

# 浄化槽補助を目的とした気泡塔型曝気装置の 有用性と問題点

田中 孝国\*<sup>1</sup>, 中村 百花\*<sup>2</sup>, 加藤 滉平\*<sup>3</sup>

## The utility and limitations of bubble column type aerator for supplement of septic tank

Takakuni TANAKA, Momoka NAKAMURA and Kouhei KATOU

Septic tank is equipment for sewage treatment using microorganisms. The purpose of this investigation is to establish the treatment processes for highly concentrated wastewater including oil by the combination of septic tank and auxiliary equipment (bubble columns reactor). We evaluated and emphasized the performance of auxiliary equipment for wastewater treatment. Experimental data obtained from COD-Cr and BOD showed the degradation of carbon source by our bubble columns reactor. In addition, artificial waste water including oil (more than 500 mg/L) was not able to degraded, scum floated in equipment. As a result, it can be concluded that septic tank with auxiliary equipment needs detailed study to upgrade its performance for treating wastewater including oil.

KEYWORDS : Septic tank, bubble column, BOD, Oil, n-HEX value

### 1. はじめに

現在, 家庭用浄化槽として普及の進む合併浄化槽(以下, 浄化槽)は, 下水道等が未整備地域で設置が義務付けられている排水処理装置である。浄化槽の処理能力として, BOD 除去率 90%以上(放流水時の BOD 濃度は 20mg/L 以下)が求められている。5~10 人の家庭用小型浄化槽は, 生活排水排出量約 1m<sup>3</sup>/日<sup>1)</sup>を処理しているとされ, メンテナンスの煩雑さという問題はあるが, 浄化槽の排

水処理能は活性汚泥に匹敵するとされている<sup>1)</sup>。

しかし, 排水に含まれる油脂分(以下, 油分)は, 浄化槽の管路や壁面等に付着して処理能に影響を及ぼすだけでは無く, 腐敗による悪臭の要因となっている<sup>2)</sup>。通常浄化槽は, 約 200 [mg/L] の濃度の油分含有排水であれば, 油分を約 50-60% 分解処理すると報告されている<sup>3)</sup>。この濃度を家庭用排水に例えると, 5 人家族で排出される油分濃度は約 30mg/L とされているため, 処理可能である<sup>4)</sup>。ただし, 具体的な濃度は不明であるがこの濃度以上の油分が流入した場合は, 浄化槽にお

\*1 物質工学科(Dept. of Materials Chemistry and Bioengineering), E-mail: Tanakatakakuni@oyama-ct.ac.jp

\*2 物質工学科(Dept. of Materials Chemistry and Bioengineering)

\*3 専攻科(Advanced Course of Materials Chemistry and Bioengineering)

ける生物処理等を阻害する<sup>5)</sup>ことが知られている。グリストラップを経由した場合も、装置のメンテナンス不足や流入する瞬時流量が高い場合、グリストラップの機能が発揮出来ずに浄化槽へ油分が流入する状況が見られることが問題になっている。

油脂排水の問題を解決するための様々な取り組みが行われている。田所らの報告では、油分濃度 370mg/L の高濃度であっても、曝気を強く行えば、油分除去率は 97% と報告しており、十分な曝気による処理性能確保の可能性を示している<sup>4)</sup>。木佐貫らはコンビニエンスストアの浄化槽の改善策として、浄化槽への送風量(曝気量)の増加による成功例を示している<sup>7)</sup>ことから、曝気による油分処理の効果が期待出来る。

我々は株式会社レック EM 益子が開発した、強い曝気作用を持つ気泡塔型排水処理装置(マシコクリーン)の評価試験を行っている。この装置は、浄化槽流入前の排水を化学的・生物学的に酸化分解することで、浄化槽負荷低減を目的として開発された。これまでの我々の結果によれば、本装置は BOD や COD 成分の強い分解除去効果があることが判明している<sup>8)</sup>。本報では、食用油をモデル油分として採用した場合のマシコクリーンの示す処理能の変化について評価・検討を行ったので報告する。

