

エゾアワビの閉鎖循環式養殖における窒素除去システムの開発

長岡技術科学大学 学生会員 ○小林 尚広, 正会員 渡利 高大, 正会員 幡本 将史, 正会員 山口 隆司
株式会社 昭和興業 正会員 中村 嘉伸

1. はじめに

中山間地や都市部において海産物の養殖を行う上で、海水が容易に得られないことから、飼育水を循環利用する技術が不可欠である。長期間における飼育水の循環利用は、水生生物の排泄物・残餌・死体に由来する無機態窒素の蓄積等によって水質の劣化が生じる。特に、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) は水生生物にとって毒性が強い。アンモニア態窒素は好氣的条件下において、亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2^-\text{-N}$) を経て、比較的毒性の低い硝酸態窒素 ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) として蓄積する。硝酸態窒素は、一般的に飼育水の交換による希釈によって低減されるが、海水が容易に得られない立地条件では、海水の運搬や人工海水の製造に莫大なコストが必要となる。

この研究は、エゾアワビの閉鎖循環式養殖に、硝化機能を有する Down-flow Hanging Sponge (DHS) リアクターと、脱窒機能を有する Up-flow Sludge Blanket (USB) リアクターを組み合わせた生物学的硝化脱窒による窒素除去システムを適用し、硝化脱窒性能の評価および適用可能性の調査を行うことを目的とした。

2. 実験方法

図 1 に実験に使用した閉鎖循環式養殖システムの概略図を示す。また、エゾアワビ飼育における水質の目標値を表 1 に示す。養殖水槽は水量 4,000 L とし、エゾアワビ稚貝（殻長 30 mm 程度）を飼育した。飼育数は 2,000

表 1 水質の目標値 ¹⁾

管理項目	目標値
アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	0.1 mg-N/L 以下
亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2^-\text{-N}$)	5 mg-N/L 以下
硝酸態窒素 ($\text{NO}_3^-\text{-N}$)	25 mg-N/L 以下
溶存酸素 (DO)	6 mg/L 以上
pH	7.8 - 8.4
水温	18 - 20 °C

匹とした。飼育水は人工海水（富田製薬, マリンアート）を使用して、塩分濃度 35‰ に調製した。また、蒸発によって飼育水が減少するため、数日おきに水道水を追加して水量と塩分濃度を維持した。水温はエゾアワビの生育に適した 18 ~ 20°C に制御した ²⁾。DHS リアクターは容積約 400 L の槽にスポンジ担体を約 7,100 個（約 200 L）充填した。USB リアクターは容積約 40 L の槽に脱窒グラニュールを約 20 L 充填した。DHS リアクターには飼育水槽の全水量が 1 時間に 1 度通過する流量で飼育水を供給し、その処理水を飼育水槽に返送した。USB リアクターには 1 日に飼育水槽の全水量の 10% が流入するよう運転し、その処理水を DHS リアクターに流入させた。また、USB リアクターには脱窒反応の電子供与体として、酢酸を供給した。餌にはアワビ稚貝用配合飼料（日本農産工業 あわび 4 号）を用いた。給餌は 2 日に 1 度行い、給餌量は 100 g/日とした。

水質の測定は給餌の前に飼育水を採取して行った。 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (Nessler 法) は HACH 多目的水質分析計 DR2000 を用いた。 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 及び $\text{NO}_3^-\text{-N}$ は、高速液体クロマトグラフィー (SHIMADZU LC-20AT) により測定した。

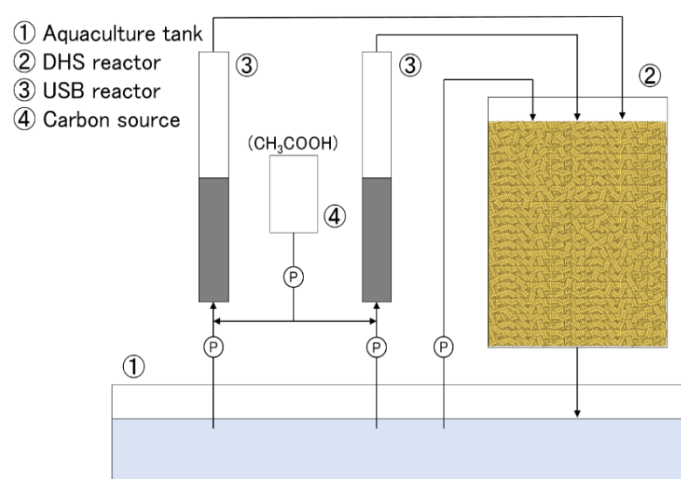


図 1 閉鎖循環式養殖システムの概略図

キーワード 閉鎖循環式養殖, 硝化, 脱窒, 窒素除去

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 水圏土壌環境研究室 Tel 0258-47-1611

pH は pH メーターを用いて測定した。DO は DO メーター (HACH HQ30d) を用いて測定した。

3. 結果及び考察

図2に飼育水中の DO, NO_3^- -N 及び NH_4^+ -N の経日変化を示す。また、アワビの斃死率の推移を図3に示す。DO は平均 7.35 ± 0.14 mg/L であり、DHS リアクターの酸素供給により曝気なしでも飼育に十分な DO を維持することができた。 NH_4^+ -N は平均 0.14 ± 0.14 mg-N/L であり、目標値を上回った。また、 NO_2^- -N は検出されなかった。運転期間中、 NO_3^- -N は平均 7.78 ± 2.56 mg-N/L であり、USB リアクターにおける脱窒率を 100% として計算した理論的収束濃度とほぼ同じ濃度となった。

