

油菓子保存試験の促進評価方法の確立

成澤朋之*¹ 小島登貴子*¹ 村田一英*²

Study on Promotion Evaluation Test Method with fried Rice Craker

NARISAWA Tomoyuki* , KOJIMA Tokiko* , MURATA Kazuhide*²

抄録

油菓子（揚げせんべい）の賞味期限を設定するために行う保存試験（理化学試験）を短期間で行う加速試験方法を検討した。水分率変化は包材の透湿度から推定可能で、過酸化物の増加は保存時の温度、酸素濃度を上げることにより加速できた。遊離脂肪酸については、保存時の温度を上げることにより加速することが分かったが、通常の保存では特に問題とならないことが認められた。

キーワード：油菓子，保存試験，加速試験，理化学試験

1 はじめに

油菓子に分類される揚げせんべいの賞味期限は国内流通が主であるため、比較的短くても問題がなかった。しかし、少子化や景気低迷による国内売上げの減少により、輸出を考える企業もでてきている。また、国内流通においても消費者の安心・安全志向の高まりや資源の有効利用の観点から、賞味期限の長期化が望まれている。賞味期限は、主に製造業者が実際に保存試験を行い、官能試験や理化学試験、微生物試験を実施し、その結果に基づき科学的・合理的に設定をするため、長期間を要する¹⁾。そこで、使用する包装材料などの包装方法から賞味期限が推定できるような加速試験の確立が望まれている。本報告では、油菓子に特有な理化学試験（水分率、過酸化物価、酸価）の加速試験方法について検討した。

油菓子：油脂分を粗脂肪として10wt%以上含む菓子類、揚げせんべいもそのひとつ。

2 実験方法

2.1 水分率の加速試験

揚げせんべいの水分率は品質に大きな影響を及ぼす。水分率の増加は包材の透湿度が関与しており、包材の一般的な透湿度の値から包装時の値を推測できれば水分率増加の予測が可能となる。一般的に揚げせんべいでよく使用されている包材の透湿度²⁾と、その包材を使用した包装状態の揚げせんべいを保存したときの透湿度試験を行い、関連を調べた。

試験試料：

試料A	包材 OPP フィルム 24 μ m 揚げせんべい 約10g/枚 初期水分率 約5%
試料B	包材 OPP フィルム 27 μ m 揚げせんべい 約13g/枚 初期水分率 約4.5%

水分率試験：常圧加熱乾燥法(135℃ 60min)³⁾

フィルム透湿度試験：JISZ0208（防湿包装材料の透湿度試験・カップ法に準拠）

包装状態の透湿度試験：恒温、恒湿装置に保存し、重量変化と包装面積から測定した。

*¹ 北部研究所 食品・バイオ技術担当

*² 北部研究所 技術支援交流室

2.2 過酸化促進試験

油脂類の過酸化及び遊離脂肪酸量は健康被害の原因となり、油菓子中の過酸化物の量（過酸化物価：POV）は厚生労働省指導要領（1977年環食第248号）で規制されている⁴⁾。保存中の過酸化物の増加は温度、酸素濃度や試料水分率が大きく影響すると考えられる⁵⁾。保存雰囲気中の酸素濃度や温度を上げた促進保存試験を行い、生成した過酸化物を測定し、実際の保存試験結果との関連を調べた。

試験試料：試料B（水分率試験試料と同じ）

促進試験：酸素を充填した5Lアルミラミネートバッグ（130 μ m厚）中に試料3個を入れ、加熱保存を行った。

油脂の抽出：ジエチルエーテル法^{4),5)}

過酸化物価（POV）の測定：

酢酸-イソオクタン法^{4),5)}

カルボニル価の測定：

n-ブタノール法^{4),5)}

2.3 遊離脂肪酸加速試験

遊離脂肪酸量（酸価：AV）の増加は試料の水分率と保存温度に起因していると考えられる。試料の水分率が通常の範囲内では保存温度の上昇で促進されると考えられる。試料の過度の乾燥を抑えるためアルミラミネートバッグに入れ高温保存を行い実際の保存試験結果との関連を調べた。

