

球状活性炭による流動床反応槽の窒素成分吸着実験

前橋工科大学大学院 学生員 水出 江亮
前橋工科大学 正会員 梅津 剛

1. はじめに

閉鎖水域に於ける魚介類養殖では、窒素成分の蓄積や有機物による飼育水の着色など様々な問題が生じる。中でも、アンモニア態窒素や亜硝酸態窒素は毒性が強く、長期間飼育域に存在すると、生体に中毒症状が出た後、死に至る危険性が生じる。また、硝化化生の最終生成物である硝酸態窒素が蓄積すると pH の低下を招き、悪影響を及ぼす。これらの問題を解決するものとして本研究では球状活性炭に着目している。そこで、直径 1mm 程度の球状活性炭を対象とし、膨大な表面積と吸着能力を有効的に用いるための装置として、沈降速度に着目した流動床による反応槽を考案し実験を行う。本論では、閉鎖型水域における魚介類養殖において、流動床を用いた球状活性炭による窒素系成分の吸着能力調査を行うことを目的とするものである。

2. 活性炭とその球状化について

炭素系の原料を炭化したものをガス・薬品により賦活化させ、細孔の数と長さを大幅に増加させた多孔質の物質である。その表面の大部分がフラクタルな細孔壁面から成り立っており、表面からの引力により、流体中の分子を細孔内部に吸着する。また、活性炭表面が疎水性であるために、極性分子よりも非極性分子を選択的に吸着すると考えられている。加工方法や原材料により多彩な形状が存在し、用途により形状の選択を行う。本論では生物担体として用いるため、吸着性能の過密に充填可能である楕円形の直径 1mm 程度の球状活性炭に着目した。

2-1. 活性炭の吸着基礎実験

球状活性炭の吸着を知る目的で、有機物から抽出したアンモニア態窒素を用い検証を行う。実験には容積 500mL ビーカー 2 個を用い、蒸留水を加え水量 400mL に調節する。各ビーカーに抽出したアンモニア態窒素による負荷 0.38mg/L を与え、攪拌及び酸素供給の目的でエアレーションにより曝気を行う。一方のビーカーには湿潤状態の球状活性炭 60g を添加し通水を行う。測定項目はアンモニア態窒素濃度とする。また、使用後の活性炭を加圧することにより窒素成分の脱着についても確認を行う。方法は、使用した湿潤状態の球状活性炭 30g を、水温 80 に調節した精製水 50mL に入れることにより加圧を行い、湯銭により 10 分間ビーカーを保温した後、アンモニア態窒素濃度の測定を行う。

2-2. 実験結果及び考察

実験結果を図-1 に示す。活性炭を添加していない溶液では、有機物が分解を起こしたことから、4 日間に渡りアンモニア態窒素濃度の上昇が確認された。一方、球状活性炭を添加した溶液では、大きなアンモニア態窒素濃度の上昇は確認されず、3 日目には濃度 0.07mg/L と非常に低濃度となっている。つまり、活性炭により有機物の吸着が行われ、アンモニア態窒素への分解が抑制されたと推測される。また、実験開始初期に存在したアンモニア態窒素濃度が低下していることから極性分子であっても吸着が起きることが確認された。

次に、加熱による加圧実験では 0.25mg/L のアンモニア態窒素が検出された。これにより、加圧することで容易に窒素成分を脱着させることが可能であり、確かにアンモニア態窒素の吸着が起きていたことが確認された。活性炭を生物担体に使用した場合、有機物とアンモニア態窒素濃度の吸着による窒素の発生抑制と、飼育水域での一時的な窒素の除去が可能であるという知見を得られた。

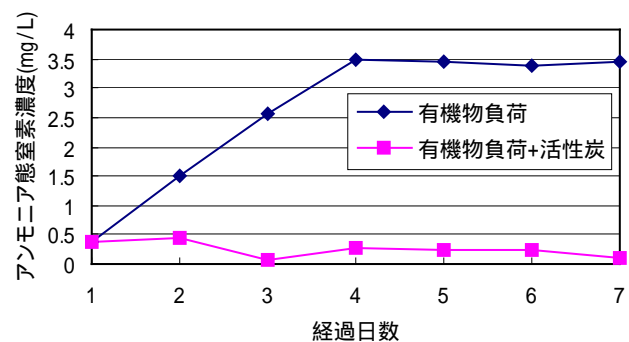


図-1 アンモニア態窒素濃度の推移

3. 反応槽の考案

球状活性炭を用いた反応槽として流動床の原理を用いる。水流により生物担体の拡散面積を膨張させることが可能なため、効率的に球状活性炭を飼育水に接触させることが出来る。担体を流動させる装置として図-2のような構造の流動床反応槽を作成した。鉛直に立てた 100mm の管内部に、25mm の管を設置する。25mm の管上部より飼育水の流入を行い、100mm の管に設置した排水溝よりオーバーフローさせ、水循環を行う。

