

# 各種プラスチック・フィルムで包装密封した薄切りパンの保存実験

松井悦造・清水義弘

## Preservation Tests for Sliced Breads, Packed in Plastic Film Pouches

Etsuzo Matsui and Yoshihiro Shimizu

Sliced breads were packed in various kinds of plastic films (eg. PE, PP, PVC, Polycarbonate, polyamide) and preserved under the condition at 37°C, 50—60%RH.

The breads soon mildewed in PE and PP pouches; while in polycarbonate and polyamide, the breads lost their moisture quickly and did not mildew.

When the packed breads were pretreated, (1) by heating with IR ray (Fig. 2—3), (2) by heating at 80°C in an air oven (Fig. 4—5), (3) by illuminating with UV ray (Fig. 6), or (4) irradiating with  $\gamma$ -ray of  $^{60}\text{Co}$ , no mildew was detected in any film pouches.

### 1. 緒 言

著者らは以前からスライスした食パンをポリエチレンの袋に密封して保存すると数日のうちに必ずカビが生えるが、無包装のまま室内に放置すると、水分は蒸発するが、カビはほとんど生えないことを幾度も経験した。

包装材料をいろいろ換えてみ、また包装後何等かの処理をすることにより、包装パンはカビなくなるであろうか、あるいはまだカビるであろうか、いささか実験してみた次第である。

### 2. 実験方法

フィルム2枚を合せ、3方をヒートシールし、食パンの小片をなるべく手に触れないで、この袋の中に入れ、口をヒートシールして密封する。これを下記の如く処理したのち、いずれも37°C、50～60%R.H.の恒温器中で保存し、毎日カビ発生の有無と重量減とを調べた。

使用したフィルムの種類と特性はTable 1の如くである。

実験は、

- (a) 食パンを袋に密封してそのまま(無処理)、または
- (b) 赤外線ランプで照射、

Table 1 Properties of packaging films

| Kind of Films              | Thickness<br>mm | Water Vapor<br>Permeabilities<br>g/m <sup>2</sup> /24hr | Gas Permeabilities<br>(air)<br>cc/cm <sup>2</sup> ·sec·cm Hg |
|----------------------------|-----------------|---|--|
| Polyethylene, low density  | 0.098~0.105     | 7.3   | 2.7×10 <sup>-11</sup>  |
| Polyethylene, high density | 0.065~0.075     | 4.0   | 1.5 "  |
| Polypropylene              | 0.030~0.033     | 10.0  | 1.03 "   |
| Polyvinyl chloride         | 0.032~0.032     | 29.0  | 0.025 "  |
| Polycarbonate              | 0.059~0.064     | 81.0  | 0.9 "  |
| Poly amide 6               | 0.032~0.065     | 112.0   | 0.09 "   |

(c) 80°C の電気恒温器中で加熱,

(d) 紫外線で照射

(e) <sup>60</sup>Co の γ線 で照射するかしてのち,

いずれも、37°C に保存して、その包装パンにカビが生えたか否かを調べた。

食パンはその焼き具合が毎日多少とも違うので、カビ発生の日も少しばかりのズレを生じるのは止むを得ない。実験ごとに無処理の包装パンをコントロールとして採り比較基準にした。また1種類3個の試料を用い、最初にカビが発生したものを採用した。

### 3. 実験結果

3-1 食パンを入れ密封した袋をそのまま(無処理で)、37°C の恒温器中で保存したとき、ポリエチレンとポリプロピレンで密封包装のものは2~3日でカビが発生した。そのときのフィルムを通しての水分の逸散は5%以内であった。7日間保存しても水分の蒸発は少なく、カビパンは軟い。ポリカーボネートとポリアミドで包装のものは7日後もカビはなく、フィルムを通して水分が蒸発し、約35%も減量したので、形が小さくなり硬くなった。ポリ塩化ビニルで包装したものもカビはなく、硬さもその中間であった。(Fig. 1)

3-2 赤外線ランプ(波長1.1μ, 250W)の焦点付近(ランプより12cmのところ)に包装密封した食パンを置き、表裏とも各々1分間、および5分間照射したのち、37°C の恒温器中で保存したとき、Fig. 2 および Fig. 3 が

