HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	水産用水および排水の殺菌法について
Author(s)	笠井, 久会; 吉水, 守; 上西, 敏夫
Description	日本工業用水協会第40回研究発表会. 平成17年3月10日～平成17年3月11日. 東京都
Citation	日本工業用水協会研究発表会講演要旨, 40, 66-69
Issue Date	2005
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/38576
Type	conference paper
File Information	yoshimizu-222.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

116

水産用水および排水の殺菌法について

北海道大学大学院水産科学研究科　笠井久会・吉水　守
株式会社荏原製作所　上西敏夫

はじめに

水産増養殖事業の最終目標は食糧資源の生産供給であり，現代社会では，安全で安心して食べることのできる食品の提供が求められている（吉水・笠井, 2002b；笠井ら, 2004)。水産食品による健康障害の第一位は，腸炎ビブリオ（*Vibrio parahaemolyticus*）による食中毒であり，毎年300~800件，患者数3,000~12,000人程度の発生が報告され，件数も患者数もわが国の食中毒全体の約10~30%を占めている（厚生労働省　平成8~12年食中毒発生状況)。

厚生労働省は平成13年5月に，腸炎ビブリオ食中毒防止対策のための水産食品に係る規格及び基準を設定した。成分規格については，製品1gあたり腸炎ビブリオ最確数を100以下とし，加工に使用する海水の基準については，腸炎ビブリオによる二次汚染防止のため，殺菌海水や人工海水の使用が規定された (厚生労働省, 2001)。ここでいう殺菌海水とは飲用適の水か清浄な海水を意味する。現在の技術水準では，紫外線殺菌しか該当する方法はなく(吉水・笠井, 2002a)，十分量の殺菌海水が得られないことから，やむなく海水への次亜塩素酸添加が行われている。しかし，環境や作業者に対する影響が大きく，管理も難しいのが実情であり，環境に優しい簡単かつ効果的な殺菌装置の開発が望まれている。

漁獲から消費者までの水産物の流れは，[漁場] → [漁港] → [産地卸売市場] → [加工場] → [消費地卸売市場] → [小売店] → [消費者] となる。水産物が加工場に搬入されてからは厚生労働省の指導に従い，上述の殺菌海水や人口海水の使用が義務付けられている。しかし，漁獲から加工場に至るまでは農林水産省の指導下にあり，漁港を含め食品衛生に関する配慮が，今改めて求められている。加工原料としての漁獲物を衛生細菌による汚染から防ぐことは，より安全な食品を消費者へ提供するために必要な処置と考える。

海水の効果的な殺菌法

海水の殺菌処理法として，紫外線やオゾンを利用した殺菌装置が普及している (吉水・日向, 1992)。しかし紫外線による殺菌は，水の濁り，懸濁粒子により照射障害を受け殺菌効果が低下すると云う問題がある。オゾン殺菌はオゾンが海水中のブロムと反応して生成されるオキシダントにより病原微生物を殺菌する方法であるが，このオキシダントは魚類に対しても毒性が強いために活性炭などによって取り除く必要がある。このような問題に加えて，飼育排水の殺菌に利用する場合，大量の水を殺菌しなくてはならず，現在の紫外線，オゾン殺菌装置では対処できない。

今回，大量の水を殺菌することを目的に，海水電解殺菌装置の導入を検討した。本装置は海水を電気分解し，海水中に含まれる食塩から生成される次亜塩素酸の殺菌力を利用して海水を殺菌する方法である (村山, 1999, 笠井ら, 2000)。水族館の水槽や火力・原子力発電所の冷却水系などで，コケや藻類，貝類などの生物付着を防ぐために海水中に微量の次亜塩素酸を発生させる装置としても用いられている。

海水電解殺菌装置による標津漁港の港内海水の殺菌と漁獲物の衛生管理への応用

北海道東部の秋サケ定置網漁では，船倉に氷を積み，港内海水を満たして出航し，漁獲物を船倉に納め寄港後選別している。漁獲物は選別後，あらかじめ港内海水と氷が入れられているFRP製1tタンクに入れ，温度の上昇および鳥害を防ぐために断熱シートをかけて保管し，セリ後に加工場へと搬送されている。この際に使用される氷には生菌数を含めた基準を設けているが，使用海水に

