

令和元年9月24日(火)
於: キャンパスプラザ京都

2019年度京都大学防災研究所公開講座 (第30回)

災害を事前に管理する
～被災してもしなやかに生きるための備え～

最近の異常な水害について ～発生メカニズムと今後の防災・減災～



京都大学防災研究所
流域災害研究センター
河川防災システム研究領域
中川 一

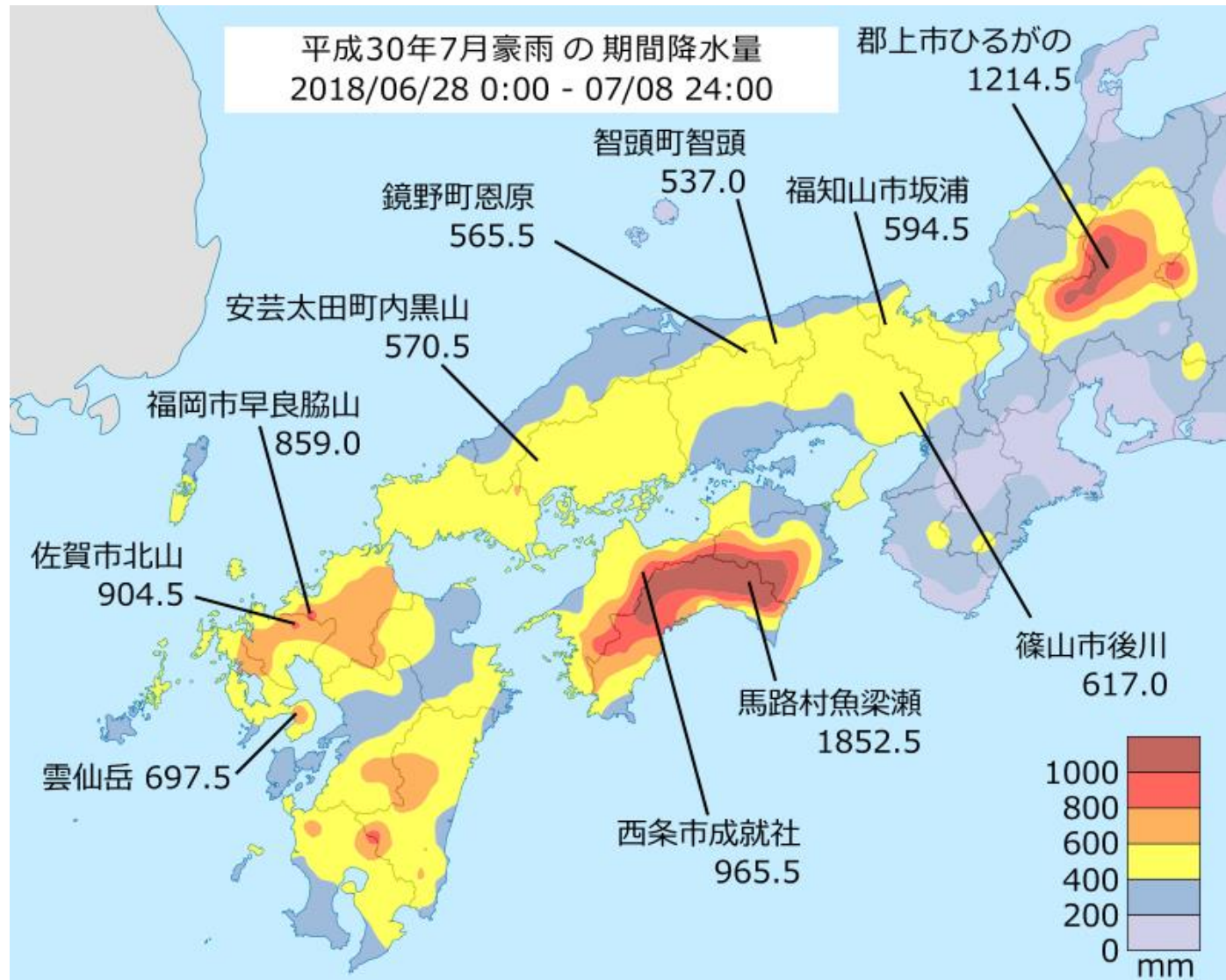


内容

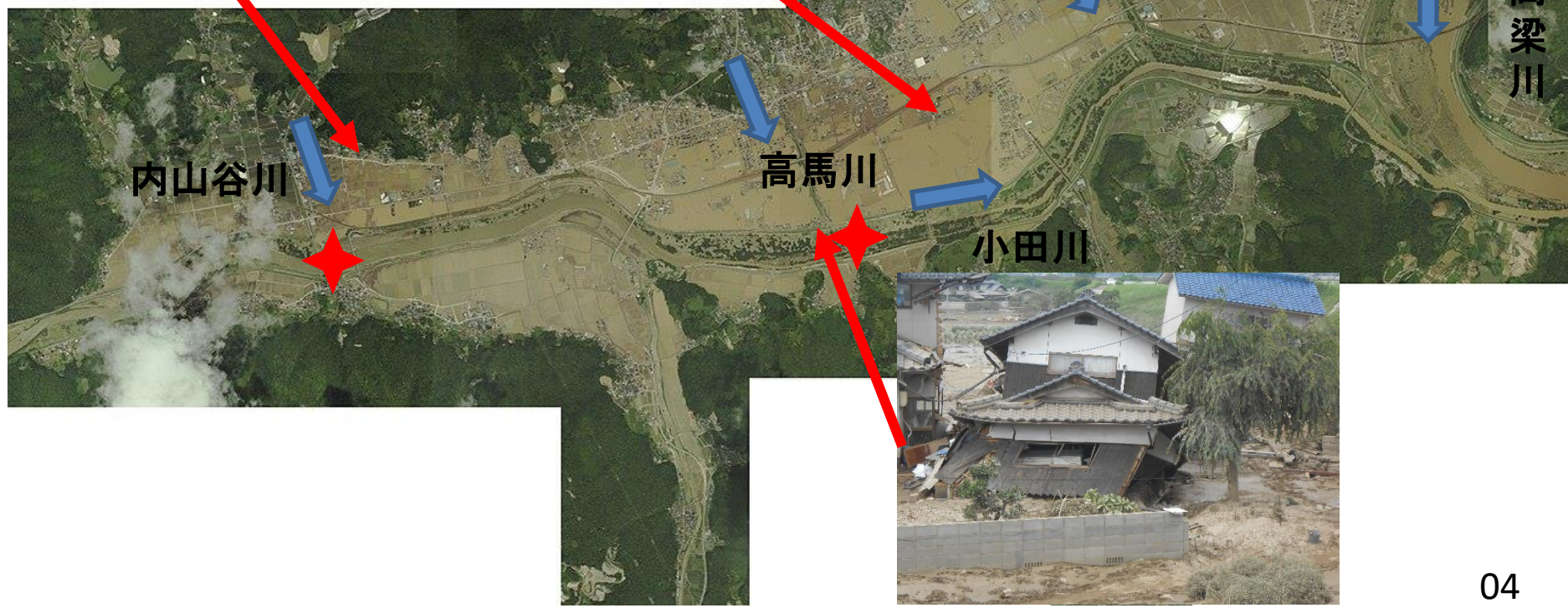
1. はじめに ～最近の異常な豪雨災害を経験して～
2. 異常な水害発生メカニズム
 2. 1 異常な水害とは
 2. 2 水害が多発する理由は
3. 異常な水害を回避するための備え
 3. 1 ハード対策による水害への備え
 - 1) 堤防
 - 2) ダム
 3. 2 ソフト対策による水害への備え
 - 1) ハザードマップ
 - 2) 避難
4. おわりに

1. はじめに ～最近の異常な豪雨災害を経験して～

平成30年7月豪雨



岡山県倉敷市真備町での水害



小田川の河川整備計画（平成22年）

施工区間	主な整備内容	河川整備計画対象期間
------	--------	------------

淀川の浸水想定区域図作成時の降雨条件 (1000年に1回発生するような降雨)

- ・ 淀 川：枚方地点上流域の 24 時間総雨量360mm
(宇治川を除く区間)
宇治地点上流域の 9 時間総雨量356mm(宇治川)
- ・ 木津川：加茂地点上流域の 12 時間総雨量358mm
(淀川合流点～島ヶ原地点)
- ・ 桂 川：羽束師地点上流域の 12 時間総雨量341mm

高梁川派川	小田川合流点付替え	
小田川	河道掘削・樹木伐開、築堤(断面確保)、宮田堰継ぎ足し	

今回の水害で浮き彫りとなった課題については既に整備計画で対応予定であった(30年で)

Backwaterの問題は合流点の出発水位をどう設定するかによる。計画降雨の降雨分布の設定次第で支川と本川の洪水ピークが重なりとかずれるとかが生じる。

倉敷市真備町の浸水状況（人的被害）

- 平成30年7月高雨において市町村別死者数が最大となった倉敷市の死者52人のうち、51人が真備町に在住
- 特に、
- 年齢別
- 空中写真
- 可能性

・ 真備町で亡くなった51人のうち、8割以上の43人が住宅内で遺体となって発見

・ 42人は1階で、1人が2階で死亡

・ 21人が平屋で死亡。21人が2階建以上の建屋で死亡（20人が2階建ての家の1階で死亡）

・ 42人のうち36人が65歳以上の高齢者

・ 足が不自由だったり杖を使ったりする人らが多く、避難が困難だったために自宅で亡くなるケースが大部分を占めていた。垂直避難もできなかったかも

・ なぜ、（7月6日22時に）避難勧告が出たのに避難しなかったのか（助かった人も含めて）？

・ なぜ、共助、公助による事前避難ができなかった？



原因を究明し、今後の教訓に



平成29年7月九州北部豪雨災害

降水分布

(7月5日0時
～7月6日24時)

朝倉地点: 既往第2位の
2倍を超過

再現期間:

朝倉9時間: **4500** 万年

日田6時間: **31,000** 年

非常に稀な事象

(京大防災研: 田中教授)

福岡県 朝倉市
朝倉 586.00mm

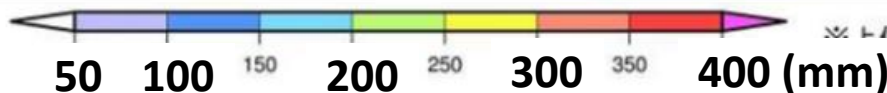
福岡県 添田町
314.0mm

長崎県 壱岐市
芦辺 372.5mm

佐賀県 杵島郡白石町
白石 354.0mm

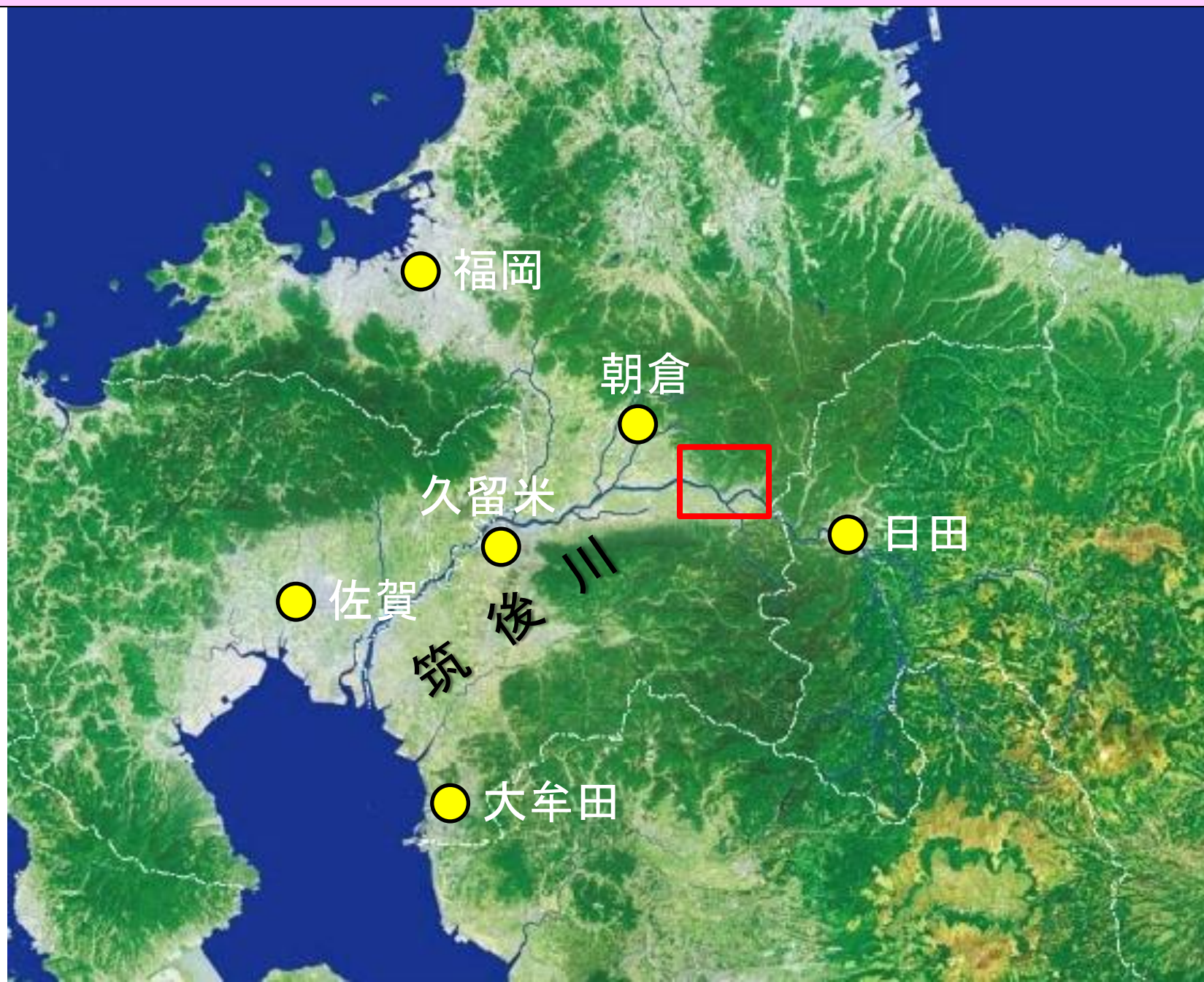
大分県 日田市
402.5mm

出典: 日本気象協会



※ 上表5地点については地点名・値を記載

平成29年7月九州北部豪雨災害



平成29年7月九州北部豪雨災害



平成29年7月九州北部豪雨災害

赤谷川



橋の両側は土砂で埋まり、
川が流れていない。

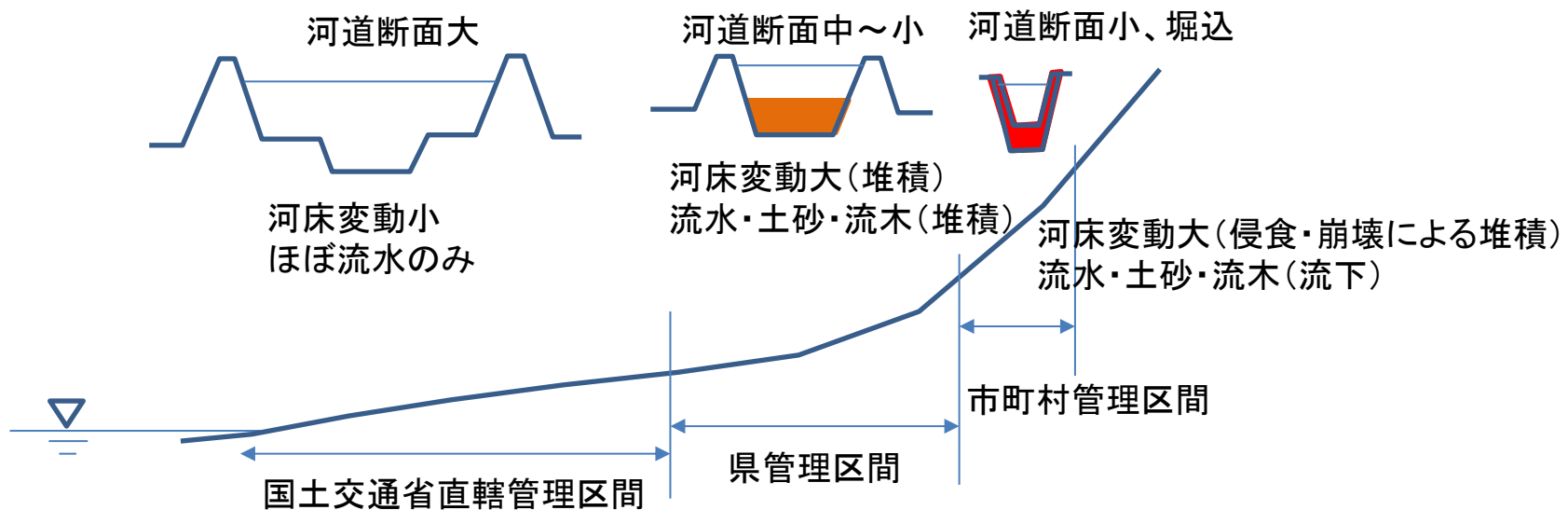
京都大学防災研究所
川池健司准教授撮影



平成29年の筑後川水系での水害が意味すること

想定し得る最大規模の外力が作用すると

- 国土交通省直轄管理区間の河川では？
- 県管理区間の河川では？



中流部では土砂や流木が堆積、場合によっては侵食

流水のみが流れる河道断面で計画 ➡ 河床変動を考慮せず

洪水ハザードマップは正しい情報を提供しているか？



中山間地を含む河川ではNO

- 理由: 1. 想定し得る最大規模の降雨があると土砂崩れや土石流が生じて、水だけでなく水と土砂と流木が襲ってくる。水だけの氾濫を対象としている現在の洪水ハザードマップは限界がある
2. 実際は土砂が堆積して川底や周辺地盤が高くなる
3. その上を洪水や流木が流れるのでハザードマップよりも水嵩は高くなる
4. 家屋流失などの被害が生じ、避難せず家の中にいると生命が危うい
5. 実際、九州北部豪雨災害では、避難行動をとらずに家の中で亡くなった方が全死者41名中36名
6. 中山間地では山地部や谷出口にため池もよく見かける。昭和28年の南山城水害では、大正池や二ノ谷池が決壊し、玉川流域で105名の死者が出た。このような、ため池決壊によるハザードについて、平成30年7月豪雨による広島でのため池の被災を契機に、整備が検討され京都府も「ため池決壊浸水想定区域図」を作成中である

