

令和3年度 第2回 WEB 防災講演会

テーマ 「再発する大規模災害の備えⅡ（洪水等）」

1. 日 時：2022年2月4日（金） 13：00～17：00
2. 場 所：WEB 拠点会場（日本技術士会中国本部から配信）
鳥取会場：（株）エスジーズ鳥取支店 山口会場：トキワコンサルタント（株）
3. 共 催：公益社団法人 日本技術士会中国本部防災委員会
一般社団法人 建設コンサルタンツ協会中国支部
協 賛：広島県災害復興支援士業連絡会
後 援：中国地方防災研究会

4. 講演内容

- 13：00 開会挨拶
（一社）建設コンサルタンツ協会中国支部支部長 小田秀樹
- 13：05 講演「気候変動下の激甚化する水害とその対応について」
一般財団法人経済調査会理事長 森北佳昭
- 14：05 休憩（10分）
- 14：15 講演「近年の広島県における洪水被害の特徴と教訓
～水害多発時代に向けて～」
広島大学大学院先進理工系科学研究科准教授 内田龍彦
- 15：15 休憩（10分）
- 15：25 講演「ご存じですか？『洪水キキクル』」
広島地方気象台気象防災情報調整官 小島 豊
- 15：55 講演「太田川の特徴と河川整備について」
中国地方整備局太田川河川事務所長 平野明德
- 16：25 講演「広島県における想定最大規模の高潮浸水予測シミュレーション」
復建調査設計株式会社沿岸・地震防災部 若槻好孝
- 16：55 閉会挨拶
（公社）日本技術士会中国本部防災委員長 山下祐一

気候変動下の激甚化する水害とその対応について

令和4年2月4日

(一財)経済調査会理事長 森北佳昭

0

自己紹介

- ・昭和56年(1981年) 建設省(現国土交通省)入省、土木研究所ダム部
- ・平成01年(1989年) 中部地方建設局河川調整課長(長良川河口堰)
- ・平成03年(1991年) 本省河川局開発課長補佐(長良川河口堰)
- ・平成08年(1996年) 中部地方建設局河川調査官(長良川河口堰、徳山ダム)
- ・平成11年(1999年) 本省大臣官房技術調査室環境安全調整官(公共事業抜本見直し、公共事業評価)
- ・平成14年(2002年) 本省河川局治水課事業監理室長(川辺川ダム、ハツ場ダム、徳山ダム)
- ・平成17年(2005年) 九州地方整備局河川部長(川辺川ダム、鶴田ダム、川内川水害)
- ・平成21年(2009年) 環境省水・大気環境局水環境課長(環境影響評価法、環境基準、排水基準)
- ・平成22年(2010年) 本省河川局治水課長(ダム検証、スーパー堤防、ハツ場ダム、川辺川ダム)
- ・平成24年(2012年) 関東地方整備局長(ハツ場ダム、利根川水系河川整備計画策定)
- ・平成25年(2013年) 本省水管理・国土保全局長
- ・平成27年(2015年) (一財)水源地環境センター理事長
- ・令和03年(2021年) (一財)経済調査会理事長

2

経済調査会について

経済調査会は、1946年に東京経済調査会として設立され、わが国の経済の調査研究、物価・工事費等の調査を行い、適正で公正な情報を広く一般に提供している一般財団法人である。

資材価格・工事費および需給状況等を全国各地で調査し、その結果を「月刊積算資料」、「季刊 土木施工単価」、「季刊 建築施工単価」等で公表している。これらの価格情報は、公共工事を中心とする建設工事の積算にあたって必要な基礎資料として利用されている。



1

内容

1. 平成26年広島豪雨災害と平成30年西日本豪雨災害
2. 気候変動下で激甚化・頻発化する水害
3. 平成18年川内川水害と令和3年川内川洪水時の対策効果
4. 令和元年東日本台風時のハツ場ダムの洪水貯留
5. 令和2年球磨川水害を受けた対応
6. 今後の治水対策の方向性

3

平成26年8月広島豪雨災害(線状降水帯の形成)

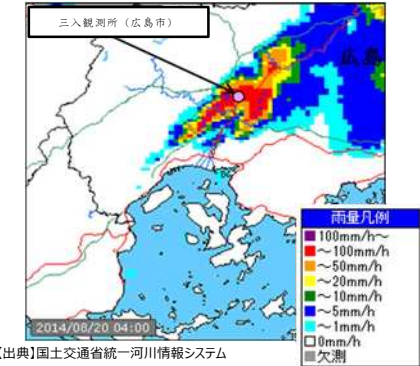
スライド

日本海に停滞する前線に向かって暖かい湿った空気が流れ込み、**バックビルディング現象**による**線状降水帯**が形成されて広島市を中心に猛烈な雨となった。
三入観測所(気象庁:広島県広島市)で1時間雨量(101.0ミリ)、3時間雨量(217.5ミリ)、24時間雨量(257.0ミリ)など観測史上1位の雨量。

気圧配置図 (H26.8.20 3:00)



雨量レーダー画像 (H26.8.20 4:00)



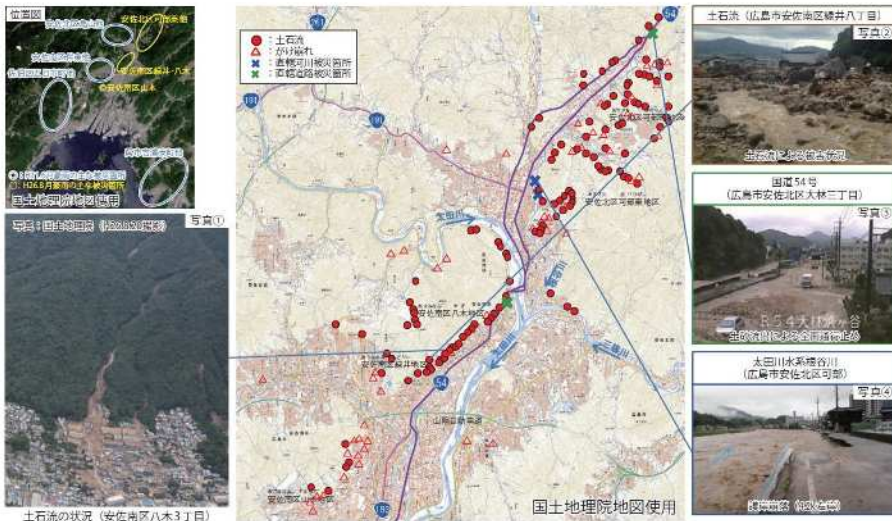
1. 平成26年広島豪雨災害と平成30年西日本豪雨災害

4

5

被害状況

安佐南区、安佐北区、西区を中心に**土石流107箇所**、**がけ崩れ59箇所**発生



6



土石流による被害状況



広島市緑井地区の被害状況

土石流と多くの流木により家屋が倒壊

巨礫が家屋を壊し山からの濁水が道路を流下



広島市八木地区の被害状況

8

土石流による被害状況



広島市八木地区の被害状況

24時間体制により市街地の土砂を撤去

土石流で流された車が市道をふさぐ



広島市八木地区の被害状況

9

平成30年7月西日本豪雨災害

死者237名、行方不明者8名、住家の全半壊等22,001棟、住家浸水28,469棟の甚大な被害が小田川、肱川など西日本の広範囲で発生

高梁川水系小田川(岡山県倉敷市)

- 左岸及び複数の支川の決壊、右岸の越水により、真備町を中心に浸水被害(約1,200ha、約4,600戸)



肱川水系肱川(愛媛県大洲市)

- 越水等により、大洲市全域で浸水被害(約3,100戸)

東大洲地区の浸水状況



■各地で土砂災害が発生



10

小田川(高梁川水系)の堤防決壊



11

小田川(高梁川水系)の堤防決壊



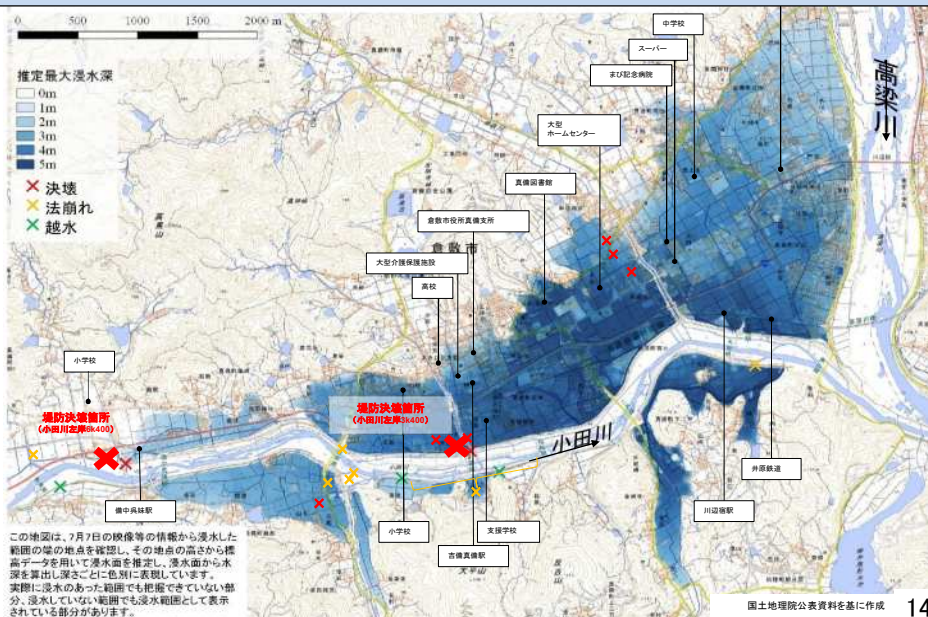
12

小田川(高梁川水系)の堤防法崩れと排水作業



13

小田川(高梁川水系)沿川の浸水範囲



14

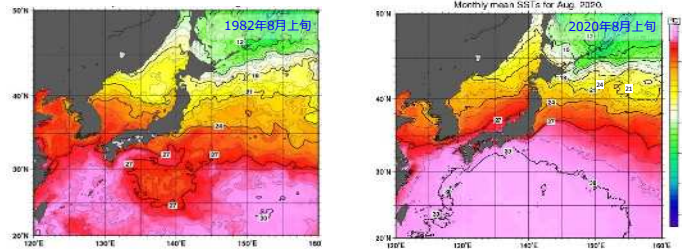
2. 気候変動下で激甚化・頻発化する水害

15

海面水温の上昇と豪雨発生回数の増加

海面水温の上昇

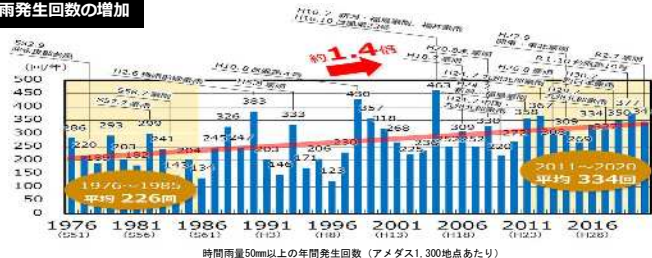
日本付近の平均海面水温は上昇傾向にあり2019年までの100年間で約0.9~1.5度上昇



一般的には台風は海面水温が26~27℃以上の海域で発生するといわれており、海面水温が高いほど、台風はより強くなる。
※台風の発生・発達には海面水温以外にも大気の状態も重要な要因であり、海面水温が高いだけでは台風の発生・発達につながらない。

出典：気象庁H.P.P.より（一部加筆）

豪雨発生回数の増加



時間雨量50mmを超える豪雨発生回数の増加（約30年前の約1.4倍）

※気象庁資料より作成

近年は毎年のように大きな水害が発生

平成27年~29年

鬼怒川（茨城県常総市）

平成28年8月台風10号

小本川（岩手県岩泉町）

平成29年7月九州北部豪雨

桂川（福岡県朝倉市）

平成30年

小田川（岡山県倉敷市）

令和元年東日本台風

平成30年台風21号

神戸港六甲アイランド（兵庫県神戸市）

令和元年

六角川（佐賀県大町町）

令和2年

球磨川（熊本県人吉市）

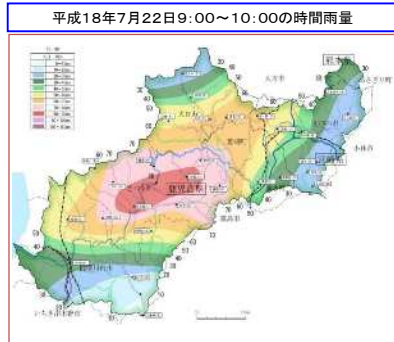
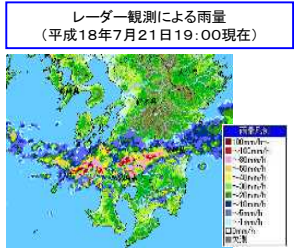
令和元年8月前線豪雨

六角川（佐賀県大町町）

平成18年7月川内川洪水時の気象状況

3. 平成18年川内川水害と令和3年川内川洪水時の対策効果

・川内川流域では、梅雨前線の活動が活発化し、7月19日から7月23日にかけて薩摩地方北部を中心に記録的な大雨となった。18日からの総降水量は多いところで**1,000mm**を**超す雨量観測所が3箇所**、**西ノ野では1,165mm**であった。



被害状況



川内川 右岸 37k100 さつま町虎居地区

さつま町虎居(川内川右岸37k350宮之城橋 右側上流を望む)

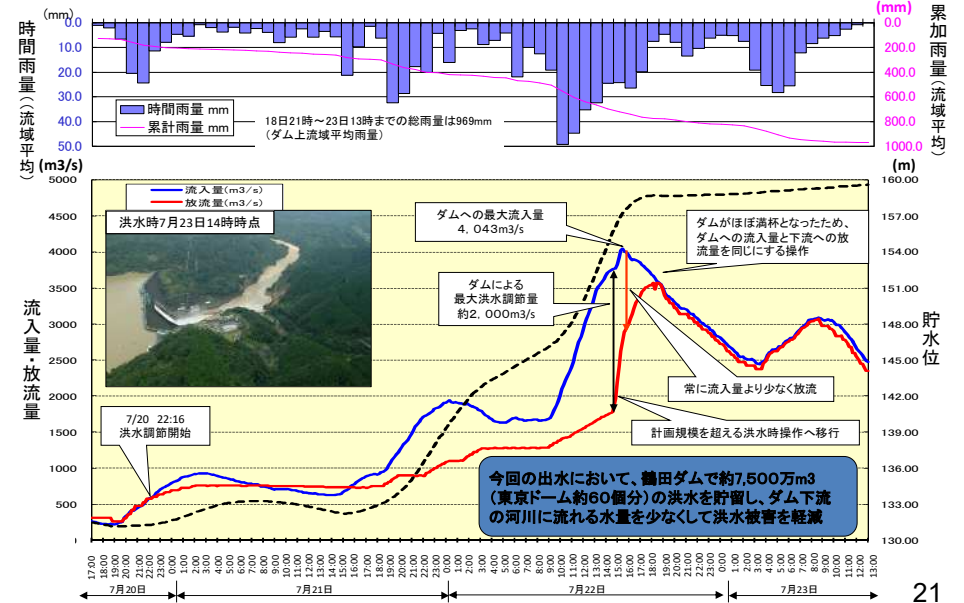
さつま町虎居地区での救助状況 ※陸上自衛隊第8師団提供



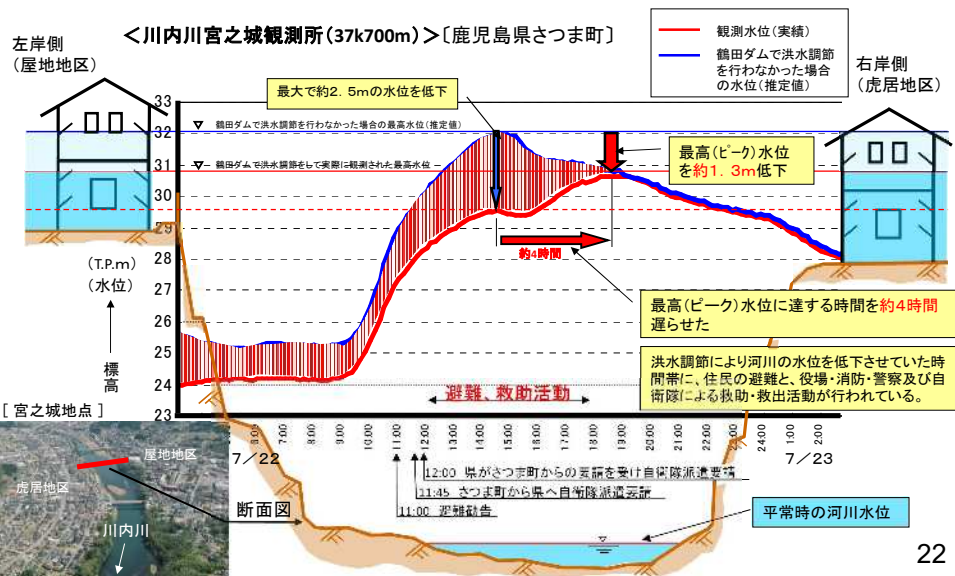
さつま町虎居(川内川右岸37k900宮都大橋)

さつま町虎居地区(洪水表示看板)

平成18年7月川内川洪水時の鶴田ダムの操作



平成18年7月川内川洪水における鶴田ダムの効果

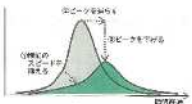


水源地環境センター理事長 森北 佳昭

川内川流域の水源地環境センター理事長の森北佳昭氏は、洪水被害の現状について、水源地の整備と治水機能の強化を訴えている。特に、洪水調節容量の不足と、堆砂による河床の低下を指摘している。

コロナ対策とダムの治水機能

新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、ダムは防災だけでなく、住民の生活支援の場としても注目されている。治水機能の強化は、防災力の向上と並んで、地域経済の活性化にも貢献する。



浸水被害の状況

●一般被害(川内川流域関係市町)				
市町村名	床上浸水(戸)	床下浸水(戸)	計	
薩摩川内市	91	39	130	
さつま町	850	89	939	
伊佐市	旧大口市	165	43	208
	旧菱刈町	67	26	93
湧水町	446	123	569	
えびの市	229	179	408	
計	1,848	499	2,347	

凡例
○ 外水範囲
○ 内水範囲

鶴田ダムの再開発

再開発前(洪水期)
 洪水調節容量 75,000千m³
 死水容量 10,302千m³
 堆砂容量 36,000千m³

再開発後(洪水期)
 洪水調節容量 98,000千m³
 死水容量 5,302千m³
 堆砂容量 24,000千m³

再開発事業の主な内容
 増設放流管、増設減勢工、法面掘削、増設発電管、既設減勢工改修

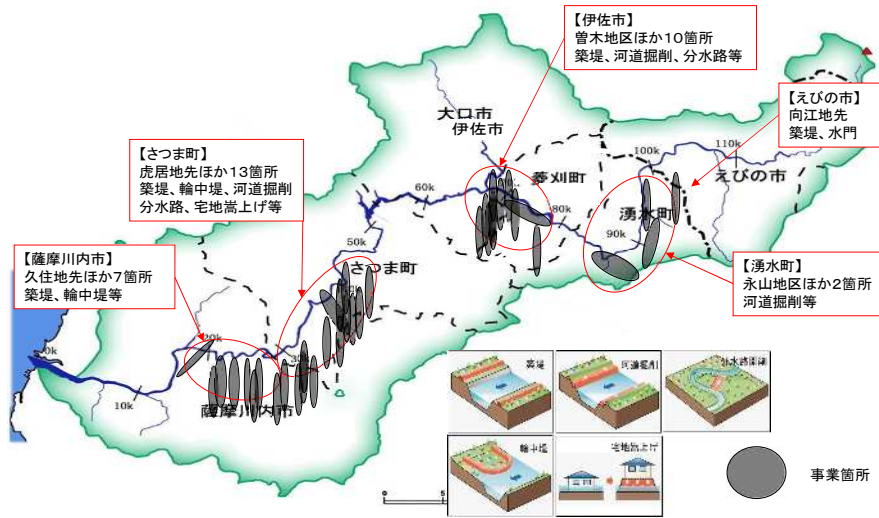
鶴田ダムの再開発

鶴田ダムの洪水調節容量の増強(H30.10発)

ダム断面(イメージ)
 既設の放流管、より低い位置放流設備を増設、堆砂

(国土交通省九州地方整備局川内川河川事務所提供)

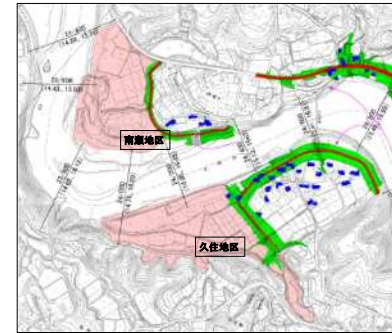
川内川河川激甚災害特別緊急事業



川内川河川激甚災害特別緊急事業(輪中堤の整備)

輪中堤区間の薩摩川内市司野地区、南瀬地区、久住地区において、建築基準法に基づく建築の制限を行う「災害危険区域」の条例を制定。

南瀬地区・久住地区の条例制定区域



輪中堤整備状況(司野地区)



川内川河川激甚災害特別緊急事業(曾木の滝分水路)



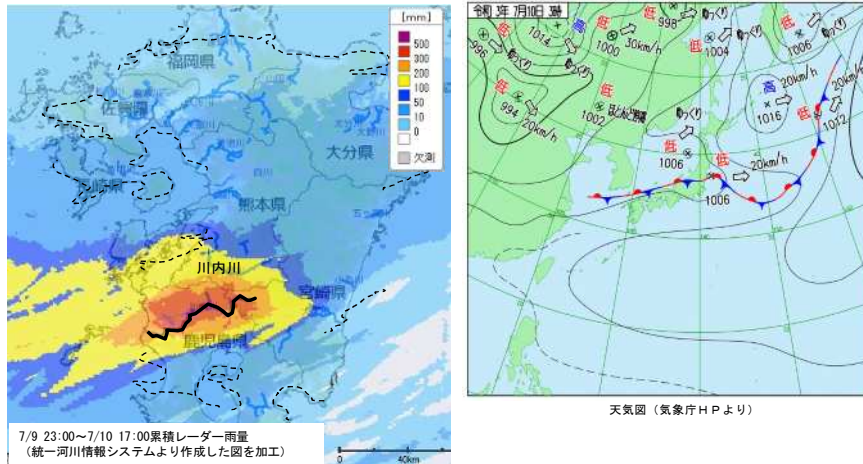
【曾木の滝分水路】
曾木の滝分水路の整備については、河道を蛇行させ、法面は曾木の滝公園からの展望を考慮し、高木を植樹することにより、もともと川があったかのような景観を創出。
【周辺の地域資源】
・曾木の滝は、高さ12m、滝の幅は210m、「東洋のナイアガラ」と称される景勝地。
・曾木の滝公園は展望所などの公園整備がなされており、年間約30万人の観光客で賑わう。

川内川河川激甚災害特別緊急事業(推込分水路)



令和3年7月川内川洪水時の気象状況

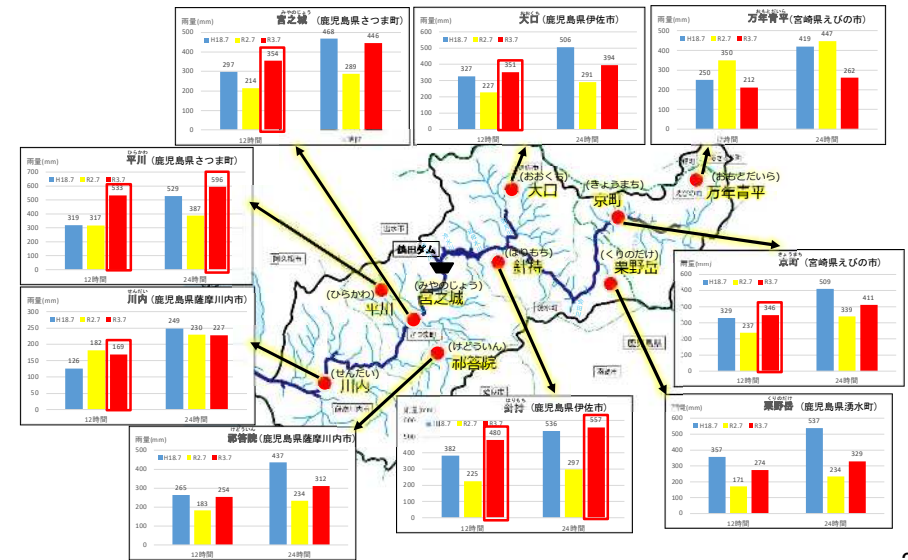
川内川流域に線状降水帯が形成されて、7月8日から10日の3日間の降水量は、さつま柏原（さつま町）で553.5ミリ、紫尾山（さつま町）で553.0ミリを観測し、7月の月降水量（平年値）に匹敵する大雨となった。



32

令和3年7月川内川洪水時の降雨状況

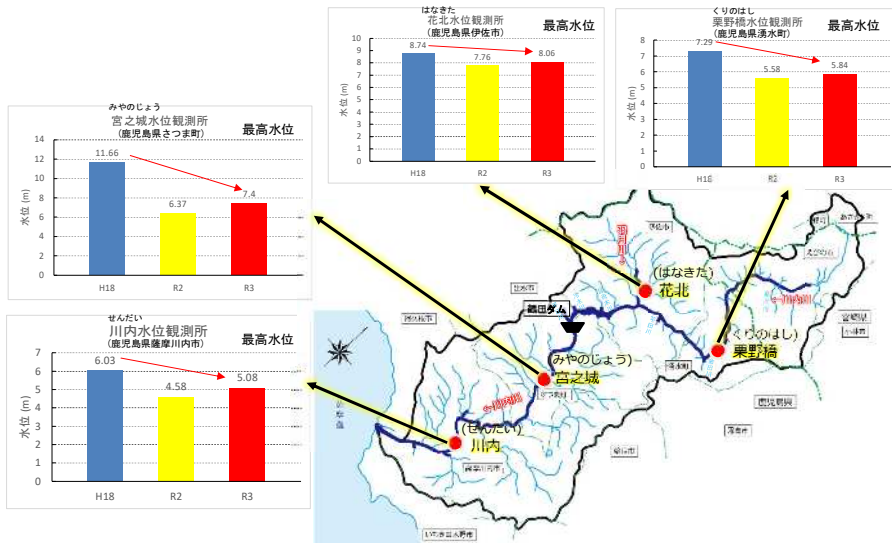
流域内の各雨量観測所において戦後最大の洪水被害をもたらしたH18.7洪水に匹敵する12時間雨量・24時間雨量を観測した。



