

大豆における品種比較

Comparative Qualities of Soybean Varieties

守田 律子 上野 秀人 岡部 昭典
MORITA Ritsuko, UENO Hideto and OKABE Akinori

I. はじめに

大豆は、沖縄を除く全国で栽培されており、昔「万米」と表現され、中国より朝鮮を經由して日本に伝わったのが、弥生時代といわれている。しかし、広く国内で栽培されるようになったのは、鎌倉時代以降である。大豆の自給率は4%と低く、大部分がアメリカ、ブラジル、パラグアイ、中国より輸入されている。その需要の8割が製油用で、国産大豆のほぼ全量が伝統食品向けである。大豆には多くの品種が分化しており、地域適応性が比較的狭い作物と言われ、地域ごとに異なった品種が作付けされている。

今回、近畿中国四国農業研究センターにて栽培された5品種の大豆について、形態的特性と化学的特性の比較検討を行なった。

尚、5種類の大豆の品種由来は以下の通りである。

フクユタカは、1980年「岡大豆」を母に、「白大豆3号」を父とし、九州農業試験場で育成された品種である。

タマホマレは、1980年「Lee」を母に、「東山7号（フジミジロ）」を父に長野県中信農業試験場で育成された品種である。

伊予大豆は、1924年に福島県在来種「宗賀在種」と「東山82号」より愛媛県で純系分離により育成された品種である。

八月大豆は、1938年に徳島県で奨励品種として採用された徳島県在来種である。

エンレイは、1971年「農林2号」を母に「東山6号（シロメユタカ）」を父に長野県中信農業試験場で育成された品種である。

II. 実験方法

1. 形態的特性

1) 百粒重の測定

各大豆を100粒数え、その重量を測定した。

2) 種皮色および臍色の比較

3) 被害粒の測定

各大豆100粒中に、しわ粒、劣皮粒、腐敗粒を数えた。

4) 吸水率及び膨潤率の測定

① 各大豆を10gはかりとり、ビーカーにいれ水を加えて100mlとした。

② 3時間、6時間、9時間、12時間、24時間、27時間後の所定時間浸漬後、ビーカーの大豆を茶漉しに移して水をきり、上下10cmの振幅で20回振った後、乾いたガーゼに移し、軽く押し

もりた りつこ 食物栄養学科
うえの ひでと 愛媛大学
おかべ あきのり 近畿中国四国農業研究センター

て表面の水分を取った後、重量を測定し、吸水量を算出した。

- ③体積はシリンダー法にて測定し、膨潤率を算出した。

$$\text{吸水率 (膨潤率)} = (W_1 - W_2) \div W_2 \times 100$$

W₁：浸漬後重量 (体積)

W₂：浸漬前重量 (体積)

2. 化学的特性

一般成分分析は、「五訂増補日本食品標準成分表分析マニュアル」に準じ、トリプシンインヒビター活性 (以後、TI活性と示す) は、LIU氏らの方法で測定した。

1) 水分の測定

水分は、常圧加熱乾燥法を用いた。

- ①秤量瓶を130℃の乾燥器に1時間入れて加熱乾燥後、デシケータに移して30分間放冷後、重量を精秤した。
- ② ①の秤量瓶に大豆を約3g入れ重量を精秤した。
- ③ ②の容器を乾燥器に入れて、130℃、2時間乾燥した後、デシケータに移して30分間放冷した。
- ④ ③の重量を精秤し、水分量を算出した。

$$\text{水分 (\%)} = (W_1 - W_2) \div (W_1 - W_0) \times 100$$

W₀：容器の重量

W₁：試料を入れた容器の乾燥前の重量

W₂：試料を入れた容器の乾燥後の重量

2) 灰分の測定

- ①るつぼを550℃のマッフル炉にて2時間焙焼し、デシケータに移して30分間放冷後重量を精秤した。
- ② ①のるつぼに大豆約5gを入れ重量を精秤した。
- ③ ②のるつぼを550℃のマッフル炉にて10時間焙焼した後、デシケータに移し30分間放冷して灰化した灰分量を精秤し、灰分量を算出した。

