

四国地方における中小河川の 効率的な河道管理手法の検討

STUDY ON THE EFFICIENT METHODS OF TECHNICAL IMPROVEMENT CONCERNING RIVER CHANNEL MANAGEMENT OF SMALL-AND-MEDIUM-SIZED RIVERS IN SHIKOKU REGION

岡田将治¹・和泉征良²・勝瑞祐太²
Shoji OKADA, Masayoshi IZUMI and Yuta SHOZUI

¹正会員 博士(工学) 高知工業高等専門学校 准教授 環境都市デザイン工学科
(〒783-8508 高知県南国市物部乙200-1)

²学生会員 準学士(工学) 高知工業高等専門学校専攻科 建設工学専攻
(〒783-8508 高知県南国市物部乙200-1)

³非会員 準学士(工学) (株)NIPPO (〒104-8380 東京都中央区京橋1-19-11)

Generally, river administrators of prefectural government office have very little data of rivers compare to Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism for the reason of lack of funding. And they also have technical problems to conduct channel river management. This paper reports practical approaches to establish efficient methods of technical improvement concerning river channel management of small-and-medium-sized rivers in Shikoku region. Proposed method consists of simplified hydrologic calculation and making technical records of the river. This joint research has been implementing in Nakayama River by river administrator of Ehime prefectural government office and Kochi National College of Technology since 2010.

Key Words: River management, Small-and-medium-sized rivers, Shikoku region,
Simplified hydrologic analysis, Technical records of rivers

1. はじめに

近年, ゲリラ豪雨や巨大台風の上陸に伴い, 水害が頻繁に起こっている. また, 今後ゲリラ豪雨の発生などにより, 1時間当たり100mmを超える降水量は約2倍に増加し, 豪雨日数も現在の平均である年3回程度から年最大10回程度にまで増加すると予測¹⁾されていることから被害を防止あるいは軽減するために平常時からの河道や河川管理施設の適切な維持管理が重要となる. 藤田ら²⁾は, 九州地方の河川を対象とした地方整備局, 国土技術政策総合研究所, 学識者, 自治体河川管理者からなる九州河道管理研究会の取り組みについて報告しており, 河道の状況に応じて管理タイプを4つに区分し, 河道管理基本シートおよび河川管理読本を連携させた管理スキームを提案するとともに実践している. 国が管理する一級河川では, 定期縦横断測量や平水時および洪水時の水文観測, それらのデータに基づいた河道の流下能力評価が実施され, 河川巡視等による結果を含めて蓄積されてお

り, 維持管理を行うための基礎資料が充実しているといえる. その一方で, 都道府県が管理する中小河川では, 局地的豪雨の増加によって氾濫リスクが高くなるにも関わらず, 管理する河川数も多く, 財政面や技術面等の理由から基本データの取得や水理計算による河道状況の把握が十分に実施されていないのが実状である. 四国地方では瀬戸内側の河川において平成16年台風21号に代表される豪雨により, 山地部で土砂災害が発生し, 下流河道へ大量の土砂が堆積し, 樹木管理と併せて河川管理上の喫緊の課題となっている. そこで国土交通省四国地方整備局, 各県の河川管理者および香川高専, 高知高専をメンバーとした「四国地方の河川の維持管理(土砂問題)に関する勉強会」を平成21年6月に発足し, 平成23年度末までに計7回の勉強会を実施している. 現在, 香川県と香川高専が香東川(高松市)を, 愛媛県と高知高専が中山川(西条市)をモデル河川として検討を進めている. 本稿では, 都道府県の河川管理者が独自に実施できる中小河川の河道管理技術の構築を最終目標として, 当研究室が

