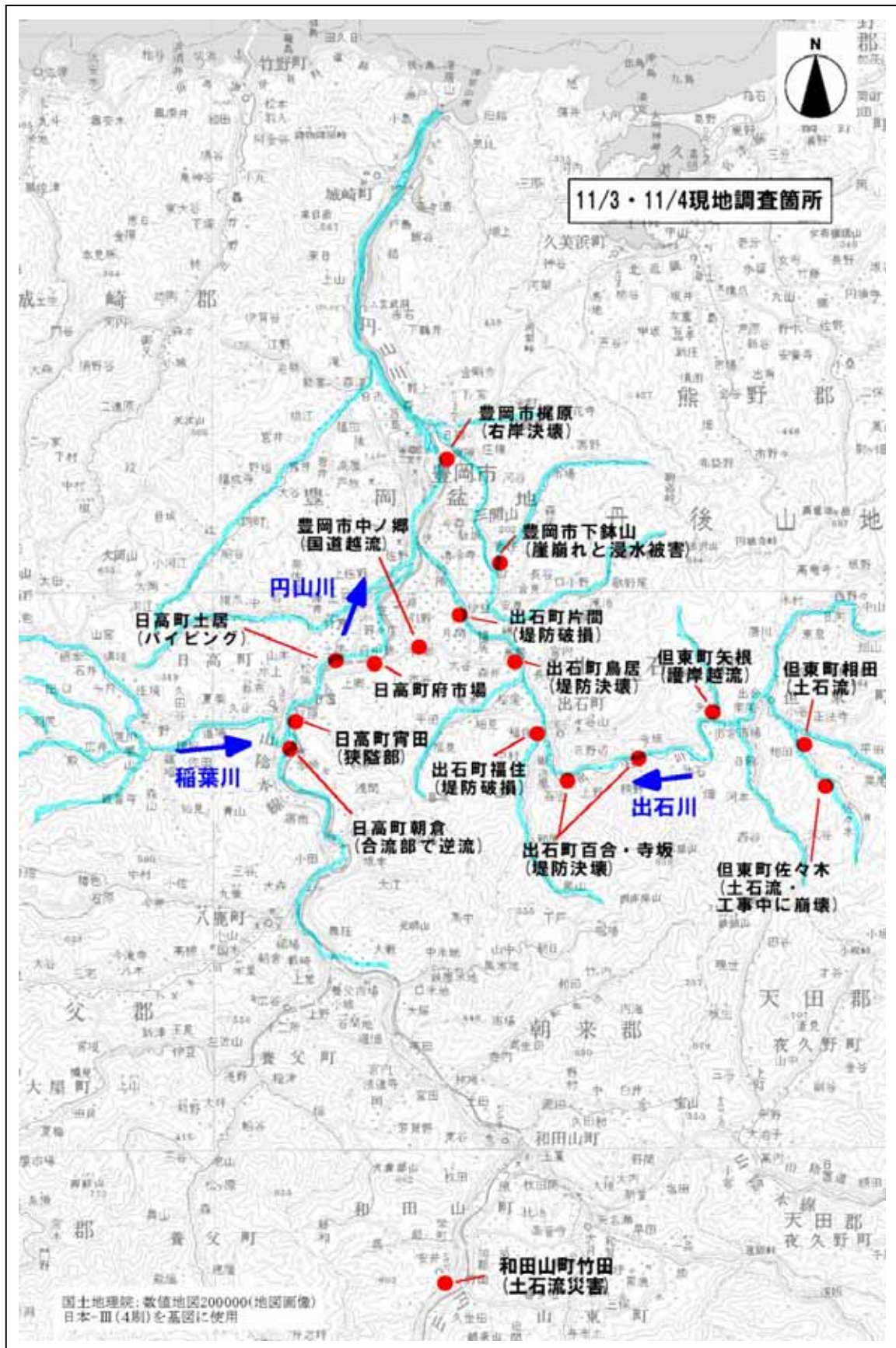


平成16年台風23号で発生した北但地区における洪水・土砂災害の調査と考察

平成16年11月6日

國眼 定@太田ジオリサーチ



調査日

平成 16 年 11 月 3～4 日

調査箇所

- ・豊岡市：梶原，下鉢山，中ノ郷，ほか
- ・出石町：片間，鳥居，福住，百合，寺坂，日野辺，ほか
- ・日高町：朝倉，赤崎，宵田，土居，府市場ほか
- ・但東町：矢根，相田，佐々木ほか
- ・和田山町：竹田

