

令和 2 年 6 月 12 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01920

研究課題名（和文）下水汚泥と厨芥の混合メタン発酵を核とした都市ごみ焼却施設と下水処理施設の連携

研究課題名（英文）Cooperation between municipal solid waste incinerator and wastewater treatment plant by the integrated methane fermentation of sewage sludge and kitchen waste

研究代表者

大下 和徹 (Oshita, Kazuyuki)

京都大学・工学研究科・准教授

研究者番号：90346081

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、廃棄物系バイオマスの混合メタン発酵を核とした都市ごみ焼却施設と下水処理施設の連携を検討した。まず混焼処理可能量は、下水汚泥年間発生量の約半分であり、埋立処理されている下水汚泥の約3割を混焼できることが明らかとなった。混合メタン発酵では、紙類の混合は固形物あたりのガス発生量に対して負の影響を示したが、残渣脱水に対しては正の影響を示した。合併処理浄化槽汚泥等は下水余剰汚泥と同等の発酵特性であった。脱水残渣の燃焼特性は、従来の都市ごみと大きく変化はなかった。下水汚泥処理方法として、複数シナリオを比較し、コストおよび温室効果ガス排出量の面から都市ごみとの混焼が最も有利であることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、連携ポテンシャルや技術的な相乗効果が明確となったため、都市下水やごみを、既設インフラを最大限に有用利用しつつ、従来よりも効率的に処理・処分・有効利用する新たなシステムを提示し、具体的な検討を進めることができ、エネルギー問題、財政問題、温室効果ガス排出抑制に寄与できる。また、全国の各施設の詳細情報を伴った位置をマッピングした初のデータを示すことができ、将来的に連携を想定した両施設の新設を計画する際にも貴重なデータとなり得る。また同種施設の連携、統合による広域化処理にも応用展開が可能であると思われる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we investigated the cooperation between the municipal solid waste incinerator and wastewater treatment plant with the combined methane fermentation of waste biomass. First, it became clear that the co-combustible amount is almost half of the annual generation amount of sewage sludge, and that approximately 30% of the sewage sludge that was landfilled can be co-combustible. In combined methane fermentation, the mixing of papers had a negative effect on the amount of gas generated per solid but had a positive effect on the dewatering of residues. Fermentation characteristics of the combined septic tank sludge were equivalent to those of waste activated sludge. The combustion characteristics of the dewatered residue were not significantly different from those of conventional municipal solid waste. As a sewage sludge treatment method, it was shown that co-combustion with municipal solid waste was the most advantageous in terms of operation cost and greenhouse gas emissions.

研究分野：廃棄物処理

キーワード：都市ごみ焼却施設 下水処理施設 し尿処理施設 下水汚泥 メタン発酵 厨芥類 し尿汚泥 脱水

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

都市の代謝機能は、人々の生産・消費活動から発生する環境負荷を低減する役割を担う。代表的な都市代謝施設としては、下水処理施設と都市ごみ焼却施設がある。下水処理施設においては、非常に大きなエネルギー投入により下水が処理され、発生した汚泥についてはメタン発酵等によるエネルギー利用が進められているが、エネルギー的に自立できるまでは至っていない<sup>1)</sup>。一方、都市ごみ焼却施設では、多くの施設でごみ発電が導入され、得られた電力は、施設内所要電力を賅った上、外部に売電される。ただし、わが国の都市ごみの性状などから、欧州の都市ごみ焼却施設と比較すると発電効率は明らかに低い。そこで、本来ごみ発電には向かない厨芥類などの湿潤系バイオマスは、別途メタン発酵を行ってバイオガス発電を行い、システム全体のエネルギー効率を高める試みが始まっている。

これら都市代謝施設は、ごく一部の例(都市ごみと下水汚泥の混焼や熱供給)を除き、これらが同じ自治体内、あるいは近傍に位置していたとしても、単独で機能を果たしてきた。しかし、わが国においては、エネルギー問題や、将来的な人口減少など、様々な課題が想定され、これらの施設には、今後、お互いの弱点を補うのみならず、相乗的、かつ効率的に連携していくことが求められる。

