ポーラスコンクリート水路床付着微生物によるアンモニア処理特性に及ぼす表面流速の影響

愛媛大学大学院 学生員 ○清家太郎，小野智晴
京都大学大学院 正会員 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

1.はじめに

平成 9 年の河川法一部改正を受け、従来の治水、利水に加えて河川環境の整備と保全が河川管理の項目として挙げられるようになった。それに伴い水質、景観、生態系保全等の整備と保全のための様々な技術開発、適用がなされるようになってきた。ポーラスコンクリートを河川整備に活用する手法もその技術のひとつであり、護岸や水路床に用いることにより、そこでの生物保持能を高め、水質浄化能を向上させようとするものである。その生物保持能などに影響を与える因子として、空隙率、骨材粒径、ゼオライトなどの化学的吸着機能をもった物質の混入率などがこれまでに種々検討されている [1)] 。しかしポーラスコンクリートの物性とともに、適用場の条件も大きな影響因子となることが考えられるが、その検討は必ずしも十分ではない。そこで本研究では、適用場の物理的影響因子である、ポーラスコンクリートへの水の接触条件(表面流速)に着目した。表面流れがあることで生物膜内の物質輸送が向上すると考えられるが、一方で表面流れ剪断力により、生物膜形成や保持状況も影響を受けると考えられることから、その影響について検討することは実際に適用する上で重要となる。ここではポーラスコンクリート担体をアクリル製の模擬河川水路の底部に設置し、所定の流速条件で生物膜を形成させた後に、アンモニア除去に寄与する流速の影響について実験的に検討を行った。

2.実験方法

図-1 に実験水路の概要図を、**表-1** に基質組成を示す。まず連続実験を行った。水路長 1.6m、水路幅 0.10m、高さ 0.15m のアクリル製水路を 4 基設置し、水路床に縦×横×高さが 10cm×10cm×2.5cm のポーラスコンクリート担体を 6 個ずつ設置した。この 6 つのコンクリート担体は各々種類が異なり、Fe 型のゼオライトをセメント重量比に対して 10%混入したもの(以下 Fe10%)、20%混入したもの(Fe20%)、Ca 型ゼオライトを 10%混入したもの(Ca10%)、20%混入したもの(Ca20%)、Fe 型と Ca 型のゼオライトを各々10%ずつ混入したもの(Fe+Ca20%)そして、ゼオライト無混入のものを各々1 個設置した。各水路の実験系の有効体積を 13.3(L)、水路内の水位を約 3cm、暗条件下で滞留時間を 8(hr)となるように人工河川水を流入し、生物膜を形成させ、アンモニア性窒素処理能が十分に安定していることを確認の後に回分実験に移行した。回分実験は、担体を容器に移し変えて行なう実験と、水路内で行なう実験の 2 パターンで行なった。容器での実験では、流速 10cm/s、30cm/s で運転していた水路から担体を取り出し、**表-1** に示す濃度の基質を入れた 1.8L の容器内に生物膜の付着した担体を入れ曝気させ、1 担体ずつ硝化速度試験を行なった。水路内での実験では、まず、コンクリート担体以外の水路系に付着していた生物膜を除去し、水路への流入、排水を停止した。その後水路内の処理された人工河川水が**表-1** の濃度となるように調整した 200mL の高濃度人工河川水を注ぎ、濃度が均一になってからサンプリングした。また流速 10 ㎝/s で付着させたものは流速 5、10、30cm/s、流速 30cm/s で付着させたものは 10、30、45cm/s の 3 条件の流速で実験を行った。サンプリングは 0、2、4、8、10、12hr 後に行い、NH_4^+-N、NO_2^--N、NO_3^--N の分析を行った。また、水温、pH,DO,アルカリ度、流速も測定した。

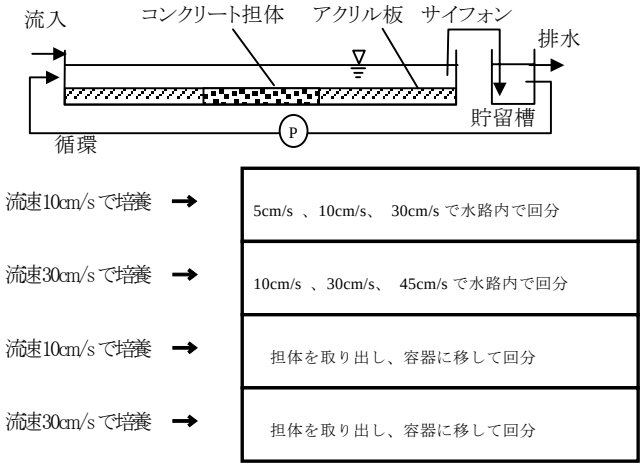

図-1 水路概要図

表-1 基質組成

組成	濃度
NH_4Cl (mgN/L)	10
$NaHCO_3$ ($mgCaCO_3$/L)	107.1
KH_2PO_4 (mgP/L)	0.1
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$(mgMg/L)	1.0