現地調査により認められた（推定された）災害形態

- ・河川堤防破堤による浸水
- ・堤防損壊による浸水
- ・堤防越流による浸水
- ・バックウォーターによる浸水
- ・パイピングによる堤防破損
- ・河川狭窄部での水位上昇による逆流，浸水
- ・土石流
- ・崖崩れ

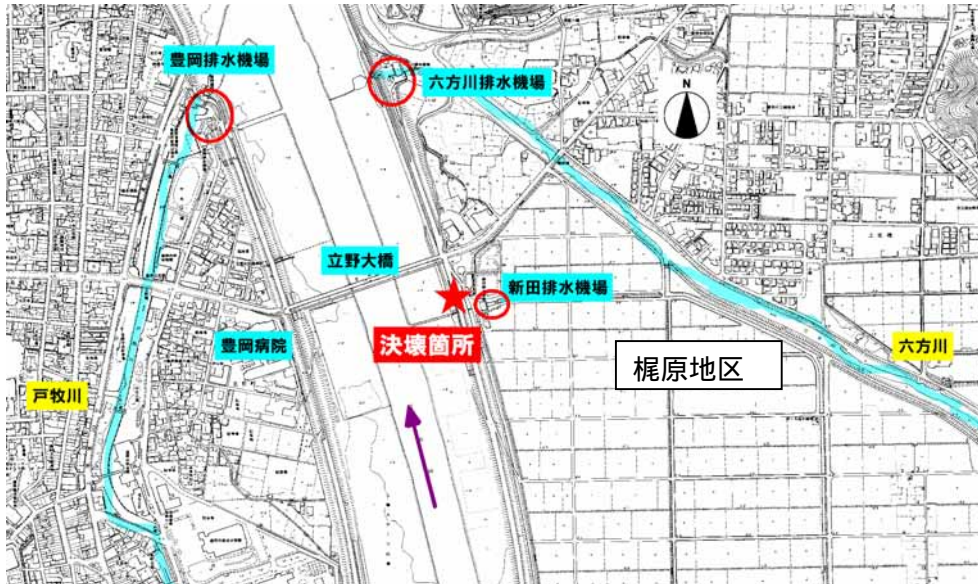
調査結果

- ・流木により橋が閉塞され，流水の圧力が横方向へ向けられたために堤防が破壊した場所が多い（豊岡市梶原，出石町鳥居，出石町福住）。
- ・豊岡の市街地では円山川の支川による内水氾濫が生じた。
- ・円山川の下流域では，平地の標高が 2～3 m と非常に低く，河道勾配も極端に緩いため，洪水時の水はけが非常に悪い。
- ・破堤した堤防は土堤であり，補強されていない。破堤していない箇所では，矢板による補強，あるいは腹付けによる補強がされていた箇所がある。
- ・日高町朝倉地区では円山川の支川（稲葉川）との合流部で本川のバックウォーターがかかり，浸水したものと考えられる。
- ・日高町の浸水部では，本川が狭窄部になっている箇所があり，そこでは水位が高くなり，本川にバックがかかり，浸水したと思われる。
- ・出石川の流域は平地が少なく，河床勾配が急である。加えて但東町などの山地では土石流が多く発生している。土石流で発生した流木や土砂が増水の原因になったと考えられ，橋梁部が流木で遮られて溢水した箇所が多い。
- ・円山川の下流域，中～上流域に関して洪水の原因を考察するとともに，今後の洪水対策について検討を加えた。
- ・本レポートは 11/6 現在の資料であり，今後の調査結果等により修正する可能性がある。

