

京都大学 工学部 正員 中西 弘

大阪市 土政局 正員 ○内田 信一郎

1. 概説. 現在、汚濁物質の示標として、 BOD 、 COD 、 SS あるいは、各種の窒素などが、用いられているが、これらの汚濁物質の生物浄化を対象とした場合、 BOD 示標が重要視されている。また生物浄化の生理的意義から窒素や炭素の示標が、重要である。 BOD に関しては、複雑な汚水基質を一つにまとめ単一の示標で表現した所に意義があるが、測定に長時間を要する事が欠点であり、この点 BOD に代わる他の合理的な示標の出現が望ましい。この事に関し研究を進め、その一つとして自由エネルギーと BOD との関係について理論的、実験的な検討を行った。

続いて、 BOD で代表される各種の汚濁物質が、活性汚泥によって除去・代謝される過程を追求し、溶液中の基質、窒素、炭素の除去、酸素吸収および、汚泥の増殖、汚泥構成物質の変化など、その相互関係を追求した。測定項目が多く、測定精度などの点で多くは期待出来なかったが、その意味ある事実が見出された。以下その結果について報告する。

2. BOD_5 と自由エネルギー (ΔF_{ox}) 下水中の汚濁性有機物が、微生物により酸化される時に必要とする酸素量を示さる BOD_5 は、結果が求まるまでに 5 日間を要するという使用上の最大の欠点がある。そこで J. A. Serwigi や R. H. Bogan が熱力学的観点から見た生物学的酸化や合成の理論を検討した。以下の理論展開に必要な自由エネルギーに関する資料を計算表-I に示した。

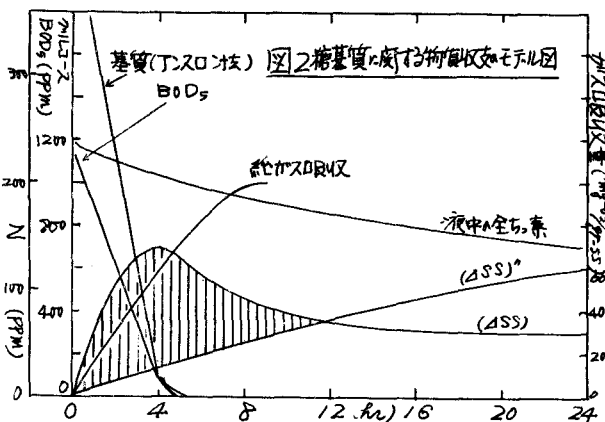
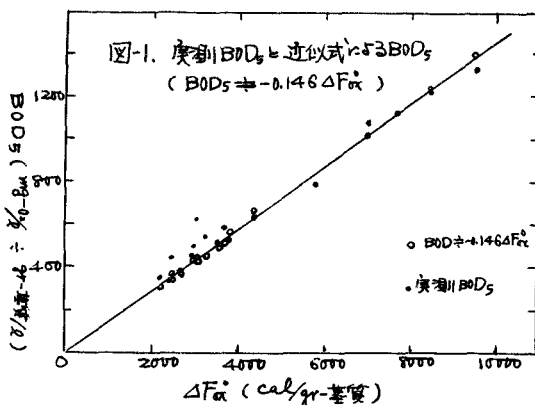
基質 1 モルより生成される汚泥量は、基質 1 モルから生成される ATP に比例し、またこの結合 ATP エネルギーが、微生物により利用され汚泥が合成される。生成汚泥量 Y 、基質が完全酸化された時に遊離する自由エネルギー ΔF_{ox} 、 K は比例定数として、 $Y = -K \Delta F_{ox}$ が求められている。汚泥の合成率 (f_s) は、炭素バランスより、 $f_s = \frac{1}{C_0} \cdot \frac{C_0}{12} Y$ となる。 C_0 は、汚泥中の炭素の割合で約 0.52 であり、 C は基質中の炭素のモル数、また基質の酸化率は、 $f_o = 1 - f_s$ より求められ上式を代入して次の関係が得られる。 $f_o = 1 + \frac{C}{12} K \cdot \frac{\Delta F_{ox}}{C}$ 。 BOD_5 と TOD は近似的に $BOD_5 = f_o \cdot TOD$ であり、前述の f_o に $C_0 = 0.52$ 、 $K = 0.108$ (J. A. Serwigi が求めた値) を代入し、表-I や他の有機物の TOD と ΔF_{ox} との関係式 $\Delta F_{ox} = -3.44 \cdot TOD$ を代入して $BOD_5 \div (1 - 0.016 \cdot \frac{TOD}{C}) \cdot TOD$ となる。 TOD が多くの有機物について計算しその平均として 31.1 が得られたので BOD_5 に代入して $BOD_5 \div -0.146 \Delta F_{ox}$ が得られた。 BOD_5 、 ΔF_{ox} の単位として、 $(\frac{mg-O_2}{g-有機物})$ 、 $(\frac{cal}{g-有機物})$ を用いた。多くの有機物について BOD_5 を測定し、その有機物のもつ自由エネルギーを図-1 に示した。この図が関係式によると、 BOD_5 は、下水中に存在する基質によるエネルギー的に見た下水の栄養価と同じであり、 BOD_5 を示標とした汚濁度および微生物に対する負荷も同じとなり、 BOD_5 の微生物反応における基質の示標として意義がある。

