HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	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
Author(s)	笠井, 久会; 吉水, 守
Citation	日本水産学会誌, 69(6), 955-959 https://doi.org/10.2331/suisan.69.955
Issue Date	2003-11-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/38406
Rights	本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである
Type	journal article
File Information	yoshimizu-168.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

The Japanese Society of Fisheries Science

Nippon Suisan Gakkaishi 69(6), 955–959 (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

笠井久会,* 吉水 守

(2003年1月28日受付，2003年5月7日受理)

北海道大学大学院水産科学研究科

Disinfection of seawater from fishing ports by an electrolytic apparatus and its application to fisheries sanitation

HISAE KASAI* AND MAMORU YOSHIMIZU

Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido 041–8611, Japan

Seawater in a fishing port was electrolyzed to induce hypochlorite up to approximately 1 mg/L for the reduction of viable bacterial count because disinfection of seawater is important for the prevention and control of hazards in seafoods. The number of viable bacteria in a fish holding tank was lowered from 10^4–10^5 mg/L to 10^0–10^1 mg/L after electrolization of seawater and the low level of viable bacterial count was kept for at least 3 hours. The reduction rate of chlorine concentration of the electrolyzed seawater in the fish holding tank was reduced by the addition of ice and by covering with a thermal insulating sheet. However, the chlorine concentration decreased when fish were put into the fish holding tank. In a fisher-boat tank, viable bacterial count remained less than 100 CFU/mL for at least 60 minutes when ice was present. It was also shown that electrolyzed seawater was useful for disinfection of deck or fishing equipment.

キーワード：電気分解，電解水，生菌数，衛生管理，漁港

平成7年の製造物責任法（PL法）施行により，食品加工業者は消費者に対し製造物に欠陥があり，消費者に健康被害が発生した場合，その責任を負うことが明確にされた。[1] 水産加工業においてもこれは例外でなく，特に非加熱で流通し，非加熱のまま食される刺身用鮮魚，鮨ネタ用フィレ，イクラ製品等の水産加工製品にあってはより確実な衛生管理が必要となっている。[1] 加工場においては製造管理および品質管理規則（GMP），衛生規範（GHP）およびHACCPによる衛生管理が諸外国を含め進められているが，[2] 現在の食品衛生対策は主に加工場に原料が搬入されてからの管理が主体である。わが国でも加工場の衛生管理レベルが向上している今，漁獲から加工場に至るまでの衛生管理が差し迫った課題であると考える。

著者らは前報までに，現在の漁港の衛生状態を把握すべく，北海道内の砂原漁港と標津漁港の細菌学的調査を実施し，食中毒原因菌は分離されないものの大腸菌・大腸菌群が港内海水より分離されることを報告し，港内海水を漁獲物を収納する船倉や陸揚げ後の魚を収容するタンクに注入したり市場の床等の洗浄に使用するには，食品衛生学的に問題のあることを報告してきた。[3,4] 一方，著者らは流水式海水電解装置による魚類病原微生物の殺菌・不活化効果を報告し，[5] その殺菌効果を利用した魚類飼育用器具・器材の消毒効果についても報告した。[6] さらに実用的には不可能とされてきた飼育排水の殺菌が，スケールアップした本装置により可能になることも報告した。[7] 以上を踏まえ，本報では簡便かつ大量に殺菌海水が得られる海水電解装置が港内海水の殺菌に応用可能かどうか検討し，電解海水中の塩素の残留性ならびに生菌数の消長を検討した。さらに，漁獲物を投入した際の塩素の消長を調べ，電解海水による使用器材の消毒効果についても検討した。

