

豆の基本的調理法に関する 諸説を検証（その2）

齋藤 章

はじめに

筆者は（公財）日本豆類協会では広報業務を担当しています。仕事柄、よく消費者の方々から豆の基本的調理法に関するご質問を頂くのですが、各種の豆料理解説書では同じ事項について諸説があり、どの説に従ってお答えしたら良いのか迷うことが多々あります。

このため、当協会では、平成23～24年度に、女子栄養大学の小川久恵教授（短期大学部調理学第二研究室担当）及び安原安代教授（調理科学研究室担当）のご指導・ご協力を得て、雑誌『栄養と料理』において、豆の基本的調理法に関する諸説について調理実験を行い、その効果等を検証する記事を6回にわたり連載したところです。

豆類時報では、これらのうち主要な結果を2回にわけてご紹介することとし、前回（第70号）は、差し水やゆでこぼしの効果及び調理法による栄養素のロスに関する検証結果を取り上げました。今回は、魔法瓶を利用して豆をゆでる方法及びその際の有

害成分レクチンの残存状況並びに冷凍保存した豆の最も良い解凍法に関する検証結果をご紹介します。

魔法瓶を利用して豆をゆでる方法は？

豆類に含まれているでんぷんは、80℃以上で加熱すると糊化し始めると言われています。このため、常に沸騰状態でなくともこの糊化温度以上を一定時間保つことができれば、豆をゆでることができます。魔法瓶の保温力を利用した豆の下ゆで方法は、この性質を利用したもので、かなり以前から知る人ぞ知る手間いらずの裏技として浸透しているようです。しかし、様々な方法が紹介されていることは、鍋による通常のゆで方と同様です。

インターネットなどで一番紹介事例が多く、基本的な方法とみられるのは、魔法瓶に乾燥豆を入れて熱湯を瓶の口いっぱいまで注ぎ、栓をしてそのまま置いておくという極めて単純なものです。また、応用編として、魔法瓶に乾燥豆と熱湯を入れ、しばらくしてから一旦湯を全部捨て、再度熱湯を注入する方法、水で戻した豆を鍋で10分程度煮てから豆をゆで汁ごと魔法瓶に入

れて保温する方法なども紹介されています。

また、魔法瓶でゆでることができる豆の量の上限については、魔法瓶の容量の1/5程度、1/3程度、1/2以下など、また、ゆで上がるまでに必要な保温時間については、2～3時間、3～4時間、5～6時間、6～8時間、一晩など様々な説があります。

このように諸説があるためか、魔法瓶を利用した豆のゆで方の手順・方法については、よくお問い合わせを頂きます。その内容は、例えば、本当に魔法瓶で豆をゆでることができるのかという疑問に始まり、豆は乾燥豆のままか水で戻すのか？魔法瓶の容量と豆の量の関係は？必要な保温時間は？といったものです。このため、魔法瓶で処理可能な豆の量や必要な保温時間などに関する検証実験を行ってみました。詳細は以下のとおりです。

(1) 魔法瓶で処理可能な豆の量と保温時間に関する実験の方法

ア. 供試した豆：北海道産金時豆及び白花豆（乾燥豆）。

イ. 調理器具：内瓶がステンレス製の卓上型真空魔法瓶を使用。（メーカー：タイガー魔法瓶株式会社、品番：MAA-A222TG、容量：2.2リットル、広口タイプ、保温効力〔24時間/10時間〕＝53℃/69℃以上）

ウ. 温度測定用器具：超小型高温用温度データロガー「スーパーサーモクロン」及び計測条件設定・データ管理専用ソフトウェア「RHマネージャー」（株式会社KNラボラトリーズ製）を使用。

エ. 実験区分：処理可能量を検証するため、

魔法瓶に入れる乾燥豆の量に関し、魔法瓶の容量のおよそ1/10、1/5及び1/3相当量の3パターンで確かめることとし、それぞれに対応する①150g、②300g及び③600gの区分を設定。さらに、湯を入れ替える方法の効果を検証するため、④150g/湯再注入という区分も追加。

