くなったが、7月の低温・寡照の影響で粒殻が小さく形成され、千粒重はやや軽く、収量は平年並みであった。一方、2008年は、移植後の低温により活着が遅れ、初期生育が不良となり茎数が少なかったことから、穂数はやや少なかったが、7月の高温により一穂粒数が増加し、m<sup>2</sup>当たりの総粒数は平年並みないしやや多かった。7月下旬からの日照不足により稈

長がやや長く、8月の豪雨により倒伏が増加した。更に、8月の日照不足により登熟歩合が低下したが、千粒重はやや重かったため、収量は平年並みであった。

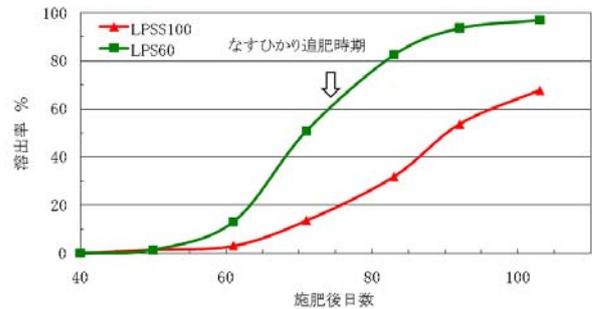
1. 全量基肥施肥と疎植の組合せが生育に及ぼす影響

LPS60は施肥後50日頃から窒素の溶出が始まり、施肥後60日から80日頃にかけて窒素の溶出程度が大きくなり、なすひかり分施肥体系の場合の追肥時期に当たる出穂前20日頃までに、LPS60の約6割の窒素が溶出した。約8割の窒素が溶出したのは施肥後80日頃であった。LPSS100は施肥後60日頃から窒素溶出が始まり、以降ほぼ一定の溶出率で経過した。なすひかり追肥時期時点での窒素溶出率は約2割であった(第1図)。窒素施肥量および溶出率から算出したところ、施肥時から追肥時期時点までのLPS60、LPSS100の窒素溶出量はそれぞれ0.14、0.07kg/aで、追肥時期以降に溶出する窒素量はLPS60で0.10kg/a、LPSS100で0.30kg/aであった。

栽植密度が低い区ほど初期の茎数は少なかったが、追肥前調査時にはLPS60を用いた全量基肥で栽植密度15.2株/㎡とした区(以下LPS60-15.2区と記す、他の区もこれに準ずる)は、茎数が慣行区並みになった。栃木県において水稻の生育診断を行う際に用いている葉色×茎数値は、いずれの区も移植後30日では慣行区より小さく、

最高分けつ期調査時にはLPS60-15.2区で慣行区の値に近づき、追肥前調査時にはLPS60-11.1区、LPS60-15.2区で慣行区を上回った(第6表)。

出穂期は疎植条件で慣行区より3~4日遅れ、成熟期は1~2日遅れた。出穂期の葉色は、生育後半の施肥窒素溶出が少ないLPS60を用いた区で慣行区に比べやや淡かった。稈長は、慣行区よりも全量基肥+疎植条件で長くなったが、倒伏程度の大幅な増加は見られなかった(第7表)。



第1図 LPS60, LPSS100の窒素溶出率(2008年)

注1. JA全農とちぎ調べ、試験2の実施圃場と隣接した圃場で調査した、施肥は4月30日  
2. 出穂期は8月2日

第6表 全量基肥施肥と疎植を組み合わせた栽培法によるなすひかりの生育経過 (2007, 2008年)

処理名	移植後30日				最高分けつ期				追肥前			
	草丈 cm	茎数 本/㎡	葉色	茎数× 葉色	草丈 cm	茎数 本/㎡	葉色	茎数× 葉色	草丈 cm	茎数 本/㎡	葉色	茎数× 葉色
LPS60-11.1	30	226	4.9	1100	52	517	5.0	2561	76	518	4.9	2515
LPS60-15.2	30	324	4.9	1583	52	667	4.9	3241	75	637	4.7	2993
LPSS100-11.1	29	209	4.8	1006	51	477	4.7	2261	72	474	4.6	2162
慣行	32	423	4.9	2069	53	731	4.5	3298	73	636	3.8	2423

