

# 揖保川の災害復旧 その問題点と今後の川づくりについて

濱田 耕造

近畿地方整備局 姫路河川国道事務所 龍野出張所 (〒679-4167兵庫県たつの市龍野町富永1005-47) .

2009年台風第9号による記録的な豪雨は揖保川に甚大な被害をもたらした。2009年度から2010年度にかけて揖保川各所において災害復旧工事を実施し、2011年3月に完成を迎えた。しかし2011年の出水を受け、災害復旧工事が完了したばかりの箇所において被災を受ける結果となった。

本稿は、2011年出水による被災の原因を分析し、2009年度の災害復旧工事における復旧工法の問題点を考察し、今後の川づくりに向けての課題をとりまとめたものである。

キーワード 災害復旧, 被災原因, 川づくり,

## 1. はじめに

### (1) 2009年台風第9号による揖保川の状況等

龍野出張所が所管している揖保川は、兵庫県西部を南流し瀬戸内海に注ぐ一級河川であり、長さは約70km、流域面積は810km<sup>2</sup>で、約80%が山間部である。

2009年8月8日に日本の南で発生した熱帯低気圧は北上しながら9日に台風第9号となり、10日に紀伊半島の南、11日には東海と関東の南を通過して、日本の東海上を進んだ。

この台風第9号の影響により、揖保川流域では9日未明より10日夕方まで降雨があり、宍粟市一宮町神戸では1時間で61.0mmの猛烈な雨を観測した。この雨により管内の水位観測所ではいずれもはん濫注意水位を大幅に超過し、揖保川の基準点である龍野水位観測所でははん濫危険水位を超過した。また浸水家屋は床下床上併せて751戸、浸水面積は292haにのぼった。

### (2) 2009年度災害復旧工事概要

2009年度から被災箇所において護岸整備、河道掘削等を実施した。龍野出張所管内では被災が顕著であった揖保川中上流域を中心に、件数として11箇所、14件の災害復旧工事を実施した。災害復旧工事については、2011年3月をもって完了した。



図-1 揖保川流域図

### (3) 調査手法

2011年出水を受けて被災した箇所において、目的として被災範囲・被災規模を把握することとした現地調査を実施した。ポイントとして被災を受けた箇所、受けなかった箇所の比較を留意することとし、2009年度災害復旧工事図面、河川現況台帳附図、コンベックス、カメラを現地持参し、調査を行った。

## 2. 2011年出水による被災と原因他

2011年5月の梅雨前線豪雨、同月台風第2号、同年9月の台風第12号による出水を受け、災害復旧工事が完了したばかりの箇所において被災を受ける結果となった。新設護岸の倒壊は無かったが、高水敷の洗掘、張芝の流出などが発生した。

