

# キノコの利用による団子の硬化抑制

誌名	日本食品保蔵科学会誌
ISSN	13441213
著者名	斎藤,美貴 小嶋,匡人 恩田,匠
発行元	日本食品保蔵科学会
巻/号	34巻6号
掲載ページ	p. 337-341
発行年月	2008年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# キノコの利用による団子の硬化抑制

斎藤美貴\*<sup>§</sup>・小嶋匡人\*・恩田 匠\*

\* 山梨県工業技術センター

## Control of Hardening of Dumpling (Japanese Dango) by Addition of Mushroom

SAITO Miki\*<sup>§</sup>, KOJIMA Masato\* and ONDA Takumi\*

\* Yamanashi Industrial Technology Center, 2094, Ohtsu-machi, Kofu-shi, Yamanashi 400-0055

Dumplings (Japanese Dango) with added mushroom (*Shiitake*, *Eringi*, *Maitake* or *Mushroom*) were produced by addition of 0.5% mushroom as dry matter to rice flour. After being kept at 25°C for 24 hrs, the hardness of the dumplings was measured. It was found that only *Shiitake* controlled the hardening of dumpling and the degree of gelatinization of starch measured by  $\beta$ -Amylase-Pullulanase (BAP) method declined gradually. These effects became more pronounced with increasing concentration of *Shiitake*. It was assumed that an enzyme in relation to saccharides contributed to the control of the hardening because the effect was not found when *Shiitake* was heat-treated. In the *Shiitake* dumpling, sugar composition changed and only glucose concentration increased slightly in process of time. From these results, it seemed that glucoamylase and other factors affected control of the hardening.

(Received Apr. 21, 2008 ; Accepted Aug. 7, 2008)

**Key words** : mushroom, *Shiitake*, dumpling (Japanese Dango), control of hardening, retrogradation

キノコ, シイタケ, 団子, 硬化抑制, 老化

菓子業界ではアミロースのみからなる粳米を粉末加工したものを上新粉と呼ぶ。これを原材料とする蒸し菓子は、「朝生菓子」<sup>1)</sup>と称され、蒸し後急速に硬化するため、消費期限が1日限りで、きわめて日持ちの短い菓子である。この硬化現象では、食感が著しく低下するので、品質管理上大きな問題である。この硬化原因の1つであるデンプンの老化を防止する方法については、古くから研究が行われ、糖<sup>2),3)</sup>、糖アルコール<sup>3)</sup>、界面活性剤<sup>4)</sup>、酵素等<sup>2),5)</sup>の添加が効果的であり、すでに老化抑制剤として広く利用されているものも多い。

筆者らは地域特産物の利用を背景とした商品開発の過程で、山梨県の特産物であるキノコの利用を試みてきた。キノコは菓子の原材料としては、これまでほとんど利用されてこなかったが、シイタケを添加した団子では大きく硬化が抑制された。そこで、本報ではキノコの種類や前処理と団子の硬化抑制との関連、さらにこれらにおよぼす各種要因について検討したので併せて報告する。

## 実験方法

### 1. 供試キノコ

キノコは、山梨県内のスーパーマーケットで市販されていた、シイタケ、エリンギ、マイタケおよびマッシュルームを使用した。なお、これらはすべて施設栽培されたものである。

上新粉は日の本穀粉社製を使用した。

### 2. キノコ試料

(1) キノコ懸濁液 生キノコ(水分量90.3%)を乾燥重量で0.2, 0.5および1.0gとなるように採取した。これらにそれぞれ20mlの蒸留水を加え、ホモジナイザー(HG 30, 日立工機社製)を用いて均一化後、蒸留水で30mlに定容したものをキノコ懸濁液とした。

(2) 凍結乾燥キノコ粉末 生キノコを細断し、液体窒素で凍結させた後、凍結乾燥機(DC-55 A, ヤマト科学社製)を用いて乾燥させた。乾燥後の試料を粉砕機(SCM-40 A, 石崎電機製作所社製)で粉末化し、50メッシュの篩を通過したものを粉末試料とした。