4. 球状活性炭を用いた流動床の窒素除去性能

実際に球状活性炭を使用した流動床反応槽を用いて、魚介類の養殖に於ける窒素成分及び有機物の変化を確認するために生体を飼育し、それら成分の推移を調査する。また、これらの成分が多く存在するのは装置導入初期のため、使用以前に負荷が与えられていない球状活性炭と水道水を使用する。

4-1. 実験方法

実験には容積 60L 水槽と流動床反応槽を用い、この反応槽に湿潤状態の球状活性炭 4000g を添加する。水量は水循環させた状態で、水槽内の水量約 45L に調節する。生体数 100 匹を投与し、給餌量 0.4 g /日を与え負荷とする。水温はヒーターにより 24 に調節する。水循環には水中ポンプを用い、排水溝からのオーバーフローによる流量が 64mL/s となるように調節した。測定項目として、アンモニア態窒素濃度、亜硝酸態窒素濃度、硝酸態窒素濃度、pH とする。生体が死に至った場合は新たに生体を加え、100 匹の状態を維持する。また、使用した湿潤状態の球状活性炭 100g を水温 80 に調節した精製水 500mL に投入し、10 分間ピーカーを湯銭で保温し窒素の測定を行う。

4-2. 実験結果

図-3 に結果を示す。生体の投与及び餌による負荷は実験開始 6 日目から開始した。飼育には水道水を用いたため、初期に硝酸態窒素が含まれていたが、6 日間にかけて低下している。この段階で脱窒素を行う細菌は発生していないと考えられるため、球状活性炭により吸着されていたと推測される。有機物による負荷が開始された後、アンモニア態窒素の増加が確認できる。第 2 章 2 節の知見から、吸着量よりも負荷が上回ったと推測される。一方、硝化細菌の発生によりアンモニア態窒素の分解が始まると、中間性生物である亜硝酸態窒素濃度の上昇に比べ、アンモニア態窒素濃度の減少が大きかった。つまり、吸着と微生物分解が起こる場合、アンモニア態窒素の除去がより効率的に行われるということが確認された。

球状活性炭に加圧を行った際に検出されたのはアンモニア態窒素濃度 0.34mg/L、亜硝酸態窒素濃度 0.112mg/L、硝酸態窒素濃度 4.2mg/L であった。この結果から、すべての窒素の吸着が行われていたことが確認され、中でも硝酸態窒素が多く吸着されていた。これにより、著しい pH の低下が起きなかったと推測され、中世付近に pH が維持されていたと推測される。

5. まとめ

魚介類養殖に於いて、球状活性炭を生物担体として使用した場合に、有機物の吸着が起きることにより、アンモニア態窒素の発生を抑制できることが可能である。また、自ら持つ物理吸着能力に加え、硝化細菌により窒素の除去が行えることを示した。このことから、球状活性炭は水域からの窒素成分の除去に効果的であるといえる。

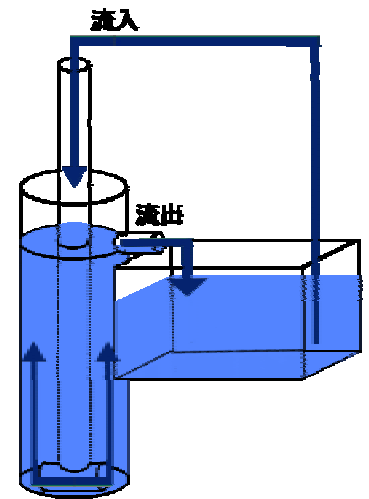


図-2 流動床反応槽構造

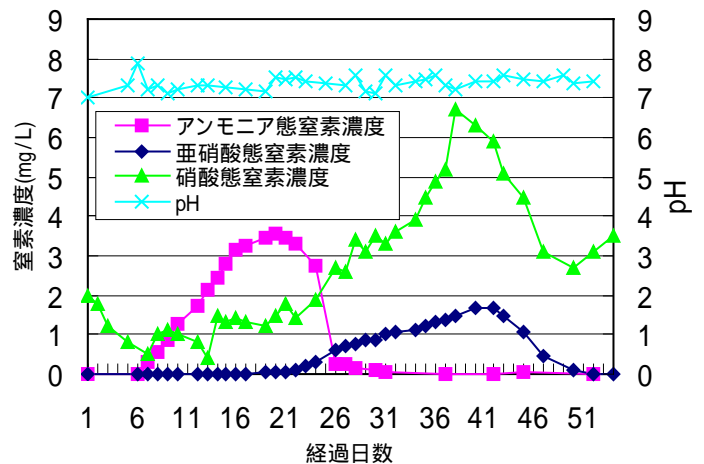


図-3 窒素及び pH の推移

参考文献

- 1) 水出江亮・梅津剛, 第 34 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, 浸透性炭素繊維フェルト材の濾過性能比較, 2007
- 2) 水出江亮・梅津剛, 第 62 回土木学会年次学術講演会講演概要集, 濾過装置における炭素繊維濾材の性能評価, 2007
- 3) 真田雄三・鈴木基之・藤元薫/編, 新版 活性炭-基礎と応用-, 株式会社講談社 pp.45-70, 1992