

令和 2 年 6 月 24 日現在

機関番号：13102

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02371

研究課題名(和文) 硫黄サイクルを基幹とした高度水資源循環システムの構築

研究課題名(英文) Development of an enhanced water resources recycling system using by sulfur cycle

研究代表者

山口 隆司 (Yamaguchi, Takashi)

長岡技術科学大学・工学研究科・教授

研究者番号：10280447

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、嫌氣的硫黄酸化の反応を応用し、低水温での水処理・制御技術確立することを目的とする。本研究では都市下水および糖蜜を処理する嫌氣性汚泥床(UASB)リアクターを対象とし、硫黄の酸化還元に関与する微生物菌叢解析を行った。その結果、両UASBリアクターからDesulforhabdus属に近縁な細菌が12～32%の検出割合で存在しており本反応へ関与している可能性が示唆された。本研究では嫌氣的硫黄酸化を伴うUASBを用いることで、従来の活性汚泥法に比べて、低CO₂排出、省エネルギー、低汚泥排出という優れた特性を有する高度水資源循環システムのプロトタイプを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

省エネ・自立性の観点から嫌氣処理法を主体とした水処理技術の開発が行われている。本研究では、これまで培った硫黄サイクル微生物制御技術を基盤とし、有機物等の分解に関わるエレクトロントワー基盤微生物群を活性化して、有機物分解、脱硫、炭素固定およびメタン生産を高めることで、処理水の向上と、低温でも稼働可能な自立型の水質循環システムの構築を行うことを目的として実施した。本研究成果は学術論文として発表し、国際共同研究への応用もでき、学術的意義を成す。また、本技術は、強靱社会インフラ整備、電力供給状況の悪い途上国等の地域での嫌氣性排水処理の普及に研究成果の一部が応用されるまでに至り社会的意義もある。

研究成果の概要(英文)：Aim of this research is on the development wastewater treatment- control- technology, applied anaerobic sulfur oxidation reaction. In the experiment, Upflow anaerobic sludge blanket, UASB, reactors have operated with feeding of actual domestic wastewater and synthetic molasses wastewater. Microbial community is examined with molecular analysis focusing on sulfur oxidation using these cultivated microbial sludges taken from these UASB reactors. In a results, bacteria closed to Desulforhabdus spp. is detected 12～32%, it is indicate that the bacteria have related with sulfur oxidation in anaerobic condition. In this research, a trototype integrated water resources recycling system is developed with excellent characters such as low CO₂ emission, saving-energy, less excess sludge production, using an applicable anaerobic sulfur oxidation. A part of this results is applied into as actual wastewater treatment technology.

研究分野：水環境工学

キーワード：嫌氣性排水処理 硫黄酸化 硫酸塩還元 微生物解析

1. 研究開始当初の背景

水環境保全と水資源の適正な利用・再生・循環は、生命の維持、人間活動に不可欠である。しかし、途上国では排水のほとんどは垂れ流しで、水系由来疾病が乳児・幼児死亡率の8割に達しており(2014, WHO),排水処理は喫緊の課題となっている。国内で排水処理に用いられている標準活性汚泥法は、処理水質は良好であるが(生物学的酸素要求量 BOD 15 mg/L, 浮遊性物質濃度 SS 25 mg/L 以下),浸漬曝気(水中でのエアレーション)と汚泥処理のためにエネルギー消費が膨大である問題を有する。一方、嫌気性生物処理は、曝気不要、汚泥排出が少ない等の優れた特徴を有し、今日、途上国・新興国への適用性や、水処理施設としての省エネ・自立性の観点から、嫌気性処理を主体とした水処理技術の開発が精力的に行われている(蘭 Rebac ら; ブラジル Haandel ら; ミシガン大 Raskin ら, *Wat. Res.*, 2014, pp 1655-1665)。嫌気性処理法の問題としては、排水中の硫酸塩が還元されることで生ずる硫化水素(H₂S)が BOD として残留し処理水質が好気性処理に比べ良好でないこと、嫌気性処理後段の水質向上技術が確立していないこと、低温で微生物が失活すること等があげられる。本研究では、オリジナルの硫黄サイクル微生物制御技術を基盤とし、有機物等の分解に関わるエレクトロントワ-基幹微生物群を活性化して、有機物分解、脱硫、炭素固定およびメタン生産を高めることで、処理水質の向上と、低温でも稼働可能な、自立型の水資源循環システムの構築を推進する。

