

小豆の煮熟時間の違いによる餡のレジスタントスターチ量について

著者	亀井 文, 渥美 令菜
雑誌名	宮城教育大学紀要
巻	52
ページ	211-217
発行年	2018-01-31
URL	http://id.nii.ac.jp/1138/00000657/

小豆の煮熟時間の違いによる餡のレジスタントスターチ量について

* 亀井 文 • * 渥美 令菜

Adzuki (Red) bean paste: Effect of cooking time on resistant starch contents and particle morphology

KAMEI Aya and ATSUMI Rena

Background and objectives : Traditional Japanese sweets are very popular and are often eaten in middle-age and elderly people. A lot of traditional Japanese sweets are made from adzuki bean paste, which is called “An”. Adzuki beans are a good source of carbohydrate as well as of protein, because they are starchy pulse. Resistant starch (RS) escapes digestion until reaching colon and acts like dietary fiber. Recently, many researchers suggest taking this new type of dietary fiber for our health benefits. The purpose of this study was to investigate that the effect of different cooking times on RS contents and particle morphology of adzuki bean paste “An”.

Methods : Adzuki beans were boiled 50, 70, 90 minutes with five times volume of water. After grinding, the mixture was strained through a sieve in order to remove husk and put into cheesecloth. Then, 6kg of stone was placed on the cheesecloth for 1 hour to dehydrate “An”. Each treatment of “An” was analyzed RS contents and observed “An” particles by optical microscope.

Results : RS contents of “An” of 50, 70, 90 minutes cooking time were 6.4%, 5.0%, 4.4%, respectively. These results showed that the longer adzuki beans were cooked, the less amounts of RS were formed. Optical microscope observation showed that longer cooking time increased damaged or ruptured “An” particles.

Conclusions : These results indicated that damaged “An” particles had more digestible than intact “An” particles. It might be possible that intact “An” particles resist digestive enzymes. Furthermore, starch inside ‘An’ particles might be altered their structure during cooking. These change would be affected RS contents of adzuki bean paste “An”.

Key words : Adzuki bean paste “An” (小豆餡)
Resistant starch (RS) (レジスタントスターチ)
Cooking time (調理時間)
“An” particles (餡粒子)

I. 緒言

日本において小豆は縄文後期から栽培されており、昔からハレの日の赤飯や和菓子の餡などの原料として食され、現在も日本人にとってもよく食されている豆の一つである¹⁾。豆類には油脂とたんぱく質を主成分とする大豆や落花生、でんぷんとたんぱく質を主成分と

する小豆、いんげんまめなどがある²⁾。小豆(全粒, 乾)は100 g 中58.7 g 炭水化物が含まれており³⁾、その内の41.8 g はでんぷんである⁴⁾。

このようなでんぷんの多い小豆などの豆は、餡として加工することができる。餡は数個から十数個のでんぷん粉粒を含む豆の細胞(子葉細胞)が水の存在下で加熱されることで、細胞を結合している細胞間物質(ペク

* 宮城教育大学家庭科教育講座

チン質)が可溶化して、細胞の形態を保ったままばらばらに分離したものである。この分離した細胞は“餡粒子(または餡細胞)”と呼ばれ、熱変性したたんぱく質から成る頑丈な膜に糊化したでんぷん粒が包まれた構造になっている⁵⁾。

小豆は他の豆類と同様に食物繊維の多い食品である。小豆(全粒,乾)には100g中17.8gの総食物繊維が含まれており、その内の16.6gは不溶性の食物繊維である³⁾。また、小豆生こしあんには100g中6.8gの総食物繊維が含まれており、その内の6.5gは不溶性の食物繊維である³⁾。本多ら⁵⁾は小豆を含む数種の豆類を加熱した場合、食物繊維量は加熱前の食物繊維量と比べて増加し、その増加はほとんど不溶性食物繊維の増加であったと報告している。そして、この加熱による不溶性食物繊維の増加の原因はでんぷんの変性によると考え、レジスタントスターチ(Resistant Starch: RS)が生成されたのではないかと考察している。丹羽ら⁶⁾もオートクレーブで湿熱した小豆餡は未処理の生あんと比べて食物繊維量が増えたと報告し、この増加は消化酵素に抵抗性を示すでんぷんの変性、すなわちRSの生成によるものではないかと考察している。

