

北部九州における水稻湛水直播栽培に関する研究

— 苗立ち密度ならびに播種様式が水稻の生育、収量および米の食味特性に及ぼす影響 —

尾形武文*・松江勇次

(福岡県農業総合試験場)

要旨: 北部九州における良食味米生産を前提とした水稻湛水直播栽培法の確立のための基礎的知見を得る目的で、直播適性の優れた品種を用いて水稻の苗立ち密度ならびに播種様式 (すじ播, 点播, 散播) が水稻の生育, 収量および米の食味と理化学的特性に及ぼす影響を検討した。水稻湛水直播栽培での m^2 当たり 80 本の苗立ち密度は, m^2 当たり 20, 40, 100, 150, 200 本の苗立ち密度に比較して耐倒伏性や収量が安定して優れていた。苗立ち密度が異なる場合, 食味総合評価と有意な相関のある理化学的特性はタンパク質含有率のみであり, m^2 当たり 80 本の苗立ち密度では精米中のタンパク質含有率は生産年や品種が異なっても安定して低く, 食味も優れていた。播種様式において, 耐倒伏性は点播が優れ, 散播は劣った。収量は点播やすじ播が優れたが散播は劣った。米の食味や理化学的特性は播種様式間で有意な差は認められなかった。これらの結果から, 良食味米生産を前提とした播種様式は倒伏による収量, 外観品質および食味の低下を考慮すると, 耐倒伏性が優れる点播が最も適し, 次にすじ播が適するが, 散播は適さないと考えられた。

キーワード: 米, 食味, 耐倒伏性, 湛水直播, タンパク質, 苗立ち密度, 播種様式。

湛水土壤中直播栽培 (以下, 湛水直播栽培) における苗立ち密度については数多くの報告があり (小山・田中 1984, 中村ら 1984, 1985, 1986, 上山ら 1989, 三石ら 1990, 佐々木・鶴田 1990), 適正な苗立ち密度は品種, 播種期, 播種様式, 施肥法などの諸要因によって異なるとしている (櫛淵 1995)。既往の苗立ち密度に関する報告は, いずれも収量性や耐倒伏性からみた結果であり, 米の食味や理化学的特性をも加味した総合的な苗立ち密度を検討した報告はないようである。今後, 品質を含めた作柄の安定化を図るためには, 収量と食味からみた総合的な考察が必要である。ところで, 湛水直播栽培における播種様式には大きく分けてすじ播, 点播, 散播がある。これらの様式間にはそれぞれ生育, 収量に違いがあることが報告されている (相川・森脇 1982, 世古ら 1983, 下坪・富樫 1996 a, b) が, 米の食味や理化学的特性に及ぼす影響の検討はなされていない。良食味米生産を前提とした直播栽培の普及・定着を図るためには, 播種様式と食味との関係を明らかにしておくことも大切であると考え。米の食味形質は消費者の良食味米嗜好の高まりや新食糧法下における産地間競争の激化, さらに米の自由化に対応して, 省力・低コスト技術である湛水直播栽培においても必要不可欠な極めて重要な形質である。そこで, 北部九州における良食味米生産を前提とした水稻湛水直播栽培法の確立のための基礎的知見を得る目的で, 苗立ち密度およびすじ播, 点播, 散播の 3 播種様式が水稻の生育や収量および米の外観品質や食味に及ぼす影響について検討した。

材料と方法

試験は 1995 年と 1996 年に, 福岡県農業総合試験場の砂壤土水田圃場で行った。

1. 苗立ち密度試験

供試品種は直播適性のあるキヌヒカリとつくし早生を用いた (後者は 1996 年のみ)。湛水直播栽培における播種前処理は既報 (尾形・松江 1996) に準じ, ハト胸状になった種子に酸素供給剤 (カルパー粉剤 16) を乾籾の 2 倍量粉衣した。本田への播種は 6 月 1 日に行った。播種密度は, 両年ともに苗立ち密度の目標を m^2 当たり 20, 40, 80, 100, 150, 200 本として, 目標苗立ち密度の約 30% 増の種子を条間 30 cm にすじ播した。出芽後ただちに目標の 6 段階の苗立ち密度に間引いて補正した。播種深度は地表面より 0~0.5 cm とした。

窒素の施肥量 (基肥+第 1 回穂肥+第 2 回穂肥) は m^2 当たり成分で, キヌヒカリは 5.0+2.0+1.5 g, つくし早生は 6.0+2.0+1.5 g とした。リン酸は基肥のみに施用し, その施肥量は m^2 当たり成分でキヌヒカリは 5.0 g, つくし早生は 6.0 g とした。カリの施肥量は, 窒素の施肥量に同じとした。

