
研究報文

グアー豆タンパク質の分画と 大豆タンパク質との性質の比較

下山 亜美, 竹重 智子, 田中 有紀,
吉岡 里恵, 木戸 詔子

Properties of Guar Meal Proteins with Reference to Soy Bean Proteins

Ami Shimoyama, Tomoko Takeshige, Yuki Tanaka,
Rie Yoshioka and Shoko Kido

The proteins of the guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) meal left after the extraction of gum were examined with reference to soy bean proteins.

- 1) The total protein of the guar meal was obtained by extracting the meal with a 2% SDS solution, and analyzed by SDS-polyacrylamide gel electrophoresis. The molecular weights of guar meal proteins ranged from 8 kDa to 74 kDa and those of soy bean proteins obtained by the same method 15 kDa to 96 kDa.
- 2) The guar meal was treated successively with five different solvents, i.e, water, 1 M NaCl, 70% ethanol, 0.025% NaOH, and 1% SDS. The extracted protein fraction in each treatment was analyzed by SDS-polyacrylamide gel electrophoresis and the amount of the proteins was quantified. Most proteins were recovered in the water fraction and the NaCl fraction with yields of 29% and 43% of the total protein, respectively. The water fraction contains proteins with lower molecular weights (8 kDa to 12 kDa) whereas the NaCl fraction those with higher molecular weights (20 kDa to 74 kDa).
- 3) The amino acid compositions of both the water and NaCl fractions were characterized by high contents of Ser, Glu, and Gly. The amino acid scores of the water and NaCl fractions were calculated to be 48 and 50, respectively, which were comparable with those of ordinary grains and lower than those of soy bean proteins.

グアー豆, *Cyamopsis Tetragonolobus* Family Leguminosa は, インド, パキスタン原産のマメ科植物である。グアー豆胚乳部から工業的にガラクトマンナンが精製され, グアーガムとして食品分野や医療, 繊維分野などで広く利用されている。このグアーガムの精製の際に, 約 30%に相当する種皮部分が廃棄されており, その処理に苦慮している。しかし, グアー豆の種皮部分には約 45%のタンパク質が存在し, その脱脂試料中には 50~57%のタンパク質が含まれていることが報告されている¹⁻⁴⁾。1978 年,

京都女子大学家政学部食物栄養学科第一調理学研究室

Nath らによる報告で¹⁾, グアー豆種皮タンパク質を水, 食塩, ヘキサメタリン酸塩, 塩化カルシウムを用いて抽出を行った結果, 1M 食塩によるタンパク質の抽出がもっとも優れており, pH7~pH11では総窒素量で 90%以上が可溶化することを示し, 水による抽出は, pH 依存性が高く, pH2.0 以下または pH8.5 以上で 80%以上が可溶化し, pH4.0 以上では水よりも 1M 食塩での溶解性が優れていることを示している。水と 1M 食塩に可溶化したタンパク質の等電点は, それぞれ pH4.7 と pH3.0 付近である¹⁾。1M 食塩存在下で, Sephadex G-200 を使用したゲルろ過で得られた 3 つのピークのうち, 低分子画分の

みにトリプシンインヒビター活性があることを示している¹⁾。また 1980 年, Nath らは, 1M および 1.5 M 食塩を用いて精製を繰り返した画分を用い, 最終的に Sephadex G-200 を使用し, 1.0M 食塩存在下でゲルろ過を行ったところ 1 つの溶出ピークが得られ, このタンパク質を分析した結果, 10.5S を示す 223,000 の分子量で, α -ヘリックス 7%, β -シート 30%, ランダムコイル 63% からなることを初めて明らかにした²⁾。1981 年, Nath らは, グアー豆を動物の飼料として利用する場合に, グアー豆に含まれるトリプシンインヒビターは, 動物に生長阻害を起こすため, それを取り除く手段として, エタノールが有効であり, 同時に豆特有の不快臭も除去でき, エタノール抽出後の残渣には, タンパク質が約 73% 残存していることを報告している³⁾。

これらのことを踏まえて, 大量に廃棄されているグアー豆種皮部分から各種溶媒を用い, 効率よくタンパク質を抽出する方法を検討し, グアー豆の全タンパク質を分析し, よく研究されている大豆タンパク質と比較することにした。

実験方法

1. 供試料

パキスタン産のグアー豆から, グアーガムの材料として胚乳部を分離して用いた後の廃棄物(種皮部, 加熱処理済の薄片状)を株式会社第一化成(京都市山科区)より入手した。また, 比較対照に用いた大豆は, 市販の乾燥大豆「本鶴の子大豆」(黄色極大粒白目種, 北海道空知産)を使用した。

