水稻經放射線處理後之變異（預報）

嚴　威　添

一、緒　言

自 Muller（1927）發現放射線處理生物可增加突變率，而經 Stadler（1928）證實之後，x 射線，r 射線，熱中子等放射物質，便被廣泛地應用於生物人工誘變研究方面。水稻人工誘變之研究，始於山田氏（1917），其後有中村氏（1918）之研究。此等研究表示水稻經 x 射線處理後，可增加產量，但以後小室氏（1931）經數次試驗後，否定其結果。市島氏（1934）曾以 x 射線，紫外線及高溫等之處理，獲得多種水稻之突變體，如矮性、密穗以及早熟等等。河合及鳥山氏均曾由放射線性燐，鈷六十及熱中子處理的後代中，育成早熟或植株矮，但具有原親本相同生產力之突變體。此等早期之研究，以誘發遺傳因子變異爲目的，而以誘發染色體構造之變異爲目的者，有 Ramiah 及 Parthasarathy（1935），永松（1950）、西村（1952）、岡（1953）等人的研究。在臺灣，張（1955）、張和謝（1957）、謝（1959）曾由放射線處理後代中，獲得染色體相互轉座系統，供作連鎖因子分析。謝（1961）對熱核子與 x 射線處理當代，放射線之量與染色體變異率之關係之作研究。在育種方面，黃（1960）由放射線處理後代曾獲得抗病强，短桿和早熟等系統。李和胡（未發表），自放射線處理在來稻後代中，獲得矮而抗倒伏的系統，表示放射線育種，有實用之可能性。爲更進一步了解，放射線對水稻所產生的生育影響及對染色體分裂行爲之影響，乃進行此試驗並已得初步結果。

二、試驗材料及方法

於1957年，將臺中65號，嘉南8號，烏尖和臺中在來一號等四品種之乾燥種子 200g，送往日本國立遺傳研究所，接受 x 射線20kr和40kr；r射線（鈷六十）25kr 和50kr及熱中子15小時和20小時（流量×時間各爲 3.6×10^{13} 和 4.9×10^{13}）。於 1958 年另將臺中65號乾燥種子各 100g，送往臺大醫院，各以 x 射線和 r 射線（鈷六十）500r、1,000r、2,000r、4,000r、8,000r、16,000r、24,000r 和36,000r處理。x 射線處理時，種子放於距線源 25cm 處，無遮蓋。r 射線處理時，則放於距線源 50cm 處。處理後之種子於1958年單株栽培，依一般管理方法分別將第一次處理者，種於臺中中興大學。第二次處理者種於臺北，臺灣省農業試驗所。其調查項目及方法分述於下：

1　**發芽率之調查**：1959年2月，處理後及未處理之種子各150粒。分三行均勻播於溫室木箱之乾燥苗床上並供給充足之水分。發芽後每日記載其發芽數，死亡數等，最後計算其發芽百分率，死亡率，並於35日左右量取幼苗株高。

2　**生育期及成熟期農藝性狀之調查**：利用種植於田間之材料，每品種對照區各取10株，各處理區各取20株。觀察並記錄其田間生育情形，抽穗期、抽穗所需日數、成熟期等，並比較其變異情形。成熟後，調查株高、穗長、穗重、結實率及分蘖數等並利用下面公式計算求其彼此的相關性。

$$r=\frac{\Sigma(X-\bar{X})\,(Y-\bar{Y})}{\sqrt{\Sigma(X-\bar{X})^2\Sigma(Y-\bar{Y})^2}} \qquad t=\frac{r}{\sqrt{1-r^2}}\sqrt{n-2}$$

3　**染色體之細胞學觀察**：在適當時期採回幼穗，使用 Farmer 氏固定液固定之。固定後保存於70%酒精中。利用塗抹法（Smear method）觀察花粉母細胞在肥厚期及第一中期之染色體變異情形。

三、試 驗 結 果

1 發芽率，發芽勢，死亡率和幼苗高度之變異。

由表一可看出，各處理區之發芽率，均大大地降低，其降低的程度，因線量及線源不同而異。x 射線 20kr 各處理中，發芽率均在 76%以上。x 射線 40kr 各處理區，其發芽率約在 45～64%左右，約爲前項處理之$\frac{1}{2}$～$\frac{1}{3}$。r 射線 25kr 對臺中 65號和嘉南8號之影響不大，發芽率均在92%以上。但對臺中在來一號和烏尖之影響則很大，只有對照區之25～30%左右。r 射線 50kr 處理，兩蓬萊種只37～42%，只有 r 射線 25kr 處理之一半以下。但兩在來品種，只有 15～22%左右。却爲 r 射線 25kr 處理之 80 %左右，故其影響不像蓬萊種之大。熱中子處理者却呈現相反的現象，4.9×10^{13}處理區發芽率反較3.6×10^{13}處理區爲高。另外（卽第二次試驗）臺中65號利用不同 x 射線量處理者，均無明顯差異。