材料と方法

海水電解装置　本研究には前報までに使用した流水式海水電解装置をスケールアップし，[4] 発電機と海水汲み

*Tel : 81–138–40–8810. Fax : 81–138–40–8810. Email : hisae@fish.hokudai.ac.jp

NII-Electronic Library Service

The Japanese Society of Fisheries Science

上げポンプ，残留塩素測定装置を組み込んだユニット型流水式海水電解装置（ライトクロア，試作機，荏原製作所）を使用した。また，漁船の吸水配管に同装置の電極部を組み込んだものも使用した。本装置は，海水（NaCl を含む水）を電気分解することにより，海水中の食塩から次亜塩素酸を生成するもので，電流値により次亜塩素酸生成量を調節できる。

タンクに注入した電解海水中の一般生菌数の消長　北海道標津漁港の港内海水を流量 11.5～12 m^3/h，電流を 16 A，電圧を 4 V として電気分解した。電解海水を FRP 製保冷用 1 t タンクに 1/3 量（300 L）入れ，30, 60, 120 および 180 分間保持し，有効塩素濃度をデジタル残留塩素テスター（DCT-100 型，株式会社タクミナ）で測定すると共に後述の方法により生菌数を測定した。有効塩素濃度は 2 回の測定値の平均とし，生菌数は海水寒天培地[8]表面に塗抹して 25℃ で 5 日間好気的に培養し，出現コロニー数から生菌数を算出した。殺菌処理により原液を塗抹してもコロニー数が 30 に満たない場合は，試料 10 mL を径 0.45 μm のミリポアフィルター HA でろ過し，フィルターを培地に貼り付けて同様に培養し，生菌数を算出した。さらに氷を 75 kg 投入した区およびポリエチレン製断熱シートを使用した区を設定し，氷の有無および断熱シートの有無が塩素の残留性および生菌数の消長に及ぼす効果を検討した。さらに，平均体重約 1 kg のカラフトマスを 20 尾投入し，漁獲物を投入した際の塩素の消長を調べた。なお 1 t タンクは漁期に港で使用中のものを用いた。

船倉に注入した電解海水中の一般生菌数の消長　サケ定置網漁船の船倉に港内海水を流量 12 m^3/h，電流を 19 A，電圧を 4.3 V として電気分解し，電解海水を通常使用量の 2 t 注入し，30, 60 および 90 分間保持し，有効塩素濃度ならびに生菌数を測定した。さらに通常使用量の氷（390 kg）を投入した区を設定し，氷の有無が塩素の残留性および生菌数の消長に及ぼす効果を検討した。

甲板ならびに漁獲用具の消毒効果判定試験　港内海水を流量 11.5～13 m^3/h，電流を 16～19 A，電圧を 4～4.3 V として電気分解し，得られた電解海水を 1 t タンク，選別台，断熱シートおよび上記の漁船の甲板表面に 1 分間流した。終了後，5 cm 角の窓を開けた厚手の滅菌アルミ箔を貼り付け，検体表面の 25 cm^2 を滅菌綿棒でふき取り，その綿棒を生理的食塩水に移してほぐした後に直ちに生菌数を測定した。

漁船の吸水配管に組み込んだ海水電解装置の港内海水殺菌効果判定試験　北海道東部の標津漁港，日の出漁港，相泊漁港，野付漁港およびウトロ漁港所属のサケ定置網漁船に，前記ユニット型海水電解装置の電極部を漁船の配管に組み込み，港内海水を有効塩素濃度 0.5 mg/L となるよう電気分解して 5 分間保持し，上述の方法で生菌数を測定した。

結　果

保冷タンクに注入した電解海水中の一般生菌数の消長　観察開始時に氷を投入した区で 1.08 mg/L，未投入区で 1.14 mg/L であった有効塩素濃度は，時間の経過と共に減少したが，生菌数は 0 時間から 3 時間までの観察時間を通じて 10^0–10^1 CFU/mL レベルであった。無処理の港内海水の生菌数は 10^4–10^5 CFU/mL レベルであった。3 時間経過後の有効塩素濃度は両区とも 0.15 mg/L であり，10^0–10^1 CFU/mL レベルの生菌数を持続した（Fig. 1）。

