

製造法の違いが煎餅の物性に与える影響の調査

中川 力夫*

1. はじめに

筑波大学生命環境学群生物資源学類では、玄米からライスマルクを調整し、ライスマルクを煎餅の原料として利用できないか検討している。その一環として、煎餅製造試験を実施できる研究員を養成する必要があると考えているとのこと。このような背景のもと、筑波大学生命環境学群生物資源学類長からの依頼を受け、同大学の学生に煎餅製造技術を習得させることを目的として、オンリーワン受託研究制度における研究補助者として学生 1 名を受け入れ、煎餅製造試験を実施した。

2. 目的

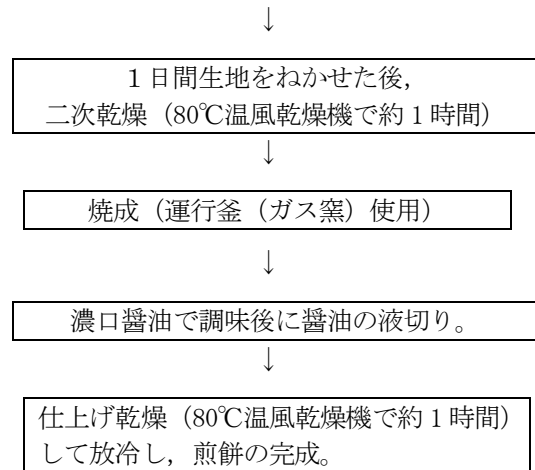
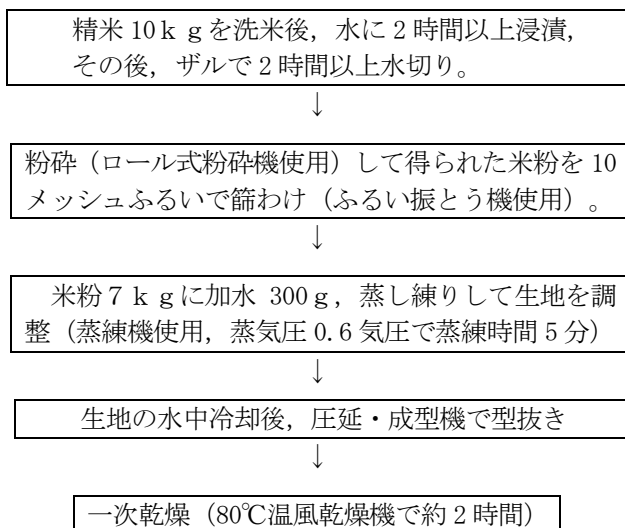
煎餅製造企業では、経験上、同じ原料米を使用しても製造法の違いによって煎餅の物性が異なることがわかっているものの、物性の違いを実験データ（硬度、比容積）として数値的に把握した事例は少ない。よって、学生に煎餅製造技術を習得させるだけでなく、製造法の違いが煎餅の物性に与える影響について調査することも目的とした。具体的には、「米粉からの煎餅製造」と「蒸し米からの煎餅製造」の二種類の製造法を実施し、得られた煎餅の物性評価を実施するとともに、筑波大学が調整したライスマルクによる煎餅製造試験を実施することを目的とした。

3. 研究内容

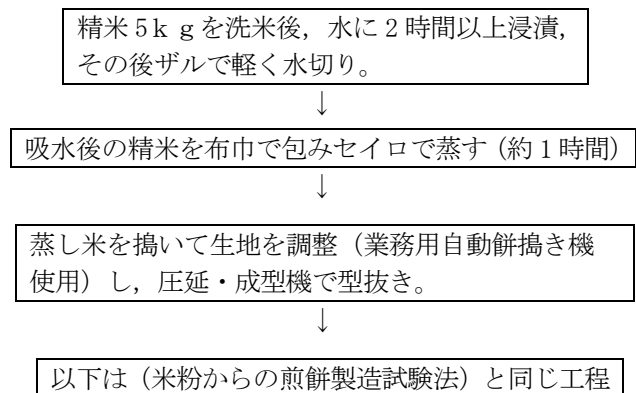
3.1 米粉及び蒸し米からの煎餅製造法

筑波大学から提供を受けた市販米（コシヒカリ精米）と濃口醤油（ヤマサ本醸造徳用濃口醤油）を使用して以下の方法で煎餅を試作した。

（米粉からの煎餅製造法）



（蒸し米からの煎餅製造法）



なお、米粉からの煎餅製造法でも蒸し米からの煎餅製造法でも、一次乾燥後の生地水分を 19% とし、二次乾燥後の生地水分を 13% とすることを目標として煎餅生地の乾燥を行った。また、運行釜による生地焼成は、ガス火の火力（ガス圧）を両製造法とも同じに設定したが、焼成時間は同じに設定しなかった。その理由は、両製造法で同じ焼成時間に設定すると、どちらか一方の煎餅生地が焦げすぎたり、生焼けになったりするためである。よって、焼成時間は、それぞれの生地の色がきつね色になる時間を最適焼成時間として設定した。具体的には、「米粉からの煎餅製造法」では 6.5 分、「蒸し米からの煎餅製造法」では 8 分とした。