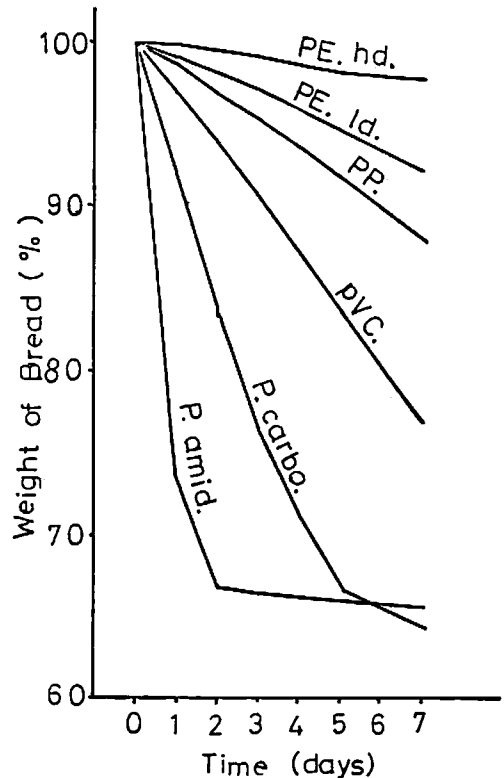


Fig.1 Packed bread, without any treatment

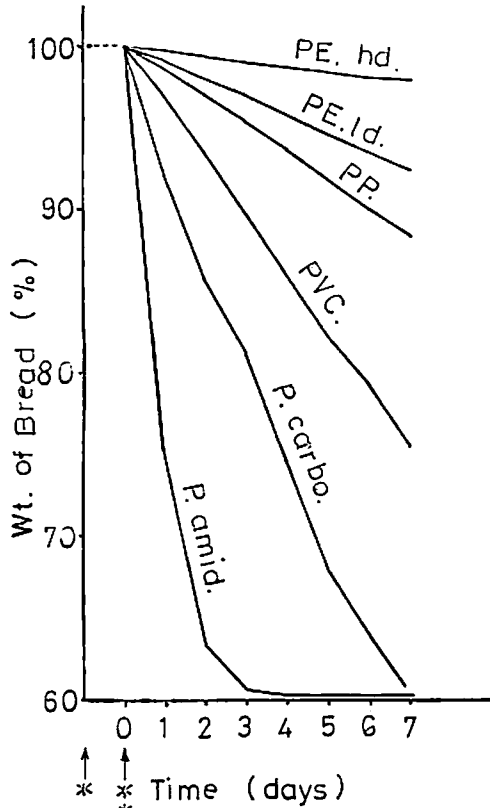


Fig. 2 Packed bread, heated by IR-ray for 1 min.

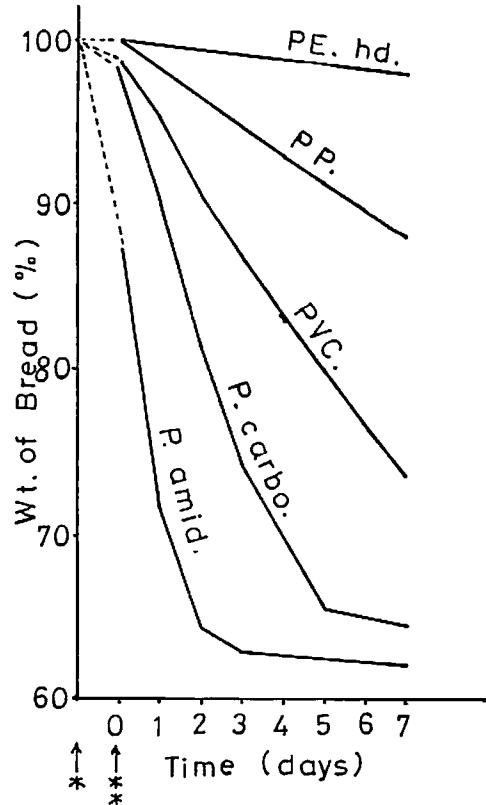


Fig. 3 Packed bread, heated by IR-ray for 5 min.

