

研究種目：基盤研究 (A)  
研究期間：2007～2010  
課題番号：19206056  
研究課題名 (和文) 活性汚泥法に取って代わる無曝気・超省エネ方式の次世代型下 wastewater 処理システムの創成  
研究課題名 (英文) Generation of a novel sewage treatment system with energy saving & no aeration for alternative to an activated sludge system  
研究代表者  
原田 秀樹 (HARADA HIDEKI)  
東北大学・大学院工学研究科・教授  
研究者番号：70134971

研究代表者の専門分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木環境システム

キーワード：下水処理、高濃度アンモニア wastewater 処理、UASB 法、DHS 法、

微生物群集構造解析

#### 1. 研究計画の概要

本プロジェクトでは従来の水処理システムである活性汚泥法に代わる無曝気・超省エネルギー型の下 wastewater 処理技術の創成を行っている。UASB-DHS システムは嫌気性処理と好気性処理を組み合わせた新たな生物処理法であり、シンプルかつ低コストに適用可能な技術である。本プロジェクトではこの UASB-DHS システムの開発途上国での実用化を目指し、排水処理能力、微生物解析、社会工学的評価などを行っている。

#### 2. 研究の進捗状況

今、世界中で汚染された水による環境汚染 (水質汚濁、疾病、富栄養化など) が大きな問題となっている。開発途上国では産業 wastewater や下水がほとんど処理されないまま公共水域に放流され、現地住民の水環境は劣悪なものである。本研究ではこうした開発途上国に適用可能な新規下 wastewater 処理技術の開発を行っている。UASB-DHS システムは嫌気性と好気性の処理を組み合わせた水処理システムであり、有機物除去能に関しては既存の活性汚泥法に匹敵する性能を有している。しかしながら、富栄養化の原因となる窒素の除去については、十分な知見が得られていなかった。そこで、我々は UASB-DHS システムの窒素除去能について研究を行ってきた。ラボスケールの DHS リアクターを用いて、人工下水 (アンモニア含有 wastewater) の連続処理を行い、DHS リアクターの硝化・脱窒能力についての評価を行った。その結果、DHS リアクターにおいてアンモニア負荷  $2.0 \text{ kg-N/m}^3/\text{d}$

( $250 \text{ mg-N/L}$ , HRT 3 h) の条件でアンモニア除去速度は  $1.97 \text{ kg-N/m}^3/\text{d}$  を達成し、アンモニア除去率 90% という結果を得た。この値は、既存のアンモニア除去プロセスと同程度の処理性能である。次に FISH 法を用いて DHS リアクター内に保持された汚泥の微生物群集を視覚的に検出した。その結果、良好なアンモニア除去性能を維持している DHS 保持汚泥内の微生物群集は、全菌に対し活性のある真正細菌が 6 割程度、さらに硝化細菌はその内の 6 割を占めていた。また DHS リアクターの高さ方向によってアンモニア酸化細菌と亜硝酸酸化細菌の存在割合が異なるという結果が得られた。その後、いくつかの検討を行ったがこの細菌存在割合の決定要因については未だ解明できていない。

#### 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)

実施計画に沿い、ほぼ計画通りにしている。日本国内において、長岡技術科学大学を始めとするいくつかの大学との共同研究体制を構築しており、また海外からは現地の状況、意見を取り入れるなどし、現地の社会的ニーズに合致した研究を進めている。

#### 4. 今後の研究の推進方策

DHS リアクター内部の微生物群集構造について、アンモニア酸化細菌と亜硝酸酸化細菌の存在割合が高さ方向で異なるという原因の解明、また DHS リアクターの物理化学的特性についての研究、さらには開発途上国

