

兵庫県産大豆の品質特性

廣田智子*・田畑広之進*・小河拓也*・岩井正志**・井上喜正*

要 約

丹波黒大豆をはじめ、黄大豆、緑大豆、赤大豆など兵庫県産大豆23種類について、その成分特性や煮豆への加工適性について調査し、それら調査項目の相関関係について検討した。

- 1 タンパク質含量はサチユタカで高く、中生光黒で低い値を示した。全糖含量 (シヨ糖+オリゴ糖) は黒大豆と緑大豆で高い値を示した。
- 2 丹波黒大豆の成分はシヨ糖、オリゴ糖、トコフェロール含量が高かった。丹波黒大豆は百粒重が大きく、煮熟大豆の硬さが軟らかく、浸漬・煮熟大豆重量増加比が大きく、煮豆加工に適した。
- 3 全試料の成分項目中、タンパク質と炭水化物、炭水化物と脂質の間に負の相関が認められた。煮豆加工適性項目中、百粒重はシヨ糖含量、浸漬・煮熟大豆重量増加比と正の、煮熟大豆の硬さと負の相関を示した。浸漬大豆重量増加比はシヨ糖含量、百粒重、煮熟大豆重量増加比、浸漬液中固形物量と正の、煮熟大豆の硬さと負の相関を示した。

Quality of Soybean Seeds Grown in Hyogo Prefecture

Tomoko HIROTA, Konoshin TAHATA, Takuya OGAWA,
Masashi IWAI and Yoshinobu INOUE

Summary

Chemical compositions and the processing suitabilities for Nimame (seasoned boiled beans) of soybean seeds were investigated on 23 soybean varieties grown in Hyogo Prefecture in 2000.

- (1) Protein contents were high in Sachi-yutaka, but low in Chuseihikarikuro. Total sugar contents (sucrose and oligosaccharide contents) were high in black and green seed coat soybean.
- (2) The characteristic chemical compositions observed in Tanbaguro were high sucrose, oligosaccharide and tocopherol contents. As for the suitability for Nimame, Tanbaguro had a heavy weight of 100 seeds, a low hardness of boiled seeds, and a heavy weight increase ratio of soaked and boiled seeds.
- (3) The negative correlations were recognized between protein and carbohydrate contents, between lipid and carbohydrate contents. On the suitability for Nimame, the weight of 100 seeds had positive correlations with sucrose contents, weight increase ratio of soaked and boiled seeds, and negative correlation with hardness of boiled seeds. The weight increase ratio of soaked seeds had positive correlations with sucrose contents, weight of 100 seeds, weight increase ratio of boiled seeds and solid matter contents of soaked water, and negative correlation with hardness of boiled seeds.

キーワード：大豆 品質 煮豆 加工適性

緒 言

兵庫県では、黄大豆、黒大豆、緑大豆、赤大豆等、種々の大豆が栽培されている。これら大豆の多くは地域色の強い伝統産物でもあり、加工用途も広く、煮豆、味

噌、きな粉などに加工され、地域特産品としての需要が増えてきている。

その中でも、丹波黒大豆は、兵庫県を代表する特産物のひとつであり、大粒、食味の良さ、煮豆の軟らかさに加えて、最近では健康食材としての機能性の高さが注目されている¹⁾。しかし、一方で、有利な転作作物を求め新興産地の著しい台頭や中国産等の輸入黒大豆の動きが活発化している厳しい状況下において、これまで以上に丹波黒大豆のブランド力を高めるための取り組みが産地

2004年8月30日受理

* 兵庫県立農林水産技術総合センター部長 (食品加工流通担当)

** 兵庫県立農林水産技術総合センター北部農業技術センター

に求められている²⁾。このような現状認識に立ち、著者らは今後とも丹波黒大豆の優位性を確保し続けるため、品質特性、機能性の解明や新たな加工法の確立に取り組んでいるが、その基礎となるべき丹波黒大豆系統を中心とした各種大豆の成分特性や加工適性等についての技術情報はほとんどみあたらない。

そこで本試験では、丹波黒大豆系統を中心に、黄大豆、緑大豆、赤大豆等の兵庫県産大豆の評価を、成分特性とともに煮豆加工適性の面より分析調査を行った。

材料及び方法

1 供試材料

試料は、兵庫県立農林水産技術総合センター北部農業技術センター（兵庫県朝来郡和田山町）において収集・増殖し、2000年に栽培された合計23種類の大豆を用いた。丹波黒大豆系統は、丹波黒大豆の兵庫県標準系統として育成された兵系黒3号及び県内および県外で収集した丹波黒大豆系統の6種類、丹波黒大豆の突然変異で種皮色が黄色の3系統とした。その他の黒大豆として、中生光黒、晩生光黒を用いた。黄大豆は兵庫県奨励品種であるサチユタカその他、タママサリ、もち大豆、丹波白とした。緑大豆は県内で収集した在来種を含む6種類とした。なお、丹波黒大豆系統、もち大豆、緑大豆、赤大豆についてはいずれも仮称で示した。

