

# 各処理大豆粉の一般成分とたんぱく質の溶解度の変化について

## Changes of the General Ingredient and the Proteinic Solubility after Each Processing of Soy-Bean Powder

守田 律子  
MORITA Ritsuko

### I. はじめに

大豆は畑の肉と呼ばれ、良質のたんぱく質を含み栄養価の高い食品である。昔から豆腐、油揚げ類、味噌、しょうゆ、納豆、きなこ等のようにいろいろと加工され、利用されてきた食品である。豆腐は大豆から有効成分のみを取り出した食品である。すなわち、大豆たんぱく質を油とともに豆乳として抽出し、凝固剤を加えてたんぱく質と油を一緒に凝固させ、成型したものであり、納豆や味噌は微生物を利用して消化吸収されやすくした食品である。すなわち、蒸煮した後、納豆菌や麹菌を加えて作られた消化率の高い食品である。

大豆は生食すると吐き気を催す青臭みがあるので、一般には生食せず、加熱処理してから食す。しかし、丸大豆を加熱する場合は浸漬し、柔らかくしてから調理しないといけないので、時間がかかる難点がある。そこで、粉末状態にすることにより、もっと簡単に利用できないか

と思い、製造過程の異なる大豆粉の一般成分分析と加熱温度の違いによるたんぱく質の溶解度の変化についても比較検討したので以下に報告する。

### II. 実験方法

#### 1. 製造過程の異なる大豆粉の一般成分について

##### (1) 試料の調製

原料の乾燥丸大豆は、黄色大粒白目種の富山県産エンレイを使用し、この乾燥丸大豆を以下の3通りの方法で粉末とし、試料とした。

- ①丸大豆をそのまま粉末にした。(以下「生大豆粉」という)
- ②「生大豆粉」をアルミ製トレーにのせ150℃20分焙煎した。(以下「粉末後焙煎大豆」という)
- ③丸大豆をアルミ製トレーに豆が重ならないように平らに並べ、150℃20分焙煎後粉末

もりた りつこ (食物栄養学科)

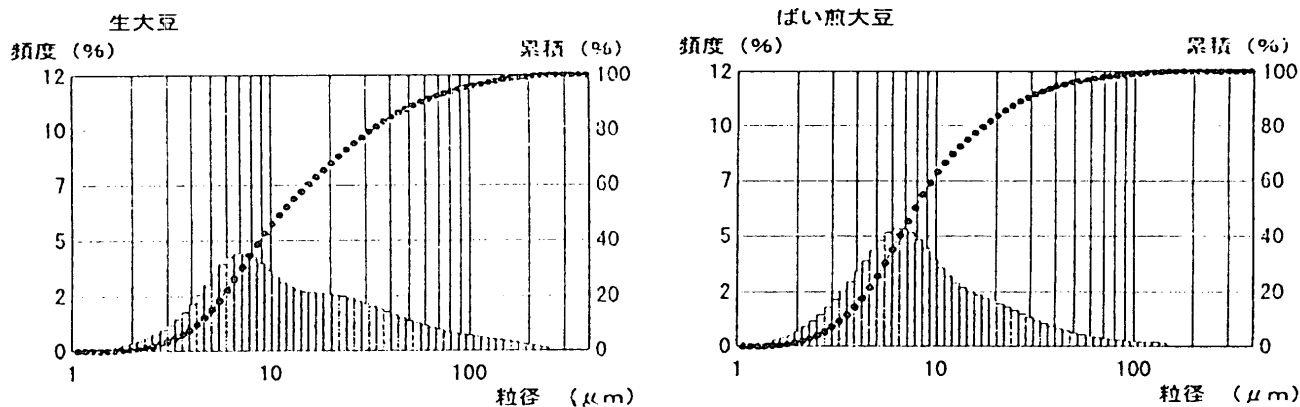


図1 粒度分布図

表1 粒度分布表

粒径(μm)	生大豆粉	焙煎後粉末大豆
1	10%=4.2954	10%=3.3789
2	20%=5.7120	20%=5.7120
3	30%=7.0699	30%=7.54825
4	40%=8.7334	40%=6.5119
5	50%=11.237	50%=7.7321
6	60%=15.421	60%=9.4111
7	70%=21.806	70%=12.169
8	80%=32.302	80%=17.286
9	90%=56.451	90%=28.115
10	95%=90.505	95%=42.587

にした。(以下「焙煎後粉末大豆」という)尚、粉末大豆の粒子は表1、図1に示したように「生大豆粉」の平均粒径は11.2μm、「焙煎後粉末大豆」の平均粒径は7.7μmであった。

