

人工海水を用いた脱窒グラニュールの早期形成技術の確立

長岡技術科学大学大学院 学生会員 ○永井 麻実, 非会員 大野 琢磨
正会員 渡利 高大, 幡本 将史, 山口 隆司

1. はじめに

閉鎖循環式陸上養殖 (RAS) は、食糧生産の効率化や環境負荷の低減といった観点から注目されている。また、更なるタンパク質需要の拡大に伴い、陸上養殖の需要拡大が予測される。

RAS において、残餌や魚体から排出されるアンモニア態窒素 (NH_4^+) は魚にとって毒性が高いため、微生物によって硝酸態窒素 (NO_3^-) に酸化される。硝酸態窒素はアンモニア態窒素や亜硝酸態窒素 (NO_2^-) と比較して毒性が低い、水槽内に高濃度に蓄積すると魚類は成長障害を起こす。また、急激な脱窒を行うと水槽内の溶存窒素濃度が上昇し魚類にガス病が発生するため、常に硝酸濃度を低く保つことが求められる。

Up-flow sludge blanket (USB) は、微生物の自己凝集作用によって形成されたグラニュール汚泥を用いることにより高濃度の汚泥を保持し、装置容量の削減や高速処理が可能であることから、水族館や陸上養殖に適用した例が報告されている¹⁾。一方、このグラニュール形成には時間を要することが課題である。本研究では脱窒グラニュール汚泥の早期形成を目的に、植種汚泥にグラニュール状汚泥を加え USB の運転を行った。

2. 実験方法

図1に実験に用いた USB の概略図を示す。USB は、高さ 100 cm, 直径 15cm, 有効容積 15.9 L である。USB の運転条件は上昇流量 $40 \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1}$, HRT 2.2 時間の条件で運転を行った。植種汚泥グラニュールの割合は 1.0% とし、リアクターを運転した。USB は汚泥を植種後、12 時間沈降させた後、20 日間連続運転を行った。植種汚泥は脱窒グラニュールを 4 分間ホモジナイズ (汚泥濃度 $33.1 \pm 1.3 \text{ g MLVSS} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{VSS/SS} = 0.48$) したものと脱窒グラニュール (汚泥濃度 $88.1 \pm 1.8 \text{ g MLVSS} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{VSS/SS} = 0.68$) を用い、各リアクターに 3 L を植種した。流入水はナイルティラピア (*Oreochromis niloticus*) の 30‰ 養殖水 (マリンアート, 富田製薬) に、硝酸ナトリウム ($300 \text{ mg-N} \cdot \text{L}^{-1}$) と酢酸 ($360 \text{ mg-N} \cdot \text{L}^{-1}$) を TOC/N (g/g) 比 : 1.2 で加えた。サンプルはリアクターの流入 (Inf.) と流出 (Eff.) から採取した。測定項目は pH, ORP, 水温, NH_4^+ -N, NO_2^- -N, NO_3^- -N, TOC とした。0.22 μm メンブレンフィルターを用いてろ過し、アンモニア態窒素はネスラー法、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素はオートアナライザ (QuAAtro39, BLTEC) を用いて測定を行った。TOC は全有機炭素分析装置 (enviro TOC, Elementar) を用いて測定を行った。また、MLSS, MLVSS, 汚泥容量指標 (SVI) は、Port 1 (Bottom), Port 3 (Middle), Port 5 (Top) から採取した汚泥を用いた。SVI はサンプルを採取し、1000 ml メスシリンダーを用いて 30 分沈降させた。沈降後の汚泥容量を測定し、MLSS を用いて算出した。詳細な測定方法は下水試験方法 (2012 年版) に準じた。また、採取した汚泥を用いて、下水試験方法 (2012 年版) に従い、MLSS, MLVSS を測定した。²⁾

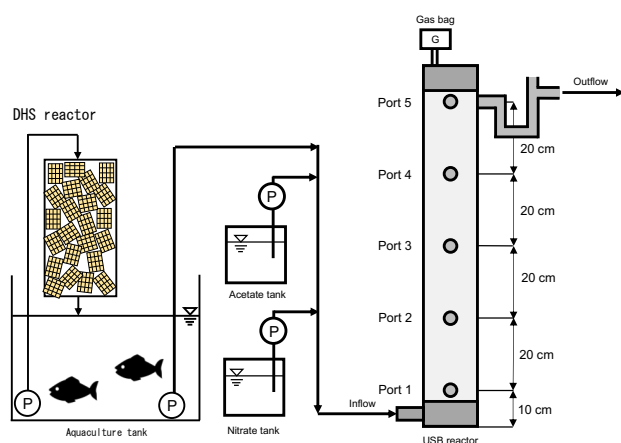


図1 USB リアクターの概略図

キーワード：脱窒, グラニュール, RAS, USB

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 E-mail : s215005@stn.nagaokaut.ac.jp