1. 堤防の決壊・破損状況

円山川本川下流域：豊岡市梶原地区

堤防は、10/20 未明に、下図に示す右岸の橋手前約80mで決壊した（印部）。円山川には立野大橋が架かる。決壊箇所の堤防の天端高さは他の場所より1～2m低いと感じた。



立野大橋の手前約80m付近の右岸で堤防が決壊した。



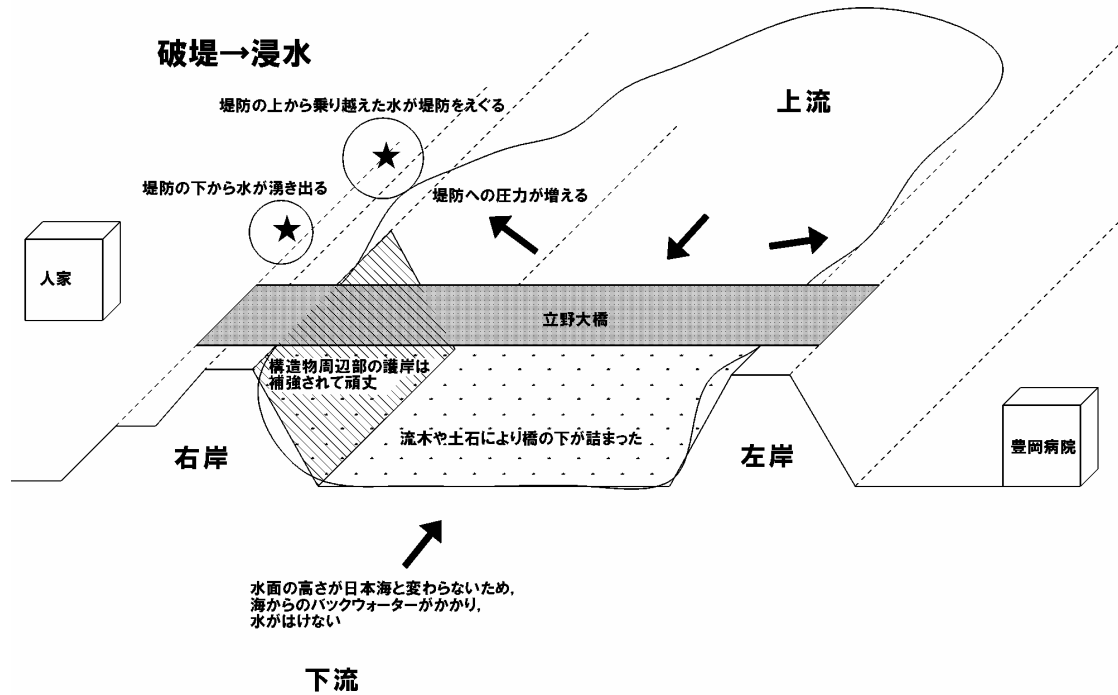
10/22 の写真：破堤状況。大阪管区気象台 web (http://www.osaka-jma.go.jp/gyomusyokai/kikochi/saigai/h16_8/Toyo-oka.pdf) より引用。



11/3 撮影：復旧作業。堤内側を矢板で締切り、堤防工事中（施工延長 200m）。写真手前には立野大橋がある。

- ・豊岡平野は、平地の標高が海拔2～3mとほとんどゼロメートル地帯である。このため日本海のバックウォーターが出石川合流地点まで影響するため、水はげが非常に悪い。
- ・流木が立野大橋に引っかかり、川がせき止められ、越流したようである。越流した水は堤防をえぐり取ってしまい、破堤に至ったと考えられる。
- ・立野大橋の橋梁部では堤防が補強されており、頑丈なので破堤しなかったが、特に橋梁より少し上流側では、木で流れを遮られた流水により、高い水圧を横の堤防へ与えたため、相対的に強度が劣るこの箇所で破堤したものと思われる。
- ・堤防に矢板などの補強工が入っていれば、この破堤は防ぐことができたと思われる。ただし、そのかわりに他の箇所で破堤していたかも知れない。
- ・梶原地区では、円山川に六方川と戸牧川などの支川が合流している。10/20にはこれらの排水機場の水文が閉鎖されたため、内水氾濫が生じたものと思われる。加えて、市内には遊水池が多くあり、これによって豊岡市の中心部（城南町、桜町）などが浸水したものと考えられる。

