

大学院 学生員 橋本美喜男

$\frac{u_i h_i}{\nu}$ の値は 7.85×10^3 とする。我々の実験及び Karlgren の多くの実験では $\frac{u_i h_i}{\nu} \approx 2 \times 10^3 \sim 7 \times 10^3$ の範囲であり底面抵抗は乱流によるものと思える。

塩水模の実験結果及び側壁の抵抗係数 λ と Reynolds 数 $\frac{UB}{\nu}$ との実験曲線を用いて (3) 式の F' を計算し、さらに境界面のみの抵抗を取出すために (3) 式に於ける $\frac{\tau_{iw}}{\rho}$ をして理論値を代入して境界抵抗 $\frac{\tau_{iw}}{\rho}$ を

逆算し層流としての境界摩擦抵抗 $\frac{\tau_{iw}}{\rho} = 4 \left(\frac{u_i h_i}{\nu} \right)^{-1}$ との比を Karlgren が示した境界面の不安定パラメータ $\psi (= \frac{u_i h_i}{\nu} \cdot \frac{U^2}{E g h_i})$ で示したものが図-2 である。

Karlgren によると内部波の碎波による下層塩分まき上げ開始時の

値は 370 程度である。図-2 はこの値以下では必ず ψ_{10} にほぼ等しく境界には純粋な摩擦抵抗のみが作用しているが ψ が ψ_{10} をこえると τ_{iw}/ρ が増大し、内部波の発生、発達及び碎波が境界抵抗の増大に対して大きな役割を持つことを示している。内部波による抵抗増加を $\tau_{iw}/\rho = f_{iw} U^2$ とおくと

$$f_{iw} = \frac{1}{1 + \frac{\psi}{\psi_{10}}} \left(\frac{u_i}{U} \right)^2 \left[F' - (6 + 4 \frac{h_i}{h_1}) \left(\frac{u_i h_i}{\nu} \right)^{-1} \right]$$

となり f_{iw} を ψ により表したものが図-3 である。この図には大坪他により測定された石狩川のデータから計算した抵抗係数及び松本川、大野川における測定結果(後述)も示してある。矢のぼろつきは著しいが f_{iw} は $\psi = 400 \sim 10^6$ の範囲で平均的には 1.2×10^3 程度の値から 3×10^2 程度までの値に減少する傾向がみられる。

2. 内部波及び塩分変動のスペクトラム

図-4 は図-1 の実験例に基づいて内部波高及び濃度変動の周波数スペクトルを示したものの 1 例である。内部波高は周期は 15 秒、振幅 0.5 cm の長周期性の波の上に短い周期の波が重畳したものであるが抵抗増加及び塩分のまき上げに寄与するものは碎波状態にある短周期の波と考えられる。従って内部波高の変動から適当な移動平均を行ない長周期の波を除いて相関関数及びスペクトラムを計算した。明らかに $f = 0.8 \text{ cycles/sec}$ に卓越した周波数が存在していること、及びそのより高周波領域では周波数の -3 乗に比例してスペクトルは減少している。この平衡領域における spectrum の形は境界面の不安定要素と ψg とあると形式的に次の形

