

# ガス充填包装貯蔵した海産魚フィレートの細菌数

木村 凡・村上正忠・藤沢浩明

## Changes in Bacterial Counts of Marine Fish Fillets during Storage under Modified Atmospheres

By

Bon Kimura, Masatada Murakami, and Hiroaki Fujisawa

Fillets of red sea bream (*Pagrus major*), jack mackerel (*Trachurus japonicus*), and common mackerel (*Scomber japonicus*), were stored in air, N<sub>2</sub>, and CO<sub>2</sub> atmosphere at different temperatures and the change in their bacterial counts was investigated during storage.

In fillets of red sea bream, no significant difference was noted in their bacterial counts when they were stored in air, N<sub>2</sub>, or CO<sub>2</sub> atmosphere at 5°C during 6d storage. In contrast, in fillets of jack mackerel, after 2d storage in air at 0°C, 5°C, 10°C, and 20°C, the total aerobic counts (CFU/cm<sup>2</sup> skin) were approximately 10<sup>5</sup>, 10<sup>7</sup>, 10<sup>8</sup>, and 10<sup>8</sup>, respectively. The corresponding values for the storage in CO<sub>2</sub> (50% CO<sub>2</sub>, 50% N<sub>2</sub>) were 10<sup>5</sup>, 10<sup>5</sup>, 10<sup>5</sup>, and 10<sup>7</sup>. In common mackerel, after 2d storage in air at 0°C, 5°C, and 10°C, the total aerobic counts were approximately 10<sup>4</sup>, 10<sup>4</sup>, and 10<sup>5</sup>, respectively. The corresponding values for the storage in CO<sub>2</sub> were 10<sup>4</sup>, less than 10<sup>2</sup>, and 10<sup>4</sup>.

It was suggested that storage under carbon dioxide was effective in prolonging microbiological shelf-life. When fillet of jack mackerel and common mackerel were stored in different combination of carbon dioxide and nitrogen, the time reaching to total counts, 10<sup>7</sup> CFU/cm<sup>2</sup>, successively increased as the CO<sub>2</sub> concentration increased.

## 1. 緒 言

近年のフィルム包装技術の発達はめざましいものがあり、ガス遮断性のすぐれたプラスチック・フィルムも出現している。このフィルム技術の発達にともない食品全般で商品の個性化、個別化、取り扱いの簡便さや、外見の清潔感という要求から商品の「パック化」が行なわれるようになり、この傾向は今後とも増大していくと考えられる。水産物をガス充填包装して保蔵性を高めようという試みについては、北欧やアメリカではすでにいくつかの研究<sup>1-5)</sup>がおこなわれている。しかし、我が国ではあじの開き干しなどいくつかの干製品<sup>6,7)</sup>でみられる以

外、鮮魚については上岡らがマグロ、カツオなどのフィレートの肉色保持を目的として系統的な報告<sup>8-10)</sup>をしているに過ぎない。

さて、現在鮮魚または活魚として輸送ならびに流通されている魚を産地で一次処理して可食部分だけを鮮度の良いまま消費地に輸送できれば、魚の有効利用、廃棄物処理の解決、輸送費の削減、さらに一般家庭での調理のし易さという面からも、現代の消費者ニーズに適合して消費の拡大が計られるものと考えられる。

一方、最近の水産業界では、ソフト嗜好のなかで、「凍結」が嫌われて、「冷却」に対する市場の要求が次第に強まっている。このような背景からパーシャルフリーズ

ング、あるいは氷温といった新しいチルド保蔵技術も開発されてきている。しかし、これらの新技術は、生産地から消費者までの一貫した温度コントロールが経済的に非常に難しい。特に、ある輸送手段から他の輸送手段への移転の際、また小売業者のショウケースに陳列された際、あるいは消費者が購入した後の冷蔵庫保管など、まだ現場レベルにおいては、十分に低温管理が行われているとはいえない。従って、このようなチルド流通においては、特に夏場などでは、細菌学的に問題が生じる可能性がある。

このような背景から著者らは、鮮魚のガス充填包装を現在のチルド流通（氷蔵、冷蔵、バーシャルフリージング、氷温など）に組み入れることにより、上記のような細菌学的な危惧を解消し、これらの低温流通技術の補助的な役割を十分に果たすものであると考える。そこで、マダイ、マアジおよびマサバフィレーを用いて、これらをガス充填包装した場合における品質保持効果について、細菌学的立場から検討したので報告する。

