

飼料用米の省力・低コスト・多収栽培法

金子 和彦・池尻 明彦*

Low-Cost, Labor-Saving High-Yield Cultivation of Forage Rice (*Oryza sativa* L.)

KANEKO Kazuhiko, IKEJIRI Akihiko

Abstract: In this study, we examined the low-cost, labor-saving high-yielding cultivation method of forage rice in Yamaguchi-City. 'Hoshiaoba,' 'Hokuriku 193,' 'Minachikara,' and 'Hokuriku 262' used in the study show growth characteristics similar to those observed on application of conventional slow-release fertilizers, viz., poultry manure and coated urea in combination. The yield of 'Hoshiaoba,' 'Takanari,' 'Hokuriku 193,' 'Minachikara,' and 'Hokuriku 262' used in the study are equivalent to the standard planting of 18.0 strains / m² with sparse planting density of 11.0 strains / m². 'Minachikara' and 'Hokuriku 262' used in the study were able to reduce the moisture of rough rice to about 16%, i.e., to such an extent that shattering and ear germination were observed slightly even at harvest 30 days after maturation. The yield of 'Minachikara' was higher than that of the conventional 'Hokuriku 193' for Mine-City, which is a middle land. In addition, regarding the planting density of 'Minachikara,' the yield under standard planting and sparse planting was equal in Yamaguchi-City, which is on flat ground, but the yield under sparse planting is inferior to that under standard planting in Mine-City, which is at a higher elevation. From this, it was thought that it would be necessary to avoid sparse planting in areas and fields where it is difficult to secure a stable number of stems.

Key Words: rice variety for feeding, poultry manure, sparse planting, field drying

キーワード：専用品種、鶏糞、疎植、立毛乾燥

緒言

本県では、主要な担い手として集落営農法人の育成を進めているが、米の生産数量目標が減少する中、水田を有効活用した新規需要米の生産性向上が法人経営の安定化を図る上でも重要な課題となっている。

新規需要米のひとつである飼料用米は 2008 年から県内での栽培が開始され、2010 年の戸別補償制度の開始、2014 年の数量払い制度の導入等により作付面積が増加してきている。2019 年度山口県水田フル活用ビジョンでは県内の飼料用米の作付面積は 875 ha、生産量は約 4,600 t (2018 年) となっているが、県内の需要量は 6,530 t (2018 年) であり、今後も生産拡大が必要である (山口県, 2019)。しかし、飼料用米は、助成金はあるものの低価格で取引されるため、安定供給するためには専用品種を利用した省力・低コスト・多収栽培技術の確立が大きな課題である。

飼料用米に利用できる専用品種は、極多収で耐倒伏性があり複数の病害抵抗性をもつ多数の品種が国の研究機関を中心に育成されてきている (農研機構, 2017)。

また、飼料用米は外観品質や食味を重視しないことから、省力・低コスト・多収栽培法が食用米とはやや異なる。

本試験では、当センターの水稻奨励品種決定調査の中で選定した山口県に適応可能な飼料用米専用品種を供試し、鶏糞を利用した施肥法、疎植栽培及び立毛乾燥の可否について 2012 年～2017 年に検討した。その結果、省力・低コスト・多収栽培に寄与するいくつかの知見が得られたので報告する。

*現在：山口農林水産事務所

材料および方法

1 省力・低コストのための鶏糞を活用した施肥法の確立

5月上旬に各品種・系統を乾籾120g/箱播種し、稚苗を5月下旬にセンター（山口市大内氷上 標高31m）内49号田に移植した。栽植密度は18.0株/㎡とし、施肥は鶏糞と被覆尿素を用いて第1表の試験区のとおりとした。鶏糞は移植の10日前（荒代前）に施用し、被覆尿素は荒代後、植代前に施用した。2012年から2014年までは「ホシアオバ」、 「北陸193号」、2015年から2017年までは「中国217号」（現「みなちから」；以下「みなちから」という。）、 「北陸262号」、 「北陸193号」を供試した。移植後20日から10日毎に20株/区の草丈、茎数、葉令、葉色の生育調査を行い、成熟期に各区の調査株の中から中庸な5株を採取し籾数の調査を行うとともに各区から100株を採取して収量調査を行った。調査区の配置は乱塊法とし、2反復で行った。

2 省力・コスト低減のための疎植適応性の確認

5月上旬に各品種・系統を乾籾120g/箱播種し5月下旬にセンター内14号田に移植した。栽植密度は18.0株/㎡と11.0株/㎡の2水準とし前者を標準区、後者を疎植区とした。施肥量は窒素、リン酸、加里がそれぞれ23%、10%、12%の緩効性肥料を用い1.2kg/aとし、基肥で荒代後、植代前に施用した。2012年から2014年は「ホシアオバ」、 「タカナリ」、 「北陸193号」、2015年から2017年は「みなちから」、 「北陸262号」、 「北陸193号」を供試した。移植後20日から10日毎に20株/区の草丈、茎数、葉令、葉色の生育調査を行い、成熟期に各区の調査株の中から中庸な5株を採取し籾数の調査を行った。稔実歩合は採取した籾を籾摺りし、全玄米数を籾数で除して算出した。また、収量調査は各区から100株を採取して行った。調査区の配置は乱塊法とし、2反復で行った。

3 コスト低減のための立毛乾燥の可否の確認

供試試料として、2015年から2017年に別試験で供試し、いずれの年次も5月下旬に49号田に移植した「みなちから」、 「北陸262号」、 「北陸193号」のそれぞれの慣行区の立毛植物体を用いた。調査は、成熟期、成熟期+10日、成熟期+20日、成熟期+30日にそれぞれの品種・系統から2株分の穂を採取し、籾水分、穂発芽程度、脱粒程度を測定、評価した。籾水分はKett社製の米麦水分計で測定し、穂発芽程度は30本の穂の全籾中の発芽籾の割合で評価した。また、脱粒程度は30本の穂をそれぞれ手で強く握りしめ、脱粒した籾の割合で評価した（福田・福井、1996）。

4 現地実証

2016および2017年に美祢市秋芳町（標高115m）で「みなちから」を供試して現地実証試験を行った。

「北陸193号」を対照品種（栽植密度は2016年が16.6株/㎡、2017年が17.2株/㎡）とし、「みなちから」の栽植密度を2016年は13.6株/㎡（疎植）と18.0株/㎡（標準）、2017年は13.2株/㎡（疎植）と17.4株/㎡（標準）のそれぞれ2水準として試験を行った。移植は稚苗機械移植で6月21日、基肥は、窒素、リン酸、加里がそれぞれ23%、10%、12%の緩効性肥料を用い基肥で窒素成分あたり1.2kg/a施用した。

生育調査は移植後20日から10日毎に20株/区の草丈、茎数、葉令、葉色の生育調査を行い、成熟期に各区の調査株の中から中庸な5株を採取し籾数の調査を行うとともに各区から100株を採取して収量調査を行った。調査は各区2反復で行った。

第1表 試験区の設定

区名	肥料の種類と窒素成分比	鶏糞 ² (kg/10a)	施肥窒素 (kg/10a)			備考
			鶏糞由来	化成由来	計	
鶏糞+S100日	シグモイド型100	500	4.5	7.5	12	
鶏糞+S120日	シグモイド型120	500	4.5	7.5	12	
鶏糞+SS100日	Sシグモイド型100	500	4.5	7.5	12	2013、2014年「ホシアオバ」でS120に替えて実施
慣行	速効性：リニア型100：シグモイド型100＝40：20：40	0	0	12	12	

² 鶏糞はA社製の発酵鶏糞(N-P-K：2.2-5.8-3.7 水分：15.3%)を使用

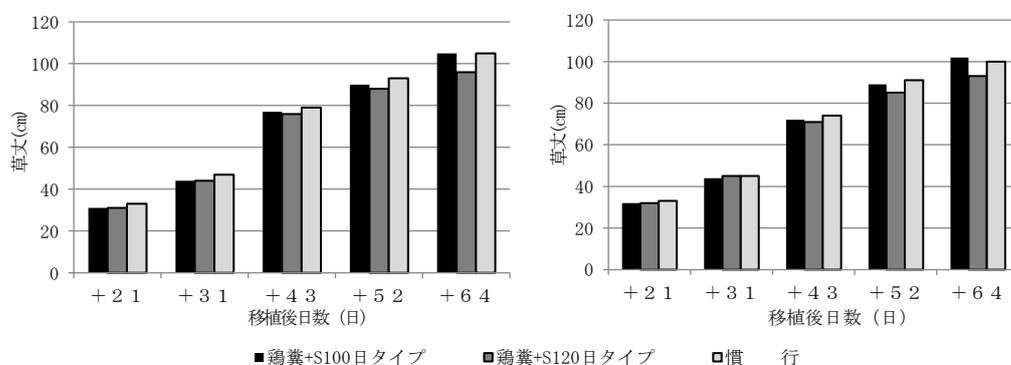
結 果

1 省力・低コストのための鶏糞を活用した施肥法の確立

2012年の「ホシアオバ」および「北陸193号」では、移植後50日頃まで鶏糞と被覆尿素を組み合わせた区で慣行区に比べて草丈はやや低く推移し、茎数も少なく推移した。また、特に鶏糞+S120日タイプ区でその傾向は顕著であった(第1図、第2図)。葉色は両品種とも移植後40日頃までは各区で差はなかったが、移植後50日頃から鶏糞+S100日タイプ>慣行>鶏糞+S120日タイプの順で濃くなった(第3図)。各試験区で生育ステージの差はなかった(第2表)。成熟期調査では「ホシアオバ」の鶏糞+S120日タイプ区が他の区に比べて稈長、穂長が短く、穂数が少なくなった。また、「北陸193号」は鶏糞+S100日タイプ区と鶏糞+S120日タイプ区が慣行より稈長は短くなり、鶏糞+S120日タイプ区が他の区に比べて穂数が少なくなった(第3表)。収量調査では「北陸193号」は区間で有意差は認められなかった。また、「ホシアオバ」では「北陸193号」と同様、区間で有意差は認められな

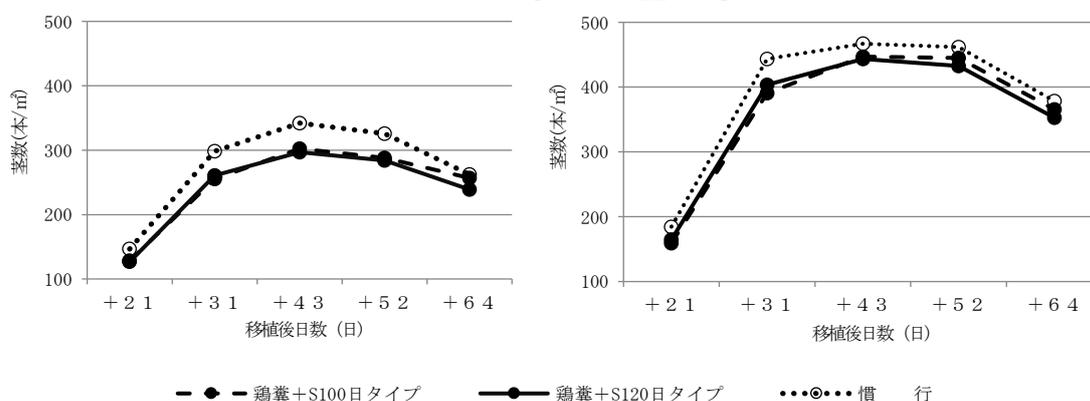
かったものの鶏糞+S120日タイプ区が他の区に比べて穂数が少なく、収量が低い傾向であった(第4表)。

2012年に「ホシアオバ」の鶏糞+S120日タイプで収量が低い傾向がみられたため、2013年からは「ホシアオバ」のみ、S120日タイプをやや溶出の早いSS100日タイプに置き換えて試験を行った。「北陸193号」は草丈では2013年、2014年とも2012年と同様の推移を示したが、茎数は2013年、2014年とも各試験区において各処理区間に差はみられなかった(第4図、第5図)。「ホシアオバ」はS120日タイプを窒素成分の溶出速度(以下「溶出速度」という。)のやや早いSS100日タイプに置き換えたことにより、2013年、2014年とも鶏糞+SS100日タイプ区は草丈が鶏糞+S100日タイプ区に比べてやや高く推移した。また、茎数は2013年は鶏糞+SS100日タイプ区が鶏糞+S100日タイプ区に比べて多く推移したが、2014年は区間に差はみられなかった(第4図、第5図)。葉色は2013年は両品種とも区間に差はなかったが(データ省略)、2014年は移植後40日頃から「ホシアオバ」では鶏糞+SS100日タイプ、「北陸193号」では鶏糞+S120日タイプで葉色がやや淡くなった(第6図)。



第1図 「ホシアオバ」、「北陸193号」の草丈の推移 (2012年)

