

岩手県産大豆の豆腐加工適性*

山口 佑子**、平野 高広***、岸 敦****、
小浜 恵子****、山本 忠****、大澤 純也****

県産大豆の品種別および栽培条件別の加工適性について検討するために、奨励品種候補を含む4品種の一般成分、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、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、さらに栽培条件別の豆腐加工適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

YAMAGUCHI Yuko, HIRANO Takahiro, KISHI Atsushi,
KOHAMA Keiko, YAMAMOTO Tadashi and OHSAWA Junya

In order to evaluate the effect of cultivar, seeding time, and fertilization condition on processing properties of 4 cultivars of soybeans grown in Iwate prefecture for tofu, general composition of soybean seeds and some properties including gelation of soybean milk were investigated. All cultivars of soybeans were suitable for processing jutten-tofu. Furthermore, some cultivation conditions were characterized by aptitude for processing tofu.

key words : soybean, tofu, processing

1 緒 言

県産大豆の生産量は年々増加しているが、それと同時に品質の不均一さが指摘されている。また、実需者からは現行よりも製造が容易でかつ個性を持った品種の選抜が望まれている。

そのため現行品種の品質向上、加工適性に優れた奨励品種の選抜が急務となっており、前報¹⁾では各品種の播種期や栽培地が加工適性に与える影響を検討した。

今回は奨励品種候補である「ユキホマレ（十育233号）」を含む4品種について、昨年度に引き続き適切な播種期の決定、さらに施肥条件の検討を行い、奨励品種候補選抜のためのデータを得るために、成分分析と豆腐加工適性試験を行った。

2 実験方法

2-1 原材料

岩手県農業研究センターで収穫された平成13年度産の白大豆計4品種26種類（表1）を各試験に供した。№1～10は極早生白大豆、№11～26は中晩生白大豆である。ワセスズナリ、スズカリ、ナンブシロメは県の奨励品種であり、ユキホマレ（十育233号）は奨励品種候補である。

2-2 成分分析

水分、粗蛋白質、粗脂肪及び粗灰分は、既報²⁾の方法に基づいて分析した。

2-3 吸水試験

吸水率及び溶出固形分量を示す浸漬液のBrix濃度は、既報²⁾の方法に基づいて算出した。

* 岩手県産大豆の加工特性 第5報

** 食品開発部（現在 食品技術部）

*** 応用生物部（現在 材料技術部）

**** 応用生物部（現在 食品技術部）

表1 供試大豆および一般成分分析

No.	系統名 (播種日、施肥等栽培条件)	水分 (%)	百粒重 (15%水分)	粗蛋白質 (乾物%)	粗脂肪 (乾物%)	粗灰分 (乾物%)
1	ワセスズナリ (5/21; 標肥)	10.8	29.5	37.6	22.3	5.92
2	" (7/5; 標肥)	10.7	24.9	37.7	20.7	5.41
3	" (7/5; 多肥)	10.8	23.5	37.2	21.0	5.63
4	" (7/19; 標肥)	11.0	25.3	37.0	19.0	4.97
5	" (7/19; 多肥)	11.0	24.1	36.6	19.3	5.40
6	ユキホマレ (5/21; 標肥)	11.0	30.4	35.9	21.9	5.92
7	" (7/5; 標肥)	11.4	36.6	35.3	20.9	5.70
8	" (7/5; 多肥)	11.3	37.0	36.8	21.4	5.47
9	" (7/19; 標肥)	11.3	30.4	37.8	19.9	5.48
10	" (7/19; 多肥)	11.4	32.0	37.7	19.8	5.78
11	スズカリ (5/21)	8.16	35.9	38.0	20.4	5.58
12	" (6/5)	8.18	34.3	36.6	20.6	5.42
13	" (6/12)	11.6	36.0	37.7	20.2	5.43
14	" (6/21)	11.6	34.2	37.9	19.3	5.43
15	" (7/5)	11.0	30.0	36.8	19.4	4.33
16	" (6/5; №144a)	11.6	32.7	36.3	21.5	5.36
17	" (6/21; №144)	12.1	34.4	37.0	20.4	5.30
18	ナンブシロメ (5/21)	8.56	26.7	37.8	19.5	5.90
19	" (6/5)	8.16	26.3	38.5	19.1	5.77
20	" (6/21)	8.36	24.9	37.7	18.7	5.58
21	スズカリ (0.4+0) b)	11.3	27.6	37.3	19.5	5.06
22	" (0.4+1.0; LP70c) 培	11.7	36.3	39.4	19.7	5.13
23	土)	11.6	36.2	39.1	19.9	5.06
24	" (0.4+1.0; LP40d) 培	12.1	35.9	39.1	19.9	5.02
25	土)	12.0	37.6	38.6	20.0	5.19
26	" (0.4+1.0; LP40 開花)	11.7	39.9	39.3	19.7	5.20
	" (0.4+1.0; 硫安 開花)					
	" (1.4+0 ; LP100e))					

a) №144は地力の特に低い圃場。

b) 基肥の窒素成分が0.4kg/a、追肥の窒素成分が0kg/aという条件。

c) ~e) LP40、70、100は肥効調節型肥料であり、例えばLP40は施肥してから40日までに約80%の窒素が溶出する肥料。

2-4 豆乳の調製及び分析

豆乳の調製は、既報²⁾の方法に基づいて行った。得られた豆乳の濃度、pH及び色調は、既報²⁾の方法に基づいて測定した。

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、既報²⁾の方法に基づいて算出した。

官能評価に用いた充填豆腐は既報²⁾の方法に基づいて作成した。これを豆腐を食べ慣れている研究員6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観察した。

