

嫌気-無酸素-好気汚泥のグラニュール化に関する基礎的検討

日本大学 学生会員 小堀貴弘

非会員 森 亮

非会員 藤原祐貴

正会員 齋藤利晃

1.はじめに

近年、閉鎖性水域における富栄養化が深刻な問題となっている。この富栄養化の原因物質であるリンや窒素を同時に除去できる処理方法として DEPHANOX プロセスが提唱されている。この DEPHANOX プロセスは嫌気工程後に中間沈殿池を設けることにより、活性汚泥は嫌気-無酸素工程のみを循環するため、硝酸を電子受容体として用いる脱窒性リン蓄積(以下 D-PAOs)の特性を生かしたプロセスであるといえる。しかし、この処理方法を可能とする中間沈殿池の存在は、処理を複雑化させ、面積の拡大化を招くという欠点としても指摘されている。

一方で、最近嫌気性処理における UASB 法や好気性グラニュールといった微生物自身の自己固定化能を利用した汚泥のグラニュール化による処理方法が注目されている。汚泥がグラニュール化すると、強度のある数 mm 程度の塊となるため、優れた沈降性を有し、微生物濃度を高めることができるため、反応槽を飛躍的に小型化できるとされている。

そこで我々は、嫌気-無酸素法で培養された D-PAOs が非常に強固で沈降性のよいフロックを形成することに着目し、回分式の外部硝化型嫌気-無酸素処理方法にグラニュール法を適用することを考案した。嫌気-無酸素工程で培養された汚泥のグラニュール化が成されれば、グラニュール特有の優れた沈降性により、DEPHANOX プロセスの欠点とされる処理速度の低下を補えるのではないかと考えた。ここでは、嫌気-無酸素-好気法で運転した際の環境条件の変化における微生物群の違いについて述べる。

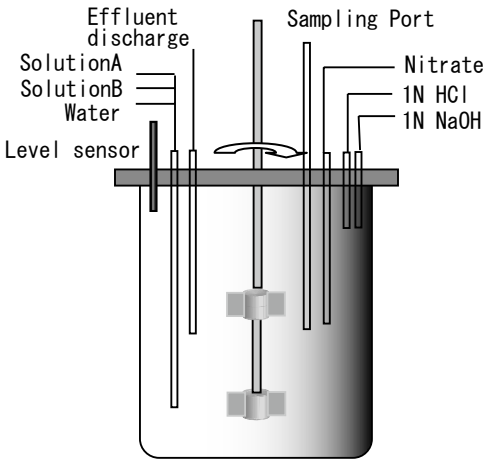


図 1 リアクター概念図

2.実験方法

培養は、有効容積 4L の回分式反応槽に、種汚泥として中川処理場 A₂O 法の反応槽から採取した汚泥を投入し、1cycle360 分(嫌気 150 分、無酸素 150、好気 30 分、沈殿 5 分、排水 5 分、待機 20 分)、無酸素工程のはじめから 1 時間かけて硝酸カリウムを流入水換算で 30(mg/l)になるよう添加し、排水時の引き抜きを 2L (HRT12 時間)で運転した。運転は、グラニュール形成の条件とされる沈殿工程時間とせん断応力を与える攪拌速度を操作因子に選定し、いくつかの期間にわけて行った(表 2)。沈殿工程時間を著しく短く設定したことの他に、汚泥の引拔を行っていない点もこの運転の特色であるといえる。なお、表 2 にある変更点以外は全て同条件で運

PO ₄ -P	(mgP/l)	10
T-N	(mgN/l)	30
COD	(mgCOD/l)	200

表 1 人工排水の組成

	期間	沈殿時間	攪拌速度	有機物組成
	day	min	rpm	mgCOD/l
Run1	0-52	5	100	酢酸;100 ペプトン;50 デンプン;50
Run2	54-91	2	250	酢酸;100 ペプトン;50 デンプン;50
Run3	94-140	2	250	酢酸;100 ペプトン;100
Run4	148-175	2	100	酢酸;100 ペプトン;100

