

委託試験成績（平成30年度）

担当機関名 部・室名	茨城県 農業総合センター 農業研究所 作物研究室				
実施期間	平成30年度～平成32年度、新規				
大課題名	V 情報処理等先端技術の活用による高生産システムの確立				
課題名	新素材「米ゲル」生産に向けた高アミロース米栽培技術の開発				
目的	<p>主食用米の消費量は年々減少しており、新たな米用途の開発が求められている。農研機構で開発された米ゲルはこれまでにない食品素材として注目されており、県内でも商品開発が進められ、工場規模での量産も始まっている。米ゲルの製造には高アミロース米が適するが、本県の栽培に向く品種は明らかになっておらず、原料の安定供給が課題となっている。</p> <p>そこで、本試験では、「ミズホチカラ」を対照とした、栽培性と米ゲル適性に優れた高アミロース米品種の選定および移植期、穂肥時期の試験を行い、多収栽培技術の確立を検討する。</p>				
担当者名	作物研究室 技師 早坂賢将				
1. 試験場所					
試験場所・土壌条件：茨城県 農業研究所水田圃場					
水戸市上国井町（表層腐植質多湿黒ボク土）					
龍ヶ崎市大徳町（中粗粒灰色低地土）					
茨城県 現地水田圃場					
稲敷市-アグリクリエイト					
河内町-ながさお農産					
2. 試験方法					
ア) 栽培性に優れた高アミロース米品種の選定					
①供試品種・系統					
水戸市：「あみちゃんまい」、「モミロマン」、「ふくのこ」、					
「北陸266号」、「西海307号」、「ミズホチカラ」（対照品種）					
龍ヶ崎市：「あみちゃんまい」、「モミロマン」、「ふくのこ」、					
「北陸266号」、「ミズホチカラ」（対照品種）					
稲敷市：「ふくのこ」、「ミズホチカラ」（対照品種）					
②耕種概要					
試験地	移植期 (月/日)	基肥量 N : P ₂ O ₅ : K ₂ O (kg/10a)	追肥量 N : P ₂ O ₅ : K ₂ O (kg/10a)	栽植密度 (株/m ²)	移植方法
水戸市	5月8日	9 : 9 : 9	3 : 0 : 3	18.5	機械
龍ヶ崎市	4月26日	8 : 8 : 8	3 : 0 : 3	18.5	手植え
稲敷市	5月31日(ミズホチカラ)	12.5 : 2.5 : 2.0	-	15.0	機械
	6月6日(ふくのこ)	12.5 : 2.5 : 2.0	-	15.0	機械
追肥時期：出穂20日前を目安に追肥					

③調査項目

生育特性：出穂期、成熟期、稈長、穂長、穂数、玄米収量、収量構成要素 等

品質特性：玄米外観品質、アミロース含量、糊化特性、米ゲル加工適性 等

イ) 高アミロース米の米ゲル加工に適した多収栽培法の解明

①供試品種

水戸市：「ふくのこ」、「ミズホチカラ」(対照品種)

稲敷市：「ふくのこ」、「ミズホチカラ」(対照品種)

②耕種概要

試験地	品種	移植期 (月/日)	追肥時期 (出穂前日数)	基肥量 N : P ₂ O ₅ : K ₂ O (kg/10a)	追肥量 N : P ₂ O ₅ : K ₂ O (kg/10a)	栽植密度 (株/m ²)	移植方法
水戸市	ミズホチカラ	5月1日	23日前	9 : 9 : 9	3 : 0 : 3	18.5	機械
		5月8日	27日前				
			31日前				
		5月17日	27日前				
			22日前				
		6月1日	25日前				
水戸市	ふくのこ	5月8日	22日前	9 : 9 : 9	3 : 0 : 3	18.5	機械
			21日前				
		5月17日	17日前				
			12日前				
		6月1日	20日前				

試験地	品種	移植期 (月/日)	圃場名	基肥量 N : P ₂ O ₅ : K ₂ O (kg/10a)	栽植密度 (株/m ²)	移植方法
稲敷市	ミズホチカラ	4月30日	施肥試験	4 : 0.8 : 0.6	15.0	機械
				8 : 1.6 : 1.3		
				16 : 3.2 : 2.6		
				24 : 4.8 : 3.8		
				4月30日		
5月31日	作期試験(遅植え)	12.5 : 2.5 : 2.0				

