

米菓製造における天日乾燥代替手法と醤油粕利用法の研究

中川 力夫* 関口 恭史** 石田 晃** 小池 志津子**

1. はじめに

天日乾燥米菓（天日干し煎餅）は、消費者のあいだで固定したファンのいる製品であるが、米菓の製造が天候に左右されるという難点がある。そこで、室内において人工太陽照明灯を使用した米菓生地の乾燥試験を実施し、天日乾燥の代替手法となりうるか否かを検討した。

また、食物繊維を日常の食品から摂取したいと考えている消費者を対象とした米菓製品の開発のため、醤油粕等を添加した米菓の試作を行い、製品化に向けての問題点について検討した。

2. 米菓製造における天日乾燥代替手法の検討方法

2.1 米菓製造試験の方法

国産加工用うるち米を原料として以下の方法で米菓を試作し、測定試験に供試した。

（米菓の製造工程）

精米→洗米→水に浸漬→水切り→製粉→蒸練→生地の中冷冷却→生地の圧延、型抜き→1次乾燥（機械乾燥、天日乾燥、人工太陽照明灯による乾燥（以下「人工太陽光乾燥」という。））→1昼夜ねかせ→2次乾燥（温風乾燥機）→焼成→測定

上記の工程により、関口醸造株式会社の工場にて試作（蒸練と生地の型抜き）した米菓生地を用いて、3通りの1次乾燥（機械乾燥、天日乾燥、人工太陽光乾燥）を実施し、次項の評価を実施した。



人工太陽光照明灯

2.2 米菓の評価項目と方法

①細菌検査

米菓生地を包丁で5mm角程度に細切し、約10g秤量し、滅菌生理食塩水で10倍希釈後にストマッカー

で90秒処理して抽出し、細菌検査を実施した。

一般細菌数は標準寒天培地 35℃ 48時間平板培養法で、好気性芽胞菌数（耐熱菌数）は滅菌生理食塩水による抽出液 10m l を予め滅菌処理（オートクレーブによる 121℃、15分蒸気殺菌処理）しておいた共栓付き試験管に入れ、75℃ウォーターバス中で15分加熱後に氷水冷却し、標準寒天培地 35℃ 48時間平板培養法（培地が凝固した後に標準寒天培地による重層処理も行った。）で、細菌数を測定した。

②生地水分の測定

一次乾燥後水分は関口醸造（株）内水分計で測定し、1昼夜寝かせ後に2次乾燥を当センター乾燥機（80℃）で実施し、生地の重量変化から2次乾燥後水分を測定し、焼成後生地の水分測定は、工業技術センターの HEIKO 社製バイブレーションミル TI-100 で米菓生地を4分間振動させて粉碎して粉末化し、乾燥処理（135℃、3時間）して重量変化から求めた。

③生地焼成後の比容積測定

（一次乾燥から焼成までと比容積測定工程）

一次乾燥3種類（機械乾燥、天日乾燥、人工太陽光乾燥）→1昼夜ねかせ→二次乾燥（生地水分13%を目標としてセンター内乾燥機で80℃乾燥）→焼成（電気オーブンで220～230℃に温調製しながら、生地全体が狐色になるように2～3分ごとに生地を裏返しにしながら約10分焼成）→放冷後に比容積を測定

（比容積測定法）

各乾燥法（機械乾燥、天日乾燥、人工太陽光乾燥）ごとに平均的な膨らみぐあいの生地を5枚づつ選び、重量を測定し、次に体積を測定して体積÷重量を計算して1gあたりの体積を求めて比容積とした。米菓生地の体積は、1Lビーカーに米菓生地を5枚入れ、次に直径2mmのガラスビーズを1Lビーカーの700m l 目盛りのところまで入れて、加えたガラスビーズの体積を100m l メスシリンダーで測定し、次に1Lビーカーから米菓生地5枚を除き、直径2mmのガラスビーズを1Lビーカーの700m l 目盛りのところまで入れて、加えたガラスビーズの体積を100m l メスシリンダーで測定し、その差を計算して求めた。

