

用途別高品質大豆の品種育成の方向

酒 井 真 次

(東北農業試験場)

Recent Trends of Soybean Breeding for

Highly Quality on Soybean Processings

Shinji SAKAI

(Tohoku National Agricultural Experiment Station)

1 はじめに

我が国の食料需給事情は、海外から農産物が多量に輸入されることによって、量的にはほぼ充足されている。そこで、食品に対する多様化、高級化嗜好が高まり、一層の高品質食品の供給が求められている¹⁸⁻²⁰⁾。

大豆の自給率は僅か6%にすぎず、国産大豆の大半は食品用に利用されている。食品用の自給率でも約35%に過ぎない¹⁰⁾。国産大豆は大粒、高蛋白、外観品質が良好である等、輸入品に比較して多くの長所を有していることから、高級食品用に仕向けられている。一方、大豆を原料とする豆腐、煮豆、味噌、納豆のような伝統食品は、地方色の豊かな製品が多く、客観的な加工適性の評価が難しい分野であった。しかし、成分組成が製品の品質に及ぼす影響が、次第に明らかになりつつある。

また、国産大豆の新規用途を開発することも需要を拡大するために重要なことである。大豆の品質育種では、高蛋白を目標とする育種に加えて蛋白組成の改良、特定成分の改良、用途別

に適した子実の色調及び粒大の改善等、多様な育種目標の達成に向けて研究が進められている。ここでは、大豆の品質育種研究の現状を紹介するとともに、育種研究の今後の展開方向について述べる。

2 高品質大豆の育種研究の現状

国及び指定試験地による大豆育種研究は、図-1に示したように、北海道に2か所、東北に1か所、関東に2か所、九州に1か所の6か所で実施されている。これらの育成地では高品質品種を育成するために高蛋白、蛋白組成の改善、大豆臭の低減化、納豆用極小粒・煮豆用大粒種、黒豆及び青豆等の特殊用途向き、裂皮性、しわ粒、変色粒等の障害粒の低減等、多様な育種目標が実施されている。これらの育種研究を成分の改善を目的とした育種研究と、外観品質の改善を目標とした育種研究の2分野に整理して、以降に概説する。

(1) 成分の改善を目標とする育種研究

1) 蛋白収量の向上を目指す研究

大豆子実中には図-2に示したように、貯蔵



図-1 大豆育成地（国及び指定試験地）

蛋白、脂質、炭水化物及びトリプシンインヒビター等の特定成分などの多様な成分が含まれている。特に貯蔵蛋白は40%前後と含量が高いことが他の作物に見られない特徴であり、大豆が畑の肉とも称される由縁である。

国内の大豆育成地でも、貯蔵蛋白の含量を高める育種研究がなされてきた。道立十勝農試では九州の高蛋白系統及び野生種のソルマメを育種素材として利用し、既存品種に比べて5～8%蛋白含量の高い系統の育成に成功している。道立中央農試では高蛋白な導入品種等を母材として高蛋白育種を行っている。