た。

$$\text{灰分 (\%)} = (W_2 - W_0) \div (W_1 - W_0) \times 100$$

W₀：るつぼの重量

W₁：試料を入れたるつぼの重量

W₂：試料を入れた灰化後のるつぼの重量

3) タンパク質の測定

マクロ改良ケルダール法にて行なった。

- ①分解フラスコに大豆約0.5gを精秤して入れた。
- ② ①に分解促進剤1.0gと濃硫酸10mlを加え、沸石を1~2個入れ、加熱沸騰した。
- ③分解液が緑色透明になり、冷却すると無色透明になるまで加熱沸騰を続けた。
- ④冷却後、分解フラスコを水蒸気蒸留装置に連結した。
- ⑤200ml用三角フラスコに2.5%ホウ酸液20mlとBCG・MR混合指示薬を3滴加えて、蒸留装置の出口に装着した後、分解フラスコに水40mlと40%水酸化ナトリウム液45mlを加えてから、水蒸気蒸留し、蒸留液が100mlに達したら蒸留を終了した。
- ⑥蒸留液をN/10-H₂SO₄で、緑から赤に変色するまで滴定し、タンパク質量を算出した。

$$\text{タンパク質 (\%)} = \text{滴定値 (ml)} \times 0.0014^{*1} \times 5.71^{*2} \times 100 \div \text{試料量 (g)}$$

*1：N/10-H₂SO₄1mlに相当する窒素量 (g)

*2：大豆のタンパク質換算係数

4) 脂質の測定

クロロホルム・メタノール混液抽出法にて分析を行なった。

- ①平底フラスコを乾燥機に入れ105℃、1時間乾燥し、デシケータに入れて放冷後重量を精秤した。
- ②共栓つき三角フラスコに大豆約5gを精秤し、クロロホルム・メタノール混液 (2:1v/v) 60mlを加えた。

- ③ ②のフラスコに冷却管を付着し、ウォーターバスにて60℃、1時間加温抽出後、なす型フラスコにろ過し、ろ液を得た。
- ④ロータリーエバポレーターを用いてろ液の溶剤を留去した。
- ⑤石油エーテル25mlと無水硫酸ナトリウム約15gを加え、1分間振とう混和して試料液を①の平底フラスコへ10mlのホールピペットで量り入れ、ロータリーエバポレーターで溶剤を留去した。
- ⑥ ⑤の試料を乾燥機に入れ105℃、1時間乾燥し、デシケータで40分間放冷後、試料を精秤し、脂質量を算出した。

$$\text{脂質 (\%)} = (W_1 - W_0) \times 2.5 \div W \times 100$$

W_0 : 恒量とした秤量瓶の重量

W_1 : 脂質を抽出した乾燥後の秤量瓶重量

W : 試料採取量

2.5 : 25mlの内10mlを実験に使用したため

5) 炭水化物の算出

- ①100から水分量 (%)、タンパク質量 (%)、脂質量 (%)、灰分量 (%) の合計を差し引いた値を炭水化物量 (%) として算出した。

6) TI 活性の測定

- ①試料液の調製は、大豆を粉碎し、0.50gを三角フラスコに取り純水50mlを加えた。
- ②37℃ウォーターバスで120rpm、30分間振とう混和しTIを溶出した。

- ③溶出液 5 mlにCaCl₂添加トリス緩衝液 (0.1Mトリス溶液50mlと0.1M塩酸22.9mlを加え、純水で100mlとしCaCl₂・2H₂O1.5gを加えた) 5mlを加えた。

- ④ ③の液をろ過し、試料原液とした。

- ⑤ 試料原液を20倍、又は10倍に希釈し、各1mlを試験管に取った。

- ⑥BAPA液 (BAPA40mgを約1mlのジメチルスルホキシドに溶解した後、CaCl₂添加トリス緩衝液100mlを加え希釈した) 2 mlを⑤の試験管に加えた。

- ⑦37℃ウォーターバスにて、試験管にトリプシン液 (トリプシン 3 mgに純水を100ml加え溶解した) 0.5ml加えた。

- ⑧10分後、試験管に30%酢酸0.5ml加えた。

- ⑨光電比色計 (波長410nm) にて吸光度を測定し、TIU/mgを求めた。

$$\text{TIU/mg}^{*1} = (\text{空試験OD}^{*2} - \text{試料OD}^{*2}) \times \text{希釈倍数} \times 100^{*3} \times \text{加水量 (ml)} \times 2^{*4} \div \text{試料重量 (mg)}$$

