

# 丹波黒大豆系エダマメ新品種‘紫ずきん3号’の育成

誌名	園芸学研究
ISSN	13472658
著者名	古谷,規行 小川,昂志 三村,裕 山崎,むつみ
発行元	園芸学会
巻/号	14巻4号
掲載ページ	p. 403-408
発行年月	2015年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 丹波黒大豆系エダマメ新品種 ‘紫ずきん3号’ の育成

古谷規行<sup>1\*</sup>・小川昂志<sup>1</sup>・三村 裕<sup>2</sup>・山崎むつみ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都府農林水産技術センター生物資源研究センター 619-0244 京都府相楽郡精華町大字北稲八間

<sup>2</sup>京都府農林水産技術センター農林センター茶業研究所 611-0022 京都府宇治市白川中ノ藪

### Breeding of New Green Soybeans of Tamba Black Soybean Varieties, ‘Murasakizukin 3 gou’

Noriyuki Furutani<sup>1\*</sup>, Takashi Ogawa<sup>1</sup>, Yutaka Mimura<sup>2</sup> and Mutsumi Yamasaki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Biotechnology Research Department, Kyoto Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Center, Kitainayazuma, Seika-cho, Souraku-gun, Kyoto 619-0244

<sup>2</sup>Tea Industry Research Division, Kyoto Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Center, Shirakawa-nakasono Uji-city, Kyoto 611-0022

#### Abstract

‘Murasakizukin 3 gou’ was selected from the progeny derived from a backcross between the nonrecurrent parent ‘Murasakizukin 2 gou’ and recurrent parent ‘Murasakizukin’. ‘Murasakizukin 3 gou’ has the same growth properties, such as anthesis, harvest time, and the height of the main stem, as ‘Murasakizukin’, as well as similar amino acid contents, sugar contents, and creep rupture properties. The sensuality evaluation is higher. Its pods are brown at maturity. The seeds are spheroidal, black, and large in size (73.5 g/100 seed weight). In addition, ‘brown blotch symptom’, which is the major problem in ‘Murasakizukin’, is not observed in ‘Murasakizukin 3 gou’ due to resistance to A, A2, C, and D strains of the soybean mosaic virus. In Kyoto Prefecture, ‘Murasakizukin 3 gou’ will completely replace ‘Murasakizukin’ in 2016 and become available to consumers.

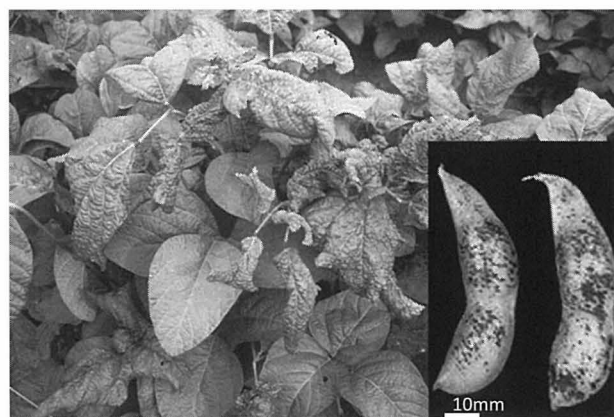
**Key Words** : sensory test, soybean mosaic virus resistant, sugar, texture

**キーワード** : 官能試験, ダイズモザイクウイルス抵抗性, テクスチャー, 糖類

#### 緒 言

京都府の「紫ずきん」と称される丹波黒大豆エダマメ *Glycine max* (L) Merr は、収穫時期が早い順から ‘紫ずきん2号’、‘紫ずきん’ および ‘新丹波黒’ の3品種を利用し9月上旬から、10月下旬まで連続して出荷されている。栽培面積約60 haで販売金額1億8,000万円と京のブランド製品の主力品目である。‘新丹波黒’は京都府の在来系統からの純系分離により(京都府農業総合研究所, 1978), ‘紫ずきん’は‘新丹波黒’の放射線突然変異育種により(小林, 1995), ‘紫ずきん2号’(三村ら, 2008)は‘紫ずきん’への‘玉大黒’(山田ら, 1998)の交配育種により育成された品種である。しかし、大豆の重要病害であるダイズモザイクウイルス(以下, SMV)に対し‘紫ずきん’と‘新丹波黒’の両品種は抵抗性を持っていないため, SMVにかかると縮葉や生育不良を生じ(Kosakaら, 1993), エダマメの莢茶しみ症(第1図)が発生して外観品質の低下を招き秀品率, 出荷収量が低下するなど大きな問題となっ

