

低アミロース米の理化学的特性

吉井洋一*・有坂将美*・城斗志夫**・早川利郎**

Physicochemical Properties of Low-amylose Rice

Youichi YOSHII*, Masami ARISAKA*, Toshio JOU**
and Toshirou HAYAKAWA*** Food Research Institute of Niigata Prefecture, 2-25,
Shin'ei-cho, Kamo-shi, Niigata 959-13** Department of Applied Biological Chemistry, Faculty of Agriculture,
Niigata University, 2-8050, Ikarashi, Niigata-shi, Niigata 950-21

Low-amylose rice will be supposed to increase in quantity as food materials. So, physicochemical properties of milled rices were investigated in consideration of amylose content using 19 varieties of non-glutinous rice, 11 of low-amylose rice and 10 of glutinous rice. The amounts of acid hydrolysis residue from rice starches showed high correlation with amylose content ($r=0.917^{**}$). The amount of the residue of glutinous rice starches, low-amylose rice starches and non-glutinous rice starches was 30-81, 183-252 and 305-516 mg/100 g, respectively. Water absorption of milled rices showed high correlation with either amylose content ($r=-0.955^{**}$) or the water absorption of rice starches ($r=0.953^{**}$). The water absorption of rice starches from glutinous rice, low-amylose rice and non-glutinous rice was 49.3-50.8, 47.0-48.3 and 44.5-47.8%, respectively. From this result, water absorption of milled rices would depend on that of rice starches. Peak viscosity of amylograph characteristics showed high correlation with amylose content ($r=-0.923^{**}$). $\tan\delta$ ($=G''/G'$) of cooked rice showed high correlation with amylose content ($r=-0.944^{**}$), and the $\tan\delta$ of glutinous rice, low-amylose rice and non-glutinous rice was 0.426-0.529, 0.360-0.415 and 0.196-0.349, respectively. Acid-solubility showed high correlation with either amylose content ($r=-0.973^{**}$) or $\tan\delta$ of cooked rice ($r=0.951^{**}$). The acid-solubility of glutinous rice, low-amylose rice and non-glutinous rice was 92.2-99.4, 79.6-84.3 and 52.5-77.5%, respectively. However, these components showed no correlation to protein content of milled rices. From these results, it was concluded that low-amylose rice whose amylose content was less than 14.0% were intermediate properties between glutinous rice and non-glutinous rice for all the components related to amylose content.

(Received Aug. 26, 1996 ; Accepted Jan. 29, 1997)

米飯食味の改善等を目的として、 γ 線や化学的変異源処理により人為的に誘発された突然変異系統の低アミロース米が多数育成されている¹⁾。この低アミロース米は、うるち米ともち米の中間的性質を有するとされ、習慣的には、アミロース含量が15%以下程度のもの²⁾を指すとされている。

農林水産省のプロジェクト研究「需要拡大のための新

形質水田作物の開発(新形質米研究)」において、低アミロース米は米飯等を初めとした種々の米加工品への加工適性の高いことが示唆され、今後加工原料としての使用量の増加が予想される。このようなことから、うるち米、低アミロース米およびもち米の理化学的特性を統一的に評価し、それらの相違を明らかにしておく必要があると考えられる。

* 新潟県食品研究所(〒959-13 新潟県加茂市新栄町2-25)

** 新潟大学農学部応用生物化学科(〒950-21 新潟県新潟市五十嵐2の町8050)

うるち米, 低アミロース米およびもち米の特性に関しては大坪ら³⁾が, うるち米2点, 低アミロース米1点およびもち米1点の利用特性を調べ, 蛋白質の電気泳動パターンは類似していること, アミログラフィー特性では, もち米は糊化温度が低く最高粘度が著しく低いこと, 低アミロース米は糊化温度がうるち米と同様に高く最高粘度がうるち米ともち米の間であること, 米飯の物性としての付着性の大きさ及びバフマシンによる膨化性は, もち米 \geq 低アミロース米 $>$ うるち米であること等を明らかにしている。

しかし, もち米及びうるち米と対比して低アミロース米がどのような理化学的特性を有するか十分に解明されているとは言えない。

そこで, 新形質米研究の中で提供されたうるち米, 低アミロース米およびもち米を用い, アミロース含量を視点にして, 化学成分, 浸漬水分, アミログラフィー特性, 米飯の動的粘弾特性, 酸溶解度などの理化学的特性を調べたので報告する。

実験方法

1. 試料

提供された平成5年産米70点の中から, 精米機(モーターワンパス, 佐竹製作所(株))で歩留90%に搗精できたうるち米19点, 低アミロース米11点およびもち米10点を選択した。選択した試料の品種・系統名, その澱粉の見掛けのアミロース含量及び精米の蛋白質含量は, Table 1のとおりである。

