

自己評価報告書

平成 23 年 5 月 31 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2008～2011

課題番号：20241019

研究課題名（和文）活性汚泥法からの脱却・インドからの超低コスト省エネ型下水処理システムの逆技術移転

研究課題名（英文）Reverse technology transfer of low cost and energy consuming wastewater treatment system in India to step out of traditional activated sludge process

研究代表者

大橋 晶良 (OHASHI AKIYOSHI)

広島大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：70169035

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境技術・環境材料

キーワード：途上国，下水処理，エネルギー，バイオテクノロジー，地球温暖化ガス，UASB，DHS，硝化・脱窒

1. 研究計画の概要

本研究グループが開発したカーテン型 DHS (Down-flow Hanging Sponge) リアクターは、途上国仕様を念頭に研究してきた処理装置で、先進国で要求されるような良好な処理水質は期待していなかった。しかし、超低コスト型にも関わらず長期連続処理運転において、余剰汚泥発生ゼロであり、処理水質は活性汚泥法と同等以上であることが明らかになってきた。すなわち、途上国仕様を開発してきた DHS リアクターであるが、先進国にも適用可能な、活性汚泥法に代わるシステムとして期待できる。そこで本研究ではインドで蓄積した知見を日本のような先進国に逆技術移転し、先進国も視野に入れた 21 世紀型排水処理システムを創成することを目的として、次の事項を実施する。

- (1) インドでの新規下水処理パイロット・プラントの長期連続処理調査
- (2) 国内での新規下水処理パイロット・プラントの長期連続処理調査
- (3) DHS リアクター内での部分硝化・Anammox 窒素除去
- (4) リン除去・回収技術の確立
- (5) 溶存メタンガスの大気放散防止技術の構築
- (6) 分子生物的手法による保持微生物叢の動態解析

2. 研究の進捗状況

パイロットプラントおよびミニプラントの UASB と DHS リアクターのシステムを下水処理場に設置しての連続処理実験、またベンチスケールの室内人工下水連続処理実験

を通して、次のような研究成果を得ている。

- (1) 日本のような先進国では温暖な途上国と異なり冬期では水温が低くて処理性能が懸念される。しかし、低温下でも DHS 前段の UASB 嫌気性処理の水理的滞留時間を 9 時間程度と長くすることで良好な先進国仕様の水質が得られる。
- (2) DHS リアクターは低酸素制御することで次世代の窒素除去技術として注目されている一槽型での亜硝酸型硝化を行うことができるが、低酸素下で亜硝酸性窒素が蓄積すると強温室効果ガスの亜酸化窒素が発生しやすくなることが明らかになった。しかし、この亜硝酸性窒素ガスはメタンとの共役で微生物分解できることを発見し、大気への放散を防止できる可能性が示せた。また、この新規の微生物の 16S rRNA 遺伝子に基づいた系統的な位置を明らかにした。
- (3) 密閉の DHS を嫌気・好気を繰り返すことで、好気時にはリン除去未処理水中のリンをリン蓄積細菌に摂取・蓄積させ、嫌気時に下水などの有機物源を供給すれば、蓄積したリンが放出されて高濃度(100mgP/L 以上)のリン含有水としてリン回収できることが分かった。その最適な嫌気・好気時間の運転は 4 時間・12 時間程度であることを見出した。
- (4) UASB リアクターで生成したメタンの一部は処理水中に溶存しており、大気中に放散されている。そこで密閉した DHS リアクターの上部より嫌気性処理水を流下させ、下部より空気を供給することで、気相中のメタンガス濃度は容器内を上昇するに従って高濃度になり、上部より自燃のメタン含有ガスとして回収が可能であった。さらに、この密閉 DHS の後段に同一の DHS リアクターを

設置することで、残存の溶存メタンは酸化分解され大気への放散を 99%以上防止できることが分かった。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している
(理由)

途上国仕様として開発した下水処理装置は、低温でも良好な処理水が得られ、溶存メタンの大気放散防止、リンや窒素の除去、リン回収も可能であり、先進国にも適用可能な 21 世紀型の処理システムであることを実証でき、また、その性能の理由を分子生物的手法による微生物叢解析から説明することができたなど、当初の計画を遂行した。

