

岩手県産大豆の豆腐加工適性*

伊藤 良仁**、山本 忠**、岸 敦**、
小浜 恵子**、大澤 純也**

消費者ニーズの変化に伴い、大豆の新品種育種の指標は収量、耐病性等の栽培特性から、商品加工適性にシフトしつつある。そこで、奨励品種候補を含む県産大豆14品種の生大豆一般成分、豆乳の性質、凝固特性などを調べ、併せて充填豆腐を製造し官能評価を行った。その結果、1品種を除き全ての品種で十分な強度を持つ充填豆腐が製造可能であることが示され、さらに在来種を含めた各品種の豆腐加工特性が明らかになった。

キーワード：大豆、豆腐、加工適性

Properties of Soybeans Grown in Iwate Prefecture for Processing Tofu

ITO Yoshihito, YAMAMOTO Tadashi, KISHI Atsushi,
KOHAMA Keiko and OHSAWA Junya

Breeding index of soybean have been shifted to processing aptitude for foods from cultivation character with the change of consumer needs. To clarify the processing properties of 14 cultivars of soybeans grown in Iwate prefecture for tofu, general composition of soybean seeds and some properties include gelation of soybean milk were investigated. Thirteen cultivars of soybeans were suitable for processing jutten-tofu. Furthermore, all cultivars were characterized by aptitude for processing tofu.

key words : soybean, tofu, processing

1 緒 言

岩手県産大豆は輸入大豆に比べ生産量が圧倒的に少なく、安定・多量な納入が困難であることから、大手大豆加工業者から敬遠されているのが現状である。しかし、一方では健康、安全志向の消費傾向から、国産大豆を用いた高付加価値商品が熱望されている。

また、従来大豆の育種は単位面積あたりの収量や耐病害虫性、機械化特性などを指標に検討されてきた。しかし、消費者あるいは加工食品企業からのニーズに答えるためには最終商品の加工適性を持つ品種を供給しなければならない。

このような背景から安定供給のできる、加工特性に優れた品種を開発・育種する事が急務となっている。そこで今回、個性のある岩手県の風土に適した原材料の開発

および、最終商品加工適性から育種目標を設定することを大目的として、県産大豆ではほとんど検討されていなかった大豆の成分や豆乳の成分、凝固特性など豆腐加工に関する基礎的な情報の蓄積のため県内で従来から栽培されている品種及び奨励品種候補、合わせて14品種の豆腐加工適性を調べた。

2 材料及び実験方法

2-1 原材料

岩手県農業研究センター（北上市）で収穫された平成10年度産の普通大豆、青大豆、黒大豆および納豆用小粒大豆の計14品種（表1）を各試験に供した。①②③⑨⑩⑫⑬は在来種であり、④⑤⑥⑦⑧⑪⑭は奨励品種候補の系統である。

* 岩手県産大豆の加工特性 第1報

** 応用生物部

表1 供試大豆

系統名	
①	ワセズナリ 普通大豆・早生
②	ズカリ 普通大豆・中晩生
③	ナンブシロメ 普通大豆・中晩生
④	東北118号 普通大豆・中晩生
⑤	東北124号 普通大豆・中晩生
⑥	東北136号 普通大豆・中晩生
⑦	刈系584号 青大豆
⑧	刈系629号 青大豆
⑨	南部黒平 黒大豆
⑩	中生光黒 黒大豆
⑪	BL97L 黒大豆
⑫	コスズ 納豆用小粒
⑬	鈴の音 納豆用小粒
⑭	東北122号 納豆用小粒

2-2 成分分析

水分は105℃・16時間乾燥法、粗蛋白質はtecator社製ケルテックオートサンプラーシステム1035アナライザーを用いたケルダール法(係数5.71)、粗脂肪はジエチルエーテルによるソックスレー抽出法、粗灰分は550℃灰化法で測定した。

2-3 吸水試験

吸水率は100gの大豆に500mlの蒸留水を加え、15℃で20時間浸して吸水させ、ペーパータオルで表面の水分を拭き取った後、重量を測定し乾物重を100%として算出した。また、溶出固形分量を示す浸漬液の濃度はBrix計(株)アタゴ・デジタル糖度計PR-1)で測定した。