オ. 実験区分ごとの処理方法

①150g：魔法瓶に150gの乾燥豆を入れた後、沸騰した湯を瓶の口まで注ぎ、栓をして保温（金時豆及び白花豆）。

②300g：300gの乾燥豆で実施する他は上記①と同じ（金時豆及び白花豆）。

③600g：600gの乾燥豆で実施する他は上記①と同じ（金時豆及び白花豆）。

④150g/湯再注入：上記①と同様の方法で保温を開始し、5分後に一旦湯をすべて捨ててから、再度、沸騰した湯を瓶の口まで注ぎ、栓をして保温（金時豆のみ）。

カ. 検証事項と方法：各実験区分について、保温開始から2時間後、2.5時間及び3時間後に魔法瓶から少量の豆粒を取り出し、目視、指でつまんだ際につぶれ具合及び試食により、ゆで上がり状況を確認（白花豆については、3.5時間後も実施）。また、各実験区分とも、予め魔法瓶内に温度データロガーを入れておき、1分間隔で湯温を測定・記録させ、実験終了後にパソコンでデータを回収。

(2) 魔法瓶で処理可能な豆の量と保温時間に関する実験の結果

保温時間ごとのゆで上がり状況に関する判定結果は、金時豆については表1-1、白

花豆については表1-2のとおりです。また、魔法瓶内の湯温の推移は、金時豆については図1-1、白花豆については図1-2のとおりです。なお、図1-2には、魔法瓶の本来の保温力を示すため、豆を入れずに沸騰水のみを入れた場合の湯温の推移も入れておきました。

魔法瓶の容量の1/3程度に相当する600gの乾燥豆を入れた場合、金時豆では3時間、白花豆では3.5時間保温しても豆は硬く、ゆで上がった状態にまでは至りませんでした。

表1-1 保温時間別ゆで上がり状況（金時豆）

◎=ふっくらと軟らかくゆで上がった。○=ゆで上がった。△=一応食べられるが、硬くサクサク感が残っている。
×=ゆで上がっていない

区分	2時間	2.5時間	3時間
①150g	△~○	○	◎
②300g	△	△	○
③600g	×	×	×
④150g/湯再注入	○	◎	◎

表1-2 保温時間別ゆで上がり状況（白花豆）

記号の意味は表4-1と同じ

区分	2時間	2.5時間	3時間	3.5時間
①150g	×~△	△	○	○
②300g	×	×	△	△
③600g	×	×	×	×

た。最終的な湯温は、金時豆で77℃、白花豆で76℃でした。

1/5程度の300gの場合、金時豆は3時間の保温で硬めながらゆで上がりました。3時間後の湯温は84℃でした。一方、大粒で熱が通りにくいと考えられる白花豆は、3時間~3.5時間の保温で一応食べられる状態になりました。参考のため保温時間を4時間まで延長すると、硬軟のばらつきはあるもののゆで上がりと判定できる状態になりました。4時間後の湯温は80.5℃でした。

1/10程度の150gの場合、金時豆は2時間ないし2.5時間でゆで上がり、3時間では軟らかくゆで上がりました。白花豆でも3時間でゆで上がりました。3時間後の湯温は、金時豆87℃、白花豆86℃でした。

