

無エルシン酸・低グルコシノレートナタネ品種 「キラリボシ」の特性

石田 正彦^{*1)}・山守 誠^{*2)}・加藤 晶子^{*2)}・由比真美子^{*2)}

抄 録：ナタネ種子に含まれるグルコシノレートは搾油粕に残存し、甲状腺腫を誘引する化合物に変化する。油粕に含まれる良質のタンパク質を飼料に利用するため、低グルコシノレート品種の育成が求められていたが、日本ではグルコシノレート低減化育種は実施されておらず、日本の風土に適合した低グルコシノレート品種はこれまで育成されていなかった。2004年3月、ナタネ「東北90号」が新品種「キラリボシ」として種苗法に基づく品種登録がなされた。本品種は、東北地方に適した無エルシン酸・低グルコシノレート品質を有し、耐寒雪性に優れた多収品種の育成を目標として、1989年に東北農業試験場（現 東北農業研究センター）において、「盛系188」を母に、「Karat」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。「キラリボシ」は、グルコシノレート含量が極めて低く、子実中にエルシン酸を含まない。成熟期は「アサカノナタネ」並の中生で、子実収量は「アサカノナタネ」に比べて多収である。また、菌核病抵抗性、寒雪害抵抗性は共に「アサカノナタネ」より優れる。この品種は南東北地方の平坦部での栽培に適し、山形県内において普及が図られている。
キーワード：ナタネ、グルコシノレート、無エルシン酸、油糧、新品種

A New Double Low Cultivar of Winter Rapeseed, “Kirariboshi” : Masahiko ISHIDA^{*1)}, Makoto YAMAMORI^{*2)}, Masako KATO^{*2)} and Mamiko YUI^{*2)}

Abstract : Glucosinolates are secondary plant metabolites found mainly in Brassicaceae. As a defense reaction mechanism to various injuries, glucosinolates are converted into highly reactive isothiocyanates and other products by endogenous myrosinase enzymes. However, a few glucosinolate breakdown products such as a nitrile are associated with toxic effects. So, utilization of rapeseed (*Brassica napus*) meals for animal feed has been limited despite that the seed contains about 40% proteins with a well-balanced amino acid composition. Since the discovery of the Polish cv. ‘Bronowski’ containing considerably reduced glucosinolates, low glucosinolate cultivars known as canola type, containing less than 30 μ mol/g seeds in the meal have been bred throughout the world. “Kirariboshi” is the forty-eighth cultivar in the Nourin series of winter rapeseed cultivar and the first one with canola quality in Japan. It was developed at the National Agricultural Research Center for the Tohoku Region, NARO, and its cultivar registration was carried out by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries(MAFF) in 2004. “Kirariboshi” was selected from the progenies of the cross of “Morikei188/Karat,” with the aim of developing a new rapeseed cultivar with the following properties: Low glucosinolates and zero erucic acid content, high yield, resistance to sclerotinia disease, and adaptability to the Tohoku region of Japan. The major agronomic characteristics of “Kirariboshi” are as follows. Its glucosinolate content is of the same level as canola cultivars. Like “Asakano-natane”, maturity is medium. Its yield ability is higher than that of “Asakano-natane” and its resistance to sclerotinia disease and tolerance to cold and snow damage are stronger than those of “Asakano-natane”. “Kirariboshi” is well adapted to the south Tohoku region of Japan.

Key Words : Rapeseed, Glucosinolate, Zero-erucic acid, Double low, Oil seed, New cultivar

* 1) 現・野菜茶業研究所 (National Institute of Vegetable and Tea Science, Ano, Mie 514-2392, Japan)

* 2) 東北農業研究センター (National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Morioka, Iwate 020-0198, Japan)

2006年12月25日受付、2007年2月28日受理

I 緒 言

油糧用ナタネ (*Brassica napus*) の油粕には40%前後の良質なタンパク質が含まれており (Miller *et al.* 1976)、肥料のみならず飼料としても価値が高い。アブラナ科植物の柔組織中にはグルコシノレートと総称される含硫配糖体が含まれているが (Röbbelen and Thies 1980, Underhill 1980)、ナタネ種子に含まれるグルコシノレートは搾油後の油粕に残存し、水分含量が十分であると酵素ミロシナーゼの作用により加水分解され、家畜の甲状腺肥大を引き起こすゴイトリンやチオシアネートなどの化合物に変化する (川岸 1985)。このため、外国では搾油粕の飼料適性を向上させるために、ポーランドの品種「Bronowski」を唯一の遺伝資源としてグルコシノレートの総含量が従来種の1/10以下に低減させた低グルコシノレート品種 (一般的には1グラム種子重あたり30 μ mol以下) が育成されている (Buzza 1995)。

わが国では、国産ナタネの油粕は一般に肥料用に利用されてきたため、グルコシノレート含量の低減化育種は実施されてこなかった。このため、国産ナタネの油粕にはグルコシノレートが多く含まれており、飼料用として利用するには一定量の外国産油粕と混合しなければ利用することができない。そこで、国産ナタネの高度利用を図るために、東北農業研究センターではわが国の風土に適し、エルシン酸が含まれず、グルコシノレート含量も低いことで食用および飼料用に優れた無エルシン酸・低グルコシノレート品種 (以下、ダブルロー品種と略す) 「キラリボシ」を育成し、2004年に種苗法に基づく品種