体内で消化吸収を免れるでんぷんとしてRSは、その体内での機能が近年注目されている⁷⁾。RSは“健康なヒトの小腸内で消化吸収されないでんぷんおよびでんぷん分解物”であり、RS1からRS4の4つあるいはRS5を加えて5つに分類されている。RS1は細胞壁によって物理的に消化できないでんぷん、RS2はでんぷん粒子自体に耐消化性があるでんぷん、RS3は調理後に再結晶した老化でんぷん、RS4は化学的修飾を施されたでんぷん、RS5はアミロースと脂肪の複合体でんぷんである⁷⁾⁸⁾。

最近では食物繊維と同様に、RSは適量を習慣的に摂取することにより健康に寄与することができる機能的成分として注目されている。RSの主な栄養生理機能としては、小腸での消化率が低いことから、糖質や脂質代謝において血糖値抑制作用や血液中コレステロールおよび中性脂肪の低下などが見られ、さらに大腸において、腸内細菌の発酵基質として代謝されて、短鎖脂肪酸、特に酪酸を産生し、この酪酸が腸内細菌叢を変化させ腸内の有用な菌を増殖させたり癌化株細胞の増殖を抑制する、との報告もある⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾。

Kojima, et al.¹¹⁾は小豆およびいんげんまめ(手亡および金時)から調製したでんぷんの処理の違いによるRS量について、脱脂処理および温水処理のでんぷんのRS量は未処理でんぷんのRS量と変わりがなかったが、湿熱でんぷんのRS量は未処理でんぷんのRS量より高くなったと報告している。このように小豆のでんぷんが、加熱し加工することによってRS量増加の可能性を示唆する研究はあるが、小豆餡調製時における煮熟時間とRS量との関係についての研究は、著者の知る限りまだない。そこで本研究では、小豆の煮熟時間の違いによる餡のレジスタントスターチ量について検討することとした。

II. 方法

1. 試料

製餡用として一般的であること、仙台市内の店で購入可能であることから、平成22年度北海道産の小豆「しゅまり」を使用した。

2. 小豆生餡試料調製方法

熱源にはIHヒーター(パナソニック製KZ-PH5P)を使用した。使用したIHヒーターの火力調節は7段階であり、ヒーターの火力表示は表1のように数値化した。

表1 IHヒーター火力表示

IH火力表示 (段階を数値化)	1	2	3	4	5	6	7
一般的に 使われる火力	とろ火	弱火		中火			強火
消費電力 (W)	75	150	260	450	700	900	1400

煮熟方法はKojima, et al.¹¹⁾の方法に準じて行なった。まず、下ゆでとして、両手鍋に300gの小豆と900gの水を入れて火力6で15分煮た後、同量の水を加えて10分煮た(下茹で)。煮汁を捨て、新たに1500gの水を鍋に入れて火にかけた。この時点から煮熟時間の計測を始め、サーモロガー(安立計器株式会社AM-8000 series)を用いて3か所の鍋内の温度変化を測定した。沸騰するまで火力6で加熱し、その後火力3に落として、鍋のふたを閉め、煮熟を行なった。

煮熟後の煮くずれの度合いを数値化するために、村上¹²⁾の方法により腹切れ度を観察した。10分ごとに加熱した小豆を15粒取り、腹切れ度を5段階(0:亀裂無し、1:線程度の亀裂あり、2:亀裂明らか、3:亀裂あり・中身が少し出る、4:崩壊粒)で評価し数値化した。すべての粒が4の段階であれば腹切れ度は60となる。腹切れ度の結果より、50, 70, 90分の3条件で煮熟した小豆を生餡に調製することとした。

生餡の調製は「クッキングエクスペリメント3rd edition おいしさを見つける実験」¹³⁾の方法に準じて行なった。まず小豆と煮汁をざるで分け、小豆の重量と煮汁重量を測定した。小豆に煮汁を加えながらすり鉢で磨砕し、ボールの上のせたこし器に磨砕した小豆を少量ずつ入れ、煮汁を加えながら木べらを用いて餡と皮に分離した。分離した餡をさらし布に入れて、15分おきに重石と接する面を変えながら6kgの重石を1時間載せて水気を切り、これを生餡とした。

