搗き方別および添加物別の餅の物性[†]

永島伸浩*, 川端晶子*, 中村道徳**

(昭和 61 年 8 月 18 日受理)

Physicochemical Properties of "Mochi" Prepared by Various Methods and with Various Additives ("Mochi"—A Traditional Japanese Food. Part 1)

Nobuhiro NAGASHIMA,* Akiko KAWABATA* and Michinori NAKAMURA**

* *Department of Nutrition, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture
(1-1-1, Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo 156, Japan)*

** *Nodai Research Institute, Tokyo University of Agriculture
(1-1-1, Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo 156, Japan)*

To investigate the physicochemical properties of Mochi, some were prepared using several preparative methods and with various additives. The texture of the Mochi was observed under a scanning electron microscope and the degree of gelatinization and some physical properties were measured. Mochi, prepared with a pounding type or stamping type machine, exhibited much of the initial rice grain structure, while, ones prepared with a mixer type machine were composed of a well smashed paste form rather than rice grain tissue. The changes in the degree of gelatinization during storage were determined using the β -amylase and pullulanase method, and only a slight decrease was observed. The physical properties of Mochi, prepared by the three methods, were measured using a rheolometer, a meatshear meter and an extensograph. Mochi prepared with the stamping type machine showed the greatest resistance to extension, and those prepared with the pounding type machine showed the greatest shearing strength. The ones prepared with the mixer type machine showed the minimum hardness and the lowest resistance to extension, and required the lowest shearing strength. The physical properties of three types of Mochi, made with 100% glutinous rice, 70% glutinous rice+30% waxycorn starch and 70% glutinous rice+30% cassava starch, respectively, were compared. The Mochi containing waxycorn starch were tender, and required a lower shearing strength, while those containing cassava starch showed increases in hardness and adhesiveness.

伝統食品としての餅は、糯米を吸水させ蒸籠(せいろ)にて蒸気で蒸し上げたのち、木製あるいは石製の臼に入れ、木製の杵で搗くという、米の加工品としては簡単な操作でつくられている。そして、その歴史は古く、奈良朝時代にはすでに存在していたといわれる^{1,2)}。

しかし、その加工技術の多くは秘伝、家伝という閉鎖

的な姿で受け継がれてきたこと、試料としての餅が扱いにくいこと、そして適当な測定機器がなかったことなどの理由から研究も少なく、米菓製法の一部としての餅の性質を扱った斎藤ら³⁻¹⁰⁾の報告や糯米の加工利用の中で餅の品質について柳瀬ら^{11,12)}の報告、さらに、餅の組織について桐淵¹³⁾が、また、白玉餅の性質について斎藤ら¹⁴⁻²⁰⁾や堀内²¹⁻²³⁾らの報告があるだけである。

また、最近では、餅の調製法の変化や原料として糯米にもち種の澱粉を添加した餅も出現し、多様化の一途をたどっている。そこで、著者らは餅を食品学的見地より、系統だてて研究することを目的として、本報では搗き方

[†] 餅の食品学的研究 (第 1 報)

* 東京農業大学農学部栄養学科 (156 東京都世田谷区桜丘 1-1-1)

** 東京農業大学総合研究所 (156 東京都世田谷区桜丘 1-1-1)

別および添加物別に餅を調製し、いくつかの理化学的性質を検討した。

実験方法

1. 試料

糯米 (*Oryza sativa* L. var *glutinosa* Matsum.) は宮城県産水稻糯米 (おとめもち, 昭和58年度産), 添加物として, ワキシコーン (*Zea Mays* L.) 澱粉 (米国産ワキシコーンより日本食品化工(株)で調製) およびキャッサバ (*Manihot esculenta* Crantz) 澱粉 (タイ国産キャッサバより現地味の素(株)で調製) をそれぞれ用いた。

2. 餅の調製法

精白糯米 1400 g を洗浄後, 20°C の恒温器にて3時間吸水させ, 電動餅搗き機 (日立製 HM-18 型) にて水 500 ml を入れ, 33~35 分間蒸し上げたのち, 下記のそれぞれの方式の餅を調製し, 電子ジャー (象印 TYS-1500 型) に入れ, 温度を一定にしたのち, 測定に供した。

