

リポキシゲナーゼとグループAアセチルサポニンを 欠失した大豆新品種「きぬさやか」の育成

加藤 信^{*1)}・湯本 節三^{*1)}・高田 吉文^{*1)}・河野 雄飛^{*1)}
島田 信二^{*2)}・境 哲文^{*3)}・島田 尚典^{*4)}・高橋 浩司^{*5)}
故 足立大山^{*6)}・田渕 公清^{*7)}・菊池 彰夫^{*8)}

抄 録：「きぬさやか」は1993年に東北農業試験場作物開発部成分育種法研究室（現 東北農業研究センター大豆育種研究東北サブチーム）において、大豆特有の青臭みやえぐ味等の不快味を低減することを目標に、青臭みの原因となるリポキシゲナーゼ（L-1、L-2、L-3）を全て欠失した「刈系508号」を母、強い不快味を呈するグループAアセチルサポニンを欠失したA-b(F)–A0とスズユタカのF₁（「刈交0459F₁」）を父として人工交配を行い、以後、選抜・固定を図り、育成した品種である。

「きぬさやか」は成熟期が晩で、主茎長は中である。倒伏抵抗性は強で、ダイズモザイクウイルス抵抗性は強、ダイズシストセンチュウ抵抗性は弱である。花色は白で、他品種との識別性が高い。子実は中粒で臍色は黄、種皮色は黄白、粗蛋白含有率は中である。豆腐や豆乳の加工適性が良好であり、また子実中の全リポキシゲナーゼと胚軸に含まれるグループAアセチルサポニンを欠失しているため、本品種より製造された豆乳や豆腐は青臭みやえぐ味が少ない。

2005年に「きぬさやか」（だいで農林130号）として命名登録され、2006年に宮城県の奨励品種に採用された。栽培適地は東南北部である。

キーワード：大豆、新品種、リポキシゲナーゼ、グループAアセチルサポニン、青臭み、えぐ味、豆乳、豆腐

A New Soybean Cultivar “Kinusayaka” Lacking Three Lipoxygenase Isozymes and Group A Acetyl Saponin : Shin KATO^{*1)}, Setsuzo YUMOTO^{*1)}, Yoshitake TAKADA^{*1)}, Yuhi KONO^{*1)}, Shinji SHIMADA^{*2)}, Tetsufumi SAKAI^{*3)}, Hisanori SHIMADA^{*4)}, Koji TAKAHASHI^{*5)}, Taizan ADACHI^{*6)}, Kohsei TABUCHI^{*7)} and Akio KIKUCHI^{*8)}

Abstract : A new soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] cultivar “Kinusayaka” was developed by the National Agricultural Research Center for the Tohoku Region (NARCT). Released in 2005, its most noteworthy features are the deletions of three lipoxygenase isozymes and Group A acetyl saponin in the seeds. “Kinusayaka” was registered as “Soybean Norin 130” by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan, and adopted as a recommended variety by Miyagi Prefecture.

* 1) 東北農業研究センター（National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Kariwano, Daisen, Akita 019-2112, Japan）

* 2) 現・中央農業総合研究センター（National Agricultural Research Center, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan）

* 3) 現・九州沖縄農業研究センター（National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, Miyakonojo, Miyazaki 885-0091, Japan）

* 4) 現・北海道立十勝農業試験場（Hokkaido Prefectural Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido 082-0071, Japan）

* 5) 現・作物研究所（National Institute of Crop Science, Tsukuba, Ibaraki 305-8518, Japan）

* 6) 元・国際農林水産業研究センター（Deceased, Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Tsukuba, Ibaraki 305-8686, Japan）

* 7) 現・中央農業総合研究センター北陸研究センター（Hokuriku Research Center, National Agricultural Research Center, Joetsu, Niigata 943-0193, Japan）

* 8) 現・近畿中国四国農業研究センター（National Agricultural Research Center for Western Region, Zentsuji, Kagawa 765-8508, Japan）

2006年12月14日受付、2007年2月28日受理

“Kinusayaka” was derived from the cross “Karikei508” x “Karikou0459F₁” made in 1993.

“Karikei508” is a breeding line with three lipoxygenase isozymes deletion. “Karikou0459F₁” was derived from the cross “A-b(F)-A0” x “Suzuyutaka”. “A-b(F)-A0” lacks Group A acetyl saponin.

“Kinusayaka” has a determinate growth habit, white flowers, gray pubescence, brown pods, and yellow seeds with a yellow hilum. It averaged a 23rd October maturation date, 79cm plant height, a 309kg/10a seed yield, 23.5g 100-seed weight, 40.9% protein content, and 19.8% oil content at the Kariwano Branch (39° N Lat.), NARCT. “Kinusayaka” has resistance to soybean mosaic virus, but not to soybean cyst nematode. “Kinusayaka” lacks three lipoxygenase isozymes and Group A acetyl saponin. “Kinusayaka” is highly suitable for processing soy milk and tofu, and those made from it have a less beany and astringent flavor.

Key Words : Soybean, New cultivar, Lipoxygenase, Group A acetyl saponin, Beany flavor, Astringent, Soy milk, Tofu

I 緒 言

大豆には特有の青臭みやえぐ味等の不快味に関与する成分が含まれており、大豆の食品利用範囲を狭める要因の一つになっている(大久保 1988, 須田 1999)。また、豆乳では、他の大豆食品よりも青臭みやえぐ味等の不快味を感じやすく、このことが嗜好性を大きく低下させている。そのため実需者から、青臭みやえぐ味の原因となる成分を低減した品種の開発が強く要望されてきた。

青臭みの原因物質であるn-ヘキサナールは、大豆の子実中のリノール酸などの不飽和脂肪酸がリポキシゲナーゼにより酸化されて過酸化脂質を生成し、これにヒドロペルオキシドリアーゼが作用することで生じる(Matoba *et al.* 1985a, Matoba *et al.* 1985b, Rackis *et al.* 1979)。したがって、青臭みの低減は、リポキシゲナーゼを遺伝的に除去した品種を育成することで解決される。これまでにリポキシゲナーゼ欠失品種は「いちひめ」(羽鹿ら 2002)、「エルスター」(高橋ら 2003)、「すずさやか」(湯本ら 2006)の3品種育成されている。

また、えぐ味等の不快味の主な原因としてはグループAアセチルサポニンがある。グループAアセチルサポニンは、C-22位糖鎖末端糖がアセチル化されたアセチルサポニンであり、胚軸のみに存在し、微量でも強いえぐ味を呈する(Shiraiwa *et al.* 1991)。東北農業試験場作物開発部成分育種法研究室(現東北農業研究センター大豆育種研究東北サブチーム)は、この成分について野生大豆のツルマメを含む国内の在来種、品種、系統等1000点以上の大豆遺伝資源を探索した。その結果、グループAアセチルサポニンを欠失した変異体A-b(F)-A0を見出した

