

上向流バイオフィルターによる都市下水処理

宮崎大学工学部 ○学員 三木幸浩 正員 岡部 聡
正員 渡辺義公

1. はじめに

既往の研究^{3), 4)}において上向流バイオフィルター (Up-flow Aerated Biofilter以下UABと示す) の都市下水処理特性として、高い有機物除去、アンモニアの硝化、さらに処理水を返送することにより効率的に窒素除去が可能であることが示唆されている。また構造上単純であるため、維持管理が容易であり、建設コストも安価である。しかしながら詳細な処理特性が未解明であり、全窒素除去の観点からの十分な検討は行われていない。そこで本研究の目的は①フィルター枚数の曝気効率への影響、②槽内細菌密度分布の測定、③最大窒素除去を可能にする最適条件の組合せを決定することである。

2. 実験装置と方法

本実験で用いたUABは、直方体(23×23×85cm)の水槽(容量45L)の中にステンレス製金網を下水の流れに対して垂直、等間隔に配置した簡単な構造をしており、装置下部から原水と空気を流入させて、その金網上に生物膜を形成させて、汚水を生物学的に吸着、酸化する下水処理装置である。UAB装置図を図-1に示す。

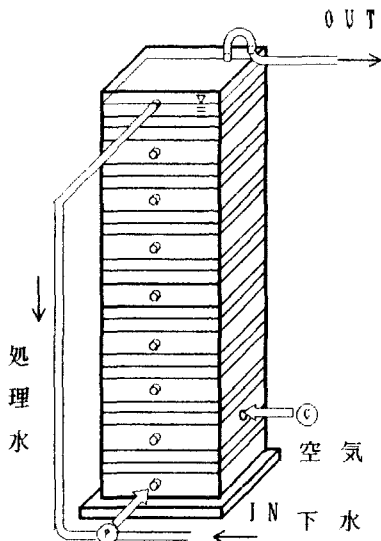


図-1 UAB装置図

本装置はフィルター枚数の調節が可能であり、特筆しない限り24枚で実験を行った。流入基質と

して宮崎市木花処理場の最初沈殿池流出水を用いた。水質分析項目はTOC, DOC, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, DO, SSであり、DOC, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ は試料を0.45 μm メンブレンフィルターで濾過した後分析を行った。TOC, DOCはShimazu TOC-5000を用い、 $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ はイオンクロマトグラフィー (DIONEX QIC Analyzer) を用いて測定した。SS, DOは下水道試験法¹⁾に基づき測定を行った。他栄養性細菌、アンモニア酸化細菌、亜硝酸酸化細菌数はフィルター上に付着した生物膜を任意量採取し、土壌微生物実験法²⁾に基づき定量を行った。

3. 実験結果と考察

曝気効果

UABの特徴として少ない曝気量で高いDO濃度を得ることである。UABの曝気効果を検討するため、 N_2 でDO調整を行った水道水を装置に流入させフィルター枚数16枚、24枚について生物膜が付着していない状態で実験を行った。このときの運転条件は水理学的滞留時間(HRT) 5hr、曝気量=300ml/minとした。図-2から分かるように、フィルター枚数に係わらずDO濃度は増加し、採水口NO.3ですでに飽和濃度8.11mg/L(平均水温25℃の時)に達した。一方、生物膜の十分に付いた状態で都市下水を流入させ、曝気量=360ml/minで行った場合と比較すると、著しくDOは生物によって消費された。流入原水のDO濃度は殆ど0mg/Lで徐々に増加し、流出部で16枚、24枚の場合それぞれ2mg/L、3mg/Lに達した。

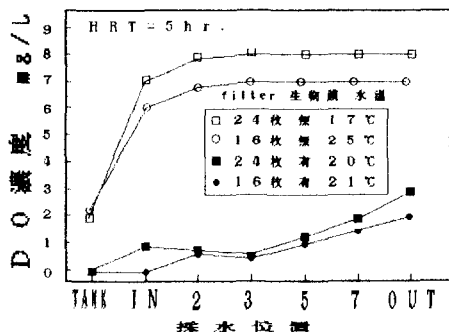


図-2 DO分布

細菌分布
通水後、処理性能が定常に達した段階で他栄養性

細菌、亜硝酸酸化細菌およびアンモニア酸化細菌数を測定し、図-3のような結果を得た。槽内には図-4に示す様に濃度分布が存在するが、各種細菌は同様の存在比（他栄養性細菌：アンモニア酸化細菌：亜硝酸酸化細菌＝ 10^4 ： $10^{2.5}$ ：1）で槽内に一様に存在していた。

