

# 脱脂方法が大豆タンパク質のCa凝固に及ぼす影響

誌名	富山県農林水産総合技術センター食品研究所研究報告 = Bulletin of the Food Research Institute, Toyama Prefectural Agricultural, Forestry and Fisheries Research Center
ISSN	21852367
著者名	中川,義久 守田,和宏
発行元	富山県農林水産総合技術センター
巻/号	2号
掲載ページ	p. 23-26
発行年月	2014年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 脱脂方法が大豆タンパク質のCa凝固に及ぼす影響

中川 義久、守田 和宏

(2013年1月21日受理)

大豆には、食用油として利用される脂肪酸をはじめリン脂質などの脂質が含まれており、その脂質が、豆乳・豆腐の品質、製造適性に影響していることは良く知られている。しかし、その作用メカニズムについては、まだ不明な点が多い。そこで、本試験では、ジエチルエーテル、クロロホルム、クロロホルム-メタノール混液の極性の異なる溶媒で、脱脂した大豆粉から豆乳を試作し、その成分、Ca凝固性<sup>1)</sup>などを測定し、脂質が豆腐製造に及ぼす影響について検討した。

## 実験方法

### 1. 脱脂大豆粉の調製

2002年富山県産「エンレイ」を遠心粉碎機(φ0.5mmスクリーン使用)で粉碎し、大豆粉を得た。その大豆粉を10倍量のジエチルエーテル、クロロホルム、クロロホルム-メタノール(2:1)混液にそれぞれ浸漬し、5℃

で1晩放置した後、G3フィルターでろ過洗浄し、残渣を風乾したものを以下、大豆粉、エーテル脱脂、クロロホルム脱脂、クロロホルムエタノール脱脂とする。

調製した大豆粉の成分組成を表1. に示した。表1. において、脂質Iを脂肪酸などの極性の小さい脂質、脂質IIをリン脂質などの極性の強い脂質として、それぞれの脱脂効率を比較すると、エーテル脱脂は、脂質Iで96%、脂質IIで57%、クロロホルム脱脂は、脂質Iで95%、脂質IIで80%、クロロホルム-メタノール脱脂は、脂質Iで94%、脂質IIで87%であった。このように、脂質含量と組成の異なる脱脂大豆粉を調製することができた。

### 2. 豆乳の調製

大豆粉からの豆乳の調製は、以下の方法で行った。まず、各大豆粉50gに水350mlを加え、ミキサー(Panasonic MX-X108)低速回転で2分間攪拌した後、泡消剤(信越化学シリコンKM-72)1滴を添加し、スターラ

表1. 調製した大豆粉の成分組成

調製方法	(g/100g)				
	水分	窒素濃度	脂質I	脂質II	灰分
大豆粉	8.7	6.62	21.7	7.9	5.4
ジエチルエーテル脱脂	11.0	8.72	0.9	3.4	6.7
クロロホルム脱脂	11.3	8.63	1.1	1.6	6.6
クロロホルム-メタノール脱脂	11.1	8.93	1.2	1.0	6.7

脂質I: ソックスレー抽出法により測定した脂質量

脂質II: クロロホルム-メタノール混液抽出法により測定した脂質量-脂質I

水分: 105℃常圧乾燥法

窒素濃度: ケルダール法

灰分: 550℃直接灰化法

窒素濃度、脂質I、脂質II、灰分は、無水物換算値

表2. 調製した大豆粉懸濁液および豆乳の窒素濃度と pH

調製方法	大豆粉懸濁液		豆乳	
	窒素濃度 (%)	pH	窒素濃度 (%)	pH
大豆粉	0.77	6.44	0.75	6.55
エーテル脱脂	0.97	6.45	0.90	6.51
クロロホルム脱脂	0.95	6.35	0.93	6.54
クロロホルムメタノール脱脂	0.99	6.56	0.68	6.60

一で1時間攪拌(室温)し、大豆粉懸濁液を得た。この大豆粉懸濁液をグリセリン浴で90~100℃、2分間加熱し、室温まで氷水で急冷した後、3,000RPMで10分間遠心分離により、沈殿残渣を分離し、豆乳を調製した。なお、それぞれ調製した大豆粉懸濁液及び豆乳の窒素濃度、pHを表2に示した。