(Kikuchi *et al.* 1999)。

これにより不快味の育種の改善も可能となり、豆乳などに加工した際に生じる青臭みやえぐ味等の不快味の低減を図るため、リポキシゲナーゼとグループAアセチルサポニンの両方を欠失した「きぬさやか」を育成した。「きぬさやか」の適地は東北南部であり、2005年に農林水産省の新品種として登録(だいち農林130号)され、2006年に宮城県の奨励品種に採用された。そこで、本品種の来歴、育成経過、特性等について報告し、普及の参考に供したい。

「きぬさやか」の育成にあたり、宮城県古川農業試験場の植松克彦氏、滝澤浩幸氏の諸氏には、奨励品種決定調査等を通じて、その特性把握にご尽力いただいた。また、特性検定試験では公立農業試験研究機関の担当者の方々に、加工適性試験では実需者の方々に、それぞれ多大なご協力をいただいた。さらに育成地職員の大島清悦、鎌田精孝、千葉剛、佐藤英次、加藤昭、藤井修、佐藤光晴、高橋明浩、佐藤祐孝、高貝久穂、佐藤康孝、高橋武志の各氏には育種業務の遂行にご尽力いただいた。ここに記して各位に深く感謝する。

II 来歴及び育成経過

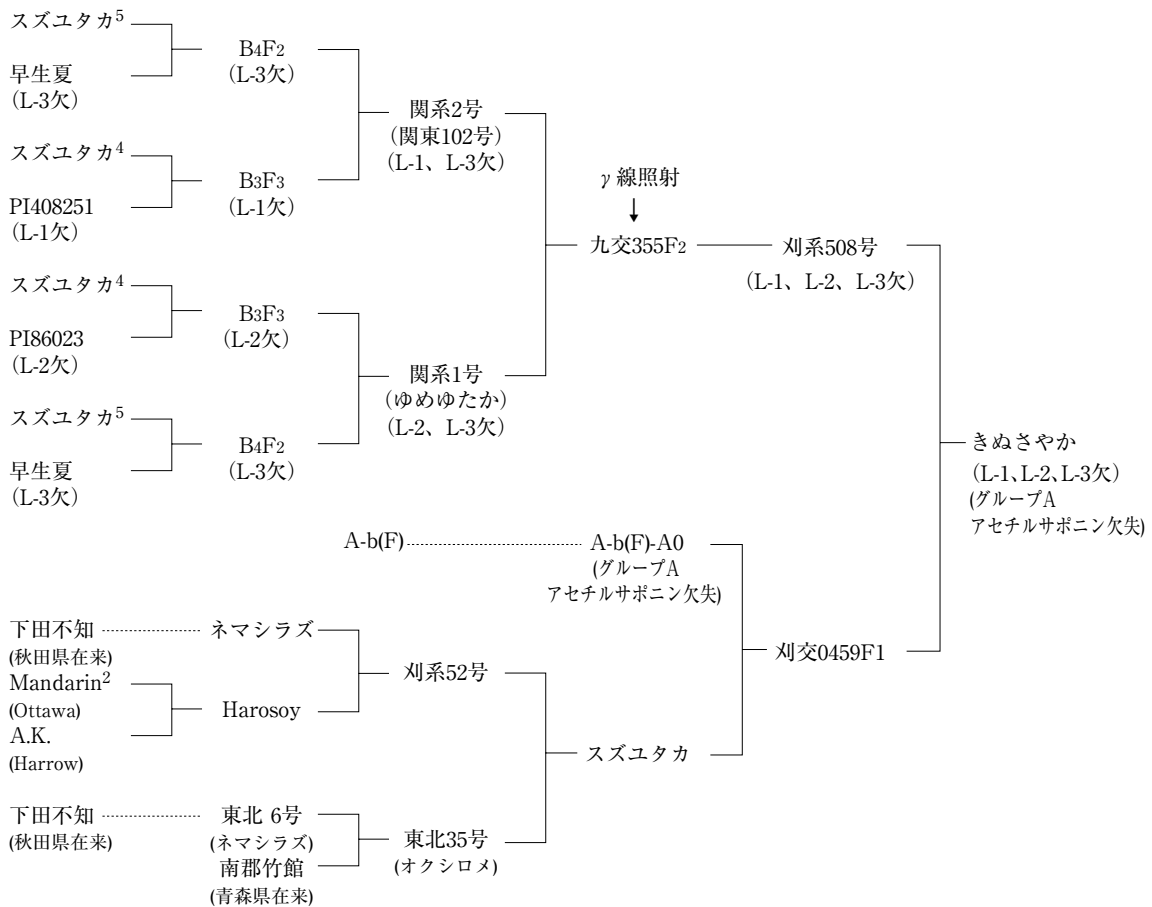
1993年に、大豆特有の青臭みやえぐ味等の不快味を低減することを目標に、青臭みの原因となるリポキシゲナーゼ(L-1、L-2、L-3)を全て欠失した「刈系508号」を母、強い不快味を呈するグループAアセチルサポニン欠失した「A-b(F)-A0」と「スズユタカ」のF₁(「刈交0459F₁」)を父として、東北農業試験場作物開発部成分育種法研究室(現東北農業研究センター大豆育種研究東北サブチーム)において、人工交配を行った(表1、図1)。

1994年の冬季にF₁を温室に栽植して世代促進を行い、個体別に採種して、F₂を系統扱いとした。圃場にて各F₂系統を母親の「刈系508号」と比較し、生育特性が酷似する系統を自殖種子由来と見なし廃棄した。その後、F₃でリボキシゲナーゼの有無を調査して全欠の69個体を選抜し、F₄でさらにグループA

表 1 育成経過

年次	1993	1994	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
世代	交配	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
供試	系統群数				34	12	5	5	3	1	1	1	1
	系統数			77	48	69	60	25	25	21	7	7	7
	個体数	153花	84		×25	×25	×25	×25	×25	×25	×25	×25	×25
選抜	系統数			48	34	12	5	5	3	1	1	1	1
	個体数			77	69	60	25	25	21	7	7	7	7
	粒数	84											
備考		冬季温室世代促進	系統植え、選抜系統について集団採種	リボキシゲナーゼ欠失個体を選抜	リボ欠でグループAアセチルサポニン欠失を選抜				刈系651号		東北151号		

注. 1. 個体数の「×25」は各系統25個体よりなることを示す。



A-b(F) 来歴不詳 (遺伝資源として、大館試験地より導入)

