

## アズキ新品種「きたほたる」の育成

藤田 正平\*2 島田 尚典\*1 青山 聡\*1  
村田 吉平\*1 千葉 一美\*3 松川 勲\*4

「きたほたる」は、良質、多収、耐冷、アズキ落葉病、莖疫病、萎凋病抵抗性の白アズキ品種の育成を目標とし、1993年に北海道立十勝農業試験場（農林水産省小豆育種指定試験地）において、草型の優れた「93142 (F<sub>0</sub>)」を母、アズキ落葉病、莖疫病、萎凋病抵抗性の良質系統「十系590号」を父として人工交配した雑種後代から育成された。2004年に北海道の優良品種に採用されるとともに、農林水産省の新品種として認定され、「きたほたる」と命名登録された。

「きたほたる」は、「ホッカイシロショウズ」より餡色が白く明るい色調で、加工適性が優る。また成熟期が同品種並みからやや早く、アズキ落葉病、莖疫病、萎凋病に抵抗性を持つ。「きたほたる」を「ホッカイシロショウズ」に置き換え、100ha程度の白小豆栽培面積を確保することにより、良質の白アズキを本州産より低価格で安定的に供給することが可能となり、新たなユーザーを獲得して、安定した需要が確保できると考えられる。

### I 緒言

近年、北海道のアズキ栽培面積は30,000ha前後であり、国内収穫量の8割以上を占め<sup>1)</sup>、品質も実需者から高く評価されている。アズキは北海道の特産作物であるとともに、畑作経営における重要品目である。北海道で栽培しているアズキ品種は、「エリモショウズ」<sup>2)</sup>に代表される小中粒の普通小豆が大半を占め、栽培面積の1割弱を大粒の大納言小豆が占めている。さらに、極めて僅かな面積ではあるが、白アズキが栽培されている。

白アズキは、高級和菓子の原料として珍重され、岡山県東部から兵庫県西部にまたがる備中地方では、古くから特産的に生産され、現在でも「備中白小豆」の銘柄で最高級品として取引されている<sup>3)</sup>。府県産の白アズキ栽培については、在来種の栽培であること、集荷、流通体系が多岐に渡ること等から、統計資料がほとんど無い。ホクレンが調査した出回り量等から栽培面積を推察すると、「備中白小豆」銘柄が約70haであり、広島県、島根県隠岐、京都府で各数ha栽培され、さらに関東大手の加工業

者が茨城県、群馬県で100ha弱の契約栽培をしており、府県産の白アズキ栽培面積の合計は200～300haと考えられる。しかし近年、農業者の高齢化や台風の影響等により、府県産白アズキの供給が不安定になってきている。このため実需者から、アズキの大産地である北海道からの良質白アズキの安定供給が要望されている。

北海道では、1979年育成の「ホッカイシロショウズ」<sup>4)</sup>が唯一の白アズキ優良品種である。本品種の栽培面積は、府県の豊凶に大きく左右される。1990年には61haの栽培があり、その後はほとんど無くなっていたが、最近、府県産白アズキの不作が続いたため、契約栽培で24ha(2002年)の栽培がある(表1)。しかし、本品種の白色種皮の特性は、1950年代に帯広市の農家が自然突然変異体を栽培化した「白小豆(川西)」から導入したものであり<sup>5)</sup>、府県産白アズキと起源が異なる。このため、餡色や風味が府県産白アズキと異なり、実需者の評価が低い。さらに、基幹品種の「エリモショウズ」と比べ、熟期が遅く耐冷性が弱く、土壤病害に弱いため栽培が難しい等の欠点がある。

今回育成した「きたほたる」は、兵庫県在来の白アズキからその良質性を導入し、餡色が白く明るい色調で府県産白アズキに近く、加工製品は実需者から高い評価を受けた。また、耐冷性は「ホッカイシロショウズ」と同じ「弱」であるが、成熟期は同品種並みからやや早く、さらに土壤病害であるアズキ落葉病 *Phialophora gregata* (Allington et Chamberlain) Gams f. sp. *adzukicola* Kobayashi et al (以下「落葉病」と略)、アズキ

2005年2月1日受理

\*1 北海道立十勝農業試験場（農林水産省小豆育種指定試験地），082-0071 河西郡芽室町

\*2 同上（現：北海道立上川農業試験場，078-0397 上川郡比布町）

\*3 同上，061-1141 北広島市

\*4 同上，061-1125 北広島市

表1 北海道における支庁別の白アズキ栽培面積の推移

年次	白アズキ栽培面積 (ha)											全道アズキ栽培面積 (ha)	
	渡島	桧山	後志	石狩	空知	胆振	日高	上川	留萌	十勝	網走		合計
1990年	0	0	0	0	0	0	0	54	0	7	0	61 (0.15%)	40,400
1994年	0	0	0	10	27	4	0	8	0	0	0	50 (0.14%)	35,100
1998年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30,800
2002年	1	0	5	0	0	0	0	10	0	8	0	24 (0.08%)	29,800

- 注1) 品種は全て「ホッカイシロショウズ」
- 注2) 合計は四捨五入のため必ずしも一致しない。
- 注3) 合計の欄( )は、アズキ栽培面積に対する白アズキ栽培面積の比率
- 注4) 北海道農政部調べ

茎疫病 *Phytophthora vignae* Purss f. sp. *adzukicola* Tsuchiya, Yanagawa et Ogoshi (以下「茎疫病」と略)、アズキ萎凋病 *Fusarium oxysporum* Schlechtendehl f. sp. *adzukicola* Kitagawa et Yanagita (以下「萎凋病」と略) に抵抗性を持つ白アズキ品種である。

## II 育種目標及び育成経過

### 1. 育種目標及び両親の特性

「きたほたる」の母親は「93142 (F<sub>6</sub>)」、父親は「十系590号」であり、交配は1993年に北海道立十勝農業試験場(以下、「十勝農試」と略)で行った(図1)。両親はいずれも白アズキである。父親の「十系590号」は、十勝農試で収集、保存している兵庫県在来の極晩生白アズキ「Acc1553」から良質性を導入した系統であり、「備中小白豆」に類似した小粒で種皮色が白く明るい特性を持っており、さらに落葉病、茎疫病、萎凋病抵抗性も有していた。しかし、草型が不良で蔓化しやすいこと、低収であ

ることが大きな欠点であった。一方、母親の「93142 (F<sub>6</sub>)」は、子実の特性は「ホッカイシロショウズ」に類似するものの、登熟遅延年であった1992年の系統選抜試験で、草型良好でやや早熟であったため、翌年、母本とした(表2)。本組合せの育種目標は、草型、品質が良好で耐冷性、耐病性が強い白アズキ品種の育成であった。

### 2. 育成経過

育成経過の概略を表3に示した。

交配 (1993年夏季)：十勝農試の長期輪作圃(以下「健全圃」と略)で、50花を交配した。大冷害年であったため結莢率は低かったが、10花が結莢し、整粒36粒を得た。