各煮熟時間の小豆の加熱終了時重量、煮汁重量、水気を切った後の生餡重量を測定し、生餡重量を加熱終了後豆重量で除した時の値を生餡の収率とした。

3. 煮熟時間の違いによる小豆餡の水分量測定

水分量測定は常圧乾燥法を用いて行なった。生小豆はフォースミルFM-1(ケニス株式会社製)を用いて粉碎し、目開き355 μ mのふるいに通した。50分・70分・90分煮熟小豆餡は生餡調製直後の試料の水分量を測定した。各試料は、恒量した秤量瓶の中にそれぞれ約2gを小数点第4位まで正確に秤量し入れた。秤量瓶は定温恒温乾燥器(NDO-400、(株)東京理化工械)を用い105 $^{\circ}$ Cで1時間加熱した。1時間経過後、乾燥器より乾燥剤の入ったデシケーターに移し、30分後秤量を行い、この作業を恒量(重量差が ± 0.0003 g以下)になるまで繰り返した。

水分量の計算式は以下の通りである。

$$\begin{aligned} \text{水分\%} &= \text{水分重量} / \text{試料重量} \times 100 \\ &= [(\text{秤量瓶に試料を入れた乾燥前の重量}) \\ &\quad - (\text{乾燥後の重量})] / \\ &\quad [(\text{秤量瓶に試料を入れた乾燥前の重量}) \\ &\quad - (\text{秤量瓶の空重量})] \times 100 \end{aligned}$$

4. 煮熟時間の違いによる小豆餡のRS量の測定

(1) 試料の作成

上記のように調製した生小豆とそれぞれの煮熟小豆餡は井川¹⁴⁾の方法に準じてすぐに脱水操作を行った。各試料を約10g乳鉢に入れて、メタノール25mlを加えて乳鉢中で磨砕しながら脱水した。メタノールの上清を捨て、再びメタノール25mlを加え磨砕後上清を捨てる操作をさらに2回繰り返した。その後アセトン25mlを加えてさらに脱水する操作を3回行った試料をRSの測定に用いた。

なお、生小豆は種皮ごと粉碎したため、小豆中の種皮割合を求め、RS量は種皮部を除いた値となるように重量補正を行った。

(2) RS測定

RSの測定はMegazyme社のRS ASSAY KIT(AOAC Method 2002, AACC Method 32-40)により行なった。試料100mgに対してアミログルコシターゼを含む α -アミラーゼ溶液を4.0ml加え、16時間、37 $^{\circ}$ Cの恒温槽で連続的な振とう(200strokes/min)を行い反応させた。その後、4.0mlの99%エタノールを加え混和後1500 \times gで10分間遠心分離を行い、上清を取り除いた。次に50%エタノール2mlを入れて混和後、さらに50%エタノールを6ml加えて混ぜ、1500 \times gで再び10分間遠心分離機で分離し上清を取り除く操作を、2回行なった。残った沈殿に2MのKOH2mlを加え、氷で冷却しながら20分間攪拌した後、1.2M酢酸ナトリウム緩衝液(pH3.8)を8ml加えて混和後、アミログルコシターゼ(3300U/ml)を0.1ml加え50 $^{\circ}$ C 30分間反応させた。その後1500 \times gで10分間遠心分離を行い、上清0.1mlにGOPOD溶液を3.0ml入れ、50 $^{\circ}$ Cで20分間反応させた後、510nmにおいて吸光度測定を行ない、グルコース量としてRS量を測定した。

RS量は以下の式に当てはめて求めた。

$$\begin{aligned} \text{RS} (\text{g} / 100 \text{g} \text{ 試料}) &= \Delta E \times F / W \times 9.27 \\ \Delta E &= \text{試料の吸光度} - \text{reagent blank の吸光度の平均} \\ F &= 100 / (\text{D-glucose standard の吸光度の平均} \\ &\quad - \text{reagent blank の吸光度の平均}) \\ W &= \text{試料の量 (g)} \end{aligned}$$

