

丹波黒大豆規格外品の煮豆加工適性

廣田智子*・田畑広之進*・小河拓也*・井上喜正*

要 約

丹波黒大豆のうち、粒の大きさや外観、色調によって選別された規格外品について、その成分特性と煮豆への加工適性について調査した。

1. しわ粒が多く含まれる規格外Aランクの黒大豆は、規格品とほぼ同等の成分組成を示した。煮豆加工した場合、煮熟後の裂皮や煮くずれ粒の割合は規格品とほぼ同等で低かった。
2. 裂皮や割れ粒が多く含まれる規格外Bランクの黒大豆は、規格品と比べてタンパク質含量が高く、糖含量が低い値を示した。煮豆加工した場合、煮熟後の裂皮や煮くずれ粒の割合は規格品と比べて高かった。
3. 成分特性や煮豆の加工適性からみて、丹波黒大豆規格外品のうち、裂皮した黒大豆は煮豆加工には利用できないが、しわのよった黒大豆は煮豆加工に利用できる。

Processing Suitability for Nimame(seasoned boiled beans) of Nonstandardized Black Soybean 'Tanbaguro'

Tomoko HIROTA, Konoshin TAHATA, Takuya OGAWA and Yoshinobu INOUE

Summary

Chemical compositions and the processing suitabilities for nimame(seasoned boiled beans) were investigated into nonstandardized black soybean 'Tanbaguro'. The nonstandardized samples were classified into two grades of quality(A-group, B-group).

- (1) Half of the A-group were composed of wrinkled seeds(seed coat wrinkled). The A-group showed similar proportion of chemical compositions as compared with selected seeds. As the suitability for nimame, the A-group had a low rate of broken seed by boiling.
- (2) Most of the B-group were composed of wrinkled seeds and cracked seeds(seed coat cracking). The B-group showed higher protein contents and lower total sugar contents(sucrose and oligosaccharide contents) as compared with selected seeds. As the suitability for nimame, the B-group had a heavy rate of broken seed by boiling.
- (3) From the proportion of chemical compositions and the rate of broken seed by boiling, it was judged that cracked seeds in nonstandardized black soybeans cannot be used, for nimame-making. However, it was possible to utilize wrinkled seeds.

キーワード：丹波黒大豆 規格外品 煮豆 加工適性

緒 言

丹波黒大豆は兵庫県の特産物であり、煮豆用大豆の最高級品として位置づけられている。その特長は、粒が極めて大きく、独特の甘み・香りを持ち、煮熟後の重量増加比が大きく、食感が軟らかい¹⁾。

最近では、おいしさや栄養面だけでなく、機能性の高さが消費者から注目されている。正月の煮豆用として高価格で取り引きされることや、数少ない土地利用型の水田転作作物でもあることから、生産者の評価は高い。近年、地域特産品を販売する道の駅などの直売所が増えてきており、丹波黒大豆は大豆そのもので、また煮豆・味噌・豆腐など加工品としても、直売所の定番商品となる魅力を持っている²⁾。

2005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)

丹波黒大豆は、粒の大きさや外観、色調による細かい選別が行われている。大粒で外観のよいものは煮豆用として高価格で取り引きされている。選別時に出てくるしわ粒や割れ粒などの規格外品は収穫量の20%程度を占めている。それら規格外品は低価格で取り引きされ、その加工用途は限られている。これら規格外品の加工用途を拡大し、有効利用することが望まれている。そこで、丹波黒大豆の規格品および規格外品の品質特性、煮豆加工適性について調査を行った。

材料及び方法

1 供試材料

2002年に兵庫県朝来郡(現朝来市)で栽培され、同地域の農協で選別された丹波黒大豆の規格品と規格外品のうちAランク、Bランクの大豆を購入し、試料に用いた。粒のサイズの選別基準は、Lサイズの粒厚は9.1mm以上、2Lサイズの粒厚は10mm以上であった。規格外品は粒のサイズ毎に、しわ粒が多く含まれるAランクと、しわ粒の他、裂皮粒や割れ粒などが含まれるBランクの2グループに分けて選別されていた。

2 測定・分析方法

(1) 規格外品の割合

選別された丹波黒大豆の5規格〔規格品(2Lサイズ)・規格外Aランク(2L・Lサイズ)・規格外Bランク(2L・Lサイズ)〕について、それぞれに含まれる規格外品と判別された種類(しわ粒、割れ粒、裂皮粒、扁平粒)の割合を重量比で表示した。調査は大豆100gについて5反復行った。百粒重は大豆調査基準に準じて調査し、水分10%換算値で示した。調査は5反復行った。