33

令和3年7月川内川洪水時の水位状況

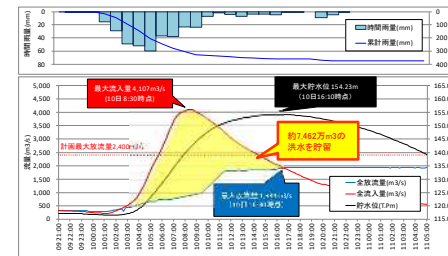
令和3年7月洪水は、平成18年7月洪水に匹敵する降雨であったものの、川内川流域内の各観測所の水位は平成18年7月洪水を下回る水位となった。



34

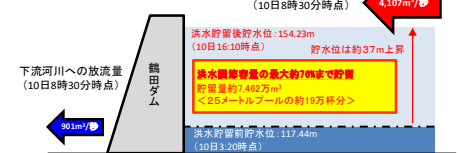
令和3年7月川内川洪水時の鶴田ダムの洪水調節について ～鶴田ダムがなかった場合との比較～

◆ 鶴田ダム上流の流域平均雨量と洪水調節

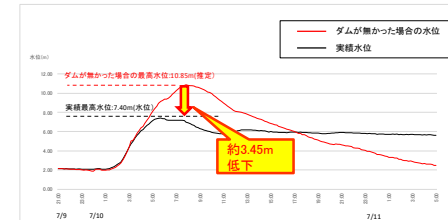


ダム貯水池の状況 (10日5時20分頃) ダム貯水池の状況 (10日16時00分頃)

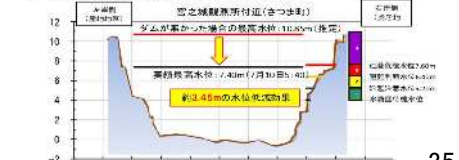
◆ 鶴田ダムの状況



◆ 宮之城地点での鶴田ダムの洪水調節効果



◆ 宮之城地点での鶴田ダムの水位低減効果



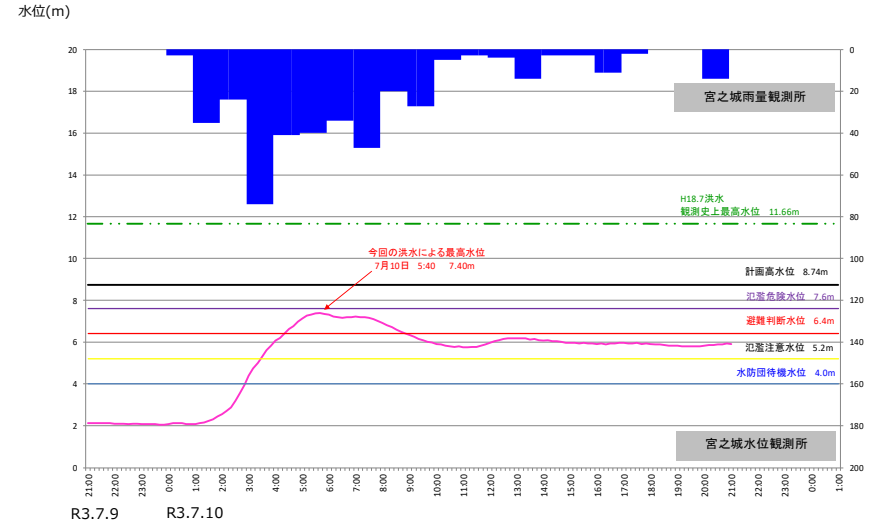
35

鶴田ダム再開発及び川内川河川激特事業による効果

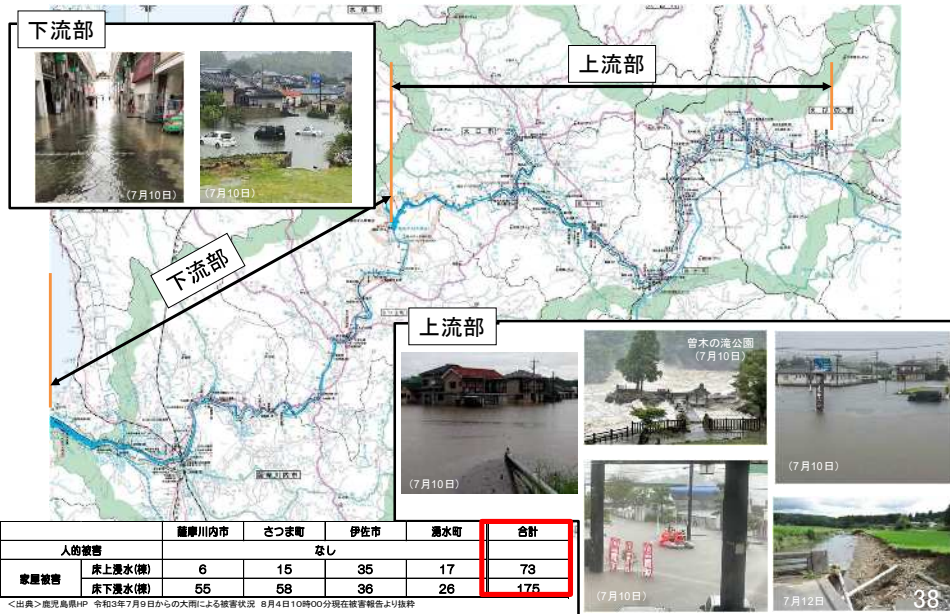
令和3年7月洪水は、平成18年7月洪水に匹敵する降雨であったが、宮之城水位観測所での水位は平成18年7月洪水時の最高水位と比べて約4.26m低く、治水対策の実施により被害を大幅に軽減。



令和3年7月川内川洪水時の雨量・水位の状況(宮之城観測所)



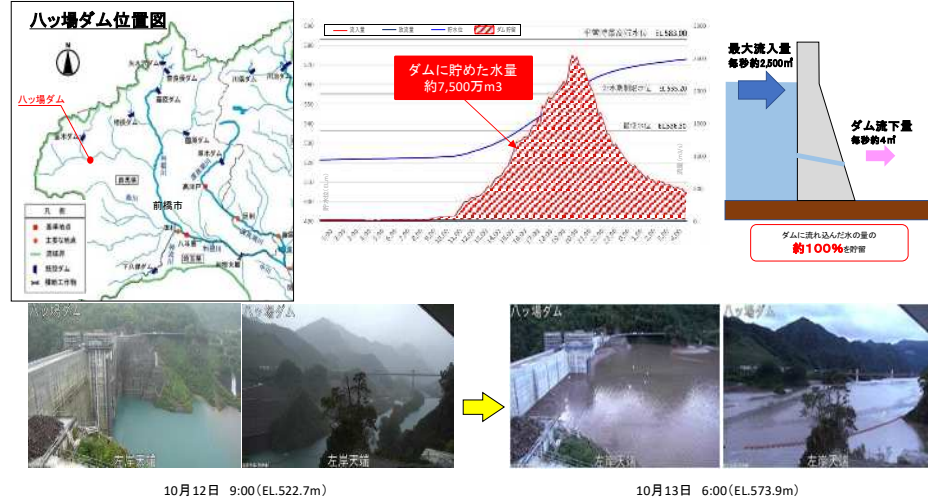
令和3年7月川内川洪水における被害状況



4. 令和元年東日本台風時のハッ場ダムの洪水貯留

令和元年東日本台風時のハッ場ダムの洪水貯留

台風19号は10月11日2時から10月13日5時にかけて長野原観測所では累加347mm、時間最大雨量37mm(12日18時)の大雨をもたらした。この降雨に伴いハッ場ダムの貯水位は518.8mから573.2mまで、約54m水位が上昇した。ハッ場ダムは10月1日から試験湛水を開始したところであった。



5. 令和2年球磨川水害を受けた対応

令和2年球磨川水害を受けた対応

平成20年9月 蒲島熊本県知事は「球磨川そのものが地域の守るべき宝」として川辺川ダム建設に反対を表明し、川辺川ダム計画を白紙撤回。

平成21年以降 国、県、流域市町村によるダムによらない治水対策を検討し続けたが、抜本的な対策を見い出せず。

令和2年7月球磨川水害

令和2年8月 国、県、流域市町村による「球磨川豪雨検証委員会」を設置。これまで検討してきたダムによらない治水対策を実施した場合や、仮に川辺川ダムが存在した場合等の効果について検証。

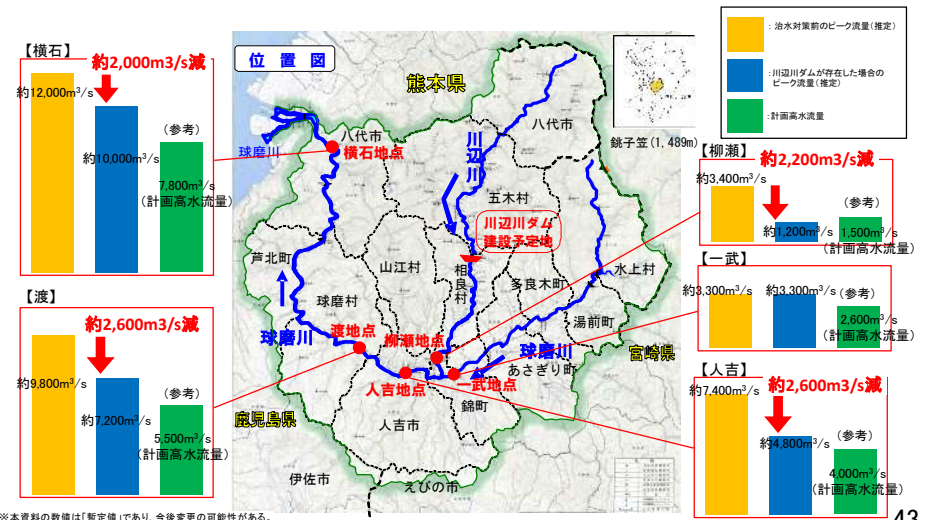
令和2年10月 国、県、流域市町村による「球磨川流域治水協議会」を設置し、流域治水プロジェクトの検討開始。

令和2年11月 蒲島熊本県知事は、「球磨川流域の治水の方向性について」を発表し、この中で「緑の流域治水」を進めるとともに、その1つとして、住民の「命」を守り、さらには、地域の宝である「清流」をも守る『新たな流水型ダム』を国に求めることを表明。

令和3年3月 「球磨川水系流域治水プロジェクト」を公表。流水型ダムについて令和3年度から本格的に調査・検討に着手。

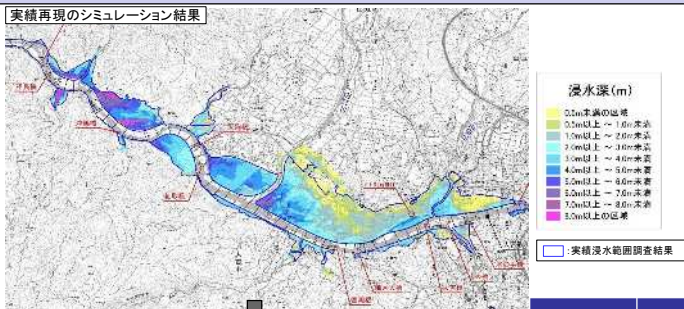
川辺川ダムが存在した場合の流量低減効果

一武以外の各地点のピーク流量低減効果は約2,000~2,600m³/s程度となる。川辺川合流点から中流部の区間においては、計画高水流量を上回る結果となった。

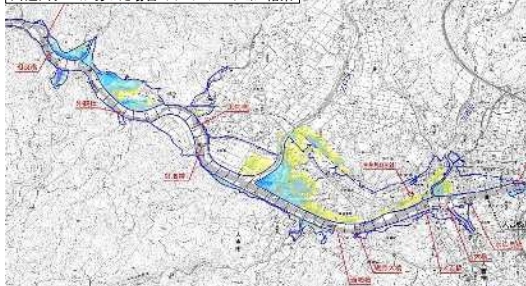


川辺川ダムが存在した場合の効果について(浸水範囲)

実績再現のシミュレーション結果



川辺川ダムがあった場合のシミュレーション結果



浸水深	対策実施前の浸水面積 (ha)	対策実施後の浸水面積 (ha)	増減率
0.5m未満 (床下浸水程度)	68.5	66.0	-4.0%
0.5~3.0m (床上~家屋一階部分が浸水)	275.9	132.1	-52.1%
3.0m以上 (家屋の二階以上も浸水)	224.2	25.2	-88.8%
合計	568.6	223.3	-60.7%

浸水範囲が約6割程度減少、浸水深3.0mを超える範囲が約9割程度減少

川辺川ダムがあった場合の効果(人吉市街部)



6. 今後の治水対策の方向性

地球温暖化による気候変動の将来予測

<地域区分毎の降雨量変化倍率>

地域区分	2°C上昇		4°C上昇	
	短時間	長期間	短時間	長期間
北海道北部、北海道南部	1.15	1.4	1.5	1.5
九州北西部	1.1	1.4	1.5	1.5
その他(沖縄含む)地域	1.1	1.2	1.3	1.3



気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言 改訂版(令和3年4月)より

地球温暖化による気候変動を踏まえた治水計画へ見直し

洪水、内水氾濫、土砂災害、高潮・高波等を防御する計画は、これまで過去の降雨、潮位などに基づき作成

気候変動の影響による降雨量の増大、海面水位の上昇などを考慮すると現在の計画の整備完了時点では、実質的な治水安全度が確保できない

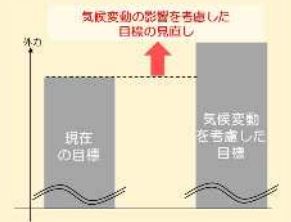
気候変動による降雨量の増大*、潮位の上昇などを考慮したものに治水計画を見直し

*世界の平均気温の上昇を2°Cに抑えるシナリオ(パリ協定が目標としているもの)

気候変動シナリオ	降雨量 (河川整備の基本とする洪水規模(1/100等))
2°C上昇相当	約1.1倍



全国的な傾向【試算結果】	流量	洪水発生頻度
	約1.2倍	約2倍



流域治水の推進

- 河川の流域のあらゆる関係者が協働して流域全体で行う治水対策
- 治水計画を「気候変動による降雨量の増加などを考慮したもの」に見直し
- 氾濫域も含めて一つの流域として捉え、地域の特性に応じて、①氾濫をできるだけ防ぐ・減らす対策、②被害対象を減少させるための対策、③被害の軽減、早期復旧・復興のための対策を「ハード・ソフト」で多層的に推進

① 氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策

雨水貯留機能の拡大
[国・市、企業、住民]
雨水貯留浸透施設の整備、ため池等の治水利用

流水の貯留
[国・県・市・利水者]
治水ダム等の建設・再生、利水ダム等において貯留水を事前に放流し洪水調節に活用

河川区域
[国・県・市]
土地利用と一体となった遊水機能の向上

持続可能な河道の流下能力の維持・向上
[国・県・市]
河床掘削、引堤、砂防堰堤、雨水排水施設等の整備

氾濫水を減らす
[国・県]
「粘り強い堤防」を目指した堤防強化等

② 被害対象を減少させるための対策

リスクの低いエリアへ誘導 / 住まい方の工夫

氾濫域
[国・市、企業、住民]
土地活用規制、誘導、移転促進、不動産取引時の水害リスク情報提供、金融による誘導の検討

浸水範囲を減らす
[国・県・市]
二線堤の整備、自然堤防の保全

③ 被害の軽減、早期復旧・復興のための対策

土地のリスク情報の充実
[国・県]
水害リスク情報の空白地帯解消、多段階水害リスク情報を発信

避難体制を強化する
[国・県・市]
長期予測の技術開発、リアルタイム浸水・決壊把握

経済被害の最小化
[企業、住民]
工場や建築物の浸水対策、BCPの策定

住まいの工夫
[企業、住民]
不動産取引時の水害リスク情報提供、金融商品を通じた浸水対策の促進

被災自治体の支援体制充実
[国・企業]
官民連携によるTEC-FORCEの体制強化

氾濫水を早く排除する
[国・県・市等]
排水門等の整備、排水強化

日刊建設工業新聞
2020年7月29日(水) 12面

水源地環境センター理事長 森北 佳昭

関係者が協働で取り組む「流域治水」

「流域治水」は、河川だけでなく、その周辺の山や谷間、集水域まで含めた流域全体で治水対策を行うこと。関係者が協働して取り組むことで、より効果的な治水対策を実現できる。水源地環境センター理事長の森北佳昭氏が語る。

流域治水の推進には、関係者の協働が不可欠。水源地環境センターは、関係者とともに流域全体の治水対策に取り組んでいる。特に、山や谷間の治水対策は、関係者の協働が不可欠。関係者が協働で取り組むことで、より効果的な治水対策を実現できる。



著者 気候変動による水害研究会
発行 日経BP社

本講演資料は国土交通省から資料提供を受けて講演者において作成したものです。また、新聞記事については建設工業新聞社から許諾を得ています。ご協力に心から感謝申し上げます。

お聴きいただきありがとうございました

近年の広島県における洪水被害の特徴と教訓～水害多発時代に向けて

広島大学大学院 先進理工系科学研究科 内田龍彦



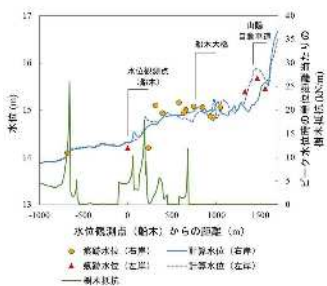
講演内容

- 大規模水害（平成30年7月豪雨）から得られた教訓
- 近年の連続する水害から得られた教訓
- 水害多発時代に求められる河川技術（研究事例）

平成30年西日本豪雨災害から得られた教訓
(広島県を中心として1)

流下能力が不足している河道区間

- ・維持管理の実行可能性と河川環境を考慮した適切な河道断面と樹木管理
- ・本川背水区間等弱点箇所への堤防強化
- ・安全に洪水流量を流下させることのできる質的河川改修



洪水流の数値解析結果

平成30年西日本豪雨災害から得られた教訓
(広島県を中心として2)

土砂堆積・流木集積による氾濫被害拡大

- ・砂防施設整備による土石流、流木の補足と河道流入土砂の量的・質的検討
- ・大規模洪水時に土砂堆積、流木集積が生じにくい河道整備・管理
- ・天井川が多い地域であり、もともと氾濫した際に危険な状態となっている流域が多い



土砂に関わる地名： 畑賀川 瀬野川合流部付近



土砂に関わる地名：榎川氾濫と源頭部



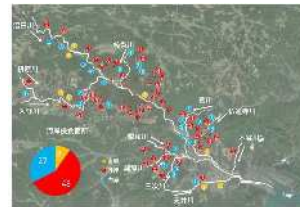
榎川の土砂・洪水氾濫状況
7/10 19:00

水分峡，広島県安芸郡府中町字石コロヒ83番

平成30年西日本豪雨災害から得られた教訓 (広島県を中心として3)

広域大規模洪水による被害の時空間的拡大

- ・主要な道路，橋梁に対する安全度の重み増加(高外力を想定，多重化等)
- ・広域大規模洪水時の土砂・洪水氾濫の挙動把握と避難・復旧計画の検討
- ・避難情報の細分化，ローカル化，具体化
- ・落差工下流，湾曲部など侵食に対する弱点箇所は十分に対策できていない



沼田川流域の河岸侵食箇所



三篠川流域の河岸侵食箇所



瀬野川流域の河岸侵食箇所

平成30年西日本豪雨災害から得られた教訓 (広島県を中心として4)

大規模洪水発生時の治水施設の整備・活用等

- ・大規模洪水時のダム操作時の情報交換，ダムの最適運用方法の検討
- ・内水排除のための排水機場の新設，排水能力の向上，適切な管理と操作ルールの検討
- ・豪雨発生・非発生とその確度の予測精度向上

ダムは想定された雨量に対して最大限効果を発揮するような操作ルールで運用される
 超過外力⇒スマートダム操作：異常洪水時防災操作，適応操作（特別防災操作），事前放流方式⇒流出予測，洪水流予測



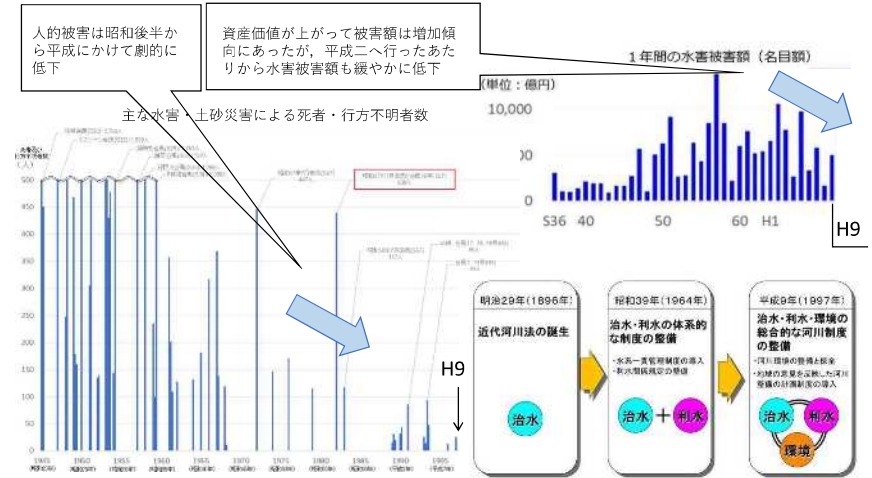
大洪水時には複合的被災要因が広域で発生し，被害が時空間的に拡大

⇒ 多機関連携型の減災体制を構築することが必須
 近年は，計画運休・交通規制による被害軽減効果が多くあったと考えられる

近年の連続する水害から得られた教訓

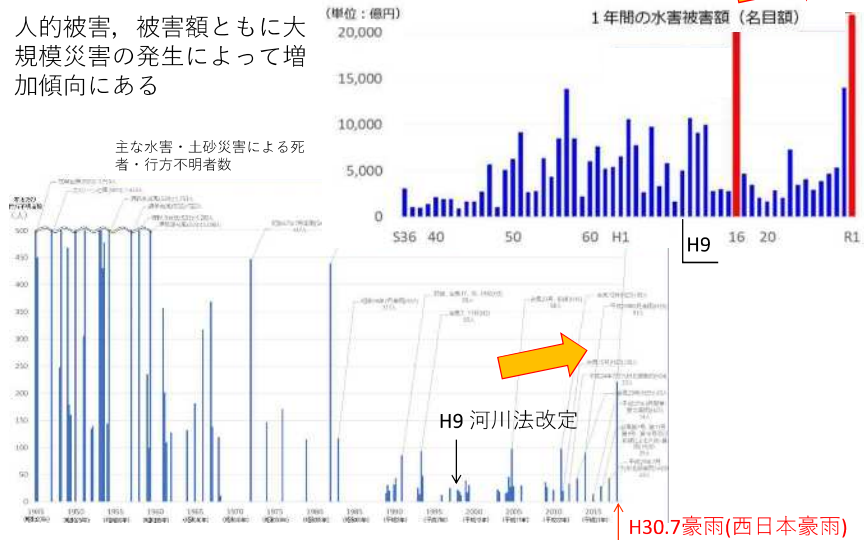
H9河川法改正時(20世紀)の状況

河川整備がある程度進み、災害が減少し、河川環境の重要性が認識され始める



水害多発時代(21世紀)

人的被害、被害額ともに大規模災害の発生によって増加傾向にある



大規模豪雨に向けた治水対策の考え方の変化

治水

総合治水(昭和53年)

河川法改正

- 水防災意識社会(平成27年)
- ダム再生ビジョン(平成29年)
- 流域治水(令和2年)
- 流域治水関連法(令和3年)
- 流域治水: 気候変動を踏まえ、あらゆる関係者が協働して流域全体で行う総合的かつ多層的な水災害対策**

環境

多自然型川づくり(平成2年)

(平成9年)

多自然川づくり(平成18年)

河川を基軸とした生態系ネットワークの取組(平成30年): **流域の農地や緑地などにおける施策とも連携しながら魅力的で活力ある流域づくりの取組**



流域の取り組み

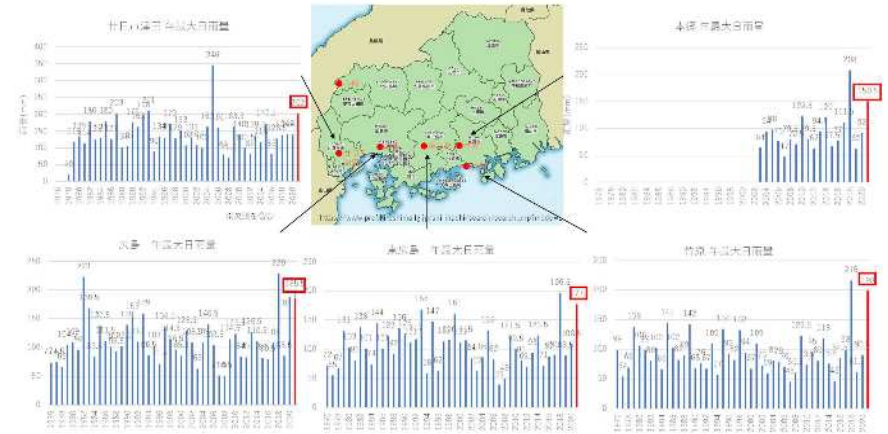
流域の多機関連携型の減災体制

(タイムライン, 治水施設スマート運用, 計画運休・交通規制, 避難)