注) 施肥は全量基肥施肥とした。

③調査項目

生育特性：出穂期、成熟期、稈長、穂長、穂数、玄米収量、収量構成要素 等

品質特性：玄米外観品質、アミロース含量、糊化特性、米ゲル加工適性 等

3. 試験結果

ア) 栽培性に優れる高アミロース米の品種選定

①耐倒伏性

水戸市での試験においては、総施肥窒素量 12kg/10a の条件であったが、いずれの品種・系統においても倒伏はみられなかった。龍ヶ崎市では、「北陸 266 号」で倒伏が確認された。また、稲敷市現地では「ふくのこ」で倒伏がみられた(表 1)。

②収量性

収量対比(粗玄米重)は、「北陸 266 号」で 111% (ミズホチカラ対比)、 「西海 307 号」で 104%であった。特に「北陸 266 号」は千粒重が重く、多収となった。「西海 307 号」は、登熟歩

合が高く、やや多収となった。「あみちゃんまい」、「ふくのこ」、「モミロマン」は低収であった（表1）。

③熟期

「北陸266号」の成熟期は「ミズホチカラ」より1~2日早く、「西海307号」は、「ミズホチカラ」より10日早かった（表1）。

④糊化特性

最終粘度とコンシステンシーには高い相関関係が認められた ($R^2=0.84$)。「ミズホチカラ」の最終粘度は2,179と一番低く、「モミロマン」の2,942が一番高かった。「西海307号」の最終粘度およびコンシステンシーは「ミズホチカラ」と同程度、その他の品種・系統については、「ミズホチカラ」より高かった（表1）。

イ) 高アミロース米の米ゲル加工に適した多収栽培法の解明

1) 播種期試験

①「ミズホチカラ」

「ミズホチカラ」では、5月8日移植を除き、早植えほど多収であった（表2）。特に一番早い時期であった5月1日移植では、粗玄米重で79.1 kg/aであった。早植えでは、有効茎歩合が高く、穂長が長く、一穂粒数が多かった。また、玄米外観品質に関しては、早植え（5月1日、5月8日移植）ほど、基部未熟粒や白死米（乳白粒）の発生が多かったが（図1）、被害粒は少ない傾向にあった（図2）。

②「ふくのこ」

「ふくのこ」の収量（粗玄米重）は、5月17日移植で最も高い64.6 kg/aであった（表2）。5月17日移植では、6月1日移植に比べ、穂数が抑えられ、一穂粒数が多く、千粒重が重く、登熟歩合が高かった。また、玄米品質は、5月17日移植が最も良好であった。（図3）。

③糊化特性

「ミズホチカラ」には、出穂後20日間の平均気温と最終粘度の間に高い相関関係 ($R^2=0.75$) が認められた（図5）。

2) 追肥試験

①収量

「ミズホチカラ」で出穂27日前、「ふくのこ」で出穂17日目の追肥で粗玄米重が最大となった（表3）。「ミズホチカラ」では出穂27日前追肥で千粒重が重く、登熟歩合も高まった。「ふくのこ」の増収要因は判然としなかった。

②玄米品質

「ミズホチカラ」、「ふくのこ」ともに、追肥時期による未熟粒数および被害粒数の差は認められなかった（図3、4）。

3) 現地試験

①施肥試験

窒素施肥量の増加に伴い、収量も増加したが、いもち病やイネツトムシの発生も著しかった。粗玄米重は24kg区において減収に転じ、最大となったのは16kg区であった（表4）。16kg区と24kg区でわら重は同等であったが、24kg区では総粒重が軽くなった。しかし、いずれの試験区に

においても倒伏は認められなかった。玄米品質は、施肥窒素量の増加に伴い未熟粒は減少する傾向が見られ、また、被害粒数は24kg区で特に砕粒や部分着色粒が増加した（図表省略）。

