

## 有機性廃棄物の微生物処理技術

鎌田 樹志、浅野 孝幸、佐々木 雄真  
三津橋 浩行

## MICROBIOLOGICAL TREATMENT TECHNIQUE OF ORGANIC WASTE

Tatsuyuki KAMADA, Takayuki ASANO  
Takema SASAKI, Hiroyuki MITSUHASHI

## 抄 録

廃棄物処理対策の一つの手法として、有機性廃棄物の高温好気処理について検討した。室内試験において BOD 負荷の検討、および微生物担体の検討を行い、BOD 負荷は約  $5\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$  前後で良好な処理が行えた。担体として杉チップ<sup>°</sup>の代わりに道産カラマツ材のチップ<sup>°</sup>が使用できることがわかった。次に実規模試験では処理量  $500\text{kg}/\text{日}$  の装置を用いニシン加工残滓を処理した結果、未分解油分の蓄積が長期的な処理の妨げになることがわかった。

## 1. はじめに

近年、廃棄物による環境問題が顕在化している。北海道においても埋立処理が用地難や環境保全上困難になってきており、早急な対策が必要となっている。本研究では、一次産業、食品加工業、外食産業から発生する有機性廃棄物を処理対象に、コストが低く環境影響の少ない処理法として高温好気処理を検討した。高温好気処理は原理的にはコンポスト化法と同じで、違いは表 1 のようになる<sup>1)2)</sup>。

高温好気処理では木質チップ等を微生物担体とし、中、高温で作用する微生物により有機物を二酸化炭素と水にほぼ完全に分解する。その微生物は自己分解速度が速く、汚泥の発生量が極めて少ない。そのため焼却と同様の減量効果が得られ、

コンポストを作ってもその利用場所がないようなときに有効と考えられる。

その処理法は微生物の付着した木質チップ<sup>°</sup>を有機物と混合し、ファン等により空気を供給する。木質チップ<sup>°</sup>は水分調整材、通気性改良材、微生物担体の役割を同時にする。この好気的条件下で、有機物は高速に分解し分解熱を生じ高温になる。また分解熱により水分も蒸発し、排ガスと一緒に系外へ排出される。処理条件が適性であれば処理前後の担体重量はほとんど変化がなく処理物を完全分解できる。

本研究では室内試験により高温好気処理の基本特性の検討、および処理量  $500\text{kg}/\text{日}$  の実機による試験を行ったのでその結果について報告する。

## 2. 実験方法

## 2.1 試験装置

## 2.1.1 室内試験装置

図 1 に示すような容積 20L の装置を作成した。反応槽は 20L のポリカ<sup>°</sup>ケツを使用し、上部に排気口を設けた。外部に熱が放出するのを防ぐため装置全体を断熱材(厚さ 100mm)で被った。反応槽底部より約 30mm 上に径 3mm の穴(開口

表 1 高温好気処理とコンポスト化法の比較

|      | 高温好気処理         | コンポスト化            |
|------|----------------|-------------------|
| 混合割合 | 有機物：担体<br>1：10 | 有機物：副資材<br>10：2～3 |
| 主生成物 | 二酸化炭素          | コンポスト             |
| 処理時間 | 1～2日           | 3日～数ヶ月            |

率約 10%)多数開けた塩化ビニル板を置き、その上に微生物担体を 15L 投入した。酸素を供給するためブロー(最大 40L/min)を用い流量計により流量調整をした後、反応槽底部の塩化ビニル板の下に空気を供給できるようにした。通気量は $150\sim 350\text{L}/\text{m}^3\cdot\text{min}$ とした。装置を上皿はかりの上に乗せ重量変化を処理物の投入前後で測定した。担体の中に温度センサーを入れ温度変化を自動記録した。攪拌は 1 日に 1 回手で行った。

