

兵庫県北部における極早生酒米品種の玄米品質と気象条件との関係

池上 勝* ・ 世古晴美*

要 約

兵庫県北部但馬地域での極早生酒米品種の玄米品質と登熟期間の気象条件との関係について調査した。

- 1 乳白米の発生は登熟期間の中期（出穂後11日～20日）および全期間（7月20日～9月25日）の日平均気温との間に有意な正の相関があり、特に登熟中期の日平均気温との相関が高かった。
- 2 背白米の発生は登熟初期（出穂期～10日）の日平均気温との間に有意な正の相関が認められた。
- 3 乳白米、背白米の発生は、登熟期間の日平均気温が、25℃以下では少なかった。
- 4 乳白米や背白米の発生には品種間差異が認められ、「兵系酒66号」は他の品種・系統に比較して発生が少なかった。

Relationship Between Rice Quality of Extremely Early Maturing Brewer's Rice Cultivar and Climatic Conditions of the Ripening Period in Northern Hyogo Prefecture.

Masaru IKEGAMI, Harumi SEKO

Summary

The quality of kernels of extremely early maturing brewer's rice was investigated in relation to the daily mean temperature of the ripening period.

- (1) Significantly positive correlations were observed in several cultivars between the percentage of milky white kernels and the daily mean temperature in the ripening period, especially, from 11 to 20 days after flowering date.
- (2) Significantly positive correlations were also observed in some cultivars between the percentage of white-ridge kernels and the daily mean temperature from flowering date to 10 days after flowering.
- (3) The percentages of milky white kernels and white-ridge kernels were reduced when the temperature was lower than 25℃ in the ripening period.
- (4) The percentages of milky white kernels and white-ridge kernels were different according to the cultivars. A new line of brewer's rice, "Hyokei-sake 66", showed the lowest percentages of these kernels among the cultivars examined.

キーワード：水稲，酒米品種，玄米品質，乳白米，背白米，登熟期間，日平均気温

緒 言

現在、兵庫県の県北部で栽培されている酒米品種は、「五百万石」、「兵庫北錦」、「フクノハナ」の3品種である。これらの極早生酒米品種は年次により乳白米や背白米などの障害粒が多発し、品質低下の原因となっている。県北部での極早生酒米品種の出穂期は7月下旬から8月上旬で、登熟期間の日平均気温が年間で最も高い時期であることから、障害粒の発生には気温条件の影響が

考えられる。

筆者らは、県北部の極早生酒米品種の良質安定化を図るため、1996～1998年までの3カ年、気象条件が異なる本県北部の2カ所に現地試作圃を設置し、品質や栽培特性に重点を置いた育成系統の選抜試験を実施した。その中で酒米品種における乳白米や背白米の発生について、品種間差や気象条件との関係を検討したので、その概要を報告する。

なお、本試験の実施には、試作圃担当農家をはじめ多くの方々のご協力を頂いた。記して、心よりお礼申し上げます。

1999年8月30日受理

* 中央農業技術センター

材料および方法

試作圃は、平坦地の豊岡市清冷寺(標高1m)と山間部の城崎郡日高町東河内(標高345m)の2カ所に設置し、1996~1998年の3カ年同一圃場とした。

供試品種・系統は兵庫県では極早生種に属する「兵系酒65号」、「兵系酒66号」、「酒939-2」、「兵庫北錦」、「五百万石」、「フクノハナ」の6種である。耕種概要は表1のとおりで、試験規模は1区12m²の1区制とした。

気象データは豊岡市については神戸海洋気象台豊岡測候所の観測値を、城崎郡日高町東河内については豊岡農業改良普及センターが測定した気象ロボットの観測値を用いた。ただし、1997年の城崎郡日高町の気象データは欠測が生じたため、県中央農業技術センター作物部で作成した「兵庫県メッシュ気候データベース」²⁾による推定値である。なお、日平均気温は毎正時24回の平均気温である。

玄米品質の調査項目は千粒重、乳白米、背白米、心白米、腹白米、玄米タンパク質含有量、検査等級とした。背白米は、一部、基白米も含んだ観察値である。玄米タンパク質含有量は、県北部農業技術センター加工流通部で開発した検量線を用い、近赤外分光法により測定した。また、検査等級は神戸食糧事務所豊岡支所の調査によった。

