

微小電極による実証規模 DHS リアクターの高汚泥濃度担体の硝化機構評価

岐阜工業高等専門学校 小澤 徹 (学)、角野晴彦 (正)

広島県産業科学技術研究所 高橋優信 (正)

高知工業高等専門学校 山崎慎一 (正)

呉工業高等専門学校 山口隆司 (正)

1. はじめに

広島県産業科学研究所では、UASB と DHS (Downflow Hanging Sponge) リアクターを組み合わせた低コスト・省エネルギー型の処理システムが稼働している。DHS リアクターは、長岡技科大の原田・大橋らの研究グループで開発されたエアレーション不要で高濃度汚泥保持が可能な散水ろ床型の好気性処理である。このシステムでの DHS リアクターの役割は、硫黄酸化・硝化・残存有機物除去がある。DHS リアクターはスポンジを担体としており、担体 (生物膜) 内の浄化機構を明らかにすることは重要である。本研究では、DHS リアクターの硝化機構に注目し、微小電極によってスポンジ担体表面から内部のアンモニア性窒素を測定・評価した。

2. 実験方法

2-1 実証規模プラント

図 1 に DHS リアクターに使用されている担体を示す。DHS リアクターは $1.25 \text{ B} \times 1.25 \text{ W} \times 5.0 \text{ H}$ (m) で、内部は鉛直方向に 3 分割され、各段にリングネットで覆われた一辺 3 cm の立方体スポンジ担体が敷き詰められている。全体のスポンジ体積は 3.41 m^3 、充填高さは 1.7 m である。供給水である前段の UASB (嫌気性) 処理水は、流下中に酸素を自然に取り込み浄化される。運転は HRT (水理学的滞留時間) 1.5 hr、無加温条件で 1 年半以上の連続処理を行っている。

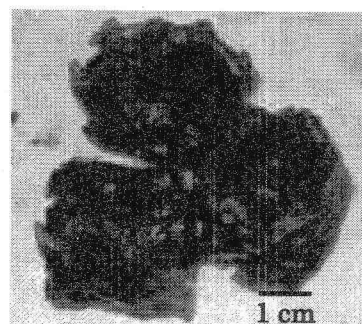


図 1 DHS スポンジ担体

2-2 各段の硝化能力の把握

本実験では、スポンジ担体を各段から 10 個ずつ採取し、図 2 のようにリングネットを外し縦に連結させたものを 1 ユニット (高さ 50 cm) とした。各段のユニットを並列運転させ、人工排水を供給した。人工排水はアンモニア性窒素 50 mgN/L にミネラルと pH 緩衝剤を加え、予め溶存酸素を飽和状態とした。測定条件は水温 18°C 、HRT 0.5 hr とした。上部から 2、4、6 個目 (上部より 7.5、17.5、27.5 cm 位置) の表面から内部のアンモニア性窒素を微小電極によって測定した。10 個目は参照電極のために浸水状態とした。よって、9、10 個目の担体は下部容器より吸水作用が働くのを考慮し測定せず、8 個目下を流出水とした。流入・出の硝酸・亜硝酸性窒素は、イオンクロマトグラフにより測定した。

2-3 実運転条件による硝化能力の把握

2-2 で用いた各段のユニットを直列に配置 (全高 150 cm) し、UASB 処理水を供給した。供給水タンク内は窒素パージし、無酸素状態を保持した。測定条件は水温 17°C 、HRT 1.5 hr 、pH 無調整とした。アンモニア性窒素の測定箇所は、流下方向 0、50、100 cm、以下 5 cm 間隔で担体連結部と流下方向 107.5、117.5、127.5 cm 位置での担体内部方向プロファイルを測定した。

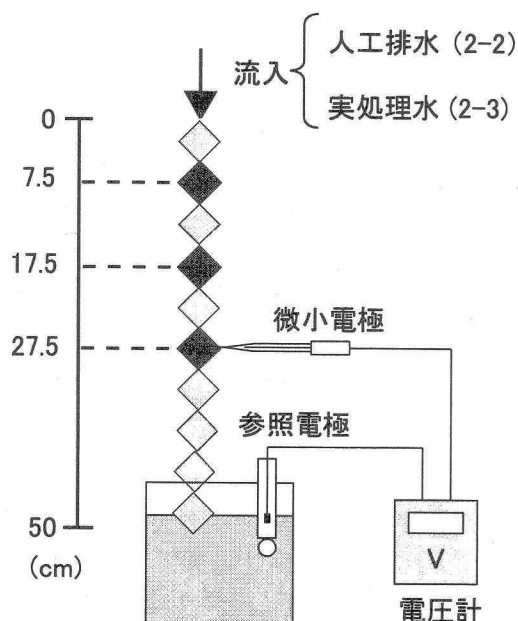


図 2 微小電極による DHS スポンジ担体の測定方法

3. 結果・考察

3-1 各段の処理能力の把握

表 1 に人工排水を供給したときの各段の各窒素態の挙動と汚泥濃度について示す。各段のアンモニア性窒素の消費量は上段、中段、下段において 4.2、3.4、4.2 mgN/L であり大きな差はなかった。スポンジ当たりの汚泥濃度は、上段が 23.2 gVSS/L と最も高く、中～下段で減少するものの 13 gVSS/L 以上の高濃度であった。アンモニア消費速度を単位 VSS 当たりに換算すると、下段では上段の 1.7 倍であった。上段のアンモニア消費速度が低いのは、UASB に有機物（平均 40 mgBOD/L）が残存しており他栄養細菌が増殖し、硝化菌が不利な状態であったと考えられる。