5. 煮熟時間の違いによる小豆餡の形態観察

粉末生小豆および生餡の塗抹標本に蒸留水を滴下し、光学顕微鏡 (OLYMPUS, Tokyo) を用いて、倍率600倍で餡細胞の形態を観察した。

III. 結果および考察

1. 小豆煮熟時の鍋内部の温度変化

下茹で後の小豆煮熟時の鍋内部の温度変化の様子を図1に示した。火力6 (強火) で加熱後、13分で沸騰したため、火力3 (弱火) に変え、ふたを閉めた。いったん温度が90℃以下に下がるが、30分以降は90℃以上を保ち、50分以降は約100℃を保ち続け安定していた。

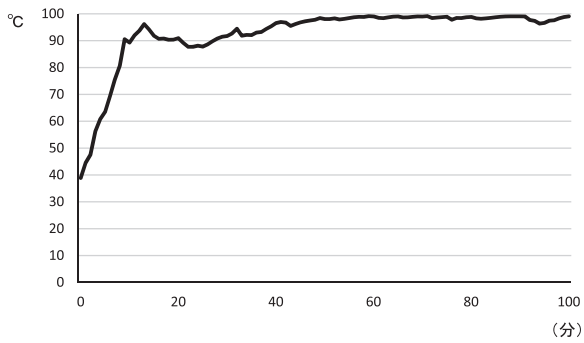


図1 小豆煮熟時の鍋内部平均温度変化

2. 腹切れ度

下茹で後の小豆煮熟中、10分毎に任意の小豆を15粒取り出し、腹切れ度の観察を行なった。結果は図2に示す。加熱開始から40分までは、取り出した豆の全てが腹切れ度0~1の硬さであり、餡にはできないような硬さの状態だった。しかしながら、40分を過ぎてから50分で腹切れ度2以上の指でつぶせる程度の軟らかい豆が急激に現れるようになり、60分位までで急激

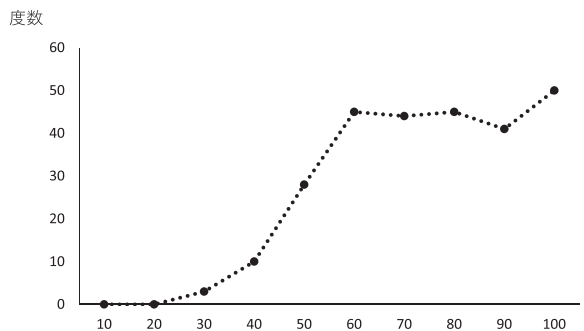


図2 煮熟時間による腹切れ度の変化

に豆の腹切れ度が高くなった。それ以降も腹切れ度3~4の軟らかい豆が徐々にではあるが、さらに増えていった。そして、手でつぶしてみたところ、同じ腹切れ度でも煮熟時間が長いほどなめらかで軟らかくなることがわかった。

以上の結果より本研究では、小豆の煮熟時間を硬め50分、ふつう70分、軟らかめ90分の3条件で煮熟を行い、実験を進めることとした。

3. 煮熟時間の異なる餡の収率

表2は、加熱時間の異なる小豆生餡の収率を示したものである。原料の小豆300gの煮熟が終了した段階で、50分煮熟は2.48倍、70分煮熟は2.58倍、90分煮熟は2.62倍と、加熱時間が長いほど小豆重量は増加したが、生小豆からの煮熟時間による重量変化には大きな違いは見られなかった。一方、生餡重量では70分・90分・50分の順で重く、加熱終了時重量と生餡重量の割合である収率も70分が76.7%と一番高く、50分が71.4%、90分が70.9%と一番低くなった。

小豆には、他の小豆と比べて非常に煮熟されづらい石豆と呼ばれる硬粒豆や古豆が存在する¹⁵⁾。これは、餡の歩留まりに直接関わるため小豆の加工現場においても重要視されている。本実験においても、50分煮熟の小豆を裏ごしして餡にする際、木べらで押し出してもつぶれない豆がいくつかあった。これが石豆だと考えられる。この豆の存在により、50分煮熟の収率が70分ほど高くなるはならなかったと考えられる。一方、90分煮熟では加熱終了後、小豆と煮汁をざるで分ける際に鍋底にどろりとしたものが沈殿していた。通常餡粒子は、内側にある10数個のでんぷん粒が外側の細胞膜に守られている構造をしている。しかし、90分煮熟ではいくらかの餡粒子が損傷または崩壊したことにより、餡粒子内にあるでんぷん粒が流出し、餡を調製する過程で除去されてしまったものと考えられる。

