

県産大豆ハタユタカと輸入大豆との豆腐加工適性比較

中川 力夫*

1. 目 的

茨城県は大豆作付け面積が4,340ha（平成12年，全国第10位）で，大豆は本県の重要な畑作物の一つである。

当県では，タチナガハが豆腐用大豆の主流である。しかしタチナガハは，ダイズシストセンチュウによる収量低下の問題があるため，県では，ダイズシストセンチュウ抵抗性品種として農林省東北農業試験場によって育種されたハタユタカを平成11年度に県の準奨励品種として採用し，普及を図ろうとしている。

このような背景のもとで，当センターでは，県産大豆ハタユタカと他の県産大豆及び輸入大豆との豆腐加工適性について比較検討する。

2. 試験試料

1) 平成11年産県産大豆 3 試料

「ハタユタカ」「エンレイ」「タチナガハ」
(県農業研究所より提供)

2) 輸入大豆 4 試料

「米国産オハイオ大豆」「米国産プロリナ大豆」
「カナダ産大豆」「中国産キオウ大粒」
(県内企業より提供)

3. 実験方法

3.1 原料大豆の性状比較試験

上記の7試料について「へその色」（肉眼観察），「百粒重」，「発芽率」（百粒の発芽試験）を既報¹⁾と同じ方法で調査した。

3.2 原料大豆及び投入の成分比較試験

7試料について「水分」「粗灰分」
「全糖（ソモギー変法）」「可溶性糖（ソモギー変法）」
「粗脂肪（ソックスレー抽出法）」
「粗タンパク（ケルダール法，窒素-タンパク係数5.71）」
「全リン（バナジン酸アンモニウム法）」を調査した。
試料処理は既報¹⁾と同じ方法で行った。

3.3 豆乳調製試験

7試料から各々50gの大豆を秤量し，既報²⁾と同じ方法で大豆を浸漬して浸漬液への溶出固形分を測定し，浸漬後の吸水大豆から豆乳を調製した。

浸漬後の大豆の吸水率と豆乳調製時の歩留りも計算した。

3.4 豆乳の性状比較試験

7試料の投入について「pH」と
「色価（反射光のL＊，a＊，b＊）」を調査した。

3.5 豆腐の硬度測定試験

7試料の豆乳について，既報²⁾により豆腐を調製し，豆腐の硬度をテクスチュロメーターを使用して測定した。測定方法は既報¹⁾による。

3.6 豆腐の官能評価試験

工業技術センター職員をパネラーとし，良い…2点，やや良い…1点，普通…0点，やや悪い…-1点，悪い…-2点として評価した。

ハタユタカを標準品（評価点数0点）として以下の3つの試験を実施した。

- 1) 県産ハタユタカと他の県産大豆2試料による豆腐の官能評価試験
- 2) ハタユタカと米国産大豆2試料による豆腐の官能評価試験
- 3) ハタユタカと米国産以外の輸入大豆2試料による豆腐の官能評価試験

4. 結果及び考察

4.1 原料大豆の性状比較試験

- 1) 発芽率は県産大豆では3試料とも90%以上の高率であったが，輸入大豆は発芽率が悪く90%以上の発芽率は米国産プロリナ大豆のみであった。（表1）
- 2) 米国産大豆2試料とカナダ産大豆は小粒のため，百粒重が小さく，県産大豆3試料と中国産キオウ大粒は百粒重が大きかったが，中国産キオウ大粒は子実が不揃いで小さい子実も混じっていた。（表1）

4.2 原料大豆の成分比較試験

- 1) 県産大豆では3試料に比べ輸入大豆4試料は水分，粗灰分，全リンが少なかった。（表1）
- 2) 全糖，可溶性糖，粗脂肪，粗蛋白については，県産大豆と輸入大豆間の相違というよりも試料間の相違が見られた。例えば，粗蛋白は，7試料のうち，県産エンレイが一番多かったが，他の県産2試料と輸入大豆4試料を比較すると必ずしも県産大豆の方が粗蛋白が多いとは言えない結果になっている。（表1）

4.3 豆乳調製試験

- 1) 豆乳調製時の歩留り（「豆乳」／「ご」の重量割合）は7試料のうち米国産オハイオ大豆と中国産キオウ大粒が高く，エンレイが低かった。（表2）

2) 大豆浸漬処理後の吸水率は7試料のうち、特に中国産キオウ大粒が高く、タチナガハがやや低かった。(表2)

3) 大豆から浸漬液中に溶出した溶出固形分量は、県産大豆よりも輸入大豆の方が多く、特に米国産オハイオ大豆とカナダ産大豆では多かった。(表2)

