

除草剤抵抗性遺伝子HIS1ゲノム情報を使ったイネ育種・生産システムと新規創薬への展開

29009B

分野 農業-水稻  
適応地域 全国

【研究グループ】  
農研機構(作物研・生物研・中央研)、埼玉大学、  
富山県、(株)エス・ディー・エス バイオテック  
【研究総括者】  
農研機構次世代作物開発研究センター 黒木 慎

【研究タイプ】  
産学機関結集型 Bタイプ  
【研究期間】  
平成29年～令和元年(3年間)

キーワード イネ、除草剤、処理体系、抵抗性遺伝子創出、新剤開発

### 1 研究の目的・終了時の達成目標

飼料用等新規需要米品種に除草剤感受性品種が存在し、栽培上の問題が生じている。新規除草剤抵抗性遺伝子HIS1を起点として、「抵抗性型」への改変など革新的なイネの開発や除草剤処理体系の構築などが期待されている。HIS1ゲノム情報を活用した新規除草剤抵抗性遺伝子を創出し有用なイネ系統を開発すること、除草剤反応性を踏まえた持続的・安定的なイネ栽培体系を策定すること、および農薬化学的解析を反映した新規除草剤候補となる基本化合物を見出すことを達成目標とする。

### 2 研究の主要な成果

- ① ゲノム情報から抽出したHIS1および関連遺伝子(HSL遺伝子)の配列を活用し、ゲノム編集等の新たな育種技術を利用して、除草剤抵抗性を改変・強化したイネを作出した。
- ② 交配育種により、HIS1遺伝子を導入した除草剤抵抗性の多収イネを作出した。
- ③ 4-HPPD阻害剤感受性の多収品種に対して、除草剤反応性の違いを利用して、前作品種の脱粒による異品種混入対策と安定栽培のそれぞれに有効な除草剤処理体系を策定した。
- ④ HIS1タンパク阻害活性を持つ除草剤候補化合物を新たに見出した。

#### 公表した主な特許・論文

- ① Maeda, H. *et al.* A rice gene that confers broad-spectrum resistance to  $\beta$ -triketone herbicides. *Science* 365(6541), 393-396 (2019).

### 3 今後の展開方向

- ① 除草剤抵抗性と他の有用特性を集積して、安定栽培が望める優良多収イネ品種を育成する。
- ② HIS1遺伝子およびHSL遺伝子の機能解析結果を活用して、薬剤選択性が改変あるいは抵抗性が強化された変異遺伝子の作出を進める。
- ③ 効果や使用量を実用化レベルまで改良することを目標に、新たな除草剤候補化合物の合成と除草活性の評価を進める。

#### 【今後の開発・普及目標】

- ① 2年後(2021年度)には、改変HIS1・HSL遺伝子により特定の除草剤抵抗性が向上したイネ系統を育成する。
- ② 5年後(2024年度)には、除草剤抵抗性かつ耐病性等に優れる多収イネ新品種を開発する。
- ③ 最終的には、HIS1タンパク阻害効果を有する新規除草剤を開発し、除草剤抵抗性イネと適切な除草剤利用により、農業の生産性向上に貢献する。

### 4 開発した技術・成果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 除草剤抵抗性多収イネとそれに適した除草剤施用体系を導入することで、飼料用等多収イネ栽培が促進され遊休水田の減少や飼料自給率の向上が期待できる。多様な薬剤選択性を持つ除草剤抵抗性強化イネの導入により、栽培圃場の雑草発生状況に応じた選択的除草が可能になる等、稲作の生産性向上が期待される。また、新規除草剤は百億円単位での経済効果が見込まれる。
- ② 水田の維持により、農地や農村景観の保全につながる他、洪水防止等水田の多面的機能の維持に貢献できる。稲作の生産性向上により、持続的な生産体制が構築され、主食糧を安定的に供給できる。

## 研究終了時の達成目標

- ① 新規除草剤抵抗性遺伝子を創出し、②有用なイネ系統を開発すること、③除草剤反応性を踏まえた除草剤施用体系を策定すること、④新規除草剤候補となる基本化合物を見出すことを目指す。

## 研究の主要な成果

飼料用多収イネは数種の除草剤成分に感受性⇒除草剤抵抗性遺伝子HIS1の発見

除草剤の誤用・一般食用米への混入等が飼料用多収イネ普及の足かせに

HIS1タンパクを阻害する薬剤が新たな除草剤となる可能性

感受性多収イネにHIS1遺伝子を導入した**除草剤抵抗性多収イネ**を作出

除草剤反応性の違いを利用して、混入防止に配慮した**除草剤施用体系**を策定

**HIS1 遺伝子はイネのみに、HIS1関連遺伝子(HSL)は多くのイネ科作物に存在する**

HIS1およびHSLタンパクのアミノ酸を置換すると、**除草剤への反応性を改変**できる

HIS1遺伝子を改変し、**成分特異的抵抗性**を付与した遺伝子を創出

イネHSL1遺伝子を改変し、除草剤成分に対する**抵抗性が向上**した遺伝子を創出

HIS1タンパク阻害剤の中から、**除草効果のある化合物**を新たに**見出す**

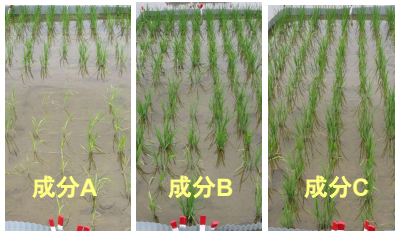


写真 イネの除草剤成分反応性の変異

A～Cはいずれも異なる4-HPPD阻害剤  
奥側はHIS1遺伝子を保有する抵抗性イネ、手前はHIS1遺伝子を保有しない感受性イネ  
例えば、成分Aは感受性イネの生育を強く抑制可能

表 抵抗性遺伝子の除草剤抵抗性程度(室内実験による)

抵抗性遺伝子	成分A	成分B	成分C
改変HIS1	★★★★	★	★
HIS1	★★★	★★★	★★★
改変イネHSL1	★★	★★★★	★★★★
イネHSL1	★	★★	なし

★の数が多いほど強い抵抗性を示し、「なし」は抵抗性が全くないことを示す。

例えば、改変HIS1遺伝子により、成分Aだけに強い抵抗性を示すイネが作出可能

## 今後の展開方向

- ① 除草剤抵抗性と他の有用特性を集積した、優良多収イネ品種を育成する。
- ② 薬剤選択性が改変あるいは抵抗性が強化された変異遺伝子の作出を進める。
- ③ 新たな除草剤候補化合物の除草剤活性の最適化を図る。

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 飼料用等多収イネの普及が促進され、遊休水田の減少や飼料自給率の向上が期待できる。農村景観の保全や洪水防止等の水田の多面的機能が維持される。
- ② より効果的で効率のよい除草体系によって、稲作の生産性向上が期待できる。コメの持続的な生産体制が構築され、主食糧の安定供給に貢献できる。