*1 TIU : TI単位

*2 OD : 吸光度

*3 100 : TI 1単位は空試験と試料のODの差0.01に相当するTIUに換算する係数

*4 2 : CaCl₂添加トリス緩衝液添加時の希釈倍率

表1 物理的性状一覧

項目	フクユタカ	タマホマレ	伊予大豆	八月大豆	エンレイ	
百粒重 (g)	27.4499	27.7238	16.9408	24.7487	28.0787	
1粒重 (mg)	274	277	169	247	281	
種皮色	黄色	黄色	黄色	黄色	黄色	
臍色	褐色	黄色	褐色	褐色	黄色	
被害粒	しわ粒	3	10	2	18	2
	裂皮粒	0	0	0	0	0
	腐敗粒	0	0	0	0	0

Ⅲ. 実験結果および考察

1. 形態的特性

1) 粒大について

粒大を百粒重で比較した。45g以上が極大粒、35~45g大粒、25~35g中粒、15~25g小粒、15g以下を極小粒とされている。表1に示したようにフクユタカ、タマホマレ、八月大豆、エンレイは25~28g、伊予大豆は17gであった。今回の5品種の大豆では、伊予大豆は小粒、それ以外は中粒であった。1粒に換算すると一番大きいエンレイ218mgと一番小さい伊予大豆169mgとには1.6倍の差が見られた。また、農産物規格規程では、直径7.9mm以上を大粒とし煮豆や製菓原料に、7.3mm以上を中粒とし豆腐や味噌に、5.5mm以上を小粒とし味噌や納豆に、4.9mm以上を極小とし納豆やもやし用にと分類されている。今回の測定では、伊予大豆は直径7mmで小粒、その他の大豆は直径8~9mmで大粒に分類された。

2) 種皮及び臍色について

大豆の種皮色には単色として黄白、黄、淡緑、緑、黒、淡褐、褐の7種類に分類され、複色として褐色と黒の斑色が1種類あるが、今回は全て単色の黄色であった。

大豆の種子は種皮と胚より成り立っており、胚は子葉が主体であり、種子が莢に着生する部分が臍である。臍（目ともいう）色は黄、極淡

褐、淡褐、褐、暗褐、緑、淡黒、黒の8種類に分類される。フクユタカ、伊予大豆、八月大豆は褐色、タマホマレとエンレイは黄色であった。

3) 被害粒について

被害粒にはしわ粒、裂皮粒、腐敗粒などがある。しわ粒は、タマホマレに10%、八月大豆に18%、フクユタカ、伊予大豆、エンレイは2~3%含まれていた。しかし、豆全体に見られたのではなく、一部分に見られた。被害粒で比率の高いしわ粒は、乾燥初期の粒内部と粒表面との間の水分勾配が原因とされている。また、成熟後に刈り入れが遅れて降雨にさらされた時にも起こりやすい。しわがない豆のほうが外観上からも好まれるので、適期収穫が望ましい。また、裂皮粒、腐敗粒については、今回1粒も混入していなかった。

4) 吸水率及び膨潤率について

大豆を調理や加工する時には、あらかじめ吸水・膨潤させることが必要であり、一晚浸漬させると良いといわれている。吸水速度は気温や水温に関係が深いので、今回の水温は21.5℃で実施した。図1に示したように、3時間浸漬は、タマホマレの吸水速度が一番速かった。6時間ではタマホマレ、伊予大豆が同じく116%の吸水率を示した。9時間では伊予大豆が146%と飛びぬけて吸水率が高く、吸水速度が早かったタマホ