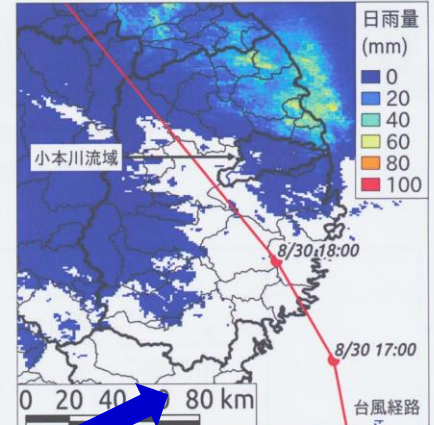
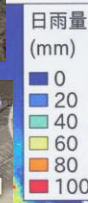
平成28年岩手県岩泉町の水害



流域面積
731km²



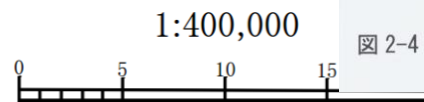
「らん」で9人死亡



c) 8月30日18時

d) 8月30日19時

図2-4 岩手県の時間雨量の空間分布(上段に岩手県、下段に小本川流域の拡大図を表示)

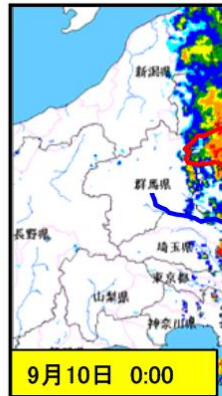
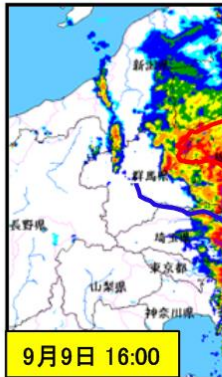


平成27年9月10日の鬼怒川水害

鬼怒川

小貝川

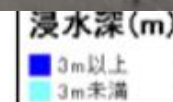
レーダー雨量図



平成27年9月の台風18号に伴う大雨による鬼怒川決壊:右下が上流(茨城県常総市))

<https://www.aeroasahi.co.jp/news/detail.php?id=22>

台風18号くずれの低気圧と台風17号との
配置で形成された線状降水帯の形成



浸水実績

避難の遅れと長時間・広範囲の浸水による多数の孤立者の発生

- 宅地及び公共施設等の浸水が概ね解消するまでに10日を要した。
- 避難の遅れ等により、多くの住民が孤立し、約4,300人が救助された。

鬼怒川下流域における一般被害の状況

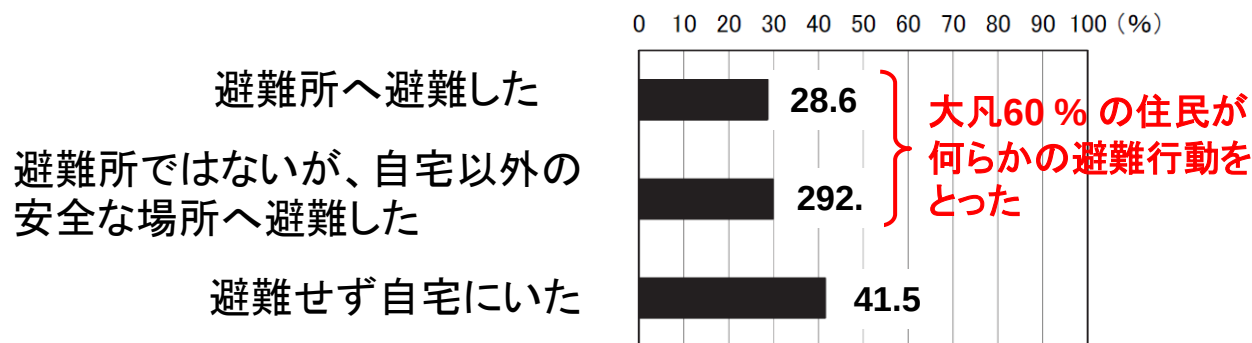
項目	状況等
人的被害	常総市 (死亡2名、重症2名、中等症11名、軽症17名)
住家被害	常総市 (全壊50、大規模半壊914、半壊2,773、床下浸水2,264) 結城市 (半壊11、床上浸水38、床下浸水155) 筑西市 (大規模半壊68、半壊3、床下浸水18) 下妻市 (大規模半壊1、床上浸水58、床下浸水106) つくばみらい市 (半壊13、床上浸水1、床下浸水21)
救助者	ヘリによる救助者数 1,339人 地上部隊による救助者数 2,919人
避難指示等	①避難指示 11,230世帯、31,398人 ②避難勧告 990世帯、2,775人 (※9月29日16時現在)
避難所開設等	避難者数 1,786人 (市内避難所 840人、市外 946人) (※9月18日11時現在)

(茨城県災害対策本部 10月22日16時以前の発表資料より常総市等、関連を抜粋)

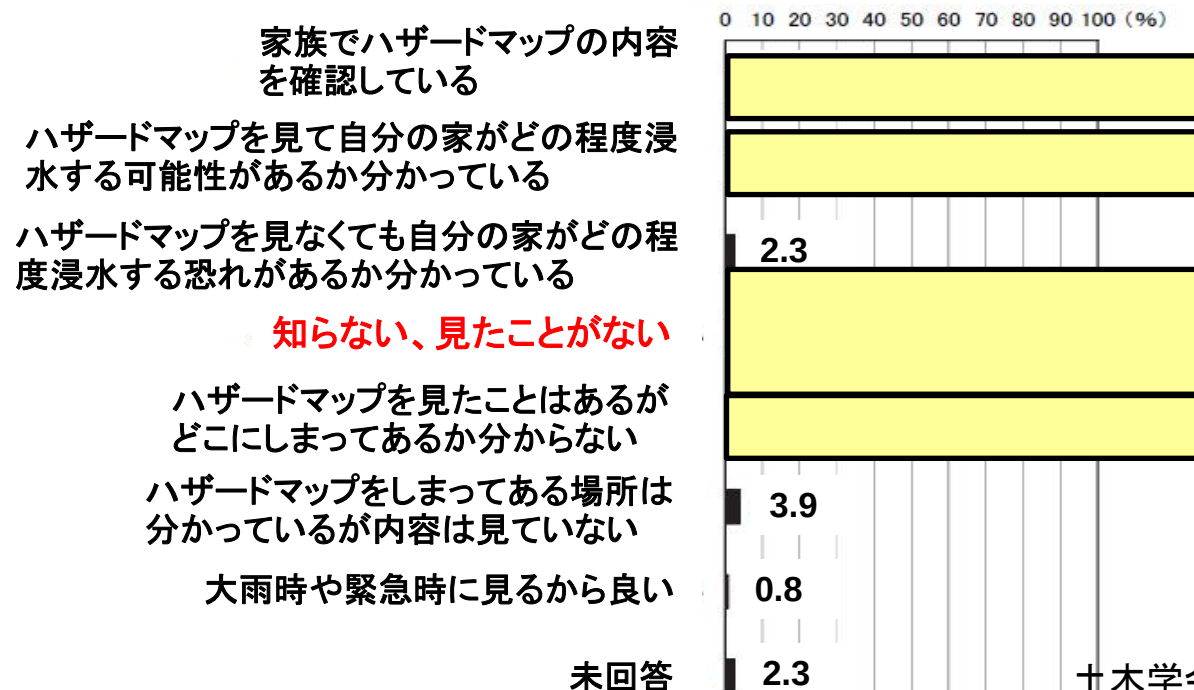


住民の避難状況と洪水ハザードマップの認知度

災害時に自宅にいた人の避難状況(N=489)



ハザードマップを見たことがありますか(N=516)



平成26年8月豪雨

広島土砂災害 (2014.8.20)

広島市三入(いずれも観測史上1位)

最大1時間降水量 : 101.0mm

最大3時間降水量 : 217.5mm

最大24時間降水量 : 257.0mm

全壊133戸、半壊122戸、一部損壊174戸
死者74名

(広島県資料)

過去にも土石流災害をくり返してきた地域であるが、砂防ダムの建設が追いついていなかった。

気象庁は1:15に土砂災害警戒情報を発令
したが、広島市が避難勧告を発令したのは
4:15で、災害発生のお知らせ後であった。



あさみなみ やぎ みどりい
安佐南区 八木地区・緑井地区

※国土地理院より写真提供



あさきた かべひがし
安佐北区 可部東地区

※国土地理院より写真提供

平成25年の台風18号での洪水（宇治川）



宇治川の天ヶ瀬ダム：普段の様子
今回の洪水：
最大流入流量：約 $1360 \text{ m}^3/\text{s}$
→ $860 \text{ m}^3/\text{s}$ に
最大放流量：約 $1160 \text{ m}^3/\text{s}$
最大 870 万 m^3 をダムに貯留
宇治地点での最大流量： $1300 \text{ m}^3/\text{s}$
下流の向島ではHWLを超過
堤防の4箇所でパイピング



初めてクレストゲートから放流

(国土交通省資料)



クレストゲートとコンジットゲートを使つての放流



すべりとパイピング地¹⁸
点：釜段工の中の墳砂

平成25年の台風18号での洪水（桂川）



出典：平成25年9月台風18号洪水の概要
（国土交通省近畿地方整備局）

桂川・小畑川水防事務組合による水防活動 19

平成25年9.16台風18号による京都の水害

伏見区内で発令された避難勧告・避難指示

16日03時55分 久我の杜、羽東師、淀、横大路、納所学区に**避難準備情報**

16日06時15分 久我、久我の杜、羽東師、淀、横大路、納所学区に**避難勧告**

16日06時30分 淀南学区に**避難勧告**

16日06時35分 下鳥羽学区に**避難勧告**

16日07時45分 久我、久我の杜、羽東師学区に**避難指示**

16日08時00分 淀、納所、淀南、下鳥羽、横大路学区に**避難指示**

16日08時25分 向島、向島南、向島二ノ丸、向島二ノ丸北、向島藤ノ木学区に**避難指示**



避難所入口の靴の数・・・

京都大学防災研究所
川池健司准教授撮影

台風18号で京都市は避難指示を要避難地区の住民270,000人にだしたが、避難した人は3,800人。避難率はわずかに1.4%という低さ。

2. 異常な水害発生メカニズム

2. 1 異常な水害とは

異常気象の定義： **気象庁**では、「**過去30年の気候**に対して著しい偏りを示した天候」を異常気象と定義している。**世界気象機関**(WMO)では、「平均気温や降水量が平年より著しく偏り、その偏差が**25年以上に1回**しか起こらない程度の大きさの現象」を異常気象と定義している

異常な水害： 定義はない。個々人の印象、
個々人の定義による？

ここでは、以下のような水害を異常な水害と呼ぶことにする

- ①多数の死者・行方不明者が出た／出るような大規模な水害
- ②多数の死者・行方不明者が出なくても水害の規模が広範囲にわたり経済的被害が甚大となる水害
- ③多数の死者・行方不明者が出なくても、また、経済的被害が甚大でもないが、複合的要因によりこれまで例を見ないような水害

2. 2 水害が多発する理由は

異常な水害の発生メカニズム：まず、近年、水害が多発する原因を探る
なぜなら、これらの原因が異常な水害を生じさせる**誘因**や**素因**

誘因：災害をもたらす要因：地震、台風、豪雨、火山噴火等のハザード

素因：災害に対する脆弱性

[	自然的素因 ：断層の存在、標高、地形、気候風土
	社会的素因 ：危険な場所への宅地の進出 諸対策の遅れ、高齢化

水害が多発する7つの原因

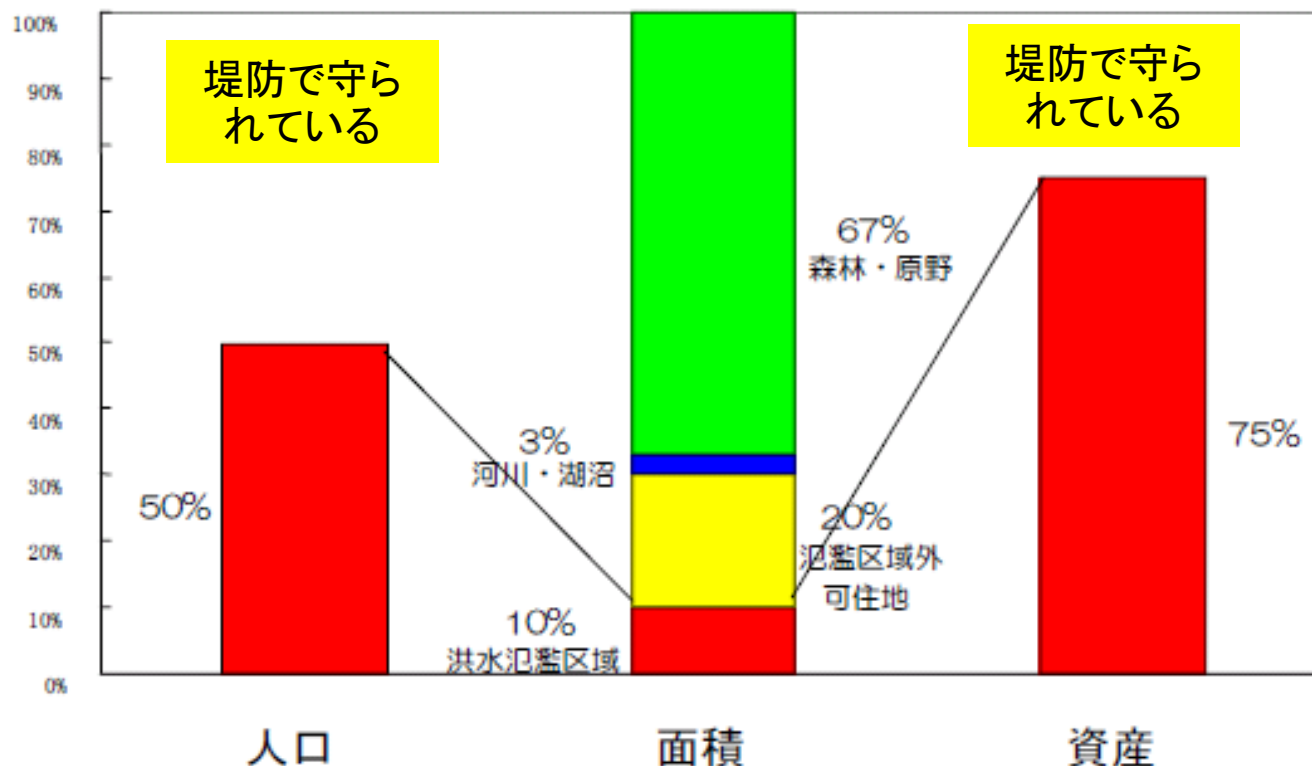
- (1) 水害の危険性の高い低平地や山麓部への都市の進出
- (2) 都市化の進展
- (3) 下水道、とくに雨水排水システムの整備の遅れ
- (4) 河川整備の遅れ
- (5) 外力（豪雨、台風）の増大化
- (6) 高齢化
- (7) 都市構造の複雑化