表-1 四国地方および近隣地方の自治体における
河川維持管理上の課題に関する調査結果³⁾

項目	代表的な意見
樹木伐採に関する課題	・樹木伐採に関する判断基準がなく、巡視結果や担当者の判断ならびに住民からの通報・要望によるところが大きい。河積阻害率などの定量的評価が難しい。 ・人員不足、予算不足の状況にあり、対策箇所の絞り込みなどの効果的な管理手法の確立が求められる。 ・運搬や処分にかかる費用が高く、限られた予算での処置に苦慮している。
河床掘削に関する課題	・土砂堆積に関する判断基準がなく、巡視結果や担当者の判断ならびに住民からの通報・要望によるところが大きい。河積阻害率などの定量的評価が難しい。 ・現況流下能力を把握するための測量経費がかなり過ぎる。 ・浚渫計画書を立案しても予算面から全て実行できない。
河道管理における最重要課題	・十分な予算がなく測量断面や流下能力等の情報が不足。 ・住民からの要望箇所が多く、状況確認・判断・除去が十分にできていない。 ・全ての管理河川に対して定期的な状況把握が難しく、土砂堆積や樹木繁茂を反映した簡易手法を求めている。

表-2 四国地方および近隣地方の自治体における
河川維持管理事例に関する調査結果³⁾

項目	代表的な意見
河川巡視	・独自の要領を持ち、3ランクの重要度に区分して河川巡視を実施している自治体が多い。
河床掘削	・定点からの定期的な観察を行って維持管理に生かそうと試みる自治体がある。一方で、定点観測を既に実施している自治体では不十分と感じている。 ・「3割の河積阻害」を掘削基準とする自治体が複数ある。
樹木伐採	・「河積阻害率30%または草本高さが堤防高の4割」といった判断基準を設定する自治体がある。 ・担当者の判断、住民からの要望による自治体が多い。
管理業務における取組事例	・民間資金の活用(コンクリート骨材としての利用) ・河川愛護活動等の助成事業の活用、沿川住民との協働 ・河川管理カルテの整備、専属要員の配置 ・対策箇所の点数化と優先順位設定

表-3 四国地方における河川の維持管理
(土砂問題)に関する勉強会における役割分担

項目	高専	整備局	県	備考
県管理河川における現状と課題等の整理			○	
取得データ(水位・雨量・流量等)の提供			○	県→高専
圧力式水位計の設置および管理		○	○	
河川維持管理計画の作成			○	
観測データの回収			○	県→高専に提供
水位計設置断面および必要区間の測量	○			県→高専に依頼
観測データの整理、分析・評価	○			県→高専に依頼
流下能力変化の評価方法の確立	○	○	○	必要に応じて打ち合わせ
洪水・土砂の流出特性の把握	○		○	県直営の目視調査含む
今後の課題整理	○	○	○	必要に応じて打ち合わせを実施
河川維持管理計画への反映			○	

進めている簡易水理解析と河川カルテ(河道特性カルテおよび河川管理施設カルテ)の作成を併用した効率的な維持管理手法を提案し、愛媛県中山川において愛媛県と共同で実施してきた成果および平成24年度に計画している取り組みについて報告する。

2. 四国地方および近隣地方の自治体における河川管理上の課題と「四国地方の河川の維持管理(土砂問題)に関する勉強会」の概要

四国地方整備局四国技術事務所では、中小河川の維持管理を行う自治体(都道府県)の現状および技術的課題を把握するために、四国地方および近隣地方の自治体の河川管理者に対して、河川維持管理(土砂堆積、樹木伐採等)における課題や河川巡視の手法(重要度の設定や頻度等)、河積確保を行うための判断基準等の設定に関して工夫している点等に関する調査を行っている。表-1および表-2にそのアンケート調査結果³⁾を示す。表-1より、樹木伐採および河床掘削の実施にあたっての判断基準が策定されておらず、現場の担当者の判断に一任されており、統一的な評価手法がないことを重要課題として挙げている。それに関連して、予算不足のために現況河川の流下能力を把握するための定期的な測量が実施できていないために、対策箇所の絞り込みやその対応が効率的・効果的に行えていないという負のスパイラルが生じていると考えられる。実際に平成23年度の愛媛県および高知県における河川・海岸関連事業費は、ピーク時であった平成9年～10年と比較して、愛媛県⁴⁾では約1/4、高知県⁵⁾においても約1/3にまで減少しており、このことから予算をかけずにいかに工夫して維持管理を進めていくことの重要性が理解できる。つぎに、表-2では、河川巡視に関しては河川の重要度を3ランクに区分して実施して

