

大豆の軟化法

— 浸漬液組成と加圧蒸煮後の大豆硬度の変化 —

浅野行蔵・倉内貴美*・富永一哉・吉川修司

A Method of Softening Soybean Changing their Hardness after Steam-Heating with a Modified Dipping Aqueous Solutions

Kozo ASANO, Takami KURAUCHI, Kazuya TOMINAGA, Shuji YOSHIKAWA

A treatment for softening soybeans was developed. It was a modified solution used before steam heating the beans at 121°C for 30 min. Dipping in solutions of urea(0.05M) or sodium carbonate(0.2M), or enzymatic treatment with Viscozyme were effective in softening. With the urea solution, the soybeans became alkali by ammonia formation through endogenous urease. The addition of sodium dihydrogen phosphate(0.05M) to the urea solution kept the pH near neutral, but the soybeans became dark. In the treatment with Viscozyme, the pH was 5.3 which was similar to that of dipping in water. This treatment did not change the color, but the seed coat became loose.

近年は、食品への嗜好性や多様性が、ますます求められている。日本古来の伝統的食品においても、色や香り、テクスチャーなどが少しずつ変わった商品、差別化された商品の開発が進んでいる。納豆も同様で、香りの少ない、糸引きの少ない、あるいは黒豆を使った納豆など多様な商品がすでに販売されており、さらに異なった特徴を持つ商品も求められている。

また、納豆、味噌、醤油などの原料は、中国や米国からの輸入大豆が使用されていることは広く知られている。アメリカ産大豆は、北海道産や中国産よりも硬いといわれており、大豆加工業界から新たな軟化法が求められていた。

この報告では、より柔らかいテクスチャーの納豆を製造するため、大豆の軟化法を研究した。大豆を 121°C、30 分で蒸煮して、浸漬液の組成による大豆の硬さの変化を調べた。さらにその後、5°C で保存を続けた場合の硬さの変化も追跡した。種々の無機塩類や酵素などを試験した結果、尿素、炭酸ナトリウムあるいはビスコザイムに顕著な軟化効果が認められた。

実験方法

1. 大豆および試薬

アメリカ産「極小粒」を主に実験に用い、そのほかアメリカ産「小粒」、中国産「万石下」、「中粒」、「極小粒」、北海道産「スズマル」の合計 6 種類の大豆を用いた。

無機塩類などは、特級試薬を使用した。ビスコザイム(ノボ・ノルディスク社)は、*Aspergillus* 属のカビから得られた酵素で、アラバナーゼ、ヘミセルラーゼ、 β -グルカナーゼ、セルラーゼ等の複合酵素剤である。

2. 大豆の浸漬および蒸煮

大豆は、水もしくは、種々の無機塩類や酵素の水溶液に浸漬し、25°C で 1 夜放置した。浸漬した大豆は、浸漬液を除去し、流水で軽く洗浄した後、水を切って、121°C (蒸気圧=1 atm.) で 30 分間蒸煮した。蒸煮の際は、大豆を濾紙上に置いて、底面より浮かせ、結露水が着かないようにした。ただし、酵素浸漬区のみ、蒸煮の前に、50°C で 30 分間加温し、酵素反応を促進させた。

* 酪農学園大学食品科学科 (〒069 江別市文京台緑町 582)

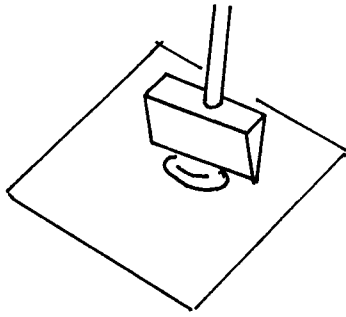


図1 レオメーターでの測定方法
(歯型(A) 感圧軸使用)

3. 大豆の硬さ及び水分の測定

蒸煮後、室温で放冷し、約3時間後に硬さを測定した。残りの大豆は、シャーレに入れ、5°Cの冷室で保存し、硬度の変化を測定した。この低温での保存による硬度の変化は、納豆が、発酵された後、低温で保存される状況を想定したものである。

