

II-413

固着微生物体中のリンの動態について

岩手大学 正員 相沢 治郎 大村 達夫 大沼 正郎

1. はじめに 本研究は、傾斜板濾床を用いて、固着微生物によるリン除去の基礎的なメカニズムを明らかにするため、基質代謝過程における濾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ものである。

2. 実験装置及び実験方法 Fig. 1には実験装置を示した。傾斜板濾床は、長さ40cm、幅5cmの濾床を傾斜角10°で6段設置した。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。Table-1には本実験に用いた人工下水の組成を示した。人工下水のC:N:P比は、40:20:1である。実験は、連続的に人工下水を濾床上に散水し微生物膜を形成させた。測定項目は、各段濾床における流入、流出水のグルコース濃度、T-P濃度、P₀₄-P濃度、DO、pH、微生物膜厚である。グルコース除去率、P₀₄-P除去率がほぼ一定になったところで、定常状態と考え、微生物膜を掻き取り、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法による分画手順、抽出溶媒、抽出リン化合物は次のとおりである。(1). 0℃過塩素酸(C-PCA)により、金属性リン及び低分子Poly-Pが抽出される。(2). エタノールにより遊離低分子化合物が抽出される。(3). エタノール-エーテルによってリンを含む脂質化合物が抽出される。(4). 90℃過塩素酸(H-PCA)により、DNA, RNA, 高分子Poly-Pが抽出される。ここで、TNAすなわち全核酸を紫外外部吸光度法、DNAをジフェニールアミン法によって定量した。紫外外部吸光度法によるTNAの量においては、標準物質としてデオキシリボ核酸を用いた。核酸中のリン含有率は8~9.4%といわれているが、本研究において標準物質中のT-Pを測定した結果8.5%であり、この値を用いてTNAとDNA中のリン含有量を計算した。また、核酸画分中の高分子Poly-Pは活性炭処理後、硫酸で加水分解することにより測定した。(5). NaOHによりリンを含む蛋白が抽出される。(6). 残ったものを残渣画分とした。これらの抽出されたリンを含む化合物を過硫酸アンモニウムで加水分解した後、アスコルビン酸法によってT-Pを測定した。

3. 実験結果及び考察 Fig. 2には、各段濾床のP₀₄-Pの残存率を示した。各段における残存率は、散水開始後13日以降ではほぼ一定となり、微生物膜によるP₀₄-Pの摂取除去は定常状態に達したものと考えられた。また、グルコースにおいても同様な傾向を示し残存率は、10日目以降一定の値を示した。Fig. 3には、定常状態と考えられた散水開始後14日目の各段濾床における流入、流出水のグルコース濃度、T-P及びP₀₄-P濃度、DO、pHの変化を示した。各段濾床において、グルコース、P₀₄-Pともほぼ一定の割合で除去されている。また、T-Pは、濾床が下段にゆくにつれP₀₄-Pとの間に差ができてきている。これは微生物体からの有機リンの溶出と考えられる。なお、DO、pHにおいては大きな変化はみられなかった。Fig.

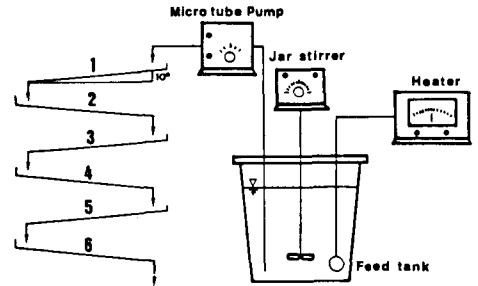


Fig. 1 Experimental Apparatus.

Table 1 Component of Synthetic Sewage.

C ₆ H ₁₂ O ₆	100mg/l	40mg/l as C
NH ₄ Cl	76.3	20 as N
Na ₂ HPO ₄	48.3	
KH ₂ PO ₄	8.5	1 as P
K ₂ HPO ₄	21.8	
MgSO ₄ ·7H ₂ O	22.5	2.2 as Mg
CaCl ₂ ·2H ₂ O	36.4	9.9 as Ca
FeCl ₂ ·6H ₂ O	0.25	0.06 as Fe
C : N : P	40 : 20 : 1	

