

— ノート —

いろいろな豆類からの豆腐形成について

井 上 吉 世

Making Tofu from Several Kinds of Bean

Sachiyo INOUE,

要 旨

豆腐は古来よりアジアの国で親しまれてきた。黄大豆以外の豆、すなわち黒豆、落花生、小豆およびうずら豆から豆腐の加工を試みた。脂質含量が20%にもおよぶ黒豆と落花生は豆腐ゲルを形成した。一方、脂質含量の少ない小豆とうずら豆はゲルを形成しなかった。ゲル形成は油滴球の表面にタンパク粒子が結合することにより引き起こされることが示唆された。

キーワード：黒豆 black soybean, 落花生 peanut, 小豆 adzuki bean,
うずら豆 kidney bean, 豆腐 tofu

緒 言

豆腐は、中国で発明され日本に伝わったのは奈良時代に僧侶によるとされている¹⁾。その後、日本で独自の加工発展を遂げ現代に至っている。原料となる大豆は組織が硬く、消化性が悪いのでそのまま食用に供することは難しく加工という手段が必要である。豆腐は大豆を水に浸漬して柔らかくし、磨り砕いてできた「呉汁」を熱し、布でこして豆乳とおからに分け、豆乳に凝固剤を加えて凝固させた食品で、タンパク質に富んでいる。製造法の違いによって、なめらかな絹ごし豆腐と硬めの木綿豆腐に分けられる。木綿豆腐は豆乳を固めた後、崩し「ゆ」といわれる黄色の上澄み液を除いて型箱にいれ、上から圧力をかけて「ゆ」を搾り出すので水分が少なくタンパク質、カルシウム、脂質など栄養価が高い。しかし、脂溶性のビタミンE以外の水溶性ビタミン類は「ゆ」とともに溶け出すので豆乳をそのまま固める絹ごし豆腐のほうがビタミンは豊富である。

本報告では、黄大豆以外の豆から豆腐の加工を試みた。黄大豆とともに豆類の中ではタンパク質と脂質の含有量では似通っている落花生、黒豆、脂質が少なく炭水化物が多い小豆、うずら豆についてそれぞれ凝固性を試みた。

材 料

黒豆および小豆，うずら豆，落花生²⁾は市販のものを使用した。

それぞれの豆の食品成分（可食部乾物100 g 当たり）のタンパク質，脂質および炭水化物の成分値³⁾を表1 に示す。

表1 豆類の食品成分

| | タンパク質 | 脂 質 | 炭水化物 |
|------|-------|------|------|
| 黒大豆 | 35.3 | 19.0 | 28.2 |
| 落花生 | 25.4 | 47.5 | 18.8 |
| 小豆 | 20.3 | 2.2 | 58.7 |
| うずら豆 | 19.9 | 2.2 | 57.8 |

（可食部乾物100 g 当たり）

（文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会：五訂増補
日本食品標準成分表，2005）

加工方法および結果

豆腐の製造工程⁴⁾を図1 に示す。

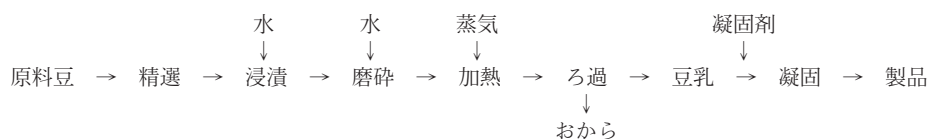


図1 豆腐の製造工程

①黒豆

北海道産黒豆250 g を3 倍量の水に一夜浸漬し，浸漬した黒大豆に800ccの水を加えミキサーで磨砕し得られた磨砕液（呉）を得た。呉と同量の水をわかし，煮立ったらその中に呉を少しずつ入れた。ふきこぼさないように沸騰後5 分間加熱攪拌した（写真1）。熱いうちに呉をこし袋でこし豆乳を得た。豆乳を分離した残渣としておから261 g を得た（写真2）。豆乳が80℃に冷めたら凝固剤（硫酸カルシウム，豆乳重量：850 g の0.4%，3.4 g）を湯100ccに溶かし，一度に添加して混ぜた。これを型箱に静かに注ぎ入れ成型した。冷却後取り出した。結果，ゲ