(3) 加熱乾燥キノコ粉末 生キノコを細断し、30°C

\* 〒400-0055 山梨県甲府市大津町2094

§ 連絡先 (Corresponding author) E-mail: msaito@yitc.go.jp

に設定した乾燥機で6時間乾燥させた試料を30℃乾燥試料とした。また、30℃で2時間乾燥後、60℃で4時間乾燥させた試料を60℃乾燥試料とした。これら乾燥試料は(2)と同様に処理して粉末試料とした。

(4) 加熱還流処理キノコ懸濁液 細断した生キノコ10gを40mlの蒸留水中でホモジナイザーで均一化後、60mlに定容した試料を沸騰水中で30分間加熱還流したものをそのまま加熱還流処理キノコ懸濁液とした。

## 2. 団子の調製

上新粉100gに50℃の温水80mlを加え、手で捏ねた後、蒸し器で7分間蒸煮した。生地温度が50℃を下回ったとき、蒸留水30mlを加えて生地を調製した。なお、キノコ試料の2.(1)キノコ懸濁液と(4)加熱還流処理キノコ懸濁液では蒸留水30mlのかわりに、いずれもそれと同量の各調製液30mlを添加した。それに対し、2.(2)凍結乾燥キノコ粉末と(3)加熱乾燥キノコ粉末ではいずれも上新粉に対し、0.5%となるように各調製粉末0.5gを分取して、蒸留水に懸濁後、30mlに定容して添加した。

その後、各キノコ試料が生地に均一になるまで手で捏ねてから、生地を直径2cmの棒状に伸ばし、2cm間隔でナイフで切断して成形したものを団子とした。

団子はポリプロピレン製のトレイ(38cm×26cm×8cm)の中に入れ、上部をラップで覆い、室温25℃、湿度50~60%に保持された室内で保存した。

## 3. 硬度の測定

硬度はレオメーター(CR-500 DX, サン科学社製)を使用して測定した。測定条件はモード20(荷重が付加後に、設定された距離を進入する測定法)、速度60mm/分およびスケーラー5mmとした。感圧軸はNo.2( $\phi$  20mm)を使用した。データ解析はRHEO DATA ANALYZER(サン科学社製)で行い、最大応力を硬度(N)として求めた。各試験区とも、各10個体を測定し、その平均値と標準偏差を算出した。

データ間の有意差検定は、2群間ではStudentのt検定、3群以上ではDunnett法で行い、危険率5%未満を有意とした。

## 4. 糊化度の測定

(1) 粉末試料の調製 団子1gを乳鉢に採取し、エタノール中で乳棒を使用して磨砕した。これを100ml容量のトルビーカーに移し、エタノール(上澄)を除去した。再びエタノール20mlを加え、攪拌しながら脱水し、上澄を除去する操作を2回繰り返す。ガラスフィルター(1G3)上で減圧濾過した。これをアセトンで脱水、脱アルコール処理した。調製した乾燥粉末はデシケーター内で保存した。

(2) BAP法による糊化度の測定 調製した団子粉末試料のデンプンの糊化度を松永らの $\beta$ -Amylase・Pullulanase法(BAP)法<sup>9)</sup>により測定した。

## 5. 糖類の測定

細断した団子を5g採取し、75%エタノール100mlを

加え、加熱還流抽出を30分間行った。抽出液を濾紙(No.2, ADVANTEC社製)で濾過後、濾液をエバポレーターを用いて常温下で濃縮し、蒸留水で10mlに定容した。この1mlを限外濾過膜(5,000NMWL, MILLIPORE社製)で濾過し、濾液をHPLC(CCPD, 東ソー社製)で分析した。カラムはPolyspher CH PB(Cica-Merck社製)を使用し、カラムオープンは80℃に設定した。溶離液には蒸留水を使用し、流速は0.4ml/minとした。検出および定量は示差屈折計(L-3300, 日立社製)で行った。

