

業務・加工利用向け水稻品種「やまだわら」の収量と品質に及ぼす疎植の影響

小林英和・長田健二

キーワード：栽植密度, 収量, 水稻, 千粒重, 多収品種, 品質, やまだわら

目 次

I 緒 言	1	3 施肥・密度試験 (試験2)	4
II 材料および方法	1	IV 考 察	6
1 5段階密度試験 (試験1)	1	V 摘 要	9
2 施肥・密度試験 (試験2)	2	謝 辞	9
III 結 果	2	引用文献	9
1 気象条件	2	Summary	11
2 5段階密度試験 (試験1)	3		

I 緒 言

近年、ライフスタイルや食生活の多様化などの影響を受け、主食用米の消費が低迷している^{1,6)}。しかし、消費の内訳をみると、家庭内消費が大幅に減少している一方で、中食・外食などによる家庭外消費は増加を続けている^{1,6)}。このような中食・外食での米消費の拡大にともない、これら事業者向けの米(業務・加工用米)の販売も増加しており、岡山県産米や山口県産米などでは、米卸売業者における業務用向けの販売割合が50%を超えるまでになっている¹⁴⁾。しかし、いまだ業務・加工用米の需要に生産が追いついていないとの指摘もなされており^{6,14)}、業務・加工用米のさらなる生産拡大が求められている。

業務・加工用米においては、一定の品質を維持し、たうえで低価格であることが必要のため、その栽培では生産コスト低減が重要な課題となる。苗の植え付け間隔(株間)を慣行の15~18cmよりも広くし、栽植密度を減らす疎植栽培は、従来の移植栽培体系

を活用しつつ、育苗資材費の低減や省力化が可能であることから、有望な低コスト化技術と考えられている¹⁵⁾。一方で、疎植に対する適性には品種間差があるとされており^{3,4,9)}、近年育成された業務・加工利用向け水稻品種の疎植適性は明らかになっていない。

水稻品種「やまだわら」は、農研機構作物研究所(現次世代作物開発研究センター)で育成された関東・北陸以西を栽培適地とする中生品種である¹³⁾。「やまだわら」は精玄米収量750kg/10a以上が可能で多収性と「日本晴」並の米飯食味を有しているため、業務・加工用米としての利用が広がりつつある。本研究では、「やまだわら」における疎植栽培導入の可否を明らかにするため、「やまだわら」の収量および品質に対する栽植密度の影響を調査した。

II 材料および方法

1 5段階密度試験(試験1)

「やまだわら」における収量および品質の密度反応を評価するため、5段階の栽植密度での栽培試験

を3年間(2014~2016年)実施した。試験は、農研機構西日本農業研究センター(以下当研究センター)の試験圃場(広島県福山市、北緯34°30′, 東経133°23′, 標高2m, 細粒灰色低地土)で実施し、栽植密度は、22.2, 18.5, 13.9, 11.1および9.3株/m²の5段階とした。なお、栽植密度は、条間(30cm)および植え付け本数(3本/株)を一定とし、株間をそれぞれ15cm, 18cm, 24cm, 30cmおよび36cmとすることにより調整した。移植は、2014年は5月29日に20日齢の苗(葉齢3.9, ただし、不完全葉を第1葉とする)を、2015年は6月9日に18日齢の苗(葉齢4.4)を、2016年は6月7日に18日齢の苗(葉齢3.9)をそれぞれ手植えた。なお、苗は、みのるポット(みのる産業製)を用いて育苗した。施肥は、2014年は窒素14g/m², リン酸・カリ各16g/m²(基肥: NPK各5g/m², 分けつ肥(移植3週間後): NPK各3g/m², 1回目の穂肥(出穂約35日前): N3g/m², PK各4g/m², 2回目の穂肥(出穂約21日前): N3g/m², PK各4g/m²), 2015年と2016年は窒素・カリ各12g/m², リン酸9g/m²(基肥: NPK各4g/m², 分けつ肥(移植3週間後): NPK各2g/m², 1回目の穂肥(出穂約25日前): NPK各3g/m², 2回目の穂肥(出穂約13日前): NK各3g/m²)を施用した。なお、各処理区は、2反復の乱塊法で設置した。病害虫管理および水管理は、当研究センターの慣行に従って実施した。また、試験期間中の気象データは、当研究センター内の気象観測装置の測定値(計測間隔10秒)を用いた。

収量および収量構成要素は、成熟期に採集し、屋外の網室内で自然乾燥させたものを供試して調査した。なお、反復区あたりの調査株数は、2014年は22.2株/m²区および18.5株/m²区: 32株, 13.9株/m²区: 24株, 11.1株/m²区および9.3株/m²区: 16株とし、2015年と2016年は22.2株/m²区: 28株, 18.5株/m²区: 32株, 13.9株/m²区および11.1株/m²区: 16株, 9.3株/m²区: 12株とした。また、収量調査終了後、窒素・タンパク質分析装置(rapid N, Elementar Analytical製)を用いて玄米タンパク含有率を測定するとともに、穀粒判別器(RGQI10B, サタケ製)を用いて精玄米の外観品質を調査した。なお、精玄米は粒厚1.8mm以上の玄米とし、玄米重、精玄米千粒重および玄米タンパク含有率は水分含有