図 1 「きぬさやか」の系譜

アセチルサポニン欠失の12系統を選抜した。以後、系統育種法で選抜・固定を図り、2000年から「刈系651号」として生産力検定予備試験及び特性検定試験等に供試し、2002年からは「東北151号」の地方番号を付して奨励品種決定調査や加工適性試験に供試した。その結果、収量、品質が「スズユタカ」並で、豆腐、豆乳ではリポキシゲナーゼとグループAアセチルサポニン欠失による新規性に富む加工品ができることが確認されたので、普及を目指すこととした。2005年に「きぬさやか」(だいち農林130号)として命名登録され、2006年に宮城県の奨励品種に採用された。なお、「きぬさやか」(英語表記:

Kinusayaka) の名称は、本品種より製造される豆乳及び豆腐が、青臭みやえぐ味等の不快味が少なく、絹のようになめらかなでさわやかな味わいであることに由来する。

Ⅲ 特 性

「きぬさやか」の形態的特性、生態的特性、品質特性を、東北地域の主力品種「スズユタカ」(橋本ら 1984) 及びリポキシゲナーゼ欠失品種「すずさやか」(湯本ら 2006) とともに、表2、表3、表4に示した。いずれも審査基準国際統一委託事業調査報告書(2004)に従い、原則として育成地での調

表2 形態的特性

品種名	胚軸のアントシアニンの着色	小葉の形	花色	毛茸		主茎長	主茎節数	分枝数	伸育型	熟莢の色	粒			種子色	種皮の色	臍色	
				多少	形 色						大きさ	形	光沢				
きぬさやか	無	卵形	白	中	直	白	中	やや少	中	有限	中	中	球	弱	黄	黄白	黄
スズユタカ	有*	卵形*	紫	中*	直*	白*	中*	中*	中*	有限*	濃*	中*	扁球*	弱*	黄*	黄白*	黄*
すずさやか	有	卵形	紫	中	直	白	中	やや少	有限	濃	中	中	扁球	弱	黄	黄白	黄

注. 1) 審査基準国際統一委託事業調査報告書(2004年3月)による。育成地での調査に基づいて分類。

2) *印は当該形質について標準品種になっていることを示す。

表3 生態的特性

品種名	開花期	成熟期	生態型	裂莢の難易	最下着莢節位高	倒伏抵抗性	病中害抵抗性						
							モザイクウイルス					圃場抵抗性	センチュウ
							A	B	C	D	E		
きぬさやか	やや晩	晩	中間型	中	中	強	強	強	強	強	弱	強	弱
スズユタカ	やや晩	やや晩	中間型	中*	中	強*	強	強	強	強	弱	強*	強*
すずさやか	やや晩	やや晩	中間型	中	中	強	強	強	強	強	弱	強	強

注. 1) 審査基準国際統一委託事業調査報告書(2004年4月)による。育成地での調査に基づいて分類。

2) *印は当該形質について標準品種になっていることを示す。

表4 品質特性

品種名	粗蛋白質含有率	粗脂肪含有率	裂皮の難易	リポキシゲナーゼ アイソザイムの有無	グループA アセチルサポニンの有無
きぬさやか	中	中	易	全欠	欠
スズユタカ	中*	中*	中	全有	有
すずさやか	中	中	難	全欠*	有

注. 1) 審査基準国際統一委託事業調査報告書(2004年3月)による。育成地での調査に基づいて分類。

2) *印は当該形質について標準品種になっていることを示す。

査結果に基づいて分類した。

1. 形態的特性

胚軸のアントシアニンの着色は無、花色は白、小葉の形は卵形、毛茸色は白、その多少は中である。主茎長と分枝数は中で、主茎節数はやや少、伸育型は有限で、熟莢の色は中である(写真1)。子実の大きさは中で、その形は球である。子葉色は黄、種皮の地色は黄白、臍色は黄、粒の光沢は弱である(写真1)。

2. 生態的特性

1) 育成地における生産力検定試験

2002年～2005年の4年間、普通畑(東北農業研

究センター 大仙研究拠点 刈和野)と水田転換畑(東北農業研究センター 大仙研究拠点 大曲)で生産力検定試験を実施した。

普通畑では、開花期が8月1日で「スズユタカ」並、成熟期が10月23日で「スズユタカ」より5日遅かった。主茎長は79cm、主茎節数は15.2、分枝数は6.9で、「スズユタカ」に比較して、主茎長や分枝数は同等、主茎節数はやや少なかった。子実重は30.9kg/a、百粒重は23.5gで、ともに「スズユタカ」並、外観品質は「スズユタカ」と同じ中上であった(表5)。

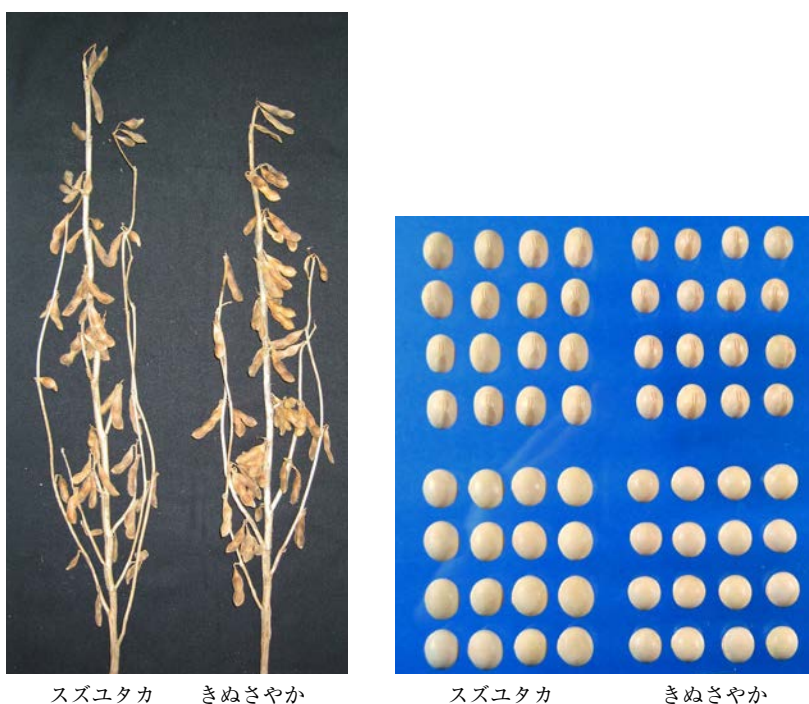


写真1 「きぬさやか」の草本と子実の形態
(2004年 東北農業研究センター大豆育種研究室、刈和野産)
2004年5月25日播種、畦幅75cm、株間16cm、1株2本立

