

|         |                                 |         |            |
|---------|---------------------------------|---------|------------|
| 氏名      | 大塚 俊彦                           |         |            |
| 学位の種類   | 博 士 ( 生物資源工学 )                  |         |            |
| 学位記番号   | 博 乙 第 2843 号                    |         |            |
| 学位授与年月日 | 平成 29年 9月 25日                   |         |            |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第2項該当                    |         |            |
| 審査研究科   | 生命環境科学研究科                       |         |            |
| 学位論文題目  | 油水分離装置導入による排水処理能力向上と環境負荷低減効果の解明 |         |            |
| 主査      | 筑波大学准教授                         | 博士 (農学) | 野口 良造      |
| 副査      | 筑波大学教授                          | 農学博士    | 瀧川 具弘      |
| 副査      | 筑波大学教授                          | 博士 (農学) | 北村 豊       |
| 副査      | 筑波大学准教授                         | 博士 (農学) | トファエル アハメド |

## 論 文 の 要 旨

油分含有排水が排水処理施設に流入すると、排水処理施設の処理能力低下や設備の誤作動、閉塞等が引き起こされる。また、油分含有排水が公共用水域へ流出すると、悪臭や水質汚濁といった環境問題が発生する主要な原因となる。現在、排水処理施設への油分含有排水の流入を防ぐために、油分含有排水からの油分の除外設備として、グリス阻集器が一般的に使用されている。しかしながら、多くの現場において、排水の大きな流入変動や油水分離に必要な滞留時間の確保が難しいことから、十分な油分捕集効果を得られていないのが現状である。そのため、グリス阻集器の機能を補うための様々な環境技術が普及している。しかし、これらの環境技術を導入した場合の体系的かつ客観的な評価手法は十分に整備されておらず、環境負荷低減効果を客観的に示す手法の確立が求められている。本論文は、油分含有排水から油分と水分の比重差を利用して、油分を回収する油水分離装置を導入した食品加工場と飲食店を対象として、油水分離装置導入による排水処理施設への負荷低減効果の検証と、油水分離装置導入による総合的な環境影響評価手法の確立を目的としたものである。そこで、油水分離装置を導入した食品加工場と飲食店の詳細な物質・エネルギーフローによる解析結果をもとに、有価物の再利用に伴うCO<sub>2</sub>排出量削減効果、ならびにグレーウォーターフットプリント (WF<sub>gray</sub>) を用いた排水による環境影響評価を行った。

著者は、第一章において以上の研究背景と研究目的の詳細を述べ、つづく第二章において、高濃度な油分含有排水を取り扱う食品加工場の排水処理施設を対象に、油水分離装置導入後の排水の水質分析、食品加工場全体の物質・エネルギーフロー解析を行った。また、資源・エネルギー消費に伴う直接利用工程、施設の建設の際に排出される間接利用工程、さらに、回収油、浮上油脂を焼却炉の熱源として利用する資源再利用工程に分け、CO<sub>2</sub>排出によるインベントリ分析を行った。その結果、排水処理施設からの最終放流水の水質は、n-Hex抽出物質、BOD、SSは規制基準値以下、全窒素が19.5~24.7 mg/L、全リンが18.7~20.0 mg/Lとなった。これらの結果から、排水処理工程の上流側で排水中の油分を除去することにより、排水処理施設が十分な性能を発揮できることを示した。また、油水分離装置から得られる有価物を焼却炉の熱源として利用することで、工場全体から排出されるCO<sub>2</sub>排出量の削減は659 kg-CO<sub>2</sub>/dayと算出され、浮上油脂や回収油の利用は、工場全体から排出されるCO<sub>2</sub>排出量の削減に大きな効果があることを示した。

著者は第三章において、飲食店排水への油水分離装置導入前後の物質・エネルギーフロー解析とWF<sub>gray</sub>解析を行った。その結果、油水分離装置導入によって、一食あたりにシステム境界内へ投入された食材と油分以外の物質質量が削減されたことを示した。また、販売食数に関わらず、食器洗浄で使用する上水使用量を減らすこ

とができることを明らかにした。さらに、油水分離装置導入前後において、調理・食器洗浄における物質・エネルギーの消費に伴うCO<sub>2</sub>排出量は39.5%削減されたことが示された。加えて、WF<sub>gray</sub>解析により、油水分離装置導入によってn-Hex抽出物質による環境影響は88.8%削減されるとともに、油分除去率が54.5%以上の油水分離装置を導入することで、販売食数の増加に伴い、排水量が増加しても水環境への負荷を低減することが可能なことを明らかにした。

以上を総括すると、油水分離装置による排水処理施設の負荷低減効果と、油水分離装置導入により得られた有価物を再利用した際のCO<sub>2</sub>排出量による環境影響評価手法を確立した。加えて、物質・エネルギー使用量の把握に伴うCO<sub>2</sub>排出量によるインベントリ分析とWF<sub>gray</sub>解析を用いることで、油水分離装置導入によるプロセスごとのCO<sub>2</sub>排出量による環境影響評価と、水環境への負荷低減効果を示した。その結果、油水分離装置導入による排水処理施設および環境負荷低減への有効性が示されるとともに、汎用性のある環境影響評価手法が提案された。

## 審 査 の 要 旨

本論文は、油水分離装置導入による排水処理施設への負荷低減効果の検証と油水分離装置により得られた有価物の再利用ならびに、排水による環境影響評価手法の確立を行ったものである。油水分離装置導入は排水処理施設に効果的であることが示された。加えて、提案された環境影響評価手法は一般性があり、油分を処理対象とする環境技術普及や発展への貢献が期待される。以上から、本論文は、高い学術的価値を有し、博士論文としてふさわしい内容であると判断される。

平成29年7月14日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び学力の確認を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（生物資源工学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。