

# 海水のオゾン処理による飼育水の殺菌効果とヒラメ (*Paralichthys olivaceus*) およびマツカワ (*Verasper moseri*) の生存率に及ぼす影響

伊藤慎悟<sup>1,2)</sup>・吉水 守<sup>1)</sup>・呉 明柱<sup>1)</sup>・日向進一<sup>1)</sup>・  
渡辺研一<sup>3)</sup>・早川 豊<sup>4)</sup>・絵面良男<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>北海道大学水産学部微生物学講座, <sup>2)</sup>現北海道立中央水産試験場,

<sup>3)</sup>日本栽培漁業協会厚岸事業場, <sup>4)</sup>青森県水産増殖センター)

Effects of Ozonized Seawater on Bacterial Population and Survival  
of Cultured Flounders (*Paralichthys olivaceus* and *Verasper moseri*)

Shingo ITOH, Mamoru YOSHIMIZU, Oh MUNG-JOO, Shinichi HYUUGA,  
Kenichi WATANABE, Yutaka HAYAKAWA, and Yoshio EZURA

## Abstract

The effects of ozonized seawater on bacterial population and survival of cultured Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) and barfin flounder (*Verasper moseri*) were investigated. The number of viable bacteria was reduced in more than 99.9 % and *Vibrio* sp. could not be detected after seawater was treated with total residual oxidants (TROs) of 0.5 or 1.0 mg/l, for 8.5 minutes. TROs showed toxicity for fish; barfin flounder died 16 and 2 hours at TROs of 0.1 and 0.5 mg/l, respectively. However, Japanese flounder could be cultured in ozonized seawater after removed of the TROs by charcoal, showing similar survival rates as fish cultured in U. V.-treated or non-treated seawater. Therefore, ozonization of seawater seem an effective methods for disinfection of fish culture water.

近年、養殖業や栽培漁業の発展と共に対象生物の疾病が問題となっている<sup>1)</sup>。養殖魚介類の疾病防除対策の一つとして、病原体フリーの飼育水を使用することが検討され、実施されている<sup>2)</sup>。現在、病原体フリーの飼育水を供給するために主として紫外線殺菌法が使用されているが、紫外線殺菌法には低温期の殺菌能力の低下や現在使用されている低圧ランプの紫外線量で

は殺菌されない微生物の存在が知られている<sup>3)</sup>。そこで今回はこれらの点に関して紫外線より有利なオゾン殺菌法の実用化の可能性について検討した。

前報<sup>1,4)</sup>までに海水をオゾン処理することにより生成されるオキシダントの魚類病原細菌やウイルスに対する殺菌および不活化効果を検討し、海水のオゾン殺菌法の実験室レベルにおける有効性を確認してきた。

受領日：1996(H8)年4月10日

索引語：オゾン／オキシダント／海水／ヒラメ

連絡先：〒041 北海道函館市港町3-1-1 吉水 守

Address：M. YOSHIMIZU, Laboratory of Microbiology, Faculty of fisheries, Hokkaido University Minato 3-1-1, Hakodate, Hokkaido, 041, Japan

ところで、海水にオゾン注入することで生成される  $\text{BrO}_3^-$  や  $\text{BrO}^-$  などの残留オキシダント (TROs) には魚毒性のあることが知られている。TROs 濃度が  $0.01\sim 0.04\text{ mg/l}$  の場合、マダイ (*Pagrus major*)、クロダイ (*Mylio macrocephalus*)、ヒラメ (*Paralichthys olivaceus*) 等に毒性があるという報告<sup>5)</sup>がある。一方、Wedemeyer *et al.*<sup>6)</sup> は TROs 濃度を  $0.003\text{ mg/l}$  以下にした場合、魚に影響が認められなくなると述べている。また、使用形態にもよるが、実際にオゾン殺菌装置を使用している現場にも一部にオゾンによる殺菌効果に疑問の声がある<sup>5)</sup>。

