

晩植が水稻の生育・収量・品質に及ぼす影響

澤田富雄*・三好昭宏**・松本純一***

要 約

- 1 兵庫県の奨励品種、有望品種の極早生～中生品種を晩植栽培し、生育・収量・品質に対する影響を調査した。
- 2 極早生品種は、調査した2005、2006年ともに標準植に比べて生育が抑制され、著しく減収した(極早生品種全体で標準植対比2005年67%、2006年91%)。しかし、8月が高温であっても9月が平年なみの気温で経過した2006年は、収量はやや回復し、品質は向上した。その際の減収率は5～19%であった。
- 3 早生～中生品種は、極早生品種に比べて晩植による生育の抑制程度が小さく、減収率は比較的小さかった。特に、8月が高温であっても、9月が平年並みの気温で経過した2006年は、収量は標準植とほぼ同程度、品質も同程度か、あるいはやや向上した。

Effect of Late-Planting on Growth, Yield, and Quality of Rice Varieties

Tomio SAWADA, Akihiro MIYOSHI and Jun-ichi MATSUMOTO

Summary

- (1) Growth, yield and quality of some recommended rice varieties of Hyogo prefecture in late-planting were compared with those in standard-planting.
- (2) In extremely early matured varieties, the plant growth were restrained, and the yields were very lower than standard-planting. But the yields was recovered pretty, and the qualities became equal or higher in comparing with standard-planting in normal temperatures in a normal September, and in higher temperatures of August. The reduction rate of yield to standard-planting was 5-19%.
- (3) In early and middle matured varieties, the missing rate of growth and yield was more little than the extremely early varieties. Especially, the yield was nearly equal to standard-planting, and the quality was equal or more than standard-planting, when it became normal temperature in September after it continued higher temperature in August.

キーワード：水稻，晩植，高温，収量，品質

緒 言

近年、各地で登熟期の高温による米の品質低下が問題になっているが、兵庫県南部の基幹品種キヌヒカリをはじめとする極早生品種でも、この問題が顕在化している。2006年産キヌヒカリの1等米比率は、地域によって差はあるが、4～59%で、主な落等理由は心白米によるものであった。

岩井らは、2001年に但馬地域で発生した乳白米の多発によるコシヒカリの品質低下の原因が、登熟期の高温と過剰な穂肥施用によるものと考え、コシヒカリの移植時期を遅らせる必要がある¹⁾とし、移植時期を14日程度遅延させ、穂肥の減量と施用時期を遅らせることにより、2001年に48%であった1等米比率を翌年以降は70%台に回復させる成果を得た。兵庫県南部でも、高温登熟を避けるためには、登熟期間の中心を現状の8月から気温が下がり始める9月に移動させることが対策の一つとして考えられるが、そのためには、極早生品種の出穂期を早生・中生品種並みの8月下旬～9月上旬となるよう作期を設定する必要があり、極早生品種では、7月上旬の稚苗移植となる。そこで、兵庫県奨励品種を中心に、本県

