

# 米の食味関与要因の変動に関する研究

## 第5報 糊化特性並びに炊飯特性に及ぼす登熟気温の影響

前 重 道 雅

### 要 約

前重道雅(1984)：米の食味関与要因の変動に関する研究。第5報 糊化特性並びに炊飯特性に及ぼす登熟気温の影響。広島農試報告48：17-22。

登熟気温が精白米粉の糊化特性並びに精白米の炊飯特性に及ぼす影響について、人工気象室等を用いて温度水準と処理時期を変えて検討した。

その結果、アミログラムのうち糊化温度、最高粘度、最低粘度及び最終粘度などは、概して高温で高い値を示した。すなわち1973年では19℃より20~21℃が、さらに25℃が、1974年では21℃より22~23℃が、さらに29℃が、それぞれ高い値を示した。処理時期については登熟後半期に比較して前半期処理が高い値を示した。炊飯特性のうち加熱吸水率、膨張容積及び溶出固形物は概して高温で高い値を示し、炊飯液のヨード呈色度やpHは処理によって傾向を異にしたが、処理時期についてはいずれの特性値も登熟前半期処理で高い値を示した。

以上から、食味評価からみたアミログラム好適値は、登熟適温ないしそれ以上の高温域で得られた反面、炊飯特性の好適値は登熟適温かやや低温で得られた。

## I 結 言

食味評価のパラメーターとして、精白米粉の糊化特性や精白米の炊飯特性は有望であるが、これら特性に影響する要因としての登熟期の温度は、品種特性に次いで大きいと考えられている<sup>1)</sup>。

前報<sup>1)</sup>では登熟過程に伴う精白米粉の糊化特性及び精白米の炊飯特性の推移をみた。つづいて本報ではこれら特性に及ぼす登熟温度の影響について、温度水準と処理時期をかえて検討を加えた。

## II 試 験 方 法

### 1. 試 料

供試材料は1973年及び1974年に、広島県立農業試験場の人工気象室並びにガラス室において、5,000分の1アールワグネルポットに栽植して得られた中生新千本の玄米を用いた。

移植は、1973年は6月10日に播種後35日6葉苗を、1974年は6月14日に播種後40日6.5葉苗を、それぞれ1ポット

当たり1本植とし、N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O各1gを全量基肥として施肥した。栽植ポット数は十分に用意しておき、処理開始時に生育のよく揃った個体を1処理当たり10個体供試した。

処理区の構成は第1図に示した。処理温度は人工気象室において、1973年は昼温(時刻6:00~18:00)を30℃、夜温(18:00~6:00)を20℃の一定温度に制御した区(平均気温25℃定温と称する。区記号H<sub>1</sub>、H<sub>2</sub>、H<sub>3</sub>)及び25℃と15℃の一定温に制御した区(平均気温20℃定温。L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub>)並びにガラス室内に設置して室外自然温より高温に経過させた区(変温。NH<sub>1</sub>、NH<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>)を設置し、室外無処理区(23-15℃。NL)と対比した。1974年は同じ要領で34-24℃定温区及び24-17℃定温区並びにガラス室内設置の変温区、室外無処理区(26-16℃)を設定した。処理期間の設定は、兩年とも登熟日数を予め40日と想定し、前半期と後半期をそれぞれ20日に分けて処理した。当該処理期間の前後は自然状態で経過させた。出穂期及び穂揃期は、1973年は9月1日及び9月4日、1974年は8月21日及び8月28日であり、処理開始は穂揃期からとした。

2. 測定方法

1) 精白米粉のアミログラム：堀内<sup>10)</sup>、谷ら<sup>11)</sup>の方法に準じて実施した。搗精歩合90%前後の精白米を小型粉砕器で粉砕し、40メッシュ篩を通過する粉末を調整し、乾物40g相当試料(乾物換算用水分測定は135℃1時間法による)に蒸溜水450mlを加え、ミキサーで6分間浸潤撹拌したのち、プラベンダーアミログラフのボールへ流し込み、30℃から93℃まで1分間1.5℃の一定速度で加熱し、93℃を10分間保ったのち、冷却過程に移り再び30℃まで、

加熱と同様の温度で冷却した。このようにして得られたアミログラムから糊化温度、最高粘度、最低粘度、最終粘度、ブレイクダウン、コンシステンシー、その他の派生値を求めた。B.U.値がやや低いのは機差とみられる。