図-2

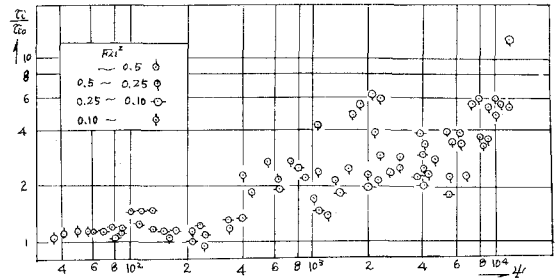
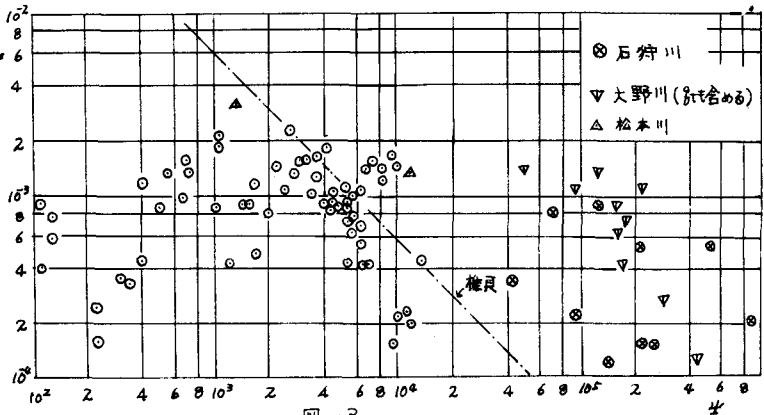


図-3

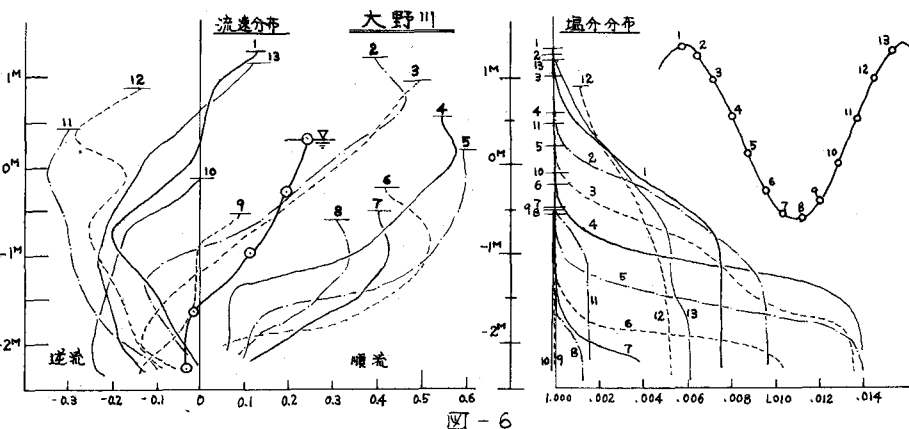
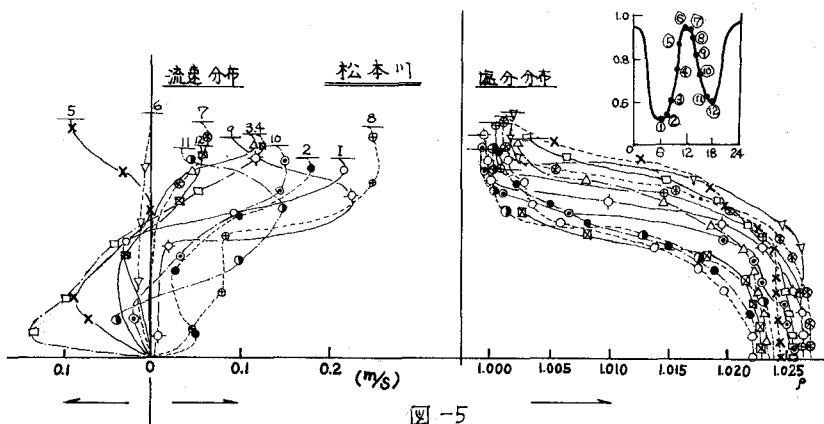
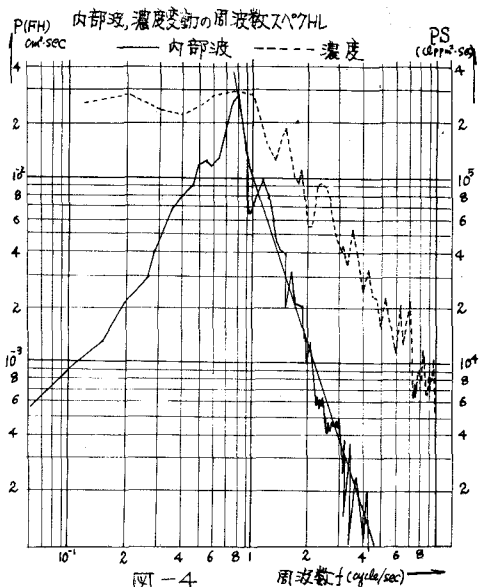