②作期試験

稲敷市の圃場では、早植え圃場と遅植え圃場を設けており、早植え圃場の方が、登熟歩合が高く、収量が高かった（表4）。玄米外観品質に関しては、未熟粒の総量に大きな違いはなかったが、早植えで基部未熟粒の発生が多く、遅植えで青死米の発生が多くなった。被害粒は、遅植えで砕粒が増加した（図表省略）。

4. 主要成果の具体的データ

表1. 生育および収量品質調査結果

圃場	品種名	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	成熟期調査			倒伏 程度 (0-5)	粗玄 米重 (kg/a)	収量 対比 (%)	精玄 米重 (kg/a)	一穂 粒数 (粒/穂)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米 品質 (1-9)	等級 検査	最終 粘度 (cp)	コンシス テンシー (cp)
				稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m)											
水戸市	あみちゃんまい	7月19日	8月21日	74	18.7	331	0	56.7	85	52.6	85	89	22.8	4.5	2.0	2,684	1,546
	モミロマン	8月8日	9月24日	75	24.0	218	0	65.4	98	48.4	175	53	23.6	7.0	外	2,942	1,655
	ふくのこ	8月14日	9月28日	67	18.2	284	0	55.9	84	47.3	108	77	21.9	4.0	1.3	2,483	1,445
	北陸266号	8月1日	9月25日	70	18.7	333	0	74.4	111	67.0	113	79	26.3	6.0	外	2,511	1,583
	西海307号	8月3日	9月17日	73	22.0	254	0	69.8	104	64.7	136	86	23.0	6.5	外	2,231	1,181
対照)ミズホチカラ	8月1日	9月27日	62	20.9	294	0	66.8	100	57.6	134	74	22.6	5.5	外	2,179	1,115	
龍ヶ崎市	あみちゃんまい	7月12日	8月14日	84	17.3	402	0	61.0	81	59.0	-	-	20.7	6.5	-	2,724	1,577
	モミロマン	7月27日	9月18日	78	25.2	276	0	63.9	85	48.1	-	-	24.4	8.0	-	3,003	1,627
	ふくのこ	8月2日	9月14日	69	19.9	379	0	52.9	70	41.0	-	-	21.8	6.7	-	2,725	1,557
	北陸266号	8月1日	9月18日	78	20.6	411	1.8	80.7	107	71.6	-	-	25.7	7.5	-	2,599	1,617
	対照)ミズホチカラ	7月29日	9月19日	65	22.3	393	0	75.3	100	66.8	-	-	23.3	8.0	-	2,277	1,176
稲敷市	ふくのこ	-	-	85	16.5	431	3.3	51.6	100	36.5	96	46	20.4	-	外	2,194	1,339
	対照)ミズホチカラ	-	-	77	20.1	374	0	51.9	100	37.2	115	39	22.4	-	外	2,257	1,224

注1) 倒伏程度は0：無、1：微、2：少、3：中、4：多、5：甚の6段階評価。
 注2) 精玄米重、登熟歩合、千粒重は1.85mm篩目調整による。
 注3) 1.85mm調整後のサンプルを、1（上の上）～9（下の下）の9段階で評価。
 注4) 等級検査：全農茨城県本部米穀総合課による（1：一等、2：二等、外：規格外）。

表2. 移植期試験

品種	移植時期	幼穂形成期調査			成熟期調査			有効茎 歩合 (%)	倒伏 程度 (0-5)	粗玄 米重 (kg/a)	精玄 米重 (kg/a)	一穂 粒数 (粒/穂)	㎡当たり 粒数 (千粒/㎡)	シンク 容量 (g/㎡)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	最終 粘度 (cp)	コンシス テンシー (cp)
		草丈 (cm)	茎数 (本/㎡)	SPAD	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)											
ミズホチカラ	5月1日	65.1	426	25.6	60.7	22.5	327	77	0	79.1	69.9	145	47	1,105	67	23.6	2,178	1,099
	5月8日	65.7	459	32.2	61.6	20.9	294	64	0	66.8	57.6	134	40	895	74	22.6	2,179	1,115
	5月17日	62.5	535	28.0	65.1	21.3	338	63	0	74.9	66.7	141	49	1,159	67	23.6	1,955	996
	6月1日	67.2	487	29.3	71.9	19.9	344	71	0	71.7	65.3	130	45	1,148	65	25.4	2,182	1,171
ふくのこ	5月8日	80.6	381	23.7	67.0	18.2	285	75	0	55.9	47.3	108	31	689	77	21.9	2,483	1,445
	5月17日	79.4	380	21.8	69.6	19.5	328	87	0	64.6	59.8	110	36	848	87	23.5	2,400	1,389
	6月1日	89.6	415	26.1	78.4	19.2	360	87	0	59.5	54.6	94	35	805	63	22.9	2,320	1,384

