

高品質多収大豆新品種の育成と子実貯蔵タンパクの機能に関する研究

高橋将一（独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構 九州沖縄農業研究センター）

masakazu@affrc.go.jp

子実中のタンパク質含量が高く豆腐加工に適した、多収で広域適応性の「サチユタカ」を育成した。また、納豆用の「すずおとめ」、青豆の「キヨミドリ」、および青臭みの発生のない、暖地での栽培に適したリポキシゲナーゼ完全欠失大豆「エルスター」を育成した。さらに、子実貯蔵タンパクを欠失した QF2 系統を作出した。

はじめに

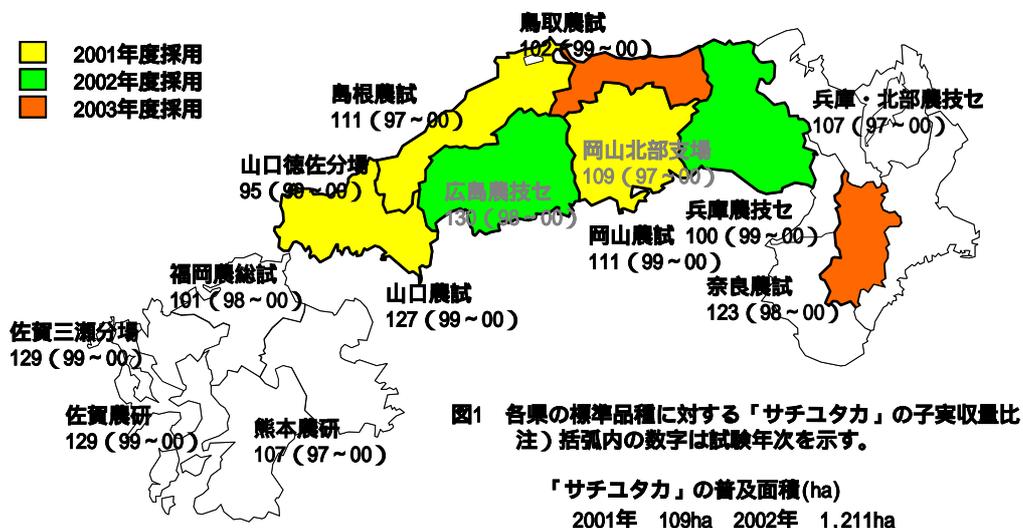
日本をはじめ東アジアの国々では、大豆は重要なタンパク源として古くから多様な大豆加工食品に利用され、人々の食生活を支えてきた。我が国では、これまで大豆タンパク質の質的・量的な改善に関する研究が数多く行われ、特に、九州沖縄農業研究センターでは豆腐用品種として「フクユタカ」、「アキシロメ」、「ニシムスメ」、「トヨシロメ」の育成により、西日本の大豆生産に多大な貢献をしてきた。

現在、九州地域では豆腐加工適性の高い、晩生の「フクユタカ」が、中国地域では中生・多収で子実タンパク含量の低い「タマホマレ」が主として生産されているが、多収・中生の高タンパク大豆が求められていた。また、豆腐用原料という大きなニーズに応えながらも、黒豆、青豆、納豆原料となる小粒大豆など、比較的小さなニーズにも対応できる産地育成も大切な課題となっている。

さらに近年、大豆の健康機能性が注目され、全く新しい加工食品の開発も期待されるようになった。このために子実タンパクの改善を目指して品種育成を進め、いくつかの成果を挙げた。さらに大豆子実中の貯蔵タンパク質に関して、特殊な系統を得ることができたので合わせて紹介したい。

高加工適性大豆の育成

中国・近畿地域の主力品種「タマホマレ」は、安定した多収品種であるが、タンパク質含量が低く、九州地域の「フクユタカ」、北陸地域の「エンレイ」に比べると豆腐加工適性が低い。国産大豆の用途別需要の 50%以上は、豆腐・油揚げ原料用であることから、中国・近畿地域での栽培に適し、豆腐加工に優れた新品種開発に対する要望