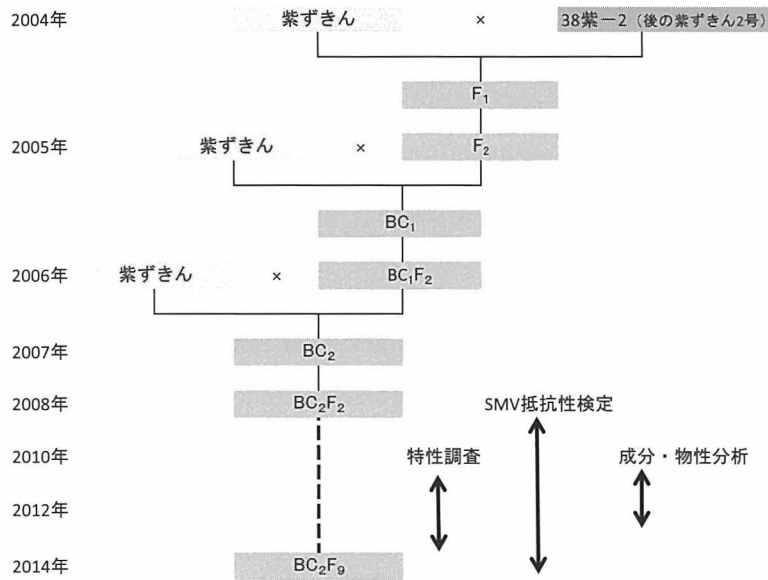
ている(小坂, 1997; 久保ら, 2006)。そこで, ‘紫ずきん’にSMV抵抗性の‘紫ずきん2号’を交雑して得られた雑種個体を‘紫ずきん’に連続で戻し交雑し育成を行った。その後, SMV抵抗性, エダマメの大きさ, 食味に着目して選抜を行った結果, SMV抵抗性を持ち, 開花期, 収穫期などの生育特性が‘紫ずきん’とほぼ同様の‘紫ずきん3号’を育成したので, 育成経過と特性を報告する。



第1図 ダイズモザイクウイルスの感染により発生した縮葉症状と莢茶しみ症(‘紫ずきん’)

2015年1月28日 受付. 2015年4月5日 受理.

\* Corresponding author. E-mail: n-furutani03@pref.kyoto.lg.jp



第2図 ‘紫ずきん3号’の育成経過

第1表 ‘紫ずきん3号’，‘紫ずきん’および‘新丹波黒’の固定度

品種・系統	主茎長 (cm)		節数 (節)		百粒重 (g)	
	平均	変動係数	平均	変動係数	平均	変動係数
紫ずきん3号	53.5 <sup>z</sup>	11.4	13.2	6.8	77.2	5.3
紫ずきん	51.1	11.3	13.7	8.7	73.2	6.2
新丹波黒	81.2	10.4	20.1	7.0	83.9	3.6