率15%となるよう換算した。

統計解析は、統計ソフト(JMP[®] 11, SAS Institute Inc.製)を用い、要因である栽植密度が連続変数であることをふまえて、共分散分析で解析した¹¹⁾。

2 施肥・密度試験(試験2)

「やまだわら」の密度反応をより詳細に検討するため、疎植による収量への影響が出やすいとされる遅植条件で^{5, 10)}、窒素施肥と栽植密度を組み合わせた試験を実施した。試験は、2016年に当研究センターの試験圃場で行い、処理は、窒素施肥量2段階(少肥, 多肥)を主区、栽植密度3段階(22.2, 16.7および11.1株/m²)を副区とする3反復分割区法で設置した。なお、施肥量は、少肥区では窒素・リン酸・カリ各8g/m²(基肥: NPK各5g/m², 穂肥(出穂約25日前): NPK各3g/m²), 多肥区では窒素14g/m², リン酸・カリ各8g/m²(基肥: NPK各5g/m², 分けつ肥(移植3週間後): N3g/m², 穂肥(出穂約25日前): N6g/m², PK各3g/m²)とした。栽植密度は試験1と同様に、株間を調整して設定し、移植は6月24日に18日齢の苗(葉齢3.9)を手植えた。

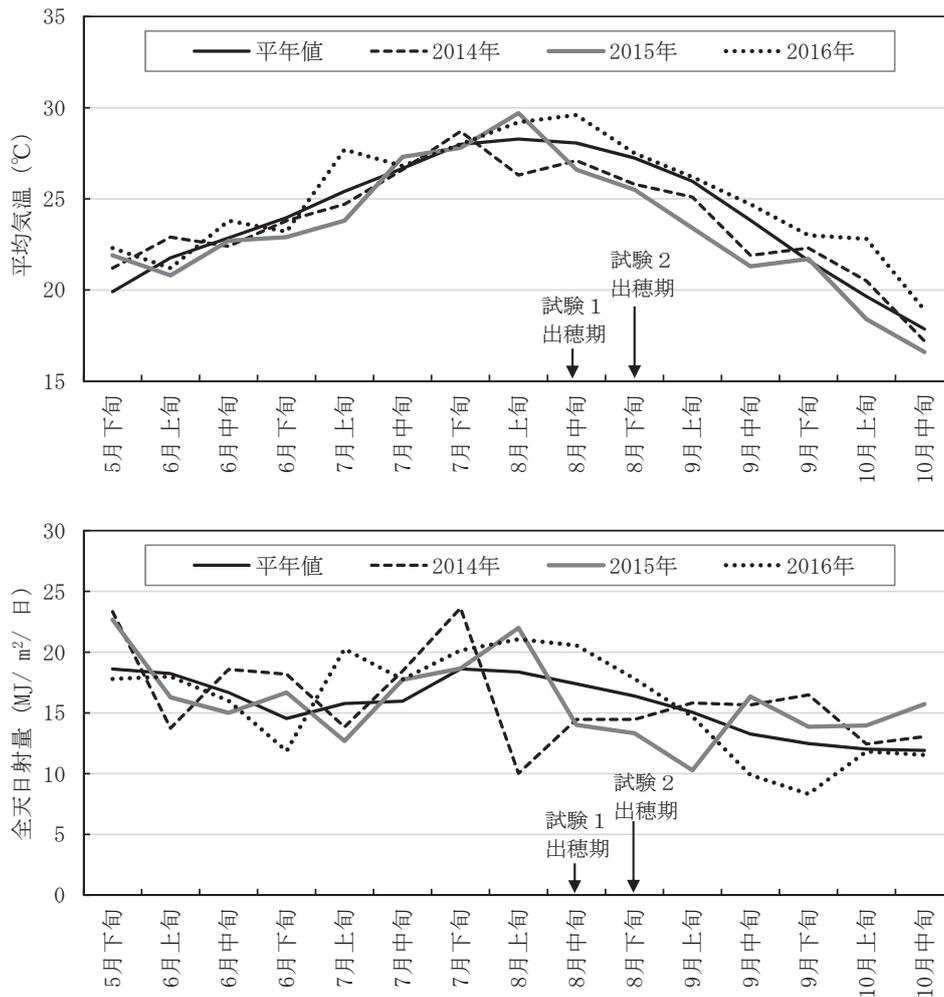
生育調査は幼穂形成期および出穂期に実施した。1区あたり5株について茎数、草丈およびSPAD値を立毛状態で測定した。なお、SPAD値に関しては、幼穂形成期は主茎完全展開葉のうち上位第2葉、出穂期は止葉のそれぞれ葉身中央部を対象に、葉緑素計(SPAD-502Plus, コニカミノルタ製)を用いて測定した¹⁹⁾。

収量および収量構成要素は、成熟期に1区あたり1.44m²の水稲(22.2株/m²区: 32株, 16.7株/m²区: 24株, 11.1株/m²区: 16株)を採集し、屋外の網室内で自然乾燥させたものを供試して、試験1と同様に調査した。また、精玄米の一部をさらに1.85mm, 1.9mmのふるいで選別し、その比率から粒厚別の玄米重を算出した。

