

河川狭窄部における洪水時の河床変動調査研究

長町 剛志

四国地方整備局 徳島河川国道事務所 河川調査課 (〒770-8554 徳島県徳島市上吉野町3-35)

吉野川の治水計画上の基準となる岩津地点は河川狭窄箇所であり、上下流に比べ極端に川幅が狭い。河川における狭窄部では、下流流量と比して水位が低い現象が確認されており、洪水中に河床変動が発生していることが推測される。このような現象については、未だ多くの河川で解明できていない状況である。

狭窄部など洪水時の流れが複雑となる箇所の河床変動を把握することは、適正な流量や河道計画を策定する上で、重要であり、洪水時の河床変動に伴う断面変化について明らかにするための研究を行っているところである。今回は検討途中であるが、現在の実施状況について報告する。

キーワード 洪水、河床変動、河道計画、流量把握

1. はじめに

洪水ピーク時の河道断面については、一般的に、掃流力の上昇とともに河床は低下し、その後、流量の減衰に伴って再堆積することが従来から指摘されているが、その状況は未だに未解明な点が多い。

吉野川における治水計画上の基準地点となっている岩津地点（河口から約40km）は上流水位及び下流流出量に影響を及ぼすほどの狭窄部であり、下流流量と比して水位が低い現象が確認されている。洪水中に河床変動が発生していることが推測されるが、その現象については、解明できていない状況である。



図-1 岩津地点の現状

狭窄部など洪水時の流れが複雑となる箇所の河床変動を把握することは、治水計画の検討を行う上で、下流への影響を定量化することに繋がり、特に洪水ピーク時の河床の状況を把握することは重要となる。

本研究は洪水時に時々刻々と変化する河床変動及び断面変化について洪水規模との応答関係を明らかにし、現象の解明を行うため、これまでの調査結果に加え、最新の知見を用いた調査・分析を実施するなど、技術的な研究を行うものである。



2. 現状と課題

岩津地点は上下流と比べ、急激に川幅が収縮している地形条件から、洪水時には高流速が発生し、洪水規模によっては河床変動が著しい状況にあると言える。

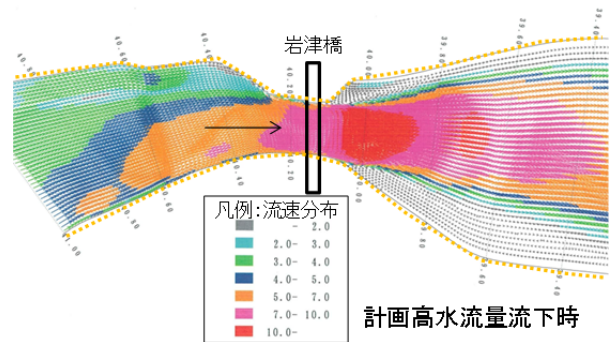


図-2 岩津橋狭窄部の流速分布計算結果

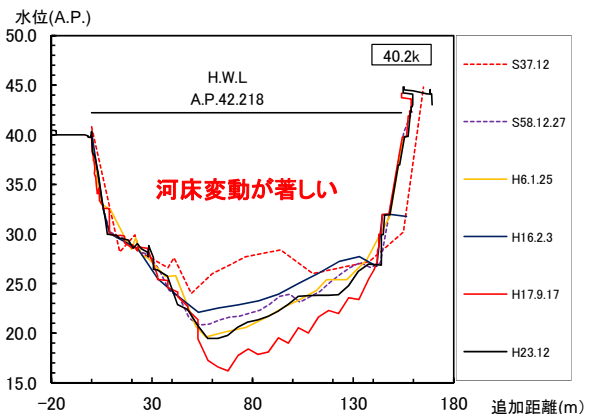


図-3 既往洪水による経年的な河床変化

このような地形条件もあっても、岩津地点では、下流の瀬詰地点と同じの流量が流下しているにも関わらず、水位上昇量が合わない水位観測値となっており、流量と水位が比例していない現象が発生している。これは、洪水中に河床低下が発生しているのではないかと推測されるが、明確な根拠や判断材料は無い状況にある。