2. 脱脂試料の調製

供試料は, グアー豆および大豆ともにブレンダー(WARING PRODUCTS DIVISION, TORRINGTON, CT, U.S.A)で 4~5 分粉碎した。その粉碎試料に対し, 10 倍量の n-ヘキサン(特級 96%, 和光純薬株式会社)を加え, マグネチックスターラーを使用して, 脂質の抽出を 3 時間行った後, 8,000 rpm, 10 分間, 4°C の遠心分離にかけ, 上清のヘキサンを除去した。さらに 5 時間および 15 時間のヘキサン抽出を繰り返し, 最終的に遠心後の上清液が透明になるまで脂質の抽出を行った。脱脂後の試料は, シャーレに移しガーゼで覆い, ドラフト内に入れてヘキサンを蒸発させ, シリカゲルの入ったタッパーに入れ, 室温で保存し, さらに石臼で粉碎し, これを脱脂試料として用いた。

3. タンパク質の抽出

Osborne の方法⁵⁾に従い, 各種溶媒を用いてタン

パク質の抽出を行った。脱脂試料 5g に対して 10 倍量の水を加え, マグネチックスターラーを使用して, 室温で 5 時間抽出した後, 8,000 rpm, 10 分間, 4°C の遠心分離を行った。得られた上清液を水面分①として分離した。残渣には, 新たに 10 倍量の水を加え, 同様にして室温で 15 時間抽出して得られた上清液を水面分②として分離した。次に水抽出後の残渣に対し, 10 倍量の 1M 食塩を加え, マグネチックスターラーを使用して, 室温で 5 時間抽出を行い, 得られた上清液を食塩画分①として分離した。残渣に新たに 10 倍量の 1M 食塩を加え, 同様にして室温で 15 時間抽出して得られた上清液を食塩画分②として分離した。残りのタンパク質を抽出するため, 70% エタノール, 0.025% 水酸化ナトリウム, 1% SDS および 50mM DTT-1% SDS を用い, 上記と同様に順次抽出を行い, それぞれ 1 回目と 2 回目の画分を①と②として分離した。得られた各画分には, 終濃度 0.02% のアジ化ナトリウムを加えて 4°C で保存した。

4. タンパク質の定量

Lowry らの方法⁶⁾に従い, 1% SDS 存在下で定量し, 750 nm の吸光度で, 牛血清アルブミン(Sigma 社, A-7638)を標準としてタンパク質の定量を行った。試料中のタンパク質の定量は 3 回の平均値で表した。

5. SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動

Laemmli⁷⁾らの方法に従い, 14% アクリルアミドゲルを使用し, 1mm スラブ泳動板を用いて, SDS-電気泳動を行い, 既報に従い⁸⁾, タンパク質はクマシーブリリアントブルー R-250 で染色し, 糖は過ヨウ素酸-シッフ試薬で染色した。酸化的条件で行う場合は, 試料調製用緩衝液に還元剤のメルカプトエタノールを添加せずに行った。分子量マーカーとして, LMW カリブレーションキット(アマシャムバイオサイエンス株式会社)を使用した。脱脂試料 5g に対し, 10 倍量の 2% SDS 溶液を加えて, マグネチックスターラーを使用し, 室温で 24 時間抽出を行った。その後, 8,000 rpm, 10 分間, 20°C の遠心分離を行った後, 上清液を分取し, 全タンパク質の分析のために 2% SDS 抽出液を 5 μ l 用いた。また上記の実験方法 3 で抽出した水, 食塩, エタノール, 水酸化ナトリウム, SDS および DTT-SDD の各画分①のタンパク質 30 μ g 相当量をそれぞれ電気泳動用に用いた。

6. アミノ酸分析およびアミノ酸スコア

試料中の Cys を CM-Cys として検出するため, 既

報⁹⁾に従い、7M グアニジン塩酸と 10mM EDTA (和光純薬株式会社) を含む 1.5M トリス-塩酸緩衝液 (pH 8.8) 存在下で、水面分および食塩画分をそれぞれ 30 μ l 用いて窒素で置換後、アルミホイルで遮光下し、素早く DTT を加え、37°C で 2 時間、還元を行った。1.5M モノヨード酢酸を加え、直ちに 6N 水酸化ナトリウムを添加し、pH を 8.4~8.6 に保ち、窒素で置換し、遮光下で 30 分間室温で放置した。3M グアニジン塩酸-7.5mM EDTA を透析外液とし、室温で 1 時間透析し、外液に交換し、3 時間後に 1M グアニジン塩酸-2.5mM EDTA の外液と交換し、外液のグアニジン塩酸を 0.3M, 0.1M と徐々に下げ、最終的に 0.01M 酢酸緩衝液に換え、4°C で透析を行った。上記の試料を、6N のアミノ酸分析用塩酸存在下で、5 分間、減圧封管した後、110°C、24 時間の加水分解を行った。その後、固体の水酸化ナトリウムの入ったデシケーター中で試料を乾固し、試料の塩酸を除去した。塩酸を完全に除去するために中和剤 (メタノール 200 μ l, トリメチルアミン 200 μ l および水 100 μ l の混合溶液) を 10~20 μ l を加え、試料を乾固させた。さらに蒸留水 0.5ml で管壁を十分に洗い込み乾固した後、試料に 0.02N 塩酸 (pH 2.2) を加え、不純物をろ過して除去し、ろ液 10 μ l を日立アミノ酸自動分析計、L-8500 型にかけて分析した。和光純薬アミノ酸混合標準液 H 型を標準物質として用い、各アミノ酸の定量を行った。分析結果から試料中の各必須アミノ酸含有量 (mg/g) を求め、1973 年の FAO/WHO の成人評価パターンと比較して、アミノ酸スコアを求めた。