いる自治体が多くあり、流下能力確保に対して定点観測を試みる、河床掘削や樹木伐採の判断基準として河積阻害率を設定して対応する、対応箇所を点数化して優先順位を決める等、さまざまな工夫を行っている自治体もあり、他でも参考にできる事例が多くみられる。以上のことから、河川管理者が独自に必要な最小限の測量や巡視によって河道内の変状を把握するとともに、その変状による流下能力の変化を簡易に評価でき、効率的・継続的に維持管理を行っていける仕組みづくりを構築していくことが重要となる。四国地方では国土交通省四国地方整備局、各県の河川管理者および高専が協働し、平成21年度

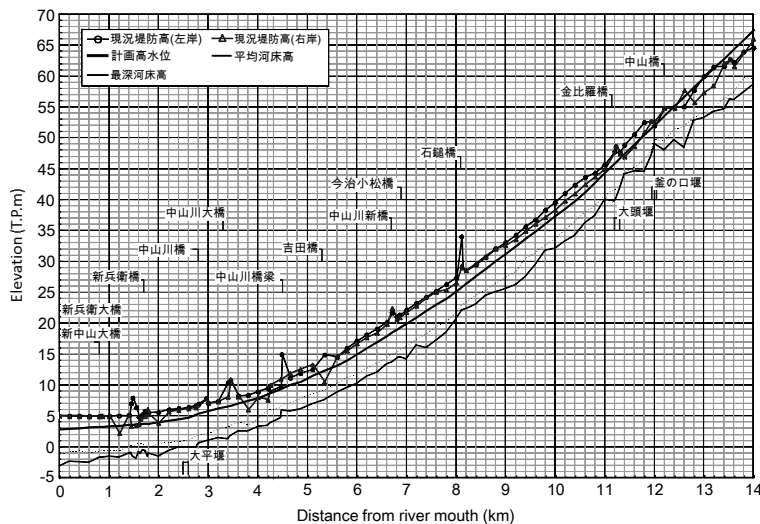


図-1 愛媛県中山川下流部の縦断面図

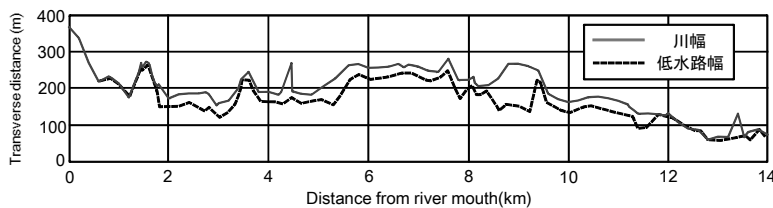


図-2 愛媛県中山川下流部の川幅および低水路幅の縦断変化

に「四国地方の河川の維持管理(土砂問題)に関する勉強会」を立ち上げ、モデル河川を設定して検討を進めている。表-3に河川維持管理計画の作成に向けた勉強会における各機関の役割分担を示す。ここでは、樹木繁茂や土砂の堆積による影響は洪水時の水面形や伝播速度に明確に表れるとの考えから福岡⁶⁾が提案する縦断的に設置された簡易圧力式水位計の洪水時の計測データから河道内の変化を把握する手法を採用している。県が所有するデータ、洪水後に回収した水位計データを高専で整理し、定期的に測量した結果と合わせて水理解析を行い、それらの結果に基づいて流下能力変化の評価手法の検討や洪水・土砂の流出特性の把握を行った結果を勉強会で報告し、今後の維持管理計画に反映させていく手順で進めている。この勉強会では、県は外部機関の協力を得て課題に対して検討でき、職員の技術力の向上にもつながること、四国地方では高専から整備局や県に毎年数名の学生が就職しており、卒業生も多く在職していることから連携が容易であること、高専においては学生が卒業研究や実験実習の一部として測量やデータ整理、水理解析を行うことにより、技術者としてのスキルを向上させるとともに、これらの成果をフィードバックすることにより地域貢献につながること等、数多くの利点が挙げられる。

