

有用植物に対する放射線照射効果

—ダイコン, トロロアオイ, ワタ, キンレンカについて—

西山安夫・松尾英輔*¹・石黒悦爾*²・稲永醇二*³・宮里 満*²・陳 介余*²

(共同利用 RI 実験室・園芸生産学講座*¹・農業システム工学講座*²・食料生産制御化学講座*³)

平成3年8月7日 受理

Studies on the Irradiation Effects on Some Useful Plants —Radish, Sunset Hibiscus, Cotton and Garden Nasturtium—

Yasuo NISHIYAMA, Eisuke MATSUO*¹, Etsuji ISHIGURO*²

Shunji INANAGA*³, Mitsuru MIYAZATO*² and Gieyu CHEN*²

(Laboratory of Radioisotope, Laboratory of Horticultural Science*¹, Laboratory of Agricultural Systems Engineering*² and Laboratory of Agronomical and Food Chemistry*³)

緒 言

石油, 石炭などの化石燃料の消費に伴う環境汚染や地球温暖化はエネルギーとしての原子力利用を再考するきっかけの一つとなっている。しかしながら, 原子力利用の廃棄物処理はまだ解決されていない大きな課題であり, またスリーマイル島やチェルノブイリ等の原子力発電所の事故を契機として, 人類をはじめ地球上の生物に対する放射線障害が改めて人々の関心を集めている。

植物の種子に放射線を照射すると一般に不発芽, 不発根, 葉の斑入りや変形あるいは芯止りなどの奇形を生じ, 地上部, 地下部の生育が阻害される。そして, その致死線量, 線量と障害程度との関係, 利用する突然変異個体の発生率と線量との関係は植物

の種, 品種により異なることが考えられ, これらについて明らかにしておくことは原子力の平和利用のためきわめて重要な課題である。

このような観点から, 筆者らはこれまで, 各種有用植物, 主に種子に対する放射線照射の影響を調査してきた¹⁻⁷⁾。今回はさらにその一環として, ダイコン, トロロアオイ, ワタ, キンレンカについて報告する。

材 料 と 方 法

1. 供試材料と照射方法

日本原子力研究所⁶⁰Co照射室で, 218 TBq(5.9kCi)の⁶⁰Co γ 線源を用いて, 種苗店で購入した乾燥種子を紙筒(直径3.5 cm, 高さ11 cm, 1990年3月), また紙封筒(1990年7月)に詰めて照射した(Table 1)。

Table 1. Experimental conditions

Plant materials	Date of irradiation	Sowing date	Date of final examination	Growing condition
<i>Raphanus sativus</i> L. Radish, 'Shogoin'	23~24 July 1990	14 Oct. 1990	20 Nov. 1990	Outdoors
<i>Hibiscus manihot</i> L. Sunset hibiscus	1~ 2 Mar. 1990	2 June 1990	8 Aug. 1990	Outdoors
<i>Gossypium hirsutum</i> L. Cotton	1~ 2 Mar. 1990	29 May 1990	23 June 1990	Under vinyl
<i>Tropaeolum majus</i> L. Garden nasturtium, 'Jewel'	1~ 2 Mar. 1990	29 May 1990	24 June 1990	Under vinyl

Table 2. Irradiation data (1990)

Dose (kGy)	Dose rate (kGy/h)	
	Irradiated on	
	1~2 March	24~25 June
0	—	—
0.1	0.32	0.30
0.2	0.32	0.30
0.3	0.32	0.30
0.4	0.32	0.30
0.5	0.32	0.30
0.7	0.32	0.30
1.0	0.32	0.30
3.4	—	0.19
3.6	0.20	—
7.0	—	0.39
7.4	0.41	—
10.1	—	0.56
10.4	0.58	—
14.6	—	0.81
15.3	0.85	—
19.8	1.10	—

1.0 kGy 以下の線量区では、線量率を一定にし、照射時間を変え、また、3.4 kGy 以上の線量区では照射時間を 18 時間に定め、所定の線量になるように線量率を変えて照射した (Table 2)。

なお、吸収線量、照射位置と照射時間は同研究所で発表された線量率表に基づいて決定した。照射済みの種子は照射時の容器に入れたままポリエチレン袋に入れて室内に保管し、必要に応じて実験に供した。

