

生物膜電極を応用した単一槽型硝化・脱窒処理特性

群馬大学大学院 学生会員 ○吉野英明、群馬大学工学部 正会員 渡邊智秀
群馬大学工学部 正会員 曹 慶鎮、群馬大学工学部 正会員 黒田正和

はじめに

生物学的硝化・脱窒は、好気環境で進行する硝化細菌による硝化と無酸素環境で生じる脱窒細菌による脱窒を逐次的に経て達成される。そのため、処理プロセスは、それぞれの環境の形成に対し、異なる槽として独立させるかまたは、間欠ばつ気等のように時間的に分離させるような操作をすることが一般的となっている。その一方で、局所的に硝化や脱窒が進行し得る場を意図的に形成させることにより、みかけ上、単一槽内で同時に硝化脱窒を行うことも可能であり、その一つの方法として生物膜電極の応用が検討されている¹⁾。本研究では、硝化細菌または脱窒細菌を固定化した担体を充填した電極を用いることによる単一槽型硝化・脱窒処理に影響を及ぼす因子に対する知見を得ることを目的として、電極配置および操作条件と処理速度との関係について実験的検討を行った。

実験装置および方法

実験に用いた処理槽の概略を図1に示す。槽内における電極面と液流れ方向の関係が処理に及ぼす影響を検討するため、電極面に対して平行に液が流れる Flow-by 型槽及び電極面に直交して液が流れる Flow-through 型槽の2つの異なる電極配置となるようにした。液容積は両槽ともに約 6.2L である。電極には、不溶性メッシュ状金属電極を用い、厚さ約 1.5cm の矩形の籠の中央に設置し、それぞれ陽極および陰極となるように直流電源に接続した。そして、陽極の籠には研究室内で予め培養している硝化細菌を付着させた多孔質 PVA(約 5mm 角)、陰極の籠

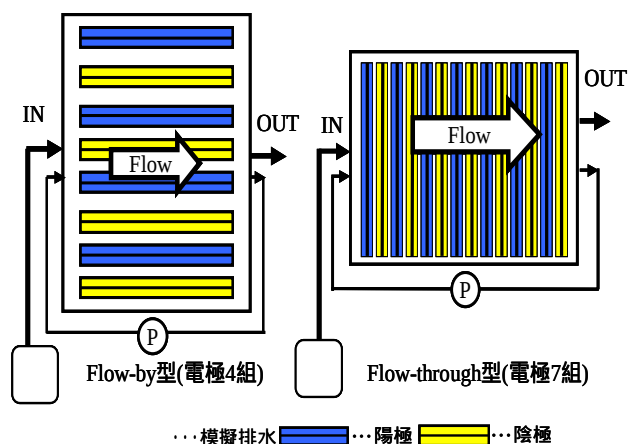


図1 実験装置の概略

には同様にして培養した脱窒細菌を付着させた粒状活性炭または多孔性 PVA を充填した。なお、両槽における電極面積がほぼ等しくなるように、電極は Flow-by 型槽では 4 組、Flow-through 型槽では 7 組設置した。実験は、TN が 50mg-N/L となるように調整した模擬排水(アンモニア性窒素及び硝酸性窒素がそれぞれ 25mg-N/L 含まれるもの、または、アンモニア性窒素のみで 50mg-N/L としたもの)を連続的に供給し、HRT、電流密度及び流入水流量に対する槽内循環流量の比(液循環比)等の操作条件を変化させながら、形態別窒素濃度、DO 濃度および pH 等の測定を行った。

実験結果および考察

アンモニア性窒素と硝酸性窒素を同濃度含む模擬排水を HRT が 10h で通水し、 $0.09\text{mA}/\text{cm}^2$ となるように通電した場合を例として、単位電極面積あたりの処理速度に及ぼす電極配置形式の影響を図2に示す。また、この時の槽内における電極近傍及び処理水の pH を図3に示す。図2から、Flow-by 型に比べて Flow-through 型では、脱窒速度が大きくなる傾向があることがわかる。また、図3に示したように、槽から流出する処理水の pH に大きな差はなく、ほぼ中性であるのに対して、陽・陰極間に明らかな槽内の電極の近傍では、pH 分布が生じており、Flow-through 型に比べて Flow-by 型では、その差が顕著になっている。このことから Flow-through 型では移流の作用による電極近傍の pH 緩和効果が大きく、さらに担体充填層内への電解性成水素の供給性も向上するため、結果的に処理速度が向上したものと考えられる。ただし、このような電極配置と処理速度の傾向は、

キーワード 生物膜電極 硝化 脱窒

〒376-8515 桐生市天神町 1-5-1 群馬大学工学部建設工学科 Tel:0277-30-1631 Fax:0277-30-1601

操作条件によっては必ずしも同様でない場合も現状では観測されており、その詳細については、さらに検討が必要である。

アンモニア性窒素のみを含有する模擬排水を通水した場合における硝化及び脱窒速度と液循環比の関係について、Flow-by 型槽を例として、図 4 に示す。単位電極面積あたりの硝化及び脱窒速度はともに、液循環比の増大に伴い大きくなる