2. 精米および精米粉の調製

モーターワンパス精米機により調製した歩留90%の精米を試験に供した。精米をサンプルミル(CYCLOTEC 1093, 日本ゼネラル(株))により粉碎して精米粉を調製した。なお, 精米粉は, アミログラフィーの測定には50メッシュの篩を通過した区分を使用した。それ以外の分析項目においては篩別せずにそのまま使用した。

3. 澱粉の調製

希アルカリ法⁴⁾により, 各精米粉から澱粉を調製した。

4. 澱粉のアミロース含量の測定

JULIANO⁵⁾のヨード呈色法(標準アミロース: シグマ社製ポテトアミロース, Type III)により, 未脱脂澱粉について見掛けのアミロース含量を測定した。

5. 精米粉および澱粉の塩酸分解残渣量の測定

有坂¹⁶⁾の方法に従い, 次のようにして行った。なお, この塩酸分解残渣は, 澱粉粒の存在が認められないとこ

Table 1 Amylose content and protein content of milled rices

Variety	Amylose content (%)	Protein content (%)
Non-glutinous rice		
Hoshiyutaka	26.4	6.87
Hokkai 276 gou	23.3	9.24
Hokkai 277 gou	23.0	12.30
Hakeisake 300	22.3	8.62
Tyuugoku 113 gou	22.2	7.03
Kantou 160 gou	22.1	9.40
Ouu 342 gou	22.0	7.20
Sasanishiki	21.1	5.62
Saikai 187 gou	21.0	9.10
Kantou 158 gou	20.9	8.13
Lgc-1	20.9	8.23
Hokuriku 149 gou	21.1	9.24
Habataki	19.2	8.25
Hokuriku 162 gou	18.7	8.19
Takanari	18.6	9.59
Nihonbare	18.5	8.00
Kinuhikari	18.5	6.82
Hinohikari	18.5	8.22
Koshihikari	17.6	6.99
Low-amylose rice		
Aya	17.6	9.33
Koutei-04	17.6	8.76
Koutei-03	16.1	8.75
Koutei-02	15.1	8.75
Hokuriku 158 gou	14.0	8.93
Hakeihanmochi 272 gou	13.6	7.89
Saikai 207 gou	13.6	8.15
Ouu 344 gou	13.0	7.25
Ouu 343 gou	9.6	6.05
Tankei 2019	8.8	8.04
Kantou 168 gou	8.3	7.98
Glutinous rice		
Koganemochi	0.8	7.67
Seibutu-02	1.3	7.70
Seibutu-01	0.8	7.47
Kantoumochi 164 gou	1.0	9.45
Kantoumochi 171 gou	0.4	8.39
Mochiminori	0.5	8.32
Saiwaimochi	0	9.05
Saikaimochi 197 gou	0	7.76
Himenomochi	0	6.60
Hakuchoumochi	0	10.16

ろから、米胚乳部の細胞壁成分と考えられるもの¹⁶⁾である。

米粉または澱粉約5gを三角フラスコに秤取り、2N塩酸溶液100mlを加え、還流冷却器を付して沸騰水中で2時間加熱した後、ろ紙(No. 5A)でろ過し、残渣を水で十分に洗浄した。次いで乾燥(105℃, 16時間)して重量を測定し、ろ紙重量を差し引いてそれぞれの塩酸分解残渣量を求めた。

6. 精米粉およびその塩酸分解残渣の蛋白質含量

マクロ-改良-ケルダール法⁶⁾により、精米粉およびその塩酸分解残渣の蛋白質含量を測定した。窒素-蛋白質換算係数は5.95を用いた。

7. 精米および澱粉の飽和水分含量

奈良⁷⁾の方法に準じて、精米および澱粉の飽和水分含量を次のようにしてそれぞれ測定した。

アーリン氏管形ガラスろ過器(G4)に試料約2gを取り、水を加え、恒温水槽中(25℃)で17時間放置した。次いで、ろ過器を遠沈管に入れてコルクを施し、遠心分離(1580×g, 40分間)し、水分(135℃, 3時間)⁸⁾を測定した。

8. 精米粉のアミログラフィー

50メッシュの篩を通過した精米粉を試料として用いた。アミログラフィーは、固形物濃度8%の懸濁液500gをブラベンダービスコグラフ(トルク700cm·g, 昇温速度1.5℃/分, 回転数75rpm)により、30℃から96℃まで加熱し、96℃で10分間保持し、96℃から30℃まで冷却して行った。なお、懸濁液には精米粉に含まれる澱粉分解酵素の作用を阻害するために、10⁻²M硫酸銅溶液⁹⁾を用いた。糊化温度は、うるち米および低アミロース米では60BU点、もち米では20BU点¹⁰⁾の温度とした。

