

二酸化炭素ガス置換包装、 脱酸素剤封入包装によるはんぺんの貯蔵性

藤井建夫* 野間田泰* 奥積昌世*
安田松夫** 西野甫** 横山理雄**

Effects of Carbon Dioxide or Oxygen Scavenging Packaging
on the Shelf-life of *Hanpen* (Floated-type *Kamaboko*)

Tateo FUJII, Hiroshi NOMATA, Masayo OKUZUMI,
Matsuo YASUDA, Hajime NISHINO and Michio YOKOYAMA

Changes in sensory evaluation scores, viable cell counts, volatile basic nitrogen (VBN) and organic acids contents, microbial flora etc. were examined for *hanpen* (floated-type *kamaboko*) packaged with air, CO₂ or free oxygen absorber (FOA) in plastic pouches during storage at 10°C. Samples packaged with CO₂ showed double shelf-life of those in air or with FOA. Organoleptic deterioration and growth of both aerobic and anaerobic bacteria were delayed in samples packaged with CO₂, although they were not significantly inhibited in samples with FOA when compared with those packaged with air. The amounts of VBN and organic acids such as acetic acid and propionic acid showed a correlation with viable cell counts. The initial microflora of *hanpen* was dominated by *Bacillus* etc. After 6 days storage under air and/or with FOA dominant microorganisms were *Corynebacterium*, Enterobacteriaceae and Vibrionaceae, while samples packaged with CO₂ were dominated by Vibrionaceae.

Keywords : Modified atmosphere storage, *Hanpen* (floated-type *kamaboko*), Microflora, Carbon dioxide

* 東京水産大学食品生産学科 (〒108 東京都港区港南4-5-7)

** 呉羽化学工業(株)食品研究所 (〒169 東京都新宿区百人町3-26-2)

要 旨

ガス置換包装による貯蔵法は、従来の低温貯蔵法と併用することにより大幅なシェルフライフの延長が期待される貯蔵法であり、また既存の冷蔵設備や流通システムをほぼそのまま活用でき、ガス置換包装機以外には特別な設備投資を必要としないので、従来シェルフライフが短かいために広域流通や大量生産が困難な食品に対しては特に有効な貯蔵手段と考えられる。このような観点から前報¹⁾では鮮魚フィレーのガス置換包装について検討したが、本報では水産加工品のうち比較的腐りやすく、冷蔵以外に適切な貯蔵法のないはんべんの貯蔵にガス置換包装を応用することを考え、その貯蔵効果を官能評価および微生物学的・化学的变化の面から検討した。

実験方法

1. 試 料

試料には、東京都内のはんべん加工場で、サメ肉（ヨシキリザメ、アオザメ）15kg、ヤマイモ 2kg、馬鈴薯でんぶん 2kgを主原料に、食塩1.7%、砂糖5%および適量の味淋を加えて製造された手造りのはんべんを、水冷しつつ実験室に持ち帰り直ちに実験に供した。貯蔵実験にははんべんを半分に切り、それをプラスチック積層小袋（クレハGP-31, Ethylene vinylalcohol copolymer/Polypropylene/Ethylene vinylacetate copolymer (EVOH/PP/EVA)、酸素透過度(30℃, 100%RH) 20~30cc/m²·day·atm)に脱酸素剤（セキュールCA500、日本曹達）と一緒に入れ、二酸化炭酸(CO₂)をノズル封入

(10ℓ/min, 30sec)したのちヒートシールしたものをガス置換区試料、同小袋に脱酸素剤と一緒に入れヒートシールしたものを脱酸素剤区試料、ポリプロピレンフィルムで含気包装したものを対照区試料とした。低温流通を想定して、これらの試料を10℃に貯蔵し、以下の項目についてその経時変化を調べた。

2. 生菌数測定

表面積1×5cm²のはんべん5gを45mlの希釈水とともにホモジナイズしたものを試料原液とし、必要に応じて10倍希釈を行い、標準寒天培地（栄研）、ABCM寒天培地（栄研）および0.13%酢酸添加LBS寒天培地（BBL）に塗抹して、前報¹⁾と同様に20℃で5日間培養後、それぞれ好気性細菌数、嫌気性細菌数および乳酸菌数を計数した。

3. 微生物の分離と同定

生菌数測定に用いた0日目および初期腐敗時(10⁷cells/g)の標準寒天培地およびABCM寒天培地よりそれぞれ20株ずつを純粋分離し、前報¹⁾と同様に属レベルでの同定を行った。

