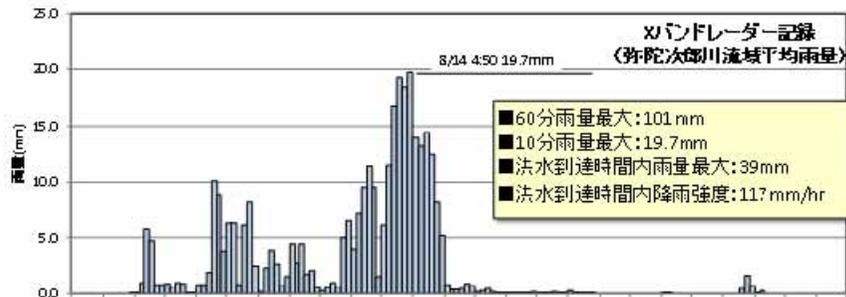


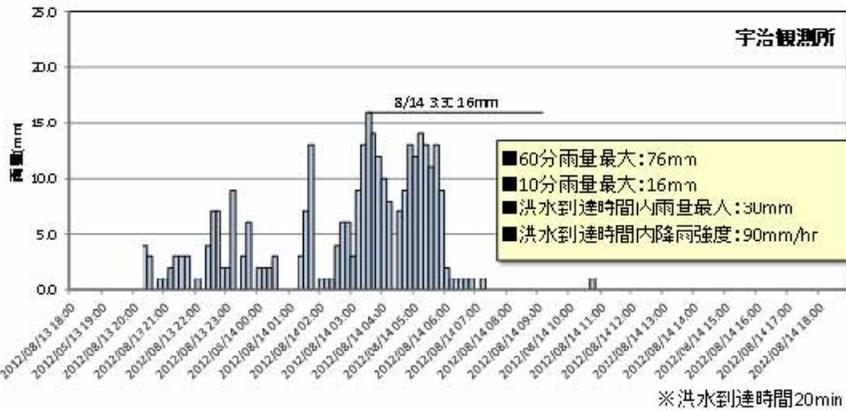
4. これまでの議論のまとめ

これまでの議論のまとめ(1)

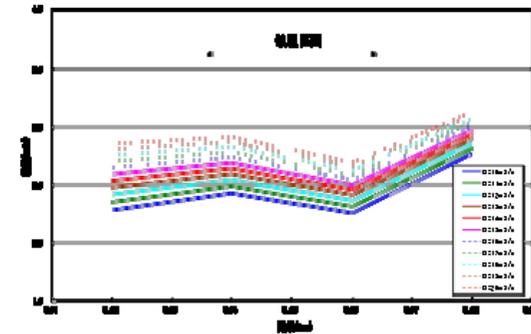
- ・京都府南部地域豪雨では、宇治観測所での3時間最大雨量が昭和28年台風13号のときの約2倍を記録した過去に経験したことのない集中豪雨であった。
- ・Xバンドレーダー記録による弥陀次郎川流域での降雨は、60分最大及び10分最大雨量が、宇治観測所での記録のおよそ3割増しとなっている。
- ・レーダー雨量記録から流出量解析を行って天井川区間(破堤区間)での水位を算出したところ、13日夜から14日にかけて、数度のピークが発生。このときの流速は、破堤区間では、およそ2.5~3.5m/sであった。



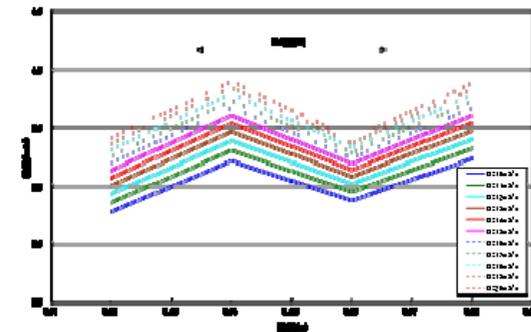
Xバンドレーダ記録
弥陀次郎川流域平均雨量
総雨量: 325mm
60分雨量最大: 101mm
10分雨量最大: 19.7mm