9. 糊化試料及び糊化試料粉の調製

糊化試料の調製は、提供された精米の量が少量であったために、同一条件で加熱が行われるように電気炊飯器を用いて以下のようにして行った。

すなわち、精米150gを4回水洗いし、加水量1.4倍で電気炊飯器(松下電器産業(株))により糊化試料を調製した。この糊化試料をエタノールに5分間浸した後、40℃で12時間乾燥し、サンプルミルにより粉碎して糊化試料粉を調製した。

10. 糊化試料の動的粘弾性

調製直後の試料を炊飯器の中央部から箸で採取し、著者ら¹¹⁾の方法により、微小体用動的粘弾性測定装置(東洋精機(株))で糊化試料の動的粘弾性として動的弾性率

(G')及び損失正接(tanδ)を測定した。

11. 糊化試料の酸溶解度

有坂ら¹²⁾の方法により、100メッシュの篩を通過した糊化試料粉の酸溶解度(0.25規定塩酸溶液, 55℃)を測定した。なお、この酸溶解度は、BAP法による糊化度と高い相関関係を示すところから糊化試料の糊化度を表すと考えられる¹²⁾ものである。

実験結果および考察

1. 精米および澱粉の化学成分

うるち米澱粉、低アミロース米澱粉及びもち米澱粉のヨード呈色法により測定したアミロース含量は、それぞれ17.6~26.4, 8.3~17.6%, 0~1.3%であった。低アミロース米として用いた試料には、アミロース含量15%以上のものが5点あった。また、もち米の澱粉は通常アミロースを含まないとされている¹³⁾が、本試験で用いた試料の中にはアミロースを含むものが6点認められた。しかし、本試験ではヨード呈色により見掛けのアミロース含量を測定していることから、供試もち米澱粉がアミロースを含むというよりも、アミロペクチン分子の鎖長がアミロース含量として捉えられた¹⁴⁾可能性が考えられた。

うるち精米、低アミロース精米およびもち精米の蛋白質含量は、それぞれ5.62~12.30, 6.05~9.33, 6.60~10.16%であった。精米の蛋白質含量とアミロース含量との相関係数(r=0.069)は低く、これらの結果から、精米の蛋白質含量は米の種類で相違しないと判断された。

SHIBUYAら¹⁵⁾は、米の胚乳細胞壁を酵素により部分分解すると、米飯は柔らかくなり粘りが増すことを認めている。また、有坂¹⁶⁾は、もち米葉について、胚乳細胞壁成分と考えられる塩酸分解残渣(精米粉を塩酸溶液で分解して得られる残渣)の含量が高い米ほど米葉の膨化性が劣ることを認めている。これらの結果は、米の食品への加工性には、米胚乳部の細胞壁成分も大きく影響することを示していると考えられる。そこで、米胚乳部の細胞壁成分の量を調べるために各精米粉について塩酸分解残渣量を測定した。

うるち精米、低アミロース精米およびもち精米の塩酸分解残渣量は、それぞれ1.58~4.00, 2.48~3.46, 2.48~3.31%であり、米の種類による傾向的な差は認められなかった。この塩酸分解残渣量は、Fig. 1のように蛋白質含量と正の有意の相関関係(r=0.872**)が認められ、精米の蛋白質が増大するにつれて塩酸分解残渣の量が増大すると推察された。

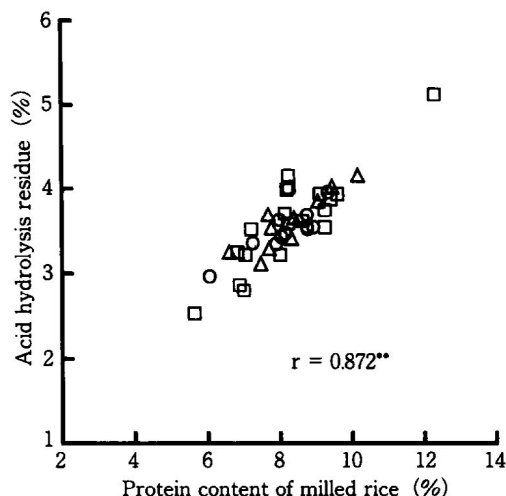


Fig. 1 Relationship between protein content of milled rice and acid hydrolysis residue of milled rice flour

Sample (5 g) of milled rice flour was suspended in 100 ml of 2 N HCl and heated for 1 h in boiling water. The hydrolysate was filtered (Advantec, No. 5 A), and the residue was washed thoroughly.

□, Non-glutinous rice; ○, Low-amylose rice; △, Glutinous rice.

