米の貯蔵にともなう澱粉の性質の変化について

古米化に関する研究(第3報)

渋谷直人* 岩崎哲也* 竹生新治郎*

(昭和52年4月27日受理)

On the Changes of Rice Starch during Storage of Rice
(Studies on Deterioration of Rice during Storage. Part 3)

Naoto SHIBUYA,* Tetsuya IWASAKI* and Shinjiro CHIKUBU*

* National Food Research Institute, Ministry of Agriculture and Forestry
(1-4-12 Shiohama, Koto-ku, Tokyo, Japan)

In order to know the effect of the changes in rice starch during storage of rice grain on the rheological properties of cooked rice and its paste, starch granules of aged (stored at 23°C) and unaged (stored at 4°C) rice were prepared and compared as to their pasting characteristics and surface structures.

Though the marked differences in the pasting characteristics of milled rice flours were recognized between aged and unaged rice samples, almost no difference was observed between amylograms and photopastagrams of the both starch samples. The observation of the starch granules by a scanning electron microscope revealed that there was no significant difference between the surface structures of the two samples.

From these results, it is supposed that the physicochemical properties of rice starch change little during storage of rice grains, and the large changes observed in the rheological properties of cooked rice and its paste during storage of rice grains should be explained by considering the effect of the other factors, possibly some structural components such as protein, cell wall constituents *etc.*

米を常温で貯蔵すると米飯の食味、加工原料としての適性などの面で品質の低下をきたすが、なかでも米飯の粘りや硬さ、あるいは糊の示す物性といった、いわゆるレオロジー的性質の変化が重要な問題となっている。こうした変化の生ずる原因については従来、貯蔵中に脂質の加水分解によって増加した遊離脂肪酸が澱粉の糊化、膨潤を阻害するのが大きな要因となっているという考え方が安松ら¹⁻³⁾により提唱されてきたが、われわれはさきに行なったいくつかの検討の結果から、少なくとも外部脂肪中における遊離脂肪酸の増加は、こうした変化の本質的原因ではないことを見出した^{4,5)}。

一方、こうした米飯なり、糊なりの性質を最も基本的

に左右していると考えられる米澱粉については、貯蔵中にその性質が種々の面で変化し、そこから米自体の上に述べたような変化も説明できるとする説^{6,7)}と、貯蔵中における澱粉自体の変化は少ないことを示唆するもの⁸⁾とがあって、明確な結論が出ていない。そこで本報では、モデル的に作った新米を古米から、できるだけ native な澱粉をとり出すことを試み、それらについて糊化特性を中心とした若干の性質を比較検討した結果について報告する。

実験方法

1. 試料

試料米として水稲ウルチの新潟県産越栄および茨城県産農林29号玄米を用い、それぞれ23°C(古米区)と4°C

* 農林省食品総合研究所 (135 東京都江東区塩浜1-4-12)

Table 1. Chemical composition of the purified starch granules.

Sample		Koshisakae		Norin 29	
Storage temp.		23°C	4°C	23°C	4°C
Analytical items	Protein	0.41%	0.48%	0.29%	0.20%
	Ash	0.10%	0.10%	0.11%	0.09%
	Extraneous lipid	0.02%	0.02%	0.02%	0.03%
	Fat-by-hydrolysis	0.81%	0.81%	0.72%	0.67%

(新米区)に12~20カ月間貯蔵した。従来の研究^{8,9)}から、4°Cではこの程度の期間貯蔵しても、新米としての性質がかなりよく保たれることが知られている。

2. 澱粉の調製とその分析

澱粉の調製は歩留90%の精白米を原料として、音波照射を用いた堀内らの方法¹⁰⁾により行なった。精製澱粉の蛋白含量はケルダール法により、外部脂肪はエチルエーテルを用いたソックスレー抽出法により、内部脂肪は酸分解法によりそれぞれ求めた。灰分は550°C 1夜灰化後、さらに600°Cで4時間加熱して求めた。

