

# 近海漁業漁獲物の鮮度保持に最適な水質調整装置の開発

黒原 健朗・渡辺 貢<sup>\*1</sup>・籠尾 寿仁<sup>\*2</sup>・松本 泰典<sup>\*3</sup>  
(\*<sup>1</sup>現高知県水産試験場、\*<sup>2</sup>株式会社カゴオ、\*<sup>3</sup>高知工科大学)

## 1. 目的

国内で操業している近海鰹鮪漁は30~40日間の連続操業を行い、その間の漁獲物は漁船に搭載されている魚倉内の冷海水中に保存される。しかし、魚体から流出する血液等によって冷海水の酸化や腐敗が進行し、漁獲物の付加価値低下が引き起こされて問題となっている。

本研究では、実操業船において冷海水を用いて保存されている鰹および鮪に最適な水質調整装置を開発し、魚の鮮度変化と冷海水の腐敗の進行を定性的に調べながら本装置の性能を検証した。

なお、本研究は財団法人科学技術振興機構の競争的外部資金「地域ニーズ即応型」の補助により、株式会社カゴオと高知工科大学と共同で実施した。

## 2. 方法

### ①装置の製作・組み立てと性能検証

実操業船に搭載されている魚倉を参考に、図1のようなパイロットクラスの実験装置を製作した。本装置は容量250Lの角形FRP製断熱実験水槽に水質調整装置を連結させた構造となっている。すなわち、ブライン装置で冷却させた海水を循環させながら漁獲物から水槽内に流出した血液を吸着材に付着させることが可能で、UV殺菌装置を経ることで冷海水の清浄性を保持できるよう設計した。

