

II-528 流入グルコース濃度変化に伴う生物膜のリン組成変化について

岩手大学工学部 正員 相沢治郎 海田輝之 大村達夫 大沼正郎
岩手大学大学院 学生員 小野寺彰 原 豊

1. はじめに 本研究は、傾斜板ろ床を用いて人工下水のグルコース濃度変化に伴う各段ろ床における固着生物膜中のリンの動態について、核酸の分離定量法として一般的なSTS法^{1),2)}を用いて実験的に検討を行なったものである。また、生物膜は活性部と不活性部とにより形成されると考えられるので、生物膜厚を制御しこれら生物膜中のリン含有量変化も測定した。

2. 実験装置及び実験方法 実験は傾斜板ろ床を用いて行なった³⁾。ろ床は、長さ40cm、幅5cmのろ床を傾斜角10°で6段設置した。散水流量は25ml/min、基質タンク内の人工下水の水温は20℃に調節した。Table.1には、本実験に用いた各RUNにおける組成を示した。人工下水は、窒素濃度、リン濃度をそれぞれ20mg/l、1mg/lと一定にし、グルコース濃度を100,200mg/lと変化させた。人工下水中のC:N:Pは、40,80:20:1である。実験は、最初に人工下水を散水し、生物膜を形成させ、各段流出水中のグルコース及びT-P除去率が一定になったところで全生物膜をかき取り、生物膜中のリンの分画を行なった。また、生物膜の活性部分と不活性部分における生物膜中のリン含有量およびリン組成の変化をみるための実験はつぎのように行なった。ろ床上に六角網目状のネット(厚さ1000μm)を1枚接着剤を用いて取り付け、基質除去率がほぼ定常状態に達した後に生物膜をネットまで切削し、各RUNとも4日後にネット上に増殖した生物膜を活性生物膜と考え切削し、リン含有量を測定した。各実験とも測定項目は、グルコース、T-P、PO₄-P、の各濃度、生物膜湿潤重量、生物膜中のリン組成及び含有率である。

3. 実験結果及び考察 Table-2には、RUN 1, 2における全生物膜の分画結果を全生物膜中の全リンに対する比として示した。実験は各RUN 3回行ない平均値で示した、RUN 1において、Cold-PCA画分は、ろ床が下段にいくにつれて、25%~16.2%と減少する傾向がみられる。Cold-PCA画分には、金属態リン、低分子リン化合物が含まれて

Table 1 Component of Synthetic Sewage

	RUN 1	RUN 2
C ₆ H ₁₂ O ₆	100 mg/l	200 mg/l
NH ₄ Cl	76.3	76.3
Na ₂ HPO ₄	4.83	4.83
KH ₂ PO ₄	0.85	0.85
K ₂ HPO ₄	2.18	2.18
MgSO ₄ ·7H ₂ O	22.5	22.5
CaCl ₂ ·2H ₂ O	36.4	36.4
FeCl ₂ ·6H ₂ O	0.25	0.25
C:N:P	40:20:1	80:20:1

ている。この中で金属態リンは、ほぼ8.8%であった。エタノール+脂質画分は、1.2%~2.6%と逆に下段にいくにつれてわずかに増加している。核酸画分は、生物膜中のT-Pの量と同じような増減を示し、5段目で最大値を示している。蛋白画分、残渣画分は、ほぼ一定の割合を示している。流入グルコース濃度の高いRUN 2における結果でもほぼ同様な傾向を示しているが、核酸画分において全生物膜中の全リンの割合は、71.7~75.6%とRUN

1における結果64.2~72.8%より大きな値を示している。また、蛋白画分においては、逆に、RUN 1の方が8~9%であるのがRUN 2では、4~5%と小さな割合になっている。Fig.1には、RUN 1, 2における全生物膜中のリン組成とその量を示した。RUN 1, 2において、RNA-Pは生物膜中のリンの中でRUN 1で39.1~46.4%, RUN 2で40.2~43.1%と最も大きな割合を占めて

Table 2 Fraction of Phosphorus in Biofilm (RUN 1,2)

RUN 1							
Filter NO.		1	2	3	4	5	6
Fraction							
Cold-PCA (%)		25.7	21.0	19.3	17.1	15.9	16.2
Ethanol+Lipid (%)		1.2	1.3	1.5	1.5	1.8	2.6
Nucleic-Acid (%)		64.2	68.8	69.7	71.6	72.8	71.5
Protein (%)		8.4	8.0	8.8	9.1	8.7	8.8
Residual (%)		0.5	0.9	0.7	0.7	0.8	0.9
VS (g)		6.009	5.413	4.548	3.414	2.897	2.860
Total-P/VS (mg T-P/g VS)		14.631	15.848	15.826	16.015	16.599	15.361

RUN 2							
Filter NO.		1	2	3	4	5	6
Fraction							
Cold-PCA (%)		21.0	20.4	19.2	17.9	17.2	17.7
Ethanol+Lipid (%)		1.2	1.3	1.3	1.3	1.6	2.9
Nucleic-Acid (%)		71.7	73.8	74.9	75.6	75.4	73.5
Protein (%)		5.6	4.0	4.2	4.8	5.3	5.4
Residual (%)		0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5
VS (g)		8.373	7.844	7.636	7.639	6.697	4.216
Total-P/VS (mg T-P/g VS)		16.787	18.949	19.257	19.509	18.864	15.887

