

## 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

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○唐沢 和輝

群馬工業高等専門学校 正会員 堀尾 明宏

### 1. はじめに

今日の浄化槽は高度処理化が進み、下水道と同等またはそれ以上の処理性能を有するものも市販されている。しかし一方で、コンパクト化も進んできており、水量負荷変動による浮遊物質(SS)の流出によるBODの上昇や、窒素除去機能の低下など処理水質に影響を及ぼす事例も散見される。

そこで本研究では、バサルト繊維の新素材を担持体として生物反応槽内に適用し、バサルト bio-nest(生物巣)形成による安定した水処理システムの開発と間欠曝気による窒素除去効果を検証することとした。

### 2. 実験概要

#### 3.1 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、無機塩類からなる原水(人工排水)を用いた。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。

#### 3.2 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、受け槽に移流し、採水は受け槽から行った。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バサルト繊維一房(15g)を吊るし、曝気をしつつスターラーで攪拌した。実験は、担持体に活性汚泥が付着後、約1週間馴致したのち開始した。

#### 3.3 流入条件

##### (1) 通常負荷試験(RUN1)

実験は3.1に示した原水の1.0倍の組成とし、水理的滞留時間を24時間とし、BOD、窒素除去効果を検討した。BOD容積負荷は、 $0.20\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 、窒素負荷は $0.045\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ である。実験は、79日間行い、39日目以降からはDOを調整して、生物巣による脱窒能も検証した。

##### (2) 水量負荷試験(RUN2)

実験は、通常負荷時の1.5倍の流量を通水させて行った。滞留時間は16時間で、34日間行った。

##### (3) 間欠曝気試験(RUN3)

実験は、通常負荷時と同様の流入条件とし、DO消費量を考慮して、4hrばつ気-2hr停止の予定しが、実測の結果、5hrばつ気-2.5hr停止であった。実験は54日間行った。

#### 3.4 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。

#### 3.5 遺伝子検査

バサルト生物巣の内部と外部の生物膜をビペットで採水し、次世代シーケンサーを用いて16SrDNA部分塩基配列を標的としたアプライコンシーケンス解析を行い、微生物群集構造を解析した。

### 3. 結果と考察

#### 4.1 通常負荷試験(RUN1)

原水のBOD、T-Nの平均値は、それぞれ190mg/l、39mg/lであり、T-Nは想定水質よりもやや低い結果となった。処理水のBODを図-1に示す。処理水BODは平均4.0mg/l、範囲0.60~17mg/lであり、除去率は平均で98.0%と高い除去効果を得た。SSも初回を除いて1mg/L以下で推移した。また、DOと窒素除去率の関係を図-2に示す。T-Nの平均値と除去率は、それぞれ19mg/l、46.7%であったが、DOを1.0~2.8mg/l程度に保った場合(点線円)では、除去率も上昇する傾向を示し、平均57%、範囲46~73%とばらつきは大きい、高い除去効果が得られた。bio-nest形成による効果と考えられる。

#### 4.2 水量負荷試験(RUN2)

処理水のBODを図-1に示す。処理水のBODは平均0.72mg/l、範囲0.50~1.0mg/lであり、除去率は平均で99.6%と1.5倍に流入負荷を上げても安定して良好に除去された。また、処理水の透明度は高く、SSも1mg/L以下で推移した。

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.

また、T-Nは平均21mg/l、範囲19~26mg/lであり、除去率は平均55.3%、範囲50.0~62.7%とRUN1同様な除去効果であった。この間のDOは平均5.4mg/lであり、DOが高く保持されていても高い除去効果が得られた。

4.2 間欠曝気運転(RUN3)

流入水と処理水のT-Nを図-3に示す。処理水のBODは平均16mg/l、範囲9.7~23mg/Lであった。また、処理水のT-Nは、平均7.1mg/l、範囲4.0~13mg/lと1回を除いていずれも10mg/l未満であり、除去率は平均で81.7%となった。中野ら<sup>1)</sup>は接触曝気槽のT-N除去率は3割程度としているが、接触曝気法と比較して約2.5倍のT-N除去性能を得ることができた。運転時のDO、ORPは、DOが曝気停止から約30分でほぼ0mg/lに、ORPが約60分で負になった。DO消費速度は約5.3mg/l・hrであり、中沢ら<sup>2)</sup>の接触曝気槽でのDO消費速度を1.3~1.6mg/l・hrと比較しても高かった。生物保持量が関係していると言える。

4.3 遺伝子検査の結果

図-4に生物巣内部と外部の細菌相を門レベルで同定されたものをグループ化したグラフを示す。内部、外部ともにProteobacteria門、Nitrospirae門、Firmicutes門、Actinobacteria門が優占しており、都市下水でも頻出する細菌群であった。また、family(科)レベルでの内部と外部では、若干優占種の出現頻度は異なり、内部では硝化細菌であるNitrospiraceaeが、外部では好気性の従属栄養細菌に分類されるComamonadaceaeが優占していた。また、両者とも好氣的、通性嫌気的に生育するChitinohagaceaeの優占度も高かった。

