

# 放射線処理による突然変異の誘発

第1報 朝 顔 (その1)

島津斉徳・樫村勝司

## Studies on Mutations Induced by Radiations

### I. Japanese morning glory (*Pharbitis Nil* CHOIS.) (1)

NARIYASU SHIMADZU and KATSUJI KASHIMURA

#### I. 緒 言

放射線によって人為的に突然変異を誘発せしめ、これを育種に利用しようとする研究はかなり前から試みられており、近年各分野において急速な進歩をとげつつある。また、一部ではすでに実用品種も育成されており、今後その進展は大いに期待される場所である。しかしながら、放射線の種類・線量や処理の時期・期間等に関して、各植物に対する育種上有効な処理方法については不明の点が少ない。このような放射線育種についての基礎的な資料をうるために、筆者らはニワウメ (*Prunus japonica* THUNB.) とアサガオ (*Pharbitis Nil* CHOIS.) を供試し、各種の処理条件のもとにおける放射線の生理的・遺伝的な影響を究明するために、1961年

以来実験を行なっている。

本報には、アサガオにおける各種放射線処理の影響と、現われた突然変異型の遺伝性について調べた結果を報告する。

#### II. 材料および方法

$\gamma$  線、 $\beta$  線および熱中性子の処理方法は第1表に、供試したアサガオ品種の特性は第2表にそれぞれ示す通りである。

処理当代 ( $M_1$  世代) は鉢播育苗し、のち実験圃場に定植した。 $M_2$  世代以降はいずれも圃場に直播し、そのごは系統保存の場合と同様の露地栽培を行なった。なお  $M_3$  世代以降の変異型のうち、幼苗期に識別できる形質を調査する場合は、苗床に条播して分離を調べたものも

第1表 アサガオの各種放射線処理

放射線の種類	供試品種数および粒数		処理年次	処 理 方 法	$M_2$ 世代 (供試系統数および粒数)	
	品種	粒			系統	粒
$\gamma$ 線 ( $^{60}\text{Co}$ )	5	290	1960	休眠種子 5~40 kR	35	1290
〃 (〃)	1	70	1961	〃 30~70 kR	3	42
$\beta$ 線 ( $^{32}\text{P}$ )	〃	48	〃	浸漬種子 0.1 および 0.5 mc/cc, 24 および 48 hr	8	547
熱中性子 (JRR-1)	2	208	〃	休眠種子 $5 \times 10^8$ n th/cm <sup>2</sup> /sec, 1~5 hr	15	709

第2表 アサガオの供試品種の特性

品 種 名	特 性			備 考
白 花 原 型	赤色茎, 並葉	白色花, 淡黄筒	黒種子	原型近似種
Candy Pink	蜻蛉葉	桃色花, 底白筒	茶種子	外国改良種
薬 用 白 花	緑色茎, 並葉	白色花, 白色筒	白種子	原型近似種
天 津	緑色斑入蟬葉	桃色花	黒種子	大輪品種
木 立 赤 花	並葉, 渦性	紅色花	〃	2日咲品種
黄 丸 葉	黄色丸葉	鼠色花, 夫婦咲	〃	変異型との交雑に使用

ある。

M<sub>1</sub> 世代における生育障害の種類と程度を検討するために、発芽数と芽生長を調べた。芽生長は地表から子葉までの莖の長さを測定した。そのごの生育は随時観察して総合的に比較判定した。

各種形質の調査は、特に葉色・葉形・花色・花形・草性・開花期・開花時刻・閉花時刻等について行なった。なお、供試種子はすべて自花授精による自殖種子を用いた。

処理個体の後代に現われた各種変異型のうち、本報においては極早生・矮性および致死性・緑白苗の2形質についてその遺伝性を追究した。このうちの極早生・矮性型については、正常型(品種:黄丸葉)との交雑のF<sub>2</sub> 世代を用いて、その変異形質の分離状況を調べた。

