

さつまいもの加熱調理及び保存による食物繊維の性状変化

大場君枝，山中なつみ，小川宣子

家政学部健康栄養学科

(2006年11月8日受理)

Changes of Properties of Dietary Fiber by Cooking and Preservation of Sweet Potato

Department of Health and Nutrition, Faculty of Home Economics,
Gifu Women's University, 80 Taromaru, Gifu, Japan (〒501 - 2592)

OHBA Kimie, YAMANAKA Natsumi and OGAWA Noriko

(Received November 8, 2006)

I. 緒言

食品は生で食べるだけでなく、組織の軟化などの目的で加熱調理が必要な食品も多い。加熱調理により糖質の糊化¹⁾やビタミンの破壊²⁾など栄養素の性質や量が変化する場合がある。これらの栄養素の性状変化は加熱調理後の食品を摂取したときの栄養価に影響すると考えられる。食物繊維も加熱調理により量や性質が変化し、食品を摂取したときの生理作用に影響する可能性があると考えられる。

前報³⁾では、加熱調理による食物繊維の性状変化を明らかにすることを目的とし、食物繊維を多く含むさつまいもを試料として、加熱調理による水溶性食物繊維（以下 SDF）及び不溶性食物繊維（以下 IDF）の量の変化を調べるとともに、食物繊維の生理作用のひとつである腸内発酵性について加熱調理による変化を調べた。さつまいもの加熱調理法は蒸す方法と電子レンジで加熱する方法とし、調理法の違いによる影響も調べた。その結果、SDF 及び IDF 量は蒸し加熱、レンジ加熱により生のさつまいもに比べ、IDF 量が増加す

る傾向がみられたが、有意差は認められなかった。一方、豚の盲腸内細菌を用いたバッチ培養により腸内発酵性を調べた結果、IDF の腸内発酵性には加熱調理による変化はみられなかったが、SDF では、レンジ加熱したさつまいもは生及び蒸し加熱したさつまいもに比べて、SDF が盲腸内細菌により分解されにくく、レンジ加熱によってさつまいもに含まれる SDF の腸内発酵性が低くなることが示唆された。

食物繊維の生理作用に影響する物理的な性質として、保水性、粘性がある⁴⁾。山中ら⁵⁾は、SDF であるアルギン酸を含むメカブの粘りを摂取したラットにおいて、盲腸内発酵速度が抑制され、その要因は盲腸内容物の粘度上昇にあると報告している。食物繊維の腸内発酵性には粘性の影響が大きいと考えられ、レンジ加熱したさつまいもの SDF の腸内発酵性が低下した原因として、レンジ加熱により SDF の粘性が変化した可能性があると考えられる。

このように加熱調理により食物繊維の物理的性質が変化し、生理作用に影響する可能性

があることから，本研究では，さつまいもに含まれる食物繊維の加熱調理に伴う粘性と保水性の変化を明らかにすることを目的とした。

さらに，さつまいもなどのいも類は保存が可能な食品であることから，保存による食物繊維の量や性質の変化も摂取したときの生理作用に影響する可能性が考えられる。そこで，さつまいもに含まれる食物繊維の保存による量及び保水性・粘性の変化についても調べた。

II. 方法

(1) 試料

さつまいもは各務原産ベニアズマ(平成16年10月31日収穫)を試料とした。

(2) 試料の調製

さつまいもの加熱調理方法は蒸す方法(以下蒸し加熱)と電子レンジで加熱する方法(以下レンジ加熱)とした。加熱条件は，前報³⁾と同様，加熱後の硬さが一致(破断強度 $9.0 \times 10^4 \text{Pa}$)する蒸し加熱100℃，12分，レンジ加熱200W，3.5分とした。

