

氏名	松田 圭二
学位の種類	博士（食産業学）
学位記番号	第20号
学位授与年月日	平成29年3月19日
学位授与の条件	学位規程第3条第3項該当
学位論文題目	地域資源循環を志向するし尿・汚泥集約処理システムの構築に関する研究
論文審査委員	主査 岩堀 恵祐 副査 小川 浩, 中井 裕, 原田 茂樹

## 論文の要旨

人口減少に転じたわが国にとって、人口分散地域に適した浄化槽の普及とし尿・汚泥集約処理システムの効果的活用は、生活排水処理の最適化に必須と判断される。一方、し尿・汚泥集約処理システムと食産業との連携という観点で見れば、し尿や汚泥には、農業で有用な有機質、窒素、リン等が含まれているので、肥料の原料となり得るものである。そこで、本研究では、し尿・汚泥集約処理システムの現況を把握し、運転管理、処理機能、整備保全の効率向上と最適化に関する検討を行うとともに、持続可能なし尿・汚泥集約処理システムの構築と地域資源循環への寄与を政策論的に検討・評価したものであり、5章にまとめた研究概要は次のとおりである。

第1章では、し尿・汚泥集約処理の制度・法令等に関し、衛生処理の勃興にはじまり、環境問題への対応から循環型社会形成、地球環境問題の貢献へと続く史的背景を概説するとともに、し尿・汚泥集約処理システムにおける技術の変遷を主処理方式と周辺技術に分けて明らかにし、今後のあり方を展望した。

第2章では、し尿・汚泥集約処理システムの全国的なアンケート調査を実施し、収集データから維持管理の実態と管理指標を抽出するとともに、代表的課題の対応策を検討した。維持管理の現況では、全般に施設老朽化、搬入率減少、浄化槽汚泥混入率増加が見込まれ、施設委託管理への移行が進んでいる実態が明らかとなった。実績等のデータからは、解析で得られた平均値や標準偏差などが運転管理の目安として利用可能と判断された。施設課題の情報からは、適正な維持管理で解消されない場合に抜本的対応の必要性が示唆された。

第3章では、第2章のアンケート調査で得られた生物脱窒素処理方式の情報を解析し、施設の老朽化や搬入状況の変化が処理効率に与える影響を検討した。電力利用では、施設の経年、搬入量の減少、搬入汚濁負荷の減少に応じて、単位当たり使用量が増加する傾向が確認され、処理効率低下の目安を得ることができた。燃料利用では、搬入量の減少または搬入汚濁負荷の減少に応じて、単位当たり使用量が増加する傾向が確認された。薬品利用では、薬品の種類により影響が異なり、単位当たり薬品費が経年的に減少する可能性も示唆された。

第4章では、第2章のアンケート調査で得られた性状データ（検討項目：BOD、COD、SS、T-N、T-P、Cl<sup>-</sup>）をもとに、し尿・浄化槽汚泥の性状に関する解析と検討を行った。性状データの分布は、いずれの検討項目も正規または対数正規による非超過確率分布によく適合し、解析で得られた非超過確率値がし尿・浄化槽汚泥の性状設定で利用可能と判断された。また、検討項目間の相関関係から、比較的簡単に分析できるCODあるいはSSのいずれかとCl<sup>-</sup>の濃度を測定することで、他の検討項目の濃度も推計できることが示唆された。

第5章では、し尿・汚泥集約処理システムの整備事業を環境省と農林水産省の共同処理事業として実施した国内初の事例を研究対象として、共同処理事業の基本計画、単独処理事業との比較、移動脱水車の導入効果、環境負荷の低減効果、地域資源循環による環境保全型農業への寄与等について論じた。共同処理事業とすることで、衛生処理の安定継続とLCAからみた環境負荷軽