宇治観測所
総雨量: 307mm
60分雨量最大: 76mm
10分雨量最大: 16mm
3時間最大雨量: 186mm
(S28台風13号: 109mm)



流速2.5~3.0m/s(石積み植生有り)



流速3.0~3.5m/s(石積み植生無し)

これまでの議論のまとめ(2)

山地が崩壊し、大量の土石、流木が流出



上流 ゴルフ場 閉塞した流木



上流 小弥陀次郎川 土石の堆積

これまでの議論のまとめ(3)

河床コンクリートの破壊から始まった侵食による破堤の可能性が高い

原因	越流による法面侵食破壊	浸透によるパイピング破壊	侵食による破壊
メカニズム図	<p>越水</p> <p>裏法面を侵食</p>	<p>降雨浸透</p> <p>護岸から浸透</p> <p>浸透流が漏水</p> <p>浸透流によるみず道拡大から堤防崩壊</p>	<p>洗い出し</p> <p>河床破損</p> <p>洗堀、吸出しが拡大し堤防崩壊</p>
分析	<p>①流域雨量の再現と流出解析により、8月14日の降雨により、現況流下能力を超える洪水が発生しているが、天井川区間上流部の市道橋がネックとなり、今回の欠壊地点の堤防高を超える洪水は流下できないことから、侵食が発生する程の越水は発生しない。</p> <p>よって、破壊に至るような継続的な溢水は無かったと考えられる。</p> <p>②近隣住民の目撃でも越水は確認されていない。</p>	<p>①浸透解析結果から、堤体内浸透流によるパイピング現象等は生じない結果である。</p> <p>②透水性地層にパイピング（水道）現象が生じる可能性であるが、堤体全体が透水性の比較的高い砂礫で構成されており、水圧によるパイピングの可能性は無い。</p> <p>③堤体への浸透により飽和度が上昇しすべり破壊が発生する可能性があるが、近隣住民の目撃では、堤防裏法面の崩壊は目撃されていない。</p> <p>④欠壊に至る過程で目撃されている水の法面からの噴出は、河床高程度の高い位置で確認されており、水圧や動水勾配により法裾部や宅地側で発生するパイピング現象とは合致しない。</p>	<p>①弥陀次郎川は、護岸が石積護岸とコンクリートの特殊堤、護床がコンクリート張となっており、今回の洪水の流速3m/s程度で侵食が発生する構造では無い。</p> <p>②転石や流木等の流下物の衝突や摩耗等が単独又は複合して作用することにより護床コンクリートの破損等が生じた場合には、掃流力や揚力により、順次破損が拡大し、河床洗堀や土砂の洗い出しが生じた結果、護岸損壊、堤体侵食が生じる可能性がある。</p> <p>③何らかの要因により損傷を受けた河床コンクリートは、「めくれ」によって流下する可能性があり、河床コンクリートの損壊によって露出した河床材料は、流水によって洗掘される。</p>
可能性	可能性無し	パイピングの可能性無し 円弧すべりの可能性有	可能性大

侵食による欠壊、浸透による欠壊

侵食による堤防破壊



平成24年7月 花月川(大分県)

浸透による堤防破壊



平成24年7月 矢部川(福岡県)

