

嫌気性菌による厨芥・汚水同時処理システムに関する研究 (その2)

—Channelling 型嫌気性ろ床材について—

喜田大三 辻博和
岩波洋

Studies on Simultaneous Treatment System for Garbage and Sewage by Anaerobic Microorganisms (Part 2)

—Channelling-type Support Materials for Anaerobic Stationary Fixed-Film Reactors—

Daizo Kita Hirokazu Tsuji
Hiroshi Iwanami

Abstract

In case of developing a new simultaneous treatment system for garbage and sewage using anaerobic microorganisms, a suitable support material of biomass is necessary for the system to increase the total amount of active biomass retained in the bioreactor and enhance reactor performance. Therefore, channelling-type support materials for a stationary fixed-film anaerobic reactor were investigated to prevent clogging of the reactor by suspended solids such as garbage, and to maintain high loading rates and organics removal efficiencies as well. As results of adhering tests of anaerobic biomass and a stationary fixed-film anaerobic test by artificial sewage water, it was proved that among several materials, non-woven fabrics of polyester and the like could be useful for organics removal efficiency equal to plugging-type support materials conventionally used.

概要

嫌気性菌を用いた厨芥・汚水の同時処理システムの開発に当たって、反応槽内の嫌気性菌の菌体濃度を高く保持し、反応槽の処理能力を高くするためには、このシステムに適したろ床材が必要不可欠である。そこで、排水中の固形性の有機物によって閉塞を起こさず、あるいは固形物の沈殿分離工程と並行して、水溶性の有機物を高性能に嫌気分解できるろ床材として、Channelling 型(水路型)のろ床材について検討した。各種ろ床材を用いて、嫌気性菌の付着能試験および人工排水による嫌気性ろ床処理試験を行なった結果、嫌気性ろ床処理において、Channelling 型のろ床材として菌体付着能に優れたもの(ニードルパンチされたあるいは乾式接着されたポリエステル・ビニロンなどの不織布)を使用すれば、固形分による閉塞を起こすことなく、従来の浄化槽などで使用されている Plugging 型(充填型)のろ床材と同等の処理性能を確保することができると判明した。

1. はじめに

近年、国民の生活水準の向上・住環境に対する意識の高まり・住宅の高層化などによって、家庭内などから発生する厨芥(生ごみ)の簡便かつ衛生的処理に対する要望が高まりつつある。特に、高層住宅においては、厨芥の衛生的処理が重要な課題となりつつあり、その対策の一つとして、厨芥を粉碎機(ディスポーザ)で粉碎し、生活排水とともに搬送し、浄化槽などに排出するシステ

ムの開発が強く望まれている。

一方、排水処理の分野においては、バイオテクノロジーの進展に伴い、省エネルギーで、汚泥の発生量が少なく、発生ガスの回収利用も可能なシステムとして、嫌気性による排水処理システムが注目され始めている。

そこで、筆者らは嫌気性菌による厨芥・汚水同時処理システムの開発に向けて、研究を進めている。先の報告¹⁾では、厨芥の汚濁負荷の調査さらには厨芥の嫌気分解特性に関する検討結果について報告している。

ところで、嫌気性菌を用いた厨芥・汚水の同時処理システムの開発に当たって、反応槽内の嫌気性菌の菌体濃度を高く保持し、反応槽の浄化能力を高くし、かつ設置面積を小さくするためには、この浄化システムに適した菌を固定化するろ床材の開発が不可欠である。

付着生物膜用のろ床材は、ろ床材の槽内への設置方法によって、Plugging型(充填型)とChannelling型(水路型)との二つに大別される。

前報¹⁾で述べたように、ディスポーザで粉碎された厨芥を嫌気性菌で消化するには、基本的に消化日数として14~21日を確保する必要がある。これに対して、一般の合併汚水を嫌気性処理する場合に必要な水理学的滞留時間は1~2日である。このことから、厨芥と汚水を同時処理する場合、固形性の厨芥の嫌気性消化の工程は、他の水溶性の汚濁負荷物と切り離して処理するのが有効であると考えられる。

従って、厨芥中の固形物に直接影響されずに、すなわち、固形物による閉塞を起こすことなく、水溶性有機物を分解できるろ床材として、さらには、固形分の沈殿分離工程と並行して水溶性有機物を分解できるろ床材として、Channelling型のろ床材が必要であると考えている。

そこで、本報告では、Channelling型のろ床材として使用可能と考えられる8種類の材料について、嫌気性菌の初期付着量を比較するとともに、代表的ろ床材について、人工排水による嫌気性ろ床処理試験を実施した。

2. 各種ろ床材による嫌気性菌付着量試験

2.1. 実験方法

1.7 lの亚克力槽にろ床材(4.7 cm×7.0 cm)を3片セットし(3片で総表面積 200 cm²)、これに前報で示した馴致汚泥および基質・水道水をいれ、全量を1 lとして攪拌養生した(写真-1参照)。5・12・36日後にさらに汚泥を添加し、60日間継続した。

