

有用植物に対する放射線照射効果

— ツルムラサキ, トウゴマ, ダイズ, ソラマメについて —

西山安夫・松尾英輔^{*1}・稲永醇二^{*2}・石黒悦爾^{*3}・宮里満^{*3}

(共同利用 R I 実験室・観賞園芸学研究室^{*1})

(肥料学研究室^{*2}・農業物理学研究室^{*3})

平成元年 8月10日 受理

Studies on the Irradiation Effects on Some Useful Plants — Malabar nightshade, Castor-bean, Soybean and Broad bean —

Yasuo NISHIYAMA, Eisuke MATSUO^{*1}, Shunji INANAGA^{*2},

Etsuji ISHIGURO^{*3} and Mitsuru MIYAZATO^{*3}

(Laboratory of Radioisotope, Laboratory of Ornamental Horticulture and Floriculture^{*1},

Laboratory of Plant Nutrition^{*2} and Laboratory of Agricultural Physics^{*3})

緒 言

植物の増殖, 繁殖のもととなる生殖質は放射線照射によって, 生死, 奇形の発生, 突然変異の誘発などさまざまな影響を受ける. 筆者らはこれまで農作物の種子, 苗などの生殖質に対する放射線照射の効果に関する研究の一環として, 水稻¹⁾, ウリ類²⁾, ムギ類³⁾, ベニバナ, カブなど⁴⁾, ヒマワリ, オクラ, マメ類など⁵⁾を用いて放射線照射の影響を調査してきた. 本研究は引続き, ツルムラサキ, トウゴマ, ダイズ, ソラマメに対する照射効果について調べたものである.

材料と方法

1. 供試材料と照射方法

購入した乾燥種子 (Table 1) をプラスチック製円筒 (直径 3 cm, 高さ 5 cm) (1986年) または紙筒 (直径 3.5 cm, 高さ 11 cm) (1987および1988年) に詰め, 日本原子力研究所東海研究所 ⁶⁰Co 照射室で, 14kCi (1986年) または 5.9kCi (1987および1988年) の ⁶⁰Co 線源を用いて照射した. いずれの場合にも, 1.0 kGy 以下の線量区では線量率を一定にし, 照射時間を変えて所定の線量を照射した. また, 3.1kGy 以上の線量区では, 原則として照射時間を18時間に

Table 1. Experimental conditions

| Plant materials | Date of irradiation | Sowing date | Date of final examination | Growing condition |
|---|---------------------|--------------|---------------------------|-------------------|
| <i>Basella rubra</i> L. Malabar nightshade 'Green strain' | 27~28 Jan. 1986 | 6 May 1986 | 14 June 1986 | Under glass |
| 'Red strain' | | 24 Apr. 1987 | 22 May 1987 | Under glass |
| | 1~2 Dec. 1987 | 9 June 1988 | 9 July 1988 | Under vinyl |
| <i>Ricinus communis</i> L. Castor-bean 'Muzima' | 9 Feb. 1988 | 9 June 1988 | 10 July 1988 | Under vinyl |
| <i>Glycine max</i> Merrill Soybean 'Hitashimame' | 1 Aug. 1988 | 25 Aug. 1988 | 27 Sept. 1988 | Outdoors |
| <i>Vicia faba</i> L. Broad bean 'Ron Green' | 3~4 Oct. 1988 | 30 Oct. 1988 | 3 Dec. 1988 | Under vinyl |

本研究は日本原子力研究所施設共同利用研究 (8559, 8749, 88004) に採択されたものである.

Table 2. Irradiation source, irradiation date, and plant materials.