## 2. 実験操作

### 2.1 気泡塔型排水処理装置(マシコクリーン)について

実験に使用した気泡塔型排水処理装置は 1/75 スケールであり、図 1 および表 1 の様に 3 重管構造により構成されている。装置の 1 番内部の管(図 1 中の①)に上部から空気がブローヤーによって送り込まれ、下部の小さな孔から 2 番目の管に空気が送られる。同時に排水が 2 番目の管(図 1 中の②)上部から流入し、2 番目の管内部で排水と空気が激しく混ざる(図中②の DO は 6.0~7.0 [mg/L])。続いて、2 番目の管の下部にもスリット状の隙間が存在するため、その隙間を通過して排水が外側の管(図 1 中の③)と行き来する構造体である(図中③の DO は 1.0~2.0 [mg/L])。

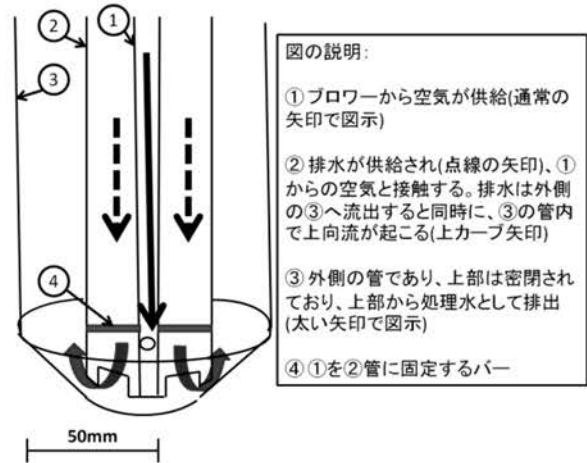


図 1 反応装置における空気および処理水の流れの様子<sup>8)</sup>

表 1 反応装置を構成する管の仕様<sup>8)</sup>  
(アクリル製、高さ 400mm、厚さ 5mm)

図 1 中の管	管の内径 [mm]	その他
①	15	下部に直径 2mm の孔が 4 つ
②	50	下部に 25×5mm のスリットが 4 つ
③	110	

処理後の排水は、反応装置の上部から流出する。DO や ORP の数値等から、この装置は好気的な反応のみ行われる装置であることが我々の以前の報告により判明している<sup>8)</sup>。従って、嫌気部分や循環経路が無い構造的な問題による、脱窒や脱リン作用が欠如している問題点が存在している。

### 2.2 模擬排水処理実験

油分含有排水の処理実験は連続培養とし、浄化槽に流入する排水の BOD 値<sup>5)</sup>に近似させた模擬排水(表 2)と希釈水を一定流量(215 [mL/h])で同時に流入させた(図 2)。まず、排水処理センターの活性汚泥微生物群(MLSS 3,000~4,000 [mg/L])を同濃度になるように添加し、1~2 日の回分培養を行い、微生物群の増殖と装置への定着を行った。その後、連続培養に移行した。培養条件は、曝気(通気量 3.0 [L/min])、温度(25~28 [°C])、容量 3.0L で実施した。

表2 希釈前模擬排水の組成

(以下の溶液を更に水で13倍に希釈後本実験に使用した, 5人未満家族を想定<sup>9)</sup>)

試薬名	容量 [g]
グルコース	3.00
ポリペプトン	3.00
リン酸二水素 カリウム	0.15
サラダ油	1.00, 0.50, 0.10, 0
水	1.00L

