

# トルコギキョウにおけるシンクロトロン光照射による変異誘発

坂本健一郎<sup>1,2</sup>, 高村武二郎<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>佐賀県農業試験研究センター, <sup>2</sup>愛媛大学大学院連合農学研究科, <sup>3</sup>香川大学農学部

## 1. はじめに

農作物の品種改良において突然変異育種は重要な育種手法であり、花き類では花色の改良を中心に放射線を利用した突然変異育種が行われている。さらに、近年、新たな変異原として放射線の一種のシンクロトロン光を利用したキクの花色変異個体<sup>1)</sup>やホオズキの宿存がくの着色変異個体<sup>2)</sup>の作出が報告されており、突然変異育種におけるシンクロトロン光の有用性が示されている。

トルコギキョウ (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) は、我が国の切り花生産において種子繁殖性の品目では作付面積および出荷量が第1位の重要品目である<sup>3)</sup>。アメリカ原産のリンドウ科の1、2年生草本植物で、戦後に主に我が国で育種が進み、現在は八重咲きや多彩な花色の品種が多数育成されている。中でも花色に関しては、我が国への導入時は紫色のみであったが、その後の育種により白やピンク、赤、覆輪、黄、緑色といった様々な花色が出現し、現在も多様な花色の品種が育成されている<sup>4)</sup>。さらに、近年の需要の高まりから、配色を含め、より特徴的な新規花色の新品種が求められている。

トルコギキョウの育種方法としては従来から交雑育種が主に行われてきた。一方で、近年ではガンマ線を用いた小輪化や花色変異誘発による品種<sup>5)</sup>や高温期でも生育中にロゼット化しにくい変異系統<sup>6)</sup>の作出、X線<sup>7)</sup>やイオンビーム<sup>8)</sup>の照射による花色変異誘発が報告されており、突然変異育種の有用性も示唆されている。

そこで本研究は、トルコギキョウの突然変異育種における新たな変異原としてのシンクロトロン光の有用性を明らかにすることを目的として、シンクロトロン光の照射による変異誘発を行った。

## 2. 実験

### 2-1 種子へのシンクロトロン光照射

供試材料には一重咲き桃色花トルコギキョウ固定品種‘メモリーピンク’ (ムラカミシード (株)) の乾燥種子を用いた。シンクロトロン光照射は、2019年7月に、SAGA-LSのBL09において、両面テープを用いて種子を固定したカプトン®をアクリル板に固定したものを照射台上に装着し、シンクロトロン光を照射した。吸収線量は50、100、200および400 Gyとし、シンクロトロン光を照射しない無照射区も設けた。なお、試料に照射するエネルギーは、アルミニウム板を用いて調整した。

### 2-2 照射個体における変異形質の調査

照射種子は2019年10月に育苗培土(セル培土TM-2, タキイ種苗 (株)) を充填した288穴セルトレイに播種し、佐賀県農業試験研究センターのガラスハウス内のベンチに置き育苗管理を行い、播種後100日目に生存率を調査した。生存率は照射した種子数に対する発芽後に成長した個体数の割合とした。発芽個体は定植まで最低温度15°Cに加温設定した同センターのガラスハウス内で育苗し、2020年4月に同センターの無加温のビニールハウス内に株間12cm間隔で定植し、2020年9月まで栽培した。なお、元肥として緩効性化成肥料(CDU複合燐加安S555, ジェイカムアグリ (株)) をN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=1:1:1kg・a<sup>-1</sup>施用した。開花個体については、頂花の花弁が展開し始めてから2日後に花色、花弁形状および草丈を調査し、花色の調査にはRHSカラーチャート(RHSCC, The Royal Horticultural Society)を用いた。また、開花個体数に対する花色変異個体数の割合を花色変異率とした。

