

## 乾田不耕起直播栽培したF1 水稲品種の地上部生育、 押し倒し抵抗値および収量構成要素と品質

鯨 幸夫\*<sup>1)</sup>・佐野智子<sup>1,2)</sup>・中島裕司<sup>1)</sup>・遠藤直生<sup>3)</sup>・内浜 朗<sup>1)</sup>・土屋 猛<sup>4)</sup>  
(<sup>1)</sup>金沢大学教育学部, 金沢市角間町, 〒920-1192, <sup>2)</sup>信州大学農学部,  
<sup>3)</sup>石川県農業短期大学, <sup>4)</sup>三井化学(株))

### Aboveground Growth, Lodging Resistance, Yield Components and Grain Quality of F1 Rice Grown in the No-tillage Direct Seeding on Well-drained Paddy Field

Yukio KUJIRA\*<sup>1)</sup>, Satoko SANO<sup>1,2)</sup>, Yuji NAKAJIMA<sup>1)</sup>, Naoki ENDOU<sup>3)</sup>, Akira UCHIHAMA<sup>1)</sup>  
and Takeshi TSUCHIYA<sup>4)</sup>

(\*<sup>1)</sup>Faculty of Education, Kanazawa University, Kanazawa 920-1192, Japan, <sup>2)</sup>Faculty of  
Agriculture, Shinshu University, <sup>3)</sup>Ishikawa Agricultural College, <sup>4)</sup>Mitsui Chemical Co. Ltd.)

乾田不耕起直播栽培したF1品種(MH2003, MH2005)の地上部生育, 株あたり押し倒し抵抗値, 収量構成要素および玄米の外観品質と食味成分について検討した。施肥条件はLP区とBB056区とした。施肥の種類によって草丈の伸長に有意差が認められ, MH2005はLP肥料の使用で草丈の抑制効果が認められた。F1品種は押し倒し抵抗値が高く, 倒伏耐性に優れていた。2品種とも優れた登熟特性を示していた。F1品種は極晩生品種であるが, 北陸地方における乾田不耕起直播栽培が可能であると判断された。

Aboveground growthes, lodging resistance, yield and yield compornents and grain quality of F1 rice cv. MH2003 and MH2005 grown in the no-tillage direct seeding on well-drained paddy field were discussed. Plant length of MH2005 grown with LP fertilizer was singificantly decreased compared to BB056 fertilizer plots. Lodging resistance of F1 cultivars was high. MH2003 and MH2005, though extremely late maturing, showed good adaptabilities to no-tillage direct seeding on well-drained paddy field in Hokuriku district.

キーワード: F1品種, 乾田不耕起直播栽培, 水稲, 地上部生育, 倒伏抵抗値, ハイブリッドライス

Key words: Aboveground growth, F1 cultivars, Hybrid rice, Lodging resistance, No-tillage direct seeding of well-drained paddy field, Rice

水稲のF1品種は, hybrid vigorに由来した多収が期待できると考えられている。中国ではF1品種の作付け面積が多く, 食料供給に関しては大きな貢献を果たしていることから, F1品種の多収性が評価されている。中国におけるF1品種の作付けは全水田面積の半分にあたる1,700haに及んだこともあり, 収量で20~30%の増加が報告されている。

本試験に用いたF1品種は, 1994年に三井化学(株)が育成した品種で, 父親は中国品種でインディカ系の遺伝子が1/4入っており, 母親は日本種である。稈長が1m前後と長く, 太い茎を持った大型の草姿を示している。普通品種より茎数は少なめで1穂の着粒数は極めて多い特徴を持つ, 極晩生品種である。2000年3月29日種苗法に基づき品種登録され, 「みつひかり」シリーズの「2003」と「2005」となった。

環境保全型農業を実践することが世界的な方向となって

いる現在, 収量性と環境保全を同時に実現させる農業体系を構築することが必要となっている。本研究では, 1) 北陸地方におけるF1品種の乾田不耕起直播栽培の可能性について, 2) 供試したF1品種の生育特性について, 特に地上部生育について, 3) LP肥料の効果について等の項目を通して, 北陸地方におけるF1品種の栽培可能性について, 収量および収量構成要素を含めた地上部生育について検討した。

#### 材料および方法

実験は, 1999年に前述のF1品種, MH2003およびMH2005を用いて, 石川県農業短期大学内の圃場において実施した。播種は4月23日に「みのる歩行2条不耕起直播機」を用いて行い, 株間15cm, 条間30cmとして, 1穴あたり5~6粒の播種密度とした。施肥はLP40区とBB056区の2処理区とした。4月27日に基肥を施用した。追肥は珪酸カリ