そこで、今回は生産現場にオゾン発生装置を設置して、飼育用海水をオゾン処理して、TROs 濃度を  $0.5$  あるいは  $1.0\text{ mg/l}$  とした場合の海水中の細菌に対する殺菌効果とその時の細菌叢の変化を調べ、現場における海水のオゾン殺菌法の有効性を検討した。同時に TROs のマツカワ (*Verasper moseri*) 稚魚に対する魚毒性を検討した。さらに、オゾンを経由して海水に注入することで生成されるオキシダントを除去する目的で活性炭を用いた場合の TROs 除去効果およびオキシダントを除去した海水を用いてヒラメを飼育した場合の生長および生残率に及ぼす影響を比較検討し、生産現場へのオゾン殺菌導入の際の条件設定を行った。

### 材料および方法

オゾン処理装置設置場所および供試海水の採取法前報<sup>1,4)</sup>と同じ型式のオゾン発生装置 (荏原実業株式会社, OZSD-1000型) を青森県水産増殖センター、日本栽培漁業協会厚岸事業場および北海道福島町吉岡ヒラメ中間育成施設内に設置し、飼育用濾過海水をオゾン処理後、曝気し、活性炭槽を通して TROs を除去し、ヒラメあるいはマツカワの飼育用海水とした。なお、日本栽培漁業協会厚岸事業場では、1995年度にオゾン殺菌装置を同一メーカーの実用機と置き換えたが、TROs 濃度は同一に設定した。飼育用濾過海水、オゾン処理海水および活性炭通過海水を滅菌容器に採取し、生菌数の測定に供試した。オゾン処理海水としては濾過海水にオゾンと接触させた海水を、活性炭処理海水としてはオゾン処理海水を曝気後、活性炭を通過させた海水を採取した。なお、3ヶ所とも流水式紫外線殺菌装置を併設してあるため (Fig. 1)、一部紫外線による殺菌効果も測定した。

**生菌数測定法** 飼育用濾過海水の生菌数は滅菌75% Herbst 人工海水で10倍希釈液列を作成し、各希釈段階から  $0.1\text{ ml}$  ずつを海水寒天培地平板<sup>7)</sup> 2枚に塗抹し

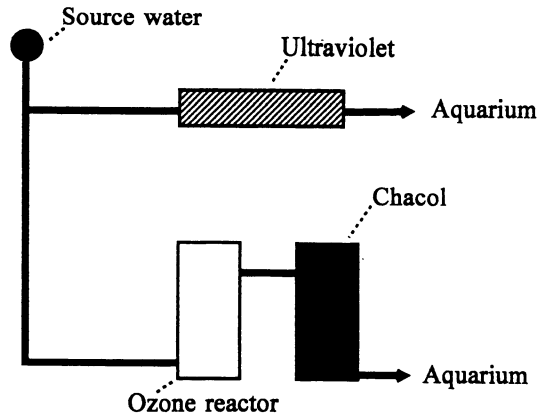


Fig. 1. Equipments for ozonization and U. V. treatment of seawater.

た。オゾン処理海水の生菌数は、 $0.45\ \mu\text{m}$  フィルター (Millipore HA) を用いて  $100\text{ ml}$  濾過し、フィルターを SA 寒天平板に貼り付けて培養した。活性炭処理海水の生菌数は、濾過海水と同様に供試海水を  $0.1\text{ ml}$  ずつ SA 平板に塗抹する方法と  $0.45\ \mu\text{m}$  フィルターを用い  $50\text{ ml}$  を濾過後、フィルターを SA 寒天平板に貼り付ける方法を併用した。その後、各平板を  $20^\circ\text{C}$  で7日間培養し、寒天平板上およびフィルター上に生じたコロニー数から生菌数を求めた。

**細菌の分離および同定法** 最適希釈平板上およびフィルター上に生じた一定面積中のコロニーを無作為に各々30個釣菌した。なお、最低希釈平板が30コロニーに満たない場合は全てのコロニーを釣菌した。純粋培養を行って得た供試菌株についてコロニーの形状、グラム染色、オキシダーゼ試験、カタラーゼ試験、鞭毛染色、運動性、グルコースの酸化・発酵 (OF) 試験、塩類要求性、ゼラチン分解能、DNA分解能、寒天分解能、色素産生能を調べ、絵面<sup>8)</sup>の海洋細菌の簡易同定表に従い分類した。