登録がなされた。現在「キラリボシ」は山形県三川町において地域特産作物として栽培されているが、他地域での普及には至っていない。しかし、近年国産バイオマスを多段階的利用した資源循環型システムの構築が危急の課題として提唱されており、「キラリボシ」は油粕を飼料としても利用できる唯一の国産ナタネ品種として注目されている (石田 2003)。そこで本稿では、「キラリボシ」の更なる普及を図る上での参考に供するため、その来歴と育成経過、主要特性等について報告する。

「キラリボシ」の育成に当たり、山形県立農業試験場、青森県畑作園芸試験場及び系統適応性検定試験、特性検定試験に当たられた関係公立試験研究機関の担当各位に多大なご尽力をいただいた。また、東北農業研究センターの関係者各位、特に業務科の伊東健二、佐藤卓見、関村良蔵、藤澤忠、齊藤真一、中嶋浩之、齊藤文隆、後藤正幸、武蔵孝仁、齊藤隆の諸氏には栽培管理や調査・選抜業務等において多大な協力を得た。さらに、酒井真次元作物開発部長には終始ご指導と多大なご尽力をいただいた。なお、育成業務を遂行された元東北農業研究センター業務科職員、故、藤澤敏彦氏の多労に深く感謝する。

II 無エルシン酸・低グルコシノレート品種「キラリボシ」の特性

1. 来歴と育成経過

「キラリボシ」(旧系統名:東北90号)は、1989年5月(1988年度播種、以下播種年度で示す。)に東北農業試験場盛岡試験地(当時)において「盛系188」×「Karat」の組合せで人工交配し、得られた後代から育成した品種である。育種目標はダブル

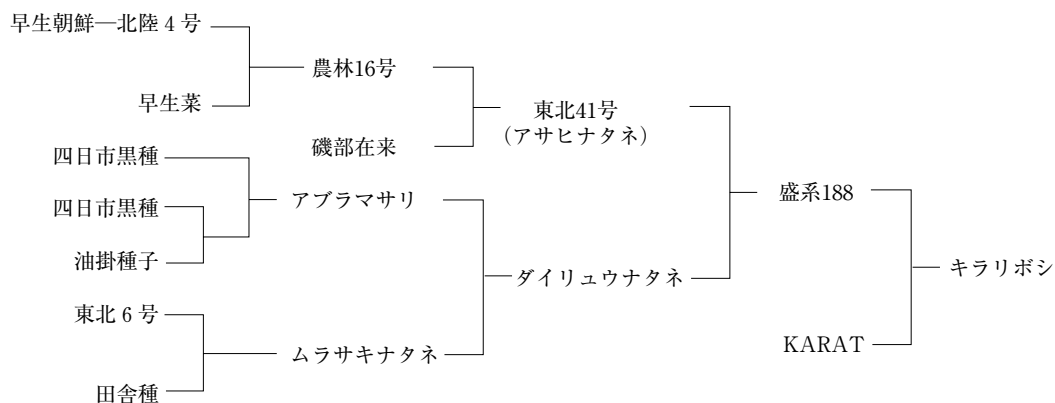


図1 「キラリボシ」の系譜

ローで早生、良質、多収品種の育成である。母親の「盛系188」は東北農業試験場で育成した早生、良質、多収ではあるが、エルシン酸とグルコシノレート含量が高い系統である。一方、父親の「Karat」はスウェーデンで育成された春播きの品種で、早生でダブルローであるが栽培特性が劣る。本品種の系譜を図1に、育成経過を表1に示した。1989年度にF₁養成を行い、1990年度にはF₂個体選抜試験に供試して圃場特性に優れる119個体を選抜した。1991年度は脂肪酸分析を実施し、無または低エルシン酸の40個体を選抜するとともに、選抜個体に稔実したF₃種子のグルコシノレート含量をテストープ法（奥山・石田 1992）により評価した（表2）。その結果、階級値が0.5以下の低グルコシノレート個体の出現率は7.5%と低かったが、エルシン酸含有率とグルコシノレート含量との間には相関は認められなかった。そこで、1992年度以降はエルシン酸含有率およびグルコシノレート含量を評価しながら、系統育種法により選抜・固定を図った。

1994年度からは生育特性や収量性、成分品質に優れた2系統を生産力検定予備試験に供試するとともに（表2のF₄世代で選抜した4系統の内3系統は同一品種群に由来する。そこで、F₅世代では選抜した3系統に含まれる計9個体の種子を混合して合成1系統として供した。）、地域適応性と栽培適性を見るために青森県畑作園芸試験場（当時）、鹿児島県農業試験場大隅支場（当時）に配布し収量性や耐病性

等について、また、菌核病抵抗性を東北農業試験場盛岡試験地で検定した。その結果、供試した1系統の成績が良好であったので、1996年度より「東北90号」の系統名を付して生産力検定試験、青森県畑作園芸試験場における奨励品種決定基本調査、鹿児島県農試大隅支場における特性検定試験（耐病性）、岩手県山形村での特性検定試験（耐寒雪性）、山形県農業試験場における優良品種としての栽培試験などに供したところ、優秀性が確認された。山形県内自治体より「東北90号」の栽培を要望されたので、農林水産省へ種苗法に基づく品種登録を出願し、品種の名称「キラリボシ」で受理された（2001年7月12日、農林水産省告示第904号）。さらに、2004年3月3日には種苗法に基づく品種登録がなされた（第11714号）。