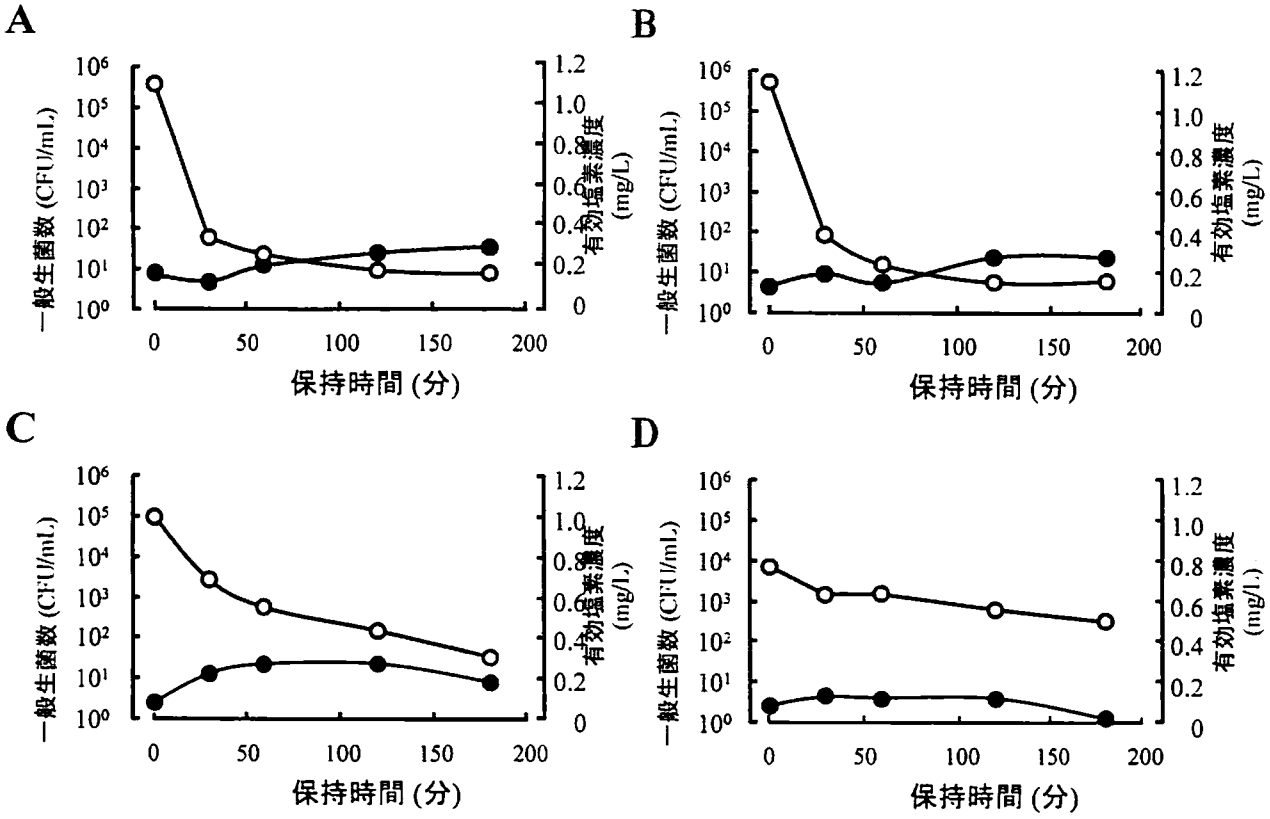

図 1. 電解海水を満たした鮮度保持タンクでの一般生菌数および有効塩素濃度の消長.
●: 一般生菌数　　○: 有効塩素濃度

関しては大量の海水を短時間に殺菌できる装置がないために何ら対策が講じられていない。そこで、漁獲物の衛生管理に電解海水が利用可能かどうか検討するため，秋サケ定置網漁をモデルに試験を行った。1 t タンクおよび船倉に注入した電解海水中の一般生菌数の消長を検討したところ，氷投入区では未投入区に比べて塩素の残留時間が長く，また 1 t タンクにおいては断熱シートで覆った方がより長く残留した。(図 1) これらの条件は，現状の秋サケ鮮度保持対策の条件と合致し，持続時間も現場での作業時間を十分賄うものであった。しかし本試験において 1 t タンク，船倉共に有効塩素濃度 1 mg/L 程度の電解海水を入れたにもかかわらず，船倉では電解海水を入れ終わった直後，つまり入れ終わるまでの 10 分間で有効塩素濃度が半減し，試験前に電解海水で洗浄した 1 t タンクに比べて明らかな差がみられた。これは試験に使用した漁船の船倉内の汚れの影響と考えられ，生菌数の増加は壁面付着物中の細菌が混入したためと推察される。本装置設置後は事前に電解海水で船倉をよく洗浄すること等により，清浄度は高く保たれたと考える。さらに，本節では秋サケ漁をモデルとして試験を行ったが，他魚種を対象とした場合でも作業時間などに合わせた条件設定を行えば電解海水の利用は十分可能である。