| Source (^{60}Co) | 14 kCi | 5.9 kCi | 5.9 kCi | 5.9 kCi | 5.9 kCi |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|
| Irradiation date | 27-28 Jan. 1986 | 1-2 Dec. 1987 | 2 Feb. 1988 | 1 Aug. 1988 | 3-4 Oct. 1988 |
| Plant material | <i>Basella rubra</i> | <i>Basella rubra</i> | <i>Ricinus communis</i> | <i>Glycine max</i> | <i>Vicia faba</i> |
| Dose (kGy) | Dose rate (kGy/h) | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.1 | 0.37 | 0.29 | 0.27 | 0.32 | 0.32 |
| 0.2 | 0.37 | 0.29 | 0.27 | 0.32 | 0.32 |
| 0.3 | 0.37 | 0.29 | 0.27 | 0.32 | 0.32 |
| 0.4 | 0.37 | 0.29 | 0.27 | 0.32 | 0.32 |
| 0.5 | 0.37 | 0.29 | 0.27 | 0.32 | 0.32 |
| 0.7 | 0.37 | 0.29 | 0.27 | 0.32 | 0.32 |
| 1.0 | 0.37 | 0.29 | 0.27 | 0.32 | 0.32 |
| 3.1 | — | 0.17 | — | — | — |
| 3.4 | — | — | — | 0.56 | — |
| 3.6 | 0.20 | — | — | — | — |
| 3.8 | — | — | — | — | 0.21 |
| 7.4 | 0.42 | — | — | — | 0.42 |
| 9.2 | 0.51 | — | — | — | — |
| 10.0 | — | — | — | — | 0.56 |
| 14.0 | — | — | — | — | 0.78 |
| 15.0 | 0.83 | — | — | — | — |
| 20.7 | 1.15 | — | — | — | — |
| 21.6 | — | — | — | — | 1.20 |
| 25.2 | 1.40 | — | — | — | — |

固定し、所定の線量になるように線量率を変えて照射した (Table 2)。ただし、3.4kGy 区では線量率 0.56kGy/h で 6 時間照射した。なお、照射線量、照射位置および照射時間は、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室内で保管し、必要に応じて実験に供した。

2. 出芽および生育に関する実験方法と調査

1986年には、砂を入れたプラントベッド (34×45×10cm) に播種し (深さ約 1 cm)、ガラス室で出芽させ、ほぼ40日間栽培した (Table 1)。この間ほぼ10日ごとにハイポネックス700倍液を施与し、灌水は必要に応じて行った。

1987および1988年には、ビニルハウス内または露地の床土に約1.0~1.5cm (ただし、ソラマメの場合には1.5~2.0cm) の深さに播種して出芽させ、ほぼ30日間栽培した (Table 1)。ビニルハウス内および

露地の床土には十分な養分が含まれていたため、栽培期間中施肥は行わず、灌水のみ必要に応じて行った。播種した種子数は1区当り 8~20個×3反復であったが、高線量区ほど出芽率が低いので1区当りの播種数を多くした。

播種した後、出芽状況を毎日調査した。最終調査時には展開葉数、茎長、下胚軸長、生体重、障害の発生状況などを個体別に調査した。なお、1986年に用いたツルムラサキでは出芽後に病害が認められたので、出芽状況だけを調査した。

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数の割合をいずれも百分率 (%) で示した。葉や茎にみられる照射障害の程度を示す指標 (Injury index) は、その程度を無障害から著しい障害までの5段階にわけて 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。

Table 3. Emergence of *Basella rubra* seeds γ -irradiated in 1986.

| Dose (kGy) | Emergence (%) | | Mean days to emergence | |
|------------|--------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| | 'Green strain' | 'Red strain' | 'Green strain' | 'Red strain' |
| 0 | 72.5 ± 8.2 ¹⁾ | 57.5 ± 29.4 | 11.1 ± 3.6 | 10.5 ± 4.0 |
| 0.1 | 62.5 ± 16.3 | 95.0 ± 8.6 | 10.8 ± 3.9 | 12.6 ± 5.0 |
| 0.2 | 85.0 ± 8.6 | 80.0 ± 7.0 | 12.5 ± 4.5 | 13.4 ± 5.0 |
| 0.3 | 65.0 ± 5.0 | 92.5 ± 8.2 | 12.6 ± 3.9 | 14.3 ± 5.0 |
| 0.4 | 60.0 ± 12.2 | 55.0 ± 8.6 | 12.4 ± 4.3 | 11.5 ± 3.7 |
| 0.5 | 80.0 ± 10.0 | 87.5 ± 8.2 | 12.1 ± 3.6 | 14.4 ± 5.3 |
| 0.7 | 75.0 ± 20.6 | 70.0 ± 17.3 | 12.6 ± 3.8 | 12.7 ± 5.6 |
| 1.0 | 70.0 ± 15.8 | 72.5 ± 8.2 | 14.4 ± 3.9 | 13.8 ± 4.9 |
| 3.6 | 25.0 ± 5.0 | 47.5 ± 14.7 | 16.8 ± 2.4 | 12.9 ± 3.8 |
| 7.4 | 0 | 5.0 ± 4.9 | — | 16.9 ± 3.8 |

N. B. : Plant seeds did not emerge when they were γ -irradiated with 9.2~25.2 kGy.

¹⁾ : Data expressed as mean ± SD.

