

九州大学工学部 正員 栗谷陽一
九州大学工学部 正員 山崎惟義
九州大学工学部 学生員 杉山和一

I. はじめに

現在高度処理の要求が高まる中で、回転円板法、散水濾床法等の固着生物による廃水処理が注目されている。ところが、固着生物系においては、流動液相から固着生物相内部までの物質輸送が律速となり、生物相の厚さに限界が生じてくる。これが、固着生物による廃水処理の高率化を妨げる原因の一つとなっている。本研究においては、酸素の輸送に着目し、生物相内の酸素濃度分布を観察した。これによって、酸素が生物相内にどのように取り込まれるかという問題に一つの解答が得られ、更に、水中に含まれる有機物質の酸化のメカニズムも類推され得ると思われる。

II. 生物層内への酸素輸送モデル

生物層内への酸素移動のメカニズムを考えるために、次のようなモデルを考える。

(a) 生物層内への酸素の供給は分子拡散によって行なわれる。

(b) 汚泥の酸素消費として呼吸のみを考え、単位体積単位時間あたりの酸素消費量は一定である。

ここで、拡散による酸素の移動量は、フィックの法則に従うものと仮定すると、生物層内における酸素濃度の時間的变化 $\frac{\partial C}{\partial t}$ は、次のように表わすことができる。(Fig. 1)

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - K \quad (1)$$

ただし、 C : 酸素濃度

x : 生物層と流動液相の境界面からの深さ

D : 生物層内での酸素拡散係数

K : 単位体積あたりの生物の酸素吸収速度

今、定常状態において(1)式を解く、 $\frac{\partial C}{\partial t} = 0$ 、境界条件より $x=0$ のとき $C=C_0$ 、また、 $x=l$ のとき、 $C=0$ 、 $\frac{\partial C}{\partial x} = 0$ (ただし、 l は酸素到達深さ) であるから、次の式が得られる。

$$C = \frac{K}{2D} x^2 - \sqrt{\frac{2KC_0}{D}} x + C_0 \quad (2)$$

III. 実験方法および実験装置

実験装置を Fig. 3 に示す。ポンプによって水路の水を循環させ、汚泥表面が乱れない程度に流速を一定に保った。(平均流速 1 cm/sec) として酸素電極を水面から汚泥内部に差し込んで、溶存酸素濃度の分布を測定した。この際、汚泥内における測定値は流速の影響を受けないが、汚泥のうわ水の部分の測定値は流速の影響を受ける。この影響を除くために、汚泥を敷いていない部分における深さ方向の酸素濃度を測定した。また

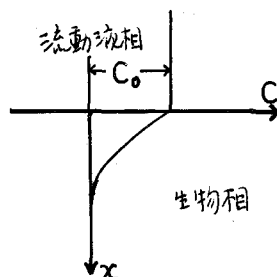


Fig. 1

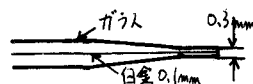


Fig. 2

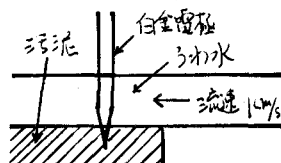


Fig. 3

汚泥深部に酸素電極を固定し、攪拌して深部の酸素濃度を適当な値にした後、汚泥を沈降させ、その点における酸素濃度の時間的な変化を測定した。その結果から汚泥の単位体積あたりの酸素吸収速度を求めた。ここに使用する酸素電極は、ポーロタイプ⁽¹⁾の Pt-Ag AgCl 電極で、Pt 電極は Fig. 2 に示した。また、酸素電極に関して温度-電圧-溶存酸素濃度の特性を調べ、測定値を補正した。

IV. 実験結果および考察

まず、汚泥深部における酸素濃度の時間的な変化を Fig. 4 に示した。このグラフより、汚泥の単位体積あたりの酸素吸収速度 K を求めた。その結果、溶存酸素濃度が 0.2 ppm 以上においては、ほぼ 0 次反応であると考えられ、そのとき K は $0.0375 \text{ } \mu\text{g/g/sec.}$ となった。そして、うめ水と汚泥との境界面における酸素濃度 C_0 は 5.45 ppm であった。また、水温 19.5°C の水中における拡散係数 D は $2.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{sec.}$ である。これらの値を (1) 式に代入すると次のようになる。

$$C = 9.375 \times 10^{-2} X^2 - 1.430 \times 10^{-2} X + 5.45$$

(3) 式と測定値との関係は Fig. 5 に表れる。Fig. 5 により、測定値が理論値よりも少し下きい値を示している事が分る。これは、拡散係数 D に水中におけるそれを代入した事によると考えられる。すなわち、汚泥中の拡散係数は、一般に水中のそれよりも小さく考えられており、もしこの事が正しいならば、測定値と理論値はより近づく事になるはずである。また、汚泥中の酸素吸収速度 K に関しては、汚泥深部の酸素濃度の時間的な変化を 0 次反応で仮定して、(1) 式を導いた訳である。ところが、溶存酸素濃度が低くなると、1 次反応に近づく事が Fig. 4 から分る。そうすると、測定値と理論値はより近い値を示すことになる。

しかしながら、実験値と理論値との差は、高々 0.5 ppm である。従って、酸素濃度の時間的な変化に 0 次反応を仮定して分子拡散との物質収支を考え、また、水中における拡散係数 D を用いることによって、汚泥内の酸素濃度分布をほぼ推定できる。これより、単位汚泥表面積あたりの酸素消費速度を明らかにすることができると考えられる。

V. おわりに

本研究においては、定常状態における汚泥内の酸素濃度分布に関して、検討して至った訳であるが、非定常の場合についても研究がなされるべきであろうし、また、基質を投入した場合の酸素濃度分布の変化についても、推測にとどまっている状態である。特に、有機物質の除去に関しては多くの報告があるが、この汚泥内の酸素濃度分布を調べることによる研究からのアプローチも大切である。

参考文献

- (1) Davis P. W.; "The Oxygen Cathode" Physical Technique in Biological Research, New York; Academic Press (1962) p 137~179
- (2) Himmelblau, D. M.; Chemical Review Vol. 64 Press (1964) p 527

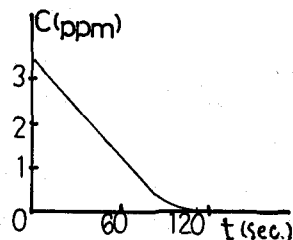


Fig. 4

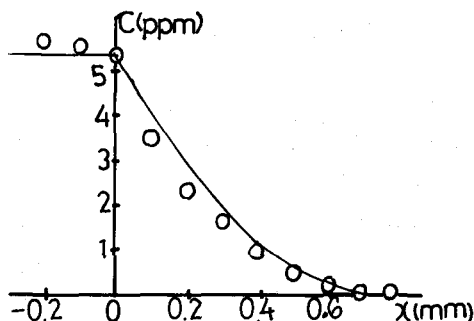


Fig. 5