

好気・嫌気式回転生物膜接触法による窒素除去

宮崎大学工学部 学員 〇松井幸太郎 学員 伊藤 和幸
宮崎大学工学部 正員 渡辺 義公

1 はじめに

本研究は、単一槽内での硝化、脱窒、有機物酸化同時反応を可能とする好気・嫌気式回転生物膜接触法による基礎的研究である。本法に関する既往の研究¹⁾では、本法の意図とする単一槽内での好気性細菌（硝化細菌）と通性嫌気性細菌（脱窒細菌）の分別生育による生物学的窒素除去率が、酢酸を有機源とする人工下水（低濃度有機廃水）を用いた場合、水温25℃、HRT 5 hrで約90%であることが確認されてきた。本報告では、この好気・嫌気式回転生物膜接触法による、実廃水（都市下水及びし尿脱離液）を用いた連続流実験によって、本法の窒素除去に関する適応性を検討し、その結果に考察を加えて報告する。

2 実験装置と方法

実験装置の概略を図-1、本実験に用いた二つの装置の諸元を表-1に示す。本装置は単一槽内に平行する上下二軸の回転接触体を有しており、上層部は半水没型であり下層部は完全水没型である。また、装置のコンパクト化と槽内攪拌作用の強化のために、上下の接触面が交互に重複するように設計した。

本実験ではまず装置Ⅰを用いて、都市下水による連続流実験を、宮崎市木花処理場の最初沈殿池流出水を流入原水として水温を制御しない状態でを行い、その後さらに、宮崎市し尿処理場のし尿脱離液を10倍希釈したものを流入原水とした実験を、水温を25℃に制御して行った。それぞれの流入原水の水質は表-2に示したとおりである。

さらにそれらの検討結果を基に、流入原水のC/N比を1.5~3.5まで変動させての連続流実験を、し尿脱離液には装置Ⅰを、都市下水には装置Ⅱを用いてそれぞれ行った。尚、C/N比の制御にあたっては、し尿脱離液ではTOC負荷を増加させるために酢酸を添加し、都市下水ではTOC濃度を軽減するための前処理として半水没型回転生物膜接触槽を適時利用した。

3 実験結果と考察

3-1 実廃水に対する有効性の検討

装置Ⅰを用いた都市下水及びし尿脱離液（10倍希釈）による連続流実験の、定常状態確認時における硝化、脱窒率をそれぞれ図-2、3に示す。まず都市下水を用いた連続流実験では、HRT=6 hr、平均水温25℃の状態で硝化率約90%、脱窒率約60%という安定した窒素除去率を得たことより、本法の都市下水の流入水質特性に対する適応性が確認できた。この時の水量負荷は42.5 l/m²d、NH₄-N面積負荷は1.30 g/m²d、TOC面積負荷は2.40 g/m²dであった。尚、面積負荷の算定では、NH₄-N面積負荷には好気部接触体面積のみを考慮し、TOC面積負荷には好気部及び嫌気部の両接触体面積を考慮した。次に、し尿脱離液を用いた連続流実験では、

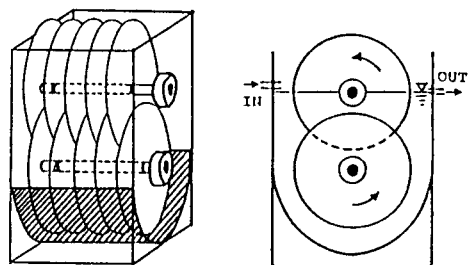


図-1 実験装置の概略

表-1 実験装置の諸元

	装置Ⅰ		装置Ⅱ	
	好気部	嫌気部	好気部	嫌気部
円板直径	16cm	16cm	30cm	30cm
円板枚数	10枚	5枚	8枚	4枚
浸漬率	50%	100%	50%	100%
円板面積	4250cm ²	2125cm ²	11310cm ²	5655cm ²
回転数	7rpm	7rpm	2rpm	2rpm
重複率	75%		66.7%	
実水容積	6400ml		33000ml	

表-2 実験に用いた実廃水の水質

	都市下水	し尿脱離液 (1/10)
水温	13~30℃	25℃
P H	7.3 前後	8.4 前後
NH ₄ -N	16~22 ppm	100~130 ppm
NO ₂ -N	0.0 ppm	0.0 ppm
NO ₃ -N	0.0 ppm	0.0 ppm
TOC	50~80 ppm	40~60 ppm
A L K	120~140 ppm	300~400 ppm
C/N比	2.8~3.8	0.4 前後

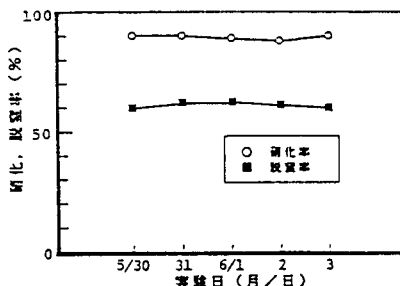


図-2 都市下水を用いた硝化脱窒反応効率

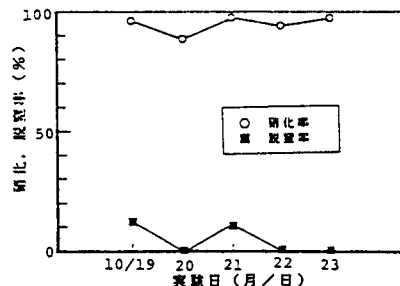


図-3 し尿脱離液を用いた硝化脱窒反応効率

HRT=25hr, 水温25℃の状態では硝化率は約90%を示しているものの、脱窒反応はほとんど行われなことが確認できた。これは流入水のC/N比が低く、脱窒反応の際に必要な水素供与体としての有機炭素源が不足しているためと考えられる。尚、この時の水量負荷は $10.2\text{ l/m}^2\text{d}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ 面積負荷は $1.85\text{ g/m}^2\text{d}$, TOC面積負荷は $0.50\text{ g/m}^2\text{d}$ であった。