結 果

1 登熟期間の気象データ

1996~1998年の豊岡市と日高町の登熟期間(7月20日~9月25日)の日平均気温の経過を図1に、豊岡市の日照時間の経過を図2に示した。全般に、豊岡市の方が気温が高く、1.8~2.6℃の気温差があった。年次毎の気象の特徴は、1996年は登熟初期の日照が多く気温も高

かったが、8月下旬以降は、日照は少なく気温も低かった。1997年は、登熟中後期に当たる8月中下旬の日照が多く気温も高かったが、登熟初期と後半は全般に日照は少なく気温もやや低かった。1998年は、全般に気温はやや高く、日照は8月下旬及び9月中旬以外は全般に少なかった。日高町の気象状況も概ね豊岡市と同様であった。

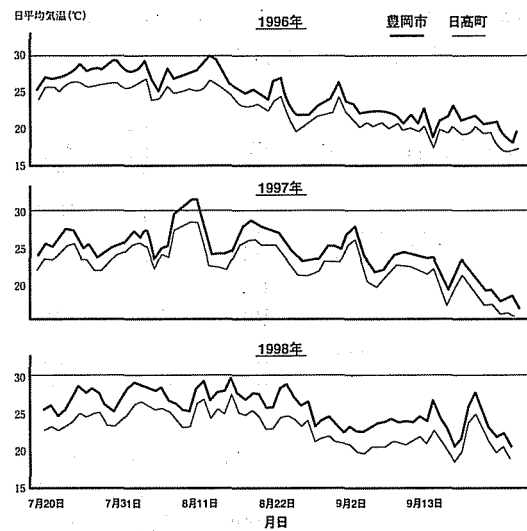


図1 登熟期間の日平均気温

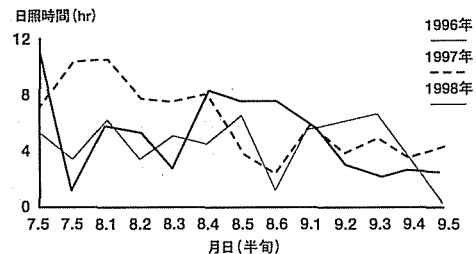


図2 豊岡市の登熟期間の日照時間

表1 耕種概要

現地試作圃 設置場所	年次	播種量 (乾籾) g/箱	播種 期 月日	移植 期 月日	栽植 密度 株/m ²	施肥法 (N成分 kg/a)		
						基肥	穂肥 I	穂肥 II
豊岡市清冷寺	1996	150	4.23	5.13	20.8	0.48	0.2	—
	1997	150	4.23	5.13	20.8	0.4	0.2	0.1
	1998	150	4.23	5.13	20.8	0.4	0.2	0.1
日高町東河内	1996	150	4.23	5.14	20.8	0.48	0.2	—
	1997	150	4.23	5.13	20.8	0.4	0.2	0.1
	1998	150	4.23	5.13	20.8	0.4	0.2	0.1

注) 基肥は代かき時に全層、穂肥 I は出穂20日前、穂肥 II は10日前に施用。

2 乳白米, 背白米の品種間および地域間差異

出穂期, 成熟期は豊岡市の方が日高町より全般に早く, 表2に示すように, 豊岡市における供試6品種・系統の3ヶ年の出穂期は7月21日~29日の期間であり, 日高町よりも平均して7~10日早かった. また, 成熟期は8月23日~9月7日の期間であり, 日高町よりも平均して10~15日早かった.

乳白米の発生は, 表2に示すように全般に豊岡市の方が日高町より多かった. 年次では1996年と1998年に多く, 1997年は豊岡市の「五百万石」を除いてやや少な

かった. また, 品種別では「兵庫北錦」, 「酒939-2」, 「フクノハナ」, 「五百万石」, 「兵系酒65号」の順に多く, 豊岡市での3ヶ年の発生率は, 「兵庫北錦」は19~28%, 「酒939-2」は19~24%, 「フクノハナ」は18~22%, 「五百万石」は14~25%, 「兵系酒65号」は2~20%であった.

背白米は, 1998年の豊岡市で発生が多く, 特に「酒939-2」, 「兵庫北錦」に, それぞれ40%, 32%と多発した. 「兵系酒66号」は両地区とも乳白米, 背白米の発生が少なかった.

