

## 落花生豆腐の物性と食味特性に及ぼす材料の影響

村山 恵美子・土屋 由美子・尾辻 美紀・外西 壽鶴子

### Effects of Food Material on the Physical Properties and Sensory Attributes of Rakkaseitofu

Emiko Murayama, Yumiko Tsuchiya, Miki Otsuji, Suzuko Hokanishi

The measurement of physical properties and food analysis, sensory evaluation were performed to clarify the effects of materials on Rakkaseitofu prepared with traditional method of Kagoshima. Four kinds of Rakkaseitofu were made up of Sweet potato starch and raw Peanuts, Sweet potato starch and parched Peanuts, Kuzu starch and raw Peanuts, Kuzu starch and parched Peanuts.

Rakkaseitofu prepared with Kuzu starch and raw Peanuts was the highest value of the hardness, rupture stress, it with Sweet potato starch and parched Peanuts was the highest of the cohesiveness, rupture strain among four Rakkaseitofus. However, the adhesiveness were almost the same.

Positive correlation coefficient was observed between parameter of rupture stress related to rupture properties and sensory scores of thickness, softness to sensory evaluation, and also between protein, lipid contents and smoothness, elasticity.

The results of physical properties and lipid, protein contents, correlation between those and sensory evaluation was obtained that Rakkaseitofu made up of Sweet potato starch and parched Peanuts was most soft, thick, smooth, elastic. However, the results of sensory evaluation indicated that it made no difference of favorite among four kinds of Rakkaseitofu.

でんぷんを利用した加工食品等に落花生豆腐、  
胡麻豆腐<sup>1)</sup>、胡桃豆腐<sup>2)</sup>がある。このうち、落花生豆腐<sup>3)</sup>は鹿児島県の郷土料理である。全国的に、胡麻豆腐は精進料理に欠くことのできない料理であるが、鹿児島県では、胡麻豆腐よりも落花生豆腐が多く用いられ、常時家庭で作られたり、市販され

ている。市販品には、生または煎り落花生が用いられている。

落花生豆腐は葛でんぷんに落花生乳(落花生を磨砕後、裏ごしを通したもの)を加えて加熱糊化し、ゲル化させたものであり、落花生に高濃度に含まれる脂質がゲル中で細かく分散し、風味や良

いテクスチャーを付与するものと考えられる。このテクスチャーは、主としてなめらかな口当たりと弾力性である。こうした特有な物性や風味は、でんぷんの種類、落花生の処理条件、でんぷん、落花生の配合割合、加熱時間や温度、攪拌の回数及び速度等を要因として発現すると考えられる。現在、自家製の落花生豆腐は従来通り葛でんぷんを用いているが、生産量が少なく、高価なため、市販の落花生豆腐は、県特産品で、安価であるさつまいもでんぷんを主として用いている。そこで、本実験ではでんぷんの種類と落花生の処理条件に関して、落花生豆腐の物性と食味特性の比較検討を行った。

胡麻豆腐に関しては、林田<sup>4)</sup>、佐藤<sup>5)</sup>らの報告があるが、落花生豆腐に関しては皆無である。

## 実験方法

### 1. 材料および配合割合

供試材料は、吉野本葛でんぷん（極上品 廣八堂1994年製）、さつまいもでんぷん（極上品 廣八堂1994年製）、渋皮つき落花生（1994年中国山東省産上質品 丸山商店）である。中国産渋皮つき落花生は生、焙煎とも、形状の揃ったものを選別し、渋皮が剥離しやすいように水に10分間浸漬後、手で除皮した。

落花生豆腐について、専門料理書<sup>6) 7)</sup>2冊で検討したところ、葛でんぷん濃度は8~11%、攪拌は手動（木杓子）、加熱時間不表示で十分糊化させる、となっている。葛でんぷんと落花生の配合割合も不明確である。従って、家庭で一般的に作られている伝統的な方法で予備実験を行った。その結果、葛でんぷん、またはさつまいもでんぷん130g、落花生150g、水1200mlの配合割合で良好な品質が得られたので、これを本実験の基本割合とした。