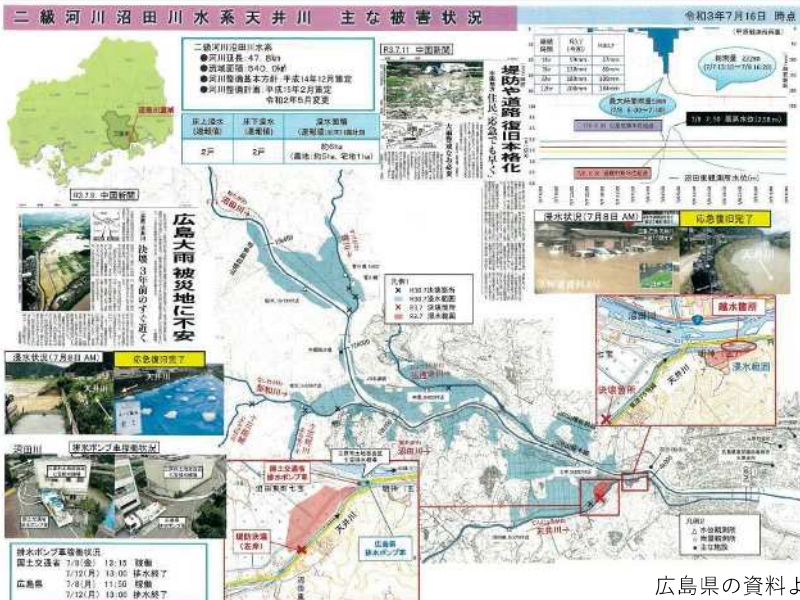
ごく最近の豪雨災害（水害が多発）

- ▶ 平成26年8月豪雨：広島土砂災害など
- ▶ 平成27年9月関東・東北豪雨：鬼怒川決壊など
- ▶ 平成28年8月北海道豪雨（台風7号，11号，9号）
- ▶ 平成29年7月九州北部豪雨：福岡県などの多量の土砂・流木災害
- ▶ 平成30年7月豪雨：広島県の土石流，土砂洪水氾濫，小田川決壊
- ▶ 令和元年台風（15号）19号：千曲川，久慈川，阿武隈川などの決壊
- ▶ 令和2年7月豪雨：球磨川などの破堤を含む大規模氾濫
- ▶ 令和3年7月天井川破堤（三原市），
令和3年8月土石流（広島市など），多治比川破堤（安芸高田市）

広島県 令和3年7月洪水



令和3年7月8日，広島県南部では日雨量としては西日本豪雨に匹敵する大雨となり，各地で河川被害が生じた



広島県の資料より

天井川（沼田川，三原市）の浸透破壊



大洪水が頻発し，破堤氾濫被害が連続する可能性も低くない

破堤部の上下流の問題

破堤地点の上流：三原市小泉町周辺



破堤地点の下流：三原市明神5丁目



特定の洪水に対して、地先だけの安全度を優先するのではなく、流域全体として、超過洪水も考慮に入れた減災対策が必要

他の天井川の被害（東川，竹原市）

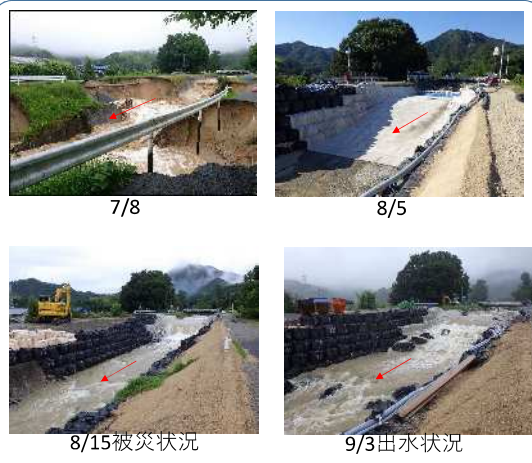


広島県（砂防課）提供

広島県では天井川となっている箇所が多く、土砂災害、土砂洪水氾濫、と合わせて洪水氾濫の危険度が高いことを注意する

天井川の被害（東川，竹原市）8月洪水による再度災害

広島県提供



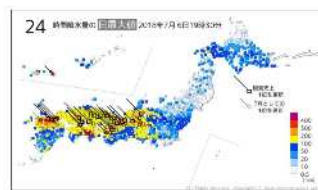
漏水の様子
JR呉線運休：7月8～20日、
8月12日～9月15日

同年にも洪水被害が連続する危険性もあることが改めて明らかとなった
小さな流域の被害が交通ネットワーク遮断を介して広域に被害を拡大

平成30年7月と令和3年8月の大雨特別警報（気象庁）

平成30年

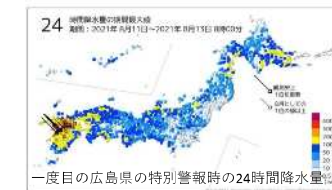
- 7月6日
- 18：10 福岡県，佐賀県，長崎県
- 20：40 広島県，岡山県，鳥取県
- 23：50 京都府，兵庫県



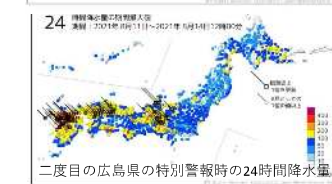
広島県の特別警報時の24時間降水量（気象庁資料）

令和3年

- 8月13日
- 08：45 広島県
- 8月14日
- 03：15 佐賀県，長崎県
- 06：15 福岡県
- 13：40 広島県



一度目の広島県の特別警報時の24時間降水量（気象庁資料）



二度目の広島県の特別警報時の24時間降水量（気象庁資料）



浸水領域：
広島県提供8/20

浸水範囲は計画規模のハザードマップにより概ね示されていた。
下流の破堤箇所は旧河道部であった。



安芸高田市Web版ハザードマップ
(多治比川, 計画規模)



旧河道

湾曲部外岸・旧河道を含む80mの区間が破堤

近年の連続する豪雨災害から得られた教訓

- ◎水害多発時代において豪雨が連続して生じる危険性は低くない
 - ・災害復旧と原因除去による再度災害防止(西日本豪雨災害箇所)
 - ・連続した被害と構造物の被害の蓄積(東川, 天井川)
- ◎流域地形による水害脆弱地域の把握と流域全体による被害軽減
 - ・上下流バランス
 - ・構造物の洪水対策
 - ・交通・インフラネットワーク

1k400右岸の破堤



多治比川1k400右岸破堤に至る過程(平岡氏提供動画より)

⇒水害に強いまちづくり, 超過洪水対策と合わせて, 浸水危険地域には構造物自体の水害対策も重要となる

水害多発時代に求められる河川技術 (研究事例)

根谷川の連続する洪水被害と整備計画流量の改定

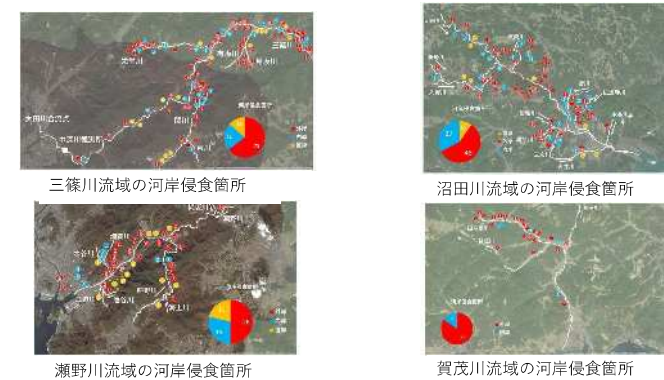


技術課題

- 大規模洪水時による河岸侵食被害が頻発し、交通ネットワークの寸断と合わせて被害が時空間的に拡大
⇒洪水時の流れと河岸侵食危険個所の検出
- 複数の河川で河川整備計画流量が見直され、大幅な河川改修
⇒河川改修の効果の定量的な評価と河道応答
- 事前放流等のための河道の安全な流下能力と侵食対策検討
⇒侵食被害危険確率と無被害流量の評価

↓
洪水時の流況評価手法

河岸侵食による上流部の道路崩落 平成30年7月豪雨



平成30年7月豪雨では、広島県においては上流河川において、鉄道や主要幹線道路が河岸侵食被害を受け、交通ネットワークが遮断され、土石流や土砂・洪水氾濫被害と併せて被害が時空間的に広がる相乗型豪雨災害が発生：交通ネットワークの多くが同時多発的に破壊する問題

構造物設計の視点からの位置づけ

護岸等の構造物の力学設計：破壊モードを想定し、駆動力に対する抵抗力の比から成る安全率に基づく設計

必要な技術

- 破壊モード等の検討：流れ場の特性、構造物の特性などを考慮し、多様な破壊モードを明らかにする詳細検討
- 対象箇所の検討：望ましくない流況の検出、河川改修による流況改善効果の評価、※局所的な直接対策（護岸など）よりも、河道線形、水制などによるやや大きなスケールで危険度を評価）

流下能力の定義と課題

河川の流下能力

= 「安全に流下させる」ことのできる洪水流量
 = 最大流量 (「越水・溢水なし」 × 「浸透・漏水なし」
 × 「侵食・洗掘なし」)

条件	評価指標	河川改修評価
越水・溢水なし	水位 H(Q)	H(Q)低減量
浸透・漏水なし	外力評価/耐力評価?	安全率向上?
⇒ 侵食・洗掘なし	流況外力評価指標 EI(Q), 侵食確率密度関数p(EI) 護岸耐力評価指標 RI(Q)	区間侵食確率P(Q)の 低下量

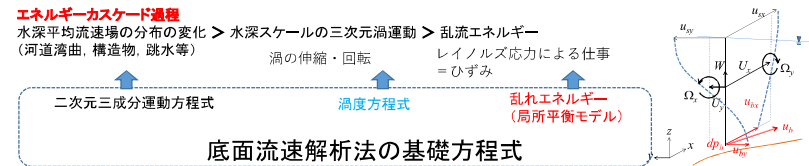
着目点と解析方法の考え方

河岸侵食被害を発生させる原因である、せん断力の増大、構造物周辺の流れ、水衝部等ではいずれも洪水流の乱れエネルギーが増幅する箇所であることから、**河岸際沿いの乱れエネルギー**に着目 (原理的に水衝部などに集積する特徴がある)

河岸侵食は流れのエネルギー損失過程で生じると考えると、**洪水流の乱れエネルギーの集中箇所**を評価することで、弱点箇所が検知でき、またこれを軽減することで河岸侵食外力を低減できる。

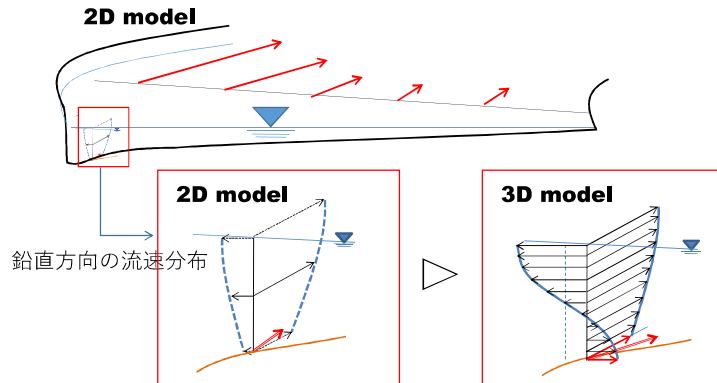
流れの解析手法

底面流速解析法はエネルギーカスケード過程に対応した基礎方程式を持ち、大規模スケールの洪水流から小規模の乱流運動が形成されていくことを解析するのに適する



準三次元洪水流解析法概説

掃流力は基本的に底面近くの流速によって決まる。平面二次元解析では等流の流速分布を用いる(底面せん断力の評価を参照)が、三次元解析では鉛直方向にたくさんの点を計算して、底面近くの流速を求める。



流れの非平衡性とは何か?

～数値解析の目的・役割～

一次元浅水方程式を非平衡方程式にする

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = -g \frac{\partial z_s}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho h} \quad \tau_{bx} = g \frac{n^2 u |u|}{h^{1/3}}$$

$$u |u| = n^{-2} h^{4/3} I_s \quad \text{Kinematic wave (RRI model etc.)}$$

その場所の粗度と水理量 (水深と水面勾配) に対する平衡状態の流速を定義する。

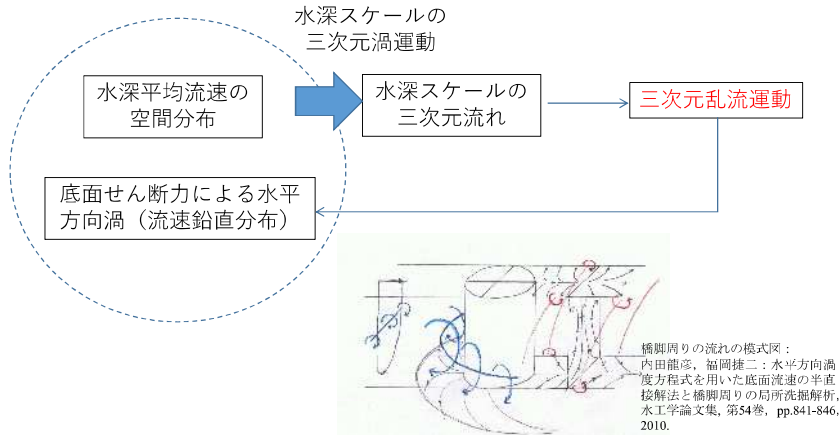
$$u_e |u_e| = n^{-2} h^{4/3} I_s \quad \Rightarrow \quad g \frac{\partial z_s}{\partial x} = -g \frac{n^2 u_e |u_e|}{h^{4/3}}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{C}{h} (u_e |u_e| - u |u|) \quad C = g \left(\frac{n}{h^{1/6}} \right)^2$$

非線形項の大きさが平衡状態からのずれ、粗度に比例し、水深の逆数に反比例する。**運動方程式を解くということは、その方向の平衡状態からのずれを評価するということである**

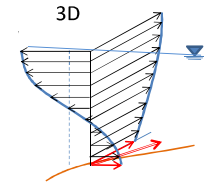
水深スケールの三次元流れの要因

仮定：開水路の水深（最大）スケールの三次元流れは、小さな三次元乱流の影響を直接受けず、底面せん断力による水深スケールの渦が流れによって変形することで生じる。

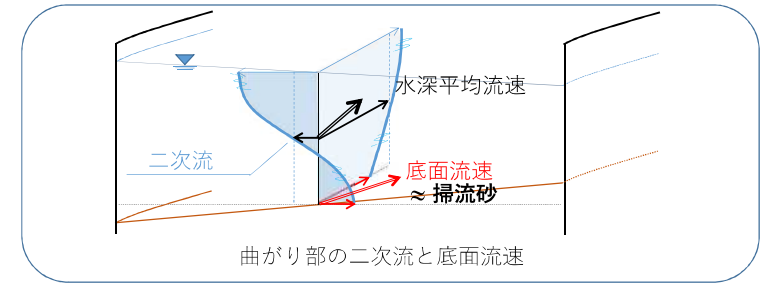


底面流速解析法の動機

三次元解析法では、底面近傍の流速を求めるために、鉛直方向に多数の点の流速と圧力を求めなくてはならない



流速鉛直分布を解かず、河床砂に作用する底面近傍の流速を直接解析したい



底面せん断応力と底面圧力

底面流速方程式：

$$\omega_j = \varepsilon_{ij3} \left(\frac{\partial u_i}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x_i} \right)$$

水深積分

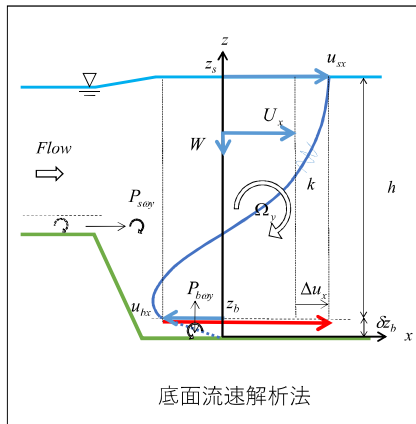
$$u_{bi} = u_{si} - \varepsilon_{ij3} \Omega_j h - \left(\frac{\partial W h}{\partial x_i} - w_s \frac{\partial z_s}{\partial x_i} - w_b \frac{\partial z_b}{\partial x_i} \right)$$

底面圧力方程式：

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u_j \frac{\partial w}{\partial x_j} = - \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{zj}}{\partial x_j}$$

水深積分

$$\frac{dp_b}{\rho} = \frac{\partial h W}{\partial t} + \frac{\partial h W U_j}{\partial x_j} + \tau_{bj} \frac{\partial z_b}{\partial x_j} - \frac{\partial h \tau_{zj}}{\partial x_j}$$



底面流速解析法の基礎方程式

水深積分連続式: h

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial U_j h}{\partial x_j} - w_{in} = 0$$

水深積分乱れエネルギーの輸送方程式: k

$$\frac{\partial k}{\partial t} + U_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{v h}{\sigma_i} \frac{\partial k}{\partial x_i} \right) + P_k - \varepsilon$$

水深積分運動方程式: U_i

$$\rho \left(\frac{\partial U_i h}{\partial t} + \frac{\partial U_j h}{\partial x_j} - w_{in} u_{bi} \right) = -\rho g h \frac{\partial z_s}{\partial x_i} - \tau_{in} + \frac{\partial h \tau_{ij}}{\partial x_j} - \left(\frac{\partial h d p_b}{\partial x_i} + d p_b \frac{\partial z_s}{\partial x_i} \right)$$

底面流速の方程式 (水深積分渦度) : u_{bi}

$$u_{bi} = u_{si} - \varepsilon_{ij3} \Omega_j h - w_s \frac{\partial z_s}{\partial x_i} - w_b \frac{\partial z_b}{\partial x_i}$$

水深積分渦度方程式: Ω_i

水面の運動方程式: u_{sz}

$$\frac{\partial \Omega_i h}{\partial t} = R_{\alpha} + P_{\alpha} - \frac{\partial h D_{\alpha j}}{\partial x_j} + w_{\alpha} \omega_{\alpha} \frac{\partial u_{\alpha i}}{\partial x_j} - \left[g + \left(\frac{\partial d p}{\partial z} \right)_{z=z_i} \right] \frac{\partial z_s}{\partial x_i} + P_{\alpha}$$

鉛直方向流速の方程式 (水深二重積分連続式) : $W h$

$$W h = h \left(\frac{\partial z_s}{\partial t} + U_j \frac{\partial z_s}{\partial x_j} \right) + \frac{\partial}{\partial x_i} \left[h^2 (k_i \Delta u_i + k_i \alpha_i) \right]$$

水深積分鉛直方向運動方程式: $d p_b$

$$\frac{d p_b}{\rho} = \frac{\partial h W}{\partial t} + \frac{\partial h W U_j}{\partial x_j} + \tau_{bj} \frac{\partial z_b}{\partial x_j} - \frac{\partial h \tau_{zj}}{\partial x_j}$$

流速と圧力の鉛直分布

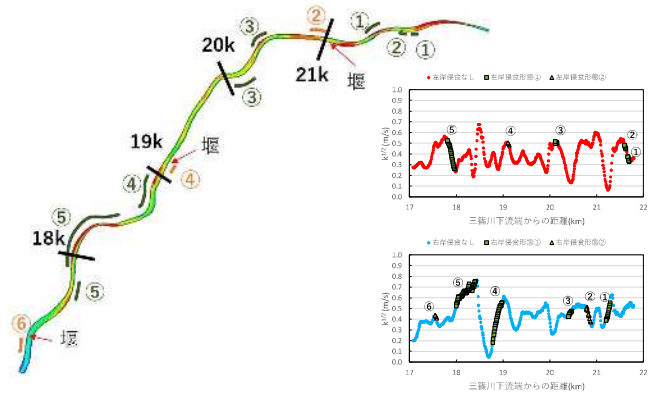
2D

SBVC3

GBVC3

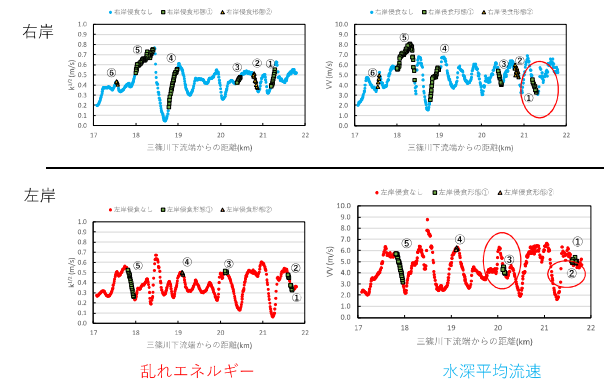
内田龍彦，福岡捷二：非平衡粗面抵抗則を用いた一般底面流速解析法の導出と局所三次元流れへの適用，土木学会論文集B1（水工学），Vol. 71，No. 2，pp.43-62，2015.

三篠川における最大乱れエネルギー分布と侵食箇所



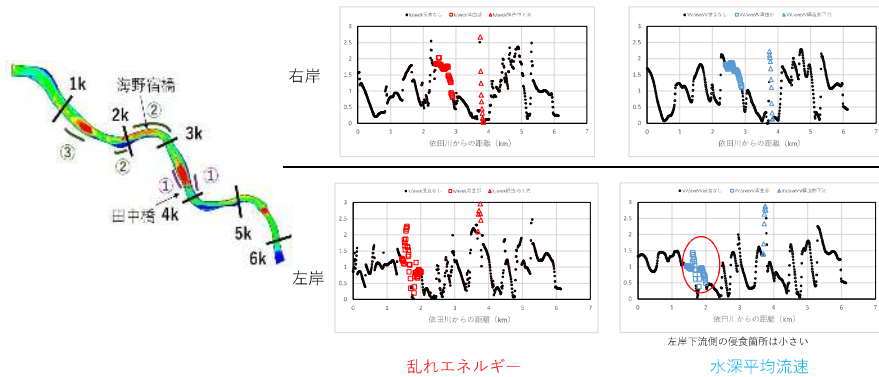
八木郁哉, 内田龍彦, 河原能久: 大規模洪水時における河岸侵食箇所の三次元流況と乱れエネルギー分布の数値解析, 土木学会論文集B1 (水工学), Vol.76, No.1, pp.404-413, 2020.

三篠川における河岸際の乱れエネルギー, 水深平均流速と侵食箇所の比較

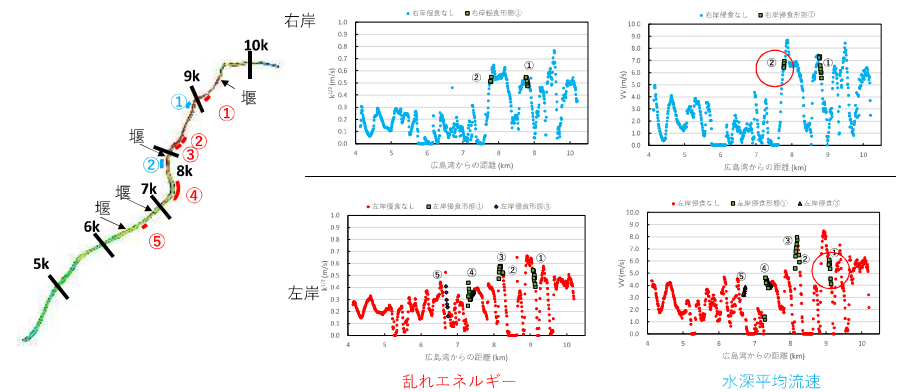


千曲川における河岸際の乱れエネルギー, 水深平均流速と侵食箇所の比較※

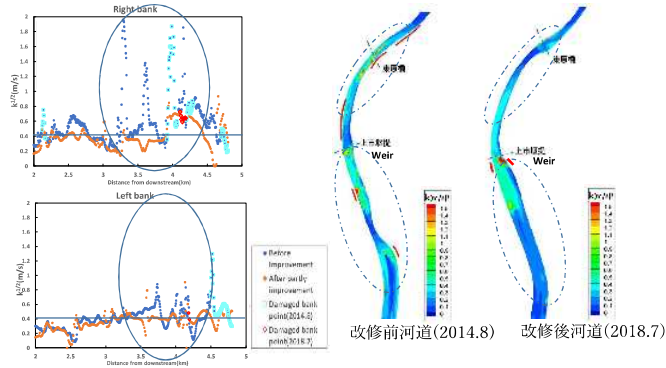
※縦軸はすべて比較のため縦断平均値で無次元化している



瀬野川における河岸際の乱れエネルギー, 水深平均流速と侵食箇所の比較



河道の量的・質的流下能力評価法の検討



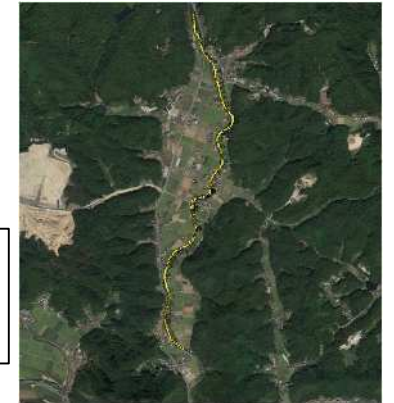
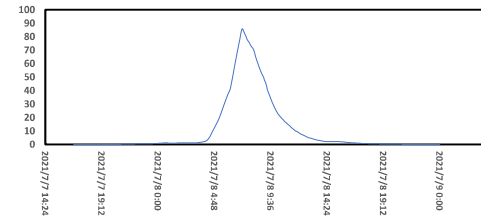
河岸浸食被害を受けた箇所は、河岸際の乱れエネルギーが局所的に高くなる。
 また、河川改修によってそれが緩和されていることを明らかにした。
⇒侵食危険度確率、評価手法の有用性（再現されたとは何か？）
⇒これらの定量評価法を検討

永井秀和, 内田龍彦, 河原能久, 八木郁哉, 中野光隆: 豊後川における河川改修後の流況改善効果の評価法-根谷川を対象として-, 河川技術論文集, 第26巻, pp.169-174, 2020年6月

落差工下流の被害（2021.7 仏通寺川）

計算条件

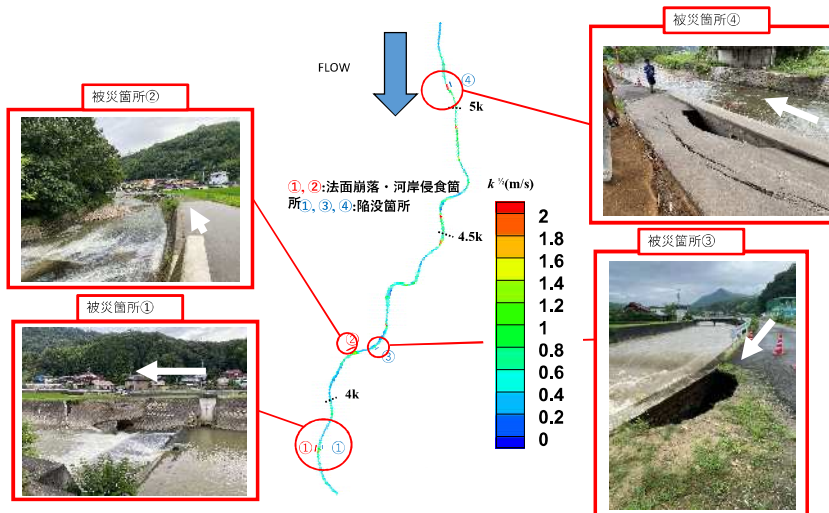
計算時間：2021/7/8 4:00~2021/7/8/12:00
 上流端流量：流出解析(RRI, 清水ら2021)により求めた流量
 下流端水位：下流端格子より1つ手前の格子における水位
 地形：LPデータ(1m)
 計算格子：縦断距離2.75kmを300分割
 流量(m³/s) 横断方向に11分割



計算格子

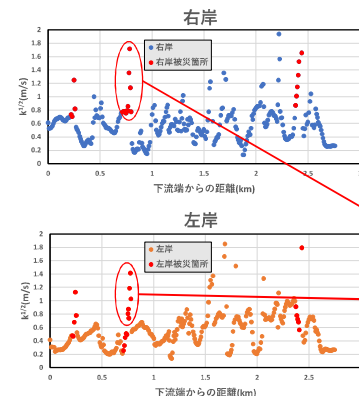
清水里都季, 海田駒斗, 松田生彦, 内田龍彦*, 佐山敬洋, 河原能久: 二次元数値解析結果に基づく河道樹木抵抗の評価法と勾配方向地表フラックスを導入したRRIモデルによる降雨流出・洪水解析の高度化, 土木学会論文集B1 (水工学), 第77巻1号 pp.84-91, 2021..