2. 研究の目的

本研究は、申請者が発見したオリジナルの「嫌氣的硫黄酸化」についてその反応を応用し、水処理・制御技術を確立することを目的とする。本反応は、脱硫・炭素固定・メタン生成を同機に起こすユニークなものである。本反応を排水処理プロセスに適用することで、低 CO₂ 排出、省エネルギー、低汚泥排出(浸漬曝気を必要とする従来法である活性汚泥法と比較し、何れも 70%削減)という優れた特性を有する嫌氣的硫黄酸化反応を基幹とする自立型高度水資源循環システムを確立できる。本技術は、強靱社会インフラ整備、電力供給状況の悪い途上国での実装も期待でき、持続可能社会形成に貢献する。

3. 研究の方法

3.1 実験装置

都市下水処理 UASB リアクター

図-3.1 (A) に都市下水を処理する UASB リアクターの概要図を示す。UASB リアクターは高さ 4.7m, 総容積 1,178 L であり、サンプリングポートを 12 箇所設置した。水理学的滞留時間(HRT: Hydraulic Retention Time)を 8 時間とし、連続運転を行った。追加の UASB リアクターの情報は Takahashi らによって説明されている(Takahashi *et al.*, 2011)。UASB リアクターには最初に 150 mg-S/L の硫酸ナトリウムを添加した都市下水を供給し、その後、50 mg-S/L の硫酸ナトリウム濃度で実験を行った。汚泥サンプルは UASB リアクターの高さ 1.3 m の位置にあるポート 5 から採取し、使用するまで -20 °C で保存した。

糖蜜処理 UASB リアクター

図-3.1 (B) に糖蜜を処理する UASB リアクターの概要図を示す。UASB リアクターは高さ 1.75 m, 有効容積 13.7 L であり、サンプリングポートを 0.15 m 間隔に 10 箇所設置した。植種汚泥は嫌氣的硫黄酸化反応が進行していた都市下水を処理する UASB リアクター内部のグラニュール汚泥を用いた。HRT を 8 時間とし、15 °C に設定した恒温室内に設置した。基質は糖蜜を使用し、有機物濃度を 200 mg-COD/L として供給した。硫黄源には硫酸ナトリウム(1.5 mM), 炭素源として重炭酸ナトリウム(15 mM)をそれぞれ用いた。pH 調整にはリン酸緩衝液を使用し、pH 7.0 から 7.3 付近となるように調整した。汚泥サンプルは UASB リアクターの高さ 0.15 m, 0.45 m, 0.75 m および 1.05 m から採取し、使用するまで -20 °C で保存した。

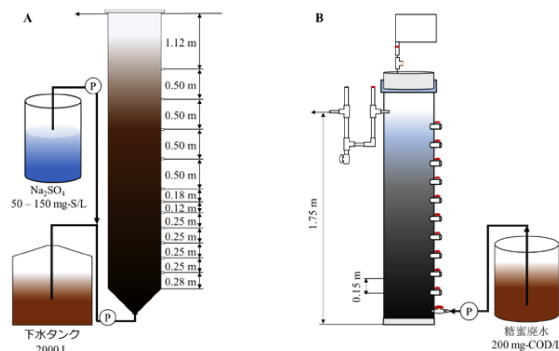


図-3.1 UASB リアクター概要図;

A: 都市下水処理 UASB リアクター, B: 糖蜜処理 UASB リアクター

3.2 対象遺伝子

異化的硫酸還元 Sulfate adenylyltransferase (Sat; EC 2.7.7.4), adenosine phosphosulfate (APS) reductase (Apr; EC 1.8.99.2), dissimilatory sulfite reductase (Dsr; EC 1.8.99.5) によって触媒される。また、これらの酵素の逆作用によって硫黄酸化が触媒される。Apr はすべての硫酸塩還元細菌および硫黄酸化細菌に存在する重要な酵素である (Friedrich *et al.*, 2002)。そのため、*aprA* 遺伝子を標的遺伝子とし、嫌氣的硫黄酸化反応進行・非進行時における硫黄関連機能遺伝子の解析を行った。