所定日数経過後の菌体付着量は、添加した汚泥量から懸濁している汚泥量を差し引いて算出し、ろ床材の表面積当たりのMLSS量で表示した。なお、養

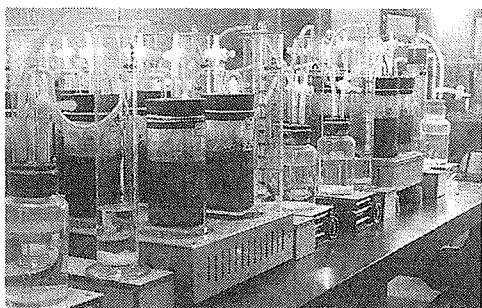


写真-1 菌体付着量試験の全景

生中に生成する菌体量については、菌体収量に関する既往文献²⁾から判断して、微量であるとして無視した。

基質は3章の表-1で後述する組成のものを使用し、1回当たりBOD換算で200 mgを5~7日に1回投入した。

ろ床材としては、表面が粗で菌体が付着できる³⁾と予想されたニードルパンチされた不織布3種類、乾式接着された不織布3種類、発泡セラミックス2種類の合計8種類を供試した。なお、いずれのろ床材の厚さは4~5 mmである。

2.2. 実験結果と考察

(1) 菌体付着量の経時変化

各種ろ床材の菌体付着量の経時変化を図-1に示す。いずれのろ床材も30日程度で付着量の増加は少なくなり、それ以後は剝離・付着を繰り返している様子が分かる。特に、発泡セラミックス類はこの傾向が顕著に認められた。

(2) 初期菌体付着量の比較

各ろ床材の菌体付着量がある程度安定したと判断される30日経過以降の平均値を初期菌体付着量として、相互比較して、図-2に示す。

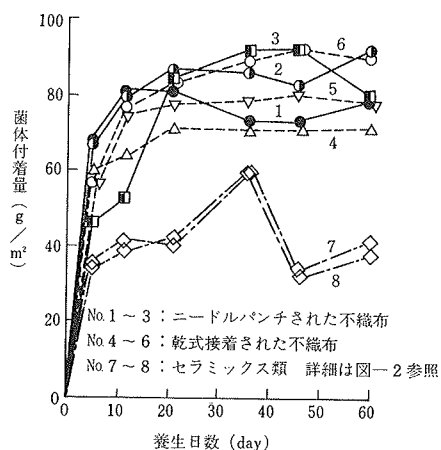


図-1 各種ろ床材の菌体付着量の経時変化

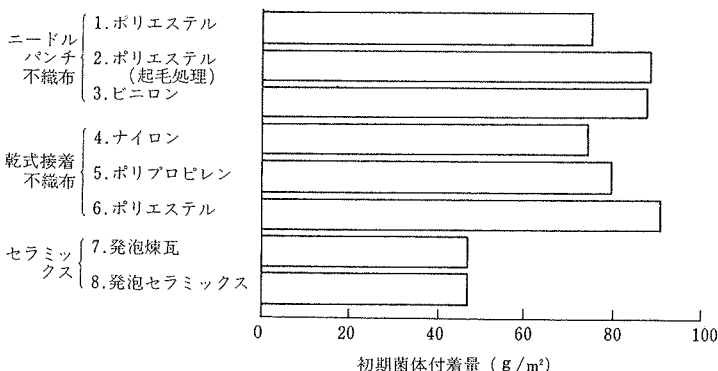


図-2 各ろ床材の初期菌体付着量

ニードルパンチされた不織布では、ポリエステル(No. 1)・起毛処理したポリエステル(No. 2)・ビニロン(No. 3)の中で、後2者が約90 g/m²の初期菌体付着量を持ち、優れていた。起毛処理したものに比べて、一般のポリエステルはやや低い付着量を示していた。

乾式接着された不織布では、ナイロン(No. 4)・ポリプロピレン(No. 5)・ポリエステル(No. 6)の中で、それぞれの初期菌体付着量が約75 g/m²・約80 g/m²・約90 g/m²であり、ポリエステルが一番優れていた。

これに対して、発泡耐火レンガ(No. 7)・発泡セラミックス(No. 8)のセラミックス類では、その初期菌体付着量がともに約45 g/m²であり、上述のニードルパンチされたあるいは乾式接着された不織布に比べて低い値を示した。

以上の結果から判断すると、Channelling型嫌気ろ床材として、初期菌体付着能が優れているものには、ニードルパンチされたポリエステル・ビニロン、あるいは乾式接着されたポリエステルの不織布を挙げる事ができる。