2) 精白米の炊飯特性：Dawson, E.H.らの方法を改変した炊飯法<sup>14)</sup>によった。ガーゼを用いて除糠した精白米8gを20メッシュ目の金網カゴへ入れ、160mlの蒸溜水を入れた300mlトルビーカー中にカゴをつるし、外釜に33mlの水を加えた東芝電気釜RC10MHでそのまま炊飯した。炊飯後、加熱吸水率、膨張容積、溶出固形物(105℃、

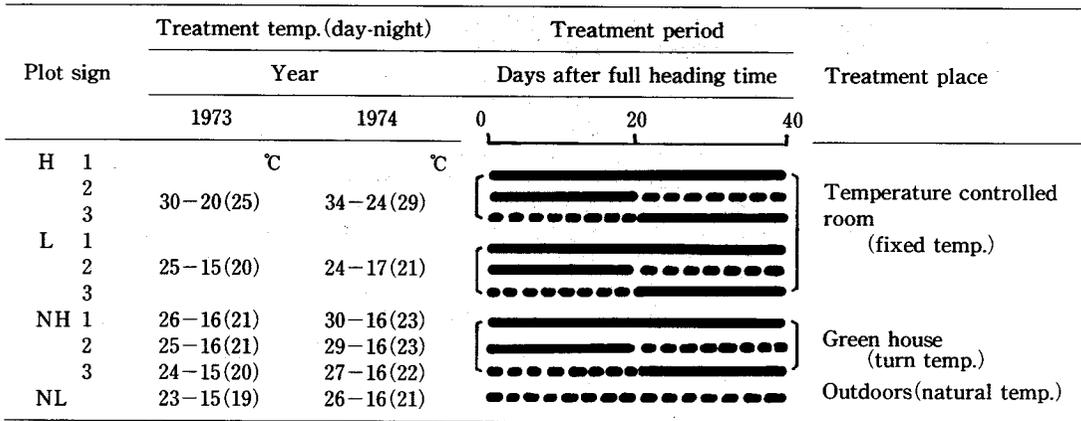


Fig. 1. Design of experiment.

Notes; — in treatment period, --- in natural period,

Treatment time in temperature controlled room; day 6.00~18.00, night 18.00~6.00,

Table 1. Amylographic characteristics of milled rice flour.

Plot sign	Gelatinization temp.		Maximum viscosity		Minimum viscosity		Final viscosity		Break down		Consistency		Max.v./B.D.		B.D./Cons.	
	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974
	— °C —		— B.U. —													
H <sub>1</sub>	62.5	62.5	335	320	217	198	350	320	118	122	133	122	2.84	2.62	0.89	1.00
H <sub>2</sub>	61.0	65.5	313	338	218	215	382	370	95	123	164	155	2.65	2.75	0.58	0.79
H <sub>3</sub>	58.0	62.5	270	305	195	210	342	370	75	95	147	160	3.60	3.21	0.51	0.59
L <sub>1</sub>	56.5	61.5	308	305	198	190	332	340	110	115	134	150	3.46	2.65	0.82	0.77
L <sub>2</sub>	58.0	55.0	275	338	180	190	300	350	95	148	120	160	2.89	2.26	0.78	0.93
L <sub>3</sub>	56.5	55.0	263	310	179	193	304	360	84	117	125	167	3.13	2.65	0.67	0.70
NH <sub>1</sub>	59.5	56.5	290	330	190	180	325	330	100	150	190	150	2.90	2.20	0.53	1.00
NH <sub>2</sub>	59.0	59.5	285	325	190	185	325	340	100	140	160	155	2.90	2.32	0.55	0.90
NH <sub>3</sub>	56.5	61.0	267	315	180	210	322	390	87	105	142	180	3.07	3.00	0.61	0.58
NL	56.5	58.0	263	305	190	195	305	340	72	145	115	110	3.65	2.10	0.63	1.00

5時間)、炊飯液のヨード呈色度(比色計フィルター610 mμ, 吸光度で示す)及びpHを測定した。

米飯の白度はKett C-3白度計を用いて測定した。

### III 結 果

#### 1. 精白米粉の糊化特性

アミログラム値を第1表に示した。両年度を通じてみると糊化温度は低温区に比較して高温区が高い値を示した。すなわち処理記号で $H_1 > L_1$ ,  $H_2 > L_2$ ,  $H_3 > L_3$ であった。処理時期別では1973年の $L_2 > L_1$ , 1974年の $H_2 > H_1$ を除けば, $H_1 > H_2 > H_3 >$ ,  $L_1 > L_2 > L_3$ ,  $NH_1 > NL$ となり、登熟全期間処理が最も高い値を示し、登熟期間を前半と後半に分けて処理した場合、前半期処理が高い値を示した。