III 結 果

1 気象条件

試験期間中の気象条件を第1図に示す。2014年に関しては、気温は7月下旬までは平年並みであったが、8月上旬以降は平年よりも低く推移した。日射



第1図 生育期間の気象状況

上図：平均気温，下図：日射量．値は旬別の平均値．

量は、7月下旬までは平年並みかやや高く推移したが、出穂前の8月上旬から登熟初期の8月下旬にかけて低く、その後は回復した。2015年に関しては、気温は8月上旬までは平年に近い条件であったが、8月中旬以降は平年よりも低く推移した。日射量は8月上旬までは平年並みかやや高く推移したが、出穂期である8月中旬から登熟前半の9月上旬にかけては低く、その後、回復した。2016年に関しては、気温は期間を通して平年より高く推移した。日射量は、試験1で登熟前半、試験2で登熟初期にあたる9月上旬までは平年並みか高く推移し、その後は平年よりも低くなった。

2 5段階密度試験（試験1）

異なる栽植密度における「やまだわら」の収量お

よび収量構成要素に関して、3年間の結果をまとめたものを第1表に、年次ごとの結果を第2図に示す。収量に関しては、粗玄米重では疎植による有意な影響は認められなかったが、精玄米重は疎植によって有意に減少した（第1表）。穂数は、疎植によって有意に減少したが、栽植密度と年次の交互作用も認められ（第1表）、2014年は大幅に減少したのに対し、2016年はほとんど変化しなかった（第2図）。一穂籾数は、疎植によって有意に増加したが、栽植密度と年次の交互作用も認められ（第1表）、一穂籾数の増加幅は2015年で大きく、2016年で小さかった（第2図）。籾数においては、3年間を通じた疎植による有意な影響は認められなかったが、栽植密度と年次による交互作用が認められ（第1表）、2014年では疎植によって籾数は減少したが、2015年と

第1表 5段階密度試験における収量調査結果 (3年間の平均)

栽植密度 株/ m ²	粗玄米重 g/ m ²	精玄米重 g/ m ²	穂数 本/ m ²	一穂粒数 粒	粒数 千粒/ m ²	登熟歩合 %	千粒重 g	整粒歩合 %	タンパク %
22.2	824	769	394	112	43.4	77.2	23.0	61.6	6.1
18.5	800	743	373	115	42.2	77.3	22.9	64.6	5.9
13.9	804	746	373	117	43.0	75.8	22.8	66.6	6.1
11.1	795	737	366	119	43.0	75.8	22.6	66.0	6.0
9.3	800	738	358	122	43.2	75.7	22.6	67.2	6.1
共分散分析									
栽植密度	ns	*	**	**	ns	ns	**	**	ns
年次	**	**	**	**	**	**	**	**	**
交互作用	ns	ns	**	*	**	**	**	ns	ns

注) 値は、3年間の平均値。精玄米重、千粒重、タンパクは水分15%換算値。

*は5%水準、**は1%水準で有意であること、nsは5%水準で有意でないことを示す。

出穂期は、2014年：8/12～8/14、2015年：8/15～8/19、2016年：8/11～8/13。

2016年では増加した(第2図)。登熟歩合においても、3年間を通じた疎植による有意な影響は認められなかったが、栽植密度と年次による交互作用が認められ(第1表)、2014年では疎植によって登熟歩合は上昇したが、2015年と2016年では低下した(第2図)。千粒重は、疎植によって有意に低下したが、栽植密度と年次の交互作用も認められ(第1表)、低下幅は2016年で大きく、2014年で小さかった(第2図)。整粒歩合は疎植によって有意に上昇したが(第1表、第2図)、玄米タンパク含有率では疎植による有意な影響が認められなかった(第1表、第2図)。

3 施肥・密度試験 (試験2)

幼穂形成期の生育状況を第2表に示す。いずれの調査項目に関しても栽植密度による有意な影響が認められ、疎植によって株あたりの茎数とSPAD値は増加し、面積あたりの茎数と草丈は低下した。施肥に関しては、いずれの項目にも有意な影響が認められず、栽植密度と施肥の交互作用は面積あたりの茎数で有意であった。

出穂期の生育状況を第3表に示す。出穂期においては、一部の調査項目にのみ栽植密度による有意な影響が認められ、止葉葉齢と株あたりの茎数が疎植により有意に増加した。SPAD値に関しては、施肥と栽植密度の交互作用が認められ、少肥条件では疎植によってSPAD値は増加したが、多肥条件では疎植によって減少した。また、面積あたりの茎数と草丈には栽植密度による有意な影響は認められなかつ