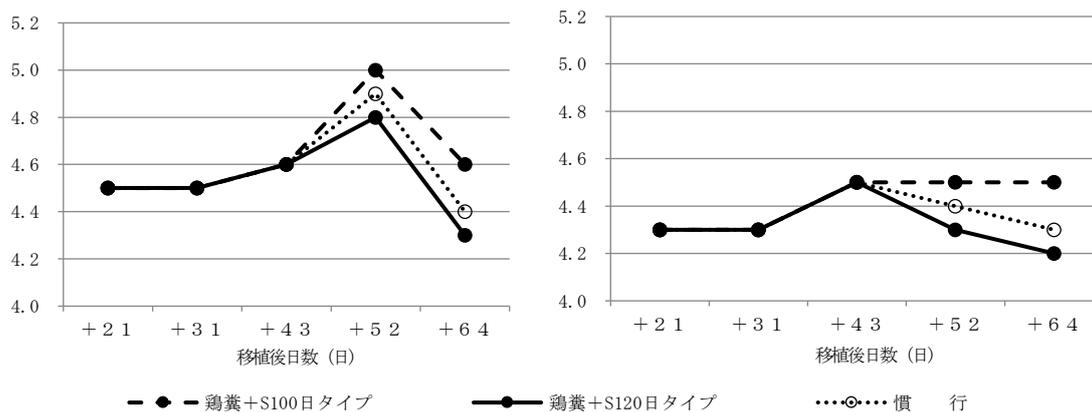
左:「ホシアオバ」、右:「北陸193号」



第2図 「ホシアオバ」、「北陸193号」の茎数の推移 (2012年)

左:「ホシアオバ」、右:「北陸193号」

飼料用米の省力・低コスト・多収栽培法



第3図 「ホシアオバ」、「北陸193号」の葉色(カラスケール)の推移(2012年)
左:「ホシアオバ」、右:「北陸193号」

第2表 各試験区の生育ステージ(2012年)

品種名	区名	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)
ホシアオバ	鶏糞+S100日タイプ	8.11	9.30
	鶏糞+S120日タイプ	8.11	9.30
	慣行	8.11	9.30
北陸193号	鶏糞+S100日タイプ	8.17	10.07
	鶏糞+S120日タイプ	8.17	10.07
	慣行	8.17	10.07

第3表 成熟期調査結果(2012年)

品種名	試験区	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 (0-5)
ホシアオバ	鶏糞+S100日タイプ	96	a 20.9	a 235	a 0
	鶏糞+S120日タイプ	90	b 20.3	b 210	b 0
	慣行	97	a 21.0	a 241	a 0
分散分析 ^z		**	**	**	-
北陸193号	鶏糞+S100日タイプ	91	a 28.0	252	a 0
	鶏糞+S120日タイプ	90	a 28.2	228	b 0
	慣行	95	b 27.5	256	a 0
分散分析		**	ns	**	-

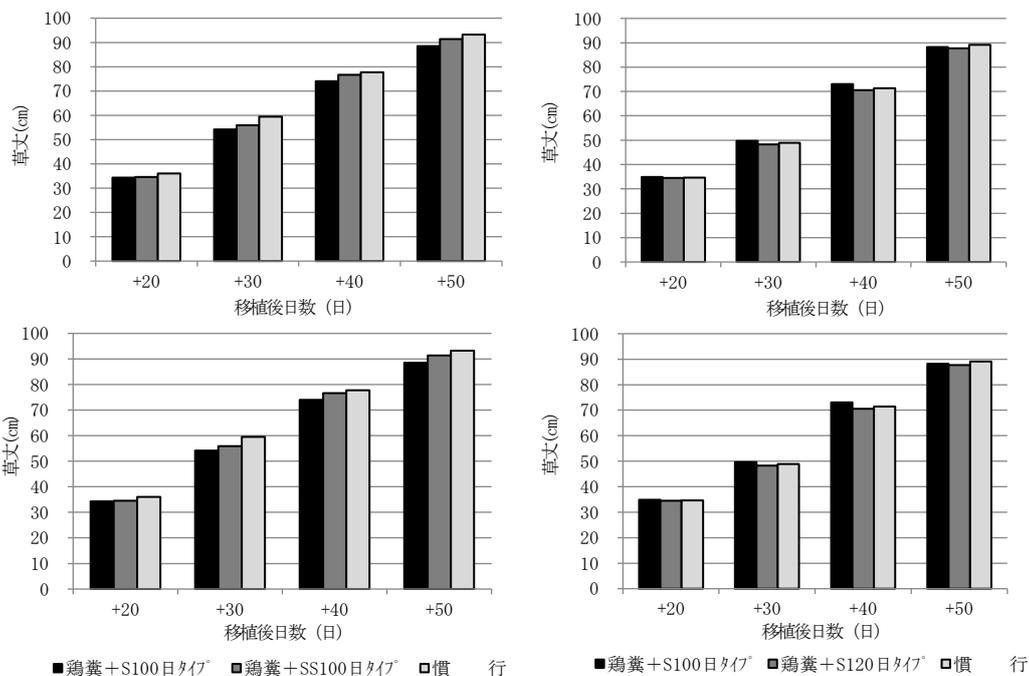
^z 分散分析の**は1%水準で有意差があることを示す。nsは有意差がないことを示す
また、異なる英文字間にはTukeyの多重比較により1%水準で有意差があることを示す

第4表 収量調査結果(2012年)

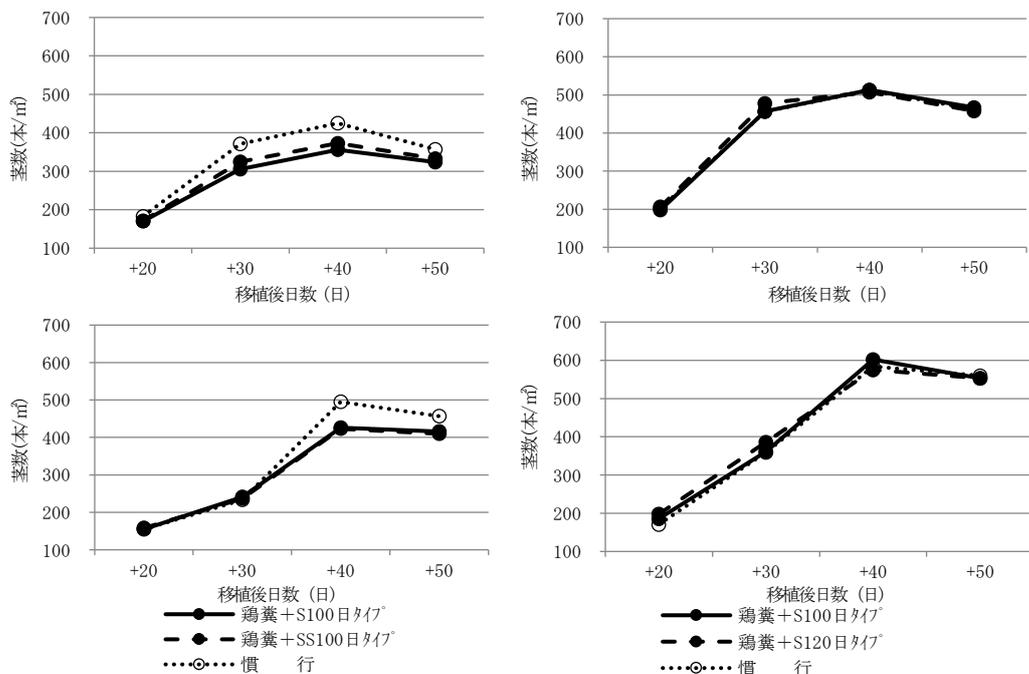
品種名	区名	全重 (kg/a)	精粳重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	同左 比率	精玄米重(kg/a)			収数		稈実 歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米タンパク ^z 含有率 (%)
						1.7 ≤ 1.85 ≤ 1.9 ≤			1穂 ×100	m ²			
						1.7 ≤	1.85 ≤	1.9 ≤					
ホシアオバ	鶏糞+S100日タイプ ^y	180	80.8	67.8	101	67.5	66.3	65.0	126	296	87	27.9	7.1
	鶏糞+S120日タイプ	172	71.5	59.3	88	59.1	58.4	57.5	108	227	89	28.7	7.6
	慣行	193	80.2	67.1	(100)	66.9	65.8	64.5	118	284	87	28.0	7.2
分散分析 ^y		ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
北陸193号	鶏糞+S100日タイプ	250	103.5	83.3	103	82.9	77.6	56.4	167	421	92	22.5	7.6
	鶏糞+S120日タイプ	237	100.0	80.1	100	79.9	77.2	63.9	161	367	93	23.2	7.4
	慣行	240	100.4	80.5	(100)	80.1	76.5	59.5	149	380	93	23.0	7.2
分散分析		ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^z 玄米タンパク含有率はN社製スペクトロフォトメーターで測定した

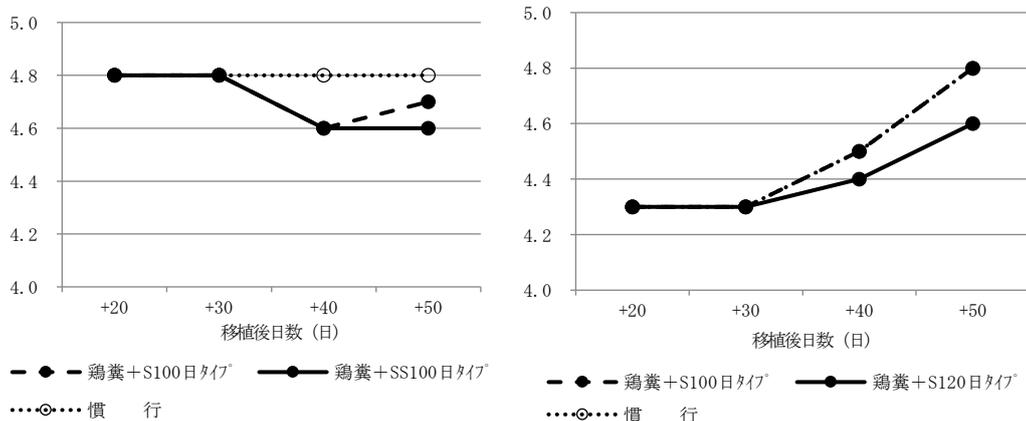
^y 分散分析のnsは有意差がないことを示す



第4図 「ホシアオバ」および「北陸193号」の草丈の推移 (上:2013年 下:2014年)
左:「ホシアオバ」、右:「北陸193号」



第5図 「ホシアオバ」および「北陸193号」の莖数の推移 (上:2013年 下:2014年)



第6図 「ホシアオバ」および「北陸193号」の葉色の推移 (2014年)

生育ステージは2012年と同様、2013年、2014年も各試験区で差はなかった(第5表)。成熟期調査では「ホシアオバ」、「北陸193号」とも稈長は各試験区が慣行区に比べて短かった。また、穂長は2014年の「ホシアオバ」の鶏糞+S100日タイプ区が他の区に比べて長かったが、2013年の「ホシアオバ」、2013年、2014年の「北陸193号」では区間に差はみられなかった。穂数は2013年の「北陸193号」、2014年の「ホシアオバ」で溶出速度の遅い被覆尿素の区でやや穂数が少なくなったが、2013年の「ホシアオバ」、2014年の「北陸193号」で区間に差はみられなかった(第6表)。収量調査は2013年、2014年とも「ホシアオバ」、「北陸193号」の両品種で収量構成要素、収量で区間に有意差は認められなかった(第7表)。

2015年から2017年に供試した「みなちから」、「北陸262号」、「北陸193号」ではいずれの品種も

3か年とも慣行区に比べて鶏糞+被覆尿素の区の草丈が高く推移し、特に鶏糞+S100日タイプ区の草丈が高かった(第7図)。また、茎数は「みなちから」、「北陸262号」、「北陸193号」とも2015年は慣行区に比べて鶏糞+被覆尿素の区がやや多く推移したが、2016年、2017年は各区でほぼ同様に推移した(第8図)。葉色はいずれの年も各品種で区による差はなかった(データ省略)。生育ステージは2016年の「みなちから」の鶏糞+S100日タイプ区の出穂期が他の区より1日遅かったが、それ以外は区間で出穂期、成熟期の差はなかった(第8表)。成熟期調査でも稈長、穂長、穂数に区間の差はみられなかった(第9表)。2015~2017年いずれの年も鶏糞+被覆尿素、慣行の各区で収量構成要素、収量の差はなかった。また、玄米タンパク含有率も各区で差はなかった(第10表)。

第5表 各試験区の生育ステージ (2013年、2014年)

品種名	試験区	2013年		2014年	
		出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)
ホシアオバ	鶏糞+S100日タイプ ^o	8.09	9.25	8.09	9.25
	鶏糞+SS100日タイプ ^o	8.09	9.25	8.09	9.25
	慣行	8.09	9.25	8.09	9.25
北陸193号	鶏糞+S100日タイプ ^o	8.18	10.04	8.18	10.04
	鶏糞+S120日タイプ ^o	8.18	10.04	8.18	10.04
	慣行	8.18	10.04	8.18	10.04

第6表 成熟期調査結果 (2013年、2014年)