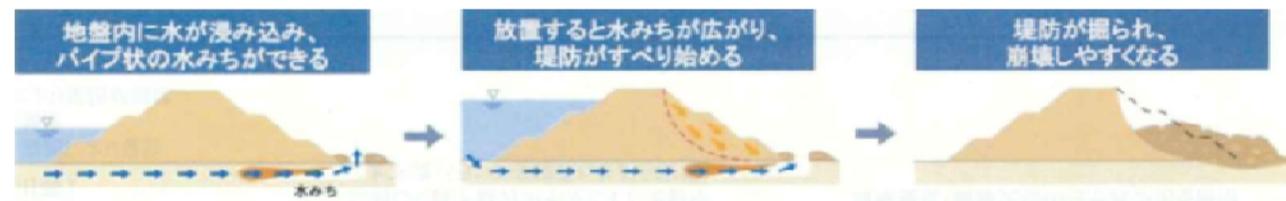
侵食・洗掘による欠壊

侵食・洗掘破壊イメージ図



浸透による欠壊

パイピング破壊イメージ図

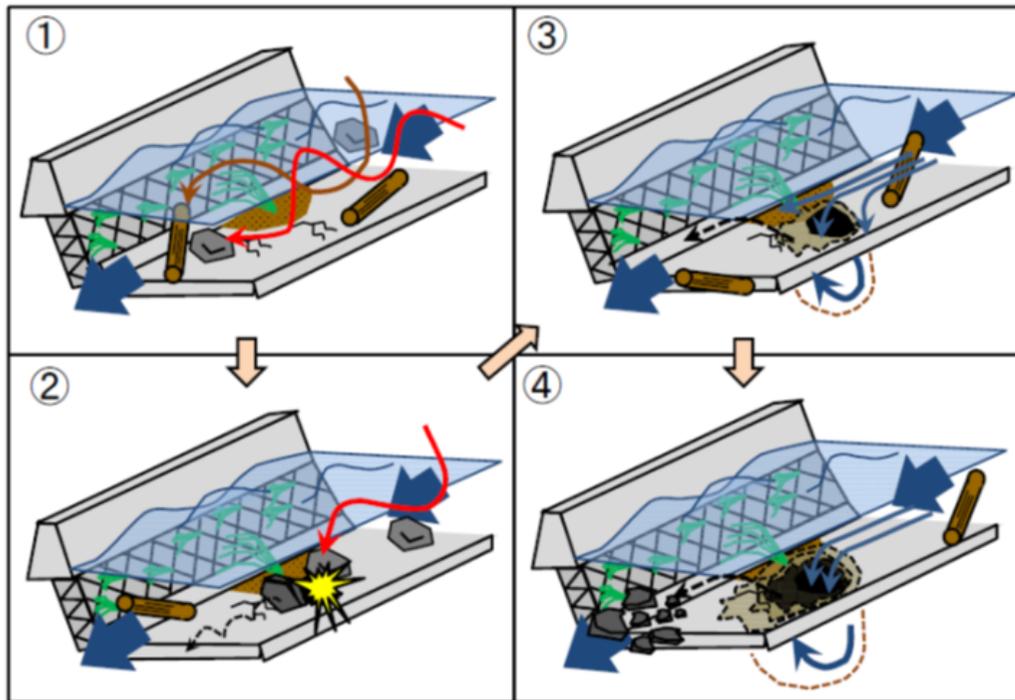


浸透破壊イメージ図



これまでの議論のまとめ(4)

- ・河床コンクリートの破壊は、①水流(流速)による摩耗・ひび割れ、②流下物(岩石、流木等)の衝突、等が複合的に相乗して始まった可能性が高い。
- ・河床コンクリートの損壊後、下流側に損壊部分が広がっていく。