大豆の硬さは、レオメーター(TypeCR-200 D; サン科学)で測定し、破断強度(g/cm²)として表した。感圧軸(プランジャー)は、くさび型の歯型(A) 34(歯の角度約30度)を用いた。大豆は、水平の金属性の台の上に、合点(臍)を横向き、2枚の子葉の合わさる面を台の平面に並行にして置き、感圧軸で2枚の子葉を垂直に切断するのに要する力を測定した(図1)。くさび型の感圧軸を用いたのは、大豆の中心付近の硬さの違いをより反映し、人間が歯で噛んだ際の質感に似ていると考えたためである。水分含量は、大豆を105°Cで16時間乾燥させた後の重量から求めた。

実験結果

1. 浸漬液の変化

水浸漬のコントロール区では、一夜の浸漬後の浸漬液は、やや酸性のpH 5.4となった。大豆独特の香りが、感じられ、浸漬液の色には変化はみられなかった。

一方、尿素区および炭酸ナトリウム区では、いずれも

0.05 Mの低濃度においてもpH 8.5付近とアルカリ性となり、溶液の塩濃度が高くなるに従い、よりアルカリ性となりpH 10付近まで上昇した(表1)。浸漬液の上清部分の色は、黄色となった。塩濃度の増加にともなって、色調も濃くなった。大豆から屈折率の高い黄色い物質が抽出されており、浸漬液を光に透かしてみると密度の違いによる揺らぎが観察された。また、尿素浸漬区では、アンモニア臭が発生し、尿素濃度の増加にともなって強くなった。これは、大豆中に含まれる、ウレアーゼの作用によって、尿素がアンモニアに分解されたからである。

ビスコザイム処理区では、一夜の浸漬後、さらに50°Cで30分間加温し反応させた。pH、色、香りのいずれもコントロール区と変わらなかった。

2. 蒸煮後の変化

尿素区および炭酸ナトリウム区では、濃度の増加にともなって大豆の茶色が濃くなった。一方、ビスコザイム区で特徴的であったのは、蒸煮後、大豆の種皮が剥がれたことである。この区のみ色が薄くなった印象を受けた。特に1%と0.5%区では顕著であった。本酵素剤は、大豆種皮に対して強い分解活性を持っていることが確認された。

3. 大豆の硬さ

蒸煮後、室温で放冷し、約3時間後に硬さを測定した。残りの大豆は、シャーレに入れ、5°Cの冷室で保存した。コントロール区の水浸漬では、蒸煮後の大豆の硬さ(破断強度)が、130~136 g/cm²であったものが、5°Cでの保存では、日を追って徐々に硬さを増し、5日後には、2倍近くの225~265 g/cm²に達した。

尿素溶液浸漬では、0.05 Mから0.5 Mのいずれの区でも充分な軟化効果が認められた。2つのコントロール区と比較して、蒸煮直後も、保存中も終始、破断強度は低かった(図2)。0.1 Mから0.5 Mでは、十分な軟化効果が認められた。炭酸ナトリウム溶液浸漬では、軟化には、尿素より高濃度が必要で、0.25 Mでは効果がみられたが、0.1 M以下では軟化効果は弱かった(図3)。ビス

表1 大豆浸漬液の1夜後の変化

処 理 区	尿 素				炭酸ナトリウム				ビスコザイム				対 照
	0.5 M	0.25 M	0.1 M	0.05 M	0.5 M	0.25 M	0.1 M	0.05 M	1 %	0.5 %	0.25 %	0.1 %	
pH	9.35	9.26	9.07	8.45	10.55	10.26	9.56	8.61	5.15	5.15	5.20	5.40	5.40
上清の色 (黄の強さ)	+4	+3	+2	+	+4	+3	+2	+	-	-	-	-	-
アンモニア臭	+4	+3	+2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- ; 変化なし, + ; やや変化あり, +2 ; はっきりした変化あり, +3 ; 強い変化, +4 ; きわめて強い変化

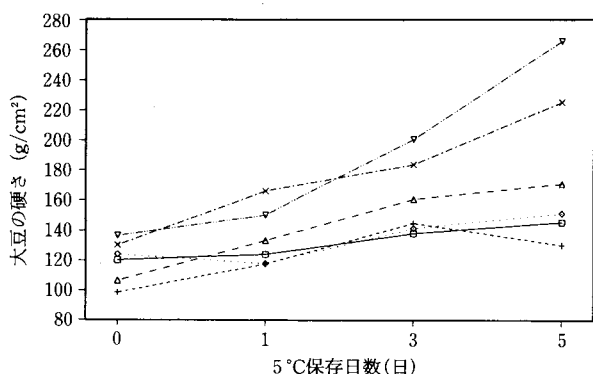


図2 種々の濃度の尿素溶液に浸漬し、煮沸後、5°Cで保存した場合の大豆の硬さの変化
 使用した大豆は、アメリカ産大豆「極小粒」。
 ▽および×：対照区(水浸漬)、△：尿素(0.05 M)浸漬区、◇：尿素(0.1 M)浸漬区、+：尿素(0.25 M)浸漬区、□：尿素(0.5 M)浸漬区。