品種名	試験区	2013年				2014年							
		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 (0-5)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 (0-5)				
ホシアオバ	鶏糞+S100日タイプ ^o	89	a	21.3	231	0	99	a	22.7	b	235	a	0
	鶏糞+SS100日タイプ ^o	93	ab	22.1	232	0	98	a	21.6	a	223	b	0
	慣行	96	b	21.5	245	0	103	b	21.4	a	237	a	0
分散分析 ^z		*	ns	ns	-	*	*	*	-				
北陸193号	鶏糞+S100日タイプ ^o	93	ab	29.3	241	ab	0	93	27.8	248	0		
	鶏糞+S120日タイプ ^o	91	a	28.3	237	a	0	92	27.4	241	0		
	慣行	95	b	28.2	250	b	0	94	27.0	252	0		
分散分析		*	ns	*	-	ns	ns	ns	-				

^z 分散分析の*は5%水準で有意差があることを示す。nsは有意差がないことを示す
また、異なる英文字間にはTukeyの多重比較により5%水準で有意差があることを示す

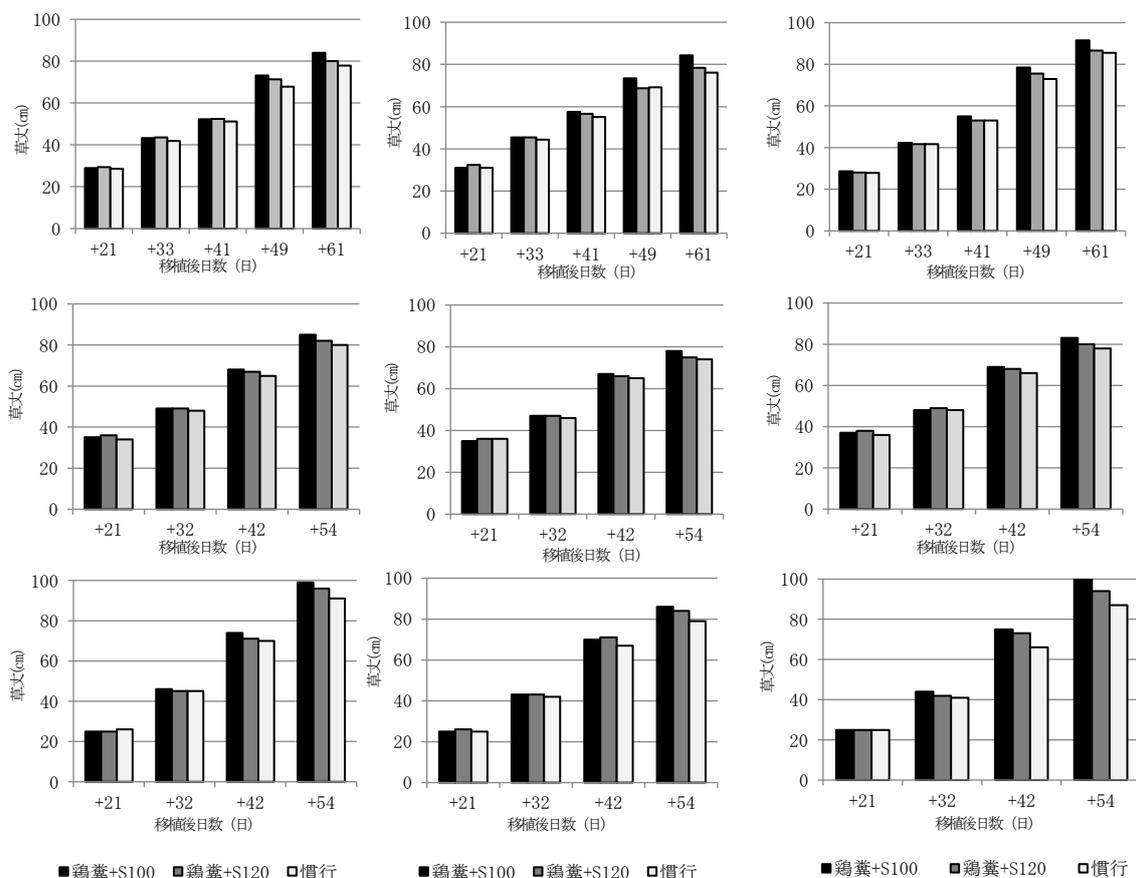
第7表 収量調査結果(上:2013年、下:2014年)

品種名	区名	全重 (kg/a)	精籾重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	同左 比率	精玄米重(kg/a)			籾数		稔実 歩合 (%)	千粒重 1.85≤ (g)	玄米タンパク ^z 含有率 (%)
						1.7≤	1.85≤	1.9≤	1穂	m ² ×100			
						1.7≤	1.85≤	1.9≤	1穂	m ² ×100			
ホシアオバ	鶏糞+S100日タイプ	182	83.4	68.9	97	68.7	68.0	67.6	126	292	84	28.5	8.0
	鶏糞+SS100日タイプ	189	87.6	72.5	103	72.4	71.7	71.1	134	310	84	28.5	8.2
	慣行	195	85.8	70.7	(100)	70.5	69.8	69.2	130	318	84	28.3	8.0
分散分析 ^y		ns	ns	ns	—	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
北陸193号	鶏糞+S100日タイプ	199	95.7	75.6	96	74.0	59.5	46.0	172	415	86	22.0	7.8
	鶏糞+S120日タイプ	209	98.1	78.1	99	77.3	70.4	47.6	166	392	92	22.0	7.8
	慣行	221	99.2	78.7	(100)	78.1	72.9	54.1	159	395	92	22.3	7.7
分散分析		ns	ns	ns	—	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

品種名	区名	全重 (kg/a)	精籾重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	同左 比率	精玄米重(kg/a)			籾数		稔実 歩合 (%)	千粒重 1.85≤ (g)	玄米タンパク ^z 含有率 (%)
						1.7≤	1.85≤	1.9≤	1穂	m ² ×100			
						1.7≤	1.85≤	1.9≤	1穂	m ² ×100			
ホシアオバ	鶏糞+S100日タイプ	202	87.5	74.2	98	74.1	73.5	72.5	127	297	93	29.3	8.2
	鶏糞+SS100日タイプ	195	84.2	71.1	93	71.0	70.4	69.5	116	244	94	29.4	8.3
	慣行	214	89.9	76.1	(100)	76.0	75.2	73.8	122	295	94	28.9	8.0
分散分析		ns	ns	ns	—	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
北陸193号	鶏糞+S100日タイプ	241	109.6	88.7	103	88.3	86.7	81.2	154	388	85	24.7	7.5
	鶏糞+S120日タイプ	235	107.0	86.3	100	86.1	84.7	80.2	157	358	91	24.4	7.6
	慣行	236	106.5	86.2	(100)	85.9	83.8	77.4	149	380	89	24.3	7.1
分散分析		ns	ns	ns	—	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

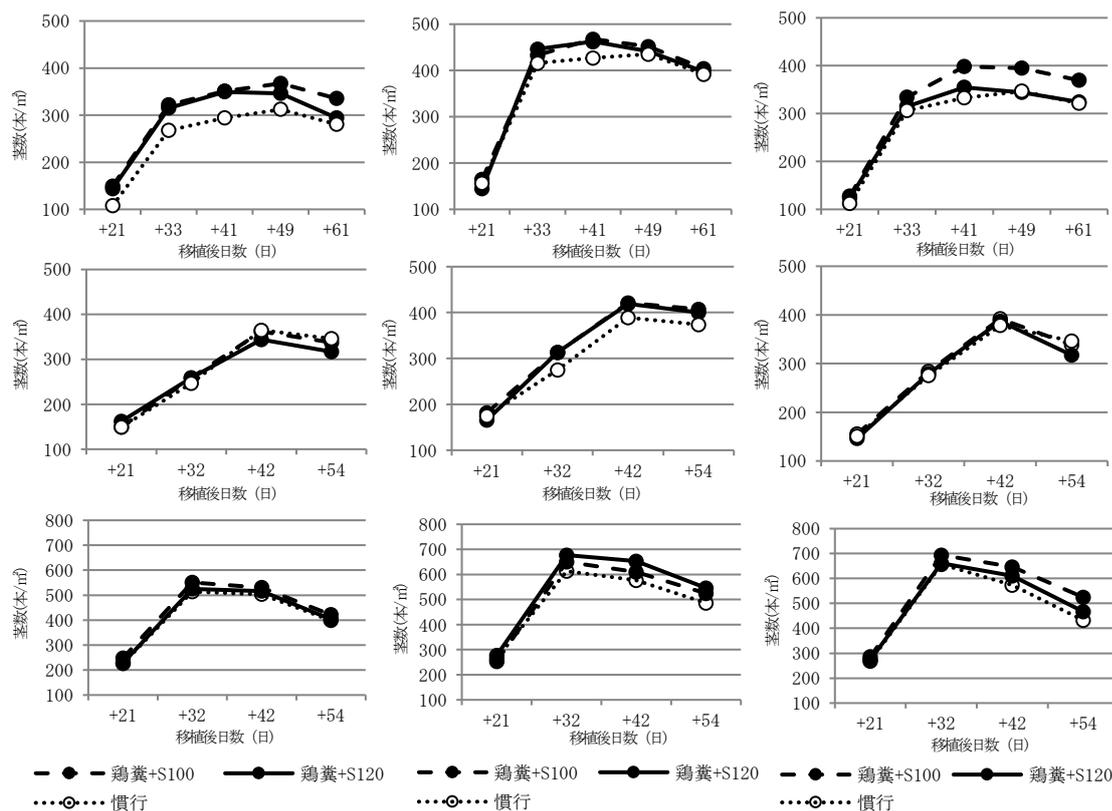
^z 玄米タンパク含有率はN社製スペクトロフォトメーターで測定した

^y 分散分析のnsは有意差がないことを示す



第7図 「みなちから」、「北陸262号」および「北陸193号」の草丈の推移
左から「みなちから」、「北陸262号」、「北陸193号」(上段:2015年 中段:2016年 下段:2017年)

飼料用米の省力・低コスト・多収栽培法



第8図 「みなちから」、「北陸262号」および「北陸193号」の茎数の推移
 左から「みなちから」、「北陸262号」、「北陸193号」(上段:2015年 中段:2016年 下段:2017年)

第8表 生育ステージ (2015~2017年)

品種・系統	試験区	2015年		2016年		2017年	
		出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)
みなちから	鶏糞+S100	8.16	10.12	8.13	9.27	8.12	10.05
	鶏糞+S120	8.16	10.12	8.12	9.27	8.12	10.05
	慣行	8.16	10.12	8.12	9.27	8.12	10.05
北陸262号	鶏糞+S100	8.18	10.10	8.13	9.29	8.10	9.29
	鶏糞+S120	8.18	10.10	8.13	9.29	8.10	9.29
	慣行	8.18	10.10	8.13	9.29	8.10	9.29
北陸193号	鶏糞+S100	8.22	10.20	8.17	10.04	8.17	10.09
	鶏糞+S120	8.22	10.20	8.17	10.04	8.17	10.09
	慣行	8.22	10.20	8.17	10.04	8.17	10.09

第9表 成熟期調査 (2015~2017年)

品種・系統	試験区	2015年				2016年				2017年			
		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	倒伏 (0-5)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	倒伏 (0-5)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	倒伏 (0-5)
みなちから	鶏糞+S100	76	22.8	275	0	80	21.8	230	0	80	21.8	230	0
	鶏糞+S120	74	23.8	237	0	76	21.6	220	0	76	21.6	220	0
	慣行	74	22.9	219	0	78	21.9	221	0	78	21.9	221	0
北陸262号	鶏糞+S100	76	28.0	297	0	84	27.6	279	0	84	27.6	279	0
	鶏糞+S120	76	28.0	279	0	82	27.8	263	0	82	27.8	263	0
	慣行	76	27.2	281	0	82	26.5	241	0	82	26.5	241	0
北陸193号	鶏糞+S100	82	27.2	243	0	93	28.9	223	0	93	28.9	223	0
	鶏糞+S120	82	27.1	214	0	93	28.9	218	0	93	28.9	218	0
	慣行	80	27.1	223	0	91	28.4	211	0	91	28.4	211	0
分散分析 ^z	品種・系統	ns	*	ns	ns	*	*	*	ns	*	*	*	ns
	施肥	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	交互作用	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^z 分散分析の*はそれぞれ5%水準で有意差があることを示す。nsは有意差がないことを示す

第10表 収量調査(上:2015年 中:2016年 下:2017年)

品種・系統	試験区	全重 (kg/a)	粗粒重 (kg/a)	精粒重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	精玄米重(kg/a)			㎡当たり 粒数 (×100)	千粒重 1.7≦ (g)	玄米タンパク ^z 含有率 (%)
						1.7≦	1.85≦	1.9≦			
みなちから	鶏糞+S100	202	87.6	85.7	70.8	72.1	69.7	65.1	340	24.8	8.3
	鶏糞+S120	197	85.4	85.7	69.1	72.8	70.8	66.1	320	25.2	8.6
	慣行	183	81.6	80.1	65.0	69.6	67.5	62.8	283	24.5	8.1
北陸262号	鶏糞+S100	211	104.8	101.9	80.8	79.4	67.9	49.9	398	20.8	8.5
	鶏糞+S120	206	102.2	100.2	79.7	79.0	71.0	55.3	397	21.4	8.1
	慣行	185	99.0	97.6	76.7	75.9	68.3	53.9	391	21.4	7.3
北陸193号	鶏糞+S100	214	94.2	91.1	72.8	69.9	66.7	63.4	348	23.0	7.5
	鶏糞+S120	210	94.3	91.9	73.2	68.4	66.0	63.2	316	23.2	7.5
	慣行	197	90.3	88.2	70.0	64.3	61.9	59.0	387	23.3	7.1
分散分析 ^y	品種・系統	ns	*	*	*	*	ns	ns	ns	**	**
	施肥	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	交互作用	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

