

九州大学工学部 正員 橋 東一郎
九州大学工学部 正員 浜村 実
九州大学工学部 正員 〇 古本 勝弘

九州地区には干満の差が大きく、ほぼ典型的な混合型河川である筑後川を初め、嶋 権貝氏が詳しく報告されている様に、上潮から満潮にかけては、強混合型に近く、下げ潮時には塩水楔的である大野川に至るまで、緩強混合型に属する河川が多い。

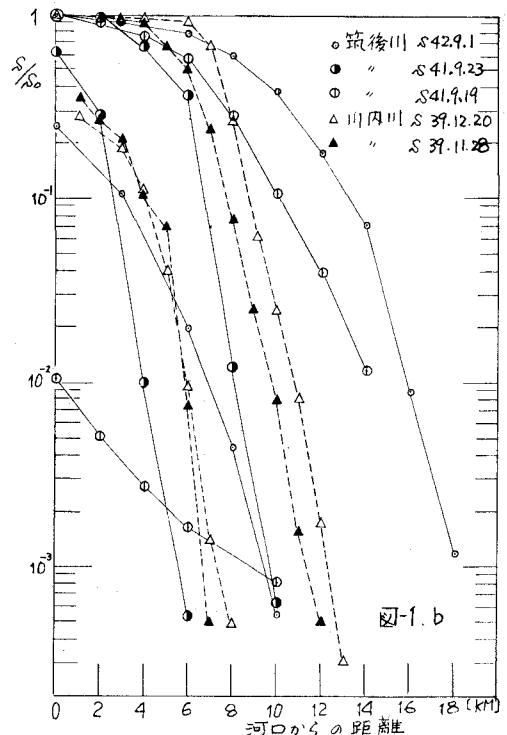
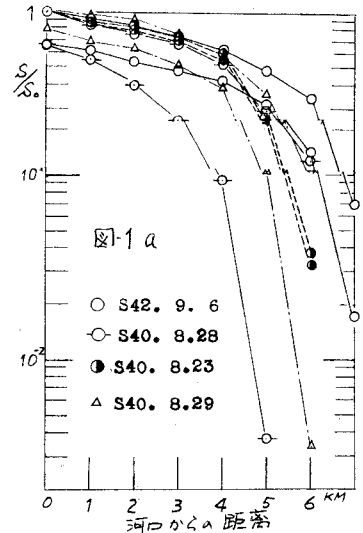
本報告は、筑後川、川内川及び大野川の資料を用い、一次元拡散問題と見做した場合の拡散係数について若干の考察を行ったものである。縦方向に平均した濃度、流速を、 $\bar{S}, \bar{u}$ 、 y 方向に濃度分布、速度分布をもつための偏差を、 $s, u, (\bar{s}=0, \bar{u}=0)$ とすると、一次元の拡散方程式は

$$\frac{\partial \bar{S}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{S}}{\partial x} = \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} (AD \frac{\partial \bar{S}}{\partial x} - A \bar{s} \bar{u}_1) \quad \cdots (1)$$

となる。上式の左辺に於て、 D は乱れによる拡散係数、 $\bar{s}, \bar{u}_1$ は濃度と流速との鉛直分布による相関で、Taylor 等によると後者が圧倒的に大きく、前報の図-6に示した大野川の場合の様に鉛直方向の流速場が濃度勾配が著しい場合には非常に大きい値を取ることが予想される。緩混合型河川の場合、後者が拡散型式で表わされる右かには疑問があるが、Harleman は

$$\frac{\partial \bar{S}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{S}}{\partial x} = \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} (AD \frac{\partial \bar{S}}{\partial x}) \quad \cdots (2)$$

とおく。三河川に於る観測の要目を表にしているが表中の Q_{20}, u_{20} は、水位記録及び断面図から連続の式 $(\partial A / \partial t) + (\partial Q / \partial x) = 0$ を用いて計算した河口に於る平均の入退潮量、入退潮流速である。右河川に於いて、各地点平均入退潮量 Q_t, u_t を計算した結果は、 Q_t は河口より上流側に減少するが、流水面積 A が同様に減少するため u_t の振幅 u_{t0} は、ほぼ一定と見做してよい。従って、便宜的に、平均流速 $\bar{u}$ を固有流速 u_t と潮流流速 $u_t = u_{t0} \sin \Omega t$ とに分け、潮流と其に動く座標系、



