

下水を処理する DHS リアクター保持汚泥相の内部環境

東北大学大学院工学研究科

学生会員

○丹野淳

正会員

高橋優信

正会員

原田秀樹

1. はじめに

活性汚泥法は、高い有機物除去能を有するが、曝気による膨大な電力、余剰汚泥の処理に莫大なコストがかかる。そこで、我々の研究グループは、活性汚泥法に取って代わる低コストな処理法として、Downflow Hanging Sponge リアクター (DHS) を開発した¹⁾。DHS は、スポンジを微生物固定化担体とし、排水を装置上部から自然流下させる処理法である。曝気は一切必要とせず、余剰汚泥は極めて少ないことが知られている。しかしながら、処理の根幹を担う担体の内部環境や保持微生物の生態構造などについての学術的知見が少ないのが現状である²⁾。そこで本研究では、処理メカニズムの解明に向けて微小電極を用いて、微生物固定化担体の内部濃度を測定、評価を行った。

2. 実験方法

2.1 DHS の概要および運転条件

図-1 に、本研究で用いた DHS を示す。担体は、返送汚泥 (8,000 mg-MLSS/L) を植種した円柱形 (直径: 30 mm、高さ 30 mm) スポンジの外側にポリエチレン製ネットリングを被覆した DHS-G3³⁾を用いた。この担体を直列に 15 個配置した DHS (全高 1200 mm) を 10 系列作製し同時にスタートさせた。まず、スタートアップ期間として、200 mg-COD/L の人工廃水を 10 日間通水させた。その後、都市下水処理場の初沈後の廃水組成を模倣して作製した人工廃水 (70 mg-COD/L、35 mg-N/L) を DHS 上部から滴下して運転した (HRT: 2 時間、流量: 5.1 L/day)。

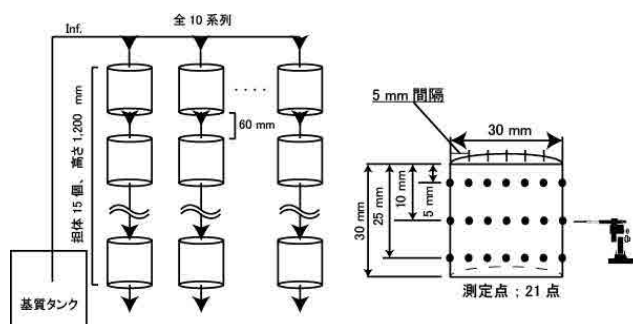


図-1 DHS リアクターの概要

2.2 DHS の経日変化とプロファイル実験

水質測定項目は、COD_{Cr}、pH、ORP、DO、MLSS、各窒素態 (NH₄⁺-N、NO₂⁻-N、NO₃⁻-N) とし、約 2 ヶ月間の運転期間における流入水と処理水、及び運 57 日目の DHS 高さ方向プロファイルについて測定した。

2.3 微生物固定化担体の内部濃度分布測定

微生物固定化担体内部の pH、ORP、DO を測定するため、クランクタイプ微小電極 (Unisense 社製) をマニピュレータに固定し、担体表面からの挿入深度と正確に測定できるようにした。測定対象は、1 個目と 15 個目の担体とし、担体表面から最深部に至る計 21 ヶ所を測定した (図-1)。

3. 実験結果と考察

3.1 連続運転性能

人工廃水を処理した DHS リアクターの連続運転性能を図-2 に示す。HRT2 時間で約 2 ヶ月間稼働させた結果、COD_{Cr} 除去率は約 53% であった。また、pH は流入水が 7.88±3.2、処理水が 7.69±0.10 となり、処理水の pH が若干低下したのは、硝酸の生成に起因したと考えられた。DO は、流入水が 7.74±0.15 mg/L、処理水が 7.80±0.11 mg/L であったことから、大気中から酸素を取り込み、曝気を必要としない DHS のメリットを特徴づける結果となった。MLSS は、DHS の稼働日数とともに、増汚泥濃度が増加する傾向がみられた。

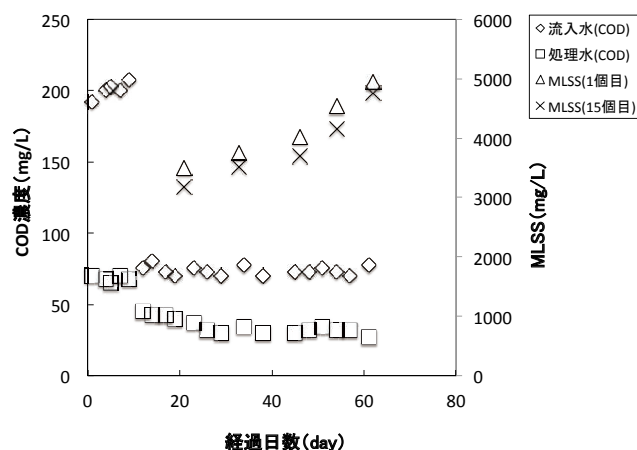


図-2 連続運転結果 (COD_{Cr}、MLSS)