150gの金時豆で、保温開始5分後に一旦湯を捨てて熱湯を再注入した場合は、ゆで上がりまでの時間が2時間と

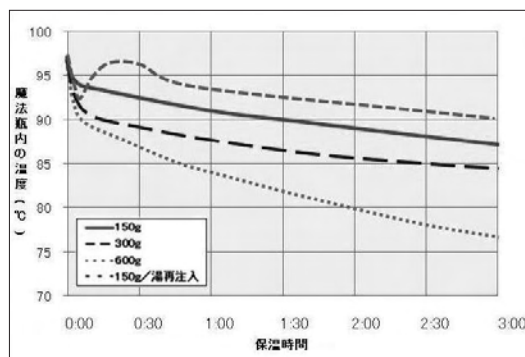


図1-1 魔法瓶内の湯温の推移（金時豆）

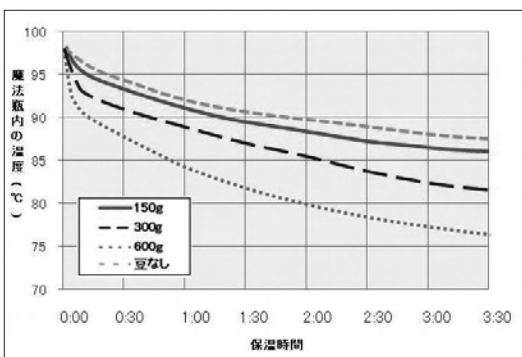


図1-2 魔法瓶内の湯温の推移（白花豆）

短く、2.5時間で軟らかく、さらに3時間ではふっくら・滑らかで理想的なゆで上がり状態となりました。3時間後の湯温は90℃でした。

なお、豆を入れずに沸騰水のみを入れた場合の温度は、3時間後、3.5時間後とも88℃でした。

(3) 魔法瓶で処理可能な豆の量と保温時間に関する実験のまとめ及び考察

今回の検証実験により、魔法瓶内の温度は瓶に入れる豆の量によってかなり差が生じ、豆のゆで上がり状態やゆで上がるまでに必要な時間を左右することがわかりました。

2.2リットルの魔法瓶におよそ1/3の量に相当する600gの乾燥豆を入れた場合、沸騰した湯を注いでも、湯温は内瓶と豆に熱を奪われて急速に低下し、保温開始後10分程度で90℃程度になります。2時間を経過すると80℃以下となり、でんぷんの糊化に必要な温度を下回ってしまうため、保温を続けても煮えの進行は大きくスローダウンするものと思われます。

一方、1/5量に相当する300gでは、3～4時間の保温で、理想的とは言えないまでも一応ゆで上がった状態になるので、このあたりが処理可能量の上限とみて良いと思われれます。小売段階の小袋入り乾燥豆は通常250～300g入りなので、2.2リットルの魔法瓶を使って1袋分をまとめてゆでることができるというわけです。

さらに、乾燥豆の量を1/10相当の150gまで絞れば、2.5～3時間で確実にゆで上

がります。豆料理レシピの乾燥豆の分量は、大抵4人分でカップ1杯(150～170g)なので、料理1回分の量を確保できます。

また、一旦湯を捨てて熱湯を再注入すると、湯温は終始2～3℃高く推移し、ゆで上がり状態も理想的になります。この手順はそれほど面倒ではないのでお薦めしたい方法です。

なお、予め水で戻した豆を使った場合は、豆の容積が2倍以上になることから、実際の処理量の2倍の乾燥豆を入れた場合と似た温度推移になると推測され、さしてメリットがあるとは思えません。また、これを補うために魔法瓶に入れる前に戻した豆を鍋で短時間加熱しておく方法は、それなりの効果は期待できても、簡単で手間入らずという保温調理法の本来の趣旨から逸脱しているのではないかと考えられます。

保温調理時に有害成分が残存しないか？

生の豆にはレクチンという成分が含まれています。レクチンは糖鎖(生物の細胞表面に分布する樹状に結合した糖類)に結びつく性質を持つタンパク質の総称で、動植物を問わず生物全般で存在が確認されており、いんげんまめに含まれているフィトヘマグルチニン(PHA)は植物レクチンの代表的存在として良く知られています。レクチンは、生物内で免疫機能など重要な役割を担っていると考えられていますが、中には食品として摂取すると腸の粘膜細胞と結合して炎症を引き起こし、腹痛、下痢などの健康障害の原因となるものがありま

す。生の豆に含まれるレクチンはこれに該当し、通常のゆで方で加熱すれば変性・分解して不活化するため何ら問題はないのですが、不十分な加熱状態で摂取すると、健康に悪影響を及ぼすことがあります。

例えば、平成18年5月にテレビの某健康情報バラエティー番組において、フライパンで短時間煎った乾燥豆を粉末にして食べる「白いんげん豆ダイエット法」が紹介され、これを実行した視聴者が結果としてレクチンが残存した豆を摂食することとなり、下痢・腹痛などの重篤な健康障害の発生につながった事件があり、豆のレクチンの存在が一般消費者にも知られることとなりました。