3. 愛媛県中山川の概要とこれまでの検討内容⁷⁾

本研究で対象としている愛媛県中山川は、石槌山系堂ヶ森等を源流部として西条市を流れ瀬戸内海(燧灘：

表-4 各地点における代表粒径と河床勾配

	$d_{50}(\text{mm})$	河床勾配
0km	0.01	1/1613
1km	5	1/1613
2km	3	1/700
3km	36	1/490
4km	80	1/490
5km	95	1/250
6km	150	1/200
7km	180	1/200
8km	160	1/165
9km	350	1/165
10km	380	1/165
11km	320	1/130
12km	300	1/130

表-5 中山川における測量・水位データ

水位局 (愛媛県管理)	田野上方 (基準点：河口から8.13km)
既存の 測量データ	H15.9(0km～14.2km, 200m間隔) H18.2(2km～6km, 50m間隔)
追加した 水位計	河口から1.8km地点、3.8km地点、 5.6km地点、6.8km地点、 9.2km地点の計5地点

ひうちなだ)に注ぐ流域面積196km²、流路延長23.1km、基本高水流量は2000m³/s、計画高水流量1700m³/sの二級河川である。平成16年には6つの台風が四国に上陸し、特に台風21号では大規模な土砂災害が多数発生したため、大量の土砂が河川に流入し河床上昇を引き起こした。これらの課題を早期に解決するため、平成17年度に民間の活力を導入した「治水対策協働モデル事業」を創設し、治水上支障がある箇所のうち、コンクリート用骨材等として有効活用が見込まれる土砂堆積箇所については希望する企業を公募により決定し、効率的に土砂採取を行ってきた。中山川では河口から4km～6kmの区間において平成22年度までの5箇年で約15万m³の土砂(平均河床に換算して約0.5m)を撤去しているものの、今後洪水時の河床変動が流下能力の低いとされる下流区間にどのような影響を及ぼすのか、簡易で継続的に評価できる手法が必要とされている。図-1に中山川下流部の縦断面図、図-2に川幅および低水路幅の縦断変化、表-4に1kmごとの地点代表粒径と河床勾配を示す。河口から8kmより下流部では河口部を除いて、川幅は縦断的に変化が小さく200～250mであり、低水路が川幅のほとんどを占め高水敷は50m以下である。H16年に土砂堆積が生じた4～6km区間において、河床勾配が1/200から1/490に大きく変化しており、代表粒径も150mmから小さくなっている。中山川では水位を基準点の田野上方(愛媛県管理：8.13km)において10分間隔で計測されている。さらに土砂堆積や樹木繁茂が顕著にみられる河口から1.8km～10.6kmを検討区間として設定し、5地点に水位計を追加設置してH22年5

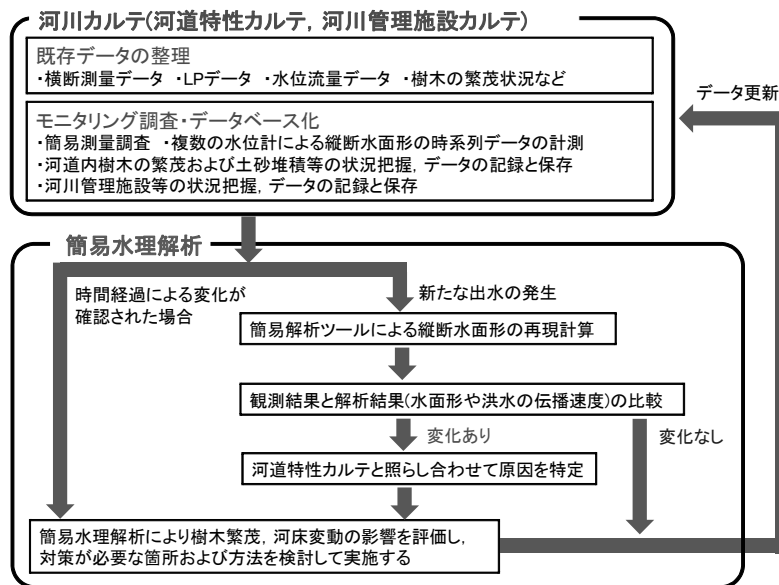


図-3 中小河川における河道管理手法の考え方(高知高専方式)

