

## 生活排水処理施設におけるバサルト Bio-nest を用いた生物反応槽への適用検討

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○川田 帆乃花  
 正会員 堀尾 明宏  
 江蘇大学 非会員 吳 智仁

### 1. はじめに

小規模分散型の生活排水処理システムでは、国土交通大臣の認定浄化槽（性能評価型）が認められると、浄化槽メーカーのオリジナル化と併せて施設のコンパクト化が進められ、その手段として、生物反応槽に担体流動床方式や接触酸化方式が採用され、BOD 容積負荷を高めた運転が可能となった。しかし一方で、使用形態によっては処理機能に影響を及ぼし、処理水 BOD が基準値を超過する施設も散見されている。BOD 超過の多くは、微生物由来の SS に起因している<sup>1)</sup>。著者らは、バサルト繊維(BF)による新素材に着目し、水処理資材としての研究<sup>1)~3)</sup>を進めてきた結果、この繊維は微生物の付着性が高く、多量のバイオフィルムからなる bio-nest の形成<sup>2)</sup>がなされ、有効に機能することがわかってきた。

そこで、本研究では BF を生物反応槽に適用し、SS 流出の低減化と水質の安定化を目的に処理機能の評価を試みた。

### 2. 実験概要

#### 2.1 原水の水質設定

本研究では流入水質を一様にするためグルコース、ペプトン、無機塩類等計 8 種類で調整した人工排水を原水として用いた。想定水質は浄化槽流入水の原単位である BOD 200mg/l, T-N 45mg/l, T-P 5mg/l とした。

#### 2.2 実験装置と初期設定

装置は原水槽、反応槽、沈殿槽、受け槽からなる。原水槽に人工排水を貯留し、ポンプで反応槽の入口に定量的に投入した。反応槽と沈殿槽は下部で連通しており、沈殿槽の上澄み液は、受け槽に移流させた。生物反応槽、沈殿槽の有効容量は、3.8L, 0.8L で計 4.6L である。実験は、農業集落排水処理施設(OD 法)の活性汚泥を種菌として投入後、上部から反応槽の中心に房状の BF 一房 (15g) を吊るし、曝気と底部をスターラーで攪拌した。実験は、BF に活性汚泥が付着後、約 1 週間馴致したのち開始した。

#### 2.3 流入条件

#### (1)水量負荷試験

実験は 3.1 に示した原水の 1.0 倍の組成とし、水理的滞留時間 24 時間、BOD 容積負荷は、 $0.20\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 、窒素負荷は  $0.045\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$  を通常負荷とした。実験は、79 日間行い、この間、水量負荷試験として、水理的滞留時間を 8 時間、12 時間と変化させて実験を行った。

#### (2) 付着 SS 量の評価

付着 SS 量は実験開始時と終了時で行った。開始時は投入した SS 量の値から、終了時は BF を手で剥離させ、剥離した SS 量の値を用いた。それらの値から、BF1g あたりの付着 SS 量(g)を算出した。

#### (3) 汚泥生成率の概算

期間の連続流入実験期間から汚泥生成率を算出した。算出方法は、投入時の槽内 SS 量、期間中の放流水 SS 量、終了時の BF から剥離させた槽内 SS 量から生成 SS 量を算出し、期間内 BOD 除去量で除して算出した。

#### (4) SEM による繊維表面の付着状況の確認

実験終了時にバサルト繊維表面を無作為に剪定し、その一部を自然乾燥して、SEM で観察した。

### 2.4 測定頻度と測定項目

1 週間に 1~2 回採取し、BOD、T-N、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、SS を下水試験法に準拠して測定した。また、DO は東亜 DKK の多項目水質計(WQC-24 型)を ORP は山形東亜 DKK(YUSB-010R 型)を用いて測定した。SEM は、HORIBA 製の SEMEDX を使用した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 原水の水質結果

原水の水質及び負荷量を表-1 に示す。作成した原水の BOD、T-N、T-P の平均値は、それぞれ 210、37、 $6.0\text{mg}/\text{l}$  であった。また、実験期間中の 24、12、8h での流入 BOD 平均値から求めた生物反応槽の BOD 容積負荷はそれぞれ 0.23、0.42、 $0.75\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$  であった。これらの負荷量は、家庭用浄化槽の構造例示型や性能評価型と同様な負荷レベルの試験と言える。

#### 3.2 水量負荷試験による水質評価

キーワード バサルト繊維 bio-nest 浄化槽 窒素除去

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町 580 堀尾研究室 TEL : 027-254-9189 E-mail : horio@cvt.gunma-ct.ac.

