

「イネの冷害が起こる仕組み」の定説を覆した！

～低温による葯の構造異常と花粉不稔の関りに直接の因果関係はないことが判明～

ポイント

- ・ 80年間定説とされてきたイネの冷害が起こる仕組みを見直すことに成功。
- ・ 低温による葯の構造異常の頻度と花粉不稔の程度から2つは直接の因果関係はないことが判明。
- ・ イネの低温耐性を強化するための遺伝的指標としての利用に期待。

概要

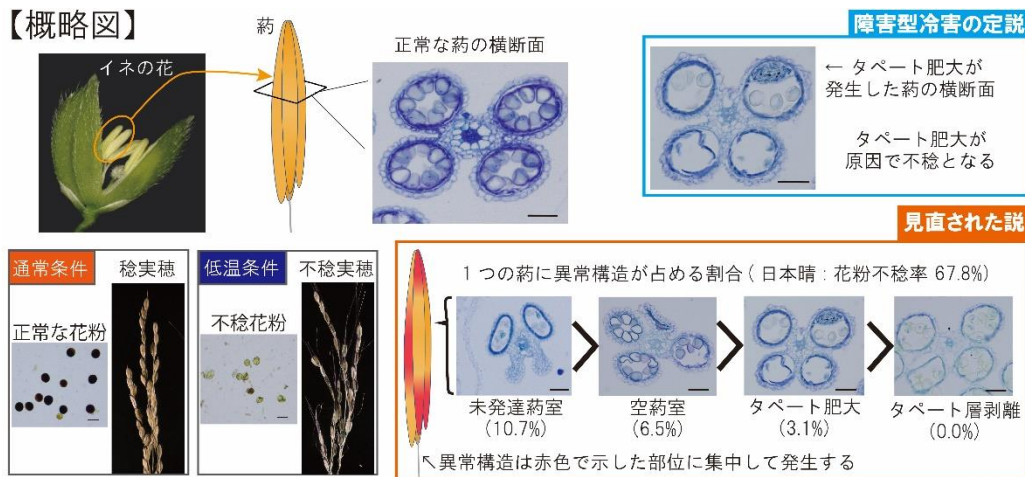
北海道大学大学院農学研究院の貴島祐治教授と同大学院農学院博士課程の山森晃一氏らのグループは、80年間定説とされてきたイネの冷害が起こる仕組み－イネの低温による花粉稔性の低下と葯のタペート層（花粉と接する細胞層）の肥大の相関関係－を見直しました。

イネは、花粉が発達する穂ばらみ期に低温にあうと花粉の正常な発育が損なわれ（花粉不稔）、米（種子）ができず冷害（障害型冷害）が起こります。障害型冷害には多くの研究報告があり、いずれも葯のタペート層（花粉と接する細胞層）と花粉不稔の間に一貫した相関関係があるとしています。これらの研究の結果は、耐冷性と感受性の限られた品種間での比較に基づいたものです。

本研究では、耐冷性の程度が異なる13品種を対象とし、低温ストレスに応答して変化する多様な葯の構造異常を明らかにすることができました。全体の異常の中でタペート層肥大の頻度は、相対的に低いことがわかりました。さらに低温による葯の構造異常の頻度は、花粉不稔の頻度よりもはるかに低いことから、葯の形態異常は低温ストレスへの応答の結果であり、花粉不稔の直接的な原因ではない可能性が強く示唆されました。興味深いことに、構造異常は葯の3領域に集中して発生していました。

本研究における包括的な解析により、80年ぶりに葯の組織構造と花粉不稔の関係が見直され、品種の低温感受性に依じて葯形態が異なることを示しました。イネにおける穂ばらみ期の葯の構造異常は、花粉不稔の直接的な原因ではありませんが、品種ごとに現れる葯の構造異常を特徴化することで、イネの低温耐性を強化するための遺伝的指標として利用できると期待できます。

なお、本研究成果は、日本時間2021年7月7日（水）公開のAnnals of Botany誌に掲載されました。



定説（上段）と見直された説（下段）

【背景】

イネ (*Oryza sativa*) は、花粉を発達させる時期に低温に遭遇すると障害型冷害を生じます。障害型冷害は、低温により花粉が正常に発達できない不稔に起因する現象です。花粉が不稔になると受精が起きないために、イネが種子つまり米を作れず冷害になります。1940年代から、この冷害は葯の内部にある花粉と接するタペート層の肥大が原因とされてきました。本研究では、イネの生殖生長期の低温ストレスによる葯の異常と花粉不稔の関係が、タペート層肥大だけの要因で説明できるかどうかを再検討しました。