### III. 結果および考察

#### 1) 各種放射線の処理

a.  $\gamma$  線は東京農業大学において <sup>60</sup>Co 照射装置により、アサガオ5品種(第2表)の休眠種子に対して1960年に5,000~40,000 R (3,000 R/hr) を、翌1961年には1品種(白花原型)を選び30,000~70,000 R を照射した。そのM<sub>1</sub> 世代における発芽数・生育・残存数等の調査結果は第3表に示す通りである。これによると、5~10 kR で照射された植物体は、草丈が無照射区よりも高く、かえって生長が促進されている。しかしそのごは、無照射個体との間に肉眼的な生育の差は認められなかった。30 kR 以上の照射区では次第に障害が著しくなり、50 kR 以上ではほとんど残存個体もえられなかった。20 kR 以上の照射区の幼苗には子葉および第1~2本葉の奇形のものが多く、子葉3枚のもの3個体・著しい奇形子葉6個体・盃状子葉2個体が出現し、強照射の区では生長点のとまった幼苗がかなり現われた。

Fujii および Matsumura 両氏(1958)<sup>2)</sup>によると、アサガオにおける本葉2~3枚をつけた芽生時のLD-50は70 kR とされている。供試個体数の少ないうらみはあるが、筆者らの実験の範囲では、残存個体からみたLD-50は30~40 kR 附近と考えられる。

これらの $\gamma$ 線照射の後代から、草性・葉色・花色等について3種の顕著な変異型が現われたが、それらの線量は20~30 kR の照射区であった。山県氏(1960)<sup>3)</sup>はアサガオのX線による種子照射において、10~20 kR が育種上効果的であったと報告されている。筆者らの実験によると、5~10 kR 区の幼苗の生育は無照射区よりも旺盛であり、その後代からは変異個体もえられなかった。

第3表  $\gamma$ 線照射種子の発芽と生育

a) 5~40 kR 照射 (1960年, 5品種の合計)

照射線量	0	5	10	20	30	40 kR
播種数	粒 50	70	40	70	40	70
発芽数	本 48	67	37	69	39	66
定植数	〃 20	65	〃	62	22	35
残存数	〃 〃	〃	〃	〃	21	15
芽生長(平均)	cm 3.6	4.2	3.8	3.3	3.2	2.4
生育観察※		生育旺盛		生長点のとまったものが多い		
		第1~2本葉の奇形あり				

b) 30~70 kR 照射 (1961年, 1品種)

照射線量	0	30	40	50	60	70 kR
播種数	粒 5	15	15	15	15	10
発芽数	本 〃	9	12	7	8	5
定植数	〃 〃	4	1	1	0	0
残存数	〃 〃	3	〃	〃	〃	〃
芽生長(平均)	cm 4.1	1.7	1.4	1.3	1.2	1.3
生育観察※(障害)		あり		強	強極	

※ 生育は発芽1~2カ月後の観察結果。

また、40 kR 以上の区でも変異個体が発見されていないが、これはM<sub>1</sub>の残存個体が少なく、稔性も低く、M<sub>2</sub>の個体数が少なかったためと思われる。したがって、本実験の範囲では障害が比較的少なく、しかも変異型の出現をみた20~30 kR が育種の見地から有効な線量と思われる。

b. <sup>32</sup>P による $\beta$ 線の処理は東京農業大学において山本三夫・松岡清久の両氏の御好意によって、1961年にアサガオ1品種(白花原型)を供試して行なわれた。処理は0.1 mc/cc (8 $\mu$ c/seed) および0.5 mc/cc (40 $\mu$ c/seed) H<sub>3</sub><sup>32</sup>PO<sub>4</sub> 水溶液にそれぞれ24および48時間種子浸漬して行なった。水溶液のpHは調節しなかった。24時間浸漬の両区は処理後水洗して、蒸溜水に24時間浸漬した。また、無処理区は蒸溜水に48時間浸漬した。そのM<sub>1</sub> 世代における発芽数・生育・残存数等の調査結果は第4表に示す通りである。これによると、芽生長は0.1 mc/cc 区では24 hr・48 hr ともに無処理区よりも高かった。一方0.5 mc/cc 区では24 hr・48 hr ともにやや障害が現われた。しかし、そのごの生育は各処理区とも無処理区との間に肉眼的な差は認められなかった。また、これらの後代からも変異個体は出現しなかった。

c. 原子炉による熱中性子の照射は日本原子力研究所

第4表  $\beta$ 線処理種子の発芽と生育  
(1961年, 1品種)