表 2 各 Run の運転条件の違い

キーワード; 生物学的リン除去 グラニュール 脱窒性リン蓄積細菌

連絡先; 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学理工学部 TEL 03-3259-0672

転を行った。

3.結果

汚泥量の経日変化を図 2 に示す。図に示されているように、Run 毎に汚泥量の変化が顕著に異なっている。Run1 では汚泥の蓄積が進行したのに対し、Run2 で攪拌強度を強めて沈殿時間を短縮すると、汚泥量は激減し、以降、ほぼ 50 日間、汚泥量の増加は僅かであった。これは、沈降性に優れた汚泥の選択が進行したことを意味している。しかし、沈殿工程時間と攪拌強度とも同値に設定して運転した Run3 では汚泥量が再び増加したことから、投入有機物組成の違い(不溶解性デンプンの存在)が汚泥の沈降性に何らかの影響を与えたことが推測される。有機物組成の影響は図 3 に示した Run 毎の菌体収率にも表れており、Run2 は他の 2 つに比べて 2 倍近い収率を示している。また図 4 に示されるように、硝酸の利用性が異なる他、汚泥の沈降性(SVI)や沈降速度にも違いがあり、Run2 と Run3 では優占化された微生物種やその存在形態に大きな違いがあることが示唆された。

運転期間ごとに培養された汚泥に違いがあることが示されたが、その一方で、槽内に留まる汚泥と、排水に含まれて系外に排出される汚泥(以下、排水含有汚泥)の種類にも違いが観察された。即ち、表 3 に示されるようにいずれの運転期間においても、槽内に留まる汚泥より排水含有汚泥の方が VSS/SS 値が低いという興味深い結果が得られた。更に、D-PAOs は体内にポリリン酸を蓄積することから他の従属栄養細菌と比較して VSS/SS 値が低く出ることが知られている。今回、排水含有汚泥の VSS/SS 値の方が低い値を示したことから、D-PAOs が優先的に系外に排出されている可能性がある。もしこれが事実ならば、D-PAOs は遅増殖速度細菌として、グラニュール形成に狩猟名役割を果たしているとされているが、D-PAOs の自己固定化能は、それほど大きくない可能性もある。しかし、VSS/SS 値だけでは不十分であり、別角度からの検証が今後の課題であるといえる。

4.まとめ

投入有機物組成の違いが、培養された D-PAOs を含めた従属影響細菌の競合関係に影響を与えたことが示唆された。今後は投入有機物組成や沈殿工程時間、せん断応力を段階的に変化させ、嫌気-無酸素-好気汚泥のグラニュール形成の最適条件を模索する。

参考文献

1) 岸田直裕ら 2006 水処理技術 Vol 47, No.8 p1-7

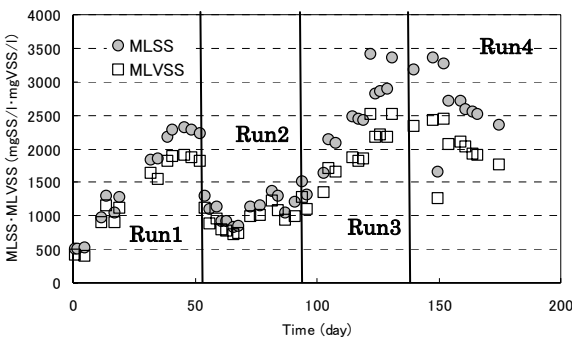


図 2 汚泥量の経日変化

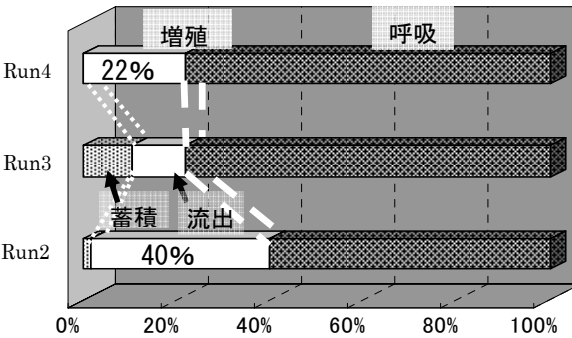


図 3 各 Run の汚泥転換率

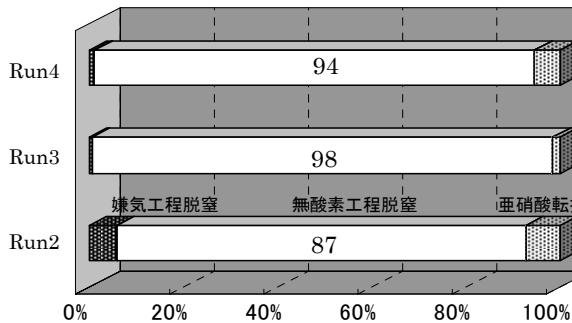


図 4 各 Run の硝酸利用性

	期間	槽内	排水
	day	VSS/SS (%)	VSS/SS (%)
Run2	54-91	86	84
Run3	94-140	78	73
Run4	148-175	76	70

表 3 各 Run における VSS/SS の平均値