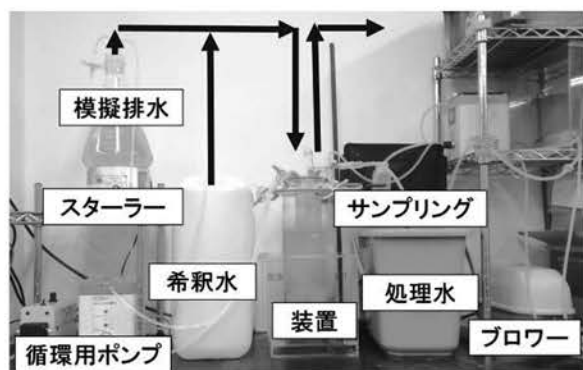


図2 実験装置図

続いて、添加油分濃度の設定を行った。田所らの報告では、油分濃度 370mg/L の分解に曝気強度 9 [m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>・h] 条件を提示している<sup>4)</sup>。我々の曝気条件を同単位に換算すると、60 [m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>・h] となるため、より高い油分濃度であっても分解処理の可能性があると考えた。そのため今回、模擬排水への添加油分濃度を 1000, 500, 100 [mg/L] と設定した。処理能評価のための測定項目については、BOD [mg/L], COD-Cr [mg/L], pH[-], ORP[mV], 排出浮遊物質(処理水の乾燥重量) [mg/L], n-ヘキサン抽出物量 [mg/L] の6種類を実施した。各測定は JIS に即した分析方法である<sup>9)</sup>。開始時の油分抜き排水の COD 値は約 600 [mg/L], BOD 値は約 200 [mg/L] である。油分含有の場合の COD 値は油分濃度 1000 [mg/L] 時は約 700 [mg/L], 500 [mg/L] は 670 [mg/L], 100 [mg/L] は 660 [mg/L] であった。一方、油分含有時の BOD 値は、バラつきが大きく正確な値を測定できなかった。そのため、今回は文献値<sup>4,5,7)</sup>などを参考にし、油分濃度 1000 [mg/L] 時は約 1600 [mg/L], 油分濃度 500 [mg/L] 時は 600 [mg/L], 油分濃度 100 [mg/L] 時は 250 [mg/L] とした。油分含有時の BOD 値測定法に

関しては今後の検討課題である。

### 3. 結果及び考察

油分を添加した場合の BOD 処理能について、図3に示した。図中の点線は、放流水時の基準値(20 [mg/L])である。図3より、全ての条件において基準値以下を満たすことが判明した。図9の油分 500mg/L 以上の n-ヘキサン抽出物量の結果と合わせて考えると、BOD が分解されているとは考えられないため、見かけ上の BOD を測定している可能性が考えられた。原因として、BOD 測定の際の5日間のうちに(測定容器内で)油水分離が起きてしまった可能性や、処理水サンプリングの前に油分が配管に付着除去されたことが考えられた。油分が混入したサンプルの BOD 測定に関しては様々な報告例があるが、乳化剤(薬品名は文献では不明)を使用する方法<sup>9)</sup>が有効であるとされているため、今後検討を行いたい。

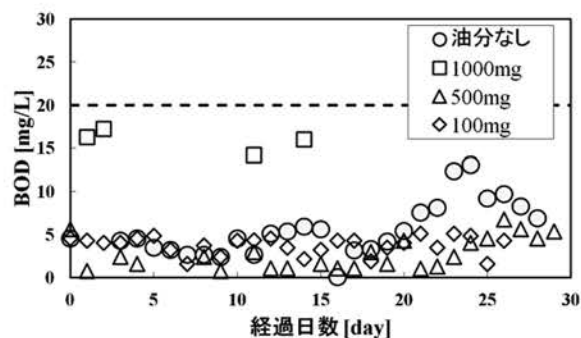


図3 BOD 値の経時変化

図4は油分添加の有無における COD-Cr の経日変化を示したものである。図4より、本装置は 500 [mg/L] までの油分を含んだ排水であれば、油分を含んでいない場合と同等の処理能を示すことが判明した。500 [mg/L] 以下の場合、添加された油分は模擬排水中に分散し、曝気による油分の分散(乳化)・化学酸化および生物酸化による処理を受けたものと考えられた。油分添加による装置への影響は、1000 [mg/L] の実験終了時にスカムの発生が見られたのみであった(図5)。今回使用したサラダ油は、水に不溶なオレイン酸の含有が 60%以上と高く、短時間での滞留曝気処理ではオレイン酸の二重結合を切断することは難しいとされている<sup>7)</sup>。従って、滞留時間を現在の約 14 時間より長く取ることが必要であると考えられたが、通常の浄化槽

は同時間程度の滞留時間でも分解を示す<sup>10)</sup>ことから含有油分濃度は 500 [mg/L] が処理限界である可能性が示唆された。本装置は浄化槽の前処理装置であることから、1000 [mg/L] の濃度を持つ油分排水が流入してきた時の浄化槽への影響を減少させる対応策が今後必要であると考えられた。

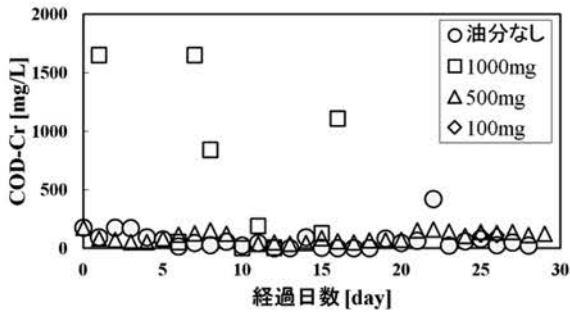


図4 COD 値の経時変化

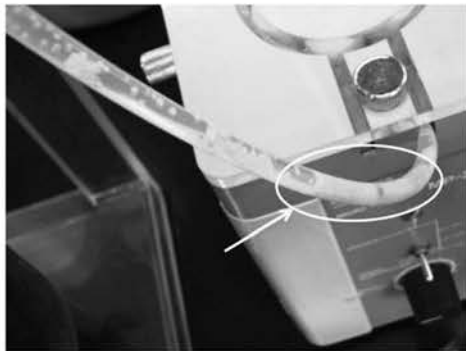


図5 実験中に発生したスカム(矢印部分)

