

イオンビームを利用した突然変異育種と変異の特徴 Mutation breeding using ion beams and characteristics of induced mutation

量子科学技術研究開発機構(QST) 高崎量子技術基盤研究所

長谷 純宏 *1

(HASE, Yoshihiro)

1. イオンビームの変異誘発への利用と実用品種開発

今から 100 年近く前、放射線によって人為的に突然変異の発生頻度を高められることが示されて以降、自然に生じるものも含めて突然変異は世界中で作物の改良に役立ってきました。日本国内でも得られた変異系統をそのまま品種化、あるいは、他の優良系統と交配することによって作出された品種が数多く利用されています。世界で最も広く使われている変異原はガンマ線ですが、日本原子力研究所高崎研究所（現在の QST 高崎研）や理化学研究所は、大型加速器を用いて炭素やヘリウムなどのイオン粒子を加速したイオンビームを変異原として用いる研究を 1990 年頃から開始しました。キクやカーネーションなどの園芸作物で調査した結果、イオンビームはガンマ線や化学変異原に比べて幅広いバリエーションを生み出すことがわかりました。これらの成果をきっかけとして日本国内で盛んにイオンビーム育種研究が行われ、本パネル討論で取り上げる「あきたこまち R」を生み出す素材となったカドミウム低吸収変異系統「コシヒカリ環 1 号」を含め、多くの実用品種が開発されました。イオンビーム育種は日本発の技術と言えますが、近年では大型加速器を持つ中国や韓国でも研究が行われています。また、QST 高崎研は日本が主導するアジア原子力協力フォーラム (FNCA) を通じた研究協力を行っており、バングラデシュやベトナムなどでイオンビーム照射に由来するイネの新品種が実用化されています。

2. イオンビームとガンマ線で生じる突然変異の違い

キクやカーネーションで得られる形質が異なるということは、イオンビームとガンマ線で生じる突然変異の特徴に違いがあることを示唆します。ガンマ線に比べてイオンビームは粒子の飛跡に沿って大きなエネルギーを付与することが特徴で、これに対応するように、DNA 配列の一部が失われる欠失変異が生じやすいことなどが報告されました。突然変異が起きる頻度はそもそも高くないため、当初は多くのデータを集めた詳細な解析は困難でしたが、次世代シーケンサーの普及によってゲノム全体の DNA 配列を調べられるようになり、高精度且つ定量的な比較ができるようになりました。ここ数年、我々はモデル植物シロイヌナズナを使い、自然に生じる変異も含めて様々な条件で「どのような変異がどれくらい起きるのか」を調べました。炭素イオンビームとガンマ線のそれぞれについて、照射した種子の生存率が低下しない線量域で比較した結果、ゲノム全体で 1 個体あたりに生じる変異の数はガンマ線で平均 73 ヶ所、炭素イオンでは約半分の 36 ヶ所でした。変異の種類については炭素イオンの方が 1 つの塩基が置き換わる小さな変異から染色体の構造が変化する大きな変異まで、ガンマ線に比べて多様な変異を生じやすいことがわかりました。これらの結果から、炭素イオンは少ない数の変異で大きなバリエーションを生み出すことが示唆されました。突然変異は DNA 配列の変化であり、イオンビームもガンマ線の場合と同じく DNA の傷を生物が誤って治した結果生じるものです。また、放射線を照射するといっても、得られた変異体が強い放射線を出すようになるという事実もありません。人為的な変異の導入は新品種開発の重要な手段であり、古くから使われているガンマ線と同様にイオンビームも 1 つのツールとして広く利用されることを期待します。

*1 Takasaki Institute for Advanced Quantum Science, National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)