4. 研究成果

4.1 都市下水処理 UASB リアクターの水質プロファイル結果および考察

表 4.1 に水質プロファイルを行った際の、UASB リアクターにおける水温、pH および ORP の測定結果を示す。嫌氣的硫黄酸化反応が進行していた時期における水温、pH および ORP は 11 から 13、7.00 から 7.08 および -297 mV から -330 mV の範囲であった。嫌氣的硫黄酸化反応が進行していない時期における水温、pH および ORP は 17 から 26.9、6.72 から 7.00 および -284 mV から -360 mV の範囲であった。pH および ORP は中性付近および -300 mV 程度と同程度であった。しかし、水温が嫌氣的硫黄酸化反応進行時は 17 以下、嫌氣的硫黄酸化反応非進行時は 17 以上であることが確認され、既往の研究の報告と同様に 17 以下で嫌氣的硫黄酸化反応が進行していることが確認された。

表-4.1 UASB リアクターにおける水温、pH および ORP

運 転 日数	水温 ()	pH	ORP (mV)	運 転 日数	水温 ()	pH	ORP (mV)
91	23.5±0.1	6.72±0.02	-299±19	334	23.7±0.5	7.10±0.04	-345±29
110	17.7±0.2	6.94±0.03	-284±25	363	26.4±0.1	6.93±0.07	-321±25
166	12.4±0.4	7.08±0.13	-333±26	378	26.3±0.4	6.88±0.07	-360±32
213	11.9±0.4	7.04±0.04	-297±24	405	26.9±0.3	7.04±0.10	-354±42
254	13.6±0.4	7.20±0.08	-330±29	452	22.5±0.4	7.00±0.08	-322±39
283	17.1±0.5	7.15±0.09	-309±42	536	11.5±0.1	7.30±0.17	-294±40

図-4.1 に *aprA* 遺伝子の解析に用いた汚泥を採取した UASB リアクターの水質プロファイル結果を示す。図-4.1 は嫌氣的硫黄酸化反応が進行していた時期を示す。解析に使用した汚泥サンプルは UASB リアクターのポート 5 から採取した。嫌氣的硫黄酸化反応は運転日数 166 日目、213 日目、254 日目および 536 日目において進行が確認された。また、運転日数 91 日目、110 日目、283 日目、334 日目、363 日目、378 日目、405 日目および 452 日目では嫌氣的硫黄酸化反応は確認されなかった。

4.2 都市下水処理 UASB リアクター保持微生物汚泥の *aprA* 遺伝子解析結果および考察

嫌氣的硫黄酸化反応進行・非進行時における期間から採取した 12 個の汚泥サンプルを解析したところ、546,085 個のシーケンスリードが生成され、1 サンプルあたり約 40,000 から 54,000 のシーケンスリードが解析された。

図-4.2 に *aprA* 遺伝子に基づく OTU レベルの微生物群集構造解析の結果を示す。都市下水を処理する UASB リアクターにおいて、運転期間を通して *Syntrophobacter* 属、*Desulforhabdus* 属、*Desulfobulbus* 属、*Desulfomonile* 属に近縁な細菌がそれぞれ、0.4±0.4%、12.4±9.3%、1.9±5.2% および 1.1±0.9% の検出割合（それぞれの細菌に近縁な OTU の合計）で存在しており、UASB リアクター内における硫黄の循環に関与していることが示唆された。また、嫌氣的硫黄酸化反応が進行していた期間では、*Desulforhabdus* 属および *Candidatus Thiosymbion* に近縁な細菌がそれぞれ、10.1±3.2% および 67.3±32.9% の検出割合で存在していることが示された。この結果から、嫌氣的硫黄酸化反応が進行している期間に優占する *aprA* 遺伝子を保有している細菌は *Desulforhabdus* 属および *Candidatus Thiosymbion* に近縁な細菌であることが明らかとなった。

都市下水および糖蜜を処理する UASB リアクターにおける *aprA* 遺伝子の解析結果より、嫌氣的硫黄酸化反応進行時には *Desulforhabdus* 属に近縁な細菌の検出割合が高くなることから *Desulforhabdus* 属に近縁な細菌が本反応へ関与している可能性が示唆された。*Desulforhabdus*