これまで、下水処理施設と都市ごみ処理施設の連携については、双方の施策に共通するメタン発酵に着目し、下水汚泥と厨芥類の混合メタン発酵を中心とした連携方策が重要視され、研究されてきている。例えば、申請者らは、100万人規模の大都市を対象に、両施設がそれぞれ単独で稼働した場合よりも連携したほうが、ライフサイクルコストで30%、エネルギー消費量で54%、温室効果ガス排出量で41%低減できると試算している<sup>2)</sup>。また、中久保らも、神戸市を対象に下水汚泥と厨芥類の混合メタン発酵が両施設の連携に与える正の重要性を指摘している<sup>3)</sup>。しかし、これらは個別の事例を対象としたケーススタディにとどまっており、かつ大都市のみの検討にとどまっている。施設間の距離関係が最も重要な制約条件となることは容易に推測されつつも、このような連携がどのような条件で可能となるのか、地方都市での連携が有効であるのか、わが国においてどの程度、連携可能性のあるサイトが存在するのか、そのポテンシャルは不明である。

また、混合メタン発酵は、国内外でも多く実験的に検討され、微生物群集の特性把握や、プロセスのモデリングが進められるとともに、特にバイオガス生成量の点で、そのエネルギー的な利点が明らかになっている<sup>4)</sup>、<sup>5)</sup>、<sup>6)</sup>。しかし、不可避に発生する発酵残渣の処理に関する研究例は農業利用を除き皆無である。特に都市部での連携を想定した場合は、発酵残渣と都市ごみとの混焼も想定され、残渣の脱水特性や都市ごみとの混焼特性(排ガス性状や灰組成、有害物質の挙動)が、システム全体への波及効果として大きなインパクトを持つ。

### 2. 研究の目的

以上のような背景より、本研究は、都市ごみ焼却施設と下水処理施設の連携について、まず、施設間距離等の連携が可能となる条件を求め、我が国における連携ポテンシャルを明らかにする。次に、下水汚泥と厨芥類の混合メタン発酵を中心に、発電量の増加、発酵残渣の脱水、都市ごみとの混焼、排ガスや灰の組成変化等、連携時の波及効果を実験的に検討する。最終目標は、これらの結果を用いて、両施設の連携が、コスト、エネルギー、温室効果ガス排出量削減等に及ぼす相乗効果を定量的に明らかにし、連携による将来的な都市代謝機能のあり方を具体的に示すことである。

上記の目標を達成するために具体的に実施した内容を以下に示す。

- (1) 都市ごみ焼却施設と下水処理施設(し尿処理施設)との連携ポテンシャルの算出
- (2) 都市ごみ中厨芥類と下水汚泥等の混合メタン発酵
- (3) 発酵残渣の脱水、メカニズム解明
- (4) 都市ごみと発酵残渣の混焼特性
- (5) 都市ごみ焼却および下水処理施設の連携によるランニングコスト、温室効果ガス低減効果

### 3. 研究の方法

- (1) 都市ごみ焼却施設と下水処理施設(し尿処理施設)との連携ポテンシャルの算出

現在、わが国における都市ごみ焼却施設および下水処理施設、し尿処理施設は、それぞれの位置情報や施設の詳細は個々の統計情報で明らかになっているものの、各施設間の距離情報(最近接施設との距離)などは明らかになっていない。本検討では、まず各施設の位置情報や施設情報を国土数値情報<sup>7)</sup>、環境省の統計<sup>8)</sup>、下水道統計<sup>9)</sup>やごみ焼却施設台帳<sup>10)</sup>から整理し、Google マイマップ<sup>11)</sup>を用いて、地図上に反映し(図1)全施の最近接施設との距離を実際の道路情報を反映した距離計測ツールを用いて求め、日本全国の各施設間の距離情



