

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2)

九州大学工学部 学生員○松永英伸 安達貴浩 孫 双科 朝田 将
 九州大学工学部 正会員 小松利光 柴田敏彦 藤田和夫 朝田孝二
 (株)東京建設コンサルタント九州支店 正会員 大和則夫 鶴田芳昭

1.はじめに

感潮河川域における塩水遡上は、灌漑用水、工業用水、上水道などといった水資源としての河川水の利用価値を著しく低下させるため、河川上流側への塩水侵入を人工的に制御する方法を開発することには多くの期待が寄せられている。これまで行った室内実験¹⁾及び川内川河口部における現地実験²⁾の結果、気泡噴流を河床より発生させる方法は、河川上流側への塩水侵入を軽減する効果をもつことが明らかとなった。本研究では、塩水侵入を軽減するのに最も効率的な気泡噴流の適用方法を明らかにするために、気泡発生断面数や発生時間間隔を変化させ、その効果について調べた。

2.実験方法及び結果とその考察

2-1 気泡を断続的に発生させる実験

室内実験および川内川河口部における現地実験の結果、図-1に示すような気泡噴流を連続的に発生させれば河川上流側への塩水侵入を軽減できることが明らかとなった。しかしながら気泡を長時間連続的に発生すると、気泡発生断面において魚類の往来が遮断される恐れがあるため、気泡を断続的に発生させた方が、実用上好ましい場合も考えられる。そこで、表-1に示すように気泡発生位置を $X_b=7m$ 、

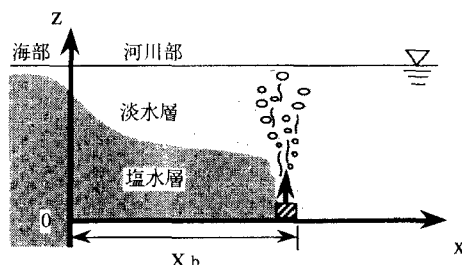


図-1 気泡噴流模式図

1潮汐間の気泡発生時間を半周期と固定し、干潮から満潮まで、満潮から干潮まで、最大上げ潮から最大上げ潮まで、最大下げ潮から最大上げ潮までといった4通りのタイミングで気泡を半周期間ずつ断続的に発生させ、それぞれの準定常状態の塩水侵入状況を比較する実験を行った。

表-1 実験条件

実験ケース	Run1-1	Run1-2	Run1-3	Run1-4	Run1-5	Run1-6	Run2-1	Run2-2
気泡発生位置 $X_b(m)$	—	7	7	7	7	7	7, 8	7, 8
気泡発生条件	気泡なし	連続発生	満潮から干潮まで	干潮から満潮まで	最大上げ潮から最大下げ潮まで	最大下げ潮から最大上げ潮まで	連続発生	干潮から満潮まで

(注)淡水供給流量 $Q_f=50ml/sec$.
 塩水供給流量 $Q_s=105ml/sec$.
 海域の塩分濃度 $Cl_0=3g/kg$
 $x=0$ における
 平均水深 $H_0=133mm$
 潮汐周期 $T=240sec$.
 潮汐の干満差 $2A=14mm$

満潮時と1潮汐平均の断面平均塩分濃度の流下方向分布を見ると(図-2)、1潮汐間の気泡発生時間の間隔が一定であれば、断続的な発生のタイミングに違いがあっても、塩水侵入軽減効果にはほとんど差がないことが分かる。潮汐運動に伴い塩水楔は上・下流に往復移動するが(例えば気泡を発生しない場合(Run1-1)には楔の先端は干潮から満潮の間に0.5m程度上流側へ移動)、気泡噴流を横切って気泡の鉛直混合効果の影響を受ける淡・塩水のトータル量は変わらない。このことから1潮汐間の気泡発生時間が一致するRun1-3~Run1-6の4つの結果には有意な違いが生じないものと考えられる。

