

化学的酸素供給法による水処理システムへの適用評価

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○畠山 京士
群馬工業高等専門学校 正会員 堀尾 明宏

1. はじめに

生活排水処理施設の電力消費の大半は、ブロー（送風機）による動力であり、CO₂排出量に大きな影響を及ぼしている¹⁾。また、電気料金の高騰化により、管理費への負担も大きく、電力消費の削減も求められている。

他方、今日の排水処理は、主として生物処理を主体としており、酸素供給と攪拌を目的に曝気法が用いられている。水への酸素の溶解は、水温などの環境条件や水深、ばっ気強度などの物理的条件に左右され、従来のブローの溶解効率は数%程度となっている。また、溶存酸素(DO)の不足は処理水の悪化を招いたり、逆にばっ気過多は生物膜のはく離を引き起こすこともある。

そこで本研究では、ブローによる機械的酸素供給方法の補助手法として化学的酸素供給法による水処理システムへの適用の可能性を検証することにした。

2. 酸素生成剤²⁾

用いた酸素生成剤(以下、薬液剤という.)は、(株)日本エコシステム社製マロックスII剤²⁾を使用した。主な成分は、ベルオキソ二硫酸やグリセロール脱水酵素、酵母溶解酵素等から作成された無色透明の薬液剤である。

本薬液剤は、活性汚泥等の有機物に薬液剤が接触すると、脱水酵素の働きにより、プロトンや酸素電子の引き抜きにより、酸素ラジカルが連鎖的に発生し、その過程で酸素が生成されると考えられる。

3. 実験概要

3.1 薬液剤の添加量の設定

実験は、農業集落排水の活性汚泥を500mlのビーカー3個に導入した。その後、薬液剤(原液)をそれぞれ0.05ml, 0.1ml, 0.2ml添加し、時間経過によるDOの変化量を調査し、連続通水時の滴下量の参考値を算出した。DOの目標維持範囲は2~8mg/lとした。

$(3.8l(\text{実験槽})/0.5l) \times \text{添加量}(ml)/\text{継続時間}(分)$

3.2 薬液剤の連続投入実験

3.2.1 実験装置

実験装置は、原水槽、生物反応槽、沈殿槽、受け槽からなる。原水は原水槽からポンプにて一定間隔で生物反応

槽に注入し、併せて薬液剤もポンプで一定間隔注入した。生物反応槽からは、槽下部から沈殿槽へ移流させ、沈殿槽の上澄み水を受け槽に移流させた。

生物反応槽と沈殿槽の有効容量は、約3.8L、0.8Lとし、生物反応槽内には、布状の繊維素材を板状にし、円筒型にして槽中央に設置した。円筒の中心部にはスターラによる攪拌を行った。農業集落排水の活性汚泥を種汚泥とし、生物膜を付着させたのち開始した。

3.2.2 実験条件

原水は、人工排水と高専の浄化槽流入水の実排水とした。人工排水は、グルコース、ペプトン、無機塩類等を使用し、想定水質は浄化槽流入水の原単位(BOD 200mg/l, T-N 45mg/l, T-P 5mg/l)を目標に調整した。また、浄化槽流入水は、高専浄化槽の流量調整槽内水とした。原水注入量による水理学的滞留時間は、約24時間を基本とした。本実験での薬液剤の添加量は、3.1を参考にしたが、添加量としてごく僅かであるため、その値を参考に100倍希釈して添加した。結果、毎分1.5ml程度で生物反応槽に直接滴下し、以降はDOを見ながら滴下量の調整を行い運転した。人工排水を用いた実験は2回行い、1回目の実験では10月に21日間(RUN1)、2回目の実験は12月に1週間(RUN2)、実排水の実験は12月に1週間(RUN3)行った。水質項目は、DO、濁度と処理水質のpH、BOD、TN、Cl⁻とし、RUN1ではNH₄-N、NO₂-N、NO₃-Nも測定した。また、生物膜上に1/100希釈薬液剤を添加し顕鏡した。pH、DO、濁度は東亜DKKの多項目水質計(WQC-24型)により測定し、その他水質項目は下水試験法に準じた。

4. 結果と考察

4.1 薬液剤の添加量の決定

添加量0.05ml, 0.1ml, 0.2mlのDOの変化は図-1に示す。添加量0.05mlでは最大1.8mg/lまで上昇したが、20分後では0.65mg/lまで減少した。同様に添加量0.10mlでは、5分後で最大3.6mg/lまで上昇したが、40分後には0.8mg/lまで減少した。添加量0.20mlでは、13分後

キーワード 酸素生成剤 浄化槽 BOD 除去効果

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580 堀尾研究室 TEL: 027-254-9189 E-mail: horio@cvt.gunma-ct.ac.