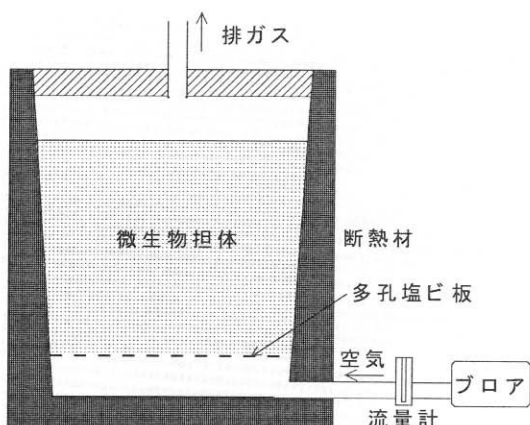


図1 室内試験装置概略図

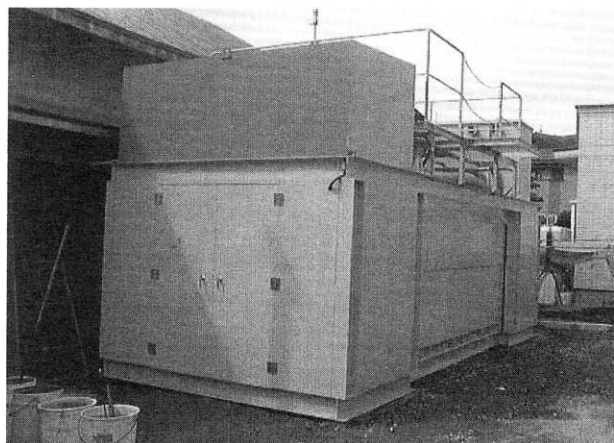


図2 実規模装置写真

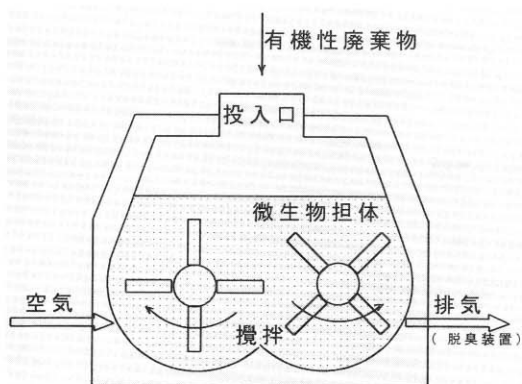


図3 実規模装置概略図

## 2.1.2 実規模装置

日本科学エソニアリク(株)製の消滅型発酵処理装置(処理量 500kg/日)を用いて試験を行った。装置の外観写真を図2に、その概略図を図3に示す。この装置は反応槽容量約 $10\text{m}^3$ で、2軸式間欠攪拌機、ヒーター付空気供給装置および水洗式脱臭装置を備えている。

## 2.2 室内試験方法

### 2.2.1 BOD 負荷試験

微生物担体は杉チップ(5mm以下)を使用し、あらかじめ下水汚泥により微生物の種付けを行った。その後、初期水分率を約60%に調整し試験に使用した。処理有機物は焼酎蒸留廃液、デンプン(溶性)、廃食用油を使用した。使用した有機物のBOD測定結果を表2に示す。BODの測定はJISK0102に準じて行った。

表2 有機物のBOD

|        | BOD               |
|--------|-------------------|
| 焼酎蒸留廃液 | 880,000 (mg/L)    |
| デンプン   | 500,000 (mg/kg)   |
| 廃食用油   | 1,000,000 (mg/kg) |
| カツオエキス | 260,000 (mg/kg)   |

このBOD値から水量負荷を担体あたり約 $50\text{L}/\text{m}^3$ 日に固定し、BOD負荷が所定量になるよう調整した模擬廃液を試験に用いた。廃液の試験装置への投入は2~3日に1回とした。処理の評価は担体の温度変化、及び廃液投入前の担体重量、担体水分率を測定し行った。湿度測定には温度記録計(テイソド製TR-71)を用いた。担体重量は装置全体の重量を上皿はかり(大和製衡製UDS-1100)で測定した。担体水分率は絶乾法で測定した。

### 2.2.2 微生物担体試験

微生物担体として杉チップが多く使われているが道内においては杉材が入手しがたいため、道内資源の有効利用の面からガマツの間伐材よりチップを作り、高温好気処理への適用可能性について試験を行った。処理有機物はカツオエキス、デンプン、ワシ油を調整した人工廃水を使用し、杉チップの試験と同様に評価した。