その結果である。プラスチック・フィルムはいずれも赤外線をよく透過するが、その中の食パンは赤外線によって加熱され、水蒸気が発生し、袋の中に熱い水蒸気が満ち、従ってフィルムの温度も高くなる。これらの図においてポリアミドで包装のものは僅か2分または10分間の赤外線照射中にもフィルムを通して水蒸気が外へ逃げ重量が減じるのが見られる。(低密度ポリエチレン・フィルムは水蒸気の熱のため軟化して破れた)

赤外線を1分間または5分間照射した包装パンはいずれもカビは発生しなかった。

3-3 80°C の電気恒温器中で5分間および1時間加熱した包装パンを37°C で7日間保存したときの重量の経時変化は Fig. 4 および Fig. 5 である。この場合もポリアミド・フィルムは高温では水蒸気の透過が大になり、僅かの加熱時間中でも包装パンの重量はかなり減ずる。

80°C の加熱により包装パンはカビが生えなかった。

3-4 紫外線照射には15W 低圧水銀灯、いわゆる殺菌灯(主として波長253.7m $\mu$ )を用い、その下25cmのところ(183.3 $\mu$ W/cm $^2$ )に試料を置いて、片面30秒ずつ合計1分間、および片面5分間ずつ合計10分間照射した。この時は温度の上昇はない、常温である。そしていずれも37°C 7日間保存して、カビ発生の有無を検べた。(Fig. 6)

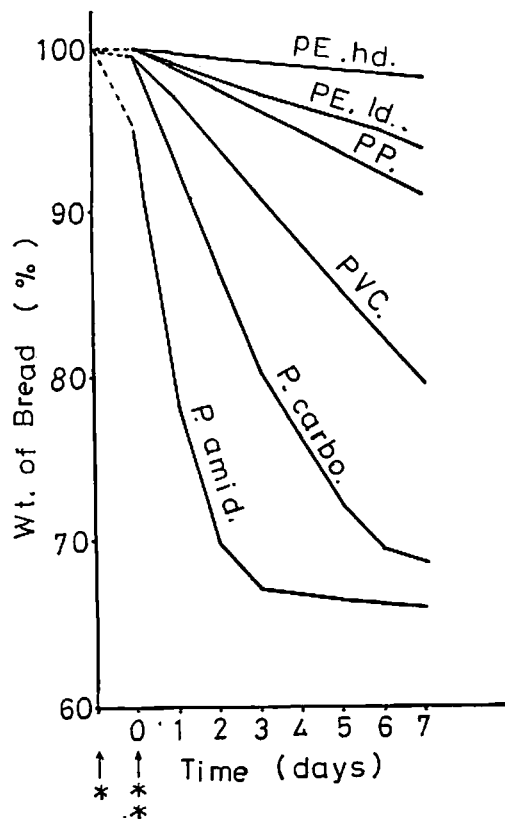


Fig. 4 Packed bread, heated in ele. oven, at 80° for 5 min.

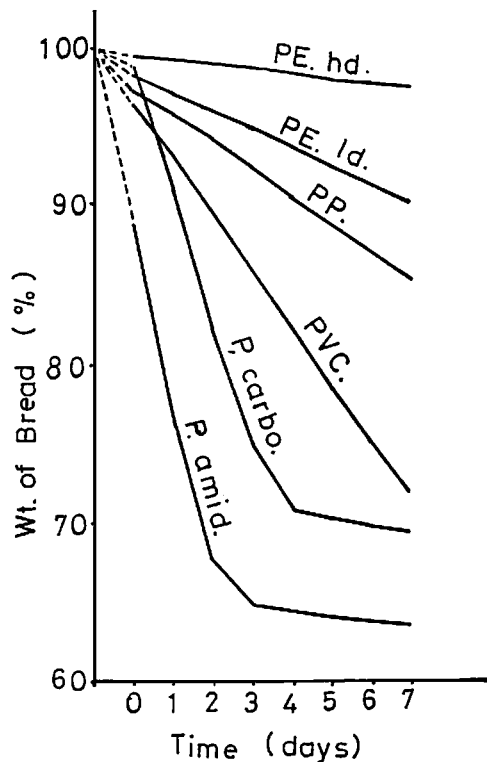


Fig. 5 Packed bread, heated in ele. oven, at 80° for 1 hr.

