

# アクアポニックスを主体とした循環型養殖システムにおける植物育成に関する

## 影響への検討

呉高専 学生会員 ○Osman Muhamad Afif  
 呉高専 非会員 花本泰志  
 呉高専 正会員 谷川大輔

### 1. はじめに

本研究では下降流懸垂型スポンジ (Down-flow hanging sponge: DHS) リアクターを用いて、アンモニアを酸化させ、生成した硝酸は植物の栄養として吸収されるシステムを考案して実験した。昨年度までの実験モデルに基づいて、魚類育成水を処理した場合、植物による硝酸利用が律速段階となつて、水槽内に硝酸が蓄積することが確認された。この問題に対しては、魚の餌中に不足するリンとカリウムの補填、および炭素源を供給し、DHS内で脱窒反応を進行させることで水槽内の硝酸の蓄積を防ぐことが可能となった。一方で、連続運転の過程において、リン、カリウム以外の微量栄養素が水槽内で不足することが想定された。そこで、本研究では、DHSと水耕栽培を組み合わせた循環型養殖システム内における、微量栄養素添加の影響に着目して実験を行った。

### 2. 実験方法

図1に本研究で用いたシステムの概略図を示す。本研究で使用した装置の容積の詳細を表1に示す。魚体としてナイルティラピアを、植物としてレモングラスとパクチーを用いた。1日3回の餌やりを行いティラピアの成長に伴い餌の量を増やした。実験期間中、DHS内での脱窒反応を進行させるため、pH低下時に酢酸ナトリウム (100 gCOD/L) を添加した。また、植物の生育に与える微量栄養素の影響評価のため、窒素を含まない肥料の添加を行った。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3. 1 魚類の成長状況及び水槽内の水質

本研究では、ティラピアの稚魚を用いて実験を開始し、成魚に成長するまで5~6ヶ月を要した。図2に水槽内のアンモニア態窒素濃度とpHの経日変化を、図3に硝酸態窒素とアンモニア態窒素濃度の経日変化を示す。アンモニア、硝酸共に実験開始から増加傾向にあったが、アンモニア態窒素は1.5 mgN/L付近、硝酸態窒素は180 mgN/L付近で平衡状態となった。水槽内のpHは、硝酸の蓄積に伴って低下したが、pHが6.5付近まで低下した際に酢酸ナトリウムを添加することで、脱窒反応の促進および

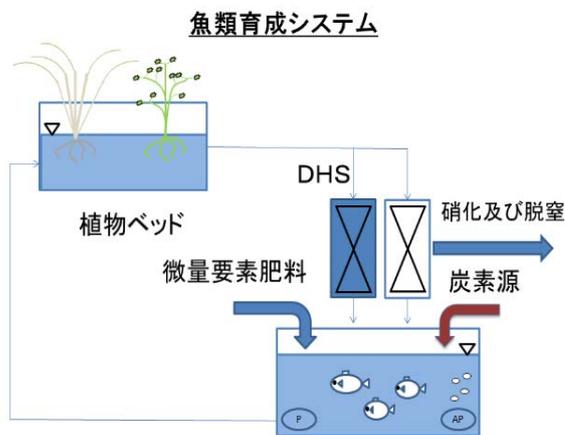


図1 本システムの概略図

表1 各装置の容積

系統	水槽容量(L)	DHS容積(L)	植物ベッド容積(L)	魚体数
メイン水槽	150	2.9	18	18

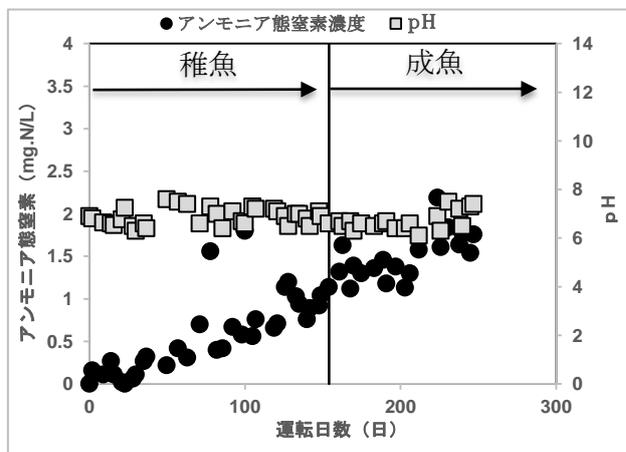


図2 アンモニア態窒素濃度とpHの経日変化

それに伴うアルカリ度の供給により、水槽内のpHは回復した。ティラピアの最適生育pHの範囲は6~7であるが、全実験期間中、水槽内のpHは適切に維持されていた。245日目に水槽内のティラピアのサイズを確認したところ、バラツキがあることが明らかになった。原因としては固体によって餌の摂取量や成長率が異なっていたことが考えられた。一方

キーワード アクアポニックス, DHS リアクター, 微量栄養素  
 連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2-2-11 呉工業高等専門学校 Tel.0823-73-8955

