

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 14 日現在

機関番号：12102  
研究種目：基盤研究(C) (一般)  
研究期間：2014～2016  
課題番号：26450351  
研究課題名(和文) 超小型排水処理を目指した油水分離・浮遊物質回収システムの開発と分離特性の検証

研究課題名(英文) Development of oil and SS recovery system for down-sizing wastewater management system and verification of separation properties

研究代表者  
野口 良造 (NOGUCHI, RYOZO)  
筑波大学・生命環境系・准教授

研究者番号：60261773  
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：有機資源リサイクル型の有機性排水処理によって、飲食店や食品工場に必要不可欠な浄化槽や排水処理施設の大幅なコストダウンと超小型・可搬化を図るために、油水分離・浮遊物質回収システムの既存施設、新規施設への導入のための設計評価手法を提案した。なかでも、排水中の油分と食材の細かな物質(浮遊物質：SS)の凝集・分離特性の解析から、分離回収効率の向上のための手法を提示するとともに、油水分離・浮遊物質回収技術による浄化槽の機能性向上、回収油脂・SSの資源・エネルギー化の経済的効果を、分離工学の観点から明らかにした。

研究成果の概要(英文)：To attain dramatically cost reduction of organic wastewater management system, size reduction of purification tank, economic evaluation of wastewater treatment system based on recovery characteristics of oil and suspended solids (SS) by filtration was proposed to introduce oil and SS separation equipment for existing and new facility. Especially, characteristic analysis of flocculation and separation of oil and SS included wastewater shows the valuable method for improving of separation and recovery efficiency. Furthermore, function improvement of purification tank by oil and SS recovery and the possibility of resource energy utilization were clarified by separation engineering.

研究分野：農業情報、生物資源変換工学

キーワード：油水分離 SS回収 経済性評価 濾過実験 有機排水処理

### 1 . 研究開始当初の背景

排水中に含まれる動植物油は、浄化槽の機能障害、下水管の詰まり、河川や海の問題の原因となっている。下水道の維持管理費の総額は8,660億円(2003年)と極めて大きく、国交省主導による復興予算として、524億円(2012年)という膨大な下水道事業予算が指摘されている。浄化槽を含む排水処理システムは、飲食店や食品工場にとってコスト負担が大きい。

一方で、震災等での被災地では、排水インフラも同時に被災するケースが多く、震災直後の迅速な食料供給、飲食店や食品工場の復旧・復興のためには、食品の調理・加工にもなう有機性排水の処理施設を迅速に低コストで整備する必要がある。浄化槽や下水処理の機能低下の大きな原因は、排水中の油分の存在と、澱粉等の食材の細かな浮遊物質(SS)であるが(佐藤ら 2011)、従来の浄化槽や下水処理の基本設計は、これらを除外して行われている。

したがって、排水中の油分と浮遊物質を浄化槽の流入前に除去できれば、排水から積極的に油と食材の浮遊物質を回収することができる。浄化槽の排水処理機能を著しく向上させることができる。

### 2 . 研究の目的

有機資源リサイクル型の有機性排水処理によって、飲食店や食品工場に必要不可欠な浄化槽や排水処理施設の大幅なコストダウンと超小型・可搬化を図るために、油水分離・浮遊物質回収システムの既存施設、新規施設への導入のための設計評価手法を確立する。

なかでも、排水中の油分と食材の細かな物質(浮遊物質:SS)の凝集・分離特性の解析から、分離回収効率を向上させるとともに、油水分離・浮遊物質回収技術による浄化槽の機能性向上、回収油脂・SSの資源・エネルギー化の経済的効果を、分離工学の観点から明らかにする(Fig.1)。

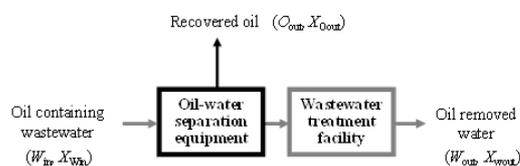


Fig. 1 Concept of wastewater treatment system equipped with oil-water separation equipment in food processing factory

### 3 . 研究の方法

既存の油水分離技術をベースに、浮遊物質回収のためのフィルターを組み入れた油水分離・浮遊物質回収システムによる室内実験や現場での実験を行い、油分の分離回収率、および排水中の油量による浮遊物質の分離回収率の変化を、物性的な側面から明らかにするとともに経済性評価を行う(Fig.2)。

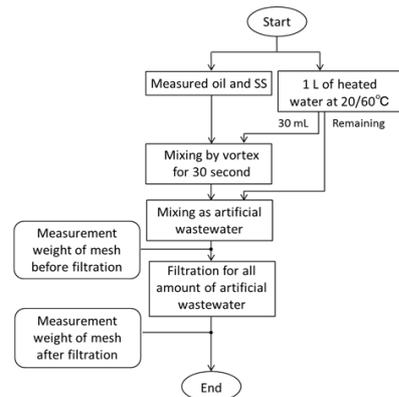


Fig.2 Procedure of filtration experiments including the preparation of artificial wastewater