最高粘度は低温区に比較して高温区が高い値を示し、 $H_1 > L_1$ ,  $H_2 > L_2$ ,  $H_3 > L_3$ 及び $NH_1 > NL$ であった。処理時期については $H_1 > H_2 > H_3$ ,  $L_1 > L_2 > L_3$ ,  $NH_1 > NH_2 > NH_3$ となり、全期間処理が最も高い値を示し、登熟前半期処理が後半期処理より高い値を示した。

最低粘度についても総じて最高粘度と同様の傾向であった。ただ、変温処理では定温処理ほどの明瞭な差がみられなかった。

最終粘度は1973年では高温ほど、また登熟全期及び前半期処理が高い値を示す傾向は変わらなかったが、1974

年では逆に後半期>前半期>全期という傾向がみられた。以上のアミログラム値からブレイクダウンは低温に対して高温処理が、また処理時期別には全期>前半期>後半期処理の順に前者ほど高い値を示した。コンシステンシーは変温区では年度によって逆の関係を示したが定温区では低温が高い値を示し、処理時期別には後半期>前半期>全期の順に前者が高い値を示した。

派生値M.V./B.D.は処理区間に明瞭な差を認めなかったが、B.D./cons.については高温<低温、全期>前半期>後半期処理という傾向が認められた。

#### 2. 精白米の炊飯特性

炊飯特性値を第2表に示した。炊飯特性のうち加熱吸水率、膨張容積及び溶出固形物については、1973年では定温25℃に比較して定温20℃が高い傾向を示した( $L_{1-3} > H_{1-3}$ )が、変温では21~19℃の範囲内で高温が高い傾向を示した( $NH_1 > NH_2 > NH_3 > NL$ )。1974年は定温区、変温区とも高温が高い値を示した( $H_{1-3} > L_{1-3}$ ,  $NH_1 > NH_2 > NH_3 > NL$ )。

処理時期では1973年の定温20℃は登熟前半期より後半期がやや高い値を示した( $L_2 > L_1$ )が、変温区は前半期が高い値を示した( $NH_2 > NH_3$ )。1974年では定温区、変温区とも前半期が高い値を示した( $H_2 > H_3$ ,  $L_2 > L_3$ ,  $NH_2 > NH_3$ )。

炊飯液のヨード呈色度やpHは、両年を通じてみると定温区では定温20℃が定温25℃より高い値を示し

Table 2. Cooking qualities of milled rice.

Plot sign	Whiteness of boiled rice		Water uptake ratio		Expanded volum		Liquate out solid		Blue value of residual liquid		pH of residual liquid	
	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974
	— % —				— ml —		— mg —					
H <sub>1</sub>	58.5	58.0	2.84	3.13	32.3	35.1	168	185	0.32	0.42	6.9	7.0
H <sub>2</sub>	58.9	57.4	3.04	3.04	32.9	34.2	186	186	0.41	0.44	7.0	7.0
H <sub>3</sub>	59.4	58.9	3.07	2.97	33.2	34.8	182	150	0.41	0.41	6.9	6.9
L <sub>1</sub>	59.0	59.2	2.98	3.00	32.5	33.6	182	177	0.47	0.47	6.9	6.8
L <sub>2</sub>	59.6	59.6	3.01	2.98	33.0	31.9	196	179	0.49	0.46	7.0	6.9
L <sub>3</sub>	59.5	59.2	3.14	2.70	34.7	31.1	204	171	0.44	0.44	6.9	6.9
NH <sub>1</sub>	59.8	59.3	2.82	2.80	32.0	33.0	180	150	0.38	0.33	6.9	7.0
NH <sub>2</sub>	59.9	59.2	2.87	2.70	32.2	32.5	186	155	0.42	0.39	7.0	6.8
NH <sub>3</sub>	59.2	59.4	2.74	2.28	31.8	30.1	178	152	0.38	0.35	6.9	6.7
NL	59.0	58.9	2.70	2.51	32.0	30.3	172	124	0.36	0.36	6.9	6.7

