

物部川河口砂州の形成と破壊に関する河床変動解析

愛媛大学大学院	正会員	○門田章宏
月島機械(株)	正会員	石本千春
ハイテック岡山(有)	非会員	岡本悟
愛媛大学大学院	フェロー会員	鈴木幸一

1. はじめに

物部川は、高知県の白髪山(標高 1,770m)にその源を発し、溪谷をほぼ南西に流れ、高知平野東部を貫流して土佐湾に注ぐ一級河川である(図-1)。本川流量が比較的少ない物部川では、渇水及び高潮による河口閉塞が頻繁に発生しており、年平均で約 16.4 回(S60~H15)河口開削を実施している。河口閉塞による川と海の分断は、鮎等の魚介類の移動を阻害する等河川環境上問題となっている。

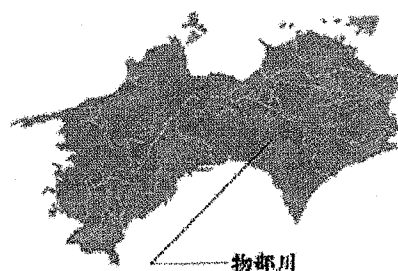


図-1 物部川の位置

従来の研究より、物部川河口砂州の閉塞要因を土砂供給の観点から見ると、河川からの土砂は非常に微量であり、河川からの土砂供給以上に海からの漂砂の影響がかなり大きいことが認められた。河口砂州は夏季の大出水によって破壊されることで痩せ、大出水がなければ海からの漂砂によって形成されることから、河口閉塞の要因は、海からの漂砂と河川からの流量であると考えられる。これらの要因を踏まえ、本研究では、砂州の季節変化(冬季の砂州形成と夏季の大出水による砂州破壊)に着目し、これらの変化を三次元乱流解析および河床変動解析を行うことで巨視的に捉えることを目的とする。

2. 三次元乱流解析・河床変動解析の方法、条件

三次元乱流解析・河床変動解析は、SIMPLE 法と標準型 $k-\epsilon$ モデルを用いた解析コード SSIIM により行われた。今回の解析では、掃流砂量の式に Van Rijn の式、岸沖漂砂量の評価に砂村(1984)の式が用いられている。

砂州の季節変化をとらえるため、解析条件としては、戸原観測所の有義波高、有義波周期、流速、流向、波向、荻岬観測所の潮位、深淵観測所の流量を用い、冬季の砂州形成時と夏季の大出水による砂州破壊時の二つのパターン解析を行う。

冬季の砂州形成時は、2002 年 1 月 1 日から 3 月 31 日までの 1 時間毎のデータから日平均を算出し、これらの条件下で河床変動を 1 日毎に解析する(図-2)。

夏季の大出水による砂州破壊時は、深淵観測所の流量が $500\text{m}^3/\text{s}$ 以上であった 2002 年 9 月 1 日 7 時から 9 月 2 日 17 時までの 1 時間毎のデータを用い、これらの条件下で河床変動を 1 時間毎に解析する。しかしながら、9 月 2 日 7 時の流量における下流端の水深では、計算が収束しなかったため、9 月 2 日 7 時から 10 時までの下流端の水深に修正を加えている(図-3)。

また、両パターンとも海からの流れは波ではなく、一定流量があるものと仮定して解析を行う。

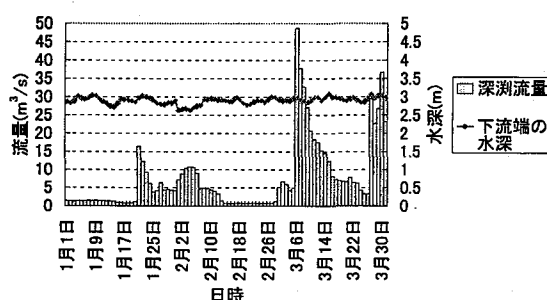


図-2 深淵(上流端)流量と下流端の水位
(冬季の砂州形成時)

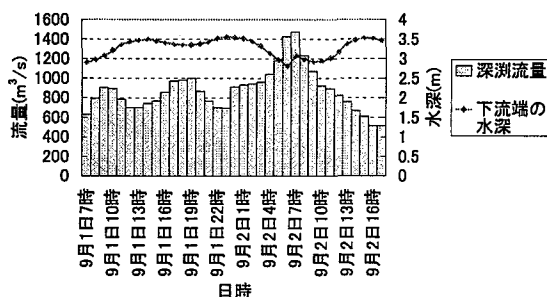


図-3 深淵(上流端)流量と下流端の水位
(夏季の大出水による砂州破壊時)

解析対象区間は、図-4 に示す物部川河口から海域 0.3km 地点から上流 0.8km 地点の水が流れていると思われる区間を対象区間としている。また、解析メッシュは図-4 に示すように、流下方向(x 方向)では、110 個の要素、横断方向(y 方向)には 70 個の要素、鉛直方向(z 方向)には 7 個の要素に区切り、合計で 53,900 個の要素に区切っている。また、近年ほとんど変化が見られず、ほぼ固定化されていると考えられる左岸側河口部の砂州と河道内中央部の二つの大きな植生域は、水が流れず、河床が変動しないものとして解析する。