図1 Google マイマップを用いたデータベースの概要(赤:都市ごみ焼却施設、青:下水処理場)

報・分布を整理した。なお、全体数からすればわずかであるが、既にいくつかの都市ごみ焼却炉と下水処理場、し尿処理場においては、汚泥と都市ごみとの混焼がなされており、これら施設にアンケートを実施し、施設間距離、混焼比率、焼却炉稼働率等の情報を収集・整理し、連携に必要な条件を明らかにし、これらを用いて、全国の施設の中から、連携が可能なサイトを抽出することで、我が国の連携ポテンシャルを明らかにした。

## (2) 都市ごみ中厨芥類と下水汚泥等の混合メタン発酵

### 都市ごみの組成を変化させたメタン発酵実験

厨芥類と紙類を異なる混合比率(乾燥重量として 100:0、80:20、60:40)で混合し、微量金属の栄養塩を塩化物として添加して、混合物の TS 濃度が各条件で 27.7g/L で一定となるように蒸留水で希釈し調整した。実験は中温湿式メタン発酵(HRT:30 日)と高温湿式メタン発酵(HRT:20 日)を想定し、半連続式にて、立ち上げ 1 カ月間、定常状態 2 カ月間実施した

### 都市ごみと下水汚泥の混合メタン発酵実験

下水汚泥を 2 条件の混合比率(厨芥類、紙類、下水汚泥を乾燥重量として 64:16:20、36:24:40)について、上記と同様の要領で、高温湿式メタン発酵(HRT:20 日)を想定した半連続式実験を実施した。

### 農業集落排水処理設備や浄化槽汚泥のメタン発酵実験

採取した浄化槽汚泥、し尿汚泥、農業集落排水汚泥を基質とした半連続式嫌気性消化実験を、日高ほか<sup>12)</sup>と同様の方法で行った。ガラス容器で作成した有効容積 0.5L の嫌気性消化反応器は、中温(35℃)の恒温水槽に設置して温度を制御した。基質を週 2 回継続的に投入し、基質投入時には 30 分程度静置した消化汚泥の上澄み液を引き抜いた。

## (3) 発酵残渣の脱水、メカニズム解明

上記のとおりの実験で最終的に得られた発酵残渣に対してベルトプレス脱水試験およびろ液性状の分析をおこなった。発酵残渣の TS 濃度を 6.0g/L に調整後、高分子凝集剤(KP206B:三菱ケミカル社製)を 2.5%TS で投入・攪拌を行い、フロック作成後の発酵残渣をベルトプレス脱水試験装置にて脱水操作を行い、ろ過時間とろ液量を記録した。

## (4) 都市ごみと発酵残渣の混焼特性

上記の脱水実験で得られた発酵残渣脱水汚泥の含水率、高位発熱量、CHN 組成分析から、低位発熱量を求め燃料的価値を評価した。また、都市ごみを想定したプラスチック主体の模擬ごみと混合させ、熱重量示差熱分析(TG-DTA)を実施した。条件は高純度空気を 70 mL/min で流通させつつ、昇温速度は 5℃/min、10℃/min、20℃/min の温度プログラムで、700℃まで昇温させ、N=2 で測定を行った。これらにより得られた結果から試料毎の活性化エネルギーを k-プロット法により求めた。

## (5) 都市ごみ焼却および下水処理施設の連携によるランニングコスト、温室効果ガス低減効果

(1) で得られたアンケート結果や解析の結果から、連携する下水処理施設の規模(22,400m<sup>3</sup>/day)と都市ごみ焼却施設の規模(300(t/day))を設定し、施設間距離を 11km として、下水汚泥の混焼を含めた処理シナリオにより、ランニングコスト、温室効果ガス排出量を計算・評価した。都市の規模は人口が 20 万人程度の中核都市とした。システム境界は下水処理施設と都市ごみ焼却施設を含めるものとし、脱水汚泥を車両運搬することとした。評価シナリオは以下の通りである。脱水汚泥埋立+都市ごみ単独焼却、脱水汚泥単独焼却+都市ごみ単独焼却、脱水汚泥セメント原料化+都市ごみ単独焼却、脱水汚泥と都市ごみの混焼。

