

付けた。塩水（比重は1.024位とした。）は、注射バリ先端より20cmあるいは、40cm、淡水厚は、60cm、あるいは50cmとした。観察を容易にするために、塩水は、フルオレセインで着色した。中央底部に於いた散気装置は、コンプレッサーより減圧弁、オリフス流量計を通して送気した。槽中には、図1の様に10組の電極を設け（3番と11番は、そのつどどちらか一方を使用。）、4電極法により、電気伝導度を測定し、各点の濃度変化を求めた。各電極の濃度変化は、6秒間隔で（1電極に0.4秒）、電動タイプライターに、記録させた。

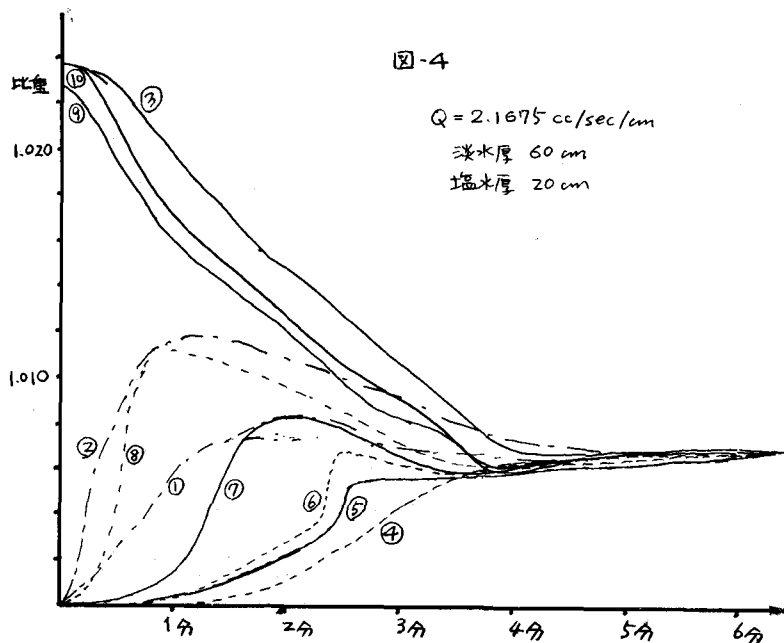
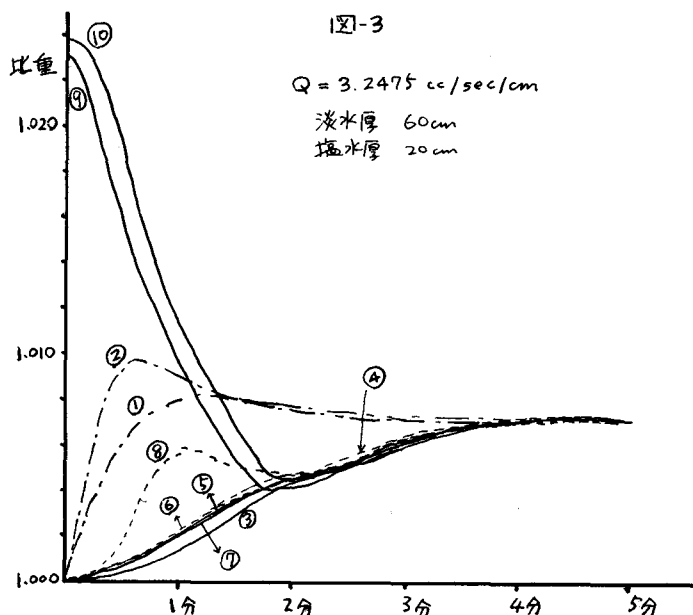
3. 実験結果

実験結果の教例を図-2, 3, 4, 5に示す。図2の様に、空気量の少ない時には、例えば、⑩の初期に、塩水中に溶っていたものは、しだいに濃度減少が起っているし、初期に淡水中にあった⑤の電極は、ある時間急激に、塩分濃度が高くなり、そして③~⑧の電極から、塩分濃度急上昇の time lag が、現れているので、界面上昇の様子が見えてくる。図3の様に空気量が、多くなると、⑩の電極は、急激に塩分濃度の減少をきたし、再びしだいに、濃度が上昇する。

⑤の電極は、図2の⑤と異なり、初めのうちから、しだいに塩分増加が起っている。又③~⑧の電極から理解できるように、time lag がほとんど現れていない。このことも観察と一致する。

中間の送気量では、図4に示している様に、⑤、⑥の電極から、図2, 3の現象の遷移的な現象が現れていると思われる。

なお参考的に、塩水水深、



40 cm, 淡水水深 50 cm の場合を図-5 に示す。

4. 考察

図2.3 から、気泡噴流に2層の混合状態を定性的に見れば、図6の④⑥という状態とそれ向きの遷移的なものである。(b)の状態であると思われる図2の現象は噴流が、塩水から淡水中に達すると、気泡の浮力も塩水より淡水中に上昇させることができず、噴流は上昇速度を失って、気泡のみ淡水層中で相対速度だけで上昇し、自由表面に達する。両層境界面の形状は、散気装置直に塩水層の盛り上がりを生ずるだけとなる。しかし、その近辺では、せん断流があるので、淡水を取り込む形で、乱流拡散が徐々に行われる。従って界面通過の際、塩分濃度が急上昇する。(a)の状態であると思われる図3の現象は、噴流が塩水と淡水の界面を、通過した後、噴流が塩水を運搬し、途中で淡水が塩水を取り込む形で混合が行われる為に、time lag もほとんどない。又噴流上昇のために、塩水が側方に