## 3. 結果及び考察

シンクロトロン光照射した種子より得られた実

生の播種後 100 日目の生存率を図 1 に示した。50 および 100 Gy 照射区では、無照射区とほとんど変わらない生存率を示したが、200 Gy 照射区では 1% にまで著しく低下し、400 Gy 照射区では生存した実生が認められなかった。このことから、トルコギキョウ ‘メモリーピンク’ の乾燥種子へのシンクロトロン光照射における半数致死線量 (LD<sub>50</sub>) は 100~200 Gy の間に存在しているものと推測された。

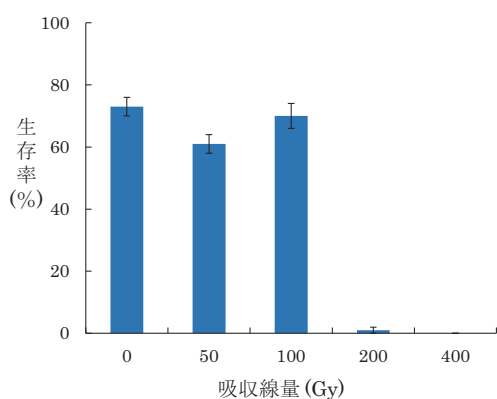


図 1 シンクロトロン光照射がトルコギキョウ ‘メモリーピンク’ 乾燥種子の生存率に及ぼす影響 (播種後 100 日目) . 図中の縦棒は標準誤差 (n=2).

各照射区の開花した M<sub>1</sub> 個体における花色変異の結果を表 1 に示した。無照射区の個体 (図 2 A) の花色は、RHSCC 番号はレッドパープルグループの N66D であったが、100 Gy 照射区においては無照射区の個体と同じ花色に、RHSCC 番号がパープルグループの 75C を示した斑が花卉の縦方向に入る条斑のキメラ個体 (図 2 B) が認められた。なお、他の照射区においては、花色および花形に関する変異は認められなかった。

表 1 トルコギキョウ ‘メモリーピンク’ におけるシンクロトロン光照射により得られた花色変異個体数.

吸収線量 (Gy)	照射種子数	調査個体数 (a)	花色変異個体数 (b)	花色変異率 (b/a (%))
0	100	73	0	0
50	100	61	0	0
100	100	70	1 <sup>2</sup>	1.4
200	100	1	0	0
400	100	—	—	—

<sup>2</sup> 原品種の花色 (RHSCC, 番号 N66D) に淡紫色 (同 75C) の条斑を有する個体.

M<sub>1</sub> 個体における草丈の分布を図 3 に示した。無照射区および照射区とも 100~120 cm の個体の割

合が多く、わい化など草丈に関する変異を示した個体は認められなかった。なお、葉についても、奇形などを含めて突然変異は認められなかった (データ未掲載)。



図 2 シンクロトロン光照射により得られたトルコギキョウ ‘メモリーピンク’ の M<sub>1</sub> 世代における花色変異個体. (A) ‘メモリーピンク’. (B) 条斑が入る花色変異個体. →は条斑部位を示す.

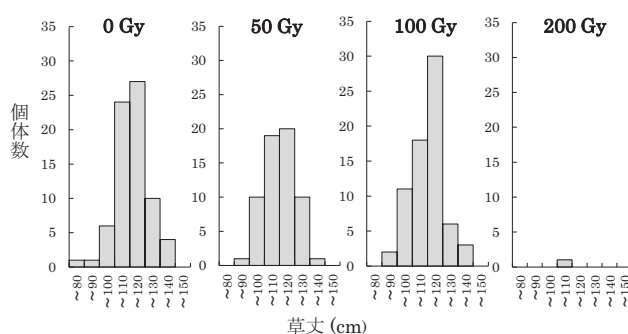


図 3 シンクロトロン光照射がトルコギキョウ ‘メモリーピンク’ の M<sub>1</sub> 世代の草丈に及ぼす影響.