品種・系統	試験区	全重 (kg/a)	粗粒重 (kg/a)	精粒重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	精玄米重(kg/a)			㎡当たり 粒数 (×100)	千粒重 1.7≦ (g)	玄米タンパク ^z 含有率 (%)
						1.7≦	1.85≦	1.9≦			
みなちから	鶏糞+S100	211	97.3	95.1	78.6	69.9	66.7	63.4	318	26.2	8.3
	鶏糞+S120	206	91.3	89.3	73.7	68.4	66.0	63.2	279	27.0	8.5
	慣行	195	90.2	88.3	73.0	64.3	61.9	59.0	282	26.7	7.9
北陸262号	鶏糞+S100	206	104.0	101.5	80.9	80.5	78.0	66.9	370	22.2	7.0
	鶏糞+S120	208	106.9	104.5	82.4	82.1	80.9	73.3	369	23.3	8.4
	慣行	198	104.9	103.2	81.3	81.0	79.1	69.2	329	22.5	7.3
北陸193号	鶏糞+S100	231	116.4	114.0	91.3	72.1	69.7	65.1	365	23.9	7.3
	鶏糞+S120	217	109.3	107.2	85.8	72.8	70.8	66.1	379	24.1	7.5
	慣行	204	102.8	101.0	81.3	69.6	67.5	62.8	333	24.5	7.0
分散分析	品種・系統	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	**	ns
	施肥	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	交互作用	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

品種・系統	試験区	全重 (kg/a)	粗粒重 (kg/a)	精粒重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	精玄米重(kg/a)			㎡当たり 粒数 (×100)	千粒重 1.7≦ (g)	玄米タンパク ^z 含有率 (%)
						1.7≦	1.85≦	1.9≦			
みなちから	鶏糞+S100	269	111.4	107.6	89.4	88.3	85.7	82.5	398	25.8	8.6
	鶏糞+S120	267	112.7	108.7	89.8	88.9	86.5	84.1	412	26.2	8.8
	慣行	245	104.4	102.0	84.4	83.8	81.9	79.6	371	26.4	8.6
北陸262号	鶏糞+S100	220	119.8	116.7	94.2	92.3	71.3	37.8	468	20.9	9.0
	鶏糞+S120	229	123.5	121.3	97.7	97.3	85.5	54.4	506	21.6	8.8
	慣行	203	112.5	110.7	88.6	88.3	77.5	48.1	415	21.7	8.1
北陸193号	鶏糞+S100	299	126.6	122.2	99.4	99.1	97.1	88.7	434	23.9	8.1
	鶏糞+S120	284	130.6	127.3	103.6	103.5	102.3	94.8	456	24.1	7.9
	慣行	258	117.7	108.8	89.4	89.3	88.1	80.9	412	24.5	7.4
分散分析	品種・系統	ns	ns	ns	*	*	*	**	*	**	ns
	施肥	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns
	交互作用	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^z 玄米タンパク含有率はN社製スペクトロフォトメーターで測定した

^y 分散分析の*, **はそれぞれ5%水準, 1%水準で有意差があることを示す。nsは有意差がないことを示す

2 省力・コスト低減のための疎植適応性の確認

2012~2014年の「ホシアオバ」、「タカナリ」、「北陸193号」の草丈は3品種とも2012年、2013年は標準区が疎植区よりやや長い傾向であったが、2014年は疎植区が標準区より長い傾向であった(第9図)。茎数は「ホシアオバ」、「タカナリ」、「北陸193号」とも移植後50日頃まで概して標準区が疎植区より多く推移したが、2013年の「ホシアオバ」、「北陸193号」、2014年の「ホシアオバ」では、移植後40~50日頃から標準区と疎植区がほぼ同等となった。

また、穂数も3品種とも標準区と疎植区がほぼ同等となった(第10図)。葉色は3品種とも移植後30日頃から疎植区が標準区よりやや濃くなった(第11図)。出穂期、成熟期は3品種とも疎植区が標準区よりやや遅れる傾向であった(第11表)。稈長、穂長は区間で差はみられるものの品種や年次により傾向が異なった。また、穂数は3品種とも区間の差はなかったが、有効茎歩合は概して疎植区が標準区に比べて高かった(第12表)。収量調査では2012年の「タカナリ」で標準区が㎡当たり粒数が多く、収量も多かった

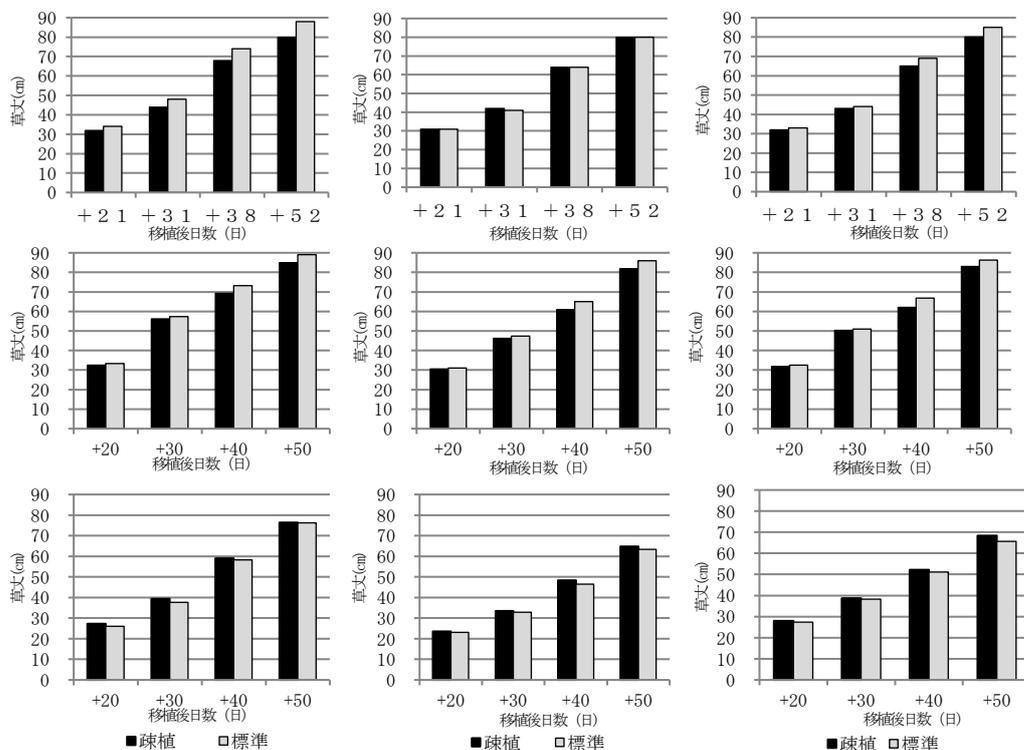
が、それ以外は「ホシアオバ」、「タカナリ」、「北陸193号」とも標準区と疎植区で㎡当たり籾数、稔実歩合、千粒重の収量構成要素、収量（粗玄米重）に差はなく、玄米タンパク含有率も差はなかった（第13表）。

2015～2017年に供試した「みなちから」、「北陸262号」、「北陸193号」では3品種・系統とも草丈については区間でわずかに差はみられるものの品種・系統や年次により傾向が異なった（第12図）。茎数は3品種・系統とも概して移植後50日頃まで標準区が疎植区より多かったが、2016年の「北陸262号」、「北陸193号」、2017年の「北陸262号」、「北陸193号」を除いて、穂数はほぼ同等となった（第13図）。葉色は3品種・系統とも移植後30日頃から疎植区が標準区に比べて濃くなった（第14図）。出穂期、成熟期はいずれの年も標準区が疎植区と同等～やや早かった（第14表）。成熟期の稈長、穂長は3品種・系統とも区による差はなかった。また、穂数は2016年、2017年の「北陸262号」、「北陸193号」で標準区が疎植区に比べて多かったが、それ以外は区間に差はなかった（第15表）。収量調査では2016年、2017年の「北陸262号」、「北陸193号」で標準区が疎植区に比べて穂数が多かったものの、1穂籾数は疎植区が多かったこと

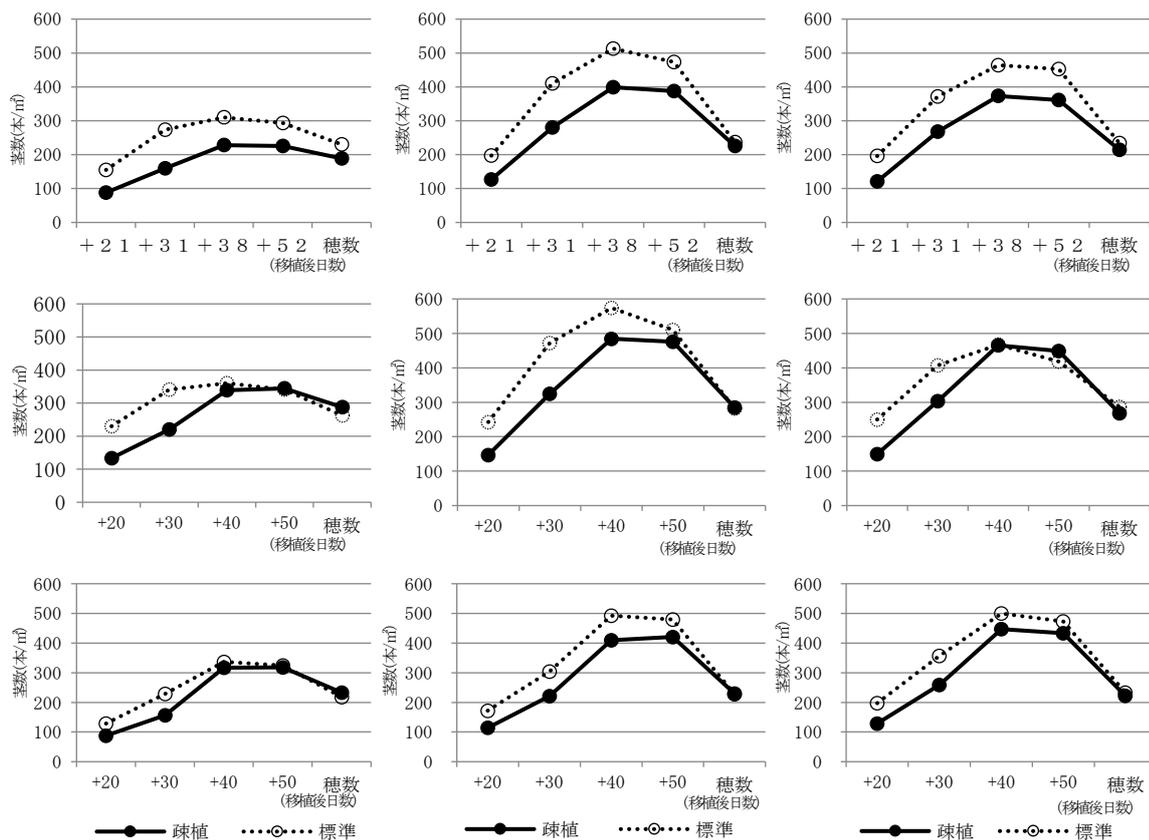
から㎡当たり籾数の差は小さくなり、2016年の「みなちから」を除いて稔実歩合、千粒重の差もなかったことから、3品種・系統とも収量（粗玄米重）の差はなかった（第16表）。また、玄米タンパク含有率も3品種とも区間に差はなかった。

3 コスト低減のための立毛乾燥の可否の確認

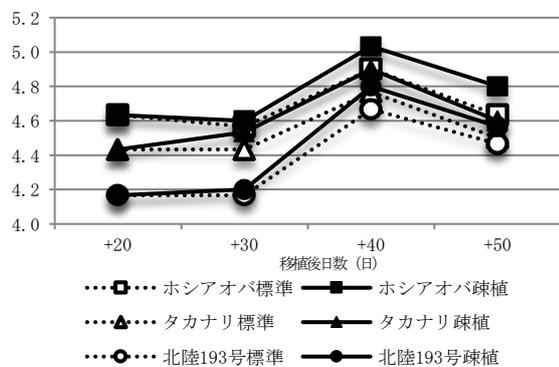
2015～2017年に供試した「みなちから」、「北陸262号」、「北陸193号」は3品種・系統とも成熟期の籾水分は23～26%程度であったが、その後、徐々に水分が低下し、成熟期から30日後には籾水分は14～19%程度まで低下した（第17表）。籾水分は収穫前の降水量の影響を受けており、収穫前数日間に降雨があった場合はいずれも籾水分が高くなっていった（第15図）。「北陸193号」は成熟期でもわずかに脱粒がみられ、その後、脱粒程度は増加したが、「北陸262号」は成熟期から30日後でもほとんど脱粒しなかった。「みなちから」は成熟期から10日後から脱粒がみられたが、成熟期から30日後までは脱粒の大きな増加はなかった（第17表）。また、「北陸193号」は成熟期から30日後まで穂発芽はほとんどみられなかったが、「みなちから」、「北陸262号」では成熟期の10日後からわずかに穂発芽がみられる年もあった（第17表）。