東北農試では九州の高蛋白系統である「西海20号」を母本として育成された「東北74号」に東北地方の基幹品種になっている「スズメタカ」

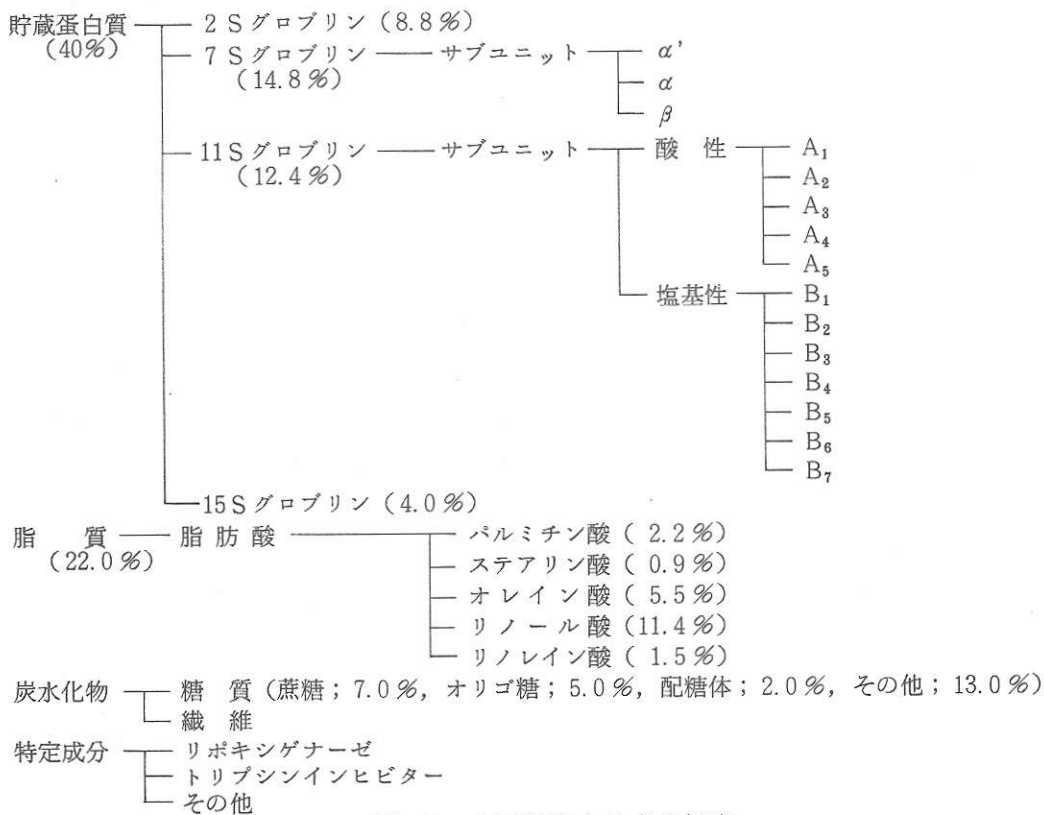


図-2 大豆子実中の成分組成

を交配し、表-1にその特性を示したように、子実重は低いものの蛋白収量が「スズユタカ」に比して1%程度高い「東北100号」を育成して地方適否を検討中である。また他の育成地においても蛋白含量の改善を目標とした研究が実

施されている。蛋白含量は子実収量との間に負の相関があり、基幹品種なみの収量性を持った高蛋白系統の作出が困難であったが、各育成地の実用品種を戻し交配する等、収量性を改善する努力が払われ、次第に収量性が向上しつつある。

表-1 高蛋白育成系統の主要な特性（東北農試、1989）

系 統 名	成熟期 (月.日)	主茎長 (cm)	子実重 (kg/a)	標 準 対 比 (%)	百粒重 (g)	粗蛋白 含 量 (%)	蛋 白 収 量 比 (%)
東 北 100 号	10.15	69	19.9	82	24.7	47.0	101
比・スズユタカ	10.17	73	24.2	100	25.8	38.2	100

2) 蛋白組成の改善を目標とする育種研究
大豆は子実中の貯蔵蛋白含量が他の作物に比べて高い特徴を持っている一方で、必須アミノ酸である含硫アミノ酸含量の低いことが難点である²¹⁾。図-2に示したように、大豆子実中の貯蔵蛋白は分子量を異にする四つのグロブリンから構成されている。このうち7S及び11Sグロブリンが貯蔵蛋白全体のおよそ68%を占めている。7Sグロブリンは含硫アミノ酸の含量が低く、一方の11Sグロブリンは高い特徴がある。

また7Sグロブリンは α' 、 α 、 β の三つのサブユニット、11Sグロブリンは複数の酸性及び塩基性サブユニットよりなっている³⁾。

東北農試は7Sグロブリンを減少させて11Sグロブリンの含有率を相対的に高めることを目標として、 α' サブユニットの欠失及び $\alpha\beta$ サブユニットの低い系統の育成を図ってきた。 α' 欠失型の系統として「東北101号」を作出して地方適否につき検討している所である(図-3-a)。 $\alpha\beta$ 低型の育種素材である「秣食豆」は蔓化し