供試試料の分析は成分および煮豆加工適性について行い、これら分析数値は丹波黒系統群（表1中に表記したNo. 1-10の計10種類）を中心に調査項目相互間の相関関係を解析した。

2 測定・分析方法

(1) 化学成分

大豆は種皮を含めて粉碎後、以下の方法により各成分を定量した。測定は2反復行った。

タンパク質はマクローケルダール法により全窒素を定量し、これに窒素-タンパク質係数5.71を乗じてタンパク質量とした。脂質はクロロホルム-メタノール混液法により定量した。灰分は600℃4時間乾燥により定量した。炭水化物は差引法により表示した。粉水分含量は大豆を秤量缶に採取し、130℃3時間乾燥法により測定した。

糖、遊離アミノ酸およびデンプンの測定は以下の方法により定量した。粉碎サンプルを80%エタノール中で抽出し、残渣を2回抽出して、得られた抽出液をサンプル液とした。糖（スクロース、ラフィノース、スタキオース）の分析はサンプル液をメンブレンフィルター（0.45 μ m）に通した後、分離カラムに島津製 Shim-Pack CLC-NH₂（6×150mm）を用い、アセトニトリル：水（60：

40）を移動相として、高速液体クロマトグラフ（島津製 LC-9A型）で分離し、示差屈折計（島津製 RID-6A型）で定量した。遊離アミノ酸はサンプル液をニンヒドリンと反応させた後、分光光度計（日本分光工業製 UVIDEC-610C型）を用いて570nmの吸光値を測定し、グルタミン酸換算値として表示した。デンプンはエタノール抽出残渣（アルコール不溶性固形物）から過塩素酸法でデンプン抽出し、加水分解後、ソモギ変法を用いて糖量を測定し、デンプン含量を求めた。

トコフェロール¹⁰⁾は、油脂をけん化した後、n-ヘキサン・酢酸エチル混液により不けん化物を抽出し、n-ヘキサンに溶解後、分離カラムに島津製 Shim-Pack CLC-NH₂（6×150mm）を用い、n-ヘキサン：イソプロパノール（100：4）を移動相として、高速液体クロマトグラフ（島津製 LC-9A型）で分離し、紫外分光光度計（島津製 SPD-6AV型）で297nmの吸光値を測定した。測定した α 、 β 、 γ 、 σ -トコフェロール（Toc）について、各 α -Toc当量値（ α （1.00）、 β （0.25）、 γ （0.05）、 σ （0.001））を求め、その合計値を算出した。

(2) 煮豆加工適性

百粒重は大豆調査基準に準じて調査し、水分10%換算値で表示した。浸漬大豆重量増加比は、大豆20gに3倍量の水を添加し、25℃16時間浸漬後水を切り、重量を測定し、原重量に対する増加割合で表示した。煮熟大豆重量増加比は前記の条件で浸漬した大豆に水40mlを添加し、電気圧力鍋（ナショナル製 SR-203P型）を用いて、予熱5分、高圧8分、蒸らし10分の条件で煮熟後水を切り、重量を測定し、原重量に対する増加割合で表示した。溶出固形物量は前記の浸漬液および煮熟液を蒸発乾固後、105℃で恒量値を求め、原料大豆乾物当たりの溶出率に換算した。百粒重、重量増加比、溶出固形物量の測定は3反復行った。

大豆の色調は、分光式色差計（日本電色工業製 SE2000型）を用いて測定した。測定は5反復行った。種皮の色調はCIELab表色系によるL値（明度）、a値（+赤色度～-緑色度）、b値（+黄色度～-青色度）について測定し、彩度として $\sqrt{a^2+b^2}$ 値を算出した。彩度は値が大きいほど鮮やかな色調を示す。

煮熟大豆の硬さはレオメーター（フドー製 NRM-3002D型）を用いて測定した。煮熟大豆（種皮を含む）を試料ステージにのせ、ステージを2 cm \cdot min⁻¹の速度で上昇させ、固定された歯形プランジャーが大豆を4 mm押しつけた状態の時の最大荷重を測定し、硬さとした。測定は10反復行った。

