

水災害分野における気候変動適応策のあり方について

～災害リスク情報と危機感を共有し、減災に取り組む社会へ～

答申(案)

参考資料(案)

本資料は、「水災害分野における気候変動適応策のあり方について ～災害リスク情報と危機感を共有し、減災に取り組む社会へ～ 答申(案)」の内容の一部を補足説明するため、水管理・国土保全局が作成したもの(平成27年7月23日時点版)。

1 はじめに

2 地球温暖化に伴う気候変動による水災害分野の主な影響

3 諸外国での水災害分野における気候変動適応策等の動向

4 水災害分野における気候変動適応策の基本的な考え方

5 水災害分野における気候変動適応策の具体的な内容

5.1 災害リスクの評価

5.2 水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策

5.2.1 比較的発生頻度の高い外力に対する防災対策

5.2.2 施設的能力を上回る外力に対する減災対策

5.3 土砂災害に対する適応策

5.4 渇水に対する適応策

5.4.1 比較的発生頻度の高い渇水による被害を防止する対策

5.4.2 施設的能力を上回る渇水による被害を軽減する対策

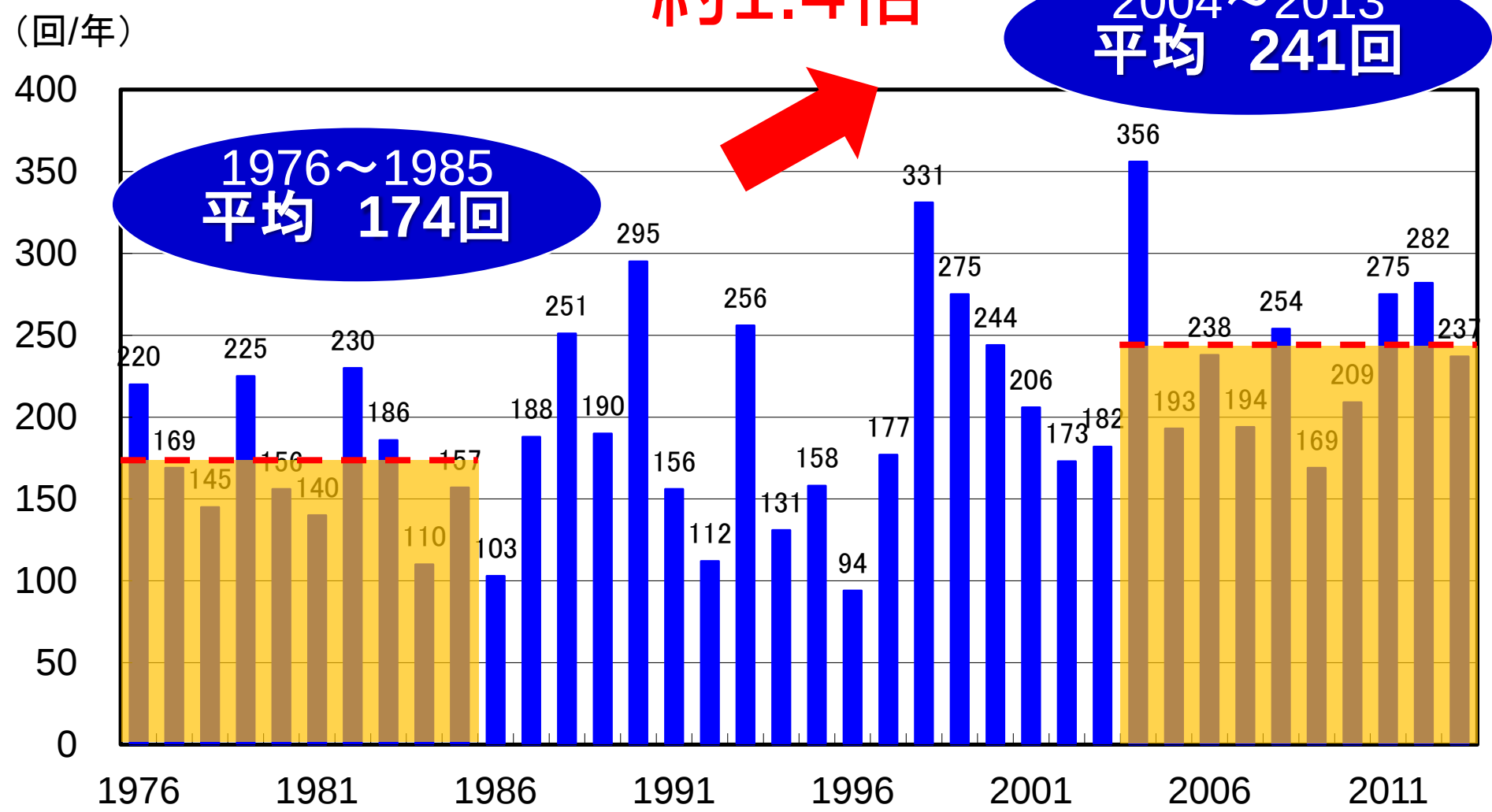
5.5 適応策を推進するための共通的事項

6 おわりに

日本における近年の降雨の状況

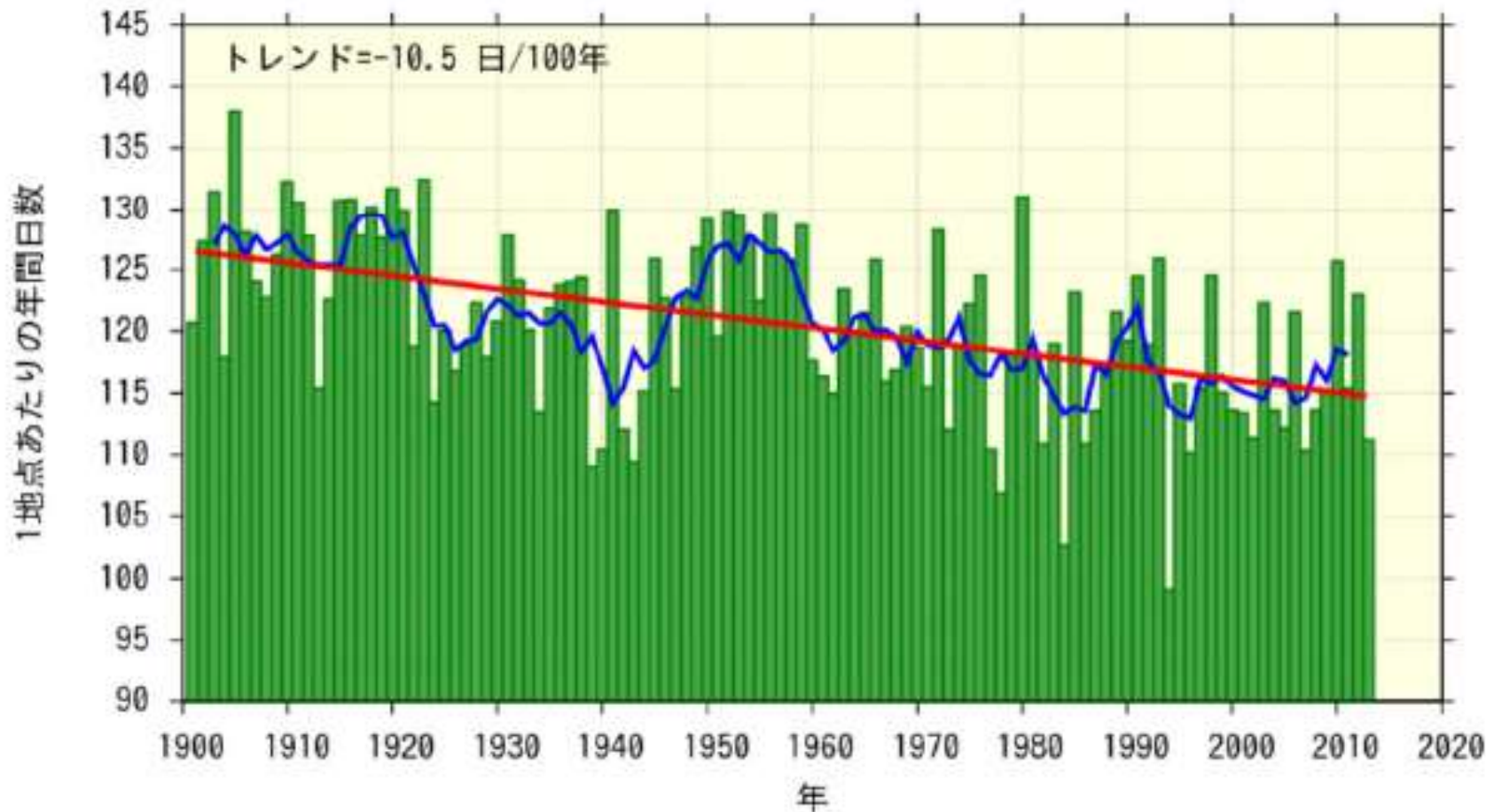
○時間雨量50mmを超える短時間強雨の発生件数が増加（約30年前の約1.4倍）

約1.4倍



日本における近年の降水の状況

○日降水量1.0mm以上の年間日数は100年間で約8%減少

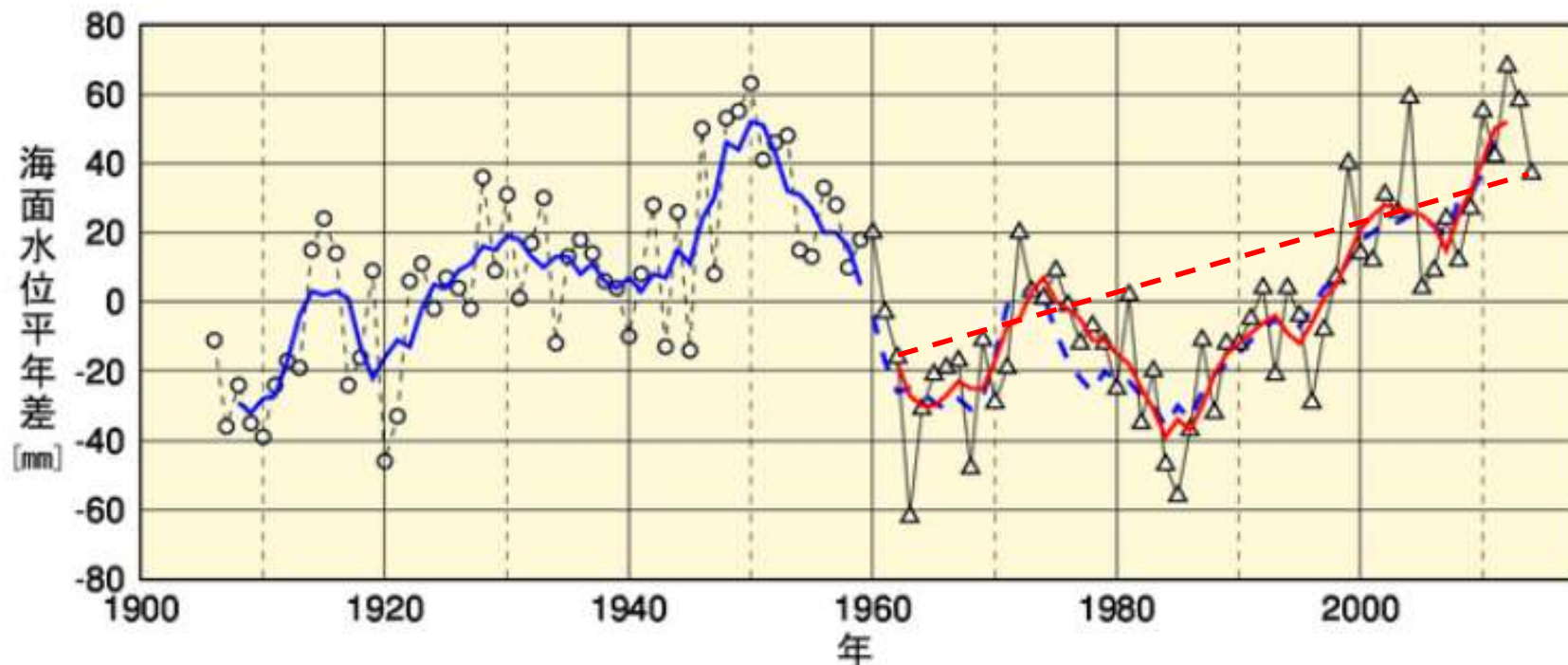


日降水量1.0 mm 以上の年間日数の経年変化(51地点平均)

※折れ線は5 年移動平均、直線は期間にわたる変化傾向を示す。

日本における気候変動の影響 – 海面水位

○日本沿岸の海面水位については、長期的(1906年以降)には明瞭な上昇傾向は見られないが、現在の観測体制となった1960年以降は上昇傾向が明瞭に現れており、2013年までの上昇率は年あたり1.1mm



日本沿岸の海面水位変化(1906～2014年)

日本沿岸で地盤変動の影響が小さい検潮所を選択しています。1906年から1959年までは4地点、1960年以降は16地点の検潮所を選択。

1906年から1959年までは、地点毎に求めた年平均海面水位の平年差を4地点で平均した値の推移を示している。

1960年以降については、日本周辺をⅠ：北海道・東北地方の沿岸、Ⅱ：関東・東海地方沿岸、Ⅲ：近畿～九州地方の太平洋側沿岸、Ⅳ：北陸～九州地方東シナ海側沿岸の4海域に分類し、海域毎に求めた年平均海面水位の平年差の平均値の推移を示している。

グラフは、1981年から2010年までの期間で求めた平年値を基準としている。青実線は4地点平均の平年差の5年移動平均値、赤実線は4海域平均の平年差の5年移動平均値を示す。青破線は4地点平均の平年差の5年移動平均値を後半の期間について求めた値で、参考として示す。

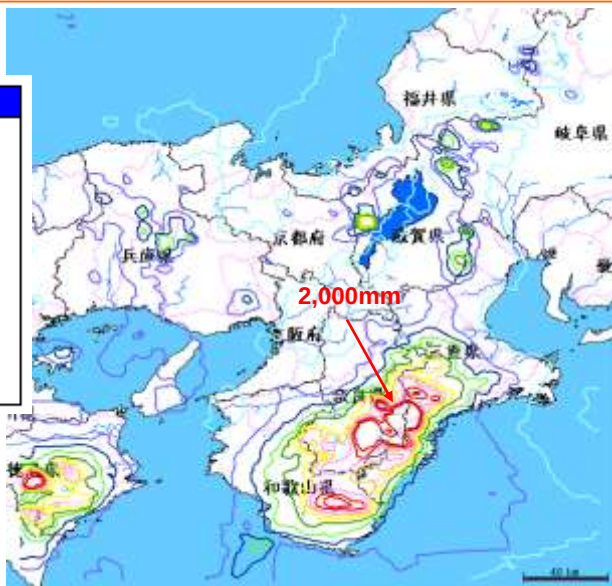
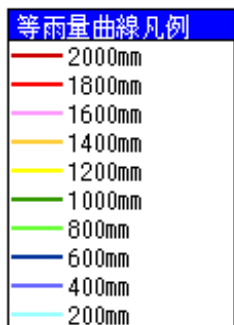
東京は1968年以降のデータを使用。

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の影響を受けた函館、深浦、柏崎、東京、八戸は、2011年以降のデータを使用せず。

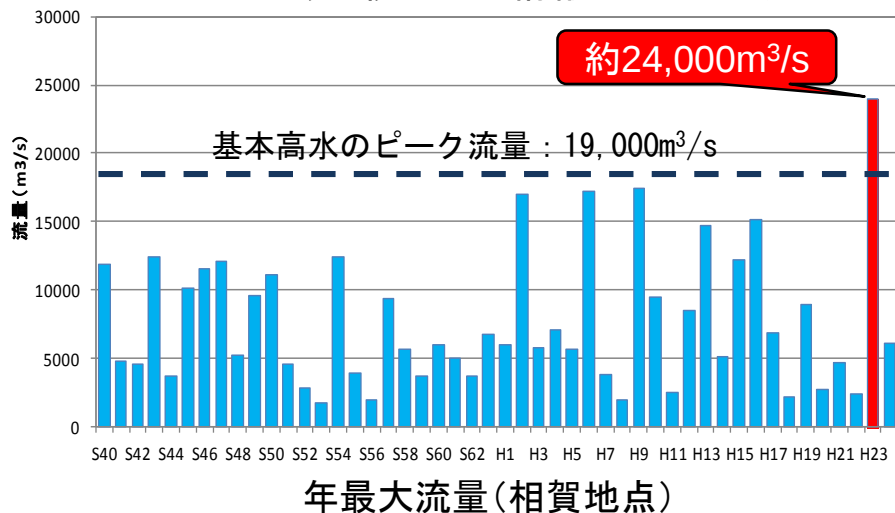
平成23年9月 台風12号(新宮川水系)

○紀伊半島の一部では総雨量2,000mmを超える大雨となり、新宮川水系では河川整備基本方針の基本高水のピーク流量を上回り、我が国の観測史上最大の流量(約24,000m³/s)を記録

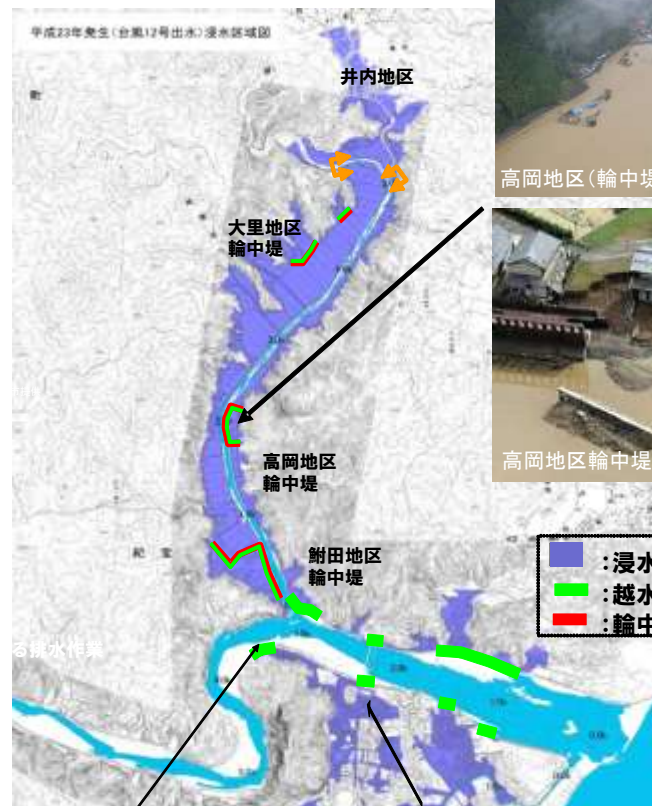
雨量・流量



出典:統一河川情報システムより



被害状況



平成23年9月 台風12号(新宮川水系)

- 土砂災害については、表土層だけでなく深層の地盤から大規模に崩落する「深層崩壊」も多発
- 奈良県、和歌山県内の17箇所では河道閉塞が生じた。



ごじょうしおおとうちょううい

奈良県五條市大塔町宇井(2011年)



たなべし いや

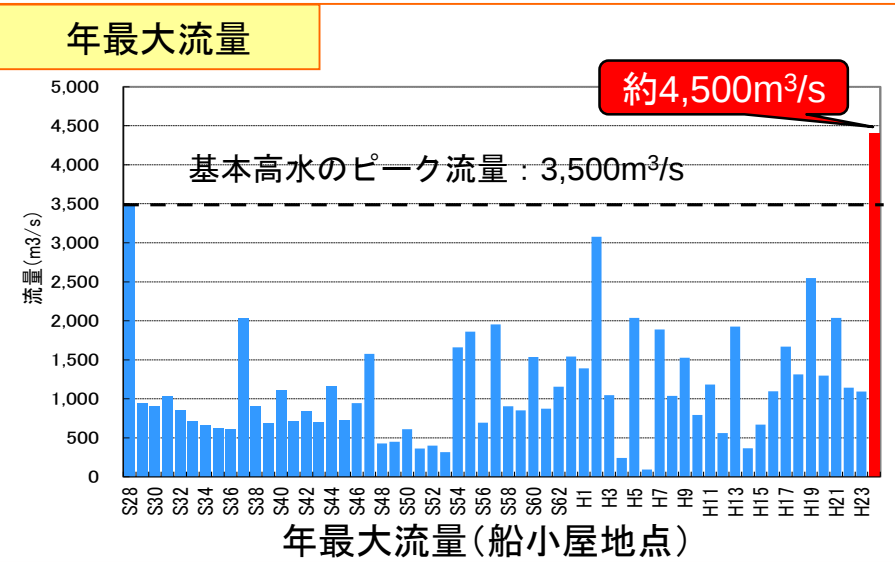
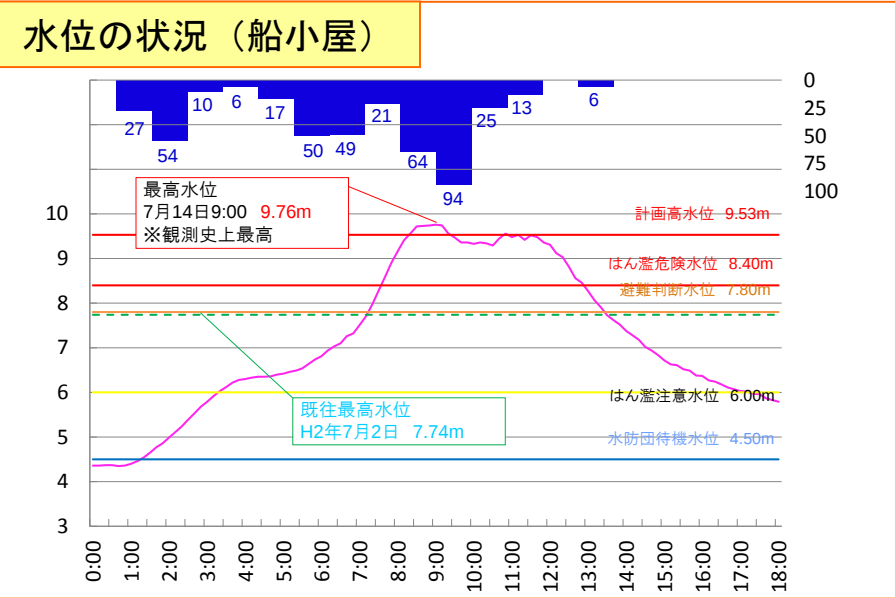
和歌山県田辺市熊野(2011年)

※深層崩壊とは

山崩れ・崖崩れなどの斜面崩壊のうち、すべり面が表層崩壊よりも深部で発生し、表土層だけでなく、深層の地盤まで崩壊土塊となる比較的規模の大きな崩壊現象。

平成24年7月 九州北部豪雨(矢部川水系)

○河川整備基本方針の基本高水のピーク流量を上回る観測史上最大の流量となり、計画高水位を5時間以上超過し、基盤漏水によって堤防が決壊して広域にわたる浸水が発生



平成25年9月 台風18号(京都府 桂川等)

○台風18号の豪雨により、特に激しい大雨となった京都府、滋賀県、福井県では、運用開始以来初となる特別警報が発令

○京都府の桂川では、観測史上最高の水位を記録し、越水による堤防決壊の危機にさらされたが、淀川上流ダム群により最大限の洪水調節が行われるとともに、懸命の水防活動により、堤防決壊という最悪の事態を回避

欄干にまで水に浸かる渡月橋



淀川上流ダム群における洪水調節

日吉ダム



天ヶ瀬ダム



ダムによる洪水調節の結果、
約1.2兆円の被害を未然に防いだと推定

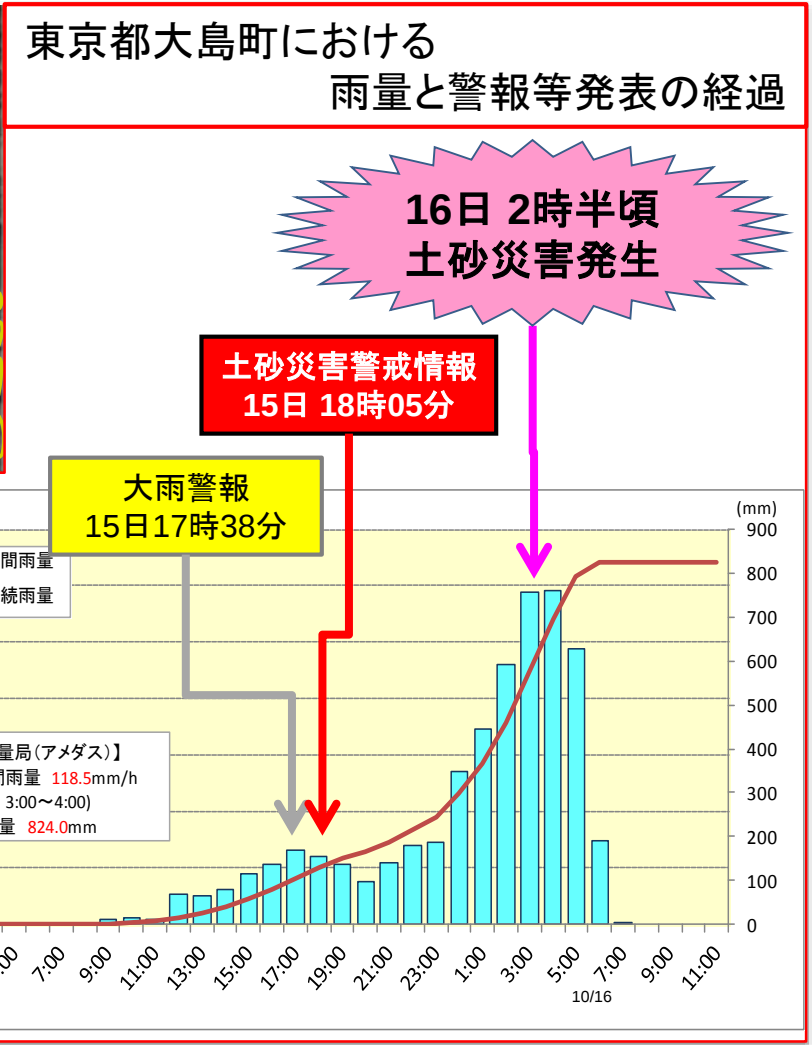


久我橋下流の状況

平成25年10月 台風26号(伊豆大島における土砂災害)

○伊豆大島において連続雨量が800mmを超える大雨となり、土石流が流域界を超えて流下するとともに大量に発生した流木により被害が拡大し、死者36名などの被害が発生

崩壊地および泥流到達範囲



東京都大島町 元町神達地区の被災状況

平成26年8月 広島市の土砂災害(バックビルディング現象)

- バックビルディング現象により積乱雲が次々と発生し、線状降水帯を形成し、午前1時より3時間で217mmの降雨量を記録
- 避難勧告が発令される前に土砂災害等が発生し、死者74名の甚大な被害



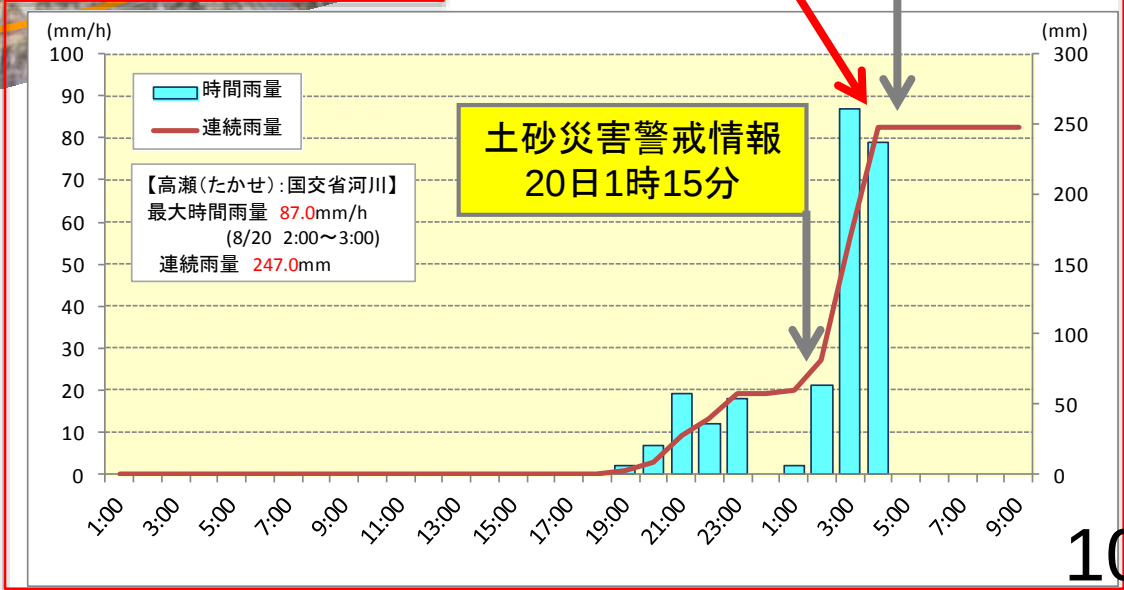
広島市安佐南区の雨量 と警報等発表の経過

土砂災害発生
20日 3時頃
～3時30分頃

避難勧告
20日4時30分
安佐南区
梅林、八木、
緑井、山本



緑井8丁目



近年の我が国における内水氾濫

○近年、時間雨量50mmを超える局地的な大雨(いわゆるゲリラ豪雨)等の頻発により、全国各地で内水氾濫が発生。

■近年の内水氾濫等による被害(例)



平成20年8月 愛知県岡崎市等
時間最大雨量:146.5mm/h
床上2,669戸、床下13,352戸



平成22年7月 福島県郡山市
時間最大雨量:74.0mm/h
床上62戸、床下141戸



平成24年8月 大阪府寝屋川市
時間最大雨量:143.0mm/h
床上1,403戸、床下5,732戸



平成25年8月 大阪府大阪市
時間最大雨量:67.5mm/h
床上41戸、床下1,279戸



平成25年9月 愛知県名古屋市
時間最大雨量:108mm/h
(床上251戸、床下4,975戸)



平成26年8月 愛知県名古屋市
時間最大雨量:104.5mm/h
(床上16戸、床下54戸)

2011年9月 タイ洪水による世界中のサプライチェーンへ影響

- 長期間の豪雨によりチャオプラヤ川が氾濫し、2か月以上にわたり浸水が継続
- この水害では、7工業団地（全804社のうち日系企業約449社）で浸水被害が発生し、サプライチェーンを通じて世界中の経済活動にも大きな影響

■世界中のサプライチェーンへ影響



(10月17日)

(タイ技術開発局の衛星画像)



(11月15日)



(11月26日)

下流域の標高差はほとんどなく
浸水が2ヶ月にわたり継続
(※青色が湛水域を示す)

0 25km



ロジャナ工業団地の浸水状況
(平成23年10月21日)

例) ホンダ

- ・平成23年10月4日、調達部品の供給停止により生産活動を停止。(※1)
- ・平成23年11月2日、部品が届かず、ほぼ全世界の工場で生産が通常通りできなくなった。日本、英国、インド、インドネシア、台湾、ブラジルで減産、フィリピンは生産停止。(※2)
- ・平成24年3月26日、5カ月ぶりに生産を再開。4月中には通常レベルの生産に戻る見通し。(※3)