処理区※	無処理	A	B	C	D
播種数	粒 2	12	12	12	12
発芽数	本 //	9	5	11	11
定植および 残存数	" "	"	4	10	9
芽生長(平均)	cm 3.3	3.6	3.7	2.6	2.8

※  $H_3^{32}PO_4$  水溶液  
A: 0.1 mc/cc, 24 hr 浸漬, B: 0.1 mc/cc, 48 hr 浸漬, C: 0.5 mc/cc, 24 hr 浸漬, D: 0.5 mc/cc, 48 hr 浸漬

において、アサガオ2品種(白花原型および Candy Pink)の種子を供試して1961年に行なった。照射はJRR-1原子炉のNo. 7実験孔において、 $5 \times 10^5$  n th/cm<sup>2</sup>/secで1, 3および5時間の3照射区を設けて行なった。そのM<sub>1</sub>世代における発芽数・生育・残存個体数等の調査結果は第5表に示す通りである。これによると、幼苗の生育は各区間にほとんど差異は認められず、それらの後代からも変異個体は出現しなかった。

第5表 熱中性子照射種子の発芽と生育  
(1961年, 2品種合計)

処理区※	無処理	A	B	C
播種数	粒 8	29	29	150
発芽数	本 7	"	28	146
定植数	" "	"	"	145
残存数	" "	28	"	143
芽生長(平均)	cm 3.4	3.4	3.2	3.0

※ JRR-1 原子炉  
中性子束  $5 \times 10^5$  n th/cm<sup>2</sup>/sec  
A: 1 hr, B: 3 hr, C: 5 hr

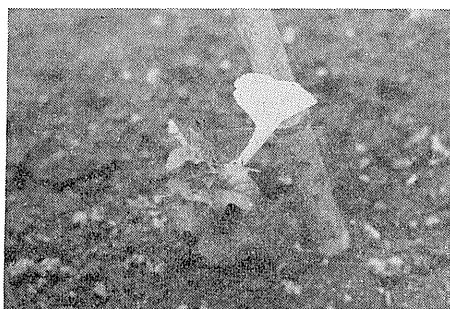
d. 以上3種の放射線処理の目的は、各種放射線の種類の違いと変異との関係を調べることにあった。そのために、特に供試種子を厳選し、数年間自殖を継続した系統に属する1個体から採種した種子を3分してそれぞれの照射に用いた。しかし、 $\beta$ 線と熱中性子の処理はM<sub>1</sub>

世代の生育状況等から判断して、いずれも処理の程度が弱かったためか、変異個体の出現をみるに至らなかった。また、翌年以降は後代の個体数が激増したため、放射線の種類に関する当初の計画は一時中止のやむなきに至った。

## 2) 変異形質の遺伝

a. 1960年に $\gamma$ 線を照射した個体の次代(M<sub>2</sub>世代)に2種の顕著な変異型が現われた。このうちの薬用白花において、20 kR照射区のM<sub>2</sub>世代に出現した変異個体(第1図)は草丈が10~20 cmで極めて低く、開花期の非常に早い矮性型である。1961~1966年の開花始は第6表に示す通りで、播種から開花までに要した日数を比較すると、変異型は正常型より約40日早く開花する。

