

論文審査の結果の要旨

氏名 原 圭史郎

現代社会に不可欠な社会基盤の一つである下水道システムにおいて排出される廃棄物に下水汚泥がある。本論文は、その下水汚泥の処理・処分・再利用システムを対象として、技術システム自体の「持続可能性（サステナビリティ）」を評価する手法を論じたものである。サステナビリティという概念は地球環境全体あるいは人類全体を対象に論じられることが多いが、サステナビリティ実現のための具体的な行動指針の議論になると常に社会的背景や地理的な制約条件が大きく影響して、合意に至るのが難しくなる。地域性を考慮したうえで、最適かつ「持続可能な」汚泥管理システムを追求していく必要がある、との立場から、本研究は、日本の東京都とスウェーデンのヨーテボリ市をケーススタディとして取り上げ、持続可能性の観点から、それぞれの都市で採用されている汚泥管理システムを評価することを主な目的としている。

本論文は4編・10章からなる。第I編は第1章「Introduction」から成り、本研究の背景・目的・構成が述べられている。

第II編は「Studies on sludge management policy and sustainability assessment」と題し、本研究で対象とする汚泥管理システムやその評価手法について整理している。ここに第2、3、4章が含まれる。第2章は「Sludge management policy and its background (Tokyo and Sweden)」、第3章は「Life Cycle Assessment for environmental system analysis」、第4章は「Sustainability Indicators」であり、これらの章において持続可能性を測る指標群を構築するための手順・フレームワークを提案している。

引き続き第III編が本論文の核心部であり、「Case studies in Tokyo and Gothenburg」の表題のもとに第5-9章の5つの章が収められている。

第5章「Sludge management system in Tokyo and Gothenburg」においては、本研究で研究対象として取り上げた2つの都市、東京とヨーテボリの汚泥管理システムについて現状を調査した結果をまとめている。

第6章は「Development of sustainability indicators for sludge management system in Tokyo and Gothenburg」であり、両都市における汚泥管理システムを評価するための「サステナビリティ・インディケータ」群を実際に構築している。その際、地域性やシステムの特徴なども考慮してインディケータの選別をおこなっている点が特徴である。まず持続可能性を評価するために着目すべき視点として、「経済的側面」、「環境側面」、「社会的側面」、「管理システムの技術や機能の側面」の4つをかかげ、さらに細かい基準（Criterion）に分割する手法をとった。たとえば、「環境側面」については、汚泥管理システム稼動のために

「消費された資源量」、汚泥処理システム稼動に伴う二酸化炭素排出などの「直接的な環境負荷」、資源を消費することから「誘発される環境負荷」、「健康リスク」、「効率性」などの基準に分けられ、最終的にこれらの基準を評価するためのインディケータ群を提案した。

第7章「Assessment of sludge management system: Case study in Tokyo」および、第8章「Assessment of sludge management system: Case study in Gothenburg」において、東京とヨーテボリにおける汚泥管理システム評価のためのケーススタディを実施している。1995年度、1997年度、1999年度、2001年度の2年度ごと4ヵ年について、選別された指標群すべてに関して評価を行い、1995年から2001年までの間の、指標の評価値の変化を観察した結果、東京については、汚泥の持つ潜在的なエネルギー量を示したうえで、今後の展望として、消化工程のガスや焼却工程からの廃熱エネルギーを積極的に回収し、汚泥処理・管理システム内で循環、再利用することを提案している。また、ヨーテボリについては、エネルギー回収を積極的におこなっていることがその環境負荷のみならず経済面でも大きく持続可能性に貢献していることを明らかにした。

第9章は「Discussions on sustainability assessment」であり、「経済側面」、「環境側面」、「社会側面」、「技術と機能に関わる側面」という4つの視点から持続可能性を評価するサステナビリティ・インディケータ群を選び対象システムの持続可能性を評価するという本研究で提案した手法の総合的評価をおこなっている。

最後に第IV編、第10章「Conclusions」において本研究で得られた成果をまとめている。

以上、本論文は、人類が将来にわたって地球環境で生存していく上で重要なサステナビリティ（持続可能性）を評価する枠組みとして、「サステナビリティ・インディケータ」という概念を下水汚泥の処理・処分・再利用技術システム評価に当てはめるとともに、東京とヨーテボリという2つの都市の汚泥管理システムにその手法を応用して有用性を示した。その成果は、サステナビリティ評価手法の体系化に重要な基礎を与えており、環境学の発展に大きく寄与するものである。

なお、本論文の第III編は、味埜俊、佐藤弘泰との共同研究であるが、本論文の内容については基本的に論文提出者が実施し、分析、検証をおこなったものである。論文提出者の寄与は十分であると判断する。

したがって、博士（環境学）の学位を授与できると認める。