結 果

1 成分特性

成分特性についての調査結果を表1に示す。タンパク質含量は35.6~43.5% (乾物重換算値, 以下省略) の範囲にあり, 黄大豆のサチユカタ, 丹波白, 緑大豆の播磨青の含量が高く, 黒大豆の鳳鳴, 中生光黒, 緑大豆の八鹿青の含量が低かった。丹波黒大豆(兵系黒3号)の値は, タンパク質37.1%で平均値38.5%と比較するとやや低かった。脂質含量は20.2~26.7%の範囲にあり, 黄大豆のもち大豆, 緑大豆の春日青の含量が高かった。丹波黒大豆(兵系黒3号)の値は22.8%で平均値23.7%と比較すると低かった。遊離アミノ酸含量は100gあたり59~113mgの範囲にあり, 黄大豆に比べて黒大豆, 緑大豆の含量が比較的高かった。丹波黒大豆(兵系黒3号)の値は108mgで平均値93mgと比較すると高かった。糖含量のうち, スクロースは100gあたり4.6~7.6gの範囲にあり, 黄大豆に比べて黒大豆, 緑大豆の含量が高かった。オリゴ糖(ラフィノース+スタキオース)は100gあたり2.1~3.4gの範囲にあり, 黄大豆に比べて黒大豆, 緑大豆, 赤大豆の含量が比較的高かった。丹波黒大豆(兵系黒3号)の値は3.0gで平均値2.8gと比較すると高かった。変動係数はスクロース12.7%, ラフィノース31.8%, スタキオース21.1%を示し, 一般成分のそれと比較すると大きい傾向がみられた。トコフェロール含量(α -トコフェロール当量値)は100gあたり1.8~8.9mgの範囲にあり, 黄大豆や緑大豆に比べて丹波黒大豆系統の含量が高い傾向がみられた。変動係数は49.0%を示し, 他の成分組成のそれと比較すると大きい傾向がみられた。丹波黒大豆(兵系黒3号)の値は8.9mgで平均値4.2mgと比較すると高かった。

2 煮豆加工適性

大豆の百粒重, 大きさ, 種皮の色調を表2に示す。百粒重は29.2~78.1g(水分10%換算値, 以下省略)を示し, 丹波黒大豆系統の百粒重は, 黄大豆や緑大豆と比べて大きかった。煮熟後の種皮の色調として, L値(明度)は15.9~65.9, a値(赤色度)は-6.1~14.7, b値(黄色度)は-0.01~22.1, 彩度は0.1~22.7の範囲にあった。黒大豆, 緑大豆, 赤大豆の有色大豆は煮熟により彩度が高くなり, 黄大豆では低くなった。煮熟後の黒大豆の色調はL値, a値, b値, 彩度とも丹波黒大豆系統で低く, 光黒系統で高い傾向がみられた。

浸漬・煮熟大豆の大きさ, 硬さ, 重量増加比, 溶出固形物含量を表3に示す。煮熟大豆の大きさは長さ16.5~22.3mm, 幅9.8~13.5mm, 厚さ7.8~12.2mmの範囲にあった。丹波黒大豆(兵系黒3号)の値は長さ21.7mm, 幅

13.5mm, 厚さ12.2mmで, 黒大豆の光黒系統や黄大豆, 緑大豆と比較して大きかった。変動係数は長さ10.3%, 幅9.4%, 厚さ16.0%を示し, 長さや幅に対して厚さのそれは大きい傾向がみられた。煮熟大豆の硬さは1.05~2.26Nの範囲にあり, 変動係数は21.6%と大きな値を示した。丹波黒大豆の硬さは1.31Nで, 平均値1.62Nと比較すると軟らかかった。浸漬大豆重量増加比は2.12~2.59倍の範囲にあり, 丹波黒大豆系統の値は黄大豆や緑大豆と比べて高かった。煮熟大豆重量増加比は2.24~2.76倍の範囲にあり, 丹波黒大豆系統の値は黄大豆や緑大豆と比べて高かった。浸漬・煮熟大豆重量増加比の変動係数は他の加工適性項目と比べて小さかった。煮熟液中溶出固形量は5.19~8.77gの範囲にあり, 黒大豆の光黒系統と緑大豆の値が比較的高かった。丹波黒大豆(兵系黒3号)の値は6.71gで平均値6.83gに近い含量であった。

3 成分および煮豆加工適性の相関

全試料の成分特性および煮豆加工適性間の相関を表4に示す。成分間の関係では, 炭水化物とシヨ糖(0.483*)で正の, タンパク質と炭水化物(-0.719**), 炭水化物と脂質(-0.443*)で負の相関がそれぞれ認められた。丹波黒系でのみ認められた関係は, 脂質と灰分(0.658*)で正の, 炭水化物と灰分(-0.676*), 脂質とシヨ糖(-0.783**)で負の相関をそれぞれ示した。

成分および加工適性間の関係では, シヨ糖と百粒重(0.653**), シヨ糖と浸漬大豆重量増加比(0.579**), シヨ糖と煮熟大豆重量増加比(0.485*)で正の, 水分と浸漬液中溶出固形物量(-0.615**), 灰分と浸漬液中溶出固形物量(-0.710**)で負の相関がそれぞれ認められた。丹波黒系でのみ認められた関係は, 水分と煮熟大豆の硬さ(0.632*), 炭水化物と百粒重(0.636*), 脂質と煮熟大豆の硬さ(0.640*), 灰分と煮熟大豆の硬さ(0.662*)で正の, 水分と煮熟大豆重量増加比(-0.650*), 灰分と浸漬・煮熟大豆重量増加比(-0.801**, -0.703*)で負の相関をそれぞれ示した。

煮豆加工適性間の関係では, 百粒重は浸漬・煮熟大豆重量増加比(0.667**・0.624**)と正の, 煮熟大豆の硬さ(-0.582**)と負の相関を示した。煮熟大豆の硬さは煮熟大豆重量増加比(-0.794**)と負の相関を示した。浸漬大豆重量増加比は煮熟大豆重量増加比(0.867**), 浸漬液中固形物量(0.492**)と正の, 煮熟大豆の硬さ(-0.680**)と負の相関をそれぞれ示した。丹波黒系のみでは強い相関関係は認められなかった。

