



九州シンクロトロン光研究センター

課題番号 : 080607L

(様式第4号)

作物におけるシンクロトロン光を用いた突然変異育種法の開発 Development of mutation breeding using synchrotron light in crops

西 美友紀 木下 剛仁 中島 寿亀
Miyuki Nishi Takehito Kinoshita Toshiki Nakashima

佐賀県農業試験研究センター
Saga prefectural agriculture research center

1. 概要

本研究では、シンクロトロン光を用いた突然変異育種法の開発を目的として、変異誘発に有効と考えられる照射線量を明らかとするため、照射材料としてイネ、ダイズ、アスパラガス、キクを用い、作物ごとに照射線量が及ぼす影響について調査を行った。その結果、変異誘発に有効な照射線量は、イネでは500～1000Gy、ダイズでは200～500Gy、アスパラガスでは200～500Gy、キクでは10～20Gyであると考えられた。

In this study, we have investigated that synchrotron lights can be employed to induce mutation. We examined the effects of synchrotron lights on the plant growth and seed germination. The materials used rice seeds, soybean seeds, embryogenic callus of asparagus and leaf cultures of chrysanthemum. These materials were irradiated with synchrotron light in dose ranges of 0 to 10000Gy.

As a result, we predict that appropriate irradiation dose for mutagenesis is 500-1000Gy in rice, 200-500Gy in soybean, 200-500Gy in asparagus and 10-20Gy in chrysanthemum.

2. 背景と研究目的 :

突然変異育種は、有用な遺伝資源を得るために育種法の一つであり、農作物の品種開発において、一部形質の改良等に利用されている。中でも量子ビームによる突然変異育種法は、日本が世界に先駆けて開発した技術であり、誘発される変異の幅が非常に広く、これまでにない新規の形質も得られることから、我が国の知的財産戦略の一つとして活発な研究開発が行われている。

こうした中、本県に整備されたシンクロトロン光研究センターのシンクロトロン光は、量子ビームの一種であり、植物の突然変異育種に利用できる可能性が示唆されている。そこで、農作物における突然変異誘発の可能性等を検討することにより、新品種開発分野におけるシンクロトロン光の新たな活用の方向を明らかとする。

3. 実験内容 :

本研究では、シンクロトロン光を用いた突然変異育種法を開発するために、①ビーム照射条件の解明、②遺伝子レベルの変異確認、③植物体における変異確認、④変異効率の解明という流れで試験を行う。本年度は、変異誘発に有効なビーム照射条件の解明を行うために、4種類の作物に様々な線量でシンクロトロン光を照射し、その後の発芽や生長等への影響について調査した。

1) 照射材料

- ①イネ：乾燥種子（品種「夢しづく」、「ヒヨクモチ」、「サカエモチ」）
- ②ダイズ：乾燥種子（品種「フクユタカ」）
- ③アスパラガス：Embryogenic Callus（「Pacific Purple」×「ウェルカム」より誘導）
- ④キク：葉片（「佐系1号」、「スーパーイエロー」）

2) ビームライン

SAGA-LS BL09

3) 照射線量

- ①イネ : 0(対照区), 5, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 5000Gy
- ②ダイズ : 0 (対照区), 5, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 5000, 10000Gy
- ③アスパラガス : 0 (対照区), 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000Gy
- ④キク : 0 (対照区), 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500Gy

4) 調査項目

- ①イネ : 発芽率 (播種 1 週間後)、草丈 (播種 10 日後)、外観形質
- ②ダイズ : 発芽率 (播種 2 週間後)、生存率 (播種 1 カ月後)
- ③アスパラガス : カルス増殖倍率 (照射 1 カ月後)
- ④キク : 不定芽形成率 (照射 1 カ月後)

5) 実験手順

- ①固定台に照射材料を固定
- ②照射区毎にシンクロトロン光を照射
- ③作物毎に設定した調査項目を調査

4. 結果および考察 :

1) イネ

播種 1 週間後の発芽率は、「夢しづく」、「ヒヨクモチ」では対照区、照射区ともに 90% 以上であり大きな差は認められなかった。「サカエモチ」では、供試した種子の発芽率が著しく低く、照射区の比較を行うことができなかった（図 1）。

