

VII-256 竹チップを担体とする高温・好気法による下水汚泥の処理に関する研究

京都大学大学院工学研究科 学生会員 林里香
 京都大学大学院工学研究科 学生会員 楊瑜芳
 京都大学大学院工学研究科 正会員 津村和志
 京都大学大学院工学研究科 正会員 内藤正明

I. はじめに

近年諸外国から大量に輸入している食料、飼料及び肥料は結果的に国内における生ごみ、汚泥類などの有機系廃棄物を増加させており、その処理・処分は自治体にとって最も深刻な問題の1つである。資源枯渇が危惧される今、処理・処分だけでなく、その資源化・循環利用が必要である。

下水汚泥の量は増加傾向にあり、農業利用が進められているが需給のアンバランス等問題点も多い。よって需要に合わせて供給量も調節できれば循環システム構築に大きく寄与する。そこで高温・好気法が注目されている。これは下水汚泥を担体に吸収させて空気を供給することにより微生物が有機物を二酸化炭素と水まで分解し、その際の生成熱により水分を蒸発させる方法である。

本研究では標準担体として認められている杉チップと竹チップを比較して、竹チップが利用可能かどうか検討することを主目的とする。竹を取り上げたのは我が国の地域開発などで廃竹材の出ることも多くその活用を図ろうとしたためである。

II. 実験内容

担体として杉チップを用いた実験と竹チップを用いた実験（以下杉実験、竹実験と呼ぶ）を行った。（処理対象は含水率 99%の余剰汚泥）また竹については処理対象として濃縮余剰汚泥（含水率 96%）を用いた実験も行った。

II-1. 試料

下水汚泥は2槽式間欠曝気活性汚泥法からの汚泥を用いた。¹⁾ 水分蒸発のための発熱量を補うために食用油廃油を加えた。また初期には菌体数増加のため米ぬかを加えた。

II-2. 担体

杉チップと竹チップの性質を表1に示す。

II-3. 実験方法

実験装置を図2に示す。反応槽は内径44cm 高さ50cmの円筒形でステンレス製である。下から通気、上から吸引を行った。自動攪拌であり、反応槽内の温度と反応槽の重量はコンピューターによる自動記録を行った。また散熱を防ぐため反応槽を発泡スチロールで保温した。

1日おきに汚泥5~7kgと廃油0.7~0.9kgを投入し十分攪拌した。投入量は文献値を参考にし、混合物の含水率50%、BOD₅負荷が6.6~8.0kg-BOD₅/m³・dayとなるようにした。通気量と吸引量は200ℓ/m³・minとなるよう調節した。（ただし杉実験では吸引量は調整中）攪拌は6時間毎に3分間行った。

投入前後に混合物の含水率、pH、EC、VS、BOD₅の測定を行った。分析法は下水試験方法に準拠した。

III. 実験結果及び考察

III-1. 杉と竹の比較

表1 担体の性質

	チップ	杉	竹(モウソウチク)
含水率(%)	22.2		17.3
乾燥減量(%,乾物あたり)	99.6		98.4
大きさ:1mm未満(%)	21		16
1~2mm(%)	37		32
2~5.6mm(%)	42		44
5.6mm以上(%)	0		8
保水量(g/g)	2.02		2.02
比表面積(m ² /g)	0.16		0.12
BOD ₅ (mg/g)	15		19
TC(%:乾物あたり)	45.8		59.5
TN(%:乾物あたり)	0.08		0.16
C/N	599		373
P ₂ O ₅ (mg/kg-ds)	123		758
K ₂ O(mg/kg-ds)	16		4200

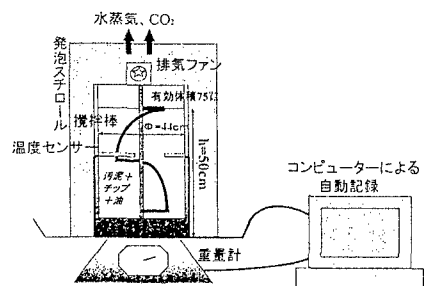


図2 実験装置

Ⅲ-1. 杉と竹の比較

杉実験と竹実験の1つのサイクル(48時間が1サイクル)の重量減少速度と温度の変化を図3と図4に示す。重量減少と温度のグラフの起伏は同調しており、およそ10時間後にピークを迎え徐々に減少していく。ピークの値は重量減少速度については杉、竹共に0.20kg/hであるが、温度については杉では62℃であるのに対して竹では70℃である。これは吸引量の違いが原因と考えられる。重量減少量はBOD₅負荷の違いを考慮した換算値と比較すると、杉実験竹実験それぞれ5.2、4.8kg/kg-BOD₅であり2%ほどの差となっている。

