

河床変動の特性把握と予測に関する研究

国土交通省河川局治水課、国土技術政策総合研究所河川研究部河川研究室
 北海道開発局建設部河川計画課、東北地方整備局河川部河川計画課
 関東地方整備局河川部河川計画課、北陸地方整備局河川部河川計画課
 中部地方整備局河川部河川計画課、近畿地方整備局河川部河川計画課
 中国地方整備局河川部河川計画課、四国地方整備局河川部河川計画課
 九州地方整備局河川部河川計画課

1. はじめに

河床は流水の作用の大きさとその頻度に応じて変化し、時には河床変動量が河道計画策定や維持管理面において無視できない量に達する場合があるため、現況河道あるいは改修後の河床の変化特性(変化速度と量など)のモニタリングや予測が必要になってくる。

多くの河川においてダム・堰等の横断工作物や砂防ダム・その他河川構造物の設置、そして砂利採取等が行われた結果、近年、河床低下による局所洗掘等が顕在化し構造物の維持管理等に問題が生じている。これらの問題については、河道を流下する土砂の量や質の変化と河床低下や局所洗掘等の因果関係を明確にし、今後の計画・対策に役立てることが重要である。

また、一部の河川においてダムの排砂ゲートの設置や排砂バイパスなどの土砂管理対策がとられはじめその動きは今後他の河川にも広がるものと考えられるが、現在、排砂による濁水のモニタリングなどに終始しているケースもある。今後、土砂管理対策が河床変動等に与える影響の評価が重要になると考えられる。

平成9年の河川法改正により、従来の工事实施基本計画にあたる河川整備基本方針に沿って今後2~30年に達成すべき目標として河川整備計画を定めることが決められ、短・中期的な河道改修による効果や改修後の河川のあり方を明らかにする機会が増加することとなった。それに加え、河川整備計画案の策定にあたって、必要があると認めるときは公聴会の開催等関係住民の意見を反映させるために必要な措置(流域委員会等)を講じるこ

とが施行令に定められたことから、河道改修の効果や改修後の河川のあり方について関係住民に分かりやすい形で示すことも必要となった。

河床変動に関しては、河道は変化・変動しやすいものであるという事実に始まり、改修後の河道がどのように変化するか、またそのような河床変動が長期的な河道維持管理、景観、生態系等にどのように影響を与えるかについて関係住民に分かりやすい形で示す機会が今後増えることが予想される。また、今後の課題として、河床変動の状況をビジュアルに分かりやすく説明するためのツールの開発が挙げられる。

2. 研究の概要

国土技術研究会「水系一貫土砂管理に向けた河川における土砂観測、土砂動態マップの作成及びモニター体制構築に関する研究」(平成11~13年度)では全国の20河川を対象に流砂量・河川地形変化のモニタリング及び水系土砂動態マップの作成を行ってきた。この研究成果を河道管理に活かすには、洪水流量・土地利用・構造物等による流砂量の変化が河床変動におよぼす影響を調べる必要がある。土砂動態については、本省・国総研・地方整備局が一体となって「水系一貫土砂管理に向けた河川における土砂動態調査検討会」という形で観測を継続しており、その調査結果も踏まえた河床変動の実態及び予測を今年度からの国土技術研究会で実施することとなった。

研究会では河床変動の実態調査、河床変動の将来予測という2つのアプローチが考えられる。河床変動実態調査では砂面計、洗掘センサーなどのモニタリング装置を用いて、洪水時の変動状況を調べ、セグメント毎の河道の挙動(埋め戻し等)を把握するとともに、河床変動特性を調査する。河

床変動予測においては、現象論から見て河床が将来どういう挙動をとるかにについて予測し、河床変動計算手法などのツールを用いて、予測技術の精度検証・向上を図る。

河床変動計算については、河道計画の策定や横断工作物の設置、河道改修の影響予測等のために一次元計算を中心に実施されてきた。しかし近年、急流部や横断工作物周辺の常射流混合流れ場の計算が可能な方法や二次元計算の精度の向上等が学会等で発表されたり、瀬や淵といった河川環境地形の予測を行う場合の二次元計算の必要性が唱えられている。

