



Title	イネの低温ストレスによる攪乱反応の理解と育種学的ゲノミクス研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	山森, 晃一
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第14811号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85555
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Yamamori_Koichi_review.pdf, 審査の要旨



【課程博士】

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（農学） 氏名 山森 晃一

審査担当者 主査 教授 貴島 祐治
副査 教授 久保 友彦
副査 教授 藤野 介延

学位論文題名

イネの低温ストレスによる攪乱反応の理解と育種学的ゲノミクス研究

本論文ではイネ (*Oryza sativa* L.) の穂ばらみ期の低温ストレスによる攪乱反応の理解を目的に、蒴の形態観察とゲノミクス解析を行った。穂ばらみ期は蒴の内部で花粉が発達する時期で、低温ストレスは不稔花粉を発生し、結果として収量の低下を招く。これまでイネの穂ばらみ期耐冷性に関わる研究は多く行われてきたが、その多くは明確に異なる低温感受性程度を示す 2 品種の比較によって行われている。本論文では主に、10 以上のイネ品種を用いて研究を行うことで、より多くの遺伝的バックグラウンドで共通するメカニズムに迫った。以下に各章の要約をまとめる。

第 2 章では、13 品種のイネにおいて、穂ばらみ期の低温ストレスによって生じる蒴の形態異常と花粉稔性の関係を調べた。すべての品種について、穂ばらみ期と開花期に低温処理を行ったサンプルとそうでないサンプルの蒴を観察し、蒴の形態的な異常を分類した。蒴の内部構造の異常は 8 つに大別され、これらの蒴室関連異常 (LRA: Locule-Related Abnormalities) は、蒴の特定の部位で発生していた。LRA には、これまで低温障害の発生原因とされてきたタペート肥大も含まれたが、本結果では不稔花粉の発生との相関関係は見いだせなかった。代わりに、未発達蒴室や空蒴室といった LRA の発生率は不稔花粉の発生率と相関関係を示した。これらの結果から、低温ストレスによる不稔花粉の発生は、タペート肥大の発生だけで説明できるほど単純な要因によるものではないことが判った。さらに、本研究の結果から、蒴の異常構造と花粉稔性の複数の要因が関係する新たなモデルを構築することができた。

第 3 章では、葉と蒴において特異的な H3K9me2 の分布パターンを明らかにすることで、体細胞と生殖細胞におけるエピジェネティックな発現制御機構の差異の検出を試みた。H3K9me2 はヒストン修飾の 1 つで、主に反復配列の発現抑制に関わる。蒴と葉で共通した傾向として、H3K9me2 は遺伝子よりも反復配列において圧倒的に多くみられた。反復配列の種類ごとでみると、セントロメアリピートやレトロトランスポゾンでは高い頻度で H3K9me2 の分布がみられた。蒴と葉で比較すると、蒴特異的に H3K9me2 が分布する領域の塩基長は葉のおよそ 2 倍で、H3K9me2 による反復配列の抑制は蒴で強く働いていること

が判った。一方で、器官特異的に H3K9me2 が分布する反復配列のうち、遺伝子のプロモーター領域に存在する配列の割合は葉の方が多かった。遺伝子のプロモーター領域に存在する反復配列に H3K9me2 が集積すると下流の遺伝子発現が抑制されることが知られ、実際に発現が抑制されている遺伝子を複数確認した。本研究で明らかになった葯と葉の H3K9me2 の分布パターンの違いは、器官特有の発現パターンを形成することが考えられた。

第 4 章では、イネ 14 品種を用いて穂ばらみ期の葯におけるトランスクリプトーム解析を行い、低温ストレスに関連する遺伝子の選抜を行った。各品種で発現変動因子を検出すると、14 品種すべてで同様の発現変動を示す遺伝子が複数存在した。14 品種で発現変動が共通した遺伝子は、穂ばらみ期のイネの葯において普遍的に低温応答を示す遺伝子であり、低温応答メカニズムを理解するために重要な情報を提供できる。次に、耐冷性に関わる遺伝子を選抜するため、遺伝子発現変動と耐冷性の相関分析を行った。その結果、耐性品種ほど発現変動が小さい遺伝子が多く選抜され、感受性品種に比べて耐冷性品種はゲノム全体の発現変動が小さい傾向にあることが判った。同様の傾向として、低温区における遺伝子発現量と耐冷性の相関分析から、耐性品種ほど低温条件下における発現量が低い遺伝子が多く選抜された。興味深いことに、過剰発現によって耐冷性を誘導する *OsMYB4* などの複数の低温耐性遺伝子の発現量が、耐性品種ほど低い傾向にあった。以上のことから、低温耐性品種ほど低温ストレスへの応答が少ないことが判った。耐冷性品種の '低温鈍感力' とも呼べる性質を解明することは、耐冷性イネ品種を育成するにあたって新たな戦略を提供できる。本研究を通して、発現パターンが耐冷性と顕著な相関関係を示す 100 以上の遺伝子を選抜している。これらの遺伝子に注目することで、低温鈍感力をもたらす仕組みが解明されることを期待する。

よって、審査員一同は、山森晃一氏が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。