

# 生物膜ろ過併用 DHS ろ床法におけるろ床内微生物の有機物分解性能

高知高専 ○岡内 優人, 正 山崎慎一 三機工業(株) 長野晃弘  
香川高専 正 多川 正 東北大学 正 原田秀樹

## 1. はじめに

標準活性汚泥法は曝気槽内全体に活性汚泥が浮遊しているために処理効率が高く、我が国の下水処理として最も一般的に用いられている。しかし、流入水量の変動に合わせて処理能力を追従する性能（ダウンサイジング性能）が低く、流入水量が計画水量を下回ると曝気や余剰汚泥の処理に余分なエネルギーやコストを消費してしまう。今後、地方の人口減少によって財政力が低下してくると下水処理場の運営が困難になることが予想される。そこで本研究で注目した処理法が DHS 法（Down-flow Hanging Sponge：下降流スポンジ担体法）を用いた下水処理システムである。DHS 下水処理システムは、曝気が不要で余剰汚泥量が少なく、流入水量が減少した場合にろ床のスポンジ担体の個数を減らすことで処理能力が調節でき、標準活性汚泥法の課題を解決することができる。しかし、近年研究が行われ始めた処理方法であるため、効率のよい設計方法や運転条件が十分に確立されていない。そこで本研究は、DHS システムの基礎的な設計データを採取することを目的として、スポンジ担体への酸素供給や有機物分解の性能について室内実験を行って検討した。

## 2. スポンジ担体への酸素供給性能の検討

### 2.1 実験方法

図 1 に酸素供給速度実験の概要を示す。実験は 20°C に設定した恒温槽の中でスポンジ担体（23.3cm<sup>3</sup>）がない場合とある場合の 2 系列で行った。各実験容器内に蒸留水を 100ml 入れ、N<sub>2</sub> ガスで蒸留水の DO を 0mg/L 付近にした後、ポンプによって蒸留水を循環して容器上部からスポンジ担体に滴下した。1 分ごとに DO 計（HACH 製 HQ30d）によって DO 濃度を測定し、経過時間と DO 濃度から総括酸素移動容量係数（K<sub>L</sub>a）を算出した。なお、蒸留水の循環量は 3 通り（10、25、50mL/min）に変化させて実験を行った。

### 2.2 実験結果と考察

図 2 に酸素供給速度実験での K<sub>L</sub>a の比較を示す。K<sub>L</sub>a は蒸留水の循環量にほぼ比例して大きくなっていることがわかる。これは、蒸留水の気相との接触量が循環量の増加に応じて多くなるためといえる。また、スポンジがある場合の K<sub>L</sub>a は、ない場合と比較して 3~5 倍程度高いことを確認した。これは、スポンジがある場合、滴下された蒸留水がスポンジ表面及び内部に滞留し、酸素との接触時間が長くなるためと考えられる。DHS ろ床内のスポンジ担体は微生物が有機物分解を行うために必要な酸素の供給に有効に機能していることが確認された。

## 3. 基質の違いによる微生物の有機物分解性能の検討

### 3.1 実験方法

図 3 に有機物分解速度実験の概要を示す。実験には須崎市終末処理場において実下水の処理を行っている DHS 実験施設のろ床から採取した生物膜付着スポンジ担体を使用した。20°C に設定した恒温槽の中に実験容器を 4 つ用意し、各々に生物膜付着スポンジ担体と蒸留水を 200mL 入れ、ポンプ（25mL/min）によって約 1 時間滴下してスポンジ表面の夾雑物を取り除いた後、酢酸溶液（COD<sub>Cr</sub> 100mg/L）と実下水を基質として有機物分解実験を行った。2 つの容器に酢酸溶液、もう 2 つの容器に実下水を蒸留水と交換して（各々 200mL）、25mL/min で循環を行い、容器内の基質を開始時から