また、米国食品医薬品局（FDA）の文献でも、スロークッカー（電気低温調理器）、電気鍋、土鍋（キャセロール）などでいんげんまめを調理した際、加熱が不十分なため健康障害が発生した事例が報告されています。

このため、魔法瓶などを利用して豆を保温調理した場合、加熱が不十分なためレクチンが残存して健康に影響を及ぼす可能性はないのか？というご質問を頂くことがよくあります。そこで、魔法瓶を使って様々な保温時間で豆をゆで、レクチンの残存状況を調べてみました。

(1) 魔法瓶調理におけるレクチンの残存状況に関する実験方法

ア. 供試した豆：北海道産金時豆及び白花生豆（乾燥豆）。

イ. 調理器具：魔法瓶は、前述の検証実験

と同じ容量2.2リットルのものを使用。また、比較対照として通常加熱による試料を作成するに当たっては、アルマイト製片手鍋（直径18cm）及びガスコンロを使用。

ウ. 実験区分：調理前のレクチン活性を把握するための①生の豆、②戻した豆、比較対照のための③鍋加熱、魔法瓶による保温条件を前述の検証実験で得られた処理可能な豆の上限量と保温必要時間とした④魔法瓶・3時間並びに魔法瓶保温開始直後のレクチンの動向を把握するための⑤魔法瓶・5分、⑥魔法瓶・10分及び⑦魔法瓶・15分の合計7区分とした。なお、⑤～⑦の区分の実験は、大粒で熱が通りにくいと考えられる白花生のみで行った。

エ. 実験区分ごとの処理方法

①生の豆：乾燥豆（金時豆及び白花生豆）。

②戻した豆：1カップ（170g）の乾燥豆を5倍量の水に8時間浸漬（金時豆及び白花生豆）。

③鍋加熱：上記②の方法で戻した豆・汁を鍋に入れ、当初は弱火、沸騰後は強火で50～60分加熱（金時豆及び白花生豆）。

④魔法瓶・3時間：300gの乾燥豆を魔法瓶に入れ、瓶の口いっぱいまで沸騰した湯を注ぎ、栓をして3時間保温（金時豆及び白花生豆）。

⑤魔法瓶・5分：上記④と同様の手順で保温を開始し、5分経過後に豆を取り出して氷水で冷却（白花生のみ）。

⑥魔法瓶・10分：上記⑤の保温時間を10分に変更（白花生のみ）。

⑦魔法瓶・15分：上記⑤の保温時間を

15分に変更（白花豆のみ）。

オ. 検体の採取方法：実験区分①は、乾燥豆をそのまま20g採取して容器に収納。①以外の各実験区分は、豆と汁を分離し、②はそのまま、③及び④は自然冷却後、⑤～⑦は氷水で急速冷却後に、豆20gを採取して容器に入れ、分析機関に送付するまで冷蔵庫で一時保管。

カ. レクチン活性の測定方法：検体は冷蔵条件の宅配便で株式会社グライエンスに送付し、レクチン活性測定を行った。レクチンは、別名「赤血球凝集素」とも呼ばれるように、赤血球と結びついて赤血球同士を橋渡しし、凝集させる性質を持っているため、これを利用して活性の測定を行った。

豆の破碎・抽出及び活性測定は、平成18年度福岡市保健環境研究所報「白インゲン豆による食中毒に伴うレクチン活性分析事例」に記載された方法に準拠して行った。

レクチン活性の測定は、具体的には各実験区分の検体から調製した抽出液を各種倍率で希釈した試験溶液に、モルモット又はウマの保存血液から調製した赤血球浮遊液を添加して赤血球凝集反応の有無を判定し、凝集反応が認められた最高希釈倍率をもってレクチン活性とするという手順で行った。なお、赤血球浮遊液を調製する際、凝集反応を鋭敏化するため、トリプシンなどで処理することもあるが、今回は行っていない。

