研究ノート

精白米粉末のアミログラフィーに対する 内在性 α -アミラーゼの影響

渋谷直人*・鈴木信隆**・岩崎哲也*

(昭和 58 年 3 月 2 日受理)

Effect of Endogenous α -Amylase on the Amylogram of Milled Rice Flour

Naoto SHIBUYA,* Nobutaka SUZUKI** and Tetsuya IWASAKI*

* National Food Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
(2-1-2, Kannondai, Yatabe, Ibaraki 305, Japan)

** Miyagi Prefectural Agricultural Research Center
(Higashi Kongoji, Natori, Miyagi 981-12, Japan)

1. Effect of the addition of several divalent cations on the amylogram of milled rice flour was tested. The results coincided well with the known properties of cereal α -amylase, that is, the addition of Hg^{2+} and Cu^{2+} increased the viscosity of the paste, whereas Ca^{2+} decreased it.
2. Pretreatment of rice flour with 10^{-3}M HgCl_2 was sufficient to inactivate the endogenous α -amylase.
3. Effect of endogenous α -amylase on the amylogram of rice flour was more clear in glutinous rice varieties, suggesting the presence of higher amylase activity in these flours.
4. Results of the inhibition experiments using aged and unaged rice samples indicated that it is almost difficult to explain the difference between the amylograms of these flours by the levels of their endogenous α -amylase.

米の品質評価におけるアミログラフィーの利用に関しては従来から多くの報告がある¹⁻³⁾が、この場合、米澱粉の単離が他の穀物と比べてかなり面倒なこともあって、精白米粉末を用いることが多い。米粉を使用する場合、得られた結果は澱粉の性質を反映するだけでなく、内在する酵素の影響やその他の共存物質の影響も受けているものと考えられる。この点について木原ら⁴⁾および Horiuchi⁵⁾ はそれぞれ 5% 硫酸銅処理や水洗浄処理などにより検討した結果、ウルチ米では米粉を使用しても

アミラーゼの影響はわずかであるが、モチ米ではその影響が非常に大きいとしている。これらは米粉のアミログラフィーに際しての有益な知見を与えているが、高濃度の塩溶液の使用による付随的効果や、アミラーゼ抽出の効率、特異性などを考慮すると、より適切な条件下で検討しておくことは意義があるものと考えられる。また、米の貯蔵中における糊化特性の変化に対する α -アミラーゼの関与の可能性については直接的にはほとんど検討されていない。

本報告では以上の点を考慮し、ごく低濃度で α -アミラーゼを阻害することが知られている水銀塩を用いて実験条件の設定を行い、種々の米粉の糊化特性に対する α -アミラーゼの影響、貯蔵中の糊化特性の変化との関連

* 農林水産省食品総合研究所 (305 茨城県筑波郡谷田部町観音台 2-1-2)

** 宮城県農業センター (981-12 宮城県名取市高館川上字東金剛寺)

などについて検討を加えた。

実験方法

1. 試料米

以下の4点を実験に供した。水稲ウルチ玄米，昭和54年茨城県産日本晴（水分 15.6%），昭和54年新潟県産コシミノリ（水分 15.9%）；水稲モチ玄米，昭和52年茨城県産マンゲツモチ（水分 13.6%），昭和51年福島県産コガネモチ（水分 15.8%）。これらの試料は実験開始時まで玄米の状態に4℃に保管した。また，これらの一部をとって本文中に示すような条件で貯蔵したものについても実験に供した。

2. アミログラフイー

供試玄米をワンパスOM型精米機（佐竹製作所製）を用いて搗精歩留90%となるように精白した。この精白米をテストミル（ブラベンダー社製）を用いて粉碎し，50 G.G.（約50メッシュ）のフルイを通過した粉を用いて以下の実験を行った。乾物として26 g（モチ）ないしは28 g（ウルチ）相当の精白米粉末をとり，これに蒸留水を加えて総重量を450 gとし，アミログラフイーを行った。アミログラフイーは常法^{2,5)}に従って行ったが，粉末濃度を低くしたため，アミログラムの頭部計測部は通常の700 cmgの規格のものを350 cmgのものにかえて測定した。