属に近縁な細菌は 17 以上の UASB リアクターから平均で 10.1%検出されていることから、17 以上の環境下でも適応できることが示唆される。

4.3 糖蜜処理 UASB リアクター実験

図-4.3 に UASB リアクターの水質プロファイル結果を示す。図-4.3 (A) は流入水中の硫酸塩 1.77 mM が UASB リアクター高さ 0.15 m 以下で硫酸還元反応により 0.12 mM まで還元され、1.43 mM の硫化物が生成された。リアクター上部まで硫化物の再酸化は観測されなかったため、嫌氣的硫黄酸化反応が進行していないことが示された。一方、図-4.3 (B) は流入水中の硫酸塩 1.74 mM が UASB リアクター高さ 0.15 m 以下で硫酸還元反応により 0.42 mM まで還元され、0.70 mM の硫化物が生成された。その後、UASB リアクター高さ 0.90 m 付近で 1.05 mM の硫化物が 0.24 mM まで酸化され、硫酸塩濃度が 0.25 mM から 0.69 mM まで増加した。

この結果から、図-4.3 (B) において嫌氣的硫黄酸化反応が進行していることが示された。嫌氣的硫黄酸化反応非進行時の UASB リアクター内における平均水温、pH および ORP はそれぞれ、 19.9 ± 0.5 、 7.49 ± 0.03 および -393 ± 40 mV であった。また、嫌氣的硫黄酸化反応進行時の UASB リアクター内における平均水温、pH および ORP は、それぞれ 16.2 ± 0.5 、 7.13 ± 0.03 および -394 ± 12 mV であった。嫌氣的硫黄酸化反応が進行していない時期と進行している時期を比較すると pH および ORP は共に 7.0 から 7.5 付近および -400 mV 程度であり、大きな差は見られなかった。しかし、水温を比較すると非進行時は 19.9 ± 0.5 であったのに対し、進行時は 16.2 ± 0.5 であり、反応進行時は水温が 17 を下回っていた。

4.4 糖蜜処理 UASB リアクターの aprA 遺伝子解析結果

糖蜜を処理する UASB リアクターでは、高さ方向における細菌の分布を評価することで、嫌氣的硫黄酸化反応が進行している箇所ですべて的に優占する微生物の特定を目的とした。嫌氣的硫黄酸化反応進行時の UASB リアクターから採取した 4 つの汚泥サンプルから

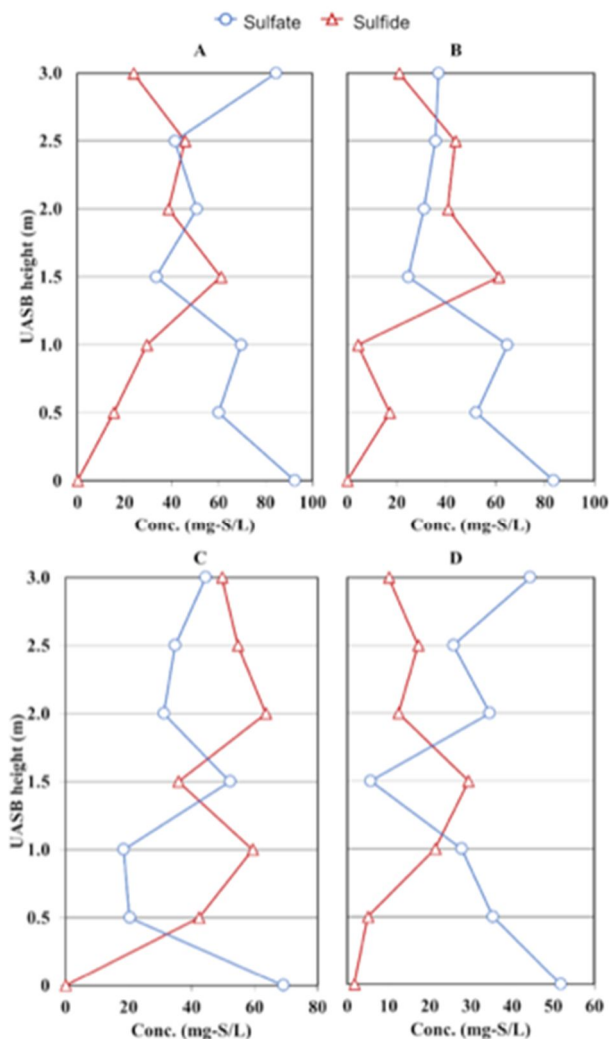


図-4.1 嫌氣的硫黄酸化反応が進行していた時期の硫酸塩および硫化物の水質プロファイル; A : 運転日数 166 日目, B : 213 日目, C : 254 日目, D : 536 日目