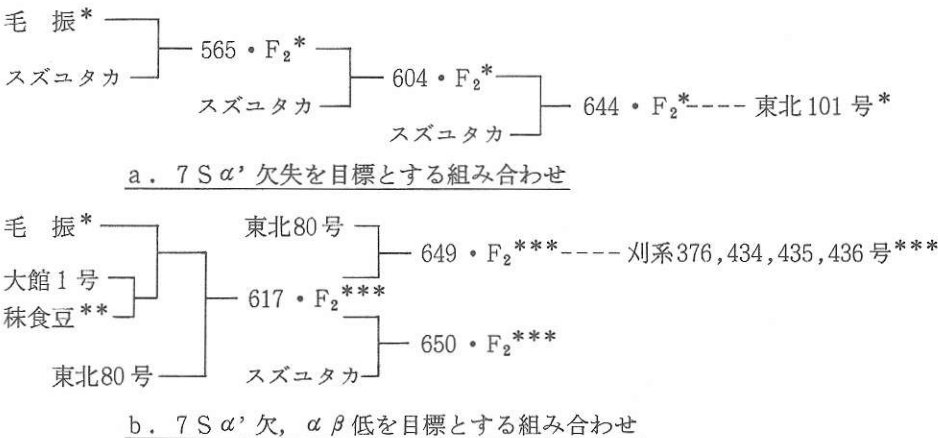


図-3 蛋白の組成改善を目標とする育成系統の系譜図（東北農試、1989）

注. * : 7S・ α' 欠失を示す。
** : 7S・ $\alpha\beta$ 低を示す。
*** : 7S・ α' 欠失、 $\alpha\beta$ 低であることを示す。

やすい、低収であり種皮色が褐等の難点が多いために実用化が遅れていたが、図-3-bに示したように「東北80号(タチユタカ)」を二度交配した後代系統から、 α' 欠失型でかつ $\alpha\beta$ 低型の「刈系376号」等数系統が作出され、地方適応性が検討されている。

7S グロブリンを低減して11S グロブリンを相対的に高めることは、栄養的に優れるばかりでなく、11S サブユニット中のS-H基がS-S結合となることにより硬くて粘弾性に富むゲルとなることから、豆腐の硬さ等のテクスチャーに対しても、好影響を持っていることが明らかにされている¹⁵⁾。

図-4は7S α' サブユニットの有無が豆腐の硬さに及ぼす影響を凝固剤であるGDL濃度との関連から図示したものである。11S A_5 サブユニット欠損型のものについて検討すると、「東北101号」7S α' サブユニットが欠損型であり、

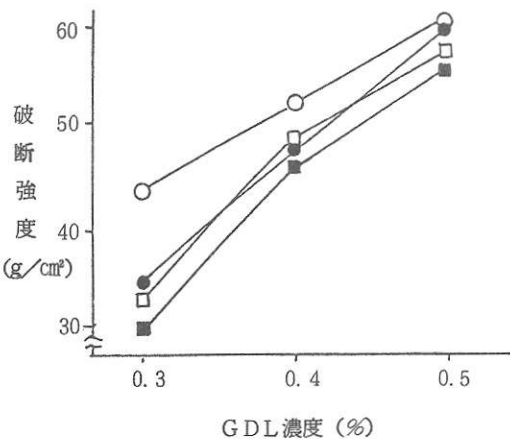


図-4 7S α' サブユニットの有無と豆腐の硬さ(菊池ら²⁾)

凡例	(7S α')	(11S A_5)
○ : 東北101号	欠	欠
● : スズユタカ	有	欠
□ : 毛振	欠	有
■ : タチユタカ	有	有

「スズユタカ」は7S α' が正常型である。この両者を比べると7S α' 欠損型の系統の方が豆腐が硬くなる傾向が明かに認められる。また11S A_5 サブユニットが正常型である「毛振」と「タチユタカ」についても、7S α' の有無の関係は同様の傾向が伺われた²⁾。

3) 大豆臭低減化を目標とする育種研究

大豆を原料とする食品は大豆臭が嗜好性を低下させる場合がある。

大豆臭は子実中の脂質が酸化する過程で生成されるヘキサナール等が原因であると考えられている⁵⁾。脂質が酸化する過程ではリポキシゲナーゼ酵素が関与することから、大豆製品の臭みを低減するためには、この酵素を欠失又は減少させることが効果的であると思われる。