3. 実験結果

図2に植種汚泥と運転10日目、運転20日目のUSB保持汚泥写真を示す。グラニューールの最大粒径はそれぞれ2.9, 4.9, 5.1 mmであり、流入の NO_3^- -Nを一定に保つことでより大きなグラニューールが形成された。一方、20日目のSVIは $2.0 \text{ ml} \cdot \text{g}^{-1}$ であり、沈降性の高いグラニューールが形成された。

図3にMLVSSの測定結果を示す。植種汚泥、運転10日目、運転20日目において、それぞれ22.6, 44.3, 57.2 $\text{VSS} \cdot \text{L}^{-1}$ であり、早期に汚泥濃度が増加したことは植種汚泥が要因であると考えられる³⁾。

図4にリアクターの流入、流出の NH_4^+ -N, NO_2^- -N, NO_3^- -Nの測定結果を示す。 NO_2^- -Nと NO_3^- -Nの除去率は運転10日目、20日目においてそれぞれ98.4, 99.9%であり、良好な窒素除去率を示したことから、造粒したグラニューール汚泥はRASシステムのUSBに適用可能であると示唆された。

4. まとめ

脱窒グラニューール汚泥の早期形成を目的に、植種汚泥にグラニューール状汚泥を加えUSBの運転を行った。グラニューールの最大粒径は、それぞれ2.9, 4.9, 5.1 mmであった。一方、MLVSSはそれぞれ22.6, 44.3, 57.2 $\text{VSS} \cdot \text{L}^{-1}$ であり、早期に汚泥濃度が増加した。また、流入の NO_3^- -Nを一定に保つことでより、沈降性の高いグラニューールが形成された。今後の予定として、本実験で形成したグラニューールをもとに新たにグラニューールを形成し、その処理性能を評価する。

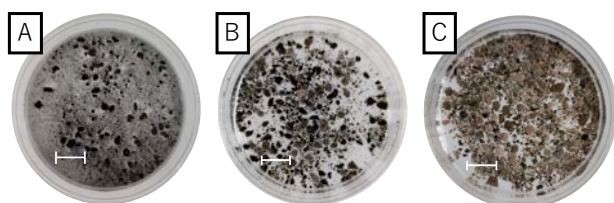


図2 USBの保持汚泥写真（バーは1 cm）

(A) 植種汚泥 (B) 運転10日目 (C) 運転20日目

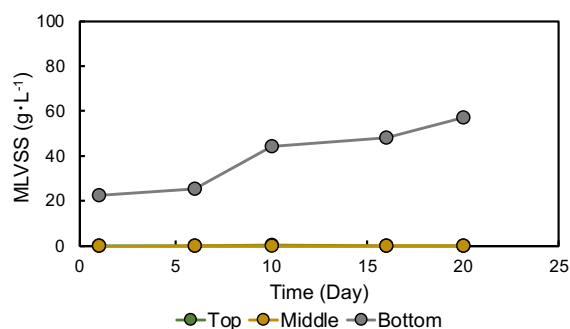


図3 MLVSSの推移

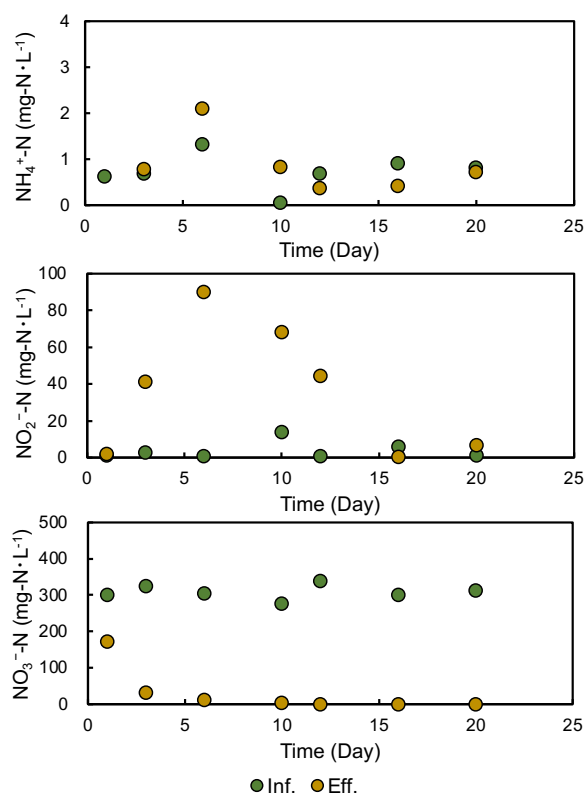


図4 NH_4^+ -N, NO_2^- -N, NO_3^- -Nの流入・流出濃度

参考文献

1. T. Watari et al., Aquaculture, 532, 735997 (2021)
2. 下水試験方法 上巻 (2012)
3. W. Li et al., Bioresource Technology, 142, 683 – 687 (2013)