(2) レクチン活性の測定結果

モルモットの赤血球を用いてレクチン活

性を測定した結果は表2-1、ウマの赤血球による結果は表2-2のとおりです。

また、レクチン活性測定時の赤血球凝集反応の状況について、モルモットの赤血球を用いた場合を図2-1、ウマの赤血球を用いた場合を図2-2として示しておきます。

モルモット赤血球を用いたレクチン活性測定では、①の生の豆、②の戻した豆、⑤～⑦の魔法瓶で短時間保温した豆で強いレクチン活性が認められました。一方、③鍋加熱と④魔法瓶・3時間では、③の白花豆でバラつきがあるものの僅かに活性があり、その他では活性が認められませんでした。

ウマ赤血球を用いた場合は、モルモットによる結果と概ね一致しましたが、より鋭敏に反応するため、モルモットで活性が認められなかった③鍋加熱の金時豆、④魔法瓶・3時間の金時豆及び白花豆でも僅かな活性が認められました。

(3) レクチン活性測定に関する実験のまとめ及び考察

豆を加熱した際のレクチン活性の変化に関する各種文献の記述を総合すると、60℃では変化せず、75℃では毒性が残り、80℃以上の長時間加熱で徐々に活性が低下し、沸騰状態では比較的短時間で不活化するとされ、不活化に至る時間については3分、5～10分あるいは15分程度など様々な報告があります。しかし、十分に調理しても完全に不活化するわけではないとも言われています。

今回の検証実験の結果、魔法瓶に適切な

表2-1 モルモット赤血球によるレクチン活性測定結果

	金時豆	白花豆
①生の豆	32,000倍	32,000倍
②戻した豆	16,000倍	16,000倍
③鍋加熱	(-)	(-)~320倍
④魔法瓶・3時間	(-)	(-)
⑤魔法瓶・5分		32,000倍
⑥魔法瓶・10分		32,000倍
⑦魔法瓶・15分		8,000倍

注：活性が認められた希釈倍率を表す
(-)は10倍希釈において凝集陰性

表2-2 ウマ赤血球によるレクチン活性測定結果

	金時豆	白花豆
①生の豆	1,024,000倍	1,024,000倍
②戻した豆	512,000倍	256,000倍
③鍋加熱	(-)~20倍	(-)~5,120倍
④魔法瓶・3時間	640~1,000倍	20倍
⑤魔法瓶・5分		1,024,000倍
⑥魔法瓶・10分		512,000倍
⑦魔法瓶・15分		64,000倍

注：左表と同様

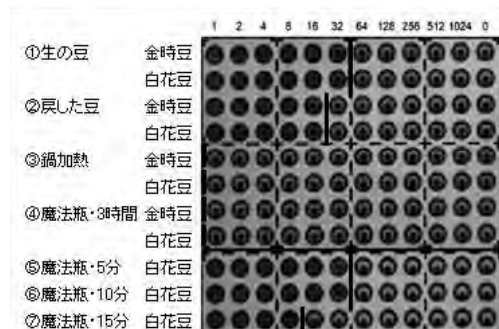


図2-1 モルモット赤血球の凝集反応

注：希釈倍率は上端に表示した値の1,000倍、ウェルの間に入れた縦線は陽性/陰性判定の境界を表す（右側が陰性）

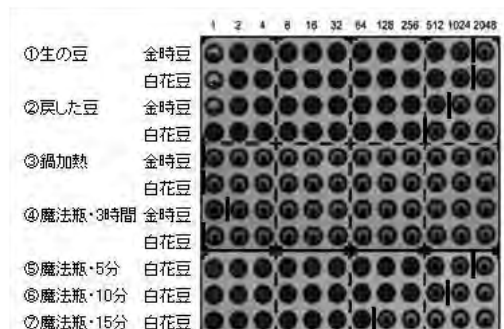


図2-2 ウマ赤血球の凝集反応

注：左図と同様

量（容量の1/5）の白花豆（乾燥豆）を入れて保温した際のレクチン活性の経時変化を見ると、吸水による希釈と加熱による変性・分解が並行して進むため、図3で示したように時間の経過とともに活性は急激に低下していきます。保温時間が5~15分の時点では、まだ危険なレベルでレクチン活性が残存するものの、3時間保温では鍋による通常のゆで方と同様の極めて低いレベルとなり、特段の問題はない状態と判断しても良いと考えられます。

