

硝酸塩と硫酸塩を含有する電子産業排水の脱窒処理への IPA 利用の試み

岐阜工業高等専門学校 (学) 木塚雄大、(学) 河村将和、(正) 角野晴彦

国立環境研究所 (正) 珠坪一晃

1. はじめに

半導体や液晶ディスプレイの製造工場では、各工程において異なる化学物質が使用されており、多種多様な排水が排出される。この排水（出典非公開）のひとつには硝酸塩 (NO_3^-) と硫酸塩 (SO_4^{2-}) を含んでおり、脱窒処理が必要である。脱窒を担う細菌は、電子受容体として NO_3^- 、電子供与体として有機物を利用する。ここの電子供与体として、電子産業で廃棄される IPA (2-propanol) が利用できると考えた。本研究では、この脱窒処理を USB (Up-flow Sludge Blanket) リアクターによる連続処理で評価する。

リアクター内では、脱窒細菌と硫酸塩還元細菌が電子供与体を巡って競合関係にある。硫酸塩還元が起こった場合、生成された硫化物は脱窒細菌に悪影響を及ぼす。よって、 NO_3^- と SO_4^{2-} を含有する排水において、最適な脱窒条件を明らかにする必要がある。

2. 実験方法

(1) 模擬した電子産業排水

Table 1 に模擬した排水の組成を示す。 NO_3^- 排水と IPA 排水の2種類の人工排水を用意した。 NO_3^- 排水は、 NO_3^- 50 mg/L とした。IPA は COD_{Cr} (以降、COD と表記する) の換算値とした。IPA 排水は、IPA 2500 mgCOD/L、酵母エキス 250 mgCOD/L、 NH_4^+ 50 mgN/L とした。両排水には、電子産業排水に特徴的な SO_4^{2-} 300 mgS/L とカルシウム 150 mg/L を含め、その他栄養塩類、pH 緩衝剤を含めた。

(2) 実験装置と運転条件

Fig. 1 に本研究で用いるリアクターを示す。リアクターは、円柱状のカラム部と GSS (Gas Solid Separator) 部で構成されている。カラム部は高さ 120 cm、内径 8 cm、水容積 6 L で、GSS 部は高さ 30 cm、水容積 2 L となっている。リアクター全体の水容積は 8 L となる。この水容積を基準として HRT (Hydraulics Retention Time) を算出した。植種汚泥は、本校の合併処理浄化槽の活性汚泥と、中温メタン発酵グラニュール汚泥とした。処理温度は 20℃、HRT は 5 h で運転を開始した。脱窒

Table 1 Wastewater composition.

Waste Water	NO_3^- W.W.	IPA W.W.
IPA (mgCOD/L)	—	2500
Yeast Extract (mgCOD/L)	—	250
NO_3^- (mgN/L)	50	—
SO_4^{2-} (mgS/L)	300	300
Ca (mg/L)	150	150
NH_4^+ (mgN/L)	—	50

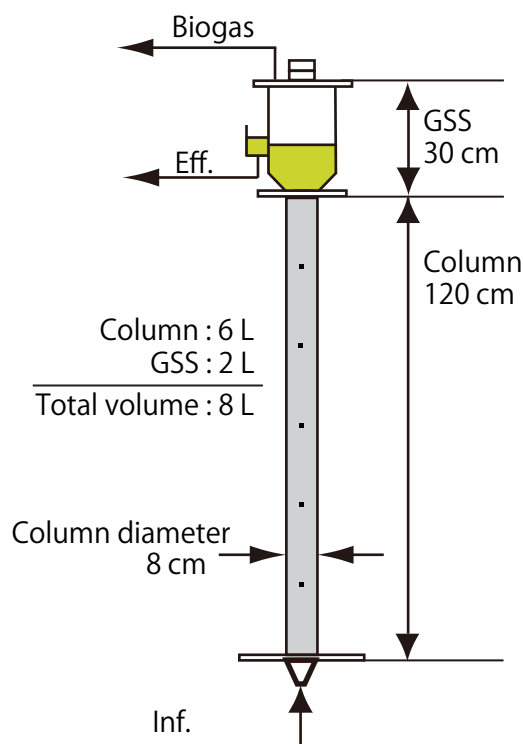


Fig. 1 Diagram of USB reactor.

を完全に進めるため、IPA は NO_3^- に対して COD/N で 5 に設定した。よって、 NO_3^- 排水と IPA 排水の流量比は 10:1 とした。pH 緩衝剤として用いた炭酸水素ナトリウムは 0.5~2.0 g/L となるように加え、排水の pH で 6.5~7.5 とした。

3. 実験結果および考察

Fig. 2 に、(a) 流入水の各窒素素態、(b) 処理水の各窒素素態、流入水と処理水の (c) 全 COD、(d) SO_4^{2-} の経日変化を示す。両排水の混合後を流入水と称する。流入水の各濃度は、 NO_3^- 排水と IPA 排水の各流量と各濃度から算

出した。

全期間における流入水の全窒素(T-N)の平均は55(標準偏差 ± 1.4) mgN/Lであり、そのうち NO_3^- は80%を占めていた。 COD 、 SO_4^{2-} の平均は244(± 19) mg/L、240(± 96) mgS/Lであった。

8日目において、処理水の NO_3^- は5 mgN/Lとなり、活発な脱窒が確認された。全 COD は、これに伴い147 mg/L減少した。流入水と処理水の SO_4^{2-} は257、243 mgS/Lであり、硫酸塩還元は確認されなかった。よって、ここでの COD 減少の機構は、脱窒あるいはメタン発酵が挙げられる。14日目において、IPA排水の送液ポンプの不具合による流入停止により、脱窒が低下した。送液ポンプの不具合を解消後、22日目には、処理水の NO_3^- は検出限界(1 mgN/L)以下となった。