(2) 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ケルダール法¹⁰⁾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¹¹⁾により定量した。灰分は600℃4時間乾燥法により定量した。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総ポリフェノール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(島津製 Shim-

Pack CLC-NH₂ 6 \times 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示した。総ポリフェノールはサンプル液をFolin-Ciocalteu 試薬で反応させた後、分光光度計を用いて660nmの吸光値を測定し、カテキン換算値として示した。

(3) 煮豆加工適性

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。重量増加比、溶出固形物量の測定は3反復行った。

煮熟後の裂皮や煮くずれ粒の割合は、前記の条件で煮熟した大豆のうち、裂皮や煮くずれした粒の割合を重量比で示した。

煮熟大豆の色調は、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2cm \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4mm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 規格外品の割合

丹波黒大豆の規格品および規格外品の割合(重量比)を表1に示す。規格外品の種類内訳は、規格外Aランクではしわ粒(49~62%)の割合が最も高く、裂皮粒は5%以下、割れ粒や扁平粒は含まれなかった。規格外Bラン

表1 丹波黒大豆規格外品の割合 (重量比)

規格・サイズ	重量比 (%)				
	正常粒	しわ粒	割れ粒	裂皮粒	扁平粒
規格品・2L	100	—	—	—	—
規格外A・2L	32.5	62.1	0	5.4	0
規格外B・2L	40.7	23.3	14.3	21.7	0
規格外A・L	49.1	49.0	0	1.9	0
規格外B・L	31.0	31.6	11.9	19.0	6.5

表2 丹波黒大豆規格外品の百粒重

規格・サイズ	百粒重 (g)					
	全体	正常粒	しわ粒	割れ粒	裂皮粒	扁平粒
規格品・2L	73.0	73.0	—	—	—	—
規格外A・2L	72.6	73.1	72.0	—	76.2	—
規格外B・2L	74.8	75.5	72.3	75.8	75.7	—
規格外A・L	65.2	64.3	66.1	—	79.4	—
規格外B・L	64.6	63.7	64.3	67.6	75.0	46.7

表3 丹波黒大豆規格外品の成分含量

規格・サイズ	水分 (%)	タンパク質 (%)	炭水化物 (%)	脂質 (%)	灰分 (%)	糖 (g・100gDW ⁻¹)			総ポリフェノール (mg・100gDW ⁻¹)	遊離アミノ酸 (mg・100gDW ⁻¹)
						スクロース	フライノース	スクキノース		
規格品・2L	10.2	39.5	29.3	25.6	5.6	7.8	0.8	2.0	156	330
規格外A・2L	11.0	40.2	30.1	24.2	5.5	7.7	0.8	2.5	157	448
規格外B・2L	9.7	45.0	24.6	24.8	5.6	7.6	0.8	2.1	133	375
規格外A・L	10.1	40.7	29.9	23.9	5.5	7.4	0.9	2.4	156	410
規格外B・L	11.6	44.1	25.4	24.9	5.6	6.8	0.8	2.0	136	379

水分以外は乾物換算値

表4 丹波黒大豆規格外品の浸漬・煮熟後の重量増加比、溶出固形物含量、硬さ

規格・サイズ	重量増加比(倍)		溶出固形物量(%)		硬さ (N)
	浸漬後	煮熟後	浸漬後	煮熟後	
規格品・2L	2.39	2.44	1.65	7.79	3.2
規格外A・2L	2.47	2.66	2.37	7.72	3.2
規格外B・2L	2.48	2.65	2.95	8.79	3.7
規格外A・L	2.51	2.62	2.55	8.14	3.6
規格外B・L	2.44	2.63	2.60	8.30	3.2

表5 丹波黒大豆規格外品の浸漬・煮熟後の裂皮・煮崩粒の割合

規格・サイズ	浸漬後の割合(%)			煮熟後の割合(%)		
	正常粒	裂皮粒	煮崩粒	正常粒	裂皮粒	煮崩粒
規格品・2L	85.2	14.8	0	85.2	14.8	0
規格外A・2L	85.7	14.3	0	85.7	10.7	3.6
規格外B・2L	38.5	38.5	23.0	30.8	34.6	34.6
規格外A・L	90.0	10.0	0	86.7	13.3	0
規格外B・L	59.3	25.9	14.8	59.3	14.8	25.9