で最大 6.7mg/l まで上昇し、その後ゆっくりと下降して、82 分で 2.1mg/l となった。これらの結果から、500ml に対して添加量 0.2ml の場合において、約 DO2mg/l 以上の保持に約 90 分間とし、3.1 より添加量を算出した。結果、0.017ml/分となり、100 倍希釈で 1.7ml/分が得られ、この付近を滴下量とした。

4.2 人工排水, 実試料による連続実験結果

薬液剤の添加量は、期間中 1.5~2.0mL/分で行った。実験結果 (平均値) を表-1 に示す。本実験では薬液剤の添加量が原水の希釈効果に影響すると考え、塩素イオン濃度から原水を補正し、その補正後の濃度と処理水濃度から除去率を求め評価した。RUN1, RUN2 は人工排水であるが補正後の BOD, TN の除去率は、BOD でともに 98%, TN で 22, 25%であった。また、実排水の補正後の BOD, TN の除去率は、BOD はそれぞれ 91, 33%であり、BOD は 90%以上の除去率が得られた。一方、TN は RUN1, RUN2, RUN3 ではそれぞれ 22, 25, 33%であった。RUN1 では、開始数日後の NO_x-N/TN は 1.5%と硝化の進行が悪かった、開始 10 日後の測定では NO_x-N で 100%と硝化が進んだ。この間の DO は平均値 2.3mg/l、範囲は 1.4~2.9mg/l 程度を保持した。pH は平均 7.0、範囲 6.8~7.1 であり、ほぼ中性で推移した。透視度はいずれも 50 度以上であった。

実験期間は短かったものの、処理水質は良好に推移しており、水処理への適用の可能性が示唆された。

4.3 薬液剤添加における微生物相の影響

添加前の顕微鏡観察では、ボルティセラ、アスピディスカ、フィロディナなど原生動物から微小後生動物などが存在していた。図-2 は顕微鏡観察時のプレパラート内の様子であり、○は気泡である。プレパラート上でも酸素が徐々に生成されていく様子が確認できた。目視の間は、ボルティセラやフィロディナなども活発に動いている状況にあり、水質結果含め、生物相への悪影響は低いと考えられる。

5. 評価と今後の課題

本実験では、薬剤を希釈して行ったものの排水処理システムへの薬液添加による DO 供給は可能であり、水処理として有効に機能すると考えられた。また、利点として、攪拌のみのため、はく離による SS の流出を減らすことができ、SS 由来の BOD の低減化につながると考えられる。一方、DO の日変動はばっ気法に比べて大きく、過剰投入や逆に不足する場合もあることから、

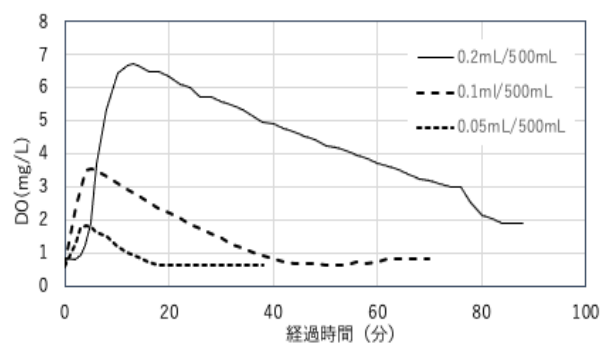


図-1 薬液剤の添加量における DO の変化

表-1 実験結果 (平均値)

RUN1	流入水(mg/l)		処理水(mg/l)	除去率(%)
	原水	希釈補正後(a)	(b)	$((a)-(b)/(a)) \times 100$
BOD	160	110	2.8	97.5
TN	39	26	18	30.8

RUN2	流入水		処理水(b)	除去率
	原水	希釈補正後(a)		
BOD	180	120	3.1	97.4
TN	35	24	18	25.0

RUN3	流入水		処理水(b)	除去率
	原水	希釈補正後(a)		
BOD	74	58	5.4	90.7
TN	55	43	29	32.6



図-2 プレパラート内の様子

DO 監視による薬剤添加が推奨される。今後の課題としては、薬剤のコストの点があるが汎用性が高くなれば、コストを抑えることが可能になると考えられる。現在、既に事業系の排水施設で、実際にばっ気の動力を減らし、併用して用いられている実績がある。

6. まとめ

薬剤添加による化学的酸素供給法は、水質は良好に維持できたことから、今後の実用性の高い方法と考えられた。コスト面が今後の課題と考えられる。

謝辞

本研究にあたり、資材の提供、採水協力をいただきました日本エコシステム(株)と群成舎に深謝致します。

参考文献

- 1) 下水道のエネルギー消費の現状, 国土交通省, <https://www.mlit.go.jp/crd/city/sewage/gyosei/igen4th/02-3.pdf>
- 2) Seinen マロックス SE-II 剤カタログ <https://www.jp-eco.co.jp/seinen/maloxse-2.html>