4. ガス組成、揮発性塩基窒素(VBN)、pH

前報¹⁾と同様に測定した。

5. 官能検査

はんべんの外観(色)、臭気の2項目について行った。評価基準は5点法により、商品として優れているものを5点、商品として問題のないものを4点、劣化の認められるものを3点、商品価値のないものを2点、初期腐敗に達したものを1点とした。

Table 1 Changes in concentrations of headspace gases (%) inside the plastic bag during storage of hanpen at 10 °C

Gas composition of sample	Gas	Storage time (days)				
		0	3	6	8	10
Air (control)	N ₂	78.1	81.3	71.0	68.5	56.8
	CO ₂	0.0	1.9	25.8	29.3	36.4
	O ₂	21.0	16.8	0.35	0	0
CO ₂ exchange	N ₂	10.0	27.6	20.2	22.4	30.5
	CO ₂	87.5	72.8	78.6	75.4	68.1
	O ₂	2.5	0.05	0	0	0
With free oxygen absorber	N ₂	78.1	95.7	80.3	77.1	59.1
	CO ₂	0.0	1.7	9.6	14.5	27.8
	O ₂	21.0	2.1	0	0	0

6. 有機酸分析

有機酸の分析は試料のエーテル抽出液を用いて、食品分析法²⁾の方法に従ってHPLCにより行った。

7. 分離菌株に及ぼすガス組成の影響

供試菌株には各試験区において優勢であった細菌22株を用い、前報¹⁾と同様に10°Cでの増殖の程度を比較した。

結果および考察

試料のはんぺんを各包装条件下で貯蔵した際の包装内のガス組成変化をTable 1に示した。いずれの試料区ともかなりの変動がみられたが、これは微生物の呼吸作用によるもののほか、貯蔵初期にはんぺんの気泡中に保持されていた空気の影響によるものと考えられる。なお、対照区10日目および脱酸素剤区6日目以降の試料において3種のガス組成の合計が100%をかなり下回る場合がみられる

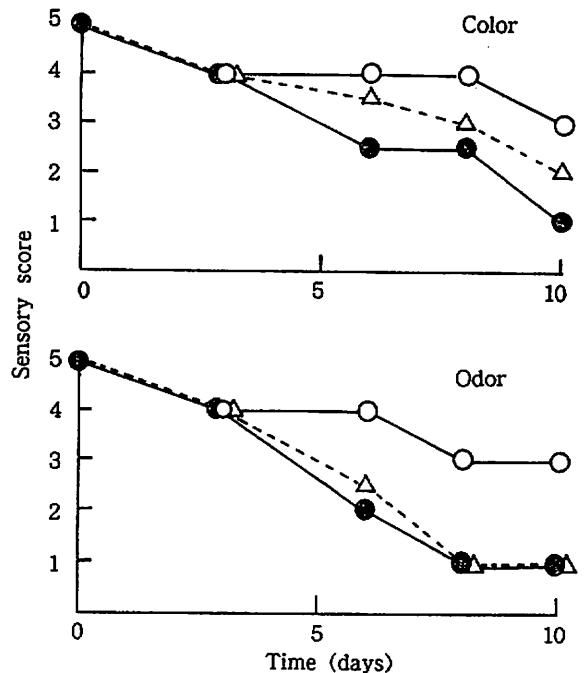


Fig. 1 Changes in sensory score of *hanpen* stored with carbon dioxide gas or free oxygen absorber at 10 °C
 ● — ●, Air; △ — △, with FOA;
 ○ — ○, CO₂