円山川本川の破堤機構（推定）



円山川本川の堤防が決壊した原因（推定）

< 対策案 >

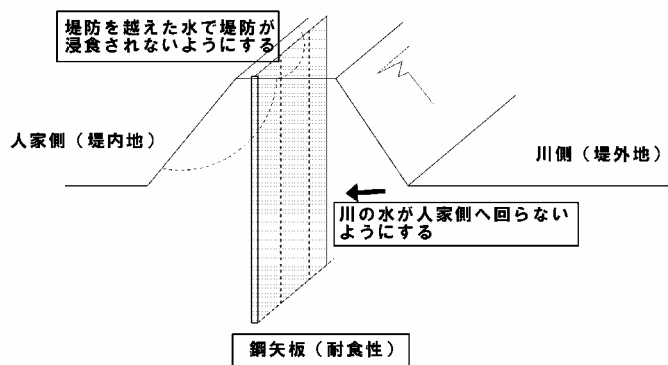
流木対策：橋桁のクリアランスを多くするか，流木の流入を少なくする必要がある。

遊水池の確保：円山川の水面は，海面とほぼ同じ標高であるため，浸水の逃げ場所を確保する必要がある。洪水時バイパスや地下遊水池などの検討が必要。

内水氾濫防止：市街地を流れる支川の氾濫を回避するため，市街地内に遊水池を設ける必要がある。

堤防補強：構造物周辺以外にも土堤の補強が必要である。例えば右図のように耐食性(錆びない)の鋼矢板を堤防へ圧入する方法が考えられる。堤防の嵩上げと同時に施工することが望ましい。

現在の堤防を過信せずに，まちづくり計画に，「輪中」や「洗堰」などを盛り込み，遊水池や決壊堤防などを積極的に作っていく必要がある。



堤防補強工法案

円山川支川の中～上流域：出石川（出石町，但東町，豊岡市）

出石川では，少なくとも 30 以上の箇所では堤防が決壊・破損した。破堤箇所は次の場所が多い。

支川との合流部の上流側手前

橋梁部の上流側手前

彎曲部の外側

出石川は，円山川と次の点で異なる。

- ・ 河道が蛇行している。
- ・ 河道勾配が急である。
- ・ 流域の低地面積が小さい
- ・ 堤防が低く，道路と併走する区間がほとんどである（築堤が少ない）。

< 所感 >

- ・ 出石川堤防はほとんどが土堤であり，横侵食に弱い構造であったと言える。
- ・ この川では円山川と比べて河床礫が大きく，さらに河道が急勾配であるため，洪水時には流速が早く侵食力も大きいものと考えられる。
- ・ 流域には平地が少なく，人家・田畑は出石川やその支川との合流部近傍にある。このため洪水時には被害が大きくなる。
- ・ 流域には山岳地が多いことに加えて，スギやヒノキなどの 20～30 年生の植林地が密生している。これらの樹木は多降雨に対して抵抗力が弱く，倒木 流木となり，橋や彎曲部の外側で溜まり，側圧の増大を招いたものと考えられる。
- ・ 蛇行が著しいため，彎曲部の外側の堤防では，洪水時の流速および水圧が大きくなり，補強されていないところが破堤したものと考えられる。
- ・ 後述する土石流やがけ崩れが出石川流域内で多く発生しており，これによる土石などの供給も増水の原因の一つであると考えられる。

< 対策 >

- ・ 倒木や崩土の流入を防ぐため，保安林地区における崩壊や土石流を防止する。
- ・ 支川との合流部では堤防を補強する（例えば矢板を打設するなど）
- ・ 護岸の強度に差がないようにする（特に構造物周辺と強度を同じにする）
- ・ 蛇行をなくす
- ・ 橋梁などの桁下空間をもっと多くとる



