



アクアリウム向け水質浄化材『パワーハウス』

太平洋セメント株式会社 環境事業部アクア事業グループ 阿部 信彦
 太平洋セメント株式会社 中央研究所第3研究部資源プロセスチームリーダー 大神 剛章
 太平洋セメント株式会社 中央研究所第3研究部資源プロセスチーム 中村 充志

1 はじめに

アクアリウム(aquarium)をご存じでしょうか。英和辞典では以下のように訳されている。

- ①観賞魚等を飼育する水槽
- ②水族館

ただし、実際には『観賞魚や水草等の飼育設備』と拡大解釈されており、例えば展示用の照明や飼育水の浄化設備まで含まれることが多い。読者の中にも観賞魚の愛好家がいると思うが、アクアリウムについてはご存知であろう。また、愛好家の中には本稿で紹介する『パワーハウス』を実際に利用している方もいると思う。

当社環境事業部では、クリオン(株)から水処理関連事業の事業譲渡を本年4月に受けたが、その事業の中にはアクアリウム向けの水質浄化材『パワーハウス』が含まれている。『パワーハウス』は同カテゴリーの中では最高級品に位置づけられ、特に水質の変化や悪化に弱いとされる熱帯魚や観賞エビの飼育に用いられている。本稿では、観賞魚の飼育に、なぜ『パワーハウス』が優れ、お客様に人気を博し続けているのかについて技術的に解説する。

2 魚類の飼育における水質管理

観賞魚を飼育する上で、重要な水の管理項目を以下に示す。

- ①水温
- ②pH
- ③DO(溶存酸素)
- ④NH₃(アンモニア)
- ⑤NO₂⁻(亜硝酸)
- ⑥NO₃⁻(硝酸)
- ⑦GH(総硬度)

魚類等の排泄物は電解質と含窒素終末産物、さらには餌の未消化物である糞であるが、問題となるのは含窒素終末産物である。この含窒素終末産物でも、図-1に示されるアンモニア(アンモニウムイオンから分解)が魚類等に毒性を示すことから、アンモニアは最も重要な管理項目である。

アンモニアの影響は大きく分けて二つある。一つ目は、魚類等は体内からアン

モニアを排出するために大きな代謝エネルギーを要してしまうため、成長速度が低下してしまうことである。二つ目は、アンモニア濃度が高くなりすぎると体外へのアンモニアの排出が困難となり、鰓や臓器、脳がダメージを受け、死に至ることである。ただし、魚種によってアンモニアに対する抵抗力は異なるため、飼育する上でアンモニアの除去方法は異なってくる。例えば、金魚や錦鯉等はアンモニアに対する抵抗力が強く、少量の飼育であれば定期的な換水によってアンモニアを除去することができる。しかし、熱帯魚や観賞エビ等は僅かなアンモニア量、例えば0.05mg/L程度でも死に至ることがあるため換水だけでは対応しきれず、他の手段が必要となってくる。このように、先に示した①～⑦の項目は魚種によって重要性は異なるが、共通して言えるのは、如何にしてアンモニアを抑え込むかということである。