まず、海洋深層水と水道水を6:4の割合で混合した希釈海水を調製し、それを実験水槽の容量限界まで注入した。これを-0.5℃まで冷却して冷

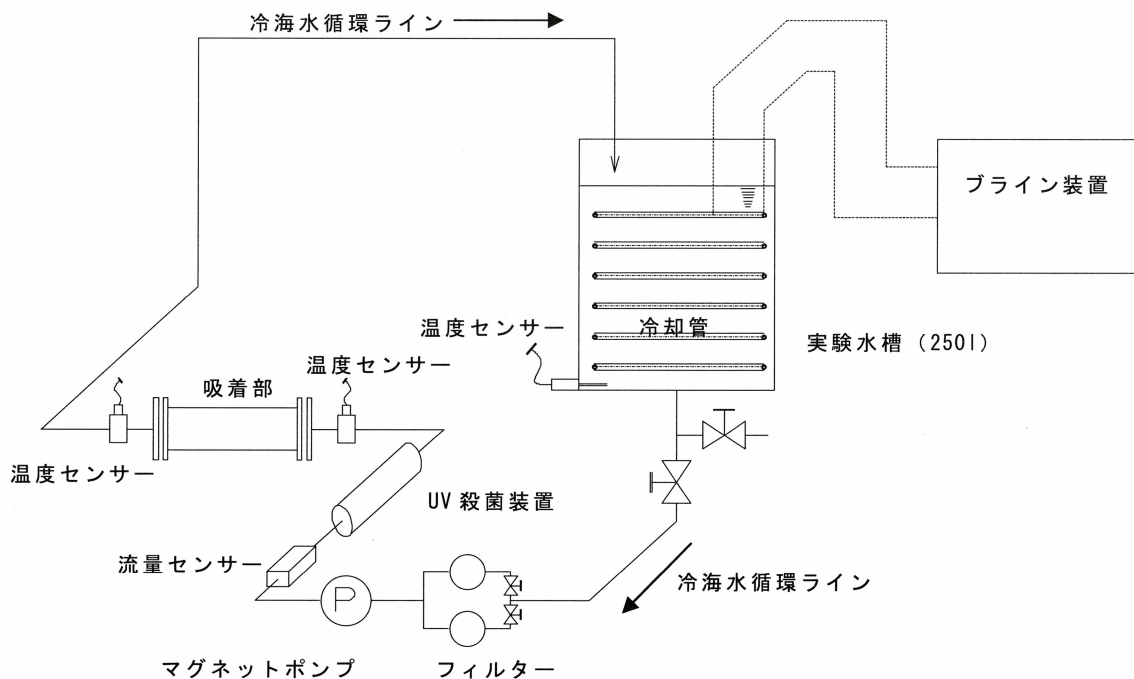


図1 実験装置の概要

海水とするとともに、循環流量を毎分15Lに設定して約320時間連続運転させて安定性を調べた。

次に、本研究で対象とする鰹や鯖に比較的近い魚種であり、入手も容易なメジカ（正式名称マルソウダガツオ）を供試魚として、本装置が鮮度保持に及ぼす影響を調べた。まず、冷海水の循環の有効性を調べるため、292~635 gの魚を用いて4日間の短期実験を実施した。供試尾数は循環なし・ありとも15尾とし、1日おきに塩分濃度を測定するとともに、それぞれ3尾ずつ取り上げて3枚に捌き、背側肉の一部を鮮度の指標であるK値の分析に、また残りの半身を肉質変化の観察に用いた。なお、K値の分析には(株)セントラル科学製の鮮度計KV-202を用いた。さらに、308~490 gの魚を用い、操業船レベルにスケールアップした長期実験を行った。すなわち、魚の収容量を短期実験の6倍の131尾、実験期間を12日間とし、冷海水を毎分15Lの設定で循環させながら、塩分濃度およびpHを毎日、K値を3日おきに測定した。

### ②水質劣化の判定手法の検討

前述のように、漁獲物から流出する血液が冷海水の水質劣化に影響を及ぼしていると考えられることから、血液の吸光度変化を元に冷海水の水質劣化の進行を把握することを試みた。ここでは定量的なデータを収集するため、豊富に血液を入手できる1才魚の養殖ブリから採血し、それを海水で1,000、2,000および10,000倍に希釈して波長の変化と吸光度のピークを調べた。

### ③吸着材およびUV殺菌装置を用いた水質改善

魚投入後の冷海水の水質劣化を軽減するため、血液吸着材およびUV殺菌装置の有効性を調べた。まず、市販のシリカゲルを用いて吸着効果を検討した。実験には②と同様にブリ血液を用い、①と同様にして調製した実験水槽の冷海水に終濃度が2,000倍になるように注入した。そして、装置内の収容スペースにシリカゲル3kgを洗濯ネットに入れて装着し、その後冷海水を循環させた。実験

は28日間行い、実験期間中は冷海水のpH、塩分濃度、化学的酸素要求量(COD)を測定した。

次に、市販のUV殺菌装置(REI-SEA製UVF-1000)とシリカゲルを併用して有効性を検討した。冷海水は①と同様に調製し、鮮度保持への影響も調べるため、メジカと同様に鰹や鯖に比較的近く入手も容易なスマガツオを投入した。なお、供試尾数は対照区で27尾(総重量25.7kg)、シリカゲル+UV処理区で24尾(総重量24.8kg)とした。実験期間は9日とし、pH、塩分濃度、COD、吸光度およびスマガツオのK値を調べた。

## 3. 結果および考察

### ①装置の製作と性能検証

装置の安定性を調べた結果、実験水槽下部の温度は $-0.25 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 、循環流量は毎分 $15.8 \pm 2.3\text{L}$ で変動した。魚倉下部温度は設定よりも若干高めに推移したが、実際の近海漁業に用いられている冷海水の検証には十分な精度であると考えられた。

短期実験期間中の塩分濃度は冷海水の循環なしで1.68~1.77、循環ありでは1.82~1.91で推移した。図2に実験期間中のメジカK値の推移を示した。各プロットは3尾の平均と標準偏差である。いずれも日数の経過に伴ってほぼ直線的に上昇し、終了時においても刺身用として利用できる上限とされる20%を下回っていたが、最大値は循環ありで低かった。図3に、3日後における肉質の観察結果を示したが、冷海水の循環なしでは肉質が軟化し、色合いも循環ありよりも劣っていた。

長期実験期間中の塩分濃度およびpHを図4に示した。塩分濃度は1.69~1.79で推移し、pHは6.42~8.12と日数の経過にともなって減少する傾向にあった。K値は図5に示したように、日数の経過にともなって直線的に上昇し、6日後には25.8%を示した。メジカは鮮度落ちが極めて早く、生食は一般的でないといわれているが、本装置を用いた保存により、数日間はメジカの生食利用が可能であることが示唆された。