を施用し、穂肥はLP有機060号を使用した。5月2日に入水し、穂肥は7月16日に施用した。

登熟期間中における葉色低下が著しかったため、9月24日に尿素を散布した。その他の管理については慣行法に準じて行った。乾田不耕起直播を他の栽培方法と比較して検討するため、F1品種の湛水直播栽培および移植栽培試験も実施した。湛水土中散播（湛直）栽培は石川農短大の圃場にて実施し（第1表）、慣行法による移植栽培は、金沢大学教育学部角間農場において実施した。施肥および管理状況は第2表に示した通りである。

地上部の生育調査は条にそって1mの長さ（各2箇所）を決め、1mの間に生育する全株を対象として実施した。条1m内の茎数、1mの間に生育する任意の5株の草丈、葉色（SPAD値）を継続調査した。9月27日には、各栽培

第1表 F1品種の栽培管理概要

実験区	肥料の種類	肥料名[成分%]	施用量 (kg/10a)
LP40区	基肥	LP40[40-0-0]	9
		PK08[0-20-18]	36
	追肥	珪酸カリ[0-0-17]	36
BB056区	穂肥	LP有機060号[20-6-10]	42
	基肥	BB056[10-25-16]	36
	追肥	珪酸カリ[0-0-17]	36
	穂肥	LP有機060号[20-6-10]	42

[成分%]: [N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O]

第2表 湛水直播栽培および慣行移植栽培の概要  
湛水直播栽培

実験区	肥料の種類	肥料名	施用量 (kg/10a)
湛直区	基肥	LP40	7.5
		PK08	30
	追肥	珪酸カリ LP有機060号	36 35

慣行移植栽培

実験区	肥料の種類	肥料名	施用量(kg/10a)
移植区	基肥	BB056	30
		珪酸カリ	30
	追肥(7/15)	日の本2号[12-10-15]	3
	追肥(7/30)	日の本2号[12-10-15]	3
		P	8
	K	8	

[成分%]: [N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O]

第3表 茎数の推移

実験区	調査日				
	6/30	7/16	7/27	8/12	9/14
2005 LP40	61.0±3.0	75.5±0.5	93.5±8.5	129.5±19.5	129.5±19.5
2003 LP40	83.0±16.0	90.5±16.5	97.5±16.5	153.5±20.5	153.5±20.5
2005 BB056	83.5±8.5	108.5±2.5	163.0±2.0	183.5±1.5	183.5±1.5
2003 BB056	85.0±1.0	85.5±12.5	112.0±10.0	167.0±29.0	167.0±29.0
LSD (p<0.05)	51.1	58.0	58.9	112.7	112.7

平均値±標準誤差 (n=2) 単位: 本/1m

処理区の各々50株について、株あたり倒伏抵抗値（大起、DIK-7400型）を測定した。収穫後に収量構成要素を測定した。玄米および精白米の外観品質および食味は、近赤外食味分析計（静岡製機、GS-2000）の測定結果を用いて評価した。

## 結果および考察

### 1. 茎数

生育に伴う条1m内の茎数変化を第3表に示した。LP40区とBB056区を比較すると、MH2005の場合、7月27日のBB056区では163本であるのに対し、LP40区では93.5本であり、BB056区での茎数が有意に多かった（ $P<0.05$ ）。一方、MH2003では施肥の違いによる有意な差は認められなかった。生育全般を考えると、茎数はBB056区で多い傾向が認められた。また、F1品種間には有意な差異が認められなかった。

### 2. 草丈

草丈の変化を第4表に示した。MH2005では、7月16日以降BB056区の草丈がLP区よりも有意に高く推移した。しかし、MH2003に関しては、施肥の違いによる有意な差は認められなかった。BB056区における7月27日以降の草丈は、MH2005がMH2003よりも高く推移し、有意差が認められた。一方、LP40区では、7月16日まではMH2003の草丈が有意に大きかったが、その後、有意な差は認められなくなった。MH2005の場合、LP肥料を施用することで草丈の抑制が可能であると考えられた。

### 3. SPAD（葉色）

葉色変化をSPAD値で表示し第5表に示した。MH2005では、SPAD値による葉色に有意な差は認められなかった。しかし、絶対値としてのSPAD値は生育期間を通して小さく推移していたことから、本栽培条件下では施肥量が不足していたと判断された。