精米粉（コシヒカリ）の塩酸分解残渣の走査型電子顕微鏡写真を Fig. 2 に示した。このものの表面には顆粒状の物質が付着したり埋没しているのが認められた。早川ら¹⁷⁾¹⁸⁾は、精米を走査型及び透過型電子顕微鏡により観察し、精米中に存在する顆粒物質は米蛋白質であることを認めている。また、吉沢ら¹⁹⁾は、精米を糊化した後に α -アミラーゼ処理を行って調製した胚乳細胞壁区分は全面を蛋白質顆粒で被われていることを認めている。塩酸分解残渣は蛋白質を 36.3~58.5% 含むことや早川ら及び吉沢らの結果から、塩酸分解残渣中に認められた顆粒状の物質は顆粒で存在するとされている米蛋白質であり、さらにその中でも難消化性²⁰⁾とされているプロテインボディー I (PB I) の可能性が示唆された。

そこで、この塩酸分解残渣中の蛋白質の種類を確認するために、コシヒカリを試料としてそのアミノ酸組成を調べた。その結果は、Table 2 のとおりであった。PB I はプロラミンを含むことが明らかにされている²¹⁾ところから、杉本ら²²⁾の 60% プロパノールを用いて抽出したプロラミンについても併せてそのアミノ酸組成を調べ

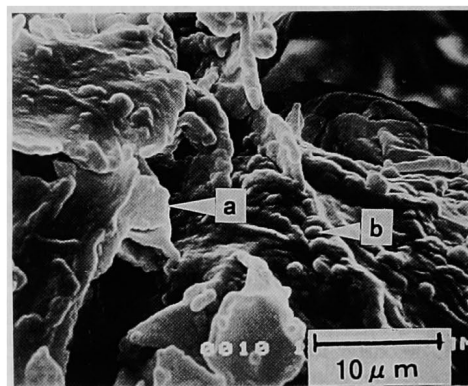


Fig. 2 Scanning electron micrograph of acid hydrolysis residue prepared from milled rice flour

The acid hydrolysis was done in the same way as shown in Fig. 1.

a, Cell wall;

b, These spherical shape substances are regarded as protein body.

た。杉本らの方法により調製したプロラミンは、13 kDa プロラミンの特徴とされる²¹⁾ Glu, Asp 及び Leu の割合が多く (Cys+Met) 及び Leu の割合が少なかった。しかし、塩酸分解残渣中の蛋白質のアミノ酸組成は、精米即ち米蛋白質全体に近いパターンを示し、アミノ酸組成から判断することはできなかった。また、SDS 電気泳動も検討したが、塩酸分解残渣から蛋白が抽出されず電気泳動によっても確認することができなかったが、今後検討を重ねる予定である。

また、澱粉の組成の相違を調べるために、その塩酸分解残渣量を測定した。その結果は、Fig. 3 のとおりであった。うるち米澱粉、低アミロース米澱粉およびもち米澱粉の塩酸分解残渣量は、それぞれ 305~516, 183~496, 30~81 mg/100 g であった。もち米澱粉の塩酸分解残渣量はうるち米及び低アミロース米より少なく、またアミロース含量 13.0% 以下の低アミロース米澱粉 4 点の塩酸分解残渣量は、183~252 mg/100 g でうるち米より少ないことが認められた。このようなことから、米の種類は澱粉の塩酸分解残渣量により特徴づけられると考えられた。この澱粉の塩酸分解残渣量は、アミロース含量と正の有意相関 ($r=0.917^{**}$) を示し、澱粉の塩酸分解残渣量の観点からは、アミロース含量 13.0% 以下の低アミロース米がうるち米ともち米の中間的なものになると判断された。

Table 2 Amino acid analysis of protein
(Koshihikari, Unit : mol%)

	Milled rice	Acid hydro- lysis residue of milled rice flour	Prolamin ¹⁾
Glu	17.64	19.79	21.84
Leu	10.41	11.89	13.84
Asp	8.01	6.85	6.71
Val	7.33	8.62	6.93
Ala	6.87	7.79	9.83
Ser	6.71	6.54	5.86
Arg	6.55	4.23	4.91
Gly	6.05	3.95	5.32
Pro	5.22	4.89	5.83
Ile	5.21	5.79	4.99
Phe	4.55	4.77	4.55
Tyr	4.51	4.8	5.47
Thr	3.25	2.32	1.96
Cys+Met	2.88	4.09	1.09
Lys	2.54	1.66	0.34
His	2.27	2.03	0.60

¹⁾ Prolamin fraction was extracted from milled rice flour following SUGIMOTO's method using 60% *n*-propanol.

