

# 不活性ガス充填包装について

西郷英昭・松井悦造

## On Packaging of Foods with Inactive Gases

HIDEAKI SAIGO and ETSUZO MATSUI

The use of inactive gases such as nitrogen or carbon dioxide, are known, besides their effectiveness on preventing of oxidation of foods, to be effective on inhibiting the growth of aerobic microbes for the utilization of the inactive gases for plastic film pouches, however, the gas permeabilities of the films poses a problem.

The purpose of the present experiments is to find a suitable film or films for inactive gas packing with which prevention of the food deterioration and the aerobic microbial infection are attained.

Test films examined are :

Polyethylene

Polyethylene/cellophane

Polyethylene/Saran-coated cellophane

Polyethylene/polyester

In regard to the permeation of gases, polyethylene/saran-coated cellophane was found to be most resistant and the permeabilities are in the order of  $CO_2 > O_2 > N_2$  through the films tested (Table. 1).

When the changes in peroxide value of sesame oil during storage periods were examined, oxidation of oil is greatly suppressed in nitrogen filled packagings (Table. 8).

When potato chips were preserved in gas-filled packages, nitrogen-filled packaging was found to be quite satisfactory as compared with ordinary and vacuum packagings (Table. 9).

Nitrogen-filled packaging was found to be suitable also for the preservation of carotinoids in dried carrots and the prevention of mold growth in bread (Table. 10, 11).

Polyethylene/saran-coated cellophane was found to be most suitable for inactive gas-filled packagings.

### は じ め に

食品を密封包装する場合、真空包装することによって、酸素による変質の防止を幾分なりとも達成できるものであるが、真空包装で生じる収縮によって商品価値をなくし、かつ貯蔵上酸化しやす

い食品などには、その防止策の一方法として不活性ガス充填包装があげられる。

缶詰では粉乳、袋詰では花かつおなどに窒素ガスが充填されているのがその一例である。

不活性ガスの利用は、酸化防止の他に、好気性微生物の発育阻止にも効果があり、とくに、カビや表面細菌の発育を抑えるのに役立つ。

プラスチックフィルムを利用した不活性ガス充填包装はブリキ缶と違って気体の透過性が問題にされる。

そのようなことから不活性ガス充填の効果を達成できる包装材料を検索するのがこの実験の目的である。

### 実験結果および考察

試料フィルムは

ポリエチレン

ポリエチレン×セロファン

ポリエチレン×サランコートセロファン

ポリエチレン×ポリエステル

の4種である。

フィルムの窒素、酸素、炭酸ガスの透過性を General Food 法<sup>1,2)</sup>で求めた結果を Table. 1 に示す。

Table. 1 Gas permeability of films.

Films	cc/cm <sup>3</sup> •sec•cmHg × 10 <sup>-11</sup>		
	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Polyethylene	2.04	8.38	—
Cellophane	0.005	0.02	0.09
Polyvinylidene chloride	0.001	0.003	0.02
Polyester	0.02	0.04	0.3
Polyethylene/cellophane	0.004	0.004	0.14
Polyethylene/Saran-coated cellophane	0.003	0.004	0.01
Polyethylene/polyester	0.05	0.07	0.23

ポリエチレンは気体の透過性が大きく、セロファン、塩化ビニリデン系のフィルムは小さい。しかしセロファンは親水性であることから気体の透過性は湿度に影響されやすく、乾燥状態での気体の透過性はきわめて小であるが、高湿状態では大きくなる。

セロファンに塩化ビニリデン共重合体をコーティングすることで湿度の影響は防げる。

気体の透過性はいずれのフィルムも CO<sub>2</sub>>O<sub>2</sub>>N<sub>2</sub> の順となる。

Table. 2 に各湿度におけるフィルムの透湿性をあげたが、この表からもセロファンが湿度に敏感

Table. 2 Water vapour permeabilities of plastic films under various humidities at 37°C.

Films	Thickness (mm)	Water vapor transmission rate (g/m <sup>2</sup> /24hr.)				
		RH%				
		50	60	70	80	90
Polyethylene	0.05	3.3	3.7	6.0	6.3	6.7
Cellophane	0.03	131.6	212.3	453.8	1197.1	2274.5
Cellophane, moisture-proof	0.03	23.3	31.7	34.1	83.7	91.8
Polypropyrene	0.03	3.5	3.7	5.4	5.6	6.6
Polyvinylchloride, plasticized	0.03	31.6	32.7	50.4	55.4	65.8
Polyvinylchloride, non plasticized	0.05	14.2	15.5	18.9	22.7	26.8
Polyvinylidene chloride	0.05	2.2	2.6	3.2	2.3	2.7
Polycarbonate	0.06	32.2	31.1	45.2	50.2	57.3
Hydrochlorinated rubber	0.03	5.7	6.5	9.1	12.0	12.5
Polyethylene/cellophane	0.06	3.6	5.4	5.8	7.1	7.4

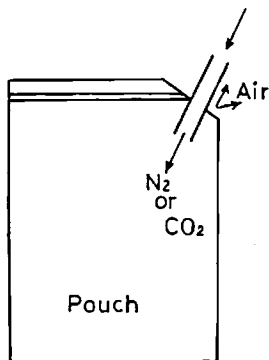


Fig. 1 Method of gas filling.