( $L_{1-3} > H_{1-3}$ ), 変温区では低温が低い値であった ( $NH_1 > NL$ )。処理時期では前半期がやや高い値を示した ( $H_2 > H_3$ ,  $L_2 > L_3$ ,  $NH_2 > NH_3$ )。

#### IV 考 察

精白米粉のアミログラムや米飯のテクスチャーと食味との関係について、アミログラムのうち最高粘度、最低粘度あるいはブレイクダウン、テクスチュログラムのうち硬さ、付着性などは官能検査値と高い相関があり<sup>1,3,5,6,7)</sup>理化学的測定による食味評価指標として有望であると考えられている。

アミログラムのうち最高粘度は登熟期の高温により高い値を示し<sup>2,8)</sup>、茶村ら<sup>2)</sup>は登熟の初期および中期の高温はアミログラムの最高粘度を高め、後期には低めるとした。稲津<sup>1)</sup>はテクスチュログラムから登熟後半より前半の温度が支配的に働くとした。

本報ではアミログラムのうち最高粘度、最低粘度および最終粘度は高温により高まり、その影響は登熟前半期に大きかった。これら諸報告の登熟温度を整理してみると、稲津<sup>1)</sup>は登熟期間の平均気温13℃に対し18℃が、さらに23℃が、茶村ら<sup>2)</sup>は19℃に対して22.5℃が、さらに28.5℃が、本報では1973年は変温19℃より20~21℃が、定温20℃より25℃が、1974年は変温21℃より22~23℃が、また定温21℃より29℃が、それぞれ最高粘度が高い値を示した。

これらの温度からみて、登熟温度として不十分な13℃及び18℃に対して、適温23℃のテクスチュログラム値が高いことはよく納得される。しかし処理温度20℃前後に対して登熟適温22~23℃が、さらに高温な25~29℃のアミログラム値が高いことは特記される。このような報告はわずかに早期栽培米の澱粉性状についてみられる<sup>9)</sup>。

炊飯特性については、年度や処理によって傾向を若干異にしたが、概して登熟適温に近い19~23℃の範囲で低い値を示し、処理時期については後半期処理が低い値を示した。竹生ら<sup>9)</sup>は早期栽培米に関して寒地より暖地の産米が、炊飯特性値がやや大きいことを報告している。炊飯特性のうち加熱吸水率、膨張容積、溶出固形物及び炊飯液のヨード呈色度などは、一般的には低いほうが良食味とされる<sup>10)</sup>から、登熟適温ないしやや低い温度が好適するとみられる。

以上から、食味評価からみたアミログラムの好適値は、登熟適温ないしやや高温域で得られ、これはやや高温で澱粉の合成蓄積が旺盛に行われるためとみられる。一方炊飯特性は登熟適温ないしやや低い温度で高い食味評価

値が得られた。既報<sup>12)</sup>でも登熟適温(22℃)をこえる高温は、粒質の劣化と玄米タンパク質含量の増加により食味評価を低下させたが、これらのことは品質食味からみた好適作期の設定や品種熟期の選定の資とすべきであろう。

#### V 摘 要

登熟気温が精白米粉の糊化特性並びに精白米の炊飯特性に及ぼす影響について、人工気象室等を用いて温度水準と処理時期をかえて検討した。

1. アミログラムのうち糊化温度、最高粘度、最低粘度、最終粘度などは概して高温で高い値を示した。すなわち1973年では19℃より20~21℃が、さらに25℃が、1974年では21℃より22~23℃が、さらに29℃が、それぞれ高い値を示した。処理時期については登熟後半期に比較して前半期処理が高い値を示した。

2. 炊飯特性のうち加熱吸水率、膨張容積及び溶出固形物は高温で概して高い値を示し、食味評価からみた好適値は19~23℃の範囲にあった。処理時期については登熟前半期が高い値を示した。炊飯液のヨード呈色度やpHは処理によって傾向を異にしたが、処理時期は登熟前半期が高い値を示した。

3. 以上から、食味評価からみたアミログラム好適値は、登熟適温ないしそれ以上の高温域で得られた反面、炊飯特性はむしろ登熟適温かやや低温で好適値が得られた。

#### 謝 辞

本試験の実施にあたっては鈴が峯女子短期大学酒井宏美教授、及び広島県立食品工業技術センター研究員諸氏に懇切なご指導をいただいた。また報告のとりまとめにあたっては農林水産省食品総合研究所規格鑑定研究室平宏和室長、及び當場作物部鳥生久嘉部長に多くのご教示をいただいた。共に深く謝意を表する。