### 2. 落花生豆腐の調製

落花生150gに水1200mlを2回に分けて加え、家庭用電気ミキサー（ナショナルMX-915C）にて6分間攪拌し、裏ごしを通した。その落花生乳を厚片手鍋（直径18cm）に入れ、でんぷん130gを加えて10分間膨潤させ、混合後、中火のガスで加熱、木杓子で攪拌した。攪拌速度（120回/1分間）を一定にし、81℃15分間加熱、出来上がり重量を1,155gとした（蒸発率21.95%）。仕上がりの厚さが2cmになるようにバット（20×24×4cm）に流し入れ、室温放冷後、冷蔵保存した。

### 3. 一般分析

常法により、水分はケイソウ土添加プラスチックフィルム法、水分活性は水分活性計（SHIBAURA AW METER WA-360）により、タンパク質はケルダール法、脂質は酸分解法、灰分は直接灰化法、糊化度は $\beta$ -アミラーゼ-プルラーゼ法により測定した。<sup>8) 9)</sup>

### 4. 破断強度測定

レオメーター（山電製：クリープメーターRE-3305）を用い、破断応力、破断エネルギー、破断ひずみを求めた。試料は調製後5℃で20時間冷蔵保存後、直径2.0cm、高さ2.0cmの円柱状に成形し、20℃の恒温槽中で温度を平衡化させた後、20℃で測定した。測定には直径4.0cmのプランジャーを用い、クリアランス4.0mm、試料台上昇スピード1mm/secで行った。<sup>10)~12)</sup>

### 5. テクスチャー測定

レオメーター（山電製：クリープメーターRE-3305）を用い、硬さ、凝集性、付着性を測定した。試料は破断強度測定と同様に調製した。ただし、大きさは直径3.0cm、高さ2.0cmである。測定条件は、プランジャー直径1.6cm、クリアランス4.0mm、試料台上昇スピード1mm/sec、運動回数2回で行った。

Table 1. The composition of Rakkaseitofus

Sample	Water Activity (Aw)	Moisture (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Carbohydrate (%)	Ash (%)	Degree of gelatinization (%)
A	0.999	80.18	3.03	5.84	10.68	0.27	100.0
B	0.999	80.40	3.17	5.97	10.17	0.29	94.3
C	0.999	81.98	2.67	5.10	10.00	0.25	100.0
D	0.999	81.41	2.75	5.13	10.47	0.27	92.3

A, Rakkaseitofu made up of Kuzu starch and parched Peanuts; B, Rakkaseitofu made up of Sweet potato starch and parched Peanuts; C, Rakkaseitofu made up of Kuzu starch and raw Peanuts; D, Rakkaseitofu made up of Sweet potato starch and raw Peanuts

Table 2. Texture properties and Rupture properties of Rakkaseitofus

Sample	Hardness $\times 10^5 \text{ N/m}^2$	Cohesiveness $\times 10^{-1}$	Adhesiveness $\times 10^4 \text{ J/m}^3$	Rupture strain $\times 10^4 \text{ N/m}^2$	Rupture energy $\times 10^3 \text{ J/m}^3$	Rupture stress $\times 10^{-1} \text{ m/m}$
A	1.3508	3.0317	3.1049	1.230	2.417	5.96
B	1.2572	4.1466	3.1334	1.040	1.983	6.04
C	1.6483	2.7866	3.1241	1.535	2.727	5.76
D	1.2835	2.8200	2.9109	1.190	2.208	5.88

A, B, C, D: reference to Table 1

## 6. 官能検査

4種類の落花生豆腐について、SD法<sup>13)</sup>による官能検査を食味特性の強弱と嗜好について行い、さらに強弱と嗜好の相関についても検討した。パネルは鹿児島女子短期大学の職員と学生15名とした。

## 結果および考察

### 1. 一般分析

表1に示したように、タンパク質、脂質、灰分の含有量は葛でんぷんよりさつまいもでんぷんを用いた方が多く、生落花生より煎り落花生を用いた方が多かった。また、でんぷんの種類差よりも落花生の処理方法の差の方が大きかった。水分含有量はさつまいもでんぷんより葛でんぷんを用いた方が、煎り落花生より生落花生を用いた方が高かった。水分活性については4種類とも0.999と非常に保存性の悪い食品であることが明らかとなっ