表一、不同射線及線量對發芽百分率之影響。（第一次試驗）

Table 1. Effect of different radiation treatments on germination rate (1st experiment)

發芽率 Germination rate / 品種 Varieties / 處理 Treatment	臺中 65 號 Taichung No. 65	嘉南 8 號 Chianan No. 8	臺中在來一號 Taichung native No. 1	烏尖 Wu-chian	播種量（粒） No. of garins seeded
CK	96.0	90.7	88.0	83.3	150
X-ray 20Kr	98.0	94.7	86.0	76.0	150
X-ray 40Kr	46.7	54.0	64.0	44.7	150
r-ray 25Kr	92.0	93.3	26.0	20.7	150
r-ray 50Kr	37.3	42.0	22.0	15.3	150
Thermal neutron 3.6×10^{18}	27.3	29.3	34.0	11.3	150
Thermal neutron 4.9×10^{18}	37.3	32.7	46.7	14.0	150

表一之資料經變方分析結果（如表二）顯示，如上所述之處理間與品種間差異甚大。亦卽表示放射線之處理，可增加變異之幅度。

表二、發芽率之變方分析表（第一次試驗）

Table 2. Analysis of variance for germination rate

變因 Variation	自由度 DF	平方和 MS	均方和 SS	F 值 F Value	理論 F 值 Theoretical F Value
品種 Varieties	3	3763.11	1254.37	7.55**	3.16—5.09
處理 Treatment	6	17574.26	2929.04	17.62**	2.66—4.01
機差 Error	18	2991.02	166.16		

各種處理對發芽勢之影響極爲明顯，在表三中可看出，除 x 射線 20kr 各處理和臺中65號，嘉南8號 r 射線25kr處理區外，其餘各處理區發芽均延遲。其 x 射線40kr和20kr 間之相差約爲64～82%左右。同時在來稻之影響，似較蓬萊稻大。熱中子處理者，均於二月十六日發芽，較未處理者遲兩天以上。

表三、不同處理對發芽勢之影響

Table 3. Effect of different treatments on germination speed.

發芽勢 Germination speed / 品種 Varieties / 處理 Treatment	嘉中65號 Taichung No. 65	嘉南8號 Chianan No. 8	臺中在來一號 Taichung native No. 1	烏尖 Wu-chian	播種量(粒) No. of grains seeded
CK	96.0	90.0	82.7	71.3	150
X-ray 20Kr.	98.0	93.3	77.3	68.7	150
X-ray 40Kr.	29.3	10.7	0	4.0	150
r-ray 25Kr.	88.7	90.0	0	0	150
r-ray 50Kr.	0	16.0	0	0	150
Thermal neutron 3.6×10^{18}	0	0	0	0	150
Thermal neutron 4.9×10^{18}	0	0	0	0	150

由表四中可知幼苗死亡率，熱中子處理者，r 射線 50kr 處理之嘉南 8 號、臺中在來一號、烏尖和 r 射線 25kr 處理之臺中在來一號完全死亡之外，其餘各處理之死亡率，除臺中65號 x 射線 40kr 處理者低於對照區外，其餘均高於對照區。但對照區之死亡率亦相當高。此可能爲部份因天冷凍死之故。由實際調查情形看來，臺中65號和嘉南 8 號之幼苗死亡情形，以時間來說，對照區呈常態分佈，其他各區則呈不規則狀。臺中在來一號對照區和 x 射線 20kr 區枯死期分佈於 2 月21～29日。x 射線40kr區則爲 3 月 3 ～ 5 日。烏尖則較早，於 2 月18日。

四、不同處理對死亡率之影響（第一次試驗）

Table 4. Effect of different treatments on lethal seedlings

死亡率 Lethal rate / 品種 Varieties / 處理 Treatment	臺中65號 Taichung No. 65	嘉南8號 Chianan No. 8	臺中在來一號 Taichung native No. 1	烏尖 Wu-chian	播種量(粒) No. of grains seeded
CK	54.2	58.1	41.7	44.8	150
X-ray 20Kr.	73.5	50.7	75.2	64.0	150
X-ray 40Kr.	45.7	90.1	99.0	83.6	150
r-ray 25Kr.	59.4	45.7	100.0	93.5	150
r-ray 50Kr.	83.9	100.0	100.0	100.0	150
Thermal neuton 3.6×10^{18}	100.0	100.0	100.0	100.0	150
Thermal neuton 4.9×10^{18}	100.0	100.0	100.0	100.0	150