結果および考察

1. 脱脂試料

大豆の脱脂に使用が許可されているヘキサンを用い脱脂を行った結果、グアー豆の脱脂率は 6.62% であった。またグアー豆は、豆特有の青臭さをもつが、脱脂にヘキサンを繰り返し用いることで、食品素材として使用できるまでに低減化できた。またグアー豆種皮は硬いため、ミキサーでの粉碎だけではタンパク質を十分に抽出できないので、石臼を用いてグアー豆種皮をさらに磨砕してから、タンパク質を抽出すると、タンパク質の回収がよくなった。

2. グアー豆と大豆の全タンパク質の SDS-電気泳動による比較

グアー豆種皮部には、高含有量のタンパク質が含まれていることは知られている¹⁻⁴⁾。しかし、グアー豆タンパク質はこれまでの方法では、水に対し難溶

性を示し、グアー豆中の全タンパク質組成についてはよくわかっていない。そこでまず、脱脂試料に対し 10 倍量の 2% SDS 溶液を加えて 24 時間抽出し、グアー豆の全タンパク質を分析することにした。得られた SDS 抽出液の 5 μ l を用い、14% アクリルアミドゲルを使用した SDS-電気泳動にかけ、タンパク質と糖の染色を行い、タンパク質染色の結果を図 1 に示した。グアー豆と全く同一の方法で、大豆からタンパク質を抽出し、抽出液の 5 μ l を SDS-電気泳動にかけ、グアー豆タンパク質の比較対象として図 1 に示した。分子量マーカーを用いて、グアー豆の分子量を測定した結果を表 1 に示し、同様に大豆のタンパク質の分子量と比較した。グアー豆の主要タンパク質は、8~74kDa に分布し、大豆は 15~96kDa に分布していた。図 1 の結果から、グアー豆種皮部には大豆よりもやや多いタンパク質が存在し、グアー豆の主要タンパク質には、大豆と共通したタンパク質は存在しないことが明らかになった。また、メルカプトエタノール存在下と非存在下での泳動パターンの比較から、大豆タンパク質と同様に、グアー豆タンパク質にはサブユニット構造をとるものが多いことがわかった。糖の染色は示していないが、グアー豆の細孔ゲルの上部にわずかに陽性を示すバンドが認められた。大豆の主要タンパク質、グロブリンには糖タンパク質が存在しているが¹⁰⁻¹³⁾、グアー豆タンパク質は、ほとんどが単純タンパク質から構成されていることがわかった。Nath らは²⁾、食塩画分にサブユニット構造をもつ 223.0kDa のタンパク質を分離しているが、図 1B に示す還元剤非存在下での結果に示すように、分離ゲルの上部に蓄積されているタンパク質に相当すると思われる。223.0kDa のタンパク質は 52.0kDa, 43.0kDa, 37.0kDa, 32.0kDa, 28.0kDa, 25.0kDa のサブユニットから構成することが示されている。従って、還元剤存在下で行った図 3 のグアー豆の食塩画分に矢印で示したバンドの分子量、55.6kDa, 40.3kDa, 35.9kDa, 28.0kDa, 25.1kDa が 223.0kDa のタンパク質サブユニットに対応する可能性が示唆された。

3. グアー豆と大豆の各種溶媒によるタンパク質の抽出

図 1 に示した SDS-電気泳動の結果から、グアー豆種皮には大豆には含まれていない新規タンパク質が存在することが判明したので、脱脂試料を用いて、常法に基づき水、1M 食塩、70% エタノール、0.025% 水酸化ナトリウム、1% SDS および 50mM-1% SDS の各種溶媒を用い、順次グアー豆タンパク質

