

硝化菌付着担体投入型 A<sub>2</sub>O 法における栄養塩除去特性

九州大学工学部 学生会員 岡崎光夫 学生会員 浜田康治  
正会員 久場隆広 フェロー 楠田哲也

1. 緒言

水域の富栄養化を防止するために下水処理場において窒素・リンを除去することは有効な手段の一つであり、近年はその重要性が高まっている。そこで現在種々の高度処理法が研究されているが、その中の一つに生物学的窒素・リン同時除去法がある。この生物学的窒素・リン同時除去法の問題点の一つはリン除去細菌と脱窒細菌が有機物の利用において競合することである。そこで、有機物の有効利用をはかるために、硝酸呼吸能を持つリン除去細菌(脱窒脱リン菌)の存在が注目されている。本研究では好気槽に硝化菌付着担体を投入した標準 A<sub>2</sub>O 法及び UCT 法の二つの高度処理法を対象とした。連続実験・室内回分実験を実施し、活性汚泥の脱窒脱リン活性等を比較・考察した。

2. 実験方法

2.1 連続実験・・・図-1に標準 A<sub>2</sub>O 法及び UCT 法の処理フローを、表-1に実験プラントの運転条件を示す。各反応槽の容積比は標準 A<sub>2</sub>O 法では、嫌気槽：無酸素槽：好気槽=1：2：3 であり、UCT 法では嫌気槽：無酸素槽：好気槽=1：3：2 である。UCT 法プラントの運転結果は平成 13 年 9 月 1 日～12 月 4 日にわたり週 2 回サンプリングして分析したものである。分析項目はリン酸塩及び三態窒素濃度とした。また、標準 A<sub>2</sub>O 法プラントの運転結果は平成 10 年 8 月 28 日～11 月 9 日に福岡市が測定したものをを使用した。

2.2 回分実験・・・嫌気-無酸素回分実験及び嫌気-好気回分実験、脱窒回分実験の 3 種類を実施した。実験プラントは福岡市東部水処理センター内に設置されており、汚泥は標準 A<sub>2</sub>O プロセスでは好気槽流出懸濁液を、UCT プロセスは返送汚泥を供した。遠心分離器を用いて上澄液を無機塩溶液に置換する作業を数回繰り返す、活性汚泥を洗浄した。その活性汚泥を無機塩培養液に再懸濁させ、二つの小型ファーマンタに分注し 10 分程度窒素ガスを用いて脱気した後、一方を嫌気-無酸素回分実験、他方を嫌気-好気回分実験に使用した。両実験ともに実験開始時に有機物として酢酸塩を添加した。嫌気-無酸素回分実験では実験開始から 180 分後に硝酸塩を添加した。嫌気-好気回分実験では実験開始 180 分後より曝気を開始した。なお酸素の混入を防ぐため、嫌気及び無酸素条件下では窒素ガスで気相を置換した。実験中は経時的にサンプリングし、液相中のリン酸塩・三態窒素・酢酸塩の各濃度を測定した。また別途、脱窒回分実験も実施した。前処理の方法は前述した通りである。この実験では実験を通じて液相を窒素ガスで脱気した。なお、活性汚泥採取日の標準 A<sub>2</sub>O 法の運転条件は連続実験時の運転条件とは異なっている(硝化液循環比：2.0、HRT：8 時間)。また UCT 法の運転条件は連続実験と同じである。

3. 実験結果及び考察

3.1 連続実験・・・活性汚泥中の脱窒脱リン菌の存在量を増加させる目的で、標準 A<sub>2</sub>O 法から UCT 法に処理フローを変更し、脱窒脱リン菌の挙動を検討した。表-2に標準 A<sub>2</sub>O プロセスと UCT プロセスの連続運転における結果を示す。三態窒素除去率は、両プロセスにおいてほぼ同じ値であった。リン除去率は UCT

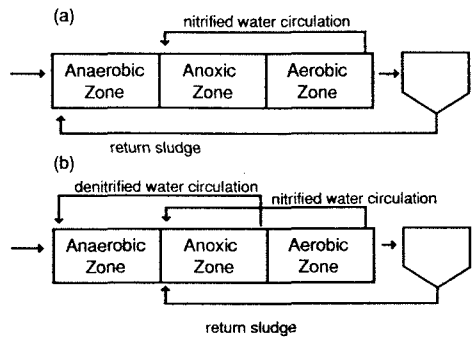


図-1 標準 A<sub>2</sub>O 法(a)及び UCT 法(b)

表-1 プラント運転条件

処理フロー	標準 A <sub>2</sub> O 法	UCT 法
日処理水量[m <sup>3</sup> /日]	25	28
脱窒液循環比	-	1.5
硝化液循環比	1.5	1.5
返送汚泥比	0.5	0.5
生物反応槽HRT[hr]	9	8

表-2 連続実験による結果

処理フロー	平均リン酸塩摂取寄与率[%]		平均リン酸塩除去率[%]	平均三態窒素除去率[%]
	無酸素槽	好気槽		
標準 A <sub>2</sub> O 法	15	85	97	72
UCT 法	51	49	89	71