注1) 倒伏程度は0：無、1：微、2：少、3：中、4：多、5：甚の6段階評価。
 注2) 精玄米重、登熟歩合、千粒重は1.85mm篩目調整後のデータを用いた。
 注3) シンク容量 = (㎡当たり粒数) × (千粒重)

表3. 施肥試験

移植期	品種	追肥時期	幼穂形成期調査			成熟期調査			有効茎 歩合 (%)	倒伏 程度 (0-5)	粗玄 米重 (kg/a)	精玄 米重 (kg/a)	一穂 粒数 (粒/穂)	㎡当たり 粒数 (千粒/㎡)	シンク 容量 (g/㎡)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	最終 粘度 (cp)	コンシス テンシー (cp)
			草丈 (cm)	茎数 (本/㎡)	SPAD	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)											
5月17日	ミズホチカラ	出穂31日前	61.6	485	26.5	64.5	20.7	336	69	0	72.0	63.6	157	55	1,271	56	23.0	1,960	1,002
		出穂27日前	62.5	535	28.0	65.1	21.3	338	63	0	74.9	66.7	141	49	1,159	67	23.6	1,955	996
		出穂22日前	60.5	509	27.9	64.3	21.5	351	69	0	69.9	62.4	152	54	1,275	62	23.6	2,004	1,029
	ふくのこ	出穂21日前	79.4	380	21.8	69.6	19.5	328	87	0	64.6	59.8	110	36	848	87	23.5	2,400	1,389
		出穂17日前	78.9	359	21.5	69.0	19.4	287	80	0	65.8	61.3	108	32	751	88	23.5	2,303	1,338
		出穂12日前	80.7	385	22.1	70.3	19.0	299	78	0	61.9	57.6	110	30	706	89	23.3	2,260	1,294

注1) 倒伏程度は0：無、1：微、2：少、3：中、4：多、5：甚の6段階評価。
 注2) 精玄米重、登熟歩合、千粒重は1.85mm篩目調整後のデータを用いた。
 注3) シンク容量 = (㎡当たり粒数) × (千粒重)

表4. 現地試験

試験地	移植時期	圃場名	施肥量	幼穂形成期調査			成熟期調査			有効茎 歩合 (%)	倒伏 程度 (0-5)	総粒重 (kg/a)	わら重 (kg/a)	粗わら 比	
				草丈 (cm)	茎数 (本/㎡)	SPAD	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)						
稲敷市	4月30日	施肥試験	4kg-N	58.2	464	34.6	70.7	19.6	307	66	0	82.0	144.2	0.57	
			8kg-N	64.1	545	34.5	76.1	19.7	356	65	0	85.2	164.2	0.52	
			16kg-N	68.9	615	38.1	83.4	18.6	384	63	0	90.0	182.2	0.49	
			24kg-N	72.2	716	40.6	83.5	20.0	424	59	0	69.9	186.5	0.37	
			4月30日 作期試験（早植え）	12.5kg-N	64.3	558	36.8	78.0	19.2	335	60	0	87.2	163.2	0.53
			5月31日 作期試験（遅植え）	12.5kg-N	77.1	554	33.7	77.2	20.1	374	68	0	73.6	127.1	0.58