第9図 「ホシアオバ」、「タカナリ」および「北陸193号」の草丈の推移
左から「ホシアオバ」、「タカナリ」、「北陸193号」（上段：2012年 中段：2013年 下段：2014年）



第10図 「ホシアオバ」、「タカナリ」および「北陸193号」の茎数→穂数の推移
左から「ホシアオバ」、「タカナリ」、「北陸193号」(上段:2012年 中段:2013年 下段:2014年)



第11図 「ホシアオバ」、「タカナリ」および「北陸193号」の葉色の推移
(2012年、2013年、2014年平均)

第11表 生育ステージ (2012年~2014年)

品種名	試験区	2012年		2013年		2014年	
		出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)
ホシアオバ	標準	8.12	9.30	8.09	9.26	8.10	10.04
	疎植	8.13	9.30	8.10	9.27	8.11	10.06
タカナリ	標準	8.14	10.05	8.12	9.28	8.13	10.08
	疎植	8.16	10.05	8.13	9.29	8.15	10.09
北陸193号	標準	8.18	10.07	8.17	10.03	8.17	10.15
	疎植	8.19	10.08	8.19	10.04	8.19	10.17

第12表 成熟期調査 (2012年~2014年)

品種名	試験区	2012年					2013年					2014年				
		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m²)	有効茎 歩合	倒伏 (0-5)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m²)	有効茎 歩合	倒伏 (0-5)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m²)	有効茎 歩合	倒伏 (0-5)
ホシアオバ	標準	87	21.3	230	74	0	94	20.5	288	80	0	84	20.8	218	65	0
	疎植	83	22.2	189	83	0	95	21.8	263	76	0	89	20.6	233	74	0
t検定 ^z		*	*	ns	*	-	ns	*	ns	ns	-	*	ns	ns	*	-
タカナリ	標準	77	25.5	237	46	0	81	25.7	285	50	0	79	24.4	227	46	0
	疎植	77	24.8	226	57	0	78	26.2	282	58	0	84	25.2	230	55	0
t検定		ns	*	ns	*	-	*	ns	ns	*	-	*	*	ns	*	-
北陸193号	標準	85	27.3	234	50	0	92	28.2	268	57	0	86	27.2	233	46	0
	疎植	85	27.3	214	57	0	89	28.5	287	62	0	87	27.6	222	50	0
t検定		ns	ns	ns	*	-	*	ns	ns	*	-	ns	ns	ns	*	-

^z t検定の*は5%水準で有意差があることを示す。nsは有意差がないことを示す

第13表 収量調査(上段：2012年、中段：2013年、下段：2014年)

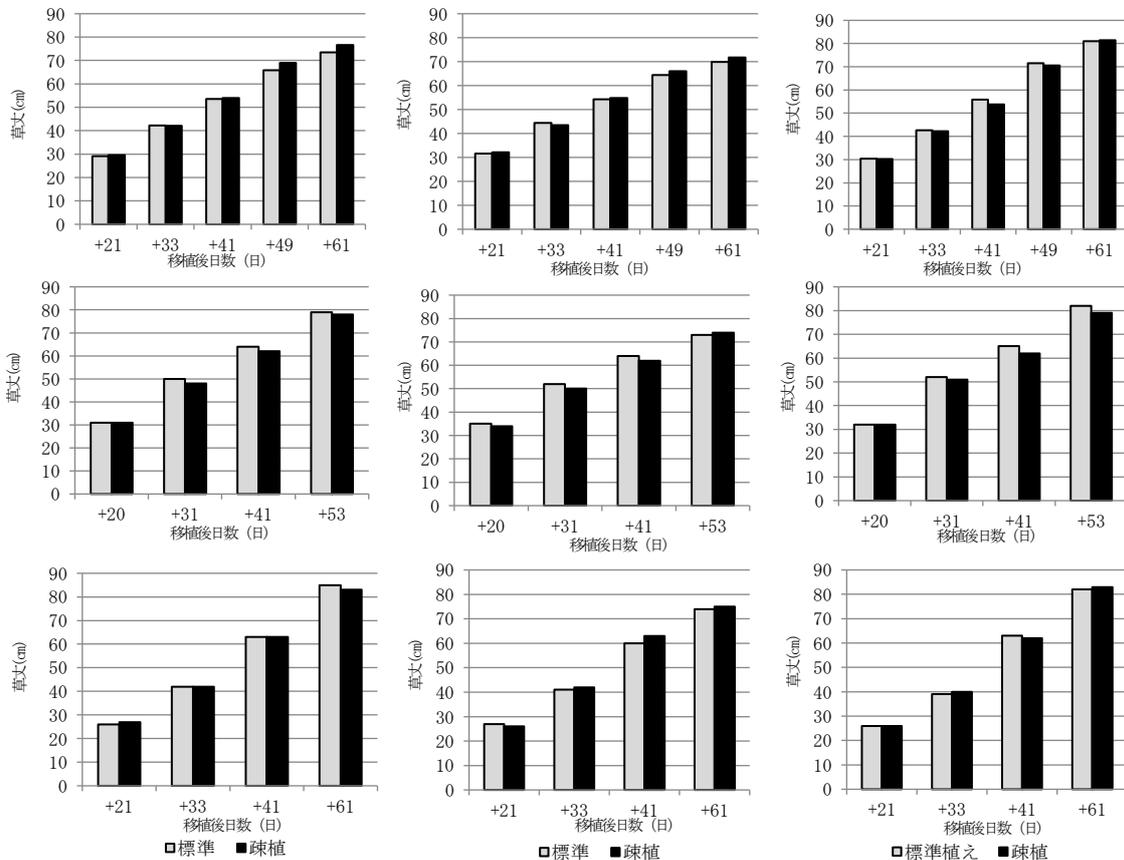
品種名	区名	全重 (kg/a)	粗粒重 (kg/a)	精粒重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	精玄米重(kg/a)			粒数		稈実歩合	千粒重 (g)	玄米タンパク ² 含有率 (%)
						1.7≦	1.85≦	1.9≦	1穂	m ² ×100			
ホシアオバ	標準	158	68.2	66.8	56.0	55.9	55.4	54.7	109	251	83	28.2	7.1
	疎植	141	66.8	65.4	55.3	55.1	54.5	53.9	123	232	85	28.3	7.1
t検定 ^y		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
タカナリ	標準	182	93.5	92.8	75.5	74.5	57.6	32.2	156	370	95	21.0	8.3
	疎植	158	82.5	81.7	66.4	64.4	42.3	20.4	144	325	96	20.8	8.4
t検定		ns	*	*	*	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
北陸193号	標準	209	91.8	90.2	72.1	71.6	67.4	51.4	155	363	94	22.6	6.9
	疎植	200	90.0	88.5	71.3	70.8	64.4	45.0	154	330	92	22.3	6.9
t検定		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

品種名	区名	全重 (kg/a)	粗粒重 (kg/a)	精粒重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	精玄米重(kg/a)			粒数		稈実歩合	千粒重 (g)	玄米タンパク ² 含有率 (%)
						1.7≦	1.85≦	1.9≦	1穂	m ² ×100			
ホシアオバ	標準	190	83.1	81.0	66.6	66.5	65.6	65.1	112	256	85	28.8	7.5
	疎植	173	80.3	78.3	64.8	64.7	64.2	63.8	118	222	82	28.9	7.5
t検定		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
タカナリ	標準	184	94.2	92.7	73.5	71.7	47.2	24.2	146	346	93	21.4	8.5
	疎植	189	96.3	94.5	75.4	73.3	45.8	30.7	154	347	90	21.3	8.8
t検定		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
北陸193号	標準	224	99.6	97.5	77.1	76.8	70.2	61.5	148	346	93	22.9	6.9
	疎植	211	98.8	96.8	76.7	76.2	66.6	53.5	145	310	92	22.5	7.1
t検定		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

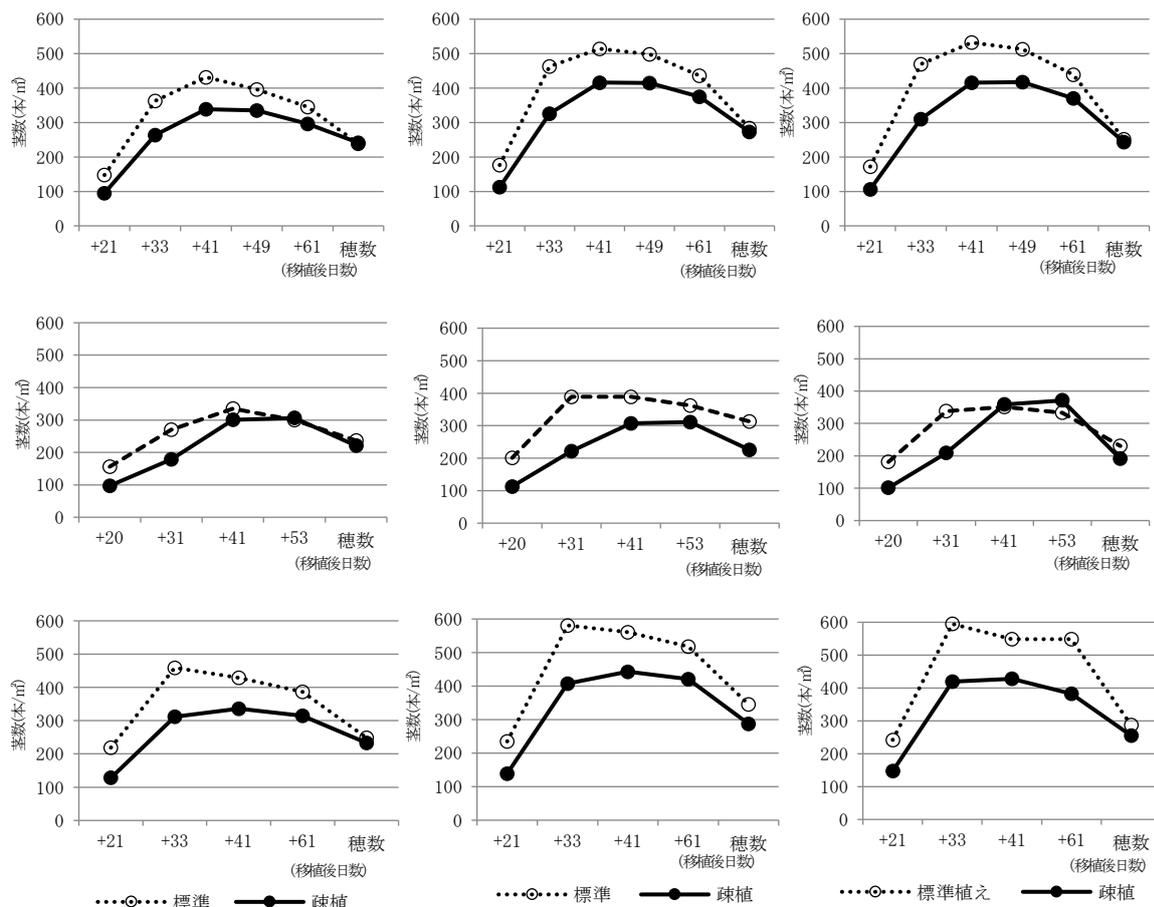
品種名	区名	全重 (kg/a)	粗粒重 (kg/a)	精粒重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	精玄米重(kg/a)			粒数		稈実歩合	千粒重 (g)	玄米タンパク ² 含有率 (%)
						1.7≦	1.85≦	1.9≦	1穂	m ² ×100			
ホシアオバ	標準	162	77.1	75.4	64.1	63.3	63.2	63.0	111	241	91	30.2	7.9
	疎植	160	77.9	76.1	64.9	64.0	63.7	63.4	113	264	91	30.3	7.7
t検定		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
タカナリ	標準	167	94.2	92.0	74.7	73.2	68.4	58.6	149	339	95	22.1	8.0
	疎植	164	93.1	91.3	74.4	72.7	67.0	57.8	164	378	95	22.3	7.9
t検定		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
北陸193号	標準	217	100.4	98.1	77.0	76.0	74.4	71.2	150	349	95	24.5	6.7
	疎植	215	98.7	96.6	77.9	76.9	75.1	72.0	165	366	95	24.5	6.7
t検定		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

² 玄米タンパク含有率はN社製スペクトロフォトメーターで測定した

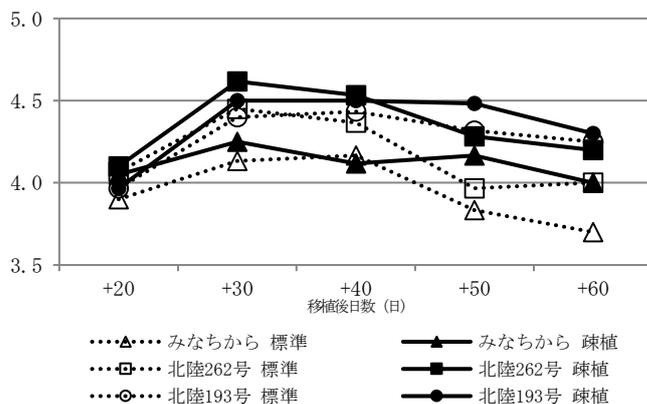
^y t検定の*は5%水準で有意差があることを示す、nsは有意差がないことを示す