## 実験結果

### 1. キノコの種類が団子抑制効果に及ぼす影響

シイタケ, エリンギ, マイタケおよびマッシュルームのキノコ懸濁液を乾燥重量として対粉0.5%となるように添加した団子の製造24時間後の硬度を図1に示した。キノコ懸濁液無添加区の団子の硬度が6.9Nであったのに比べ、シイタケ添加区では硬度が5.4Nで、無添加に比べ約20%抑制されていた。それに対して、エリンギおよびマッシュルームを添加した団子の硬度は約7.7Nで、無添加に比べ約10%硬化していた。また、マイタケを添加した団子の硬度は7.4Nであったが、無添加とは有意差が認められなかった。

### 2. シイタケ添加量の影響

シイタケ無添加団子とシイタケを対粉0.5%添加した団子の硬度を製造直後から24時間おきに2日間レオメーターで測定した結果を図2に示した。無添加区では製造直後の4.9Nから48時間後には約11.5Nと経時的に硬化するが、シイタケ添加区では硬化が抑制され、48時間後まで硬度がほぼ一定(約5N)に推移した。

図3にキノコ懸濁液を乾燥重量で対粉0.2, 0.5および

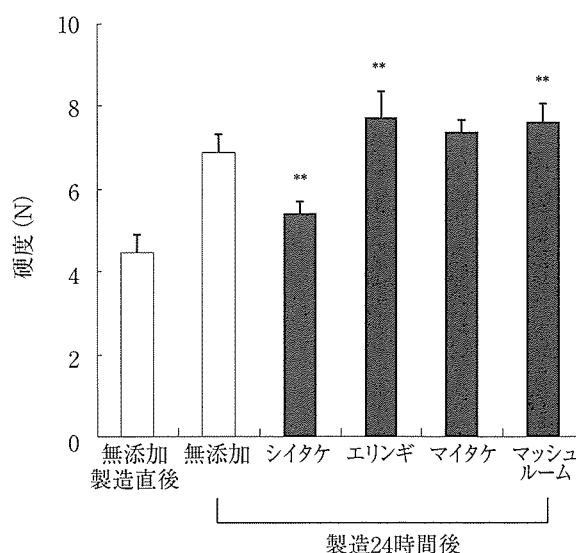


図1 各種キノコを添加して製造した団子の硬度

キノコ懸濁液は乾燥重量で上新粉に対して0.5%で添加した。結果はレオメーターで10個体を測定した硬度の平均値±標準偏差で表した。図中の誤差線は標準偏差を示す。

無添加団子製造24時間後と比較: \*\* $p < 0.01$

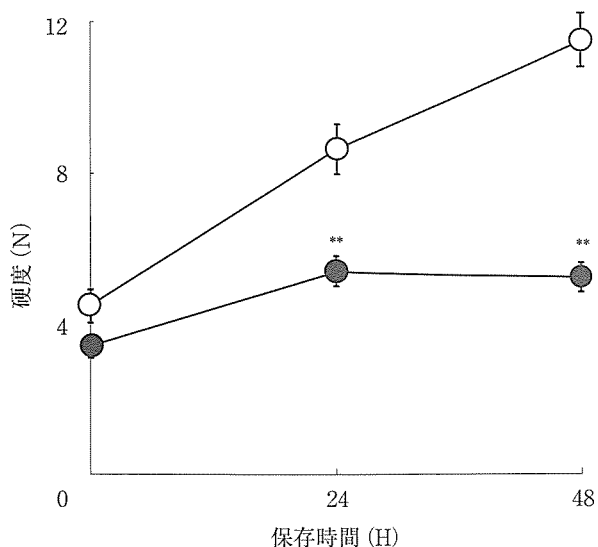


図2 シイタケ添加団子の硬度の変化

