

白花豆の吸水と調味液の浸透に対する高圧処理の影響

永田美世・岩田啓嗣* (* 愛知工業大学)

高圧処理は数千気圧の静水圧により、食品素材に新しい加工特性を付与する技術であり、高圧が食品素材の成分、組織構造、物性などに与える効果について研究が進められている¹⁾。豆類への高圧処理の影響については、大豆タンパク質のゲル化などについて詳細に検討されている²⁾。また最近では、小豆を100MPa以下の比較的低圧力で処理することによる製造工程の短縮化について報告されているが³⁾、大豆や小豆以外の豆類についての報告は少なく、煮豆製造に高圧処理を利用した場合の知見についてはほとんど得られていない。そこで、本研究では代表的な煮豆の原料の一つである白花豆を取り上げ、浸漬と調味工程への高圧処理の利用について検討した。

実験材料及び実験方法

1. 試料

国産白花豆（平成9年度産）を使用した。

2. 高圧処理

高圧処理は高圧処理試験装置（三菱重工業（株），MFP-7000）を使用して行った。試料を5倍重量の蒸留水またはショ糖溶液とともに、プラスチック製の袋（ナイロン15 μ m，未延伸ポリプロピレン60 μ m，以下「プラスチック製袋」と記述する。）に真空封入し，200～600MPaで所定時間高圧処理を行った。

3. 吸水率の測定

試料を5倍重量の蒸留水とともにプラスチック製袋に真空封入し，20℃で所定の圧力で所定の時間高圧処理後，20℃で一定時間浸漬した。浸漬後，豆の表面に付着した水を濾紙で軽く拭き取り重量を測定し吸水率を求めた。吸水率（%）は，浸漬後の豆の重量を浸漬前の豆の重量に対する比で示した。なお，浸漬16時間後の吸水率を完全吸水率とした。

4. 糖類の定量

浸漬液と，蒸留水とともに均質化した煮豆はそれぞれ除蛋白を行い分析試料とした。全糖はフェノール硫酸法，還元糖はSomogyi-Nelson法により，いず

れもグルコースを基準として定量した。オリゴ糖はHPLCシステム（島津製作所（株），LC-10A，RID-6A）により定量した。カラムはAsahipack NH2P-50（昭和電工（株），4.0mm×250mm），移動相は70%アセトニトリル，カラムオープン温度は50℃，流速は1ml/minとし，検出は自動示差屈折分析計（昭和電工（株），Shodex RI II）で行った。

5. 破断応力の測定

破断応力はクリープメーター（（株）山電，RE-3305）で2kg測定用ロードセルを用いて測定した。直径3mmの円柱型プランジャーを用い，試料台の移動速度1mm/sで行った。1試料につき20測定を行い，平均値を求めた。

6. 高圧処理による調味方法

調味工程への高圧処理の利用は以下の手順で行った。試料30gを20℃で16時間水浸漬後水切りし500mlの蒸留水に入れ，オートクレーブで105℃，65分間加熱し煮豆とした。煮豆50gをショ糖溶液100mlとともにプラスチック製袋に真空封入し，60℃200MPaで所定時間高圧処理を行い，ショ糖の浸透を図った。ショ糖濃度は50%，70%（W/W）とした。

7. 色調の測定

煮豆の表面色は測色計（日本電色工業（株），MD-Σ80型）により，L*，a*，及びb*をそれぞれ測定した。1試料につき8測定を行い，平均値を求めた。

実験結果及び考察

1. 高圧処理の吸水性への影響

白花豆の吸水率と高圧処理の関係について表1に示した。高圧処理区では対照に比べ，すべての条件で顕著に吸水が促進された。処理時間が長い程，吸水が促進され，完全吸水率も高くなった。圧力による吸水率の差は，本試験で採用した200MPa以上ではほとんどみられなかった。通常，常圧では一晩の浸漬が必要であるが，200MPaで10分間の高圧処理を行った場合は，少なくとも4時間の浸漬を行えば，外観上も十分に吸水していると判断された。