月から10分間隔で計測を行っている。H22年度には水理解析を行う事前準備として、愛媛県から既往の横断測量データ、田野上方地点の水位データを提供していただいて整理するとともに、現況の河道内樹木の繁茂状況調査、追加した水位計設置断面における横断測量および11.2kmの大頭堰下流において洪水時に浮子流量観測を実施した。特に、水理解析を行うにあたっては横断測量データの電子化が必須であるが、ほとんどの自治体ではこれらのデータを紙媒体で保管しているため、H16年洪水前後の測量成果(H15年およびH18年)の電子化も併せて行った。

4. 愛媛県中山川を対象とした河道管理の効率化に関する検討

平成22年度には測量データの電子化や現地調査によって現況河道の把握を行い、愛媛県の河川管理者による水位計データの回収作業も順調に行えるようになり、維持管理の基本である必要なデータの取得、整理および保存ができる体制が整ってきた。平成23年度からは本格的に山本ら⁸⁾が河道維持管理システムとして定義する「得られたデータに基づいて河道状態を評価し、改善が必要な箇所への対策、フォローアップと記録の更新等の作業を定期的に繰り返し実施し、ルーチン化していく」段階にレベルアップさせることを目標とした。そこで、当研究グループでは図-3に示すような河川カルテの作成と洪水時に計測される縦断水位の時系列データに基づいた簡易水理解析を組み合わせた手法を提案した。すなわち、河道内における流下能力の変化を水位計設置区間ごとに把握し、定期的な巡視等によって作成した河川カルテとの比較によってその変化の原因(土砂の堆積、樹木繁茂等)を特定し、必要に応じて対策を行い、データを更新するという作業をルーチン化していくものである。平成23年

5月に策定された河川砂防技術基準維持管理編(河川編)⁹⁾では、大河川においては河川の維持管理の履歴を河川カルテとして保存し、河川管理の基礎資料とすることを記載しており、中小河川においても主要な河川についてはカルテの作成を奨励している。2章で述べたように自治体によっては定点の写真撮影によって河道変化の履歴を記録しているところもあるが、一般的にはルール化しているところは少ない。さらに、河川管理者が独自に実施できる水理計算レベル、その計算に使用する測量データは水位計設置断面のみとすることを考えれば、計算結果のみから河道内変化を把握するための精度は有してなく、それを参考にして河川管理者が定期的に行う現場巡視の状況から、その変化の要因に気づけるようになって初めてこの手法が実用的なものとなり得る。

(1) 中山川における一次元不定流計算による河道内変化の把握手法の検討

簡易水理解析手法を中山川に適用する際の事前検討として、唯一詳細な測量データがある平成15年の測量データを用いて、平成22年7月出水に関する数値実験を行った。図-4は1.8kmから10.6kmまでの区間の200mピッチの断面をすべて使用した場合と水位計設置断面のみを用いた場合の水位ハイドログラフの比較を示したものである。H22年出水時には追加設置した水位計の実測水位もあるが、H15年時点と現況では堆積区間の河床高が異なっており、計算水位との比較には意味がないため、ここでは水位計を設置した断面の測量データのみを使用して簡易的な水理計算で得られる結果の妥当性を確認することとした。上流端の境界条件には、H22年に実施した浮子流観結果と上流にある大頭堰(11.2km)の越流水深の関係から作成した越流量公式から求めた流量ハイドログラフ(ピーク流量約500m³/s)を与え、下流端には実測水位を与