であることがわかる。

上記のような理由から、高湿度下の気体の透過性をみるために、Fig. 1に示すような方法で、10×15 cm のパウチ内へ内圧が過剰にならぬ程度 (250 ml) にガスを充填し、それを 30°C 80% RH の空気中に保存、パウチ内のガス組成の経時変化をガスクロマトグラフで測定した。

Table. 3 は窒素充填保存区の結果であるが、ガス組成の変化はポリエチレン×サランコートセロファンが少ない。

Table. 4 は炭酸ガス充填保存区であるが、同じくポリエチレン×サランコートセロファンが好結果を示している。

ポリエチレン、ポリエチレン×セロファンは分圧差により炭酸ガスがパウチ外へ消失し、パウチは収縮する。

収縮状態を容積変化率で表わしたのが Table. 5 である。

測定方法は、水を満たしたシリンダー中にパウチを沈ませ容積を求めた。

ポリエチレン、ポリエチレン×ポリエステルは保存 7 日目に容積 0 となり炭酸ガスの消失の激し

Table. 3 Change in gas composition in pouches filled with nitrogen.

Films	Thickness (mm)	Days			
		O <sub>2</sub> %			
		1	5	10	15
Polyethylene	0.06	1.0	5.0	14.5	19.4
Polyethylene/cellophane	0.08	1.4	1.0	4.2	5.9
Polyethylene/Saran-coated cellophane	0.07	1.0	1.0	2.8	2.5
Polyethylene/polyester	0.07	1.0	1.0	5.8	6.7

Stored at 30°C in 80% RH.

Table. 4 Change in gas composition in pouches filled with carbon dioxide.

Films	Thickness (mm)	Days		CO <sub>2</sub> %			
		1	5	10	15		
Polyethylene	0.06	—	—	—	—	—	—
Polyethylene/cellophane	0.08	88.8	—	—	—	—	—
Polyethylene/Saran-coated cellophane	0.07	98.0	99.0	99.0	99.7	99.7	99.7
Polyethylene/polyester	0.07	98.1	99.3	88.0	75.7	75.7	75.7

Stored at 30°C in 80% RH.

Table. 5 Change of gas volume in pouches filled with carbon dioxide.

Films	Thickness (mm)	Days		Gas volume %*					
		2	3	5	7	9	10		
Polyethylene	0.06	65	27	14	0	0	0	0	0
Polyethylene/cellophane	0.08	97	88	70	55	38	33	33	33
Polyethylene/Saran-coated cellophane	0.07	100	100	98	97	97	97	97	97
Polyethylene/polyester	0.07	90	55	12	0	0	0	0	0

Stored at 30°C in 80% RH.

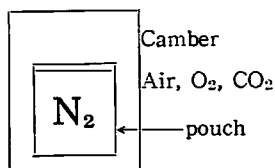
\* Percentage against the initial volume.

Table. 6 Change in gas composition in pouches filled with nitrogen in the polyethylene/Saran-coated cellophane films of different thicknesses.

After storage for 10 days.

Film thickness (mm)	Chamber atmosphere		Air	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
	Composition in pouch		O <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %
Polyethylene/Saran-coated cellophane					
0.04	0.025		3.7	2.4	
0.06	0.025		1.8	1.4	2.4
0.07	0.025		0.5	1.3	3.2
Polyethylene/polyester	0.07		5.8	8.5	26.3*
Polyethylene ( $\beta$ ray irradiated)	0.07		20.1	70.9*	79.5*
Polyethylene	0.07		13.0	38.8*	66.8*

\* Remarkable swelles of pouches were absorbed.



いことがわかる。

以上の試験でポリエチレン×サランコートセロファンが窒素および炭酸ガス充填包装に適しているということがおおむね判明したので、そのフィルムの厚さの異なるものについて窒素充填包装

し、パウチの外側のふんい気を空気、酸素、炭酸ガスという状態に保ち、パウチ内のガス組成の経時変化を測定した。

その結果を Table. 6 に示すが、いずれも他の包装材より優れていることを確認した。

数種の食品を各包装材で不活性ガス充填包装し、その変化をみたのであるが、食品を包装する場合、包装材の透湿性ということも主な要素となるので、JIS Z 0208 法で測定した結果、Table. 7 に示すとおり値を得た。

Table. 8 にごま油の窒素包装充填したものの過酸化価の経時変化を示した。

Table. 7 Water vapor permeabilities through films.

Films	Thickness (mm)	WVTR*(g/m <sup>2</sup> /24hr)
Polyethylene	0.05	10
Polyethylene/cellophane	0.05	10~20
Polyethylene/Saran-coated cellophane	0.06	4~7
Polyethylene/polyester	0.06	5~8

\* Water vapor transmission rate (JIS Z 0208)

Table. 8 Effect of nitrogen filled packaging on storage of sesame oil.

