

早稲田大学理工学部 正員 遠藤柳夫 学生員 田中敏夫
八戸工業高等専門学校 正員 O阿部正平

1. 緒論

散水汙床に関する研究並びに議論は従来から内外ともに活発に行なわれている。しかしながら、散水汙床の酸素移動については必ずしも十分に検討がなされていないといえる。そこで、本論文では散水汙床の酸素移動に関し生物膜がない場合と存在している場合について実験的に検討を加え若干の知見を得たので報告する。

2. 実験方法

実験装置は直径60mmの円筒汙床を用い、汙床は直径50mmの磁製球を用いた。生物膜がない場合には、流入水は水道水を散水し、散水負荷は3~90 $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、汙床の深さは0.3, 1.5, 1.8および2.0mとして実験を行なった。生物膜が存在している場合には、流入水は曝気槽流入下水を散水し、散水負荷は3~30 $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、汙床の深さは2.0mとして実験を行なった。流入水は亜硫酸ソーダで脱酸素し、溶存酸素が0~2 ppm, 2~4 ppmおよび4~6 ppmの範囲になるようにして、酸素移動係数を求めた。溶存酸素はインクーラ法を用いて測定した。触媒としての塩化コバルトは図-1から判断して10 ppmとした。

3. 実験結果と考察

散水汙床では、好気性微生物に必要な酸素は、汙床を通過する空気から下水へ、下水から生物膜へと運ばれる。汙床を通過する下水によって酸素が吸収される速度は、空気-液体間の酸素濃度勾配に直接比例して吸収される。空気と液体の接触面は酸素で直ちに飽和されるが、深部に伝達されなければ酸素の移動速度は直ちに零となる。例えば、水の単分子層は10秒ぐらいの時間で酸素は飽和状態となる。酸素移動の一つの方法は、飽和層から不飽和層への拡散によるものである。拡散は両境界面の酸素濃度勾配に比例し、非常

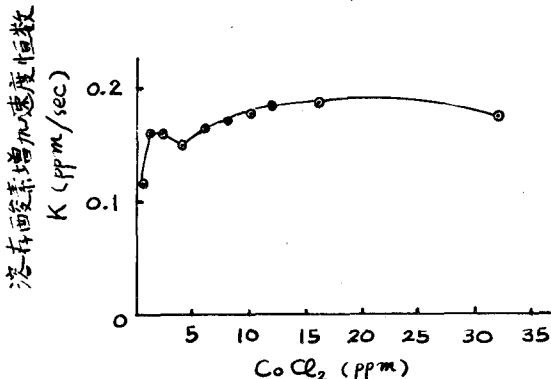


図-1 K- CoCl_2 添加量

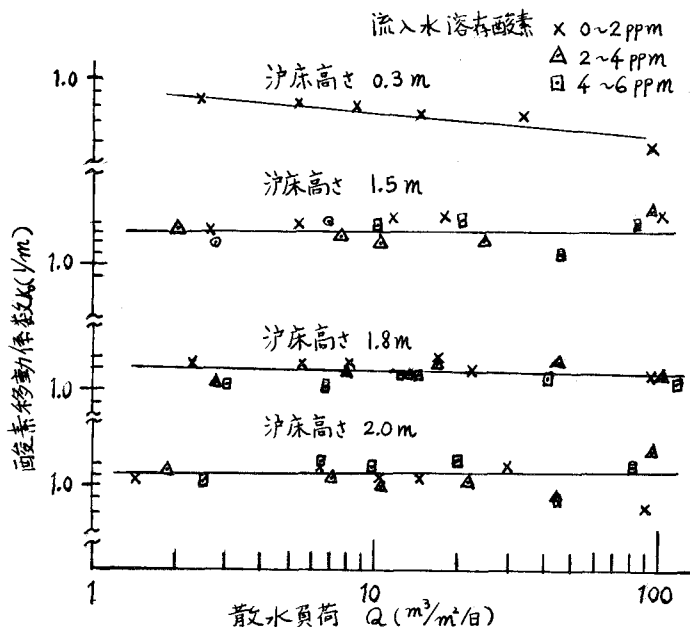
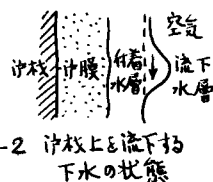


図-3 酸素移動係数と散水負荷との関係
(生物膜がない場合)

に遅いことが知られている。酸素移動の最も効果のある方法は、図-2のような乱流の発生による場合である。このように、酸素移動速度は液の混合と乱れに関係するので、汚床の深さ、散水負荷および汚床の物理的性質に影響される。