表1 大豆の種類別の成分特性

種 類 (系統名)	種皮色	水分 (%)	タンパク質 (%)	炭水化物 (%)	脂質 (%)	灰分 (%)	成分特性	
							デンプン (g・100gDW ⁻¹)	アミノ酸 (mg・100gDW ⁻¹)
1 丹波黒 (兵系黒3号)	黒	8.8	37.1	34.4	22.8	5.7	10.9	108
2 丹波黒 (M白872系)	黄	10.0	39.9	31.2	22.9	6.0	10.5	94
3 丹波黒 (M白873系)	黄	9.6	38.7	33.4	22.0	5.9	10.3	81
4 丹波黒 (M白9201系)	黄	10.0	39.2	32.9	21.8	6.1	9.4	104
5 黒大豆 (滋賀系)	黒	8.5	38.6	29.9	25.3	6.2	10.2	113
6 黒大豆 (玉置系)	黒	9.2	39.1	30.6	24.2	6.1	9.9	88
7 黒大豆 (愛媛系)	黒	10.6	38.3	32.4	23.3	6.0	10.3	99
8 黒大豆 (栃原系)	黒	11.8	37.6	32.2	23.9	6.3	10.3	88
9 黒大豆 (竹ノ内系)	黒	11.0	38.3	29.4	26.1	6.2	9.6	92
10 鳳鳴	黒	10.5	36.2	32.6	25.1	6.1	10.6	92
11 中生光黒	黒	9.5	35.6	35.7	23.0	5.7	10.2	100
12 晩生光黒	黒	9.4	37.6	33.2	23.8	5.4	10.6	91
13 サチユタカ	黄	8.8	41.9	27.7	24.7	5.7	8.7	83
14 タママサリ	黄	7.1	37.0	32.9	24.1	6.0	9.9	89
15 もち大豆	黄	6.1	39.3	29.7	25.1	5.9	10.1	80
16 丹波白	黄	11.2	40.6	33.2	20.2	6.0	9.3	91
17 日高青	緑	10.0	36.9	32.7	24.0	6.4	10.5	108
18 市島青秋	緑	10.8	39.8	30.5	23.3	6.4	9.3	59
19 八鹿キナコ	緑	9.9	39.8	29.9	23.9	6.4	10.2	103
20 春日青	緑	9.1	36.9	30.2	26.7	6.2	10.0	103
21 八鹿青	緑	11.0	36.4	33.7	23.6	6.3	11.1	88
22 播磨青	緑	9.2	43.5	27.5	23.0	6.0	9.8	94
23 岡山赤	赤	11.4	37.4	34.0	22.3	6.3	10.1	93
最小値		6.1	35.6	27.5	20.2	5.4	8.7	59
最大値		11.8	43.5	35.7	26.7	6.4	11.1	113
平均値		9.7	38.5	31.7	23.7	6.0	10.1	93
標準偏差		1.3	1.9	2.1	1.4	0.2	0.6	12
変動係数 (%)		13.9	4.9	6.7	6.1	4.1	5.5	12.4

種 類 (系統名)	糖 (g・100gDW ⁻¹)				トコフェロール (mg・100gDW ⁻¹)				
	スクロース	ラフィノース	スタキオース	全糖	α	β	γ	σ	α当量値
1 丹波黒 (兵系黒3号)	6.6	1.0	2.0	9.6	7.7	2.9	9.5	5.6	8.9
2 丹波黒 (M白872系)	7.1	0.9	1.6	9.6	5.6	2.5	7.6	5.4	6.6
3 丹波黒 (M白873系)	7.6	0.9	1.8	10.3	5.6	2.4	8.2	5.7	6.6
4 丹波黒 (M白9201系)	7.1	0.9	1.6	9.6	2.1	0.6	9.4	6.6	2.7
5 黒大豆 (滋賀系)	5.8	0.6	2.2	8.6	5.7	1.5	8.9	5.5	6.5
6 黒大豆 (玉置系)	7.0	0.7	2.2	9.9	4.7	2.2	6.4	5.3	5.6
7 黒大豆 (愛媛系)	7.4	0.7	2.3	10.4	5.2	2.3	6.4	5.2	6.1
8 黒大豆 (栃原系)	6.9	0.9	1.8	9.6	1.6	0.6	0.7	2.4	1.8
9 黒大豆 (竹ノ内系)	5.7	0.6	2.1	8.4	4.2	1.1	1.8	3.2	4.6
10 鳳鳴	6.8	0.8	1.8	9.4	6.1	2.5	7.1	5.5	7.1
11 中生光黒	7.1	1.2	1.7	10.0	1.9	0.6	7.0	5.7	2.4
12 晩生光黒	6.7	1.2	1.6	9.5	5.7	3.0	12.0	9.3	7.1
13 サチユタカ	4.6	1.0	1.4	7.0	3.3	0.6	6.5	3.0	3.8
14 タママサリ	5.5	1.2	1.4	8.1	3.5	0.5	9.1	4.0	4.1
15 もち大豆	5.2	1.1	1.4	7.8	2.3	0.4	7.4	3.5	2.8
16 丹波白	6.0	1.1	1.7	8.8	1.9	0.5	7.7	5.2	2.4
17 日高青	6.5	0.5	2.9	9.9	2.0	0.5	7.8	5.9	2.5
18 市島青秋	7.6	0.5	2.3	10.3	2.5	1.0	8.3	5.5	3.1
19 八鹿キナコ	6.1	0.5	2.3	8.9	1.9	0.4	7.3	4.3	2.4
20 春日青	6.5	0.6	2.3	9.4	2.2	0.2	9.3	4.5	2.8
21 八鹿青	6.7	0.6	2.6	9.8	1.5	0.4	4.4	4.7	1.8
22 播磨青	5.2	0.4	1.7	7.3	2.5	0.4	0.5	3.3	2.6
23 岡山赤	5.7	1.1	1.9	8.7	2.8	0.5	6.6	3.9	3.3
最小値	4.6	0.4	1.4	7.0	1.5	0.2	0.5	2.4	1.8
最大値	7.6	1.2	2.9	10.4	7.7	3.0	12.0	9.3	8.9
平均値	6.4	0.8	1.9	9.2	3.6	1.2	6.9	4.9	4.2
標準偏差	0.8	0.3	0.4	1.0	1.8	1.0	2.8	1.5	2.1
変動係数 (%)	12.8	31.0	20.7	10.4	50.8	80.0	40.2	29.7	49.5

