

数種の打ち豆汁の嗜好性と機能性

佐藤 真実* ・ 谷 洋子*

*仁愛大学人間生活学部

Studies on the Taste and Antioxidant Activity of Several Traditional *Uchimame* Soups in Fukui

Mami SATO* Hiroko TANI*

*Faculty of Human Life, Jin-ai University

調理への活用を提案することを目的に福井県の郷土食である「打ち豆汁」を豆部分と汁に分け、その嗜好性と機能性を検討した。市販されている3種の打ち豆(黄打ち豆, 緑打ち豆, 黒打ち豆)から打ち豆汁を調製し、加熱時間の嗜好性への影響を官能検査で調べるとともに、機能性をみるために総ポリフェノール類の定量とDPPHラジカル消去能の測定をおこなった。加熱時間の嗜好性への影響は、いずれの種類も30分加熱した打ち豆が、汁の青臭さと苦味が弱く、豆部分のテクスチャーがよいことがわかった。とくに緑打ち豆汁は、青臭さと苦味が弱く、甘味と旨味が強く、香りが好ましく、総合評価が高い傾向がみられた。一方、総ポリフェノールが多く、ラジカル消去能が強いのは、黒打ち豆汁の豆部分と汁、緑打ち豆汁の汁部分であった。緑打ち豆汁は、豆の食感や汁の風味が好まれ、汁の抗酸化能も強いことが示唆されるので、新しい郷土食として学校給食などに活用されることが期待される。

キーワード：打ち豆汁 嗜好性 抗酸化能

緒言

福井県ではかつて雪深い気象条件下で豊かな食生活に恵まれなかったことから収穫される食材を上手に利用する工夫がみられ、さらに宗教が暮らしの中に浸透しているため、食文化にも宗教的関わりが強くみられている。そのなかで大豆加工品の家計費は全国一と高く¹⁾、県民の大豆加工品の購入頻度は高い。その大豆加工品に、豆腐や油揚げなどの他に「打ち豆」がある。打ち豆は、大豆を浸漬後、押し潰し、天日または加熱乾燥させたもので、約15分程度加熱することで食べることができるため、古くから調理が簡便な食材として、また伝統的な大豆の保存食として食卓で利用されている^{2)~5)}。福井県では、昭和初期に打ち豆汁(打ち豆と打ち豆を煮込んだ汁を同時に摂取する味噌汁)やなます(大根や人参を細かく刻んだものと一緒に打ち豆を

加え、酢で和えたもの)が、日常の食事だけでなく慶事のご馳走や精進料理として利用され⁶⁾、現在でも嶺南を除く県北部を中心に約6割の人が日常または習慣を理由として行事などの食事に打ち豆を食べている⁷⁾。これらの大豆の摂取は、福井県の長寿につながる要因の一つとしてあげられている⁸⁾。

大豆は、良質のたんぱく質に加えて脂質も豊富であり、イソフラボンによる細胞のガン化抑制、骨粗鬆症の緩和、更年期障害の緩和、サポニンによる抗酸化作用やガン増殖抑制、フィチン酸によるガン抑制効果⁹⁾、大豆ペプチドによる血圧上昇抑制に関与するアンジオテンシンI変換酵素の阻害作用^{10)~13)}など、数多くの生体調節成分も見出されている。とくに大豆の抗酸化物質であるポリフェノールは、酸化ストレスから生体を防御・保護する役割を担う重要な物質である^{14)~18)}。「打ち豆汁」は大豆の豆部分と煮汁を味噌汁として摂取す

るため、豆部分の調理によるポリフェノール類の流失が抑制でき、汁と味噌に含まれる機能性物質が同時に摂取できる。

福井県では一般的に黄大豆を打ち豆としているが、最近では青大豆、黒大豆を打ち豆にしたものも商品化されている。ポリフェノールによる抗酸化の違いは大豆の種類で異なることから¹⁹⁾、本研究では郷土食である「打ち豆汁」の嗜好性と機能性を明らかにすることで、よりよい調理法を提案することを目的とし、市販されている各種打ち豆（黄打ち豆、緑打ち豆、黒打ち豆）について、一般的な調理方法である打ち豆汁を調製し、加熱時間の違いによる嗜好性への影響を明らかにするとともに、各種打ち豆汁の総ポリフェノール類の定量と1,1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジール（DPPH）ラジカル消去能の測定を行った。

実験方法

1. 試料

試料は3種類の大豆を原料とした打ち豆である。原料である黄大豆は福井県産、緑大豆は宮崎県産、黒大豆は北海道産であり、いずれの打ち豆も製造後1カ月経過していないものを高橋製粉所（福井市）より入手した。黄大豆を使用した打ち豆汁を黄打ち豆汁、緑大豆を使用した打ち豆汁を緑打ち豆汁、黒大豆を使用した打ち豆汁を黒打ち豆汁とする。