(2) 水分の定量

常圧加熱乾燥法により、恒量とした秤量瓶に各々の試料2gを精秤し、130℃2時間乾燥後デシケーターに移し、放冷1時間後に秤量し、水分量を算出した。

(3) 粗脂肪量の定量

エーテルを溶媒とし、ソックスレー抽出装置を用いて抽出し、エーテルを蒸発させ、その後105℃1時間乾燥機に入れ、デシケーター中で放冷し、秤量後粗脂肪量を算出した。

(4) 粗たんぱく質の定量

ケルダール分解法で全窒素量を求め、「窒素-たんぱく質換算係数」を乗じて粗たんぱく質を算出した。

<分解> 試料0.2~0.3gを正確に秤量し、分解フラスコに入れ、分解促進剤(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:CuSO<sub>4</sub>=9:1)を1g、濃硫酸9ml、沸石の代わりとしてガラス玉1個加え、分解用加熱装置にかけ、無色透明になるまで2~3時間分解した。

<蒸留> 三角フラスコに2.5%ホウ酸20.0mlにMR・BCGの混合指示薬を3滴加え、ケルダール蒸留装置に設置し、水35ml、中和用40%水酸化NaOH45mlを加え、5分間水蒸気蒸留を行った。

<滴定> 1/10N-硫酸標準溶液で滴定し、青~青緑~汚無色を経て桃色になる点を終点とした。

<計算> 大豆たんぱく質換算係数5.71を用いて100g当たりの粗たんぱく質量を算出した。計算式は次の通りである。

$$\text{滴定値 (ml)} \times 0.0014 \times 5.71 \div S \text{ (g)} \times 100$$

2. 加熱温度の違いによるたんぱく質の溶解度

(1) 試料調製

上記実験に使用した「生大豆粉」をデシケーターにシリカゲルを入れ、恒量になるまで放置

後、90℃、100℃、110℃、120℃、130℃、140℃、150℃の各温度で20分加熱し、試料とした。

(2) 大豆粉からたんぱく質の溶出試験

各大豆粉を三角フラスコに0.5gはかり、20倍の水を加え、40℃で60分間振とう(60回/分)させてたんぱく質を溶出した。その後全量を30mlにし、15分遠心分離(3000rpm)を行い、上澄み液と沈殿に分離した。上澄み液は10ml分解ビンに計り取り、水可溶区分としてケルダール法で窒素量を測定した。沈殿は水不溶区分として同様に測定した。

Ⅲ. 結果及び考察

1. 製造過程の異なる大豆粉について

水分量、粗脂肪量、粗たんぱく質量の一般成分の分析結果を表2に示した。

水分量は、「生大豆粉」では8.62%、「焙煎後粉末大豆」は6.20%で、2.42%の差があり、「生大豆粉」の約2/3に減じていた。また「粉末後焙煎大豆」は約1/5に減じていた。「生大豆粉」は熱処理していないので、他の大豆粉より水分量が多く含まれていた。

「生大豆粉」の脂肪量は18.27%、「焙煎後粉末大豆」は19.29%、「粉末後焙大豆」は19.93%であった。焙煎していない生大豆粉と焙煎後粉末大豆との差は1.66%であった。

参考値の五訂食品成分表の国産大豆(乾燥)とよく似た値を示した。

また、粗たんぱく質量は「生大豆粉」34.96%、「焙煎後粉末大豆」は36.15%、「粉末後焙煎大豆」は37.83%であった。焙煎後粉末にした大豆が一番たんぱく質比は大きかった。以上の結果から製造過程が異なることにより、水分量に差があることが粗脂肪や粗たんぱく質の分析値に差が出たのではないかと推察される。

2. 加熱温度の違いによるたんぱく質の溶解度について

1) 水分量について

製造過程の異なる大豆粉の一般成分分析結果、水分量が実験に影響を与えていると考え、デシケーターにシリカゲルを入れ、「生大豆粉」の水分を恒量にした。その結果は図2に示したようにA・Bの2サンプルとも14日目ではほぼ恒量となり、4.39%と4.36%で平均4.38%となった。

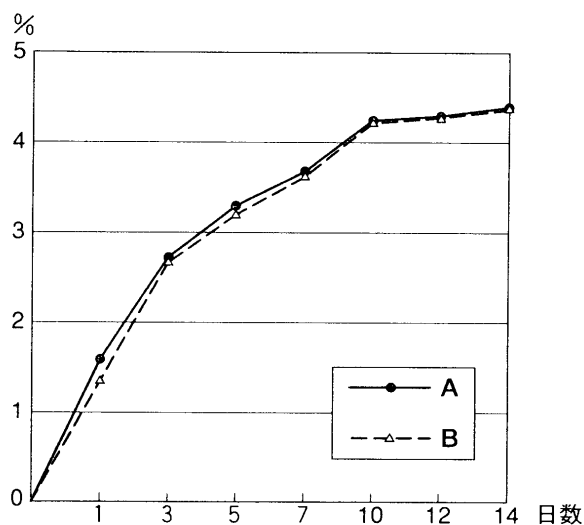


図2 シリカゲル中の生大豆を粉の水分量

表2 一般成分分析結果

種類	水分量 %	粗脂肪量 %	粗たんぱく質量 %
生大豆粉	8.62	18.27	34.96
焙煎後粉末大豆粉	6.2	19.29	36.15
粉末後焙煎大豆粉	1.5	19.93	37.83
参考値 国産大豆(乾燥)	12.5	19	35.3