ここでは、特に被災が顕著であった宍粟市山崎町岸田地区と宍粟市一宮町閨賀地区の2地区において、その原因を分析する。

きしだ  
(1)岸田地区

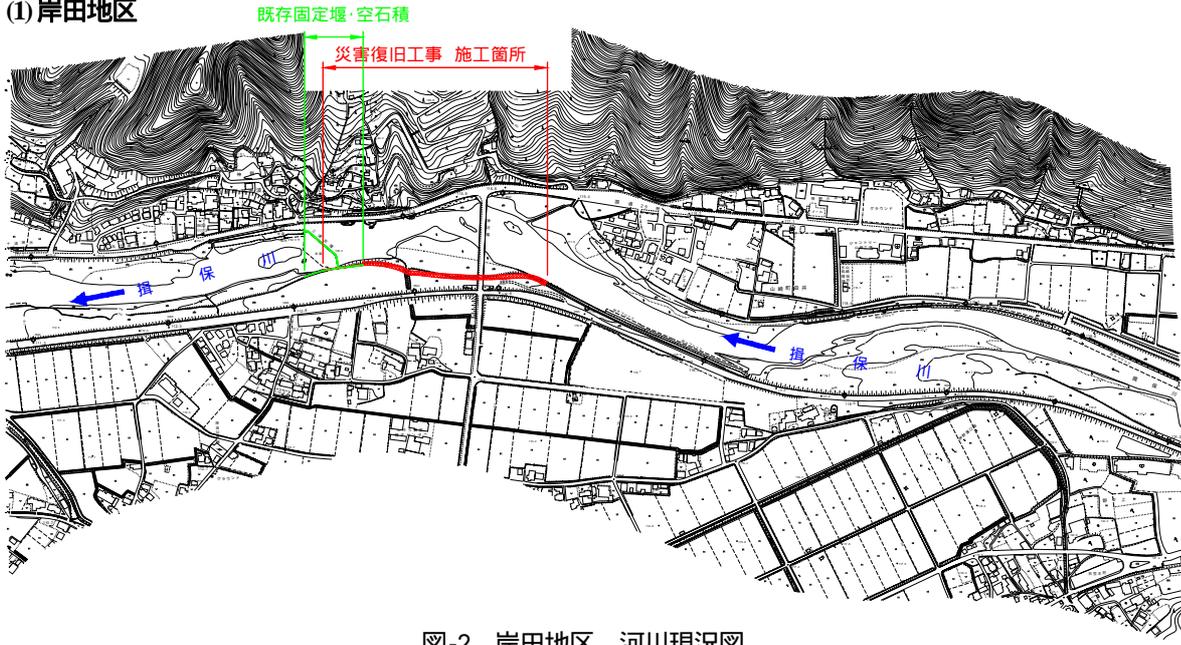


図-2 岸田地区 河川現況図

a)2009年災害復旧工事

宍粟市山崎町岸田地区は揖保川本川がS字に流れている地域にあたる。

災害復旧工事施工箇所直上流の集落において、2009年床上浸水が発生した事を受け、河道断面確保として左岸側の州を大幅に撤去、低水部に現地採取の石張護岸で施工した。

下流端部に既存固定堰があり、この既設条件護岸（空石積み）にあわせるため、低水護岸線形を河川中央側にシフトした。

b)2011年出水による被災

低水護岸が河川中央側へシフトしている箇所から下流にかけて高水敷及び下流端擦付部が洗掘した。洗掘被災規模としては、高水敷は若干の洗掘であったが、下流端擦付部は護岸裏が大幅な洗掘被害を受け、工事施工範囲直下流の既存空石積みが崩壊した。



写真-1 2011年出水被災後全景

なお、2011年5月被災後、同年9月の出水を受け、被災規模が全体的に拡大した。



写真-2 2011年5月被災



写真-3 2011年9月被災

c)2011年被災の原因分析

高水敷の被災箇所は低水護岸が河川中央側へシフトしている箇所である。ここは流れ方向に対し低水護岸形状が突出しており、洪水流がその上を直線に流下した結果と推察される。