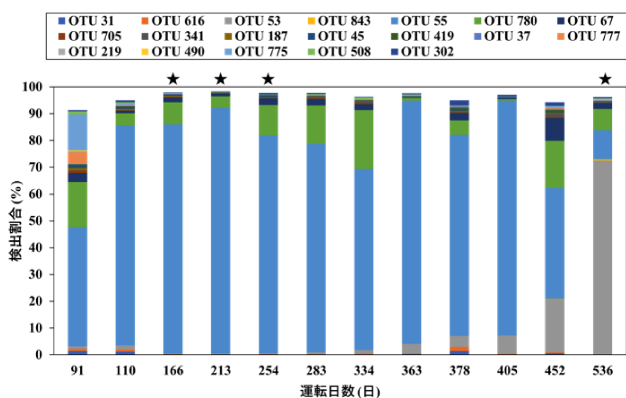


図-4.2 都市下水を処理する UASB リアクターにおける aprA 遺伝子遺伝子を対象とした OTU レベルにおける微生物群集構造解析 (検出割合 0.5%以上); * : 嫌氣的硫黄酸化反応が進行していた時期。

94,378 個のシーケンスリードが生成され、1 サンプルあたり約 19,000 から 30,000 のシーケンスリードが分析された。図-4.4 に *aprA* 遺伝子に基づく OTU レベルの微生物群集構造解析の結果を示す。

糖蜜を処理する UASB リアクターでは、*Syntrophobacter* 属、*Desulfovibrio* 属、*Desulforhabdus* 属、*Desulfobulbus* 属、*Desulfomonile* 属に近縁な細菌がそれぞれ、平 $5.5 \pm 2.9\%$ 、 $23.0 \pm 11.4\%$ 、 $32.6 \pm 20.9\%$ 、 $5.0 \pm 2.0\%$ および $0.8 \pm 0.6\%$ の検出割合（それぞれの細菌に近縁な OTU の合計）で存在しており、UASB リアクター内における硫黄の循環に関与していることが示唆された。*Desulforhabdus* 属に近縁な細菌はリアクター高さに比例して検出割合が 3.9% から 50.1% まで増加し、嫌氣的硫黄酸化反応が進行しているポート 5 およびポート 7 における優占種であることが確認された。都市下水を処理する UASB リアクターにおいて優占していた *Candidatus Thiosymbion* に近縁な細菌は糖蜜を処理する UASB リアクター全体における平均の検出割合は $1.8 \pm 0.6\%$ であった。

