

付着生物群による水質変化に関する実験

東北大学大学院 学生員 ○ 勝山 裕之
 東北大学工学部 学生員 石井 隆
 東北大学工学部 学生員 内山 茂身

1. はじめに 我々は河川水質汚濁機構の解明のため、単槽連続攪拌槽を用いて定常状態における他栄養性付着生物群の増殖に関する定量的な実験を進め、いくつかの報告を行ってきた。⁽¹⁾⁽²⁾

さらに、BOD、CODで表わされる水質の質的变化も重要であるので、今回は有機物指標としてグルコース濃度を用いて解析を行ないCODの場合と比較して有機物の形態変化を調べることとを試みた。また、今回は窒素の収支についても調べたので、若干の報告を加えることにする。

2. 実験装置と実験条件 実験装置は単槽完全混合連続培養槽で図1に概略を示す。

槽内の側面には付着生物量測定のためのゴム製小板を多数設置した。槽は覆いをして遮光し、混合及び再曝気のため攪型2枚羽根によって攪拌した。基準の基質を表1に示す。生物群は混合培養系であり、実験開始時に極く少量の活性汚泥を接種した。

槽内の分析試料はミリボア社SS測定用メンブレンフィルターAP40で濾過した。溶存酸素はウンクラ・アジ化ナトリウム変法、CODは重クロム酸カリウム法、グルコース濃度は酵素法(グルコスタット「フジサワ」)、アンモニア性窒素はインドフェノール法、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素はカドミ・銅カラム還元によるGR法である。SSはAP40フィルターにより濾過し、残渣を110℃乾燥重量として求めた。付着生物量はゴム製小板上の付着生物を秤量用つばにかき落とし、単位面積当りの110℃乾燥重量として求めた。

3. 有機物の形態変化 付着生物群の増殖は実験開始初期の付着増加期とそれに続く脱離と増殖とが釣合い、現存量が見かけ上定常とみなせる時期の2つに分けられる。定常期の平均水質を表2に示す。(ただし、Run-1はNO₂-N、NO₃-Nが増加中で定常とはいえない。)

定常期の有機物の形態変化を酸素要求量に換算して図2に示す。図中の生物量は、定常状態においては付着生物群の総増殖速度は流出生物量(=F・X)に等しいと仮定し、酸素要求量換算係数1.1をかけて計算したものである。流入グルコース量の60~80%が消失したり、生物体になり、5~20%がグルコース以外の溶解性CODに変化していることがわかる。グルコース以外の

図1. 実験装置.

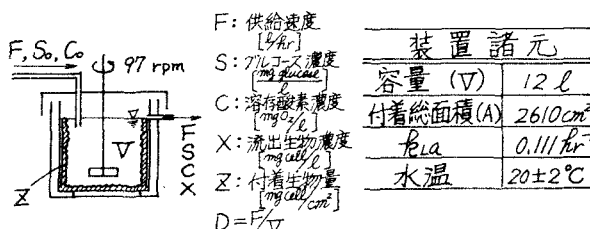


表1.

基準基質組成	Run No.	供給基質	時間	D	C	So	S	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N
グルコース 18%	1	(表1)×0.5	4	0.25	4.36	6.22	1.85	1.77	0.084	0.003
NH ₄ Cl 19%	2	(表1)	4	0.25	2.71	7.96	3.60	3.57	0.011	0.001
KH ₂ PO ₄ 2.72%	3	(表1)×1.2	4	0.25	1.34	23.50	2.93	5.79	0.008	0.003
Na ₂ HPO ₄ 6.63%	4	(表1)×0.5	8	0.125	3.18	7.92	1.33	0.20	0.154	1.947
水道水	5	(表1)	4	0.25	4.73	7.01	2.91	3.53	0.563	0.083
	6	(表1)×0.75	2	0.5	4.69	13.60	3.25	3.89	0.155	0.070

表2.

Run No.	供給基質	時間	D	C	So	S	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N
1	(表1)×0.5	4	0.25	4.36	6.22	1.85	1.77	0.084	0.003
2	(表1)	4	0.25	2.71	7.96	3.60	3.57	0.011	0.001
3	(表1)×1.2	4	0.25	1.34	23.50	2.93	5.79	0.008	0.003
4	(表1)×0.5	8	0.125	3.18	7.92	1.33	0.20	0.154	1.947
5	(表1)	4	0.25	4.73	7.01	2.91	3.53	0.563	0.083
6	(表1)×0.75	2	0.5	4.69	13.60	3.25	3.89	0.155	0.070

図2. 有機物の形態変化

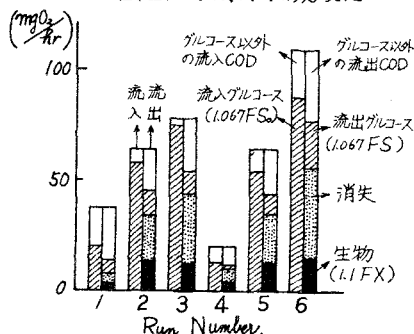
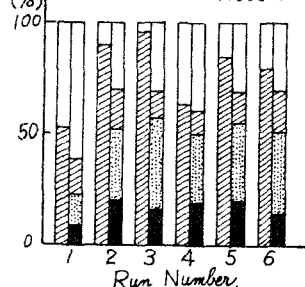