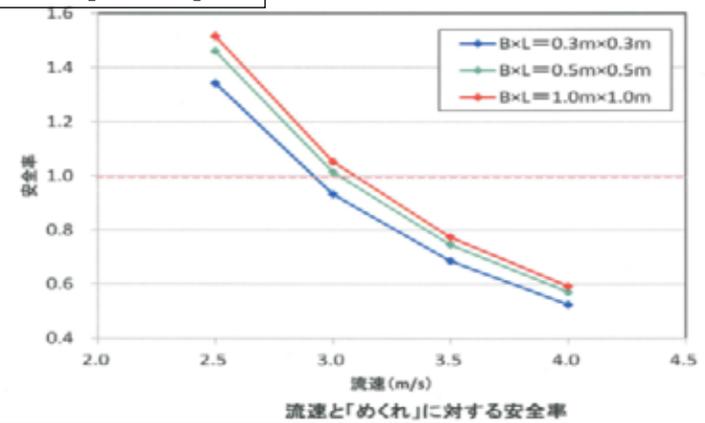
①洪水流により流下物が発生

②流下物衝突で河床が損壊

③損壊箇所で洗掘が発生

④水流により河床損壊が拡大

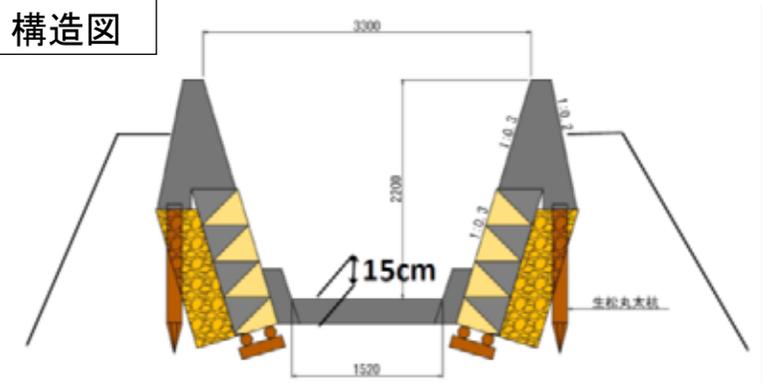
流速と「めくれ」



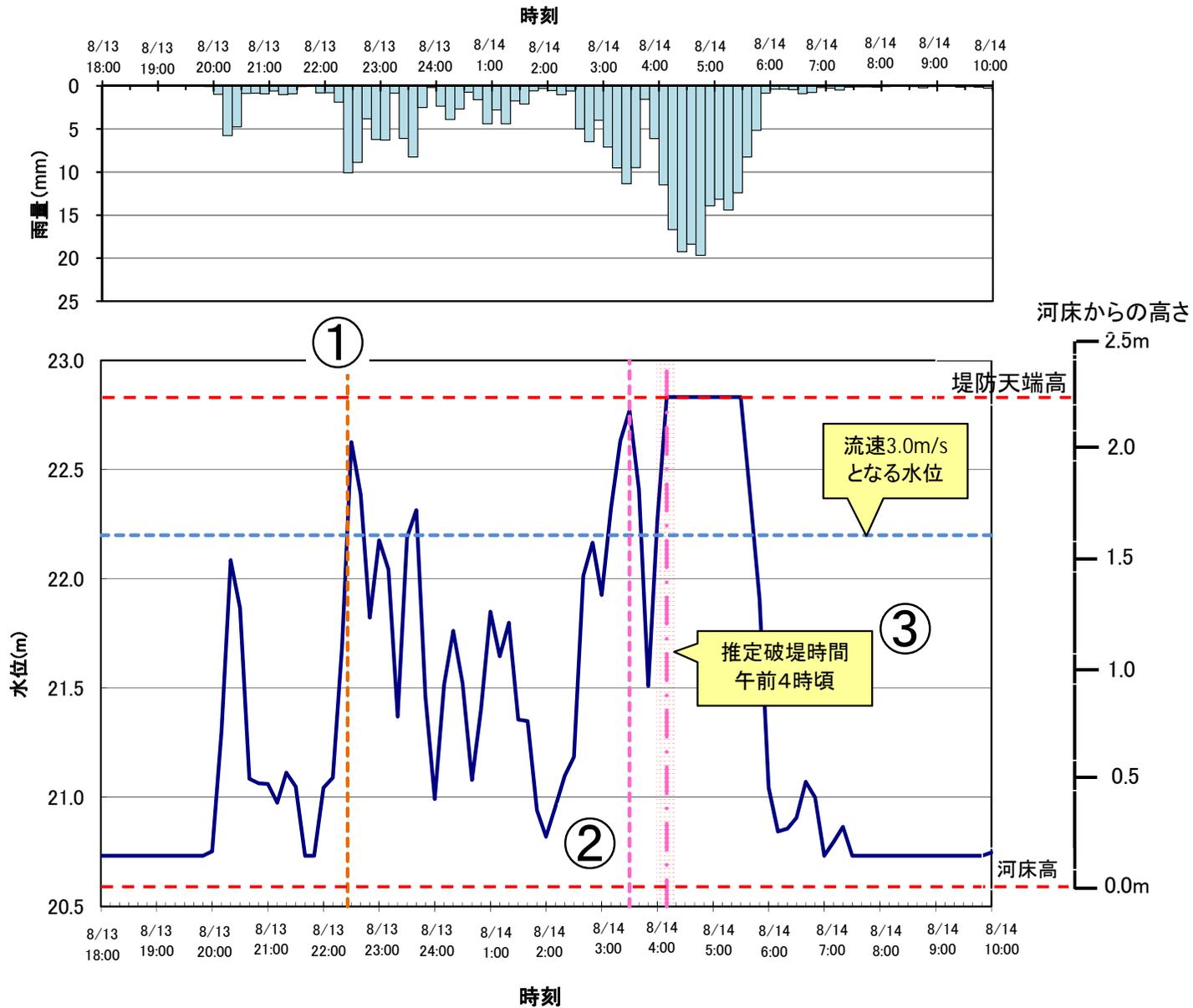
水流で河床損壊が拡大するか 0.3m²、0.5m²、1.0m²のコンクリート版 (t=15cm)