## 2. 実験方法

### 2・1. 試料魚

マダイ (*Pagrus major*) は、黒井漁業協同組合で養殖しているマダイの2年魚（平均体長20cm）を用いた。マアジ (*Trachurus japonicus*) およびマサバ (*Scomber japonicus*) は、サンプリング当日の早朝に山口県西部沿岸に水揚げ後、即殺されたもの（両種とも平均体長25cm）を用いた。

### 2・2. 試料の調製

入手した各試料魚を、ただちに三枚におろした。1フィレーごとに70%アルコール殺菌済みのプラスチックトレーにのせ、所定のガス充填包装した後、所定の温度で貯蔵した。

ガスパックには、卓上型自動真空包装機V-400G（東静電気株式会社）を用いた。本包装機の精度は、混合比において±2%であることを、あらかじめガスクロマトグラフィーによって確認した。

包装用フィルムには、ガスバリアー性（CO<sub>2</sub>透過量：0.1 g/m<sup>2</sup>・24 h・atm、O<sub>2</sub>透過量：0.03 g/m<sup>2</sup>・24 h・atm）のKナイロン15 μm/PE65 μmラミネートフィルムを用いた。

### 2・3. 生菌数の測定

所定の貯蔵日数の経過後、各ガスパックフィレーを取り出し、そのフィレー体表1 cm<sup>2</sup>当たりの生菌数を測定した。

貯蔵フィレーの表皮相10cm<sup>2</sup>を筋肉部10 gと共に無菌的に摂取し、それに滅菌希釈水（5%ペプトン加50%海水）40mlを加えて、ホモジナイザーで2分間細砕した。ホモジネートの各10段階希釈液を1 mlずつ平板シャーレに接種し、平板混和法で、25℃、5日間培養後計数した。

生菌数の測定用培地には、50%海水で調製した標準寒天培地（日本製薬）を用いた。

## 3. 結果および考察

### 3・1. マダイフィレーの生菌数

マダイフィレーを、貯蔵温度を5℃にして、含気包装、N<sub>2</sub>包装（N<sub>2</sub> 100%）、CO<sub>2</sub>包装（N<sub>2</sub>: 50%、CO<sub>2</sub>: 50%、以下同様）した場合の生菌数の変化を Fig. 1 に示した。各ガス包装ごとに多少の生菌数のばらつきは認められるものの、いずれの貯蔵条件においても、5℃、8日間の貯蔵では顕著な生菌数の増加は認められなかった。この点については、Ehira et al<sup>11)</sup>もマダイを氷蔵して貯蔵した場合、貯蔵10日目までは生菌数の増加がほとんど認められず、12日目以降に及んで急激な生菌数の増加が認められることを報告している。従って、マダイフィレーを5℃以下で数日間貯蔵する場合、ガス充填包装しても細菌学的には保存効果のメリットが出にくいものと推測される。

### 3・2. マアジフィレーの生菌数

マダイより細菌による品質低下を受け易いと考えられるマアジフィレーについて、貯蔵温度を0℃、5℃、10℃、20℃とし、含気包装、CO<sub>2</sub>包装した場合の生菌数の変化を Fig. 2 に示した。

まず、初発菌数を見ると、試料により10<sup>4</sup>~10<sup>5</sup>の範囲でばらつきが認められた。本実験には、水揚げ後即殺したのち氷蔵下で数時間経過した魚を用いたが、これらの数値は、これまで報告されたマアジの同様な条件下での表皮1 cm<sup>2</sup>当たりの生菌数<sup>12-14)</sup>とほぼ一致している。0℃貯蔵では、含気包装をした場合、6日間の貯蔵期間中に生菌数は2オーダーの増加を示した。CO<sub>2</sub>包装では、生

