

日本大学 工学部 正員 ○ 中村玄正
(株)オリジナル設計事務所 正員 藤巻洋一

1. はじめに

硝化能力が大きく、負荷の変動に強い固定床式好気性生物処理法には散水戸床法や回転円板法・接触工アレーション法がある。ことに接触工アレーション法は、接触材を工夫することによりある程度の溶着化が可能であり、他の二法より所要表面積を小さくすることが可能である。本報告は、接触工アレーション法によってBODの除去や硝化・脱窒素に関する実験を行ない、主に窒素類の消長と関係因子について考察を加えたものである。

2. 実験装置および方法

実験装置を図-1に示す。接触槽は1槽当りの有効容量6ℓのもの4槽設置し、各槽には、接触材としてプラスチック製の網を取付け、槽底部より、片側散気方式によるエアレーションを行っている。脱窒素槽は有効容量9.4ℓで、マグネチックスターラーで一部攪拌し、一部には接触材を設置している。脱窒素槽のあとには処理水の安定のため容量6ℓの再曝気槽を設けている。

原水はスキムミルクを主体とした人工下水であり、 NH_4^+-N 源として NH_4Cl 、pH調整・アルカリ源として NaHCO_3 を添加している。また、脱窒素プロセスにおける有機炭素源としてはメタノールを用いた。流入水量は90ℓ/日であり、接触酸化槽の滞留時間は6.4時間、中間沈殿池(S1)1.7時間、脱窒素槽2.5時間、再曝気槽1.6時間、最終沈殿池2.1時間となっている。

3. 実験結果と考察

図-2に流入水と処理水のBODの経日変化を示した。平均的な流入水のBODは75 mg/l 程度であるが、5~20日目頃には、処理水のBODが10~40 mg/l とかなり高く、不安定であった。これは、脱窒素過程での水素供与体としてのメタノールの添加過剰が原因したものと考えられた。なお、21日目以降ではBOD1~9 mg/l と極めて安定した値が得られている。図-3、4は流入水と処理水の NH_4^+-N 、および中間沈殿池と処理水の NO_3^--N の経日変化を示したものである。20日目前後において、処理水の NH_4^+-N が5~18 mg/l 程度検出されているが、これは、接触槽の空気量が減らしたことによる硝化効率の低下の結果によるものである。また、8~12日目頃において、処理水中に NO_3^--N が見られているが、この時期、脱窒素槽の補修のため、プロセスの途中で流れを遮断させたことによるものである。処理プロセスの維持がほぼ完全であった23日目以降においては、硝化・脱窒素は極めて良好に進み、処理水中の窒素類は最大でも3 mg/l であり、また、ガスの発生量もほぼ計算値に近い値を得ることができた。図-5は、25日目以降15日間の各処理過程における主要水質

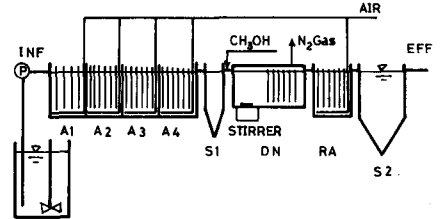


図-1 実験装置

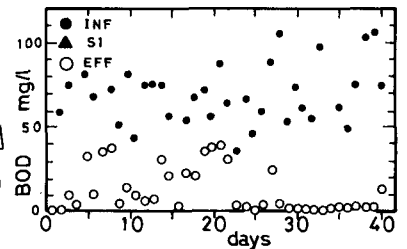


図-2 BODの経日変化

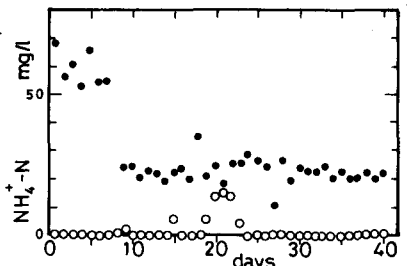


図-3 NH_4^+-N の経日変化

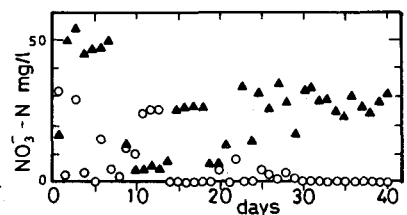


図-4 NO_3^--N の経日変化

項目の変化を示したものである。

この結果より、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ は、第3槽までに殆んど酸化されていることがわかる。また、この酸化反応は二段で行なわれると考えられ、その速度定数は、 $k_1 = 0.24 (\text{1/hr})$ 、 $k_2 = 1.49 (\text{1/hr})$ の値であった。 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の酸化に伴ない、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ が徐々に増加し、第4槽で28 mg/lとなり、脱窒素槽で脱窒されて1 mg/l以下となっている。なお、脱窒反応を1次反応と考えたときの速度定数は0.88 1/hrであった。