2012年10月 ハリケーン・サンディによるニューヨーク都市圏水害

- ハリケーン・サンディによる高潮により、ニューヨーク都市圏では、地下トンネルや駅への浸水による地下鉄の停止、800万世帯に及ぶ停電などのため、ビジネス活動が停止（ニューヨーク証券取引場も2日間閉鎖）
- その影響は国外の経済活動にも及び、被害額は約800億ドル（ニューヨーク州、ニュージャージー州の合計）



市街地の停電状況 ©USACE



地下鉄86ストリート駅の浸水状況 ©MTA



市街地の冠水状況 ©USACE

2013年11月台風第30号(HAIYAN)によるフィリピン中部の被害

- 2013年11月には、フィリピンで、中心気圧が895ヘクトパスカル、最大瞬間風速が90m/sのスーパー台風(台風30号HAIYAN)により、約5mの潮位上昇に加えて2～3mの波が重なった高潮が発生
- 死者・行方不明者7,000人以上、被災者約1,600万人に及ぶ大きな被害



ギゴソ周辺の被害状況



サンアントニオ周辺の被災状況



パロ～タクロバン空港にかけての被災状況



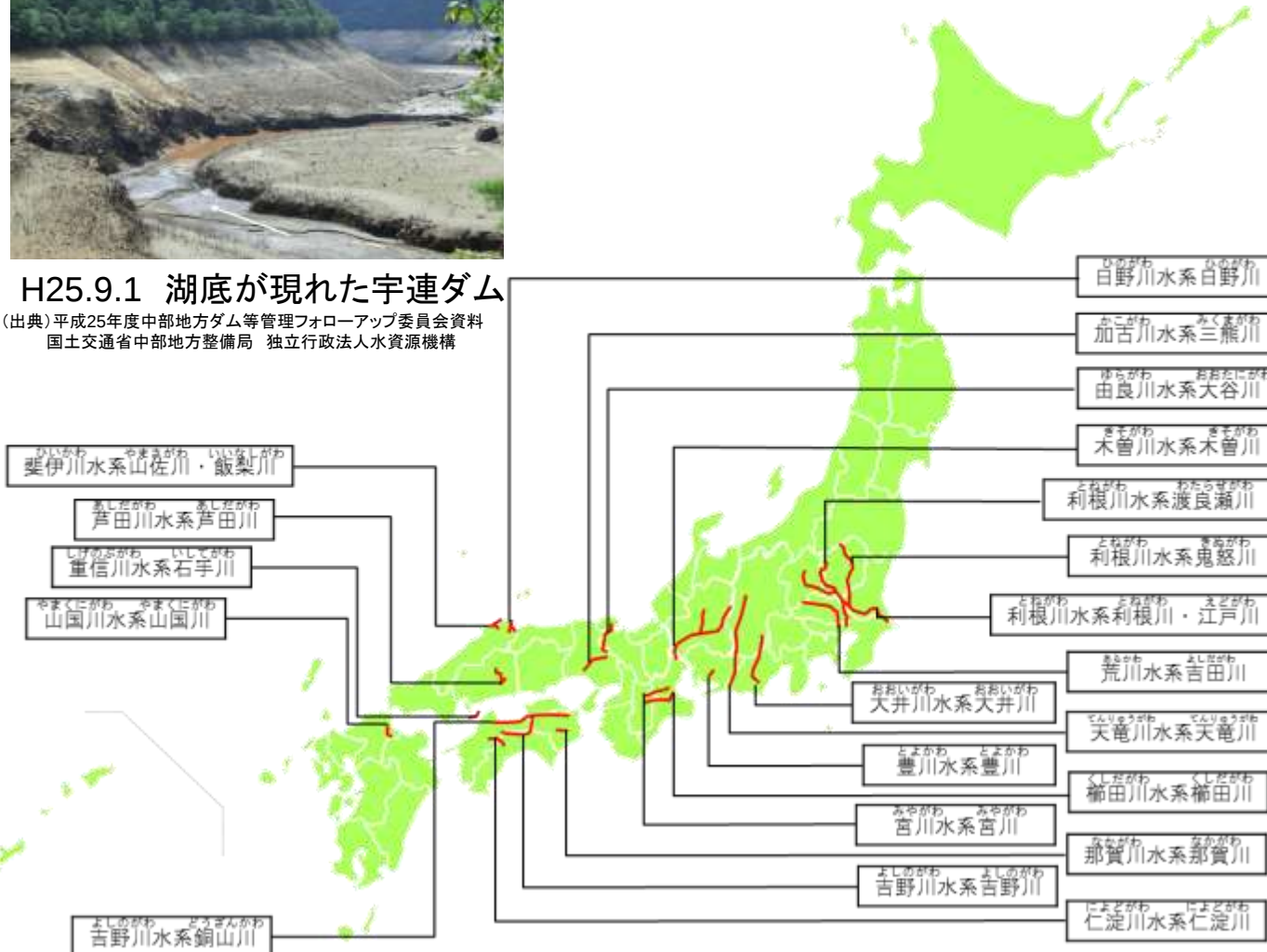
タナワン市街地の被害状況

平成25年 我が国における渇水

○吉野川水系では取水制限率が50%に及び、また、豊川水系の宇連ダムの利水貯水量がほぼ0%になるなど、全国18水系23河川の一級河川で取水制限



H25.9.1 湖底が現れた宇連ダム
(出典)平成25年度中部地方ダム等管理フォローアップ委員会資料
国土交通省中部地方整備局 独立行政法人水資源機構



河川名	取水制限期間 ※一時解除期間含む			最大取水制限率
	自	～	至	
荒川水系吉田川	5月11日	～	9月17日	県企業局100%、深谷市40%、 寄居町20%、小鹿野町30%
日野川水系日野川	5月17日	～	7月 9日	上水5%、工水5%、農水20%
那賀川水系那賀川	5月21日	～	6月21日	工水50%、農水50%
吉野川水系銅山川	5月24日	～	7月 5日	工水25%
櫛田川水系櫛田川	5月28日	～	6月20日	上水自主、工水自主、農水40%
宮川水系宮川	5月31日	～	8月27日	上水自主、農水40%
由良川水系大谷川	6月 6日	～	7月23日	上水10%、農水83.3%
加古川水系三熊川	6月 6日	～	9月 5日	上水32%、農水90%
芦田川水系芦田川	6月11日	～	6月20日	工水20%、農水20%
木曾川水系木曾川	6月13日	～	6月28日	上水10%、工水15%、農水15%
斐伊川水系飯梨川、山佐川	6月14日	～	6月20日	農水30%
重信川水系石手川	6月15日	～	6月20日	上水5%、農水27.8%、 灌漑10%
利根川水系渡良瀬川	6月21日	～	9月18日	上水20%、農水20%
利根川水系利根川、江戸川	7月24日	～	9月18日	上水10%、工水10%、農水10%
利根川水系鬼怒川	7月25日	～	9月 6日	上水10%、工水10%、農水10%
豊川水系豊川	7月26日	～	9月18日	上水28%、工水40%、農水40%
吉野川水系吉野川	8月 2日	～	9月 4日	上水50%、工水50%、農水50%、 未利用100%
仁淀川水系仁淀川	8月 3日	～	8月26日	上水40%、農水42.5%
那賀川水系那賀川	8月 3日	～	9月 3日	工水45%、農水45%
大井川水系大井川	8月20日	～	9月17日	上水10%、工水20%、農水20%
斐伊川水系飯梨川、山佐川	8月21日	～	8月26日	農水17.7%
山国川水系山国川	8月23日	～	8月26日	上水15%、工水75%、 農水30～40%
天竜川水系天竜川	8月26日	～	9月 7日	上水12%、工水30%、農水31%、 佐久間導水100%

平成25年度に取水制限を実施した国管理河川(18水系23河川)

2012年～2014年カリフォルニア州の干ばつ

カリフォルニア州では、2012年から続く深刻な渇水に対応するため、州知事は2014年1月に干ばつ非常事態を宣言し、都市部での洗車や水まきを規制する緊急の節水策を実施

■ 州知事が非常事態宣言



■ 農業分野への影響



■ 節水の取組



道路掲示板による呼び掛け



州議事堂の噴水や芝生散水の停止

IPCC第5次評価報告書

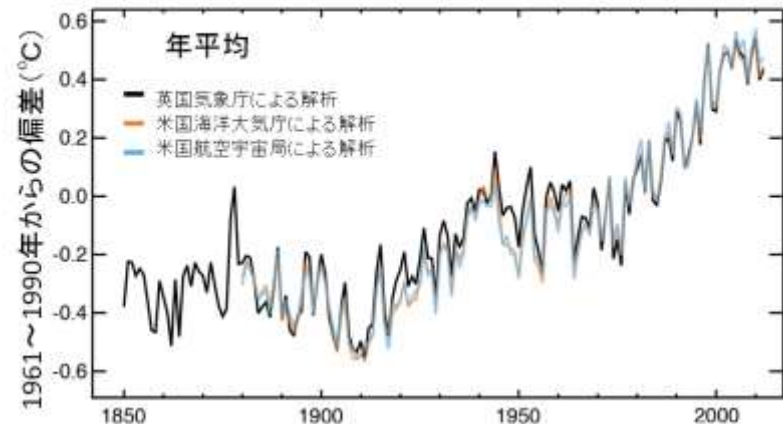
【観測事実と温暖化の要因】

- ◆ 気候システムの温暖化については疑う余地がない。
- ◆ 人間活動が20世紀半ば以降に観測された温暖化の主な要因であった可能性が極めて高く、温暖化に最も大きく効いているのは二酸化炭素濃度の増加。
- ◆ 最近15年間、気温の上昇率はそれまでと比べ小さいが、海洋内部(700m以深)への熱の取り込みは続いており、地球温暖化は継続している。

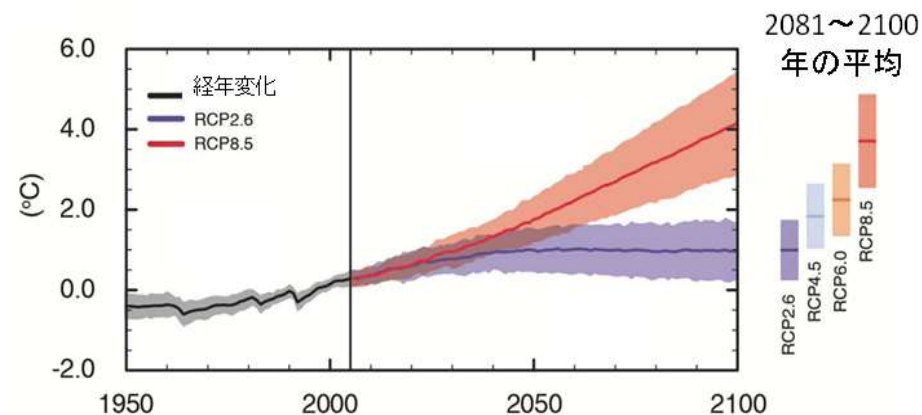
【予測結果】

- ◆ 21世紀末までに、世界平均気温が0.3～4.8℃上昇、世界平均海面水位は0.26～0.82m上昇する可能性が高い(4種類のRCPシナリオによる予測)。
- ◆ 21世紀末までに、ほとんどの地域で極端な高温が増加することがほぼ確実。
また、中緯度の陸域のほとんどで極端な降水がより強く、より頻繁となる可能性が非常に高い。
- ◆ 排出された二酸化炭素の一部は海洋に吸収され、海洋酸性化が進行。

世界の地上気温の経年変化



1950～2100年の世界平均地上気温の経年変化(1986～2005年の平均との比較)



IPCC第5次評価報告書

◆ ここ数十年、すべての大陸と海洋において、気候変動による自然及び人間システムへの影響が現れている。

◆ 懸念の理由の説明

気候変動のリスクのレベルに関する判断の根拠として、5つの包括的な懸念の理由(Reasons For Concern)が示された。

1986-2005年平均気温から気温上昇と影響の関係は以下のように予測されている。

➤ 1℃の上昇: 熱波、極端な降水及沿岸域の氾濫のような極端現象による気候変動関連のリスクが高い状態となる

➤ 2℃の上昇: 適応能力が限られている多くの種やシステム、特に北極海氷やサンゴ礁のシステムは非常に高いリスクに曝される

➤ 3℃の上昇: 大規模かつ不可逆な氷床消失により海面水位が上昇する可能性があるため、リスクは高くなる

◆ 8つの主要なリスク

確信度の高い複数の分野や地域に及ぶ主要なリスクとして、以下の8つが挙げられている。

i) 海面上昇、沿岸での高潮被害などによるリスク

iii) 極端な気象現象によるインフラ等の機能停止のリスク

v) 気温上昇、干ばつ等による食料安全保障が脅かされるリスク

vii) 沿岸海域における生計に重要な海洋生態系の損失リスク

ii) 大都市部への洪水による被害のリスク

iv) 熱波による、特に都市部の脆弱な層における死亡や疾病のリスク

vi) 水資源不足と農業生産減少による農村部の生計及び所得損失のリスク

viii) 陸域及び内水生態系がもたらすサービスの損失リスク

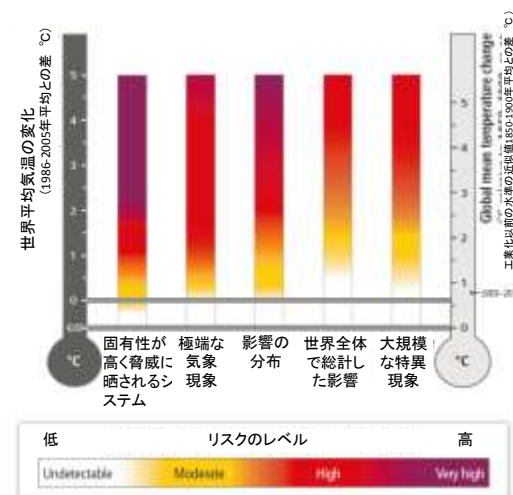
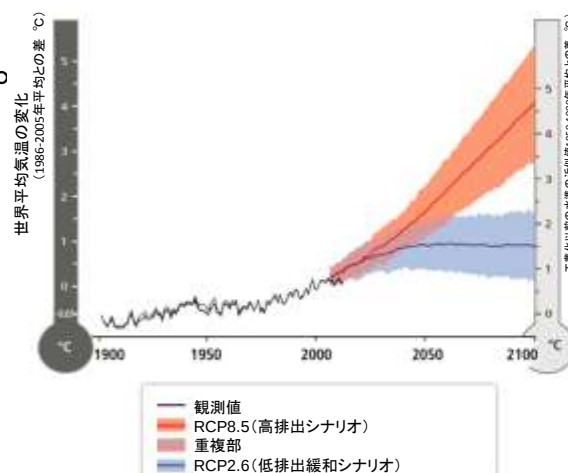


図 世界年平均気温の変動(観測値と予測値)と、分野横断的な主要なリスクのレベル

気候変動による外力(降水)の増大・頻発化

○今世紀末には現在気候と比べ大雨による降水量は増加傾向を示し、全国平均では温室効果ガスの排出量が少ない場合(RCP2.6)で10.3%増加、非常に多い場合(RCP8.5)で25.5%増加

○無降水日の年間日数は増加傾向を示し、全国平均では温室効果ガスの排出量が少ない場合(RCP2.6)で1.1日増加、非常に多い場合(RCP8.5)で10.7日増加

大雨による降水量※の増加

	全国 (単位:%)	
RCP2.6	10.3	(7.9~14.5)
RCP4.5	13.2	(8.0~16.0)
RCP6.0	16.0	(14.8~18.2)
RCP8.5	25.5	(18.8~35.8)

※上位5%の降水イベントによる日降水量

無降水日の年間日数の増加

	全国 (単位:日)	
RCP2.6	1.1	(-1.9~3.2)
RCP4.5	4.2	(3.7~5.3)
RCP6.0	5.0	(3.4~5.8)
RCP8.5	10.7	(6.9~15.5)

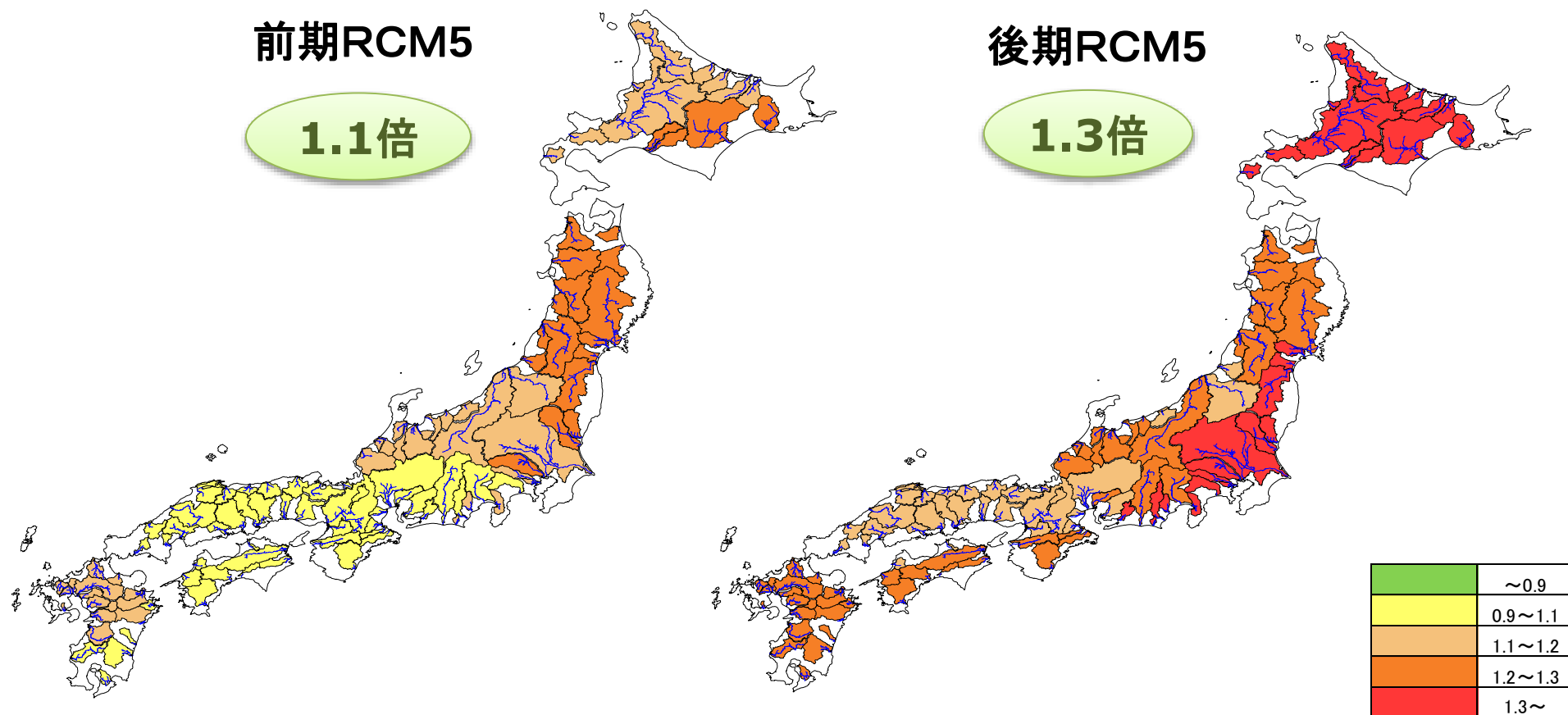
- RCP2.6、4.6、6.0(3ケース)、RCP8.5(9ケース)における将来気候の予測(2080~2100年平均)と現在気候(1984~2004年平均)の変化率または差を示す
- また、各シナリオにおける全ケースの平均値、括弧内に平均値が最小のケースと最大のケース(年々変動等を含めた不確実性の幅ではない)を示す

環境省、気象庁：日本国内における気候変動予測の不確実性を考慮した結果について(お知らせ)
(<http://www.env.go.jp/press/19034.html>)より作成

水害の頻発・激甚化(年最大流域平均雨量)

○全国の一級水系においては、現在気候と比べ将来気候(SRES A1Bシナリオ)において年最大流域平均雨量が約1.1～1.3倍※¹になることが予測

計画降雨継続時間での降雨量倍率の予測結果

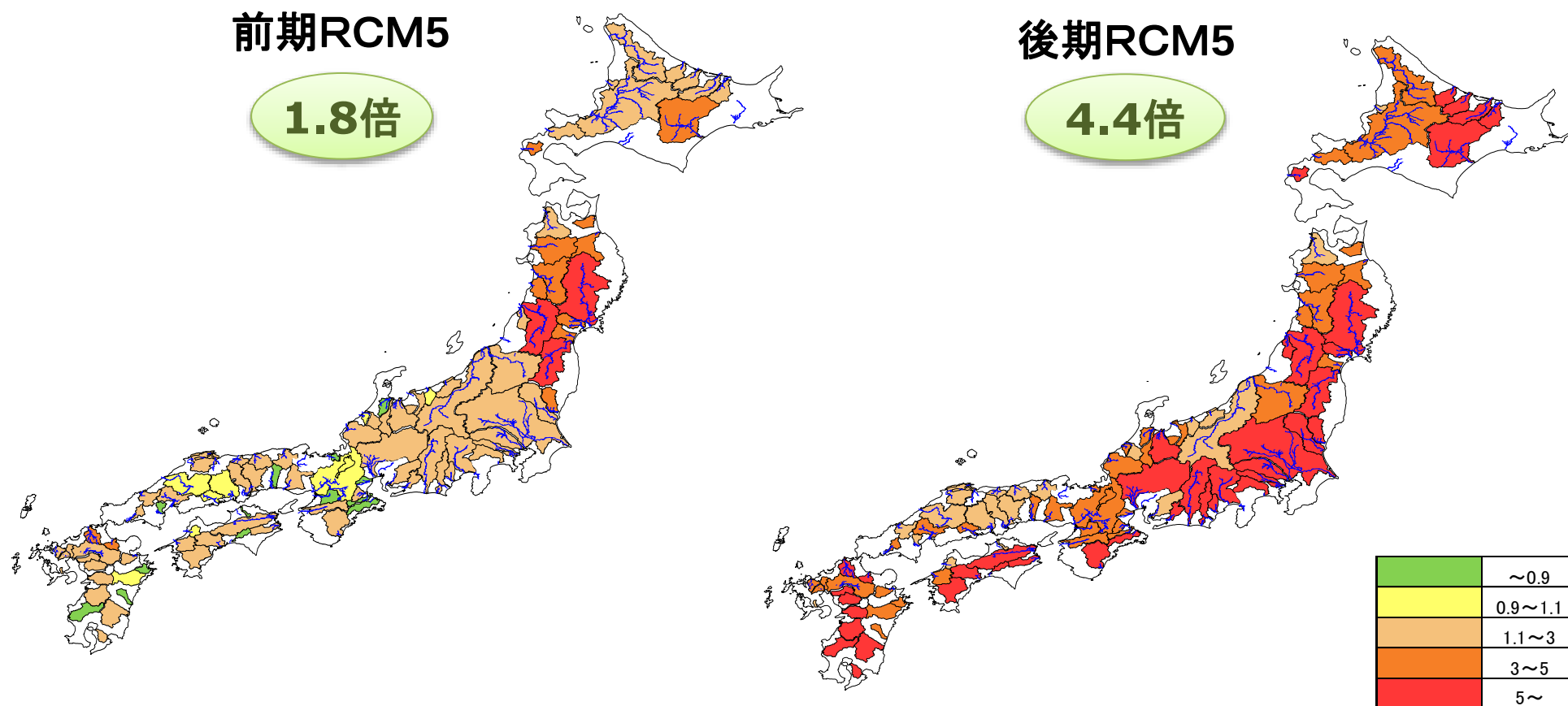


※¹: SRES A1Bシナリオを適用した4つの気候モデルについて、現在(前期RCM5は1990～1999、後期RCM5は1979～2003)、将来(前期RCM5は2086～2095、後期RCM5は2075～2099)の予測値(中位値)の幅を示したもの

水害の頻発・激甚化（基本高水を超える洪水の発生頻度）

○全国の一級水系においては、現在気候と比べ将来気候（SRES A1Bシナリオ）において基本高水を超える洪水の発生頻度※¹が約1.8～4.4倍※²になることが予測

基本高水を超える洪水の発生頻度の予測結果



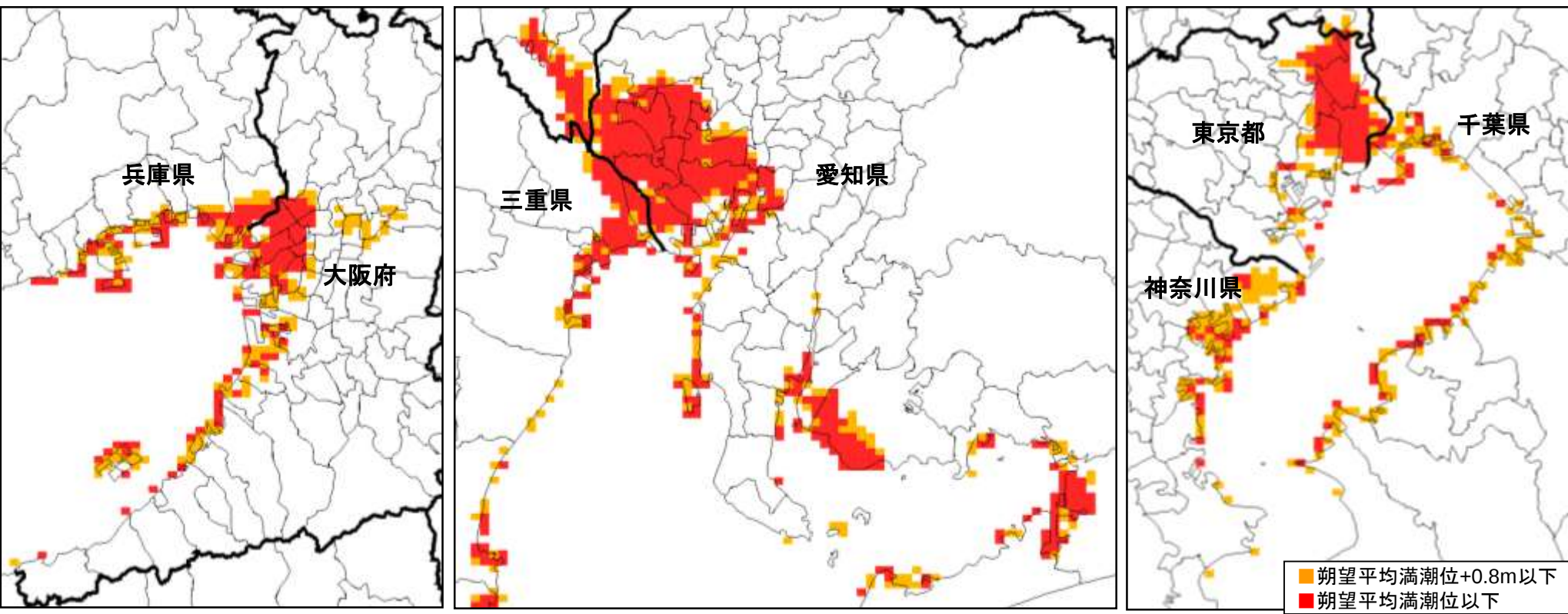
※1: 基本高水ピーク流量以上の洪水が発生する年超過確率の変化率の中央値

※2: SRES A1Bシナリオを適用した4つの気候モデルについて、現在（前期RCM5は1990～1999、後期RCM5は1979～2003）、将来（前期RCM5は2086～2095、後期RCM5は2075～2099）の予測値（中位値）の幅を示したもの

出典: 国土技術政策総合研究所資料No.749より作成

気候変動による高潮災害リスクの増大懸念

- 低平地やゼロメートル地帯では、市街化の進展により流出量が増加している上に、自然排水が困難であることから、洪水・内水・高潮による浸水が長時間に及ぶことが想定
- 特に三大湾のゼロメートル地帯においては、海面水位が現時点で80cm上昇すると仮定した場合、海面水位以下となる面積が約6割、人口が約4割増加するなど、水害のリスクが増大



大阪湾

	現状	海面上昇後	倍率
面積(km ²)	約500	約780	1.6
人口(万人)	約310	約440	1.4

伊勢湾

高潮による水害リスクを有するエリアが拡大する

東京湾

※国土数値情報をもとに水管理・国土保全局で作成。
※3次メッシュ(1km×1km)の標高情報が潮位を下回るものを図示。面積、人口の集計は3次メッシュデータにより行っている。
※河川・湖沼等の水面の面積については含まない。

○中央環境審議会より平成27年3月に示された「日本における気候変動による影響の評価に関する報告と今後の課題について(意見具申)」では、気候変動は日本にどのような影響を与えるのか、その影響の程度、可能性等(重大性)、影響の発現時期や適応の着手・重要な意思決定が必要な時期(緊急性)、情報の確からしさ(確信度)はどの程度であるかを科学的観点からとりまとめている。

分野	大項目	小項目	将来予測	重大性	緊急性	確信度
自然災害 ・沿岸域	河川	洪水	● 代表的な河川流域において、今世紀末に約2.8度上昇するシナリオ(A1Bシナリオ)では、洪水を起こしうる大雨事象が現在に比べ有意に増加する。 ● 大雨時の降雨量が1～3割のオーダーで増加する。	特に大	高い	高い
		内水	● 都市部には、特有の氾濫・浸水に対する脆弱性が存在するため、短時間集中降雨が気候変動影響により増大し、そこに海面水位の上昇が重なれば、その影響は大きい。	特に大	高い	中程度
	沿岸	海面上昇	● 1986～2005 年平均を基準とした、2081～2100 年平均の世界平均海面水位の上昇は、RCP2.6 シナリオで0.26 ～0.55m、RCP8.5 シナリオで0.45～0.82m の範囲となる可能性が高い。	特に大	中程度	高い
		高潮・高波	● 海面が上昇する可能性が非常に高く、高潮のリスクは高まる。 ● 台風の強度の増加等による太平洋沿岸地域における高波のリスク増大する可能性がある。 ● 波高や高潮偏差の増大による港湾及び漁港防波堤等への被害等が予測されている。	特に大	高い	高い
		海岸侵食	● 気候変動による海面の上昇や台風の強度の増加によって、海岸が侵食されることが予測されている。	特に大	中程度	中程度
	山地	土石流・地すべり等	● 降雨条件が厳しくなるという前提の下で状況の変化が想定されるものとして以下が挙げられる。 ⇒集中的な崩壊・がけ崩れ・土石流等の頻発、山地や斜面周辺地域の社会生活への影響 等	特に大	高い	中程度