試験地	移植時期	圃場名	施肥量	粗玄 米重 (kg/a)	精玄 米重 (kg/a)	一穂 粒数 (粒/穂)	㎡当 り粒 数 (千粒/ ㎡)	シンク 容量 (g/㎡)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	最終 粘度 (cp)	コンシス テンシー (cp)	
													稲敷市
8kg-N	61.8	60.2	114	43	936	62	20.5	2104	1068				
16kg-N	65.1	63.7	113	46	1,025	64	21.1	1994	1020				
24kg-N	46.9	43.8	99	43	952	55	21.1	1986	1029				
4月30日 作期試験（早植え）	12.5kg-N	64.2	62.4	107	40	904	65	21.3	2059	1061			
5月31日 作期試験（遅植え）	12.5kg-N	51.9	47.9	115	45	997	57	20.0	2257	1224			

注1) 倒伏程度は0：無、1：微、2：少、3：中、4：多、5：甚の6段階評価。
 注2) 精玄米重、登熟歩合、千粒重は1.5mm篩目調整後のデータを用いた。
 注3) シンク容量 = (㎡当たり粒数) × (千粒重)

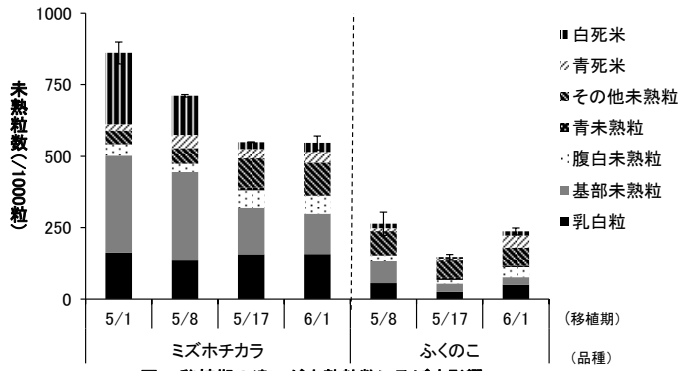


図1. 移植期の違いが未熟粒数に及ぼす影響.
注)測定にはSATAKE穀粒判別器RGQI-10Bを用いた.

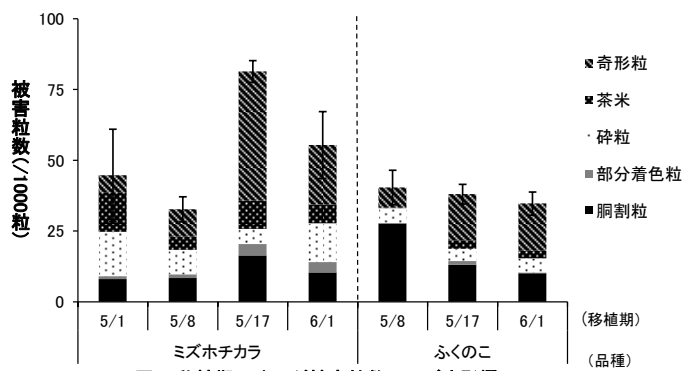


図2. 移植期の違いが被害粒数に及ぼす影響.
注)測定にはSATAKE穀粒判別器RGQI-10Bを用いた.

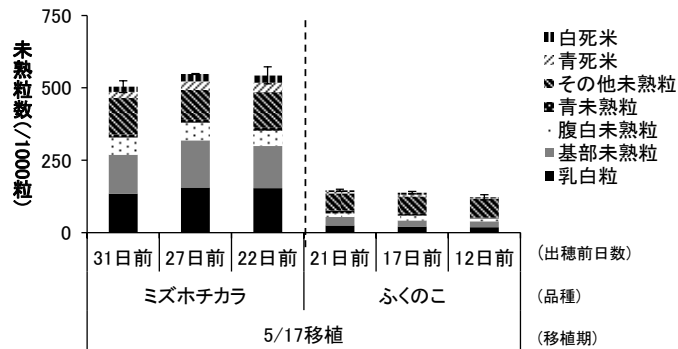


図3. 追肥時期の違いが未熟粒数に及ぼす影響.
注)測定にはSATAKE穀粒判別器RGQI-10Bを用いた.

