

## 活性汚泥法とバサルト繊維併用によるハイブリッド水処理システムの検討

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○福井 功志朗

群馬工業高等専門学校 学生会員 佐藤 友紀

群馬工業高等専門学校 正会員 堀尾 明宏

### 1. はじめに

近年、新たな水処理資材としてバサルト繊維が注目され始めている。著者らは、既に浄化槽の水質改善のためにバサルト繊維を適用し、その効果の有用性について報告している<sup>1)</sup>。また現在、バサルト繊維の研究は中国で先進的に進められている。江蘇大学の呉らはバサルト繊維を生物反応槽内の活性汚泥中に適用した結果、生物膜の形成を確認しこれを「生物巣 (bio-nest)」と名付け、生物巣による水質改善効果、特に脱窒効果について報告している<sup>2)</sup>。生物巣の例を図1に示した。

そこで本研究では、バサルト繊維を生物反応槽に適用し、生物巣の形成による脱窒等の水質効果の検証と、活性汚泥法と生物膜法併用によるハイブリッド水処理システムの開発に向けての検討を行なった。

### 2. バサルト繊維について

バサルト繊維は、玄武岩 (バサルト) を 1,500°C で熔融遠心紡糸して得られる繊維である。扱いやすく、強度があり、剥離性能にも優れている。バサルト繊維と特性が似ていて、水処理資材としての実用例のある炭素繊維があるが、バサルト繊維の方が安価で取り扱いが容易で、折れにくいこともあり、今後の水処理資材として利用が期待されている。本研究で使用したバサルト繊維を図2に示した。

### 3. 実験概要

#### 3.1 人工下水について

本研究では活性汚泥の栄養分として人工下水を用いた。人工下水はグルコース、ペプトンおよび無機塩類からなり、一般的な排水を想定している。その想定水質は BOD200mg/L, TOC 120mg/L, T-N 36mg/L, T-P 6mg/L である。実験ではこの人工下水を 5 倍に濃縮したものを使用し、その水質結果は BOD 870mg/L, TOC 639mg/L, T-N 180mg/L, T-P 29mg/L であった。

#### 3.2 生物巣形成実験

実験は 5L ビーカーに農業集落排水施設 (OD 法) により採取した活性汚泥水 (MLSS 3020mg/L) 4L を入れ、スターラーで攪拌し、DO が 1~2mg/L で安定するように曝



図1 生物巣の例



図2 バサルト繊維 (1房)

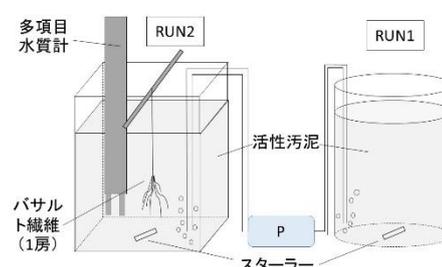


図3 対照実験模式図

気を行なった。その後バサルト繊維 2 房 (20.4g) を吊るし、約 3 日間観測した。バサルト繊維による実験装置内の水質挙動を確認するために pH, DO, 濁度, 水温は多項目水質計 (東亜 DKK 株式会社製) を用いて測定し、MLSS は下水試験法に準拠して測定した。

#### 3.3 バサルト繊維の適用による水質挙動

5L ビーカーに 3.2 と同様の活性汚泥水 5L (MLSS 4000mg/L) を入れ、通常の活性汚泥法により運転したものを RUN1 とする。その対照として、縦長水槽に同じく活性汚泥水 5L を入れ、バサルト繊維 1 房 (10.2g) を吊るし運転したものを RUN2 とする。両者とも曝気とスターラーによる攪拌を行ない、曝気風量は 700 cc/分 で一定とした。

実験は、24 時間間隔で行なった。RUN2 では pH, DO, 濁度, 水温を多項目水質計を用いて経時的に測定し、RUN1 でも 1 日に 1 回多項目水質計での測定を行なった。実験装置の模式図を図3に示した。手順は、曝気と攪拌を止め、1 時間静置した後、上澄み水を 500mL 採取した。その後、3.1 の人工下水を 500mL 入れ、曝気と攪拌を再開し、23 時間運転した。これは、BOD-MLSS

