

Coix 属の改良に関する育種学的研究 VII

Coix 属植物のX線感受性および照射次代の雑種 F₂ の形質分離について

村上 道夫

MICHIO MURAKAMI : Studies on the breeding of genus *Coix*. VII. X-ray sensitivity of *Coix* varieties and segregation of characters of F₂ generation between Hatomugi (*Coix Ma-yuen* ROMAN.) and Juzudama (*Coix Lacryma-Jobi* L.) in the X₂ generation

摘要 *Coix* 属植物の栽培種であるハトムギと野生種のジユズダマ、およびその雑種F₁さらに人為的に作出した 4x ハトムギと 4xF₁ の 5 植物の乾燥種子に対して 5~20 kr のX線を照射し、照射当代におけるX線感受性と、さらに照射 F₁ の次代における形質の分離および形質間の連関性に対するX線の作用を調査した。

1. 照射当代の発芽率および生存率は、照射線量の増加にともない低下するが、概して F₁ は抵抗性を示し、異質および同質四倍体はこれにつき、ハトムギおよびジユズダマは供試植物中最も感受性を示した。

出穂期は、両四倍体は線量増加にともないかなり遅延し、ハトムギおよびジユズダマはやや出穂促進の傾向を示したが F₁ は殆ど影響されない。

草丈は一般に線量とともに低下するが、F₁ は 5~15kr の線量では殆ど影響されない。

花粉稔性は F₁ および 4xF₁ では 15kr までは殆ど低下せず、20kr においてかなり低下した。他の 3 種は線量増加にともない減少したが、同質四倍体は花粉稔性については感受性が大である。

種子稔性は線量とともに一次函数的に低下したが、F₁ および四倍体は、ハトムギ、ジユズダマに比してその傾向は著しくない。

2. F₁ (X₁) 個体中の極早生個体により F₂ を育成したが、早生選抜の効果はなく、概して晩生個体を多く分離した。草丈の頻度分布はやや連続的となり、線量とともに細茎を叢生する矮生個体がかかり出現した。生体重は高線量区でかなり増大する傾向を示した。花粉および種子稔性はいずれも低下し、とくに高線量区には低稔性個体の出現が多い。

草丈と諸形質間の相関は、対照区に比較してかなり低く、とくに分蘖数、生体重および稔性などと草丈との間において著しく、概してX線照射は遺伝子の多面発現ないしは連鎖に大きく影響することが推察された。

3. 本実験結果より、雑種 F₁ はX線に対して最も抵抗性を示し、異質および同質四倍体はこれにつき、ハトムギおよびジユズダマは最も感受性を示すことが明らかになった。またX線照射を利用して雑種後代の育成を行なう場合には、変異個体の選抜はもとより、とくに有用形質間の連関性を把握しつつ行なうことが必要であると考えらる。

I 緒 言

人為突然変異を育種に利用する試みは古くから行なわれ、とくに GUSTAFSSON (1947) が数種の植物に対して放射線を照射し、その育種の効果を報告して以来、現在までに多くの研究者によつて、各種の植物に対する放射線照射の実験が行なわれている。とくに最近10数年間における本研究の進展はめざましく、多くの基礎的実験はもとより、実用上にも有用な新種の育成に関する研究結果が次々と報告されている。これらの研究経過ならびにその成果に関しては、松村 (1961)、西村 (1961) などによつてまとめられ、さらに松

尾 (1960,'61) は放射線の農業的利用に関して詳細な総括を行なっている。

筆者は、既報 (1958,'59,'61)の如く、*Coix* 属植物の飼料作物化に関する各種の育種試験を継続中であるが、その一環として *Coix* 属植物に対する放射線育種の可能性を検討することを目的として本実験を行なつた。本報においては、従来より改良試験に使用しているハトムギとジユズダマ、および両植物の雑種 F₁ ならびに人為的に作出した倍数体植物に対してX線を照射し照射当代 (X₁) における各植物の感受性、ならびに雑種 F₂ (X₂) における形質の遺伝子分離に対するX線の影響について調査したので、それらの結果の概要に

ついて報告する。

なお本研究の一部は、文部省科学研究費によつて行なつた。また実験にあたり本学原田賢之教授の指導と、京都大学農学部遺伝学研究室の援助をうけた。ここに衷心より関係各位に対して謝意を表する次第である。

II 実験材料および方法

本実験の供試材料としては、本学圃場にて育成保存中の *Coix* 属の栽培種ハトムギ (*Coix Ma-yuen Roman.*) およびその野生種ジュズダマ (*Coix Lacryma-Jobi L.*)、とその雑種 F_1 (ハトムギ×ジュズダマ)、さらにコルヒチン処理によつて作出した両植物の異質四倍体 ($4x F_1$) とハトムギの同質四倍体 ($4x$ ハトムギ) の5種類の *Coix* 属植物を使用した。

X線照射は、1959年5月7日に、電圧230kV、電流16mAでAlフィルター1.0mmを用いて毎分線量142r、照射距離50cmで照射した。各種類ごとに5, 10, 15および20krの4線量区を設けて、それぞれ50粒 (F_1 のみ20粒)の乾燥種子に対して照射した。

