

重イオンビームによる植物変異当代固定の利用のための基盤研究

(受託者) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

(研究代表者) 今西俊介 野菜茶業研究所

(研究開発期間) 平成21年度～22年度

1. 研究開発の背景とねらい

野菜などの作物では、環境適性・病虫害耐性などを求める生産ニーズおよび急速に多様化する消費ニーズに対応するため、“より良い”品種を“より早く”育成することが求められている。一般的な交雑による育種では、交配・選抜を繰り返す必要があるため品種開発までには長時間を要し、急速なニーズ変化への対応は容易ではない。突然変異の誘発による育種手法は、現品種に新たな形質を付加（もしくは欠失）させるため、比較的短時間で目的の形質を獲得した優良系統を選抜可能であるが、野菜など種子繁殖する作物では形質の遺伝を確認・固定することが必要であるため世代促進などに労力と時間を要する。

重イオンビーム照射は、他のエネルギー線より数千倍程度大きな影響を軌跡に沿った極微小範囲の物質に与えるという特長を持っており、目的形質だけに変異を生じた系統を分離しやすく、有用な突然変異体を効率的に得ることができる手法として注目されている。また、相同染色体の一方に誘起した劣性変異が表現型に現れるのは、メンデルの法則に従えば変異誘発2代目以降となるはずであるが、重イオンビーム照射により変異を誘発したピーマンでは、1代目（照射当代）で劣性変異が固定することが、本研究代表者らの研究所によって報告された。

本研究は、トマトをモデルとして、重イオンビーム照射による誘発変異発生の分子メカニズムを明らかにし、照射当代における突然変異の効果的な誘発方法確立のための基盤整備をすることを目的とする。

2. 研究開発成果

2.1 照射当代で見られた変異の遺伝様式の解明

既に得られていた照射当代で表現型変異が見られたトマト系統の雑種後代を獲得、栽培し、表現型を調査した結果、調査した2系統の遺伝様式はどちらも劣性1因子の遺伝子変異であると考えられた。また、本研究内の誘発条件の調査において新たに得られた、照射当代で表現型変異が見られたトマト系統についても、雑種第一代の発芽した3系統のうち2系統は劣性遺伝によるものと考えられた。これらの結果から「照射当代における変異固定」が生じることが検証され、照射当代において劣性遺伝の確認される頻度は、調査した5系統のうち4系統であることを明らかにした。

2.2 照射当代で見られた変異箇所の特異性と分子機能の解析

照射当代で類似した変異が見られた複数のトマト系統について、遺伝学的な相補試験によって解析した結果、これらの異常はトマト細胞核に支配される1遺伝子に誘発されることを明らかにした。

また、照射当代で花器官異常が見られたトマト系統および野生型トマト系統について、独自開発したトマトDNAマイクロアレイによってトマトほぼ全遺伝子について開花当日の遺伝子発現プロファイルを詳細に比較し、機能について解析を行った。開花当日の野生型の花における発現レ

ベルと花器官異常変異系統の花における発現レベルを比較した結果、変異系統で1/1000倍よりも低い発現レベルを示すものは270遺伝子であった。これは全体の0.7%に相当する。花器官異常変異が見られたトマト系統については、顕微鏡観察から花弁および雄蕊の発達が見られなかった。この270遺伝子について分子機能解析を行った結果、雄蕊と機能的に関連づけられている遺伝子断片が14であることを同定した(図1)。さらにトマトDNAマイクロアレイ上には、57遺伝子が雄蕊と機能的に関連づけられているものとして搭載されており、照射当代でアナンサ型変異を示す系統では、雄蕊が発達しないにも関わらず、機能的に雄蕊と関連づけられている遺伝子群のうち75%が、低いながらも発現していることが明らかとなった。このことから照射当代で花器官異常変異を示す系統の原因遺伝子は、雄蕊発達制御過程の下流部において雄蕊発達を司る機能を持つと考えられる。

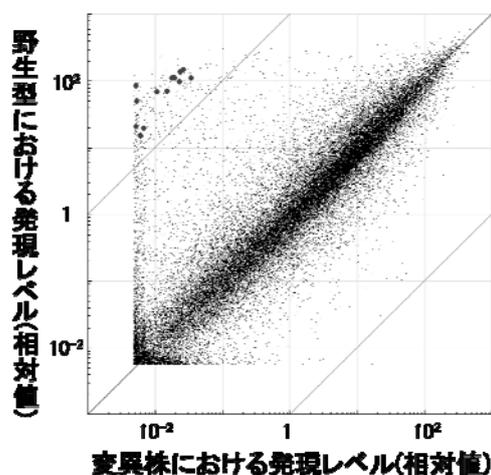


図1 花器官異常変異系統において発現が抑制されている雄蕊に機能づけられた遺伝子

開花当日の花における発現プロフィール。斜線, 1000倍と1/1000; 丸点, 変異系統で1/1000倍より低い発現レベルを示す遺伝子の中で、雄蕊と機能的に関連づけられている遺伝子

2.3 重イオンビームによる照射当代における植物変異誘発最適条件の探索

理化学研究所仁科加速器研究センターにおいて種々の強度およびLET条件でトマト種子(「マイクロトム」)への重イオンビーム照射を行った照射当代について、生存率および外観変異発生率を調査した結果、照射当代で劣性変異の表現型を示す系統を見出すとともに、照射当代で変異を高効率で誘発する条件を明らかにした。

3. 今後の展望

本研究は、重イオンビームという日本が先行する技術により、従来のメンデル遺伝では理解できない新規な誘発変異の発生メカニズムを分子レベルで解析することにより、育種にかかる年限と労力を画期的に圧縮し、目的の品種育成を効率化し得る可能性を持つ。本研究で得られた結果は、重イオンビーム照射による誘発変異発生の分子メカニズムの解明と、照射当代における突然変異の効果的な誘発方法確立のための基盤整備になったと考える。

本研究で材料とするトマトは、日本においても世界においても最も多く消費されている野菜であり、得られた成果はトマトを含むナス科野菜に限らず他の作物の育種の効率化に応用できる可能性がある。本研究で整備した基盤を発展させることによって、トライ&エラーの側面が大きい育種技術開発に科学的な根拠を提供し、計画的にデザインされた育種を効率的に行うことが可能となると考えられる。