た。糊化度はさつまいもでんぷんを用いた方が明らかに低かった。

### 2. 破断特性とテクスチャー特性

生の落花生と煎り落花生にそれぞれさつまいもでんぷんと葛でんぷんを用いて、計4種類の落花生豆腐を調製し、破断強度解析とテクスチャー解析を行った。その結果を表2に示した。

硬さは、でんぷんとしては葛でんぷん使用の方が、落花生としては生使用の方が硬かった。凝集性は、でんぷんとしてはさつまいもでんぷん使用の方が、落花生としては煎り落花生使用の方が凝集性が高かった。

付着性は、でんぷんの種類、落花生の処理方法による差は認められなかった。

破断応力は、でんぷんとしては葛でんぷんの方が、落花生としては生使用の方が大きく、破断ひずみは、でんぷんとしてはさつまいもでんぷんの方が、落花生としては煎り落花生の方が大きかっ

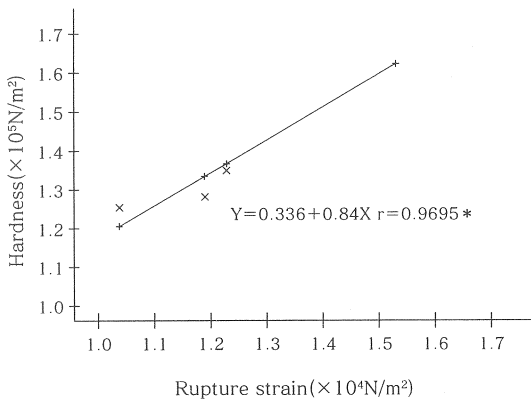


Fig. 1 Relationship between Hardness and Rupture strain of Rakkaseitofus  
\*, Significant at  $p < 0.05$

た。

図1に示すように、テクスチャー値の硬さと破断強度解析値の破断応力との間には、危険率5%で正の相関 ( $r = 0.969$ ) が認められた。

従って、煎り落花生とさつまいもでんぷんを用

いて調製した落花生豆腐が一番やわらかくて、こわれにくいという結果を示した。

### 3. 官能検査

4種類の落花生豆腐についてSD法による官能検査を行った。評価項目の強弱と好き、嫌いについての結果を図2に示した。強弱については、つやがない—つやがある、色がついていない—色がついているの2項目のみに5%の危険率で有意差が認められた。好き、嫌いについては、いずれの項目でも有意差は認められなかった。従って、さつまいもでんぷんと葛でんぷん、生落花生と煎り落花生との間には食味特性に関しては、つやと色のみに関連が認められたが、嗜好の差は認められなかった。

図3に評価項目の強弱と好き、嫌いの相関関係を示したが、つやに関しては危険率1%で正の相関が、歯ごたえ、べたつきに関しては危険率1%で負の相関が、軟らかさと食欲をそそるかどうか

