Yuzo FUTSUHARA, Kunio TORIYAMA and Kosei TSUNODA: BREEDING OF A NEW RICE VARIETY "REIMEI" BY GAMMA-RAY IRRADIATION. (With English summary, p. 89). Japan. J. Breeding, Vol. 17, No. 2, 1967.

Synopsis. A new rice variety "Reimei" was obtained by gamma-ray irradiation of seed of "Fuji-minori", a leading variety with long culm in north-eastern district of Japan. This new mutant variety has a characteristic of short culm, reduced by approximately 15 cm as compared with the original variety.

放射線による水稻新品種レイメイの育成

蓬原 雄三*・鳥山 国士**・角田 公正***

(* 名古屋大学農学部・** 中国農業試験場・*** 東京大学農学部)

I 緒 言

放射線による新品種の育成については、大麦、エンドウなどいくつかの作物について報告され (GUSTAFSSON, 1963, GAUL, 1965), すでに実用化の段階に入っているものとみられる。わが国でも水稻・小麦・大豆などを対象として放射線による突然変異育種法がそれぞれの育成試験地で試みられているが、これらのうち水稻については早生化、短稈化などいくつかの有望系統の育成が報告されている (KAWAI *et al.* 1961, KAWAI 1963 a, b, 藤井・岡田 1963)。著者らも 1954 年以降、青森県農業試験場藤坂支場において突然変異育種法による新品種の育成を試み、原品種よりも多収なふ系 53 号、ふ系 54 号を育成して放射線により積極的に多収変異を作成しようことをすでに実証した (鳥山, 蓬原 1962 a, b)。しかし、これらの系統は、交雑育種法によつて同時期に育成された系統より劣つていたため実用品種となるまでには至らなかった。そこで 1959 年に交雑育種法によつて育成中の、長稈ではあるが将来広く普及するであろうと考えられたふ系 47 号 (後にフジミノリとなる) の短稈化を主目標に ^{60}Co の γ 線照射を行なつて短稈変異系統の作出と、その選抜を図つた (蓬原 1963)。これらのうち最終的に 2 系統を選びふ系 70 号および 71 号の地方系統名を付して地方適応性を検定した。その結果、ふ系 70 号はきわめて良好な成績を示し、1966 年に水稻農林 177 号として新品種に登録され、レイメイと命名、普及に移された。レイメイは放射線によつて育成されたはじめての水稻品種であり、わが国の水稻育種上きわめて大きい意義をもつものと考えられる。そこで本品種の育成経過およびその過程で明らかにされた 2, 3 の問題について報告し、今後の放射線育種の参考に供したい。

1966 年 8 月 2 日受領

この研究を行なうにあつて終始懇切な御指導を賜つた東京大学農学部松尾孝嶺教授、農業技術研究所明峰英夫科長、河合武室長ならびに青森県農業試験場田中稔場長に深甚の謝意を表する。

II 材料および方法

供試材料としてふ系 47 号 (後にフジミノリとなる) を使用した。フジミノリは良質、多収、耐冷性、耐病性をかねそなえた早熟品種で広域適応性があり、1965 年の栽培面積は 14 万 ha で、水稻品種の第 2 位を占めている。しかしフジミノリは長稈のため多肥多収地帯では比較的倒伏しやすい欠点がある。そこで短稈化による耐倒伏性の強化を主目標に放射線照射による突然変異育種を開始した。

処理は 1959 年に農林省農業技術研究所 (平塚市) で行ない、ふ系 47 号 (後にフジミノリとなる) の乾燥種子に対し ^{60}Co の γ 線 20 kR および 30 kR を照射した。線量率はそれぞれ 6.94 R/min および 10.41 R/min である。

X_1 以降の栽培は青森県農業試験場藤坂支場において行なつた。経過は世代ごとに実験結果とともに述べることにし、各世代の供試系統数および個体数を一括して第 1 表に示した。