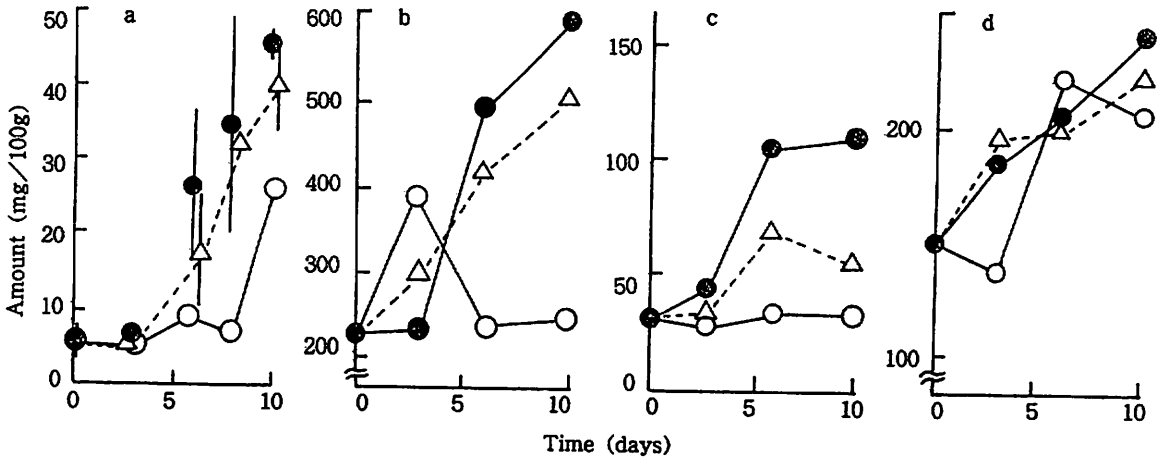


Fig. 2 Changes in (a) VBN, (b) acetic acid, (c) propionic acid and (d) lactic acid of *hanpen* stored with carbon dioxide gas or free oxygen absorber at 10 °C
 ●—● : Air, △---△ : with FOA, ○—○ : CO₂

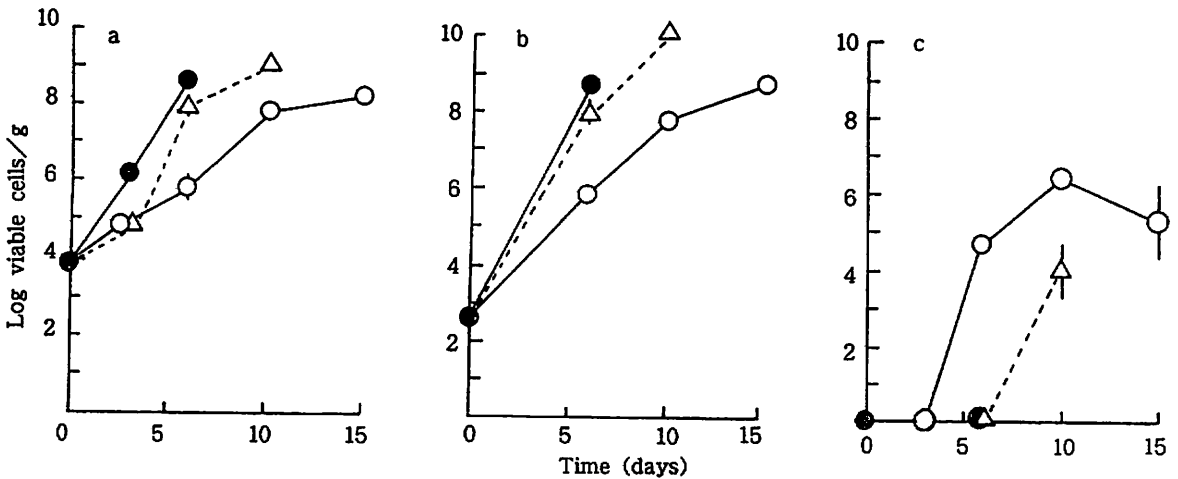


Fig. 3 Changes in viable cells of (a) aerobic, (b) anaerobic and (c) lactic acid bacteria on *hanpen* stored with carbon dioxide gas or free oxygen absorber at 10 °C.
 ●—●, Air : △---△, with FOA : ○—○, CO₂.

が、これらの試料では官能検査の臭いの評価で初期腐敗が感じられることから、残りのガスについてはアンモニア、硫化水素、ケトン、アルデヒドなどのタンパク分解によるガスと思われる。

貯蔵中の官能検査の結果を Fig. 1 に示した。外観 (色) についてみると、対照区は6日

目に、脱酸素剤区は9日目頃に、それぞれ商品としての価値がなくなった。また対照区および脱酸素剤区は6日目に、ガス置換区では10日目にいずれも透明な水滴様のねとがみられた。臭気についてみると、対照区は5~6日目に、脱酸素剤区は6~7日目に商品としての価値がなくなった。したがって総合的にみる

と、各試料区のシェルフライフは対照区と脱酸素剤区で5~6日であったのに対して、ガス置換区では10日間と約2倍の貯蔵期間の延長効果が認められた。

試料のVBN量 (Fig. 2a) は測定値にかなり大きなばらつきがみられたが、対照区と脱酸素剤区では貯蔵3日目以降に、ガス置換区では8日目以降に増加が認められた。魚肉ソーセージのような包装食品ではVBNよりも有機酸が腐敗指標として有効であると考えられている⁹⁾ のではんぺんについても有機酸の測定を行った。その結果 (Fig. 2b~d)、酢酸とプロピオン酸については、上記の官能検査結果との間にほぼ相関関係が認められた。pHはいずれの試料区とも差異はなく、貯蔵期間中6.0~6.2でほぼ一定であった。

