

高専下水を用いた回転円盤処理装置による処理性能

群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 学生会員 ○原田怜央菜, 石井敦大
 群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 青井透 宮里直樹

1. はじめに

1. 1 本研究の背景と目的

回転円盤は、処理水の透視度に難があり、重要部品である回転軸の疲労破損など装置の信頼性への懸念から、現在日本ではあまり利用されていないが、原理的な単純さ、運転の容易さ、電力消費の少なさなどにより、中国等では活性汚泥法に追加して、下水処理法として導入されている¹⁾。

以前には、ステンレス製の円盤についての調査を行っていた。そこで、本研究では、円盤部分をステンレス製からサランロックへと変更したことにより、処理性能の比較・検証を行い、回転円盤が抱える窒素除去の問題の解決につなげることを目的とする。

1. 2 サランロックについて

サランロック²⁾は、大きな空間と表面積を合わせ持つ三次元不織布のことで、通気抵抗が小さく、濾過効率に優れ、集塵容量が大きい構造を持つという特徴がある。従って、生物膜の付着が良好になり、硝化、脱窒面で優れた処理能力を発揮すると推測される材料である。

1. 3 硝化・脱窒反応と窒素除去の関連

硝化・脱窒反応を図1に示す。それぞれ硝化菌、脱窒菌によって行われる反応である。これまでの3年間、本研究室において、回転円盤を用いた計測を行っているが、NH₄-N濃度の低下に比べてNO_x-N濃度上昇が小さく、無機態窒素濃度が減少した(槽内で硝化と脱窒が同時に行われている)ことが報告されている^{1) 3)}。

2. 実験装置及び実験方法

2. 1 回転円盤接触法と装置の概要

本研究では、回転円盤接触法を用いている。回転円盤接触法は、余剰汚泥発生率が低く、曝気の必要がない、省エネルギーな方法のひとつである。一般的な回転円盤表面の模式図を図2に示す。

実験に用いた本校に設置してある回転円盤と排水処理機とその概要を図3に示す。回転円盤は高専敷地内の浄化槽上部に設置されており、直接高専の下水を流入させて運転している。

2. 2 連続運転

2019年9月12日を運転1日目とし、毎日槽内の水素イオン濃度(pH)、水温、酸化還元電位(ORP)、溶存酸

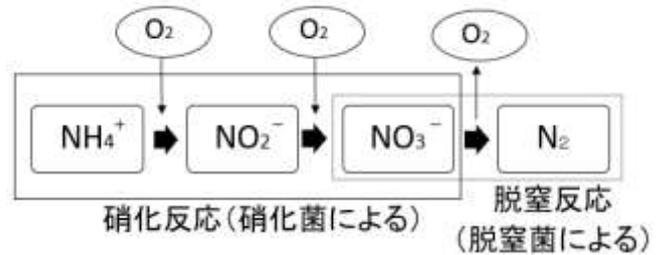


図1 硝化・脱窒反応

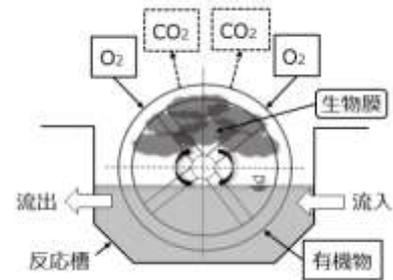


図2 回転円盤表面の模式図

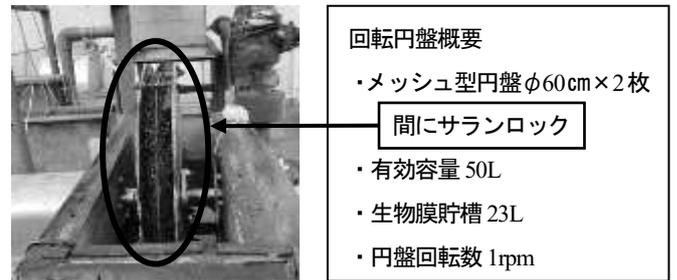


図3 高専内の円盤装置とその概要

素濃度(DO)を測定し、週3回(月・水・金)に流入下水と処理水を採取後、オートアナライザー(BL-TEC社, Quattro-2HR)を用いてNH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、全窒素を分析した。水温の低下による処理能力の悪化を防ぐため、11月からは、槽内に温度調節付きヒーターを設置し、20℃で保温を行った。

2. 3 Bacillus 属細菌の培養

サランロックと外側のステンレス部分から試料を採取し、希釈円盤法により培養を行った。

2. 4 顕微鏡観察

回転円盤の生物膜がステンレス部分では薄く、サランロック部分では塊で付着していたことから、異なる生物が存在していると考え、試料を採取し、プレパラートを作成し観察を行った。

3. 実験結果と考察

3.1 連続運転結果

連続運転の流入下水と処理水の採取をした後、NH₄-N、NO_x-N を測定した。2018 年のステンレス製の円盤と、2019 年のサランロック製の円盤とを比較したデータを、連続運転中の窒素消滅率及び、無機態窒素除去率⁴⁾として図4、図5に示す。なお、窒素消滅率は(1)式、無機態窒素除去率は(2)式で表される。

$$(1) \frac{\Delta \text{NO}_x\text{-N}}{\Delta \text{NH}_4\text{-N}} \times 100$$

$$(2) \frac{\text{1-(処理水無機態窒素 / 流入下水無機態窒素)} \times 100$$

窒素消滅率、無機態窒素除去率の平均はステンレス製の円盤が38.5(%)、13.9(%)であったのに対し、サランロック製の円盤では51.4(%)、19.4(%)となり両者とも値が向上した。つまり、サランロック製のほうがステンレス製よりも硝化・脱窒性能は向上するという結果が示された。