下流端の既存空石積み部も洪水流の流れから直線に位置しており、空石積み裏側から被災を受けたと推察される。



写真-4 低水護岸突出部が洗掘された状況

うるか  
(2) 閩賀地区

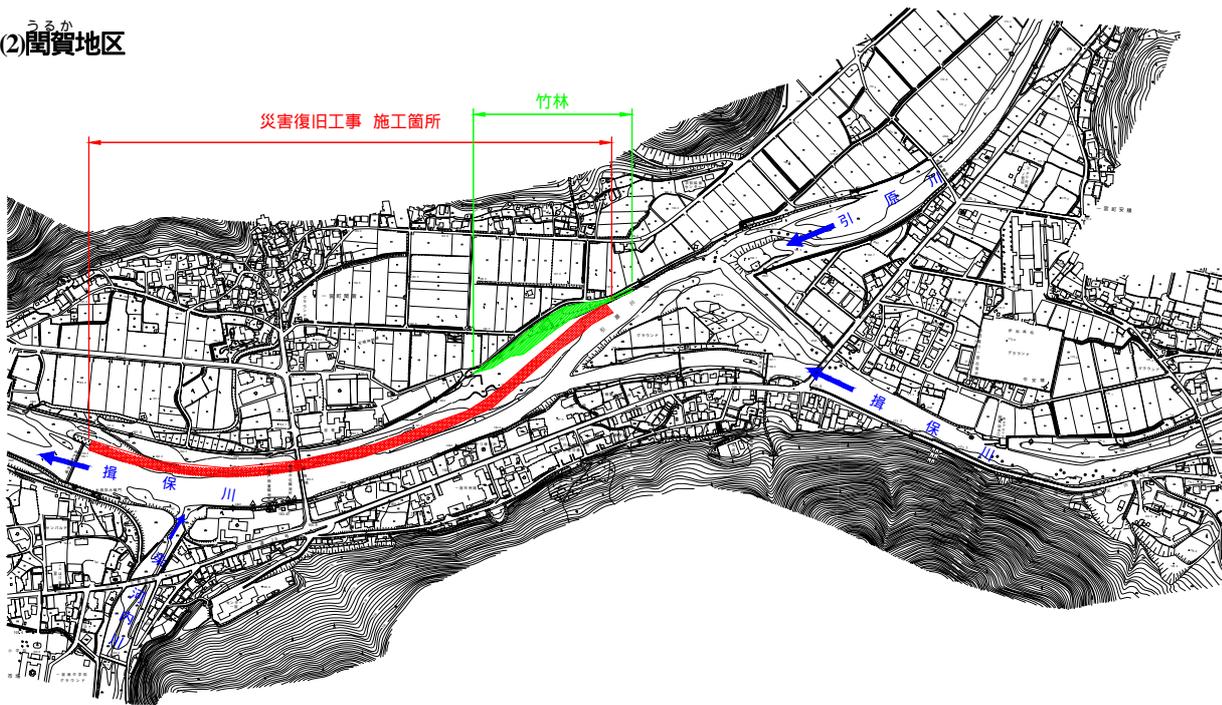


図-3 閩賀地区 河川現況図

a) 2009年度災害復旧工事

宍粟市一宮町閩賀地区は揖保川本川と支川の引原川が合流する地域にあたる。災害復旧工事施工範囲上流から中流域には竹林が繁殖し、下流域では支川の染河内川が合流している。2009年被災時は、揖保川・引原川合流点部右岸側にて越水し、付近に甚大な被害をもたらした。災害復旧工事において、河道断面確保のため右岸側の河原を掘削し、低水護岸として現地採取の石張護岸をL=約900m施工した。



写真-5 災害復旧工事完了全景

b) 2011年出水による被災

低水護岸背面の天端コンクリート横の高水敷が、工事施工範囲全体に渡って洗掘した。洗掘被災規模としては、表層洗い出し程度の箇所、深さ数十センチ程度の箇所、深さ1mを越える箇所と場所により変化した。



写真-6 2011年出水被災後全景

c) 2011年被災の原因分析

900m工事施工範囲全体に渡って洗掘した原因としては、縦断方向に連続した天端コンクリートのため、改修前より洪水の流速を増加させてしまったことが一つ考えられる。コンクリートは自然地盤に比べ粗度係数が小さいため、縦断方向に連続すると施工前と比較して洪水による掃流力を増大させる要因になる。

被災規模が場所によって異なったことは2点原因が考えられる。

1点は、高水敷が盛土か切土の違いである。

高水敷は盛土部と切土部が混在する構造となっていた。被災規模として盛土部の洗掘が著しく、逆に切土部については若干の洗い出し程度であった。また盛土箇所においても洗掘深さは概ね元々の地山高までの洗掘であり、盛土地盤、切土地盤の強度差が明確に現れた。



写真-7 高水敷盛土箇所

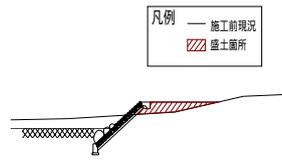


図-4 高水敷盛土部横断面図



写真-10 竹林の根により被災を受けなかった護岸



写真-8 高水敷切土箇所

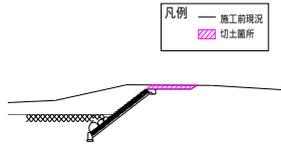


図-5 高水敷切土部横断面図

2点目は竹林による被災規模軽減効果である。

竹林は施工範囲上流から中流域にかけて繁殖している。竹林より下流地域はその竹林の幅において洗掘していないエリアが存在した。これは竹林による流速低減効果が働いたためと推察される。



写真-9 竹林背後地が洗掘されていない。

また、工事終点の直上流部には既設護岸+竹林があり、竹林が護岸天端コンクリート直裏まで繁殖している。当該箇所において、竹林の根本まで水が上がった痕跡があるものの洗掘はなかった。これは竹林の根により地耐力が増大し洪水による掃流力に耐えたものと思われる。