(1) 水害の危険性の高い低平地や山麓部への都市の進出

我が国においては、国土面積の約1割に過ぎない洪水氾濫区域に、5割の人口、4分の3の資産が集中。ひとたび破堤氾濫が発生すれば被害は甚大なものとなる。



異常な水害発生定義①



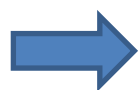
平成2年: 全国総人口122,750千人
洪水氾濫区域内人口68,110千人

【日本の国土利用状況】
(出典: 国土交通省資料に加筆)

平成2年: 全国総資産1,143兆円
洪水氾濫区域内資産813兆円

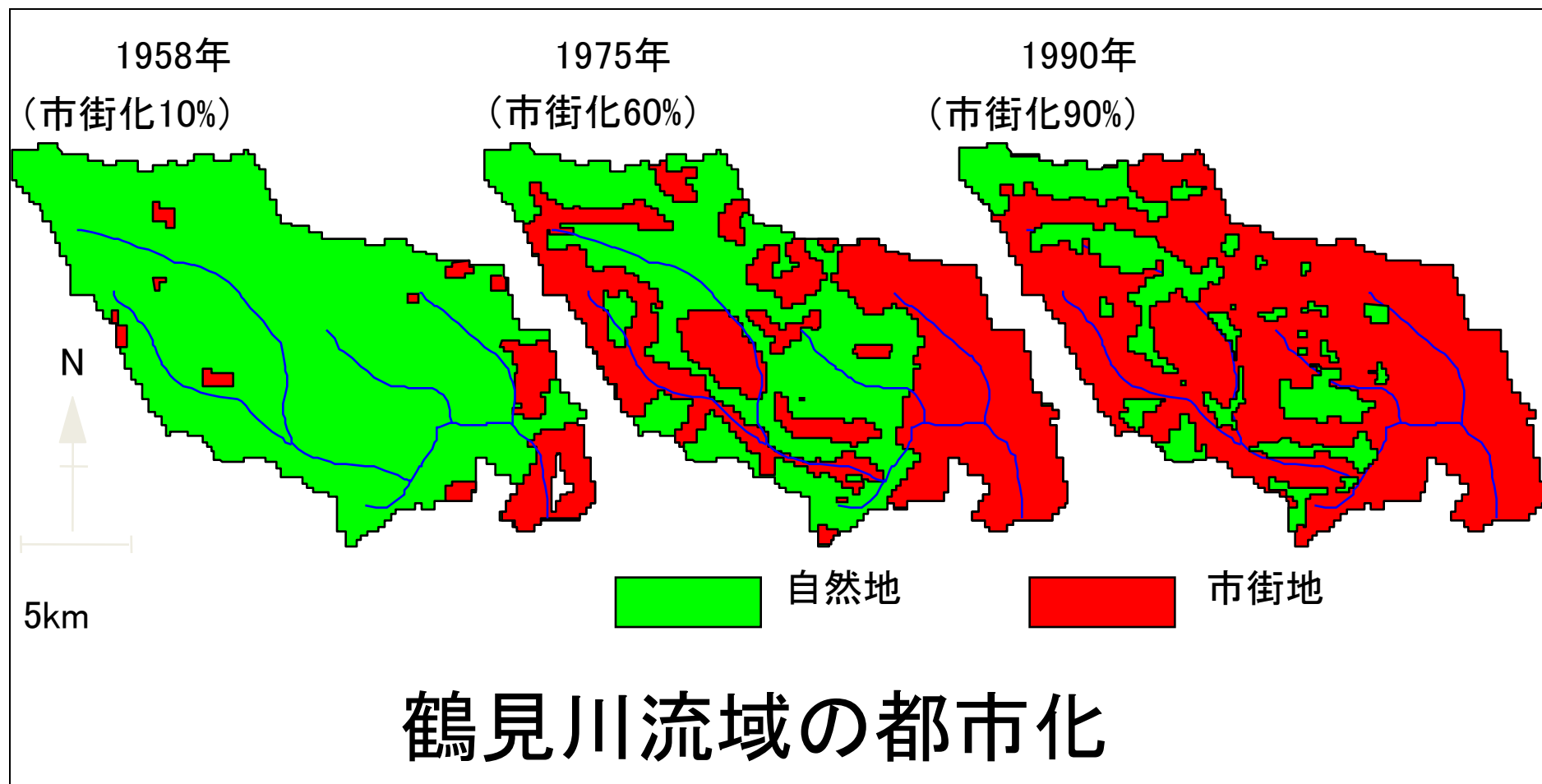
(2) 都市化の進展

都市化による異常な水害

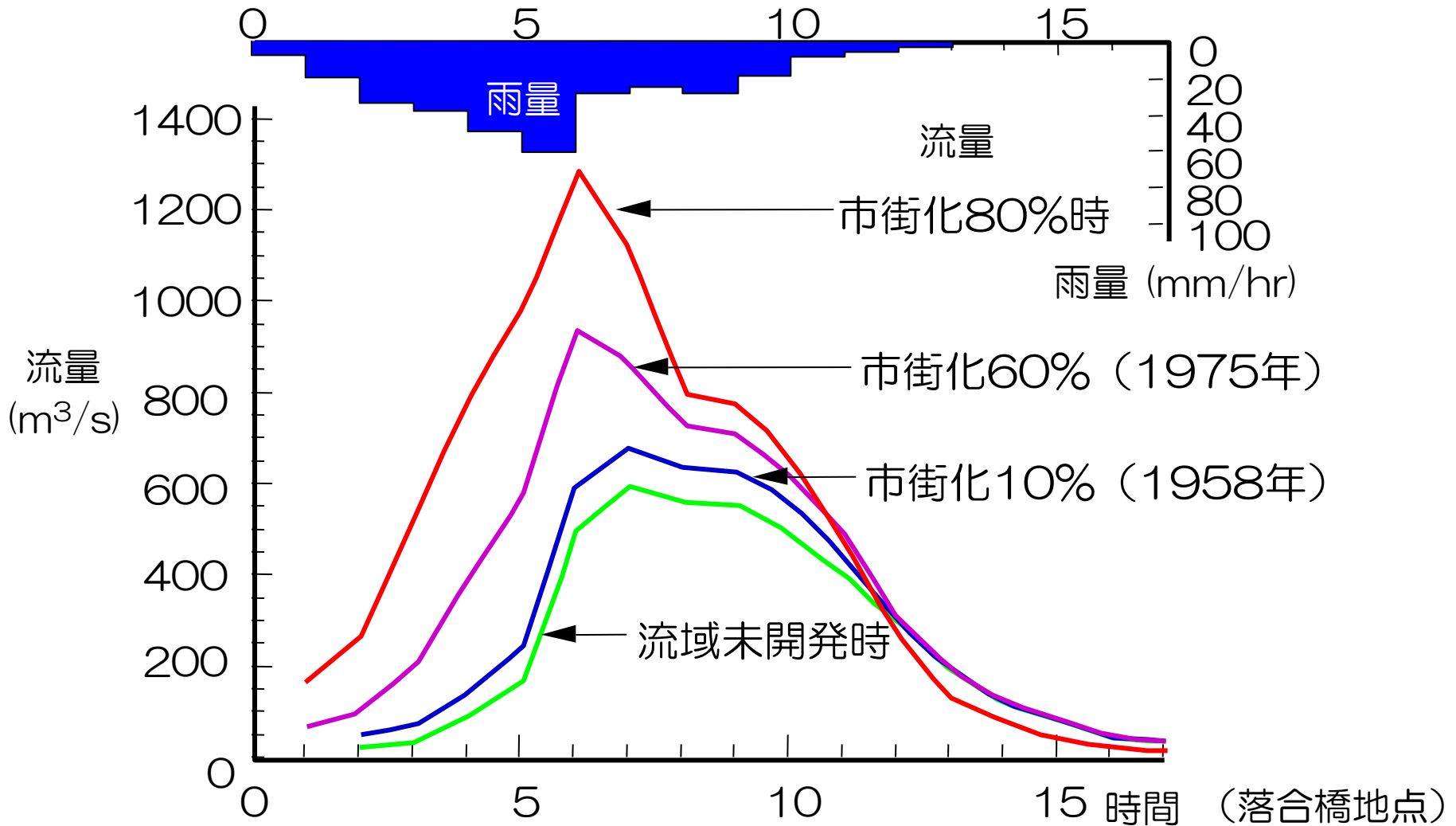


洪水被害を受けやすい田畑の宅地化、そこに複数個所で破堤氾濫(倉敷市)。山麓部への都市化の進展(広島市など)

異常な水害発生
の定義②③



洪水ピーク流量の先鋭化・早期化・増大化



鶴見川流量ハイドログラフ

(出典：国土交通省資料に加筆)

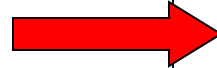
都市化前：森林や水田などは雨水を一時的に貯留したり地中に浸透させたりして、下流への流出を抑える。

都市化後：地表がアスファルトなどで覆われると雨水の貯留・浸透ができなくなり、下流への流出が早く大きくなる。

都市化で氾濫被害が増えるメカニズム

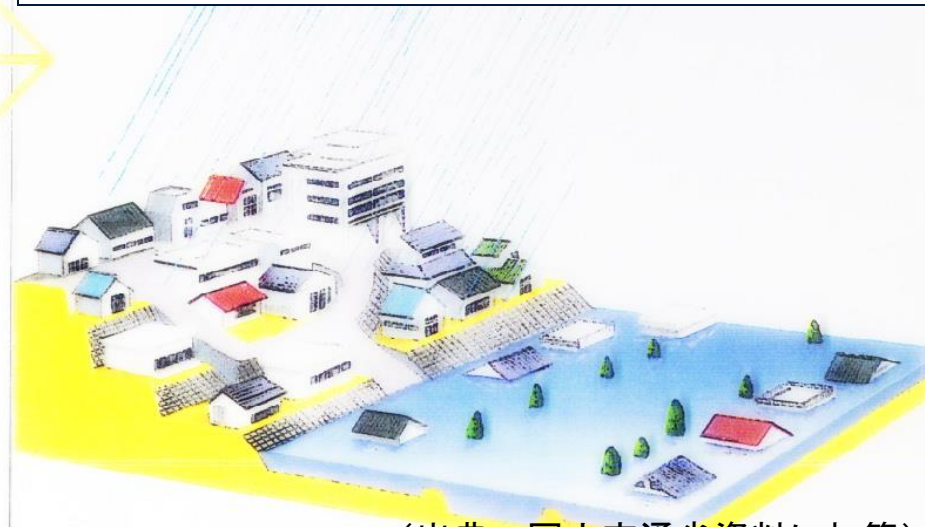
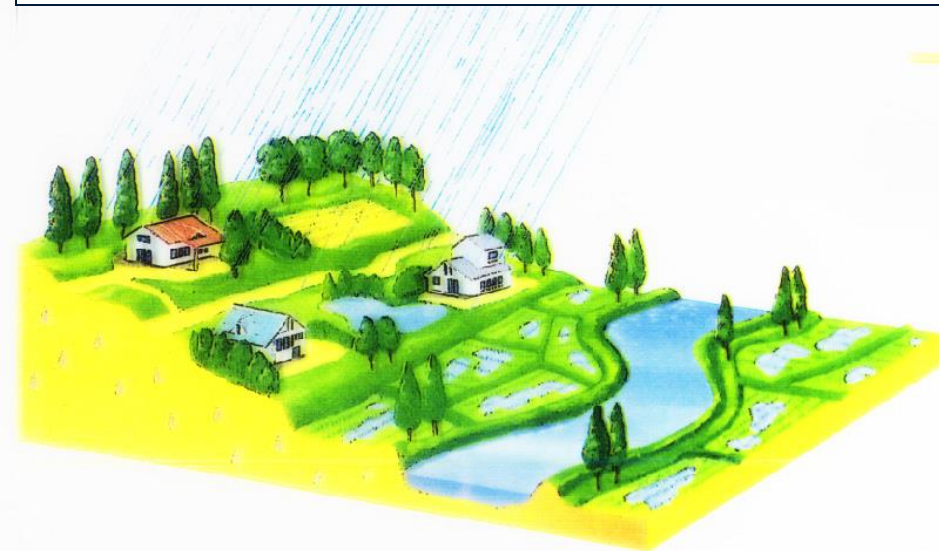
開発前

雨水の大半は地中に浸透したり地表面などに貯留され、下流への流出は抑えられる。



開発後

地表面がアスファルトやコンクリートで覆われたり、森林や緑地が無くなることにより、下流への流出が増大し、低地部での氾濫被害が増大する。



(出典：国土交通省資料に加筆)

- 森林・里山・田畑の適切な管理と保全
- 都市化の際には：都市化による降雨流出の抑制のために、防災調整池、雨水浸透施設、各戸貯留施設など、本来森林や田畑が持っていた機能を人工的に確保しなければならない。

(3) 下水道、とくに雨水排水システムの整備の遅れ



京大防災研 川池健司准教授撮影

平成25年9.16台風18号による京都市内の内水被害(再掲)

課題

1. 内水排除システムの整備の遅れ、老朽化
2. 内水河川の計画流量を排水する能力はない(床下浸水は許容する考え方)
3. 多くの排水機場で対応を要する場合には要員が不足(経費削減、外注)

平成25年9.16台風18号による京都市内の水害



京阪六地蔵駅付近の山科川



マンホールからの雨水の噴き出し

京大防災研 川池健司准教授撮影

内水氾濫による
都市水害



世界各地で最近顕在化

異常な水害発生
の定義③

平成25年9.16台風18号による京都市小栗栖での内水氾濫



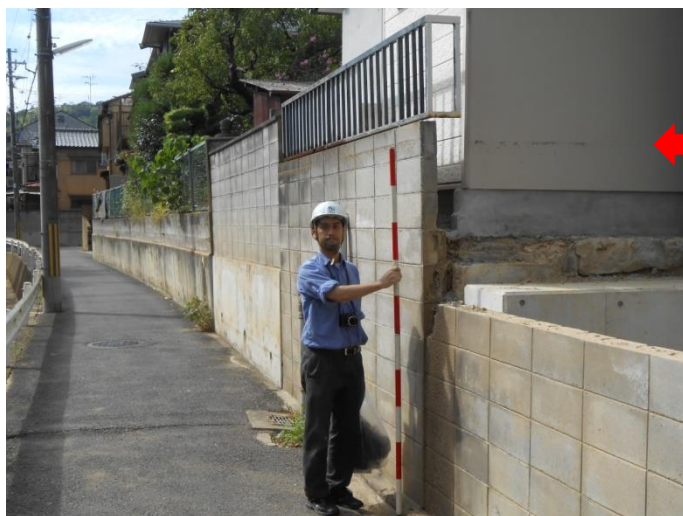
小栗栖排水機場



一号主ポンプ
1972年設置

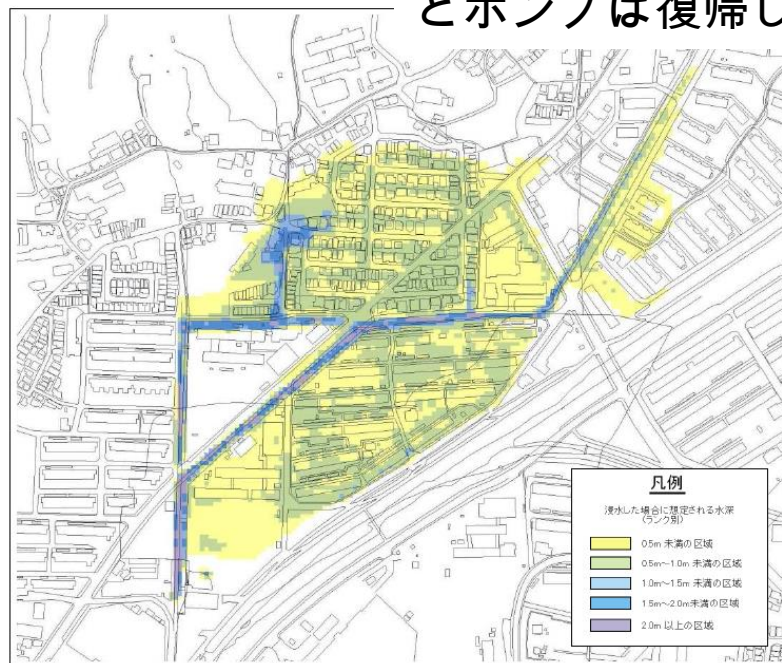


中央監視盤(3F)。2004年
更新(2Fの操作機でないと
ポンプは復帰しない)