2. 出芽と生育に関する実験と調査

露地またはビニルハウス内の床土に約 1.0~1.5 cm の深さに播種し、1~2 カ月間栽培した (Table 1)。床土には十分な肥料分が含まれていると判断したので栽培期間中には施肥は行わず、必要に応じて灌水だけを行った。なお、播種した種子数は 1 区当たり 10~20 個×3 反復である。

出芽開始後、毎日出芽数を調査した。最終調査時には生存率、展開葉数、節数、莖長または草丈、下胚軸長、子葉または第 1 本葉の葉柄長、生体重、着花や分枝、障害の発生状況などを個体別に調査した。

出芽率は播種した種子数に対する出芽個体の割合、生存率は出芽個体に対する生存個体の割合をいずれも百分率 (%) で示した。葉や茎に見られる照射障害の程度を示す指標 (Injury index) は、葉に現れた斑入りと変形の程度を無障害から著しい障害ま

での 5 段階に分けて 0, 1, 2, 3, 4, の数値を与え、個体ごとに調査してその平均値を算出した。着花率は生存個体に対する花芽をもつ個体の割合、分枝率は生存個体に対する分枝個体の割合をいずれも百分率で示した。なお、植物によっては奇形を示す本葉がまったく発生しない芯止りもあったが、これは最も著しい障害 4 として取り扱った。また、本葉が何枚か生じた後芯止りとなる例もみられたので、本調査では生存個体に対する上記のような芯止り個体の割合を Topping percent として示した。

結 果

1. ダイコン (*Raphanus sativus* L., Radish, 'Shogoin', Table 3)

出芽率是对照区が 73 % と低く、0~1.0 kGy 区では 40~60 % に低下したが、線量の違いによる出芽率の差は認められなかった。しかし、3.4 kGy 区で 30.0 %、10.4 kGy 区で 15.7 %、また 14.3 kGy 区で 13.0 % となり、3.4 kGy 以上の区では線量が多くなるにつれて出芽率は著しく低下した (Table 3)。

平均出芽日数は 0~1.0 kGy 区では 6.2~7.5 日となり統計的な有意差はなかった。しかし、3.4 kGy 以上の区では 9.1 日以上となり、明らかに出芽日数は増加した。

生存率は 0~0.5 kGy 区では 90.0 % 以上、また 0.7 kGy 区でも 89.0 % となり、0.7 kGy 区まではほとんど差が認められなかった。また 1.0 kGy 区では 76.0 % とやや低下したが統計的な有意差はなかった。しかし、3.4~14.3 kGy 区では生存率 0 %、すなわち出芽個体はすべて枯死した。

葉数は最少で 6.3 枚 (0.4 kGy 区)、最多で 8.1 枚 (0.3 kGy 区) であり、0~1.0 kGy 区の線量区間で差は認められなかった。

草丈は 0~0.3 kGy 区ではいずれも 19 cm 以上で区間差がなかった。また 0.4~1.0 kGy 区では 15.1 cm から 9.7 cm と線量の増加につれて草丈は低くなったが、統計的な有意差は認められなかった。

生体重は 0~0.3 kGy 区ではいずれも 14.5 g 以上となったが個体差が大きかった。また 0.4 kGy 以上の区では、線量の増加につれて生体重は小さくなる傾向がみられたが、これも個体差が大きく、統計的には必ずしも有意ではなかった。

奇形現象としては、葉の斑入りも認められたがあまり顕著ではなく、むしろ葉の矮小化や欠刻の消失が目立ち、その程度は線量の増加とともに著しくな

った。

2. トロロアオイ (*Hibiscus manihot* L., Sunset hibiscus, Table 4)

出芽率は出芽個体が観察された 0~3.4 kGy 区間で 46.7~93.3% の間にあり、しかも線量との関係は明らかではなかった。ただし、標準偏差の結果より、3.4 kGy 区では出芽率がやや低下したとみられた。

出芽日数は対照区の 5.7 日から 3.4 kGy 区の 10.8 日まで、線量の増加につれて多くなる傾向がみられた。

生存率は対照区の 94.3% に対して 0.1 kGy 区では 89.0% とほぼ同じであったが、0.2 kGy 区では

74.0%、0.3 kGy 区では 15.0%、0.4 kGy 区では 4.3% と線量が増加するにつれて著しく低下し、0.5 kGy 区では 0% となった。

節数は 0~0.3 kGy 区では 10.1~11.5 節となり、区間差が認められなかったが、0.4 kGy 区では 8 節となり明らかに少なくなった。照射区の草丈は対照区よりも平均値で 10 cm 以上低くなった。しかしながらどの区においても個体差が大きく、0~0.3 kGy 区間では統計的に有意差は認められなかったが、0.4 kGy 区ではそれ以下の線量区よりも明らかに草丈が低かった。