試験規模は 1 区 3.6 m^2 の 3 反復とし, 出穂期, 1 株穂数, 稈長および倒伏程度を調査した。倒伏程度は 0 (無) ~5 (甚) の 6 段階として達観調査した。倒伏関連形質は, 葉鞘を 1 枚つけた N_3 節間における稈の太さおよび挫折重, 出穂後 14~21 日の押し倒し抵抗値ならびに冠根の太さを調査した。調査方法は既報 (尾形・松江 1996) に準じた。収量は粒厚 1.8 mm 以上の精玄米重で表した。さらに, 玄米の外観品質を調査した。食味総合評価は基準米をコシヒカリとし, パネル員 15~16 名で行った。精米のタンパク質含有率, アミロース含有率およびアミログラム特性の最高粘度とブレイクダウンは松江ら (1991) の方法に準じて調査した。また, 1996 年は極少量炊飯方式 (遠藤ら 1980) によるテクスチャー特性値 (H/-H) を測定した。全研社製テクスチュロメーターを用い, 測定条件は精

米0.6 gについてクリアランス1.0 mm, ブリッジ電圧3.0 vとして, 5回測定のを測定値とした。

2. 播種様式試験

供試品種は, 直播適性のあるキヌヒカリと黄金晴である。湛水直播栽培における播種前処理は苗立ち密度試験に準じ, 本田への播種は6月1日に行った。播種様式は, すじ播, 点播および散播の3様式とした。すじ播区は条間30 cmですじ状に播種し, 点播区はすじ間30 cm×株間15 cmの1点4~5本立てとし, 散播区は手播により散播した。播種密度は, 苗立ち目標を100 本/m²と想定し, 各処理区ともに目標の約30%増を播種した。出芽後直ちに苗立ち本数の補正を行い両品種100 本/m²とした。播種深度は地表面より0~0.5 cmとした。

窒素の施肥量(基肥+第1回穂肥+第2回穂肥)はm²当たり成分で, キヌヒカリは5.0+2.0+1.5 g, 黄金晴は6.0+2.0+1.5 gとした。リン酸は基肥のみに施用し, 施肥量はm²当たり成分でキヌヒカリは5.0 g, 黄金晴は6.0 gとした。カリの施肥量は, 窒素の施肥量に同じとした。

出穂期, 稈長, 穂長, 穂数および収量を調査した。倒伏程度は0(無)~5(甚)の6段階として達観調査した。倒伏関連形質はN₃節間の稈の太さおよび挫折重, 出穂14~21日後の押し倒し抵抗値ならびに冠根の太さを調査した。さらに, 外観品質, 食味官能試験による食味総合評価, 精米のタンパク質含有率, アミロース含有率およびアミログラム特性の最高粘度とブレイクダウンを苗立ち密度試験に準じて調査した。

結 果

1. 年次別気象概況と生育, 収量

1995年において, 6月2半旬~7月1半旬の気温は平年より1°C程度低く, 日照時間は短く, 低温寡照で経過した。そのため生育はやや遅れた。しかし, 7月2半旬以降は高温多照条件で経過したため出穂期は早まるとともに,

登熟期間中の天候は概ね良好であったため作柄は平年に比較して, やや良であった。1996年は, 6月~7月1半旬は高温に推移した。7月2半旬の気温は平年に比較して3.3°C低かったが, その後高温となり日照時間も平年並となったため, 出穂期はやや早まった。登熟期間の8月4半旬~9月3半旬まではやや低温で経過したが, その後収穫期にかけて概ね多照に推移したため作柄はやや良であった。

2. 苗立ち密度が水稻の生育, 収量および米の食味特性に及ぼす影響

(1) 苗立ち密度が生育および耐倒伏性に及ぼす影響

1995年と1996年にキヌヒカリを用いて苗立ち密度が出穂期や耐倒伏性に及ぼす影響を第1表に示した。出穂期, 倒伏関連形質や倒伏程度には苗立ち密度と生産年との交互作用はみられず, 倒伏関連形質と倒伏程度は生産年に関係なく苗立ち密度に大きく影響を受けた。福岡県の標準苗立ち密度とされる80 本/m²区(土居ら1988)に比較して, 出穂期は20 本/m²区では2日遅くなり, 150 本/m², 200 本/m²区では1日早くなり, 苗立ち密度が低いほど遅くなった。稈長は苗立ち密度の影響を受けず, ほぼ一定であった(表記は略)。稈は, 苗立ち密度が低いほど太くなった。挫折重も稈の太さと同様な傾向を示し, 苗立ち密度が低い区でより大きかった。冠根も同様に, 苗立ち密度が低くなるにつれて太くなった。押し倒し抵抗値は, 苗立ち密度が200 本/m²区から40 本/m²区までの間では密度が低くなれば大きくなり, 40 本/m²区で最も大きな値を示した。しかし, 密度が最も低い20 本/m²区の押し倒し抵抗値は小さかった。倒伏程度は40~80 本/m²区は有意に小さく, 苗立ち密度が最も低い20 本/m²区と最も高い150~200 本/m²区では大きくなった。