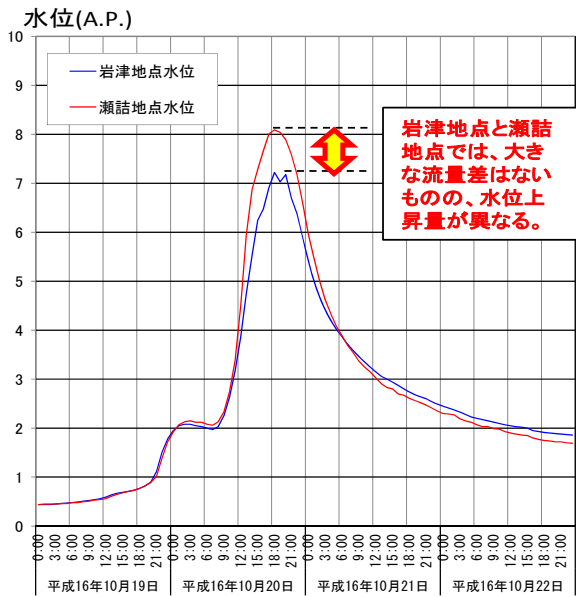


図4 平成16年10月洪水での水位上昇状況

岩津地点は治水計画上の基準地点となっているだけでなく、洪水予報河川の基準水位としても用いられており、洪水時の水位は特に重要なものであることから、これらの現象を解明することが急務である。

3. 研究体制

今回の現象解明では、専門的な知識を有する学識者の技術的指導が必要なことから、四国内の各水系が抱える技術的な課題の解決に向けた共同研究、意見交換、啓発活動を行うため設置されたリバーカウンセラー制度を活用することとする。

技術的指導を頂く学識者は以下の通りである。

氏名	所 属	役職
武藤 裕則	徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部	教授
岡田 将治	高知工業高等専門学校 環境都市デザイン工学科	准教授
張 浩	高知大学防災水工学研究室	准教授
萬矢 敦啓	独立行政法人土木研究所水工研究グループ水文チーム	主任研究員
工藤 俊	独立行政法人土木研究所水工研究グループ水文チーム	研究員

本体制により平成27年度より現地調査や、研究などを実施し、課題解決に向けた検討を実施している。

4. 調査研究の結果

洪水時の河床変化現象を解明するためには、洪水時の河床洗掘を加味した流量値の算定が必要であり、洪水前後の河床形状の把握、最大変動範囲の把握のための地層測定、流向流速による水面形の把握を試験的に実施することとした。

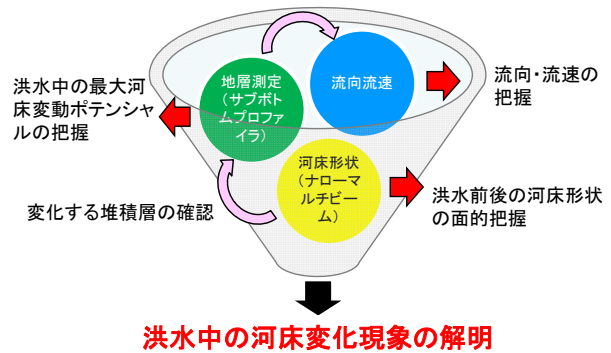


図5 洪水時の河床変化現象の解明イメージ

このため、平成27年度では、目的に応じた各種観測を実施することとした。

目的	調査手法
①洪水前後の河床形状の把握	・ナローマルチビーム測量による河床形状
②最大の変動範囲の把握のための地層測定	・サブボトムプロファイラを活用した河床地層把握
③流速変化等の把握	・可搬式電波流速計による洪水時の流速把握 ・画像監視カメラによる表面流況把握 ・高水流量観測