一般には、酸素移動速度あるいは吸収速度は、

$$dO_2/dt = K \cdot (O_2(\text{sat}) - O_2(\text{actual})) \cdots (1)$$

K : 酸素移動(吸収)速度係数, $O_2(\text{sat})$: 飽和溶存酸素量, $O_2(\text{actual})$: 実測溶存酸素量, t : 滞留(接触)時間
 で表わすことができる。また、接触時間のかわりに汚床の深さを考えれば、

$$-dc/dD = K_0 \cdot (C_s - C_L) \cdots (2)$$

K_0 : 酸素移動係数(1/m), D : 汚床の深さ(m),
 C_L : 溶存酸素の濃度(ppm), C_s : 飽和溶存酸素の濃度(ppm)

$$(C_s - C_L)/(C_s - C_{L2}) = e^{-K_0(D_2 - D_1)} \cdots (3)$$

となる。

酸素移動係数 K_0 と散水負荷 Q との関係の実験結果を、生物膜がない場合については図-3に、生物膜が存在している場合については図-4に示した。図-3から酸素移動係数は散水負荷および流入水の溶存酸素濃度

は関係なくほぼ一定値と定まっていることが認められた。その場合、酸素移動係数は汚床高さが1.5, 1.8, 2.0(m)のとき、夫々1.3, 1.2 および 1.1 (1/m)となった。図-4から生物膜が存在している場合の酸素移動係数 K_0 は(4)式で表わすことができる。

$$K_0 = 0.398/Q^{0.0519} \quad (\text{ただし汚床深さが2.0 m}) \cdots (4)$$

以上から、生物膜が存在している場合の酸素移動係数 K_0 は生物膜がない場合に比較して小さく、約1/3程度であることが解った。これは生物膜が存在しているために汚床間の空けきが減少したことによるものと考えられる。図-5は水温と20℃, $C_{L1} = 0$ ppmおよび $C_{L2} = 1$ ppmとなる場合の酸素移動係数と汚床高さとの関係を示したものである。

酸素移動(吸収)量は、 $N = 4.17 \times 10^{-5} \times K_0 (C_s - C_L) \cdot Q \cdots (5)$, N : 酸素移動量($\text{kg O}_2/\text{時} \cdot \text{m}^2$), Q : 散水負荷($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$)となる。そこで、散水負荷 $Q = 30 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ とし、酸素移動量 N を、水温20℃, $C_{L1} = 0$ ppm, $C_{L2} = 1$ ppmの生物膜がない場合と生物膜が存在している場合とについて汚床高さを0.2, 0.5, 1.8(m)と変えて計算より求めると表-1に示す通りとなった。

図-5および表-1から、磁製球直径50 mmの汚床を用いた場合でも、汚泥の目詰りによって酸素移動が妨げられることなく、充分に酸素移動が行なわれているといえる。

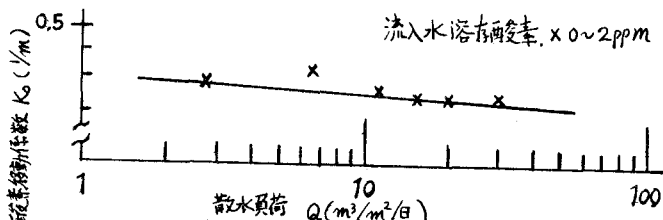


図-4 酸素移動係数と散水負荷との関係
 (生物膜が存在している場合)

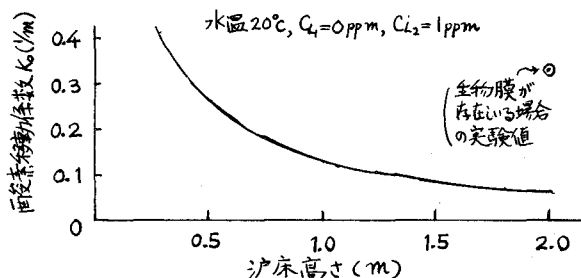


図-5 酸素移動係数と汚床高さとの関係

表-1. 実験値と計算値の酸素移動量の比較(散水負荷30 m³/m²/日)

汚床高さ (m)	酸素利用 速度係数 K_r (1/m/日)	汚床SS (g/m²汚床)	K_r に基づく 酸素移動量 ($\text{kg O}_2/\text{m}^2/\text{日}$)	図-5に基づく 酸素移動量 ($\text{kg O}_2/\text{m}^2/\text{日}$)
0.2	11.5	2380	27.5×10^{-3}	6.38×10^{-3}
0.5	12.0	1530	18.3×10^{-3}	2.58×10^{-3}
1.5	12.2	5280	62.0×10^{-3}	0.865×10^{-3}