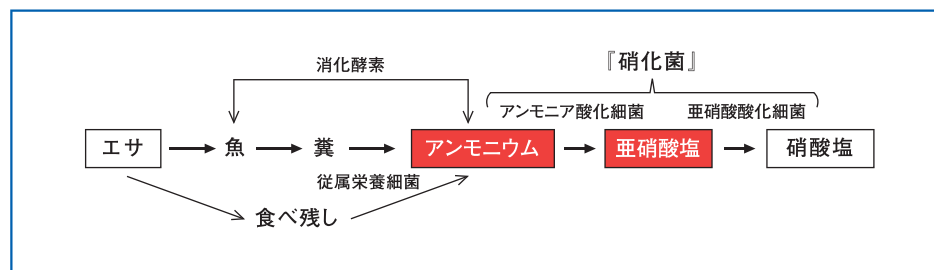


図-1 含窒素有機物の形態変化

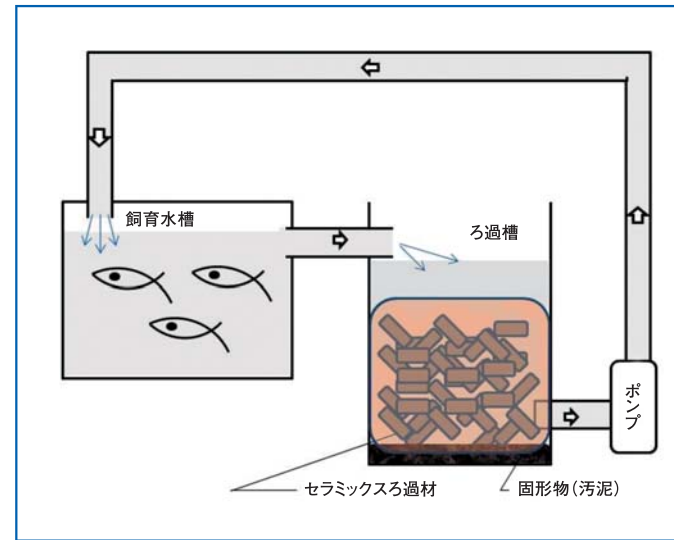


図-2 外部ろ過方式(生物学的処理法)

3 アンモニアの処理

3.1 生物学的処理法

排水処理等で使用されているアンモニア処理技術には、アンモニアストリッピング法、不連続点塩素処理法、イオン交換法等があるが、これら方法は魚類の飼育環境に悪影響を与えるケースがあり、通常は微生物の代謝を利用してアンモニアを亜硝酸、硝酸に酸化(硝化)する生物学的処理法が用いられている。水族館や個人で行われている代表的な処理法を図-2に示す。

飼育槽で発生したアンモニウムイオンは、図-2に示す通り硝化菌を担持したろ過材が充填されたろ過槽の中に入り、ろ過材表面で硝酸へと酸化され飼育槽へと戻り、水は循環使用されている。飼育水槽の大きさや魚種、数量によってろ過槽の大きさやろ過材の数量は決まる。また、ろ過槽ではろ過材間、或いはろ過槽の底に汚泥が堆積しろ過性能が低下するため、定期的ろ過材の清掃や汚泥の排出を行わなければならない。

図-3に示すように、ろ過材表面にアンモニア並びに亜硝酸酸化細菌が十分量増加し、

ろ過槽内の細菌相が安定状態となると、図-4に示す通り飼育水中にアンモニア濃度の挑戦的な増加が起こる。このような状態を熟成と呼ぶが、硝化菌はその増加時間が8～24時間と一般的な従属栄養細菌と比較して長い時間、ほぼ完全な熟成には数か月を必要とする場合もある。

硝酸イオンが増加するため、飼育水のpHが徐々に低下する。図-5に示す通り、pHの低下は硝化細菌の活性低下を招くため、何らかの操作(例えばアルカリ添加)を行わない場合、再度アンモニアや亜硝酸が発生してしまう。

4 ろ過材に求められる性能とパワーハウスの特徴

4.1 高比表面積(硝化細菌の増加)

硝化細菌の数量が多いほど速やかにアンモニアを硝化し、毒性の低い硝酸へと変化させることができる。硝化細菌量を多くするためにろ過材に求められることは、硝化細菌の生息域(コロニー)に適した表面形状、具体的には数ミクロン以上の凸凹形状を有する部分での表面積が大きいことである。パワーハウスはセラミックスであるが、原料や焼成条件の検討を

3.2 硝化活性

一方、硝化の際には、アルカリを消費し

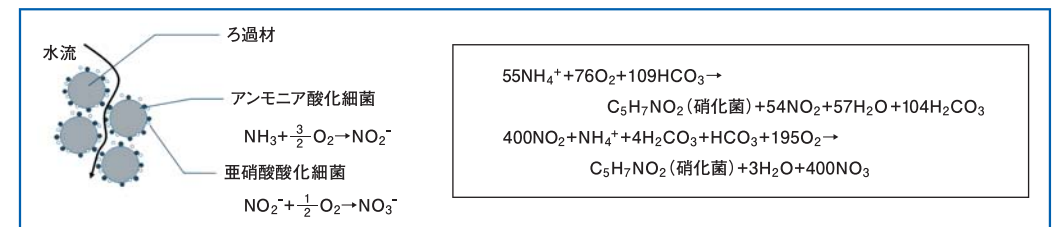


図-3 硝化細菌によるアンモニアの酸化(硝化)

