

## 武庫川下流部における 2014 年洪水災害の分析

三輪 弐\*

### 1. はじめに

武庫川は、2013年9月に台風18号による洪水に見舞われたのに続いて、2014年8月台風11号による洪水に見舞われた。下流区間においても、河岸浸食や護岸損壊、高水敷表面の洗掘、床止工上流護床工の流出など多様な河川災害が発生した。

逆瀬川合流点から下流の区間は、左右両岸とも堤防が築かれ、堤防前面の高水敷には公園や運動場が広がり、河道の中央付近に低水流路を持つ複断面河道である。低水流路の両岸には護岸が設置されている。人工的に河川改修された河道ではあるが、低水流路内の河床砂礫は、洪水流によって激しく移動し、わが国の平野部河川に多く見られる「砂礫堆形成とそれに伴う水流蛇行」という自然現象が出現している。

前報<sup>1)</sup>で解説したように、洪水による災害の多くは、この河川形態と密接な関係を持つ。2014年台風11号洪

水による主要な災害箇所について、被災の原因と発生メカニズムを、武庫川の河川形態との関係という観点を中心に調査・分析した。

### 2. 武庫川下流区間における砂礫堆形成と水流蛇行

阪急今津線橋梁から名神高速道路橋梁までの区間は、ゆるやかなカーブ区間はあるもののほぼ直線的な人工改修河道になっている。しかし、低水路河床は砂礫に覆われ、洪水時には激しく移動する。河床には砂礫堆が形成され、水流が左右に大きく蛇行する。平水時には、「洲」とよばれる広い礫河原が広がり、「淵」と呼ばれる河岸沿いの狭い水域から、水域は広がりながら水深の浅い「瀬」をなした後、下流対岸の淵に流れ込んでいく。

洪水時の水流によって、洲と瀬、淵を1セットとする「砂礫堆」という河床の形が形成され、洪水減水後、

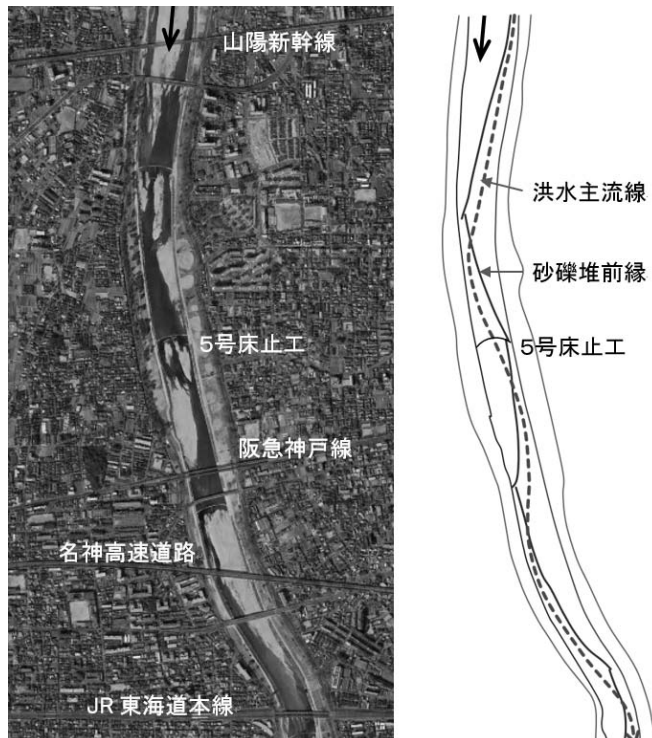


図1 武庫川下流の砂礫堆と洪水主流線

Google Earth 写真 (画像取得日 2014-03-11) とそれからの判読図



図2 洪水水衝部と砂礫堆との関係



図3 生瀬東町地先の河岸浸食状況  
2014年8月洪水後の撮影

\*岩手大学名誉教授 Hajime MIWA

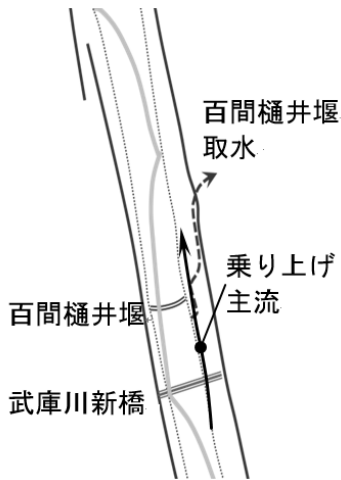
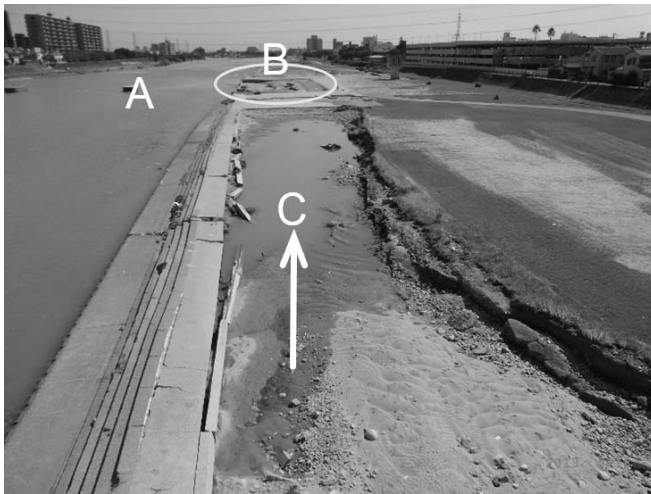