注. 処理名は全量基肥に使用した肥効調節型肥料の種類-㎡当たり栽植密度

第7表 全量基肥施肥と疎植を組み合わせた栽培法によるなすひかりの出穂期, 成熟期の生育 (2007, 2008年)

処理名	出穂期 月/日	出穂期 葉色	成熟期 月/日	成熟期		倒伏 程度
				稈長 cm	穂長 cm	
LPS60-11.1	8/3	3.8	9/17	91	19.6	1.8
LPS60-15.2	8/2	3.8	9/16	90	19.2	1.9
LPSS100-11.1	8/3	4.1	9/16	90	20.3	1.0
慣行	7/30	4.3	9/15	85	19.7	1.5

2. 全量基肥施肥と疎植の組合せが収量および収量構成要素に及ぼす影響

収量は、いずれの区も慣行区を上回り、LPS60-15.2区で最も玄米重が重かった。収量構成要素では、LPSS100-11.1区で穂数が慣行区に比べ明らかに少なかったが、一穂粒数は増加した。その他の区では収量構成要素に慣行区と有意な差は見られなかった。その結果、いずれの区も㎡当たり総粒数は慣行区と同程度となった。千粒重と総粒数は反比例の傾向が見られた。また、いずれの区も有効茎歩合は慣行区に比べ高まる傾向であった(第8表)。

収量および収量構成要素の慣行区比を年次別に比較した(第9表)。千粒重の慣行区比は年次間差が小さかったが、その他の収量構成要素は年次により異なる傾向が

見られた。すべての区とも穂数、総粒数の慣行区比が2008年より2007年で大きく、登熟歩合の慣行区比は2008年で大きかった。

3. 全量基肥施肥と疎植の組合せが品質に及ぼす影響

玄米の外観品質はいずれの区も慣行区より優れ、品質判定機による良質粒の割合もすべての区で慣行区を上回った。LPS60-11.1区とLPS60-15.2区では、慣行区に比べ玄米タンパク質含有率がわずかに低く、食味スコアは高くなる傾向が見られた(第10表)。

4. 全量基肥施肥と疎植を組み合わせた栽培法による経済性

全量基肥と疎植を組み合わせた栽培法の経済性を試算

第8表 全量基肥施肥と疎植を組み合わせた栽培法によるなすひかりの収量および収量構成要素(2007, 2008年)

処理名	穂数	有効茎歩合	一穂粒数	総粒数	登熟歩合	千粒重	玄米重	同左慣行比
	本/㎡	%		×100粒/㎡	%	g	kg/a	%
LPS60-11.1	398	77	79	317	92	21.7	63.0	104
LPS60-15.2	444	67	74	332	92	21.4	65.1	107
LPSS100-11.1	366 **	77	83 *	303	91	22.3	61.9	102
慣行	428	59	75	320	87	21.8	60.6	100

注. \*\*, \*はそれぞれ1%, 5%水準で慣行区と有意差があることを示す(Dunnett法)

第9表 慣行区を100とした場合の収量および収量構成要素の年次別比較

処理名	穂数	一穂粒数	総粒数	登熟歩合	千粒重	玄米重
LPS60-11.1	100	99	101	100	100	101
LPS60-15.2	109	98	108	101	98	107
LPSS100-11.1	89	112	100	100	104	103
LPS60-11.1	87	112	97	111	99	107
LPS60-15.2	99	101	100	111	98	108
LPSS100-11.1	82	110	90	110	101	101

第10表 全量基肥施肥と疎植を組み合わせた栽培法によるなすひかりの品質(2007, 2008年)

処理名	目視による外観品質							品質判定機調査値						食味分析計調査値					
	品質等級		粒張		乳白腹白			良質粒		未熟粒		被害粒			死米	着色粒	胴割粒	玄米白度	食味スコア
LPS60-11.1	3.0	3.3	2.5	3.3	1.3	0.8	86.0	5.2	3.4	0.0	3.7	1.8	21.1	6.6	74				
LPS60-15.2	3.3	3.0	2.5	2.5	1.3	1.0	87.9	4.3	3.2	0.1	3.2	1.4	20.9	6.7	75				
LPSS100-11.1	3.3	3.0	2.5	3.5	1.0	0.5	88.2	4.5	2.4	0.1	2.5	2.4	21.6	7.0	72				
慣行	4.5	4.0	3.0	3.5	2.3	0.8	84.0	5.5	2.9	0.0	4.1	3.5	21.6	7.0	73				