**残留オキシダント (TROs) のマツカワ稚魚に対する魚毒性** 日本栽培漁業協会厚岸事業所で飼育中のマツカワ稚魚を供試し、 $0.5\text{ t}$  水槽に TROs 濃度を約  $0.1\text{ mg/l}$  と約  $0.5\text{ mg/l}$  に調整した海水を流し、マツカワ稚魚を各5尾ずつ収容し、毒性の有無を調べた。マツカワの魚体重は  $27.7\sim 48.2\text{ g}$ 、体長は  $11.6\sim 13.9\text{ mm}$  であった。なお、海水の温度は  $1.4\sim 1.7^\circ\text{C}$  であった。

**活性炭でオキシダントを除去した海水を用いたヒラメの飼育試験** 青森県水産増殖センターで飼育用濾過海水をオゾン処理した後、活性炭を通過させた海水、紫外線処理した海水および無処理の海水を  $0.5\text{ t}$  水槽

各2基に導き、平均魚体長が16.3mmのヒラメの稚魚をそれぞれ2,500尾宛各水槽に収容し、29日間飼育した。水温は15~20℃、流入水量は各区10 l/minに設定した。なお、オゾン処理区のTROs濃度は、1.0 mg/lとし、8.5分間処理し、紫外線処理区の紫外線照射量は $6.4 \times 10^4 \mu\text{W} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ とした。

福島町吉岡ヒラメ中間育成施設では、養魚施設内に1 t水槽を3基設置し、前記同様オゾン処理区、紫外線処理区、対照区を設けた。平均魚体長23.7mmのヒラメの稚魚を2,000尾ずつ収容し、49日間飼育した。水温は20℃、流入水流量は各区10 l/minに設定した。オゾン処理条件は青森県水産増殖センターと同一条件とし、紫外線照射量は $1.0 \times 10^4 \mu\text{W} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ に設定した。

## 結 果

青森県水産増殖センターでの飼育用濾過海水の殺菌効果と細菌叢の変化 青森県水産増殖センターの飼育

用海水をTROs濃度が1.0 mg/lとなるようオゾン注入し、8.5分間処理した場合と $6.0 \times 10^4 \mu\text{W} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ の紫外線で処理した場合の飼育用海水の生菌数と細菌叢の変化を検討した。1992年6月4日~同年7月2日の生菌数の変化をTable 1に示した。実験開始時の6月4日では採取した各試料の生菌数は飼育用濾過海水の生菌数が $1.7 \times 10^1 \text{CFU}/\text{ml}$ 、オゾン処理後の生菌数は $1.0 \times 10^2 \text{CFU}/\text{ml}$ 未満、活性炭通過後の生菌数は $3.6 \times 10^2 \text{CFU}/\text{ml}$ 、紫外線処理後の生菌数は $1.2 \times 10^1 \text{CFU}/\text{ml}$ であり、飼育用海水をオゾン処理することにより生菌数は、99.9%以上減少した。同様に6月11日、18日、25日、7月2日に採取したオゾン処理海水の生菌数も濾過海水と比較して99.9%以上減少していた。一方、この時の紫外線処理海水の生菌数は濾過海水より約90%減少していた。なお、オゾン処理後に活性炭を通過させた海水の生菌数は濾過海水とほぼ同程度の生菌数で推移した。

また、同期間中の菌叢の変化をFig. 2に示した。

**Table 1.** Viable bacterial counts of non-treated, ozonized, charcoal treated and ultraviolet irradiated seawater in Aomori Prefectural Aquaculture Center