リポキシゲナーゼは脂質の劣化に関与することから、大豆を油脂作物として利用しているアメリカにおいても、この酵素の制御に関心が持たれて育種研究が進められている。これまでの国内外の研究成果によって、分子量の異なる3種のアイソザイム(L-1, L-2, L-3)が存在すること、各々のアイソザイムは単一劣性遺伝子によって支配されていることが明らかにされている⁵⁾。大豆臭をほぼ完全に除去するためには、この3種のアイソザイムが同時に欠失していることが必要である。農研センターではL-2とL-3及びL-1とL-3の同時欠失系統を作出し、「関東101号」「関東102号」の系統名で地方適否が検討されている⁴⁾。また、東北農試、九州農試でも同時欠失型系統を育成中であり、道立中央農試ではL-2, L-3の各々が単一で欠失する系統の育成に着手している。交雑育種法によってL-1とL-2の同時欠失系統を作出する試みが、農研センター等の研究機

関で実施されているが、未だ成功していない。喜多村・海妻⁵⁾はこれら3種のアイソザイムを支配する遺伝子のうち、L-1とL-2の間に強連鎖が存在することを推定している。

4) 呈味成分に係わる育種研究

大豆食品は「えぐみ」のような不快味成分が喉の組織を刺激して、いわゆる「飽き」につながるために「お米」のように多量摂取ができないことが、難点の一つである。

大豆の子実中に含まれる不快味成分(Dry Mouth Feel; DMF)はサポニン、イソフラボン等の配糖体及び酸化リン脂質及び不飽和脂肪酸の酸化によって生じることが知られている¹³⁾。中でもサポニン、イソフラボン等の配糖体は不快味が強い成分である。大豆食品の嗜好性を改善して高品質化を図る方策の一つとして、加工方法の改良および育種研究の両面から配糖体含量を低減することが検討されている。

大久保¹³⁾、Shiraiwaら¹⁷⁾は、サポニンの化学構造及びその遺伝様式を解明している。サポニンは大きくAグループ及びBグループの2群に分類されるが、このうちAグループサポニンは胚軸に特異的に多く含まれ、Bグループサポニンに比べて不快味の作用性が大きい。東北地方のメーカーによって豆腐の呈味性を改善する一方策として脱胚軸大豆を原料とした豆腐が試作され製品化されている¹⁴⁾。一方、Bグループサポニンは子葉中にも含まれるために、その作用性は小さいものの、相対的な含量がAグループサポニンに比べて多い。豆腐の呈味性を一層向上させるためには子葉中に含まれるBグループサポニンの含量を、育種研究によって低減することが期待されている。

胚軸中の個々のサポニングループ別の含量は

遺伝変異が明らかにされたが、子葉中のBグループサポニン含量の遺伝変異の大きさについては解明されていない。また育種研究を進めるためには、簡易な評価法の開発が必要である。

5) 機能性等新用途開発を目標とする育種研究

サポニンは呈味性の観点から低減化研究について紹介したが、一方では抗脂血、レトロウイルス抑制等の機能をも併せて有している。サポニン等の配糖体が、製品の味覚に影響する豆腐のような食品には低減化によって呈味性を改善することが必要である。しかし味覚に対する影響が少ない納豆、味噌のような食品においてはサポニンを添加または高サポニン原料を用いて、いわゆる機能性食品としての付加価値を高めることも考えられる。このような機能性食品素材に焦点をおいた高サポニン化育種も今後の重要な目標として考えられる。胚軸中に含まれるサポニンはそれぞれのグループ別に高い含量の遺伝資源が見いだされている。

子実中に5%前後含まれているオリゴ糖は、腸内細菌のうち消化を促進するビフィズス菌の栄養素として利用される食物繊維である。オリゴ糖はラフィノースとスタキオースが主である。平ら²²⁾は、表-2に見られるように、スタキオースの遺伝変異が広く、2.52%~4.31%の変異幅であることを明らかにした。この分析に供した試料は国内で栽培されている品種であり、遺伝資源を幅広く検討した場合には、この変異幅は更に広がることも期待される。また、オリゴ糖含量は近赤外分光分析計によって迅速に分析できる手法が食総研によって開発された。表-3にその結果を示したように、蔗糖、スタキオース、ラフィノースともに異なる四つの波

