

II-481 上澄み流出を停止した回分式嫌気好気式活性汚泥法のリン除去およびその細菌相

東京大学 学生員 都筑 良明
 東京大学 正会員 味埜 俊
 東京大学 正会員 松尾 友矩

1. はじめに

先に著者らは、実験室規模の回分式嫌気好気式活性汚泥法で、沈殿による固液分離後の上澄みの流出を止めて運転を行った場合にリン除去が悪化すること、上澄みの流出を再び始めるとリン除去が好転すること、を発表した⁽¹⁾。上澄みの流出を止めた系では、汚泥および処理水の引き抜きは混合液のみで行うことになり、引き抜いた汚泥量と等量の高濃度の人工下水が次のサイクルのはじめに供給される。このような系でのリン除去の悪化の原因について、実験的に検討を行った。また、リン除去が良好なときの汚泥の細菌相を調べた。

2. 実験方法

反応槽 16リットルの反応槽を用い、嫌気1時間、好気2時間、攪拌停止1時間の計4時間1サイクルとした。最初、通常と同様な上澄みの流出を含んだ運転を行った。このとき用いた人工下水は表1の①で、反応槽の8分の3の量を交換した。リン除去が安定したところで、上澄みの流出を停止した。引き抜きは混合液のみで、反応槽の48分の1の量を交換した。このときの人工下水は表1の②である。実験期間を通して、SRTは8日とした。

バッチ実験 上の反応槽の好気終りまたは攪拌時間の汚泥を用い、人工下水投与後嫌気好気のサイクルを与えた。上澄みの蓄積物質の影響を調べるため、人工下水として、反応槽上澄みに基質を加えて作ったもの（A）、イオン交換水に基質を加えて作ったもの（B）を用意した。反応槽の培養、バッチ実験とも20°Cの恒温室で行った。

菌相の検討 好気の終りからサンプリングした汚泥5mlを試験管に取り、超音波破砕機（大岳製作所OT-5202）で10mmのチップを用い40W、10sのホモジナイズを行った。寒天プレート組成は、表1の①と同様とした。20°Cで24日培養後、コロニー数が適当なプレートから全コロニーをピックアップしグラム陰性桿菌については、臨床細菌用簡易システムAPI 20E、API 20NEを使って菌種の同定を行った。

3. 結果

16リットル反応槽の培養結果を図1に示す。上澄みの流出を行う通常の運転では、良好なリン除去が得られた。上澄み流出停止（図のa）後2日めまでは PO_4-P が好気終りでほとんど取り込まれたが、4日目からは残り始めた。基質中の KH_2PO_4 を半分に

	①	②
ペプトン	7200	4320
酵母エキス	3000	1800
$CH_3COONa \cdot 3H_2O$	4800	2860
グルコース	2100	1260
KH_2PO_4	1800(900)	100
$(NH_4)_2SO_4$	2700	0
$MgSO_4$	1650	150
KCl	1800	0
NaCl	6000	0
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	0	30
$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$	0	650
イオン交換水		

①は水道水で30倍に希釈した

としたところ（図のb）好気終りの PO_4-P が小さくなり、ついにはほぼ全量取り込まれた。この状態は21日間続いたが、その後また上澄み中にリンが残るようになった。図1の矢印1-3のところでバッチ実験を行った。その結果を図2、1-3にそれぞれ示す。上澄み停止後11日めには、反応槽では好気終りの PO_4-P が64.1mg/lと大きく、リン除去が悪化していた。このとき、バッチ実験では、A、Bとも、リンの嫌気での放出、好気での取り込み、有機物の嫌気での取り込みが観察された。嫌気好気過程を通じての PO_4-P の除去量は、それぞれ12.0、11.2mg/lだった。同じく39日めには、反応槽のリン除去は依然悪化したままで、好気終りの PO_4-P は、82.8mg/lだった。このときのバッチ実験での PO_4-P の除去量は、A、Bでそれぞれ1.2、1.3mg/lだった。同じく111日めには、反応槽のリン除去は良好であった。このときのバッチ実験（Aのみ）での PO_4-P 除去量は11.5mg/lだった。矢印4のところで菌相を調べた結果を、表2に示す。10の7乗希釈のプレートでコロニー数が20個のものがコロニーをピックアップした。

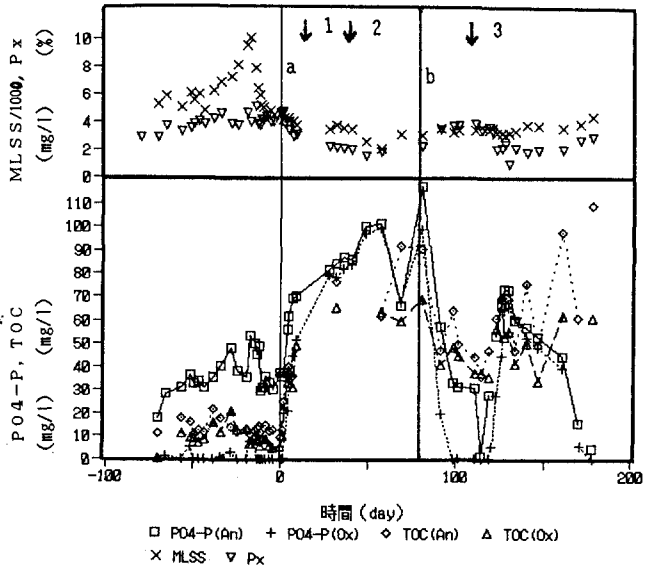


図1 反応槽の培養結果

4. 考察

基質中の KH_2PO_4 を減らす前は、人工下水のP:C比は、4.3%だった。これに対して、上澄み停止後、2, 4, 5日めの反応槽での1サイクル当りの $\Delta\text{P}:\Delta\text{C}$ （除去量の比）は、4.3, 1.8, 1.6%だった。反応槽の $\text{PO}_4\text{-P}$ の嫌気での放出量、好気での取り込み量を図3に示す。嫌気での放出量は2日めと4日めとではほぼ等しい。好気での取り込み量はほぼ等しい。しかし、放出量と取り込み量の差が減少している。このように $\Delta\text{P}:\Delta\text{C}$ が小さくなり、4.3%未満となったことが反応槽の上澄みへのリン蓄積の原因である。