### 4. 倒伏抵抗値

穂揃い期における株あたりの押し倒し抵抗値を測定した。各処理区とも、各々50株の押し倒し抵抗値を測定した。反復数は2回とした。1穂あたりの押し倒し抵抗値を第6表

第4表 草丈の推移

実験区	調査日				
	6/30	7/16	7/27	8/12	9/14
2005 LP40	32.6±0.9cm	37.4±1.3cm	73.0±2.6cm	85.0±1.0cm	109.0±2.3cm
2003 LP40	39.0±1.8	44.4±1.6	70.4±2.5	87.8±0.8	110.4±2.1
2005 BB056	34.2±1.2	39.8±0.8	80.4±2.5	97.4±1.4	120.4±3.6
2003 BB056	34.6±1.0	41.0±0.9	66.6±0.9	79.8±2.4	102.0±1.8
2005 湛直		44.8±1.8	62.8±2.4	84.4±0.4	103.0±2.4
2003 湛直		48.0±1.3	62.8±2.0	81.6±2.0	109.4±2.2
LSD (P<0.05)	2.93	3.53	5.93	4.26	6.83

平均値±標準誤差 (n=5)

第5表 葉色 (SPAD値) の推移

実験区	調査日				
	6/30	7/16	7/27	8/12	9/14
2005 LP40	35.6±0.7	34.9±0.7	39.3±0.8	36.0±0.6	34.6±1.2
2003 LP40	38.7±1.0	37.5±0.7	39.0±1.0	37.4±0.9	31.4±0.6
2005 BB056	34.9±0.4	33.8±0.6	39.7±0.5	37.5±0.6	33.8±0.8
2003 BB056	33.8±0.9	35.2±0.4	38.0±1.0	32.7±0.6	31.5±1.2
2005 湛直		38.7±1.1	39.2±1.6	34.2±1.4	31.8±0.3
2003 湛直		40.6±0.8	38.4±1.5	32.4±0.5	31.6±1.2
LSD (P<0.05)	2.4	2.2	3.3	3.0	2.7

平均値±標準誤差 (n=5)

に示した。MH2003の倒伏抵抗値は、LP区で 158.5g/株を示したのに対し、BB056区では216.8g/株を示し有意に大きく、BB肥料を施用した栽培区では倒伏抵抗値が大きくなった。LP肥料を施用したMH2005の倒伏抵抗値は177.3g/株であったのに対し、BB056区では185.9g/株を示したが、統計上の有意な処理間差異は認められなかった。LP肥料を施用した場合、MH2005の方がMH2003よりも倒伏抵抗値が大きい傾向が認められたが、BB056施用の場合にはMH2003の倒伏耐性がMH2005よりも有意に高かった。単純平均化して評価すると、MH2003の倒伏耐性は相対的に大きいと判断できる。

### 5. 収量および収量構成要素

収量および収量構成要素を第7表に示した。乾田不耕起直播F1品種の収量は500kg/10a未満となり、1999年の収量レベルは高くはなかった。本実験の生育期間全般にわたり葉色が薄く (SPAD値が小さい) 推移し、莖数、穂数および1穂もみ数が減少したことが収量低下の主な原因と考えられた。1998年におけるF1品種の移植栽培試験では、677kg/10a (MH2003) と、623kg/10a (MH2005) の収量性を示していたが (鯨等, 1999), 1999年の慣行移植栽培試験によるF1品種では、485.6kg/10a (MH2005) と513.5kg/10a (MH2003) と、低い収量性を示していた (鯨ら, 2000)。

比重1.06で選別した登熟歩合は、MH2005のLP区で77.6

第6表 押し倒し抵抗値の変異

1穂あたりの押し倒し抵抗値

実験区	押し倒し抵抗値 (g)
2005 LP40	177.3±8.5
2003 LP40	158.5±5.7
2005 BB056	185.9±10.0
2003 BB056	216.8±6.3
2005 湛直	219.8±15.7
2003 湛直	157.7±6.3
LSD (P<0.05)	26.1

平均値±標準誤差 (n=5)

押し倒し抵抗値の品種の違い

品種	押し倒し抵抗値 (g)
2005 全体	181.6
2003 全体	187.6

%, BB056区では85%であった。MH2003では、LP区が80.1%であったのに対しBB056区では88.4%を示した。1穂の枝梗位置の違いによる登熟歩合を、詳細に検討し第8表に示した。1穂の枝梗のうち、上位3本の枝梗を上位、下位3本の枝梗を下位、残りの枝梗を中位として、枝梗の位置別による登熟歩合を比重選により調査した。比重1.06で調査した場合、下位の枝梗でも高い登熟歩合を示す傾向が認められた。比重1.16で選別した場合でも、MH2005の