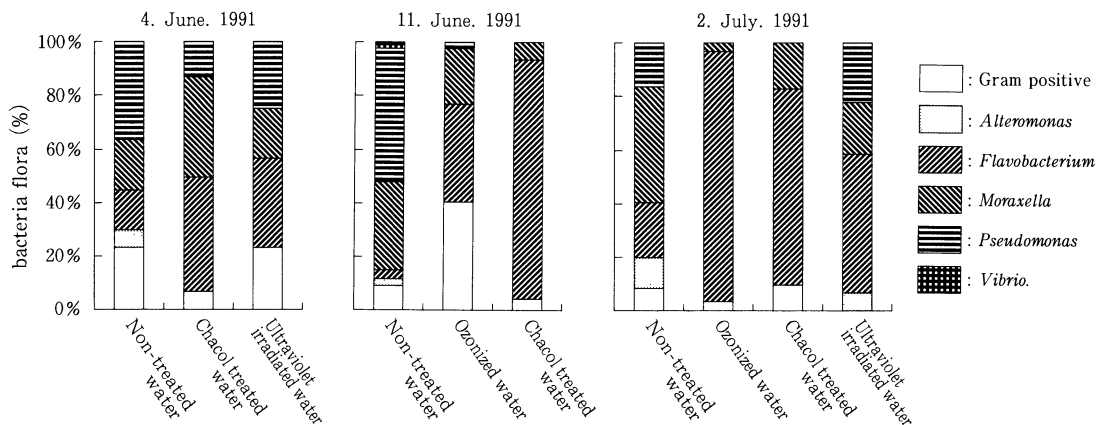
Water	Date in 1991				
	Jun. 4	Jun. 11	Jun. 18	Jun. 25	Jul. 2
Non-treated	$1.7 \times 10^1$ *	$5.7 \times 10^2$	$3.1 \times 10^2$	$4.3 \times 10^2$	$6.1 \times 10^2$
Ozonized**	$< 1.0 \times 10^{-2}$	$2.4 \times 10^{-1}$	$3.5 \times 10^{-2}$	$4.4 \times 10^{-1}$	$1.3 \times 10^{-1}$
Charcoal treated***	$3.6 \times 10^2$	$8.6 \times 10^2$	$4.7 \times 10^2$	$2.4 \times 10^2$	$1.4 \times 10^2$
UV****	$1.2 \times 10^1$	$7.9 \times 10^0$	$1.4 \times 10^1$	$1.1 \times 10^1$	$1.5 \times 10^1$

\* : CFU/ml.

\*\* : Ozonization: 1.0mg/l TROs for 8.5 minutes.

\*\*\* : Charcoal treated water: Seawater was ozonized and then treated with charcoal.

\*\*\*\* : Ultraviolet irradiation, dose:  $6.4 \times 10^4 \mu\text{W} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ .



**Fig. 2.** Change of bacterial flora in non-treated, ozonized, charcoal treated and ultraviolet irradiated seawater at Aomori Prefectural Aquaculture Center.

オゾン処理前の飼育用濾過海水はグラム陰性菌が74%を占め、その主体は、*Pseudomonas* 属、*Moraxella* 属、*Flavobacterium* 属および *Alteromonas* 属細菌であった。なおこの時点のオゾン処理海水からはコロニーが得られなかったために菌叢の観察はできなかった。オゾン処理後に活性炭を通過した海水ではグラム陰性菌が93%を占め、その菌叢では、*Flavobacterium* 属、*Moraxella* 属および *Pseudomonas* 属細菌が高率であった。また、紫外線処理直後でもグラム陰性菌が74%を占め、*Flavobacterium* 属、*Pseudomonas* 属、*Moraxella* 属細菌が優勢であった。6月11日以降はオゾン処理海水からも細菌が分離されたが、その主体はグラム陽性菌と *Flavobacterium* 属であった。オゾン処理海水からは *Vibrio* 属は検出されず、紫外線処理海水では *Alteromonas* 属細菌が減少した。

**福島町吉岡ヒラメ中間育成施設での飼育用濾過海水の殺菌効果** 福島町吉岡ヒラメ中間育成施設での飼育用濾過海水の TROs 濃度を1.0 mg/l とし、8.5分間処理した場合と  $6.0 \times 10^4 \mu\text{W} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$  の紫外線で処理した時の生菌数変化を Table 2 に示した。実験開始日

**Table 2.** Viable bacterial counts of non-treated, ozonized, and ultraviolet irradiated seawater in Hiramé Culture Center of Yoshioka Fishermen's Cooperative Association

Water	First day	After 21 days	After 49 days
Non-treated	$9.3 \times 10^2$ *	$1.0 \times 10^2$	$6.3 \times 10^2$
Ozonized**	$8.5 \times 10^{-2}$	—	$3.8 \times 10^{-1}$
UV***	$5.0 \times 10^1$	$3.7 \times 10^1$	$3.2 \times 10^0$

\* : CFU/ml.