結果と考察

1. ツルムラサキ (*Basella rubra* L.,

Malabar nightshade)

1986年に行ったツルムラサキの試験結果を Table 3 に示した。

ツルムラサキの出芽率は、緑色種では1.0kGy 線量区までいずれも60%以上、また紅色種では3.6 kGy 線量区までは50%以上となり、これらの線量までは照射による効果は明らかではなかった。しかし両品種ともこれらの試験区で線量が増加するにつれて平均出芽日数はわずかながら増加する傾向を示したが、個体間差が大きくて有意差は認められなかった。また、緑色種では3.6kGy 区以上、紅色種では7.4kGy区以上で出芽率は急激に低下し、照射による影響が顕著にみられた。

さらに、1986年に照射した同じ種子を1年間保存して1987年に播種した結果を Table 4 に示した。緑色種、紅色種ともいずれの線量区でも出芽率は低くなり、3.6kGy 以上では出芽しなかった。これらはツルムラサキでは貯蔵により出芽率が低下することを示している。

以上の結果より7.4kGy 以上の照射を行ってもツルムラサキは出芽しないことが認められたので、1988年には最大照射線量を3.1kGy までとして生育試験を行い、この結果を Table 5 に示した。

緑色種、紅色種のいずれについても、全般的に出芽率は低く、この傾向は特に紅色種で著しかった。この結果を1987年のそれ (Table 4) と比較するとか

なり近似している。このことから、1987年に入手して照射し、1988年に栽培した種子は古種子であった可能性も考えられる。

いずれにしてもこのことを認めた上で1988年の実験結果を調べてみると、1986年の場合 (Table 3) と同様に、両品種とも0~10kGy 区の間では著しい出芽率の差は認められなかったが、3.1kGy 区では出芽率は著しく低下した。

出芽日数についても、1986年 (Table 3) とほぼ類似した結果が得られた (Table 4)。出芽個体の生存率は線量にかかわらず、85~100%ときわめて高

Table 4. Emergence of *Basella rubra* seeds γ -irradiated on 27~28 Jan. 1986 and sown¹⁾ on 24 April 1987.

| Dose (kGy) | Emergence (%) | |
|------------|--------------------------|--------------|
| | 'Green strain' | 'Red strain' |
| 0 | 47.3 ± 3.8 ²⁾ | 41.7 ± 13.5 |
| 0.1 | 22.3 ± 10.0 | 41.7 ± 29.4 |
| 0.2 | 25.3 ± 11.8 | 19.7 ± 9.9 |
| 0.3 | 19.3 ± 14.1 | 11.3 ± 8.0 |
| 0.4 | 22.7 ± 14.1 | 9.0 |
| 0.5 | 30.1 ± 20.4 | 19.7 ± 3.8 |
| 0.7 | 30.3 ± 3.8 | 17.0 ± 11.3 |
| 1.0 | 22.7 ± 14.1 | 11.3 ± 8.0 |

N. B. : Plant seeds did not emerge when they were γ -irradiated with the dose of more than 3.6 kGy.

¹⁾ : Seeds were sown under a same condition as in 1986.

²⁾ : Data expressed as mean ± SD.

