大豆多糖類に関する食品化学的研究 (第 1 報)

大豆細胞壁の性質とそれに対する蒸煮の及ぼす影響について

菊地忠昭, 石井茂孝, 福島男児, 横塚 保

(キッコーマン醤油株式会社中央研究所)

昭和 45 年 11 月 12 日 受 理

Food-chemical Studies on Soybean Polysaccharides Part I. Chemical and Physical Properties of Soybean Cell Wall Polysaccharides and their Changes during Cooking

By Tadaaki KIKUCHI, Shigetaka ISHII, Danji FUKUSHIMA and Tamotsu YOKOTSUKA
Central Research Laboratories of Kikkoman Shoyu Co., Ltd.

Soybean cell wall was separated from raw defatted soybeans by successive leaching with water and with a protease solution to investigate its polysaccharides. The result of sugar analysis showed that soybean cell wall polysaccharides are composed of galacturonic acid, galactose, glucose, arabinose, xylose and rhamnose. Next, several polysaccharide fractions were separated from soybean cell wall by solvent extraction and chromatographic separation. From these results, it was concluded that soybean cell wall consisted of 30% of pectic substances, 50% of hemicelluloses and 20% of celluloses, approximately.

Cooking at 120°C for 30 min had a great influence on soybean cell wall. The susceptibility to enzymes and the swellability of soybean cell wall were increased markedly by the cooking. The solubility characteristics of the pectic substances in soybean cell wall changed by the cooking from water-insoluble to water-soluble form. When whole soybeans were cooked in water, the cell-cementing material which was considered to be some pectic substances became water-soluble. Therefore, single cell preparation could be obtained very easily from cooked whole soybeans. (Received November 12, 1970)

緒 言

大豆は蛋白質および脂肪含有量が多く、現在、食品原料としておいに利用されており、研究面でも、大豆蛋白質あるいは脂肪については、多くの報告がなされている。しかし、大豆の種実（全粒より種皮、胚軸をとり去ったもの）のうち、約 20% をしめる多糖類に関しては、化学的性質について、川村^(1,2)、森田⁽³⁻⁵⁾および Aspinall^(6,7)の研究があり、また、くわしい総説が発表されているが⁽²⁰⁻²²⁾、食品化学の立場から応用的な考察を行なったものは少なく、その大豆食品における役割については不明なところが多い。

また、一般に高等植物の細胞壁は結晶性のセルロースと、非結晶性のヘミセルロース、ペクチン質、リグニン

などよりなり、中葉 (middle lamella) はペクチン質に富んでいるといわれ⁽⁸⁾、細胞壁の多糖類組成はその植物の種類、組織、生長度により多種多様であり、最近も白ガラン種子⁽⁹⁾、ジャガイモ根茎⁽¹⁰⁾などについての細胞壁多糖類の知見が発表されているが、大豆種実の細胞壁の多糖類組成については未だ明らかとはなっていない。

われわれは大豆を食品として利用する際に、それに含まれる、主として細胞壁を構成していると考えられる多糖類がどのような役割を演じるか興味をもち、その多糖類組成、挙動を明らかにすることは、多くの大豆食品製造工業に新しい知見を与えようと考え、とくに、醤油、味噌などの醸造工業においては、原料の有効利用をはかるためにも、あるいは、醤油もろみの粘性、膨潤性を解明するためにも、大豆多糖類の研究は重要であると考え

た、本報では、大豆種実の細胞壁が熱変化を受けないように、40°C以下で調製し、その多糖類組成を検討し、それに対する蒸煮の影響について考察したので、以下に結果を報告する。

実験方法

1. 試料大豆 醤油醸造用の米国産大豆(Lee種)を用い、脱脂大豆は、大豆を乾燥して脱皮し、粉碎した後、大型ソックスレー抽出器を用い、*n*-ヘキサンにて脂肪を抽出して調製した。