4.4 豆乳の性状比較試験

1) 豆乳のpHは県産大豆3試料がpH6.63~6.68の範囲であったのに対し、輸入大豆4試料はpH6.42~6.71とばらつきがあった。(表3)

2) 豆乳の色価では県産大豆に比べ、輸入大豆はいずれもb*値が高く、特に中国産キオウ大粒は、b*値が高く、肉眼観察でもかすかに黄色がかっていた。(表3)

4.5 豆乳の成分比較試験

1) 豆乳固形分は7試料とも10%前後であったが、県産大豆よりも輸入大豆の方が多く、固形分抽出率も高かった。特に中国産キオウ大粒は豆乳固形分が多く、抽出率も高かった。(表4)

2) 豆乳粗蛋白は7試料のうち、エンレイが一番多く、タチナガハが一番少なかった。大豆から豆乳調製時の粗蛋白抽出率(窒素抽出率)は中国産キオウ大粒が一番高く、タチナガハが一番低かった。(表4)

3) 豆乳粗脂肪は米国産オハイオ大豆が一番多く、エンレイが一番少なかった。粗脂肪抽出率は米国産オハイオ大豆と中国産キオウ大粒が高く、県産大豆が低かった。(表4)

4) 豆乳全糖はタチナガハが多く、エンレイとカナダ産大豆が少なかった。全糖抽出率はタチナガハが高くエンレイが低かった。豆乳可溶性糖はタチナガハが多く、ハタユタカと米国産オハイオ大豆が少なかった。可溶性糖抽出率はタチナガハとエンレイが高く、米国産オハイオ大豆が低かった。(表4)

5) 豆乳全リンはエンレイが一番多く、次が米国産プロリナ大豆であったが、全リン抽出率は県産大豆3試料よりも輸入大豆4試料の方が高かった。(表4)

4.6 豆腐の硬度測定試験

テクスチュロメータによる測定では、米国産プロリナ大豆が硬く、中国産キオウ大粒とカナダ産大豆が柔らかいという結果がでた。(表5)

4.7 豆腐の官能評価試験

1) 県産ハタユタカと他の県産大豆の比較試験

ハタユタカを標準として県産大豆3試料の豆腐官能評価を行ったところ、豆腐の「外観」はタチナガハが

優れ、「味」ではハタユタカが優れ、「色」「臭い」「テクスチャー」「総合評価」では平均値においてエンレイ、タチナガハともハタユタカの有意差はなかった。(welch法, 5%, 有意差は以下同法で検定。)(図1)

2) ハタユタカと米国大豆の比較試験

ハタユタカと米国産大豆2試料の官能評価では、オハイオ大豆は「臭い」はハタユタカと平均値において有意差はなかったが、それ以外の項目ではすべて有意差があり、ハタユタカより評価が低かった。そしてプロリナ大豆は全ての項目においてハタユタカと有意差があり、全項目においてハタユタカより評価が低かった。(図2)

3) ハタユタカと米国産以外の輸入大豆の比較試験

ハタユタカと米国産以外の輸入大豆2試料の官能評価では、カナダ産大豆「外観」と「色」でハタユタカより評価が低かったが、それ以外の項目ではハタユタカと同等であった。中国産キオウ大粒は、「外観」でハタユタカより評価が低かったが、それ以外の項目ではハタユタカと同等であった。(図3)

中国産キオウ大粒の豆腐の明黄色はハタユタカの豆腐の明白色と同等の評価を得たが、カナダ産大豆の暗白色ハタユタカの豆腐の明白色よりも評価が低かった。

また、カナダ産大豆も中国産キオウ大粒もハタユタカより豆腐が柔らかいので、包丁で豆腐をカットした際の物理的衝撃や豆腐自身の重みで豆腐の形がやや崩れたため、2試料ともハタユタカより「外観」の評価が低かった。

5. まとめ

1) 県産大豆3試料の比較試験から県の準奨励品種であるハタユタカとエンレイ、タチナガハは概ね同等の豆腐加工適性があることがわかった。

エンレイは子実も豆乳も高蛋白であるという豆腐加工に優れた特性を持っているが、紫斑病が発生し易いという栽培上の欠点がある。タチナガハは、ダイズシストセンチュウによって根に卵(シスト)を産み付けられると大幅に収量が低下するという栽培上の欠点がある。

ハタユタカにはこれらの栽培上の欠点がなく、エンレイ、タチナガハと同等の豆腐加工適性をもつので、「栽培」と「豆腐加工」の両面から判断すると県産大豆3試料のうちではハタユタカが一番優れているといえる。