3. 各種ろ床材による嫌気性ろ床処理試験

3.1. 実験方法

実験装置の概要を図-3に、実験風景を写真-2に示す。嫌気性ろ床槽はアクリル製の10 cm角の角槽で、有効容積は4.8 lであり、このうち嫌気性ろ床材が設置される部位の容積は3.2 lである。原水はろ床槽下部から流入し、上何流式で処理される。

Channelling型のろ床材としては、先の第2章の菌体付着量試験で付着能に大きな差の認められた2点、すなわち、ニードルパンチされたポリエステル(A)と発泡セラミックス(B)を供試し、10 cm×30 cmのものを2 cm

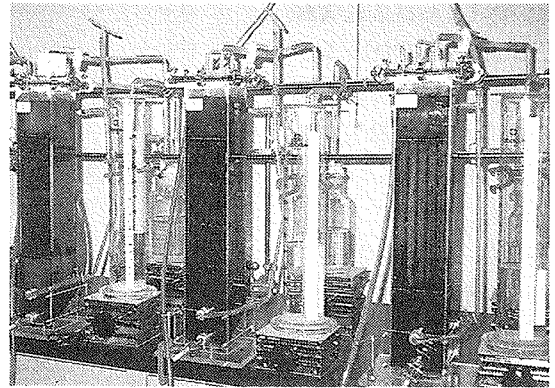


写真-2 嫌気性ろ床処理試験の全景

ピッチで5枚カーテン状に装着した。また、比較として、Plugging型のろ床材として、ポリプロピレン製の市販接触ろ床材のテラレット(A)を供試した。

供試原水はBOD200 mg/lの人工排水であり、稲森ら⁹⁾が使用しているもので、表-1にその組成を示し、表-2に水質分析の結果を示す。嫌気ろ床槽への原水の供給は次のように行なった。上記人工排水の5~20倍の濃度の濃厚人工排水を作成し、濃厚人工排水と水道水とを定量ポンプで嫌気ろ床槽下部に供給した。その際、両者の流量を変えることによって供試原水のBODを200 mg/lに調整しながら、滞留時間が48・24・12時間になるように行なった。なお、濃厚人工排水は、腐敗を防ぐため、120°C15分間オートクレーブで滅菌したのち、4~5°Cで貯蔵して使用した。

スタートアップは、S水処理センターの中温消化汚泥を上記人工排水で約6箇月馴養生したものを、MLSS2000 mg/lの条件下で嫌気ろ床槽を循環養生し、菌体をろ床材に付着させた。

実験はすべて、35°Cの恒温室内で行なった。

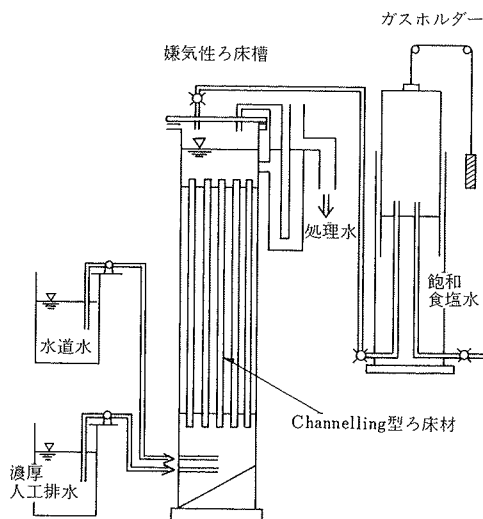


図-3 嫌気性ろ床処理の装置概要

組 成		水 質	
試 薬	配合濃度	項 目	平均水質
デキストリン	30.6mg/ℓ	pH	7.2
ペプトン	65.4 "	BOD	200 mg/ℓ
酵母エキス	65.4 "	COD _{Mn}	68 "
肉エキス	74.6 "	COD _{cr}	278 "
NaCl	6.7 "	TOC	96 "
MgSO ₄	4.0 "	T-N	24.7 "
KH ₂ PO ₄	18.6 "	T-P	8.4 "
KCl	13.4 "		

表-1 人工排水の組成と平均水質

3.2. 実験結果と考察

(1) 処理水質とガス発生量の経時変化

実験は滞留時間を48・24・12時間と順次落としながら行ない、各期間5~6箇月を確保した。

実験期間における処理水の T-BOD・T-COD およびガス発生量の経時変化を図-4に示す。なお、発生ガスの組成は特に図示しないが、滞留時間12時間で、メタン 55~65%、N₂ 30~35%、CO₂ 2~5%であった。