図1 吸水率

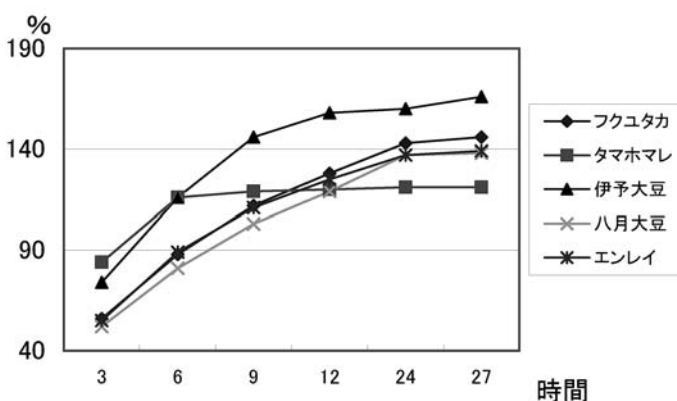
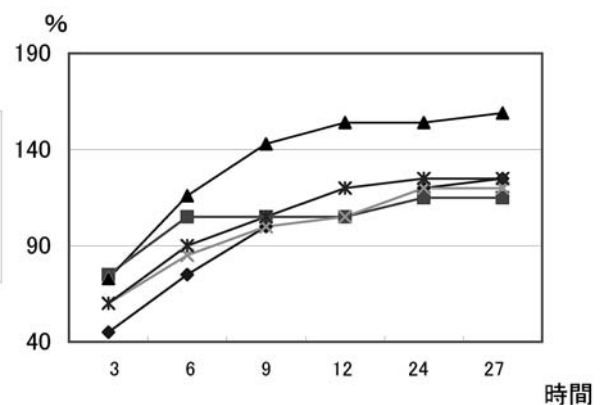


図2 膨潤率



マレはフクユタカや八月大豆、エンレイと変わらなく103~119%を示した。12時間では伊予大豆は160%、他の大豆は120%となった。24時間ではフクユタカ、八月大豆やエンレイは140%となった。以上の結果から、伊予大豆は160%と最も吸水量が多く、タマホマレは浸漬直後の吸水速度が速かったが、6時間からは吸水率に変動は見られなかった。フクユタカ、八月大豆、エンレイは、24時間の浸漬時間が必要であるが、タマホマレと伊予大豆は12時間浸漬で充分であった。また、体積の増加より膨潤率を調べた結果を図2に示した。タマホマレ、伊予大豆の膨潤率は3時間で73~75%となり、9時間では伊予大豆が143%、他の大豆は、100~105%の膨潤率となった。12時間では伊予大豆は154%と24時間とほぼ変わらないくらいまで膨潤していた。したがって、伊予大豆の浸漬時間は12時間で充分であり、タマホマレは6時間からほとんど変化していないので6時間の浸漬で充分な結果となった。フクユタカ、八月大豆、エンレイの3種類は24時間と27時間とでは変化がないので24時間浸漬で充分で、吸水実験と同じ傾向が見られた。

