

河川の酸素消費に関する研究

大阪市立衛生研究所 正会員 石井隆一郎

宇野 源太

正会員 福永 勲

I. 目的

大阪市内河川は、今やよごれきっておりその対策がいそがれている。一部には、強制的に酸素を河川内に注入（通気法又は酸素過飽和法）する研究も行われ¹⁾、演者らも現在河川の一部で実験を行なっている。その時、河川の酸素消費が問題となる。

従来、ふらん瓶などを用いた静止法による河川水の酸素消費に関する研究はいろいろあるが²⁾、攪拌法についてはまだ少ない³⁾。

そこで演者らは、攪拌法によって 1. 河川水の各 BOD レベルにおける酸素消費速度と脱酸素恒数、2. 河底汚泥の酸素消費速度と泥質、3. 河川水と泥の酸素消費速度の関係、4. 実際河川における考察、を研究し、その知見をえたのでここに報告する。

II. 実験方法

河川水質泥質検査は、すべて下水試験法⁴⁾によった。

酸素消費速度 R は、自動溶存酸素測定器（Delta Scientific Corp. New York U.S. Series 322）によって第 1 図のようにして測定した。即ち河川水及び攪拌汚泥の場合、図のうち泥を入れる部分をとりのでいたもので、全容約 1100 ml の広口瓶にマグネティックスターラー及び D.O. メーターその他をセットしたものである。同じく静止汚泥の場合図のとうりて網をのせて汚泥が舞い上らないようにした。

どちらの場合も充分酸素の出入りが封じられていることは確か。

III. 実験結果

1. 河川水の酸素消費速度

各種河川水について測定した結果を数例水質とともに第 1 表に示す。

そして初期酸素消費速度 (R_0) と初期 BOD (L_0) の関係は、第 2 図のようになる。これは、溶存酸素消費が BOD に関する一次反応式 (1) 式に従うということと攪拌法及び大阪市内河川水について実験したものである。

$$-\frac{dC}{dt} = k_1 L \quad (1) \quad \begin{array}{l} C: \text{溶存酸素濃度 (mg/l)} \quad t: \text{時間 (hr)} \\ k_1: \text{脱酸素恒数 (1/hr)} \quad L: \text{BOD (mg/l)} \end{array}$$

そしてこの式の脱酸素恒数 k_1 は、0.058 (20°C) となる。

この酸素消費速度をくりかえし測定すると $R_0 = 0.3 \text{ mg/l/hr}$ 程度まで漸減的に減少した。

以上のように表流水における酸素消費は、BOD mg/l あたり 0.058 mg/l/hr (20°C) となるので、現在の寝屋川直横堀川における BOD は最高 70 mg/l であるからその表流水の最高酸素消費速度は、約 4.0 mg/l/hr (20°C) となる。



第1表 河川水の酸素消費速度

採水箇所	R mg/l/hr	水温 $^{\circ}\text{C}$	BOD mg/l	R_0 (20°C)
京橋	3.65	28.0	47.3	3.10
本町橋	0.60	28.0	7.2	0.50
大黒橋	1.33	14.0	28.3	1.53
新影橋	1.65	26.0	14.8	1.43

2. 河底汚泥による酸素消費

まず、汚泥が舞い上って水中の溶存酸素を消費するような場合で、汚泥10gとBOD用希釈水を入れて攪拌して酸素消費速度を測定した。これは、汚泥10gが約8mlであるから深さ2mの河川なら $200 \times 8 / 100 = 1.45 \text{ cm}$ の深さの河底をほりおこして河川水中で攪拌した場合と同じである。この結果を汚泥性質とともに数例第2表に示す。河川水にくらべてわずかな汚泥が舞い上っただけで大量の酸素を消費する。

