

青大豆(大だるま, 岩手みどり)を用いた 厚揚げの製造について

田中 ゆかり*

The Preparation Methods for Atsuage(the thick fried bean curds) Processing by Using Green Colored Soybeans (Oodaruma, Iwatemidori)

Yukari TANAKA

油揚げの高付加価値化のために、青大豆(「大だるま」, 「岩手みどり」)を原料として用いた厚揚げ製造方法を開発した。

「大だるま」は、「エンレイ」と比較すると、百粒重は重く、脂肪、スクロースが多いが、タンパク質は同等であり、「岩手みどり」と比較すると、緑色は薄かった。「岩手みどり」は、「エンレイ」と比較すると、百粒重は重く、脂肪は多いものの、タンパク質は少なかった。

「大だるま」を 100%原料として用いた厚揚げは、緑色は薄い、豆乳、生地収率は高く、生地の伸び率も高く、甘味があった。

「岩手みどり」を 100%原料として用いた厚揚げは、凝固剤に酸性凝固剤(グルコノデルタラクトン)を用いないことで、鮮やかな緑色の厚揚げができたが、甘さに差はなかった。また、豆乳、生地収率は高かったものの、生地の伸び率が低かった。しかし、「エンレイ」と混合使用することで伸び率は向上した。

キーワード：色調, 青大豆, 加工, 厚揚げ

I. 緒言

近年、福井県内のスーパーでは、県外大手企業が製造する廉価な豆腐、揚げが流入し、福井県の豆腐業界は苦境に立たされている。

一方、福井市の厚揚げ、がんもどき、薄揚げの一世帯あたりの購入金額は、総務省統計局が調査を開始した昭和 38 年以来、全国 1 位を維持しており(総務省総務省統計局 2012 年家計調査 <http://www.stat.go.jp/data/kakui/zuhyou/rank06.xls> より)、福井県の豆腐店は、他県と比較すると、豆腐製造より、厚揚げ、がんもどき、薄揚げの製造を多く行っている。

中でも、福井県の厚揚げは、他県と比較し、製造法、形状に特長がある。全国的に厚揚げと呼ばれるものは、厚揚げ生地を 120℃で揚げる「のぼし」工程を行わないが⁹⁾、福井県の厚揚げの場合、厚揚げ生地に空気を含ませた後、120℃の「のぼし」工程を長時間行うことにより、製品の厚みが厚く、体積が大きい。県内各豆腐店は、豆腐よりも厚揚げの方が県外大手企業が製造したものと差別化しやすいため、生き残りの打開策として、厚揚げの高付加価値化を模索し、色や味に特長がある厚揚げの開発を試みている。