<sup>z</sup> 各品種における主茎長，節数および100粒重の値は20株の調査による

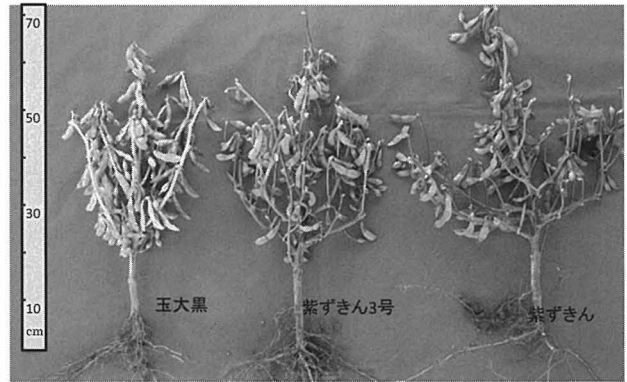
材料および方法

1. 育成経過

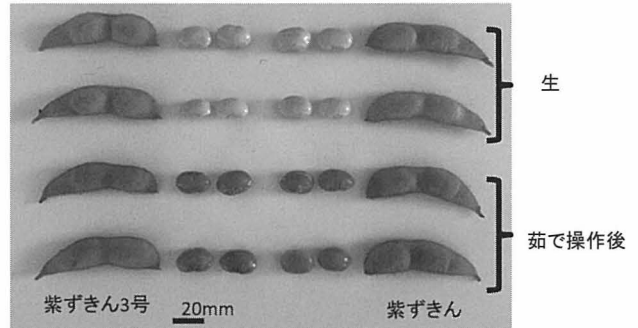
‘紫ずきん3号’は、2004年に京都府農林水産技術センター生物資源研究センターにおいて、SMV抵抗性、大粒性、良食味を目標に、極大粒、良食味品種の‘紫ずきん’を母に、SMV抵抗性、大粒、早生品種の‘紫ずきん2号’を父として人工交配を行い得られたF<sub>1</sub>を温室内で世代を進め、2005年にF<sub>2</sub>個体を花粉親として‘紫ずきん’に交雑し、2006年も同様にBC<sub>1</sub>F<sub>2</sub>個体を花粉親として再度‘紫ずきん’に交雑し、BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub>を育成した。その後は、生育特性、SMV抵抗性検定、エダマメの成分分析、物性分析、官能試験などの調査により選抜と形質の固定を図ってきたもので、2013年3月に‘紫ずきん3号’の名前で品種登録出願した。世代は、2014年時点でBC<sub>2</sub>F<sub>9</sub>である。

2. 特性調査

‘紫ずきん’を比較対照品種として、6月中旬播種・育苗、条間1m、株間40cm、6月下旬定植で栽培し、その他の耕種概要も京都府の『野菜栽培基準』に基づき栽培管理を行った(京都府農林水産部、1994)。2011、2012年は各品種20株、2反復、2013年は各品種20株、3反復で栽培し、特性調査は1区12株、2反復を調査した。また、2013年の固定度調査は1品種につき20株調査を行った。



第3図 ‘紫ずきん3号’の草姿



第4図 ‘紫ずきん3号’の莢および未熟子実

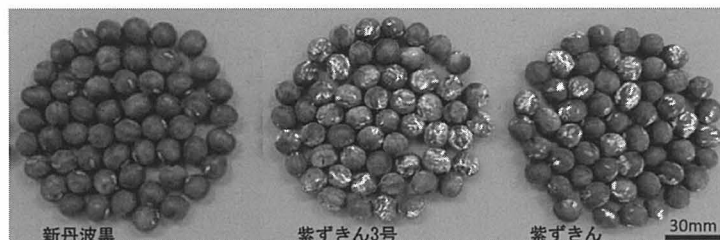
第2表 ‘紫ずきん3号’, ‘紫ずきん’, ‘紫ずきん2号’ および ‘玉大黒’ の各種農業形質

品種・系統	開花期 (月・日)	収穫期 (月・日)	主茎長 (cm)	節数 (節)	分枝数 (本)	精莢重 (g/株)	2粒莢重 (g/株)	成熟期 (月・日)	100粒重 (g)
紫ずきん3号 <sup>2</sup>	8月1日	9月28日	49.3±1.2 <sup>2</sup> a <sup>*</sup>	12.9±0.19 a	6.25±0.22 a	302.2±13.1 a	4.35±0.10 a	11/17	73.75±0.63 a
紫ずきん	8月2日	9月28日	45.1±1.4 ab	12.7±0.31 a	5.75±0.22 a	275.8±12.8 ab	4.51±0.10 a	11/18	74.00±0.52 a
紫ずきん2号	7月29日	9月11日	43.7±0.7 b	11.5±0.25 b	5.45±0.14 a	241.8±10.1 b	4.01±0.06 b	10/28	68.88±0.42 b
玉大黒	7月29日	9月11日	45.1±1.6 ab	12.5±0.26 ab	6.42±0.26 ab	291.1±15.9 ab	2.60±0.04 c	10/20	45.56±0.61 c

