

作物学研究室 渡部 健一

指導教員 松田 智明

一般に市販されている精白米には米粒の一部，あるいは全体に白色不透明部を有する米粒，つまり不完全登熟粒が必ず混入している。また，米の等級検査の際に外観品質は重要な要素であり，不完全登熟粒はその重要な指標となっている。しかし現在，不完全登熟粒の炊飯に伴う粒形の変化や，微細骨格構造についての知見は乏しい。本研究は不完全登熟粒について，炊飯に伴う粒形の変化と微細骨格構造についての知見を得ることを目的とした。方法は走査型電子顕微鏡を用い，炊飯により不溶性デンプンが可溶性デンプンへと変化し，可溶性デンプンの形成した微細骨格構造を観察した。

第1章では炊飯に伴う不完全登熟粒の粒形変化と表面構造を観察し，検討した。平成16年茨城県稲敷郡産のコシヒカリの精白米5kgから不完全登熟粒（腹白米，心白米，乳白米，背白米）を選別して供試した。

完全米は炊飯前の米粒がほぼ相似拡大して炊き上がっていたが，それぞれの不完全登熟粒において，炊飯に伴う粒形の変化が著しかった。腹白米と乳白米は炊飯に伴う粒形の変化がとくに著しく，炊飯米表面に凹凸が多く，完全米よりも大型化した粒が多かった。これらの炊飯米の食感はべちゃべちゃして不良であった。心白米の炊飯米表面には内部の糊化デンプンが流出した小孔が特徴的に認められた。

完全米の炊飯米表面の一部には多孔質の網目状構造が認められた。しかし，不完全登熟粒の炊飯米では多孔質の網目状構造は少なく，一般に構造が緻密であった。それぞれの不完全登熟粒では炊飯米表面は全体的に小孔を有する厚い糊で覆われた構造が特徴的に認められた。乳白米ではこの他に一部にごく細かい繊維状の構造も認められた。

不完全登熟粒が炊飯に伴って著しい変形を生じたのは，白色不透明部のデンプンの糊化開始が透明部のデンプンより早く，流動性に富み，熱水中へ溶出して消失しやすいためと考えられた。さらに，白色不透明部を有する米粒の透明部のデンプンも完全米よりも糊化しやすく，膨潤しやすい可能性が考えられた。不完全登熟粒の炊飯米で完全米よりも表面構造が緻密であったのは，不完全登熟粒のデンプンの糊化開始が早く，完全米よりも長時間糊化状態が維持されたため，お粥炊飯のように一旦形成された多孔質の網目状構造が溶解して緻密化した可能性が考えられた。

第2章では炊飯に伴う不完全登熟粒の粒形変化と内部構造を観察し，検討した。

平成16年の茨城県稲敷郡産のコシヒカリにおいて最も混入が多かった腹白粒を供試した。炊飯開始から10，15，20，25，35分後の米粒を試料とした。

炊飯開始後10・15分までの米粒において，粒形の変化はみられなかった。

炊飯開始後 20 分の腹白粒では突出した部分が形成され、粒形の変化がみられた。完全粒ではデンプンの糊化は同心円状に求心的に進行することが多い。しかし、腹白粒では部分的に糊化が開始している箇所と、糊化は開始しておらずデンプン粒が吸水し膨潤したのみの箇所が存在し、非同円状、非求心的な糊化の進行が認められた。

炊飯開始後 25 分では、急速に糊化が進行し、米粒の不均等な膨張に伴う変形が顕著になった。断面では、米粒の中心まで糊化が進行していた。表面は糊化・流動化した薄い糊で覆われていた。

炊飯開始後 35 分(炊き上がり)では完全粒よりも腹白粒において著しい変形がみられた。

米粒の不均等な膨張・突出の要因による米粒の変形は糊化進行の遅速と非同円状、非求心的な糊化の進行は部位によるデンプンの質の差と登熟時のデンプン蓄積の不均等さによると考えられた。

第 3 章では炊飯に伴う不完全登熟粒の粒形変化と米粒内部における糊化進行について観察・検討した。炊飯開始 20 分後の炊飯米を試料として不完全登熟粒における粒形変化の原因について詳細に検討した。

炊飯開始後 20 分の完全米の外観はほぼ相似拡大していたのに対して、腹白米では著しい粒形の変化が認められた。腹白米の米粒内部では糊化が開始していない細胞群と糊化の進んでいる細胞群が認められた。糊化の開始していない箇所は断面では円形に認められ、その周囲の細胞では細胞の外側から内側に向かって糊化が進行していた。糊化の遅い細胞群は米粒の中心部だけでなく、米粒の外周部にもみられた。一方、炊飯開始後 20 分では完全米の場合、米粒中心部のみが糊化しておらず、求心的かつ同心円状に均一に糊化が進行している粒が多くみられた。このことから、腹白米の透明部では糊化が米粒の表層から中心に向かって求心的かつ同心円状に進行していたのではなく、糊化開始温度の低いデンプン粒が存在する部分から糊化が先行していたと考えられた。これは腹白米の透明部には糊化開始温度が異なるデンプン粒を含む細胞群が混在していたためと考えられた。

糊化していない細胞群の最外部では細胞の外側から糊化が進行して網目状構造になっていたが、細胞の内側では糊化が進んでおらず、アミロプラストとデンプン粒の形が明瞭に確認できた。腹白米では米粒内に糊化開始温度が異なるデンプン粒を含む細胞群が存在することによって、完全米のような求心的かつ同心円状の糊化の進行が妨げられ、糊化開始温度の低い部分から不均一な糊化が進行することによって、炊飯に伴う不均一な粒形変化が生じると考えられた。

以上より、不完全登熟粒は白色不透明部を有することで外観上品質が低下する要素をもつ。また、白色不透明部は早期に糊化し、熱水中へ溶出してしまう。それに加え、本研究では一般に外観品質上問題ないとされる透明部でも炊飯過程において不均一な糊化が起こり、結果として著しい粒形変化への要因になると考えられた。さらに、この著しい粒形の変化は炊飯米の食感を低下させ、不完全登熟粒の食感をべちゃべちゃとしたものにし、食味の低下へとつながる可能性が示唆された。よって、不完全登熟粒の割合が多い米は食味が良くないものと考えられた。