

河口堰の運用に伴う河川水の拡がりに関する基礎的研究

中部大学
中部大学

○井田貴広
加藤市朗

中部大学
中部大学 正会員
中部大学 正会員

奥村文孝
武田 誠
松尾直規

1. はじめに

河口堰の運用は、ひとたび問題が生ずればその影響は多方面に及ぶため、十分な注意が必要とされる。しかし、それらの基礎となる水理学的な知見は現在のところ十分であるとは言えない。そこで、長良川河口堰を対象に、今まで個別に取り扱われてきた河川域と海域における河口堰の影響を総合的に検討するため、まず、長良川河口堰下流部の流れの様子を数値解析により明らかにする。本研究では、長良川の河口域を模した領域を対象とするモデル解析により、定性的な流れの把握を目指す。その後、長良川・伊勢湾を対象に流動解析を行い、河口堰が下流域の流れに与える影響をみることにする。

2. 数値解析モデル

本研究で使用した数値解析モデルは、連続式、運動量方程式、水温の収支式、塩分の収支式、密度を算出する状態方程式 (Knudsen の式) から成る。そして、これらの式をレベルモデルに展開し、差分法を用いて解くものとする。ただし、今回の研究では、日射の影響は考慮していない。また、常に問題となる渦動粘性係数と渦拡散係数には、両者のオーダーが等しいと仮定し水平方向 $100\text{m}^2/\text{s}$ 、鉛直方向 $0.001\text{m}^2/\text{s}$ を用いる。

3. 長良川河口堰の運用

平常時 (堰地点流量が $200\text{m}^3/\text{s}$ 以下で非高潮時の場合) の長良川河口堰の運用は、上流の水位を T.P.+0.8m ~ 1.3m の範囲に保ち原則として堰下流水位以上となるようにしており、塩水を堰上流に進入させないためのゲート操作が行われている。ゲート操作は、基本的に堰上部から越流させるオーバーフローが用いられている。また、時には、1日の堰総流出量のうち3~5割程度を1~4、5時間という短時間で流出させるフラッシュ操作が用いられる。フラッシュ操作にはオーバーフローフラッシュ操作 (水表面に存在するフロロフィル a 濃度や水温の高い水塊を排出する目的) と堰下部から潜り込ませるアンダーフローフラッシュ操作 (底層に存在する DO 濃度の低い水塊を排出する目的) とがある。

4. モデル解析

長良川・伊勢湾を模した図1の領域を対象とする。海域には、水温 26.8°C 、塩分 33.0ppt (密度 $1000.0\text{kg}/\text{m}^3$) を与え、潮汐は考慮していない。河川上流端には、平均流量 $122.4\text{m}^3/\text{s}$ 、水温 26.2°C 、塩分 0.0ppt (密度 $1023.6\text{kg}/\text{m}^3$) を与える。上記の値を初期値、境界条件とし、海側開境界条件にはノイマン型境界条件 (勾配=0) を用いて、堰操作 (オーバーフロー (run 1) またはアンダーフロー (run 2)) による下流域の流動解析を2日間実施する。ただし、実際のフラッシュ操作による河川流量は、平均流量ではなく定常でもないが、定性的な流動特性を検討するため上記の条件で計算を行う。