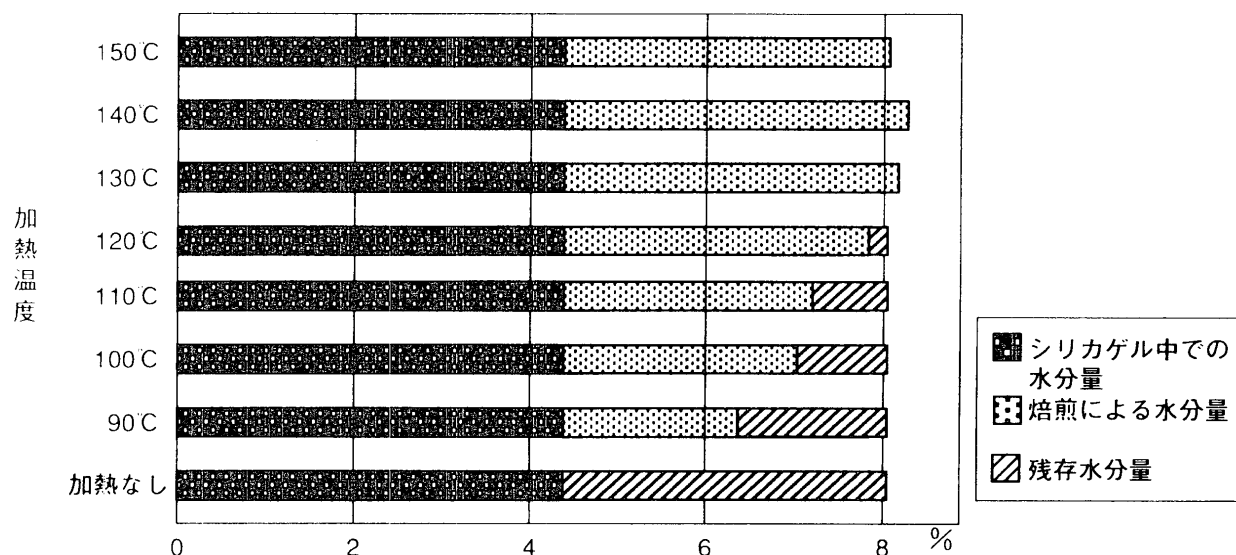


図3 水分量の変化

恒量となった「生大豆粉」を130°Cで2時間常圧加熱乾燥した結果、8.04%であった。90°Cから150°Cまでの各温度で加熱し、7種類を調製した。「生大豆粉」を各温度で加熱することにより、図3に示したように水分量が減っていた。しかし、加熱温度が120°C以下と低いと残存している水分が多かった。しかし、130°C、140°Cでは、150°Cより多くなっていた。これは、150°Cと高温になると表面のたんぱく質が熱変性してしまい、中心にある水分が蒸発しにくいものと考えられる。

表3 過熱温度の違いによるたんぱく質の溶解度

加熱温度	水可溶区分 (%)	水不溶区分 (%)
加熱なし	32.43	8.16
90°C	32.38	8.55
100°C	31.9	8.57
110°C	31.61	8.54
120°C	30.84	8.89
130°C	29.21	10.23
140°C	20.6	19.59
150°C	10.27	28.2

2) 大豆粉のたんぱく質の溶解度について

加熱温度の違いによるたんぱく質の溶解度の結果を表3に示した。また、図4には全たんぱく質に対する水可溶区分と水不溶区分の変化を示した。水可溶区分は、加熱なしが一番多く、32.43%であった。しかし、加熱温度が90°Cから120°Cまではほとんど差がなく、32.38～30.84%と全たんぱく質の約80%を占めていた。130°Cから140°Cの10°C加熱温度を上昇すると、全たんぱく質の74%が51%に減った。反対に水不溶区分が26%から49%と23%も増え、全たん

ぱく質に占める割合が半々になった。また、140°Cから150°Cに上昇すると、更に水可溶区分は51%が27%に減り、水不溶区分は49%が73%に増え、全たんぱく質に占める割合が120°Cまでの加熱大豆粉の逆の現象になった。

