

# 総説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 96 [12], 405-409 (2023)

## 一特集 水・グリーン技術と色材一

### アナモックス法を用いた脱炭素型窒素除去に関する研究進展

陳 玉潔\*・郭 広澤\*\*・李 玉友\*、†

\*東北大学大学院工学研究科 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06 (〒980-8579)

\*\*東北大学大学院環境科学研究科 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06 (〒980-8579)

† Corresponding Author, E-mail: gyokuyu.ri.a5@tohoku.ac.jp

(2023年8月31日受付, 2023年9月27日受理)

#### 要 旨

アナモックス処理法は新しい省エネ・低炭素型生物学的窒素除去プロセスとして注目され、近年応用研究が進んでいる。アナモックス細菌の特徴は嫌気性独立栄養細菌であり、増殖速度はさわめて遅く、また環境条件に敏感なため、阻害発生や汚泥流失等の不安定性要因を制御することが重要である。本稿では、アナモックス法の生物学的原理とプロセス構成を紹介し、その応用と研究開発の現況をまとめつつ、窒素とリンの同時除去が可能なPNA-HAP型一槽式部分亜硝酸化アナモックス法や一槽式部分脱窒型アナモックス(PDA)法等の新しいプロセス開発の成果を総説し、今後の実装応用について展望した。

キーワード：アナモックス, グラニュール汚泥, HAP, リン, 担体

#### 1. 緒 言

排水処理におけるアナモックス反応の存在が1995年にオランダで確認されてからすでに約30数年近く経過した。1990年代にアナモックス反応の特定、反応の化学量論式および微生物の同定が進んだ結果、2000年以降、新しい脱窒法であるアナモックス法は次世代脱窒法として世界的に研究開発が展開されて、多くの応用事例が報告されるようになった。本論文では、アナモックスプロセス法の原理および最新の研究進展について総説し、将来の研究開発や社会実装の課題を展望する。

#### 2. アナモックス法の原理

##### 2.1 アナモックス反応と脱窒経路

従来の窒素除去法は、好気性条件下でアンモニア酸化細菌(Ammonia oxidizing bacterium, AOB)と亜硝酸酸化細菌(Nitrite oxidizing bacteria, NOB)によってアンモニアを硝酸塩まで酸化し、嫌気性条件下で有機物を利用して硝酸塩を窒素ガスに還元する生物処理法である。Fig. 1に窒素除去経路を示す。1990年代に新たに開発されたアナモックス(Anaerobic ammonium oxidation, anammox)法は、嫌気性独立栄養細菌であるアナモックス細菌が式(1)<sup>1)</sup>のように亜硝酸塩とアンモニアを窒

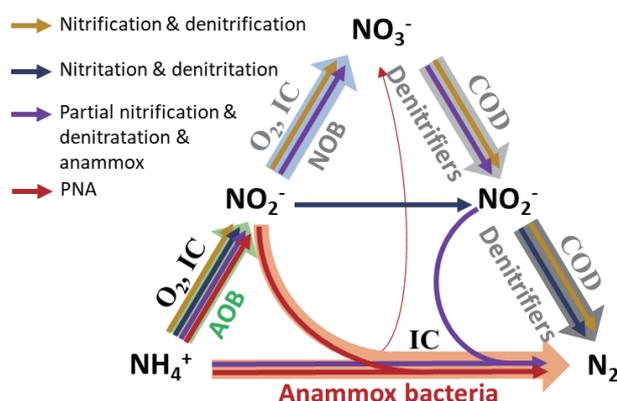


Fig. 1 Nitrogen transformation (COD : chemical oxygen demand ; IC : inorganic carbon).

素ガスに変換する窒素除去法である。



従来の硝化脱窒法と比較してアナモックス法は外部炭素源の添加が必要なく、曝気動力と余剰汚泥生成量を削減することができるので、効率的かつ経済的な利点がある。したがって、アナモックス法が脱炭素型排水処理技術の要素技術として注目を集めており、実機の導入例も増加している<sup>2)</sup>。

##### 2.2 アナモックス細菌

アナモックス細菌はPlanctomycetes門に属し、今まで*Candidatus Kuenuia*, *Candidatus Brocadia*, *Candidatus Jettenia*, *Candidatus Anammoxoglobus*, *Candidatus Scalindua*, *Candidatus Anammoximicrobium*, および*Candidatus Loosdrechtia aerotolerans*の七つ属が報告されている。その中で、*Ca. Kuenuia*, *Ca. Brocadia*, *Ca. Jettenia*および*Ca. Anammoxoglobus*が排水処理の施設でよく検出されている。*Ca. Scalindua*属はおもに海洋などの高塩分



【氏名】 ちん ぎょくけつ  
【現職】 東北大学大学院工学研究科 助教  
【趣味】 旅行, 美味しいもの巡り  
【経歴】 2020年東北大学博士前期課程修了, 2023年東北大学博士後期課程修了, 同年4月東北大学工学研究科助教, 現在に至る。

【図表について】 電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai-char/ja/