2. 酵素剤 不溶性物質より蛋白質を可溶化して除くためにプロナーゼP(科研化学製)を用いた。この酵素には、CMC、かんきつペクチン、いならわキシラン、大豆アラビノガラクトタン⁽³⁾、大豆酸性多糖類⁽⁷⁾に対する作用はなかった。醤油用麹菌の酵素としては、*Aspergillus sojae* X-816を60%の水を含むふすま培地に、3日間培養した麹を原料ふすまの5倍量の水で抽出し、抽出液に3倍量のエタノールを加えて得た沈殿を乾燥したものをを用いた(以下この酵素をEnz-Xと略す)。さらに、動物および植物起源のプロテアーゼとして、ペプシン(ミクニ化学)、パパイン(長瀬産業)を用いた。

3. 分析方法 全窒素はケールダール法⁽¹¹⁾により測定し、6.25を乗じた値を蛋白質含量とした。全糖はフェノール硫酸法⁽¹²⁾、ウロン酸はカルバゾール硫酸法⁽¹³⁾、メチルペントースはシステイン硫酸法⁽¹⁴⁾により測定した。

4. 多糖類の構成糖比の測定 ペーパークロマトグラフィーを行ない、濾紙上で発色させ、デンスitomーターを用いて測定した⁽¹⁵⁾。すなわち、試料が不溶性の場合は、100mgを72%硫酸5mlにとかした後、全量を100mlに希釈して1規定溶液としたものを、水溶性の場合は、その水溶液に2規定硫酸を等容加えたものをアンブルに封じ、乾熱器に入れて、100°C、6時間、加水分解し、炭酸バリウムで中和し、濾過、Dowex 50 W (X-16)による脱塩、濃縮乾固を行なって、単糖混合物を得、この一定量を東洋濾紙 No. 51Aにスポットし、酢酸エチル:ピリジン:水(10:4:3)にて二重展開して、アニリン水素フタレート試薬にて発色させた。ここであらわれたグルコース、ガラクトース、アラビノース、キシロースのスポットを直接、アタゴ光学製デンスitomーターにて、470mμのフィルターを用いて吸収を測定し、標準サンプルと比較して分別定量した。メチルペント

ース、およびヘキスロン酸は加水分解に対する挙動が、前述の4種の糖と異なっているので、比色法にて求め、それぞれをラムノース、ガラクトチュロン酸としてあらわし、全糖に対する6種類の糖を百分比で表示して、多糖類の構成糖比とした。細胞壁多糖類には、フコース、グルクロン酸も検出され、メチルペントース、ヘキスロン酸として発色するので、それぞれ、ラムノース、ガラクトチュロン酸の値に含まれるが、ペーパークロマトグラフィーの結果から考えて、微量であるので、構成糖比に影響はないとして表示しなかった。

5. 蒸煮処理 試料に10倍量の水を加え、オートクレーブに入れ、生蒸気を導入して、1気圧加圧(120°C)30分間、加熱処理を行ない、これを蒸煮処理とした。

6. 吸水量および膨潤度の測定方法 試料500mgを重畳既知のガラス製の遠沈管にとり、水10ml、あるいは15mlを加え、よく混合した後、遠心分離(3000rpm, 10分)を行なって、上清を除き、沈殿の重量を測定し、吸収された水分量を求め、さらに容量を測定して膨潤度とした。ともに試料1gに対する重量、または容量(ml)をもって表示した。

実験結果

1. 大豆種実の細胞壁の調製

脱脂大豆より、プロナーゼを用いて、加熱処理を行なうことなく、不溶性の多糖類混合物を調製した。その方法を第1図に示す。すなわち、まず、脱脂大豆を水抽出することにより、蛋白質の74%と可溶性のオリゴ糖、色素、有臭成分などはほとんど除かれ、不溶部は多糖類および蛋白質からなるものとなる。ついで、この水洗残渣をプロナーゼ処理すると、蛋白質は分解可溶化されて除かれ、不溶性で残る粗蛋白は原料の脱脂大豆の0.5%となるが、このときの糖の溶出は水洗残渣全体の4%であり、ほぼ、水に不溶性の大豆多糖類は残渣に回収される。ここで得た不溶性多糖類の糖組成を第1表に示した。

第1図 大豆細胞壁の調製方法

収量および蛋白質含有量を図中に表示した。

第 1 表 大豆細胞壁の糖組成 (%)