は強い。一方、九州地域においては大豆・麦の二毛作地帯を中心に、機械化一貫作業体系による規模の拡大が図られているため、主力品種である「フクユタカ」ではコンバインによる収穫時期と麦の播種時期との間が短く、作業競合が起こり易くなっていることから、早生の良質品種の開発に対する要望が強くなっている。

2001年に農林登録された「サチユタカ」は、短茎・安定多収で子実タンパク含量が高く豆腐加工に適しているため、実需者の評価の低い「タマホマレ」に代わって2003年度には近畿・中国地域で約2,000haの作付けが見込まれている。「サチユタカ」は高品質と安定多収をねらって、「フクユタカ」と「エンレイ」との交雑雑種F2に、再び「エンレイ」を交配して得られた1,178系統から、紫斑病、臍色、草型、早晚性の形質に留意して選抜し育成されたものである。

2002年には暖地向けの納豆用小粒品種「すずおとめ」¹⁾と青豆品種「キヨミドリ」を育成した。納豆の原料となる小粒大豆の生産のほとんどは、北海道、東北、関東など東日本地域に限られ、西日本地域では皆無であった。西日本では納豆の消費が熊本県など、ごく一部の地域に限られていたが、納豆の健康増進効果や食文化の交流によって、全国的に納豆を食べる習慣が定着しつつある。そこで、九州での納豆原料となる小粒大豆の産地形成への強い要望に応えるため、納豆用小粒大豆の育成を進めてきた。「すずおとめ」は現在、福岡県と熊本県で栽培され、納豆として一般に販売されるとともに、学校給食にも提供されている。青豆は豆菓子原料、きな粉、ひたし豆など特定の用途に限られてきたが、最近では、豆腐にした場合、外観が薄緑色となるため、一部の地域では豆腐原料としても利用されるようになってきている。「キヨミドリ」は緑色豆腐の原料として宮崎県山田町、大分県九重町で地産地消の特産品として栽培されている。

新形質大豆の育成

大豆子実には約40%のタンパク質をはじめ、イソフラボンやビタミンなどの様々な栄養、機能成分が豊富に含まれているが、豆腐、味噌などの伝統的大豆加工食品以外では大豆を摂取することが少ない。この要因の一つに大豆子実中に含まれる酸化酵素リポキシゲナーゼの働きによる青臭みの発生の問題がある。

本酵素は大豆子実中に豊富に含まれる不飽和脂肪酸に作用して、青臭み(豆臭さ)の原因物質となるn-ヘキサナールなどを発生させる。また、一度発生した青臭みは加熱などの食品加工技術でも完全に除去することが難しいため、最終製品にも青臭みが残ってしまう。このため大

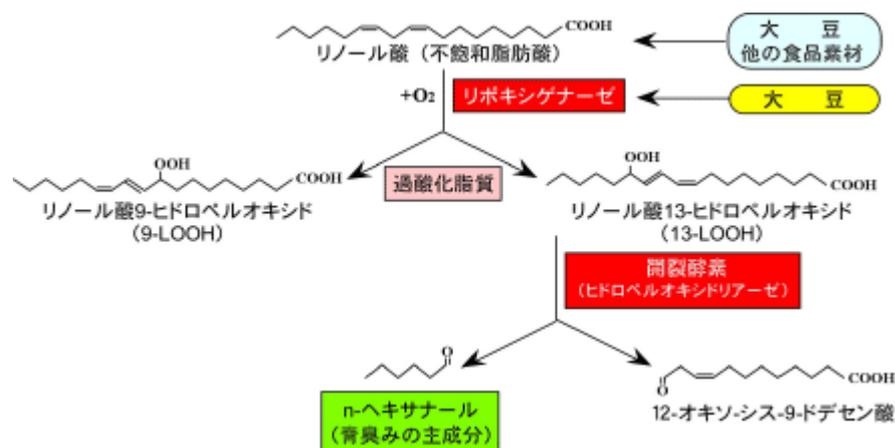


図2 大豆リポキシゲナーゼの作用(須田郁夫原図)