(2) 苗立ち密度が収量構成要素, 収量および玄米品質に及ぼす影響

1995年と1996年にキヌヒカリを用いて, 苗立ち密度が生育, 収量および玄米品質に及ぼす影響を第2表に示し

第1表 苗立ち密度が生育および耐倒伏性に及ぼす影響。

苗立ち密度 本/m ²	出穂期 月日	葉緑素示度	稈の太さ mm ²	挫折重 g	冠根の太さ mm	押し倒し抵抗値 g/穂	倒伏程度
20	8.15 a	42.7 a	37.0 a	1000 a	1.28 a	27.5 b	1.6 a
40	8.14 b	40.7 a	36.9 a	878 a	1.19 a	49.4 a	0.3 c
80	8.13 c	37.8 b	31.1 b	853 ab	1.08 b	35.4 a	0.5 c
100	8.13 c	38.1 b	29.6 b	814 ab	1.05 bc	30.2 b	1.1 b
150	8.13 c	36.9 b	24.1 c	661 bc	0.97 c	26.3 b	1.4 ab
200	8.12 d	36.4 b	21.8 c	621 c	0.97 c	18.8 c	2.1 a
密度	6.02***	17.79**	240.53***	147524***	0.09***	649.34**	2.62***
MS値 年産	1.36**	—	18.77	81035*	0.00	136.11	0.02
密度×年産	0.29	—	5.54	11564	0.00	36.35	0.35

品種はキヌヒカリで1995年と1996年の平均値で示した。葉緑素計示度のみ1996年。同一英文字間は5%水準で有意差がないことを示す(Tukeyの方法による)。MS値は平均平方を表し, **, ***は各々1, 0.1%水準で有意であることを示す。

第2表 苗立ち密度が生育、収量及び玄米品質に及ぼす影響。

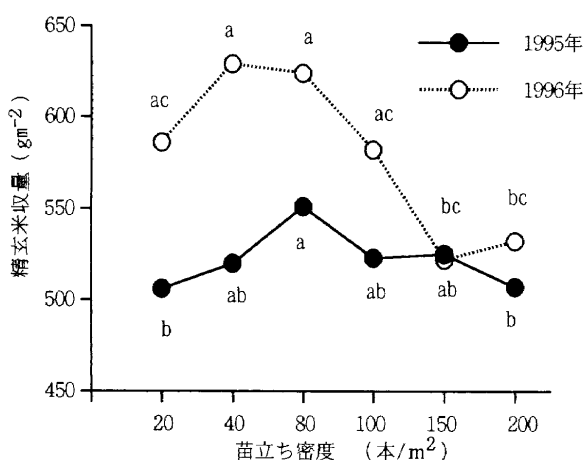
苗立ち密度 本/m ²	1株穂数 本	1穂粒数 粒	m ² 当たり粒数 ×100粒	千粒重 g	収量 gm ⁻²	乳白米	検査等級
20	16.2 a	92.6	298	22.3 b	546	2.3	4.8 a
40	9.1 b	84.2	307	22.7 bc	575	1.8	4.0 ab
80	4.8 c	79.5	307	23.1 ac	588	0.9	3.4 bc
100	3.9 d	73.6	287	23.2 ac	553	0.9	2.9 c
150	2.8 e	67.9	286	23.3 ac	524	0.6	3.0 cd
200	2.2 e	62.0	272	23.4 a	520	0.9	4.1 abd
密度	170.51**	745.60***	1158**	1.07***	43***	3.88***	3.14***
MS値 年産	0.28	108.16*	10404***	6.16***	294***	0.23	14.10***
密度×年産	1.05	55.98*	1246**	0.11	24**	0.74*	0.37

