

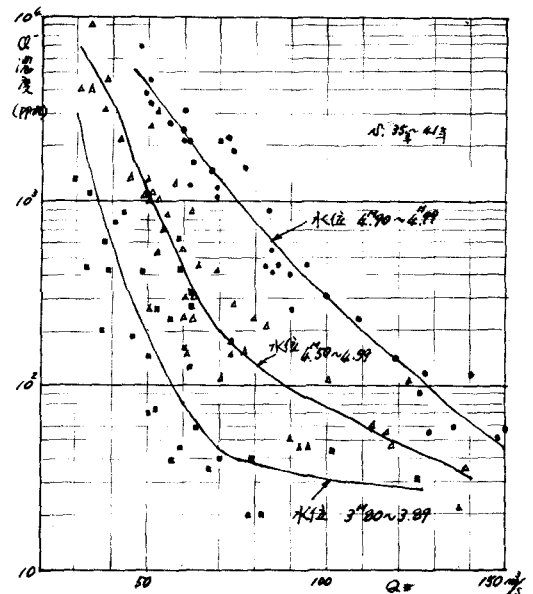
九州大学工学部 正会員 工博 篠原謹爾

九州大学工学部 正会員 工博 橋本一郎

九州大学大学院 学生員 〇石本勝弘

筑後川は有明海に注ぐ幹川流路延長138kmの九州最大河川である。河口に於ける潮位差は大潮時には略々5mにも達するため感潮区間は長く顕著な塩分の侵入が見られる。この報告は河口より8km地点に位置する諸富所水運用水取入口に於いて昭和35年から現在に至るまで連続して測定されているCl濃度と水理量との相関を検討し、更に昭和41年8月18~19日(大潮)、9月23日(小潮)に、建設省筑後川工事事務所により実施された塩分及び浮泥濃度の実測から得た資料に基づいて筑後川の塩分遡上について考察したものである。

図-1



1. Cl濃度 潮位及び河川固有流量との相関

感潮河川の水理学的特性や塩分侵入の状態は、河辺を媒介として上流側の境界条件である河川固有流量と、河口に於ける境界条件、即ち潮位とに、主として支配されるものと考えられる。従って、或る地点のCl濃度は、主に、河川固有流量 Q と潮位とに規定される。この三者の間には相関性が認められるであろう。図-1は河口から8km地点にある諸富所水運用水取入口に於て、昭和35年から連続して測定されている各日のCl濃度の最大値と、それに対応する若津(7.2km)の潮位、更に殆んど河川固有流量と見做し得る瀬の下(25.9km)の流量とをプロットしたものである。図-1から、同一の河川流量のもとでは、潮位の上昇に伴い塩分濃度も増大し、同一潮位に於ては河川流量の増大と共に塩分濃度は減少し、これら三者の間にはかなり明瞭な相関が認められる。また潮位に応じて、塩分侵入が全く認められないような河川流量が存在し、その値は、潮位の減少とともに減少する。

2 塩分遡上機構

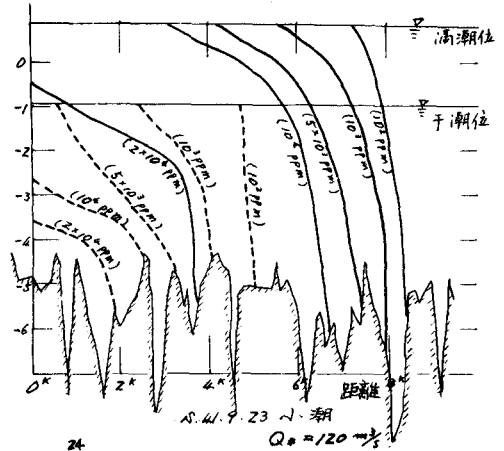
昨年8月及び9月に実施された観測は、河口より14km区間に於て、2km毎に、各地点の流心に於ける塩分の鉛直分布、0~26km区間に於ける各地点の水位変化、0km14km地点に於ける流速測定などであるが、これらの資料から筑後川の塩分侵入機構について考察する。

a. 塩分濃度の縦断分布

大潮時に於ける等塩分濃度曲線は、典型的な強混合型を示し、鉛直方向には全く一様な濃度と見做してよい。小潮時には、図-2に示すように等濃度線は若干傾斜して、緩混合型の傾向が現れている。その特徴としては、(1)入退潮により等塩分濃度曲線は河通と全般的に約4km程度移動してはいるが、高濃度の等濃度曲線(2×10^4 、 10^4 、 5×10^3)は、上げ潮に於て遡上するとともに、底部付近から

