

東北大学 正会員 柳本順一郎
仙台市 阿部 喜美
〇 東北大学 正会員 高橋 克夫

§1. はじめに

酸素の液体中への移動速度は溶存酸素濃度により決まられる濃度勾配に比例し、この比例係数はその液体の持つ水理量(体積, 表面積, 流速, 粘度, 密度等), 及び, 物理的特性(水温, 飽和度, 粘度等)により決定されるものである。

液体中の酸素の移動現象は河川の河川水質浄化プロセスに重要なファクターと考えられている。また従来から多くの研究がなされてきている。河川水質浄化における河川水質浄化の定量的に知る事はここには意義があると思われる。そこで本実験では造波水槽を用いて、酸素吸収速度に及ぼす波の影響を実験的に調べたものである。

§2. 実験装置および方法

本実験に用いた造波水槽を図-1に示す。使用した水は水道水である。この水槽に水を満たし、空気で溶存酸素を減少させてから、任意の波を起こし溶存酸素濃度の時間的変化をD.O.メーターに接続した記録計で書き(1)式から K_La を求める。

$$\frac{dc}{dt} = K_L \frac{A}{V} (C_s - C_L) = K_L a (C_s - C_L) \quad (1)$$

また $K_L = K_L a \frac{V}{A} \equiv K_L a h$ により(2)式を用いて酸素吸収速度を求める事ができる。

$$N = K_L (C_s - C_L) \div K_L a h (C_s - C_L) \quad (2)$$

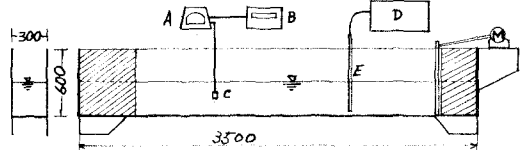
また色素としてヨウ素-ヨウ化カリウム溶液を用いて表

面に静かに投入し、ストップウォッチと写真撮影で色素の拡がり速度を求めた。一方、波の水平振幅は水槽の長さにより流れる方向を知りたすには水素気泡発生器を用いて測定したがこれについてはかなり無理があった。実験波の波高は約0.5, 1, 2, 3, 4, 5 cmの範囲、周期は0.3, 0.4, 0.6, 1.2, 水深は20 cm, 30 cm, 40 cmであり実験の種類は全部756種である。

§3. 実験結果および考察

まず、本実験水槽の特性を知つたために図-2示した。図中ストロークは造波板の先端の移動幅を意味する。造波板の回転数が増加しても波長は指数的に減り、一方波高は回転数100rpm近くでピークが生じている。この理由は100rpmで本実験水槽に最も適当な波が生じる事によるものと考えられる。このことは本実験水槽の波は、進行波でもなくまた重波でもなく、かなり複雑な波である事を示している。この点を考慮し今後、重波波について実験を行う事が必要になるであろうと考えられる。波長(L)と回転数(N)を指数曲線に当てはめ $L = 306(0.99)^N$ を得た。

図-1 造波水槽装置



- A: D.O.メーター
B: 記録計
C: センサ
D: 水素気泡発生器
E: 水素気泡プローブ
M: モーター
仕様 R.P.M. 600-3000
減速機 1/15

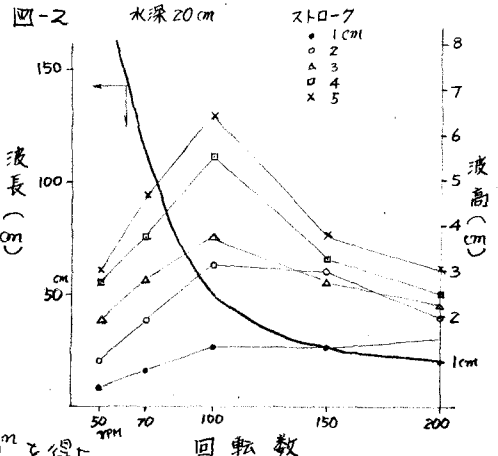


図-3は回転数と $KLa(20)h$ を示したものであり、回転数の増加に伴い KLa も増加するが、 150rpm 以後減少する傾向が見られた。これは先づ図-2の場合、液高にも β - γ が存在したことが原因と考えられる。つまり、一次近似的に考えれば $KLa(20)h \propto K_L$ は液高に比例する関係があると考えられる。 $\gamma = 2$ で図-4に $KLa(20)h$ に対する h の関係を図示した。酸素移速には液高が大きく影響する事が理解できようである。図-4を最小自乗法を用いて $KLa = 5.27H + 2.14$ を得たが、静止状態での $K_L \propto KLa$ は約12.5が実験により得られている。次にこの液高の増加に対する色素の拡がり速さにはどのような変化をするかを知らねば実験を行い、回転数と色素の拡がり速さを図-5に示した。実験自体の誤差もよりうるが、 100rpm 近くで拡がり速さが減少している。この理由もまた図-1の回転数と液高の特性から説明ができようである。つまり、 100rpm 近くで重層液になっていると考えられ、水粒子の運動が止まって当然とも考えられる。ただしこの時、酸素移速は大きく低下するから、色素の拡がりにより酸素移速を考えた場合には重層液について行う事が必要である事がここでも言えるのである。

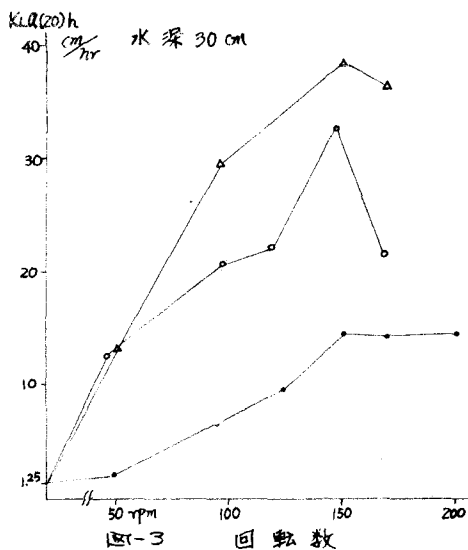


図-6に液高と酸素移速係数($CL=0$ の場合)を図示した。酸素移速によらず液高の影響がほとんど定性的実験から得る。今この段階としてこれを考えてみる。最後に本実験を行うにあたり、多々協力を下さった仙台市のアクリル美に感謝いたします。

Notation: K_L = 酸素移速係数 (cm/hr), A = 気液界面 (cm^2)
 KLa = 総酸素移速係数 (hr^{-1}), V = 液体積 (cm^3), h = 水深 (cm)
 C_s = 溶解酸素飽和濃度 (mg/l), C = 液体中の溶解酸素濃度 (mg/l)
 H = 液高 (cm)

