

II - 256

『感潮河川河口部の塩水侵入に関する実験的研究』

九州大学大学院 学生員○安達貴浩 学生員 孫 双科
九州大学工学部 正 員 柴田敏彦 正 員 藤田和夫
正 員 小松利光

1.はじめに 感潮河川域の混合形態は、強混合、緩混合、弱混合の3つに分類されるが、大潮時に強混合、小潮時に緩混合形態を示す筑後川のように、同一河川においても潮の違いにより異なる混合形態を示すことがある。この潮位振幅の大きさの違いによる混合の強さの変化は、感潮河川の上流側への塩水侵入の程度を決定する重要な要素の一つであると考えられる。

しかしながら、室内実験水路において、せん断乱流で強混合・緩混合を実現することは難しく、また、塩水侵入を比較できる有用な観測データも乏しいため、海域における潮位振幅の大きさと塩水遡上の程度との関係はそれ程明らかではない。

そこで、本研究では、弱混合から強混合までを実現することが可能な室内感潮河川水路を用い、海域における潮位振幅の大きさの違いが同一感潮河川の塩水侵入に如何なる影響を及ぼすかについて調べた。

2.内容

2-1.実験水路について

実験装置は、1/200の河床勾配をもつ $0.25 \times 0.25 \times 20.0\text{m}$ の河川部と $1.5 \times 3.0 \times 0.8\text{m}$ の海域部、ならびに潮汐発生装置より構成される。河川上流端より淡水を、また、海域の底部より塩水を供給し、塩・淡混合水を余水吐から排水することで塩水を遡上させ、潮汐発生プログラムに従いフロートと余水吐を連動させて自動制御することにより準定常状態の混合形態を実現した。更に、実河川の河床が凹凸の大きな粗面であることを考慮し、水路の河床に $1.0 \times 1.0 \times 25.0\text{cm}$ の棧粗度を10cm間隔で配置した。

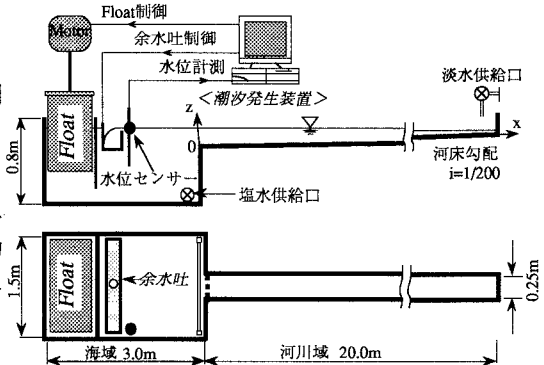


Fig-1 実験装置模式図

2-2.測定方法及びデータ処理について

座標系としては、海域と河川域の境界面上の河床中央に原点をとり、河床に沿って上流側へx軸、x軸と垂直上向きにz軸をもつ鉛直2次元座標を用いた(Fig-1)。

塩分濃度・流速の測定には、各々塩分濃度計・電磁流速計を用い、Table-1に示す断面において計測を行った。各点での時系列離散データを重み付き移動平均し、この値がアンサンブル平均値と一致すると仮定した。

2-3.潮位振幅の強弱による混合形態の変遷

感潮河川域の混合形態は、同一河川においても主として潮汐運動の強さと河川淡水流量の大きさの相対的な関係により変遷する。本実験では、河川流量 $Q_f=35\text{ml/sec}$ 、海域の塩分濃度 $C_{I0}=1\text{g/kg}$ と固定し、潮位振幅のみを変化させることで混合形態の変遷を調べた。これは、大潮・小潮による潮位差の変化に対応している。実験条件をTable-1に示す。潮位振幅 $A=5, 8.5, 15\text{mm}$ の場合の塩分濃度分布の実験結果をFig-2に、断面平均塩分濃度の一潮汐平均値 $\langle C \rangle$ の流下方向分布をFig-3に示す。 $A=5\text{mm}$ のときは、塩水が楔形状で侵入する弱混合

Table-1 実験条件

ケース名	潮位振幅A(mm)	塩分濃度測定点x(m)	流速測定点x(m)
Run 1-1	0	0.15, 3, 10, 11, 12	0.15, 5
Run 1-2	5	0.15, 3, 7, 10, 11, 12	〃
Run 1-3	6.5	0.15, 3, 5, 7, 9, 10	〃
Run 1-4	8.5	0.15, 3, 5, 7, 9	〃
Run 1-5	12	0.15, 3, 5, 7, 9	〃
Run 1-6	15	〃	〃
Run 1-7	20	0.15, 3, 5, 7, 9, 10	〃

海域塩分濃度 ; $C_{I0}=1\text{g/kg}$
淡水流入流量 ; $Q_f=35\text{ml/s}$
塩水供給流量 ; $Q_s=125\text{ml/s}$
河口部平均水深; $H(x=0)=14.3\text{cm}$
潮汐の周期 ; $T=240\text{sec}$