1) 搗き方別餅の調製

杵搗き式の餅は, 市販の木製の臼と杵を用いて一定の高さより10分間 (回数として140回) 搗き上げ, スタンプ式の餅は石臼製電動餅搗き機 (三ツ星印製作所(株)製, 35回/分搗き) を用い, 途中4回機械を止めて餅生地をまとめる操作を加えて, 合計10分間に約170回搗き上げ, そしてミキサー式の餅は, 電動立て羽根式餅搗き機 (日立製 HM-18 型) により10分間搗き上げた。なお, 餅の水分量を同一にするため, 杵搗き, スタンプ式ともに打ち水は用いなかった。

2) 添加物別の餅の調製

予備実験の結果, 添加する澱粉量は糯米7に対して添加澱粉量3 (w/w) としたときが, 良好な品質の餅が得られ, 嗜好性も高かったので以下この配合比とした。すなわち, ワキシコーンおよびキャッサバ澱粉を無水物換算し, 澱粉重量の1.2倍の水を加え, 30分間吸水膨潤させ, 90°C の湯煎を用いて 120 rpm の速度で攪拌を続けながら, 試料が80°C になるまで予備加熱し, 試料をガラス製シャーレ (直径 22.5 cm × 高さ 5 cm) に移し, 高さを 2 cm になるようにシート状に調製し, スチームオーブンレンジ (三菱電機製 RO-3700 型) を用い, 飽和水蒸気下で20分間加熱糊化させた。そして電子レンジ (東芝製 ER-613S 型) にて蒸糯米 (水分含量 44%) と同一水分量になるまで澱粉ペーストの水分含量を調製し, これを蒸糯米 70% に対し 30% 添加し, 1) と同じスタンプ式の餅を調製した。なおキャッサバ澱粉を用いた理由は, アミロース含量が 17~19% あるにもかかわらず

ず, アミロペクチンのみからなるもち種の澱粉と近似した性質を有する^{24,25)}からで, 餅への利用を試みた。

3) 測定方法

① 走査型電子顕微鏡 (SEM) による糯米および餅の組織構造の観察 試料をグルタルアルデヒド・オスミウム酸で二重固定させ, エチルアルコールにて脱水後, 酢酸イソアミルにて置換させ, 臨界点乾燥ののち, 金バラジウムイオンスパッターにて蒸着させ, 走査型電子顕微鏡 (日本電子製 JSM-35 型) にて観察した。

② ファリノグラフ^{26,27)}による蒸糯米および各澱粉ペースト添加蒸糯米の物性測定 ファリノグラフ (Brabender 社製) にてミキサー部はステンレス製 50 g 容を使用し, 予備実験の結果より試料の全量を 28 g とし, 蒸糯米 100% (水分含量 44%) および蒸糯米 70% に対し各澱粉ペースト 30% (蒸糯米と同水分量に調製) を添加した場合の 30°C におけるファリノグラムを測定し, 常法により解析した。

③ 餅の糊化度の測定 β -アミラーゼ・プルランーゼ法²⁸⁾を用い, 製造直後および保存後 (餅をポリエチレン製袋に入れ, ヒートシールしたものを 5°C の恒温器に入れ, 所定の時間まで保存) の餅について, 無水エチルアルコールおよびアセトンを用いて脱水乾燥させ, 粉末試料としたのち, 測定した。

④ レオロメーターによる餅のテクスチャーの測定 調製後の餅をただちにステンレス製シャーレ (内径 58 mm, 高さ 18 mm) に 15 mm の高さになるように餅を流し入れ, 蓋をし, ポリエチレン製袋に入れてヒートシールし, 密封後 5°C に調製した恒温器に入れ, 各時間ごとにレオロメーター (飯尾電機製 RMT-1300 型) にて, 運動速度 12 サイクル/分, 運動回数 2 回, 感度 5 V, 感圧軸 (アクリル製) 直径 18 mm, クリアランス 2 mm, チャート速度 1500 mm/分で測定した。なお, 凝集性の測定時には試料表面をポリシートで覆い, 付着の影響を避けた。特性値は常法により解析し求めた。

⑤ ミートシャーメーターによる餅の剪断強度の測定 調製後の餅をテフロン製シートと麵棒で, 15 mm の厚さに伸ばし, ステンレス製型抜き器 (直径 55 mm) でくり抜き, ミートシャーメーター (G. R. Electric 社製) により剪断強度の測定を行った。また, 保存後の測定には, 乾燥を防ぐために④と同じようにステンレス製シャーレに入れ, 蓋をし, ポリエチレン製袋に入れヒートシールしたのち, 5°C の恒温器に入れ, 所定の時間ごとに測定した。

