

## 成績概要書（2010年1月作成）

---

研究課題：加熱絞り法による大豆の豆腐加工適性（豆腐硬さ、豆乳粘度）評価法  
（112291）

担当部署：中央農試 基盤研究部 農産品質科、作物研究部 畑作科  
十勝農試 作物研究部 大豆科

協力分担：なし

予算区分：道費（一般）

研究期間：2007～2009年度（平成19～21年度）

---

### 1. 目的

生絞り法による豆腐加工適性（硬さ）の評価法（平成17年研究参考）の開発により、豆腐の硬さに優れた系統の選抜が可能となった。加工適性のさらなる向上には、実需者が用いる加熱絞り法で問題となる豆乳粘度の評価法開発が必要である。本課題では、加熱絞り法を用いて、豆腐の硬さと豆乳粘度を一連の操作で評価する方法を開発する。

### 2. 方法

#### 1) 電子レンジを用いた加熱絞り法の条件検討

供試材料：2008年福岡県産「フクユタカ」、北海道（上川）産「トヨコマチ」

浸漬時間：12～21時間 加水倍率：6.75～7.5倍

強加熱（沸騰までの加熱）：加熱法（電子レンジ、スチームレンジ）、加熱時間（4.5～6分）

弱加熱（沸騰後の加熱）：電子レンジ200W固定、加熱時間（2～3.5分）

#### 2) 他の加熱絞り法や生絞り法との比較

加熱絞り：1) で開発した評価法およびその他の強加熱法4種類

（スチームレンジ、直火（ガス）、電熱線、沸騰水浴、沸騰水浴で80℃→ガス）

生絞り：平成17年研究参考に準じた方法

検討項目：加工適性（豆腐破断応力、豆乳粘度）評価の適応性、繰り返し精度、操作性等

#### 3) 豆乳粘度の実需評価との整合性の検討

供試材料：当評価法による豆乳粘度の異なるサンプル4～5点

検討項目：豆腐破断強度および豆乳粘度の測定値、豆腐加工における作業性（評点）

### 3. 成果の概要

1) 呉を確実に沸騰状態まで加温し、「フクユタカ」と「トヨコマチ」の豆乳粘度の差を安定して評価するには、スチームレンジ400Wで5分30秒（3分+2分30秒）加熱するのが適していた（データ省略）。

2) 充填豆腐作製に最適なBrix12～13の豆乳を調製し、かつ両品種の豆乳粘度の差を明確にするには、加水倍率は種子乾物重の7.25倍が最適であった（データ省略）。

3) 浸漬時間の変化による豆乳粘度の変動を抑え、繰り返し精度を高めるためには、浸漬時間は18時間で固定する必要があると考えられた（データ省略）。

4) 以上の結果をもとに、40gの大豆サンプルから加熱絞りにより豆乳を調製し、豆腐加工適性（豆腐破断強度、豆乳粘度）を高精度に評価する方法を開発した（図1）。

5) 沸騰までの加熱にスチームレンジを用いた本評価法は、連続したかき混ぜ操作が不要で、加熱速度が比較的穏やかである。そのため、他の加熱絞り法に比べ、「フクユタカ」と「トヨコマチ」の豆乳粘度の差が明確であり、繰り返し精度も高かった（図2）。また、操作が比較的簡便で、作業員2名で1日10点の評価が可能である（表1）。