F<sub>1</sub> (1994年冬季)：1月上旬に温室に36粒を播種したが、出芽数は18個体であった。短期輪作のため生育が著しく劣り、着莢した個体は少なかった。成熟期や外見形質で交配の成否が確認できなかったため、着莢した6個体を個体別に脱穀し、整粒55粒を得た。

F<sub>2</sub> (1994年夏季)：十勝農試内の落葉病抵抗性選抜圃

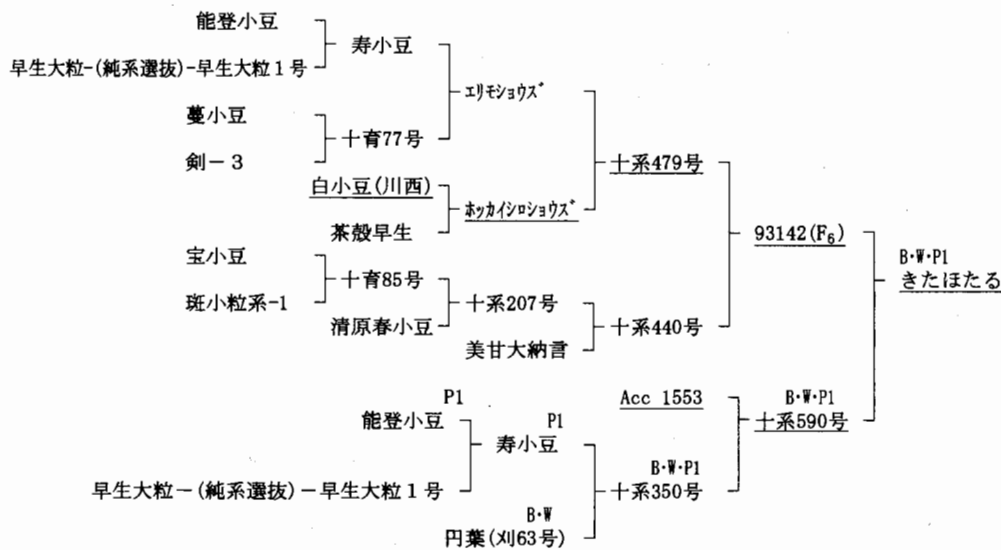


図1 「きたほたる」の系譜

- 注1) 「白小豆 (川西)」：1950年代に十勝地方の一部で栽培されていた白アズキ在来種
- 「Acc1553」：1986年に兵庫県篠山町から収集した極晩生白アズキ在来種
- 注2) B：アズキ落葉病，W：アズキ萎凋病，P1：アズキ茎疫病レース1に対して抵抗性
- 注3) 下線：白アズキ

表2 両親の主な特性

品種・系統名	成熟期 (月日)	倒伏 程度	主茎長 (cm)	莢数 (莢/株)	子実重 (kg/10a)	同左比 (%)	百粒重 (g)	種皮の 地色	抵抗性			
									低温	落葉病	茎疫病	萎凋病
93142(F <sub>6</sub> )	9/21	1.1	57	44	231	99	13.7	黄白	弱	弱	弱	弱
十系590号	9/20	0.3	49	51	181	78	11.8	黄白	—	強	強	強
ホッカイシロショウズ (比較)	9/19	0.4	52	56	233	100	12.3	黄白	弱	弱	弱	弱
エリモショウズ (参考)	9/9	0.0	44	46	264	113	12.6	淡赤	中	弱	弱	弱

注1) 数値データは、1994年十勝農試と1997年中央農試成績の平均  
 2) 倒伏程度：無0，微0.5，少1，中2，多3，甚4  
 3) 「93142(F<sub>6</sub>)」の試験当時の系統名は、1994年「十系630号」，1997年「十育139号」  
 4) 「十系590号」の低温抵抗性は未調査

表3 育成の経過

年次	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
世代	交配	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	F <sub>10</sub>	F <sub>11</sub>
系統群数	交配花数	温室					8	2	1	1	1	1
供試系統数	50花	1~4月	(6)	(18)	(40)	17	40	10	10	10	10	10
供試個体数		36	55	1,025	1,000	×26	×20	×26	×26	×26	×26	×26
選抜系統数	結莢数10					8	2	1	1	1	1	1
選抜個体数	36粒	(6)	(20)	(40)	17	40	10	10	10	10	10	15
選抜粒数		55	1,230	1,240								
十交9328 (93142(F <sub>6</sub> )/十系590号)		F <sub>1</sub> 代 養成 (冬季 温室)	集団 選抜	集団 選抜	個体 選抜	1	1	①	1	④	1	1
系統名						⑬	⑤	5	⑨	10	⑨	⑧
						17		10	10	10	10	10
						9328-13	→	十系774号	→	十育146号	→	

注1) 選抜経過の○は、選抜系統を示す。  
 2) 供試個体数の×印は1系統内の個体数を示す。  
 3) 「きたほたる」系統番号：9328-P<sub>2</sub>~P<sub>4</sub>-13-5-1-9-4-9-8

に、F<sub>1</sub>代での収穫個体別に55粒（6系統）を播種した。この年は高温年であったため、落葉病の発生が少なかった。さらに、選抜圃に落葉病菌の新レース<sup>9)</sup>が蔓延し始めており、抵抗性の選抜精度が低いと判断した。このため、本世代での落葉病抵抗性選抜は、発病が著しい個体を淘汰するに留めた。系統内で開花期が分離して交配成功が確認できた5系統から、成熟期が比較的早い20個体を収穫し、個体毎に脱穀して整粒1,230粒を得た。

F<sub>2</sub> (1995年)：前年選抜した20個体のうち種子量僅少の個体を除き、健全圃に1,025粒（18系統）を播種した。白アズキは赤色種皮のアズキより出芽が劣り、低温年にしばしば出芽不良となる<sup>10)</sup>。このため本世代では、出芽率が高い個体を選抜するため、種子消毒を行わず播種したが、出芽率の系統間差は明瞭で無かった。比較の出芽率が高かった8系統から草型、成熟期等が良好な個体を収穫し、風乾後、個体毎に脱穀して外観品質を調査した。府県産白アズキに類似する外観品質を持つ40個体1,240粒を選抜した。

F<sub>3</sub> (1996年)：健全圃に1,000粒（40系統）を播種した。草型、成熟期等が良好な45個体を収穫し、個体毎に

脱穀して前年と同じ基準で外観品質の調査を行い、17個体を選抜した。

F<sub>4</sub> (1997年)：前年選抜した17個体の種子を折半し、系統選抜試験として健全圃及び芽室町の落葉病抵抗性現地選抜圃に播種した。しかし健全圃では、播種後に長期の低温に見舞われ、ほとんどの白アズキ系統が著しい出芽不良となったため、試験を中止した。一方、落葉病抵抗性現地選抜圃では、出芽促進のため不織布を被覆していたため、各系統とも出芽が良好であった。現地選抜圃の系統から、強い落葉病抵抗性を示した8系統40個体を選抜した。