細胞壁	A	B
ガラクトース	16	16
ガラクトース	34	36
グルコース	19	18
アラビノース	18	17
キシロース	9	9
ラムノース	4	4

A: 本報における調製法 B: 綿実油分法

が、対照として、Dieckert⁽¹⁶⁾の方法に従って、綿実油を用いて分画した大豆の細胞壁の組成と一致していたので、本調製法で得られた多糖類は大豆細胞壁に由来するものと思われた。以下、この物質を大豆の細胞壁と考えて実験をすすめた。

2. 細胞壁多糖類の分析

1) 細胞壁多糖類の分画抽出: プロナーゼ処理によって得られた大豆細胞壁に含まれる多糖類を、常法に従って分画抽出して、その組成をしらべた。すなわち、まず、細胞壁に 10 倍量の水を加え煮沸処理して、熱水可溶部を遠心分離により得、抽出残渣をさらに 2 回、煮沸抽出して熱水可溶部を集めた。次に、10 倍量の 0.5% 稀酸アンモニウム (85°C)、1 N NaOH (25°C)、4 N KOH (80°C) で、順次 3 回ずつ抽出して多糖類を分画した (アルカリ抽出は窒素ガス中で行なった)。次に、それぞれの抽出液に 3 倍量のエタノールを加えて生じる沈殿を集め、透析、凍結乾燥を行なって粗多糖類を得たが、その収量および糖組成は第 2 表のごとくである。この表で、含有量とは抽出残渣の重量を測定して求めたものであり、収量は実際に得られた多糖類の重量であるが、各分画多糖類中のそれぞれの糖を合計して第 1 表の細胞壁の糖組成と比較すると、ガラクトース、アラビノースが少なくなっており、これは抽出処理の間に低分子化してしまふ結果だと考えられる。したがって収量は、合計 85.5

% と低くなっている。

2) 抽出粗多糖類の DEAE-セルロースカラムによる分画: 分画した多糖類をそれぞれ DEAE-セルロースカラムクロマトグラフィーを行なってさらに分画した。すなわち、多糖類の 2% 溶液 1 ml を、0.02 M リン酸緩衝液で平衡にした DEAE-セルロースカラム (1.5×15 cm) に吸着させ、0.02 M、0.1 M、0.25 M、0.5 M のリン酸緩衝液 (pH 6.0) 100 ml で順次溶出させて分画した。溶出液の全糖の収量、および全糖に対するウロン酸 (ガラクトース) の割合を測定した結果を第 3 表で示す。抽出した粗多糖類のうち、熱水可溶部はアルカリで前処理を行っていないので、森田⁽⁹⁾の実験に比較して量的には少ないが、その主体はガラクトース、ガラクトース、アラビノースであり、ペクチン質であると考えられ、次の稀酸アンモニウム抽出多糖類は金属塩を介在して巨大分子を形成している⁽¹⁷⁾熱水では抽出し得なかったペクチン質である。

これらはいずれも、DEAE-セルロースクロマトの結果から考えて、Aspinall⁽⁷⁾の提唱したガラクトースと

第 3 表 細胞壁より抽出した大豆多糖類の DEAE-セルロースクロマトグラフィー

多糖類 緩衝液 濃度	熱水 抽出 (120°C)	0.5% 稀酸 アンモニウム 抽出	1 N NaOH 抽出	4 N KOH 抽出
0.02 M	{ 17 (3)	{ 7 (1)	{ 15 (0)	{ 20 (9)
0.1 M	{ 37 (9)	{ 6 (9)	{ 3 (6)	{ 51 (7)
0.25 M	{ 43 (34)	{ 41 (32)	{ 31 (25)	{ 11 (30)
0.5 M	{ 5 (58)	{ 27 (39)	{ 32 (36)	{ 7 (88)

1% 多糖類溶液 2 ml を DEAE-セルロースカラム (2×20 cm) にかき、pH 6.0、0.02 M~0.5 M のリン酸緩衝液各 100 ml にて順次溶出した。各フラクションの全糖およびウロン酸を測定し、収量およびウロン酸含量 (ウロン酸/全糖) (= () 内) を表に示した。