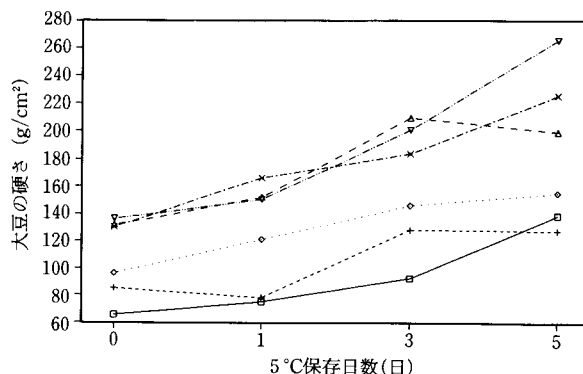


図4 種々の濃度のビスコザイム溶液に浸漬し、50°Cで30分加熱後、煮沸し、5°Cで保存した場合の大豆の硬さの変化
 使用した大豆は、アメリカ産大豆「極小粒」。1夜浸漬後、50°C、30分加熱。
 ▽および×：対照区(水浸漬)、△：ビスコザイム(0.05%)浸漬区、◇：ビスコザイム(0.1%)浸漬区、+：ビスコザイム(0.5%)浸漬区、□：ビスコザイム(1.0%)浸漬区。

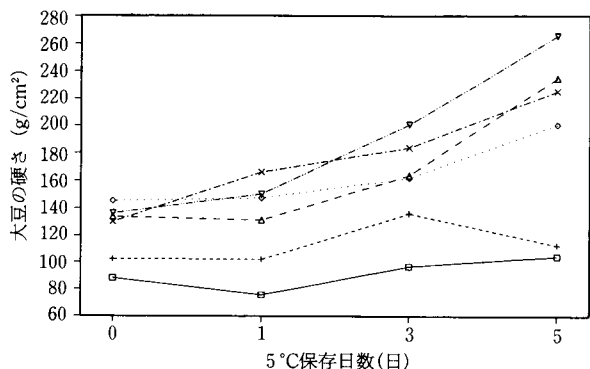


図3 種々の濃度の炭酸ナトリウム溶液に浸漬し、煮沸後、5°Cで保存した場合の大豆の硬さの変化
 使用した大豆は、アメリカ産大豆「極小粒」。
 ▽および×：対照区(水浸漬)、△：炭酸ナトリウム(0.05 M)浸漬区、◇：炭酸ナトリウム(0.1 M)浸漬区、+：炭酸ナトリウム(0.25 M)浸漬区、□：炭酸ナトリウム(0.5 M)浸漬区。

コザイム0.1%では、コントロール区と同等で効果がみられなかったが、0.25%以上の区では、軟化効果がみられた(図4)。よって、効果の最低限度濃度は、尿素0.05 M、炭酸ナトリウム0.25 M、ビスコザイム0.1%であった。

4. 浸漬液のpH調整

上記の結果から尿素、炭酸ナトリウム、ビスコザイムでの浸漬効果が確認されたものの、前2者では、浸漬後、pH 8.5~pH 10.5とアルカリ性となり、納豆菌の生育に支障をきたす恐れがある。また、大豆の色も茶褐色となり、『明るい色の食品が好まれる』という現代の消費者トレンドと逆行する。

よって、次に実験を行ったのは、浸漬後のpHをより中性に近い状態に保つことををめざした。軟化効果のあった、尿素、炭酸ナトリウム浸漬においてpHを下げるために、緩衝効果を期待して、リン酸2水素ナトリウムを添加した。

炭酸ナトリウム(0.2 M)溶液では、浸漬前は、pH 11.3であり、一夜浸漬後は、pH 10.3となる(表2)。これにリン酸2水素ナトリウムを(浸漬液濃度0.1 M)添加すると、浸漬前はpH 8.5となり、浸漬後でもpH 8.1であった(表2、カラム3)。また、尿素(0.05 M)浸漬においてもリン酸2水素ナトリウム(0.05 M)を添加した。調製した液は、pH 4.4で、一夜浸漬後でもpH 6.6であった(表2カラム7)。浸漬後に感じられるアンモニア臭や大豆の色の変化もやや減少していた。pH 6.6ならば、納豆菌の生育にとって問題は少ないと思われる。