かった。しかしながら、緑色種0.5kGy以上と紅色種0.4kGy以上の区では子葉は展開したが、本葉の発生はまったく認められず、最終調査時にはこれらの個体は瀕死の状態にあった。そこで、ここでは生存不能個体として取り扱った。

葉数は緑色種では対照区の8.7枚に対して、0.1kGy区では6.9枚、0.2kGy区では5.3枚、0.3kGy区では1.2枚、さらに、0.4kGy区では0.3枚と線量の増加とともに著しく減少した。特に0.3kGy区では、本葉の展開がなく、子葉だけが肥大している個体が8個体中2個体、0.4kGy区では同様の個体が7個体中5個体観察された。紅色種についても、線量の増加につれて葉数は著しく減少し、0.3kGy区で0.4枚となり、しかも7個体中2個体しか本葉は展開しなかった。

両品種の茎長は、葉数と同じように線量の増加につれて著しく小さくなった。なお、緑色種の0.3および0.4kGy区、紅色種の0.3kGy区については、茎長が下胚軸長とほぼ等しく、本葉の展開と茎の伸長がほとんどなかったことを示している。

生体重は、緑色種の場合、対照区の57.1gに対し

て、0.1kGy区では33.6g、0.2kGy区では11.1gに減少し、さらに0.3および0.4kGy区ではそれぞれ1.5g、0.6gと、対照区の3%以下であった。このような傾向は紅色種についてもほぼ同じであった (Table 5)。

奇形は葉の変形や芯止りという形で現れたが、前報⁵⁾のオクラ、ダイズおよび後述のインゲン、トウゴマ、ソラマメなどで観察された斑入りは認められなかった。いずれにしても両種の障害指数は、線量の増加につれて大きくなった。

以上のように、ツルムラサキの緑色種と紅色種とでは、γ線照射に対する感受性について顕著な差があるとは判断されなかった。

2. トウゴマ '水間' (*Ricinus communis* L., Castor-bean, 'Mizuma')

γ線を照射したトウゴマ種子の生育の試験結果を Table 6 に示した。

トウゴマの出芽率はツルムラサキと同じように、対照区を含めて全般的に低かった。すなわち、出芽率が高い0.1kGy区でも53.3%であり、対照区ではわずか30%にすぎなかった。ここで、0~0.3kGy

Table 5. Experimental data of *Basella rubra* irradiated in 1987.

| Cultivar | Dose (kGy) | Emergence (%) | Days to emergence | Survival (%) | Number of expanded leaves per plant | Plant height (cm) | Hypocotyl length (cm) | Fresh weight (g/plant) | Injury index ¹⁾ | Number of topping plants /survived plants |
|--------------|------------|-------------------------|-------------------|--------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|---|
| Green strain | 0 | 53.6±15.4 ²⁾ | 6.4±0.5 | 94.5±12.3 | 8.7±0.6 | 16.2±1.9 | 2.3±0.4 | 57.1±15.7 | 0 | 0 |
| | 0.1 | 60.6±14.2 | 6.7±0.9 | 91.7±18.6 | 6.9±1.4 | 10.7±3.6 | 2.0±0.3 | 33.6±15.2 | 0.7±0.6 | 0 |
| | 0.2 | 48.4±7.3 | 6.6±1.1 | 91.5±8.7 | 5.3±1.6 | 4.5±1.4 | 2.0±0.6 | 11.1±6.4 | 1.6±0.5 | 0 |
| | 0.3 | 49.6±7.0 | 7.8±1.7 | 85.0±11.7 | 1.2±0.9 | 1.9±0.6 | 1.6±0.2 | 1.5±1.2 | 2.6±0.5 | 2/8 |
| | 0.4 | 52.4±14.4 | 7.1±1.0 | 98.3±3.7 | 0.3±0.5 | 1.2±0.3 | 1.2±0.3 | 0.6±0.3 | 3.0±0.0 | 5/7 |
| | 0.5 | 45.4±9.6 | 7.2±1.2 | 0 | — | — | — | — | — | — |
| | 0.7 | 49.0±15.7 | 7.7±1.0 | 0 | — | — | — | — | — | — |
| | 1.0 | 46.6±13.0 | 7.4±0.9 | 0 | — | — | — | — | — | — |
| 3.1 | 27.8±11.1 | 9.5±1.5 | 0 | — | — | — | — | — | — | |
| Red strain | 0 | 21.6±5.7 | 7.0±0.8 | 91.7±18.6 | 8.3±0.9 | 16.0±3.9 | 2.5±0.3 | 49.1±9.3 | 0 | 0 |
| | 0.1 | 25.0±4.9 | 7.2±0.9 | 100 | 6.5±1.0 | 14.2±1.7 | 2.6±0.4 | 30.3±0.4 | 0.7±0.5 | 0 |
| | 0.2 | 22.6±4.3 | 8.3±1.6 | 90.3±13.9 | 3.2±1.3 | 4.0±1.2 | 2.1±0.4 | 5.3±4.0 | 2.5±0.5 | 0 |
| | 0.3 | 21.4±7.0 | 8.2±2.0 | 95.8±9.3 | 0.4±0.7 | 2.1±0.3 | 1.9±0.2 | 1.3±0.5 | 3.0±0.0 | 5/7 |
| | 0.4 | 23.0±5.4 | 8.3±1.6 | 0 | — | — | — | — | — | — |
| | 0.5 | 25.8±5.2 | 8.6±1.8 | 0 | — | — | — | — | — | — |
| | 0.7 | 17.4±5.3 | 9.0±1.5 | 0 | — | — | — | — | — | — |
| | 1.0 | 17.8±4.5 | 8.1±1.2 | 0 | — | — | — | — | — | — |
| 3.1 | 7.0±3.0 | 9.5±0.5 | 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±SD.

