

閉鎖循環式陸上養殖システムの排水を用いた藻類等の餌の飼育

香川高等専門学校 賛助会員 ○田井彩花 惣田睦生 戸井風希 学生会員 西岡一樹
香川高等専門学校 正会員 多川正

1. はじめに

現在ケニアでは国民の摂取可能なタンパク資源の供給が不足しており、政府の対応策として淡水魚の陸上養殖が注目されている。途上国であるケニアにて陸上養殖を導入する場合、欧州や日本のような先進国が導入している高度な排水処理や自動化、監視システムを有した閉鎖循環式陸上養殖設備などは、導入や運転、維持管理に膨大な費用がかかるためケニアでの導入は難しく、ニジマスやヒラメの養殖で実際に行われているような日本で用いられる昔ながらの簡易な構造の方が、運転やトラブルが起きた時に対応しやすい。加えて閉鎖循環式陸上養殖を行う際に発生する排水を用いて魚の餌や食糧生産を並行して行うことが可能になれば、システムに更なる付加価値を持たせる事によってより現地の方にメリットを提供できる。

本研究では、開発する閉鎖循環式陸上養殖システムにおける排水処理後の飼育水にて、飼育魚の餌となるような水草・藻類等の培養を行う。さらに別のアプローチとして、飼育水による魚のタンパク源となる生餌の養殖の適応性の検証についても行う。

2. 実験方法

2. 1 飼育水処理水による水草培養実験

本研究では培養構造の異なる2つの実験を行った。最初の実験では、7L水槽の中に3種類の水草(キューバパールグラス(*Micranthemum callitrichoides*)、グロススティグマ(*Glossostigma elatinoides*)、ニューラージパールグラス(*Micranthemum tweediei*))を、水道水と飼育水処理水を使用した2つの水槽で培養し、見た目、高さ、重量の観点から水草の成長の違いを観察した。処理水を使用する水槽には、本研究で使用した閉鎖循環式陸上養殖システムの処理装置の最下段から採水した脱窒前の処理水を2L入れて培養を行った。処理水内に含まれる硝酸性窒素やリンなどの栄養塩を水草が吸収可能かの検証を行うため、水道水と処理水の2種類の水での培養を比較して対照実験を実施した。水草の成長に有効な栄養分を含まない水道水よりも硝化反応等により栄養塩を多く含むことが期待される処理水で培養を行うことでより、生産された水草内に豊富な栄養を含みかつ多量の餌が生産可能かを実験的に把握し、アクアポニクスとして成立するかを検証する。

2回目の実験では、ニューラージパールグラスを、表面を空気中に露出させていた1回目の実験から条件変更し、完全に水没させて培養を行った。培養の様子を図-1に示す。また、1回目の実験結果より無希釈での培養が困難であったことから、処理水無希釈のものと処理水を2倍希釈した2種類の水を使って培養し、重量や見た目の観点から成長の違いを観察した。

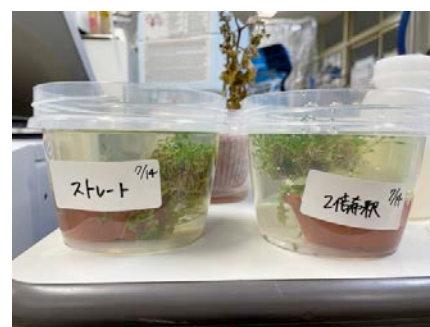


図-1 水草培養実験2回目の様子

続けて、閉鎖循環式陸上養殖システムで飼育していたナイルティラピアのうち一匹を約20Lの小型水槽に移動させ、培養した水草の摂取の状況を観察した。実験に使用する水草はあらかじめ天日乾燥させ、乳鉢を用いて細かくしたものを使用した。1日2回(8:30, 16:00)に餌やりを行い、1日ごとにこれまで与えていた配合餌と水草の割合を質量比100:0から80:20, 50:50, 30:70および0:100変化させて魚に与えた。

