担体流動・生物ろ過方式浄化槽の容積比率と窒素の除去について

東北工業大学大学院　学生会員　○齋藤　茂
東北工業大学　正会員　江成　敬次郎

1.背景と目的

近年、小型合併処理浄化槽のうち既存のタイプと比較し、処理性能が同等以上で容積を 30～40%削減した小容量型の浄化槽が設置基数を延ばしている。なかでも、二次処理の上部に担体流動槽、下部に生物ろ過槽を組み合わせた構造（下降流）のものが登録型式、設置基数ともに多い。限られた容積で処理を行う場合、担体流動槽、ろ過槽各部の処理機能を把握し十分に発揮させることが必要と考えられるが、その点について十分に検討されていない現状である。そこで本研究では容積比率に着目し、この比率を変化させた場合にどのような影響が現れるのかを、窒素の挙動を調べ硝化、脱窒を含む窒素除去について検討した。

2.実験方法

2.1 実験期間　平成 13 年 9 月 30 日～平成 14 年 1 月 7 日まで

2.2 実験装置

透明円筒アクリルパイプを用いて担体流動部とろ過部からなる実験槽を作成し、容積比率がそれぞれ 1：1 の系 1 と 2：1 の系 2 の 2 つの条件を設定した。図 1 に実験槽の概略図を示す。1ｃｍ^3 のポリエチレン製多孔性担体を、上部の担体流動部には流動性確保のため 1/8 にカットしたものを 30%程度充填し、下部のろ過部にはそのまま 90%程度充填した。なお本実験においては、平成 13 年 8 月から約 3 週間行った予備実験により生物膜の付着がみられた担体を用いた。

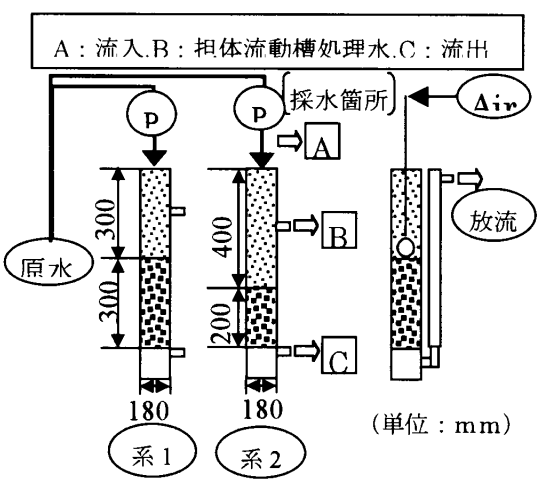

図-1　実験装置概略図

2.3 実験条件

原水は、市販の牛乳と、無機塩類を補充するため、BOD 希釈水 A,B,D 液、NH_4Cl を添加し、BOD 濃度 200ｍｇ/L 程度、NH_4-N濃度 10ｍｇ/L、PO_4-P 濃度 4ｍｇ/L になるように調整したものである。これを定量移送ポンプを用い 16L/日で各系に流入させ、1 日ごとに作成した。送風量はばっ気強度を揃え、系 1 を 2L/分、系 2 を 2.7L/分に設定し、ろ過部の逆洗は蓄積した SS や逆洗時期について検討するため行わなかった。実験槽は恒温室に設置し 20℃の一定温度で実験を行った。

2.4 採水箇所及び測定項目

採水は図-1 に示すA、B、C の 3 箇所から月、水、金曜日に行った。測定項目はｐH、T-BOD、D-BOD、N-BOD 、COD_{Mn}、D-COD_{Mn}、SS、各無機態窒素、PO_4-P であり、D-BOD、D-COD_{Mn}、各無機態窒素、PO_4-P 等については ADVANTEC 社のガラス繊維ろ紙（1μｍ）でろ過したサンプルを測定に供した。

3.結果と考察

3.1 各無機態窒素濃度の経日変化

図-2、3 に各無機態窒素の経日変化を示す。NH_4-N濃度は各系とも実験開始後 20 日目あたりから減少し始め、40 日目あたりからほぼ一定の値を示しているが、系 1 は 70～99 日目にかけて、再び濃度の増加、減少が認められる。また、NO_3-N濃度の変化から、硝化の安定性は系 2 の方が良好な傾向を示していた。

3.2 硝化率と硝酸生成率

キーワード　浄化槽、担体流動槽、生物ろ過槽、容積比率、窒素除去
連絡先　（〒982-0831 仙台市太白区八木山香澄町 35 番 1 号・電話 022-229-1151・ＦＡＸ022-229-8393）

担体流動部で硝化が認められた 20 日目以降の平均値を用いて、以下に示す式で硝酸生成率と、亜硝酸と硝酸を合わせた全体の硝化率を求めた。ここでは同時脱窒による分は含めずに計算した。その結果を表-1 に示す。

硝酸生成率＝（担体流動槽－流入）NO_3-N濃度÷流入NH_4-N濃度

硝化率＝（担体流動槽－流入）NO_x-N濃度÷流入NH_4-N濃度

21～99 日までの硝化率は系 1 で約 25%、系 2 で約 23%と全体では大きな差は認められなかったが、各期間ごとに比較すると初期の増加は系 1 の方が大きく、81 日目以降は系 2 の方が大きな値を示している。硝酸生成率は全体的に系 2 が高い値を示している。系 1 は 61～80 日目に約 30%に達するものの、次の期間で半分以下まで低下し変動が大きいが系 2 は 61 日目以降、安定して約 30%の硝化率を示している。