2007年8月31日受理

* 兵庫県立農林水産技術総合センター北部農業技術センター

** 兵庫県立農林水産技術総合センター環境部

*** 兵庫県立農林水産技術総合センター農業技術センター

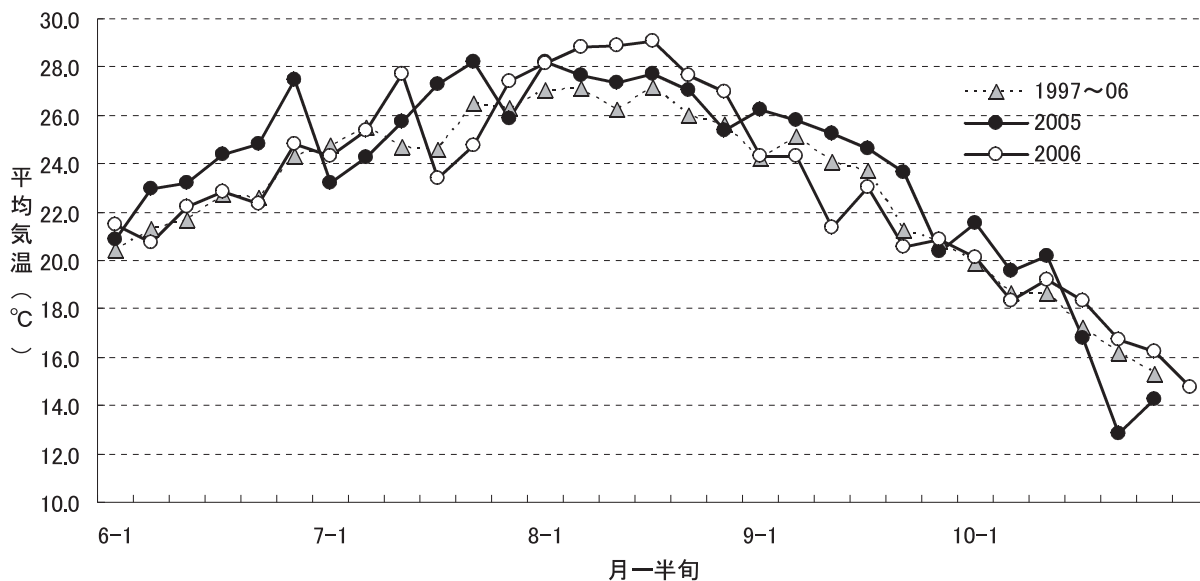


図1 稲作期間中の平均気温

で有望視されている品種も含め、晩植の品質向上効果を調査するとともに、水稻の生育・収量に与える影響を調査した。なお、早生～中生品種も供試し、本県的水稻全体の傾向を把握しようとした。

材料及び方法

2005～2006年、当センター内ほ場で、食用うるちの本県奨励品種、有望品種を兵庫県奨励品種特性表により分類し、標準植（極早生5月30日、早生～中生6月15日）、晩植（7月10日）の2作期で栽培した。供試品種の熟期区分は表1に示した。標準植では、極早生と早生～中生の移植時期が異なるが、それぞれの品種群の県南部で一般的な移植時期としたためである。稚苗・機械移植で、栽植密度20.6株/m²、施肥は肥効調節型肥料（標準植極早生、晩植は100日型を窒素成分で0.6kg/a、標準植早生～中生は140日型を0.8kg/a）の基肥全量施用とした。

成熟期に、稈長、穂長、穂数を測定し、収穫し、風乾後、全重、精玄米重、千粒重を測定した。

成熟期は、目視により、おおむね15%程度の青味初率

となった日として判定した。

品質調査は、穀粒判別機（Kett製RN300）を用いて行い、整粒歩合70%以上のものを品位等級1等とした。

結果

気温の経過は以下の通りであった。

2005年は、7月1～2半旬がやや低温、2006年は7月4～5半旬がやや低温に経過した。また、8月の平均気温は、2005年は平年（当年を含む過去10年の平均、以下同じ）並み、2006年が高温に経過し、9月の平均気温は、2005年が高温、2006年が平年並み～やや低く経過した（図1）。

水稻の生育は以下の通りであった。

標準植と晩植の出穂期と成熟期の平均値を表2に示した。晩植において、出穂期、成熟期ともに標準偏差が標準植より小さく、品種による差が縮まる傾向にあり、特に極早生でその傾向が顕著であった。しかし、2006年の早生～中生の晩植のみ標準植より出穂期の標準偏差が大きく、成熟期の標準偏差も標準植に近かった。

各品種の到穂日数の標準植と晩植の差異を図2に示した。「極早生の晩」品種は、極早生の早の品種に比べて、晩植による到穂日数の短縮程度が大きかった。早生～中生でも同様に、2005年は、晩熟品種であるほど到穂日数の短縮程度が大きかったが、2006年は、早生品種のうち最も早熟の北陸200号が小さく、最も晩熟のヒノヒカリが最も大きかったが、それ以外の品種での傾向が認められなかった。また、極早生品種、早生～中生品種ともに、2005年に比べて2006年の日数の短縮程度が大きかった。

表1 供試品種の熟期区分

熟期区分	品種名
極早生	早華兵庫、兵系72号、フクヒカリ、兵系76号
晩	キヌヒカリ、コシヒカリ、どんとこい
早生	北陸200号、日本晴、きぬむすめ
中生	中生新千本、兵庫ゆめおとめ、ヒノヒカリ

