

## 鮮魚に対するオゾン氷の効果

篠原 直哉・的場 達人・篠原 満寿美・瀧口 克己・吉村 賢二  
(研究部・福岡県工業技術センター)

### Effect of ice containing Ozone for fresh fishes

Naoya SHINOHARA, Tatsuhito MATOBA, Masumi SHINOHARA\*<sup>1</sup>, Katsumi TAKIGUCHI and Kenji YOSHIMURA  
(Research Department・Fukuoka Industrial Technology Center)

近年、「食の安全」が強く求められるようになってきており、魚介類の流通現場においても様々な方法での鮮度保持手法が用いられるようになった。それに伴い、魚介類を冷却するために使用される氷についても水を凍結した一般的な氷のみでなく、微細氷と海水を混合したシャーベット氷や海水氷など機能性を持たせた氷が開発され使用されている。<sup>1-4)</sup> このような中、氷に殺菌機能を持たせるために、固形氷中に高濃度のオゾンを含ませる製氷技術の開発が福岡県工業技術センター機械電子研究所を中心として行われ、オゾン氷製造装置が開発され、製品化された。<sup>5,6)</sup> そこで今回開発された省エネ型連続式オゾン氷製造装置試作機(図1)で製氷されたオゾン氷の水産物への利用を検討するため、マアジ、マダイ等刺身で消費される魚類の鮮度保持を目的とした試験を実施した。

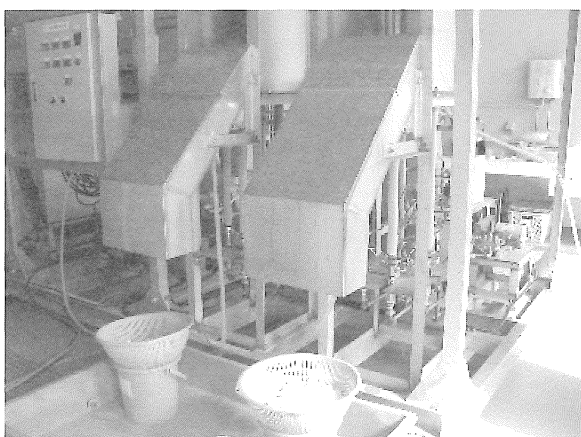


図1 省エネ型連続式オゾン氷製造装置(試験機)

### 方 法

#### 1. 海水殺菌試験

通常飼育水として使用している一次ろ過海水10 l(水温22.5℃)にオゾン氷(オゾン4 ppm含)を投入し、完全に溶解した後の海水1 ml中の生菌数をヤマト科学株式会社製シンプルテスターTM 802004(従属栄養細菌用)を用いて測定した。試験区は海水に対するオゾン氷の重量比で0%(対照区)、10%、20%、30%の4区を設定した。すべてのオゾン氷が完全に溶解した後の24、48、72時間後に各試験区あたり2回生菌数の計測を行って平均値を求めた。

#### 2. 保存試験

保存試験は当日漁獲されたマアジ(平均体長19.5cm, 平均体重262g)及びマダイ(平均体長20.6cm, 平均体重175g)を入手し、それぞれの魚体をトロ箱に入れ、魚体重量の2倍量のオゾン氷及び真水氷を上氷し、その上にパウチ(薄いビニール)を覆い、5℃と15℃で保存した。漁獲当日、1日目、2日目に一般生菌数、破断強度及びK値を測定した。一般生菌数の測定にはマアジ及びマダイの体表を試料として、食品衛生検査指針に従って検体溶液1 ml中の細菌を培養し、一般生菌数を確認した。<sup>7)</sup> 培地は3M社のペトリフィルムTM生菌数測定プレート(ACプレート)を使用した。破断強度の測定はヤマデン社のクリープメーター レオナーRE-3305を使用した。マアジ及びマダイの背肉を厚さ10mmに調整し、8mmの円形プランジャーを押し込み魚肉が破断する際の

\*1 現水産振興課

エネルギーを測定した。K値は江平らの方法<sup>8)</sup>に従い、魚体筋肉中のATP関連化合物を過塩素酸抽出し、日本ウォーターズ社の液体クロマトグラフィー2690を用いて分析した。