ここでは、県内で栽培が盛んである青大豆(「大だるま」「岩手みどり」)を用い、青大豆の特長を生かした厚揚げの製造方法について検討したので報告する。

II. 試験方法

1. 試料

「エンレイ」は福井県農業試験場から提供されたもの、青大豆(「大だるま」, 「岩手みどり」)は福井県大野市で生産されたものを使用した。

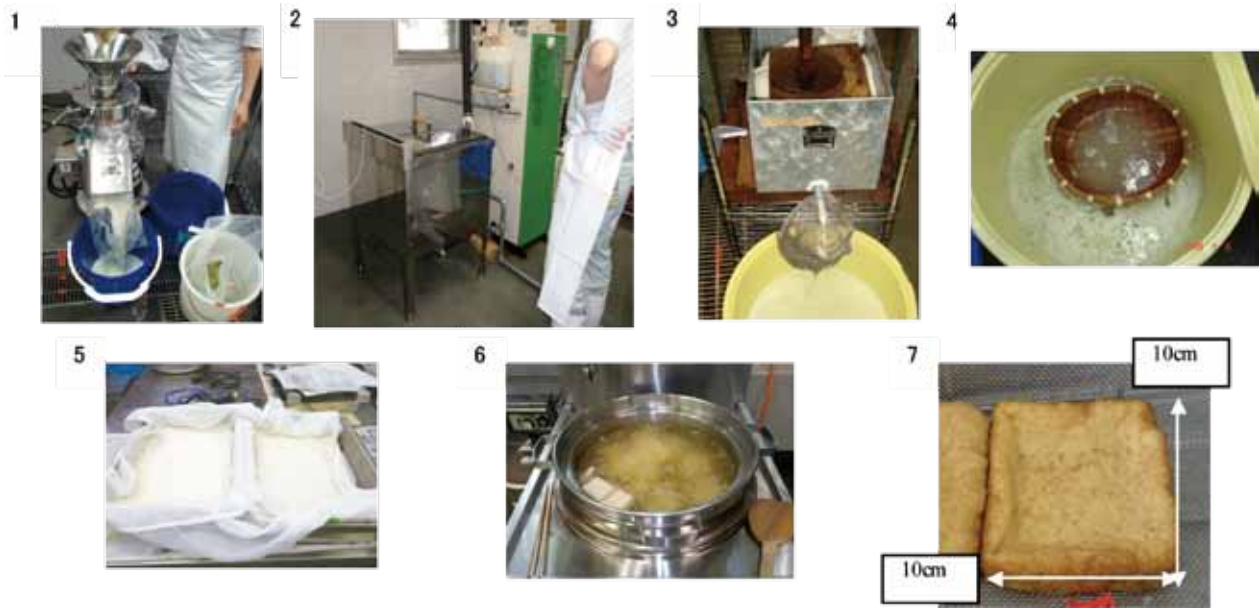
なお供試大豆は平成 20 年産 2 等級相当の大豆で、入手後、直ちに 5℃で貯蔵し、随時供試した。凝固剤および消泡剤は、大阪苦汁商工株式会社製を用いた。

2. 厚揚げの試作

研究所内でマスコロイダー、ボイラー、加熱殺菌槽、圧搾機、油ちょう鍋を組み合わせた製造機を試作し、原料 2 kg レベルで厚揚げの試作を行った(第 1 図)。

原料大豆 2 kg を洗浄後、適正時間水に浸漬した後、マスコロイダーを用い、水を加えながら大豆を磨砕し、呉を製造した。呉の濃度は豆乳糖度計で 5 度に調整した。呉の製造段階で膨張剤(商品名：醸源) 20 g と消泡剤(商品名：アゲペット) 10 g を添加した。常圧で呉を 93℃まで加熱、圧搾し、約 23 l の豆乳を得た。豆乳が 70℃時に凝固剤として塩化マグネシウム水溶液 250 ml (塩化マグネシウム 50%)、硫酸カルシウム 20 g を入れ、かくはん凝固させ、10 分間熟成させた。熟成後、凝固物を厚揚げ用枠に移し、1.5 kg の重石をし、5℃の冷蔵庫で一晩

* 福井県食品加工研究所
現福井県農業試験場 企画・指導部



第1図 厚揚げの試作過程

1. マスコイダーによる大豆の磨砕, 2. 加熱殺菌槽にボイラーを連結した呉の加熱, 3. 呉の搾汁(豆乳とオカラの分離), 4. 凝固剤による豆乳の凝固, 5. 生地(箱盛り), 6. 生地(油ちょう), 7. 試作した厚揚げ

脱水した。

この生地を縦横9 cmに切断し、白絞菜種油で120℃10分、180℃2分油ちょうした。

凝固剤試験では、適宜、凝固剤を替えて試験を行った。凝固剤は、塩化マグネシウム100%、硫酸カルシウム50%+グルコノデルタラクトン50%、グルコノデルタラクトン100%、硫酸カルシウム100%を使用した。

3. 分析方法, 官能評価

百粒重は大豆100粒当たりの重量を測定し、水分15%換算値で示した。タンパク質はケルダール法を用いた窒素定量換算法(係数5.71)で測定し、脂肪はソックスレーエーテル抽出法で測定した¹³⁾。スクロースは酵素法(Fーキット: ロッシュ社製)で測定した。