X線照射種子は、直ちにガラス室内の播種箱に播種し、発芽率および生存率の調査を行なつた。6月16日に圃場に搬出して、畦巾80cm、株間60cmに定植して X_1 植物を育成した。その後の管理は慣行に従つて行なつた。各植物とも個体の出穂開始日をもつて出穂期と定め、諸形質の調査は成熟期に入つて行なつた。

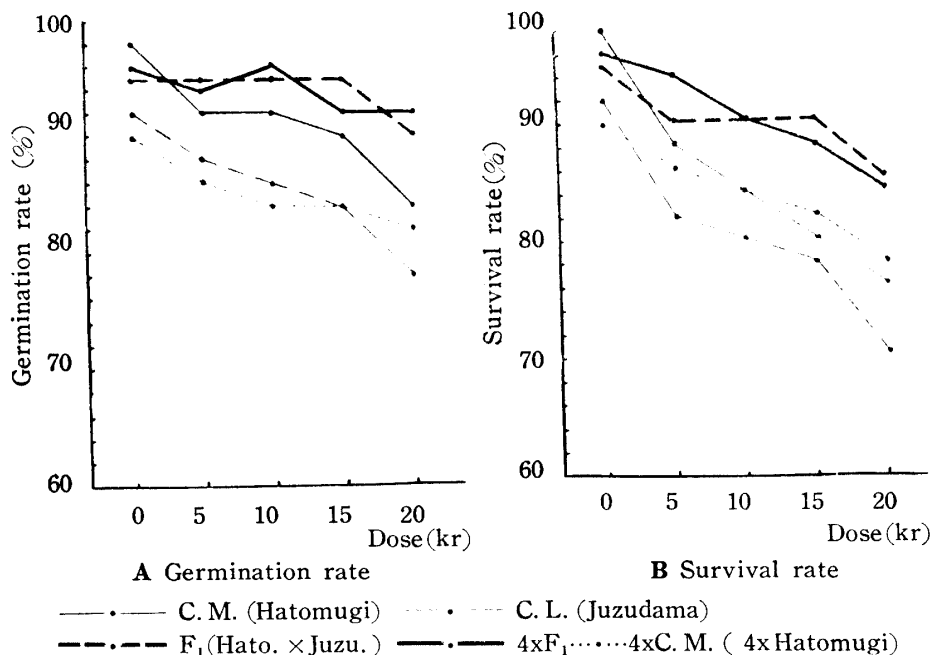


Fig. 1. Germination and survival rates in X-irradiated *Coix* varieties.

X_1 植物中雑種 F_1 については、とくに各線量区の F_1 個体中、出穂期の最も早い個体をそれぞれ1個体選抜し、1960年に F_2 (X_2) を各線量区共同×20株、3回反覆の乱塊法により栽植し、出穂期および成熟期に諸形質を調査し、また草丈と諸形質間の相関をもとめ、これらの結果から雑種の形質分離におよぼすX線の影響を検討した。

III 実験結果および考察

1. 照射当代 (X_1) におけるX線感受性

(i) 発芽率および生存率 X線照射種子を播種し、各植物の発芽率および播種後30日における生存率を調査したが、その結果は第1図に示す如くである。

発芽率は各植物とも照射線量の増加とともに減少するが、植物の種類によつて多少その傾向を異にしている。即ちハトムギとジュズダマはほぼ直線的に減少し、20krでは著しく発芽抑制がみられる。これに反し、 $4x F_1$ および $4x$ ハトムギなどの四倍体植物は照射線量により幾分発芽抑制を来すが、その傾向は上記2植物程顕著でなく、また F_1 では20kr以外は殆ど影響をうけない。

生存率についてもこれとほぼ同様の傾向を示し、ハトムギとジュズダマは線量増加とともに著しく致死個体を増加するが、四倍体および F_1 ではその傾向は著しくない。

一般に植物の遺伝子構成の差による放射線感受性に

関しては、従来より四倍体植物は二倍体に比して著しく抵抗性を示すことが報告され、この放射線感受性の差異は、主として染色体数の増加に起因することが推論されている (SMITH, L.: 1946, KONZAK, C. F. *et al.*: 1952, SPARROW, A. H. *et al.*: 1953, FUJII T. *et al.*: 1959, YAMAGUCHI, H. *et al.*: 1959), 本実験においても *Coix* 属四倍体は、発芽率および生存率に関しては二倍体に比べ、かなり抵抗性であるように思われる。なお四倍体のゲノ

Table 1. The heading date of *Coix* varieties in X_1 generation

Dose (kr)	C. M. (Hatomugi)		C. L. (Juzudama)		F ₁ (C. M. × C. L.)		4x F ₁		4x C. M.	
	Mean ± σ	C. V. †	Mean ± σ	C. V. †	Mean ± σ	C. V. †	Mean ± σ	C. V. †	Mean ± σ	C. V. †
0	7.22/Aug. ± 2.68	2.97	4.91/Sep. ± 3.50	2.94	21.80/Aug. ± 4.12	3.93	25.60/Aug. ± 6.82	6.28	14.88/Aug. ± 5.74	5.86
5	5.11 ± 5.90	6.70	2.91 ± 4.46	3.81	22.31 ± 4.02	3.82	26.47 ± 9.30	8.49	17.69 ± 5.52	5.48
10	4.80 ± 4.34	4.94	2.45 ± 6.72	5.77	20.67 ± 3.94	3.80	28.70 ± 10.06	9.01	15.53 ± 7.62	7.73
15	5.25 ± 4.40	4.99	4.50 ± 5.90	4.98	21.20 ± 9.38	9.00	28.67 ± 8.04	7.20	18.12 ± 9.20	9.10
20	11.78 ± 4.62	4.87	2.92 ± 7.14	6.11	20.40 ± 5.02	4.85	31.91 ± 6.44	5.60	25.73 ± 7.96	7.32

Notes: * Significant at the 5% level. ** Significant at the 1% level.