2) ハタユタカと輸入大豆4試料を比較すると、米国産大豆2試料はハタユタカより明らかに豆腐加工適性が低かったが、中国産キオウ大粒とカナダ産大豆は柔らかくて豆腐の形がやや崩れるという欠点を除いては概ねハタユタカと同等の評価を得た。特に中国産キオウ大粒は大豆を水に浸漬処理したときの吸水率が高く、豆乳調整時の歩留まりも高かった。

表1 大豆の性状と成分

項 目\試 料	ハタユタカ	タチナガハ	エンレイ	米国産 オハイオ大豆	米国産 プロリナ大豆	カナダ産大豆	中国産 キオウ大粒
へその色	白	白	白	黒	黒	白	白
発芽率(%)	100	99	97	79	94	88	79
百粒重(g)	29.97	35.07	29.41	15.68	15.52	19.11	27.97
水 分(%)	11.92	12.36	12.82	9.99	10.14	9.17	10.22
粗灰分(%)	4.86 (5.52)	5.05 (5.76)	5.10 (5.85)	4.48 (4.98)	4.46 (4.96)	4.70 (5.17)	4.59 (5.11)
全 糖(%)	13.65 (15.50)	12.36 (14.10)	15.75 (18.07)	14.52 (16.13)	13.91 (15.48)	14.63 (16.11)	16.60 (18.49)
可溶性糖(%)	12.24 (13.90)	11.78 (13.42)	10.71 (12.28)	14.45 (16.05)	13.28 (14.78)	13.77 (15.16)	16.33 (18.19)
粗脂肪(%)	19.15 (21.74)	19.05 (21.74)	17.03 (19.53)	20.10 (22.33)	18.95 (21.09)	20.29 (22.34)	18.58 (20.70)
全窒素(%)	5.57 (6.32)	5.83 (6.65)	6.00 (6.88)	5.43 (6.03)	5.78 (6.43)	5.86 (6.45)	5.09 (5.67)
粗蛋白(%)	31.78 (36.08)	33.30 (37.97)	34.27 (39.28)	31.00 (34.44)	33.00 (36.72)	33.46 (36.84)	29.08 (32.39)
全リン(%)	0.634 (0.720)	0.625 (0.713)	0.725 (0.832)	0.554 (0.615)	0.525 (0.584)	0.508 (0.559)	0.558 (0.622)

(()内は乾物中%)

表2 豆乳の調製試験結果

項 目\試 料	ハタユタカ	タチナガハ	エンレイ	米国産 オハイオ大豆	米国産 プロリナ大豆	カナダ産大豆	中国産 キオウ大粒
原料大豆重量(g)	50.15	50.25	50.18	50.10	50.04	50.14	50.11
大豆の水分(%)	11.92	12.36	12.82	9.99	10.14	9.17	10.22
吸水後大豆重量(g)	112.74	109.10	115.45	114.60	111.79	113.21	124.27
吸水率(%)※1	124.81	117.11	130.10	128.74	123.40	125.79	147.99
加水量(g)	232.3	236.4	229.4	231.1	233.4	233.2	221.4
[ご]の重量(g)	340.7	338.9	339.2	342.4	341.5	343.8	343.3
豆乳重量(g)	224.0	219.8	214.3	233.9	224.2	226.1	232.5
歩留まり(%)※2	65.7	64.9	63.2	68.3	65.7	65.8	67.7
溶出固形分(g)※3	0.34	0.41	0.39	2.34	0.87	2.10	0.71

※1 吸水率(%)=[(吸水後大豆重量-原料大豆重量)/原料大豆重量]×100

※2 歩留まり(%)=[豆乳重量/[ご]の重量]×100

※3 原料大豆から浸漬液への溶出固形分(原料大豆100gあたり)

(表は原料大豆50gを高麗水250mlに浸漬し、20℃で18時間後に大豆をとりだして、6倍量の蒸留水を添加して搾汁した場合のデータ)

表3 豆乳の性状比較試験結果

項 目\試 料	ハタユタカ	タチナガハ	エンレイ	米国産 オハイオ大豆	米国産 プロリナ大豆	カナダ産大豆	中国産 キオウ大粒
pH	6.68	6.64	6.63	6.51	6.71	6.42	6.51
L*	84.65	85.46	83.11	83.25	83.56	83.23	83.66
a*	-3.18	-3.29	-3.28	-2.78	-3.52	-2.14	-3.76
b*	12.26	12.54	12.50	15.08	14.67	13.35	16.59