油脂の抽出：ジエチルエーテル法

酸価の測定：滴定法^{4),5)}

2.4 保存試験

通常せんべいの保存試験条件で行い、約30日ごとに保存試料の試験（水分率、POV、AV）を実施した。

試験試料：試料B

温度：25 $^{\circ}$ C 湿度：無調整

3 結果と考察

3.1 水分率の加速試験

包材の透湿度は外気条件等が一定であれば透湿度も一定になることが知られている。包装状態の試料A、Bの透湿度を測定した結果を図1に示す。

透湿度は各温度における相対湿度90%の透湿度を対数値で示したものである。

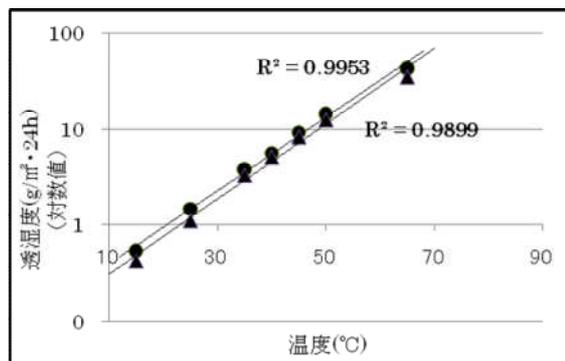


図1 包装状態の揚げせんべいの透湿度

●試料A ▲試料B

温度と透湿度は良好な直線関係が成り立つ。また試料Aを相対湿度90%で温度を変化させて保存しときの透湿度、及び温度40 $^{\circ}$ Cで相対湿度を変化させたときの透湿度を測定した結果を図2に示す。

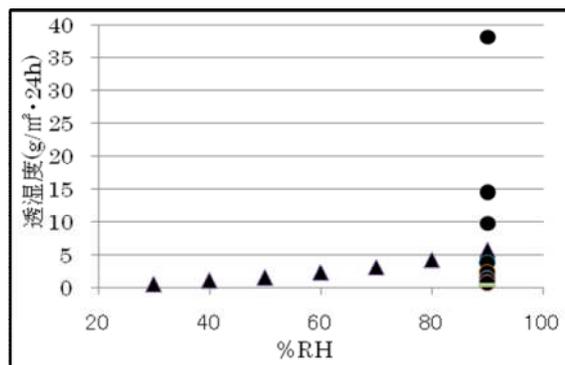


図2 温度・湿度を変化させたときの透湿度変化

●温度15~65 $^{\circ}$ C 湿度90%

▲温度40 $^{\circ}$ C 湿度25~90%

温度を一定で相対湿度を変化させた場合の透湿度の変化は気体の拡散に関するFickの法則と同様に比例関係がほぼ成り立つ。ある温度・湿度での透湿度測定結果から、任意の温度・湿度における透湿度の計算値と実測値を表1に示す。計算値（予測値）と実測値の良い一致が確認できた。

表1 各温度・湿度における透湿度の予測と実測（試料A）

温湿度条件	透湿度(g/m ² ·24h)	
	計算値	実測値
30 $^{\circ}$ C-60%	1.10	1.08
30 $^{\circ}$ C-70%	1.53	1.45
30 $^{\circ}$ C-80%	1.75	1.73
23 $^{\circ}$ C-50%	0.40	0.41
18 $^{\circ}$ C-45%	0.18	0.19

一般的な透湿度 (JISZ0208) の値は外気条件が 40℃・90% で内部相対湿度は 0% である、包装状態では揚げせんべいが持っている内部湿度があり、その分だけ透湿度の低下がある。内部湿度は通常の透湿度試験 (JISZ0208) と包装状態の透湿度を比較することにより測定できる。またその温度における水分活性 (aw) を測定することでも知ることができた。試料 A の揚げせんべいの場合 25℃ で 23%、40℃ で 30%、50℃ で 35%、80℃ で 37% 程度となった。また同一温度では水分率によって変化した。(図 3)

