

米飯・米穀加工品の物性評価技術の開発(第2報)

吉村明浩、大津崇、鈴木寿

Evaluation of Physical Properties of Rice Noodle using Reometer(Ⅱ)

Akihiro YOSHIMURA, Takashi OTSU and Hisashi SUZUKI

米粉はパンや菓子などに用途が広がっている。米粉麺もその一つであり、品質管理のために数値化可能な物性評価方法が求められている。麺の硬さや弾力のような力学的特性は感覚的に評価・表現することも可能だが、製造や出荷管理には数値指標が必要となる。そこで本研究では、レオメーターを用いた物性測定法を検討し、その方法を用いて加熱加工処理が生麺にもたらす影響を調べた。

1. はじめに

米粉は従来利用されてきた和菓子に加えて、麺類、パンや菓子類などに用途が拡大している。原材料の小麦粉を米粉に置き換えたり、一部に米粉を加えたりすることで、栄養成分組成を変えたり、新たな食感をもたせたりできる¹⁾。また米粉製品は小麦アレルギー対応食としても注目され、製麺技術の研究が進められており²⁾、本県においても小麦不使用(グルテンフリー)の米粉麺が製造・販売されている。

米粉を使用したパンや麺類は従来製品と比較してももちりしていると表現される¹⁾。この「もちり」という力学的特性の表現、すなわち食感(テクスチャー)を表現する用語は体系化が進められており³⁾、調理済み品では食感を共有できつつある。ところで、力学的特性は製造や出荷の際の品質管理の指標としても有用である。製造現場ではヒトの感覚的な評価が重要であるが、再現性ある評価には熟練を要し、練度に差がある作業員や消費者には正確に伝えきれない場合もある。加工途中の生地や、調理前の製品ではテクスチャー用語を使用した官能評価のみでは表現が難しい場合もあり、機器分析により得られる数値表現が求められる。しかし統一した手法はなく、各々で分析条件を設定する必要がある。

ここでは米粉製品の中から米粉麺を取り上げ、レオメーターによる物性測定を試み、品質管理への利用について検討した。

2. 実験

2.1 材料

機械製麺した小麦不使用の米粉麺を用いた。本研究では麺を個包装した後、蒸気加熱処理した生麺(加熱処理麺)と加熱処理しない生麺(未処理麺)とを試験に供した。麺は角麺で、断面の幅および厚みはノギスで測定し、それぞれ加熱処理麺は1.7 (mm) × 4.2 (mm)、未処理麺は1.7 (mm) × 4.0 (mm)であった。

2.2 レオメーターによる物性測定

米粉麺の物性はレオメーター(不動工業(株)製)を使用した切断試験により測定した。プランジャーは切断応力用(ピ

アノ線)を用い、試料台上昇速度は6mm/secとした。解析はX-Yレコーダ/プロッタ TR-801(理化電機工業(株)製)の切断試験モードで行った。X軸に時間、Y軸に応力として応力変化を記録し、最大応力を強度 (g)、曲線と時間軸で囲まれた面積を仕事量 (erg) として求めた。強度と仕事量を断面積で除して、「切断強度(g/cm²)」、「切断エネルギー(erg/cm²)」を算出し、さらにSI単位に換算した。

2.3 電子顕微鏡による構造の観察

フェザーナイフを用いて麺線を幅方向に切断し、走査型電子顕微鏡 (SEM = Scanning Electron Microscopy, 日立ハイテクサイエンス TM3030) を使用して、加速電圧15 kVで観察した。

3. 結果及び考察

3.1 米粉麺の切断試験

まずレオメーター物性測定について、プランジャーと試験方式の選択を行った。製造過程での麺線を試料とする場合、せん断応力用 (V字型) プランジャーを用いた切断試験あるいはめん類引張用プランジャーを使用した引張試験では、切断時に溝に麺が詰まることや、固定した麺がずべることがあり再現性が問題となった。また麺線の評価と合わせて麺線を切出す前の麺帯の評価にも応用できることも考慮し、切断応力用プランジャーを用いた切断試験を採用した。

始めに加熱処理麺の切断試験を行い、応力曲線を記録した。応力曲線の形状は4回の試験で一致していた。ピアノ線と麺との接触から徐々に切断が進んで応力が増加し、破断後急激に荷重が低下したことから、柔軟性に欠け、割れるように切断されたと考えられた (図1A)。

次いで未処理麺の切断試験を行ったところ、未処理麺も応力曲線の形状に同一性が認められた。未処理麺は麺との接触から徐々に応力が増していくものの、破断後は荷重が徐々に減弱したことから、加熱処理麺とは異なり、軟らかく、離れるように切断されたと考えられた (図1B)。応力曲線の形状の違いから、米粉麺は加熱処理により物性が変化していることがわかった。

