

包括固定化担体を用いた回分式活性汚泥法における硝化内生脱窒の試み

日本大学 正会員 ○齊藤利晃 田中和博
学生会員 澤田友則

1. はじめに

回分式活性汚泥法は、曝気時間と攪拌時間を適切に管理することにより窒素やリンの除去が可能で、かつ負荷変動にも比較的容易に対応できるため、特に小規模下水処理場において用いられている。しかし、回分式活性汚泥法で窒素除去を行うためには、サイクル数と引き抜き比を小さく取り、低負荷運転を行う必要があるため施設容量を大きくせざるを得ない。そこで本研究は、回分式活性汚泥反応槽に包括固定化担体（以下、担体）を投入して硝化速度を高め、曝気時間を短縮することにより内生脱窒速度の高速化を試みた。

2. 実験方法

実験は、図1に示す有効容積100Lの反応装置2基（反応槽A、B）を用い、反応槽Aには活性汚泥のみを、反応槽Bには活性汚泥と担体（活性汚泥をポリエチレングリコールに包括固定した1辺3mmの立方体）を投入し、引き抜き比1/3で最初沈殿池流出水を流入させた。実験条件を表1に、運転工程を表2に示す。運転は曝気-攪拌の順で1サイクル中1度ずつ行い、好気時間が窒素除去性能に与える影響を調べるため、攪拌時間を120分に固定して曝気時間を90分(RUN-1)、40分(RUN-2)、60分(RUN-3)に変化させた。各期間における水温、pH、MLSS、SRTおよびA-SRTの平均値は表3の通りであった。

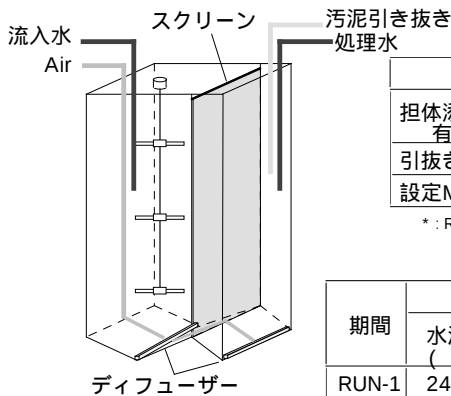


図1 実験装置

表1 実験条件

	反応槽A	反応槽B
担体添加の有無	汚泥のみ	汚泥 + 担体*
引き抜き比	1/3 (33L)	
設定MLSS	2000 (mg/L)	

* : RUN-1で添加率5%(v/v), RUN-2,3で10(%)

表2 運転工程 (min)

期間	流入	曝気	攪拌	沈殿	排水
RUN-1 (8/29-10/21)	45	90	120	60	45
RUN-2 (10/22-12/8)	30	40			30
RUN-3 (12/8-1/30)	30	60			30

表3 各期間における運転状況

期間	反応槽A					反応槽B				
	水温(°C)	pH	MLSS(mg/L)	SRT(days)	A-SRT(days)	水温(°C)	pH	MLSS(mg/L)	SRT(days)	A-SRT(days)
RUN-1	24.8	7.0	2187	36	8.9	24.7	7.0	2207	22	5.5
RUN-2	17.8	7.1	2201	28	4.0	17.2	7.2	2043	27	3.9
RUN-3	12.8	7.6	2368	21	4.1	13.6	6.9	2265	22	4.4

3. 連続処理結果

3.1 処理水質について

各態窒素濃度の経日変化を図2に、各実験期間における硝化率と窒素除去率を表4に示す。RUN-1では、両反応槽とも硝化はほぼ完全に進行し、共に硝化率は97%であった。しかし、10mg-N/L程度の硝酸が残留し、窒素除去率は両反応槽とも65%程度であった。好気時間を短縮したRUN-2,3では、工程で生成された硝酸性窒素はほぼ全

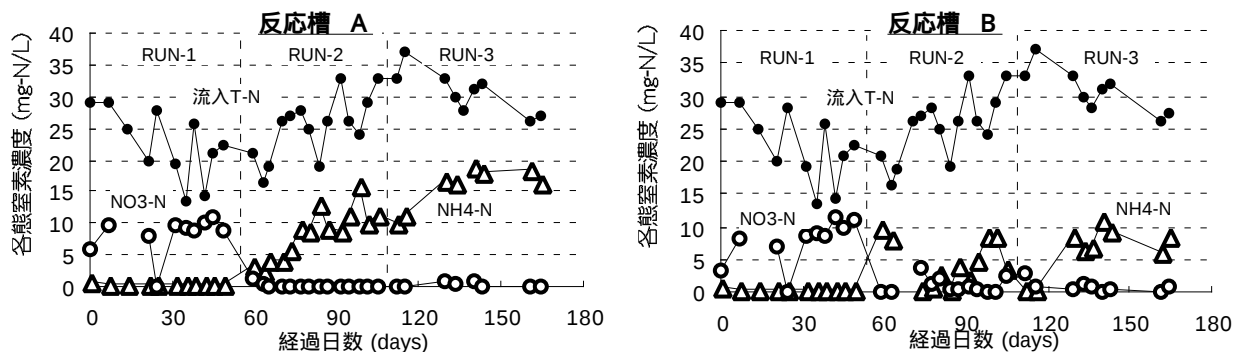


図2 各実験期間における処理水中の各態窒素濃度の経日変化
(処理水中の有機性窒素および亜硝酸性窒素は共に微量であったため省略)

キーワード
連絡先

包括固定化担体 回分式活性汚泥法 生物学的窒素除去 内生脱窒
〒101-8308 千代田区神田駿河台 1 - 8 TEL 03-3259-0672 FAX 03-3259-0875

