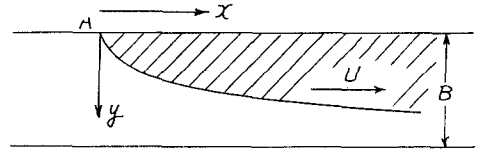


I-8 淀川中流部における支川流入と汚濁物質の希釈効果

京都大学工学部 正員 合田 健

流水中における水塊の汚濁度変化を論ずる基本式として、従来専ら Streeter & Phelps の式が用いられて来た。この理論式は断面内で水質が一様な場合にはそのまま適用できるが、多くの支派川が流入、分岐し、流路そのものが短小なわが國の河川では、放流された汚水は完全混合に至らぬまま下流の取水臭、あるいは外洋に達することが多い。淀川における実測の結果によると、鳥飼附近（桂川合流臭より下流 17.3 km）では拡散のため横方向にはかなり一様化した水質分布となっているが、それでも BOD₅ 値は左右兩岸で 1 ppm 程度の差があり、重要取水臭が集中しているこの水域としては、この 1 ppm の差が極めて重要な意義を有していることからみても、多くの河川についてこの断面方向の水質分布を論ずる必要がある。

先ず模型化して考えると、図示のような中 B の水路において片岸 A 点から定常的に汚水が放流され、流れが等流である場合、y 方向の拡散係数 E_y は一定、 $E_x \partial^2 L / \partial x^2$ は $E_y \partial^2 L / \partial y^2$ に比し無視できるものとするれば、水塊の BOD₅ 値 L の変化率について次式が成り立つ。



$$U \frac{\partial L}{\partial x} = E_y \frac{\partial^2 L}{\partial y^2} - K_L L \quad (1)$$

U : 放流臭より下流の平均流速

これを、 $x=0$ で $L=f(y)$, $y=0$ で $\partial L / \partial y = 0$, $y=B$ で $\partial L / \partial y = 0$ の条件で解けば、

$$L = \frac{1}{B} e^{-\frac{K_L x}{U}} \int_0^B f(\lambda) d\lambda + \frac{2}{B} \sum_{n=1}^{\infty} e^{-\left\{ \frac{E_y (\frac{n\pi}{B})^2}{U} + \frac{K_L}{U} \right\} x} \cos \frac{n\pi}{B} y \int_0^B f(\lambda) \cos \frac{n\pi \lambda}{B} d\lambda \quad (2)$$

なる解を得る。これにより E_y , U および K_L が既知であれば下流任意臭の BOD₅ が算出できる。淀川流域には多くの大中都市、重要産業地域があり、河水の利用率は極めて高い。従って還元される汚水による河水の汚濁度も高いが、汚濁の主原因の一つは桂川を亘て流入する工場汚水を含む京都市の都市下水である。そこでその実質的な影響の度合について検討する場合、桂、宇治、木津の三川合流臭が河口までが約 34 km、柴島取水臭までが 24 km、この間流下時間にして 7~10 時間、途中大きな流況の変化、支川の流入がなく、流下に伴う水質の変化を論ずるには割合好条件と考えられる。重要取水臭に與える影響の定量的検討を行う必要から、三川合流臭—鳥飼大橋間 17.3 km に関して水質の実測調査を行うとともに、上に述べた理論式の適合度につき、実測値との間の照合、検討を行った。

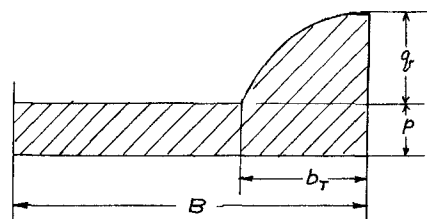
計算にあたりまず問題になるのは拡散係数 E_y で、これが予じめ正しく推定されねばならない。そのために予備実験として、汚染物質とほぼ同じ拡散特性を有すると思われる Li (リチウム) 塩の河水中における拡散を調べることにし、 $LiCl$ 溶液をトレーサーとし

て注加放流し、放流点から下流 400 m ごとに 7 測線、計 2,400 m の区間を対象とし、断面方向には 30 m ごとに 5 点、計 35 測点で毎上より採水し、採取試料は実験室に持帰ってフレイム付スペクトロフォトメーター（炎光分光光度計）により Li 濃度を定量した。トレーサー注加は相当時間連続させ、かつその間河川の水位流量にほとんど変動はなかつたので、 Li の平面的濃度分布は定常であり、定量結果から判明した Li 濃度 O の Boundary Curve によって理論式から E_y を算出したわけである。こうして求めた E_y の値は場所によって、また流量によって若干相違することがわかったが、一例として淀川流量 $140 \text{ m}^3/\text{sec}$ （枚方）の場合、枚方地先の黒田川流入点以降の観測において $0.052 \text{ m}^2/\text{sec}$ なる値を得た。

BOD_5 値の起算断面における横方向分布は、実測結果を参照して下図に示すような不連続形をとり、合流前の本川の平均 BOD_5 値を P 、桂川水のその最高値から P を差引いた値を q とし、

$$f(y) = P + q \cos \frac{\pi y}{2b_T}, \quad 0 \leq y \leq b_T = \alpha B$$

$$= P, \quad b_T \leq y \leq B$$



で表えた。

(2)式に上記の予備実験結果から求めた E_y 、起算分布並びに実測の流速 $U (=1 \text{ m/sec})$ を用い、枚方（合流点より下流 8.7 km）、鳥飼（同 17.3 km）の実測 BOD_5 分布から、試算によって検討してみた結果、 BOD の減衰係数 $K_L (=0.434 \text{ } K_L)$ として 1.2 1/day と與えれば、この間の測定値の変化をかなり適切に説明できることがわかった。この値は、桂川水を 13 日間一定温度 20°C で培養して得られる脱酸素恒数 $k_1 = 0.075 \text{ 1/day}$ とはかなり異なつた値であるが、 BOD_5 値の変化を (2) のようにあらわすとき、 K_L は水中の溶存酸素による自己減衰や、浮遊物の沈殿、プランクトンその他水中生物による有機物の吸着や捕食などによる減少、さらにまた洗掘による増大など、幾つかの要因による増減の総和に關係したものであり、拡散以外の淨化作用による、いわゆる over-all の BOD 減衰係数である。従つてこれは、室内での bottle test によって求められる脱酸素恒数とは一般に異なるのが當然と考えられる。

以上要するに、淀川において桂川から供給される汚水に注目して BOD 分布の実測を行った結果、 BOD 値の変化につき横方向拡散の効果をも考慮してえられた理論式が、かなりよく実状を説明しうるものであることを証明することができた。

以上