なお、複数回試験して結果にばらつきが

生じたケースについては、豆粒や粒内の部位により熱の通り方に差があり、複数の豆粒を破碎して抽出液を調製しても必ずしも均一な状態にならないためと考えられます。

冷凍保存した豆の最も良い解凍法は？

豆料理を作る際、その都度、レシピの分量に合わせて豆をゆでるのはとても面倒なため、小袋1袋分を一度にまとめてゆでて冷凍保存しておき、必要な時に解凍して使うと非常に便利です。この方法を広報資料などで紹介すると、「大変良いことを教え

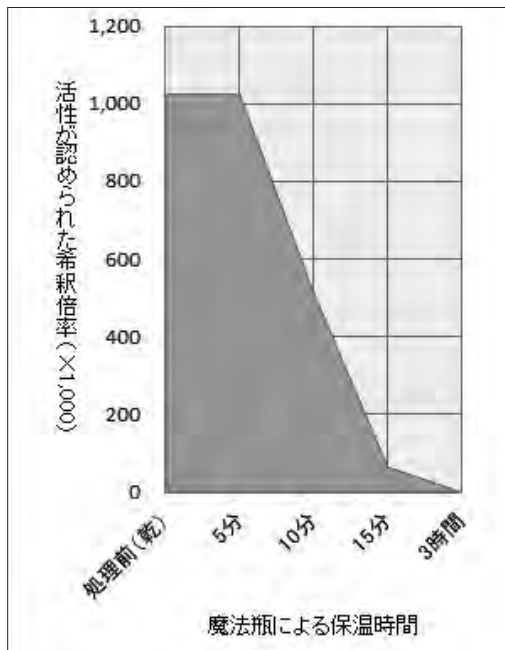


図3 魔法瓶で保温した白花豆のレクチン活性の時間別推移 (ウマ赤血球による測定値)

てもらった」と読者からの反響が大きいのですが、冷凍した豆の解凍方法に関する定説はないようです。そこで、下ゆでしてから冷凍保存した豆は、どのような方法で解凍すれば最も品質劣化が少ないのかについて検証実験を行ってみました。詳細は以下のとおりです。

(1) 冷凍豆の解凍方法に関する実験の方法

ア. 供試した豆:北海道産金時豆(乾燥豆)。

イ. 調理器具: ホーロー製両手鍋(直径22cm)及びガスコンロ。

ウ. 調理方法: 300gの乾燥豆を5倍量の水で18時間浸して戻し、戻し汁ごと鍋に入れて強火のガスコンロにかけ、沸騰後は弱火にし、全体で70分加熱した後、水切りして自然放熱し、1実験区分当たり100gの豆を冷凍用ビニールバッグに小分け。