出石町鳥居地区復旧状況。延長 200m にわたり破堤した。このすぐ下流に鳥居橋がある（右写真）。



同左。鳥居橋に流木が詰まり，下流の左岸が決壊した。桁の下には今も流木が堆積する。



出石町百合地区。丸部には水門があり、周辺の護岸はコンクリートで補強されている。破堤したのは補強していないところ。この場所は彎曲の外側にあたる。



但東町矢根地区。出石川に併走する道路際の崩壊。土砂や木が出石川へ流入した



出石町寺坂地区。橋の上流側の右岸が破堤した。



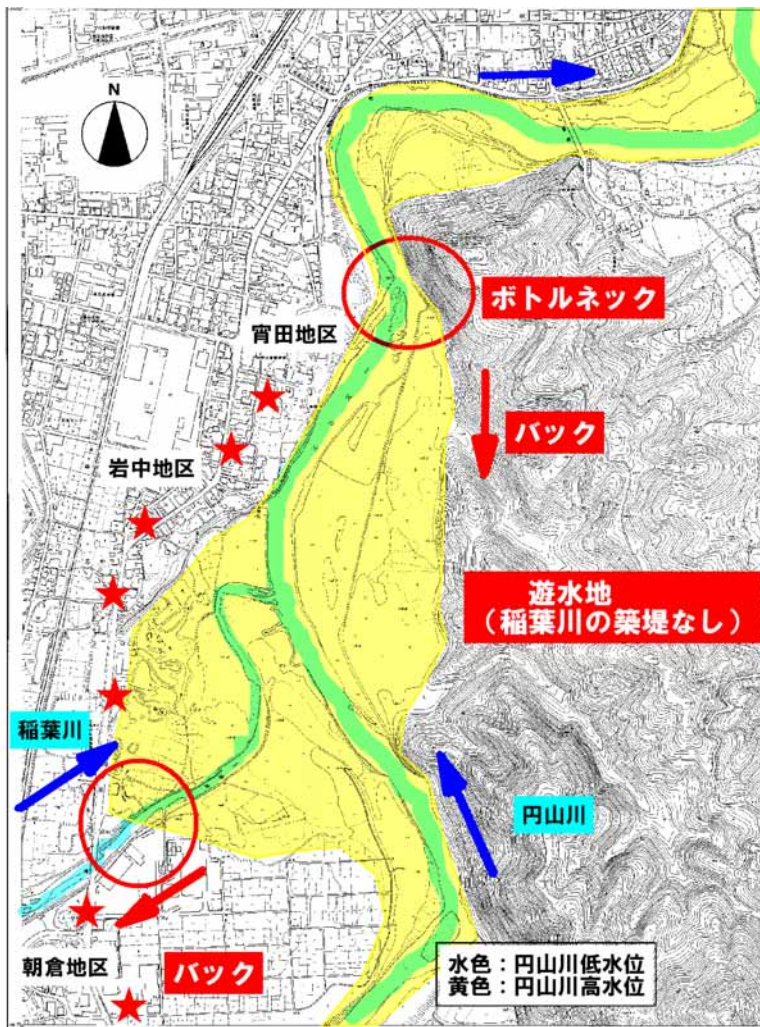
但東町相田地区。橋梁上流部の攻撃側の堤防が破堤。上流から流入した土石が厚く堆積する。



但東町佐々木地区。手前左では土石流により道路・出石川へ流木や土石が流入した。写真奥の山には土石流が2箇所確認される。土石流により流木や土砂は出石側へ流入し、河道閉塞の原因となった。但東町にはこのような箇所が多く見られる。

日高町における円山川の氾濫：円山川中流域（日高町朝倉ほか）

日高町で発生した浸水は、堤防の決壊ではなく、溢水である。現地調査と地形図判読から、この原因を推定した。



左図の 印が、1.5～2mもの高さまで浸水した。

図の左下にある朝倉地区では、円山川の支川である稲葉川が赤丸部で合流し、遊水地となっているため、稲葉川に築堤は設けられていなかった。このため、円山川が増水した際に、稲葉川へバックウォーターが流れ込み、稲葉川護岸の天端を越えて朝倉地区が浸水したと思われる。また、稲葉川に架かる合流部付近の橋では多量の流木が堆積しており、これが浸水を助長したと思われる。