減、資源化製品の品質確保と安定供給、地域資源循環による環境保全型農業の推進、施設整備運営に伴う財政負担の軽減等が可能になることが分かった。

総括並びに結論においては、以上の知見を取りまとめるとともに、貢献できる分野と将来展望について論じた。

## 審査結果の要旨

人口減少に転じたわが国にとって、人口分散地域に適した浄化槽の普及とし尿・汚泥集約処理システムの効果的活用は、生活排水処理の最適化に必須と判断される。し尿・汚泥集約処理システムと食産業との連携という観点で見れば、し尿や汚泥には、農業で有用な有機質、窒素、リン等が含まれているので、肥料の原料となり得るものである。本論文は、し尿・汚泥集約処理システムの現況を把握し、運転管理、処理機能、整備保全の効率向上と最適化に関する検討を行うとともに、持続可能なし尿・汚泥集約処理システムの構築と地域資源循環への寄与を政策論的に検討・評価したものである。

審査委員会では、まず、専門家以外にも判りやすい最終発表会での説明であったことを高く評価するとともに、専門用語の説明追記や文章表現の修正・加筆などの論文全体にかかわる指摘事項を踏まえながら、各章ごとに審査を行った。審査結果の内容は次のように要約できる。

第1章では、し尿・汚泥集約処理の制度・法令等に関して、衛生処理の勃興にはじまり、循環型社会形成や地球環境問題の貢献へと続く史的背景を概観するとともに、し尿・汚泥集約処理システムにおける処理方式の変遷を解説している。審査委員会では、文献引用による史的背景の裏付けや“汚泥濃縮車による浄化槽汚泥の減量化”の目安の追記を指摘するとともに、本論文の背景となる基本事項を試問し、明確な回答を得た。

第2章では、し尿・汚泥集約処理システムの全国的なアンケート調査を実施し、収集データから維持管理の実態把握と管理指標の抽出を行っている。その結果、全般に施設の老朽化、搬入率の減少、浄化槽汚泥の混入率増加が見込まれ、施設委託管理への移行が進んでいる実態を明らかにするとともに、維持管理実績と維持管理費のデータ解析により、得られた平均値や標準偏差などが運転管理の目安として利用可能であることを明らかにしている。審査委員会では、集約処理を支える周辺技術として展望している“汚泥等の資源化”は本論文の重要なテーマであることから、記述内容の補完を求めた。

第3章では、第2章のアンケート調査で得られた生物脱窒素処理方式の情報を解析し、施設の老朽化や搬入状況の変化が処理効率に与える影響を検討している。審査委員会では、メタノールの使用量と薬品費が別々に計上されていることを試問し、前者は脱窒用、後者は凝集剤用と目的が異なるためであるとの回答を得た。また、施設の“老朽化”について試問したところ、経過年数を老朽化の指標としていることから、誤解のないような記述の変更を求めた。

第4章では、第2章のアンケート調査で得られた性状データ（BOD、COD、SS、T-N、T-P、Cl<sup>-</sup>）をもとに、し尿・浄化槽汚泥の性状に関する解析と検討を行っている。その結果、性状データは、正規または対数正規による非超過確率分布によく適合し、比較的簡単に分析できるCODあるいはSSとCl<sup>-</sup>の濃度を測定することで、他の項目の濃度も推計できることを示唆している。審査委員会では、20～30年前に設定されたし尿・浄化槽汚泥の性状を見直し、新たな原単位を提示していることを高く評価した。

第5章では、し尿・汚泥集約処理システムの整備事業を環境省と農林水産省の共同処理事業として実施した国内初の事例を研究対象として、共同処理事業の基本計画、単独処理事業との比較、移動脱水車の導入効果、環境負荷の低減効果、地域資源循環による環境保全型農業への寄与などについて論じている。審査委員会では、最終発表会での炭化肥料・タンピ（炭肥）くんを論文で紹介するとともに、人口減少に関する対策について試問し、適正な回答を得たので、論文に追記するように指摘した。

本論文は、し尿・汚泥集約処理システムにおける運転管理、処理機能及び整備保全の効率向上とシステム自体の最適化モデルを検討するための示唆を与えるとともに、地域資源循環による環境保全型農業の発展に貢献できるものと判断される。以上のことから、学位論文として十分な新規性、有効性を有し、食産業学の発展に寄与するので、本論文は博士論文に値するものと認める。