表2 各加熱時間の餡の収率

加熱時間	加熱終了時小豆重量(g)	生小豆からの増加率 (%)	生餡重量 (g)	生餡収率 (%)	煮汁重量 (g)
50分	744	248.0	531	71.4	953
70分	773	257.7	593	76.7	884
90分	788	262.7	559	70.9	811

4. 煮熟時間の違いによる小豆餡の水分量測定

異なる煮熟時間の餡の水分量を表3に示した。生小豆は14%、50分煮熟、70分煮熟、90分煮熟はそれぞれ約70.0%となり、加熱時間による水分量の差異はほとんどみられなかった。このことは、餡をさらし布に入れて、15分おきに重石と接する面を変えながら6kgの重石を1時間のせる脱水操作を行うことによって、50分、70分、90分の煮熟時間の違いによる生餡生成時の水分量をほぼ同量に出来ることがわかった。

表3 異なる煮熟時間の餡の水分量

	水分量 (%)
生小豆	14.05 ± 0.08
50分	70.72 ± 0.14
70分	69.81 ± 0.27
90分	70.00 ± 0.25

5. 生小豆および煮熟時間の違いによる小豆餡のRS量

生小豆および煮熟時間の違いによる小豆餡のRS量を図3に示した。生小豆は約13.3%、50分煮熟は約6.4%、70分煮熟は約5.0%、90分煮熟は約4.4%となり、生小豆のRS量が最も有意に高く、生小豆のRS量は煮熟したRS量と比べて2倍近い値であった。煮熟時間の違いによる生餡のRS量を比べると、小豆餡の70分と90分煮熟のRS量と比べて50分煮熟のRS量は有意に高い値を示したが、70分と90分煮熟間では有意な差はみられなかった。煮熟時間が長い小豆の餡ほど、RS量が少なくなる傾向であった。

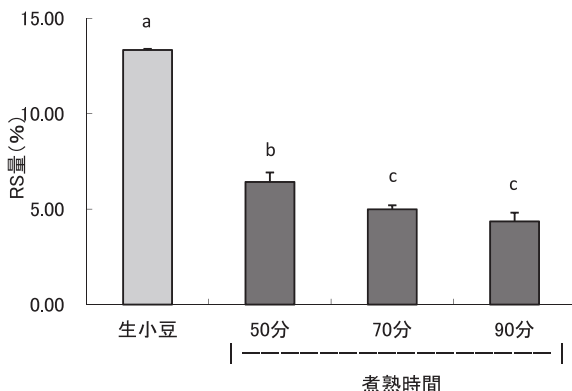


図3 生小豆および煮熟時間の違いによる小豆餡のRS量

これらの結果より、生小豆でんぷんには物理的に消化できないでんぷんR1や結晶構造の特徴により消化酵素活性に対して抵抗性を示すでんぷんであるRS2が

含まれていると考えられた。でんぷんはアミロースとアミロペクチンの2種類で構成されている。アミロースの構造は二重らせん構造で高密度であり、枝分かれ状のアミロペクチンと比べて消化抵抗性を示す⁹⁾。小豆・さつまいも・うるち米の3者でアミロース存在比率の比較によると、生小豆でんぷん中のアミロース存在比率は22%であり、さつまいもでんぷん・うるち米でんぷんの19%と比較するとやや高い値である¹⁶⁾。本研究室では先に、生さつまいものRS量が12.0%であったことを報告している¹⁷⁾。今回の実験結果では、生小豆のRS量が約13.3%であったことから、でんぷん中のアミロース含量が高い生小豆のRS量は多くなることが示唆された。