\*\* : Ozonization: 1.0mg/l TROs for 8.5 minutes.

\*\*\* : Ultraviolet irradiation, dose:  $1.0 \times 10^4 \mu\text{W} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ .

**Table 3.** Viable bacterial counts of non-treated, ozonized, charcoal treated seawater in Akkeshi station of Japan Fish-Culture Association

Date	Non-treated water (CFU/ml)	Ozonized water* (CFU/ml)	Reduction rate (%)	Charcoal treated water** (CFU/ml)
Mar. 22 (1994)	$1.1 \times 10^2$ ***	$1.1 \times 10^{-1}$	99.9	$6.8 \times 10^0$
Mar. 17 (1995)	$1.3 \times 10^3$	$2.5 \times 10^{-3}$	> 99.9	$1.7 \times 10^3$
Mar. 24 (1995)	$1.0 \times 10^3$	$2.3 \times 10^{-2}$	> 99.9	$1.0 \times 10^1$

\* : Ozonization: 1.0 mg/l TROs for 8.5 minutes.

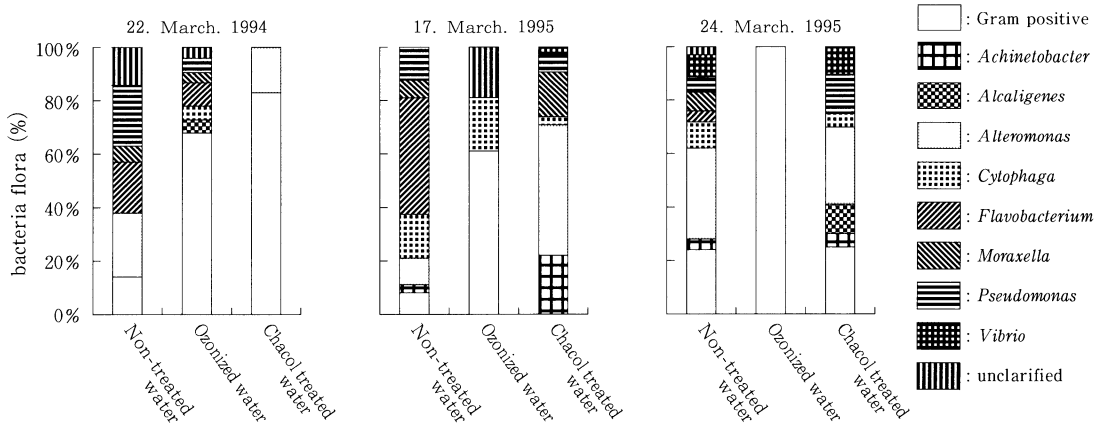
\*\* : Charcoal treated water: Seawater was ozonized and then treated with charcoal.

\*\*\* : CFU/ml.

の飼育用濾過海水の生菌数は  $9.3 \times 10^2$  CFU/ml、オゾン処理海水の生菌数は  $8.5 \times 10^{-2}$  CFU/ml、紫外線処理海水の生菌数は  $5.0 \times 10^1$  CFU/ml となり、実験開始49日目の生菌数も飼育用濾過海水で  $6.3 \times 10^2$  CFU/ml、オゾン処理海水で  $3.8 \times 10^{-1}$  CFU/ml、紫外線処理海水で  $3.2 \times 10^0$  CFU/ml であり、飼育用濾過海水の生菌数はオゾン処理により99.9%以上、紫外線処理により94.6~99.4%減少した。

