

# 連続処理浄化槽における炭素、窒素及びリンの物質収支に関する研究

赤田 陽介\*、石井 猛\*\*、繁 吉次\*\*\*

\* 岡山理科大学

\*\* 岡山理科大学教授・工学博士

\*\*\* 岡山理科大学・理学修士

岡山市理大町1-1

## 概要

ここ数年、水質汚濁は、重要な社会問題となっている。現在、下水道の代用として普及促進が図られている家庭用合併処理浄化槽には、設置面積、建設費用等の点で改良の余地がある。そこで著者らは、多大な設置面積と費用のかからない、ホースを利用した連続処理浄化槽による汚水の浄化に着目した。まず、ホースを利用した連続処理浄化槽を作製し、その内部に生物膜を繁殖させる。この浄化槽での正確な除去効率を測定する為に、汚水にはSSを含まない人工下水を使用する。測定は、各採水地点において採取した検体をガスクロマトグラフィー、分光光度計、イオンクロマトグラフィー等により炭素、窒素及びリンの濃度を測定し、物質収支求める。

## キーワード

連続処理浄化槽、ホース、人工下水、物質収支

## 1 はじめに

近年の諸産業の発展並びに人口の特定地域への過密化等は、著しいものがあり、それに伴う水質汚濁が大きな問題となっている<sup>1)</sup>。平成7年の岡山県内における生活雑排水の処理状況は、下水道35%、家庭用合併処理浄化槽11%である。又、生活雑排水を処理することのできない単独処理浄化槽、汲み取り式は、それぞれ21%、33%であり、全体の半数以上を占めている。この現状の背景には、農山村部や地方都市以外の市町村等、人口密度が低く住宅の散在した地域への下水道の普及の難しさが挙げられる。そこで、このような地域に対して下水道の代用として普及促進が図られているのが、家庭用合併処理浄化槽である。ところが、処理能力等の向上はみられるものの、設置面積、建設費用、及びメンテナンスの面で普及率が悪いという問題があり、改良の余地があると思われる。

その点に着目し、著者らは、場所をとらず変形自在なホースを使用した連続処理浄化槽を作製した。本装置の特徴は、ホースに排水を流すため完全に外気と遮断することができ、一度処理された排水が装置内を循環せず、連続的に処理される場所である。

本研究では、この特徴を利用して汚水としてSSを含まず、かつ下水中の成分が明らかである人工下水を用いることで、従来型の合併処理浄化槽では確認することが難しかった槽内での炭素、窒素及びリンの除去効率を明らかにすることを目的とし、研究を行なった<sup>2)</sup>。

## 2 実験装置

本研究で用いた実験装置を図1に示した。ホースは、全長 100m, 内径 10mm のものを使用した。汚水は人工下水を用い、ヘリウムガスを曝気させ、人工下水中のガス成分をヘリウムに置換した。人工下水の組成は表1に示した。人工下水はダイヤフラムポンプを用いて、処理槽に 13.64ml/min としして導入した。酸素の供給は、ダイヤフラムポンプの直後に酸素 20%, ヘリウム 80% の割合の混合ガスを 27.28ml/min で導入した。処理槽内は、30°C に恒温した。採水は 10m 毎に採水バルブを設け、ここで行なった。

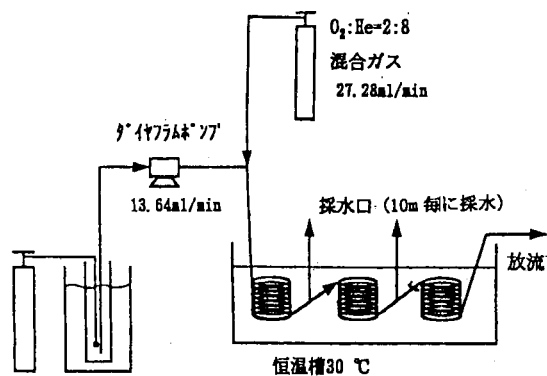


図1 装置図

表1 人工下水 (80 l) 中の成分の組成

Dextrin	14.40g	CaCl <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	0.08g
NH <sub>4</sub> Cl	6.00g	MgSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	0.08g
NaCl	6.00g	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1.80g

## 3 分析方法

pH は、採水後 pH メータ (HORIBA 製作所製 D-13 型) を用いて測定した。溶存酸素量 (DO) は、外気中の酸素が溶け込まないようにするために、小さなビニール袋を用いて、できるだけ外気に接触しないようにして DO メータ (HORIBA 製作所製 OM-14 型) を用いて測定した。全窒素 (TN), 全リン (TP) については、採水後、JIS (K0102) 工場排水試験方法に準じて分光光度計 (日本分光工業株式会社製 UBEST-35) を用いて測定した。液体中の無機炭素 (IC), 全有機炭素 (TOC) については大気に接触しないように、注射器を用いて、採水バルブからセプタムを通して採水した。その後速やかに、TN-TOC 計 (住友化学工業製 GCT-12N 型) を用いて測定した。

