

10°C以下の低温海水に適用する新たな硝化技術の開発

長岡工業高等専門学校 ○根津拓福 荒木信夫 押木守
東京水道サービス株式会社 相塚陸

1. はじめに

鮮度が高い魚を消費者に届ける方法として魚を生きたまま輸送する活魚輸送がある。また、現在の活魚輸送方法として低温麻酔が有力である¹⁾²⁾³⁾。これは魚を低温海水に入れることによって魚の活動を弱める方法である。これにより排泄物の量を減らし水槽中のアンモニア増加量や魚同士の噛付きを減らすことができる。しかし、長期の輸送には魚に有毒であるアンモニアを除去しなければならない⁴⁾。そこで我々は硝化菌を用いた低温硝化反応に注目した。硝化菌は低温環境下では活性が大きく低下する⁵⁾。そこで、低温水槽内全体を温めずに細菌の付着担体であるスポンジ内部を温め、そこで低温による障害を受けずに硝化反応を起こすことは可能なのか検証を行う。

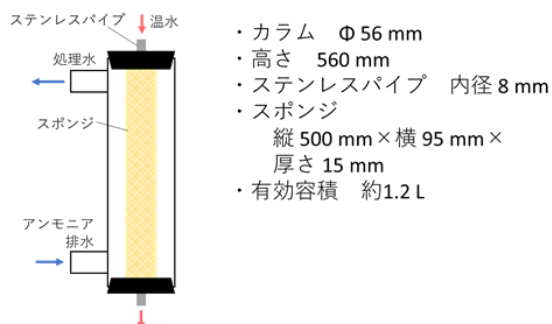


図1 新規なリアクターの概要

2. 実験方法

(1) 新規なリアクターの概略

図1に新規なリアクター（以下リアクター）の概略を示す。高さ560 mm、カラムの内径56 mmである。その中に、スポンジ（縦500 mm×横95 mm×厚さ15 mm）を内径8 mmのステンレスパイプに巻き付けたものを入れゴム栓で蓋をした。

(2) リアクターによる水温の変化

図2に水温変化を調べた装置の概略を示す。室温20°Cの条件下で10 Lの水槽から海水をリアクターに6 L/minで循環させ、ステンレスパイプ内に恒温水槽を用いて温水を10 L/minで通水させた。そして温

水の温度を変化させ、水槽内とスポンジ表面の温度を測定した。また比較として、スポンジを巻き付けない場合の水槽の水温も測定した。

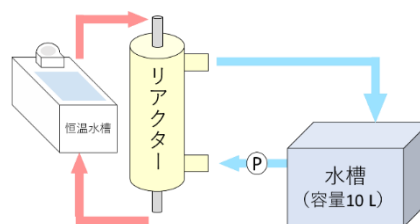


図2 水温変化実験の装置

(3) 低温硝化実験

図3に低温硝化実験に用いた装置の概略図を示す。リアクターのスポンジに20°Cの海水アンモニア基質で長期間培養した汚泥を植種した。冷却機能を持った15 Lの水槽に曝気を行い、人工アンモニア海水（人工海水粉末（富田製薬 MarinArt）34 g/L、NaHCO₃ 1.0 g/L、5 M NaOH 水溶液 0.2 mL/L、NH₄Cl 6.3 g/L）を0.33 L/dayで流入させ連続運転を行った（アンモニア態素負荷 72 mg-N/L-sponge/day）。リアクターと水槽は6 L/minで海水を循環させた。リアクターは2基用意し、一方はステンレスパイプに25~40°Cの温水を10 L/minで通水し、もう一方は温水を通水しないものとした。そして温水の温度を変化させることと、水槽を冷却することにより水槽の水温を段階的に下げ、硝化反応速度の変化を調べた。また、温水を通水したリアクターでは温水温度、スポンジ表面温度も測定した。

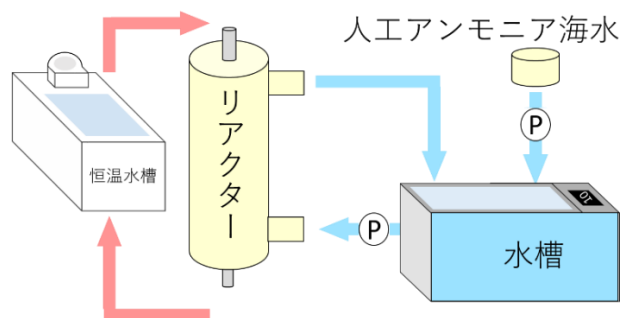


図3 低温硝化実験の装置

(4)化学分析

水槽内のアンモニアをネスラー試薬法、亜硝酸性窒素はジアゾ化法を用いて水質分析器 (HACK DR2800) で測定を行った。

3. 結果及び考察

(1)リアクターによる水温の変化

図 5 にスポンジを巻かない状態、巻いた状態での水槽水温とスポンジ表面温度を示す。

スポンジを巻かない場合は 35℃の温水をステンレスパイプに通水した場合は水槽の水温が 8℃上昇したが、巻いた状態では 3℃上昇にとどまった。また、温水を流した場合はスポンジ表面の温度は水槽の水温より高い状態であることが確認された。

