

活性汚泥は heterogenous な微生物群から成り、その基質となる下・廃水は複雑なる混合基質であるので、酵素学、醗酵工業の分野で多用されている Michaelis-Menten 式をそのまま活性汚泥法に適用するには多くの問題がある。近年、多くの研究者によりこの Michaelis-Menten 式を拡大解釈して活性汚泥法に適用しようとする試みがなされている。^{(1)~(3)} 本論文も 2 種の基質が同一の活性中心で触媒される場合に起こる 2 基質間の培抗現象を説明する酵素反応理論式⁽⁴⁾を活性汚泥法に応用したもので、今後の研究の発展が期待される。以下、疑問に思った点を列挙するのでご教示願いたい。

- (1) 供試汚泥について：表-1 に示す前培養培地には、Vitamine 等の growth factor の他に、 Ca^{2+} 、 Fe^{3+} 等の金属イオンが欠乏しているので、その沈降特性、浄化特性が一般の活性汚泥とかなり違っていると考えられるが如何だろうか。
- (2) 最大比消費速度 ($\hat{v}$)、飽和定数 (K) の決定について： $\hat{v}$ 、 K の決定を回分法で行い、初発基質濃度と比基質除去速度の関係から図-1、図-3 の結果を得、 $\hat{v}$ 、 K を決定している。 $\hat{v}$ 、 K は Lineweaver-Burk プロットで決定されたと思うが、信頼性のある $\hat{v}$ 、 K を得るには、特に低基質濃度域でのデータが要求される。回分培養試験に吸着能の高い汚泥を用いられるので、初発濃度の低い場合には図-2 に示すような正確なる基質除去直線が得られなかったと推察される。Chemostat のような連続系で実験を行えば、もっと信頼性のある $\hat{v}$ 、 K が得られるものと考えられる。
- (3) 図-9 で、初発グルコース濃度が高くなった場合の除去速度低下の理由を、中間代謝物の蓄積効果によるものとされているが、図-9 の実験は活性汚泥法で使われる BOD-SS 負荷 (または BOD-SS 除去速度) からみると基質阻害が予測される高負荷域での実験とみなせるが、この点につき如何お考えになるか。
- (4) 討議者は、低基質濃度、低微生物濃度で運転される活性汚泥法の基質除去動力学式として、以下に示す修正 Michaelis-Menten 式を提案している⁽⁵⁾。

$$n\ell + S \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} (n\ell - S) \xrightarrow{k_3} n \cdot p + S \quad \dots\dots\dots ①$$

ここで、 S は活性汚泥、 ℓ は基質、 p は生産物、 $(n\ell - S)$ は基質と活性汚泥の複合体、 k_1 、 k_2 、 k_3 は反応速度恒数、 n は定数である。①式から n 次の Michaelis-Menten 式が導かれる⁽⁶⁾。

$$v = \frac{v_{\max} \ell_e^n}{K_m + \ell_e^n}, \quad K_m = [K_m] S^m, \quad v = \frac{v_{\max} \frac{\ell_e^n}{S^m}}{[K_m] + \frac{\ell_e^n}{S^m}} \quad \dots\dots\dots ②$$

ここで、 v は基質除去速度 (1/日)、 $v_{\max}$ は最大基質除去速度 (1/日)、 K_m は Michaelis 恒数 ($= \frac{k_2 + k_3}{k_1}$)、 ℓ_e は平衡基質濃度 (mg/ℓ)、 S は活性汚泥濃度 (mg/ℓ)、 $[K_m]$ は修正飽和恒数。

Contois⁽⁷⁾ は、*Aerobacter aerogenes* の連続培養の結果から、 K_m が流入基質濃度の関数となることを明らかにし、Michaelis-Menten 式を次のように修正した。

$$v = \frac{v_{\max} \left(\frac{\ell_e}{S}\right)}{K'_m + \left(\frac{\ell_e}{S}\right)} \quad \dots\dots\dots ③$$

②式、③式を考慮に入れ、 $m = n$ とすると、次の修正 Michaelis-Menten 式が得られる。

$$v = \frac{v_{\max} \left(\frac{\ell_e}{S}\right)^n}{[K_m] + \left(\frac{\ell_e}{S}\right)^n} \quad \dots\dots\dots ④$$

ここで、 $[K_m]$ は修正 Michaelis 恒数である。

④式は、活性汚泥による基質除去が活性部位における基質の飽和度 ($\frac{\ell_e}{S}$) の関数にしたがうとしたもので、討議者はこの式によって種々の条件下における活性汚泥法の基質除去データをうまく説明できることを認めている。

著者のように酵素レベルから fine に活性汚泥の基質除去反応をとらえる方法も大切かと思うが、提案される動力学式の一般化、実用化ということを考えれば、あまり微に入りすぎるのは問題があり、一般化の容易な④式によるような取扱いも並行して考慮して欲しいと思う。

参 考 文 献

- (1) Grau. P. et al. : Water Research, Vol. 9, 636 (1975)
- (2) Barder, F. G. : Biotechnol. Bioeng, Vol. XX, 183 (1978)
- (3) Borghi, M. D. et al. : Biotechnol. Bioeng, Vol. XX, 203 (1978)
- (4) 西沢, 志村 : 入門酵素化学, 35, 南江堂 (1970)
- (5) 橋本 : 環境技術, Vol. 6, 9 (1977)
- (6) 赤堀編 : 酵素研究法, Vol. 1, 223, 朝倉書店 (1955)
- (7) Contois, D. E. : J. Gen. Microbiol., Vol. 21, 40 (1959)