いることがわかる。DNA-Pは、RUN 1, 2とも1~2mg T-P/gVSとほぼ一定の値を示している。一般にDNA-Pは生物膜の活性の程度にかかわらず、ほぼ一定と考えられており、細菌で1.7~3.4mg T-P/gVSとされている。本実験における生物膜中のDNA-Pは、RUN 1, 2において0.9~1.6mg T-P/gVSとわずかに小さい値となっている。菌体の活性の尺度を表すには種々の方法が考えられるが遺伝子本体であるDNA単位質量当りのRNA質量も菌体の活性尺度である。この点からRUN 1とRUN 2のRNAとDNAの比を比較すると、RUN 1で(2.3~4.5):1, RUN 2で(4.2~7.1):1とRUN 2の方が大きくより活性が高いと思われる。また、細菌のRNAとDNAの比は(2~3):1と言われておりこの値より大きくなっている。この比の増減は、また生物膜中に存在する微生物の多様性によるものとも考えられる。次に高分子Poly-Pは、RUN 1において3mg T-P/gVS前後の値であるが、RUN 2においては、5mg T-P/gVSと大きくなっている。高分子ポリリン酸は、生物増殖のためのエネルギー蓄積としての機能をもっていると考えられている。このため、基質代謝を行なうためのエネルギー源として蓄積されており、RUN 1よりRUN 2の方がグルコース濃度が高いために、高い含有量を示すものと考えられている。低分子Poly-Pにおいては高分子Poly-Pが飽和量に達して初めて増加が起こるものと考えられ、この高分子ポリリン酸の範囲において、低分子ポリリン酸は低い含有量となり、RUN 1, 2において1~2mg T-P/gVSとほぼ一定の小さな値になっている。蛋白中のリンは、RUN 1, 2とも1mg T-P/gVSとほぼ一定であり、脂質リンも0.1~0.2mg T-P/gVSとその量は小さい値となっている。Fig.2には、RUN 1, 2及びグルコース濃度300mg/lのRUN 3における切削生物膜中のリン含有量を示した。全生物膜中のリン含有量は、RUN 1, 2において5段目、4段目でピークをもっていたが、切削生物膜では、ろ床が下段に行くにつれて減少する傾向を示している。また、最大リン含有量もRUN 2において24.6mg T-P/gVSと大きくなっている。しかし、6段目ではRUN 1で14.3mg T-P/gVSであるが、RUN 2, 3では約5mg T-P/gVSと小さなリン含有量となっている。グルコース濃度の高いケースにおいて、下段に行くにつれての急激なリン含有量の減少は、定常期における全生物膜中のリン含有量の結果に矛盾した。この実験は活性膜中のリン吸収過程が非定常の状態と考えられ、定常状態における活性膜中の現象とはかなり異なることが影響しているとも考えられる。

4. 終りに グルコース濃度の増加に伴い、生物膜活性が大きくなり、RNA-P, 高分子Poly-Pが増加することがわかった。また、定常期における活性膜中のリンの含有量は、傾斜板ろ床の生物膜中リンの解析に重要であるので今後この点について研究を進展させたい。

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)
3) 相沢治郎 他:固着微生物体中のリンの動態について 第42回土木学会年次学術講演会(1987)

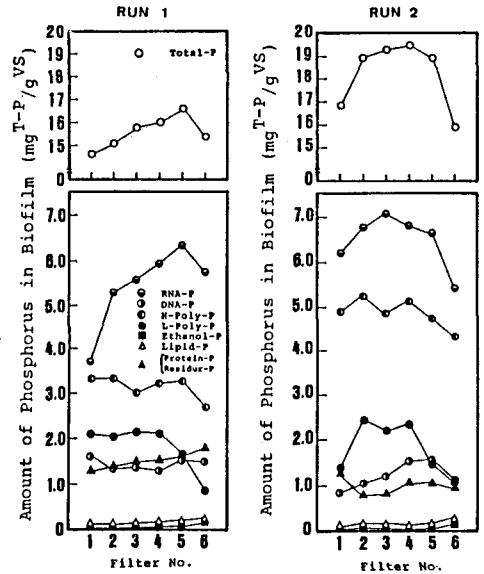


Fig. 1 Amount of Phosphorus in Biofilm (RUN 1, 2)

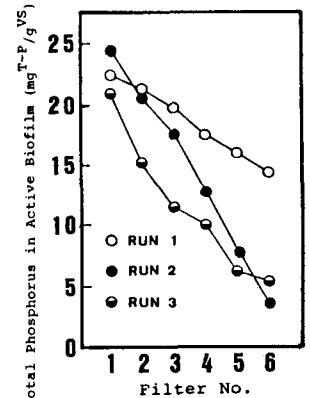


Fig. 2 Total Phosphorus in Active Biofilm