

黒大豆を用いた味噌の製造

谷口（山田）亜樹子

1. はじめに

黒大豆は昔からおせち料理で食べられており、煮豆用大豆の高級品として高く評価されている。また、黒大豆は栄養価が高く、皮はアントシアニン系の色素であり、最近機能が注目されていることから年々利用が高まっている。

大豆は畑の肉といわれるように、タンパク質が豊富で、アミノ酸のバランスがよく、また、脂質、ミネラル、食物繊維が多く、栄養価の高い豆である。大豆は黄、黒、緑と色の異なる種類があり、大きさも大中小とある。大豆は中国で5千年前から栽培されており、中国の東北部が栽培の起源といわれ、現在は世界中で栽培されている。大豆は油糧、タンパク質の原料として、世界でも重要な作物である。大豆の国内の需要量は約320万トン/年で、ほとんどが外国産であり、国産大豆の自給率は8%にすぎない。

今回は、今までに黒大豆の味噌の学術的報告があまりないことから、黒大豆の食品

への利用として黒大豆を用いて味噌を製造した。黒大豆味噌の対照として黄大豆味噌も製造し、一般成分および遊離アミノ酸を測定し検討したので、報告する。

2. 味噌の製造法

原料：黒大豆味噌の大豆は丹波黒（兵庫県産）を用い、黄大豆味噌の大豆にはつるの子（北海道産）を用いた。両品種ともに特徴は大粒で丸型である。大豆の百粒重は黒大豆52g、黄大豆50gであった（図1）。

米はあきたこまち（秋田県産）を用い、麴は味噌用種麴（株式会社ビオック製）を使用した。塩は並塩を用いた。これらの原料を用いて、黒大豆味噌、黄大豆味噌の2種の味噌を製造した。

味噌の製造：大豆3kgと米3kgの重量を等量とした。大豆は洗浄後、16時間浸漬して水切り後、オートクレーブ（2気、121℃、10分間）にて蒸煮して、37℃に冷却後ミンサーにて潰した。米は洗浄後、16時間浸漬、水切りし、こしきを用いて50分間蒸した後37℃ぐらいに冷却後、味噌用種麴を用いて、製麴し、出麴後塩切歩合4歩となるように食塩1.4kgを加え、大豆



図1 黒大豆および黄大豆
左：黒大豆 丹波黒（兵庫県産）、
右：黄大豆 つるの子（北海道産）

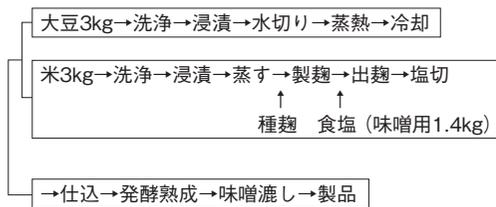


図2 味噌の製造法

と混合して仕込み、室温（25～30℃）で6ヶ月熟成させ、製品とした¹⁾。製造法を図2のフローチャートに示す。製品の黒大豆味噌、黄大豆味噌について各々分析を行った。

3. 味噌の一般成分分析

黒大豆味噌および黄大豆味噌の一般成分分析結果を表1に示した。全窒素量および水溶性窒素量はケルダール分解法²⁾、ホルモール態窒素はホルモール滴定法³⁾を用いた。

全窒素量は、黒大豆味噌は2.00%、黄大豆味噌は1.83%と黒大豆味噌の方が、全窒素量が高く、タンパク質は窒素 - タンパク質換算係数5.71から算出して11.42%、10.45%であった。水溶性タンパク質は、黒大豆味噌は1.00%、黄大豆味噌は0.83%で、タンパク溶解率は各々50.0%および45.4%であった。ホルモール窒素は黒大豆

表1 黒大豆味噌および黄大豆味噌の一般成分

	黒大豆味噌	黄大豆味噌
全窒素 (%)	2.00	1.83
水溶性窒素 (%)	1.00	0.83
ホルモール窒素 (%)	0.33	0.27
タンパク溶解率 (%)	50.0	45.4
タンパク分解率 (%)	16.5	14.8
全糖	33	35
直接還元糖 (%)	15.5	16.7
pH	5.0	4.9
酸度 I	14.1	13.9
酸度 II	18.7	17.1
食塩 (%)	11.5	11.2
水分 (%)	44.6	42.2