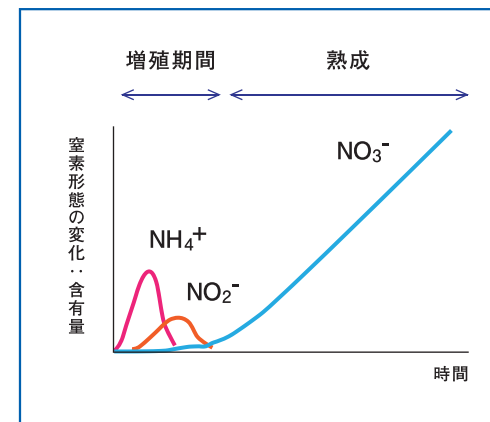


図-4 窒素形態の変化

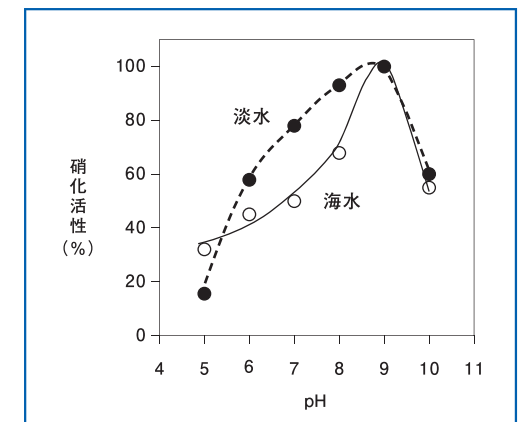


図-5 pH別の硝化細菌の活性度

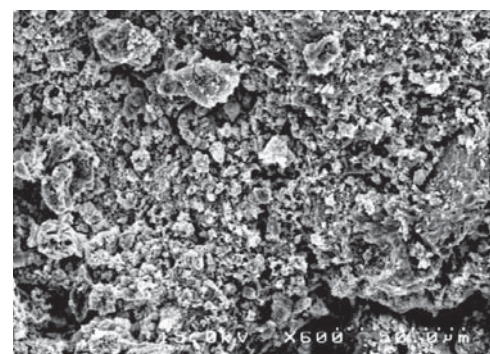


写真-1 パワーハウスの表面状態

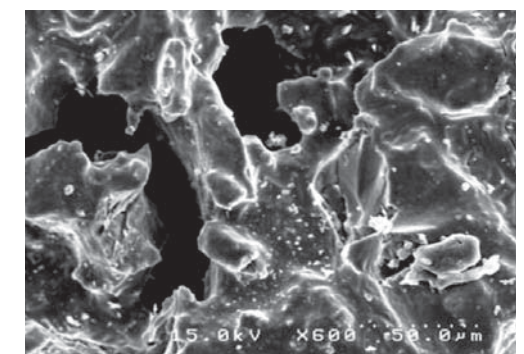


写真-2 A社品(ガラス製)の表面状態

重ねこの条件に適した表面形状にすることが可能となった。

写真-1にパワーハウス(ソフトタイプ)、写真-2にA社品(ガラス製)のSEM像を示す。

写真-1のパワーハウスは、数ミクロンレベルの凹凸が多く、比表面積が大きい。そのため硝化細菌のコロニーを生成しやすい表面形状であることがわかる。一方、写真-2のガラス製ろ過材はほぼ平滑であり、比表面積が少ない。即ち、パワーハウスのほうが硝化細菌のコロニーを多く担持することが可能である。愛好家の多くは限られた空間で観賞魚を飼育しており、水質浄化のためのろ過槽は極力小さくしたい。パワーハウスはガラス製ろ過材と比較し、少量でも多くの硝化細菌を担持することが可能であり、その結果ろ過装置を小さくすることができることが人気の一つである。

4.2 硝化菌の活性や魚種に適したpHの管理

パワーハウスには微アルカリタイプ(呼称:ハード)と微酸性タイプ(呼称:ソフト)の2種類がある。

前者は図-6に示す通り、珪酸カルシウム結晶体フォラストナイトから構成され、水が酸化しようとするときカルシウムを放出し、pH降下を抑制することができる。これは、常時カルシウムを出す炭酸カルシウムと異なり、必要に応じて放出→pH降下抑制を行うので海水魚、あるいは大量に餌を食するディスカスやアロワナといった観賞魚に適している。