豆の色が黒くなくても商品価値の変わらない黒豆を使用した製品には、黒さを増す技術としてよいかも知れない。

尿素(0.05 M)浸漬区とこれにリン酸2水素ナトリウム(0.05 M)を共存させた区での大豆硬度は、両者ともコントロール区よりも柔らかくなった(図5)。

炭酸ナトリウム浸漬では、0.1 Mでは、軟化効果はなかったが、0.2 Mでは軟化された。また、リン酸2水素ナトリウムを添加した区でも軟化効果は、弱まったもののコントロール区よりも柔らかかった(図6)。リン酸塩添加区では、浸漬後pH 8.1と、納豆菌の生育条件として

表2 リン酸塩で浸漬液 pH を中性付近にした大豆の軟化方法

処理法	炭酸 ナトリウム 0.2 M	炭酸 ナトリウム 0.1 M	炭酸 ナトリウム 0.2 M リン酸 2 水素 ナトリウム 0.1 M	炭酸 ナトリウム 0.1 M リン酸 2 水素 ナトリウム 0.1 M	ビスコ ザイム 0.25%	尿素 0.1 M	尿素 0.05 M リン酸 2 水素 ナトリウム 0.05 M	対照区 水
浸漬液の pH	11.3	11.2	8.5	6.14	6.2	8.11	4.4	6.2
浸漬後 pH	10.3	9.6	8.1	6.8	5.1	8.8	6.6	5.2
アンモニア臭	—	—	—	—	—	+	—	—
上清の色調 (黄色)	+2	+2	+	—	—	+2	—	—
オートクレープ後 大豆の着色度	+4	+2	+3	+2	—	+	+	—
7 日保存後 水分含量 (%)	59.3	57.2	58.7	57.0	57.6	60.3	60.0	58.1

—；変化なし，+；やや変化あり，+2；はっきりした変化あり，+3；強い変化，+4；きわめて強い変化

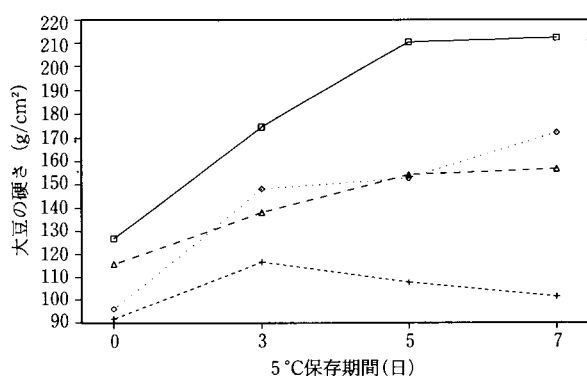


図5 尿素およびリン酸2水素ナトリウム共存下で浸漬し、蒸煮後、5°Cで保存した場合の大豆の硬さの変化

使用した大豆は、アメリカ産大豆「極小粒」。
□：対照区（水浸漬），◇：尿素（0.1 M）浸漬区，
△：尿素（0.05 M）およびリン酸2水素ナトリウム（0.05 M），+：ビスコザイム（0.25%）浸漬区。

は、まだ pH が高いと思われる。

5. 大豆の水分含量と硬さ

軟化効果の理由として、大豆組織そのものが柔らかくなる場合もあるが、水分含量が増加することによって、いわゆる水っぽくなり、結果的に柔らかくなったように感じられることもある。この点を確認するために、5°C、7日保存後の各種処理区の大豆の水分含量を比べた。水分含量の差は少なく、いずれも60%もしくは、やや下回る含量であった（表2）。水分含量の差によって大豆硬度の変化が生じたのではないといえる。生大豆の水分含量は、11~13%であり、浸漬、蒸煮によって、水分含量が60%になったことは、もともと含有していた水分のさら