III 実験結果

(1) X_1 X_1 の移植期における枯死歩合は 20 kR 区および 30 kR 区でそれぞれ 7% および 20% であつた。30 kR 区では生育障害の大きい個体がかかなり認められたが、生育不良の苗でも移植後活着さえすれば、その後の生育は順調であつた。 X_1 の生存個体のうち極不稔個体 (ほぼ 100% 不稔) を除き、両線量区とも 400 個体を抽出し、20 kR 区の 300 個体からは各 1 穂を (1 株 1 穂法)、100 個体からは各 3 穂を (1 株 3 穂法) 採種し、また 30 kR 区の 300 個体からは 1 株 1 穂を、100 個体からは分けつ節位別に区別して全穂を (1 株全穂法) 採種

Table 1. Process of mutation breeding in "Fujiminori" by gamma-ray irradiation

Year	Generation	Dose (kR)	No. of tested*			No. of selected*			Remarks
			families	lines	plants	families	lines	plants	
1959	X ₁	20			1,000			400	γ-irradiation, harvesting
		30			1,500			400	
1960	X ₂	20		600(400)	25,000		14(13)	15	Selection for short culm variants
		30		867(366)	25,000		26(20)	31	
1961	X ₃	20	13	15	750	2	2	10	Preliminary yield and quality tests
		30	20	31	1,550	8	11	55	
1962	X ₄	20	2	10	500	1	1	5	Yield and quality tests
		30	11	55	2,750	1	1	5	
1963	X ₅	20	1	5	250	1	1	5	Nomination as Fukei No.70 and No.71. Test of adaptability
		30	1	5	250	1	1	5	
1964	X ₆	20	1	5	250	1	1	5	
		30	1	5	250	1	1	5	
1965	X ₇	20	1	5	250	1	1	5	
		30	1	5	250	1	1	5	
1966	X ₈	20							Release of Fukei No.70 as a recommended variety, "Reimei"
		30							

*: Figures in parentheses show numbers of X₁ plant progenies

した。

(2) X₂ X₂はX₁の採種法別にそれぞれ穂別系統として養成し、各個体1本植とした。10系統ごとに原品種を配置して、それらとの比較の下に変異体の探索と選抜を行なった。その結果、短稈変異個体を分離した系統が処理区を合計して112系統(出現率7.63%)が認められた。短稈変異出現率に関して線量区間および採種法間には顕著な差異は認められなかった。ほ場選抜および室内選抜により33系統46個体を選抜した。

(3) X₃ X₂で選抜された後代の46X₃系統に原品種(2区)および比較品種トワダを加えた合計49の系統と品種について、7×7=49の単純格子型配列法による生産力検定予備試験を行なった。1区面積2.2m²、刈取面積1.65m²とした。X₃で直ちに生産力検定を行なったのは、X₂で出現した短稈変異の多くが劣性突然変異で、変異体の多くはX₃で固定するであろうと期待し、またできるだけ早く変異の実用的価値を知ろうとしたためである。実際には46系統のうち30系

Fig. 1. Internode lengths in 11 X₃ lines selected for short-culmness.

統(65%)が実用的には固定しているものと認められた。供試46系統のうち28系統が原品種に比べて有意に短稈であつた。これら変異系統のうち11の固定系統に

Fig. 2. Correlation between culm length and grain yield in 46 X_3 lines selected for short-culmness.

○ : Original variety

ついて各5個体の節間長を測定した結果を第1図に示した。短稈化は地上部節間長の短縮によるが、各節間の短縮割合は系統により区々で、たとえばX-19では稈長が原品種の半分近くに短縮されているが、上位のⅠ、Ⅱ節間の短縮率は小さく、下位のⅢ～Ⅴ節間の短縮率が著しく大きい。

収量と稈長の間には第2図に示したように正の有意な相関が認められ、一般に短稈化にともない収量が減少する傾向が見られ、46系統のうち12系統は原品種に比べて有意に低収であった。しかしながら一方、これら短稈変異のなかには収量が原品種並あるいはそれ以上のものも数系統認められた。稈長と穂数との間にはほとんど相関は認められないが、穂長および一穂粒数はいずれも一般に短稈化にともなつて減少しており、これが放射線育種による短稈変異が一般に低収である一原因かと考えられる。しかし一方では有意に短稈化しても穂長および一穂粒数の減少がみられない系統も存在し注目された。