実験に用いたはんぺんの初発菌数は、好気性細菌が $7.6 \times 10^8/g$ 、嫌気性細菌が $4.3 \times 10^2/g$ であった。また乳酸菌 (LBS寒天培地) は貯蔵前の試料からは検出されなかった。Fig. 3に貯蔵中の生菌数の変化を示した。初期腐敗値 ($10^7/g$) に達するまでの日数は、好気性細菌、嫌気性細菌とも、対照区では4日、脱酸素剤区では5日、ガス置換区では8~9日であった。乳酸菌数はガス置換区および脱酸素剤区でそれぞれ3日目および6日目以降に増加がみられたが、菌数は $10^6/g$ 以下にとどまった。

標準寒天平板およびABCM寒天平板から分離した細菌 160株の性状検査を行った結果、それらは属レベルで12群に分かれた。貯蔵中の試料における各細菌群の出現状況は

Table 2 Changes in microbial flora of *hanpen* during the storage with carbon dioxide gas or with free oxygen absorber at 10°C

Bacterial group	Plate count agar				ABCM agar			
	Initial	C ^a 6 days	FOA ^b 6 days	MA ^c 15 days	Initial	C ^a 6 days	FOA ^b 6 days	MA ^c 15 days
Enterobacteriaceae		7	3	2	3	8	4	2
Vibrionaceae	1	6	5	13	4	3	8	6
<i>Flavobacterium</i>	4							
<i>Moraxella</i>			2					
<i>Acinetobacter</i>			1					
<i>Staphylococcus</i>	1				3			
<i>Streptococcus</i>				1	1			6
<i>Leuconostoc</i>						1		2
<i>Bacillus</i>	9		2	2				
<i>Lactobacillus</i>				2	5	1	2	3
<i>Corynebacterium</i>	5	8	8		2	6	6	1
Unidentified rod					1	1		

a) Packaged with air (control)

b) Packaged with free oxygen absorber

c) Packaged with CO₂

Table 3 Effect of modified atmosphere storage at 10°C on the growth of isolated strains

Strain	Genus	(Source)	7 days				14 days			
			Air	N ₂	Mix ^a	CO ₂	Air	N ₂	Mix ^a	CO ₂
H-1	<i>Flavobacterium</i>	(0 day)	+	w	-	-	+	w	-	-
H-2	<i>Corynebacterium</i>	(0 day)	+	-	-	-	+	-	-	-
H-3	<i>Bacillus</i>	(0 day)	+	-	-	-	+	-	-	-
H-4	<i>Staphylococcus</i>	(0 day)	+	w	-	-	+	w	-	-
H-16	<i>Staphylococcus</i>	(0 day)	+	+	+	+	+	+	+	+
H-17	Enterobacteriaceae	(0 day)	+	+	+	w	+	+	+	w
H-18	<i>Lactobacillus</i>	(0 day)	+	+	+	w	+	+	+	w
H-19	<i>Streptococcus</i>	(0 day)	+	+	+	w	+	+	+	w
H-15	<i>Leuconostoc</i>	(Air 6 days)	+	+	+	w	+	+	+	w
H-11	<i>Moraxella</i>	(FAO ^b 6 days)	+	+	+	+	+	+	+	+
H-12	<i>Micrococcus</i>	(FAO 6days)	+	w	-	-	+	w	-	-
H-13	<i>Acinetobacter</i>	(FAO 6days)	+	+	-	-	+	+	-	-
H-14	Vibrionaceae	(FAO 6days)	+	+	+	+	+	+	+	+
H-5	Enterobacteriaceae	(MA ^c 15 days)	+	+	+	+	+	+	+	+
H-6	Vibrionaceae	(MA 15 days)	+	+	+	+	+	+	+	+
H-7	<i>Lactobacillus</i>	(MA 15 days)	+	+	+	+	+	+	+	+
H-8	<i>Bacillus</i>	(MA 15 days)	+	+	+	+	+	+	+	+
H-9	<i>Corynebacterium</i>	(MA 15 days)	+	+	+	+	+	+	+	+
H-10	<i>Staphylococcus</i>	(MA 15 days)	+	+	+	+	+	+	+	+
H-20	<i>Streptococcus</i>	(MA 15 days)	+	+	+	+	+	+	+	+
H-21	<i>Leuconostoc</i>	(MA 15 days)	+	+	+	+	+	+	+	+
H-22	<i>Lactobacillus</i>	(MA 15 days)	+	+	+	+	+	+	+	+