第2表 施肥・密度試験における幼穂形成期の生育調査結果

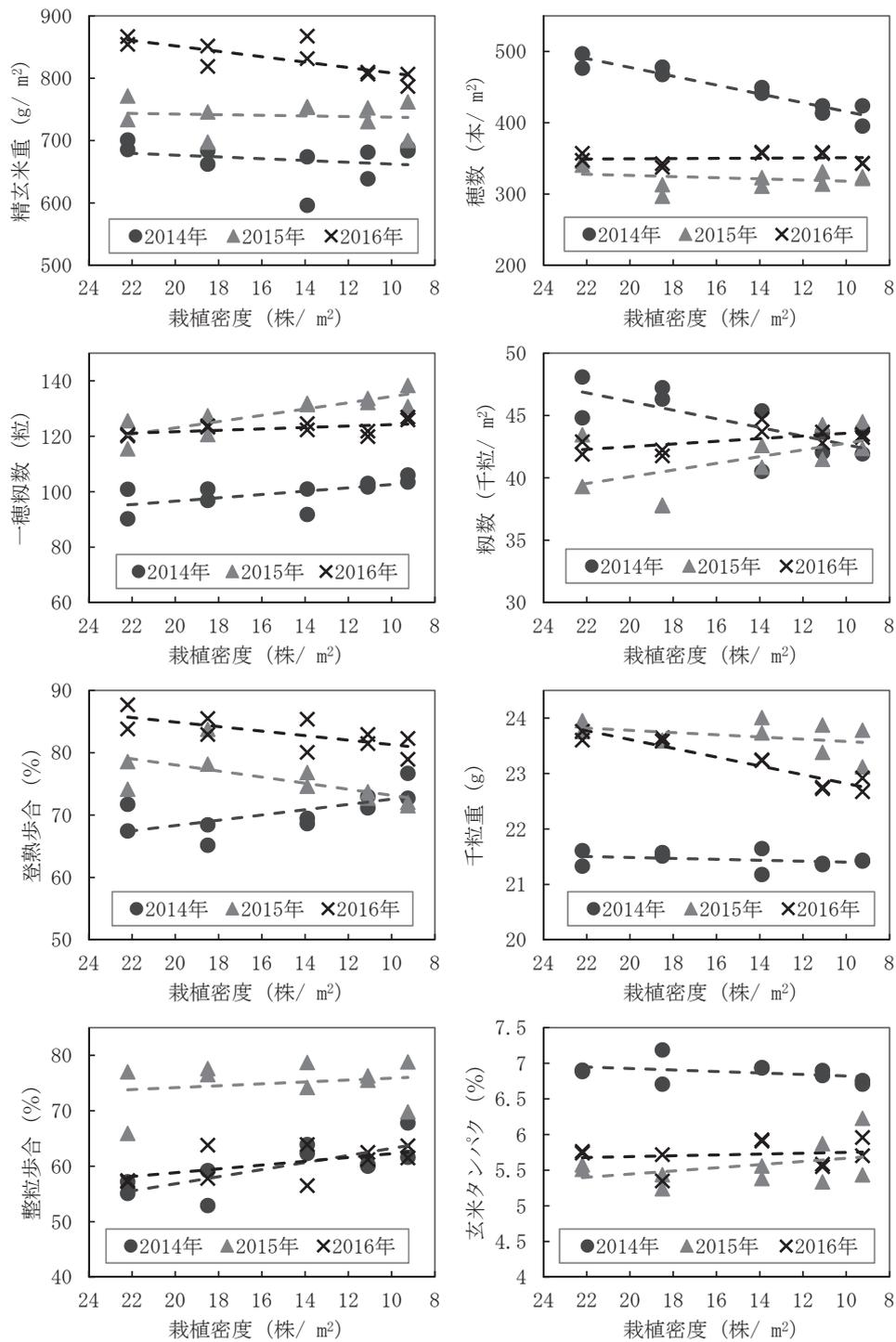
施肥	栽植密度 株/ m ²	茎数 本/ 株	茎数 本/ m ²	草丈 cm	SPAD
少肥	22.2	38.9	864	62.6	38.3
	16.7	43.1	718	60.6	39.0
	11.1	52.3	581	58.2	41.5
多肥	22.2	34.9	776	65.2	38.2
	16.7	42.6	710	62.0	39.1
	11.1	51.5	571	59.7	41.0
共分散分析					
施肥	ns	ns	ns	ns	ns
栽植密度	**	**	**	**	**
交互作用	ns	*	ns	ns	ns

注) 値は、3反復の平均値。

*は5%水準、**は1%水準で有意であること、nsは5%水準で有意でないことを示す。

た。施肥に関しては、株および面積あたりの茎数が多肥によって有意に増加した。

収量および収量構成要素を第4表に示す。粗玄米重においては疎植による有意な影響が認められなかったが、精玄米重は疎植によって有意に減少した。穂数は、疎植および多肥によって有意に増加したが、一穂粒数では、処理による有意な影響は認められなかった。粒数と登熟歩合に関しては、栽植密度による有意な影響は認められず、多肥によってそれぞれ増加および低下した。千粒重に関しては、疎植によって有意に低下した。玄米タンパク含有率は多肥によって有意に上昇したが、施肥と栽植密度の交互作用も認められ、少肥条件では疎植によって上昇し、



第2図 栽植密度が「やまだわら」の収量構成要素に及ぼす影響 (5段階密度試験)
各点は、反復区ごとのデータを示す。横軸は、値が反転していることに注意 (右が疎植)。