厚揚げの色調は、切断した中心部を測色色差計(ミノルタCM5300)を用い、L*, a*, b*を測定した。

油揚げの伸び率は、試作した厚揚げの面積を測定し、油ちょう前の厚揚げ生地面積に対する倍数で示した。

官能評価は、試作品に対し、福井県食品加工研究所内10人のパネラーからコメントを収集した。

III. 結果および考察

1. 原料大豆について

青大豆の緑色を示す値としては、 b^*/a^* の絶対値である $|b^*/a^*|$ 値を用いた。 $|b^*/a^*|$ 値は、肉眼において、3以下では濃い緑色を示すが、3~5以上では淡い黄緑色を示し、10以上では緑色は認められなかった。

「大だるま」は、「エンレイ」と比較すると百粒重は重く、 $|b^*/a^*|$ 値が6.8であることから、外観に黄緑色を示す青大豆であった。タンパク質含量は「エンレイ」と同等であるが、脂肪含量は多かった。

「岩手みどり」は、「エンレイ」よりも百粒重は重く、外観は $|b^*/a^*|$ 値が3.0であることから、「大だるま」よりも濃い緑色を示す青大豆であった。成分は、「エンレイ」と比較するとタンパク質は低い、脂肪が多かった(第1表)。

スクロース含量は、原料大豆に乾物あたり1.2~2.4%の差があれば絹豆腐の形態で「甘み」の差は感知できることが報告されている⁷⁾。今回、「大だるま」は「エンレイ」よりスクロースが約1.4%多く、福井県の厚揚げの場合は、内部が豆腐様であることから、「エンレイ」と「大だるま」には官能評価において甘みに差が出るのが予想された。一方、「岩手みどり」のスクロース含量は、乾

第1表 原料大豆(エンレイ, 大だるま, 岩手みどり)の性状

品種	百粒重 ¹⁾ (g)	タンパク質 ²⁾ (%)	脂肪 ²⁾ (%)	スクロース ²⁾ (%)	大豆の色調
					$ b^*/a^* $ 値
エンレイ	23.9	38.5	18.9	2.6	71.9
大だるま	39.9	38.9	28.0	4.0	6.8
岩手みどり	38.1	36.9	28.1	3.1	3.0

1) 百粒重は水分15%換算で示した。

2) タンパク質、脂肪、スクロースは乾物値で示した。

第2表 豆乳, 厚揚げ生地の生成量

品種	豆乳量 (kg)	厚揚げ生地量 (油ちょう前) (kg)
エンレイ	21.6	4.3
大だるま	23.8	4.6
岩手みどり	23.9	4.5

第3表 各種大豆で試作した厚揚げの性状

品種	伸び率 (倍)	色調 (内部)		官能評価
		L*	b*/a* 値	
エンレイ	1.63	87.15	35.4	大豆の味が強い
大だるま	1.85	88.18	10.5	色は青白い、甘みがある、大豆臭がしない。
岩手みどり	1.44	83.62	3.1	緑色が強い、味はマイルド

※凝固剤は塩化マグネシウムと硫酸カルシウムを混合使用した。

物あたりで「エンレイ」より 0.5%多いが、甘みの差が感知できる 1.2%より低いことから、官能評価において違いはでないと考えられた。

2. 豆乳, 厚揚げ生地の生成量について

大豆に対する加水量が増えると豆乳収率, 成分抽出率ともに高くなるが, 加水量 7 倍を上回るとその増え方は変化しない⁶⁾。品種の比較試験としては, 成分変化が一定になった条件が好ましいため, 今回の試験では大豆に対し 10 倍加水量の条件で行った。