## 2.3 実機試験

処理する有機性廃棄物はニシ加工残滓で、その写真を図4に示す。担体は約 $7\text{m}^3$ を使用した。処理方法はニシ加工残滓 $300\sim 400\text{kg}$ を休日を除く毎日反応槽に投入した。評価項目

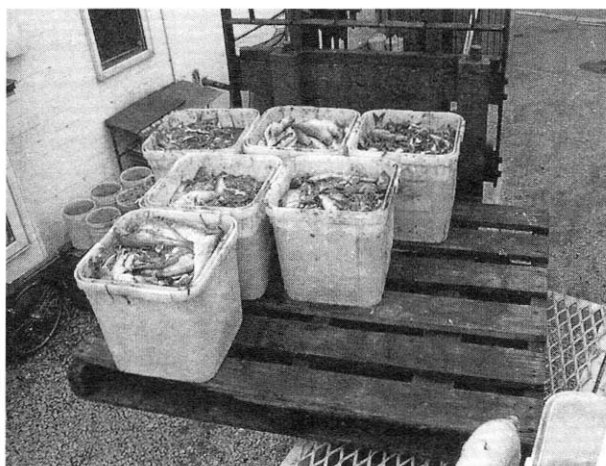


図4 ニシン加工残滓

として菌床の温度、水分率を測定した。ニシン加工残滓は油分含有量が多いことから、油分の分解性を評価するため、n-ヘキサン抽出物質を測定し油分として評価した。n-ヘキサン抽出物質の分析は、残滓投入前の担体を採取し、それを105℃で乾燥後、n-ヘキサンを溶媒としたソックスレ-抽出法によって行った。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 BOD 負荷試験結果

約2カ月間の温度変化、担体の重量変化、水分率変化を図5、6に示す。本試験では初期の2週間はBOD負荷 $3.5\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ で処理し、3~7週は約 $5.2\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ 、8週 $8.5\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ で処理を行った。BOD負荷約 $3.5\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ では装置内の廃液投入毎の担体の温度ピークが $40\sim 50^\circ\text{C}$ を示し、担体重量および水分率は上昇した。これは負荷不足で分解熱が足りず、この負荷における水分蒸発量が投入水分量に比べ小さかったと考えられた。