2. 「キラリボシ」の概要

1) 育成地における生産力・栽培特性

生産力検定試験を1996～2000年度の5年間実施した。各年次とも9月上中旬の標準播き・条播栽培と標準播き・密播栽培及び約10日後の晩播・条播栽培と晩播・密播栽培の4種類の試験を行った。生育調査の結果を表3、収穫物調査の結果を表4に示す。

何れの試験区においても、「キラリボシ」は「アサカノナタネ」に比べて開花期が1～2日遅く、成熟期は同程度の中生である。草丈は「アサカノナタネ」よりも8～19cm長く、穂長はやや長く、1穂莢数は多い。倒伏程度は「アサカノナタネ」よりも

表1 育成経過一覧

年度（播種）	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
世代	交配	F ₁	F ₂	分析	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀	F ₁₁	F ₁₂
供試	系統群数					10	4	5	1	4	1	1	1	1
	系統数	11花	1	934個体	119個体	40	25	12	15	4	4	5	5	5
選抜	系統群数					2	3	1	1	1	1	1	1	1
	系統数		1			10	4	5	1	4	1	1	1	1
	個体数			119	40	25	12	15	4	4	5	5	5	5

表2 「盛系188×KARAT」F₃世代の無及び低エルシン酸40個体における種子グルコシノレート含量の分布

タイプ	テストープ値 ¹⁾						計
	0	0.5	1	2	3	4	
無エルシン酸個体	1*	1	3	2	1	1	9
低エルシン酸個体	1		8	21		1	31
計	2	1	11	23	2	1	40

注. 1) 奥山・石田(1992)の方法による。*個体数

少ない。子実収量は「アサカノナタネ」に比べて晩播の条播栽培で12%、他の試験条件では20%以上多い。リットル重は「アサカノナタネ」に比べてやや軽く、千粒重は3.4~3.5gと同程度である。穂発芽は見られず、粒揃いや外観品質は「アサカノナタネ」並かやや優れる。

2) 成分品質特性

子実成分品質を表5に示した。「キラリボシ」の粗脂肪含量は43.4%で「アサカノナタネ」より約2%高かったが、「キザキノナタネ」よりやや低かった。また、エルシン酸は含まれておらず、グルコシノレート含量は14.6 $\mu\text{mol/g}$ で極めて低く、「アサ

表3 生育調査成績 (育成地、1996~2000年度の平均)

栽培様式	品種名	抽苔期 (月日)	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	倒伏の 程度	草丈 (cm)	第1次 分枝数 (本)	穂長 (cm)	1穂莢数 (莢)
標準 条播	キラリボシ	4.19	5.5	6.28	微	135	6.5	53	51
	アサカノナタネ	4.7	5.3	6.27	少	122	9.6	50	37
	キザキノナタネ	4.20	5.3	7.3	無	147	7.0	56	61
標準 播種	キラリボシ	4.20	5.5	6.28	微	134	4.7	46	42
	アサカノナタネ	4.9	5.3	6.28	少	115	6.6	42	26
	キザキノナタネ	4.20	5.4	7.3	微	143	4.6	50	54
晩播 条播	キラリボシ	4.21	5.5	7.2	無	147	7.2	55	59
	アサカノナタネ*	4.11	5.4	7.1	少	134	8.2	47	40
	キザキノナタネ	4.20	5.3	7.5	無	155	6.6	62	63
晩播 栽培	キラリボシ	4.20	5.6	7.1	無~微	128	3.6	40	40
	アサカノナタネ*	4.12	5.4	7.1	中	120	4.5	38	28
	キザキノナタネ	4.20	5.4	7.4	無	144	3.1	49	49

注. アサカノナタネ:標準品種、キザキノナタネ:比較品種、以下同じ。*1998年度を除く。

表4 収穫物調査成績 (育成地、1996~2000年度の平均)

栽培様式	品種名	全重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	対標準 比率(%)	リットル重 (g)	千粒重 (g)	粒大整 否	粒色	穂発芽	外観品質
標準 条播	キラリボシ	89.4	29.9	124	644	3.4	整	黒~灰黒	無	上下
	アサカノナタネ*	76.9	24.1	100	663	4.5	やや整	灰黒	無~微	上下
	キザキノナタネ	99.7	34.8	144	677	4.3	整	黒褐	微	中上
標準 播種	キラリボシ	107.2	33.6	120	647	3.5	整	黒~灰黒	無	上下
	アサカノナタネ*	97.7	28.1	100	684	3.5	整	黒~灰黒	無	上下
	キザキノナタネ	125.5	41.1	146	677	4.3	やや整	黒褐	微	中上
晩播 条播	キラリボシ	96.9	32.5	112	634	3.4	整~やや整	黒~灰黒	無	上下
	アサカノナタネ*	88.3	29.1	100	666	3.6	整~やや整	灰黒	微	中上
	キザキノナタネ	112.0	39.3	135	681	4.2	整	黒褐	微	中上
晩播 栽培	キラリボシ	112.3	36.1	122	649	3.5	整	黒~灰黒	無	上下
	アサカノナタネ*	96.1	29.6	100	663	3.6	やや整	灰黒	無~微	中上
	キザキノナタネ	136.0	43.2	146	677	4.3	やや整	黒褐	少	中上