トルコギキョウの突然変異誘発については、紫色および桃色の単色花の F<sub>1</sub> 系統の種子へのイオンビーム照射において、いずれも親系統の花色に白色の条斑が入る M<sub>1</sub> 個体が得られたこと<sup>8)</sup>、および X 線照射した種子において紫色に白色の条斑が入る M<sub>1</sub> 個体が獲得できたことが報告されている<sup>14)</sup>。また、白色に紫色または赤紫色の覆輪を有する固定品種の幼苗へのガンマ線照においても、有色部位の一部が薄くなる M<sub>1</sub> 個体が認められており<sup>15)</sup>、トルコギキョウにおける放射線照射では固定品種および F<sub>1</sub> 系統ともに、M<sub>1</sub> 世代において花色変異個体が得られやすく、その変異個体の多くが条斑のキメラ状の花色であったことが報告されている。本研究においては、桃色の単色花の固定品種へのシンクロトロン光の照射により、原品種とは異なる花色の単色花変異個体は得られなかったが、イオンビームや X 線などでの報告と同様の原品種の花色に淡色の条斑

が入る区分キメラと推測される花色変異個体が M<sub>1</sub> 世代において認められた。このことから、トルコギキョウにおいても、イオンビームなどの他の変異原と同様の花色変異の誘発がシンクロトロン光照射においても可能であり、照射当代でも花色変異個体を獲得できるものと示唆される。また、本研究では、比較的高い生存率を示した 100 Gy 照射区でのみ低い変異率ではあるものの花色変異が認められ、200 Gy 以上では生存率が著しく低下した。従って、トルコギキョウの乾燥種子へのシンクロトロン光照射においては、生存率が低下し始める前の 100 Gy 程度の吸収線量が花色変異誘発には効果的であることが推測される。

#### 4. まとめ

トルコギキョウ乾燥種子へのシンクロトロン光照射により、イオンビーム等での報告と同様の花色変異個体が照射当代において獲得できることが明らかとなった。なお、花色変異誘発には 100 Gy 程度の吸収線量のシンクロトロン光が効果的であると示唆された。

#### 謝辞

本研究を遂行するにあたり、御協力をいただきました SAGA-LS 副主任研究員・石地耕太郎博士に感謝の意を表します。

#### 参考文献

- [1] K. Sakamoto, M. Nishi, K. Ishiji, Y. Takatori, R. Chiwata, “Induction of flower-color mutation by synchrotron-light irradiation in spray chrysanthemum”, *Acta Horti*, 1237, 73-78 (2019).
- [2] 坂本健一郎・高村武二郎, “紫褐色に着色する宿存がくを有するホオズキのシンクロトロン光照射による突然変異誘発”, *園芸学研究*, 印刷中.
- [3] 農林水産省, 花き生産出荷統計, 〈[https://www.maff.go.jp/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou\\_kaki/index.html](https://www.maff.go.jp/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kaki/index.html)〉 (2020).
- [4] 福田直子, “トルコギキョウ”, 柴田道夫編著, *花の品種改良の日本史*, 289-312 (2016).

[5] 上条正明・永富成紀・岡崎利一, “放射線照射によるトルコギキョウ培養系由来の突然変異品種の育成”, *育学雑*, 46 (別1), 63 (1996).

[6] 宮下千枝子・南 晴文・栄森弘己, “ $\gamma$ 線により誘発されたトルコギキョウの弱ロゼット性系統の選抜”, *東京農試研報*, 33, 53-57 (2005).

[7] 藤井崇治・藤田和義・高城啓一, “粒子線照射による花卉類の品種改良”, *若狭湾エネルギー研究センター研究年報*, 9 (2014).

[8] 橋本文雄・清水圭一・二神泰基・玉置尚徳・一谷勝之・吉田理一郎・内藤俊樹・福德康雄・尾上昌平・岡本繁久, “農業と醸造業にとって有用な生物素材開発のためのイオンビーム活用”, *平成29年度原子力機構施設利用共同研究一般共同研究成果報告書*, (2017).