

雑穀種子における貯蔵物質の蓄積構造に関する構造解析

作物学研究室 高草木 雅人

指導教官 松田 智明

雑穀はアジア・アフリカの亜熱帯気候地域における主要な食糧資源であり、飼料作物としての利用価値も高い。またわが国においては、稲作文化以前には主穀として、近代までは備荒・救荒作物として広く栽培されていた。近年では健康食品としての注目が集まり、栄養学的な研究が進められているが、雑穀の子実生産に関する知見は乏しい。そこで本研究では、雑穀種子の貯蔵物質蓄積に関する知見を得るために、イネ科雑穀のモロコシ、ヒエ、アワ、キビ、ハトムギの登熟中の種子を供試し、走査電子顕微鏡 (SEM) および光学顕微鏡によって構造解析を行った。

モロコシ (*Sorghum bicolor* Moench)

出穂後7日はシンク形成中とみられ、胚乳細胞には長径 $1\mu\text{m}$ 未満のプラスチドがわずかに存在していた。出穂後11日になると胚乳組織形成はほぼ完了していた。胚乳基部と珠心突起の間に液腔が認められ、液腔に沿って細胞壁内部突起を有する糊粉層転送細胞が約1層配列した。この時期に、胚乳基部では長径 $2\sim 6\mu\text{m}$ のプラスチドが認められ、中央部ではプラスチドにデンプンが蓄積されるとみられた。周辺部では長径 $2\sim 10\mu\text{m}$ のアミロプラストが認められ、アミロプラスト間に長径 $0.5\sim 1.0\mu\text{m}$ のタンパク顆粒が多数認められた。周辺部では、出穂後24日にアミロプラスト間でマトリックスプロテインが認められ、アミロプラストの肥大・発達およびタンパク質の蓄積により出穂後30日には細胞内の隙間がほとんど認められなくなった。以上から、貯蔵物質の蓄積は周辺部から中央部、基部に向かって進行すると考えられた。なお胚盤近傍の胚乳細胞は、登熟中細胞内の空隙が満たされることはなく、出穂後30日にはデンプンの分解像が認められた。

ヒエ (*Echinochloa utilis* Ohwi et Yabuno)

出穂後7日には胚乳各部位において細胞内に長径 $1\sim 2\mu\text{m}$ のプラスチドが認められた。出穂後11日頃には子房が最大長に達し、胚乳基部に糊粉層転送細胞が存在していた。胚乳基部では、くびれや突起を生じたプラスチドの増殖像が認められた。アミロプラストは周辺部において最も密に詰まっていた。この時期頃には胚乳各部位においてタンパク顆粒が認められた。周辺部ではマトリックスプロテインとみられる構造がアミロプラスト間を充填していた。出穂後19日以降種子が完熟するとみられ、貯蔵物質の蓄積は周辺部から、中央部、基部へと進行すると考えられた。なお、胚乳基部は収穫期においても細胞内の空隙が大きく、依然増殖中とみられるアミロプラストが存在した。胚盤近傍の胚

乳細胞では、細胞内の空隙が存在し、デンプンの分解像が認められた。糊粉層転送細胞およびその近傍では多数の板状の粗面小胞体が認められ、同化産物の輸送に関与する構造と考えられた。

アワ (*Setaria italica* Beauv.)

出穂後17日において、糊粉層転送細胞には多数の板状の粗面小胞体が認められた。胚乳基部および中央部では長径1~5 μ mの球形のプラスチドが存在し、増殖中とみられる突起やくびれ、赤道面に溝を生じたプラスチドも認められた。中央部では内部にデンプン粒を含むプラスチドも存在していた。周辺部では長径3~5 μ mのアミロプラスチドが認められた。周辺部では貯蔵物質の蓄積が活発に行われ、出穂後22日に細胞内の空隙が認められなくなり、周辺部に次いで中央部、基部の順で蓄積が進行すると考えられた。周辺部では多量のタンパク顆粒が存在し、さらに出穂後32日にはアミロプラスチド間にマトリックスプロテインが存在していた。胚盤近傍の胚乳細胞は、出穂後22日には細胞内の空隙が大きく、少糖様の骨格構造が認められたが、出穂後38日にはこれらの細胞は扁平化し、さらにデンプンの分解像が認められたことから、胚乳および胚への同化産物の輸送経路、または一時的な貯蔵領域であると推察された。

以上より、モロコシ、ヒエ、アワの貯物質の蓄積は、胚乳周辺部から中央、基部に向かって進行するとみられ、同化産物は胚乳基部から周辺部へと輸送されると推察された。さらに、胚盤近傍の胚乳細胞も輸送経路の可能性が示唆された。背部維管束から輸送された同化産物も珠心突起においてアポプラスチドへと放出され、糊粉層転送細胞によって胚乳内に急速に吸収されると考えられた。貯蔵タンパク質はタンパク顆粒およびマトリックスプロテインであることが示され、タンパク顆粒がマトリックスプロテインに先行して存在することが明らかとなった。これらの特徴はキビおよびハトムギにおいても同様であると考えられた。

今後さらに雑穀種子における登熟機構の解明を進めるために、TEMによる蓄積構造の微細構造解析を詳細に行うとともに、背部維管束から珠心突起までの同化産物の輸送機能および余剰水分の排水機構に関して検討することが必要である。これらの知見の蓄積もイネ・コムギなどのイネ科作物全般の登熟機構に関する理解を助けるものと考えられる。