

温暖地西部地域における業務・加工用向け水稻品種 「あきだわら」および「やまだわら」の生育収量特性

長田健二・小林英和・千葉雅大

キーワード：業務・加工用米，イネ，温暖地西部，生育特性，多収

目 次

I 緒 言	75	V 摘 要	84
II 材料および方法	75	謝 辞	85
III 結 果	76	引用文献	85
IV 考 察	83	Summary	86

I 緒 言

近年，主食用米の消費量は年々減少する一方，消費者の外食・中食ニーズの高まりをうけて業務用米の消費量は増加傾向にあり，精米消費量の約30%を業務用米が占めるに至っている³⁾。業務用米生産では良好な品質・食味を維持しつつも低価格での生産物供給が求められるため，安定した多収性を有する品種の育成が進められている。「あきだわら」，「やまだわら」はいずれも農研機構作物研究所（現在，次世代作物開発研究センター）で育成された業務・加工用向け水稻品種である^{1,4)}。そのうち「あきだわら」は育成地において出穂期が一般品種「月の光」に近い「中生の中」であり，一般品種「日本晴」より13%多収で早植え・多肥栽培で700 kg 10a⁻¹を超える高収量が期待できる，とされている¹⁾。一方，「やまだわら」は育成地において出穂期が一般品種「朝の光」に近い「中生の早」であり，「朝の光」より30%程度多収で多肥栽培により750 kg 10a⁻¹以上の高収量が期待できる，とされている⁴⁾。

農水省による米の農産物検査数量⁹⁾をもとに推察すると現在，「あきだわら」は関東，北陸地域および愛知県，「やまだわら」は山口県および熊本県で

多くの生産が行われているとみられる。両品種はともに栽培適地は「関東・北陸以西」とされており^{1,4)}，業務用米供給の不足が生じている現状⁵⁾や，収量が700 kg 10a⁻¹を超える品種特性を考慮すると，西日本を中心とした温暖地西部地域での今後の普及が期待される。しかし，上述した両品種の生育および収量特性は育成地での検討が中心であり，温暖地西部地域での検討は十分進んでいない。温暖地西部地域では育成地が含まれる温暖地東部と比較すると生育期間の温度が高く推移する傾向にあり，作期も多様であることから，そのような条件での生育収量特性の把握は，安定多収を実現する栽培法の確立に向けて重要である。

そこで本研究では，「あきだわら」と「やまだわら」の温暖地西部地域での生育収量特性を明らかにする目的で複数年にわたる栽培試験を行い，苗質，生育推移，乾物生産および収量の特徴を一般品種と比較した。

II 材料および方法

試験は2014～2016年の3年間，西日本農業研究センター（以下当研究センター）水田圃場（広島県福山市，細粒灰色低地土）で実施した。品種は「あ

きだわら」, 「やまだわら」のほか, 比較する一般品種として当研究センターでは中生熟期の「日本晴」と「ヒノヒカリ」を用いた。移植時期は温暖地西部地域での代表的な作期を念頭に, 5月中旬と6月上旬の2作期を設けた。5月中旬移植は2014年(4/21播種, 5/13移植)および2015年(4/20播種, 5/15移植)の2回, 6月上旬移植は2014年(5/26播種, 6/10移植), 2015年(5/25播種, 6/9移植)および2016年(5/23播種, 6/7移植)の3回, 計5回の栽培試験を行った。いずれの栽培試験においてもポット育苗箱を用いて催芽粉を1穴3粒ずつの播種を行い, 育苗器内で30℃, 3日間加温出芽させた後に露地でのプール育苗を行った。移植は栽植密度18.5株 m^{-2} (条間0.3m×株間0.18m)の条件で行い, 1株3本を手植えた。試験区面積は1反復区あたり5~8 m^2 とし, 各品種とも3反復を設けて乱塊法に配置した。

施肥は2014年の2作期では品種の多収能力を把握する目的で多肥条件とし, 窒素(N)15, リン酸(P)9, カリ(K)12 $g\ m^{-2}$ を, 基肥(NPK各4 $g\ m^{-2}$), 分けつ肥(NPK各2 $g\ m^{-2}$), 穂肥(N9, P3, K6 $g\ m^{-2}$)に分けて分施した。一方, 2015年の2作期および2016年も同様の分施を行ったが, 穂肥のN量を6 $g\ m^{-2}$ に減らし, 総施用量はN12, P9, K12 $g\ m^{-2}$ とした。

苗調査は各栽培試験で育成した苗から無作為に20本を選んで1本ごとに葉齢と苗丈を調査した。また, その調査個体を含む計50本の茎葉部分の全乾物重を80℃, 3日間の通風乾燥処理後に測定した。生育調査は移植後から出穂期までの期間に行い, 2014年は「やまだわら」, 「日本晴」, 「ヒノヒカリ」について5月中旬移植の1反復のみを対象に6株の主稈葉齢と茎数を調査した。2015年は両作期とも「あきだわら」と「やまだわら」, 2016年には「あきだわら」, 「やまだわら」, 「ヒノヒカリ」について, すべての反復区を対象に1区あたり8株ずつ主稈葉齢, 茎数, 葉色, 草丈の測定を行った。葉色は葉緑素計(SPAD502, コニカミノルタ)を使用して, 出穂前の調査日には完全展開葉のうち上から数えて2番目の葉身を, 出穂期には止葉を対象に測定した。2014年と2015年のいずれも5月中旬移植, および2016年(6月上旬移植)においては, 「あきだわら」, 「や

まだわら」, 「日本晴」を対象に出穂期および成熟期に抜き取り調査を行い, 乾物生産量を調査した。各反復区につき6株(2014年および2016年)ないし8株(2015年)を採取し, 生育中庸な2株の生葉身を用いて葉面積計(LI3000, Li-Cor)により葉面積を測定した。また, 採取株を80℃, 3日間通風乾燥して乾物重を秤量した後, 粉碎した試料のN濃度をN分析計(RapidN, Elementar)を用いて燃焼法により測定した。成熟期にはすべての反復区につき10株を対象に稈長, 穂長を立毛状態で測定するとともに, 倒伏程度を達観(0;無倒伏~4;完全倒伏)で評価した。また, 各反復区につき32株刈り取り, 収量および収量構成要素を調査した。精玄米は1.8mm篩いにより選別した。