F<sub>5</sub> (1998年)：予備選抜試験（健全圃）に供試した。さらに、落葉病抵抗性現地選抜圃で系統選抜を行うとともに、群内系統の混合種子を用いて落葉病多発圃での小規模生産力検定試験を行った。供試8系統中、本系統「9328-13」は「ホッカイシロショウズ」と比較して、成熟期が早く子実収量が同品種並みであった。府県産白アズキに近い外観品質を持ち、強い落葉病抵抗性が認められたため選抜した。

F<sub>6</sub> (1999年)：「十系774号」の系統名で、十勝農試での

生産力検定予備試験, 北海道立上川農業試験場(以下「上川農試」と略)での系統適応性検定試験に供試した。また, 落葉病抵抗性現地選抜圃での落葉病抵抗性検定試験, 北海道大学大学院での萎凋病抵抗性検定試験及び上川農試でのアズキ茎疫病抵抗性特性検定試験に供試した。本系統は「ホッカイシロショウズ」と比較して, 十勝農試では成熟期が同等で多収であった。上川農試では低収であったが, 成熟期は12日早かった。両試験場所とも, 百粒重が「ホッカイシロショウズ」より軽く, 子実は白く明るい色調で府県産白アズキに近かった。アズキ茎疫病抵抗性特性検定試験では, 新レース<sup>1)</sup>蔓延のため抵抗性を判別出来なかったが, 落葉病, 萎凋病に対しては強い抵抗性を持つことが明らかになった。これらのことから, 落葉病, 萎凋病抵抗性の良質白アズキ系統として, 本系統を次年度地方配付系統とした。

F<sub>8</sub>~F<sub>11</sub> (2000~2003年): 「十育146号」の地方番号を付して生産力検定試験を行うとともに, 道立農業試験場での地域適応性検定試験及び道内での奨励品種決定調査等に供試して, 適応性を調査した。また, 各種特性検定

試験に供試してその特性を調査した。さらに, 実需者による製品試作試験を行うとともに, 2002年F<sub>10</sub>代で十勝農試において固定度調査を行った。

「十育146号」は成熟期が「ホッカイシロショウズ」並みからやや早く, 子実収量は同品種並み, 外観品質は府県産白アズキに類似し, 実需者による製品試作試験では同品種より評価が高かった。またF<sub>7</sub>代で判定できなかった茎疫病抵抗性について, 上川農試でのアズキ茎疫病抵抗性特性検定試験と並行して, 十勝農試及び北海道立中央農業試験場(以下「中央農試」と略)でレース毎の抵抗性を検定した結果, 本系統がレース1に抵抗性であった。これらの結果を受け「十育146号」は, 落葉病, 茎疫病, 萎凋病抵抗性の良質白アズキ系統として, 2004年1月に北海道農業試験会議に提出され, 北海道農作物優良品種認定委員会を経て, 北海道の優良品種(登録番号北海道小豆第22号)に採用された。さらに, 同年2月の農林水産省総合農業試験研究推進会議及び9月の農林水産省農作物新品種命名登録審査会の審査を経て, 農林水産省の新品種(あずき農林15号)として, 「きたほたる」

表4 「きたほたる」の主な形態的特性及び品質特性

品種名	分枝数	主莖長	主莖節数	熟莢色	莢の形状		一莢内		子実		種皮の地色	種皮歩合
					長さ	幅	胚珠数	粒数	形	大きさ		
きたほたる	中	短の長	やや少	極淡褐	短	中	中	中	短円筒	中の小	黄白	低
ホッカイシロショウズ	中	短の長	中	極淡褐	短	中	少	少	短円筒	中	黄白	低
エリモショウズ	中	中の短	やや少	褐	中	中	多	中	円筒	中	淡赤	中

注1) あずき品種特性分類審査基準(1981年3月)により, 育成地の観察, 調査に基づいて分類した(次表同じ)。  
 2) 「ホッカイシロショウズ」(1979年育成)は種苗登録されていない。  
 「種苗特性分類調査報告書 あずき」(1980年)の「既往品種の特性」を基に特性を分類した(次表同じ)。

表5 「きたほたる」の生態的特性

品種名	生態型	開花期	成熟期	子実収量	抵抗性					
					低温	倒伏	落葉病	茎疫病	萎凋病	ウイルス病
きたほたる	夏小豆型	中	中の晩	中の少	弱	やや強	強	強	強	弱
ホッカイシロショウズ	夏小豆型	中の晩	中の晩	中の少	弱	中	弱	弱	弱	弱
エリモショウズ	夏小豆型	中	中の早	中の多	中	やや強	弱	弱	弱	弱

注) 萎凋病抵抗性は審査基準に含まれない。

表6 育成地(十勝農試)における生産力検定試験成績(2000~2003年 4カ年平均)

品種名	開花期 (月日)	成熟期	倒伏程度	主莖長 (cm)	主莖節数 (節)	分枝数 (本/株)	莢数 (莢/株)	一莢内		総重 (kg/10a)	子実重 (%)	子実重 対比 (%)	百粒重 (g)	屑粒率 (%)	検査等級
								胚珠数	粒数						
きたほたる	7/24	(9/26)	2.1	71	13.6	3.3	62	9.44	5.86	555	358	103	13.4	17.3	4下
ホッカイシロショウズ(対照)	7/24	(9/29)	3.3	89	15.3	4.4	68	9.10	4.20	582	346	100	15.4	12.1	4下
エリモショウズ	7/24	(9/20)	3.8	76	13.9	4.1	55	9.93	5.88	587	381	110	15.3	6.9	4上

注1) 成熟期: 登熟が遅れたため「きたほたる」と「ホッカイシロショウズ」を未成熟で収穫した2001年を除く3カ年平均  
 2) 倒伏程度: 無0, 微0.5, 少1, 中2, 多3, 甚4(以下の表, 同じ)  
 3) 検査等級: 食糧事務所の一般小豆規格その1(2002年から廃止)あるいはそれに準ずる(以下の表, 同じ)

表7 普及見込み地帯における道立農試及び奨励品種決定現地調査等の成績 (2000年～2004年 4カ年平均)