浸水
痕跡

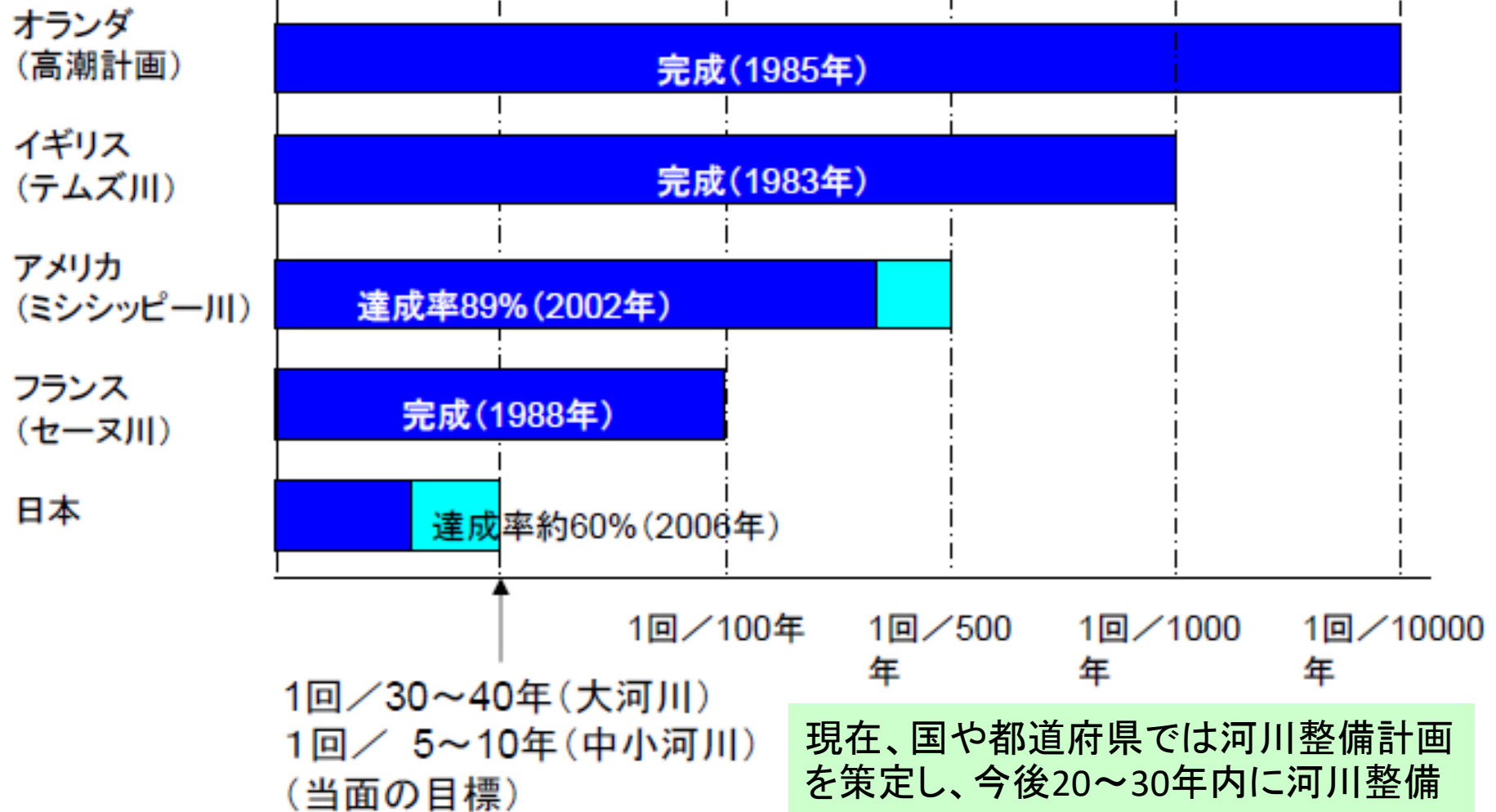
畑川流域での浸水痕跡



浸水の再現計算結果

(4) 河川整備の遅れ

現在の治水水準を上回る洪水が発生すると、越水等により破堤が生じ、異常な水害が発生する(異常な水害発生 の定義①②)



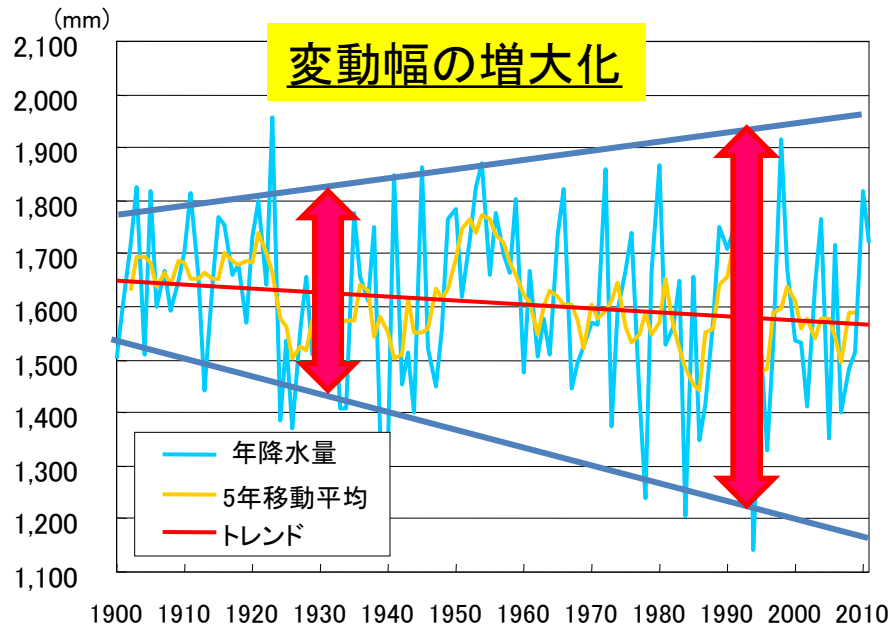
(出典：国土交通省資料に加筆)

現在、国や都道府県では河川整備計画を策定し、今後20~30年以内に河川整備を進めている

(5) 外力（豪雨）の増大化

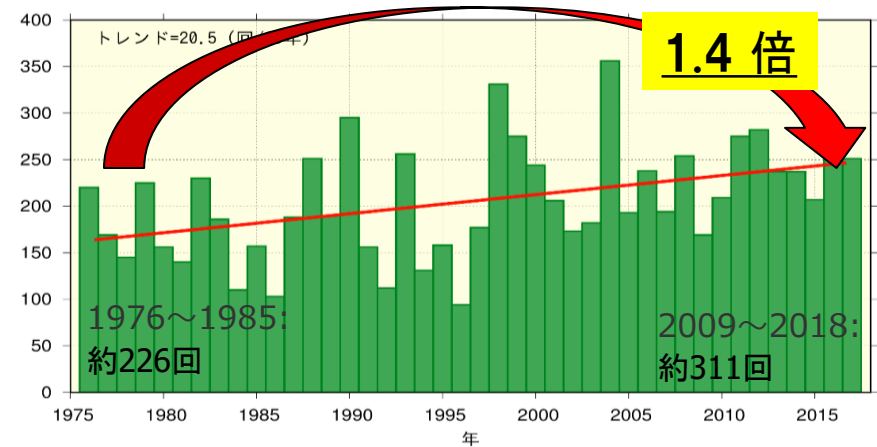
- ・年降水量の経年変化を長期的に見ると少雨と多雨の**変動が増大**。
(洪水も渇水も危険度が増大。)
- ・1時間降水量50mm以上及び80mm以上の**年間観測回数は増加傾向**。
最近10年(H14～H23)と20年前(S57～H3)を比較すると
時間50mmの大雨は、約1.2倍
時間80mmの大雨は、約1.3倍
に増加

◆年降水量の経年変化

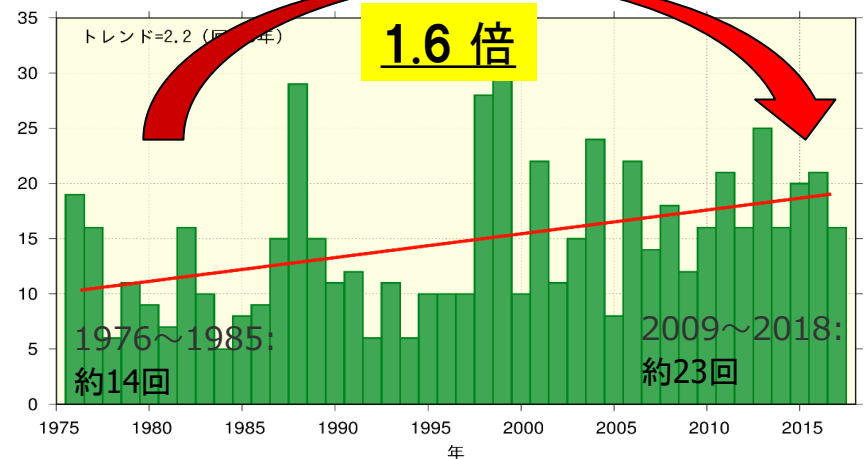


「平成24年版日本の水資源」より

◆1時間降水量50mm以上の年間発生回数(1000地点あたり)



◆1時間降水量80mm以上の年間発生回数(1000地点あたり)



◆気象庁HPアメダスより

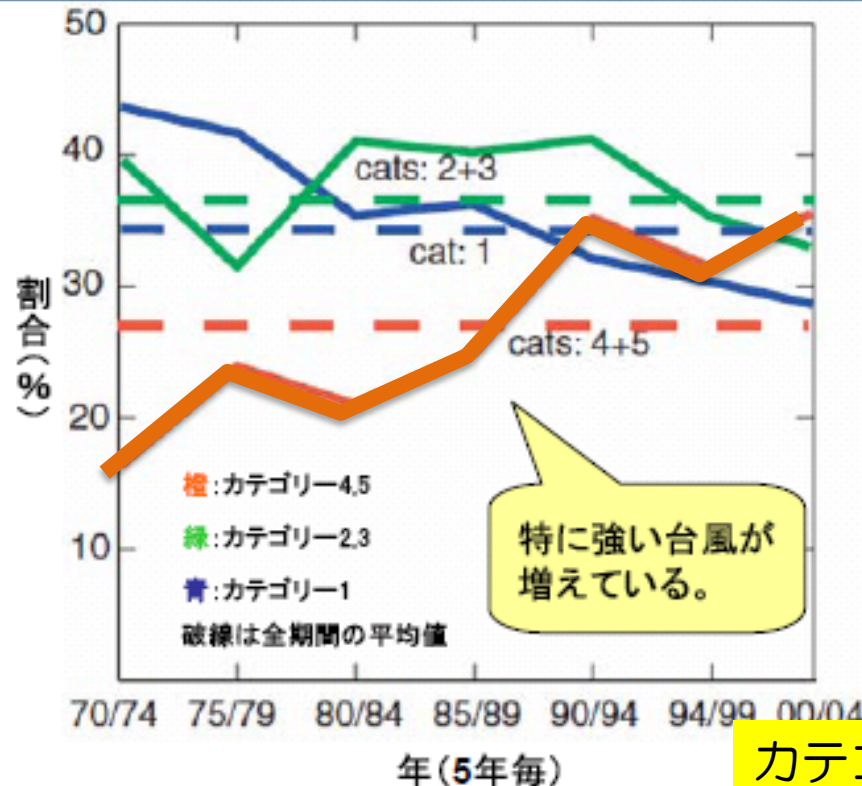
(5) 外力（台風）の増大化

IPCCの第4次報告書から：

これまでの観測から分かったこと：熱帯低気圧

Gray, Webster, 1990, et al., 2000: Changes in tropical cyclone number, duration and intensity in a warming environment. Science, 305, 1044-1046.
Reprinted with permission from AAAS.

各カテゴリー※の熱帯低気圧の割合



カテゴリー4,5の熱帯低気圧の発生数及び割合

	期間			
	1975-1989		1990-2004	
	数	%	数	%
東太平洋	36	25	49	35
西太平洋	85	25	116	41
北大西洋	16	20	25	25
南西太平洋	10	12	22	28
北インド洋	1	8	7	25
南インド洋	23	18	50	34

カテゴリー4,5：944hPa以下、風速59m/s以上

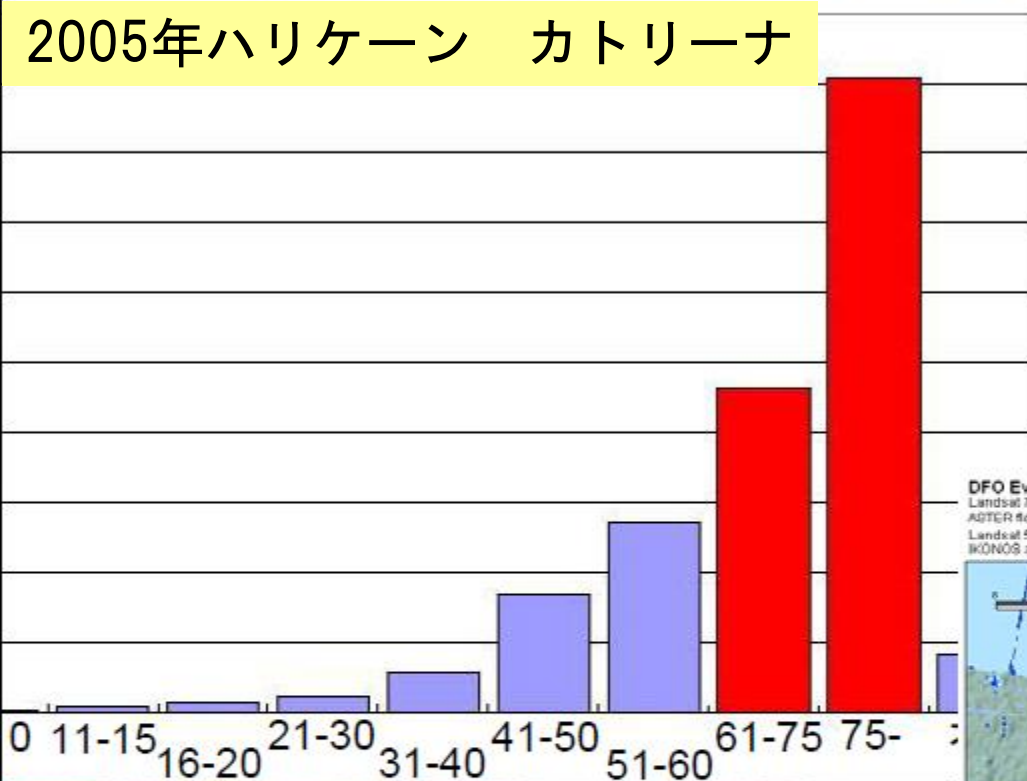
低平地が広がる大阪湾、伊勢湾、東京湾域都市でのスーパー台風来襲による高潮氾濫で異常な水害が生じることが懸念される（異常な水害発生の定義①②）

modified, adapted, performed, displayed, published, or sold in whole or in part, without written permission from the publisher.

