

審査の結果の要旨

氏名 前田 正博

大都市において大量に発生する下水汚泥の処理・処分は従来から大きな課題となってきた。とりわけ近年では循環型社会の形成をめざす下水汚泥資源化事業が求められている。しかしながら、大量に汚泥が発生する大都市においてこの資源化を持続的に進めていくに当たっては、技術的な検討はもちろん、事業としての経営性、社会性などの視点に基づいた総合評価を行い、戦略を立てることが不可欠である。本研究は、大都市における下水汚泥資源化の基本戦略を提案し、実務的な面も含めて検討したもので、全6章からなる。

第1章は「下水汚泥資源化の現状と課題」と題し、大都市の代表である東京都における下水汚泥の処理処分への取り組みをレビューすることによってこれまでと今日の課題と事業の背景に対して、実際の事業者の立場から考察を加えている。

第2章は「各資源化事業の技術的特徴と評価」である。本章においては、これまで取り組まれてきた汚泥資源化事業について、技術面、資源化製品販路の面、コストの面から再評価している。汚泥の資源化事業の初期は技術面に重点が置かれ、下水汚泥のみから製造する「メトロレンガ」のように品質の高い製品を製造することに注力された。しかしながら、このような製品の製造は必ずしも事業性の面では優れているとは限らない。とりわけ固定費の負担の大きさがコストを押し上げる。そのことから、次第に素材を提供するタイプの資源化が中心になってきた。このような今日までの経緯を、技術的な側面および経営面の実際のデータを元に整理して、本研究の必要性を述べている。

第3章「焼却灰の改質技術とその応用化」は焼却灰を改質してセメント代替品として利用する技術に関する研究の成果をまとめたものである。コンクリートの特性であるワーカビリティの改善を焼却灰の粒状化による改質によって達成し、30%までのセメントを代替できることを示した。実際の下水汚泥に本技術を適用し、活用の普遍性を確認するとともに、特にコンクリート製品にセメント代替として添加することによる製品の強度と実用性を確認した。これらの研究成果をまとめて、事業化の提案を行っている。

第4章は「汚泥炭化事業の事業化検討」である。下水汚泥の有機成分に着目し、炭化し燃料として火力発電所における石炭代替燃料として活用する方策について研究している。とりわけ、実際の事業としての可能性と問題を明らかに

した。その結果、下水道事業者にとって長期の安定した受け入れ先が確保された汚泥資源化が可能となり、電気事業者など受け入れ側事業者にとって社会制度として課せられている一定量の再生可能エネルギーの活用義務を果たすなど双方に大きい利益が得られることを明らかにした。

第5章「経営の視点での評価に基づくこれからの汚泥資源化事業のあり方」においては、全焼までに検討したさまざまな汚泥資源化事業を総合的に評価する方法を提案している。筆者は、「安定性」、「経済性」、「環境性」、「社会性」の4つの項目についてそれぞれ評価細目を抽出し、定性、定量評価を行い総合化するという評価方法を提案している。この種の評価ではそれぞれの項目の評価の妥当性をどのように担保するか、が大きな問題となる。本研究では、複数の有識者による評価細目の選定とウエイト付け、および定性、定量評価を総合化する方法をとった。さらに、それぞれの側面に置く重みづけを変化させ、総合評価結果を比較した。事業としてのリスクの観点からは、今後の資源化事業を進める上では、素材提供型等の既存事業の規模拡大を図るとともに一層の事業の多様化を進めることが望ましいことが明らかになった。経営の観点から、①バリューチェーン分析、②5フォース分析、③SWOT分析を行うことによって資源化事業の想定シナリオを評価した。

第6章は「結論」である。本研究ではこれまで実施してきた下水汚泥資源化事業について技術的・経済的な分析と評価を行い、新たな資源化事業の開発と実用化研究を行った。またこれまでの資源化事業を総合評価するため手法を提案し実践した。その結果に基づき汚泥資源化率100%の目標にむけた基本戦略として次の点を挙げている。

- 1) 原則として付加価値をつけた素材提供型の資源化事業にシフトする。
- 2) 複数メニュー構築による交渉力の保持とリスク分散を行う。
- 3) 技術開発の継続による資源化事業の多様化を目指す。

本研究においては、大都市における汚泥資源化事業という、循環型社会の形成にとっても下水道事業にとっても重要な事業であるものの、事業性を始めとして実際の経営面での制約が厳しい事業を取り上げ、事業戦略を立てる上で必要な方法を提示し、東京都に対して適用した。この手法は他の都市に対しても適用可能であり、より合理的な判断に基づいて下水汚泥の資源化事業を推進する上で有用であり、有効である。

以上、本研究において得られた成果には大きなものがある。本論文は環境工学の発展に大きく寄与するものであり、よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。