

氏 名	め さき たか まさ 崎 孝 昌
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	論 農 博 第 2436 号
学位授与の日付	平 成 14 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	高性能製粉に関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 池 田 善 郎	教 授 笈 田 昭	教 授 梅 田 幹 雄
--------	----------------------	-----------	-------------

### 論 文 内 容 の 要 旨

これからの小麦製粉は希望する品質の小麦粉製品をいかに低コストで安定生産し、付加価値の高い製品を供給できるかが課題である。このような背景のなかで、国内製粉業界の現況は、低灰分の小麦粉の高効率生産を目標としており、従来方式の原麦製粉では自動化技術などの導入により、さらなる省力化と安定生産が要求される。この自動化技術の確立にはロール摩耗による品質変動の問題を解決することが重要である。一方、精麦製粉ではショートプロセスによる製粉システムの高性能化と付加価値の高い小麦粉製品の生産が課題となる。精麦製粉では、製造プロセスの特徴を活かした栄養価値の高い小麦粉製品の生産を実現するために、小麦粒表層部の特性を把握することが重要である。また、糊粉層を含む小麦粉を評価するため、従来からの灰分測定法を見直し、新たな評価法を確立する必要がある。そこで、基礎実験として小麦粒の物性を微細構造的にとらえ、製粉における諸現象を新たな視点から考察した。さらに、小麦製粉の技術発展に向け、新しい試みを実証試験により検証したもので、次の各章で構成されている。

第2章では、小麦粒の物性について、微細構造と成分の関係を調べ、微小部の力学特性を明らかにした。まず、小麦粒の組織を観察し、組織形態の特徴を調べた。さらに、表皮・糊粉層などの高灰分物質を自家蛍光像として検出・識別し、小麦粉中の混入状態を確認した。このほか、小麦粒断面の元素分布、灰分測定前後の元素構成、元素分析の迅速化、官能基分布などについて検討した。つぎに、硬質と軟質小麦粒について、表層部の加水による硬さ変化を計測した。また、粉碎特性の違いについては、デンプン単粒および複合粒の微小変位特性に基づいて検証した。

第3章では精麦技術における効果的手法を微細構造的な観点から考察し、新技術を確立しようとした。精麦製粉では表皮を研削除去した精麦粒を扱うため、穀粒内への吸水が促進される。そこで、液体窒素を用いた氷晶の形成による組織変化から短時間内の吸水の様子を観察し、種皮が水の浸透を阻止することなどを明らかにした。このほか、精麦工程の直前加水による研削過程を砥粒単体の役割でとらえて考察した。さらに、原料小麦粒の中小粒を精麦作用と同時に回収し、分別粉碎する方法を試み、精麦性能および製粉効率などに対する有効性を確認した。また、高硬度金網の採用により、耐久性能を長期間維持させた。このほか、小麦粒表皮の研削除去による微生物および残留農薬の低減効果を確認した。

第4章では、製粉技術における最も重要なロール粉碎を中心に扱った。特に、製粉ロールは機能部材として重要な役割をもっている。ロール粉碎はブレイキ工程とリダクション工程に分けられ、前者は目立てロール、後者は梨地ロールを使用する。原麦製粉における小麦粒の破碎性能は、ロール歯形の摩耗によって変化することが予測され、従来からのチルド鋳鉄ロールを対象とし、最も過酷な1番目のブレイキ工程におけるロール摩耗現象を考察した。その結果、高速側と低速側ロールで特徴的な摩耗形態を示し、製粉性能への影響は小麦粒のせん断面の切り口の形状に現れ、未粉碎小麦粒、損傷デンプンおよび微粉の割合が増加した。また、灰分値は微増の傾向を示すものの、自家蛍光像による測定では表皮の混入率は2ヶ月間使用時が最も低くなった。さらに、新材質ロールは、摩耗量を従来ロールの約1/4に減少させ、ロール表面および粉碎原料の温度上昇を抑えることができた。このほか、スムースロールへの新材質ロール適用は均一な表面くぼみが形成され、安定した粉碎性能が得られた。従来ロールでは摩耗により粉碎性能が低下するため、ロール間隙を狭くする必要がある。その

ため、摩耗ロールの使用は負荷電流を増大させ、損傷デンプンが増加し、粒度分布特性などに影響を及ぼすのに対し、新材質ロールは長期間安定した粉碎品質が得られた。

第5章では、精麦製粉によって得られた糊粉層を多く含む小麦粉の二次加工特性について確認した。まず、小麦粉原料は、糊粉層と表皮の混入状況、元素成分および白さなどの特性を調べた。生地特性はやや硬さを示す傾向にあるものの、製パン特性は良好であり、糊粉層を多く含む小麦粉の有効性を確認することができた。このほか、原麦製粉による高灰分配合のパンは形状および比容積などで劣っていることが判明した。

## 論文審査の結果の要旨

本研究では、製粉技術の高度化にあたり、微細構造的な観点から新しい手法で小麦粒の物性をとらえ、今まではほとんど明らかにされていなかった製粉の諸作用を解明し、新規の知見が得られている。また、従来製粉と併せて精麦製粉の付加価値を高めるべく実用的研究もなされており、特に評価すべき点は、次の通りである。

- (1) 精麦技術によって、新たな視点から糊粉層成分を有効に利用した栄養価値の高い小麦粉の商品化を可能にしている。表皮の混入をできるだけ少なくし、糊粉層を多く含有した、しかも色の白い小麦粉が得られた。また、ミネラルを多く含む栄養価の高い小麦粉が得られ、製パン特性も良好なことから、新しい小麦粉製品として広く普及されることが期待される。
- (2) 小麦粉の新しい評価技術にあたり、共焦点レーザ走査顕微鏡を用いた自家蛍光信号の検出により小麦粒の糊粉層、表皮および胚乳組織を識別する方法を考案しており、独創性が認められる。これにより、従来困難であった糊粉層の簡易的な計測を可能とし、穀類の評価において広範囲に利用されることが期待される。
- (3) 従来、穀粒内の短時間における吸水現象をとらえることは困難であった。しかし、本研究では液体窒素の急速冷却に伴う氷結晶の生成による組織変化を観察し、微細組織と吸水の様子をとらえることに成功している。これによって、精麦粒の吸水作用と組織の関係を明らかにしている。また、白米の吸水メカニズムの解明などに適用できることから、新しい手法として高く評価される。
- (4) 製粉工場の省力化および安定化生産では、中小粒を精麦工程で回収分別した後、3番目のブレーキ工程に投入して製粉歩留まりを向上させている。さらに、プラズマ窒化技術の確立と耐久金網の開発、さらには高性能製粉ロールの開発では、革新的な生産技術開発によって精米・製粉業界に大きく貢献している。開発過程において、基礎研究および実用試験で微細構造的な観点から緻密に解析されており、新しい知見が得られている。
- (5) このほか、小麦粒の力学特性を微細構造から計測し、加水による硬さ変化、デンプン単粒・複合粒の破壊現象、表皮の破壊特性などを独創的な手法により解明している。

以上のように、本論文は、穀類加工における生産加工過程について、微細構造的に多彩な角度から追究し、多くの新しい知見と、小麦粉商品の新しい方向性を示したものであり、穀類加工技術・農産加工学に対し寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として、価値あるものと認める。

なお、平成14年6月19日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。