表2 極早生酒米品種の出穂期, 成熟期と玄米品質

品種・系統名	供試場所	年次	出穂期 月日	成熟期 月日	千粒重 g	乳白米率 %	背白米率 %	心白米率 %	腹白米率 %	タンパク質含有率 %	検査等級
兵系酒65号	豊岡	1996	7.26	8.28	25.3	20	8	56	11	6.2	1 (中)
		1997	7.28	8.30	24.8	2	0	78	8	7.0	1 (上)
		1998	7.25	8.29	25.1	10	3	68	13	6.4	特 (中)
	日高	1996	8. 3	9. 9	27.2	4	0	79	15	6.9	1 (上)
		1997	8. 9	9.14	24.3	0	1	34	6	8.1	特 (下)
		1998	8. 3	9. 9	24.5	6	1	54	8	7.5	特 (中)
兵系酒66号	豊岡	1996	7.29	9. 1	26.6	0	0	58	43	6.1	1 (中)
		1997	7.28	9. 5	28.0	5	0	68	44	6.4	特 (下)
		1998	7.22	8.27	28.7	5	3	60	55	5.8	1 (上)
	日高	1996	8. 4	9.10	28.5	2	0	54	40	5.9	特 (中)
		1997	8. 7	9.17	27.0	0	0	40	49	7.3	特 (中)
		1998	8. 1	9.10	28.1	3	0	54	22	7.4	特上 (中)
酒939-2	豊岡	1996	7.24	8.23	25.8	24	4	63	24	6.0	1 (中)
		1997	7.26	9. 1	26.0	19	4	66	2	6.5	1 (中)
		1998	7.22	8.25	27.1	20	40	73	2	5.8	1 (中)
	日高	1996	7.30	9. 7	26.0	8	0	67	9	6.3	1 (中)
		1997	8. 4	9.13	26.3	10	1	77	6	7.4	特 (中)
		1998	7.29	9. 7	26.7	14	1	65	2	7.1	特上 (下)
兵庫北錦	豊岡	1996	7.29	9. 7	29.4	28	0	66	32	6.1	1 (中)
		1997	7.28	9. 5	30.3	19	0	64	39	6.6	1 (下)
		1998	7.26	8.30	31.2	27	32	65	44	6.3	2 (上)
	日高	1996	8. 2	9. 9	31.0	4	0	83	24	6.2	特 (中)
		1997	8. 9	9.21	30.6	3	0	74	40	8.0	特 (下)
		1998	8. 4	9.14	31.1	7	0	85	16	7.7	特 (上)
五百万石	豊岡	1996	7.25	9. 2	25.7	17	0	62	28	6.4	1 (中)
		1997	7.26	9. 7	26.9	25	0	61	26	7.1	2 (中)
		1998	7.21	8.23	27.4	14	7	80	29	6.3	特上 (下)
	日高	1996	7.30	9. 6	26.8	16	2	61	24	6.3	1 (中)
		1997	8. 4	9.13	27.2	8	0	88	16	7.7	特 (中)
		1998	7.27	9. 8	26.7	15	0	70	16	7.7	特 (下)
フクノハナ	豊岡	1996	7.25	8.30	24.7	22	7	49	52	6.3	1 (下)
		1997	7.26	9. 4	25.9	18	2	59	39	7.1	2 (中)
		1998	7.22	8.27	27.1	22	4	61	44	6.9	1 (下)
	日高	1996	7.31	9. 9	26.7	8	0	50	56	6.0	1 (中)
		1997	8. 5	9.12	26.0	1	0	60	15	6.8	特 (上)
		1998	7.30	9. 9	26.6	11	1	76	15	7.1	特 (下)