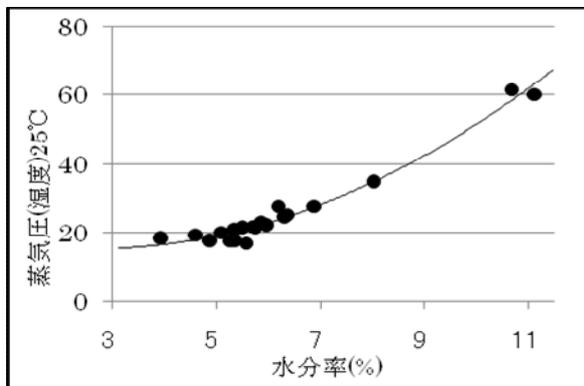


図 3 揚げせんべいの水分率と蒸気圧 (湿度)

以上の結果をもとに予測した値と実際の保存試験との比較を行った結果を表 2 に示す。実際の保存試験の条件は図 4 に示すとおりである。

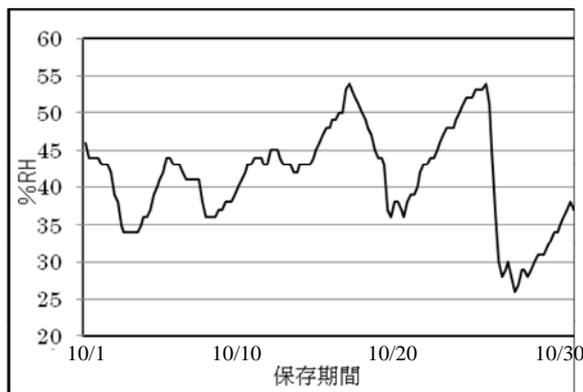


図 4 保存試験の湿度変化
保存期間 平成23年10月1~31日
温度 25℃ 湿度 無調整
保存期間中の平均湿度41%
最大湿度54% 最小湿度25%

表 2 の①は 1 か月間の湿度の平均値と初期の透湿度から水分増加を予測したものである。②は 1 か月を 6 分割しその平均湿度と水分増加を考慮した透湿度から予測した。

透湿による水分率増加を考慮した場合、より実際の値に近い結果となった。

表 2 水分率の予測と保存試験 (試料 A)

	初期水分率 (%)	水分増加 (%)	最終水分率 (%)
① 1 か月平均予想値	5.4	0.3033	8.2
② 5 日×6 回分割予想		0.2767	8.0
③ 実際の保存試験結果		0.2187	7.9

3.2 過酸化価促進試験

保存雰囲気酸素濃度を 0~100% に変化させて保存したときの過酸化価増加は酸素濃度と比例関係を示した。(図 5)

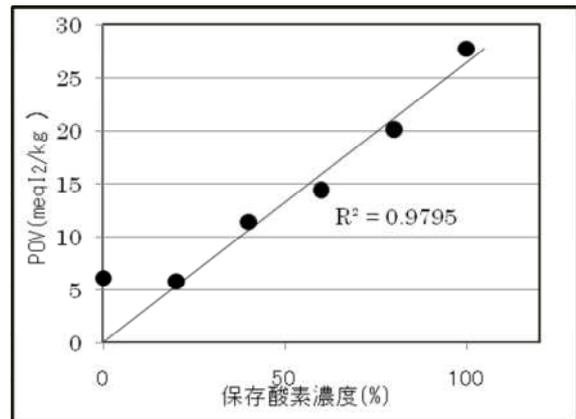


図 5 保存時の酸素濃度と過酸化価増加

POV値は各酸素濃度で、70℃、5日間保存後の値
また酸素 100% 中、温度 50~80℃ で保存した揚げせんべいの過酸化価 (POV) が規制値の POV=30 に達する時間は表 3 のとおりとなった。

高温、高濃度酸素気流下での保存は過酸化価増加の促進試験に利用できる可能性がある。

表 3 保存温度と過酸化価増加

温度 (℃)	50	60	70	80
POV=30 に達する日数(酸素 100% 気流下)	15.4	7.8	4.7	3.6

表 3 のデータから推測される酸素 100% 中 25℃ での POV=30 に達する日数は 47 日程度と推測されるが、実測値では 137 日間経過が必要であり、

予測される過酸化値の値は実際の値より小さかった。その理由としては生じた過酸化物が更に反応したものと考えられる。このことは、過酸化物の反応生成物が反応した結果増加するカルボニル値の測定値が温度が低いほど高かったことから裏付けられる。実際の保存試験への加速率は、今回の試験データだけでははっきりしないが、比較試験の加速法としては応用できると考えられる。

