

コンクリートブロックへの硝化細菌付着特性と硝化活性に及ぼす因子に関する研究

愛媛大学大学院

清家太郎

京都大学大学院

西村文武

開発コンクリート(株)

山田登志夫、田中基博、葛西博文

高松市

小野智晴

1.はじめに

河川における水質変換や浄化は主として河床に付着する生物群集によりなされることから、微生物の付着機能を強化する技術や製品が開発されている。その一例として、人工ゼオライト含有のポーラスコンクリートの開発があり、その水質浄化への適用がなされている。一方、微生物の浄化作用に及ぼす要素として流速の影響が種々^{1),2)}検討されており、流速が速いほど細菌の密度が高く、活性も高くなる¹⁾という報告がある。しかし、あらゆる影響因子が混在する自然の河川等ではなく、浄化に及ぼす環境条件を一定条件に整えた実験例はあまり報告されてはいない。

そこで、本研究では模擬的に作成したアクリル製水路の底床に、生物膜付着担持体としてコンクリートブロックを設置し、コンクリート表面での硝化細菌群によるアンモニア除去について、亜硝酸化・硝酸化特性および生物膜付着特性を表面流速の観点から検討した。

2.実験方法

図-1 に実験水路の概要図を示す。水路長 1.6m、水路幅 0.10m、高さ 0.15m のアクリル製水路を模擬水路装置とし、水路底に 5cm×5cm×2.5cm のコンクリートブロックを設置し連続的に通水させ装置を運転させた。ブロックは、普通コンクリート、ポーラスコンクリート、人工ゼオライト(AZ)入りポーラスコンクリートの3種類を用いることとした。人工ゼオライトは、Fe型ゼオライトをセメント重量に対して20%混入させた。流速は、5、20、40cm/sの3条件とし水路をそれぞれ用意した。各水路の有効体積を13.3L、水路内の水位を約3cm、水温25℃、暗条件下で滞留時間を8hrとなるように模擬汚濁水を流入し、生物膜を付着・成長させ、硝化細菌の増殖、アンモニア態窒素の除去過程を観察した。模擬汚濁水はアンモニア態窒素10mgN/L含有の無機性のものとした。硝化細菌群の定量はFISH法により行った。そして、生物膜付着担持体としてのコンクリートブロックの評価として回分式実験により、硝化速度から硝化活性を評価した。回分実験は、アンモニアが硝酸まで酸化された実験開始31日目に行った。回分実験は、生物膜を付着させたコンクリートブロックを水路から取り出し、500mLのビーカーに入れ、アンモニア態窒素10mgN/Lの基質400mLを投入し、攪拌、曝気を行い、水温25℃一定の条件で実施した。実験終了後、付着生物膜を超音波ホモジナイザーにより剥離し、SS、VSSを測定した。

3.実験結果及び考察

図-2 に各態窒素の経日変化を示す。亜硝酸化は、各流速条件でほぼ同時期に行われた。硝酸化は流速20、40cm/sにおいてはほぼ同時期に行われたものの、流速5cm/sはそれよりも10