シイタケ懸濁液は乾燥重量で上新粉に対して0.5%で添加した。結果はレオメーターで10個体を測定した硬度の平均値±標準偏差で表した。図中の誤差線は標準偏差を示す。

○：無添加  
●：キノコ懸濁液を上新粉に対して0.5%添加  
製造同時経過後の無添加団子と比較：\*\*p<0.01

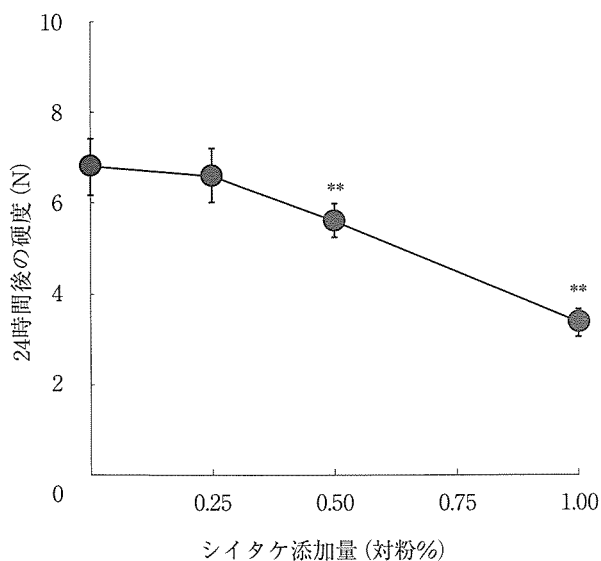


図3 シイタケ添加量が団子の硬度に及ぼす影響

結果はレオメーターで10個体を測定した硬度の平均値±標準偏差で表した。図中の誤差線は標準偏差を示す。

無添加団子と比較：\*\*p<0.01

1.0%添加した団子の24時間後の硬度を示した。無添加に比べ0.2%添加では約4%, 0.5%添加では約20%, 1.0%添加では約50%程度硬化が抑制され、シイタケ添加量と団子硬化抑制効果の間に濃度依存性が認められた。

### 3. シイタケ添加団子の糊化度

シイタケ懸濁液を乾燥重量で対粉0.5%添加した団子

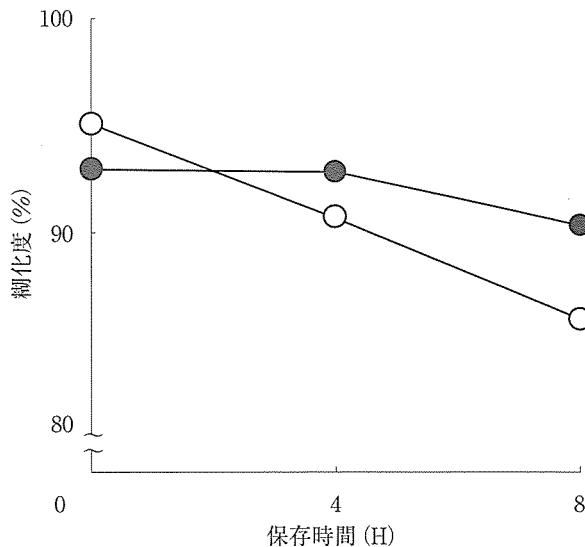


図4 シイタケ添加団子の糊化度の変化

シイタケ懸濁液を乾燥重量で上新粉に対して0.5%で添加した団子中のデンプンの糊化度をBAP法で測定した。

○：無添加  
●：キノコ懸濁液を上新粉に対して0.5%添加

の糊化度の経時変化を測定した(図4)。その結果、シイタケ無添加の団子では糊化度が製造直後の95%から48時間後の87%まで直線的に低下し、経時的に硬化が進行するのに対して、シイタケ添加した団子では、初発の糊化度が93%と無添加に比較して低いものの、その後の低下が抑制され(48時間後で91%)、硬化の進行が遅延されることが判明した。