収量およびその他の特性を考慮して13系統を選抜した。

(4) $X_4 \sim X_7$ X_4 以降は一般の育種事業の中に編入して試験を継続した。 X_4 では供試13系統のうち実用的に有望と考えられたX-10(20kR区)にふ系70号、また極短稈変異で交配母本として有用と考えられたX-19(30kR区)にふ系71号の地方系統名を付し、ふ系70

Fig. 3. Radiation-induced rice variety "Reimei" (left) and its original variety "Fujiminori" (right).

号は X_5 以降3年間にわたつて、それぞれ10, 40, 26個所で地方適応性を検定した。青森県および広島県高冷地の各検定地の検定結果はきわめて良好で、1966年に水稻農林177号として新品種に登録され、レイメイと命名、普及に移された。レイメイの育成地における4年間

Table 2. Frequencies of X_2 lines segregating for short culm variants

Dose (kR)	Harvesting method in X_1 *	No. of tested lines (a)	No. of short culm variant lines (b)	b/a (%)
20	Method A	300(300)	25(25)	8.3
	Method B	300(100)	13(11)	4.3(11.0)
30	Method A	275(275)	18(18)	6.5
	Method C	592(91)	56(26)	9.5(28.6)
Total		1,467(766)	112(80)	7.63

* : Method A : One ear was harvested from each of X_1 plants

Method B : Three ears were harvested from each of X_1 plants

Method C : All ears were harvested from each of X_1 plants

Figures in parentheses show numbers of X_1 plant progenies. Other figures show numbers of X_1 ear progenies.

Table 3. Characteristics of a new rice variety "Reimei" obtained by gamma-ray irradiation

Variety	Year	Generation	Heading date	Culm length (cm)	Ear length (cm)	No. of ears	Grain yield (kg/a)	Relative yield (%)	1,000 grain weight (g)	Resistance to*		
										blast	cool	lodging
Reimei	1962	X ₄	5 Aug.	78	18.2	11	56.6	103	24.3	II		II
	1963	X ₅	6 Aug.	76	19.2	14	57.8	104	21.6	III	II	II
	1964	X ₆	9 Aug.	73	17.4	15	53.2	104	20.8	IV	III	II
	1965	X ₇	12 Aug.	64	17.1	12	49.9	110	21.9	III	IV	II
	Average		8.0 Aug.	73	18.0	13	54.4	105	22.1	III	III	II
Fujiminori (original variety)	1962		5 Aug.	83	18.9	12	55.1	100	22.7	II		II
	1963		4 Aug.	94	18.4	14	55.4	100	22.2	III	II	IV
	1964		7 Aug.	86	17.4	15	53.2	100	21.2	IV	III	II
	1965		11 Aug.	79	18.1	12	45.4	100	21.2	III	III	III-IV
	Average		6.8 Aug.	86	18.2	13	51.7	100	22.1	III	III	III

*: I to VIII show degrees of resistances in descendent order.

の生産力および特性検定の結果を一括して第3表に示した。すなわち新品種レイメイは原品種フジミノリの特性をほとんど変えることなくその稈長を15cm内外短縮したものである(第3図)。レイメイは苗代期から分けつ期にかけてはフジミノリと酷似した生育相を示すが、フジミノリでは幼穂形成期前後から急速に節間伸長が見られ、草丈が高くなるのに対して、レイメイでは節間伸長が少なく草丈はあまり高くなり、フジミノリとの差が明瞭になる。成熟期ではしたがって下位節間が短縮し、フジミノリより約15cm短稈となり、倒伏抵抗性は著しく強化されている。生産力はフジミノリと同程度かややまさり、年次および場所による生産力の変動は少なく、比較的安定した収量を示す。出穂期、いもち病耐病性、耐冷性などの諸特性はフジミノリとほとんど変らない。低温下の発芽苗立ちはフジミノリより良好である。また短稈のために穂孕期の低温に対する深水灌漑の効果がフジミノリに比べて明らかに大きく、実用的耐冷性が強化されている。しかし一方では原品種に比べて成熟期において下葉が枯上りやすい傾向がある。

