

東北大学大学院 学生員 ○ 勝山 裕之
 東北大学工学部 正員 松本順一郎
 東京大学工学部 正員 大垣真一郎

1. はじめに 我々は有機物質による河川水質汚濁機構の解明のため、流れの混合特性が明確な単槽連続攪拌槽を用い、定常状態時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。

これまでは有機物指標としてBOD、CODを用いてきたが、さらにBOD、CODで表わされる水質の質的変化も重要であると考へ、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たことを試みた。

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を図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櫛型2枚羽根によって攪拌した。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植種した。基準の基質を表1に示す。

槽内の分析試料はミリポア社SS測定用メンブレンフィルターAP40で濾過した。溶存酸素はウィンラー・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ウム・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ろつばにかき落とし、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 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 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と酸素要求量に換算して図2に示す。図

図1. 実験装置.

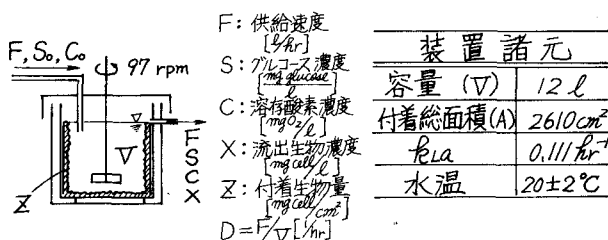


表1

基準基質組成
グルコース 18%
NH ₄ Cl 19%
KH ₂ PO ₄ 2.72%
Na ₂ HPO ₄ 6.63%
水道水
C:N:P=10:7:3

表2

Run No.	供給基質濃度 [mg/l]	F [l/hr]	X [mg/l]	C [mg/l]	S ₀ [mg/l]	S [mg/l]	NH ₄ -N [mg/l]	NO ₂ -N [mg/l]	NO ₃ -N [mg/l]
1	(表1)×0.5	4	3.0	1.01	4.36	6.22	1.85	1.77	0.084
2	(表1)	4	3.0	3.84	2.71	17.96	3.60	3.57	0.011
3	(表1)×1.5	4	3.0	3.80	1.34	23.50	2.93	5.79	0.008
4	(表1)×0.5	8	1.5	2.29	3.18	7.92	1.33	0.20	0.154
5	(表1)	4	3.0	3.87	4.73	17.01	2.91	3.53	0.563
6	(表1)×0.5	2	6.0	2.31	4.69	13.60	3.25	3.89	0.155
7	(表1)×0.5	4	3.0	3.10	5.20	12.43	1.62	2.21	0.745
8	(表1)×0.25	2	6.0	2.32	7.48	4.68	1.43	0.71	0.307

図2. 有機物の形態変化.

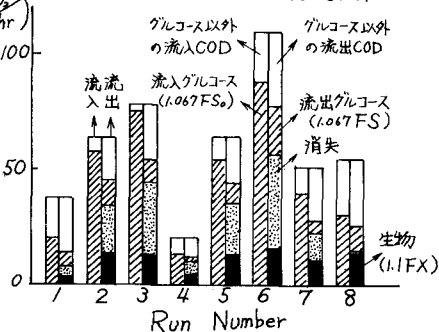
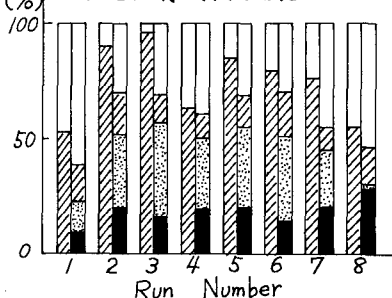


図3. 有機物の形態変化.



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、等と考えられる。

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。硝化が進んでいるRun-1, 8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で流出する割合などの槽でもほぼ同じであることがわかる。

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。その結果を供給グルコース負荷量(FS₀)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 (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について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 $-r_s = (S_0 - S)D$ より求め、供給グルコース負荷量(FS₀)に対してプロットしたものが図5である。基質をCODにヒッ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 一先、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。

$$Q_3 = a(S_0 - S)D_3 + b$$

ここに、 Q_3 = 酸素供給量 = $D(C_0 - C) + k_L a(C^* - C) \left[\frac{\text{mg O}_2}{\text{L} \cdot \text{hr}} \right]$

C^* = 飽和溶解酸素濃度、 3 = 単位体積換算付着生物量 = $Z \cdot A/V \left[\frac{\text{mg cell}}{\text{L}} \right]$ 、 a = 酸化・増殖に利用される酸素量 $[g O_2/g \text{ glucose}]$ 、 b = 付着生物群の維持代謝に必要な酸素の比消費速度 $[g O_2/g \text{ cell} \cdot \text{hr}]$ 。

この式について整理した結果を図6に示す。硝化に酸素が使われていると思われるRun-1, 8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. おわりに 本実験で得られた知見をまとめると、

- (i) 有機物が形態を変化するにあたり、その割合が供給基質負荷量に対してほぼ一定である。
- (ii) 基質消費速度は濃度よりむしろ供給基質負荷量の影響を受ける。

尚、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。今回の実験結果をみても、今後、硝化による影響についての検討が必要であると考えられる。

最後に、実験に協力してくれた当時東北大学学生 石井隆、内山茂身の両君に謝意を表します。

<参考文献>

- (1) 大垣真一郎、黄栗栄、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、勝山裕之、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。