4.6 稼働状況の総合評価

稼働期間中の汚泥転換率を計算したところ、0.17kgSS/kgBODと従来の生物処理の汚泥転換率(0.5~0.8)と比べると大幅に低い値となった。これは、微生物を主体とした生物巣(汚泥塊)の形成により、生物巣内で食物連鎖が良好的に働き、汚泥の減容化につながったと考えられる。113日間のバサルト担持体の生物保持量は、1.3g-ss/gであった。

以上のことから、バサルト担持体を用いると、処理水の透明度は安定して高く、SS流出の効果的抑制につながった。結果、日間水質の安定化及び汚泥の減容化、さらに間欠曝気運転の組み合わせにより、窒素除去効果が期待できると考えられた。

まとめ

本研究ではバサルト繊維を担持体として、生物反応槽に

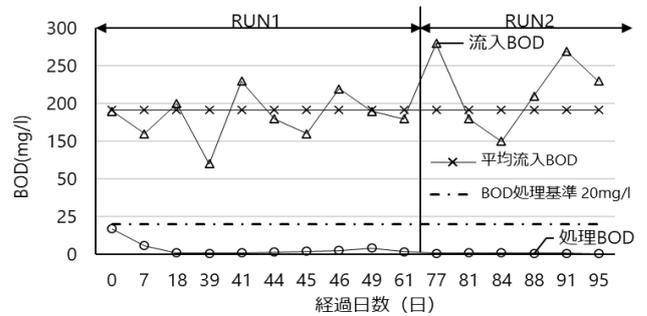


図-1 RUN1,RUN2のBOD処理性能

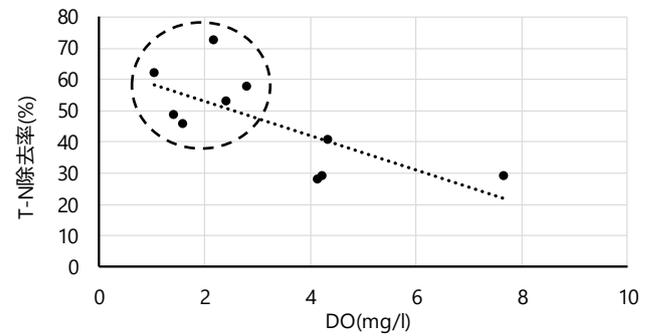


図-2 RUN1,DOによる窒素除去率の変化

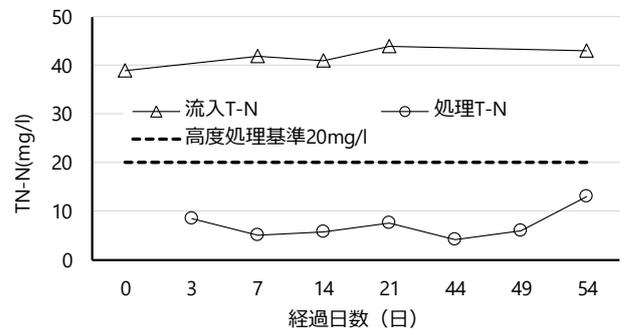


図-3 間欠曝気時のT-N除去性能

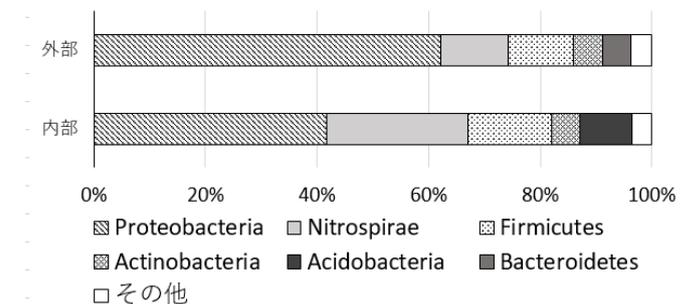


図-4 遺伝子解析結果

適用した結果、SSの流出は抑えられ、BODの水質安定化が図られた。新たな水処理資材として有効であり、今後、さらに負荷試験を重ねていく予定である。

参考文献

- 1) 嫌気路床ばっ気方式の農業集落排水施設における接触ばっ気槽の窒素除去性能に関する一考察:中野ら, 農業土木学会論文集 No.222 pp37-46,2002
- 2) 接触曝気型浄化槽の間欠ばっ気運転による窒素除去効果及び省エネ効果の検討:中沢,堀尾ら,第48回日本水環境学会年会講演集,p634,2014