ほぼ一様化され満潮に至りて傾斜は主として水表面付近にあらわれるようになる。これは漲潮時に於ては、河口から上流への上流流体と、上流からの流下流体が河床中で衝突し鉛直方向の拡散が大になるためと考えられる。(2) 濃度小なる等濃度曲線(10³, 10⁴ ppm)は、一朝夕間で、勾配は変にせず殆んど鉛直である。

図-2



b. 塩分及び浮泥量のサイクル;
に水位の週期的な変化に伴う塩分濃度、泥濃度のサイクルとして、河口と12 km地点に於けるものを示し、参考のため図-4に水位及び流速の時間的変化を示している。図中の計算流速は、連続の式

図-3

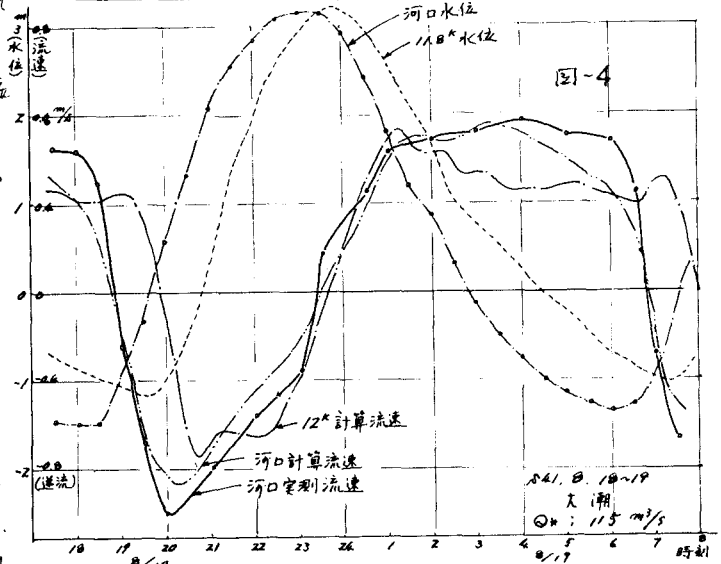
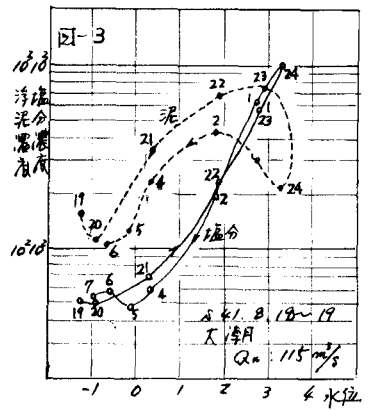
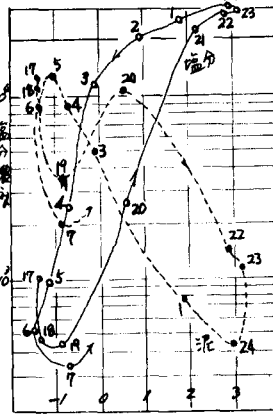
$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

と各地点の水位記録及び断面図を用いて計算したもので、河口の実測流速と対比するとかなりよく一致している。これから、

(1) 塩分濃度の最大値及び最小値は、それぞれほぼ満潮時、干潮時に起る。

(2) 河口と12 km地点の塩分濃度のループについて見れば、河口に於て、ループ内の面積は大きく、同一水位で入潮、退潮時の濃度差はかなり大きく、12 km地点のループでは、同一水位であれば、入退潮でそれ程の濃度差は認められない。このことは、河口で潮位変化と塩水の入退との間に時間的ずれが存在し、塩水の入退の方が遅れるためであるが、上流にゆくに従いこの時間的ずれは小さくなり同一水位で同一濃度を示す様になる。

(3) 泥濃度ループについて、干潮をや、過ぎた流速零の時刻附近で濃度は最小、上げ潮によって急増し、河口附近では流速の最大点で濃度は最大となつた後、満潮時の流速Zero点に於て、それ



は最小となる。下げ潮流速は、図-4の様に、ほぼ一様な速さが数時間継続するために浮泥量は次第に増加し、干潮前一时间位で最大に達した後、サイクルを終る。この間、同一水位に於ては上げ潮の乱れが強いために上げ潮時の濃度が高く、ルーフはBの字に近しい形を呈する。