Symbols : + positive ; - negative ; w, weakly positive

a) Mixed gas of CO₂ and N₂ (60 : 40)

b) Packaged with free oxygen absorber

c) Packaged with CO₂

Table 2に示す通りであった。貯蔵開始時には、標準寒天培地では*Bacillus* (45%)が、ABCМ寒天培地では*Lactobacillus* (25%)およびVibrionaceae (20%)が優勢であった。一方、初期腐敗時には、対照区では*Corynebacterium*, Enterobacteriaceae, Vibrionaceae (標準寒天培地、ABCМ寒天培地とも)、脱酸素剤区では*Corynebacterium*, Vibrionaceae (標準寒天培地)およびVibrionaceae, *Corynebacterium*, Enterobacte-

riaceae (ABCМ寒天培地)が、またガス置換区ではVibrionaceae (標準寒天培地)およびVibrionaceae, *Streptococcus* (ABCМ寒天培地)が優勢であった。ガス置換区でVibrionaceaeが優勢となる傾向は前報¹⁾のマイワシフィレーでの結果でも観察された。

分離菌株の増殖に及ぼすガス組成の影響について調べた結果をTable 3に示した。0日目より分離した*Bacillus*はN₂またはCO₂によるガス置換条件下では増殖が抑制された。ま

た *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Acinetobacter* は CO₂ 存在下での増殖が抑制された。一方、ガス置換区試料で優勢であった *Vibrionaceae*, *Enterobacteriaceae* などの菌群は CO₂ 存在下においても増殖が認められた。包装かまぼこの腐敗細菌は一般に *Bacillus* が多い⁴⁾。*Bacillus* は本実験でも貯蔵開始時には優勢であったが、貯蔵中に他の細菌群が優占した。おそらくこれらの *Bacillus* は中温性であるため低温での増殖が困難であり、また上述のようにガス置換条件下では増殖できないためであろうと考えられた。

以上の結果よりはんぺんを CO₂ 置換で貯蔵することにより約2倍貯蔵期間が延長されると考えられた。はんぺんの気泡中に保持されている空気を除くことによりさらに貯蔵効果を増すことが可能と考えられたので、脱気後 CO₂ 封入することを検討したが、この方法では脱気操作によりはんぺんが著しく収縮し、この状態はその後 CO₂ 置換によっても復元しないため用いることができなかった。

水産物製品のガス置換法については昭和30年代に横関ら⁵⁾が竹輪を CO₂ 置換により貯蔵する方法について検討し、しょ糖無添加の製品では 25℃での貯蔵期間が約5日延長されることを報告している。当時は包装材料やガス置換包装機、低温流通システムなどの関連技術が未発達であったが、近年、高性能の包装材料や関連機器が開発され、また低温流通網が完備、普及したことなどによりガス置換法の実用化が可能になったと考えられる。

要 約

含気包装(対照区)、二酸化炭素ガス置換包装および脱酸素剤封入包装によるはんぺんの貯蔵中(10℃)の変化を官能的、微生物・化学的側面から調べ、次の結果を得た。

- (1) 官能検査によるシェルフライフは、対照区と脱酸素剤区で5~6日に対し、ガス置換区では10日であった。生菌数が初期腐敗値に達するまでの日数も対照区で4日、脱酸素剤区で5日に対し、ガス置換区では8~9日に延長された。
- (2) はんぺんのマイクロフローラは、貯蔵初期には *Bacillus* が、初期腐敗時には対照区および脱酸素剤区では *Corynebacterium*, *Enterobacteriaceae* および *Vibrionaceae* が、ガス置換区では *Vibrionaceae* および *Streptococcus* が優勢であった。

謝 辞

試料の調製にご協力下さいました佃権(株)社長 金子喬一氏はじめ関係各位に深謝します。

<文 献>

- 1) 藤井建夫、西忠詞、奥積昌世、安田松夫、西野甫、横山理雄、日食工誌、38, 1124 (1991)
- 2) 日本食品工業学会食品分析法編集委員会(編)、食品分析法、光琳、東京、p. 523 (1982)
- 3) 赤松幹夫、日水誌、26, 588 (1960)
- 4) 横関源延、食品微生物学、医歯薬出版、東京、p. 255 (1976)
- 5) 横関源延、内山均、天野慶之、日水誌、22, 35 (1956)

(受付 1992年4月27日)