### 3. 切り身に対する殺菌効果試験

マダイの切り身に対するオゾン水の殺菌効果試験をおこなった。量販店で販売されているマダイ切り身をサンプルとし、オゾン水、真水水を封入して5℃保存中の3時間後、24時間後の一般生菌数を測定した。封入する容器は2000mlビーカーを用い、オゾン水を入れたのち、オゾン氷上に滅菌シャーレを静置した。そのシャーレ上にマダイ切り身を静置し、ラップで封入した。ビーカー内のオゾン水の量を変え、底から約3cm入れた区（浅底区）と約10cm入れた区（深底区）の2試験区とした。さらに試験開始直後、10分後、20分後、30分後に両容器内のオゾン濃度を測定した。測定には光明理化学工業株式会社の北川式ガス採取機 AP-20を用いて、検知管は同社の182U（0.025～3 ppm）と182SB（2.5～100ppm）を用いて、測定する容器内のオゾンガスをガス採取機で吸引後、採取したガスを検知管に通し測定を行った。

## 結 果

### 1. 海水殺菌試験

オゾン水による海水殺菌効果を表1に示す。0%区では24時間で171cfu/ml、48時間で225cfu/ml、72時間で226cfu/mlの生菌数であったのに対し、10%区では102cfu/mlから178cfu/mlの生菌数で若干の減少がみられた。オゾン水20%区、30%区では72時間経過後でもそれぞれ3cfu/ml及び1cfu/mlであり、オゾン水による顕著な海水殺菌効果が確認された。

### 2. 保存試験

15℃及び5℃保存時におけるマアジ体表の菌数変化を図2に示す。15℃における一般生菌数は、漁獲当日では $1.4 \times 10^4$  cfu/gであったが漁獲1日後にはオゾン水で $3.1 \times 10^5$  cfu/g、真水水で $3.6 \times 10^6$  cfu/g、漁獲2日後にオ

表1 オゾン水による海水殺菌試験

試験区	水量 (kg)	溶解時間 (分)	開始水温 (°C)	温度差 (°C)	24hr生菌数 (cfu/ml)	48hr生菌数 (cfu/ml)	72hr生菌数 (cfu/ml)
0%区	0	-	22.5	0	171	225	226
10%区	1	8	22.5	-8.8	102	166	178
20%区	2	16	22.5	-16.6	3	3	3
30%区	3	24	22.5	-20.2	1	1	1

ゾン水で $2.5 \times 10^7$  cfu/g、真水水で $5.2 \times 10^8$  cfu/gとなった。オゾン氷区と真水氷区と比較したところ、有意水準1% (p=0.01) で有意な差が見られ、静菌効果が確認された。一方、5℃保存時では差は見られなかった。

冷蔵保存時におけるマアジの破断強度の変化を図3に、K値の変化を図4に示す。破断強度、K値とも有意な差は見られなかった。

マダイ体表の菌数変化を図5に示す。5℃保存時、15℃保存時ともオゾン氷区と真水氷区の違いは認められなかった。5℃保存時における2日後の一般生菌数はオゾン氷で $6.6 \times 10^3$  cfu/g、真水氷で $6.1 \times 10^4$  cfu/gとなり、オゾン氷を使用した場合が1/10程度菌数が少なかったが有意な差ではなかった。また、破断強度の変化を図6、K値の変化を図7に示したが、マアジと同様にオゾン氷処理による顕著な差はみられなかった。

