

渡良瀬川の縦方向分散係数の実測

足利工大

○ 上岡 充男
正員 岩崎 敏夫

1. はしがき

自然河川の縦方向分散係数の測定は多大の労力を必要とするため報告例は少なく、わが国では塚原、玉井らの多摩川における測定例があるにすぎない。足工大では渡良瀬川の左岸に位置するという条件を生かすべく、1984年以来実測をつづけ一応の成果をえたので、ここに報告する。

2. 観測方法

観測地点は渡良瀬川、足工大前の区間で図-1に平面図をしめす。観測日は1984年7月31日と1985年7月25日の2回であった。いずれも右岸側に測線を設け、断面L-0において3mごとにNaCl 2kgを河川水8リットルに溶解して投入した。

採水は下流4断面L-1内至L-4でおこなった。各断面間隔は'84年の場合25m, '85年の場合20mであった。またL-0、L-1の間隔は一年目は25mにしたが、資料の十分な分散をはかる為に二年目には、269.5mにとっている。また各断面内に5測線をもうけ各測線上の水面においてポリ容器500ccを用いて時間間隔をおいて数回採水した。試料瓶は実験室にもちかえって電気伝導度計によってNaClの濃度を測定した。

流速は可搬型電磁流速計2台をもちいて測定した。

3. 速度法及び濃度法による分散係数の算定

Fisher (1966) の提唱したつぎの式

$$T = 0.30 \frac{l \cdot 1}{(r \bar{u}_*^2)} : D_L = \bar{u}^2 T \quad (1)$$

を用いてみる。ここに r は径深、 $\bar{u}_*$ は摩擦速度、 $\bar{u}^2$ は全断面平均流速 $\bar{u}$ に対する分割断面の平均速度 $\bar{u}$ の偏差、 l は特性長で最大速度地点から最も遠い川岸までの距離である。表-1に結果をしめす。

これによると、1984年と1985年のデータで大きさに著しい相違が見られる。

さらにFisherによるつぎの式

$$D_L = (1/(A \bar{u})) * (\Delta \bar{c} / \Delta t) * \sum_{i=1}^n u_i' A_i c_i' \quad (2)$$

によるものを濃度法と称して計算を行った結果を、表-2にしめす。ここに $\Delta \bar{c} = \bar{c}_m - \bar{c}_{m-1}$ 、 $u_i' = u_i - \bar{u}_m$ である。'84年の値としてはL-4しかえられずまた'85年の値も表にしめすように甚だ不可解な値しか得られない。その原因は測定値の少なさと共に試

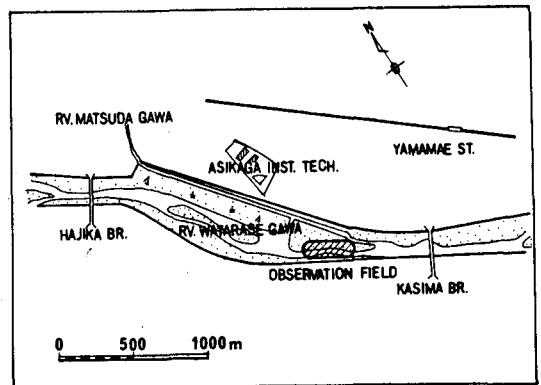


図-1 渡良瀬川分散係数実測地点平面図

表-1 速度法による分散係数

m^2/sec

	L-0	L-1	L-2	L-3	L-4
1984年	3.27	4.30	1.81	2.92	7.79
1985年	14.6	5.94	30.7	38.1	71.7

料投入が僅かであることも考えられる。

すなはちこのような簡便法では分散現象の実態に迫ることは到底できないという結論になった。

表一２ 濃度法による分散係数

４．分散方程式と濃度分散のシミュレーション

周知の一次元分散方程式における移流速度は断面平均値ではあるが、自然河川においては断面毎にことなっている。そこで断面ごとに異なる平均流速によって流下する水塊のとるべき流程を一定速度での流程に変換することによって、分散解を適用することが可能であるものとし、実測値に最もよく $f i t$ する解をあたえる定数を求めることをこころみた。すなはち次の濃度解

$$C(x,t)=\frac{C_0}{\sqrt{2\pi DLt}} \exp\left[-\left(\frac{x-\xi}{\sqrt{2DLt}}\right)^2\right] \tag{2}$$

	断 面	分散係数の範囲 (m ² /sec)
1984年	L-4	3.3,0.13,0.18,-1.5,-0.2,-18.3
1985年	L-1	-18.5,-0.7,0.2,-10.2,-0.6,0.4
	L-2	0.9,-1.7,-0.1,0.9,2.9,-5.9,-1.
	L-3	3.2,1.9,2.5,-0.4,0.7,1.1,3.0
	L-4	-1.7,7.2,2.3,1.3,2.8,5.9,-6.6

において $x=\xi$ における投入濃度 C_0 と分散係数 DL を未知数として測定値 c, t より最小自乗法によりもとめるのである。その結果は $L-1$ においてはきわめて適合度がよかったが、その他ではあまりよくなかった。

その原因は濃度物質の到着以前における測定に誤差を生じる要因があると考えられる。そこで改めて断面 $L-2, 3, 4$ については C_0, DL を変化させて曲線がどのように変化するかをしらべ、これによって妥当な結果を得ることができた。図-2は $L-1$ 、図-3は $L-2$ 、図-4は $L-3$ 、図-5は $L-4$ の濃度-時間曲線で、図中の数字は採水回の序数、またその位置はその試料の濃度を示している。

５．結論

自然河川における分散係数の測定にさいし数値解による適合の方法を提案した。これによってこの区間では $DL = 2.3 \text{ m}^2/\text{sec}$ がえられた。無次元値 DL/RU は 58 となり従来いわれている 50 ~ 500 の中に入っている。

参考文献 1) 塚原・玉井(1983) 2) Fisher(1968) 3) 岩崎・上岡 (1984)

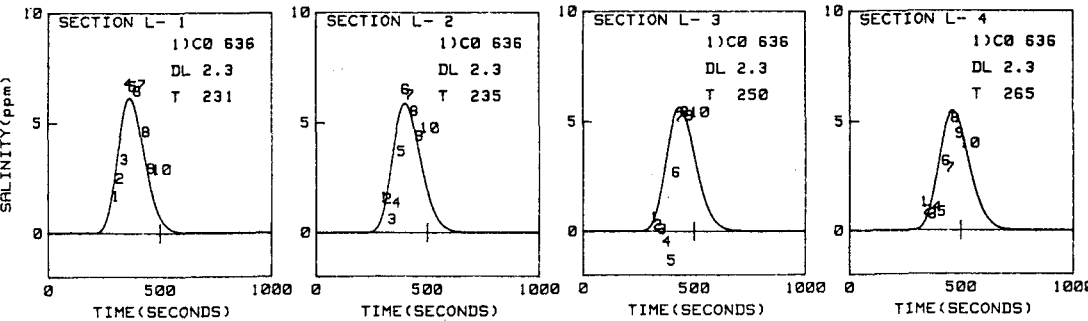


図-2 断面 L-1 図-3 断面 L-2 図-4 断面 L-3 図-5 断面 L-4