第7表 収量および収量構成要素

実験区	粗玄米重 (g/mi)	穂数 (本/株)	1穂粒数	登熟歩合 (%)		千粒重 (g)
				[d=1.06]	[d=1.16]	
2005 LP40	446.2	10.0	111	77.6	35.7	18.5
2003 LP40	469.0	10.1	101	80.1	67.8	20.5
2005 BB056	442.1	8.95	111	85.0	63.2	18.7
2003 BB056	423.4	7.05	115	88.4	72.1	21.1
2005 湛直	11.1*	5.9	113	93.9	56.8	19.0
2003 湛直	14.3*	6.7	93	92.5	70.7	20.5
2005 移植	485.6	12.0	133	91.9	73.7	20
2003 移植	513.5	11.5	137	94.6	85.2	20.9

\*g/株

第8表 登熟歩合の処理間差異

登熟歩合 (d=1.06)

登熟歩合 (d=1.06)

実験区	上位	中位	下位
2005 LP40	82.1	78.1	71.0
2003 LP40	81.1	79.3	83.0
2005 BB056	97.3	83.2	80.1
2003 BB056	89.7	88.3	86.8
2005 湛直	92.5	89.9	86.5
2003 湛直	93.8	90.7	96.2
2005 移植	96.4	90.9	92.3
2003 移植	96.0	94.8	92.4

単位:%

実験区	上位	中位	下位
2005 LP40	38.8	39.4	23.7
2003 LP40	81.0	65.2	61.2
2005 BB056	73.1	61.9	51.4
2003 BB056	81.7	70.1	64.4
2005 湛直	64.1	50.4	48.8
2003 湛直	69.0	73.2	62.2
2005 移植	85.6	70.4	70.3
2003 移植	91.7	83.1	83.8

単位:%

第9表 玄米および精白米の外観品質

外観品質 (玄米)

実験区	良質粒 (%)	未熟粒 (%)	被害粒 (%)	死米 (%)	着色粒 (%)	胴割粒 (%)	格付け
2005 LP40	68.8	20.9	6.9	3.1	0.3	1.6	B
2003 LP40	79.0	12.6	7.4	0.9	0.1	1.6	A
2005 BB056	76.9	16.8	3.8	2.3	0.2	1.2	B
2003 BB056	83.0	8.5	8.2	0.3	0	0.6	S
2005 湛直	82.3	10.8	6.4	0.5	0	1	S
2003 湛直	88.3	2.9	8.0	0.7	0.1	0.6	A
2005 移植	73.4	22.4	0.3	3.9	0	0.3	A
2003 移植	93.8	3.1	2.2	0.7	0.2	0.7	B
目標値	80以上	10以下	5以下	5以下	0	3以下	

格付け基準

GS-2000: 静岡製機

S: 全てがSランクの場合

A: B・Cランクがなく、1つでもAランクがある場合

B: Cランクがなく、1つでもBランクがある場合

C: 1つでもCランクがある場合

外観品質 (精白米)

実験区	白度	良質粒 (%)	粉状質 (%)	被害粒 (%)	着色粒 (%)	胴割粒 (%)	格付け
2005 LP40	35.0	93.7	5.5	0.8	0	0.6	S
2003 LP40	36.6	96.5	3.5	0	0	0.4	S
2005 BB056	36.1	94.0	5.9	0.1	0	0.1	S
2003 BB056	36.0	98.3	1.7	0	0	0.6	S
2005 湛直	36.5	94.9	5.1	0	0	0.3	S
2003 湛直	34.8	99.1	0.8	0.1	0	0	S
2005 移植	37.1	94.9	5.1	0	0	0.5	S
2003 移植	37.0	99.1	0.9	0	0	0.1	S

第10表 玄米および精白米の食味関連成分量

## 食味成分・特性 (玄米)

実験区	水分(%)	タンパク(%)	アミロース(%)	脂肪酸度(%)	老化性(%)	スコア	総合評価
2005 LP40	16.0	9.3	19.3	25	86	54	C
2003 LP40	15.9	9.1	19.2	20	83	57	C
2005 BB056	15.7	9.1	18.7	25	83	58	C
2003 BB056	16.1	9.1	19.2	20	83	56	C
2005 湛直	15.9	8.2	19.8	22	86	66	B
2003 湛直	15.8	8.6	19.5	20	83	61	B
2005 移植	15.7	8.6	19.0	15	82	63	B
2003 移植	15.6	8.5	18.8	10	74	67	B