2. 試料の調製

各種打ち豆50gをビーカーに入れ、脱イオン水200ml（20℃）を加え、5分、15分、30分、60分間の各時間加熱した。IHクッキングヒータ（TOSHIBA社製BHP-M46G）を使用し、5分の場合は中火で5分加熱、15分の場合は中火8分加熱後、弱火7分加熱、30分の場合は中火10分加熱後、弱火20分加熱、60分の場合は中火10分加熱後、弱火50分加熱とした。他の試料も同様の加熱時間と火力で調製した。加熱終了後、5分間水切りし、豆部分と汁に分けた。

3. 測定項目

(1) 打ち豆汁（豆部分）の短径、長径、厚さ、重さ

各加熱時間後の打ち豆汁の豆部分は、短径、長径、厚さがノギスを使用し、重さが電子天秤を使用し、測定した。0分における各豆部分の測定値を0とし、各時間経過後の測定値から変形率を求めた。

(2) 打ち豆汁（豆部分）の表面と内部の硬さ

各加熱時間後の打ち豆汁の豆部分は、レオメーター（レオテック社製RE2201）を用いて破断応力測定を行った。破断応力測定は、表面の硬さを歪み20%、内部の硬さを歪み70%に設定し、プランジャー（直径15mmの円柱型）を用い、測定速度6mm/sの条件で測定した。1回に10点の測定を5回繰り返し、検定は二元配置分散分析を行った。

(3) 官能評価

各加熱時間後の打ち豆汁の豆部分と汁は、特性および嗜好性を検討するために官能評価を行った。調査時期は7月中旬、パネルは本学学生20名で行った。項目は、豆部分では青臭さ、硬さ、甘味、旨味、苦味、香りの良さ、テクスチャー（質感）の良さ、総合評価とし、汁では青臭さ、甘味、旨味、苦味、香りの良さ、総合評価とした。又、加熱時間15分の黄打ち豆汁の豆部分と汁を基準とし官能評価を行い、基準と比べて評点が3に近いほど青臭さ、甘味、旨味、苦味は強く、硬さは硬く、香り、テクスチャーの良さでは好ましく、総合評価は高いとした。官能評価は7段階評価法にて行い、二元配置の分散分析を行った。

(4) 総ポリフェノール類の定量と抗酸化能²⁰⁾

郷土食としての打ち豆汁の調理方法は、一般的に加熱時間が15分である⁸⁾。そこで加熱時間を15分とし、試料の調製を行った。豆部分は、乳鉢で摩砕し、80%エタノールで抽出後、遠心分離（8000rpm×15min.）にかけ、上澄み液を0.45μmフィルターでろ過したものを試料液とした。汁は、遠心分離にかけ、上澄み液を0.45μmフィルターでろ過したものを試料液とした。

①総ポリフェノール類の定量

Folin-Denis法による比色法で測定した。前処理液各2ml、脱イオン水6ml、フェノール試薬1mlを攪拌後、10%炭酸ナトリウム1mlを加え、暗所1時間放置後、波長760nmで吸光度を測定した。標準物質はクロロゲン酸を使用し、総ポリフェノール量はクロ

ロゲン酸当量で表した。

② DPPH ラジカル消去能の測定

DPPH分光測定を行った。400 μ M DPPH12ml, 200 mM MESBuffer (pH6) 12ml, 20%エタノール12mlの混液を試験管に0.9ml分注し, 80%エタノールを(300-a) μ l加え, 試料をa μ l加えた。波長520nmで吸光度を測定した。算出方法は, 分析試料添加量(μ l/assay)を横軸, 520nmでの吸光度を縦軸にとり, プロットし, 直線的な吸光度減少が続く範囲にて0 μ l添加に対する Δ A520を求め, 次にその Δ A520に相当するTrolox相当量を検量線より求めた。DPPHを25%減少させる量を消去能としTrolox当量(nmol)で表した。

結 果

1. 打ち豆汁(豆部分)の短径, 長径, 厚さ, 重さの変化

加熱時間ごとの豆部分の短径, 長径, 厚さ, 重さの変化を図1に示す。短径は, 加熱時間別において1%の危険率で有意差が認められたが, 種類別では有意差が認められなかった。長径は, 加熱時間別において1%の危険率, 打ち豆の種類別において5%の危険率で有意差が認められた。厚さ, 重さは, 加熱時間別, 打ち豆の種類別ともに1%の危険率で有意差が認められた。いずれの豆部分も加熱時間が長くなると変化率が大きくなった。とくに黄打ち豆は, 短径, 長径の変化率が大きく, 厚さの変化率が小さい。黒打ち豆は, 短径の変化率が小さく, 厚さの変化率が大きい。すなわち, 黄打ち豆は, 潰された面が大きく横に広がり, 黒打ち豆は, 元の大豆の形にもどる方向で縦に大きくなった。重さは, 15分を除いて品種間でほぼ同じ変化率であった。