**日本栽培漁業協会厚岸事業場での飼育用濾過海水の殺菌効果と細菌叢の変化** 日本栽培漁業協会厚岸事業場において、飼育用濾過海水を TROs 濃度が0.5 mg/l となるようにオゾンを注入し、8.5分間処理した時の生菌数と細菌叢の変化を観察した。Table 3 にみられるように、1994年3月22日に採取した各試料の生菌数は飼育用濾過海水の生菌数が  $1.1 \times 10^2$  CFU/ml、オゾン処理海水の生菌数は  $1.1 \times 10^{-1}$  CFU/ml、活性炭通過後の生菌数は  $6.8 \times 10^0$  CFU/ml となり、オゾン処理により、生菌数は99.9%減少した。引き続き1995年3月17日および24日に採取したオゾン処理海水の生菌数もすべて飼育用濾過海水の生菌数に比べ99.9%以上減少していた。

また、Fig. 3 に示したように、飼育用濾過海水の菌叢はグラム陰性菌が87.0%とその主体を成し、*Pseudomonas* 属、*Alteromonas* 属、*Flavobacterium* 属および *Moraxella* 属細菌が主体であった。オゾン処理後の菌叢は、グラム陽性菌が68.2%と主体を成し、グラム陰性菌は31.8%であった。活性炭通過後はグラム陽性菌の割合がさらに増加して81.8%となった。この時のグラム陰性菌は全て *Alteromonas* 属細菌であった。その後、オゾン処理前とオゾン処理後の飼育濾過海水の菌叢は類似していたが、活性炭通過後の菌叢は3回とも異なり一定の傾向は認められなかった。なお、3回の調査ともにオゾン処理海水から *Vibrio* 属細菌は検出されなかった。



**Fig. 3.** Change of bacterial flora in non-treated, ozonized, and charcoal treated seawater at Akkeshi station of Japan Fish-Culture Association.

**Table 4.** Toxicity of TROs produced by ozonization of seawater to barfin flounder in Akkeshi station of Japan Fish-Culture Association

Number of experiment	Treatment condition	Contact time (hour)					
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	16
I	TROs conc. (mg/l) *	0.12	**	—	—	—	0.065
	Ozonized	5/5***	5/5	5/5	5/5	5/5	0/5
	Control	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5
II	TROs conc. (mg/l)	0.45	0.39	0.43	0.45	0.46	—
	Ozonized	5/5	5/5	5/5	5/5	0/5	—
	Control	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	—

\* : Total residual oxidants concentrations.

\*\* : Not determined.

\*\*\* : Number of survival fishes/Number of tested fishes.

オゾン処理により生成されたオキシダントのマツカワ稚魚に対する影響 オゾンを経済的に注入することにより生成したオキシダントのマツカワ稚魚への影響を調べた結果を Table 4 に示した。TROs 濃度が約 0.1 mg/l となるように設定した海水で飼育したマツカワ稚魚は 16 時間後にすべて死亡した。また、TROs 濃度が約 0.5 mg/l となるように設定した海水で飼育したマツカワ稚魚は 2 時間後にすべて死亡した。

青森県水産増殖センターでのヒラメ飼育試験 オゾンで殺菌し、活性炭を通過させた飼育用海水（オゾン処理区）、紫外線で殺菌した飼育用海水（紫外線処理区）、無処理の飼育用海水（無処理区）を用いて、ヒラメを 4 週間飼育した場合の平均体重、体長、歩留り、

バイオマスの結果を Table 5 に示した。オゾン処理区の飼育用濾過海水からは TROs は検出されず、ヒラメの歩留り（最終生残尾数/投入時尾数×100）は 65.5% と 74.8%（平均 70.2%）、紫外線処理区の歩留りは 73.0% と 80.5%（平均 76.8%）、無処理区の歩留りは 66.5% と 76.5%（平均 71.5%）となった。また、生残尾数に魚体重を掛けたバイオマスで比較するとオゾン処理区では 2046 g と 2114 g（平均 2080 g）、紫外線処理区では 1915 g と 2174 g（平均 2045 g）、無処理区では 1895 g と 2045 g（平均 1970 g）となり、3 区間に大きな差は認められなかった。