結果と考察

1. 精白米粉末のアミログラムに及ぼす2価金属イオンの影響

一定濃度 ($10^{-3}M$) の2価金属イオンの存在下での精白米粉末のアミログラムを Fig. 1 に示す。なお，ここでは後述するように α -アミラーゼの影響の大きいと考えられるモチ種についての結果を示した。図からわかるように，水銀塩の添加により粘度は最も増加し，次いで銅塩の影響が大きく，カルシウム塩は逆に粘度を低下させた。この結果は一般に穀粒中の α -アミラーゼの性質として報告されているもの^{6,7)}，すなわち，水銀塩，銅塩により失活し，活性発現にカルシウムイオンを必要とするということとよく対応している。また，上記の濃度の水銀塩の処理により，モチ米澱粉のアミログラムはほとんど変化を受けなかった。これらのことは，こうした金属イオンの米粉アミログラムに対する影響を主として内在する α -アミラーゼの阻害によるものと考えてよいことを示している。

Fig. 1. Effect of divalent cations on the amylogram of glutinous rice flour.

Fig. 2. Effect of mercuric chloride concentration on the amylogram of milled rice flour.

2. 精白米粉末のアミログラムに及ぼす水銀塩濃度の影響

1で α -アミラーゼの抑制効果が最も顕著だった塩化第二水銀について，添加量とアミログラムの関係を検討した (Fig. 2)。ウルチ種 (Fig. 2, 上)，モチ種 (Fig. 2, 下) のいずれにおいても水銀塩の添加により粘度の増加が認められたが，その程度はモチ種においてははるかに顕著であった。このことはすでに指摘されているように^{1-3,5)}モチ種のほうが α -アミラーゼ活性が高く，アミログラムに及ぼす影響も大きいことを示していると考えられる。一方，ウルチ種でも最高粘度で130 B.U.程度の粘度増加が認められるので，場合によってはウルチ種についても α -アミラーゼの影響を考慮する必要がある。

Fig. 3. Effect of 10^{-3} M mercuric chloride on the amylogram of aged and unaged rice flour. (Non-glutinous varieties)

"Aged" sample was stored at 32.5°C for 4 months, whereas "unaged" one was stored at 4°C for the same period. Amylography was carried out with (upper) or without (lower) the addition of mercuric chloride.

と思われる。水銀塩濃度との関連では、ウルチ、モチ、いずれにおいても 10^{-3}M で最も高い最高粘度を示し、それ以上では若干の低下が認められたので、以後の実験

Fig. 4. Effect of 10^{-3} M mercuric chloride on the amylogram of aged and unaged rice flour. (Glutinous varieties)

"Aged" sample was stored at 40°C for 35 days, whereas "unaged" one was stored at 4°C for the same period.

ではこの濃度の塩化第二水銀を添加することとした。

なお、この濃度の塩化第二水銀の添加により、米澱粉そのもののアミログラムには有意な変化は認められなかった。

3. 水銀塩による前処理時間の検討

塩化第二水銀 (10^{-3}M) による米粉の前処理時間をかえて、アミログラムを比較した結果、1～3時間処理ではほとんど同一のアミログラムを与え、18時間処理でやや粘度低下が認められた。この結果、 α -アミラーゼの失活には1～3時間の前処理で十分と考えられたので、以後2時間の前処理を標準条件とした。

4. 貯蔵によるアミログラムの変化と内在性 α -アミラーゼの関係

通常、室温付近に貯蔵して古米化した米では、その粉のアミログラムは新米ないし低温貯蔵した米に比べて粘度の増加が認められる^{3,8)}。一方、米粒中の α -アミラーゼは貯蔵中にゆるやかに失活していくと考えられており、この点から上述のアミログラムの変化を説明した報告も認められる⁹⁾。この点について検討するため、試料米を 32.5°C で4カ月 (ウルチ種) あるいは 40°C で35日間 (モチ種) 貯蔵したのち、それらの粉のアミログラムの変化を水銀塩の存在下および非存在下で比較した。対照とし

ては同一期間低温に保存した米を用いた (Fig. 3, 4).