水分以外の成分含量は乾物重換算値

α-トコフェロール (Toc) 当量値: α, β, γ, σ-Toc の各 α-Toc 当量値 (α (1.00), β (0.25), γ (0.05), σ (0.001)) の合計値

表2 大豆の種類別の百粒重, 大きさ, 種皮の色調(生・煮熟後)

種類(系統名)	百粒重(g)	大きさ(mm)			種皮の色調(生)				種皮の色調(煮熟後)			
		長さ	幅	厚さ	L	a	b	彩度	L	a	b	彩度
1 丹波黒(兵系黒3号)	75.8	12.2	10.8	9.9	27.2	-0.2	-0.2	0.3	18.0	1.3	0.3	1.3
2 丹波黒(M白872系)	77.1	11.0	10.4	9.3	68.8	-0.7	22.0	22.1	65.8	-2.9	16.4	16.6
3 丹波黒(M白873系)	77.7	11.5	10.9	9.7	69.5	-1.1	22.7	22.7	65.4	-3.3	16.7	17.1
4 丹波黒(M白9201系)	67.5	11.0	10.4	9.3	67.2	-0.7	23.5	23.5	64.4	-2.9	16.5	16.7
5 黒大豆(滋賀系)	61.6	11.4	9.8	8.4	24.1	-0.1	-0.8	0.8	16.1	1.2	-0.01	0.1
6 黒大豆(玉置系)	77.1	11.7	10.8	9.8	23.7	-0.02	-0.5	0.6	18.3	1.2	0.1	1.2
7 黒大豆(愛媛系)	78.1	11.5	10.8	9.1	22.9	0.03	-0.3	0.5	15.9	1.5	0.5	1.6
8 黒大豆(栃原系)	71.1	11.4	10.6	10.0	22.9	-0.1	-0.3	0.4	16.0	1.7	0.8	1.9
9 黒大豆(竹ノ内系)	55.1	11.0	9.8	8.6	25.2	-0.1	-0.5	0.5	18.8	1.6	0.8	1.7
10 鳳鳴	74.9	11.9	11.0	10.0	21.8	-0.01	-0.6	0.6	15.9	1.0	0.5	1.1
11 中生光黒	35.4	9.7	9.2	7.0	21.3	0.01	-0.5	0.5	22.7	2.8	4.5	5.3
12 晩生光黒	41.1	10.3	9.3	7.6	22.0	0.04	-0.7	0.7	21.5	3.7	2.7	4.5
13 サチユタカ	29.2	9.2	8.5	7.0	64.1	0.7	19.5	20.1	63.2	-2.1	18.0	18.2
14 タママサリ	37.9	9.8	9.0	7.9	64.4	0.7	20.2	20.2	65.9	-1.5	18.2	18.3
15 もち大豆	35.2	9.8	8.9	7.1	69.6	-0.2	23.6	23.6	61.9	-2.4	17.3	17.4
16 丹波白	50.2	10.3	9.6	8.4	66.0	0.7	22.6	22.6	62.5	-1.9	20.3	20.4
17 日高青	44.2	10.3	8.9	7.9	55.5	-6.8	19.3	20.5	57.7	-5.4	21.5	22.1
18 市島春秋	49.7	11.2	10.1	7.9	57.4	-4.2	21.2	22.3	60.2	-3.6	20.5	20.8
19 八鹿キナコ	43.2	11.0	9.2	7.0	47.6	-5.6	15.4	16.3	54.9	-4.3	22.0	22.4
20 春日青	41.9	10.4	9.2	7.0	45.3	-5.5	12.5	13.7	53.8	-4.7	21.4	21.9
21 八鹿青	45.9	10.6	9.0	8.0	54.6	-6.5	18.8	19.8	57.8	-5.3	22.1	22.7
22 播磨青	29.8	11.3	9.6	7.5	42.6	-6.1	12.8	14.2	50.5	-6.1	20.1	21.0
23 岡山赤	38.1	9.8	8.9	7.6	25.6	11.2	3.5	11.7	39.0	14.7	13.8	20.2
最小値	29.2	9.2	8.5	7.0	21.3	-6.8	-0.7	0.3	15.9	-6.1	-0.01	0.1
最大値	78.1	12.2	11.0	10.0	69.6	11.2	23.5	23.6	65.9	14.7	22.1	22.7
平均値	53.8	10.8	9.8	8.3	43.9	-1.1	11.0	12.1	42.8	-0.7	12.0	12.8
標準偏差	17.4	0.8	0.8	1.1	19.5	3.7	10.4	9.9	21.1	4.4	9.1	8.9
変動係数(%)	32.4	7.4	8.1	12.8	44.4	—	94.4	82.2	49.3	—	76.3	69.6