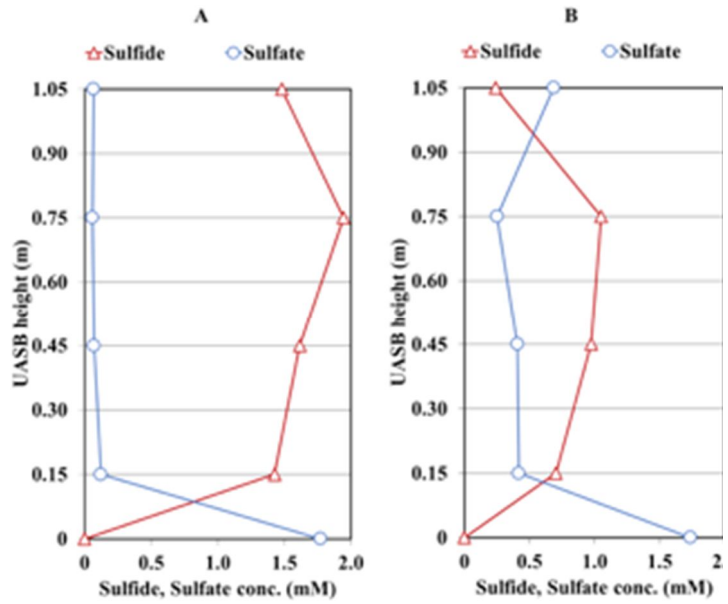


図-4.3 硫酸塩および硫化物の水質プロファイル結果。

- (A)：嫌氣的硫黄酸化反応非進行時；
- (B)：嫌氣的硫黄酸化反応進行時。

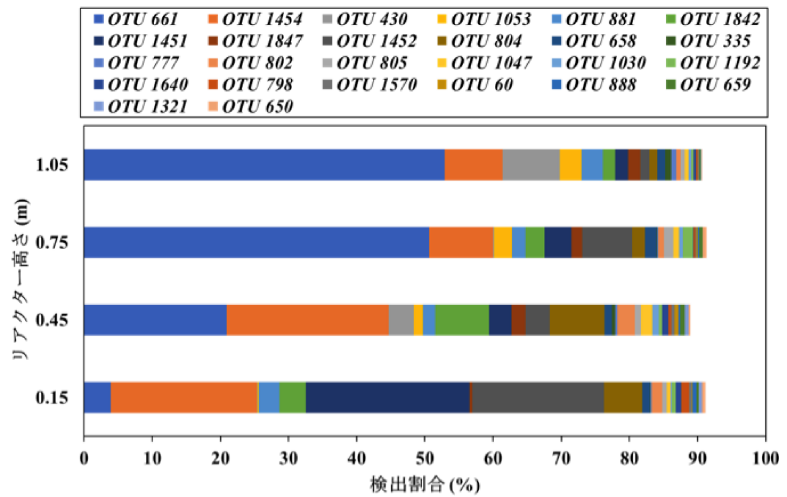


図-4.4 *aprA* 遺伝子遺伝子を対象とした OTU レベルにおける微生物群集構造解析（検出割合 0.5%以上）

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Masashi Hatamoto, Tsutomu Okubo, Kengo Kubota, Takashi Yamaguchi, Takashi Yamaguchi	4. 巻 102
2. 論文標題 Characterization of downflow hanging sponge reactors with regard to structure, process function, and microbial community compositions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Microbiology and Biotechnology	6. 最初と最後の頁 10345-10352
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00253-018-9406-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Choolaka Hewawasam, Norihisa Matsuura, Yuya Takimoto, Masashi Hatamoto, Takashi Yamaguchi, Takashi Yamaguchi	4. 巻 222
2. 論文標題 Optimization of rotational speed and hydraulic retention time of a rotational sponge reactor for sewage treatment	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Management	6. 最初と最後の頁 155-163
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jenvman.2018.05.046	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Naoki Nomoto, Naoki Nomoto, Masashi Hatamoto, Yuga Hirakata, Muntjeer Ali, Komal Jayaswal, Akinori Iguchi, Tsutomu Okubo, Masanobu Takahashi, Kengo Kubota, Tadashi Tagawa, Shigeki Uemura, Takashi Yamaguchi, Hideki Harada	4. 巻 102
2. 論文標題 Defining microbial community composition and seasonal variation in a sewage treatment plant in India using a down-flow hanging sponge reactor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Microbiology and Biotechnology	6. 最初と最後の頁 4381-4392
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00253-018-8864-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Maharjan N, Nomoto N, Tagawa T, Okubo T, Uemura S, Khalil N, Hatamoto M, Yamaguchi T, Harada H	4. 巻 6
2. 論文標題 Assessment of UASB-DHS technology for sewage treatment: a comparative study from a sustainability perspective.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Environmental technology	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/09593330.2018.1455746	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nomoto Naoki, Ali Muntjeer, Jayaswal Komal, Iguchi Akinori, Hatamoto Masashi, Okubo Tsutomu, Takahashi Masanobu, Kubota Kengo, Tagawa Tadashi, Uemura Shigeki, Yamaguchi Takashi, Harada Hideki	4. 巻 39
2. 論文標題 Characteristics of DO, organic matter, and ammonium profile for practical-scale DHS reactor under various organic load and temperature conditions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY	6. 最初と最後の頁 907-916
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09593330.2017.1316319	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Oshiki Mamoru, Miura Takayuki, Kazama Shinobu, Segawa Takahiro, Ishii Satoshi, Hatamoto Masashi, Yamaguchi Takashi, Kubota Kengo, Iguchi Akinori, Tagawa Tadashi, Okubo Tsutomu, Uemura Shigeki, Harada Hideki, Kobayashi Naohiro, Araki Nobuo, Sano Daisuke	4. 巻 9