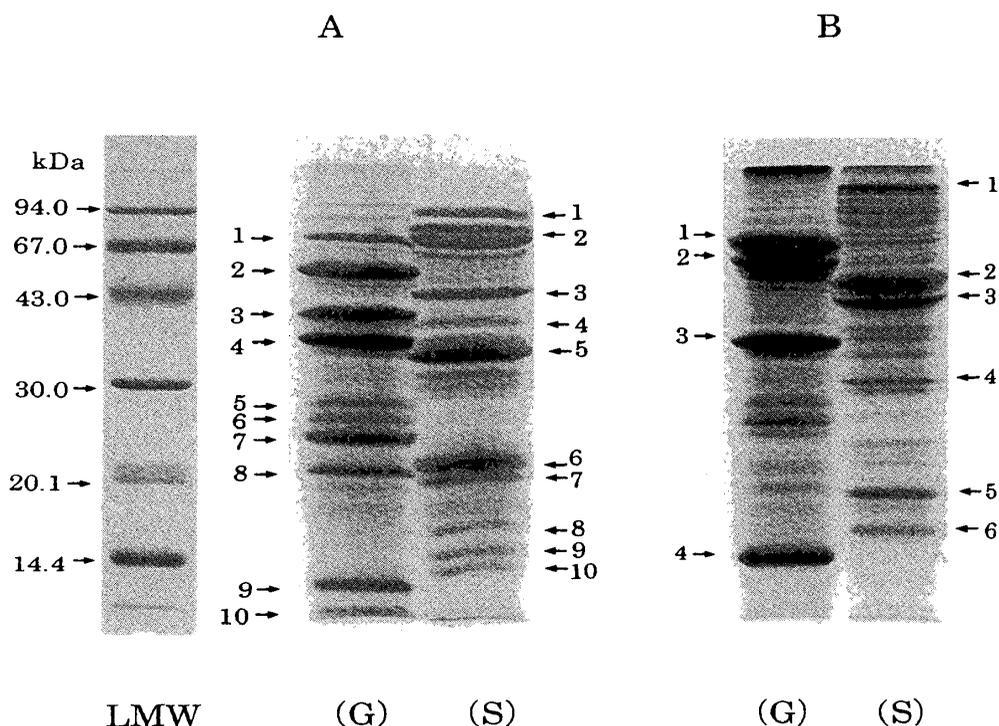


図 1 グアー豆 (G) と大豆 (S) の SDS-電気泳動による全タンパク質の比較
 脱脂試料に 2%SDS 溶液を加えて可溶化し、得られた全タンパク質を還元剤存在下 (A) と非存在下 (B) で、14%アクリルアミドゲルを使用し、SDS-電気泳動を行った後、クマジ染色を行った。試料は、グアー豆および大豆ともに SDS 抽出液の一定量を用いた。LMW は分子量マーカーを示す。

の抽出を行った。各溶媒は、それぞれ 2 回の抽出を繰り返し、第 1 回の抽出と第 2 回の抽出で得られた画分をそれぞれ画分①、画分②として表 2 に示した。DTT を含む画分は、Lowry 法による定量はできなかったため、表 2 から省いた。水面分および 0.025 %水酸化ナトリウム画分は、終濃度が 1%SDS になるように SDS を加え、1M 食塩画分および 70%エタノール画分は、1%SDS で透析を行い、1%SDS 画分はそのままをタンパク質の測定に用いた。大豆についてもグアー豆と同様に抽出し、グアー豆タンパク質の比較対象とした。グアー豆および大豆の脱脂試料 100g 当たりから、各溶媒中に溶出してきたタンパク質量を求め、表 2 に示した。大豆から各画分に回収した総タンパク質量は 38.6g であったが、グアー豆からは、さらに多い 45.5g のタンパク質を回収することができた。これまでの報告から、脱脂グアー豆種皮には約 55%のタンパク質が含まれている¹⁻⁴⁾。従って、この抽出方法で約 83%のタンパク質が回収できた。一方、脱脂大豆中には約 44%のタンパク質が含まれており、約 89%のタンパク質が回収できた。従ってグアー豆には、大豆の約 1.5 倍のタンパク質がまだ抽出されず残存していることにな

表 1 グアー豆と大豆タンパク質の分子量分布

タンパク質	分子量 (kDa)	
	グアー豆	大豆
1	74.1	96.0
2	55.6	82.0
3	40.3	48.2
4	35.9	40.2
5	28.0	33.8
6	25.1	22.7
7	23.6	20.2
8	20.5	18.3
9	12.0	15.2
10	8.0	14.9

グアー豆と大豆のタンパク質 1~10 は、図 1 の A に示したグアー豆と大豆のタンパク質の泳動バンドに与えた数字を示す。

る。グアー豆および大豆の各種抽出溶媒中に回収できた総タンパク質量をそれぞれ 100 とし、各溶媒中に可溶化してきたタンパク質の割合を図 2 に示した。グアー豆は水面分に 28.4%、食塩画分に 42.6% のタンパク質が溶出した。従って、グアー豆タンパク質

表 2 各種溶媒に可溶化したグアー豆と大豆のタンパク質含有量 (g/ 脱脂試料 100g)

抽出溶媒	画分	グアー豆	大豆
水	水画分①	9.34	21.34
	水画分②	3.60	1.20
1M 食塩	食塩画分①	11.34	9.40
	食塩画分②	8.00	1.64
70%エタノール	エタノール画分①	0.02	0.06
	エタノール画分②	0.04	—
0.025%水酸化ナトリウム	水酸化ナトリウム画分①	1.60	1.48
	水酸化ナトリウム画分②	2.20	1.68
1%SDS	SDS 画分①	7.50	1.32
	SDS 画分②	1.88	0.46
合計		45.52	38.58