表2 作期別出穂期・成熟期の平均値と標準偏差

熟期区分	年	作期	出穂期		成熟期	
			(月.日)	(月.日)	(月.日)	(月.日)
極早生	2005	標準植	平均	7.31	9.03	
			標準偏差	5.9	7.1	
		晩植	平均	8.24	9.25	
	2006	標準植	平均	8.06	9.07	
			標準偏差	5.4	8.4	
		晩植	平均	8.26	10.09	
早生～中生	2005	標準植	平均	8.25	10.03	
			標準偏差	4.7	6.3	
		晩植	平均	9.01	10.13	
	2006	標準植	平均	8.27	10.09	
			標準偏差	1.6	3.8	
		晩植	平均	8.31	10.17	
			標準偏差	2.6	3.0	

各品種の登熟日数の標準植と晩植の差異を図3に示した。極早生品種では、2005年は、おおむね晩植により短縮されたが、2006年は大きく延長された。早生～中生品種では、年次にかかわらず、延長されるか、ほぼ同程度であった。

極早生品種の生育反応・収量・品質調査結果を表3に示した。

標準植においては、2006年では、2005年に比べて、出穂が遅かった。成熟期も遅いか、同程度であった。極早生品種全体で見ると、2006年は2005年に比べて、稈長・穂長に特定の傾向は認められないが、穂数は「極早生の早」の品種は少なく「極早生の晩」の晩熟品種は同程度か、やや多くなる傾向が見られた。千粒重は、雀害を受けた華兵庫以外では同程度か、やや重く、精玄米重は、フクヒカリ、コシヒカリ以外では同程度か、やや軽い傾向が見られた。2005年のフクヒカリ、コシヒカリは、登熟後期に倒伏したため、倒伏のなかった2006年に比べて、全重は同程度に確保されているが、精玄米重は軽くなっ

た。品位等級は同程度か、やや劣る傾向が見られた。

晩植と標準植を比較すると、晩植で、稈長・穂長がおおむね短く、穂数が少なかった。千粒重は2005年では軽く、2006年では重かった。精玄米重は両年ともに軽かった。品質は2005年ではおおむね劣り、2006年では同程度～優れていた。

早生～中生品種の生育反応・収量・品質調査結果を表4に示した。

標準植においては、2006年は2005年に比べて、北陸200号、日本晴、きぬむすめのような早熟品種は出穂がやや遅れたが、中生新千本、兵庫ゆめおとめ、ヒノヒカリのような晩熟品種はほぼ同程度であった。稈長はやや短く、穂長は北陸200号、日本晴で同程度、それ以降の熟期の品種はやや長くなった。穂数は少なかった。また、千粒重は同程度～やや軽い傾向があった。精玄米重は、ほぼ同程度の品種が多かったが、きぬむすめでやや軽く、兵庫ゆめおとめでやや重かった。品質は、同程度～やや劣っていた。

晩植と標準植を比較すると、晩植で、両年ともに稈長はやや短かった。穂長は、2005年ではやや短い品種が多かったが、2006年では同程度～やや長い品種が多くなる傾向が見られた。穂数は、2005年ではかなり少なかったが、2006年では、その差が縮まるか、同程度～やや多くなった。千粒重は、2005年では同程度～やや軽い傾向が見られたが、2006年では重くなった。全重は両年とも軽かったが、2006年では2005年よりその差が縮まった。精玄米重は、2005年は軽かったのに対し、2006年は同程度～やや重い傾向があった。品質は2005年でおおむね劣っていたのに対し、2006年ではおおむね同程度～ややま