最終調査時の花芽分化状況をみると、肉眼で花芽

Table 3. Experimental data of the irradiated *Raphanus sativus*, radish 'Shogoin'

Dose (kGy)	Emergence (%)	Mean days of emergence	Survival (%)	Number of leaves	Plant height (cm)	Fresh weight (g)	Injury index ¹⁾
0	73.3±17.0 ²⁾	6.2±1.9	100	7.4±1.2	23.3±4.3	15.8±11.3	0.1±0.1
0.1	53.3± 9.4	6.9±2.5	94.3± 8.0	6.9±1.2	20.1±6.0	14.5± 7.2	0.2±0.4
0.2	50.0± 8.2	6.6±2.7	94.3± 8.0	7.2±1.4	20.5±5.4	14.5± 9.4	0.8±0.1
0.3	50.0±16.3	6.3±1.9	95.3± 6.6	8.1±1.2	23.3±4.5	19.1±10.1	1.6±0.6
0.4	43.3±15.5	7.5±2.0	94.3± 8.0	6.3±1.6	15.1±5.5	8.1± 7.0	2.6±0.3
0.5	46.7±12.5	6.7±2.5	95.3± 6.6	6.6±1.7	12.8±5.1	5.0± 3.9	3.2±0.4
0.7	50.0±16.3	6.8±2.0	89.0± 8.3	6.9±1.3	12.1±4.5	3.7± 3.2	3.8±0.3
1.0	60.3± 9.4	6.2±1.3	76.0±17.9	6.9±1.7	9.7±3.1	2.2± 1.6	4.0
3.4	30.0± 8.2	9.1±3.7	0	—	—	—	—
10.1	15.7± 6.1	10.3±2.1	0	—	—	—	—
14.6	13.0± 0	9.8±1.9	0	—	—	—	—

1) Symptom of individual plant ranged from 0~4, being the most severe.
The average was calculated for each plot.

2) Data expressed as mean ±S. D.

Table 4. Experimental data of the irradiated *Hibiscus manihot*

Dose (kGy)	Emergence (%)	Mean days of emergence	Survival (%)	Number of nodes	Plant height (cm)	Plant with flower buds (%)	Branched plant (%)	Injury index ¹⁾
0	56.7±20.6 ²⁾	5.7±1.1	94.3± 8.0	11.3±1.4	35.3±17.6	69.2	15.4	0
0.1	53.3± 9.4	5.7±1.2	89.0±15.6	11.0±1.3	24.8± 8.2	64.3	50.0	0
0.2	80.0±14.1	6.0±1.1	74.0± 9.9	10.1±1.5	23.0±15.4	41.2	76.5	3
0.3	80.0±16.3	6.7±1.7	15.0±10.8	11.5±0.5	21.5± 5.0	40.0	100	4
0.4	76.7±18.9	7.0±1.5	4.3± 6.1	8	8	0	100	4
0.5	90.0± 8.2	7.2±1.0	0	—	—	—	—	—
0.7	93.3± 4.7	7.2±1.6	0	—	—	—	—	—
1.0	80.0±14.1	8.0±0.8	0	—	—	—	—	—
3.6	46.7± 4.7	10.8±1.3	0	—	—	—	—	—

N. B. Plant seeds did not emerge when they were γ irradiated with 7.4 kGy.

1) Symptom of individual plant ranged from 0~4, being the most severe.
The average was calculated for each plot.

2) Data expressed as mean ±S. D.