百粒重:水分10%換算値

色調:L値(明度), a値(+赤~-緑), b値(+黄~-青), 彩度($\sqrt{a^2+b^2}$):値が高いほど鮮やかな色調)

表3 浸漬・煮熟大豆の種類別の大きさ, 硬さ, 重量増加比, 溶出固形物量

種類(系統名)	煮熟大豆の大きさ(増加比)			煮熟大豆の硬さ(N)	重量増加比(倍)		溶出固形物量(g・100g ⁻¹)	
	長さmm	幅mm	厚さmm		浸漬後	煮熟後	浸漬後	煮熟後
1 丹波黒(兵系黒3号)	21.7(1.8)	13.5(1.3)	12.2(1.2)	1.31	2.57	2.66	2.80	6.71
2 丹波黒(M白872系)	21.2(1.9)	13.3(1.3)	10.8(1.2)	1.12	2.52	2.61	1.78	6.87
3 丹波黒(M白873系)	22.3(1.9)	13.3(1.3)	10.8(1.2)	1.05	2.59	2.76	1.60	6.36
4 丹波黒(M白9201系)	20.5(1.9)	12.5(1.2)	10.7(1.2)	1.24	2.42	2.61	1.34	6.20
5 黒大豆(滋賀系)	20.7(1.8)	12.5(1.3)	10.0(1.2)	1.32	2.37	2.53	1.26	6.72
6 黒大豆(玉置系)	20.8(1.8)	13.0(1.2)	11.9(1.2)	1.46	2.46	2.61	2.53	6.44
7 黒大豆(愛媛系)	21.2(1.8)	12.8(1.2)	12.0(1.3)	1.52	2.39	2.47	0.99	6.62
8 黒大豆(栃原系)	20.3(1.8)	12.4(1.2)	12.1(1.2)	1.74	2.27	2.37	1.14	6.10
9 黒大豆(竹ノ内系)	19.8(1.8)	12.0(1.2)	10.2(1.2)	1.64	2.32	2.46	0.44	5.93
10 鳳鳴	22.1(1.9)	13.3(1.2)	11.6(1.2)	1.48	2.52	2.61	1.18	6.42
11 中生光黒	17.2(1.8)	11.4(1.2)	7.8(1.1)	2.24	2.40	2.43	1.53	8.77
12 晩生光黒	17.8(1.7)	11.7(1.3)	9.1(1.2)	1.50	2.46	2.46	2.33	8.10
13 サチユタカ	14.7(1.6)	9.8(1.2)	8.1(1.2)	1.80	2.12	2.24	2.45	5.19
14 タママサリ	16.5(1.7)	10.5(1.2)	8.8(1.1)	2.26	2.25	2.31	1.95	6.53
15 もち大豆	17.9(1.9)	10.8(1.2)	8.2(1.2)	1.34	2.46	2.58	1.91	7.92
16 丹波白	19.2(1.9)	11.5(1.2)	10.1(1.2)	2.21	2.22	2.41	0.60	6.46
17 日高青	18.2(1.8)	10.4(1.2)	9.1(1.2)	1.69	2.29	2.49	0.57	7.01
18 市島春秋	19.5(1.7)	11.9(1.2)	8.8(1.1)	1.46	2.30	2.45	1.09	6.61
19 八鹿キナコ	18.6(1.7)	11.0(1.2)	7.8(1.1)	1.53	2.25	2.44	0.59	7.43
20 春日青	18.6(1.8)	11.5(1.3)	7.8(1.1)	1.90	2.27	2.44	0.59	7.49
21 八鹿青	17.9(1.7)	10.8(1.2)	9.0(1.1)	1.72	2.23	2.43	0.51	7.20
22 播磨青	20.1(1.8)	11.5(1.2)	8.3(1.1)	1.54	2.26	2.56	1.01	6.17
23 岡山赤	16.6(1.3)	10.4(1.2)	8.3(1.1)	2.18	2.19	2.27	0.46	7.93
最小値	16.5	9.8	7.8	1.05	2.12	2.24	0.44	5.19
最大値	22.3	13.5	12.2	2.26	2.59	2.76	2.80	8.77
平均値	19.3	11.8	9.7	1.62	2.35	2.49	1.33	6.83
標準偏差	2.0	1.1	1.6	0.35	0.13	0.13	0.73	0.81
変動係数(%)	10.3	9.4	16.0	21.6	5.5	5.1	54.6	11.9

