

回転円盤排水処理装置を用いた *Bacillus* 属細菌の窒素除去特性

群馬高専 学生会員 ○岡田幸 群馬高専 学生会員 石井敦大
群馬高専 正会員 宮里直樹 群馬高専 正会員 青井透

1. はじめに

1.1 バチルス属細菌とは

図1に示したバチルス属細菌の一種である枯草菌 (*Bacillus Subtilis*) (以下、バチルス菌)は、①酸素がある、②水分が20%以上である、③温度が約20～50℃の範囲にある、④栄養源となる有機物がある、といった環境下で存在する好気性細菌である。バチルス菌が優占化した槽内の処理場は発生臭気を抑制し、余剰汚泥の発生率の低減や、処理水異質の向上等が期待できる運転方法として普及しつつある¹⁾。また、バチルス菌は芽胞形成時にシリカ(Si)を取り込むことが報告されている。²⁾

1.2 硝化・脱窒反応と窒素除去の関連

硝化・脱窒反応のメカニズムを図2に示す。好気性細菌の硝化菌・嫌気性細菌の脱窒菌によってそれぞれ行われる反応である。硝化反応が活発になると NH_4 の除去能が良くなり、脱窒が活発に行われると NO_3 の除去性能が良くなることがわかる。先行研究により、回転円盤を用いた処理において槽内では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⁾

1.3 研究目的

バチルス菌を下水処理に普及させるため、バチルス菌の硝化・脱窒反応に及ぼす影響をコロニー数や水質分析等から検討すると共に、バチルス菌のシリカ(Si)を考慮した増殖のメカニズム等との関連性を検討した。

2. 実験装置及び実験方法

2.1 連続運転

本研究では、回転円盤接触法を用いている。回転円盤に付着する生物膜におけるバチルス菌について希釈平板法を用いてコロニーを培養し、また槽内 pH、水温、ORP、DO を測定する。さらに、流入下水と処理水の分析試料を採取し、オートアナライザー (BL-TEC 社, Quattro-2HR) を用いて $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_x\text{-N}$ を分析する。実験に用いた回転円盤の処理装置とその概要を図3に示す。

2.2 回分試験

中間発表で報告した回転円盤処理における生物膜の処理能を検討するために回分試験を実施した。連続運転の流入下水を停止させ、0～3h、0.5h 毎の6回と4.5h、6.0hの計9回槽内の試料を採取し、 $\text{NH}_4\text{-N}$ ・ $\text{NO}_x\text{-N}$ を、オートアナライザーを用いて分析する。



図1 枯草菌のコロニー例

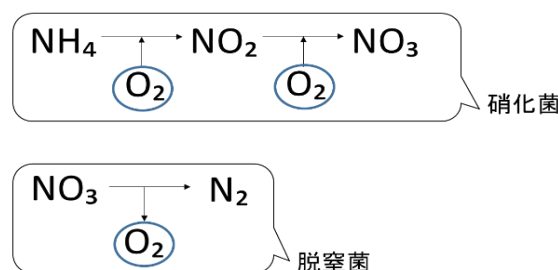


図2 硝化・脱窒反応



回転円盤機概要
・メッシュ型円盤φ60cm×5枚
・有効容量50L
・生物膜貯槽23L
・円盤回転数1.5rpm

図3 高専内の円盤装置とその概要

3. 実験結果と考察

3.1 バチルス菌コロニー数と $\text{NH}_4\text{-N}$ ・ $\text{NO}_x\text{-N}$ 除去

11月28日から培養を行った結果、図4に示す通りバチルス菌は減少傾向にあることが分かった。水温の低下が減少の一因として考えられ、優占化とされている 10^7 から 10^8 個/g までには至っていない。昨年度の結果より、バチルス菌は20℃に達していない時に優占化されにくいと報告されているが⁴⁾、水温が低いほどバチルス菌は少ない傾向にあると考えられる。

$\text{NH}_4\text{-N}$ ・ $\text{NO}_x\text{-N}$ 濃度をそれぞれ図5、6に示す。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去の結果からは安定した除去率を得られていない。水温の低下が一因として挙げられるのではないかと。また、 $\text{NO}_x\text{-N}$ 除去の結果から NO_3 が槽内で大きく増加して

キーワード バチルス属細菌 回転円盤 硝化 脱窒

連絡先 〒371-0845 群馬工業高等専門学校 TEL:027-254-9000 Email:nmiyazato@cvtl.gunma-ct.ac.jp

しまったと考えられた。これは、図4からわかるようにORPが経日につれてマイナスになっていることで槽内が嫌気状態となり脱窒が行われやすい環境になっていることが理由である。