6) 当評価法による豆腐破断強度の繰り返し精度は生絞り法と同程度であり（図3）、測定値の相関も高い（図4）。

7) 当評価法による豆腐破断強度の傾向は、実需評価とほぼ一致した（図5）。

8) 当評価法で豆乳粘度が高い（約60mPa・s以上）系統は、実需者による作業性の評価も劣った（表2）。

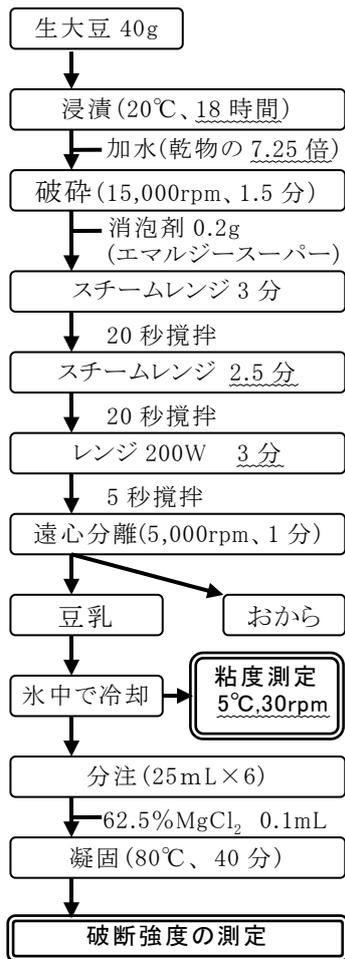


図1 加熱絞りによる加工適性評価法  
注)下線部は、本試験で検討して決定した条件

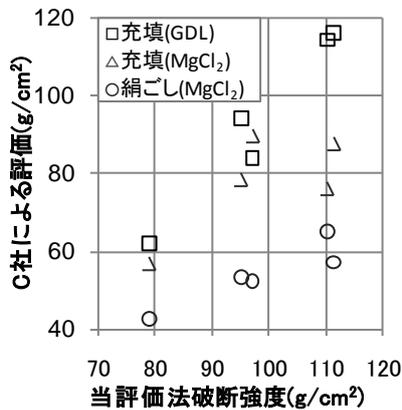


図5 豆腐破断強度の実需評価との比較  
注)豆腐凝固剤メーカーC社(兵庫県)による加工試験。  
凝固剤濃度はMgCl<sub>2</sub>、GDLとも0.3%

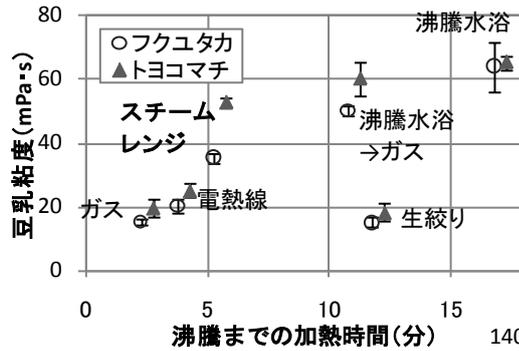


図2 各種加熱絞り法における加熱時間と豆乳粘度  
注)エラーバーは標準偏差 (n=2~6)  
同一加熱法における両品種の加熱時間は、左右にわずかにずらして表示した

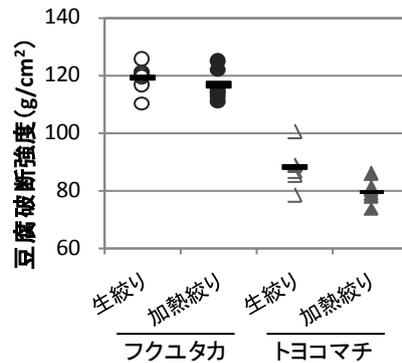


図3 豆腐破断強度の繰り返し精度  
注)横棒は平均値(n=6)

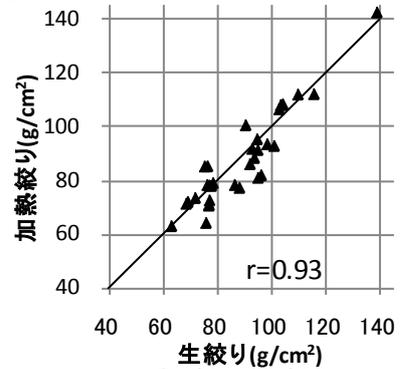


図4 加熱絞りと生絞りによる豆腐破断強度の比較  
注)加水倍率は7.25倍に統一

表1 豆腐加工適性評価法の比較

項目	比較の根拠	加熱絞り (スチームレンジ)	加熱絞り (その他)	生絞り
豆腐硬さの評価	・破断強度の品種間差	適	適	適
豆乳粘度の評価	・粘度上昇の有無 ・粘度の品種間差	適	可	不可
操作性	・攪拌の必要性 ・必要操作の多寡	中程度	煩雑	簡便
再現性	・豆腐破断強度・豆乳粘度の繰り返し精度	高	中~低	高 (豆腐破断強度)
評価可能点数	・作業員2人で1日に評価できる点数	10	4~9	12

表2 実需者による作業性の評価との整合性

品種名	年産	産地	当評価法豆乳粘度	実需評価(作業性)
トヨムスメ	2008	北海道(石狩)	29.5	5
トヨコマチ	2008	北海道(上川)	51.9	5
十系930号	2009	十勝農試	59.9	3
十系954号	2009	十勝農試	64.5	2~1

注)道内豆腐実需B社(江別市)による加工試験  
実需者の作業性に関する豆乳粘度の評価基準

5. 粘度は低く、作業性は良い
4. 粘度は高いが、作業に支障はない
3. 粘度が高く、作業にやや支障がある
2. 粘度が高く、作業にかなり支障がある
1. 高粘度のため、豆腐作製が困難

#### 4. 成果の活用面と留意点

1) 中後期世代の大豆育成系統の豆腐加工適性評価に活用できる。

#### 5. 残された問題点とその対応

1) 豆腐加工適性に影響する大豆の成分的要因の解明

2) 近赤外分光法による豆腐加工適性(豆腐の硬さ、豆乳粘度)の非破壊評価法の開発