この条件で厚揚げ生地进行を調製したときの, 豆乳, 厚揚げ生地の生成量を第 2 表に示した。豆乳量, 得られた生地は, 「大だるま」「岩手みどり」とも「エンレイ」より多かった。油ちょう前の生地の重量が多い場合, 厚揚げの枚数が多く取れることから, 収率が高くなる。今回の結果から, 「大だるま」「岩手みどり」は「エンレイ」よりも歩留まりが良いことが予測された。

豆腐の場合, タンパク質含量, 脂肪含量の多い大豆は豆腐の収率は良い^{4, 10)}。一方, 外観品質においては, 百粒重の重い大豆は, 子葉の割合が高く, 種皮, 胚軸が少ないため, 豆腐収率が高いことが報告されている⁵⁾。

厚揚げ生地製造工程は, 豆腐製造と同じ要因が多いことから, 「大だるま」の豆乳, 生地の生成量が「エンレイ」よりも多い理由としては, 「エンレイ」と比較して, 脂肪含量が多く, 百粒重が重いことが原因であると考えられた。

「岩手みどり」が「エンレイ」よりも豆乳, 生地の生成量が多くなった理由としては, タンパク質含量が少ないことよりも, 百粒重が重いこと, 脂肪含量が多いことの両要因が強く影響したと考えられた。

3. 厚揚げの性状

塩化マグネシウムと硫酸カルシウムを混合したものを凝固剤とし, 各種大豆で試作した厚揚げの性状を第 3 表に示した。

良い薄揚げは伸ばしが十分で, 膨化があることが求められる, 元の生地に比べて 3 倍程度伸展しているものが良いといわれている¹⁾。福井県の厚揚げも, 皮には十分な

伸びがあることが消費者に好まれる。しかし, 福井県の場合は, 内部に厚みがあるため, 全体の伸び率は 3 倍以下である。

薄揚げの伸びは, 原料大豆のタンパク質含量と関係があるといわれている⁸⁾。今回の試験においても, 「エンレイ」よりもタンパク質含量が少ない「岩手みどり」は伸び率が低かった。しかし「エンレイ」とタンパク質含量が同等である「大だるま」の場合, 伸び率が高く, 本試験においては, タンパク質含量と伸び率に相関は認められなかった。

また, 厚揚げの色調は L*値, |b*/a*|値で示した。L*値は高いほど白いことを示す³⁾。「大だるま」で試作した厚揚げの外観は, 「エンレイ」と比較すると L*値が高いことから白く, |b*/a*|値が低いものの, 肉眼で緑色はほとんど認められない値であった。官能評価においてパネラーは, 色調は青白く, 大豆臭がなく, 味に甘みを感じた。原料の「大だるま」は「エンレイ」と比較するとスクロース含量が多いため, 試作品の甘味に差が出たと考えられた。

「岩手みどり」で試作した厚揚げの外観は, L*値は低いことから白さは低く, |b*/a*|値は「大だるま」よりさらに低かった。官能評価においてパネラーは, 色調は緑色を強く感じ, 味はマイルドであると示している。

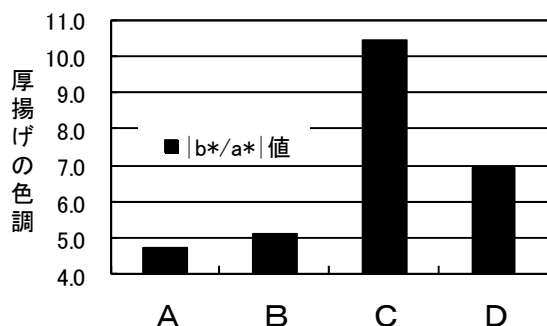
以上のことから, 「甘み」の特長を持たせる場合には「大だるま」を使用し, 「緑色」の特長を持たせる場合には「岩手みどり」を使用するなど, 使用する青大豆により異なる商品開発が可能であると考えられた。