氷投入区と未投入区を断熱シートで覆って同様に観察した。観察開始時に氷投入（断熱シート有）区で 0.75 mg/L，未投入（断熱シート有）区で 0.97 mg/L であった有効塩素濃度は，時間の経過と共に減少したが，氷未投入（断熱シート有）区では 3 時間経過後で 0.28 mg/L，氷投入（断熱シート有）区は 0.5 mg/L であった。生菌数は断熱シートで覆わなかった場合と同様に低く抑えられたままで，10^0–10^1 CFU/mL レベルを持続した。以上の条件の中で最も塩素が残留した区は，氷を投入し断熱シートで覆った区であり，3 時間経過後の有効塩素濃度は 0.5 mg/L であった（Fig. 1）。なお，水温は氷未投入区で約 20℃，氷投入区で約 10℃ であった。

また，有効塩素濃度 0.76 mg/L の電解海水を入れた 1 t タンクにカラフトマスを 20 尾投入すると，有効塩素濃度は 0.12 mg/L となった。

船倉に注入した電解海水中の一般生菌数の消長　有効塩素濃度は 1 t タンクでの試験に比べ速やかに減少し，氷未投入区では 10^0–10^1 CFU/mL レベルの生菌数が 30 分間しか持続しなかった。無処理の港内海水の生菌数は 1.9×10^4 CFU/mL であった。しかし，氷投入区では未投入区に比べ塩素の残留時間が長く，1 時間半経過後も 10^0–10^1 CFU/mL レベルの生菌数が持続した（Fig. 2）。なお，水温は氷未投入区で 20℃，氷投入区で約 4℃ であった。

甲板ならびに漁獲用具の消毒効果　有効塩素濃度 0.93～1.17 mg/L の電解海水で 1 分間洗浄すると，1 t タンクおよび選別台で 99.9% 以上の消毒効果が得られた。断熱シートならびに甲板では 90% 以上の消毒効果に留まった（Table 1）。

漁船の吸水配管に組み込んだ海水電解装置の港内海水殺菌効果　北海道東部の 5 漁港の海水を電気分解し，有効塩素濃度 0.50～0.55 mg/L で 5 分間処理した後の殺菌率は 1 漁港を除き 99.9% 以上であり，残りの 1 漁港での殺菌率は 99.7% 以上であった（Table 2）。