図4 百間樋井堰右岸の高水敷洗掘と取水路埋没  
2013年9月洪水後の撮影  
A: 百間樋井堰 B: 魚道と取水路の埋没  
C: 乗り上げた洪水による高水敷表面の洗掘

河床の低い部分をつなぐと淵と瀬が交互に連続する流れになるのである。逆に、砂礫堆の形状と接続パターンが分れば、洪水時の主流線の走り方が分る。図1には、



図5 仁川合流点上流右岸沿い寄洲の2014年洪水による発達  
左: 2013年9月洪水後の撮影 右: 2014年8月洪水後の撮影  
2013年9月の水域D → 2014年8月洪水で発達した寄洲E

山陽新幹線から JR 東海道本線までの区間について、Google Earth 画像から砂礫堆形状を読み取り、洪水主流線の走り方を推定・記入した。

### 3. 洪水水衝部と砂礫堆との関係

洪水時の主流線は左右に大きく蛇行し、左右岸交互に河岸にぶつかっていく。主流線が河岸に沿っている個所が洪水水衝部であり、河岸浸食や護岸損壊などの河川災害が多く発生する個所である。

図2に見られるように、平水時の砂礫堆形状を読み取ることができれば、洪水時の主流線と水衝部を的確に推定することが可能である。

## 4. 河川災害の主要な発生状況

### 4.1 生瀬東町地先左岸の河岸浸食

生瀬橋下流にある水管橋より少し下流地点の左岸において河岸浸食被害があった。2004年10月の台風23号による洪水によって、生瀬橋の上下流では各所で河岸浸食や護岸損壊の被害があった。その後の災害復旧によって、水衝部河岸に当たる被災部には、図3のように強固なコンクリート護岸が施工されていた。

その下流河岸は水衝部の下流に位置していたので、コンクリート護岸は設置せず、土嚢を積み重ねた上に土をかぶせ植生を施した護岸であった。生瀬橋の上流区間は大きく強く右方向に湾曲した河道である。砂礫堆の位置はほぼ安定し、生瀬橋の下流においても洪水水衝部はほぼ固定している。それでも、今回の洪水によって水衝部が若干下流へずれてきたため、コンクリート護岸の下流河岸において、表面の植生被覆土は流亡し、接続部付近の土嚢も流失した。これより下流の河岸においても、見返り岩の対岸付近まで左岸側の植生被覆土ははがされた。しかし、洪水水衝部を外れた河岸であるため、土嚢護岸はそのまま維持された。水衝部と水裏部の違いが鮮明に現れた。

## 4.2 百間樋井堰右岸高水敷の被災

武庫川下流には、多数の堰や床止工が設置されている。百間樋井堰は、農業用水と西宮市水道として取水される重要な施設である。図4は、2013年9月洪水後の上流高水敷表面の洗掘と右岸魚道と取水路が埋没した様子である。堰本体は転倒堰であり、この写真では転倒した状況であるため、支柱だけが写っている。

その後の災害復旧によって高水敷表面の洗掘は埋められ、損傷したコンクリート護岸も補修されたが、2014年8月洪水によってほぼ同様の被災を蒙った。灌漑期の8月中旬の被災であったため、取水路を埋めた石礫はただちに除去され、高水敷表面の洗掘箇所にも埋め戻された。図4には、高水敷洗掘の様子が分る2013年洪水後の写真を掲げた。

百間樋井堰上下流の2013年洪水当時の砂礫堆形状は図4下図の通りである。洪水は、低水路におさまらず、この付近では高水敷部においても約50cmの水深で流下した。特に、水衝部になった武庫川新橋上流右岸において、洪水主流の一部が高水敷の上に乗上げたことにより被害が発生した。武庫川新橋地点の高水敷表面保護工によって水流が加速されたことも、表面洗掘被害の拡大につながった。