試験目的である港内細菌の殺菌を考えた場合，電解処理後少なくとも 0.5 mg/L で 1 分間保持できれば海水中の細菌は十分殺菌されることが期待できる。保冷タンクおよび船倉に 1 mg/L の電解海水を注入したが，最大で 50 %の減衰が観察されたものの，0.5 mg/L 以上の有効塩素濃度が測定され，海水の殺菌効果も 99 %以上であった。前述の如く現場で使用中のタンクおよび船を使用したために，データのばらつきが見られたが，1 mg/L 程度の有効塩素濃度が適正値であると考える。

電解海水を注入した 1 t タンクに漁獲物を投入して有効塩素濃度の消長を検討したところ，カラフトマスを 20 尾投入しただけでも大幅な減少が認められ，実際の漁では一度に数百尾を投入するため，有効塩素濃度は漁獲物の投入と同時に検出限界以下となることが容易に推察された。一方，

表 1. 電解海水による漁業用具の消毒効果

試料	処理時間 (分)	一般生菌数 (CFU/cm^2) 洗浄前	洗浄後*	消毒率 (%)
鮮度保持タンク	1	1.7×10^4	$<1.8\times10^0$	>99.9
分別台	1	5.2×10^3	2.7×10^0	>99.9
断熱シート	1	2.8×10^4	8.3×10^2	97.1
甲板	1	6.9×10^3	2.7×10^2	96.2

*: 試料表面 (25 cm^2) を綿棒でふき取り，生理的食塩水に懸濁し一般生菌数を測定した。洗浄に用いた電解海水の有効塩素濃度は 0.93-1.17 mg/L であった.

有効塩素濃度が約 1 mg/L の電解海水を用い，甲板ならびに漁業用具の消毒効果を検討したところ，1 t タンクおよび選別台では 1 分間の洗浄により 99.9 %以上，断熱シートおよび甲板では 90 %以上の消毒効果が得られた(表 1) 。この結果は電解海水およびオゾン処理海水を用いた飼育器具の消毒成績とほぼ同様であり (渡辺・吉水, 1998, 2001)，消毒効果の違いについては，消毒対象物の材質が関与していると推察された。

本節で用いた海水電解殺菌装置は，ポンプや発電機が内蔵されたユニット型の試作機である。より簡便に利用できるよう船の吸水配管に電極部を組み込み，操舵室で濃度のモニターおよび調整が出来るよう改良した装置を試作し，港内海水に対する殺菌効果を検討した。試作した漁船搭載型小型殺菌装置でも陸上での試作機と同様の成果が得られ，沖合の海水の殺菌処理も可能と考える。近年，食の安全性，安心感の提供が求められ，食品への殺菌・消毒剤の添加・残留が問題となっている (Reuter, 1998)。現在の食品衛生法では，食品への電解海水の使用は認められていないため，食材としての魚介類の洗浄，除菌，殺菌には食塩電解水を使用する必要がある。そのためにも電解海水の有効塩素濃度を十分な殺菌効果が得られ，かつ低濃度に設定する必要がある。本装置のイニシャルコストおよび処理能力を考慮すると，海水殺菌装置の有力候補と考えられ，温度管理や他の衛生管理対策との相乗効果で，本装置の使用は漁獲物の衛生管理の向上につながるものと考える。将来は漁獲時に使用した海水を処理し，港あるいは沿岸に戻す設備を備えた漁港を整備する必要があると考える。ただ，現状では電解海水をそのまま港内に戻す利用法が採られると考える。その際の塩素の影響ならびに海水中の微量元素が電気分解された場合に生じる物質についても検討しておく必要があると考える (笠井・吉水, 2003)。

