

食料生産型の魚類飼育水処理システムの検討

呉高専 学生会員 ○下岡 優希
呉高専 非会員 中野 景介
呉高専 正会員 谷川 大輔

1. はじめに

魚類飼育水の主たる汚染源は魚介類の排泄物由来の窒素であり、それらの処理は主に生物学的硝化-脱窒反応によって行われているが、硝化反応による水槽内の pH 低下を防ぐ為のアルカリ剤や、脱窒に要する炭素源の添加等が必要となっている。魚介類の排泄物に含まれるアンモニアは魚介類に対して高い毒性を有しているが、生物反応により硝酸にまで酸化された場合、その毒性は大幅に低減されることが知られている。また、硝酸態窒素はアンモニア態窒素と比較して、植物に吸収され易い特徴を有している。

そこで、本研究では、魚類飼育水に含まれる栄養を有効利用し、窒素除去と食料生産を同時に行える循環型魚類飼育水処理システムの開発を目的として行った。

2. 実験方法

図 1 に本実験で用いたラボスケールの養殖廃水処理システムの概要を示す。システムは、水槽、植物ベッド、下降流懸垂型スポンジ (Down-flow Hanging Sponge: DHS) リアクター、脱窒槽により構成された。DHS は 1.5 L のプラスチックペットボトルを加工して作製し、担体としてポリウレタン製のスポンジを 24 個充填し (担体容積: 0.5 L)、汚泥の植種はおこなわなかった。

本研究では、リン・カリウムの添加が窒素除去に与える影響を評価するため、実験は 3 つの期間に分けておこなった。期間 1 をコントロール系とし、期間 2 はカリウム源を添加、期間 3 はリン・カリウム源を添加した。期間 2a と 2b の間で供給する餌を変更した。実験に用いる魚体および植物体には、金魚と唐辛子を選定した。魚への投餌は 1 日 1~2 回、1 g/日程度となる様に行った。水槽の水の入れ替えは一切行わず、蒸発して水位が低下した分だけ、水道水の添加を行った。

3. 実験結果と考察

3. 1 養殖廃水処理システムの性能評価

図 2 に硝酸態窒素、リン酸、カリウム濃度の経日変化を示す。期間 1 では、リン酸濃度は概ね 10 mgP/L を維持していたが、硝酸態窒素濃度は 72 mgN/L まで増加、カリウム濃度は 2 mg/L まで減少した。これは、供給した餌の組成が、窒素過剰、カリウム不足であったこと

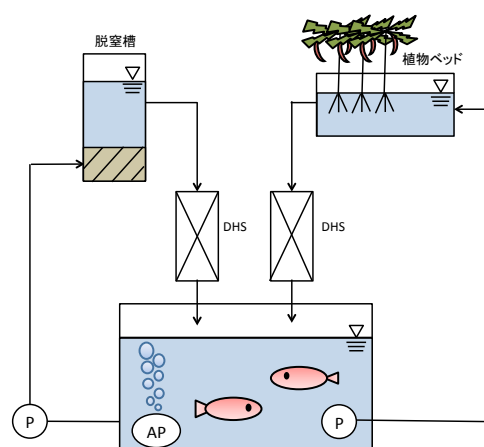


図 1 養殖廃水処理システムの概略図

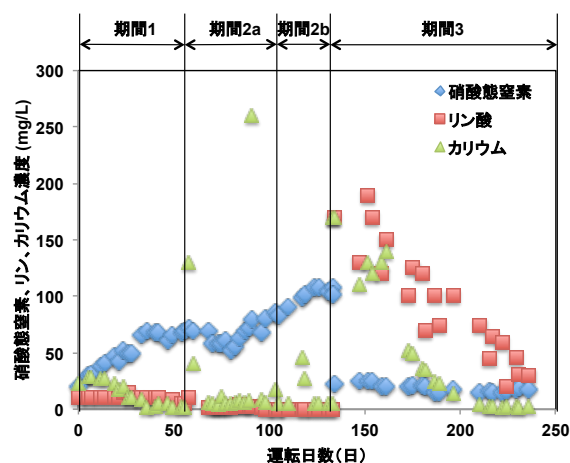


図 2 硝酸態窒素、リン酸、カリウム濃度の経日変化

キーワード 食料生産、魚類飼育水、生物学的硝化-脱窒

連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2- 2- 1 1 呉工業高等専門学校 環境都市工学分野 谷川 大輔

T E L 0823-73-8955

が原因であると考えられた。

そこで、期間 2 では、最も不足しているカリウムを、期間の最初と運転 91 日目、117 日目の計 3 回添加した。その結果、カリウムは、添加後 1 週間前後で消費されていることが確認された。また、カリウムの消費に伴い、硝酸態窒素およびリン酸濃度の低下が確認された。これは、唐辛子の生育のために不足していたカリウムが添加されたことにより、唐辛子が吸収可能な硝酸態窒素およびリン酸の量が増加したことが考えられた。しかしながら、2 回目のカリウム添加後は、リン酸濃度が 1 mgP/L 以下まで低下し、再び硝酸態窒素濃度は増加してく傾向となった。