3. 糖類の吸着と窒素の挙動。フルコース、サッカースに馴致した汚泥で、これらの基質と NH_4Cl とを与え時の BOD_5 などを図-2 に示した。液中から除去された窒素はすべて汚泥生成に用いられ、又汚泥の度驗式 $C_6H_{12}O_6 \cdot N$ として除去窒素量から計算により生成汚泥を求めた SS として、実際の生成汚

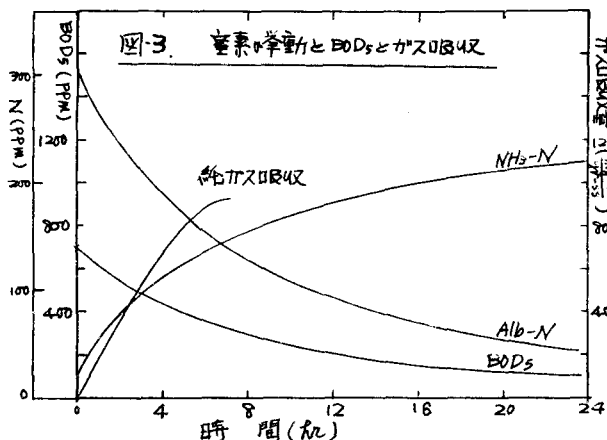
(ΔSS)として(ΔSS)-(ΔSS)E 図-2 のハニ子を示した。これは、一応糖類の吸着と考えると、汚泥の増殖量と窒素の除去量から、吸着量を明らかにする事が出来た。

4. 有機性窒素化合物の窒素の放出

有機性窒素化合物として、アミノ酸のグリシン、アラニン、アスパラギン酸、グルタミン酸ソーダを用いた。これらの基質を培養した活性汚泥を用い、無残基は、添加しなかった。この時の結果の一部として、グリシンの実験結果を図-3に示した。それによると液中からアルファミド性窒素(以下Alb-N)は、一次反応的に減少し、アモニア性窒素(以下NH₃-N)は、逆に一次反応的に分解して増加した。総窒素吸収量、BOD₅、生成汚泥量も測定し求めた。同様の実験を4つの上記のアミノ酸について行い、残存BOD₅と残存Alb-Nを時間ごとにプロットした結果、各基質について、別々の直線関係が得られた。これらの直線の勾配は、それら4つの基質の持つ自由エネルギー含有量に比例していた。この事は、Alb-Nがほかの有機性-Nに比べて、かつ基質量に比例すると考えると、さらに(2)の基質のもつ自由エネルギーとBOD₅に比例する理論もここに成立する事がわかった。またガス吸収量、除去Alb-Nも比例し、さらに除去BODともほぼ比例する傾向が見られた。



配は、それら4つの基質の持つ自由エネルギー含有量に比例していた。この事は、Alb-Nがほかの有機性-Nに比べて、かつ基質量に比例すると考えると、さらに(2)の基質のもつ自由エネルギーとBOD₅に比例する理論もここに成立する事がわかった。またガス吸収量、除去Alb-Nも比例し、さらに除去BODともほぼ比例する傾向が見られた。



ら、その他、汚泥の挙動は同じ、汚泥増殖時において、汚泥の自己酸化時において、放散があった。また汚泥の活性が高い時には、汚泥の吸収が大きい、低い時には、汚泥の吸収も低下したり、放出も起こり得た。