

最先端・次世代研究開発支援プログラム
事後評価書

研究課題名	高エネルギー量子ビームによる次世代突然変異育種技術の開発
研究機関・部局・職名	独立行政法人理化学研究所・仁科加速器研究センター生物照射チーム・チームリーダー
氏名	阿部 知子

【研究目的】

有用な植物や微生物はグリーン・イノベーション創出の基盤材料であり、これを育種する技術開発は喫緊の課題である。一方、急激な環境の変化や世界市場の要望に対応するためには、育種技術の迅速化が急務である。本研究では、有用な植物や微生物を迅速につくる次世代突然変異育種技術として（１）LETmax 照射技術（重イオン照射による線エネルギー付与による変異率を最大化する照射量）、（２）一遺伝子破壊技術、（３）オンデマンド変異誘発技術、を開発し、それを用いた（４）グリーン・イノベーションのための高品質変異体の育成を目的とした。

重イオンビームの照射により DNA 二本鎖は、切断されるが、自らが持つ修復機能により DNA 鎖をつなぎ直されるが、塩基が短くなる DNA 欠失型の変異が、高効率で出現する。

これまでの様々な生物に対する照射実験から変異誘発効果には最適 LET (LETmax) があることが示唆され、LETmax 照射は効率的な育種技術になると考えられた。そこで本研究では、具体的に理化学研究所仁科加速器研究センターRI ビームファクトリー (RIBF) で発生する重イオンビームは、イオンの種類や速度を選択することにより生体に与えるエネルギー（線エネルギー付与、LET）を変えることができること、さらに生物照射装置に整備したレンジシフターを用いることにより幅広い LET の照射実験が可能であるという特徴を生かして、LET を制御し、高効率に変異を誘発する技術（LETmax 照射技術）や破壊する遺伝子の大きさを調節する技術（一遺伝子破壊技術、オンデマンド変異誘発技術）を開発し、品種改良コンソーシアムと連携し、本技術を用いてグリーン・イノベーションのための実用品種の育成を目指している。

【総合評価】

<input type="radio"/>	特に優れた成果が得られている
<input type="radio"/>	優れた成果が得られている
<input type="radio"/>	一定の成果が得られている
<input type="radio"/>	十分な成果が得られていない

【所見】
① 総合所見
<p>4個の小課題「LETmax 照射技術の開発」「一遺伝子破壊技術の開発」「オンデマンド変異誘発技術の開発」「グリーン・イノベーションのための高品質変異体の育成」を挙げて研究に取り組んでいる。LETmax 照射により一遺伝子破壊できることを実証していること、タンデム遺伝子の欠失も可能であることを示していること、津波被災地で耐塩性イネの栽培試験を開始していることなどから、計画以上の成果が得られたと判断できる。</p> <p>今後さらに日本が得意な重イオンビームを用いた突然変異育種の技術開発を通し、日本の技術の優位性をさらに確立するためにも、いろいろな作物・園芸植物等で効率のよい目的の変異系統が得られる技術開発・育種計画のグランドデザインも考慮し確立していただきたい。特に、オンデマンド変異誘発技術の開発が望まれる。これらの技術を国内外の研究者と連携してグリーン・イノベーション創出の材料として供給していただきたいと希望する。</p>

② 目的の達成状況
<p>・所期の目的が (<input checked="" type="checkbox"/>全て達成された ・ <input type="checkbox"/>一部達成された ・ <input type="checkbox"/>達成されなかった)</p> <p>加速器研究センター（RIBF）で発生する重イオンビームの核種とエネルギー準位を選択することにより線エネルギー付与（LET）を精密に制御することができる。この特性を利用して、①LETmax 照射技術の開発、②一遺伝子破壊技術の開発、③オンデマンド変異誘発技術の開発、④グリーン・イノベーションのための高品質変異体の育成、を目的とした。③のオンデマンド変異誘発技術の開発が、十分にオンデマンドになっていない点はあるが、全般として概ね図書の目的は達成されていると判断できる。</p> <p>但し、本研究課題での支援がどのように研究開発を加速したのかが、不明確である。目的が明確であるが故に、本研究課題開始以前から相当な開発が開始されており、その時点で開発目標が明確であったと認められる。本研究課題の支援がなくても、時間的なことは抜きにすると、相応の成果が得られたのではないかと考えられる。最終報告書では、その辺りを明示し、国民へのアカウンタビリティを果たしていただきたい。</p>

③ 研究の成果
<p>・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が (<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない)</p> <p>・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が (<input checked="" type="checkbox"/>創出された ・ <input type="checkbox"/>創出されなかった)</p> <p>・当初の目的の他に得られた成果が (<input type="checkbox"/>ある ・ <input checked="" type="checkbox"/>ない)</p>

重イオンビーム照射技術の開発により、一遺伝子破壊系統や、染色体上隣接する複数の遺伝子やスーパー遺伝子族を一挙に破壊する手段を提供でき、他の突然変異誘発手段では得られない独自の手法が提案でき、先進性や優位性は明らかである。これらの変異系統から新規な生命現象を解析する変異系統がえられるものと期待される。

これらの成果は、今日重要課題となっている農業関連の優位性を担保するものとして重要であり、TPP問題ともからみ、今後国策として本テーマが進捗することを期待する。

また、直鎖上に配置されている遺伝子群をまとめて欠失させたり、スーパー遺伝子族の破壊系統が実際得られてはいるが、本研究課題開始前に見出されていたので、特筆すべき研究成果とは言えないが、指導原理として重要である。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

研究目的とする遺伝子において、ピンポイントに破壊する一遺伝子破壊技術、隣接する複数遺伝子のまとめた破壊やスーパー遺伝子族を構成する染色体領域の欠失は、遺伝学的基礎研究ばかりでなく、応用研究にも測り知れない効果をもたらす。方法論的には、ほぼ確立していると思われるが、今後の数値解析を含む機能解析研究の更なる推進に期待する。

本研究課題に関連した技術には、さまざまなノウハウが蓄積され、本研究課題に関わる改良コンソーシアムユーザーに利用可能となっている。グリーン・イノベーションのための高品質変異体の迅速な開発が可能となり、社会的・経済的貢献が大きい。既に、販売を開始しているものもある。また、宮城県の良食味イネ品種にLETmax照射を行い、耐塩性系統を選抜し、津波被災地で栽培試験を行い、実用化を目指している点も高く評価できる。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが (行われた ・ 行われなかった)

現在までの研究は適切なマネジメントに基づき当初の計画の目標を達成している、今後の展開も納得のいくものになっている。

また、論文 24 件、会議 125 件の発表、特許等の出願・取得 3 件等は、成果の発信が積極的に行われたことを示しており、高く評価できる。

国民との科学・技術対話は、小中高生をはじめとした若者や一般の国民と技術対話を積極的に行っていると評価できる。