

II-364 粒状ろ層による硝化脱窒

東京大学 学生員 滝沢 智
 東京大学 正 員 藤田 賢二

1. はじめに

我々は、粒状ろ層の下部から曝気を行う”曝気粒状層”によって、効率的な硝化反応が行なえることを既に示した。今回の実験では、更に曝気粒状層の後に脱窒素層を設けることにより、水中の窒素を完全に除去することをめざした。

2. 実験方法

図-1に実験装置の概略を示す。ろ材にはアンスラサイトを用いた。AからCの3本の反応層は硝化のためのもので、ろ材径はそれぞれ1.41-2.00mm, 3.36-4.00mm, 4.77-5.67mmであり、下部より183-549m/dの速度で曝気した。ろ過速度を100m/dにするとA筒は通水不可能になったため、BおよびC筒のみを用いた。D筒は脱窒素のためのもので、ろ材の直径は4.00-4.77mmであった。ろ層の深さは、B, Cはともに80cm、Dは63cmであった。水温は20.0-21.2℃、脱窒素層でのpHは6.46-7.74でほとんどは7.25±0.07の範囲にあった。原水の窒素濃度はアンモニア性窒素として8-10mg/l、亜硝酸性窒素および硝酸性窒素はともに0.5mg/l以下であった。硝化反応プロセスを経た後には、アンモニア性窒素が最大で約2.0mg/l、残りのほとんどは硝酸性窒素まで酸化されており、亜硝酸性窒素は0.5mg/l以下であった。硝化層に於いては、pH緩衝のために重炭酸ソーダを加え、脱窒素層に於いては有機炭素源としてメタノールをTOCとして約10または20mg/l加えた。また、比較のためにメタノールを加えない測定も行なった。測定項目は、NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, pH, アルカリ度, DO, ORP, TOCである。

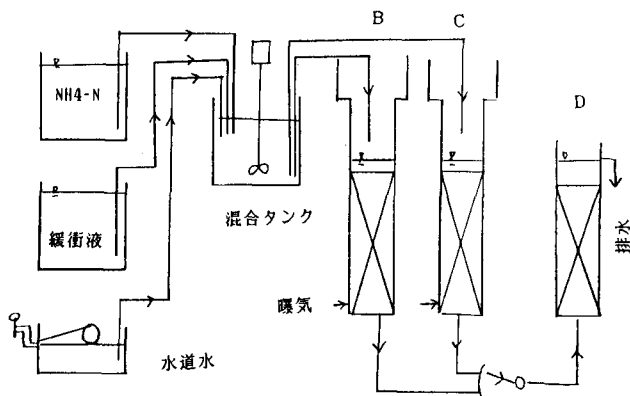


図-1 実験装置

3. 実験結果

本実験の硝化脱窒素プロセスによって得られた結果を列挙すると次のとおりである

- (1) 総窒素除去率 78.1-91.0 %
- (2) 処理水水質 NH₄-N 0-1.87mg/l, NO₂-N 0.10-0.45mg/l, NO₃-N 0.10-2.37mg/l
- (3) 残留TOC 0.53-15.80mg/l
- (4) 窒素除去速度 0.81-1.29kg-N/m³/d
- (5) 平均炭素要求量 1.27 mg-C/mg-N
- (6) 平均アルカリ生成量 3.23 mg-CaCO₃/mg-N

(7) 平均洗浄間隔 B-2ヶ月, C-6ヶ月以上, D-4.3日

(8) 脱窒素層内菌体収率 0.242-0.279 mg-C/mg-TOC

4. 反応次数と反応速度

図-2に示すように、脱窒素反応に於いて NO_2+NO_3 が2ppm以下になると、曲線的に減少する。そこで図-3のように NO_2+NO_3 の対数をとると、次に示す1次反応式で近似できる。

$$dN/dt = -k * N$$

k: 反応速度定数

各測定について求めたkの平均値は、0.237 1/minであった。

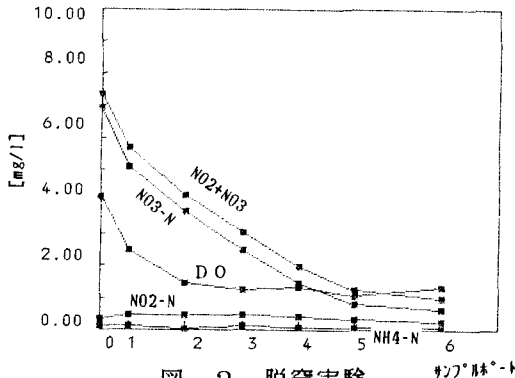


図-2 脱窒実験

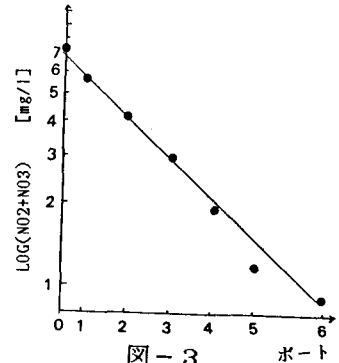


図-3

5. 有機物要求量について

McCarty (1969)によると、脱窒素反応に於けるメタノール要求量(TOC換算)は、化学量論式に消費率1.30をかけることによって次の式で表わされる。

$$\text{要求量mg-C} = -(0.713 * d\text{NO}_3 + 0.443 * d\text{NO}_2 + 0.251 * d\text{DO}) * 1.30$$

本実験において微生物増殖量から求めた消費率の平均は1.33であった。また、本式を用いて理論要求量を計算し、測定したTOC変化と比べてみると、実測値の方が0.08-2.09mg/l大きくなっている。そこで、上記の消費率をを再検討するために、 NO_2 , NO_3 については消費率1.30のままとし、測定したTOC変化から NO_2+NO_3 によるTOC要求量を引いたものをDOによる要求量としてDO減少量との関係を求めたのが図-4である。このようにきれいに直線にのり、傾きから求めたDOによる消費率は、2.255であった。この結果からメタノール要求量は次の式で表わされる。

$$\text{要求量mg-C} = -((0.713 * d\text{NO}_3 + 0.443 * d\text{NO}_2) * 1.30 + 0.251 * d\text{DO} * 2.255)$$

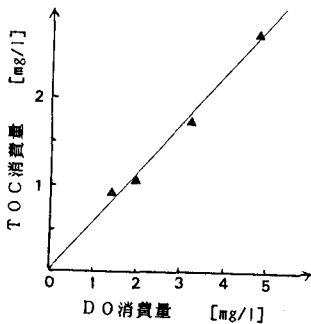


図-4 DOによるTOC消費