<sup>2</sup> 一品種につき1区12株, 2反復, 計24株を調査した

<sup>3</sup> 各品種における草丈, 主茎長, 精莢重および100粒重の値を24株の平均値±標準誤差で示す

<sup>\*</sup> 同一列の異なる文字間は, Tukey-Kramer法により5%水準で有意差があることを示す



第5図 ‘紫ずきん3号’ の子実

### 3. SMV 抵抗性検定

京都府で発生しているSMVのA系統罹病株(‘紫ずきん’)をほ場に配置し, 生育期間(定植から開花期)の病徴発生程度と子実肥大期の若莢からのDAS-ELISA法によるSMV検出の有無を基準に抵抗性株を選抜した(Furutaniら, 2006; Kosakaら, 1993).

さらに, 2013, 2014年に-80°Cで保存したSMVのA, A2, B, C, D系統感染葉に0.1Mのリン酸緩衝液(pH7.2)を加え磨砕し, さらにカーボランダム(600メッシュ)を

加え接種源とした. 接種源を綿棒により初生葉に人工接種し, 抵抗性を調査した(2013年; DAS-ELISA法, 2014年; 病徴の有無). なお, ‘紫ずきん’はSMVのA, A2, B, C, D系統いずれに対しても罹病性, ‘紫ずきん2号’はA, A2, C, D, ‘玉大黒’はSMVのA, A2, B, C, D系統に対し抵抗性である.

### 4. エダマメの糖類, 遊離アミノ酸の分析

分析用サンプルは定法により茹で操作を行ったエダマメから80%エタノールで抽出を行った(古谷ら, 2012; 高橋,

第3表 ‘紫ずきん3号’, ‘紫ずきん’ および ‘玉大黒’ のダイズモザイクウイルス接種検定結果

品種・系統	ダイズモザイクウイルス系統名									
	A		A2		B		C		D	
接種日	2013/1/7	2013/1/10	1/7	1/10	1/7	1/10	1/7	1/10	1/7	1/10
紫ずきん3号	0 <sup>2</sup> /15 <sup>2</sup>	0/13	0/10	0/10	15/15	13/13	0/15	0/13	0/10	0/10
紫ずきん	11/11	10/10	12/13	—	11/11	10/10	11/11	10/10	11/11	—
玉大黒	0/10	—	0/10	—	0/11	—	0/11	—	0/11	—

判定はDAS-ELISA法により行った

<sup>2</sup> 発病株数/接種株数

接種3週間後に葉を採取し冷凍保存し, ELISA検定を2013/2/6に実施

第4表 ‘紫ずきん3号’, ‘紫ずきん’, ‘紫ずきん2号’ および ‘丹波黒’ のダイズモザイクウイルス接種検定結果

品種・系統	ダイズモザイクウイルス系統名									
	A		A2		B		C		D	
接種日	2014/6/3	2014/7/17	6/3	7/17	6/3	7/17	6/3	7/17	6/3	7/17
紫ずきん3号	0 <sup>2</sup> /15 <sup>2</sup>	0/15	0/15	0/15	15/15	15/15	0/15	0/15	0/10	0/10
紫ずきん	14/15	15/15	12/15	15/15	15/15	15/15	15/15	13/15	15/15	15/15
紫ずきん2号	0/15	0/15	0/15	0/15	15/15	15/15	0/15	0/15	0/15	0/15
丹波黒	15/15	14/14	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15