が認められた個体は0と0.1 kGy区では約60%,また0.2と0.3 kGy区では約40%と低下し,さらに0.4 kGy区では花芽はまったく観察されなかった。

照射の効果は分枝した個体の発生に最も顕著に観察された。対照区では分枝せずに1本立ちの茎を持つ個体数が85%程度を占めたが,0.1 kGy区ではその数は50%に低下し,0.3 kGyでは1本立ちの茎を持つ個体はなく,すべて分枝していた。葉の奇形は主に変形の形で,草姿の奇形は矮化の形で現れた。その程度は0.2 kGy以上の区で著しかった。

3. ワタ (*Gossypium hirsutum* L., Cotton, Table 5)

0~0.2 kGy区の出芽率はいずれも80%以上を示したが,0.3~0.7 kGy区ではやや低下して約60~70%となった。さらに1.0 kGy以上になると出芽率は著しく減少し,1.0 kGy区では33.3%,3.6 kGy区では10.0%,そして7.4 kGy以上の区では0%となった。平均出芽日数は線量の増加に伴って長くなり,0.3 kGy以上の区では約8~9日を要した。図には示さなかったが,播種後の日数ごとに出芽個体数の推移をみると,線量の増加につれて日数が多い方に頻度が多くなった。この傾向はハリアサガオ⁷⁾よりも顕著であった。

生存率は0.2 kGy以下の区では100%,0.3 kGy区ではわずかに低下して94.3%となった。また,0.4 kGy以上では線量の増加につれて急激に低下し,1.0 kGy以上になると生存率は0%,すなわち出芽個体数はすべて枯死した。

本葉の発生は対照区の0 kGy区で4.3枚であっ

たのに対し,0.1 kGy区では3.7枚,0.2 kGy区では2.3枚に減少した。また0.3 kGy以上の区では生存個体のうちわずか1~2個体に著しく変形した本葉が1枚だけ観察された。茎長は対照区の30.7 cmから0.3 kGy区の1.9 cmまで線量の増加につれて著しく減少し,0.4 kGy以上の区ではいずれもほぼ1 cm前後で区間差はなかった。下胚軸長は対照区10.7 cm,0.1 kGy区9.9 cmとほぼ同じであったが,0.2 kGy区ではほぼ半分の4.8 cmに減少し,0.3 kGy区ではさらにその半分以下の1.9 cmとなった。0.3 kGy以上の線量区では茎の伸長がなかったために,下胚軸長が茎長のすべてを占めた。

ワタでは子葉の葉柄がよく伸長するが,ここにも線量の効果が顕著に現れた。すなわち,対照区と0.1 kGy区の子葉長は5.0,4.9 cmとほぼ同じであったが,0.2 kGy区ではほぼ半分の2.5 cmとなり,0.3 kGy以上の区ではいずれも0.5 cmと,子葉葉柄の伸長はほとんどみられなかった。ただし,子葉の葉柄長は下胚軸長のほぼ半分であり,照射効果をみるのには下胚軸長の方がわかり易いとみられる。

生体重は対照区の14.3 gから0.3 kGy区の0.7 gまで線量の増加につれて急激に減少した。しかし,0.4 kGy区以上では0.6 g前後とほぼ同じであった。これは,これらの区では本葉の展開がほとんどない芯止りとなり,いずれも胚軸と子葉だけしか測定できなかったからである。

本葉の斑入り症状についてはハリアサガオ⁷⁾よりもやや顕著であったが,これらがみられたのは0.1と0.2 kGy区だけであった。主な奇形は芯止りと本

Table 5. Experimental data of the irradiated *Gossypium hirsutum*

Dose (kGy)	Emergence (%)	Mean days of emergence	Survival (%)	Number of expanded leaves	Stem length (cm)	Hypocotyl length (cm)	Length of cotyledon petiole (cm)	Fresh weight (g)	Injury index ¹⁾	Topping (%)
0	80.0±17.3 ²⁾	5.2±1.1	100	4.3±0.5	30.7±2.5	10.7±1.1	5.0±0.6	14.3±3.1	0	0
0.1	90.0±10.0	5.5±1.4	100	3.7±0.5	25.7±3.3	9.9±1.5	4.9±0.3	9.3±1.6	2.0±0.2	0
0.2	86.7±15.3	5.6±1.3	100	2.3±0.7	6.9±2.5	4.8±0.8	2.5±0.8	2.7±0.8	4	100
0.3	60.0±10.0	5.9±1.1	94.3±9.8	0.1±0.5	1.9±0.4	1.9±0.4	0.5±0.1	0.7±0.3	4	100
0.4	76.7±5.8	7.3±1.0	63.3±15.3	0	1.2±0.5	1.2±0.5	0.5±0.3	0.6±0.2	4	100
0.5	46.7±25.2	8.8±1.9	16.7±28.9	0	0.8±0.2	0.8±0.2	0.4±0.1	0.6±0.3	4	100
0.7	56.7±5.8	8.1±1.5	13.3±23.1	0.2±0.5	1.0±0.3	1.0±0.3	0.5±0.2	0.5±0.3	4	100
1.0	33.3±11.5	8.8±1.6	0	—	—	—	—	—	—	—
3.6	10.0	8.0±1.0	0	—	—	—	—	—	—	—