#### 引用文献

- 1) 茶村修吾・田中芳男・小武キミ：1974. 水稻の生育後期窒素追肥が米粒の食味関連要因に及ぼす影響。日作紀43(別号1)：123-124.
- 2) ———・斉藤祐幸・松井基晴・小熊春雄：1977. 登熟期の平均気温と米の食味との関係。平均気温と最高粘度。日作紀46(別号1)：229-230.
- 3) ———・金子平一・斉藤祐幸：1979. 登熟期の

気温と米の食味との関係、登熟期間を一定とした場合、

日作紀48：475—482。

4) 竹生新治郎・遠藤 勲・谷 達雄：1965。早期・早植栽培米の品種・栽培地による品質変異・第2報。炊飯特性について。食研報20：13—20。

5) ———・渡辺正造・杉本貞三・酒井藤敏・谷口嘉廣：1983。米の食味と理化学的性質の関連。澱粉科学30(4)：333—341。

6) 遠藤 勲・竹生新治郎・鈴木 実・小林亭一・中正 三：1976。理化学的測定による米の食味評価。食総研報31：1—11。

7) 江幡守衛・平沢恵子：1982。米飯のテクスチャーに関する研究。第1報。テクスチャーと食味との関係について。日作紀51：295—241。

8) HIZUKURI, S.: 1969. The effects of environment temperature of plants on the physicochemical properties of their starches. J. Jap. Soc. Starch Sci.17: 73—89。

9) 堀内久弥・斎藤千保子・宮原千穂子・谷 達雄：1965。早期・早植栽培米の品種・栽培地による品質変異。第1報。でん粉に関する性状について。食研報20：5—

12。

10) HORIUCHI, H.: 1967. Studies on the Cereal Starches VII. Correlations among the Amylograph Characteristics of Rice Starch and Flour Agricultural and Biological Chemistry31(9): 1003—1009。

11) 稲津 脩：1979。北海道産米の品質改善に関する研究。澱粉科学26(3)：191—197。

12) 前重道雅：1981。米の食味関与要因の変動に関する研究。第3報。玄米タンパク質含量におよぼす登熟気温の影響。広島農試報告44：39—44。

13) ———：1983。米の食味関与要因の変動に関する研究。第4報。登熟過程における精白米粉の糊化特性および精白米の炊飯特性の推移。広島農試報告46：1—12。

14) 谷 達雄・吉川誠次・竹生新治郎・堀内久弥・遠藤 勲・柳瀬 肇：1969。米の食味評価に関する理化学的要因(I)。栄養と食糧22：452—461。

15) 吉川誠次・竹生新治郎・谷 達雄・堀内久弥・柳瀬 肇：1969。米の食味に関する要因。農林省食糧研究所食糧技術普及シリーズ第7号。米の品質と貯蔵利用：29—41。

## Studies on Factor Affecting Eating Quality of Paddy Rice

### 5. Effect of the ripening temperature on gelatinization characteristics and cooking qualities

Michimasa MAESHIGE

#### Summary

Effects of the air temperature during the ripening period on the amylogram of milled rice flour and the cooking qualities of milled rice were examined by alternating temperature levels and treated terms with various temperature in air conditioning rooms.

1) The gelatinization temperature of the amylogram was higher and the maximum, minimum and final viscosity of the amylogram were larger at high temperature than those at low temperature. The increasing order of temperature levels of having an effect on these characteristics of the amylogram is as follows;  $25^{\circ}\text{C} > 20 \sim 21^{\circ}\text{C} > 19^{\circ}\text{C}$  in the 1973 test and  $29^{\circ}\text{C} > 22 \sim 23^{\circ}\text{C} > 21^{\circ}\text{C}$  in the 1974 test. High temperature treatment during the first half ripening period had more effective on these characteristics of the amylogram than that during the latter half ripening period.

2) The water uptake ratios, the expanding volumes and the solids liquated out in the cooking qualities at low temperature were inclined to be smaller than those at high temperature. Blue value and pH of residual

liquids varied with treated temperature levels. All characteristics in the cooking qualities at low temperature during the first half ripening period showed the highest values.

- 3) These results lead to the conclusion from the assessment of eating quality that the suitable values for the amylogram appeared at the optimum ripening temperature and over but the suitable values for the cooking qualities appeared at the optimum ripening temperature and less.