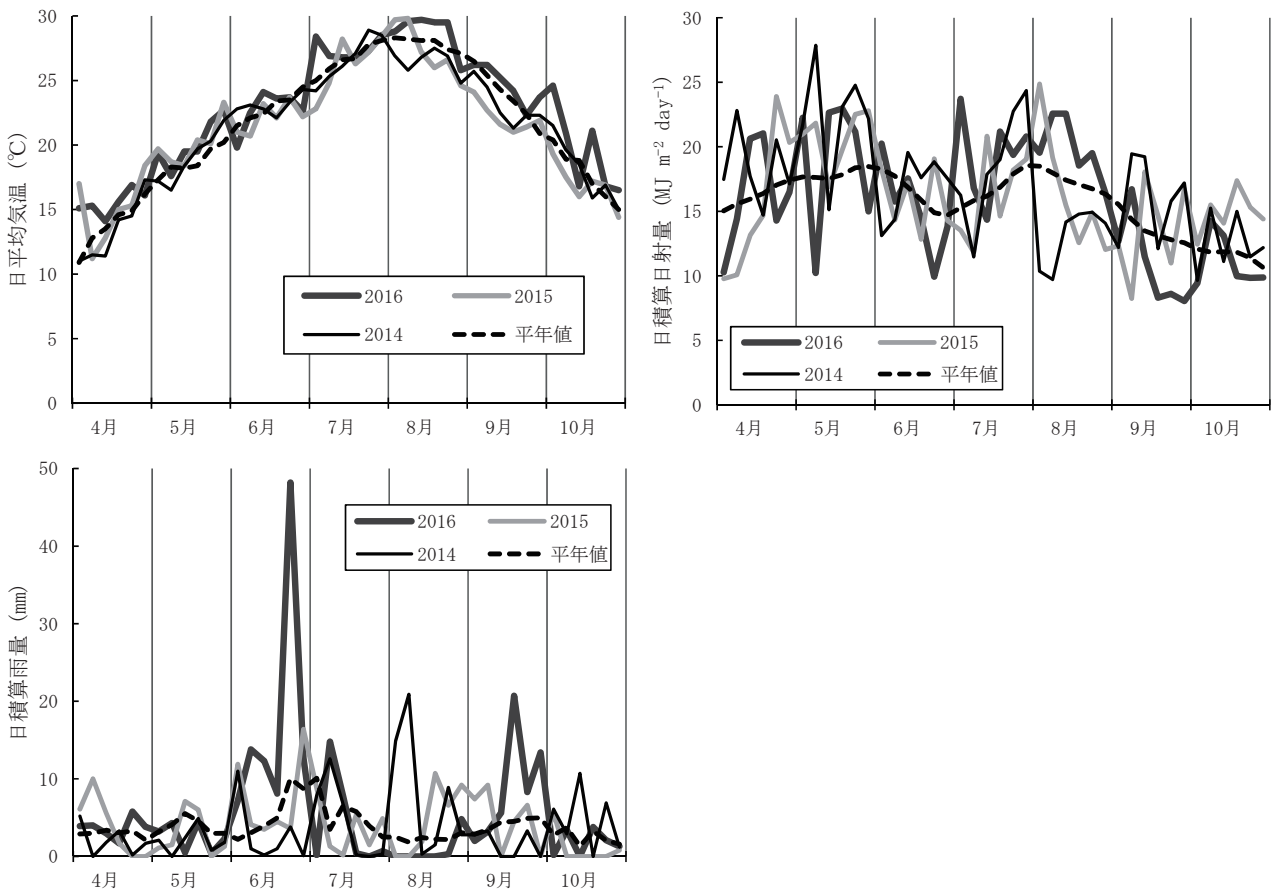
得られたデータのうち苗関連形質については, 播種時期および品種の2要因による分散分析を行った。また, 生育特性, 乾物生産, 収量および収量構成要素関連形質については, 5月中旬と6月上旬の移植時期ごとに年次および品種の2要因の分散分析を行った。多重比較検定にはTukey法を用いた。

各年次の気象値には当研究センター内露場に設置された気象観測装置による測定データを用いた。

Ⅲ 結 果

試験期間にあたる各年次の4~10月の気象推移を第1図に示した。気温は5~7月までは年次間の差が比較的少なく, おおむね平年値(1981~2010年)に近い推移を示したが, 2014年は8月に例年のない低温かつ低日射で雨量が多い条件となり, 低温傾向は9月中旬まで継続した。2015年も8月中旬から9月上旬にかけて低温, 低日射, 多雨条件となり, 低温傾向は10月中旬まで継続した。2016年は6月下旬に集中豪雨があり, 8月はおおむね高温で日射量も多く推移した一方, 9月は中旬以降に雨天日が多く, 日射量がきわめて少ない条件となった。以上のように試験を行った3年間は, 主に出穂から登熟期にあたる8月以降の気象条件の年次変動が大きかった。

育苗後の苗質を検討した結果を第1表に示した。品種間で比較すると, 「あきだわら」は他の3品種より葉齢が小さく, 苗丈は長い傾向を示した。一方,



第1図 試験期間中の気象条件
 平年値は1981~2010年.

第1表 苗形質の品種間差

品種	葉齢 (葉)	苗丈 (cm)	乾物重 (mg 本 ⁻¹)	充実度 (mg cm ⁻¹)
あきだわら	3.8 b ²⁾	17.5	27.2	1.56 b
やまだわら	4.3 a	14.9	29.7	2.00 a
日本晴	4.3 a	15.6	29.9	1.92 a
ヒノヒカリ	4.2 ab	14.5	26.0	1.79 ab