2. 化学的特性

1) 一般成分について

一般成分分析結果を図3~図6に示した。

水分量は、エンレイの9.65%からタマホマレの9.25%と0.4%の差があった。

灰分量は、伊予大豆の5.34%から八月大豆の5.09%と0.25%の差であった。

タンパク質は、フクユタカの38.20%からタマホマレの33.26%と4.94%の差があった。

脂質は、フクユタカの17.07%から八月大豆の14.83%と2.23%の差があった。

炭水化物は、タマホマレの35.69%からフクユタカの29.89%と5.80%の差があった。これは差し

図3 水分量の比較

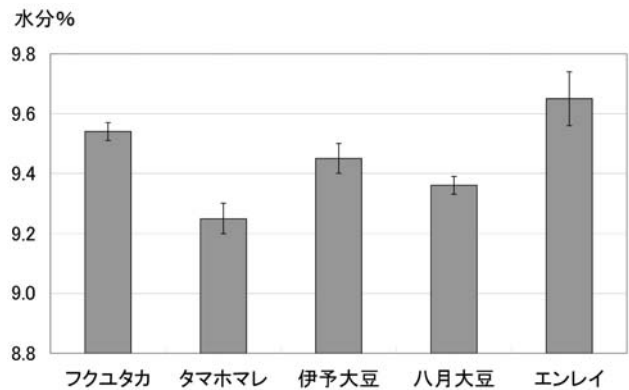


図4 灰分量の比較

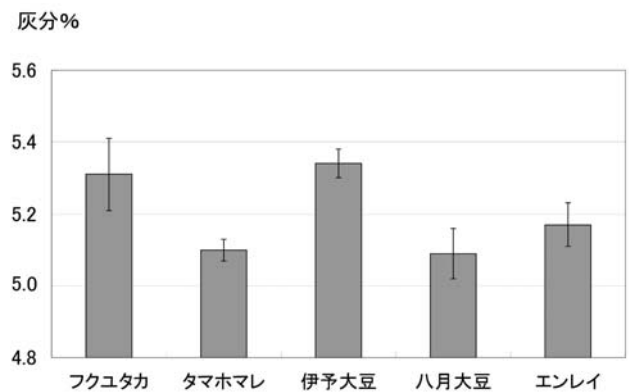


図5 タンパク質量の比較

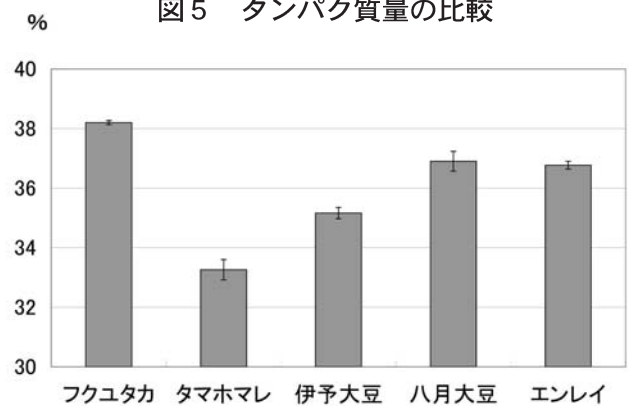
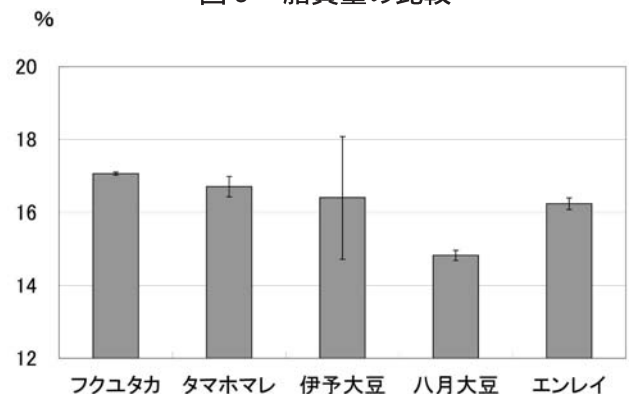


図6 脂質量の比較



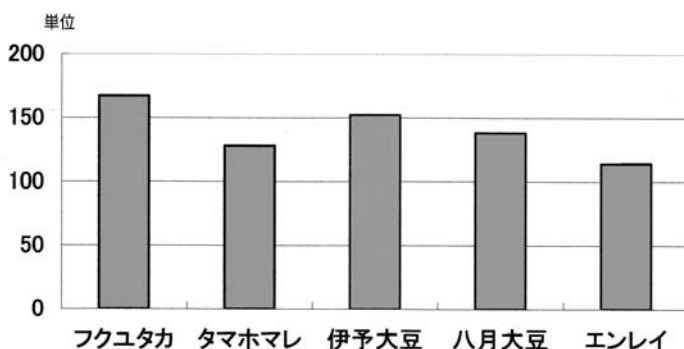
引き法にて算出したため、タンパク質や脂質の多い種類の大豆では少ない結果となった。

以上の結果から、フクユタカは、灰分、タンパク質、脂質が多く含まれており、タマホマレは、脂質が多いが、灰分やタンパク質は少なかった。また、伊予大豆については灰分が多かった。八月大豆は、タンパク質が多く、灰分と脂質が少なかった。エンレイでは、水分、タンパク質が多く、灰分と脂質が少ない結果であった。大豆にはそれぞれの用途があるので、タンパク質含量の高いフクユタカとエンレイは、豆腐製造に適しており、八月大豆は、炭水化物やタンパク質に富み、脂肪が少ないので味噌や納豆などの発酵食品に適している。タマホマレは味噌加工に向いていると言える。また、エンレイは粒も大きいので煮豆にも適していると思われる。フクユタカは、四国で作付け面積が広く、タマホマレは近畿や中国、エンレイは関東、北陸近畿で広く作付けされている。伊予大豆や八月大豆は、ほとんど作付けされていなかった。