乱れエネルギーの平面分布



落差工と平面形の相互作用：被災箇所②

落差項による水平方向渦度の強化
 →曲がりによる二次流の発生
 →乱れ・洗掘

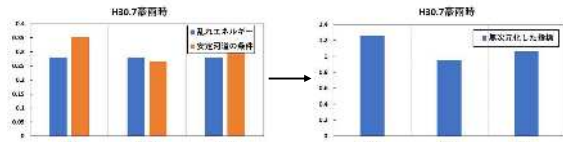


侵食危険度指標の代表流速（安定河道条件）

秋山ら(2018)は安定河道の条件として、動的平衡状態の摩擦速度 u_{*s} を提案した。

$$\tau_{*s} = K \frac{1}{2} \left[\left(\frac{l}{s} \right)^{\frac{5}{2}} \phi^{-1} Q \right]^{\frac{1}{3}} \quad u_{*s} = \sqrt{\frac{\tau_{*s}}{sgd_R}}$$

ここに、K:砂州の発生領域に関する係数、 d_R :河床材料の代表粒径、Q:検討対象流量、l:河床勾配、 ϕ :流速係数(= $3.5l^{-\frac{1}{6}}$)、s:粒子の水中比重(= $\frac{\rho_s}{\rho} - 1 = 1.65$)、 ρ_s :粒子の密度、 ρ :水の密度、g:重力加速度である。



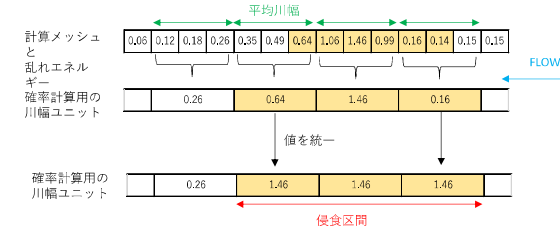
乱れエネルギー $k^{1/2}$ (m/s)、流速V(m/s)を摩擦速度 U_{*s} (m/s)で無次元化

秋山壽一郎、重枝未鈴、内野雅文、小野英一、長船健太郎:河道の安定性と河床変動解析に基づく盛備計画河道横断系の設定法、土木学会論文集B1(水工学)、vol174、ppL985-ppL990、2018.

侵食被害確率の算出方法

仮定：その場所で侵食が起こるかどうかはその点の侵食危険度指標X（乱れエネルギー、流速）の最大値までの累積確率F(X)による事象と考え、確率密度関数を推定する

各河川の平均川幅を単位長さとして侵食確率を計算する。指標が大きいかほど侵食が起こりやすいという仮定の下、最大値を採用



確率密度関数の推定

累積分布関数F(x)を河岸侵食の確率をF(x_i)とする。

川幅ユニットと乱れエネルギー

0.49	1.46	1.46	0.67	0.38	0.18
------	------	------	------	------	------

推定値P(x_i)

1-F(x _i)	F(x _i)	F(x _i)	1-F(x _i)	1-F(x _i)	1-F(x _i)
----------------------	--------------------	--------------------	----------------------	----------------------	----------------------

最尤法

尤度関数L = ∏_i P(x_i)が最大となるようなパラメータを決定

$$P(x_i) = \begin{cases} F(x_i) & (\text{侵食している場合}) \\ 1 - F(x_i) & (\text{侵食していない場合}) \end{cases}$$

閾値未満の値域を表すために「3母数の対数正規分布」を仮定。

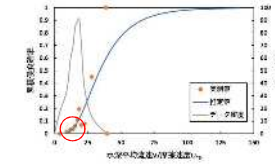
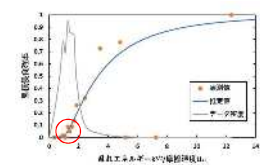
確率密度関数f(x),累積分布関数F(x)

$$f(x) = \begin{cases} 0 & (x \leq a) \\ \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma(x-a)} \exp\left[-\frac{\{\ln(x-a)-\mu\}^2}{2\sigma^2}\right] & (x > a) \end{cases}$$

$$F(x) = \begin{cases} 0 & (x \leq a) \\ \int_a^x f(x)dx = \frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf}\left\{\frac{\ln(x-a)-\mu}{\sigma\sqrt{2}}\right\} \right] & (x > a) \end{cases}$$

a: 閾値, μ: 平均値, σ: 標準偏差

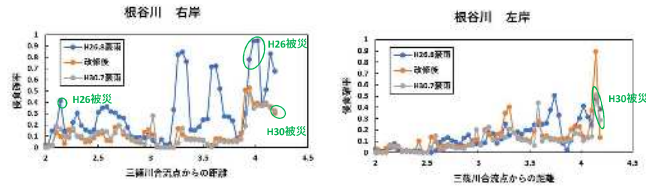
侵食危険度指標による侵食確率評価



	a	μ	σ	log ₁₀ L
K	0.25	-0.22	1.12	-147.7
k/U _{*s}	0.88	0.97	0.92	-145.8
V	0.03	2.28	0.48	-157.6
V/U _{*s}	0	3.33	0.51	-156.6

- ・無次元化指標の方が精度が高い
- 各河道における安定値の違いを考慮
- ・乱れエネルギーの方が精度が高い
- 流速の方は侵食確率が0となる値域はかなり小さく安全な河道の議論がしにくい

侵食危険度評価指標の適用：侵食に対する河川整備効果の評価



H26年洪水に対する安全度の評価（各区間で侵食を受けない確率）

3.5km~4.2km

	改修前	改修後
右岸	0%	0%
左岸	0.17%	0.27%

堰の影響が残っていて改修後でも安全度は低い

3.5km~3.9km

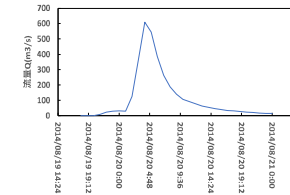
	改修前	改修後
右岸	0.6%	52.7%
左岸	4.6%	19.7%

高松潔明・永井秀和・内田龍彦・戸田祐嗣・重枝未玲・椿涼太・山下篤志・福田知子：乱れエネルギーを用いた河岸侵食危険確率の解析法とこれを用いた河川改修による流況改善の定量評価，河川技術論文集，第27巻，pp.253-258，2021.

河川改修完了後の河道の耐浸食性能評価

根谷川 H26河道	
計算期間	2014/08/19 19:00~2014/08/20 18:00
地形データ	2013横断測量データ・LPデータ(5m)
下流端条件	水面勾配一定
上流端流量	流出解析で求めた流量
計算範囲	0.0k(太田川・三養川合流点)~4.8k
相当粗度	0.02(m)
Meshサイズ	縦断方向10m,横断方向11分割

根谷川 新河道 H26Q	
計算期間	2014/08/19 19:00~2014/08/20 18:00
地形データ	ALBデータ(2021/11)
下流端条件	水面勾配一定
上流端流量	流出解析で求めた流量
計算範囲	0.0k(太田川・三養川合流点)~4.8k
相当粗度	0.02(m)
Meshサイズ	縦断方向10m,横断方向11分割

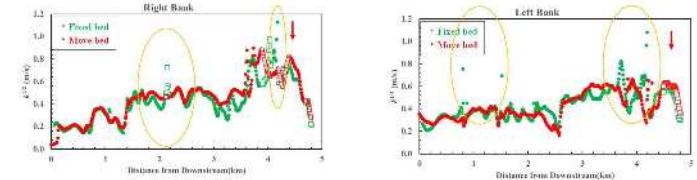


河床変動解析結果と被災箇所の関係 (2014.8洪水，整備計画規模(85%強)流量)

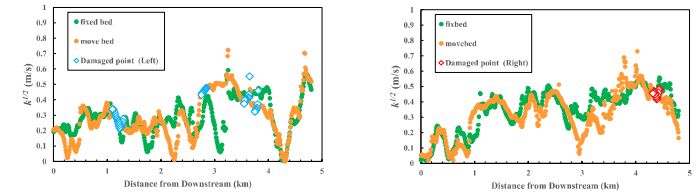


固定床計算と移動床計算における乱れエネルギーと侵食被災箇所の比較

2014.8洪水
整備計画規模
85%

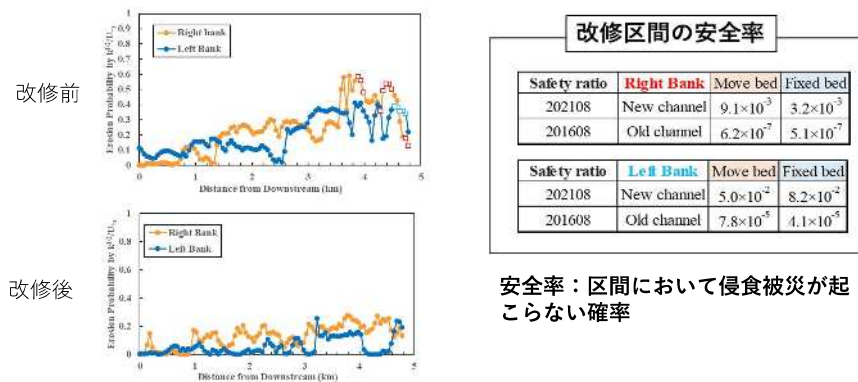


2021.8洪水
整備計画規模
50%



侵食被災箇所は河床洗堀傾向にあった。洪水時の河床変動によって侵食被害のなかった箇所の乱れエネルギーは小さくなっている。被災が起きた箇所は、一部例外もあるが河床変動があってもなくても大きい傾向にある。

2014.8河道(改修前)と2021.8河道(改修後)の浸食危険度比較と安全度から見た河川改修効果の評価



安全率：区間において侵食被災が起これない確率

整備3.6~4.8km区間において既往最大流量を与えた新河道での計算結果は旧河道に対して右岸左岸ともに両解析共に安全率(区間で侵食被害が発生しない確率)が大きく上昇していることを示した。ただし、新河道でも左岸、右岸の安全率はそれぞれ5、1%程度と高くなく、実際、規模の小さい2021.8洪水時でも2箇所の護岸被害を受けている。河岸際の流況を改善するか弱点箇所では構造物の耐浸食、洗掘力を向上させる必要があり、本手法によりこれらの課題を検出できることを示した。

まとめ

水害多発時代において、信頼性の高い河道の安全度評価が求められている。

観測技術の発達（レーダー雨量、ALBなど河川三次元測量データ、危機管理水位計など）と数値解析技術（準三次元解析など）の発展により、流れの三次元性、乱れ、河床変動など洪水時の複雑な現象を解析できるようになってきた。

しかし、数値解析結果には不確実性やくせが含まれており、これを活かすには技術的判断が必要である。特に以下のことが求められる。

- ・数値解析結果が合うか合わないでなく、ひとつの情報と見なし、現地の状況と合わせて、実際の現象を考察するのに役立つ。
- ・数値解析結果の現状の予測に含まれるばらつきを考慮しつつ、出来る限り目的を明確化して、定量評価につなげる。

ご清聴ありがとうございました

令和3年度 第2回WEB防災講演会

～再発する大規模災害への備えⅡ（洪水等）～

日時：令和4年2月4日（金）

場所：広島弁護士会館から配信

本日の内容



- 近年の気象災害
- 気象台が発表する防災気象情報
- キキクルの使い方

ご存じですか？『洪水キキクル』



広島地方気象台
気象防災情報調整官
小 畠 豊

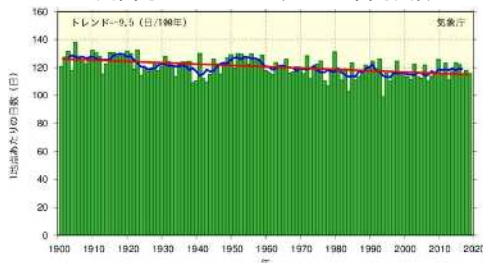
近年の雨の降り方



➤ 猛烈な雨・大雨の頻度は増加傾向



➤ 降水日数は減少傾向
日降水量1.0mm以上の年間日数



➤ 猛烈な雨・大雨の頻度は増加
➤ 降水日数は減少
↓
1回に降る雨の量が増えている
↓
災害につながる大雨が増加

気象庁 報道発表（令和2年7月15日）
「令和2年7月豪雨」により、旬ごとの値として、7月上旬に全国のアメダス地点で観測した降水量の総和及び1時間降水量50mm以上の発生回数が、共に1982年以降で最多となりました

近年の雨の降り方



平成26年8月豪雨（広島豪雨）



平成30年7月豪雨（西日本豪雨）



令和2年7月豪雨



大雨や台風によって起こる災害

大雨による災害



高潮による災害



高波による災害



暴風による災害



特別警報

特別警報の種類

大雨、暴風、暴風雪、大雪、高潮、波浪

警報・注意報

警報の種類

大雨、暴風、暴風雪、大雪、高潮、洪水、波浪

注意報の種類

大雨、強風、風雪、大雪、高潮、洪水、波浪、濃霧、雷、乾燥、なだれ、着氷、着雪、霜、低温、融雪

〇〇県（△△地方）気象情報

警報等を予告、補完する事項を気象情報として発表

指定河川洪水予報

水防活動の判断や住民の避難行動の参考となるように、河川管理者（国土交通省、広島県）と共同し、河川を指定して発表

記録的短時間大雨情報

数年に一度程度の短時間の大雨が観測された場合に発表

実際の発表例

広島県記録的短時間大雨情報 第1号
平成29年7月31日15時44分
広島地方気象台発表

15時30分広島県で記録的短時間大雨
広島市佐伯区付近で約110㍉
廿日市市吉和付近で約110㍉

土砂災害警戒情報

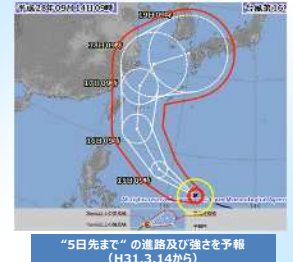
土砂災害の危険度が非常に高まったときに、対象となる市町を特定して広島県と広島地方気象台が共同して発表

実際の発表例



台風に関する情報

台風の中心位置や強度の実況及び予測に関する情報を発表



“5日先まで”の進路及び強さを予報 (H31.3.14から)

竜巻注意情報

竜巻など激しい突風の発生する危険な気象状況の場合に発表

実際の発表例

広島県竜巻注意情報 第1号
平成30年9月7日16時06分 広島地方気象台発表
広島県南部は、竜巻などの激しい突風が発生しやすい気象状況になっています。

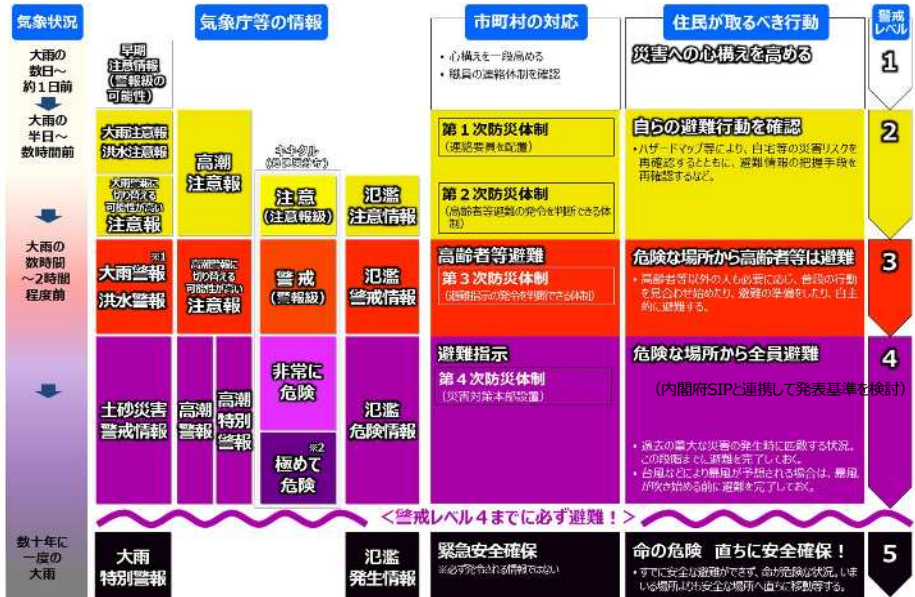
空の様子に注意してください。雷や急な風の変化など積乱雲が近づいている場合は、頑丈な建物内に移動するなど、安全確保に努めてください。落雷、ひよ、急な強い雨にも注意してください。

この情報は、7日17時20分まで有効です。

内閣府「避難情報に関するガイドライン」より

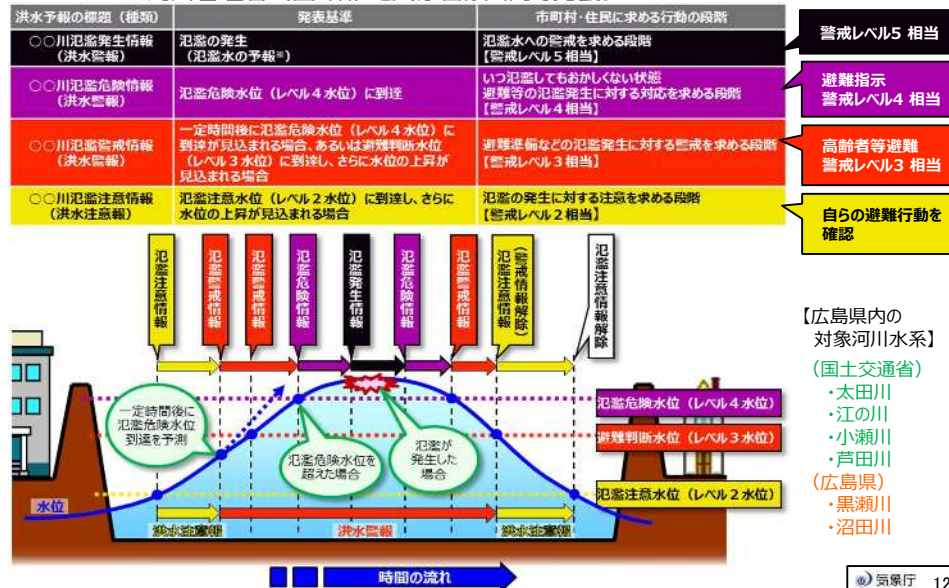
警戒レベル	状況	住民がとるべき行動	行動を促す情報
5	災害発生又は切迫	命の危険 直ちに安全確保！	緊急安全確保※1
＜警戒レベル4までに必ず避難！＞			
4	災害のおそれ高い	危険な場所から全員避難	避難指示(注)
3	災害のおそれあり	危険な場所から高齢者等は避難※2	高齢者等避難
2	気象状況悪化	自らの避難行動を確認	大雨・洪水・高潮注意報(気象庁)
1	今後気象状況悪化のおそれ	災害への心構えを高める	早期注意情報(気象庁)

※1 市町村が災害の状況を確認するものではない等の理由から、警戒レベル5は必ず発令されるものではない
※2 警戒レベル3は、高齢者等以外の人も必要に応じ、普段の行動を見合わせ始めたり危険を感じたら自主的に避難するタイミングである
(注) 避難指示は、令和3年の災対法改正以前の避難勧告のタイミングで発令する



※1 夜間～翌日明けに大雨(土砂災害)に切り替える可能性が高い注意報は、避難準備・高齢者等避難開始(警戒レベル3)に相当します。
※2 「極めて危険」(激雨)が出現するまで避難を完了しておくことが重要であり、「激しい雨」は大雨特別警報が発令された際の緊急安全確保の発令対象区域の範囲内に適用することが考えられます。
「避難情報に関するガイドライン」(内閣府)に基づき気象庁において作成

水防活動の判断や住民の避難行動の参考となるように、河川管理者（国・県）と気象台が共同で発表。



●●市の警報・注意報 (今後の推移)

2019年10月12日23時27分発表

●●市	12日								13日				備考・関連する現象
	21-24	00-03	03-06	06-09	09-12	12-15	15-18	18-21	21-24				
大雨 (浸水)		80	80	10									警戒
大雨 (土砂災害)													警戒
洪水													警戒
暴風	陸上	23	25	18	15	12							
	海上	35	35	25	18	15	13	12					
波浪		1.1	1.1	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4			以後も注意報級うなり
高潮		0.7	1.1	1.1	0.7								ピークは3時頃
雷													

黒色の時間帯は特別警報級の現象を予想。

赤色の時間帯は警報級の現象を予想。

黄色の時間帯は注意報級の現象を予想。

高潮警報はレベル4相当

今後の危険度の高まりを即座に把握できる！

大雨の降っている場所は気象レーダーで把握可能

しかし、災害の発生する場所・時間とは、必ずしも一致しない！

大雨 (浸水)

大雨 (土砂災害)

洪水

浸水害

土砂災害

洪水害

今後の雨 (降水ナウキャスト-降水短時間予報)

警報等と合わせて、「どこで災害発生の危険度が高まっているか」を視覚的に確認できる「危険度分布」も提供

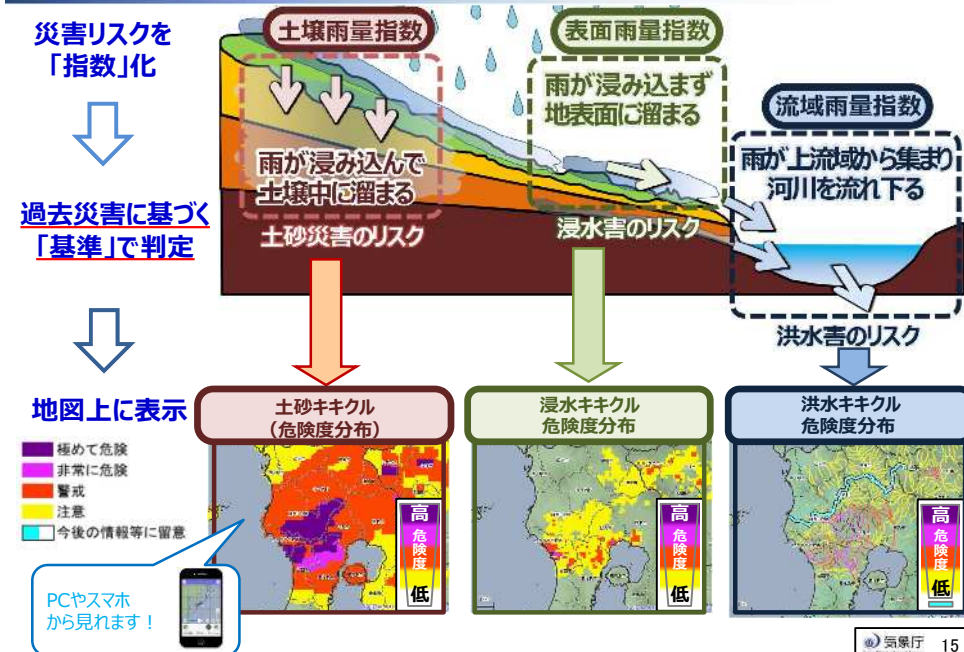
大雨警報(土砂災害)の危険度分布 (土砂キキル)