判定は病徴により行い, 接種日が6/3は6/23に, 7/17は8/7に検定を行った

<sup>2</sup> 発病株数/接種株数

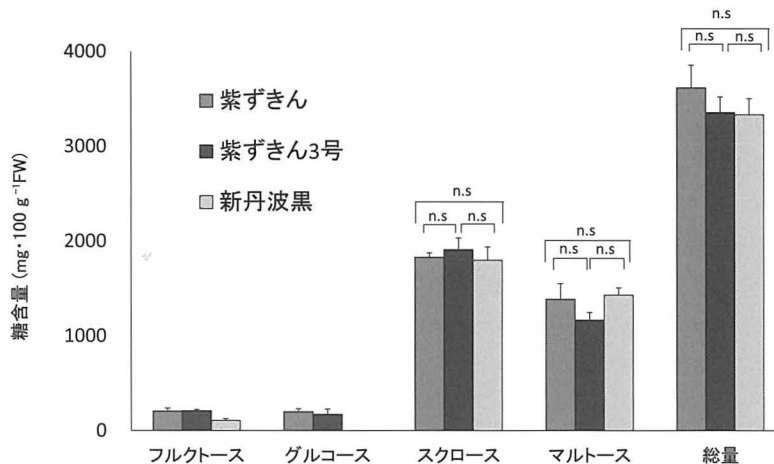
2004). 糖量の分析は, 示差屈折計検出器 (1260 RID, アジレントテクノロジー (株)) を装着した高速液体クロマトグラフ (1260 Infinity, アジレントテクノロジー (株)) を用いた. 分析条件は, 分離液 70%アセトニトリル, 流速  $1.0 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ , カラムオープン温度  $40^\circ\text{C}$ , カラム (Asahipak NH2P-50 4E, Shodex) を用いた. 標品としてフルクトース, グルコース, スクロースおよびマルトースを使用し, 各糖の含量に関する検量線を作成して4種類の糖の定量に用いた.

遊離アミノ酸量の分析は, HPLC (1260 Infinity, アジレントテクノロジー (株), 検出器: 1260 FLD, アジレントテクノロジー (株), カラム: ZORBAX Eclipse Plus C18 ( $4.6 \times 150 \text{ mm}$ ,  $3.5 \mu\text{m}$ ), アジレントテクノロジー (株), カラムオープン温度:  $40^\circ\text{C}$ ) を用いた. 移動相はA液として  $10 \text{ mM}$  リン酸-ホウ酸緩衝液  $\text{pH} 8.2$ , B液としてアセトニトリル/メタノール/水 =  $45/45/10$  を用いてオルトフタルアルデヒド (OPA) および9-フルオレニルメチルクロロフォルマー

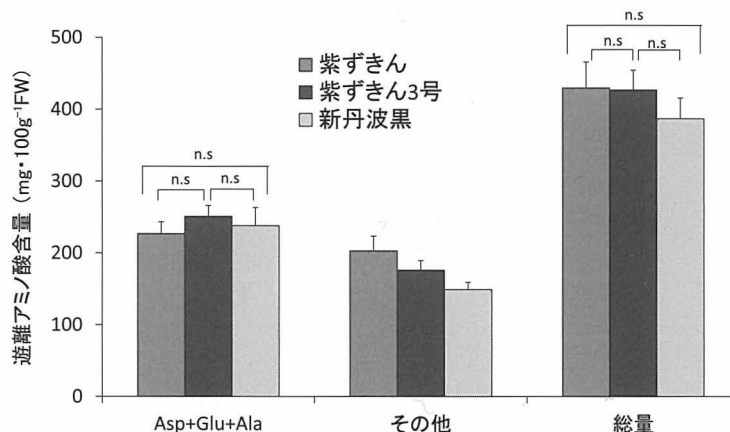
ト (FMOC) 誘導体化したのちに分離して蛍光検出し, 総液量  $1.5 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$  で送液した. グラジエントの条件は, B液 2% ( $0.0 \sim 0.5 \text{ min}$ ), B液 57% ( $0.5 \sim 20.0 \text{ min}$ ), B液 100% ( $20.0 \sim 23.5 \text{ min}$ ), B液 2% ( $23.5 \sim 25.0 \text{ min}$ ) とした. 定量は, 15種のアミノ酸標準液 (アジレントテクノロジー (株)) を用いた. 両計測とも3反復行った.

### 5. エダマメの物性の分析

物性はクリープメータ (RE2-3305B, (株) 山電, プランジャー:  $1 \text{ mm}$  幅平面くさび型), 解析ソフトは破断強度解析 (BAS-3305-LE Ver.2.0, (株) 山電) を用いて破断荷重 (N) および破断変形 (mm), もろさ荷重 (N), もろさ変形 (mm) を測定した. また, 黒大豆エダマメのもちもちとした食感の指標としてM値を用いた (古谷ら, 2012; 野村ら, 2013). 測定速度は,  $0.5 \text{ mm} \cdot \text{sec}^{-1}$ , クリアランスは99%とした. 茹で操作後, 種皮を除去し半粒を子葉接合面 (平坦な面) が試料台に接するように置き, 10反復測定を行った.