† C. V. = $\sigma/M \times 100$, coefficient of variation.Table 2. The plant height of *Coix* varieties in X_1 generation

Dose (kr)	C. M.		C. L.		F ₁		4x F ₁		4x C. M.	
	M ± σ	C. V.	M ± σ	C. V.	M ± σ	C. V.	M ± σ	C. V.	M ± σ	C. V.
0	122.87 ± 4.84 cm	3.94	165.43 ± 8.16 cm	4.93	186.00 ± 8.36 cm	4.49	158.33 ± 10.80 cm	6.82	105.25 ± 7.08 cm	6.73
5	107.74 ± 6.08 **	5.64	158.87 ± 9.80 *	6.17	184.15 ± 13.88 cm	7.54	155.65 ± 11.80 cm	7.58	98.86 ± 11.92 cm	12.06
10	107.00 ± 7.92	7.40	156.09 ± 12.12	7.76	183.00 ± 15.12 cm	8.26	144.60 ± 12.56 cm	8.69	92.53 ± 9.28 **	10.03
15	107.33 ± 9.92	9.24	146.00 ± 12.16	8.33	184.18 ± 10.88 cm	5.91	139.33 ± 21.96 cm	15.76	97.29 ± 13.16	13.53
20	99.88 ± 6.24 **	6.25	142.83 ± 13.12	9.19	168.80 ± 19.84 cm	11.75	136.66 ± 16.12 **	11.80	87.50 ± 18.84	21.53

ム構成の差によるX線感受性には顕著な差が認められない。一方雑種 F_1 は、供試種子数が少なく、明確に判定出来ないが、両親に比して著しく抵抗性を有することが認められる。この傾向は水稲(大曾根:1959)と全く同様である。

(ii) 出穂期 X線照射当代における供試植物の出穂期は、第1表および第2図Aに示す如くである。X線が出穂期におよぼす影響は植物の種類によりかなり異なっている。即ちハトムギとジユズダマは、線量増加に伴ってわずかに出穂期が早まる傾向にあるが、ただハトムギの 20kr 区のみ著しい出穂遅延を示

している。雑種 F_1 の出穂はX線照射により殆ど影響されないが、四倍体はいずれも線量増加とともにかなり出穂遅延を示している。なお各植物とも線量区の個体分散は対照区に比してやや大である。

(iii) 草丈 成熟期における草丈は第2表および第2図Bに示す通りである。草丈平均値は各植物とも線量増加にもなつて減少し、明らかにX線の生育抑制作用が認められる。一般に線量の増加によりほぼ直線的に減少するが、 F_1 のみは 15 kr 以内の線量では殆ど影響をうけず、20 kr において始めてかなり著しい抑制が認められる。また草丈の分散は各植物とも著しく大となるが、これはとくに高線量区において、矮生の変異個体がかん

(iv) 花粉および種子稔性

X線照射個体においては、個体内の穂により稔性に差異を生ずるために、各穂別の稔性を調査しなければならない。しかしながら *Coix* 属植物は、分蘖枝より多数の枝梗を分岐するため全穂調査は容易でない。従つて花粉稔性に関しては、3~4分蘖枝中で任意に雄穂を選抜し、その中の低稔性のものをもつて、一方種子稔性は、山県ほか(1960)に準拠し、全分蘖枝中の最も低稔性のものをもつてそれぞれ個体の代表値と定めた。

花粉稔性の平均は第3表および第2図Cに示す如くである。ハトムギおよびジユズダマは、線量増加と共にほぼ直線にかつ同程度の減少を示している。これに反して F_1 および $4xF_1$ は、15kr までは殆ど著しい低下を示さず、20 kr において急に低下する。一方 $4x$ ハトムギの稔性低下は最も著しく、花粉稔性に対する *Coix* 属同質四倍体の感受性はかなり大きい。なお各植物とも、線量増加にと

