

II-53 河川下流部の水利用に関する基礎的考察

—淀川下流部の水質制御を中心として—

京都大学工学部 正員 工博 岩井重久

・ 末石留太郎

大阪市水道局 工修 保野章夫

都市人口の増加、鉱工業の生産拡大にともなう都市下水、産業排水などによる水質汚染の問題および各種産業用水の需要増加にともなう水資源不足の問題は深刻化しつつある。

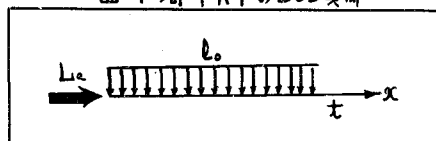
河川下流部においては、都市用水の需要が主なる水利用と考えられるので、特に、その代表的な河川と考えられる淀川下流部、大阪市内河川における合理的な水利用に関して、生物化学的見地から基礎的な考察を行なう。

大阪市内河川の汚染は市内の下水道未処理区域および寢屋川流域の都市排水と工場排水によるものであり、淀川全水量の約 $\frac{1}{2}$ が市内河川の浄化用水として使われている。しかしながら、この淀川からの比較的汚染された水は毛馬流堰を通り、寢屋川水とは完全には混合せず、前者は主に堂島川を通り比較的清浄なままに、後者は土佐堀川—東横堀川—道頓堀川を通り高汚染状態で、それぞれ大阪湾に注いでいる。従って、淀川からの浄化用水が合理的に利用されているのが現状である。

従って、大阪市内河川では臭気に関係している汚染指示項目である溶解酸素量(DO)と魚類などの生物の生死に関係している汚染指示項目の生物化学的酸素要求量(BOD)の2項目によって規制条件を加えて、河川の水質汚染を防止した浄化用水の都市用水への転用の可能性、さらに河川の水質基準を定める際の1つの考え方を検討することにした。

図-1 河川水中のBOD負荷

まず、図-1に示すように、河川水中において、最初、BOD集中負荷があり、流下とともに、さらにBOD等分布負荷がある場合の脱酸素反応基本式と溶解酸素平衡式を導くと、それぞれ式-1、式-2のようになる。



$$L = L_0 \cdot 10^{-k_d t} + \frac{L_0 \Pi}{k_d} (1 - 10^{-k_d t}) \quad D = \frac{k_d}{k_r - k_d} (10^{k_d t} - 10^{k_r t}) (L_0 - \frac{L_0 \Pi}{k_d}) + \frac{L_0 \Pi}{k_r} (1 - 10^{k_r t}) \quad \text{式-1, 式-2}$$

ここで、 L, L_0 ; それぞれ $t=t(\theta), t=0$ における残留BOD負荷値、 L_0 ; 単位長さ当りの等分布BOD負荷値、 Π ; 平均流速、 D, D_0 ; それぞれ脱酸素、再曝気反応速度恒数(%)

この際、等分布BOD負荷にともなう流量は同じものとし、また、水路断面を一樣として流束を等流とする。

大阪市内河川において、上述の2式を解くに当って、計算を簡単化するため、長堀川は埋立てられ、西横堀川の流量が小さいということから、この2川を省略し、大川と寢屋川内水を堂島川、土佐堀川、東横堀川—道頓堀川の3川に分けて流れるものとし、大川と寢屋川内水量の合計を単位水量にとることにする。また k_d, k_r などについては、表-1に示すような値を採用することにする。寢屋川と大川内水の水質、水量については、寢屋川水では $DO=2\text{ppm}$, $L_0=L_{0(w)}$, 大川水では $DO=7\text{ppm}$, $L_0=2\text{ppm}$, 流量 Q_k とし、上記3川を流下する場

合にっいては、式-1, 式-2を解くと次のようになる。

堂島川流下の場合、 $L_1 = 0.95[10Q_k + L_{a(w)}(1-20Q_k)] + 9.30$

$$D = -9.20Q_k + 0.026L_{a(w)}(1-20Q_k) + 6.7 + 2.50$$

土佐堀川流下の場合、 $L_1 = 0.95[80Q_k + L_{a(w)}(1+mQ_k)] + 9.30$

$$D = -18.4mQ_k + 0.026L_{a(w)}(1-4mQ_k) + 6.7 + 2.50$$

東横堀川流下の場合、 $L_1 = 0.92[8(1-l-m)Q_k - L_{a(w)}\{1-4(1-l-m)Q_k\}] + 10.40$

$$D = -10.3(1-l-m)Q_k + 0.21L_{a(w)}\{1-4(1-l-m)Q_k\} + 4.3 + 1.60 \quad \text{式-3, 4, 5, 6, 7, 8}$$