第1図 極早生矮性変異型



この変異個体は完全な不稔であるため、毎年ヘテロの状態で系統を維持している。しかし花粉は正常であり、他の品種に交雑することにより容易にF<sub>1</sub>を採種できる。M<sub>2</sub>世代から現在(M<sub>7</sub>)までのこの変異型の分離状況は第7表に示す通りである。それらの $\chi^2$ 検定の結果は低い値ではあるが、一応3:1の分離とみなされる。したがって、この変異型には劣性の1遺伝子が関与しているものと推定される。アサガオには種々の程度の矮性変異型が知られており、現在までに *dwarf-1~3*: *dwarfish*: *dh*: *dwarfy*: *dwy* 等の遺伝子が発表<sup>3)</sup>されている。これらの既知遺伝子の記載と本報の矮性変異型とを比較検討した結果、新しい変異形質はそのいずれとも異なると思われるので、ここに本報の矮性変

第6表 開花日数\*

a) 変異型とその原種(1961~1966年)

年次	1961	1962	1963	1964	1965	1966	平均
播種期	月/日 5/13	5/8	5/11	5/14	5/25	5/14	—
薬用白花(原種)	日 85	96	96	96	85	87	91
変異型(極早生矮性)	" 55	62	49	50	55	60	55

b) F<sub>1</sub> とその両親 (1962 年)

品 種 名	開花日数*
薬用白花 (原種)	96 日
変異型 (極早生矮性)	62
黄丸葉×変異型 F <sub>1</sub>	95
黄丸葉	81

\* 播種期から開花始までの所要日数。

第7表 極早生・矮性変異型の分離調査 (1961~1966 年)

世代(年次)	個 体 数			χ <sup>2</sup>	P
	正 常 型	変 異 型	合 計		
M <sub>2</sub> (1961)	10	4	14	0.095	0.80~0.70
M <sub>3</sub> (1962)	47	15	62	0.022	0.90~0.80
M <sub>4</sub> (1963)	708	217	925	1.171	0.30~0.20
M <sub>5</sub> (1964)	289	82	371	1.661	0.20~0.10
M <sub>6</sub> (1965)	173	51	224	0.595	0.50~0.30
M <sub>7</sub> (1966)	209	67	276	0.077	0.80~0.70
M <sub>2</sub> ~M <sub>7</sub> 計	1436	436	1872	2.917	0.10~0.05

異型遺伝子を極早生矮性 *earliest flowering and dwarf: ed* と命名することにする。

b. 木立赤花の 20 kR 照射個体の M<sub>2</sub> 世代に出現した変異型は子葉が帯緑白色で、そのごこれよりやや濃い色のごく小さい本葉が 1~4 枚ほど現われるが、発芽後 1 カ月位で枯死する。したがって、この変異型も毎年ヘテロの状態で系統を維持している。和田氏<sup>7)</sup>の標準色票に照合して、この変異型の葉色の数値的表示を計算によって求めると次の通りである。

色番号                      色の表示値

子葉 9-19.0-2.7    x=0.338, y=0.380, Y=69.8

本葉 9-17.8-3.2    x=0.353, y=0.413, Y=43.7

M<sub>2</sub> 世代から現在 (M<sub>7</sub>) までのこの変異型の分離状況は第8表に示す通りであって、その χ<sup>2</sup> 検定の結果は低い値ではあるが 3:1 の仮説に適合する。したがって、この変異型にも劣性の 1 遺伝子が関与しているものと推定される。アサガオにおける致死性の葉緑素変異に関しては、現在までに *albino: al · amber: am · xanthic: xt* 等の遺伝子が発表<sup>8)</sup>されている。これらの既知遺伝子の記載と本報の変異型とを比較検討した結果、新しい変異形質はそのいずれとも異なると思われるので、ここに本報の変異型を緑白苗 *greenish white seedling: wg* と命名することにする。

第8表 致死性・緑白苗変異型の分離調査

(1961~1966 年)