表3 玄米品質に関する諸形質と登熟期間の日平均気温との相関係数

玄米品質	品種・系統名	登熟期間			
		出穂期 ~10日目	11日目 ~20日目	21日目 ~30日目	31日目 ~成熟期
乳白米率	兵系酒65号	0.910*	0.623	0.397	0.088
	兵系酒66号	-0.255	0.407	0.719	0.513
	酒939-2	0.755	0.919**	0.907*	0.881*
	兵庫北錦	0.885*	0.950**	0.783	0.880*
	五百万石	0.057	0.568	0.470	0.389
	フクノハナ	0.700	0.935**	0.873*	0.706
背白米率	兵系酒65号	0.926**	0.565	0.383	0.116
	兵系酒66号	0.285	0.388	0.713	0.712
	酒939-2	0.269	0.518	0.678	0.647
	兵庫北錦	0.537	0.352	0.692	0.608
	五百万石	0.105	0.331	0.400	0.735
	フクノハナ	0.960**	0.846*	0.711	0.475
千粒重	兵系酒65号	-0.001	-0.115	-0.268	-0.310
	兵系酒66号	-0.458	-0.117	0.279	0.099
	酒939-2	-0.279	-0.056	0.257	0.042
	兵庫北錦	-0.482	-0.511	-0.055	-0.203
	五百万石	-0.632	-0.275	-0.026	0.287
	フクノハナ	-0.664	-0.385	-0.134	0.154
心白米率	兵系酒65号	-0.011	0.420	0.330	0.248
	兵系酒66号	0.262	0.745	0.662	0.611
	酒939-2	-0.219	-0.313	-0.128	-0.084
	兵庫北錦	-0.688	-0.822*	-0.854*	-0.867*
	五百万石	-0.159	-0.308	-0.061	0.132
	フクノハナ	-0.555	-0.302	-0.033	-0.113
腹白米率	兵系酒65号	0.346	0.175	0.088	0.026
	兵系酒66号	0.419	0.296	0.526	0.655
	酒939-2	0.815*	0.257	0.018	0.372
	兵庫北錦	0.463	0.416	0.739	0.634
	五百万石	0.655	0.881*	0.642	0.764
	フクノハナ	0.541	0.501	0.267	0.315
タンパク質含有率	兵系酒65号	-0.793	-0.794	-0.634	-0.392
	兵系酒66号	-0.555	-0.402	-0.401	-0.553
	酒939-2	-0.634	-0.761	-0.622	-0.783
	兵庫北錦	-0.623	-0.677	-0.454	-0.568
	五百万石	-0.575	-0.574	-0.266	-0.510
	フクノハナ	-0.337	0.143	0.418	0.346

注) *, **はそれぞれ, 5%, 1%水準で有意であることを示す。

3 乳白米, 背白米の発生と気温との関係

表3に乳白米, 背白米の発生率と登熟期間の日平均気温との相関係数を品種系統別に示した。乳白米については, 「兵系酒65号」, 「兵庫北錦」, 「酒939-2」, 「フクノハナ」の4品種・系統において, 登熟期間の日平均気温と正の有意な相関があり, 登熟期間の日平均気温が高いほど乳白米の発生が多くなる傾向が認められた。特に, 登熟の中期(出穂後11日~20日)の気温との相関が高かった。乳白米の発生の少ない「兵系酒66号」や, 病害や倒伏の影響で発生が多かった「五百万石」については, 有意な相関は認められなかった。

図3, 図4は乳白米の多少と登熟期間中期(出穂後11日~20日)および登熟全期間の日平均気温との関係を示したものである。乳白米の発生は, 登熟期間中期では日平均気温が27℃, 全期間では26℃以上になると多く, 25℃以下では少なかった。

背白米と登熟期間の気温との関係は, 乳白米ほど顕著ではないが, 「兵系酒65号」, 「フクノハナ」では登熟期間の日平均気温と正の有意な相関があり, 登熟初期の気温が高い場合, 背白米の発生が多くなる傾向が認められた。また, 図5に示すように, 背白米の発生は登熟期間全期間の日平均気温が26℃以上で多かった。