エ. 実験区分: ①非冷凍、②自然解凍、③冷蔵庫解凍及び④電子レンジ解凍の4区分。

オ. 実験区分ごとの処理方法

①非冷凍: ゆでて小分けした豆をそのまま冷蔵庫内で一時保存。

②自然解凍: ゆでて小分けした豆を冷蔵庫に1日入れて凍結させた後、28℃の室温で3時間かけて解凍。

③冷蔵庫解凍: ゆでて小分けした豆を冷蔵庫に1日入れて凍結させた後、5℃の冷蔵庫内で24時間かけて解凍。

④電子レンジ解凍: ゆでて小分けした豆を冷蔵庫に1日入れて凍結させた後、電子レンジ(500W)で約1分加熱して解凍。

カ. 検証方法: 各実験区分の検体は、低温条件の宅配便で(財)日本食品分析センター千歳研究所に送付し、光学顕微鏡により細胞組織の写真撮影を行った。

(2) 冷凍豆の解凍方法に関する実験の結果

各実験区分の細胞組織の顕微鏡写真は、図4-1～図4-4のとおりです。②自然解凍は対照の①非冷凍と比べ、細胞間に隙間が生じているのが目立ち、細胞壁の破損によりでんぶん粒などが流出して空になった細胞も若干見られました。③冷蔵庫解凍は時間をかけてゆっくりと解凍しましたが、②自然解凍と比べ、細胞組織の変化の程度にそれほど大きな差は認められませんでした。④電子レンジ解凍は急激な加熱により非常に短時間で解凍しましたが、細胞組織の変化はほとんど認められず、3種類の解凍方法の中では、①非冷凍の状態を最も良く

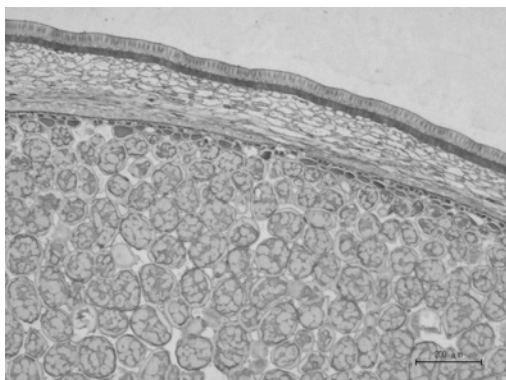


図4-1 ①非冷凍の細胞組織

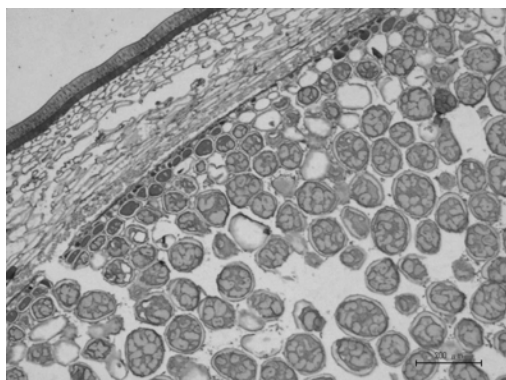


図4-2 ②自然解凍の細胞組織

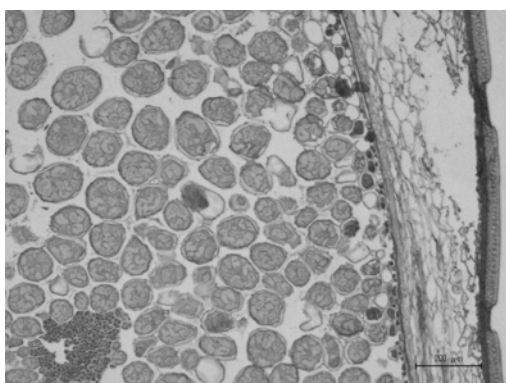


図4-3 ③冷蔵庫解凍の細胞組織

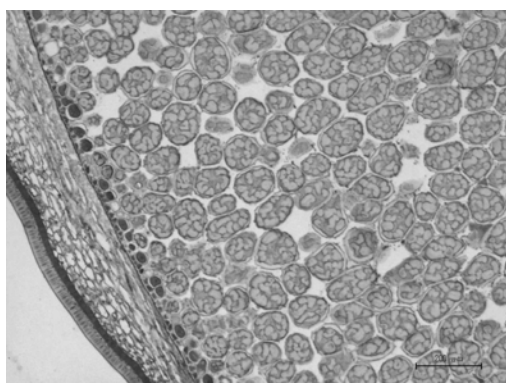


図4-4 ④電子レンジ解凍の細胞組織

保っているように見えます。

(3) 冷凍豆の解凍方法に関する実験のまとめ及び考察

実際に試食してみた結果では、どの方法で解凍した豆も冷凍前のホクホクした食感が再現され、味や風味の劣化もあまり感じ

られませんでした。結局、「冷凍保存した豆の最も良い解凍法は？」と問われれば、わざわざ時間をかけて解凍しても特段の有利性は認められず、お薦めの解凍方法は電子レンジ解凍ということになるでしょう。