紫外線 1 分間照射の包装パンのうちポリプロピレンに包装したものだけ 7 日後にパンの側面にカビが生じた。またポリカーボネート・フィルムは波長 253.7m $\mu$  の紫外線を透過しない筈であるが、このフィルムを通して水蒸気の損失が図において見られる如く大であったので、パンが乾燥したためカビが発生しなかったものと思われる。

3-5  $^{60}\text{Co}$  の  $\gamma$  線での照射 (大阪府立放射線中央研究所に依頼)。透湿性が小であって、カビが生えやすい包装材料の低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレンとポリプロピレンで包装したパンにつき、これに  $\gamma$  線を照射し、37°C の恒温器内に保存して、カビ発生の有無を検べた。このときも温度は上がらず常温である。

$\gamma$  線を  $1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^4 \text{ rad}$  照射した包装パンは普通にカビが生えた。  $1 \times 10^5 \text{ rad}$  照射のものは 10 日後にカビが発生し、照射の効果が少しばかり現われたが、  $1 \times 10^6 \text{ rad}$  照射により包装パンは完全にカビが生えなかった。

#### 4. 考 察

4-1 毎年夏季にはポリエチレン・フィルムで包装したパン類はカビる。高温多湿の梅雨期に

は無包装のパンですらカビが発生し、公衆衛生上問題にされている。大阪市保健所の藤田昭氏の報告によれば、パン焼き炉から取り出したばかりの焼きたてのパンは無菌であるが、それがパン工場内の落下菌によって汚染され、パンのカビの原因になるという。

4-2 本実験では、まず各種フィルムの通気性および透湿性を実測して Table 1 の結果を得たが、食パンをこれらのフィルムに密封包装して保存すると、透湿性の実測値が小なるポリエチレン、ポリプロピレンで包装したパンは水分がフィルムを通して外部へ逸散することが少なく、内部が多湿の状態を保っているため、カビが生え、透湿性の大なるポリカーボネイト、ポリアミドで密封包装したパンはフィルムを通して水分が外へ逃げる事が多く、パン自身は乾燥して終った。硬質塩化ビニルはその中間の測定値であって、パンの乾燥の度合もまたその中間であった。すなわち、透湿性の大小と、実際に食品を密封包装したときの乾燥の度合の大小とは一致した。

4-3 包装密封したパンに少しばかりの処理、すなわち 80°C の加熱、紫外線、赤外線または r 線を照射することにより滅菌してカビの発生を防ぐことができた。

4-4 フィルムの透湿度は温度が高くなると増大することは実験中にしばしば認められた。(Fig. 2~5 参照)

4-5 電子レンジを使って加熱殺菌しようとしたが、包装内のパンが加熱されて水蒸気の発生が激しく、ガス膨張のためすぐに破袋して終って、密封包装のままでは実験できなかった。

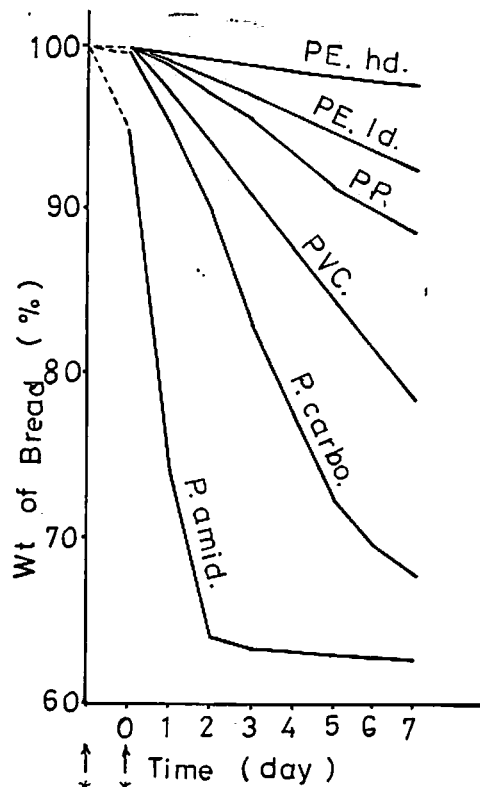


Fig. 6 Packed bread, irradiated, with UV-ray for 1 min.