

X線によって誘発されたダイズ品種フクユタカからの 白目突然変体

高木 胖・中村大四郎*・横尾 浩明*・岸川 英利
(生物工学講座)

平成元年11月11日受理

Yellow Hilum Color Mutants Induced by X-ray Irradiation in the Soybean Variety Fukuyutaka

Yutaka TAKAGI, Daishirou NAKAMURA*, Hiroaki YOKOH* and Hidetoshi KISHIKAWA
(Laboratory of Plant Breeding)

Received November 11, 1989

Summary

Seed-coat color and hilum color of soybean are genetically controlled by major genes, and because of the pigmentation of the products, the color is one of the most important agronomic characters to determine the market value.

In Kyushuu district, the variety 'Fukuyutaka' has been grown as a leading variety for its high yield and good quality in tohfu making. In 1988, about 75 % of the total soybean cultivation area was covered by this variety. However, the light brown hilum color of the varieties is an undesirable character. In order to improve its hilum color to yellow, 33,000 dominant seeds were irradiated with 20kR and 24kR X-rays respectively in 1982 and 1983. In M_2 generation, 3 mutants were selected from 19,650 plants in 1983 and 4 mutants from 22,900 plants in 1984 on the basis of yellow hilum color. Seven yellow hilum color mutants without any drastic change of other agronomic traits were investigated on their yielding capacity as compared with original variety 'Fukuyutaka'. From the results of the yield test which started from M_4 generation, one promising line, 85-1 was selected in M_6 generation in 1987. It was similar to the original variety in all characters except the hilum color, and showed better organoleptic quality of tohfu on the appearance and the luster as compared with original variety. The 85-1 line was recommended as the variety 'Murayutaka' in 1988.

Key words: soybean, yellow hilum color mutant, X-ray irradiation

緒 言

突然変異による実際的な育種では、放射線あるいは化学物質により原品種の優良形質をほと

本論文の要旨は平成元年10月4日、日本育種学会第76回大会で発表した。

* 佐賀県農業試験場

んど変化させることなく、目的形質のみを変化させて新品種の育成に成功してきている。蓬原ら¹⁾と佐本ら²⁾はイネについて、また戸田らはコムギ³⁾について、いずれも原品種を短稈化した突然変異体であり、ダイズのライデンとライコウ⁴⁾、ワセスズナリ⁵⁾、コスズ⁶⁾、またアズキの紅南部⁷⁾では原品種の特性はそのまま早熟化を目的とした突然変異体であった。

この実験に供試したダイズ品種フクユタカは1980年に育成されたもので⁸⁾、1978年に始まる水田利用再編対策事業の実施に伴い、転換作物として作付面積、生産量ともに増加し、1988年には九州地域のダイズ作付面積約2万haの75%以上を占める主要品種となっている。これはフクユタカが中の大粒、黄白色の種皮で、蛋白質含量が高く豆腐製造には好適であり、栽培面でも九州地域での適応性は高く多収であるためである。

国産ダイズは、豆腐、味噌、煮豆用の加工適性のほか、特に粒の大きさと外観品質を重要視して取引される。フクユタカの外観品質について、黄白色の種皮と臍(いわゆる白目)が要求される中で、臍の淡褐色(褐目)が欠点とされ、フクユタカ以降に育成された奨励品種の全ては黄白色の種皮と臍色となっている。

この報告はフクユタカの外観品質の改良を目的とし、突然変異による方法で臍の褐色を黄白色とした白目突然変異体を誘発するとともに、この突然変異体の特性について取りまとめたものである。

材料及び方法

供試材料としてダイズ品種フクユタカを使用し、佐賀大学放射性同位元素実験室で東芝X線発生装置 EXS-150-5を用いて、気乾種子にX線を照射した。種子照射は1982年と1983年の2回に分けて行い、300R/分の線量率で20kRと24kRを各33,000粒の種子にそれぞれ照射した。

M₁、M₂世代の栽培は、佐賀県農業試験場で行った。M₁植物は密植して栽培し、成熟期に集団で採種した。M₂世代はM₁集団から無作為に選んだ種子を栽培し、M₂個体の種皮色について、フクユタカの淡褐色の臍が黄白色に変化した個体、すなわち白目突然変異体を選抜した。白目突然変異体の選抜経過は結果で述べることにし、各世代での供試個体・系統数および選抜個体・系統数については一括して第1表に示した。

X線照射によって誘発された白目突然変異体は、M₃以降は系統として扱い、1984年選抜では3系統(84-1, 84-2, 84-3)、1985年選抜では4系統(85-1, 85-2, 85-3, 85-4)の合計7系統が選抜された。原品種フクユタカとの1984年から1987年までの4年間の収量の比較が

Table 1 Selection protocol of yellow hilum color mutants.