多肥条件では疎植によってやや低下した。

玄米外観品質を第5表に示す。整粒歩合に関しては、施肥および栽植密度による有意な影響は認められなかった。白未熟粒に関しては、乳白粒では施肥および栽植密度による有意な影響は認められなかつ

たが、腹白粒+基白粒は多肥および疎植によって有意に減少した。青未熟粒は、多肥および疎植によって有意に増加した。その他未熟粒は、施肥、栽植密度の影響およびこれらの交互作用がいずれも有意であり、多肥および疎植によって増加したが、疎植に

第3表 施肥・密度試験における出穂期の生育調査結果

施肥	栽植密度 株/ m ²	出穂期	止葉葉齢	茎数 本/ 株	茎数 本/ m ²	草丈 cm	SPAD
少肥	22.2	8/25	15.8	19.3	429	105	34.4
	16.7	8/26	16.0	26.8	447	104	34.7
	11.1	8/27	16.4	39.3	436	106	35.7
多肥	22.2	8/25	16.0	19.8	440	117	36.5
	16.7	8/25	16.2	28.9	482	116	36.0
	11.1	8/26	16.7	40.6	451	115	35.5
共分散分析							
施肥			ns	*	*	ns	ns
栽植密度			**	**	ns	ns	ns
交互作用			ns	ns	ns	ns	**

注) 値は、3反復の平均値。

*は5%水準、**は1%水準で有意であること、nsは5%水準で有意でないことを示す。

第4表 施肥・密度試験における収量調査結果

施肥	栽植密度 株/ m ²	粗玄米重 g/ m ²	精玄米重 g/ m ²	穂数 本/ m ²	一穂粒数 粒	粒数 千粒/ m ²	登熟歩合 %	千粒重 g	タンパク %
少肥	22.2	776	701	399	113	45.0	69.0	22.6	6.2
	16.7	736	656	420	103	42.8	69.1	22.3	6.3
	11.1	757	665	441	104	45.8	66.4	21.9	6.7
多肥	22.2	797	700	429	114	49.0	63.3	22.6	7.3
	16.7	793	685	465	111	51.4	60.0	22.3	7.2
	11.1	763	657	449	110	49.1	60.9	22.0	7.1
共分散分析									
施肥		ns	ns	*	ns	*	*	ns	*
栽植密度		ns	**	**	ns	ns	ns	**	ns
交互作用		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*

注) 値は、3反復の平均値。

*は5%水準、**は1%水準で有意であること、nsは5%水準で有意でないことを示す。

よる増加量は多肥条件でより大きかった。

IV 考 察

「やまだわら」では、5段階密度試験(試験1)および施肥・密度試験(試験2)のいずれにおいても疎植によって精玄米重が有意に減少した(第1表, 第4表)。減収量に関しては、栽植密度を22.2株/m²から11.1株/m²に半減させた場合で算出すると、5段階密度試験(第1表, 第6表)では、2014年は33g/m²(22.2株/m²比4.8%), 2015年は11g/m²(22.2株/m²比1.5%), 2016年は53g/m²(22.2株/m²比6.2%)減少し、3年間の平均では32g/m²(22.2株/m²比4.2%)

の減収となった。施肥・密度試験(第4表, 第6表)においては、少肥条件では36g/m²(22.2株/m²比5.1%), 多肥条件では43g/m²(22.2株/m²比6.1%)減少した。これらの結果をまとめると、疎植によって「やまだわら」は減収するが、その減収率は栽植密度の半減で2~6%程度と考えられた。

疎植による「やまだわら」の減収要因について検討すると、5段階密度試験および施肥・密度試験に共通して、疎植によって有意に低下した収量構成要素は千粒重だけであった(第1表, 第4表)。5段階密度試験においては、栽植密度を22.2株/m²から半減させると、千粒重は3年間の平均で1.7%低下したが、栽植密度と年次の交互作用も認められ、2014

第5表 施肥・密度試験における精玄米外観品質

施肥	栽植密度 株/ m ²	整粒歩合 %	腹白粒+			その他
			乳白粒 %	基白粒 %	青未熟粒 %	未熟粒 %
少肥	22.2	67.5	14.0	10.0	0.2	3.1
	16.7	68.4	13.9	9.4	0.5	3.2
	11.1	66.9	14.9	8.4	0.7	4.1
多肥	22.2	65.7	16.3	7.8	0.5	4.5
	16.7	65.8	17.0	7.2	0.7	5.5
	11.1	66.6	13.8	7.0	1.2	7.4