## 4. 研究成果

### (1) 都市ごみ焼却施設と下水処理施設との連携ポテンシャルの算出

現状調査の結果、下水汚泥、およびし尿汚泥の混焼を行っている都市ごみ焼却施設数は、全体の約 5.2%、および約 19%であった。これらの施設へのアンケート調査から、都市ごみ焼却施設と下水処理施設、およびし尿処理施設の施設間距離の算術平均値はそれぞれ約 13km、および 6km であること、混焼率はそれぞれ約 9%、および約 3%であることが明らかになった。両施設が連携するため条件としては、下水処理場の場合、施設間距離は 22km 以内、混焼率は 22%以内、焼却施設の稼働率は 86%以内であることが必要と計算された。し尿処理場の場合、施設間距離は 18km 以内、混焼率は 14%以内、焼却施設の稼働率は 86%以内であることが必要と計算された。

次に、全国の都市ごみ焼却施設と、下水処理施設、およびし尿処理施設のすべての位置や基礎情報を、Google MAP 上にマッピングし、これを利用して、混焼と混合メタン発酵を連携シナリオと場合の、連携処理可能な施設数の抽出や廃棄物量の試算をおこなった結果、総下水汚泥の最大混焼可能量を見積もったところ、年間汚泥発生量の約半分を混焼でき、さらに、単独焼却後、リサイクルされていない下水汚泥の 34.7%を混焼処理できることが明らかとなった。混合メタン発酵では新たに処理できるのは 1.2%程度に留まることが示された。この原因としては受け入れることのできる消化槽が少ないことに依存するものと考えられた。またし尿汚泥の場合は、約 40%が新たに混焼可能であることが明らかとなった。

また、混焼のためには都市ごみ焼却施設が 100t/day 以上の規模であること、その地域の道路

の占める面積割合が高いことが重要であることが示された。また、別の連携として、し尿汚泥を下水処理場にて処理できる量としては、現状の連携例が併設施設である制約から、し尿汚泥全発生量の5%程度にとどまった。

## (2) 都市ごみ中厨芥類と下水汚泥等の混合メタン発酵

### 都市ごみの組成を変化させたメタン発酵実験

メタン発酵実験の結果の一部として、中温湿式メタン発酵における紙類混合比率がVS分解率、メタン発生量に与える影響を図2(上)に示す。紙類混合比率の増加に伴ってVS分解率および投入基質体積あたりのメタン発生量は減少する傾向が見られた。これは紙類の添加に伴い難燃気分解性物質であるリグニンの含有率が増加することに起因すると考えられる<sup>13)</sup>。厨芥類、および紙類のみのVS分解率は83%、63%(図2(上)の結果を直線近似で外挿)であり、文献値：厨芥類83%、紙類：63%<sup>14)</sup>とほぼ同様の値を示した。また厨芥類に含まれる塩素はメタン発酵により95%程度が液相に移行するものと推測された。この傾向は高温湿式メタン発酵でも同様の傾向であった。

### 都市ごみと下水汚泥の混合メタン発酵実験

下水汚泥と模擬ごみの高温混合メタン発酵実験では、下水汚泥の混合により、ガス発生量が減少する傾向が見られた。

### 農業集落排水汚泥や浄化槽汚泥のメタン発酵実験

まず、合併処理浄化槽および農業集落排水施設の汚泥性状およびメタン発酵特性をオキシデーショナルディッチ法由来の下水余剰汚泥と比較した。有機物(VS)/固形物(TS)比、元素組成、高位発熱量およびメタン発酵におけるバイオガス発生率の関係は概ね同様であった。戸建て住宅の浄化槽での汚泥引抜きを高頻度化した場合の影響も調査し、1~3ヶ月間隔で引抜いた浄化槽汚泥は、VS/TS比が0.94程度まで増加し、高位発熱量は20kJ/g程度、バイオガス発生率は0.4~0.5NL/gVS-added程度で、通常の浄化槽汚泥の値より高く、技術的観点や収集運搬費用からも検討に値する方策であると考えられた。