如表五所示，第二次處理之發芽率均在95%以上。各處理之影響不顯著，但死亡率則與第一次處理相同。經過處理者死亡率高，並有線量愈高死亡愈多之傾向。此種傾向，x 射線處理者較 r 射線處理者明顯。

對幼苗高度之影響，在臺中試驗者，處理後抑制幼苗高度自36～87%，其間因處理不同而異。但調查時發現，處理部份苗高降低之原因，爲少數幼苗生育發生障碍，不長高。而大部份則和正常者一樣。但在臺中65號、嘉南 8 號、臺中在來一號和烏尖之 x 射線 40kr 處理區，均發現有一株或兩株，生長特別快者。到 3 月 5 日時，一般只長至10cm左右時，它已長至17～20cm。烏尖和臺中在來一號，除 x 射線 20kr 處理者外，其餘處理，均因生育期中死亡或只成長一、二株。故無法比較。熱中子處理者，發芽後全部死亡。第二次處理（臺北試驗者）其結果如表七所示。處理雖可抑制苗之高度，但各線量間，並無明顯之差異，同時也未因線量之增加而顯現更大效果。但各處理內

之標準機差，却均大於對照區。此卽表示處理後，可增大其變異範圍。

表五、x射線和鈷六十，對水稻臺中65號種子發芽率和死亡率之影響

Table 5. Effects of X-rays and C_0^{60} on seed germination and injury in rice

放射線量 Dosage	種子數 No. of seed	X-射線 X-ray		鈷六十 Co^{60}	
		發芽率 Germination rate	死亡率 Lethal rate	發芽率 Germination rate	死亡率 Lethal rate
500 r	200	98	54	98	51
1,000 r	200	97	56	98	31
2,000 r	200	97	57	98	43
4,000 r	200	96	62	99	47
8,000 r	200	96	59	99	44
16,000 r	200	96	66	98	46
24,000 r	200	95	77	98	43
32,000 r	200	95	57	99	40
CK	200	99	17	99	13

表六、不同放射線及線量對苗高之影響（第一次試驗）

Table 6. Effect of different treatments on seedling height (1st experiment)

品種 Varieties / 處理 Treatment		臺中65號 Taichung No. 65		嘉南8號 Chianan No. 8		臺中在來一號 Taichung native No. 1		烏尖 Wu-chian	
		苗高 Seedling ht. cm	指數 Index	苗高 Seedling ht. cm	指數 Index	苗高 Seedling ht. cm	指數 Index	苗高 Seedling ht. cm	指數 Index
CK		11.53	100	11.88	100	10.07	100	10.93	100
X-ray	20Kr.	9.54	82.7	9.69	81.6	6.93	68.8	8.15	78.4
	40Kr.	7.22	62.6	5.25	44.2	—		9.05	87.1
r-ray	25Kr.	9.79	84.9	8.78	73.9	—		—	
	50Kr.	4.15	35.9	4.84	40.7	—		—	

表七、x射線和鈷六十對水稻（臺中65號）苗高之影響（第二次處理）

Table 7. Effect of X-ray and C_0^{60} on the seedling height in rice

放射線量 Dosage		幼苗數 No. of seedling	指數 % Index	植株高度 Plant height		
				平均高度 Plant height (cm)	標準機差 Standard error	指數 % Index
X-ray	500r	93	55.3	7.8	2.72	97.5
	1,000r	88	42.9	8.5	2.18	106.2
	2,000r	86	51.7	7.6	2.37	97.0
	4,000r	76	45.6	4.1	2.43	50.0
	8,000r	82	49.1	7.1	2.45	90.0
	16,000r	68	40.8	6.9	1.94	86.2
	24,000r	46	27.6	6.8	2.81	87.2
	32,000r	85	51.1	7.2	2.49	90.0
CK		166	100.0	8.0	1.17	100.0

Co^{60}	500r	99	56.7	6.8	2.54	76.3
	1,000r	120	68.8	8.7	2.18	97.6
	2,000r	115	65.9	5.1		57.2
	4,000r	105	60.2	5.7	2.68	63.9
	8,000r	113	64.8	7.4	2.02	83.1
	16,000r	114	65.4	5.0	2.56	56.2
	24,000r	113	64.8	6.1	2.27	68.4
	32,000r	120	68.8	7.1	2.19	79.6
	CK		100.0	8.9	1.43	100.0

2 **生育期及成熟期農藝性狀之變異：**

表八、不同處理對不同生育期間之影響（第一次試驗）

Table 8. Effect of different treatments on the growing period (1st. expt.)