	観測日	$S_0(10^6)$	$S_1(10^6)$	S_1/S_0	$H(m)$	$Q_{t0}(l)$	$Q_t(l)$	$\zeta(m)$	$u_{r0}(cm)$	
大野川	S40. 8.28	2.20	1.92	0.873	3.05	194	28	1.14	0.16	○
	S40. 8.28			1.00	3.05	52	32	0.30	0.04	○
	S40. 8.29	2.00	1.60	0.80	3.05	179	33	0.92	0.125	○
	S37.12.13	1.8	1.22	0.68	3.05	115	33	0.59	0.09	●
	S39.12.5				3.05	115	28.3	0.60	0.09	●
筑後川	S42. 9. 6	1.85	1.23	0.665	3.05	188	24	1.03	0.142	○
	S42. 9. 1	1.50	0.56	0.373	4.89	1500	24.2	1.77	0.37	△
	S41. 9.19	2.8	0.66	0.021	5.48	2350	114	2.24	0.515	△
川内川	S41. 9.23	2.2	1.65	0.75	4.15	400	120	0.89	0.105	△
	S39.12.20	1.94	0.692	0.357	1.85	306	37	1.10	0.26	○
	S39.11.28	1.94	0.565	0.291	1.85		25.5	0.71		○

こゝに、 ζ は、潮汐振幅

$$x' = x + (u_{r0}/\sigma) \cos \sigma t \quad \cdots (4)$$

から見ると、 $\left(\frac{\partial \bar{S}}{\partial t}\right)_{x'} - u_f \frac{\partial \bar{S}}{\partial x}$
 $= \frac{1}{A} \cdot \frac{\partial}{\partial x'} (AD \frac{\partial \bar{S}}{\partial x'}) \quad \cdots (5)$
 となる。

大野川及び筑後川、川内川の $\bar{S}$ と x との関係を満潮及び干潮時に於いて図1 a, b に示した。式で $(\partial \bar{S} / \partial x)_{x'} = 0$ と見做し、 $-Q_f \bar{S} = AD_x (\partial \bar{S} / \partial x')$ (6) より、 $\bar{S}$ 、 Q_f の実測値を用いて、 D_x と $\bar{S}$ (ppm) との関係のプロットしたものが、図-2 a, b である。尚、各河川とも A としては、満・干の間の平均水位に対応する流水断面積を用いている。

図-2 a, b から 1). 満・干にかけて河口より海に排された後、上げ潮により河道に侵入した区間に於ける三次元的な拡散散を受けて非常に大きく、 $\bar{S}$ の減少と共に急減する。 2). $\bar{S} = 1.2 \times 10^4$ ppm 以下では大野川及び筑後川で小流量時には $\bar{S}$ と共に D_x は、ほぼ直線的に減少する。 3). 上述の傾向及び D_x の order は、環境をかなり異にする三河川に於ても大きな差異は認められない。 4). 干潮時と満潮時における D_x と $\bar{S}$ との関係には著しい差異はない。 5). 同流量及び潮流量によつて $\bar{S}$ が或る程度以下では、 D_x が、ほぼ一定値になる傾向が見える。この領域に於ける D_x を u_{r0} と平均化して水深 H で無次元化して、 Q_t/Q_{t0} との関係を図-3 であり、かなりの相関が認められる。扱つて Elder によると、密度差のない一様用水路流れに於ける水平拡散係数は、 $D_{x0}/uH = 5.93(u_0/u)$ の程度である。

極端の場合の $D_x/u_{r0}H$ の値は式に比し桁違いに大きい。こゝでは外海流出部にも(6)式を用いているため、外海部の大きな D_x に接続すること、流れ方向の密度勾配による流速分布の変形、緩混合型における u_{r0} の増加、鉛直方向の交換係数の減少等に起因するものと考えられ、検討の余地が多い。終りに、資料を提供された筑後川工事事務所と、大分県工業用水局に謝意を表します。