NII-Electronic Library Service

The Japanese Society of Fisheries Science

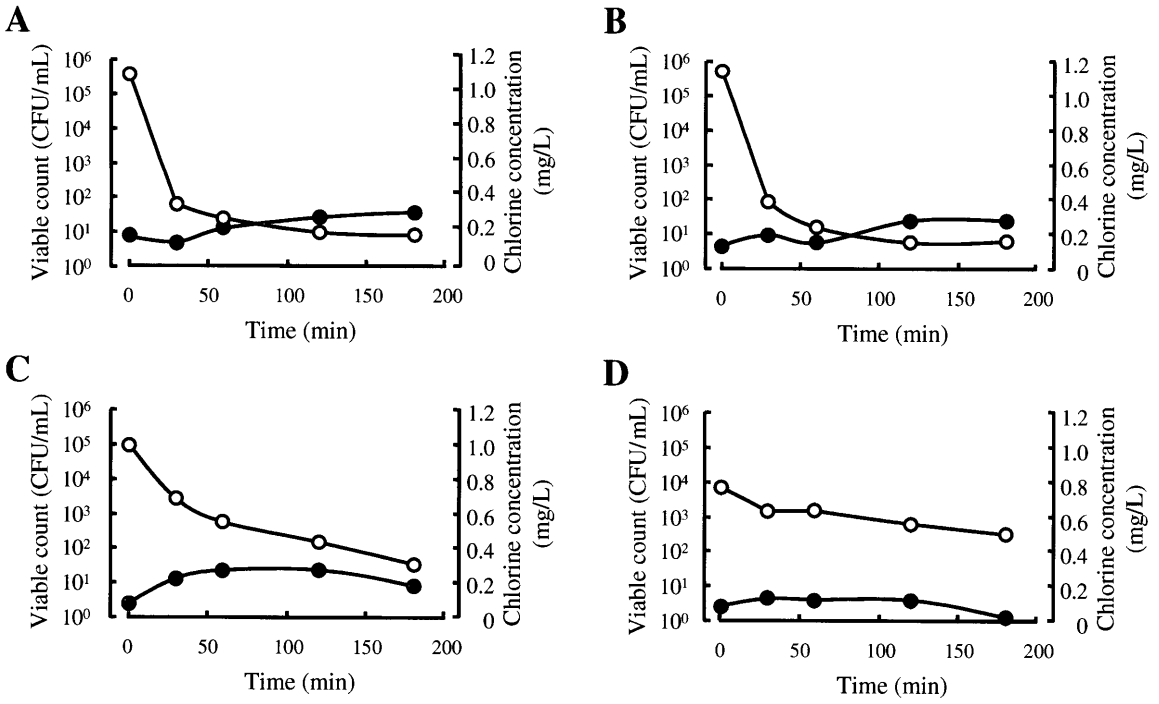

Fig. 1 Viable bacterial counts and chlorine concentration of electrolyzed seawater (300 L) in a fish holding tank (1 ton). Initial chlorine concentration of electrolyzed seawater was approximately 1 mg/L. A: Electrolyzed seawater only. B: Electrolyzed seawater with 75 kg of ice. C: Electrolyzed seawater in the tank covered with thermal insulating sheet. D: With ice and thermal insulating sheet. ●: Viable bacterial count, ○: Chlorine concentration.

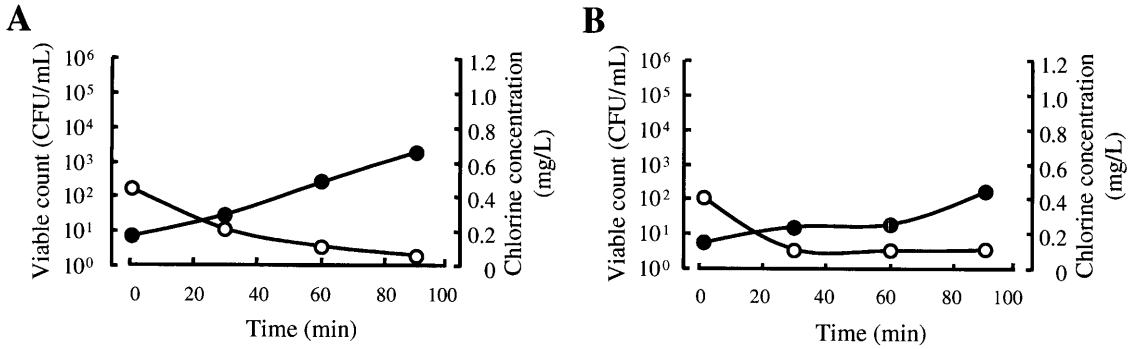

Fig. 2 Viable bacterial counts and chlorine concentration of electrolyzed seawater (2 t) in a fisher-boat tank. Initial chlorine concentration of electrolyzed seawater was approximately 1 mg/L. A: Electrolyzed seawater only. B: Electrolyzed seawater with 390 kg of ice. ●: Viable bacterial count, ○: Chlorine concentration.