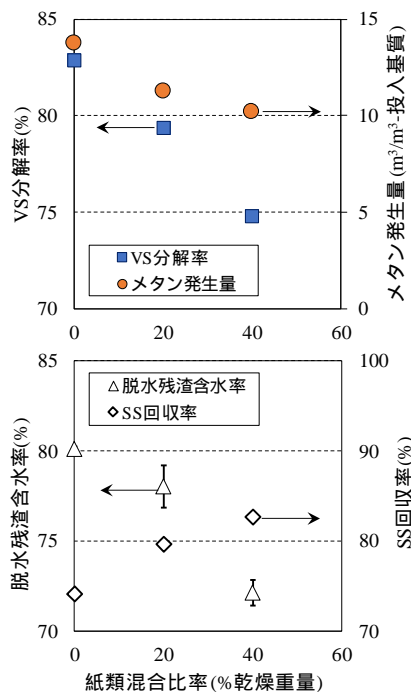


図2 メタン発酵(上)と脱水(下)に与える紙類混合比率の影響

## (3) 発酵残渣の脱水、メカニズム解明

上記実験で得られた中温メタン発酵残渣を用いたベルトプレス脱水試験結果を図2(下)に示す。図より、紙類混合比率の増加にともなって、脱水発酵残渣含水率は80%から72%まで減少したが、SS回収率は74%から82%まで上昇する傾向がみられた。この原因としては、紙類混合比率の増加に伴い、発酵残渣中の溶解性リグニンが増加することにより脱水性、固液分離性とも上昇しているものと推測された<sup>15)</sup>。この傾向は高温メタン発酵残渣でも同様の傾向であった。また全条件において、最適な高分子凝集剤は中カチオン性で一致した。

上記実験で得られた、混合メタン発酵残渣の脱水実験の結果、発酵残渣の脱水性は、下水汚泥が混合されると低下した。これは、脱水性に正の影響を与える紙類由来の繊維分やリグニンの割合が相対的に減少していることによると推測された。

## (4) 都市ごみと発酵残渣の混焼特性

低位発熱量の解析の結果、その順列は、プラスチック主体のごみ > 紙類の多い脱水発酵残渣 > 下水汚泥の多い脱水発酵残渣となった。特にこの順列は、脱水発酵残渣の含水率と、下水汚泥の混合が影響していた。下水汚泥単独よりも、都市ごみ中の紙類や厨芥類を混合することで、脱水性を高めることができること、燃料としての価値も高めることができることが示された。また活性化エネルギーについては、プラスチックごみの方が高くなり、バイオマスを主体とした脱水発酵残渣は、比較的低い値を示した。したがってプラスチックの燃焼にはより大きなエネルギーが必要であると考えられた。

## (5) 都市ごみ焼却および下水処理施設の連携によるランニングコスト、温室効果ガス低減効果

まずランニングコストの構造として、シナリオ 埋立では脱水汚泥の処分費が高く、シナリオ 汚泥焼却では補助燃料や電力消費量が増加し、シナリオ セメント原料化では、脱水汚泥の受入費用が増加することが特徴的であった。シナリオ 混焼ではこれらがすべて不要となり、施設間の汚泥運搬の影響や、都市ごみ焼却炉への負荷増大の影響も軽微であった。ランニングコストは混焼シナリオでは、埋立に比較し65%程度、焼却・セメントに比較し、28-35%低減できる結果となった。