Table 6. Experimental data of irradiated *Ricinus communis* 'Mizuma'.

| Dose (kGy) | Emergence (%) | Days to emergence | Survival (%) | Number of nodes per plant | Number of expanded leaves per plant | Plant height (cm) | Hypocotyl length (cm) | Fresh weight (g/plant) | Injury index ¹⁾ |
|------------|------------------------|-------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|
| 0 | 30.0±8.2 ²⁾ | 6.4±0.5 | 100 | 5.1±0.3 | 6.4±0.5 | 42.6±4.8 | 11.9±0.7 | 72.6±7.0 | 0 |
| 0.1 | 53.3±12.5 | 6.6±0.8 | 82.0±12.8 | 4.6±0.5 | 6.5±0.8 | 32.6±4.9 | 8.5±1.1 | 45.1±14.7 | 2.0±0 |
| 0.2 | 23.3±4.7 | 6.7±0.9 | 83.3±23.6 | 3.3±0.9 | 6.2±1.2 | 15.2±4.6 | 5.3±1.1 | 19.0±12.4 | 3.0±0 |
| 0.3 | 36.7±4.7 | 10.0±1.3 | 91.7±11.6 | 2.8±0.7 | 5.0±1.3 | 6.4±2.2 | 3.5±0.9 | 3.2±2.0 | 4.0±0 |

N. B. : Plant did not emerge when they were γ -irradiated with 0.4~15.0 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 SD.

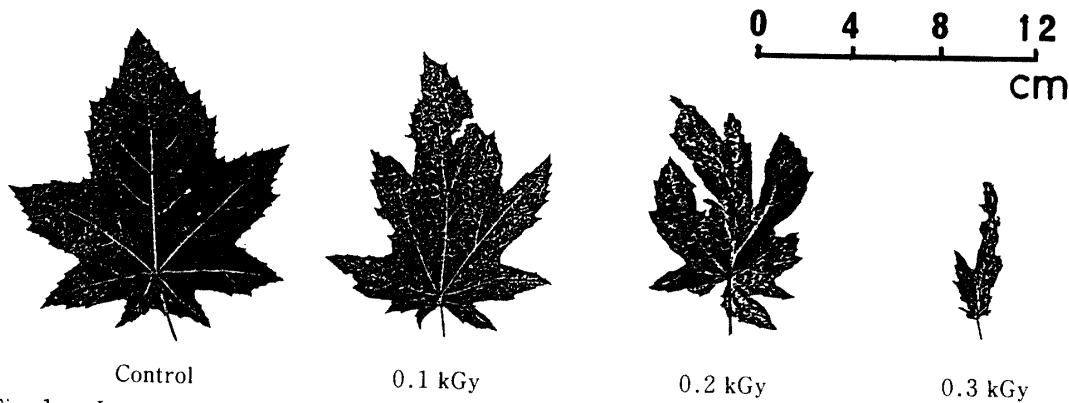


Fig. 1. Leaves of castor-bean 'Mizuma' whose seeds were irradiated with ⁶⁰Co, γ -ray of 0.29 kGy/h.