第12図 「みなちから」、「北陸262号」および「北陸193号」の草丈の推移
左から「みなちから」、「北陸262号」、「北陸193号」(上段：2015年 中段：2016年 下段：2017年)



第13図 「みなちから」、「北陸262号」および「北陸193号」の茎数→穂数の推移
左から「みなちから」、「北陸262号」、「北陸193号」(上段:2015年 中段:2016年 下段:2017年)



第14図 「みなちから」、「北陸262号」および「北陸193号」の葉色の推移

第14表 生育ステージ (2015年～2017年)

品種名	試験区	2015年		2016年		2017年	
		出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)
みなちから	標準	8.12	10.10	8.11	9.26	8.12	10.07
	疎植	8.14	10.11	8.12	9.27	8.13	10.08
北陸262号	標準	8.16	10.08	8.11	9.27	8.10	9.28
	疎植	8.17	10.09	8.12	9.28	8.11	9.29
北陸193号	標準	8.21	10.17	8.16	10.03	8.17	10.09
	疎植	8.22	10.19	8.16	10.03	8.18	10.10

飼料用米の省力・低コスト・多収栽培法

第15表 成熟期調査 (2015年～2017年)

品種・系統名	区名	出穂期	成熟期	2015年				2016年				2017年			
				成熟期			倒伏 (0-5)	成熟期			倒伏 (0-5)	成熟期			倒伏 (0-5)
				稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	
みなちから	標準	8月12日	10月7日	71	22.6	239	0	76	21.9	237	0	79	22.5	248	0
	疎植	8月13日	10月8日	73	22.2	241	0	78	22.6	221	0	79	23.0	233	0
t検定 ²				-	-	ns	-	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	-
北陸262号	標準	8月10日	9月28日	71	27.0	284	0	79	26.9	313	0	79	27.0	346	0
	疎植	8月11日	9月29日	72	27.4	273	0	81	27.5	226	0	80	27.8	288	0
t検定				-	-	ns	-	ns	ns	**	-	ns	ns	**	-
北陸193号	標準	8月17日	10月9日	80	26.3	252	0	93	27.1	230	0	93	25.8	287	0
	疎植	8月18日	10月10日	80	26.6	243	0	89	28.6	191	0	95	26.4	255	0
t検定				-	-	ns	-	ns	ns	**	-	ns	ns	**	-

² t検定 の*、**はそれぞれ5%水準、1%水準で有意差があることを示し、nsは有意差がないことを示す

第16表 収量調査(上段:2015年、中段:2016年、下段:2017年)

品種名	区名	全重 (kg/a)	粗粒重 (kg/a)	精粒重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	㎡穂数	収数		穂実歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米タンパク含有率 (%)
							1穂	㎡ ×100			
みなちから	標準	184	94.2	92.7	73.5	239	124.8	305	-	24.9	7.8
	疎植	189	96.3	94.5	75.4	241	120.6	295	-	24.6	7.8
t検定 ²		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
北陸262号	標準	190	83.1	81.0	66.6	284	130.4	370	-	22.0	6.9
	疎植	173	80.3	78.3	64.8	273	139.7	375	-	22.2	7.3
t検定		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
北陸193号	標準	224	99.6	97.5	77.1	252	167.5	440	-	23.3	7.1
	疎植	211	98.8	96.8	76.7	243	144.0	349	-	23.0	7.1
t検定		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

品種名	区名	全重 (kg/a)	粗粒重 (kg/a)	精粒重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	㎡穂数	収数		穂実歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米タンパク含有率 (%)
							1穂	㎡ ×100			
みなちから	標準	190	88.6	86.7	72.1	237	122.9	291	86	26.8	8.3
	疎植	179	90.6	89.0	74.2	221	144.9	320	80	26.6	8.3
t検定		ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns
北陸262号	標準	208	106.2	104.5	82.6	313	139.5	437	91	22.9	7.5
	疎植	196	102.9	101.6	80.2	226	152.7	345	92	22.3	7.9
t検定		ns	ns	ns	ns	**	*	*	ns	ns	ns
北陸193号	標準	221	108.7	107.2	85.6	230	157.1	361	92	24.1	6.9
	疎植	206	103.4	101.6	81.3	191	176.9	338	91	24.0	7.1
t検定		ns	ns	ns	ns	**	*	*	ns	ns	ns

品種名	区名	全重 (kg/a)	粗粒重 (kg/a)	精粒重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	㎡穂数	収数		穂実歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米タンパク含有率 (%)
							1穂	㎡ ×100			
みなちから	標準	207	91.8	90.0	74.2	248	120.0	299	-	26.7	8.0
	疎植	206	90.4	88.5	73.8	233	128.3	294	-	26.4	8.0
t検定		ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
北陸262号	標準	183	98.6	97.4	77.6	346	129.7	451	-	21.3	7.3
	疎植	187	100.5	98.9	79.0	288	147.6	418	-	21.1	7.4
t検定		ns	ns	ns	ns	**	*	*	ns	ns	ns
北陸193号	標準	223	107.6	105.3	84.2	287	141.7	289	-	22.7	7.2
	疎植	222	103.3	100.8	81.5	255	158.5	250	-	23.1	7.2
t検定		ns	ns	ns	ns	**	*	ns	ns	ns	ns

² 玄米タンパク含有率はN社製スペクトロフォトメーターで測定した

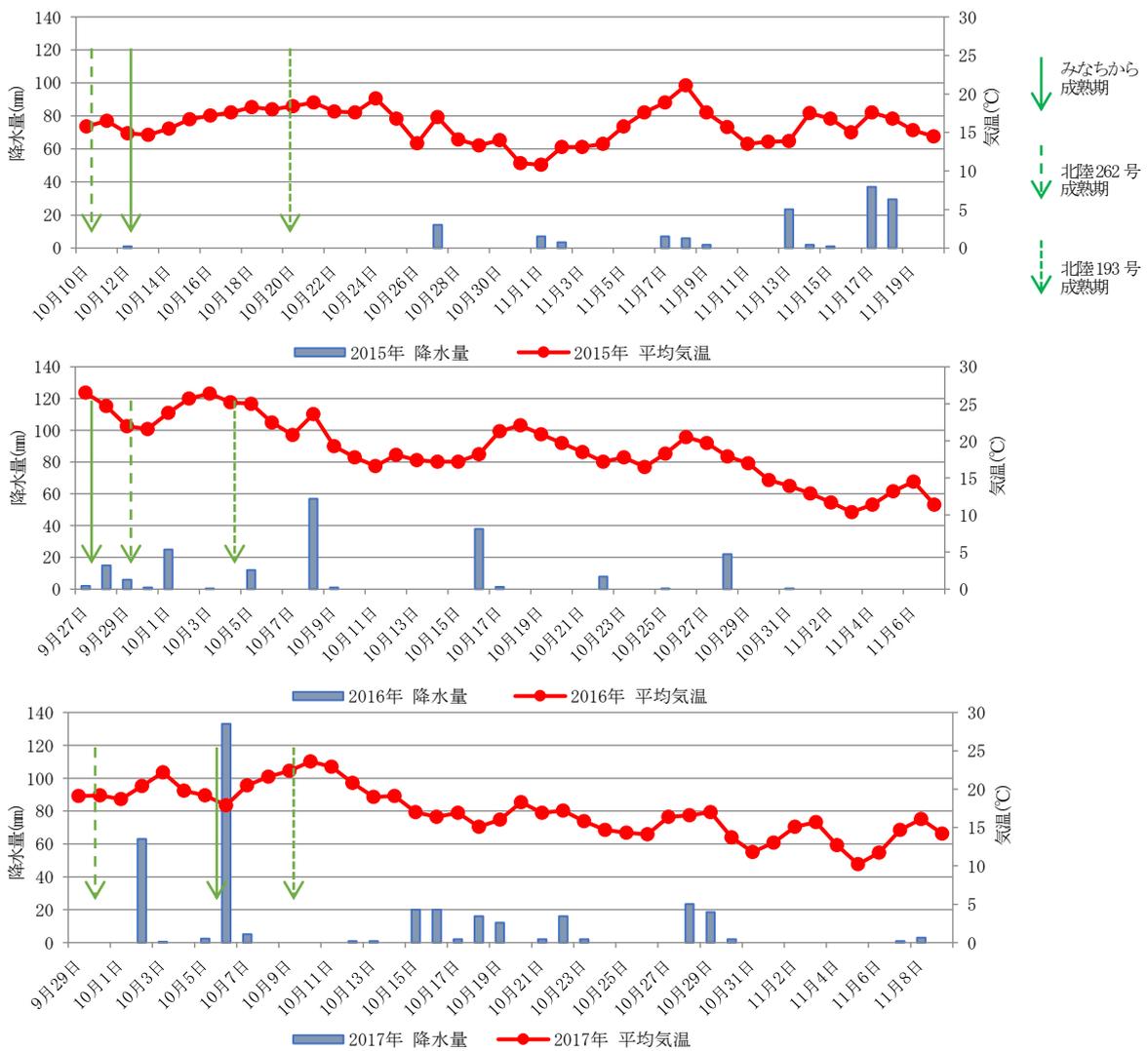
² t検定の*は5%水準で有意差があることを示す。nsは有意差がないことを示す

第17表 立毛乾燥調査 (2015年～2017年)

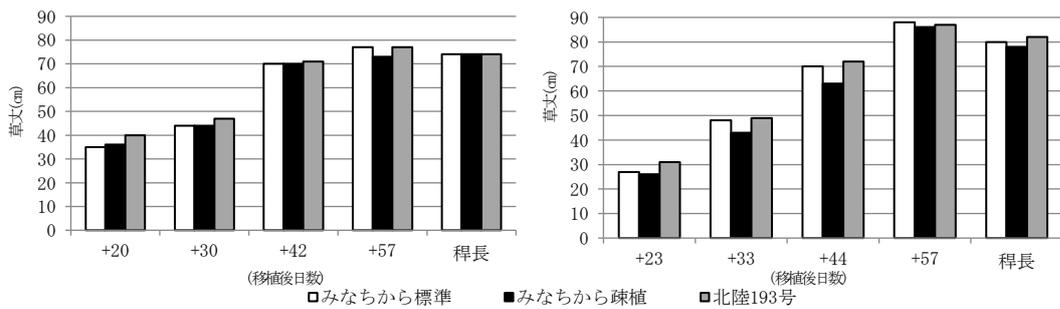
品種・系統	年次	成熟期			成熟期+10日				成熟期+20日				成熟期+30日			
		籾水分 (%)	脱粒 ²	穂発芽 ²	成熟期後 積算気温 (°C)	籾水分 (%)	脱粒	穂発芽	成熟期後 積算気温 (°C)	籾水分 (%)	脱粒	穂発芽	成熟期後 積算気温 (°C)	籾水分 (%)	脱粒	穂発芽
みなちから	2015年	25.4	0	0	173	22.6	0	0	321	16.9	1.7	0	481	15.7	2.9	0
	2016年	24.8	0	0	238	17.0	0.5	0	424	15.5	1.2	0.3	616	13.8	1.3	0.3
	2017年	26.0	0	0	205	25.1	0.1	0	366	16.5	0.9	0	513	16.1	0.8	0
北陸262号	2015年	23.8	0	0	168	21.3	0	0	330	15.3	0.1	0	483	15.2	0.1	0
	2016年	23.5	0	0	234	18.3	0	0.5	421	17.6	0	0.8	604	14.1	0.1	0.5
	2017年	26.4	0	0	202	21.3	0	0	389	22.2	0	0	550	16.0	0.1	0
北陸193号	2015年	22.7	4.0	0	162	21.0	5.3	0	315	20.1	8.1	0	471	17.2	9.5	0
	2016年	22.9	1.5	0	198	18.3	2.8	0	388	16.7	3.7	0	545	15.7	3.2	0.1
	2017年	25.9	2.1	0	187	23.3	2.5	0	348	18.4	4.0	0	483	18.7	5.4	0

² 脱粒は2株からランダムに選んだ15本の穂について1本ずつの中央(長さ:約6cm)を片手で強く握り、脱粒した籾の平均粒数

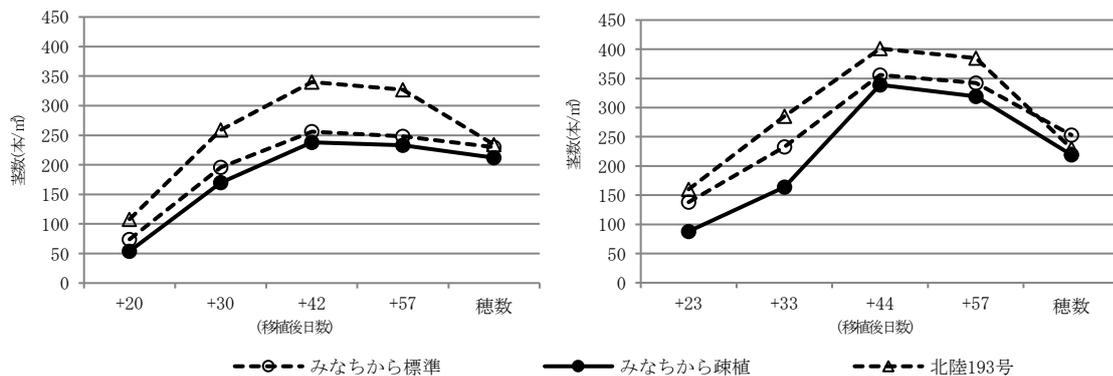
² 穂発芽は1穂当たりの穂発芽粒率(%)