品種はキヌヒカリで1995年と1996年の平均値で示した。

乳白米の発生は0(無)～5(甚), 検査等級は1(1等上)～9(3等下)で表示した。

同一英文字間は5%水準で有意差がないことを示す(Tukeyの方法による)。

MS値は平均平方を表し, *, **, ***は各々5, 1, 0.1%水準で有意であることを示す。



第1図 湛水直播栽培での苗立ち密度が異なる場合の生産年別精玄米収量。

生産年別の精玄米収量において同一英文字間の各苗立ち密度の精玄米収量が5%水準で有意差がないことを示す(Tukeyの方法による)。

た。1株穂数、千粒重、検査等級には苗立ち密度と生産年との間に交互作用はみられず、生産年に関わらず苗立ち密度間で同じ傾向を示した。つまり、1株穂数は苗立ち密度が低いほど多く、最も密度が低い20本/m²区では16.2本/株、最も密度が高い200本/m²区では2.2本/株であった。千粒重は苗立ち密度が低いほど小さくなった。また、検査等級は80～150本/m²で優れ、それよりも密度が低くなったり、高くなったりすると劣った。次に、1穂粒数、m²当たり粒数、収量および乳白米の発生には苗立ち密度と生産年との間に交互作用がみられ、苗立ち密度とともに生産年の影響も受けた。この中で収量は、生産年別に苗立ち密度間の収量を比較して第1図に示した。1995年の収量は20～100本/m²区で、1996年は40～150本/m²区で有意に高く、なかでも平均収量の最も高かった区は1995年は40本/m²区、1996年は80本/m²区であった。

(3) 苗立ち密度が米の食味と理化学的特性に及ぼす影響

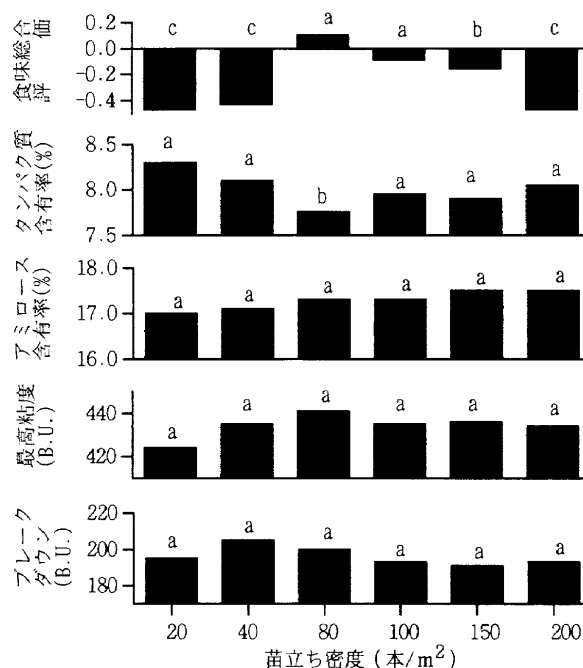
苗立ち密度が米の食味や理化学的特性に及ぼす影響を明らかにするために、1995年と1996年にキヌヒカリを用い

第3表 食味総合評価と理化学的特性との単相関係数。

タンパク質含有率	アミロース含有率	最高粘度	ブレイクダウン
-0.72**	0.04	0.25	-0.11

1995年と1996年のキヌヒカリについて、2カ年こみの単相関係数を求めた。

**は1%水準で有意であることを示す。n=12。



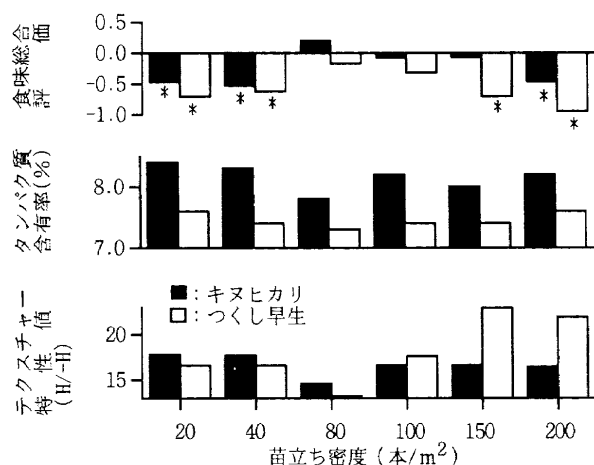
第2図 同一品種を2年間栽培した場合の苗立ち密度と米の食味および理化学的特性。

供試品種はキヌヒカリで、食味の基準米はコシヒカリを用いた。1995年と1996年の平均値で示した。

同一英文字間は5%水準で有意差がないことを示す(Tukeyの方法による)。

た食味総合評価と米の理化学的特性との単相関係数を第3表に示した。米の理化学的特性の中で食味総合評価と有意な相関が見られた形質は精米中のタンパク質含有率のみで、アミロース含有率やアミログラム特性の最高粘度やブレイクダウンとの間にはみられなかった。

キヌヒカリを1995年と1996年の2年間栽培した場合の



第3図 品種が異なる場合の苗立ち密度と米の食味および理化学的特性(1996年).

