

メタノール透過膜を埋設したゼオライト槽による河川の直接浄化

○森一生(日本上下水道設計㈱), 今岡務(広島大学地域共同研究センター)
 井澤博文(広島県保健環境センター), 秋葉道宏(島根大学生物資源科学部)
 朴元浩(パシフィックコンサルタンツ㈱)

1. はじめに

下水道未整備地域での河川環境の悪化が問題になっており、その早急な対策が求められている。そこで、本研究では、河川の直接浄化に着目した。従来の河川の直接浄化では、有機汚濁物質の除去に、主眼が置かれており、富栄養化の原因物質となる窒素やリンの除去は、軽視された状態にある。本研究ではその対策として、従来の碟間接触酸化法にメタノール透過膜を用いた脱窒プロセスを組み込み、より高度な河川の直接浄化法を検討することとした。本報では、このメタノール透過膜による脱窒効果に関する知見を得るために行った実験結果を報告する。

2. 浄化槽の概要

図1に、本研究で考える浄化槽の模式図を示した。槽内には、土壌材としてのゼオライトを充填するとともに、メタノール透過膜となるシリコンチューブを埋設した。このシリコンチューブにメタノールを通すと、チューブ表面から、メタノールが徐々に透過していき、脱窒に必要な水素供与体が槽内に供給される仕組みである。

3. メタノール透過速度の把握

まず、埋設したシリコンチューブからの、メタノール透過速度の把握を行った。表1に示す供試シリコンチューブを用い、メタノール濃度を変化させて、常温大気中への透過減量を測定した。図2に、チューブ径状と透過速度の関係を示す。肉膜厚が大きくなると、透過速度は減少していく傾向が認められた。

その後、水相側への透過速度を測定し、その結果を、気相側の透過速度と共に、図3に示した。これにより、水相側と気相側では、透過速度に大きな変化は見られないことが明らかとなった。また、メタノール濃度及びチューブ形状によって、メタノール透過速度を制御できることがわかった。

4. メタノール透過膜による脱窒効果の検討

4.1 滞留時間の影響

次に、本法における窒素除去効果と滞留時間の関係

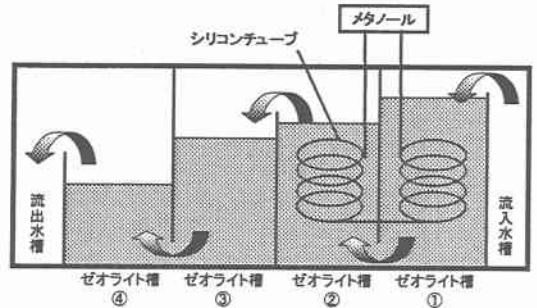


図1: 浄化槽模式図

表1: 供試シリコンチューブ

チューブ No.	サイズ	長さ L mm	肉膜厚 mm	表面積 m ²
	ID×OD mm			
1	1×2	2000	0.5	0.0126
2	2×3	2000	0.5	0.0188
3	2×3.5	2000	0.75	0.0220
4	1×3	2000	1	0.0188
5	2×4	2000	1	0.0251
6	2×8	2000	3	0.0503

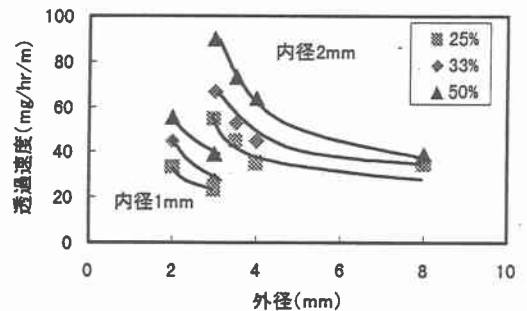


図2: チューブ形状と透過速度の関係(気相側)

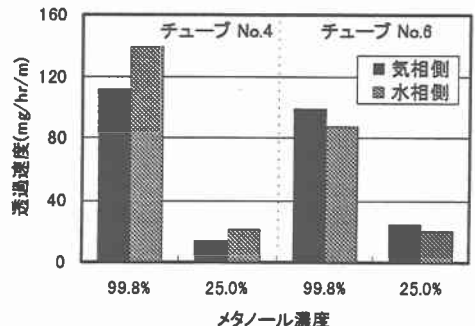


図3: 気相側と水相側の透過速度の比較

について検討を行うために、表2のような小型モデル槽を20℃の恒温室内に設置して実験を行った。すなわち、表3に示すように、シリコンチューブに通すメタノール濃度を20%に固定し、滞留時間を段階的に増加させていながら、脱窒状況を検討した。実験には、BOD希釈液に実河川水を5%添加し、窒素及びリン濃度を、それぞれ10mg/l及び2mg/lに調整した模擬河川水を用いた。