品種 Varietes	處理 Treatment	插秧至抽穗平均日數 Heading period	抽穗開始至結束日期 Heading date	抽穗日數 Heading time	插秧至成熟平均日數 Growing period
臺中65號 Taichung No. 65	CK	83	5月27日～5月30日	4	117
	X-ray 20Kr.	84	5月30日～6月4日	6	118
	X-ray 40Kr.	85	5月30日～6月3日	5	119
	r-ray 25Kr.	84	5月30日～6月3日	5	118
	r-ray 50Kr.	90	6月10日～6月14日	5	120
嘉南8號 Chianan No.8	CK	84	5月30日～6月3日	5	118
	X-ray 20Kr.	84	5月31日～6月3日	4	118
	X-ray 40Kr.	91	6月10日～6月14日	5	124
	r-ray 25Kr.	85	5月28日～6月8日	12	119
	r-ray 50Kr.	87	6月7日～6月10日	4	121
臺中在來一號 Taichung Native No. 1	CK	83	5月28日～5月29日	2	110
	X-ray 20Kr.	83	5月23日～6月5日	14	110
	X-ray 40Kr.	91	6月12日～6月16日	5	121
烏尖 Wu-chian	CK	82	5月27日～5月28日	2	110
	X-ray 20Kr.	83	5月28日～6月1日	4	110
	X-ray 40Kr.	86	6月7日～6月10日	4	116
	r-ray 25Kr.	86	6月7日～6月11日	5	116

由表八所示，放射線處理均呈現有延長插秧至平均抽穗期日數、抽穗日數及插秧成至熟所需日數的現象。插秧至平均抽穗期日數，臺中65號和嘉南8號，各處理延長1～7天。臺中在來一號x射線20kr處理區和對照區相同；x射線40kr處理者則遲8天。烏尖各處理亦延長1～4天左右。抽穗開始至抽穗完畢所需日數，亦略有延遲的現象。嘉南8號r射線25kr和臺中在來一號x射線20kr處理區遲10天以上。其原因爲，此處理內有一、二株遲遲未抽穗之故。而插秧到成熟日數間之差異，因處理之不同而異。一般說來，臺中65號之差異小。嘉南8號除x射線40kr處理遲6天外，其餘各處理差異亦不大。臺中在來一號和烏尖的情形相同。x射線20kr處理者和對照區相同，而x射線40kr處理者則遲6—11天左右。由表中又可得知，處理線量的增加，影響生育也愈大。線源不同，其差異較小。茲將各個體間之變異示如表九。

表九、抽穗期之變異（以對照區平均抽穗期爲準）（第一次試驗）

Table 9. Variation of heading period (1st experiment)

品種 Varieties	處理 Treatment	** -6	-5	-4	-3	-2	-1	* 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11天以上
臺中65號 Taichung No.65	X-ray 20Kr.					7		3	11	2	1		2			1			1
	X-ray 40Kr.						2	4	7	2	4	4	1	1				1	
	r-ray 25Kr.					7		22		2	1	3	2	1					
	r-ray 50Kr.							2											2
嘉南8號 Chianan No. 8	X-ray 20Kr.				2	2	4		11	11	8	1	2	2					
	r-ray 25Kr.					2	2		23	10	3	6	2		1		3		
	r-ray 50Kr.							2	2					1	1				
臺中在來一號 Taichung Native No.1	X-ray 20Kr.	1				14	5	6		2					1				
烏尖 Wu chian	X-ray 20Kr.							4	15	3		1							

※對照區抽穗日數爲2—4天。※※單位：天

表十、不同處理對產量構成因素之影響（第一次試驗）

Table 10. Effect of different treatments on yield components (1st experiment)