3.3 遊離脂肪酸（酸価）加速試験

試料Bによる保存温度と遊離脂肪酸量（酸価：AV）の増加の関連を図6に示す。

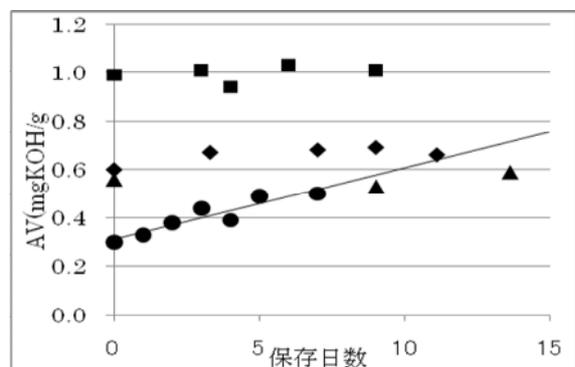


図6 保存温度と遊離脂肪酸の増加

▲50°C ◆60°C ■70°C ●80°C

通常的水分率付近では 80°C保存で促進が確認された。実際の保存試験での遊離脂肪酸の増加は図7に示すとおりで、温度、水分率が比較的低い場合の増加は緩やかであり、あまり問題とならないと考えられる。80°C保存試験による結果と比較すると約 32 倍加速される結果となった。遊離脂肪酸量に大きく影響するのは製造時と考えられるため、製造時における油脂の管理を徹底することが重要であると考えられる。

3.4 保存試験

保存試験の結果を図7に示す。遊離脂肪酸は緩やかに直線上に増加し、水分率は温度・湿度の高くなる5月～9月に大きく増加している。過酸化物はラジカル反応であることが知られており、揚げせんべいの場合 $POV = 15$ 前後までは比較的緩やかに増加し、その後急激に増加する。

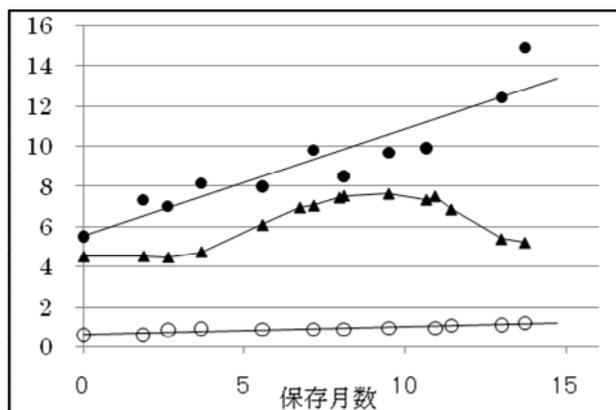


図7 保存試験の結果（試料B）

保存期間2011/12/22～

●POV (meqI₂/kg) ▲水分率 (%)
○AV (mgKOH/g)

4 まとめ

揚げせんべいの保存試験に特有な理化学試験の水分率変化や過酸化物、遊離脂肪酸の増加に関する促進試験を検討した結果、以下のことが分かった。

- (1) 水分率の変化は、包材および包装状態の透湿度をいくつかの条件で測定することにより、任意の保存条件での透湿度が推定でき、水分率の変化が予測可能であることが分かった。
- (2) 過酸化物の増加は保存温度が高いと促進された。また、保存時の酸素濃度に比例して促進した。しかし、生じた過酸化物が加水分解等により分解するため、実際の保存結果との対比は誤差が生じた。
- (3) 遊離脂肪酸の増加は通常的水分率範囲においては保存温度 80°Cで加速された。しかし、通常保存条件での増加は緩やかであり、製造時に適正な管理をすることにより一般的には問題にならないと考えられる。

参考文献

- 1)米谷民雄:食品の期限表示設定のためのガイドライン食衛誌, Vol. 46, No. 3, J-198~202 (2005)
- 2)JISZ0208 防湿包装材料の透湿度試験方法-カップ法-
- 3)(社)日本食品衛生協会:食品衛生検査指針 理化学編 (2005)

4)厚生労働省：厚生労働省菓子指導要領,環食第

248号,1977年11月16日

5)市川和昭：油脂劣化とその分析評価,名古屋文

理大学紀要,第9号(2009)