

河川水の間断放流による強混合型塩水侵入の人工的制御

九州大学工学部 学生員○朝田 将 安達貴浩 黒目 剛 室永武司
九州大学工学部 正 員 小松利光 柴田敏彦 藤田和夫

1. はじめに

感潮河川河口部は、その流域の産業活動及び住民生活に貴重な水資源を、また貴重種を含む数多くの生物にとってもかけがえのない水環境を提供している。しかしながら流域の開発が進むにつれて、河川水の取水量は増加し、更に近年の降雨量の減少傾向も相まって、河川固有流量が減少することが予想される。その結果、河川上流への塩水の侵入が増大し、流域の産業活動や人々の生活及び生態系に何らかの悪影響を与えることが懸念されており、塩水侵入を人工的に軽減するための手法の開発が求められている。著者らは河川流量が塩水侵入に支配的な影響をもつことに着目し、海域部の潮位変動に合わせて河川流量を人工的に制御することで干満により塩水侵入長が大きく変化する強混合型の最大の塩水侵入を軽減する手法（以下、間断放流）を提案している。

本研究では代表的な強混合河川であるA川を対象にした実験結果に基づいて、間断放流を実河川に適用した際の塩水侵入軽減効果について検討を行った。

2. 代表的強混合河川の塩水侵入特性について

A川の塩水侵入は、上流からの淡水流量や海域の潮汐変動の影響を受けて様々に変化する。A川の流入する海域はその閉鎖的な形状により生じるセイシュのため潮汐変動に伴う水位変動が大きく、河口部の混合形態は干満差が5～6mの大潮時には強混合を、2～3mの小潮時には緩混合を示す。塩水侵入状況も潮汐の干満差に大きく依存しており、強混合形態を示す大潮時の満潮時付近で最も長く、淡水流量が減少している渇水時には河口から23kmに位置する堰付近にまで塩水が遡上することもある。一方、大潮時の干潮時の塩水侵入長はそれほど長くなく、潮位の変動に伴い塩水侵入長が著しく変化する。

平常流量時において(図-1の河川固有流量が $40\text{m}^3/\text{sec}$.程度)、河口から約17.5km地点に位置する床固めの上流域は、床固めの塩水遡上阻止効果もあって塩水がほとんど入り込まない淡水域となり周辺に住む生物にとって貴重な生息空間となっている。しかしながら河川固有流量が $30\text{m}^3/\text{sec}$.を下回る渇水時には、200ppmを越える塩水が床固めを越えて侵入し、そこを産卵域とする生物の生態に影響を及ぼすことが報告されている。

このようなA川の塩水侵入状況を見ると、あまり塩水侵入長の長くない干潮時や小潮時に河川淡水を河道に設置されている堰上流に貯水し、塩水侵入の増加に合わせ河川水を放流することにより、強混合型河川の大潮時の満潮時付近における最大塩水侵入長の軽減が期待できる。

3. 実験の内容及び結果

3-1. 実験条件の決定 実験条件の決定に当たっては、A川において上流側への塩水侵入が顕著に現れた1994年2月10日の大潮時における水理条件を用いた(表-1)。

A川では干潮時付近に透過能力の小さい床固めよりも床固め下流の水位が低くなり、この期間に下流側の影響が床固め上流に及ばなくなる。床固め上・下流の遮断期間は最適な間断放流のタイミングを決定する際重要であり、更に床固め上流の塩水侵入の変化に多大な影響を与えると考えられるので、本実験では、床固めの影響を組み込んだ実験を行った。床固めの上・下流での流れの疎通の遮断期間の一潮汐間に占める割合がA川の数値(ほぼ1/3)と一致するように、実験水路の床固めの高さを決定した。

著者らは、潮汐による入潮量 P_i と一潮汐の間に上流からの河川淡水のボリューム V_f との比が変わると間断放流の塩水侵入軽減効果は大幅に変化することを明らかにしている。この

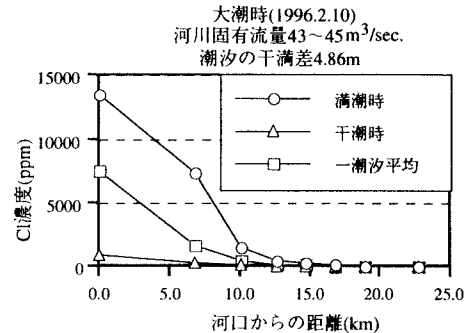


図-1 大潮時のA川の塩水侵入状況

表-1 A川の諸元	
満潮時河口水位 (T.P.m)	2.18
干潮時河口水位 (T.P.m)	-2.68
潮位振幅 (m)	2.43
河川固有流量 (m^3/sec)	43~45
V_0 概算値 ($\times 10000\text{m}^3$)	2800
P_t 概算値 ($\times 10000\text{m}^3$)	2500