表1 高圧処理白花豆の吸水率(%)の変化

処理圧力(MPa)	200			400			600			対照
処理時間(min)	10	30	60	10	30	60	10	30	60	
浸漬時間(h)										
1	78.9	86.6	92.3	80.3	85.5	91.7	82.8	85.6	100.3	46.2
2	93.8	94.4	96.3	90.5	98.3	104.9	90.5	96.4	105.2	66.3
3	102.6	103.9	104.4	98.7	103.0	109.8	99.8	101.2	108.3	82.6
4	103.8	106.8	109.7	103.2	107.6	112.4	104.0	109.2	113.6	90.3
5	106.3	112.4	115.2	106.0	109.7	114.3	109.7	115.0	114.7	96.8
6	108.2	115.4	117.2	108.6	111.2	117.6	112.0	116.2	116.1	102.1
16	110.3	118.7	120.7	112.5	114.1	121.2	116.1	119.2	122.0	104.3

次に、試料を200MPa、400MPa、及び600MPaの各圧力で10分間高圧処理後引き続き4時間浸漬したときの浸漬液に含まれる糖類について図1に示した。対照では、原料豆100gあたりに換算した全糖量は約150mgであったが、処理圧力200MPaでは約1000mg、400MPa、600MPaでは約1500mgと対照の10倍

以上になった。また、このときに浸出するオリゴ糖は、スタキオースとスクロースが中心だった。スタキオース：ラフィノース：スクロースは、処理圧力200MPaでは7.1：1：7.1、400MPaでは7.9：1：7.5、600MPaでは7.6：1：6.9であった。全粒白花豆中のオリゴ糖含量は5.6%であり、スタキオース：ラフィノース：スクロース=6.5：1：5.5の構成比である⁴⁾とされているが、高圧処理により白花豆から浸出するオリゴ糖の構成比もこれと類似していた。

また、高圧処理後4時間浸漬した試料を煮豆とし、破断応力を測定した結果を図2に示した。未処理で16時間浸漬後煮豆とした対照に比べ、処理圧力が

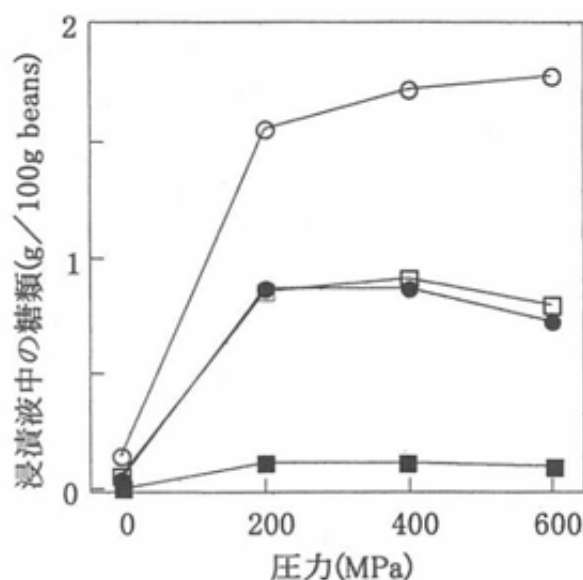


図1 浸出糖量と圧力の関係

各圧力で10分間処理後20℃で4時間保持し、浸漬液中の糖を定量した。

○：全糖， □：スタキオース，
■：ラフィノース， ●：スクロース

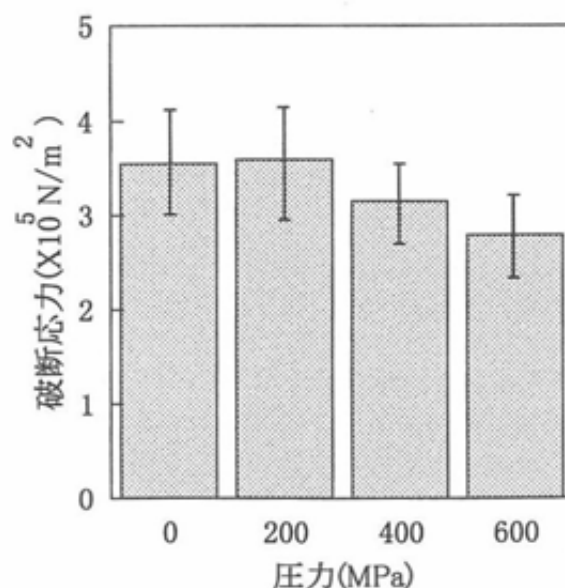


図2 白花豆煮豆の破断応力

高いほど破断応力が小さくなる傾向がみられたが、統計的な有意差は認められなかった。外観観察の結果、対照に比べて高压処理を行った豆では、皮の損傷や煮崩れが減少する傾向がみられた。

