

食品資源としての可能性を拡大させる澱粉育種

岡山大学資源植物科学研究所

松島 良

1. 研究の目的と背景

澱粉は植物が合成するグルコースの多量体であり、私達のエネルギー源としての主食である。また、澱粉は糖関連製品（甘味料、水あめ）、食品添加物（増粘剤、ゲル化剤）、工業製品（接着剤、印刷改良剤、洗濯糊、医薬品、化粧品）などの加工製品としても利用される。澱粉はその名の通り沈澱する粉であり、水中では不溶性である。そして、植物細胞内では直径1-100 μm の粒子を形成する。この粒子は「澱粉粒」と呼ばれる。植物種によって澱粉粒の形状は異なる。例えばイネの場合、小型の澱粉粒子が集合して1つの澱粉粒を構成する「複粒型」と呼ばれる澱粉粒を形成する。これに対して1つの澱粉粒子から構成される澱粉粒は「単粒型」と呼ばれる。イネの澱粉粒は複粒型、オオムギ、コムギ、トウモロコシは単粒型の澱粉粒を発達させる（単粒型に関しては、さらに細分化される）。澱粉粒の種間多様性は、イネ科植物の種子胚乳で特に顕著である。

異なる形状を示す澱粉粒は、異なる澱粉特性（製粉性、機能性、消化性、食味、食感、咀嚼・嚥下性等）を発揮する事が知られており、澱粉粒の形状は、澱粉の精製効率と加工特性を決定する重要形質であると考えられる。研究代表者は、澱粉粒の形状決定機構の解明を目指して研究を進めている。これまでに澱粉粒の形状を直接観察することにより、澱粉粒の形状に異常を示すイネの突然変異体のスクリーニングを行ってきた。本研究では、イネとオオムギを用いて、澱粉粒の形状に異常を示す突然変異体のスクリーニングを行った。イネとオオムギという共に重要穀類でありながら、複粒型と単粒型という正反対の形状の澱粉粒を発達させる2種類の作物を用いることで、新しい形状の澱粉粒を発達させる育種素材の効率的な作出を目指した。

2. 研究の方法

突然変異集団の作出はイネにおいては従来の方法に従い、1.3%のメタンスルホン酸エチル溶液中で種子（日本晴ならびにコシヒカリ）を6-7時間攪拌して変異原処理とした。種子からM1個体群を育成しM2種子系統群を回収し、突然変異体のスクリーニングに供した。オオムギにおいては、岡山大学資源植物科学研究所の佐藤和広教授ならびに久野裕准教授が作出したオオムギ突然変異系統集団（はるな二条ならびにMorex背景のM2ならびにM3系統）を分与していただき、突然変異体のスクリーニングに供した。

澱粉粒の観察は、研究代表者が以前に開発した簡便観察法を用いて行った。200 μL 用のプラスチックチップの先端を切断して切断部位にイネもしくはオオムギの種子を固定した。種子を保持したプラスチックチップを電子顕微鏡用のプロットリミング台に固定し、手技により簡易切片の作成を行った。得られた切片をピンセットで回収してヨウ素溶液を用いて澱粉粒を染色し、顕微鏡観察を行った。この簡便観察法はもともとイネ種子の澱粉粒の観察用に開発したものであるが、オオムギの種子においても明瞭に澱粉粒を観察することができた。

3. 研究内容と実施経過

簡便観察法を用いて、イネのM2系統、オオムギのM2ならびにM3系統のスクリーニングを行った。イネにおいては約2700系統由来のM2種子の澱粉粒を観察し、澱粉粒が巨大化する突然変異体を独立に9系統単離できた。一方オオムギでは、約1183系統に対して1系統あたり5粒ずつの種子のスクリーニングを行った。その結果、野生型では単粒型澱粉粒を発達させるオオムギにおいて、複粒型澱粉粒を発達させる突然変異系統を独立に6系統単離できた。また、野生型よりも細長い形状の澱粉粒を発達させる突然変異系統を独立に1系統単離できた。得られたオオムギ変異体の澱粉粒を簡便観察法により観察した像を図1に示す。