2. 論文標題 Microfluidic PCR Amplification and MiSeq Amplicon Sequencing Techniques for High-Throughput Detection and Genotyping of Human Pathogenic RNA Viruses in Human Feces, Sewage, and Oysters	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 830-830
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2018.00830	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Terutake Niwa, Takuya Yamashita, Masataka Mitsumizo, Masanobu Takahashi, Masashi Hatamoto, Takashi Yamaguchi, Kiran A. Kekre, Li L. Lin, Guihe Tao, Harry Seah	4. 巻 7
2. 論文標題 Pilot-scale test of industrial wastewater treatment by UASB and MBR using a ceramic flat sheet membrane for water reuse	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Water Reuse and Desalination	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2166/wrd.2017.147	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Naoki Nomoto, Muntjeer Ali, Komal Jayaswal, Akinori Iguchi, Masashi Hatamoto, Tsutomu Okubo, Masanobu Takahashi, Kengo Kubota, Tadashi Tagawa, Shigeki Uemura, Takashi Yamaguchi, Hideki Harada	4. 巻 6
2. 論文標題 Removal and Oxygen Consumption of Retained Sludge for Organic Matter, Ammonium, and Sulfur in a Practical-Scale Down-Flow Hanging Sponge Sewage Treatment Reactor	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Conference on Sustainable Energy & Environmental Sciences (SEES)	6. 最初と最後の頁 52-57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5176/2251-189X_SEES17.18	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Namita Maharjan, Naoki Nomoto, Tadashi Tagawa, Tsutomu Okubo, Shigeki Uemura, Nadeem Khalil, Masashi Hatamoto, Takashi Yamaguchi & Hideki Harada	4. 巻 1
2. 論文標題 Assessment of UASB DHS technology for sewage treatment: a comparative study from a sustainability perspective	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Environmental Technology	6. 最初と最後の頁 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09593330.2018.1455746	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計20件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 小林 直央、川上 周司、幡本 将史、牧慎也、渡利 高大、惣中 英章、山口隆司、荒木 信夫、押木守
2. 発表標題 UASBリアクターにおける硫黄酸化遺伝子に着目した微生物解析
3. 学会等名 第21回日本水環境学会シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林 直央、川上 周司、幡本 将史、牧慎也、渡利 高大、山口隆司、荒木 信夫、押木守
2. 発表標題 嫌氣的硫黄酸化発生時のUASBリアクターにおける硫黄関連機能遺伝子を標的とした遺伝子解析
3. 学会等名 第36回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内田翔太、幡本将史、山口隆司
2. 発表標題 嫌氣的硫黄酸化反応が発生したUASBリアクター保持汚泥中の微生物群集構造の解析
3. 学会等名 第72回土木学会全国大会 学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 内田翔太, 惣中英章, 牧慎也, 幡本将史, 山口隆司, 山崎慎一, 荒木信夫
2. 発表標題 UASBリアクターの嫌氣的硫酸化反応に関する流入基質条件の影響評価
3. 学会等名 第52回日本水環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Hirakata, M. Hatamoto, M. Oshiki, N. Araki, T. Watari, T. Yamaguchi
2. 発表標題 Anaerobic protist community in UASB reactor treating domestic sewage by 18S rRNA gene sequence analysis
3. 学会等名 1st Symposium on Microbial Methods for Waste & Water Resources Recovery (MMWRR2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y. Hirakata, M. Hatamoto, M. Oshiki, N. Araki, T. Yamaguchi
2. 発表標題 Eukaryotic Community in UASB Reactor Treating Domestic Sewage Based on 18S rRNA Gene Sequencing