形態を呈し、 $A=8.5\text{mm}$ になると塩水層と淡水層との間に混合が生じ、緩混合形態を示す。更に、 $A=20\text{mm}$ のときは水深方向に濃度が一様化し、流下方向にのみ濃度勾配をもつ強混合形態となり、潮位振幅のみを変えることにより、弱混合から強混合までを実験的に再現することができたといえる。また、Fig-3を見ると、弱混合の場合、塩水侵入長が長いばかりではなく、上・下流の両方で高い断面平均塩分濃度を示すことが確認できる。

次に、断面平均塩分濃度の一潮汐平均値 $\langle C \rangle$ を上流側に直線外挿することにより、塩水侵入長 L_s を算出した。更に、断面平均塩分濃度の一潮汐平均値 $\langle C \rangle$ が $x=0$ に関して左右対称である場合を想定し、この分布の標準偏差 V_x を求めた。結果をFig-4に示す。この結果より、塩水侵入長は、潮汐運動のない定常塩水楔の場合に最も長くなるが、混合が強くなるにつれて急激に減少し、緩混合において最小値をとることが分かる。更に、混合形態が緩混合から強混合になると、逆に、混合の強さに伴い塩水侵入長は大きくなっている。このことは、弱混合から緩混合形態にかけては、密度差によって生じる内部重力が、緩混合から強混合形態にかけては、乱れによる拡散係数の強さが、感潮河川の塩水侵入を規定するというを示している。また、塩水侵入長の増加に伴い、標準偏差 V_x も増加し、両者とも緩混合時において最小値をとるが、同じ塩水侵入長でも、強混合時に比べ弱混合時の標準偏差 V_x は大きくなっており、密度効果による塩水侵入は乱れによるものに比べ、上流側まで高塩分濃度を維持するということが確認できる。

3. 結論

本研究により感潮河川の塩水遡上に関する以下のような知見が得られた。

- 1) 密度差に起因する内部重力の効果が最も卓越する弱混合形態においては、強混合・緩混合の場合に比べて河川部への塩水侵入長が大きくなる。
- 2) 更に、弱混合形態においては塩水侵入長が長いばかりでなく、比較的高濃度の塩水が上流側まで遡上する。
- 3) 緩混合の塩水侵入長が最も小さく、乱れによる混合がより強い強混合では塩水侵入が大きくなる。

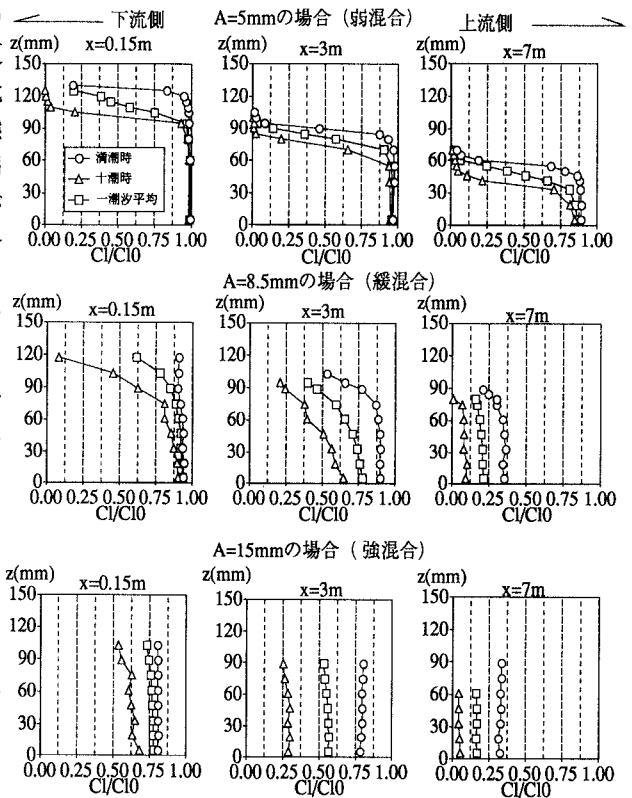


Fig-2 各混合形態の塩分濃度分布

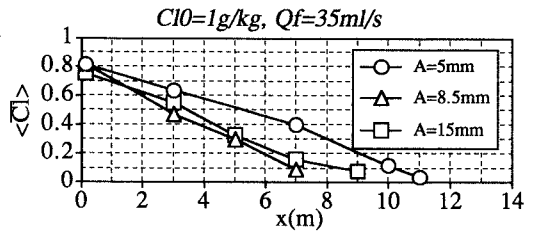


Fig-3 断面平均塩分濃度の一潮汐平均値分布

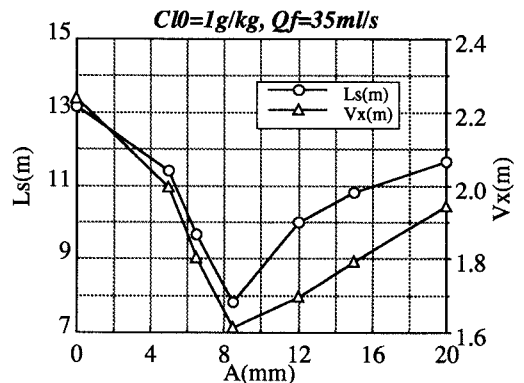


Fig-4 潮位振幅と塩水侵入特性量との関係