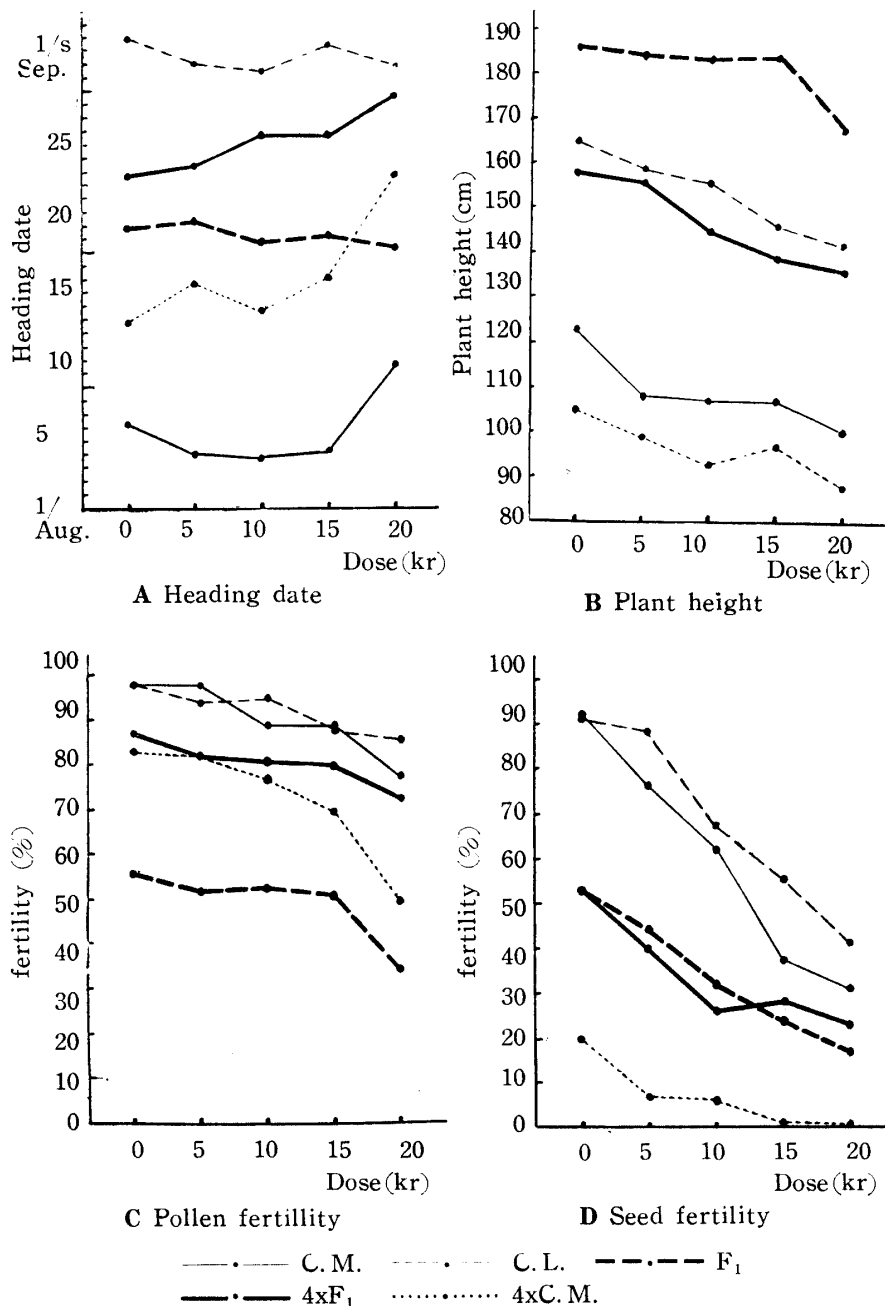


Fig. 2. Relation of main characters of *Coix* varieties to dose of X-rays.

Table 3. The pollen fertility of Coix varieties in X₁ generation

Dose (kr)	C.M.		C.L.		F ₁		4x F ₁		4x C.M.	
	M±σ %	C.V.	M±σ %	C.V.	M±σ %	C.V.	M±σ %	C.V.	M±σ %	C.V.
0	97.76±2.04	2.09	97.67±1.20	1.23	55.63±16.58	29.80	86.41±6.67	7.72	83.88±4.98	5.94
5	97.78±2.30	2.35	94.44±4.54	4.81	52.31±7.46	14.26	81.61±11.72	14.36	81.72±6.35	7.77
10	88.45±13.68	15.47	95.12±2.90	3.05	52.87±12.79	24.19	80.53±15.38	19.10	76.83±6.99	9.10
15	88.65±5.37	6.06	87.63±8.73	9.96	51.08±19.16	37.51	79.63±10.71	13.45	69.56±10.24	14.72
20	78.11±18.99	24.31	86.50±7.54	8.72	35.00±5.41	15.46	73.68±15.96	21.66	49.93±14.53	29.10

Table 4. The seed fertility of Coix varieties in X₁ generation

Dose (kr)	C.M.		C.L.		F ₁		4x F ₁		4x C.M.	
	M±σ %	C.V.	M±σ %	C.V.	M±σ %	C.V.	M±σ %	C.V.	M±σ %	C.V.
0	91.94±8.25	8.97	91.25±6.90	7.56	53.21±5.10	9.58	52.50±13.90	26.48	19.88±13.94	70.12
5	75.75±13.80	18.22	88.29±8.60	9.74	44.42±9.80	22.06	40.44±27.45	67.99	7.26±11.62	160.06
10	61.79±18.00	29.13	67.00±18.15	27.09	32.08±8.25	25.72	26.45±18.25	64.00	5.52±9.12	165.22
15	37.00±20.65	55.81	54.50±18.20	33.39	24.00±8.00	33.33	28.21±17.45	61.86	1.32±2.07	156.82
20	30.74±25.70	83.60	40.50±20.60	50.86	16.88±8.50	50.36	23.50±12.35	52.55	0.52±1.27	244.23