クではしわ粒 (23~31%), 裂皮粒 (20%前後), 割れ粒 (12~14%), 扁平粒 (6%以下) が含まれた。

丹波黒大豆規格品および規格外品の百粒重を表2に示す。粒のサイズ別の百粒重は、2Lサイズでは73g, Lサイズでは65gであった。規格外品種類の百粒重は、2Lサイズでは正常粒に比べてしわ粒が小さく、裂皮粒が大きい傾向がみられた。

2 規格外品の成分特性

丹波黒大豆規格品および規格外品の成分特性についての調査結果を表3に示す。タンパク質含量は規格品に比べて規格外Bランクの含量が高い傾向がみられた。炭水化物含量は規格品に比べて規格外Bランクの含量が低い傾向がみられた。脂質含量は規格品に比べて規格外Aランクの含量が低い傾向がみられた。糖含量はサイズ別ではLサイズに比べて粒の大きい2Lサイズの含量が高い傾向がみられた。規格外品の種類の糖含量は規格品に比べて規格外Bランクの含量が低い傾向がみられた。遊離アミノ酸含量は規格品に比べて規格外Aランクの含量が高い傾向がみられた。総ポリフェノール含量は規格品に比べて規格外Bランクの含量が低い傾向がみられた。

3 煮豆加工適性

丹波黒大豆規格品および規格外品の浸漬・煮熟後の重量増加比、溶出固形物含量、硬さを表4に示す。浸漬および煮熟後の重量増加比は規格外品の種類別による違いはみられなかった。浸漬後の溶出固形物含量は規格品が最も低く、次に規格外Aランクが続き、規格外Bランクが最も含量が高かった。煮熟大豆の硬さは規格外品の種類別による一定の傾向はみられなかった。

丹波黒大豆規格品および規格外品の煮熟後の裂皮や煮くずれ粒の割合 (重量比) を表5に示す。裂皮や煮くずれ粒の割合は規格品と規格外Aランクでは正常粒 (85%前後) の割合が高く、裂皮粒は11~15%, 煮くずれ粒はみられなかった。規格外Bランクでは正常粒 (31~59%) の割合が低く、裂皮粒 (15~30%), 煮くずれ粒 (26~35%) の割合が高かった。

丹波黒大豆規格品および規格外品の煮熟後の種皮の色調を表6に示す。煮熟後の種皮の色調は規格外品の種類別による一定の傾向はみられなかった。

表6 丹波黒大豆規格外品の煮熟後の種皮の色調

規格・サイズ	煮熟後の種皮色			
	L 値	a 値	b 値	彩度
規格品・2L	21.7	1.0	1.5	1.9
規格外A・2L	23.8	1.6	2.1	2.6
規格外B・2L	22.9	2.5	2.6	3.6
規格外A・L	21.9	2.3	1.9	3.0
規格外B・L	22.3	1.4	1.6	2.1

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

考 察

丹波黒大豆は様々な加工用途に提供できるよう、粒の大きさや色調などの外観評価による細かい規格に分けて選別が行われている。その結果、市場評価を高め、付加価値を向上させる一因となっている。選別の際に生じる規格外品の多くはしわ粒や裂皮粒など主に種皮などの外観に問題があることが多く、子実の内容成分は規格品とあまり変わらないと推察される。そこで、農協で選別された丹波黒大豆規格外品の2グループ (A ランク、B ランク) について規格品 (正常粒) を対照としてそれぞれ化学成分を分析するとともに、利用価値の高い煮豆用として規格外品を利用できるかについて調査を行った。

大豆の品質検査で規格外に格付けされる原因は紫斑、褐斑、虫害、皮切れ、しわ等の障害粒や汚損粒によるものである⁹⁾。丹波黒大豆の場合、種皮が黒色なため紫斑や褐斑などの症状は現れず、虫害、皮きれ、しわ等が主な障害粒として選別されている。障害粒や汚損粒は、蒸煮大豆の色調の劣化、皮うき、かたさの不均一化などを誘発し加工適性の低下をもたらす⁷⁾。今回調査した丹波黒大豆規格外品の種類内訳 (表1) は、規格外Aランクではしわ粒の割合が最も高く、規格外Bランクではしわ粒、裂皮粒、割れ粒、扁平粒の順に多く含まれていた。

規格外品のうち、しわ粒は種皮にしわがよった大豆のことをさす。収穫時に高水分含量の種子を莖莢付きで自然乾燥すれば品質の低下は起こらないが、脱粒した種子を加熱乾燥するとしわ粒が著しく増加することが報告されており^{3),5)}、しわ粒の発生には乾燥初期水分と乾燥速度が大きく影響する。