次に3週目よりBOD負荷を約 $5.2\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ にした。その

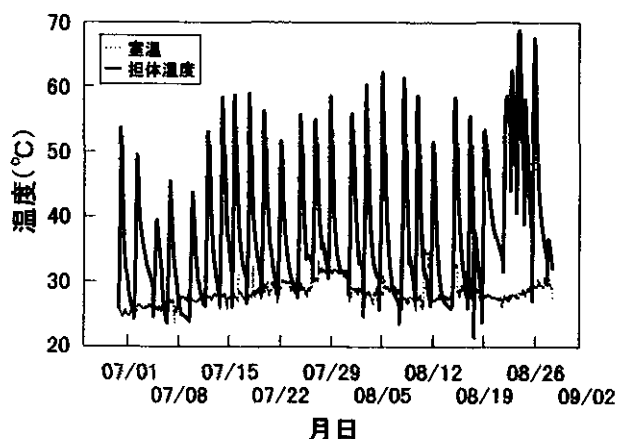


図5 BOD負荷試験における担体の温度変化

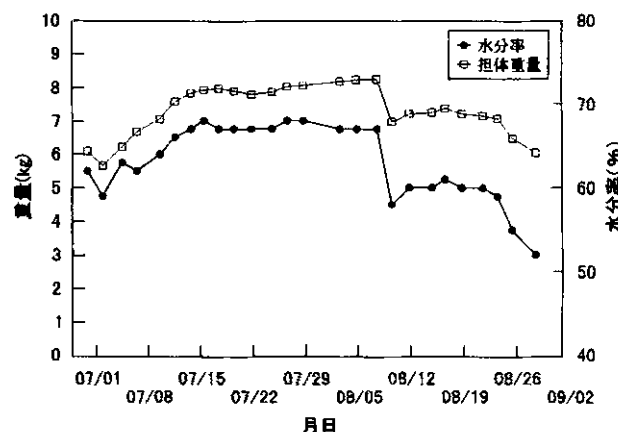


図6 BOD負荷試験による担体重量と水分率変化

結果、担体温度ピークが約 $60^\circ\text{C}$ 前後に上昇し、担体重量、水分率もほぼ一定の値で推移した。図中の6週目に担体重量、水分率が急激に下がっているのは担体を装置から取り出し乾燥機で強制的に乾燥したためである。これは水分率65%の担体に模擬廃水を投入した場合、担体の水分保持量を超えた未処理の廃水が反応槽底部に溜まってしまふのを防ぐために行った。このことから今回使用した担体では、水分率65%以上においてドレン水が生じ、処理が困難になると思われる。

次に8週目よりBOD負荷約 $8.5\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ にすると担体温度ピークは $70^\circ\text{C}$ 近くまで上昇した。しかし担体重量、水分率は急激に低下し、投入水分以上に水が蒸発した。このことから、この負荷ではすぐに担体が乾燥状態になり、微生物分解が停止すると考えられた。

以上のことから本試験では最適なBOD負荷は $5\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ 前後であった。高温好気処理では有機物の分解熱で水分を蒸発させるため、処理有機物の持つ分解熱と水分のバランスが重要である。

#### 3.2 微生物担体試験

微生物担体として用いる木質チップは吸水性、耐腐食性の観

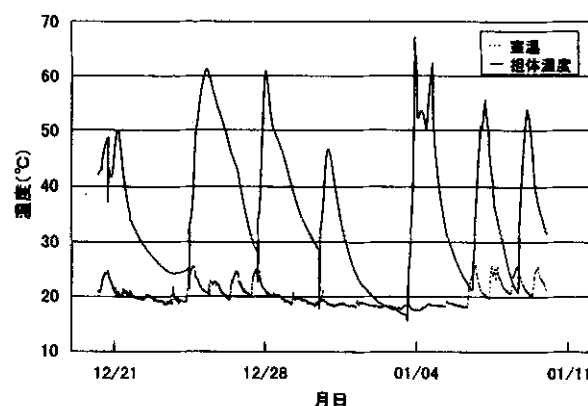


図7 微生物担体試験における担体の温度変化

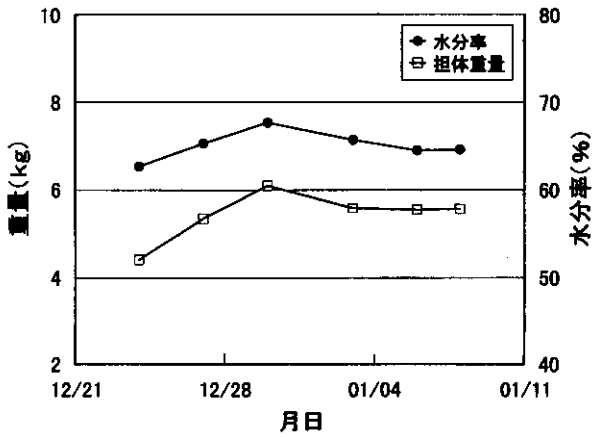


図8 微生物担体試験における担体重量、水分率変化

点から杉材が用られていることが多いが、本道においては杉材が入手しにくいことから、道産のカマツ材のチップを代替に使用した試験を行った。試験はBOD負荷試験と同じ装置を用い、処理廃棄物はカツエキス、デンプン、ワシ油で調整した水産加工模擬排水を使用した。この試験の温度変化、担体重量、水分率変化を図7、8に示す。その結果、杉材と同様の温度変化、水分の蒸発が見られ同等の処理が可能であった。このことから本道では安価なカマツの間伐材を微生物担体として利用できることがわかった。

### 3.3 実機試験

実機試験における担体温度変化および水分率、油分濃度変化を図9、10に示す。試験期間は45日間で、ニソ加工残滓を合計12.7t処理した。試験の立ち上げ時にこの処理の前に使用した担体の一部を新しい担体に加え微生物の種付けとした。試験の初期には担体温度ピークが55℃前後あり順調に処理が進んだ。しかし徐々に湿度ピークは低下し、温度の変位も小さくなった。これは何らかの原因で微生物による有機物分解が阻害されていると考えられた。担体の分析の結果、処理