4. 「岩手みどり」における凝固剤の選択

「岩手みどり」の特長である緑色を保持するため, 凝固剤を検討した。

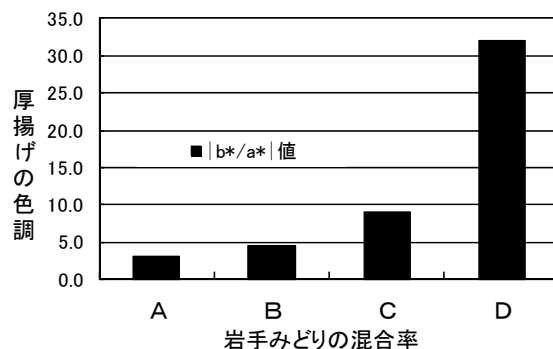
塩化マグネシウム, 硫酸カルシウム, グルコノデルタラクトン及び硫酸カルシウムとグルコノデルタラクトンの混合使用区で, 「岩手みどり」の厚揚げを試作した。

塩化マグネシウムを使用した場合は |b*/a*|値が最も低くなることから緑色が強くなり, グルコノデルタラクトンを使用した場合は |b*/a*|値が高くなることから緑色は褪色した。また, 硫酸カルシウムを使用した場合は淡い緑色を示した (第 2 図)。



第2図 凝固剤の種類と厚揚げの色調
(岩手みどり100%を原料として用いた場合)

A: 塩化マグネシウム100%, B: 硫酸カルシウム100%
C: グルコノデルタラクトン100%,
D: 硫酸カルシウム50%+グルコノデルタラクトン50%



第3図 岩手みどりとエンレイを混合した場合の厚揚げの色調

A: 岩手みどり100%
B: エンレイ岩手みどり混合 (岩手みどり50%)
C: エンレイ岩手みどり混合 (岩手みどり25%)
D: エンレイ100%

第4表 岩手みどりとエンレイを混合した場合の厚揚げの伸び率

混合区	伸び率 (倍)
エンレイ100%	1.63
エンレイ75%、岩手みどり25%	1.58
エンレイ50%、岩手みどり50%	1.52
岩手みどり100%	1.44

青大豆の緑色素であるクロロフィルは、酸性で加熱されると顕著な分解褪色を示す¹²⁾。グルコノデルタラクトンは酸性凝固剤で、他の凝固剤が中性であることから、グルコノデルタラクトンを使用した場合、生地製造時にpHが低下し酸性化し、油ちょう段階で高温加熱され、「岩手みどり」に含まれるクロロフィルが分解褪色したと予測された。

以上のこのことから「岩手みどり」の特長である緑色保持を図るには、グルコノデルタラクトンなど酸性凝固剤は適さないことがわかった。

5. 岩手みどりとエンレイの混合試験

「岩手みどり」は、栽培者、栽培地によって、伸び率に影響するタンパク質含量が大きく変動する傾向がある

¹¹⁾。このことから、「岩手みどり」を用いた厚揚げの伸び率を一定に保つためには、県内で収穫量が多く、「岩手みどり」よりもタンパク質含量が多い「エンレイ」とのブレンドが必要であると考えられた。

そこで、「エンレイ」との「岩手みどり」の混合試験を行った。「エンレイ」に対し「岩手みどり」を0, 25, 50, 100%混合した場合、「エンレイ」の混合割合が50%以下で|b*/a*|値は低く、「岩手みどり」の特長である緑色が認められた(第3図)。また、「エンレイ」を混合させた割合が高いほど伸び率は向上し改善されることがわかった(第4表)。一方、「エンレイ」を多く混合させると、「岩手みどり」の緑色が消失するため、「エンレイ」の混合率は「岩手みどり」に対し50%の混合が適切であると考えた。

油揚げの伸びの現象として、「伸ばし」の過程で豆乳中

の空気が膨張することが考えられている²⁾。福井県の厚揚げ加工の際にも、生地に空気を含ませることが加工技術のひとつとされている。「エンレイ」は「岩手みどり」と比較して、空気を含みやすいことが油揚げ加工業者から指摘されており、この「エンレイ」の特長が、「エンレイ」を混合することで伸び率が高くなる一因のひとつと考えられた。