3. ロースト醤油パウダー入り米菓生地焼成時の褐変の原因調査方法

醤油粕乾燥粉末入り米菓を関口醸造（株）で試作した結果、もろみ独特の臭いがあり、香りの点で問題があることがわかり、醤油粕乾燥粉末を使用するよりも、

* 地場食品部門 ** 関口醸造（株）

醤油を粉末化して加熱したロースト醤油パウダー（市販品）を生地に添加した方が香りの良い米菓が製造できる可能性が見出せたので、ロースト醤油パウダー入り米菓（うるち米、もち米、ロースト醤油パウダーを混合した米菓）の製造試験を実施した。しかし、焼成後の生地に、「しみ」のような褐変部位が発生し、褐変部位は堅く、外観も悪かった。褐変は特に米菓の外周部に見られた。



ロースト醤油粉末入り煎餅
(褐変部位がみられる)

褐変部位が見られる米菓

そこで、ロースト醤油パウダー入り米菓生地焼成時の褐変原因について調べるため、次表の3つの試験を行った。

考えられる原因	原因調査のための試験
米菓生地中の「もち米」と「うるち米」の混合が均一になっていないのではないか。	一次乾燥後の生地のヨウ素デンプン反応試験
生地中の還元糖の分布が不均一なのではないか。	一次乾燥後の生地のフェーリング反応試験
生地中の水分の分布が不均一なのではないか。	焼成後の生地の部位別の水分含量測定試験

①ヨウ素デンプン反応試験

以下の方法でヨウ素試薬(ヨードチンキ)をつくり、1% (v/v) 濃度に調製して米菓生地を発色させ、部位によって色の違いがあるか否かを肉眼観察した。

(ヨードチンキの調製法)

ヨウ素 7.5 g, ヨウ化カリウム 5.0 g を 95%エタノールに溶かして全容を 100m l とした。

(試験操作)

300m l ビーカーに 1%ヨードチンキ溶液を 100m l 入れ、米菓生地を入れて発色させた後、水切りし、40℃の乾燥機に入れ、生地表面の水滴を乾燥させて発色のようすを観察した。1%ヨードチンキ溶液でうるち米が紫色に発色し、もち米が茶色することを利用して、うるち米ともち米を混合した米菓生地における「うるち米ともち米の混合の状態について調べた。

②フェーリング反応試験

以下の方法でフェーリング反応試薬を調製し、米菓生地中の還元糖を発色させ、その濃淡を調べた。

(フェーリングA液の調整法)

硫酸銅五水和物 (CuSO₄ · 5H₂O) 35g を蒸留水に溶解して 500m l に定容した。

(フェーリングB液の調整法)

酒石酸カリウム・ナトリウム (ロッシェル塩, Na · K · C₄H₄O₆ · 4 H₂O) 173 g と水酸化ナトリウム 50 g を蒸留水に溶解して 500m l に定容した。

(試験操作)

蒸留水 50m l とフェーリングA液とフェーリングB液を 25m l ずつ 300m l ビーカーに入れ、次にビーカー内に米菓生地を入れ、予め加熱しておいた 600W 電気コンロ上にセラミック金網をおき、ビーカーをのせ、ビーカーの上にシャーレをのせて蓋をして加熱した。液が沸騰開始したら、さらに2分間煮沸させ、その後ビーカーを流水中に移して冷却した。発色した米菓生地をピンセットで取り出し、シャーレにのせ、乾燥機 (50℃) で生地表面を乾燥させてから、発色の濃淡を肉眼観察した。

③部位別水分含量測定試験

カッターで米菓生地の褐変部位とそうでない部位を数mm～1 cm程度の大きさカットし、HEIKO 社製パイブレイティングミル TI-100 でそれぞれを4分間振動させて粉碎して粉末化し、135℃で3時間乾燥し、重量変化から各部位の水分含量を求めた。

4. 結果

4.1 米菓製造における天日乾燥代替手法の検討結果

①細菌数 (CFU/g)

項目	一次乾燥後生地		焼成後生地	
	一般細菌数	好気性芽胞菌数	一般細菌数	好気性芽胞菌数
機械乾燥	4.2×10 ⁴	20	33	0
天日乾燥	5.2×10 ⁴	50	55	25
人工太陽光乾燥	1.3×10 ⁴	20	100	5

②生地水分 (%)