中央環境審議会「日本における気候変動による影響の評価に関する報告と今後の課題について(意見具申)」

分野	大項目	小項目	将来予測	重大性	緊急性	確信度
水環境・水資源	水環境	湖沼・ダム湖	● 今世紀末に約2.8度上昇するシナリオ(A1Bシナリオ)では、琵琶湖は2030年代には水温の上昇に伴うDO(溶存酸素)の低下、水質の悪化が予測されている。 ● 同様のシナリオで、国内37ダムのうち、富栄養湖に分類されるダムが世紀末には21ダムまで増加	特に大	中程度	中程度
		河川	● 今世紀末に約2.8度上昇するシナリオ(A1Bシナリオ)では、2090年までに浮遊砂量が8～24%増加する。 ● 水温の上昇によるDO(溶存酸素)の低下、溶存酸素消費を伴った微生物による有機物分解反応や硝化反応の促進、藻類の増加による異臭味の増加等も予測されている。	特に大とは言えない	低い	低い
		沿岸域及び閉鎖性海域	● 現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていない。 ● 海面上昇に伴い、沿岸域の塩水遡上域の拡大が想定される。	特に大とは言えない	中程度	低い
	水資源	水供給(地表水)	● 今世紀末に約2.8度上昇するシナリオ(A1Bシナリオ)では、北日本と中部山地以外では近未来(2015～2039年)から渇水の深刻化が予測されている。 ● 融雪時期の早期化による需要期の河川流量の減少により、需要と供給のミスマッチが生じる。	特に大	高い	中程度
		水供給(地下水)	● 海面上昇による地下水の塩水化、取水への影響が懸念される。地下水を利用している自治体では、塩水化の影響は大きくなることが懸念される。	特に大とは言えない	中程度	低い
		水需要	● 定量的な予測研究は見当たらないが、気温の上昇による飲料水等の需要増加が懸念される。 ● 九州で2030年代に水田の蒸発散量増加による潜在的水資源の減少が予測され、他の地域も含め農業用水の需要の増加が想定される。	特に大とは言えない	中程度	中程度

分野	大項目	小項目	将来予測	重大性	緊急性	確信度
自然生態系	淡水生態系	湖沼	● 富栄養化が進行している深い湖沼では、水温の上昇による湖沼の鉛直循環の停止・貧酸素化と、これに伴う貝類等の底生生物への影響や富栄養化が懸念される。	特に大	中程度	低い
		河川	● 最高水温が現状より3℃上昇すると、冷水魚が生息可能な河川が分布する国土面積が現在と比較して約20%に減少し、特に本州における生息地は非常に限定的になることが予測されている。	特に大	中程度	低い
		湿原	● 気候変動に起因する流域負荷（土砂や栄養塩）に伴う低層湿原における湿地性草本群落から木本群落への遷移、蒸発散量の更なる増加。	特に大	中程度	低い

- 1 はじめに
- 2 地球温暖化に伴う気候変動による水災害分野の主な影響
- 3 諸外国での水災害分野における気候変動適応策等の動向
- 4 水災害分野における気候変動適応策の基本的な考え方
- 5 水災害分野における気候変動適応策の具体的な内容
 - 5.1 災害リスクの評価
 - 5.2 水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策
 - 5.2.1 比較的発生頻度の高い外力に対する防災対策
 - 5.2.2 施設的能力を上回る外力に対する減災対策
 - 5.3 土砂災害に対する適応策
 - 5.4 渇水に対する適応策
 - 5.4.1 比較的発生頻度の高い渇水による被害を防止する対策
 - 5.4.2 施設的能力を上回る渇水による被害を軽減する対策
 - 5.5 適応策を推進するための共通的事項
- 6 おわりに

オランダにおける気候変動適応策等

- 2001年にライン川ロビス地点の年超過確率1/1,250の計画流量15,000m3/sを16,000m3/sに引き上げ※1、2015年を目標に、例えばレント市付近では既存の堤防を堤内地側へ約350m引堤するとともに新たに分水路の整備などを進めている。
 - 気候変動予測を踏まえ、今世紀末における計画流量を18,000m3/sにすべきこと※2を示している。
- ※1 1993年に16,000m3/sから15,000m3/sに引き下げたものの、1993年および1995年に大洪水が発生したことなどから、再び16,000m3/sに引き上げ
- ※2 オランダの気候変動シナリオKNMI'06で予測された降雨量を用い、流出モデルにより今世紀末におけるライン川ロビス地点の流量を17,000~22,000m3/sと算定。大規模な洪水の場合、上流で氾濫が生じることに伴い洪水のピーク流量が減少することを考慮し、今世紀末での流量を18,000m3/sと設定



レント付近のボトルネックとなっている湾曲部で分水路を整備



イギリスにおける気候変動適応策等

- 国の指針において気候変動予測を踏まえた将来の洪水流量や海面上昇量等の変化率を設定し、将来の変化に対応可能な洪水・海岸侵食対策を決定
- テムズ川流域の洪水調節施設(年超過確率1/200規模)については、2006年に策定された指針に基づく洪水流量の変化 ※¹ (20%増)を予め見込んで貯水容量を決定
- 2011年に改訂された指針に基づく洪水流量の変化 ※²の上限値(70%増)でも堤体や洪水吐きが安全であることを確認。

＜テムズ川支川ローディング川の洪水調節施設の事例（2012年計画承認）＞



洪水調節池(比高3.75m、延長700mの土堤)

①将来予測(2006年指針※¹)をもとに、洪水流量20%増で施設規模を決定
将来の洪水流量の変化率(大流域)

1990～2025年	2025～2055年	2055～2085年	2085～2115年
10%	20%		

②新たに出された予測値(2011年指針※²)をもとに、最も洪水流量が増大する場合(70%増)でも堤体や洪水吐きが安全であることを確認

将来の洪水流量の変化率(Thames流域)

	2020年代	2050年代	2080年代
上限値	30%	40%	70%
中間値	10%	15%	25%
下限値	-15%	-10%	-5%

※1: Flood and Coastal Defence Appraisal Guidance FCDPAG3 Economic Appraisal Supplementary Note to Operating Authorities – Climate Change Impacts October 2006, Department for Environment, Food and Rural Affairs
※2: Adapting to Climate Change: Advice for Flood and Coastal Erosion Risk Management Authorities, Environment Agency, 2011

ドイツにおける気候変動適応策等

○将来の外力増大時にできるだけ手戻りがない施設の設計

- ・設計流量(一般的に年超過確率1/100の洪水流量)に気候変動の影響を割増※し、以下の設計等を実施
 - 堤防については、将来嵩上げが必要となった場合に備えて事前に用地を確保
 - 護岸等については、将来嵩上げが必要となっても容易に対応できるように設計
 - 橋梁については、当初から割増した流量により設計

※ KLIWAプロジェクト(ドイツ気象庁とバイエルン州などの一部の州を含む共同プロジェクト)において、気候変動予測モデルで予測された降雨量を用い、流出モデルにより洪水流量を求め、現在(1971～2000年)と将来(2021～2050年)の年超過確率別の流量の比(気候変動係数)を設定

表 ドイツの地域・確率年別気候変動係数

地域	確率年	気候変動係数
ネッカー	100	1.15
ドナウ上流	100	1.25
バイエルン	100	1.15



図 100年確率洪水位及び気候変動による水位上昇見込み量概念図

※「Freeboard」は波・風等による水位上昇による越流を防止するためのもの

出典: KLIWA*: Climate Change in Southern Germany Extent -Consequences – Strategies, pp.18-19, 2009.

*KLIWA:水資源管理に係る気候変動と同影響に対応するためのドイツのバーデン=ビュルテンベルク、バイエルン、ラインラント=プファルツの各州とドイツ気象庁を含む協同プロジェクト。

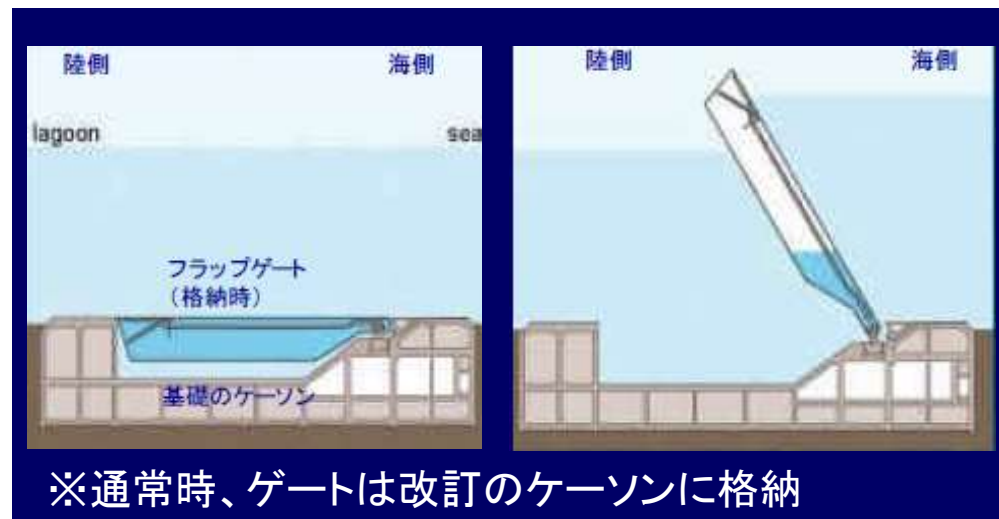
イタリアにおける気候変動適応策等

○イタリアでは、北東部に位置するベネチアにおいて、高潮対策として可動堰を設置するモーゼ計画を進めている。

○同計画においては地球温暖化による海面上昇を見込んでおり、。IPCC第4次評価報告書による海面水位の上昇予測(1980～1999年を基準とした2090～2099年の差)0.18～0.59mを上回る、60cmまでの海面上昇に対応している。



ベネチアの位置図と
可動堰設置水路位置図(赤丸)



3つの水路に設置されるフラップゲート式可動堰の
イメージ(リド水路、マラモッコ水路、キオジャヤ水路)

出典 長倉敏郎, “ベネチア・モーゼ計画と、ラグーンで実施されている対策事業”, http://www.wave.or.jp/outline/doc/vene_j.pdf, (2012年10月10日閲覧), pp.4, 10, 20, 25, 27, 2006.

出典 Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: MOSE PRESS, “MOSE. ULTIMATA LA BARRIERA DI LIDO NORD”, <https://www.mosevenezia.eu/?p=2765&lang=it>, (2014年11月26日閲覧), 2014.

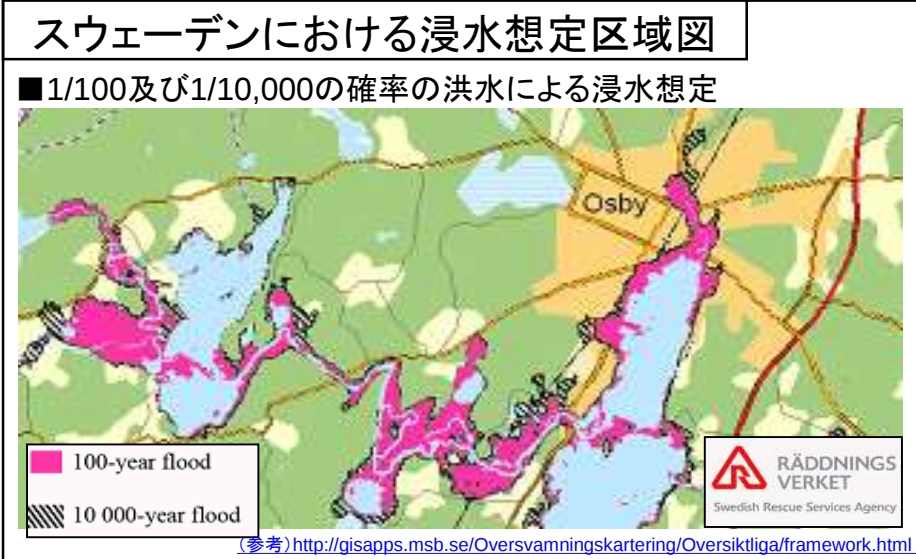
出典 Ministry for Infrastructure and Transport, Venice Water Authority, CVN, “SALVE activities for the safeguarding of Venice and its lagoon”, <http://www.salve.it/uk/domande/f-domande.htm>, viewed on 10th Oct. 2012.

低頻度または極端な洪水に対する浸水想定等の作成の例

○ 欧米等においては、既に年超過確率1/500から1/10,000の洪水を対象に浸水想定等を行っており、その中でも、イギリスやドイツなど、年超過確率1/1,000の洪水を対象としている場合が多い。

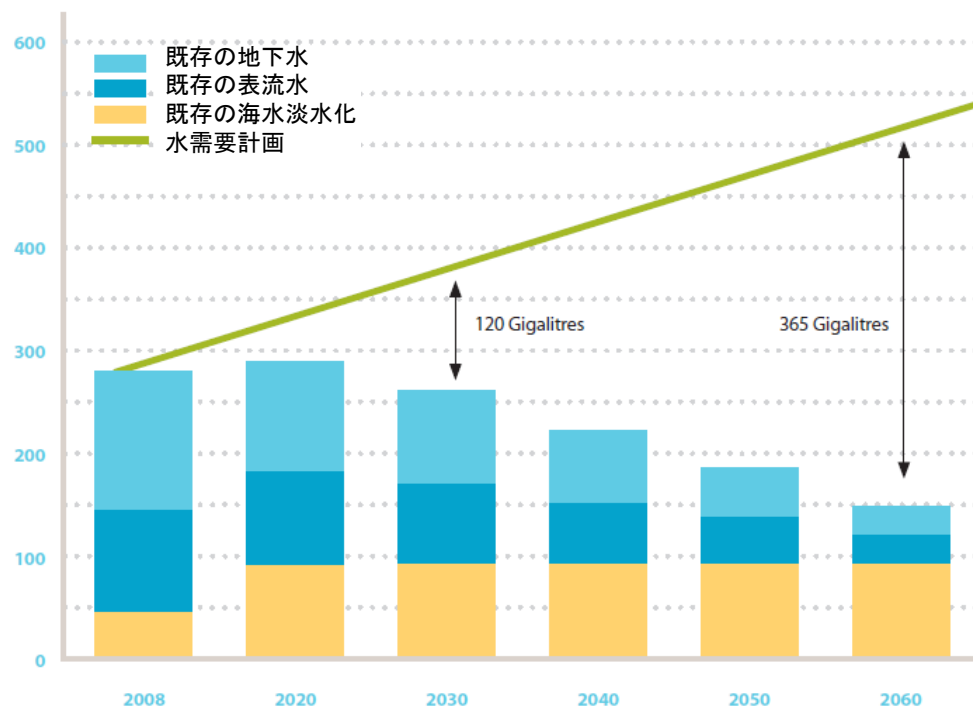
	浸水想定における対象外力の規模※1※2	
	最大規模	それ以外
イギリス	$\frac{1}{1,000}$	$\frac{1}{30} \sim \frac{1}{1,000}$
フランス	$\frac{1}{1,000}$	$\frac{1}{10}$ または $\frac{1}{30}$ $\frac{1}{100}$ または $\frac{1}{200}$
ドイツ	$\frac{1}{1,000}$	$\frac{1}{100}$
ベルギー	$\frac{1}{1,000}$	$\frac{1}{2} \sim \frac{1}{500}$
オランダ	$\frac{1}{10,000}$	$\frac{1}{10} \sim \frac{1}{500}$ $\frac{1}{1,000} \sim \frac{1}{10,000}$
スウェーデン	$\frac{1}{10,000}$	$\frac{1}{100}$
アメリカ	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{100}$

※1 毎年、1年間にその規模を超える外力が発生する確率
※2 同一国内であっても河川や地域により、対象外力の規模が異なるものがある



西オーストラリア州の水計画【オーストラリア】

○オーストラリア・西オーストラリア州では、2009年に「Water Forever」を策定し、今後50年の水計画を示している。2030年には20%、2060年には40%の降雨が減少するというシナリオに基づいて水需給予測を行った結果、既存の水源では、2060年には3.65億m³/年の水供給不足が生じるとしている。



2060年までの水供給と水需要のギャップ
(ギガリットル/年)

2060年までの水需要と水供給のバランスを管理するための方策として、以下をあげている。

- ・水利用の削減
- ・すべての都市排水の再生利用率の向上
- ・新たな水資源の開発

- 1 はじめに
- 2 地球温暖化に伴う気候変動による水災害分野の主な影響
- 3 諸外国での水災害分野における気候変動適応策等の動向
- 4 水災害分野における気候変動適応策の基本的な考え方
- 5 水災害分野における気候変動適応策の具体的な内容
 - 5.1 災害リスクの評価
 - 5.2 水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策
 - 5.2.1 比較的発生頻度の高い外力に対する防災対策
 - 5.2.2 施設的能力を上回る外力に対する減災対策
 - 5.3 土砂災害に対する適応策
 - 5.4 渇水に対する適応策
 - 5.4.1 比較的発生頻度の高い渇水による被害を防止する対策
 - 5.4.2 施設的能力を上回る渇水による被害を軽減する対策
 - 5.5 適応策を推進するための共通的事項
- 6 おわりに

水災害分野の気候変動適応策の基本的な考え方

- これまで、比較的発生頻度の高い外力に対し、施設の整備等により災害の発生を防止すること、浸水想定等の作成などによりできる限り被害を軽減することを目指していた。
- これからは、気候変動による外力の増大・頻発化を踏まえ、
- 施設では守りきれない事態を想定し、社会全体が災害リスク情報を共有し、施策を総動員して減災対策に取り組む
 - 従来からの施設の着実な整備に加え、
 - ・ 外力が増大した場合に、できるだけ手戻りなく施設の追加対策を講じられるよう工夫
 - ・ 施設的能力を上回る外力に対しても減災効果を発揮できるよう工夫

これまで

現況の施設能力の規模

施設計画の規模

外力(大雨等)の規模

- 比較的発生頻度の高い外力に対し、施設により災害の発生を防止

- 比較的発生頻度の高い外力に対し、
浸水想定[※]の作成等により、できる限り被害を軽減

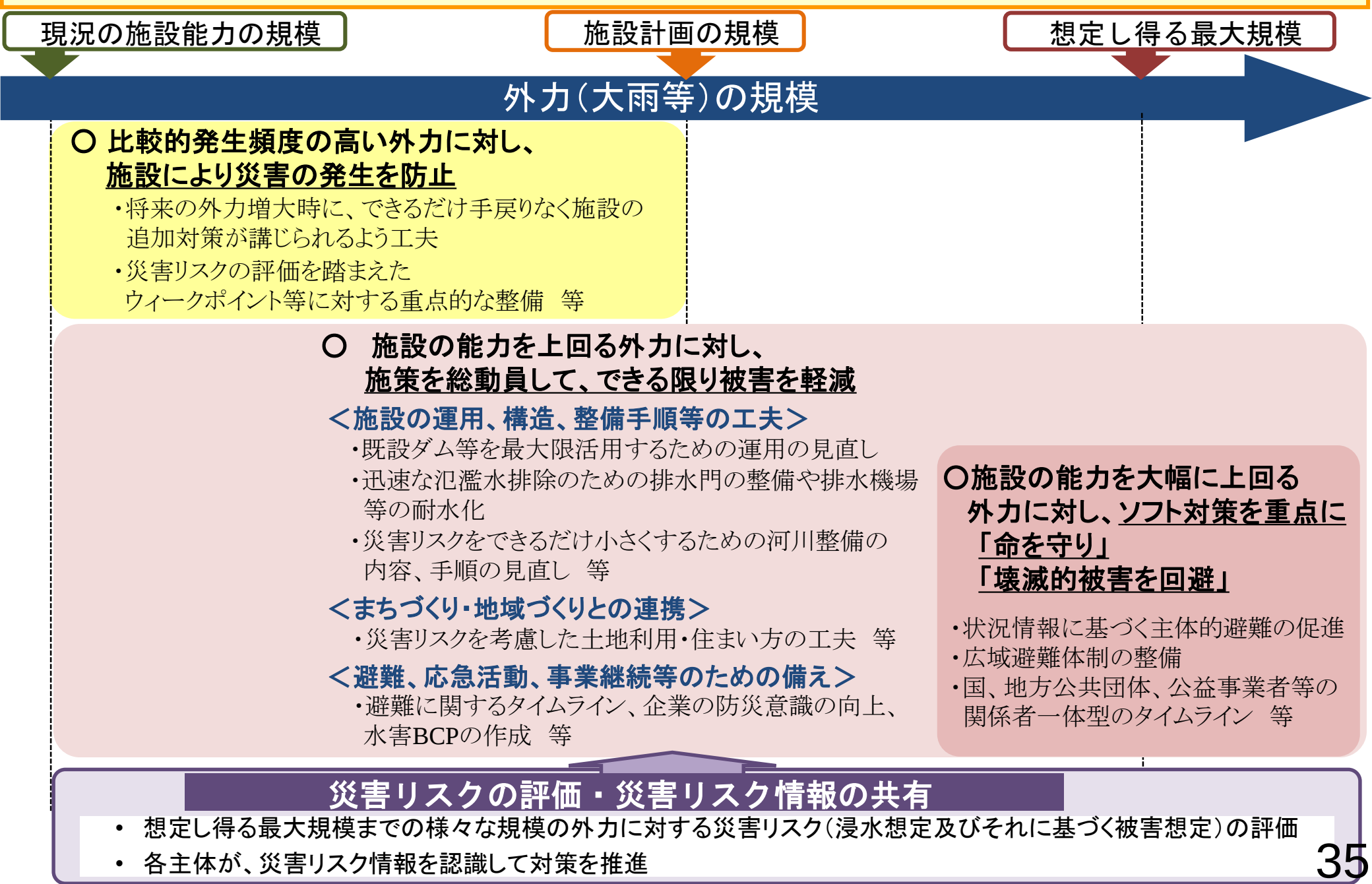
※ 比較的発生頻度の高い外力を超える規模の外力を対象とした対策は、ほとんど行われていない

※ 気候変動による外力の増大についての具体的な
考慮もほとんどなされていない

浸水想定の提示

- 比較的発生頻度の高い外力による浸水想定を提示

水災害分野の気候変動適応策の基本的な考え方



- 1 はじめに
- 2 地球温暖化に伴う気候変動による水災害分野の主な影響
- 3 諸外国での水災害分野における気候変動適応策等の動向
- 4 水災害分野における気候変動適応策の基本的な考え方
- 5 水災害分野における気候変動適応策の具体的な内容

5.1 災害リスクの評価

5.2 水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策

5.2.1 比較的発生頻度の高い外力に対する防災対策

5.2.2 施設的能力を上回る外力に対する減災対策

5.3 土砂災害に対する適応策

5.4 渇水に対する適応策

5.4.1 比較的発生頻度の高い渇水による被害を防止する対策

5.4.2 施設的能力を上回る渇水による被害を軽減する対策

5.5 適応策を推進するための共通的事項

6 おわりに

災害リスクの評価・災害リスク情報の共有

○避難の検討やまちづくり、投資判断等に資するよう、単一の規模の外力だけでなく様々な規模の外力について浸水想定を作成・提示

これまで

洪水防御に関する計画の基本となる降雨のみを対象

年超過確率1/150



今後

想定最大外力までの様々な規模の降雨を対象

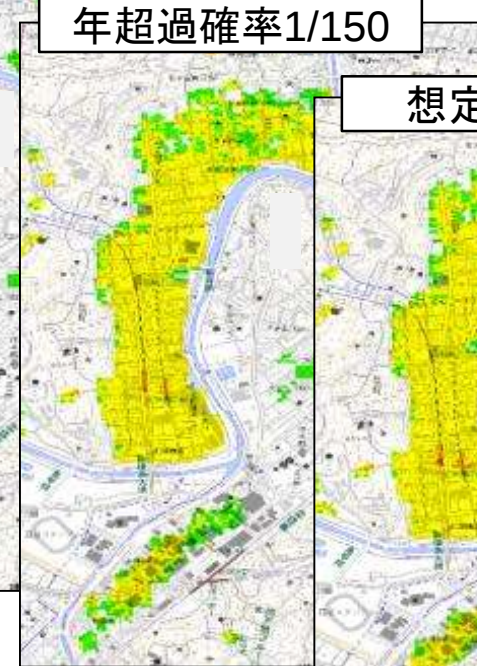
年超過確率1/10



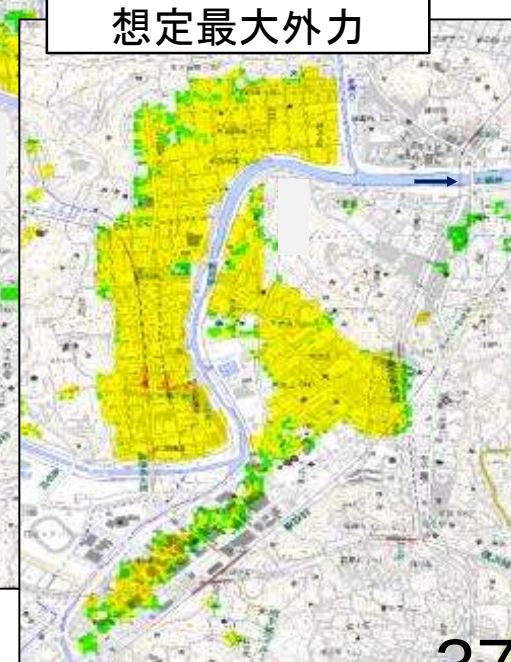
年超過確率1/50



年超過確率1/150



想定最大外力



※図は、あくまでイメージのため、実際の河川と必ずしも一致しない。

災害リスクの評価・災害リスク情報の共有

○流域のリスクを分かりやすく示し、リスク情報を社会全体で共有し、リスクに応じた危機管理対策に活用

被害項目

直接被害

資産被害

- ・一般資産被害(家屋、家庭用品、事業所資産、等)
- ・農作物被害
- ・公共土木施設被害

人的被害(想定死者数、孤立者数等)

間接被害

稼働被害

- ・営業停止被害(事業所、公共・公益サービス、家計)
- ・応急対策費用(家計、事業所、国・地方公共団体)

社会機能低下被害(医療施設、社会福祉施設、防災拠点)

波及被害(交通途絶、ライフライン途絶、経済被害の波及)

精神的被害

リスクプレミアム

その他被害(地下施設、文化施設、水害廃棄物)

: 貨幣換算している項目

: 貨幣換算は困難だが定量化している項目

: 定量化していない項目

想定し得る最大規模の降雨の設定

想定最大規模降雨(降雨量、降雨波形)の設定の基本的な考え方

降雨量

- 想定最大規模降雨の降雨量については、日本を降雨特性が似ている15の地域に分け、それぞれの地域において観測された最大の降雨量(地域ごとの最大降雨量)により設定することを基本とする。
- ただし、全国的なバランスも踏まえ、年超過確率1/1,000程度の降雨量と比較し、大きく下回っている場合などにおいては、年超過確率1/1,000程度の降雨量を目安として設定することもある。

降雨波形(降雨量の時間分布、空間分布)

- 想定最大規模降雨の降雨波形については、最悪の事態を想定するため、主要な洪水の降雨波形等を想定最大規模降雨の降雨量に等しくなるよう引き伸ばしたもののうち、氾濫した際の被害が最大になると考えられるものを選定することを基本とする。

※ 今後の降雨の発生状況や降雨データの蓄積等を踏まえ、地域区分も含めて、必要に応じて適宜見直す。
※ 最大降雨や気候変動予測等に関する研究等を踏まえ、設定手法の改善、高度化に継続的に取り組む。

想定し得る最大規模の降雨の設定

想定最大規模降雨に関する地域区分

- 過去の降雨データを分析して、日本を降雨の特性が似ている15の地域に分割する。



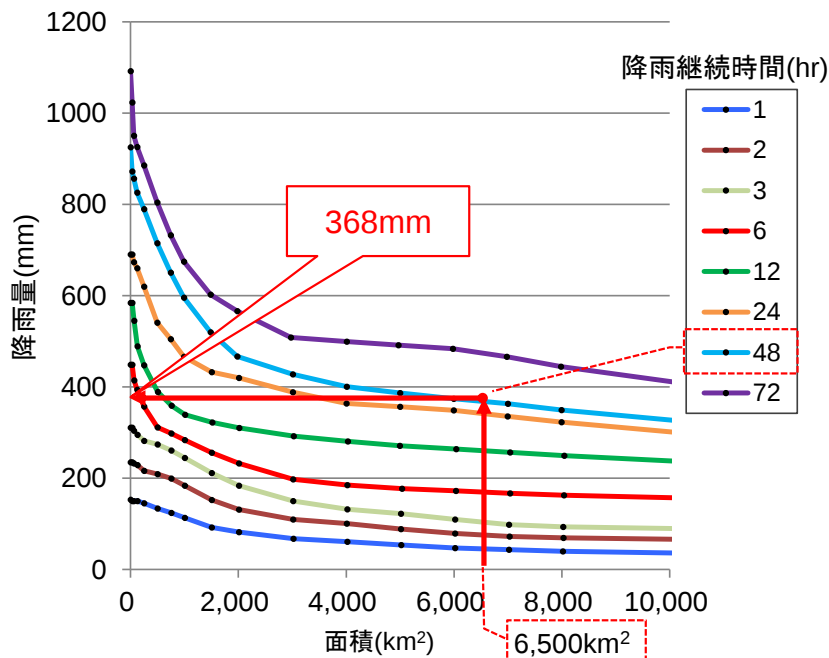
想定し得る最大規模の降雨の設定

想定最大規模降雨の降雨量の算定

- 想定最大規模降雨の降雨量については、15の地域ごとに過去の降雨データを解析して求めた降雨継続時間別、面積別に最大となる降雨量(地域ごとの最大降雨量)を用い、当該降雨を設定しようとする河川等の面積(河川:基準地点等より上流の流域面積、下水道施設:排水区等の面積)、降雨継続時間(河川:洪水のピーク流量に支配的な継続時間、下水道施設:過去の内水の降雨状況、流出特性等を総合的に検討して設定)により算定する。
- 全国的なバランスも踏まえ、年超過確率1/1,000程度の降雨量と比較し、大きく下回っている場合などにおいては、年超過確率1/1,000程度の降雨量を目安として設定すること考えられる。

地域ごとの最大降雨量を用いた算定方法の具体的なイメージ

例) 面積: 6,500km²、降雨継続時間: 48時間



48時間	
面積	雨量
1	925
31	872
4,009	401
4,998	386
5,991	374
6,993	363
7,990	351

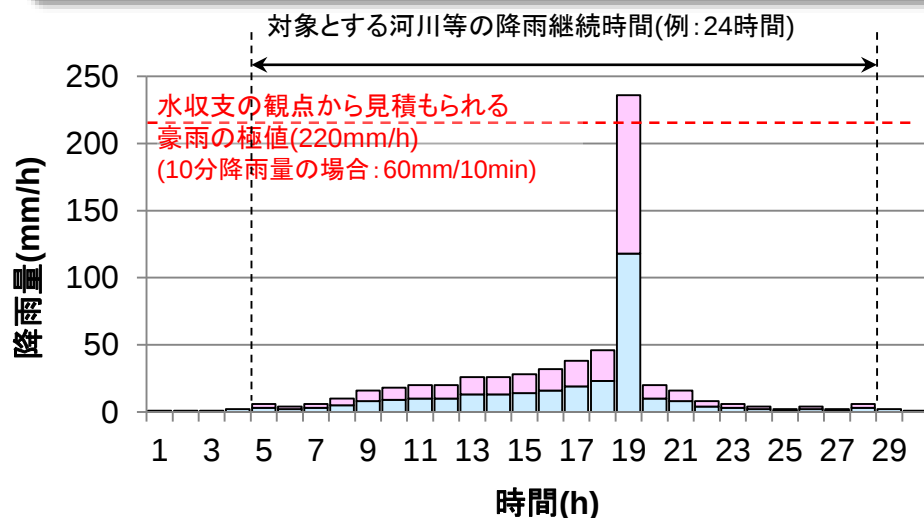
- ・面積6,500km²に一致するものがないため、一次補間法により降雨量を算定
- ・面積5,991km²のとき降雨量374mm、面積6,993km²のとき降雨量363mmであるため、面積6,500km²のときの降雨量は、
$$374 + (363 - 374) \times \frac{6,500 - 5,991}{6,993 - 5,991}$$
により、**368mm**と算定される。