(n=3)

熟成条件：室温(25～30℃)、6ヶ月熟成

味噌の方が多く、タンパク質分解率も黒大豆味噌が高く、黒大豆味噌の方がアミノ酸およびペプチドが多く含まれていることが推察された。この結果から黒大豆味噌の方が、熟成が進んでいることが示唆された。大豆タンパク質は血漿コレステロールを低下させる効果や脂肪代謝の影響などの機能性が注目されている¹⁵⁾。黒大豆味噌もこのような機能性が考えられた。

全糖量はフェノール・硫酸法⁴⁾、直接還元糖はフェーリング・レーマン・シュール法⁵⁾により測定した。全糖、直接還元糖は黄大豆味噌の方が高かったが、全糖量と還元糖の割合を計算すると黒大豆味噌と黄大豆味噌の割合は2.12と2.09とあまり差はみられず、両味噌ともにマルトース単位の糖が生成されていることが推察された。

pHの測定⁶⁾はpHメーター（堀場社製）を用い、酸度は滴定酸度⁷⁾により行なった。

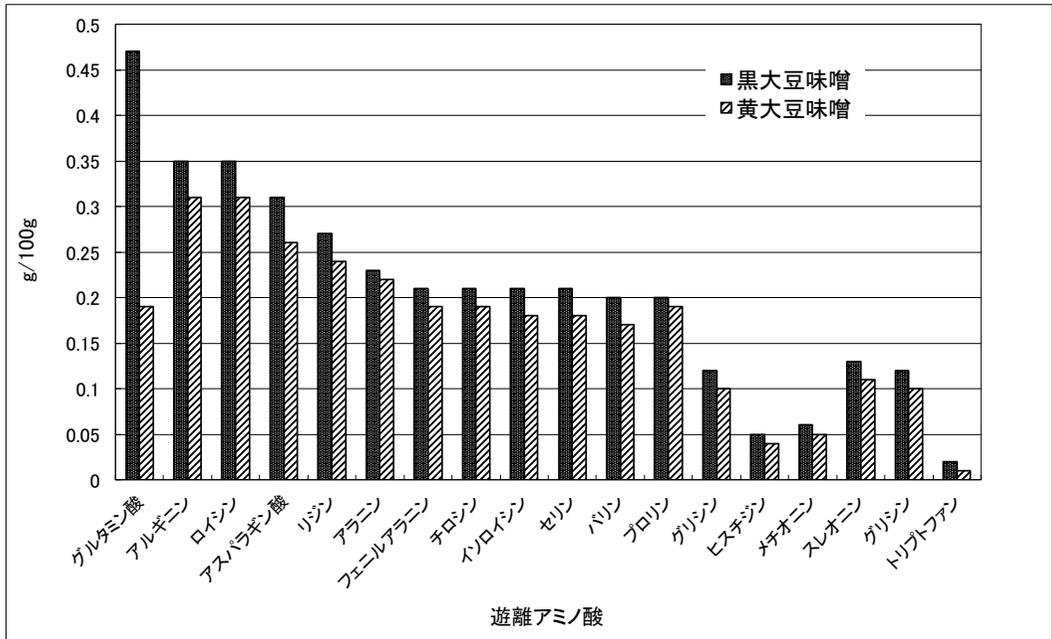


図3 黒大豆味噌および黄大豆味噌中の遊離アミノ酸量

酸度 I、II ともに黒大豆味噌の方が黄色大豆味噌に比べて値が高く、黒大豆味噌は有機酸およびアミノ酸、特にリジン、アルギニンなど塩基性アミノ酸、ペプチドの含有量が高いことが推察された。

食塩の測定はモール法⁸⁾、水分は常圧加熱乾燥法⁹⁾により行なった。塩分はやや黒大豆味噌の方が高く、水分も黒大豆味噌が高いことから、発酵、熟成に影響があることが考えられた。

4. 遊離アミノ酸の測定

味噌中の遊離アミノ酸量はHPLC（カラム: ODS-80TS、東ソー社製）で分析した。黒大豆味噌は測定したすべての遊離アミノ酸に対し黄大豆味噌よりも遊離アミノ酸含量が高かった（図3）。特にうま味成分であ