2. 高压処理の調味液浸透への影響

高濃度のショ糖溶液中で、白花豆煮豆に高压処理を行ったときのショ糖の浸透性の変化について調べた。まず、ショ糖濃度が50%までの溶液中で20℃で高压処理を行ったが、ショ糖の浸透はほとんど見られなかった。そこで50%ショ糖溶液中で60℃で高压処理を行い、ショ糖の浸透性の変化について調べた結果を図3に示した。対照では煮豆中のショ糖濃度がほぼ一定割合で増大したのに対して、200MPaで高压処理を行ったものは、30分までは煮豆中にショ糖は急速に浸透したが、それ以降はショ糖の浸透量はあまり増大しなくなり、60分後には対照とほぼ同じ浸透量になった。次に、調味時のショ糖濃度を70%とし、60℃で調味を行ったときの結果を図4に示した。対照、高压処理区(200MPa)ともに上昇を続けたが、調味60分後のショ糖濃度は両者で大きな違いは見られなくなった。高压処理を行ったものでは、対照に比べ、短時間でショ糖の浸透量が増大し、その後の上昇は緩やかになる傾向が見られた。以上の結果から、高濃度でのショ糖溶液の浸透は、高温下で行った場合に、高压処理による促進がみられることが分かった。

調味に伴う外観の変化について色調を指標として比較した結果を図5及び図6に示した。a*, b*は高压処理の有無による違いはあまり見られなかった。L*は50%ショ糖溶液中で高压下で調味を行うと、より短時間で値が小さくなりややくすんだ色調となったが、60分後には対照とあまり差がなくなった。70%ショ糖溶液中で調味を行った場合は、高压処理の有無に関わらずL*は下がり続けたが、高压下で調味を行ったものの方が、対照に比べてより短時間で値が小さくなり最終的にくすんだ色調となった。L*は煮豆へのショ糖の浸透量の増大に伴って低下したが、50%ショ糖溶液に比べ70%ショ糖溶液中で高压処理による調味を行った場合は、ショ糖の浸透量が同等でもより褐変が進む結果となった。なお外観観察の結果、色調以外については、高压処理による皮の破れの増大やしわの発生などは見られず、両者に明らかな違いは見られなかった。