また、運転期間中に 2,000 匹のエゾアワビ稚貝のうち、合計 42 匹が斃死した。1 日あたりの斃死率は平均 0.05% となった。過去の半循環型システムによるエゾアワビ養殖の例³⁾では、1 日あたりの斃死率は平均 0.18 ~ 0.19 % であった。このことから、本実験で用いた USB-DHS システムを用いることで斃死率の低減に有効であると考えられた。

4. まとめ

本実験で用いた USB-DHS システムは、40 日間の運転を行った。アンモニア態窒素は、平均 0.14 ± 0.14 mg-N/L であったが、ほとんどの期間で目標値を達成することができ、亜硝酸態窒素が検出されなかったことから、良好な硝化性能が示された。硝酸態窒素は、平均 7.78 ± 2.56 mg-N/L であり、理論的収束濃度付近まで低減することができ、良好な脱窒性能を示した。このことから、USB-DHS システムは、エゾアワビの閉鎖循環式養殖に適用可能であることが示唆された。

参考文献

- 1) Basuyaux, O., Mathieu, M., 1999. Aquaculture 174, 95-107.
- 2) 駒澤一朗ら, 2004. 東京水試調査研究報告(213), 67-75.
- 3) 社団法人海洋水産システム協会委託事業 アワビ養殖における半循環型省エネルギー化システムの実証実験報告書. 平成 21 年度

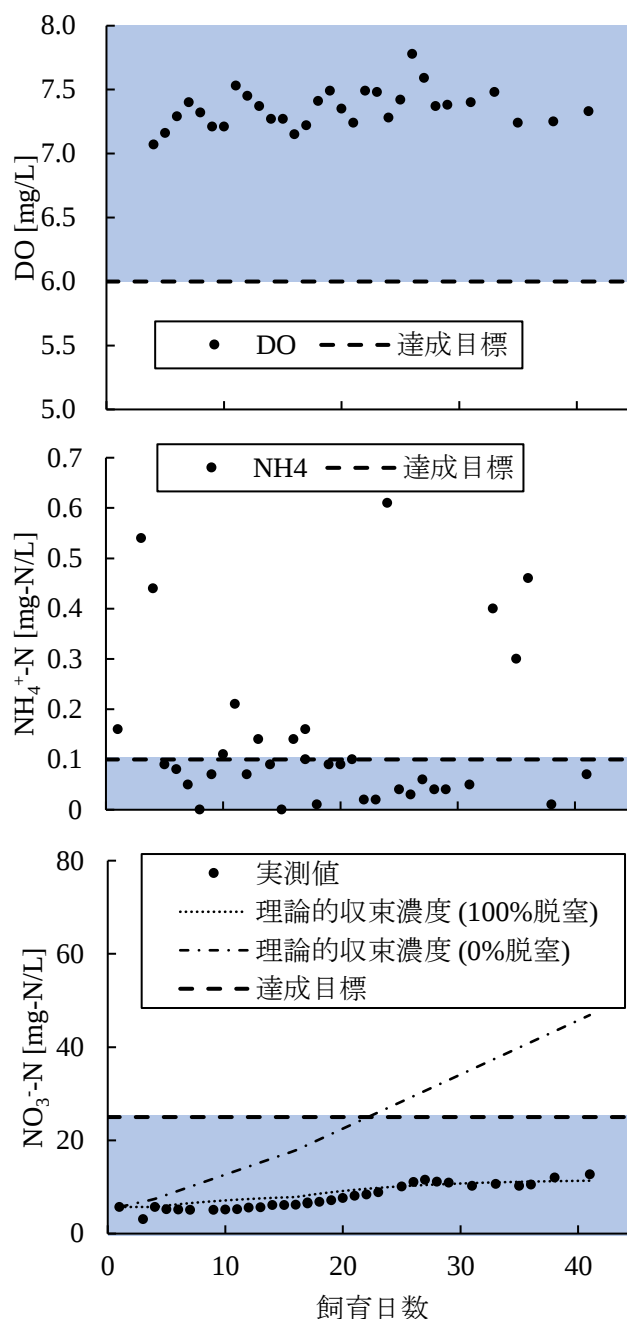


図2. 飼育水水質の経日変化

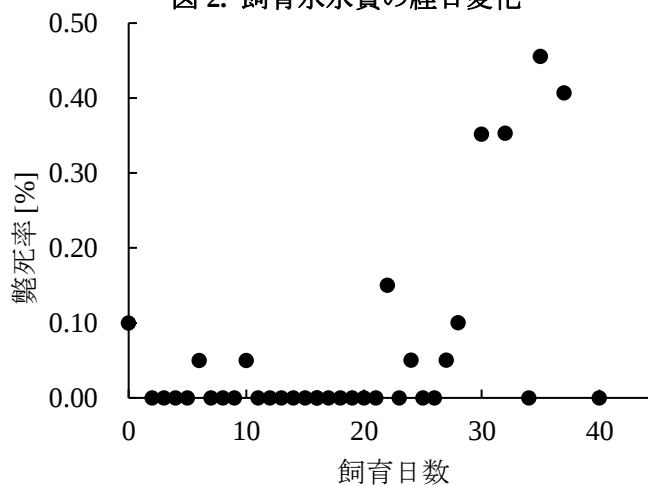


図3. アワビの1日あたりの斃死率の推移