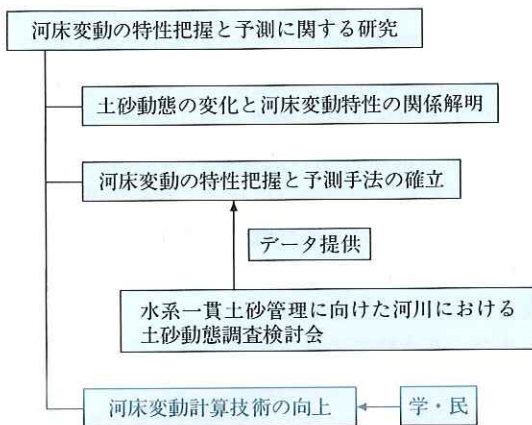


図-1 研究の流れ

3. 研究テーマ

本研究では以下に示すテーマを研究テーマとする。

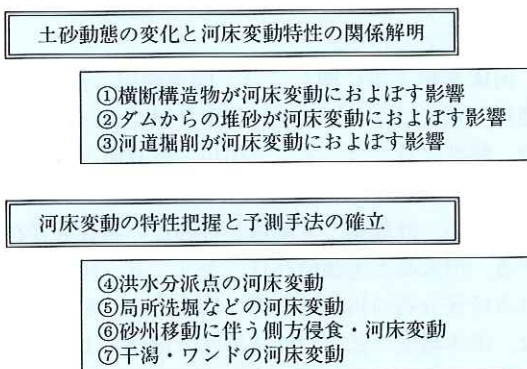


図-2 研究テーマ

3.1 横断構造物が河床変動におよぼす影響

治水・利水を目的としたダムの築造が1950年代以降本格化し、土砂災害防止のために進められて

きた砂防事業の進捗ともあいまって、1950～1970年代にかけて河道への土砂供給量の減少が始まった。土砂供給量の減少の影響はセグメント1、2の上流端から発生し、特に応答速度の速いセグメント2-2では顕著な変化が生じることが考えられる¹⁾。本研究では最近完成または撤去したダム、砂防堰堤等の横断構造物が河床変動におよぼす影響を調べる。

3.2 ダムからの排砂が河床変動におよぼす影響

ダムからの排砂については、排砂ゲート方式、バイパストネル方式等があるが、適用例は少ない。ダム下流への細粒土砂供給量の減少によりセグメント1や2-1区間でアーマリングが生じていることから分かるように、ダムからの排砂が河床変動におよぼす影響を調べることは排砂の効果の把握に直接つながるものである。本研究では貯砂ダムに堆積した土砂をダム下流に置き土した事例等について調べる。

3.3 河道掘削が河床変動におよぼす影響

治水事業の初期段階においては、河道改修は新川や放水路の開削、築堤等が主であったが、現在の河道改修としては主に河道掘削が行われている。また、前述したように、河川整備計画の策定にあたって関係住民等の意見を聞く際に、今後20～30年に行われる改修の効果や今後の河川のあり方を示すケースが増えており、現在最も注目されているテーマであるといえる。河道掘削は、低水路幅や河床勾配の改変を伴うため河床変動に及ぼす影響が大きい。本研究では、最近実施または実施予定の河道掘削および砂利採取に伴う河床変動について調べる。

3.4 洪水分派点の河床変動

河床変動が河川に影響を与える重要な要素の一つに分派特性が挙げられる。分派点付近で生じた河床変動は河川流量の分派特性に影響を与え、一方の河川に洪水が流入しやすくなったり、遊水地への越流が計画通りに行われなかったといった問題を引き起こす。本研究ではまず、分派点の面的な河床変動特性を把握する。