第 2 表 大豆細胞壁の多糖類組成およびその構成糖比

多糖類	(煮沸処理) 熱水可溶部	0.5% 稀酸アン モニウム抽出	1 N NaOH 抽出	4 N KOH 抽出	抽出残渣	構成糖合計
含有量 (%)	16.7	11.7	17.4	34.2	20.0	
収量 (%)	13.9	11.5	13.9	26.2		85.5%
ガラクトース	22	44	24	17	4	17(+1)
ガラクトース	45	26	35	46	0	26(-8)
グルコース	2	0	6	4	88	20(+1)
アラビノース	18	17	17	13	0	10(-8)
キシロース	8	8	12	14	8	9(0)
ラムノース	5	5	6	6	0	4(0)

ラムノースを主鎖にもつ酸性多糖類

と、それに付随するアラビノガラクトンの混合物であると推定される。

さらに、2つのアルカリ抽出多糖類は、いわゆるヘミセルロースであるが、この区分にもガラクトン酸は多く含まれており、一次細胞壁に多く含まれているといわれているウロン酸を構成糖にもつヘミセルロース⁽¹⁸⁾と中性のヘミセルロースの混合物と考えられ、ここには、キシランや森田によって熱水可溶部として証明されたアラビノガラクトン、さらには Aspinall の酸性多糖類も含まれていると思われる。抽出残渣はほとんどグルコースよりなり、セルロースである。

3. 蒸煮処理の大豆細胞壁におよぼす影響
大豆細胞壁を蒸煮処理して、蒸煮による細胞壁の性質の変化、さらには酵素被分解性におよぼす影響について検討した。ここにおいて、蒸煮により、一部の多糖類は可溶化するが、それと同時に、不溶性の残渣にも蒸煮による変化が認められた。

1) 細胞壁に対するプロテアーゼの作用：大豆細胞壁の蒸煮抽出残渣に麹菌の精製アルカリプロテイナーゼ⁽¹⁹⁾および市販のプロテアーゼを作用させた結果を第4表に示す。これより明らかなごとく、細胞壁はプロテアーゼを作用させても、その重量にほとんど変化が認められないので、麹菌粗酵素中に存在するプロテアーゼ作用を無視でき、以下の実験に用いた粗酵素の作用を、大豆細胞壁に対する多糖類分解酵素群の作用と考えた。

2) 蒸煮による酵素被分解性の変化：大豆細胞壁および、その蒸煮抽出残渣各 100 mg を L 字管にとり、0.2% の Enz-X 溶液 5 ml, 0.1 M の酢酸緩衝液 (pH 4.0) 5 ml を加え、3 時間振盪分解した後、反応液を濾過

第4表 蒸煮処理大豆細胞壁に対するプロテアーゼの作用

プロテアーゼ	反応 pH (緩衝液)	重量減少 (%)
醬油麹菌精製アルカリプロテイナーゼ	7.0 (リン酸)	0
ペプシン	2.5 (グリシン-塩酸)	2
パペイン	7.0 (リン酸)	1
ブロナーゼ P	7.0 (リン酸)	0

基質 100 mg を L 字管にとり、0.2% 酵素液 5 ml, 緩衝液 5 ml を加え、40℃, 12 時間反応させ、不溶部を濾過、乾燥して重量を測定し、対照と比較して減少率を求めた。

第5表 大豆細胞壁の酵素分解

基 質	重量減少	真の重量減少	酵素分解液中のグルコース
未処理大豆細胞壁	8%		(—)
大豆細胞壁 熱水抽出 (蒸煮処理) 残渣 (収量 83.3%)	32%	$83.3 \times 0.32 + 16.7 = 43\%$	(—)

反応条件：基質 100 mg, 0.2% Enz-X 5 ml, 0.2 M 酢酸緩衝液 (pH 4.0) 5 ml, 40℃, 3 時間。

酵素分解中のグルコースは反応液を 1 N H₂SO₄ で 100℃, 6 時間分解したものをペーパークロマトグラフィーにかけて検出した。

して分解残渣を集め、水洗して乾燥した。分解残渣の重量を測定して重量減少率を求めた結果を第5表に示すが、蒸煮処理により、糖菌酵素による細胞壁の被分解性が明らかに上昇しているのが認められた。