福島町吉岡ヒラメ中間育成施設でのヒラメ飼育試験 オゾンにより殺菌し、活性炭を通過させた飼育用海水（オゾン処理区）と紫外線処理した飼育用海水（紫外

**Table 5.** Effects of ozonized and ultraviolet irradiated seawater on the growth of Japanese flounder at Aomori Prefectural Aquaculture Center

Treatment condition	Body length* (mm)	Body weight* (g)	Survival rate (%)	Biomass** (g)
Ozonization-1***	50.3	1.25	65.5	2,046
-2***	48.9	1.13	74.8	2,114
UV irradiation-1****	47.7	1.05	73.0	1,915
-2****	48.1	1.08	80.5	2,174
Control-1	48.6	1.14	66.5	1,895
-2	47.3	1.07	76.5	2,045

\* : Average.

\*\* : Survival fish number × Body weight.

\*\*\* : Ozonization: 1.0mg/l TROs for 8.5 min.

\*\*\*\* : Ultraviolet irradiation, dose:  $6.4 \times 10^4 \mu\text{W} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ .**Table 6.** Effects of ozonized and ultraviolet irradiated seawater on Japanese flounder at Hirame Culture Center of Yoshioka Fishermen's Cooperative Association

Treatment condition	Average body length (mm)*		Survival rate (%)
	First day	After 49 days	
Ozonization**	23.7	74.4	71.8
UV irradiation***	23.7	71.9	71.5
Control	23.7	71.0	67.4

\* : Average from 100 fish.

\*\* : Ozone treatment conditions: 1.0 mg/l TROs for 8.5 min.

\*\*\* : Ultraviolet irradiation, dose:  $1.0 \times 10^4 \mu\text{W} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ .

線処理区), 無処理の飼育用海水(無処理区)でヒラメを飼育し, 歩留り・平均全長を検討した結果をTable 6に示した。この場合も, オゾン処理区の海水からはTROsは検出されず, 最終歩留りは71.8%, 紫外線処理区の歩留りは71.5%, 無処理区の歩留りは67.4%となり, 3区間にほとんど差は認められなかった。

## 考 察

前報<sup>1,4)</sup>までに実験室レベルでの魚類病原細菌やウイルスのオゾン処理による殺菌および不活化効果について検討してきた。そこで今回は実際に海水をオゾン処理した時の生菌数ならびに細菌叢の変化を検討した。また, TROsが魚に対して毒性を示すことが知られているため, オゾン処理直後のオキシダントを含む海水でマツカワ稚魚を飼育し, 魚毒性の有無を観察した。そして, オゾン処理した飼育用海水を活性炭槽を通し, オキシダントを除去した海水を用い, ヒラメの飼育試験を行い, 飼育成績を未処理および紫外線処理

海水での結果と比較検討した。

青森県水産増殖センター, 福島町吉岡ヒラメ中間育成施設および日本栽培漁業協会厚岸事業場内に設置したオゾン発生装置で発生させたオゾンを用いて飼育用濾過海水を殺菌したところ, 3事業所ともにオゾン処理後の生菌数は, 未処理海水に比べ99.9%以上減少した。

また, オゾン処理直後の菌叢は, グラム陽性菌の割合が増加し, グラム陰性菌では *Pseudomonas* 属細菌が大幅に減少し, *Vibrio* 属細菌は確認されなくなった。しかし, 活性炭通過後の菌叢は調査毎に大きく変動し, 一定の傾向が認められなかった。これは活性炭交換後の経過時間が影響している可能性が考えられ, 今後検討する必要がある。

ところで, オゾン処理水またはオゾン処理海水の魚類に対する毒性が多数報告され, 海水殺菌装置評価基準<sup>5)</sup>によるとマダイ, クロダイではTROs濃度を0.03mg/lとした場合50分間, 0.04 mg/lでは10分間の接触で死亡することが報告されている。この他にも,