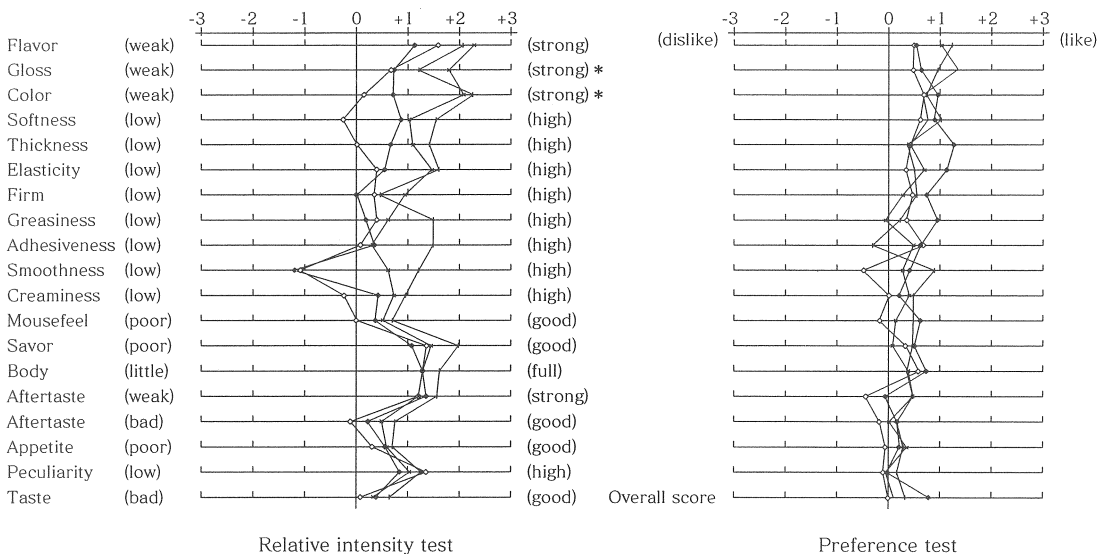


Fig. 2 Sensory evaluations of Rakkaseitofus

×-, Rakkaseitofu made up of Kuzu starch and parched Peanuts; +-, Rakkaseitofu made up of Sweet potato starch and parched Peanuts; ◇-, Rakkaseitofu made up of Kuzu starch and raw Peanuts; ◆-, Rakkaseitofu made up of Sweet potato starch and raw Peanuts

\*, Significant at  $p < 0.05$

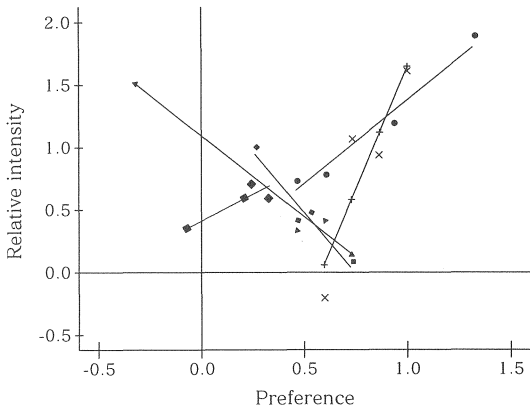


Fig. 3 Relationships between Relative intensity and Preference on Sensory evaluation

- , Gloss  $Y=0.04+1.332X$   $r=0.9899$   $p<0.01$ ;
- ×, Softness  $Y=-2.31+3.95X$   $r=0.8983$   $p<0.05$ ;
- ◆, Firm  $Y=1.453-1.94X$   $r=-0.9664$   $p<0.01$ ;
- ▲, Adhesiveness  $Y=1.078-1.303X$   $r=-0.9874$   $p<0.01$ ;
- , Appetite  $Y=0.412+0.843X$   $r=0.8814$   $p<0.05$

に関しては危険率5%で正の相関が認められた。従って、つやがあって、べたつきが少ないほど、軟らかくて歯ごたえがないほど、食欲をそそる外観ほど好まれるという傾向があるということが明らかとなった。

4. 破断強度解析値と官能検査の相関

破断強度解析値のうち、破断ひずみの項目と官能検査の粘りと軟らかさの項目との相関関係を図4に示した。破断ひずみと粘りは危険率1%で高い正の相関 ( $r=0.999$ ) が、破断ひずみと軟らかさは危険率5%で正の相関 ( $r=0.970$ ) が認められた。

従って、破断ひずみの大きいものほど粘りや軟らかさを感じるということであり、葛でんぶんよりもさつまいもでんぶんを、生より煎り落花生を使った方が、より軟らかくて粘りのある落花生豆腐ができるという結果になった。