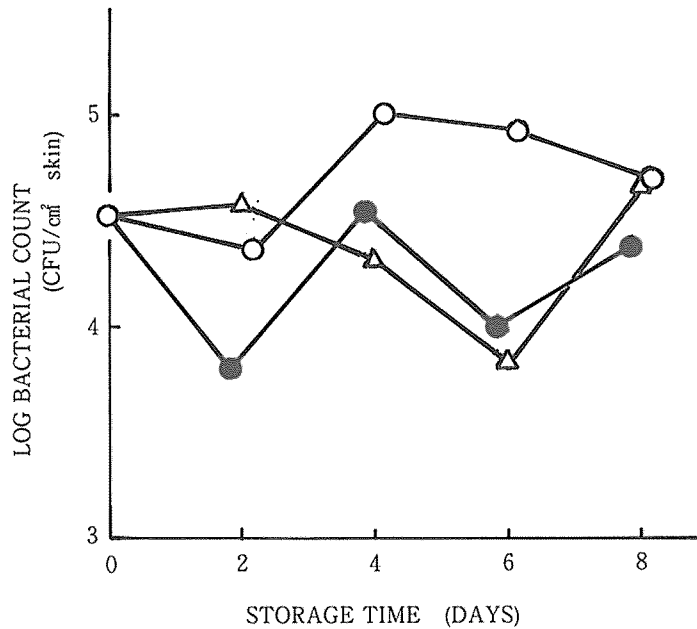


Fig. 1. Aerobic plate counts of red sea bream fillets stored at 5°C in gas-impermeable film bags (K-nylon 15  $\mu$ m / PE 65  $\mu$ m) containing various gaseous atmospheres (Atmosphere compositions: ○; CO<sub>2</sub> 50% / N<sub>2</sub> 50%, ●; Air, △; N<sub>2</sub> 100%). For sampling, each bag containing one fillet was withdrawn. Bacterial counts were done on Standard Method Agar (Nissui) plates incubated for 5 days at 25°C.

菌数の増加はほとんど認められず、6日間貯蔵後も  $1.0 \times 10^5$  CFU/cm<sup>2</sup> 表皮と、初日の  $5.0 \times 10^5$  CFU/cm<sup>2</sup> に比べてほとんど差が認められなかった (Fig. 2-A)。

5°C貯蔵では、含気包装をした場合、6日間の貯蔵期間で3~4オーダーの増加を示した。CO<sub>2</sub>包装では、0°Cの場合と同様に生菌数に顕著な増加は認められなかった (Fig. 2-B)。10°C貯蔵では、含気包装をした場合、2日目に2オーダー、4日目で3オーダーの増加を示した。CO<sub>2</sub>包装では、2日目までは生菌数の増加は認められなかったが、4日目では1オーダーの増加が認められた (Fig. 2-C)。20°C貯蔵では、初日から2日目にかけて、含気包装では3オーダー以上、CO<sub>2</sub>包装でも2オーダーの増加が認められた (Fig. 2-D)。

以上のように、マカジフィレ-については、含気包装とCO<sub>2</sub>包装との間での生菌数の違いがはっきりと認められた。特に0°C、5°C貯蔵においては、含気包装では、貯蔵開始から6日目までほぼ指数的に生菌数が増加する

のに対し、CO<sub>2</sub>包装では、生菌数はほとんど増えず、ほぼ完全な静菌効果が認められている。堀江ら<sup>13)</sup>も、水揚げ直後のマカジを0.5°Cで貯蔵した場合、表皮1cm当りの生菌数が、0日目では  $1.4 \times 10^6$  であったのに対し、貯蔵6日目では  $2.9 \times 10^8$  と2オーダー増加し、細菌学的に完全に腐敗レベルに達することを報告している。また、5°Cで貯蔵した場合は、佐伯ら<sup>14)</sup>は表皮1cm当りの生菌数が0日目では  $4.0 \times 10^4$  であったのに対し、5日目では  $1.3 \times 10^9$  と4オーダー以上の増加を示し、完全に腐敗にいたることを報告している。これらの報告と本研究で得られた結果はほぼ一致しており、マカジは0°Cあるいは5°Cで5日間貯蔵すると、ほぼ完全に腐敗にいたることを示している。もっとも、実際の流通では、5°Cで2日以上貯蔵するケースは希であると考えられる。しかし、2日間貯蔵でも、5°Cでは1オーダー以上の生菌数の増加が認められている。また、これ以下の温度で管理されている場合でも、緒言で述べたように、チルド流通の現場にお