50分、70分、90分煮熟の小豆餡のRS量を比較すると、順に6.4%、5.0%、4.4%となり、煮熟時間が短い餡ほどRS量が多くなった。小豆は水を加えて加熱することで子葉細胞間の接着力の低下や糊化による吸水や膨潤がおこるため、やわらかくなる。でんぷん内のアミロース・アミロペクチンは煮熟されることによって糊化・吸水・膨潤し組織の構造変化が進む。このアミロース・アミロペクチンの構造変化で消化抵抗性が低くなったことが、加熱時間が長いほどRS量が減少する理由の一つと考えられる。さらに、餡粒子の細胞膜が熱によって損傷が進むことで餡粒子内のでんぷん粒が消化酵素と接触しやすくなることも加熱時間の長さによるRS量減少の理由として考えられる。

さらに各煮熟時間の後、小豆は常温で生餡に調製する操作が加わっている。調理後の膨潤した糊化でんぷんが冷却されることによって収縮していく現象を老化という。本研究での各煮熟時間における小豆生餡のRS量は小豆でんぷんが糊化後に常温に冷却して生餡に調製していることから、老化によって生成されるRS3が多いのではないかと考える。

6. 煮熟時間の違いによる餡粒子の形態変化

生小豆のでんぷん粒子および煮熟時間の異なる小豆生餡の餡粒子を光学顕微鏡で600倍の倍率で観察したものを図4に示した。

生小豆のでんぷん粒子は餡粒子と比べて小さく、内部のでんぷん粒はほとんど観察できなかつた。さらに細胞膜ははっきりと観察することができ、強固な膜に覆われているようであった。煮熟時間が50分の餡粒子

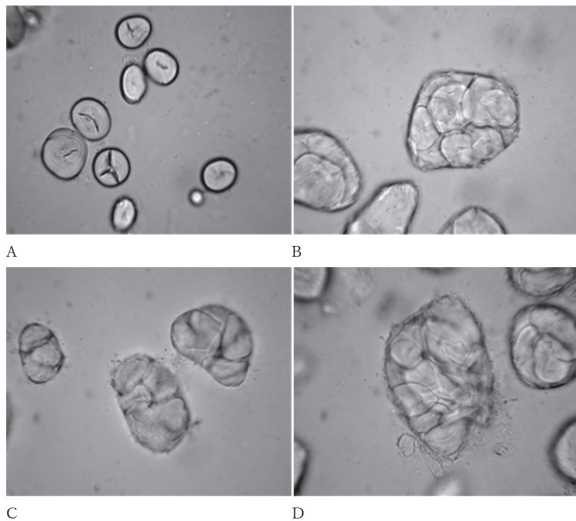


図4 光学顕微鏡観察

A: 生小豆 B: 50分煮熟 C: 70分煮熟 D: 90分煮熟

は、デンプン粒がある程度厚い細胞膜に囲まれている様子が観察されたのに対し、90分煮熟時間の餡粒子は細胞膜が薄いあるいは確認が難しく、デンプン粒が外に溶け出している様子が観察された。70分煮熟の餡粒子は、50分と90分の中間の形態のようであった。小豆の餡粒子の大きな特徴は、その細胞でんぷんである。小豆の生細胞は数個のでんぷん粒が強靱な細胞膜に包まれているが、水の存在下で加熱するとでんぷん粒は細胞内で膨潤する。また餡粒子の細胞膜はタンパク質が熱によって凝固して安定化する。この丈夫な細胞膜で包まれているため、でんぷん粒は糊化によって膨潤しても餡粒子の外に流れ出ることがない⁶⁾。

本研究における煮熟時間の違いによる餡粒子の形態を光学顕微鏡で観察したところ、煮熟時間が長いほど細胞膜が薄くなり、90分の煮熟時間では損傷・崩壊部位のある餡粒子が数多くにみられた。また Kojima, M. et al.¹⁸⁾ による研究でも、120分加熱では90分加熱よりも餡粒子の損傷が激しい結果となっている。このことから、餡粒子はある一定時間以上煮熟を続けると細胞膜の損傷が増え、餡粒子内のでんぷん粒が細胞外へ流出しやすい状態になっていることが明らかとなった。

IV. まとめ

本研究では、日本人によく食されているでんぷんが多い小豆の煮熟時間の違いによる餡のレジスタントス

ターチ量について検討を行なった。

生小豆では約13.3%であったRS量は、50分煮熟餡では約6.4%、70分煮熟餡は約5.0%、90分煮熟餡は約4.4%と、煮熟時間の増加に伴いRS量は減少していった。煮熟による小豆の餡細胞内でんぷん粒子の糊化により、生小豆では消化抵抗性のあるRSが消化性でんぷんに変化していることが明らかとなった。さらに、煮熟時間が増えるほどRSから消化性でんぷんに変化する量が増えることも明らかとなった。

