氏名（本籍）	青木 法明
学位の種類	博　士（　農学　）
学位記番号	博　甲　第　　7380　　号
学位授与年月日	平成　27　年　3　月　25　日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	米粉パン適性に関する育種学的・生理学的研究

主査	筑波大学准教授（連係大学院）	博士（農学）	田中　淳一
副査	筑波大学教授（連係大学院）	博士（農学）	高橋　良二
副査	筑波大学教授（連係大学院）	農学博士	乙部　千雅子
副査	筑波大学教授	理学博士	藤村　達人

論　文　の　要　旨

近年、新興国における食料需要の増大などを受け、食料の国際価格は高止まりの傾向にある。我が国は多くの食料を輸入に頼っていることから、食料自給力を維持・拡大することが必要となっている。しかし、食料自給率はカロリーベースで約 39%であり、この数十年、低下し続けているのが現状である。これは、我が国において唯一自給可能な主要穀物である米の消費量の減少が主因とされる。イネは我が国の気候・風土に適応し、栽培の容易さや生産量の安定性の面でも優れた作物であり、将来にわたる食料の安定確保のために、米の消費拡大が求められている。

米粉の利用は、米の消費拡大の方策として重要視されている。近年の技術開発等により、米粉は多様な食品に活用されるようになっており、その中でも米粉のパンへの利用は期待も大きく、米粉の消費量は増加している。しかし、米粉の消費量は小麦粉のそれと比較して遙かに少ない。その理由として、コストと品質について解決すべき課題があることが挙げられる。米粉は小麦粉と比較して生産･製粉コストが高い。また、米粉パンは小麦粉パンより膨らみにくく、保存中の硬化が速いことから､膨らみと硬化速度についての改善も求められている｡本研究は、技術開発によりコスト削減と製パン特性を改善することで、米粉の普及に貢献することを目指すものである。

まず、低コスト化を目的に、多収品種 9 品種を用いて米粉パンの形状、膨らみ、硬さについてコシヒカリの米粉パンと比較した。その結果、多収品種のパンは形状や膨らみはいずれもコシヒカリのパンと同等か優れていたが､2 品種は硬くなりやすいために不適であった｡不適な 2 品種のうち 1 品種は、デンプンの一成分であるアミロースの含量が高く、もう 1 品種は、もう一つのデンプンの成分であるアミロペクチンの長鎖割合が高いことを明らかにした。

次に、製パン特性の改善に向けた基礎的研究として、デンプン特性の異なる 26 品種・系統を用い、アミロースとアミロペクチンの特徴と製パン特性の関係をより詳細に調査した。その

結果、アミロース含量が高いほどパンの膨らみは良いが硬化しやすいことを確認し、アミロペクチンの長鎖割合が高いとパンの形状には大きく影響はしないがパンの硬化が早いことを明らかにした。また、アミロース含量よりもアミロペクチンの鎖長の方がパン硬化速度への影響が大きいことも示した。

上記の結果を受け、アミロペクチンの短鎖割合が高いデンプン枝付け酵素 I（SBEI）の変異体やデンプンリン酸化酵素（Pho）の変異体を用いて米粉パン特性を評価した。製パン 1 日目ではいずれの変異体のパンもコシヒカリのパンと同等の硬度であったが、パン硬化速度（1 日あたりのパンの硬さ変化）はコシヒカリのパンより著しく低く、これらの変異を持つ品種を用いることで硬化しにくい米粉パンができることが明らかとなった。この結果は、米粉パンにとどまらず、小麦等他の穀物を利用したパンの硬化速度の低下にも、重要なヒントを与え得るものと考察された。

また、登熟中の温度が低いほどアミロペクチン短鎖割合が高くなることが既に知られている。そこで、3 品種（コシヒカリ、タカナリ、ひとめぼれ）について移植日を 3 段階（5 月、6 月、7 月）に分けて栽培し、開花時期をずらすことで登熟気温を低下させ、アミロペクチン短鎖割合を高めた米を得た。これらの米粉を用いて米粉パン特性を評価したところ、登熟気温はパン硬化速度との間に有意な正の相関があることを明らかにした。この結果は、低温で登熟した米の米粉パンは柔らかさを維持できることを示すものであり、低温条件下で登熟する地方の米や、麦跡の晩植栽培による米の利用の可能性を大きく広げることを期待させるものであった。

本研究により、多くの多収品種は米粉パンに向いていること、短いアミロペクチンを持つ品種や低温で登熟した米を用いることで硬化しにくい米粉パンができること等を明らかにした。今後は、多収穫品種に SBEI 変異体や Pho の変異体を導入した品種や、複数の変異体の特徴を併せ持つ品種の開発などにより、より低コストで栽培でき、米粉パンに向く品種開発が進むことで、米の消費拡大に繋がり、ひいては我が国の食料安定確保の寄与に貢献することが期待される。

審　査　の　要　旨

我が国の農業研究の重要項目である「米粉パン」については、従前、製粉技術等の食品工学的アプローチは多かった。このような中、米粉パンの普及を目的に「米粉」の原料である「米」が本質的に抱えるコストと品質の改善に向けて、正面から取組んだ内容はオリジナリティーがあり、高く評価できる。本研究において著者は、低コスト化を目的として多収品種の製パン特性を調査し、その中で、デンプンの特性、特にアミロペクチンの鎖長が、米粉パンの普及に向けて重要な課題である「硬化が速い」という特性に大きな影響を与えることを見出した。さらにアミロペクチンの鎖長が短い変異に着目し、それらがパンの硬化速度を顕著に低減させる効果があることを見出し、硬化速度の遅い米粉パン品種の開発に向けた道を拓いた。加えて低温条件下で登熟した米も同様の効果があることを見出した。これらは、今後の米粉パンの普及に向けて重要な成果であるとともに、小麦等のパンの研究にも重要な示唆を与えるものであった。

平成27年1月21日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。