第15図 供試品種・系統の成熟期～+30日までの気温と降水量



第16図 現地試験における草丈→稈長の推移(左:2016年、右:2017年)



第17図 現地試験における茎数→穂数の推移(左:2016年、右:2017年)

4 現地実証

2016年～2017年に供試した「みなちから」の草丈は「北陸193号」と同等～短く推移し、稈長も「北陸193号」と同等～短かった(第16図)。茎数は2年とも「みなちから」が「北陸193号」より少なく推移した。「みなちから」の疎植と標準植の茎数は年次によって差の大きさは異なるが移植後60日頃まで疎植が標準植に比べて少なく推移した。穂数は「みなちから」の標準植が「北陸193号」とほぼ同等で「みなちから」の疎植は標準植よりやや少なかった(第17図)。「みなちから」は「北陸193号」より出穂期、成熟期

とも4～5日早かった。また、「みなちから」の標準植と疎植は出穂期、成熟期に差はなかった(第18表)。2016年は「みなちから」が「北陸193号」より収量(粗玄米重)が多かった。また、「みなちから」の標準植と疎植では疎植が標準植に比べて収量(粗玄米重)がやや低かった。2017年は「みなちから」の標準植が「北陸193号」と同等の収量であったが、「みなちから」の疎植は2016年と同様に標準植に比べて収量が低かった。玄米タンパク含有率はいずれの年も「みなちから」が「北陸193号」に比べて高かった(第20表)。

第18表 現地試験における生育ステージ(2016年、2017年)

品種・系統名	試験区	2016年		2017年	
		出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)
みなちから	疎植	8月20日	10月13日	8月20日	10月17日
	標準	8月20日	10月13日	8月20日	10月17日
北陸193号	対照	8月24日	10月18日	8月25日	10月21日

第19表 現地試験における成熟期調査(2016年、2017年)

品種・系統名	試験区	2016年				2017年			
		成熟期			倒伏 (0-5)	成熟期			倒伏 (0-5)
稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	稈長 (cm)	穂長 (cm)		穂数 (本/m ²)			
みなちから	疎植	74	24.4	212	0	78	21.0	219	0
	標準	74	23.4	230	0	80	21.3	253	0
t検定 ^z		ns	ns	*	-	ns	ns	*	-
北陸193号	対照	74	24.6	234	0	82	25.5	230	0

^z t検定 の*はそれぞれ5%水準で有意差があることを示す。nsは有意差がないことを示す

第20表 現地試験における収量調査(上:2016年、下:2017年)

品種・系統	試験区	全重	粗粳重	精粳重	粗玄米重	m ² 当たり 粳数 (×100)	稔実 歩合	千粒重 1.7≦ (g)	玄米タンパク ^z 含有率 (%)
		(kg/a)	(kg/a)	(kg/a)	(kg/a)	(×100)			
みなちから	疎植	160 ^A	82.7 ^A	80.8 ^A	65.6 ^A	212 ^A	85	26.0 ^A	7.7 ^a
	標準	189 ^B	92.7 ^B	90.1 ^B	72.9 ^B	230 ^B	86	25.7 ^A	8.4 ^a
北陸193号	対照	160 ^A	67.1 ^C	65.5 ^C	52.8 ^C	234 ^B	89	22.5 ^B	6.0 ^b
分散分析 ^y		**	**	**	**	**	ns	**	*
品種・系統	試験区	全重	粗粳重	精粳重	粗玄米重	m ² 当たり 粳数 (×100)	稔実 歩合	千粒重 1.7≦ (g)	玄米タンパク ^z 含有率 (%)
		(kg/a)	(kg/a)	(kg/a)	(kg/a)	(×100)			
みなちから	疎植	157 ^A	71.7 ^A	69.9 ^A	58.1 ^A	233 ^A	63 ^A	26.4 ^A	8.4 ^A
	標準	175 ^B	80.9 ^B	79.0 ^B	65.2 ^B	290 ^B	53 ^B	26.2 ^A	8.3 ^A
北陸193号	対照	185 ^C	81.2 ^B	79.0 ^B	64.2 ^B	279 ^B	52 ^B	24.7 ^B	6.9 ^B
分散分析		**	**	**	**	**	**	**	**

^z 玄米タンパク含有率はN社製スペクトロフォトメーターで測定した

^y 分散分析の**は1%水準、*は5%水準で有意差があり、nsは有意差がないことを示す
また、異なる英文字間にはTukeyの多重比較により有意差があることを示す

考 察

1 省力・低コストのための鶏糞を活用した施肥法の確立

鶏糞は安価であり、即効的な肥料としての効果が期待できるため、山口県内でも利用する生産者が増えてきている（山口県，2013）。また養鶏業者との契約栽培では生産者は無償で鶏糞を入手できる場合もあることから鶏糞は飼料用米の低コスト栽培に利用できる重要なアイテムである。

また、被覆尿素は基肥で施用することで穂肥施用と同等の効果が得られることから鶏糞との組み合わせは省力・低コスト栽培法のひとつとして有効であると考えられる。

2012年の「ホシアオバ」、「北陸193号」は、移植後50日頃まで鶏糞と被覆尿素を組み合わせた区で慣行区に比べて草丈はやや低く推移し、茎数も少なく推移した。同年の平均気温（山口アメダス）を基にした被覆尿素の溶出シミュレーションを第18図に示した。S100日タイプ、S120日タイプの溶出は移植後10日頃から始まっているが、分げつ発生時期である移植後40日頃までの溶出率がS100日タイプ、S120日タイプとも低く、特にS120日タイプが低かったことが原因と考えられた。また、成熟期調査では「ホシアオバ」の鶏糞+S120日タイプ区が他の区に比べて稈長、穂長が短く、穂数が少なくなり、収量調査でも「ホシアオバ」は鶏糞+S120日タイプ区が他の区に比べて穂数が少なく、収量が低い傾向であった。これは「ホシアオバ」の幼穂形成期に当たる移植後50日頃のS120日タイプの溶出率が低かったことが原因と考えられる。

2013年からは「ホシアオバ」のみ、S120日タイプをやや溶出の早いSS100日タイプに置き換えて試験を行った。2013年の平均気温（山口アメダス）を基にした被覆尿素の溶出シミュレーションを第19図に示した。SS100日タイプはS120日タイプより溶出が早く、このことにより「ホシアオバ」の鶏糞+SS100日タイプ区は2013年、2014年とも草丈、茎数が鶏糞+S100日タイプ区と同等～同等以上に推移したものと思われる。また、「ホシアオバ」の鶏糞+SS100日タイプ区は2014年は他の区に比べて穂数がやや少なかったものの2013年、2014年とも他の区と比べて収量、収量構成要素に差はなかった。

以上、「北陸193号」は鶏糞+S100日タイプ区、鶏糞+S120日タイプ区で慣行と同等の収量が確保でき、

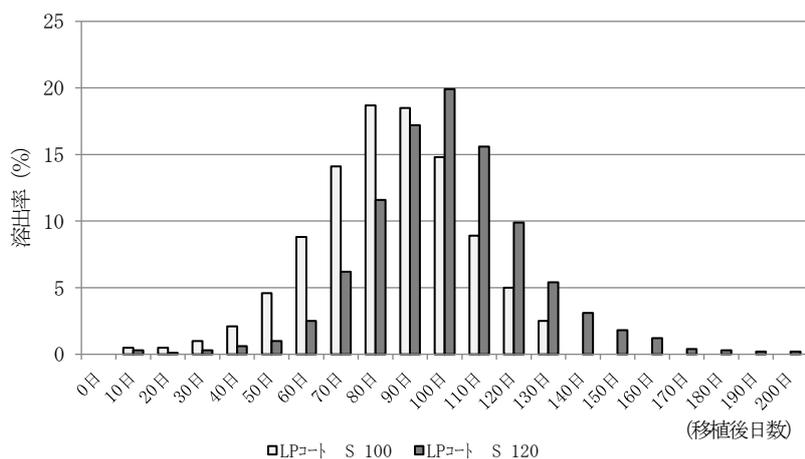
「ホシアオバ」では鶏糞+S100日タイプ区、鶏糞+SS100日タイプ区で慣行と同等の収量が確保できることが明らかとなった。ただし、被覆尿素の溶出については試験年次の気温によりやや変動がみられたことから、使用する地域や移植時期等によって使用する被覆尿素の種類を検討する必要がある。

2015年から2017年に供試した「みなちから」、「北陸262号」、「北陸193号」では2012年から2014年までに供試した「ホシアオバ」、「北陸193号」とはやや異なり、いずれの品種も3年間とも慣行区に比べて鶏糞+被覆尿素の区の草丈が高く推移した。また、茎数も3年間とも慣行区に比べて同等～やや多く推移した。

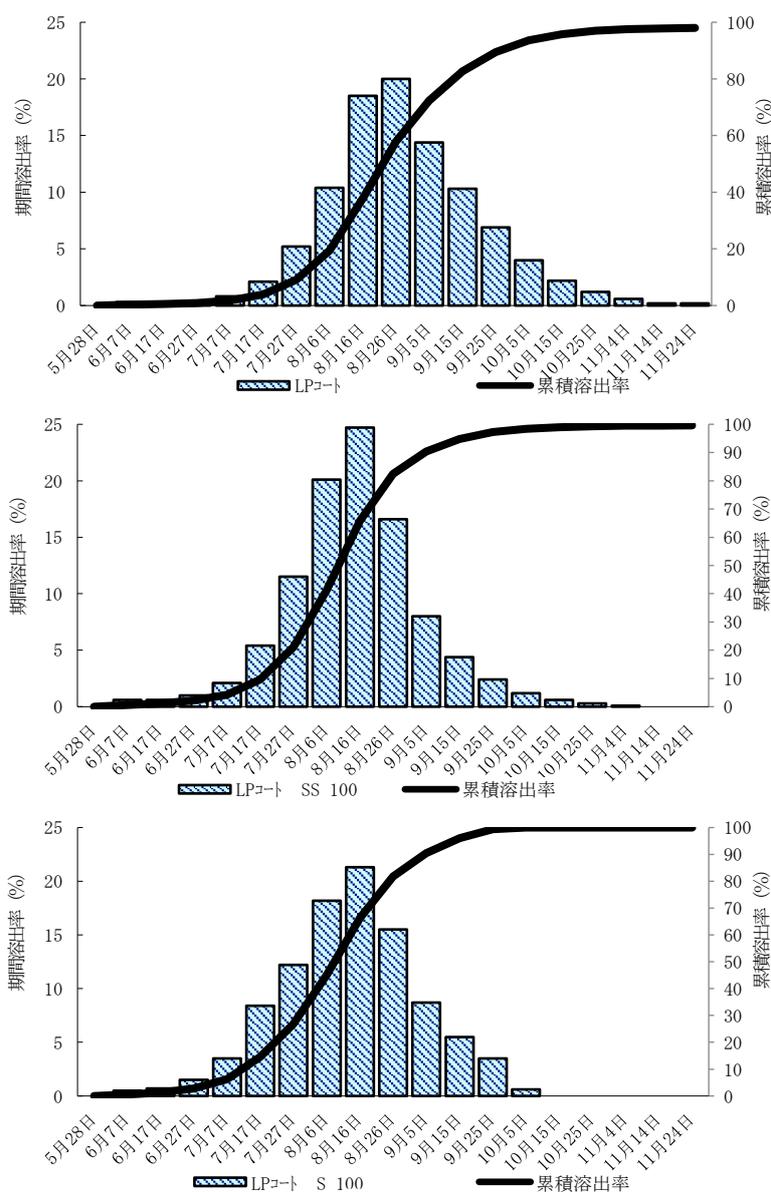
試験を行ったセンター内49号田の土壌分析結果を第21表に示した。49号田は鶏糞連用の影響を確認するため、2012年から2017年まで試験区の場所を固定して試験を行った。2017年の試験終了時では鶏糞を連用した鶏糞+被覆尿素区が緩効性肥料を連用した慣行区に比べて腐植、可給態リン酸、可給態窒素が多くなっていた。鶏糞の施用ではリン酸は土壌中に蓄積する傾向があるが、加里は水稲作後に土壌中含有量が低下する（山口県，2013）ことが明らかになっている。可給態リン酸と可給態窒素は多くなっていたが、加里は慣行に比べて少なくなっていたことはこの結果と一致した。また、住居ら（住居・徳永，2009）は鶏糞の連用9年目では場の腐植含量や全窒素、有効態リン酸が増加し、基肥や追肥を半量まで削減しても対象区と同等以上の収量が確保できるとしている。草丈と茎数の推移の差は腐植含量や全窒素、有効態リン酸の増加の影響によるものと考えられる。また、収量、収量構成要素も2015年から2017年まで鶏糞+被覆尿素区と慣行区で有意差はないが、2016年の「北陸262号」を除いて鶏糞+被覆尿素区が慣行区に比べて多収傾向であったことも鶏糞の連用の影響によるものと考えられる。住居らが試験に用いた鶏糞は鶏糞堆肥であり、これまで、おがくずやバーク等の副資材を含む鶏糞堆肥は腐植含量の増加や物理性の改善効果が期待できるが、副資材を含まない発酵鶏糞は腐植含量の増加や物理性の改善効果は期待できないとされてきた（山口県，2013）。しかし、今回の試験で発酵鶏糞の連用でも腐食含量の増加が期待できることが明らかとなった。