想定し得る最大規模の降雨の設定

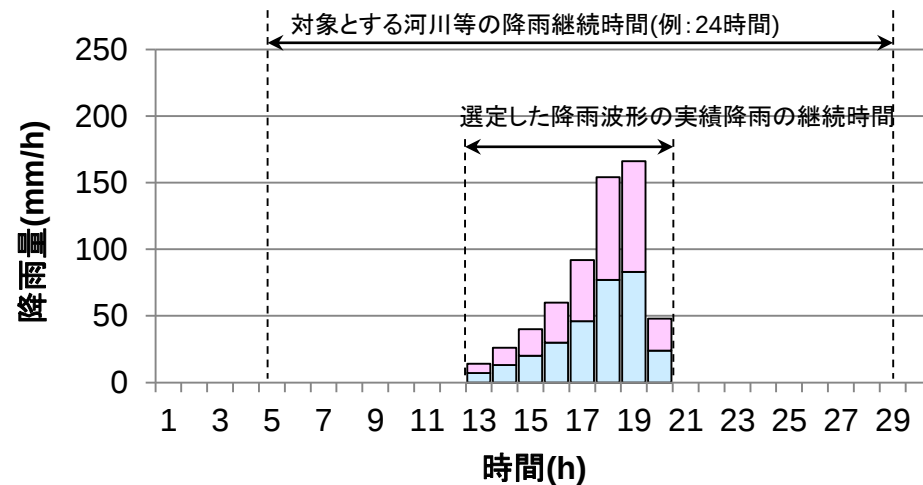
想定最大規模降雨の降雨波形の選定

- 想定最大規模降雨の降雨波形については、最悪の事態を想定するため、主要な洪水の降雨波形等を当該降雨の降雨量に等しくなるよう引き伸ばしたもののうち、氾濫した際の被害が最大になると考えられる降雨波形を選定することを基本とする。
- 氾濫した際の被害が最大になるものは、河川については氾濫域等の特性と洪水のピーク流量、氾濫ボリュームを考慮して選定することが考えられる。(例えば、河川に沿った幅の狭い氾濫域に氾濫水が河道内の洪水と一体的に流下するような場合については洪水のピーク流量、流下してきた氾濫水が氾濫域内の標高の低い箇所において湛水するような場合については氾濫ボリュームによる影響が大きいと考えられる。)また、下水道施設については排水区等の特性と氾濫ボリュームを踏まえて選定することが考えられる。
- 引き伸ばし後の短時間の降雨量が著しく大きくなる等、著しく不合理が生じる場合は、別の降雨波形を選定することや、降雨継続時間を見直すことも考えられる。

著しく不合理な降雨波形の引き伸ばしのイメージ



◆ 引き伸ばし後の短時間の降雨量が著しく大きくなる場合



◆ 選定した降雨波形の実績降雨の継続時間が、対象とする河川の降雨継続時間と比べて著しく短い場合

想定し得る最大規模の高潮の設定

○想定する台風の中心気圧は、室戸台風を基本とし、既往実績に応じ対象とする海岸における緯度を考慮して台風の中心気圧を増減させる。最大旋衡風速半径、移動速度については、伊勢湾台風を基本とする。

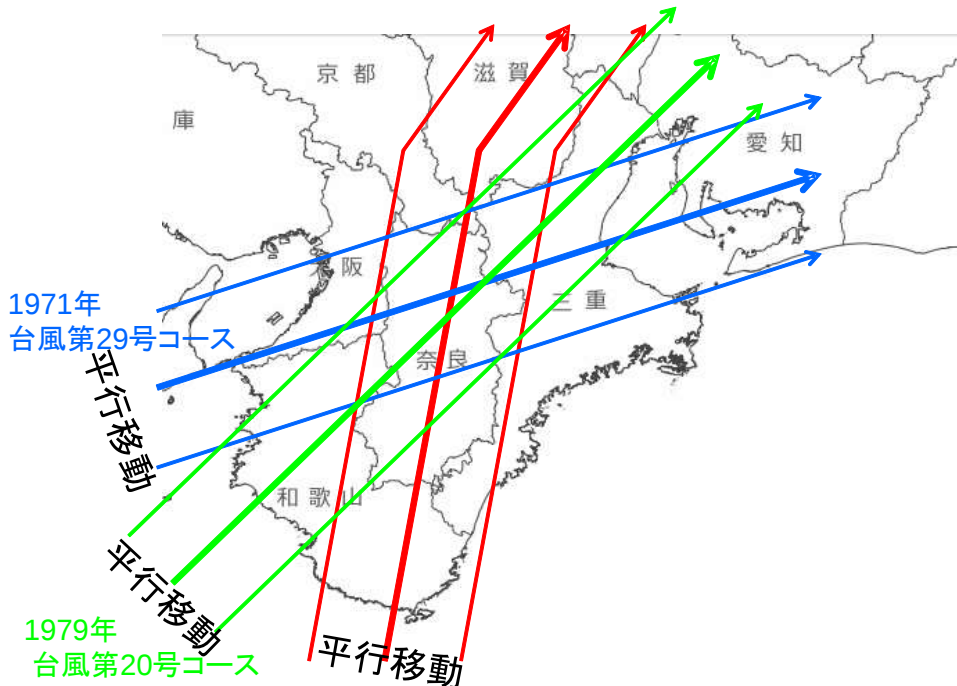
想定する台風の設定方法

項目	設定方法	設定根拠
上陸時 中心気圧	下表を基に、 地域に応じて設定	室戸台風を基本とし、緯度を考慮し増減
最大旋衡 風速半径	75km(一定)	伊勢湾台風
台風の 移動速度	73km/h(一定)	伊勢湾台風

各地域における想定する台風の中心気圧

地域	北緯	中心気圧	都道府県
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(御蔵島より南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、京都府、鳥取県、島根県、長崎県(対馬に限る)
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(御蔵島より南の伊豆諸島及び小笠原諸島に限る)
南西諸島・沖縄本島	26～30°	890hPa	鹿児島県(薩南諸島に限る)、沖縄県(先島諸島及び大東諸島を除く)
先島諸島・大東諸島	24～26°	880hPa	沖縄県(先島諸島及び大東諸島に限る)

- 過去に大きな潮位偏差を生じた台風の経路を参考に進入角度の異なる3方向以上の経路を選定し、それらの経路をそれぞれ約10～20kmピッチで平行移動させて複数の経路を設定することを基本とする。



伊勢湾奥において、最悪の事態をもたらす
台風経路の設定イメージ

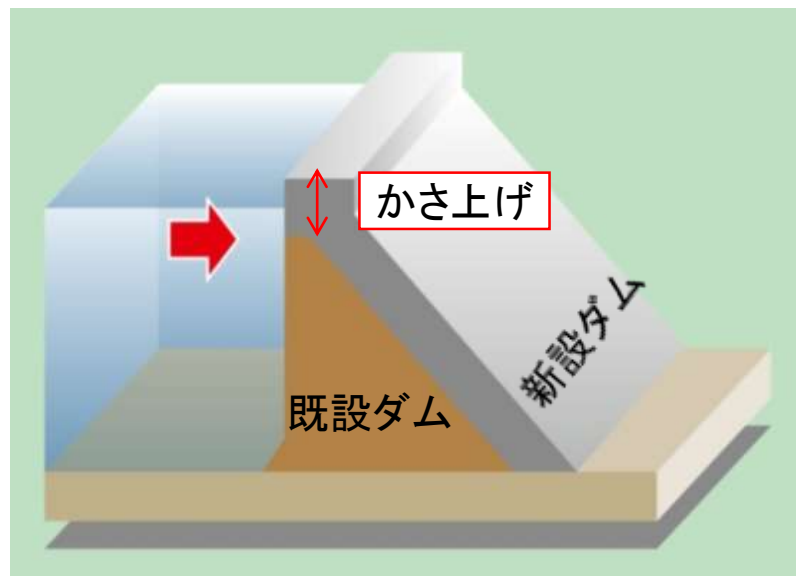
- 1 はじめに
- 2 地球温暖化に伴う気候変動による水災害分野の主な影響
- 3 諸外国での水災害分野における気候変動適応策等の動向
- 4 水災害分野における気候変動適応策の基本的な考え方
- 5 水災害分野における気候変動適応策の具体的な内容
 - 5.1 災害リスクの評価
 - 5.2 水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策
 - 5.2.1 比較的発生頻度の高い外力に対する防災対策
 - 5.2.2 施設的能力を上回る外力に対する減災対策
 - 5.3 土砂災害に対する適応策
 - 5.4 渇水に対する適応策
 - 5.4.1 比較的発生頻度の高い渇水による被害を防止する対策
 - 5.4.2 施設的能力を上回る渇水による被害を軽減する対策
 - 5.5 適応策を推進するための共通的事項
- 6 おわりに

既存施設の機能向上

○既設ダムのかさ上げや、洪水吐きの増設等により治水機能の増強等を行うダム再生、既存の下水道施設の増補管や貯留施設の整備など、既存ストックのより一層の機能向上

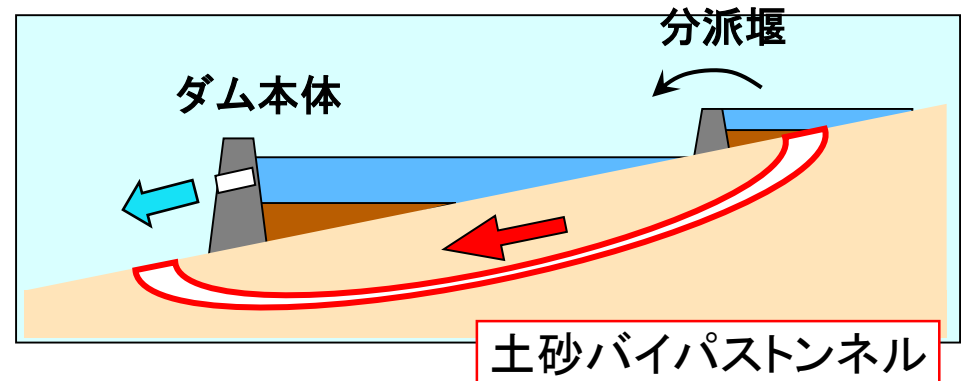
【ダム再生事業の例】

■ 容量の拡大



既存ダムのかさ上げによる
貯水容量の拡大

■ 堆砂対策の高度化



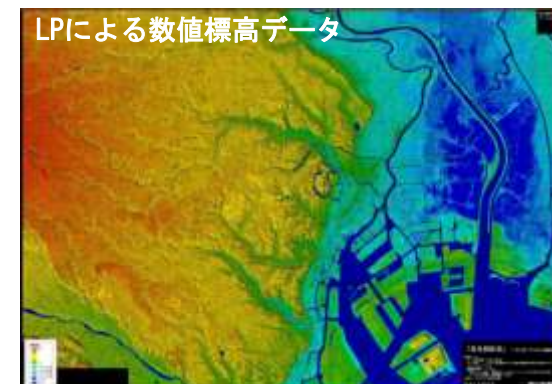
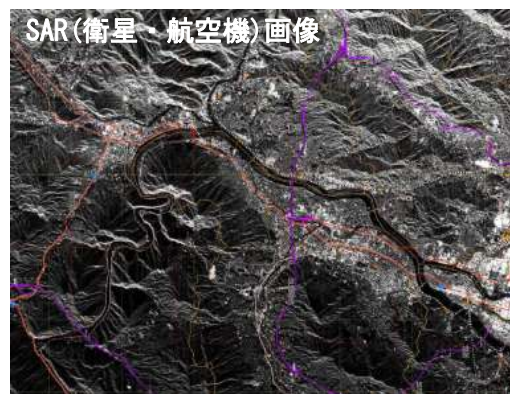
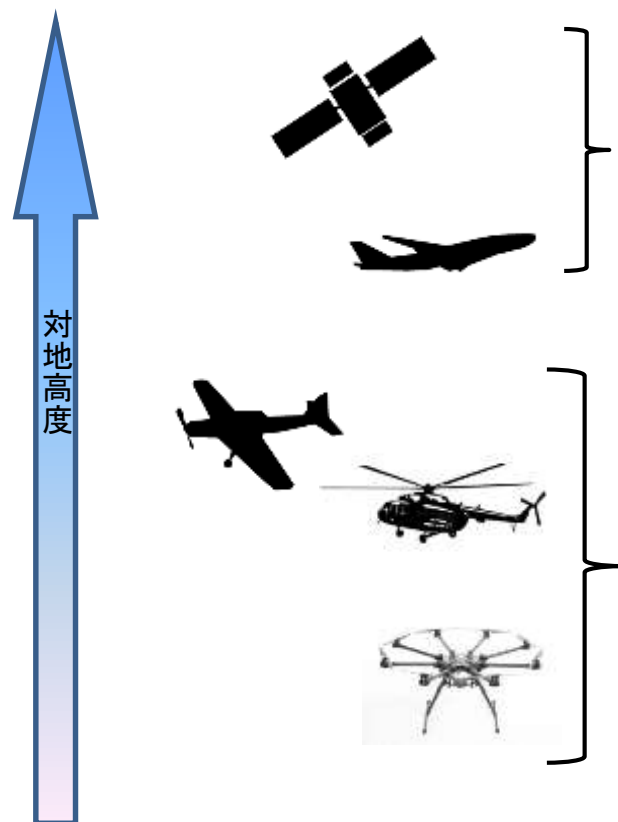
土砂バイパストンネルによる
堆砂抑制技術

維持管理・更新の充実

○的確かつ効率的な維持管理を行うため、航空レーザ測量による詳細な地形データ等を活用して河川堤防の高さをきめ細かく把握し維持管理を高度化

画像データや地形データの蓄積⇒平時における管理の高度化

○人工衛星や航空機等から取得した光学写真やSAR(合成開口レーダ)画像、LP(航空レーザ測量)データ等を定常的に蓄積。
各種データは流域開発状況等により定期的に再取得するとともに、LPデータは空白域を補填することが必要。



水門等の施設操作の遠隔化

○気候変動による大雨や短時間強雨の発生頻度の増加に伴い、水位の急激な上昇が頻発することが想定されることから、水門等の確実な操作と操作員の安全確保のため、水門等の施設操作の遠隔化・自動化等を推進

効果的・効率的な整備・運用の推進例

水門・陸閘等の統廃合や常時閉鎖を含む効果的・効率的な管理・運用体制を構築し、必要な箇所の重点化を検討

【統廃合(廃止、スロープ設置)の例(和歌山県)】



スロープを設置し陸閘を廃止

【常時閉鎖の例(高知県)】



利用度の低い陸閘を常時閉鎖

【統廃合(完全廃止)の例(和歌山県)】



集約化等により利用度の低い陸閘を完全に廃止

必要な箇所の自動化・遠隔操作化を推進し、効果的・効率的に背後地を津波から防護する

【陸閘の自動化の例(三重県)】



【陸閘の自動化の例(愛知県)】



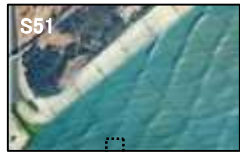
【水門の自動化・遠隔操作化の例(静岡県)】



総合的な土砂管理

- 下流の河道や海岸に配慮したダムからの土砂供給、河道堆積土砂の掘削及び掘削土の養浜材への活用、沿岸漂砂の連続性を確保するサンドバイパスなど、総合的な土砂管理の取組を推進
- 総合土砂管理の推進にあたっては、流域の関係機関が一体となって組織的かつ継続的に取り組めるよう、実効性のある枠組みを構築

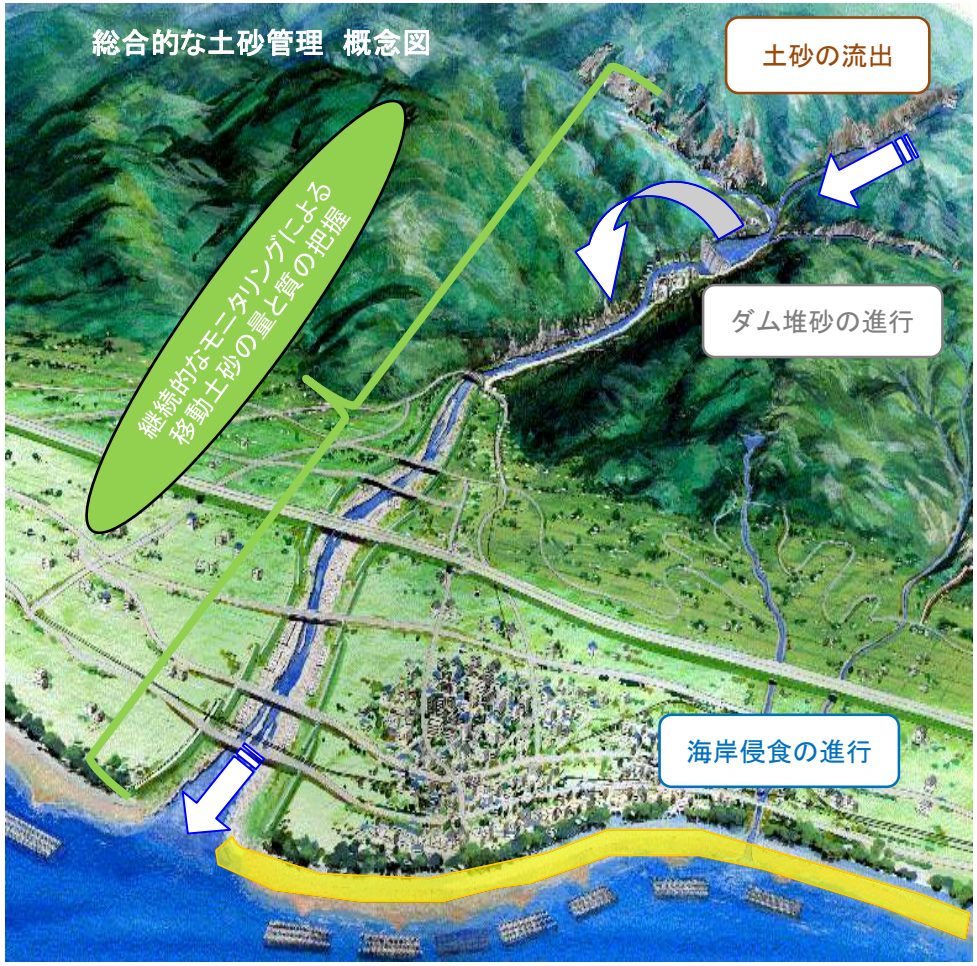
■継続的なモニタリングによる移動土砂の把握



浮遊砂観測や河床変動調査

海岸線の定期的なモニタリング

■サンドバイパスによる海岸侵食対策



■砂防堰堤等による流出土砂の調整等



■河道や海岸に配慮したダムからの土砂供給

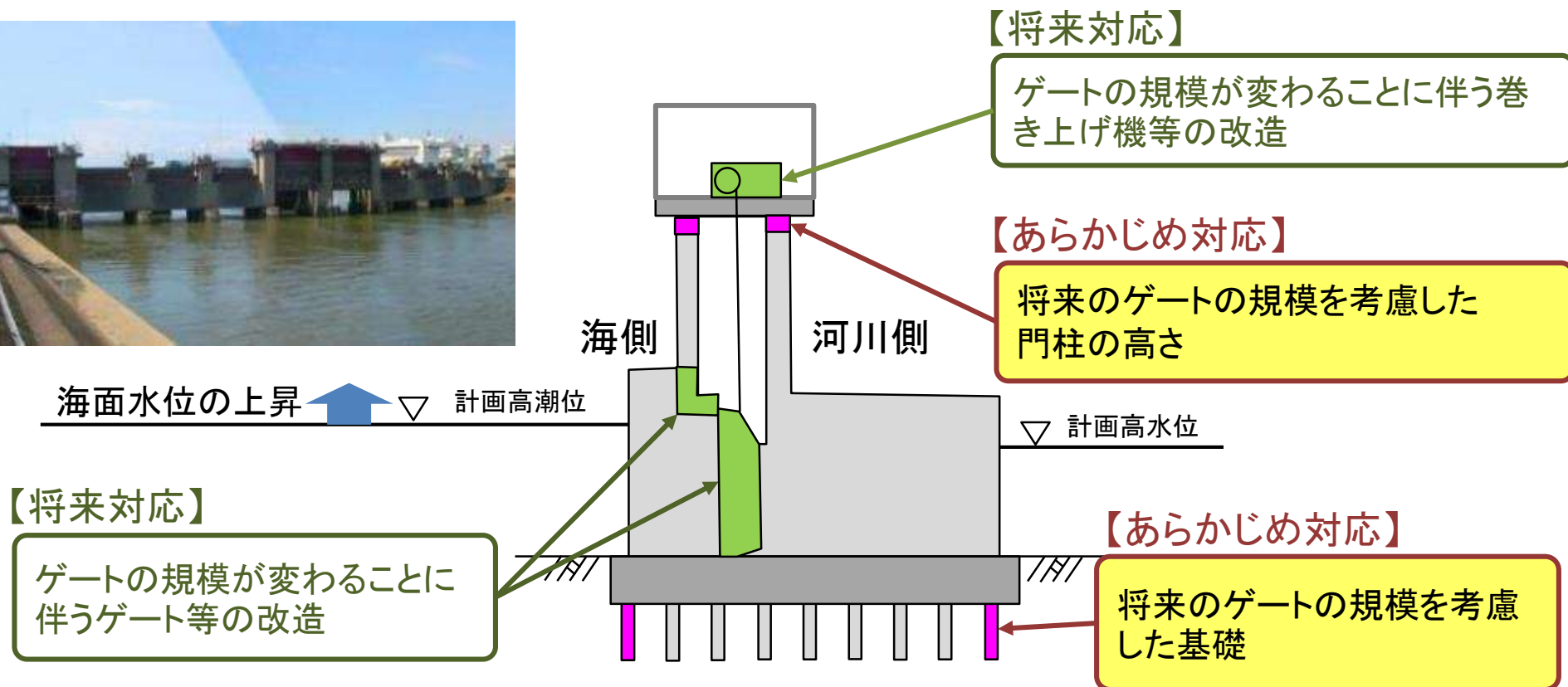


関係機関が一体となって総合的な土砂管理を推進

できるだけ手戻りのない施設の設計

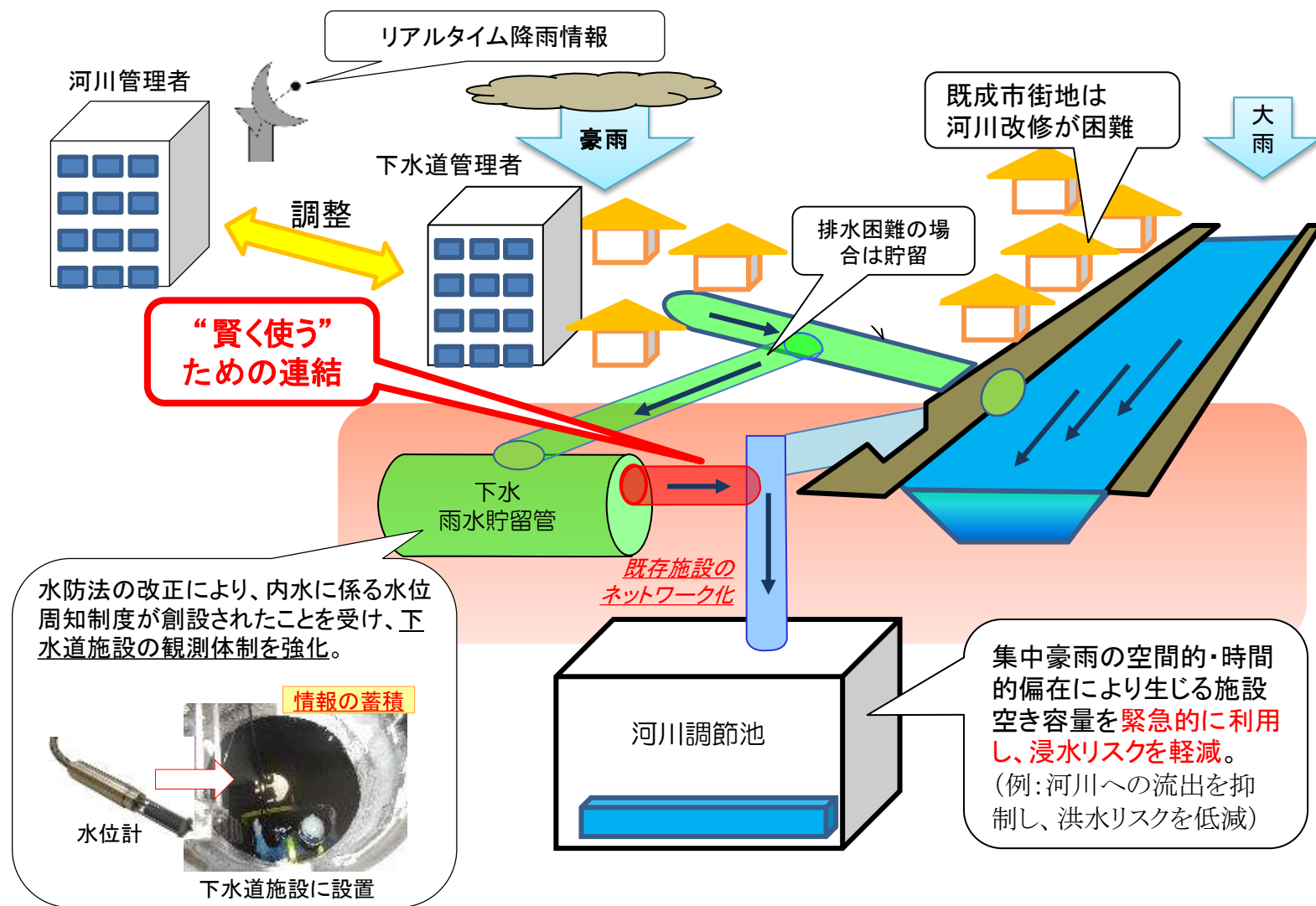
○施設の整備にあたっては、設計段階で幅を持った外力を想定し、改造等が容易な構造形式の選定や、追加的な補強が困難な基礎部等をあらかじめ増強しておくなど、外力の増大に柔軟に追従できるような設計に努める

(例) 海面水位上昇に対する水門設計での対応イメージ



河川と下水道の一体的運用

- 豪雨対策を担う河川と下水道については、それぞれの流れ等を一体として計算する手法を開発するなどにより、連携した計画策定や効率的な運用に向けた検討を推進する。
- 相互の施設のネットワーク化や一体的な整備を進め、それぞれの施設の有効活用を図る。



- 1 はじめに
- 2 地球温暖化に伴う気候変動による水災害分野の主な影響
- 3 諸外国での水災害分野における気候変動適応策等の動向
- 4 水災害分野における気候変動適応策の基本的な考え方
- 5 水災害分野における気候変動適応策の具体的な内容
 - 5.1 災害リスクの評価
 - 5.2 水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策
 - 5.2.1 比較的発生頻度の高い外力に対する防災対策
 - 5.2.2 施設の能力を上回る外力に対する減災対策
 - 5.3 土砂災害に対する適応策
 - 5.4 渇水に対する適応策
 - 5.4.1 比較的発生頻度の高い渇水による被害を防止する対策
 - 5.4.2 施設の能力を上回る渇水による被害を軽減する対策
 - 5.5 適応策を推進するための共通的事項
- 6 おわりに

水防体制の充実・強化

○ 緊急速報メール等を活用して、地下空間利用者等に氾濫危険水位（内水特別警戒水位 到達情報）を周知

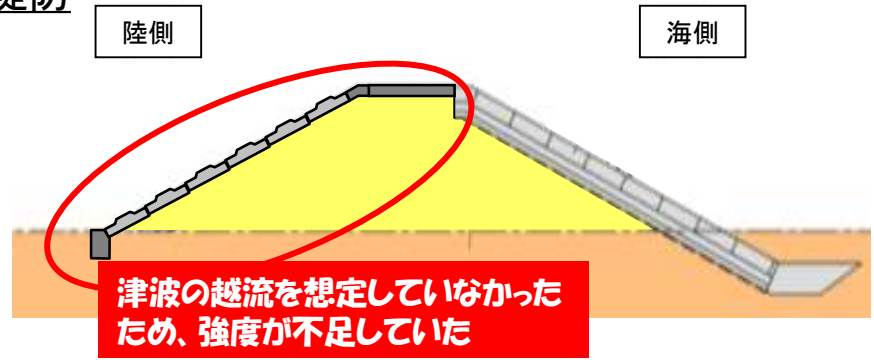


粘り強い構造の海岸堤防等の整備

○海岸堤防等については、海水が堤防等を越流した場合でも施設の効果が粘り強く発揮され、浸水被害を軽減、あるいは避難のためのリードタイムを長くできるよう技術開発や整備を推進



従来の堤防



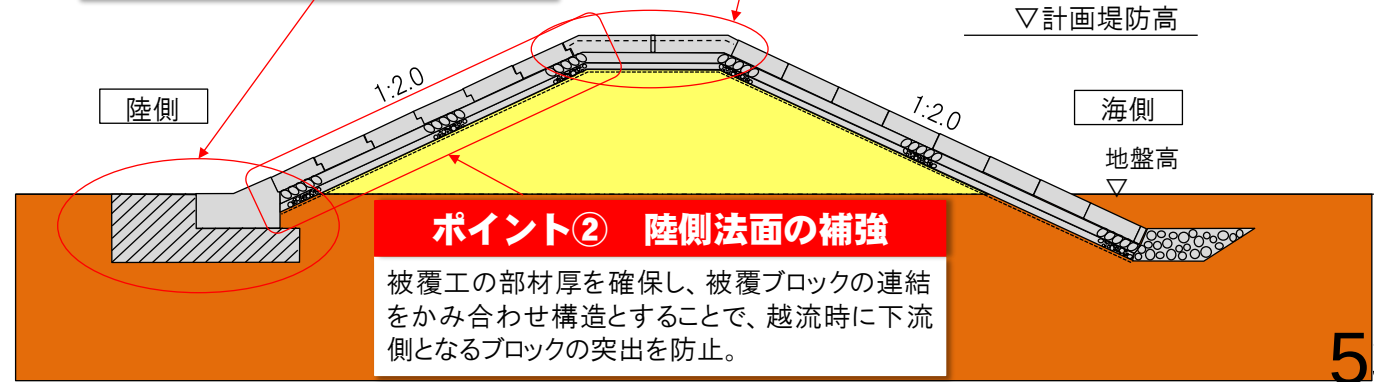
<粘り強い海岸堤防のポイント>

ポイント① 法尻部の強化

越流水の方向を変え、裏法尻の洗掘を堤体本体から遠ざける。また、基礎処理により、洗掘への抵抗性を向上。

ポイント③ 天端被覆工の補強

天端被覆工の部材厚を確保。また、空気抜き孔を設け、越流時に堤防内の有害な空気圧を抜く。

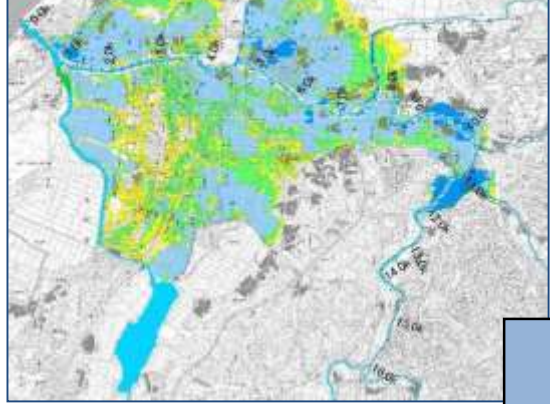


様々な外力に対する災害リスクに基づく河川整備計画の点検・見直し

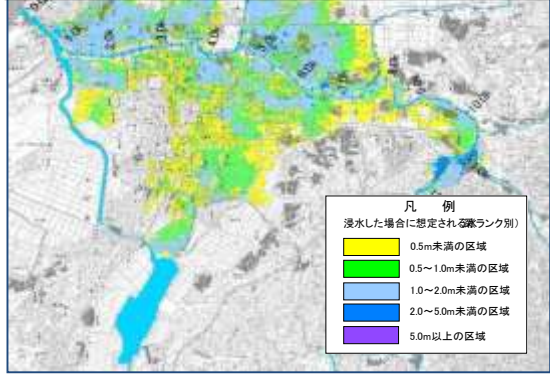
- 様々な規模の外力に対して、上下流・本支川のバランスなどに留意し、氾濫した場合の災害リスクができる限り小さくなっているか等について点検
- 減災の観点も考慮した最適な河川整備の内容、手順となるように必要に応じて計画を見直し