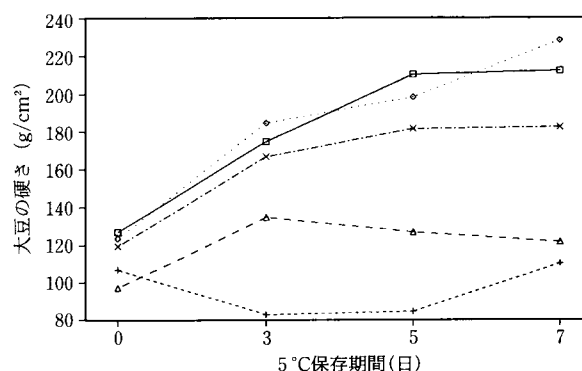


図6 炭酸ナトリウムおよびリン酸2水素ナトリウム共存下で浸漬し、蒸煮後、5°Cで保存した場合の大豆の硬さの変化

使用した大豆は、アメリカ産大豆「極小粒」。
□：対照区（水浸漬），◇：炭酸ナトリウム（0.1 M）浸漬区，+：炭酸ナトリウム（0.2 M）浸漬区，
△：炭酸ナトリウム（0.2 M）およびリン酸2水素ナトリウム（0.1 M），×：炭酸ナトリウム（0.1 M）およびリン酸2水素ナトリウム（0.1 M）。

に12倍近い水を吸収していることになる。

6. 各種大豆の硬さの比較

納豆には、各種の大豆が使用される。納豆の品質は、使用大豆によってそれぞれの特徴がある。アメリカ産、中国産、北海道産の6種類の大豆を硬さに関して比較した。用いた6種類の大豆は、極小粒と小粒であるが、平均1粒重量の違いは2倍以上に達した（表3）。大豆の区分けでは、250~150 mg を小粒、それ以下は極小粒と区分される²⁾。今回用いた7種の大豆は、いずれも極小粒もしくは、極小粒に近い小粒である。水に1夜浸漬した後の見かけの変化には大きな差はなかった。

表3 各種大豆の硬さ (いずれも水浸漬)

	アメリカ 極小	アメリカ 小型	中国 万石下	中国 中粒	中国 極小	北海道 スズマル
生大豆						
平均1粒重量 (mg)	75	165	144	169	133	142
浸漬後						
pH	5.2	5.5	5.3	5.2	5.3	5.5
アンモニア臭 上清色調の変化	—	—	—	—	—	—
オートクレープ後 大豆の着色度	—	—	—	—	—	—
7日保存後						
水分含量(%)	58.1	56.0	60.4	58.9	57.3	57.3

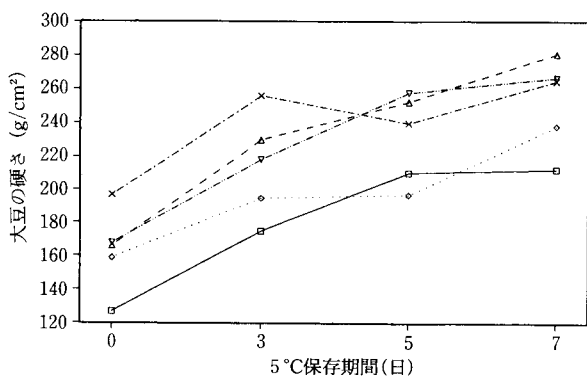


図7 各種大豆の蒸煮後、5°C保存での硬度の変化
▽：北海道産「スズマル」、×：中国産「極小粒」、
△：中国産「中粒」、◇：中国産「万石下」、□：
アメリカ産「極小粒」。

これらの大豆の5°C保存での硬度の変化を示した(図7)。アメリカ産大豆に比べて柔らかいと、加工業界で言われていた中国産万石下も同程度の硬さであった。また、平均1粒重量と豆の硬さには関連がなかった。さらに、7日保存後の水分含量は、いずれの種類も56%から60%の範囲であり有意差は認められなかった。

7. 各種大豆での軟化効果の確認

今まで述べてきた、尿素あるいは、炭酸ナトリウムによる軟化効果が、異なった種類の大豆でも効果があるかを調べた。産地や種類の異なる6種類の大豆を上述の試験と同様に、尿素(0.05 M)もしくは炭酸ナトリウム(0.2 M)水溶液に浸漬し、加圧蒸煮した。室温に完全に放冷した後、硬度を測定し、さらに5°Cで1週間保存後の硬度を比較した。

大豆の種類によって効果の程度には、差がみられたものの、いずれも尿素あるいは、炭酸ナトリウムで浸漬したものは、水で浸漬したもの比べて、柔らかくなっており、効果が確認できた(表4)。

