

## **技術発表(7)**

# **微生物を用いた排水処理方法の 概要**

**佐藤 義典**

# 微生物を用いた排水処理方法の概要

茨城大学工学部 技術部 佐藤 義典

## 発表要旨

### 1. はじめに

一般に排水処理は微生物を用いた方法が採用されている。この排水処理方法は物理化学的方法と比べて安価で処理が行える。また、操作方法も単純であり、安全性も非常に高い。このため多くの排水処理場で採用されている。一例を見ると下水処理場が挙げられる。微生物を用いた排水処理方法は多くの利点もあるが、欠点も挙げられる。発表では詳しい内容を報告する。

### 2. 活性汚泥とは

活性汚泥とは微生物の集団を言う。一般に排水中(有機物存在下)に空気を吹き込むと約1ヶ月程度で茶色の塊が培養される。これが活性汚泥であり、微生物によって排水中の有機物を分解する。微生物は排水中に含まれる有機物(多糖類, 脂肪およびタンパク質等)を酸化分解し, エネルギーを獲得する。この事で新しい原形質を合成する。

排水処理を行う代表的な微生物を図-1 に示す。微生物の種類は排水の水質, 温度および環境等によって変化し, 多種多様である。

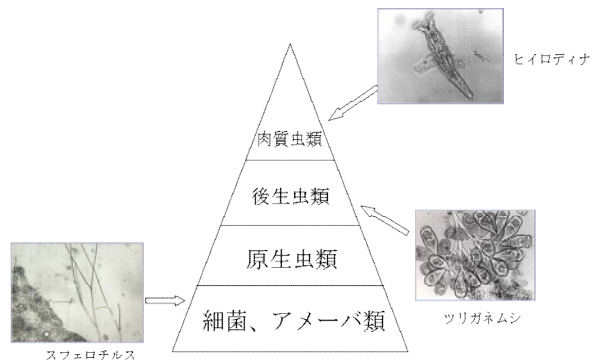


図-1 排水処理を行う微生物の種類

### 3. 排水処理の方法

3-1 標準活性汚泥法: 標準活性汚泥法とは排水中の有機物のみを除去する方法である。現在多くの下水処理場で使用されている標準活性汚泥法の概略を図-2 に示す。日立市の下水処理場の例を見ると、一日に約 55,000m<sup>3</sup> もの生活排水や工場排水を処理している。

最初沈殿池で固液分離された上澄水は好気槽中の活性汚泥によって有機物が分解される。その後、最終沈殿池で活性汚泥と上澄水に分けられ処理水として放流される。最終沈殿池は処理の重要な因子であり、もし活性汚泥の沈降性が悪化した場合、処理水の悪化が生じる。このため全体的な維持管理が必要となる。

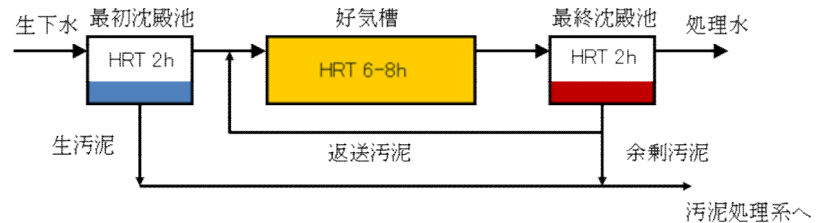


図-2 標準活性汚泥法

3-2 高度処理型活性汚泥法: 湖沼や内湾などの富栄養化が問題となっている。富栄養化は植物性プランクトンが異常増殖した現象である。植物の栄養素は N, P, K であり, これらを排水中から除去するために高度処理型活性汚泥法が開発された。高度処理型活性汚泥法とは従来有機物の除去のみであった標準活性汚泥法を改良したもので, 窒素やリンの除去を付加したものである。高度処理型活性汚泥法

の概要を図-3に示す。好気槽の前段に嫌気槽と無酸素槽を設置することによってリンや窒素を微生物によって除去することが可能となる。しかしながら、この方法は標準法と比べると敷地面積の拡大や、滞留時間の増加等の問題がある。

3-3 固着生物法（生物膜法）：生物膜法とは担体などに微生物を付着させた方法である。一方、活性汚泥法は浮遊生物法となる。生物膜法の一部である接触酸化法の一例として小型合併処理浄化槽の概略を図-4に示す。接触酸化法とは好気槽中に接触剤を入れ、これに微生物を付着させる方法である。一般的に下水道が普及していない場所に設置されている。