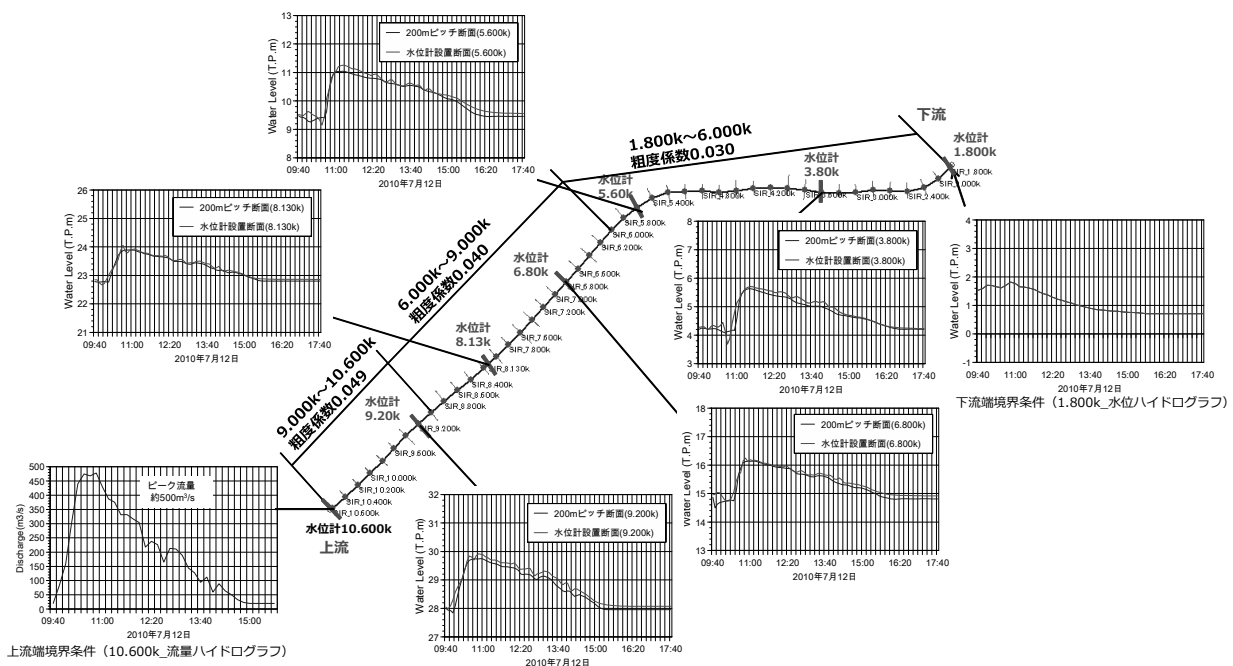


図-4 一次元不定流計算によるH22年洪水の数値実験結果

(200mピッチの断面と水位計設置断面のみを用いる場合の水位ハイドログラフの比較)

えている。粗度係数は河道内の状況を考慮して設定している。図-4より水位計設置断面のみまで計算に使用する横断面データを少なくともピークの時間帯で水位差は10～15cm程度であった。これは図-2に示したように中山川の特徴として川幅および低水路幅が縦断的にほぼ一様になっていることから理解できる。したがって、水位計設置箇所を洪水時に左右岸で水位差が生じないようなほぼ直線的な区間、区分される各検討区間の代表的な断面を選定するによって水位計設置断面のみによる簡易水理計算でも大まかな流況を把握できると考えられる。

この他に河床高(阻害率)や粗度係数(樹木繁茂)を変化した場合の水位ハイドログラフに及ぼす影響を検証しており、これらの結果から中山川においては水位計設置断面のみの測量と実測水位データを用いた簡易的な一次元不定流計算により河道内変化を把握できることを確認している。なお、四国地方整備局では、現在縦断水位の時系列データを入力値として一次元不定流計算を行い、流量ハイドログラフの推定や河道状況の変化を簡易に評価する河道管理ツールを開発中であり、旧吉野川(徳島県)における活用例¹⁰⁾も紹介されている。