画分①は第 1 回の 5 時間抽出, 画分②は第 2 回の 15 時間抽出を示す。

は, 水や食塩で可溶化するタンパク質が約 70%以上存在するため, 食品への有効利用が可能であることがわかった。一方, 大豆では水画分に 58.4%と多く, 食塩画分に 28.6%が溶出した。エタノール画分は大豆と同様, 可溶化するタンパク質はほとんど存在しなかったが, アルカリ画分には, 両者ともに約 8%のタンパク質が可溶化してきた。しかしグアー豆の SDS画分は, 大豆より 4.6倍多いタンパク質が存在していた。グアー豆には難溶のタンパク質が多いことが予想されるものの, グアー豆種皮は強靱で, 各種

溶媒にタンパク質が溶け出しにくい可能性が高いと思われる。表 2 に示すように, グアー豆の各溶媒抽出の画分②には, 大豆の画分②よりもそれぞれ 3~4 倍高いタンパク質が溶出しているの, 抽出方法をさらに検討しなおす必要があると思われる。次に, 各画分に溶出したタンパク質, 約 30 μ g 相当量を用い, メルカプトエタノール存在下で, SDS-電気泳動にかけ, 溶出したタンパク質を分析した (図 3)。グアー豆タンパク質は大豆とは異なり, 水画分には主として低分子の 12kDa と 8kDa のタンパク質が検出

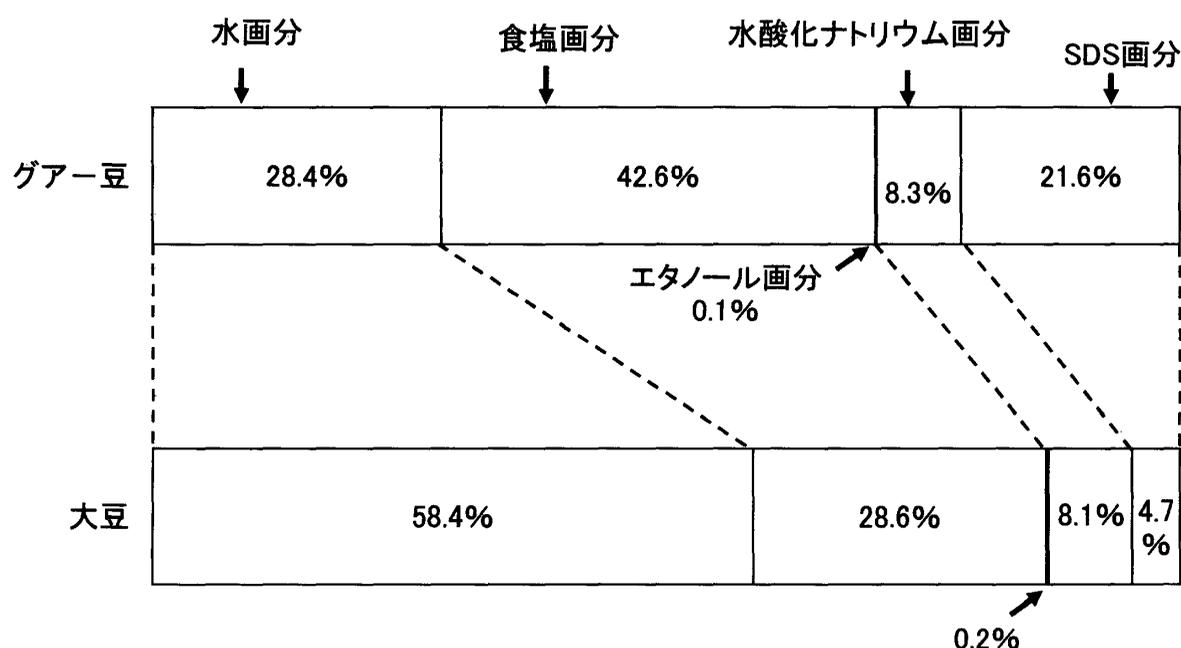


図 2 グアー豆と大豆の各画分中のタンパク質の割合 (%)