第6図 茹でエダマメの糖含量の品種間差  
図中の縦線は標準誤差を示す  
n.s.: not significant



第7図 茹でエダマメの遊離アミノ酸含量の品種間差

Asp + Glu + Ala; アスパラギン酸, グルタミン酸とアラニンの合計量, その他; 総量から Asp + Glu + Ala を除いた量  
図中の縦線は標準誤差を示す  
n.s.: not significant

第5表 ‘紫ずきん3号’, ‘紫ずきん’ および ‘紫ずきん2号’ の破断特性

品種・系統	破断荷重 (N)	破断変形 (mm)	破断歪率 (%)	もろさ荷重 (N)	もろさ変形 (mm)	もろさ歪率 (%)	M 値
紫ずきん3号	4.55 ± 0.29 <sup>a</sup>	1.10 ± 0.04 ab	18.9 ± 0.75 a	1.18 ± 0.19 a	0.19 ± 0.03 a	3.15 ± 0.48 a	0.43 ± 0.03 a
紫ずきん	4.72 ± 0.26 a	0.99 ± 0.04 a	18.5 ± 0.87 a	1.54 ± 0.13 a	0.26 ± 0.03 a	5.00 ± 0.65 a	0.39 ± 0.02 a
紫ずきん2号	5.25 ± 0.30 a	1.16 ± 0.03 b	21.6 ± 0.27 b	1.15 ± 0.27 a	0.17 ± 0.03 a	3.18 ± 0.64 a	0.41 ± 0.02 a

<sup>a</sup> それぞれの品種につき10粒の子実を調査して得られた値を平均値 ± 標準誤差で表す

<sup>b</sup> 同一列の異なる文字間は, Tukey-Kramer法により5%水準で有意差があることを示す

第6表 ‘紫ずきん3号’, ‘紫ずきん’ および ‘紫ずきん2号’ の食味官能試験の結果

品種・系統	外観	甘味	旨味	もちもち感	硬さ	総合
紫ずきん3号	2.40 <sup>a</sup>	1.00 a	0.90 a	0.80 a	-0.70 a	1.20 a
紫ずきん	2.00 a	-0.20 b	0.40 ab	0.00 b	0.50 b	0.10 b
紫ずきん2号 <sup>b</sup>	0.00 b	0.00 a	0.00 b	0.00 b	0.00 ab	0.00 b

<sup>a</sup> 各数値は30名のパネラーによる評価点の平均値を示す

<sup>b</sup> ‘紫ずきん2号’は標準品種として用いられたため, 各項目の値は0となっている

<sup>c</sup> 同一列の異なる文字間は, Tukey-Kramer法により5%水準で有意差があることを示す

## 6. エダマメの官能試験

茹で操作後, エダマメの莢と種皮を手で除去し官能試験に供試した(赤澤ら, 2002; 古谷ら, 2012; 増田ら, 1998). パネラーは京都府立大学大学院生命環境科学研究科の学生および教員計30名で, 外観, 甘味, 旨味, もちもち感, 硬さおよび総合の6項目について, ‘紫ずきん2号’を標準品種(評点=0)として, “良い”(=+1~+3)から“悪い”(=-3~-1)の間を7段階に分ける方法で評価した.

## 結果および考察

### 1. ‘紫ずきん3号’の育成

‘紫ずきん3号’の育成経過を第2図に示す. 2011年にSMV抵抗性や開花期がほぼ固定し, 2011, 2012年に特性調査を行った結果, 生育特性, 収量性が優良であったので2012年に‘紫ずきん3号’の品種名で種苗法に基づく品種登録出願を行った. 第1表に2013年の‘紫ずきん3号’の固定度の調査結果を示した. 主茎長, 節数, 百粒重のいずれの変動係数も既存品種の‘紫ずきん’や‘新丹波黒’と同等で形質が固定していると判断した.