土壌病害の発生	品種名	試験箇所数	発病程度		開花期 (月日)	成熟期	倒伏程度	主茎長 (cm)	主茎節数 (節)	莢数 (莢/株)	子実重 (kg/10a)	子実重 対比 (%)	百粒重 (g)	屑粒率 (%)	検査等級
			落葉病	茎疫病											
無～微	きたほたる	22	0.0	0.1	7/29	(9/23)	1.2	50	(11.6)	49	293	102	13.4	11.3	4中
	ホッカイシロシヨウズ	22	0.0	0.1	7/29	(9/24)	1.6	58	(12.4)	54	286	100	14.8	11.4	4中
	エリモシヨウズ	22	0.0	0.1	7/28	(9/19)	1.7	54	(12.0)	46	336	117	14.4	6.6	3下
少～甚	きたほたる	10	0.0	0.6	7/29	(9/21)	0.3	39	10.5	35	228	120	13.4	8.1	3下
	ホッカイシロシヨウズ	10	1.1	0.9	7/29	(9/20)	0.4	41	11.0	36	190	100	14.1	12.4	4中
	エリモシヨウズ	10	1.3	1.3	7/27	(9/15)	0.2	44	11.0	34	228	120	13.8	5.4	3下
全箇所平均	きたほたる	32	0.0	0.2	7/29	(9/22)	0.9	47	(11.2)	44	272	106	13.4	10.3	4上
	ホッカイシロシヨウズ	32	0.3	0.3	7/29	(9/23)	1.2	53	(11.9)	49	256	100	14.6	11.7	4中
	エリモシヨウズ	32	0.4	0.5	7/28	(9/18)	1.2	51	(11.7)	42	302	118	14.2	6.2	3下

注1) 発病程度 0 (無), 0.5 (微), 1 (少), 2 (中), 3 (多), 4 (甚)  
 2) 出芽不良, 茎疫病激発等の理由で収量調査が困難となった試験場所は含まない。  
 3) 成熟期は未成熟で収穫した2箇所を除く。主茎節数は未調査の1箇所を除く。  
 4) 「エリモシヨウズ」を供試していない2003年八雲町の成績は除く。

と命名登録された。

### III. 特性概要

#### 1. 形態的特性

主茎長は「ホッカイシロシヨウズ」と同じ「短の長」であるがやや短く、主茎節数は同品種より少なく「やや少」である。分枝数は「ホッカイシロシヨウズ」と同じ「中」であるが、やや少ない。一莢内胚珠数、粒数は「ホッカイシロシヨウズ」の「少」に対し「中」である。熟莢色は「極淡褐」で「ホッカイシロシヨウズ」と同じである。子実の形は「短円筒」である (表4, 表6, 表7)。

表9 圃場における出芽試験成績 (十勝農試 2002年, 2003年)

品種名	出芽率 (%)		
	2002年	2003年	平均
きたほたる	68.6	77.3	73.0
ホッカイシロシヨウズ	82.4	87.5	85.0
エリモシヨウズ	96.2	96.8	96.5

注1) 供試種子はいずれも前年十勝農試産。種子消毒は行っていない。  
 2) 1区156粒(「エリモシヨウズ」は312粒), 2反復。播種約3週間後に調査。  
 3) 成畦, 覆土, 鎮圧は播種機で行った。

表8 「きたほたる」の落葉病, 茎疫病, 萎凋病の各レースに対する反応性及び抵抗性区分

品種名	落葉病			茎疫病			萎凋病	
	race1	race2	抵抗性区分	race1	race3	抵抗性区分	race3	抵抗性区分
きたほたる	R	S	強	R	S	強	R	強
ホッカイシロシヨウズ	S	S	弱	S	S	弱	S	弱
きたのおとめ	R	S	強	S	S	弱	R	強
寿小豆	S	S	弱	R	S	強	S	弱
しゅまり	R	S	強	R	R	かなり強	R	強

注1) 検定方法  
 落葉病抵抗性 (2001年, 2002年 十勝農試)  
 初生葉展開期頃の個体に浸根接種。6～23個体/品種・系統供試  
 茎疫病抵抗性 (2001年, 2002年 十勝農試, 中央農試)  
 アズキ罹病株あるいは菌体懸濁液を土壌接種し, 過湿状態で発病を促進  
 16～25個体/品種・系統供試。  
 萎凋病抵抗性 (2000年, 2001年 北海道大学大学院)  
 初生葉展開期頃の個体に常法により浸根接種。24個体/品種・系統供試  
 2) R: 抵抗性, S: 罹病性  
 3) 抵抗性は各レースに対する反応性から判定

## 2. 生態的特性

### (1) 生態型及び早晚性

生態型は夏小豆型であり、成熟期は「ホッカイシロショウズ」と同じ“中の晩”であるが、同品種よりやや早い(表5, 表6, 表7)。

### (2) 病害抵抗性

各病害のレース毎に幼苗検定で抵抗性を調査した結果、「きたほたる」は落葉病レース1, 茎疫病レース1及び萎凋病レース3に抵抗性であった(表8)。落葉病, 茎疫病, 萎凋病抵抗性はいずれも“強”である(表5)。

2000~2003年に岩手県農業研究センターあるいは新潟県高冷地農業技術センターで行ったウイルス病抵抗性特性検定試験の結果, 本品種のウイルス病抵抗性は「ホッカイシロショウズ」と同じ“弱”である(表5)。

### (3) 低温抵抗性

2002, 2003年に十勝農試の低温育種実験室を用い, 開花始から4週間の低温処理(昼18°C-夜13°C, 後半2週間は約50%遮光処理を追加)を行い, 開花期頃の低温抵抗性を検定した結果, 「きたほたる」の子実重の低温区/無処理区比は「ホッカイシロショウズ」より高かったが, 抵抗性“弱”の「しゅまり」より低く, 本品種の低温抵抗性は“弱”である(表5)。

### (4) 倒伏抵抗性

道立農試及び現地試験の結果から, 「きたほたる」の倒伏抵抗性は, 「ホッカイシロショウズ」より強い“やや強”である(表5, 表6, 表7)。

### (5) 出芽性

白アズキは赤色種皮のアズキと比較して出芽性が劣り, 栽培上の大きな問題になっている。「きたほたる」の出芽性を検討するため, 2002, 2003年に十勝農試圃場での出芽率を調査した。「きたほたる」は「ホッカイシロショウズ」と比較しても出芽率が低いことから, 本品種の出芽性は「ホッカイシロショウズ」よりやや劣る(表9)。

## 3. 子実収量

2000~2003年に行った道立農試及び道内各地の現地試験のうち, 土壌病害の発生が無~微程度で子実収量にほとんど影響していないと考えられる試験地での子実収量は, 平均で「ホッカイシロショウズ」比102%とほぼ同等であった(表7)。「きたほたる」の子実収量は, 「ホッカイシロショウズ」並みの“中の少”である(表5)。一方, 道立農試及び現地試験のうち, 落葉病あるいは茎疫病が少以上発生した試験地の子実収量は, 病害抵抗性が弱い「ホッカイシロショウズ」が低収であったのに対し, 「きたほたる」は抵抗性を発揮し, 平均で同品種比120%と多収を示した(表7)。

## 4. 品質特性

### (1) 外観品質

子実の大きさは「ホッカイシロショウズ」の“中”に対して, “中の小”である(表4, 表6, 表7)。種皮の地色は「ホッカイシロショウズ」と同じ“黄白”であるが(表4), 2001, 2002年に行われた道立農試及び現地試験の生産物の明度を測定した結果, 「きたほたる」はいずれの試験地でも「ホッカイシロショウズ」より明度が高く, 同品種より白く明るい色調を示した(図2)。検査等級は「ホッカイシロショウズ」とほぼ同じである(表6, 表7)。種皮歩合は, 「エリモショウズ」の“中”に対して「ホッカイシロショウズ」と同じ“低”である(表4)。