傾向が見られた。また、図には示さないが、Flow-through 型槽でも同様の傾向が見られた。この原因として、槽内での硝化ならびに脱窒の進行する主要な領域は、それぞれ陽極及び陰極の生物固定化担体充填層内であり、液循環比の増大による液混合により、これらの領域と液との実質的な接触が増大したことが関与していると考えられる。

陰極領域における生物支持担体として多孔性 PVA 及び粒状活性炭を用い、他の操作条件が同一である場合における脱窒速度、電極近傍での pH 及び DO 濃度の相違の例を、図 5 に示す。図より、多孔性 PVA から粒状活性炭に変更したことに伴い、槽内での脱窒速度が向上する可能性が示唆された。現段階において、2 つの場合における陰極領域での担体充填層内の生物保持量が把握できていないため、その相違が処理速度へ大きく関与している可能性を否定することができない。しかしながら、本系では、電解反応及び生物学的脱窒反応がともに陰極領域の pH 上昇に作用すると考えられるものの、図 5 に示したように、粒状活性炭では、脱窒速度が大きくなったにもかかわらず、pH が低く抑えられていることから、何らかの作用で電解反応に伴う粒状活性炭充填層を含む陰極近傍の pH 上昇が抑えられ、これにより付着している脱窒細菌活性が低下しないように働いている可能性もあると推察される。

まとめ

生物固定担体充填型電極を陽極及び陰極として設置した槽を用いて、単一槽で硝化脱窒処理を行うことが可能であった。槽内の液流れと電極の配置の関係について、Flow-through 型では Flow-by 型に比べて処理速度が増大する傾向が認められた。これは、Flow-through 型では、担体充填部への液の移流が作用しやすく、それによる pH の緩和や液と担体に付着した生物との接触が向上することが関与していると考えられた。また、液循環比を増大するにつれて、硝化及び脱窒速度は増大した。さらに、担体充填層の表面積や付着生物量の相違の影響等に関わる詳細な検討が必要であるものの、陰極の生物支持担体に粒状活性炭を使用することにより、脱窒速度が増大する可能性が示唆された。

参考文献：1) Watanabe T. et al. (2002):Wat.Sci.Tech.,Vol.46,No.4-5,163-169

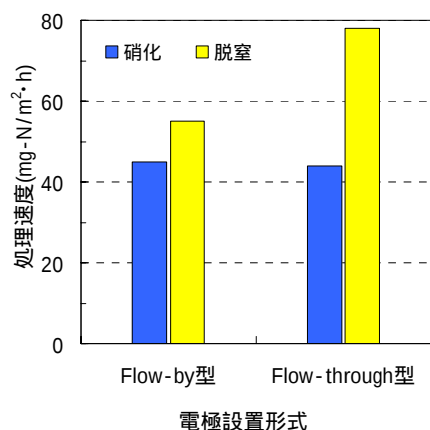


図 2 電極配置と処理速度の関係

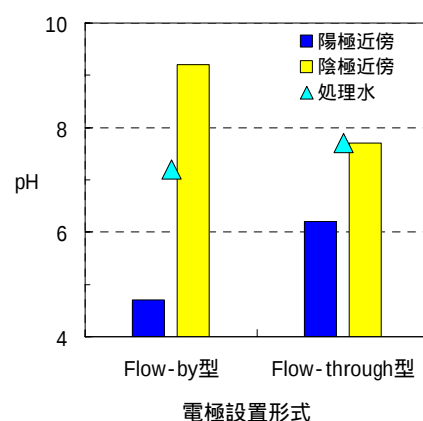


図 3 電極近傍での pH

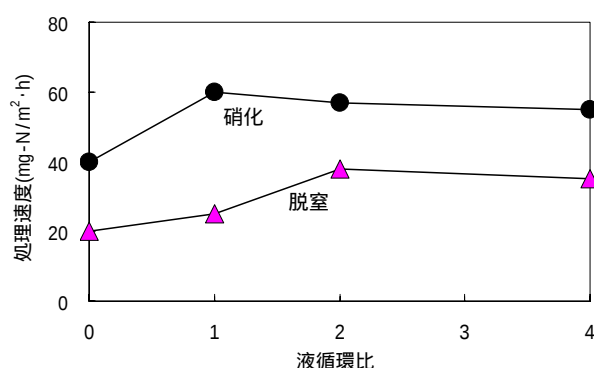


図 4 液循環比と処理速度の関係の例

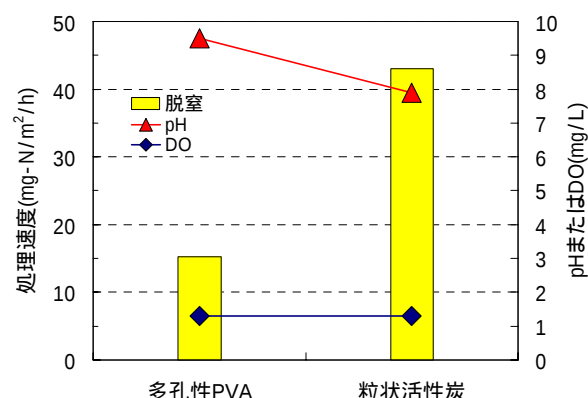


図 5 陰極の生物支持担体の相違が処理速度に及ぼす影響