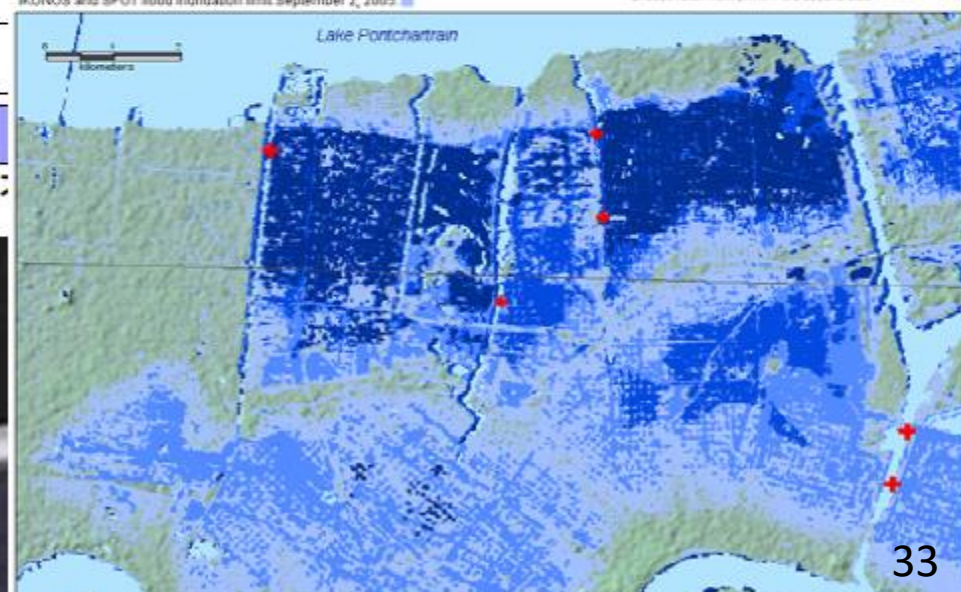
(6) 高齢化

犠牲者の7割は60才以上 (ルイジアナ州)

2005年ハリケーン カトリーナ



DFO Event # 2005-114 - Hurricane Katrina - New Orleans Close Up - Rapid Response Inundation Map 3
Landsat 7 flood inundation limit September 15, 2005
ASTER flood inundation limit September 13, 2005
Landsat 5 flood inundation limit September 7, 2005
IKONOS and SPOT flood inundation limit September 2, 2005
Landsat reference water
Levee Break
Universal Transverse Mercator
UTM Zone 16 North - WGS 84 - Gridscale: 2 degrees
Shaded relief from SRTM 1 arc second data



(6) 高齢化



・真備町で亡くなった51人のうち、42人が1階で死亡。そのうち36人(85%)が65歳以上の高齢者。

避難時要介護者は避難行動の制約から家に留まる傾向。

我が国の高齢化率

(総人口に占める65歳以上の割合)

日本：27.7%

ドイツ：21.1%

スウェーデン：19.6%

イギリス：18.1%

アメリカ：14.6%

2065年には38.4%に達して約2.6人に1人が65歳以上になると推計されている (平成30年版高齢社会白書)



高齢者や避難時要介護者への避難時の支援体制・システムの早期の充実が望まれる

スーパー台風来襲の危険性が高いときには事前に「疎開」するなど、これまでにない対応を！ (異常な水害発生定義①②)

(7) 都市構造の複雑化

都市の氾濫災害 ～地下空間～

■ 福岡水害 (1999.6.29) 博多駅周辺



建設省九州地方建設局

河川堤防の決壊による洪水氾濫や高潮氾濫では大規模な氾濫が生じ、極めて深刻な事態になることも考慮しておかなければならない(異常な水害発生 の定義③)

3. 異常な水害を回避するための備え

3. 1 ハード対策による水害への備え

1) 堤防

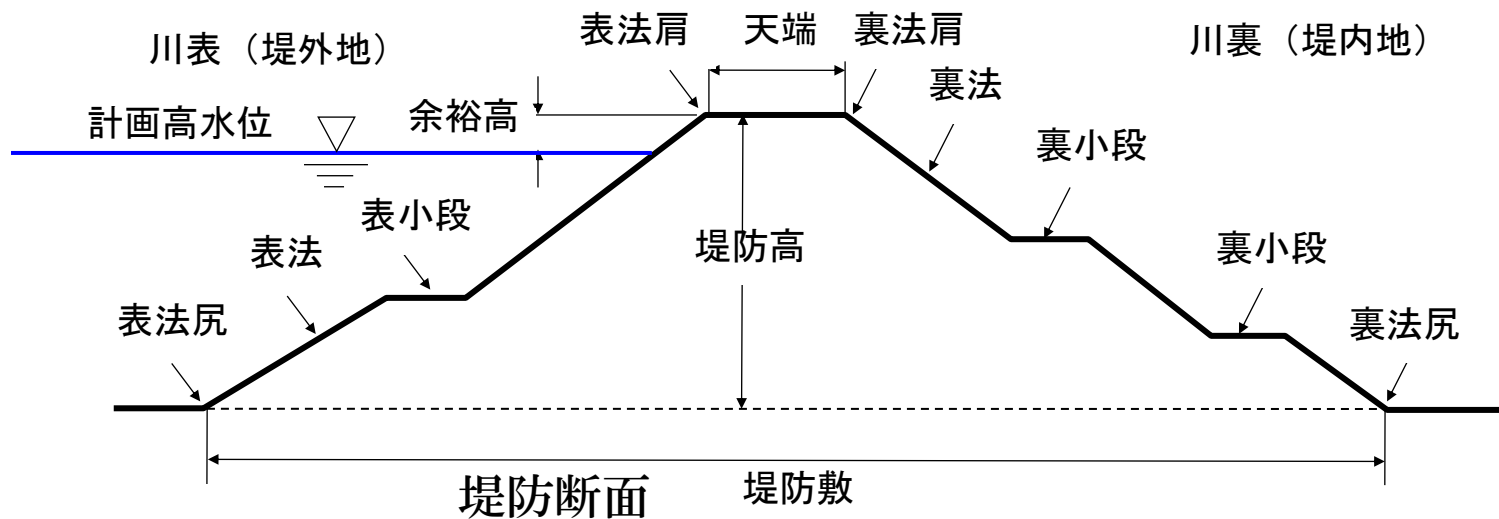
洪水から生命と財産を守る最後の砦



淀川堤防



Jubilee River
Embankment
(England)



河川堤防の特徴

土堤を原則とする(経済性、材料取得の容易さ、復旧の容易さ、基礎地盤との馴染み易さ、改良の容易さ、環境、その他)→台湾ではコンクリートでカバー

破堤の要因と分類

破堤要因	破堤の要因	破壊形態
越流	・異常出水 ・橋脚, 堰による水位上昇 ・堤高不足	裏法尻・裏法肩侵食
法すべり	・雨水の堤体浸透 ・外水位の	法面崩壊
洗掘	・水衝部 ・急勾配河川	表法面・表法尻の侵食
漏水	・堤体および堤防地盤の止水性不足 ・水みちの存在	パイピング破壊 ボイリング

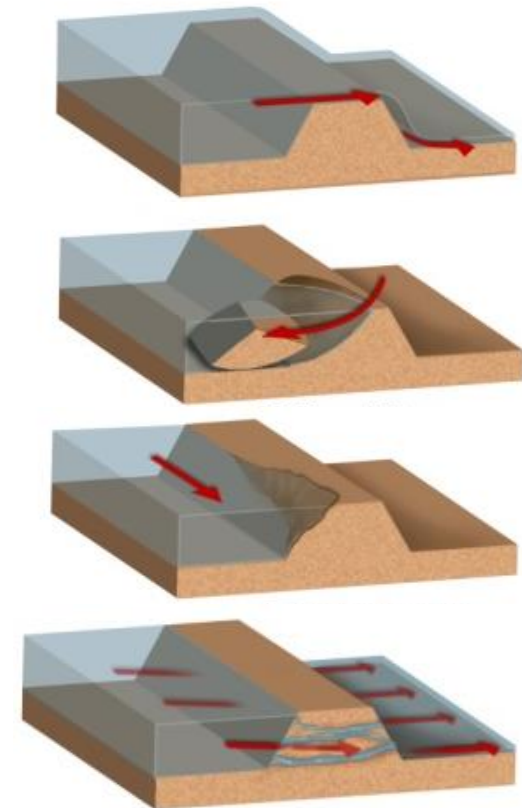


Illustration by Zina Deretsky/National Science Foundation

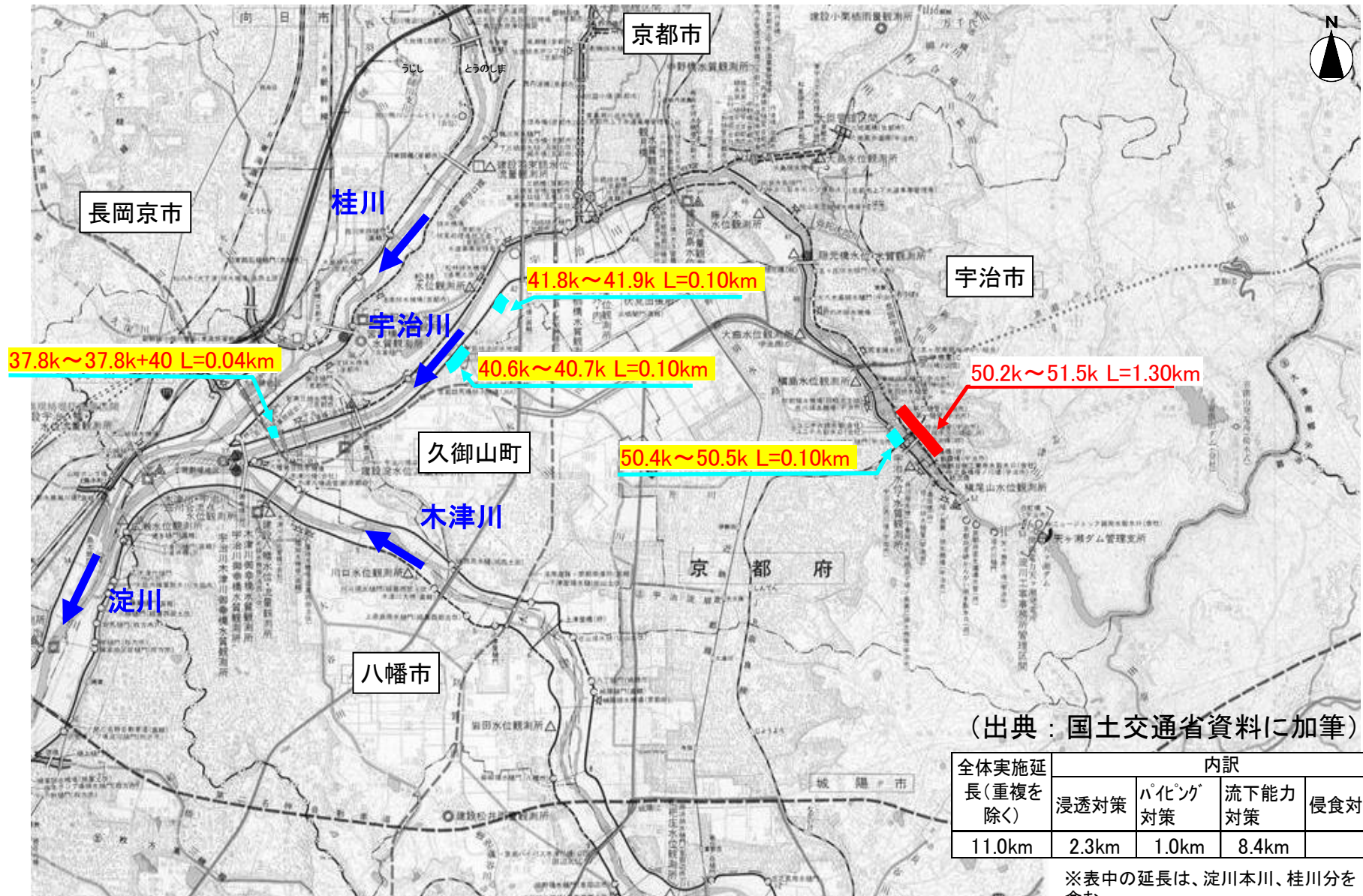
被災形態別分類 (村本,1986)

被災形態	越水	非越水	計
破堤	183 (75%)	62 (25%)	245
表決壊	26	184	210
裏法崩壊	19	37	56
軽・無被害	78	0	78
計	306	283	589

昭和40年以降の河川堤防の被災原因の調査(災害調査報告書や現地踏査から)

洪水を安全に流すためのハード対策 概要図 ＜宇治川＞（平成27年度末）

凡例 ■ 浸透対策 ■ パ化^①ング対策 ■ 流下能力対策 ■ 侵食対策



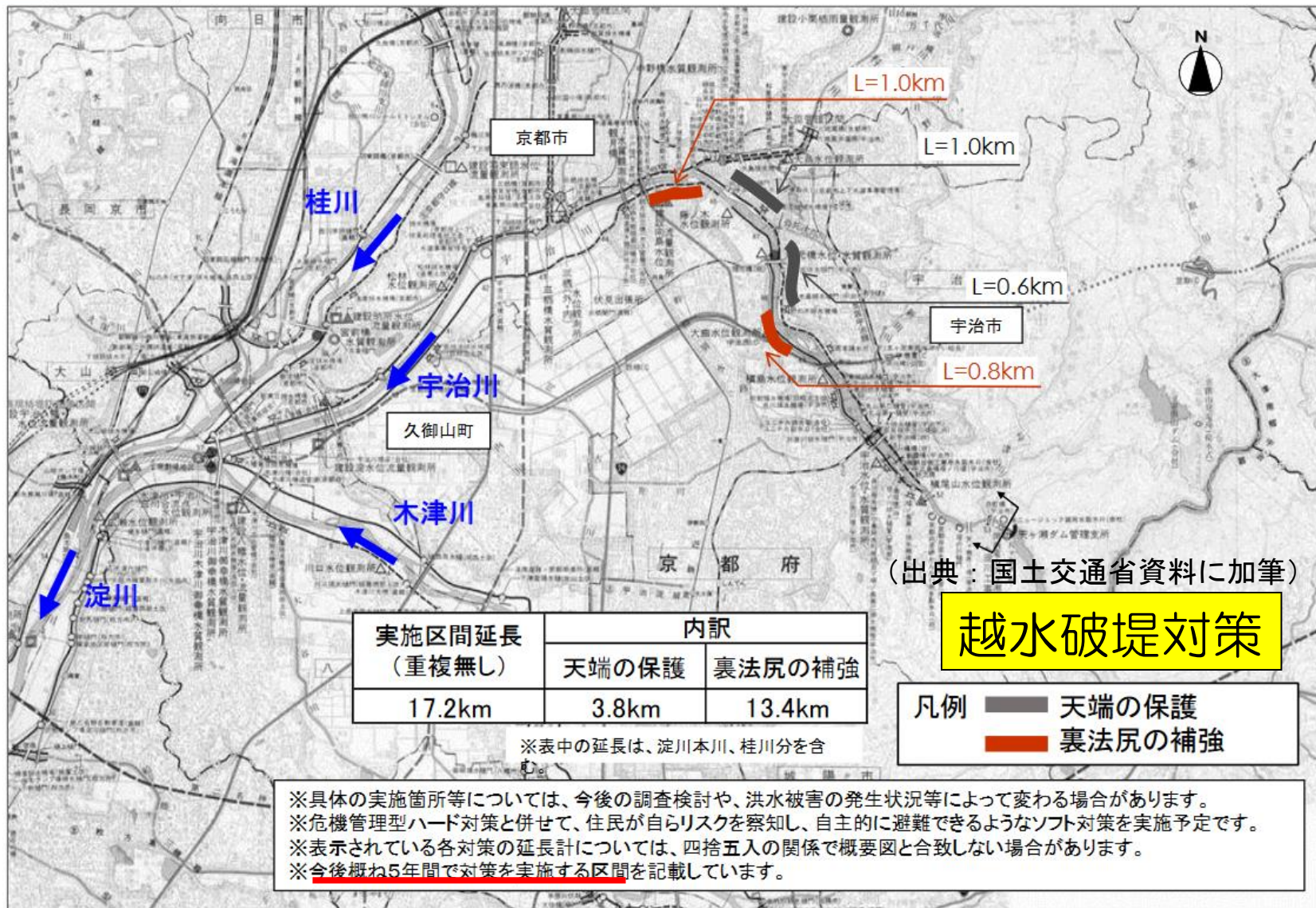
※具体的実施箇所、実施時期等については、現地状況や洪水被害状況等を踏まえ、必要な調査検討等を行い、実施予定。