注1. 外観品質は関東農政局栃木農政事務所調べ 品質:1(上上)~5(中中)~9(下下), 等級:1(1上)~5(2中)~9(3下), 粒張, 光沢:1(良)~3(中)~5(否), 乳白, 腹白:0(無)~3(やや少)~6(多)

2. 玄米タンパク質含有率は玄米水分14.5%で換算

第11表 全量基肥施肥と疎植を組み合わせた栽培法によるなすひかりの10a当たり経済性試算

処理名	育苗資材費 A				肥料費 B	合計 A+B	育苗資材費+ 肥料費の低減額* C	粗収益 円	粗収益の 増加額* D	慣行区との 所得差 C+D
	種子	育苗用培土	農薬	計						
	円	円	円	円	円	円	円	円	円	
LPS60-11.1	614	985	1,750	3,350	5,680	9,030	3,560	121,552	4,433	7,993
LPS60-15.2	841	1,349	2,398	4,588	5,680	10,268	2,322	125,709	8,590	10,912
LPSS100-11.1	614	985	1,750	3,350	7,026	10,375	2,214	119,594	2,475	4,690
慣行	1,229	1,970	3,501	6,700	5,890	12,590	—	117,119	—	—

注1.資材費は平成19年12月時点の価格、粗収益は平成19年産米生産者手取額から試算した

2.\*育苗資材費+肥料費の低減額、粗収益の増加額は慣行区との比較

した(第11表)。栽植密度が低いほど、育苗資材費は低減した。LPS60を用いた全量基肥施肥では、窒素施用量を慣行区の80%としたため、肥料費がわずかに低減したが、LPSS100を用いた区では、価格の高い肥効調節型肥料の配合割合が高く、肥料費は増加した。

全量基肥による疎植栽培で、なすひかりの10a当たりの育苗資材費と肥料費の合計は、慣行区に比べ2,214~3,560円低減でき、10a当たり粗収益は、収量が確保できたことにより2,475~8,590円増加した。これらから、10a当たり所得は4,690~10,912円増加すると試算された。最も収益の上がった区は、LPS60-15.2区、次いでLPS60-11.1区であった。

#### IV 考察

疎植条件で生育した水稲は、慣行の栽植密度で生育した場合と比較して、茎数の増加速度が遅く、穂数が少なくなるが、一穂粒数が増える特徴があり、慣行栽培とほぼ同程度の収量を確保できるとの報告がある<sup>4,7)</sup>。一方、疎植栽培では、穂数不足による粒数不足が低収の要因となる<sup>3)</sup>、初期生育の不良な条件ではm<sup>2</sup>当たり総粒数が大きく減少し、収量への影響が大きい等の報告があり<sup>4)</sup>、疎植栽培で安定して収量を確保するためには、気象条件に左右されない安定した穂数確保が重要であると考えられる。

本試験で、追肥時期を出穂前40日に早めると茎数が増加し、穂数確保に結びついたとの結果を受け、茎数が増加する時期に肥効が発現すると考えられるLPS60を用いた全量基肥施肥により、穂数を安定して確保し、高品質安定生産が可能となる疎植栽培法を検討した。また、栃木県で普及している、肥効調節型肥料にLPSS100を用いた全量基肥栽培用肥料「ひとふりくん1号」と同じ窒素成分の施肥法も併せて検討した。

LPS60の栃木県における肥効発現は、茎数の増加程度

が大きくなる時期に窒素の溶出が多くなった。このため、栽植密度が低いほど初期の茎数は少なかったものの、LPS60を用いることにより、茎数が増加し、それに伴い穂数も増加した。初期生育が不良であった年次でも、この施肥法で15.2株/m<sup>2</sup>の栽植密度条件では、慣行区並みの穂数を確保でき、11.1株/m<sup>2</sup>でも慣行区に近い穂数となった。LPS60を用いた全量基肥施肥による疎植栽培は、安定して穂数を確保でき、m<sup>2</sup>当たり総粒数の確保も可能となるため、収量の安定に寄与すると考えられた。