⑥ エクステンソグラフ²⁹⁾による餅の物性の測定

生 米

浸 漬 米

蒸 米

図 1. 糯米の走査型電子顕微鏡写真

杵 搗 き

スタンプ

ミキサー

図 2. 搗き方別餅の走査型電子顕微鏡写真

調製後の餅をステンレス製バットに流し入れ、ポリエチレン製袋に入れ、ヒートシールし、5℃にて1週間保存した試料を10 mm 角×155 mm 長さに調製し、ラップしたのち、2-2) で用いた電子レンジにて20秒間再加熱を行い、試料の内部温度を40℃まで下げ、エクステンソグラフ (Brabender 社製) のクランプホルダーにはさみ込み、ただちに測定した。

実 験 結 果

1. 走査型電子顕微鏡 (SEM) による組織構造

糯米のSEM像を図1に示した。糯米を縦に切断したもので、左より生米、水浸漬米、蒸米である。桐淵¹³⁾が述べているように、糯米の生は一つの細胞が澱粉粒の集団の細長い鉛筆状の柱状構造をしており、この細胞が並んで米の胚乳部を構成している。そして細胞の中の一つがアミロプラストと呼ばれ、この中に数個から数十個の角張った澱粉小粒がつまっており、複粒として存在している。これを浸漬するとアミロプラストおよび澱粉小粒

は吸水膨潤し、角の部分丸みを帯びてくる。さらに蒸すことにより、柱状構造の一部はこわれ、ペースト状のものが観察される。

搗き方別の餅のSEM像の1例を図2に示した。餅はきわめて複雑な構造をしており、いずれの方式で搗いた餅もかなりの視野を観察しなければならないが、その構造の傾向としては、杵搗き式およびスタンプ式は比較的糯米組織の残存部分が多く、また、この残存組織部の大きさが大きいこと、ミキサー式ではこの残存組織部の大きさが比較的小さく、しかもペースト状の部分や気泡が多いことが観察され、この両者の違いが物性に大きく影響するものと考えられる。なお、澱粉ペーストを添加した餅は糯米100%の餅と判別が難しく、光学顕微鏡などを用い、さらに低倍率で観察し検討したいと考えている。

2. ファリノグラフによる特性

蒸糯米および各澱粉ペースト添加蒸糯米のファリノグラムを図3に示した。いずれも、ミキシング開始より3

図 3. 添加物餅のフェリノグラム

分前後で最高硬粘度を示し、糯米 100% が 760 BU、ワキシコーン澱粉入り糯米が 780 BU、キャッサバ澱粉入り糯米が 890 BU であり、澱粉ペースト添加により、最高硬粘度が上昇する傾向が認められたが、キャッサバ澱粉入り糯米において、上昇率が顕著であった。

3. 餅の糊化度の変化

餅の糊化度の測定結果を表 1 に示した。調製直後（0 時間）の餅は搗き方別、添加物別を問わず 96% 以上のかなり高い糊化度を示し、冷蔵（5℃）24 時間後ではやや低下の傾向がみられ、また、搗き方別ではミキサー式が、添加物別では澱粉ペースト添加により糊化度の減少のやや大きいことが認められた。現在のところ、 β -アミラーゼ・プルラーゼ法²⁸⁾は糊化澱粉が老化していく変化を追跡する場合、鋭敏にとらえることができる方法で

あり、斎藤らのジアスターゼ法による餅の糊化度の測定³⁾で、ほとんど変化がなかったとの報告に対し、本実験結果では冷蔵によりいくぶん老化することが認められた。しかし、餅がとくに冷蔵保存により、急激に硬化していく物性の変化の要因は、澱粉の老化だけでは解決できない問題であり、今後さらに検討したいと考えている。

4. レオロメーターによる餅のテクスチャー

レオロメーターによる餅のテクスチャーの測定結果を図 4 に示した。硬さと粘りについては、保存時間とともに増加する傾向にあるが、搗き方別餅の硬さのうち、ミキサー式の餅が調製直後は杵搗きやスタンプ式の餅に比べて低い値であった。しかし、保存 3 時間では逆にいちばん高く、興味ある変化を示した。また、添加物別餅では、ワキシコーン澱粉添加により餅は柔らかくなり、キャッサバ澱粉添加により、硬さと粘りが増加することが認められた。