Year	1982	1983	1984	1985	1986	1987	
Generation	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	
Number of seeds treated	33,000	11,650	3	84-1 84-2 84-3	○ ○ ○	× ○ ×	× ○ ×
Treatment	X-ray, 20kR		(accelerated)				
Generation		M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆
Number of seeds treated		33,000	22,900	4	85-1 85-2 85-3 85-4	○ ○ × ○	◎ × × ○
Treatment		X-ray, 24kR		(accelerated)			

ら、突然変異体の中から最も優れた系統を選抜した。選抜のための主たる栽培は、1986年に佐賀県農業試験場と佐賀大学農学部で、それぞれ2回の播種期で行った。佐賀県農業試験場では6月12日播種と7月15日播種で、それぞれ区・系統当たり面積 3.7m^2 ($72\times 20\text{cm}$)の2本植で、1区2行の2反復の乱塊法であった。佐賀大学農学部の栽培は、7月6日播種では、区・系統当たり面積 2.8m^2 ($70\times 21\text{cm}$)の1本植で、7月24日播種では、区・系統当たり面積が 2.8m^2 ($70\times 15\text{cm}$)の1本植で、それぞれ1区1行の6反復の乱塊法であった。施肥は、場所・栽培時期によるそれぞれの標準施肥法に準じて行った。

白目突然変異7系統とフクユタカについて、それぞれ、開花期、成熟期、莖長、主莖節数、分枝数、莢数、収量、百粒重、蛋白質含量、脂質含量、糖質含量の諸形質について調査した。白目突然変異体の最も優れた系統として85-1を選抜したが、1987年には、豆腐を製造することで、富山県産のエンレイを標準とした官能テストによる豆腐の食味評価を行った。

結 果

放射線あるいは化学物質を使用しての、ダイズ種子の着色した臍を黄白色とする突然変異体の誘発、いわゆる白目突然変異体を誘発出来る確率はおおよそ明確にされている⁹⁾。白目突然変異体の誘発について、臍の黄白色以外は、原品種のフクユタカと全く同じ特性であることを望むことから、まず照射集団の中からできるだけ多くの白目突然変異体を見つけだすことを行った。

種子照射は1982年と1983年の2回に分けて行い、X線の 20kR と 24kR を33,000粒の種子についてそれぞれ照射した。 M_2 世代は M_1 からの種子を集団として栽培し、個体別に収穫したのうち、1つ1つの種皮色を個体別に調査することで、フクユタカの淡褐色の臍が黄白色に変化した個体を選抜した。調査した M_2 個体と得られた白目突然変異体は、第1表に示すように1983年では11,650個体の中から3個体を、1984年では22,900個体の中から4個体をそれぞれ選抜した。 M_3 世代では、これら選抜した個体が白目突然変異体であるかどうかを確かめるほかに M_4 種子の繁殖をかねて1983年と1984年の冬に温室で栽培した。

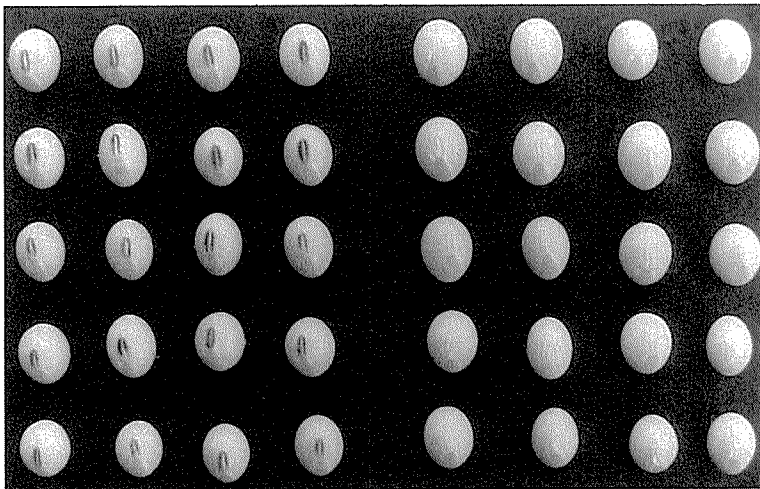


Fig. 1 Hilum color mutant induced by X-ray irradiation, Fuku-yutaka : light brown (left), mutant : yellow (right).