世代(年次)	個 体 数			χ <sup>2</sup>	P
	正 常 型	変 異 型	合 計		
M <sub>2</sub> (1961)	20	5	25	1.083	0.30~0.20
M <sub>3</sub> (1962)	89	21	110	2.048	0.20~0.10
M <sub>4</sub> (1963)	99	33	132	0	1.00
M <sub>5</sub> (1964)	27	8	35	0.086	0.80~0.70
M <sub>6</sub> (1965)	38	8	46	1.420	0.30~0.20
M <sub>7</sub> (1966)	30	11	41	0.073	0.80~0.70
M <sub>2</sub> ~M <sub>7</sub> 計	283	81	364	1.465	0.30~0.20

e. 以上の2種の変異型のほかに Candy Pink の 30 kR 照射個体の M<sub>3</sub> 世代に葉色と花色とが同時に変異した、緑黄葉・濃色花の変異型が出現した。この変異型は paper chromatography<sup>1)</sup> によって調べた結果によると、正常型よりも chlorophyll-a の含量が特に少なかった。これに反して、従来からある黄葉 (*yellow: y*) と称されているものは chlorophyll-b の含量が少ない。新しい変異型の葉緑素欠乏の状態は既知の各種の葉緑素欠乏型<sup>4), 6)</sup>にくらべてかなり特異な性状をもっている。すなわち、子葉は正常型にくらべるとやや淡い程度で区別がつきにくい、本葉は黄緑色の地に葉脈の付近がやや濃い緑色をおび、あたかも微量要素欠乏症状のようである。しかし、時には正常の緑色葉と区別がつきにくい葉を生ずることもあり、この形質はかなり環境に支配されやすいように思われる。またこのほかに、この系統からは子葉が前記のような淡緑色でありながら、そのご展開する 2~4 枚の本葉はいずれも白黄色ないし白色であり、まもなく致死する特殊な変異個体を分離する。従来からある白子 (*albino: al*) が白色子葉を展開したのみの状態で致死するのにくらべると、本葉が白色であるにもかかわらず、かなり生育してから致死するのは、恐らく淡緑色子葉の存在によってしばらくは生存することができるためと思われる。

また、一般に花色は時刻の経過とともにしだいに变化するため、濃色花変異型と正常型との区別が不明瞭になりがちである。そのために、この変異花色の遺伝現象はまだ明らかにされておらず、葉色変異と花色変異との関係も不明である。さらに、この変異個体の生育が旺盛でなく、開花数の少ないことも分離個体の特性調査を困難にしており、正常型にくらべて検性も劣っている。以上のような種々の困難性のために、この変異型の遺伝性は

まだ判明するに至っていない。

### 3) 正常型×極早生矮性の F<sub>2</sub> 分離

a. 極早生矮性形質の遺伝子分析および linkage を調べる目的で、正常型(品種：黄丸葉)との間に交雑を試みた。両親および F<sub>1</sub> (1962 年)の主要な形態的形質は次の通りである。

両親および F <sub>1</sub>	草性	葉色	葉形	抱性
黄丸葉(♀)	正常	黄	丸	抱葉
極早生矮性(♂)	矮性	緑	並	非抱葉
F <sub>1</sub>	正常	緑(帯黄)	並(F <sub>1</sub> 型)	//

なお、極早生矮性のその他の形質はすべて原種の薬用白花と同じである。また F<sub>1</sub> の花色は青色であり、開花始は第6表の b) に示した通りで、F<sub>1</sub> はほとんど薬用白花と同じような晩生型であった。

F<sub>2</sub> 世代における分離は、主としてこれらの形質を対象として調査した。その結果は第9表に示す通りである。

草性と葉色について：草性と葉色についての  $\chi^2$  検定の結果は、それぞれ 3:1 の仮説によく適合する。また両形質の組合せについても、9:3:3:1 の分離比によく適合し、両遺伝子の間に linkage の関係は認められなかった。

葉形について：丸葉は並葉に対して劣性で、すでに古くから並葉(F<sub>1</sub>型葉を含む)3:丸葉1の分離が明らかにされている。しかし矮性個体においては、並葉・F<sub>1</sub>型葉・丸葉の3種の区別がつけ難く、葉形の分離は不明瞭であった。よって、葉形は第9表に示すように正常型並葉9:正常型丸葉3:矮性型4の分離として、葉形と草性の linkage 検定も兼ねて検討した。その結果Pの値は低くはあるが、前記の仮説に適合し、したがって両遺伝