大雨警報(浸水害)の危険度分布 (浸水キキル)

洪水警報の危険度分布 (洪水キキル)

14

危険度分布の利用 (大雨、洪水による危険度を見る化)



土砂キキル (危険度分布)

平成30年7月豪雨の例

雨雲の動き

土砂キキル

2018年07月08日19時00分

2018年07月08日18時00分

大雨警報(土砂災害)の危険度分布

極めて危険【警戒レベル4相当】

非常に危険【警戒レベル4相当】

警戒【警戒レベル3相当】

注意【警戒レベル2相当】

今後の情報等に留意

16

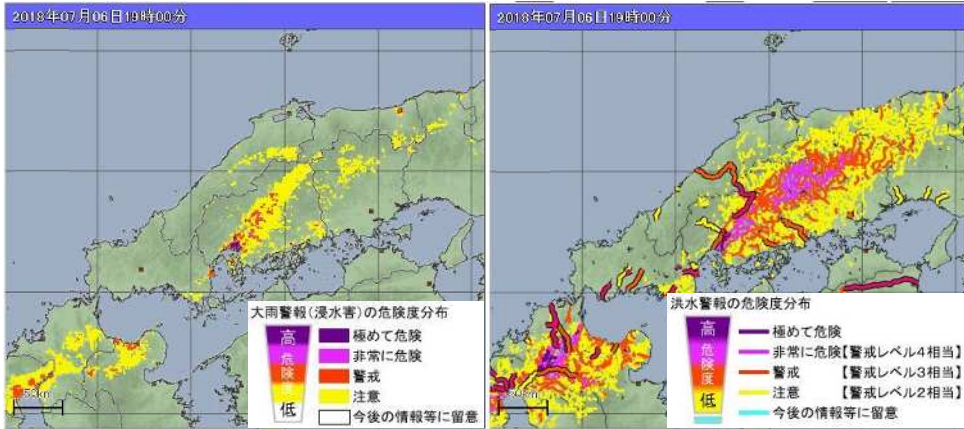
浸水キキクルと洪水キキクル（危険度分布）

(気象庁ホームページより)

平成30年7月豪雨の例

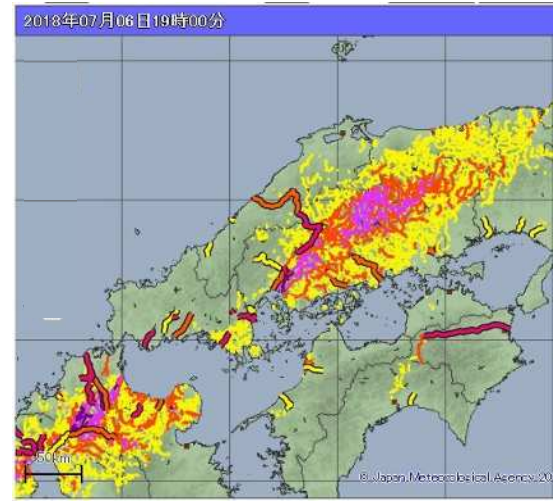
浸水キキクル

洪水キキクル



洪水キキクル（危険度分布）

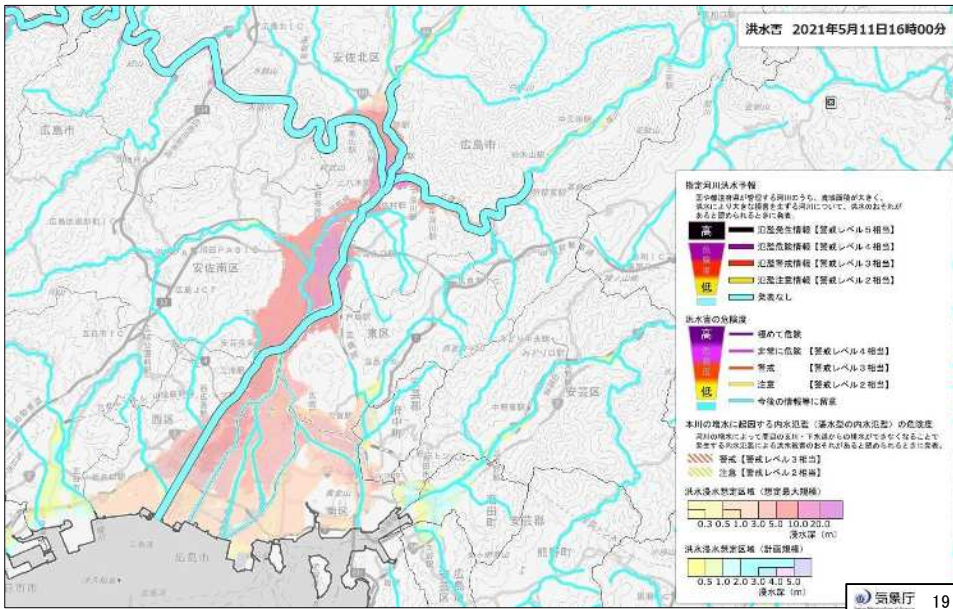
～ キキクルの色と、警報・注意報・警戒レベルの関係 ～



※ 太線は洪水予報指定河川（国、府県）、細線はその他の河川

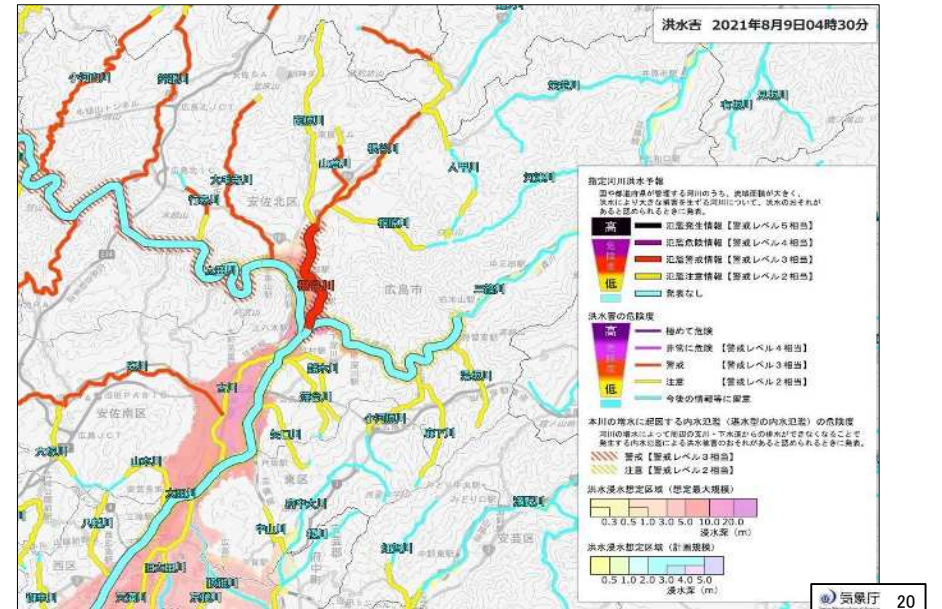
洪水キキクル（危険度分布）

「洪水警報の危険度分布」と「洪水浸水想定区域」を重ねて表示することが可能



洪水キキクル（危険度分布）

「洪水警報の危険度分布」と「洪水浸水想定区域」を重ねて表示することが可能



気象庁ホームページ (トップ)

設定してある市町のキキクルが表示される

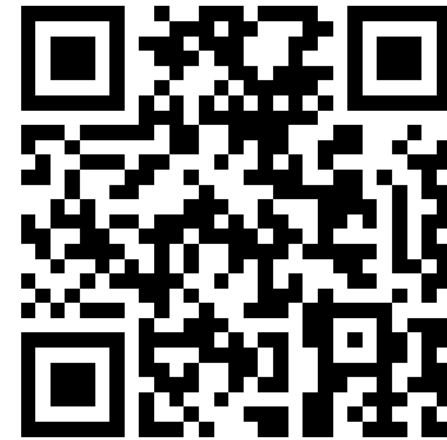
「詳しく見る」をタップ

現在位置

警戒区域等を表示

気象庁 21

気象庁ホームページ
<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>



お手元にスマートフォンをお持ちの方は、カメラを起動して、二次元バーコードを読み込むか、検索サイトから「気象庁」を検索して気象庁ホームページのトップページを表示し、一緒に操作をしてみましょう。

【参考資料】キキクル(危険度分布)のメール通知サービスについて

- 土砂災害や洪水災害からの自主避難の判断に役立てていただくための「キキクル(大雨・洪水警報の危険度分布)」について、危険な場所からの避難が必要とされる警戒レベル4に相当する「非常に危険(うす紫)」などへの危険度の高まりをプッシュ型で通知するサービスを、気象庁の協力のもと、以下の5つの事業者が実施しています。
- この通知サービスは住民の主体的な避難の判断を支援することを目的としています。各事業者のサービスの概要や利用方法については、下記会社のホームページ等を参照ください。

協力事業者紹介

 アルシーソリューション株式会社 <small>「おれくるコール」から緊急にR&Gアルシーソリューション株式会社(アプリ)「PREP(プレップ)」で通知をお届けします! 2020年8月25日リリース!</small>	 GEHIRN <small>特設ページにてWEBアプリで通知をお届けします! 2019年9月10日リリース!</small>
 SHIMADZU Excellence in Science <small>お天気JAPANアプリで通知をお届けします! 2019年8月1日リリース!</small>	 日本気象株式会社 Earth Communication Provider <small>お天気ナビゲーターWEBで、メール通知をお届けします! 2019年7月16日リリース!</small>
 YAHOO! JAPAN <small>Yahoo! JAPANアプリで通知をお届けします! 2019年7月16日リリース!</small>	

※キキクル(危険度分布)の通知サービスについては、上記の5つの事業者でも実施しています。各社のアプリ等の仕様により通知の条件が異なる場合がありますので、詳しくは各社の説明をご覧ください。
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/knownow/bosai/ame_push.html

日頃からの準備と早めの防災行動を!

平常時からの備え + 災害時

地域の災害リスクを知る + 災害から身を守るための知識・意識・訓練 → 「情報」を活用して安全確保行動を

ハザードマップ、防災町歩き、災害記念碑、図上訓練などで地域に起きるかもしれない災害を知ろう!

災害の知識、防災情報、とるべき行動などについて確認し、家族で話し合ったり、訓練をしておこう!

入手できる情報を活用して、早め早めの安全確保行動をとろう!

〇〇市 大雨・洪水警報 早めに避難してください

明るうちに避難所へ!

大雨の中の避難は危険!
 ・2階以上への避難が安全な場合も!

どんなときにどこが危ない?

・大雨警報
 ・土砂災害警戒情報
 ・津波警報
 ・避難勧告などの発表・発令でどうする?

“自分だけは大丈夫”という考えは捨てる!!

気象庁 24

最新の気象情報を
気象庁ホームページでご確認ください！



はれるん
気象庁マスコットキャラクター

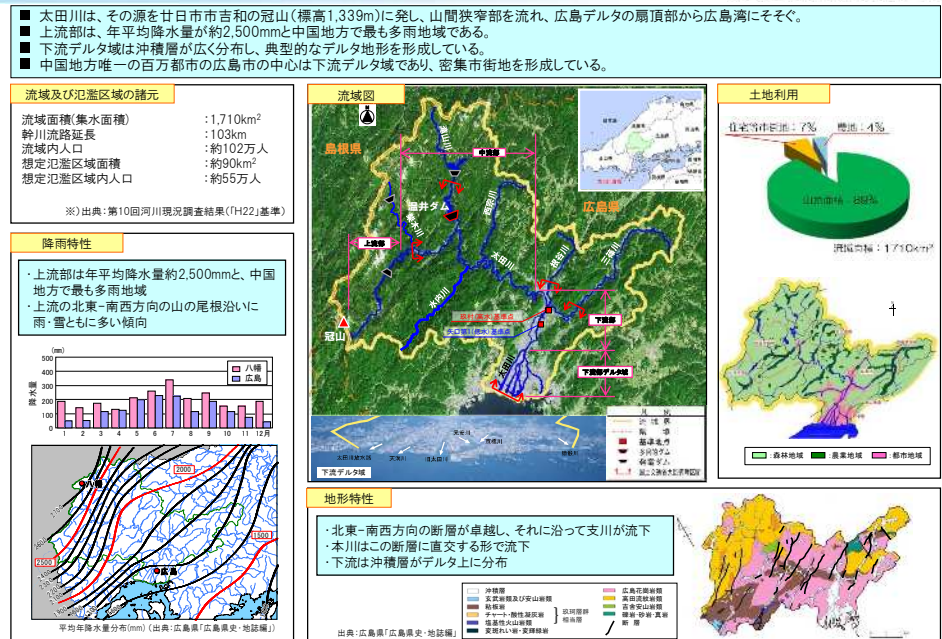
太田川の特徴と河川整備について

国土交通省 太田川河川事務所

令和4年2月4日

1. 太田川水系の特徴
2. これまでの主な治水対策
3. 太田川における近年の災害
4. 太田川水系の治水計画
5. これからの取り組み

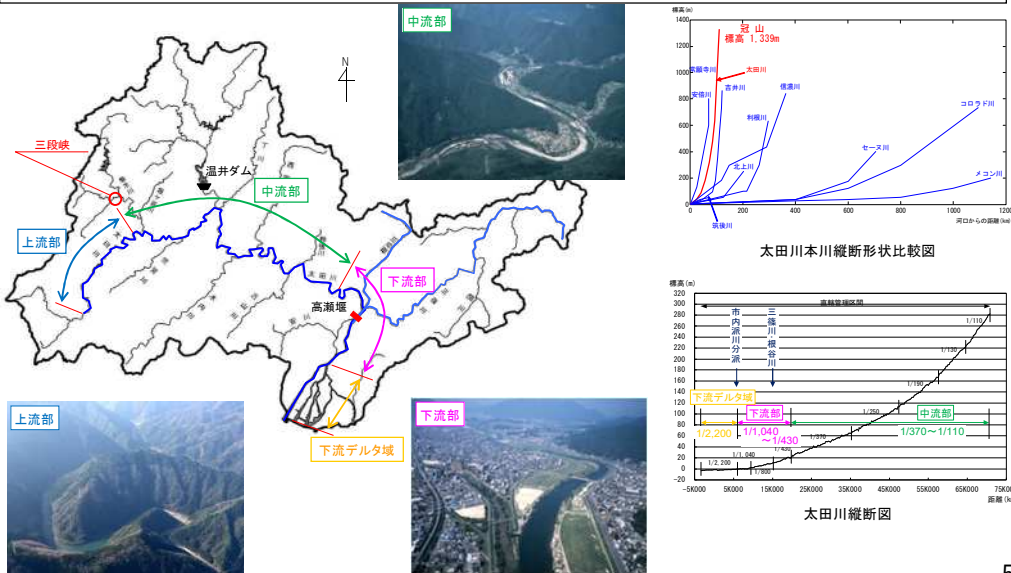
太田川水系の概要



1. 太田川水系の特徴

太田川水系の特徴①

- 中流部は、両岸に山地の迫る山間部を流れ、河床勾配は1/400~1/100と急勾配であり、大きく蛇行を繰り返しながら流下する。
- 下流部は、山間部から平野部に変化する扇状地であり、河床勾配も徐々に緩くなり下流端では1/1,000程度となる。
- 下流デルタ域は、太田川の運搬する土砂の堆積作用により地形が形成され縦断勾配も緩く、潮位変動の大きな瀬戸内海の影響を受け汽水域が広がる。



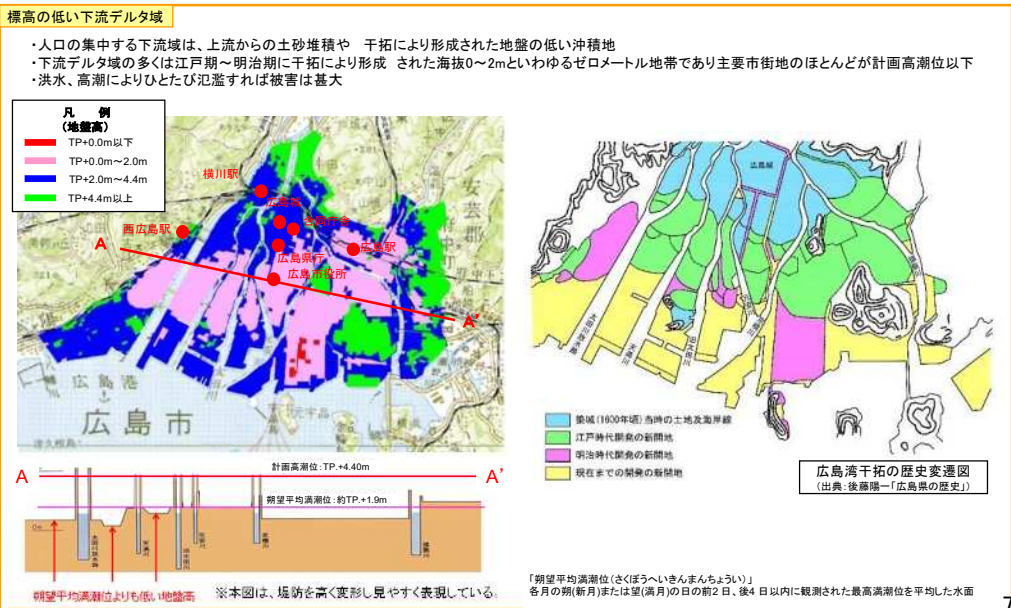
太田川水系の特徴②(下流デルタ域)

- 太田川は下流デルタ域で6本の川に分かれ流下し、市街地に占める水面面積も大きなことから、「水の都ひろしま」と呼ばれ、河川空間利用が盛んである。
- 市内派川には、江戸期の舟運が盛んだった往時を偲ぼせる雁木等の歴史的建造物が存在し、京橋川の雁木群は近代土木遺産Aランクに登録された。



太田川水系の特徴③(下流デルタ域)

- 下流デルタ域の市街地は江戸期~明治期に干拓により形成されたいわゆるゼロメートル地帯 洪水・高潮によりひとたび氾濫すれば被害は甚大である。



太田川水系の特徴④(下流デルタ域の地形)



洪水発生日月 (発原因)	流域平均 2日雨量 (玖村上流) (mm/2日)	流域(m ² /s) <地点名>	被害状況	備考
昭和18年9月20日 (台風第26号)	298	約6,700 ^{※1} <西原>	水害区域面積：32,811町歩 被災家屋数：17,632戸(家屋全壊 471戸、半壊 574戸 流失 459戸、床上浸水 16,128戸)	
昭和20年9月18日 (枕崎台風)	259	約5,900 ^{※2} <西原>	水害区域面積：10,651町歩(広島県内) 被災家屋数：50,028戸(家屋全壊 2,127戸、半壊 3,375戸 床上浸水 24,168戸、床下浸水 20,358戸)(広島県内)	昭和23年 改修計画 計画高水流量 6,000m ³ /s <西原地点>
昭和25年9月13日 (キシア台風)	237	約4,500 ^{※2} <西原>	水害区域面積：3,594町歩 被災家屋数：28,503戸(家屋全壊 403戸、流失 3戸 床上浸水 4,592戸、床下浸水 23,505戸)	
昭和26年10月16日 (ルース台風)	259	約4,500 ^{※3} <西原>	水害区域面積：1,550町歩 被災家屋数：2,712戸(家屋流失全壊 88戸、半壊 98戸 床上浸水 84戸、床下浸水 2,442戸)	昭和50年 工事業基本計画 基本高水のピーク流 量
昭和40年7月23日 (梅雨前線)	219	約4,300 ^{※2} <玖村>	水害区域面積：494ha 被災家屋数：851戸(家屋全壊 3戸、半壊 3戸、流失2戸 床上浸水 118戸、床下浸水 725戸)	1,200m ³ /s 計画高水流量
昭和47年7月12日 (昭和47年7月豪雨)	309	約6,800 ^{※2} <玖村>	水害区域面積：約200ha 被災家屋数：約1,000戸	7,500m ³ /s <玖村地点>
平成11年6月29日 (梅雨前線)	154	約3,800 ^{※2} <矢口第1>	水害区域面積：不明 被災家屋数：324戸(家屋全壊 13戸、半壊 8戸 床上浸水 110戸、床下浸水 193戸)	
平成17年9月7日 (台風第14号)	240	約7,200 ^{※2,8} <矢口第1>	水害区域面積：約130ha 被災家屋数：486戸(家屋全壊 4戸、一部損壊 44戸 床上浸水 284戸、床下浸水 154戸)	平成19年 河川整備基本方針 基本高水のピーク流 量
平成22年7月14日 (梅雨前線)	241	約4,500 ^{※2} <矢口第1>	水害区域面積：約34ha 被災家屋数：約70戸	1,200m ³ /s 計画高水流量
平成26年8月20日 (平成26年8月豪雨)	61 227 ^{※6}	約1,000 ^{※2} <矢口第1> 約610 ^{※8,9} <新川橋(根谷川)>	水害区域面積：約37ha 被災家屋数：約352戸 ※水害区域面積、被災家屋数は根谷川流域の値	8,000m ³ /s <玖村地点>
平成30年7月6日 (平成30年7月豪雨)	301 405 ^{※7}	約4,600 ^{※2} <矢口第1> 約1,600 ^{※2,8} <中深川(三篠川)>	水害区域面積：約167ha 被災家屋数：約787戸 ※水害区域面積、被災家屋数は三篠川流域の値	

注) 流量の欄の<>内は、観測地点名を示す。
※1: 痕跡水位の観測勾配から等流計算により算定 ※2: H-O式による計算値 ※3: 「太田川改修三十年史」記載値 ※4: 流量観測値
※5: 流出計算による推定値 ※6: 根谷川流域平均2日雨量(mm/2日) ※7: 三篠川流域平均2日雨量(mm/2日) ※8: 観測史上最大規模の流量(太田川、根谷川、三篠川の流量観測所における平成30年までの50年～65年間の観測記録の最大流量(H-O式による計算値)。
※9: 観測史上最大規模の流量(太田川、根谷川、三篠川の流量観測所における平成30年までの50年～65年間の観測記録の最大流量(H-O式による計算値)。

2. これまでの主な治水対策

太田川放水路の建設

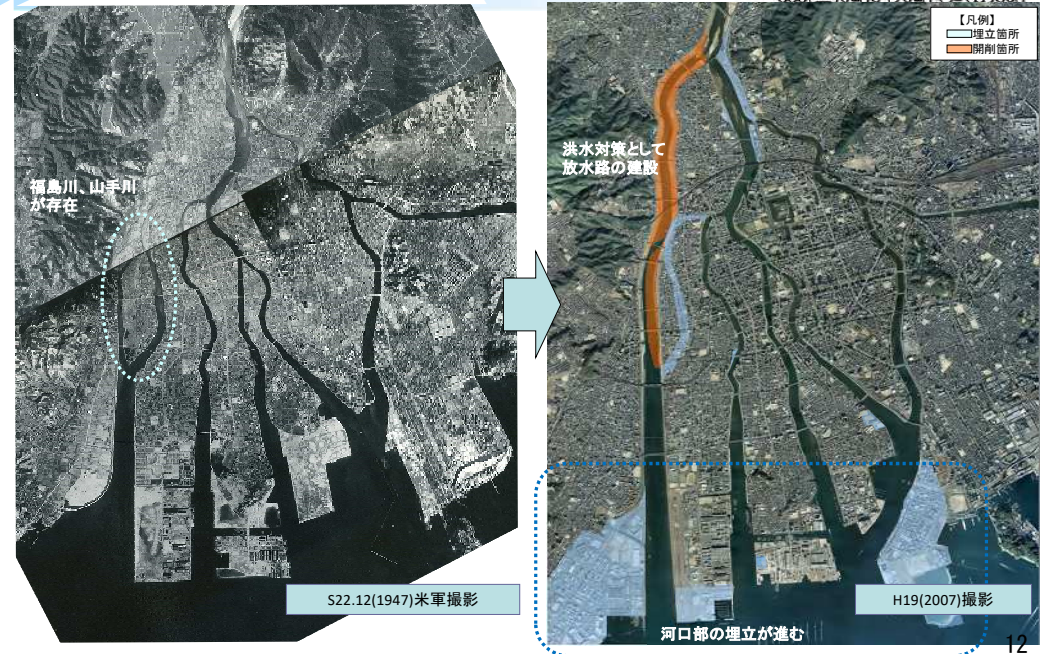
■昭和7年の治水計画、昭和9年の着工より、戦時中の工事中断、昭和23年の計画流量配分の見直しを経て昭和40年に完成した。
■放水路事業により、太田川下流部の安全度を守るとともにその後の広島市の発展に計り知れない効果を与えることとなった。



- 昭和2年 太田川改修計画の骨子策定 (福島川と山手川を利用して放水路を開削)
- 昭和7年 帝国議会太田川改修費を予算付け、太田川改修のため用地測量着手
- 昭和9年 太田川改修工事起工
- 昭和19年 太平洋戦争による中断
- 昭和26年 本格的工事の再開
- 昭和36年 祇園水門の工事開始
- 昭和37年 大芝水門の工事開始
- 昭和39年 大芝水門完成
- 昭和40年 祇園水門完成
- 昭和40年5月 通水式
- 昭和43年3月 太田川放水路完成



放水路整備前後の市内派川状況



高瀬堰の建設

■高瀬堰は、太田川水系太田川(河口から13k620地点)に治水・利水・発電の目的を有する、多目的堰として建設された。
 ■水資源の合理的な利用と管理の高度化を図るなど、太田川総合開発の一環をなすものとして計画された。