3.実験結果及び考察

図-2 には、アンモニア性窒素濃度の経日変化を示す。容器内で回分実験を実施した 36 日経過後、水路内で行なった 195 日経過後のアンモニア性窒素濃度は 1(mgN/L)以下であり、ほぼ完全に処理され安定していることが確認できる。**図-3** に、容器内にて行なった回分実験によるゼオライト混入種別の硝化速度の結果を示す。流速による比較では、ゼオライト無混入型を除いては流速 10(cm/s)に比べ流速 30(cm/s)において、硝化活性が高くなる傾向を示した。この要因としては、流速が速いほど基質や酸素がより供給された、ということが挙げられる。次に**図-4** に流速 10(cm/s)で生物膜を培養させた水路で行なった、3 条件での流速による回分実験から得られた硝化速度の結果を示す。同じく**図-5** には流速 30(cm/s)で培養させた水路での結果を示す。流速 10(cm/s)の条件で培養させていた水路では、回分実験の流速条件が 30(cm/s)のとき、硝化速度が 1.54(mgN/L・h)の最大値を示し、他の流速条件に比べて有意な差がみられた。培養時の流速より遅く設定した流速 5(cm/s)では、培養時の流速 10(cm/s)との硝化速度の大きな差異はみられなかった。この傾向は、流速 30(cm/s)で培養させた水路でもみられ、流速を速くした流速 45(cm/s)で 1.60(mgN/L・h)の最大値を示した。まとめると、流速 30(cm/s)で培養させた水路では、回分実験時に、培養時の流速よりも 15(cm/s)速く設定すると、培養時の流速条件に比べて硝化速度が約 1.8 倍速くなった。また、流速 10(cm/s)で培養させた水路では、流速を 20(cm/s)速く設定すると、硝化速度が 2.4 倍速くなる結果が得られた。これらの結果より、流速 10 及び 30(cm/s)でコンクリート担体に生物膜を培養させた水路では、培養時の流速条件より 15 及び 20(cm/s)速い流速条件にすると、硝化速度が上昇することがわかった。

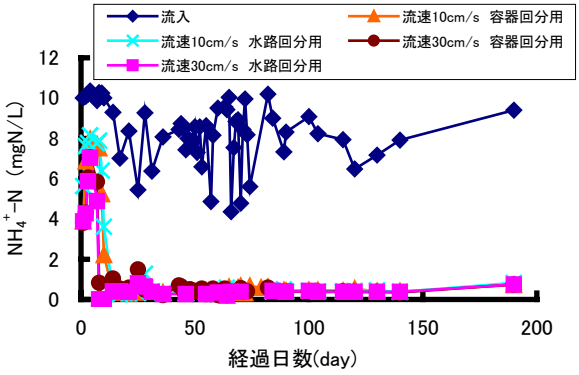

図-2 アンモニア性窒素の経日変化

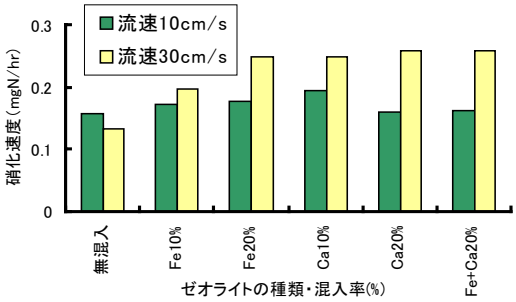

図-3 容器内での回分実験による硝化速度

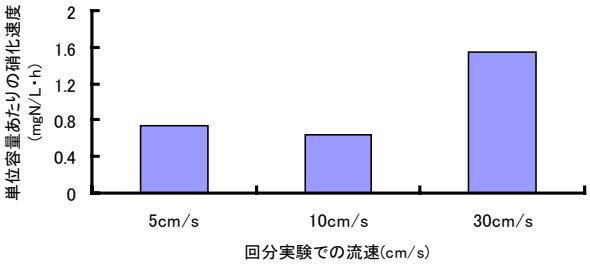

図-4 流速10cm/sで培養させた水路での回分実験の流速設定の違いにみられる硝化速度

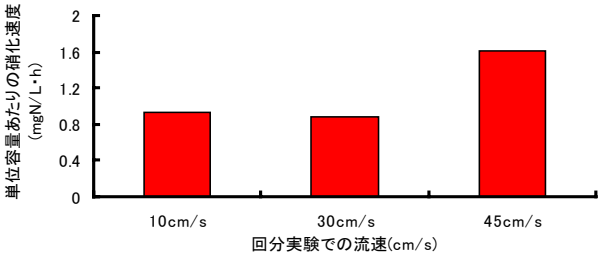

図-5 流速30cm/sで培養させた水路での回分実験の流速設定の違いにみられる硝化速度

4.まとめ

① 人工河川水を流入させた水路系において、流速 10,30(cm/s)の条件で、各々コンクリート担体を浸漬し生物膜を付着させ硝化が完全に進みアンモニアの処理が安定した時期に行なった容器内での回分実験結果より、流速条件 10(cm/s)に比べて流速 30(cm/s)の条件で培養させた水路の方が、硝化活性が高い傾向となった。

② 生物膜を付着させた後の、水路内での回分実験を実施した。培養時よりも流速を 15、20(cm/s)速く設定した場合、培養時の流速条件で行った回分実験よりも硝化活性は大きくなることが判った。また、流速を 5、20(cm/s)遅くした場合、培養時の流速条件での硝化活性とほぼ変わらない、ということが判った。

参考文献

1)坂井忍,水口裕之,上月康則,村上仁士:ポーラスコンクリートの水質浄化機能に及ぼす空隙特性,高炉スラグおよびゼオライトの影響,vol.23,No.1,pp169-174,2001