3-4 膜分離活性汚泥法：膜分離活性汚泥法とは小規模排水処理施設に非常に有効な手法である。概略を図-5に示す。最終沈殿池、消毒槽の設備が不要となり敷地面積が小さくとれる。また、膜を通し処理することによって除菌が可能となる。

4. 下水処理水の有効利用  
今までは、下水処理水は単に放流されるのみであった。しかし、現在では下水処理水の有効利用の観点から中水道、トイレの水洗、散水用水、修景用水および親水用水にも利用されてきている。修景用水の一例を写真-1に示す。下水処理水を再利用する場合、問題となる大腸菌等は塩素消毒によって除去が可能である。また、窒素やリンの除去は高度処理を行うことにより対応が可能である。しかし、下水処理水は尿尿の成分を含んでいるのでわずかに黄色を呈しているため、視覚的に見て問題がある。色素の除去は生物処理では不可能である。この事によりオゾン処理が採用されている。オゾンは強力な酸化剤であり、色素の除去と共に滅菌処理も可能である。オゾン処理は数年前までは費用が高かった。しかし、水道水などのトリハロメタンの防止にも有効な方法であることから効率の良いオゾン発生装置が開発され、以前に比べて処理費用はかなり低減されている。

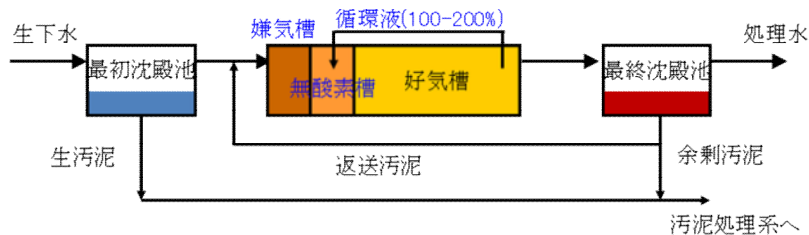


図-3 高度処理型活性汚泥法

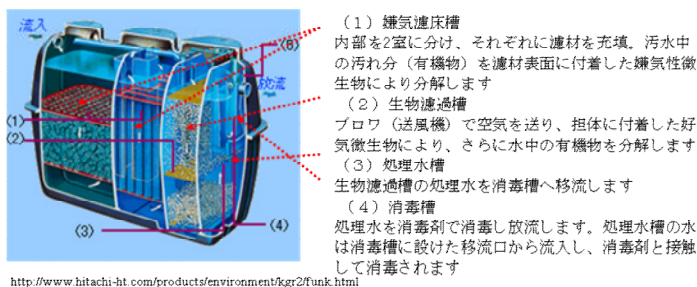


図-4 接触酸化法（小型合併処理浄化槽）

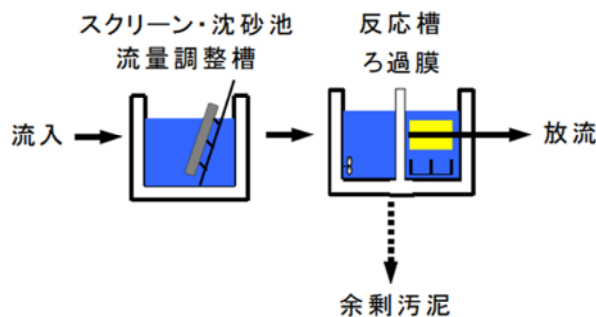


図-5 膜分離活性汚泥法



写真-1 修景用水

# 第13回茨城大学工学部技術部研修会

## 微生物を用いた排水処理方法の概要

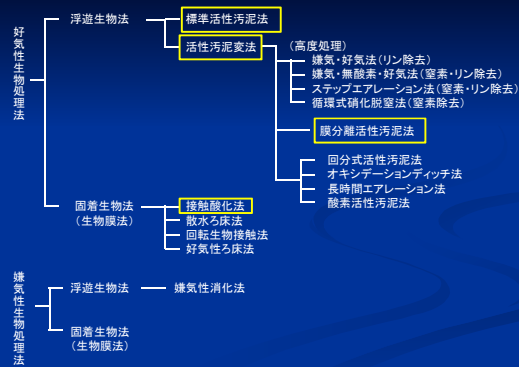
安全管理部門 佐藤 義典

平成22年9月3日

### 発表の内容

1. 生物処理方法の概要
2. 活性汚泥とは？
3. 水処理系で重要な微生物
4. 下水処理方法の概要
5. 富栄養化問題
  - 生物学的窒素除去の概要
  - 生物学的リン除去の概要
6. 生物処理方法の種類
  - 浮遊生物法
  - 固着生物(生物膜)法
  - 膜分離活性汚泥法
7. 下水処理水の有効利用
  - オゾン処理法
8. まとめ