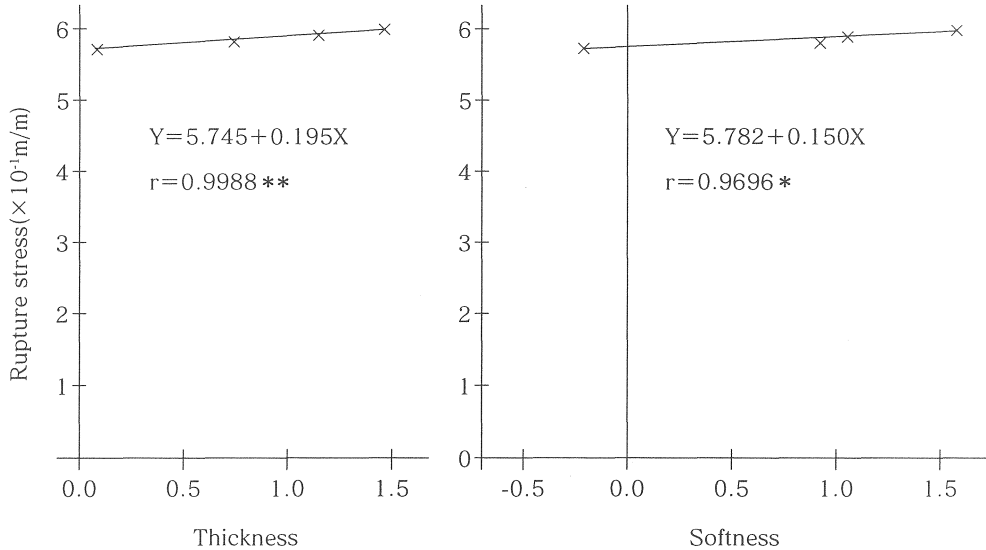


Fig. 4. Relationship between Rupture stress and Sensory evaluation

\*, Significant at  $p<0.05$ ; \*\*, Significant at  $p<0.01$

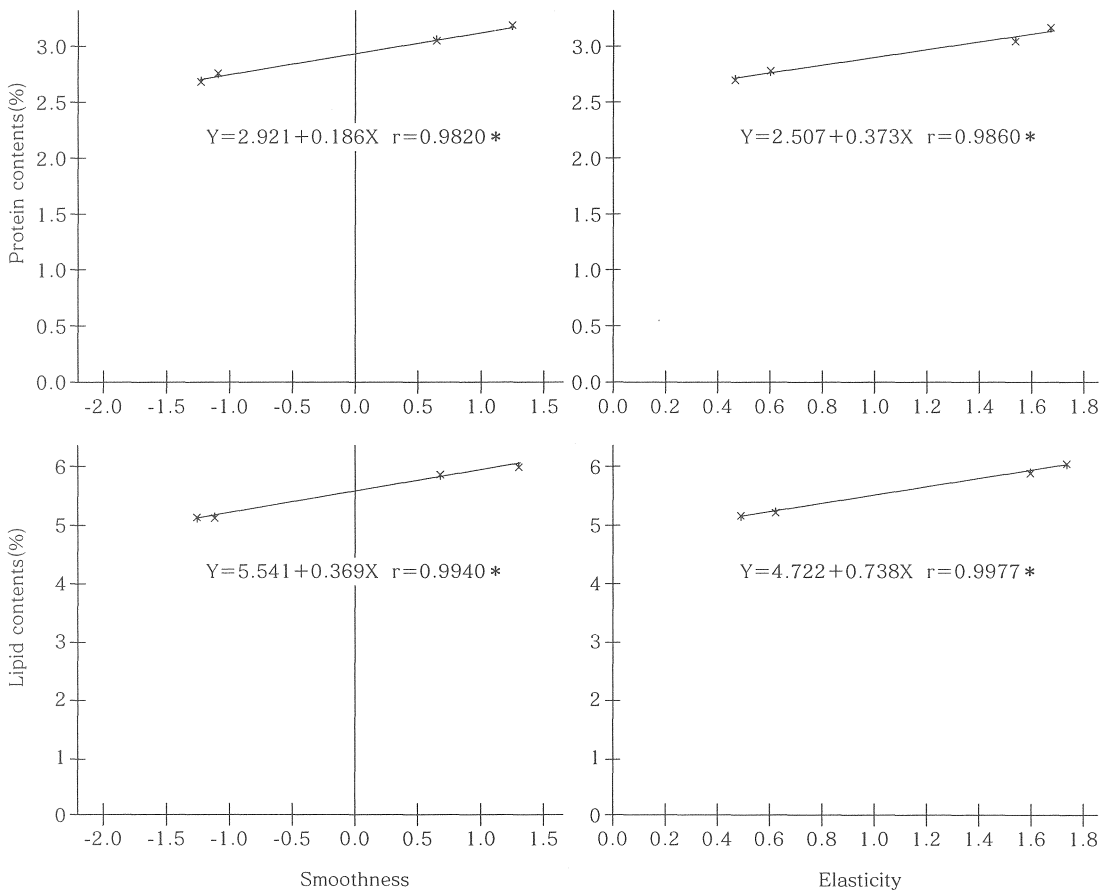


Fig. 5 Relationships between Lipid, Protein contents and Sensory evaluation

\*, Significant at  $p < 0.05$

##### 5. 一般分析値と官能検査の相関

一般分析値のうち、タンパク質含有量、脂質含有量と官能検査の弾力性、なめらかさとの相関関係を図5に示した。脂質含有量と弾力性、タンパク質含有量と弾力性、脂質含有量となめらかさ、タンパク質含有量となめらかさは危険率5%で正の相関が認められた。