3.2 生地水分測定法

一次乾燥前生地、二次乾燥前生地、白焼き煎餅の生地、調味煎餅の生地的水分は生地を細切した試料約 5g をケット科学研究所製赤外線水分計 FD800 型で測定し、それ以外の製造工程中の生地水分は重量変化から計算して求めた。

3.3 比容積測定法

「白焼き煎餅の生地」と「調味煎餅の生地」の各5枚の重量と体積を測定して比容積を求めた。具体的には、1ℓビーカーに直径2mmのガラスビーズをビーカーの目盛りで700mlまで入れ、ガラスビーズの体積をメスシリンダーで測定する。次に1ℓビーカーに煎餅生地5枚を入れ、直径2mmのガラスビーズをビーカーの目盛りで700mlまで入れ、ガラスビーズの体積をメスシリンダーで測定する。そして、ガラスビーズの体積の差を計算して煎餅生地5枚の体積とし、次に煎餅生地5枚の重量を測定し、比容積（煎餅生地1gあたりのml数）を求めた。

3.4 硬度測定法

タケトモ電機製テンシプレッサーTTP-50BXIIを使用した。測定条件は、煎餅生地の中央部が概ねテンシプレッサー試料台の中央付近にくるように生地を載せ、直径3mmの円が断面の円柱形プローブを使用し、クリアランスを0.01mm、プローブの貫入速度を1mm/秒としたときの最大応力ピーク（MAX STRESS）を測定し、煎餅生地10枚の平均値を求めた。

3.5 煎餅原料米の澱粉糊化特性測定法

ニューポートサイエンティフィック製ラピッド・ビスコ・アナライザーRVA-4を使用して煎餅製造試験に用いた原料米（市販コシヒカリ精米）の糊化特性を測定した。サンプルミルで原料米を粉砕して得られた米粉を50メッシュの篩で篩分けし、粒度が50メッシュ以下の米粉を供試した。米粉の水分を「3.2」で使用した水分計で求めた後、3.50gで水分14.00%の粉末試料を基準¹⁾として以下の計算式で米粉試料採取量と米粉を溶解する400ppm硫酸銅5水和物溶液の量を決定した。

M：米粉試料採取量（g）

W：400ppm硫酸銅5水和物溶液の量（g）

$M = 3.5(g) \times (100 - 14) / (100 - \text{試料水分}(\%))$

$W = 25.00g + (3.50g - M)$

予め必要量の400ppm硫酸銅5水和物溶液²⁾を入れておいたRVA-4用試料攪拌容器に米粉試料を入れ、次にパドルを入れ、1回の測定時間を19分とし、パドル回転数を960rpm（0～10秒）と160rpm（10秒～19分）に設定し、試料攪拌容器に対して次表の温度プログラム¹⁾で昇降温を行い、米粉試料溶液の粘度変化（澱粉糊化特性）を調べた。

澱粉糊化特性測定時の温度プログラム

時間経過	温度制御
0～1分	50℃保持
1～5分	50℃から93℃まで10.75℃/分で昇温
5～12分	93℃保持
12～16分	93℃から50℃まで10.75℃/分で降温
16～19分	50℃保持

澱粉糊化特性の測定は3回実施し、平均値を求めた。

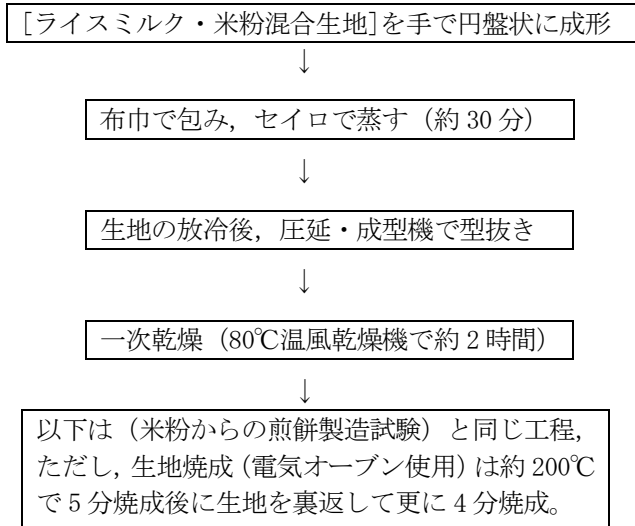
3.6 ライスミルクによる煎餅製造試験

筑波大学から提供を受けた市販米（コシヒカリ精米）と濃口醤油（ヤマサ本醸造徳用濃口醤油）、ライスミルク（玄米：水＝1：2の重量比で湿式粉碎したもの）を使用して以下の方法で煎餅を試作した。