表5 普通畑標準播種における生育、収穫物および品質調査成績(育成地)

品種名	開花 期 (月日)	成熟 期 (月日)	主茎 長 (cm)	主茎 節 数 (節/本/株)	分枝 数 (本/株)	生育中の障害程度				全 子 実 重 (kg/a)	子 実 重 (g)	対 標 準 比 (%)	百 粒 重 (g)	被害粒の程度			品 質
						蔓 化	倒 伏	無 イ ル	立 枯					紫 斑	褐 斑	裂 皮	
きぬさやか	8.01	10.23	79	15.2	6.9	無	中	無	微	65.6	30.9	98	23.5	微	微	微	中上
スズユタカ(標準)	8.02	10.18	82	17.0	6.6	無	中	無	微	64.2	31.6	100	25.0	微	微	微	中上
すずさやか(比較)	8.03	10.17	78	16.9	7.2	無	多	無	微	64.5	32.8	103	24.5	微	微	微	中上
タチユタカ(比較)	7.31	10.19	69	17.1	4.0	無	微	無	微	55.8	28.8	92	26.6	少	微	微	中上
ハタユタカ(比較)	8.02	10.22	91	16.3	7.5	無	中	無	微	71.7	35.4	111	31.4	微	微	微	中上

注. 1) 試験年次: 2002～2005年。
2) 試験場所: 東北農業研究センター大仙研究拠点刈和野。

転換畑では、開花期が8月2日で「スズユタカ」並で、成熟期が10月27日で「スズユタカ」より5日遅かった。主茎長は83cm、主茎節数は15.6、分枝数は7.6で、「スズユタカ」に比較して、主茎長や分枝数は同等、主茎節数はやや少なかった。子実重は28.4kg/a、百粒重は23.0gで、「スズユタカ」並、外観品質は「スズユタカ」と同じ中上であった(表6)。

以上の結果から、「きぬさやか」の収量、粒大及び外観品質は「スズユタカ」並と言える。

2) 病虫害抵抗性

(1) ダイズモザイクウイルス抵抗性

育成地におけるダイズモザイクウイルスの病原系統別接種試験では、A、B、C及びD系統に対する抵抗性が確認され、「きぬさやか」の抵抗性は強と判定される(表7)。

(2) ダイズシストセンチュウ抵抗性

北海道立十勝農業試験場におけるダイズシストセ

ンチュウ抵抗性検定試験では、シスト寄生指数が、抵抗性が弱の標準品種「キタムスメ」と同等であり、「きぬさやか」の抵抗性は弱と判定される(表8)。

(3) 紫斑病抵抗性

福島県農業試験場会津支場における紫斑病抵抗性検定試験では、紫斑病発病率が紫斑病抵抗性強の標準品種「赤茨」よりわずかに高いことから、「きぬさやか」の紫斑病抵抗性はやや強と判定される(表9)。

(4) 立枯性病害抵抗性

岩手県農業研究センターにおける立枯性病害抵抗性検定試験の発病度は、同一株内「Harosoy」比で、「スズカリ」並であり、「きぬさやか」の立枯性病害抵抗性はやや強と判定される(表10)。

3) 機械化適性

「きぬさやか」の最下着莢節位高は「タチナガハ」より低く、「スズユタカ」並であり、中に分類され

表6 転換畑標準播種における生育、収穫物および品質調査成績(育成地)

品種名	開花 期 (月日)	成熟 期 (月日)	主茎 長 (cm)	主茎 節 数 (節/本/株)	分枝 数 (本/株)	生育中の障害程度				全 実 重 (kg/a)	子 実 重 (%)	対 標 準 粒 重 (g)	被害粒の程度			品 質	
						蔓 化	倒 伏	ウ イ ル ス	立 枯				紫 斑	褐 斑	裂 皮		
																	微
きぬさやか	8.02	10.27	83	15.6	7.6	微	少	無	微	59.7	28.4	95	23.0	無	無	微	中上
スズユタカ(標準)	8.02	10.22	84	17.3	7.2	微	多	無	微	64.8	30.0	100	24.1	微	無	微	中上
すずさやか(比較)	8.03	10.25	86	17.7	6.9	微	多	無	微	66.7	31.1	104	24.9	無	微	微	中上
タチユタカ(比較)	7.30	10.22	67	17.1	4.6	微	微	無	微	57.9	29.7	99	25.5	微	無	微	中上
ハタユタカ(比較)	8.02	10.28	92	16.3	8.1	微	中	無	微	78.1	35.6	119	31.8	無	無	微	中上

注. 1) 試験年次: 2002~2005年。

2) 試験場所: 東北農業研究センター大仙研究拠点大曲。

表7 ダイズモザイクウイルス病原系統別抵抗性検定試験成績(育成地)

品種名		ダイズモザイクウイルス病原系統				
		A	B	C	D	E
きぬさやか	発病個体率	4	9	0	8	58
	判定	R	R	R	R	S
デワムスメ	発病個体率	0	0	0	0	47
	判定	R	R	R	R	(S)
農林4号	発病個体率	86	90	95	96	43
	判定	S	S	S	S	(S)

注. 1) 個体発病率は2000年(刈系651号)と2004年の2ヶ年平均。

2) 病原系統別の人工接種による。

3) 抵抗性判定: 発病個体率 0~10%:R、11~30%:(R)、31~50%:(S)、51~100%:S。

4) 「デワムスメ」、「農林4号」はA~D系統に対する抵抗性の指標品種である。

表8 ダイズシストセンチュウ抵抗性検定試験成績（北海道立十勝農業試験場）

品種名	レース3（更別村）				抵抗性	レース1（十勝農試）		判定	
	寄生度指数					性	寄生度指数		
	2002年		2004年				2002年		
	7月25日	8月1日	7月23日	8月5日			7月15日		7月21日
きぬさやか	32	40	62	—	S	48	51	S	弱
キタムスメ	37	39	80	70	S	54	41	S	弱
トヨムスメ	0	3	13	6	R	47	41	S	強
Peking	0	2	0	0	R	0	6	R	極強

注. 1) 根の雌成虫の着生密度を、0（無）～4（甚）の階級値で表し、以下の式により、寄生度指数を算出した。

$$\text{寄生度指数} = \frac{\sum (\text{階級値} \times \text{該当個体数}) \times 100}{4 \times \text{個体数}}$$

- 2) 抵抗性は標準品種の寄生度指数を参考にして判定した。なおR：抵抗性、S：罹病性、判定は標準品種との比較による。
 3) 「キタムスメ」は弱、「トヨムスメ」は強、「Peking」は極強の標準品種である。
 4) 各年次の月日は調査日を示す。