3. アミログラフィーおよびフォトペーストグラフイー

アミログラフィーは既報の方法¹¹⁾により、フォトペーストグラフイーは貝沼らの方法¹²⁾により行なった。

4. 走査型電顕による表面構造の観察

精製澱粉標品を常法どおり、カーボン、金蒸着後、日立SSM-2型走査型電子顕微鏡を用いて観察、写真撮影を行なった。

実験結果

1. 精製澱粉の組成

精製澱粉の分析結果をTable 1に示した。音波照射法で調製した澱粉は、一般に希アルカリ法で調製したものに比べて蛋白含量が高くなる傾向がある¹⁰⁾が、今回の試料でも0.2~0.5%とやや高目であった。しかし、この点を含めて、新米区と古米区の間で成分的な差異はほとんど認められなかった。

2. アミログラフィー

越米の新米区および古米区から調製した澱粉のアミログラムをFig. 1に示した。なお、図中には比較のため、それぞれの原料精白米粉末のアミログラムをも同時に示した。図にみられるように、原料とした精白米粉末では新米区と古米区のアミログラムに大きな差があるが、精

Fig. 1. Amylograms of milled rice flours and starches prepared from aged and unaged rice samples.

— milled rice flours or starches of unaged rice,
--- milled rice flours or starches of aged rice.

Fig. 2. Photopastgrams of starches prepared from aged and unaged rice samples.

— starch of unaged rice, --- starch of aged rice, - - - - differential curves for both starch samples (The value of the longitudinal axis is an arbitrary value).

製澱粉ではその差はほとんどなくなっている。すなわち、ここで用いたような貯蔵条件下では、アミログラムに表われるような澱粉自体の糊化特性はほとんど変化していないと考えられる。

3. フォトペーストグラフイー

越米の新米区および古米区から調製した澱粉のフォトペーストグラムおよび、その微分曲線をFig. 2に示した。新米区と古米区のフォトペーストグラムは非常に一致しており、とくに、澱粉のミセル結合の強度と関連があると考えられる¹²⁾変曲点 (Fig. 2の微分曲線のビ

Fig. 3. Scanning electron micrographs of starch granules.
left side, starch granules prepared from unaged rice ($\times 4,500$),
right side, starch granules prepared from aged rice ($\times 4,500$).

ークとして示される)については両者とも全く一致しており、アミログラフィーの結果と同様に、澱粉自体の糊化特性の変化がきわめて小さいことを示している。

4. 走査型電顕による表面構造の観察

農林29号の新米区および古米区の澱粉粒の走査型電顕写真をFig. 3に示した。桐淵ら¹³⁾は、米の澱粉粒は発芽の際に分解されて、その表面に丸い穴を生じたり、角がとれるような変化を示すと報告しているが、今回の実験では新米区と古米区の間にそうした点で明瞭な差異は認められなかった。なお、図中の澱粉粒の表面にときおり認められる大きな丸い凹部については、著者ら¹⁴⁾や安藤ら¹⁵⁾の胚乳構造の観察において、複粒間に存在する顆粒(プロティンボディーと考えられる)と相補性が認められるところから考えて、貯蔵中の酵素分解によるものというよりも、澱粉粒生成時におけるプロティンボディー

との相互作用によって生じたものと考えた方がよいのではないと思われる。

考 察

モデル的に作成した新米と古米から澱粉粒を分離して、その成分、糊化特性、表面構造等を比較検討した結果、原料とした精白米粉末では、その糊化特性に大きな差があるにもかかわらず、澱粉レベルではほとんど差異が認められなかった。このことは、少なくとも通常の貯蔵条件下においては、糊化特性の変化につながるような澱粉自身の変化はわずかであり、古米化にともなって精白米粉末の糊化、ひいては米飯のテクスチャーなどに表われる変化を澱粉あるいは澱粉に結合した、いわゆる内部脂肪等の変化から説明することが困難なことを示している。