（ライスミルクを使用した煎餅生地調整法）

精米を粉砕（ピンミル使用）し得られた米粉400gをボウルに入れ、次にライスミルク300gをホームミキサーでよく攪拌してからボウルに入れ、両者をボウル内でヘラで良く混合したものを煎餅用生地（以下「ライスミルク・米粉混合生地」という。）とし、次の工程で煎餅を製造した。

（ライスミルク・米粉混合生地による煎餅製造法）



4. 研究結果と考察

(1) 今回の煎餅製造試験では、一次乾燥後の生地水分を19%とし、二次乾燥後の生地水分を13%とすることを目標として煎餅生地の乾燥を行ったが、生地の重量変化から目標値どおりに乾燥することは難しく、米粉からの煎餅製造においては、二次乾燥後水分は目標値より乾燥させ過ぎてしまう結果となった（表1）。

表1 煎餅製造工程中の生地水分変化（%）

製造法\測定時	一次乾燥前	一次乾燥後	二次乾燥前	二次乾燥後
米粉からの煎餅製造	43.0	18.4	20.5	7.7
蒸し米からの煎餅製造	37.3	18.4	21.8	12.8

(2) 「米粉から製造した煎餅生地」と「蒸し米から製造した煎餅生地」を肉眼で観察すると、「蒸し米から製

造した煎餅生地」の方が表面がざらざらしていて、米粒が凝集しているような外観であった（図1、図2）。



図1 蒸し米，米粉の各原料から製造した生地の比較（白焼き煎餅）



図2 蒸し米，米粉の各原料から製造した生地の比較（調味煎餅）

(3) 肉眼では両者の生地の膨らみ程度の差はあまりわからなかったが、比容積を比較すると、白焼き煎餅では「米粉から製造した煎餅生地」の方がやや大きかったものの、濃口醤油による調味煎餅では同程度であった。また、白焼き煎餅と調味煎餅を比較すると、調味煎餅は白焼き煎餅の生地に醤油が浸み込むことで生地重量が増えるために、比容積は白焼き煎餅よりも調味煎餅の方が小さくなる傾向があるが、「蒸し米から製造した煎餅生地」は醤油の浸み込みが悪かったために、調味煎餅でも白焼き煎餅とあまりかわらない比容積であった（表2、表3）。

表2 白焼き煎餅の物性評価結果

製造法\項目	比容積 (ml/g)	硬度※ (kg)	水分 (%)
米粉からの 煎餅製造	2.18	3.29±0.39	3.1
蒸し米から の煎餅製造	2.09	4.66±0.58	5.2

※10枚の生地の硬度を測定し、「平均値±標本標準偏差」で表記

表3 調味煎餅の物性評価結果

製造法\項目	比容積 (ml/g)	硬度※ (kg)	水分 (%)
米粉からの 煎餅製造	2.09	3.39±1.16	5.3
蒸し米から の煎餅製造	2.08	6.09±1.54	7.5

※10枚の生地の硬度を測定し、「平均値±標本標準偏差」で表記

(4) 硬度測定を実施し、平均値を比較したところ、白焼き煎餅でも調味煎餅でも「蒸し米から製造した煎餅生地」の方が硬かった（表2、表3）。そして平均値の差の統計処理（welch法³⁾を行ったところ、白焼き煎餅でも調味煎餅でも有意水準5%で、平均値の差に有意差があることがわかった。

(5) 生地水分は、白焼き煎餅でも調味煎餅でも「蒸し米から製造した煎餅生地」の方が多かった（表2、表3）。この理由は、二次乾燥後（焼成前）の生地水分が「蒸し米から製造した煎餅生地」の方が多かったためと考えられる（表1）。

(6) 今回の煎餅原料米である市販コシヒカリの澱粉糊化特性を測定したところ、過去に当センターが測定した加工用米（破碎米）の澱粉糊化特性データ⁴⁾と比較すると表4のようになり、今回原料米として使用した市販コシヒカリは加工用米よりも最高粘度、最低粘度ともに大きく、さらに最高粘度と最低粘度の差であるブレイクダウンも大きいという特徴があることがわかった（表4、図3）。