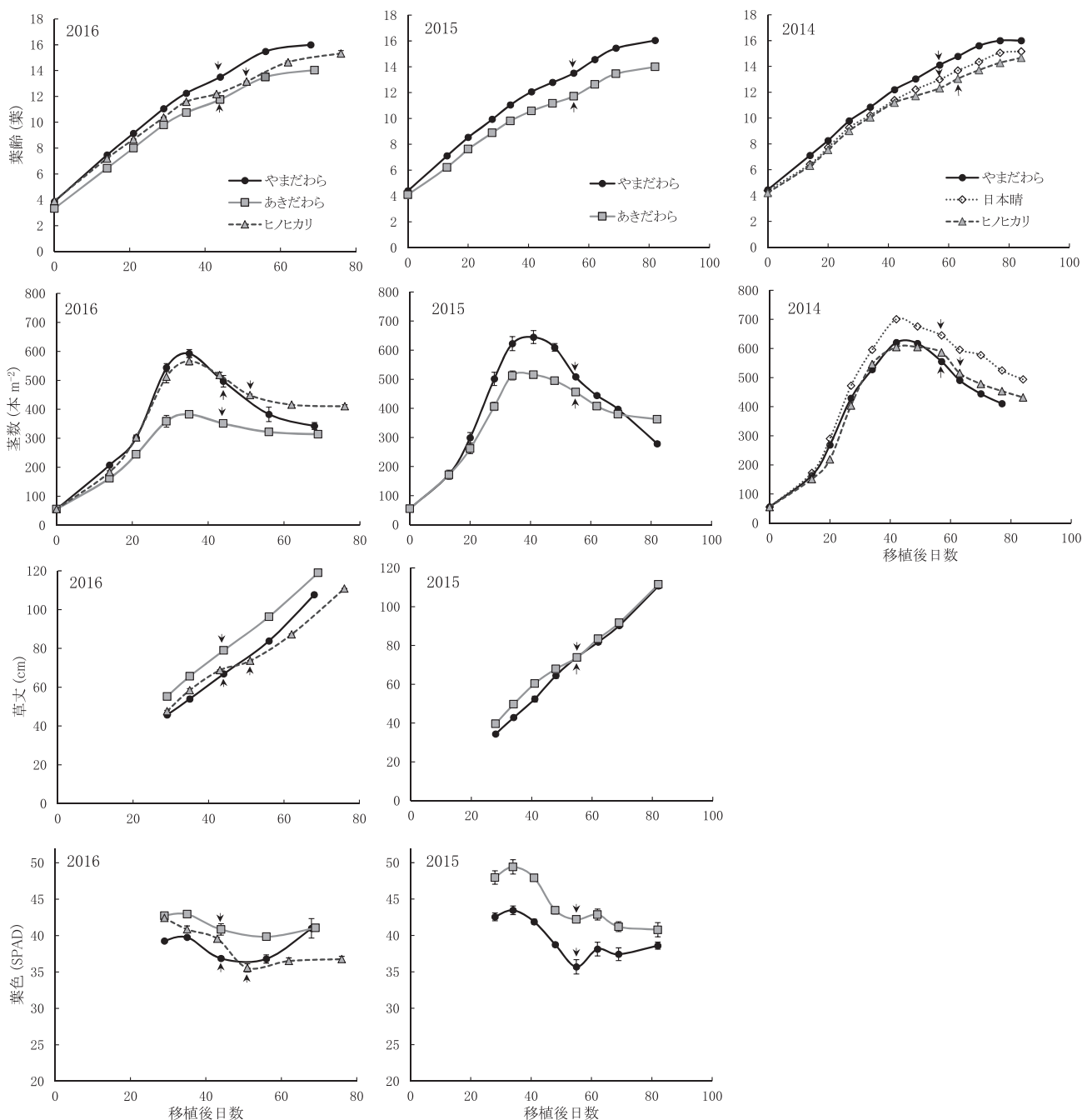
分散分析 ¹⁾				
播種時期	ns	ns	*	**
品種	*	ns	ns	**
播種時期×品種	ns	ns	ns	ns

1) **, *はそれぞれ1%, 5%水準で有意な効果が認められることを示す。ns; 有意差なし。
 2) 各項目内の異なるアルファベット文字間には5%水準で有意差が認められることを示す。

「やまだわら」の葉齢は「日本晴」や「ヒノヒカリ」と同程度で、苗丈は「日本晴」より短く「ヒノヒカリ」より長い傾向であった。茎葉乾物重の値は「日本晴」、「やまだわら」が高い傾向があった。乾物重を苗丈で除して求めた苗の充実度⁸⁾は「やまだわら」で「日

本晴」と同程度に高かった一方、「あきだわら」は4品種中最も低い値を示した。播種時期間では、育苗期間中の温度が上昇し育苗日数が短い条件となる5月下旬播種において、乾物重の減少および充実度の低下が認められた(図表略)。播種時期×品種の有意な交互作用は認められなかった。

移植後から出穂期までの期間の主稈葉齢、茎数、草丈、葉色の推移における各品種の特徴は年次や作期を通じて比較的安定して観察された。そこで、2014年と2015年の5月中旬移植、および2016年(6月上旬移植)の生育調査で得られた結果を第2図に示した。主稈最終葉齢は、いずれの栽培試験においても15葉程度であった「日本晴」や「ヒノヒカリ」とは異なり、「あきだわら」で14葉、「やまだわら」では16葉で、両品種間で2枚の差があった。茎数は「あきだわら」では他品種よりも少なく推移するものの、最高分けつ期以降に無効化する茎数も少なく、有効茎歩合が高い特徴を示した。一方、「やま



第2図 移植～出穂期までの生育推移

上段から主稈葉齢，莖数，草丈，葉色を示す。左列：2016年（6月上旬移植），中央列：2015年（5月中旬移植），右列：2014年（5月中旬移植）。2014年の値は1反復区のみでの測定値。2015年および2016年の値は3反復区の平均値±標準誤差。矢印は各品種の幼穂形成期頃の測定値を示す。

だわら」は「あきだわら」より分けつ発生が多く「ヒノヒカリ」に近い推移を示したが、最高分けつ期以降の莖数減少が多く、出穂期の穂数は「あきだわら」とほぼ同程度で「日本晴」や「ヒノヒカリ」よりも少なくなった。草丈は「ヒノヒカリ」と比較して、生育初期は「あきだわら」が長く、「やまだわら」

は同等かやや短く推移したが、出穂期が近づくにつれ「あきだわら」と「やまだわら」の差が小さくなる傾向がみられた。特に、2015年5月中旬移植の場合では幼穂形成期以降、両品種間に差は認められなかった。葉色値は「ヒノヒカリ」と比較して「あきだわら」が高く、「やまだわら」は低く推移するも

第2表 各品種の生育特性

移植時期	品種	出穂期		成熟期 ¹⁾		登熟日数	出穂後積算 気温(°C)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	倒伏程度 (0~4) ¹⁾
		(月/日)	(日数) ²⁾	(月/日)	(日数) ²⁾					
5月中旬 (2014~15平均)	あきだわら	8/3	81 b ⁴⁾	9/20	129 c	48 b	1183 b	89 ab	22.0 a	0.5
	やまだわら	8/1	79 c	9/28	137 a	58 a	1436 a	87 bc	21.4 a	0.1
	日本晴	8/4	82 b	9/18	127 d	45 c	1132 c	86 c	21.4 a	0.6
	ヒノヒカリ	8/10	88 a	9/24	133 b	45 c	1105 c	90 a	20.0 b	0.4
分散分析 ³⁾	年次		**	**	**	**	**	**	*	**
	品種		**	**	**	**	**	**	**	ns
	年次×品種		**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
6月上旬 (2014~16平均)	あきだわら	8/15	67 c	10/2	115 c	47 b	1153 b	87 b	20.9 a	0.2 ab
	やまだわら	8/16	68 c	10/10	123 a	55 a	1296 a	83 c	20.3 a	0.0 b
	日本晴	8/17	69 b	9/26	109 d	40 d	981 d	88 ab	20.3 a	0.5 a
	ヒノヒカリ	8/23	75 a	10/5	118 b	43 c	1014 c	89 a	19.5 b	0.3 ab
分散分析	年次		*	**	**	**	**	**	**	**
	品種		**	**	**	**	**	**	**	*
	年次×品種		**	**	**	**	**	**	*	*

