

II-362 藻類培養槽内のふん便性指標細菌の挙動について

岩手大学工学部 ○鈴木 真一 大村 達夫
相沢 右郎 大沼 正郎

1) はじめに 近年、河川、湖沼等人間の生活活動やその他の要因によって富栄養化が進んでいる。この富栄養化現象のために藻類の異常増殖すなわち Algal bloom が発生し藻類の細胞外代謝生産物が水域内に放出し湖沼内の生態系に対して多大な影響を及ぼす。これらの水域の水を資源として再利用する場合、ふん便性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生産物に対してどの様な生存特性を示すかという事はたいへん重要である。以上より、本研究は藻類混合培養槽内でのふん便性指標細菌の生存特性を調べたものである。

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。槽内への流入基質としてはChu 培地を用いた。本実験における藻類種は盛岡市内にある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。その後藻類増殖が肉眼的に認められた後、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。更にブランク試験として反応槽内がChu 培地の場合も細菌を接種しその経日変化も調べた。これらの実験はそれぞれ3回ずつ行った。また接種した細菌株としては同市内の下水処理場から採りてきた生下水より、大腸菌群の場合はデスオキシコレート選択培地で、腸球菌群の場合はEFT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。腸球菌群は、糖類分解能(アラビノース, メリビオース, ソルビトール, マンニトール), TTC還元能, セラケン液化能の各試験によって、S. faecalis, S. faecalis var. liquefaciens, S. faecium, S. durans の各種に分類した。これらの同定分離された菌株がスラント保存され、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MLSS が138 mg/L CODが約20 ppm, NO₃-N が0.04 ppm, PO₄-P が0.62 ppm 程度となっている。完全混合槽内に瞬間的に細菌を接種した場合の両細菌数の変化速度は流入水中にその細菌が含まれていないものとすれば、次式で表せる。

$$dN/dt = -(1/\theta + k)N \quad (1)$$

$$\log_{10}(N/N_0) = -(1/\theta + k)t \quad (2)$$

ここでtは経過日数(日)、N及びN₀は時刻tにおける細菌数(個/ml)と初期細菌数(個/ml) θ(水理学的滞留時間(日))、kは細菌の死滅速度係数(1/日)である。従って(2)式より各々の細菌の死滅速度係数kを最小自乗法により実験結果から求めることができる。図1~3はそれぞれ菌株ごとの反応槽内での生存特性を示している。これらの生存特性より得られた死滅速度係数が表-1に示されている。また図中の勾配 1/4の実線は保存性の物質の槽内での挙動

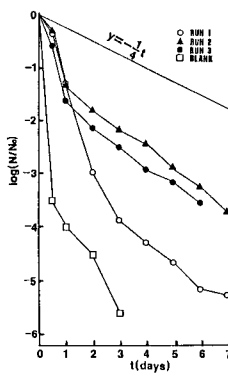


図-1) E. coli の生存曲線

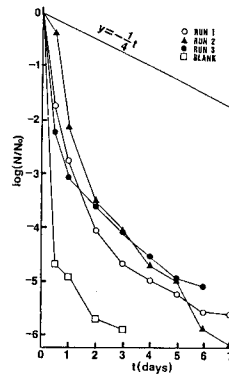


図-2) K. spp. の生存曲線

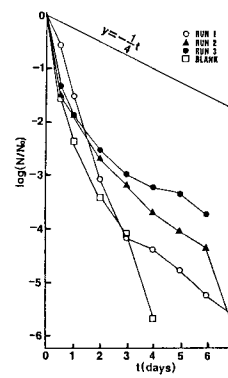


図-3) E. spp. の生存曲線

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、両菌群とも全てすみやかに死滅させることがわかる。しかしながら大腸菌群の場合は、実験開始後2日目以降において、槽内の環境に対してかなりの抵抗性を示している。この点から環境変化に伴う菌型の変化が考えられるが、接種した菌株には湖水中に接種された大腸菌群に見られる様な菌型の変化は見られず、実験終了時の菌型は接種したものと同様であった。

表-1) Death rate coefficients of coliform and enterococcus groups (1/day).