温室効果ガス(GHG)排出量としては、シナリオ 埋立では、脱水汚泥からのCH<sub>4</sub>排出、シナリ

オ の焼却では、補助燃料や電力消費由来 CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O 排出の増加が特徴的であった。セメント、混焼ではこれらが無視でき、施設間の汚泥運搬の影響や、都市ごみ焼却炉への負荷増大の影響も軽微ではある。しかしながら、混焼の場合の GHG 排出量は埋立に比較し 18%程度、焼却に比較し 10%低減できる可能性があるが、削減効果は限定的であった。したがって混焼については主にコスト削減策であると位置づけることができる。

<引用文献>

- 1) Shomura S., Oshita K., Takaoka M., Matsumoto T. and Morisawa S.: A comparative evaluation of sewage treatment systems from the perspective of energy consumption, Proceedings of IWA sludge conference 2009 (CD-ROM) (2009)
- 2) Takaoka M., Oshita K., Iwamoto T. and Mizuno T.: Effect of co-managing organic waste using municipal wastewater and solid waste treatment systems in mega cities, Water Science and Technology, Vol.69, No.6, pp.1159-1166 (2014)
- 3) 中久保豊彦, 東海明宏, 大野浩一: 下水処理場とごみ焼却場の連携を軸とした静脈系社会資本更新計画の立案と評価, 土木学会論文集 G (環境), Vol.68, No.2, pp.152-171 (2012)
- 4) Hidaka T., Inoue K., Suzuki Y. and Tsumori J.: Growth and anaerobic digestion characteristics of microalgae cultivated using various types of sewage, Bioresource Technology, Vol.170, pp.83-89 (2014).
- 5) Hidaka T., Wang F., Togari T., Uchida T. and Suzuki Y.: Comparative performance of mesophilic and thermophilic anaerobic digestion for high-solid sewage sludge, Bioresource Technology, 149, pp.177-183 (2013).
- 6) Mata-Álvarez, J., Dosta, J., Romero, M., Fonoll, A., Xavier, P.M. and Astals, S.: A critical review on anaerobic co-digestion achievements between 2010 and 2013. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 36. 412-427(2014)
- 7) 国土交通省国土政策局国土情報課: 国土数値情報 <https://nlftp.mlit.go.jp/index.html>
- 8) 環境省: 一般廃棄物処理実態調査結果, [http://www.env.go.jp/recycle/waste\\_tech/ippan/index.html](http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/index.html)
- 9) (公社)日本下水道協会: 平成 25 年度版下水道統計 (2017)
- 10) (公財)廃棄物・3R 研究財団[全連続燃焼式偏、准連続燃焼式偏]: ごみ焼却施設台帳, 2013.
- 11) Google: Google マイマップ, <https://www.google.co.jp/intl/ja/maps/about/mymaps/>
- 12) 日高平, 佐野修司, 西村文武, 藤原雅人: オキシデーショントッチ法からの脱水汚泥を対象とした簡易運転型嫌気性消化の適用可能性, 土木学会論文集 G(環境), Vol.72, No.7, pp.111\_135-111\_144(2016)
- 13) 野池達也、角田俊司、河野有吾: 紙類のメタン発酵に及ぼす難分解性物質の影響、環境技術 Vol.30 No.11、pp860-865(2001)
- 14) 野池達也、佐藤和明、安井英斉、李玉友、落修一、河野孝志、渋谷勝利、松本明人: メタン発酵、技報堂出版(2009)
- 15) H. Kyllonen, J. Lehto, P. Pirkonen, A. Gronroos, H. Pakkanen, R. Alen; Correlation of wood-based components and dewatering properties of waste activated sludge from pulp and paper industry, Water Science & Technology, pp.387-393(2010)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 張錚, 大下和徹, 高岡昌輝, 藤森崇, 長野晃弘, 小関多賀美	4. 巻 73
2. 論文標題 都市ごみとし尿汚泥との混焼による都市代謝施設間の連携可能性	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会論文集G (環境)	6. 最初と最後の頁 275,285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.2208/jscej.73.111_275">https://doi.org/10.2208/jscej.73.111_275</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 日高平, 戸苅丈仁, 中村真人, 大下和徹, 池本良子, 西村文武	4. 巻 75