表4 大豆の成分特性および煮豆加工適性間の相関

項目	種類	原料大豆					加工適性				
		タンパク質	炭水化物	脂質	灰分	ショ糖	百粒重	煮熟大豆の硬さ	浸漬大豆重量増加比	煮熟大豆重量増加比	浸漬液中固形物量
原料大豆											
水分	丹波黒系	-0.222	-0.056	0.168	0.505	0.142	-0.117	0.632*	-0.551	-0.650*	-0.658*
	全体	-0.022	0.168	-0.291	0.446*	0.346	0.226	0.069	-0.180	-0.134	-0.615**
タンパク質	丹波黒系	—	-0.367	-0.345	-0.045	0.188	-0.031	-0.481	-0.038	0.126	0.074
	全体	—	-0.719**	-0.294	-0.012	-0.341	-0.100	-0.189	-0.291	-0.019	0.034
炭水化物	丹波黒系	—	—	-0.743**	-0.676*	0.625*	0.636*	-0.324	0.553	0.445	0.402
	全体	—	—	-0.443*	-0.224	0.483*	0.187	-0.048	0.366	0.116	0.056
脂質	丹波黒系	—	—	—	0.658*	-0.783**	-0.609	0.640*	-0.483	-0.501	-0.424
	全体	—	—	—	0.162	-0.260	-0.157	0.200	-0.007	-0.114	-0.001
灰分	丹波黒系	—	—	—	—	-0.399	-0.564	0.662*	-0.801**	-0.703*	-0.627*
	全体	—	—	—	—	0.107	0.118	0.070	-0.396	-0.153	-0.710**
ショ糖	丹波黒系	—	—	—	—	—	0.842**	-0.373	0.430	0.364	0.253
	全体	—	—	—	—	—	0.653**	-0.380	0.579**	0.485*	-0.004
加工適性											
百粒重	丹波黒系	—	—	—	—	—	—	-0.346	0.625*	0.440	0.589
	全体	—	—	—	—	—	—	-0.582**	0.667**	0.624**	0.186
煮熟大豆の硬さ	丹波黒系	—	—	—	—	—	—	—	-0.759**	-0.841**	-0.418
	全体	—	—	—	—	—	—	—	-0.680**	-0.794**	-0.304
浸漬大豆重量増加比	丹波黒系	—	—	—	—	—	—	—	—	0.936**	0.630*
	全体	—	—	—	—	—	—	—	—	0.867**	0.492**
煮熟大豆重量増加比	丹波黒系	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.574
	全体	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.265

*：5%水準で有意差あり，**：1%水準で有意差あり
 丹波黒系：表1～3中に表記したNo1～10の計10種類の丹波黒大豆系統
 全体：No1～23の計23種類の供試大豆

考 察

煮豆用大豆は子実の形状のまま加工，商品化するため，原料大豆の外観・食味成分・加工適性は，煮豆製品の品質に大きく影響を及ぼす³⁾。そのため，原料大豆の選択は重要となる。本試験では，丹波黒大豆をはじめ，黄大豆，緑大豆，赤大豆等の兵庫県産大豆の評価を，成分特性とともに煮豆加工適性の面より検討を行った。

本試験で供試した大豆のショ糖含量は，黒大豆と緑大豆で高い値を示した。煮豆の場合，大豆自体の持つ甘味は煮豆の味に影響する重要な要因と考えられ^{3,6)}，糖含量の高い品種は煮豆の味に影響を及ぼすことも推察される。ラフィノースやスタキオースといったオリゴ糖は，腸の調子を整え，ビタミンの合成を促進し，免疫機能を向上させるとされている⁵⁾。供試大豆の中で，丹波黒大豆，緑大豆，赤大豆はオリゴ糖含量が高かった。トコフェロールは，ホルモンバランスを整える働きと体内の過酸化脂質の減少をもたらす働きがあり，老化防止に役立つとされている⁵⁾。丹波黒大豆のトコフェロール含量は，黄大豆や緑大豆と比較すると高い値を示した。