区では下胚軸が伸長した個体はすべて子葉を展開した。しかし、0.4および0.5kGy区では、出芽しかけた個体が若干観察されたものの、子葉が展開するまでには至らずに枯死した。

出芽日数は0~0.2kGy区では6.4~6.7日であったが、0.3kGy区では10.0日とかなり長くなった。

生存率は対照区で100%だったのに対して、0.1~0.3kGy区では82.0~91.7%とやや低下したが、全体的にみると高率であった。

節数は対照区の5.1から0.3kGy区の2.8まで、照射線量の増加につれて減少した。しかしながら、展開葉数では対照区の6.4枚から0.3kGy区の5.0枚まで大きな差は認められなかった。これらの事実は、照射区では対生葉の発生などの奇形が生じていることを示している。

茎長は、照射線量の差がもっとも顕著に認められた指標の一つである。すなわち、対照区は42.6cm、0.1kGy区は32.6cm、0.2kGy区は15.2cm、0.3kGy区は6.4cmと、線量の増加につれて著しく短くなった。

下胚軸長にみられる照射区間の差は実数値では茎

長ほど大きくなかった。しかしながら茎長と同じように、線量の増加につれて伸長量は小さくなった。

生体重については、線量間の差異は茎長や下胚軸長よりさらに大きかった。すなわち、対照区の72.6gに対して、0.1kGy区は45.0g、0.2kGy区は19.0g、0.3kGy区は3.0gと、線量の増加に伴う生体重の減少はきわめて著しかった。この様子はFig. 1に示した第1葉の大きさをみても明らかである。奇形の発生は葉の斑入り、変形(Fig. 1)および芯止りなどに認められ、それらは線量が増えるほど顕著であった。

3. ダイズ 'ひたしまめ' (*Glycine max* Merrill, Soybean, 'Hitashimame')

先に'石化ダイズ'を用いた実験⁵⁾で、7.4kGy区では出芽率が著しく低下し、生存率は3.0kGy区で0%となることがわかったので、ここでは3.4kGy以下の線量区だけを設定した(Table 7)。

出芽日数は0.5kGy以下の線量区では4.1~5.0日とほぼ同じであった。しかし、それ以上の線量区では5.6~7.0日と長くなる傾向が認められた。

Table 7. Experimental data of irradiated *Glycine max* 'Hitashimame'.

| Dose (kGy) | Emergence (%) | Days to emergence | Survival (%) | Number of nodes per plant | Plant height (cm) | Hypocotyl length (cm) | Fresh weight (g/plant) | Injury index ¹⁾ |
|------------|------------------------|-------------------|--------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|
| 0 | 96.0±5.7 ²⁾ | 4.1±0.3 | 100 | 6.6±0.5 | 39.0±4.2 | 3.3±0.5 | 13.9±2.4 | 0 |
| 0.1 | 100 | 4.7±1.3 | 100 | 6.8±0.4 | 40.0±2.6 | 3.0±0.3 | 14.7±1.8 | 0.7±0.4 |
| 0.2 | 96.0±5.7 | 5.0±1.6 | 100 | 6.3±1.0 | 29.6±5.0 | 2.9±1.0 | 9.1±3.0 | 2.4±0.6 |
| 0.3 | 91.7±11.8 | 4.5±1.1 | 100 | 5.3±1.3 | 17.3±5.7 | 2.6±0.7 | 5.7±2.2 | 3.4±0.4 |
| 0.4 | 92.7±10.4 | 4.5±1.0 | 40.0±5.0 | 2.3±0.9 | 4.8±2.4 | 2.3±0.6 | 1.6±1.0 | 3.9±0.3 |
| 0.5 | 92.7±10.4 | 5.0±1.5 | 35.3±6.3 | 0 | 2.5±0.7 | 2.3±0.7 | 2.0±0.1 | 4 |
| 0.7 | 91.0±7.3 | 5.6±2.5 | 26.7±9.6 | 0 | 1.7±0.4 | 1.7±0.4 | 1.5±0.4 | 4 |
| 1.0 | 72.0±7.1 | 7.1±3.1 | 0 | — | — | — | — | — |
| 3.4 | 5.0±5.0 | 6.0±0.0 | 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±SD.