次に河底汚泥が静止している場合について酸素消費速度を測定し、汚泥表面積(実験では 45.5 cm^2)あたりの酸素消費速度 $Mr (\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{hr})$ を求めた。これはただちに実際河川に適用できる値となる。その結果を数例第3表に示す。この表流水をくりかえし入れかえても(13回)その酸素消費はかわらず、又泥の深さが2cm以上になれば酸素消費速度は変化しないという報告⁵⁾があり、静止汚泥の酸素消費は、 $0.2 \sim 0.5 \text{ gO}_2/\text{m}^2/\text{hr}$ と考えられる。

IV. 考察

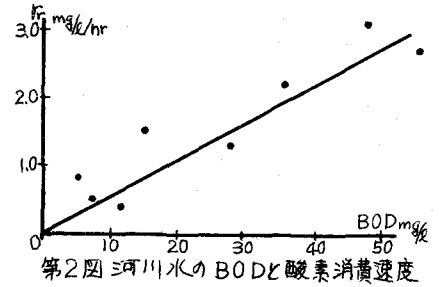
以上の実験をもとに、河川の表流水と汚泥がいかなる割合で酸素を消費するかを考察した。いま深さ2mの河川を考え、普通の流下状態なら汚泥は舞い上らず本実験の静止汚泥の場合を適用できるとして、その酸素消費の一例を次に示す。

表流水の酸素要求 $3.65 \text{ mg/l/hr} = a$ 河底汚泥の酸素要求 $0.33 \text{ g/m}^2/\text{hr} = 0.166 \text{ mg/hr} = b$
 $b/a = 4.5\%$ で、河底の汚泥が静止している場合は、表流水に与える酸素要求の割合は比較的わずかである。ところがわずかに1.45cmの深さの泥が舞い上るだけでは $5 \sim 15 \text{ mg/hr}$ の酸素要求があり表流水に対して50~140%の酸素要求となり大きな問題となる。

攪拌状態のちがう実際河川に、この実験値を直接応用できないとしても、その酸素要求の割合は充分適用できよう。2cm以上の堆積した静止汚泥の酸素消費速度は、泥深によって変らず⁵⁾ また長期に表流水が酸化状態⁶⁾でも酸素消費速度がかわらないことは実際河川でも同様であろう。そして表流水の攪拌状態による拡散因子に依存すると考えられ、今後の研究課題となろう。

以上河川表流水、攪拌汚泥、静止汚泥の酸素消費速度を測定し、その割合を実際河川によって考察した。この結果は、実際河川の酸素消費及び河川人工曝気の基礎値として充分応用できよう。

<文献> 1) 石井ら：未発表 2) E. Leclerc: Waste Treatment, 281 (1960) 3) H. A. C. Montgomery: Water Research, 1, 631-662 (1967) 4) 日本下水道協会：下水試験法(1965) 5) R.W. Edwards et al.: J. Ecology, 53, 1-19 (1965) 6) 京大衛生工学教室：淀川水質汚濁調査報告, 221 (1960)



第2表 攪拌汚泥の酸素消費速度 (10g wet/100ml)

採泥箇所	$R_r \text{ mg/l/hr}$	水温 $^{\circ}\text{C}$	BOD mg/g	水分%	灼熱減量	$R_r (20^{\circ}\text{C})$
京橋	4.80	25.0	5.15	56.0	23.0%	4.26
京橋	4.80	21.0	—	77.1	16.4	4.60
大黒橋	0.90	20.0	2.38	82.9	18.4	0.90
城見橋	2.90	20.0	15.9	86.1	44.1	2.90

第3表 静止汚泥の酸素消費速度

採泥箇所	$Mr \text{ g/m}^2/\text{hr}$	水温 $^{\circ}\text{C}$	BOD mg/g	水分%	灼熱減量	$Mr (20^{\circ}\text{C})$
京橋	0.33	25.0	5.15	56.0	23.0%	0.29
大黒橋	0.21	21.2	2.38	82.9	18.4	0.21
城見橋	0.30	20.0	15.9	86.1	44.1	0.30
新船津橋	0.47	20.0	9.53	74.8	17.4	0.47