まずウルチ種についてみると、高温に貯蔵したものは Fig. 3 にみられるように、アミログラムは対照に比べ顕著に上方にシフトしている。一方、ここに水銀塩を添加して α -アミラーゼを失活させると、高温区、対照区とも粘度曲線の上方シフトが認められるが、両者の間の差異は明瞭に残っている。ただし、コシミノリでは高温貯蔵区と対照区の差がほとんどそのまま残っているのに対して、日本晴では最高粘度でもとの差が 160 B. U. あったものが、水銀塩添加により 120 B. U. 程度と減少しており、この点については品種間差の問題も含めさらに検討することが必要であろう。いずれにしても、こうした高温貯蔵区と対照区の差異が主として α -アミラーゼ活性の変動とは別の要因によって決められていることは明らかである。一方、モチ種については、この程度の貯蔵期間では水銀塩無添加の状態で認められるアミログラムの変化はわずかであるが、水銀塩の添加により、明瞭な差異が認められるようになる (Fig. 4)。この場合には、貯蔵による変化に対する α -アミラーゼの寄与があまり大きくないというだけでなく、それとは別のウルチ種と共通した、いわばより本質的な変化が α -アミラーゼの存在によって見えにくくなっているとすらいえそうである。

この“より本質的な変化”の性質についての立ち入った考察はここでは差し控えるが、著者らはこの変化が胚乳細胞壁や不溶性蛋白質といった、胚乳の組織構造の維持に關与する成分の変化と関連しているのではないかと考えている^{10,11)}。

要 約

1. 精白米粉末のアミログラフイーに対する二価金属イオンの影響を調べた結果、穀物中の α -アミラーゼに対する阻害、賦活効果と対応する形で粘度の増減が認められた。

2. 塩化第二水銀を用いて、内在性 α -アミラーゼを抑制してアミログラフイーを行う条件を設定した。

3. 精白米粉末のアミログラムに対する α -アミラーゼの影響はウルチ種よりもモチ種において顕著であった。

4. 貯蔵によって生ずる精白米粉末のアミログラムの変化と α -アミラーゼの関係を検討した結果、 α -アミラーゼ活性の変動以外の要因の寄与が大きいことが示唆された。

本稿を終えるにあたり、試料入手にご協力いただき、また、多くの有益な示唆をいただいた本研究所利用部農産第2研究室長柳瀬肇氏ならびに遠藤勲氏に厚く感謝いたします。

文 献

- 1) 農林省食糧研究所:「米の品質と貯蔵, 利用」(食糧技術普及シリーズ7号), p. 21 (1969).
- 2) 堀内久弥: 酸協, **59**, 325 (1964).
- 3) S. BARBER: in Rice, Chemistry and Technology, D. F. HOUSTON ed., AACC Inc., St. Paul, Minn., p. 238 (1972).
- 4) 木原芳次郎, 梶川靖子: 農産加工技研誌, **7**, 155 (1960).
- 5) H. HORIUCHI: Agric. Biol. Chem., **31**, 1003 (1967).
- 6) C. T. GREENWOOD and A. W. MACGREGOR: J. Inst. Brew., **71**, 405 (1965).
- 7) C. T. GREENWOOD and E. A. MILNE: Stärke, **20**, 101 (1968).
- 8) 安松克治, 森高真太郎, 石井清文, 島藺平雄, 藤田栄一郎: 栄養と食糧, **18**, 123 (1965).
- 9) 栃木県食品工業指導所: 貯蔵米(古米)の利用加工試験成績書 (1972).
- 10) 渋谷直人, 岩崎哲也, 竹生新治郎: 澱粉科学, **24**, 55 (1977).
- 11) N. SHIBUYA and T. IWASAKI: Stärke, **34**, 300 (1982).