図の上部の赤丸部では円山川の川幅が極端に狭くなっている。高水敷を黄色で示したが、宵田地区付近でボトルネックとなっていることがわかる。このようなV字の狭窄部では、洪水時に水位が急上昇し、上流側へバックウォーターがかかることは容易に推定できる。

日高町の南部で大浸水した理由は、以上の原因によるものと考えられる。

< 対策案 >

- ・支川の築堤を本川高さまで整備し、矢板等で補強する。
- ・狭窄部で河道幅を確保する。
- ・遊水池を山側（図面の右）へ作る。

日高町南部の浸水被害（ 印が浸水のひどい場所）



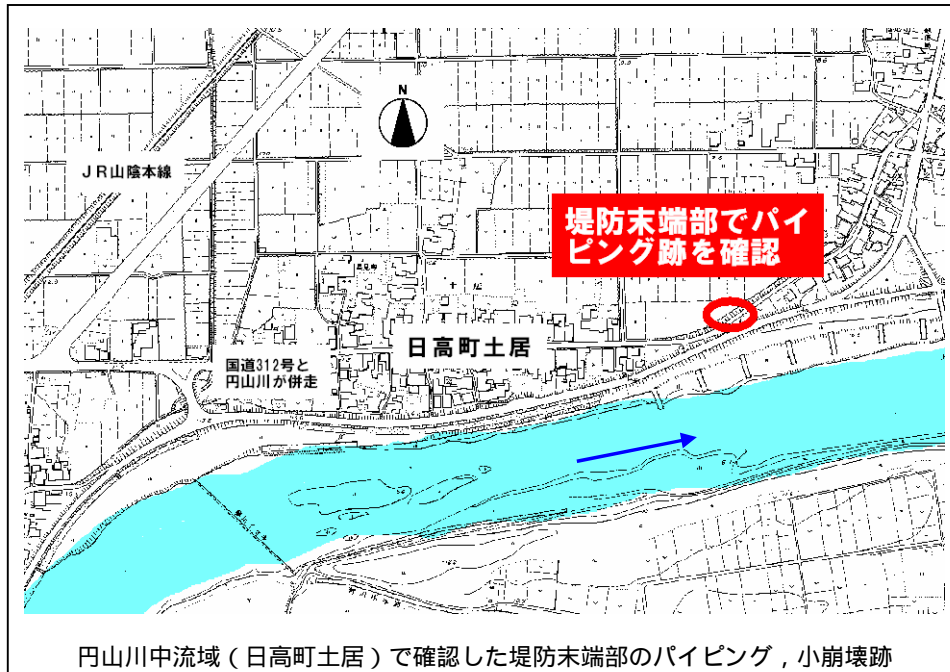
国道 312 号 日高町朝倉地区尾川橋付近（稲葉川）。橋の下に流木が堆積し、閉塞している。



日高町岩中地区。約 2m の浸水があり、損壊した家屋。赤色の線まで増水した。

堤防末端部のパイピング箇所（日高町土居地区）

日高町土居地区では、河川の氾濫は見られなかったものの、堤内地（人家側）の堤防の末端部にパイピング現象や小崩壊が確認された。これは、水圧が極端に大きくなったために生じる現象であり、洪水時にパイピングを放置しておくと、決壊へと繋がる可能性があったため、非常に危険な状態であったといえる。