*は基準米コシヒカリに対して5%水準で有意差があることを示す。

苗立ち密度と米の食味および理化学的特性の関係を第2図に示した。キヌヒカリにおける2年間平均の食味総合評価は、基準米コシヒカリに比較して80本/m²区で+0.1、100本/m²区で-0.09と他の苗立ち密度よりも有意に優れた。精米中のタンパク質含有率は80本/m²区が7.75%と最も低かった。特に、苗立ち密度の低い20本/m²は8.3%と高い傾向を示した。また、倒伏程度の多くなった苗立ち密度200本/m²区のタンパク質含有率は高くなる傾向を示した。アミロース含有率、最高粘度やブレイクダウンは、苗立ち密度間で有意な差は見られなかった。

次に、1996年においてキヌヒカリとつくし早生の2品種を用いて、品種が異なる場合の苗立ち密度と米の食味および理化学的特性との関係を第3図に示した。キヌヒカリ、つくし早生の2品種ともに食味総合評価は基準米コシヒカリに対して各々0.2、-0.19と80本/m²区が優れ、精米中タンパク質含有率も80本/m²区が低い傾向を示し

た。また、極少量炊飯方式で行ったキヌヒカリとつくし早生の80本/m²区におけるテクスチャー特性値(H/-H)は各々14.6、13.2と小さく優れる傾向にあった。

3. 播種様式が水稻の生育、収量および米の食味特性に及ぼす影響

(1) 播種様式が生育および耐倒伏性に及ぼす影響

湛水直播栽培における播種様式が生育および耐倒伏性に及ぼす影響を品種別に第4表に示した。散播区は処理区内で苗立ち密度が高い箇所と低い箇所がみられたが、すじ播区と点播区は均一な苗立ちであった。播種様式の違いによって出穂期や稈長(略)に差はみられなかった。倒伏関連形質において、稈の太さや挫折重には播種様式の違いによる差はみられなかったが、冠根の太さは黄金晴で差がみられ、すじ播区や点播区より散播区が細くなった。一方、押し倒し抵抗値は両品種ともに播種様式間で有意な差がみられ、点播区が最も大きな値を示したキヌヒカリで35.8g/穂、黄金晴で46.0g/穂であった。すじ播区は中間的な値を示し、散播区が最も小さい値を示した。また、黄金晴の倒伏程度は播種様式と生産年との間に交互作用がみられたが、キヌヒカリでは認められず、点播区は0.6と小さく、散播区は1.9と大きかった。

(2) 播種様式が収量性および玄米品質に及ぼす影響

湛水直播栽培において播種様式が収量性および玄米品質に及ぼす影響を第5表に示した。黄金晴ではm²当たり粒数と検査等級において播種様式と生産年との間に交互作用がみられたが、他の形質に交互作用はみられなかった。また、両品種を通じて、穂数、m²当たり粒数、登熟歩合、千粒重には播種様式の違いによる差はみられなかった。収量は、両品種ともに散播区はすじ播区や点播区に比べて劣った。乳白米の発生はキヌヒカリに多くみられたものの、

第4表 播種様式が生育や耐倒伏性に及ぼす影響。

品 種	播種様式	出穂期 月日	稈の太さ mm ²	挫折重 g	冠根の太さ mm	押し倒し抵抗値 g/穂	倒伏程度
キヌヒカリ	すじ播	8.14 a	31.1 a	863 a	1.14 a	30.0 b	1.3 b
	点 播	8.14 a	30.3 a	900 a	1.15 a	35.8 a	0.6 c
	散 播	8.14 a	30.1 a	853 a	1.11 a	20.7 c	1.9 a
	様 式	0.00	1.70	3670	0.00	351.75**	2.54*
	MS値 年 産	6.72**	57.96*	1780	0.11**	1.56	0.56
	様式×年産	0.22	0.45	163	0.00	30.60	0.16
黄金晴	すじ播	8.23 a	26.0 a	855 a	0.99 a	33.2 b	1.0
	点 播	8.23 a	29.1 a	935 a	1.03 a	46.0 a	0.4
	散 播	8.23 a	26.2 a	837 a	0.94 b	22.9 c	1.6
	様 式	0.05	17.97	16325	0.01**	802.59**	1.98**
	MS値 年 産	5.55**	302.58**	30422	0.21*	64.60	9.10**
	様式×年産	0.05	3.05	249	0.00	70.05	0.56**

1995年と1996年の平均値で示した。第5、6表も同じ。

倒伏程度は0(無)～5(甚)の6段階で表示した。

同一品種内の同一英文字間には5%水準で有意差がないことを示す(Tukeyの方法による)。

MS値は平均平方を表し、*、**は各々5、1%水準で有意であることを示す。

播種様式間に差はなく、検査等級にも差はなかった。

(3) 播種様式が食味に及ぼす影響

すじ播、点播および散播の3播種様式が米の食味および理化学的特性に及ぼす影響を第6表に示した。食味総合評価では、両品種ともに点播区が優れる傾向にあるものの播種様式間に差はみられなかった。米のタンパク質含有率、アミロース含有率、最高粘度、ブレークダウンの理化学的特性に差はみられなかった。