子の間に linkage の関係は一応存在しないものと認められた。

抱性について：葉の周縁が上に巻き込んで、内側に抱えたようになる形質を抱葉または抱性と称しているが、これにはその表現の強弱に種々の程度があり、その表現はまた環境によっても左右されるようである。獅子遺伝子(feathered: fe)も強い抱性を示すが、しかし獅子と関係のない並葉の強い抱葉も存在する。この交雑の母親に用いた黄丸葉は弱い抱葉であるが、矮性個体においては抱葉と非抱葉との区別が不明瞭であって、正確に両葉を類別することは困難であった。よって、抱性の分離も正常型非抱葉9:正常型抱葉3:矮性型4の分離として、抱性と草性の linkage 検定も兼ねて行なった。その結果、Pの値は 0.70~0.50 を示し、前記の仮説に適合し、したがって linkage の関係は認められなかった。

このように、現在までのところ極早生矮性遺伝子と linkage 関係のある遺伝子は発見されていない。

b. さらにそのご、この極早生矮性個体の花粉を用いて7組合せの F<sub>1</sub> 交雑を行ない、その F<sub>2</sub> 世代の分離を調べている。このなかのある組合せでは、植物体の外観や葉の形状は薬用白花から分離する極早生矮性個体と同様であるが、草丈だけが異常に伸展して 100 cm 以上に達するものが数個体現われた。これは変更遺伝子的なものの存在によるのではないかと考えているが、現在まだ調査中であるので後日を期したい。

## IV. 摘 要

各種放射線の処理が植物の変異に及ぼす影響を調べるために、アサガオ(5品種)を用いて、 $\gamma$ 線・ $\beta$ 線および熱中性子による照射を試みた。

1)  $\gamma$ 線(<sup>60</sup>Co)の照射は1960年に5~40 kR, 1961

第9表 正常型(黄丸葉)×矮性型(極早生矮性)の交雑の F<sub>2</sub> の分離調査(1963年)

特 性	F <sub>2</sub> における分離形質	観察個体数* (理論比)	$\chi^2$	P
草 性	正常型:矮性型	493:164 (3:1)	0.001	0.99~0.98
葉 色	緑色:黄色	490:167 (3:1)	0.061	0.90~0.80
草性と葉色	正常型緑色:正常型黄色: 矮性型緑色:矮性型黄色	372:121:118:46 (9:3:3:1)	0.867	0.90~0.80
葉 形**	正常型並葉:正常型丸葉: 矮性型	388:105:164 (9:3:4)	3.605	0.10~0.05
抱 性	正常型並性:正常型抱性: 矮性型	379:114:164 (9:3:4)	0.927	0.70~0.50

\* 各特性とも、観察数の合計は657個体。

\*\* 並葉には F<sub>1</sub> 型葉の個体を含む。

年に 30~70 kR を種子に照射した。生育調査の結果によると、5~10 kR では無処理個体よりも旺盛な生育を示し、40~50 kR ではかなり生育が阻害され、60 kR 以上では発芽したのも幼苗期にすべて枯死した。

2) この $\gamma$ 線照射の後代からは草状・葉色および花色等に関する変異個体が現われた。それらのうち、20 kR 照射の  $M_2$  世代に出現した致死性の帯緑白色の芽生と雌性不稔性の極早生の矮性と2変異形質には、 $M_2 \sim M_7$  世代の分離状況から判断して、それぞれ劣性の1遺伝子が関与していることが明らかにされた。これらの遺伝子を緑白苗 (*greenish white seedling: wg*) および極早生矮性 (*earliest flowering and dwarf: ed*) と命名する。

3) 極早生矮性変異型については、正常型との間に交雑を行ない、その  $F_2$  分離を調べた。現在までのところこの *ed* 遺伝子と linkage 関係のある遺伝子は発見されていない。