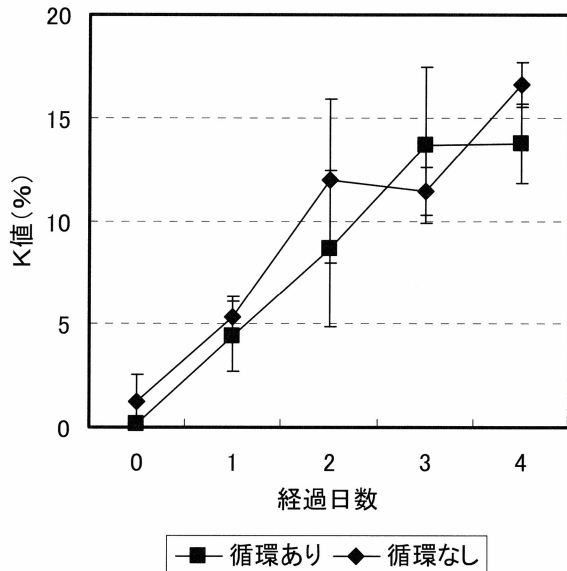


図2 メジカK値の推移 (短期実験)

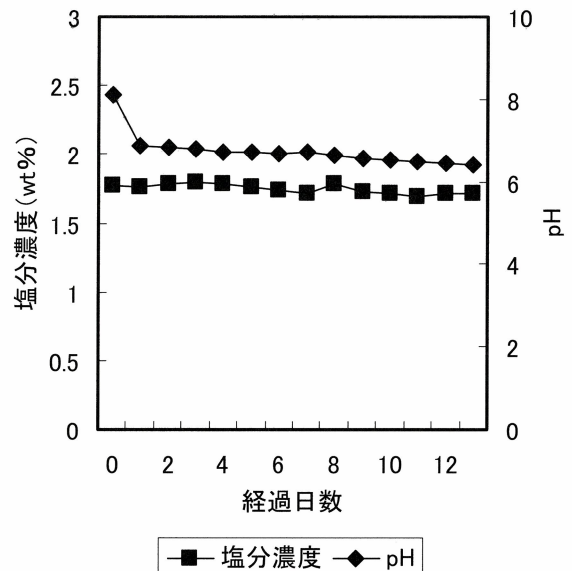


図4 塩分濃度およびpHの推移 (長期実験)

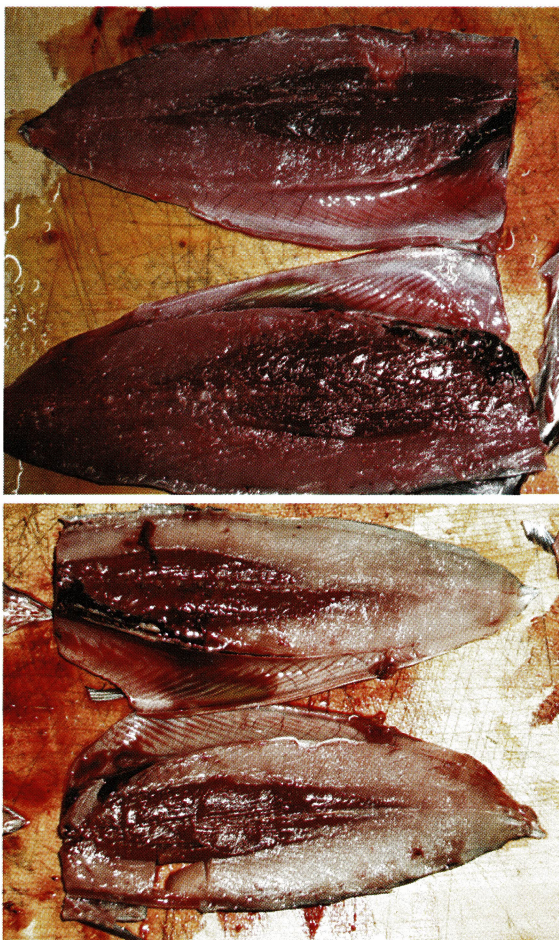


図3 72時間後に3枚に捌いた時の状態 (上:循環あり、下:循環なし)