長の重相関によって評価できる。第3次機能性、すなわち食品の健康維持増進効果については、消費者の関心が特に高まりつつあり、以上のよ

うな成分組成を育種によって改善し、成分組成が特異的な大豆品種の育成が期待されている。

表－2 国産大豆の糖質含量*（平²²⁾） (%)

項 目	全 糖	遊離型全糖	遊 離 糖		
			蔗 糖	スタキオース	ラフィノース
最 小 値	21.7	9.4	3.67	2.52	0.48
最 大 値	35.4	14.7	9.64	4.31	1.21
平 均 値	28.3	11.5	6.40	3.32	0.81

注. *: n = 105

表－3 近赤外分光分析における重相関係数と選択波長（食総研・適性評価班，1988）

遊 離 糖	重相関係数	標 準 誤 差	選 択 波 長
蔗 糖	0.94	1.00	2364, 2368, 2436, 2476
スタキオース	0.70	0.20	1868, 2108, 2112, 2240
ラフィノース	0.73	0.34	2440, 2444, 2452, 2484

注. n = 24

（2）外観品質の向上を目標とする育種研究

1）障害粒の低減

大豆は、煮豆、納豆のように完全粒のままで加工し利用される場合が多い。これらの食品は原料大豆の外観品質が製品の外観に直接影響するために、障害粒は利用できない。生産物は食糧事務所が、外観品質を評価した上で流通している。

大豆の品質検査で等級が下げられる主因は、裂皮粒、紫斑粒、褐斑粒等の障害粒である¹⁰⁾。

裂皮粒の発生は登熟期間の温度、水分等の環境条件によって左右され、粒の肥大が促進されて品種固有の粒大より肥大した場合に発生しやすい。晩播栽培は登熟期に低温となって粒の肥大が緩慢となりやすいことから、裂皮粒の被害を軽減できる方法である。

裂皮粒の発生は品種間差異が大きな形質であり、各地で裂皮粒の発生が少ない遺伝資源が検出されている。東北農試では昭和55年より裂皮性検定法の開発と難裂皮性品種の選定を進めてきた。裂皮粒を誘発する方法として摘莢処理による検定法が開発され難裂皮性育種に利用されてきた。しかしこの方法は摘莢処理に多くの労力が必要なために簡便な方法が求められていた。岡部ら¹¹⁾は粒肥大期に生育調節剤を莢莢部に散布することによって摘莢処理と同じ効果が得られることを明らかにし、裂皮性の簡易検定法として提案した。この方法は比較的簡易な検定法であり、多数の材料の検定が可能となったことから、難裂皮性育種の推進に貢献し得るものと思われる。

紫斑粒は紫斑病が子実に感染して種皮の表面

に紫色の病斑が生じた子実のことである。煮豆、納豆のように完全粒のまま利用する食品では製品の色に病斑が強調されることから利用上に問題を生ずる。8月中旬～9月上旬に薬剤を1～2回散布することによって、防除が可能となったことから、最近被害が徐々に低減化しつつある。しかし、使用している薬剤に対して耐性菌の発生が予測されることから抵抗性品種の育成が要望されている。東北農試では紫斑病に対する品種間差異を明らかにするとともに、抵抗性品種の育成を進めている¹²⁾。

褐斑粒はウイルス病の罹病によって種子の表面に病斑が生じた種子の総称であり、国内ではダイズモザイクウイルス、ダイズ萎縮ウイルスの2種が主である。北海道で主として発生し、東北にも発生が認められるダイズ矮化病は種子内にウイルスの侵入がなく、斑紋も生ずることはない。東北農試ではウイルス病抵抗性育種を続けてきた結果、現在東北地方の基幹品種になっている「スズタカ」は東北地方で問題となるダイズモザイクウイルス生理系統のうち4系統にまで抵抗性を有し¹⁾、また普及途中にある「タチユタカ」も同様の抵抗性を持っていることから、ほぼ問題は解消されたと言える。