## 4.3 右岸寄洲の発達による仁川流入口の閉塞

武庫川下流区間のうち逆瀬川合流点から名神高速道路橋梁までの区間は、兩岸堤防前に高水敷を備えたほぼ直線的な複断面河道に改修されている。直線的な河道では洪水のたびに砂礫堆がその形状と配置パターンを保持したまま下流に移動する。そのため、河岸沿いの寄洲が下流に大きく発達する現象が見られる。

2014年8月の洪水では、仁川の合流点直上流右岸沿いの寄洲が下流に移動してきた。図5の2013年9月洪水後の写真にみられるように、右岸護岸前面は、洪水前には水域だったが、2014年8月洪水後にはすっかり

大きな寄洲に覆われている。この寄洲の下流先端部は、仁川合流点に達しており、重要な右支川である仁川からの流入を塞いでしまった。

## 4.4 5号床止工上流護床工の流出

武庫川下流には、百間樋井堰をはじめ昆陽井堰、六樋井堰などの堰のほか、多数の床止工が設置されている。堰の多くは、洪水時に堰が転倒する可動堰になっている。堰の敷高も河床高に見合う程度に低くなっている。堰の存在は洪水の流下に影響しないと言える。

床止工は、河床低下が進んだ区間で河床高の安定のために設置される。図1に取り上げた区間においても、中央部の5号床止工のほか、その少し上流に6号床止工があり、名神高速道橋梁の上流に4号床止工がある。いずれも下流側水叩き工が全体的に露出して上下流に落差が付いている。しかし、衛星写真の判読図に見られるとおり、左右交互の寄洲を持つ砂礫堆形成とみお筋蛇行の形態に対して、床止め工における河床落差はほとんど影響していないことが分る。

図1の衛星写真を見ると、5号床止工上流左岸と下流右岸に寄洲があり、水域は右岸から左岸に移っている。床止工上流で右岸側に寄っていた洪水主流は岸を離れ、5号床止工において流路中央付近を越えている。洪水時の流れが右岸沿いの淵部から徐々に広がり始めた位置に床止工がある。床止工の上流側に河床洗掘を予防するために護床工が敷設されていたが、洪水によって流出し、図6に見られるように、床止工を越えた大量の護床ブロックが下流護床工の上に散乱した。

上流護床ブロックが流出する被害は、宿河原堰（神奈川県多摩川）においても、2007年9月台風9号による洪水のさい発生している。堰や床止工の護床ブロックは、計画河床高に合わせて上流側に敷設される。水路実験によってこの現象の再現を試みたところ、上流側の淵部は、計画河床より深く掘れており、護床工の



図6 5号床止工 (F) の上流護床ブロックが下流護床工上に散乱した状況 (2014年洪水後の撮影)



図7 阪急神戸線橋梁上流左岸の河岸浸食状況 (2014年洪水後の撮影, G: 寄洲, H: 河岸浸食)

上流端が水流によって下から持ち上げられ浮き上がって流失することが実証された<sup>2)</sup>。

#### 4.5 阪急神戸線橋梁上流左岸の河岸浸食

5号床止工を流路中央付近で越えた洪水主流は、阪急神戸線橋梁の上流左岸にぶつかっていく。水衝部となった河岸は、**図7**のように大きく浸食された。河床に近い下部には、既設護岸が施工されているため、その上部河岸が浸食された。護岸の一部も、沈下し傾くなどの被害を蒙った。

2013年9月の洪水によってもほぼ同じ個所で河岸浸食被害が発生していた<sup>1)</sup>。浸食の大きな個所に対しても大型土嚢を配置するなどの応急的な補修工事しか実施していなかったため、今回の洪水によって河岸浸食被害が拡大した。しかも、直線的な河道であるため、砂



図8 武庫川下流の蛇行河道区間において安定化した寄洲と水域 (Google Earth 2014-03-11 画像取得)



図9 JR東海道本線橋梁下流の強固な護岸設置 (2014年洪水後の撮影, I: 寄洲, J: 根固め付設護岸)

礫堆の下流への移動も見られ、水衝部河岸が少し下流にずれることで河岸浸食範囲が下流にも拡大した。

水衝部に当たる左岸側の河岸浸食被害に対し、広く寄洲が広がった右岸では河岸浸食は発生していない。砂礫堆が形成された河道区間において、洪水時の主流が左右岸交互に蛇行し、水衝部河岸も左右岸交互に現れるが、その対岸の寄洲側は非水衝部（いわゆる水裏）になる。ここでは、その違いが鮮明に現れた。

#### 4.6 JR東海道本線橋梁下流左岸の根固め工損傷

名神高速道路橋梁から下流区間においては、**図8**に見られるように、河道そのものが左右交互に湾曲する蛇行河道になっている。直線的な河道において洪水のたびにその形状を保持しながら下流に移動する砂礫堆は、このような蛇行河道においては移動が抑制され、寄洲の位置や洪水水衝部も安定化する<sup>3)</sup>。