さつまいもの保存条件は，20℃の恒温器内で6ヶ月間とした。

蒸し加熱，レンジ加熱及び生のさつまいもならびに保存前後の生のさつまいもは，40℃で20時間通風乾燥した後，42メッシュ以下に乳鉢で粉碎した。

(3) SDF 及び IDF の抽出及び定量

SDF 及び IDF の抽出及び定量は，Prosky 変法を用いて行った。

(4) SDF の粘性

SDF の粘性として，(3)で抽出した SDF の10%水溶液を0.6ml用いて，TV-20形粘度計(東機産業株式会社)により試料温度20℃，

回転数50rpmにおけるみかけの粘度を測定した。

(5) IDF の保水性

IDF 0.05g に水0.8mlを加え4℃で12時間放置して IDF に水を吸着させた。IDF に吸着されなかった水を取り除くため，遠心分離(4℃，8000×g，20分)し，上澄みを除いた。沈殿物の重量を測定した後105℃で8時間乾燥し，残った乾燥物の重量を測定した。沈殿物重量と乾燥物重量の差を IDF の結合水量とし，IDF 量に対する結合水量の割合を IDF の保水性とした。

III. 結果及び考察

III-1. 加熱調理に伴う食物繊維の粘性及び保水性の変化

(1) 加熱調理による SDF の粘性の変化

加熱調理による SDF の粘性の変化を調べた結果を図1に示した。蒸し加熱したさつまいもの SDF の粘度は，28.6mPa・s であり，生のさつまいもに含まれる SDF の粘度30.6mPa・s とほぼ同じ値を示したことから，さつまいもに含まれる SDF の粘性は蒸し加熱に

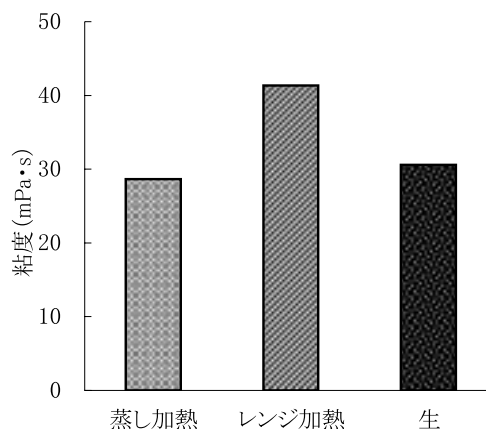


図1 加熱調理したさつまいもに含まれる水溶性食物繊維の粘度

・値は3回測定した平均値を示す。

よっては変化しないことが示された。しかし、レンジ加熱した場合には、SDFの粘度は41.3 mPa・sと生及び蒸し加熱に比べ高い値を示した。各試料間に有意差は認められなかったが、加熱調理によるSDFの粘性への影響は、調理法の違いにより異なり、電子レンジで加熱した場合に、蒸し加熱した場合よりもSDFの粘性が高くなる傾向が示された。

電子レンジで加熱した場合、試料の中心温度は、3.5分間で99.7℃まで急激に上昇したのに対し、蒸し加熱した場合には加熱12分後において98.2℃であった。また、加熱前後の試料重量は、蒸し加熱後では加熱前の102.5%に増加したのに対し、レンジ加熱後では83.9%と減少しており、レンジ加熱では水分含量が減少していることが示された。加熱調理によるSDFの粘性への影響が調理法の違いにより異なった原因として、電子レンジ加熱における食品の急激な温度上昇や水分含量の変化がSDFの粘性に影響を与えた可能性が考えられた。

前報³⁾において、SDFの腸内発酵性についてSDFを基質としたバッチ培養により培養前後の全糖量の変化から腸内発酵性を調べた結果、培養0時間の全糖量を100%としたときの培養12時間後における全糖量の割合が蒸し加熱44.7%、生49.9%に対し、レンジ加熱は、71.9%と最も高い値($p < 0.05$)を示した。レンジ加熱したさつまいものSDFは生や蒸し加熱したさつまいもに比べて腸内細菌による発酵を受けにくいことを明らかにした。SDFの腸内発酵性が最も低い値を示したレンジ加熱のSDFは、粘性が最も高い値を示したことから、電子レンジでの加熱によるSDFの粘性の上昇がSDFの腸内発酵性を低下させる要因の一つとなったのではないかと推察した。