生存率は0.3kGy区までは100%であったが、0.4kGy以上の区では著しく減少し、1.0kGy以上の区では0%、すなわちすべて枯死した。この致死線量1.0kGyは'石化ダイズ'の3.0kGy⁵⁾よりも低かった。

節数は0~0.2kGyの線量区では6.3~6.6節とほぼ同じであった。しかし、0.3kGy区では5.3節とやや減少し、0.4kGy区では2.3節となった。さらに0.5および0.7kGy区では本葉の展開がまったく認められず、節間伸長はなかった。つまり、植物体は、下胚軸上に子葉を展開しただけで生存し続けた。このように本葉が発生しない限界線量は'石化ダイズ'の1.0kGy⁵⁾に比べるとかなり低かった。

茎長は対照区と0.1kGy区ではほぼ同じであったが、0.2kGy区では29.6cm、0.3kGy区では17.3cm、0.4kGy区では4.8cmと線量が増加するにつれて著しく小さくなった。しかも、0.5および0.7kGy区では、本葉が展開せず、節間伸長がなかったために、下胚軸長がそのまま茎長として計測された。

生体重についてみると、対照区と0.1kGy区のそれはほぼ同じであり、0.2kGy以上の線量区では、線量の増加とともに生体重は著しく小さくなった。なお、0.5および0.7kGy区の生体重はいずれも子葉と下胚軸だけのものであった。

照射による障害は芯止り、葉の変形ならびに斑入りという形で現れた。これを表す障害指数は0.4kGy区までは照射線量が増加するにつれて大きくなった。しかし、それ以上の線量区では大部分が芯止りあるいは本葉が発生しても著しい変形と斑入

りが観察され、最大の障害指数を示した。

4. ソラマメ 'ロンググリーン' (*Vicia faba* L., Broad bean, 'Ron Green')

本種は、0.2kGy以上の線量区ではまったく出芽せず、団野ら¹⁻⁴⁾および西山ら⁵⁾が供試した植物と著しく異なっていた(Table 8)。ただし、ソラマメでは、種子が大きいので、やや深植え(1.5~2.0cm)としたために0.2~0.4kGy区で不出芽となった可能性もある。なぜなら、0.5および0.7kGy区では、出芽しかけたものの最終的には出芽に至らないまま枯死したものが、それぞれ1個体ずつ観察されたからである。また、今までに使用した多くの供試植物では、一般的に出芽率や生存率は照射線量の増加につれて低下したが、ソラマメでは、0.1kGy区では100%であった。これは、ソラマメの場合、播種の方法によっては0.2~0.5kGy区での出芽率は改善される可能性があることを示唆している。以上のことを考慮したうえで、以下の検討を行った。

出芽率と生存率は対照区、0.1kGy区とも100%であった。しかしながら0.1kGy区では対照区に比べて出芽日数が長く、展開葉数も少なかった。また0.1kGy区では主枝の茎長とその生体重は対照区より少なかった。しかし、側芽数は対照区よりも多くなった。

照射による障害は芯止り、葉の変形や大きさの違い(Fig. 2)、斑入りという形で現れた。この中で特に目立った点は、芯止りに伴う主枝の伸長不良と側枝の発生であり、また発生した側枝の多くは主枝よりも長かったことである。これを具体的に示した

Table 8. Experimental data of irradiated *Vicia faba* 'Ron Green'.

| Dose (kGy) | Emergence (%) | Days to emergence | Survival (%) | Number of expanded leaves per plant | Main shoot height (cm) | Fresh weight (g/plant) | Injury index ¹⁾ | Number of lateral shoot | Height of lateral shoot (cm) | Height ratio lateral vs main shoot |
|------------|---------------|-----------------------|--------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 0 | 100 | 8.8±0.8 ²⁾ | 100 | 6.9±0.4 | 42.4±4.8 | 36.9±5.1 | 0 | 1.4±0.6 | 13.3±9.3 | 0.32±0.22 |
| 0.1 | 100 | 13.0±4.3 | 100 | 4.5±1.2 | 7.0±4.4 | 9.2±4.6 | 3.1±0.6 | 2.5±0.8 | 9.7±3.5 | 2.03±1.29 |

N. B. : Plant seeds did not emerge when they were γ -irradiated with 0.2~15.0 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±SD.

