

審査の結果の要旨

論文提出者氏名      タパラクサナコン      キテイパン

本論文は「Evaluation of Waste-to-Energy Technology Incorporated into the Integrated Solid Waste Management Systems in Thailand (タイにおける統合的固形廃棄物管理システムに組み込んだ廃棄物エネルギー変換技術の評価)」と題し、発展途上国の中で比較的経済発展が顕著なタイのような国において、今後重要となるであろうごみ焼却発電などの廃棄物からのエネルギー利用技術について、それが統合的廃棄物管理システムに組み込まれたときの評価方法の枠組みを示し、首都バンコクにある地区を選定したケーススタディーにおいて、ごみ焼却発電を組み入れる廃棄物管理政策が様々なステークホルダーにも受け入れられ、またごみ焼却発電事業が環境ビジネスとして成り立つことを示した研究である。

第1章は「序論」である。研究の背景、問題意識、それを受けた研究の必要性、目的と位置づけ、及び論文構成等を述べている。

第2章は「既往の研究」である。廃棄物エネルギー変換技術、ごみからのエネルギー回収の現状、一般廃棄物処理プロセス等に関する経済的分析手法、環境影響評価手法、社会的受容性評価方法に関する既往の知見をまとめている。

第3章は「研究の方法、基礎となる情報、シナリオ」である。本研究の方法論を述べ、ケーススタディーのために選定した地区に関する基礎情報や研究に使用した基礎データを示し、またバンコク首都圏の廃棄物管理に関する将来計画を参照してリサイクルする廃棄物を設定し、基本的には、エネルギー回収型焼却とコンポストの中間処理と衛生埋立てを組み合わせる処理プロセスのシナリオを設定している。

第4章は「経済的フィージビリティ」である。本章では、IRR (Internal rate of return) を評価指標として、プロジェクトとしての事業収益性を評価し、各シナリオの経済面での実現可能性を評価している。焼却施設は建設コストが高いことも発展途上国で敬遠される大きな要因であるが、本研究では、既存の天然ガスパイプラインを有効に利用できる位置を選定すれば、「コンポスト - 埋め立て」シナリオより収益性は劣るが、ガス複合発電を導入しても十分経済的に成立する魅力的な IRR 値を与えることを示した。限界 IRR を 7.5%とすると、熱需要先として近くに工業団地が十分に確保されない選定地シナリオでは、熱供給を含むコジェネレーション(熱電供給)事業は成立しない場合が生じるが、逆に発電事業を中心とするシナリオではより広い範囲の条件で収益性を確保できることを定量的に示した。

第5章は「環境影響評価」である。本章では、GWP(Global Warming Potential), AP(Acidification

Potential), NP (Nitrification Potential) を基本評価指標として、各シナリオの環境影響面での評価を行なっている。焼却を導入することにより埋め立てからのメタン生成は削減されるため、また窒素対策が十分になされる焼却技術では NP の面でアンモニアを揮散させるコンポストよりも有利になり、総合的に焼却技術を導入する方が環境影響面で有利となることを示している。なお明確に定量的に評価するため重み付け EIP (Environmental Impact Factor) を用いると、熱電供給及びガス複合発電シナリオが最もインパクトの低いシナリオであることを示した。また、重み付けの感度解析からも評価順位の変動は上記 2 シナリオでは生じず、頑健な評価となっていることが示された。

第 6 章は「社会的選好」である。如上の章の結果を基にインタビューとアンケート調査を実施し、CVM (Contingent Valuation Method) を用いて、WTA (Willing to Accept) 及び (Willing to Pay) を算出し、社会的選好指標として各シナリオを評価している。400 通の調査票のうち 51% の回収率で解析に使用しうる回答を得た。WTA を指標すると、ガス複合発電に最も高い選好が示された。また、ガス複合発電や熱電供給に対する WTP では、現在のごみ処理料金より高い料金を払っても良いという受容性が認められた。逆に埋め立てのみのシナリオでは、現在のごみ処理料金よりも低い支払い意志しか得られないことがわかった。

第 7 章は「総合的評価」である。前章までの結果を総合し、経済的フイージビリティ (IRR)、環境影響 (EIP)、社会的選好 (WTA) の 3 指標を統合した指標 (SI, Sustainability Index) を提案している。上記 3 指標の重み付けのため、ステークホルダーごとのインタビュー調査を実施した。全体的には、重み付けの有無に関わらず、ガス複合発電と熱電供給事業が高い評価となることが示された。ただし、熱電供給事業では事業収益性から成立しない場合があり、そのことを考慮するために、総合的評価を行なう前に限界 IRR に達しない事業は除くという評価の方法論が重要であることが確認された。

第 8 章は「結論と今後の課題」である。本研究で得られた結論及び評価の方法の枠組みを提示し、今後の研究課題について述べている。

以上要するに、本論文は、タイ・バンコクにおける廃棄物エネルギー変換技術としてのごみ焼却発電の導入を具体例として、事業収益性を担保しつつ地球のサステナビリティの貢献する先進技術の発展途上国への適用性の評価の枠組みを示したものであり、本研究で得られた知見は、都市環境工学の学術の発展に大きく貢献するものである。

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。