

京大 工学部 正員 工博 合田 健
 京大 工学部 学生員 ○森下典昭

従来、河口部二層流の解析に際し、しばしば用いられている Schijf-Schönfeld の式においては、淡水塩水兩層間の界面を通過しての塩分輸送は考慮されていない。現象をより厳密に把握しようと思えば、この点をも考慮した基礎式が必要である。合田博士は、上下各層に対し、密度拡散、塩分拡散を考慮して、質量保存式、塩分保存式、及び運動方程式を導いている。⁽¹⁾

今回の報告は、上記基礎式のうち、上層の塩分保存式に着目し、式中に含まれる2定数 K_x, K_z が各種因子により、いかに影響されるかを、実験的に検討したものである。

解析における基礎式

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial uS}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} K_x \frac{\partial S}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial S}{\partial z} \quad (1)$$

ここに S : 上層塩分濃度 u : 上層水平流速
 K_x : 水平方向拡散係数(上層) K_z : 鉛直方向拡散係数(上層)
 ξ : 上層水深 η : 下層水深
 $h = \xi + \eta$

今定常状態を仮定する。 η, ξ の x 方向変化が、局部的に無視しうるとし、かつ K_x, K_z を一定とみなして、(1)式を断面平均値を用いて書き改めると次式になる。

$$\frac{\partial}{\partial x} \overline{uS} = K_x \frac{\partial^2 \bar{S}}{\partial x^2} + \frac{K_z}{\xi} \left[\frac{\partial S}{\partial z} \right]_{z=\eta}^{z=h} \quad (2)$$

$$\text{ここに } \overline{uS} = \frac{1}{\xi} \int_{\eta}^h uS dz \quad \bar{S} = \frac{1}{\xi} \int_{\eta}^h S dz$$

水表面からの塩分拡散がないと考えれば $K_z \frac{\partial S}{\partial z} \Big|_{z=h} = 0$ であるから(2)式は次のように書ける。

$$\frac{\partial}{\partial x} \overline{uS} = K_x \frac{\partial^2 \bar{S}}{\partial x^2} - \frac{K_z}{\xi} \frac{\partial S}{\partial z} \Big|_{z=\eta} \quad (3)$$

(3)式の両辺に、 z 点において中心差分公式を適用し、(3)式を差分表示すれば

$$\frac{\overline{uS}_{x=\xi_1+\Delta x} - \overline{uS}_{x=\xi_1-\Delta x}}{2\Delta x} = K_x \left[\frac{\bar{S}_{x=\xi_1+\Delta x} - 2\bar{S}_{x=\xi_1} + \bar{S}_{x=\xi_1-\Delta x}}{\Delta x^2} \right] - \frac{K_z}{\xi} \left[\frac{S_{x=\xi_1+\Delta x}^{z=\eta} - S_{x=\xi_1-\Delta x}^{z=\eta}}{2\Delta z} \right] \quad (4)$$

となる。 K_x, K_z の算定にあたっては、(4)式を用いて右辺ではその値を一意的に決定することとできない。しかし各個の地点 ($i \geq 2$) で同様の差分表示式を作り、これを2つづつ組み合わせるとにより K_x, K_z の値を求めうる。

実験装置とその実験方法

装置概略図を下図に示す。水路の大きさは、長さ 8m、巾 20cm、深さ 40cm であり、写真撮影に便利なように、水路の壁面は、一方は透明塩化ビニール板でできてあり、他方は不透明塩化ビニール板が用いられている。この水路の上流端には長さ 40cm の整流部があり、下流側には、“海”に相当する長さ 65cm、巾 70cm、深さ 70cm の水槽を接続しており、これが図中⑤に相当するものである。淡水として水道水を用い、塩水は、食塩を水道水に溶かしで作る。淡水は、流量変動を少なくするために設けられた淡水の Head Tank を通り、量水槽で三角ぜきにより量水され、整流部に入り、水路を流れて塩水槽より溢流する。一方塩水は、Head Tank を出て塩水槽に入り、淡水と逆方向に流下し、淡水側整流部に入る前に、水路底にある流出孔より流出する。

測定項目は、流速分布、塩分濃度分布、水深、水量、水温、密度等であるが、流速分布の測定に取らうとして、色板を用いてその動きを写真撮影して流速を求めた。塩分濃度には、白金電極を用いて、電気伝導度として取り出し、電磁オンロケータで直記させる方式をとった。