2-4 豆乳の調製及び分析

100gの大豆を500mlの蒸留水に浸して15℃で20時間吸水させ、家庭用ミキサーで2分間磨砕し、湯煎で95度以上2分間保持した(総加熱時間12分)後、蒸発分の蒸留水を添加し、家庭用ジューサーで分離、さらに木綿布で濾過して豆乳を調製した。得られた豆乳の濃度をBrix計で、pHをpHメーター(BECKMAN・Φ50 pH Meter)で、色調を色彩色差計(ミノルタ・CR200)で測定した。色調を示すL値は大きいほど明るく、a値は小さいほど緑が強く、大きいほど赤が強く、b値は小さいほど青が強く、大きいほど黄が強い。

2-5 豆腐加工(凝固)試験及び官能評価

適正凝固剤濃度範囲は以下に示す中川らの方法¹⁾で求めた。蒸留水で濃度をBrix10に調製した豆乳4.5mlを内径12mmの試験管に入れ、10℃以下に冷却した後、各濃度の塩化マグネシウム(0.5ml)を添加、70℃で30分間加熱して凝固させた。さらに室温で30分間放冷後、3000rpmで10分間遠心し、試験管を逆さにして未凝固豆乳あるいは凝縮水「ゆ」をトレーに受けて重

量を測定した。未凝固重量が全重量の5%以下を示す塩化マグネシウム濃度を適正凝固濃度とした。

官能評価に用いた充填豆腐は、内径45mmの1000ml容びーカーに2-4で抽出した90mlの豆乳を10℃以下に冷却後希釈せずに入れ、1M塩化マグネシウム溶液10mlを添加(最終濃度10mM)し、湯浴で70℃・1時間加熱して作成した。これを豆腐を食べ慣れている研究員5名で評価し、一致した官能的特徴を採用した。物性は凝固した円筒状の豆腐を皿に出し、自重による変形の度合を確認した。

3 結果

3-1 大豆の成分分析

生大豆の成分分析を行い、結果を表2に示した。粗蛋白質は東北124号が最も高く、ワセズナリ、東北122号が低かったが、他の成分も含めて標準的な値²⁾であり、突出したものはなかった。

3-2 大豆の吸水性及び豆乳の性質

豆腐加工の第一段階である吸水過程に関わる吸水率および浸漬水濃度を表3左に示した。吸水率は黒大豆が高い傾向がみられたが他の大豆ではほとんど差がなかった。浸漬水濃度はいずれも低く、豆腐の品質に影響するとされる2%³⁾を越えるものはなかった。

「ゆ」を取らない充填豆腐はもめん豆腐とは異なり、豆乳の性質がそのまま反映する。豆乳の濃度、pH及び色調を表3右に示した。一般に企業において豆腐を製造する場合、豆乳濃度は最も重要な基準となっているが、今回試験した大豆の粗蛋白質量とは相関していなかった。また、pHについてはすべての品種でほとんど差がなかった。色調は普通及び小粒大豆では差がほとんどなく、黒大豆3品種間での差が比較的大きかった。

3-3 凝固特性

各品種の適正凝固剤(塩化マグネシウム)濃度範囲を表4左に示した。普通大豆及び黒大豆は、東北124号を除き比較的適正範囲が広く、充填豆腐を製造する場合に好適であると判断した。なお、表には示していないが東北124号は「もめん豆腐」の製造法で充分強度がある豆腐の製造が可能である。青大豆は適正範囲が低く、普通大豆と同じ濃度で凝固させた場合には凝縮が起り「ゆ」ができる。一般的に青大豆豆腐は寄せにくいと言われるが、この点が作り難さの原因と考えられた。また、本来小粒種を用いて豆腐を作ることはないが、粗蛋白質量が大きく、蛋白質の性質が等しければ豆腐として成り立つものと考え同様な試験を行ったが、2品種は凝固特性が悪く、やはり豆腐には向かないことが示された。

岩手県産大豆の豆腐加工適性

表2 大豆一般分析

系統名	水分 (%)	百粒重 (15%水分)	粗蛋白質 (乾物%)	粗脂肪 (乾物%)	粗灰分 (乾物%)
ワセスズナリ	11.5	27.9	38.3	23.1	5.75
スズカリ	11.3	41.2	40.3	20.4	5.31
ナンブシロメ	11.7	30.8	40.5	20.2	5.56
東北118号	11.6	49.9	42.7	20.2	5.34
東北124号	13.5	27.0	44.4	20.3	5.10
東北136号	12.1	38.2	41.4	20.1	5.49
刈系584号	10.9	34.1	41.4	21.3	5.22
刈系629号	11.3	31.3	42.1	21.6	5.24
南部黒平	11.0	55.4	40.1	21.8	5.44
中生光黒	10.7	52.8	39.5	22.7	5.91
BL97L	12.5	61.0	39.0	19.5	5.24
コスズ	10.5	12.2	42.0	18.9	5.31
鈴の音	11.2	14.0	41.5	19.6	5.46
東北122号	10.7	11.3	37.7	22.9	5.46