初期河床高は、両パターンとも海域 0.3km から 0.2km (河口から -0.3km ~ -0.2km) は約 10m 毎に、河口から -0.2km ~ 0km は 100m 毎に、0km ~ 0.4km は 50m 毎に、0.4km ~ 0.8km は 100m 毎に測量された平成 17 年度河床横断面測量結果、ならびに浅海域測量結果を基に補間して与える。初期河床高を図-5 に示す。

3. 解析結果

解析結果による冬季の河口砂州の変化(1 ヶ月後、2 ヶ月後、3 ヶ月後)を図-6 に示す。3 ヶ月後には、河川からの流量が少なく、岸向きの漂砂により河口部に土砂が供給されているため土砂が堆積し、初期河床と比較すると、河口砂州が閉塞された状態になったことがわかる。堆積した土砂による河口部の高さ変化について見てみると、最大で約 1.7m の堆積となった。今回の解析において、下流側の土砂供給は、岸向きの漂砂量に依存する。したがって、岸向きの漂砂量と、岸向きの漂砂量に最も大きく関わる有義波高との関係を見てみると、有義波高が大きい日に岸向きの漂砂量が大きくなる。また、有義波高は、大潮、小潮時期に大きくなる傾向があり、大潮、小潮時期に岸向きの漂砂量が大きくなる結果になった。

解析結果による夏季の大出水による河口砂州の変化(11 時間後、23 時間後、35 時間後)を図-7 に示す。河川からの流量が大きいため、初期河床高と比較すると河口砂州が大きく破壊されたのがわかる。特に右岸側の破壊が顕著である。また、上述したように台風時の出水であるため、有義波高と有義波周期ともに非常に大きい。そして、それに伴い岸向きの漂砂量も多くなり砂州の形成も早いことが認められた。

4. まとめ

今回の解析より、流量の少ない冬季に砂州が形成され、大きな出水が起きた場合に、砂州が破壊されるといった傾向を巨視的には表すことはできた。しかし、本解析は、既存データの都合上、さまざまな仮定や条件の下に成立している。そのため、再現性をより高めるためには、詳細な現地での観測や測量等を行い、計算式の妥当性を正確に吟味する必要がある。今後は、本解析の再現性を高めるとともに河口砂州の維持管理手法の立案、検討を行う必要がある。また、数値解析だけでなく実際に現地でモデリングを行う必要もある。

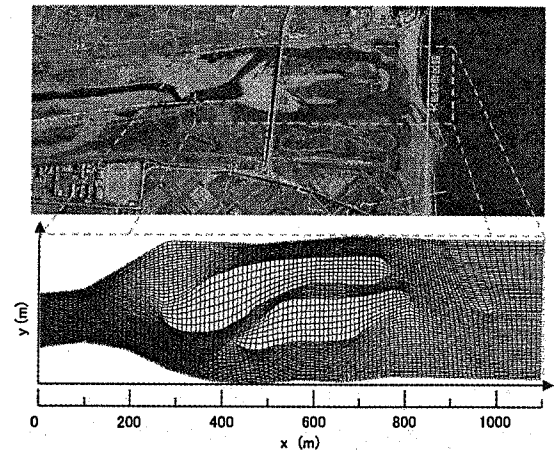


図-4 対象区間とメッシュ

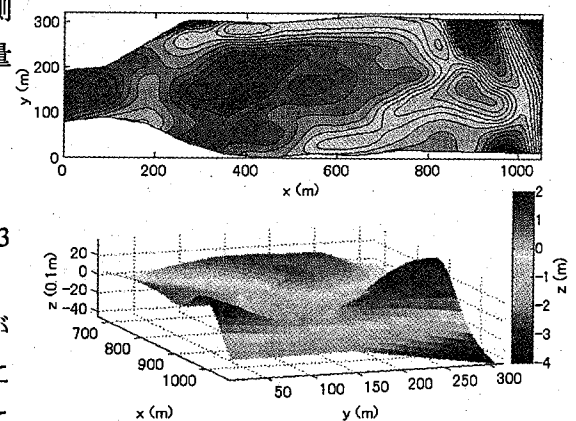


図-5 初期河床高

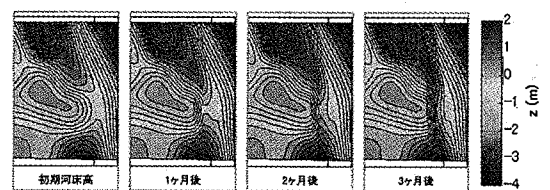


図-6 解析開始の初期河床高から
3 ヶ月後までの河口砂州の変化
(冬季の砂州形成時)

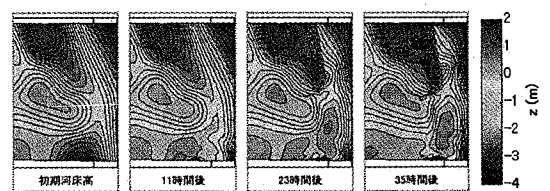


図-7 解析開始の初期河床高から
35 時間後までの河口砂州の変化
(夏季の大出水による砂州破壊時)