

北海道大学 工学部 ○学生員 加藤 善盛
正会員 寺嶋 重雄

I. はじめに

活性汚泥の性状を記述するため(主に活性汚泥槽内)種々の活性度指標が提示されてきた。本報告は問題を明らかにするため各活性度指標について意義、有効性、問題点について若干ふれ、新しく細胞成分を考慮した活性度指標の提示を行いその有効性について検討を加えたものである。活性汚泥プロセスの制御は対象微生物の内部環境の制御を究極の目的とする外部環境の制御と考えられるから、両環境の相互作用のモデル化が必要となる訳である。特に内部環境の記述は今後ますます多くなると思われる非定常解析にとって重要な意味をもつものとなろう。

II. 活性度指標の種類、意義、問題点

現在、活性汚泥について適用されつつある指標を含めて要点を簡単に表-1に示した。この他活性生物量を表わす活性基準指標(例えばSS、VSS、DNA生数等)があるがここでは述べない。表-1のうち構造モデルは他の活性度指標と比較的容易に関連づけが可能と思われるので以下検討を加えた。

III. 細胞成分を考慮した活性度指標について

上記の観点から構造モデルを想定した。活性化因子を細胞成分にとる訳であるが、演者が行った核酸合成とグリコーゲン蓄積に関する実験結果¹⁾から、まず細胞質合成に参与する主要生体成分として全核酸量を考えまた内部環境の阻害因子として生体一般の貯蔵物質

であるグリコーゲンをとりその比(N/G)(N :全核酸量, G :グリコーゲン)を活性化因子、(すなわち比増殖速度はこの比によつて比例的に制御されている)とするものである。そこで次式で活性度関数を表わした。

$$\mu_t = \lambda_{\max} (N/G) \text{ ----- (1) } (\text{ここに } \lambda_{\max} \text{ : 外部環境因子が制限とならない条件下での最大比増殖速度})$$

ここでは生体成分の合成に直接関与している成分として全核酸量を用いたが、全核酸のうち細胞あたりのDNAはほぼ一定であることがわかっており、実際にはRNAが関与していると思われる。しかしながら定量法の簡便さから便宜的に全核酸量で代表させうれば都合がよい。またGについては細胞の全炭水化物の大部分(90%以上)がグリコーゲン様多糖類として存在していることがわかっており¹⁾、細胞全炭水化物で代表させてもよいであろう。

III-1 実験的検討

(1)式の妥当性を三つの実験例で検討した。 (N/G) 比を人為的に変えた回分実験(図-1)、連続流(ケラット系)実験(図-2)がそれである。また *A. aerogenes* の連続流純培養に関するデータも整理した(図-3)。これら三つの結果が示すように基質、培養系が異つても(1)式がほぼ適用できるとしてよいであろう。ここに挙げた実験例で μ はみかけの比増殖速度にとつてはいるから、維持代謝または死滅による負の比増殖速度(μ_d)を考慮する必要がある。そこで μ を真の比増殖速度とすれば、

表-1 活性度指標の種類と意義および問題点

主要指標	モデル	意義及び有効性	問題点
A 増殖活性度 (比増殖速度) ↑ ↓ 基質除去活性度	Monodモデル	最も一般に動力学解析に利用されている。外部環境因子(基質濃度)の増殖段階を考慮	内部環境の変化を表現できない。例えば lag phase の説明ができない。
	菌令分布モデル	個体群としての菌令より一歩進め個体レベルで変化する。各菌令の増殖活性その他の生理的現象の個体レベルでの解析が可能	定式化が困難と考えられる。
	構造モデル	生理状態 → 生体成分の合成に力を与える 他の汚泥性状(例えば沈降性)等の現象の可能性がある	変数となる各成分の合成に関するモデル化がさらに必要である。
B 呼吸活性度	-----	物質収支計算に不可欠 — 工業プロセスとの密接な関連 測定が簡便 → 自動測定が可能	適応酵素系、構成酵素系の違いを区別する。(添加基質の水素受容体の同定……酸素の問題)
C 脱水素酵素活性度	-----	毒物の侵入等阻害効果の相対的比較測定に有効	細胞内の還元還元電位に関係があるため、他の還元物質(細胞内、外)によつて妨害を受ける。
D ATPレベル	-----	生体のエネルギー貯蔵量と代謝活動の関連づけ、代謝調節機構の導入の可能性が大きい	フルール性を有しかつ蓄積による代謝経路の阻害自体が1つの調節機構となっており、活性度指標とするには検討が必要