豆部分は, 豆の種類によって変形状態が異なり, とくに緑豆においては他の豆に比較し, 変化率が小さかった。

2. 打ち豆汁(豆部分)の表面と内部の硬さの変化

加熱時間ごとの豆部分の表面と内部の硬さの変化を図2に示す。表面の硬さ, 内部の硬さは, 0分を基準

に各時間で有意差がみられたが, 5分以降では有意差がみられなかった。内部は加熱時間が長くなるほど軟らかくなる傾向が見られた。3種類の打ち豆の中では, 黒打ち豆が表面の硬さ, 内部の硬さともに5分以降, 他の豆より軟らかくなったが, 緑打ち豆は, ほとんど変化がなかった。

榎ら⁵⁾は, 加熱60分以降の加圧重量が大幅に軽減されたと報告しているが, これは打ち豆の製法が異なる(製麺機のローラを用いた圧扁)ためと推察される。今回, 使用した打ち豆は, 長時間加熱でもしっかりとした歯ごたえが特徴であった。

3. 官能評価

加熱時間ごとの打ち豆汁(豆部分)の官能評価結果を図3に示す。いずれの豆部分も全ての項目において, 1%の危険率で有意差が認められた。全体的にいずれの豆部分も5分加熱は, 青臭く, 苦みが強く, 硬かった。15分加熱では, 緑打ち豆が青臭み, 苦みがやや強かったが, 全体的に総合評価が向上し, 30分加熱は, いずれの豆部分も総合評価が高くなった。60分加熱は, 甘味, 旨味の向上がみられたが, 軟らかすぎたためか総合評価はやや低かった。加熱時間が長くなるほど, 青臭さ, 苦味は弱く, 硬さは軟らかくなる傾向が見られた。

加熱時間ごとの打ち豆汁(汁)の官能評価結果を図4に示す。黄打ち豆汁は, 甘味, 旨味, 苦味, 総合評価の項目において1%の危険率, 青臭さ, 香りの良さの項目において5%の危険率で有意差が認められた。緑打ち豆汁と黒打ち豆汁は, 全ての項目において, 1%の危険率で有意差が認められた。汁も同様に, 5分加熱は, 青臭く, 苦みが強く, 総合評価が低くなった。汁は30分加熱, 60分加熱の総合評価が高く, 加熱時間が長くなるほど, 青臭さ, 苦味が弱く, 甘味, 旨味が強くなる傾向が見られた。

各種打ち豆汁の中では, とくに緑打ち豆汁の30分加熱において総合評価が高かった。豆部分は, 香り, テクスチャーが好ましく, 汁は, 甘味, 旨味が強く, 香りが好ましかった。緑打ち豆汁は, 60分加熱より30分加熱が好まれており, これには青臭み, 苦みが多少強いことが影響していたと考えられた。黄打ち豆汁は,