4. 今後の研究の推進方策

下水の嫌気性処理 (UASB 法) の後段処理として本研究で開発した DHS リアクターは、保持微生物の高濃度化が可能であり、汚泥滞留時間が途轍もなく長い。この DHS リアクターを用いることで、増殖速度が遅くて、従来のバイオリアクター内に保持することが困難な難培養微生物でも培養でき、これまで不可能と思われている環境技術の創生が可能となる。すなわち、エアレーションを要さない省エネ・低コストで、レアメタル等の資源回収や特殊な排水処理等への適用拡大が想起され、今後これら新規の環境技術開発を推進する。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 11 件)

- ①. Masashi Hatamoto, Yusuke Koshiyama, Tomonori Kindaichi, Noriatsu Ozaki, Akiyoshi Ohashi., Enrichment and identification of methane-oxidizing bacteria by using down-flow hanging sponge bioreactors under low methane concentration., *Annals of Microbiology.*, 巻なし., pp.171-178.,(2010).,査読有
- ②. N.Matsuura,M.Hatamoto,H.Sumino,K.Syutsubo, T.Yamaguchi, A.Ohashi., Closed DHS system to prevent dissolved methane emissions as greenhouse gas in anaerobic wastewater treatment by its recovery and biological oxidation.,*Water Science&Technology-WST.*,Vol.61.,No.9.,pp2407-2415 (2010).,査読有
- ③. 竹村泰幸, 木村晶典, 阿部憲一, 名取哲平, 大橋晶良, 原田秀樹, 上村繁樹., 塩分による DHS リアクター内の硝化細菌群の菌叢変化と亜硝酸化の促進., *水環境学誌.*, Vol.33-No.10.,pp159-165 (2010)., 査読有

- ④. 松浦 哲久, 江口 拓, 幡本 将史, 原田 秀樹, 大橋 晶良., 嫌気性下水処理の後段 DHS リアクターにおける溶存メタンの生物学的酸化と物理的揮散., *土木学会論文集G.*, Vol.66-No.3.,pp111-119 (2010) 査読有
- ⑤. 大河原正博, 幡本将史, 西山桂太, 松浦哲久, 阿部憲一, 珠坪一晃, 井町寛之, 原田秀樹, 山口隆司, 大橋晶良., 嫌気性処理水に含まれる溶存メタンの密閉型 DHS 装置によるガス化回収., *水環境学会誌.*, Vol.33-No.4.,pp25-31(2010) 査読有り

[学会発表] (計 24 件)

- ①. H.Kodera, T. Kindaichi, N. Ozaki, A. Ohashi., Phosphorus recovery as condensed liquid using an anaerobic-oxic DHS reactor., International Conference on Civil and Environmental Engineering (ICCEE 2010)., 2010.11.1-3., 大連理工大学(中国)
- ②. T. Awata, T. Kindaichi, N. Ozaki, A. Ohashi., Increases in anammox activity under the existence of acetate and nitrate., International Conference on Civil and Environmental Engineering (ICCEE 2010)., 2010.11.1-3., 大連理工大学(中国)
- ③. T.Awata, T.Kindaichi, N.Ozaki, A.Ohashi., Evaluation of anammox activity and dissimilatory nitrate reduction in the presence of acetate or propionate., 13th International Symposium on Microbial Ecology (ism13)., 2010.8.22-27., Washington State Convention Center(USA)
- ④. H.Kodera, M.Hatamoto, T.Kindaichi, N.Ozaki, A.Ohashi., Effects of anaerobic-aerobic period on the microbial community structure of polyphosphate accumulating organisms., 13th International Symposium on Microbial Ecology (ism13)., 2010.8.22-27., Washington State Convention Center(USA)

[図書] (計 1 件)

大竹久夫, サイエンス&テクノロジー、リン資源の回収と有効利用,(2009)., 390(pp100-110)

[産業財産権]

- 出願状況(計 1 件)
名称: リンの回収方法および回収装置
発明者: 大橋晶良、尾崎則篤、金田一智規、幡本将史、小寺博也
権利者: 広島大学
種類: 特願
番号: 2009-044797
出願年月日: 平成 21 年 2 月 26 日
国内外の別: 国内
[その他] なし