想定最大外力までの被害を想定

河川整備前



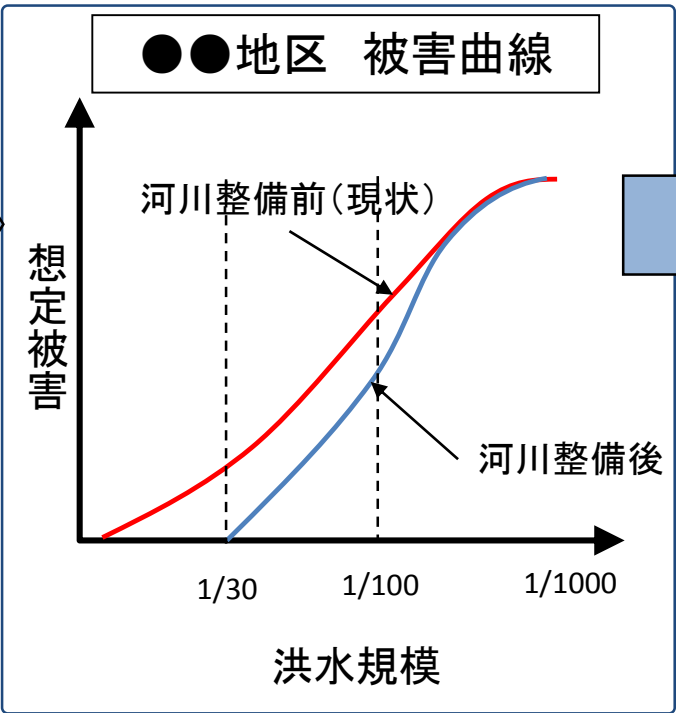
河川整備後



想定最大外力までの災害リスクを分析

＜評価項目＞

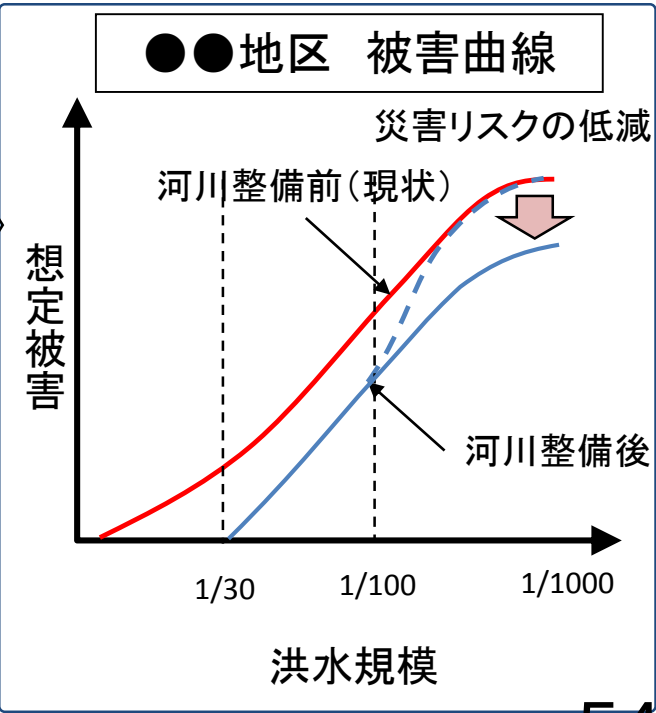
被害額、浸水戸数、想定死者数、想定孤立者数 等



河川整備の内容等の見直しによる災害リスクの低減

＜見直し内容＞

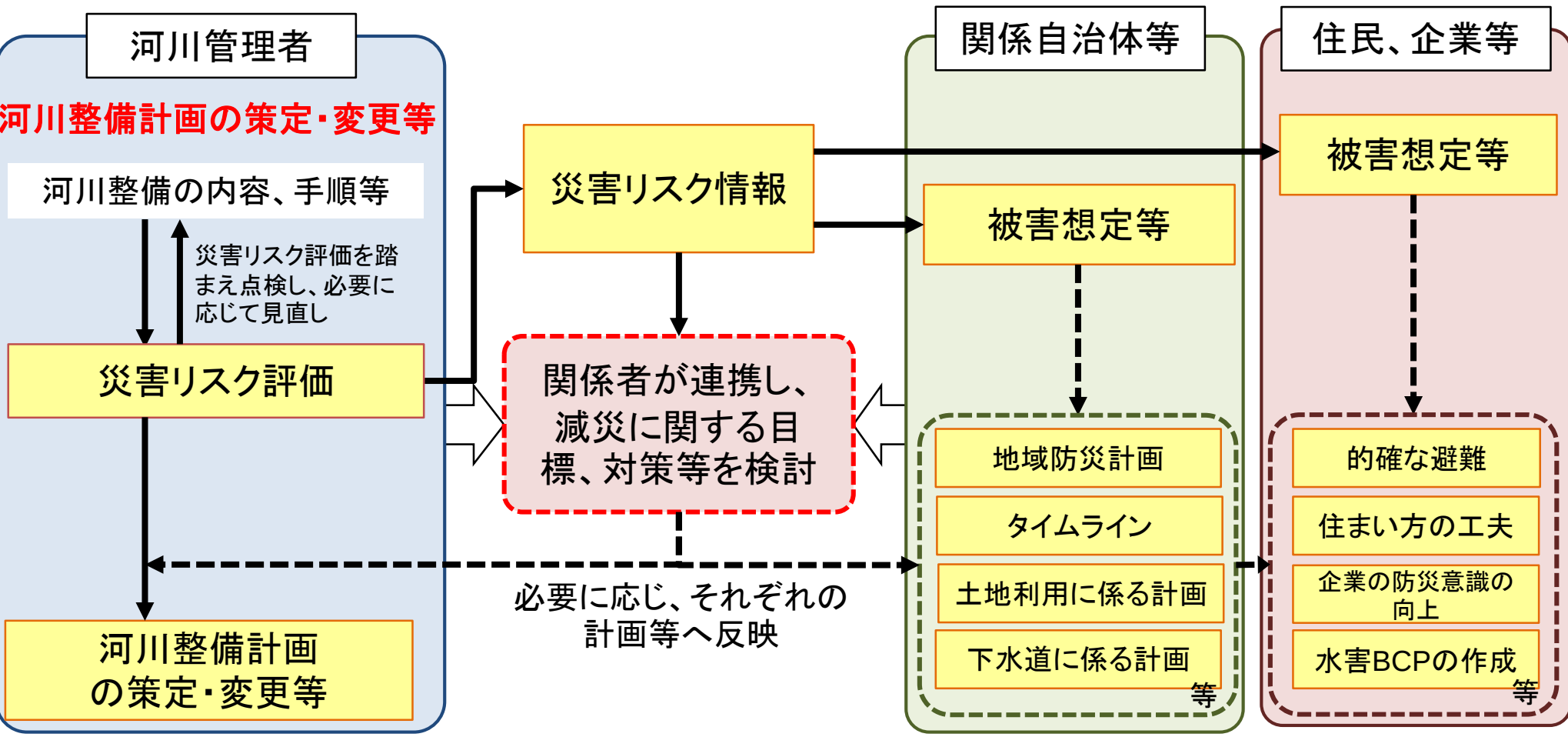
下流の河道掘削の範囲、上流の整備方法 等



※図はあくまでイメージであり、浸水区域や発生確率等については実際の河川等と必ずしも一致しない

河川整備計画の検討プロセスを活用した減災対策の推進等

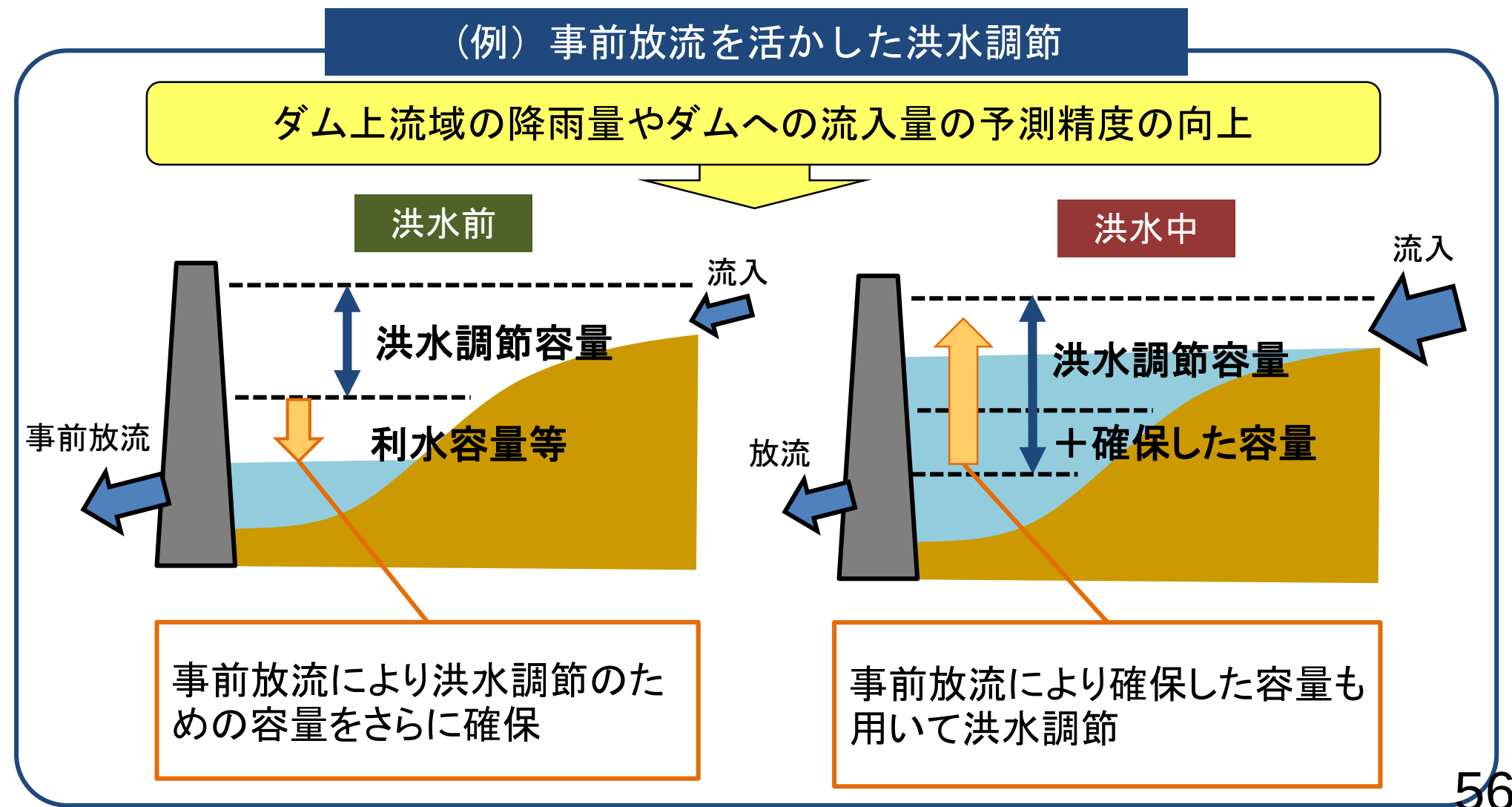
- 河川整備計画の策定・変更等のプロセスにおいて、災害リスクを評価し、関係自治体等に災害リスク情報を提示
- 関係自治体等と災害リスク情報を共有し、減災に関する目標、対策等を検討し、必要に応じ、それぞれの計画等に反映



※河川整備計画の点検の頻度は概ね3～5年

既存施設の機能を最大限活用する運用(ダム of 事前放流)

○ダムへの流入量の予測精度の向上等を図り、ダムの洪水調節能力を最大限活用できるよう操作方法を見直す

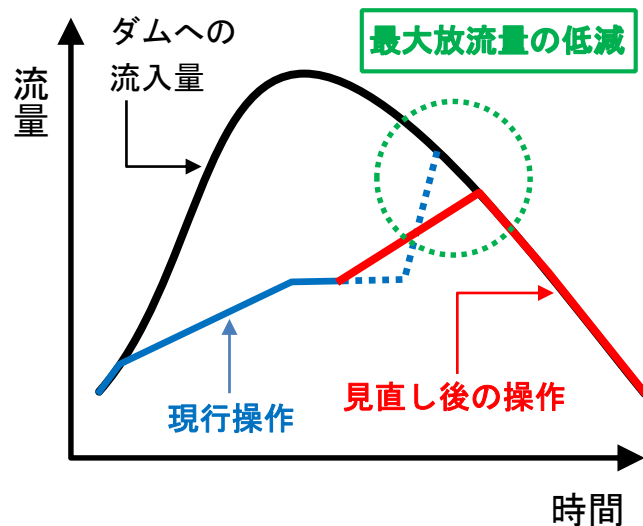


既存施設の機能を最大限活用する運用(ダム操作方法の見直し)

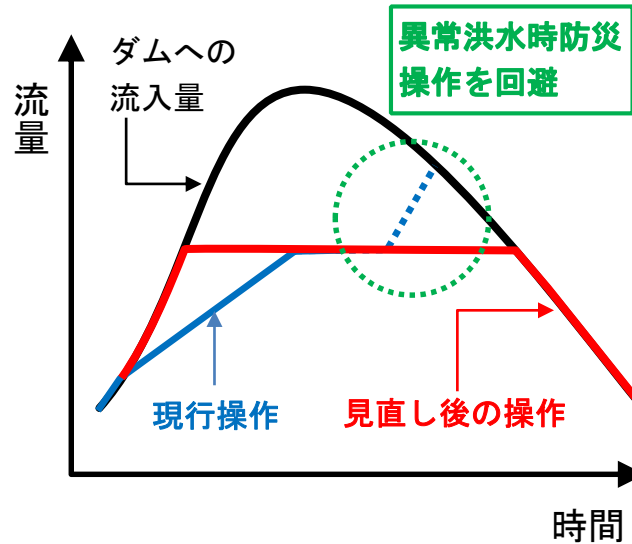
○既存施設の機能を最大限活用するため、ダム操作方法の見直しや、洪水予測等を踏まえた放流量の絞り込み等を検討

(例) ダムの洪水調節能力を最大限活用するための操作方法の検討

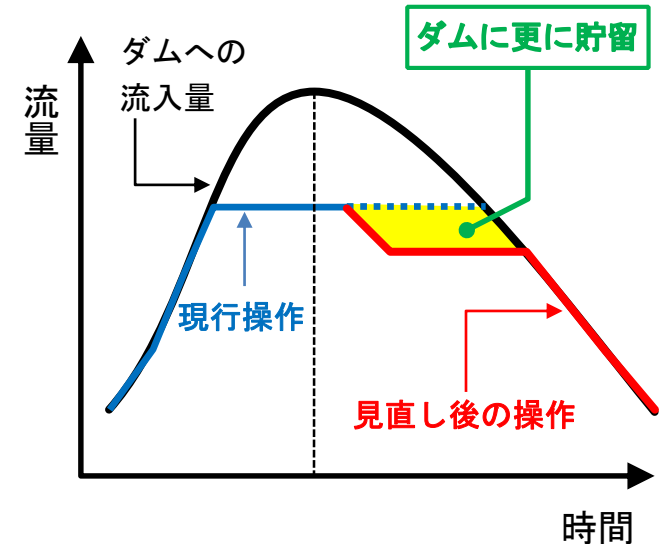
【異常洪水時防災操作※の
開始水位の見直し】



【洪水調節方式の見直し】



【放流量を低減させ、更に貯留】



異常洪水時防災操作の開始水位を低下させ、放流量と流入量が等しくなるまでの時間を長くすることで、最大放流量の低減を図る

河川改修の状況に応じて、洪水調節方式を見直し、洪水調節容量を効率的に活用することで、異常洪水時防災操作への移行を回避

ダムへの流入量がピークを過ぎた後、下流河川の水位、流入量の予測、ダムの空き容量等を踏まえ、ダムの放流量を低減させることで洪水調節効果を更に発揮

※異常洪水時防災操作：大きな出水によりダムの洪水調節容量を使い切る可能性が生じたため、放流量を徐々に増加させ、流入量と同じ流量を放流する操作

既存施設の機能を最大限活用する運用(ポンプの早期放流運転)

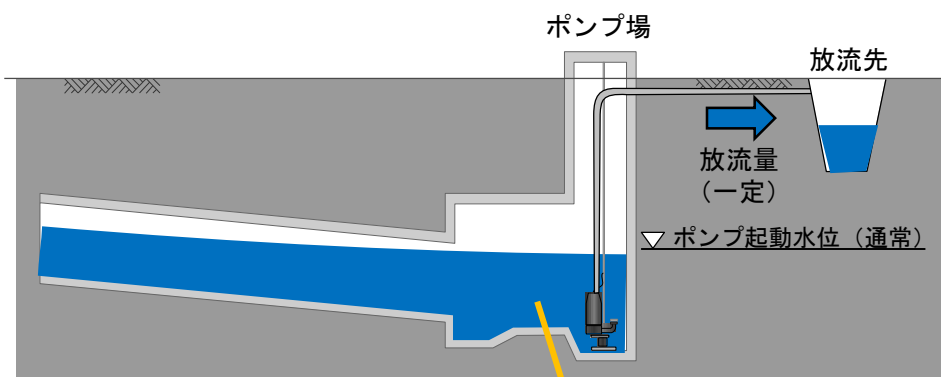
OB-DASHプロジェクトの推進等により、ポンプ場等への流入量の予測精度の向上を図り、下水道施設の能力を最大限活用できるよう操作方法を見直し

(例) ポンプの早期放流運転による浸水リスクの低減

ポンプ場流入量の予測精度の向上

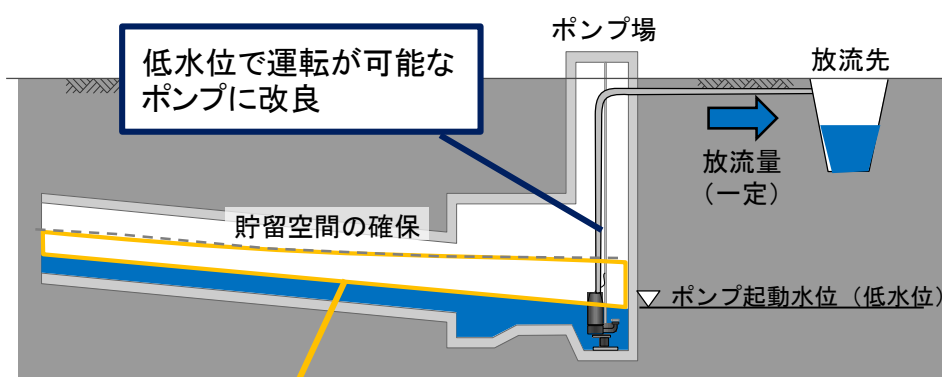
予測情報に基づいたきめ細やかなポンプ場の運用

■通常のポンプ場の操作



ポンプ起動水位が高いため、下水道管内の空間が少なく、超過降雨に対して浸水リスクが高い。

■低水位時に早期放流を行うポンプ場の操作

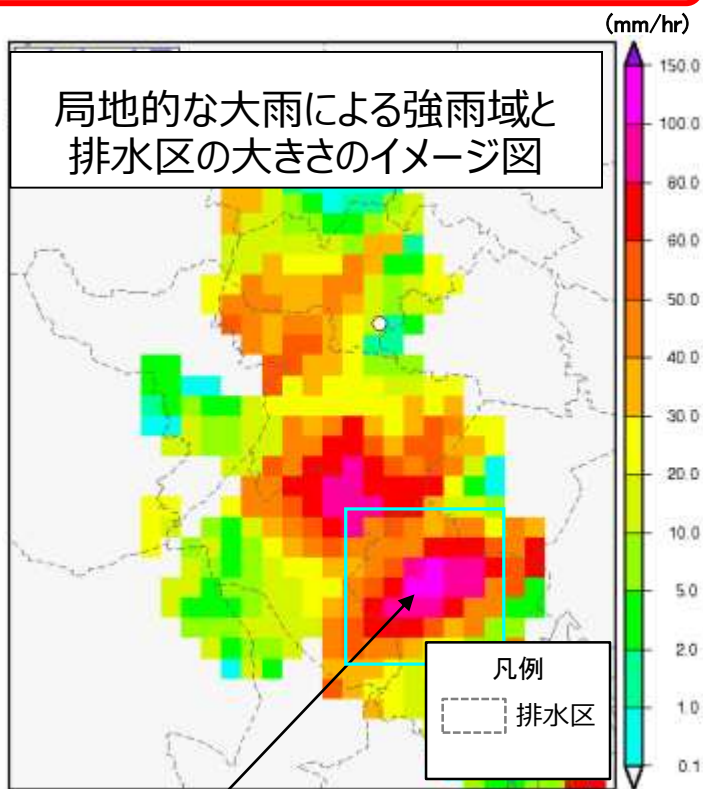


ポンプ起動水位を低くすることにより、下水道管内に空間をつくり、超過降雨に対する貯留機能を確保し、浸水リスクを軽減。

既存施設の機能を最大限活用する運用(下水道管渠のネットワーク化)

○気候変動に伴う局地的な大雨等の増加に対しては、下水道施設の能力を最大限活用する方策を検討

局地的な大雨は、強雨域が狭い範囲に集中する。

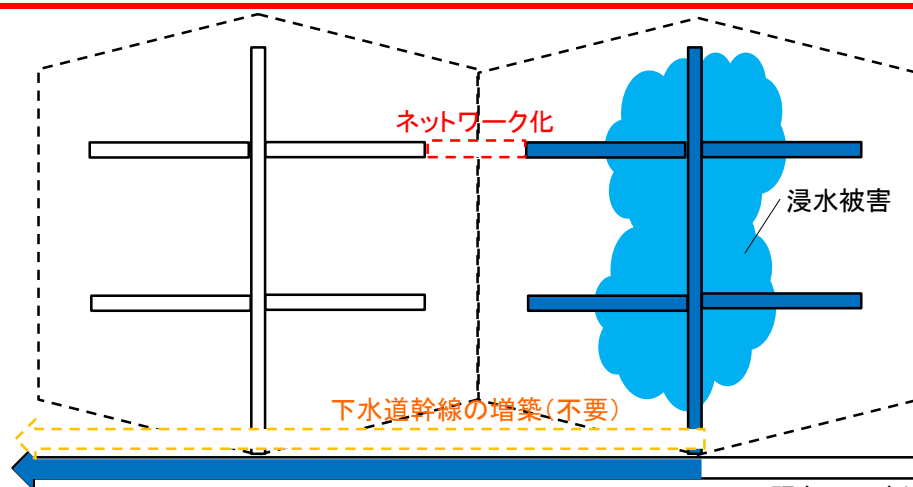


強雨域 (100mm/h) 約1km² (100ha) に集中
※一般的な下水排水区は、2km² (200ha) 以下

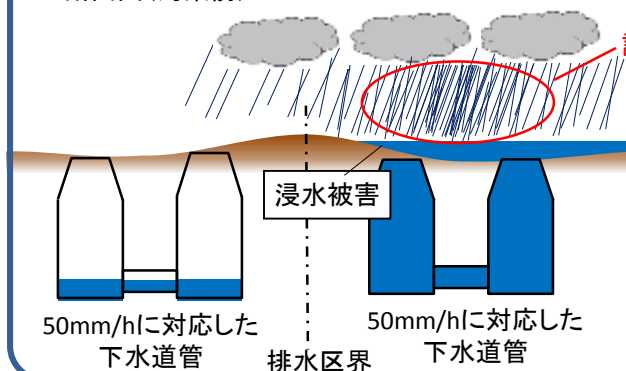
(例) 下水道管渠のネットワーク化

下水道幹線の増築等を行うより、ネットワーク管の整備を行う方が効果的に浸水被害を軽減できる。

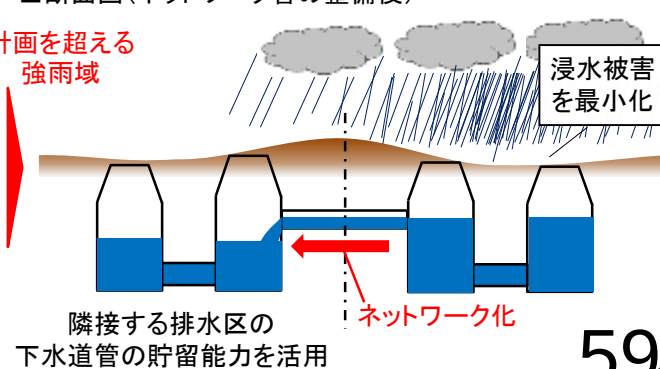
■ 平面図 (対策前)



■ 断面図 (対策前)



■ 断面図 (ネットワーク管の整備後)



氾濫拡大の抑制と氾濫水の排除

○氾濫水を早期に排除するための排水門の整備や排水機場等の耐水化等を推進

迅速な氾濫水排除のための
排水門の整備



排水ポンプ車による緊急排水



氾濫

排水機場の耐水化



電源設備等の嵩上げ



止水板の設置



総合的な浸水対策

○河川、下水道の整備を進めるとともに、その流域のもつ保水・遊水機能を確保するため、調節池などの整備により貯めること、浸透ますなどの整備により浸み込ませることなどを適切に組み合わせ、流域が一体となった浸水対策を推進

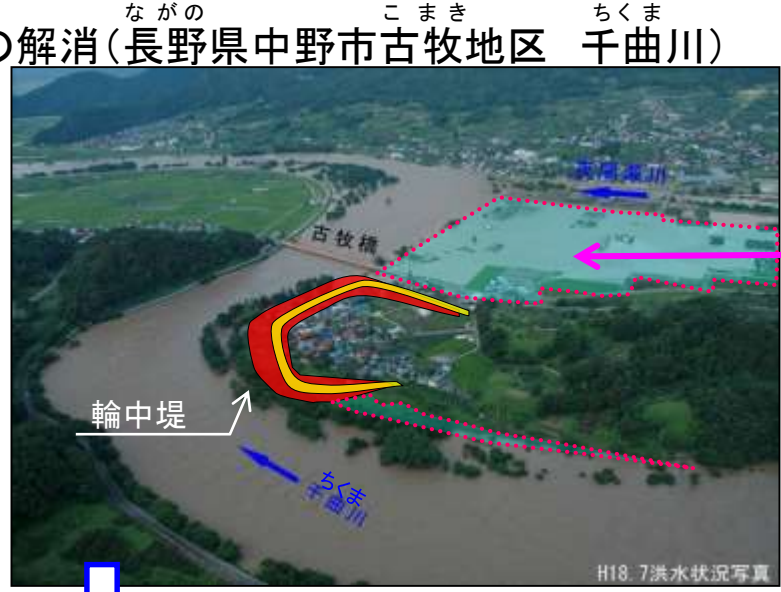


土地利用状況を考慮した治水対策

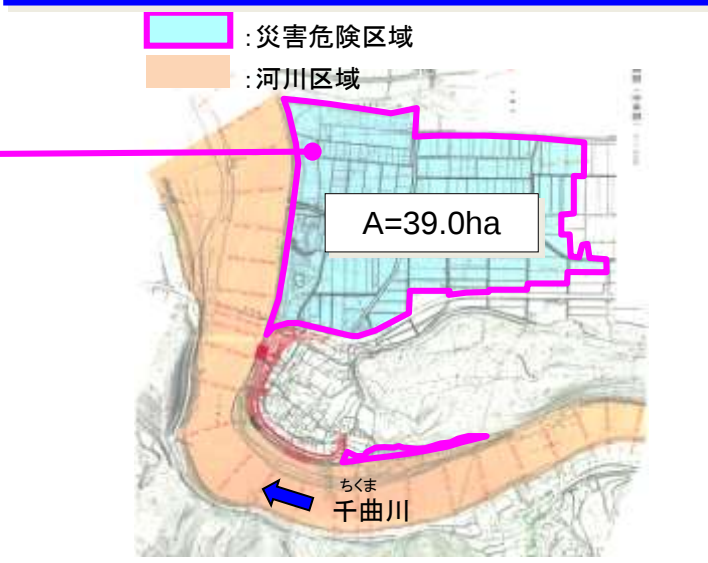
○一部区域の氾濫を許容することを前提とし、輪中堤等によるハード整備と土地利用規制等によるソフト対策を組み合わせるなど、地域の意向も踏まえながら、土地利用状況を考慮した治水対策を推進

輪中堤による家屋浸水被害の解消(長野県中野市古牧地区 千曲川)

位置図



●古牧地区での災害危険区域
千曲川の計画高水位(H.W.L)以下の範囲を指定



●中野市災害危険区域に関する条例 抄
(建築制限)
第3条 前条の規定により指定した区域内において、住居の用に供する建築物を建築してはならない。ただし、災害危険区域を指定した際、現に存する住居の用に供する建築物を増築し、又はその一部を改築する場合及び次の各号に掲げるものについては、この限りでない。
(1) 主要構造物(屋根及び階段を除く。)を鉄筋コンクリート造又はこれに類する構造とし、別に定める災害危険基準高(以下「基準高」という。)未満を居室の用に供しないもの
(2) 基礎を鉄筋コンクリート造とし、その上端の高さを基準高以上としたもの
(3) 地盤面の高さを基準高以上としたもの

