

プロモーターゲノム編集技術の化学生物学的イノベーションによる 主要作物の種子収量増産に関する開発研究

30009A

分野

農業—
水稲、畑作物

適応地域

全国

【研究グループ】

京都大学大学院生命科学研究所、農研機構生物機能利用研究部門、
北海道大学大学院農学研究院、東京大学大学院農学生命科学研究科
【研究統括者】
京都大学 中野 雄司

【研究期間】

平成30年～
令和2年(3年間)

キーワード: イネ・小麦・ダイズ、ゲノム編集、ケミカルバイオロジー、遺伝子発現活性化、多収性

1 研究の目的・終了時の達成目標

本研究では、(1)ゲノム編集技術ベクター導入効率(遺伝子組換え効率)の向上に関する生物技術および化学技術の開発を行うとともに、(2)従来の欠損導入型ゲノム編集では導入出来ない機能獲得型ゲノム編集を実現する新しいテクノロジー「プロモーターゲノム編集」技術の開発を行う。開発した(1)(2)の技術を、(3)研究グループが独自に同定した新規種子収量増大遺伝子のプロモーターを対象に適用し、ゲノム編集による遺伝子発現活性化技術を開発する。

2 研究の主要な成果

- ① FPXによって、従来技術と比較して、アラビドプシスにおいて1000%、イネにおいて800%にシュート再分化活性を向上することに成功した。
- ② プロモーターゲノム編集イネT0世代35系統の作出に成功した。T1世代イネ3系統において、イネの種子収量増大遺伝子(*OsBIL7*)の発現上昇を確認した。
- ③ プロモーターゲノム編集コムギ T1世代9系統の作出に成功した。コムギの種子収量増大遺伝子(*TaBil7*)過剰発現型遺伝子組換えコムギにおいて375%に種子収量を増加することに成功した。
- ④ プロモーターゲノム編集ダイズ T2世代4系統の作出に成功し、その内3系統で、ダイズの種子収量増大遺伝子(*GmBIL7*)の発現上昇を確認した。
- ⑤ ゲノム編集効率の評価系を確立し、100化合物のスクリーニングを終え、230%までゲノム編集効率を高める化合物の創製に成功した。

公表した主な特許・論文

- ① Nakano, T. *et al.* FPX is a Novel Chemical Inducer that Promotes Callus Formation and Shoot Regeneration in Plants. *Plant and Cell Physiology*. **59(8)**, 1555-1567 (2018)
- ② 中野雄司. 植物ブラシノステロイドのシグナル伝達機構の解明と 応用展開を目指して、日本農薬学会誌 45(2), 1-8 (2020)

3 今後の展開方向

- ① イネ、コムギ、ダイズにおいて、プロモーターゲノム編集の有効可能性が確認でき、また技術的に問題ないことが確認されたので、さらに有効なプロモーター配列を検討し、ゲノム編集配列を持つ系統の創出、ゲノム解析、遺伝子発現解析、形態解析、収量解析を進める。
- ② イネカルスによって得られたゲノム編集効率促進化合物候補について、構造活性相関による類縁体を合成し、実際のゲノム編集対象植物で候補化合物の評価を進める。

【今後の開発目標】

- ① 2年後(2022年度)に、多収性遺伝子のゲノム編集システムを作出し、種子収量増大特性の調査を実施する。
- ② 5年後(2025年度)に、プロモーターゲノム編集技術およびゲノム編集促進化合物に関する特許出願を行う。
- ③ 最終的に、プロモーターゲノム編集技術およびゲノム編集促進化合物に関するライセンスを国内外育種企業に導出し、種子収量増大品種の確立と普及を進める。

4 開発した技術シーズ・知見の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 従来技術では作出し得ない機能獲得型のゲノム編集技術に基づく新植物品種の創成技術、ゲノム編集効率を向上化する化合物により、現行の遺伝子組換え作物作付け面積の10分の1程度、普及目標面積2030年 2000万ha、販売目標額2030年15億ドル規模の経済効果が得られると期待される。
- ② わが国の品種開発の国際競争力を高めるとともに、新品種により国民の主食確保に貢献する。

(30009A) プロモーターゲノム編集技術の化学生物学的イノベーションによる主要作物の種子収量増産に関する開発研究

研究終了時の達成目標

イネ・コムギ・ダイズにおけるプロモーターゲノム編集システムを作成し、ターゲットとする新規種子収量増産遺伝子の発現活性化における効果について解析を行う。

研究の主要な成果

①背景/課題

研究グループがイネにおいて発見した新規な**種子収量増大遺伝子**について、プロモーター領域に転写因子が結合し、発現抑制することが確認されていた。

②研究計画

②-1:

プロモーターの抑制型 *cis*配列を標的として、従来の欠損導入型ゲノム編集では導入出来ない**機能獲得型ゲノム編集**を実現する新しいテクノロジー「プロモーターゲノム編集」技術の開発を行う。

②-2:

ゲノム編集効率および、ゲノム編集ベクターによる形質転換効率を向上させる化合物を開発する。



研究成果

- ① イネ、コムギ、ダイズ：
プロモーターゲノム編集により**種子収量増産遺伝子発現が約150%に上昇した。**
- ② コムギ：
当該遺伝子の遺伝子組換えにより**種子収量増産活性を確認し、この遺伝子の改変が収量増に有効であることをコムギでも確認した。**
- ③ ゲノム編集促進剤化合物：
230%にゲノム編集活性を上昇させる化合物を創製した。

②研究計画

②-3:

②-1と2の技術を、研究グループが独自に同定した**新規種子収量増大遺伝子のプロモーター**を対象に適用し、ゲノム編集による遺伝子発現活性化技術を確立する。

今後の展開方向

イネ、コムギ、ダイズにおいて、さらに有効なプロモーター配列を検討し、ゲノム編集配列を持つシステムの創出、ゲノム解析、遺伝子発現解析、形態解析、収量解析を進める。
イネカルスによって得られたゲノム編集効率促進化合物候補について、構造活性相関による類縁体を合成し、実際のゲノム編集対象植物での候補化合物の評価を進める。

見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

従来技術では作出し得ない機能獲得型のゲノム編集技術に基づく新植物品種の創成技術、ゲノム編集効率を向上化する化合物は、日本国内においても広く普及すると期待される。我が国の品種開発の国際競争力を高めるとともに、新品種により国民の主食確保に貢献する。