IV 考 察

わが国においても放射線育種については、これまでかなり大きな期待が寄せられていながら、反面その実際育種への適用にはなお少なからぬ不安と逡巡とが残されていた。これは、現在までかなりの試験研究が行なわれ、多くの有望系統が作出されていながら、最終的に実用品種を育成するまでに至らなかったことが大きな理由の1つと思われる。このような意味において、放射線によりはじめて水稻新品種レイメイの育成に成功したことは育種上きわめて大きな意義があると思われる。レイメイ

(黎明)とは、わが国の水稻育種においてはじめて放射線育種の実用性が実証され、その将来に明るい希望を抱かせたこと、換言すれば放射線育種の黎明期を迎えたことにちなんで名付けられたものである。

ここにレイメイの育成に成功した理由として、実際育種の面から見れば、品種の選定が当を得ていたこと、目標とした短稈化が放射線による誘発変異のうちで最も出現率が高くかつ識別しやすい形質であること、およびこの1形質の変異だけに目標をしばつたことがあげられる。さきに放射線育種によつて育成されたふ系53号、ふ系54号が原品種に比べ収量にまさりながらなお品種にまでなりえなかつた原因は、他の諸特性のいくつかにおいてなお改善されていないか、あるいはプラスの有用変異とともに、2, 3の実用形質でマイナスの同時変異がおこつたためである(鳥山, 蓬原 1962a, b)が、これらの試験がいずれも基礎的研究に主眼がおかれ、目標を十分にしばらなかつたことも考慮すべきであろう。すなわち、改良の目標とすべき形質が多岐にわたり、漠然としていたり、あるいは収量のようなポリジーンが関与するとみられる複合形質を対象とした場合には、短稈化に比べて選抜がむずかしいこと、あるいはそのような変異の少ないことなどの理由により顕著な成果が得がたいのではないかと思われる。一方、ふ系53号、ふ系54号がともに普及面積の多い既成品種を材料として育成されたのに対して、レイメイは交雑育種法によつて育成中の材料で、稈長、倒伏抵抗性以外の諸特性にすぐれ、将来広く普及するであろうと考えたものを素材として、直ちに放射線育種を開始したことも成功の1因と考えられる。

新品種レイメイは1966年で処理第8代であり、処理

後7年間で新品種が育成されたことになる。従来の交雑育種法による品種育成が少なくとも8年ふつう10年以上を要したのに比べて育種年限がかなり短縮されており、放射線育種の有用性を示す1例といえよう。なおこのような育種年限の短縮は、 X_2 で選抜された短稈変異の多くのものが劣性変異であろうと推定して X_3 において生産力検定予備試験を実施したことにもよるもので、この方法は放射線育種で短稈化を目標とする場合の有効な手法の1つと考えられる。

レイメイの育成により、放射線育種の実用性が実証された今日、育種目標によつては少なくとも本試験以上の規模をもつて放射線育種を積極的に育種事業の中にとり入れていくことがのぞまれる。

V 摘 要

水稻品種フジミノリを供試し、短稈化を目標にその乾燥種子に対し ^{60}Co の γ 線照射を行なつた。処理線量は20kRおよび30kRとした。 X_1 の1株より1穂、3穂あるいは全穂を採種し、 X_2 はその穂別系統として栽培し、短稈変異体の選抜を行ない46個体を選抜した。 X_3 では生産力検定予備試験を行ない13系統を選抜し、 X_4 でふ系70号(20kR区)およびふ系71号(30kR区)の2系統を選抜した。ふ系70号は地方適応性を検定した結果、成績が良好であり、水稻農林177号として新品種に登録され、レイメイと命名、普及に移された。レイメイは原品種の特性をほとんど失わずに約15cm短稈となつたもので、倒伏抵抗性が著しく強化されている。

Summary

Dry dormant seeds of a rice variety "Fujiminori" were exposed to 20kR and 30kR of gamma-rays from ^{60}Co source. "Fujiminori" is a leading variety in Northeastern District of Japan, with high yielding ability and high resistances to blast and cool. However, the lodging resistance of this variety is not sufficient mainly owing to long culm length. So the main object of this breeding was to increase its lodging resistance by shortening culm length.