豆を食品素材として利用する場合には、使用量に限界があり、大豆の利用範囲を狭めていた。この根本的な解決策として遺伝的にリポキシゲナーゼを完全欠失した大豆の開発が望まれていた。2000年に農林登録された「エルスター」は九州地域に適するリポキシゲナーゼ完全欠失大豆である²⁾。「エルスター」は当研究室が放射線照射による突然変異を利用して育成したリポキシゲナーゼ欠失系統「九交355(後の『いちひめ³⁾』)」を母本に、「フクユタカ」を戻し交雑して育成し、選抜に当たって電気泳動により欠失性を確認し

た。「エルスター」の農業形質は「フクユタカ」同等に優れており、これまでリポキシゲナーゼ欠失大豆の利用を図る上で障害となっていた原料の供給体制を大幅に改善することが可能になった。2003 年度には佐賀県、愛知県で約 300ha 栽培され、大豆粉原料として栽培されている。「エルスター」を原料にした豆乳や粉末を利用すれば、食味・風味の低下を引き起こすことなく、他の食品素材、例えば、小麦粉、卵、食用油などを組み合わせた新規大豆加工食品の開発が可能であり⁴⁾、大豆の優れた栄養成分、機能成分を摂取できる機会を増やし、人々の健康に貢献することが期待される。このため、世界からも注目を集め、米国ジョージア州での生産契約が成立して、2003 年から試験栽培することになった。

子実貯蔵タンパク欠失系統の作出

大豆の主な貯蔵タンパクは 7S と 11S である。熊本県天草下島で収集した野生大豆（ツルマメ）の中から 7S タンパクを全て欠失した 1 系統を発見し⁵⁾、その欠失性が単一の優性遺伝子 *Scg-1* によって起こることを明らかにした^{6、7)}。また、*Scg-1* を戻し交雑法により「フクユタカ」に導入した系統を用いた試験結果から、7S タンパクを欠失しても、不稔などの生育異常を起こさず、普通大豆と同等の農業形質を有し、豆腐ゲル強度や含硫アミノ酸等について、従来大豆品種との間に差がないことを明らかにした^{8、9)}。さらに、11S タンパク欠失性も併せ持つ、貯蔵タンパク欠失系統（QF2 系統）の作出にも世界で初めて成功した¹⁰⁾。その子実中には貯蔵タンパクに代わって高濃度の遊離アミノ酸が蓄積しており、これらのアミノ酸を材料に有用タンパクあるいはペプチドを遺伝子組み換え技術等により産出させる可能性を示している。