3 実験結果及び考察

3-1 大豆の成分分析

供試大豆の成分分析を行い、結果を表1に示した。粗蛋白質は全体的にばらつきが小さく標準的な値³⁾であっ

た。ワセスズナリ、スズカリ、ナンブシロメでは播種期と粗蛋白質量との相関はみられないが、ユキホマレでは晩播になるほど高くなる傾向が見られた。これは前報¹⁾とは異なる傾向であった。また、ワセスズナリとユキホマレでは、どの成分においても施肥量の影響は見られなかった。スズカリの№22~26が№21と比較して蛋白質量がやや高く、百粒重にも差が認められた。これは追肥の効果が現れたものと考えられるが、追肥条件別では突出したものはなかった。他の成分は標準的な値³⁾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のBrix濃度を表2左に示した。吸水率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%⁴⁾を越えるものはなかった。

充填豆腐製造に重要とされる豆乳の濃度、pH及び色調を表2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、前報¹⁾同様大豆の粗蛋白質量とは相関していなかった。ま

表2 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)
1	243	0.2	14.4	6.65	83.82,	- 2.49,	+11.73
2	247	0.2	13.2	6.58	83.74,	- 3.23,	+13.14
3	248	0.3	14.4	6.57	83.71,	- 2.91,	+13.61
4	248	0.2	13.2	6.57	82.54,	- 3.04,	+14.26
5	250	0.2	13.2	6.55	83.64,	- 3.03,	+13.43
6	255	0.3	13.2	6.63	84.03,	- 2.40,	+10.79
7	255	0.3	14.3	6.54	84.27,	- 2.66,	+11.52
8	254	0.3	14.1	6.53	83.66,	- 2.68,	+11.80
9	256	0.2	14.5	6.62	82.88,	- 2.82,	+12.68
10	255	0.2	13.7	6.55	82.94,	- 2.95,	+12.36
11	259	0.6	14.0	6.73	83.32,	- 2.37,	+10.93
12	257	0.4	12.6	6.63	84.46,	- 2.55,	+10.41
13	246	0.3	12.5	6.61	84.09,	- 2.51,	+ 9.99
14	245	0.2	14.0	6.71	84.17,	- 2.59,	+10.67
15	251	0.3	13.7	6.68	84.11,	- 2.84,	+11.43
16	247	0.4	13.0	6.59	83.98,	- 2.37,	+10.71
17	246	0.2	13.5	6.57	82.98,	- 2.57,	+11.13
18	251	0.4	12.6	6.66	83.67,	- 2.69,	+11.08
19	254	0.2	14.9	6.73	84.11,	- 2.57,	+11.78
20	256	0.3	14.8	6.70	83.93,	- 2.52,	+11.86
21	244	0.4	14.2	6.64	83.43,	- 2.44,	+10.65
22	244	0.3	14.2	6.64	84.25,	- 2.44,	+10.27
23	247	0.4	14.4	6.64	83.21,	- 2.37,	+10.75
24	242	0.4	14.3	6.65	84.07,	- 2.59,	+10.35
25	243	0.3	14.4	6.62	84.07,	- 2.45,	+10.60
26	243	0.3	13.4	6.63	83.49,	- 2.52,	+10.13

た、pHと色調についてはすべての品種でほとんど差が無かった。

今回のサンプルについて豆乳の粘度測定は行っていないが、ユキホマレは他品種よりも粘度が高いように感じられた。豆腐製造業界では経験的に、粘度が高い豆乳は圧搾しにくいいため歩留まりが悪く、また、凝固剤が均一に混ざりにくいいため豆腐製造が難しいと言われている。今回は実験室レベルでの試験であるため、特に加工上の問題は感じられなかったが、奨励品種として採用するためにはプラントレベルでの試験を行い検討する必要があると思われる。

3 - 3 凝固特性

凝固剤（塩化マグネシウム）の適正な濃度の範囲が広く、極端に低濃度または高濃度でない適正濃度範囲（約10mM前後）を持つ大豆が豆腐加工適性が高いと判断した。各品種の適正凝固剤濃度範囲を表3左に示した。ワセスズナリは晩播になると適正濃度範囲が狭くなる傾向がみられた。これは前報¹⁾同様の結果である。ワセス