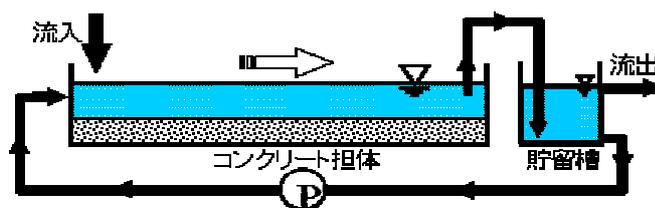


図-1 模擬水路装置

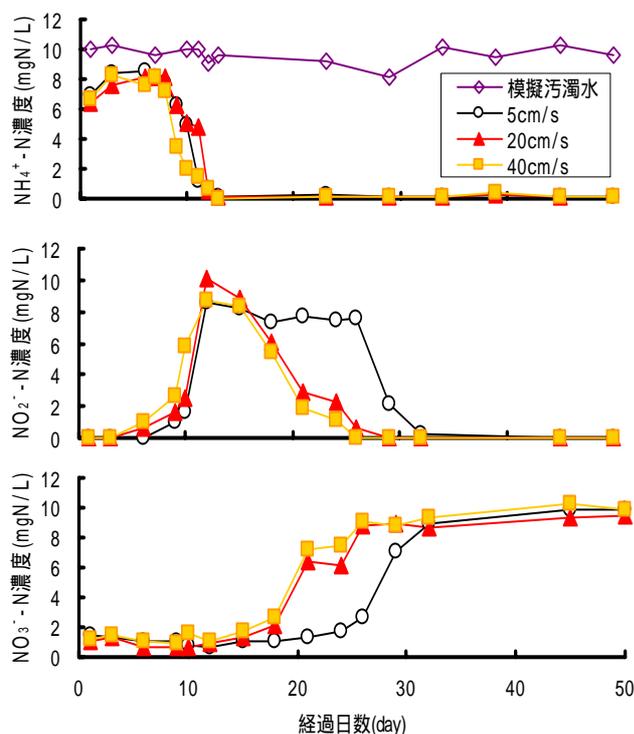


図-2 各態窒素濃度の経日変化

日遅れて硝酸化が起こった。流速が遅くなると硝化反応の発現が遅くなる結果となった。

図-3と図-4には、実験開始14日経過後にコンクリートブロックへ付着した硝化細菌の計数結果を示す。アンモニア酸化細菌については、流速5cm/sでの普通コンクリートの保持数は、他の条件に比べて少なかった。アンモニアが完全に酸化し、亜硝酸型の硝化反応時期において、どのコンクリート条件でも流速40cm/sは5cm/s、20cm/sに比べて、アンモニア酸化菌、亜硝酸化細菌のコンクリート表面への保持数が多くなることがわかった。人工ゼオライト混入の有無に関して、硝化細菌数の計数値から、明確な変化傾向は識別できなかった。次に、図-5に回分実験により求めた単位コンクリートブロックあたりの硝化速度の結果を示す。付着担体による硝化活性は、流速が速くなるほど高くなることがわかった。また普通コンクリートに比べてポーラスの方が活性は高くなった。流速5cm/sでは、コンクリートの種類による活性の違いは現れなかった。さらに図-6には回分実験後に測定したコンクリートブロックへの付着微生物量を示す。硝化活性と同様に流速が速いほど付着量を増加させる傾向にある。ポーラスコンクリートにおいて、流速40cm/sは5cm/sに比べ約2倍の付着量があった。普通コンクリートの微生物付着量は、流速によらずほぼ一定であった。人工ゼオライトの混入に関して、硝化活性では変化がなかったものの、微生物量ではすべての流速条件で、混入したケースほど多く付着することがわかった。ゼオライトのイオン交換特性など表面化学特性が影響した可能性が考えられた。

4.まとめ

コンクリートを敷設した水路でアンモニア含有汚濁水処理を適用するにあたり、流速5~40cm/s範囲において流速が速いほうが、硝化細菌保持、硝化活性、微生物膜付着面で利点となることが示された。また流速5cm/sでは、硝化反応が遅くなること、コンクリートの材質、形状の違いによる効果が発揮されにくいことがわかった。

謝辞:本研究の一部は、平成18年度(財)クリタ水・環境科学振興財団からの研究助成により実施されました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 福田裕毅ら: 河川の底質と流速が河川礫表面の硝化菌密度に与える影響、農業土木学会大会講演要旨集、pp366-367、1999
- 2) 山本真義ら: 納豆菌群を封入したコンクリートブロックの水質浄化能力及ばず流速の影響、土木学会西部支部講演概要集、pp921-922、2008

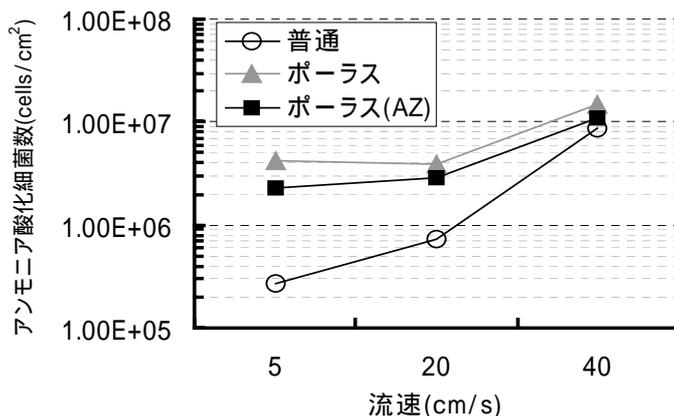


図-3 アンモニア酸化細菌計数値 (経過14日目)

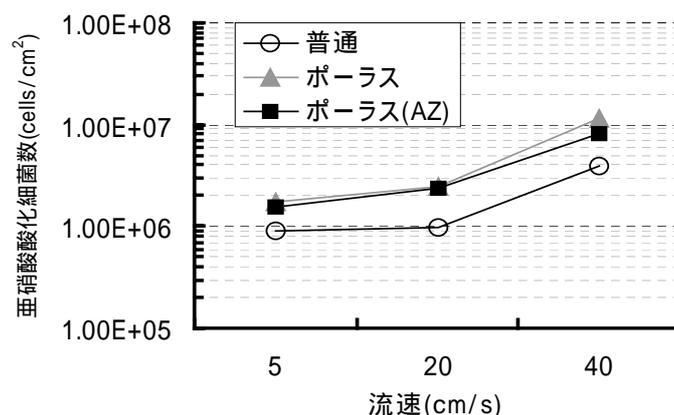


図-4 亜硝酸酸化細菌計数値 (経過14日目)

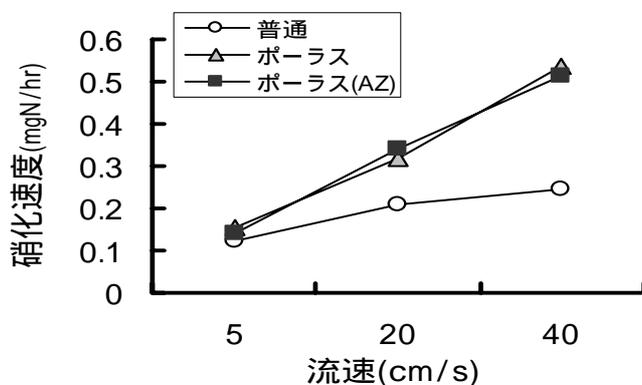


図-5 硝化活性 (経過31日目)

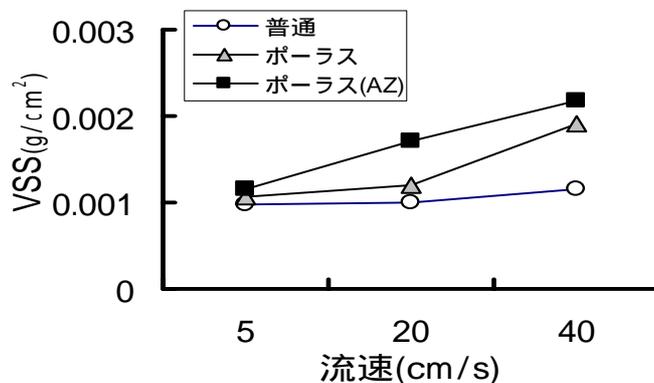


図-6 付着生物膜量(経過31日目)