品種 Varieties	處理 Treatment	株高 Plant height 高度 Hight (cm)	株高 Plant height 指數 Index	分蘖數 No. of tiller 數目 Numher	分蘖數 No. of tiller 指數 Index	穗長 Length of head 長度 Length (cm)	穗長 Length of head 指數 Index	穗重 Weight of head 重量 Weight (g)	穗重 Weight of head 指數 Index	結實率 Fertility (%) 結實率 Fertility	結實率 Fertility (%) 指數 Index
臺中65號 Taichung No.65	CK	105.0	100.0	17.7	100.0	22.5	100.0	26.1	100.0	90.3	100.0
	X-ray 20Kr.	104.1	99.1	16.6	93.8	16.4	72.9	22.9	87.7	45.1	49.9
	X-ray 40Kr.	96.9	92.3	16.8	94.9	20.6	91.6	14.8	56.7	29.7	32.9
	r-ray 25Kr.	100.5	95.7	17.5	98.9	21.8	96.9	19.2	73.6	41.2	45.6
嘉南8號 Chianan No. 8	CK	115.3	100.0	15.8	100.0	24.2	100.0	33.0	100.0	74.8	100.0
	X-ray 20Kr.	106.3	92.2	16.4	103.8	22.2	91.7	28.9	87.6	53.6	71.7
	X-ray 40Kr.	84.3	73.1	13.5	85.4	17.4	71.9	21.3	64.5	65.2	87.2
	r-ray 25Kr.	105.3	91.3	15.3	96.8	22.6	93.4	19.9	60.3	40.6	54.3
	r-ray 50Kr.	88.3	36.6	11.4	72.2	15.8	65.3	5.9	17.9	39.4	52.7
臺中在來一號 Taichung Native No. 1	CK	87.0	100.0	27.3	100.0	21.3	100.0	16.0	100.0	74.3	100.0
	X-ray 20Kr.	79.0	90.8	35.0	128.2	21.6	101.4	21.0	131.3	35.3	47.5
	X-ray 40Kr.	61.5	70.7	29.0	106.2	17.5	81.7	3.0	18.8	—	—
烏尖 Wu-chian	CK	131.7	100.0	21.9	100.0	19.9	100.0	13.2	100.0	49.8	100.0
	X-ray 20Kr.	119.9	91.0	35.4	161.6	11.8	59.3	18.4	139.4	32.4	65.1
	X-ray 40Kr.	98.0	74.4	40.0	182.6	18.0	90.5	7.5	56.8	—	—
	r-ray 25Kr.	99.5	75.6	27.5	125.6	18.0	90.5	5.5	41.7	23.7	47.6

成熟期調查結果如表十所示。不同的處理，對株高顯示不同程度的抑制現象。抑制的程度和線量的多少呈正比。分蘖數中，臺中65號和嘉南8號均呈現減少的傾向。嘉南8號x射線20kr處理者

則增加4%，但臺中在來一號和烏尖處理各區之分蘖數，均比對照區多，增加6～82%左右。尤以x射線處理者增加最多。穗長方面，除臺中在來一號x射線 20kr 處理和對照區外，均呈現抑制情形，其程度爲59～97%。穗重的影響，臺中65號和嘉南8號均減少，減少量與線量成正比，而臺中在來一號和烏尖x射線 20kr 處理區，穗重反比對照區增加約31～39%。其餘處理之穗重則大大地減少。結實率則均比對照區低。除臺中在來一號和烏尖之x射線 40kr 處理區，因全部白穗無法計算外，其他各區，只有對照區之33～87%。

3 **幾種主要性狀之相關性測定：**

利用成熟期各性狀調查結果，計算各種相關之結果爲；穗重和株高之間，臺中65號，嘉南8號臺中在來一號和烏尖等各爲，0.96，0.73，0.84和0.65，且均非常顯著。此表示穗重和株高間有正相關，卽株高愈高者，穗亦愈重；株高和穗長之間的情形，分別爲—0.18，0.96，0.93和—0.06。臺中65號和烏尖雖呈負相關，但並不顯著。因此仍可說嘉南8號和臺中在來一號，株高的增加，促使穗長也增加。臺中65號和烏尖則沒什麼關係；穗長和穗重之間，臺中在來一號和烏尖有正相關，各爲0.98和0.66，臺中65號則爲—0.02，嘉南8號爲—0.003，兩者間，並沒有什麼關係存在，卽因品種之不同而異，且與結實率有關。因放射線的處理，影響結實率，間接也影響了穗重的關係。