### 1. 生物処理方法の概要



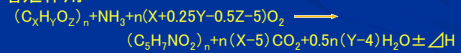
### 2. 活性汚泥とは？

一般に排水中(有機物存在下)に空気を吹き込むと約1ヶ月程度で茶色の塊が培養される。これが活性汚泥であり、微生物によって排水中の有機物を分解する。微生物は排水中に含まれる有機物(多糖類、脂肪およびタンパク質等)を酸化分解し、エネルギーを獲得する。この事で新しい原形質を合成する。活性汚泥とは微生物の集団を言う。

#### 酸化分解作用



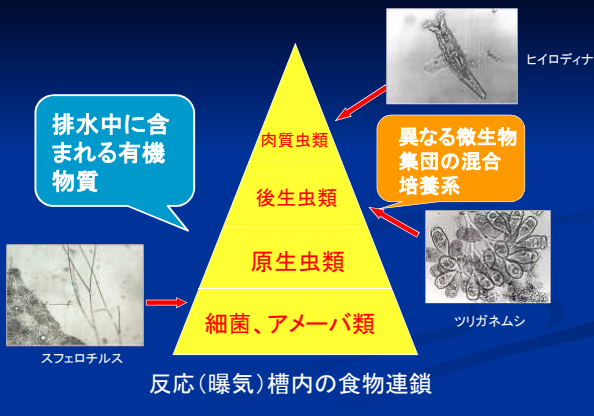
#### 増殖作用



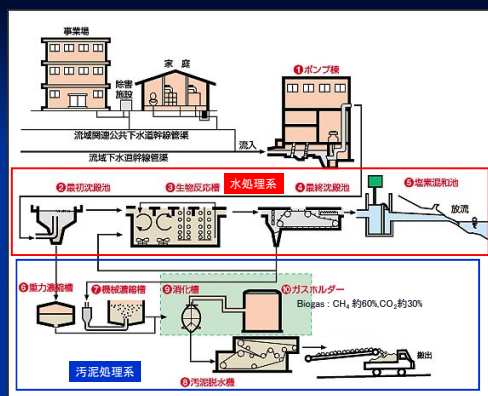
#### 細胞内からのエネルギー獲得

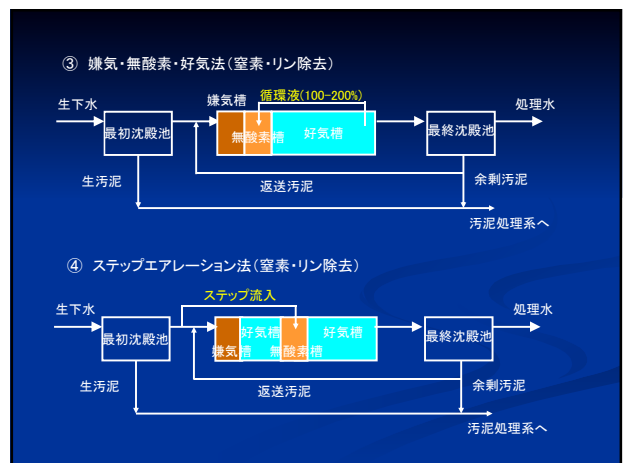
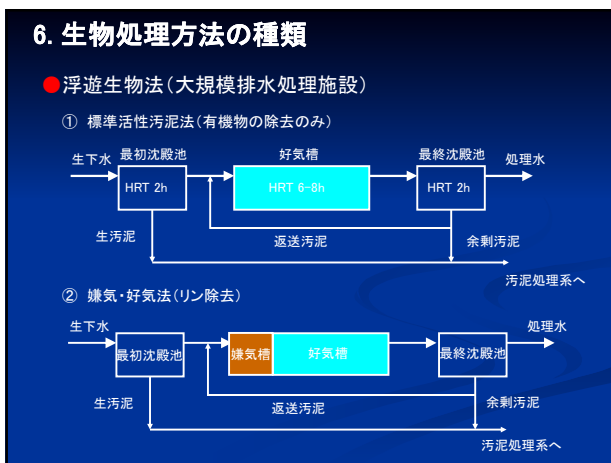
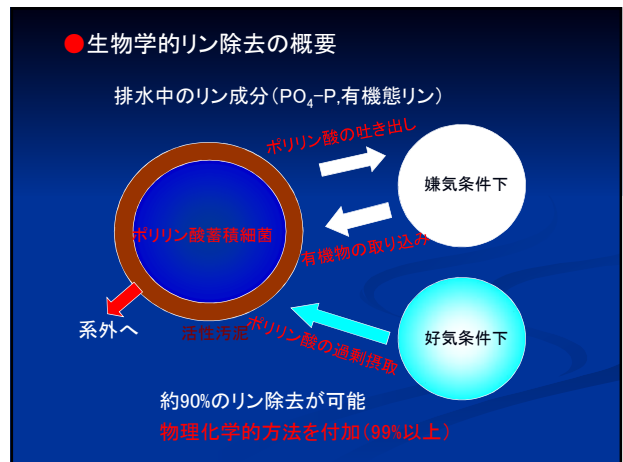
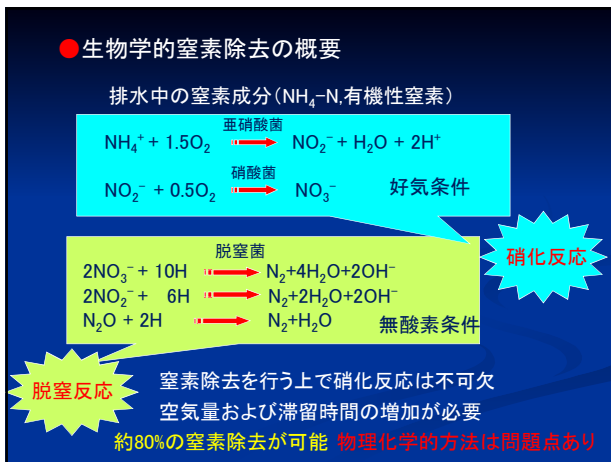
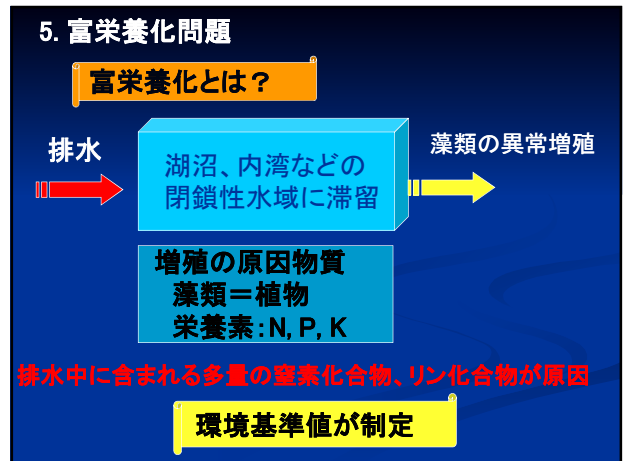


### 3. 水処理系で重要な微生物



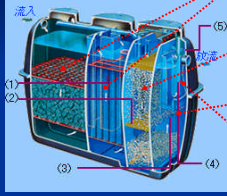
### 4. 下水処理方法の概要





## ● 固着生物法 (生物膜法)

### 接触酸化法 (小型合併処理浄化槽)



(1) 曝気濾床槽  
