

山梨大学 正 平山公明

山梨大学 正 今岡正美

東京大学 正 松尾友矩

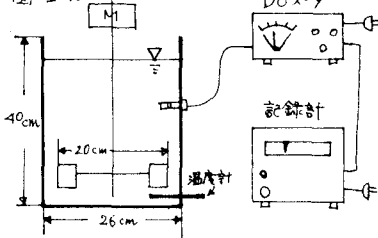
1. はじめに

気相から液相への酸素移動現象は、 $\frac{dc}{dt} = K_L \cdot \frac{A}{V} (C_s - c)$ — ① で表わされる。(K_L : 酸素移動係数 A : 接触面積 V : 液体積 C_s : 飽和酸素濃度) ①式の K_L は、酸素の移動速度と支配する大きな要因であるけれども、それは、水理学的な条件や物質の混入による影響を受ける。気相から液相への酸素移動という現象を考えると、液相内部では乱流拡散が大きいので、律速要因は気液の接触面に集中していると考えられる。今、液相に、接触面の性質を変える物質を投入してやると、その影響は K_L の値としてあらわれてくるものと思われる。そのような物質として、界面活性剤のひとつであるジオクチルスルホコハク酸ナトリウム (アニオン活性剤 $\text{Na-O}_2\text{SCH}(\text{COOC}_6\text{H}_{11})\text{CH}_2\text{-COOC}_6\text{H}_{11}$) を用い酸素移動に及ぼす影響を調べた。

2. 実験方法

実験装置の概略を図-1に示す。水道水17ℓを、直径26cm 高さ40cmの攪拌容器に入れ、窒素ガスを用いてあらかじめ溶存酸素濃度を2〜3mg/lに低下させた後、羽根とモータで回転させて表面げっ気により酸素を溶けこませる。溶存酸素の測定にはオリエンタル電気社のDOメータを用い、実験開始前と終了後には容器中の水を採取し、ウィンクラ法による溶存酸素濃度の測定とおこない DOメータの値を補正した。

図-1 実験装置の概略



酸素濃度の時間変化から①式を用いて $K_L \cdot \frac{A}{V}$ を求め、 $K_L \cdot \frac{A}{V} \times H$ (水深) により K_L の値と求めて酸素移動速度の指標とした。また、飽和酸素濃度 C_s に関しては、それぞれの界面活性剤濃度に対して、散気管を用いて数時間げっ気したあとの水と採取し、ウィンクラ法により溶存酸素濃度を測定し、この値から飽和度 (理論飽和酸素濃度に対する比) と求めた。その結果を図-2に示す。界面活性剤の添加にともない飽和度はわずかに低下している。

$K_L \cdot \frac{A}{V}$ の値を求める際には、図-2より示される飽和度に、その水温に対する理論飽和酸素濃度をかけて得られる値と C_s とした。

また、実験装置の水温は $10^\circ\text{C} \sim 20^\circ\text{C}$ であったが、 $K_{L20} = K_{LT} \cdot 1.02^{20-T}$ (K_{LT} : 温度 $T^\circ\text{C}$) の K_L の式を用いてすべて 20°C の値に換算してある。

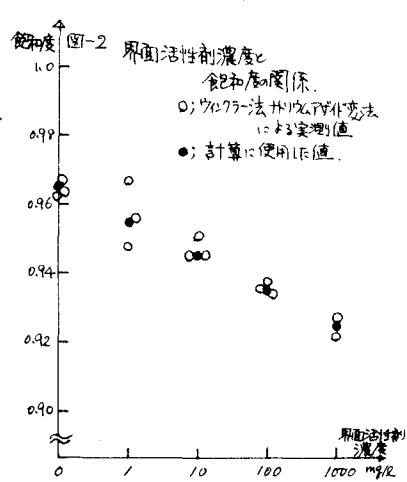
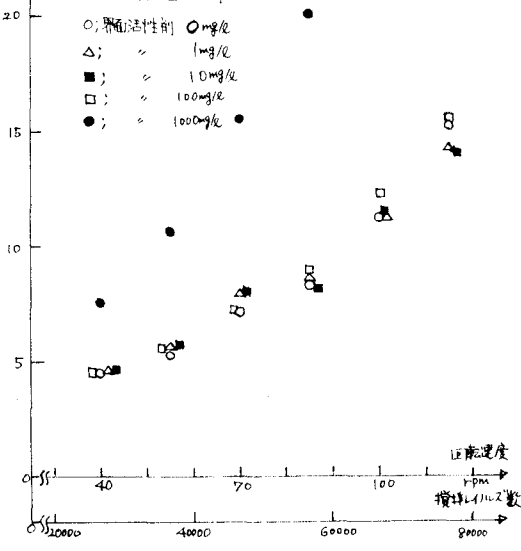