表9 紫斑病抵抗性検定試験成績（福島県農業試験場会津支場）

品種名	2001年		2004年	
	発病粒率 (%)	判定	発病粒率 (%)	判定
きぬさやか	1.2	強	5.5	やや強
赤茨（長野）	1.1	強	0.7	強
タマヒカリ	2.9	やや強	5.2	やや強
スズユタカ	6.1	中	12.8	中
エンレイ	6.5	中	20.3	中

注. 1) 2001年は刈系651号の成績。

- 2) 判定：任意に抽出した100gの子実について発病粒率で判定。
 2001年の判定基準 1.1～2.8：強、2.9～6.2：やや強、6.3～9.9：中、10.0～19.9：やや弱、20.0～：弱(単位%)。
 2004年の判定基準 0.7～5.1：強、5.2～16.5：やや強、16.6～24.9：中、25.0～39.9：やや弱、40.0～：弱(単位%)。
 3) 「赤茨(長野)」は強、「タマヒカリ」はやや強、「スズユタカ」と「エンレイ」は中の指標品種である。

表10 立枯性病害抵抗性検定試験成績（岩手県農業研究センター）

品種名	2001年				2004年			
	発病株率 (%)	平均発病度	同一株内 Harosoy対比	判定	発病株率 (%)	平均発病度	同一株内 Harosoy対比	判定
きぬさやか	94.9	1.51	0.633	やや強	81.4	1.64	0.705	やや強
ナンブシロメ	100.0	2.67	1.014	弱	100.0	2.75	1.033	弱
ワセスズナリ	91.1	2.01	0.781	中	100.0	2.80	0.885	中
スズカリ	86.6	1.71	0.678	やや強	97.5	2.21	0.769	やや強

注. 1) 2001年は刈系651号の成績。

- 2) 1株に供試品種・系統とHarosoyを混植し、Harosoyが罹病した株だけを調査対象とした。
 3) 発病度は、発病無し：0、地際部に褐変が認められる：1、褐変が地際部全体を取り巻いている：2、褐変が地際部を中心に長く伸びている：3、主根が腐朽：4、枯死：5とする階級値を個体毎に与え、下式によって算出した。

$$\text{発病度} = \frac{\sum (\text{階級値} \times \text{該当株数})}{(\text{全調査株数} \times 5)} \times 100$$

 4) 同一株内Harosoy対比は、同一株内のHarosoyの発病度に対する供試系統の発病度として算出した。
 5) 判定は同一株内Harosoy対比を重点に行った。
 2001年の判定 強：同一株内Harosoy対比0.610未満
 やや強：0.610～0.729
 中：0.730～0.879
 やや弱：0.880～0.999
 弱：1.000以上
 2004年の判定 強：同一株内Harosoy対比0.700未満
 やや強：0.700～0.799
 中：0.800～0.899
 やや弱：0.900～0.949
 弱：0.950以上
 6) 「ナンブシロメ」は弱、「ワセスズナリ」は中、「スズカリ」はやや強の指標品種である。

る(表11)。裂莢の難易について、熱風乾燥処理(土屋・砂田 1978)による裂莢検定試験の結果、「きぬさやか」の裂莢率は「スズユタカ」並で中と判定される(表12)。倒伏抵抗性について、育成地の生産力検定試験(表5、表6)における倒伏程度は「スズユタカ」並であり、強と判定される。

3. 品質特性

1) 粒大、裂皮性及び子実成分

「きぬさやか」の粒度分布は、中粒銘柄である「スズユタカ」とほぼ同等であることから、中粒に該当する(表13)。「きぬさやか」の子実の幅と長さ及び厚さと幅の比は、それぞれ0.94、0.86であり、粒形は球に分類される(表14)。

「きぬさやか」の裂皮の難易は、吸水・乾燥処理(村田ら 1991)による裂皮検定試験より、易と判定される(表15)。

「きぬさやか」の粗蛋白含有率は、高の標準品種である「エンレイ」より低く、中の標準品種「スズユタカ」並であり(表16)、粗蛋白含有率は中に分類される。また、「きぬさやか」の粗脂肪含有率は、中の標準品種の「スズユタカ」並であり(表16)、粗脂肪含有率は中に分類される。

子実中のリポキシゲナーゼについて、「スズユタカ」は3つのアイソザイムを有しているが、「きぬさやか」は全て欠失している(写真2)。また胚軸中に含まれるグループAアセチルサポニンも、「ス

表11 最下着莢節位高調査成績(育成地)

品種名	最下着莢節位高 (cm)	判定
きぬさやか	18.8	中
すずかおり	13.2	低
スズユタカ	19.4	中
タチユタカ	22.0	中
タチナガハ	31.7	高

注. 1) 2002~2004年の3ヶ年平均。
2) 普通畑標準播における10株、3反復を調査した。
3) 「スズユタカ」は中の標準品種である。

表12 熱風乾燥処理による裂莢率の調査成績(育成地)

品種名	裂莢率 (%)	判定
きぬさやか	57	中
タチナガハ	98	易
スズユタカ	80	中
タチユタカ	2	難

注. 1) 2002年~2004年の3ヶ年平均。
2) 裂莢率は、成熟期の2週間後に60℃・3時間処理後、裂莢数を調査した。
3) 2002年、2003年は50莢を2反復、2004年は50莢を3反復、裂莢数を調査した。
4) 「スズユタカ」は中、「タチユタカ」は難の標準品種である。

表13 粒度分布(育成地)

品種名	6.6mm 以下	6.7mm~ 7.2mm	7.3mm~ 7.8mm	7.9mm~ 8.4mm	8.5mm 以上	百粒重 (g)
きぬさやか	5.4	41.8	48.8	4.0	0.0	23.5
スズユタカ	5.3	37.2	53.4	4.1	0.1	24.9

注. 1) 2002~2004年の3ヶ年平均。
2) 育成地の普通畑標準播産について、各反復500g、3反復を調査した。
3) 粒度は重量比(%)。

表14 粒形調査成績(育成地)

品種名	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	幅/長さ	厚さ/幅	判定
きぬさやか	7.78	7.30	6.27	0.94	0.86	球

注. 1) 2002~2004年の3ヶ年平均。
2) 育成地普通畑標準播産50粒を調査した。
3) “球”の分類基準：幅/長さが0.85以上で厚さ/幅が0.85以上

表15 吸水乾燥法による裂皮性検定試験成績(育成地)