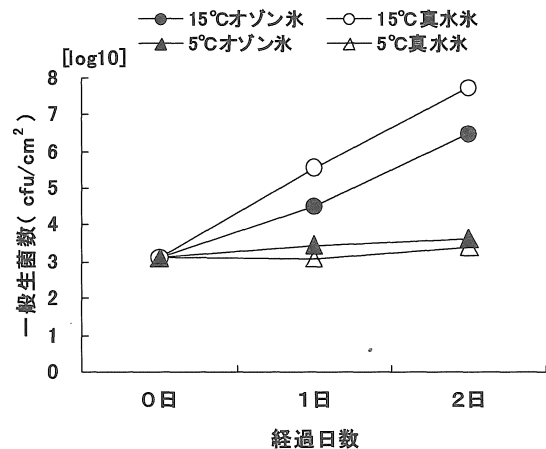


図2 マアジの冷蔵保存時の一般生菌数の変化

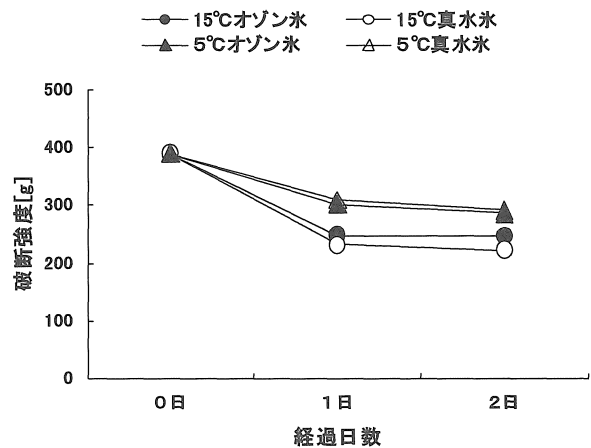


図3 マアジの冷蔵保存時の破断強度の変化

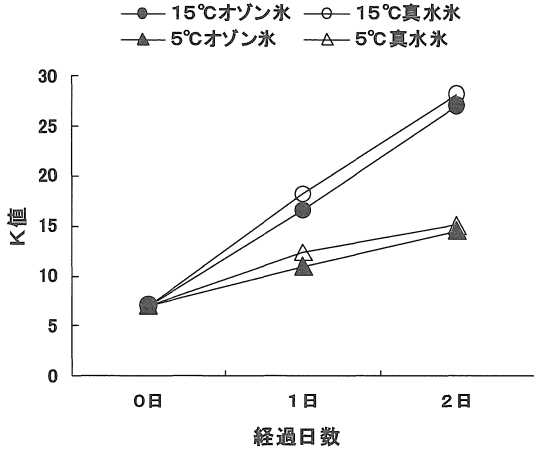


図4 マアジの冷蔵保存時のK値の変化

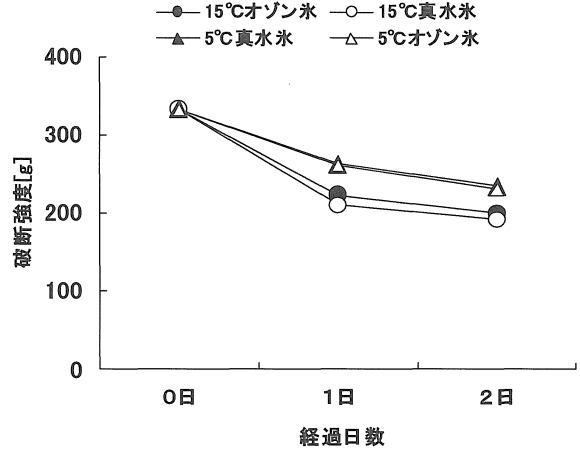


図6 マダイの冷蔵保存時の破断強度

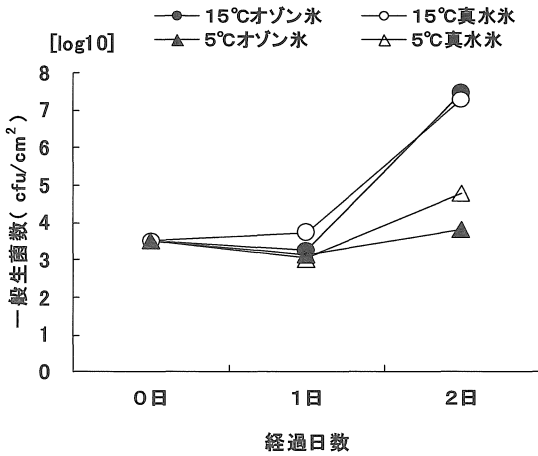


図5 マダイの冷蔵保存時の一般生菌数

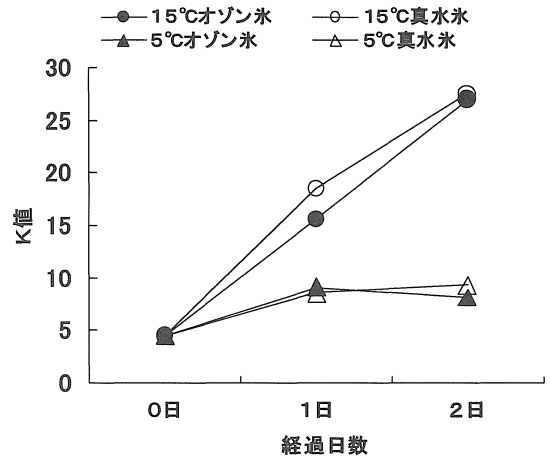


図7 マダイの冷蔵保存時のK値

### 3. 切り身に対する殺菌効果試験

浅底オゾン氷区、深底オゾン氷区、真水氷区の一般生菌数の変化を図8に示した。冷蔵前の菌数は、 $1.6 \times 10^4$  cfu/gで、浅底オゾン氷区では3時間後に $1.6 \times 10^4$  cfu/g、24時間後に $8.6 \times 10^4$  cfu/g、深底オゾン氷区では3時間後に $1.4 \times 10^4$  cfu/g、24時間後に $5.6 \times 10^4$  cfu/gの菌数を示した。真水氷区は3時間後、 $3.2 \times 10^4$  cfu/g、24時間後  $2.3 \times 10^5$  cfu/gの菌数であり、3時間後では、オゾン氷区では冷蔵前の菌数から増加が見られず、24時間後は10倍弱程度の差がみられた。