

# SAGA-LS 光源を用いた変異育種実験

石地耕太朗

九州シンクロトロン光研究センター

植物体の変異育種の試みは粒子線が主流だが、最近では SAGA-LS の放射光を用いた実験が増えており、多くの変異個体が確認されている[1, 2]。今回、SAGA-LS の BL09 の白色光を用いた変異育種実験について紹介する。

図 1 に実験配置のイラストを示す。BL09 のビーム縦幅は 7 mm 程度と狭いので、多くの試料に照射できるように、試料ステージ上下を往復駆動させる。照射される時間と照射されない時間ができるが、1 回の実験で  $50 \times 400 \text{ mm}^2$  を確保できる。試料の前にフィルターとしてアルミ板を置き、厚さを変えて吸収線量を制御する。

実験を行う前に吸収線量を見積もる必要がある。穂(試料)に白色光を照射する場合を考える。数 mm サイズの穂先が成長部位である。穂先への照射前の白色光スペクトルから透過後の白色光スペクトルを引いて、吸収したスペクトルを得る(図 2)。吸収スペクトルを積分し、照射時間と重量などを掛けてエネルギー(eV)単位からグレイ(Gy)単位に換算する。

これまでに様々な品種の穂と種で実験したが、これらで LD50 が大きく異なる[1, 2]。品種にも依るが、前者は 20 Gy 程度、後者は 200 Gy 程度である。穂と種では含有水分量が異なり、水による間接作用(ラジカル反応)が起こるので穂の LD50 は小さくなると考えられる。

[1] 納富麻子, 九州シンクロトロン光研究センター2014年報, pp20-22 (2016).

[2] 坂本健一郎, 九州シンクロトロン光研究センター10年史, pp53-55 (2018).

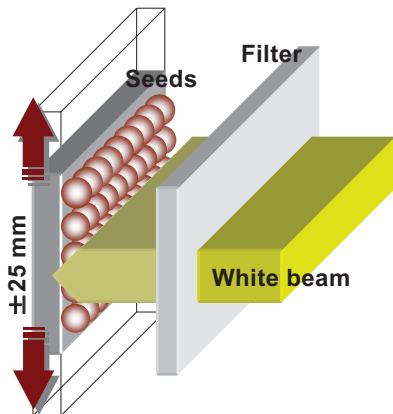


図 1 変異育種実験配置

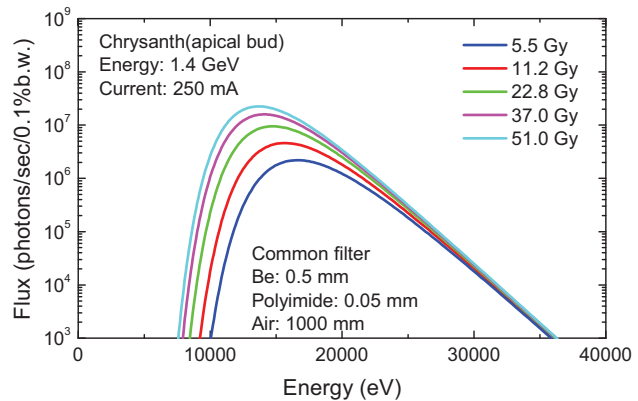


図 2 キクの穂が吸収したスペクトル

## はじめに

放射線による植物体の変異育種は粒子線が主流だが、最近では放射光源を用いた変異育種の試みが増えている。国内ではその多くがSAGA-LSで行われており、いくつか変異個体が確認された[1, 2]。本発表では、SAGA-LS光源を使った変異育種実験について紹介する。