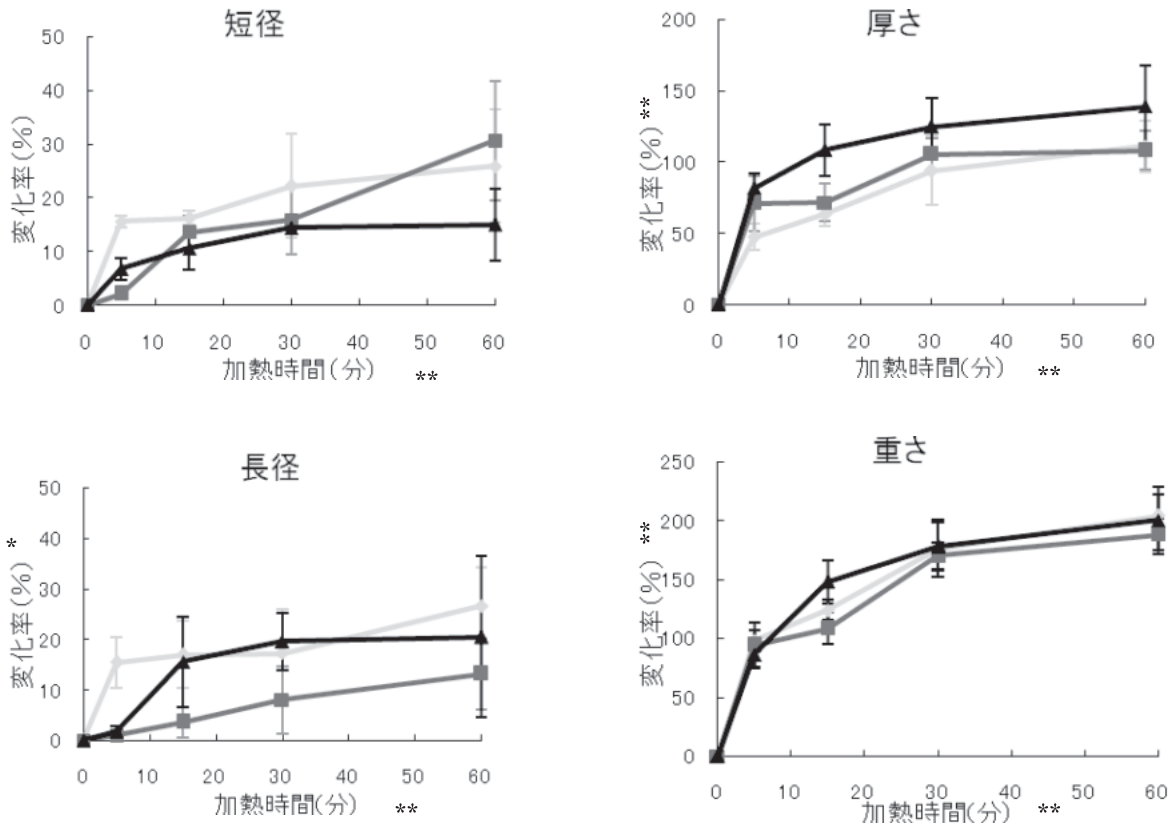


図1 加熱時間ごとの打ち豆汁（豆部分）の短径，長径，厚さ，重さの変化

◆ 黄打ち豆 ■ 緑打ち豆 ▲ 黒打ち豆 ** p<0.01
* p<0.05

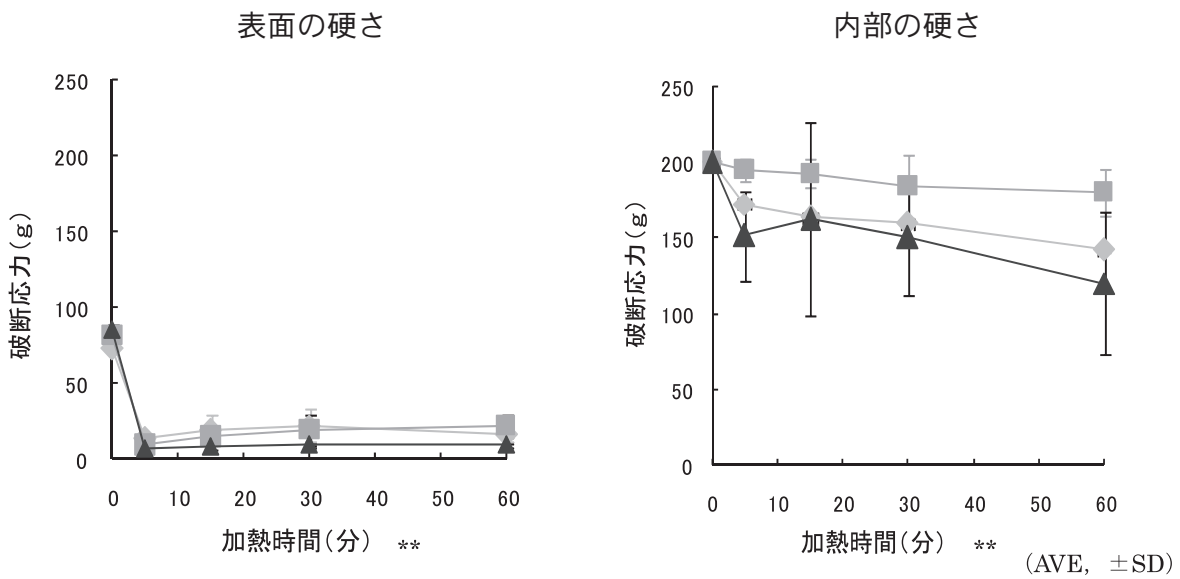


図2 加熱時間ごとの打ち豆汁（豆部分）の表面と内部の硬さの変化

◆ 黄打ち豆 ■ 緑打ち豆 ▲ 黒打ち豆 ** p<0.01

数種の打ち豆汁の嗜好性と機能性

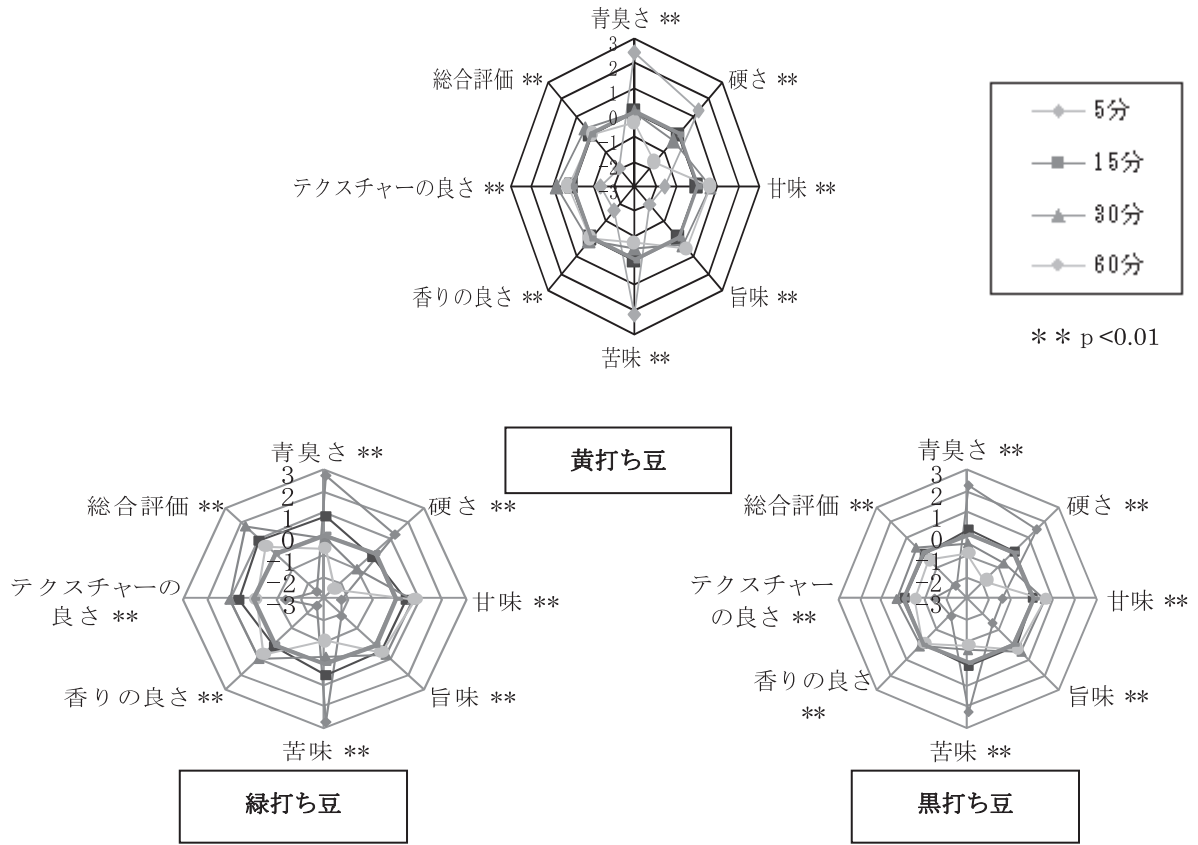


図3 加熱時間ごとの打ち豆汁（豆部分）における官能評価