5. ミートシャーメーターによる餅の剪断強度

餅の剪断強度の測定結果を図 5 に示した。糯米 100% のミキサー式を除いて、いずれも調製直後の餅は、やや大きい剪断強度を示しているが、保存 3 時間でやや餅が硬化して剪断しやすくなり、測定値は一時低下するが、保存 24 時間では餅の硬化がさらに進み、剪断に要する力が大きくなることを示している。糯米 100% のミキサー式餅が、調製直後では剪断強度が試料中もっとも小さいのに対し、保存 24 時間ではこの値が逆点し、図 4 のミキサー式餅のテクスチャー特性値のうちの硬さの変化の傾向と一致することが認められた。また、添加物別餅では澱粉ペースト添加により、調製直後および保存 24 時間で、糯米 100% の餅の剪断強度を上回り、図 3 のフェリノグラフィの結果と同様な傾向を示した。

6. エクステンソグラフによる物性

図 6 に、餅のエクステンソグラフの解析図を、表 2 に、各試料（餅）のエクステンソグラフ特性値を示した。エクステンソグラフは、一定の硬さの小麦粉生地伸張度

表 1. 餅の糊化度^{a)}の変化

保存時間 (5℃)	搗き方別 (糯米 100%)			添加物別(搗き方:スタンプ式)(%)	
	杵 搗 き	ミキサー	スタンプ	ワキシコーン ^{b)} 澱粉入り	キャッサバ ^{c)} 澱粉入り
0	98.6	97.8	99.8	97.5	96.2
3	96.5	89.8	98.2	88.9	92.3
24	92.5	87.1	96.5	85.6	89.7

^{a)} 糊化度は β -アミラーゼ・プルラーゼ法²⁸⁾により測定した。^{b)} 糯米 70% + ワキシコーン澱粉 30%。^{c)} 糯米 70% + キャッサバ澱粉 30%。

図 4. 搗き方および添加物別餅のテクスチャー特性値

搗き方別 (糯米 100 %) : ○, 杵搗き; ●, スタンプ; □, ミキサー. 添加物別 : △, 糯米 70 % + ワキシコーン澱粉 30 %; ▲, 糯米 70 % + キャッサバ澱粉 30 %.

および抗張力を測定する目的で開発された機器で、小麦粉やパン生地品質判定に広く用いられ、生地の内部的エネルギーの時間的変化をエクステンソグラムとして自己記させるものである。

解析方法²⁹⁾は、図 6 の中で A は面積を表わし、この数字が大きいほど、小麦粉の製パン性が高いとされている。R は記録カーブの高さ、すなわち、伸長抵抗を表わし、数値が大きいほど、強靱で引き伸ばすのに力を要するとされている。E はカーブの底辺の長さ、すなわち、伸張度を表わし、長いほど、伸びやすいとされている。そして、伸長抵抗を伸張度で除した値を形状係数と定義しているが、これはいわゆる「だれ」を表わし、小さいほど、その生地は流れやすい傾向にあるといえることができる。これらの考え方を本実験では餅生地に適用し、それぞれの餅の性質の傾向をみるうえでの参考とした。すなわち、搗き方別では、スタンプ式餅がカーブの面積、高さともにいちばん大きく、逆にミキサー式餅がいちばん小さく、

杵搗き式餅がその中間で、スタンプ>杵搗き>ミキサー式の順に餅を引き伸ばして切れるまでの抵抗性が変化することを示しており、これは図 2 の製造直後のテクスチャー特性値の硬さの順と一致している。ミキサー式餅は E がもっとも長く、R がもっとも低いことから、餅を引き伸ばすのに力をかけずに、しかも伸びたのち、切れにくい傾向であることが示された。また、添加物別餅では、ワキシコーン澱粉入り餅は E が長く、餅生地を引き伸ばしやすく、しかも切れにくいことが、キャッサバ澱粉入り餅は A の面積および R が他の餅よりもかなり大きく、餅を引き伸ばす際の抵抗の大きいことが認められた。