N. B. Plant seeds did not emerge when they were γ irradiated with 7.4 kGy.

1) Symptom of individual plant ranged from 0~4, being the most severe.

The average was calculated for each plot.

2) Data expressed as mean \pm S. D.

葉の変形であり、0.2 kGy 区では本葉が2~3枚展開したものの、その後芯止りを起こした。これら芯止り個体に側芽の発生は認められなかった。なお、0.1 kGy 区では芯止り個体はなく、本葉の変形と軽い斑入り症状が観察された。

4. キンレンカ (*Tropaeolum majus* L., Garden nasturtium, 'Jewel', Table 6)

出芽率は0.4 kGy 区まではほぼ65%以上であったがかなりばらつきがあり、線量との関係は明らかではなかった。しかし、0.5 kGy 以上の区では線量の増加に伴って低下する傾向を示し、0.7 kGy 区では42%、1.0 kGy 区では4.3%、また3.6 kGy 区以上では0%となった。出芽日数は0.4 kGy 区まではほぼ7日前後であったが、0.5 kGy 区以上では明らかに長くなり、1.0 kGy 区では13日を要した。

生存率は0.4 kGy 区までは100%であったが、0.5 kGy 区でやや低下して96.3%、そしてそれ以上になると著しく低下し、0.7 kGy 区で13.3%、1.0 kGy 区で0%であった。

本種は、対照区を含めて、分枝数が多いため総葉数が調査しにくいので、Table 6には主茎の葉数を示した。この際、最初の対生本葉は出芽個体ではすべて認められたので、その上部に現れる対生葉を数えた。これによると、0~0.2 kGy 区ではおよそ8枚程度であったが、0.3 kGy 区になると、葉数は線量の増加につれて著しく減少した。すなわち、0.3 kGy 区で5.0枚、0.4 kGy 区で2.8枚、0.5 kGy 区で0.4枚、また0.7 kGy 区で0枚であった。茎長についても葉数とほぼ同じ傾向がみられ、0.3 kGy 以上の区では線量の増加に伴って短くなり、しかも対照区の

数値が大きいので、葉数よりも線量の影響が明らかであった。下胚軸長にも茎長と同じ傾向がみられたが、測定値の上限と下限の幅が小さいので、茎長よりも影響の判定が難しかった。

キンレンカの本葉は長い葉柄を有しているの、その長短に γ 線照射の影響が現れることは当然予測される。本実験では最初に現れる対生葉(第1本葉)の葉柄を調査した。0~0.2 kGy 区ではほぼ13~16 cmと大差はなかったが、0.3 kGy 以上の線量区では明らかに短くなり、0.3 kGy 区で10.5 cm、0.4 kGy 区で9.5 cm、0.5 kGy 区で3.0 cm、さらに0.7 kGy 区では1.6 cmとなった。このように対生葉の葉柄の長さには線量との関係が認められ、節数や茎長、生体重と同じように照射の影響の適当な指標の一つになると考えられる。これについては後述しておきたい。

生体重は節数、茎長、第1本葉の子葉長と同じように、0~0.2 kGy 区ではほとんど差が認められなかった。しかし、0.3 kGy 以上の線量区では、0.3 kGy 区で5.0 g、0.4 kGy 区で3.8 g、0.5 kGy 区で0.8 g、さらに0.7 kGy 区で0.5 gと線量の増加につれて生体重は小さくなった。

葉で観察される照射の影響の中で特に目立った現象は、ダイズ⁶⁾と同じように、最初の対生葉全体に斑点が発生することである。この斑点は線量が増すほど多かった。しかし、ハリアサガオ⁷⁾やワタにみられるような局在した部分的斑入りはまったく観察されなかった点が著しく異なっている。葉の変形は主に第2~3節の互生葉に観察され、芯止りを含めた奇形は線量の増加とともに著しくなった。