### (3)災害復旧工事の効果及び2011年出水による被災と原因(まとめ)

岸田地区、関賀地区共、工事箇所の上流部において、2009年台風第9号時は越水し、床上浸水が多数発生した。災害復旧工事施工後の2011年出水時は両地区とも住居等まであと数十センチの所まで水位が上昇(出水時、巡視員の目測による)するも、ギリギリで住居被災を免れた。2011年出水以上の超過洪水対策を考えると不安要素は残るが、2011年出水の被災規模は高水敷の流出等と比較的軽微であり、2009年度の災害復旧工事において河道掘削により河道断面を拡大させたことは一定の効果があったのではないかと推察できる。

岸田・関賀両地区の被災と原因を下記にまとめる。

	工事	被災	原因	問題点分析
岸田	・河道掘削 ・低水護岸	・高水敷洗掘 (施工範囲下流端部)	・突出した低水護岸	・施工端部の擦付方法 ・粗度係数の低下 ・画一的な断面
関賀	・河道掘削 ・低水護岸	・高水敷洗掘 (被災規模に差有)	・縦断方向に連続した構造物 ・盛土部切土部の混在	

表-1 2011年出水による被災と原因(まとめ)

次章は、この問題点について考察する。

### 3. 2009年度災害復旧工事における問題点

#### (1)施工端部の擦付方法

岸田地区のように固定堰がある場合は災害復旧工事において固定堰を改修する事は困難であり、既存固定堰条件護岸への擦付が基本となる。今回の災害復旧工事の擦付として結果的に洪水流に対し突出した構造になってしまい、直線に流下した洪水流によって洗掘を受ける結果となった。

災害復旧の実施にあたっては、工事範囲前後(上下流)施設にあわせるだけの復旧は避けるのが望ましいと考える。

#### (2)粗度係数の低下

本災害復旧工事では低水護岸として石張護岸を採用し、関賀地区では施工延長が900mに及んだ。石張とはいえ

護岸そのものはコンクリートであり、コンクリートは強固な耐力を有する反面自然河岸と比較すると粗度係数が小さくなり洪水流の持つ外力を増加させてしまう。護岸部は守る事ができるが、付近の弱い部分については逆に被災を受けることにもつながる場合がある。

可能な限り現況と同程度の粗度係数を設定する事を基本とし、改修後の流速を増加させないようにするのが望ましいと考える。

### (3)画一的な断面

災害復旧工事は現況復旧が基本である。また被災を受けた背後地には人家・道路等守らなければならない資産があるケースが多く、流下能力確保や護岸による保護が命題として設定されているに近い。災害復旧工事においては流下能力確保のための河道掘削及び背後地を守るための低水護岸が縦断的に設置された。計算上求められた標準断面に基づき、施工範囲起終点を結ぶ設計のため、閩賀地区は高水敷が盛土部と切土部が混在する構造となり、弱い盛土部が洗掘を受ける結果となった。

単に標準断面を通すという設計では無く、河川によって形成された河道地形を尊重し、元の形状に近い形の設計が望ましいと考える。

## 4. 今後の川づくり

### (1)上下流一連の形状

工事を実施するにあたり、工事施工範囲のみを見るとその場だけの対策になってしまう。施工範囲前後の河道線形をよく調査し、各々の箇所における上下流の河川特性を踏まえ、特に洪水時の流れをイメージした上下流一連性をもった形状にする事が重要である。

### (2)改修後の流速を増加させない

流速を増加させない方法として、以下のような手法が考えられる。

#### a)河畔林の保護

既存の河畔林は、河岸付近の洪水時の流速を低下させると同時に、根が土を緊縛する働きをするため、河岸を保護する機能を有している。閩賀地区の竹林はまさにその通りである。樹木が施工区域の河岸にある場合は、治水上の問題が無ければできるだけ残存させた計画を考えるのが良い。

#### b)水制工の流速低減効果

水制工は、水衝部に設置すると土砂の堆積を生じさせる事が多く、流速減少の効果が期待できる。水の流れを変える、河岸に多様な水際線や良好な河川景観を創出する、洪水時には魚の避難場所を提供するなど、河川環境の保全・復元に役立つ多彩な機能がある。また、水制工を数基設置することで瀬や淵などを保全することが可能になる。