Character	Lines	Mean values in different places and sowing dates ¹⁾	Mean ± S.E. ²⁾
Stem length (cm)	84-1		66.7±7.5
	84-2		65.2±8.7
	84-3		63.0±8.0
	85-1		63.3±6.2
	85-2		62.3±7.0
	85-3		66.2±7.2
	85-4		61.3±7.6
	Fukuyutaka		62.6±7.3
No. of branches	84-1		6.7±0.4
	84-2		6.0±0.7
	84-3		6.4±0.5
	85-1		6.7±0.5
	85-2		6.3±0.6
	85-3		6.3±0.6
	85-4		6.2±0.6
	Fukuyutaka		6.4±0.6
Yield (Kg/a)	84-1		32.0±4.9
	84-2		32.3±3.5
	84-3		31.6±4.8
	85-1		35.7±3.7
	85-2		34.3±2.8
	85-3		33.4±3.0
	85-4		33.8±3.2
	Fukuyutaka		34.1±3.9
100 seed weight (g)	84-1		29.3±1.0
	84-2		30.2±0.6
	84-3		31.6±1.1
	85-1		29.9±1.1
	85-2		29.7±1.1
	85-3		30.7±1.0
	85-4		30.2±1.3
	Fukuyutaka		31.1±1.2
Protein content (%)	84-1		41.2±1.1
	84-2		41.7±1.0
	84-3		41.6±1.3
	85-1		41.6±1.2
	85-2		41.6±1.2
	85-3		41.5±1.2
	85-4		41.7±1.1
	Fukuyutaka		41.9±1.2

Fig. 2 Agronomic characters of yellow hilum color mutant lines planted in different places and sowing dates in 1986.

¹⁾ : At Saga Agri. Exp. Station in June 12 (◇) and July 15 (◆) and at Fac. Agri. Saga Univ. in July 6 (○) and July 24 (●), respectively.

²⁾ : Standard error.

Table 2 Characteristics of yellow hilum color mutant 85-1 line and its original variety Fukuyutaka.

Name	Year	Date of flowering	Stem length (cm)	No. of nodes	No. of branches	Yield (Kg/a)	100 seed weight (g)	Protein content (%)	Oil content (%)
85-1 (mutant)	1985	Aug. 24	55.1	15.0	5.6	35.4	30.5	41.5	—
	1986	Aug. 19	54.6	14.5	7.6	41.6	31.7	43.6	18.1
	1987	Aug. 18	45.4	12.3	6.4	39.3	32.2	41.8	17.8
	Mean	Aug. 20	51.7	13.9	6.5	38.8	31.5	42.3	18.0
Fuku- yutaka (origi- nal)	1985	Aug. 24	61.1	14.7	4.4	31.3	30.8	41.5	—
	1986	Aug. 19	55.9	14.2	7.2	39.4	31.9	43.8	18.3
	1987	Aug. 18	46.0	12.1	6.3	31.5	32.0	42.2	17.4
	Mean	Aug. 20	54.3	13.7	6.0	34.1	31.6	42.5	17.9

第1図は、種子の外観を示したもので、原品種のフクユタカの種皮色は黄白色、臍は淡褐色である。同図右の白目突然変異体については原品種の臍の着色が黄白色に変化している。

1984年の選抜では、84-1, 84-2, 84-3の3系統が、1985年選抜では85-1, 85-2, 85-3, 85-4の4系統が得られた。これら白目突然変異体について、M₄世代以降は系統として扱い、白目突然変異体の7系統について、1984年から1987年までの4年間、親品種フクユタカとの比較から白目以外の形質に変化がないかどうか、最も良い系統を選抜することとした。