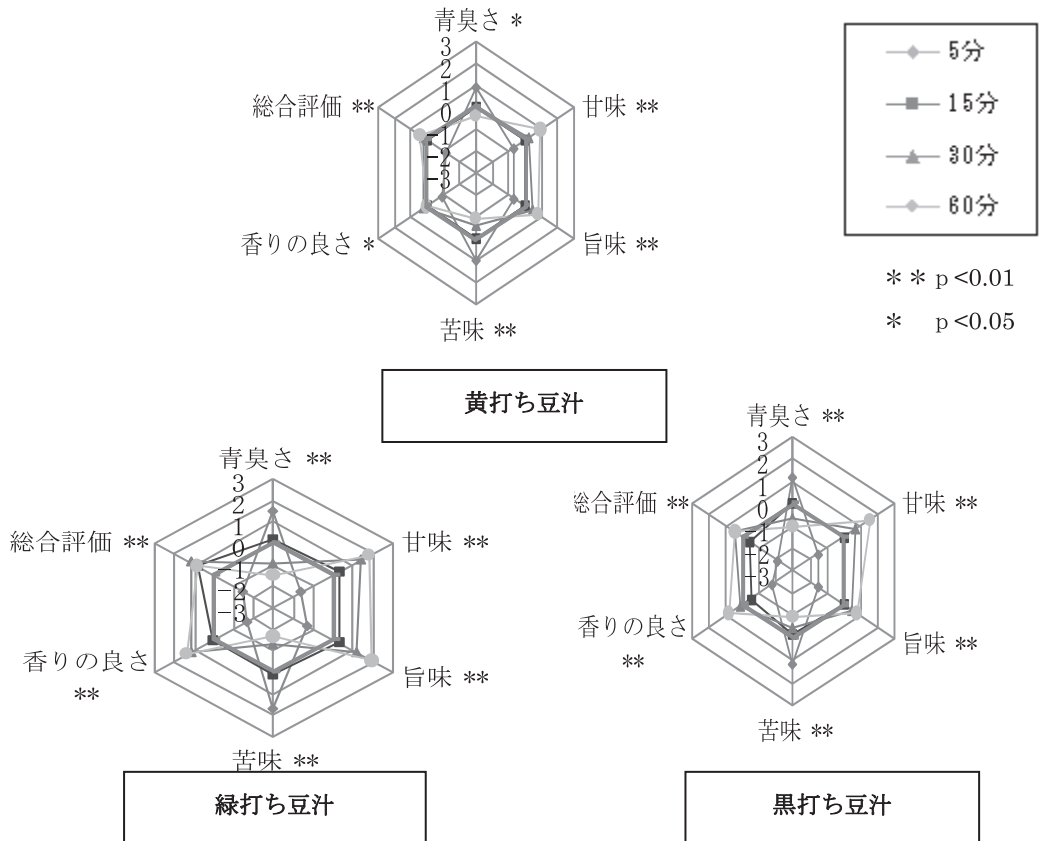


図4 加熱時間ごとの打ち豆汁（汁）における官能評価

甘味、旨味ともに少なく、黒打ち豆汁は、甘味があるが旨味が少なかった。

榎ら³⁾は、おいしい打ち豆汁に必要な加熱時間について、90分加熱のものが色、味、香りをもっとも強く、一方、えぐみ様の不快みをもっとも強く感じるとし、総合評価では、汁が15分加熱、豆部分が30分加熱でもっとも好まれたと報告している。本研究では、汁に関して、30分加熱、60分加熱の差がほとんどなく、加熱時間が長くなるほど、苦みは軽減し総合評価が好ましくなった。

4. 総ポリフェノール類の定量とDPPHラジカル消去能

(1) 総ポリフェノール類の定量

各種打ち豆汁に含まれる総ポリフェノール量の測定結果を図5に示す。豆部分では有意差が認められなかったが、汁では各種打ち豆汁間で1%の危険率で有意差が認められた。豆部分では、黒打ち豆の総ポリフェノール量がやや多い傾向がみられた。汁では、黒豆の打ち豆汁の総ポリフェノール量が多く、黄打ち豆汁がもっとも少なかった。豆よりも汁に含まれる総ポリフェノール量が多かった。

(2) DPPHラジカル消去能

各種打ち豆汁におけるDPPHラジカル消去能を図6に示す。豆部分では、黒打ち豆と各種打ち豆間に1%の危険率で有意差が認められた。汁では、各種打ち豆汁間に1%の危険率で有意差が認められた。豆部分では、黒打ち豆の抗酸化性が高く、ついで黄打ち豆、