考 察

1. 餅の組織と糊化度の関係

杵搗きおよびスタンプ式の餅に比べ、ミキサー式の餅の糊化度は保存 24 時間後でやや低い値となった。このことは、ミキサー式の餅の場合、米粒組織が細かく砕か

れることにより、アミロプラスト内から流出した糊化澱粉ペーストが多量に餅生地組織の中に充満し、しかも生地を練り上げる際に空気を多く抱き込むため、気泡の数もかなり多くなっている。これに対し杵搗き式やスタンプ式の餅の場合、米粒組織がかなり残存し、その面積も大きい。すなわち、アミロプラスト内から流出する澱粉ペーストの量はミキサー式に比べ少なく、細胞外に流出してこない糊化澱粉もかなりあると思われる。これらの組織の相違が両者の糊化度の違いに影響を及ぼしている

図 5. 搗き方および添加物別餅の剪断力

搗き方別 (糯米 100%) : ○, 杵搗き; ●, スタンプ; □, ミキサー. 添加物別 : △, 糯米 70% + ワキシコーン澱粉 30%; ▲, 糯米 70% + キャッサバ澱粉 30%.

と考える。スタンプ式によるワキシコーンおよびキャッサバ澱粉ペースト添加餅の糊化度が、保存することにより糯米 100% の餅より低下する傾向にあるのは、ミキサー式と同様な考え方から餅生地中に存在する澱粉ペーストの割合が多いためと考えられる。江川ら³⁰⁾は溶媒を用いて餅生地中の澱粉の膨潤崩壊の程度と沈殿画分の量について調べているが、今後これらの画分と糊化度との関係についてさらに検討したいと考えている。

2. 餅の組織と物性との関係

冷蔵保存によっていずれの餅も硬化していく傾向にあるが、搗き方によって硬化の度合を異にしている。斎藤³¹⁾や桐淵¹³⁾は餅の物性の要因について、米粒の主成分である澱粉 (アミロペクチン) や蛋白質の単なる集合体では説明がつかず、米粒組織片とアミロプラスト内より流出した澱粉ペーストおよび気泡の 3 要素が関係していると考えている。著者らの SEM による餅生地の観察においても搗き方により餅の組織構造が異なることが明らかとなったが、保存過程での組織構造の変化はほとんど認められず、組織より考察することは困難であった。しかし、糊化度のところで述べたように杵搗きおよびスタンプ式とミキサー式では、残存米粒片の中にある澱粉ペーストと米粒細胞内のアミロプラストより流出した澱粉

図 6. エクステンソグラムの解析図

A: 面積 (cm), E: 伸張度 (mm), R: 伸張抵抗 (BU), R/E: 形状係数.

表 2. 餅生地のエクステンソグラム特性値

	搗き方 (糯米 100%)			添加物別 (搗き方: スタンプ式)	
	杵搗き	ミキサー	スタンプ	ワキシコーン澱粉入り	キャッサバ澱粉入り
面積 (cm ²): A	27	26	38	39	62
伸張抵抗 (BU): R	267	250	345	283	550
伸張度 (mm): E	115	129	106	135	118
形状係数: R/E	2.3	1.9	3.3	2.1	4.7

ペーストの割合が異なるため、餅が硬化し物性が変化していく際にこれらの因子が大きく影響するものと考えられる。今後餅生地、微細構造と構成成分について検討を進める予定である。また、スタンプ式によるワキシコーンおよびキャッサバ澱粉添加餅の物性は、添加した澱粉の性質により大きく影響されることが認められた。そして冷蔵保存により糯米 100 % の餅より添加物入餅のほうが剪断強度が増加するのは、澱粉ペーストの割合が多くなったためであると考ええる。

以上より、いままです経験的に評価されてきた餅の物性が機器測定により客観的な数値として比較検討することができるとともに、添加物による新しい餅としての知見を得ることができた。

要 約

餅の理化学的性質を明らかにする目的で、搗き方別および添加物別餅を調製し、走査型電子顕微鏡を用いて組織を観察するとともに、糊化度と機器による物性の測定を行った。

3 種の調製法のうち、杵搗きおよびスタンプ式では、餅の中に米粒組織の残存部分が多かった。ミキサー式では、米粒組織が細かく碎かれ、ペースト状の部分の多いことが観察された。 β -アミラーゼ・ブルナーゼ法により餅の保存過程の糊化度の変化を測定したところ、わずかな低下が認められた。

レオロメーター・ミートシャーメーターおよびエクステンソグラフによる搗き方別餅の物性では、スタンプ式餅がもっとも硬く、伸長抵抗が大であった。杵搗き式餅は剪断強度がもっとも大きく、ミキサー式餅はもっとも柔らかく、剪断強度は小さく、伸長抵抗も小さかった。