Table 6. Experimental data of the irradiated *Tropaeolum majus*, 'Jewel'

Dose (kGy)	Emergence (%)	Mean days of emergence	Survival (%)	Number of leaves on the main stem	Stem length (cm)	Hypocotyl length (cm)	Petiole length of 1st true leaf	Fresh weight (g)	Injury index ¹⁾	Topping (%)
0	65.0±17.3 ²⁾	6.9±1.5	100	7.9±1.6	12.9±4.4	2.4±0.4	16.0±1.2	11.4±3.9	0	0
0.1	61.5±6.4	6.9±1.2	100	8.6±1.0	12.2±3.5	2.2±0.3	12.9±2.0	10.1±3.6	1	0
0.2	75.0±5.8	6.6±1.4	100	8.9±0.9	13.8±4.4	2.0±0.5	14.4±2.2	9.3±3.0	2.0±0.5	0
0.3	78.0±8.9	7.3±1.4	100	5.0±2.2	9.2±2.7	0.9±0.5	10.5±3.0	5.0±1.9	3.0±0.7	20.0
0.4	67.0±14.3	7.7±1.5	100	2.8±2.0	6.3±2.3	1.7±0.3	9.5±2.3	3.8±1.7	3.4±0.5	37.5
0.5	55.7±22.5	8.6±1.8	96.3±6.4	0.4±0.5	2.7±1.5	1.2±0.3	3.0±1.3	0.8±0.5	4	100
0.7	42.0±25.9	10.1±1.3	13.3±23.1	0	1.3±0.3	1.0±0.3	1.6±0.2	0.5±0.3	4	100
1.0	4.3±7.5	13.0	0	—	—	—	—	—	—	—

N. B. Plant seeds did not emerge when they were γ irradiated with 3.6 kGy.

1) Symptom of individual plant ranged from 0~4, being the most severe.

The average was calculated for each plot.

2) Data expressed as mean \pm S. D.

芯止りは0.3 kGy以上の区で生じ、0.5 kGy区ではすべて芯止りとなった。これらの個体ではその頂部が、あたかもジャガイモの塊茎のようにこぶし状になり (Fig. 1), そのあちこちに葉がついており、芽も観察された。しかし実験中にはその芽の伸長は

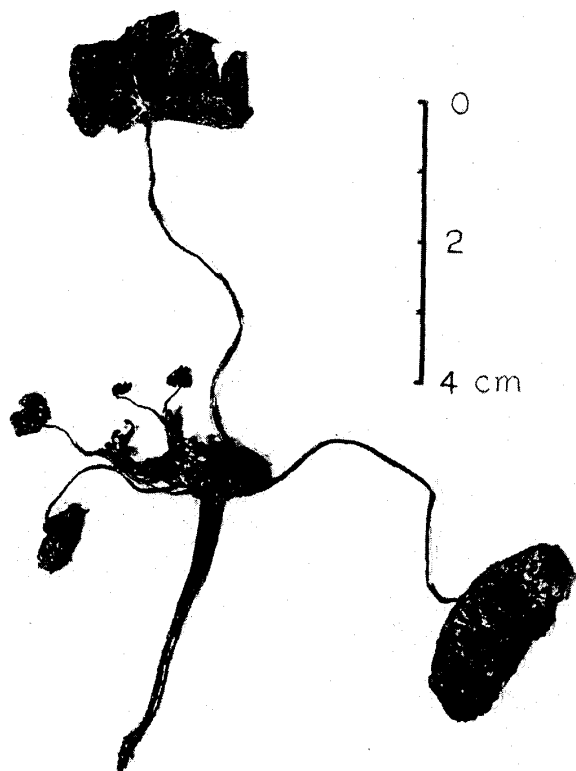


Fig. 1 Malformation of irradiated garden nasturtium. Top of the plant swelled like potato tuber.