栽植密度が低いほど稈長は長くなるが、倒伏程度は小さくなる傾向にあり、その要因として、下位節間長に差は認められず、茎の径が太くなることが考えられるとの報告がある<sup>9)</sup>。本試験では、LPSS100を用いた全量基肥による疎植栽培で同様の傾向を示したが、LPS60を用いた全量基肥による疎植栽培では、LPSS100を用いた区と稈長は同程度であったにもかかわらず、倒伏程度がわずかに増加した。この要因として、LPS60を用いた区では、茎数の増加により茎の径がLPSS100を用いた区より細くなり、倒伏のわずかな増加につながったと考えられた。なすひかりは耐倒伏性がコシヒカリより強いいため、倒伏程度がわずかに増加しても収量、品質へ及ぼす影響は小さいと考えられた。

2008年は、8月が日照不足で登熟条件が不良であったが、なすひかりの疎植栽培では登熟歩合が慣行区に比べ10%程度高かった。疎植条件では、稲体への光条件が改善され、登熟期間中の葉や根の活力が高く維持されたとの報告<sup>11)</sup>や、疎植は登熟前半の日照不足に強く、収量面から見た安定性が高いとの報告がある<sup>4)</sup>。本試験結果から、なすひかりの疎植栽培は、登熟に不良な環境下で登熟の低下を抑制できる有効な手段になり得ると考えられた。

米の食味に影響を及ぼす玄米タンパク質含有率は、高いほど食味が劣ることが報告されているが<sup>5,10,13)</sup>、なすひ

かりではLPS60を用いた全量基肥施肥による疎植栽培で、わずかながら玄米タンパク質含有率が低下する傾向が見られた。疎植栽培では玄米タンパク質含有率がやや高くなるとの報告があるが<sup>7)</sup>、それとは異なる結果であった。その要因として、LPS60が施肥後80日で約80%の窒素を溶出するため、生育後半に稲体へ吸収される窒素が少ないことが考えられた。しかし、登熟期の窒素栄養凋落は、背白粒や基白粒発生の一因となるとの指摘があり<sup>8)</sup>、LPS60を用いた全量基肥施肥では玄米の外観品質の低下が懸念されたが、本試験で品質の低下は見られなかった。一般に、 $m^2$ 当たり総粒数を確保する際、穂数を少なくして一穂粒数を多く確保するより、穂数を多くして一穂粒数を少なくする方が登熟が高まり、登熟の揃いも良いとされている。なすひかりはコシヒカリよりも穂数が多く、一穂粒数が少ない品種であるため<sup>9)</sup>、このことが、生育後半の窒素が少ない施肥条件でも登熟の低下が少なく、玄米品質への影響も見られなかった一因になっていると考えられた。

栽植密度が高いと穂は限られた上層に集中する傾向があるが、栽植密度が低いと広い層にわたって分布するとの報告<sup>1)</sup>があり、本試験でも、疎植条件では穂揃いが劣り、登熟がむらになることによって品質に悪影響が出ることが懸念された。しかし、本試験の疎植栽培では、穂揃いに若干のばらつきが見られた程度で、また、出穂始期から穂揃い期までの日数がわずかに長くなる程度であった(データ省略)。慣行区の収穫は、帯緑色初率5%を基準として行っており、疎植区でも同じ判断基準で収穫を実施したが、玄米の外観品質に問題はなく、疎植条件でも、慣行の栽植密度と同じ収穫時期の判断基準が適用できると考えられた。