深底、浅底いずれのオゾン氷区においても真水氷区と24時間後の一般生菌数を比較したところ、有意水準5% ( $p=0.05$ ) で有意であり、有意傾向が伺えた。両容器内のオゾン濃度測定の結果、浅底区は0.5ppm程度の濃度で推移したのに対し、深底区は封入直後で5 ppm、10分後には7 ppmと高濃度になり、20分後、30分後でも5 ppmであった。3時間後、24時間後についてオゾン濃度を測定したが、今回の測定ではオゾンは検出されなかった。

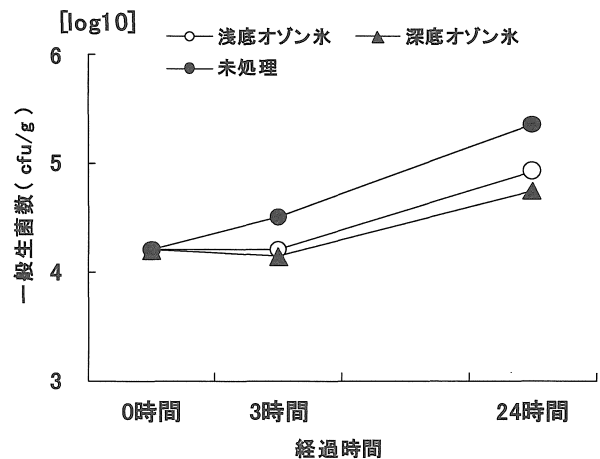


図8 マダイ切り身の保存方法別の一般生菌数

## 考 察

今回実施した海水に対するオゾン氷を使用した殺菌試験の結果、重量比で海水全重量の20%以上を溶解すれば海水殺菌効果が得られることが明らかになった。よって漁業現場で一時的に殺菌海水が必要となった場合には、オゾン氷を入手し、海水に溶解することで紫外線殺菌装置やオゾン海水殺菌装置などが無い場合でも殺菌海水の入手が可能となる。オゾンによる海水の殺菌は海水中の細菌とオゾンとの接触により行われるが、水中にオゾンが反応する有機物が多い場合には細菌と接触する前にオゾンが消費されることも考えられる。<sup>9)</sup> 今回はセンターで魚介類の飼育に使用している一時ろ過海水を使用したのが、実際に漁業者が使用する場合には個別に殺菌処理についての検証を行う必要があると思われる。