認められなかった。これはこれまで供試した植物では観察されなかった現象である。実験期間中には芽の伸長は認められなかったものの、もしこの芽が再生すると芽条変異を生じる可能性が期待される。

考 察

放射線の照射効果は植物のさまざまな生育現象に現れるが、その現象が明確に出現する場合と判別し難い場合があり、しかもその現れ方はすべての現象に並行的であるとは限らない。たとえば、Table 6から明らかなように、出芽日数は線量の増加につれて長くなる傾向にあるが、あまり明らかでない。また、生存率では0.5 kGy区まではほとんど差異がなく、0.7 kGy以上の区では激減する。下胚軸長は全体的に線量の増加とともに短くなる傾向がみられるが、対照区と照射傷害の著しい区との間の差が小さいため、その違いはわかりにくい。ただし、Table 5に示したワタのように下胚軸長が長くなるものでは照射効果はわかり易い。一方、Table 6に示した茎長、生体重、傷害指数、芯止りなどでは線量の増加につれてその影響が明らかに大きくなる。

これら茎長や生体重等と同じ傾向を示しているのが、キンレンカの第1本葉の葉柄 (Table 6)、ワタの子葉の葉柄 (Table 5) あるいはハリアサガオの子葉の葉柄 (文献7の Table 8) である。すなわち、これらの葉柄長には線量の効果が比較的明確に線量に比例した形で表されるとみることができる。しかもその特徴は、変動係数が茎長や生体重に比べてかなり小さいことである (Table 7)。これは茎長や生体

Table 7. Coefficient of variability in stem length, fresh weight and length of petiole with garden nasturtium, cotton and *Calonyction muricatum*

Plant	Item	Dose (kGy)						
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7
Garden nasturtium	Stem length	34.1	28.7	31.9	29.3	36.5	55.6	23.1
	Fresh weight	34.2	35.6	32.3	38.0	44.7	62.5	60.0
	Petiole length of the 1st true leaf	7.5	15.5	15.3	28.6	24.2	43.3	12.5
Cotton	Stem length	8.1	12.8	36.2	21.1	41.7	25.0	30.0
	Fresh weight	21.6	17.2	29.6	42.9	33.3	50.0	60.0
	Petiole length of the cotyledon	12.0	6.1	32.0	20.0	60.0	25.0	40.0
<i>Calonyction muricatum</i> ¹⁾	Stem length	20.1	27.3	76.4	38.9	14.3	14.3	20.0
	Fresh weight	16.9	19.5	27.8	37.8	52.0	22.2	10.0
	Petiole length of the cotyledon	10.0	20.6	17.1	37.0	26.7	20.0	28.5

1) Data were compiled after the experiment conducted by Nishiyama et al. ⁷⁾

重に比べて葉柄長では個体間差が小さいことを示している。したがって、照射処理間差の比較はより正確に行い得る。

このように、子葉あるいは本葉の葉柄の伸長が比較的大きな植物ではその伸長量は照射効果を表す指標として有用であり、茎長または草丈、あるいは生体重よりも個体間差が小さいところから、よりの確かな指標の一つとして使用できるものと考えられる。

要 約

種子の出芽とその後の植物の生育に対する放射線照射の効果을明らかにするため、ダイコン、トロロアオイ、ワタ、キンレンカの乾燥種子に⁶⁰Coの γ 線を照射し、露地またはビニルハウス内の地床に播種した。

ダイコン '聖護院' の出芽率、出芽日数、生存率は、照射量0~1.0 kGyではほとんど影響を受けなかった。しかし、3.4 kGy以上では、出芽率は著しく低下し、出芽個体はすべて枯死した。線量0~0.3 kGyでは草丈、生体重は影響を受けなかったが、それ以上の線量0.4~1.0 kGyでは線量の増加につれて小さくなった。奇形は主に葉の変形という形で現れ、しかもその程度は線量が大きいほど著しかった。

トロロアオイは3.6 kGy区まで出芽したが、このうち生き残ったのは0.4 kGy区までであった。茎長や節数には照射の効果は認められず、生存率、着花率は線量の増加につれて小さくなった。これに対して、分枝個体の割合や、傷害の程度は線量の増加につれて大きくなった。

ワタの出芽率は線量が増加するにつれて小さくなり、7.4 kGyで0%となった。1.0 kGy以上の線量区の個体はすべて枯死した。生存個体のうち、0.2 kGy以上の区ではすべて芯止りとなり、伸長生長が見られたのは対照区と0.1 kGy区だけであった。

キンレンカの出芽率は3.6 kGy区で0%となり、

それ以上では線量の増加につれて低くなった。1.0 kGy区の出芽個体はすべて枯死した。照射によって、第1本葉に白い斑点が生じ、その症状は線量がふえるほど著しくなった。0.3 kGy以上の区では茎の頂端が塊状に変形する個体が生じ、その発生割合は線量が増加するとともに増加した。