押しのけられ、下降するために⑩の濃度減少が急激であると思われる。

混合の状態をもう少し一般的に考えるために、図7の状態を考えると、塩水の質量保存を計算すると、

$$C_F V_F + C_U dV_{U \downarrow F} - C_F dV_{F \uparrow U} = (C_F - dC_F)(V_F + dV_{U \downarrow F} - dV_{F \uparrow U})$$

より

$$dV_{U \downarrow F} = -V_F dC_F / (C_U - C_F)$$

$$Q_{U \downarrow F} = -V_F \frac{dC_F}{dt} / (C_U - C_F)$$

同様にすると

$$Q_{F \uparrow U} = V_U \frac{dC_U}{dt} / (C_U - C_F)$$

となりグラフより、 $Q_{U \downarrow F}$ 、 $Q_{F \uparrow U}$ を求めると図8のようになる。

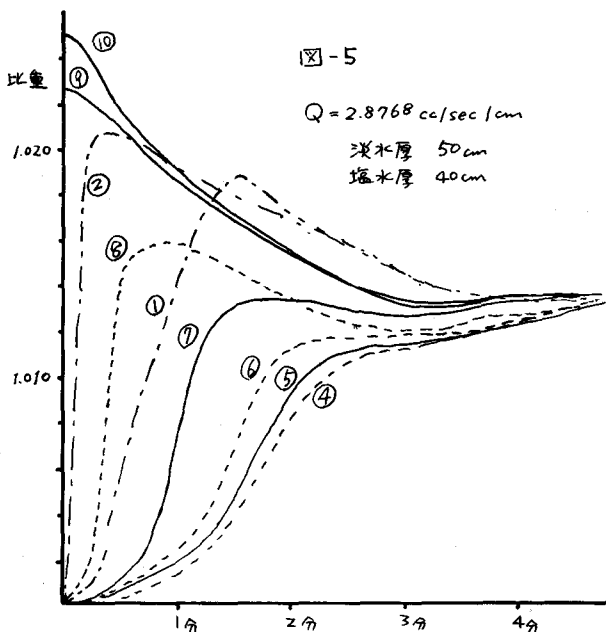


図-5

$$Q = 2.8768 \text{ cc/sec/cm}$$

淡水厚 50 cm

塩水厚 40 cm

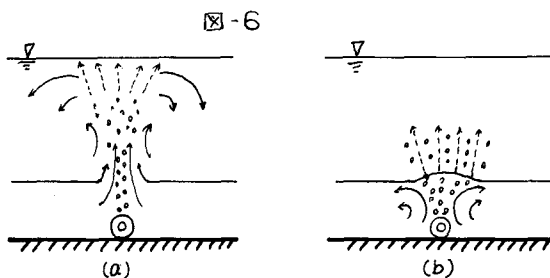
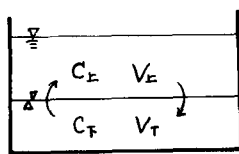


図-6

図-7



C_U, C_F 上下層の濃度

V_U, V_F 上下層の体積

$dV_{U \downarrow F}$ 上層より下層に移動

$dV_{F \uparrow U}$ 下層より上層に移動

塩水厚によ別差異はあると思われる
れど、図8よりある空気量を込めると淡水が塩水を取り込む方が強くなって、混合量が急激に増すのが、予想される。又混合量 $Q_{上F}$ (あるいは $Q_{上L}$) は、噴流速度 U と、噴流幅 B に比例するであろうと考えられるので、

$$Q_{上F} \text{ (あるいは } Q_{上L}) \propto UB \propto \sqrt[3]{gQ} \cdot H$$

又気泡密度 σ とすると、

$$\sigma = Q/UB$$

気泡の浮力は、

$$\begin{aligned} p\sigma g &= p g Q / UB \\ &\propto p g Q / \sqrt[3]{gQ} \cdot H \end{aligned}$$

淡水と塩水の密度差による浮力は、

$$(p_s - p) g$$

p_s : 塩水の密度, p : 水の密度

となる。気泡の浮力と淡水と塩水の密度差による浮力の比は

$$\frac{p\sigma g}{(p_s - p)g} \propto \frac{p g Q / \sqrt[3]{gQ} \cdot H}{(p_s - p)g} = \frac{(gQ)^{2/3}}{\frac{p_s - p}{p} g H}$$

となり、これは内部フルード数的な性質のものである。以上を使用して図9を書く。

傾向的には似がわっているが、無次元化したのにもかわからず、幾分離れているのは、気泡の相対速度を考慮にいれていないからであろう。なおこの実験に当っては、福岡県水産試験場の各氏にお世話になった。ここに謝意を表す。

