

オキシデーションディッチ法の窒素除去に及ぼす曝気条件の影響

佐賀大学工学部 ○学 佐藤 治 学 松田 真
 正 荒木 宏之 正 古賀 憲一
 正 井前 勝人
 九州大学工学部 正 楠田 哲也 正 栗谷 陽一

1. はじめに 著者らは間欠曝気方式によるオキシデーションディッチ(OD)の窒素除去運転法を確立するために、種々の検討を行ってきた。最適なサイクル時間、好気時間比についてはかなり明らかとなった¹⁾。しかしながら、硝化、脱窒の重要な因子であるDOレベルについては未だ検討の余地が残されている。特に、低負荷で運転されるOD法においては、下水中の有機物を脱窒時の有機炭素源として効率的に利用する必要があるため、好気条件下で同時に進行する有機物酸化と硝化反応のDO依存性(DOに関する飽和定数など)を明らかにすることは、間欠曝気の運転条件を確立していく上で重要である。また、一方では低DO下で硝化、脱窒を同時に行う例も見受けられるが²⁾、不明な点も多いようである。以上の諸点に鑑み、本研究は一定DO下での硝化・脱窒実験を行い、これらの反応に関するDO依存性について基礎的知見を得ようとして行ったものである。

2. 実験装置と方法 硝化と脱窒に及ぼすDOの影響を調べるために回分実験と連続流実験を行った。各実験とも、マイコンによるDO制御を行った。DOレベルは、設定値±0.1mg/l程度に制御可能であった。回分硝化実験では、本研究室

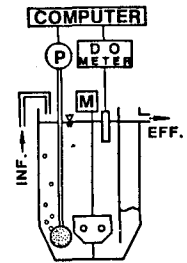


図-1 実験装置

の間欠曝気運転を行っているODプラントより採取した活性汚泥(MLSS=2300mg/l)を用い、図-1と同様の模型装置で直ちにDO制御を行いDOを設定値とした。その後、 NH_4^+-N の初期濃度が、40mg/lとなるように NH_4Cl を投入し、十分攪拌混合した後1時間毎に採水を行った。採水後は0.45 μm のメンブランフィルターでろ過し分析を行った。回分脱窒実験ではODプラントより採取した活性汚泥を無機塩で洗った後、MLSSが5000mg/lになるように調整した。DOレベルが設定値になってから、 NO_3^--N 、BODの初期濃度がそれぞれ20mg/l、300mg/lとなるように KNO_3 、グルコースを投入した。採水は20分毎に行い、0.45 μm のメンブランフィルターでろ過し分析を行った。

連続流実験は図-1に示す反応槽2.8(1)、沈殿槽0.7(1)の模型装置5台を用いて、同一流入条件のもとにDOレベルのみを変えて行った。用いた活性汚泥はODプラントより採取し、MLSSが4000mg/lとなるように調整した。また、流入下水は

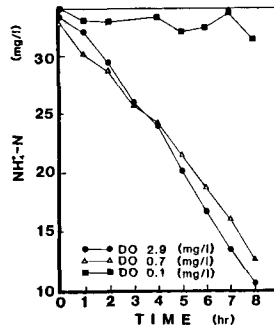
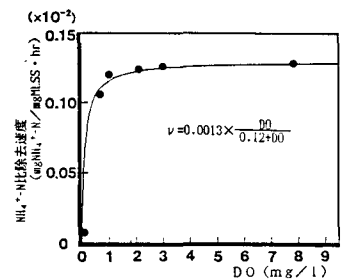
図-2 硝化実験における
 NH_4^+-N の変化

図-3 硝化速度とDOレベルの関係

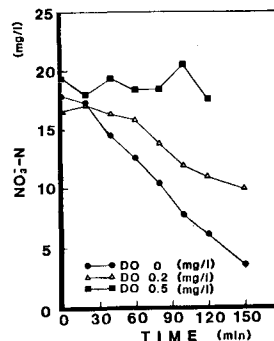
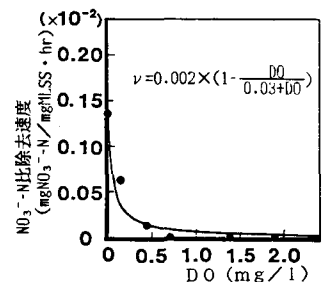
図-4 脱窒実験における
 NO_3^--N の変化

図-5 脱窒速度とDOレベルの関係

佐賀市終末下水処理場の沈砂池流出水をポリタンクに貯蔵し、定量ポンプで供給した。供給量は1.67ml/min(HRT=28hr)で、処理水としては24hrコンボットサンプルを用いた。D0レベルの設定値は0.1, 0.3, 0.5, 0.8, 1.0 mg/lとした。回分実験、連続流実験とも20℃の恒温室で行った。T-Nの分析は、アルカリ性ペルオキシ二硫酸カリウムによる分解法により行い、その他の項目は下水試験方法で行った。