	Run 1	Run 2	Run 3	Ave.	Blank
E. coli.	1.19	0.71	0.94	0.95	6.83
K. spp.	2.00	1.51	3.09	2.20	9.13
E. spp.	1.19	1.84	1.79	1.61	2.21
S. faecalis	1.11	1.74	1.93	1.59	1.31
S. fae. var. liquefaciens	0.78	0.79	1.98	1.18	5.22
S. faecium	0.68	0.85	1.47	1.00	0.56
S. durans	0.87	2.61	2.16	1.88	1.52

またブランク試験において、大腸菌群の E. coli. 及び K. spp. そして腸球菌群の S. faecalis var. liquefaciens の場合は、藻類の存在下よりもすみやかに死滅した。これらの細菌にとっては藻類の存在が生存に有利に働くものと思われる。表-1に示される両細菌群の死滅速度係数は、図1~7までに示される生存曲線の2日目または3日以内の初期死滅状況から得られたものである。これらの細菌の死滅速度係数の平均値の間に有意差があるかどうかをt分布表を用いて検討したところ、有意水準10%においてさえも有意差は見られなかった。図-8, 9に大腸菌群及び腸球菌群の吸着効果を調べるために、3000rpmで遠心分離されたサンプルと遠心分離されないサンプルとの間の両菌数の相関が示されている。これらの図より両細菌群とも、遠心分離したサンプルにおいては遠心分離しないサンプルの10分の1から100分の1の値となった。また細菌数の高い場合も低い場合も、ほぼ同割合で遠心分離による細菌数の減少が見られた。従って、培養槽内の両細菌群の死滅速度は吸着の効果によって増減される可能性は少ないものと思われる。

おわりに、大腸菌群の E. coli. K. spp. 及び腸球菌群の S. faecalis var. liquefaciens は藻類の共存する環境が生存に有利な条件になるものと思われる。また両細菌群のそれぞれの菌種間における死滅速度係数には有意水準10%でさえも有意差が見られなかった。

なお本研究を進めるにあたり、徳田豊勝氏の助力を得たことをここに記し、謝意を表するものである。

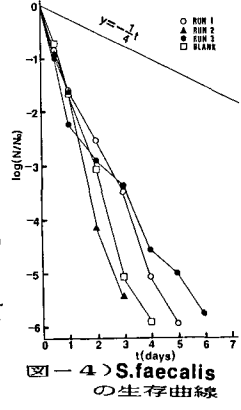


図-4) S. faecalis の生存曲線

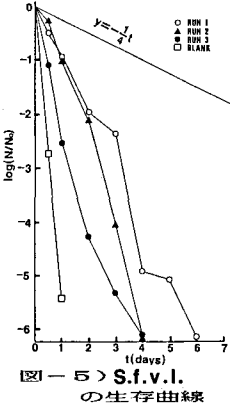


図-5) S. f. v. l. の生存曲線

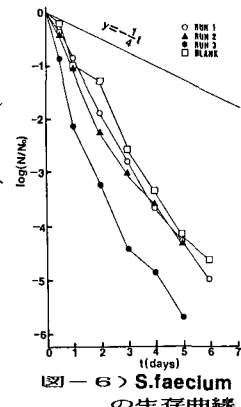


図-6) S. faecium の生存曲線

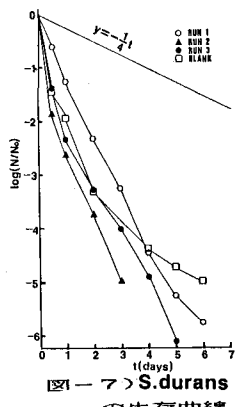


図-7) S. durans の生存曲線

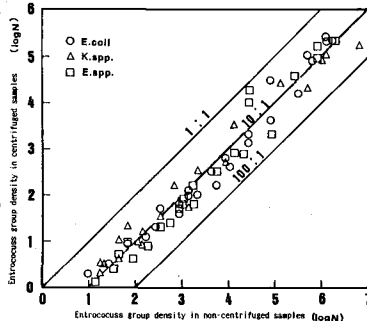


図-8) 遠心分離した sample と遠心分離しない sample における大腸菌数の相関

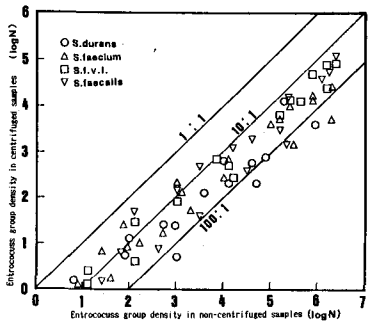


図-9) 遠心分離した sample と遠心分離しない sample における腸球菌数の相関

《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、および環境問題シンポジウム, PP 20~25 (1985)
- 2). Omura et al. Wat. Sci. Tech. Vol. 14 PP115~126 (1982)