注. *1998年度を除く

表5 子実成分品質調査成績 (育成地)

品種名	乾物重当たり含油率(%) ¹⁾	エルシン酸含有率(%) ²⁾	総グルコシノレート含量 ($\mu\text{mol/g}$) ³⁾
キラリボシ	43.4	0.0	14.6
アサカノナタネ	41.5	0.3	126.2
キザキノナタネ	44.1	0.1	165.8

注. 1) 油分含量分析はソックスレー法による。1996~1998年度の平均

2) 自殖採種種子を用いたガスクロマトグラフ法による。1996~1998年度の平均

3) 自殖採種種子を用いた高速液体クロマトグラフ法による。1996~1998年度の平均

カノナタネ」や「キザキノナタネ」と比べて1/10程度であった。

3) 病害抵抗性

東北農業試験場及び鹿児島県農業試験場大隅支場における菌核病及び黒斑細菌病の抵抗性調査結果を表6に示す。育成地における菌核病検定試験では、「キラリボシ」は「アサカノナタネ」に比べて罹病指数は43低く、罹病率は29%低かった。しかし、抵抗性程度が高い「キザキノナタネ」に比べると罹病性は高かった。また、鹿児島県農業試験場大隅支場でも「キラリボシ」は同様の傾向を示し、発病程度は1.5で、「アサカノナタネ」より少なく、「キザキノナタネ」よりも大きかった。黒斑細菌病に対し

ては「アサカノナタネ」よりやや強く、「キザキノナタネ」よりやや弱かった。

4) 寒雪害抵抗性

東北農業試験場及び岩手県山形村の現地圃場で実施した耐寒雪性検定試験の結果を表7に示す。育成地では、「キラリボシ」は「アサカノナタネ」に比べて越冬株率は7%高く、「キザキノナタネ」並であった。寒雪害被害指数は「アサカノナタネ」より14%低かったが、「キザキノナタネ」よりは高かった。岩手県山形村においても同様の傾向を示した。

5) 山形県における生産力・栽培特性

山形県立農業試験場において1999～2001年度まで優良品種選定試験に、また2000～2001年度の2カ年

表6 病害抵抗性検定試験成績

品種名	菌核病 (育成地)		黒斑細菌病・菌核病 (鹿児島県農試・大隅支場)	
	罹病指数	罹病率(%)	黒斑細菌病発病程度	菌核病発病程度
キラリボシ	22.4	49.1	2.1	1.5
アサカノナタネ	65.6	78.2	3.0	3.0
キザキノナタネ	8.9	14.4	1.5	0.0

注. 1) 罹病指数は数字が小さいほど罹病の程度が小さいことを示す。

2) 罹病指数 = $(X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 4X_4 + 5X_5) / n \times (100/5)$

n=全個体数、X=個体数、無(X₀)、微(X₁)、少(X₂)、中(X₃)、多(X₄)、甚(X₅)

発病程度；無(0)：主茎の被害株率が0%、微(1)：5%未満、少(2)：5～10%、中(3)：10～15%、

多(4)：15～20%、甚(5)：20%以上

3) 試験年次：育成地；1996～2001年度の6カ年の平均値、大隅支場；1996～1997年度の4カ年の平均値

表7 耐寒雪性検定試験成績

品種名	育成地		岩手県山形村	
	越冬株率(%)*	寒雪害の被害指数**	越冬株率(%)***	寒雪害の被害指数***
キラリボシ	97	25.4	93	28.5
アサカノナタネ	90	39.5	70	60.2
キザキノナタネ	97	10.7	-	-

注. 1) 被害指数は数字が小さいほど被害の程度が小さいことを示す。

2) 被害指数 = $(100A + 70B + 50C + 30D + 10E + F) / (A + B + C + D + E + F)$

A=株全体が枯死しているもの。B=葉は全く枯死し、芯にも一部枯死がみられるもの。

C=葉は全く枯死しているが、芯が生きているもの。D=葉の枯死が1/2以上のもの。

E=葉の枯死が1/2～1/10のもの。F=葉の枯死が1/10以下のもの。

3) 試験年次：*1996～2000年度の5カ年の平均値、**1998～2000年度の3カ年の平均値、

***1999～2000年度の2カ年の平均値

表8 生育及び収量調査成績（山形県立農業試験場、1999～2001年度の平均）

品種名	越冬株率(%)	開花期(月日)	成熟期(月日)	草丈(cm)	穂長(cm)	第1次分枝数(本)	一穂莢数(莢)	菌核病罹病率(%)	倒伏程度	子実重(kg/a)	対標準比率(%)	千粒重(g)
キラリボシ	96	4.29	6.18	137	58	8.0	58	0	無	21.9	91	3.2
アサヒナタネ	99	4.29	6.18	125	48	8.0	48	0	無	24.0	100	3.3
キザキノナタ	98	4.28	6.26	140	59	5.9	59	0	無	28.3	118	4.3