高瀬堰の概要

〇目的

- ①洪水の安全な流下: 旧高瀬堰を可動堰に改築したことにより、計画高水流量8,000m³/sの疎通に対応
- ②利水: 日量164,000m³の上水道用水を生み出し、可部発電所を通じて根谷川に放流される土師ダム(江の川水系)からの分水量日量300,000m³を上水道用及び工業用水として、広島市、呉市、竹原市及び広島県等、5市5町に供給
- ③発電放流水の逆調整: 逆調整容量230,000m³を利用して、中国電力株式会社可部発電所から根谷川に流れる発電放流水による本川下流部の急激な水位の変動を防ぐため、高瀬堰により調整

〇施設概要

- ・堰の形式: 可動堰、堰高: 5.5m、堰長: 273m、敷高: T.P.+8.15m
- ・計画高水流量: 8,000m³/s
- ・集水面積: 1,480km²

下流デルタ域の治水安全度向上(放水路完成)に伴い、古川の締切を行うとともに、高瀬堰の可動化により旧川跡が发展・市街化。



温井ダムの建設

事業の概要

- ・温井ダムは洪水防御、河川環境の保全、水道水の供給、発電を行う多目的ダムである。
- ・昭和42年度から予備調査を行い、昭和49年度から実施計画調査を実施、昭和52年度から建設工事に着手し、平成13年10月に竣工した。
- ・国内のアーチ式ダムとしては、黒部ダムに次ぐ第2位の堤高を有する。

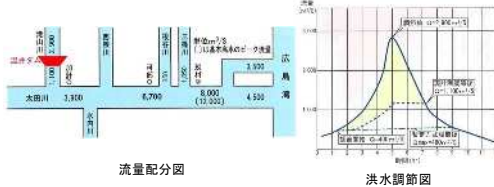
ダムの諸元

形式: アーチ式コンクリートダム
 堤頂高: EL385.0m (非越流部堤高)
 堤高: 156.0m (アーチ式国内第2位)
 堤頂長: 382.0m
 堤体積: 約810,000m³
 総貯水容量: 約82,000千m³
 洪水調節容量: 約41,000千m³
 洪水期利水容量: 約38,000千m³



洪水調節

ダム地点の計画高水流量 2,900m³/sのうち、1,800m³/sの洪水調節を行う。



地域活性化

水位低下放流の一環公園

安芸太田いわいマラソン
高井ダムレスト/フィニッシュ地帯とした8.8kmのウルトマラソン

温井ダム周辺来客数の推移

年度	来客数(万人)
H23	~8
H24	~9
H25	~10
H26	~11
H27	~12

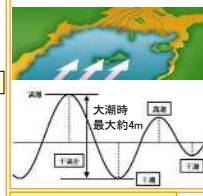
高潮対策の実施

■広島湾は瀬戸内海の中で干満差が最も大きく、広島市街中心部の地盤も低く広島湾が南に開け台風風の吹き寄せを受けやすく、高潮に対し脆弱である。

主な高潮と高潮計画

年	高潮	最高水位	最低水位
昭和26年10月(ルース台風)	高潮	T.P.+1.78m	観測: 1.90m
昭和29年12月(伊勢湾台風)	高潮	T.P.+2.26m	観測: 2.26m
昭和39年9月(台風19号)	高潮	T.P.+2.70m	観測: 1.30m
昭和53年9月(台風18号)	高潮	T.P.+2.91m	観測: 1.81m
平成4年9月(台風16号)	高潮	T.P.+2.78m	観測: 0.9m
平成11年9月(台風18号)	高潮	T.P.+2.74m	観測: 1.84m
平成16年9月(台風18号)	高潮	T.P.+2.96m	観測: 2.02m
平成19年9月(台風19号)	高潮	T.P.+2.78m	観測: 1.79m
平成26年8月(台風18号)	高潮	T.P.+2.96m	観測: 2.09m
平成27年10月(台風14号)	高潮	T.P.+2.76m	観測: 0.9m

高潮に対して脆弱な市街地



- ・広島市街中心部の地盤が低いため、常時から被災しやすい環境
- ・広島湾は南に向いており、台風風の吹き寄せの影響を受けやすい
- ・広島湾は瀬戸内海で最も干満差が大きいため、満潮と高潮が重なると被害大



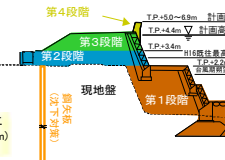
高潮堤防計画と段階施工

計画

高潮計画は、台風期の朔望平均満潮時に広島湾に最も危険なコース(昭和28年10月ルース台風と伊勢湾台風規模の台風が通過した場合を想定

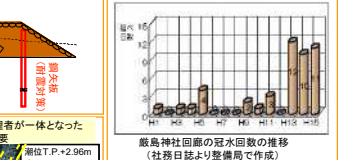
施工

- ・軟弱地盤対策であることを考慮し、4段階施工
- ・近年の高潮被害を踏まえ、第2段階(T.P.+3.4m)までを先行して施行



宮島(厳島神社)の冠水頻度

- ・近年の海面水位の上昇傾向や、黒瀬流路の航行による異常高潮の影響により、瀬戸内海に於ける潮位は高くなる傾向
- ・上記により厳島神社の冠水頻度は近年急増



高潮対策の効果

- ・中心市街地において高潮対策の効果を実感に発揮
- ・河川・港湾管理者が一体となった高潮整備が必要



支川の河川改修(根谷川)

○根谷川改修は昭和43年度より本格的な改修に着手し、昭和56年度までに下流部の約3kmが完了。
 ○残る約2.5km区間について、寺山掘削、可部高校移転による河道拡幅、堰改築、橋梁架替(4橋)、築堤、河道掘削等を行い、戦後最大流量を記録した平成26年8月洪水対応は令和2年度までにほぼ完成。

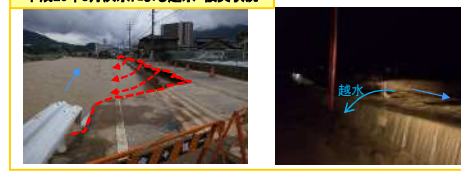
平成23年撮影



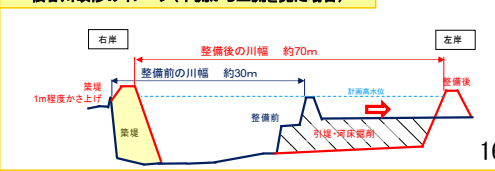
令和3年8月撮影



平成26年8月洪水による越水・被災状況

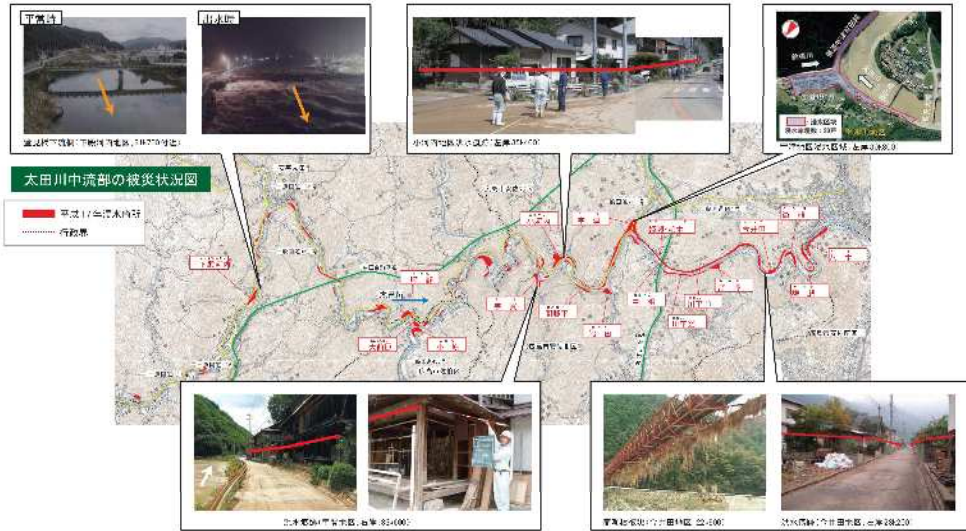


根谷川改修のイメージ(下流から上流を見た場合)



平成17年9月洪水の被災状況

- 平成17年9月の台風14号による洪水では、矢口第一観測所において戦後最大流量(7,200 m³/s)を記録。
- 太田川中流部では、洪水ピーク時に高いところで家屋の軒下まで浸水するなど116棟で床上浸水被害が発生。



床上浸水対策特別緊急事業

- 平成17年9月の台風14号による被害をうけて、国土交通省では平成19年度から平成28年度で、家屋の床上浸水及び要援護者支援施設の浸水被害の発生した18地区において、再び平成17年9月洪水と同規模の洪水が生じた場合でも被害発生を防止することを目的とした対策(床上浸水対策特別緊急事業)を実施



治水対策の効果

太田川史上最大規模の洪水となった昭和18年9月洪水、昭和47年7月洪水、平成17年9月洪水時の浸水区域を比較すると、太田川放水路(昭和42年完成)、高瀬堰(昭和50年完成)、温井ダム(平成14年完成)などの治水対策の効果により、太田川下流部・下流デルタ域で大きく被害が軽減されています。

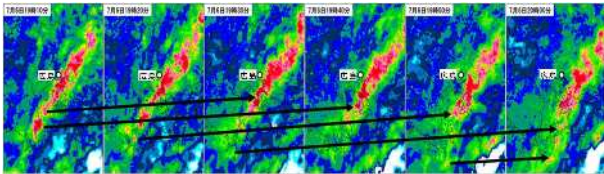


3. 太田川における近年の災害 (平成30年7月豪雨)

平成30年7月豪雨の概況

【気象の概要】

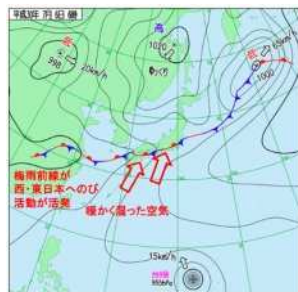
7月5日(木)から本州付近に停滞する梅雨前線の活動が活発になり、中国地方では降り始めからの総雨量が450mmを超え、昭和47年7月豪雨以来の記録的な豪雨となりました。特に、長時間の降水量について全国の多くの観測地点で観測史上1位を更新し、24時間降水量は76地点、48時間降水量は124地点、72時間降水量は122地点で観測史上1位を更新しました。



雨量レーダー画像(広島地方気象台)



平成30年7月豪雨の被害状況



7月6日6時の天気図

【三篠川の被災の状況】

三篠川では、中深川地点において、氾濫危険水位(3.3m)を約1.7m上回り、計画高水位(5.24m)に迫る観測史上最大の洪水が発生しました。この洪水に伴い、三篠川沿川では、越水・溢水及び内水により家屋等の浸水被害が発生したほか、鳥声橋の流失(大臣管理区間)、JR芸備線の第一三篠川橋梁の流失(県管理区間)及び堤防の欠損などの被害が発生しました。

三篠川(大臣管理区間)の浸水面積及び浸水戸数

浸水面積 (ha)	浸水戸数	床上浸水戸数	床上浸水戸数
57	444	249	195

※広島県管理区間の家屋浸水被害は約343戸、浸水区域面積110ha
※数値は連続値

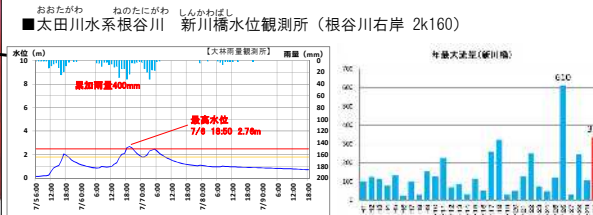
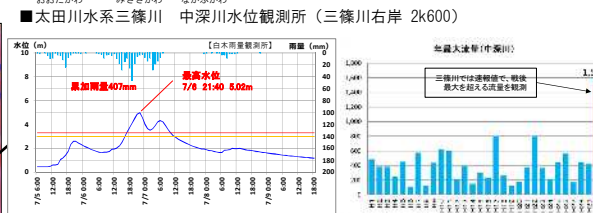
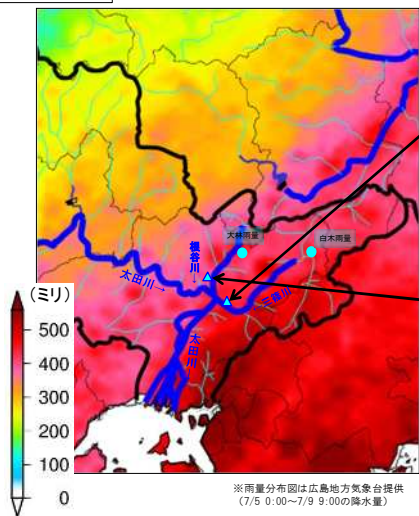


太田川水系三篠川、根谷川流域の雨量・水位・流量概況

- 平成30年7月5日(木)から7日(土)にかけて、梅雨前線が本州付近に停滞し、この前線へ向かって暖かく湿った空気が流れ込み、前線の活発な活動が続いたため、太田川流域でも断続的に非常に激しい雨が降り、多いところでは降り始めからの累加雨量が400mmを超えました。
- この雨により、太田川水系三篠川の中深川水位観測所及び根谷川の新川橋水位観測所において**氾濫危険水位を超過**しました。

※太田川流域の国土交通省及び気象庁の雨量観測地点のうち、白木雨量観測所など6地点で累加雨量400mmを超過。

雨量分布図



H30.7豪雨 被災状況(太田川水系三篠川・根谷川)

- 太田川水系三篠川では、越水、溢水及び内水により家屋等の浸水被害が発生したほか、鳥声橋の流失(国管理区間)、JR芸備線の第一三篠川橋梁の流失(県管理区間)及び堤防の欠損などの被害が発生しました。
- 太田川水系根谷川においても、堤防の欠損が発生しました。



太田川水系 三篠川右岸4k200付近(安佐北区上深川地区)

○位置図



○災害復旧箇所



○三篠川被災状況



○緊急対策工事



○本復旧工事の状況(令和2年3月完了)



太田川水系 三篠川右岸5k600付近(安佐北区上深川地帯)

○位置図



○緊急対策工事

※緊急対策工事を平成30年7月17日に完了



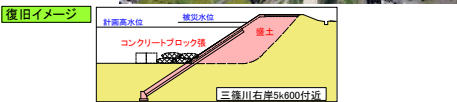
○本復旧工事の状況(令和元年6月完了)

R1年7月撮影



○災害復旧箇所

堤防・法復旧工事(工事延長L=329m)



○三篠川被災状況



太田川水系 三篠川左岸6k300付近(安佐北区上深川地帯)

○位置図

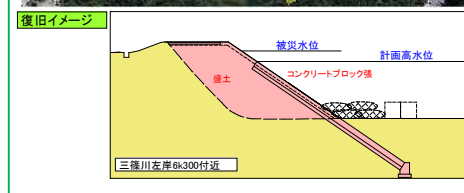


○被災状況



○災害復旧箇所

堤防・法復旧工事(工事延長L=387m)



○本復旧工事の状況(令和2年3月完了)

R2年3月撮影



平成30年7月豪雨対策進捗状況(三篠川 国管理区間)

- 平成30年7月豪雨により被災した護岸等については全て復旧済み。
- 水位上昇により浸水被害が発生した堤防未整備の4箇所うち、全4箇所ですべて堤防整備に着手。(平成30年7月豪雨と同規模の水位における浸水被害防止を目的)
- 平成30年7月豪雨と同規模の流量を安全に流下させるため、堤防整備や河道掘削等の対策を、広島県管理区間の整備とあわせ、令和5年度の完成を目指す。

令和3年12月末時点



4. 太田川水系の治水計画

太田川水系河川整備基本方針(H19.3策定)



流域及び氾濫域の概要

- 流域には中四国地方唯一の百万都市である広島市街地が形成され、中核管理機能が集積
- 太田川下流デルタ域の市街地は江戸期～明治期に干拓により形成されたいわゆるゼロメートル地帯。洪水・高潮によりたびたび氾濫すれば被害は甚大



災害の発生防止又は軽減

- 工事実施基本計画策定後に計画を変更するような出水は発生しておらず、流量確率(1/200相当)や既往洪水の検証等を踏まえ、基本方針において既に既定計画の基本高水ピーク流量12,000m³/s(改村)を踏襲

【流量配分図】



- 太田川(放水路)、市内派川、高圧配水管等の流下能力を総合的に勘案し、計画高水流量を基準点改村において8,000m³/s(既定計画)7,500m³/sと設定
- 基本高水流量と計画高水流量の差分については、上流既設ダムの有効利用率により対応
- 高潮対策については引き続き関係機関と連携・調整し、広島湾域として一体となって実施
- 中・上流部における床上浸水対策は、地域毎の地形特性・居住形態に応じて、①遊積堤の整備、②橋中堤の整備、③道路の高上りにあわせた宅地の高上げ等の対応

河川環境の整備と保全

- 自然豊かな河川環境を保全。治水
- 市内派川を含む河口域では、国・県・市が協力して「水の都ひろしま」構想を基に、水辺の賑わいをもたらす活動の支援を実施
- アユ、サツキユス等の回遊魚が生活史を変えるため縦断的な生態環境を確保
- 多様な動植物の生態系としての干潟環境の保全・確保

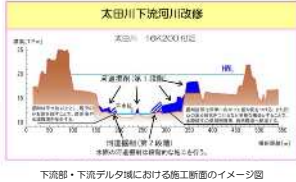


太田川水系河川整備計画(河川整備の実施に関する事項)

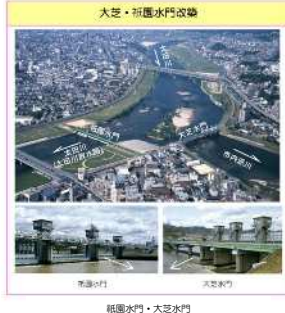


○下流部

洪水対策
 下流部においては、河道の配分流量に対して流下能力が不足している箇所において河道掘削や堤防整備等を実施します。

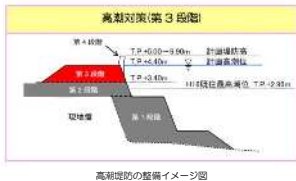


大芝水門、新堰水門の改修
 大芝水門、新堰水門については、太田川(及び市内派川)に計画との分率比で取水を確保するために、既設土留大の平成17年9月洪水等の検証を踏まえつつ、計画高水流量を超える洪水や計画高水を上回る出水が発生しても、広島市中心部地域に甚大な浸水被害が発生しないよう、水門の構造・操作方法等を必要に応じて検討を行い、改修を実施します。



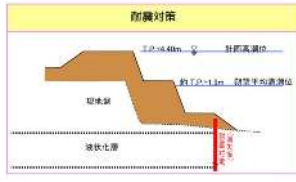
高潮対策

下流デルタ域においては、河川整備基本方針で定めた計画高水(17.4m(第1段階)までの高潮防衛的整備を実施します。ただし、房川の利用状況等を踏まえ、段階的工が可能な区間については、計画高潮までの整備を検討し、必要に応じて対策を実施します。また、気象変動による高潮上陸への対応について検討を行い、必要に応じて対策を実施します。



地震対策

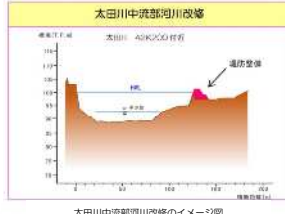
下流デルタ域においては、想定される最大クラスの地震動(レベル2地震動)に対する防衛的対策を実施します。また、高潮防衛的整備を実施している箇所においては、堤防の維持管理に併せて、必要に応じて対策を実施します。また、気象変動による高潮上陸への対応について検討を行い、必要に応じて対策を実施します。



注) 今後の河床変動、調査や測量結果等により、掘削形状や堤防形状は変更される可能性があります。

○中流部

洪水対策
 中流部においては、平成17年9月洪水に対して床上浸水防止を図ります。整備に連携した堤防の整備や河道掘削等による洪水調節だけでなく、災害リスクを軽減した土地利用(防災機能強化)の設定、防災意識啓発(防災訓練)等を進めるために関係機関や地域住民と連携、調整を図るとともに、幹川中流部等の局所的な対策により効率的に災害の発生防止又は軽減を図ります。また、具体的な施設等については、関係機関と連携・調整を図りながら検討を行います。



注) 今後の河床変動、調査や測量結果等により、掘削形状や堤防形状は変更される可能性があります。

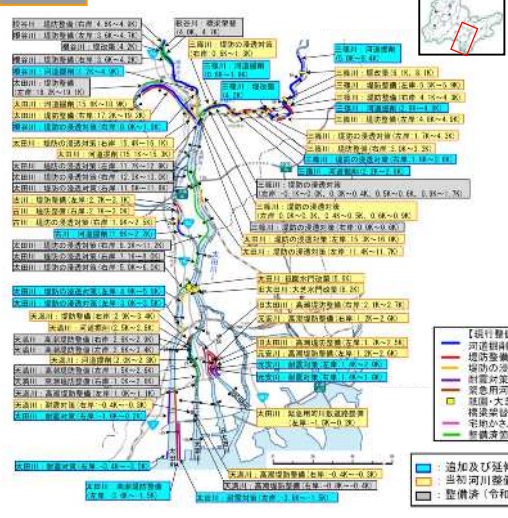
太田川水系河川整備計画(R2.11変更策定)



- 河川整備計画は、「太田川水系河川整備基本方針」(平成19年3月)に沿って概ね30年で、下流デルタ及び下流部の浸水被害の防止、中流部の浸水被害の軽減、支川の浸水被害の防止又は軽減を目標に、堤防整備、河道掘削等の河川工事、維持管理等の内容を定めたもの。
- 平成23年5月に太田川水系河川整備計画【国管理区間】を策定。
- 近年は平成26年8月豪雨など洪水被害が相次ぎ、平成30年7月豪雨では太田川流域全体では観測史上最大に迫る2日雨量を記録。
- このため、気候変動の影響による降雨状況を含み、令和2年11月に太田川水系河川整備計画【大臣管理区間】(変更)を策定。

整備箇所

■太田川下流部、下流デルタ、支川



■太田川中流部

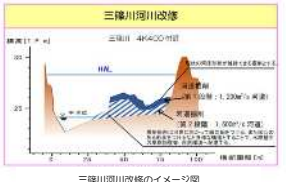


太田川水系河川整備計画(河川整備の実施に関する事項)



○支川三穂川

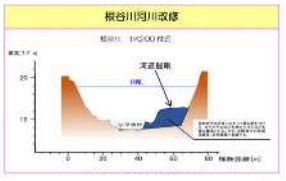
洪水対策
 三穂川においては、河道の目標流量に対して、流下能力が不足している箇所において河道掘削や改修、堤防整備を実施します。また、平成30年7月豪雨による洪水被害を踏まえ、段階的の具体的な内容整備を行います。



注) 今後の河床変動、調査や測量結果等により、掘削形状や堤防形状は変更される可能性があります。

○支川根谷川

洪水対策
 根谷川においては、河道の目標流量に対して、流下能力が不足している箇所において河道掘削を実施します。



○支川古川

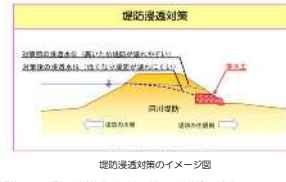
洪水対策
 古川においては、河道の目標流量に対して、流下能力が不足している箇所において河道掘削を実施します。また、太田川の洪水被害に対する増設が可能な箇所において河道掘削等を実施します。



注) 今後の河床変動、調査や測量結果等により、掘削形状や堤防形状は変更される可能性があります。

○その他の対策

河川防衛的浸透対策
 太田川下流部及び三穂川、根谷川、古川については、過去の河川整備事業の浸透に対する安全性が相対的に低い箇所より、河川防衛的浸透対策を実施します。



○内水氾濫対策

管内の床上浸水等、内水氾濫による浸水被害の対策については、支川管理者ならびに関係機関や地域と一体となって、適切な対応を図るとともに、必要に応じて内水被害の軽減を図ります。また、気候変動による高潮上陸への対応について検討を行い、必要に応じて対策を実施します。

○施設の能力を上回る洪水への対策

施設の能力を上回る洪水が発生し、堤防の決壊により浸水が生じた場合でも、洪水時の被害の軽減を図る対策を実施します。



4. これからの取り組み (流域治水)

- 気候変動の影響や社会状況の変化などを踏まえ、河川の流域のあらゆる関係者が協働して流域全体で行う治水対策、「流域治水」へ転換。
- 治水計画を「気候変動による降雨量の増加などを考慮したもの」に見直し、集水域と河川区域のみならず、氾濫域も含めて一つの流域として捉え、地域の特性に応じ、①氾濫をできるだけ防ぐ、減らす対策、②被害対象を減少させるための対策、③被害の軽減、早期復旧・復興のための対策をハード・ソフト一体で多層的に進める。

① 氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策

集水域
雨水貯留機能の拡大
【県・市、企業、住民】
雨水貯留浸透施設の整備、ため池等の治水利用

河川区域
流水の貯留
【国・県・市・利水者】
治水ダムの建設・再生、利水ダム等において貯留水を事前に放流し洪水調節に活用

【国・県・市】
土地利用と一体となった遊水機能の向上

持続可能な河道の流下能力の維持・向上
【国・県・市】
河床掘削、引堤、砂防堰堤、雨水排水施設等の整備

氾濫水を減らす
【国・県・市】
「粘り強い堤防」を目指した堤防強化等

② 被害対象を減少させるための対策

リスクの低いエリアへ誘導／住まい方の工夫
【県・市、企業、住民】
土地利用規制、誘導、移転促進、不動産取引時の水害リスク情報提供、金融による誘導の検討

浸水範囲を減らす
【国・県・市】
二線堤の整備、自然堤防の保全

氾濫域
土地のリスク情報の充実
【国・県】
水害リスク情報の空白地帯解消、多段階水害リスク情報を発信

避難体制を強化する
【国・県・市】
長期予測の技術開発、リアルタイム浸水・決壊把握

経済被害の最小化
【企業、住民】
工場や建築物の浸水対策、BCPの策定

住まい方の工夫
【企業、住民】
不動産取引時の水害リスク情報提供、金融商品を通じた浸水対策の促進

被災自治体の支援体制充実
【国・企業】
官民連携によるTEC-FORCEの体制強化

氾濫水を早く排除する
【国・県・市等】
排水門等の整備、排水強化



太田川水系流域治水プロジェクト【位置図】 ～水の都ひろしまを守る流域治水対策の推進～

- 令和元年東日本台風では、各地で戦後最大を超える洪水により大きな被害が発生したことを踏まえ、太田川水系においても事前防災対策を進める必要があります。
- 太田川の下流デルタ域には、人口・資産等の都市機能が集中する中国・四国地方最大の都市である広島市の中心市街地が広がっており、洪水に対する被害ポテンシャルは非常に高いことを踏まえ、洪水時の水位を下げる河道掘削や内水被害を軽減する排水機能増強などの事前防災対策を進めます。
- 以下の取り組みを実施していくことで、国管理区間において、下流デルタ域および下流部では年超過確率1/100程度の洪水を安全に流下させ、流域における浸水被害の軽減を図ります。あわせて、迅速かつ適切な情報収集・提供体制を構築し、ホットラインを含めた確実な避難行動に資する情報発信などの取り組みを実施し「逃げ遅れゼロ」を目指します。