3.5 局所洗掘などの河床変動

局所洗掘の発達は、構造物の破壊、河岸・堤防の侵食につながる重要な問題である。洪水時の洗掘の原因としては、湾曲、川幅の変化、構造物、砂州、河床波などがあり、実際にはこれらの要因

が相互に影響し合うことが多い。局所洗掘のタイプとしては、移動性、発達・減衰、発生・消滅といったタイプが知られており、本研究ではまず、局所洗掘箇所の変動をリアルタイムに把握する。

3.6 砂州移動に伴う側方浸食・河床変動

セグメント 1, 2 の多くの区間では砂州が発生する。セグメント 1 の区間では多列砂州が発生するような箇所が多く、これによって流水の河岸への集中部は両岸に分かれ、小流量時には中州状・網流状となり、河川の蛇行振幅を小さくする方向に作用する。一方、セグメント 2-1 の区間においては、砂州が発達すると洪水時の偏流が生じ、滞筋に接する河岸への水あたりおよび局所洗掘が顕著となる。この結果、河岸の侵食や洗掘が生じ、横断・平面的な低水路形状が変化する²⁾。本研究ではまず砂州移動に伴う河床変動特性を平面的に把握する。

3.7 干潟、ワンドの河床変動

河口部を含むセグメント 3 河道で河床を構成する細砂、シルト、粘土の動態を調べて干潟、ワンドの河床変動特性を調べる。特に干潟では粘土粒子の動態には電気化学的な作用が加わること、潮汐、波浪による土砂移動も考慮する必要があること等、他とは異なった土砂動態が見られる。本テーマでは、ワンドや干潟の形成メカニズムを二次元的な土砂動態の観点から研究するとともに、ワンドや干潟と関連の深い環境的な側面についても河床変動との関わりを調べる。

4. 研究成果および河道管理への適用

研究成果を河道管理へ適用するには、河床変動の実態及びその影響を明らかにするとともに、将来の変動予測及びその影響把握を行う必要がある。河床変動実態調査については、既存の砂面計、洗掘センサーを中心に変動状況を調査したが、大規模出水が少なかったことと、観測機器の不具合などの理由で有意なデータを得られた河川は少ない。研究対象河川の中で洪水時の河床変動実態を観測できた河川は、石狩川支川雨竜川(セグメント 2-1)、安倍川(セグメント 1)、富士川(セグメント 1、セグメント 2-1)である。特にセグメント 2-1 の富士川では、増水期に河床が約 1.3m 低下したが、ピーク流量時から減水期にかけて河床は

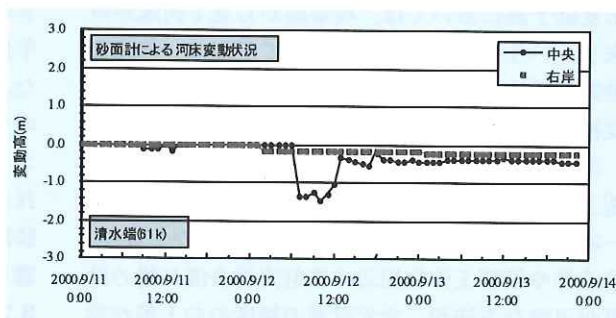


図-3 河床変動状況 富士川 61k

埋め戻し作用によって上昇し、低下前とほぼ同じ高さまで河床が回復する実態が確認された(図-3)。

本研究以外での観測結果によると、水制の近くに砂面計を設置したセグメント 2-1 の富士川で、増水期に河床が洗掘されたが、その後の埋め戻し作用による河床上昇を確認することはできなかった³⁾。河道横断方向の洗掘状況は安倍川で計測が行われたが、河岸沿いに比べて河心の洗掘深が深いこと、さらに、高水敷高の低下を観測できた(図-4)。高水敷高の低下は、堤防等の洪水防御施設の安定性に悪影響を与える。