考 察

湛水直播栽培における米の食味からみた最適苗立ち密度を明らかにするために、苗立ち密度が水稻の生育と収量ならびに米の外観品質と食味に及ぼす影響について検討した。湛水直播栽培における倒伏程度は40～80本/m²が生産年を越えて小さく、苗立ち密度が最も低い20本/m²と高い150～200本/m²で倒伏程度が大きくなった。苗立ち密度の低い20本/m²で倒伏程度が1.6を示したのは1株穂数が極端に多くなり、1穂当たりの押し倒し抵抗値が小さくなったためと考えられる。一方、苗立ち密度が高い

150～200本/m²で倒伏程度が1.4～2.1を示したのは、稈の太さ、挫折重や冠根の太さが小さくなり、押し倒し抵抗値が小さくなったためと考えられる。土居ら(1988)は、福岡県の筑後重粘土地域においては生育や収量から判断して88本/m²が安定した苗立ちであるとしている。以上の結果から、生育、倒伏関連形質および耐倒伏性からみた好適な苗立ち密度は、40本～100本/m²の範囲にあるものと考えられる。

1株穂数は苗立ち密度が低いほど多く、1穂粒数は苗立ち密度が低くなると多くなる傾向を示した。収量は40～80本/m²が高い傾向にあり、倒伏程度が大きかった20本/m²と150～200本/m²で低収となる傾向を示した。玄米の外観品質において、乳白米の発生は20本/m²や40本/m²で多くなり、検査等級は劣った。長戸・江幡(1965)や木戸・梁取(1968)は乳白米発現の原因は1穂内における各穎果の養分吸収の競合の激化によると推定した。20本/m²と40本/m²において乳白米が多く発生し、検査等級が劣ったのは、1穂粒数が有意に多くなったことによる各穎果の養分吸収における競合の激化のためと考えられる。以上の結果より、収量および外観品質からみた好適な苗立ち密

第5表 播種様式と収量・玄米品質。

品 種	播種様式	m ² 当り穂数 本	m ² 当り粒数 ×100粒	登熟歩合 %	千粒重 g	収量 gm ⁻²	乳白米	検査等級
キヌヒカリ	すじ播	377 a	279 a	84.1 a	23.1 a	558 a	0.6 a	3.0 a
	点 播	364 a	274 a	84.1 a	23.0 a	548 a	0.5 a	2.8 a
	散 播	364 a	279 a	79.3 a	23.1 a	519 b	0.9 a	3.5 a
	様 式	321	60	46.72	0.02	23	0.18	0.72
	MS値 年 産	6422*	7240**	94.76	5.55**	150**	1.07**	3.55*
	様式×年産	1040	551	30.33	0.13	0.05	0.01	0.05
黄金晴	すじ播	370 a	270	88.2 a	23.0 a	548 a	0 a	2
	点 播	361 a	260	85.4 a	23.1 a	532 a	0 a	2.5
	散 播	374 a	266	85.7 a	23.1 a	519b	0 a	2.5
	様 式	253	166	13.96	0.00	12*	—	0.50**
	MS値 年 産	30834**	5724**	306.69**	0.43**	678**	—	2.00**
	様式×年産	590	645*	12.09	0.00	1	—	0.50**

乳白米は0(無)～5(甚)、検査等級は1(1等上)～9(3等下)で示した。

同一品種内の同一英文字間は5%水準で有意差がないことを示す(Tukeyの方法による)。

MS値は平均平方を表し、*、**は各々5、1%水準で有意であることを示す。

第6表 播種様式と米の食味および理化学的特性。

品 種	播種様式	食味総合評価	タンパク質含有率 %	アミロース含有率 %	最高粘度 B.U.	ブレークダウン B.U.
キヌヒカリ	すじ播	-0.22	7.7	17.1	460	202
	点 播	-0.11	7.8	17.2	455	206
	散 播	-0.27	7.6	17.5	463	205
	MS 値	0.013 ns	0.05 ns	0.13 ns	36 ns	21 ns
黄金晴	すじ播	-0.20	7.5	19.2	339	143
	点 播	0.00	7.4	19.4	329	137
	散 播	-0.18	7.5	19.5	333	136
	MS 値	0.02 ns	0.00 ns	0.04 ns	51 ns	26 ns