共分散分析						
施肥		ns	ns	*	*	*
栽植密度		ns	ns	**	**	**
交互作用		ns	ns	ns	ns	*

注) 値は、3反復の平均値。

*は5%水準、**は1%水準で有意であること、nsは5%水準で有意でないことを示す。

第6表 栽植密度 22.2 株 /m² 区の値を 100 としたときの 11.1 株 /m² 区の収量構成要素の値

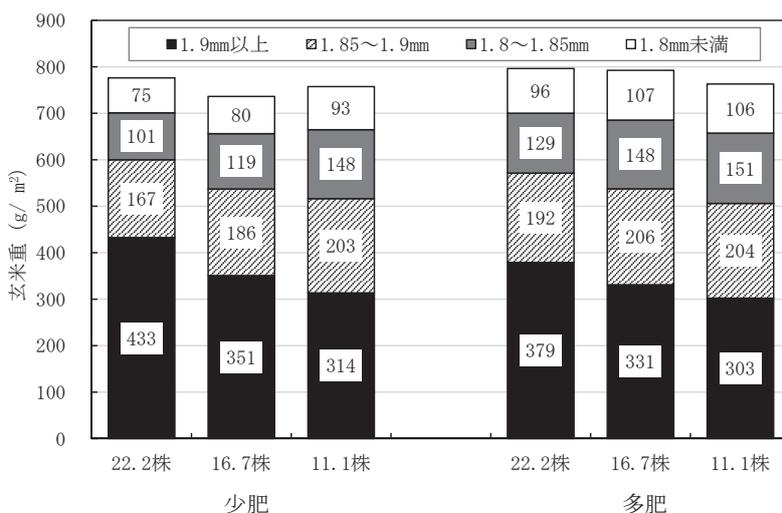
試験	年次・ 処理	精玄米重	穂数	一穂粒数	粒数	登熟歩合	千粒重
1	2015年	98.5	94.2	110.8	103.6	95.8	98.7
1	2016年	93.8	101.7	100.8	101.9	95.8	95.8
2	少肥	94.9	110.5	92.0	101.8	96.2	96.9
2	多肥	93.9	104.7	96.5	100.2	96.2	97.3

年では0.5%，2015年では1.3%，2016年では4.2%の低下と、年次によって低下率が大きく異なった（第1表、第6表）。2016年に実施した施肥・密度試験においては、栽植密度の半減によって、少肥条件では3.1%，多肥条件では2.7%低下した（第6表）。このように、年次や試験によって千粒重の低下率が異なっており、疎植による千粒重への影響は、栽植密度以外の栽培・環境条件によって変動するものと考えられた。これまでに、千粒重の低下を引き起こす環境条件としては、登熟期の高温や登熟後期の寡照が指摘されており^{18,20,22)}、栽培期間を通じて気温が高く、登熟の後半に日射量が少なかった2016年（第1図）は、千粒重が低下しやすい気象条件と考えられ、疎植による千粒重の低下が顕著にあらわれたものと推察される。

このような千粒重の低下に加えて、施肥・密度試験においては、疎植による粒厚の薄い玄米の増加が認められ（第3図、第7表）、疎植はくず米の増加

という形でも精玄米重を減少させた。さらに、疎植によるくず米の増加は、ふるい目が大きくなるほど顕著になる傾向が認められた。例えば、精玄米の基準をふるい目1.85mmとした場合、栽植密度の半減によるくず米の増加は、少肥条件で65g/m²、多肥条件で32g/m²となり、ふるい目1.8mmの場合のそれぞれ18g/m²、10g/m²よりも大幅に増加した（第3図）。これらのことから、「やまだわら」においては、ふるい目が大きい条件ほど、疎植による減収リスクが高まるものと考えられた。

本研究で認められた千粒重の低下や粒厚の薄い玄米の増加といった玄米の小粒化は、疎植が水稲に及ぼす影響の代表的なものと考えられ、これまでも「ひとめぼれ」、「あきたこまち」、「晴々」、「黄金晴」、「ヒノヒカリ」などで報告されている^{3,8,9,17)}。また、「ミズホチカラ」においては、密植によって千粒重が上昇することが報告されている¹²⁾。疎植による玄米小粒化の要因として、「ひとめぼれ」においては、



第3図 窒素施肥および栽植密度が「やまだわら」の粒厚別玄米重に及ぼす影響は、3反復の平均値。

第7表 施肥・密度試験における粒厚別玄米重の共分散分析結果

	1.8 mm 未満	1.8~1.85 mm	1.85~1.9 mm	1.9 mm 以上
施肥	*	ns	ns	ns
栽植密度	**	**	**	**
交互作用	ns	ns	*	ns

注) *は5%水準, **は1%水準で有意であること, nsは5%水準で有意でないことを示す。

疎植によって一穂粒数が増加し、充実の劣る2次枝梗の割合が増加することが示されている³⁾。また、「ミズホチカラ」の密植による千粒重の増加においては、密植による一穂粒数の減少にともない、充実の劣る3次分枝の割合が減少することに加えて、密植によって穂揃い期の乾物重、窒素吸収量、葉面積指数が向上し、葉鞘および稈の非構造性炭水化物(NSC)量が増加することが要因としてあげられている¹²⁾。「やまだわら」においては、施肥・密度試験(第4表)のように、一穂粒数の有意な変動が認められないにも関わらず、疎植によって千粒重が減少する事例も認められたことから、一穂粒数よりも、NSC量の影響が大きい可能性が考えられたが、本研究では穂相やNSCに関する調査は実施しておらず、「やまだわら」での疎植による玄米小粒化の具体的な要因に関しては明らかになっていない。千粒重に関しては、「炊き増え」など業務利用において重要とされる形質にも影響することから²⁾、今後、「や