Table 5. The frequency distribution and mean value of some characters of F₂ between Hatomugi and Juzudama in the X₂ generation

(A) Heading date

Dose (kr)	Heading date														Total	M±σ	C.V.									
	July 13	16	19	22	25	28	31	Aug. 3	6	9	12	15	18	21				24	27	30	Sep. 2	5	8	11	14	
0				1	3	2	2	3	3	1	0	3	2	0	6	13	12	2	2	2	0	0	1	56	19.75/Aug.±12.54	9.04
5	1	0	1	0	3	2	2	3	0	3	3	11	1	1	2	13	13	2					60	17.10±11.76	8.64	
10			1	1	2	1	0	1	0	0	2	9	0	2	17	19	3	0	0	0	0	1	59	21.69±11.44	8.13	
15			1	0	2	1	1	1	2	2	2	8	0	7	15	15	2	0	0	0	0	1	60	20.40±10.20	7.32	
20				2	3	0	1	0	0	1	7	2	13	10	8	3	5	2	1				58	21.90±10.77	7.64	

(B) Plant height (cm)

Dose (kr)	Plant height (cm)														Total	M±σ	C.V.								
	100	150	200	250	300																				
0				1	0	2	1	4	2	4	1	1	4	2	5	5	7	9	1	4	1	2	56	220.71±41.87	18.97
5			2	4	4	0	5	0	0	1	5	4	6	11	7	6	1	1	0	2	0	1	60	205.00±43.05	21.00
10					3	0	0	2	2	2	2	6	4	5	6	9	3	5	6	0	1	1	59	235.34±41.63	17.69
15				1	0	1	2	2	2	2	4	1	2	8	8	10	3	2	4				60	228.67±37.21	16.27
20			1	0	1	2	2	0	1	1	1	2	4	2	9	7	11	5	3	2	0	2	58	229.83±41.72	18.15

(C) Number of tillering

Dose (kr)	Number of tillering														Total	M±σ	C.V.								
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29				31	33	35	37	39	41		
0			3	3	1	1	9	8	7	7	5	2	2	4	2	2							56	18.39±5.56	30.23
5			1	5	3	1	3	4	14	5	3	9	1	4	2	2	2	1					60	19.90±7.22	36.28
10			1	0	1	2	3	3	6	7	7	7	8	8	2	2	1	0	1				59	22.51±6.10	27.10
15					1	2	5	12	8	11	3	3	8	2	3	1	0	0	0	1			60	20.40±5.71	27.99
20			1	0	1	1	2	7	6	12	4	8	6	5	2	1	0	1	0	1			58	19.72±5.98	30.32

(D) Plant weight (kg)

Dose (kr)	Plant weight (kg)																				Total	M±σ	C.V.						
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1																			
0	6	6	1	3	1	5	2	4	3	3	3	5	4	2	1	0	2	1			56	1.74±1.10	63.21						
5	3	3	3	6	3	5	4	9	3	4	0	2	6	2	0	1	1	0	1	0	0	1	60	1.74±1.10	63.21				
10	1	1	0	0	3	1	3	4	0	2	6	4	3	2	6	3	7	2	0	2	1	1	0	1	2	59	2.82±1.24**	43.97	
15					6	0	4	6	2	5	5	7	3	3	4	3	5	1	2	2	1	0	0	0	0	1	60	2.05±0.97	47.32
20	3	2	1	2	4	1	2	0	4	7	4	2	5	6	6	2	0	1	1	3	1	1			58	2.22±1.17*	52.70		

(E) Pollen fertility (%)

Dose (kr)	Pollen fertility (%)																				Total	M±σ	C.V.		
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				100	
0												2	1	0	3	1	4	7	2	4	10	17	51	84.95±14.05	16.54
5													3	6	3	5	6	7	4	6	8	8	55	78.32±14.35**	18.32
10						1	2	0	0	1	1	0	2	4	5	12	6	9	4	5	5	5	57	74.52±16.80**	22.54
15						1	0	2	2	2	2	0	3	3	8	6	4	2	7	6	9	9	57	73.64±19.85**	26.96
20						2	1	0	0	1	0	1	3	4	6	6	8	7	4	9	4	4	56	75.00±17.55**	23.40

(F) Seed fertility (%)

Dose (kr)	Seed fertility (%)																				Total	M±σ	C.V.	
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				100
0							1	1	2	1	0	1	2	1	1	6	4	1	2	6	24	53	82.59±20.15	24.40
5										1	2	1	3	2	2	8	4	6	7	21		59	84.03±15.80	18.80
10								2	1	0	4	0	2	1	4	3	5	8	5	10	13	58	80.00±18.20	22.75
15							1	1	1	1	3	0	2	9	3	6	4	4	3	19		60	77.58±19.35	24.94
20									2	0	0	2	4	2	3	1	5	2	10	7	15	57	78.11±21.80	27.91

