

藻類培養槽内の大腸菌群と腸球菌群の挙動について

岩手大学工学部 ○鈴木真一 徳田豊勝 相沢治郎  
大村達夫 大沼正郎

1.はじめに 近年、河川、湖沼等は人間の生活活動やその他の様々な要因によって富栄養化されてきている。この富栄養化現象のために藻類の異常増殖、いわゆる *Algal bloom* が発生し藻類の細胞外代謝性産物が水域内に放出され、湖沼内の生態系に対して多大の影響を及ぼす可能性がある。これらの水資源を再利用する場合、指標細菌である大腸菌群や腸球菌群が藻類の細胞外代謝性産物に対してどのような生存特性を示すのかという事はたいへん重要である。以上の観点よりここでは藻類の混合培養槽内での大腸菌群や腸球菌群の生存特性を調べた。

2.実験方法 実験に用いた完全混合連続流反応槽は容量が5Lであり反応槽の水理学的滞留時間は4日にセットされた。槽内への流入基質は *Chu* の培地を用いた。本実験において藻類種は盛岡市内にある高松の池から採取した水を遠心分離し、その沈殿物を反応槽に加えることにより行った。その後、藻類の増殖が肉眼的に認められ後に基質を流し始めその増殖が定常期に入った所であらかじめ同定分離しておいた指標細菌を反応槽に接種しその細菌数の経日変化を調べ生存特性を明らかにした。また細菌の藻類への付着性を調べるためにサンプル採取ごとに遠心分離したサンプル中の細菌数も測定した。更にフランク試験として反応槽内が *Chu* の培地のみの場合も細菌を接種しその細菌数の経日変化を調べた。反応槽に接種した菌株としては、同市内にある公園下水処理場から採水してきた生下水より大腸菌群の場合はデスコリト選択培地を用いて、腸球菌群の場合はEF培地を用いてそれぞれ分離したものを使用した。また菌株の同定は大腸菌群の場合はIMViC Test と Motility Test により行い *E. coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp. に分類した。腸球菌群の場合は糖類分解能(アラビース、メリチオース、リビトール、マンニトール)、TTC還元能、ゼラチン液化能の各試験により、*S. durans*, *S. faecium*, *S. faecalis*, *S. faecalis* var. *liquefaciens* の各種に分類した。これらの同定分離された各々の菌株がスラット保存され実験の際に用いられた。

3.実験結果及び考察 実験に用いた完全混合藻類培養反応槽の定常期における水質特性は第13回土木学会環境問題シンポジウム(1985)で示している様にMLSSが138mg/l, CODが約20ppm,  $NO_3-N$ が0.04ppm,  $PO_4-P$ が0.62ppmと示している。完全混合連続流反応槽内に瞬時的に大腸菌群及び腸球菌群をそれぞれ接種した場合の両細菌数の変化速度は、流入水中に細菌が含まれていないものとするとき次の様に表される。

$$\frac{dN}{dt} = -(1/\theta + k)N \quad \text{--- (1)}$$

次に  $t=0$  の時  $N=N_0$  とすれば、(1)式を積分して、

$$\ln(N/N_0) = -(1/\theta + k)t \quad \text{--- (2)}$$

ここで  $t$  は経過日数(日)、 $N$  及び  $N_0$  はそれぞれ  $t$  における細菌数(個/ml) と初期細菌数(個/ml)、 $\theta$  は水理学的滞