表3 吸水性及び豆乳分析

系統名	吸水率 (乾物%)	浸漬水 (Brix%)	豆乳				
			濃度 (Brix%)	pH	色調 (L, a, b)		
ワセスズナリ	242	0.2	12.2	6.61	83.14, -2.71, +11.39		
スズカリ	245	0.3	12.6	6.65	83.08, -3.28, +10.00		
ナンブシロメ	245	0.2	13.1	6.62	82.68, -3.48, +11.03		
東北118号	234	0.1	13.0	6.70	81.76, -3.83, +11.91		
東北124号	243	0.1	11.7	6.59	84.50, -3.39, +10.52		
東北136号	235	0.1	13.2	6.66	84.05, -3.06, +10.02		
刈系584号	243	0.5	13.0	6.63	79.29, -9.74, +15.31		
刈系629号	242	0.3	12.7	6.66	79.26, -10.50, +15.75		
南部黒平	254	0.3	13.1	6.68	60.26, +1.58, -2.04		
中生光黒	256	0.4	12.9	6.59	68.08, +2.78, +3.21		
BL97L	265	0.5	12.6	6.59	64.04, +2.77, +1.29		
コスズ	239	0.2	14.4	6.67	82.69, -2.13, +9.32		
鈴の音	239	0.2	13.0	6.70	82.17, -2.92, +12.45		
東北122号	245	0.2	13.2	6.76	83.34, -3.34, +13.23		

表4 凝固特性及び充填豆腐官能評価

系統名	適正凝固剤濃度 ^{a)} (mM)	物性 ^{b)}	豆腐官能評価 ^{c)}			
			甘み・コク ^{d)}	渋・エグ味 ^{e)}	色調	表現系
ワセスズナリ	7.0~11.5	+	+	-	淡黄	さっぱり
スズカリ	7.5~11.0	++	++	+	淡黄	中間
ナンブシロメ	7.5~10.5	++	+++	+	淡黄	甘・コク
東北118号	8.0~11.5	++	+	-	淡黄	さっぱり
東北124号	-	-	++	+	淡黄	中間
東北136号	7.0~10.5	++	+++	+	淡黄	甘・コク
刈系584号	6.0~9.0	++	++	+	淡黄緑	中間
刈系629号	6.0~9.0	++	++	+	黄緑	中間
南部黒平	7.0~11.0	++	++	-	灰紫	ねっとり
中生光黒	7.5~10.0	+	++	-	赤紫	ねっとり
BL97L	7.0~10.5	++	+++	+	赤紫	甘・コク
コスズ	-	++	++	+	淡黄	中間
鈴の音	6.0~8.5	++	++	+	淡黄	中間
東北122号	-	++	++	+	淡黄	中間

- a) Brix10.0の豆乳を用いた試験管凝固試験において未凝固豆乳あるいは凝縮水「ゆ」が5%以下の状態を与える塩化マグネシウムの濃度範囲。-: 試験濃度範囲(0~12mM)で適正な凝固を示さない。
- b, c) 生大豆100g及び水500mlで調製した豆乳(それぞれBrixは異なる)及び塩化マグネシウム(最終濃度10mM)を用いて、100ml容ビーカー中で凝固させた充填豆腐を評価。
- b) -: 自重により崩壊する。+: 自重により崩壊しないが、大きく変形する。++: ほとんど変形しない。
- d) +: 甘み・コクが弱い。 ++: 中位。 +++: 強い。
- e) -: 渋味・エグ味がほとんどない。 +: 弱い。

官能評価のために調製した充填豆腐の物性(表4中)は、豆乳濃度が高い(11.7~14.4 Brix%)ため、コスズと東北122号で適正凝固剤濃度測定試験結果と一致しないが、これは豆乳が低濃度の場合に凝固しにくいことを示している。これらの結果から、5倍加水豆乳を用いた場合、東北124号を除いたすべての品種で充填豆腐を製造することが可能であり、ワセスズナリと中生光黒以外は標準的な堅さであると判断した。

