



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on Bio-drying MBT by modelling of moisture removal and evaluation as MSW management system for energy recovery [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Ham, Geun-Yong
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14243号
Issue Date	2020-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/79448
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Ham_Geun-Yong_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 Ham Geun-Yong

審査担当者 主 査 特任教授 松藤 敏彦
 副 査 教 授 石井 一英
 副 査 教 授 五十嵐 敏文
 副 査 准教授 東條 安匡

学位論文題名

Study on Bio-drying MBT by modelling of moisture removal and evaluation as MSW management system for energy recovery

(水分除去モデリング及びエネルギー回収効率評価によるバイオドライイング MBT システムの研究)

わが国の廃棄物処理は焼却を中心とし、埋立は焼却残渣と不燃ごみが主体である。これに対して欧米では分別、前処理なしで埋め立ててきたが、安定化までに長期間かかり、維持管理コストの増大が問題となってきた。そのため、EU では 1999 年の埋立指令によって、埋立地への有機物投入量を段階的に低減することになった。そこで注目されたのが、MBT(Mechanical Biological Treatment) である。標準的な構成はまず機械選別によって生ごみなどの有機物と紙やプラスチックなどの燃料成分を分け、有機物を生物処理によって安定化したのちに埋め立てる。燃料成分は熱回収に利用し、嫌気性生物処理を用いる場合にはメタンガスが回収できるが、主な目的は廃棄物の安定化である。一方、プロセスの順序を変えて好気的な微生物処理を先に行うと、乾燥によって燃料成分の回収率が向上する。これをバイオドライイング MBT システムと呼ぶ。バイオドライイングは原理的には堆肥化と同じだが、水分除去を主な目的とする。

低炭素社会を目指すために焼却発電の高効率化、嫌気性消化(メタン発酵)によるメタンガス回収などが考えられているが、バイオドライイングが新たな処理オプションとなりうる。本研究は、バイオドライイングの水分除去モデリング、実システムの物質収支・水分収支の評価を行った。

第 1 章は背景と目的を述べた。

第 2 章は、カラム実験によって水分蒸発に対する空気量と有機物量の影響を検討した。それぞれ 5 通りに変化させ、ドッグフードを模擬廃棄物として使用した。カラムの前後で温度と相対湿度を連続測定し、出口の CO₂ 濃度をもとに有機物分解量、および代謝水分発生量を計算した。出口-入口の差から代謝水分量を引いたものが、真の水分除去量となる。カラム出口は常に水分飽和であり、供給空気は飽和水蒸気をカラム外に押し出す役割を果たす。したがって空気量大のときは乾燥が進んで廃棄物中水分が低下し、微生物分解が停止する。空気量小のときは有機物量が微生物分解の制約条件となった。しかし有機物量が大きいと微生物分解は長く継続するが、代謝水分発生によって水分除去効果が低下した。バイオドライイングにおける水分除去を、好気性分解による温度上昇と、通気による押し出しの 2 つの部分に分けると代謝水分発生のため、有機物量が多いほど相対的に温度上昇の効果が小さく、空気量が主要な役割を果たすことを明らかにした。

第 3 章は、一般廃棄物可燃ごみからごみ燃料を回収している実施設において、物質収支を推定し、水分除去モデルを作成した。バイオドライングリアクターで 17 日間処理したのち、可燃成分を選

別し、小粒径残渣などは可燃ごみと混合して再び処理を行う。リアクター前後 5 か所から試料を採取して物理組成、組成ごとの炭素含有量、嫌気状態におけるガス化量などを測定した。小粒径物に含まれる易分解性有機物は循環するので、最終的にはほぼ分解される。紙、プラスチックの回収率は 60% 程度であった。リアクターのエアレーション空気は循環し、適宜外気を取り入れている。リアクターまわりの熱収支から空気量を推定し、排出する空気は常に水分飽和と仮定して水分除去量の時間変化を推定した。運転は 70℃ まで温度を上げて分解を促進し、有機物量低下に伴って外気導入量を減らす安定化の段階があり、最後にエアレーション量を増やして冷却する。水分除去量を運転フェーズごとに較べると、最初と最後の段階はそれぞれ高温、空気量大によって約 50% の水分除去があり、最も長時間の安定化段階とほぼ同等であった。

第 4 章は、バイオドライングシステムを、エネルギー回収施設として評価した。比較対照としたのは焼却、メタン発酵と焼却の統合システム、および機械的乾燥によるごみ燃料化であり、本研究の調査結果、および既往研究のデータを用いた。その結果、バイオドライングシステムは可燃成分の回収率の高さと施設におけるエネルギー消費量の小ささのため、最も正味のエネルギー回収量が高いと評価された。多くのパラメータを用いているため感度解析を行ったところ、メタン発酵と焼却の統合システムはバイオドライングと同等の回収率が得られる可能性が示された。

第 5 章は、研究のまとめである。

これを要するに、本研究は日本において実績がほとんどないバイオドライングについて、室内実験、実施調査によって水分除去のメカニズム、施設の運転状況を明らかにし、さらには焼却などと比較して効率的な小規模分散型エネルギーシステムとしての可能性を示したもので、廃棄物処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。