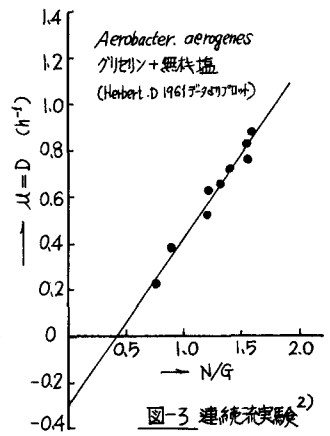
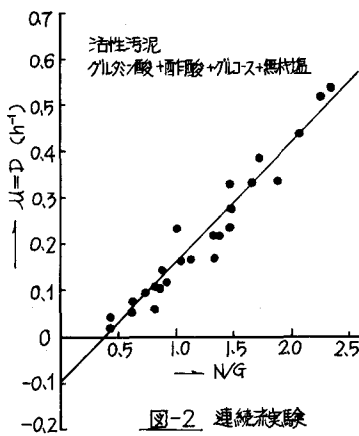
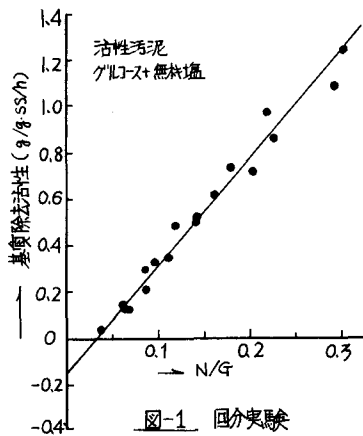
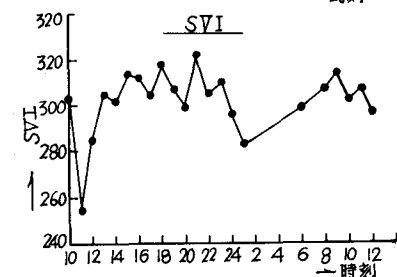
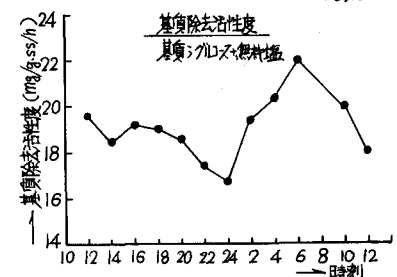
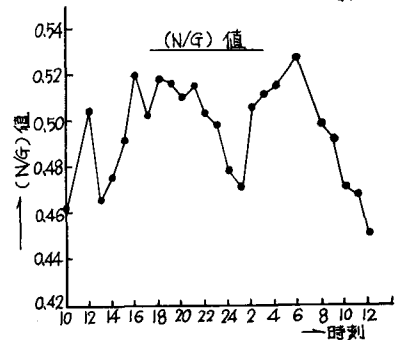
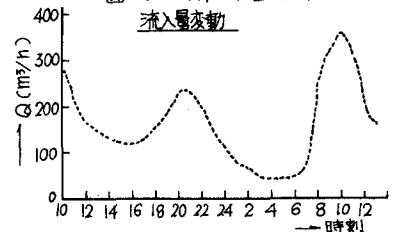


図-4 江別市O処理プラント



$\mu_t = \mu + \mu_d$ (2) この関係を (1) 式に代入すると $\mu = \lambda_{max} (N/G) - \mu_d$ (3) となり図中の切片が μ_d に相当する。ここで Monod モデルと比較すると基質濃度が律速とならない条件を考えているから $\mu_t = \mu_{max} (S/K_{sp} + S) \approx \mu_{max} (K_{sp} \ll S)$ $\lambda_{max} (N/G)$ となり (S は基質濃度)、 μ_m を内部環境因子の一つである (N) と (G) の関数として表わしたことになる。III-2 実プラント汚泥に関する検討; 通日試験により (N/G) 比と基質除去活性度を追跡した (図-4)。その結果活性度と (N/G) 比の変動は予期以上の一致したパターンを示した。流入量の変動、SVI の変動も同図に示す。基質除去活性度の変動は比較的小さいが、これは添加基質に問題があることと、本エアレーション施設が完全混合型であることを反映しているものと思われる。また (N/G) 比は 0.45~0.53 の範囲であった。上に示した二つの連続流実験結果から得られる関数関係が (図-2、図-3) そのまゝ実プラント汚泥にも適用しようと仮定すると上記の (N/G) 比の値を代入して Monod 式の μ_m として約 2~4 倍の変動幅となった。その値は平均的にそれぞれ $3.6 \times 10^{-2} (h^{-1})$ (図-2)、 $5.5 \times 10^{-2} (h^{-1})$ (図-3) という値が得られた。須藤³⁾は実プラント汚泥について、原生動物のマスバランスから $2.5 \times 10^{-2} (h^{-1})$ 程度と推定しており上記の値とはほぼ一致し興味ある結果となった。

IV. まとめ 以上要約すると (i) 活性因子として (N/G) 比が有効なことを示した。 (ii) これにより内部環境因子の記述がある程度可能になったと考える。 (iii) 連続流実験結果から得られた活性度関数が実プラント汚泥にも適用可能と仮定した時、 μ_m は $3.6 \times 10^{-2} (h^{-1}) \sim 5.5 \times 10^{-2} (h^{-1})$ 程度と推定された。

向題案. (i) 活性度関数関係を原則的に実プラント汚泥に適用するにはさらに検討を要する。 (ii) (N/G) に関する合成機構をどのようにモデル化するか。 (iii) 他の活性度指標 (特に呼吸活性度) あるいは汚泥性状 (沈降性状) と関連づけが可能なか。以上の諸点についてさらに検討を加えていきたい。

おわりに、実験を主体的に担ってくれた井上雄三君、山口伸一君に謝意を表します。

V. 参考文献 1) 寺嶋, 加藤 「活性汚泥のタンパク質核酸の合成およびアミノ酸の蓄積」 日本微生物学会誌 21(1961) 2) HERBERT, D. (1961) 11th Symposium of the Society for General Microbiology. 3) 須藤, 合葉 「活性汚泥の生物相の関与に関する基礎的研究 (第2報)」 日本微生物学会誌 21(1961)