また、高水敷高の低下量が小さくても、高水敷の面積が大きいと土砂移動量が大きくなり、土砂動態及び河床変動に与える影響が大きくなると考えられる。高水敷高の変化についても、研究を進めていく必要がある。何れも、数多くの変動実態を分析したものではないので、今後は新たに砂面計や河床洗掘センサーの設置場所を増やして、特性の異なった多くのデータを蓄積・分析して、河床変動現象を更に明らかにしていかなければならないと考えている。

河床変動予測に関しては、阿武隈川、富士川、姫川、重信川などで 1 次元河床変動計算を実施した。検証計算では、多くの河川で計算値と実態が概ね一致し、1 次元河床変動計算の有効性を証明したものの、計算値と実測値が合わない場合も存在する。河床高と実測値が良く合う一方、河床における粒径分布の再現性が悪い例もある。重信川では、洪水頻度の低下や砂防事業の進捗により土砂流出が減少した場合の河床変動をシミュレーションするために、上流からの給砂量が全くなかった場合の河床変動計算を行ったところ上流から河床低下が発生する状況が予測できた。一般的に、解析においては砂利採取区間と岩河床の取り扱い、

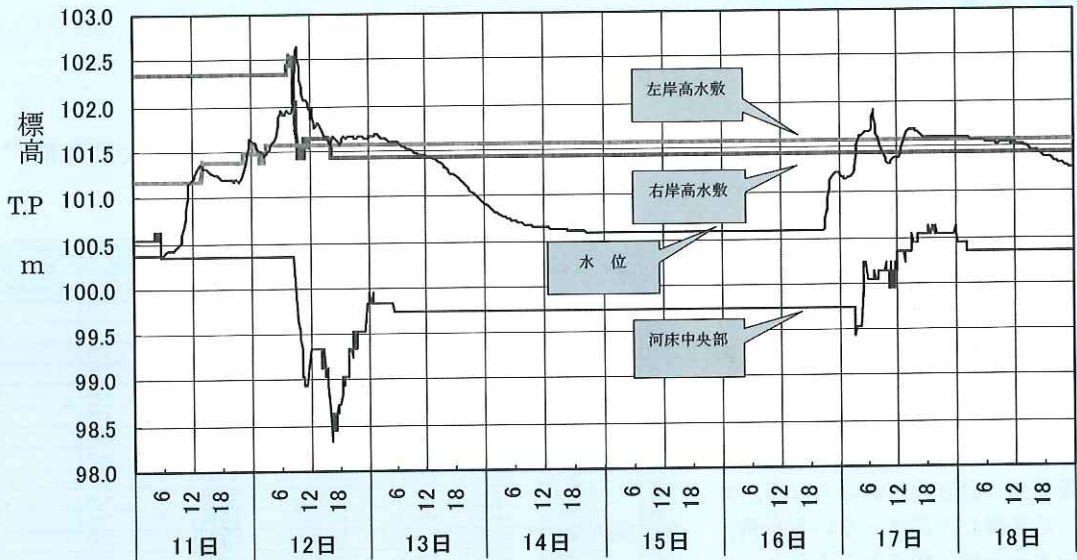


図-4 河床変動状況 安倍川 17k

堰等の横断構造物の影響、流砂量モデルの設定などに注意を払うことが求められる。

一方、多くの河川では、上流端や支川からの供給土砂の質と量は推定値である。今後、流砂観測あるいはダム堆砂調査等の結果をもとにした供給土砂の質と量の合理的な設定手法についても検討を行うことが必要である。何れにしても、河床変動計算については、まだ不十分な点が存在するので、今後検討していく必要がある。また、現地より水理諸元等が明らかな水理模型実験結果を用いて、河床変動計算モデルの精度検証を行う方法は有望である。国総研では今後この手法により、モデルの精度検証を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 河道計画検討の手引き, 財団法人国土技術研究センター編, 山海堂, p.26, 2002. 2
- 2) 河道計画検討の手引き, 財団法人国土技術研究センター編, 山海堂, pp.35~36, 2002. 2
- 3) 福岡捷二: 土砂輸送を考慮した河道設計の新しい視点, 河川 No.536, 日本河川協会, pp.27~41, 1991. 3