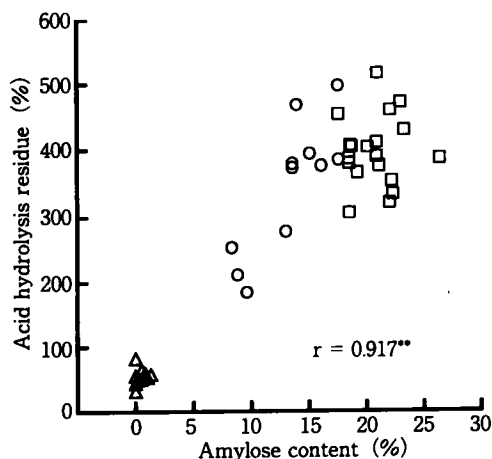


Fig. 3 Relationship between amylose content and acid hydrolysis residue of rice starches

Symbols are the same as shown in Fig. 1.

The acid hydrolysis was done in the same way as shown in Fig. 1.

2. 精米および澱粉の飽和水分

米を加工する際には、吸水性が重要視されるところから、精米及び希アルカリ法により調製した澱粉の飽和水分を測定した。その結果は、Fig. 4のとおりであった。うるち精米，低アミロース精米およびもち精米の飽和水分はそれぞれ28.7~31.5，30.3~33.5，35.2~36.8%であり，もち精米の飽和水分は，うるち精米，低アミロース精米より高いことが認められた。これら精米の飽和水分は，ANTONIOら²³⁾が報告しているようにアミロース含量と負の有意相関 ($r = -0.955^{**}$) を示した。

うるち米澱粉，低アミロース米澱粉およびもち米澱粉の飽和水分は，それぞれ44.5~47.8，45.4~48.3，49.3~50.8%で，精米の飽和水分よりも高い値を示したが，やはりもち米澱粉はうるち米澱粉および低アミロース米澱粉より高い飽和水分を示していた。アミロース含量14.0%以下の低アミロース米澱粉7点の飽和水分は，47.0~48.3%でうるち米澱粉より多く，この澱粉の飽和水分はアミロース含量と負の有意相関 ($r = -0.947^{**}$) を示した。また，精米と澱粉の飽和水分の間には，正の有意相関 ($r = 0.953^{**}$) が認められた。以上の結果より，精米の飽和水分含量は直接的には澱粉の吸水性に依存する

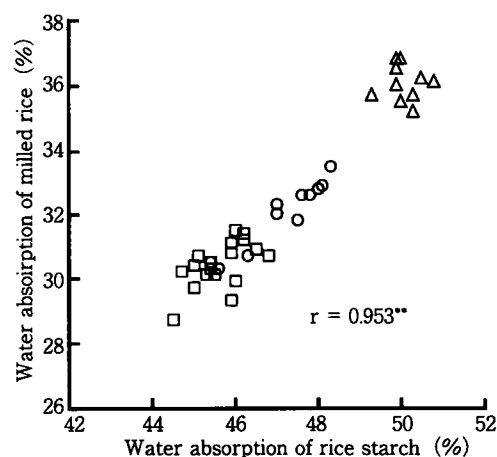


Fig. 4 Relationship of water absorption between rice starches and milled rices

Symbols are the same as shown in Fig. 1.

Sample (2g) of flour in a Allihn type funnel (G 4) was soaked in water at 25°C for 24 h, and centrifuged in the centrifuge tube with a cork stopper at 1580×g for 40 min. Water absorption was expressed as water content of the precipitate.

と推察された。そして、澱粉の飽和水分の観点からは、アミロース含量 14.0% 以下の低アミロース米がうるち米ともち米の中間的なものになると判断された。

3. 精米粉のアミログラフィー特性

米の性質は、アミログラフィー特性によって評価されることが多いところから、精米粉のアミログラフィー特性として糊化温度、最高粘度について調べた。その結果は、Fig. 5 のとおりであった。

うるち米、低アミロース米およびもち米の糊化温度は、それぞれ 83.0~87.6, 68.6~85.8, 59.4~67.5°C であり、もち米の糊化温度はうるち米および低アミロース米より低いことが、またアミロース含量 14.0% 以下の低アミロース米 7 点の糊化温度はうるち米より低いことが認められた。最高粘度は、それぞれが 345~545, 470~770, 680~805 BU であり、もち米の最高粘度はうるち米より高いことが、またアミロース含量 13.6% 以下の低アミロース米 6 点の最高粘度は 560~770 BU でうるち米より高いことが認められた。糊化温度及び最高粘度は、それぞれアミロース含量と有意の相関関係 ($r=0.963^{**}$, $r=-0.923^{**}$) を示した。アミログラフィー特性の観点か