図6には pH の測定結果を示した。図中の点線は中性域を示している。図6より、pH は 1000 [mg/L] を除き実験終了時まで中性域にあることが判明した。1000 [mg/L] は開始 7 日前後まで低い値を示していた。この理由は不明である。

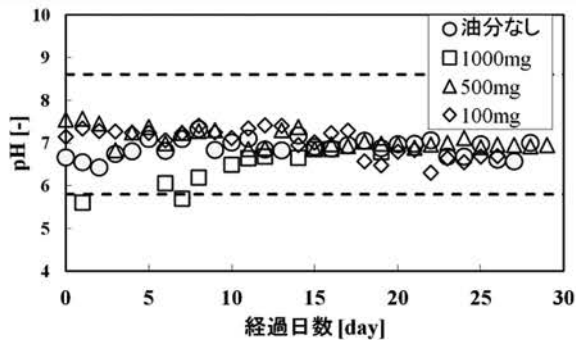


図6 pH 値の経時変化

図7は、酸化還元状態を示す ORP の経時変化である。全ての測定値が正の値であり、酸化状態であることが判明した。油分濃度が上昇するにつれて酸化状態も高い値を示している。詳細については不明である。尚、硝化反応は+100~120 [mV] 以上、脱窒反応-100~-200 [mV] で起こるため<sup>10)</sup>、脱窒反応は起きていないことが示唆された。

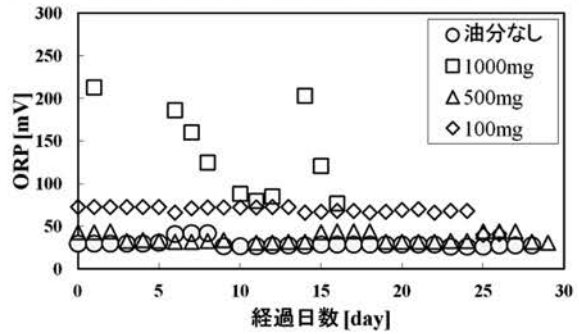


図7 ORP 値の経時変化

処理水中の排出浮遊物量を図8に示した。油分の有無に関わらずバラつきは見られた。浄化槽は、排出物浮遊量の除去率 30~50%<sup>11)</sup> が規定されていることから、本装置においても浮遊物質の流出量を抑制する手法を検討する必要があることが判明した。

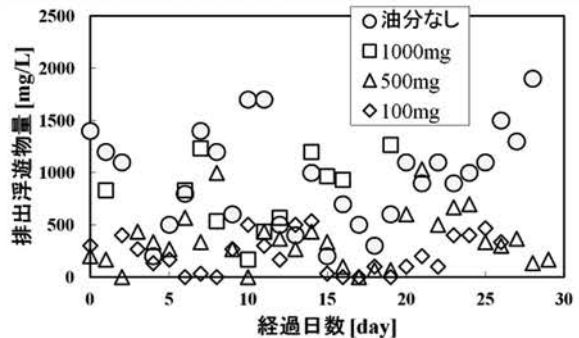


図8 排出浮遊物質量の経時変化

処理後の油分含有量を把握する手法として、n-ヘキサン抽出物量の測定を行った(図9)。処理開始前の n-ヘキサン抽出物量は、油分 1000mg 含有で 400 [mg/L] 以上(バラつきが多かった)、500mg で約 100~70 [mg/L]、100mg で約 20~40 [mg/L] であった。尚、油分無しの条件における n-ヘキサン抽出物量は差し引いた数値を示してある。図9中の点線は、浄化槽の放流基準値であるため、本装

置には適用されないが、処理の有無を確認したいため記載した。図9より、本装置は油分を分解する可能性が示唆されたが、未処理の油分が配管中に付着および剥離を繰り返すことによるものと考えられるデータのバラつきが見られ、正確な値を示していない可能性がある。今後、本装置による油分処理の限界を探るために、田所らの手法にならった水面に形成されたスカム(図10)の測定<sup>4)</sup>や、スカムを定期的に回収し定量的に分析することを考えたい。