3) 蒸煮による膨潤性の変化：細胞壁およびその処理したものについて、吸水量と膨潤性を測定した。測定結果を第6表に示すが、ここにおいても蒸煮の影響があらわれている。すなわち、蒸煮により細胞壁の膨潤性は増大し、セルロースの膨潤性は少ないから、蒸煮によって可溶とならないセルロース以外の成分においても、何らかの変化がおこっていることが推定される。

第6表 大豆細胞壁およびその処理物の膨潤性

試 料	細胞壁からの収量 (%)	吸水量 (g/g)	膨潤性 (ml/g)
大豆細胞壁		7.4	8.9
細胞壁の熱水抽出残渣	83	12.2	13.1
細胞壁の酵素分解残渣 (Enz-X)	57	24.0	25.7
細胞壁のアルカリ抽出残渣 (大豆セルロース)	20	10.3	10.8

4. 大豆蒸煮処理による細胞組織の変化

細胞壁は蒸煮の影響を著しく受けることが認められたので、蒸煮処理を行なった大豆についてさらに検討した。

1) 蒸煮処理大豆より細胞壁および細胞壁間物質の調製：大豆を浸漬して脱皮した後、蒸煮処理を行なって水溶性物質を除き、さらにうらごしすることにより単細胞懸濁液を得た。ついで、最初の実験と同じくプロテナーゼを作用させて細胞壁を得たが、その方法および収量を第2図に示す。第3図の写真Aに示すごとく、蒸煮により細胞は分離するが、これは細胞壁間物質が可溶化するものと考えられ、蒸煮処理液中には水溶性の多糖類が多く含まれており、酸沈殿、エタノール沈殿により多量に

第2図 大豆の蒸煮処理

収量(乾物量%)を図中表示した。

A (×600)

B (×600)

第3図 大豆の蒸煮処理により得た大豆単細胞の顕微鏡写真

写真 A: 単細胞 写真 B: ブロナーゼ処理した単細胞

写真 A で観察される変性凝固したタンパク質は, 写真 B では消失し, 脂肪球が観察される。細胞壁は分離しているが, 破壊されていない(第2図参照)。

得られた。写真 B はブロナーゼ処理後の細胞壁であるが, A にみられた変性蛋白質は消失しており, 脂肪球が観察される。

2) 調製した多糖類の構成糖比: 第7表に, 蒸煮を

行なった大豆より得た細胞壁, および熱水可溶性多糖類の収量と構成糖比を示したが, 未加熱の場合に比べて, 細胞壁の収量は減じ, その分は可溶の多糖類として得られた。ここにおいても蒸煮処理が細胞壁に影響している

第 7 表 蒸煮処理により得た細胞壁および水溶性多糖類の収量と糖組成

多 糖 類	蒸煮大豆の細胞壁	蛋白質	多糖類混合物 I	蛋白質	多糖類混合物 II	構成糖合計
収 量	9.7		1.6		2.8	() 内は細胞壁多糖類との比較
多 糖 類 含 量			56.6		34.1	
脱脂大豆に対する収量* (多糖類)	13.3		1.2		1.3	15.8
ガラクトース	11		51		40	17(+1)
ガラクトース	33		23		34	32(-2)
グルコース	22		2		1	19(0)
アラビノース	18		15		19	18(0)
キシロース	12		4		1	10(+1)
ラムノース	4		5		5	4(0)

* 大豆 100g → 脱脂大豆 72.7g (脱皮)

ことが認められるが、とくに、ガラクトースを含む多糖類に影響を及ぼしていることが、糖組成を分析した結果より明らかとなった。この結果よりすでに述べたような蒸煮による細胞壁の構造の変化は、細胞が組織を形成している場合は、細胞壁外層に多く存在するといわれているペクチン質に著しいと推察される。顕微鏡写真は、細胞壁多糖類の可溶化にともなって、細胞が分離することを示しているが、一般に中葉がペクチン質に富むという事実⁽⁸⁾から考えて、ここで得た水溶性の多糖類はガラクトース含有量が大きく、その多くは細胞壁間物質に由来するものと思われる。すなわち、細胞壁の蒸煮による構造の変化は、大豆組織にあっては、細胞の分離という現象にもあらわれるということがいえる。