(2) 河川カルテの記載内容の検討と中山川における作成事例

河川カルテについては、国土交通省の河川カルテ作成要領¹¹⁾を参考に、水理解析の結果、横断測量等による河道の変化を把握することを目的とした河道特性カルテと河川管理施設(堰・橋脚・堤防など)状況の経時変化の把握を目的とした河川管理施設カルテの2種類を作成することとした。また、個別のカルテに記載する内容については、都道府県の河川管理者の実行性を確保するために

維持管理に必要な最小限の項目を河川の特性に応じて決定し、それらの情報を区間(中山川では1km)ごとに1枚の用紙に集約する形式とした。平成23年10月に本研究室で提案する維持管理手法および河川カルテの作成要領について愛媛県河川課と出先事務所の河川管理者にヒアリングを実施し、実用性、実行性の観点から調査する地点(区間)、調査頻度の設定、現在の状況、河川カルテの作成方法等について議論した。そのうえで、河川カルテに記載する基本事項を確定し、流下能力が低くモニタリングが必要な地点(区間)、樹木の繁茂状況や土砂の堆積状況、主要な河川管理施設の調査方法(主として写真による定点モニタリング)等について確認した。河川管理者との議論により決定した作成要領(案)にしたがって、愛媛県中山川を対象に試作した河道特性カルテを図-5に、河川管理施設カルテを図-6に示す。河道特性カルテには、区間の状態を表す平面図、航空写真、維持管理の調査履歴、土砂の堆積状況を把握する定点観測写真、主要断面の横断図、流下能力評価の結果、樹木・治水面等の管理のポイントとなる調査結果の項目を記載した。河川管理施設カルテには、洪水等による堰、護岸、床止工といった河川構造物の被害状況を記録し、河道特性カルテと同様に平面図、航空写真、維持管理の履歴を記載した。河川構造物の状態については、被害状況の写真、被害箇所、被害状況を記載し、いつ、どのような被害が起こったのかが容易に把握できるようにしている。