食味の基準米はキヌヒカリは移植栽培のコシヒカリ、黄金晴は移植栽培の日本晴を用いた。

MS値は平均平方を表し、nsは有意でないことを示す。

度は 80 本/m² であると考えられる。

苗立ち密度が米の食味特性に及ぼす影響をみるために、同一品種を 2 年間栽培した場合と品種が異なる場合の食味特性を検討した。その結果、食味総合評価は 80~100 本/m² が優れる傾向にあった。また、精米中のタンパク質含有率は 80 本/m² が最も低く、特に、苗立ち密度の低い 20 本/m² は高かった。これは、東ら (1974) が報告しているように、窒素施肥量が一定の場合、生育量が小さい品種は、生育量の大きい品種に比べて相対的に多窒素条件におかれることになり、玄米タンパク質含有率が二次的に高くなるためであると考えられる。また、倒伏程度が大きかった苗立ち密度 150~200 本/m² のタンパク質含有率は高くなる傾向を示した。松江ら (1991) は、移植栽培において倒伏によってタンパク質含有率が高まり、そのため食味は劣ると報告しており、本結果を支持するものである。以上のことから、食味からみた好適な苗立ち密度は、80~100 本/m² の範囲にあると考えられる。苗立ち密度間の食味総合評価と有意な高い相関を示した理化学的特性は精米中のタンパク質含有率のみであり、苗立ち密度間における食味変化に大きく影響を及ぼすと考えられる。これらの結果から、苗立ち密度と耐倒伏性、収量、玄米品質および食味などの形質との関係を総合判断すると、北部九州での湛水直播栽培における好適な苗立ち密度は 80 本~100 本/m² で、最適な苗立ち密度は 80 本/m² であると考えられる。

好適な苗立ち密度は地域によって異なることが報告されており、東北・北陸地域では m² 当たり 90 本~140 本 (小山・田中 1984, 中村ら 1984, 1985, 1986) が好ましいとされている。直播適性をもつキヌヒカリおよびつくし早生を使用した本研究の結果から、収量とともに食味に視点を置くと、北部九州における好適な苗立ち密度は、東北・北陸地域よりもやや低くなる。

次に、播種様式が水稻の生育、収量、玄米品質、食味および理化学的特性に及ぼす影響について検討を加えた。播種様式の違いによる耐倒伏性をみると、点播区の押し倒し抵抗値は品種が異なっても大きな値を示し、すじ播区は中間的な値を示し、散播区が最も小さい値を示した。倒伏程度は点播区が小さく、耐倒伏性は点播区が優れていた。これらのことから、播種様式間においては点播様式>すじ播様式>散播様式の順に耐倒伏性が優れていることが明らかとなる。世古ら (1983) は、すじ播、点播および散播水稻を比較し、散播水稻は耐倒伏性は弱いとしている。また、下坪・富樫 (1996 b) は点播とすじ播水稻の耐倒伏性を比較して、点播水稻が優れるとしており、本結果を支持するものである。本結果においては、散播区は点播区やすじ播区よりも押し倒し抵抗値が小さくなって、倒伏程度が大きくなることが明らかとなった。この点播様式は移植水稻のように株状となっているため、押し倒し抵抗値が大きくなり耐倒伏性が向上したものと推察される。

ところで、播種様式の違いによって米の食味や理化学的

特性に有意な差は認められなかった。これは、播種様式間で両品種を通じて倒伏程度が 0.4~1.9 であったため米の食味に影響を及ぼさなかったためと考えられる。しかし、松江ら (1991) は倒伏により食味が低下すると報告しており、倒伏程度が大きく、押し倒し抵抗値も小さい散播様式は他の播種様式に比べて食味の低下が懸念される。この播種様式間における耐倒伏性の差異は、収量、玄米品質、食味特性にも影響を与えることが考えられる。よって、倒伏による収量、食味の低下を考慮すると、前述した点播様式が優れると考えられる。