高压処理による調味液の浸透性の促進についてはこれまで大根について検討されている⁵⁾。ここで

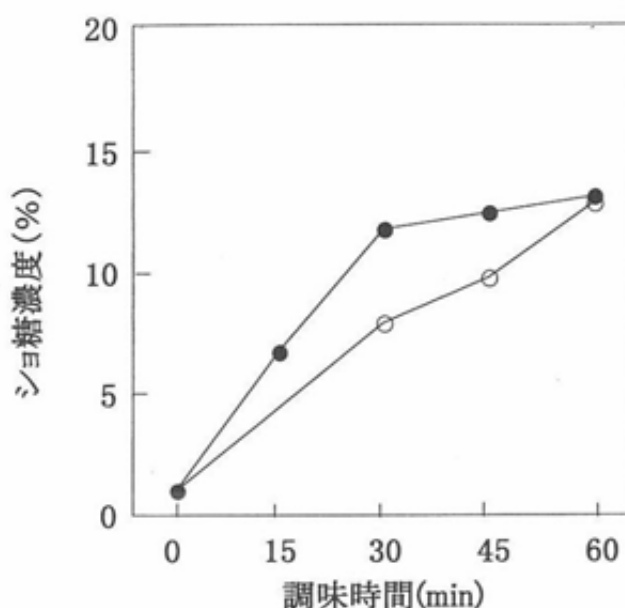


図3 50%ショ糖溶液中で調味した
白花豆煮豆のショ糖濃度の変化

○：対照， ●：200MPa

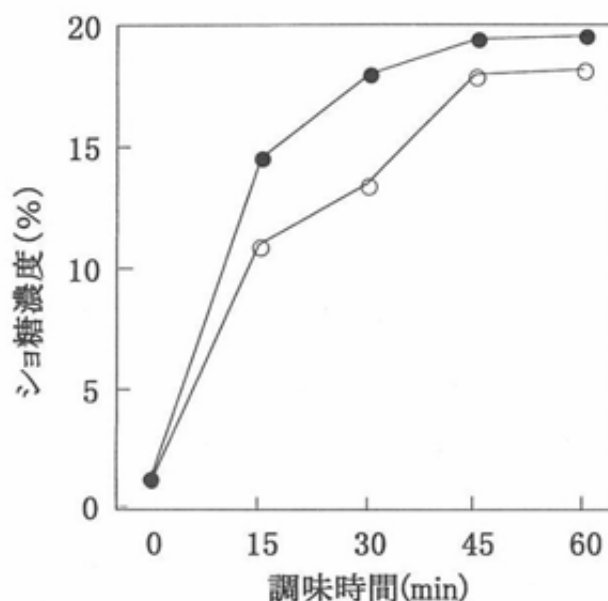


図4 70%ショ糖溶液中で調味した
白花豆煮豆のショ糖濃度の変化

○：対照， ●：200MPa

は0.5%塩化ナトリウム溶液という比較的希薄な溶液中で、常温で400MPaでの高压処理を行うことにより、対照に比べて著しく試料中の塩化ナトリウム濃度が高くなること、およびこれらの試料を短時間の高压