るグルタミン酸およびアスパラギン酸は黒大豆味噌の方が黄大豆味噌に比べ2.5倍および1.2倍も多く含まれていた。また、酸度の結果からも推察できた塩基性アミノ酸であるアルギニン、リジンも高かった。分枝鎖アミノ酸であるロイシン、イソロイシン、バリンも黄大豆味噌に比べ黒大豆味噌の方が高いことが確認された。

5. これまでのまとめ

以上、黒大豆の食品への利用として黒大豆味噌を試醸し、黄大豆味噌との各成分の比較を行った。味噌の成分分析を行なったところ、黒大豆味噌の全窒素量は2.00%、黄大豆味噌は1.83%、タンパク質は各々11.42%、10.45%、水溶性タンパク質は各々1.00%、0.83%と黒大豆味噌の方が全窒素

量およびタンパク質が多かった。ホルモール窒素も黒大豆味噌の方が高く、このことから黒大豆味噌の方がアミノ酸およびペプチドが多いことが推察された。

全糖、直接還元糖は黒大豆味噌に比べ黄大豆味噌の方がやや高かった。酸度Ⅰ、Ⅱともに黒大豆味噌の方が黄色大豆味噌に比べて値が高く、黒大豆味噌は有機酸および塩基性アミノ酸、ペプチドの含有量が高いことが推察された。アミノ酸は、黄大豆味噌に比べ黒大豆味噌の方が旨味に関与するグルタミン酸およびアスパラギン酸が多く含まれていた。

今回の結果から黒大豆を用いて黒大豆味噌を製造したところ、タンパク質が多く、アミノ酸も多い味噌であることがわかり、味噌の原料として黒大豆は適していたことがわかった。

以前、国産大豆とアメリカ産、ブラジル産大豆の比較を行ったことがあるが^{10)、11)}、アメリカ産、ブラジル産大豆に比べ国産大豆は水分、ミネラルが多く、脂質が少なく、品質に優れており、発酵食品の原料に合うことが推察された。

この原稿の後半では、国内産黒大豆味噌と国内産黄大豆味噌を製造し、味噌原料の適性、風味などについての比較を行い、さらに味噌中のミネラル、イソフラボン量、 γ -アミノ酪酸量、抗酸化作用などの機能性についても検討したので、報告する。

原料および味噌の製造は、前半と同様に6ヶ月熟成させ¹²⁾、製品とした。

6. ミネラルの測定

味噌中のカリウム、カルシウム、マグネシウム、リン、鉄、亜鉛については原子吸光度計（島津製作所AA - 6300）を用いて分析¹³⁾した。味噌は大豆製品であり、原料に多いカリウム、カルシウム、マグネシウム、リンが多かった。また、黄大豆味噌と黒大豆味噌を比較すると、黄大豆味噌はカルシウムとマグネシウムが多く、黒大豆味噌はカリウム、リン、鉄、亜鉛が多かった。特に鉄、亜鉛は黒大豆味噌の方が約1.5倍多く含まれていた（図4）。

ミネラルは細胞や組織をつくるのに必須であり、身体の機能の維持や調節に必要な栄養素であるため、最近、注目されている。カルシウムは歯や骨の硬組織の形成に関与するほか、血液の凝固や筋肉の凝固・収縮、神経の興奮、免疫作用に関与している。マグネシウムは細胞浸透圧の調整、体内酵素の活性化に関与している。また、カリウムは、細胞内に存在し、浸透圧の維持、神経機能、タンパク質代謝、筋肉収縮に関与している。リンは、骨や歯の硬組織に関与する。鉄は血液の酸素運搬に関与、免疫に関与している。亜鉛は核酸代謝、酵素の活性化に関与している¹⁴⁾。

7. イソフラボンの定量

イソフラボンは最近、女性ホルモンのエストロゲンと同じような働きをするため、骨粗鬆症や更年期障害に有効であり、乳ガンなど抗ガン作用があるなど注目されている。HPLC（島津製作所）を用い、ODS