ワタ子葉の葉柄長とキンレンカ第1本葉の葉柄長は線量の増加につれて短くなった。

謝辞 本研究の遂行にあたって、照射にご協力いただいた日本原子力研究所、東海研究所 Co 照射室の長山尚氏、大久保隆氏に謝意を表します。

文 献

- 1) 団野皓文・植木健至・小倉弘司・宮里 満・石黒悦爾：水稲種子に対する放射線効果の研究。鹿大農学術報告，No.29，1-10 (1979)
- 2) 団野皓文・小倉弘司・植木健至・宮里 満・石黒悦爾：2・3のウリ科植物に対する放射線効果の研究。鹿大農学術報告，No.30，23-33 (1980)
- 3) 団野皓文・宮里 満・松尾英輔・石黒悦爾：小麦およびハダカ麦に対する放射線効果の研究。鹿大農学術報告，No.33，165-169 (1983)
- 4) 団野皓文・松尾英輔・石黒悦爾・宮里 満：有用植物に対する放射線効果—ソバ，ブラック・マッペ，エンドウ，カブ，ペニバナについて—。鹿大農学術報告，No.35，205-214 (1985)
- 5) 西山安夫・松尾英輔・石黒悦爾・稲永醇二・宮里 満：有用植物に対する放射線効果—ヒマワリ，オクラ，マメ類について—。鹿大農学術報告，No.39，233-242 (1989)
- 6) 西山安夫・松尾英輔・稲永醇二・石黒悦爾・宮里 満：有用植物に対する放射線効果—ツルムラサキ，トウゴマ，ダイズ，ソラマメについて—。鹿大農学術報告，No.40，251-258 (1990)
- 7) 西山安夫・松尾英輔・石黒悦爾・稲永醇二・宮里 満：有用植物に対する放射線効果—インゲンマメ，ムラサキハナナ，キバナルピナス，ハリアサガオについて—。鹿大農学術報告，No.41，105-111 (1991)

Summary

Possible clarification of the γ -irradiation-effects on the growths of radish, sunset hibiscus, cotton and garden nasturtium was designed in this investigation. The irradiations of these plants-seeds were carried out by using ⁶⁰Co γ -radiation source at various sorts of doses, the value of which rising up to 19.8 kGy. After sowing these seeds under vinyl-cover or outdoors, examinations were made on the emergence as well as on the following growths of the seedlings.

In case of the radish, 'Shogoin', until the γ -irradiation reached 1.0 kGy, almost no effect was

observed on the emergence, mean days of emergence and the survival percentage of it, however, when it came to count more than 3.4 kGy, the emergence-percentage of the seedlings decreased remarkably and at last all of the emerged seedlings died. At the doses counting 0~0.3 kGy, no effect was observed in the plant-height and the fresh-weight, but at the doses counting more than this, namely 0.4~1.0 kGy, these became dwarfed as the amount of the doses increased. The modifications chiefly appearing in the leaves became significant as the irradiation doses got higher.

It was until 3.6 kGy that the emergence of sunset hibiscus was possible, and the survival of the seedlings was noted only at the irradiation-zone counting less than 0.4 kGy. Concerning the stem-length and the number of the nodes, no significant effect was observed. Survival-percentage of the seedlings and the flowering-percentage decreased with the increasing of doses, reaching 0% at 0.5 kGy. The branched plants-percentage and the injury-indexes increased with the increasing of the doses.

The emergences of cotton and garden nasturtium decreased as the irradiation dose increased and no survival was observed beyond 1.0 kGy. Throughout all the survived cotton seedlings "topping" was observed at the doses counting more than 0.2 kGy. The occurring of normal elongating was observed only at 0 and 0.1 kGy.

The emergence-percentage of garden nasturtium was 0 at the zone counting 3.6 kGy and at those less than this, it became smaller as the doses increased. At 1.0 kGy all the emerged seedlings died. Some white spots were motivated to emerge on the first true leaf by γ -irradiation, increasing as the doses increased. At the zone counting more than 0.3 kGy, some malformation, like potato-tuber, was observed and increased with the increasing of the doses.

The petiole-lengths of the cotton cotyledon and of the garden nasturtium's first true leaf became dwarfed as the irradiation doses increased.