品種名	裂皮粒率 (%)	判定
きぬさやか	39.7	易
スズユタカ	24.5	中
エンレイ	18.1	難

注. 1) 2002~2004年の3ヶ年平均。
2) 30℃・13時間吸水後、30℃・湿度80%で8時間以上乾燥後、裂皮の大きさが最大3mm以上の粒数を調査した。供試粒数は50粒2反復である。
3) 「スズユタカ」は中、「エンレイ」は難の指標品種である。

ズユタカ」は有しているが、「きぬさやか」は欠失している（写真3）。

2) 加工適性

(1) 豆乳

豆乳メーカーA社で製造した豆乳を用いて、東北農業研究センター委託消費者モニターをパネラーとする官能評価試験を行った。なお、比較として同社

の輸入大豆を原料とする市販品を用いた。その結果、輸入大豆と比較して、「きぬさやか」を原料とした豆乳は、青臭みやえぐ味が少なく、なめらかで、総合評価も高かった（表17）。

(2) 豆腐

育成地における豆腐加工適性試験では、「きぬさやか」は豆乳抽出率や豆乳固形分が「スズユタカ」、

表16 子実成分調査成績（育成地）

品種名	粗蛋白質含有率 (%)		粗脂肪含有率 (%)	
	普通畑 標準播	転換畑 標準播	普通畑 標準播	転換畑 標準播
きぬさやか	40.9	40.9	19.8	19.4
スズユタカ (標準)	40.6	40.7	19.8	19.7
エンレイ (標準)	45.8	45.6	18.8	18.5

注. 1) 2002～2004年の3ヶ年平均。
 2) 分析は近赤外分光分析法による無水分中の含有率。窒素蛋白質換算係数は6.25。
 3) 「スズユタカ」は粗蛋白質含有率“中”(40.1～44.0%)、粗脂肪含有率“中”(19.0～21.9%)の標準品種。「エンレイ」は粗蛋白質含有率“高”(44.1～48.0%)の標準品種。

表17 豆乳官能評価試験成績（東北農業研究センター総合研究部）

品種名	見た目	なめらかさ	風味	青臭み	えぐみ	こく	甘み	総合評価	
きぬさやか	1.3	1.5	1.1	1.7	1.5	0.1	0.6	1.0	
評価基準	↑ 2	良い	良い	良い	ない	ない	ある	ある	良い
	0	同じ	同じ	同じ	同じ	同じ	同じ	同じ	同じ
	↓ -2	悪い	悪い	悪い	ある	ある	ない	ない	悪い

注. 1) 試験年次：2004年。
 2) きぬさやか（育成地普通畑標準播産）と輸入大豆を用いて豆乳を製造。
 3) 官能評価試験は東北農業研究センター総合研究部（現東北地域活性化研究チーム）が実施。
 4) 東北農業研究センター委託消費者モニター52名による官能評価。
 5) 輸入大豆を基準（0）にして比較したときの全モニターの平均値。

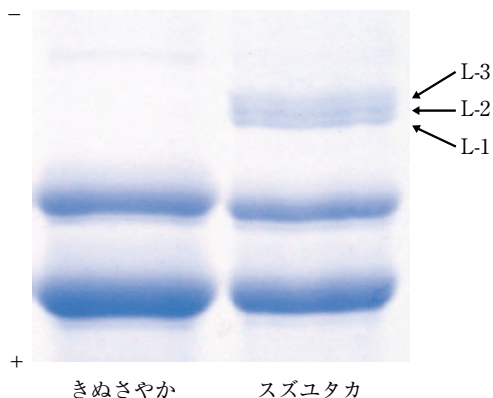


写真2 子実中のリポキシゲナーゼの電気泳動像

L-1、L-2、L-3は3種類のリポキシゲナーゼを示す。
 注. 1) タンパク抽出は、抽出500μl (50mMトリス、7mM SDS、5M尿素、pH8.0)とβ-メルカプトエタノールを1滴加えて行った。電気泳動は7.5%アクリルアミドゲル、定電流40mA、4時間で行った。

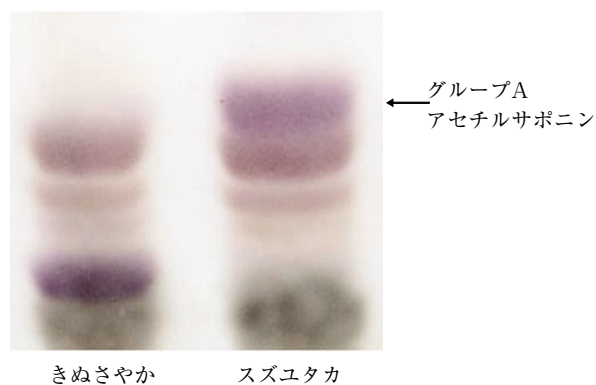


写真3 グループAアセチルサポニンの薄層クロマトグラム

注. 1) 胚軸の10倍量の70%エタノール（0.1%酢酸を含む）で抽出した液を試料とした。クロロホルム：メタノール：蒸留水=13：7：2の移動層で展開後、検出液（10%硫酸、1%硫酸セリウム）を噴霧し、110℃で10分加熱した。

「フクユタカ」並で、豆腐破断強度は「フクユタカ」よりもやや劣るが、「スズユタカ」より安定して高かった(表18)。

また、大豆食品メーカーB社で製造した豆腐を用いて、東北農業研究センター委託消費者モニターをパネラーとする官能評価試験を行った。なお、比較として同社の輸入大豆を原料とする市販品を用いた。その結果、輸入大豆と比較して、「きぬさやか」を原料とした豆腐は青臭みやえぐ味が少なく、甘みがあり、食感や見た目も良く、総合評価も高かった(表19)。

(3) 豆乳アイスクリーム

大豆食品メーカーB社で、豆乳アイスクリームを製造し、食味官能評価試験を行った。なお食味官能評価はB社のパネラー10名により行われた。「きぬさやか」を原料とした豆乳アイスクリームは、「スズユタカ」と比較して、取れん味等の不快味が少なかった(表20)。

(4) 納豆

国産大豆協議会品質評価分科会において、茨城県工業技術センターで製造した納豆を用いて、食味官能評価試験を行った。中粒納豆の標準品種である

表18 豆腐加工適性試験(育成地)