【研究手法】

低温に対する感受性が異なる 13 品種について、イネの穂ばらみ期に 4 日間の 12°C の低温処理を行った後、処理直後と開花期に葯を採取して横断面を観察しました。低温処理が葯の内部形態、花粉稔性、花粉数に及ぼす影響を解剖学的に評価しました。

【研究成果】

穂ばらみ期と開花期、両ステージそれぞれで 4 種類の葯の形態異常が観察されました。花粉不稔は、未発達の葯室の頻度と正の相関がありましたが、一般的に言われているようなタペート層肥大との関係はありませんでした。低温で栽培された感受性品種の中には、葯の形態異常よりも花粉不稔の頻度が高い品種や、葯の形態異常を伴わずに花粉不稔が顕著に高い系統もありました。形態異常の多くは、大小の葯室の中の特定の場所のみ発生していました。葯の長さは低温処理によって短くなる傾向があり、花粉数と正の相関がありました。ある品種では、低温ストレス下で花粉数が大幅に減少しましたが、花粉自体は稔性でした。以上の結果から低温ストレスによる葯の構造と花粉の不稔や減少は、従来のタペート層肥大では説明できないこと、多様な遺伝的な制御が関わっていることが裏付けられました。

【今後への期待】

低温ストレスによる葯の異常と花粉不稔の複雑な関係の背景には、多様な遺伝的要因があると考えられます。イネにおける穂ばらみ期の葯の構造異常は、花粉不稔の直接的な原因ではありませんが、品種ごとに現れる葯の構造異常を特徴化することで、イネの低温耐性を強化するための遺伝的指標として利用できると期待できます。

【謝辞】

本研究は科学研究費基盤研究 A (19H00937)、北海道大学「ロバスト農林水産工学研究プログラム」及び農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業、イノベーション創出基礎的研究推進事業の支援を受けて行われました。

論文情報

論文名 Revision of the relationship between anther morphology and pollen sterility by cold stress at the booting stage in rice. (イネの穂ばらみ期の低温による葯形態と花粉稔性の関係性の見直し)

著者名 山森晃一¹, 小笠原慧¹, 石黒聖也¹, 小出陽平¹, 高牟禮逸朗¹, 藤野介延¹, 佐藤 裕², 貴島祐治¹ (¹北海道大学大学院農学研究院, ²国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター)

雑誌名 Annals of Botany (植物学の専門誌)

D O I 10.1093/aob/mcab091

公表日 2021年7月7日(水) (オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学大学院農学研究院 教授 貴島祐治 (きしまゆうじ)

T E L 011-706-2439 F A X 011-706-3341 メール kishima@abs.agr.hokudai.ac.jp

U R L <https://www.agr.hokudai.ac.jp/r/lab/plant-breeding>

配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【用語解説】

- *1 タペート層の肥大 … 葯の最も内側に存在するタペート層が、低温ストレスによって肥大化する現象。タペート層は葯から花粉へデンプンの分解物などを輸送する働きを担っている。低温ストレスによってデンプンが分解されなかったり輸送機能が妨げられたりすることにより、デンプンがタペート層に蓄積することで肥大が発生するとされる。
- *2 花粉不稔 … 花粉は葯の中で発育するが、発育初期は小孢子と呼ばれ、花粉に成熟するための栄養細胞や雄原細胞が分化する前の状態にある。この時期に低温に遭遇すると発育が妨げられ花粉として成熟できない。不稔の花粉は、未発達の花粉や崩壊した形状を持ち、雌しべに受粉しても受精できない。
- *3 障害型冷害 … 冷害は寒さにより米の収量が著しく減り不作となる現象。障害型冷害は、イネの花粉が発達する時期に低温にさらされることで冷害になること。花粉の発達が妨げられると、イネの花は結果として受精ができず、種子(米)が実らない。全国的に米不足に陥った'1993年米騒動'は大規模な障害型冷害が発生したことが原因とされている。
- *4 イネの穂ばらみ期 … イネの開花10-14日前にあたる時期で、イネの一生のうち最も低温ストレスに弱い時期。この時期は花粉の発達初期段階にあたり、低温は花粉の発達を妨げ、障害型冷害を引き起こす。

*5 葯室 … 葯は4つの部屋に分かれており、それぞれの部屋の内部で花粉が発達する。葯室は比較的サイズが大きい2つ（大葯室）と小さい2つ（小葯室）に分けられる。