流速が3.0m/s以上で安全率1.0以下=「めくれ」発生

構造図



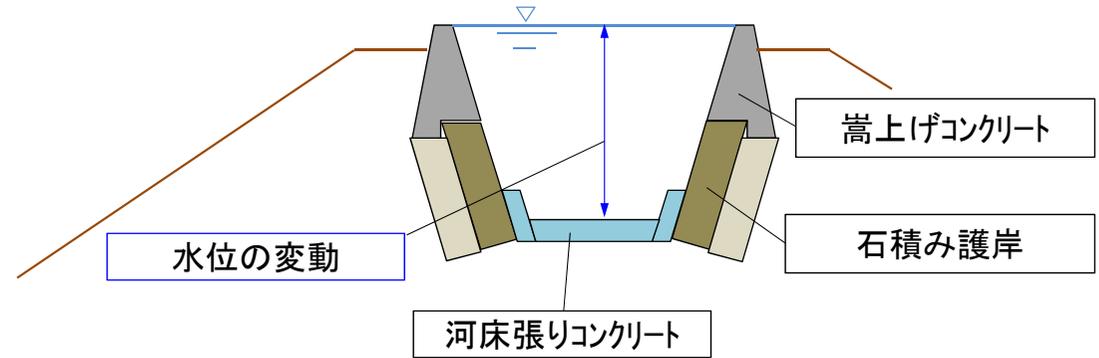
これまでの議論のまとめ(5)



欠壊堤過程のイメージ図(1)

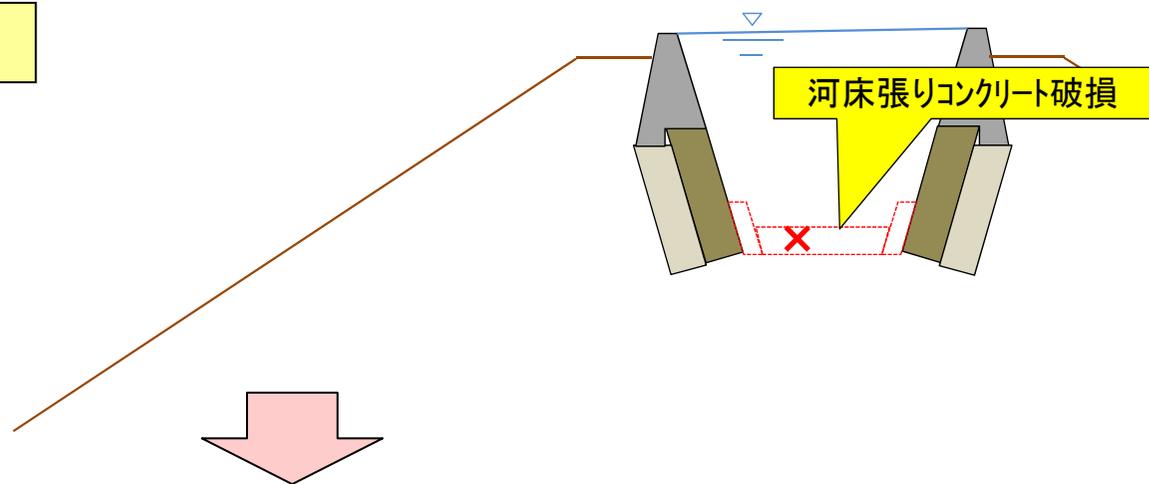
・河床コンクリートが破壊すると、堤体土の浸食が始まり、護岸が落下して破堤していく。