C. 各地点の時間的塩分濃度

次に、各地点の時間的塩分濃度の変化について

述べる。時間を10ラキーターにして、各地点の平均塩分濃度を示したものが、大潮、小潮について、図-5, 6であり、実測値は実線で示している。

大潮時について、

干潮時には河口における塩分濃度は、 3×10^3 ppm程度であり、侵入した塩分は、下げ潮において海に排出され、河道には、大きな塩分の残留は見られず。上げ潮にともなう河口濃度は、急激に増加し、逆流に乗って、河道を運ばれる。満潮時の塩分の影響は14km地点を遙かに越える上流まで及んでいるが、そのうち6km付近までは、勾配が緩やかで、ほとんど生の海水が侵入している区域と見られ、6kmより上流では、対数紙上に於て直線的に濃度は減少している。図に於て、河口に達した塩分濃度が、前述の、各地点で計算されている入退潮による流速に乗って、逆上するものとした場合の計算結果と実線で示したが、満潮時河口からの距離に1.37倍程度の差がある。また、満潮時の濃度が下げ潮流速によって運ばれるとした計算と、一点鎖線で示している。この図から一潮周期内に於ても塩分は、流れに運ばれると同時に、かなりの拡散作用を受けていることがわかる。

小潮時について、

河口に於て干潮時でもかなりの塩分残留があり満潮時、塩分が侵入する量は、17" 10kmより下流である。また、生の海水は、満潮に於て、4kmまで逆上している。大潮時の塩分侵入と比較すると、侵入規模はかなり小さく、なっている。

図-5

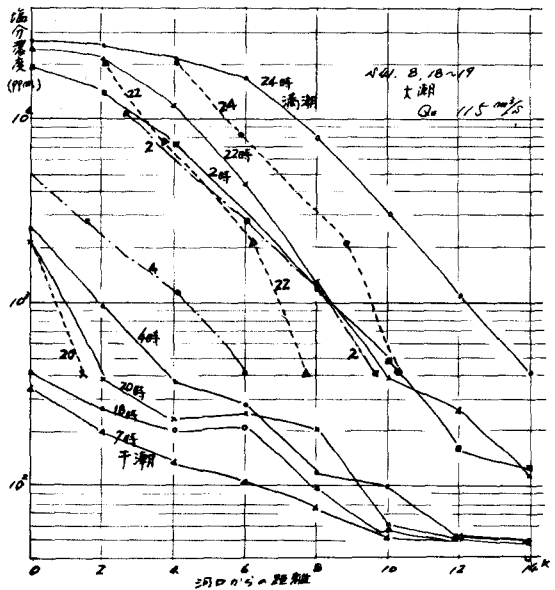
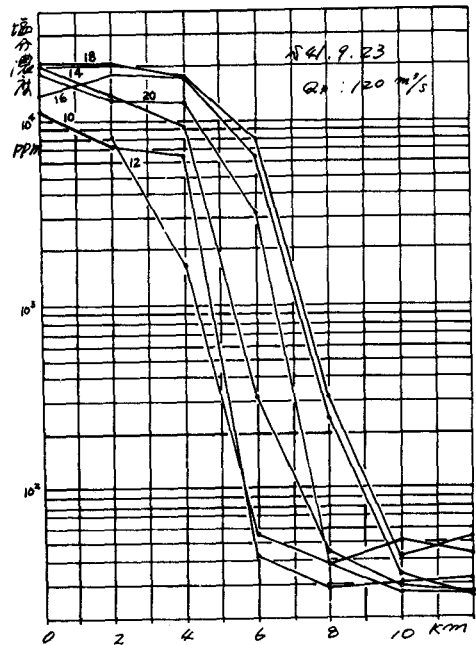


図-6



d. 拡散係数について、

満潮時に於ける塩分濃度の分布を、臨門と生の海水の区間と、それより上流の急流の濃度減少部分とに分けると、前者は主として、潮汐に規定され、後者の形は、多数の潮汐の繰り返しによって作られた pattern で平均的な値に規定されるであろう。従って、

一次元の場合の拡散方程式
$$\frac{\partial S}{\partial t} + V \cdot \frac{\partial S}{\partial x} = \frac{1}{A} \cdot \frac{\partial}{\partial x} (AD \frac{\partial S}{\partial x})$$

に於て、流速 V は入退潮による流速 V_x と河川固有流量の流速 U_0 とに分けられ

$$V = V_x - U_0$$

とし、 S の分布式は上式の平均値

$$-U_0 \cdot \frac{\partial S}{\partial x} = \frac{1}{A_0} \cdot \frac{\partial}{\partial x} (A_0 D_0 \frac{\partial S}{\partial x})$$

即ち
$$\log \frac{S}{S_0} = - \int_0^x \frac{Q_x}{A_0 D_0} dx$$

によって決められるものとする。この式により満潮停留時に於ける S の分布から逆算された拡散係数 D_0 を川内川の結果と共に図-7に示す。河床がかなり異なる両河川に於て、ほぼ同程度であることは興味深い。

図-7