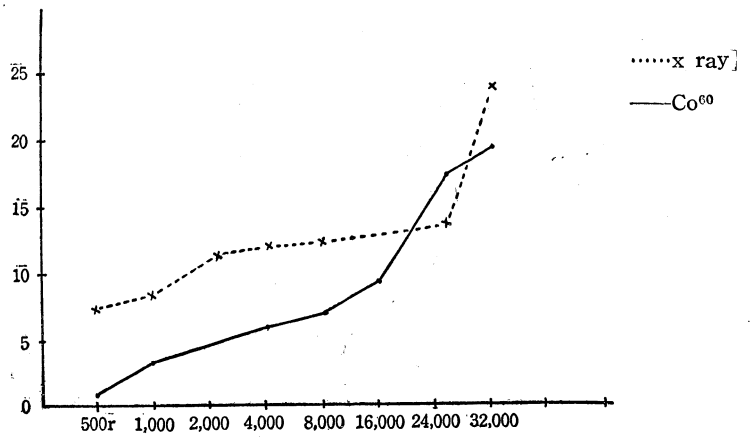
4 **花粉母細胞染色體之變異：**

花粉母細胞經檢鏡結果如表十一所示，發現染色體在分裂期中，有各種各樣之形態。如單價體、双價體、四價體、六價體、染色體橋和斷片等等。而其接合型則有 2Ⅳ+8Ⅱ、1Ⅳ+9Ⅱ+2Ⅰ、2Ⅳ+7Ⅱ+2Ⅰ…等。其中四價體又有環形、鏈形和其他形狀。各接合型當中，以 1Ⅳ+10Ⅱ 型佔大部份，而四價體之形狀中以環形者佔多數。以上所述，兩種處理之情形均相符合。四價體發生之頻度和處理線量之多寡成正比。鈷六十處理者，500r 區只 0.96 %，32,000r處理區則爲18.94%，其餘各處理，分布於其間。x射線處理者在7.33～23.41%之間。以整個四價染色體發生百分率來說，x射線的處理效果大於鈷六十處理者，如圖一所示，平均 17.8r Co^{60} 產生一個四價體，10.9r 射線可產生一個四價體。

表十一、不同放射線量對花粉母細胞染色體之影響

Table 11. Effect of different doses of radiation on chromosomes of P. M. C.

		染色體接合型 (Type of chromosome pairing)						四價染色體之形態 (Shape of quadrivalent)				觀察數	四價體發生率
		2Ⅳ+8Ⅱ	1Ⅳ+10Ⅱ	1Ⅳ+9Ⅱ+2Ⅰ	1Ⅳ+8Ⅱ+4Ⅰ	2Ⅳ+7Ⅱ+2Ⅰ	1Ⅳ+7Ⅱ+6Ⅰ	環形 Ring shape	鏈形 Chain shape	其他 the others	總數 Total	No. of cells observed	Rate of quadrivalent.
Co^{60}	500r	1	7	1				6	1	3	10	104	0.96
	1,000r	2	17		1			8	4	10	22	686	3.21
	4,000r	2	8	4				9	1	6	16	254	6.29
	8,000r		22	6	1		1	14		16	30	429	6.99
	16,000r	1	27	6	2		1	7	7	25	39	450	8.66
	24,000r	5	45	9	1			15	10	40	65	371	17.52
	32,000r	7	34	6				21	12	27	57	301	18.94
	Total												
X-ray	500r	3	28	2	1			11	11	17	39	532	7.33
	1,000r	1	5	1		1		3	4	1	8	98	8.16
	2,000r		10					1	1	8	10	86	11.63
	4,000r		12	3	3			11	1	8	20	166	12.05
	8,000r		21	4		1		12	5	11	28	227	12.33
	24,000r		9	2				7		8	15	82	13.41
	32,000r	6	41	4	1	1		45	11	14	70	299	23.41



圖一：不同攻射線量與四價染色體出現率之關係

Fig. 1. Relation between dose of radiation and frequency of chromosomal interchange.

四、討論及結論

正如一般所知，植物經放射線處理後，可產生遺傳因子及染色體構造上之變異 (Caldecott 1954, 眞島等 1960, Katayama 1962)，但處理線量過多時，會大大地抑制植株之生長，甚至引起嚴重的死亡（西村1950）。根據謝（1957），眞島等（1961）之報告，處理當代幼苗之死亡率爲22—100%，隨線量之增加而增加。本研究之結果，處理當代幼苗死亡率介於13—100%（第一次試驗爲40～100%；第二次試驗爲13—77%）之間，隨線量之增加而遞增。其抑制種子發芽率和幼苗之生長情形亦同。卽表示，除線量增加，可抑制發芽率外，品種間和放射線種類間亦有差異。另外對染色體引起之變異也相同。此種結果，在大麥 (Caldecott 1954)，小麥（西村 1961），稻（西村 1961，謝1961）燕麥（西村1961）等作物，均有相同的情形。依發芽勢的情形推斷，熱中子處理和x射線40krs，r 射線 50krs 處理者，均有延遲發芽之現象。在 x 射線和 Co^{60} 不同線量處理的情形看來，對種子發芽率之影響力，x 射線似有大於 r 射線之傾向，但差異並不太明顯。但後期的幼苗死亡率，其結果則相反。另根據張和謝（1957），張（1959），黃（1961）之報告指出，放射線處理有抑制幼苗高度之現象，但生育後期之差異則並不明顯。本試驗中，幼苗高度顯示同樣的結果，但生育後期之株高，臺中65號差異不大，嘉南 8 號，臺中在來一號和烏尖三品種則表現有差異，最甚者如臺中在來一號 x 射線 40krs 處理者，其株高只有未處理者之 71%。這可能爲使用線源和品種之不同而有異，在 x 射線和 Co^{60} 處理之情形看來，線量相同處理之結果，x 射線處理者，植株高度，顯著地較 Co^{60} 處理者高。但各線量間却無明顯差異。

