

固着微生物体中のリン組成について

岩手大学工学部 正C相澤 治郎 正 大村 達夫
正 大沼 正郎 奥寺 国博 千代り 正宏

1. はじめに 生物学的リン除去は、活性汚泥法による嫌気好気法などの研究が行なわれ、リン過剰摂取現象によるリン除去プロセスの機構と原理が解明されてきている。しかし、これら浮遊性生物処理に比較して維持管理が簡単な固着微生物による排水中からの効率的なリン除去に関しての研究はあまり行なわれていない。本研究は、傾斜板汚床を用いて固着微生物によるリン除去についての基礎的なメカニズムを明らかにするために、基質代謝過程における汚床内微生物体中のリンの動態について実験的に検討を行なった。

2. 実験装置及び方法 実験は、図-1に示す傾斜板汚床を用いて行なった。汚床は、中5cm、長さ40cmであり6段からなっている。汚床の傾斜角は10°とした。また、散水流量は、25ml/minであり、基質タンク内の人工下水の水温を20℃に調節した。表-1には、本実験に用いた人工下水の組成を示した。実験は、人工下水を連続的に散水し、汚床上に微生物膜を形成させた。測定は、各段汚床における流入・流出水を以下の項目、分析方法を行なった。クルコース

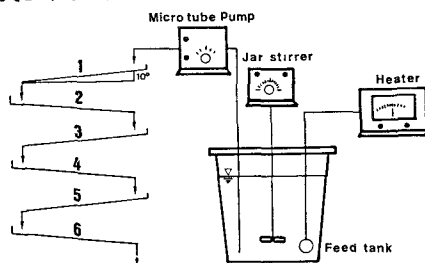


図-1 実験装置

(Papadopoulos et al の方法), T-P (過硫酸カリ分解法), PO_4-P (アスゴルビン酸法), DO濃度, pHである。汚床上微生物膜厚は、表-1 人工下水基質組成
各段6点測定し、セ-分布より95%信頼区間のもを平均して求めた。クルコース除去率及び PO_4-P 除去率が、ほぼ一定となったところで微生物膜をかき取り、微生物体中のリンをSTS法^(1,2)により分画・抽出を行なった。STS法による試料は、汚床上微生物膜をかき取る前に、汚床に水道水を5分間散水し微生物膜表面上の基質を洗い流した。かき取った試料は、一定量になるように蒸留水で希釈し、均一になるようにホモジナイズした。表-2には、STS法による分画手順及び抽出化合物を示した。C-PCA画分においては、低分子Poly-P及び金属性リン(PO_4-P)が抽出される。labile-Pは、硫酸を加水分解することにより測定された。また、C-PCA画分のTotal-Pからlabile-Pの値を差し引くことにより金属性リン(PO_4-P)が得られた。エタノール画分においては、遊離低分子化合物が抽出され、脂質画分ではリンを含む脂質化合物が抽出される。H-PCA画分では、核酸、高分子Poly-Pが抽出される。また、蛋白画分においては、リン蛋白が抽出される。TNAは、紫外吸光度法、DNAは、ジフェニルアミン法により定量し、核酸中のリンを85%として換算し、TNA-P、DNA-Pを計算した。

$C_6H_{12}O_6$	100 mg/l	40mg/l as C
NH_4Cl	76.2 "	20 " as N
Na_2HPO_4	2.2 "	1 " as P
KH_2PO_4	0.85 "	
K_2HPO_4	2.0 "	
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	22 "	2.2 " as Mg
$CaCl_2$	22 "	8.9 " as Ca
$FeCl_2 \cdot 6H_2O$	0.25 "	0.06 " as Fe
C:N:P	40 : 20 : 1	

3. 実験結果及び考察 図-2は、各段汚床の PO_4-P 残存率の経日変化を示したものである。各段における残存率は、散水開始後13日目以降はほぼ一定となり、微生物膜による PO_4-P の除去は定常状態に達したものと考えられる。また、クルコース残存率も PO_4-P と同様に10日目以降一定となっている。図-3は、定常状態と考えられる散水開始後14日目の各段汚床の流入、流出水のクルコ

表-2 STS法による微生物体中のリン分画

Process	Fraction	Solvent	Extracted Compound		
1	C-PCA Fr	C-PCA	L-Poly-P Metal Phosphates	T-P	Sulfuric Acid at 100°C 10min.
2	EtOH Fr	EtOH	Lowmolecular Compound	T-P	
3	Lipid Fr	EtOH:Ether	Lipid	T-P	
4	Nucleic Fr	H-PCA	Nucleic Acids (DNA-RNA) H-Poly-P	TNA-P DNA-P	UV Absorption Method Diphenylamin Method
5	Protein Fr	NaOH	Protein	T-P	
6	Residue	-	-	T-P	