品種名	吸水率 (倍)	豆乳 抽出率 (%)	豆乳中 固形分 (%)	豆腐の 破断強度 (g/cm ²)	色調		
					L*	a*	b*
2002年産							
きぬさやか	2.31	78.8	11.3	112.5	85.42	-1.86	13.06
スズユタカ	2.36	78.8	11.6	105.9	84.72	-1.31	12.63
すずさやか	2.37	78.5	11.4	99.1	84.73	-1.73	13.43
2003年産							
きぬさやか	2.29	79.3	11.2	121.9	86.06	-2.19	13.69
スズユタカ	2.32	78.6	11.3	102.0	85.27	-1.59	12.48
すずさやか	2.29	79.5	11.3	120.2	85.54	-1.95	13.62
フクユタカ	2.21	80.5	11.6	136.4	86.17	-2.31	12.76
2004年産							
きぬさやか	2.21	79.2	11.3	113.8	85.00	-2.24	13.16
スズユタカ	2.25	78.5	11.3	72.7	84.33	-1.97	12.77
すずさやか	2.27	80.3	11.5	63.0	84.30	-2.00	13.30
フクユタカ	2.22	79.1	11.2	122.7	85.83	-2.33	12.92

- 注. 1) 製造方法: 20℃、18時間浸漬後、6倍加水で磨砕し、生搾りで得た豆乳を沸騰水中で6分間加熱後、1時間冷却、0.3%GDLとなるように凝固剤を添加し、80℃で1時間加熱して豆腐を調製。
 2) 豆乳中固形分: 豆乳10g・110℃・18時間乾燥。
 3) 豆腐の破断強度: レオメーターによる(プランジャー直径10mm・速度6cm/min・サンプル高15mm)
 4) 豆乳の色調: 色差計(TC-1800MK-II)による(2度視野・D65光源)。
 L*: 明100⇔0暗 a*: 赤+⇔-緑 b*: 黄+⇔-青
 5) 「すずさやか」はリボキシゲナーゼ全欠品種、「フクユタカ」は福岡県産。

表19 豆腐官能評価試験成績(東北農業研究センター総合研究部)

品種名	見た目	食感	風味	青臭み	えぐみ	こく	甘み	総合評価	
きぬさやか	1.1	0.7	0.6	0.8	1.0	0.6	0.6	0.6	
評価基準	↑ 2	良い	良い	良い	ない	ない	ある	ある	良い
	0	同じ	同じ	同じ	同じ	同じ	同じ	同じ	同じ
	↓ -2	悪い	悪い	悪い	ある	ある	ない	ない	悪い

- 注. 1) 試験年次: 2004年。
 2) 「きぬさやか」(育成地普通畑標準播産)と輸入大豆を用いて豆腐を製造。
 3) 官能評価試験は東北農業研究センター総合研究部(現東北地域活性化研究チーム)が実施。
 4) 東北農業研究センター委託消費者モニター54名により官能評価。
 5) 評価は輸入大豆の豆腐を基準(0)として比較したときの全モニターの平均値。

「ナカセンナリ」と比較して、「きぬさやか」を原料とした納豆は、やや硬いものの、味はやや良く、総合評価は「ナカセンナリ」並であった（表21）。

(5) 味噌

国産大豆協議会品質評価分科会において、中央味噌研究所で製造した淡色系味噌及び赤色系味噌を用

いて、食味官能評価試験を行った。「きぬさやか」を原料とした味噌は、淡色系味噌では標準品種の「トヨコマチ」と比較して色、香り、組成で、赤色系味噌では標準品種の「エンレイ」と比較して色で、それぞれ評価が良く、総合評価でそれぞれ標準品種並の適性があった（表22）。

表20 牛乳混合豆乳アイスクリーム官能評価試験成績 (B社)

品種名	渋み	不快味	甘み	こく
きぬさやか	3.8	3.9	3.4	3.7
スズユタカ	2.9	3.0	3.4	3.7
	↑5	弱い	弱い	強い
評価基準	3	普通	普通	普通
	↓1	強い	強い	弱い

注. 1) 試験年次は2001年。原料は育成地普通畑標準播産。
 2) 10人のパネラーにより官能評価を行った。なお、評価はパネラーの主観で、普通を3とする絶対評価とした。
 3) 豆乳アイスクリームの製造法
 5℃の豆乳200mlと5℃の牛乳200mlとを混合し、砂糖40gを添加し、-20℃で30分放置後、さらにバニラエッセンス2mlと砂糖40gと生クリーム100gを加えて、かき混ぜ、-20℃で3時間冷凍した。冷凍後、かき混ぜ、さらに-20℃で30分間冷凍した。冷凍後の操作を3回繰り返したものを牛乳混合豆乳アイスクリームとした。

表21 納豆官能評価試験成績 (国産大豆協議会品質評価分科会、茨城県工業技術センター)

品種名	豆の色	香り	硬さ	味	糸引き	総合評価
きぬさやか	3.1	3.2	2.4	3.4	2.8	3.0
ナカセンナリ(標準)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	↑5	良い	良い	柔らかい	良い	良い
評価基準	3	普通	普通	普通	普通	普通
	↓1	悪い	悪い	硬い	悪い	悪い

注. 1) 試験年次：2004年。
 原料は「きぬさやか」が2003年産育成地産、「ナカセンナリ」が同年長野県産。
 2) 10名のパネラーにより官能評価を行った。

表22 味噌官能評価試験成績 (国産大豆協議会品質評価分科会、中央味噌研究所)

種類	淡色系味噌				赤色系味噌			
	色	香り	味	組成	色	香り	味	組成
試作条件	常圧、60分→0.75kg/cm ² 、30分 10歩麹、食塩12% 種水 200g 熟成、発酵 30℃ 加温期間 30日				常圧、60分→0.75kg/cm ² 、30分 8歩麹、食塩12% 種水 200g 熟成、発酵 30℃ 加温期間 60日			
官能評価	色	香り	味	組成	色	香り	味	組成
良い (人数)	9	8	4	9	9	5	3	4
普通 (人数)	20	20	23	22	19	22	23	21
悪い (人数)	2	3	4	0	3	4	5	6

注. 1) 原料は2003年育成地産。
 2) パネラーは31名。
 3) 評価は淡色系味噌では「トヨコマチ」(北海道産)、赤色系味噌では「エンレイ」(新潟県産)を標準とし、良い、普通、悪いの3段階で評価し、各評価の人数を示した。

Ⅳ 適地及び栽培上の留意点

1. 奨励品種決定調査等における試験成績

1) 奨励品種採用県における成績

「きぬさやか」は、2003年及び2005年、宮城県古川農業試験場の奨励品種決定調査に供試された(表23)。

標準品種「タンレイ」と比較して、成熟期は3日遅く、子実重は同品種対比で102%であった。「タンレイ」に比べ外観品質は優るものの、百粒重は同品種より5g程度軽かった。