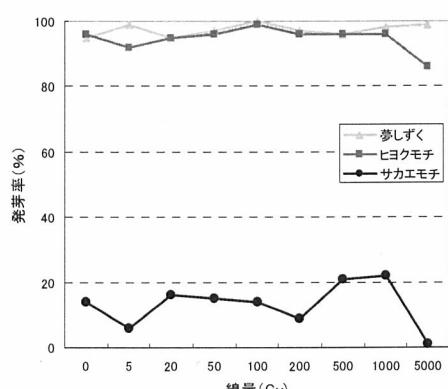


図 1 照射線量がイネ 3 品種の発芽率に及ぼす影響
注) 各区 100 粒ずつ供試し、播種 1 週間後に調査

播種 10 日後の草丈は、「夢しづく」では、1 ~ 9 cm と様々であった。また、発芽後生育が停止して草丈が 1 cm 以下となった個体は、対照区及び 5 ~ 500 Gy 区ではほとんど認められなかったが、1000 Gy 区で 13%、5000 Gy 区では 91% 生じており、1000 Gy 区から 5000 Gy 区の線量間で顕著な生育障害の増加が認められた（図 2）。

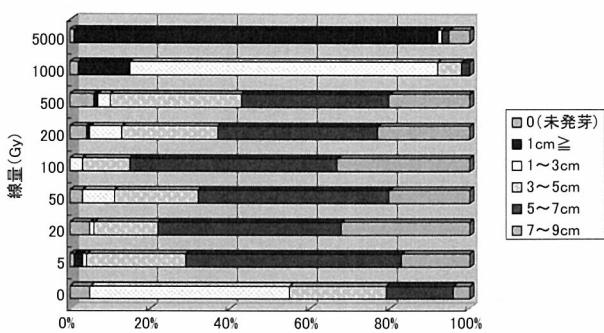


図 2 照射線量が「夢しづく」の播種 10 日後の草丈に及ぼす影響

一方、「ヒヨクモチ」では、草丈 1 cm 以下の個体は 500 Gy 区まで 15% 以下であったが、1000 Gy 区、5000 Gy 区では各々 64%、81% 生じており、500 Gy 区から 1000 Gy 区の間で顕著な生育障害の増加が認められた（図 3）。

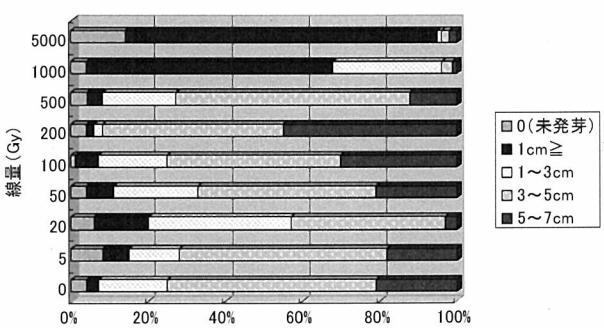


図 3 照射線量が「ヒヨクモチ」の播種 10 日後の草丈に及ぼす影響

なお、「夢しづく」では 100 Gy 区においてアルビノ 2 個体が認められたが、「ヒヨクモチ」では外観形質上の差は認められなかった（データ省略）。

以上の結果、発芽後の生育に顕著な影響を及

ぼした照射区から、変異誘発に有効な照射線量は、「夢しづく」が 1000~5000Gy、「ヒヨクモチ」が 500~1000Gy の間であると考えられた。

2) ダイズ

播種 2 週間後の発芽率は、対照区から 200Gy 区までは 90% 以上であったが、500Gy 区では 66% に低下し、5000Gy 区では 12% と著しく低下した（図 4）。

また、播種 1 ヶ月後の生存率は、対照区から 200Gy 区までは発芽率とほぼ同等であったが、500Gy 区と 1000Gy 区では、発芽後本葉展開に至らず枯死する個体が多く生じたため、各々の生存率は 34%、10% と低率であった（図 4）。

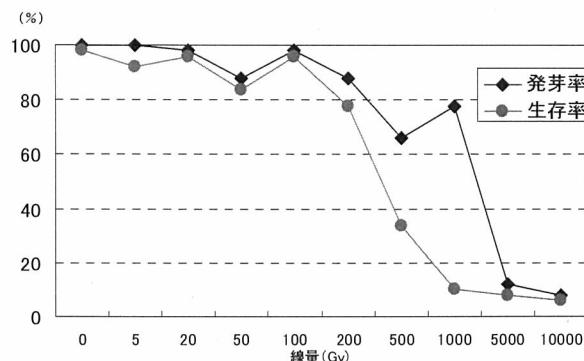


図 4 照射線量がダイズ「フクユタカ」の発芽と生存率に及ぼす影響

注) 各区 50 粒ずつ供試し、発芽率は播種 2 週間後、生存率は 1 ヶ月後に調査

以上の結果から、線量反応曲線の肩付近から半数致死線量 (LD50) の間が変異誘発の最適線量であることを考慮すると、「フクユタカ」における最適照射線量は 200~500Gy の間であると考えられた。