淀川水系宇治川

平成28年度 第1回淀川水系流域委員会 説明資料【治水・防災（淀川本川・宇治川）】

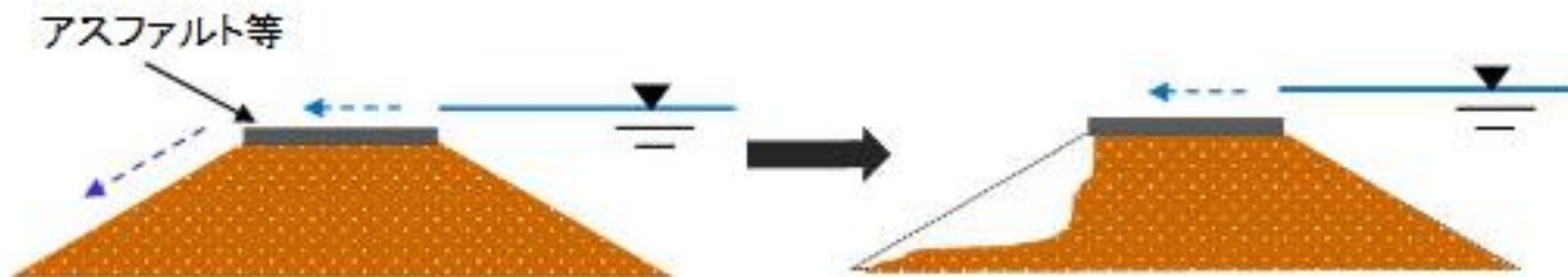
実施方針

宇治川

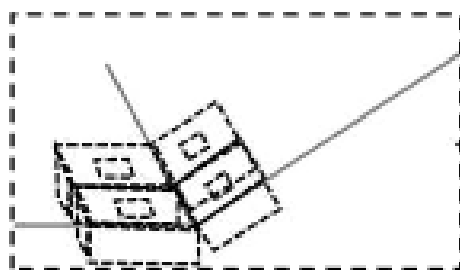


河川堤防の超過洪水対策（国交省）

堤防天端をアスファルト等で保護した堤防では、
ある程度の時間、アスファルト等が残っている。

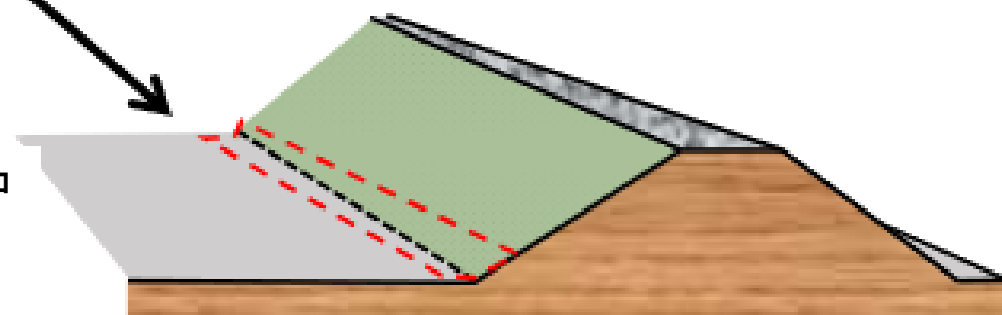


堤防裏法尻をブロック等で補強



具体的な工法については検討中

（出典：国土交通省資料に加筆）



堤防の被災等から見てくる課題

1. 河川堤防は時代時代に築造が繰り返され、その後の**経年劣化により締固め度も高くない**ため、降雨によってHWL以下でもすべり等により被災しやすい(筑後川, 2015年).
2. このような低締固め度(例えば85%以下)の堤体では締固め度90%以上の堤防と比べて**越流により被災しやすい**(與田他による模型実験による). 劣化したままでよいのか?
3. 民地内の**堤防が十分に管理できていない**(植生, 堤体変状, 堤体内部, 根入れ等の点検など)(滋賀県鴨川, 2013). そもそも堤防が民地であってはよくない(鬼怒川若宮戸地区の自然堤防の掘削). 「まずは命だけは助かるように」との減災対策以前の問題.
4. 鬼怒川で越水破堤したような**(河川整備段階途上での)超過洪水**は今後ますます顕在化するであろう. 完成堤防にするには時間がかかりすぎる. 手戻りがあっても**堤防強化(余裕高部分の強化, 裏法の侵食防止対策)**はすぐすべき(浸透対策のドレーン工は越水時には異物となって決壊原因にも).



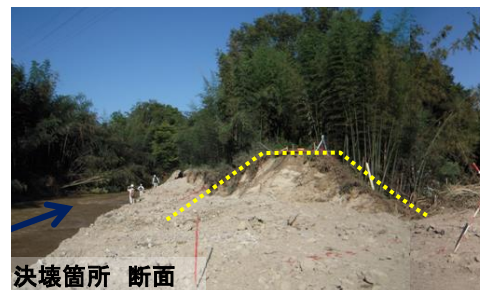
越水, 浸透, 侵食現象等に対して, 現状の堤防の性能や対策の効果が適切に評価できるような数値シミュレーションモデルの開発が重要(堤体内部や基礎地盤の特性の把握も重要)



H27年8月台風15号の降雨により筑後川18.3k付近の左岸堤防表法面の崩壊(国土交通省)



H27年5月大和川支川曾我川左岸堤防に亀裂



H25年9月台風18号による洪水で鴨川右岸堤防が決壊(滋賀県)

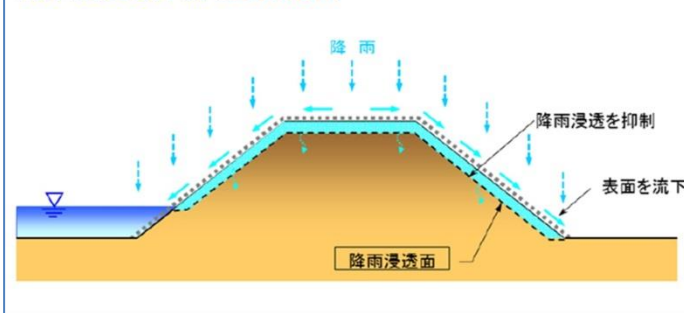
破堤氾濫災害の防止・軽減のための対策例

河川堤防における 透気防水シートについて

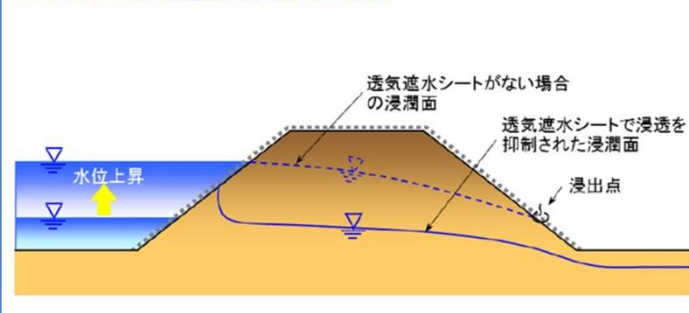
（太陽工業株式会社と京大防災研
との共同研究の一例）

河川堤防を強化するために

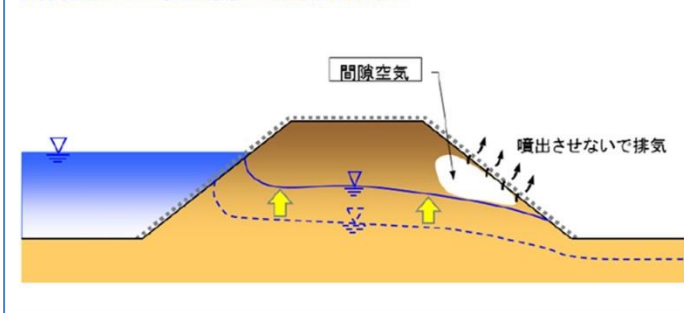
雨水浸透を抑制(遮水効果)



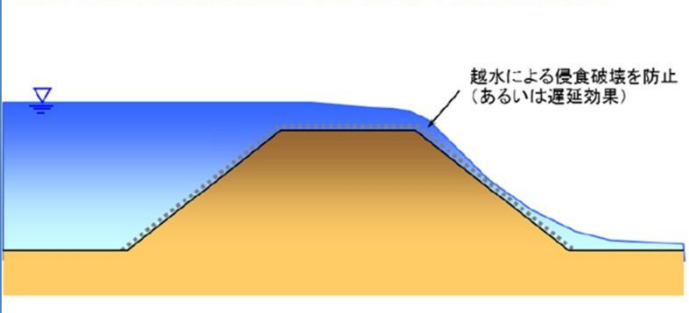
河川水の浸透を抑制(防水効果)



間隙空気の噴出防止(透気効果)



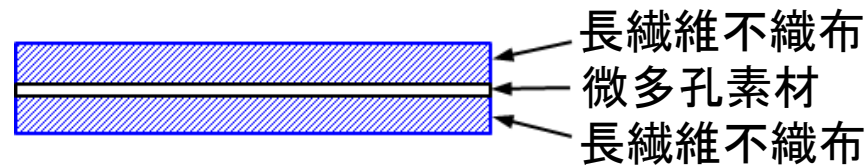
越水による天端及び裏のり破壊防止(耐侵食効果)



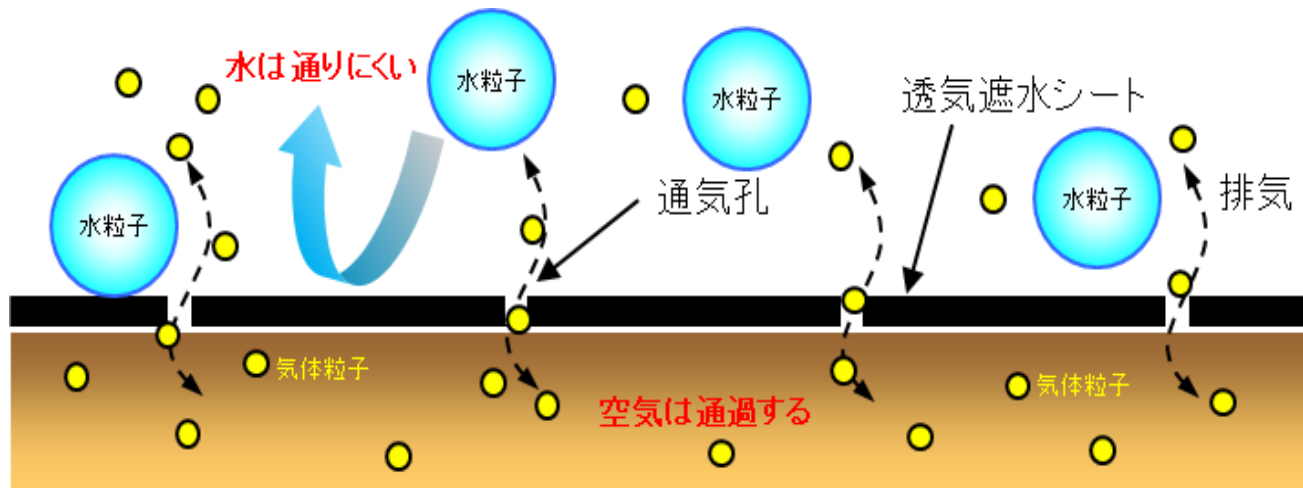
1. 雨水の浸透を抑制 ⇒ 防水効果
2. 河川水の浸透を抑制 ⇒ 防水効果
3. 間隙空気圧の上昇を抑制 ⇒ 透気効果
4. 越水時の侵食を防止(遅延) ⇒ 耐侵食効果

透気防水シートの特徴

- 雨水や河川水の浸入を防ぎ、**空気の透過性に優れた防水シート**
- 透気防水シートは、優れた防水性能と透気性能を有する微多孔素材を長繊維不織布で挟み込んだ3層構造のシートです。



【構成モデル図】

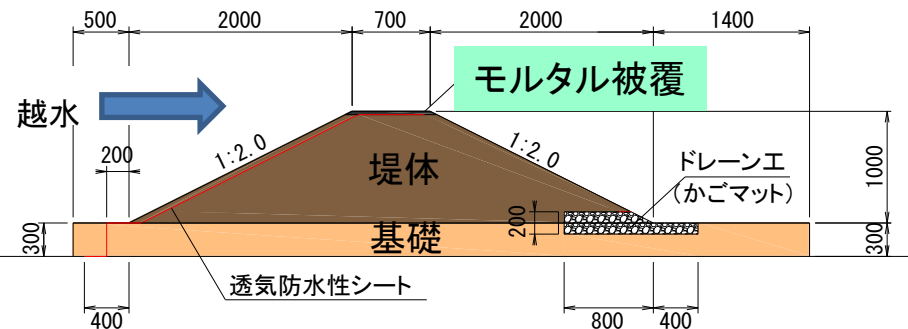
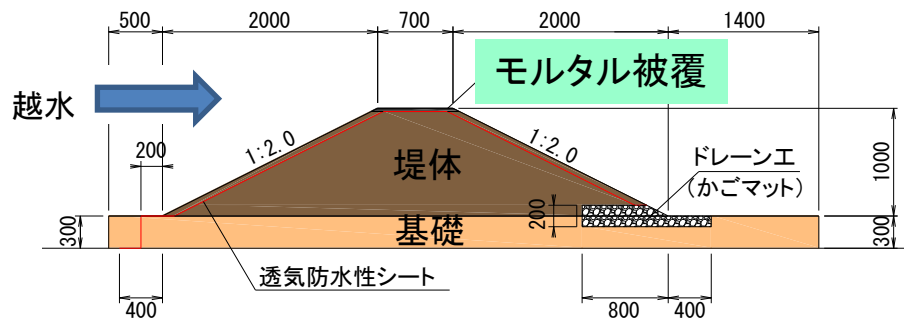


【機能モデル図】

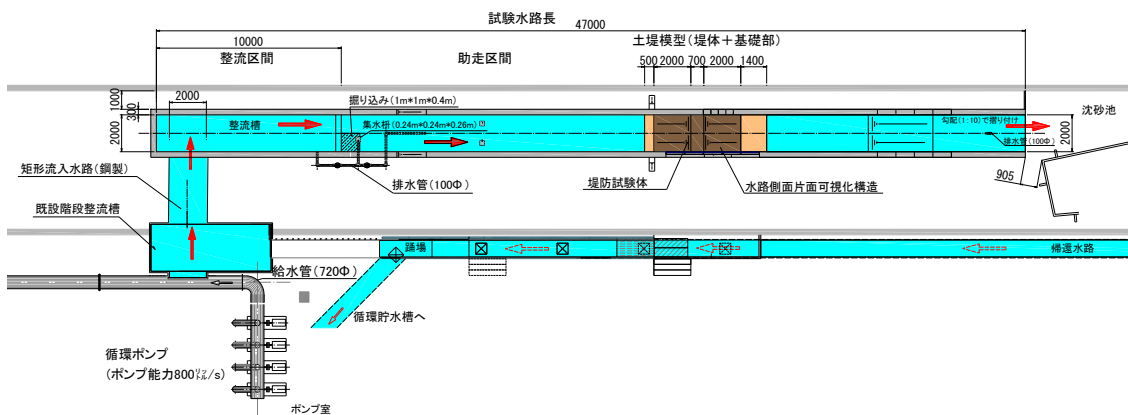
確認実験 越水(越流侵食防止効果)実験 2016年 京都大学共同研究

確認実験 越水(越流侵食防止効果)実験 2016年 京都大学共同研究

- 裏のりにおける透気防止シートの有無による侵食状況の比較



【実験堤防の概要】



【実験設備(京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリー)の概要】

【実験ケースの概要】

実験順序	越流水深 (m)	越水時間 (min)
1回目	0.20	15
2回目	0.20	15
3回目	0.30	10
4回目	0.34※	10

※実験水路の最大流量時の水深

確認実験

越水(越流侵食防止効果)実験 2016年 京都大学共同研究

1回目越水状況 (越流水深20cm、越水時間15分)

