

酸素利用速度の測定による好気性微生物の COD 除去速度の定量評価に関する考察

徳山高専 正会員 ○段下 剛志 非会員 金清 つぐみ 非会員 湊 美空
中特グループ 非会員 尾崎 優衣 非会員 村川 玄樹 非会員 石井 貴大 非会員 山本 勉

1. 研究の背景と目的

汚水処理装置に保持されている微生物の活性（処理速度）を定量的に把握することは、運転条件の設定や装置の安定的な運用の上で、重要な情報となる。好気性微生物の活性は、処理対象となる基質（有機物源：CODあるいは窒素源： NH_4^+ 、 NO_2^- ）の除去速度を直接測定する方法や、DOの減少速度（酸素利用速度）を求める方法によって求められる。この中で、DOは多くの処理現場でモニタリング項目の一つになっていると考えられることから、得られた酸素利用速度をもとにCOD除去速度を推測できれば、より簡単に、好気性微生物が有する処理速度ポテンシャルを把握できると考えた。

本研究では、様々な条件下で酸素利用速度とCOD除去速度の同時測定を行い、両者の相関関係を利用して、酸素利用速度からCOD除去速度を換算できるかを検証した。

2. 実験方法

実験は徳山高専内に設置されている合併処理浄化槽から採取した返送汚泥を用いて実施した。汚泥は実験を行う当日に採取し、洗浄を行い、試験中の汚泥濃度が1.5～2.0 gMLVSS/L程度となるように適宜希釈してから実験に供した。本研究では、以下の手順で酸素利用速度とCOD（アンモニア）除去速度の測定を行った。

表-1 実験条件

基質	設定初期濃度 mgCOD/L	設定温度 ℃	データ数
酢酸ナトリウム	200	5～30	7
グルコース	50～500	20	5
メタノール	200～1000	20	6

- ① 洗浄した汚泥等を加えた試験溶液に所定量の基質を投入し、投入した直後の溶液の一部を採取する。
 - ② 試験溶液の一部をBOD測定用フランビンに分注し、15分間、1分間隔でDOをモニタリングする。
 - ③ 基質を投入してから2時間以上が経過した後に、再度、溶液の一部を採取する。
 - ④ 下水試験方法に準じて、試験溶液の汚泥濃度を測定する。
- 上記の①と③で採取した溶液をろ過し、ろ液のCODを測定することで、CODの経時変化を、②でDOの経時変化を求め、それらを試験溶液中の④で求めた汚泥濃度で除することでCOD除去速度および酸素利用速度を決定した。試験溶液は、酸素利用速度の測定時を除き、常時エアポンプを用いて曝気した。また、溶液採取時にpHを確認し、必要に応じてpHが7.5前後になるように調整した。

基質（有機物源）は酢酸ナトリウム、グルコース、メタノールの3種類とした。それぞれの基質において、表-1に示すように実験温度または基質の初期濃度を段階的に変化させながら、5～7条件を設定して測定を行った。全ての条件において、実験は2系列で実施し、平均値を採用した。

3. 実験結果と考察

図-1に各基質における酸素利用速度とCOD除去速度の関係を示す。酢酸ナトリウムおよびグルコースを基質とした条件では、酸素利用速度が上昇するにつれてCOD除去速度も上昇する傾向が確認できた。それぞれの基質において相関係数 r 、ならびに酸素利用速度を説明変数 (x) 、COD除去速度を目的変数 (y) とした時の回帰直線の傾き（図-1中に直線の方程式を表記）を求めたところ、酢酸ナトリウムを基質とした場合は、 $r=+0.92$ と強い正の相関が見られ、回帰直線の傾きは4.59となった。グルコースを基質とした場合も、 $r=+0.84$

キーワード 酸素利用速度、COD除去速度、相関係数、回帰直線、BOD/COD比
連絡先 〒745-8585 山口県周南市学園台 徳山工業高等専門学校 TEL 0834-29-6332