太田川水系流域治水プロジェクト【ロードマップ】 ～水の都ひろしまを守る流域治水対策の推進～

- 太田川では、上下流本支川の流域全体を俯瞰的にとらえ、流域に關連する機関が一体となって、以下の手順で「流域治水」を推進します。
- 【短期】広島市街地(下流デルタ域の国管理区間)の堤防整備や水門改築等を実施。さらに近年の被災箇所や安全度の低い箇所対策(国、自治体)を実施し、安全度の向上を図ります。また、府中町では立地適正化計画の作成を目指します。
- 【中長期】広島市街地(下流デルタ域の広島県管理区間)、太田川下流部、中流部や各支川における浸水被害を防ぐため、河道掘削等(国、自治体)を実施し、流域における浸水被害の軽減を図ります。あわせて、立地適正化計画の運用、逃げ遅れゼロを目指した、多機能連携型タイムラインの推進、出前講座を活用した防災教育の推進などソフト対策を継続的に実施します。

区分	対策内容	実施主体	時期	進捗状況
氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策	広島市街地(下流デルタ域)の堤防整備	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	河道掘削	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	護岸整備	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	利水ダム等(温井ダム、立岩ダム、樟床ダム等)における事前放流等の実施	中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	砂防堰堤等の整備	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	雨水幹線整備	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	森林の整備・保全	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	治山施設の整備	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	排水機整備	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	ポンプ場の改良	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
被害対象を減少させるための対策	立地適正化計画の作成・運用	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	多機能連携型タイムラインの推進	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	出前講座を活用した防災教育の推進	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	水防訓練の実施	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	洪水時の引川情報の見える化	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	ハザードマップの作成・周知	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	水防活動の効率化および水防体制の強化	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	避難体制の強化	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	経済被害の軽減	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中
	早期復旧・復興のための対策	広島市、中国電力(株)	令和元年～令和7年	進行中



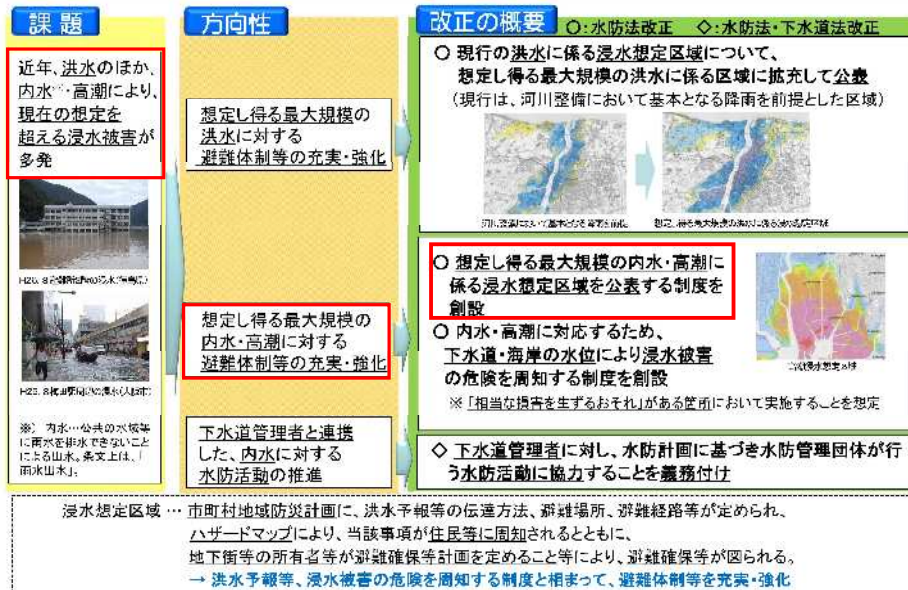
※スケジュールは今後の事業進捗によって変更となる場合があります。

広島県における想定最大規模の高潮浸水予測シミュレーション

復建調査設計株式会社
沿岸・地震防災部
若槻 好孝

最大規模の洪水・内水・高潮への対策[ソフト対策]

<水防法の一部改正> (平成27年7月)



(国土交通省：HP)

広島県における想定最大規模の高潮浸水想定区域図の作成

【技術相談】

国土交通省 水管理・国土保全局 海岸室、中国地方整備局 河川部地域河川課

【アドバイザー】

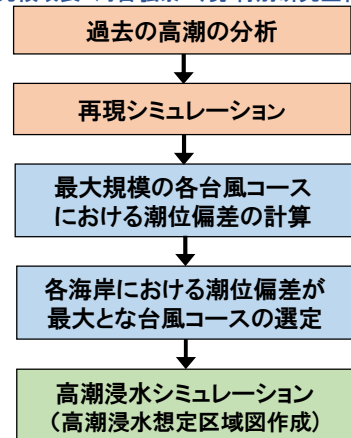
国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 海岸研究室長 加藤史訓

国土交通省 港湾空港技術研究所 海洋情報・津波研究領域長 河合弘泰（現 特別研究主幹）

高潮浸水想定区域図作成の手引き
Ver. 2.10

令和3年7月

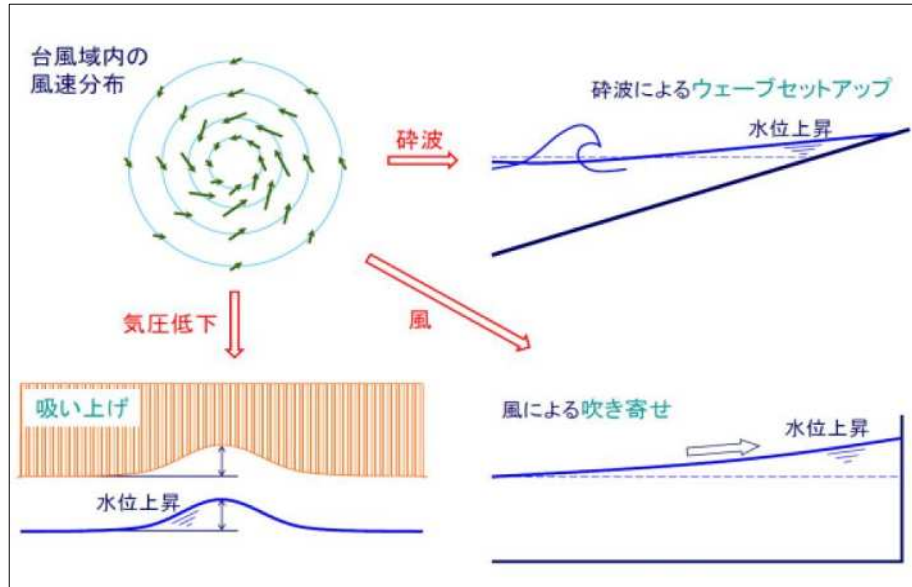
農林水産省 農村振興局 整備部 防災課
農林水産省 水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課
国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課
国土交通省 水管理・国土保全局 海岸室
国土交通省 港湾局 海岸・防災課



高潮浸水シミュレーションのフロー

過去の高潮の分析

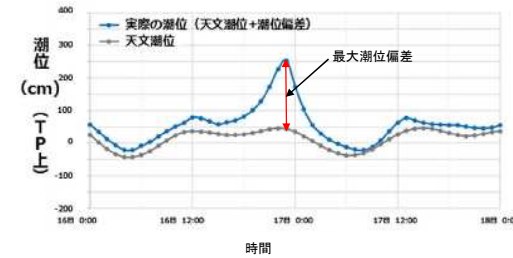
台風による高潮発生メカニズム



【用語の解説】

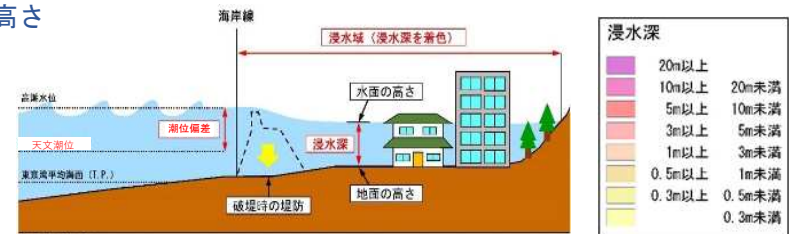
①潮位偏差

・月や太陽の影響による平常時の潮位（天文潮位）と、気象などの影響を受けた実際の潮位との差



②浸水深

・陸上の各地点で水面が最も高い位置に来たときの地面から水面までの高さ



広島県における過去の台風被害

【昭和20年台風16号（枕崎台風）】

- ・発生年月日：S20. 9. 17~18
- ・中心気圧（広島）：962hPa
- ・最大風速：51m/s
- ・最大潮位偏差：不明
- ・死者：1,229人
- ・負傷者：1,054人
- ・行方不明者：788人
- ・床上浸水：24,168戸
- ・床下浸水：23,359戸



枕崎台風の経路



昭和20年9月17日における呉市氾濫分布図 (広島県：HP)

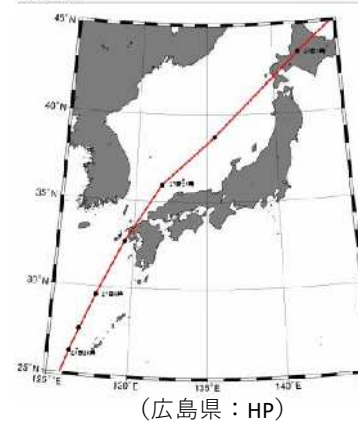
広島県における過去の台風被害

【平成3年台風19号】

- ・発生年月日：H3. 9. 27~28
- ・中心気圧（広島）：945hPa
- ・最大風速：45m/s
- ・最大潮位偏差：1.5m

項目		19号
人の被害	死者	6
	重傷	4
	軽傷	45
	人の被害計 (人)	55
住家の被害	全壊	50
	半壊	442
	一部損壊	22,661
	床上浸水	3,005
	床下浸水	9,162
	住家の被害計 (戸)	35,320

■台風経路



被害写真

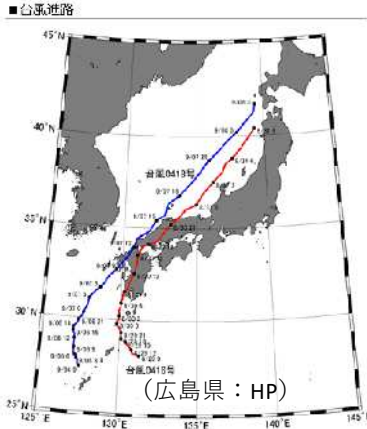


広島県における過去の台風被害

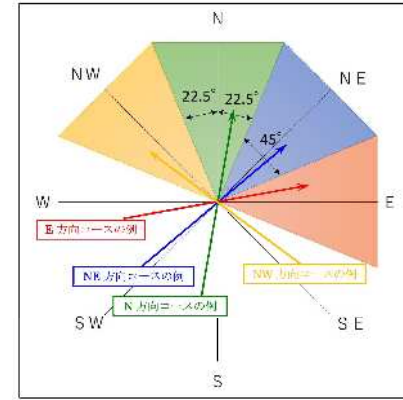
【平成16年台風16号、18号】

- 発生月日：8.30~31(T16)、9.7(T18)
- 中心気圧(広島)：965hPa(T16)、950hPa(T18)
- 最大風速：35m/s(T16)、40m/s(T18)
- 最大潮位偏差：1.73m(T16)、1.79m(T18)

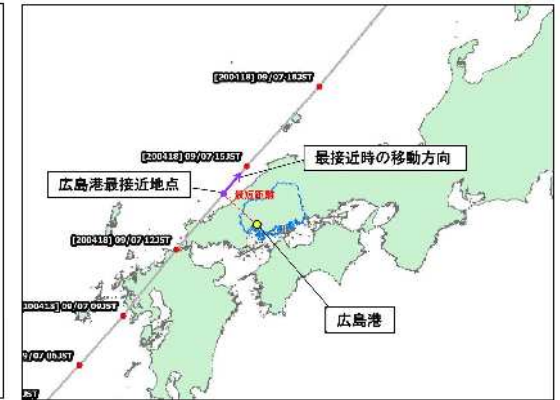
項目	16号	18号	
人の被害	死者	0	5
	行方不明者	0	0
	重傷	4	24
	軽傷	5	118
住家の被害	人の被害計(人)	9	147
	全壊	1	27
	半壊	4	204
	一部損壊	88	16,582
	床上浸水	1,379	860
床下浸水	5,799	3,128	
住家の被害計(戸)	7,271	20,801	



既往台風分析



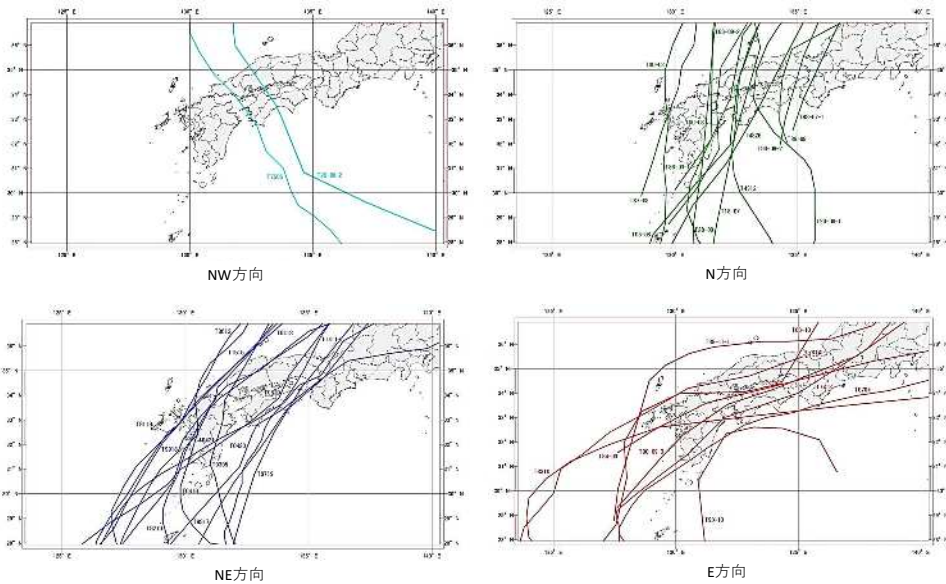
台風コースの分類



台風コースの決定

台風コースの移動方向の設定と方向分類方法

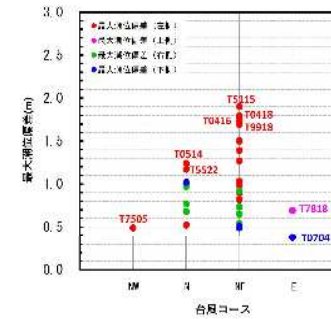
既往台風コースの分析 (一部抜粋)



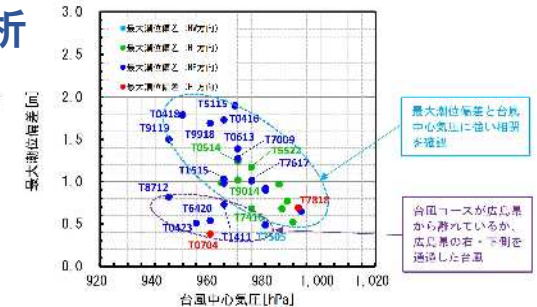
既往台風コースの分析



台風コースの分類

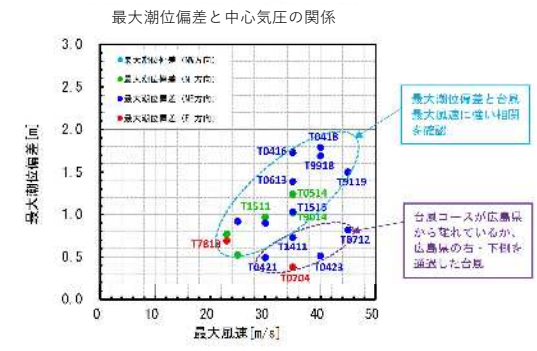


最大潮位偏差と台風コースの関係



最大潮位偏差と台風中心気圧に強い相関を確認

台風コースが広島県から南東に抜けているか、広島県の南・下側を通過した台風



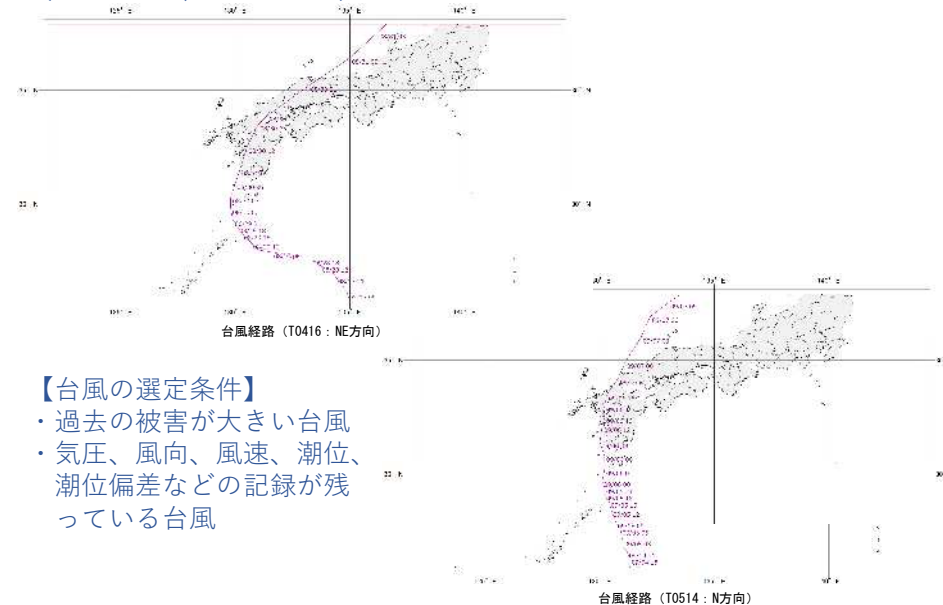
最大潮位偏差と最大風速の関係

最大潮位偏差と台風最大風速に強い相関を確認

台風コースが広島県から南東に抜けているか、広島県の南・下側を通過した台風

再現シミュレーション (過去の台風記録と解析結果 の整合を確認)

既往台風記録と解析結果の整合確認 (T0416、T0514)



- 【台風の選定条件】
- 過去の被害が大きい台風
 - 気圧、風向、風速、潮位、潮位偏差などの記録が残っている台風

既往台風との整合確認 (T0416: 気圧)

- 気圧場の推算 (Myersの式)

$$P(r) = P_c + \Delta P \exp\left(-\frac{r}{r_0}\right)$$

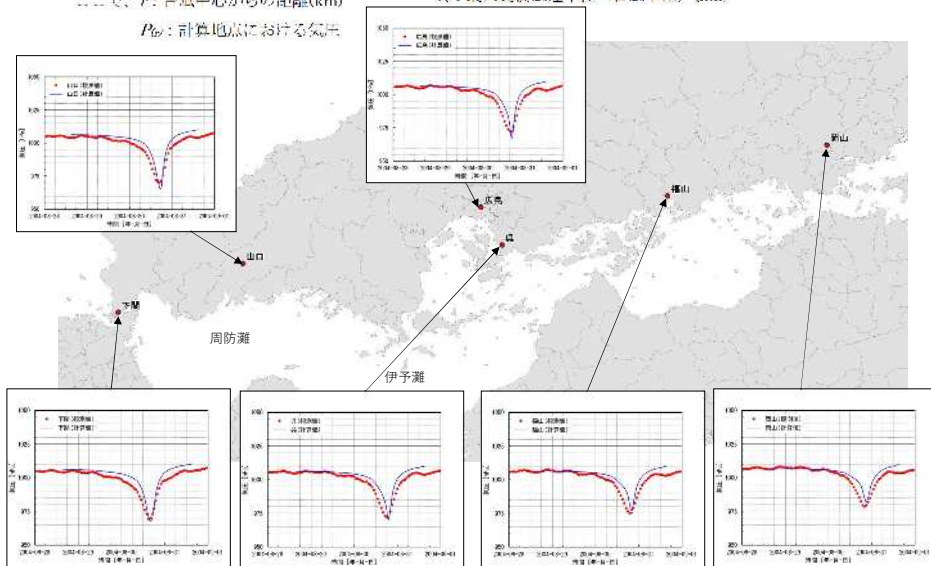
ここで、 r : 台風中心からの距離(km)

$P(r)$: 計算地点における気圧

P_c : 台風中心の気圧(hPa)

ΔP : 台風の中心気圧(hPa)

r_0 : 最大観測風速半径 (台風半径) (km)



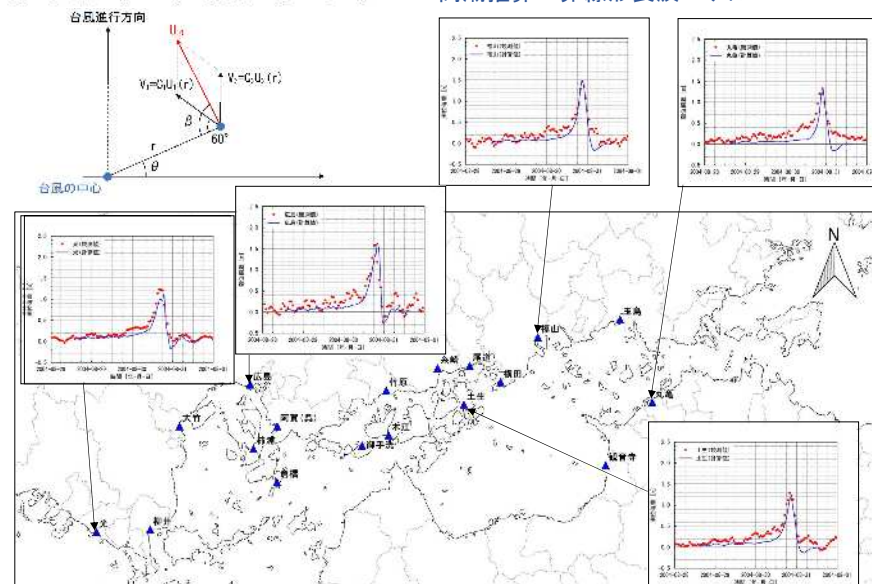
既往台風との整合確認 (T0416: 潮位偏差)

- 風場の推算

$$U_{2\sigma} = C_1 U_1(r) \cos(\beta - 60^\circ) + C_2 U_2(r) \cos(90^\circ - \beta + \theta)$$

- 波浪推算: SWAN

- 高潮推算: 非線形長波モデル

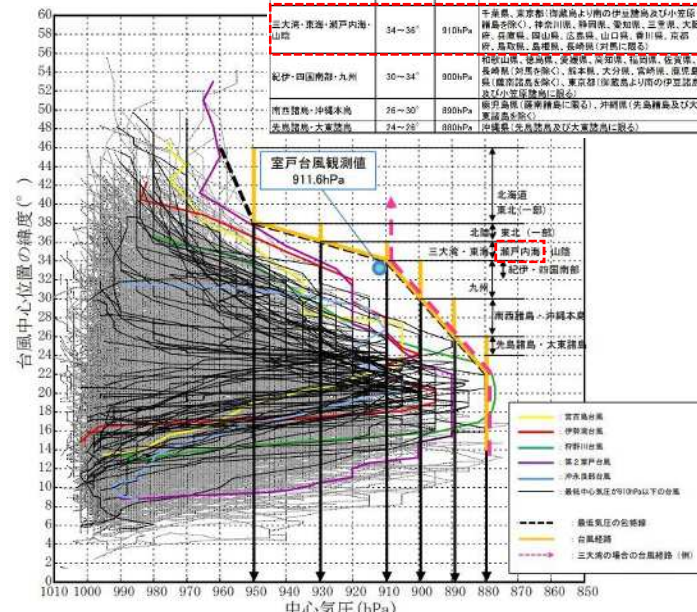


最大規模の各台風コースにおける潮位偏差の計算

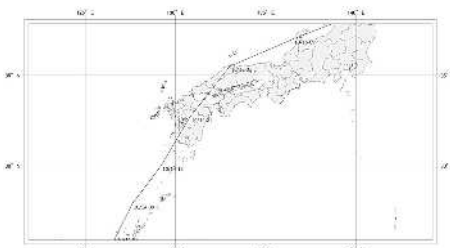
最大規模台風の条件設定

- ・上陸時中心気圧 910hPa (室戸台風相当)
- ・移動速度 73km/h (伊勢湾台風相当)
- ・最大旋衡風半径 75km (伊勢湾台風相当)