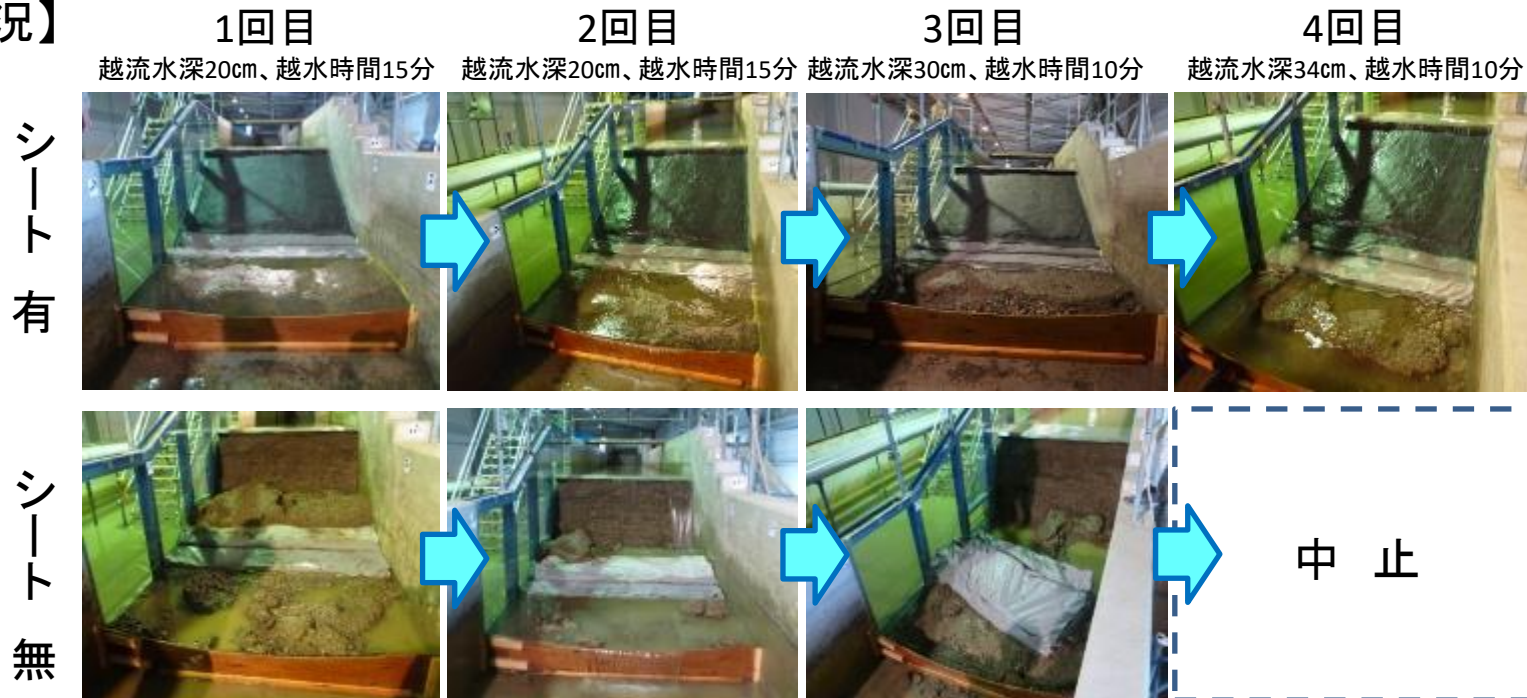


- 1.75倍速再生

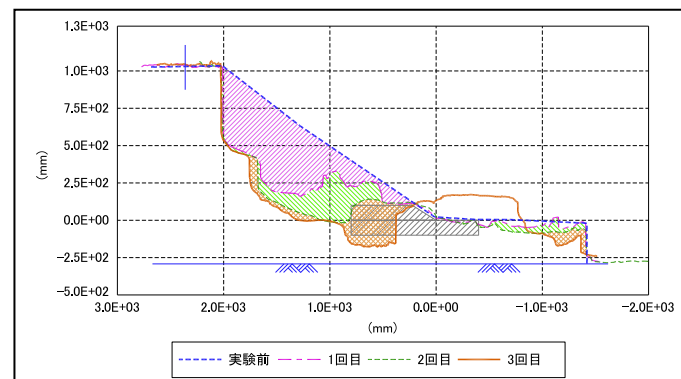
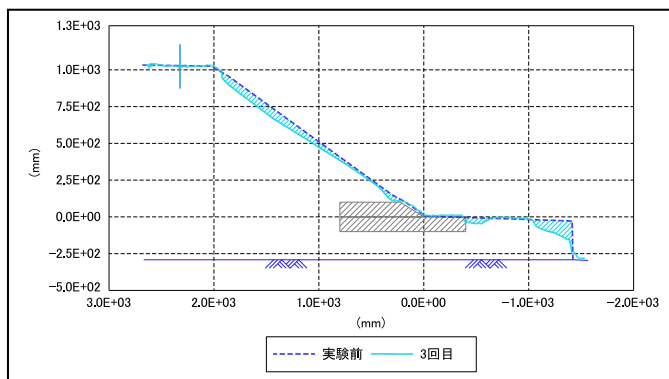
確認実験

越水(越流侵食防止効果)実験 宇治川オープンラボラトリー

【裏のり状況】



【裏のり侵食形状】



3. 1 ハード対策による水害への備え

2) ダム

(台風18号により満水の天ヶ瀬ダム)

堤防決壊の危機をからくも回避。



淀川水系のダム群が無かったら、桂川越水地点の水位はさらに数10cm高かったと推定。

今回、桂川越水地点での堤防上の越水深は10~20cm程度であったため、水防活動による土のう積みが出来、堤防決壊に到ることは免れた。もし、淀川水系のダム群による洪水調節が無ければ、堤防上の越水深はさらに数十cm高かったと推定される。そのような状態では、土のう積み作業も困難であり、堤防が陥落していた可能性が高かったと推察される。



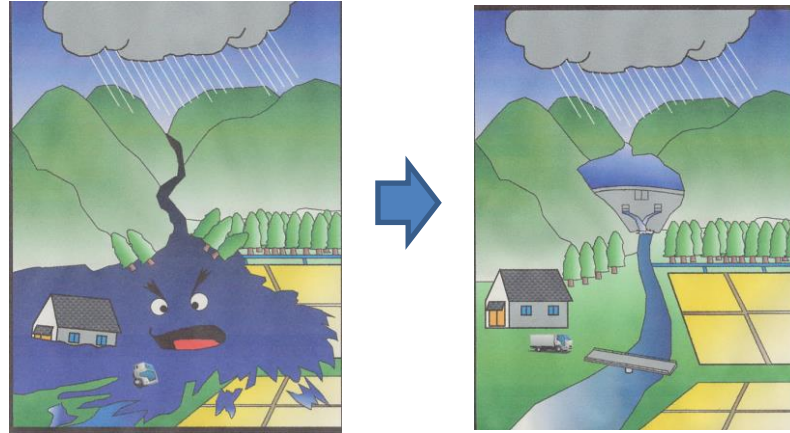
※1: ダム群無しは、淀川水系の洪水調節能力を全失、淀川水系の既設ダム(天ヶ瀬ダム、高山ダム、青蓮寺ダム、富生ダム、比叡和ダム、口津ダム)が無い状態を想定。
※2: 越水地点に堤防決壊深度以上は応答するよう条件を設定し、越水箇所下流の流量を算出。



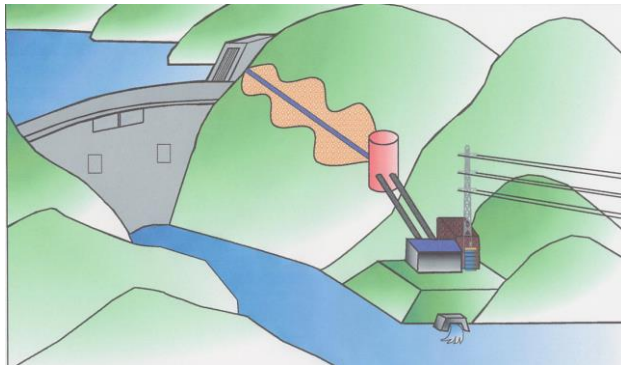
国土交通省資料

ダムの目的

1. 洪水調節

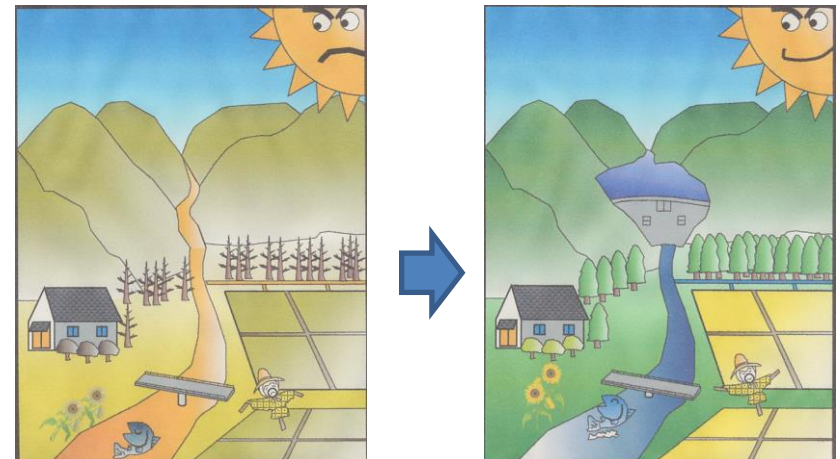


2. 発電



3. 安定した用水

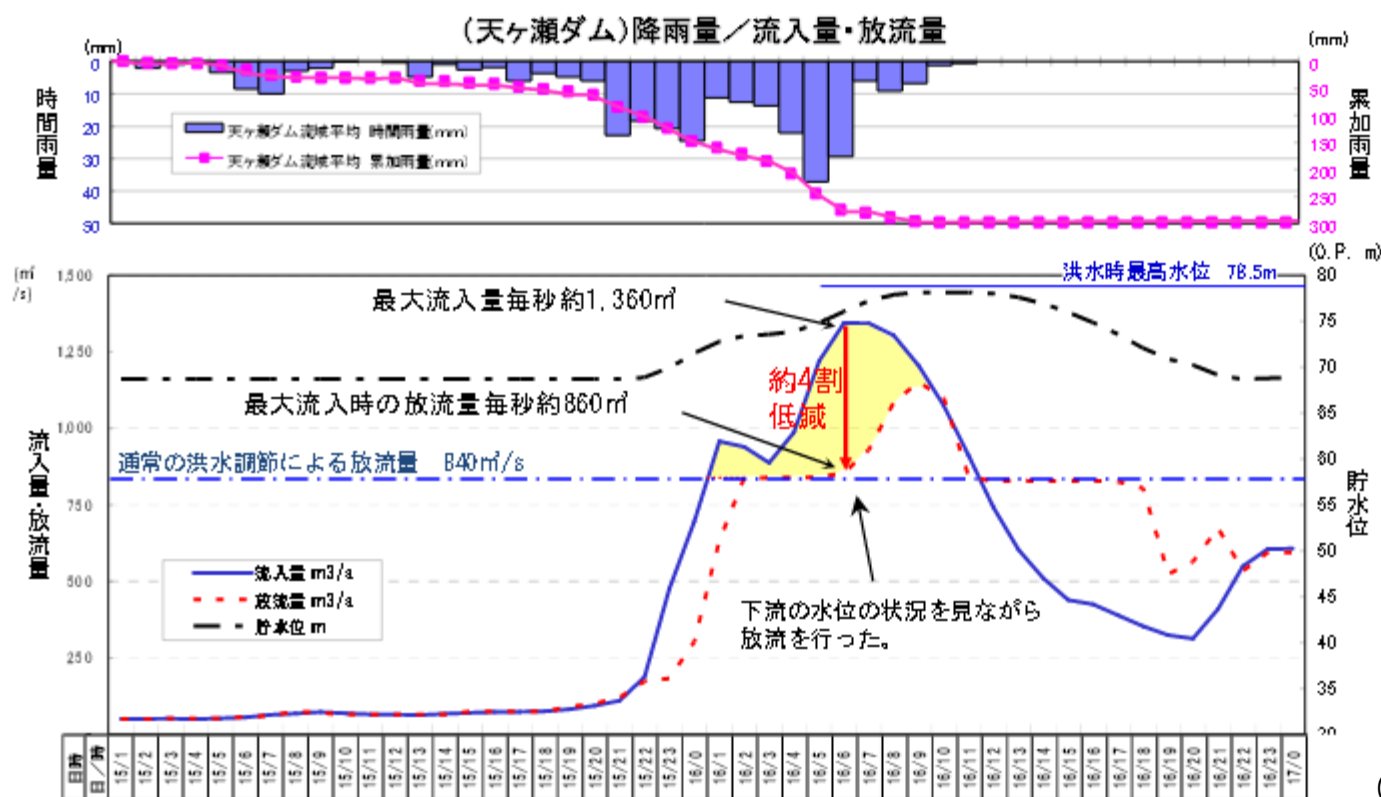
飲料水、農業用水、工業用水、
環境用水（維持用水）等



ダム機能をフルに発揮……でも

ダム貯留により放流量を約4割に低減。

台風18号により天ヶ瀬ダムの流域では、1時間雨量で最大流域平均37mm、降り始めからの総雨量は300mmを観測した。この降雨により天ヶ瀬ダムへ最大流入量は毎秒約1,360立方メートルに達した。



天ヶ瀬ダムでは流域全体の安全を確保するため、ゲート操作を行うことにより、最大流入時には下流の河川へ流す水量を毎秒約860立方メートルとし、毎秒約500立方メートルの流量を低減（約4割低減）した。

この結果、この洪水期間中、天ヶ瀬ダムには約870万立方メートル（京セラドーム大阪約7杯分）を貯留した。

ダムはよく頑張った。しかし，既存のダムでの対応の限界も見えてきた？

見えてきた課題

1. 貯めに貯めてぎりぎりまで貯めたが，もし，その後もう一山の豪雨があったらどうだったのか？シミュレーションしておくべき。
2. ダム堤体を全幅で越水するような事態が生じた場合，どの程度の越流深ならどの程度持つのか，分かっているか？
3. 貯めることに精力がつき込まれたが，もし，ダムが決壊するような事態になれば，というシナリオのもとで貯水対応と同時に危機管理の対応ができていたのか？
4. その場合，要避難対象区域が大きいと，かなり事前の避難情報提供や避難対応の準備が必要だが，このような対応ができる環境に現在あるのか？シミュレーションはなされているのか？
5. 今後の気候変動による外力の増大化が懸念される中，ハード対策としての新規ダムの減災効果はあるのではないか？

3. 2 ソフト対策による水害への備え

1) ハザードマップ

近年、集中豪雨等による水害が頻発

被害を最小限にするためには：平時より水害リスクを認識

氾濫時の危険箇所・避難場所等について
正確な情報を知っておくことが重要



国・京都府：洪水浸水想定区域図作成・公表（水防法）

洪水予報河川・水位周知河川（＊）に指定した河川について想定し得る最大規模の降雨により当該河川が氾濫した場合に浸水が想定される区域を指定し、指定の区域及び浸水した場合に想定される水深、浸水継続時間を示したもの

これをもと
に市町村
が作成公
表

（＊）淀川水系淀川、淀川水系木津川、淀川水系宇治川、淀川水系桂川、淀川水系桂川支川鴨川、淀川水系木津川支川玉川など（国、県でそれぞれ指定）

京都市等、市町村：洪水ハザードマップ作成・公表

市町村：洪水ハザードマップ作成・公表

洪水浸水想定区域図に洪水予報等の伝達方法、避難場所その他洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保を図るための必要な事項などを記載したもの

洪水浸水想定区域を含む市町村の長は、洪水ハザードマップを作成し、各世帯に提供（水防法）

（参考）

洪水予報河川：国土交通大臣は、洪水の恐れがあるとき、指定した河川について、水位又は流量、はん濫により浸水する区域及びその水深を示し、知事に通知。都道府県知事は、指定した河川について、水位又は流量を示して直ちに水防管理者等に通知するとともに、これを一般に周知させなければならない。

水位周知河川：国土交通大臣は、洪水の恐れがあるとき、指定した河川について、洪水特別警戒水位を定め、当該河川の水位がこれに達したときは、その旨を当該河川の水位又は流量を示して関係都道府県知事に通知。知事は、洪水の恐れがあるとき、指定した河川について、洪水特別警戒水位を定め一般に周知しなければならない。