プロセスで若干劣ったが、90%程度であった。無酸素槽と好気槽でのリン摂取量を比較すると、標準A<sub>2</sub>Oプロセスでは無酸素槽でリン酸塩があまり摂取されていないことが分かる。一方、UCTプロセスでは無酸素槽におけるリン酸塩摂取の寄与率は、5割に達していた。これは無酸素槽容積が大きいことにも起因するが、無酸素槽から嫌気槽に循環パスを設けたことにより活性汚泥中の脱窒脱リン菌の存在量が増加したためと思われる。また、両プロセス共に無酸素槽に硝酸塩がほとんど残留しておらず、活性汚泥は脱窒反応に対し余力があると推測できる。また、好気槽にアンモニウム塩が残留しておらず、硝化能力は良好であった。次に、標準A<sub>2</sub>Oプロセス・UCTプロセスの活性汚泥を用いて室内回分実験を行い、活性汚泥の脱窒脱リン活性等の比較を行った。

3.2 回分実験・・・図-2・3及び表-3に回分実験の結果を示す。標準A<sub>2</sub>O汚泥と比較し、UCT汚泥のリン摂取速度は約半分低下していた。標準A<sub>2</sub>O法からUCT法への移行により、連続実験では脱窒条件下でのリン摂取能力に大幅な向上が見られた。しかし、回分実験では両者に差はなく、両プロセスの汚泥ともに脱窒条件下でのリン摂取速度は好気条件下での速度の4割程度であった。UCTプロセスでは返送汚泥を無酸素槽に返送しているために嫌気槽での活性汚泥濃度が低く、全体としてリン除去細菌の濃度が低下していた。さらに、連続運転ではほぼ完全なリン除去が達成されていることから、菌体内のポリリン酸濃度は飽和状態にあることが予想される。この状態がUCT汚泥のリン除去活性の低下をもたらしているものと考えられる。一方、UCT汚泥では標準A<sub>2</sub>O汚泥に比べ、比内生脱窒速度は1.8倍、比脱窒速度は1.2倍であり、明らかに脱窒活性が向上していた。よって、硝化液循環率を高めることで窒素除去率を改善できることが示唆された。

#### 4. まとめ

標準A<sub>2</sub>O法からUCT法への移行により、回分実験結果からリン除去活性は低下したものの、連続実験では、UCTプロセスでも90%程度のリン除去率が得られた。連続実験結果から無酸素槽と好気槽でのリン摂取量を比較すると、標準A<sub>2</sub>Oプロセスでは無酸素槽でのリン摂取率は2割程度にとどまっているのに対し、UCTプロセスでは5割程度に達していた。このことは、標準A<sub>2</sub>O法と比較しUCT法ではリン・窒素除去のための有機物の有効利用が達成されていることを示唆しており、実際、内生脱窒能力は大幅に向上していた。今後、硝化液循環率を高め、窒素除去率の向上について検討していく予定である。

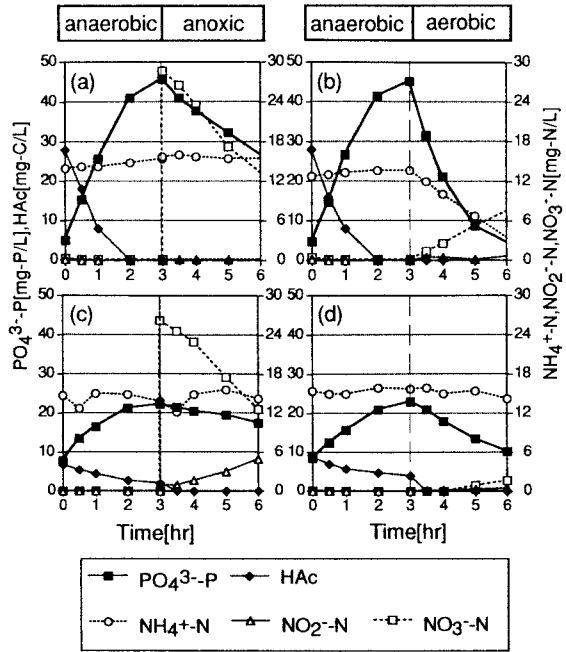


図-2 嫌気-無酸素回分実験(左)及び嫌気-好気回分実験(右)結果 (上:標準A<sub>2</sub>O法、下:UCT法)

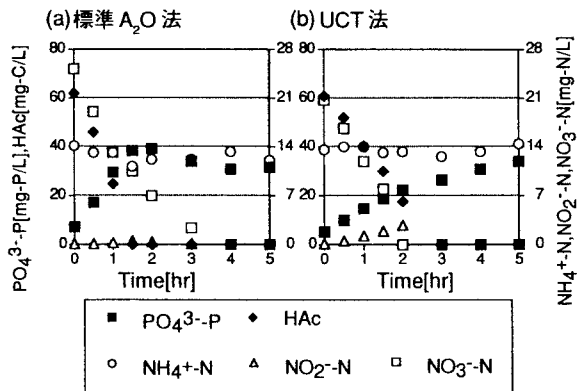


図-3 脱窒回分実験結果

表-3 回分実験結果

		VSS [g/L]	P/C比 [mg-P/mg-C]	比リン放出速度 [mg-P/g-VSS/hr]	比リン摂取速度 [mg-P/g-VSS/hr]	比内生脱窒速度 [mg-N/g-VSS/hr]	比脱窒速度 [mg-N/g-VSS/hr]
標準A <sub>2</sub> O法	嫌-好	1.90	1.3	11.6	12.6	-	6.1
	嫌-無	1.89	1.3	11.0	4.9	3.4	
UCT法	嫌-好	0.86	3.0	7.2	6.0	-	7.3
	嫌-無	0.76	3.1	8.8	2.3	6.0	