

福岡大学 正員 ○大西和菜
 正員 花嶋正孝
 正員 松藤康司
 正員 山崎惟義

1. はじめに

埋立地における廃棄物の早期安定化に果す微生物の代謝機能の重要な役割が認識されてきているが、埋立てられた廃棄物中の微生物活動のDYNAMICS についてのMODEL化は、微生物研究自体の困難さのためか、廃水や他の廃棄物処理のそれに比べ遅れている。現状では実験研究が先行しているためにRETROSPECTIVEな理論付けを行わざるを得ないが、浸出液中の一定の属性をもつ微生物集団(例えば一般細菌や好熱性細菌)に対し、特定の培養条件を通して見た菌体量(菌数濃度 1/mL 浸出液)について確率化を行い、菌体量、基質濃度、代謝産物濃度を変数とする確率微分方程式にMODEL化し、好気性埋立実験槽中の廃棄物の経年の安定化について検討した。

2. 実験結果

前報 RUN 3 に示した充填物と埋立構造をもつ埋立実験槽から得られた浸出液中の一般細菌数の経年変化を図1に示す。また好熱性細菌(芽胞形成菌)数の経年変化を図2に示す。埋立における細菌数の増殖経過で重要な指標としては、対数増殖期を過ぎ定常期に達したときの最大細菌数と、後に続く死滅期における減衰率の2つであることを考慮して、実験結果からTREND(長期傾向)を分離した後、CORRELOGRAM解析により周期性と持続性を検出し、実験のまとめとした。図1, 2は対数増殖期末期以後の増殖曲線を与え、死滅期における細菌数の対数のTRENDは、はじめ直線的に減少し、ある一定値に漸近することが読みとれる。

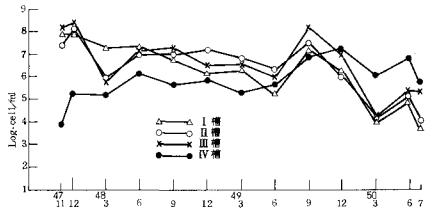


図1 一般細菌の経年変化

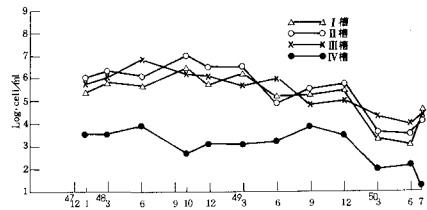
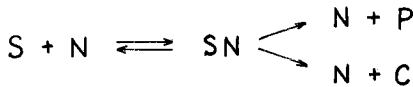


図2 好熱性細菌の経年変化

3. 微生物と物質代謝の速度論

BATCH系における酵素反応速度論の類推を手掛りに、廃棄物中の微生物をN, 基質をS, 生成物をPとすると反応式



が想定される。ここにSNは中間複合体(その実体は不明)、最右辺の平行反応によって得られるCは微生物個体の維持のために消費される部分を表す。濃度も同じ文字で書いて、仮定:(1)比S/N=q(定数)のとき比増殖速度 $\mu=0$, (2)時刻tに依らず、Nの一定割合がSNで存在する。i.e., $d(SN/N)/dt = 0$, のもとで

微生物律速 : $\frac{dN}{dt} = \mu N$ (Monodの式) (1)

ここに MICHAELIS-MENTEN の式を修正して $\mu = \mu_{\max} \frac{S - qN}{K + S}$
 (μ_{\max} は最大比増殖速度, K は MICHAELIS 定数)

$$\text{基質律速} : \frac{dS}{dt} = -\frac{1}{Y} \left(\frac{\mu}{S} + a \right) SN \quad (2)$$

ここに Y は増殖効率であり, a を比維持定数 (服部の比維持定数とは別もの) と呼ぶ。

$$\text{生産物律速} : \frac{dP}{dt} = \frac{\mu}{Y} N \quad (3)$$

$$\frac{dC}{dt} = \frac{a}{Y} SN \quad (4)$$

を得る。式 (3) ÷ (1) より P は N に比例し, 式 (2) + (3) + (4) より保存則 $S + P + C = S_0$ (一定) が成り立つ。