### (3)被災前の河道地形を尊重する

1990年度の「多自然型川づくりについて」以来、多自然川づくりに関する工法などはずいぶん共有されてきたが課題の残る整備も多く、国土交通省は2006年に「多自然川づくり基本指針」を通達した。これには、「多自然川づくりはすべての川づくりの基本である」と記されており、災害復旧工事においても例外では無い。

河床を掘削する場合には、平坦な河床とはせず、河床に形成されたみお筋や瀬・淵などの地形を平行移動させ、元の形状に近い形で整備を行うのが望ましい。なお、縦断形についても、横断形と同様に現況の河床形態等を変更しないよう、平均河床高による縦断形はほぼ平行移動することを基本として検討すべきである。これは河川によって形成された地形が洪水流の嘗力を反映しているからである。現況河道の縦横断形にならうことで、現在の環境を保全できるとともに、一般的には将来的な河道の維持においても有利な場合が多い。



図-6 河床の掘り下げ方（横断形）

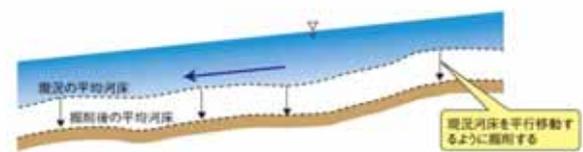


図-7 河床の掘り下げ方（縦断形）

河川の形状は、流れが持つ浸食・運搬・堆積作用により常に変化し、自然に河川の形状の変化に合わせて自らの適応力・回復力によって形成されることから、従前に形成されていた州、瀬、淵は長い年月のスパンで考えると安定している。従前に形成された地形は非常に重要な情報であり、河川毎、場所毎によって最適な工法は異なるものである。安易にコンクリートで固めてしまうのでは無く、河川の形成した地形を尊重し、自然に出来ているものにできるだけ逆らわず、洪水を安全に流下させることを考えるのが良い。

## 5. まとめ

2009年の台風第9号による被災を受けて災害復旧工事が実施された。結果、一定の効果はあったと推察されたが2011年出水で被災を受けた。その問題点としては、洪

水流に突出してしまった施工端部の擦付、洪水流の外力を増大させてしまった連続するコンクリート構造物、高水敷盛土部が被災を受けてしまった標準断面を通した設計と考察した。今後の川づくりとしては、工事施工箇所のみでなく河川全体を見据えた計画を持ち、改修後の流速をあげないように且つ自然に出来るだけ逆らわずに洪水を安全に流下させることを考えることが重要であると考察した。

## 6.おわりに

2011年出水による被災箇所の復旧方法は現在検討中である。限られた予算の中でどのように復旧し、後々維持管理していくか、熟考が必要である。そのような中、河川管理者単独で今後の川づくりの全てが担えるかというところでは無いと思う。今後は地域との共有、連携が必要不可欠である。

たとえば河畔林は改修後の河川における治水上の幅広い機能をふまえて保全する必要がある。しかし河畔林も定期的に手入れを行わなければ雑林化し、景観等損ねる。維持管理の予算が非常に厳しい中、河川管理者のみの手で河川内全ての河畔林の管理を行う事は実質不可能であり、将来管理について、地元住民、地域市町村の協力を取り付ける事が重要である。市町村が公園占用する形式が行われれば、地域住民の憩いの場ともなる。しか

しこれは一概に言えるものでは無く、災害復旧工事では時間的制約もある。

地形、地域は千差万別であり、川づくりの答えというものには存在しないと思う。地元住民の想い、地域市町村の考え、河川管理者の河道計画、これらを融合させる事は容易ではないが、将来的な河川イメージを共有することが重要と考える。それぞれの川、それぞれの場所に応じた川づくりの方法を探し、地域住民、地域市町村とともに将来的な河川イメージを共有する。その中で「みんなが川づくりをする」この土台を構築することが河川管理者にとって重要ではないだろうか。

**謝辞:** 本論文を作成するにあたりご協力、ご指導いただいた職場の皆様、諸先輩方々に感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 多自然川づくり研究会：多自然川づくりポイントブック 2007年3月
- 2) 国土交通省 河川局：美しい山河を守る災害復旧基本方針：2006年6月
- 3) (財)国土開発技術研究センター：護岸の力学設計法 2007年11月
- 4) 建設省河川局監修：建設省河川砂防技術基準(案)同解説 1997年10月