ヒラメ、ノコギリガザミ、ワムシについてもオキシダントによる毒性が報告されている。また、Wedemeyer *et al.*<sup>7)</sup>は残留オゾンによるニジマスのLC<sub>50</sub>が0.008 mg/lであり、魚の飼育には0.003 mg/l以下とする必要があるとしている。本報では、マツカワ稚魚を用いてオキシダントによる毒性を検討したところ、TROs濃度0.1 mg/lと設定した場合、16時間後に、またTROs濃度を0.5 mg/lとした場合には2時間後に供試したすべてのマツカワ稚魚が死亡した。

そこで、オゾン処理後の海水を活性炭槽に通しTROsを除去した後、魚の飼育用海水として使用し、魚類への影響を検討したところ、青森県水産増殖センターにおけるヒラメの生残率は、オゾン処理区の1水槽で多少減少したものの、各区水槽の平均値では大差なく、バイオマス(生残尾数×魚体重)で比較してもほとんど差は認められなかった。福島町吉岡ヒラメ中間育成施設においても同様にヒラメに対する影響を検討したが、この場合も明確な差は観察されず、オゾン処理海水使用による悪影響は確認されなかった。以上の結果および魚類病原細菌に対するオゾンの殺菌効果<sup>1,4)</sup>から推定してTROs濃度を0.5 mg/lとし、8.5分間の処理を行い、活性炭によりオキシダントを除去すれば、飼育用水としての使用が可能であると共に、この処理で大部分の魚類病原細菌を殺菌できると思われる。

## 要 約

海水のオゾン処理による飼育水の殺菌効果とヒラメ(*Paralichthys olivaceus*)とマツカワ(*Verasper moseri*)の生存率に及ぼす影響について検討した。飼育水を残留オキシダント(TROs)濃度が0.5と1.0 mg/lとなるように設定し、8.5分間処理したところ海水中の生菌数は99.9%以上減少し、*Vibrio*属細菌が検出されなくなった。また、飼育水槽中のTROs濃度を0.1と0.5 mg/lに設定し、マツカワ稚魚を飼育したところ、それぞれ16時間後および2時間後に供試した全個体が死亡した。オゾン処理海水を活性炭槽に通し、生成した

TROsを除去した海水でヒラメを飼育した場合、紫外線処理海水および無処理海水飼育群とほとんど差は認められなかった。以上の結果および既報の魚類病原細菌に対するオゾンの殺菌効果から推定して、オゾン処理は飼育水の魚類病原微生物の殺菌に有効な方法であると思われる。

## 文 献

- 1) 吉水 守・日向進一(1992): 養魚用水の殺菌法—紫外線及びオゾンの利用—, 工業用水, 404, 2-8.
- 2) 木村喬久・吉水 守(1991): 新殺菌工学実用ハンドブック(高野光男・横山理雄編), サイエンスフォーラム, 東京, pp. 220-226.
- 3) マリノフォーラム21(1995): 中空糸膜精密ろ過装置(水産用)評価基準(マリノフォーラム21編), マリノフォーラム21, 東京, pp. 32-33.
- 4) M. Yoshimizu, S. Hyuuga, M.-J. Oh, S. Ito, Y. Ezura, and G. Mimura (1996): Disinfectant effect of oxidant produced by ozonization of sea water on fish pathogenic viruses, bacteria, and ciliata. in Diseases in Asian Aquaculture II. (ed. by M. Shariff, J. R. Arthur & R. P. Subasinghe), Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila. pp. 203-209.
- 5) マリノフォーラム21(1991): 海水殺菌装置評価基準(マリノフォーラム21編), マリノフォーラム21, 東京, pp. 54-63, pp. 80-89.
- 6) G. A. Wedemeyer, N. C. Nelson, and W. T. Yasutake (1979): Physiological and biochemical aspects of ozone toxicity to rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 36, 605-614.
- 7) H. Yamamoto, Y. Ezura, and T. Kimura (1982): Effects of antibacterial action of seawater on the viability of some bacterial species. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 48, 1427-1431.
- 8) 絵面良男(1990): 海洋細菌の簡易同定. 沿岸環境調査マニュアルII(日本海洋学会編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 357-364.