1) 成熟期は黄化割合85%程度(不稔籾を除く), 倒伏程度は0:無倒伏~4:完全倒伏を基準に達観で評価。

2) 移植日からの日数。

3) **, *はそれぞれ1%, 5%水準で有意な効果が認められることを示す。ns:有意差なし。

4) 同一移植時期, 同一項目内における異なるアルファベット文字間には5%水準で有意な品種間差が認められることを示す。

のの, 「やまだわら」では幼穂形成期以降, 出穂期にかけて葉色が上昇する特徴がみられた。そのため, 出穂期の葉色値における「あきだわら」と「やまだわら」の差は幼穂形成期の時期と比較して小さくなった。

各品種の生育特性を第2表に示した。まず出穂期の品種間差について, 移植時期ごとの平均値をもとに同熟期の「日本晴」と比較すると, 「あきだわら」は5月中旬移植では1日早い8/3, 6月上旬移植では2日早い8/15であった。一方, 「やまだわら」は5月中旬移植では「日本晴」より3日, 「あきだわら」よりも2日それぞれ早い8/1であったが, 6月上旬移植では「日本晴」より1日早いものの「あきだわら」よりは1日遅い8/16であった。成熟期についても移植時期ごとの平均値で「日本晴」と比較すると, 「あきだわら」では5月中旬移植では2日遅い9/20であったが, 6月上旬移植では6日遅い10/2であった。一方, 「やまだわら」では5月中旬移植では10日遅い9/28, 6月上旬移植では14日遅い10/10であり, 出穂期が遅い「ヒノヒカリ」の成熟期よりもさらに4~5日遅くなった。出穂期~成熟期までの登熟日数を「日本晴」と比較すると, 「あきだわら」では両移植時期でそれぞれ3日, 7日長い48日, 47日, 「やまだわら」ではそれぞれ13日, 15日長い58日, 55

日であった。成熟期までの出穂後積算気温は「日本晴」と比較して「あきだわら」では5月中旬移植で50°C, 6月上旬移植では170°C程度, 「やまだわら」では両移植時期ともに300°C程度それぞれ多く要した。各項目においては有意な年次間差が認められ, 両移植時期ともに, 施肥量が多く, かつ8月上旬から低温低日射条件となった2014年において出穂期および成熟期までの日数や登熟日数が長く, 成熟期までの出穂後積算気温が多い傾向にあった。5月下旬移植における出穂期および登熟日数や6月上旬移植の各項目には年次×品種の有意な交互作用がみられたが, 多くの場合において交互作用の分散値は各主効果の分散値の約1/4以下と小さかった。しかし, 6月上旬移植における出穂期に関しては交互作用の効果が比較的大きく, 例えば, 「あきだわら」では各年次とも8/15ないし8/16と安定していたのに対して, 「やまだわら」では8/13から8/19まで大きな年次変動があった。

成熟期における稈長, 穂長および倒伏程度の品種間差について, 稈長を「日本晴」と比較すると, 5月中旬移植では「あきだわら」は3cm長い89cm, 「やまだわら」は1cm長い87cmであったのに対し, 6月上旬移植では逆に「日本晴」より両品種とも1~4cm程度短かった(第2表)。「あきだわら」と比較

して「やまだわら」の稈長は短いものの、その差は最大でも4 cm程度であった。穂長は両品種とも「日本晴」との差は小さかった。倒伏程度は各品種とも小さかったが、施肥量の多かった2014年はやや大きい倒伏発生が各品種でみられた。このときの5月下旬移植、6月上旬移植における倒伏程度は「あきだわら」ではそれぞれ1.0, 0.5であり、「日本晴」(0.9, 0.9), 「ヒノヒカリ」(0.7, 1.0)と同程度であった。一方、「やまだわら」ではそれぞれ0.3, 0.1と発生程度が小さかった。稈長, 穂長, 倒伏程度には年次

間差も認められ、いずれの移植時期においても施肥量の多かった2014年において稈長が長く、倒伏程度が大きい傾向にあり、穂長は5月中旬移植では2014年, 6月上旬移植では2016年の値が大きかった(図表略)。6月上旬移植の各項目においては年次×品種の有意な交互作用が検出されたが、このうち稈長については出穂前が高温となった2016年において「あきだわら」の値は「日本晴」より2 cm程度長くなり、「やまだわら」においても「日本晴」との差が小さい特徴を示した。また、倒伏程度では、

第3表 出穂期および成熟期における乾物生産量および窒素含量

移植時期	品種	出穂期					成熟期					
		移植後 日数 ¹⁾	乾物重 (g m ⁻²)	LAI ²⁾ (m ² m ⁻²)	SLW ²⁾ (g m ⁻²)	N含量 (g m ⁻²)	移植後 日数 ¹⁾	乾物重 (g m ⁻²)	LAI (m ² m ⁻²)	SLW (g m ⁻²)	N含量 (g m ⁻²)	HI ²⁾
5月中旬 (2014~2015平均)	あきだわら	82	1239	6.68 ab ⁴⁾	52.9 a	16.2 a	128	1905 b	3.13 b	55.8 a	18.2	0.49 a
	やまだわら	80	1254	6.43 b	47.0 c	14.8 b	136	2076 a	3.80 a	49.0 b	18.5	0.50 a
	日本晴	83	1239	7.11 a	48.5 b	15.0 ab	125	1885 b	3.71 ab	50.7 b	17.0	0.43 b
	分散分析 ³⁾ 年次		**	ns	**	**		ns	ns	*	**	*
	品種		ns	*	**	*		*	*	**	ns	**
	年次×品種		ns	ns	ns	ns		ns	ns	*	ns	*
6月上旬 (2016)	あきだわら	70	1085 ab	4.99 b	56.5 a	12.2	113	1767 ab	2.28 b	59.7 a	13.3	0.55 a
	やまだわら	68	1045 b	5.08 b	46.7 b	12.0	115	1807 a	2.27 b	52.3 ab	13.6	0.56 a
	日本晴	71	1143 a	6.13 a	49.0 b	13.4	111	1677 b	2.89 a	51.6 b	13.9	0.49 b