煮熟時間の違いによる餡細胞の形態を光学顕微鏡で観察すると、煮熟時間が長いほど餡の細胞膜が薄くなり、損傷・崩壊部位のある餡細胞が数多くにみられたことから、餡細胞の損傷や崩壊によってでんぷん粒子はより糊化が進み、その結果RS量は減少したのではないかと考えられる。

これらの結果より、生餡の収率は多少低くなるけれども、煮熟を50分程度にすることによってRSの多い生餡を調製出来ると考えられる。

V. 参考文献

- 1) 江原絢子, 石川尚子 編著. 6章 副食の文化 第2節豆類 p 54-55 日本の食文化 その伝承と食の教育 (2009) アイ・ケイ コーポレーション
- 2) 山崎清子, 島田キミエ, 洪川祥子, 下村道子. 第5章 豆、豆製品の調理 p 206-228 新版 調理と理論 (2003) 同文書院
- 3) 日本食品標準成分表2015年版(七訂) 文部科学省 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/_icsFiles/afieldfile/2017/02/16/1365343_1-0204r9.pdf
- 4) 日本食品標準成分表2015年版(七訂) 豆類 炭水化物成分表編 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/_icsFiles/afieldfile/2015/12/24/1365500_4-0204.pdf
- 5) 本多千代, 難波豊彦, 浅岡修他. 豆類及び豆類加工品における食物繊維の定量法の検討. 食品衛生学雑誌, 1992, 33, p 46-51.
- 6) 丹羽昭夫, 中莖秀夫, 鬼頭幸男, 藤井正人. 湿熱処理による小豆あんの性状変化. 愛知県産業技術研究所研究報告. 2004, 3, p102-105.
- 7) Englyst H. N., Kingman S. M. and Cummings J. H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. Eur. J. Clin. Nutr. 1992, 46, S33-S50.
- 8) Birt, F. D., Boylston T., Hendrich S. et al. Resistant starch: Promise for improving human health. Adv. Nutr. 2013, 4, 587-601.
- 9) 森田達也レジスタントスターチの栄養生理機能に関する基盤解析. 日本食物繊維学会誌, 2010, 14, 91-103.

- 10) Asp,N-G. "Resistant starch- An update on its physiological effects." Dietary Fiber in Health and Disease. Kritchevsky and Bonfield eds. Plenum Press. 1997, 201-210.
- 11) Kojima,M., Shimizu,H., Ohashi,M. and Ohba,K. Physico-chemical properties and digestibility of Pulse starch after four different treatments. J Applied Glycosci. 2006, 53, p105-110.
- 12) 村上 知子, 香西 みどり, 関谷 陵子, 畑江 敬子: 浸漬・冷凍処理が豆類の加熱による吸水と軟化に及ぼす影響, 日本家政学会誌, 59, 81-86 (2008) .
- 13) 四宮陽子著「クッキングエクスペリメント3rd edition おいしさを見つける実験」(2000) 学建書院発行
- 14) 井川佳子、菊池智恵美、兼平咲江、村川由紀子、井尻哲. 米飯における初期老化の評価方法. 応用糖質科学. 2002, 49, 29-33.
- 15) 畑井朝子. 小豆あん粒子の形成機構, 日本調理科学会誌 35 (2), 217-222, (2002)
- 16) ビーンズ・フォーラム2010 ～豆の日の集い～講演会資料. 全国豆類振興会, 財団法人日本豆類基金協会 http://www.mame.or.jp/library/pdf_h/houkoku16_all.pdf
- 17) 亀井文、渡邊明恵. さつまいもの加熱調理におけるレジスタントスターチ量と食物繊維量との関係. 宮城教育大学紀要. 2016, 51, 103-108.
- 18) Kojima,M., Shimizu,H., and Ohba,K. Dietary fiber quantity and particle morphology of An (bean paste) prepared from starchy pulses. J Applied Glycosci. 2006, 53, p85-89.

(平成29年9月29日受理)