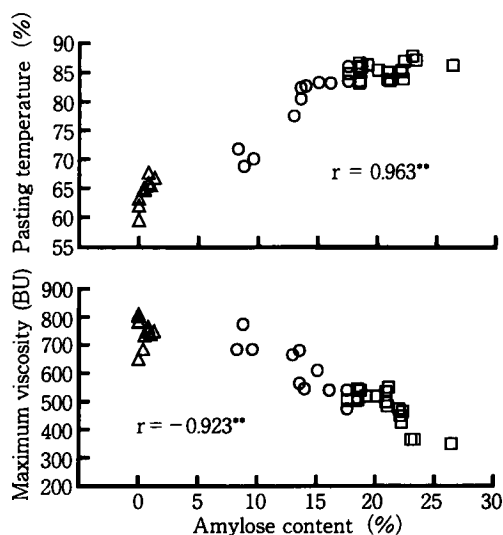


Fig. 5 Relationship between amylose content and either pasting temperature or maximum viscosity of Amylograph characteristics of rice flour

Symbols are the same as shown in Fig. 1. Amylography was carried out with 10^{-2} M CuSO_4 at 8% concentration (dry matter basis).

らは、アミロース含量 13.6% 以下の低アミロース米がうるち米ともち米の中間的なものになると判断された。

本試験のもち米の最高粘度については、大坪ら³⁾と異なる結果が得られたが、本試験では硫酸銅溶液を用いて精米に含まれる澱粉分解酵素を阻害して測定したためにもち米の最高粘度が高くなったと考えられた。

4. 糊化試料の動的粘弾性及び酸溶解度

電気炊飯器により調製したうるち米、低アミロース米及びもち米の糊化試料の動的粘弾性及び米飯の酸溶解度を測定した結果は、Fig. 6, 7 のとおりであった。

1) 糊化試料の動的粘弾性

うるち米、低アミロース米及びもち米の糊化試料の動的弾性率 (G') は、それぞれ $3.24 \times 10^5 \sim 9.52 \times 10^5$, $1.44 \times 10^5 \sim 7.28 \times 10^5$, $1.02 \times 10^5 \sim 1.54 \times 10^5$, また $\tan \delta$ はそれぞれ 0.196~0.349, 0.289~0.415, 0.426~0.529 であった。もち米の G' はうるち米及び低アミロース米より小さく、またその $\tan \delta$ はうるち米および低アミロース米より大きいことが認められた。さらに、アミロース含量 13.6% 以下の低アミロース米 5 点の G' 及び $\tan \delta$ はそれぞれ $1.44 \times 10^5 \sim 3.08 \times 10^5$, 0.360~0.415 で、うるち米と区別されることが認められた。この G' , $\tan \delta$ は、それ

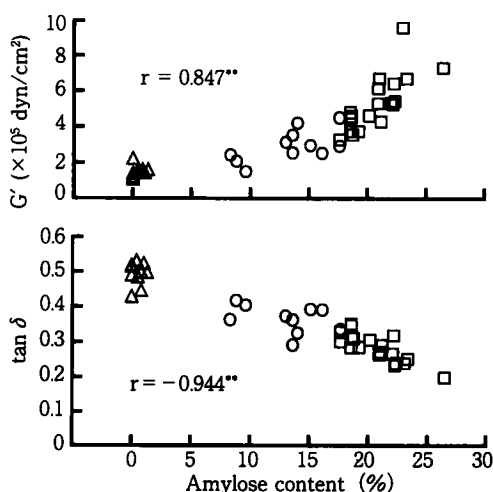


Fig. 6 Relationship between amylose content and either G' or $\tan \delta$ of cooked rice

Symbols are the same as shown in Fig. 1.

Rice was cooked by the electric rice cooker with 1.4 fold water. Dynamic modulus (G') and dynamic loss (G'') of cooked rice were measured, and $\tan \delta$ was expressed as (G''/G').

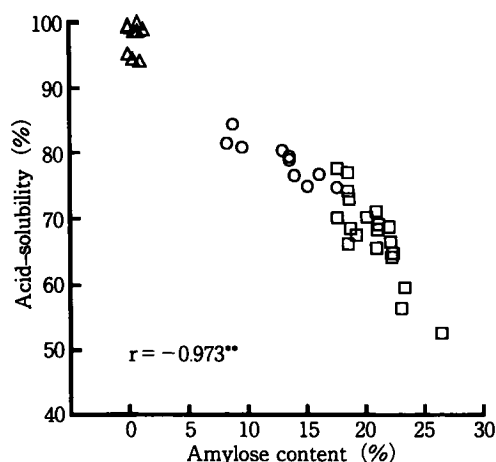


Fig. 7 Relationship between amylose content and acid-solubility of cooked rice

Symbols are the same as shown in Fig. 1.