と強い正の相関が確認された。一方で、回帰直線の傾きは 1.87 と酢酸ナトリウムの場合とは大きく異なる値であった。

メタノールを基質とした条件では、 $r = -0.14$ となり、酸素利用速度と COD 除去速度には、相関が見られなかった。この一因として、高濃度のメタノールが好気性微生物に阻害を及ぼし、試験中に COD が増加した可能性が考えられた。そこで、メタノールにおける初期 COD 濃度と COD 除去速度の関係を確認したが、初期濃度が最も高い条件 (1090 mgCOD/L) において最も高い COD 除去速度 (0.69 gCOD/gVSS/day) を得られていたことから、少なくとも 1000 mgCOD/L 相当のメタノールが好気性微生物に阻害を及ぼすことはないと判断できた。よって、現段階では、メタノール測定時において実験操作あるいは採取した汚泥に何らかの問題があったと判断した、メタノールにおいて、COD 除去速度が低い系のデータのみを採用して結果を確認したところ、回帰直線の傾きは 1.19 とグルコースの場合に近づいたものの、依然として相関はみられない結果であった (データ不提示)。

本研究を実施する当初、回帰直線の傾きは基質によらずある程度は一定で、酸素利用速度が求まればそれに係数 (回帰直線の傾き) を乗じることで COD 除去速度を概算できることを予測したが、実際は基質 (実際の污水处理においては汚水の組成) によって大きく異なることが判明した。この理由として、基質の生物分解性が異なることが考えられた。そこで、生物分解性を示す指標である BOD/COD 比と回帰直線の傾きの関係を調査した。BOD/COD 比は既報¹⁾を参考に概算し、メタノールにおいては相関関係が確認できなかったものの、COD 除去速度が低い値のみを採用して求めて回帰直線の傾きを用いた。図-2 にそれぞれの基質における BOD/COD 比と回帰直線の傾きの関係を示す。本研究では、調査した基質 (有機物源) が 3 種類のみに留まっているが、BOD/COD 比が低い (生物分解が困難である) 有機物源ほど、COD 除去速度と酸素利用速度の回帰直線の傾きが小さくなる、即ち COD を除去するためによる多くの酸素を消費することが示唆された。本研究の目的とする酸素利用速度の測定結果から COD 除去速度を概算するにあたって、BOD/COD 比は重要な因子の一つであると言える。

4. まとめ

本研究では、限定的な条件ではあるものの、線形関係を利用して、酸素利用速度から COD 除去速度を概算できる可能性が示された。今後、BOD/COD 比が異なる様々な有機物源を用いて同様の実験を継続し、酸素利用速度や BOD/COD 比と COD 除去速度の関係性を明らかにしていきたいと考えている。

参考文献 1) 鹿子島達志:水質基準指標 BOD と COD の新考察, 化学工学会 SCE・Net, 2021.5.

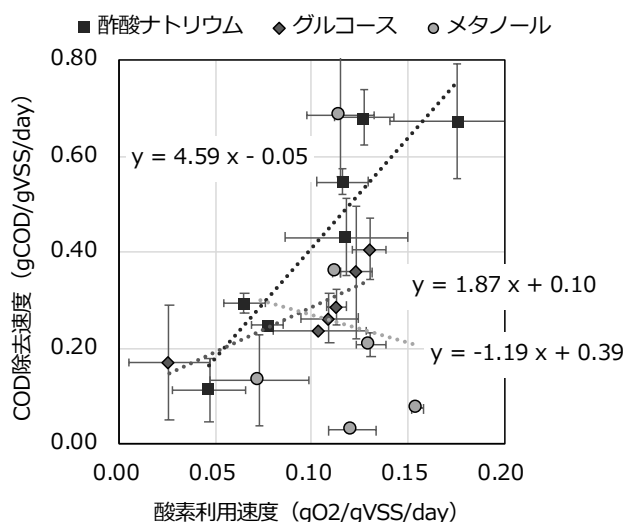


図-1 各基質における酸素利用速度と COD 除去速度の関係

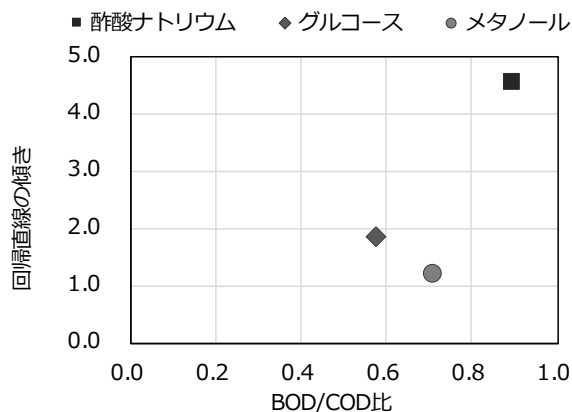


図-2 BOD/COD 比と回帰直線の傾きの関係