地下空間の浸水対策

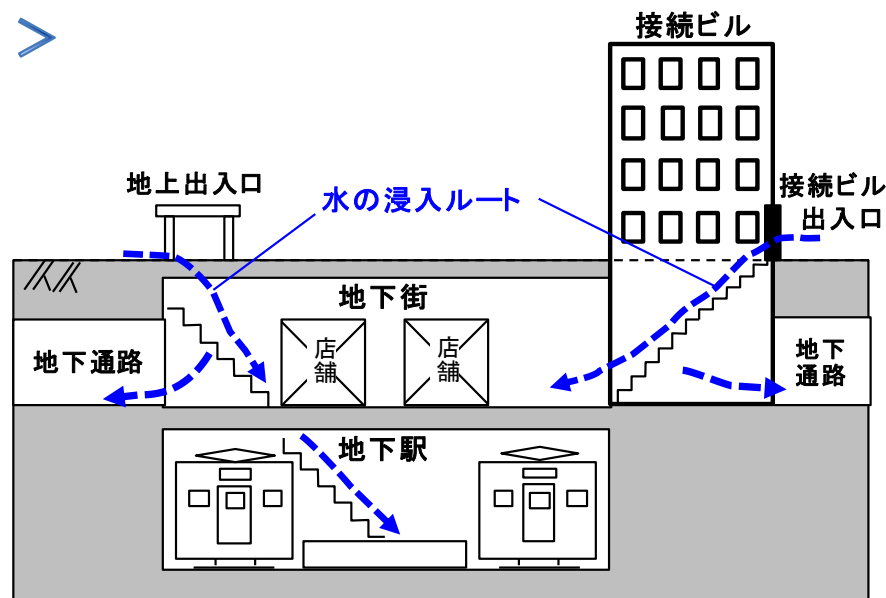
- 大規模な地下空間では、関係する複数の施設管理者が協議会等を設置し、連携して浸水防止が必要な出入口や浸水経路を把握
- 効果的な情報伝達や避難誘導方策を検討し、一体的な浸水防止・避難確保対策を促進

【現状】地下街等の多くが単独で避難確保・浸水防止対策を実施



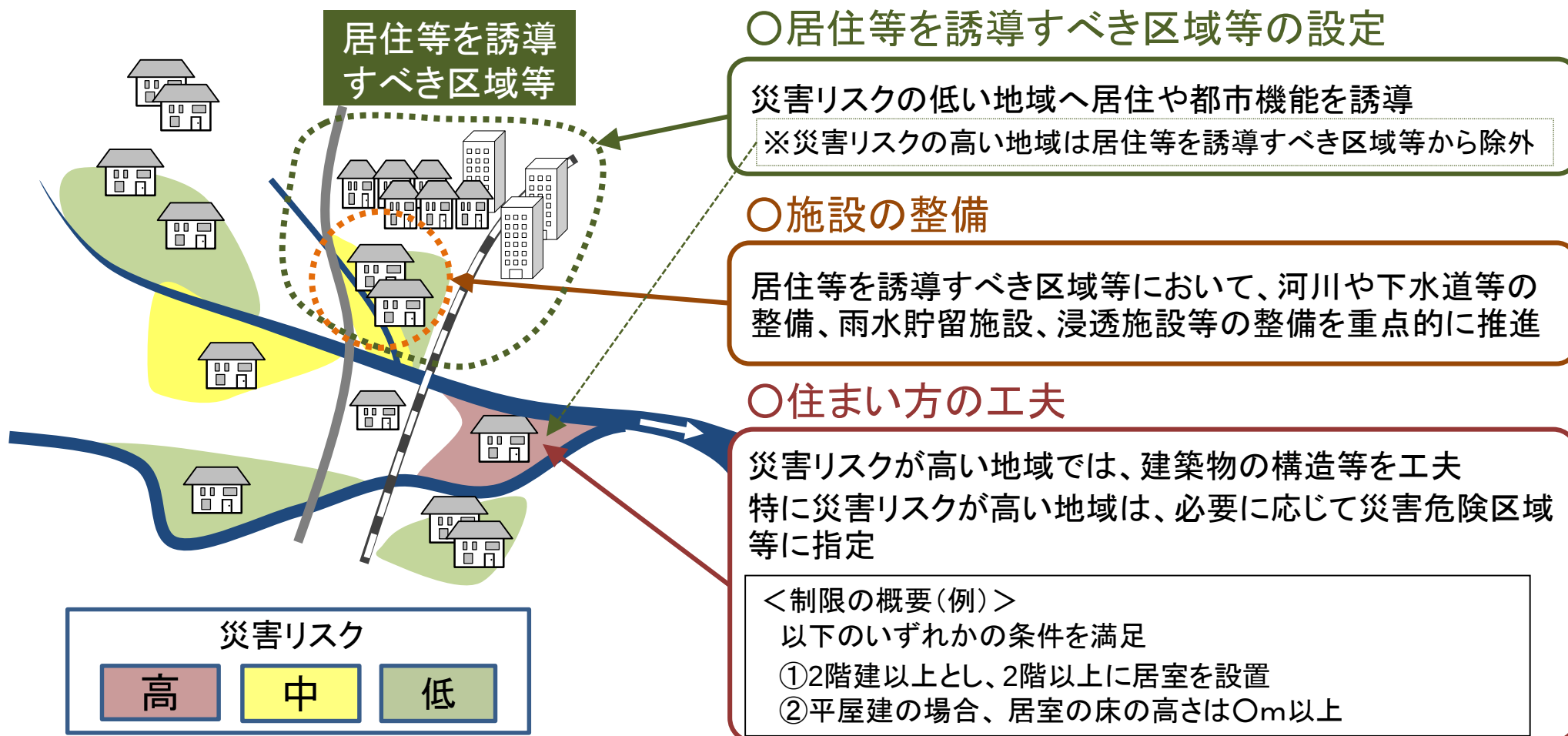
【今後】地下空間関係者からなる協議体の新設を促進し、
避難確保・浸水防止対策を連携して実施

< 地下空間の関係者からなる協議体 >



災害リスクを考慮した土地利用・住まい方の工夫の促進

- 床上浸水の頻度が高い地域など、災害リスクの高い地域を提示することを通じて、災害リスクの低い地域への居住や都市機能の誘導等を促す
- 特に、浸水深が大きく、人命に関するリスクが極めて高い地域などは、その災害リスクを提示し、建築物の構造等の工夫を促す

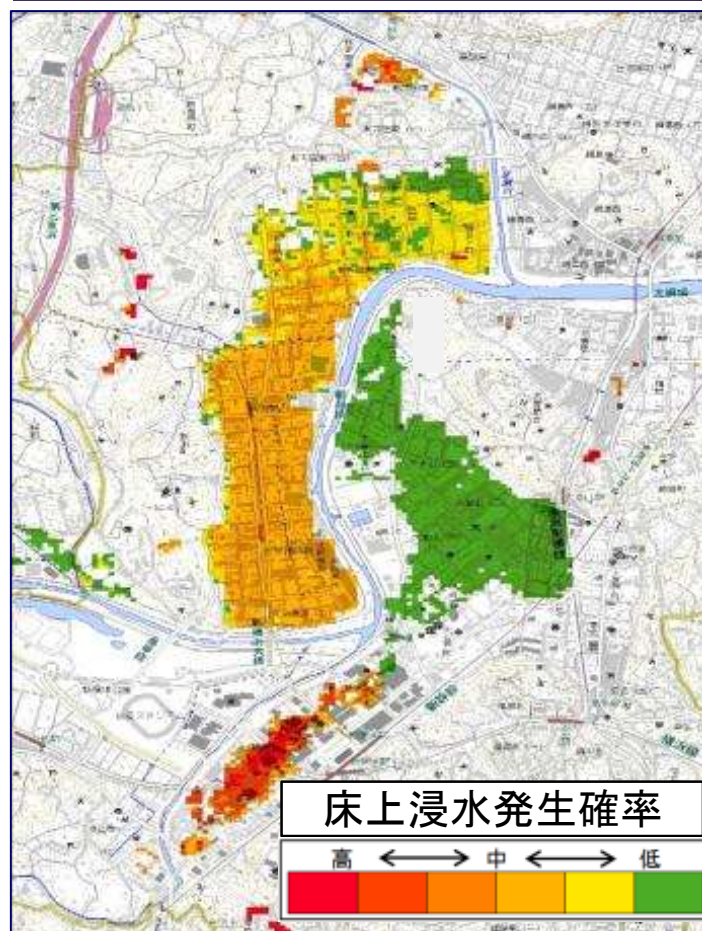


災害リスク情報のきめ細かい提示・共有等

○浸水深だけでなく、資産被害が大きくなる床上浸水の発生頻度や、浸水深が極めて深くなる区域など人命に関わるリスクについても提示

(例) 災害リスク情報のきめ細かい提示のイメージ

床上浸水の発生頻度



人命に関わるリスク



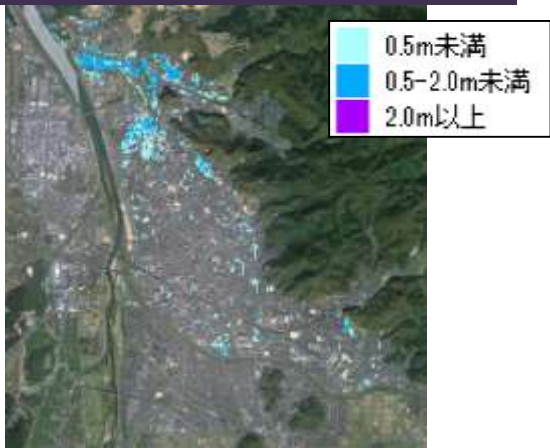
※図は、あくまでイメージのため、実際の河川と必ずしも一致しない。

災害リスク情報のきめ細かい提示・共有等

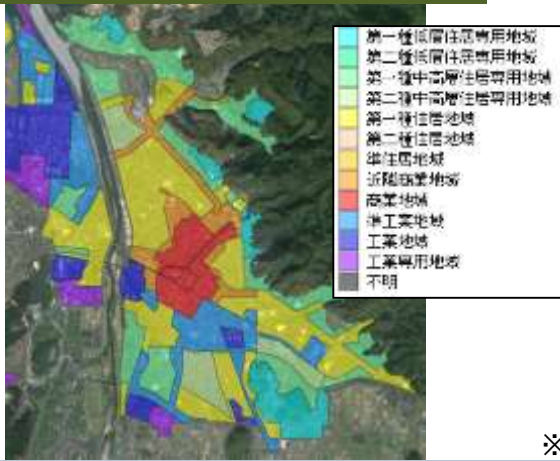
○ 都市計画図(用途地域)に浸水想定(洪水、内水)を重ね合わせて提示。まちづくり・地域づくり(都市計画、立地適正化計画等)への活用を期待

(例) 災害リスク情報のきめ細かい提示のイメージ

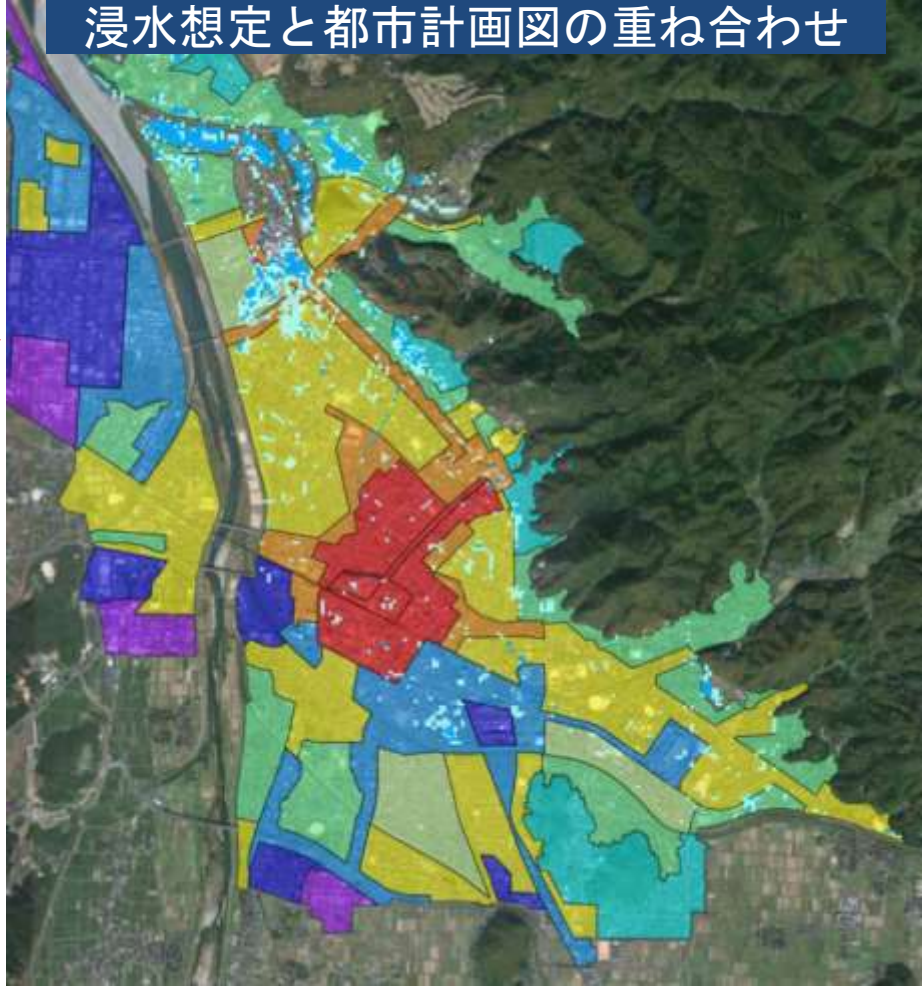
浸水想定(年超過確率1/10)



都市計画図(用途地域)



浸水想定と都市計画図の重ね合わせ

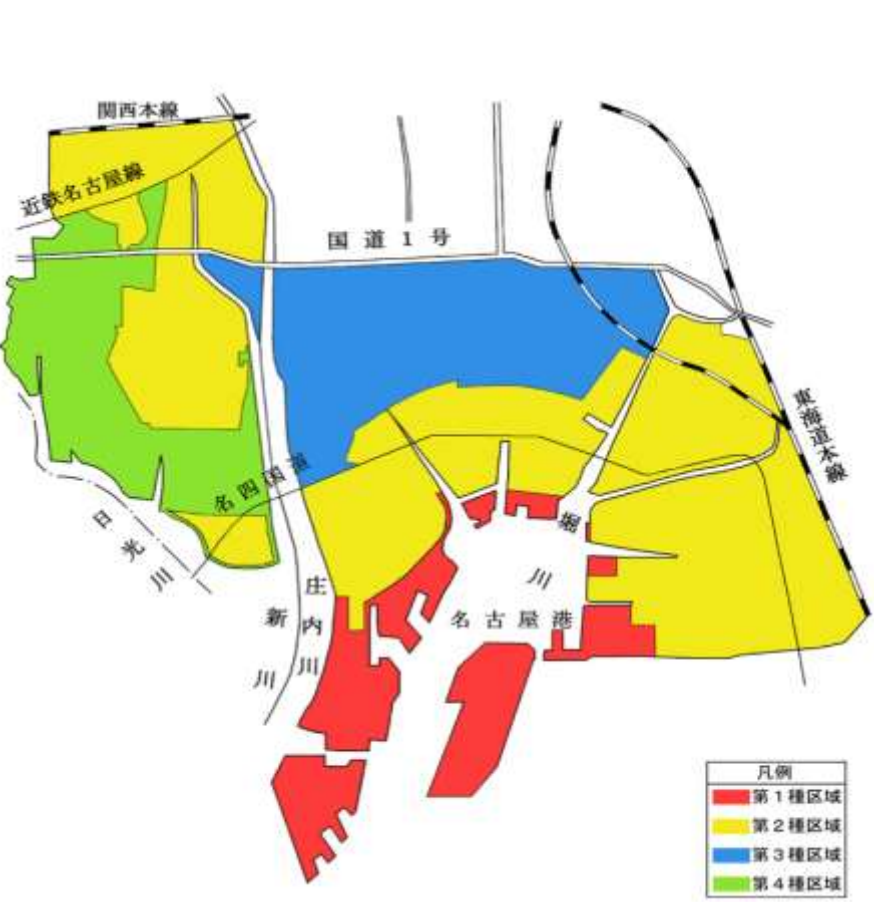


※図はあくまでイメージであり、浸水区域や発生確率等については実際の河川等と必ずしも一致しない

災害リスクを考慮した土地利用・住まい方の工夫の促進

- 名古屋市では、伊勢湾台風の教訓を活かし、臨海部を災害危険区域に指定
- 4種の区域ごとに建築物の1階の床の高さや構造などを規制

■名古屋市臨海部防災区域図



■制限の概要表

区域	1階の床の高さ	構造制限
第1種区域	N.P.(+) 4m以上	木造禁止
第2種区域	N.P.(+) 1m以上	2階建以上とすること (2階以上に1以上の居室設置) ただし、以下の①から③のいずれかの場合は平屋建とすることができる ①1階の1以上の居室の床の高さがN・P(+) 3.5m以上 ②同一敷地内に2階建以上の建築物あり ③延べ面積が100m2以内のものは避難室、避難設備の設置
第3種区域	N.P.(+) 1m以上	なし
第4種区域	N.P.(+) 1m以上	2階建以上とすること (2階以上に1以上の居室設置) ただし、以下の①、②のいずれかの場合は平屋建とすることができる ①1階の1以上の居室の床の高さがN・P(+)3.5m以上 ②同一敷地内に2階建以上の建築物あり

名古屋港基準面(N.P.(+) 0m) = 東京湾中東海面(T.P.) - 1.412m

まちづくり・地域づくりと連携した浸水軽減対策

- 雨が時間的・空間的に偏在することに着目し、降雨状況に応じて観測情報に基づき河川・下水道の双方が既存施設を弾力的に運用することや一体的な施設計画を検討
- 河川・下水道・まちづくりが連携し地域の浸水被害の最小化を図る方策を検討

協議会への参画の促進

- ・まちづくりの観点から、浸水対策を協議し、共通の目標像を設定。

場の構築

河川管理者、下水道管理者がまちづくり協議会等に参画



まちづくり協議会等

内水等観測体制の強化

- ・水防法の改正により、内水に係る水位周知制度が創設されたことを受け、内水等の観測体制の強化を図る。

情報の蓄積



水位計を下水道管内等に設置

河川・下水道の情報交換

- ・下水道管理者が下水道からの流入量、河川管理者が放流先の河川水位など、各機関が効果的に浸水被害を解消するため必要な情報交換を行う。

河川・下水道の一体的な運用の検討

- ・リアルタイム降雨情報等に基づき施設の弾力的な運用を図る。

水の流れを一体的に解析する手法の検討

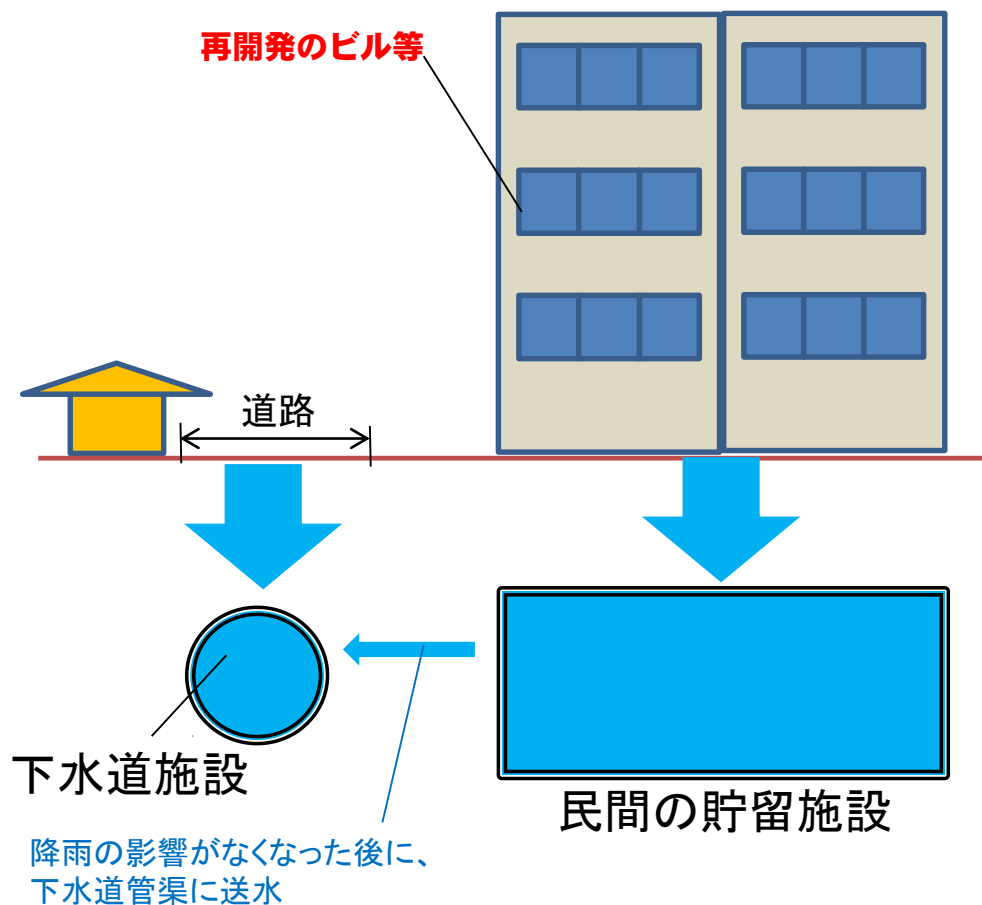
- ・共通の浸水要因分析に基づく河川、下水道の流れを一体的に解析する手法を検討する。

100mm/h安心プラン等の施策により
重点的に支援

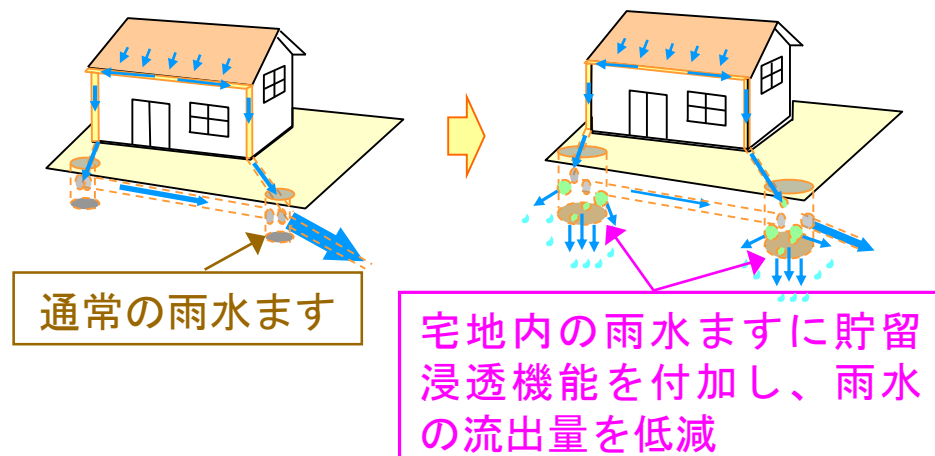
まちづくり・地域づくりと連携した浸水対策の推進

○災害リスクが比較的高いものの、既に都市機能や住宅等が集積している地域については、適切な役割分担の下、災害リスクを軽減するために河川の整備に加え、複数の都市が共同して効率的に行う下水道等の整備や雨水貯留施設、浸透施設の整備、民間による雨水貯留浸透施設、止水板の設置などを重点的に推進する。

大規模な再開発等に伴う貯留施設の整備の推進



各戸の貯留浸透施設・止水板の整備の推進



雨水浸透ますの例



止水板の例



防災教育や防災知識の普及

○避難については、避難所への避難だけでなく、命を守るという観点から、垂直避難（屋内2階以上の安全を確保できる高い場所への移動）や、垂直避難をしても命が危険に晒されるような浸水深が非常に深い区域や長期間浸水する区域等での立ち退き避難（近隣の安全を確保できる場所への移動）など、状況に応じた適切な避難行動をとることが重要

津波避難ビル等の例



宮城県：志津川漁港屋上を指定



神奈川県：赤四角内の建物を指定



静岡県：複合商業施設のオープンデッキ等を指定



和歌山県：民間施設の屋上を指定



高知県：須崎第2地方合同庁舎4階（屋上）を指定



沖縄県：民間のホテルを指定

利用・運営に当たっての留意点（津波避難ビル等に係るガイドラインより）

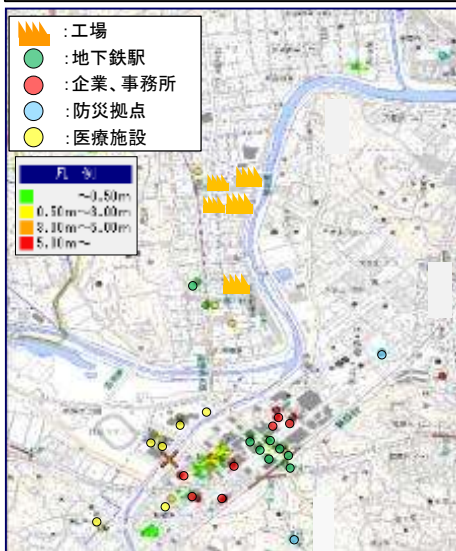
- ・津波避難ビル等の解錠について、ビル管理者等の関係者間で協議
- ・津波避難ビルの利用・運営主体や緊急時の役割分担について、自治体、施設管理者等の関係者間で調整
- ・利用時の施設・備品の破損時の対応など、施設所有者と市町村等の責任分担について事前に確認 など

避難を促す分かりやすい情報の提供

○雨量や土壌雨量指数の増大、洪水による河川水位の上昇、高潮による海面水位の上昇等の現象の進行に応じて危険の切迫度が住民に伝わりやすくなるよう、これらを早い段階から時系列で提供

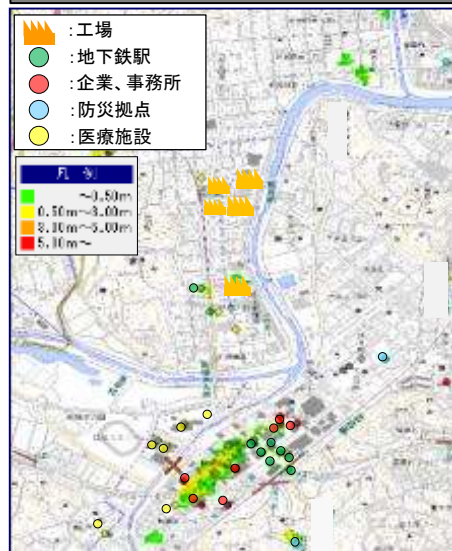
- ◆被災シナリオを設定し、時系列で浸水の広がりを提示
- ◆地下街への浸水危険箇所や医療施設等の重要施設の表示

○分後



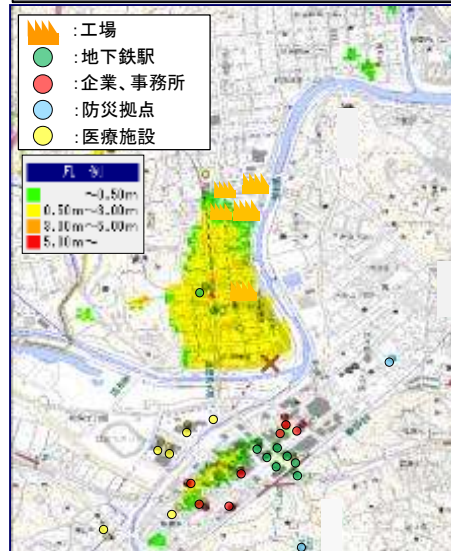
- ・下水道からの浸水が始まる
- ・本川・支川とも河川水位には余裕がある

○分後



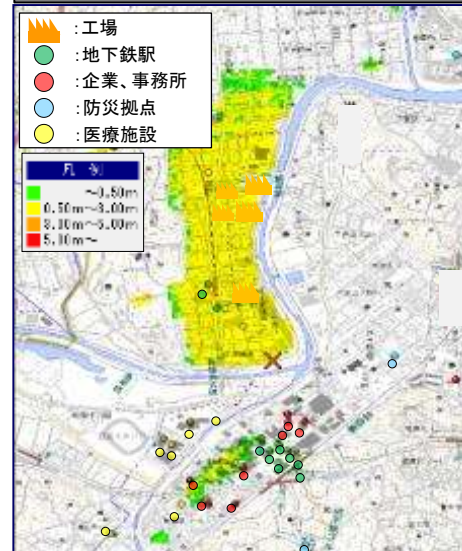
- ・支川からの浸水が始まる
- ・内水はん濫も各地で生じている

堤防決壊後○分



- ・本川の堤防決壊によるはん濫が発生

堤防決壊後○分



- ・本川の堤防決壊によるはん濫が拡大
- ・破堤点から離れた地点にも広がる

避難の円滑化・迅速化を図るための事前の取組の充実

- 洪水時の浸水深や避難所等に関する情報を洪水関連標識として「まちなか」に表示。
- 洪水時の浸水深や避難所等に関する知識の普及を図ることにより、発災時に安全かつスムーズな避難行動ができるようにする。
- 内水、高潮も含めて表示する方法を検討。

【洪水関連図記号】

JIS規格(案内用図記号) Z8210:2006

【洪水】



当該地域が洪水の影響を受ける可能性がある地域であることを示す。

【避難所(建物)】



災害時の避難先となる安全な建物を示す。

【堤防】



当該地域が堤防によって洪水から守られている(河川のはん濫時には浸水する可能性がある)地域であることを示す。

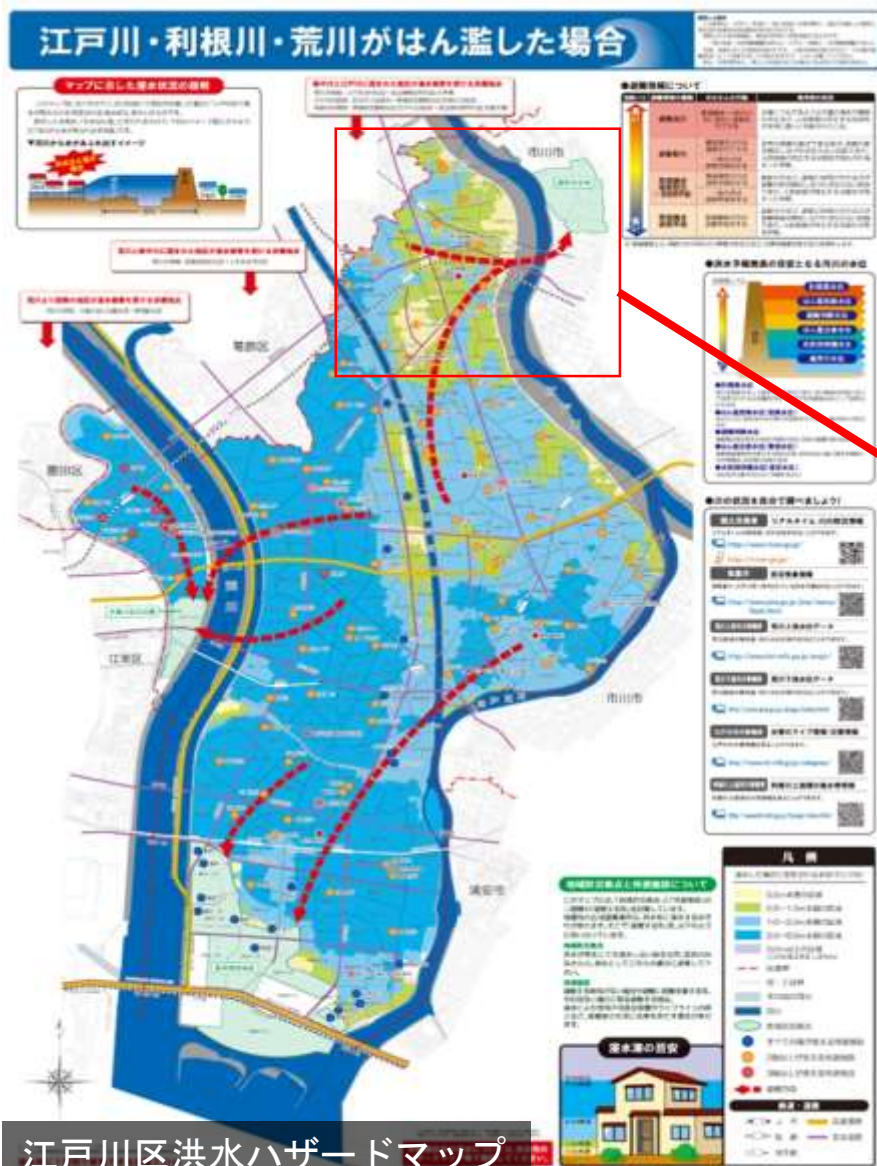
洪水関連標識の設置イメージ



電柱や公共施設に、想定浸水深や洪水時の避難所の情報等を表示

広域避難や救助等への備えの充実

○広大な区域が浸水する大規模水害時に、市町村を越えた広域避難や救助等を円滑かつ迅速に実施するための施策について検討



- 江戸川区は面積の大部分がゼロメートル地帯であり、一度河川がはん濫すると区の大部分が浸水する
- 自区内での避難場所の確保が難しいことから、市川市と協議と行い、平成20年7月に被災住民の受入れなどを含む、災害時における相互応援に関する協定を締結