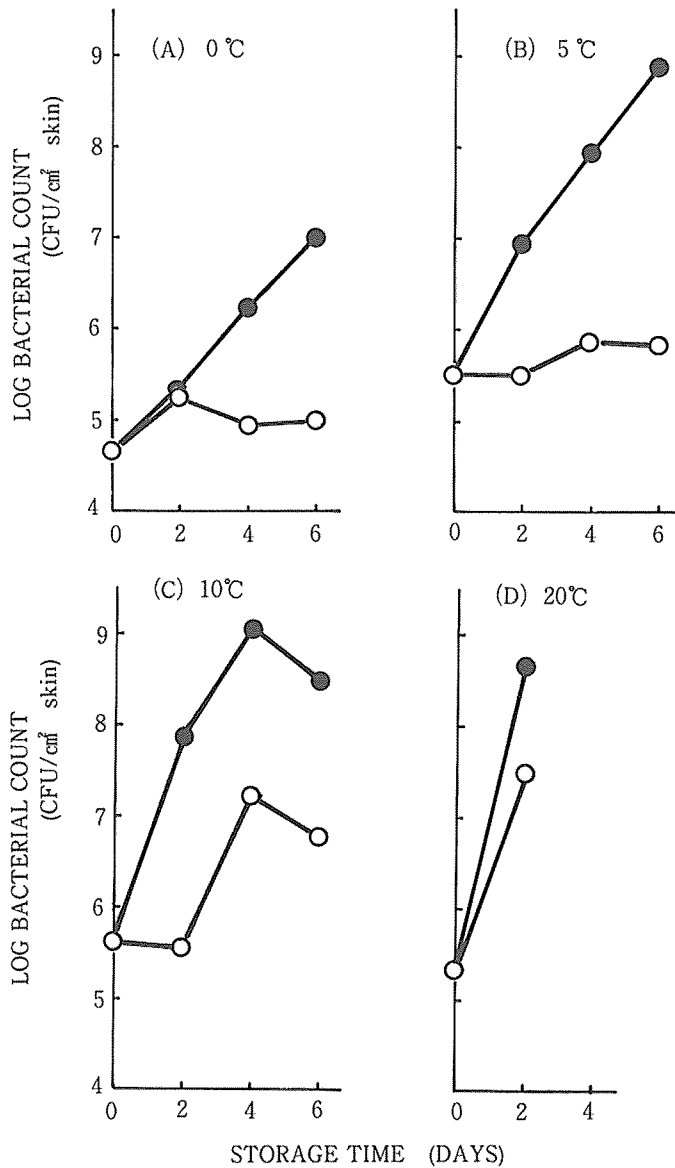


Fig. 2. Aerobic plate counts of jack mackerel fillets stored at various temperatures (A; 0°C, B; 5°C, C; 10°C, D; 20°C) in gas-impermeable film bags containing air (●) and CO<sub>2</sub> (○) atmospheres. CO<sub>2</sub> atmosphere is composed of 50% CO<sub>2</sub> and 50% N<sub>2</sub>. (Sampling procedure was the same as that shown in Fig. 1.)

いては流通全体を通じての温度管理が完全でないため、必ずしもすべての場合において細菌数の増加を完全に抑制できているとはいえない。しかるに、CO<sub>2</sub>貯蔵では0°C、5°Cいずれの貯蔵温度でも6日間ではほとんど生菌数は

増加せず、ほぼ完全な静菌効果が認められた事実は、CO<sub>2</sub>充填包装を現在のチルド流通に組み入れることにより、細菌学的なリスクを完全に予防することが可能であることを示唆している。ただし、10°C、20°Cと貯蔵温度