図4に、滞留時間と窒素除去速度(単位時間当たり、単位ゼオライト槽容積当りの窒素除去量)および窒素除去率の変化を示す。滞留時間が大きくなれば、窒素除去率も大きくなり、滞留時間が1時間の場合で約30%、2時間の場合で約70%という除去率を得た。また、窒素除去速度は、滞留時間1時間及び2時間で、それぞれ1.0g/hr/m³及び1.2g/hr/m³となった。

4.2 メタノール濃度の影響

前項で示した結果をもとに、表4に示すような実験条件で、メタノール濃度による影響について検討を行った。すなわち、前述の実験で滞留時間が2時間の場合、大きな除去速度を得ることができたため、この滞留時間において、メタノール濃度を20~50%にまで、段階的に増加させ、メタノール濃度が脱窒効果に与える影響について検討した。本実験においても、前述の模擬河川水を用いた。

図5に、メタノール濃度と窒素除去効果および流出TOC濃度の関係をまとめた。メタノール濃度が大きくなれば、供給されるメタノール量が増加し、窒素の除去率は高くなった。すなわち、メタノール濃度によって脱窒反応が律速されていることを示唆する結果と言える。しかしながら、33%以上の濃度のメタノールを供給した場合、余剰メタノールの流出によるTOC濃度の上昇が認められ、実河川で運用する場合の留意点となると考えられた。

5. 結論

本研究によって、シリコンチューブのメタノール透過速度ならびに滞留時間・メタノール透過速度と脱窒効果の関係に関して基礎的な知見を得ることができた。とくに、滞留時間が2時間、メタノール濃度が20%の場合で、60%以上の窒素除去率が得られたことから、現在この条件を基本に実河川河岸に設置した大型浄化槽による実験を実施しており、今後実用化に向けた検討をさらに重ねる予定である。

表2:小型モデル槽の概要

大きさ	15×20×72cm	
埋設チューブの仕様	内径	1mm
	外径	3mm
	長さ	2m
設置場所	20℃の恒温室	

表3:滞留時間の影響を検討するための実験条件

	メタノール濃度	メタノール透過速度	流入窒素濃度	滞留時間	流量
単位	%	mg/hr/m	mg/l	hr	l/hr
Run.1	20	11.0	10	0.7	4.32
Run.2				1.1	2.93
Run.3				2.1	1.60
Run.4				4.4	0.72

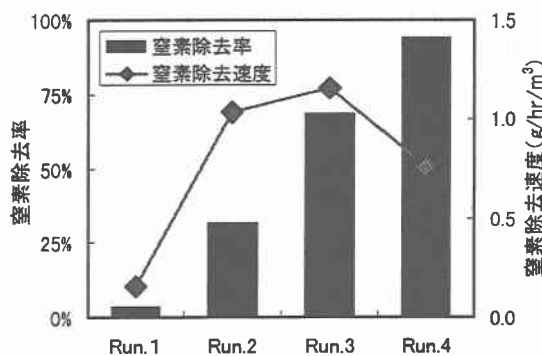


図4:窒素除去率及び窒素除去速度(滞留時間2時間)

表4:メタノール濃度の影響を検討するための実験条件

	メタノール濃度	メタノール透過速度	流入窒素濃度	滞留時間	流量
単位	%	mg/hr/m	mg/l	hr	l/hr
Run.5	20	11.0	10	2	1.61
Run.6	25	13.6			
Run.7	33	17.8			
Run.8	50	29.6			

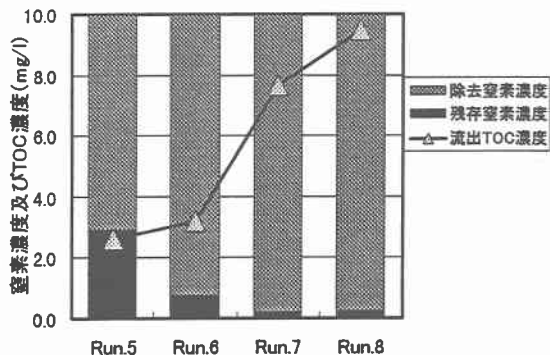


図5:窒素濃度及び流出TOC濃度の変化(メタノール濃度:20%)