もない低稔性個体の出現が多く、稔性の変異も増大したが、この傾向は、無照射の場合に稔性の個体分散が小さいハトムギやジュズダマにおいてとくに著しい。

種子稔性に関しては第4表および第2図Dに示す通りである。従来よりの報告(山口:1958, 山県ほか:1960など)によれば、種子稔性に対する放射線の影響は、線量増加にともないほぼ一次函数的な稔性低下によつてあらわれる場合が多い。本実験においても、 $4 \times F_1$ 以外はこの傾向を示している。またハトムギとジュズダマは他の3植物と比較して、線量増加にともなう稔性低下の程度は著しい。即ち種子稔性に関しては、 F_1 および四倍体は、両親あるいは二倍体に比してやや抵抗性であるとみられる。供試植物の稔性は、対照区においても極めて大きい差異があるため、それぞれ稔性を半減せしめる線量について、植物間の比較は出来ないが、 $4 \times$ ハトムギは5kr 他の4植物は大体10~15kr 程度といえよう。なお各植物とも、種子稔性の変異係数は高線量区程増大し、低稔性個体の出現割合も線量とともに増加している。

2. 照射次代 (X_2) における雑種 F_2 の形質分離に対するX線の作用

X_2 世代においては、種々の程度の生理的ないしは形態的変異個体が出現し、さらに可視的突然変異の出現の割合も増加することが知られている。雑種 F_2 におけるX線の影響を報告した例はないが、 F_1 種子にX線が照射された場合には、その作用によつて染色体の構造上に変異を来すか、または遺伝子に対して放射線が突然変異をおこすならば、 F_2 の諸形質は、対照区の形質分離に比してその様相を異にし、さらに形質間の連関性についてもかなり変動するのではないかと推察される。従つて交雑育種に対する放射線効果を検討するために $F_2 (X_2)$ 世代を育成し、対照区の F_2 と比較考察した。

(i) **莖葉形質の変異** 出穂期、草丈、分蘗数、生体重、花粉稔性および種子稔性などの諸形質の変異は第5表に示す通りである。

出穂期は、 F_2 において早生群と晩生群にわかれ、その比はほぼ10:54であることは既報(1961)の通りである。X線照射 F_2 においても早晩両群に分離するが、本実験においては、最も出穂頻度の少ない8月6日頃に早晩の境界をひけば、両群の出現個体数の比は、対照区および各線量区でそれぞれ13:43, 12:48, 6:53, 6:54, および6:52となり、10kr以上の線量区において晩生個体の出現割合が著しく増加する。即ち $F_1 (X_1)$ 世代における極早生個体の選抜効果は全くな

く、従つて $F_1 (X_1)$ の出穂期の早晩は、主として環境の影響によつて起ると考えてよい。山県ほか(1960)は γ 線照射の X_2 世代において、対照区の出穂期の範囲を超えた早生および晩生個体の出現をみている。本実験においては、やや極早生個体のみられる区もあるが、概して対照区と異なるない。 $F_2 (X_2)$ の出穂期平均は表示の通り、低線量区(5kr)では早く、高線量区ではやや遅くなるが、いずれも統計的に有意でない。一方出穂期の個体分散は対照区に比し減少する傾向を示している。

本雑種における草丈は、やや作用の強い遺伝子によつて支配されると思われ(村上:1961)、そのため F_2 の草丈の分布は、両親および F_1 型の高稈個体群の3群に分離する傾向がみられる。本実験においても対照区はこの傾向を有しているが、照射区ではやや連続的となっている。これは遺伝子の形質発現に対して、X線が微小突然変異を誘起した結果とも考えられるが、この点に関してはさらに今後の研究にまかす。また $F_2 (X_2)$ の草丈に関する変異個体の出現については、対照区の分離範囲を超える矮生および高稈個体は比較的少なく、おそかに照射により高稈個体を多く出現する傾向が認められるにすぎない。

$F_2 (X_2)$ の分蘗数平均は、各線量区とも対照区に比して概して増加する傾向にあるが、これは照射区に、とくに細葉を叢生する個体が出現するためである。本雑種 F_2 では、両親植物の分蘗数を著しく上まわる個体が生じ出現するが、この傾向はX線照射によりさらに強まるようである。かかる変異個体はいずれも矮生であり、飼料作物としての有用変異個体とは考えられない。

生体重の平均は、5kr区では対照区と変わらないが、10kr区以上では著しく増大している。高線量区におけるこの傾向は、主として上述の草丈の増大によるものと考えられる。

花粉稔性は、線量増加に関係なく、いずれの線量区においても低下し、対照区の稔性との間に高い有意差を示している。とくに10kr以上の線量区では極端な低稔性個体の出現頻度もかなり多い。一方種子稔性に対しては、X線の障害は花粉稔性程著しくあらわれないが、20kr区においては殆ど不稔の個体がみとめられる。これら低稔性個体の出現ならびに平均稔性の低下については、おそらくは雑種の稔性低下を起因する染色体接合の異常に、さらにX線的作用により、染色体自身に逆位あるいは転座などの構造上の異常が加わつたためと考えられる。

(ii) $F_2 (X_2)$ 世代における形質間の連関性 X線照射次代における雑種 F_2 の形質の分離に対して、

Table 6. The phenotypic correlation coefficient between plant height and main characters of F_2 in the X_2 generation