3) アスパラガス

照射一ヶ月後の増殖倍率は、対照区では 4.8 倍であったが、5~20Gy 区では 6 倍強と対照区よりも高くなかった。

一方、100Gy 以上の区では対照区より低くなり、1000Gy 区ではほとんど増殖しなかった。

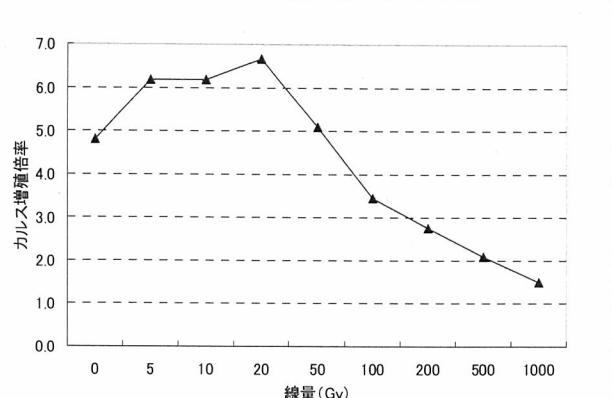


図 5 照射線量がアスパラガスのカルス増殖倍率に及ぼす影響

注) 各区 1 シャーレずつ供試し、照射 1 ヶ月後に調査

以上の結果から、アスパラガスカルスにおける変異誘発に有効な照射線量は、増殖率が対照区の半分程度となった 200~500Gy の間であると考えられた。また、シンクロトロン光を低線量で照射することにより、カルスの増殖能力が高まる可能性も示唆された。

4) キク

「佐系 1 号」における置床 30 日後の不定芽形成率は、対照区においても 5% と非常に低率であり、最適照射線量を決定することはできなかった。

一方、「スーパーイエロー」の不定芽形成率は、対照区の 48% に対して、5Gy 区では 60% と若干高くなり、10Gy 区では 36%、20Gy 区では 4% と低下し、50Gy 区以上では不定芽の形成は認められなかつた（図 6）。

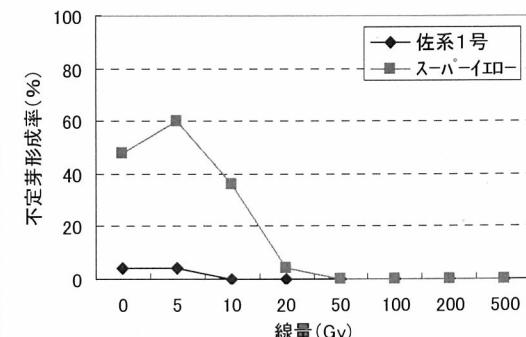


図 6 照射線量が「佐系 1 号」及び「スーパーイエロー」の不定芽形成率に及ぼす影響

注) 各区 25 切片ずつ供試し、置床 30 日後に調査

以上の結果から、「スーパーイエロー」の変異誘発に有効な線量は、不定芽形成率に顕著な差があった 10~20Gy の間であると考えられた。

5. 今後の課題：

今回の試験により、高線量なシンクロトロン光を照射することで、供試したいずれの作物においても枯死や生育障害等の影響が見られ、その結果から変異誘発に有効と考えられる照射線量を推察することができた。しかしながら、シンクロトロン光の照射による変異誘発の有無を明らかにするためには、今後、照射植物を用いて更なる調査を行う必要がある。

そのため、イネ及びダイズについては、世代を促進して変異形質の固定化を図るとともに、葉緑素突然変異や早生性、矮性等の形質調査を行い、同時並行で遺伝的解析を進めていく。

一方、アスパラガス、キクでは、照射区ごとに植物体を再分化させ、若茎色や花形、花色等形質調査を行い、誘発される変異の種類や発生率を明らかにする。

なお、キクについては、再分化個体数が少量であったことから、培養方法の再検討を行い、照射個体数を増やす必要がある。

6. 論文発表状況・特許状況

特になし

7. 参考文献

- ・田中淳：イオンビームによる植物の突然変異誘発. ラジオアイソトープ Vol.52, 186-194
- ・A Tanaka : Mutation induction by ion beams in Arabidopsis. Gamma Field Symponia, No.38
- ・中村大四郎ら：白目の大豆新品種「むらゆたか」の育成. 佐賀農試研報. 27, 21-41
- ・国武久登ら：アスパラガス主要品種のプロトプラストからの植物体再生. 佐賀農セ研報. 1-19
- ・今給黎征郎ら：無側枝性輪ギク「新神」の育成. 鹿児島農試研報. 34, 15-19

8. キーワード

・突然変異

偶発的または人為的に DNA 塩基配列が変化すること

・育種

生物を遺伝的に改良して新しい品種を作成すること

・農作物

田畠で栽培される穀類、野菜など

・Gy (グレイ)

放射線のエネルギーがどれだけ物質に吸収されたかを表す単位