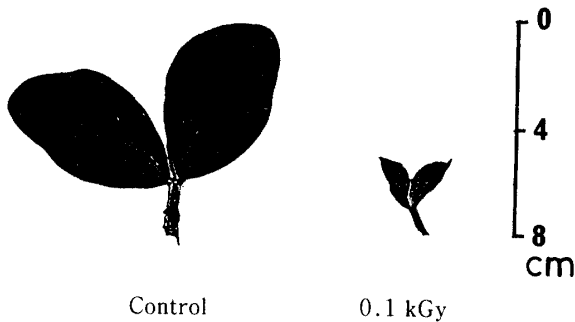


Fig. 2. Leaves of broad-bean 'Ron Green' whose seeds were irradiated with ⁶⁰Co, γ -ray of 0.32 kGy/h.

のが側枝長と主枝長の比である。対照区ではこの比は0.32であったが、0.1kGy区では2.03となった。

これまで供試した植物の種子の中で、出芽が完全に抑制された γ 線の線量は、ソバ、エンドウおよびブラック・マッペ 9.5kGy、水稻 0.4~0.5kGy、インゲンマメ 'ウズラマメ' 0.3kGy であった。しかし、今回実験に用いたソラマメの出芽に対する照射線量の限度は0.1kGy であり、従来の 'ウズラマメ' に比べても少ない線量であった。したがって、ソラマメは γ 線に対してきわめて感受性の高い植物の一つであると思われる。

要 約

ツルムラサキ、トウゴマ、ダイズ、ソラマメの乾燥種子を⁶⁰Co、 γ 線で照射した後、砂箱または地床に播種して、それらの出芽および生育状況を調査した。

ツルムラサキの '緑色種' と '紅色種'、トウゴマおよびソラマメの出芽率は7.4kGy、9.2kGy、3.4kGy および0.2kGy 以上の区ではいずれも0%となった。

ツルムラサキの '緑色種' と '紅色種' およびダイズの生存率はそれぞれ0.5kGy、0.4kGy と 1.0kGy 以上の区で0%となった。

ダイズ 'ひたしまめ' は0.5および0.7kGy 区では出芽し、生存し続けたが、本葉の発生はみられなかった。

本実験に用いた植物の茎長、生体重はいずれも照射線量の増加につれて著しく小さくなる傾向がみられた。葉のモザイク症状はトウゴマ、ダイズ、ソラマメでは線量の増加とともに顕著に現れたが、ツルムラサキにはほとんど認められなかった。

謝辞 本研究の遂行にあたって、照射に御協力下さった日本原子力研究所、東海研究所⁶⁰Co照射室の長山尚氏、大久保隆氏に、また英文を校閲下さった Dr. J. Latimer, University of Georgia 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：水稻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：コムギおよびハダカムギに対する放射線照射効果の研究。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照射効果—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照射効果—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)

Summary

This study was carried out to investigate the effects of γ -irradiation of seeds of malabar nightshade (*Basella rubra* 'Green strain' and 'Red strain'), castor-bean (*Ricinus communis* 'Mizuma'), soybean (*Glycine max* 'Hitashimame'), broad bean (*Vicia faba* 'Ron Green') on their emergence and growth.

Dry seeds were irradiated by γ -ray from a 14 kCi or 5.9 kCi ^{60}Co source at Japan Atomic Energy Research Institute, Ibaraki Pref., Japan. After irradiation, seeds were sown in plastic boxes (45×10×35cm) filled with sand or field beds and grown 30~40 days under vinyl cover or outdoors.

No emergence was observed in seeds subjected to more than 7.4 kGy in malabar nightshade 'Green strain', 9.2 kGy in malabar nightshade 'Red strain', 3.4 kGy in castor-bean, or 0.2 kGy in broad bean.

Emerging seedlings did not survive when seeds had been treated with more than 0.5 kGy in malabar nightshade 'Green strain', 0.4 kGy in malabar nightshade 'Red strain', or 1.0 kGy soybean.

No true leaf developed in soybean 'Hitashimame' seeds treated with 0.5 or 0.7 kGy, although seedlings with cotyledons were alive. As the irradiation dose increased, both plant height and fresh weight decreased with all plant materials tested.

Mosaic symptoms on leaves increased as the irradiation dose increased with castor-bean, soybean, or broad bean, whereas there were no mosaic symptoms observed with malabar nightshade.