2012年から2017年までに供試した5品種・系統で鶏糞+被覆尿素の組み合わせで慣行の緩効性肥料と同等の収量を確保できた。また、試算したところ、鶏糞

飼料用米の省力・低コスト・多収栽培法



第18図 試験に供試した被覆尿素の溶出シミュレーション (2012年)



第19図 試験に供試した被覆尿素の溶出シミュレーション (2013年)

第21表 試験ほ場の土壌分析結果 (2017年試験終了後)

ほ場名 区名	pH	EC ms/cm	T-C	腐植 %	T-N	C/N	交換性塩基 (mg/100g)			塩基交換容量 (me/100g)	塩基飽和 度 (%)	可給態 (mg/100g)	
							石灰	苦土	加里			リン酸	窒素
49号緩効性肥料	5.9	0.067	2.25	3.87	0.214	10.6	245	23.9	10.8	13.9	73.2	15.1	13.0
49号鶏糞+被覆尿素	6.1	0.072	2.38	4.10	0.240	10.0	201	20.9	6.9	13.0	64.7	27.0	15.0

第22表 鶏糞+被覆尿素と慣行肥料の資材費の比較 (10a 当たり)

鶏糞利用	鶏糞 500kg + 被覆尿素 N 7.5kg = 7,188円 (N-P-K : 2.2-5.8-3.7 水分 : 15.3%) (N-P-K=40-0-0) (2,500円/500kg=2,500円) (2,500円/10kg×1.875=4,688円)
慣行	慣行基肥一発肥料 N 12.0kg = 8,918円 (N-P-K=23-10-12) (3,430円/20kg×2.6=8,918円)
8,918円 - 7,188円 = 1,730円	

+被覆尿素は慣行の緩効性肥料に比べて10a 当たりで1,700 円程度の資材費を低減できることが明らかとなった(第22表)。

本試験では移植の10日前、入水前の耕起時に施用した。鶏糞を施用して4週間以上経過するとほとんど窒素が無機化しなくなるため(山口県, 2013)、鶏糞の窒素の肥効を活用する場合は7日~10日前の施用が望ましいと考えられる。

2 省力・コスト低減のための疎植適応性の確認

株間30 cm、条間30 cmのいわゆる疎植が可能な田植機が開発され、疎植にすると20枚/10a程度必要であった苗箱数が40%程度削減され、資材費と労働費が6,000円/a程度低減できる(山口県, 2011)。

2012~2014年に供試した「ホシアオバ」、「タカナリ」、「北陸193号」の草型は「ホシアオバ」と「タカナリ」が極穂重型(前田ら, 2003)、(井辺ら, 2004)、「北陸193号」が穂重型(Goto et al, 2009)とされている。これらの品種では茎数は疎植区が標準区より少なく推移したが、有効茎歩合は疎植区が高く、穂数はやや少ない~同等となった。葉色は疎植区が標準区に比べて濃く推移した。また、出穂期、成熟期は概して疎植区が標準区に比べて遅くなった。また収量、玄米タンパク含有率は3品種とも穂数がやや少ない場合も1穂粒数の増加により m^2 当たり粒数はほぼ同等となり、疎植区と標準区で差はなかった。2015~2017年に供試した「みなちから」、「北陸262号」、「北陸193号」のうち「みなちから」、「北陸262号」の草型も穂重型(中込ら, 2017)とされているが、これら品種、系統の生育の推移もほぼ同様であり、収量、玄米タンパク含有率は疎植区と標準区で差はなかった。

大野ら(2001)は水稻品種「こいごころ」、安田ら(2006)は水稻品種「ヒノヒカリ」、池尻ら(2013)は「ヒノヒカリ」、「ひとめぼれ」、「コシヒカリ」を供試して疎植栽培の収量、品質やコストについて試

験を行っている。「こいごころ」では栽植密度を9.3株/ m^2 と18.5株/ m^2 、安田ら(2006)の「ヒノヒカリ」では11.1株/ m^2 と14.8株/ m^2 と22.2株/ m^2 、池尻ら(2013)の「ヒノヒカリ」、「ひとめぼれ」、「コシヒカリ」では11.1株/ m^2 と22.2株/ m^2 で試験されているが、いずれの試験でも疎植の穂数はやや少ないものの1穂粒数の増加によって m^2 当たり粒数は標準植えとほぼ同等となり、収量に差はなかったとしている。また、いずれの試験でも疎植は標準植えに比べて生育期の葉色が濃く推移しているが玄米タンパク含有率に差はなかったと述べている。なお、試験に供試された品種の草型は「ひとめぼれ」が偏穂数型、「こいごころ」、「コシヒカリ」が中間型、「ヒノヒカリ」が偏穂重型である。松下(1996)は水稻の疎植栽培における草型と施肥法の影響を検討し、穂重型の品種は多くの1穂当たり粒数に対して十分な同化能力をもつ草型であり、登熟性に優れた品種特性を有すると思われると述べている。今回供試した5品種系統は極穂重型、穂重型であり、疎植で標準植えと同等の収量を確保できたことはこの結果と一致している。

以上、今回供試した5品種、系統の疎植適応性はあると考えられるが、移植時期やほ場条件等についてはさらに検討が必要である。

3 コスト低減のための立毛乾燥の可否の確認

2019年、山口県内で2番目に多く作付けされている「北陸193号」は育成地の評価では脱粒性が「やや難」とされている(Goto et al, 2009)。しかし、生産現場では収穫時の脱粒による収穫ロスが問題になっており、成熟期を過ぎるとより脱粒しやすくなるため、収穫適期幅が狭いことも問題となっている。今回供試した「みなちから」、「北陸262号」、「北陸193号」のうち、「北陸193号」はやはり成熟期から脱粒がみられ、成熟期から日数がたつにつれて脱粒程度が大きくなった。また、育成地の評価で脱粒性が「難」とな

摘要

っている「みなちから」(中込ら, 2017)、「北陸262号」は、成熟期の30日後でもわずかに脱粒がみられる程度であった。

育成地の穂発芽性の評価では「北陸193号」が「やや難」(Goto et al, 2009)、「みなちから」は「やや易」(中込ら, 2017)、「北陸262号」は「易」であるが、今回の試験ではいずれの品種・系統もわずかに穂発芽がみられる程度であった。

成熟期の籾水分は3品種・系統とも23~26%程度であったが、その後、徐々に水分が低下し、成熟期から30日後には籾水分は14~19%程度まで低下していた。また、籾水分は収穫前の降水量の影響を受けており、降雨から収穫までの時間が短いほど籾水分が高まる傾向であった。

県内ライスセンターの作業委託費で試算すると、水分24%で収穫する場合と水分16%で収穫する場合では10aで9,000円程度のコストを低減できることになる。また、「みなちから」、「北陸262号」では脱粒、穂発芽の問題もないため成熟期後30日まで立毛で置いておくことが可能である。

4 現地実証

疎植適応性が確認された「みなちから」を供試して標高115mの山口県美祢市で2016年~2017年に現地実証を行った結果、「北陸193号」よりも収量は多かったが、2か年とも疎植は標準植えに比べて収量が低かった。標高33mのセンター内ほ場の疎植では生育期の茎数は標準植えより少なく推移するものの有効茎歩高が高まることにより、穂数はやや少~同等となり、1穂籾数が増加することによって m^2 当たり籾数がほぼ同等、収量もほぼ同等となった。それに対して現地実証では2年とも「みなちから」の疎植は標準植えより茎数が少なく推移し、穂数もやや少なくなった。2016年の1穂籾数は疎植がやや多かったものの2017年は標準植えより少なかったこともあり、両年とも疎植の m^2 当たり籾数は少なく、収量も低かった。

美祢市は山口市に比べて日平均気温が1~2°C程度低いこと(データ省略)、現地実証ではやや移植時期が遅かったこと等が原因として考えられるが、ほ場条件や気象条件により穂数、籾数が確保しにくいほ場では疎植で収量が低下する場合もあることが明らかとなった。今後は疎植が適応可能なほ場条件や栽培方法についてさらに検討する必要がある。

1 省力・低コストのための鶏糞を活用した施肥法の確立

試験に供試した「ホシアオバ」、「北陸193号」、「みなちから」、「北陸262号」は鶏糞と被覆尿素を組み合わせて施用することで慣行の緩効性肥料と同等の収量を確保できることが明らかとなった。

2 省力・コスト低減のための疎植適応性の確認

試験に供試した「ホシアオバ」、「タカナリ」、「北陸193号」、「みなちから」、「北陸262号」は栽植密度11.0株/ m^2 の疎植で18.0株/ m^2 の標準植と同等の収量が得られ、疎植適応性があることが確認できた。

3 コスト低減のための立毛乾燥の可否の確認

試験に供試した「みなちから」、「北陸262号」、「北陸193号」のうち「みなちから」、「北陸262号」は成熟期後30日の収穫でもわずかに脱粒、穂発芽がみられる程度で、籾水分を16%程度まで低下させることが可能であった。

4 現地実証

美祢市秋芳町での「みなちから」の収量は慣行の「北陸193号」より多かった。また、「みなちから」の栽植密度については、疎植の収量が標準植えより劣った。このことから穂数が確保しにくい地域やほ場では疎植を避け、標準植えとすることが必要であることが考えられる。

引用文献

- Akitoshi GOTO・Hideki SASAHARA・Akiko SHIGEMUN・and Kiyoyuki MIURA. 2009. Hokuriku 193 A New High-yielding Indica Rice Cultivar Bred in Japan. JARQ. 43(1): 13-18.
- 福田善通・福井希一. 1996. イネ育種マニュアル. p. 114-115. 養賢堂. 東京.
- 池尻明彦・中司祐典・前岡庸介. 2013. 疎植栽培が水稻の生育、収量、品質に及ぼす影響 第1報 疎植栽培における主要品種の生育特性. 山口農林総技セ研報. 4: 11-18.
- 井辺時雄・赤間芳洋・中根晃・羽田丈夫・伊勢一男・安東郁男・内山田博士・中川宣興・古舘宏・堀

- 末登・能登正司・藤田米一・木村健治・森宏一・高柳謙治・上原泰樹・石坂昇助・中川原捷洋・山田利昭・古賀義昭. 2004. 多用途向き多収水稻品種「タカナリ」. 作物研報. 5: 35-51.
- 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構. 2017. 飼料用米の生産・給与技術マニュアル (2016年度版). p. 1-6. 茨城.
- 前田英郎・春原嘉弘・飯田修一・松下景・根本博・石井卓朗・吉田泰二・中川宣興・坂井真・星野孝文・岡本正弘・篠田治躬. 2003. 飼料用水稻新品種「ホシアオバ」の育成. 近中四研報. 2: 83-98.
- 松下美郎. 1996. 水稻の疎植栽培における草型と施肥法の影響. 大阪農技セ研報. 32: 32-36.
- 中込弘二・出田収・重宗明子・松下景・春原嘉弘・石井卓朗・前田英郎・飯田修一. 2017. 飼料用米生産に適した多収水稻品種「みなちから」の育成. 西日本農研セ報告. 17: 31-41.
- 信岡誠治. 2013. 飼料用米の現状と将来. All about swine. 42: 3-8.
- 大野高資・杉山英治・川崎哲郎. 2001. 水稻疎植栽培が省力・低コスト化に及ぼす影響. 愛媛農試研報. 36: 1-5.
- 住居丈嗣・徳永哲夫. 2009. 水稻の堆肥連用栽培における化学肥料の削減. 山口農試研報. 57: 43-49.
- 山口県地域農業戦略推進協議会. 2019. 2019年度山口県水田フル活用ビジョン. 山口.
<http://y-ninaite.jp/efforts/thing>
- 山口県農林総合技術センター. 2013. 鶏糞の利用促進マニュアル. 山口.
- 山口県農林総合技術センター・山口県農林水産部農業振興課. 2011. エコ50水稻栽培マニュアル. 山口.
- 安田英樹・宮下武則・福島淳・山田千津子. 2006. 水稻疎植栽培と短期育成苗を組み合わせた省力低コスト栽培法の確立. 香川農試研報. 58: 9-17.
- 吉永悟志. 2017. 飼料用イネの低コスト・多収栽培技術. 日草誌. 63(1): 34-37.