内部を2室に分け、それぞれに濾材を充填。汚水中の汚れ分(有機物)を濾材表面に付着した嫌気性微生物により分解

(2) 生物濾過槽  
ブロフ(送風機)で空気を送り、担体に付着した好気微生物により、さらに水中の有機物を分解

(3) 処理水槽  
生物濾過槽の処理水を消毒槽へ移流

(4) 消毒槽  
処理水を消毒剤で消毒し放流します。処理水槽の水は消毒槽に設けた移流口から流入し、消毒剤と接触して消毒

(5) 空気配管  
・循環用バルブ  
処理水を曝気濾床槽第1室に循環する装置は、エアリフトポンプ方式を採用。循環水量はバルブで設定できるため、水量の調節が容易  
・切り替えバルブ  
生物濾過の手動逆流時に操作

http://www.hitachi-ht.com/products/environment/kg2/funk.html

## ● 膜分離活性汚泥法

### 利点

固液分離装置不要、高MLSSで運転可能＝敷地面積の縮小、除菌効果、比較的規模の小さい施設において適用可能

### 欠点

大規模処理場には経済性的問題、膜の閉塞の防止＝高空気量で運転、微細目スクリーン、流量調整タンクが必要、膜交換費、膜洗浄関連費用

### 下記の条件を有する施設に適用可能

- ①敷地面積が狭小で、コンパクトな施設配置が求められる場合
- ②高度処理が要求される場合
- ③処理水の再利用を行なう場合
- ④放流先の水利用状況から消毒方法に配慮が必要な場合
- ⑤既設施設の高度化や改築・更新において、既設土木構造物を生かして施設の処理能力を増大する場合や処理水質の高度化を図る場合
- ⑥活性汚泥の沈降性が悪く、処理の改善が必要な場合