## 4 結果

本装置のホースを切断し、生物膜の繁殖状態を調べ、図2に処理槽内の構造を示した。厚さ約 0.3mm の生物膜がホースの内壁にほぼ均一に繁殖しており、処理面積は約 6.1m<sup>2</sup> となった。

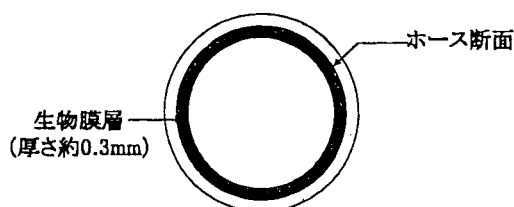


図2 処理層内の構造

装置内における pH の平均変化を図3に示した。pH 値は、10m 地点で 6.5 まで低下し、それ以降は 6.0 前後でほぼ一定に推移していた。

DO の平均濃度を図4に示した。DO 値は、10m 地点で 3.60mg/l まで減少し、それ以降は多少のばらつきはあるものの、徐々に減少していった。

TOC の平均濃度と平均除去率を図5に示した。TOC は、10m 地点で 42.35mg/l まで急激に減少し、それ以降も減少するものの40m 地点以降では、ほとんど変化は見られず、最終地点では、20.84mg/l であった。また、TOC の平均除去率は 71.9% であった。

IC の平均濃度を図6に示すと、10m 地点で 5.31mg/l まで急激に増加し、その後も緩やかな増加傾向が見られた。最終地点での平均濃度は 11.05mg/l であった。

TN の平均濃度と平均除去率を図7に示すと、10m 地点で 12.45mg/l まで減少し、それ以降も少しずつ減少したが、100m 地点でやや増加した。最終地点での平均濃度は 9.91mg/l であり、平均除去率は 39.0% であった。

TP の平均濃度と平均除去率を図8に示すと、10m 地点で 2.45mg/l まで減少し、それ以降も徐々に減少した。最終地点での平均濃度は 1.21mg/l であった。又、TP の平均除去率は 67.4% であった。