(2) 加熱調理による IDF の保水性の変化

加熱調理によるIDFの保水性の変化を図2に示した。IDFの保水性は蒸し加熱335%、レンジ加熱358%といずれの加熱調理法においても生500%に比べて有意($p < 0.01$)に低い値を示した。よって、IDFの保水性は、蒸し加熱ならびにレンジ加熱により低下することが明らかとなった。

いも類に含まれるIDFの主要な成分はセルロースであるとの報告⁶⁾がある。セルロースは結晶領域と非結晶領域からなる繊維状の構造になっており⁷⁾、保水力は非結晶領域に水が取り込まれることによるものと考えられている⁸⁾。加熱調理によるIDFの保水性の低下は、非結晶領域のセルロースの繊維が加熱によって密な構造に変化し、繊維内に水分が保持されにくくなったためではないかと推察した。

また、前報³⁾において加熱調理によるIDFの量の変化を調べた結果、加熱調理によりIDF量が増加する傾向がみられ、その原因としてデンプンの一部が不溶化し、不溶性のデンプンが増加するためではないかと考察し

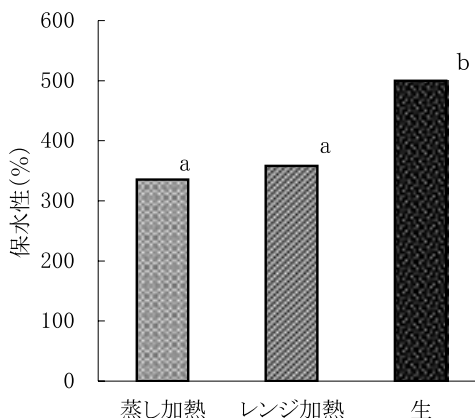


図2 加熱調理したさつまいもに含まれる不溶性食物繊維の保水性

- ・ 値は3回測定した平均値を示す。
- ・ 異なるアルファベット間で1%以下の危険率で有意差があることを示す。

た。このような加熱によって増加した新たな IDF の保水性が低いために、加熱調理後の IDF 全体の保水性が低下した可能性も考えられた。

食物繊維の生理作用のひとつである糞便量の増加作用では、食物繊維による水分保持が糞便量を増加させる要因のひとつであると言われている⁹⁾。よって、加熱調理は、IDF の保水性を低下させ、IDF の糞便量の増加作用を低下させる可能性が考えられる。しかし、前報³⁾では加熱調理によりさつまいもに含まれる IDF 量は蒸し加熱33.2%、レンジ加熱26.9%と生2.13%に比べ増加する傾向を示していたことから、加熱調理前後のさつまいもを同量摂取したときの IDF の糞便量の増加作用への影響について推定するには、加熱調理による IDF 量の増加を考慮する必要がある。そこで、IDF 量の加熱による増加率を保水性の値に乗じて比較した結果、生500%に対し蒸し加熱522%、レンジ加熱452%となり、各試料間に有意差は認められなかった。加熱調理によるさつまいもに含まれる IDF の保水性の低下は、加熱調理による IDF 量の増加を考慮すると、糞便量の増加作用に影響を与えないと推定された。

Ⅲ 2. 保存に伴う食物繊維の量及び粘性、保水性の変化

(1) SDF 及び IDF の定量

保存が SDF 及び IDF 量に及ぼす影響について調べた結果を図3に示した。SDF 量は保存後に1.45%となり保存前の0.81%に比べて高い値を示し、保存前後の差は有意 ($p < 0.05$) であった。よって、保存に伴い SDF 量が増加することが明らかとなった。しかし、IDF 量は SDF とは異なり、保存後1.67%と保存前1.78%に差はなく、保存に伴う IDF 量の変化は認められなかった。