(2) 滞留時間と処理水の平均水質

各滞留時間 (HRT) における処理水の水質の平均値を図-5に示す。

各ろ床材について、当然のこととして、HRT の減少とともに、処理水の T-BOD・T-COD は上昇した。その際、ろ床材の種類によってその影響は異なった。

すなわち、Channelling 型のポリエステルと Plugging 型のテラレットはほぼ同等の水質を示し、HRT48 h で T-BOD が約 25 mg/l、HRT12 h で約 40 mg/l である。これに対して、Channelling 型の発泡セラミックスは上記 2 者と比較して処理性能が悪く、HRT48 h で約 30 mg/l、12 h で約 50 mg/l である。

この結果と先の 2 章の菌体付着量試験の結果を総合すると、厨芥などの固形分を含んだ排水の嫌気性ろ床処理において、Channelling 型のろ床材として菌体付着能に優れたもの（たとえばニードルパンチされた、あるいは乾式接着された不織布）を使用すれば、固形分による閉塞を起こすことなく、従来の Plugging 型のろ床材と同等の処理性能を確保することができると判断される。

4. あとがき

現在、上述の Channelling 型の嫌気性ろ床材を組み込んで、厨芥と汚水を同時処理する浄化槽システムの実験を進めており、追って報告する予定である。

なお、本研究は、「バイオフィォーカス WT-21」の一環として、建設省建築研究所・東京ガス(株)との共同研究の一部として実施しているものである。

参考文献

1) 喜田・竹本・辻・岩波：嫌気性菌による厨芥・汚水同時処理システムの研究（その 1）—厨芥の汚濁負荷

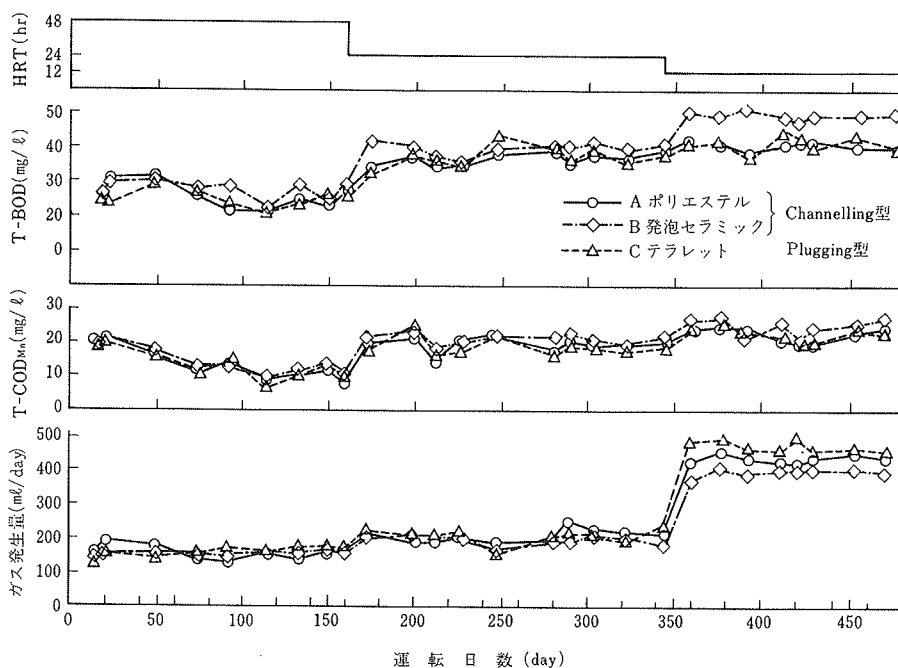


図-4 各種嫌気性ろ床材による処理結果

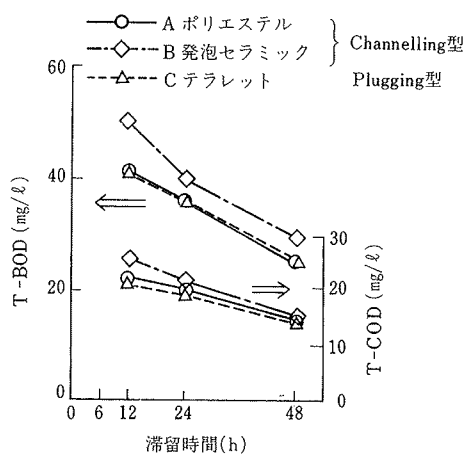


図-5 滞留時間と処理水の水質

と嫌気分解特性に関する検討—大林組技術研究所報, No. 36, (1988), pp. 148~153

2) McCarty, P. L.: Kinetics of waste assimilation in anaerobic treatment, Dev. Ind. Micro. Biol., Vol. 7, (1966), pp. 144~155
 3) van den Berg, L. Kennedy, K. J.: Support materials for stationary fixed-film reactors for high rate methanogenic fermentations, Biotechnology Letters, No. 3, (1981), pp. 165~170
 4) 稲森・谷野・須藤：嫌気・好気濾床法の浄化特性に及ぼす循環比の影響, 下水道協会誌, Vol. 22, No. 255, (1985), pp. 23~32