- 1) 移植後日数は調査日の値であり、実際の出穂期および成熟期までの日数とは若干異なる。
- 2) LAI: 葉面積指数, SLW: 比葉重, HI: 収穫指数 (穂重/全乾物重で算出)。
- 3) **, *はそれぞれ1%, 5%水準で有意差が認められることを示す。ns: 有意差なし。
- 4) 同一移植時期, 同一項目内における異なるアルファベット文字間には5%水準で有意な品種間差が認められることを示す。

第4表 登熟期間における乾物および窒素増加量

移植時期	品種	出穂期~成熟期			
		日数 ¹⁾	乾物増加量 ²⁾ (g m ⁻²)	CGR ³⁾ (g m ⁻² day ⁻¹)	N増加量 ²⁾ (g m ⁻²)
5月中旬 (2014~2015平均)	あきだわら	46	666	14.5	2.0
	やまだわら	56	822	14.8	3.7
	日本晴	42	646	15.4	2.0
	分散分析 ⁴⁾ 年次		ns	ns	**
	品種		+	ns	+
	年次×品種		ns	ns	ns
6月上旬 (2016)	あきだわら	43	683 b ⁵⁾	15.9 a	1.1
	やまだわら	47	763 a	16.2 a	1.6
	日本晴	40	534 c	13.3 b	0.5

- 1) 第3表の調査日をもとに算出したものであり、実際の登熟日数とは若干異なる。
- 2) 第3表における出穂期と成熟期の値の差で算出。
- 3) CGR: 個体群成長速度。
- 4) **, +はそれぞれ1%, 10%水準で有意差が認められることを示す。ns: 有意差なし。
- 5) 同一移植時期, 同一項目内における異なるアルファベット文字間には5%水準で有意な品種間差が認められることを示す。

「あきだわら」において他の品種で倒伏が認められなかった2016年に0.2程度の発生がみられた(図表略)。

出穂期および成熟期の乾物生産量およびN吸収量について第3表および第4表に示した。2014年と2015年に調査を行った5月中旬移植における品種間差に注目すると、出穂期では葉面積指数(LAI)、比葉重(SLW)およびN含量、成熟期では乾物重、LAI、SLWおよび収穫指数(HI)に有意差が認められた(第3表)。特に乾物重については、品種による差が出穂期では明確でなかったのに対し、成熟期においては「やまだわら」の値が大きく、出穂期から成熟期にかけての乾物増加量も「日本晴」より大きい傾向を示した(第4表)。「あきだわら」はSLWが出穂期、成熟期ともに大きかったもののLAIは「日本晴」より小さい傾向にあり、成熟期乾物重に「日本晴」との差は認められなかった(第3表)。その一方、「あきだわら」ではHIが「やまだわら」と同様に高かった。「あきだわら」、「やまだわら」のN含量は出穂期、成熟期ともに「日本晴」との有意差はみられなかったが、登熟期間中のN増加量は「やまだわら」が多い傾向にあった(第4表)。5月中旬

移植における年次間差については、施肥量の多かった2014年で乾物重、SLW、N含量がいずれの品種も多い傾向が認められたが、成熟期のHIは2014年で低かった(図表略)。年次×品種の有意な交互作用は出穂期のSLWと成熟期のHIにおいて検出されたが、SLWが「あきだわら」で高く、HIが「やまだわら」および「あきだわら」で高い傾向は各年次で共通していた。6月上旬移植は2016年の1回のみ調査であったが、成熟期のLAIが「やまだわら」や「あきだわら」で「日本晴」より低かったことを除けば、出穂期および成熟期において5月中旬移植でみられた両品種の特徴がおおむね認められる傾向にあった(第3表)。一方、出穂期～成熟期の登熟期間における乾物増加量は「やまだわら」と同様に「あきだわら」においても「日本晴」と比較して有意に多く、CGRも両品種で「日本晴」より高かった(第4表)。

収量および収量構成要素を第5表に示した。品種間差について移植時期ごとの平均値をもとに比較すると、5月中旬移植における精玄米重は「あきだわら」で730 g m⁻²、「やまだわら」は796 g m⁻²であった。「日本晴」と「ヒノヒカリ」はそれぞれ632、610 g m⁻²