図 3 に各段の流下方向 17.5 cm 位置の担体内部のアンモニア性窒素の挙動を示す。上段、中段、下段の表面から中心部にかけて、6.4、6.3、4.2 mgN/L の減少が見られた。内部方向の減少傾向は、上・中段より下段で変化が緩やかであった。実処理において上・中段では有機物が残存することから（データ示さず）、表面～深さ 5 mm では他栄養細菌が優先的に増殖し、内部で硝化菌が存在すると推測される。下段では、残存有機物の量が減少するため、硝化菌が担体全体に増殖していると考えられる。

3-2 実運転条件による硝化能力の把握

図 4 に UASB 処理水を供給したときの流下方向の pH とアンモニア性窒素の挙動を示す。UASB 処理水は、溶存酸素ゼロで有機物が含まれており硝化菌に不利な状態にも関わらず、流下方向 50 cm 位置でアンモニア性窒素と pH が減少した。3-1 において上段での硝化能力を有していることは確認されており、この実験では DHS リアクターの酸素取り込み能力が高いことが伺える。

図 5 に下段におけるスポンジ内部の挙動について示す。測定した流下 107.5、117.5、127.5 cm 位置のスポンジ内部全てにおいて、表面から内部にかけて大きな変化はなかった。よって、下段では 3-1 で述べたように担体の表面から内部にかけて一様に硝化菌が存在していると考えられる。

4. まとめ

DHS リアクターのスポンジ担体を高さ方向 3 箇所に分けて評価した結果、以下の知見が得られた。(1) 汚泥濃度は上段～下段で 13.5～23.2 gVSS/L と高かった。(2) 単位汚泥当たりのアンモニア消費速度は、下段で上段の 1.7 倍であった。(3) 上・中段の担体では、表面～中心でアンモニア性窒素は、大きく低下した。下段の担体ではその変化量は小さく、残存有機物により担体内の硝化菌の分布が異なると考えられる。

謝 辞

本研究は、広島県地域新生コンソーシアム研究開発事業（広島県産業科学技術研究所、西尾プロジェクト）及び財団法人小川科学技術財団の助成を受けて実施しました。記して、関係各位に感謝致します。

表 1 人工排水を供給したときの窒素態濃度と汚泥濃度

	消費 NH ₄ ⁺ (mgN/L)	生成 NO _x ⁻ (mgN/L)	SS (g/L-sponge)	VSS (g/L-sponge)	アンモニア 消費速度 (kgN/kgVSS/day)
上 段	4.2	0.5	31.5	23.2	0.050
中 段	3.4	2.6	26.8	18.3	0.052
下 段	4.2	4.2	20.9	13.5	0.087

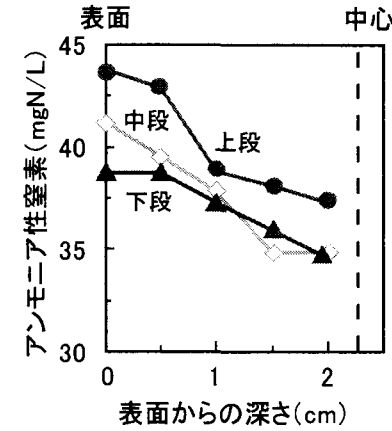


図 3 人工排水を供給したときのスポンジ担体（流下 17.5 cm）内部方向プロファイル

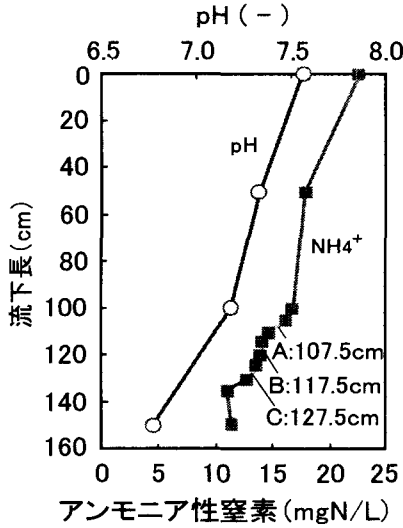


図 4 UASB 処理水を供給したときの流下方向プロファイル

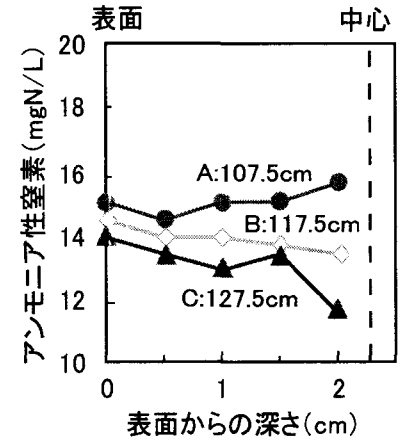


図 5 UASB 処理水を供給したときの 下段スポンジ担体内部方向プロファイル