### 4. シイタケの前処理方法が団子の硬化抑制に及ぼす影響

シイタケを団子に添加する際の前処理方法について検討を行った(図5)。凍結乾燥粉末添加区の団子の製造24時間後の硬度は、懸濁液添加区と同様に、対照である無添加区に比べ低く、硬化が約30%抑制されていた。一方、加熱処理を行った、30℃乾燥粉末では25%、60℃乾燥粉末では18%、加熱還流処理添加区では3%の硬化抑制がみられ、処理温度が高くなるに従い硬化抑制効果が認められなくなった。

### 5. シイタケ添加団子中の糖成分の変化

シイタケの加熱温度が高くなるに従い、団子の硬化抑制効果が認められなくなったことから、酵素の関与が示唆された。デンプンの老化防止に効果がある酵素としては、糖分解酵素が想定されたので、懸濁液添加対粉0.2, 0.5または1.0%の団子中に含まれる糖を経時的に測定した。HPLCのクロマトグラム上では、シイタケ無添加区では製造直後からマルトースのみが認められ、製造24時間後および48時間後においても、変化は認められなかった。これに対して、シイタケ添加区では、製造直後はマルトースとグルコースが認められたが、グルコースのみが経時的に増加した。1.0%添加区以外の団子で

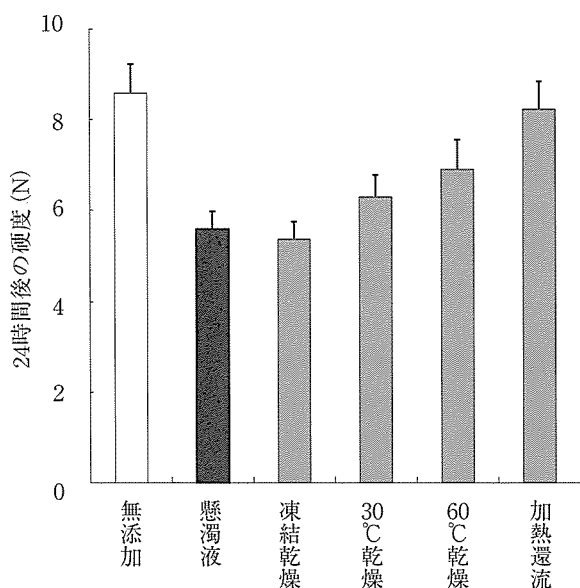


図5 シイタケ前処理方法と硬化抑制の関係

キノコ試料を乾燥重量で上新粉に対して0.5%で添加した。結果はレオメーターで10個体を測定した硬度の平均値±標準偏差で表した。

図中の誤差線は標準偏差を示す。

は製造直後は0.01 g/100 g程度、1.0%添加区では0.03 g/100 g程度のグルコース濃度であったが、製造48時間後に0.2%添加区で0.05 g/100 g、0.5%添加区で0.1 g/100 g、1.0%添加区で0.3 g/100 gといずれも直線的に増加し、シイタケ添加量が多いものほど、グルコース生成量の増加が認められた (図6)。

## 考 察

本研究は地域特産物を利用した新製品開発の過程で観察された、キノコ添加団子の硬化抑制効果について、特にシイタケを添加したときの硬化抑制の要因について検討を行った。

今回の実験では、キノコは製品コストの低減化や利用しやすさを念頭に、比較的安価で入手しやすい品種を選んだ。供試したキノコのうち、製造1日後の硬化が抑制されたのは、シイタケのみであった。

硬化抑制効果が認められたシイタケを乾燥重量で対粉0.5%または1.0%添加した団子は、若干茶色く着色するが、シイタケの味および香りはしなかった。また、シイタケ無添加および添加の団子ともに3日目には表面にカビが観察されたが、シイタケ添加によって団子の変敗が進行する現象はみられなかった。

シイタケは加熱処理した後、団子に添加した場合、高温で処理したものほど硬化抑制効果が低下することがわかった。このことから、団子の硬化抑制にはシイタケ中に含まれる酵素の関与が示唆された。そこで、シイタケを添加した団子の糖組成を経時的に調べた。その結果、含量としては少ないものの、グルコースのみ増加が認め