第5表 各品種の収量および収量構成要素

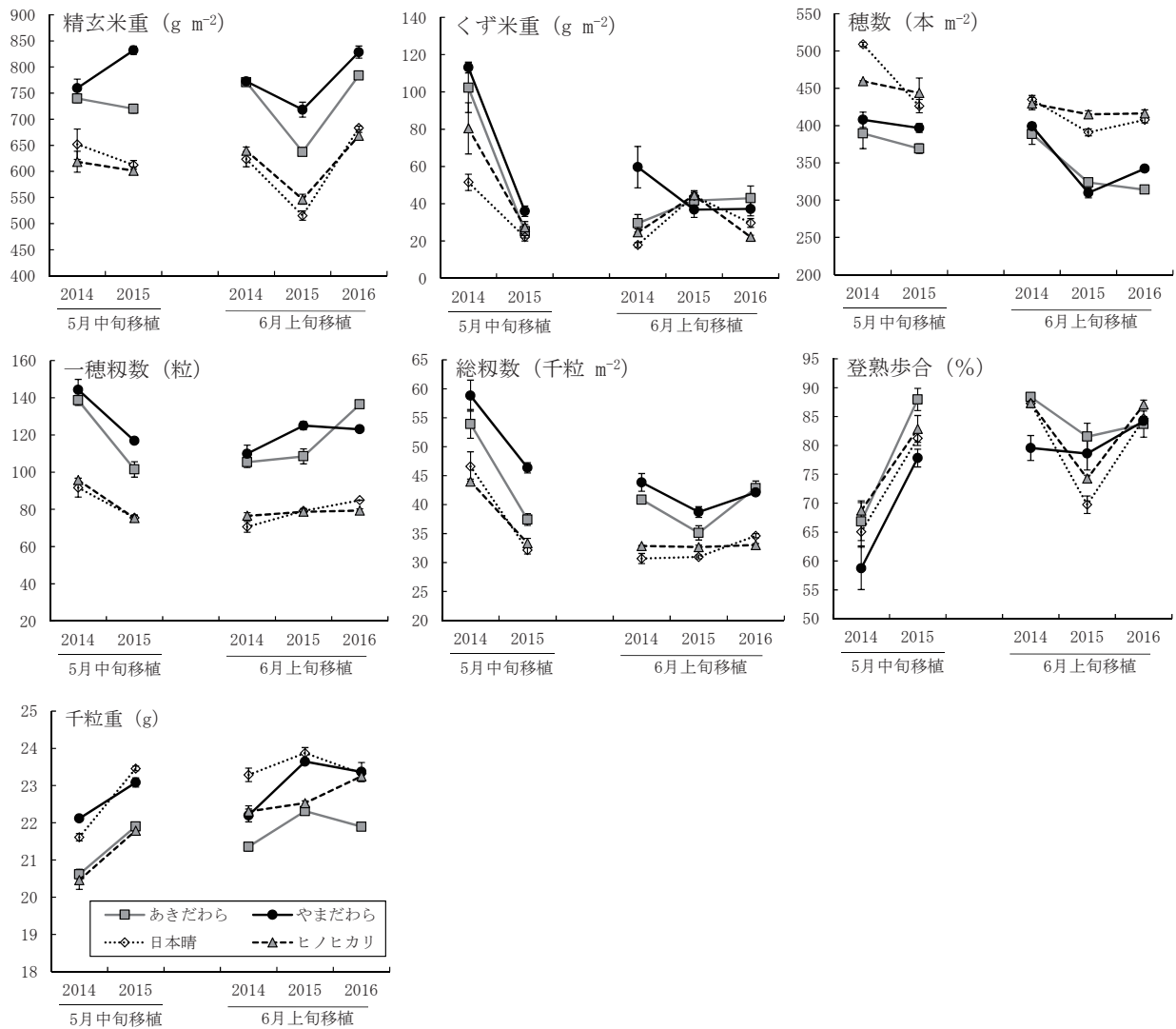
移植時期	品種	収量 ^{1), 2)}		穂数 (本 m ⁻²)	一穂粒数 (粒)	総粒数 (千粒 m ⁻²)	登熟歩合 ¹⁾ (%)	千粒重 ^{1), 2)} (g)
		精玄米 (g m ⁻²)	くず米 (g m ⁻²)					
5月中旬 (2014~15平均)	あきだわら	730 b ⁴⁾	64 a	379 b	120 b	45.7 b	77.4 a	21.3 b
	やまだわら	796 a	75 a	402 b	131 a	52.6 a	68.3 b	22.6 a
	日本晴	632 c	37 b	468 a	84 c	39.4 c	73.1 ab	22.5 a
	ヒノヒカリ	610 c	54 ab	452 a	85 c	38.7 c	75.8 ab	21.1 b
分散分析 ³⁾	年次	ns	**	**	**	**	**	**
	品種	**	**	**	**	**	*	**
	年次×品種	*	*	*	*	ns	ns	*
6月上旬 (2014~16平均)	あきだわら	731 b	38 ab	342 b	117 a	39.6 b	84.5 a	21.9 d
	やまだわら	773 a	45 a	350 b	119 a	41.5 a	80.8 b	23.1 b
	日本晴	607 c	31 b	411 a	78 b	32.1 c	80.6 b	23.5 a
	ヒノヒカリ	618 c	30 b	420 a	78 b	32.8 c	82.9 ab	22.7 c
分散分析	年次	**	*	**	**	**	**	**
	品種	**	**	**	**	**	**	**
	年次×品種	**	**	**	**	**	**	**

1) 1.8mm 篩選による。

2) 含水率15%換算値。

3) **, *はそれぞれ1%, 5%水準で有意な効果が認められることを示す。ns: 有意差なし。

4) 同一移植時期、同一項目内における異なるアルファベット文字間には5%水準で有意な品種間差が認められることを示す。



第3図 移植時期および栽培年次による収量・収量構成要素の変動
垂線は標準誤差を示す。

であり、「日本晴」と比較して「あきだわら」では15%、「やまだわら」では26%多収であった。6月上旬移植でも「あきだわら」で731 g m⁻²、「やまだわら」は773 g m⁻²の高い収量が得られ、「日本晴」との比較でそれぞれ20%、27%の多収であった。一方、くず米も「あきだわら」、「やまだわら」で多い傾向にあった。各移植時期において、多くの項目で品種間差とともに年次間差および年次×品種の有意な交互作用が認められたため、各移植時期および年次ごとの変動を第3図に示した。年次間差を検討すると、5月中旬移植では各品種ともN施肥量の多かった2014年に穂数、一穂粒数、総粒数が多かったものの、登熟歩合および千粒重は低下し、くず米

が多かった。一方、6月上旬移植では2014年に穂数が多いものの一穂粒数は少なく、2015年は総粒数や登熟歩合がやや少なく千粒重が大きい傾向にあった。品種間差についてはいずれの移植時期においても「あきだわら」、「やまだわら」では「日本晴」や「ヒノヒカリ」より穂数が少ないものの一穂粒数が多く、総粒数も両品種で多い傾向が認められた。登熟歩合は「あきだわら」は比較的高いものの、「やまだわら」では特に粒数が増加した5月中旬移植で低かった。千粒重は「やまだわら」では「日本晴」並みに大きいのに対して「あきだわら」では小さい傾向にあった。各移植時期ともに収量構成要素の年次変動の程度には品種による差がみられるものの、上述した「あ

きだわら」, 「やまだわら」の特徴はそれぞれの移植時期および栽培年次においておおむね確認された。

Ⅳ 考 察

業務・加工用米では安定した多収性が求められるが、温暖地西部地域で総N施肥量12ないし15 g m⁻²の多肥条件で行った本研究では、5月中旬移植および6月上旬移植ともに「あきだわら」で730 g m⁻²程度、「やまだわら」では770~800 g m⁻²程度の高い収量性が確認された。「日本晴」に対する増収程度は「あきだわら」で15~20%、「やまだわら」で26~27%であり、育成地（「あきだわら」で「日本晴」対比113%¹⁾、「やまだわら」で「朝の光」対比128~133%⁴⁾）や北陸地域（「あきだわら」で「日本晴」対比115~117%¹¹⁾）での増収程度とほぼ同等で、両品種の多収性は関東以西で安定して発揮されることが明らかになった。「やまだわら」は登熟歩合が低く、「あきだわら」は千粒重が小さい特徴を示したが、両品種とも一穂粒数が多く、総粒数がおおむね40千粒 m⁻²以上と多い特徴（第5表）が育成地や北陸地域と同様に認められ^{1, 4, 11)}、そのことが多収の主要因であると判断された。特に、総粒数がより多い特性を示す「やまだわら」では「あきだわら」より増収するケースが多く、800 g m⁻²を超える事例も5回の栽培試験中2回（2015年5月中旬移植および2016年）確認された（第3図）。本研究で得られた総粒数および収量データ（第3図）をもとに考えると、精玄米重700 g m⁻²を得るための総粒数はおおむね両品種とも38~40千粒 m⁻²以上が必要であり、特に「やまだわら」で800 g m⁻²を狙うには44~45千粒 m⁻²以上が必要になるとみられる。しかし、2014年の5月中旬移植でみられたように、過剰な粒数や登熟期が低日射となる条件では登熟歩合の低下が生じやすいことから（第3図）、目標収量に応じた適正粒数への誘導が求められる。そのため、施肥法についての検討が今後必要である。