発表者ら⁽¹⁾は、上澄み流出を停止した系では、リン除去が悪化することを報告したが、図1の100-119日めのようにこのような系でもリン除去ができることがわかった。

表2は、121日めの菌相である。このときの汚泥は、リン除去能を持っていたと考える。同定に使用したAPIは臨床細菌用の簡易システムである。20Eは腸内細菌を含むグラム陰性桿菌を、20NEは腸内細菌以外のグラム陰性桿菌を、それぞれ対象にしている。Fuhs and Chen⁽²⁾以来、嫌気好気式活性汚泥法で優占し、リンを蓄積する菌として、*Acinetobacter*が報告されている。⁽³⁾このうちの何例かは、菌の同定にAPI 20Eを使っている。ここでも、API 20Eの結果を見ると、*Acinetobacter*が全体の50%を占め、優占菌であるように考えられる。しかし、20NEの結果からは

*Acinetobacter*が優占しているとは言えない。以上のことから考えると、このとき優占していた菌は、API 20Eで

*Acinetobacter*と同定されるグラム陰性の桿菌だが、これらの細菌は必ずしも*Acinetobacter*であるとは言えない。

中村ら⁽⁴⁾は、グラム陽性の球菌でもリン除去能を持つものがあることを報告しているが、ここではグラム陰性の桿菌が大部分だった。

5. まとめ

- ① 上澄み流出停止時のリン除去の悪化は、汚泥がリン除去能を持つにもかかわらず反応槽での $\Delta\text{P}:\Delta\text{C}$ が減少することによる。
- ② 上澄み流出を停止した系でも良好なリン除去が得られることもある。
- ③ 嫌気好気式活性汚泥法から単離した菌は、グラム陰性桿菌が多かった。API 20Eによって*Acinetobacter*と同定されるものが全体の50%だった。ただし、これらの細菌が必ずしも*Acinetobacter*であるとは言えない。

参考文献

- (1) 都筑ら(1986)、土木学会年講II
- (2) Fuhs, G.W. and Chen, M. (1987), Microbial Ecology, Vol.2, pp.119
- (3) Stephanson, T. (1987), Proceedings of an IAWPRC Conference, Rome
- (4) 中村ら(1988)、第22回水質汚濁学会講演集

表.2 活性汚泥中の細菌相

API 20 E	API 20 NE
<i>Acinetobacter calco. var. lwoffii</i> 10	<i>Pasteurella</i> 5
<i>Pseudomonas maltophilia</i> 2	<i>Pseudomonas</i> 2
(L) <i>Bordetella/Alcaligenes</i> , Ps. 2	Achromobacter group V D 1
(D) A., Ps., Past. 1	<i>Agrobacterium radiobacter</i> 1
(U) Ps., A., Past. 1	(D) A., Ps., Past. 3
(U) Bord./Alcal., A., Past. 1	(D) Ps., Flav. 1
未同定 2	(D) Ps., Alcal., Ps. 1
	(U) A., Ps., Past. 1
	(U) Ps., A. 1
	(U) Ps., Achrom., Agro. 1
	(U) Ps., Past., Flav. 1
	(U) Ps., Past., Flav. 1
	合計 21

植え継ぎの途中でなくなったもの 2

(L): Low discruption, (D): Doubtful, (U): Unacceptable

A.: *Acinetobacter calcoaceticus var. lwoffii*

Ps.: *Pseudomonas*, Past.: *Pasteurella*, Agro.: *Agrobacterium*,

Flav.: *Flavobacterium*, Achrom.: *Achromobacter*, Bord.: *Bordetella*

Alcal.: *Alcaligenes*, Morax.: *Moraxella*

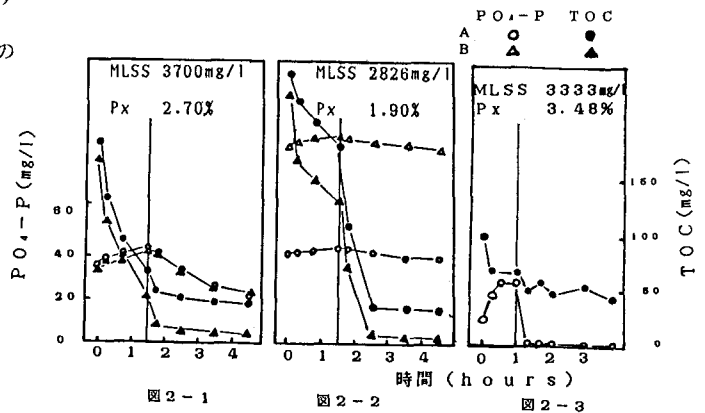


図2 バッチ実験の結果

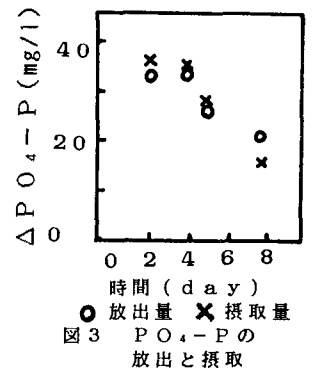


図3 $\text{P O}_4\text{-P}$ の放出と摂取