図-3

 K_L と回転速度の関係

3. 実験結果および考察

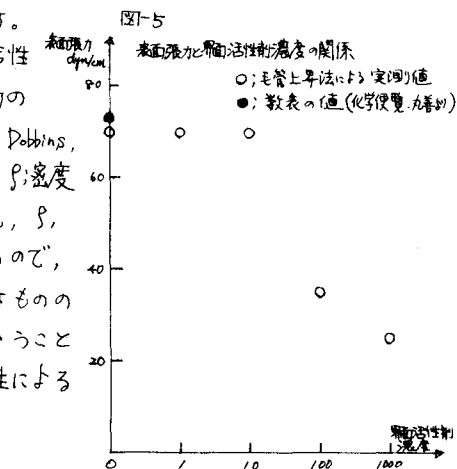
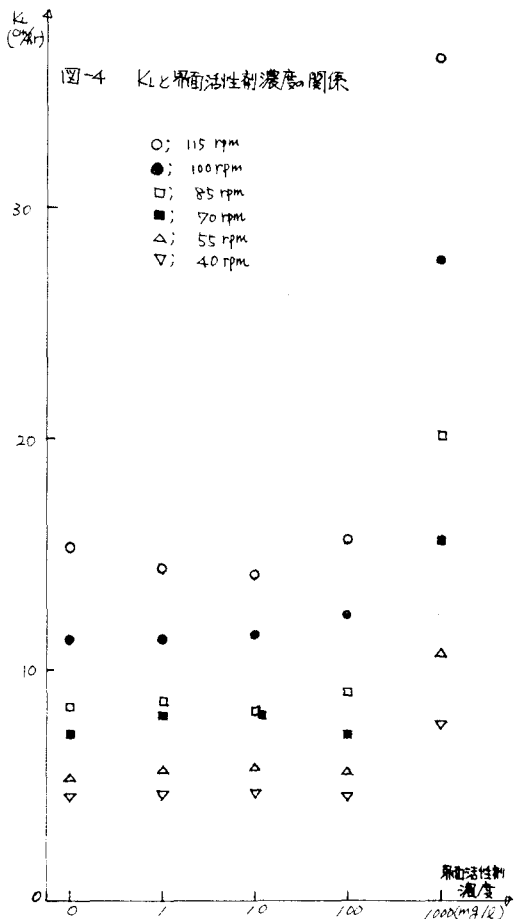
界面活性剤濃度 0, 1, 10, 100, 1000 mg/l, 回転速度 40, 55, 70, 85, 100, 115 rpm に対してそれぞれ K_L を求めた。その結果を図-3, 図-4 に示す。撹拌レイルス数は, $N_{Re} = d^2 n / 60 \nu$ [d : 羽根の長さ (20 cm) ν , 回転速度 (rpm) ν , 動粘性係数] により求めた。

図-3 は回転速度, 撹拌レイルス数に対して, 図-4 は界面活性剤濃度に対して K_L をプロットしたものである。これによると, 界面活性剤濃度が 1000 mg/l になると K_L の値がにわかに大きくなるのがわかる。一方, 100 mg/l 以下では界面活性剤の影響はそれほど顕著ではない。特に, 低速回転 (40, 55 rpm) では 100 mg/l までほとんど影響がみられない。しかし, 高速回転 (85, 100, 115 rpm) では 100 mg/l で, 若干の K_L の増加がみられるようである。また, 115 rpm では, 1 mg/l, 10 mg/l で K_L の低下がみられる。このことは, 撹拌レイルス数が大きくなると, 酸素移動に対する界面活性剤の阻害作用があらわれてくるという Mancy and Okun の見解に通ずるところがある。彼等の実験では $N_{Re} = 5 \times 10^3$ あたりで阻害作用があらわれはじめている。 K_L の代わりに, 酸素供給能力とあらわす Oxygen Capacity (O.C 値) = $K_L \frac{A}{V} \times C_s$ を指標として用いても, 飽和酸素濃度 C_s は界面活性剤の投与によって数パーセントしか変化しないので, O.C 値は 100 mg/l 以下ではほとんど影響がなく, 1000 mg/l で著しく増大するという同様の傾向が得られる。界面活性剤の特性のひとつに表面張力を低下させるということがあるので, 表面張力の大きさを毛管上昇法を用いて測定してみた。その結果を図-5 に示す。

これより, 界面活性剤濃度が 100 mg/l までは, 表面張力に界面活性剤の影響は出てこないけれども, 100 mg/l, 1000 mg/l では表面張力の大きな低下がみられることがわかる。表面張力と K_L の関係式は, Dobbins, 村上による $K_L \propto \rho^{1/2} D_u^{1/2} U^{1/2} / \sigma^{1/2}$ ② (σ : 表面張力 ρ : 密度 D_u : 動粘性係数 D_u : 拡散係数 U : 流速) があるが, この式も, ρ , D_u は界面活性剤の投与によりそれほど変化するとは思えないので, 今回の実験結果を十分に説明するものではない。以上, 現象的なものの列挙にとどまったが, 1000 mg/l で酸素の移動が促進されるということが, 表面張力の低下によるのか, あるいは界面活性剤の他の特性によるのかということと調べる必要がある。

4. 結論

表面ばう気において, 界面活性剤の影響は 100 mg/l まではほとんどみられないけれども, 1000 mg/l では酸素の移動が著しく促進されることがわかった。今後, 界面活性剤の影響と酸素の移動機構の面からとらえたい。



参考文献

1. Mancy & Okun "The Effects of Surface Active Agents on Aeration" WPCF. Vol. 37. No. 2 Feb. 1965
2. 村上 健 "河川における再び" 第6回衛生工学研究討論会講演集