表1より保水量は共に2.0g/gと等しく、比表面積は杉0.16m²/gに対して竹0.12m²/gとやや小さいが、竹チップも杉チップと同様に高温・好気法の担体として十分利用可能であることが分かった。

Ⅲ-2. 余剰汚泥と濃縮余剰汚泥の比較(担体：竹)

今後実用化の過程では反応槽体積の縮小のために汚泥の濃縮が必要となる。濃縮汚泥における温度と重量の変化を図5に示す。図より重量減少速度のピークは余剰0.20kg/hに対して濃縮0.18kg/hとやや小さく、温度も余剰70℃に対して60℃と低くなっている。この原因が有機物の偏在によるものか、水分供給の限界に起因するものかは、今後の検討が必要である。

Ⅲ-3. 有機物除去率

BOD₅、VS、排ガス中のCO₂濃度より除去率を求めた。VSに関しては本実験は短期であったため変化が不明瞭であったこと、またVSとして測定されたものの大部分が担体のチップであること等から、CO₂濃度に関しては装置上の問題のため信頼のおける結果が得られなかった。そこで本報告ではBOD₅での評価結果のみを示す。竹実験全サイクルのBOD₅除去率は90%となった。

Ⅲ-4. 反応後混合物の土壌改良材としての利用について

実験の期間が短いこともあり混合物の重金属濃度は規制値をはるかに下回る。またバーク堆肥の品質基準との化学的性質の比較を表6に示す。TNとC/Nについては杉実験混合物より竹実験混合物の方がよく、TCはともに基準を上回っており問題である。安定化のための無添加運転が必要であると考えられる。

Ⅳ. まとめ

竹も杉と同様に高温・好気法の担体として十分利用可能であることが分かった。

今後の課題は、本実験は短期であったため長期実験を行うこと、下水汚泥の濃縮と処理量の関係を調べて濃縮限界を求めること、操作条件の最適化実験を行なうことなどがある。

参考文献：1)大地佐智子他、水環境学会誌、Vol.20 No.1 p29-35(1997)

竹チップ、廃油、汚泥処理、循環、高温・好気法

〒606-01 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻

環境情報工学研究室 TEL 075-753-5064 FAX 075-761-0641

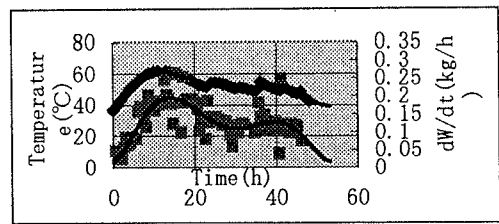


図3 杉実験のサイクル17における重量減少速度と温度変化

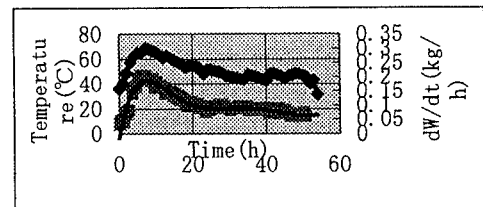


図4 竹実験のサイクル4における重量減少速度と温度変化

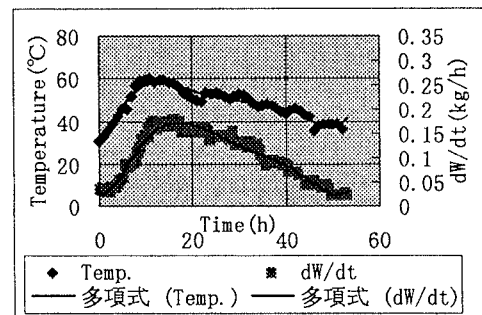


図5 竹実験のサイクル7における重量減少速度と温度変化(濃縮余剰汚泥)

表6 バーク堆肥の品質基準(全国バーク堆肥工業会より)と反応後混合物の比較

	TC(%)	TN(%)	C/N	PsOs(%)	K ₂ O(%)	pH
特級品	40~45	1.7以上	20~25	0.8以上	0.5~0.3	6.0~7.5
一般品	45~50	1.7~1.2	30前後	0.8~0.5	0.5~0.3	6.0~7.5
二級品	45~60	1.2以下	35以下	0.5以下	0.3以下	6.0~7.0
杉実験混合物	68	1.1	61	1.3	0.32	6.3
竹実験混合物	62	2.2	28	1.3	0.71	6.4

注) 乾物当たり