注. アサヒナタネ：標準品種、キザキノナタネ：比較品種

間、県内2カ所で現地試験に供試した。山形県立農業試験場内において実施された優良品種選定試験結果を表8に示す。「キラリボシ」の越冬株率は96%で「アサヒナタネ」よりもやや低い。開花期と成熟期は4月29日と6月18日で、「アサヒナタネ」と同じ中生である。草丈と穂長は「アサヒナタネ」よりも長く、1次分枝数は同程度であるが1穂莢数は20%多い。菌核病と倒伏は見られなかった。収量は21.9kg/aで「アサヒナタネ」に比べて9%低い、千粒重は同程度である。

三川町と河北町で実施した現地試験の結果を表9

に示す。三川町では「キラリボシ」の越冬株率は「アサヒナタネ」に比べてやや低かった。「キラリボシ」の成熟期は「アサヒナタネ」と同程度かやや遅く、菌核病に対する抵抗性も同程度である。草丈は「アサヒナタネ」より三川町で5cm短く、河北町では16cm長い。子実重は三川町で29.2kg/aであり「アサヒナタネ」よりわずかに低かった。河北町では湿害の影響が大きく、生育量が確保できなかったため低収となった。

6) その他の地域における生産力・栽培特性
青森県畑作園芸試験場 (1996~1997、1999年度

表9 生育及び収量現地調査成績 (山形県、2000~2001年度の平均)

試験場所	品種名	越冬株率 (%)	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	菌核病罹病株率 (%)	倒伏程度	草丈 (cm)	穂長 (cm)	第1次分枝数 (本)	一穂莢数 (莢)	子実重 (kg/a)	対標準比率 (%)	千粒重 (g)
三川町	キラリボシ	77	4.25	6.17	0	無	129	59	3.8	46	29.2	97	3.5
	アサヒナタネ	84	4.24	6.17	0	無~少	134	59	4.6	42	30.0	100	3.4
	キザキノナタネ	92	4.23	6.20	0	少	129	62	3.3	42	26.9	88	3.9
河北町	キラリボシ	90	4.30	6.24	0	無	117	66	6.3	26	8.6	89	3.8
	アサヒナタネ	68	4.29	6.21	0	無	101	46	7.6	33	10.2	100	4.8
	キザキノナタ	86	4.27	6.27	0	無	104	49	6.0	23	4.2	42	5.6

注. アサヒナタネ: 標準品種、キザキノナタネ: 比較品種

河北町の試験では湿害の影響が大きく、生育量が確保できなかったため低収となった。

表10 地域適応性検定調査成績 (各試験年次の平均)

検定場所	試験年度	品種名	播種日 (月日)	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	草丈 (cm)	第1次分枝数 (本)	子実重 (kg/a)	対標準比率 (%)	乾物当たり油分含量 (%)	エルシン酸含有率 (%)	総グルコシノレート含量 (μ mol/g)
青森県畑園試	1996~1997、1999	キラリボシ	9.6	5.4	7.7	133	8.8	26.1	62	44.4 ¹⁾	0.0 ¹⁾	11.3 ²⁾
		キザキノナタネ*		5.4	7.9	145	7.8	42.2	100	44.0 ¹⁾	0.0 ¹⁾	156.1 ²⁾
		アサカノナタネ**		5.2	7.4	118	8.4	21.5	51	45.2 ¹⁾	0.0 ¹⁾	115.0 ²⁾
福島県農試・本場	1997~2001	キラリボシ	10.11	4.24	6.22	126	6.9	21.1	112	42.9 ³⁾	0.0 ³⁾	13.1 ⁴⁾
		アサカノナタネ*		4.25	6.22	118	8.2	18.8	100	41.1 ³⁾	0.1 ³⁾	120.6 ⁴⁾
		キザキノナタネ**		4.21	6.25	128	6.2	24.9	132	43.4 ³⁾	1.2 ³⁾	189.1 ⁴⁾
福島県農試・会津	1999~2000	キラリボシ	9.28	5.4	6.25	125	7.8	15.7	101	45.7	0.0 ⁵⁾	-
		アサカノナタネ*		5.2	6.22	115	9.8	15.7	100	45.2	0.0 ⁵⁾	-
		キザキノナタネ**		5.2	7.1	128	6.8	17.5	114	49.0	0.0 ⁵⁾	-
滋賀県農試	1999	キラリボシ	10.13	4.16	6.10	142	4.7	23.3	109	42.2	0.0	-
		オオミナタネ*		4.8	6.2	111	8.1	21.4	100	46.4	45.9	-
		アサヒナタネ**		4.12	6.4	128	8.2	19.4	91	44.4	0.0	-
		キザキノナタネ**		4.15	6.15	127	4.8	25.8	121	47.9	0.0	-
九州農試	1997~1999	キラリボシ	10.19	4.4	5.30	172	9.5	38.9	90	41.1	0.1	16.3 ⁴⁾
		オオミナタネ*		3.25	5.24	139	13.4	43.1	100	42.3	46.0	152.3 ⁴⁾
		アサヒナタネ**		3.30	5.27	166	13.4	50.8	118	39.9	0.1	137.0 ⁴⁾
鹿児島県農試・大隅	1996~1999	キラリボシ	10.28	3.24	5.21	183	8.9	21.4	63	40.2	1.0	14.7 ⁴⁾
		オオミナタネ*		3.11	5.15	173	11.1	34.2	100	42.5	44.9	116.4 ⁴⁾
		アサヒナタネ**		3.17	5.19	162	14.1	25.5	75	40.8	0.0	130.8 ⁴⁾