マアジ、マダイを用いてオゾン氷を用いた冷蔵保存試験をおこなった結果、マアジの15℃保存におけるオゾン氷と真水氷では有意な差がみられた。一方、マアジの5℃保存や破断強度、K値については有意な差は見られなかった。これは殺菌の対象となる魚介類の状態や種類などで殺菌効果には差が生じることを示している。

マダイの切り身に対する殺菌効果試験の結果から一般生菌数の変化からオゾン氷には静菌作用があることが伺えた。切り身に対する試験では容器内に残存するオゾン濃度を測定しているが、このときのオゾン濃度は浅底区で0.5ppm、深底区では最高7ppmに達している。これらのオゾンは数時間経過により、ごく少ないレベルまで濃度が低くなるものの、初期の段階では日本の産業衛生学会許容濃度委員会が定めた労働環境における基準の許容濃度0.1ppmを超えており、<sup>5)</sup> 現場への導入に当たっては十分な注意が必要である。

以上のことから、オゾン氷の魚介類流通現場への導入は発生するオゾンガスの殺菌及び静菌効果がみこまれ、かつ人体への影響が少ない条件下での使用が好ましいと考えられる。具体的には、一般小売業者等が鮮魚や刺身、調理用切り身等をトレーにラップ封入して販売する場合などへの利用が期待される。実際に現場に導入するためには、オゾン氷を封入したラップ内のオゾン濃度の経時変化を十分確認し、流通から消費者が利用するまでの時間を計算した上で安全な濃度となる量を考慮した上で使用すべきである。

一方、漁獲現場から市場、小売店への流通経路などオゾンガスの外部への漏出が考えられる条件下においてのオゾン氷の導入にあたっては人体への影響を考慮し、慎重に導入されるべきである。しかしながら、トロ箱での試験で15℃保存状態でも静菌作用が認められた結果は、実

際の流通段階で頻繁に生じる冷却施設間の移動などに起こる温度上昇により水産物が受ける影響を低減させる可能性もあり、今後、現場におけるオゾン濃度と静菌の状況、人体への影響などについて十分検討した上で新たな手法として導入することも可能と思われる。

## 要 約

- 1) 海水に対するオゾン氷を使用した殺菌試験の結果、重量比で海水全重量の20%以上を溶解すれば海水の殺菌効果がある。
- 2) トロ箱を用いたマアジの15℃保存時ではオゾン氷による殺菌効果が認められ、真水氷を使用した場合と一般生菌数で有意な差がみられた。
- 3) マダイの切り身に対する殺菌効果試験の結果、ラップによる封入による静菌作用が伺えた。
- 4) オゾン氷の現場への導入については鮮魚や刺身、調理用切り身等をトレーにラップ封入して販売する場合などへの利用が期待される。

## 文 献

- 1) 野中 健：魚介類の鮮度保持と温度. アクアネット, 2005年7月号, 34-40(2005).
- 2) 児玉 修：シャーベット海水氷の実力と使用方法. 養殖, 2005年4月号, 18-21(2005).
- 3) 太田 隆：魚を冷やす氷の要件. アクアネット, 2001年9月号, 22-27(2001)
- 4) 清水雅彰：殺菌済み海水シャーベット製造システム(HACCP対応型製氷装置の実例). アクアネット, 2001年9月号, 40-44(2001).
- 5) 吉村賢二ら：省エネ型連続式オゾン氷製造装置に関する研究開発. 福岡県工業技術センター研究報告, No.14, 125-128 (2004).
- 6) 的場達人ら：課題対応新技術研究開発事業－オゾン氷による魚類鮮度保持試験－. 平成15年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, 157-162(2005).
- 7) 厚生省生活衛生局監修：食品衛生検査指針 微生物編. 社団法人 日本食品衛生協会(1990).
- 8) 江平重男ら：水産生物化学・食品学実験書(斉藤恒行ら編), 恒星社厚生閣, 17-19 (1974).
- 9) 杉光英俊：オゾンの基礎と応用. 光琳(1996).