2. 論文標題 混合メタン発酵基質としての浄化槽汚泥のエネルギー価値評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集G (環境)	6. 最初と最後の頁 135,143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.2208/jscej.75.7_111_135">https://doi.org/10.2208/jscej.75.7_111_135</a>	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 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Taira HIDAKA, Kazuyuki OSHITA, Masato NAKAMURA, Fumitake NISHIMURAA
2. 発表標題 Comprehensive Energy Evaluation of Sludge from Small Wastewater Treatment Facilities for Anaerobic Co-digestion
3. 学会等名 IWA World Water Congress & Exhibition, 16-21 September, Tokyo, Japan (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Zheng ZHANG, Kazuyuki OSHITA, Ryo MATSUO, Masaki TAKAOKA, Kazue SHIBATA, Masaru SAKAMOTO
2. 発表標題 Investigation of Co-incineration Possibility of Municipal Solid Waste and Sewage Sludge
3. 学会等名 The 10th International Conference on Combustion, Incineration/Pyrolysis, Emission and Climate Change 18-21 December 2018 Bangkok, Thailand (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西園賢志, 大下和徹, 高岡昌輝, 藤森崇
2. 発表標題 組成の異なる都市ごみ中バイオマス为原料としたメタン発酵残渣の脱水特性
3. 学会等名 第29回廃棄物資源循環学会研究発表会、名古屋、2018年9月
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 張錚, 大下和徹, 高岡昌輝, 藤森崇, 長野晃弘, 小関多賀美
2. 発表標題 都市ごみ焼却施設とし尿処理施設の連携可能性とその地域性
3. 学会等名 第28回廃棄物資源循環学会研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Taira HIDAKA
2. 発表標題 Anaerobic digestion of sewage sludge in Japan, and related researches
3. 学会等名 Seminar at Engineering Innovation Center (Beijing), South University of Science and Technology of China, 18 October, 2017. (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 日高平
2. 発表標題 下水処理場での混合メタン発酵の研究動向と課題
3. 学会等名 土木学会環境工学委員会次世代下水道小委員会講演会「下水中資源活用の最前線」, 平成30年2月20日, 札幌, 2018. (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大下和徹
2. 発表標題 下水処理施設と都市ごみ焼却の連携について
3. 学会等名 特定非営利活動法人水環境創造機構講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大下和徹
2. 発表標題 廃棄物系バイオマスの有効活用及び適正管理に向けて
3. 学会等名 近畿経済産業局「バイオマスセミナー in 大阪」（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上裕晶, 大下和徹, 高岡昌輝, 藤森崇, 日下部武敏
2. 発表標題 都市ごみと汚泥を基質とした高温メタン発酵残渣の脱水・燃焼特性
3. 学会等名 第56回環境工学研究フォーラム
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	藤森 崇 (Fujimori Takashi)  (20583248)	京都大学・工学研究科・助教   (14301)	



## 6. 研究組織（つづき）

	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	日高 平 (Hidaka Taira)  (30346093)	京都大学・工学研究科・講師  (14301)	
研究分担者	高岡 昌輝 (Takaoka Masaki)  (80252485)	京都大学・工学研究科・教授  (14301)	
研究協力者	塩田 憲司 (Shiota Kenji)	京都大学・工学研究科・技術職員  (14301)	
研究協力者	李 忱忱 (Li Chenchen)	京都大学・工学研究科・博士課程  (14301)	
研究協力者	西園 賢志 (Nishizono Satoshi)	京都大学・工学研究科・修士課程  (14301)	2017年当時
研究協力者	井上 裕晶 (Inoue Hiroaki)	京都大学・工学研究科・修士課程  (14301)	
研究協力者	張 錚 (Zhang Tseng)	京都大学・工学研究科・修士課程  (14301)	2018年当時