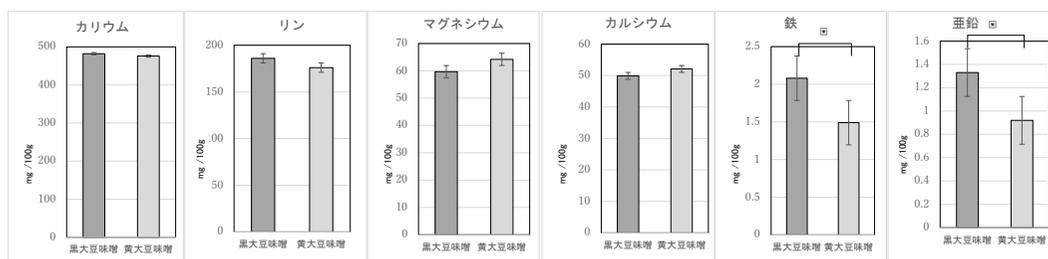


図4 黒大豆味噌および黄大豆味噌のミネラル量

n=3、平均値±標準偏差、* : p<0.05

表2 黒大豆および黄大豆味噌の大豆イソフラボンアグリコン総量 (mg/100g)

黒大豆味噌	黄大豆味噌
20	38

(n=3)

カラム (YMC-pack ODS-AM-303) を使用し、0.1% 酢酸、0.1% 酢酸-アセトニトリル溶液の勾配法により波長254nmUV吸収測定にて定量した。

味噌中のイソフラボンアグリコン総量の測定結果 (表2) は、黄大豆味噌が38mg/100g、黒大豆味噌が20mg/100gと黄大豆味噌の方が1.9倍多いことが確認された。この味噌中のイソフラボン含量は、内閣府食品安全委員会の指導で、特定保健用食品の一日あたりのイソフラボンの摂取目安量はアグリコンとして30mgを超えないという量から十分な量と考えられた。イソフラボンは大豆中には配糖体として存在し、加工するとダイゼイン、ゲニステイン、グリシテインのアグリコンを基本とし12種類のイソフラボン類が知られている¹⁵⁾。

8. γ -アミノ酪酸の定量

味噌中の γ -アミノ酪酸量の分析HPLC (カラム: ShimPack AMINO-Na) により

表3 黒大豆および黄大豆味噌の γ -アミノ酪酸量 (mg/100g)

黒大豆味噌	黄大豆味噌
29	27

(n=3)

行った。 γ -アミノ酪酸は、脳の血流や機能を高め、脳卒中後遺症の改善に有効であるとされ注目されている。麴中に γ -アミノ酪酸があることは報告されているので、麴由来が多いことが考えられたが、大豆の種類によっても異なることが確認できた。今回製造した味噌中の γ -アミノ酪酸量を測定した結果、黒大豆味噌の方がやや多く、黒大豆味噌は29mg/100g、黄大豆味噌27mg/100gは含まれていた (表3)。穀類や大豆には、グルタミン酸から γ -アミノ酪酸を生成する酵素が存在することが知られており¹⁶⁾、本研究結果から黒大豆味噌の方が黄大豆味噌に比べ、グルタミン酸量が多いことが確認されている。このことから黒大豆味噌は黄大豆味噌より γ -アミノ酪酸量が多いと考えられた。

9. 味噌のポリフェノール量

味噌中のポリフェノール量の測定は、フォーリン・デニス法による比色定量法¹⁷⁾

表4 黒大豆および黄大豆味噌のポリフェノール量 (mg/100g)

黒大豆味噌	黄大豆味噌
703	614

(n=3)

表5 黒大豆および黄大豆味噌の抗酸化作用* (mol Trolox/100g)

黒大豆味噌	黄大豆味噌
0.197	0.158

*DPPHラジカル消去能、(n=3)

により行った。

味噌100g中のポリフェノール量は、黒大豆味噌は703mg、黄大豆味噌614mgと黒大豆味噌の方がポリフェノール量は多いことが確認された(表4)。これは、黒大豆の種皮の色素が関与していることが推察された。黒大豆の種皮の色は主にアントシアニンであり、ポリフェノール類である。また、黄大豆にはアントシアニンがほとんどないことが知られている。黒大豆味噌はポリフェノール量が多いことが確認できたので、抗酸化作用も多いことが推察された。