図-7に示す通り、具体的に他社製品と比較したパワーハウス(ハード)のpH緩衝能力を紹介する。試験方法は一昼夜放

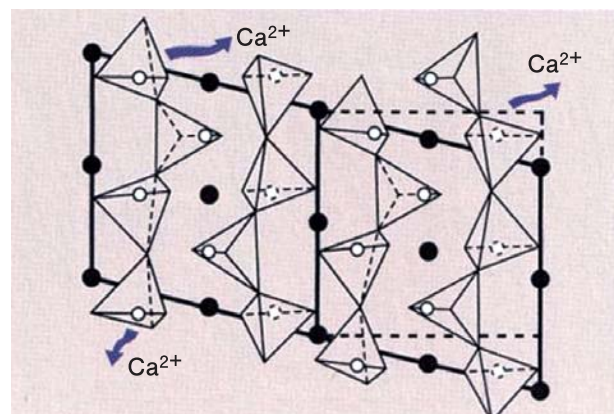


図-6 フォラストナイト結晶構造

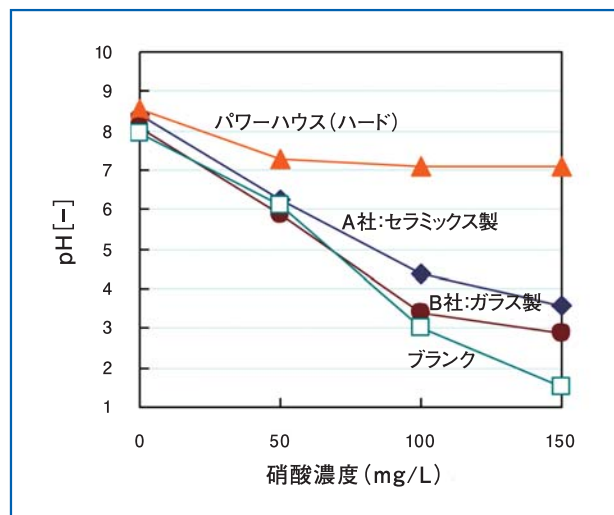


図-7 pHの緩衝性能①

置した水道水200mlに各試料約3gを投入し、振とう機を用いて24時間振とうした後、硝酸濃度が5ppmになるように硝酸を加え、再度振とう機で24時間振とうし、各検液のpHを測定した。これを硝酸濃度が15ppmになるまで続け、pHの推移を調査した。図-6に示すとおり、本試験結果ではパワーハウス(ハード)のみ急激なpH降下がなく、中性付近を維持することができた。一方、他のセラミックス製品やガラス製ろ過材にはほとんどpH緩衝性能が確認されなかった。

後者はカオリナイト系活性シリカから構成される。水のpHが上昇すると水酸イオン(OH⁻)が増加するが、活性シリカはこの水酸イオンを取り込みやすい性質

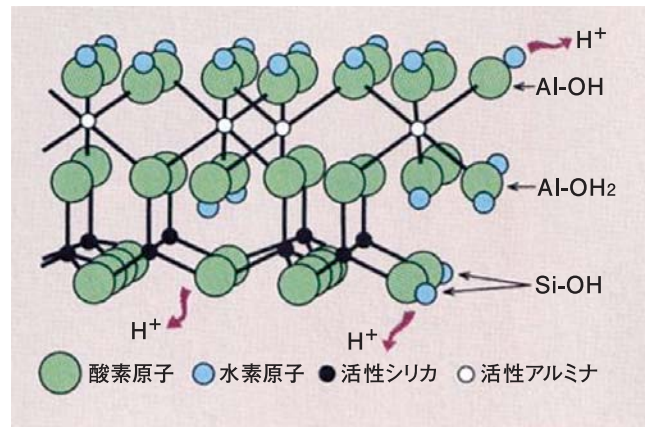


図-8 カオリナイト系活性シリカ構造

を持ち、同時に水素イオンを分散放出するため、pHの上昇を抑制することができる。図-9に示す試験結果の通り、pHの緩衝性能が確認された。ソフトタイプは多くの熱帯魚や水草、あるいはレッドビーシュリンプに代表される観賞エビ等の飼育に適している。