花粉母細胞染色體之觀察，在肥厚期 (Diakinesis) 和第一中期，發現有鏈形 (Chain shape) 和環形 (Ring shape) 四價體、染色體橋 (Chromosomal bridge)、斷片 (Segment) 和滯留 (delay)…等種種異常現象。各染色體配對時，亦產生了各種不同的接合型。其中四價體的發生頻度最大，且其頻度和處理線量有密切的關係。此和 Ramiah (1935) Parthasarathy (1938) 謝等 (1959)，Katayama (1963) 等氏發現的情形相同。但變異細胞數却遠較上述諸學者之報告爲少。同時處理效果，亦以 x 射線稍大於 Co^{60}。其原因可能爲處理時，平面放置和堆積放置而有差異。但其眞正原因尙待研究。且此結果和 Coldecott (1954) 報告之 r 射線 (Co^{60}) 之影響較 x 射線强之結果相反。此除上述原因外，處理方法和放射線能量（半衰期）等不同有關，其實際原因亦待查。而熱中子處理之效果强於 x 射線和 r 射線處理者之情形則和 Sparrow (1961) 之報告相同。

黃（1960）報告，放射線對分蘗數之影響，因品種不同而異。又根據謝（1961）染色體之變異，因品種不同而有統計上之差異。在本研究中，亦有同樣的結果。此即表示品種不同，對放射線的反應亦不同。此點除處理當時種子水分含量和其他環境因子有影響外，可能尙有某種機構支配着。此機構之本質如何？是否與化學物質或遺傳因子有關等等，尙須今後進一步之研究。

據 Oka et al（1958）報告，水稻經放射線處理後，除性狀因子發生變異外，數量因子亦因而發生變異。而其所產生之變異，却有「正」和「負」兩方向。Sparrow（1961）亦在其他植物上證實此點。本研究中，經放射線處理者，分蘗數，株高和抽穗期等變異幅度均較未處理者大。此正與上述情形相同。且此種變異幅度之增大，在育種上可增加選拔的機會。放射線育種在實用上的價值也因而增大。若能更確實地控制着放射線誘致突變的方向。則將爲育種學上，帶來革命性的成就。即處理後能保存原有優良特性，而改變其不同特性。例如，提早優良品種之抽穗期，育成矮性，抗倒伏之系統或抗病强等性狀。在臺灣省農業試驗所，即已在大豆放射線處理後代中，選出了較原親本產量增高8％之品系。在花生的處理後代中，亦已選出了抗銹病强的品種。水稻方面中央研究院和中興大學合作計劃中，亦已選出了矮和抗倒伏之品系（未發表）。此等結果，已給育種者帶來莫大的鼓勵。但要普遍應用，尙須今後繼續之努力。

一般說來，由突變所產生之性狀和其他不良性狀有連鎖關係。如何來打破此種關係而達到育種選拔理想新品系，乃爲育種者今後之目標。此點，在進行育種試驗之前似有先舉行各突變性狀間之連鎖因子分析之必要。關於此點，本研究室，現在進行研究中。

五、摘　　要

本試驗在研究水稻經放射線處理後，農藝性狀和花粉母細胞染色體之變異情形，乃利用臺中65號、嘉南8號、臺中在來一號和烏尖之乾燥種子，經x射線、r射線（鈷60）和熟中子處理後，栽培於溫室和一般環境下，觀察其變異情形。

試驗結果顯示處理當代發芽率，死亡率等受放射線之影響，且因線源和線量之不同而異。品種之間亦有相當大之差異。幼苗高度因處理而呈現抑制的現象，成熟期之株高和穗長，亦有相同之結果。分蘗數及穗重，臺中65號和嘉南8號均呈抑制現象；臺中在來一號和烏尖則以x射線20kr處理者，呈促進現象，其他亦呈抑制之情形。各處理區之平均抽穗期和生育日數與未處理者相同或長1～10天左右。但若以個體來說，除大部分較未處理者晚之外，尙有部份則較未處理者早抽穗。因此可說，處理者之變異範圍較未處理者大。換句話說，即表示變異有「正和負」兩方面。處理後代之株高，穗重和穗長之間的相關情形，因品種而異。染色體變異方面，在第一分裂中期，可發現有單價、双價和四價體等。構造上亦可發現有斷片、滯留和產生染色體橋等之變異現象，且其四價體產生之頻度和處理線量成正比。同時，顯示x射線的效果也稍强於r射線處理之效果。