10. 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) ラジカル消去能の測定

最近、食品の機能性として、食品中の抗酸化活性が非常に注目されている。味噌中の抗酸化活性を、Troloxを用いたラジカル消去能を指標とするDPPH法¹⁸⁾により測定した結果(表5)、両味噌においてその活性は高く認められ、黒大豆味噌は0.197mol Trolox/100g、黄大豆味噌は0.158mol Trolox/100gであり、特に黒大豆味噌に多く検出された。

11. 製造した味噌の色調および官能検査

味噌を製造後、黒大豆味噌と黄大豆味噌について色調測定および官能検査を行い評価した。色調は、色差計(コニカミノルタ社製分光測色計CM-600d)を使用し、明度(L*)、a*(緑<赤)、b*(青<黄)について測定した。

味噌の官能検査は、味噌そのものと味噌2gを熱湯100mlに溶かして味噌汁として、学生30名を対象とし、5点評価法を用いて実施した。項目は色、香り、味、総合の4項目とした。

製造した2種の味噌の状態を図5に示し、色差計による色調の測定結果を表6に示した。熟成6ヶ月後の黒大豆味噌と黄大豆味噌を比較すると、黒大豆味噌は黄大豆味噌に比べ、明度が低く、青緑が強かった。また、黄大豆味噌は明度が高く、赤黄色が強かった。両味噌ともに、仕込み直後に比べ熟成6ヶ月後の味噌は、明度が低くなり、赤黄色が強くなった。これは、熟成中に糖質やタンパク質の低分子化が進み、アミノ・カルボニル反応が起きたことにより色調の変化が起きたと考えられる。

味噌そのものの官能検査の結果(表7)は、図5の観察からもわかるように、黄大豆味噌に比べ黒大豆味噌は色が黒いことが確認でき、色の評価は黒大豆味噌より黄大豆味噌の評価が高かった。しかし、香りは黒大豆味噌の方が香ばしく、香りが強かったため、黒大豆味噌は評価が高かった。黒大豆味噌は品質の重要な評価である香りが高いことが確認された。味は黒大豆味噌の

方が濃く、旨味があり、旨味により塩味が緩和され、バランスの良い味であり、評価も高かった。黒大豆の皮がまばらに混ざっている様がツブツブ感を感じさせ、黄大豆味噌と違う食感がみられた。

さらに、黒大豆味噌と黄大豆味噌の味噌汁の官能検査を行った結果（表7）、黒大豆味噌の味噌汁の色は暗い色になり、評価は低かった。味噌汁にすると、黒大豆味噌の香りが引き立ち、黒大豆味噌の味は旨味があり、だしが入っているような味がするという感覚があり、黒大豆味噌の方が味の評



図5 黒大豆味噌（左）と黄大豆味噌（右）

表6 黒大豆および黄大豆味噌の色調の変化

	黒大豆味噌		黄大豆味噌	
	仕込み直後	熟成6ヶ月	仕込み直後	熟成6ヶ月
L*	48.7	44.5	63.2	39.4
a*	3.5	6.3	2.5	8.6
b*	7.3	6.7	19.1	13.3

L*：明度、a*：緑<赤、b*：青<黄

表7 黒大豆味噌と黄大豆味噌の官能検査の結果

味噌		黒大豆味噌	黄大豆味噌
	色	2.8	3.2
	香り	4.2	3.4
	味	3.7	3.1
	総合	3.9	3.2

味噌汁 (2g味噌 /100ml)		黒大豆味噌	黄大豆味噌
	色	2.5	3.4
	香り	3.7	3.2
	味	4.2	2.5
	総合	4.1	3.2

5点評価、学生30名

価は高かった。黒大豆味噌は色が濃く、香り、味が強かった。成分分析からも黒大豆味噌の方が水溶性タンパク質、アミノ酸が多かったため、味が強く感じられ、官能面の評価が高かったことが推察された。黒大豆味噌は、見た目は黒褐色で評価が低かったが、香り、味、総合では高い評価であった。

12. まとめ

以上、黒大豆の食品への利用として黒大豆味噌を試醸し、黄大豆味噌との各成分の比較を行った。

ミネラルは、黄大豆味噌と黒大豆味噌を比較すると、黄大豆味噌はカルシウムとマグネシウムが多く、黒大豆味噌はカリウム、リン、鉄、亜鉛が多かった。

味噌中のγ-アミノ酪酸量は黒大豆味噌の方がやや多く、ポリフェノール量は黒大豆味噌の方が多かった。抗酸化活性を測定したところ、両味噌において抗酸化作用は高く認められ、特に黒大豆味噌に多く検出された。