表4 煎餅原料米（市販コシヒカリ）の澱粉糊化特性（単位：RVU 但し糊化開始温度は℃）

項目	最高 粘度	最低 粘度	ブレイク ダウン ※2	最終 粘度	コンシ ステンシー ※3	糊化 開始 温度
コシヒ カリ	437	182	255	295	113	72.0
加工用 米※1	326	117	209	213	96	72.7

※1 過去の製造試験で使用した原料米

※2 ブレイクダウン = 最高粘度 - 最低粘度

※3 コンシステンシー = 最終粘度 - 最低粘度

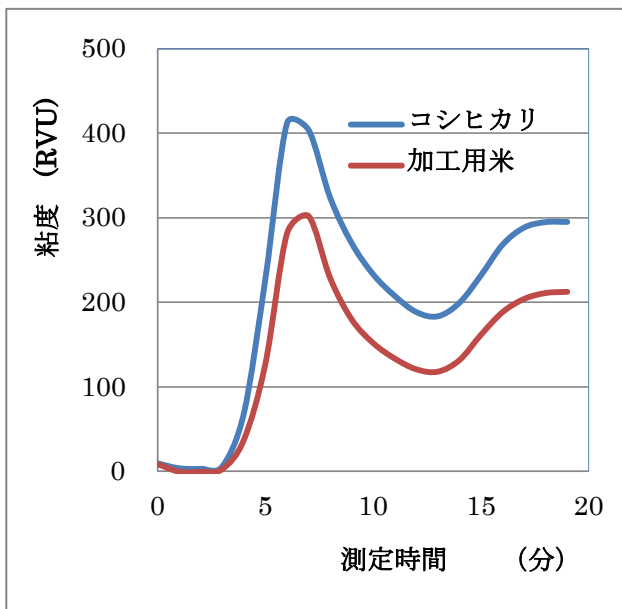


図3 煎餅原料米の澱粉糊化特性

(7) ライスミルクによる煎餅製造試験の結果、ライスミルクを米粉と混合した生地を蒸してアルファ化した後に、圧延・成型、乾燥、焼成することで煎餅が製造できることがわかった (図4~6)。



図4 電気オーブン



図5 ライスミルク・米粉混合生地 (焼成後)



図6 ライスミルク・米粉混合生地 (調味・仕上げ乾燥後)

5. まとめ

- (1) 「米粉から製造した煎餅生地」と「蒸し米から製造した煎餅生地」を比較すると、「蒸し米から製造した煎餅生地」の方が表面がざらざらして、米粒が凝集しているような外観であった。
- (2) 「米粉からの煎餅製造」と「蒸し米からの煎餅製造」を実施し、得られた煎餅生地の物性評価をしたところ、比容積は、白焼き煎餅では「米粉から製造した煎餅生地」の方がやや大きかったものの、調味煎餅では同程度であり、硬度は、白焼き煎餅でも調味煎餅でも、「蒸し米から製造した煎餅生地」の方が硬かった。そして、生地水分は、白焼き煎餅でも調味煎餅でも「蒸し米から製造した煎餅生地」の方が多かった。
- (3) ライスミルクを米粉と混合した生地を蒸してアルファ化することで、ライスミルクを使用した煎餅が製造できることもわかった。
- (4) オンリーワン受託研究制度における研究補助者として、学生1名を受け入れ煎餅製造試験を実施した結果、学生は煎餅工場で行われている2つの製法(「米粉からの煎餅製造」と「蒸し米からの煎餅製造」)を習得することができた。

6. 参考文献

- 1) 豊島 英親ら, ラピッド・ビスコ・アナライザーによる米粉粘度特性の微量迅速測定法に関する共同実験, 日本食品科学工学会誌 Vol. 44, No. 8, p. 579-584 (1997年)
- 2) 岡本 和之・根本 博, ラピッド・ビスコ・アナライザーによる陸稲糯品種の餅硬化性の評価と高度の餅硬化性をもつ陸稲糯品種「関東糯 172号」, 日本作物学会紀事第67巻 p. 493 (1998年)
- 3) 石井 貞夫 著 分散分析のはなし p. 66-67, 東京図書 (2000年)
- 4) 中川 力夫, 宇津野 典彦, 久保雄司, 低アレルギー米「ゆきひかり」による米菓製造と米醤油による調味について, 茨城県工業技術センター研究報告第37号 p. 51 (2008年)