表 2 に示した各種溶媒に可溶化したグアー豆および大豆のタンパク質の総量をそれぞれ 100 とし, 各画分に得られたタンパク質の割合を示した。

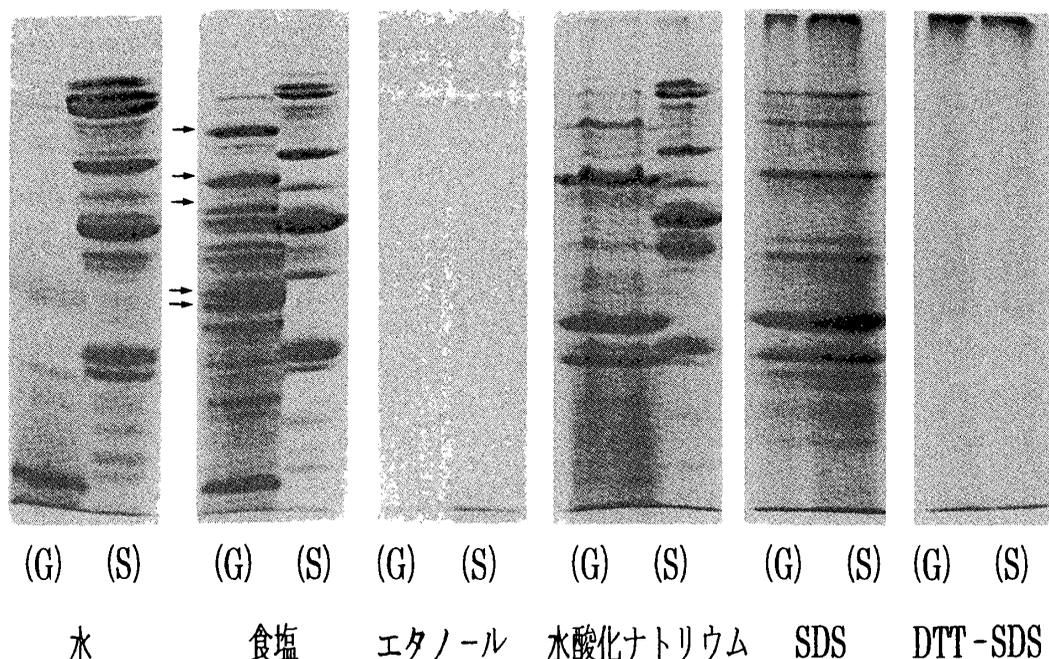


図 3 グアー豆 (G) と大豆 (S) の各種溶媒に可溶化したタンパク質の SDS-電気泳動パターン
 グアー豆と大豆の脱脂試料から、水、1M 食塩水、70%エタノール、0.025%水酸化ナトリウム溶液、1%SDS および 50mM DTT-1%SDS 溶液を用い、順次抽出して得られた各画分中に存在するタンパク質の SDS-電気泳動パターンを示した。各画分①からタンパク質 30 μ g 相当量をそれぞれ分取し、還元剤存在下で 14%アクリルアミドゲルを使用し、SDS-電気泳動にかけ、クマジ染色を行った。

され、大豆の水面分には、図 1 に示した大豆の主要タンパク質のほとんどが溶出していた。グアー豆は大豆と同じタンパク質量をアプライしたにもかかわらず、電気泳動で検出されるタンパク質は少なかった。これは、グアー豆の水面分のタンパク質の大半が分子量 3kDa 以下のペプチドであることに起因する¹⁴⁾。グアー豆の食塩画分には、水面分と共通すると思われる 12kDa のタンパク質が溶出していることから、2 回の水抽出では不十分と思われる。しかし、水面分では溶出しない高分子のタンパク質が溶出しており、図 1 に示したグアー豆の主要タンパク質のほとんど (20 ~ 74kDa) が溶出していた。Lowry 法による定量結果から、エタノール画分にはほとんどタンパク質が検出されなかったため、試料を濃縮して電気泳動を行ったが、電気泳動でも検出されなかった。グアー豆の水酸化ナトリウム画分は、食塩画分とは異なるタンパク質が検出された。以上のように水、食塩、エタノールおよびアルカリによる各溶媒中に溶出してきたグアー豆タンパク質は、いずれも大豆タンパク質とはまったく異なっていた。しかし、次の SDS 画分および DTT-SDS 画分では、大豆と全く同じ移動度を示すタンパク質が溶出していた。ただし DTT-SDS 画分のタンパク質は、グアー

豆、大豆ともに細孔ゲルに入らないタンパク質なので、同じタンパク質であるかは不明である。

以上の結果から、グアー豆種皮部には、タンパク質含有量の多い大豆よりもさらに多いタンパク質が存在し、全タンパク質の約 28% が水面分に、約 43% が食塩画分に溶出してきたことから、食品への有効利用ができることが明らかになった。そこで次に、水面分および食塩画分に溶出したグアー豆タンパク質のアミノ酸分析を行うことにした。

4. グアー豆タンパク質のアミノ酸分析とアミノ酸スコア

グアー豆の水面分および食塩画分に溶出してきたタンパク質のアミノ酸組成を調べた。グアニジン塩酸存在下で、既報⁹⁾に基づき RCM 化を行った後、6 N 塩酸で 24 時間の加水分解を行い、日立アミノ酸自動分析計、L-8500 型を用いアミノ酸分析を行った。グアー豆の水面分および食塩画分のアミノ酸組成の結果をモル%で図 4 にグラフで示した。水面分および食塩画分に溶出したタンパク質は、SDS-電気泳動では全く異なるタンパク質であったが、各画分に溶出した全タンパク質のアミノ酸組成は、全体的に類似していた。水面分および食塩画分ともにセリン、グルタミン酸およびグリシンが、それぞれ 15 ~ 18%