ス濃度、T-P、 PO_4 -P濃度、DO、pHの変化を示したものである。これらの結果から、グルコース、 PO_4 -Pとも流入から6段目までほぼ一定の割合で除去されている。T-Pは、汙床が下段にゆくにつれ流出水中にあらわれ、T-Pと PO_4 -Pの差ができていく。これは、微生物体からの有機性リンの溶出と考えられる。DO、pHの変化はあまりなかった。図-4は、各段汙床のグルコース、 PO_4 -Pの除去が定常状態と考えられる18日目における各段微生物体中のT-Pの含有量を示している。各段微生物体の $VSS/MLSS$ は、0.93~0.91であった。図中には、直接微生物体中のT-Pを測定した値と、分画抽出後の全画分のT-Pの値を示している。リン含有量は、1段目汙床微生物体中が $15.1 \text{ mg}^{T-P}/\text{g}^{VSS}$ と小さい値を示し、2段目以降 $17 \sim 18 \text{ mg}^{T-P}/\text{g}^{VSS}$ と大きくなっている。各段のリン抽出率は、93~105%であった。図-5には、各段汙床微生物体を分画した結果を示した。1段目、2段目は、各画分ともほぼ同様な割合を示している。3段目から5段目と下にくにつれC-PCA画分の割合は減少し、反対に核酸画分の割合が大きくなってきている。蛋白+残渣画分もわずかながら減少している。6段目において、核酸画分はまたわずかに減少し、C-PCA画分が増えている。図-6には、各段汙床微生物体中のリン組成とその量を示している。RNA-Pは、TNA-PからDNA-Pの値を差引たものである。TNA-Pは、汙床が下段にゆくにつれ増加し、6段目微生物体中で減少している。しかし、TNA-P中のRNA-PとDNA-Pの割合は、逆に減少する傾向がみられる。Poly-Pは、各段とも高分子Poly-Pの値が低分子Poly-Pの値より大きく、TNA-Pの最大値において小さくなる傾向がみられるがその量は小さい。この傾向は、金属性-Pや蛋白+残渣-Pでも同様の傾向を示している。低分子化合物-Pと脂質-Pにおいては、大きな変化はなくほぼ一定の値を示している。これらの結果から、各段微生物体中のリン含有量に対する分画抽出したリンの中で、核酸画分中のRNA-Pの値が大きく、変化する量も大きいことがわかった。Poly-Pの微生物体中の割合は、低分子+高分子で25~35%であった。

図-5 各段微生物体の分画結果

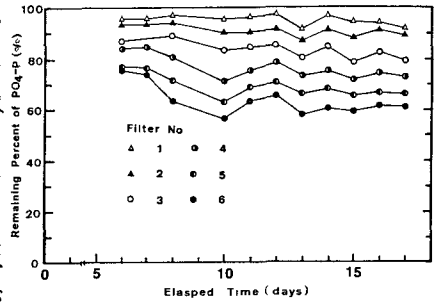


図-2 各段汙床 PO_4 -P残存率経日変化

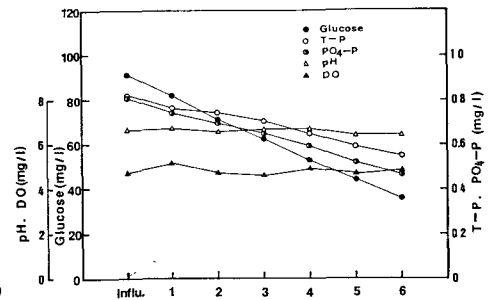


図-3 定常時における各段汙床の測定結果

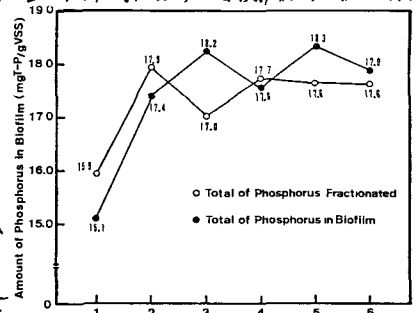


図-4 各段微生物体中のリン含有率

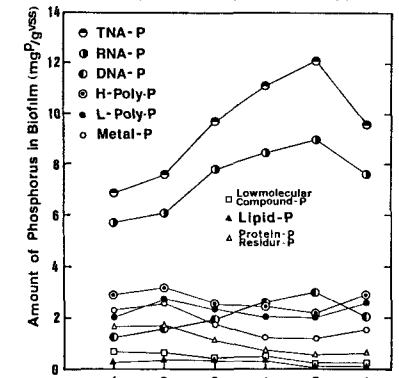


図-6 各段微生物体中のリン組成

参考文献 1) 水野重樹：核酸の一般的分離定量法 学会出版センター(1979)

2) 味壁 俊也：活性汚泥のリン組成とリン代謝に関する研究(第1報・第2報) 下水協会誌 5.6月号(1983)