5. 計算結果と考察

A-Line (堰から 11km) における run 1 と run 2 の縦断面流速分布と密度分布を図2に示す。本図には計算開始1日後と2日後を

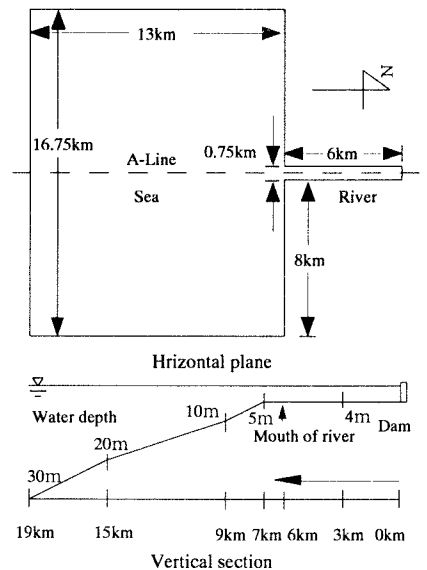


図1 計算領域

記している。まず、計算開始1日後の流況をみると、堰近傍では当然の事ながら run 1 と run 2 とで流況が異なり、run 1 は表層で、run 2 は底層で大きな流速値を示している。ただし、1km 付近から海域まではあまり差はみられない。このことは密度分布からも分かり、1km 付近から海域までの両者の密度分布の差はみられない。つぎに、計算開始2日後の流況をみると、堰近傍では run 1 で表層のみに卓越した流速値が現れているのに対して、run 2 では表層・中層・底層ともに流れが発生していることが分かる。密度分布をみると、run 1 では鉛直方向に密度差が生じているのに対して、run 2 では鉛直方向の密度差はみられない。これは、run 1 の河川水は表層のみを流下するのに対し、run 2 の河川水は浮力の効果により上昇しながら流下することによるものであり、鉛直混合が生じてこのような密度分布になったものと考えられる。また、2km 付近から海域までの流速分布にあまり差はみられなかった。本研究の条件では、河川流量に起因する移流の効果は小さいものと考えられる。したがって、河口域の流れは主に水位勾配と密度勾配によって決定される。2km 付近から海域までは run 1 と run 2 の密度分布に差がないことから流速分布の差もみられないと考えられる。

5. おわりに

本研究では、河口堰下流域での流動構造の検討を行った。得られた知見として、アンダーフロー操作はオーバーフロー操作よりも三次元的に流れを引き起こすことと、両者の違いは堰近傍で発生し、河口域ではあまりみられないことなどが挙げられる。ただし、本研究では渦動粘性係数などを詳細に検討しておらず、多くの課題が残されているのも事実である。今後はより詳細な検討を重ね、堰を伴う河口域の流動構造の把握に努めたい。講演時には、上記のモデルを長良川および伊勢湾に適用した場合も発表する予定である。

参考文献

- 1) 井上和也他：沿岸域における河川流出水の拡がりの解析，水工学論文集第40巻，pp.473-478.

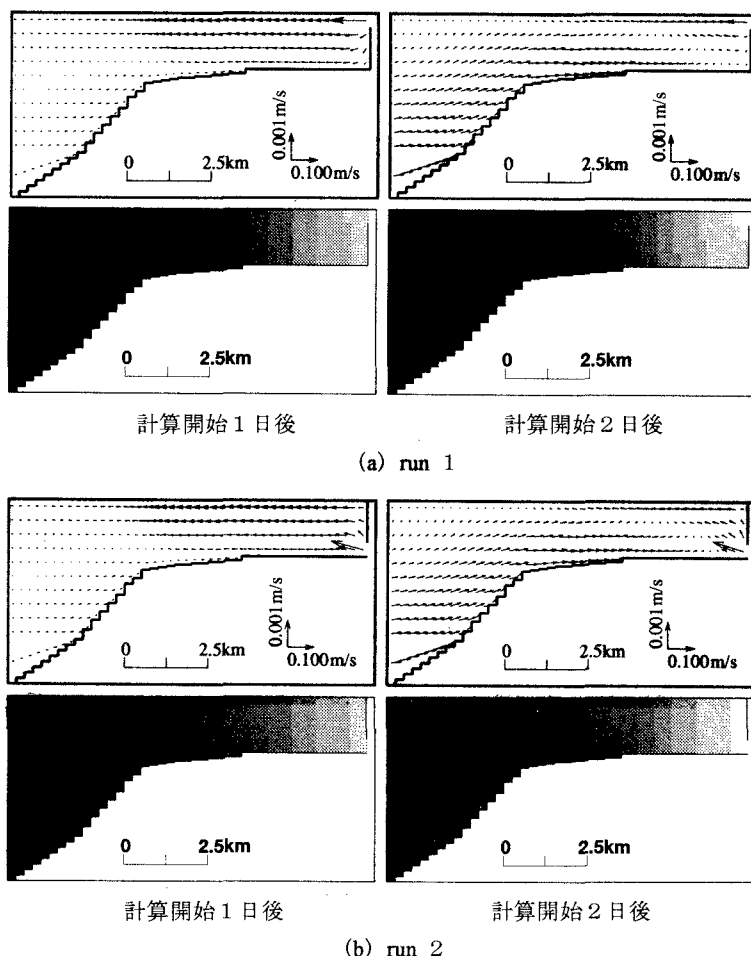


図2 縦断面の流速分布と密度分布