BARBER⁸⁾も同様に、貯蔵中における澱粉の変化は少

ないことを報告し、米自体の性質変化に対しては、脂質酸化物と蛋白の相互作用が重要な役割を果たしているのではないかと推論している。一方、VILLAREAL ら⁷⁾は最近これと反対に、貯蔵中におけるアミログラム特性値の変化に対しては、澱粉自身の糊化特性の変化が最も大きく影響しているとする見解を述べている。このような研究者によるくいちがいが何に起因するものかは明らかでないが、試料、貯蔵条件などのほか、研究者により澱粉の調製法が異なるのも影響を与えているのかもしれない (BARBER らは希アルカリ法、VILLAREAL らは SDS 処理により蛋白を除く方法、著者らは音波法をそれぞれ用いている)。

本報告で述べた通常の貯蔵条件下における澱粉の性質の変化が非常に少ないという結論は、古米であっても澱粉の形で利用するうえでは、新米を原料とするのとはほとんど同様に使えることを意味しており、古米の利用の一面を示唆するものと考えられる。

一方、さきにも述べた貯蔵にともなう米自体の性質の変化については、これまで検討してきた脂質、澱粉以外の成分、なかでも胚乳中で澱粉粒の周囲に存在し、その糊化膨潤を制約していると考えられる¹⁶⁾胚乳細胞壁、蛋白質などの影響が考えられるが、これらの点については現在検討中である。

要 約

古米化にともなう米のレオロジー的性質の変化に対する米澱粉の寄与の程度を知ることを目的として、モデル的に作成した新米と古米の澱粉の性質を検討した。その結果、アミログラム、フォトペーストグラムなどに表われる米澱粉の糊化特性、澱粉粒の表面構造、一般成分などの貯蔵中の変化は、きわめて小さいことが明らかとなり、米自体の性質の変化は澱粉、脂質以外の成分による

ところが大きいことが示唆された。

終わりに、本研究を遂行するにあたり種々のご助言をいただいた当研究所の堀内久弥氏ならびに貝沼圭二博士に厚く感謝いたします。また、電顕写真撮影にご協力いただいた日製産業科学機器センターにお礼申し上げます。

文 献

- 1) K. YASUMATSU and S. MORITAKA: *Agric. Biol. Chem.*, **28**, 257 (1964).
- 2) K. YASUMATSU, S. MORITAKA and T. KAKINUMA: *ibid.*, **28**, 265 (1964).
- 3) 安松克治: 昭和44年度日本農芸化学会大会講演要旨集, p. 317 (1969).
- 4) 渋谷直人, 岩崎哲也, 柳瀬 肇, 竹生新治郎: 食品工誌, **21**, 597 (1974).
- 5) 渋谷直人, 岩崎哲也, 竹生新治郎: 澱粉科学, **24**, 67 (1977).
- 6) H. S. R. DESIKACHAR: *Cereal Chem.*, **33**, 324 (1956).
- 7) R. M. VILLAREAL, A. P. RESURRECCION, L. B. SUZUKI and B. O. JULIANO: *Stärke*, **28**, 88 (1976).
- 8) S. BARBER: USDA, ARS, Foreign Research and Technical Program Division, Project No. E-25-AMS-(9), Final Report (1969).
- 9) 竹生新治郎, 岩崎哲也, 堀内久弥, 谷 達雄: 栄養と食糧, **18**, 204 (1965).
- 10) 堀内久弥, 谷 達雄: 農化, **38**, 23 (1964).
- 11) 谷 達雄, 吉川誠次, 竹生新治郎, 堀内久弥, 遠藤 勲, 柳瀬 肇: 栄養と食糧, **22**, 452 (1969).
- 12) 貝沼圭二, 小田恒郎, 鈴木繁男: 澱粉工誌, **16**, 51 (1968).
- 13) 桐淵滋雄, 中村道徳: 澱粉科学, **21**, 299 (1974).
- 14) 渋谷直人: 未発表.
- 15) 安藤孝雄, 市川邦介: 醸工, **52**, 46 (1974).
- 16) R. R. LITTLE and E. H. DAWSON: *Food Res.*, **25**, 611 (1960).