への普及を考慮し、衛生リスク低減効果などの社会工学的評価を行う予定である。

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. 久保田健吾、林幹大、松永健吾、大橋晶良、李玉友、山口隆司、原田秀樹、都市下水処理 UASB-DHS システムにおける G3 型 DHS リアクターの微生物群集構造解析、土木学会論文集 G (2010)、66 (1)、pp.56-64、査読有り
2. 大久保努、渡辺悠介、大浦一恵、久保田健吾、李玉友、原田秀樹、DHS-USB 方式による埋立地浸出水の省エネルギー型窒素除去システムの開発、土木学会論文集 G (2010)、66 (1)、9-16、査読有り
3. 松永健吾、小野寺崇、上村繁樹、山田真義、山内正仁、高橋優信、久保田健吾、原田秀樹、山口隆司、下水処理 UASB 後段の DHS における余剰汚泥量の抑制要因の評価、環境工学研究論文集 (2009)、46、623-628、査読有り
4. 大矢明子、小野寺崇、山口隆司、珠坪一晃、荒木信夫、多川正、山崎慎一、米山豊、大橋晶良、原田秀樹、下水処理 UASB リアクターの処理特性および保持汚泥性状評価、環境工学研究論文集 (2009)、46、629-636、査読有り
5. Kengo Kubota, Hiroyuki Imachi, Shuji Kawakami, Kohei Nakamura, Hideki Harada, Akiyoshi Ohashi. Evaluation of enzymatic cell treatments for application of CARD-FISH to methanogens. Journal of Microbiological Methods (2007), 72, 54-59, Refereed
6. Madan Tandukar, Akiyoshi Ohashi, Hideki Harada. Performance comparison of a pilot-scale UASB and DHS system and activated sludge process for the treatment of municipal wastewater. Water Research (2007), 41 (12), 2697-2705, Refereed
7. Nobuyuki Sato, Tsutomu Okubo, Takashi Onodera, Lalit K. Agrawal, Akiyoshi Ohashi, Hideki Harada. Economic evaluation of sewage treatment processes in India. Journal Environmental Management (2007), 84 (4), 447-460, Refereed

[学会発表] (計 21 件)

1. 大浦一恵、久保田健吾、李玉友、原田秀樹、DHS-USB 方式による埋立浸出水の高負荷処理に関する研究、第 44 回日本水環境学会年会、2010 年 3 月 15-17 日、福岡大学
2. 大矢明子、山口隆司、珠坪一晃、原田秀樹、長期連続運転における下水処理 UASB リアクターの保持汚泥特性評価、第 44 回日本水環境学会年会、2010 年 3 月 15-17 日、福岡大学
3. 服部賢、久保田健吾、李玉友、原田秀樹、DHS リアクターによる無曝気方式の硝化プロセスの開発、第 44 回日本水環境学会年会、2010 年 3 月 15-17 日、福岡大学
4. 服部賢、久保田健吾、李玉友、原田秀樹、DHS リアクターによる省エネルギー型硝化プロセスの処理特性、土木学会第 64 回年次学術講演会、2009 年 9 月 2-4 日、福岡大学
5. 大浦一恵、渡辺悠介、原田秀樹、大久保努、タンドカール・マダン、DHS-USB 方式による埋立地浸出水からの窒素除去システムの開発、土木学会第 64 回年次学術講演会、2009 年 9 月 2-4 日、福岡大学
6. Takashi Onodera, Daisuke Takayama, Takashi Yamaguchi, Akiyoshi Ohashi & Hideki Harada. Effect of the long-term process outage on the performance of full-scale DHS reactor for post-treatment of UASB treating municipal sewage. International Water Association-ASPIRE Conference & Exhibition (2009), October 18-22, Taipei, Taiwan
7. Kengo Kubota, Masayoshi Hayashi, Madan Tandukar, Takashi Yamaguchi, Hideki Harada. Microbial community structure in a down-flow hanging sponge reactor. The 12th International Symposium on Microbial Ecology (2008), October 17-22, Cairns, Australia
8. Madan Tandukar, Akiyoshi Ohashi, Hideki Harada. Nitrogen Removal by Down-Flow Hanging Sponge Reactor Operated as a Post Treatment Unit for UASB Treating Domestic Sewage. 80th Annual Water Environment Federation Technical Exhibition and Conference (2007), October 13-17, San Diego, California, US