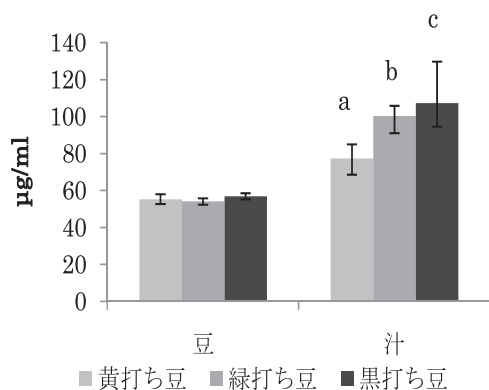


図5 各種打ち豆汁（豆部分、汁）における総ポリフェノール量

* a～c間の異なるアルファベット間に1%の危険率で有意差がみとめられた

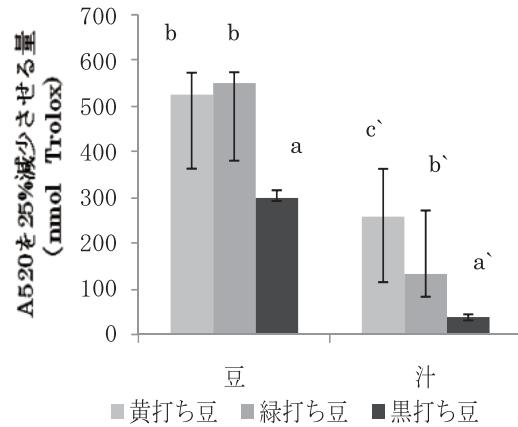


図6 各種打ち豆汁(豆部分、汁)におけるDPPHラジカル消去能

* a～b, a'～c'間の異なるアルファベット間に1%の危険率で有意差がみとめられた

緑打ち豆の傾向がみられた。汁では、黒打ち豆汁の抗酸化性が高く、ついで緑打ち豆汁、黄打ち豆汁となった。抗酸化性についても豆部分よりも汁のほうが高い機能性を示した。

考 察

郷土食である「打ち豆汁」の嗜好性と機能性の一つである抗酸化能について、大豆（打ち豆）の種類と加熱時間が及ぼす影響について検討を行った。

加熱時間の違いによる影響としては、豆部分の変形の状態、汁の色が異なった。緑打ち豆は、加熱調理中の短径、長径、厚さの変化率が小さいことから、内部への吸水が進行しづらく²⁾、内部の破断応力が大きい。とくに、緑打ち豆は、30分加熱したものが他の打ち豆に比べてテクスチャーが好まれ、汁は、甘味、旨味が強く総合評価が高くなった。また、豆部分と汁ともに香りが好まれるのが特徴的であった。赤澤ら²²⁾は、枝豆が普通大豆よりも遊離アミノ酸のうち、アスパラギン、アラニン、グルタミン酸、アルギニン、セリン、ヒスチジン及びバリンの7種類のアミノ酸が高い含量を示すと報告している。また、榎ら³⁾によると打ち豆煮汁は、30分加熱以降の全糖やたんぱく質の溶出が緩慢であり、溶出された主要な糖類はグルコース、シュクロース、ラフィノース、スタキオース、主な遊離アミノ酸はアルギニン、アスパラギン、シスチン、 γ アミノ酪酸、グルタミン酸であった。これらの全糖やアミノ

酸は甘味や旨味となる。緑打ち豆は外観の変化が小さいことから、豆内部からの溶出が少ないことが推察されるが、緑打ち豆が本来持つ甘味、旨味成分は多いことから、総合評価が高くなったと考えられた。緑打ち豆を30分以上加熱すると、青臭み、苦みが強くなり、好まれなかった。黒打ち豆は、加熱調理中の長径、厚さの変化率が大きく、外部、内部の破断応力が小さい。吸水が進行しやすいが、豆部分のテクスチャーが好まれないとともに、汁は豆部分の退色とともに黒く濁り、総合評価が低くなった。一般的に、黒豆はやわらかいほうが好まれるが²³⁾、打ち豆汁においてはやや硬い食感が好まれた。黒打ち豆を使用した料理としては黒豆の着色性を生かした炊き込みご飯、なますなどがよいと考えられたが、入れすぎると赤黒く着色し、官能評価で好まれない²⁴⁾ことから注意が必要である。

ラジカル消去能としては、黒打ち豆汁が豆部分、汁ともに総ポリフェノールが多く、ラジカル消去能が強かった。緑打ち豆汁の汁も総ポリフェノールが多く、ラジカル消去能が強かった。Takehata²⁵⁾らは、黒大豆が黄大豆よりも高い抗酸化能を示すことを報告し、これはアントシアニンに由来するとしている。煮汁中にアントシアニンが溶出している²⁶⁾²⁷⁾ことから、黒打ち豆汁はアントシアニンの有効利用ができるため健康に興味のある人の料理として期待される。また、緑打ち豆汁は、既存の打ち豆汁（黄打ち豆汁）に比較して、豆の食感や汁の風味の向上、汁の抗酸化能が強いことから新しい郷土食として学校給食などに活用されることが期待される。

打ち豆の加熱調理における報告^{3)~5)}と本実験での相違は、打ち豆の製法が異なることに関係しているのではないかと推察される。今回、県内で利用されている打ち豆とその調理方法を考慮した数種の打ち豆汁の調理特性および嗜好性と機能性を新たに明らかにすることができた。長い間、食べられてきた郷土料理の機能性を示唆できたことは、大変意義深い。

要 約

調理への活用を提案することを目的に、福井県の郷土食である「打ち豆汁」を豆部分と汁に分け、その嗜

好性と機能性を検討した。

1. 市販されている3種の打ち豆（黄打ち豆、緑打ち豆、黒打ち豆）の豆部分の加熱時間による変化は、黄打ち豆は、短径、長径の変化率が大きい厚さの変化率が小さく、黒打ち豆は、短径の変化率が小さく、厚さの変化率が大きかった。
2. 加熱時間の違いによる打ち豆汁の官能評価は、いずれの種類も30分加熱が、豆部分の硬さが柔らかく、汁の青臭さと苦味が弱くなるため好まれた。豆の種類別では、種類の差は大きくなかったが、緑打ち豆汁は、青臭さと苦味が弱く、甘味・旨味が強く、香りが好ましく、総合評価は高い傾向がみとめられた。
3. 総ポリフェノール量は、豆部分では、黒打ち豆の総ポリフェノール量が多い傾向であった。汁では、黒打ち豆汁の総ポリフェノール量が多く、ついで緑打ち豆汁、黄打ち豆汁となった。DPPHラジカル消去能は、豆部分では、黒打ち豆の抗酸化性が高く、ついで黄打ち豆、緑打ち豆となった。汁では、黒打ち豆汁の抗酸化性が高く、ついで緑打ち豆汁、黄打ち豆汁となった。加熱調理した場合、いずれの打ち豆汁も汁の総ポリフェノール量が多く、抗酸化性も高くなった。
4. 以上のように、打ち豆汁は30分の加熱調理で豆の食感や風味が向上し、高い抗酸化能もえられることから、健康志向の高い時代に対応できる新しい郷土食としてさまざまな調理に活用されることが期待される。