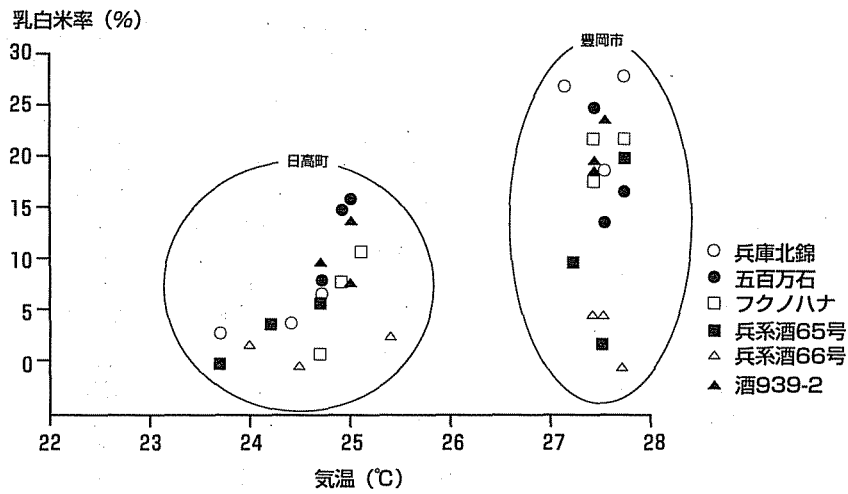


図3 出穂後11日～20日までの日平均気温と乳白米率との関係

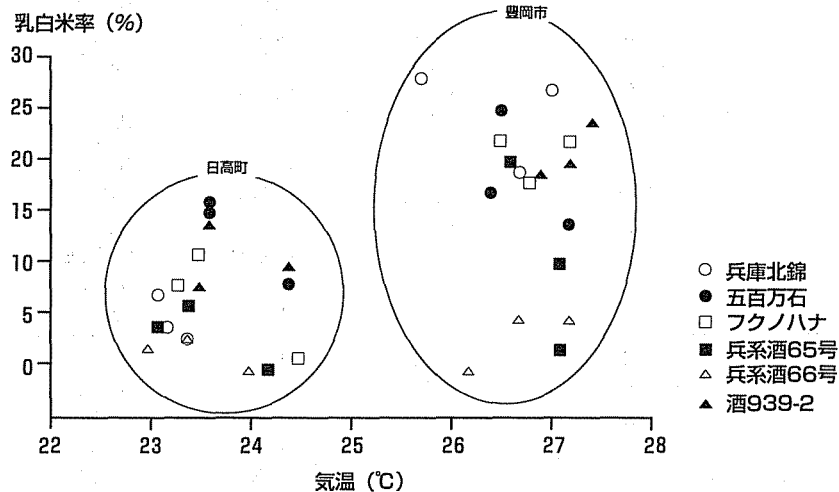


図4 登熟全期間の日平均気温と乳白米率との関係

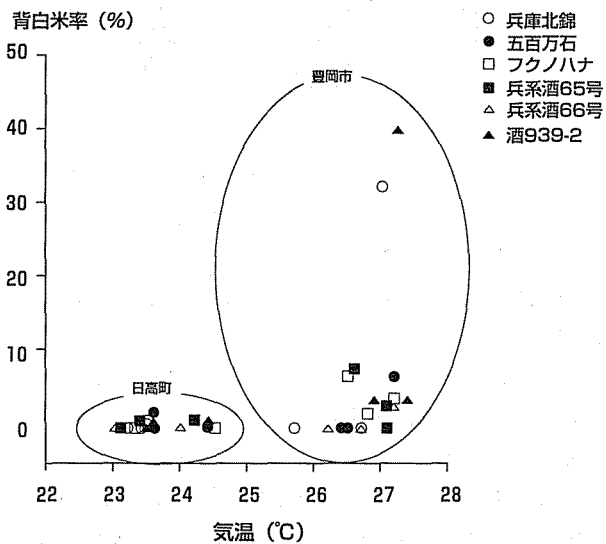


図5 登熟全期間の日平均気温と乳白米率との関係

4 千粒重, 心白, 腹白, タンパク質含有率と気温との関係

千粒重, 心白米率, 腹白米率, タンパク質含有率と登熟期間の日平均気温との相関係数を, 品種系統別に示した(表3). 千粒重については有意な相関は認められなかったが, 全般に登熟初期の気温と負の関係があった. 心白については, 「兵庫北錦」で有意な負の相関が認められた. 腹白については「酒939-2」, 「五百万石」で, それぞれ出穂期～10日, 11日～20日の気温と有意な正の相関が認められ, その他の品種・系統についても全般に気温と正の関係があった. タンパク質含有率は, 有意な相関は認められなかったが, 全般に負の関係があった.