表4 豆乳の成分と抽出率

項 目\試 料	ハタユタカ	タチナガハ	エンレイ	米国産 オハイオ大豆	米国産 フロリナ大豆	カナダ産大豆	中国産 キオウ大粒
豆乳固形分(%)	10.00	9.88	9.69	10.33	10.44	10.53	10.79
固形分抽出率(%)	80.71	49.31	47.47	53.58	52.05	52.28	55.76
豆乳窒素(%)	0.714	0.666	0.839	0.753	0.801	0.768	0.752
窒素抽出率(%) (乳N/豆N)×100	57.26	49.97	59.72	64.74	62.09	59.10	68.55
豆乳難蛋白(%)	4.08	3.80	4.79	4.30	4.58	4.39	4.30
豆乳難脂肪(%)	2.21	2.28	1.96	2.57	2.30	2.49	2.36
脂肪抽出率(%) (乳fat/豆fat)×100	51.55	52.35	49.15	59.89	54.38	55.34	58.93
豆乳全糖(%)	1.04	1.12	1.01	1.07	1.04	1.00	1.07
全糖抽出率(%) (乳全糖/豆全糖)×100	34.03	39.64	27.39	34.40	33.50	30.82	29.91
豆乳可溶性糖(%)	0.88	1.12	1.01	0.86	0.95	1.00	1.06
可溶性糖抽出率(%) (乳可溶性糖/豆可溶性糖)×100	32.11	41.66	40.27	27.79	32.05	32.75	30.12
豆乳全リン(%)	0.081	0.078	0.098	0.074	0.087	0.077	0.081
全リン抽出率(%) (乳P/豆P)×100	57.07	54.59	57.73	62.36	74.25	68.35	67.35

固形分抽出率は原料大豆中の固形分(水分以外の成分)量がどれくらい豆乳に移行したかを示したもので、固形分抽出率=(豆乳収量×豆乳固形分%)÷原料大豆固形分で算出した。

表5 豆腐のテクスチュロメーター硬度

ハタユタカ	タチナガハ	エンレイ	米国産 オハイオ大豆	米国産 フロリナ大豆	カナダ産大豆	中国産 キオウ大粒
1.52	1.64	1.90	1.93	2.27	1.14	1.02

(硬度は豆腐を高さ15mm、内径38mmのステンレス製リングに入れ、平面プラットホームに乗せ、クリアランス2mm、18°ルサイトプランジャーを使用し、入力電圧10V、もしゃく速度6回/分の条件でプランジャーを貫入させたときの硬度(ハードネス値)を測定した。)

県産大豆ハタユタカと他の6試料との豆腐の官能評価結果

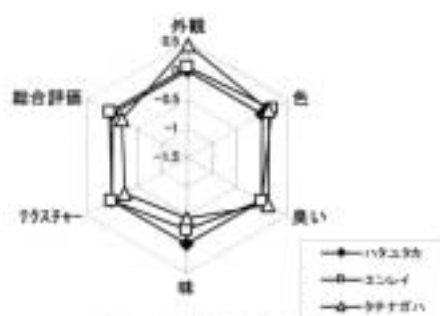


図1 ハタユタカと他の県産大豆

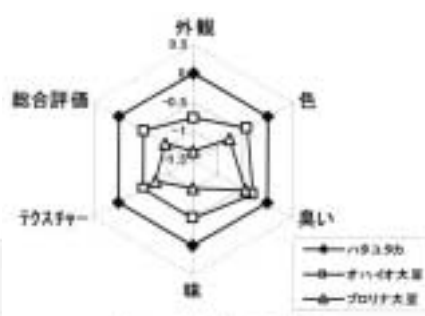


図2 ハタユタカと米国産大豆

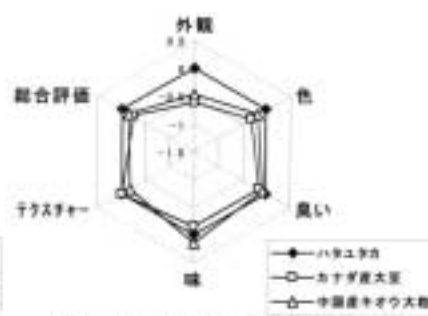


図3 ハタユタカと米国産以外の輸入大豆

[参考文献]

- 1) 橋本 俊郎 昭和57年茨城県食品試験研究所報告 p.12-p.13 (1983)
- 2) 中川 力夫 茨城県工業技術センター報告第27号 p.51 (1999)