考　　察

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。今回，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。1t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1t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。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ており，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1tタンク，船倉共に有効塩素濃度1mg/

NII-Electronic Library Service

The Japanese Society of Fisheries Science

Table 1 Effect of electrolyzed seawater on disinfection of fishery equipment

Materials	Treatment time (min)	Viable bacterial count (CFU/cm²)		Reduction rate (%)
		Before treatment	After treatment*	
Fish holding tank	1	1.7×10^4	$<1.8\times10^0$	>99.9
Separating estrade	1	5.2×10^3	2.7×10^0	>99.9
Thermal insulating sheet	1	2.8×10^4	8.3×10^2	97.1
Deck	1	6.9×10^3	2.7×10^2	96.2

* Twenty-five cm^2 of surface was swabbed by cotton and then the cotton was suspended in 0.85% NaCl. Chlorine concentration was 0.93–1.17 mg/L.

Table 2 Disinfectant effect of continuous flow electrolyzer inserted in a water supply system of fishery-boat

Place	Chlorine concentration (mg/L)	Treatment time (min)	Viable bacterial count (CFU/cm²)		Reduction rate (%)
			Before treatment	After treatment	
Shibetsu	0.51	5	1.4×10^4	4.7×10^0	>99.9
Hinode	0.55	5	6.1×10^2	1.8×10^0	99.7
Aidomari	0.52	5	1.2×10^3	8.4×10^1	>99.9
Notsuke	0.52	5	1.7×10^4	5.6×10^0	>99.9
Utoro	0.50	5	1.1×10^4	4.0×10^0	>99.9

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1t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ると考える。さらに，今回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と考える。

今回の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と期待できる。[5,7] 今回，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と考える。

電解海水を注入した1t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，有効塩素濃度が約1 mg/Lの電解海水を用いて甲板ならびに漁業用具の消毒効果を検討したところ，1t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。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，[6,9] 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。

今回用いた海水電解装置は，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が，陸上での試作機と同様の成果が得られ，沖合いの海水の殺菌処理も可能と考える。現在，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。[10] 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，漁獲物の衛生管理の向上につながると考える。将来は漁獲時に使用した海水を処理して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が，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。

NII-Electronic Library Service

The Japanese Society of Fisheries Science

謝　辞

本研究を行うにあたり，流水式海水電解装置の提供および助言を頂いた㈱荏原製作所エンジニアリング事業本部の上西敏夫氏および関係各位，エーコン㈱佐々木孝夫氏，標津町ふれあい加工体験センターの熊谷純郎氏，㈲馴山水産の馴山修治氏に感謝申し上げる。また本研究は文部省科学研究費基盤研究（B）展開（課題番号09556041）および㈶海洋水産システム協会の緊急振興対策研究技術開発経費によった。ここに記して感謝申し上げる。

文　献

1) 北海道水産林務部．北海道水産物品質管理高度化モデル計画．2000; 43.
2) Huss HH, Reilly A, Embarek PKB. Prevention and control of hazards in seafood. *Food Control*. 2000; **11**: 149–156.
3) 笠井久会，中村哲士，吉水　守．砂原漁港の細菌学的調査．北大水産彙報 2002; **53**: 69–73.
4) 笠井久会，杉山絵美，吉水　守．衛生管理型標津漁港の細菌学的調査．日水誌 2004；受理済.
5) 笠井久会，石川麻美，堀　友花，渡辺研一，吉水　守．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 2000; **66**: 1020–1025.
6) 渡辺研一，吉水　守．電解海水による飼育器具の消毒．日水誌 2001; **67**: 304–305.
7) 笠井久会，渡辺研一，吉水　守．海水電解装置による飼育排水の殺菌．日水誌 2001; **67**: 222–225.
8) Yamamoto H, Ezura Y, Kimura T. Effects of antibacterial action of seawater on the viability of some bacterial species. *Fish. Sci*. 1982; **48**: 1427–1431.
9) 渡辺研一，吉水　守．オゾン処理海水を用いた飼育器具類の消毒．魚病研究 1998; **33**: 145–146.
10) Reuter G. Disinfection and hygiene in the field of food of animal origin. *Int. Biodeterior. Biodegrad*. 1998; **41**: 209–215.

NII-Electronic Library Service