## 膜分離活性汚泥法の実験例



実験装置全景 (3系列)



実験装置 (1系列拡大)

### 共同研究事業

日立市企業局  
茨城大学工学部  
日立製作所 電力・電機開発研究所

### 各項目の平均除去率

項目	反応槽No.	除去率 [%]
COD	2槽	91.7
	4槽	91.9
TOC	2槽	89.6
	4槽	89.9
BOD	2槽	98.9
	4槽	98.9
T-N	2槽	62.2
	4槽	54.7
T-P	2槽	40.3
	4槽	40.0

2槽: MLSS 8,000mg/L, 4槽: MLSS 16,000mg/L  
大腸菌群試験・不検出、汚泥発生量の低減効果

## 7. 下水処理水の有効利用

### 下水処理水の再利用水質基準等マニュアル

国土交通省都市・地域整備局下水道部、国土技術政策総合研究所下水道研究部から抜粋

### 再利用水の適用範囲

水洗用水、散水用水、修景用水、親水用水

再生水利用施設における美観・快適性確保の観点では、以下の項目を検討対象とする

### (1) 再生水の<sup>外観</sup>

- ① 色……再生水の呈している色調
- ② 濁り……再生水の呈している濁り
- ③ 臭気……(一般的な利用環境における)再生水由来の臭気

- (2) 修景用水利用施設及び親水用水利用施設における<sup>濁りの増殖</sup>
- (3) 水洗用水利用施設における<sup>エスリカ(成虫・幼虫)の発生</sup>

## 下水処理水の有効利用の例 (修景用水: 日立市池の川処理場)



残留塩素: 生態系保全の観点から塩素消毒以外の処理を行う場合があること及び人間が触れることを前提として利用するための塩素濃度の低い(修景用水)  
観賞: 処理水に対する塩素の2倍量を注入(池の川処理場の場合)

## ● オゾン処理法

### オゾンとは?

強力な酸化剤

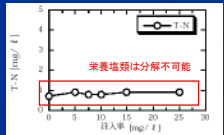
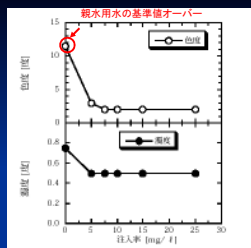
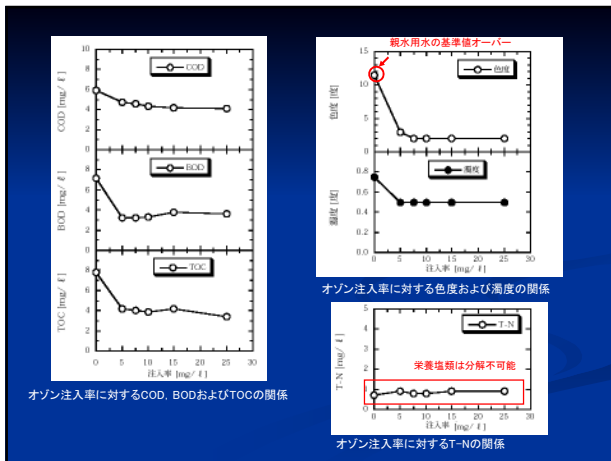
二重および三重結合(発色部)を切断＝脱色



生成されたフリーラジカル<sup>HO</sup>と<sup>HO</sup>は非常に大きな酸化力を持つこの酸化力が殺菌プロセスを持つものと考えられている

フリーラジカルは水溶液中の他の物質と反応する酸化力がある

水道水などのトリハロメタンの防止にも有効な方法  
効率的なオゾン発生装置が開発され、処理費用が低減



## 8. まとめ

微生物を用いた排水処理方法は、未だに解明されていない部分も数多く存在し、また基質の違いや季節の変化により処理特性も変わることが予想され、研究するには奥が深い分野

「下水中の窒素およびリンの生物学的除去に対する運転操作に関する研究」  
2001年3月 博士(工学)の学位取得

連絡先  
E-mail: yo-sato@mx.ibaraki.ac.jp  
TEL: 0294-38-5084  
〒316-8511 日立市中成沢町4-12-1  
茨城大学工学部 技術部  
佐藤 義典