### 2. 特性調査

2012年の‘紫ずきん3号’と‘紫ずきん’の各種農業形質について, 第2表に示した. ‘紫ずきん3号’は主茎長, 節数および分枝数は‘紫ずきん’と同程度であるが, 開帳性は‘紫ずきん’に比べやや小さい(第3図). 2粒莢の形や大きさも‘紫ずきん’と同様で極めて大きい(第4図). ‘紫ずきん3号’の花色は紫色で開花期は‘紫ずきん’とほぼ同じで, 収穫期も‘紫ずきん’と同時期である. 収量性も‘紫ずきん’とほぼ同程度であるが(第2表), エダマメの品質においては, 莢茶しみ症が発生しないので, ‘紫ずきん’より優れる.

成熟した莢の色は褐色, 子実の色は黒色, 形は球形, 大きさ(百粒重)は‘紫ずきん’と同程度であり, 子実の外

観上の品質についても‘紫ずきん’同様に裂皮粒の発生が多く, 子実とエダマメ兼用品種の‘新丹波黒’と異なり子実用品種としての利用は不可である(第5図).

### 3. SMV抵抗性

SMVの人工接種結果を第3, 4表に示す. ‘紫ずきん3号’は, 交配母本の‘紫ずきん2号’と同様にA, A2, C, D系統に対しては感染個体がなく, A, A2, C, D系統に対して抵抗性を有しており‘紫ずきん3号’のモザイク病抵抗性は“強”と考えられた. しかし, ‘紫ずきん2号’と同様にB系統に対しては罹病性であるが京都府で発生が認められているSMVの系統はAのため(小坂, 1997), ‘紫ずきん3号’は‘紫ずきん2号’と同様に莢茶しみ症の発生の懸念はないものと考えられる.

### 4. エダマメの糖類, 遊離アミノ酸の分析

収穫適期の‘紫ずきん3号’のエダマメの糖類の分析結果を第6図に示した. 総糖量, 主要糖であるスクロースや茹で操作により生成するマルトース量は(古谷ら, 2012; 増田, 2004), ‘紫ずきん’と有意な差が認められなかった. また‘紫ずきん3号’のエダマメの遊離アミノ酸含量の分析結果を第7図に示した. 総アミノ酸量およびエダマメの食味に関連するアスパラギン酸, グルタミン酸およびアラニンの合計量も‘紫ずきん’と有意な差が認められなかった(阿部ら, 2004; 古谷ら, 2012; 増田ら, 1998; 増田, 2000). 糖類およびアミノ酸含量について‘紫ずきん3号’は‘紫ずきん’と同等であることから食味が優れる品種であると考えられた.

### 5. エダマメの物性の分析

茹でた‘紫ずきん3号’のエダマメの破断荷重(N), 破断変形(mm), 破断歪み率(%), もろさ荷重(N), もろさ変形(mm), もろさ歪率(%), およびもちもち感の指標であるM値を第5表に示した.

‘紫ずきん3号’の茹でたエダマメの破断荷重は4.55 N

で‘紫ずきん’の4.72 Nと同程度で‘紫ずきん2号’(5.25 N)より柔らかい傾向を示した。また、M値も0.43と‘紫ずきん’の0.39と同程度で、その他の破断変形(mm)、破断歪み率(%), もろさ加重(N), もろさ変形(mm), もろさ歪率(% )も‘紫ずきん’と有意な差は認められないことから、‘紫ずきん3号’はもちもちとした丹波黒特有の食感を有していると考えられた。

## 6. エダマメの官能試験

‘紫ずきん2号’を標準品種とした官能試験の結果を第6表に示した。‘紫ずきん3号’は甘味、うま味、もちもち感、軟らかさ、総合評価が、いずれの項目でも‘紫ずきん’より優れた結果であった。これらのことから‘紫ずきん3号’は‘紫ずきん’と遜色ない優れた食味特性を有していると考えられた。

