

肱川河口砂州周辺の流れと地形変化

愛媛大学工学部

正 員 ○伊 福 誠

(株) 荒谷建設コンサルタント

平 原 渉

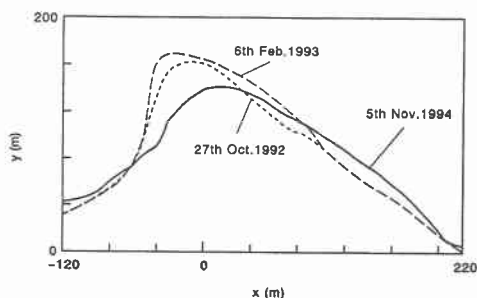
1. まえがき

河口閉塞を防止・軽減するために導流堤の築造や人工開削等の工法が取られているが、対策法の適切な設計・施工にあたっては河口における地形変化の特性を十分に把握することが重要となる。しかしながら、ある河川の河口地形変化のメカニズムに対する知見が必ずしも他の河川に役立たないこともある。こうしたことから、特定の河川を対象とした研究が行われている。

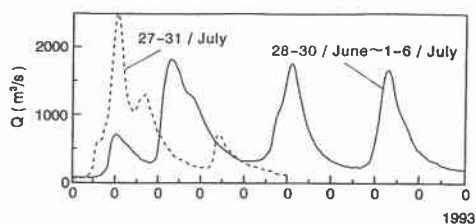
著者の一人は、肱川河口部における深浅測量結果もとに砂州の変形を調べるとともに数値シミュレーションによって出水後の地形変化を再現しようとした。しかしながら、解析対象領域が河口開口部までであり、河口開口部の沖側にあるテラスの変形については検討していない。そこで、解析領域をさらに拡張し、海へ流出する河川水の挙動を調べるとともに砂州周辺の地形変化について数値解析的に検討する。

2. 汀線の変動

図1に砂州汀線の経年変化と1993年6～7月における出水時の河川流量を示す。1992年と1993年の汀線はほとんど変わらないものの1994年では砂州先端付近の汀線はかなり後退している。河川流量をみると、6月下旬～7月上旬にかけてと7月下旬にピーク流量が2000 m³/s程度の出水があることから、こうした出水によって砂州先端は侵食され現在の形状になったと考える。なお、1994年は異常渇水により汀線はほとんど変動していない。



(a) 汀線の変化



(b) 出水時 q 流量

図1 汀線 q 変化と流量

3. 数値シミュレーション

昨年度の中国四国支部研究発表会では砂州周辺の解析のみを対象としたため、河口の沖側における地形変化については検討していない。そこで、ここでは、解析領域をさらに海側に拡張し、河口沖側に形成されているテラスの変動についても検討した。

基礎方程式: 流れの基礎方程式は水深方向に平均した水面2次元のレイノルズ方程式と連続の式を用いた。また、地形変化の解析では、漂砂量は、Meyer-Peter-Müllerの式を2次元に拡張し、係数 α を乗じた次式で算出した。

$$q_B^* = \alpha 8 \tau_*^{3/2} (1 - \tau_{*c}/\tau_*)^{3/2} \quad (1)$$

ここに、 q_B^* は無次元掃流漂砂量、 τ_* および τ_{*c} は、それぞれ掃流力および限界掃流力である。なお、限界掃流力は岩垣公式により算出した。

まず、河口から流出する河川水の挙動を把握するため、榎木(1965)の実験をもとに数値シミュレー

ションを行った。主流方向および主流と直角方向の空間きざみは 1 cm である。

4. 解析結果

図 2 は、主流方向の流速分布を示したものである。また、渦動粘性係数としては Fisher 型を用いた。なお、流出側では、Sommerfeld の放射条件を境界条件として課した。樫木の実験結果と数値シミュレーション結果は、河口開口部から $x/B_0=0.75$ 付近までは両者は良く対応しているが、 $x/B_0=0.9$ 付近より沖側では樫木の実験結果で流れが偏向し、最大流速が生ずる位置が中心線よりずれるため対応は悪い。樫木の実験結果で流れの平面分布が対称な領域において、数値シミュレーション結果は実験結果と良く対応していることから、本解析法で河川水の挙動を捉えることができると考える。

肱川河口を対象として砂州周辺の流れが地形変化についての解析を行った。なお、式 (1) 中の係数 α は 0.02、マンニングの粗度係数は $0.02 \text{ m}^{-1/3} \cdot \text{s}$ 、砂の粒径は 0.5 mm とした。

図 3 は、肱川河口より陸側約 1400 m にある水位観測所で 1980 年 7 月 1～3 日の出水時に記録した水位と数値シミュレーションで得た結果を流量ハイドログラフとともに示したものである。そこで、長浜においては、長浜港における潮位記録が欠測で入手不可能であった。徳山港を基準にした潮汐の改正数が潮時差で 5 分、潮高比で 0.95 あるので徳山港の潮位を解析に用いた。また、渦動粘性係数としては、拡散勾配型と Fisher 型の 2 通りを用いた。なお、地形変化は 1 時間ごとフィードバックし、流れと地形変化の時間発展を求めた。長浜観測所で得た水位と潮位をみると、河川流量が $800 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度を超える。7 月 2 日 0 時頃より、両者の水位、位相にずれが生じている。さらに、河川流量が $800 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度より少なくなる 7 月 2 日 21 時頃より後は両者はほぼ一致している。一方、数値シミュレーション結果は、河川水の流出がピークを超える 7 月 2 日 12 時頃から 21 時頃にかけては、観測結果とずれが生じている。これらの位相のずれは、砂州上流に貯留した水の海側への排出が困難になったためと考えるが、その原因が何であるのか特定できない。

図 4 に計算開始後 72 時間における砂州周辺の地形変化を示す。砂州先端付近では流れの縮流によって流速が増大し侵食が進み、砂州下流側では流速が小さくなることから堆積が生じている。また、現地で見られるテラスが河口の沖側約 100 m 付近に形成されている。

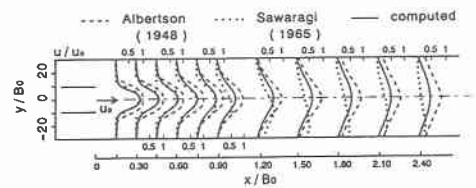


図 2 流速分布

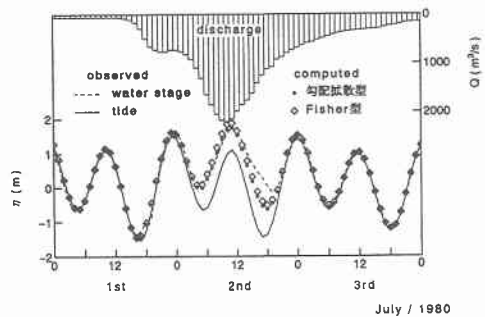


図 3 流量ハイドログラフと水位

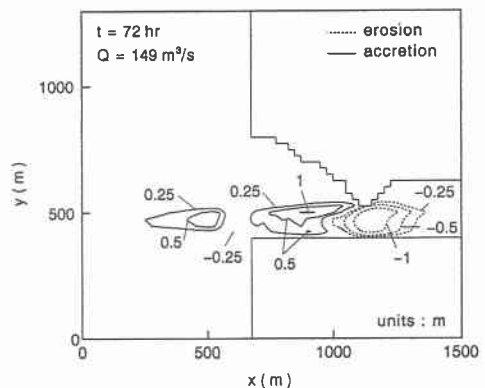


図 4 砂州周辺の地形変化