

感潮河川における塩水遡上の人工的制御に関する実験的研究 (その1)

九州大学工学部 学生員○朝田 将 孫 双科 安達貴浩 松永英伸
 建設省九州地方建設局川内川工事事務所 正員 上杉達雄 松岡弘文
 九州大学工学部 正 員 小松利光 柴田敏彦 藤田和夫 朝位孝二

1. はじめに

川内川河口部において、ここ数年来河口より16.6km上流にある丸山共同取水口で比較的高濃度の塩水が混入し、周辺住民の生活や製紙パルプ業などの産業活動に支障が出ている。そのため、河川上流側への塩水侵入を防ぐ手法の開発が望まれている。室内実験により、貯水池や湖沼の密度成層を破壊するために用いられる気泡噴流が、弱混合形態での塩水侵入を軽減する効果をもつことが明らかにされているが、1995年11月にこの方法が川内川において現地試験された。

本研究では、この現地実測の結果に対する検討を行い、実際の河川における気泡噴流の塩水侵入軽減効果の有無についての評価を行った。

2. 現地実験の方法と結果

2-1 実験概要

川内川河口部における潮位変動は、大潮時は干満差が3m弱、小潮時は1m強程度であり、混合形態は、大潮時付近では主に緩混合に、小潮時付近では高濃度の塩水が成層化した弱混合となることが知られている。塩水侵入長も月齢と共に変化し、緩混合形態を示す大潮時付近で最も短く、小潮から1~2日程度遅れた長潮時付近で最も長くなる。

1995年11月に河口から12.4km上流に位置する天大橋付近の河床から川幅方向に渡り一様に気泡を発生させ、河川上流側への塩水侵入を軽減させようという試みがなされた。まず1995年10月13日の中潮から10月20日の若潮にかけて気泡噴流を発生しない場合の塩水侵入状況の現地観測を予め行った。次に現地実験で気泡噴流による塩水侵入軽減効果だけをできるだけ正確に評価するために、事前調査時と水温及び潮汐の変動パターンがあまり変わらない1995年11月11日の中潮から11月18日の若潮までの8日間にわたり気泡噴流を発生させて、塩水侵入状況を観測した(図-2)。

2-2 現地実験の結果

気泡発生の有無の比較を行うため、実測結果の一例として図-3に小潮時と長潮時の満潮時における500mg/lと5000mg/lの等塩素イオン濃度線の分布を示す。小潮時と長潮時のいずれについても、気泡発生時には気泡発生断面付近で塩素イオン濃度が急激に変化し、河川上流側への塩水侵入が軽減していることが分かる。また気泡発生断面において塩・淡水を水深方向に十分混合してもある程度塩水侵入長が長くなると、気泡発生断面の上流では再び成層化していることが確認された。