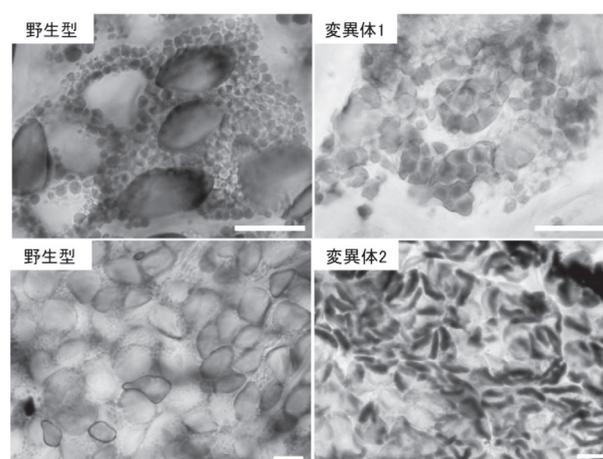


図1 本研究で得られたオオムギ突然変異体の澱粉粒。

変異体1が複粒型澱粉粒を発達させるオオムギ突然変異体。変異体2が細長い形状の澱粉粒を発達させる突然変異体。Bars = 20 μm

簡便観察法では、種子の胚乳の一部のみを使用して澱粉粒の観察を行うため、胚は無傷である。上記の突然変異体においては、観察後の種子を回収し育成を開始している。一部の系統ではすでに次世代の種子が得られており、澱粉粒の異常形状の変異が確かに遺伝することを確認できている。

4. 研究から得た結論・考察

本研究では、澱粉粒の形状に異常を示す突然変異体をイネならびにオオムギでスクリーニングを行った。この数年間イネにおいてスクリーニングを行ってきており、突然変異体の単離には成功していた。本研究により、オオムギにおいても同様のスクリーニングによって澱粉粒の形状異常変異体を単離できることを示すことができた。今後スクリーニングの規模を拡大することにより、イネならびにオオムギの両作物種において継続的に新しい突然変異体を単離することができるだろう。これまで単離しているイネの澱粉粒形状変異体では、程度の大小はあってもその全てにおいて澱粉特性（糊化温度、硬さ、水浸透性、炊飯性）が野生型とは異なっていた。オオムギはその種子部分だけでも食用、醸造用、麦芽用、飲用ならびに飼料用など様々な用途を持つ多用途作物である。新しい形状の澱粉粒を発達させるオオムギ突然変異体の単離を通して、新しい澱粉特性のオオムギを育種することができれば、様々な用途でのオオムギの利用可能性の拡大が期待できる。

5. 残された問題、今後の課題

本研究では、イネとオオムギの突然変異体の単離に注力した。今後は、これらの突然変異体の解析を進める必要がある。表現型の詳細解析、特に澱粉物性の評価により応用可能性を評価できると思われる。一方、ゲノム情報の拡充により、遺伝学的手法を用いてイネならびにオオムギにおいても原因遺伝子の単離が可能である現状がある。本研究で単離した突然変異体の原因遺伝子を単離することにより、澱粉粒の形状決定に関わる新規の遺伝子が同定できるだろう。澱粉粒の形状決定に関わる遺伝子の大半は未知であり、本研究で得られた突然変異体の解析がブレークスルーになると期待している。

6. 謝辞

本研究は、東洋食品研究所からの多大な研究支援により行うことができました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。また、本研究で用いたオオムギ突然変異系統は、岡山大学資源植物科学研究所の佐藤和広教授ならびに久野裕准教授が作出された材料を分与していただきました。佐藤和広教授、久野裕准教授、文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクトに感謝申し上げます。

7. 成果発表

松島 良, 久野 裕, 藤田直子, 佐藤和広
オオムギを用いた澱粉粒の形についての研究
第12回ムギ類研究会（京都大学）
平成29年12月16-17日