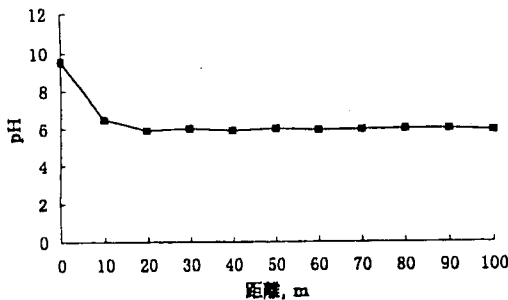


図3 pHの平均変化

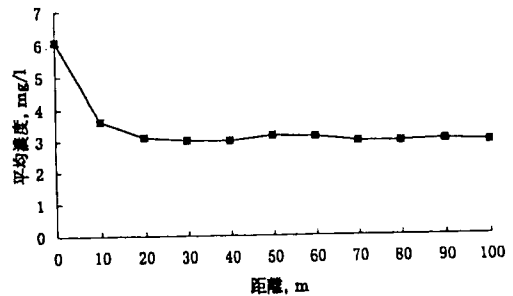


図4 DOの平均濃度

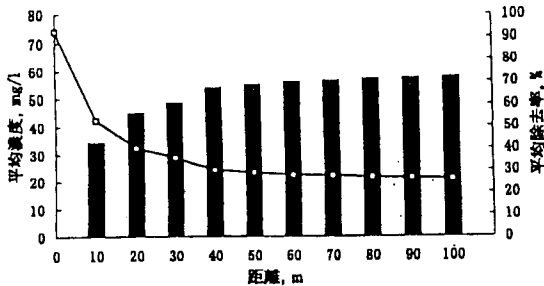


図5 TOCの平均濃度と平均除去率

■ TOC平均除去率 -○- TOC平均濃度

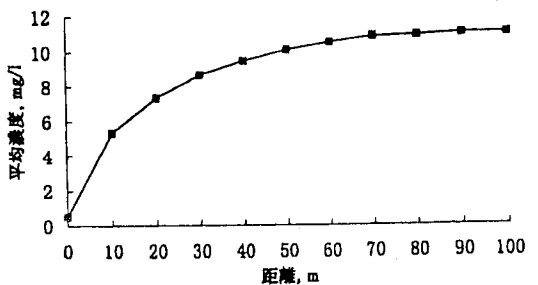


図6 ICの平均濃度

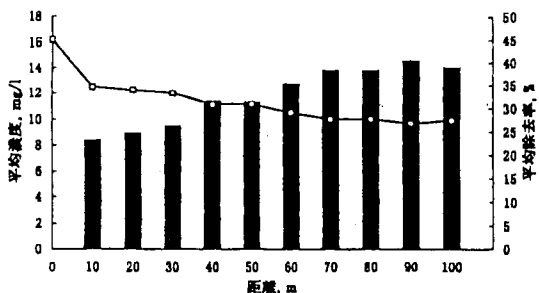


図7 TNの平均濃度と平均除去率

■ TN平均除去率 -○- TN平均濃度

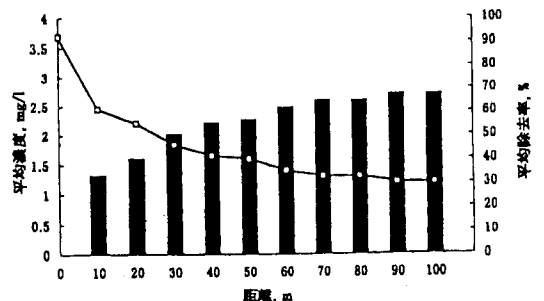


図8 TPの平均濃度と平均除去率

■ TP平均除去率 -○- TP平均濃度

## 5 考察

まず、DO の平均濃度を示す図4によると 10m 地点で急激に減少した。これは、ホース内における好気性の生物膜が嫌気性の生物膜に比べ大量に増殖し、それに伴い酸素が消費されたためである<sup>3)</sup>。その後は緩やかに減少したが、その要因として、好気性の生物膜が嫌気性の生物膜の増殖に比べ少なかったためであると推察される。

次に、TOC の平均濃度を示す図5によると、10m 地点で急激に減少した。これは、好気性の生物膜の増殖により有機物が大量に分解されたためである。この TOC の減少量は生物膜が炭素を固定化した量と代謝により発生する CO<sub>2</sub> 量との和である。つまり、有機炭素(OC)は、生物膜に固定化され、さらに呼吸により放出される CO<sub>2</sub> ガスに変化したものと推察される。よって放出される CO<sub>2</sub> 量は IC の平均濃度を示す第6図からも増加傾向にあることが確認できる。

次に、pH の 10m 地点までの減少は、好気性の生物膜の代謝によって生成する CO<sub>2</sub> や NH<sub>3</sub> の分解によって生成された NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> 等が処理水に溶け込んだためであると考察される。その後、ほぼ一定を推移していたが、これは前述に加え、嫌気性の生物膜の代謝による NH<sub>3</sub> と脱窒反応で生成される OH<sup>-</sup> と HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、又、分解により生成された CO<sub>2</sub> と好気性の生物膜の代謝による CO<sub>2</sub>, H<sup>+</sup> との濃度が同じ為であると考察される<sup>4)</sup>。

TN の 10m 地点までの急激な減少は好気性の生物膜の増殖に用いられたためである。10m 以降は徐々に減少しているが、これは、嫌気性の生物膜による脱窒反応、又は、固定化によると考えられる。最終地点において平均濃度の増加が見られた。これは、他の地点は、採水バルブから採水しているが、100m 地点は放流している処理水を採水しているため、空気中の窒素成分が溶解したものと考察される。

図8に示す TP については、微生物の栄養源となっているので、10m 地点までは生物膜の活発な増殖により固定化されたため急激に減少したものと考察される。それ以降についてもわずかに減少しているため、この装置ではリンは最後まで生物膜に吸収される量が増え続けることが読み取れる<sup>5)</sup>。

## 6 結語

- 1) 本装置の処理槽内は、外気と接することなく、連続的に排水を処理することができる。
- 2) 本装置の処理槽部分は透明なホースを使用しているため、メンテナンスが簡単である。
- 3) TOC の最終地点での 1 日当たりの平均除去量は 1065.34mg/day であった。  
TN の最終地点での 1 日当たりの平均除去量は 114.48mg/day であった。  
TP の最終地点での 1 日当たりの平均除去量は 49.60mg/day であった。
- 4) 10m 以降は、pH, DO 等より好気性微生物の繁殖が減少したと考えられるので、より好気的な除去効果を高めるために、10m 付近でさらに酸素を加えればよいと考察される。しかし、酸素量や酸素を加える地点など検討する要素があり今後の研究課題として重要であると思われる。

## 7 謝辞

本研究を行なうにあたり、様々なご指導をしていただきました、岡山理科大学の石井猛教授、山下栄次講師、猶原順講師、水質管理室の皆様方に厚く御礼申し上げます。

## 8 参考文献

- 1) 高原 義昌：廃水の生物処理，地球社，1，(1980).
- 2) 徐 正仁，福井 学，山岸 ，漆川 芳國，森 忠洋，：嫌気性汚泥の硫酸塩お高負荷養過程における硫酸還元菌とメタン生成菌による物質代謝の変動，水環境学会誌，16(9)，645，(1993).
- 3) 石橋 健，山田 豊，西牧 均，鈴木 繁，片山 信浩，小沢 孝行，松田 和久，関 莊一郎：水質関係の基礎知識，東京教育情報センター，306，(1996).
- 4) 高原 義昌：廃水の生物処理，地球社，313,314，(1980).
- 5) 社団法人化学工学協会：生物学的水処理技術と装置，培風館，20，(1978).