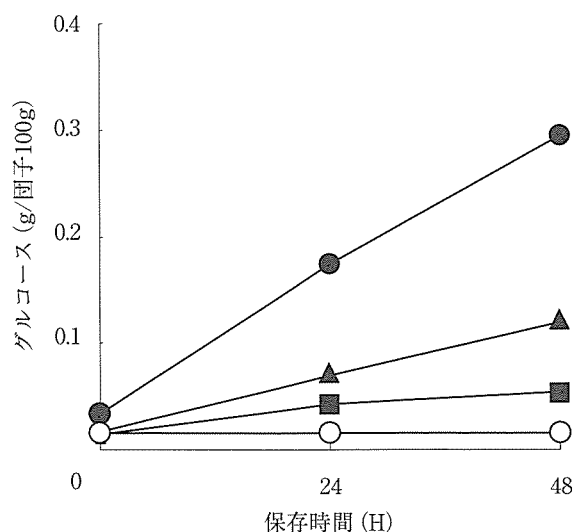


図6 団子中のグルコース濃度

異なる濃度でシイタケ懸濁液を添加した団子中のグルコース濃度を測定した。

- 無添加
- シイタケ懸濁液対粉0.2%
- ▲—シイタケ懸濁液対粉0.5%
- シイタケ懸濁液対粉1.0%

られた。したがって、使用原料から考えると、上新粉デンプンに対して添加シイタケ由来のグルコアミラーゼが作用することによってグルコースが生成したと推察された。

一方、シイタケを乾燥重量で対粉1%添加した団子において製造24時間後に生成されたグルコース量 (0.18 g/100 g) となるように、上新粉にグルコースを加えて調製した団子の24時間後の硬度は無添加区と差がなく、硬化抑制効果は認められなかった (データは省略)。本報告では分子量5000以上の多糖類については分析を行っておらず、また酵素についても単離・精製を行っていないので言及はできないが、グルコアミラーゼの関与のみで、団子の硬化抑制を説明するのは難しい。

シイタケの団子硬化抑制要因について明確な結論は得られなかったが、市販の硬化防止剤は糖化酵素と界面活性剤が相補的に働いている報告もあることから<sup>7)</sup>、シイタケ中のほかの成分の関与も十分考えられ、今後さらに検討を要するものと思われた。しかしながら、実用的な観点からシイタケを朝生葉子に利用した場合には十分硬化抑制効果が期待されることが判明した。

謝 辞 本論文をまとめるにあたり、有益なご助言とご校閲をいただいた、元山梨県工業技術センター副所長 小宮山美弘博士に深謝いたします。

## 文 献

- 1) 小林彰夫・村田忠彦：菓子の事典 (朝倉書店、東京), p.207 (2000)

- 2) 佐藤有一：糖，酵素，澱粉の添加が餅及び団子生地  
の硬化に及ぼす影響，福井食品加工研，22～23  
(1998)
  - 3) 長谷 幸・川村 潮・安井 健：糖及び糖アルコールがでん粉の糊化及び老化に及ぼす影響，食総研  
報，38，73～84 (1981)
  - 4) 木村良和・渡辺隆夫・石東哲男：澱粉とシヨ糖脂肪  
酸エステル of 相互作用に関する研究 (第一報) 馬鈴薯  
澱粉ゲルの諸性状に及ぼす非イオン界面活性剤の影響，  
日食工誌，18，333～339 (1971)
  - 5) 石田欽一：高水分穀粉ゲルの硬化抑制に対する酵素  
添加の影響，日食工誌，33，227～231 (1986)
  - 6) 松永暁子・貝沼圭二：デンプン質食品の老化に関す  
る研究(第1報)米飯の老化について，家政誌，32，653  
～659 (1981)
  - 7) 小沢俊治・小宮山美弘・小林真臣・風間敬一：餅菓  
子の硬化現象に関する研究，山梨食指導，7，46～52  
(1975)  
(平成20年4月21日受付，平成20年8月7日受理)
-