考 察

本報で採用した実験系は、納豆の製造を意識したものである。製造後、低温で保存を続けても、より柔らかく食べられる納豆を考えた。そのため、大豆を浸漬し、蒸煮し、5°Cで保存する工程を取っている。しかし、納豆菌の増殖は行っていない。実験系を単純化するためである。実際には、タンパクの分解を初めとする大豆の変化が、納豆菌の増殖によって引き起こされる。これらが保存中の硬さの変化にも関与しているであろう。正確な比較をするためには、納豆を作らなければならないが、系が複雑になりすぎる。しかし、この単純化した系においても、冷蔵保存中に大豆が、硬くなっていく現象は、再現されている。

浸漬液の工夫で軟化効果を見いだした。尿素と炭酸ナトリウムによる軟化効果は、今までに報告を知らない。軟化した理由は、不明である。尿素は、8 Mの高濃度では、蛋白を可溶化するが、本実験では、0.05 Mの低濃度でも軟化硬化が認められた。一方、SDS (Sodium Dodecyl Sulfate) は、蛋白を可溶化する界面活性剤であるが、軟化効果は認められなかった(Data not shown)。蛋白の変化に原因があるとする、例えば、大豆グロブリンは、尿素やSDSで容易にサブユニット化する事も知られている。軟化効果では、尿素では効果があり、SDSでなかったため、蛋白質間の水素結合の変化によるサブユニットの解離ではないと考えられる。

軟化した炭酸ナトリウム浸漬と、尿素浸漬は、いずれも浸漬後の上清がアルカリ性となるのが特徴である。しかし、アルカリ性になることが、軟化する鍵ではない。例えば、硫酸や、SDS、EDTA (Etylendiaminetetraacetic Acid) あるいは、リン酸2アンモニウム、炭酸水素ナト

表4 異なった産地、種類の大豆による軟化効果の相違
蒸煮当日の硬さと5℃保存7日後の硬さ (g/cm²)

	5℃ 保存 期間	対照区 水	尿素	尿素	炭酸	炭酸	ビスコ ザイム 0.25%
			0.05M	0.05M	ナトリウム 0.2M	ナトリウム 0.2M	
				リン酸 2水素 ナトリウム 0.05M		リン酸 2水素 ナトリウム 0.05M	
アメリカ極小粒	0日	130	113	100	58	96	105
		100%	87%	77%	45%	74%	81%
	7日	208	169	173	93	97	184
		100%	81%	83%	45%	47%	88%
アメリカ小型	0日	128	102	136	69	120	109
		100%	80%	106%	54%	94%	85%
	7日	271	175	241	113	154	214
		100%	65%	89%	42%	57%	79%
中国極小粒	0日	163	126	135	124	154	132
		100%	78%	83%	76%	95%	81%
	7日	261	192	195	120	146	203
		100%	74%	75%	46%	56%	78%
中国中粒	0日	198	184	152	125	179	155
		100%	93%	77%	63%	90%	78%
	7日	281	217	228	130	186	146
		100%	77%	81%	46%	66%	52%
中国 万石下	0日	161	151	147	127	139	127
		100%	94%	91%	79%	86%	79%
	7日	222	196	206	125	174	169
		100%	88%	93%	56%	78%	76%
北海道 スズマル	0日	188	161	147	113	157	164
		100%	86%	78%	60%	83%	87%
	7日	227	202	147	136	127	190
		100%	89%	65%	60%	56%	84%

%表示は、対照区（水浸漬）を100%とした相対的な硬さを表している。

リウムにおいても浸漬後の上清は、アルカリとなった。しかし、これらの系では、軟化効果はなかった(Data not shown)。一方、尿素浸漬の系でリン酸2水素ナトリウムでPH 6.6まで下げても、軟化効果はみられた。

ビスコザイムは、Aspergillus 属のカビから得られた酵素で、アラバナナーゼ、ヘミセルラーゼ、 β -グルカナーゼ、セルラーゼ等の複合酵素剤である。大豆細胞壁中のペクチン様物質に対して活性があるといわれている。本酵素処理では、種皮の剥がれが特徴的であった。大豆種皮は、ほとんど不溶性多糖類の α -セルロース(約40%)、ガラクトマンナン、酸性多糖体、キシラン系ヘミセルロースから構成されている²⁾。ビスコザイムの効果の理由については、まだわからない。例えば、EDTAは、ペクチンやアラビノガラクトタンなどの大豆多糖体の抽出分離にも用いられているが、軟化効果に寄与しなかった。一方、ヘミセルロースの変化の重要な要素であるとするれば、ヘミセルラーゼ酵素剤(田辺製薬)で効果が見られなかったことと矛盾する(Data not shown)。

