

課題名(タイトル):

Whole-genome sequencing analysis for identification of mutations induced by heavy-ion beam irradiation

利用者氏名:

○森田 竜平、池田 時浩、石井 公太郎、Asanga Deshappriya Nagalla Imihami Mudiyansele

理研における所属研究室名:

仁科加速器科学研究センター イオン育種研究開発室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係する課題との関係

重イオンビームは電離放射線の一種であり、X線や γ 線と比較して高い線エネルギー付与(LET: Linear Energy Transfer)をもつ。LETとは、高速イオンが標的に与える単位長さあたりのエネルギーのことであり、理研RIビームファクトリーを含む大型加速器群施設ではLET = 22.5 - 4000 keV/ μ mの重イオンビームを生物学研究に利用できる。重イオンビーム照射により細胞内のDNAが損傷し変異が生じる。変異誘発にとって重要なパラメーターはLETと線量であり、これまでの研究により、誘発される変異の質と量はLETによって異なることがわかっている。本研究の目的は、線量も含めた照射の影響を、大規模計算によって詳細に解析し、重イオンビームにおけるLET・線量と変異の質・量の関係について知見を得ることである。そのために、モデル植物であるイネとシロイヌナズナを中心に、様々なLETと線量の重イオンビームを照射し、全ゲノムシーケンス解析を実施、得られる大量の配列データを、HOKUSAI-BW2に実装した変異抽出パイプラインに供試し、変異領域が記載されたデータを作成する。

2. 具体的な利用内容、計算方法

次世代シーケンサーで産出した変異体の配列データをリファレンス配列にマッピングし、変異検出とフィルタリングを行うシェルスクリプトを実装し、バッチジョブ管理システムを利用して実行した。

3. 結果

シロイヌナズナの変異体 11 系統について変異解析を

行い、15 個の 100 bp 以上の規模の欠失変異を同定した。DNA マイクロアレイ解析で得られたものや、先行研究で得られた欠失変異と合わせ、合計 149 個欠失変異をシロイヌナズナのゲノム配列にマッピングしたところ、ホモ接合型で遺伝可能な欠失の位置は必須遺伝子の位置と重複しなかった。このことから重イオンビームによって誘発され、安定して遺伝する欠失変異の大きさの上限はゲノム中の必須遺伝子の分布によって影響を受けることが示唆された。同様に、変異体 13 系統から 142 個所の染色体再編成の切断部位を同定し、既知の切断部位と合わせて 432 個所をシロイヌナズナのゲノム配列にマッピングしたところ、ホモ接合型で遺伝可能な切断部位の位置は必須遺伝子の位置と重複しなかった。次世代に遺伝する染色体再編成にもゲノム中の必須遺伝子の分布が影響することが示唆された。解析結果の一部は論文発表および学会発表した。

4. まとめ

モデル植物であるシロイヌナズナを材料に変異解析を実施し、重イオンビームで誘発した欠失の遺伝様式に関する知見を得た。

5. 今後の計画・展望

引き続きモデル植物であるイネとシロイヌナズナを中心に、変異解析を実施予定である。

6. 利用がなかった場合の理由

該当しない。

2024 年度 利用研究成果リスト

【雑誌に受理された論文】

1. Kotaro Ishii, Yusuke Kazama, Tomonari Hirano, Jeffrey A. Fawcett, Muneo Sato, Masami Yokota Hirai, Fujiko Sakai, Yuki Shirakawa, Sumie Ohbu, and Tomoko Abe
“Genomic view of heavy-ion-induced deletions associated with distribution of essential genes in *Arabidopsis thaliana*”
Frontiers in Plant Science 15: 1352564 (2024)

【ポスター発表】

1. 森田竜平, 市田裕之, 林依子, 白川侑希, 一瀬勝紀, 佐藤雅志, 鳥山欽哉, 阿部知子
「アルゴンイオンビーム照射で作出した顕性の早生形質を示すイネ変異体は複雑な染色体構造変異を有する」
日本育種学会 第 146 回講演会, 広島大学, 2024 年 9 月
2. ASANGA DESHAPPRIYA NAGALLA IMIHAMI MUDIYANSELAGE, Ryouhei Morita, Hiroyuki Ichida, Yoriko Hayashi, Yuki Shirakawa, Tadashi Sato, Yoshimichi Fukuta, Kinya Toriyama, Hiroki Saito, Yutaka Okumoto, Tomoko Abe
「インドネシア在来イネ品種 'Gemdjah Beton' における早生突然変異体の選抜」
日本育種学会 第 146 回講演会, 広島大学, 2024 年 9 月