出典:江戸川区洪水ハザードマップ【洪水避難地図】2008保存版

災害時の市町村への支援体制の強化

TEC-FORCE

- 大規模な自然災害等に際して被災状況の把握や被災地方自治体の支援を行い、被災地の早期復旧のための技術的支援を迅速に実施
- 本省災害対策本部長の指揮命令のもと、全国の各地方整備局等の職員が活動
- 国土交通省各組織の職員合計7,508名（平成27年5月1日現在）を予め任命し、状況に応じて派遣

活動内容

※TEC-FORCE (Technical Emergency Control FORCE) : 緊急災害対策派遣隊

ヘリによる被災状況調査



【H25.9 台風第18号】
（京都府福知山市）

市町村へのリエゾン派遣



【H26.9 御嶽山の噴火】
（長野県王滝村）

被災状況の把握



【H25.8 山口島根豪雨】
（島根県江津市）

衛星通信による監視体制確保



【H25.10 台風第26号】
（東京都大島町）

自治体への技術的助言



【H26.11 長野県北部地震】
（長野県小谷村）

排水ポンプ車による緊急排水



【H25.9 台風第18号】
（京都府福知山市）

救命救助活動への技術的助言

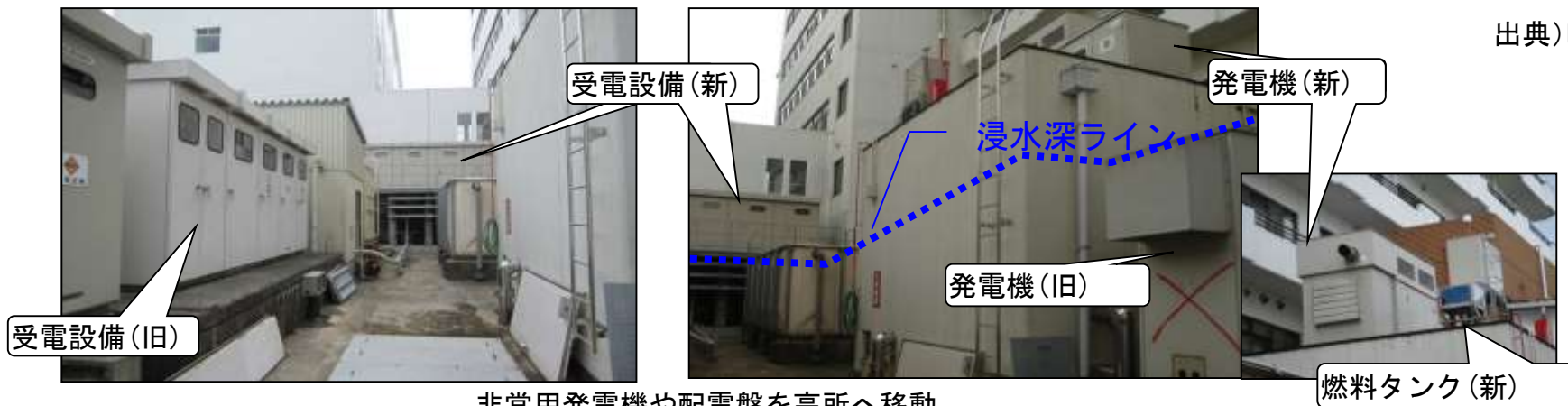


【H25.10 台風第26号】
（東京都大島町）

防災関係機関、公益事業者等の業務継続計画策定等

○防災関係機関等が、応急活動、復旧・復興活動等を継続できるよう、市役所等の庁舎や消防署、警察署、病院等の重要施設の浸水リスクが低い場所への立地を促進するための方策や、浸水防止対策の実施、バックアップ機能の確保等の業務継続計画の策定を促進するための方策を検討

- ・潤和会記念病院（宮崎県宮崎市）は、平成17年台風14号により病院が浸水。MRIやCTスキャンなどの医療機器や、非常用発電機、受電設備等の電気設備が破損
- ・近隣避難者も含め約1,000名（うち患者約500名、職員約400名）が孤立し、水、食料、一部の薬品が不足。
- ・災害を契機に、MRI、CTスキャン、電気設備、配電盤等の上階への移設、止水板の設置、備蓄品の増量などの対策を行うとともに、水害対策マニュアルを作成し、止水板の設置や新たに購入したボートの取扱いの訓練を実施



止水板のための角落としての設置

【出典：中央防災会議「大規模水害対策に関する専門調査会報告」(平成22年4月)より作成】

企業の防災意識の向上、水害BCPの作成等

○企業等の被害軽減や早期の業務再開を図るため、代替機能の確保やサプライチェーンにおけるリダンダンシーの確保等の具体的な内容を定めた、水害を対象としたBCP(事業継続計画)の作成や浸水防止対策の実施を促進

浸水被害事例の提供

○具体的な被災事例の提供



平成23年10月 タイ国の洪水でロジャナ工業団地の浸水状況



出典：中央防災会議 大規模水害対策に関する専門調査会報告資料

平成16年10月 台風16号病院の浸水状況(兵庫県豊岡市内)



平成23年8月 台風12号に伴う洪水で浸水した事業所



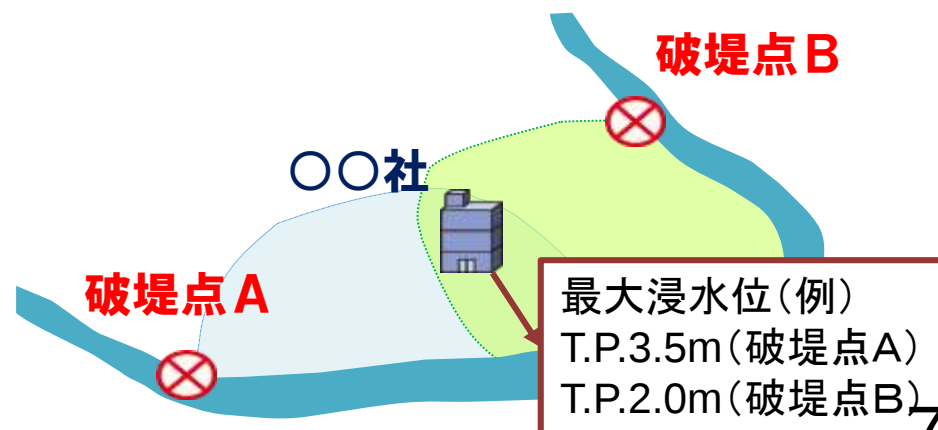
平成16年9月 東海豪雨で浸水した変電所

企業への技術的支援

- 浸水防止対策等の計画の作成を支援するため、手引き等を作成し提供
- 計画の作成や、訓練の実施等について技術的な助言を実施

水害BCP検討に役立つ情報の提示

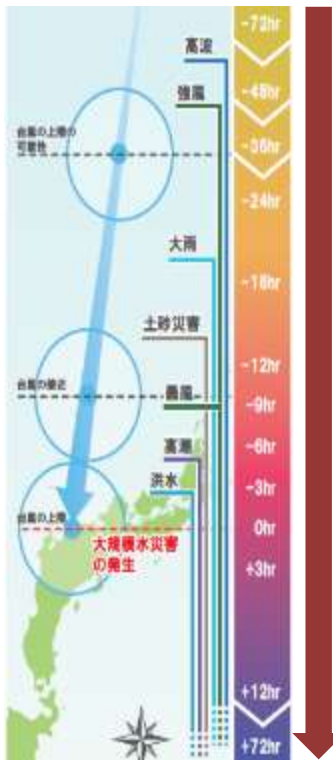
- 任意の地点の想定浸水位、浸水継続時間等を検索できるシステム等を構築



各主体が連携した災害対応の体制等の整備

○施設の能力を大幅に上回る外力により大規模な氾濫等が発生した場合を想定し、国、地方公共団体、公益事業者等が連携して対応するため関係者一体型タイムライン(時系列の行動計画)を策定

(例) 台風に伴う洪水に想定したタイムラインのイメージ



台風上陸まで	気象・水象情報	国土交通省	市町村	住民
3日前	○台風情報	○体制の確認 ○施設の点検	○体制の確認 ○資機材の確認	○気象情報の確認
1日前	○大雨洪水警報	体制の早期構築	○休校等の判断 避難所の早期準備	○避難カード確認 ○防災グッズ確認
-12hr	○氾濫注意情報	○水防警報(出動) ○リエゾンの派遣	○水防団の出動指示 ○避難所開設準備	要配慮者の避難
-9hr	○氾濫警戒情報	○漏水等の重点監視 ○水位の現地確認	○避難準備情報発表	○要配慮者避難開始 早期の避難開始
-6hr	○氾濫危険情報	○ホットライン	○避難勧告の発令 避難勧告	○避難開始 ○避難完了 屋内での安全確保
上陸 0hr	○堤防決壊	○決壊情報、氾濫予測の発表 ○TEC-FORCEの派遣	○避難指示の発令 避難指示	○屋内安全確保 ○氾濫流到達エリアにおける避難開始

- 1 はじめに
- 2 地球温暖化に伴う気候変動による水災害分野の主な影響
- 3 諸外国での水災害分野における気候変動適応策等の動向
- 4 水災害分野における気候変動適応策の基本的な考え方
- 5 水災害分野における気候変動適応策の具体的な内容
 - 5.1 災害リスクの評価
 - 5.2 水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策
 - 5.2.1 比較的発生頻度の高い外力に対する防災対策
 - 5.2.2 施設的能力を上回る外力に対する減災対策
 - 5.3 土砂災害に対する適応策
 - 5.4 渇水に対する適応策
 - 5.4.1 比較的発生頻度の高い渇水による被害を防止する対策
 - 5.4.2 施設的能力を上回る渇水による被害を軽減する対策
 - 5.5 適応策を推進するための共通的事項
- 6 おわりに

土砂災害等への影響が懸念される気象現象の変化

パターン① 突発的で局地的に 降る大雨の増加

- 主に単独の積乱雲による局地的な強い雨。
- 数時間以内の現象。
- 1km～10数km
- 予測が困難。

パターン② 豪雨の増加

- 主に前線や低気圧の影響による雨。
- 数時間～1、2日の現象。
- 10km～100km程度。
- 1日～数日前に大まかな予測は可能。

パターン③ 台風による記録的 大雨の増加

- 台風の勢力増大により、1,000mmを超えるような記録的大雨。

パターン④ 台風の勢力増大 (暴風)

- 最大風速が45m/sを超えるような非常に強い台風。

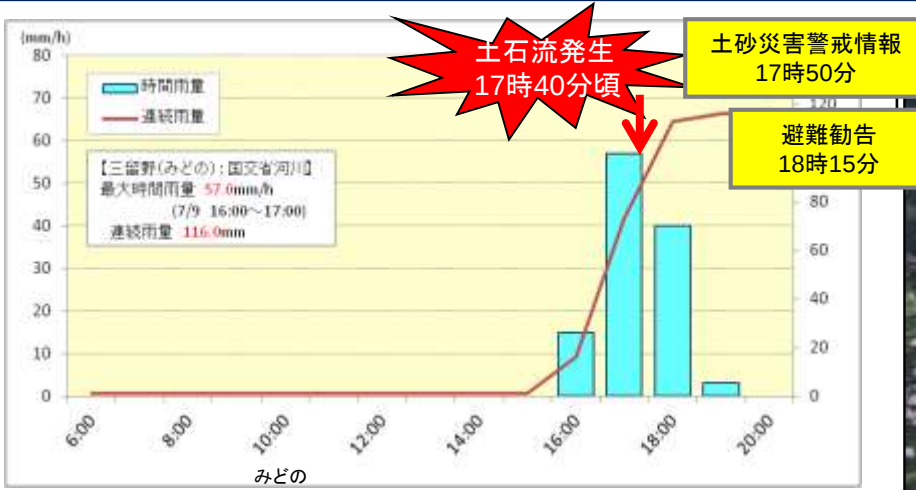


土砂災害等への影響

- 降雨の降り始めから土砂災害発生までの時間が短縮(パターン①)
- 土砂災害発生頻度の増加(パターン②)
- 計画規模を超える土砂災害の増加(パターン②、③)
- 0次谷、深層崩壊、尾根乗越え現象での土砂災害発生(パターン②、③)
- 流木災害の増加(パターン②、③、④)

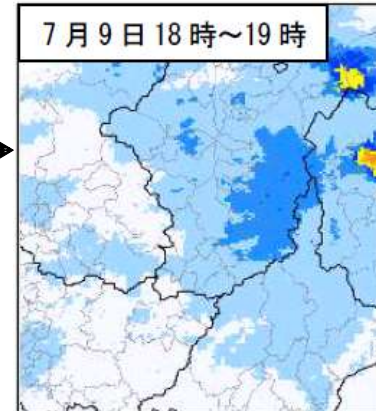
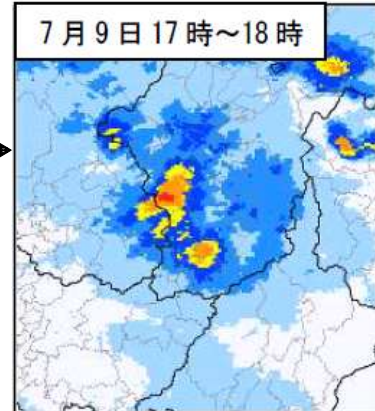
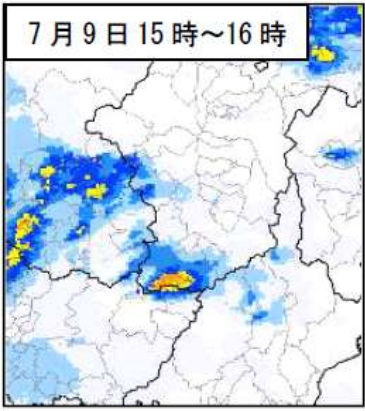
パターン① 突発的で局所的な大雨(長野県南木曽町)

○ 平成26年7月9日、長野県南木曽町周辺では、台風第8号の北上に伴い梅雨前線が活発化し積乱雲が急速に発達、局地的な大雨を降らせ、読書地区^{よみかき}梨子沢^{なし}で土石流が発生、甚大な被害をもたらした。

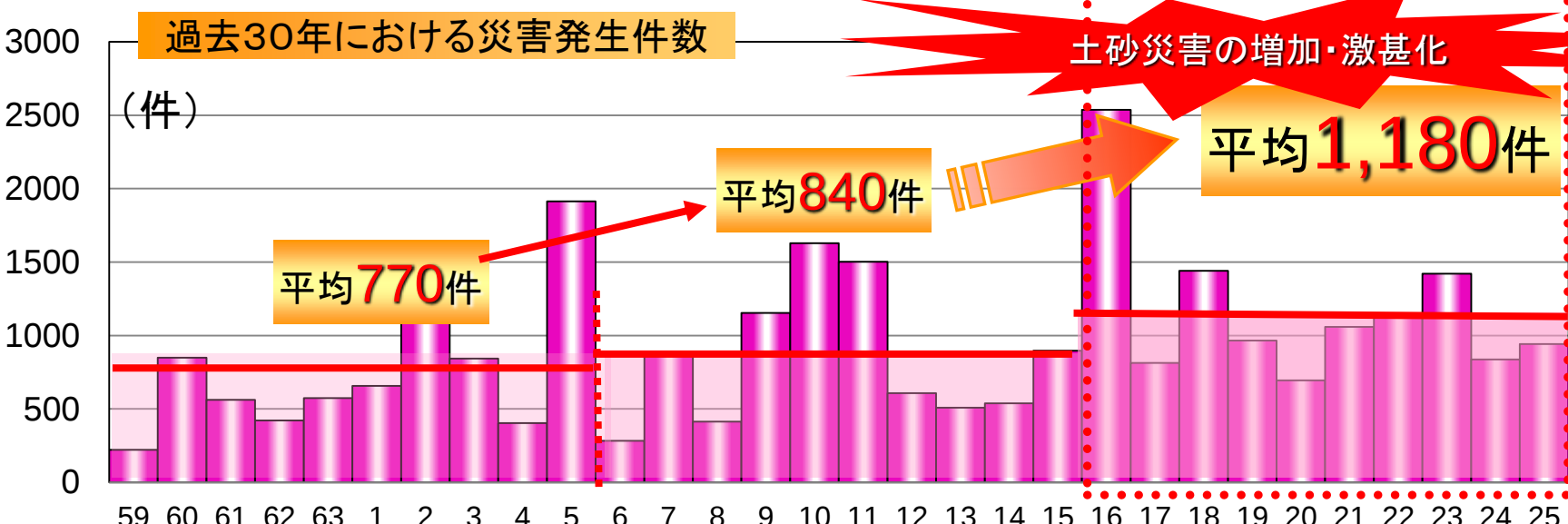
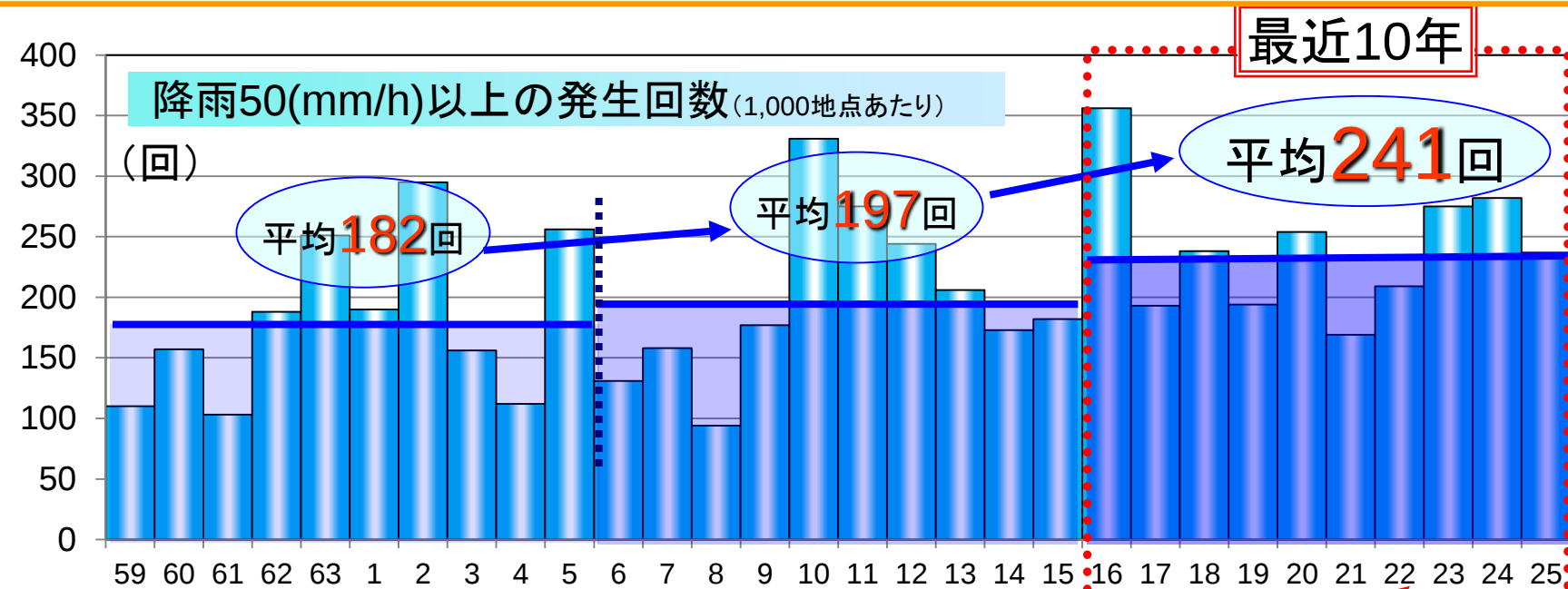


7月9日の南木曽町三留野での雨量時系列図

死者	: 1名
住家被害(全壊)	: 10戸
住家被害(半壊)	: 3戸



パターン② 豪雨の増加→土砂災害頻度の増加

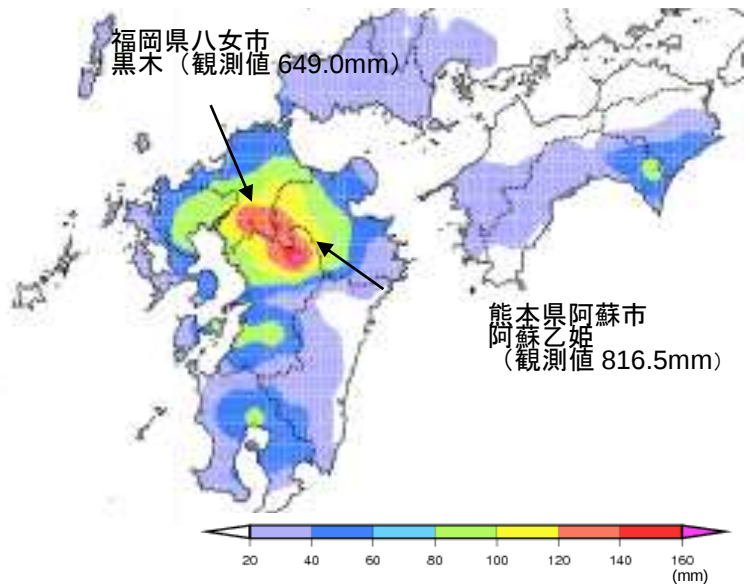


・1時間降水量の年間発生回数
・全国のアメダスより集計した1000地点あたりの回数

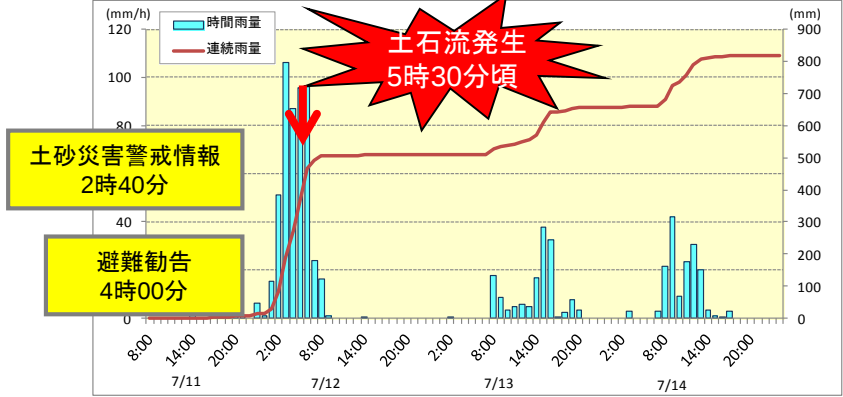
パターン② 豪雨による土砂災害(熊本県阿蘇地方)

○ 平成24年7月熊本県阿蘇市阿蘇乙姫では、11日0時から14日24時までに観測された最大1時間降水量が108.0ミリ、最大24時間降水量が507.5ミリとなり、それぞれ観測史上1位の値を更新

◆7月11日～7月14日のアメダス期間降水量（出典：気象庁）



◆7月11日0時～7月14日24時の雨量時系列図（熊本県：阿蘇乙姫観測所）

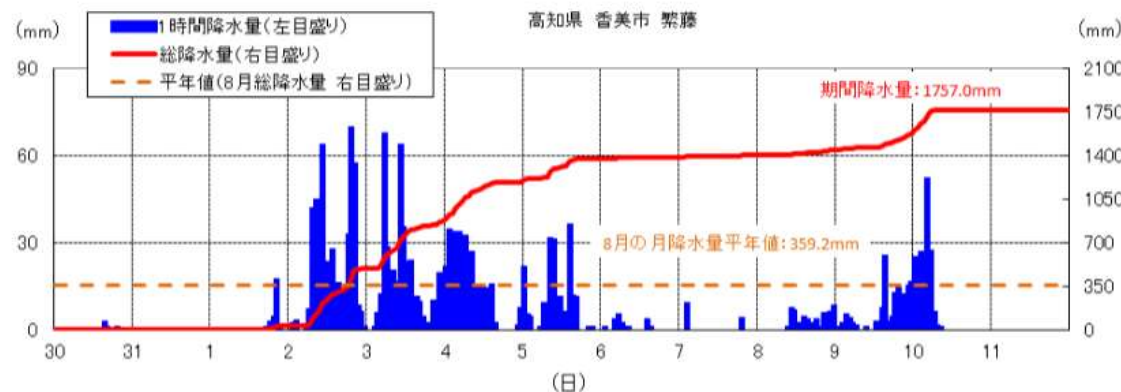
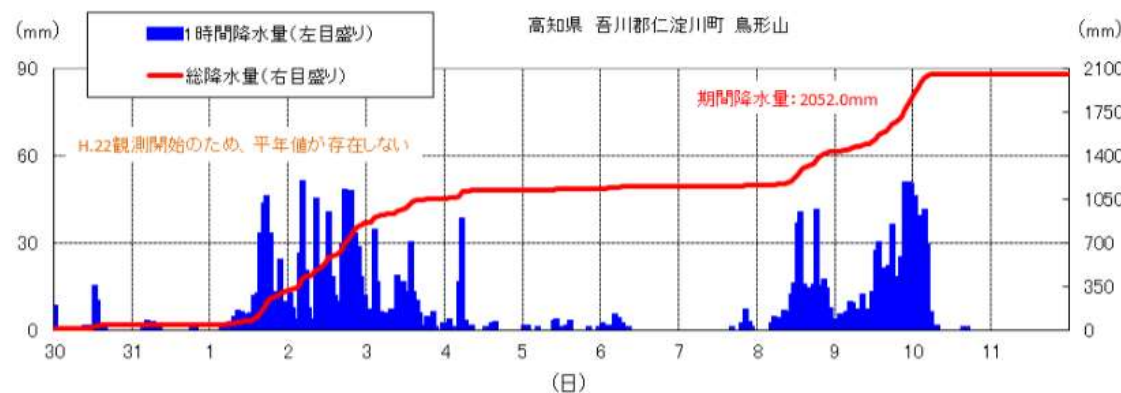
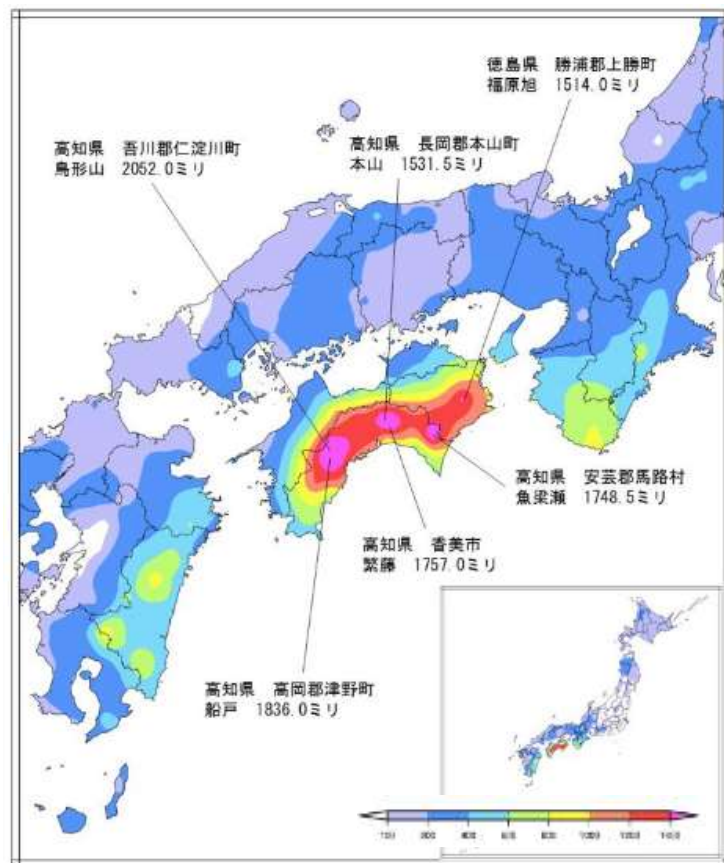


死 者	: 22名
行方不明者	: 1名
住家被害(全壊)	: 90戸
住家被害(半壊)	: 62戸

パターン③ 台風による記録的大雨の増加

○ 総雨量1,000mmを超える記録的大雨

- ・平成26年8月台風第12号、台風第11号： 高知県鳥形山^{とりがたやま}:2,052mm、高知県繁藤^{しげとう}:1,757mm
- ・平成23年9月台風第12号： 奈良県上北山^{かみきたやま}:1,814.5mm
- ・平成17年9月台風第14号： 宮崎県神門^{みかど}1,322mm



パターン②③ 計画規模を超える土砂災害の増加

西暦	降雨	雨量				発生土砂量		
		観測所	雨量mm		年超過確率	溪流名	流域面積km2	土砂量m3
2014	平成26年8月豪雨広島県広島市	みいり 三入	24h	257	1/100~1/200	おばらやまかわ 小原山川	0.3	110,000
2013	平成25年台風第26号東京都大島町	おおしま 大島	24h	824	1/500	おおかなざわ 大金沢	1.7	102,941
2011	平成23年台風第12号奈良県十津川村	しんぐう 新宮	24h	1049	1/400	くりだいら 栗平	9.02	2,786,364
2009	平成21年7月中国・九州北部豪雨防府市	ほうふ 防府	24h	275	1/150~1/200	つるぎかわ 剣川	1.84	57,011

計画規模は、年超過確率1/100の降雨量に伴う土砂流出量等を推定し設定。

パターン② 0次谷での土砂災害

○ 平成24年九州北部豪雨における熊本県阿蘇地方の土砂災害では、明瞭な谷地形を呈さない箇所において、土砂災害が発生し大きな被害をもたらした。

平成24年熊本県阿蘇地方の土砂災害

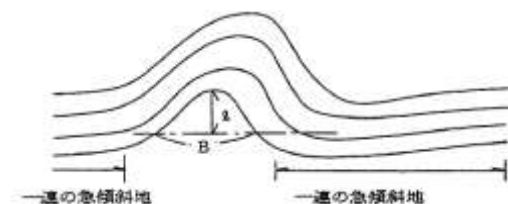
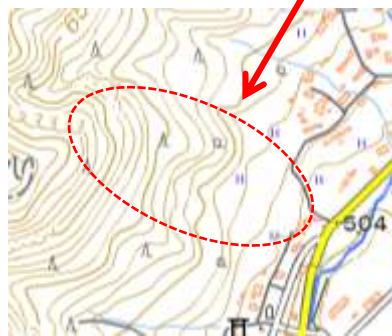