今回の調査では、しわ粒が多く含まれるグループの黒大豆は正常粒とほぼ同等の成分組成を示した。しわ粒の百粒重は同サイズの正常粒と比べてやや小さい傾向がみられた。この理由としては、粒のサイズ (2L, L) はふるいにかけて粒厚別に行われているため、同サイズの正常粒としわ粒を比べた場合、種皮にしわがよった状態で種皮を除いた子実部分が小さくなっている分だけしわ粒

の重量が低くなったと考えられる。

煮豆用大豆は粒の形状のまま加工、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⁴⁾。今回の煮豆加工調査では、しわ粒は浸漬・煮熟後には種皮のしわが伸びて正常粒とほぼ同等な外観となり、また煮熟後の煮くずれ粒の割合も少なかった。これらの結果から、規格外品のうち、しわ粒は煮豆の加工適性が高い。

裂皮粒は臍付近から放射状に種皮が裂けたり、種皮一面が網目状に裂けた大豆のことをさす⁸⁾。裂皮粒は外観を損ねるばかりでなく、吸水速度が正常粒に比べて速いため子実の吸水程度が不均一になり、加工適性を低下させることから、流通及び加工上の問題となっている^{5),6)}。裂皮粒は登熟期間の温度、水分あるいは莢数減など粒を肥大させる環境要因によって生じたり⁹⁾、子実の乾燥が急速に進む条件において発生する場合が多い⁶⁾。

今回の調査では裂皮粒や割れ粒が多く含まれるグループの黒大豆は外観評価が低いだけでなく、化学成分について正常粒と比べてタンパク質含量が高く、炭水化物、糖、総ポリフェノール含量が低い傾向がみられた。これら規格外品 (規格外Bランク) が正常粒の成分組成と異なっていた理由として、サンプルの中にはしわ粒だけでなく、割れ粒や扁平な未熟粒などが多く含まれていたためと考えられる。粒の形がいびつな割れ粒や扁平な未熟粒は外観上や煮くずれなど加工作業の面から実際に煮豆で利用されることは少なく、また砂糖などで味つけを行う煮豆利用の場合、成分組成の差は食味にほとんど影響しない程度であった。煮豆加工調査において、正常粒と比べて裂皮粒や割れ粒の浸漬・煮熟後の溶出固形物含量が高く、煮熟後の煮くずれ粒の割合が高かった。浸漬・煮熟後の溶出固形物含量の増加や煮くずれ粒の増加は原料大豆の損失となったり、煮豆製品の品質劣化や加工作業の支障を引き起こす原因ともなる⁹⁾。そのため、裂皮粒や割れ粒は煮豆加工には適さず、きなこや煎り豆など種皮の裂皮程度にこだわらない加工用途や煮豆のペースト素材など粒形にこだわらない加工用途について検討する必要がある。

丹波黒大豆は、粒が大粒で、独特の甘味や香りがあり、食感が軟らかいといった特長から様々な加工用途に利用されているが、中でも煮豆としての利用価値が最も高い²⁾。丹波黒大豆の規格外品は、これまできなこや味噌など粒形にこだわらない加工用途として用いられることが多かったが、今回の調査により、規格外品のうち、しわ粒は煮豆の加工適性が高く、煮豆として十分利用できることが明らかとなった。丹波黒大豆の産地や規格外品

を利用する加工業者に情報提供を行い、煮豆や煮豆を利用した製品など付加価値の高い加工用途への規格外品（しわ粒）の利用を広め、規格外品の有効利用や付加価値向上につなげたい。

引用文献

- (1) 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
- (2) 廣田智子・田畑広之進・小河拓也・岩井正志・井上喜正(2005)：兵庫県産大豆の品質特性：兵庫農技総セ研報（農業） 53, 6-12
- (3) 笠原正行・猪原明成(1985)：大豆の乾燥に関する研究Ⅰ脱粒大豆の乾燥と品質について：富山農試研報 16, 1-5
- (4) 香西由紀夫・平春枝・田中弘美・斉藤昌義・宗形豊喜(1989)：煮豆用原料大豆の評価：日食工誌 36(2), 132-141
- (5) 岡部昭典(2002)：農林水産研究文献解題27大豆（農林統計協会） 546-548
- (6) 酒井真次(1990)：ダイズ障害粒の発生防止技術：農業技術 45(11), 481-485
- (7) 平春枝(2001)：転作全書2ダイズ・アズキ（農山漁村文化協会） 431-439
- (8) 高橋信夫(1988)：高品質ダイズ品種の育種：農及園 63(8), 903-910
- (9) 堤忠一(1984)：食品分析法（光琳） 133-136
- (10) 安井明美・堤忠一(1984)：食品分析法（光琳） 101-102