## 結 果

大豆粉、エーテル脱脂、クロロホルム脱脂においては、大豆粉懸濁液と豆乳の窒素濃度にはほとんど差がなく、脂質が、豆乳製造におけるタンパク質の可溶性に大きく影響している可能性はないと考えられた。しかし、クロロホルム-メタノール脱脂において、豆乳の窒素濃度の低下、すなわち、タンパク質の不溶化が認められた。クロロホルム-メタノール脱脂大豆懸濁液に脱脂した脂質を0~2%添加し、豆乳を調製した結果を表3に示した。その結果、脂質濃度による窒素濃度の増加は、ほとんど認められず、クロロホルム-メタノール脱脂におけるタンパク質の不溶化は、アルコール変性によるものと考えられた。

表3. クロロホルム-メタノール脱脂大豆の脂質添加濃度と豆乳の窒素濃度

脂質添加濃度 (%)	窒素濃度 (%)
0	0.458
0.5	0.475
1	0.476
1.5	0.48
2	0.474

調製した豆乳の窒素濃度を0.6%と0.3%に加水調整し、そのCa凝固・凝集性を調べた。0.6%豆乳について落下区分比を測定した結果を図1に示した。大豆粉豆乳、エーテル脱脂、クロロホルム脱脂豆乳では、凝固するCa濃度の低濃度側は、5mMで一致していたが、高濃度側は、大豆粉7mM、エーテル脱脂、クロロホルム脱脂豆乳6mMであった。また、凝集状態である10~15mMの落下区分比が、大豆粉豆乳48%、エーテル脱脂、クロロホルム脱脂豆乳53%と差が認められた。さらに、クロロホルム-メタノール脱脂豆乳については、著しく凝固性が変化した。次に、0.3%豆乳については、落下区分のOD660と窒素濃度を測定した結果を図2に示した。窒素濃度0.3%では安定した凝固状態が得られないため、落下区分の吸光度を凝集状態の指標とした。大豆粉豆乳は、脂質が乳化しているため、豆乳の吸光度が高かったが、その減少、すなわち凝集については、窒素濃度0.6%と同じ挙動を示した。タンパク質の不溶化による落下区分の窒素濃度の減少も同様であり、CaCl<sub>2</sub>27mMでは、大豆粉豆乳、エーテル脱脂、クロロホルム脱脂豆乳は、0.25%、クロロホルム-メタノール脱脂豆乳では、0.38%であった。

大豆粉豆乳とエーテル脱脂、クロロホルム脱脂豆乳の結果では、豆乳のCa凝固する低濃度側のCa濃度は、脂質の有無による差はなく、凝集する低濃度側のCa濃度が、脂質が無い方が低濃度で凝集していた。これらのことから、豆乳のCa凝固においては、Caと脂質には、リン脂質とのキレート形成などの顕著な化学的相互作用は、認められなかった。また、凝集を阻害し、豆乳の凝固状態を維持していることから、