多収性に関与すると考えられる乾物生産特性やN吸収について、両品種の特性を一般品種と比較した報告は少なく、本研究では計3回の栽培試験において「日本晴」と比較調査した。多収の主要因とみられる総粒数には一般に、出穂期までのN吸収量や幼

穂形成期間中の乾物生産量が関与することが知られている^{7, 8, 10)}。本研究では幼穂形成期間中の乾物生産量は検討していないが、出穂期の乾物重や窒素含量については両品種とも「日本晴」に対する優位性は明確には認められなかった（第3表）。したがって、総粒数の多い品種特性は、吉永ら¹¹⁾が指摘するように、吸収N量あたりの粒数生産性に優れることによるものと推察された。出穂後同化産物の多くは穂に集積され、収量を形成する重要なソースとなるが、「やまだわら」では登熟期間中の乾物増加量が多い特徴がいずれの移植時期においても安定して確認され（第4表）、同品種の高い収量性に貢献しているものと考えられた。この期間のCGRは5月中旬移植では「日本晴」との差がみられなかったのに対し、6月上旬移植では有意に高い値が得られた。5月中旬移植の調査を行った2014年および2015年は出穂後が低温低日射条件となり、登熟日数が長かったのに対し、6月上旬移植の調査を行った2016年は出穂後の気温は平年より高めに推移したこともあり、登熟日数は5月中旬移植よりも9日短い条件であった（第1図、第4表）。このことを考えると、「やまだわら」では登熟期間中の乾物生産活性自体は「日本晴」より高く、5月中旬移植では登熟期間が延長したために、この期間全体を対象にして算出したCGRでは差がみられなかった可能性が推察された。「やまだわら」では登熟期間におけるN増加量が他品種より多い傾向もみられ（第3表）、登熟期間の高い乾物生産性に寄与している可能性が考えられた。「あきだわら」においても、6月上旬移植では「日本晴」よりも登熟期間中の乾物増加量およびCGRが高い特徴がみられたが、「やまだわら」と比較すると乾物増加量は少なく、CGRもやや低い傾向にあった（第4表）。一方、「あきだわら」では「やまだわら」とともにHIが「日本晴」より高かったことから（第3表）、粒数を多く着生し、増大したシンクに対して、生産した同化産物を穂に効率的に転流・集積しているものと考えられた。ただし、登熟期間中の詳細な転流特性についてはさらに検討する必要がある。

品種の生育特性のうち出穂期および成熟期について、育成地では「あきだわら」は「日本晴」と比較して出穂期は1日早く、成熟期は1日遅いとされ¹⁾、「やまだわら」は「朝の光」と比較して出穂期は同

程度、成熟期は「日本晴」並みかやや遅いとされている⁴⁾。本研究では「朝の光」を供試していないものの、「朝の光」は「日本晴」よりも出穂期が早い特徴⁶⁾を考え合わせると、育成地とおおむね類似した結果が得られたと判断された。しかし、本研究では「やまだわら」において6月上旬移植での出穂期の変動が「あきだわら」より大きい特徴がみられた。各年次の気象推移をみると(第1図)、5月中旬移植の出穂前の期間に当たる7月中下旬の気温の年次間差は比較的小さかった。それに対し、6月上旬移植での出穂前の期間に当たる8月上中旬の気温条件の年次変動は大きく、「やまだわら」の出穂期が早まった2016年は高温で推移し、逆に遅くなった2014年は低温条件であった。このことから、「やまだわら」では出穂前の温度条件による出穂期の変動が「あきだわら」より生じやすいと考えられた。また、両品種とも総粒数が多いために登熟日数を「日本晴」より多く要し(第2表、第5表)、特に「やまだわら」では、多肥条件で総粒数が58.8千粒 m^2 に達した2014年の5月中旬移植において登熟期の気象不良も重なって成熟期までの登熟日数は61日、出穂後積算気温で1506 $^{\circ}C$ を要した。「やまだわら」では穂基部に着生した籾の黄化の進行が緩慢で、登熟後期まで穂の青味が残りやすい特徴が遠観で観察された。登熟期間が長いこと、圃場への通水など登熟後期にかけての圃場水分の維持に配慮した水管理を要すると考えられる。その一方、荒井ら²⁾は関東地域における業務用米品種の収穫適期を検討し、出穂後積算気温からみた収穫適期を「あきだわら」で1065 $^{\circ}C$ 、「やまだわら」で1256 $^{\circ}C$ 程度と試算するとともに、刈遅れによる品質低下を報告している。収穫適期は登熟期の気象条件や総粒数の多少により変動する可能性もあるため、温暖地西部地域の栽培条件における収穫時期について今後検討を行う予定である。

稈長、穂長、倒伏程度について、育成地における両品種の特徴は、「あきだわら」では「日本晴」と比較して稈長は4 cm 短く、穂長はわずかに長く、耐倒伏性は同等の「やや強」とされ¹⁾、「やまだわら」では「朝の光」と比較して稈長、穂長がやや長く、耐倒伏性は同等の「強」とされている⁴⁾。本研究では「朝の光」を供試していないが、「朝の光」は「日本晴」と比較して稈長が短く、穂長はやや短く、耐

倒伏性は強い特性を持つこと⁶⁾を考え合わせると、両品種ともおおむね育成地と類似した結果が得られたと判断された。ただし、本研究における5月中旬移植や2016年(6月中旬移植)のように、出穂前の気温が高い条件となる場合は、両品種とも「日本晴」より稈長が伸長しやすい特徴があることが明らかになった(第2表)。