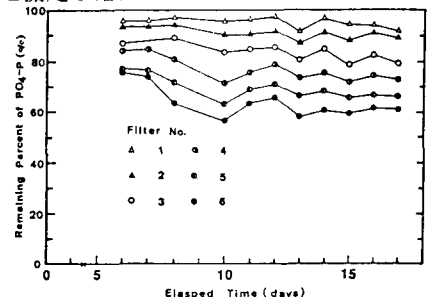


Fig. 2 Remaining Percent of P₀₄-P

4には、各段濾床が定常状態と考えられた散水開始後18日目の濾床上微生物膜を掻き取り、各段微生物体中のリン含有量を直接測定した値とSTS法により分画抽出した化合物中のリンの量を合計した値を示した。1段目濾床微生物体中のリンの量は、ほぼ 15mg T-P/g vss の値が2段目以降では $17\sim 18\text{mg T-P/g vss}$ と大きくなる傾向を示した。各段の直接測定したT-Pに対する分画抽出した合計値から抽出率を計算すると93~105%であった。Fig. 5には、各段濾床微生物体を分画した結果を示した。濾床1段目と2段目は、各画分ともほぼ同様な割合を示している。しかし、3段目から5段目にかけては、C-PCA画分の割合は減少し、核酸画分の割合が大きくなっている。また、蛋白+残渣画分においてもC-PCA画分と同様な傾向がみられる。6段目では逆にC-PCA画分が増え、核酸画分が減少している。Fig. 6には、各段濾床微生物体中のリン組成とリン含有量を示した。ここで、RNA-Pは、TNA-PからDNA-Pを差し引いた値である。TNA-Pは濾床が下段にゆくにしたがって増加し、6段目微生物体中で減少している。また、RNA-PとDNA-Pの比率は逆に下段にゆくにつれて小さくなる傾向がみられる。一般に細菌中のこの比率は、2~3:1と言われているが、本実験における各段濾床微生物体中の比率は、3~4.5:1と大きくなっている。Poly-Pは、低分子と高分子を合わせて微生物体中リン含有量の

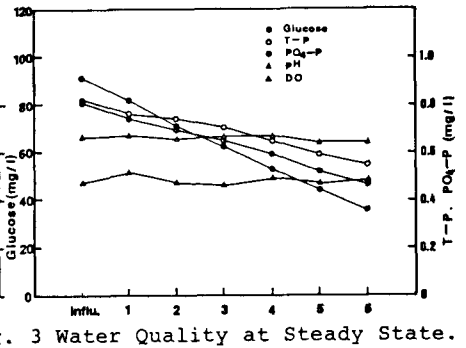


Fig. 3 Water Quality at Steady State.

25~35%であった。各段とも高分子Poly-Pの量が低分子Poly-Pの量よりわずかに大きい値を示している。Poly-Pは、TNA-Pが増加すると減少する傾向がみられるが、その量的変化はさほど大きくない。この傾向は、金属性リンや蛋白中リンについてもみられる。しかし、遊離低分子化合物中リンやリン脂質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。以上の結果から人工下水中のリンは、微生物体中に摂取され下段にゆくにつれリン濃度は減少するが、それに反して微生物体中のリン含有率は、人工下水中のリン濃度が低いほど増加する傾向がみられる。また、微生物体中のリン組成は、核酸中のリンが大きな割合を示し、その中でRNA-Pの量が多く、その変化が微生物体中リン含有率変化に影響すると考えられる。

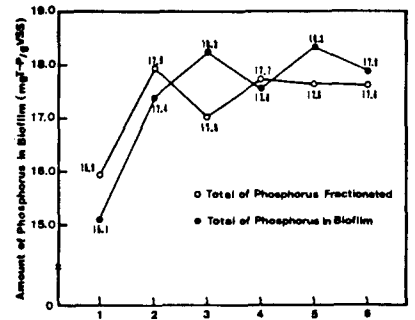


Fig. 4 Amount of Phosphorus in Biofilm.

Fig. 5 Fraction of Phosphorus in Biofilm. A stacked bar chart showing the fraction of phosphorus in biofilm over 6 segments. The y-axis represents the percent of phosphorus fractionated (%). The legend includes: C-PCA Fr. (diagonal lines), EtOH Fr. (horizontal lines), Lipid Fr. (solid black), H-PCA Fr. (dotted lines), and Protein Fr.+Residue Fr. (cross-hatch). The fractions remain relatively stable across the segments.

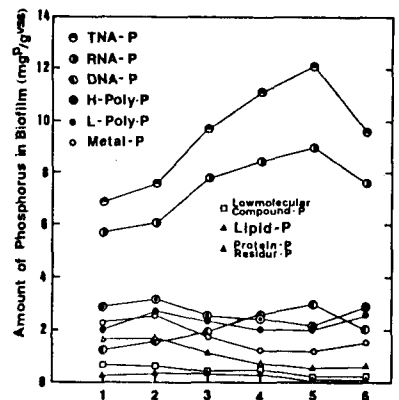
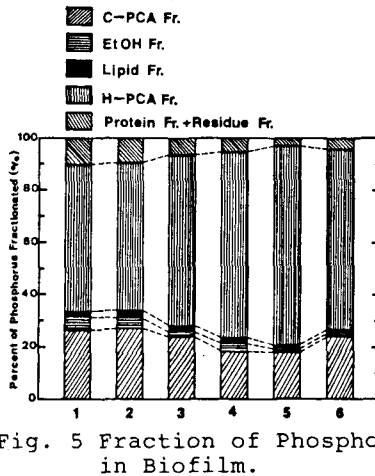


Fig. 6 Phosphorus Compounds in Biofilm.

しかし、遊離低分子化合物中リンやリン脂質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。以上の結果から人工下水中のリンは、微生物体中に摂取され下段にゆくにつれリン濃度は減少するが、それに反して微生物体中のリン含有率は、人工下水中のリン濃度が低いほど増加する傾向がみられる。また、微生物体中のリン組成は、核酸中のリンが大きな割合を示し、その中でRNA-Pの量が多く、その変化が微生物体中リン含有率変化に影響すると考えられる。

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) 味埜 俊 他: 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) 下水道協会誌 5, 6月号 (1983)