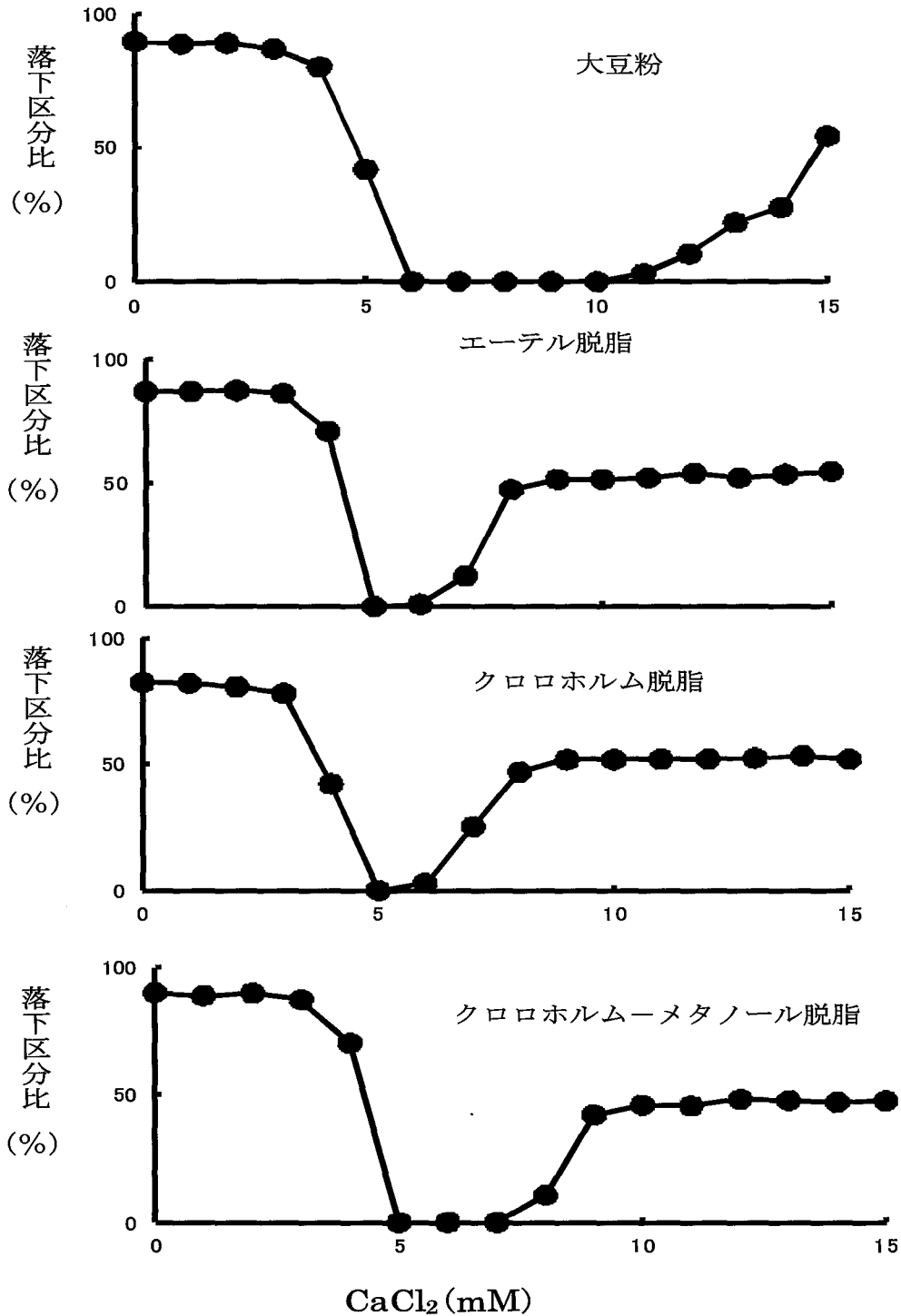


図1. 窒素濃度0.6%豆乳のCa凝固性

乳化による粘性の増加などの物理的な作用が考えられ、形成されたゲルの物性に影響していると思われた。また、脂質の有無による差が、0.6%での凝集状態の落下区分比に認められたこと、0.3%の落下区分の窒素濃度に差が認められなかったことから、脂質は、乳化物として、凝集タンパクに取り込まれている可能性が高いと

思われた。

また、クロロホルム-メタノール脱脂豆乳については、著しい凝固性の変化が見られたが、この点については、大豆タンパク質のアルコール変性の観点から、その利用法も含め、今後、検討が必要と思われた。