1986年の佐賀大学農学部と佐賀県農業試験場で、それぞれ2回の播種期について行った白目突然変異7系統と原品種フクユタカの特性について、その結果の一部を第2表に示した。

茎長は突然変異系統間に差がみられたが、原品種との間に差は認められなかった。分枝数と収量について、突然変異系統と原品種との間に差は認められなかった。百粒重は、突然変異系統の多くは原品種に比べて粒重が低い傾向にあったが有意な差は認められなかった。蛋白質含量について、突然変異系統と原品種との間に差は認められなかった。

他に、開花期、成熟期、主茎節数、分枝数、莢数、脂質含量、糖質含量について調査したが、いずれの形質についても原品種との間に差は認められなかった。

1984年から1987年までの4年間の系統比較試験の結果、1986年は、84-1系統で成熟期にやや倒伏がみられた。84-3系統については立枯病などによる欠株がみられた。また、1987年には、85-4系統の草型や茎の太さで親品種に比べて劣っていたなどの理由でこれらの系統を廃棄することにした。84-3, 85-1, 85-4の3系統は、原品種のフクユタカに比べてその特性に差は認められない。この中から85-1系統は、フクユタカと比較して、百粒重に差はなく、特に、収量は3年間を通じて系統中最も優れていたことから選抜の対象とした。

85-1系統の特性について1985年から1987年までの3年間の結果をフクユタカと比較して第2表に示した。3年間の各形質の平均値について、開花期は全く同じであり、茎長について85-1系統がやや低く、主茎節数、百粒重、蛋白質含量、脂質含量についても両者の間には差は認められなかった。収量の平均値は、85-1系統は38.8kg/a、原品種のフクユタカは34.1kg/aと突然変異体でやや高い傾向にあった。これは3年間の選抜で、各年とも最も優れた白目系統を選抜した結果であり、85-1系統の収量は原品種フクユタカと大差ないものと判断された。

Table 3 The organoleptic quality of tohfu¹⁾.

Variety	Appearance	Luster	Oder	Taste	Hardness	Over-all evaluation
Murayutaka (85-1)	+1.28*	+1.49*	+0.21	+0.36	+0.21	+0.77
Fukuyutaka	+0.26	+0.27	+0.03	+0.19	+0.13	+0.21

¹⁾ : Values are evaluated with variety Enrei from Toyama as the standard, 0.

* : Significant from Fukuyutaka 5 % level.

考 察

ダイズ種皮色の放射線あるいは化学物質による突然変異の誘発について、Humphrey⁴⁾は種子の中性子照射から臍の褐色が黒色に変化した突然変異体を、Zacharias¹¹⁾は Heimkraft 1 の X 線照射から、黒色の臍が黄白色に変化した突然変異体の誘発を報告している。高木ら⁹⁾は、ダイズ品種タチスズナリのガンマー線と EI 処理から、臍の褐色が黄白色に変化した突然変異体を得ており、突然変異による方法がダイズの種子の外観品質の改良に有効である、白目突然変異体の誘発頻度について、また、原品種に比べて白目突然変異体は収量と百粒重が低下していたことを述べている。

本実験では、フクユタカの外観品質の改良を目的として、X線照射から淡褐色の臍を黄白色とした突然変異体の誘発を試みたところ、M₂世代の33,550個体の中から7個体の白目突然変異体を得た。この白目突然変異体の中から、最も優れた系統を選抜する4ヵ年間の収量比較試験から、臍が黄白色で外観形質のみを改良した85-1系統を選抜することができた。この系統は、百粒重と収量、特に百粒重は低下することなく、開花期、成熟期、莖長、主莖節数、分枝数、蛋白質含量、脂質含量、糖質含量の諸形質について原品種のフクユタカと全く同じ白目突然変異系統であった。

フクユタカは、その生産量の70%以上が豆腐製造用として使用されている。85-1系統を原料として作った豆腐について、その食味をフクユタカと比較した。富山県産のエンレイを標準とした豆腐について、被験者30名による食味評価の結果を第3表に示した。豆腐の食味を構成する、外観、つや、香り、味、テクスチャーと総合評価について比較したところ、5%水準で外観とつやに差が認められた。これは黄白色の臍が豆腐の外観品質に影響したものとみられる。85-1系統の白い外観が、被験者によって豆腐の色調が良いとして評価されたものである。さらに、85-1系統とフクユタカの豆腐製造の歩留まりについて、両者の間に差は認められなかった。