堤防の末端部に見られた小崩壊



パイピング跡



パイピングにより吹き出した土の跡



小崩壊地

1市3町を襲った過去の大きな水害

（豊岡市・出石町・城崎町・日高町）

過去の主な出水一覧表

※（ ）内は、はんらん戻しによる推定値。

年月日	原因	降雨パターン	総雨量 〔八鹿〕(mm)	最高水位 〔立野〕(m)	最大流量 〔立野〕(m ³ /s)	浸水戸数 (戸)
S34.9.26	伊勢湾台風	一山	240	7.42	3043 (4435)*	16,833
S36.9.15	第二室戸台風	二山	187	6.87	2624	1,933
S40.9.10	台風23号	一山	145	6.86	2617	7,788
S47.7.12	梅雨前線	一山	308	6.75	2474	794
S51.9.10	台風17号	長雨	542	6.92	2716	3,022
S54.10.18	台風20号	二山	216	6.74	2725	1,016
S62.10.17	台風19号	一山	169	6.13	2643	247
H 2.9.20	秋雨前線・台風19号	二山	466	7.13	3176	2,861
H 6.9.26	台風26号	一山	147	5.09	1713	86

平成2年災害・円山川下流域浸水実績図

写真は、平成2年災害・出水状況写真です。



〔城崎町〕玄武洞駅付近
（朝日新聞社提供）



〔豊岡市〕豊岡市街と六方平野



〔日高町〕岩中付近



〔出石町〕谷山川の氾濫と冠水中の出石中学校

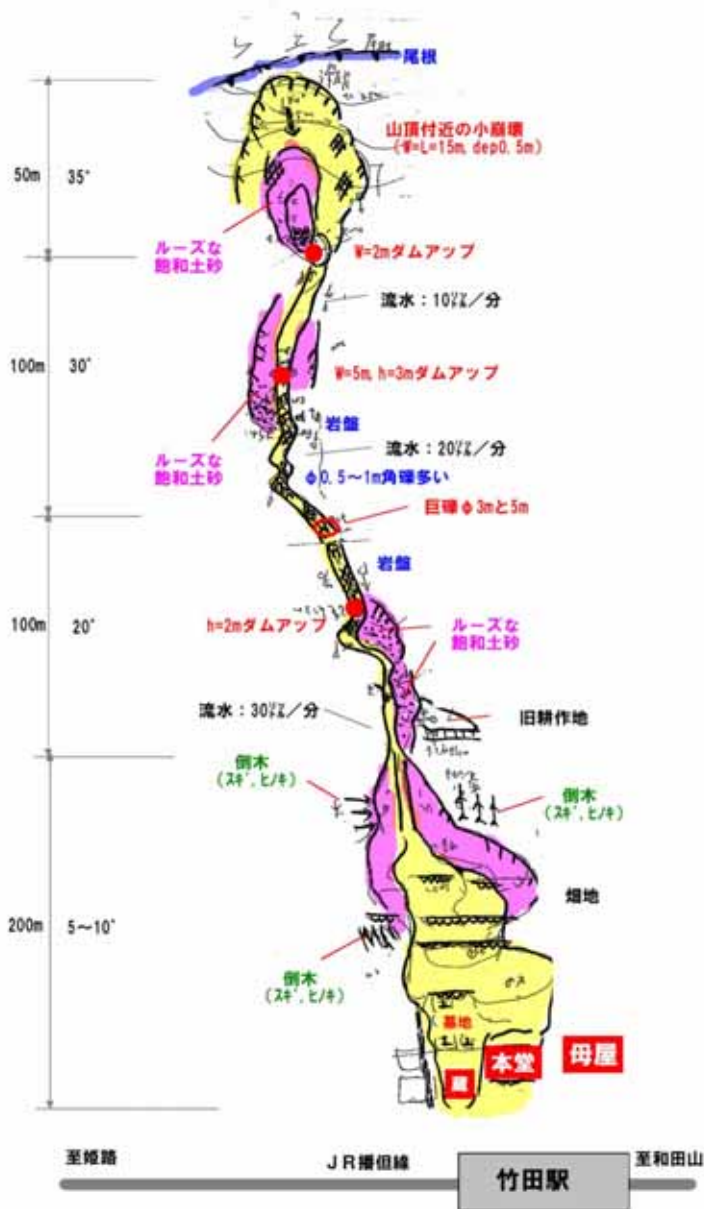
円山川直轄改修工事促進期成同盟会

2. 土砂災害

和田山町竹田で見られた土石流災害



10/20 未明、和田山町竹田地区で土石流が発生した。土石流は下方の法樹寺の本堂を破壊し、墓地を流した。土砂は一部母屋にもかかり、調査当日も懸命の復旧作業が行われていた。土石流の発生源は、竹田城跡の山稜付近であり、幅、長さとも約 15m、深さ 0.5m。流送部は約 200m と長く、所々で幅 3m 内外、高さ 2m 程度のダムアップが確認される。流水は 10～30 ㎥/分程度確認されることから、天然ダムが決壊により再び土石流が発生する危険が高く、公共事業による緊急災害対応を要する。



尾根部に見られる頭部崩壊地



流送部には土石が堆積し、ダムアップしており、流水が多い。



堆積部では飽和土や礫が堆積する



本堂や蔵の被災状況

3. その他の調査地



豊岡市梶原地区。赤線まで浸水した。



豊岡市中ノ郷地区。沿道に流木が堆積する。



日高町府市場。流木が堤防上まで残る。



豊岡市下鉢山。崖崩れ工事中に浸水した。



日高町赤崎。ガードレールが反り返る。



