

## 学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏 名	王 鵬
審査委員	主査 佐賀大学 教授 光富 勝
	副査 佐賀大学 准教授 田中 宗浩
	副査 鹿児島大学 教授 岩崎 浩一
	副査 琉球大学 教授 上野 正実
	副査 佐賀大学 教授 有馬 進
審査協力者	
題 目	<p style="text-align: center;">Study on Thermal Balance Model of Aqueous Biological Aerobic Treatment for Fertilizer Conversion</p> <p style="text-align: center;">(高水分バイオマスの肥料変換における液状好気性生物処理の熱収支モデルに関する研究)</p>
<p>バイオマスは、環境負荷を低減するために有効な資源であり、その生産から加工において消費されるエネルギーを可能な限り正確に把握し、化石燃料の消費を抑えた一連のバイオマス変換システムの構築が強く望まれる。様々な種類のバイオマスが存在する中、含水率が高いバイオマスの処理に目を向けると、固体部分については、堆肥化、炭化、焼却等の処理対象となるが、液状物は廃棄物として浄化処理の対象となるのが一般的である。しかし、含水率が高いことから、処理過程において水の相変化に伴うエネルギー消費が伴うため、エネルギー収支の観点から考えると、液状を保持した資源化が望まれる。</p> <p>そこで、本研究においては、高水分バイオマスの変換方法として、活性汚泥法と好気高温発酵に着目し、有機物の酸化分解による発熱と熱損失に基づく熱収支モデルを構築し、高水分バイオマスの液体肥料変換に有効であると考えられる高温域の発現条件を検討した。また、熱収支モデルに基づいた小型発酵装置を構築し、材料の酸化分解に基づく発生熱量の測定方法を検討し、以下の成果を得た。</p>	

まず、好気処理による発熱量のポテンシャルを検討するため、活性汚泥処理 (ASP) を対象とした熱収支モデルを構築し、実際の養豚汚水施設を対象とした検証を行った。その結果、処理槽が得ている熱量は、日射及び好氣的分解によって発生する生物反応熱 ( $Q_{bio}$ ) に由来しており、熱損失は、水面からの放熱と汚水入れ替えによって生じていることが確認された。ASP熱収支モデルは、処理槽の熱収支を正確に表現することが可能であり、処理槽温度の予測精度は  $\pm 0.60^{\circ}\text{C}$  以内となった。また、処理槽の全取得熱量は、水温を  $3.87 \sim 5.15^{\circ}\text{C}/\text{日}$  まで上昇させる熱量に相当し、処理槽の水面付近を保温することによって、処理水温度が約  $3^{\circ}\text{C}$  上昇することを確認した。次に、好気高温発酵 (ATAT) の熱収支を定量的に解明した熱収支モデルを構築し、し尿のATAT処理施設を対象とした検証を行った。その結果、発熱反応の主要な熱源はASPと同様に生物反応熱 ( $Q_{bio}$ ) であることが確認された。1 g相当のCOD除去によって発生する比分解熱 ( $Y_{bh}$ ) は  $12.1\text{kJ/g COD}$  となった。また、発熱期間の  $Q_{bio}$  は  $1.190\text{ MJ/h/t}$  を示し、温度の安定期に入ると  $0.208\text{ MJ/h/t}$  へ低下した。発酵槽からの主要な熱損失は、空気の流れに伴う水面からの蒸発潜熱と曝気による顕熱のロスであることが確認された。以上より、ATAT熱収支モデルは、実際の処理施設における熱の動的変化を把握することが可能であり、運転条件に基づいた発熱状態を再現できることが確認された。

熱収支モデルの実用性を確認するために、小型発酵装置を試作し、人工汚水を用いて  $Q_{bio}$  と  $Y_{bh}$  の評価を試みた。その結果、 $Y_{bh}$  は揮発性固形分 (VS) 及びCODの除去率ベースで、 $16.98 \pm 1.53\text{kJ/g VS}$  及び  $16.40 \pm 0.56\text{kJ/g COD}$  を示し、本装置を用いることによって材料となるバイオマスに含まれる有機物の酸化分解に伴う発熱量の測定が可能であることを確認した。

以上のように、本研究は、高水分バイオマスの生物的好気処理過程における熱収支モデルの構築に成功し、液体状の好気高温発酵をはじめとする生物処理過程の熱的特性の解明に重要な示唆を与えることができた。これらの知見は様々な有機物資源にも適用可能であることから、今後のバイオマス利用分野に大きく貢献するものと期待できる。よって、博士 (農学) の学位論文として十分な価値を持つと判断した。