以降、安定した脱窒が認められ、22~59日目における処理水のT-N、 NH_4^+ 、 NO_3^- の平均は、7.4(± 1.5)、5.7(± 1.4)、0(± 0) mgN/Lであった。亜硝酸塩(NO_2^-)は、実験期間を通して未検出であった。同期間における全 COD 、IPAの平均は、69(± 52)、7.1(± 7.0) mg COD /Lであった。全 COD_{Mn} の値を、全 COD_{Cr} の半分と仮定すると、処理水の COD_{Mn} は30~40 mg/Lと推測される。平成9年3月に制定された伊勢湾富栄養化対策指導方針における岐阜県の下水道終末処理場の水質目標は、T-N 15 mgN/L、 COD_{Mn} 20 mg/Lである。よって22日目以降の処理水は、全窒素の項目を満足したが、 COD_{Mn} の項目を満足しなかった。同期間における除去全 COD /除去 NO_3^- -Nの平均は、4.0であった。IPAを電子供与体とした脱窒において、除去全 COD /除去 NO_3^- -Nは、概算で2.9である。よって、電子供与体を含むIPA排水の添加量を減らす(最適化)ことで、処理水の COD を改善できると考えられる。

22~59日目においても、硫酸塩還元は確認されなかった。IPAを巡る脱窒細菌と硫酸塩還元細菌の競合では、脱窒細菌が完全に優勢であった。また、処理水に全 COD が残存しているのにも関わらず、硫酸塩還元が起こっていない。よって、硫酸塩還元細菌は、 NO_3^- によって阻害されていると考えられる。

4. おわりに

NO_3^- と SO_4^{2-} を含有する電子産業排水の脱窒処理に、電子供与体としてIPAの利用を試みた。処理には、USBリアクターを用いた。脱窒は速やかに進行し、22日目以降、処理水から NO_3^- は検出されなかった。硫酸塩還

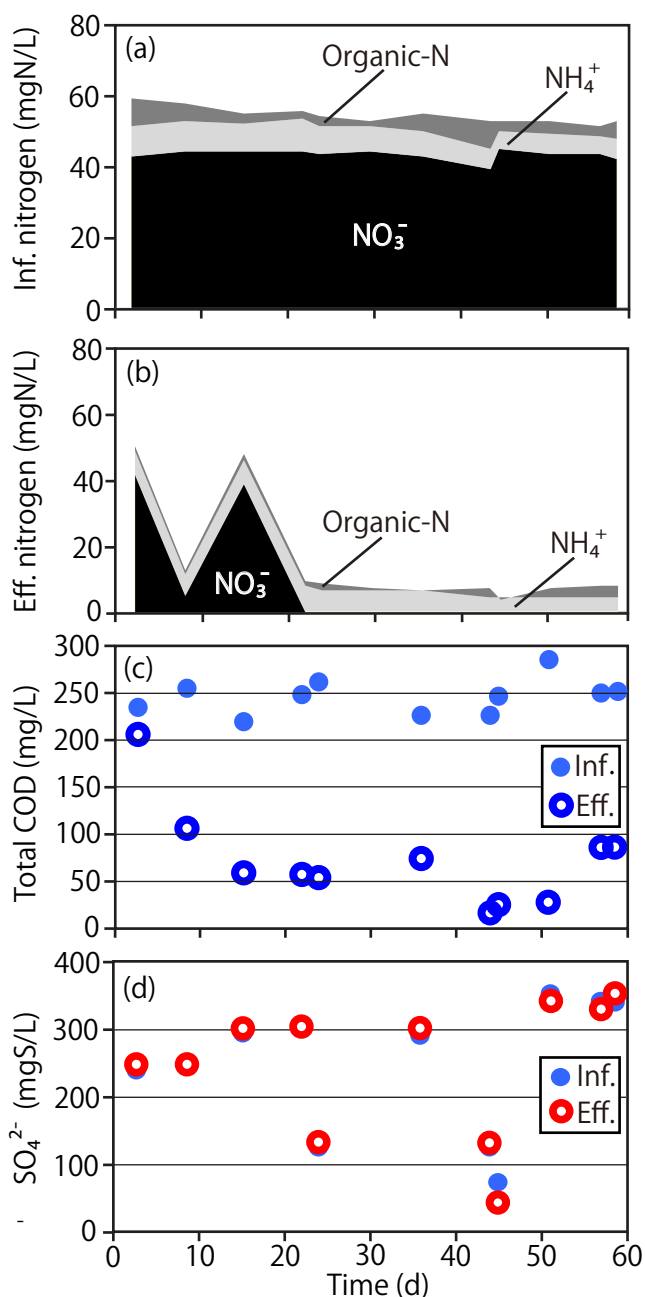


Fig.2 Time course of (a)Inf. nitrogen, (b)Eff. nitrogen, (c)Total COD and (d) SO_4^{2-} .

元は確認されなかった。よって、IPAによる脱窒は、利用性が高いうえ、処理に悪影響を与える硫酸塩還元が進まず、都合の良い処理方法であると言える。

謝 辞

本研究は、JSPS 科学研究費、(公財) 遠藤斉治朗記念科学技術振興財団の助成を受け、また国立環境研究所の安全確保研究プログラム「地域の水環境保全に向けた水質改善・評価手法の開発プロジェクト」の一部として実施しました。