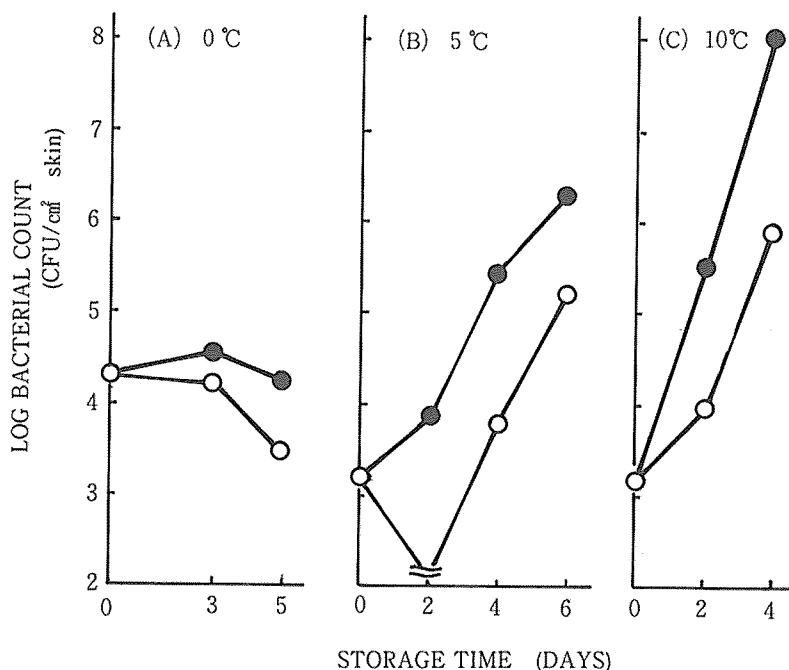


Fig. 3. Aerobic plate counts of common mackerel fillets stored at various temperatures (A ; 0°C, B ; 5°C, C ; 10°C) in gas-impermeable film bags containing air (●) and CO<sub>2</sub> (○) atmospheres. CO<sub>2</sub> atmosphere is composed of 50% CO<sub>2</sub> and 50% N<sub>2</sub>. (Sampling procedure was the same as that shown in Fig. 1.)

を上げていくと、CO<sub>2</sub>包装をしても、生菌数の増加を完全には抑制できないことが判る。

### 3. 3. マサバフィレの生菌数

マサバフィレを、貯蔵温度を0°C、5°C、10°Cにして、含気包装、CO<sub>2</sub>包装した場合の生菌数の変化を Fig. 3 に示した。

初発菌数は、10<sup>3</sup>~10<sup>4</sup>で、マアジの場合に比べ、1オーダー低かった。これまでの報告<sup>13)</sup>を見ても、水揚げ直後のマサバの表皮1cm<sup>2</sup>当りの生菌数は、10<sup>3</sup>のオーダーである場合が多く、マアジと比べ約1オーダー低い。おそらくこれは魚体の表層構造が異なるため、皮膚表面に付着している菌数が異なるものと考えられる。0°C貯蔵では、貯蔵期間中(5日間)では、含気包装、CO<sub>2</sub>包装ともに顕著な生菌数の増加は認められなかった (Fig. 3-A)。5°C貯蔵では、含気包装をした場合、生菌数は初日から6日目までに3オーダー増加した。CO<sub>2</sub>包装は、6日目

までに初日から2オーダーの増加にとどまっていた (Fig. 3-B)。10°C貯蔵では、初日から6日目にかけて、含気包装では4オーダー、CO<sub>2</sub>包装では2オーダーの増加が認められた (Fig. 3-C)。

以上のように、マサバフィレでも、含気包装とCO<sub>2</sub>包装との間で、生菌数の違いが認められた。ただし、マアジの場合とCO<sub>2</sub>ガスによる貯蔵効果を比べると、5°C(6日貯蔵)では、マアジでは生菌数の増加は認められなかったのに対し、マサバでは2オーダーの増加が認められ、また同様に、10°C(4日貯蔵)では、マアジでは1.5オーダーの増加が認められたのに対し、マサバでは3オーダーの増加が認められた。このことから、マサバを5°C、あるいは10°Cで貯蔵した場合、マアジほど完全な静菌効果は期待できない可能性も示唆される。

### 3. 4. 各種ガス組成の静菌効果に及ぼす影響

マアジフィレおよびマサバフィレを、それぞれ含

気包装, N<sub>2</sub>包装ならびに CO<sub>2</sub> と N<sub>2</sub> の混合ガス (CO<sub>2</sub>:20%, N<sub>2</sub>:80%; CO<sub>2</sub>:40%, N<sub>2</sub>:60%; CO<sub>2</sub>:60%, N<sub>2</sub>:40%) で 5℃ および 10℃ で 4 日間貯蔵した場合における生菌数を Fig. 4~6 に示した。

マアジを 5℃ に貯蔵した場合には, CO<sub>2</sub>20% では N<sub>2</sub> 包装より生菌数は 1 オーダー低く, 静菌効果が認められた。一方, 別のフィレーを用いた実験では, CO<sub>2</sub> 20% では顕著な静菌効果が認められず, CO<sub>2</sub> 40%, CO<sub>2</sub> 60% と濃度