注. *標準品種、**比較品種、1) 1997年度と1999年度の平均値、2) 1997年度成績、3) 1997~2000年度の平均値、

4) 1997~1998年度の平均値、5) 2000年度成績

実施)、福島県農業試験場(同1997~2001年度)、同会津支場(1999~2000年度)、滋賀県農業試験場(1999年度)、九州農業試験場(1997~1999年度)および鹿児島県農業試験場(1996~1999年度)において実施した系統適応性検定試験の結果を表10に示す。

「キラリボシ」の開花期と成熟期は、福島県農試・本場では「アサカノタネ」と同程度であるが、青森県畑園試や福島県農試・会津では2~3日遅かった。また、滋賀県農試以西では「オオミナタネ」と比べて開花期で8~13日、成熟期で6~8日遅かった。草丈は「アサカノタネ」に比べて8~15cm高く、「オオミナタネ」に比べて10~33cm高い。第1次分枝数は「キザキノタネ」よりも多く、「アサカノタネ」や「オオミナタネ」、「アサヒタネ」よりも少ない傾向にある。子実収量は福島県以北では「アサカノタネ」と同等か多収であるが、「キザキノタネ」と比べると劣る。また、「オオミナタネ」と比べると滋賀県農試では9%多収であるが、西南暖地では低収であった。油分含量は福島県以北では標準品種と同等以上である。エルシン酸は何れの試験地においても含まれておらず、グルコシノレート含量は16.3 μ mol/g以下で安定して低かった。

7) 栽培上の注意

「キラリボシ」は無エルシン酸・低グルコシノレート品種であることから、その品質が保証された種子を使用することが重要である。また、交雑によるエルシン酸・グルコシノレート混入を防ぐために、開花時期には既存のなたね品種やなたねと交雑可能なアブラナ科植物との混植・隣接栽培を避ける必要

がある。また、過度の密植、多肥栽培は倒伏や菌核病の発生を招く恐れがあるので避ける。

8) 命名の由来

「キラリボシ」は、日本初のダブルロー品種であり、収量性も優れた期待の品種であることから、キラリ輝くスター品種となることを願い命名した。

9) 育成従事者

「キラリボシ」の従事者を表11に示す。

III 考 察

なたねの種子成分育種はカナダ、スウェーデン、ドイツ、フランスを中心に急速に進展し、これらの国ではエルシン酸とグルコシノレートをともに含まないダブルローの品種が多数育成されている(Buzza, G. C. 1995)。エルシン酸はなたねをはじめとするアブラナ科植物に特異的に含まれる不飽和脂肪酸であるが、動物実験の結果、エルシン酸含量の多い油を食用として多量に摂取すると心機能障害を起こす可能性が指摘され、栄養的な見地から1977年にFAO/WHOよりエルシン酸摂取量の低減化が提唱された(FAO/WHO合同専門委員会 1980)。このため、わが国でもなたね子実に含まれるエルシン酸含量の低減化育種が進められ、これまでに無エルシン酸品種は4品種育成されている。一方、日本の風土に適応した低グルコシノレート品種はこれまで育成されておらず、国産なたねの付加価値を高めるためにも、外国産なたねと同様に油粕を飼料用として利用できるようなグルコシノレート含量の低減化が望まれていた。日本産なたね遺伝子源には

表11 育成従事者

播種年度 氏名\世代	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1999	1999
	交配	F1	F2	分析	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
山守 誠												○	○	○
加藤晶子			○											○
由比真美子														○
石田正彦			○											○
千葉一美*						○					○			
奥山善直*	○					○								
遠山知子*												○	○	
田野崎真吾*				○	○									
菅原 俐**	○			○										
遠藤武男*	○		○											
柴田悖次*	○													

注. *退職、**故人

「Bronowski」程度までグルコシノレート含量が低減化した品種は存在しないことから、外国の低グルコシノレート品種を育種素材として利用し、系統育種法に準じてダブルロー品種を育成しようとした。

本育種プログラムで低グルコシノレート育種素材として利用した「Karat」は、スウェーデンで育成された春まき品種である。春まき品種は低温要求性が低く生育量が少ないために、秋まき品種に比べて一般的に収量性や耐寒性が劣っており、日本では栽培されていない。低グルコシノレート遺伝資源として初期に導入した外国品種は全て春まき品種であったため、「Karat」を含めた春まき品種を育種素材に利用した。しかし、「Karat」以外の交雑組合せでは収量性や耐寒性が著しく劣り、期待できる系統を選抜することができなかった。この中で「Karat」は比較的耐寒性に優れ、収量も春まき品種の中では多収傾向にあった。このことが、「キラリボシ」を育成することができた一番の要因として挙げられよう。現在農業生物資源ジーンバンクには48の低グルコシノレート外国品種が保存されており、この中には秋まき品種も多数含まれている（農業生物資源ジーンバンク 2007）。今後低グルコシノレート育種を進展させるためには、ヘテロシス効果も含めた導入品種の詳細な特性評価が不可欠であり、適切な母本選定が重要なカギになると思われる。