て脱室されて硝酸はほとんど検出されなかったが、逆にアンモニアが残留した。特に、反応槽Aでは、低水温期のRUN-3に硝化率が51%まで低下することにより窒素除去率も49%に留まるなど、好気時間の短縮が窒素除去率を減少させた。反応槽Bでは、硝化率が75%程度まで低下したが、逆に窒素除去率は向上し、水温が13℃まで低下したRUN-3においても70%を超える窒素除去率が得られた。

表4 硝化率と窒素除去率

期間	硝化率(%)		窒素除去率(%)	
	A槽	B槽	A槽	B槽
RUN-1	97	97	64	66
RUN-2	61	74	61	69
RUN-3	51	76	49	72

3.2 硝化・内生脱室速度に与える曝気時間の影響について

曝気時間が窒素除去性能に与える影響をより詳細に検討するため、水温の相違を補正した硝化速度と脱室速度を求め、曝気時間との関係を調べた。具体的には、1サイクル中の各態窒素濃度の変化から、曝気工程におけるkj-N減少速度を硝化速度とし、攪拌工程におけるT-N濃度減少速度を脱室速度として求めた。更に文献の温度補正係数(表5)を用いて次式より20℃における反応速度に換算した。

$$r_T = r_{20} \theta^{T-20} \quad r_T: \text{水温} T \text{ における反応速度} \quad \theta: \text{温度補正係数}$$

$$r_{20}: \text{水温} 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ における反応速度} \quad T: \text{水温} (^{\circ}\text{C})$$

表5 温度補正係数^{注)}

水温	硝化速度		脱室速度
	活性汚泥	担体	活性汚泥
4～15	1.184	1.032	1.118
15～35	1.067		

注) 担体については文献2)より、他は文献1)より引用

得られた各期間における硝化・脱室速度(20℃換算)と曝気時間の関係を図3に示す。曝気時間を40,60分に短くした結果、A-SRTが小さくなり反応槽Aの硝化速度は著しく低下した。しかし担体を添加した反応槽Bでは減少はわずかで、反応槽Aの90分間曝気と同等の硝化速度を維持した。両反応速度の差は、担体による硝化分と考えられ、担体添加によって曝気時間を短縮できることが示された。

一方、脱室速度は、曝気時間60分を除いて両反応槽に差は見られず、曝気時間を短くするにつれて大きくなる傾向を示した。これは、曝気時間の短縮により攪拌開始時のDO、ORPを低くできるうえ、内生脱室に用いる有機物の酸化を抑制できたためであると考えられる。反応槽Bの曝気時間60分における脱室速度(20℃換算)は、低有機物負荷(約0.025g-TOC/g-SS・d)にも関わらず、約1.9mg-N/g-SS・h(補正前0.78mg-N/g-SS・h(13℃))が得られ、同程度の負荷を与えた活性汚泥循環変法と同等²⁾であり、曝気時間短縮により内生脱室速度を高められることが示された。曝気時間60分において両反応槽の脱室速度に大きな差があった原因については十分に明らかではないが、反応槽Aの硝化が抑制されていたため、曝気工程において汚泥内蓄積有機物が過剰に消費されてしまったことや利用可能な硝酸が不足していたことなどが考えられる。なお、別途行った脱室回分試験の結果、担体の脱室能力は無視できるほど小さいため、担体による脱室ではなかった。

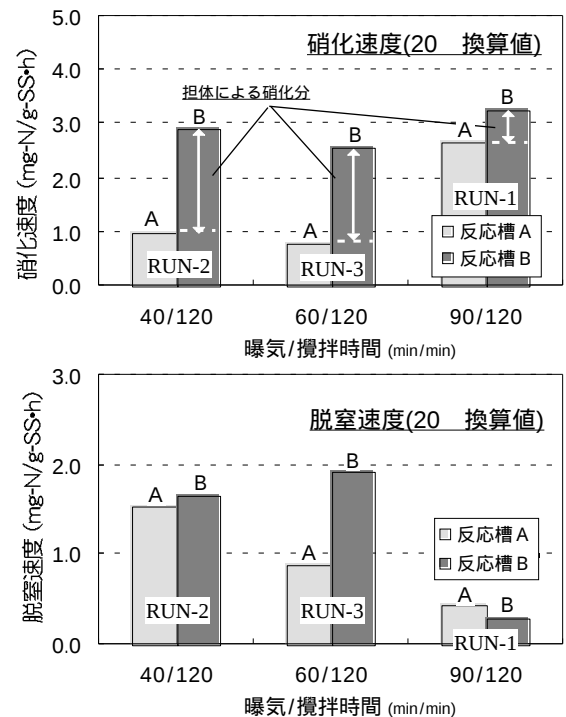


図3 硝化・脱室速度に与える曝気時間の影響

注) 水温20℃における速度に補正

4. まとめ

包括固定化担体を添加した回分式活性汚泥法の曝気時間を変化させて窒素除去性能を調べた結果、担体添加によって曝気時間の短縮が可能であり、本法における内生脱室速度を活性汚泥循環法の脱室速度と同程度にできることがわかった。その結果、低水温期(水温13℃)においても窒素除去率70%を達成できた。

謝辞

本研究を遂行するにあたりご協力を戴きました日立プラント建設株式会社の皆様、本学大学院生の秋田季輝君、三浦誠司君他に感謝いたします。

参考文献

- 1) 水処理工学 第二版 井出哲夫編著
- 2) 包括固定化担体を用いた硝化促進型循環変法「ペガサス」の評価に関する報告書(1993) 日本下水道事業団
- 3) 最新下水道ハンドブック(1997) 建設産業調査会