

博士（水産科学）笠井久会

学位論文題名

海水電解殺菌装置による魚類飼育用水および  
排水の殺菌と漁港ならびに产地市場における  
水産物の衛生管理への本装置の応用に関する研究

学位論文内容の要旨

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。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、飼育排水の殺菌を利用する場合、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、さらに本装置の漁獲から产地市場に至る道程の水産物の衛生管理への応用について検討した。供試海水電解殺菌装置には隔膜がなく、海水中に次亜塩素酸を発生させ殺菌効果を得るものである。

まず、第一章では、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。

第二章では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<sup>3</sup>/hを電気分解処理し、残りの16.5 m<sup>3</sup>/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。H-100型機は計算上200 m<sup>3</sup>/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<sup>3</sup>/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つていると考えられる。

第三章では、水槽内に電極部を投入するバッヂ式海水電解殺菌装置を供試し、流水式海水電解殺菌装置との比較を行い、電解海水による飼育器具類の消毒効果についても検討した。細菌については、有効塩素濃度0.47～0.62 mg/Lで3分間処理することにより99.9 %以上の殺菌率となり、ウイルスでもHIRRVは0.57 mg/L、1分間の処理で最大不活率(99.4 %以上)が、YTAVでは0.71 mg/L、3分間の処理で99.9 %以上の不活化率が得られた。次に、実際の飼育用濾過海水を電気分解した場合、0.54 mg/L、1分間の処理で99 %以上の殺菌率を示し、十分な殺菌効果が得られた。また、飼育排水の場合でも有効塩素濃度0.64

mg/Lで1分間処理することにより99%以上の殺菌効果が得られた。流水式とバッチ式海水電解殺菌装置の殺菌効果を同一条件で比較すると、両装置は同程度の殺菌効果を示し、殺菌能力に差は認められなかった。

疾病の水平感染を防止する上で飼育器具類の消毒は重要な課題である。そこで電解海水による飼育器具類の消毒効果を検討したところ、電解海水をかけ流しにして飼育器具類を30～120分浸漬することにより一般生菌数は99.9%以上減少した。電解海水は飼育用水および排水の殺菌のために海水電解殺菌装置を導入すれば容易に得られるものであり、またバッチ式海水電解殺菌装置ならば配管の必要もなく場所も選ばない。さらに有効塩素濃度の調整も容易なことから、飼育現場において実用性の高い優れた消毒法と考える。

最後に第四章では漁獲の際に使用される海水の殺菌を目的としてまず第一節で道東の標津川、伊茶仁川および古多糠川の細菌学的調査を、第二節では道内の漁港の細菌学的調査を行い、第三節において海水電解殺菌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について検討した。まず第一節では道東の標津川、伊茶仁川および古多糠川の水質、一般生菌数、大腸菌群最確数および大腸菌最確数を測定し、細菌叢について検討した。その結果、水質、生菌数および細菌叢に流域による違いは見られなかつたが、各定点の大腸菌群数はそれぞれの河川で検出限界以下～9200/100 mLと幅広く測定された。大腸菌数は大腸菌群数と比較しておよそ1/10の値を示した。道東の標津漁港周辺には標津川、伊茶仁川、古多糠川、薰別川など多くの河川の河口があり、それら河川は多くの牧場の間を流れてくる。大腸菌の海水中での生存性が、5°Cで3日以上7日以内と比較的長かったことから、大腸菌が河川から根室海峡に出たとの消長についても観察する必要があると考える。第二節では標津漁港を始め道内の漁港の細菌学的検査を行ったところ、道内27漁港のほぼ全ての港内海水からも大腸菌群およ

び大腸菌が検出された。より高度な衛生管理を目指す上で、大腸菌陽性の海水で船体をはじめ、選別台、岸壁等を洗浄したり、漁槽や保冷タンクに港内海水を用いることは食品衛生上好ましくなく、改善の余地があると考える。そこで第三節では海水電解殺菌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について秋サケ定置網漁をモデルに検討した。まず1tタンクおよび船倉に注入した電解海水の有効塩素濃度の消長を検討した。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、現場での作業時間を十分賄うものであった。また電解海水が甲板ならびに漁業用具の消毒にも有効であった。続いて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た。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る。従って海水電解殺菌装置を用いることにより、港内海水中の大腸菌および大腸菌群による漁獲物の汚染を防ぐことが出来、海水電解殺菌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。