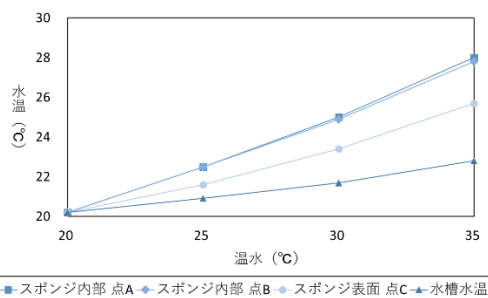


図 5 スポンジを巻いた状態での各場所の温度

(2)低温硝化実験

図 6 に温水を通水しない場合、図 7 に温水を通水した場合のアンモニアと亜硝酸濃度、水槽、温水、スポンジ表面の温度を示す。温水を通水しない場合では水槽の水温が 10℃以下で亜硝酸の蓄積がみられ、水槽の水温を 6℃まで減少させたときにアンモニアが 1.1mg-N/L、亜硝酸は 10mg-N/L の蓄積が見られた。温水を通水させた場合は水槽の水温が 5℃まではアンモニアが 0.3mg-N/L、亜硝酸は 0.9mg-N/L の蓄積で安定した処理が行われていたが、水槽の水温を 0℃まで下げたときにアンモニアが 1.9mg-N/L、亜硝酸は 0.8mg-N/L 蓄積した。

これより細菌の付着担体として用いたスポンジ内部を温めることにより硝化菌の低温阻害を防ぐことが確認されたが 5℃以下ではスポンジを温めることでは阻害を防ぐことが難しいことが確認された。

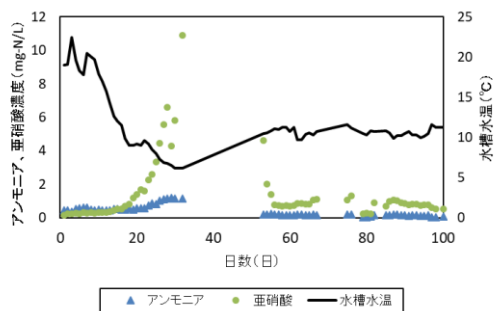


図 6 温水を通水しない場合の低温硝化実験結果

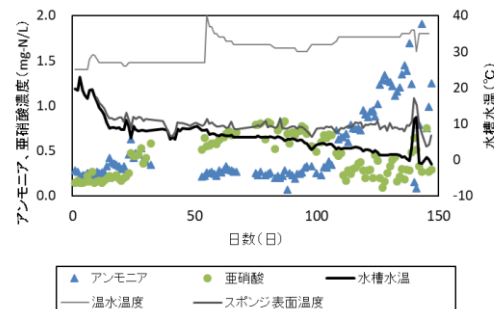


図 7 温水を通水した場合の低温硝化実験結果

4. まとめ

- (1) ステンレスパイプにスポンジを巻くことにより巻かないときに比べ水温の上昇量が減少し、スポンジ表面の温度は高い状態である。
- (2) スポンジ内部に温水を通水しない場合は 6℃以下でアンモニアが 1.1mg-N/L、亜硝酸は 10mg-N/L の残存が確認されたが、スポンジ内部に温水を通水することにより水温を 5℃まで下げてもアンモニアは 0.3 mg-N/L、亜硝酸は 0.9mg-N/L 残存で処理が行われていた。

5. 参考文献

- (1) 電気利用技術研究所 水産 G,活魚の低温高密度輸送技術の開発
- (2) 上田幸男,(2017),Bull Tokushima Pref.Fish.Res.Ins.No.11,9-11
- (3) Norisuke Ushiki et,al.,(2013),Microbes Environ.Vol.28,No.3,346-353
- (4) 藤原真 他,(2012),Sci.Tep.Hokkaido Fish.Res.Inst.
- (5) Grunditz,C et,al.,(2000),Water Res.Feb;35(2):433-