LPS60を用いた全量基肥によるなすひかりの疎植栽培では、育苗に係る資材費、肥料費の合計を10a当たり2,300~3,600円程度低減できると試算した。 $m^2$ 当たり栽植密度を15.2株とした場合は、11.1株の場合より育苗資材費、肥料費の低減幅は小さいが、安定して収量を確保できるため、収益性は高かった。一方、11.1株の場合、収益性は15.2株の場合に及ばなかったが、育苗資材費、肥料費の低減幅が大きく、育苗箱数をより削減することができる。植付株間を慣行栽培の2倍に広げた疎植栽培では、10a当たりの使用育苗箱数および育苗箱運搬重量は慣行栽培の約2分の1になり、10a当たりの播種および育苗関連作業時間、総作業時間はそれぞれ慣行栽培に比べ42%、8%削減できるとの報告がある<sup>12)</sup>。 $m^2$ 当たり栽植密度11.1株の場合、育苗、苗運搬等の作業は $m^2$ 当たり15.2株の場合より更に省力化、軽労化できるという利点

がある。LPS60を用いた全量基肥施肥によるなすひかりの疎植栽培が生産現場で取り組まれることによって、農業所得の向上に寄与できると考えられた。

なお、今回の結果は栃木県中部地域における普通期早植栽培での稚苗移植によって得られたものである。地域、作型、苗質等の違いが、収量および品質に及ぼす影響については更なる検討が必要である。

## 謝 辞

研究を遂行するにあたり、青木武志主任技術員には試験圃場の管理並びに調査等の補助に協力いただいた。また、作物技術部の方々に多大なるご支援をいただいた。ここに心から感謝の意を表す。

## 引用文献

1. 秋田謙司 (1982) 作物の競合並びに補償に関する研究 第10報 水稻器官の生育に及ぼす栽植密度の影響. 神大農研報 15: 11-16.
2. 日高伸 (1996) 水稻の合理的全量基肥技術の開発 (2) 一埼玉県を例として. 農業技術 51(7): 24-28.
3. 平野貢・山崎和也・TRUONG Tac Hop・黒田栄喜・村田孝雄 (1997) 窒素施肥体系および疎植の組合せ栽培が水稻の生育および収量に及ぼす影響. 日作紀66(4): 551-558.
4. 井上健一・林恒夫・湯浅佳織・笈田豊彦 (2004) 水稻品質食味要因の安定性に関する研究 第2報 疎植条件が水稻の物質生産と収量品質に及ぼす影響. 福井農試研報 41: 15-28.
5. 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蛋白質含有率の影響. 食総研報 29: 9-15.
6. 伊澤由行・湯澤正明・藤井真弓・五月女恭子・大谷和彦・小林俊一・大久保堯司・小島隆・山口正篤・伊藤浩・倉井耕一・出口美里・栃木喜八朗・五月女敏範・池田二郎 (2005) 水稻新品種「なすひかり」の育成. 栃木農試研報 55: 1-14.
7. 木村浩・森重陽子・杉山英治・住吉俊治・河内博文・川崎哲郎 (2005) 疎植水稻の生育特性と安定生産技術. 愛媛農試研報 39: 1-9
8. 中川博視・白川美翠・永島秀樹 (2006) 炭水化物

- 供給可能量と穂揃期窒素追肥がイネの白未熟粒の発生に及ぼす影響. 日作紀 75 (別2) : 12-13
9. 中山幸則 (2009) 三重県でのコシヒカリの疎植栽培体系. 「農業技術大系 作物編」農文協 東京 2-② (追録31) : 技488の152-技488の156.
  10. 岡留博司・栗原昌之・楠田宰・豊島英親・金静逸・下坪訓次・松田智明・大坪研一 (1999) 窒素施肥の異なる炊飯米の多面的物性評価法. 日作紀 68 : 211-216
  11. 大橋善之・今井久遠 (2004) 京都府丹後地域における水稲「コシヒカリ」の疎植栽培が収量, 品質に及ぼす影響. 日作紀 73 (別1) : 26-27.
  12. 大野高資・杉山英治・川崎哲郎 (2001) 水稲疎植栽培が省力・低コストに及ぼす影響. 愛媛農試研報 36 : 1-5.
  13. 佐藤恭子・伊藤浩・大久保堯司・大谷和彦・小島隆 (1995) 栃木県における米の食味評価・選抜. 栃木農試研報 43 : 9-18.
  14. 上野正夫・熊谷勝巳・富樫政博・田中伸幸 (1991) 土壌窒素と緩効性被覆肥料を利用した全量基肥施肥技術. 日本土壌肥料学雑誌 62 : 647-653.