

廃水のステップ流入が DHS リアクターを用いた部分硝化に与える効果

長岡技術科学大学 (学) ○段下 剛志 (非) DAO THI NGOC HOANG (正) 幡本 将史 (正) 山口 隆司
東北大学 (正) 高橋 優信

1. 研究の背景と目的

近年、窒素含有廃水の生物処理に、嫌気性アンモニア酸化反応を活用したプロセスが実用化されつつある。本プロセスでは、前処理として部分硝化が必要である。本研究では、この部分硝化に DHS (Down-flow Hanging Sponge) リアクターを適用した。DHS リアクターは廃水が流下する過程で DO を獲得できるため、曝気が不要である。一方で、特に高負荷での運転時は、スポンジ担体内部の DO がほぼ 0 になることが明らかになっている¹⁾。筆者らは、高負荷で運転する DHS リアクターが持つこの特性を利用すれば、曝気が不要でより低コストな部分硝化を実現できると考えた。一方で、DHS リアクターは押し出し流れであるため、硝化の進行に伴う pH 低下が顕著に表れる。本研究では、pH 低下への対策として、DHS リアクターに対しては前例が少ない廃水のステップ流入を適用し、ステップ流入が処理に与える効果を調査した。

2. 実験方法

図-1 に DHS リアクターの概要を示す。リアクターのろ床は、104 個の三角柱スポンジ (断面積 5 cm^2 、幅 3 cm) を 4 枚の PVC シートに分けて貼り付けた。全高は 4.4 m 、スポンジ容積は 1.56 L となった。

供給廃水は、生ゴミをメタン発酵処理した後の脱

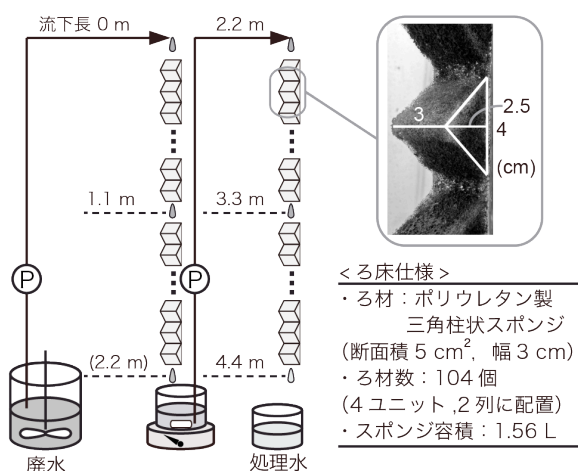


図-1 DHS リアクターの概要

水ろ液とし、全窒素が 500 mg-N/L 程度となるように水道水で 2 倍希釈して用いた。廃水の供給方法は通常のワンポイント流入 (～133 日目)、2 段階ステップ流入 (134～324 日目) および 4 段階ステップ流入 (325 日目以降) とし廃水の供給量はスタートアップ期間 (～41 日目) を除き 4.7 L/day とした。ステップ流入では、各ユニットの上部に同量ずつ分散供給した (図-3 参照)。植種には下水処理場から採取した活性汚泥を用い、植種量は $1.8\text{ g-VSS/L-sponge}$ となった。実験期間中、処理温度は 25°C 程度に維持した。

516 日目に連続処理運転を終了し、保持汚泥の脱窒活性を測定した。液相水温は 25°C 、pH は $7.3\sim 7.5$ とし、投入基質はグルコース (液相内濃度 1000 mg-COD/L) および硝酸カリウム (液相内濃度 200 mg-N/L) とした。

3. 実験結果と考察

(1) 連続処理実験

実験期間中、供給廃水の全窒素は $538\pm 61\text{ mg-N/L}$ 、約 80% はアンモニア態窒素であった。また、亜硝酸態窒素と硝酸態窒素は、ほぼ検出されなかった。窒素負荷を計算すると $1.7\pm 0.2\text{ kg-N/m}^3\text{sponge/day}$ であった。図-2 に処理水の窒素態濃度の経日変化を示す。ワンポイント流入および 2 段階ステップ流入適用時の処理水は、それぞれの期間で約 30 日間にわたって亜硝酸態窒素の蓄積が見られたが、時間経過に伴い亜硝酸態窒素にかわって硝酸態窒素が蓄積した。一方

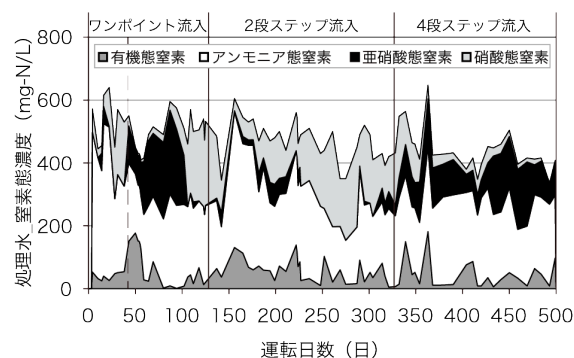


図-2 処理水の窒素態濃度の経日変化

キーワード DHS リアクター ステップ流入 部分硝化 脱窒

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 水圏土壌環境研究室 (0258-47-9612)