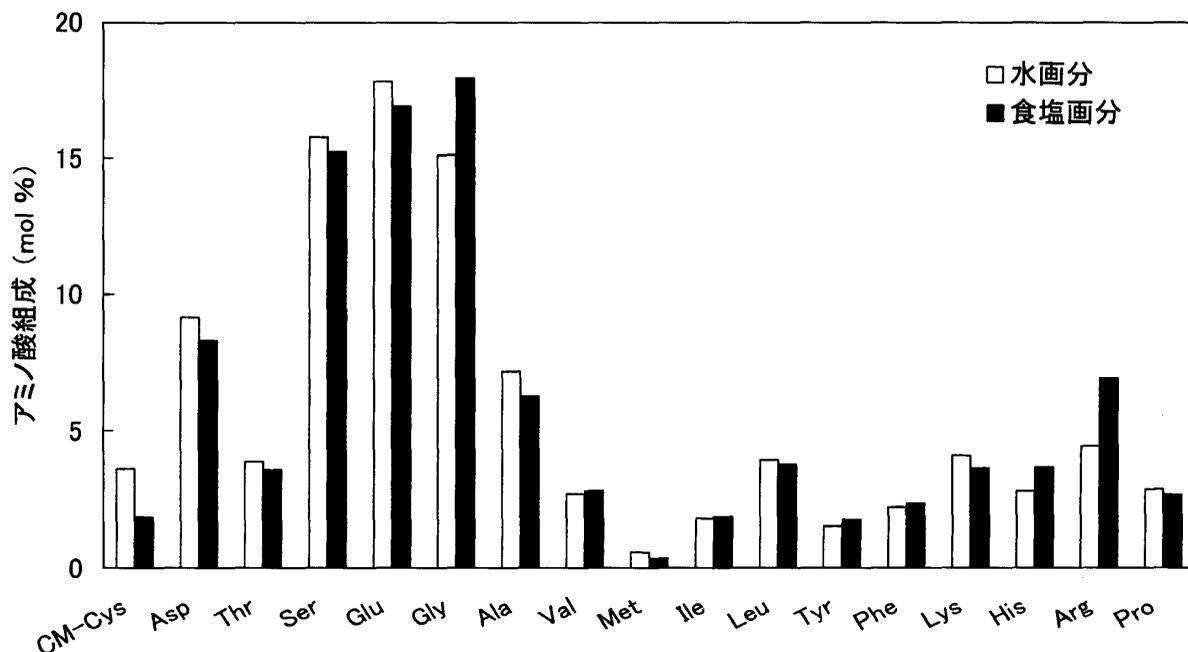


図 4 グアー豆の水画分および食塩画分のタンパク質のアミノ酸組成

含まれ、両画分共に 3 者で約 50% を占めており、次いで両画分共にアスパラギン酸、アラニンが多かった。また、水画分には食塩画分に比べ CM-システインが約 2 倍多く、食塩画分には水画分よりアルギニンが約 1.6 倍多かった。大豆のアミノ酸組成と比較すると^{10-13, 15, 16)}、セリン、グリシン、アラニンが多く、疎水性アミノ酸であるバリン、イソロイシン、ロイシン、プロリンが少なかった。グアー豆の水画分および食塩画分の疎水性アミノ酸の割合を求めたところ、水画分は 25.4%、食塩画分は 21.9% と少なかった。次にアミノ酸の分析結果から、グアー豆の水画分および食塩画分に溶出した全タンパク質の必須アミノ酸含有量を求め、1973 年の FAO/WHO の成人評価パターンと比較して表 3 に示した。その結果、

グアー豆の水画分と食塩画分の総タンパク質の第一制限アミノ酸は、両画分共にイソロイシン、第二制限アミノ酸はバリンであった。アミノ酸スコアは水画分が 48、食塩画分が 50 であり、大豆のアミノ酸スコアの 86 には劣るが、穀類や大豆以外の豆類に近いアミノ酸スコア¹⁷⁾ をもつことがわかった。

要 約

グアー豆胚乳部からグアーガムを精製する際、グアー豆の約 1/3 に相当する種皮部分が廃棄されている。この部分には多くのタンパク質が存在することが報告されているが、グアー豆のタンパク質の組成についての報告は少なく、不明な部分が多いので、グアー豆種皮部を試料としてタンパク質を抽出し、

表 3 水画分および食塩画分のグアー豆タンパク質の必須アミノ酸含有量 (mg/g)

アミノ酸	水画分	食塩画分	FAO/WHO (1973 年) 一般用*
His	35	47	—
Ile	19	20	40
Leu	42	40	70
Lys	49	44	55
Met + Cys	55	29	35
Phe + Tyr	52	58	60
Thr	37	35	40
Val	25	27	50