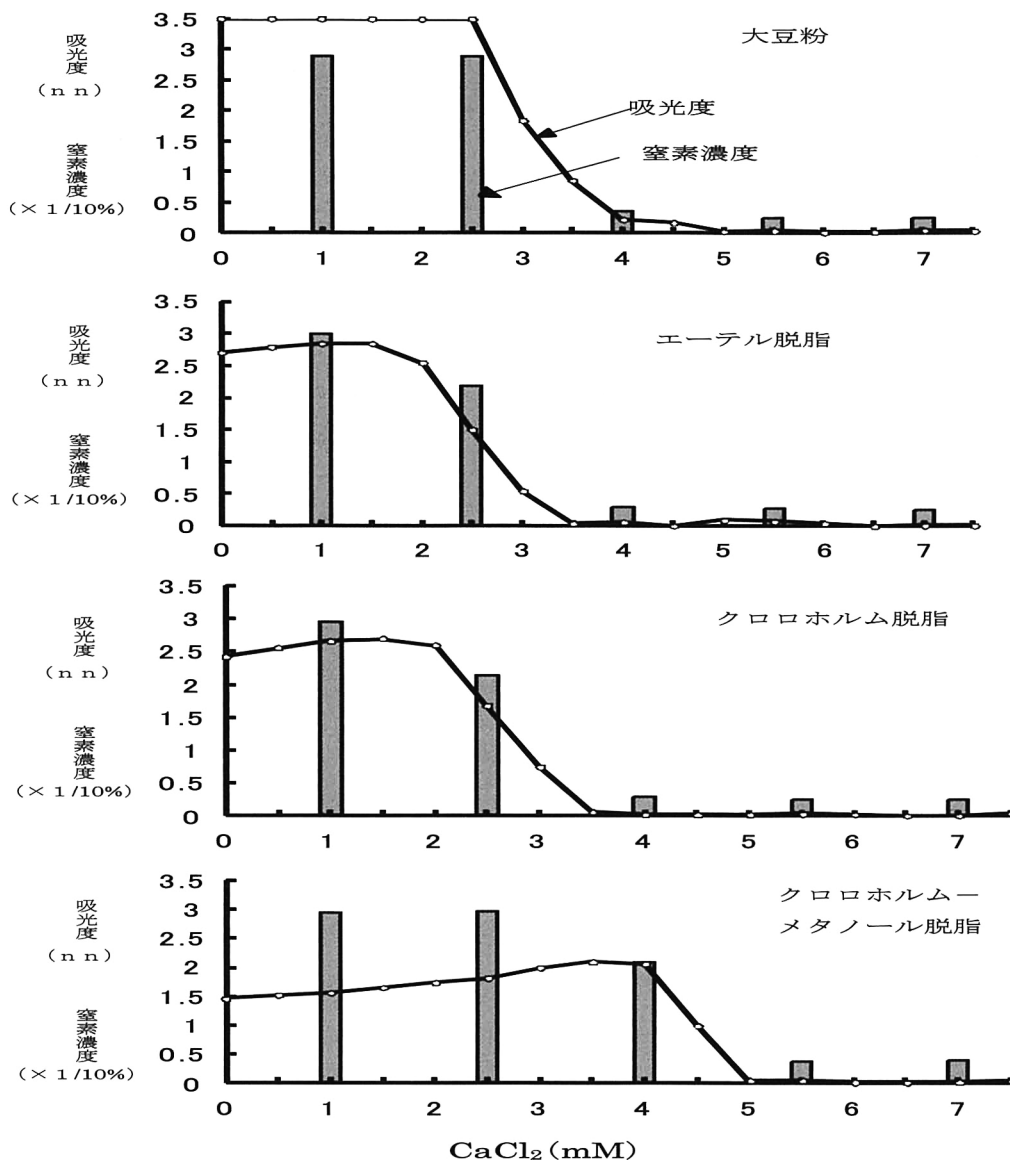


図2 窒素濃度0.3%豆乳のCa凝集性

要 約

1. 豆乳のCa凝固においては、Caと脂質には、リン脂質とのキレート形成などの顕著な化学的相互作用は、認められなかった。
2. 豆乳の脂質は乳化による粘性の増加などの物理的な作用が考えられ、形成されたゲルの物性に影響していると思われた。
3. クロロホルム-メタノール脱脂豆乳の凝固性の変化は、メタノールによる大豆タンパク質の変性によるものと思われた。

謝 辞

試料提供や試作に御協力いただいた富山県豆富商工組合の皆様にご心から謝辞を表します。

文 献

1) Yoshihisa Nakagawa, Masaki Kashima, Effect of Storage Temperature on Tofu-Processing Property and Phytic Acid in Soybean, Bull. of Toyama Food Res. Inst., 49-14 (2001) .