### (2) 加工特性

2000~2002年の十勝農試の生産物について, 中央農試で加工適性試験を行った。生餡色は「ホッカイシロショウズ」より明度が高く, 餡粒子径は同品種より小さい(表10)。実需者による製品試作試験を, 2000~2002年の十勝, 空知産について3社で行った。「きたほたる」の加工製品は, 「ホッカイシロショウズ」よりも白く明るい色調を呈し, 府県産白アズキに近く(表11), この点, 実需者から高い評価を受けた。また, 皮が柔らかく良好であるとする評価も多く, これらのことから「きたほたる」の加工適性は, 「ホッカイシロショウズ」に優る(表12)。

## IV. 適地及び栽培上の注意

「きたほたる」の栽培適地については, 耐冷性が弱い点

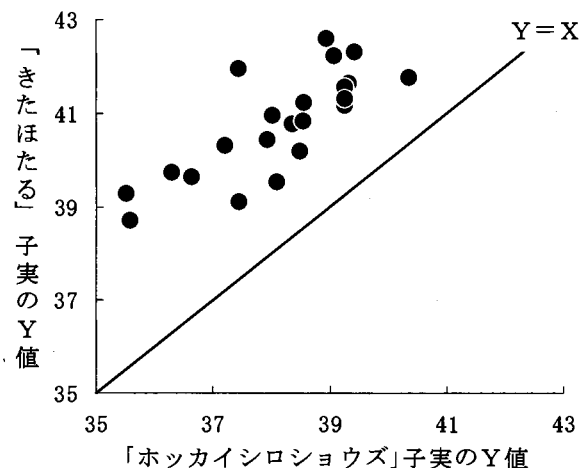


図2 道立農試及び現地試験における「きたほたる」と「ホッカイシロショウズ」の子実の明度(Y値)の比較(2001年, 2002年)

注1) 2001年, 2002年の道立農試及び現地試験のうち, 腐敗粒や落葉病が多発した試験を除くべ22カ所の生産物による。

2) 測色はミノルタ社製2次元測色システムCI-1040i(10°視野, D<sub>65</sub>光源)

3) Y値(明度)は大きいほど明るい。

表10 加工適性調査成績（中央農試 2000～2003年3カ年平均）

品 種 名	生 餡 色				蛋白含有率 (%)	澱粉含有率 (%)	粗脂肪含有率 (%)	餡粒子径 ( $\mu\text{m}$ )
	L*	a*	b*	C*				
きたほたる	63.46	0.66	15.17	15.19	25.2	49.4	0.46	112.4
ホッカイシロショウズ	62.16	0.68	15.56	15.58	26.2	50.5	0.43	117.7
エリモショウズ	—	—	—	—	24.1	49.0	0.39	108.1

注1) 十勝農試の2000年～2002年の生産物による。

2) 製餡方法：小豆50gに150mlの水を加え、98°C70分オートクレーブで煮熟後、0.5mmの篩上でつぶして種皮を分離し、約10倍量の水で自然沈降法による水晒しを3回繰り返して、晒して絞って調整。洗切りなし。

3) 東京電色社製TC-1800MK-II（C光源、2°視野）による。 $C* = \{(a*)^2 + (b*)^2\}^{1/2}$

4) 蛋白、澱粉、粗脂肪含有率は乾物換算値。蛋白含有率：ケルダール分解法、N係数6.25、澱粉含有率：グルコースオキシダーゼ法、粗脂肪含有率：ジエチルエーテル抽出法、餡粒子径：島津社製粒度分布計SALD-1100

表11 「きたほたる」と群馬県産白アズキの加工製品の明度(L\*)の比較

業者名	製品名	品 種 名		
		きたほたる	群馬県産白アズキ	ホッカイシロショウズ
東京A社	小倉餡	50.20	50.61	46.79

注1) 測色はミノルタ社製2次元測色システムCI-1040i (10°視野, D<sub>65</sub>光源)

2) L\*値(明度)は大きいほど明るい。

3) 加工原料は全て2001年産。「きたほたる」と「ホッカイシロショウズ」は十勝農試産。群馬県産白アズキは東京A社の自社使用原料

を考慮するとともに、十勝中央部でも白アズキが契約栽培されている現状を勘案し、最も冷涼な道東の山麓、沿海等の早生種栽培地帯を除く北海道アズキ栽培地帯全域とした。

本品種の栽培においては、次の点に注意する必要がある。①白アズキはピシウム苗立枯病に対して種皮色が赤色の品種より弱いので、チウラム水和剤フロアブル(40%)の塗抹処理による種子消毒を必ず行い、播種量を多めとする。②成熟期前後の降雨で腐敗粒が多発する場合

があるので、刈り遅れを避け適期収穫に努める。特に高温年は、雨害が多発しやすいので注意する。③落葉病、茎疫病、萎凋病に抵抗性を持つが、栽培に当たっては適正な輪作体系を守る。④茎疫病発生圃場では、優占するレースにより多発する場合がある。

## V. 論 議

北海道での白アズキ栽培の歴史は、あまり明らかではない。しかし、赤色種皮のアズキから白色の自然突然変異体が出現する現象はしばしば見られており、農家がこれらの突然変異体を用いて栽培した可能性がある。しかし、このような白色種皮の突然変異体は、親品種より晩生で耐冷性が弱く、冷涼な北海道ではそのほとんどが淘汰されたと考えられる。実際に「きたほたる」の母方の白アズキ遺伝資源「白小豆(川西)」は、1950年代に帯広市の農家が自然突然変異体を選出して栽培化したものであったが、1964年の冷害時に採種不能となり、栽培がなくなった<sup>1)</sup>。1979年に十勝農試で育成した「ホッカイシロショウズ」は、この「白小豆(川西)」と赤色種皮の「茶

表12 加工業者による製品試作試験における「きたほたる」の概評一覧

業者	年産	産地	製品名	色調	皮の硬さ	風味	総合
東京A社	2002年	十勝農試	小倉餡	□	□	□	□
			こし餡	○	—	□	○
		中央農試	小倉餡	○	□	□	□
			こし餡	□	—	□	□
	2001年	十勝農試	小倉餡	○	○	○	◎
		中央農試	小倉餡	◎	○	○	◎
2000年	十勝農試	小倉餡	○	○	□	○	
兵庫B社	2001年	十勝農試	こし餡	○	—	—	—
		中央農試	つぶ餡	○	□	—	—
東京C社	2002年	十勝農試	かのご餡	□	○	△	○
		中央農試	かのご餡	△	○	□	○