2) 用途別の粒大を目標とする育種研究

伝統食品の煮豆、納豆等は、用途別に特定の粒大が求められている。

納豆用には一般に極小粒～小粒種が仕向けられている。道立十勝農試は「スズヒメ」、道立中央農試は「スズマル」を納豆用の小粒種として、また東北農試は「コスズ」を納豆用の極小粒種として育成し普及している⁹⁾。

煮豆用として各育成地とも大～極大粒種を目標とする育種研究を実施している。道立中央農

試が育成した「ユウヅル」、長野中信農試で育成した「オオツル」等の大～極大粒種が普及し、煮豆用に利用されている⁹⁾。

また大豆もやしは大豆固有の成分を損なわずに利用できる食品として近年注目されている。大豆もやしは胚軸の長いものが好まれ、小粒品種は胚軸伸長の長い傾向がある。しかし、小粒種のなかでも胚軸の長さには差異のあることが認められている¹⁶⁾。

3) 特定用途用の粒色、子葉色に係わる育種研究

以上述べてきた大豆の用途は黄大豆を原料とするものである。この他に大豆は黒豆、青豆等のいわゆる特殊用途大豆の需要がある⁸⁾。

黒大豆は主として、おせち料理等の煮豆原料として流通している。主産地は北海道、近畿、中国及び四国である。年間およそ4,500tの生産量があり、その95%が市場に出回っている。煮豆用に利用されるために、大～極大粒種が要望され、粒大間及び産地銘柄間の価格差が大きい。

青大豆の主な用途は、きな粉、浸豆等の菓子及び煮豆原料である。年間約1,000t弱の生産量があり、その90%強が市場に出回っている。

これらの色大豆は、国及び指定試験地の大豆育成地のほかに、公立農試でも独自の育種が進められている。最近育成された品種は表-4に示したように、黒大豆が4品種、青大豆が9品種である。

表－４ 近年育成された黒大豆及び青大豆品種

類別	品 種 名	育成年次	育 成 地	主な用途	普及道府県
黒 豆	信 濃 黒	1978	長野中信農試	煮 豆	長 野 県
	新 丹 波 黒	1981	京 都 農 総 研	煮 豆	京 都 府
	信 濃 早 生	1984	長野中信農試	煮 豆	長 野 県
	ト カ チ ク ロ	1984	道立十勝農試	煮 豆	北 海 道
青 豆	信 濃 青 豆	1980	長野中信農試	き な 粉	長 野 県
	信 濃 鞍 掛	1980	長野中信農試	浸 豆	長 野 県
	信 濃 平 豆	1980	長野中信農試	浸 豆	長 野 県
	信 濃 緑	1985	長野中信農試	浸 豆	長 野 県
	緑 豊	1988	岩 手 県 農 試	枝 豆	岩 手 県
	緑 深	1988	岩 手 県 農 試	枝 豆	岩 手 県
	緑 成	1988	岩 手 県 農 試	枝 豆	岩 手 県
	緑 良	1988	岩 手 県 農 試	枝 豆	岩 手 県
	香 乙 女	1988	岩 手 県 農 試	枝 豆	岩 手 県

３ 高品質大豆育種研究の方向性

以上述べてきたように、成分の改善を目標とする育種研究は、高蛋白系統及び蛋白組成を改善した系統が育成されていること、抑臭効果を目標とする特定成分の育種研究も戻し交配、放射線突然変異育種等の方法によって進められていることなど、急速に進行している。以降に、今後の高品質育種研究の方向について考察したい。

大豆は土地利用型作物であり低温又は高温等の気象環境、病虫害による被害等に耐性を持ち、収量が安定していることが最も重要な形質である。そこで栽培環境に対する適応性を持った系統・品種等に用途に必要な高品質化のための形質を複合化する育種研究が、今後も実施されることと思われる。

（１）成分の改善を目標とする育種研究

成分の改善研究であるが、育種目標とする成

分組成は用途によって異なる。表－５に例示したように豆腐用には高蛋白化に加えて、高栄養素材としてのリノール酸及びリノレイン酸等の不飽和脂肪酸組成の高含量化、豆腐の物性に係わる11Sグロブリンの高含量化、大豆臭を低減化するためのリボキシゲナーゼ欠失型及び呈味性を改善するための配糖体の低減化が重要であり、また煮豆用については炭水化物含量の向上、リボキシゲナーゼの欠失と配糖体含量の低減による高食味原料用の品種が求められ、主要な育種目標になることと考えられる。