2) TI 活性値について

TI活性値は、図7に示したように、エンレイが一番低く、114単位であった。次いでタマホマレの128単位、八月大豆は138単位、伊予大豆やフクユタカは152、167単位であった。フクユタカ

図7 TI値の比較



はエンレイの1.5倍のTI活性値であった。TIは、トリプシンと呼ばれるタンパク質分解酵素に特異的に結合し、その活性を失わせてしまう有害成分の一つである。大豆に存在しているのは、自己分解を防止し、昆虫などからの食害を防ぐなどのためでないかと考えられる。その結果、生の大豆をたくさん摂取するとトリプシンを製造する膵臓の肥大をもたらす。そこで、食べやすくするために、大豆から有効成分のみを抽出した大豆油や豆腐、加熱処理した炒豆や煮豆、消化発酵させた味噌や醤油にされている。TIは人体に対して有害だと考えられていたが、最近では血糖値を調整するインスリンというホルモンを分泌する膵臓の細胞 (B細胞) を増殖させ、糖尿病の治療予防に役立つと期待されている。

IV. 要約

今回、近畿中国四国農業研究センターにて栽培されたフクユタカ、タマホマレ、伊予大豆、八月大豆、エンレイの5品種の大豆について、形態的特性と化学的特性の比較検討を行ない、その結果、次のことがわかった。

1. 粒大を百粒重で比較した。伊予大豆は小粒、それ以外は中粒であった。

種皮色は、全て単色の黄色であった。尚、臍色については、フクユタカ、伊予大豆、八月大豆は褐色、タマホマレとエンレイは黄色であった。

2. 伊予大豆は吸水速度が速く160%となり、タマホマレは浸漬直後の吸水速度が速かったが、9時間後からはあまり変動しなかった。24時間の浸漬時間が必要なのは、フクユタカ、八月大豆、エンレイであった。タマホマレと伊予大豆は12時間浸漬で充分であった。また、体積の増加より膨潤率を調べた結果も、

吸水率と同じ傾向であった。

3. 一般成分分析結果から、フクユタカは、灰分、蛋白質、脂質が多く含まれており、タマホマレは、脂質が多いが、灰分や蛋白質は少なかった。また、伊予大豆については灰分が多かった。八月大豆は、蛋白質が多く、灰分と脂質が少なかった。エンレイでは、水分、蛋白質が多く、灰分と脂質が少ない結果であった。
4. TI活性値は、エンレイが114単位と一番低く、次いでタマホマレの128単位、八月大豆は138単位、伊予大豆やフクユタカは152、167単位であった。

謝辞

本研究を進めるにあたり、数々のご助言をいただきました食物栄養学科盛永宏太郎教授に感謝の意を表します。

文献

- 1) 渡辺篤二 齊尾恭子 橋詰和宗：大豆とその加工 I (建帛社) (1992)
- 2) 山内文男 大久保一良：大豆の科学 (朝倉書店) (1992)
- 3) 渡辺篤二：豆の辞典 (幸書房) (2000)
- 4) 亀山春 松岡洋子 山崎妙子 古賀菱子：調理学実験 (朝倉書店) (1988)
- 5) 石井龍一 中世古公男 高崎康夫：作物学各論 (朝倉書店) (1999)
- 6) 文部科学省独立法人国立印刷局五訂増補日本食品標準成分表分析マニュアル (2005)
- 7) Kakade,M.L.,Simoms,N.and Liener,I.E.,An evaluation of national vs.synthetic substrates for for measuring the antitryptic activity of soybean samples CerealChem.46,518-526, (1969)
- 8) Liu,K.and Markakis,P., An improved colorimetric method for determining antitryptic activity in soybean products. Cereal Chem.,66,415-422, (1989)
- 9) 守田律子：枝豆のトリプシンインヒビター活性値と物性試験、富山短期大学紀要 (2005)
- 10) 鈴木信行：化学便覧基礎Ⅱ (改訂4版)、Triss緩衝液 (丸善) (1993)
(平成20年10月31日受付、平成20年10月31日受理)