注) 「ホッカイシロショウズ」と比較して、

×：劣る、△：やや劣る、□：同等、○：やや優る、◎：優る、—：コメントなし

穀早生」の雑種後代から選抜した品種であり、成熟期、耐冷性を大幅に改善し、北海道における白アズキの商業栽培を初めて可能にした。

「ホッカイシロショウズ」育成以後の白アズキの育種目標は、耐冷性、収量性の更なる向上や耐病性の付与に加え、「備中小白小豆」に代表される府県産白アズキの良質性の導入であった。「ホッカイシロショウズ」は、外観品質、加工適性とも府県産と大きく異なり、実需者から加工適性が劣ると評価されていた。「ホッカイシロショウズ」と府県産白アズキの比較では、府県産白アズキの百粒重は11g程度であり<sup>9)</sup>、「ホッカイシロショウズ」より25%程軽く、子実、加工製品とも「ホッカイシロショウズ」より白く明るい色調を呈する。十勝農試では、府県産白アズキの良質性を北海道品種に導入する目的で、本州から収集した白アズキ遺伝資源を交配に利用した。「きたほたる」の父親である「十系590号」は、兵庫県在来の白アズキ「Acc1553」と赤色種皮の「十系350号」の雑種後代から選抜されたが、可視的選抜により本系統において「Acc1553」の外観品質の導入に成功した。図2に「ホッカイシロショウズ」と「きたほたる」の明度の差異を示したが、親系統「十系590号」の明度を有する「きたほたる」の明度は、明らかに優れていた。

「十系590号」は、外観品質の優位性のほか落葉病、茎疫病、萎凋病抵抗性といった優点を持っていたが、低収で蔓化しやすく草型不良といった大きな欠点も持ち合わせていた。十勝農試では、「十系590号」の欠点を改良するため、品質は「ホッカイシロショウズ」と同等であるが、草型が良好な白アズキ系統「93142 (F<sub>6</sub>)」を母本に選定した。本系統は登熟遅延年であった1992年のF<sub>5</sub>代の試験において、「ホッカイシロショウズ」より早熟で着莢数も多く、多収性、耐冷性で優位性が認められた。これらの雑種後代から選抜した「きたほたる」は、「十系590号」の良質性、耐病性を維持しつつ、蔓化しやすい特性の淘汰に成功した。収量性では「ホッカイシロショウズ」を凌駕できなかったが、「十系590号」の小粒性を保ちつつ、母親の「93142 (F<sub>6</sub>)」並みの収量性の導入を図った。本品種の育成では、F<sub>2</sub>~F<sub>4</sub>代の初期世代において、系統栽植のなかで草型、外観品質の選抜精度の向上を図り、選抜を繰り返した。この結果、これらの形質はF<sub>5</sub>代で概ね固定できたが、草型が良好である個体を選抜する過程で、収量性についても一定程度選抜を行ってきた。

「きたほたる」の加工適性については、F<sub>5</sub>代の生産物で製品試作試験を行い、初めてその優位性が明らかになった。本品種の育成では、初中期世代に加工適性での選抜は行っていないが、府県産白アズキに近い外観品質を選抜することで、加工面での優位性も結果的に選抜できた。

耐冷性については「ホッカイシロショウズ」を上回る

ことが出来なかった。その後の調査で、母親の「93142 (F<sub>6</sub>)」の開花期頃の耐冷性は「ホッカイシロショウズ」と同じ「弱」と判定されており、「弱」同士の本組合せから、「ホッカイシロショウズ」より強い耐冷性品種を育成するのは困難であったと考えられる。

白アズキは、赤色種皮のアズキより出芽性が劣り、特に低温条件でその差が大きい。府県の白アズキ栽培では、秋アズキ型品種を気温が高い初夏に播種するため、出芽不良はほとんど問題にならない。一方、北海道では、夏アズキ型品種を5月下旬に播種するため、播種後低温に見舞われた場合など、白アズキの出芽不良は深刻な問題である。「きたほたる」は、「ホッカイシロショウズ」と比べても出芽性がやや劣る。「きたほたる」の実用栽培に向けて、栽培技術でこの問題をクリアできないかについて検討を行った。白アズキの不出芽の原因については、これまで詳細に検討されていなかったが、近年、岡田ら<sup>10)</sup>が病理学的に検討し、アズキに病原性を持つ複数の*Pythium*属菌が関与することを明らかにした。さらに、これらの*Pythium*属菌を接種して発芽率を調査した結果、「エリモショウズ」に比べ、「ホッカイシロショウズ」の発芽率が低かったことを報告した<sup>10)</sup>。本病は「ピシウム苗立枯病」と命名され、新病害として報告されたが<sup>5,6)</sup>、岡田ら<sup>10)</sup>は、チウラム剤の種子塗抹あるいは粉衣処理が本病に対して高い防除効果を示すことを明らかにした。筆者らもこの知見を参考にして、「きたほたる」、「ホッカイシロショウズ」を供試し、本病に対するチウラム水和剤フロアブル(40%)の種子塗抹処理の防除効果を確認したところ、卓越した効果を確認した(表13)。このため、2002年以降の試験から、本剤で種子消毒を行うこととした。その結果、「きたほたる」の出芽率は2001年と比較して大きく向上し、極端な出芽不良に見舞われた試験地はほとんど無くなった(表14)。チウラム水和剤フロアブル(40%)が、2004年1月に北海道の指導農業に採用されたことから<sup>7)</sup>、本剤を種子塗抹処理することで、「きたほたる」の実用栽培は可能と判断した。本品種の育成では、白アズキの出芽性を改善するため、初期世代から系統栽植して出芽率が高い系統を選抜してきたが、選抜効果が認められない。岡田は、同一条件で採種した国内外の白アズキ遺伝資源の種子を用いて、ピシウム苗立枯病に対する抵抗性母本の探索を試みたが、全体に出芽率が低く、明確な抵抗性を示す母本は見いだせなかった(未発表)。また、十勝農試でも白アズキと赤色種皮のアズキの雑種後代から、出芽率が高い個体を選抜しようと試みているが、現在まで成功していない。アズキは成熟期に降雨に遭遇すると腐敗粒が発生する場合があるが、その発生程度は白アズキがはるかに大きい。白アズキ自体がその腐敗させる菌の攻撃を受けやすい特性を持っている



と考えられる。今後、育種的に白アズキの出芽性を赤色種皮のアズキ並みにすることは、菌の攻撃に耐える白アズキの遺伝資源を見出さない限り、難しいと考えられる。

「きたほたる」は白アズキでは初めての落葉病、茎疫病、萎凋病抵抗性品種である。落葉病、萎凋病抵抗性については、現在の優良品種「きたのおとめ」<sup>3)</sup>、「しゅまり」<sup>2)</sup>と同じく、北海道の優占レースである落葉病レース1<sup>9,10)</sup>、萎凋病レース3<sup>6)</sup>に抵抗性であるため、適正な輪作を行うことで、その抵抗性は長い期間維持できると考えられる。一方、茎疫病に対しては「しゅまり」がレース1、レース3に抵抗性である一方で<sup>2)</sup>、「きたほたる」は「寿小豆」と同じくレース1にしか抵抗性を持たない。近藤ら<sup>11)</sup>が行った最近の調査では、アズキ茎疫病のレース比率について、地域間差はあるもののレース3がほぼ半数を占めているため、茎疫病発生圃場において同品種を栽培する場合は、十分に注意することが必要であり、特に多発圃場においては栽培を避けるのが肝要である。