## 食味成分・特性 (精白米)

実験区	水分(%)	タンパク(%)	アミロース(%)	老化性(%)	スコア	格付け	総合評価
2005 LP40	15.5	8.5	20.5	83	55	C	C
2003 LP40	15.4	7.7	20.2	82	62	B	B
2005 BB056	15.3	7.8	20.2	83	61	B	B
2003 BB056	15.6	7.9	20.1	82	61	B	B
2005 湛直	15.3	7.4	20.3	83	63	B	B
2003 湛直	15.1	7.9	20.6	84	60	B	B
2005 移植	14.9	7.6	19.8	80	63	B	B
2003 移植	15.0	7.6	19.8	78	65	B	B

LP40区を除いて比較的高い登熟程度を示していた。本試験では、施肥窒素量が不足した生育環境であったことは既に述べたが、施肥量を十分に与えた場合、これらのF1品種は高い登熟特性を示すことが示唆される。1穂の下位枝梗粉の登熟程度と根の活力との間には密接な関連性があるとの指摘があるが(王, 1992, 1995), 根の活性と登熟との関連性に関する考察は今後の継続課題である。

## 6. 食味成分分析

近赤外食味分析計(静岡製機, GS-2000)を用いて、玄米および精白米の食味成分(第10表)と外観品質(第9表)の評価を行った。玄米の外観品質では、良質粒歩合が低かった。精米後の外観品質では良質粒歩合が高くなっていたが、これは当然の結果と判断される。玄米の食味成分としては、タンパク質含有量が9.0%以上と高い値を示し、アミロース含有量も19%前後の値を示していたが、精白米のタンパク含量は8%前後の値となった。食味成分を評価する分析機器は複数のメーカーから販売されており、同一サンプルであっても測定機種の違いによって異なった値が表示されることが一般的である。本試験で用いた静岡製機の食味計で示される数値は、他の機種(例えば、ケット)で測定した値よりも高い値で表示された。食味に関わる評価を食味計の数値で表示し、更にランキング付けすることの問題点は、このような事例からも指摘されるところである。食味とタンパク質含有量との関連性については、タンパク顆粒の問題がある。タンパク顆粒ⅠとⅡ(Protein Body I and II)は胚乳の中に含まれ、タンパク顆粒Ⅲ(Protein Body III)は胚や糊粉層に含まれている。精白米を炊飯して食べる場合にはProtein Body IIIの含有量は無関係と

なるため、絶対値として表示される玄米中のタンパク含有量の評価は複雑になってくる。本試験で用いたF1品種は短粒品種であり、食味成分分析の結果にかかわらず、炊飯米の官能検査では高い評価が得られている。

本試験の結果、北陸地方におけるF1品種の乾田不耕起直播栽培は可能であると考えられた。本試験に供したF1品種(MH2003, MH2005)は倒伏耐性に優れるばかりか登熟特性もよいと判断され、これらの特性が直播栽培適性に関連してくると判断された。MH2005の場合には、LP肥料の施用で草丈の抑制効果が認められ、使用する肥料の選択枝によって倒伏に影響する草丈の抑制が可能であることも示された。本試験では収量性が低かった。これは、前述の通り施肥絶対量の不足に起因した葉色の低下、穂数と1穂もみ数の不足が原因であったことから、施肥量を増加させることによる収量増加は確実に可能であると判断される。1穂の下位枝梗粉(下位から3本)の登熟歩合と根の活性との関連性については、現在精査中である。

## 謝辞

本研究を実施するにあたり、金沢大学教育学部の冨澤佳代、吉村紘美、狩野紫さんの協力を得た。また、圃場管理に関して、石川県農業短期大学作物研究室の学生諸氏の協力を得た。記して感謝いたします。

本研究の一部は、文部省科学研究費(番号11660015)と三井化学(株)の委託研究費により行った。

引用文献

- 王 余龍ら 1992. 作物学報 (中国) 18(2):81-89.  
王 余龍ら 1995. 作物学報 (中国) 21(1):29-38.  
鯨 幸夫ら 1999. 日作紀 68 別2: 8-9.  
鯨 幸夫ら 2000. 日作紀 69 別2: 18-19.

(2000年11月30日受付, 2001年2月13日受理)