Dose (kr)	Plant height~ Heading date	Plant height~ No. of tillering	Plant height~ Plant weight	Plant height~ Pollen fertility	Plant height~ Seed fertility
0	0.734**	-0.003	0.730**	0.248	0.201
5	0.709**	-0.183	0.613**	-0.024	0.049
10	0.682**	-0.360**	0.582**	-0.037	-0.020
15	0.561**	-0.529**	0.666**	0.018	-0.111
20	0.719**	-0.219	0.769**	-0.010	0.018

放射線が量的形質を支配する微動遺伝子の働らきに影響を与えることは上述の通りであるが、さらに形質相互間の関連性に対しても、かなり影響を与えることが推察される。この間の関係を、とくに草丈に対する諸形質の表現型相関によって検討した。その結果を第6表に示す。

対照区における各相関係数の値をみると、分蘖数以外の形質は、草丈との間に正の相関があり、とくに生体重と出穂期は高い有意性を示している。既報(1961)の F_2 形質相関の結果と対比すれば、個体数および年次差などの相違により、相関係数に多少の差異を認めるが、概して同様の傾向を示している。X線照射 F_2 の形質間相関は、表に示すようになんか大きく変動を示している。即ち草丈と分蘖数の間の負の相関はかなり増大し、10~15kr 区では高い有意相関となっている。生体重および出穂期と草丈との間には、各線量区とも正の高い有意相関を示すが、その値は概して対照区に比べ減少し前者では 10kr 区において、また後者では 15kr 区において最も劣っている。一方草丈と出穂期の間にみられる強い連関性は、本雑種後代に早生高稈系統の育成が困難であることを示すものであるが、照射 F_2 においては、その値はやや減少する傾向にあり、高稈で比較的早生である個体もかなり出現したので、本系統の育成に関してもある程度の期待ももたれるものと考えられる。

草丈と花粉および種子両稔性間の相関は、対照区ではいずれも正のやや高い相関を示したにもかかわらず、各線量区とも殆ど相関を認めるに至らない。これは高稈個体の両稔性の低下程度がかなり著しいことを示すものであり、この点は高稈系統育成上の難点と考えられる。

IV 結 語

放射線に対する感受性は植物の種類によって異なるが、同一種内でも変種および品種によりかなり差があ

ることは従来より知られている。また植物の遺伝子ないしはゲノム構成の差にもとづく感受性の相違についても、一般に同質倍数体は二倍体に比して抵抗性であり、異質倍数体は概して抵抗性を示すが、同質倍数体にみられるような、感受性との間の平行関係は明らかでない (Fujii, et al: 1959)。一方雑種は、その両親植物に比して著しく抵抗性であるといわれている (大曾根: 1959)。Coix 属の倍数体間では、供試した同質および異質四倍体間には感受性に明らかな差は認められない。また両四倍体は二倍体に比較して発芽率、生存率および稔性でやや抵抗性を示し、草丈では差なく、出穂期は遅延するなど、形質により感受性の程度を異にした。これに反し雑種 F_1 は、調査全形質について両親植物に比較して著しく抵抗性であり、 F_1 の葉葉形質にみられるヘテロシスに対しても、本実験の範囲の線量では殆ど影響をおよぼさないことが認められた。また従来より、栽培種と野生種の感受性については定まった結論はない (松村: 1961) が、Coix 属においてもハトムギとジュズダマの間には顕著な差はなく、わずかにジュズダマの種子稔性は、ハトムギに比してやや抵抗性を示したが、これをもって野生種は栽培種より抵抗性であると判定することは出来ない。

F_1 (X_1) および F_2 (X_2) の結果より、雑種に対するX線照射の影響は、 X_1 世代よりも X_2 世代における形質分離においてやや顕著にあらわれるようである。また F_2 (X_2) 諸形質間の相関がかなり変動したことより、X線照射は遺伝子の多面的発現または連鎖に対してかなり影響を及ぼすことが推察された。

現在の放射線照射による育種の目的が、遺伝子または染色体の構造的変異よりおこる突然変異個体を発見し、この中より育種目的に適合する個体を選抜するための最も効果的な方法を追究することにあることはもちろんであるが、一方雑種後代における形質の分離ないしは形質間の連関性に対する放射線の効果を検討し、育種目的の達成に、該方法を有効に利用することが必要と考える。