考 察

われわれは大豆を食品として利用する際、その細胞組織がどのような挙動を示すか興味をもち、その構成物質の主流である多糖類について研究を行なっているが、本報告では、大豆種実の細胞壁の多糖類組成を明らかにし、次に応用的に最も重要な処理法である蒸煮の細胞壁におよぼす影響について考察した。

大豆多糖類については、近年、川村、森田、Aspinall によりあいついで研究され、多糖類の分画と糖組成の決定⁽²⁾、アラビノガラクトタン⁽⁵⁾、酸性ヘテロ多糖類⁽⁷⁾の構造の検討などがなされて、かなり明らかとなったが、細胞壁を構成する多糖類を考えた場合、その組成、含有量などについては十分な知見が得られていなかった。すなわち、これまでの実験では、多糖類を抽出する際の前処理として、アルカリ溶液を用いて大豆中に多量に存在する蛋白質を除いているので、細胞壁中の多糖類は変化を受けていると考えられ、組織から変化を受けないように

分離した細胞壁については、考察されなかったものと考えられる。われわれは食品化学的な立場から、まず、大豆種実の細胞壁全体を水不溶性のまま変化を受けないように分離することが必要であると考え、脱脂大豆に水抽出およびプロナーゼ処理を施して蛋白質を除き、残渣の不溶区分を乾燥して細胞壁を得た。ここで調製した細胞壁は、ガラクトース、ガラクトース、グルコース、アラビノース、キシロース、ラムノース、および微量のフコース、グルクロン酸よりなっており、棉実油と四塩化炭素による分画を行なって得た細胞壁分画と、糖組成はほぼ一致していた。脱脂大豆中、細胞壁は約 16% であり、全炭水化物のおよそ半分をしめている。

次に、細胞壁より分画抽出を行なって粗多糖類を分離し、その糖組成および DEAE-セルロース、カラムクロマトグラフィーによる分画について検討したが、いずれもグルコース以外の糖からなっており、中性多糖類と酸性多糖類の混合物であることがわかった。ここで行なった分画抽出法は、多糖類をはっきり区別するものではなく、細胞壁を構成する多糖類も、その存在位置、立体構造により同じ種類のものでも溶解性が異なっていると考えられるので、構成多糖類の正確な分類はむずかしいが溶解性と糖組成を考慮にいて、熱水および修酸アンモニウム抽出区分をペクチンとそれに付随するアラビノガラクトタンを含むペクチン質、アルカリ抽出区分をヘミセルロース、残渣のグルコースよりなる区分をセルロースとすると、細胞壁は、およそ 30% のペクチン質、50% のヘミセルロース、20% のセルロースよりなると推定される。

さらに、大豆細胞壁に対する蒸煮の影響について検討した。細胞壁は蒸煮することにより著しく酵素作用を受けやすくなり、膨潤性は増大する。これは蒸煮により一

部の多糖類は可溶化するが、不溶区分について認められた現象であり、酵素分解液中にグルコースが認められず、また大豆セルロースは膨潤性が小さいので、影響を受ける多糖類は、セルロース以外のヘミセルロース、ペクチン質であると考えられる。これら多糖類は細胞壁において複雑な三次元構造をとっているが、セルロースのように結晶とはなっておらず、比較的ゆるやかな構造であると考えられ、そのために蒸煮によって構造を形成する何らかの結合が切られて膨潤性(吸水性)は増し、酵素の作用を受けやすくなるものと推定される。

蒸煮の影響は大豆に直接行なった場合においても、その細胞壁について認められる。大豆を蒸煮することにより多糖類の一部は溶出し、蒸煮処理大豆の細胞壁は、糖組成から考えて大豆細胞壁全体からペクチン質が除かれたものと推定され、また、細胞組織がぼろぼろになっている事実と考えあわせれば、主として細胞壁間物質が可溶化したものであろうと考えられる。このことより、大豆の中葉もペクチン質に富んでいるといえる。細胞壁を蒸煮した場合は、酵素被分解性の向上、膨潤性の増大となってその構造の変化が示唆されたが、細胞組織を形成している大豆においては、その外層である中葉に対する蒸煮の影響が、三次元構造の破壊、細胞間物質の可溶化、細胞分離という形になってあらわれるものと推察された。