2) 奨励品種採用県以外における概評

2002年～2005年の4カ年に延べ9箇所て供試された。その結果、2003年には、山形県農業試験場本場及び庄内支場でやや有望と評価された(表24)。

2. 栽培適地

公立試験研究機関における奨励品種決定調査成績、成熟期及びダイズモザイク病抵抗性等の成績から、「きぬさやか」の栽培適地は東北南部地域と判断される。

3. 栽培上の留意点

リポキシゲナーゼ欠失等の子実成分特性を損なうことのないよう、本品種単独の集団栽培を行うとともに、収穫・調整時に異品種が混入しないよう、純度管理を徹底する。また、ダイズシストセンチュウ抵抗性を持たないため連作やセンチュウ汚染圃での栽培は避ける。

4. 本品種に関わる特許

本品種を原料とする大豆加工食品は食品メーカーと共同で特許(特許第3567156号、「大豆加工食品」)を取得しており、本品種を加工原料として使用するには特許権保有者の許諾が必要である。

V 考 察

1. 期待される効果

「きぬさやか」はリポキシゲナーゼ欠失、グループAアセチルサポニン欠失という新規形質を有している。そのため、豆腐や豆乳に加工した際も、青臭みやえぐ味が少なく、食味の面で優れている。また「きぬさやか」はリポキシゲナーゼを欠失している

表23 宮城県古川農業試験場における試験成績

品種名	開花 期 (月日)	成熟 期 (cm)	主茎 長 (節)	主茎 節 数 (本/株)	生育中の障害程度		子実 重 (kg/a)	対 標 準 比 (%)	百 粒 重 (g)	被害粒の程度			品 質	
					蔓 化 伏	倒 伏				紫 斑	褐 斑	裂 皮		
きぬさやか	8.05	10.24	81	16.3	9.2	少	中	33.1	102	25.0	無	無	無	上下
タンレイ(標準)	8.03	10.21	84	17.5	8.5	微	少	32.5	100	29.6	微	微	無	中上
タチナガハ(比較)	8.06	10.25	95	17.8	10.0	少	中	39.0	120	34.7	無	無	無	上中
ミヤギシロメ(比較)	8.10	11.02	107	20.0	10.8	中	多	36.7	113	39.5	無	無	無	上下

注. 1) 2003年と2005年の2カ年平均。

表24 採用県以外の奨励品種決定調査における成績の概要一覧

県名	試験場所	2002年			2003年			2004年			2005年			標準品種
		収 量 比 (%)	成 熟 期 (日)	概 評	収 量 比 (%)	成 熟 期 (日)	概 評	収 量 比 (%)	成 熟 期 (日)	概 評	収 量 比 (%)	成 熟 期 (日)	概 評	
山形	農試 庄内	88	6	◇	97	2	○	97	3	◇				スズユタカ
					87	-4	○	87	-1	◇				スズユタカ
福島	農試	96	6	◇	91	4	◇	99	5	◇				スズユタカ
栃木	農試										72	3	×	すずさやか

注. 1) 収量比及び成熟期は標準品種に対する比と差をそれぞれ示す。

2) 概評 ◎: 有望、○: やや有望、◇: 再検討、△: やや劣る、×: 劣る

表25 育成従事者と担当世代

氏名	年次	1993	1994	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
氏名	世代	交配	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
湯本節三						●	●						●	●
高田吉丈						●								●
河野雄飛										●				●
加藤 信														●
島田信二								●					●	
境 哲文								●					●	
島田尚典							●				●			
高橋浩司						●				●				
足立大山		●												
田淵公清		●							●					
菊池彰夫		●							●					

ため、不飽和脂肪酸の酸化による不快臭の発生がない。そのため、小麦粉、卵、食用油との組み合わせが可能となり、バラエティに富んだ新規大豆食品の開発が期待できる。

2. 今後の課題

「きぬさやか」の熟期は晩であることから、東北北部には不向きであり、同地域に向く早熟なりポキシゲナーゼ全欠品種の育成が望まれる。また、本品種はダイズシストセンチュウ抵抗性も持たないため、抵抗性の付与も重要である。

VI 育成従事者

育成従事者と担当世代を表25に示した。

引用文献

1) 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. 九州沖縄農業研究センター報告 40: 79-94.
 2) 橋本鋼二, 長沢次男, 村上昭一, 渡辺巖, 国分喜治郎, 小山隆光, 中村茂樹, 松本重男, 松本定夫, 佐々木絃一. 1984. ダイズ新品種「スズユタカ」の育成. 東北農試研報 70: 1-38.
 3) Kikuchi, A.; Tsukamoto, C.; Tabuchi, K. 1999. Inheritance and characterization of a null allele for group A acetyl saponins found in a mutant soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Breeding*

Science. 49: 167-171.
 4) Matoba, T.; Hidaka, H.; Narita, H.; Kitamura, K.; Kaizuma, N.; Kito, M. 1985. Lipoxygenase-2 isozyme is responsible for generation of normal-hexanal in soybean homogenate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 33: 852-855.
 5) Matoba, T.; Hidaka, H.; Kitamura, K.; Kaizuma, N.; Kito, M. 1985. Contribution of hydroperoxide lyase activity to normal-hexanal formation in soybean. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 33: 856-858.
 6) 村田吉平, 菊池彰夫, 酒井真次. 1991. 大豆裂皮性簡易検定法(吸水裂皮法)について. 日作東北支部会報 34: 57-58.
 7) 農林水産先端技術産業振興センター. 2004. 審査基準国際統一委託事業調査報告書. 31p.
 8) 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加工におけるその挙動. *日本食品工業学会誌* 35: 866-874.
 9) Rackis, J. J.; Sessa, D. J.; Honig, D. H. 1979. Flavor problems of vegetable food proteins. *Journal of the American Oil Chemists Society* 56: 262-271.
 10) 須田郁夫. 1999. リポキシゲナーゼ完全欠失大豆の機能性と新規加工食品創出. *豆類時報* 14: 32-38.
 11) Shiraiwa, M.; Kudo, S.; Shimoyamada, M. 1991. Composition and structure of group A saponin

- in soybean seed. *Agricultural and Biological Chemistry* 55: 315-322.
- 12) 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. タイズ新品種「エルスター」の育成とその特性. 九州沖縄農業研究センター報告 42: 49-65.
 - 13) 土屋武彦, 砂田喜与志. 1978. 大豆の裂莢性に関する育種学的研究. II 裂莢性の検定方法と品種間差異. 道立農試集報 39: 19-26.
 - 14) 湯本節三, 島田信二, 高田吉丈, 境哲文, 河野雄飛, 島田尚典, 高橋浩司, 足立大山, 田淵公清, 菊池彰夫, 村田吉平, 酒井真次, 喜多村啓介, 石本政男, 異儀田和典, 中澤芳則, 羽鹿牧太. 2006. 東北地域向きリポキシゲナーゼ欠失大豆新品種「すずさやか」の育成. 東北農業研究センター報告 105: 35-48.