**図9**はJR東海道本線橋梁の下流に見られる安定化した右岸寄洲と左岸側の淵である。洪水水衝部は淵からその下流にかけての左岸側で固定化されており、低水路河岸は頑丈なコンクリート護岸で保護されている。そして、護岸の前面河床の洗掘を防止するため、根固め工が付設されている。

今回の洪水でも、2013年洪水とほぼ同量の流量であったが、この付近では低水路満杯水位を少し超えた程度で、高水敷に上がった水深は小さく、**図9**の護岸(J)の上部肩付近に流木やゴミが滞留していた。強固なコンクリート製の低水路護岸の損壊はなく、前面根固めブロックの一部が浮き上がり配置が変わっている程度の被害である。一方、右岸側には安定した寄洲(I)が広がっていて、洪水時の主流から外れた非水衝部である。そのため、強固な護岸を設置する必要がない。

### 5. まとめと維持管理上の留意点

武庫川においては、2004年10月台風23号による大きな洪水に見舞われ、各所で河岸浸食や護岸損壊などの被害を受けた。その災害復旧工事によって、被災個所には強固な護岸が設置された。そのおかげで、2011年9月に続いて、2013年9月、2014年8月と立て続けに洪水に見舞われたにもかかわらず、低水路河岸での大規模な災害は発生しなかった。

しかし、河道中央付近にある低水路だけで洪水を流下させることは出来ず、兩岸の高水敷部分においても数10cm~1mの水深で洪水が流下した。特に、百間樋井堰右岸の上下流部では、洪水時の主流の一部が高水敷に乗り上げ流下したために、高水敷表面が広範囲に深く洗掘された。洗掘され流下した石礫は、百間樋井堰の右岸取付け部に設置されていた魚道と農業用水の取水路に沈積し埋め尽くした。

昆陽井堰の右岸高水敷においても同様の魚道埋没が発生したほか、多くの箇所が高水敷を広範囲に利用していた公園やグランド部分の表面覆土とその基盤砂礫を

洗掘した。

武庫川下流の基準点である甲武橋地点において、2013年9月の洪水は1,700m<sup>3</sup>/s程度であり、2014年8月洪水も同程度の洪水であった。2011年に制定された整備計画における計画高水流量3,200m<sup>3</sup>/sの半分程度の流量にもかかわらず、高水敷流下に伴う表面被災が広範に発生している。高水敷利用をこれからも継続していくのであれば、このような災害発生を想定して維持管理の計画を立てておく必要がある。

### 謝 辞

前報<sup>1)</sup>の掲載準備を進めていた時に、武庫川はまた洪水に見舞われた。急いで追加の現地調査を実施し、発

表の方法を探っていたところ、武庫川市民学会事務局長 古武家善成氏から続報として本誌へ投稿するよう勧められ、取りまとめることにした。氏のご厚意に心からお礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) 三輪 弉(2014)武庫川下流における河床の形と蛇行流れ、武庫川市民学会誌, 2(2), 46-52.
- 2) 三輪 弉(2010)水路実験による堰上流護床工被災メカニズムの検討, 東北地域災害科学研究, 46, 203-208.
- 3) 木下良作, 三輪 弉(1974)砂レキ堆の位置が安定化する流路形状, 新砂防, 94, 12-17.

## コラム・雑感

### 武庫川流域関係市にある特別な樹木

村岡浩爾

(武庫川市民学会)

天然記念物は文化財保護法や各自治体の文化財保護条例に基づいて、動物、植物、地質、鉱物、などの自然物に関する記念物として指定される。保護樹木等は各市の自然環境、公園、まちづくりなどの条例に基

づいて指定される。表にはこれらによって指定された樹木(単木)の本数を記す。なお、篠山市の天然記念物(樹木)は国指定2本、県指定4本、市指定5本あるが、残念ながら武庫川流域には入らない。

表 武庫川流域関係市の特別な樹木

流域関係市	天然記念物(樹木)			市指定
	国指定	県指定	市指定	
篠山市(流域内)	なし	なし	なし	(詳細不明)
三田市	なし	・大舟寺(カヤ)	なし	(検討中)
神戸市北区	なし	なし	なし	市民の木:12本
宝塚市	なし	なし	・下佐曾利(カヤ) ・清荒神(イチヨウ)	保護・保存樹木:32本
西宮市	なし	・中野(カヤ) ・下山口(ケヤキ) ・海清寺(クスノキ)	・大市八幡神社 (クスノキ)	保護樹木:227本
伊丹市	なし	・法巖寺(クスノキ) ・中野稻荷神社(イヌマキ)	・浄源寺(イチヨウ) ・猪名野神社(ムクロジ)	保護樹木:36本
尼崎市	なし	・楠霊神社(クスノキ)	なし	保護樹木:65本