「きたほたる」は、府県産白アズキに近い良質性を持つことから、今後、新たなユーザーを獲得し、安定した需要を生み出すことが期待される。しかし、白アズキの流通量が全国的にも少ないことから、急激な栽培面積の増加は価格の暴落を招く危険性が高く、本品種の普及にあたっては需要に合わせて慎重に面積を増やしていくことが重要である。「きたほたる」の育成で、北海道産白アズ

キの品質は大きく向上した。今後の白アズキの育種目標は、収量性、耐冷性の向上及び早熟化が重要である。このためには、白アズキ同士ではなく赤色アズキ等との交配を積極的に行う必要があるが、現在の良質性を劣化させないように、品質については慎重に選抜する必要がある。一方、「きたほたる」の加工適性は「ホッカイシロショウズ」には優るが、府県産白アズキにはやや劣るとする実需者の評価がある。白アズキの加工適性に関する知見はほとんど無く、今後、府県産白アズキを凌駕するためには、実需者が望む白アズキの良質性について今一度精査し、その上で育種戦略を検討する必要がある。

**謝辞** 本品種の育成にあたり、各種試験にご協力、ご助言頂いた道立農業試験場の担当者の各位、現地試験を担当して頂いた農業改良普及センターの方々、加工適性試験でご協力頂いた北海道豆類種子対策連絡協議会の各位には、改めて厚く御礼申し上げます。

また、本稿の御校閲を頂いた、北海道立上川農業試験場 山神正弘場長、荻間昇前研究部長に深く感謝申し上げます。

## 引用文献

- 1) 足立大山, 千葉一美, 村田吉平, 佐藤久泰, 成川智明. "小豆新品種「ホッカイシロショウズ」の育成につ

表13 アズキのピシウム苗立枯病に対するチウラム水和剤F (40%) の防除効果 (十勝農試 2001年)

品種名	種子処理	不出芽率 (防除価)			
		地温16°C区		地温20°C区	
		チウラム 水和剤F (40%)	無処理	チウラム 水和剤F (40%)	無処理
きたほたる		9.2% (91)	98.3%	1.7% (98)	86.7%
ホッカイシロショウズ		0.0% (100)	99.2%	0.8% (99)	75.8%

- 1) ファイトトロンあるいは土壌恒温槽で1/5000aワグネルポットで試験を行った。
- 2) 種子処理は種子重量の2%を種子塗抹した。1区40粒, 3反復
- 3) 地温は種子近傍の地下約3cmで測定。毎時平均地温 16°C区: 15.9°C, 20°C区: 19.5°C
- 4) 供試土壌は十勝農試圃場から採取。前作は小豆。病原菌の接種は行っていない。
- 5) 不出芽個体から*P. spinosum*を分離した。

表14 各農試、現地試験における出芽良否別の試験箇所数 (2001年~2003年)

出芽良否	2001年			2002, 2003年 (チウラム水和剤F種子塗抹)		
	きたほたる	ホッカイシロショウズ	エリモショウズ	きたほたる	ホッカイシロショウズ	エリモショウズ
良	0	4	12	15	15	18
中	3	5	2	7	8	3
不良	13	7	1	1	0	1
合計	16	16	15	23	23	22

- 1) 出芽良否は遠観で調査。概ね, 良: 出芽率80%以上, 中: 79%~51%, 不良: 50%以下
- 2) 2002年, 2003年の「きたほたる」, 「ホッカイシロショウズ」は, チウラム水和剤フロアブル (40%) を種子塗抹処理した。「エリモショウズ」は処理なし。
- 3) 「きたほたる」の2001年供試種子は, 前年採種時に著しい降雨害を受けた。

付表1 育成担当者及び担当年次と世代

育成担当者	担当年次	世代
藤田正平	1993~2003	交配~F <sub>11</sub>
島田尚典	1993~1996, 2001~2003	交配~F <sub>4</sub> , F <sub>9</sub> ~F <sub>11</sub>
青山 聡	1999~2003	F <sub>7</sub> ~F <sub>11</sub>
村田吉平	1994~2000	F <sub>1</sub> ~F <sub>8</sub>
千葉一美	1993	交配, F <sub>1</sub>
松川 勲	1997, 1998	F <sub>5</sub> , F <sub>6</sub>

付表2 地域適応性検定試験, 特性検定試験等担当者

試験場所	氏名
北海道立中央農業試験場	佐藤 仁, 加藤 淳
北海道立上川農業試験場	神野裕信
北海道立道南農業試験場	越智弘明
北海道立北見農業試験場	富田謙一
北海道立植物遺伝資源センター	千藤茂行
北海道大学大学院作物生産学講座	近藤則夫
岩手県農業研究センター	川村亮二
新潟県高冷地農業技術センター	山代千加子

いて”。北海道立農試集報. 43, 80-87 (1980).

- 2) 藤田正平, 村田吉平, 島田尚典, 青山 聡, 千葉一美, 松川 勲, 白井滋久, 三浦豊雄, 越智弘明, 近藤則夫. “アズキ新品種「しゅまり」の育成”. 北海道立農試集報. 82, 31-40 (2002).
- 3) 藤田正平, 島田尚典, 村田吉平, 白井滋久, 原 正紀, 足立大山, 千葉一美. “あずき新品種「きたのおとめ」の育成について”. 北海道立農試集報. 68, 17-31 (1995).
- 4) 曳野玄三夫, 小河 甲, 澤田富雄, 岩井正志, 瀬田 孝. “白小豆新品種「小豆兵系3号」の育成”. 兵庫農技研報(農業). 48, 40-45 (2000).
- 5) 北海道農政部, 北海道病虫害防除所編. “平成13年度農作物有害動植物発生予察事業年報” 2001. p.116.
- 6) 北海道農政部, 北海道病虫害防除所編. “平成14年度農作物有害動植物発生予察事業年報” 2002. p.125.
- 7) 北海道農政部. “平成16年度普及奨励ならびに指導参考事項” 2004. p.378.
- 8) 近藤則夫. “アズキ萎凋病に関する研究”. 北海道大学農学部邦文紀要. 19, 411-472 (1995)
- 9) Kondo, N., Fujita, S., Murata, K., Ogoshi, A. “Detection of two races of *Phialophora gregata* f. sp. *adzukicola*, the causal agent of adzuki bean brown stem rot”. Plant Dis. 82, 928-930 (1998).
- 10) Kondo, N., Kobayashi, Y., Sakuma, F., Fujita, S., Murata, K. “Regional distribution of two races of *Phialophora gregata* f. sp. *adzukicola*, causal agent of brown stem rot of adzuki bean, and their genetic diversity on Hokkaido, northernmost island of

Japan”. J. Gen. Plant Pathol. 68, 284-291 (2002).