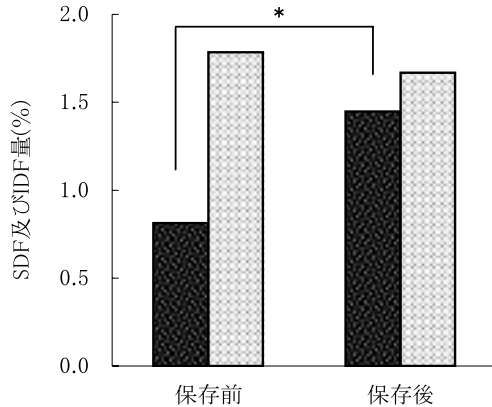


図3 保存前後のさつまいもに含まれる水溶性及び不溶性食物繊維量
 ■ 水溶性食物繊維 (SDF) □ 不溶性食物繊維 (IDF)
 ・値は3回測定した平均値を示す。
 ・*は5%以下の危険率で有意差があることを示す。

ジャガイモでは貯蔵中に水溶性ペクチンが増加するといった報告¹⁰⁾がある。さつまいもにおいても、保存によって不溶性ペクチンが水溶性ペクチンに変化し SDF 量が増加した可能性が考えられたが、IDF 量は保存前後で変化しておらず、不溶性ペクチンが減少したことを裏づけることはできなかった。しかし、保存後の IDF において、不溶性ペクチンは水溶性に変化し減少したが、さらにペクチン以外の IDF が保存により増加した可能性も考えられる。今後、保存前後の SDF 及び IDF の糖組成を分析することにより、保存が SDF 及び IDF に与える影響を明らかにしたいと考える。

(2) SDF の粘性

保存に伴う SDF の粘性の変化を図4に示した。SDF 量は保存により大きく変化したが、SDF の粘性は保存前が30.6mPa・sと保存後の30.4mPa・sと差は見られず、保存によって SDF の粘性は変化しないことが明らかとなった。

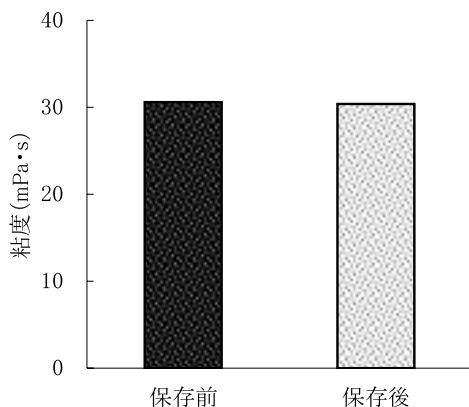


図4 保存したさつまいもに含まれる水溶性食物繊維の粘度
・値は3回測定した平均値を示す。

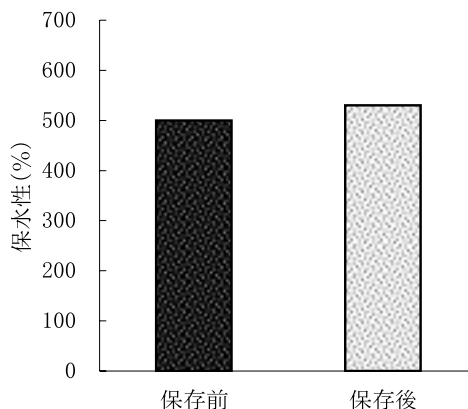


図5 保存したさつまいもに含まれる不溶性食物繊維の保水性
・値は3回測定した平均値を示す。

SDFの粘性は保存によって変化しないことが明らかとなったが、SDF量は図3の結果より保存によって1.78倍に増加した。保存前と保存後のさつまいもを同量摂取したときのSDFの粘性が消化管内容物の粘度に与える影響を推定するため、保存後のSDFの粘度を1.78倍し比較すると、保存後のSDFの粘性は54.1mPa·sと保存前30.5mPa·sに比べ有意 ($p < 0.05$) に高い値となった。これより、保存したさつまいもを摂取した場合の方が保存前のさつまいもを摂取した場合よりも消化管内容物の粘性を高める効果が大きい可能性が考えられる。山中らは、消化管内容物の粘性の上昇は、盲腸内発酵速度を抑制⁹⁾するだけでなく、グルコースの吸収を遅延させ血糖値の上昇の抑制につながることを報告している¹¹⁾。これらの結果より、さつまいもの保存はSDFの生理効果を左右する重要な要因であることが考えられた。