味噌製造後の官能検査を行ったところ、黒大豆味噌は色調の明度が低下し、色の評価は低かったが、香りおよび味が濃く、旨味が強いという結果になり、香り、味および総合の評価は高かった。成分分析の結果からも黒大豆味噌の方がアミノ酸や水溶性タンパク質が多く、このような結果になったことが推察された。

これらの結果から黒大豆を用いて黒大豆味噌を製造したところ、香りおよび旨味が強く、機能性のある味噌ができることが確

認でき、味噌の原料として黒大豆は適していた。

文献

- 1) 全国味噌技術会：みそ技術ハンドブック付基準みそ分析法、Ⅲみその製造法p.14-32
- 2) 谷口亜樹子、古庄律、松本憲一：基礎から学ぶ食品化学実験テキスト、Ⅲ-2タンパク質・アミノ酸に関する実験の概要、10.ケルダール法による定量、建帛社、p.50 - 53 (2014) .
- 3) 柳田藤治：醸造分析4.味噌 (4) ホルモン窒素、醸造・食品学実験書、日本研究社p.327 (1987) .
- 4) 福井作蔵：生化学実験法1 還元糖の定量法、Ⅵ-1 フェノール-硫酸法、第2版、東京、学会出版センター、p.50-52 (1990) .
- 5) 柳田藤治：醸造分析4.味噌 (5) 直接還元糖、醸造・食品学実験書、日本研究社pp.327-328 (1987) .
- 6) 好井久雄：みそ技術ハンドブック付基準みそ分析法Ⅲ栄養成分以外の成分3.水素イオン濃度 (pH)、全国味噌技術会、p.30 (1995) .
- 7) 好井久雄：みそ技術ハンドブック付基準みそ分析法Ⅲ栄養成分以外の成分4.滴定酸度、全国味噌技術会、p.30-31 (1995) .
- 8) 好井久雄：みそ技術ハンドブック付基準みそ分析法Ⅱ栄養成分分析9. 食塩Aモール法、全国味噌技術会、p.12-13 (1995) .
- 9) 谷口亜樹子、古庄律、松本憲一：基礎から学ぶ食品化学実験テキスト、Ⅲ-1水分に関する実験の概要、8.常圧加熱乾燥法による定量、建帛社、p.46 - 47 (2014) .
- 10) 菊池修平、谷口 (山田) 亜樹子：産地の異なる大豆を用いた醤油の試醸 その1、醤油の研究と技術、日本醤油技術センター、32巻6号、pp.379-382 (2006) .
- 11) 谷口 (山田) 亜樹子、菊池修平：産地の異なる大豆を用いた醤油の試醸 その2、醤油の研究と技術、日本醤油技術センター、33巻1号p.31-34 (2007) .
- 12) 全国味噌技術会：みそ技術ハンドブック付基準みそ分析法、Ⅲみその製造法p.14-32
- 13) 前川昭夫、菅原龍幸監修：新食品分析ハンドブック、2.5.5.無機質の定量法、東京、建帛社、p.164 - 193 (1999) .
- 14) 名取貴光：食べ物と健康食品学総論演習問題付、谷口亜樹子編著、2-6無機質 (ミネラル)、光生館、p.85-92 (2017) .
- 15) 小野伴忠、下山田真、村本光二：大豆の機能と科学3.大豆の化学3.4.3複合糖質2) イソフラボン、朝倉書店、p.48-50 (2016) .
- 16) 大野一仁、松長崇、佐野和男：野菜による γ -アミノ酪酸の蓄積 (第2報)、愛媛県工業系研究報告、46、p.26-30 (2008) .
- 17) 津志田藤二郎：食品機能研究法、4-1ポリフェノールの分析法、比色定量法、東京、光琳、p.318 - 322 (2000) .
- 18) 須田郁夫：食品機能研究法、抗酸化機能①分光学的抗酸化機能評価1.分光光度計によるDPPHラジカル消去能の測定、東京、光琳、p.218 - 220 (2000) .