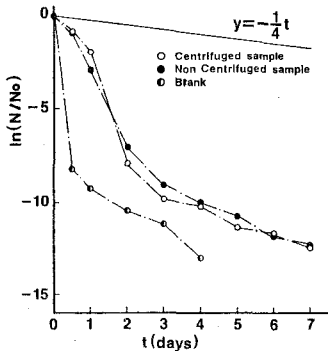


図-1) *E. coli* の生存曲線

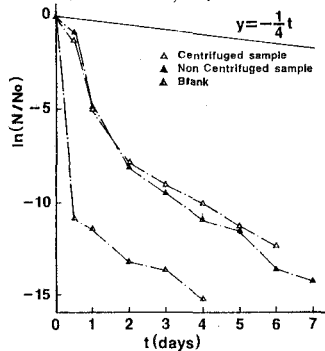


図-2) *Klebsiella* spp. の生存曲線

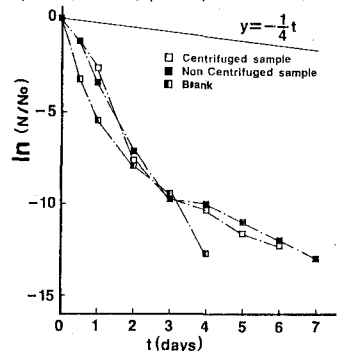


図-3) *Enterobacter* spp. の生存曲線

留時間(t), kは細菌の死滅速度係数(1/日)である。従つて(2)式より各々の細菌の死滅速度係数kを最小二乗法により実験結果から求めることができる。図1~7はそれぞれの菌株ごとの反応槽内での生存特性を示す。またこれらの生存曲線より得られた死滅速度係数が右表に示されている。また図中には示してある実線は保存性の物質の槽内での挙動を示しておりその勾配は水理学的滞留時間の逆数になっている。これらより大腸菌群は全てすみやかに死滅することがわかる。しかしながら実験開始後2日以降においては槽内の環境に対してかなりの抵抗性を示している。この点から菌型の変化が考えられるが、植種した菌株には海水中に植種した大腸菌群に見られる様な菌型の変化はみられず、実験終了時の菌型は植種したものと同様であった。またブランク試験においてはどの菌株も藻類が共存している場合よりすみやかに死滅することがわかる。これは藻類代謝生産物が大腸菌群の生存に有利に働いている可能性を示すものと考えられる。次に大腸菌群3種類の死滅速度を較べてみると上表に示される様に3者間でほとんど差が見られなことがわかった。更に藻類への吸着効果を較べてみると、大腸菌群の死滅過程にほとんど吸着効果を考慮しなくてもよいと思われる。腸球菌も大腸菌群と同様に反応槽内ですみやかに死滅することがわかる。しかし大腸菌群に見られる様な3日以降の環境に対する抵抗性はあまり見られず、実験終了時まで連続して死滅していくことが知られる。また腸球菌の死滅速度係数と大腸菌群のそれを比較してみると、腸球菌の値の方が小さく大腸菌群に較べて反応槽内において下まい生存力をもっていることがわかる。しかし環境に対する適応力は腸球菌の生存曲線に抵抗相が大きいことから、大腸菌群より劣るかもしれない。また腸球菌の間では、*S. faecium*の生存力が強く、*S. faecalis*が最も弱い。更に藻類への吸着性については大腸菌群と同様の結果が得られた。ブランク試験については、*S. faecalis* var. *liquefaciens*を除いて、実験結果に差がみられず、藻類には、*S. faecalis* var. *liquefaciens*を除いた菌型の生存にほとんど影響を与えないといえる。しかしながら、*S. faecalis* var. *liquefaciens*の場合には藻類の共存が生存に有利な条件と言える。

おわりに、大腸菌群は、藻類の共存する環境が、その生存において有利な環境条件になるものと思われる。腸球菌の場合には、*S. faecalis* var. *liquefaciens*のみがその条件を有しており、その他の菌型にはあまり影響がけないものと思われる。

《参考文献》 1). 大村ら、藻類の混合培養系における藻類代謝産物の評価、第13回環境問題シンポジウム、pp20-25(1985), 2). Omura et al. Wat. Sci. Tech., Vol. 14, PP115-126 (1982)

菌種	Centrifuged sample (1/day)	Non Centrifuged sample	Blank
E. coli	3.2071	2.8698	16.0316
K. spp.	3.8165	3.8085	21.3336
E. spp.	3.2864	3.0673	3.1254
S. durans	1.7226	2.1433	3.7395
S. faecium	1.5017	1.7520	1.5797
S. faecalis	2.5605	2.4600	3.3547
S. f. v. l.	1.8917	2.2229	12.3554

表-1) 死滅速度係数k

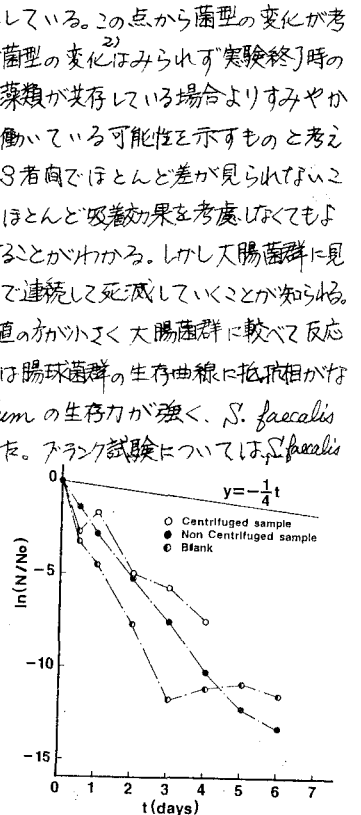


図-4) S. duransの生存曲線

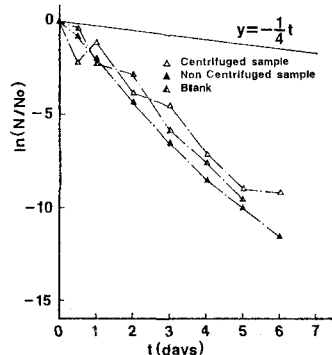


図-5) S. faeciumの生存曲線

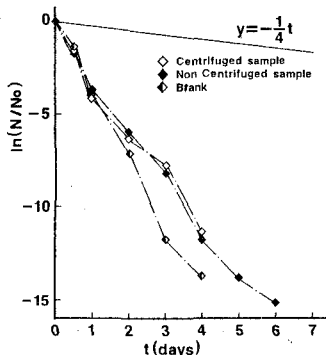


図-6) S. faecarisの生存曲線

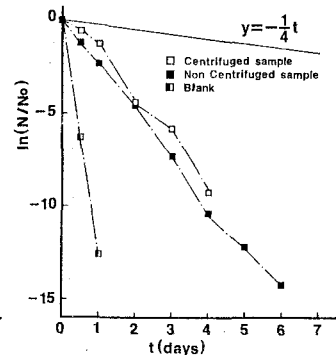


図-7) S. faecaris var. liquefaciensの生存曲線