魚類飼育用水・排水の殺菌

海産魚介類の種苗生産では沿岸海水を飼育用水として使用するため，海水中に病原微生物が存在すると種苗生産現場への侵入は避けられず，飼育環境や飼育魚の健康状態の悪化，さらに過度のストレス等が加わった場合，病気が発生しやすい状況下にある。また一旦病気が発生すると飼育排水と共に病原微生物を環境に放出することになり，沿岸海水の汚染による悪循環を繰り返す危険性がある。こういった危険性を回避するためにも，飼育用水および飼育排水を殺菌し，病原微生物対策を十分行う必要がある (吉水・笠井, 2002a)。飼育用水の殺菌処理法として，各地の飼育施設で紫外線やオゾンを利用した殺菌装置が普及している。しかし，飼育排水の殺菌に利用する場合，大量の水を殺菌しなくてはならず，現在の紫外線，オゾン殺菌装置では対処できない。そこで，本研究では大量の水を殺菌することを目的に，海水の電気分解による殺菌法について検討した。

まず，流水式海水電解殺菌装置を供試し，魚類病原微生物を 3%食塩水中に懸濁し，電気分解した場合の殺菌・不活化効果を検討した。魚類病原細菌として *V. anguillarum* と *A. salmonicida* を，ウイルスとしてブリのウイルス性腹水症原因ウイルス YTAV と，ヒラメラブドウイルス HIRRV を供

試し，*E. coli* を対照に供試して殺菌および不活化効果を検討した。その結果，有効塩素濃度 0.07～0.14 mg/L，1 分間の処理で供試細菌が 99.9 %以上，0.49～0.58 mg/L，1 分間の処理で供試ウイルスが 99.99 %以上不活化された (笠井ら, 2000)。

続いて飼育用水および排水の殺菌への応用を試み，まず日本栽培漁業協会厚岸事業場の飼育用濾過海水を電気分解し，殺菌効果を検討した。有効塩素濃度 1.0 mg/L で 1 分間処理した場合，生菌数が 99.99%以上減少し十分な殺菌効果が得られ，脱塩素処理すれば残留塩素の影響もなく，飼育用水としての使用が可能と考えられた。実際に脱塩素処理電解海水でマツカワを飼育したが異常は見られなかった。次いで実用規模の流水式海水電解殺菌装置 H-100 型機を供試し，同事業場の排水の一部 2.0 m^3/h を電気分解処理し，残りの 16.5 m^3/h の排水と混合処理した場合，残留塩素濃度 0.5 mg/L 以上，1 分間の処理で 99 %以上の殺菌率が得られた (笠井ら, 2001)。H-100 型機は計算上 200 m^3/h の飼育排水を処理できることになり，厚岸事業場の取水量は 100 m^3/h であることから，一般的な規模の飼育排水の殺菌に用いるのに十分な能力を持っていると考える。

参考文献

笠井久会・吉水　守 (2003) 海水電解装置による漁港内海水の殺菌と漁獲物の衛生管理への応用．日水誌，69: 955-959.

笠井久会・石川麻美・堀　友花・渡辺研一・吉水　守 (2000): 流水式海水電解装置の魚類病原細菌およびウイルスに対する殺菌効果．日水誌. 66, 1020-1025.

笠井久会・野村哲一・吉水　守 (2004): 秋サケの食品としての安全性確保について．魚と卵. 170, 1-8.

笠井久会・渡辺研一・吉水　守 (2001): 流水式海水電解装置による飼育排水の殺菌．日水誌. 67, 222-225.

木村喬久・吉水　守 (1991): 水産養殖システムの殺菌．「新殺菌工学実用ハンドブック，高野光男・横山理雄監修」，サイエンスフォーラム，東京. pp. 220-226.

村山智正 (1999): 電気殺菌の海生生物付着防止への応用．「電気殺菌による微生物制御」．エヌ・ティー・エス，東京. 1999. pp. 65-94.

Reuter, G. (1998): Disinfection and hygiene in the field of food of animal origin. *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, 41, 209-215.

渡辺研一・吉水　守 (1998): オゾン処理海水を用いた飼育器具類および受精卵の消毒，魚病研究，33, 145-146.

渡辺研一・吉水　守 (2001): 電解海水による飼育器具の消毒．日水誌. 67, 304-305.

吉水　守・日向進一 (1992): 養魚用水の殺菌法－紫外線およびオゾンの利用－．工業用水, 404, 2-8.

吉水　守・笠井久会 (2002a): 種苗生産施設における用水及び排水の殺菌．工業用水, 523, 13-26.

吉水　守・笠井久会 (2002b): 水産物の安全性確保について－漁獲から加工・流通・消費まで－．『第 46 回全国漁港漁場整備技術研究会講演集』, pp. 1-6, 2002 年 9 月 10 日，島原市，日本.