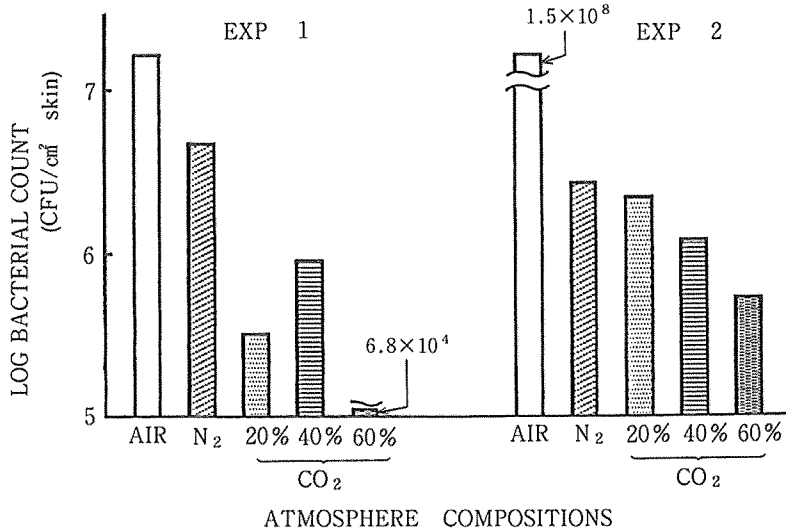


Fig. 4. Aerobic plate counts of jack mackerel fillets stored at 5°C for 4 days in gas-impermeable film bags containing various gaseous atmospheres.

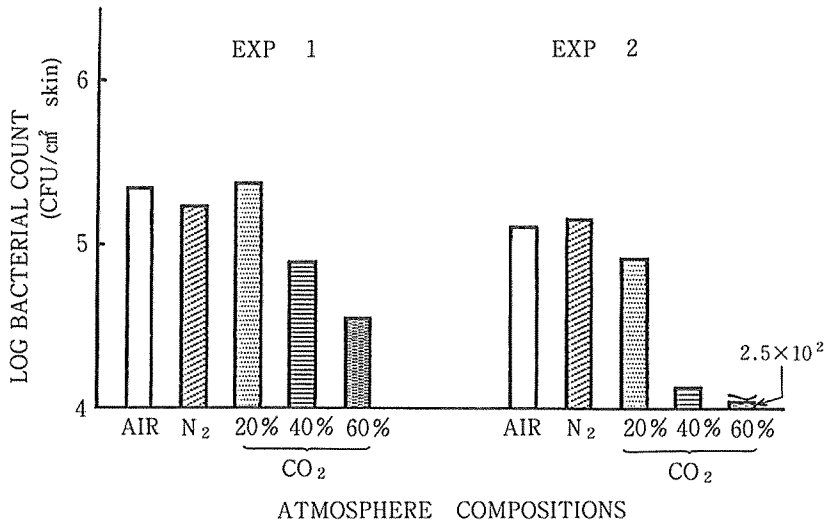


Fig. 5. Aerobic plate counts of common mackerel fillets stored at 5°C for 4 days in gas-impermeable film bags containing various gaseous atmospheres.

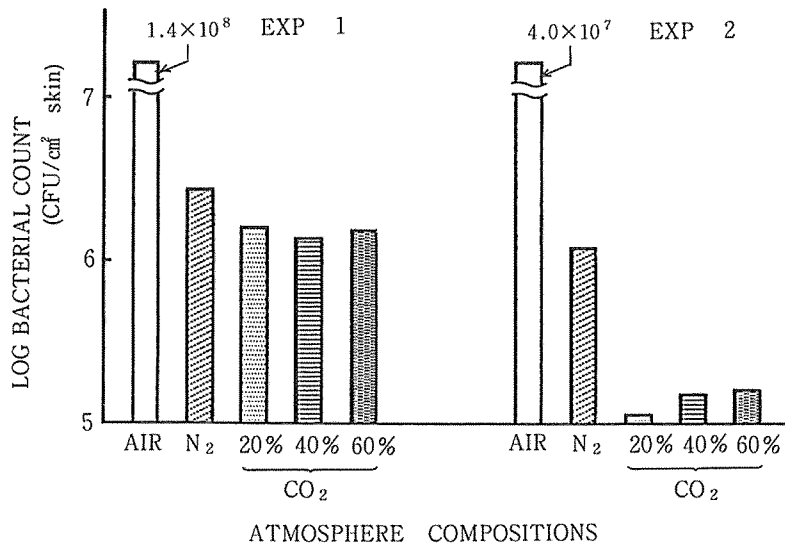


Fig. 6. Aerobic plate counts of common mackerel fillets stored at 10°C for 4 days in gas-impermeable film bags containing various gaseous atmospheres.