5. おわりに

中小河川における効率的な河道管理手法について、四国地方整備局、自治体、高専が連携した「四国地方の河

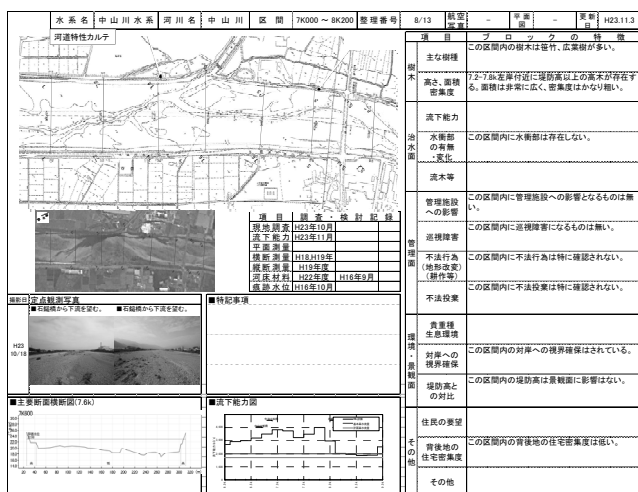


図-5 中山川の河道特性カルテ作成例

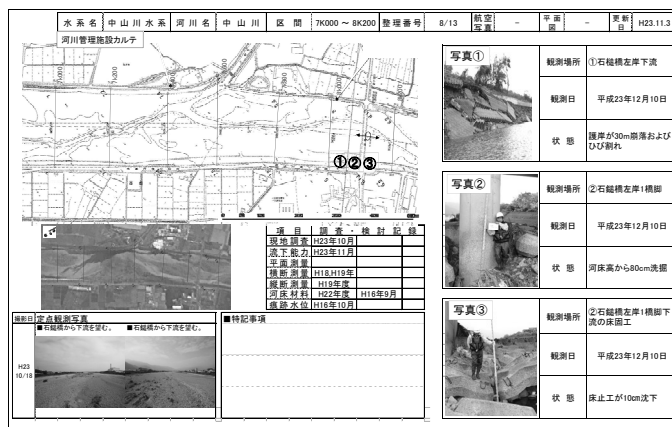


図-6 中山川の河川管理施設カルテ作成例

川の維持管理(土砂問題)に関する勉強会」で平成21年度から実施している取り組みとその成果の一部を紹介した。四国地方および近隣地方の自治体が抱える河川維持管理上の課題についての調査結果から、河床掘削や樹木伐採に関する簡易評価手法の構築やそのためのデータの取得と整理、保存をルーチン化する仕組み作りが急務であることが明らかとなった。そこで、本稿では自治体職員が独自に実行できる効率的・効果的な河川維持管理手法を構築していくために、簡易圧力式水位計を縦断的に設置して、洪水時の水面形の時系列データに基づいた簡易水理解析と2種類の河川カルテから河道内変状を把握し、問題箇所の対応にフィードバックできる手法を提案した。さらに、愛媛県河川課と共同で河道内の土砂堆積が課題となっている同県中山川を対象として行った現地調査から河川カルテを作成し、水位計データに基づいた簡易水理解析(一次元不定流解析)による河道内変状の把握手法について検討を行った。平成24年度からは、高知県河川課とも連携しながら、都市河川の特徴をもつ鏡川(高知市)、中山川と同様に土砂堆積の課題をもつ安芸川(安芸市)をモデル河川として、本稿で提案した河道管理手法を用いた検討を進めていく予定である。河川の特長や降雨・流出特性も異なる瀬戸内側と太平洋側の河川で併行して検討することにより、河川カルテの作成においても記載する項目や更新頻度の考え方等のノウハウを蓄積していくことができる。また、「四国地方の河川の維持管理(土砂問題)に関する勉強会」は平成24年度から徳島県、高知県、阿南高専(徳島県)も加わり、四国地方の4県全てでモデルとなる中小河川を設定し、各河川で得られた情報や成果を勉強会等で共有しながら、河川の維持管理技術について今後も活発に議論を進めていく予定である。

謝辞：本研究の実施にあたり、国土交通省四国地方整備局地域河川課および愛媛県土木部河川港湾局河川課から貴重なデータを提供いただいた。また、中央大学研究開

発機構福岡捷二教授には河道管理に関する勉強会において、多くの有益なご助言をいただいた。ここに記して感謝の意を称する。なお、本研究は四国建設弘済会2011年度建設事業に関する技術開発助成により実施した。

参考文献

- 1) 国土交通省：地球温暖化に伴う気候変化が水災害に及ぼす影響について、平成20年4月
- 2) 藤田光一ほか：現場での実践を通して河道管理技術を向上させる先駆的取り組み、河川技術論文集、第17巻、pp.539-544、2011。
- 3) 四国地方整備局四国技術事務所：平成23年度中小河川洪水等に関する対策検討業務報告書、2012年3月
- 4) 高知県土木部：平成23年度高知県の土木事業、pp.19、平成23年6月
- 5) 愛媛県土木部：えひめの土木2011、平成23年
- 6) 福岡捷二：洪水時の水面観測の意義と水面形に基づく河川の維持管理技術、土木学会河川技術論文集、第12巻、pp.1-6、2006。
- 7) 岡田将治、味元はな、石坂直希、谷脇佑一：中小河川における効率的な河道管理手法の検討～愛媛県中山川を対象として～、土木学会第66回年次学術講演会概要集II-259、2011。
- 8) 山本晃一、戸谷英雄、阿左美敏和：河道維持管理システムに関する検討 河川環境総合研究所報告第12号、pp.133-169。
- 9) 国土交通省：河川砂防技術基準維持管理編（河川編）、平成23年5月
- 10) 国土交通省水管理・国土保全局防災課災害対策室：中小河川における圧力水位計を活用した河川管理手法、(社)全国防災協会 防災、第745号、pp.19-25、平成23年7月
- 11) 国土交通省水管理・国土保全局：河川カルテの作成要領について、国河保第4号、平成23年5月11日

(2012. 4. 5受付)