### 4 . 研究成果

(1)排水処理に油水分離装置を導入する際の経済性評価手法を、分離工学における価値関数(VF)と分離作業量(SWU)を用いて提案した。SWUの算出に必要なVFは、食品加工場(株式会社直江津油脂)における現地調査から決定した。その結果、対象の食品加工場において経済性を生むために油水分離装置に必要な分離性能は、少なくとも10%であることが示された。また、排水処理システムを構成する排水処理施設と油水分離装置の初期投資の回収期間は割引率0%の場合、162.6か月と算出された。

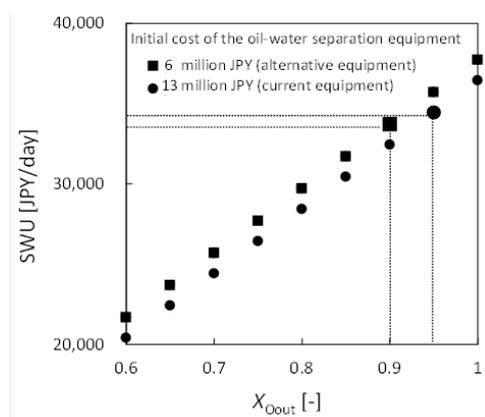


Fig. 3 Separative Work Unit (SWU) for changing the initial cost of the oil-water separation equipment under 0% of discount rate

これは、排水処理システムの耐久年数よりも短いことから、対象の食品加工場において、油水分離装置の導入は経済的に有効であると判断された。さらに、提案された手法は、異なる油水分離技術や異なる環境条件下での経済性評価が可能であるため(Fig.3)、システム全体の性能改善ができるとともに、代替装置の選択や周辺環境の改善の際に有用であることが明らかとなった。

(2)水温 20°C と 60°C の模擬排水を用いて SS 回収装置を想定した濾過実験をおこない、油の濃度に対する油水分離装置の分離性能と SS 回収装置の回収率の関係を明らかにした。濾過実験で明らかになった油と SS の濾過特性にもとづき、油水分離装置を用いて SS 回収装置を用いない単独使用(single use)と、油水分離装置と SS 回収装置を使用する併用使用(combination use)の 2 条件に対して、分離工学の観点から分離作業量(SWU)を用いて排水処理システムの経済性評価手法の提案を行った(Fig.4, Fig.5)。

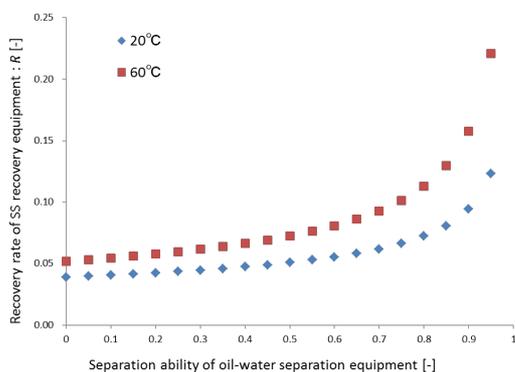


Fig.4 Separation ability of oil-water separation equipment and recovery rate of SS recovery equipment: R [-]

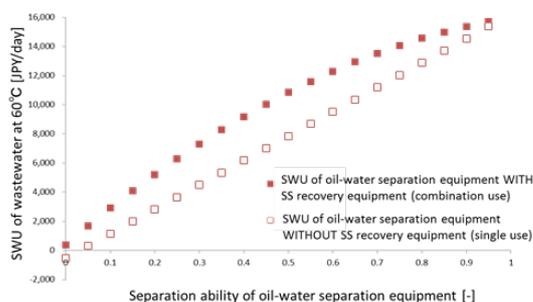


Fig.5 Relationship between separation ability of oil-water separation equipment and SWU for combination and single use at 60°C

油水分離装置の分離性能が決まることによって、必要な SS 回収装置の回収率が決定された。水温 20°C と 60°C における併用使用の分離作業量は、単独使用の分離作業量よりも

高い値を示した。水温 60°C における併用使用の分離作業量は、水温 20°C における併用使用の分離作業量よりも高い値を示した。食品加工場(株式会社直江津油脂)を対象に経済性評価を行うと、我々が行った濾過実験での水温 60°C の条件において、併用使用では、単独使用に比べて油水分離性能が 0.45 のとき分離作業量が 562 円/日(処理量 3000 L/日)上昇した。

## 5. 主な発表論文等

(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 4 件)

1. Eriko ANKYU, Toshihiko OTSUKA, Ryozo NOGUCHI, Economic Evaluation of Wastewater Treatment System Based on Recovery Characteristics of Oil and SS by Filtration, Journal of the Japan Institute of Energy, No.4, 96, 102-111, 2017

DOI: <http://doi.org/10.3775/jie.96.102>

(査読有)