Pack	Days Initial value	Peroxide value			
		14	26	45	60
Air	3.3	4.9	6.5	10.7	20.0
Vacuum	4.3	4.7	5.9	9.0	17.3
N <sub>2</sub>	4.3	4.4	4.8	6.1	7.9

Stored at 30°C in 80% RH.

Table. 9 Effect of nitrogen filled packaging on storage of potato chips.

(Initial: POV 4.5)

Films	Thickness (mm)	Pack	POV	Gas composition
Polyethylene/cellophane	0.08	Air	28.6	
Polyethylene/Saran-coated cellophane	0.07	N <sub>2</sub>	5.8	N <sub>2</sub> =99% O <sub>2</sub> = 1%
Polyethylene/polyester	0.07	N <sub>2</sub>	7.0	N <sub>2</sub> =87% O <sub>2</sub> =13%

After storage for 30 days at 30°C in 80% RH. in the dark.

包装材は当実験包装材の中では中位の通気性を有するポリエチレン×ポリエステルを使用し、空気、真空、窒素充填包装の3区で比較した。その結果油に対して窒素充填は相当効果がある。

ポテトチップの保存についても同様なことがいえる (Table. 9)。

Table. 10 に乾燥にんじん (フレーク状) の窒素充填包装効果をカロチン含量の変化で示した結果を示した。

窒素充填包装したものは、空気および真空包装のものよりカロチン残存量が多く、とくにポリエ

Table. 10 Effect of nitrogen-filled packaging on storage of dried carrots.

Films	Thickness (mm)	Pack	O <sub>2</sub> (%)	Water content (%)	Carotinoid* (mg %)
Polyethylene	0.06	Air		4.0	41.7
		Vacuum		3.0	40.7
		N <sub>2</sub>	19.0	4.0	43.0
Polyethylene/cellophane	0.08	Air		9.0	38.5
		Vacuum		7.0	53.2
		N <sub>2</sub>	8.3	7.0	66.7
Polyethylene /Saran-coated cellophane	0.07	Air		7.0	37.6
		Vacuum		7.0	74.4
		N <sub>2</sub>	6.7	8.0	84.2
Polyethylene/aluminum foil/cellophane	0.07	Air		0.7	40.3
		Vacuum		0.7	—
		N <sub>2</sub>		0.9	—

\* (Change in the amount of carotinoid in dried carrots after storage for 40 days at 30°C 80% RH. in the dark.)

チレン×サランコートセロファンのもは、もとの含量 90mg% に比べ、30°C 80% RH に40日保存で 84.2 mg% と変化が少ない。

なおアルミ箔をラミネートした包装材についても行なったが、ガス充填操作において、中身が見えないことなどから作業性に困難を生じガス交換が十分に行なえなかった。

ガス交換が十分に行なわれればアルミ箔ラミネートは、ガス充填包装材として最適と考えられる。

不活性ガス充填することは、好気性の菌、とくにカビの発育阻止に効果がある。

Table. 11 に食パンをガス充填包装し、カビの発生状態を外観検査でしらべた結果を示した。

スライスした食パンを3種の包装材について、空気、窒素、炭酸ガス充填包装の3区でみたのであるが、ポリエチレンで包装したものはいずれもカビが多発、それに対してポリエチレン×サランコートセロファンで窒素、炭酸ガス充填包装したものはカビの発生が殆んどなかった。

充填ガス別にみると炭酸ガスが良好であるが、やはり炭酸ガスは消失によりパウチが収縮し、スポンジ状であるパンはぶかっこうになる。しかしポリエチレン×サランコートセロファン包装のもはそのような現象はない。

Table. 11 Mold growth in bred in gas filled packaging.

Days	Pack	Polyethylene 0.06 mm		Polyethylene /Saran-coated cellophane 0.07 mm		Polyethylene/polyester 0.07 mm	
4	Air	3	1	2		3	1
	N <sub>2</sub>	3	2	0	0	0	0
	CO <sub>2</sub>			0	0	0	0
5	Air	4	4	3		4	4
	N <sub>2</sub>	4	4	0	0	1	1
	CO <sub>2</sub>			0	0	0	0
6	Air						
	N <sub>2</sub>			1	0	2	1
	CO <sub>2</sub>			0	0	0	0
7	Air						
	N <sub>2</sub>			1	0	2	2
	CO <sub>2</sub>						
10	Air						
	N <sub>2</sub>			1	0	2	2
	CO <sub>2</sub>			0	0	0	0

Stored at 30°C 80% RH. in the dark.

Evaluation of the extent of mold growth. Good bad  
 0 ——— 1 ——— 2 ——— 3 ——— 4

### ま と め

食品のガス充填包装に適する包装材を検索したところ、当試験試料の中ではポリエチレン×サランコートセロファンが最も適しているということがわかった。

### 文 献

- 1) A.C. Shuman (Georal Food Corp.), Ind. Eng. Chem 16, 58 (1944)
- 2) 武田文七, 高分子実験学講座 4, 275