但東町佐々木。土石流が道路を越えて出石川へ流入



但東町佐々木。工事中に崖崩れで被災。



日高町朝倉。円山川と稲葉川の合流部は土砂と流木で埋まる。

4. おわりに

円山川は、昭和 34 年の伊勢湾台風の際に 16,000 戸以上の浸水を経験し、国の直轄河川として、これまで洪水対策が鋭意進められてきた。

その後、最近では、平成 2 年の秋雨前線と台風 19 号により 2,800 戸を越える浸水被害が出るなど、5 年～10 年おきに洪水災害を被ってきている。

今回の調査と考察を行って分かったことは、平成 2 年の台風 19 号による被害地と今回の被害地は非常に似通っていることである。これまで鋭意洪水対策を進められてきたのに、である。

その理由を考えて感じたこと。

下流域では、次の事項である。

水の逃げ場がない

内水氾濫が多い

もともと豊岡平野は氾濫原であり、氾濫地の上に都市が成り立っている。このため、下流域の対策は、堤防を嵩上げするか、地下遊水池や破堤（洗堰）を作ることしかかのように感じる。つまり、ハード的には鋼矢板で補強した堤防を作ったり遊水池を確保するなど、ソフト的には都市計画の見直しを行う（輸中）などの方法が現時点で考えられる。

中～上流域では、次のとおりである。

流木・土石や狭窄部による破堤や越流が多い

本川のバックが作用して浸水する

補強されていないところが破堤する

流木や土石については上流の山地からの供給が原因と考えられるため、土石流や崖崩れなどの防止を行わずには解決しない。ただし、洪水対策のため、人家や道路に影響のない山林にも工事する、ということは、安価な方法があればよいが、これまでの公共事業のような方法では、経済効果の観点から望ましいとは言えない。したがって、流木などを受けても破堤しないような堤防を作り、そして山林で崩壊などが発生させないような安価な方法を用いることが必要となる。狭窄部については、オープンカットする必要がある。

構造物（橋梁や、水門など）の周辺や、彎曲の外側の護岸などでは、嵩上げや補強がなされているが、そうでないところについて、今後は診断し補強していく必要がある。

つい先日（11/2）には、中小河川の堤防強化へ向けて国交省がガイドライン(案)を策定・通知したとのことであり、この活用が期待される（マニュアルに即しただけの調査結果とならないように。。。）この結果はハザードマップとして住民にもわかるように公表するべきであろう。

以上のように、円山川の洪水について、下流域と中～上流域では、同じ洪水でもその発生原因や対処方法が異なる。今後の洪水対策の検討は、例えば河川、治山、地すべり、都市計画などの異種の専門家が議論を尽くすことが必要となる。

最後になりましたが、今回の台風 23 号で被災された方々の一刻も早い復興をお祈りいたします。