3-4 充填豆腐官能評価

官能評価を表4右に示した。豆腐の呈味における重要な項目として「甘み・コク」と「渋・エグ味」の2点で評価し、「さっぱり」、「中間」、「甘・コク」の3系に黒豆に特有なwaxyな呈味(表皮に含まれる成分に由来する蠟質の味)「ねっとり」を加えた4つの表現系で示した。「さっぱり」系のワセスズナリは味がうすく感じられ、一方、東北118号は大豆臭の少ないプレーンな呈味であった。「甘・コク」系のナンブシロメおよび東北136号は味が濃く感じられた。青大豆2品種は標準的であり、呈味そのものについては「中間」といえる。黒大豆についてはBL97Lが南部黒平、中生光黒と比較してwaxyな呈味が弱く、豆乳をそのまま固める充填豆腐あるいは絹ごし豆腐に向くと考えられた。

豆腐の官能評価は、個人差あるいは地域差が大きく、どの風味が最も良いという結論は出しにくい。あえて方向性(個性)を示すとすれば、「甘さ・コク」を重視すればナンブシロメおよび東北136号、「ニュートラル・プレーン」を重視すれば東北118号が適し、黒大豆からはBL97Lが選択される。

4 考 察

県産大豆14品種について大豆の成分分析、豆乳の分析及び凝固試験などを行った結果、各品種の豆腐加工に関わる基礎的な情報が得られ、さらに今回供試した奨励品種候補は1品種を除き(充填)豆腐加工適性があることが示された。

一方、今回試験した品種のなかでは、大豆粗タンパク質含量と豆乳濃度、適正凝固剤濃度範囲、さらに豆腐の堅さにまったく相関性、関連性は見いだされなかった。以前より、豆腐には蛋白含量の高い大豆が適する⁴⁾と報告されているが、これは多数の試料を統計処理した場合の相関性を指しており、個々の大豆を評価する場合には凝固試験が必要であること、また、実際に製造する場合には品種毎の調製が必要であることなどが示された。

前述の通り、豆腐の官能評価は個人差、地域差が大きく、さらに豆腐の味は各種の呈味成分の微妙なバランス

により成り立っており、大豆の特定成分量だけでは豆腐の味を説明することはできない⁵⁾と考えられている。また、今回得られた結果は、少量のサンプルを用いた試験室レベルの加工適性であり、実際にプラントレベルで加工した場合に直接評価が一致しない可能性もあることから、企業での製造試験および多数のパネラーによる官能評価が望まれる。

本文中では触れなかったが、各豆乳の抗酸化性を津志田らの方法⁶⁾で調べた結果、普通大豆及び青大豆ではその差がほとんどなかったが、黒大豆については他の大豆と比較して約2倍の活性を持つことが確認された。黒大豆豆腐は普通大豆豆腐と比較した場合、呈味の点でやや劣るため、その色調や機能性等を活かしつつ呈味性の向上を計ることが求められる。

5 結 語

豆腐以外に納豆、煮豆等の加工適性を調べ、各種県産大豆の個性を明確にしていく予定であり、従来の「栽培しやすさ」の評価に「加工したときの個性」を加えることにより、差別化された加工食品の誕生を担う岩手県の風土に適した大豆の育種が進められるであろう。

本研究を実施するに当たり、大豆原材料及び関連資料等を提供していただきました岩手県農業研究センター園芸畑作部高橋智宏氏に感謝します。また、試験方法等について御指導いただきました富山県食品研究所中川義久氏に深謝します。

文 献

- 1) 中川義久、鹿島真樹：富山県食品研究所研究報告，1，43-51 (1993)
- 2) 平春枝：日本食品科学工学会誌，39(1)，122-133 (1992)
- 3) 大村芳正、武知博憲、島本富明：徳島県食品加工試験場研究報告，34，33-39 (1987)
- 4) 斎尾恭子：食品総合研究所研究報告，47，128-149 (1985)
- 5) 島田和子、野村寛美、原由美、藤本房江、喜多村啓介：日本食品科学工学会誌，45(2)，122-128 (1998)
- 6) 津志田藤二郎、鈴木雅博、黒木柁吉：日本食品科学工学会誌，41(9)，611-618 (1994)