3.2 Bacillus 属細菌培養結果

Bacillus 属細菌の培養結果を図6に示す。サランロック部分のほうが外側のステンレス部分に比べて Bacillus 属細菌のコロニー数が多いという結果になった。サランロックにしたことにより表面積が増え、生物膜の付着が良好になり、円盤に微生物が保たれやすい状況になっていることが一因だと考えられる。

3.3 顕微鏡観察結果

顕微鏡観察の結果を図7に示す。左の図はサランロック部分、右の図は、外側のステンレス部分から採取した生物膜の様子である。サランロック部分からはワムシが多く見られ、ステンレス部分からは線虫が多く観察できた。ステンレス製では、増殖できなかった生物がサランロックでは増殖出来たことにより、以上の結果になったと推察できる。

4. まとめ

サランロック製の円盤はステンレス製の円盤と比較して硝化・脱窒能力が向上していることが確認でき、Bacillus 属細菌のコロニー数が増え、顕微鏡で観察できる生物も異なっていた。今後は、円盤に付着した生物膜に生息する生物が異なるかを調べるため、DNA 解析を行い、より詳細にデータを集める必要がある。また、サランロック製の円盤ではSS濃度が低下し、透視度も向上する⁵⁾といった報告もあり、透視度に難があるという問題点が解決できれば、日本でもコストを大幅に抑えた処理施設としての利用が検討できると考える。省エネルギーで、持続可能という面では現代のニーズに沿う技術である。

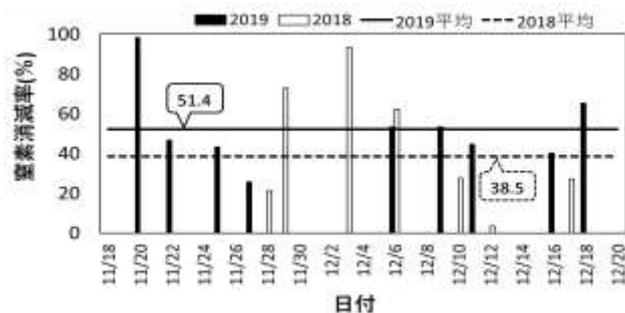


図4 窒素消滅率の比較

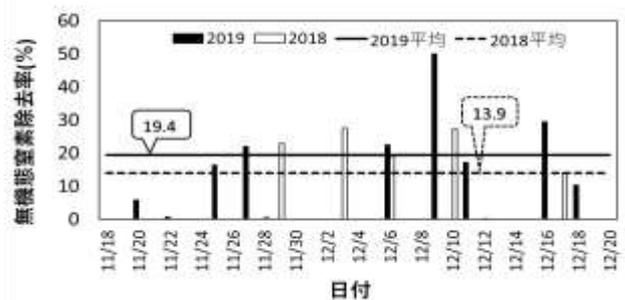


図5 無機態窒素除去率の比較

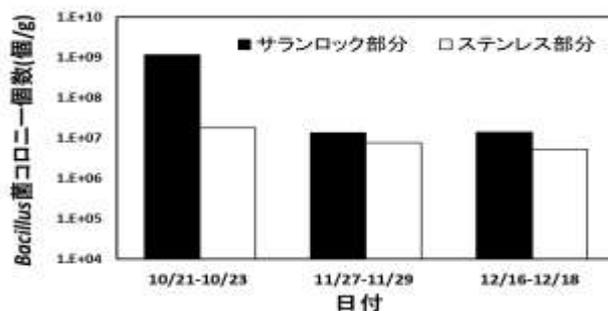


図6 Bacillus 属細菌の培養結果

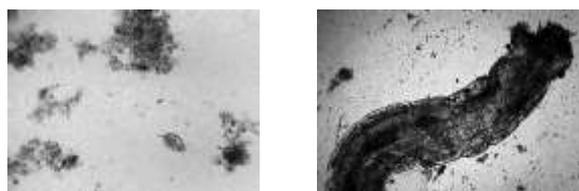


図7 顕微鏡観察結果

(左：サランロック部分、右：ステンレス部分)

回転円盤のメリットを生かしながら、さらなる処理性能向上に向けて研究を続けていきたい。

参考文献

- 1) 三浦亜由美:中国下水で好評なバチルス属細菌優先化回転円盤の窒素除去特性, 平成 28 年度環境都市工学科第 16 期生卒業研究発表会予稿集, pp. 11-12, 2017.
- 2) AsahiKASEI : サランロック®, <https://www.asahi-kasei.co.jp/saranet/saranlock.html>, (2020年1月16日閲覧).
- 3) 岡田幸:回転円盤排水処理における Bacillus 属細菌の窒素除去特性への影響, 平成 30 年度環境都市工学科第 18 期生卒業研究発表会予稿集, pp. 25-26, 2019.
- 4) 島田優里奈:高専下水を用いたバチルス属細菌優先化回転円盤による窒素処理特性, 平成 29 年度環境都市工学科第 17 期生卒業研究発表会予稿集, pp. 1-2, 2018.
- 5) 青井透:群馬高専ロック充填回転円盤装置回分試験による優れた ss 除去性能確認報告, 令和元年 11 月 15 日.