ズナリもユキホマレも晩播になると適正範囲が低濃度になる傾向がみられた。どちらの品種についても、施肥量とは相関していなかった。№11～20のスズカリとナンブシロメでは播種時期や栽培地での差は見られなかった。適正濃度範囲も広く、充填豆腐を製造する場合に好適であると言える。№21～26では全体的に適正濃度範囲が広がった。№22はもっとも範囲が広く、標準と差が認められたが、施肥条件との関係があるとは言い切れない。

官能評価のために調製した充填豆腐の物性（表3中）は、豆乳濃度が高いため、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。

3 - 4 充填豆腐官能評価

官能評価を表3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つの表現系で示した。

極早生大豆では、ワセスズナリは前報¹⁾同様に晩播の方が味が濃いという評価を得た。ユキホマレは播種時期

表3 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
1	6.5~11.5	++	+	+	淡黄	さっぱり
2	6.0~10.0	++	+	-	淡黄	さっぱり
3	7.0~11.0	++	+	+	淡黄	中間
4	6.0~9.5	++	++	-	淡黄	甘・コク
5	6.0~9.0	++	++	-	淡黄	甘・コク
6	7.0~11.0	++	+++	-	淡黄	甘・コク
7	7.0~10.0	++	++	+	淡黄	甘・コク
8	7.0~10.5	++	++	+	淡黄	中間
9	6.5~10.0	+	++	-	淡黄	中間
10	6.0~9.0	++	++	-	淡黄	中間
11	7.0~12.0	++	+	+	淡黄	さっぱり
12	7.0~11.0	+	++	-	淡黄	中間
13	7.0~12.0	++	+	+	淡黄	さっぱり
14	7.0~11.0	++	+++	+	淡黄	甘・コク
15	7.0~11.0	++	+	+	淡黄	さっぱり
16	7.0~11.0	++	++	+	淡黄	中間
17	7.0~11.0	+	++	+	淡黄	中間
18	7.0~11.5	++	+++	-	淡黄	甘・コク
19	7.0~11.0	++	+	-	淡黄	さっぱり
20	7.0~10.0	++	++	-	淡黄	さっぱり
21	6.0~10.5	++	+	+	淡黄	さっぱり
22	6.0~12.0	++	+	+	淡黄	さっぱり
23	6.0~11.0	++	+	+	淡黄	さっぱり
24	6.0~10.0	++	+	+	淡黄	さっぱり
25	6.0~10.0	++	++	-	淡黄	中間
26	6.0~10.5	++	+	+	淡黄	さっぱり

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。

b, c) 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。

に関係なく甘みやコクなどの味が濃く、高い評価を得た。ただし、ユキホマレは食感が柔らかく、パネラーの好みは分かれた。どちらについても施肥条件による呈味の差は感じられなかった。

中晩生白大豆は播種時期によって呈味に差があり、スズカリでは6月播種、ナンブシロメは5月下旬播種のものが高く評価された。地力の弱い栽培地で育成された№16, 17についても、№17がやや物性が弱い呈味としては中間であり、栽培地による差は見られなかった。

施肥条件を変えた№21~26では、№25がやや甘みが強いと評価されたが大きな差はなく、全体的に甘みやエグ味が弱くさっぱりとした味であった。

物性がやや弱く、自重で変形したものは3サンプルあったが、どれも加工に影響が出るほどではなかった。

今回、パネラーには甘みやコクが強い豆腐が好まれる傾向が見られたが、さっぱりとした豆腐が好まれる場合もあるため利用目的に合わせて大豆を選択することも重要である。

4 結 言

県産大豆4品種について栽培条件別大豆の成分分析、豆乳の分析及び凝固試験などを行った結果、今回供試した品種はすべて前報¹⁾同様に充填豆腐の加工適性があることが示された。

普通畑で育成した大豆の場合、施肥条件が成分や加工適性に及ぼす影響は小さいと言われている³⁾⁵⁾。今回の結果はそれに合致するものである。成分については、気候条件の影響もあるため、どの品種についてもはっきり

とした結論づけはできない。しかし、ワセスズナリの凝固特性と官能評価については、H 1 2 年度産大豆と同様の傾向を示した。加工適性を重視する場合であれば、この結果は播種時期決定の参考にできる。他の3品種についての傾向を結論付けるためには、さらに継続した試験を行う必要がある。

今後は、特に品質の差が大きいと言われる普通畑と転換畑の大豆、さらに県内各地で栽培された大豆についての加工特性を検討する予定である。

本研究を実施するにあたり、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主任専門研究員沼田聡（現在 二戸農業改良普及センター）、専門研究員門間剛両氏に感謝いたします。

文 献

- 1) 山口佑子、平野高広、岸敦、小浜恵子、大澤純也：岩手県工業技術センター研究報告，**9**，200-203（2002）
- 2) 伊藤良仁、山本忠、岸敦、小浜恵子、大澤純也：岩手県工業技術センター研究報告，**6**，149-152（1999）
- 3) 平春枝：日本食品科学工学会誌，**39**(1)，122-133（1992）
- 4) 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）
- 5) 大村芳正：New Food Industry，**42**(5)，1-7（2000）