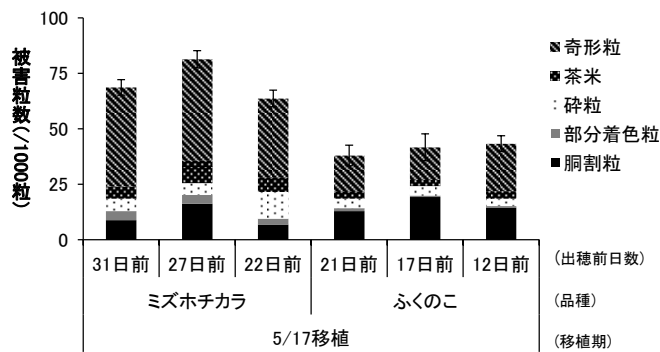


図4. 追肥時期の違いが被害粒数に及ぼす影響.
注)測定にはSATAKE穀粒判別器RGQI-10Bを用いた.

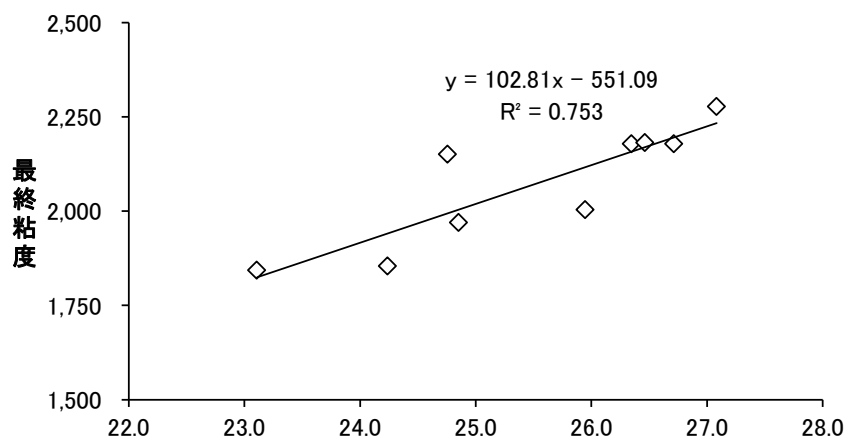


図5. 出穂後20日間の平均気温が糊化特性に及ぼす影響.
(2017-2018年)

5. 考察

1) 現地での遅植え「ミズホチカラ」は作業の都合上、収穫期が成熟期前の10月中旬～下旬になってしまい、登熟が不十分なまま刈り取られてしまうため、登熟歩合が低く、千粒重が軽くなり、収量にロスが生じている。本年供試した「西海307号」はやや長稈であるものの、「ミズホチカラ」より登熟歩合が高く、やや多収であり、成熟期も10日早いため、現地適応性が高いと考えられる。また、RVA測定値についても「ミズホチカラ」と同等であったため、加工についても、「ミズホチカラ」と同様に行える可能性がある。

2) 本年の移植期試験では「ミズホチカラ」、「ふくのこ」の両品種においても、移植期に低温に遭遇した5月8日移植を除き、早植えほど多収であった。本試験では移植期の違いによるシンク容量に明確な関連はみられなかったが、早植えほど m^2 当たりの粒数が多く、粒わら比が高く、光合成による生産効率が高かったことが、収量増加に寄与したと考えられる。しかし、いずれの移植期においても「ミズホチカラ」は登熟歩合の低さが顕著であり、登熟歩合の向上を目指す必要がある。

3) 「ミズホチカラ」は施肥量が多いほど、収量および登熟歩合が向上したが、施肥が多すぎても、過繁茂による受光体勢の悪化や、イネツトムシによる被害により、光合成による生産効率が劣った。このため、収量および登熟歩合は減少し、収量ポテンシャルが発揮できなかったと推察される。

4) 「ミズホチカラ」には出穂後20日間の平均気温と最終粘度に高い相関関係が認められた。早植えほど出穂後の高温にさらされ、アミロース含量が低くなり、最終粘度の低下が予想されるが、本試験では最終粘度は高くなり、逆の結果となった。これは、アミロペクチン側鎖長の変化が糊化特性に何らかの影響を及ぼしている可能性がある。本試験では、糊化特性は品種間差が大きいものの、同一品種でも、移植期により制御できる可能性が示された。

6. 問題点と次年度の計画

「ミズホチカラ」の収量ポテンシャルを高める施肥法の検討、「ミズホチカラ」と同程度の加工適性を持つ多収高アミロース米の品種選定