考 察

乳白米は, 登熟初中期に一時的に米粒への澱粉などの蓄積が抑さえられ, その時に充実すべき部分が, 充実不

十分で白色不透明になるもので、登熟初中期の出穂後7日～20日頃に高温や低温、水分不足などの影響で一時登熟がスムーズに行われない時に発生が多いとされる⁵⁾。また、佐々木ら⁶⁾は、登熟期間に平均気温28℃(昼32℃-夜22℃)の高温処理をした場合、出穂後11日から20日の期間に処理した区で、乳白米などの障害粒が最も多くなると報告している。これらの報告は、本報告の結果と一致しており、酒米品種においても乳白米の発生は登熟期間中期の温度条件と関連が大きいものと判断される。

背白米は、登熟期間の高温、特に登熟初期の高温により、米粒の初期生長が旺盛で、後期の生育ならびに米粒への養分集積が抑制された場合に発生しやすいとされる⁴⁾。本報告でも、表3に示すように登熟期間の日平均気温と有意な相関の見られた「兵系酒65号」と「フクノハナ」では、登熟初期の気温が高い場合に、背白米の発生が多くなる傾向が認められた。ただし、1998年に豊岡市で栽培した「酒939-2」と「兵庫北錦」に背白米が多発した原因については、気温以外の他の要因もあるものと考えられる。

佐々木ら⁶⁾は「コシヒカリ」などで登熟期間の平均気温が25℃以上になると乳白米や背白米などの障害粒が多くなり、22.4℃の場合は、障害粒の発生が少なく、品質が良好であることを報告している。本報告でも、乳白米や背白米は、登熟期間の日平均気温が25～26℃以上になると発生が多くなっており、平均気温25℃が品質に影響を及ぼす温度条件の分岐点であると考えられる。

また、乳白米や背白米の発生に品種間差異があることは、長戸ら³⁾や長谷川ら¹⁾が報告しており、長谷川ら¹⁾は、高温登熟条件下でも乳白米、背白米の発生が少ない品種は、登熟期間の光合成能力や根の活力が高いことを指摘している。本報告では、登熟期間の光合成能力や根の活力について調査を行っていないが、乳白米、背白米の発生の少ない「兵系酒66号」は、これらの特性が優れているのかもしれない。本県北部の極早生酒米品種には、乳白米や背白米の発生が少ない品種が望まれる。そのため、品種の選定に当たっては、乳白米や背白米の発生の少ない品種を選ぶ必要があり、育成に当たっては、乳白米や背白米が発生しやすい高温登熟条件下での選抜や登

熟期間の光合成能力、根の活力について特性検定を行うことが必要であると考えられる。

以上のことから、兵庫県北部で栽培する極早生酒米品種の良質安定化を図るためには、登熟期間の日平均気温が25℃以下になるように、栽培地域の選定や作期の移動により出穂期を調節することなどが必要であると考えられる。そのためには県下の気象データや品種の出穂特性に関する情報が必要である。本県全域の気象データについては「兵庫県メッシュ気候データベース」²⁾により気温などの推定が可能であり、品種の出穂特性については、須藤が開発している「水稻出穂期予測システム」⁷⁾を適用することにより、気温と日長から出穂期の予測ができる。これらの方法は、乳白米など障害粒の発生が少ない栽培地域や作期の選定に役立つものと考えられる。また、品種面では、高温登熟条件下でも乳白米などの障害粒の発生が少ない特性をもつ品種の導入が必要であると考えられる。

引用文献

- (1) 長谷川愿・小南力・藤井弘志・松田裕之・柴田康志(1996):平成6年度の高温による水稻の品質低下(白粒発生)要因:農業技術 51(3), 121-125
- (2) 兵庫県立中央農業技術センター・農試・作物部(1992):兵庫県メッシュ気候データベース-解説と利用法-
- (3) 長戸一雄・江幡守衛・河野恭広(1961):米の品質からみた早期栽培に対する適応性の品種間差異:日作紀 29, 337-340
- (4) 長戸一雄・江幡守衛(1965):登熟期の高温が穎果の発育ならびに米質に及ぼす影響:日作紀 34, 59-66
- (5) 長戸一雄(1973):米の品質について:日作紀 42, 238-257
- (6) 佐々木康之・今井良衛・細川平太郎(1983):高温下で登熟する玄米品質の劣化防止技術:新潟農試研報 33, 45-54
- (7) 須藤健一(1994):水稻出穂期プログラムの利用:ひょうごの農業技術 73, 9