3.2 回分試験

7月29日に行った回分試験の結果を図7に示す。この時のORPはプラスであり、バチルス菌は $1.E+07$ 個で、優占化されていると言ってよい条件であった。回分試験の結果から $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去能は報告事例³⁾と同程度であった。一方で $\text{NO}_x\text{-N}$ はあまり増加しておらず、脱窒は十分に行われていないと推察される。そのため、硝化に対して脱窒が十分に行われていると推察する。しかし、試験時はORPから判断すると硝化反応が活発に行われる環境である。バチルス菌は、硝化菌よりも脱窒菌に影響を及ぼす働きがあるのではないかと前年の結果⁴⁾を合わせて判断する。

4. まとめ

高専の水道水は地下水であり、群馬県の地質は火山灰土壌であるためか、シリカ(Si)が十分に存在していることが分かった。しかしバチルス菌が十分に存在しやすい状況の中でなぜ増加しないのか、シリカ(Si)はバチルス菌にとってさほど重要な因子ではないのではないのか。水温や他の因子を考慮した引き続きの検討が必要である。槽内の水温を一定に保つために、ヒーターを使うなどの対策を考えていきたい。

硝化・脱窒反応について、回分試験の結果を考慮するとORPによらず、すなわち嫌気・好气的条件によらずに脱窒反応は硝化反応よりも活発に行われていることが分かった。バチルス菌は硝化反応に強く影響を及ぼすといえる。

謝辞

本研究の進行にあたり、ご協力及びご助言頂きました皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 青井透 他: 枯草菌優先化メッシュ型回転円盤における低CN比環境の優れた窒素除去性能, 下水道研究発表会講演集, 54th, pp13, 2017
- 2) Ryuichi Hirota et al: Silicon Layer Supports Acid Resistance of *Bacillus cereus* Spores, *Journal of Bacteriology*, Jan. 2010, pp. 111-116, 2010
- 3) 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期卒業研究発表会予稿集, pp. 11-12, 2017

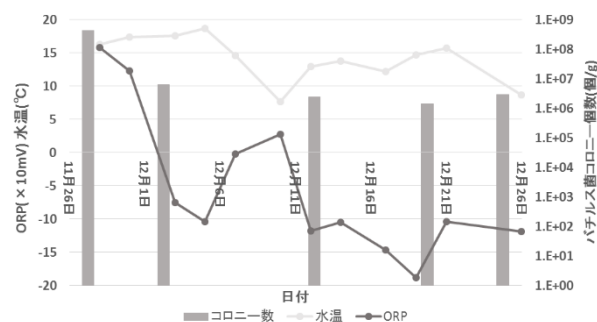


図4 バチルス菌コロニー数の経日変化

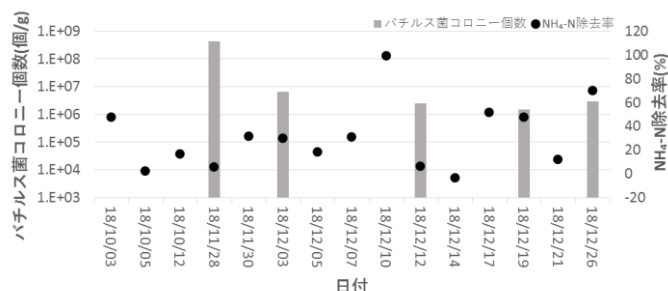


図5 $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去(硝化反応)

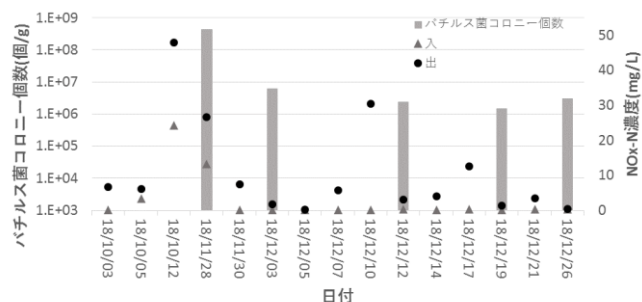


図6 $\text{NO}_x\text{-N}$ 除去(脱窒反応)

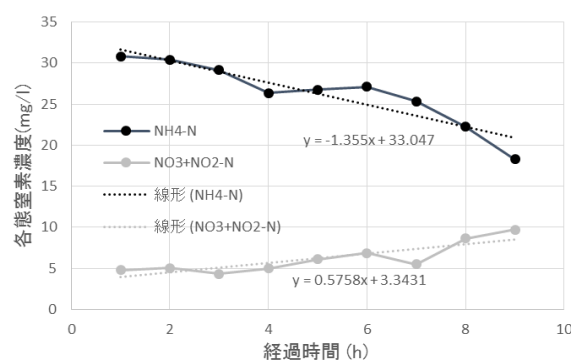


図7 回分試験結果

- 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期卒業研究発表会予稿集, pp. 1-2, 2018