各水量負荷による水質結果の関係を表-2 に、処理水 BOD 変化を図-1 に示した。実験期間全体での処理水の BOD 平均（範囲）は、6.2mg/L（範囲 0.8~15 mg/L）と処理目標基準である 20mg/L 以下であり、最大でも高度処理レベル 15mg/L を下回り、良好な処理水が確保できた。また、24、12、8h の各負荷量での処理水 BOD の平均値は、それぞれ 1.5、2.5、9.5mg/L であり、24、12h ではかなり安定していた。8h では、期間中に槽内の部位によっては 0.5~1mg/L と低くなり、bio-nest の一部で糸状菌が確認されたが、風量アップなどの対応で処理水に大きく影響を与えるほどではなかった。

処理水の T-N の平均値（範囲）は 26mg/L（範囲 17~36mg/L）であり、平均除去率は 30%であった。Bio-nest 内部の嫌氣的効果による脱窒効果の期待もあるが、通常のばっ気運転では、1 回を除いて、窒素除去レベル（20mg/L 以下）まで下がらなかったことから、通常運転での窒素除去効果は低いと考えられる。しかし、その 1 回の 17mg/L では、周辺の DO が 0.5mg/L 程度で下がっていたことから、DO 制御若しくは間欠ばっ気運転を併用することで効果的な窒素除去が期待できると考えられた。また、NH<sub>4</sub>-N/TN をみると滞留時間 8h では 0.8 と 12h、24h での 0.15、0.27 と比較して高く、流量負荷が高くなると、硝化の進行に影響を及ぼした。

処理水の SS は、12h、24h では 1mg/L 以下と良好であり、SS の流出防止につながっていた。

以上のことから、BF は生物反応槽への適用として、有益な機能素材であると考えられた。

### 3.3 付着 SS 量の評価

初期時では 1.3g/g、終了時では 0.7g/g であった。唐沢ら<sup>3)</sup>は終了時で 1.3g-ss/g の結果を得ている。充填量として、活性汚泥濃度並みの生物量が保持できていた。

### 3.4 汚泥生成率

汚泥の生成率を算出した結果、汚泥生成率は 0.14 であり、唐沢ら<sup>3)</sup>が求めた 0.17 と同様な結果となった。bio-nest による多量の生物膜保持が食物連鎖につながり、汚泥の減量化をもたらしたと考えられる。

### 3.5 生物膜上の SEM 画像

写真-1 は SEM 画像からも BF 上に細菌やワムシなどの微小後生動物が確認できた。

## 4. まとめ

bio-nest の形成は、多種多様な生物の保持と汚泥の減量化、SS の低減化につながった。BF は新たな素材

表-1 実験期間中の流入性状

滞留時間	8h		12h		24h	
	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲
運転日数(日)	41		16		18	
BOD-SS負荷	0.15		0.08		0.05	
BOD-容積負荷	0.75		0.42		0.23	
BOD(mg/l)	250	200~290	210	200~220	230	200~250
T-N(mg/l)	38	34~48	37	36~37	35	36~37
T-P(mg/l)	6.6	4.9~8.2	4.5	3.0~5.9	5.9	4.5~8.1

【備考】 BOD-SS負荷：kg/kg・日、BOD-容積負荷：kg/m<sup>3</sup>・日

表-2 負荷量ごとの水質結果

滞留時間	8h		12h		24h	
	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲
水温(°C)	27	21~32	30	28~31	26	22~31
pH	7.6	7.0~7.7	7.3	6.9~7.6	7.4	7.2~7.8
BOD(mg/l)	10	1.9~15	1.4	0.8~2.0	2.5	1.6~4.2
T-N(mg/l)	27	17~36	25	21~29	26	21~33
T-P(mg/l)	5.5	4.4~6.4	6.8	6.1~7.5	10	7.4~12
NH <sub>4</sub> -N/TN	0.81		0.15		0.27	

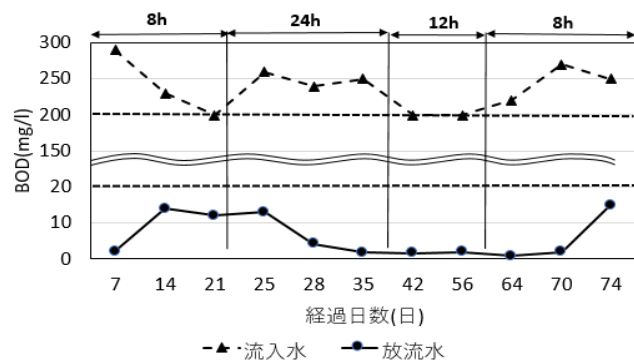


図-1 期間中の BOD の経日変化

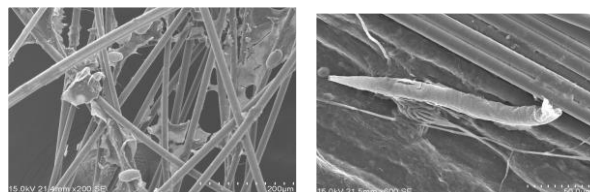


写真 1 バサルト繊維状の SEM 画像

として生物反応槽への適用の可能性が示唆された。

## 謝辞

本研究にあたり、資材の提供、採水協力をいただきました日本エコシステム(株)と(株)群成舎に深謝致します。

## 参考文献

- 1)堀尾明宏ら:バサルト繊維による浄化槽処理水中の懸濁物質の付着能の評価,土木学会論文集 G(環境),73(7), III\_63-III\_69 (2017)
- 2)Huicheng Ni, Zhiren Wu et al : Feasibility of using basalt fiber as biofilm Carrier to construct bio-nest for wastewater treatment ,Chemosphere 212: 768- 776 (2018).
- 3)唐沢和輝, 堀尾明宏: バサルト Bio-nest を用いた生活排水処理の安定化と窒素除去効果の検討, 第 49 回土木学会関東支部技術研究発表会