さっていた。図4に晩植での整粒歩合を品種別に示した。各品種ともに2005年より2006年の整粒歩合が高く、特に、極早生品種でその傾向が顕著であった。

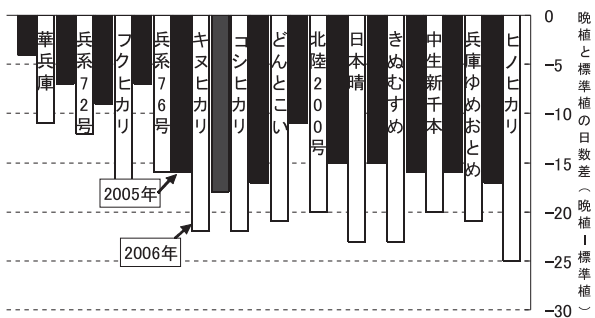


図2 供試品種における晩植と標準植の到穂日数の差異

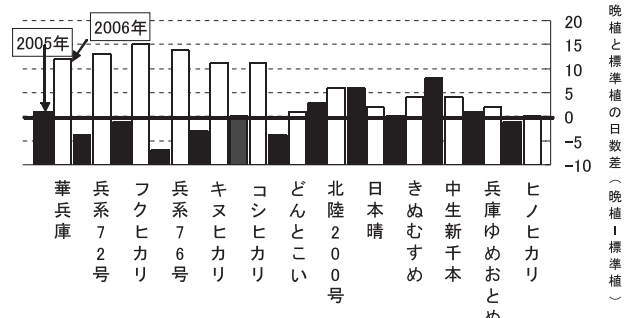


図3 供試品種における晩植と標準植の登熟日数の差異

表3 晩植と標準値の生育・収量・品質比較(極早生)

品種名	作期		出穂期	成熟期	稈長	穂長	穂数	千粒重	全重	精玄米重	比率	品位
			月.日	月.日	cm	cm	本/m ²	g	kg/a	kg/a	%	等級
華兵庫	標準植	2005	7.23	8.23	72.0	19.0	386	21.9	108.6	41.0		2.0
	晩植		32	33	-7	-0.5	-55	-1.7	-30.5	-14.3	65	1.0
	標準植	2006	7.28	8.29	78.0	19.1	378	20.6	119.8	39.3	*4	3.0
	晩植		28	40	-13	-1.3	-34	2.0	-11.0	4.9	112	-2.0
兵系72号	標準植	2005	7.27	9.01	79.7	19.5	405	22.7	128.9	53.4		1.0
	晩植		28	24	-9	-0.9	-65	-2.4	-34.3	-19.1	64	2.0
	標準植	2006	8.02	9.01	83.4	19.3	360	22.7	117.2	48.9		1.0
	晩植		26	39	-14	0.0	46	0.9	-13.8	-6.3	87	1.0
フクヒカリ	標準植	2005	7.28	8.30	83.0	22.5	366	23.0	124.8	37.1		1.0
	晩植		27	26	-15	-2.1	-11	-1.3	-36.5	-8.1	78	1.0
	標準植	2006	8.05	9.04	79.4	21.9	293	23.6	117.4	44.3		2.0
	晩植		21	36	-15	-1.6	-32	1.5	-22.7	-8.3	81	-1.0
兵系76号	標準植	2005	7.28	9.04	88.7	21.0	343	22.4	144.8	59.7		1.0
	晩植		28	21	-11	-1.1	-52	-1.4	-39.8	-22.2	63	1.0
	標準植	2006	8.05	9.04	90.2	21.7	309	23.1	136.0	56.5		1.0
	晩植		22	36	-15	-2.3	7	0.9	-25.2	-9.6	83	0.0
キヌヒカリ	標準植	2005	8.05	9.10	90.0	17.5	362	21.7	138.5	49.3		2.0
	晩植		20	17	-19	-0.1	-53	-1.1	-47.6	-17.2	65	0.0
	標準植	2006	8.11	9.13	83.9	18.4	357	22.7	133.5	50.9		2.0
	晩植		16	27	-16	-0.3	-56	1.0	-26.8	-7.4	86	-1.0
コシヒカリ	標準植	2005	8.07	9.09	102.5	16.8	393	21.2	141.4	41.8		1.0
	晩植		18	18	-24	1.8	-47	-1.0	-46.0	-9.8	76	1.0
	標準植	2006	8.11	9.13	87.9	18.1	416	22.4	144.7	53.8		2.0
	晩植		16	27	-17	-0.2	-22	1.4	-31.8	-6.2	88	-1.0
どんとこい	標準植	2005	8.06	9.12	85.5	16.3	411	21.3	146.9	54.1		2.0
	晩植		19	15	-20	-0.3	-74	-1.4	-59.2	-24.9	54	1.0
	標準植	2006	8.11	9.22	79.7	17.8	423	21.7	151.3	51.0		3.0
	晩植		17	18	-20	-1.4	-79	1.4	-36.2	-2.3	95	-2.0
極早生*3	標準植	2005	25	22	-15	-0.5	-51	-1.5	-42.0	-16.5	67	1.0
	晩植	2006	21	32	-15	-1.0	-24	1.3	-23.9	-5.0	91	-0.9