以上の結果を見ても、気泡噴流発生により塩水侵入が影響を受けていることが分かるが、潮汐の変化や河

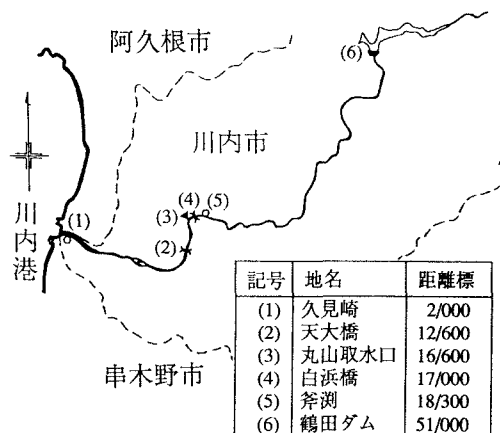


図-1 川内川河口付近

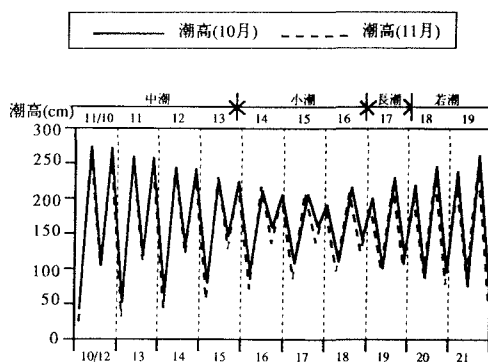


図-2 潮高の変動パターン

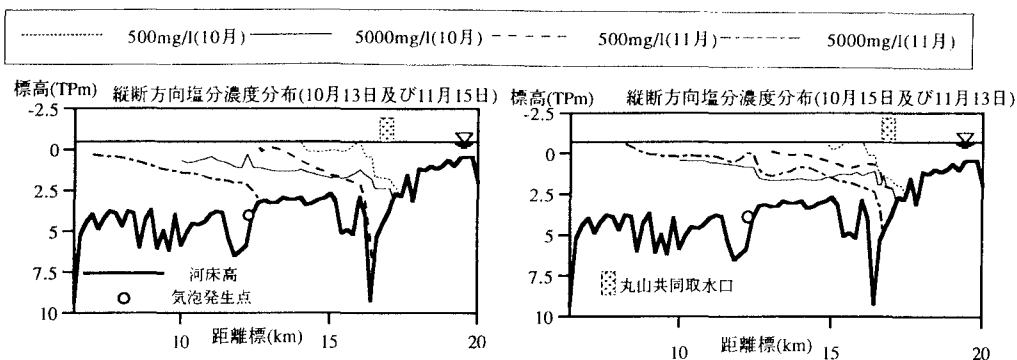


図-3 縦断方向塩分濃度分布

川水流量が完全には一致していないため、気泡噴流のみの効果は正確には抽出できない。小松ら²⁾は、若潮時における丸山共同取水口の取水濃度が若潮の日の直前3日間の河川流量の平均値 Q_f (m³/s)、海域の1日平均水位 H_0 (T.P.m)、潮汐変動のパターンの日潮不等の程度を表すパラメータ β に規定されていることを見出し、以下の式を用いて塩水混入の有無を予測することを可能とした。

$$\left| \frac{H_0+10}{\beta(Q_f-25)} \right| < 4.4 \text{ のとき、塩水混入あり}$$

$$\left| \frac{H_0+10}{\beta(Q_f-25)} \right| > 4.4 \text{ のとき、塩水混入なし}$$

ただし、 $Q_f < 25$ (m³/sec) のときは、いかなる H_0 、 β に対しても塩水混入が発生する可能性が高い。

この結果を適用すると、10月20日及び11月18日の若潮時のいずれにおいても塩水混入が起ると予測された(図-4)が、気泡を発生させなかった10月20日は実際に塩分混入が起こったのに対し、気泡を発生させた11月18日の調査では塩分混入がほとんど認められなかった。このことは、11月18日の若潮時において、本来は丸山取水口に塩水を混入する程度に高濃度の塩水が上流側へ侵入しているはずであったが、気泡噴流の効果により塩水侵入長が軽減され丸山取水口からの塩水混入が阻止されたということを示している。また、若潮を過ぎた11月19日に気泡発生を停止させたが、これと同時に比較的濃い塩水が上流側に侵入しはじめたことが観測されている。通常は、長潮を過ぎる頃は塩水侵入長はしだいに短くなる時期に当たるため、気泡噴流により塩水層を破壊することで、塩水侵入が軽減されていたことが分かる。

3. 結論

1) 今回、川内川において現地実験を行った結果、室内実験と同様に、気泡噴流が塩水楔を破壊して混合させ密度差を減少させるため、塩水の上流側への侵入を軽減する効果があることが明らかとなった。

2) 塩水侵入長がある程度長くなると、気泡発生位置で水深方向にほぼ一様に混合された塩・淡水が、その後上流側において再び成層化することが確認されている。このことから、長潮時から若潮時にかけて特に塩水侵入長が長くなる時期に、上流のもう1断面から気泡を発生させれば塩水侵入長の更なる減少が期待できる。今後その効果の詳細を実験的に明らかにしていきたい。

4. 参考文献

- 1) 小松利光・孫双科・安達貴浩・川上義幸・米須清彦：感潮河川における塩水遡上の人工的制御法についての研究、水工学論文集第40巻、1996.2
- 2) 小松利光・上杉達雄・孫双科・安達貴浩・松岡弘文・大和則夫・朝位孝二：川内川河口部における塩水遡上について、水工学論文集第40巻、1996.2

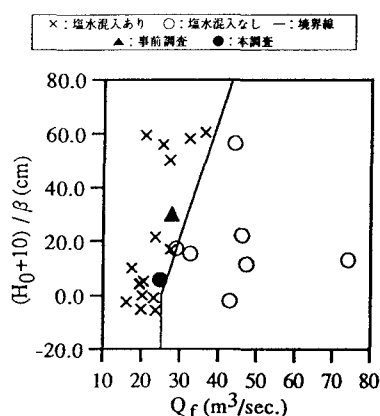


図-4 塩水混入の有無と $(H_0+10)/\beta$ 、 Q_f との関係