以上に、蒸煮の細胞壁に対する影響について考察したが、醤油、味噌醸造において、大豆を蒸煮することは、蛋白質の変性のためばかりでなく、大豆組織を破壊し、また酵素作用を受けやすくするという点で、重要な役割をもつということを認め、一方、その結果として酵素分解残渣は非常に膨潤性が大となり、醤油もろみの物性に大きな影響を与えている可能性があるかと推定した。

要 約

(1) 大豆細胞壁を変化を受けないように調製して、その多糖類組成を検討した結果、およそ30%のペクチン質、50%のヘミセルロース、20%のセルロースよりなることが認められた。

(2) 大豆細胞壁は、蒸煮処理により酵素作用を受けやすくなり、膨潤性が増加することが認められた。

(3) 大豆を蒸煮処理(120°C, 30分)すると、細胞壁多糖類の一部は可溶化し、細胞組織は分離することが認められた。蒸煮により可溶となる多糖類はペクチン質

であり、これは主として細胞壁間に存在するものであると推定した。

本稿終了に当たり、種々の有益な御助言をいただいた東京大学農学部農芸化学科藤巻正生教授、森田牧朗博士に心から感謝致します。さらに精製麹菌アルカリプロテイナーゼをいただいた林和也氏、分析の一部を担当された戸辺怜子嬢、ならびに本報告の発表を許可された本社役員各位に謝意を表します。

- (1) S. Kawamura, T. Kobayashi, M. Oshima and M. Mino: *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, **19**, 69 (1955).
- (2) S. Kawamura and T. Narasaki: *Agr. Biol. Chem.*, **25**, 527 (1961).
- (3) M. Morita: *ibid.*, **29**, 564 (1965).
- (4) *idem*: *ibid.*, **29**, 626 (1965).
- (5) M. Morita, M. Okuhara, T. Kikuchi and Y. Sakurai: *ibid.*, **31**, 314 (1967).
- (6) G. O. Aspinall, R. Begbie, A. Hamilton and J. N. C. Whyte: *J. Chem. Soc. (C)*, 1065 (1967).
- (7) G. O. Aspinall, I. W. Cottrell, S. V. Egan, I. M. Morrison and J. N. C. Whyte: *ibid.*, 1071 (1967).
- (8) 西沢一俊: 多糖生化学 (2), 共立出版, 1970, p. 606.
- (9) D. A. Rees and N. J. Wight: *Biochem. J.*, **115**, 431 (1969).
- (10) J. E. Hoff and M. D. Castro: *J. Agr. Food Chem.*, **17**, 1328 (1969).
- (11) 実験農芸化学 (上), 朝倉書店, 1963, p. 54.
- (12) J. E. Hodge and B. T. Hofreiter: "Method in Carbohydrate Chemistry," Vol. 1, Academic Press, 388 (1962).
- (13) T. Bitter and H. M. Muir: *Anal. Biochem.*, **4**, 330 (1962).
- (14) Z. Dische and L. B. Shettles: *J. Biol. Chem.*, **175**, 595 (1948).
- (15) 友田正司: 糖質実験法(蛋白質 核酸 酵素別冊), 共立出版, 1968, p. 27.
- (16) J. W. Dieckert, J. E. Snowden, Jr., A. T. Moore, D. C. Heinzelman and A. M. Altschul: *J. Food Sci.*, **27**, 321 (1962).
- (17) M. A. Joslyn: *Advan. Food Res.*, **11**, 1 (1962).
- (18) J. Bonner: 植物生化学 (山田登, 丸尾文治共訳), 朝倉書店, 1954, p. 109.
- (19) K. Hayashi, D. Fukushima and K. Mogi: *Agr. Biol. Chem.*, **31**, 642 (1967).
- (20) 川村信一郎: 日食工誌, **14**, 514, 553 (1967).
- (21) 森田牧朗: 食品工業, **10** (16), 35 (1967).
- (22) G. O. Aspinall, R. Begbie and J. E. McKay: *Cereal Sci. Today*, **12**, 223 (1967).