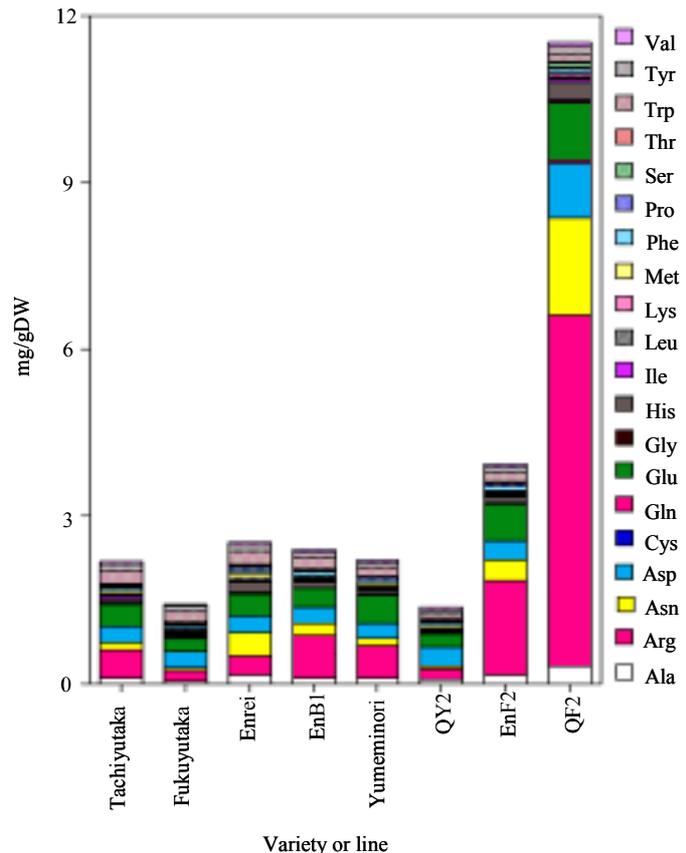


図3 大豆子実中の遊離アミノ酸含量

おわりに

品種開発の最終目標は、品種登録でなく、実際に育成された品種を生産者、実需者、消費者の方に活用してもらうことである。例えば、「エルスター」は青臭みがないという特性を維持するため、従来大豆の混入を 2%以下に抑える必要があり、原種生産から流通・加工の各段階で厳格な区別が要求され、混入防止技術の開発と混入程度を判断する技術が求められている。また、「サチユタカ」ではタンパク含量の高いという特性を最大限に活かすような豆腐加工技術を確立する必要がある。これらの課題を解決するためには、生産者、実需者、普及組織、研究機関が新品種の特性を十分把握し、協力して取り組むことが必要である。

謝辞

本研究は、九州沖縄農業研究センター作物機能開発部大豆育種研究室において行われたものです。本研

究の成果は、作物機能開発部大豆育種研究室の松永亮一博士（現 JIRCAS）、羽鹿牧太氏（現作物研）、異儀田和典氏、酒井真次氏、中澤芳則氏、小松邦彦氏をはじめ、多くの共同研究者の努力の賜物であります。食品機能開発研究室の須田郁夫博士、古田 収博士、西場洋一氏、近中四農研の石本政男博士には絶大なるご支援を頂きました。品種開発にあたって、公立農業試験研究機関、農業改良普及センター、食品メーカーの試験担当各位のご協力を賜りました。また、松井重雄博士、氏原和人氏、最上邦明氏に温かい激励と貴重なご助言を頂きました。ここに記して、心より御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 松永亮一・高橋将一・小松邦彦・羽鹿牧太・酒井真次・異儀田和典・中澤芳則 (2003) ダイズ新品種「すずおとめ」の育成とその特性, 九州沖縄農研報告, 42:31-48.
- 2) 高橋将一・松永亮一・小松邦彦・羽鹿牧太・酒井真次・異儀田和典・中澤芳則 (2003) ダイズ新品種「エルスター」の育成とその特性, 九州沖縄農研報告, 42:49-65.
- 3) 羽鹿牧太・高橋将一・異儀田和典・酒井真次・中澤芳則 (2002) ダイズ新品種「いちひめ」の育成とその特性, 九州沖縄農研報告, 40:79-94.
- 4) 須田郁夫 (1995) 過酸化脂質の少ない健全性に優れた大豆加工食品の開発, 九州農業試験場.
- 5) Hajika M., Takahashi M., Sakai S. and Igita K. (1996) A new genotype of 7S globulin (β -conglycinin) detected in wild soybean (*Glycine soja* Sieb. et Zucc.). *Breeding Science* 46:385-386.
- 6) Hajika M., Takahashi M., Sakai S. and Matsunaga R. (1998) Dominant Inheritance of a trait lacking β -conglycinin detected in a wild soybean line. *Breeding Science* 48:383-386.
- 7) Teraishi M., Takahashi M., Hajika M., Matsunaga R., Uematsu Y. and Ishimoto M. (2001) Suppression of soybean β -conglycinin genes by a dominant gene, Scg-1. *Theor.Appl.Genet.*103:1266-1272.
- 8) Takahashi M., Hajika M., Matsunaga R., Komatsu K., Obata A. and Kanegae R. (2000) Breeding of soybean variety lacking β -conglycinin by the introduction of Scg gene from wild soybean. *Proceedings of the third international soybean processing and utilization conference* 45-46.
- 9) 鐘ヶ江亮太・小幡明雄・松永亮一・高橋将一・小松邦彦 (2001) 日本の主要大豆品種中のアレルゲン Gly m Bd 28K の分析, 日本食品科学工学会誌, 48:344-348.
- 10) Takahashi M., Uematsu Y., Kasiwaba K., Yagasaki K., Hajika M., Matsunaga R., Komatsu K. and Ishimoto M. (2003) Accumulation of high levels of free amino acids in soybean seeds through integration of mutations conferring seed protein deficiency. *Planta* 217:577-586.

Breeding of Soybean Varieties with High Processing Suitability

Msakazu Takahashi (Natl.Agric.Res.Cent.Kyushu Okinawa)

masakazu@affrc.go.jp