以上のことより、「大だるま」を原料とした厚揚げは、豆乳、生地収率が高く、生地の伸び率も高かった。また、緑色は薄いものの、味が甘い厚揚げになった。

「岩手みどり」を100%原料として用いた厚揚げは、豆乳、生地収率は高かったものの、生地の伸び率が低かったが、「エンレイ」と混合使用することで伸び率は向上した。また、凝固剤に酸性凝固剤(グルコノデルタラクトン)を用いないことで、鮮やかな緑色の厚揚げができた。

このことから、味(「甘み」)に特長を持たせる場合には「大だるま」を使用し、色(「緑色」)に特長を持たせる場合には「岩手みどり」を使用するなど、原料青大豆によって異なる商品開発が可能であると考えられた。

引用文献

- 1) 橋詰和宗(1985). 油揚げ. 調理科学. 18(1). 17-22.
- 2) 橋詰和宗(2009). 油揚げの化学. フードジャーナル社. 京都. p44-49
- 3) 近雅代・棒葉良之介(1990). キャベツの色調とカロニンおよびクロロフィル含量の関係. 日本家政学会誌. 41(4). 289-293

- 4) Lim B. T. (1990) .Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics. calcium sulfate coagulant. J. Food. Sci. 55. 1088-1092
- 5) 増田亮一 (2001) . 流通利用技術. 第7回豆類利用研究会講演要旨集. 371-377
- 6) 中山修(1994). 豆腐揚げの技術(第2巻). フードジャーナル社. 京都. p15-16
- 7) 小谷野茂一・萩原誠司・大西志全・小宮山誠一・加藤淳(2012) . 大豆のショ糖含量および豆腐の硬さを指標とした豆腐の食味評価. 平成22年度北海道農業試験会議資料.
- 8) 大村芳正・武知博憲 (1988) 国産大豆の油揚げ加工適性. 徳島県食品加工試験場研究報告. 36. 1-10
- 9) 大村芳正 (1999). 地域資源活用食品加工総覧. 東京. p167-168
- 10) 斎尾恭子 (1985) . 国産大豆の豆腐加工適性. 食総研報. 47. 128-149
- 11) 田中ゆかり (2008). 平成20年度食品加工に関する試験成績書. 福井食加研. 3-4
- 12) 吉田優子・植田志摩子 (1992) クロロフィルの色調に及ぼす加熱とpHの影響. 帯広大谷短期大学紀要. 7-10.
- 13) 財団法人日本食品分析センター(2007) . 栄養表示のための成分分析のポイント. 中央法規. 東京. p2-14

The Preparation Methods for Atsuage(the thick fried bean curds) Processing by Using Green Colored Soybeans (Oodaruma, Iwatemidori)

Keywords : Color, Food Processing, Green Color Soybeans, The thick bean curds

Yukari TANAKA

Summary

In order to make a new type of atsuage (the thick fried bean curds) by using green colored soybeans, practical preparation methods for atsuage processing were studied.

The green colored soybeans showed the characteristics of high grain weight, high fat and sucrose content. And the color value $|b^*/a^*|$ of the grain was low in these soybeans cultivars.

In green soybean cultivar Oodaruma, the yield rate and the expansion rate of atsuage were high. In this Atsuage, the color was pale and the taste of atsuage was sweet.

In green soybean cultivar Iwatemidori, the yield rate of atsuage was high and the taste of atsuage ,as moderately sweet .The color of atsuage was fairly green , however when using coagulant (Glucono-delta-lactone), the color was faded. This result suggests that the acidity coagulant was no use for keeping atsuage color green.

From the processing point, the expansion rate of atsuage was very important. But when Iwatemidori was 100% used, the expansion was low. To improve the expansion rate, we found the effective method to blend with soybean cultivar Enrei.