(3) IDFの保水性

IDFの保水性を調べた結果を図5に示した。IDFの保水性においても、SDFの粘性と同様に保存前後の値に差はなく、保存によって変化しないことが示された。図3の結果よ

りIDF量も保存前後では変化しないことが示されたことから、保存は、さつまいもに含まれるIDFの生理作用に影響を与えないことが示唆された。

IV. 要約

加熱調理したさつまいものSDFの粘性とIDFの保水性から加熱調理に伴う食物繊維の性状変化について検討した。さらに保存したさつまいものSDF、IDF量及びSDFの粘性とIDFの保水性から保存に伴う食物繊維の性状変化についても調べた。

加熱方法は、前報³⁾と同様蒸す方法とレンジで加熱する方法とし調理法の違いによる影響も調べた。保存条件は、収穫後20で6ヶ月とした。

さつまいものSDFの粘性はレンジ加熱により生、蒸し加熱に比べ高くなる傾向がみられ、調理法の違いがSDFの粘性に影響する可能性が示唆された。IDFの保水性は、蒸し加熱335%、レンジ加熱357%とともに生500%に比べ有意に低下したことから、加熱調理がIDFの保水性を低下させることが示された。

さつまいものIDF量は保存による変化はなかったが、SDF量は保存後に保存前に比

べ増加することが明らかとなった。保存によるSDFの粘性及びIDFの保水性の変化はみられなかったが、SDF量が保存により増加することから、保存前後のさつまいもを同量摂取したときの消化管内容物の粘度に与える影響は保存後が保存前に比べ大きくなると推定された。

V. 謝辞

本研究を行うにあたり、実験試料の入手にご協力いただきました各務原商工会議所の永田孝也様に深く感謝致します。

VI. 参考文献

- 1) 太田伸輔：「食品学総論」，加藤保子編，南江堂，33-34 (1990)
- 2) 内島幸江：「食品学総論」，加藤保子編，南江堂，102 (1990)
- 3) 大場君枝，山中なつみ，小川宣子：加熱調理による食物繊維の性状変化 岐阜女子大学紀要，35：111-116 (2006)
- 4) 武田秀敏，桐山修八：「食物繊維」印南敏，桐山修八編，第一出版，59-64，68-71 (1995)
- 5) 山中なつみ，稲垣明子，坂田隆，小川宣子：メカブ粘性物質の摂取がラットの盲腸内発酵速度に与える影響 日本家政学会誌，53：991-999 (2002)
- 6) 森文平：「食物繊維」印南敏，桐山修八編，第一出版，360 (1995)
- 7) 國崎直道，佐野征男：「食品多糖類 乳 化・増粘・ゲル化の知識」幸書房，181 (2001)
- 8) 國崎直道，佐野征男：「食品多糖類 乳 化・増粘・ゲル化の知識」幸書房，15 (2001)
- 9) 西野博一，山田弘徳，池田義雄：「食物繊維」印南敏，桐山修八編，第一出版，316 (1995)
- 10) 真部孝明：「ペクチン その科学と食品のテクスチャー」幸書房，64 (2001)
- 11) Yamanaka N., Ogawa N., Takahashi T., Maki Y., and Sakata T.: Effect of the Viscous Exudate of *Mekabu (Sporophyll of Undaria pinnatifida)* on Glucose Absorption in Rats. *FoodSci. Technol. Res.*, 6 (4) : 306-309 (2000)