$$P_f(\omega) = \partial f(u_c) \omega^3$$

をとることが予想される。ここに ∂ : 定数
 $f(u_c)$: 速度の次元を持つ定数である。塩分変動
 の測定は境界面より $\pm 0.5\text{cm}$ ごとに測定した。
 境界面及び -0.5cm 位置の変動は長周期の波の
 通過にともなう変動と短周期成分とからなる。
 がここでは境界面より 0.5cm 上方の位置におけ
 る塩分変動の spectrum の例のみを図-4に示
 した。この位置では僅かながら内部波とほぼ同
 一の年越周期が認められるが、 1cm 上方では
 内部波との関連性は消失してしう。また塩
 分変動のスペクトルは高周波領域で周波数の
 ほぼ一乗乗に比例し乱流のそれに近い。

3. 塩水楔としての松本川、大野川の塩分侵入

河口におけ
 る平均の入限
 潮量を Q_{in} 、河
 川固有流量を
 Q_f とすると、
 松本川は Q_f/Q_{in}
 ≥ 0.5 、大野
 川ではほぼ
 $Q_f/Q_{in} = 0.6 \sim 0.1$
 の範囲にある。
 朝夕に定する
 両河川の鉛直
 方向の流速分
 布、塩分分布
 の時間的变化
 を示す1例を
 図-5, 6に示
 した。松本川
 では干満に依
 いてその位置
 を変えるが、
 塩分分布には



躍層が躍層が存在し、その位置と厚さが速度勾配の大きい位置と一致している。

一方大野川では上げ潮時の流速は下げ潮時にくらべて一様に速く、塩分の鉛直分布もほぼ一様の底層の上に混合領域が形成され、混合に近いが、下げ潮時には塩分分布に躍層が躍層が存在し、躍層位置と $(dy/dy)_{max}$ の位置とがほぼ一致していることも松本川と同様である。また両河川とも一周期の平均をとると上層は順流で躍層中心付近では流速は0となりそれより下層では逆流となり、また下げ潮時には躍層より上方の順流が卓越し、下層の流速はほぼ無視出来る程度である。

以上により、松本川、大野川における下げ潮時における躍層の存在及び流速より塩水楔としての近似的な取扱いが出来る。

いま河川流量 Q_f と平均退潮量流量 $|Q_t|$ が躍層上部を流れ躍層下層流速は上層流速にくらべてかなり小さくオシ次近似として静止しているものがあると躍層勾配 $\frac{\partial s}{\partial x}$ は

$$\frac{\partial s}{\partial x} = \frac{-\frac{Q_f^2}{egh^3b^2} \left(1 + \frac{h_1}{h_0}\right) + \frac{Q_t^2}{egh^3b^2} \frac{dh}{dx}}{1 - \frac{Q_f^2}{egh^3b^2}}$$

$$\text{但し } Q = Q_f + |Q_t| \quad (5)$$

が近似的に成立するのである。躍層勾配として濃度分布曲線に於ける躍層上部及び下部の曲率の最大の点の中央を連ねた線を用い(図-7, 8) ととして上層及び下層の濃度が一様で部分の密度差を用いておき逆算した結果を図-3に示している。なお横軸の坐も Q_f ではなく $(Q_f + |Q_t|)$ を用いている。

また、 Q_t の導入により河口附近で限界条件 $1 = \frac{(Q_f + |Q_t|)^2}{egh^3b^2}$ がかなりの程度で満される。