本試験では無または低エルシン酸として選抜したF₃の40個体の中から再選抜した低グルコシノレート10個体の後代の中から「キラリボシ」を育成することができた。しかし、選抜の対象形質となるグルコシノレートは、多数の遺伝子が関与する3段階の生合成過程を経て生成されるため（Fahey *et al.* 2001, Mithen *et al.* 2000）、低グルコシノレートと日本品種との交雑後代における低グルコシノレート個体の出現頻度は一般的に非常に低い。このため、育種現場で収量性やエルシン酸含量、菌核病抵抗性等の形質を評価した上で低グルコシノレート個体を選抜するためには、大規模な育種集団を扱う必要があり、多大な労力を必要とする。Ishidaら（2003）はF₂世代で低グルコシノレート個体の選抜が可能な簡易検定法を開発している。今後新たに低グルコシノレート育種を進める際には、このような簡易検定法を活用し、F₂世代でまず低グルコシノレート個体を選抜した後にエルシン酸等の形質を評価すれば育種効率は格段に向上すると思われる。

「キラリボシ」の東北農業試験場におけるグルコシノレート含量は14.6 μ mol/gと低く、外国のダブルロー品種と同程度の値を示した。種子グルコシノレート含量は土壌中に含まれる硫黄や窒素含量等の環境条件によって変動し、低グルコシノレート品種においてもその影響を受けることが報告されている（Josefsson and Appelqvist 1968, Zhao *et al.* 1994）。このため、「東北90号（キラリボシ）」を他の地域で栽培するとグルコシノレート含量は変動すると推察された。しかし、地域適応性検定試験の結果、「キラリボシ」のグルコシノレート含量は16.3 μ mol/g以下で安定して低く、何れの地域において既存品種の1/10程度であった。また、「キラリボシ」にはエルシン酸が含まれていないことから、わが国で初めての實用栽培が可能なダブルロー品種といえる。

「キラリボシ」の農業特性についてみると、成熟期は中早生種の「アサカノタネ」よりやや遅く、中晩生種の「キザキノタネ」より早い。また、「キラリボシ」の耐寒雪性は「アサカノタネ」より優れるが、「キザキノタネ」よりは劣った。これらの結果から、「キラリボシ」は中生種であるといえる。また、種子の外観品質は高く、タネの病害で最も問題となる菌核病に対しては「アサカノタネ」よりも強い抵抗性を示した。さらに「キラリボシ」の特徴として子実収量が多いことがあげられる。標準品種に用いた「アサカノタネ」は福島県で奨励品種に採用された比較的多収の品種であるが（奥山ら 1993）、育成地ではそれを10~20%上回り、福島県農業試験場や青森県畑作園芸試験場での栽培試験においても同様の傾向が認められた。「アサカノタネ」は1990年に命名登録されたわが国で初めての無エルシン酸品種であるが、交配は1969年にまで遡り、育種操作を完了した1989年の世代はF₂₀である。このため、種子増殖に伴う自殖弱性による品種の退化が危惧されている。「キラリボシ」の栽培適応地帯は、その成熟期より「アサカノタネ」と同様に南東北の平坦部と考えられることから、今後は福島県の奨励品種を「キラリボシ」に更新する等の検討も必要があろう。また、「キラリボシ」は「アサカノタネ」よりも耐寒雪性に優れるため、「アサカノタネ」では越冬性が問題となる北海道、北東北を除く積雪寒冷地でも栽培できる可能性がある。さらに、温暖地向けの無エルシン酸品種として「ななしきぶ」が育成されているが（加藤ら 2005）、

本品種では越冬が問題となる関東以西の高冷地に「キラリボシ」が導入できる可能性がある。このため、「キラリボシ」の更なる普及を図るためにも、地域適応性が未評価なこれら地域における詳細な特性調査が必要である。

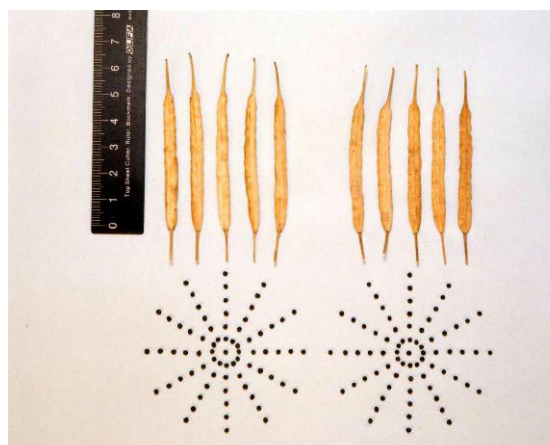
近年の原油供給不安、地球温暖化対策を背景に、農林水産省では「バイオマス・ニッポン総合戦略」を2006年3月に改定し、資源作物を原料とした国産バイオマス燃料の製造・利用を加速させようとしている。その中で、なたねはBDF燃料生産ポテンシャルの高い油糧作物として位置付けられ、更なる活用が望まれている（上田 2006）。搾油時の副産物であるなたね油粕は、日本では古くより肥料として有効利用されてきたが、飼料としての国産なたね粕の利用は残存グルコシノレート含量の問題から制限されてきた。「キラリボシ」は油粕を飼料として利