苗質や本田中の生育推移に関する「あきだわら」、「やまだわら」の具体的な特徴を示した報告は少ない。本研究で得られた各品種の特徴を栽培管理上の留意点とともに整理すると、「あきだわら」では苗が伸長し充実度が低くなりやすいことから(第1表)、育苗時の温度管理などに注意する必要がある。また、主稈の最終葉齢や最高分げつ数が少なく有効茎歩合が高いため、効率的な穂数確保に貢献する品種特性を有するとみられる一方(第2表)、生産現場での普及が進む疎植条件での穂数確保について今後検討する必要があると考えられる。さらに、「あきだわら」は草丈が長めに推移する特徴があり(第2図)、耐倒伏性は「日本晴」並みであるため(第2表)、施肥量が過剰とならないように留意する必要がある。「やまだわら」については、生育前半を中心に葉色が淡く経過する特徴を示した(第2図)。「やまだわら」の母本の「泉348」は「ミズホチカラ」に由来しており⁴⁾、同品種も同様の特性を示すことから、その特性を受け継いだものと推察される。葉色の淡さを意識して過剰に追肥を行うと必要以上に粒数を増加させる可能性があることから、品種特性として事前に把握しておく必要があると考えられた。

以上より、本研究では「あきだわら」、「やまだわら」において温暖地西部地域の多肥栽培条件で700 g m^2 以上の安定した収量が期待できることが確認され、当地域における各品種の生育特性が明らかになった。また、苗質や生育推移には品種間で差が認められ、各品種の分げつ推移や葉色の特徴、登熟日数などについて留意する必要性が考えられた。

V 摘 要

近年開発された業務・加工用向け水稻品種「あきだわら」、「やまだわら」の温暖地西部地域での生育収量特性を明らかにするために栽培試験を行った。

2014～2016年にかけて5月中旬移植および6月上旬移植の2作期を設定し、総N施肥量12ないし15 g m⁻²の多肥条件で検討した結果、「あきだわら」では730 g m⁻², 「やまだわら」では770～800 g m⁻²程度の高い収量性が得られた。「日本晴」に対する増収程度は、「あきだわら」で15～20%, 「やまだわら」で26～27%であり、育成地や北陸地域での過去の報告と同程度であった。両品種の多収性には、一穂粒数の増加によるシンの増大とともに、成熟期の高い収穫指数が関係していると考えられた。また、「やまだわら」は登熟期の乾物増加量が「日本晴」より多い特性を示した。出穂期、成熟期の早晩性や稈長、穂長、耐倒伏性などの生育特性については両品種とも育成地での評価に近い特徴を示した。その一方で、「やまだわら」では出穂前の気温条件による出穂期の変動が大きく、過剰な粒数を着生した場合や登熟期の天候不順により成熟期の遅延が生じやすいことが明らかになった。また、「あきだわら」では苗が伸長しやすく、分けつ発生が少ない特徴、「やまだわら」では生育前半において葉色が淡く推移する特徴が認められた。

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科の皆様には多大なご協力とご支援をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 安東郁男・根本博・加藤浩・太田久稔・平林秀介・竹内善信・佐藤宏之・石井卓郎・前田英郎・井辺時雄・平山正賢・出田収・坂井真・田村和彦・青木法明 2011. 多収・良質・良食味の水稲新品種「あきだわら」の育成. 育種学研究. 13: 35-41.
- 2) 荒井(三王)裕見子・向山雄大・吉永悟志・近藤始彦・萩原均・岡村昌樹・小林伸哉 2016. 業務・加工用水稲多収品種の収穫適期の検討. 日作関東支報. 31: 58-59.
- 3) 米穀安定供給確保支援機構 2017. 米の消費動向調査結果(平成29年3月分). <http://www.komenet.jp/jishuchousa/6.html>
- 4) 平林秀介・春原嘉弘・根本博・加藤浩・前田英郎・常松浩史・佐藤宏之・田中淳一・竹内善信・池ヶ谷智仁・安東郁男・井辺時雄・太田久稔・石井卓郎・出田収・平山正賢・岡本正弘・梶亮太・溝渕律子・田村泰章 2010. 極多収で加工・業務用に適した中生水稲新品種候補系統「関東239号」. 農研機構作物研究所2010年度成果情報. <http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nics/2010/nics10-08.html>
- 5) 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.
- 6) 香村敏郎・朱宮昭男・伊藤俊雄 1987. イネ縞葉枯病抵抗性の新品種「朝の光」の育成. 愛知農総試研報. 19: 21-33.
- 7) 松島省三 1957. 水稲収量の成立と予察に関する作物学的研究. 農技研報. A5: 1-271.
- 8) 松島省三 1973. 稲作の改善と技術. 養賢堂, 東京. 1-393.
- 9) 農林水産省 2017. 平成28年産米の農産物検査結果(速報値)(平成29年3月31日現在). <http://www.maff.go.jp/j/seisan/syoryu/kensa/kome/index.html>
- 10) 和田源七 1969. 水稲収量成立におよぼす窒素栄養の影響. 農技研報. A16: 27-167.
- 11) 吉永悟志・平内央紀・大角壮弘・古畑昌巳 2014. 良食味多収水稲品種「あきだわら」の多収要因と品質特性. 日作紀. 83(別1): 20-21.

Growth and Yield Characteristics of ‘Akidawara’ and ‘Yamadawara’, Rice Cultivars Bred for High Yield and Good Eating and Processing Quality, in the Western Region of Japan

Kenji NAGATA, Hidekazu KOBAYASHI and Masahiro CHIBA

Key words: ‘Akidawara’, dry matter production, growth characteristics, *Oryza sativa* L., ‘Yamadawara’, yield

Summary

We examined the growth, yield and dry matter production of ‘Akidawara’ and ‘Yamadawara’, rice cultivars bred for high yield, good eating and processing quality, in the western region of Japan from 2014 to 2016. Grain yields of ‘Akidawara’ and ‘Yamadawara’ reached 730 g m⁻² and 770 to 800 g m⁻², respectively, in the both experiments of transplanting dates at mid- of May and early June. A large sink capacity with the large numbers of spikelets per panicle, as well as a high harvest index at maturity, was suggested to enhance yields of the two cultivars. ‘Yamadawara’ showed a large amount of dry matter production during grain filling period, which might contribute also to the high yields. As for the growth traits, ‘Akidawara’ showed longer seedling length and lower numbers of tiller emergence than those in ‘Nipponbare’. ‘Yamadawara’ showed the characteristics of a light greenness of leaves during the early stage of plant growth, and a long duration of grain filling period.