キーワード 下水処理、DHS、微小電極、内部環境

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院 工学研究科 TEL: 022-795-7465

3.2 DHS 流下方向の濃度プロファイル結果

リアクターを稼働させて 57 日目の DHS 流下方向のプロファイル結果を図-3 に示す。既往研究³⁾⁴⁾と同様、DHS 上部では、COD が急激に減少し、DHS 240mm 地点で 52 mg/L、1200 mm 地点では 32 mg/L であった。各窒素態では、アンモニアのゆるやかな減少が確認され、NO_x-N をみると、DHS 240mm 地点で 2.0 mg/L、1200 mm 地点では 10.2 mg/L の硝酸が生成されていた。このことから、DHS 上部と下部の微生物固定化担体では、処理メカニズムが異なっているため、内部環境も変化し、微生物の棲み分けがなされている可能性が示唆された。

3.3 微生物固定化担体の微小電極測定結果

微生物固定化担体内部の濃度測定結果を図-4 に示す。pH についてみると、15 個目の担体は、1 個目に比べ、低い値であった。プロファイル結果からも分かるように、アンモニアの減少と硝酸の蓄積によるものと考えられた。ORP と DO は、1 個目の方が 15 個目よりも、低い値を示した。これは、DHS 上部において有機物分解が活発化したために、ORP が減少したと考えられる。また、汚泥濃度も増加傾向を示していることから、微生物による代謝反応の際に、多くの酸素を消費し、DO が低下したと考えられる。このことから、微小電極測定により得られた結果は、プロファイル結果を裏付けるものであり、担体により内部環境が変遷していることが示唆された。

4. まとめ

本研究では、微生物固定化担体の処理メカニズム解明に向けて、微小電極を用いて担体の内部濃度測定を行った。その結果、微小電極測定により得られた結果は、プロファイル結果を裏付ける結果となり、処理メカニズムの解明に繋がる重要な知見を得ることが出来た。また、ミクロレベルの内部環境を測定することは、DHS の処理メカニズム解明に繋がる評価方法として、有用な方法であることも示された。

参考文献

- 1) 高橋ら (2004) 環境工学研究論文集、第41巻、pp. 175-186
- 2) 大橋ら (1996) 環境工学研究論文集、第 33 巻、pp. 235-245
- 3) Tawfik *et al*, (2006) *Bio, Eng. Journal*, pp. 210-219
- 4) 鈴木ら (2008) 土木学会論文集 G、Vol. 64、pp. 327-335

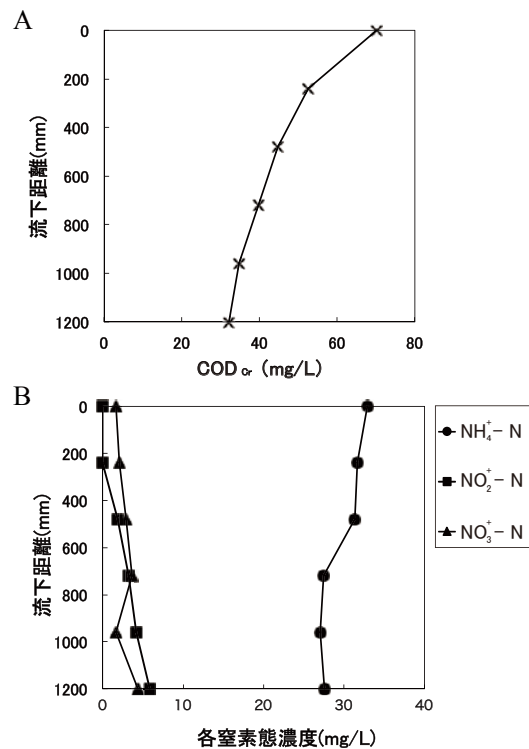


図-3 プロファイル結果

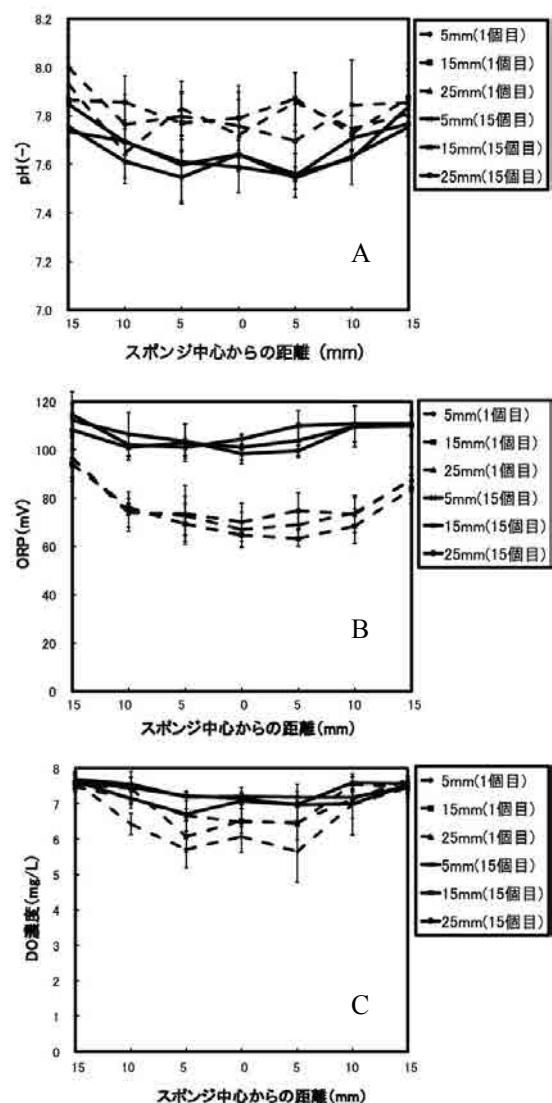


図-4 微小電極結果 (A;pH、B;ORP、C;DO)