大豆の硬さの研究においては、産地別による硬さの違いを調べた報告は多いが、大豆を軟化する処理法の考案例は少ない。

アルカリによって大豆組織を崩壊させる方法を釘宮³⁾が報告している。塩酸(0.2M)に35℃、24時間浸漬した後、種皮を除いて水洗し、水酸化ナトリウム(0.1M)中で2時間攪拌することによって、細胞をできるだけ壊すことなく組織を崩壊させることに成功し、良質のアン原料を得たとしている。この方法は、あまりにも直接的なアルカリの利用だが、筆者らの実験結果と何らかの関係があるかも知れない。

大豆の硬さに関しては、いくつかの報告が見受けられる。煮豆の硬さの維持には、ペクチン質に結合したCa²⁺イオンが関与していると言われており、中村は、浸漬液において陰イオンに軟化効果があり、中でも炭酸水素イオンや多価カルボン酸が効果的で、最も効果的であったのは、炭酸水素ナトリウム浸漬で半分の硬さになったとしている⁴⁾。本報告では、中村の結果を再現できなかったが、方

法においていくつか違いがあった。中村は、蒸す際には、加圧していない。大豆の硬さの測定を直接の硬さでなく、大豆をホモゲナイズし、ふるいを通した後の『ふるい残渣の乾燥重量』を基に相対的硬さで議論を進めている。

さらに中村ら⁵⁾は、二段階の浸漬法を提案している。塩化鉄などの2価鉄イオン 0.02 M 溶液中に5時間浸漬した後、水を切って5°Cで15時間放置し、翌日、食塩水(0.17 M)に移し、20°Cで3時間浸漬後蒸すと、約45%軟化したと報告している。

また、黒豆を食塩水(0.8%もしくは2.0%)に浸漬すると26%~36%軟化すると松岡ら⁶⁾が報告している。この報告でも実験方法で本報とは違いがある。彼らは、浸漬液ごと煮込んでいる。加圧蒸煮はしていない。さらに硬さは、カードメーターで測定しているが、種皮を除いた豆について測定している。本報告では、種皮に包まれた大豆の硬さを測定している。レオメーターのくさび型の感圧軸が、大豆に刺さって行くのを観察すると、種皮の破れる強さも硬度の測定値に寄与しているように見える。実際に歯で噛んで食べることを考えると、種皮込みの硬さの方が適当だと考える。一方、食塩浸漬では、できあがった大豆食品が、塩からすぎるという官能評価意見もある。

要 約

大豆を軟化をさせるのに、尿素(0.05 M)もしくは、

炭酸ナトリウム(0.2 M)溶液中で1夜浸漬、あるいは、ビスコザイム(0.25%)処理した後、121°Cで加圧蒸煮するのが有効的であった。尿素溶液浸漬では、アンモニアの発生でアルカリ性となったが、リン酸2水素ナトリウム(0.05 M)の共存で、中性付近に維持でき、かつ軟化された。しかし、大豆の色は濃くなった。炭酸ナトリウム浸漬では、リン酸2水素ナトリウムの添加でも浸漬液は、アルカリ性であった。ビスコザイム処理では、pH 5.3と水浸漬と同じで、豆の色も濃くならなかった。ただ、豆の種皮は、剥がれ易くなった。

以上の軟化方法は、前例が報告されていないため特許申請した。

文 献

- 1) 農林水産省食品総合研究所 編集：納豆試験法。
- 2) 山口文男・大久保一良：大豆の科学(1992)(朝倉書店、東京)。
- 3) 釘宮正往：酸・アルカリ処理による大豆使用組織の崩壊、日本食品工業学会誌 **39**, 1001(1992)。
- 4) 中村泰彦：豆の煮熟硬度に及ぼす塩の影響、日本家政学会誌 **42**, 427(1991)。
- 5) 中村泰彦・田島真理子：大豆の二段階浸漬処理による軟化における鉄(II)イオンの作用の特異性、日本家政学会誌 **43**, 1131(1992)。
- 6) 松岡洋子・塩川美絵：食塩水浸漬・加熱黒大豆の性状、調理科学 **23**, 311(1990)。