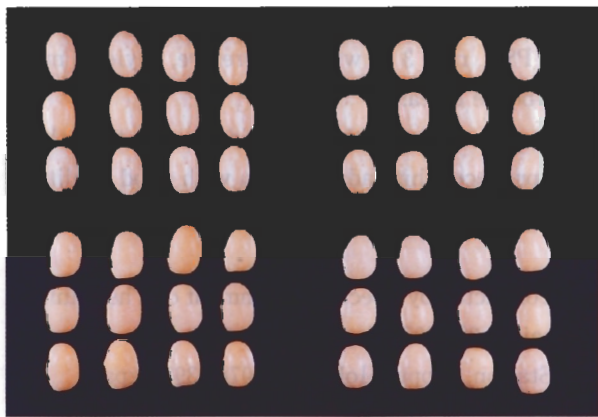
- 11) Kondo, N., Notsu, A., Naito, S., Fujita, S., Shimada, H. “Distribution of *Phytophthora vignae* f. sp. *adzukicola* races in adzuki bean fields in Hokkaido, Japan”. Plant Dis. 88, 875-877 (2004).
- 12) 村田吉平, 成川智明, 千葉一美, 佐藤久泰, 足立大山, 松川 勲. “あずき新品種「エリモシヨウズ」の育成について”. 北海道立農試集報. 53, 103-113 (1985).
- 13) 日本豆類基金協会編. “雑豆に関する資料” 2003. p. 24-28.
- 14) Notsu, A., Kondo, N., Fujita, S., Murata, K., Naito, S. “New race of *Phytophthora vignae* f. sp. *adzukicola*, the causal agent of Phytophthora stem rot of the adzuki bean”. JGPP. 69, 39-41 (2003).
- 15) 岡田 貴, 児玉不二雄, 藤田正平, 近藤則夫, 内藤繁男. “*Pythium* 属菌によるアズキの苗立枯病に対するチウラム剤の防除効果”. 北日本病虫研報. 53, 99-100 (2002).
- 16) 岡田 貴, 児玉不二雄, 藤田正平, 村田吉平, 近藤則夫, 小林喜六. “不出芽のアズキから分離される *Pythium* 属菌”. 北日本病虫研報. 52, 27-29 (2001).



「ホッカイシロショウズ」 「きたほたる」  
Hokkai-shiroshozu Kita-hotaru

写真1 草本の写真

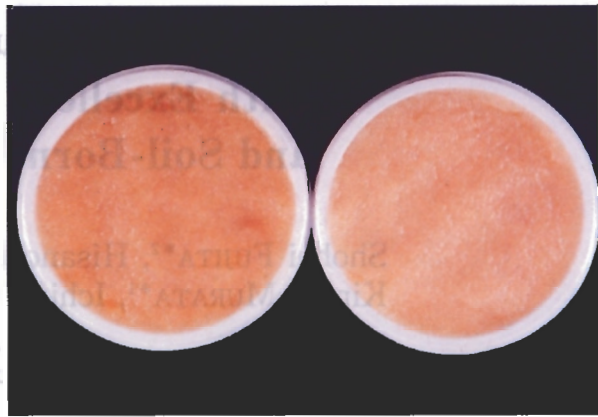
2003年 北海道立十勝農業試験場産



「ホッカイシロショウズ」 「きたほたる」  
Hokkai-shiroshozu Kita-hotaru

写真2 子実の写真

2003年 北海道立十勝農業試験場産



「ホッカイシロショウズ」 「きたほたる」  
Hokkai-shiroshozu Kita-hotaru

写真3 加工製品の写真

2002年十勝産 東京A社製 こし餡

## A New White Adzuki Bean “Kita-hotaru” with Excellent Processing Quality and Soil-Borne Disease Resistance

Shohei FUJITA\*<sup>2</sup>, Hisanori SHIMADA\*<sup>1</sup>, Satoshi AOYAMA\*<sup>1</sup>,  
Kippeï MURATA\*<sup>1</sup>, Ichimi CHIBA\*<sup>3</sup>, Isao MATSUKAWA\*<sup>4</sup>

### Summary

A new white adzuki bean variety “Kita-hotaru”( *Vigna angularis* Ohwi & Ohashi) was developed at Hokkaido Prefectural Tokachi Agricultural Experiment Station. It was adopted as one of the recommended adzuki bean varieties by Hokkaido and was registered as “Adzuki bean Norin No.15” by the Ministry of Agriculture, Forestry & Fisheries of Japan in 2004.

“Kita-hotaru”, named “Toiku No.146” before released, was developed from the progeny of “93142(F<sub>6</sub>)”/ “Tokei No. 590”, crossed in 1993. Both of these parents had ivory yellow seed coat. “93142(F<sub>6</sub>)” had good plant type and high yielding ability. “Tokei No.590” had excellent seed quality similar to “Bitchu-shiroadzuki”, which is the highest-grade white adzuki bean brand produced in western area of Japan, and resistance to three soil-borne diseases, adzuki bean brown stem rot (BSR, *Phialophora gregata* f. sp. *adzukicola*), phytophthora stem rot (PSR, *Phytophthora vignae* f. sp. *adzukicola*) and adzuki bean wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *adzukicola*). The object of this cross was to develop a new white adzuki bean variety with excellent seed and processing quality, high yield and resistance to BSR, PSR and wilt.

“Kita-hotaru” has medium-late maturity, slightly earlier than the check variety “Hokkai-shiroshozu”, which is the only recommended white adzuki bean variety in Hokkaido. Stem length of new variety is shorter than the check, and lodging is less serious. “Kita-hotaru” has good seed appearance similar to “Bitchu-shiroadzuki”. In addition, this variety has excellent processing quality, which is better than the check. “Kita-hotaru” yields as much as the check. And “Kita-hotaru” is resistant to race 1 of BSR, race 1 of PSR, race 3 of wilt. Therefore, it yields much more than “Hokkai-shiroshozu” in the fields infested by those soil-borne diseases.

“Kita-hotaru” will be recommended in the areas where adzuki bean is cultivated in Hokkaido except the coldest area. The extension of this variety in these areas is essential for produce white adzuki bean with good quality in Hokkaido.

\*<sup>1</sup> Hokkaido Tokachi Agricultural Experiment Station (Research Conducted by Special Assignment of The Ministry of Agriculture, Forestry & Fisheries of Japan), Memuro, Hokkaido, 082-0071 Japan

\*<sup>2</sup> *ibid.* (Present; Hokkaido Kamikawa Agricultural Experiment Station, Pippu, Hokkaido, 078-0397 Japan)  
E-mail: fujitash@agri.pref.hokkaido.jp

\*<sup>3</sup> *ibid.*, Kitahiroshima, Hokkaido, 061-1141 Japan

\*<sup>4</sup> *ibid.*, Kitahiroshima, Hokkaido, 061-1125 Japan