引用文献

- 1) FREISLEBEN, R. and LEIN, A. (1943) : Vorarbeiten zur züchterischen Auswertung röntgen-induzierter Mutationen. I. Die in der Behandlungsgeneration (X_1) sichtbare Wirkung der Bestrahlung ruhender Gersteneinkörner. Zeitschr. Pflanzz., **25**:235~254.
- 2) FUJII, T. and MATSUMURA, S. (1959) : Radiosensitivity in plants III. Experiments with several polyploid plants. Jap. J. Breeding, **9**:245~252.
- 3) GUSTAFSSON, A. (1947) : Mutations in agricultural plants. Hereditas. **33**:1~100.
- 4) IMAI, Y. (1935) : Chlorophyll deficiencies in *Oryza sativa* induced by X-rays. Jap. J. Genetics, **11**:157~161.
- 5) KAGAWA, F. (1939) : Alteration of characters in crop plants induced by X-ray irradiation. Jap. J. Bot., **1**:35~41.
- 6) KONZAK, C. F. and SINGLETON, W. R. (1952) : The relationship of polyploidy to the effects of thermal neutron exposure on plants. Genetics, **37**:596~597.
- 7) 松村清二 (1961) : 人為突然変異の誘発に関する研究. 育種, **11**:124~130.
- 8) 松尾孝嶺 (1961, '62) : 放射線の農業的利用. 農園, **36**, **37**.
- 9) 村上道夫・原田賢之 (1958) : *Coix* 属の改良に関する育種学的研究 (I). 種間雑種ハトムギ × ジュズダマの F_1 植物について. 西京大学学報, 農学, **10**:111~120.
- 10) ———— (1959) : 同上 (II). コルヒチン処理によつて育成した四倍体 *Coix* について. 京都府立大学学報, 農学, **11**:1~8.
- 11) ———— (1961) : 同上. V. ハトムギとジュズダマの雑種 F_2 における遺伝的分離. 京都府立大学学報, 農学, **13**:1~9.
- 12) 西村米八 (1961) : 人為突然変異による育種法の研究. 育種, **11**:130~132.
- 13) 大曾根兼一 (1959) : 遺伝的組成を異にする種間へのX線の影響. 日本育種学会第15回講演要旨, 育種, **9**:61~62.
- 14) SMITH, L. (1946) : A comparison of the effect of heat and X-rays on dormant seeds of cereals, with special reference to polyploidy. Jour. Agric. Res. **73**:137~158.
- 15) SPARROW, A. H. and CHRISTENSEN, E. (1953) : Tolerance of certain higher plants to chronic exposure to gamma radiation from Cobalt-60. Science, **118**:697~698.
- 16) 山県弘忠・赤藤克己 (1960) : 人為突然変異の利用に関する育種学的研究. I. 水稻の γ 線感受性ならびに照射次代に得られた可視的変異について. 育種, **10**:153~162.
- 17) 山口彦之 (1958) : 六条大麦乾燥種子についてのX線照射実験. 育種, **7**:175~178.
- 18) YAMAGUCHI, H. and ANDO, A. (1959) : Radiosensitivity of Gamma-irradiated Autotetraploid in Rice. Jap. J. Breeding, **9**:169~172.

Summary

The present paper deals with the investigation on the radiosensitivity of several *Coix* varieties in the X_1 generation and the genic segregation in the F_2 generation raised from irradiated F_1 seeds. The *Coix* varieties used in this experiments were Hatomugi (*Coix Ma-yuen* ROMAN.), that is cultivated type in genus *Coix*, and Juzudama (*Coix Lacryma-Jobi* L.), that is wild type, and its F_1 hybrid, and two tetraploid varieties, namely autotetraploid Hatomugi and allotetraploid between Hatomugi and Juzudama.

Dry dormant seeds of these varieties were irradiated with X-rays of 5-20kr. After treatments, these irradiated seeds were sown in the seed bed together with control respectively. Germination and survival rates decreased linearly according to the dosage. But the radiosensitivity on the germinating and survival ability of F_1 hybrid were lowest in all varieties and auto- and allotetraploids came after F_1 hybrid. Heading date of Hatomugi and Juzudama were early with the increase of dosage, in spite of two tetraploid were delayed. The plant height

in each maturity of treated varieties inhibited with the higher doses of X-rays. The pollen fertility of the irradiated F_1 and $4x F_1$ varieties showed no decline as compared with the control except the decrease of fertility in 20kr, but in the other varieties decreased linearly with the increase of dosage. As for the pollen and seed fertility of F_1 and $4x F_1$ showed higher resistance than the other varieties.

The earliest plants on heading date in irradiated F_1 plants were selected to grow F_2 progenies. In the F_2 (X_2) generation, the effect of selection on early heading in F_1 (X_1) plants was not recognized and the rate of late heading plants at higher doses of X-rays was much higher than in the control F_2 generation. The frequency distribution on plant height of F_2 (X_2) progenies showed continuous deviation whereas three types were segregated in the control F_2 . In the F_2 (X_2) generation, the dwarf plants with many slender tillerings and the vigorous plants on the plant weight were observed at the heigher doses. As for the pollen fertility, the frequency of partially and

completely sterile plants increased with dose rates. A similar tendency was observed in seed fertility. The phenotypical correlation were calculated chiefly between plant height and the other characters. In this result, correlation coefficients in X-irradiated F_2 were inferior to control F_2 , especially low correlation was recognized between plant height and some characters namely number of tillering, plant weight, pollen and seed fertility as compared with the correlation between same characters in control F_2 plants.

From these experimental results, it was concluded that the F_1 (Hatomugi \times Juzudama) plants were the most resistant to radiation and auto- or allotetraploid *Coix* are resistant for only 2 or 3 characters and Hatomugi and Juzudama, that is the diploid species of *Coix*, had high sensitivity for many characters, on the other hand, it was conjectured from segregation of characters of F_2 plants to result from X-irradiated F_1 plants that the function of X-ray dose to character manifestation have effect sensitively upon the linkage or 'pleiotropism' of genes.