參　考　文　獻

1. 張文財　1959　水稻經x光線處理所發生量的性狀之變異（第二報）　中華農學會報新25期。
2. 張文財　1960　水稻經x光線處理後所生突變體之性狀及遺傳（第三報）　中華農學會報新29期。
3. 張天定、謝順景　1957　水稻經x光線處理後所發生之突然變異（第一報）。省農試所，農業研究第七卷第四期。
4. 黃正華　1960　水稻利用x光線和熱中子誘致之可遺傳之變異（英文）　核子科學，第三卷第一期。
5. 謝順景　1959　x線對水稻農藝性狀之影響（第二報）　農業研究　第八卷第二期
5. 謝順景　1961　x線及熱核子對水稻染色體之影響（第四報）　中央研究院植物學彙刊，第二卷第一期。
6. 謝順景、張天定、楊行昌　1959，水色稻染體相互轉產系統之分離，（第三報）農業研究，第八卷第三、四期
7. 眞島勇雄、河合武　1960　稻乾燥種子に對する熱中子およびx線照射の影響。　農學
8. 小室英夫　1931，　x線によりて稻の增收を計り得るやせ。　科學　I(6)：242—244
9. 西村米八、倉上秀雄　1952　x線處理による水稻の突然變異　育種學什誌　3.
10. 片山　平　1961　x線照射後代に生じたイネの遺傳的染色體不對合現象　染色體　48:1591—1601。

11. Coldecott et al 1954. Cytogenetic effects of X-ray and Thermal neutron irradiation on seeds of Barley. Genetics, Vol. 39 No. 2.
12. Coldecott R.S.1955.The effects of X-rays,2-MEV electrons,thermal neutrons,and fast neutiron on dormant seeds of Barley. Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 59.
13. Katayama T. 1962. X-ray induced chromosomal aberration in rice plant, The Jap. Jour. of Genetics. Vol. 38 No. 1.
14. Nishiyama et. al. 1951. Gamma ray-induced Chlorophyll Mutations and Mutation frequencies in Wheat & Oats. The Japanese Journal of Genetics. Vol. 36, No. 5-6:175-183.
15. Oka et. al. 1958 Induced mutation of polygenes for quantitative characters in rice. Jour. of Heredity. Vol. XLIX, No. 1.
16. Ramiah et. al. 1935. Chromosome ring in X-rayed rice. Assoc. Fch. Biology Combatore 2:1-4
17. Sparrow A. H. 1961. Types of ionizing radiation and their cytogenetic effects. Mutation and plant breeding NAS-NAR 891.
18. 臺灣省農業試驗所編印 1963. 大豆新品種 臺農一號R及臺農二號R之介紹

EFFECT OF X-RAYS, THERMAL NEUTRON AND COBALT 60 ON CHARACTERS AND CHROMOSOMES OF RICE

by

S. T. YEN

SUMMARY

In order to study the effects of different radiation treatments on agronomic characters and chromsomes, four varieties of rice (both *japonica* and *indica*) were sent to National Genetics Institute of Japan for X-rays and thermal neutron treatments; in the same time, seeds of Taichung no. 65 (*japonica* type) were also treated with X-rays and Cobalt 60 at the National Taiwan University Hospital.

The degree of plant injury in term of rates of germination, lathal seedlings and seedling height was found to be in parallel with the dose of radiations applied. Though, the seedlings growth at the early stage was differently inhibited by different kinds and doses of radiations, but it recovered gradually until maturity.

Except Taichung native no. 1 and Wu-chian which were treated with 20 Krs. of X-rays showed a slight increase in the number of tillers and weight of panicles, others remained to be the same as controls.

The heading dates were varying widly from early to late with 6 and 10 days respectively as it compared with controls. The correlation between plant height, panicle weight and panicle length was also varying from different varieties.

The tetravalents, univalents in the shape of chain and ring and chromosomal bridges were found in the PMCs of R_1 plants. The effect of X-rays was found to be stronger than r-rays from Cobalt 60 source in term of rates of chromosome aberration so far the present experiments are concerned.