図3. 有機物の形態変化



流入CODは水道水自体のCOD、貯留タンクから流入口までの間にグルコースが変化したもの、等と考える。

また、流入CODを100%として百分率で表わすと図3のようになる。硝化が進行中のRun-1以外は、生物になる割合、消失する割合、グルコースとして流出する割合、グルコース以外のCODで流出する割合がどの槽でもほぼ同じとわることがわかる。

流入グルコースを基準に、生物になった割合はグルコースに対する増殖収率である。その結果と供給グルコース負荷量(FS_0)に対してプロットしたものが図4である。増殖収率は約0.2~0.4 ($\frac{g_{cell}}{g_{glucose}}$)であった。

4. グルコースの消費速度 次に、このような収支を速度の面から整理することにする。その一つとしてグルコースの消費速度を調べてみる。

グルコースの消費速度を $-r_g = (S_0 - S)D$ より求め、供給グルコース負荷量(FS_0)に対してプロットしたものが図5である。基質とCODに合った場合については今までに報告してきたが、グルコースにとっても付着生物群が関与する低濃度系においては、濃度よりむしろ負荷量が消費速度を支配するらしいことがわかる。

5. 酸素消費速度 一方、消失したグルコースがすべてエネルギーに使われたかを確かめるために酸素の収支を調べてみる。

定常状態における酸素収支は次式で表わされる。

$$Q/g = a(S_0 - S)D/g + b$$

ここに、 Q = 酸素供給量 $= D(C_0 - C) + R_{La}(C^* - C)$ [$mg/l \cdot hr$]

C^* = 飽和溶解酸素濃度、 δ = 単位体積換算付着生物量 $= Z \cdot A/V$ [mg_{cell}/l]

a = 酸化・増殖に利用される酸素量 [$gO_2/g_{glucose}$]

b = 付着生物群の維持代謝に必要な酸素の比消費速度 [$gO_2/g_{cell} \cdot hr$]

この式について整理した結果を図6に示す。Run-1を除けばほぼ線型関係を満足している。したがって、消失したグルコースはエネルギーに転換されていると考えられる。

また、グルコースの消費に伴う酸素の消費速度は、稀釈率や供給グルコース濃度の影響を受けないことがわかる。

6. 窒素の収支 水質汚濁機構の解明には有機物だけでなく窒素の挙動も重要である。

Run-4は明らかに硝化の進行がみられたが、実験期間中、他の槽では硝化が進まなかった。たが、Run-5, 6でも少量の NO_2-N の生成がみられた。生物体中のNの含有率は10%と仮定してRun-4について窒素の収支をとり、図7に示す。収支はよく合っている。したがって、脱窒は起こらないと判断できる。

また、同時にアルカリ度の測定を行ない、理論式 $y = 7.15x$ (y = アルカリ度の減少量 [mg/l], x = NH_4-N の減少量 [mg/l])とよく一致することも確認した。

おわりに、本研究は、東北大学工学部教授 松本順一郎先生、同助手 大垣真一郎氏の御指導のもとに行なったものである。

- 〈参考文献〉 (1) 大垣真一郎、黄秉美、松本順一郎、土木学会第31回年次学術講演会 II-318, 1976.
(2) 大垣真一郎、藤山裕之、松本順一郎、日本水質汚濁研究会第11回水質汚濁研究に関するシンポジウム講演集, 1977.
(3) Dias, F.F. and Heukelekian, H., Applied Microbiology, 15, 5, 1967

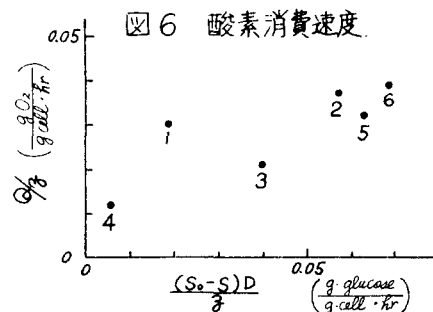
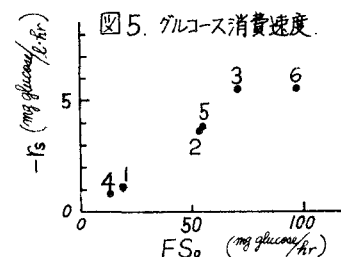
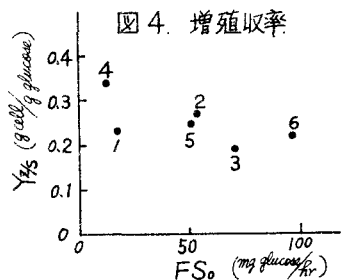


図7. Run-4の窒素形態