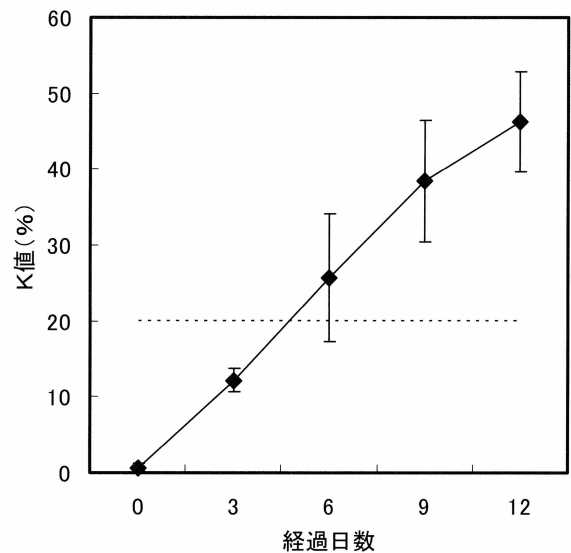
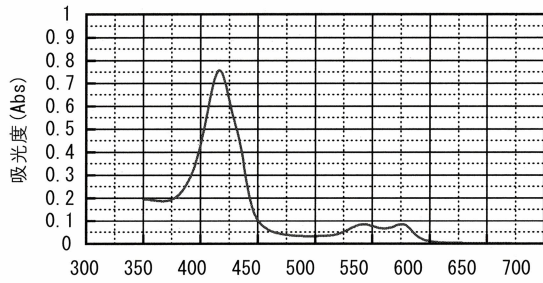


図5 メジカK値の推移 (長期実験)

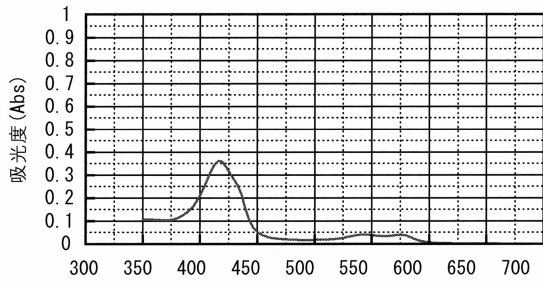
## ②水質劣化の判定手法の検討

血中ヘモグロビンの吸光度は波長410nmでピークに達すると報告されているが、今回の実験で、300~700nmの波長で各血液希釈海水の吸光度を測定した結果、図6に示したようにいずれの希釈倍率でも414~416nmにおいて吸光度のピークが確認され、ピークの値は希釈倍率が低いほど高かった。また、①と同様に冷海水を調製し、実験水槽に総重量約44kgのメジカを投入するとともに、冷海水を毎分15Lの設定で循環させて2週間後に冷海水の吸光度を測定した場合においても、これに近い

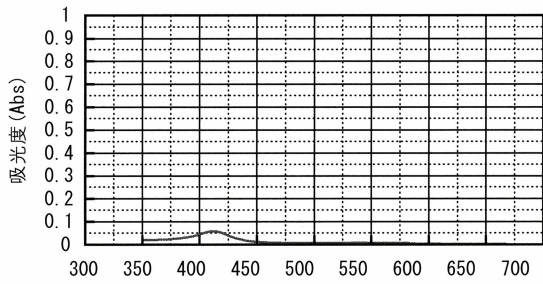
波長で吸光度のピークが確認できた（データ未提示）。このことから、吸光度を指標として冷海水の水質劣化を把握することが可能との結論が得られた。



(a) 1000倍希釈



(b) 2000倍希釈



(c) 10000倍希釈

図6 希釈血液の波長と吸光度との関係

### ③吸着材およびUV殺菌装置を用いた水質改善

シリカゲルを用いた血液吸着試験の塩分濃度とpHの推移を図7に示した。塩分濃度にはシリカゲルの有無による顕著な差はみられなかったが、シリカゲル区では二酸化ケイ素の溶出が原因と考えられるpHの低下が多少みられた。図8にCODの推移を示した。各プロットは3回の測定の前平均と標準偏差である。どちらの区でも、CODの上昇と実験の経過日数には高い正の相関性がみられ、対照区では16.1mg/L、シリカゲル区で9.7mg/Lで