水位上昇



河床コンクリート破損

・流下物等により河床コンクリートが破損



欠壊過程のイメージ図(2)

河床コンクリートのめくれ破損の拡大

- ・河床コンクリートが流出し、河床洗掘が発生
- ・河川水の堤体への浸透がはじまる。

めくれにより破損が拡大

破損拡大時に瞬間的な溢水が発生
(右岸フェンスに痕跡)

河床洗掘の拡大

- ・河床洗掘が拡大するとともに、護岸背面の侵食・吸い出し
- ・堤体中ほどから噴水

水の噴出

浸食・吸い出し

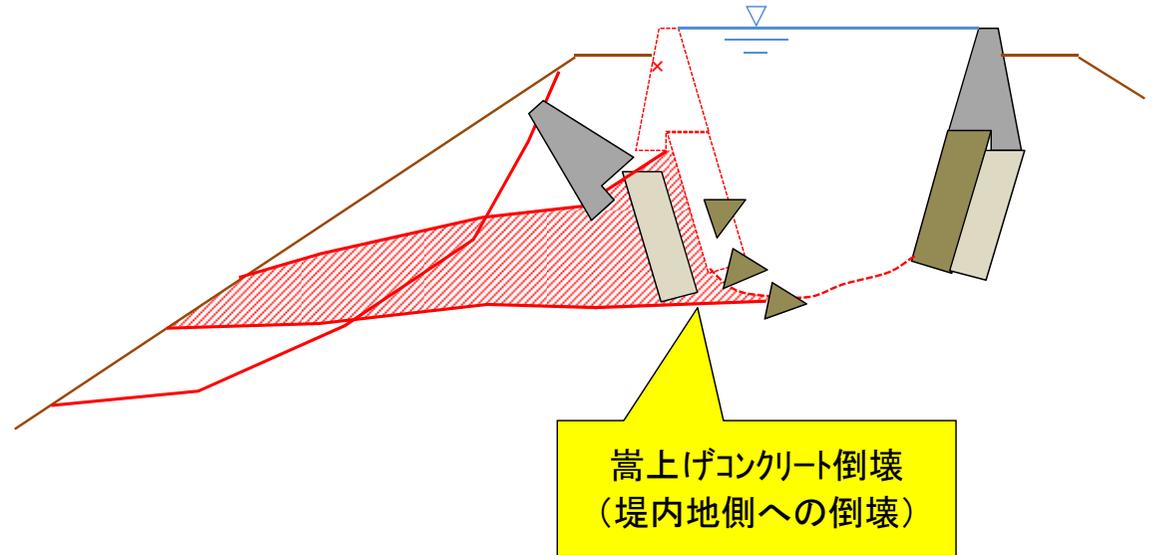
河床洗掘拡大

堤体弱部からの噴出(目撃)

欠壊過程のイメージ図(3)

河床コンクリート破損・河床洗掘

・堤体が真下、又は宅地側に崩壊



すべりが発生する可能性もある

特に今回の未曾有の豪雨では、山地の崩壊が発生し、土石や流木が大量に含まれた洪水流が短時間に上昇と下降を繰り返しながら河道内を流下したことにより、損壊、河床のめくれや侵食が急激に進行し、堤防の欠壊に至ったと考えられる。

このような激しい洪水流に天井川が見舞われることは、これまでに経験したことのない事であり、今回の経験を踏まえ、特に弥陀次郎川のような水位が乱高下する幅の狭い水路型の天井川に対し、河床と護岸がこのような激しい洪水流に耐えられるような補強策を講じる事が急務である。