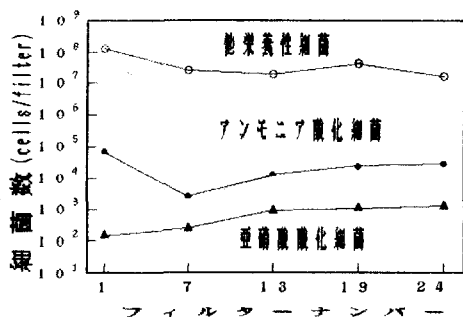


図-3 槽内細菌数

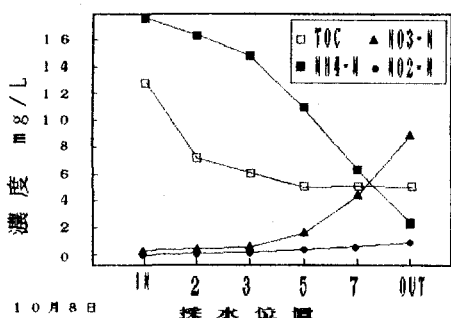


図-4 UAB内水質分布

脱窒効率

最大窒素除去を得るための最適条件を決定するために、返送比（下水流入量：処理水返送量）と曝気量を変化させて実験を行った。まず、図-5では曝気位置を最下部より2段目で返送比＝2：1、1：1、1：2、1：3の条件で実験を行った結果、返送比1：3で最大窒素除去率40%が得られた。このとき硝化率は80%であり、全窒素除去率は硝化率によって律速していると考えられる。処理水返送量をこれ以上増やすことは装置底部でのDO濃度上昇を招き、これ以上の窒素除去は望めない。窒素除去率を向上させるためには硝化率を促進させなければならない。曝気位置を最下部に下げ、返送比1：3、曝気量を360, 240, 120 mL/minと変え窒素除去率を検討した。その結果、窒素除去は曝気量360 mL/minで45%まで向上した。この時の硝化率は90%であった。

以上のことから本研究で行った実験条件の組合せ

に於て窒素除去の最適操作条件は最下部の曝気位置で曝気量360 mL/min、返送比＝1：3、であった。

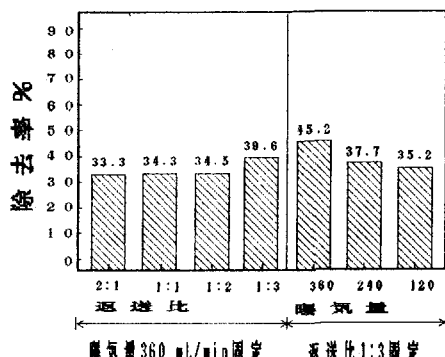


図-5 全窒素除去率

4. おわりに

本研究の結論は以下に示すとおりである。

- ① フィルター枚数16、24枚による曝気効率の差はあまりなかった。
- ② 槽内の他栄養性細菌、アンモニア酸化細菌および亜硝酸酸化細菌は同様の存在比で一様に存在した。
- ③ 最適窒素除去のための条件組合せは曝気位置を最下部において返送比＝1：3、曝気量＝360 mL/minであった。

細菌分布に関しては、脱窒細菌数が未測定であるため完全にUABの生物学的特性をサポートしているとは言えないので今後の課題にしたい。また本装置は他の下水処理法との組合せにより家庭排水などの簡易下水処理システムとして使用可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 下水道試験法：社団法人、日本下水道協会1974年版
- 2) 土壌微生物実験法：土壌微生物研究会編、養賢堂発行1975年版
- 3) 荒田朋睦：上向流式バイオフィルターの開発に関する研究 1992年、宮崎大学工学部修士論文
- 4) 春田勇二：上向流バイオフィルターによる下水処理に関する研究～硝化と脱窒～1993年、宮崎大学工学部修士論文