で4段階ステップ流入適用時は廃水の供給方法を変更した直後から運転終了時までの150日間以上にわたって、継続的に亜硝酸態窒素が蓄積した。特に、430日目以降、処理水の亜硝酸態窒素は60～200 mg-N/Lと変動したが、生成した亜硝酸・硝酸態窒素のうち、亜硝酸態窒素が占める割合は $90\pm3\%$ で安定していた。これより、4段階ステップ流入の適用は部分硝化に効果的であった。ただし、4段階ステップ流入時における処理水のBOD除去率はワンポイント流入時よりも明らかに悪化しており、4段階ステップ流入の適用は有機物除去に対しては逆効果であった。

図-3に118日目(ワンポイント流入時)、252日目(2段階ステップ流入適用から119日間経過)および450日目(4段階ステップ流入適用から125日間経過)における水質比較を示す。118日目において、流下長3.3～4.4 mにかけてpHが6.0程度まで低下し、亜硝酸態酸化のみが進行していた。252日目においても、流下長2.2 mではステップ流入によってpHが8.0程度まで上昇していることが確認できたが、流下長3.3～4.4 mにかけてはpHが6.0程度まで低下していた。一方で、450日目では流下水のpHが7.5以上で推移しており、リアクター全体でアンモニア酸化とのみが起こっていた。これより、pHの低下を抑制することが亜硝酸蓄積に寄与していることが明らかとなった。

(2) 運転終了時における保持汚泥の脱窒活性試験

図-4に運転終了時における保持汚泥の脱窒活性を示す。脱窒活性は1.1～2.2 mおよび2.2～3.3 mの保持汚泥において50 mg-N/g-VSS/day程度となり、0～1.1 mにおける保持汚泥の約2倍となった。

連続処理実験では廃水中の有機物が少なかった

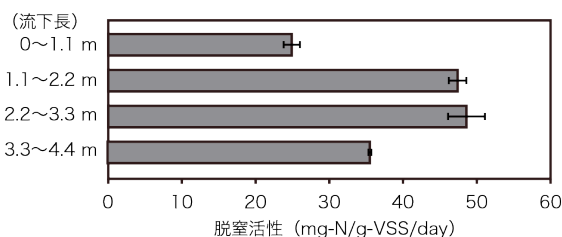


図-4 運転終了時における保持汚泥の脱窒活性

(溶解性BOD/全窒素比: 0.17 ± 0.09) ためか、2段階および4段階ステップ流入を適用しても、ワンポイント流入時と比較して明確な脱窒率の向上は確認できなかった。しかし、十分な有機物が供給された活性試験では、連続処理実験において廃水とアンモニア酸化が行われた流下水の混合があった1.1～4.4 mの保持汚泥の脱窒活性が、混合がなかった0～1.1 mの保持汚泥よりも高い値であったことから、ステップ流入によって脱窒を促進できることを示した。既報のDHSリアクターでは処理水循環によって脱窒を促進できることを明らかにしているが²⁾、本DHSリアクターではステップ流入によって部分硝化と脱窒の促進を同時に実現できる可能性を示した。

4. まとめ

本研究ではDHSリアクターに対して、廃水を4段階ステップ流入で供給することで、酸化したアンモニア態窒素のうち、90%程度を亜硝酸態窒素として蓄積させることができた。

参考文献

- 1) 段下ら, 土木学会論文集G(環境), pp. III_141-III_150, 2014.
- 2) Ikeda et al, Water Science and Technology, pp.591-598, 2013.

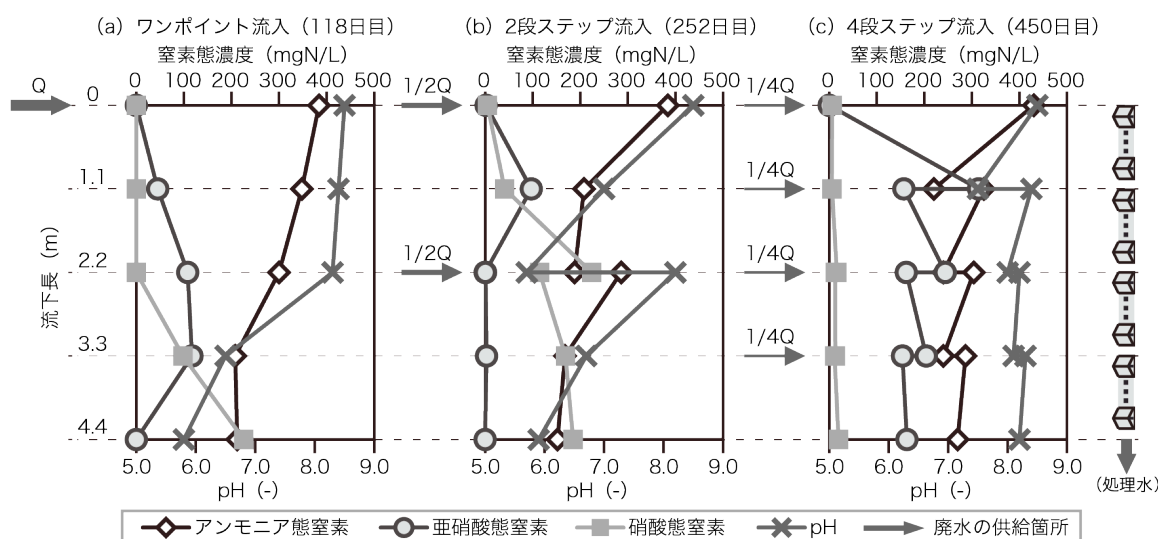


図-3 廃水の供給方法の違いによる水質比較