つまり、120°Cまでの加熱では水可溶区分が4/5を占めているが、140°Cでは1/2、150°Cでは1/4になった。これは、貯蔵たんぱく質がある程度までの加熱温度では、細胞内のたんぱく質が水に溶けやすくなっているが、140°C、150°Cと高温加熱により、たんぱく質が熱変性により

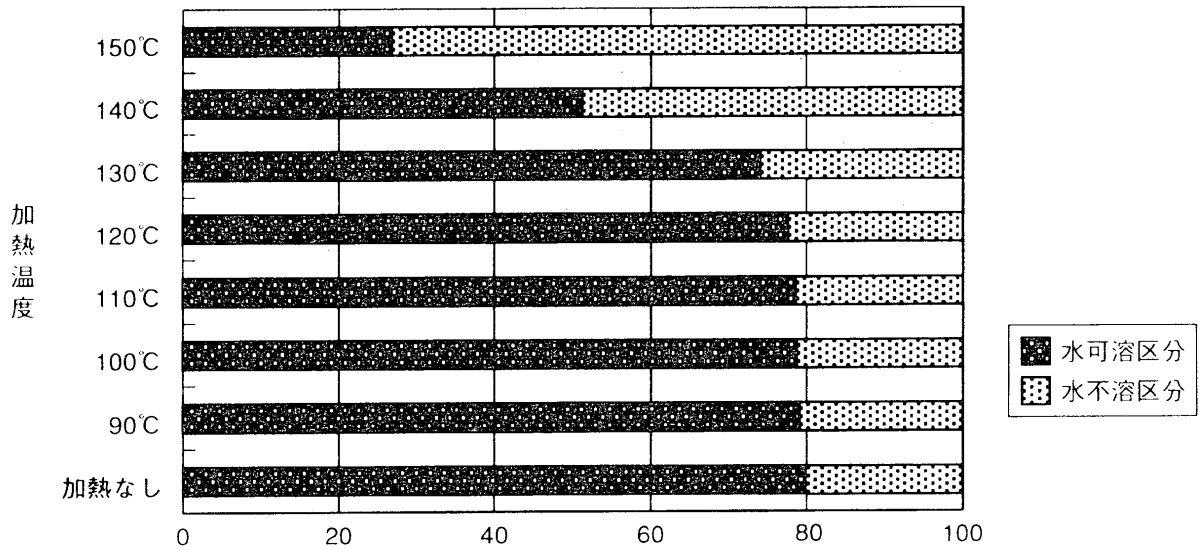


図4 全たんぱく質に占める各区分の割合

凝集してしまい、溶出しにくくなったのではないかと推察する。

今後は、加熱温度の違いによるたんぱく質溶解度と青臭さの原因のひとつであるリポキシゲナーゼとの関係について検討していきたいと考えている。

#### IV. まとめ

大豆は栄養価の高い食品であるが、調理をするには丸大豆では時間がかかるので、粉末大豆にすると利用しやすいのではないかと思います。製造過程の異なる大豆粉の一般成分と加熱温度の違い大豆粉のたんぱく質の溶解度について実験した結果、以下のことが解った。

1. 粗脂肪量、粗たんぱく質量とも「生大豆粉」「焙煎後粉末大豆粉」「粉末後焙煎大豆粉」の順に多く含まれていた。水分量はその逆であった。

2. 「生大豆粉」の水分をシリカゲル中で恒量とするには、ほぼ2週間かかった。また恒量生大豆粉を90°C～150°Cの各温度で20分加熱

すると120°Cまでは水分が残存していた。

3. 大豆粉のたんぱく質の溶解度は、加熱なしの水可溶区分が32.43%と多く、水不溶区分は8.16%と少なく、130°Cまでは同じ傾向であった。

4. 加熱温度が130°Cまでは水可溶区分が全たんぱく質の80%を占めた。140°Cでは水可溶区分と水不溶区分が半々になり、150°Cでは水不溶区分が80%を占めた。

#### 謝辞

本実験を実施するにあたり、貴重なご助言を賜りました本学盛永宏太郎教授に深謝いたします。また、粉末大豆を御提供して頂きました伸和工業株式会社に感謝申し上げます。

#### 参考文献

1. 盛永宏太郎、富山女子短期大学紀要、28、p 136 (1993)

2. 盛永宏太郎、富山女子短期大学紀要、22、  
p 248 (1987)
3. 盛永宏太郎、日本食品工学会誌、46、 p  
352 (1999)
4. 山内・大久保編「大豆の科学」朝倉書店
5. 渡辺篤二監修「まめの辞典」幸書房
6. 食品成分研究調査会編「五訂日本食品成分  
表」医歯薬出版株式会社
7. 日本栄養・食料学会監修 「大豆たんぱく  
質の加工特性と生理機能」建帛社
8. 実験化学便覧編集委員会編「実験化学便覧」  
共立出版株式会社