* アミノ酸スコアを求めるために、基準値として表に示した。

タンパク質の性質がよく研究されている大豆から、同じ方法でタンパク質を抽出し、大豆タンパク質と比較した。

- 1) 2% SDS を用い、グアー豆と大豆のタンパク質を抽出し、SDS-電気泳動を行った結果、グアー豆の主要タンパク質は約 8~74 kDa に分布し、大豆タンパク質は 15~96 kDa に分布したが、両者に共通するタンパク質は存在しなかった。
- 2) 脱脂試料から水、食塩、エタノール、水酸化ナトリウム、SDS 溶液を用いて順次タンパク質を抽出し、脱脂試料 100 g 当たりに対するタンパク質量を求めた結果、グアー豆から各画分に回収した総タンパク質量は 45.5 g であり、大豆の約 1.2 倍のタンパク質を分離した。脱脂試料の総タンパク質量を 100 とすると、グアー豆水画分に 29%、食塩画分に 43% が溶出し、大豆と比較すると、水画分は大豆の約 50% と少なかったが、食塩画分には大豆の 1.5 倍のタンパク質を得た。エタノール画分には、グアー豆と大豆ともに可溶化するタンパク質はほとんど存在しなかったが、アルカリ画分には両者ともに約 8% のタンパク質が可溶化し、グアー豆の SDS 画分には、約 22% のタンパク質が可溶化し、大豆より約 4.6 倍多いタンパク質が存在していた。
- 3) 各種溶媒中に溶出してきたタンパク質を SDS-電気泳動にかけた結果、グアー豆タンパク質は大豆とは異なり、水画分に主として 8 kDa と 12 kDa の低分子のタンパク質が溶出したが、食塩画分には、20~74 kDa の数種類のタンパク質が溶出した。グアー豆の SDS 画分に溶出した不溶性タンパク質は、大豆と類似していた。
- 4) 食品への有効利用の目的から水画分および食塩画分タンパク質のアミノ酸分析を行った結果、水画分および食塩画分に溶出した総タンパク質のアミノ酸組成は類似しており、両画分の総タンパク質は共に、セリン、グルタミン酸およびグリシンが、それぞれ 15~18% 含まれており、両画分共に 3 者で約 50% を占めていた。また水画分は、食塩画分に比べ CM-システインが約 2 倍多く、食塩画分は、水画分よりアルギニンが約 1.6 倍多かった。
- 5) 1973 年の FAO/WHO の成人評価パターンの比較から、グアー豆タンパク質のアミノ酸スコアを求めた結果、水画分および食塩画分ともに第 1 制限アミノ酸は、イソロイシンであり、スコアは

それぞれ 48, 50 で、大豆に劣るが、穀類一般に相当するスコアを示し、穀類に不足のリシンを多く含むことがわかった。

謝 辞

この研究は、平成 11 年度、財団法人飯島記念食品科学振興財団からの学術研究助成によって得られた研究成果であり、財団並びに関連各位に厚くお礼を申し上げます。

文 献

- 1) J. P. Nath, N. Subramanian and M. S. Narasinga: *J. Agric. Food Chem.*, **26**, 1243 (1978)
- 2) J. P. Nath, N. Subramanian and M. S. Narasinga: *J. Agric. Food Chem.*, **28**, 844 (1980)
- 3) J. P. Nath, N. Subramanian and M. S. Narasinga: *J. Agric. Food Chem.*, **29**, 529 (1981)
- 4) J. P. Nath, N. Subramanian and M. S. Narasinga: *J. Agric. Food Chem.*, **46**, 125 (1981)
- 5) T. B. Osborne: *The Proteins of the Wheat Kernel*, the Carnegie Institution of Washington, Washington, D.C. (1907)
- 6) O. H. Lowry, N. J. Rosebrough, A. L. Farr and R. J. Randall: *J. Biol. Chem.*, **193**, 265 (1951)
- 7) U. K. Laemmli: *Nature*, **277**, 680 (1970)
- 8) S. Kido and Y. Doi: *Poult. Sci.*, **6**, 476 (1988)
- 9) S. Kido, Y. Doi, F. Kim, E. Morishita, H. Narita, S. Kanaya, T. Ohkubo, K. Nishikawa, K. Yao and T. Ooi: *J. Biochem.*, **177**, 1183 (1995)
- 10) N. Catsinpoolas, D. A. Rogers, S. J. Circle and E. W. Meyer: *Cereal Chem.*, **44**, 631 (1967)
- 11) I. Koshiyama: *Cereal Chem.*, **45**, 394 (1968)
- 12) F. Yamauchi and T. Yamagishi: *Agric. Biol. Chem.*, **43**, 505 (1979)
- 13) N. C. Nielsen: *New Protein Foods*, Vol. 5 (eds. A. M. Altschul and H. L. Wilcke), 27, Academic Press (1985)
- 14) 木戸詔子: 平成 11 年度 年報, 財団法人飯島記念食品科学振興財団, p107 (2001)
- 15) N. Catsinpoolas, T. Berg and E. W. Meyer: *Int. J. Peptide Protein Res.*, **3**, 63 (1971)
- 16) I. A. Vaintraub and A. D. Shoutov: *Biochemistry (USSR)*, **34**, 795 (1969)
- 17) 食品成分研究調査会: 五訂日本食品成分表, 医歯薬出版 (2001)