3. 実験結果と考察 図-2は、回分硝化実験における $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の時間変化を示したものである。各D0レベルとも、ほぼ零次で減少していることが分かる。図-3に硝化速度とD0の関係を示す。実測値をMonod型で表わしたのが図中の実線であり、 $\nu_N=0.0013\text{D}0/(0.12+\text{D}0)$ 、 $\nu_N:\text{NH}_4^+\text{-N}$ 比除去速度(mg- $\text{NH}_4^+\text{-N}/\text{mg-MLSS}\cdot\text{hr}$)の関係が得られた。飽和定数はこれまで報告されている値よりも小さな値となった。図-4は回分脱窒実験における $\text{NO}_3^-\text{-N}$ の時間変化を示したものであり、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ と同様にほぼ直線的に減少している。脱窒速度とD0の関係を図-5に示す。D0が0.8mg/l以上では実測の脱窒速度は0となったが、D0が0.5mg/l程度でもわずかであるが脱窒が起きている。通常、無酸素状態でなければ脱窒は起こらないと考えられているが、液相のD0が低いため汚泥内部に嫌気部分が出来たものと考えられる。脱窒に及ぼすD0の影響をMonod型と仮定し、実測結果を近似してみると、 $\nu_D=0.002(1-\text{D}0/(0.03+\text{D}0))$ 、 $\nu_D:\text{NO}_3^-\text{-N}$ 比除去速度(mg- $\text{NO}_3^-\text{-N}/\text{mg-MLSS}\cdot\text{hr}$)が得られる。脱窒のD0に関する飽和定数は極めて小さい。

図-6, 7, 8, 9は、連続流実験における水質の日変化を示している。実験開始4日目頃から定常な処理となっている。D0 0.3mg/l以上の処理水の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は、ほぼ同程度で、流入下水の約1/5であるが、D0 0.1mg/lの場合は、流入下水の濃度との間にほとんど差がないことが分かる。このことからD0 0.3mg/l以上では、硝化はほぼ同程度に進行しているが、D0 0.1mg/lの場合、流入下水の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ と変わらず全く硝化が起きていないことが分かる。一方、D0 0.3mg/l以上における処理水の $\text{NO}_3^-\text{-N}$ もほぼ同じレベルであり、流入下水のT-Nと処理水のT-Nの差はほとんどないことから脱窒は起きていないことが分かる。D0 0.1mg/lの場合の処理水の $\text{NO}_3^-\text{-N}$ は、硝化が起きていないので1mg/lと低い。以上のように、D0 0.3 mg/l以上では硝化は起こるが脱窒が起こらず、D0 0.1 mg/lでは硝化が起こらないことから、硝化と脱窒が同時に起こるようなD0値があるとしても、そのためのD0制御は極めて困難であり実用的な面からみると間欠曝気方式のように、好気と無酸素の状態を明瞭に作りだす方が運転も容易であり、安定した処理水が得られるのではないかと考えられる。

4. あとがき 硝化に関するD0の飽和定数は0.12mg/lとかなり小さい値となった。また、脱窒についてもその依存性をMonod型で表わした場合、0.03mg/lと小さな値が得られた。低D0での連続流実験からも回分実験の結果と同様の傾向がみられた。し尿など高濃度廃水に対して、低D0で硝化、脱窒を同時に起こす運転法も考案されているが、都市下水のように低濃度廃水の場合、実用的にはD0コントロールの難しさが、また生物相の変化も予想されることから慎重な検討を要すると思われる。

(参考文献) 1) 荒木、古賀、井前ら: 衛生工学研究論文集、Vol.22、1986

2) 石川、中西ら: 衛生工学研究論文集、Vol.22、1986

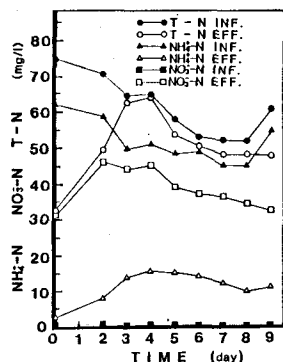


図-6 連続流実験(D0=0.8)

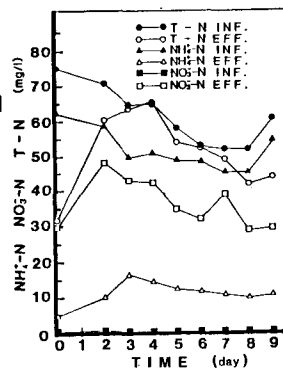


図-7 連続流実験(D0=0.3)

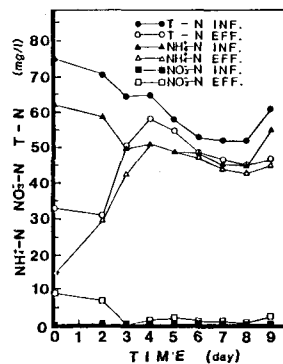


図-8 連続流実験(D0=0.1)

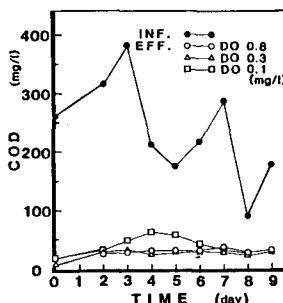


図-9 連続流実験(CODCr)