更に大豆の新食品の開発は研究が緒についた段階であるが、既に蛋白質を利用した練製品、豆乳に由来するプリン等の食品が開発され試作段階にある。新食品開発のためには、大豆固有の風味性、呈味性がむしろ障害になるので、リボキシゲナーゼの欠失及び、呈味性を低下させる成分であるサポニン等の配糖体の低減が重要

表－5 用途別高品質大豆品種の特性

用 途	成 分 特 性	子 実 の 外 観
豆 腐	豆乳中固形分；高い タンパク含量；高い 脂質組成；高リノレイン酸 蛋白組成；高11S組成 (A ₅ サブユニット欠失型) リボキシゲナーゼ欠失 低配糖体 (サポニン, イソフラボノイド)	影響は比較的小さい
味 噌	炭水化物；高い	種皮色；明るいこと
煮 豆	炭水化物；高い リボキシゲナーゼ欠失 低配糖体 (サポニン, イソフラボノイド)	中～極大粒で粒の揃いが良いこと 裂皮粒がないこと 種皮色；明るいこと
納 豆	高炭水化物	極小粒 裂皮粒がないこと 白 目
新 用 途 (豆乳製品 等)	リボキシゲナーゼ欠失 低配糖体 (サポニン, イソフラボノイド) 高オリゴ糖	

である。また機能性食品としてはオリゴ糖含量の向上あるいはサポニン含量の向上が求められるものと思われる。

(2) 外観形質の改善研究

次に、外観形質の改善方向について考えたい。国内の各育成地では大粒又は小粒に特化した育種が進められている。また昨年より産地品種銘柄が指定され⁷⁾、銘柄別に格付けされて価格差が設けられたことは、外観品質を向上させ、流通段階での評価を重んじる傾向を助長している。

今後とも、用途別に特化した粒大の育種が推進されるものと思われる。但し、粒大と収量はパラレルな関係が認められず、現在のところ、中粒大豆が多収となることが認められている。そこで大粒化は自ずと限界があり、東北地方では、百粒重が30g程度(大粒規格)が適切な目

標値であると考えられる。

煮豆、納豆は、原料大豆の煮えやすさが重要な条件であり、炭水化物含量の高いことが煮えやすさの指標になると考えられていたが、香西ら⁶⁾、矢ヶ崎ら²³⁾は煮豆の硬度と炭水化物含量の間に相関がないことを報告している。また東北農試で検討した結果でも、煮豆の硬度は各種成分との関連が明白でなかった。成分組成は煮えやすさの一因子ではあるが、子実の構造も何らかの影響を持っていることが推測される。

また東北農試では煮豆の色(明るさ)と原料大豆の明るさの関係について41品種を供試して検討したところ、図－5に示したように、両者

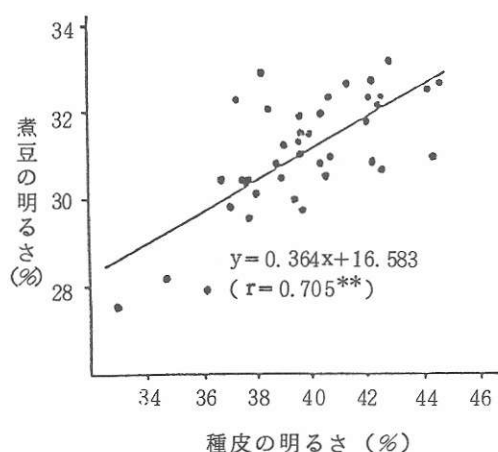


図-5 原料大豆種皮と煮豆の明るさ (Y 値) の関係 (東北農試, 1989)

に正の相関が認められた。煮豆の消費動向は色調が明るい製品が好まれているので、育種においては粒色の明るい系統を選抜する方向が考えられる。

青大豆、黒大豆等の特殊用途用大豆の育種研究はほとんど進んでいない現状であるが、大豆食品の多様化が益々進んでいることを考えると、新用途の開発を考慮に入れて成分組成が改善され、外観品質も優れる系統の作出を図る必要があると思われる。