表-1 調査項目



図6 調査位置図

①洪水前後の河床形状の把握

シングルビームによる深浅測量では、面的な河床変化を捉えることが難しいことから、3次元的な河床地形の把握が可能なナローマルチビームを用いた測量を実施。

ナローマルチビームとは音響ビームを扇状に発射、受信しながら面的に測深でき、効率的に広範囲かつ、未側線のない高密度のデータを得ることが可能な装置である。

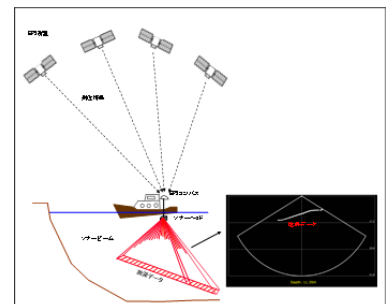


図7 ナローマルチビームを用いた河床面把握

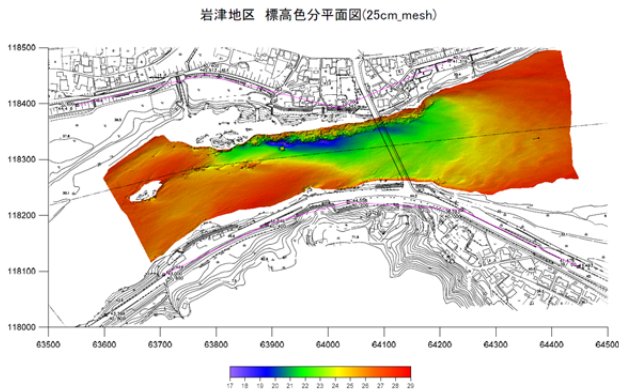


図-8 ナローマルチビームによる調査結果

調査結果を見ると、岩津地点は上下流断面と比較し、河床が部分的に深いことが判明した。河床変動は洪水前後の比較を行う必要があるが、平成27年度については河床が大きく変化するような大規模洪水が発生しなかったため、平成28年度以降の洪水の状況により再度調査・把握する方針である。

②最大変動範囲の把握のための地層測定

洪水により河床が低下する最大変動範囲は、岩盤面までであり、岩盤面を押さえることで洪水時の最大河床変動ポテンシャルを把握することが可能となる。一般的な調査手法は、河床のボーリング調査であるが、流速が早い水上での作業であることに加え、多大な費用と、調査時間を要することとなるため、新技術である「サブボトムプロファイラ」を導入し、調査を実施した。

サブボトムプロファイラとは、音波を利用して河床より下部の地層を探索する装置であり、従来は技術的理由により河川での調査は難しいとされてきたが、近年、ハイパワーで河川内でも計測できることが実証されている。海外（アメリカ）では既に運用がされているものの、国内河川では全国初の導入であり、河床よりも下部の地層を探索する新技術として断面の地層変化が把握できる技術として期待している。

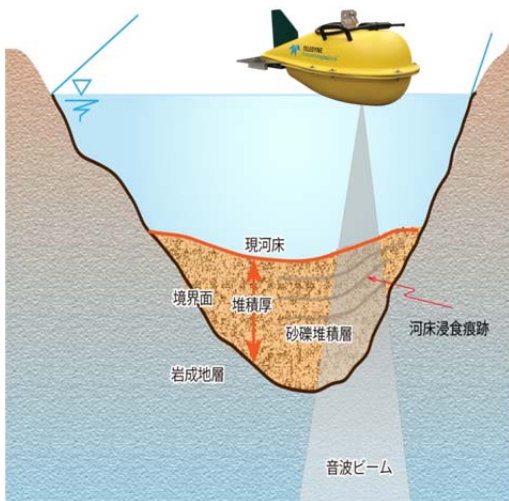


図-9 サブボトムプロファイラの調査イメージ

FMチャープ波と呼ばれる周波数を自動的に変調させた音波を送受信し、地層の密度変化によって生じる音響インピーダンス密度の変化を検出することで、地層の変わり目の位置を探索することを可能としたものである。

この技術により堆積厚の把握などが可能となり、洪水時の河床変化を考慮した流量観測や、河床掘削における施工面の検討などにも今後、大きく貢献できると考える。

岩津地点では河床形状の経年変化が著しく、10m近い範囲で砂礫層が堆積している可能性が高く、実態を把握するため、岩成地層と砂礫堆積層の境界を把握することを主目的として地層探索を行った。



図-10 サブボトムプロファイラの調査ライン

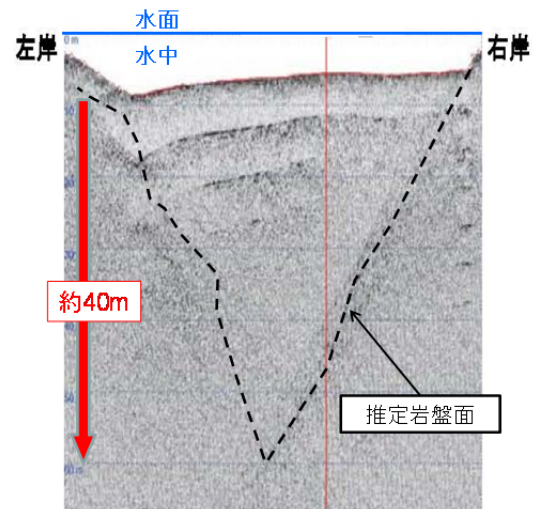


図-11 サブボトムプロファイラの調査結果

調査の結果、推定岩盤面は非常に深度が深く、堆積厚が非常に大きいものと推定することができた。推定岩盤面より浅い層については、堆積物である可能性が高く、洪水により堆積物が移動することで、大きな河床変化が発生し、流下断面積が増加し、水位が上昇しない要因として推測できた。