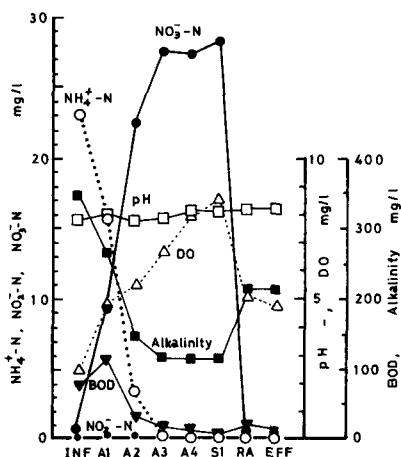
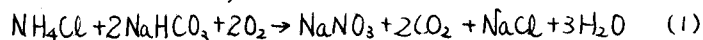


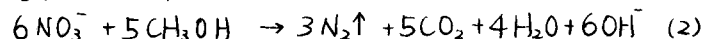
図-5 槽内変化

た。アルカリ度は硝化の進行に伴って減少し、流入水で340 mg/lであるのに対し、S1では120 mg/lとなり、脱窒素槽で解放されて220 mg/lとなっている。図-6は $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の減少に伴うアルカリ度の減少量を示したものであり、この場合の反応系は次式で示される。



これより、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 1gを硝化する際アルカリ度として7.14gを消費することがわかり、ほぼ理論値に近い消費がみられている。また、アルカリ度が不足した場合には、pHが低下し硝化の進行が停止する。図-7は、S1における残存アルカリ度と硝化率の関係を示したものであるが、これより、硝化の完遂のためには、残存アルカリ度を少なくとも50 mg/l以上に保つことが必要であろう。また、硝化に及ぼす影響としては、空気量や槽内溶解酸素が極めて大きい支配因子の一つであり、固着性生物膜のような膜厚の大きな処理法では、酸素移動の推進因子として攪拌力や流速、膜内での酸素濃度勾配等を解明することが課題であろう。

次に、脱窒素プロセスにおいて、水素供与体として CH_3OH を用いた場合の反応式は、次のように示される。



この場合のC/N比は1.9となる。一方、McCartyは廃水中の溶解酸素や亜硝酸塩の影響を考慮して CH_3OH 添加量の式として、

$$C_m = 2.47(\text{NO}_3^-\text{-N}) + 1.53(\text{NO}_2^-\text{-N}) + 0.87(\text{DO}) \quad (3)$$

を提案している。図-8は、C/N比と脱窒素率の関係を示したものであり、C/N比をほぼ2.7以上にすれば90%以上の脱窒素率を得られることがわかった。

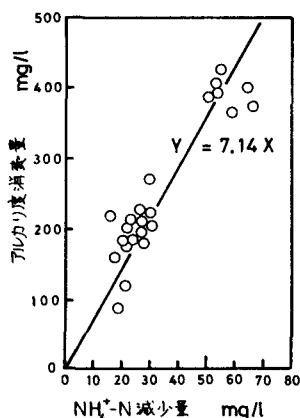


図-6 アルカリ度の消費量

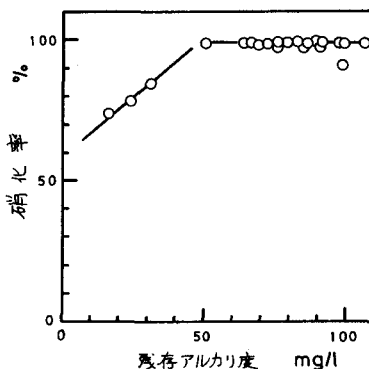


図-7 残存アルカリ度

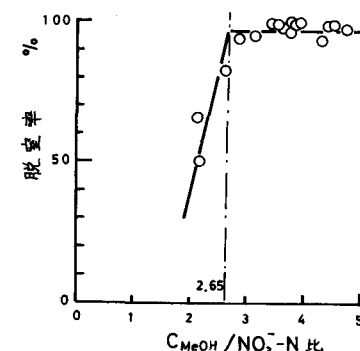


図-8 C/N比と脱窒素率

4. おわりに

接触工アレーション法による硝化と脱窒素に関し検討し、本法の有効性を明らかにした。しかしながら、処理法としての未解決の課題が数多く残っており、今後さらに一処理法として確立していくための検討が必要であろう。なお、本研究を進めるにあたって、実験にご協力頂いた本学卒業生 片岡 隆、佐藤義和、田代杉樹、高橋茂、高橋則安君の諸氏に心から謝意を表します。