まだわら」での玄米小粒化の要因に関して、さらなる調査が必要である。

疎植による減収に関する千粒重以外の収量構成要素としては、これまでの報告では、粒数と登熟歩合があげられている^{5, 21)}。「やまだわら」の粒数に関しては、5段階密度試験の2014年以外では横ばいまたはやや増加しており(第2図, 第4表, 第6表)、これらの試験では減収要因となっていなかった。一方、出穂前の日射量が少なかった2014年では、疎植によって穂数が大幅に減少し、粒数も減少していた(第2図)。さらに、その減少率は千粒重の減少率を上回っていたことから(第6表)、2014年の試験では、粒数の減少が疎植による減収の一因となっている可能性が考えられた。登熟歩合に関しては、5段階密度試験の2014年では疎植によって上昇しており(第2図, 第4表, 第6表)、減収要因にはなっていなかった。一方、5段階密度試験の2015年および2016年では、疎植によって登熟歩合が低下する傾向が認められ、その低下率は千粒重の低下率と同程度か大きかったことから(第2図, 第4表, 第6表)、これらの試験では登熟歩合の低下が疎植による減収の一因となっている可能性が考えられた。また、異なる年次・試験における粒数と登熟歩合の間には相補的な関係が認められ、疎植によって粒数が増加した試験では登熟歩合は低下し、粒数が減少した試験では登熟歩合が上昇していた(第2図, 第6表)。以上の結果を踏まえると、粒数と登熟歩合は、疎植

による減収の要因となりうるが、疎植以外の条件によって大きく変動する上、相補的な関係の影響も受けるため、減収への関与は年次などによって大きく変化するものと考えられた。

疎植の品質に対する影響は、5段階密度試験と施肥・密度試験で異なった。外観品質に関しては、5段階密度試験では疎植によって整粒歩合が有意に向上したが（第1表）、施肥・密度試験では有意な影響が認められなかった（第5表）。玄米タンパク含有率に関しては、5段階密度試験では疎植による影響は有意ではなかったが（第1表）、施肥・密度試験では施肥と栽植密度の有意な交互作用が認められ、疎植によって少肥条件では上昇し、多肥条件では低下した（第4表）。これらの影響のうち、施肥・密度試験の少肥区における玄米タンパク含有率の上昇以外は、品質に悪影響を及ぼすものではなく、また、施肥・密度試験の少肥区における玄米タンパク含有率に関しても、その値は栽植密度が最も低い11.1株/m²区でも6%台にとどまっていた（第4表）。これらのことから、疎植は「やまだわら」の玄米品質には大きな問題を引き起こさないと考えられた。

疎植による玄米品質の変動に関しては、これまでに稲体の栄養状態を反映したものであることが示されている^{3,9)}。「やまだわら」においても、疎植によって玄米タンパク含有率が上昇した施肥・密度試験の少肥条件では、疎植によって出穂期のSPAD値が上昇しており、疎植によって玄米タンパク含有率が低下した多肥条件では、疎植によって出穂期のSPAD値が低下していた（第3表、第4表）。したがって、疎植栽培での「やまだわら」においても、稲体の栄養状態の変動を介して品質の変動が生じたものと考えられた。

以上の結果をまとめると、業務・加工利用向け水稲品種「やまだわら」では、栽植密度を半減させても精玄米重の低下が2~6%程度で抑えられることから、疎植栽培の導入は可能であるが、玄米の小粒化の可能性を留意する必要があると考えられた。また、品質に関しては、疎植によって大きな問題は生じないと考えられた。疎植栽培は、育苗資材費の低減や移植作業の軽労化につながるだけでなく、病害虫の発生軽減にも効果がある可能性も示されており^{7,16)}、その導入に際しては、これらの長所短所を

踏まえて総合的に判断する必要がある。

V 摘 要

業務・加工用米の栽培では、生産コストの低減が求められるが、苗の植え付け間隔を広くする「疎植栽培」は、育苗資材費の低減や省力化につながる有望な低コスト化技術と考えられる。本研究では、業務・加工利用向け水稲品種「やまだわら」における疎植栽培導入の可否を明らかにするため、「やまだわら」の収量・品質に対する栽植密度の影響を検討した。試験を通じ、疎植によって精玄米重が減少する傾向が認められたが、その減収率は、栽植密度22.2株/m²から11.1株/m²への半減で2~6%程度であった。疎植によって千粒重の低下やくず米の増加が認められたことから、疎植による「やまだわら」の減収には玄米の小粒化が関与していると考えられた。面積あたりの籾数および登熟歩合に関しては、年次や施肥条件によって疎植の影響が異なった。品質に関しては、疎植によって整粒歩合は横ばいまたは向上する傾向が認められ、また、タンパク含有率は少肥条件で疎植によって上昇したが、タンパク含有率の値そのものは大きな問題にならない水準であった。以上の結果から、「やまだわら」に関しては、疎植による減収や品質への影響が小さく、疎植栽培の導入は可能であるが、玄米の小粒化の可能性を留意する必要があると考えられた。

謝 辞

本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「広域・大規模生産に対応する業務・加工用作物品種の開発」により実施した。また、本研究の遂行にあたり、当研究センター栽培管理グループならびに業務第1科の各位に多大なご協力を賜り、深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 米穀安定供給確保支援機構 2015. ライフスタイルの変化と米消費の動向. 米に関する調査レポート H26-6.