③流速変化等の把握

洪水時には流量の増加、水位の上昇に伴い、流速も比例して上昇する。しかしながら、洪水中に河床が変化するような河道の場合であれば、河床変化に伴い、流量の増加などと比例しない流速が発生することが想定される。また、洪水時の流速、流向、流量は重要なデータで

あり、可搬式電波流速計を用いた表面流速の観測や、画像監視カメラによる表面流況把握などを実施した。

可搬式電波流速計は岩津地点にある岩津橋から表面に電波を照射し、その流速を把握するものであり、1秒単位での精度の高い流速の観測が可能とする機器である。平成27年7月に岩津地点で4,000m³/sを記録する小規模洪水の観測結果状況と結果を整理した。



図-12 平成27年7月洪水時の観測状況

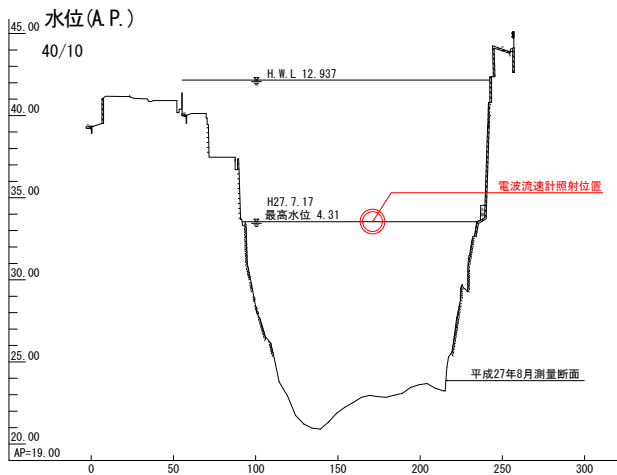


図-13 平成27年7月洪水の電波流速計測定位置



図-14 平成27年7月洪水時の流況

平成27年7月洪水では水位では一山洪水であったにも関わらず、二山となる流速変化を観測した。これは特異的な流速変化であり、洪水時の河床変動の可能性は否定できないことが判明した。

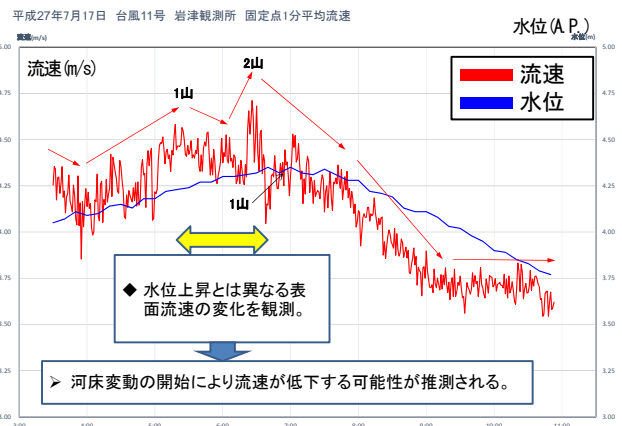


図-15 平成27年7月洪水における水位・流速

5. 研究のまとめ

平成27年度は、狭窄部における河床変化の現象を把握する基礎的な情報として、河床の表面形状、最大河床変動ポテンシャルを把握した。加えて、小規模な洪水における特異的な流速変化を観測したことによる、洪水と河床変化の関係性把握の事象について、概ねの理論的な推測ができたと考える。

特に、全国初の試みであるサブボトムプロファイラについては、推定岩盤面を概ね把握することができたと言え、一般的なボーリング調査よりも安価であることに加え、面的かつ定量的な評価として効果的であると判断する。本技術については、今回の事例である狭窄部に限らず、河道計画の検討や河川工事における施行管理など多方面で利用活用でき、大幅な技術の飛躍に繋がると期待するものとする。

6. おわりに

洪水時の河床変動の現象については、その状況が定量的に測定できる手法が現時点でなく、また洪水毎に現象が異なることから、単年度の調査のみでは定量的な把握を行うことは困難である。河床変動や水理現象の解明においては、洪水の規模や、流速、河床変化の状態を適宜把握し、データの蓄積・分析を実施することは、より実現性の再現と評価を行う上で重要である。

今回の研究結果を踏まえ、水理解析や水文観測技術の試行的運用と観測結果の妥当性検証を行い、現実的かつ効果的な観測手法技術の確立を引き続き検討していくこととする。