

令和 4 年 11 月 2 日

イネの発芽の温度感受性を決める遺伝子の発見

食農学類附属発酵醸造研究所の松岡信特任教授と吉田英樹特任助教を中心とする研究グループは、日本に存在する多数のイネ品種の温度に応じた発芽の違いを測定するとともに、それらのゲノム配列を解析し、これらの情報を組み合わせて温度に応じて発芽を調節する新規遺伝子およびメカニズムを発見しました。本研究は、農業上重要な「発芽」の調節を担う基盤的なメカニズムを発見しており、有用な品種の開発に活用できると考えられます。本成果は英国科学誌『Nature Communications』にて 9 月 29 日に公開されました。

本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業の若手研究、基盤 (B)、新学術研究領域、ならびに内閣府ムーンショット型農林水産研究開発事業 (管理法人: 生研支援センター) の支援により実施されました。

本研究のポイント

- ・ 日本のイネ 164 品種の全ゲノム DNA を解読し、発芽速度との関係について統計解析を行った。
- ・ その結果、イネの発芽に適した温度 (30 度) 条件で、発芽を促進する遺伝子「GF14h」を見つけた。
- ・ GF14h は、種子の休眠ホルモンであるアブシシン酸 (ABA) の働きを調整することで、発芽速度を制御していることを見出した。
- ・ 戦前 (近代育種が行われる以前) の品種の多くが機能型 GF14h を持つのに対し、戦後育成された品種の多くは GF14h 遺伝子が壊れている傾向が認められた。
- ・ GF14h は、直播栽培 (発芽が早い品種が望ましい) に適した品種や、逆に穂発芽しにくい品種育成に利用できる。

食農学類附属発酵醸造研究所 (令和 3 年 4 月開設) は、発酵醸造プロセスに関する研究だけでなく、イネやダイズなどの発酵醸造の主原料となる作物の栽培や新品種開発に関連した研究から発酵醸造と食・健康との関連まで、幅広く新たな視点からの先端研究を遂行し、発酵醸造研究をリードする研究成果を世界に発信することを目指しています。

酒米として日本酒醸造にも利用されるイネの発芽は温度によって制御されており、一般的に 30℃前後の環境で最もよく発芽します。一方、最適温度から外れた温度では

顕著に発芽が阻害されますが、その温度感受性は品種により異なることが知られていますが、しかし、このような発芽速度に関する品種間の違いの原因については、殆ど分かっていませんでした。

本研究では日本の水稲 164 品種の温度による発芽の早さの違いを計測するとともに、それらの全ゲノム DNA を解読し、これらの情報を組み合わせて原因遺伝子を推定する統計的解析手法(ゲノムワイド関連解析)を適用して、温度に応じた発芽速度の違いの原因となっている遺伝子 GF14h を発見しました。

さらに、発芽を抑制する休眠ホルモンとして知られているアブシシン酸 (ABA) と GF14h の関係について調べた結果、GF14h が ABA の休眠効果を抑制することを見出しました。休眠ホルモンである ABA はイネの発芽を抑制しますが、GF14h はこの ABA の休眠効果を抑える機能を持つため、GF14h が機能する状況では、ABA の休眠効果が弱まり発芽が促進されます (図 1)。実際、GF14h が壊れている「日本晴」という品種に機能型 GF14h を導入すると、30°Cにおいて ABA の休眠効果が弱まり、結果として発芽が早まることが確認されました (図 2)。

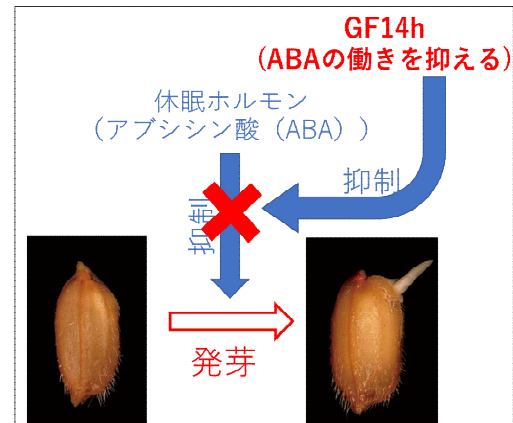


図1: GF14hによる発芽制御機構

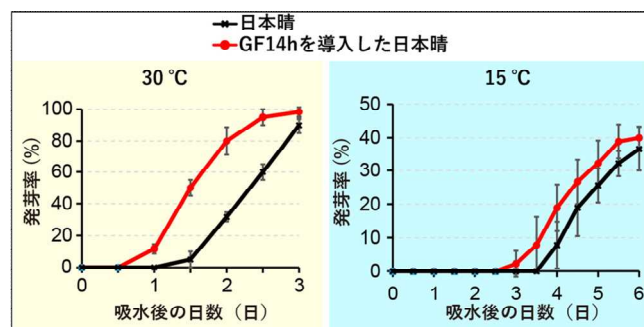


図2: GF14hは30°Cにおいて発芽を促進する

興味深いことに、現在、日本で栽培されている多くの品種 (天のつづ、コシヒカリ、ひとめぼれ、等) は「壊れた GF14h 遺伝子」を持つのに対し、古い品種 (愛国、銀坊主、等) は「機能型の GF14h 遺伝子」を持つことが分かりました。これは、イネの育種過程で、「機能型の GF14h 遺伝子」から「壊れた GF14h 遺伝子」へ、つまり「発芽しやすい品種」から「発芽しにくい品種」への選抜が起きたことを示唆しています。この原因ははっきりしませんが、穂発芽 (収穫前の長雨等で穂についたまま発芽してしまうこと) への対処のために「発芽難」への選抜が起きた可能性が考えられます。

【成果の意義】

本研究で見つかった GF14h を利用することで、人為的に発芽を制御することが難しい直播栽培に適した (現状の品種より迅速な発芽特性を持つ) 品種の育成が可能となります。さらに、GF14h はイネの遺伝子ですが、相同な遺伝子は他の作物でも見つかっており、その機能も共通していると考えられることから、イネ以外の様々な植物における発

芽制御にも利用可能であると考えられます。

【掲載誌・論文】

・掲載誌：『Nature Communications (ネイチャー コミュニケーションズ)』(Springer Nature)

・公開：令和4年9月29日

・論文タイトル：Genome-wide association study identifies a gene responsible for temperature-dependent rice germination (ゲノムワイド関連解析によりイネの温度依存的発芽を担う遺伝子を見出した)

・著者：吉田 英樹^{1,2}，平野 恒²，矢野 憲司^{2,3}，Fanmiao Wang²，森 政樹²，川村 真結子²，瀬瀬 永里子²，服部 将子²，Reynante Ordonio²，Peng Huang²，山本英司⁴，松岡 信^{1,2}

・著者の所属：

1. 福島大学・食農学類附属発酵研究所
2. 名古屋大学・生物機能開発利用研究センター
3. 理化学研究所・革新知能研究センター
4. 明治大学・農学研究科

(お問い合わせ先)

食農学類特任助教 吉田 英樹

食農学類支援室

電話：024-504-2837

メール：hyoshida@agri.fukushima-u.ac.jp