写真1



写真2

ル状に凝固した（写真3）。なめらかな外観および食感であった。

②小豆

北海道産小豆250gを3倍量の水に一夜浸漬し、浸漬した小豆に同量の水を加えミキサーで磨砕した。磨砕液（呉）に水を加え沸騰後5分加熱攪拌した。ろ過出来ない状態となり凝固剤を加えてもゲル化しなかった。おからも得られなかった。



写真3

③うずら豆

北海道産うずら豆250gを3倍量の水に一夜浸漬し、黒豆と同様に調製し、おからと豆乳を得た。型箱に流し入れ1日冷却したが凝固しなかった。おからとして1140gを得た（写真4）。



写真4

④落花生

千葉県産落花生400gを3倍量の水に一夜浸漬し、浸漬した落花生に水1280ccを加えミキサーで磨砕し得られた磨砕液（呉）と同量の水をわかし、煮立ったらその中に呉を入れ沸騰後5分間加熱攪拌した。熱いうちに呉をこし袋でこし、まな板の上で麺棒を用いて充分にろ過した（写真5）。豆乳1730gとおから555g（写真6）に分けられた。豆乳が80℃に冷めたら凝固剤（硫酸カルシウム、豆乳重量の0.4%、6.9g）を湯100ccに溶かし、一度に添加して混ぜた。これを内側に布を敷いた穴のあいた型箱に流し入れ上から軽く重石をして凝固物の余分の水分を排出して成型し、型箱より取り出し水さらしをして豆腐460gを得た（写真7）。



写真5



写真6



写真7

考 察

黒豆と落花生はゲル化したが、小豆、うずら豆は固まらなかった。一般に、豆類は子実体の成分上から、タンパク質・脂質型とタンパク質・炭水化物型の2群に区分される。ほかの植物性食素材にはみられない特徴を持つ、今回用いた豆でタンパク質・脂質型に属するのは表1に示すように黒大豆と落花生であり、黒大豆は脂質19%、タンパク質35%、炭水化物は28%、落花生も脂質47%、タンパク質25%、炭水化物18%である。タンパク質・炭水化物型はうずら豆、小豆が属し、いずれも炭水化物が50%以上でタンパク質は20%前後であり、脂質は2%前後と極めて低い。両群の間には、脂質含量について特に大きな違いが存在する。この区分は、加工の上での特性となる。大豆、落花生は油糧種子として用いられている。ここで豆腐のゲル化について考えてみる。豆腐は豆乳に苦汁（塩化マグネシウム）、硫酸カルシウム、グルコノデルタラクトンなどの凝固剤を添加し、加熱を施すことでゲル状になる。豆乳は一般的にタンパク質と脂質からなるエマルジョンであることが知られている。豆乳に2価の陽イオンを添加すると、油滴球の表面にタンパク質粒子が結合する。このタンパク質粒子を介して油滴球同志が3次元的なネットワークを形成する。さらにpH低下が進行することで可溶性タンパク質もこのネットワークに取り込まれて、網目状構造内に大量の水が閉じ込められ保水性の高いゲル状の豆腐（豆腐カードが成長する）ができる⁵⁾。

タンパク質・脂質型である黒豆と落花生による豆腐ゲルが形成されたことは、豆腐ゲル形成のメカニズムから興味深い結果であった。

要 約

黄大豆以外の豆、すなわち黒豆、小豆、うずら豆および落花生から豆腐の加工を試み以下の結果を得た。

- (1) タンパク質・炭水化物型の小豆、うずら豆は豆腐ゲルを形成しなかった。
- (2) タンパク質・脂質型の黒豆、落花生は豆腐ゲルを形成した。
- (3) 豆腐のゲル形成は油滴球の表面にタンパク質粒子が結合することにより引き起こされることが示唆された。

本研究はゼミの研究として行ったものである。

文 献

- 1) 山内文男, 大久保一良編 (1992), 大豆の科学, 東京, 朝倉書店, 85-86。
- 2) 豆類百科, 日本豆類基金協会。
- 3) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会: 五訂増補日本食品標準成分表, 国立印刷局, 2005。
- 4) 露木英男, 田島 眞編著 (2002), 食品学, 共立出版, 90。
- 5) 小野伴忠, 郭 順堂 (1999), ダイズ製品中の脂質の安定性 豆腐や凍豆腐中の油は煮ても焼いてもなぜ出てこないのか? 化学と生物, 37, 290-292。