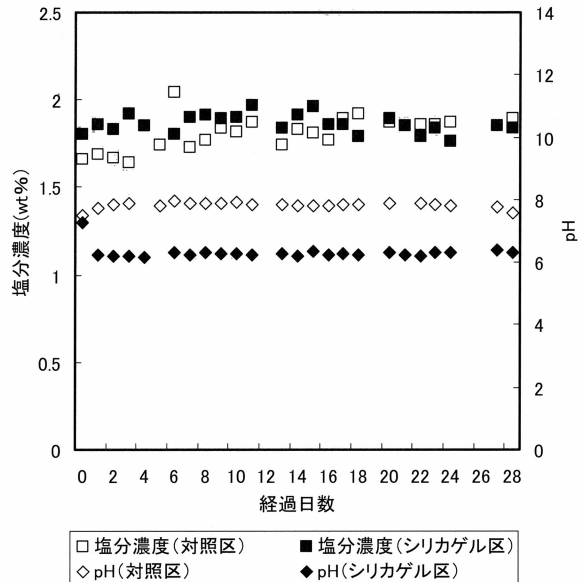


図7 塩分濃度とpHの推移（シリカゲル）

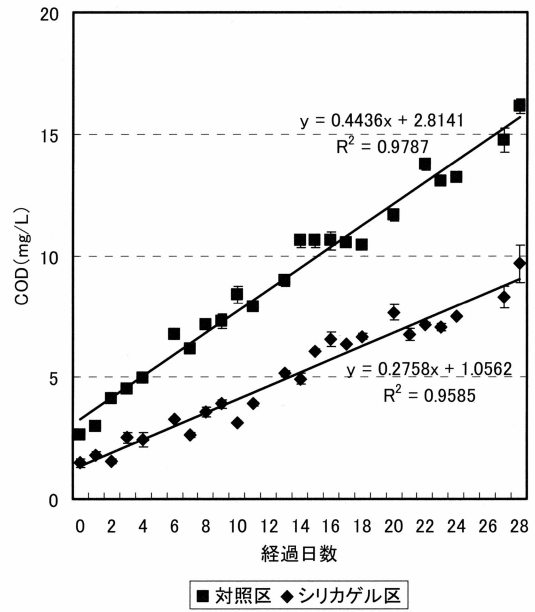


図8 CODの推移（シリカゲル）

最大となった。

シリカゲル+UV処理区の塩分濃度およびpHの推移を図9に示した。塩分濃度は対照区で1.81~1.91wt%、シリカゲル+UV処理区で1.72~1.95wt%と近似していた。一方、pHは対照区で6.16~7.74、シリカゲル+UV処理区では5.85~6.87で推移し、どちらも日数の経過にともなわずかに減少したが、シリカゲル+UV処理区では先の実験と同様にpHの低下が認められた。図10に示したように、CODの上昇と経過日数には高い正の相

関性がみられたが、シリカゲル+UV処理区では上昇がやや緩やかであり、水質の劣化が抑えられたと考えられた。また、図11に示したように、どちらもCODと414nm吸光度との間には正の相関性がみられた。先の実験で血液希釈海水の吸光度のピークが414~416nmの波長でみられたことを考慮すると、CODの上昇は魚から流出した血液に起因してみられたものと推察される。図12に示したように、スマガツオのK値はどちらも同様に推移し、4日後以降に20%を超えた。その後はシリカゲル+UV処理区でやや高い値を示したが、日数の経過にともなって個体差が目立ち始めた。

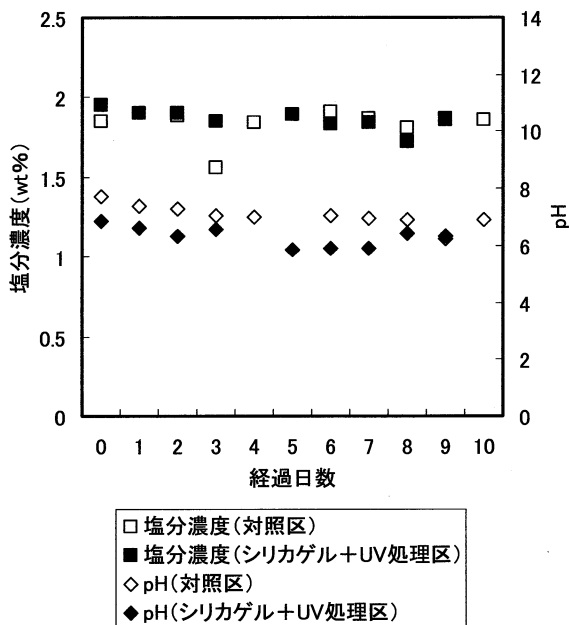


図9 塩分濃度とpHの推移 (シリカゲル+UV処理)