## 線量見積もりと実験

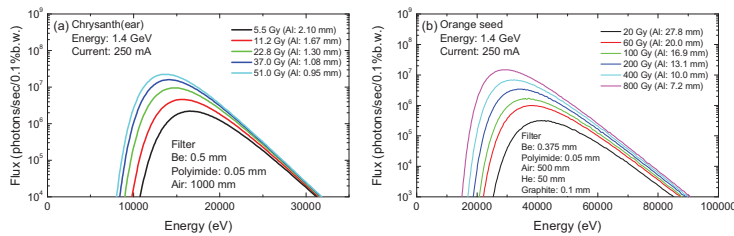


図1 試料が吸収したスペクトル。(a)キク種@BL09, (b)柑橘種@BL07の例。アルミ厚さを変えて、吸収線量を制御している。

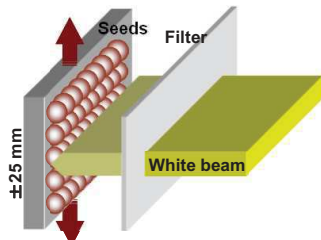


図2 変異育種実験のイラスト

### [実験配置]

- 試料を置き、正面から白色光を10分ほど照射。
- ビーム横幅は400 mmだが、縦幅は7 mmと狭い。試料ステージを上下に往復駆動させ、照射面積50x400 mm<sup>2</sup>を確保。
- 吸収線量はアルミ板(フィルター)の厚さを変えて制御している。
- 変異率は数%以下で、最低でも数百の試料が必要。1日で1000以上と十分な量が可能。

### [吸収線量見積もり]

- 事前に吸収線量を見積もる。変異が生じるのは成長部位。種の場合は胚、穂の場合は穂先。いずれも数mmサイズ。
- 成長部位と同サイズの白色光を想定。照射前のスペクトルから透過後のスペクトルを引き、吸収したスペクトルを得る。ソフトウェア”SPECTRA”でスペクトル計算。
- 吸収したスペクトルをエネルギー積分する。重量や時間などの因子を考慮し、eV単位からGy単位に換算する。
- BL09(偏向電磁石)とBL07(ウィグラー)はエネルギー帯が異なる。BL07は高エネルギーで強度が強い。

## 結果

遺伝子が放射線でダメージを受けると自己修復する。大半は元に戻るが、一部で修復異常が起こる。その異常遺伝子が生き続けると変異化する。

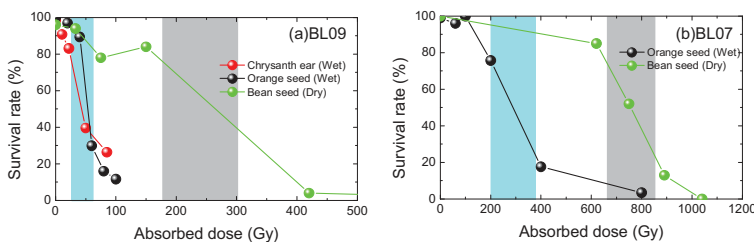


図3 乾燥・吸水試料での生存率曲線。(a)BL09, (b)BL07。(一部データは農業試験研究センターより提供)

- 半致死線量(LD50)付近が変異に有効。まず、広範囲で生存率曲線を描き、LD50を調べる。その後、LD50付近で照射し、変異を促す。
- 乾燥種と穂、吸水種(吸水試料)ではLD50が異なる。BL09で吸水試料30~60 Gy、乾燥試料150~300 Gy。水による間接作用(ラジカル反応)が起こり、2次電子の散乱で遺伝子へのダメージが増幅するので、吸水試料のLD50は小さく考えられる。
- BL09(低エネルギー帯)とBL07(高エネルギー帯)では同じ吸収線量でもLD50が異なり、BL07はBL09より4~8倍大きい。高エネルギー帯では炭素ベースである遺伝子へのダメージが小さい?

## まとめ

- 放射光源を使った変異育種実験は有効。
- 事前に吸収線量の見積もりを行い、線量の制御をアルミ(フィルター)厚さを変えることで行っている。
- 乾燥試料と吸水試料で変異に有効なLD50が異なる。吸水試料では水による間接作用のため、LD50が小さくなる。
- BL09(10~25 keV)とBL07(20~60 keV)では、同じ吸収線量でもLD50は異なる。

## 謝辞と参考

佐賀県農業試験研究センターの坂本健一郎様にはデータを提供いただき誠に感謝いたします。

- [1] 納富麻子, 九州シンクロtron光研究センター2014年報, pp20-22 (2016).
- [2] 坂本健一郎, 九州シンクロtron光研究センター10年史, pp53-55 (2018).
- [3] 坂本健一郎, 地域戦略利用意見交換会報告書, pp21-30 (2017).
- [4] 納富麻子, 田中義樹, 岡部春奈, 地域戦略利用意見交換会報告書, pp31-44 (2017).