引用文献

- 相川宗蔵・森脇良三郎 1982. 水稻湛水直播栽培における播種様式が生育相と収量に及ぼす影響. 日育・日作北海道談話会報 22: 12.
- 土居健一・真鍋尚義・佐藤寿子・千蔵昭二 1988. 重粘土水田における水稻湛水土壤中直播栽培技術 第 2 報 作柄安定化のための播種量・施肥法・水管理. 福岡農総試研報 A7: 25-30.
- 遠藤勲・柳瀬肇・石間紀男・竹生新治郎 1980. 極少量炊飯方式による米飯のテクスチュロメーター測定. 第 1 報 測定条件の検討と主要品種への適用. 食総研報 37: 1-8.
- 東正昭・柳淵欽也・伊藤隆二 1974. 高蛋白白米品種の育種に関する基礎的研究. I. 玄米蛋白含有率の品種間差異および諸形質とくに収量との関係について. 育種 24: 88-96.
- 柳淵欽也 1995. 直播稲作への挑戦 第 1 巻 直播稲作研究四半世紀のあゆみ. 社団法人農林水産技術情報会議, 東京. 165-176.
- 木戸三夫・梁取昭三 1968. 腹白, 基白, 心白状乳白, 乳白米の穂上における着粒位置と不透明部のかたちに関する研究. 日作紀 37: 534-538.
- 小山懸雄・田中孝幸 1984. 湛水直播水稻の播種密度と施肥反応. 北陸作物学会報 19: 41-43.
- 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.
- 三石昭三・森田脩・中島敦司・服部健 1990. 水稻の湛水土壤中散播栽培における苗立ち密度が生育・収量におよぼす影響. 三重大学生物資源付属農場研報 8: 1-10.
- 長戸一雄・江幡守衛 1965. 登熟期の高温が穎果の発育ならびに米質に及ぼす影響. 日作紀 34: 59-66.
- 中村喜彰・村瀬治比古・洪沢栄・前田衛・蔵義明 1984. 水稻の湛水土壤中直播栽培の研究—播種密度と生育特性—. 農機学会関西支部報 56: 8-9.
- 中村喜彰・村瀬治比古・洪沢栄・中嶋洋・浦野衛・松田友仁 1985. 水稻の湛水土壤中直播栽培の研究—栽植密度と管理技術の検討—. 農機学会関西支部報 58: 83-85.
- 中村喜彰・村瀬治比古・洪沢栄・桶敏・岡田耕一・岸田道生 1986. 湛水土壤中直播栽培技術の研究—播種条間, 株間および密度—. 農機学会関西支部報 60: 54-55, 59.
- 尾形武文・松江勇次 1996. 北部九州における水稻湛水直播栽培に関する研究. 第 1 報 耐倒伏性の評価方法. 日作紀 65: 87-92.
- 佐々木次郎・鶴田広身 1990. 条播き水稻湛水直播栽培における苗立数と分げつ体系. 東北農業研究 43: 9-10.
- 世古晴美・佐村董・越生博次 1983. 水稻湛水土中直播栽培の播種様式と生育収量. 近畿中国農研 66: 9-12.

- 下坪訓次・富樫辰志 1996a. 水稻の代かき同時土中直播栽培に関する研究. 1. 点播直播について(予報). 日作紀 65(別1):12-13. (別1):14-15.
- 下坪訓次・富樫辰志 1996b. 水稻の代かき同時土中直播栽培の確立に関する研究. 2. 点播水稻と条播水稻の押倒し抵抗の比較. 日作紀 65 上山泰・秋田謙司・松井範義・石田薫・尾崎武・南條巖・丸山正晴・飯尾恵二・三宅幹男 1989. 湛水土壤中直播栽培水稻の生育, 収量に及ぼす播種量の影響. 神戸大農場報告 2:12-18.

Studies on Direct Sowing Culture of Rice in Northern Kyushu —Effects of seedling establishment density and sowing styles on the growth and palatability of milled rice— : Takefumi OGATA* and Yuji MATSUE (*Fukuoka Agr. Res. Cent., Chikushino 818-8549, Japan*)

Abstract : The purpose of this study was to clarify the effects of seedling establishment density and sowing styles on the growth, palatability, and physicochemical properties of milled rice under direct sowing culture in flooded paddy fields in northern Kyushu. The density of 80 seedlings/m² under direct sowing culture was stable and more superior in lodging tolerance, yielding ability, palatability, and physicochemical properties of milled rice than other densities (i.e., 20, 40, 100, 150, and 200 seedlings/m²). Furthermore, the palatability (i.e., overall eating quality) of cooked rice showed a significant ($p<0.01$) negative correlation with the protein content of milled rice. Especially, the protein content of milled rice from 80 seedlings/m² was lower than that of milled rice from other densities under different conditions such as production year and varieties. A comparative study with three sowing styles in hills, rows, and broadcast under direct sowing culture was made on the lodging tolerance, yielding ability and palatability of milled rice. The lodging tolerance of hill sowing was superior to the row and broadcast sowings. The yielding ability of hill and row sowings was superior to the broadcast sowing. On the other hand, no significant difference was noted among these three sowing styles in relation to the palatability and physicochemical properties of milled rice. Judging from the deterioration of palatability by lodging, we concluded that hill sowing was the most suitable and broadcast sowing the least suitable for direct sowing culture in flooded paddy fields.

Key words : Direct sowing, Lodging tolerance, Palatability, Protein content, Rice, Seedling establishment, Sowing style.