#### 4. 総括

本研究から、製作した装置の安定性が確認できた。また、メジカを用いた実験から鮮度保持への有効性も確認でき、本魚の生食利用への可能性も示唆された。さらに、漁獲物から流出する血液に起因すると考えられる冷海水の劣化を吸光度とCODから定性的に評価でき、今後の実験に必要な指標を得ることができた。今回の実験では冷海水の水質を改善するためにシリカゲルとUV

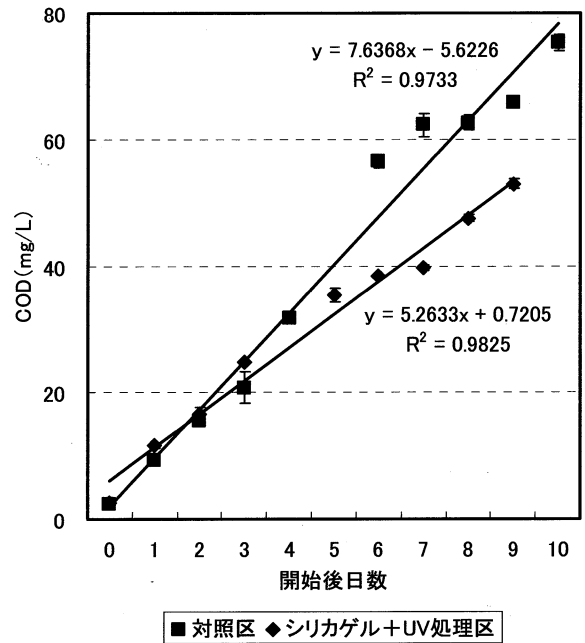


図10 CODの推移 (シリカゲル+UV処理)

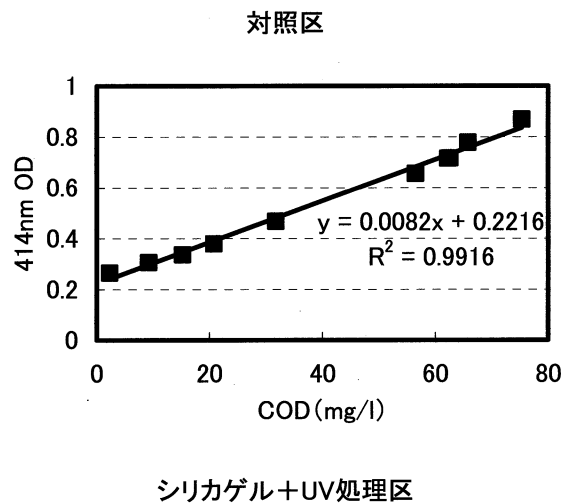


図11 VODと吸光度との関係 (シリカゲル+UV処理)

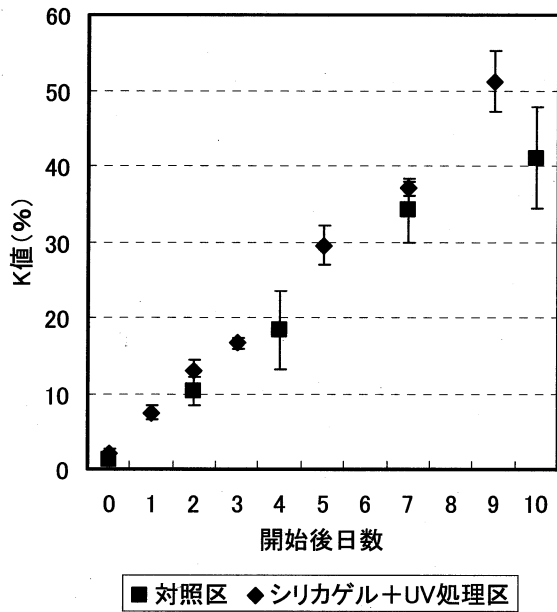


図12 スマガツオK値の推移  
(シリカゲル+UV処理)

処理を用いたが、CODの上昇が抑えられた反面、K値の低下にはつながらず、pHの低下などの問題も発生したため、今後は実操業船への搭載を視野に入れ、コスト削減も考慮しながら装置や血液吸着法の改良を図るとともに、さらに長期間の実験を実施する必要がある。

## 5. 参考文献

中島忠夫・清水正高・浅野武雄・池田孝真・岩崎義彦・長池光一 (1986) : シラス多孔質ガラスに関する研究—SPG膜による漁獲物冷却水(血垢)浄化技術の開発—, 宮崎県工業試験場研究報告, No. 32, pp. 21-26.