煮豆原料としての品質評価上の重要要因は，外観は粒が大きく，裂皮が少ないことが必須条件であるが，さら

に糖含量，吸水率が高く，煮熟大豆が軟らかで煮くずれしないこと等があげられる^{1,3)}。

供試大豆の百粒重は，29.2～78.1gの範囲にあり，丹波黒大豆系統は大きかった。煮豆加工適性項目中，百粒重はショ糖(0.653**)，浸漬・煮熟大豆重量増加比(0.667**・0.624**)と正の，煮熟大豆の硬さ(-0.582**)と負の相関を示した。百粒重の小さい大豆の方が浸漬・煮熟大豆重量増加比が高いとする報告^{1,8)}が多い中，丹波黒大豆系統は百粒重が大きかつ浸漬・煮熟大豆重量増加比も高い特性を示した。

浸漬大豆重量増加比は，吸水率として煮豆加工工程中重要な項目であり，煮熟大豆の軟らかさ，煮豆製品の収量等加工適性上からも特に問題とされている⁷⁾。供試大豆の浸漬大豆重量増加比は，黄大豆や緑大豆と比べて丹波黒大豆系統の値が高かった。本試験と同様な結果が北海道産黒大豆(トカチクロ，中生光黒)においても報告されている⁹⁾ことから，黒大豆の浸漬大豆重量増加比は黄大豆のそれと比べて高い傾向にあると考えられる。丹波黒大豆は大豆品種の中でも極大粒(百粒重75.8g)かつ浸漬・煮熟重量増加比が高いことから，煮豆に加工した場合，生大豆の状態よりも更に粒の大きさが際立つ点で

有利となる。煮豆加工適性項目中、浸漬大豆重量増加比は煮熟大豆重量増加比 (0.867**) と正の、煮熟大豆の硬さ (-0.680**) と負の相関を示し、従来の報告^{8,9)}と同様の結果を示した。浸漬大豆重量増加比は煮豆加工適性上特に重要な煮熟大豆の硬さと関連が深い^{3,7)}でも報告されているように変動係数が小さいため、加工適性の指標としては品種間差が顕著でなく、評価項目としては使いにくいと考えられる。

煮熟大豆の硬さは加工適性項目として重要であり、特に煮豆・納豆・味噌製品に及ぼす影響は大きい⁸⁾。供試大豆の中で丹波黒大豆系統は軟らかかった。煮熟大豆の硬さは、百粒重 (-0.582**), 浸漬・煮熟大豆重量増加比 (-0.680**・-0.794**) と負の相関を示した。煮熟大豆の硬さへの影響の大きい要因は煮熟大豆の水分含量であるとする報告⁸⁾があり、これらに関連した項目としては浸漬・煮熟大豆重量増加比がある。丹波黒大豆の浸漬・煮熟大豆重量増加比は黄大豆や緑大豆と比べて高い傾向にあり、これが大粒にもかかわらず煮豆を軟らかくしている原因と考えられる。

以上の結果より、供試大豆の中でも丹波黒大豆 (兵系黒3号) およびその系統は、ショ糖, オリゴ糖, トコフェロール含量が高く、百粒重が大きく、煮熟大豆の硬さが軟らかく、浸漬・煮熟大豆重量増加比が高いことから、煮豆加工適性に特に優れていることが明らかとなった。また、緑大豆についても、糖含量の高さ、煮熟大豆の軟らかさ等から煮豆加工に適しており、これらは他品種との優位性を規定する上での重要な要素となる。本試験により、兵庫県産大豆の特性を活かした加工用途の拡大を進める上での重要な技術情報を得ることができた。

今後は品質特性に加えて機能性分析を進めていき、機能性を付与した加工技術や大豆加工食品の開発につなげていきたい。

引用文献

- (1) 番場宏昭 (1999) : 食品加工総覧素材編 9 (農山漁村文化協会) 511-519
- (2) 廣田智子 (2004) : 丹波黒大豆から学ぶ県産農林水産物のブランド化への方策 : 兵庫県政学 10, 25-32
- (3) 香西由紀夫・平春枝・田中弘美・斎藤昌義・宗形豊喜 (1989) : 煮豆用原料大豆の評価 : 日食工誌 36 (2), 132-141
- (4) 松山善之助 (2003) : 黒大豆 (農山漁村文化協会) 17-26
- (5) 大久保一良 (1992) : 大豆の科学 (朝倉書店) 57-75
- (6) 斎尾恭子 (1999) : 食品加工総覧素材編 9 (農山漁村文化協会) 487-509
- (7) 平春枝 (1982) : 国産大豆の品質 (第1報) 物理的性状・化学成分組成および加工適性 : 食総研報 40, 35-54
- (8) 平春枝 (1983) : 国産大豆の品質 (第3報) 物理的性状・化学成分組成および加工適性の相互関係 : 食総研報 42, 27-39
- (9) 平春枝・砂田喜与志・佐々木絃一 (1984) : 国産大豆の品質 (第7報) 北海道産黒大豆の品質・成分特性と加工適性 : 食総研報 45, 63-69
- (10) 氏家隆・武山哲茂・近藤あゆみ・廣江玲子・森光昭 (1991) : 酢酸エチル・ヘキサン抽出-HPLCによる食品中トコフェロールの定量 : ビタミン 65, 393-397