In X_2 generation, 1467 ear progenies, approximately 50,000 individuals were planted. By the visual observation, 46 individuals from 33 ear progenies were selected on the basis of short culm length. In X_3 generation, preliminary yield test was carried out on 46 selections, together with the original variety. As the results, most of these selections were recognized as short culm mutant lines. In these short selected lines, there was observed a general tendency that grain yield was decreased

そのため肥沃地および多肥栽培でも倒伏のおそれは少なく、収量も安定して多収を示し、フジミノリの栽培されている地帯に好適すると考えられる。

引 用 文 献

- 藤井啓史・岡田正憲 1963. X線照射により生じた水稻の有用突然変異系統の育成, 育種 13: 53.
 蓬原雄三 1963. 突然変異個体の選抜, 育種学最近の進歩 IV: 88~95.
 GAUL, H. 1965. Induced mutations in plant breeding. Genetics Today 3: 689~709. Proc. XI Intl. Congress of Genetics, Hague, 1963.
 GUSTAFSSON, Å. 1963. Productive mutations induced in barley by ionizing radiations and chemical mutagens. Hereditas 50: 211~263.
 KAWAI, T., SATO, H. and MASHIMA, I. 1961. Short-culm mutations in rice induced by P^{32} . Proc. Sym. on Effects of Ionizing Radiations on Seeds: 565~579.
 KAWAI, T. 1963a. Mutations in rice induced by radiation and their significance in rice breeding. I. Mutations by radiophosphorus. Bull. Natl. Inst. Agri. Sci. Series D-10: 1~76.
 KAWAI, T. 1963b. II. Mutations by X-ray irradiation of florets. Bull. Natl. Inst. Agri. Sci. Series D-10: 77~137.
 鳥山国土・蓬原雄三 1962a. 水稻における人為突然変異育種に関する研究 II. 放射線 ^{32}P 処理による多収系統 'ふ系53号' の育成, 育種 12: 148~152.
 鳥山国土・蓬原雄三 1962b. 同上 III. X線処理による多収系統 'ふ系54号' の育成, 育種 12: 263~268.

with shortening of culm length. Nevertheless, some of them showed the same or higher yields as compared with the original variety. Yield test was further continued for one year. Based on these results, two promising lines, "Fuhei No.70" and "Fuhei No.71" were selected. The line, "Fuhei No.70" appeared to be similar to the original variety in all respects, except culm length reduced by about 15cm. From the results of the adaptability tests for three years in different localities, "Fuhei No.70" was recognized to be widely adaptable in all the districts where "Fujiminori" had been cultivated, and was registered as "Norin No.177" and was officially released as a new variety "Reimei" in 1966.

Another mutant lines, "Fuhei No.71", with extreme straw stiffness, showed a shortening in culm length by 46%. Particularly it is worthwhile to note that the three lower internodes were very short

but the uppermost internode and ear were approximately equal to the corresponding ones of the original variety and thereby resistance to lodging was extremely increased. Accordingly, it seems to be valuable as a breeding material.

These results suggest that the short culm mutants may be isolated easily within a comparatively short time, while retaining the status quo for the other desirable characteristics of the original variety.

Y. FUTSUHARA

*Faculty of Agriculture, Nagoya University,
Nagoya*

K. TORIYAMA

*Chugoku Agricultural Experiment Station,
Fukuyama*

K. TSUNODA

*Faculty of Agriculture, University of Tokyo,
Tokyo*