4) この極早生矮性個体の花粉を用いて、そのごさらに7組合せの  $F_2$  を調べた。このなかのある組合せでは、草丈が異常に伸展する変異個体を分離するものがあつた。これについては、現在まだ調査中であるので後日を期したい。

5) 30 kR 照射の  $M_3$  世代に葉色と花色とが同時に変異した緑黄葉・濃色花の個体が出現した。この変異形質の遺伝性については目下追究中である。

6) 本実験の範囲では、生育調査と変異の出現状況から判断して、障害が比較的少なくしかも変異型の現われた 20~30 kR が育種の見地からの有効な線量と思われ

る。

7) 1961 年にアサガオ1品種を供試して、種子浸漬による $\beta$ 線 ( $H_3^{32}PO_4$  水溶液, 0.1 および 0.5 mc/cc) の内部照射を行なった。また同年、2品種を供試して、JRR-1 原子炉において熱中性子 ( $5 \times 10^3$  n th/cm<sup>2</sup>/sec) の種子照射を行なった。しかし両処理とも、その生育は無処理と大差なく、障害もほとんど認められず、それらの後代からも変異個体は出現しなかった。

この研究を行なうにあたって、多大の便宜を与えられた東京農業大学(育種学研究所)の山本三夫・松岡清久の両氏に、また調査に協力された志賀道夫・若林英毅の両君に対し、それぞれ厚く感謝の意を表する。

なお本研究の一部は、文部省科学研究費(総合研究)の補助によって行なわれたものである。

## 文 献

- 1) Asami, M.: Mem. Ehime Univ., Sect. II (Sci.), Ser. A, 2, 113 (1955)
- 2) Fujii, T. and S. Matsumura: Jap. Jour. Genet., 33, 389 (1958)
- 3) 萩原: 植物誌, 52, 379 (1938)
- 4) Holm, G.: Acta Agric. Scand., 4, 457 (1954)
- 5) Miyake, K. and Y. Imai: Jour. Coll. Agric., Tokyo Imp. Univ., 13, 27 (1934)
- 6) Nybom, N.: Hereditas, 41, 483 (1955)
- 7) 和田: 色の標準(改訂新版), (1954) 日本色彩研究所
- 8) 山県: 近畿作物・育種談話会報, No. 5, 54 (1960)

## Summary

With a view to investigate the effects of various radiation treatments on the variations of plants, radiation treatments by  $\gamma$ rays,  $\beta$ rays and thermal neutrons were conducted employing Japanese morning glory (*Pharbitis Nil* CHOIS., five varieties).

1) In the case of radiation treatment by  $\gamma$ rays ( $^{60}Co$ ), 5~40 kR and 30~70 kR were radiated on to seeds in 1960 and 1961 respectively. The result of the survey on their growth indicated that the seeds showed more vigorous growth in case of 40~50 kR than non-treated individuals, that, in case of 40~50 kR, growth was impeded to a considerable extent and that, in the case of over 60 kR, even those seeds which had once sprouted withered at the stage of seedling.

2) Among the offspring of the plants subjected to radiation treatment of  $\gamma$ rays, there appeared mutants in terms of the shape of grass, tinge of leaves, flowers and so on. It was made clear that, of these mutants, two kinds of mutant characters, *i. e.*, "greenish white seedling, lethal" and "dwarf, earliest flowering" which appeared in the  $M_2$  generation of 20 kR radiation treatment, were involved with a recessive gene. This judgement was based on

the condition of segregation in  $M_2$ - $M_7$  generations.

These recessive genes were respectively named *greenish white seedling* (*wg*) and *earliest flowering and dwarf* (*ed*).

3) Among the offspring of the seeds treated by  $\beta$ rays ( $^{32}\text{P}$  aqueous solution, 0.1 and 0.5 mc/cc) and thermal neutrons ( $5 \times 10^8$  n th/cm<sup>2</sup>/sec) (both in 1961), no cases of mutants individuals were observed.