Cooked rice flour (250 mg) was suspended in 50 ml of 0.25 N HCl and shaken for 2 h at 55°C. The suspension was centrifuged, and total carbohydrate of the supernatant was determined by phenol sulfuric acid method as acid-solubility.

ぞれアミロース含量と有意の相関関係 ($r=0.847^{**}$, -0.944^{**}) を示した。糊化試料の G' , $\tan\delta$ の観点からは、アミロース含量 13.6% 以下の低アミロース米がうるち米ともち米の中間的なものになると判断された。

2) 糊化試料の酸溶解度

糊化試料の糊化度の相違を調べるために、簡便法としてその酸溶解度を測定した。うるち米、低アミロース米およびもち米の糊化試料の酸溶解度は、それぞれ 52.5~77.5, 70.0~84.3, 92.2~99.4% で、もち米の酸溶解度は、うるち米および低アミロース米より高い値を示した。また、アミロース含量 13.6% 以下の低アミロース米 7 点の酸溶解度は 79.3~84.3% で、うるち米より高い値を示した。糊化試料の酸溶解度は、アミロース含量および糊化試料の $\tan\delta$ とそれぞれ有意の相関関係 ($r=-0.973^{**}$, $r=0.951^{**}$) を示した。このことから、アミロース含量が低下するにつれて澱粉の糊化が進み易く、その結果として糊化試料の $\tan\delta$ が大きくなると思われた。糊化試料の酸溶解度の観点からは、アミロース含量 13.6% 以下の低アミロース米がうるち米ともち米の中間的なものになると判断された。

3) 糊化試料の食味

糊化試料の調製法が、基本的に炊飯と同じであるところから、うるち米および低アミロース米の糊化試料について参考までにその食味を調べた。試料が少量であったために著者ら 2 名で、糊化試料の味を ① 非常に美味しい、② かなり美味しい、③ 普通、④ やや不味い、⑤ 少し不味い、⑥ かなり不味いの 6 段階に評価した。

うるち米は、非常に美味しいからかなり不味いまで、幅広く評価されたのに対して、低アミロース米の評価は、非常に美味しいから普通まで概して良かった。特に、アミロース含量 15.1% 以下の低アミロース米試料 8 点は、非常に美味しい・かなり美味しいと高く評価され、その食味の特徴は、粘りの強い点にあった。

乙部ら²⁴⁾ は米飯の動的粘弾性を測定し、米飯の硬さは G' と、粘りは $\tan\delta$ と正の相関関係があることを認めている。低アミロース米の食味において粘りが強く感じられたのは、前項の $\tan\delta$ がうるち米よりも大きいことを反映していると考えられた。

米飯の食味には、アミロース含量が関係する²⁵⁾ とされている。このことからすると、低アミロース米の食味が優れていることの原因には、やはりアミロース含量の低いことが深く関係していると思われた。しかし、本試験においては、うるち米飯に限ると、食味とアミロース含量の間には直接的な関係は認められなかった。また、アミロース含量とともに米飯の食味関係要因とされている蛋白質含量²⁶⁾ とも関係は認められなかった。

本試験で得られた結果より、米はアミロース含量を観点としてその特性を評価することができ、低アミロース米は「ヨード呈色による見掛けのアミロース含量が、約 8~約 14% の範囲にある米」と定義されると考えられた。そして、澱粉の性質に関係する項目において、低アミロース米はもち米とうるち米の中間的性質を有することが認められた。

OKUNO²⁷⁾ らは、もち米、低アミロース米及びうるち米澱粉の構造をカラムクロマトグラフィーにより解析した結果、アミロペクチンの鎖長分布には差がなく、アミロース含量だけが異なることを認めている。また、鈴木ら²⁸⁾ は、澱粉の分子構造と老化性の関係について検討し、澱粉の老化性はアミロース及びアミロペクチンの重合度及び平均鎖長と密接な関係のあることを明らかにしている。これらの結果は、もち米、低アミロース米及びうるち米の理化学的的特性の差は、主としてアミロース含量の差に起因するという本試験の結果を裏付けるとともに、米の加工特性は主としてアミロース含量により決定

されることを示唆していると考えられた。

要 約

うるち米 19 点 (アミロース含量 17.6~26.4%), 低アミロース米 11 点 (アミロース含量 8.3~17.6%) 及びもち米 10 点の理化学的特性を調べた。

(1) 澱粉の塩酸分解残渣量は、アミロース含量と有意の相関関係を示した。澱粉の塩酸分解残渣量は、もち米が多く低アミロース米 (アミロース含量 13.0% 以下) が中間でうるち米が少なかった。

(2) 精米の飽和水分は、アミロース含量及び澱粉の飽和水分と有意の相関関係を示した。この関係から、精米の飽和水分は澱粉の吸水性に依存すると推察された。澱粉の飽和水分は、もち米が高く低アミロース米 (アミロース含量 14.0% 以下) が中間でうるち米が少なかった。