ハザードマップについて

洪水ハザードマップ：

- 設定外力は？計画高水流量⇒**想定し得る最大の外力に（H27年）**
- 浸水想定区域図程度の内容のもの多し（今後の改良要）
- 構造格子で正確に地物が反映できるか？（非構造格子へ改良）
- 内水氾濫**を対象としたハザードマップも作成することに（H27年）

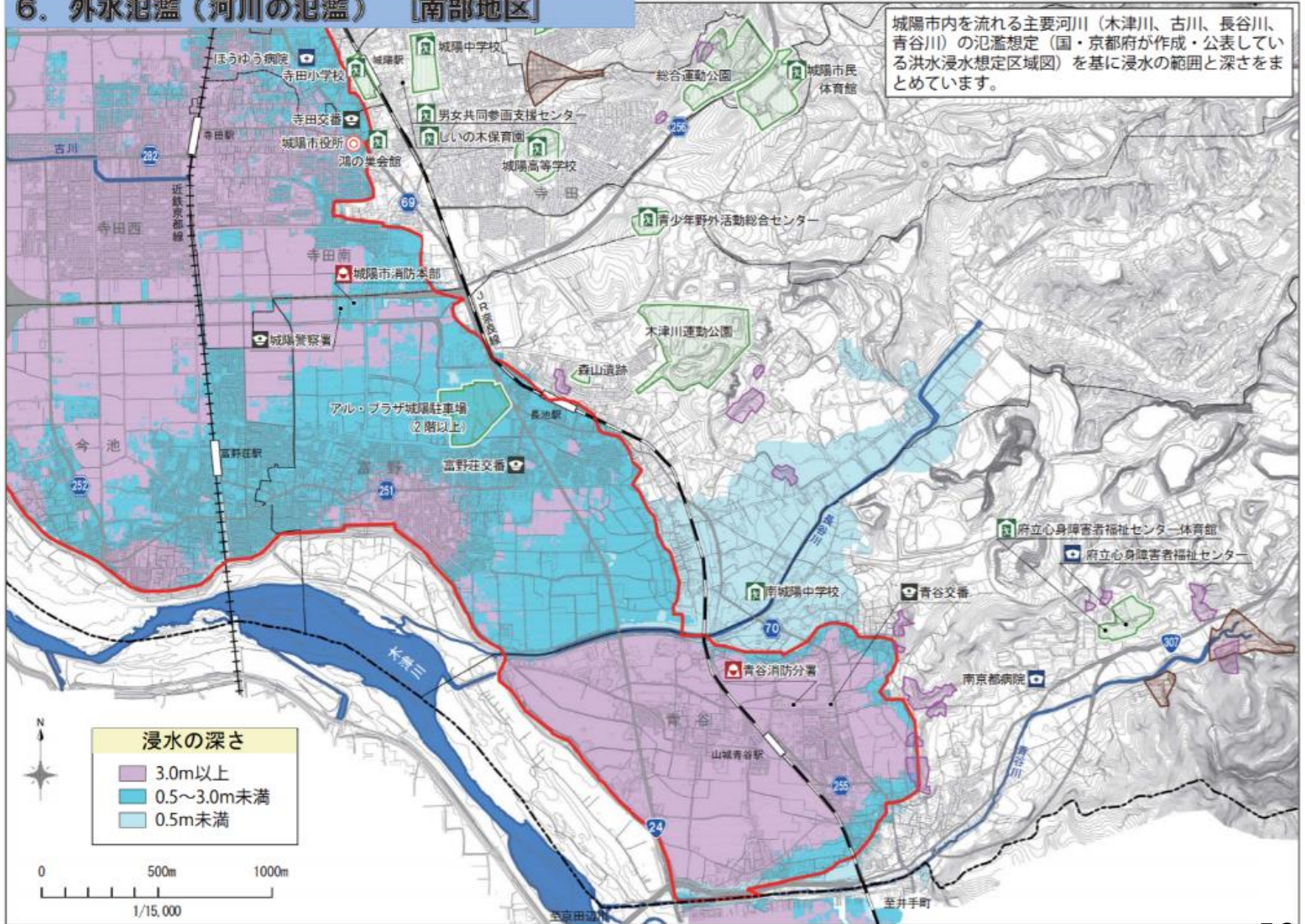
土砂災害ハザードマップ：

- 土砂災害特別警戒区域，警戒区域の公表と対策
- 砂防ダム等のハード対策の効果をハザードマップにどのように反映するのか。
- 今のような簡易な線引き方法で良いか？

洪水災害も土砂災害も対策はまず土地利用規制

城陽市水害マップ、防災ブック（外水氾濫）（南部地区）

6. 外水氾濫（河川の氾濫）【南部地区】



城陽市の洪水ハザードマップのできは？

改善すべき点

1. ハザードマップが自分の家が特定できるスケールではない
2. マップを拡大すると文字や図が不鮮明
3. 校区ごとの図になっていない
4. 避難場所が遠い。車での避難を想定？
高齢者が多い市としては再考が必要。
 - ・一次避難所として小中学校の3階や近隣の民間のアパート
 - ・地区防災計画を立てて、一次避難所を定義
 - ・現在の指定避難所を二次避難所（最終避難所）と定義し、一次避難所からの救助を想定してはどうか
 - ・介護施設等との提携で**福祉避難所**を設定すべき（要介護者）
5. 外国人への配慮が無い。**最低でも英語版**の作成を
6. アンダーパスなど、危険個所の記載がない
7. 洪水・土砂の一連の現象としてハザードが示されていない（朝倉の水害）

良いところ

1. 内水氾濫と外水氾濫を分けている点
2. 土石流危険溪流・氾濫区域など、土砂災害危険情報も記載

今のハザードマップでよいのか？

想定し得る最大規模の外力(雨)を用いることになった



理解できる(東北大震災)

洪水の規模が大きくなるので川の水位が高くなり、破堤すると浸水範囲・浸水規模が大きくなる



理解できるが浸水だけ？

このような雨が降ると斜面が崩れて土石流や流木が出てくる



改訂された洪水ハザードマップの浸水深や浸水範囲はあっているのか？

扇状地や谷底平野などでは川には土砂がたまり、洪水と土砂と流木が氾濫し、実際のハザードマップと違うことが起こる



朝倉の水害でもそうだった

土石流警戒区域などの土砂災害危険区域と水だけ考えた洪水ハザードマップを別々に示しては実際の一連に発生する現象を考慮できず、誤った危険情報を提供している？ ➡地形変動を考慮したハザードマップ

3. 2 ソフト対策による水害への備え 2) 避難

平成31年3月「避難勧告等に関するガイドライン①」(避難行動・情報伝達編)(内閣府)

水害・土砂災害の防災情報の伝え方が変わります

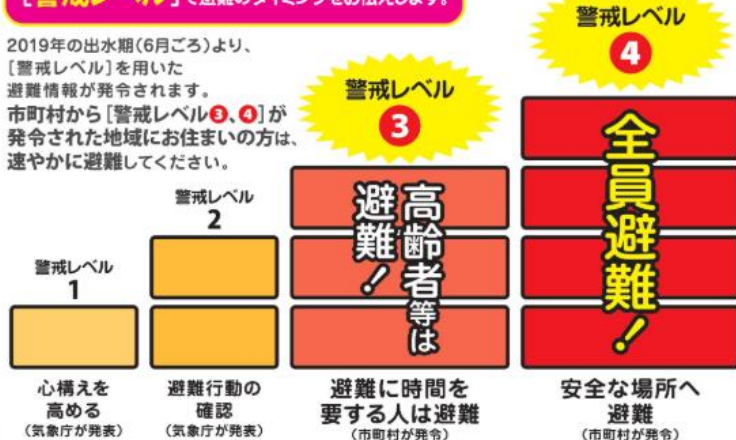
逃げ遅れゼロへ!

防災情報はいろいろあるけど
いつ避難すればいいの?

警戒レベル4で全員避難!!

【警戒レベル】で避難のタイミングをお伝えします。

2019年の出水期(6月ごろ)より、
【警戒レベル】を用いた
避難情報が発令されます。
市町村から【警戒レベル3、4】が
発令された地域にお住まいの方は、
速やかに避難してください。



【警戒レベル5】(市町村が発令)は既に災害が発生している状況です。

次のような内容で自治体から避難行動を呼びかけます!

- 緊急放送、緊急放送、警戒レベル4、避難開始。
緊急放送、緊急放送、警戒レベル4、避難開始。
- こちらは、〇〇市です。
- 〇〇地区に洪水に関する警戒レベル4、避難勧告を発令しました。
- 〇〇川が氾濫するおそれのある水位に到達しました。
- 〇〇地区の方は、速やかに全員避難を開始してください。
- 避難場所への避難が危険な場合は、近くの安全な場所に避難するか、屋内の高いところに避難してください。

警戒レベルととるべき行動を端的に伝えます

避難勧告の発令を伝えます

災害が切迫していることを伝えます

とるべき行動を伝えます

内閣府(防災担当)・消防庁

水害・土砂災害について、市町村が出す避難情報と、

国や都道府県が出す防災気象情報を、5段階※1に整理しました。

<避難情報等>

<防災気象情報>

警戒レベル	避難行動等	避難情報等	【警戒レベル相当情報(例)】
警戒レベル5	既に災害が発生している状況です。 命を守るための最善の行動をとりましょう。	災害発生情報※2	警戒レベル5相当情報 氾濫発生情報 大雨特別警報 等
警戒レベル4 全員避難	速やかに避難先へ避難しましょう。 公的な避難場所までの移動が危険と思われる場合は、近くの安全な場所や、自宅内より安全な場所へ避難しましょう。	避難勧告 避難指示(緊急)※3	警戒レベル4相当情報 氾濫危険情報 土砂災害警戒情報 等
警戒レベル3 高齢者等は避難	避難に時間を要する人(ご高齢の方、障害のある方、乳幼児等)とその支援者は避難をしましょう。その他の人は、避難の準備を整えましょう。	避難準備・高齢者等避難開始 (市町村が発令)	警戒レベル3相当情報 氾濫警戒情報 洪水警報 等
警戒レベル2	避難に備え、ハザードマップ等により、自らの避難行動を確認しましょう。	洪水注意報 大雨注意報等 (気象庁が発表)	これらは、住民が自主的に避難行動をとるために参考とする情報です。
警戒レベル1	災害への心構えを高めましょう。	早期注意情報 (気象庁が発表)	

※1 各階の情報は、警戒レベル1～5の順番で発表されるとは限りません。状況が急変することもあります。

Q&A

質問1) 防災気象情報は出ているけど、避難情報が出ていないときはどうすればいいの?

⇒市町村は、様々な情報をもとに、避難情報を発令する判断を行うことから、必ずしも防災気象情報と同じレベルの避難情報が、同時に発令されるわけではありません。

自らの命は自ら守る意識を持って、防災気象情報も参考にしながら、適切な避難行動をとってください。

質問2) 避難指示(緊急)は、避難勧告と同じ警戒レベル4に位置付けられたけど、考え方が変わったの?

⇒避難指示(緊急)は、地域の状況に応じて緊急的に又は重ねて避難を促す場合などに発令されるもので、必ず発令されるものではありません。避難勧告が発令された次第、避難指示(緊急)を待たずに速やかに避難をしてください。

質問3) 洪水で「警戒レベル4相当情報」が既に出ているなかで、土砂災害で「警戒レベル3相当情報」が出たけど洪水のレベルも4から3に下がったということなの?

⇒洪水の危険性が4から3に下がったわけではありません。洪水は4のままで、土砂災害の3が追加されたのであり、その地域は洪水と土砂災害、両方の災害を警戒する必要があります。

【警戒レベル5】では既に災害が発生しています。また、必ず発令されるものではありません。

【警戒レベル3】や【警戒レベル4】で、
地域の皆さんで声をかけあって、安全・確実に避難しましょう。

詳しく知りたい方は

内閣府 防災情報のページ

内閣府 避難勧告

http://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/h30_hinankankoku_guideline/index.html



スマホ用
二次元コード

変更点のまとめ

洪水予報の名称	発表基準	市町村・住民に求める行動の段階➡ ・居住者等が取るべき行動 ・行動を居住者に促す情報
〇〇川氾濫発生情報	氾濫の発生(レベル5)	氾濫水への警戒を求める段階(避難指示(緊急))➡ ・既に災害が発生している状況であり、命を守るための最善の行動をとる ・災害発生を把握した場合に可能な範囲で災害発生情報を提供
〇〇川氾濫危険情報	氾濫危険水位(レベル4)	いつ氾濫してもおかしくない状態。避難等の氾濫発生に対する対応を求める段階(避難勧告 相当)➡ ・指定避難地等への避難(全員避難) ・避難勧告、避難指示(緊急)
〇〇川氾濫警戒情報	避難判断水位(レベル3)	避難準備などの氾濫発生に対する警戒を求める段階(避難準備・高齢者等避難開始 相当)➡ ・高齢者・要配慮者は避難。その他の人は避難準備、自発的に避難する ・避難準備・高齢者等避難開始を発令
〇〇川氾濫注意情報	氾濫注意水位(レベル2)	氾濫の発生に対する注意を求める段階➡ ・避難に備え自らの避難行動を確認する ・注意報(気象庁が発表)

避難スイッチ

避難勧告・指示等の発令だけでは住民は避難しなかった(真備町)



避難スイッチを入れるためには

1. 避難勧告・指示等の発令
2. 環境の異変を知る(におい、雨、浸水、・・・)
3. 他者の行動(お隣さんが避難し始めた等)・働きかけ(電話、出迎え・・・)

ただし、危険が迫った段階でスイッチを入れて行動するのはかえって危険

レベル4で全員避難
(高齢者、要介護者はレベル3で避難)

重要な取り組み

- ・水位計を設置し、インターネットで全員が見ることができる
- ・情報の共有化とその見える化(理解しやすい表示など)
- ・バーチャルリアリティで防災教育(学校)



川水位情報
<https://k.river.go.jp/>

「あなたの避難スイッチは何？」(土砂災害と洪水災害で違う)

4 . おわりに (1/2)

1. **地球の温暖化**による気候変動で、災害外力は今後益々大きくなってくる(第4次、5次IPCC報告書等)。第一段階の河川整備が終わったとしても、それが完了する20～30年後には外力の増大化により**治水安全度は決して高くなっていない**。
2. ハード対策には限界があるが、**治水計画上の水準を明確に**設定し、可及的速やかにその水準に達するよう**河川整備を進める**努力が必要である。
3. そして、ハード対策によって**生命と財産を守る**ことが第一義的に重要である。
4. しかしながら、河川整備の途上であつたり、整備が完了しても、超過外力、いわゆる想定外の外力(**計画を上回る外力**)により被災することもある。
5. そのような外力には**減災対策としてのソフト対策**で対応するしかない。「**命だけは絶対に守る**」けれども、それ以外は被災すると考えざるを得ない。

4 . おわりに (2/2)

6. 現状では「命だけは絶対に守る」**ソフト対策**が整っているだろうか。ソフト対策の内容を吟味し、魂を入れて、**成熟したものにする必要がある**。
7. 流木と土砂の流出により被害が拡大している(H23年和歌山那智川、H24年京都南部、H29年福岡朝倉市)。山麓部では河道が土砂で埋まり、流木と土砂と洪水が溢れて道路を流下した。**河床変動を考慮した新たな治水**の考えを。
8. 超過洪水対策としての**堤防強化**は必須である。そのためにも有効な対策を講じるための基礎研究は重要。ただし、実用に供して初めて意味がある。
9. 気候変動による**都市水害が顕在化**。内水対策として地下貯留施設や雨水貯留効果の**定量的評価**(設置場所、設置個数、その効果効果)が必須。
10. 画一的なハザードマップが多くみられる。**各地域の特性を反映したハザードマップにすることが大事**。例えば、観光客が多く来る地域は英語の、ブラジル人の労働者が多い都市はポルトガル語の、ベトナム人の労働者が多い市町村はベトナム語のマップを作成したり、アンダーパスが多い町では危険なアンダーパスを記載するなど、それぞれの市町村特有の内容にすればよい。

ご清聴いただきありがとうございました



オグラノオノオ
巨椋池ビオトープの蓮（京大防災研）



オグラコウホネ
巨椋池ビオトープ（京大防災研）



オグラノアケボノ
巨椋池ビオトープの蓮（京大防災研）