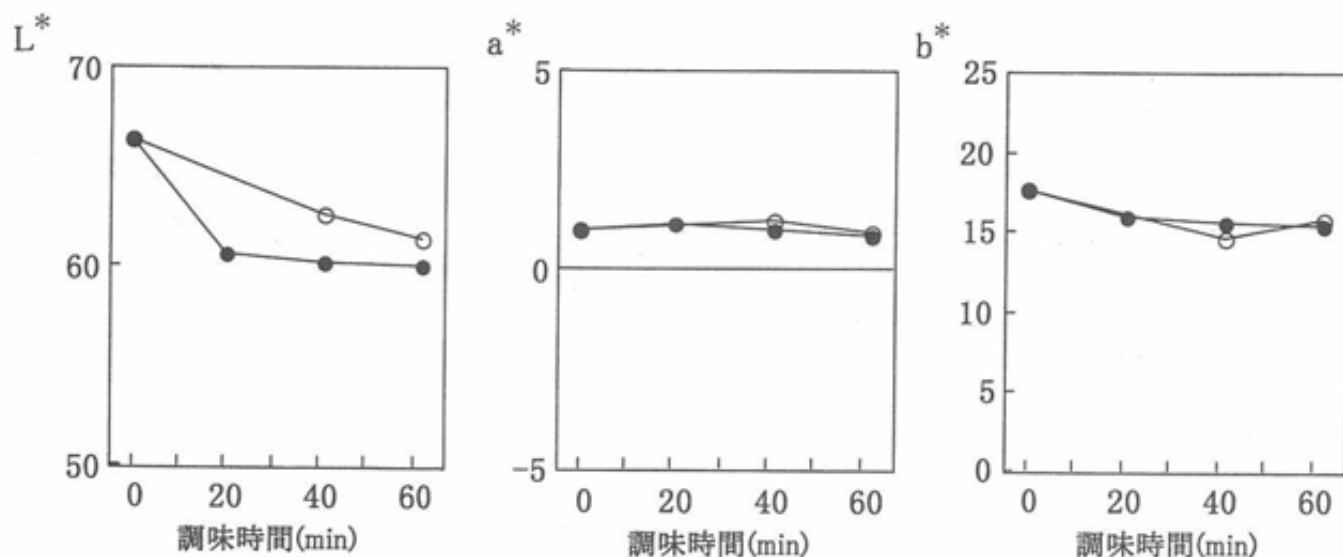


図5 50%ショ糖溶液中で調味した白花豆煮豆の色調の変化

○：対照，●：200MPa

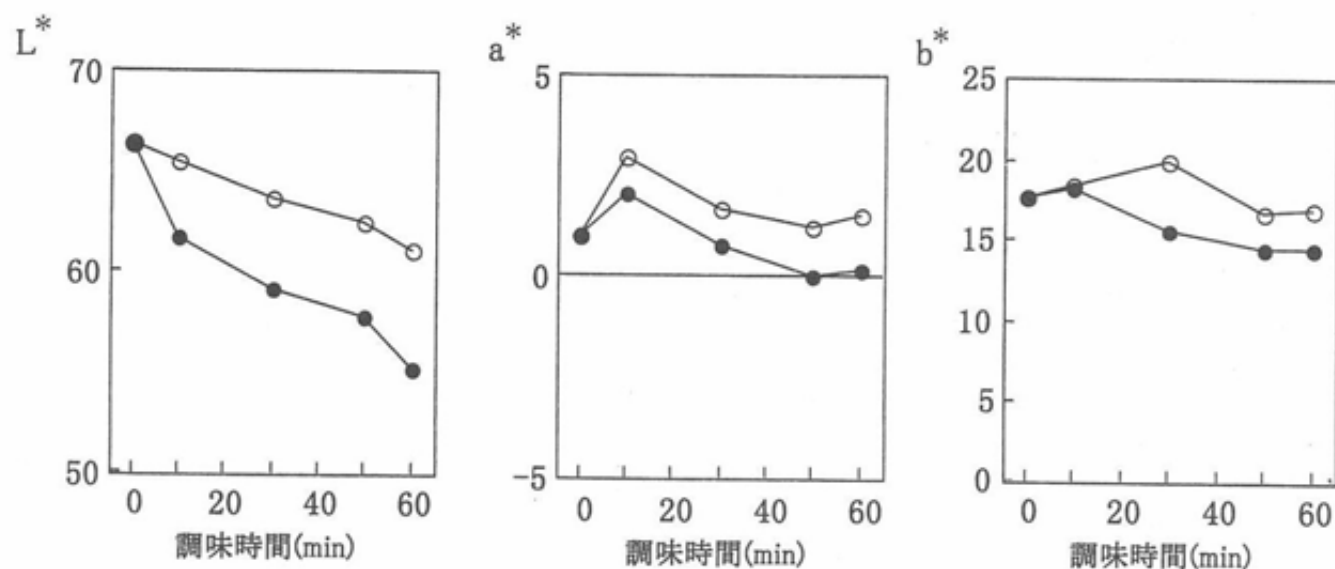


図6 70%ショ糖溶液中で調味した白花豆煮豆の色調の変化

○：対照，●：200MPa

処理後放置することにより、長時間の高圧処理による調味と同様の効果が得られることが報告されている。本研究では、高圧処理単独での効果がみられなかったが、これは大根と煮豆という試料の違いの他に、調味液として使用したショ糖溶液の濃度が高く、試料との濃度差が大きかったことも理由として考えられる。また、煮豆の調味においても、短時間での高圧処理後、調味液中で放置することにより浸透が促進されることが期待された。

要約

本研究では白花豆の吸水と、煮豆への調味液の浸透に対する高圧処理の影響について調べた。浸漬時に200MPa以上の高圧処理を行うことにより、対照に比べて吸水時間が短縮されることが分かった。次に、高濃度（50%，70%）のショ糖溶液中で煮豆に高圧処理を行ったところ、高温下（60℃）で浸透速度が速くなることが分かった。

文献

- 1) 林力丸編:高圧科学と加圧食品, さんえい出版 (1991)
- 2) 松本正・林力丸:日農会誌, 64, 1455 (1990)
- 3) 荷見昭夫・阿久津智美・柳沢洋:栃木県食品工業指導所研究報告, 10, 10 (1996)
- 4) FAO 豆類の栄養と加工 (建帛社), 45 (1993)
- 5) 山本文子・香西みどり・畑江敬子:日食工誌, 39, 571 (1992)