淡褐色の臍を黄白色に変化させた白目突然変異体はフクユタカの外観品質を改良したものである。この白目突然変異系統85-1は、1988年3月にむらゆたかの名称で佐賀県から種苗登録を行った。

摘 要

ダイズの種皮および臍の色は品種固有の遺伝的特性であり、ダイズ加工食品の着色の原因となることから、市場価値を左右する重要な農業形質の一つである。

ダイズ品種フクユタカは、その収量と豆腐の加工適性から九州地域での主要品種となってい

る。1988年では、九州地域のダイズ栽培面積の約75%がこの品種が占めている。しかしながら、この品種の淡褐色の臍は好ましくない形質の一つである。この淡褐色の臍を黄白色に改良するために、1882年と1983年に、20kRと24kRのX線を33,000粒の気乾種子にそれぞれ照射した。M₂世代では、黄白色の臍に関して、1983年は、19,650個体の中から3個体の突然変異体を、また、1984年には、22,900個体の中から4個体の突然変異体を得た。黄白色の臍以外の他の農業形質について大きな変化はみられない7個体の突然変異体について、原品種のフクユタカと比較することで突然変異体の収量性について調べた。M₄世代に始まる収量試験の結果、1987年のM₆世代で、有望系統85-1が選抜された。この系統は原品種のフクユタカと比較して黄白色の臍以外の形質は全て同じであり、豆腐での官能品質について、外観とつやでは原品種より優れていた。1988年にこの突然変異系統85-1はむらゆたかの品種名で種苗登録した。

引用文献

1. 蓬原雄三・鳥山国土・角田公正 (1967). 放射線による水稻品種レイメイの育成. 育雑 17, 85-96.
2. 橋本鋼二・長沢次男・村上昭一・国分喜治郎・中村茂樹・小山隆光・松本重男・佐々木紘一・岡部昭典 (1985). ダイズ新品種「ワセスズナリ」の育成. 東北農業試験場研究報告 第71号 23-42.
3. 橋本鋼二・長沢次男・村上昭一・渡辺 巖・国分喜治郎・酒井真次・異儀田和典・岡部昭典 (1988). ダイズ新品種「コスズ」の育成. 東北農業試験場研究報告 第77号 45-61.
4. Humphrey, L. M. (1954). Effects of neutron irradiation in soybeans. II. *Soybeans Dig.* 14, 18-19.
5. 大場寅雄・岩田岩保・竹崎 力・工藤洋男・異儀田和典・小代寛正・原 正紀・池田 稔・高柳 繁・下津盛昌・橋本篤一・志賀鑑昭・富田貞光 (1982). ダイズ新品種「フクユタカ」について. 九州農業試験場研究報告 22, 405-432.
6. 栽培第2部作物第3研究室 (1970). 放射線によって育成した大豆新品種「ライデン」および「ライコウ」育成報告. 東北農業試験場研究報告 第40号 65-106.
7. 佐本四郎・金井大吉 (1975). イネ突然変異育種に関する研究. I. コシヒカリの強稈突然変異系統について. 育雑 25, 1-7.
8. Satoh, T., Y. Takahashi, N. Kamata, K. Sasaki, F. Furusawa, Y. Kamiyama, Y. Ohno, K. Sasaki, N. Takahashi and S. Maita (1982). A new Azuki bean variety, Beni-Nanbu. *Gamm Field Symposia* 21, 31-36.
9. 高木 胖・平岩 進 (1980). ガンマー線およびエチレンイミン処理により誘発されたダイズの種皮色に関する突然変異体. 佐賀大農叢 48, 87-92.
10. 戸田正行・中田 猛・三木昌平・塚田晃久 (1972). 麦類の突然変異育種に関する研究. II. γ 線によるコムギ新品種ならびに有望短稈系統の育成. 育雑 22, 239-245.
11. Zacharias, M. (1956). Mutationsversuche an Kulturpflanzen. IV. Röntgenbestrahlungen der Sojabohne (*Glycine soja* (L.)). *Züchter* 26, 321-338.