で、水槽内でアンモニア態窒素濃度が増加したにも関わらず、ティラピアの死滅は確認されていない。

図4に硝酸態窒素、リン酸態リン、カリウム濃度および鉄の経日変化を示す。魚の餌中にリンおよびカリウムが不足していることが想定されたため、実験開始時にリンとカリウムを主体とした肥料を添加した。炭素源の添加を開始する前の期間1では、窒素、リン、カリウム共に低濃度であったが、炭素源の添加を開始した期間2以降はリン濃度の増加が確認された。これは、植物ベッドおよび DHS 内にポリリン酸蓄積細菌が存在し、両装置内共に好気性と無酸素環境が作り出されていたことから、リンの取り込みと吐き出しを繰り返していたことが推察された。一方、リン、カリウムが十分量存在しているにも関わらず、硝酸濃度の蓄積および植物の生育不良が確認された。同時期に水槽内の鉄濃度を測定したところ、測定値が 0.00 mg/L 以下であることが確認され、水槽内に鉄等の微量栄養素が不足していることが懸念された。そこで、期間3では窒素を含まないミネラル補給用の肥料の添加を開始した。その結果、水槽内の鉄濃度は増加し、植物の生育状況の回復も確認された。添加した肥料がアルカリ性であったため、脱窒反応の促進による過度な pH の上昇を防ぐため、一時的に炭素源の添加を停止したが、水槽内の硝酸態窒素濃度の増加は確認されなかった。したがって、微量栄養素を補給することで植物による硝酸利用だけで水槽内の水質が維持できることが示唆された。

### 3. 2 植物の成長状況

写真1, 2にそれぞれ、最終的に収穫したレモングラスおよびパクチーを示す。両植物共に複数回の収穫を行なった。期間1では、窒素以外の栄養が不足していたため、両植物共に成長が遅かった。しかしながら、リン・カリウム濃度が増加した期間2においても、パクチーは成長が確認されなかった。一方で、微量栄養素を添加した期間3では、両植物共に成長が回復し、パクチーの収穫量は期間2と比較して7.5倍増加していることが確認された。したがって、水槽内の水質維持だけでなく、植物の成長にも微量栄養素の添加が大きく影響することが確認された。一方、レモングラスは実験開始119日目の時点で、さび病にかかっていることが確認された。同病気の原因の一つに栄養不足が挙げられるが、最終収穫時においても治癒は確認されなかった。同病気は湿気が原因で発生しやすいため、実験システムの構造および実験室内の環境が大きく影響していたことが考えられた。したがって、今後植物の効率的な生産を行うためには、生産環境整備が必要であることが示唆された。

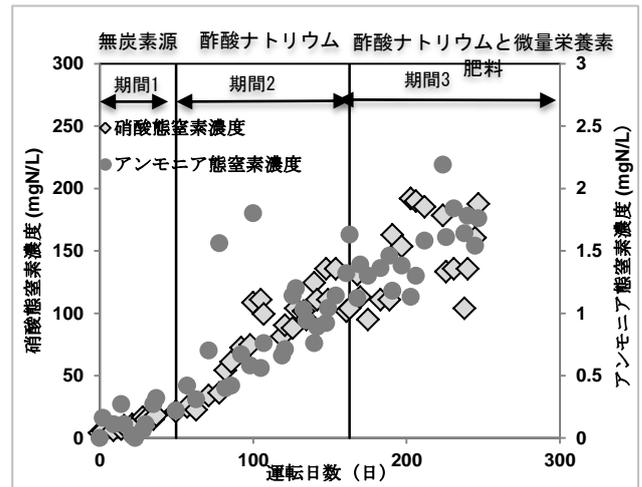


図3 硝酸態窒素とアンモニア態窒素濃度の経日変化

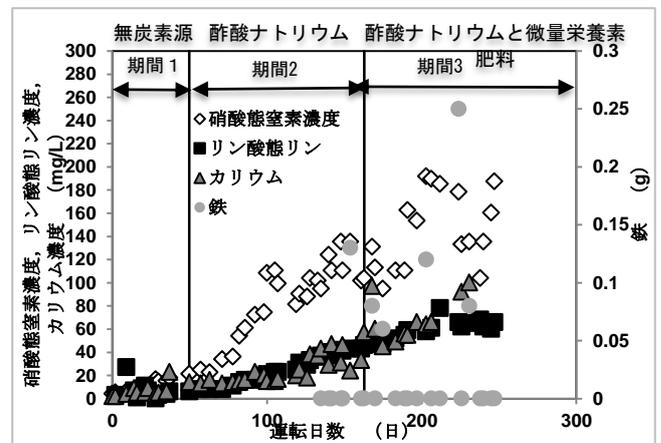


図4 硝酸態窒素、リン酸態リン、カリウム濃度および鉄の経日変化



写真1 レモングラス



写真2 パクチー

## 4. まとめ

本研究では、水耕栽培と DHS リアクターを組み合わせた循環型養殖システムを用いて食用魚であるティラピアと国内では付加価値の高い植物であるレモングラスおよびパクチーの生産に成功した。また、微量栄養素とシステム内に添加することで、植物の生産性を向上させると共に、脱窒反応を用いない条件下でも水槽内の水質を維持できることが示唆された。一方で、さび病の発生等の課題も明らかとなったため、次年度以降は生産環境を含めたシステムの最適化を目指すものとする。