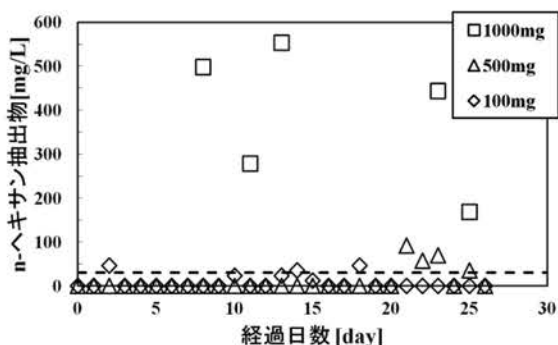


図9 n-ヘキサン抽出物量の経時変化

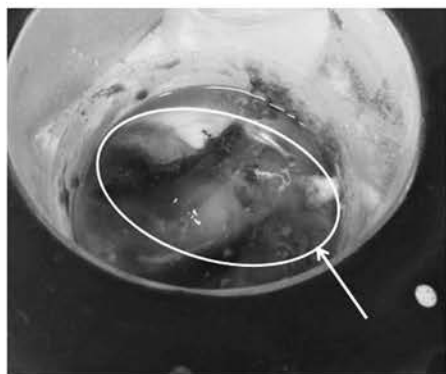


図10 実験終了後に観察されたスカム塊

#### 4. まとめ

本装置は、浄化槽前処理装置として開発された気泡塔型排水処理装置であり、強い曝気により排水の分解を狙っている。しかし、油分が排水に含まれると、BOD値は見かけ上分解が見られるが、COD値やn-ヘキサン抽出物量の結果より、油分含有濃度が500 [mg/L]以下でないと対応することが難しいことが判明した。

今後、より詳細な分解能を追求するために、油分含有排水のBODおよびn-ヘキサン抽出物測定

法、形成されたスカムの評価法について再検討を行いたい。また、油分含有排水処理を促進するために、油分分解細菌や酸化促進が望めるオゾンの追加を考えたい。

#### 謝辞

共同研究先である株式会社レック EM 益子の関係者の方々に深く感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 北尾高嶺：「浄化槽の正しい理解のために」、環境技術, Vol. 39, No.7, pp.434-439 (2010)
- 2) 岡庭長安, 中野孝二：「し原処理施設に搬入される浄化槽汚泥の問題点」、北海道大学衛生工学シンポジウム論文集, pp. 273-276 (1993.11)
- 3) 山海敏弘：「生活系・事業系排水の浄化槽による高度処理技術に関する研究」、平成15年度 環境保全研究発表会資料 18 (2003)
- 4) 田所 正晴, 桜井 敏郎：「小型合併浄化槽の処理機能に及ぼす油分の影響」、用水と廃水, Vol.36, No.9, pp10-17 (1994)
- 5) 松村博志：「動植物性油脂の汚濁負荷量について」、浄化槽, No.442, pp.29-31 (2013)
- 6) 中野拓治：「連続流入間欠ばっ気活性汚泥方式の農業集落排水施設のBOD除去性能とその支配因子」、農業土木学会論文集, No244, pp.21-28 (2006)
- 7) 木佐貫 隆：「高負荷流入条件にあるコンビニエンスストア設置浄化槽の水質改善事例」、用水と廃水, Vol. 49, No. 8, pp.703-709 (2007)
- 8) 田中孝国, 武笠巨堯：「浄化槽補助を目的とした気泡塔型排水処理装置の性能評価」、工業用水, No.618, pp.69-74 (2013.05)
- 9) 並木 博 編：「詳解 工場排水試験方法」、日本規格協会 (1986)
- 10) 社団法人 宮城県生活環境事業協会 浄化槽法定検査センター 仙台浄化槽センター技術研修会資料 (2009.07)
- 11) 社団法人 栃木県浄化槽協会, 浄化槽放流水の敷地内処理に関する指導基準 (準則)  
[http://www.tochigi-jiyokaso.or.jp/pdf/processing\\_standard\\_in\\_site.pdf](http://www.tochigi-jiyokaso.or.jp/pdf/processing_standard_in_site.pdf)

【受理年月日 2014年 9月9日】