2. Eriko ANKYU, Toshihiko OTSUKA, Ryozo NOGUCHI: Economic Evaluation for Energy Recycling System by Oil-Water Separation Equipment in Food Processing Factory, Journal of the Japan Institute of Energy, 95(3), 275-282, March, 2016

DOI: <http://doi.org/10.3775/jie.95.275>

(査読有)

3. 大塚俊彦, 安久絵里子, 野口良造: 飲食店排水への油水分離装置導入による環境影響評価, 環境技術, 45(12) 640-649, 2016

DOI: <http://doi.org/10.5956/jriet.45.640>

(査読有)

4. 大塚俊彦, 安久絵里子, 野口良造: 油水分離プロセス導入による排水処理能力の向上と CO2 排出削減, 農業情報研究, 25(1) 29-38, 2016

DOI: <http://doi.org/10.3173/air.25.29>

(査読有)

[学会発表](計 11 件)

1. 安久絵里子, 野口良造: 油水分離と浮遊物質回収による排水処理システム負荷低減の経済性評価, P-65, 第 11 回バイオマス科学会議 発表論文集(ポスター発表), 179-180, 朱鷺メッセ(新潟県・新潟市), 2016/1/20-1/21, 2016

2. Eriko ANKYU, Ryozo NOGUCHI: Recovery and utilization for biomass in wastewater: Effect of oil concentration on recovery performance of suspended solids by using grid mesh, 3, P10, 3rd

ACBS(Asian Conference on Biomass Science)  
2016 Extended Abstract, Biomass Division,  
P142-145, Japan Institute of Energy, Toki Messe  
(Niigata, Japan), 2016/1/19, (2016)

3. 安久絵里子, 武士沢美樹, 野口良造: 有機性排水中の油と浮遊物質(SS)が排水処理機能に与える影響, 農業環境工学関連学会 2015 年合同大会 (於岩手大学, 岩手県・盛岡市), F-603, 講演要旨集 CDROM, 2015/9/14 ~ 9/18, 2015

4. 安久絵里子, 野口良造: エントロピーを用いた食品加工排水の分離エネルギーの考察, 農業環境工学関連学会 2015 年合同大会 (於岩手大学, 岩手県・盛岡市), P-220, 講演要旨集 CDROM, 2015/9/14 ~ 9/18, 2015

5. 安久絵里子, 野口良造: 回収資源の利用と排水処理施設の規模縮小につながる油水分離技術導入の分離工学的評価, O-44, 第 10 回バイオマス科学会議 発表論文集(口頭発表), 37-38, (独)産業技術総合研究所 つくば中央 共用講堂(茨城県・つくば市), 2015/1/14-1/15, (2015)

6. Toshihiko OTSUKA, Ryozo NOGUCHI, Eriko ANKYU: CO2 Reduction Effect of Food Processing Factory by Introduction of Oil Separating Technology, P52, 2nd Asian Conference on Biomass Science, ACBS2015 Extended Abstracts, 271, 2015/1/13, (2015), Auditorium, AIST Tsukuba Central, Tsukuba, Ibaraki

7. Eriko ANKYU, Ryozo NOGUCHI: Evaluation Method for Introduction of Oil-Water Separation Technology Based on Separation Engineering: Promotion of Recovered Oil Utilization and Downsizing of Wastewater Treatment Facility, P53, 2nd Asian Conference on Biomass Science, ACBS2015 Extended Abstracts, 272-277, 2015/1/13, (2015), Auditorium, AIST Tsukuba Central, Tsukuba, Ibaraki

8. Eriko ANKYU, Ryozo NOGUCHI: Economical Evaluation of Introducing Oil-Water Separation Technology to Wastewater Treatment of Food Processing Factory based on Separation Engineering, CAFEi2014, Program & Abstracts, 4, 2014/12/1-12/3, (2014), Kuala Lumpur, Malaysia

9. 安久絵里子, 野口良造, 大塚俊彦: 食品加工場排水への油水分離技術導入における分離工学的評価, 日本食品工学会第 15 回(2014 年度)年次大会, 2P3-08, つくば国際会議場(茨城県・つくば市), 2014/8/7 ~ 8/9, 2014

10. 大塚俊彦, 安久絵里子, 野口良造: 油水分

離による排水処理機能の向上と回収油の再資源化, 日本食品工学会第 15 回(2014 年度)年次大会, 2P3-07, つくば国際会議場(茨城県・つくば市), 2014/8/7 ~ 8/9, 2014

11. 安久絵里子, 野口良造, 大塚俊彦: 食品加工場排水への油水分離技術導入による排水処理施設の建設費用の変化, 農業食料工学会関東支部大会, 第 50 回年次大会講演要旨, A17, 38-39, 2014/8/6 ~ 8/7, エコパスタジアム(静岡県・袋井市), 2014

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

野口 良造 (NOGUCHI, Ryozo)  
筑波大学・生命環境系・准教授  
研究者番号: 60261773

##### (2)研究分担者

瀧川 具弘 (TAKIGAWA, Tomohiro)  
筑波大学・生命環境系・教授  
研究者番号: 00236382