糯米 100 % の餅と、ワキシコーンおよびキャッサバ澱粉を各 30 % 添加した 3 種の餅の物性では、ワキシコーン澱粉添加により、柔らかく、剪断強度が小さくなるが、キャッサバ澱粉添加により、餅の硬さと粘りの増加することが認められた。

本稿を終えるにあたり、澱粉試料をご提供くださいました日本食品化工(株)および味の素(株)に感謝致しますとともに、機器測定にご便宜をお与えくださいました(株)日本穀物検定協会中央研究所に深謝致します。

文 献

- 1) 二國二郎：自然（中央公論社），2，14-21（1948）。

- 2) 日東製菓(株)編集：おもちの本，食品出版社，東京，p. 66（1983）。
- 3) 斎藤昭三，谷地田武男，石井修一，有坂将美，中島幸一：新潟食研報，11，85-90（1970）。
- 4) 谷地田武男，中島幸一，斎藤昭三：新潟食研報，11，91-93（1970）。
- 5) 斎藤昭三，谷地田武男，若林 昭，中島幸一，細川平太郎：新潟食研報，11，95-98（1970）。
- 6) 斎藤昭三，有坂将美，石井修一：新潟食研報，13，49-56（1974）。
- 7) 斎藤昭三，有坂将美，石井修一，谷地田武男，中島幸一：新潟食研報，13，57-67（1974）。
- 8) 斎藤昭三，江川和徳，石井修一，有坂将美，谷地田武男，中村幸一：新潟食研報，14，53-58（1977）。
- 9) 斎藤昭三，石井修一，有坂将美，江川和徳：新潟食研報，15，39-45（1978）。
- 10) 斎藤昭三，谷地田武男，石井修一，有坂将美，江川和徳，中村幸一：新潟食研報，18，39-42（1981）。
- 11) 柳瀬 肇，遠藤 敷，奥野元子：食総研報，42，1-9（1983）。
- 12) 柳瀬 肇，大坪研一，橋本勝彦：食総研報，45，1-8（1984）。
- 13) 桐淵滋雄：食品開発，11，35-39（1976）。
- 14) 斎藤昭三，池山八郎，福場博保：新潟食研報，9，63-66（1966）。
- 15) 斎藤昭三，馬場 操：新潟食研報，9，67-70（1966）。
- 16) 斎藤昭三，馬場 操，古石澄子：新潟食研報，9，71-75（1966）。
- 17) 斎藤昭三，馬場 操，古石澄子：新潟食研報，9，77-83（1966）。
- 18) 池山八郎，斎藤昭三：新潟食研報，10，25-28（1968）。
- 19) 馬場 操，斎藤昭三：新潟食研報，10，29-30（1968）。
- 20) 馬場 操，斎藤昭三：新潟食研報，10，31-33（1968）。
- 21) H. HORIUCHI: *Agric. Biol. Chem.*, 44, 1231-1235（1980）。
- 22) 堀内久弥：農化，54，241-245（1980）。
- 23) 堀内久弥：日食工誌，33，38-43（1986）。
- 24) A. KAWABATA, S. SAWAYAMA, N. NAGASHIMA, R. R. del ROSARIO and M. NAKAMURA: *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, 31, 4, 224-232（1984）。
- 25) 永島伸浩，川端晶子，中村道徳：第 39 回日本栄養・食糧学会総会講演要旨集，p. 157，東京（1985）。
- 26) 柴田茂久：食品分析法（日本食品工業学会食品分析法編集委員会編），光琳，東京，p. 619（1982）。
- 27) 福場博保：米と飯の科学（全国米穀配給協会編），不二出版，東京，p. 53（1977）。
- 28) 貝沼圭二，松永暁子，板川正秀，小林昭一：澱粉科学，28，235-240（1981）。
- 29) 柴田茂久：食品分析法（日本食品工業学会食品分析法編集委員会編），光琳，東京，p. 626（1982）。
- 30) 江川和徳，石井修一，吉井洋一，谷地田武男：日本食品工業学会第 31 回大会講演集，p. 38，茨城（1984）。
- 31) 斎藤昭三：日本食品工業学会第 17 回大会講演集，p. 50，茨城（1969）。