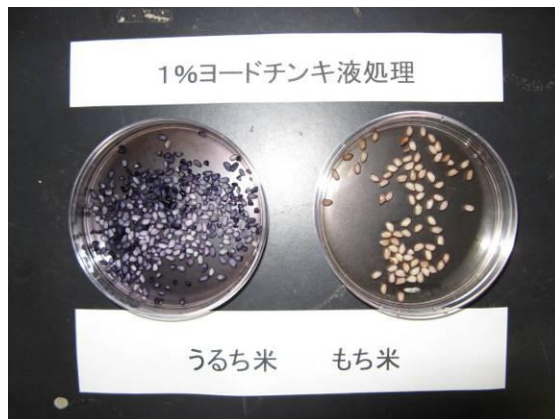
測定時期	乾燥前	一次乾燥後	二次乾燥後	焼成後
機械乾燥	49.89	15.88	8.53	1.20
天日乾燥	49.89	28.15	13.86	1.56
人工太陽光乾燥	49.89	23.67	11.32	1.12

③生地焼成後の比容積 (ml/g)

機械乾燥	4.10
天日乾燥	3.70
人工太陽光乾燥	4.45



焼成後の米菓



(参考: うるち米ともち米のヨウ素デンプン反応後の写真)

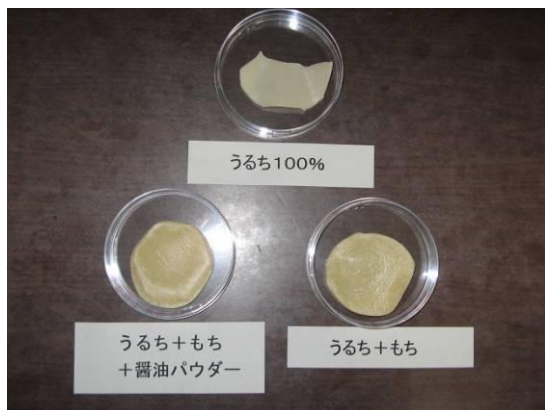
②フェーリング反応試験結果

黒色の発色ぐあいに明確な色の濃淡がなかったため、還元糖の分布が不均一とはいえない結果になった。

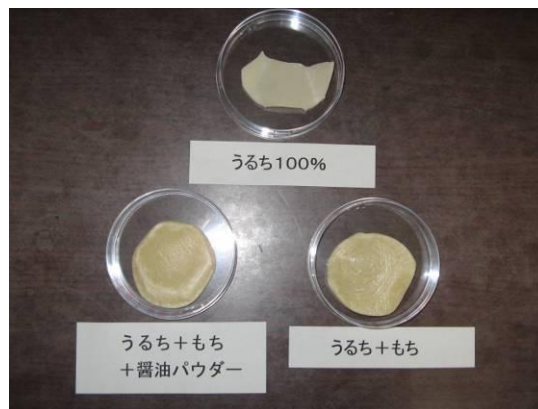
4.2 ロースト醤油パウダー入り米菓生地焼成時の褐変の原因調査結果

①ヨウ素デンプン反応試験結果

全体的に紫に発色したため、米菓生地中のもち米とうるち米の分布が不均一とはいえない結果になった。



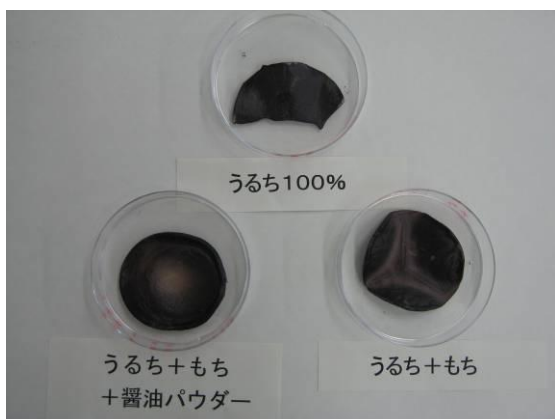
ヨウ素デンプン反応前



フェーリング反応前



フェーリング反応後



ヨウ素デンプン反応後

③部位別水分含量測定試験結果 (%)

