

研究成果の紹介

イネの登熟期高温による背白粒発生と窒素追肥による抑制メカニズムの一端が明らかに！

【研究の背景】

現在、イネの登熟期にあたる夏季の極端な高温により、お米の背中部分が白く濁った背白粒等が多発し、品質が全国的に低下しています。高温で登熟したお米の背中側では、細胞内に十分なデンプンが貯まらず、デンプン粒の間に隙間ができます。お米の一部が白く濁って見えるのは、光がその隙間を通るとき、乱反射するためです。

これまでの研究で、お米の背中側にはデンプンだけでなくグルテリン、グロブリン、プロラミンといった貯蔵タンパク質が多く分布していることが知られています。しかし、なぜその背中側に集中して白濁が発生するのか、何が隙間をつくる要因となっているのか、これまで明らかにされていませんでした。また、背白粒発生の対策として、窒素を追肥すると発生が抑えられることは、生産現場でも広く知られるようになりましたが、追肥すると、なぜ背白粒が減り、その代わりに白濁のない透明なお米（整粒）が増えるのか、そのメカニズムも不明のままです。

そこで、近年筑後・久留米研究拠点（筑後市）に整備された先端の温暖化適応技術開発実験施設内において高温環境を再現し、そこで世界初の試みとなる、成長中の玄米の背中側の胚乳1細胞での代謝産物分析（ピコリッタープレッシャープローブエレクトロスプレーイオン化質量分析法¹⁾と、透過型電子顕微鏡観察とを組み合わせ、背白粒の白濁発生要因と追肥による発生抑制（玄米品質向上）のメカニズムを解析しました。

【研究の成果】

その結果、お米の背中側の胚乳細胞では、高温にあたった後、タンパク質合成が影響を受けていたことが分かりました。これにより、デンプンも貯蔵タンパク質も十分に貯まらず、本来貯蔵タンパク質を蓄積するはずのタンパク質貯蔵型液胞（PSV）を含む液胞様の細胞小器官が、デンプンとタンパク質を蓄積しないまま成熟期まで細胞質中に多数残った後、脱水することで、空隙ができ、お米の背中側が白濁することが分かりました¹⁾。

対照的に、予め窒素を追肥したイネでは、高温下でも、同じ背中側の細胞でタンパク質の合成が盛んに起こっていることが分かりました。これにより、デンプンと貯蔵タンパク質の両方が細胞内に隙間なく集積し続けた結果、白濁の発生が回避され（整粒になり）、お米の品質が向上することが明らかになりました¹⁾。

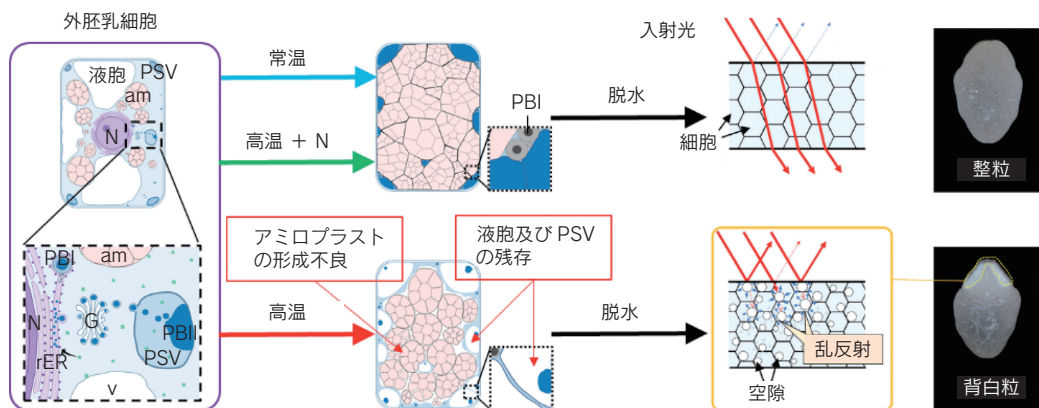
【おわりに】

今回のお米を対象にした細胞レベルの研究により、高温に伴って発生する背白粒と窒素追肥による発生抑制のメカニズムについての理解を大きく進展させることができました。今後、追肥後の葉の光合成の増加、葉からお米への糖の転流や、子実内のデンプン及びタンパク質合成等に関わっている遺伝子や酵素の特定を行うことで、高温登熟耐性品種の育成に貢献して参ります。

【引用文献】

¹⁾ Wada et al. (2019) *Journal of Experimental Botany* 70 (4), 1299-1311.

【水田作研究領域 和田博史】



高温に伴った背白粒の発生・窒素施与による玄米外観品質向上のメカニズム

お米の背側の胚乳細胞には他の部分と比べ、デンプンだけでなく貯蔵タンパク質（図中のPBIとPBII）が多く分布しています。高温下でタンパク質の合成が阻害されることによって、デンプンの合成と貯蔵タンパク質の合成の両方が滞ります。特に、貯蔵タンパク質タイプII（PBII）と呼ばれる貯蔵タンパク質は、タンパク質貯蔵型液胞（PSV）の中にグルテリンやグロブリンを集積させます。しかし、これが高温で阻害され、成熟期に至るまでPSVを含んだ液胞様構造が残存し続け、空隙（白濁）ができます。施肥により窒素レベルを上げると、高温下であっても、タンパク質合成が進行し、空隙の形成を回避することができます。図中のNは核、amはアミロプラスト（デンプン粒）、PSVはタンパク質貯蔵型液胞、rERは粗面小胞体、PBIは貯蔵タンパク質タイプI、Gはゴルジ体、vは液胞、を示しています。