従って、タンパク質と脂質の含有量が高いほど、弾力性となめらかさを感じるということであり、葛でんぷんよりもさつまいもでんぷんを、生よりも煎り落花生を使った方がよりなめらかで、弾力性のある落花生豆腐ができるという結果になった。

##### 要 約

さつまいもでんぷんと葛でんぷん、生落花生と煎り落花生を用いて、鹿児島において昔から伝承されている方法で4種類の落花生豆腐を作り、破断強度解析、テクスチャー解析を行った。さらに、一般分析、官能検査を行い、でんぷんの種類、落花生の処理条件による比較検討を行った。

(1) テクスチャー解析の結果、硬さでは葛でんぷんと生落花生使用のものが一番硬く、凝集性ではさつまいもでんぷんと煎り落花生使用のものが一番高かった。付着性では4種類の落花生豆

腐の間には顕著な差は認められなかった。

- (2) 破断強度解析の結果、破断応力は葛でんぷんと生落花生使用のものが、破断ひずみではさつまいもでんぷんと煎り落花生使用のものが一番大きかった。
- (3) テクスチャー解析の硬さと破断強度解析の破断応力の間には、正の相関が認められた。
- (4) SD 法による官能検査の結果、評価項目の強弱については、色がついていない—色がついている、つやがない—つやがあるの2項目のみに有意差が認められた。評価項目の好き、嫌いについては、いずれにも有意差は認められなかった。
- (5) 官能検査のうち、評価項目の強弱と好き、嫌いの間には、つや、軟らかさ、食欲をそそるかどうかの項目で正の相関が、歯ごたえとべたつき項目で負の相関が認められた。
- (6) 破断強度解析のうち破断ひずみの項目と、官能検査の粘りと軟らかさの項目との間には正の相関が認められた。
- (7) 一般分析のうち脂質含有量とタンパク質含有量の項目と、官能検査の弾力性となめらかさの項目との間には正の相関が認められた。

物理特性、一般分析値、それらと官能検査との相関から、食味特性としては、4種類の落花生豆腐のうち、さつまいもでんぷんと煎り落花生を使ったものが、最もやわらかく、粘りがあって、なめらかで、弾力性があるという結果になった。嗜好の点では4種類の落花生豆腐には差が

認められなかった。

従って、葛でんぷんの代わりにさつまいもでんぷんを使用しても何等問題点は見受けられなかった。

## 引用文献

- 1) 下田吉人・松元文子・元山正・福場博保編集：新調理科学講座・穀物，野菜の調理（朝倉書店），p. 99（1972）
- 2) 調理科学研究会編：調理科学（光生館），p. 477（1984）
- 3) 南日本新聞社編：かごしまの味（春苑堂書店），p. 118（1969）
- 4) 村田安代・池上茂了・松元文子：家政誌，25，596（1974）
- 5) 佐藤恵美子・三木英三・合谷祥一・山野善正：日食工誌，42，737（1995）
- 6) 中野和子・外西壽鶴子・二木栄子・池田博子・松元文子校閲：操作別調理学実習（同文書院），p. 210（1984）
- 7) 小住フミ子・佐藤ミキ子・徳田和子・福司山エツ子：鹿児島調理研究会・調理（南日本新聞開発センター），p. 69（1987）
- 8) 松永暁子・貝沼圭二：家政誌，32，653（1981）
- 9) 松永暁子・貝沼圭二：家政誌，34，74（1983）
- 10) 谷口悦子・小林恵子・津久井重紀夫・永山スミ・樽本勲，家政誌，43，879（1992）
- 11) 日野出恭子・河村フジ子：家政誌，45，131（1994）
- 12) 吉村美紀・桑野恵子・赤羽ひろ・中濱信子：家政誌，45，385（1994）
- 13) 永島伸浩・川端晶子：家政誌，36，475（1985）