褐変部位	2.32
褐変の無い部位	2.60

5. 考察

5.1 米菓製造における天日乾燥代替手法の検討結果

焼成後の生地は、大きい順に、人工太陽光乾燥、機械乾燥、天日乾燥であったが、肉眼観察では、乾燥法の違いによる焼成後生地の膨らみぐあいの差はよくわからなかった。

食味も3つの乾燥法による違いはあまりなかった。ただ、焼成後の生地の香りは、人工太陽光乾燥生地がやや良かった。

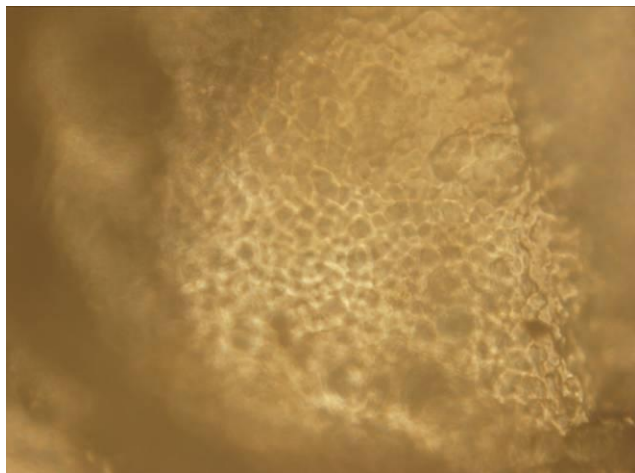
生地の細菌検査結果では一次乾燥後では、人工太陽光乾燥の生地がやや一般細菌数が少なかったが、3種類とも10の4乗（1gあたり1万個）オーダーであり、乾燥法による明確な差はなかった。焼成後の生地では3種類とも一般細菌数が100個以下であった。好気性芽胞菌数は3種類とも一次乾燥後も焼成後も少なかった。今回の結果から乾燥法の違いが米菓製品の細菌数に与える影響は少なく、むしろ、焼成後の管理法の違いの方が米菓製品の細菌数に与える影響が大きいのではないかと考えられる。

以上のことから人工太陽光乾燥により天日乾燥や機械乾燥と概ね同等の品質の米菓が製造できることがわかった。

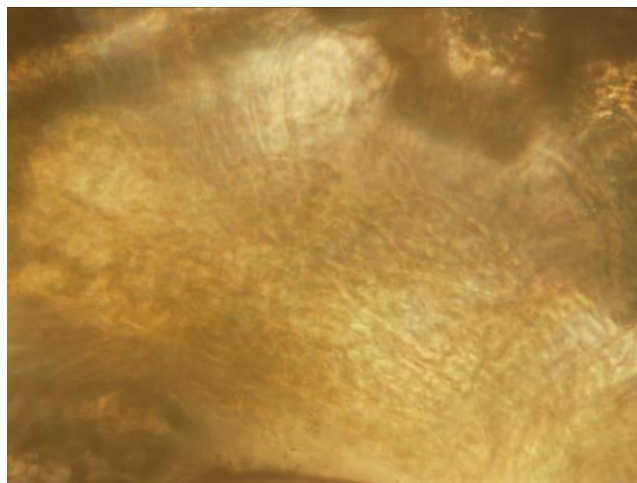
5.2 ロースト醤油パウダー入り米菓生地焼成時の褐変の原因調査結果

焼成後生地の褐変部位はそうでない部位より水分含量が低かったことから、焼成前の段階（一次乾燥あるいは二次乾燥の工程）において生地からの水分の蒸発が不均一になっていると予想され、生地の乾燥法の検討が必要と思われた。また光学顕微鏡（微分干渉顕微鏡）で焼成後生地を写真撮影したところ、褐変部位の方が生地中に入っている気泡が細かく、食すると、褐変の無い部位よりやや硬かった。

顕微鏡による焼成後米菓生地の写真（400倍）



褐変部位



褐変の無い部位

6. まとめ

1) 人工太陽光による米菓生地乾燥試験を実施したところ、天日乾燥や機械乾燥と概ね同等の品質の米菓が製造できることがわかった。

2) 醤油粕等を利用した米菓試作を実施したところ、醤油粕よりも、醤油粕を粉末化して加熱したロースト醤油パウダー（市販品）を使用した方が香りの良い米菓が製造できることがわかった。しかし、焼成時に斑点様の褐変が生地に見られ、やや外観が劣った。部位別水分含量調査の結果、褐変部位の方がやや水分が少なく、生地の乾燥が不均一であることが原因であると思われる。