キーワード バサルト繊維, 生物巣, ハイブリッド水処理システム

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.jp

負荷としては 0.02kg/kg であった。この手順を 5 日間繰り返した。採取した試料からは、ORP、BOD、NO<sub>3</sub>-N を測定した。

#### 4. 結果と考察

##### 4.1 生物膜形成実験

pH は 6.6~6.9 と中性の範囲で推移した。水温は平均 20°C となった。濁度と DO の関係をグラフ化し、**図 4** に示した。MLSS は 3,020 mg/L から 24 時間後で 1,640 mg/L、75 時間後で 140 mg/L にまで減少した。計算上、バサルト繊維の活性汚泥の付着量はバサルト繊維 1 g あたり 0.6 g 程度となり、高い付着効果を確認できた。生物膜が形成されると濁度が低下し、DO が向上した。透視度が向上することで生物膜周囲の水に DO が入りやすくなり、一方で生物膜内部では DO が届かずに無酸素、もしくは嫌気化に近い状態になっていくと考えられる。曝気風量はバサルト繊維を入れてから変化させていないため、生物膜が形成されると DO の消費が抑えられることが分かった。

##### 4.2 バサルト繊維の適用による水質挙動

生物膜は徐々に形成され、MLSS は初期の 4000mg/L から、5 日後には 1650mg/L と減少した。**図 5** に BOD の測定結果を示した。実験開始時に 12mg/L あった BOD は 4 日後、5 日後には RUN1、RUN2 の両者とも 2~4mg/L にまで減少した。このことから、バサルト繊維を適用した RUN2 での BOD の除去性能は通常の活性汚泥法である RUN1 と同等の性能が得られると考えられる。**図 6** に NO<sub>3</sub>-N の測定結果を示した。実験開始時の NO<sub>3</sub>-N は 12mg/L であったが、5 日後の NO<sub>3</sub>-N は RUN1 が 40mg/L に上昇するのに対し、RUN2 は 25mg/L と減少した。両者は硝化反応が進む一方で、RUN2 では脱窒が進行し、NO<sub>3</sub>-N が減少したと考えられる。これは、生物膜中心部は DO が届かずに嫌気条件下におかれたことによると考えられる。また、上澄み水の ORP は両者ともおよそ 160mv と正となっていたことから嫌気的条件下で起こる脱窒反応は生物膜内部で進行したと考えられる。以上から、短期間ではあるものの良好な結果が得られたことからハイブリッド水処理システムとして、生物反応槽への適用の可能性が示された。

#### 5. まとめ

本研究の結果、以下の知見を得ることができた。

- (1) バサルト繊維には SS の高い吸着性能があり、活性汚泥中に適用すると生物膜が形成された。
- (2) 活性汚泥中にバサルト繊維を適用しても、BOD 除去

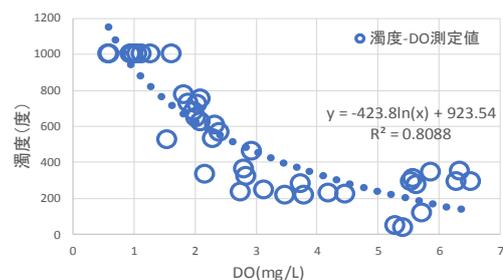


図 4 濁度と DO の関係

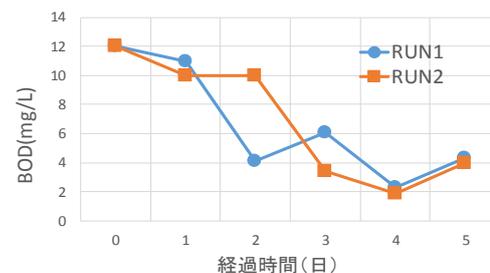


図 5 BOD 測定結果

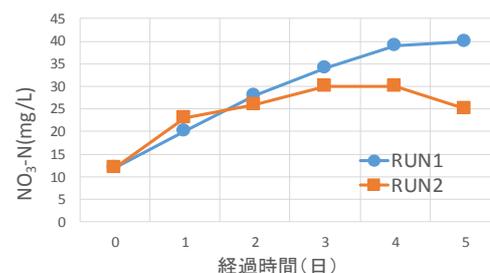


図 6 NO<sub>3</sub>-N 測定結果

性能は下がらず、通常の活性汚泥法と同等であることが得られた。

- (3) 生物膜内部では DO が届かずに嫌気的となるため脱窒が行なわれることが分かった。
- (4) バサルト繊維を活性汚泥中に適用すると、安定した BOD 除去のほか、生物膜による脱窒効果を確認できたことからハイブリッド水処理システムとして生物反応槽への適用可能性が示された。

#### 参考文献

- 1) 堀尾明宏・赤羽根智加人・安福克人・李富生・藤澤智成：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)，Vol.73，No.7，III\_63-III\_69，2017。
- 2) Ni,H.,Zhou,X.,Zhang,X.,Xiao,X.,Liu,J., Huan,H.,Luo,Z.,Wu,Z. : Feasibility of using basalt fiber as biofilm Carrier to construct bio-nest for wastewater treatment, Chemosphere, 212, pp.768-776, 2018.