引用文献

- 1) 橋本鋼二, 長沢次男. 1987. ウイルス病抵抗性育種. (小島睦夫編, わが国におけるマメ類の育種). p. 32-64.
- 2) 菊池彰夫, 酒井真次, 岡部昭典. 1989. ダイズの子実成分組成の遺伝的変異と豆腐加工適性. 東北農業研究 42: 111-112.
- 3) ———, 国分牧衛. 1990. 作物育種と食品加工 [5] —ダイザー—. 農及園 65: 643-649.
- 4) 喜多村啓介. 1990. 大豆の加工適性向上及び新用途開発育種. 農業技術 45: 297-303.
- 5) ———, 海妻矩彦. 1987. ダイズタンパク質の改良. (小島睦夫編, わが国におけるマメ類の育種). p. 309-328.
- 6) 香西由紀夫, 平 春枝, 田中広美, 斎藤昌義, 宗形豊喜. 1989. 煮豆用原料大豆の評価. 日本食品工業学会誌 36(2): 132-141.
- 7) 中村禎裕. 1989. 国産大豆の産地品種銘柄の一部改正について. 大豆月報 159: 24-27.
- 8) 中東 一. 1989. 「特定用途大豆の生産の展望に関するシンポジウム」について. 大豆月報 161: 35-41.
- 9) 農林水産省農蚕園芸局畑作振興課. 1990. 第1部大豆. 昭和63年度豆類奨励品種特性表. p. 9-69.
- 10) ————. 1990. IV-2 大豆の検査等級格付状況, VIII 大豆の需要動向. 大豆に関する資料. 103-107, 172-176.
- 11) 岡部昭典, 酒井真次. 1988. 生育調節剤による大豆の裂皮性検定. 農業技術 43: 325-326.
- 12) Okabe, A.; Sasaki, K.; Igita, K. 1990. Varietal Difference in Resistance to Purple Seed

- Stain of Soybean and the Method of Selecting for the Resistance. JARQ 23(3):163-169.
- 13) 大久保一良. 1988. 大豆のDMF (Dry Mouth Feel, あく, 不快味) 成分と豆腐等の食品におけるその挙動. 日本食品工業学会誌 35: 866-874.
- 14) ———, 1990. サポニン等の配糖体成分を考慮した大豆の食品加工—大豆を素材とした機能性食品の設計—. 大豆月報 162: 34-38.
- 15) 斎尾恭子. 1987. 食品用大豆の品質—主に国産大豆について—. 農林水産技術研究ジャーナル 10(7): 3-13.
- 16) 酒井真次, 村田吉平, 菊池彰夫. 1989. ダイズもやしの加工適性の一評価法. 日作東北支部報 32: 91-93.
- 17) Shiraiwa, M.; Yamauchi, F.; Harada, K.; Okubo, K. 1990. Inheritance of "Group A Saponin" in Soybean seed. Agric. Biol. Chem. 54: 1347-1352.
- 18) 鈴木康平. 1988. 国産大豆利用促進流通加工動向調査報告書の概要(上). 大豆月報 152: 18-37.
- 19) ———, 1988. 国産大豆流通促進流通加工動向調査報告書の概要(中). 大豆月報 153: 26-38.
- 20) ———, 1988. 国産大豆流通促進流通加工動向調査報告書の概要(下). 大豆月報 154: 28-34.
- 21) 平 春枝. 1987. 高含硫アミノ酸(メチオニン・シスチン)含量品種の育種.(小島睦夫編, わが国におけるマメ類の育種), p. 328-350.
- 22) ———, 田中弘美, 斎藤昌義. 1989. 国産大豆の全糖・遊離型全糖及び遊離糖類の含量. 日本食品工業学会誌 36: 968-980.
- 23) 矢ヶ崎和弘, 宮崎佳枝, 小林 勉, 重盛 勲, 宮崎尚時. 1988. ダイズ保存品種の加工適性の評価. 第1報 粒大, 子実成分および煮豆硬度に関する調査. 長野中信農試報 7: 35-42.