注) 晩植の数値は、標準植に対する差(晩植の値-標準植の値)を記した。

*1 標準植に対する精玄米重の百分率。

*2 品位は1(1等), 2(2等), 3(3等)。

*3 全品種の平均値。

*4 雀害のため減収した。

表4 晩植と標準値の生育・収量・品質比較(早生~中生)

品種名	作期		出穂期	成熟期	稈長	穂長	穂数	千粒重	全重	精玄米重	比率	品位
			月.日	月.日	cm	cm	本/m ²	g	kg/a	kg/a	%	等級
北陸200号	標準植	2005	8.19	9.26	72.0	16.4	417	22.6	119.8	41.1		1.0
	晩植		11	14	0	-0.6	-93	-0.7	-34.2	-13.6	67	0.0
	標準植	2006	8.26	10.06	65.9	16.4	347	22.0	120.8	40.8		2.0
	晩植		6	12	-1	0.0	31	2.4	-10.9	7.2	118	-1.0
日本晴	標準植	2005	8.22	9.29	74.0	18.8	402	22.2	140.2	49.2		1.0
	晩植		7	13	-3	0.6	-71	-0.8	-37.7	-9.7	80	0.0
	標準植	2006	8.25	10.06	69.8	18.8	392	21.9	137.3	50.1		2.0
	晩植		3	5	-5	0.2	19	0.9	-18.6	-3.6	93	-1.0
きぬむすめ	標準植	2005	8.25	10.06	78.0	16.2	418	19.9	142.2	48.8		1.0
	晩植		7	7	-3	-0.4	-92	0.0	-42.5	-13.7	72	0.0
	標準植	2006	8.27	10.10	71.6	16.9	339	19.9	137.9	45.4		2.0
	晩植		3	7	-5	-0.3	-27	1.6	-28.4	1.7	104	-1.0
中生新千本	標準植	2005	8.28	9.30	68.5	16.2	454	21.1	128.3	46.6		2.0
	晩植		6	14	-4	-0.6	-108	-0.9	-31.8	-11.2	76	-1.0
	標準植	2006	8.28	10.08	67.9	18.1	363	20.5	125.9	46.2		2.0
	晩植		7	11	-1	0.8	-4	3.2	-9.1	8.0	117	-1.0
兵庫ゆめおとめ	標準植	2005	8.30	10.09	97.3	18.0	391	19.8	147.8	44.0		1.0
	晩植		4	5	-13	-1.2	-91	-0.6	-45.4	-11.6	74	1.0
	標準植	2006	8.29	10.11	92.2	18.6	311	19.7	152.8	47.5		2.0
	晩植		5	7	-6	0.6	-42	2.3	-41.4	-3.8	92	-1.0
ヒノヒカリ	標準植	2005	8.31	10.12	83.0	17.8	398	21.4	155.2	53.4		1.0
	晩植		4	3	-11	-1.8	-74	-1.2	-54.0	-20.8	61	1.0
	標準植	2006	8.29	10.16	78.3	19.2	372	21.0	151.5	54.8		1.0
	晩植		3	3	-8	-0.9	-20	1.5	-34.4	-4.2	92	1.0
早生~中生*3	標準植	2005	7	9	-6	-0.6	-88	-0.7	-40.9	-13.4	75	0.2
	晩植	2006	5	8	-4	0.1	-7	2.0	-23.8	0.9	103	-0.7