- 2) 平田紘一 2011. 米の加工利用 (1) 業務用炊飯Ⅲ (売れる米飯商品は相性から生まれる). 食品と容器. 52: 460-465.
- 3) 池尻明彦・中司祐典・前岡庸介 2013. 疎植栽培が水稲の生育, 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.
- 4) 井上健一・林恒夫・湯浅佳織・笈田豊彦 2004. 水稲品質食味要因の安定性に関する解析的研究. 第2報 疎植条件が水稲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) 木村浩・森重陽子・杉山英治・住吉俊治・河内博文・川崎哲郎 2005. 疎植水稲の生育特性と安定生産技術. 愛媛農試研報. 39: 1-9.
- 6) 小針美和 2014. 業務用米の動向について一増加する需要と求められる産地対応一. 農中総研調査と情報. 44: 4-5.
- 7) 前田忠信 2002. 低農薬栽培における栽植密度が水稲の生育, 収量と穂もち発生に及ぼす影響. 日作紀. 71: 50-56.
- 8) 松波寿典・能登屋美咲・松波麻耶・金和裕 2016. 秋田県における疎植栽培条件下での追肥の有無があきたこまちの収量, 品質に及ぼす影響. 日作紀. 85: 1-9.
- 9) 松下美郎 1996. 水稲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.
- 10) 守田和弘・高橋渉・杉森史郎・古畑昌巳 2011. 富山県における水稲品種「コシヒカリ」の高温登熟回避を目的とした晩植栽培に適した栽植密度. 日作紀. 80: 220-228.
- 11) 長田理 1999. 事例で考える統計解析の落とし穴. 克誠堂出版, 東京. 61-71.
- 12) Nakano, H., S. Morita, H. Kitagawa, H. Wada and M. Takahashi 2012. Grain yield response to planting density in forage rice with a large number of spikelets. *Crop Sci.* 52: 345-350.
- 13) 農研機構次世代作物開発研究センター 2017. 業務用・加工用に向くお米の品種. 10.
- 14) 農林水産省 2017. 米に関するマンスリーレポート平成29年2月号.
- 15) 大野高資・杉山英治・川崎哲郎 2001. 水稲疎植栽培が省力・低コスト化に及ぼす影響. 愛媛農試研報. 36: 1-5.
- 16) 佐藤大和・荒木登・川村富輝・石塚明子・福島裕助・井上拓治 2007. 水稲の減農薬・減化学肥料栽培における安定栽培法. 一窒素施肥法と栽植密度の違いが収量および病害虫発生程度に及ぼす影響一福岡農総試研報. 26: 79-84.
- 17) 杉山高世・土井正彦・西尾和明 2007. 奈良県における水稲ヒノヒカリの疎植栽培. 奈良農総セ研報. 38: 41-46.
- 18) 鈴木守・中村公則 1978. 暖地水稲の収量成立過程における気象要因の影響に関する二・三の解析. 日作紀. 47: 529-535.
- 19) 鳥山和伸 2008. 非破壊的手法による作物栄養診断の最前線. 1. 水稲: リモートセンシングによる窒素栄養診断. 土肥誌. 80: 66-74.
- 20) 和田卓也・大里久美・浜地勇次 2002. 暖地における1999年の登熟期間中の高温寡照条件が玄米の食味と理化学特性に及ぼした影響. 日作紀. 71: 349-354.
- 21) 若松謙一・田之頭拓・重水剛・竹牟禮穰 2004. 鹿児島県早期栽培コシヒカリの収量構成要素および食味に対する栽植密度の影響. 日作九支報. 70: 8-9.
- 22) 若松謙一・田中明男・上藪一郎・佐々木修 2006. 水稲の暖地早期栽培における登熟期間の遮光処理が収量, 品質, 食味に及ぼす影響. 日作九支報. 72: 19-21.

Effects of Sparse Planting on Yield and Grain Quality of the High-yielding and Palatable Rice Cultivar ‘Yamadawara’

Hidekazu KOBAYASHI and Kenji NAGATA

Key words: appearance quality, grain weight, high-yielding cultivar, planting density, rice, ‘Yamadawara’, yield

Summary

Restaurant and frozen food industries demand inexpensive but palatable rice. Because sparse planting can reduce the cost and labor for raising and transplanting seedlings, it could be used for the production of inexpensive rice. In the present study, we examined the effects of sparse planting on the yield and grain quality of ‘Yamadawara’, a rice cultivar suitable for use in restaurant and frozen food industries. Sparse planting slightly decreased the yield, by only 2–6%, when the planting density was halved. This planting method significantly decreased the 1000-grain weight, suggesting that the decrease in grain size is closely related to yield reduction of ‘Yamadawara’. Sparse planting was found to have various effects on the grain number per area and rate of mature grains depending on the cultivation years and nitrogen application conditions. The appearance quality and protein content of the grain was only slightly affected by this planting method. Therefore, ‘Yamadawara’ can be cultivated by sparse planting, but caution must be exercised to avoid excessive decrease in grain size.