ここで、 $l, m, (1-l-m)$; 大川水のそれぞれ堂島川、土佐堀川、東横堀川に入る流量比。 l_0, l_r, l_w ; それぞれ上記3川に入るBOD等全負荷量。

したがって、溶存酸素が0となる点の条件で式-4, 6, 8と、下流における残留BODを示す式-5, 7を $Q_k, l, m, (1-l-m), L_{a(w)}, L_1$ にっいて解けば市内浄化用水の都市用水への転用の可能性、経済性を考えての汚水の放流法などを検討することができる。

$L_1 = 30 \text{ ppm}$ として上記6式を図示すれば、例えば堂島川を流下する場合、図-2のようになる。

上記の他の2川にっいても同様に図示し、大川、寝屋川両水量が平常時のそれぞれ90%, 70%を用い、また、この両水の混合状態を図-3, 表-2に示す千種の場合を考えて、 $L_{a(w)}$ 値と市内河川に放流可能BOD量との関係を示めた結果、この場合、1例として市内河川にBOD負荷量を最大に放流できるのはBの混合状態で寝屋川水のBOD値が50 ppmであることがわかる。現状の寝屋川水のBOD値は40 ppmであるので、この場合にもBの混合状態でBOD負荷量を最大にできるともわかる。

l_w, l_0, l_r にっいても $L_{a(w)}$ と同様の検討を行えば、最終的には、他に瀬河の問題、上に述べた混合状態を実現するための施設の問題などの問題があるが、この5つの問題も考慮して、浄化用水の都市用水への転用による利益と、それにとりあう放流汚水の処理費などを考慮して、河川管理を行えば、河川下流部の水利用は合理的に行はえるものと考えられる。同様の方法によって、下流端あるいはその他の点における L_1 の値を変化することによりさらに合理的な状態を見出すことが可能であり、河川水質規制もこのよう考慮のもとに検討されるべきであらう。

表-1 各河川流下の場合の実測値、推測値

	Q_k (1%) (20°C)	Q_k (1%) (20°C)	平均流量 ($\text{km}^3/\text{日}$)	流下時間 (日)	流量比
土佐堀川流下	0.14	0.25	26	0.15	0.25
東横堀川流下	0.14	0.22	5.2	1.0	0.25
堂島川流下	0.14	0.25	26	0.15	0.50

図-2. $L_1 = 30 \text{ ppm}$ で堂島川流下の場合の $l_0, L_{a(w)}, lQ_k$ の関係図

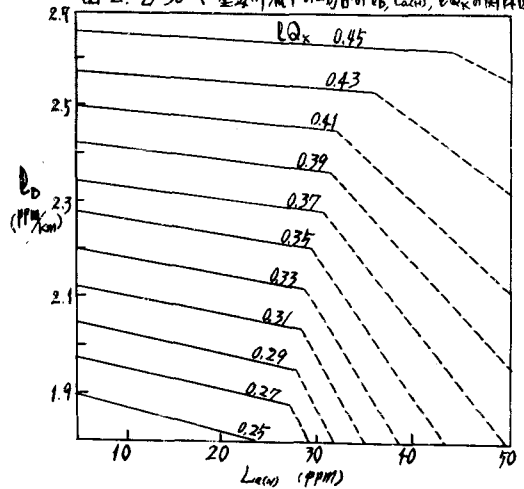


図-3. 毛馬水・寝屋川水の3川に流入する割合を示す図

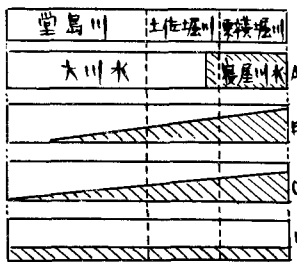


表-2. 各混合状態における $lQ_k, mQ_k, (1-l-m)Q_k$ の関係

	lQ_k	mQ_k	$(1-l-m)Q_k$
A	0.50	0.20	0
B	0.43	0.15	0.12
C	0.38	0.17	0.15
D	0.35	0.175	0.175