注) 晩植の数値は、標準植に対する差(晩植の値-標準植の値)を記した。

*1 標準植に対する精玄米重の百分率。

*2 品位は1(1等), 2(2等), 3(3等)。

*3 全品種の平均値。

考 察

標準植での生育は、全般的に、2006年より2005年で旺盛であったと考えられる。その傾向は、早生～中生品種で顕著に現れ、全供試品種で、稈長が長く、穂数が多かった。極早生品種のなかでも、フクヒカリ以降の晩熟品種で、稈長が長く、穂数が多くなる品種が多かった。このことは、出穂期まで、7月1～2半旬を除く期間中に高温を維持した2005年が、ほぼ平年並みに経過した2006年に比べて、栄養成長期の生育が旺盛であったことを示している。生殖成長期に入っても、平年に比べてやや高温であったものの、2006年ほど高温とはならなかったため、極早生品種では、品質は2006年よりまさり、収量も倒伏のあったフクヒカリ、コシヒカリを除いてまさった。9月は高温傾向であったが、早生～中生品種についても、2006年と収量は同程度、品質はややまさる品種が多く、9月の高温が与えた負の影響は、小さかったと考えられる。逆に言えば、2006年は、8月の高温のため、極早生品種の収量・品質が低下し、早生～中生品種においても高温の影響で、収量は確保されたものの、品質が低下する品種が多かったと考えられる。加えて、表1に示したように、2006年の標準植の早生～中生品種は、出穂期・成熟期の標準偏差が小さく、晩植に近かったことから、標準植としては、かなり特異な生育をした年であったと考えられる。

晩植での収量・品質は、2005年に比べて2006年がまさった。2005年は、9月が高温に経過し、標準植に比べて登熟期間が短縮されたことが、標準植の収量・品質を下回った原因と考えられる。一方、2006年は、8月の高温のため、到穂日数が短縮されたように、栄養成長期間が短く、稈長など、生育量は抑えられたが、穂数は標準植に近かったことや登熟日数が標準植より長く、登熟期間の好適温

度条件により、穂の充実が図られ、千粒重が重くなったことから、減収程度が抑えられたと考えられる。このことは、早生～中生品種より極早生品種で顕著であった。このため、図4に示したように、整粒歩留が高くなり、品質も向上したと考えられる。登熟日数は一般に、登熟期の積算気温で決定されるため、両年の登熟日数の差異は、両年の登熟気温の差異と考えられる。

以上のことから、極早生品種では、生育初期の条件が高温で、生育量が確保されなくても、登熟日数が標準植より長く確保されれば、やや減収する（本報では5～19%）ものの、品質は向上する結果となった。

また、早生～中生品種では極早生品種に比べて晩植と標準植との収量差が小さいが、それでも2006年には、登熟期間の好適温度条件により、収量も高まる品種が多かった。品質は2005年に比べて2006年のほうがやや良好で、2006年は、標準植を上回る登熟日数を得て、充実がよく、標準植よりさらに良好であったと考えられる。早生～中生品種では、晩植であっても極早生品種ほど生育も抑制されず、収量・品質に対する影響も極早生品種ほど大きくなかったと考えられる。

ところで、2005年の極早生品種においては、登熟期の気温が標準植より晩植で下回っているにもかかわらず、千粒重が軽く、やや劣質であったことの原因としては、2005年の極早生品種全体で、登熟日数が3日程度短縮していることから、移植直後の7月2半旬から9月5半旬まで、ほぼ全生育期間にわたって、水稻の登熟適温とされる21～24²⁾を超えていたため、栄養成長期の生育量が十分でない晩植栽培において、消耗が大きく、強制登熟した結果ではないかと考えられた。

引用文献

- (1) 岩井正志・小河拓也・須藤健一（2003）：2001年の兵庫県但馬地域における乳白米発生要因：近畿作育研究，48，16-18
- (2) 森田敏・白土宏之・高梨純一・藤田耕之輔（2002）：高温が水稻の登熟に及ぼす影響：日作紀，71，102-109

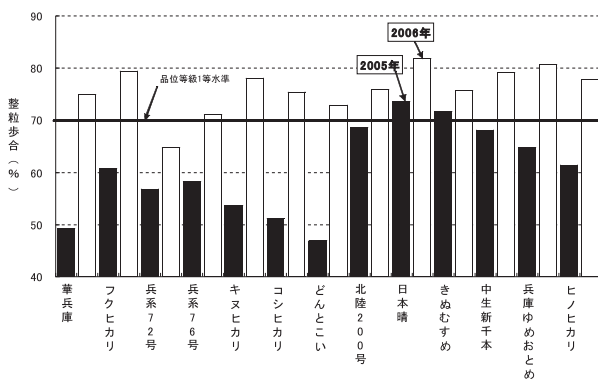


図4 供試品種の年別玄米整粒歩合(晩植)