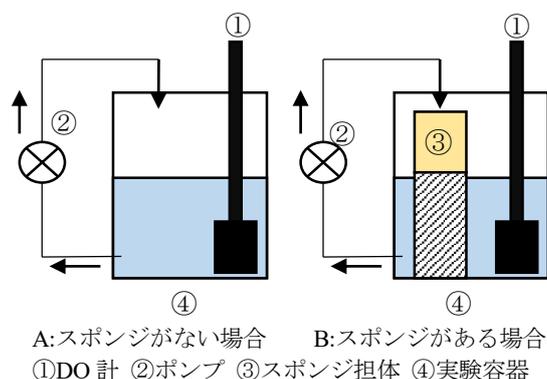


図 1 酸素供給速度実験装置の概要

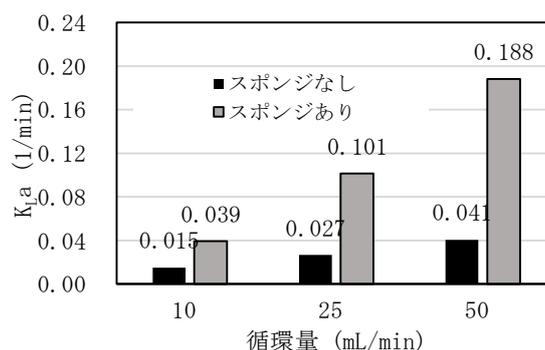


図 2 酸素供給速度実験での K<sub>L</sub>a の比較

30分ごとに採水して、有機物濃度（ $COD_{Cr}$ ）を測定した。 $COD_{Cr}$ の分析には吸光度計（HACH製DR6000）を使用した。

### 3.2 実験結果と考察

図4に有機物分解実験における基質の違いによる $COD_{Cr}$ の変化を示す。なお、各基質の $COD_{Cr}$ は2つ容器の濃度を平均したものである。各基質の $COD_{Cr}$ はスポンジに付着した微生物の分解によって時間とともに減少した。また、それらの時間当たりの減少量から計算した分解速度は酢酸溶液で $5.2gCOD_{Cr}/L \cdot 日$ 、実下水で $2.7gCOD_{Cr}/L \cdot 日$ であった。実下水の分解速度が酢酸基質より低いのは、実下水中には分解性の遅い物質など様々な有機成分が含まれているためと考えられる。また、この実下水の分解速度は、須崎市終末処理場のDHS実験施設の設計流入負荷と比較して十分に高い値であることから、須崎市終末処理場の実験施設のDHSろ床は流入下水中の有機物量を上回る分解能力を有していると考えられる。

## 4. 基質温度変化による微生物の有機物分解性能の検討

### 4.1 実験方法

基質温度の変化実験には図3の実験装置を使用し、恒温槽温度を10、20、30°Cの3通りに設定して行った。2つの実験容器に生物膜付着スポンジ担体と蒸留水を200mL入れ、ポンプ（25mL/min）によって約1時間滴下してスポンジ表面の夾雑物を取り除いた後、残りの2つの容器に200mLの酢酸溶液を入れて、基質温度を一定にするために恒温槽内で21時間放置した。その後、生物付着担体を基質が入った容器に移して、3.1と同様に有機物分解実験を行った。

### 4.2 実験結果と考察

図5に有機物分解実験における基質温度による $COD_{Cr}$ の変化を示す。なお、各基質の $COD_{Cr}$ は2つ容器の濃度を平均したものである。また、表1に有機物分解速度を示す。分解速度は基質温度が高くなるほど速くなり、20°Cに対して10°Cでは約2割減少、30°Cでは約6割増加した。基質温度によって微生物の分解能力は著しく変化することが確認され、実際の処理施設においても、季節の温度変化による処理能力の変動を考慮した設計や運転を行う必要があると考えられる。

## 5. まとめ

DHSシステムのスポンジ担体への酸素供給や有機物分解について室内実験を行い、以下の知見を得た。

- 1) スポンジ担体は微生物の有機物分解に必要な酸素供給に有効に機能していることが確認された。
- 2) 実下水の分解速度は酢酸溶液より低かったが、須崎市終末処理場の流入負荷よりも高い値が得られた。
- 3) 分解速度は基質温度に大きく影響を受けることが確認され、季節による性能変化の考慮が必要と考えられた。

## 謝辞

本研究で使用した生物膜付着スポンジ担体はB-DASH実証研究（国土技術政策総合研究所の委託研究）における須崎市終末処理場に設置されたDHS実験施設からご提供いただいた。ここに感謝の意を表します。

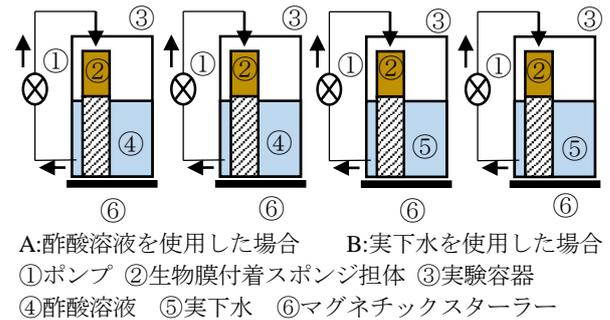


図3 有機物分解速度実験装置の概要

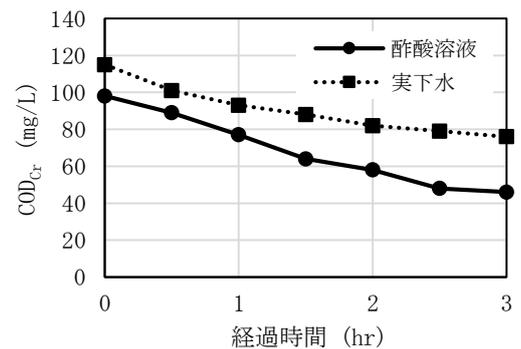


図4 基質の違いによる $COD_{Cr}$ の変化

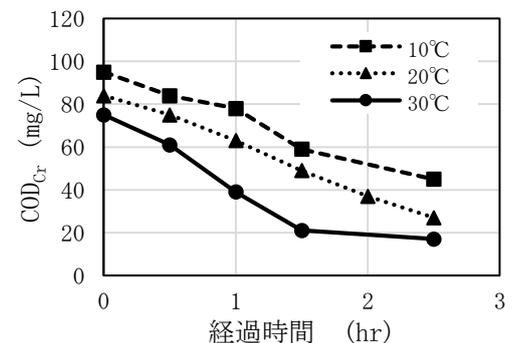


図5 基質温度による $COD_{Cr}$ の変化

表1 基質温度における有機物分解速度

恒温槽温度	10°C	20°C	30°C
有機物分解速度 ( $gCOD_{Cr}/L \cdot 日$ )	4.0	5.2	8.2