



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Development of Waste Management Strategies based on Recycling and Energy Recovery in Indonesia [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Muhamad, Afif Faiq
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14886号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85358
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Afif_Faiq_Muhamad_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士 (工学)	氏名	Afif Faiq Muhamad
審査担当者	主査教授	石井 一英	
	副査教授	広吉 直樹	
	副査教授	松井 利仁	
	副査准教授	東條 安匡	
	副査准教授	黄 仁姫	

学位論文題名

Development of Waste Management Strategies based on Recycling and Energy Recovery in Indonesia (資源・エネルギー回収に基づくインドネシア廃棄物管理戦略の構築)

廃棄物問題が深刻化する東南アジアでは、温室効果ガス (GHG) 削減も要請されている。廃棄物削減 (2025 年までに 30%) と GHG 削減 (2030 年までに廃棄物部門 0.38%) の目標を掲げたインドネシアでは、今後計画的に資源化や焼却などの施設整備を進める必要がある。しかし、多様な人口規模の地域を有するインドネシア全体の廃棄物管理計画構築の例はない。そこで本研究では、インドネシアが掲げる目標達成のために、資源回収とエネルギー回収を中心とした国全体の廃棄物管理計画を構築することとしている。

第 1 章は研究背景と目的が述べられている。

第 2 章では、インドネシアの廃棄物管理及びモデル都市となるスラバヤ市 (第 2 の都市) の現状が述べられている。インドネシアでは、資源ごみの分別率は未だ低く、多くの家庭ごみは最終処分されている。適用可能な廃棄物管理オプションは、市民が資源物の売却益を貯蓄できるごみ銀行 (WB: waste bank)、最終処分場への輸送拠点 (TS: transfer station)、資源手選別などの分別機能を備えた資源回収施設 (MRF: material recovery facility)、そしてまだ導入例は 2 件しかないが発電可能な焼却施設である。しかし、各地域の解析に必要な施設の位置や規模、輸送経路及び最終処分場情報などのデータが不足していることが課題である。そこで先進的な資源化を行っており、かつ上記のデータが十分にあるスラバヤ市を対象として、まず Surabaya model を構築することにした。

第 3 章では、Surabaya model を構築し、特に TS を MRF へ変換し資源化率を高めることで最終処分量 30% 削減するシナリオがコストと GHG 排出量で評価されている。地理情報システム上に、TS と MRF 及び最終処分場の位置、最終処分場への輸送ルートがデータベース化された。比較的大規模の TS を MRF へ変換するなど 4 つのシナリオを解析した結果、分散型 MFR システム (TS を MRF(26 施設)へ変換し、TS から MRF を経由した最終処分場までのルート構築) がコスト最小であることを明らかにした。

第 4 章では、中小規模地域の資源化に貢献する WB について、実情を体系的に明らかにしている。スラバヤ市内の WB 管理者に対するヒアリング調査により、市内 755 の WB において 35,068 世帯もの参加があるが、WB で回収される資源の質は良好であるものの、資源化量は 3.5t/d と低いことを明らかにした。

第 5 章では、Surabaya model を拡張し、国全体の廃棄物管理計画を構築し、その方法論が示されている。各地域に多数ある TS や MRF 位置の特定は困難である。各地域で、その重心地点から廃棄物全量が最終処分場に運搬されると仮定できれば、輸送燃料コストと GHG 排出量が計算できる。この仮説を確かめるために、スラバヤ市を人口規模・密度が異なる行政区に分割し、各行政区内の各 TS から最終処分場までの輸送コストの計算値と、各行政区の重心から最終処分場までの輸

送コストの計算値を比較したところ、両者はよく一致し仮説は確かめられた。さらに、最終処分場の位置が不明な地域においても、位置がわかっている複数地域の最終処分場までの平均輸送距離を用いることで、輸送コストの推計が可能となった。これで、Surabaya model を拡張してインドネシア国内すべての地域での廃棄物管理シナリオを評価する準備が整った。

すべて最終処分される現状であるシナリオ 0 に対して、シナリオ 1 では中小規模地域は WB 及び MRF が、大規模地域は 450t/d の焼却施設そして首都級地域は 1,000t/d の焼却施設が最終処分場隣地に導入される。シナリオ 2 では、シナリオ 1 で空き容量が生じた首都級地域が周辺地域の廃棄物を受け入れる。シナリオ 3 は、地域連携による共同処理であり、焼却量が最も多い。これらについて、埋立廃棄物量、GHG 排出量及びコストで評価を行ったところ、シナリオ 2 から 4 で、埋立廃棄物量 30% 削減と GHG 量 0.38% 削減が達成され、特にシナリオ 3 では埋立廃棄物量 64% 削減、GHG 量 0.49% 削減が可能であった。また、いずれのシナリオも現状から 1.4 倍のコストが必要であった。

第 6 章は、本論文の結論が述べられている。

これを要するに、GHG 排出に寄与する廃棄物最終処分量の削減といった東南アジアに共通する逼迫した課題に対して、本研究は特にインドネシアを対象として、資源回収とエネルギー回収に加えて、人口規模や共同処理も考慮した国全体の廃棄物管理計画を構築する方法論を示したという点で、環境工学特に廃棄物管理工学の発展に寄与するところ大なるものがある。よって、著者は北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。