## 学位論文審査の要旨

主査 教授 吉水 守  
副査 教授 田島 研一  
副査 教授 難波 憲二  
副査 助教授 澤辺 智雄

### 学位論文題名

# 海水電解殺菌装置による魚類飼育用水および排水の殺菌と漁港ならびに産地市場における水産物の衛生管理への本装置の応用に関する研究

増養殖事業、特に栽培漁業における種苗生産施設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り、飼育用水および飼育排水を殺菌する必要がある。飼育用水の殺菌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が、現在の紫外線やオゾン殺菌装置では飼育排水の殺菌には対処できない。本研究では大量の海水を殺菌することを目的に、電気分解による殺菌法について検討し、本装置の漁獲から産地市場に至る過程の水産物の衛生管理への応用について検討した。

まず、電極間に海水を通す流水式海水電解殺菌装置を供試し、魚類病原微生物を3%食塩水中に懸濁して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ビブリオ病とせっそう病の原因菌を、ウイルスとしてウイルス性腹水症とラブドウルス病の原因ウイルスを、対照に大腸菌を供試して殺菌および不活化効果を検討した。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。

次いで、飼育用水および排水の殺菌への応用を試み、まず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た。脱塩素処理した電解海水

でマツカワを飼育したが異常は見られなかった。実用規模の流水式海水電解殺菌装置を供試し、排水の一部 $2.0\text{ m}^3/\text{h}$ を電気分解し、残りの $16.5\text{ m}^3/\text{h}$ の排水と混合した場合、残留塩素濃度 $0.5\text{ mg/L}$ 以上・1分間の処理で99%以上の殺菌率が得られた。この装置は $200\text{ m}^3/\text{h}$ の飼育排水を処理できることから、一般的な規模の飼育施設の排水の殺菌に十分な能力を有していると考えられる。

さらに、水槽内に電極部を投入するバッチ式装置を流水式と比較した。細菌・ウイルス共に流水式とほぼ同濃度で殺菌あるいは不活化され、飼育用濾過海水を電気分解した場合も、 $0.54\text{ mg/L}$ ・1分間の処理で99%以上の殺菌率を示し、飼育排水の場合でも有効塩素濃度 $0.64\text{ mg/L}$ で1分間処理することにより99%以上の殺菌効果が得られた。

疾病的水平感染を防止する上で飼育器具類の消毒は重要な課題である。そこで電解海水による飼育器具類の消毒効果を検討した。電解海水をかけ流しにして飼育器具類を30~120分浸漬することにより一般生菌数は99.9%以上減少した。

最後に、漁獲の際に使用される海水の殺菌を目的に、まず道東の3河川の細菌学的調査を、次いで道内の漁港の細菌学的調査を行い、さらに海水電解殺菌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について検討した。まず道東の3河川、標準側・伊茶仁川・古多糠川の水質、生菌数および細菌叢に流域による違いは見られなかつたが、各定点の大腸菌群数は検出限界(1.8)以下~ $9,200/100\text{ml}$ と測定された。大腸菌数は約1/10の値であった。道東の河川は多くの牧場の間を流れてくる。そのため根室海峡に出たあとの大腸菌の消長について検討したところ、海水中での生存性は $5\text{ }^\circ\text{C}$ で3日以上7日以内と比較的長かった。次いで標準漁港をはじめ、道内27漁港を対象に細菌学的調査を行った。調査したほぼ全ての港内海水から大腸菌群および大腸菌が検出され、衛生管理を目指す上で、港内海水をそのまま船体をはじめ、選別台、岸壁等の洗浄や、漁槽・保冷タンクに注入することは好ましくなく、改善の余地が示された。

そこで、海水電解殺菌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について、秋サケ定置網漁をモデルに検討した。まず1tタンクおよび船倉に注入した電解海水の有効塩素濃度の消長を検討した。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つた方がより長く残留した。カラフトマス20尾の投入により有効塩素濃度は大幅に減少し、実際の漁では漁獲物の投入と同時に検出限界以下となることが推察された。電解海水は甲板ならびに漁業用具の消毒にも有効であった。

このように、海水電解殺菌装置を用いることにより、港内海水中の大腸菌および大腸菌群による漁獲物の汚染を防ぐことが出来、海水電解殺菌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。