ように、ボリューム比 P_f/V_f は強混合型河川に対する間断放流の塩水侵入軽減効果を検討する際、最も重要なパラメーターとなるので、床固めから堰までの区間と河口から大堰までの区間の P_f/V_f がA川の値と一致するように、床固め設置位置、一潮汐間の河川水の流入体積、潮汐の干満差を決定した。更に、予備実験を行い濃度分布が水深方向にはほぼ一定となる強混合形態を再現するように試行錯誤的に他の実験条件を決定した(表-3)。

表-2 実験と現地の
無次元パラメーターの比較

	河川全体	床固め～大堰
P_f/V_f	A川 14.468	1.773
$Q_f \cdot T$	実験水路 13.125	1.750
P_f/V_0	A川 0.893	0.741
	実験水路 0.764	0.897

表-3 実験条件

3-2. 実験結果 A川では床固めを越

えて200ppmという比較的うすい塩水が侵入することを防ぐだけで、その水域の生態を維持することが可能であると考えられるため、全体的な塩水侵入の変化よりもむしろ床固め上流に限った局所的な効果を検討する必要がある。表-2に示すようにA川の大潮時の P_f/V_f は非常に大きいので、間断操作による塩水侵入軽減効果は非常に小さく、室内実験で床固め上

ケース名	放流パターン	一潮汐間に流入する淡水の体積(cm^3)	間断放流の時間差	間断放流時の流量(cm^3/sec)
Run 4-1-1	通常供給	7200	-	-
Run 4-2	満潮前T/3	7200	20~100	70
Run 4-1-2	通常供給	7200	-	-
Run 4-3	干潮前T/3	7200	140~220	70
Run 4-1-3	通常供給	7200	-	-
Run 4-4	最大上げ潮前T/3	7200	0~40 200~240	70
Run 4-1-4	通常供給	7200	-	-
Run 4-5	最大下げ潮前T/3	7200	80~160	70
Run 4-1-5	通常供給	7200	-	-

潮位振幅: $A=21\text{mm}$
河口平均水深: $H_0=85\text{mm}$
塩水供給流量: $Q_s=80\text{cm}^3/\text{sec}$
海域の塩分濃度: $C_0=5\text{g/kg}$

潮汐周期: $T=240\text{sec}$
堰設置位置: $X_B=12\text{m}$
床固め設置位置: $X_M=10.4\text{m}$

流の塩分濃度の変化を調べることは精度上問題が生じる可能性がある。このような微妙な変化をできるだけ正確に抽出するために、間断放流の実験の前後に通常供給の実験を行い、通常時からの変化に同一の傾向がある場合についてのみ塩水侵入軽減効果の有無の評価を行うことにした。間断放流による床固め付近の塩分濃度の変化を、その前後に行った通常供給の実験結果と併せて図-2に示す。結果を見ると、予測されたとおり、間断放流を行っても塩水侵入状況はほとんど変化していない。しかし、上記の判定法を用いると、上げ潮周りで間断放流を行うことで床固め上流への塩水侵入が最も抑制され、床固め付近の濃度を1/10程度に軽減できることが明らかとなった。

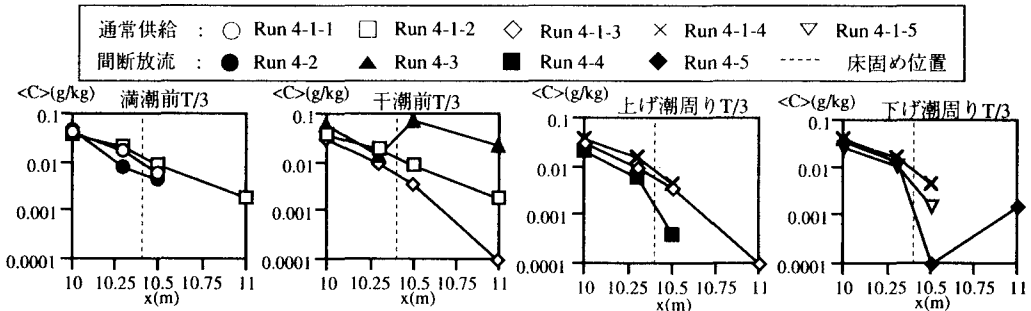


図-2 床固め上流の塩水侵入の変化

4. 結論

A川では大潮時の入退潮量が上流からの河川淡水のボリュームに比べ非常に大きいので、間断放流を行っても大幅な塩水侵入軽減効果は期待できない。しかし、上げ潮周りで間断放流を行うと床固め上流の非常に薄い塩素濃度を更に低減できることが分かった。実際の適用に際しては、クリーク群や堰の貯水能力を十分に活用し、上流から一潮汐間に流入する河川淡水のボリューム自体を増加させることも可能であるので、間断放流により、所定の塩水侵入軽減効果を得ることが期待できる。今後は数値シミュレーションを行い、現地での間断放流の効果についてより詳細な定量評価を行っていく予定である。

5. 参考文献

1)黒目剛・安達貴浩・朝田将・室永武司・小松利光・柴田敏彦・藤田和夫：河川流量の変化に対する強混合型塩水侵入の応答特性,平成8年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集,1997.