基礎方程式 (1) ~ (4) の古典解で説明できる廃棄物中の微生物動態と, 古典解では説明できない確率微分方程式として考えた式 (1) ~ (4) の解ではじめて説明できる動態について述べ, 浸出液中の微生物からみた廃棄物中微生物の困難さについて考察する。

N と S の初濃度を N_0 , S_0 とする。変換 $N^* = N/N_0$, $S^* = S/S_0$, $P^* = P/S_0$, $C^* = C/S_0$, $\tau^* = t/\mu_{\max}$ を施して式 (1) ~ (4) を無次元化し, 無次元の PARAMETERS を適当な値; $q^* = qN_0/S_0 = 10^{-4}$, $K^* = K/S_0 = 0.2$, $Y^* = YS_0/N_0 = 10^4$, $\alpha^* = \alpha S_0/\mu_{\max} = 0.5$ に選んで, ADAMS-MOULTON 法によって解いた古典解の 1 例を図 3 に示す。 N^* の最大値から最大細菌数が推定され, 死滅期の直線部分から減衰率が算定できる。

4. まとめ

浸出液中の微生物と廃棄物中の微生物との関係を求める問題が解決されなければならない。また, 異なる属性をもつ微生物群間の遷移生態と廃棄物の早期安定化との MECHANISM について MODEL 化する場合には, 基質や代謝産物を同定する必要がある。酸素, 水分, 温度等の要因の効果と偶然変動とを分離することは考慮しなかった。再現性についての CHECK は不完全である。更に廃棄物層を RANDOM FIELD ととらえた MODEL 化については現在検討中である。

本研究は文部省科学研究費による研究の一部である。また, 数値計算は本学応用数学科の小柳洋子・小畑錦子助手による。記して謝意を表する。

参考文献 花嶋正孝, 他: 廃棄物埋立における生物学的アプローチ, 土と微生物, No. 19 (1977) 松藤康司, 他: 埋立構造と微生物, 第 16 回衛生工学研究討論会講演論文集, 117-124 (1980) 古坂澄石: 土壤微生物入門, 共立全書, 177 (1969) 服部勉: 微生物生態入門, 東大出版 (1978) 藤田賢二: 好気性連続コンポスト発酵槽の解析, 都市と廃棄物, 23-36, Vol. 9, No. 9 (1979) —: 回分式コンポスト発酵槽の解析, id., 33-36 Vol. 10, No. 1 (1980) ANDREWS, G. E., et al., : NEW APPROACH TO BACTERIAL KINETICS IN WASTEWATER, J. OF THE ENVIRONMENTAL ENG. DIV., PROC. ASCE, Vol. 103, No. EE6 (1977) BERAN, M. J.: STATISTICAL CONTINUUM THEORIES, INTERSCIENCE (1968) 今村勤: 確率場の数学, 岩波書店 (1976) GOEL, N. S., et al., : (邦訳) 生物学における確率過程の理論, 産業図書 (1974) 鈴木栄一: 気象統計学, 地人書館 (1968)

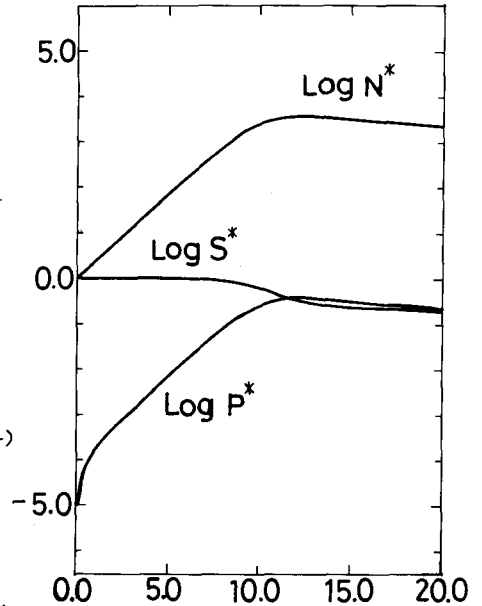


図3 菌体量 N , 基質濃度 S , 代謝産物 P の古典解