2. 2 タンパク源の選定とシュリンプ飼育

水草の実験の他にナイルティラピアに与える飼料のうち、タンパク源の代替が可能なものを検討した。タンパク源に求められる点は低コストで飼育しやすいことに加え、閉鎖循環式陸上養殖内に組み込むことを想定して選定を行う。候補として挙げられた二枚貝、ゴカイ、シュリンプ、メダカのうち上記の条件より、シュリン

プを選定した。そのなかでも繁殖のしやすさ、環境変化に耐える力、ティラピアが捕食する際の見つけやすい色の判定を比較するために、ミナミヌマエビ(*Neocaridina denticulata*)、レッドチェリーシュリンプ、カラフルチェリーシュリンプ(白)(どちらも *Neocaridina davidi* の色彩変異)を選定した。

シュリンプ飼育実験では1種類のシュリンプに対して処理水を混合させる水槽と混合させない2条件、容量4.3 L の水槽を計6個用意した。水槽内底部に砂利を敷き、水草、エアレーション、濾過フィルター、光(蛍光色)をあて、培養環境調整としてバクテリアウォーターとカルキ抜きを適量入れた水を各水槽3 L ずつ入れ、23℃の恒温室内で飼育した。1水槽に5匹ずつ飼育し、成長、増殖の観察を行った。餌やりは2~4日に1回行い、同時にシュリンプの飼育環境を観察するために、餌やり時にpH、DO および水温の測定を行った。

3. 実験結果および考察

3. 1 水草培養実験結果

1回目の培養実験では、処理水で育てた全種類的水草が約2週間で茶色に変色し腐敗した。水道水で培養した水草は全体的に高さ1 mm 程度伸び、質量はキューバパールグラス:4 g, ニューラージパールグラス:0.3 g, グロソスティグマ:0.8 g 増加した。実験開始から24日目の様子を図-2に示す。2回目の培養実験では無希釈の処理水、2倍希釈の処理水で培養した。水草の14日間培養による質量変化は、無希釈処理水培養:8.7 g、2倍希釈処理水培養:3.2 g の増加であった。培養9日目に無希釈の処理水で培養していた水草が茶色っぽくなり始めたことが確認された。培養33日目には無希釈培養の水草が全体に茶色くなり、葉が落ちているのを確認した。また2倍希釈で培養している水草も茶色くなっているのを確認した。その時の栽培の様子を図-3に示す。成長の差異は、処理水には約70 mg/L のアンモニア性窒素や硝酸性窒素を含んでおり、水草の生育には高濃度で悪影響を及ぼしていると考えられた。一方で2倍希釈した場合には濃度が低下し、水草の生育環境が改善されたことより、成長に差が生まれたと示唆された。



図-2 培養実験(1回目)



図-3 培養実験(2回目)

配合餌と混ぜた水草を初めて給餌したのは2日目から開始したが、口に含んだ後、吐き出す行為を繰り返していた。摂取が確認できたのは4日目であった。5日目には水草のみ給餌したが、完食はしておらず水面に浮いていた。2日目の混合餌を初めて与えた際に、最初は沈む餌を食べるだけで、水面に浮く水草に気づいていないようだったが、水草に気づいてからは口に含むようになった。これより培養した水草は餌として利用できることが判明したが、乾燥させる事によって質量が大幅に小さくなるため、ティラピアの餌として実現させるためには多量の水草を培養する必要がある。

3. 2 シュリンプ飼育実験結果

実験開始から約3週間経過した現在、シュリンプの増殖は確認できていない。開始5日後にはミナミヌマエビ、レッドチェリーシュリンプ、カラフルチェリーシュリンプのすべての水槽のシュリンプで脱皮を確認した。水槽内の水質に関しては pH 7.2, DO 8.6 mg/L, 水温 23℃付近で安定している。

4. まとめと今後の予定

水草の培養に関しては、飼育水の水質性状に大きく結果が左右されることが示唆された。このため、排水処理装置の安定的な運転がアクアポニックスの成立には重要であるため、更に水草培養水質を人為的に変化させるなど、適した水質条件と栽培可能な境界値を検証したい。