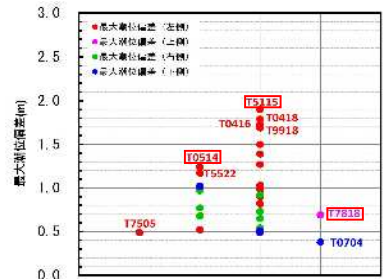
地域	北緯	中心気圧	影響範囲
北海道・東北(一部)	38°以北	950hPa	北海道、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県
東北(一部)・北陸	36~38°	930hPa	福島県、茨城県、新潟県、富山県、石川県、福井県
三大湾・東海・瀬戸内海・山陰	34~36°	910hPa	千葉県、東京都(湾域より西の伊豆諸島及び小笠原諸島を除く)、神奈川県、静岡県、愛知県、三重県、大阪府、兵庫県、岡山県、広島県、山口県、香川県、高松市、高知県、徳島県、長門県(河川に限定)
紀伊・四国南部・九州	30~34°	900hPa	和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県(対馬を除く)、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県(薩南諸島を除く)、東京都(湾域より西の伊豆諸島及び小笠原諸島を除く)
南西諸島・沖縄本島	26~30°	890hPa	鹿児島県(薩南諸島に限定)、沖縄県(先島諸島及び大東諸島を除く)
鹿児島諸島・大東諸島	24~26°	880hPa	鹿児島県(先島諸島及び大東諸島に限定)



台風コースの選定



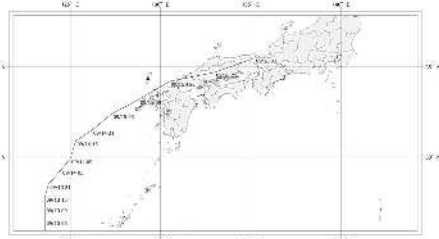
T5115 (NE方向)



最大潮位偏差と台風コースの関係



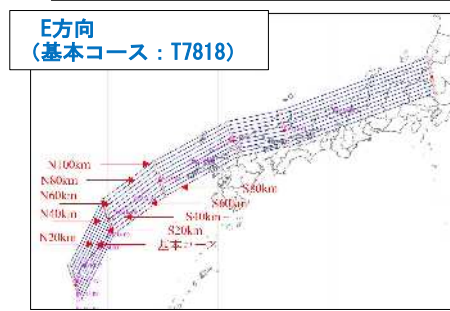
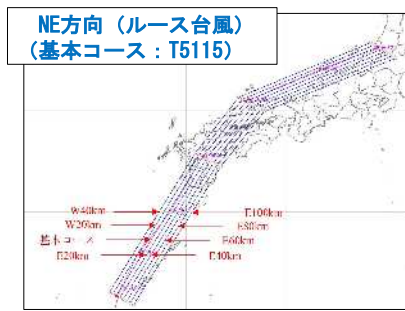
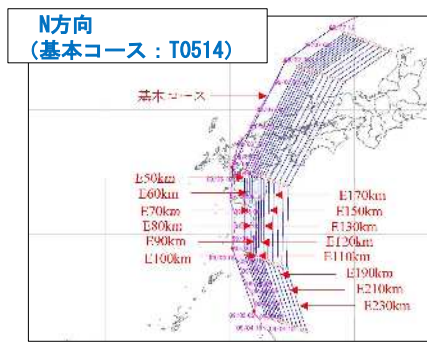
T0514 (N方向)

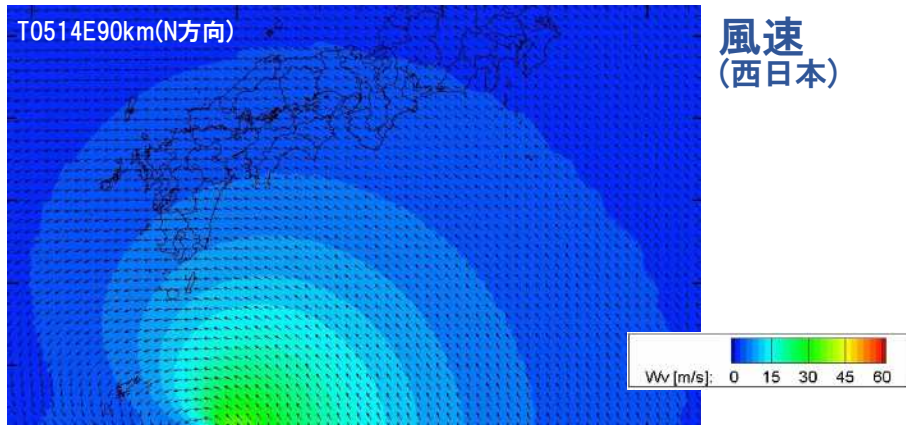


T7818 (E方向)

最大規模の高潮浸水シミュレーション

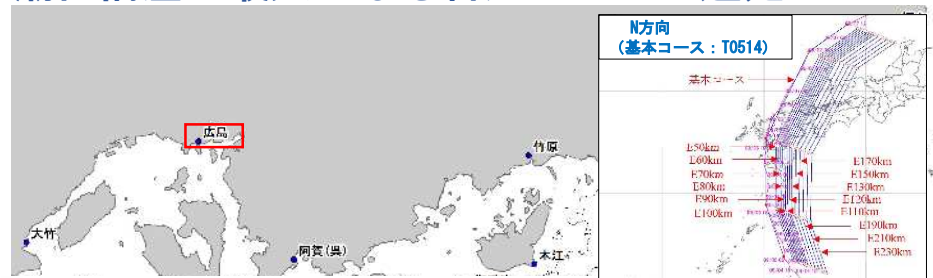
- ① 台風コースの設定
 - ・基本コース (選定コース) を10km~20km間隔で平行移動して設定
- ② 潮位偏差の確認
 - ・それぞれの海岸において完全反射条件で確認





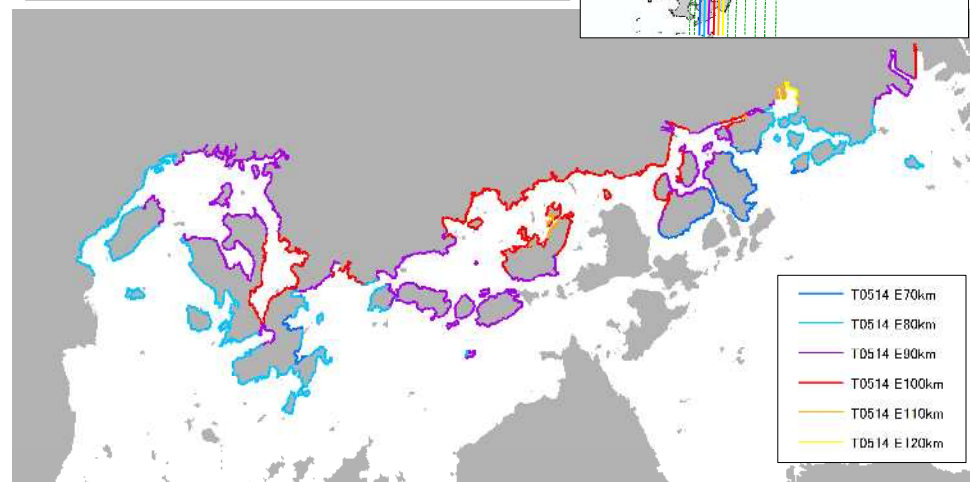
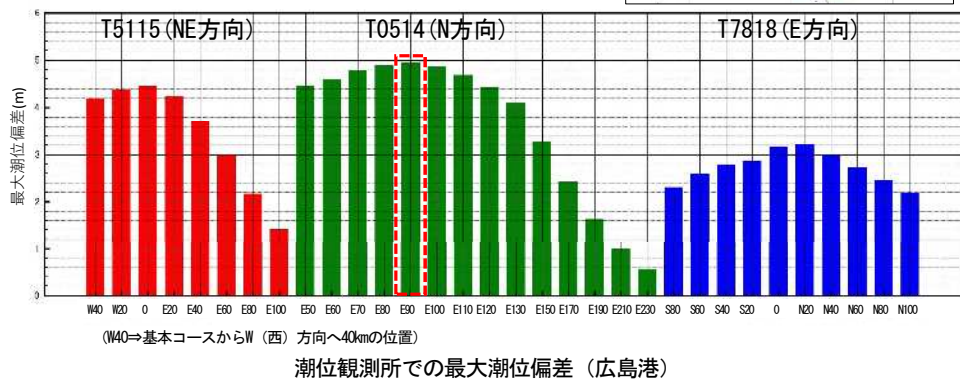
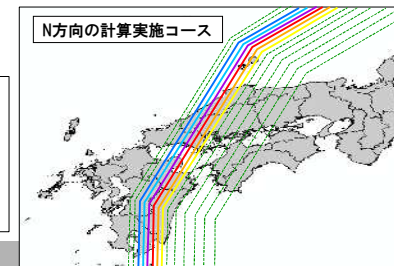
各海岸における潮位偏差が最大とな台風コースの選定

潮位偏差が最大となる台風コースの選定



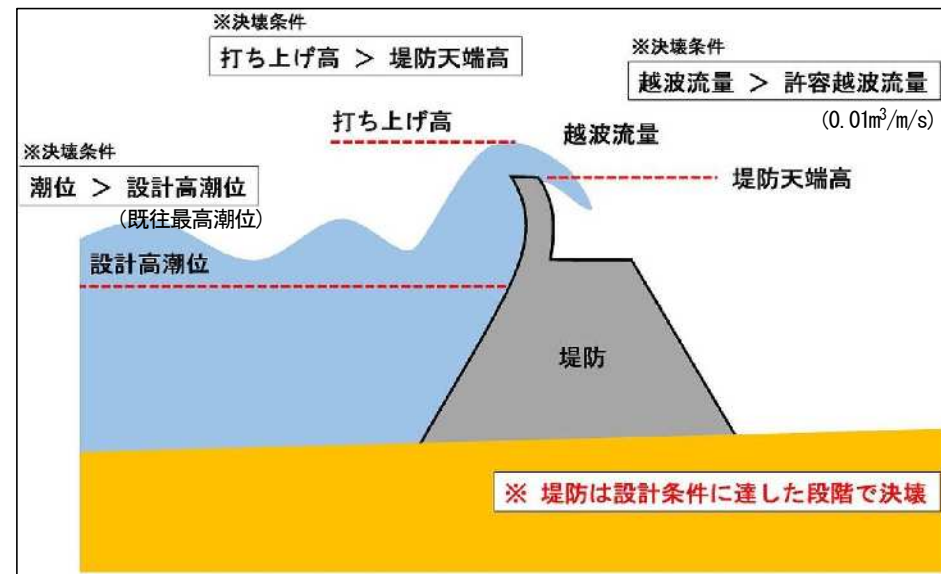
台風コースと最大潮位偏差

- いずれの海岸でも潮位偏差が最大となる台風コースは、N方向に進む台風であった。
- 広島県沿岸部のほとんどが、T0514のコースを東へ70km~120km平行移動させた台風コースで潮位偏差が最大となった。



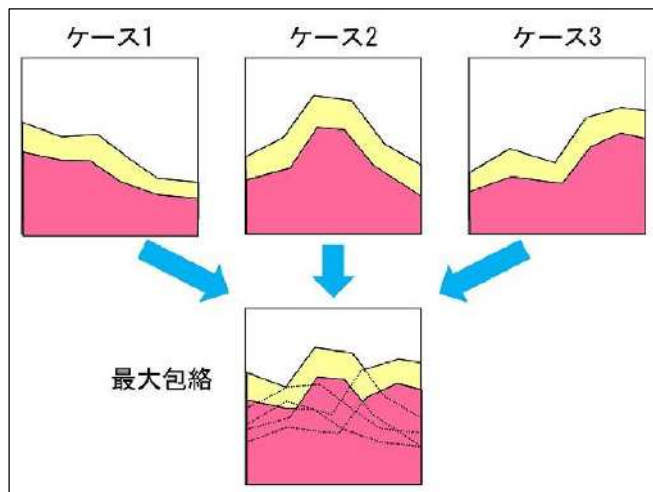
高潮浸水シミュレーション (高潮浸水想定区域図の作成)

決壊条件



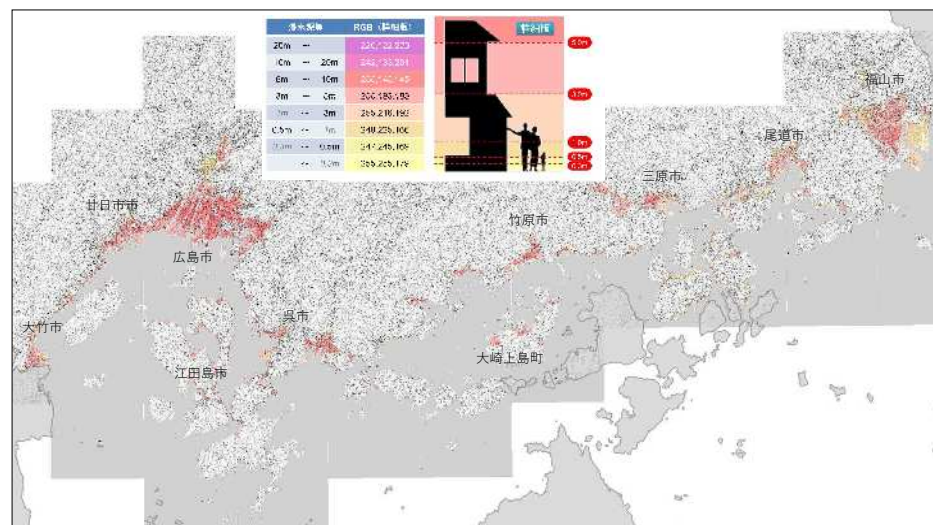
海岸堤防の決壊条件のイメージ (広島県高潮浸水想定区域図について【想定最大規模】(解説))

浸水深の設定



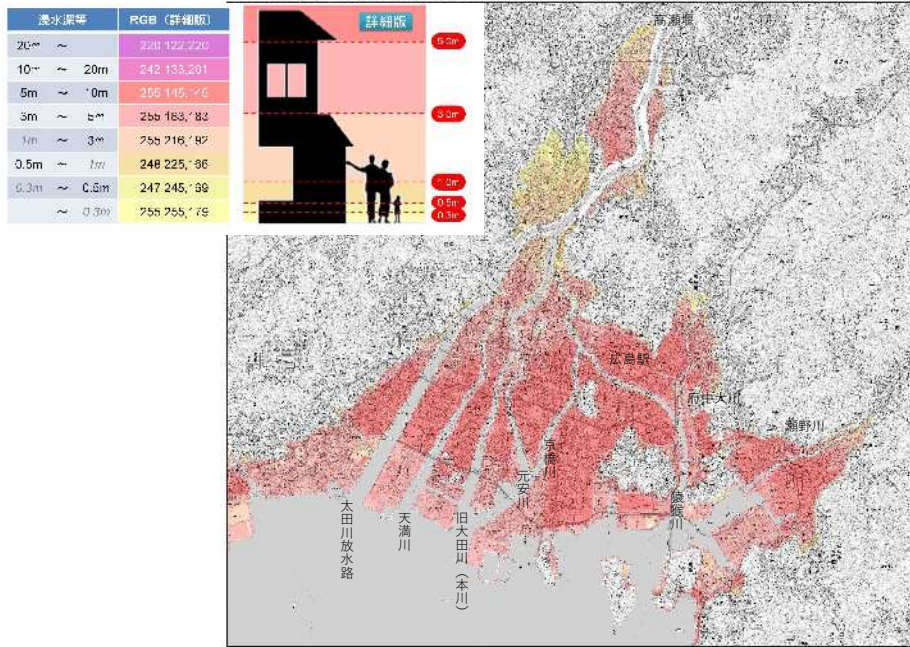
高潮浸水シミュレーションを複数の台風コース等で実施し、その結果から、各地点で最大となる浸水深を抽出し、重ね合わせる。

浸水想定区域図 (広島県沿岸全域)

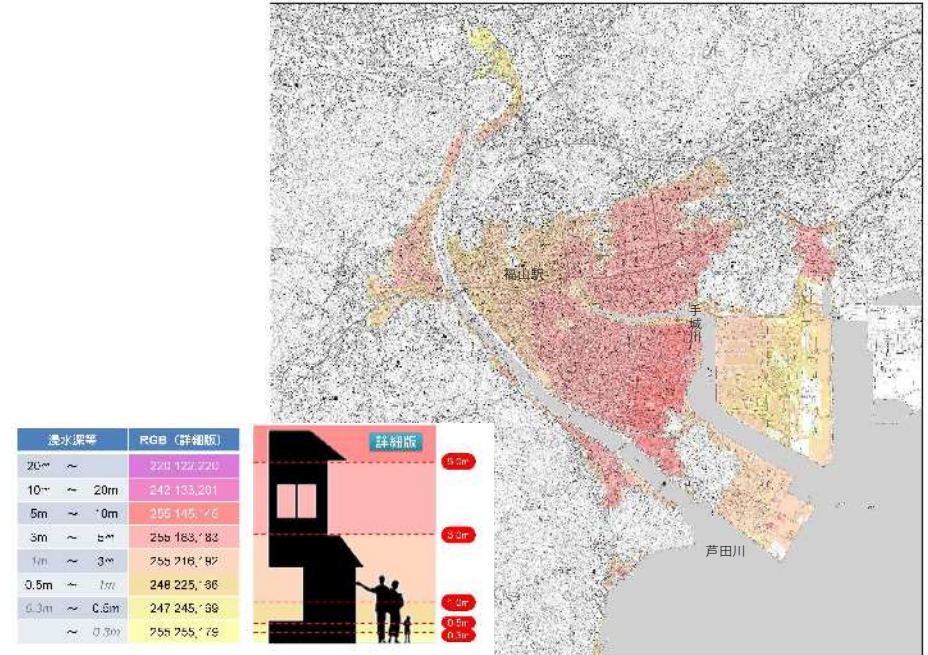


最大浸水深の設定イメージ (広島県高潮浸水想定区域図について【想定最大規模】(解説))

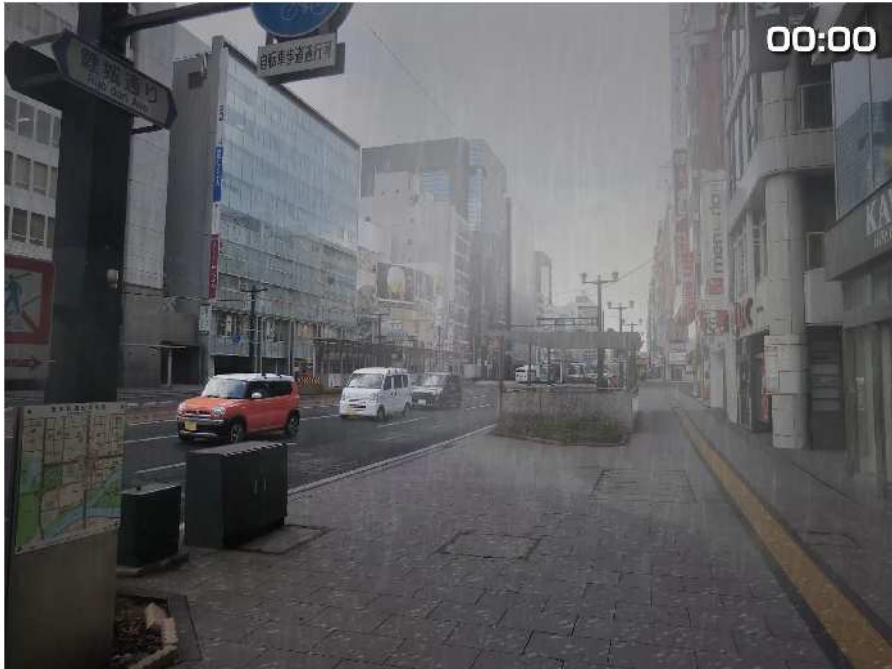
浸水想定区域図（広島市域）



浸水想定区域図（福山市域）



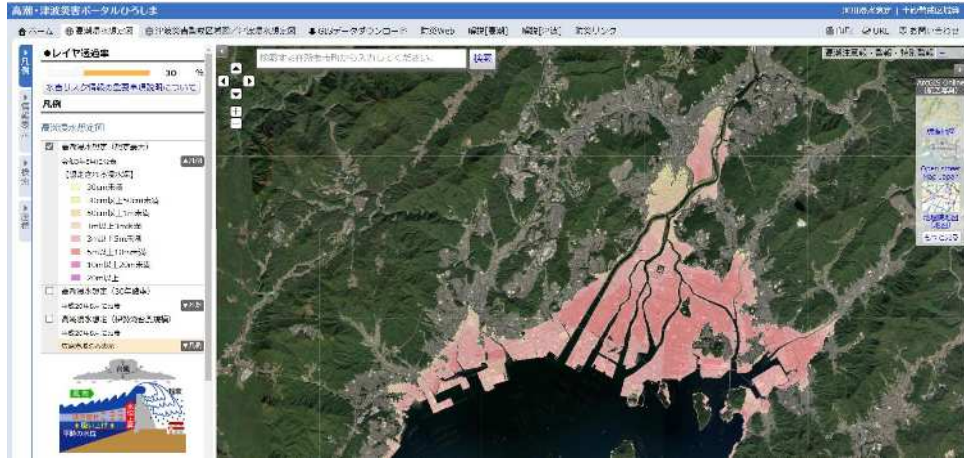
CG（紙屋町付近）



CG（福山駅南側）

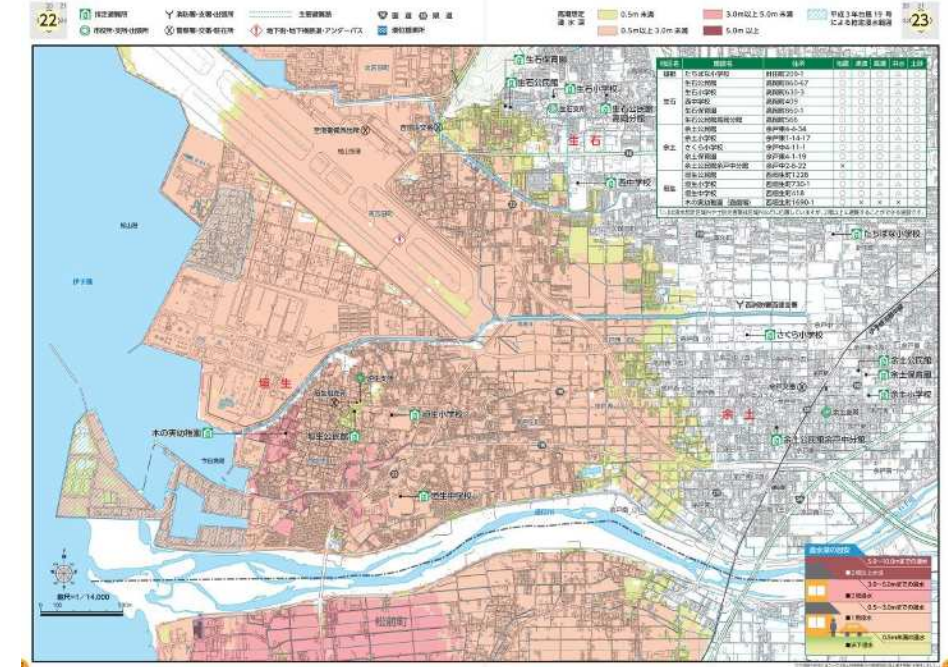


高潮・津波災害ポータルひろしま (想定最大規模の高潮の浸水想定区域図の閲覧も可能)



<https://www.takashio.pref.hiroshima.lg.jp/portal/map/MapTakashio.aspx>

高潮ハザードマップ (松山市の例)

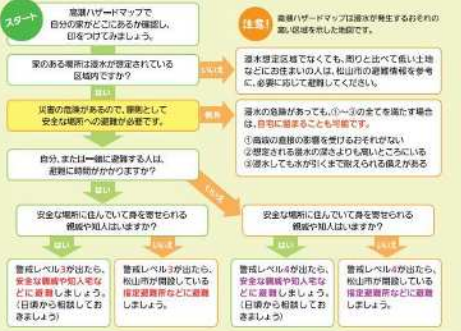


啓発面 (松山市の例)

私たちがとるべき避難行動

いざという時のために、避難行動を確認しておきましょう。

避難行動判定フローでチェック



危険な場所にいる人は避難が原則

◎自宅が安全なら買まるという選択も
自宅が浸水の危険がない地域だったり、耐火なマンションの上層部だったりする場合は、自宅避難も考えましょう。安全な場所にいる人まで避難する義務はありません。



◎親戚・知人宅・ホテルなどへの避難も考える
避難先は避難所や中学校などではありません。避難所での避難を避けるためにも、安全な場所や知人宅、ホテルなども避難先として考えましょう。

◎マスク・アルコール消毒液・体温計などを持参
避難所やマックスアルコール消毒液・体温計などの備えは忘れずに。暑々の対策用品も持参しておきましょう。また、ウェットティッシュ、ゴミ袋なども持参しましょう。

情報収集はここから

情報収集が命を守る。画面から気象情報や避難情報などを入手する方法を確認しておきましょう。

防災気象情報を知りたいとき

さまざまな情報を活用しよう

- 気象庁のウェブサイトやアプリから気象情報や避難情報などを入手しよう。
- 気象庁のウェブサイトやアプリから気象情報や避難情報などを入手しよう。
- 気象庁のウェブサイトやアプリから気象情報や避難情報などを入手しよう。

避難情報を知りたいとき

松山市では、様々な方法で避難情報などを発信しています。様々な情報の入手方法を知りたいば、いざというときにも役立ちます。

- メール配信**
●緊急気象メール・エリアメール
●防災メール配信サービス
●防災メール配信サービス
- テレビ・ラジオ**
●防災情報や避難情報などは、テレビの防災情報やラジオの防災情報から入手しよう。
- 防災行政無線**
●防災行政無線の音声放送や防災行政無線の音声放送から入手しよう。
- SNS・ホームページ**
●松山市ホームページ
●松山市防災LINE
●松山市防災Facebook
●松山市防災Twitter
- スマホアプリ**
●Yahoo!防災速報
●防災アプリ

ご清聴ありがとうございました。