用できる唯一の国産品種である。この特性を生産者にどう認知してもらい、経営に活かしてもらえるかが、「キラリボシ」普及戦略上の大きな課題として挙げられる。

環境負荷低減のため、農業関連分野においても農業由来有機物資源の地域内循環利用が求められており、環境や食の安全・安心等への関心の高まりから、今後各地で本格的な取り組みが期待されている（合田 2004）。畜産経営とうまく連携できれば、なたね粕を飼料用としてカスケード利用することができ、なたねを資源とした小地域で完結する循環システムを構築することも可能であろう。今後、耕畜連携の分野にも視野を広げ、資源循環型社会構築のための一材料として、「キラリボシ」が利用されることを祈念する。



キラリボシ アサカノなたね
写真1 草姿（育成地）



キラリボシ アサカノなたね
写真2 莢及び子実（育成地）



写真3 開花盛期の「キラリボシ」（育成地）

引用文献

- 1) 合田素行. 2004. 農業由来の有機質資源の循環利用に係る政策の評価手法の開発. 農林水産政策研究所レビュー 11: 55-61.
- 2) Buzza, G. C. 1995. Plant Breeding. (Kimber, D.; McGregor, D. I. eds., Brassica Oilseeds: Production and Utilization). Oxon. CAB International. p.153-175.
- 3) Fahey, J. W.; Zalcmann, A. T. Talalay, P. 2001. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry* 56: 5-51.
- 4) FAO/WHO合同専門委員会. 1980. 人間の栄養における食用油脂の役割. 金田尚志 (監訳). 医師薬出版. p.81-83.
- 5) 石田正彦. 2003. わが国におけるナタネの生産・利用と品種開発. 農業技術. 58(5): 13-18
- 6) Ishida, M.; Takahata, Y. Kaizuma, N. 2003. Simple and rapid method for the selection of individual rapeseed plants low in glucosinolates. *Breed. Sci.* 53: 291-296.
- 7) Josefsson, E.; Appelqvist, L. Å. 1968. Glucosinolates in seed of rape and turnip rape as affected by variety and environment. *J. Sci. Food Agric.* 19: 564-570.
- 8) 加藤晶子, 山守誠, 由比真美子, 石田正彦, 千葉一美, 奥山善直, 遠山知子, 田野崎真吾, 菅原俐. 2005. 温暖地に適した無エルシン酸なたね新品種「ななしきぶ」の育成. 東北農研研報 103: 1-11.
- 9) 川岸舜朗. 1985. グルコシノレート—その酵素分解および分解物の反応性と毒性. 日食工会誌 32: 836-846.
- 10) Miller, R. W.; Van Etten, C. H.; McGrew, C.; Wolff, I. A.; Jones, Q. 1976. Amino acid composition of seed meals from forty-one species of cruciferae. *J. Agr. Food Chem.* 10: 426-430.
- 11) Mithen, R. F.; Dekker, M.; Verkerk, R.; Rabot, S.; Johnson, I. T. 2000. The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human foods. *J. Sci. Food Agric.* 80: 967-984.
- 12) 農業生物資源ジーンバンク. 2007. 農業生物資源研究所.
http://www.gene.affrc.go.jp/index_j.php
- 13) 奥山善直, 石田正彦. 1992. ナタネ無エルシン酸・低グルコシノレート品種及び高エルシン酸品種の育成. (新需要創出のための生物機能の開発・利用技術の開発に関する総合研究 平成3年度研究報告). 農林水産技術会議事務局. p.260-261.
- 14) 奥山善直, 遠藤武男, 菅原俐, 柴田悖次, 平岩進, 金子一郎, 斉藤正志, 馬場知, 杉山信太郎. 1993. ナタネ無エルシン酸新品種「アサカノナタネ」の育成. 東北農試研報 87: 1-20.
- 15) Robbelen, G.; Thies, W. 1980. Variation in rapeseed glucosinolates and breeding for improved meal quality. (Tsunoda, S.; Hinata, K. Gómez-Campo, C. eds. Brassica crops and wild allies). Tokyo. Japan Scientific Societies Press. p.285-299.
- 16) 上田達己, 天野哲郎. 2006. バイオマス燃料生産システムの効率性・コスト試算. (研究調査室報告 6, 平成18年度農業技術の研究ターゲットに関する研究調査). 農業・食品産業技術総合研究機構. p.31-53.
- 17) Underhill, E. W. 1980. Glucosinolates. (Bell, E. A.; Charlwood, B. V. eds., Encyclopedia of plant physiology vol.8). New York. Springer-Verlag. p.493-511.
- 18) Zhao, F.; Evans, E. J.; Bilsborrow, P. E.; Syers, J. K. 1994. Influence of nitrogen and sulphur on the glucosinolate profile of rapeseed (*Brassica napus* L). *J. Sci. Food Agric.* 64: 295-304.