

- (1) 微生物の比増殖速度ならびにBOD除去係数に対する基質濃度のべき関数表示
- (2) 活性汚泥微生物の連続培養系における非定常特性について
- (3) し尿の純酸素活性汚泥処理について
- (4) 活性汚泥と重金属(オ1報)——主としてCdについて——(討 議)

公衆衛生院 金子 光美
真柄 泰基

(1)~(4)の論文は活性汚泥に関する研究でありそれぞれに現在の関心事を取扱ったもので興味深い。(1)(2)は活性汚泥の比増殖速度と基質の関係を最近よく採用されている完全混合法のテクニックと理論を用いた研究であるがアプローチの仕方に差異がある。そこで各論文別にいくつかの点を討議してみたい。

(1)について

- ① (2-1)式の成立条件として、 μ は μ_m になるまでと基質濃度の範囲を限定しているがFreundlich型の修正式(2-1)'式が成立する範囲はMichaelis-Mentenの修正式(1-2)'から考えると $K_s \gg S^n$ のごく限られた範囲であるように思われるが筆者の考えとお伺いしたい。(2-7)式の成立条件についても同様であると考え。

$$\mu = \frac{\mu_{\max}}{K_s} S^n \quad (2-1)'$$

$$\mu = \mu_{\max} \frac{S^n}{K_s + S^n} \quad (1-2)'$$

ただし $C = \mu_{\max}/K_s$ と推察する。

$K_s \gg S^n$ の条件で(2-1)'式に近似する。

- ② 「回分法においては各希釈率についての連続培養が順次継続しているものと仮定すれば」という前提条件について、さらに詳細、明確な説明を頂きたい。
- ③ 実験条件から推察すると、水域やBODびん内で行なわれている微生物がなく、有機物が豊富にあるようなF/M比の高い条件でのBOD除去反応と対称とされているように思われるが、活性汚泥システムにおけるような低F/M比の条件下においても本反応が成立すると思うかどうか。
- ④ μ および $\mu_{\max}$ は実験結果から求めることは困難とされながら、表-2に示すような値を求め、それらの値に対応する K_s を提示されているが、その求める方法の説明が不明瞭であるのでもう少し詳細にお教え願いたい。さらにそれらの値と(2-17)式から得た L_s との整合性についてCおよび C_i の両者と勘案して検討された結果を説明してほしい。

(2)について

- ① Recycleの伴わない完全混合培養システムで得られた知見をRecycleを伴う生物学的な廃水処理システムの制御技術に応用あるいは発展させる直筋(基本的なもので結構)を説明して頂けると有難い。
- ② (8)式は間違っていないか
- ③ 細胞の炭水化物含有率とは下式のいづれか。(討議者は一応後者であると考えて読んだが)

$$\frac{\text{細胞の占める炭水化物}}{\text{混合液の炭水化物}} \times 100 \quad \text{あるいは} \quad \frac{\text{細胞の占める炭水化物濃度}}{\text{細胞の濃度}} \times 100$$

またこの微生物の生理的条件を示すパラメーターとして(細胞内炭水化物/核酸成分)あるいは(炭水化物/タンパク質)という従来著者が提案されてきたパラメーターとの関係を説明してほしい。

- ④ Monod式の定数 k_s および Y は式(7)、(8)から各希釈率について求めたことであるが、 Y は(9)式から求めるが k_s は両式から求めらる。筆者らの k_s (あるいは $\mu_{\max}$)を求める方法と説明して頂きたい。
- ⑤ 図-4に示される鎖線の意味、また「 $D < 0.2 h^{-1}$ において相対的に比呼吸速度の高い傾向がみられる」とい

う言葉の意味を明確化してほしい。図-4は比呼吸速度とDの関係が $D \leq 0.2 \text{ h}^{-1}$ と頂点とする下に凸の関係にあることを示しており著者らの論旨と合わないように思われる。

⑥ 図-11, 12の実験条件について、また図-7~12についてXの過渡応答曲線、および Δt が全ての実験条件において同一であるかどうかを明らかにしてほしい。特に Δt の取り方について著者らが記述しているように振動現象が生じているとすればそのスペクトル中を勘案して取りなければならぬものと思われる。

⑦ 図-14において、 $D = 0.133 \text{ h}^{-1}$, 0.252 h^{-1} の2条件のみが一度増加し、他の4条件ではStep変化に伴う新しい状態、すなわち高い値で定常になっていると考えることもできる。また著者は触れていないが、これらの結果からStep変化に対応した新しい定常状態に達するに要する時間は1~2日であると考えられる。

⑧ 図-15に示されたデータの出所を明らかにされたい。とあるのは表-2に F_0 が0.8以上の実験条件はないことや実験No. C-1では S_{peak}/S_T の値は7程度になっていことなど図-15に示されるような明瞭な関係が得られるかどうかは疑問であり、それ以降の論旨を進めるのは早急であるまいかと懸念するからである。

⑨ 「増殖Capacity」なる言葉の定義づけをより明解かつ詳細に説明して頂きたい。例えば(12)式に示される μ と(3)式で示される μ とは如何なる関係にあり、(12)式における μ_{max} と R_F の意味は何であり、それらの数値はどのような方法(例. Lineweaver-Burk typeのプロットからか)で求められたか。