(3) アミログラフィー特性の糊化温度・最高粘度は、アミロース含量と有意の相関関係を示した。アミロース含量 13.6% 以下の低アミロース米の糊化温度・最高粘度は、うるち米ともち米の中間であった。

(4) 電気炊飯器で調製した糊化試料の G' 及び $\tan\delta$ は、アミロース含量と有意の相関関係を示した。 $\tan\delta$ は、もち米が大きく低アミロース米 (アミロース含量 13.6% 以下) が中間でうるち米が小さかった。

(5) 糊化試料の酸溶解度は、アミロース含量およびその $\tan\delta$ とそれぞれ関係した。米飯の酸溶解度は、もち米が高く、低アミロース米 (アミロース含量 13.6% 以下) が中間で、うるち米が低かった。

なお、本研究は、農林水産省農林水産技術会議総合開発研究「需要拡大のための新形質水田作物の開発」の委託研究として行われたものである。終わりに、試験試料を提供くださいました関係各位に深謝致します。

文 献

- 1) 中川原捷洋: 農林水産省農業研究センター・生物系特定産業技術研究推進機構, 稲と米一品質を巡って一, p. 31 (1988).
- 2) 石谷孝佑: 日本の稲育種, (農業技術協会, 東京), p. 175 (1992).
- 3) 大坪研一・中川原捷洋・岩崎哲也: 日食工誌, **35**, 587 (1988).
- 4) 谷口 肇: 澱粉・関連糖質実験法, 中村道徳・貝沼圭二編, (学会出版センター, 東京), p. 20

- (1986).
- 5) B.O. JULIANO: *Cereal Science Today*, **16**, 334 (1971).
- 6) 安井明美・堤 忠一: 食品分析法, 日本食品工業学会・食品分析編集委員会編, (光琳, 東京), p. 94 (1982).
- 7) 奈良省三・山口献三・岡田勝弘: 澱粉工誌, **16**, 1 (1968).
- 8) 堤 忠一: 食品分析法, 日本食品工業学会・食品分析編集委員会編, (光琳, 東京), p. 3 (1982).
- 9) 庄司一郎・倉沢文夫: 家政誌, **39**, 237 (1988).
- 10) 高橋幸資: 澱粉・関連糖質実験法, 中村道徳・貝沼圭二編, (学会出版センター, 東京), p. 164 (1986).
- 11) 吉井洋一・乙部和紀・杉山純一・有坂将美・菊池佑二: 日食工誌, **40**, 236 (1993).
- 12) 有坂将美・吉井洋一: 応用糖質科学, **41**, 1 (1994).
- 13) 貝沼圭二: 澱粉科学ハンドブック, 二国二郎監修, (朝倉書店, 東京), p. 5358 (1977).
- 14) 大橋一二: 農化, **34**, 900 (1960).
- 15) SHIBUYA N. and IWASAKI T.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **31**, 656 (1984).
- 16) 有坂将美: 新潟食研研報, 特別号, 27 (1994).
- 17) 早川利郎・伊賀上郁夫: 農化, **53**, 321 (1979).
- 18) HAYAKAWA T., SEOK W.S. and IGAUE I.: *J. Jap. Soc. Starch Sci.*, **27**, 173 (1980).
- 19) 吉沢 淑・百瀬洋夫・蓮尾徹夫: 日本醸造協会誌, **75**, 428 (1980).
- 20) 田中国介・増村威宏: 化学と生物, **26**, 543 (1988).
- 21) TANAKA Y., HAYASIDA S. and HONGO M.: *Agric. Biol. Chem.*, **39**, 515 (1975).
- 22) SUGIMOTO T., TANAKA K. and KASAI Z.: *Agric. Biol. Chem.*, **50**, 2409 (1986).
- 23) A.A. ANTONIO and B.O. JULIANO: *J. Food Sci.*, **38**, 915 (1973).
- 24) 乙部和紀・内藤成弘・菊地佑二: 食科工, **42**, 748 (1995).
- 25) 竹生新治郎・渡辺正造・杉本貞三・酒井藤敏・谷口喜廣: 澱粉科学, **30**, 333 (1983).
- 26) 石間紀男・平 宏和・平春枝・御小柴穆・吉川誠次: 食総研報, **29**, 9 (1974).
- 27) OKUNO K., FUWA H. and YANO M.: *Japanese Journal of Breeding*, **33**, 387 (1983).
- 28) 鈴木綾子・武田靖史・松作 進: 澱粉科, **32**, 205 (1985).

(平成8年8月26日受付, 平成9年1月29日受理)