が高くなるにつれ、静菌効果が認められる結果 (Fig. 4) を得た。マサバを 5°C で貯蔵した場合、CO<sub>2</sub> 40% と CO<sub>2</sub> 60% では静菌効果が認められた。CO<sub>2</sub> 20% では、顕著な静菌効果は認められなかった (Fig. 5)。10°C では、全ての CO<sub>2</sub> 含有ガス包装で、N<sub>2</sub> ガス包装に比べて静菌効果がみとめられた (Fig. 6)。

以上、N<sub>2</sub> 包装と CO<sub>2</sub> ガス混合包装を比べると、CO<sub>2</sub> 濃度が高くなるにつれ静菌効果が出てくることわかる。ただし、CO<sub>2</sub> 混合比 60% 以上のガスで貯蔵したフィレートを試食すると、渋みを感じられた。この点については、上岡ら<sup>8)</sup>も、高濃度の CO<sub>2</sub> 添加による魚肉フィレートについて同様の指摘をしている。従って、実用的観点からみると、高濃度の CO<sub>2</sub> の添加は避けた方がよいと思われる。

本研究の結果によれば、魚種、温度は違っても、CO<sub>2</sub> 40% で N<sub>2</sub> ガスに比べて十分な静菌効果が認められている。従って、実用的には、CO<sub>2</sub> 40% のガス組成を用いるのが最適と考えられる。

#### 4. 要 約

現在の生鮮魚のチルド流通を補う新しい流通法としてガス充填包装の有効性について検討し、次のような結果を得た。マダイ、マアジ、およびマサバを用いて含気包

装、N<sub>2</sub> 包装 (N<sub>2</sub> 100%)、CO<sub>2</sub> 包装 (N<sub>2</sub>:50%, CO<sub>2</sub>:50%) した場合の生菌数を検討したところ、マダイフィレートについては、6 日間の貯蔵ではそれ程顕著な生菌数の増加が認められなかった。

一方、マアジフィレートあるいはマサバフィレートでは、含気包装と CO<sub>2</sub> 包装との間に、1~2 オーダーの生菌数の差が認められ、ガス貯蔵の効果が明らかとなった。特に、マアジフィレートの場合、0°C あるいは 5°C で貯蔵した場合、CO<sub>2</sub> の静菌効果が明確に現れた。また、CO<sub>2</sub> 静菌効果は、CO<sub>2</sub> 濃度が 20%, 40%, 60% と増加するにしたがって高まる傾向を示した。

終わりに、本研究に協力された原田義弘、武田安正ほか、本研究室学生諸君に謝意を述べる。

#### 文 献

- 1) K. L. Parkin, G. Finne, and M. O. Brown: *J. Food Sci.*, 47, 181-184 (1981).
- 2) M. Lannelongue, G. Finne, M. O. Hanna, R. Nikelson, and G. Vanderzant: *J. Food Sci.*, 47, 911-913 (1982).
- 3) G. Molin, Inga-Maj Stenström, and A. Ternström: *J. Appl. Bact.*, 55, 49-56 (1983).

- 4) M. Y. Wang and W. D. Brown: *J. Food Sci.*, **48**, 158-162 (1985).
- 5) C. Villemure, R. E. Simard, and G. Picard: *J. Food Sci.*, **51**, 317-320 (1986).
- 6) 石川宜次・中村邦典・藤井建夫：東海水研報, No.110, 59-68 (1983).
- 7) 中村邦典・石川宜次・藤井建夫：東海水研報, No.115, 39-45 (1985).
- 8) 上岡康雄・西川清文・岡弘康・満田春馬・酒井博行・山本賢次：愛媛工試報告, No.17, 35-42 (1979).
- 9) 上岡康達・金子洋子：愛媛工試報告, No.20, 48-56 (1982).
- 10) 上岡康達：冷凍, **58**, 957-965 (1983).
- 11) S. Ehira and H. Uchiyama: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **40**, 479-487 (1947).
- 12) 奥積昌世・清水達也・松本明：日水誌, **46**, 451-454 (1980).
- 13) 堀江進・奥積昌世・木村正幸・赤堀正光・川前政幸・食衛誌, **13**, 410-417 (1972).
- 14) 佐伯和昭・堀江進・慶野一夫：食衛誌, **12**, 95-99 (1971).