そこでこれらの検討結果を基に、C/N比を制御した場合におけるそれぞれの実廃水を用いての連続流実験を、都市下水には装置Ⅱ、し尿脱離液には装置Ⅰを用いて行った。

3-2 C/N比の制御による窒素除去率の変化

装置Ⅱを用いての都市下水による硝化、脱窒反応とC/N比の関係を図-4に、そして装置Ⅰを用いてのし尿脱離液によるそれらの関係を図-5に示す。これらの図より本法の窒素除去率は、C/N比が3.0付近まではC/N比の増加にともなって上昇していくことが確認できた。そしてそれぞれの窒素除去率は、都市下水の場合で約60%、し尿脱離液の場合で約85%以上であった。また、C/N比が3.2を越える部分に関しては、都市下水のほうはその窒素除去率を保持しているのに対し、し尿脱離液のほうは著しい除去率の低下を示している。これは、都市下水のほうはHRTを制御することによって $\text{NH}_4\text{-N}$ 及びTOCの面積負荷を調整したのに対して、し尿脱離液のほうはHRTを一定に保っていたために過負荷状態となってしまう、硝化細菌の活性に悪影響を与えたためと考えられる。したがってし尿脱離液を用いた場合でも、それぞれの面積負荷を考慮してHRTを制御すれば、C/N比が3.0以上でその窒素除去率を保持し続けることは可能であると考えられる。尚、C/N比3.0付近における $\text{NH}_4\text{-N}$ 面積負荷は、都市下水で $1.00\text{ g/m}^2\text{d}$ 、し尿脱離液で $1.70\text{ g/m}^2\text{d}$ 、TOC面積負荷はそれぞれ $2.15\text{ g/m}^2\text{d}$ 、 $3.50\text{ g/m}^2\text{d}$ 、水量負荷は $35.5\text{ l/m}^2\text{d}$ 、 $10.2\text{ l/m}^2\text{d}$ であった。

本研究ではさらに、C/N比3.0の状態でのし尿脱離液に対する脱窒効率を確認するための回分実験を行い、その結果を図-6に示す。これにより本法の単一槽内での硝化、脱窒、有機物酸化同時反応は、ほぼ直線的に反応時間に比例して進行していることが把握でき、本法における脱窒効率が極めて高いことが確認できた。

4 おわりに

本研究では以上のような実験結果を得たことによって、好気・嫌気式回転生物膜接触法の実廃水に対する窒素除去率は、都市下水で約60%が確認され、C/N比を制御することによってし尿脱離液（10倍希釈）でも約85%以上の窒素除去が可能であることが確認できた。そして本法による脱窒反応にはC/N比3.0付近が最適であることを確認した。今後はさらに生物膜の分別生育特性を把握しながら、よりいっそう実用化に向けての検討を行う予定である。

<参考文献>1)川上, 伊藤, 渡辺, 石黒: 好気・嫌気式回転生物膜接触法による硝化・脱窒に関する基礎的研究, 土木学会第46回年次学術講演会講演概要集2, P374~375 (平成3年9月)

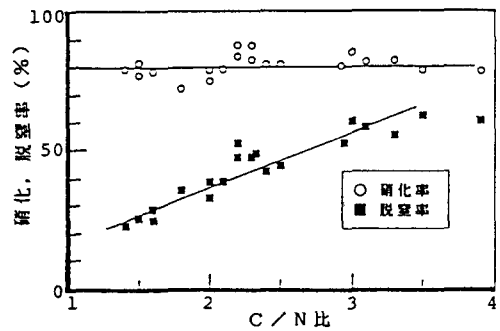


図-4 都市下水を用いた硝化脱窒反応効率とC/N比の関係

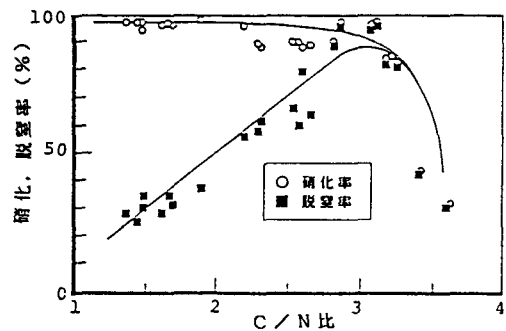


図-5 し尿脱離液を用いた硝化脱窒反応効率とC/N比の関係

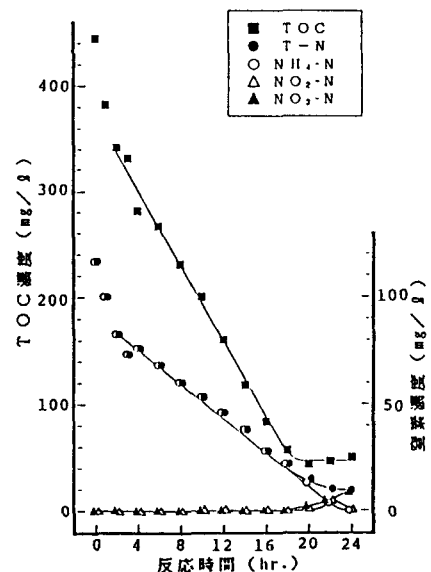


図-6 し尿脱離液を用いた回分実験時の経時変化