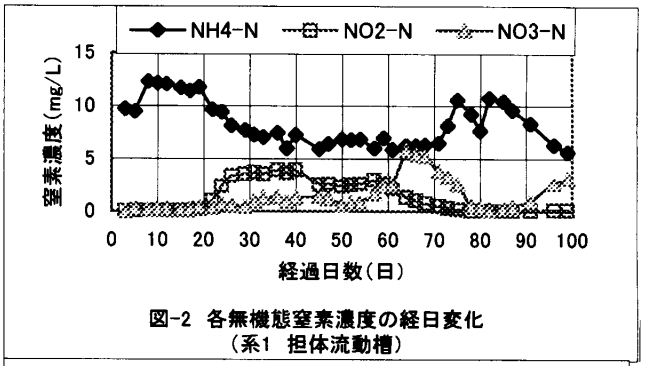

図-2 各無機態窒素濃度の経日変化（系1 担体流動槽）

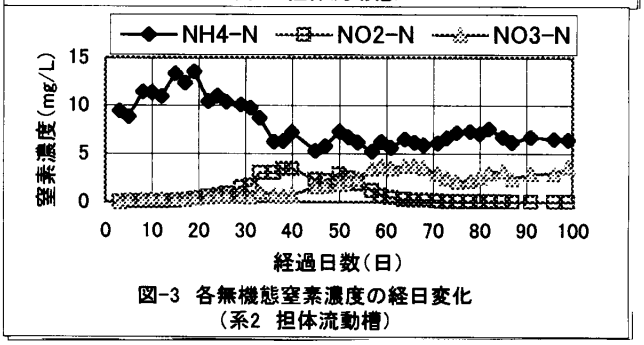

図-3 各無機態窒素濃度の経日変化（系2 担体流動槽）

表-1　硝化率と硝酸生成率　（単位　%）

	21～40 日目	41～60 日目	61～80 日目	81～99 日目
系 1	34.4（3.2）	34.6（9.7）	37.3（30.9）	12.4（12.4）
系 2	20.3（1.2）	39.4（21.2）	29.6（28.4）	30.7（30.6）

＊かっこ内の値は硝酸生成率

3.3 窒素除去率

原水のＴＮ濃度（約 13mg/L）と各期間の流出ＴＩＮ（ＴＮ≒ＴＩＮであったため）濃度平均値から窒素除去率をもとめ、図-4 に示す。0～20 日目でも除去率が認められたが、この期間は硝化がほとんど認められなかったことから、主に生物に転換した分と考えられた。また、40 日目あたりを境に前半は系 1 が高く、後半は系 2 が高い値を示している。これは、前半、系 1 の亜硝酸生成が系 2 に比較し早く進行したこと、後半、系 2 で硝酸生成が安定して進行したことによると考えられた。

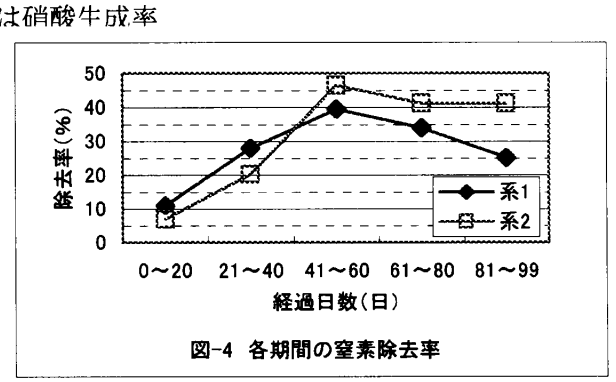

図-4 各期間の窒素除去率

3.4 窒素除去量とその割合

図-5 に全期間における窒素除去量とその割合を示す。生物に転換した窒素量を生成した汚泥量の約 12%と仮定し、その値を全窒素除去量から減じたものを硝化、脱窒による分とした。窒素除去量は系 1 が約 6.7g、系 2 が約 8.2g と系 2 の方が高い除去量を示した。また、硝化、脱窒による除去量の割合は、系 1 で約 20%、系 2 で約 34%と 14 ポイントの差が認められた。

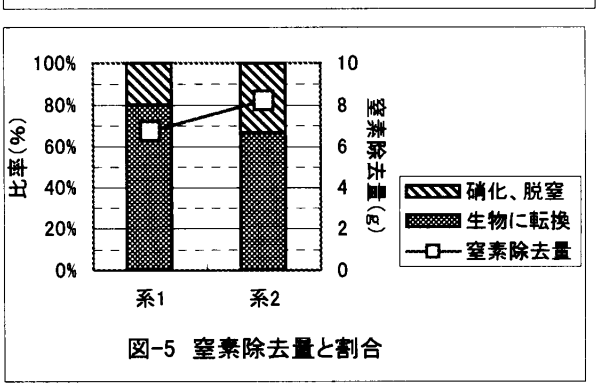

図-5 窒素除去量と割合

5.まとめ

- 担体流動槽の容積を大きくすると、容積が小さい場合と比較し硝酸生成率が高く、硝化が安定して生じた。
- 全期間の窒素除去量は流動槽容積の大きい系 2 が約 8.2g、小さい系 1 が約 6.7g となり、流動槽容積の大きい方が高い値を示した。
- 生物に転換した窒素量を生成した汚泥の約 12%と仮定すると、窒素除去量内の硝化・脱窒の割合は、各系でそれぞれ 20%、34%であり、約 14 ポイントの差が認められた。