3. 学会等名 The 1st Frontiers International Conference on Wastewater Treatment and Modelling (FICWTM) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 平片悠河, 幡本将史, 山口隆司, 押木守, 荒木信夫
2. 発表標題 都市下水処理UASB槽内に生息する原生動物群集解析と分離培養の試み
3. 学会等名 環境微生物系学会合同大会2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 平片悠河, 幡本将史, 山口隆司, 押木守, 荒木信夫
2. 発表標題 18S rRNA遺伝子情報を用いた都市下水を処理するUASB槽及び活性汚泥における原生動物群集解析
3. 学会等名 土木学会第72回年次学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 平片悠河, 幡本将史, 山口隆司, 押木守, 荒木信夫
2. 発表標題 都市下水を処理するUASB 槽内に生息する原生動物群集の季節変動と処理水質との関連
3. 学会等名 第20回日本水環境学会シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Sonaka, S. Uchida, M. Hatamoto, T. Watari, N. Araki, M. Oshiki, D. Tanikawa, S. Yamazaki, T. Yamaguchi
2. 発表標題 Elucidation of Anaerobic Sulfur Oxidation Reaction in Up-flow Anaerobic Sludge Blanket
3. 学会等名 2nd International Conference of "Science of Technology Innovation" (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平片悠河, 幡本将史, 渡利高大, 山口隆司, 押木守, 荒木信夫
2. 発表標題 都市下水処理UASB槽内に生息する原生動物の細菌の捕食と代謝特性の解明
3. 学会等名 第52回水環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashi Yamaguchi
2. 発表標題 Development of applicable water-resources recycle technology in the world, conducting by our collaborative network
3. 学会等名 2nd Applying New Technology in Green Building (ATiGB) 2016 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 塩澤大和、山口 隆司、幡本将史、荒木信夫、山崎慎一
2. 発表標題 ラボスケールUASBリアクター内における嫌氣的硫黄酸化反応の再現性評価
3. 学会等名 平成28年度土木学会 第71回年次学術講演会講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 井口晃徳、久保田健吾、稲葉愛美、原田秀樹、大久保努、上村繁樹、長町晃宏、多川正、押木守、荒木信夫、瀬戸雄太、幡本将史、山口隆司、高橋優信
2. 発表標題 下水処理DHSリアクターの運転条件がウイルス除去性能に及ぼす影響
3. 学会等名 第51回日本水環境学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 平片悠河、幡本将史、山口隆司、長岡高専 押木守、荒木信夫
2. 発表標題 18S rRNA遺伝子に基づく都市下水処理UASB槽内の原生動物群集の解析
3. 学会等名 第51回日本水環境学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y. Hirakata, M. Oshiki, N. Araki, M. Hatamoto, T. Yamaguchi
2. 発表標題 Detection of prokaryotic symbionts in the ciliates metopus living in up-flow anaerobic sludge blanket reactor
3. 学会等名 Water and Environment Technology (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 平片悠河, 幡本将史, 山口隆司, 押木守, 荒木信夫
2. 発表標題 水処理 UASB 槽内に生息する嫌気性原生動物の共生微生物の分子生物学的解析
3. 学会等名 平成28年度土木学会全国大会第71回次学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 内田 翔太, 塩澤大和, 山口隆司, 松浦哲久
2. 発表標題 UASBリアクター内の嫌氣的硫黄酸化反応関与微生物の評価
3. 学会等名 第51回日本水環境学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安田允樹, 牧慎也, 幡本将史, 山口隆司
2. 発表標題 沈殿槽処理水の水質が下水処理DHSリアクターの処理性能に及ぼす影響の評価
3. 学会等名 第51回日本水環境学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 塩澤大和、内田 翔太、幡本将史、山口隆司
2. 発表標題 嫌氣的硫酸化反応進行時の基質条件の検討
3. 学会等名 第51回日本水環境学会年会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>水圏土壌環境研究室 http://ecolab.nagaokaut.ac.jp/e/ 水圏土壌環境研究室 http://ecolab.nagaokaut.ac.jp/j/publications/7291.html 長岡技術科学大学 研究者詳細 http://souran.nagaokaut.ac.jp/view?l=ja&u=107</p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	幡本 将史 (Hatamoto Masashi) (20524185)	長岡技術科学大学・産学融合トップランナー養成センター・特任准教授 (13102)	
研究分担者	押木 守 (Oshiki Mamoru) (90540865)	長岡工業高等専門学校・環境都市工学科・准教授 (53101)	