文献

- 1) 総務省統計局『家計調査年報』2007
- 2) 魚住恵、「大豆の伝統的調理方法に関する研究」『岩手県立盛岡短期大学研究報告』46, 71-81, 1995
- 3) 榎和子, 梶田武俊「打ち豆の加熱時間と可溶性成分との関係」『家政学研究』30, 66-69, 1983
- 4) 榎和子, 梶田武俊「加熱時のpHと打ち豆の硬さおよび溶出成分との関係」『家政学研究』32, 120-122, 1985
- 5) 榎和子, 梶田武俊「凍結および凍結乾燥打ち豆の加熱による硬さ、および溶出成分の変化について」『家政学研究』35, 51-55, 1989
- 6) 佐藤真実, 谷洋子「福井県における打ち豆料理の利用について」『調理科学』38, 197-203, 2005
- 7) 福井県健康福祉部健康増進課『ふくいの健康長寿の謎

- 解き』2005
- 8) 社団法人農山漁村文化協会『日本の食生活全集18聞き書き 福井の食事』1-355, 1987
- 9) 真鍋 久「大豆たんぱく質の機能性を探る」『日本料理科学会誌』38, 204-208, 2005
- 10) 鈴木健夫, 石川宣子, 目黒熙「食品中のアンジオテンシン I 変換酵素阻害能について」『日本農芸化学会誌』57, 1143-1146, 1983
- 11) 吉田恵子, 四十九院成子「各種豆類のアンジオテンシン I 変換酵素阻害活性について」『Bulletin - Tsukuba International Junior College』, 32, 113-123, 2004
- 12) 河村幸雄「食品タンパク質由来の抗血圧上昇ペプチド」『化学と生物』, 27, 766-768, 1989
- 13) 四十九院成子, 吉田恵子, 永野衣絵, 福場博保「大豆の加熱調理によるアンジオテンシン変換酵素阻害活性の増加」『日本家政学会誌』, 48, 443-447, 1997
- 14) Kuiper, G., Lemmem, J. G., Interaction of estrogenic chemicals and phytoestrogens with estrogen receptor beta, *Endocrinology*, 139, 4252-4263, 1998
- 15) Barkhem, T., Carlsson, B., Nilsson, Y., Differential Response of Estrogen receptor alpha and estrogen receptor beta to partial estrogen agonists/antagonists, *Molecular pharmacology*, 54, 105-112, 1998
- 16) Adlercreuts, H., Fotsis, T., Bannwar, C., Determination of urinary lignans and phytoestrogen metabolites, potential antiestrogens and anticarcinogens, in urine of women on various habitual diets, *J. Steroid Biochem*, 25, 791-797, 1986
- 17) Akiyama, T., Ishida, J., Genistein, a specific inhibitor of Tyrosine-specific protein kinases, *J. of Biolog. chem.*, 262, 5592-5595, 1987
- 18) Bingham, S. A., Atkison, C., Liggins, J., Plant estrogens: where are we now., *Br. J. Nutr.* 79, 393 - 406, 1998
- 19) 斉藤優介, 西繁典, 小崎浩, 弘中和憲, 小嶋道之「豆類ポリフェノールの抗酸化活性ならびに α アミラーゼおよび α グルコシターゼ阻害活性」『食科工誌』54, 563-567, 2007
- 20) 篠原和毅, 鈴木建夫『食品機能研究法』光琳, 2000
- 21) 赤澤経也, 笹原健夫「枝豆サイズと普通サイズにおける完熟種子の吸水特性の差異」『Breeding science』40, 349-359, 1990
- 22) 赤澤経也, 柳澤康博, 笹原健夫「枝豆及び普通サイズ品種の種子における水溶性窒素と遊離アミノ酸含量の特性」『Breeding science』47(1), 39-44, 1997
- 23) 浅川具美「黒豆の柔らかさに及ぼす差し水温度の影響」『日本調理科学』28(4), 96, 1995
- 24) 佐藤真実, 谷洋子「打ち豆に関する研究－豆の種類が異なる場合の調理特性について－」『仁愛女子短期大学平成19年度卒業研究要旨集』41, 77, 2008
- 25) Y. Takahata, M. Oh nishi- Ka meyama, S. Fu ruta, M. Takahashi, and I. Suda Highly Polymerized Procyanidins in Brown Soybean Seed Coat with a High Radical -Scavenging Activity, *J. Agric. Food Chem.*, 49, 5843-5847, 2001
- 26) S. Furuta, M. Takahashi, Y. Takahata, Y. Nishiba, T. Oki, and M. Masuda, Radical-Scavenging Activity of Soybean Cultivates with Black seed coats, *Food Sci Technol. Res.*, 9, 73-75, 2003
- 27) 古田収, 須田邦夫, 西陽洋一「有色大豆煮汁のラジカル消去能」『九州農業研究』, 60, 26, 1999