パワーハウスは、このように2種類のpH緩衝性能を有する製品を有していることから、これらを組み合わせることにより、様々な魚種に対応できる。

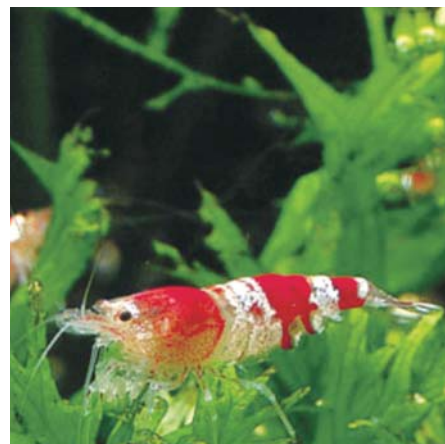


写真-3 レッドビーシュリンプ

4.3 閉塞しにくい形状

パワーハウスは図-10に示すようなラシリング形状をしており、大きさも10×10mm程度と砂に比較し各段に大きいことから、ろ過材間の隙間が多く、図-11に示すようなイメージのとおり水が流れやすく、ごみが詰まりにくい形状をしている。この形状によってろ過材の清掃回数を少なくすることが可能となり、メンテナンスが比較的容易である。

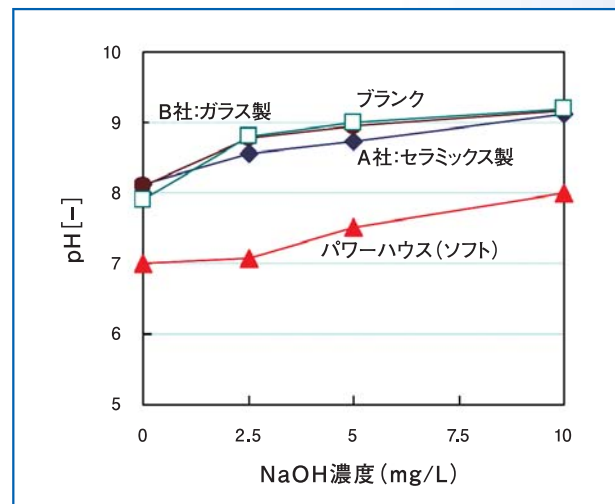


図-9 pHの緩衝性能②

5 まとめ

パワーハウスの特徴は、先述したとおり硝化菌の活着の良さ、pH緩衝性能、そしてメンテナンスのしやすさから人気を得ている。さらに、最近では、水族館では展示水槽の中により多くの観賞魚を飼育したいことや、コスト面から換水回数を減らしたいとの要望があり、鳥羽水族館等でパワーハウスを使用していただいている。

今後は国内外を問わず、水族館等の大型施設への展開を図りたいと考えている。

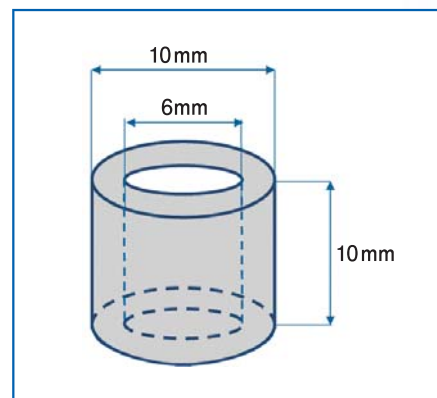


図-10 パワーハウスの形状



図-11 水流のイメージ

あべ・のぶひこ

【著者略歴】

1989年 小野田セメント株式会社
(現 太平洋セメント株式会社)入社
現在 同社環境事業部
アクア事業グループ

おおがみ・たかあき

【著者略歴】

1993年 小野田セメント株式会社
(現 太平洋セメント株式会社)入社
現在 同社中央研究所第3研究部
資源プロセスチームリーダー

なかむら・あつし

【著者略歴】

2012年 太平洋セメント株式会社入社
現在 同社中央研究所第3研究部
資源プロセスチーム