以上のように本品種は、「紫ずきん」の主要病害であるSMVのA, A2, C, D系統に対して抵抗性を有しており、黒大豆エダマメの品質を低下させる莢茶しみ症が発生しない品種である。開花期、収穫期、主茎長などの生育特性は対照品種の‘紫ずきん’と同程度である。また、食味に影響するとされているアミノ酸や糖含量および物性の評価は‘紫ずきん’と同等レベルであり、実際の官能評価試験においても‘紫ずきん’以上の結果を得ている。‘紫ずきん3号’は生産性および食味特性が‘紫ずきん’と遜色ない優良品種であることから、平成28年度に‘紫ずきん’(H26年度生産面積22 ha)と完全切り替えを予定している。平成26年から現地生産用種子の増殖を始めており、平成27年から現地生産、市場出荷が始まる予定である。

## 摘 要

丹波黒大豆系エダマメ新品種‘紫ずきん3号’は‘紫ずきん’と‘紫ずきん2号’の交配後代から得られたダイズモザイクウイルス(SMV)抵抗性を持つエダマメ専用品種である。開花期、収穫期、主茎長などの生育特性は‘紫ずきん’と同程度である。また、糖やアミノ酸含量、および物性評価では、いずれも‘紫ずきん’と同等の結果を得ている。官能評価も同等以上である。また、SMVのA, A2, C, D系統に対して抵抗性を有することから、‘紫ずきん’で問題となっている莢茶しみ症が発生しない優良品種である。‘紫ずきん3号’は、平成28年度から‘紫ずきん’と完全切り替えを行い現地生産、市場出荷が始まる予定である。

## 引用文献

阿部利徳・氏家隆光・笹原健夫. 2004. 生およびゆでエダマメの遊離アミノ酸および糖含量の品種間差異. 日食

工誌. 51: 172-176.

赤澤経也・白岩恵美子・佐藤ノリコ・笹原健夫. 2002. 貯蔵条件を変えた場合のエダマメ品種の食味・香り・莢色の変動と形質間相関. 日作紀事. 71: 62-67.

Furutani, N., Soh, Hidaka, Y. Kosaka, Y. Shizukawa and S. Kanernatsu. 2006. Coat protein gene-mediated resistance to soybean mosaic virus in transgenic soybean. *Breed. Sci.* 56: 119-124.

古谷規行・野村知未・大谷貴美子・松井元子. 2012. 丹波黒大豆エダマメにおける食味評価法の開発. 園学研. 11: 309-314.

小林秀臣. 1995. エダマメ用黒大豆‘紫ずきん’の育成. 平成7年度近畿中国地域における新技術. 近畿中国農業試験研究推進会議事務局編. 1-4.

小坂能尚. 1997. ダイズウイルス病の病原ウイルスと防除法に関する研究. 京都府農業研究所研究報告. 20: 1-100.

Kosaka, Y. and T. Fukunishi. 1993. Application of Cross-Protection to the Control of Black Soybean Mosaic Disease. *Plant Disease.* 77: 882-886.

久保周子・吉沢雅弘・竹内妙子. 2006. ダイズ品種「丹波黒」における莢しみ症状の原因調査と防除対策. 関東東山病害虫研究会報. 53: 7-8.

京都府農業総合研究所. 1978. 丹波黒大豆の良質生産技術に関する試験成績書(第1部). 1-10.

京都府農林水産部. 1994. 野菜栽培基準. 112-113.

増田亮一. 2000. 農業技術大系野菜編10. p 69. 農文協会. 東京.

増田亮一. 2004. エダマメの食味向上に関わるマルトース生成反応の解明. 農業及び園芸. 77: 1085-1093.

増田亮一・橋詰和宗・金子勝芳. 1988. 冷凍枝豆の食味に及ぼす収穫後の貯蔵時間の影響. 日食工誌. 35: 763-770.

三村 裕・古谷規行・小坂能尚・河合 哉・浅井信一. 2008. 紫ずきん2号. 品種登録17081.

野村知未・古谷規行・大谷貴美子・村元由佳利・松井元子. 2013. 黒大豆由来の黄大豆新品種‘京白丹波’(Glycine max (L) Merr.) の特性について. *Trace Nutrients Research.* 30: 79-85.

高橋晋太郎. 2004. エダマメの糖類及び遊離アミノ酸の定量分析法. エダマメ研究. 2: 20-26.

山田直弘・高橋信夫・高松光生・元木 悟. 1998. 黒ダイズ新品種「みずず黒」の育成経過と特性. 北陸作物学会報. 33: 86-88.