⑩ 「非定常下の転換率の変化も(12)式および(14)式から理論的に求めることが可能となろう」とあるが(14)式は定常状態で成立するものであつて、非定常下でも成立すると考え、上記のような記述をされているのか。

⑪ (4-C)の項がそれまで記述されてきた内容とどのような補完性があるのかよく分らない。

⑫ 以上、論文の進行にしたがって疑問点を提示したが總括として2~3のことと記したい。

i) 第9回討論会において著者の論文についての討議者が指適されていることであるが、定義もしくは算出方法を明確にしてからでない、使用する言葉が単純に用いられており、論文の本旨を把握することが非常に困難である

ii) μ , Y の変化することはさうに多くの文献で示されており、一般的事実と云う感があり、混合培養系では一層必然的と考えられる。混合微生物集団を一つのmassと考えると μ の変化するのは μ_{max} が変化しても起りうることでそのような報文もあるがこの考え方に留意されたい。

iii) 比消費速度 $z = \frac{1}{Y} \left(\frac{dS}{dt} \right)_{consumption}$ 、定常状態では $z = D/Y_{ss}$ からの考察を行なうかどうか。 S_{in} 一定でDを変化させても同じ結論が得られるか否か。

iv) 結論として著者はMonodの式を肯定するの否定するの。上記④の点がよく理解できないので討議者は本論文はMonodの式に始まってMonodの式に終わっているように感じられる。このあたりの所意見と拝聴したい。

⑬) について

純酸素エアレーションと尿処理に適用しても下水処理の場合と同じような利点があるという結果を得た報告である。空気法と酸素法の効果の相違に關する報告は多くみられるようになったがなぜその相違が生じるのかという根本的な点を指摘しているものが少ない。そこで本報についても討論会という性質上多少なりともこの点に触れて頂きたい。実験結果を整理してつぎの発展のための理論が含まれていないと十分の討議ができない。しかし実験結果のみの報告も貴重なものであり気がついたことについて2~3お伺いしたい。

① 空気法と酸素法の両方を行ない両者の比較をしているが、なぜ対称となる空気法のMLSSを酸素法の半分以下(ゆえに滞留時間が2倍以上)、すなわちたとえ同じ負荷でも高MLSSで酸素法を行なうのだから同じ条件の対称と比較しなければならぬ。もし空気法でも高MLSSを試みて高濃度が維持できなかったならその理由。

② 表-2において汚泥の沈降性の割には透視度の差がないことについてはどう考えらるまいだろうか。

③ 表-2のデータにおいて、数値は揃っているが考察が加えてない項目(水面積負荷, COD_{rel})があるがど

のような取扱を考えているのかお伺いしたい。

④ BOD-SS負荷とBOD除去率の関係の図は加えてほしい。

⑤ ①式の各係数は都市下水と異なりし尿の場合は流入水中のSSの性質、SS分解酵素系の相異、SSの未転換分の増加などにより係数が大となっているのではないかと。なぜなら α 値は都市下水と差がないのに Q 値は差があるから。ということは Q 値は厳密な意味で除去BODの汚泥転換率ではなく単なる除去BODと汚泥生成の比である。

⑥ 4枚目下段に「はじめに希釈して処理するよりも、希釈水を処理前後に適当にふりあてた方が希釈水の節約になる…」とあるがこの文章から受ける印象は排水濃度が基準に合いさえすればよいという態度が感じられ、総量規制の必要が高まっていること、およびよりよい処理法、より除去量を多くすることを求めて研究は努力していることを考えると、現在の企業の態度が正直に表現されているのを感じるような気がして淋しさを感ずる。

(4)について

実験結果はいままで重金属に関する文献から推測できる範囲のものと思われるが実プラントのデータとともにCdに関する精力的実験は大へん参考となる。活性汚泥と重金属のかかり合いの機構より現象面に主眼がおかれている研究であると推察されるがこまかい点についてお伺いしたい。

① 表-1の溶解性重金属の具体的分別方法および放流水中の濃度(あるいは量)についての測定値、返送汚泥液の溶解性重金属濃度の測定値があればお教え願いたい。

② 実験室でのCdの收支の結果と同程度の汚泥へのCdの移行が実プラントにみられるか否か、またCdの流入水濃度が等しくて蓄積量が異なる原因については多くの要因が考えられるが、この点について何らかの興味ある知見が得られているからお教え願いたい。

③ 3の実験の細菌増殖曲線と拝見したい。また細菌計数のための培養培地の種類および初期細菌数を伺いたい。酵素びん法とplate count および日間隔という条件では正確さが求まりにくいと思われるが。

④ 表-4、A-4の実験でCdのほかに $HgCl_2$ を加えたことに特別の意味があるかどうか。

⑤ 連続実験においてCd流入増加にしたがってVSS/SS比、BOD除去率が小さくなるにつれて汚泥生成量あるいは転換率が大きくなる原因について御意見を伺いたい。その一因は図-2の汚泥の自己酸化速度の減少が考えられようが、これに対する原生動物の存否による影響の可能性、汚泥自身の代謝活性との関係についてもデータがあればお示し願えれば幸いです。

⑥ B、D装置にCd入りしきものが確認されたようですが、もしCdSとすれば槽内の酸化還元状態が他装置と異なることも考えられるが如何でしょうか、Dレベルを知りたい。ついでに水温の範囲を明示願いたい。