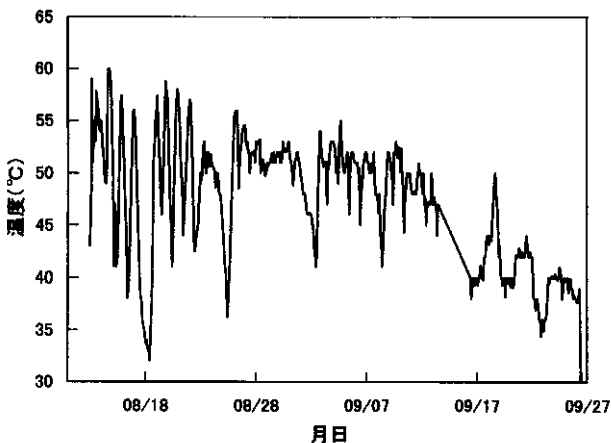


図9 実機試験における担体温度変化

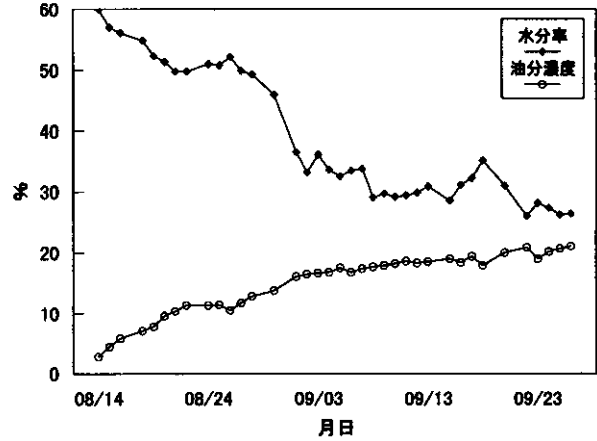


図10 実機試験における担体の水分率、油濃度変化

したニソ加工残滓の油分含有量が高く（15%以上）、未分解の油分が徐々に蓄積する事がわかった。この残留油分が担体の通気性を阻害し微生物の活性を低下させると考えられた。

高温好気処理ではその負荷をあげるため廃油等を処理物に加え処理されていることから<sup>3)</sup>、ある程度の油分は分解される。しかし過剰の油分はその分解速度がタンパク質等に比較して遅いため蓄積すると考えられる。油分が蓄積しても担体の水分率を低く調整すると処理可能期間の増加が見られた。

以上のことから高温好気処理では油分の分解に限界があることがわかった。しかしながら油分の分解性を向上させるには、適正な水分率を保持し微生物の活性を保つこと、市販の油分分解菌等を含んだ微生物製剤の使用が考えられ、現在、微生物製剤の効果について検討中である。

### 4. まとめ

有機性廃棄物の処理法として高温好気処理について検討し、以下の知見を得た。

- ・室内試験では最適なBOD負荷は約5kg/m<sup>3</sup>・日であった。
- ・微生物担体としてカマツ材チップが使用可能である。
- ・実機試験において油分を多く含む廃棄物を処理すると未分解油分が蓄積し微生物分解を阻害することがわかった。
- ・油分対策として、処理条件を適正に保つこと、または微生物製剤の利用で、油分分解性を高めることが必要であると思われる。

今後、実用化においては、対象となる廃棄物の性状に合った処理条件を検討する必要があるため、実機による様々なケースのデータを蓄積していく予定である。

### 謝辞

本研究にあたり、実装置の試験でご協力いただいた日本科学エンジニアリング(株)の前田氏に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 森忠洋ほか、有機質資源化システムの構築とその展開、下水道協会誌 Vol.32 No.338 (1995)
- 2) 藤田賢二、コンポスト化技術、技術堂出版
- 3) 劉宝鋼ほか、高温・好気法による豚ふん尿の完全処理、環境工学研究論文集 Vol.31 (1994)