さらに、加熱処理麺と未処理麺の切断強度と切断エネル

ギーを調べたところ、加熱処理により切断強度は6.7倍に、切断エネルギーは4.8倍に上昇していた（表）。加熱処理はデンプンに糊化をもたらすことから、米粉デンプンが一部糊化して、麺強度が増したと推測された。応力曲線の形状および切断強度と切断エネルギーの物性値がいずれも、加熱の有無で明らかに変化している様子を示しており、レオメーターによる物性評価が作業工程毎の品質管理に使用できる可能性が認められた。

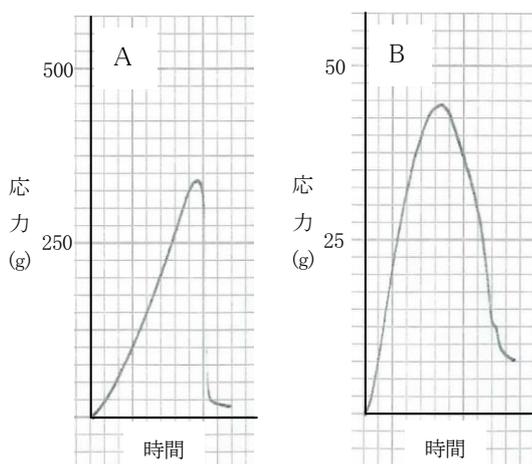


図1 各麺の切断試験で得られる典型的な応力曲線
A: 加熱処理麺、B: 未処理麺

表 米粉麺の切断試験 (n=4)

試料	切断強度 (N/m ²)		切断エネルギー (J/m ²)	
	平均	SD	平均	SD
未処理麺	72000	6500	94	5
加熱処理麺	480000	38000	450	71

SD: 標準偏差

3. 2 米粉麺断面のSEM観察

加熱処理麺および未処理麺の断面をSEMで観察した（図2）。未処理麺では米デンプン粒のはっきりした多角形構造が確認できた（図2A）。一方、加熱処理麺ではこの構造が崩れ、角のとれた状態が観察された（図2B）。ゆで麺や、蒸練工程を経た米粉では、デンプン粒が崩壊して、明確な網目構造が観察される^{2), 4)}。米粉デンプンは蒸練時間の経過、すなわち糊化の進行とともに、徐々に粒がつぶれて網目構造に発達する⁴⁾。真空包装後の加熱処理では、網目構造は観察されず、デンプン粒の状態は完全には崩れていないものの、粒はつぶれ、デンプンの糊化がかなり進行している様子であった。加熱処理麺の切断強度と切断エネルギーの上昇は、加熱による米粉デンプンの糊化が寄与していると考えられた。

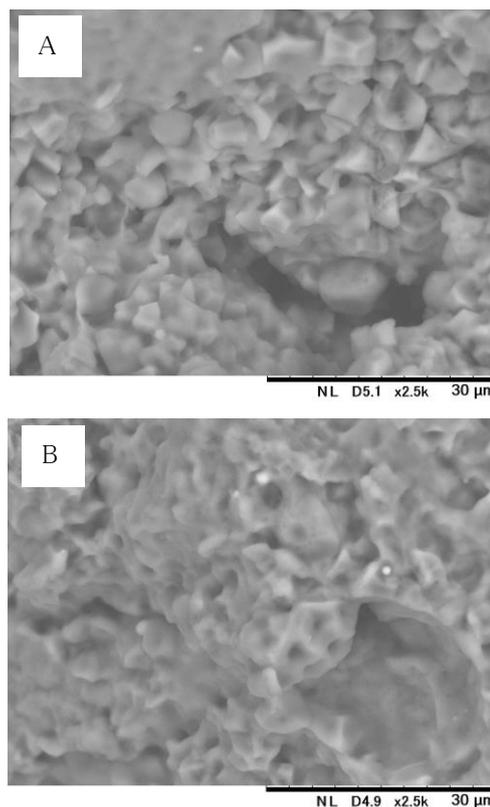


図2 米粉麺断面のSEM画像
A: 未処理麺、B: 加熱処理麺

4. まとめ

機械製麺により製造された米粉麺を使用して、レオメーターによる麺の物性評価方法を検討した。切断応力用プランジャーを使用した切断試験により、応力曲線の形状、切断強度値および切断エネルギー値から麺の特性を示せることがわかった。加工前後の物性値の違いも判断できることから、品質管理にも利用できると考えられた。

【謝 辞】

本研究の実施に当たり、米粉麺試料をご提供いただきました小林生麺(株)小林俊夫氏に深く感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 米粉の情報 米粉利用の推進について, 農林水産省, <http://www.maff.go.jp/j/seisan/keikaku/komeko/>
- 2) 常見ら, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, 8, 2010.
- 3) 早川ら, 日本食品科学工学会誌, 58(8), pp.359-374, 2011.
- 4) 大竹, 茨城県工業技術センター研究報告, 25, pp.48-50, 1997.