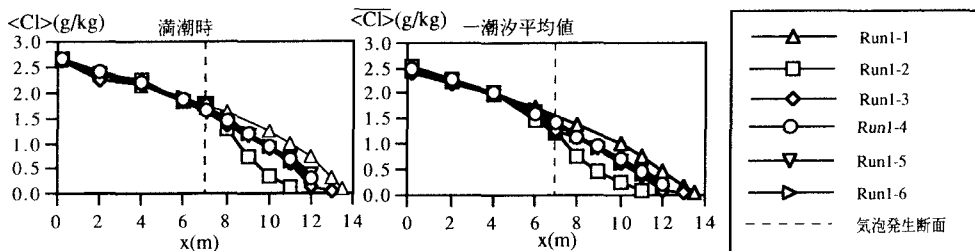


図-2 気泡を断続的に発生させた場合の断面平均塩分濃度分布

2-2 気泡発生断面数を変える実験

次に気泡発生断面を $X_0=7.0\text{m}$ 及び 8.0m の2点に増やし、気泡を連続的に発生させた場合と、満潮から干潮までの間だけ各周期毎に断続的に気泡を発生させた場合について、それぞれの準定常状態を実現した(表-1)。気泡発生断面付近の一潮汐平均の塩分濃度鉛直分布(図-3)と断面平均塩分濃度の流下方向分布(図-4)を見ると、気泡を半周期毎断続的に発生させても発生断面を2ヶ所に増やせば、1断面で連続的に気泡を発生させた場合と同等かそれ以上に塩水侵入を軽減できることが分かる。また、発生断面が2断面の場合、気泡を連続的に発生させても断続的に発生させても、塩水侵入軽減効果にあまり差がなかった。この結果より、1潮汐間の気泡発生量が大きければ、それだけ弱混合の塩水と淡水との混合が促進され、上流側への塩水侵入軽減効果も増大するが、気泡発生断面より上流側の塩・淡水が十分水深方向に混合されてしまえば、それ以上気泡発生断面を増やしたり気泡量を増やしたりしても更なる塩水侵入軽減効果は得られないことが分かる。

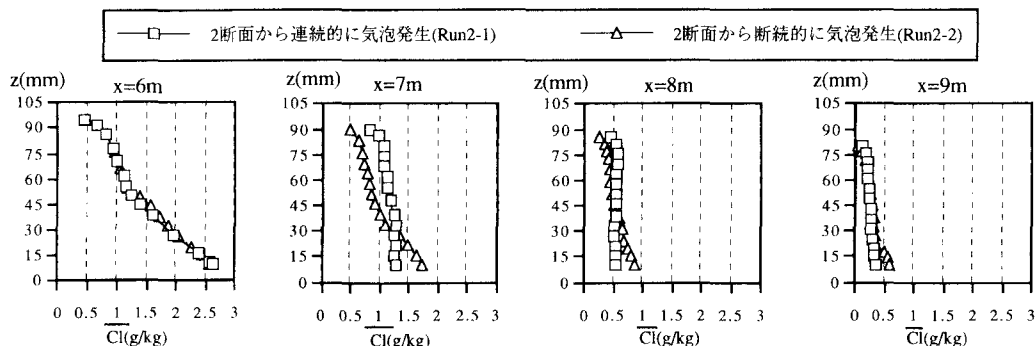


図-3 2断面から気泡を発生した場合の気泡発生断面付近の一潮汐平均の塩分濃度鉛直分布

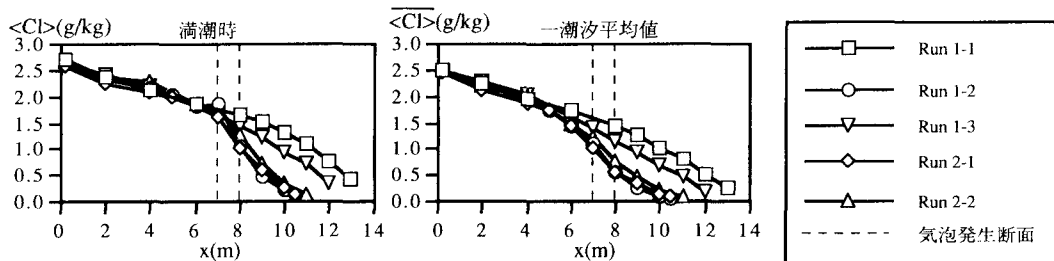


図4 2断面から気泡を発生した場合の断面平均塩分濃度流下方向分布

3. 結論

気泡噴流を用いた塩水侵入軽減効果を調べるための室内実験を行った結果、以下のような知見が得られた。

- 1) 同一の気泡発生断面において1潮汐間の気泡の発生時間が同じであれば、気泡の発生方法が時間的に異なっても、塩水侵入長の軽減効果に差はみられない。
- 2) 気泡発生地点2ヶ所で、気泡発生を半周期毎に断続的に発生させても、気泡を1断面より連続的に発生させた場合と同様の効果が得られる。現地で実際に気泡噴流を運用する際、このような複数の断面から断続的に発生させることにより、気泡噴流の塩水侵入軽減効果を損なわずに、魚類の通過が確保ができることが期待される。

○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に関する実験的研究、水工学論文集第40巻,1995
- 2) 朝田将・他9名：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)、土木学会西部支部講演,1995
- 3) 安達貴浩・柴田敏彦・藤田和夫・孫双科・小松利光：感潮河川河口部の塩水に関する実験的研究、土木学会第50回年次学術講演会第2部,PP512-513,1995