期間 3 では、水槽内においてリン酸、カリウムが共に不足した状態となったため、1 mol/L のリン酸バッファを添加した。その結果、添加翌日には、硝酸態窒素濃度が 100 mgN/L から 20 mgN/L まで減少していることが確認された。リン酸濃度およびカリウム濃度は、経目的に減少していく傾向がみられたが、硝酸態窒素濃度は概ね 20 mgN/L を維持していた。これは、蓄積していた硝酸態窒素および餌として供給される窒素に対して、リンとカリウムが十分量供給されていたことが考えられた。従って、本システムでは、リン酸とカリウムを定期的に添加することで、水槽内の硝酸態窒素濃度の蓄積を回避可能であることが示唆された。

3. 2 窒素収支

図 3 および図 4 に期間 2b および期間 3 における窒素収支を示す。図中の硝酸態窒素は、期間開始時および終了時の水槽の硝酸態窒素濃度に水槽容積を乗じて算出した。植物利用分は、唐辛子の全窒素濃度 (19.8 gN/kg, 実測値) と収穫量から算出した。魚体に吸収される窒素は、投入餌由来の窒素分の 40% とした。

カリウムのみを添加した期間 2b では、供給した餌由来窒素の 9% 相当の硝酸態窒素が蓄積しており、供給された窒素の 23% が植物利用分となっていた。一方、リンとカリウムを添加した期間 3 では、水槽内に蓄積していた硝酸態窒素の 83% が除去されており、植物利用分は 51% と期間 2b の約 2 倍まで増加していた。従って、リンとカリウムを添加することにより、窒素の植物利用分を大幅に増加させることが可能であることが示唆された。また、期間 2b、3 共に未知分が 13% 程度確認された。実験期間中において、脱窒槽からの窒素の生

成および DHS 保持汚泥の脱窒活性が確認されていることから、これは脱窒槽および DHS 内で生物的に脱窒された分であることが推察された。

4. まとめ

水槽と植物ベッドを分離し、DHS と脱窒槽による硝化-脱窒法を組み合わせたシステムにより、ラボスケールの魚類飼育水処理試験を実施した。魚体から排泄されたアンモニア態窒素は DHS により良好に硝酸態窒素にまで酸化されていることが確認された。連続実験中に、水槽内に硝酸態窒素の蓄積が確認されたが、リンとカリウムを水槽内に添加したところ、蓄積した硝酸態窒素の約 80% が除去された。また、脱窒槽および DHS において、餌由来の有機物の利用や内生呼吸による脱窒が進行していることが推察された。従って、リン・カリウムを定期的に追加することで、本システムによる魚類飼育水の連続処理と食料生産を同時に達成可能であることが示唆された。

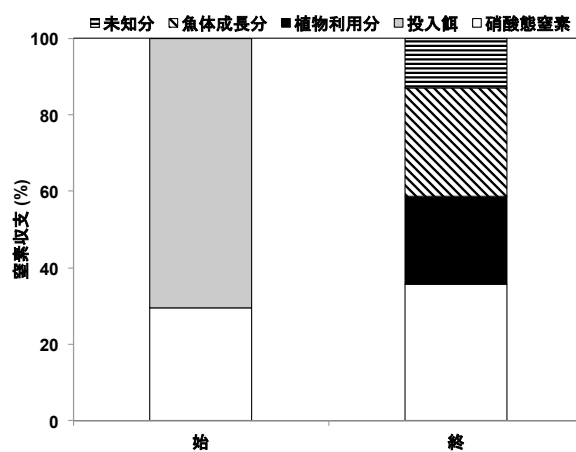


図 3 期間 2b における窒素収支

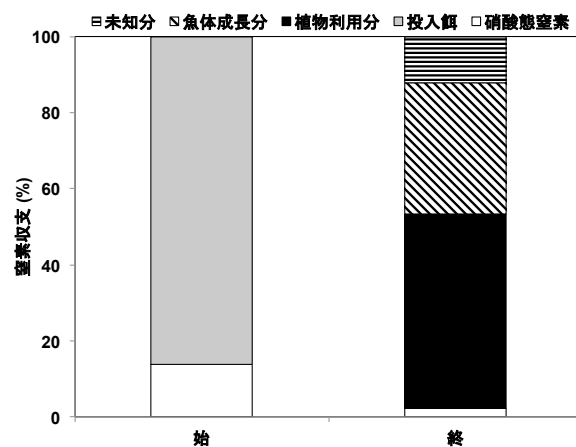


図 4 期間 3 における窒素収支