(C) 国際航業株式会社・株式会社バスコ

(撮影: 株式会社バスコ／国際航業株式会社, 撮影日: 2012年7月15日)



熊本県提供



$B > l$: 0次谷

パターン② 尾根越え現象による土砂災害

○ 平成25年10月東京都大島町で発生した土石流は、尾根を乗越え、別の流域を流下したため被害が拡大した。



流域界を示す尾根が不明瞭な地形では、土石流が、流域界を乗越えて流下する場合がある。

本川および右支川では土石流の大部分を既設の堆積工で捕捉し、被害を軽減した。左支川では流域界を乗越え土砂が流下したため、下流の^{かんだち}神達地区に甚大な被害をもたらした。

パターン④ 台風の勢力増大→流木災害

- 平成3年9月台風第19号の暴風の影響により、220km²に及ぶ広い範囲で風倒木被害が発生。平成5年9月台風第13号では、風倒木被害が発生した地域で土砂災害が発生。土石流とともに流れ出た風倒木により、被害が拡大した。



平成3年台風第19号による風倒木被害状況(大分県)



平成5年台風第13号により発生した土砂災害



橋を閉塞させた流木(大分県)

土砂災害に対する適応策

気候変動による土砂災害等への影響

- 降雨の降り始めから土砂災害発生までの時間が短縮(パターン①)
- 土砂災害発生頻度の増加(パターン②)
- 計画規模を超える土砂災害の増加(パターン②、③)
- 0次谷、深層崩壊、尾根乗越え現象での土砂災害発生(パターン②、③)
- 流木災害の増加(パターン②、③、④)

降雨の降り始めから土砂災害発生までの時間が短縮

- ハード対策の推進
- 警戒避難体制の強化
- 土砂災害警戒情報の高度化
- SNS等の新たな情報技術の活用
- 住民の主体的な避難
- 除石等による既存ストックの有効活用

土砂災害発生頻度の増加

- ハード対策の推進
- 警戒避難体制の強化
- 土砂災害警戒情報の高度化
- SNS等の新たな情報技術の活用
- 除石等による既存ストックの有効活用

0次谷、深層崩壊、尾根乗越え現象での土砂災害発生

- 0次谷での土砂災害対策の検討
- 尾根乗越え現象による土砂災害対策の検討
- 深層崩壊対策の検討
 - ・ハード、ソフトの連携による対策
 - ・国土監視技術の強化
 - ・自治体支援の強化(深層崩壊による二次災害を防止するための専門家派遣等)

計画規模を超える土砂災害の増加

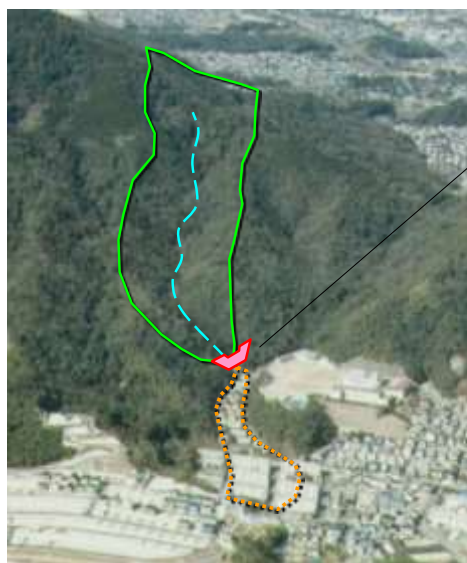
- 粘り強く減災効果を発揮する施設整備

流木災害の増加

- 透過型堰堤の活用、流木止めの設置
- 上中下流における総合的な流木対策

土砂災害の発生頻度の増加への対応

- 土砂災害の発生頻度が増加することにより、さらに多くの人命を危険に晒し、社会経済活動に重大な影響を与えることのないよう、一層、人命を守る効果の高い箇所における施設整備を重点的に推進



平成26年8月豪雨で広島市大町地区では、整備していた砂防堰堤が土石流を捕捉し、人家27棟等の被害を防止。

土石流発生前 (H26.7.22)



土石流発生直後(H26.8.20)



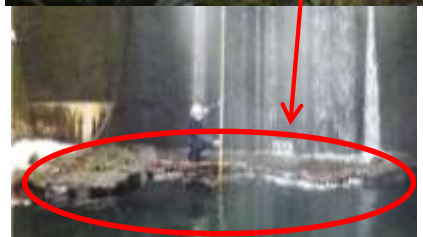
土砂災害の発生頻度の増加への対応

○ 既存ストックを有効に活用し、防災施設としての基本的機能を維持するために砂防施設内の計画的な除石や修繕、機能向上の改築等を進める。

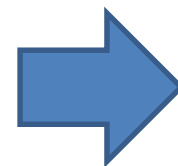
■ 放置すれば下流（周辺）に被害を及ぼす恐れが高い施設の例

① 砂防堰堤の基礎洗掘

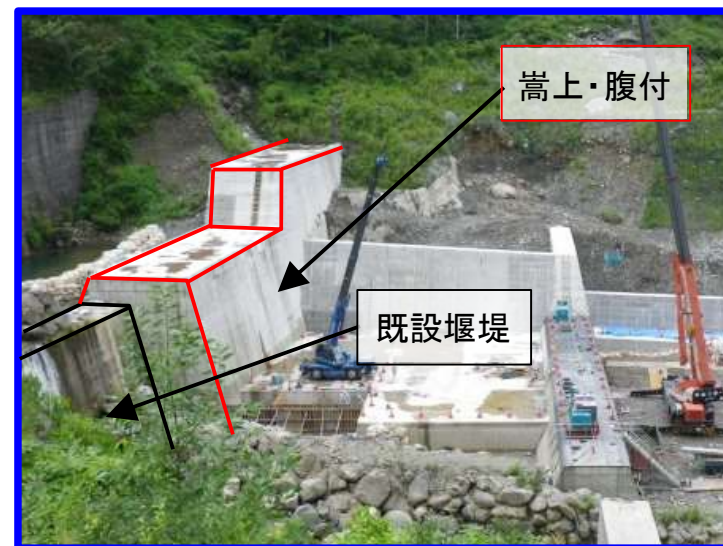
② 水通し天端の摩耗



不具合の程度が進行すると、**転倒や大きな破壊**に繋がり、砂防堰堤の持つ機能を発揮できなくなるため

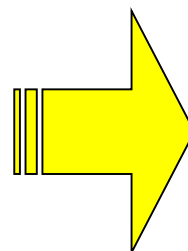


対策イメージ
修繕＋機能向上（嵩上・腹付）



■ 除石を効果的に実施し土石流を捕捉している例

捕捉後



【平成25年6月4日 撮影】

土砂災害の発生頻度の増加への対応

- 警戒避難体制の構築の基礎である土砂災害警戒区域等の指定の促進を図る。
- 地方自治体によるハザードマップ作成・公表、実践的な防災訓練の実施、土砂災害避難に係るタイムラインの策定支援などにより、警戒避難体制の強化を図る。

基礎調査及び区域指定

◆土砂災害に対する警戒避難体制を整備するため、防災・安全交付金の優先配分枠を活用し、土砂災害防止法に基づく基礎調査を重点的に実施し、土砂災害警戒区域等の指定を促進する。

基礎調査及び区域指定の流れ

基礎調査の実施【都道府県】：1/2,500の地形図により調査

- ・ 地形、地質、土地利用状況等を踏まえて、区域指定及び土砂災害防止対策に必要な調査を実施
- ・ 基礎調査を基にして、区域指定の案を図示する形でとりまとめ

※防災・安全交付金等により基礎調査に要する費用の3分の1を交付

基礎調査の実施
地形、地質、土地利用状況等

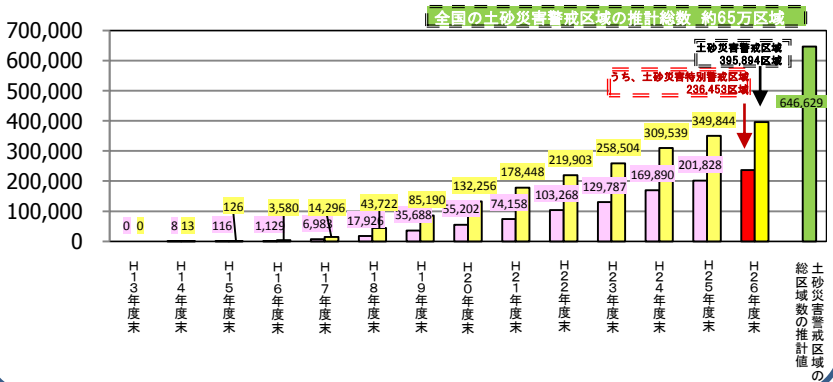
土砂災害警戒区域（イエローゾーン）の指定【都道府県】：警戒避難体制の整備

- 土砂災害が発生した場合に、住民等の生命又は身体に危害が生じるおそれがある区域を指定

土砂災害特別警戒区域（レッドゾーン）の指定【都道府県】：開発行為に対する規制

- 土砂災害が発生した場合に、建築物に損壊が生じ、住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれがある区域を指定

区域指定の進捗状況



警戒避難体制の充実・強化

◆地方自治体によるハザードマップの作成・公表を促進するとともに、土砂災害に係るタイムラインの策定やそれに沿った防災訓練の実施等について支援を行う。

土砂災害ハザードマップ（例示）

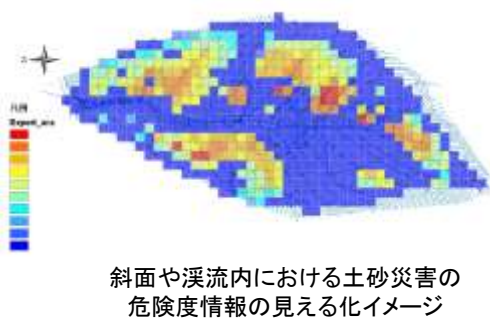
住民等への継続的な周知

タイムラインの策定

同時	緊急連絡調整機関（誰が、何を）
国土省	国土交通省
都道府県	都道府県
市町村	市町村
自治会等	自治会等
住民	住民

地元住民代表者への説明

土砂災害の危険度情報の「見える化」の検討
斜面や渓流内における土砂災害の危険度情報の「見える化」を検討する。



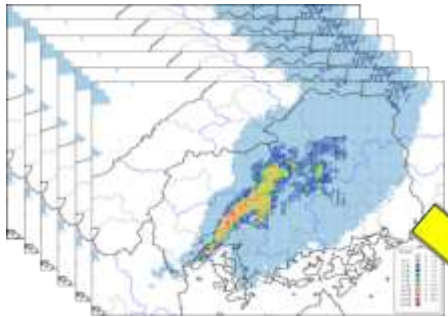
土砂災害に係る防災訓練の実施
より多くの住民等が参加し、土砂災害に係る防災訓練を通じ、避難体制の強化及び防災意識の向上を図る。

夜間を想定した避難訓練

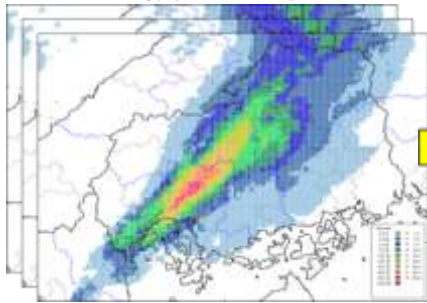
地元自治会等によるハザードマップを活用した現地確認

警戒避難のためのリードタイムが短い土砂災害への対策

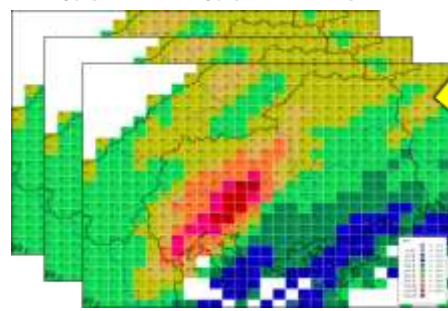
○ きめ細やかな防災情報の提供により、的確な避難勧告や避難行動を支援



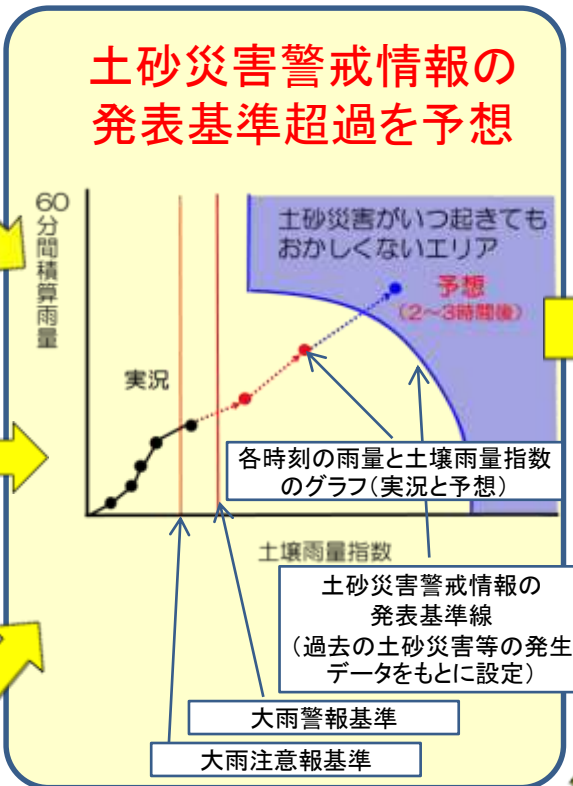
降水ナウキャスト
(1時間先までの予想)



降水短時間予報
(1時間先から3時間先までの予想)



土壌雨量指数
(雨による土壌水分量に相当)



土砂災害警戒情報は都道府県と気象台が共同して発表

土砂災害警戒情報

(避難勧告の発令の判断材料)
ー基準超過を予想した時点で発表ー

広島県土砂災害警戒情報 第1号

平成25年8月20日 1時15分
広島県 広島地方気象台 林田梅香

【警戒対象地域】
広島市 江田区

【状況】
「これは、警戒対象地域となった地域を対象とします。」

【警戒理由】
「短時間・短時間予報の予想により、警戒対象地域では土砂災害の危険性が高まっています。」
「土砂災害の発生が予想される地域にお住まいの方は、早急の避難をお願いします。」
「警戒対象地域は、警戒対象地域として発表されます。」「(広島県土砂災害警戒情報)。」
「(広島県土砂災害警戒情報)。」

→ 発表単位細分化について検討

土砂災害警戒情報を補足する情報

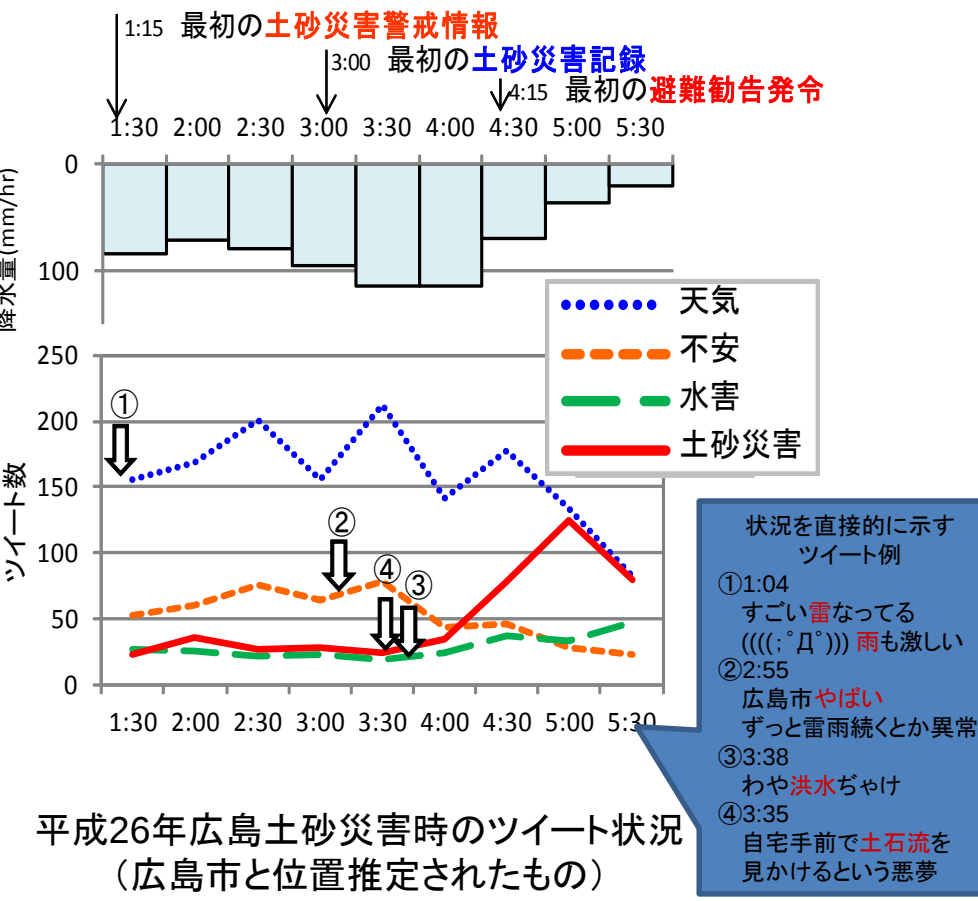
(避難勧告等の対象区域の判断材料)
ー10分間隔等頻繁に更新ー

→ メッシュ情報細分化等について検討

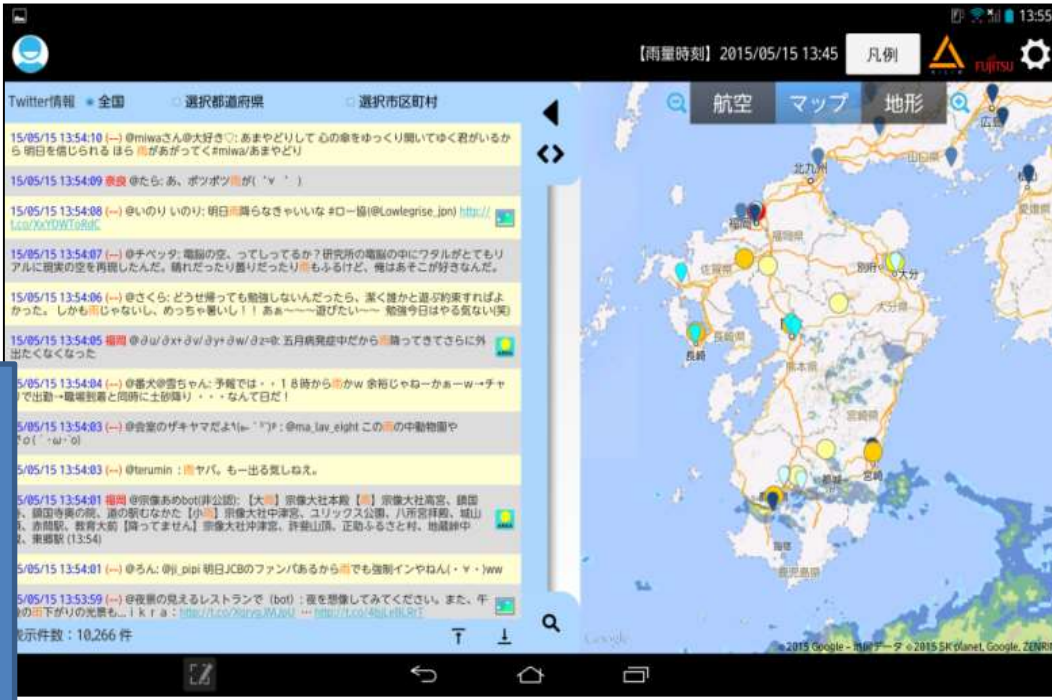
警戒避難のためのリードタイムが短い土砂災害への対策

○ソーシャルメディア情報を活用し、避難指示等の判断指標とされている土砂災害の前兆現象や発生情報を早期に把握し、自治体や住民の主体的な避難行動を支援するためのシステムを検討

研究イメージ



- 土砂災害の前兆現象・発生情報の収集にツイート情報を活用することの適用可能性の検討
- 災害情報収集システム(プロトタイプ)の作成

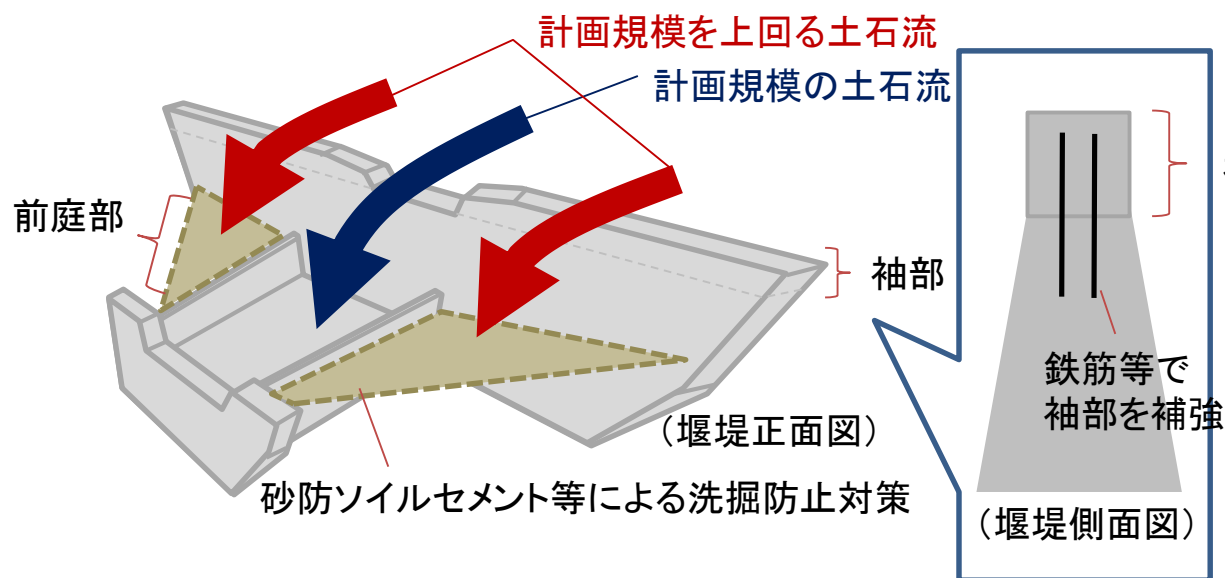


計画規模を上回る土砂移動現象への対応

○計画規模を上回る土砂移動現象に対し、少しでも長い時間減災機能を発揮する砂防施設の構造を検討する。これにより、人命を守り、社会経済活動への影響を最小限とするハード対策を強化する。

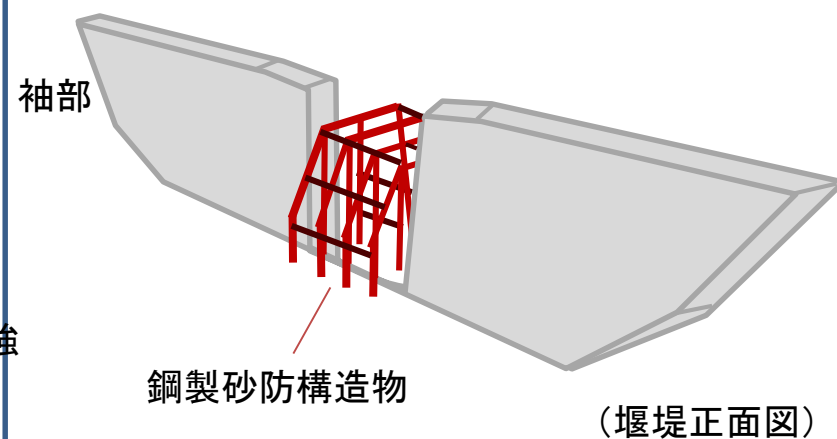
＜少しでも長い時間減災機能を発揮する砂防施設のイメージ＞

例 不透過型砂防堰堤の場合



計画規模を上回る土石流に対し、砂防ソイルセメント等で水叩き工を施工することで、前庭部が洗掘されにくくする対策や、袖部を鉄筋等で適切に補強することで、土砂捕捉効果を高める対策等について検討を行う。

例 透過型砂防堰堤の場合

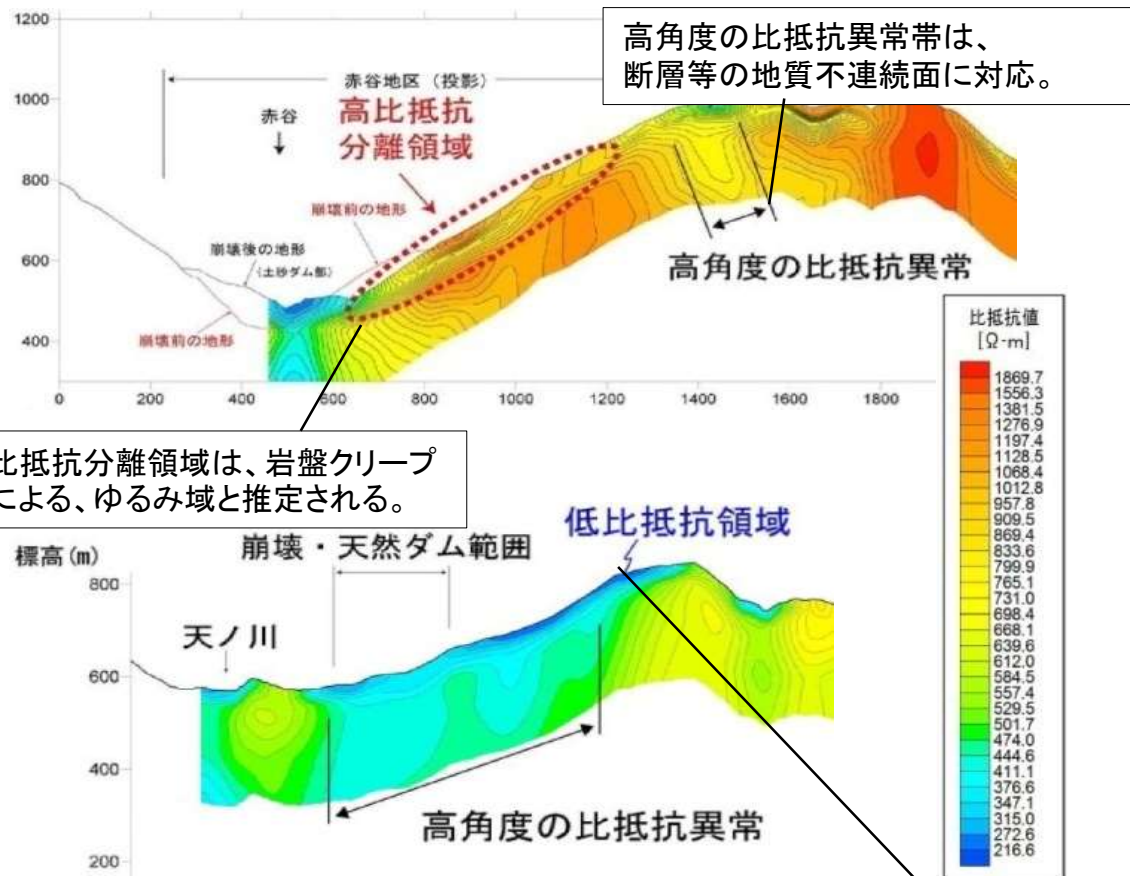
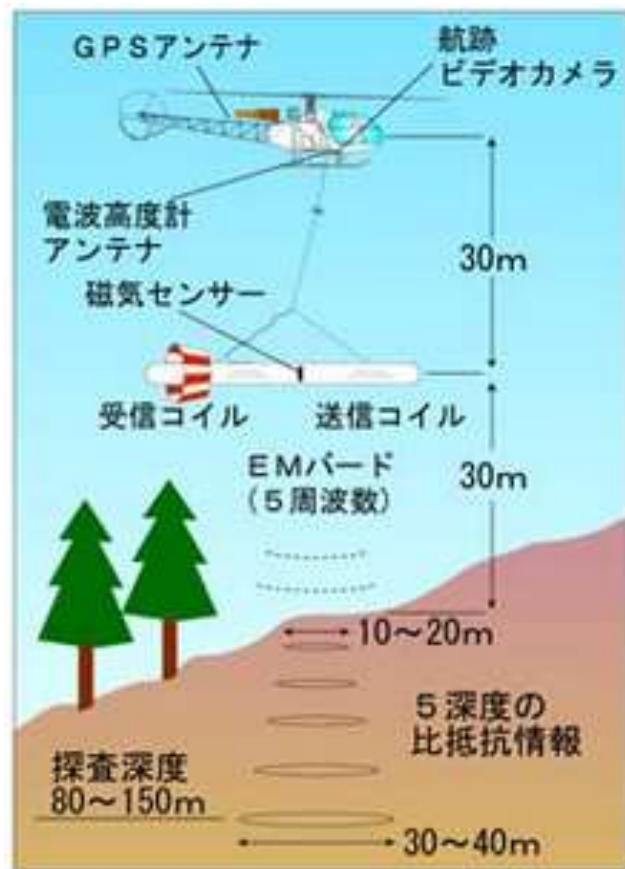


鋼製砂防構造物について、計画規模を上回る土砂移動現象に対し、少しでも長い時間減災機能を発揮できるような構造等の検討を行う。

深層崩壊等への対策(空中電磁法による地質調査)

- 空中電磁法による地質調査により、深層崩壊発生のおそれのある抵抗分布を面的に計測し、斜面の推定崩壊層厚やすべり面となる可能性のある地層の境界面の勾配を推定・計測する手法を検討。

計測イメージ



比抵抗分離領域は、岩盤クリープによる、ゆるみ域と推定される。

高角度の比抵抗異常帯は、断層等の地質不連続面に対応。

低・中比抵抗領域は、含水比の高い領域を反映していると推定される。

深層崩壊等への対策（大規模土砂災害発生時の緊急調査等による自治体支援）

- 土砂災害により、甚大な被害が懸念される場合には緊急調査等を行い、市町村に対して避難勧告等の判断に資する情報を提供するなど自治体支援を充実・強化
- UAV（ドローン）等新技術の開発・普及を図り、迅速かつ安全な応急復旧及び調査等を実現する。

国

【緊急時】

- ・大規模土砂災害後の二次災害防止
- ・河道閉塞、火山降灰時の緊急調査
- ・勧告発令、解除の際の技術的助言（専門家派遣、資機材提供、震後点検）

【平常時】

- ・土砂災害対策の先進事例の提供
- ・担当職員への研修を通じた人材育成

都道府県

【緊急時】

- ・土砂災害警戒情報の提供
- ・災害発生等の近隣市町村への広域情報
- ・勧告発令、解除の際の技術的助言

【平常時】

- ・基礎調査結果の地図データを用いたハザードマップ作成支援

市町村等の自治体支援

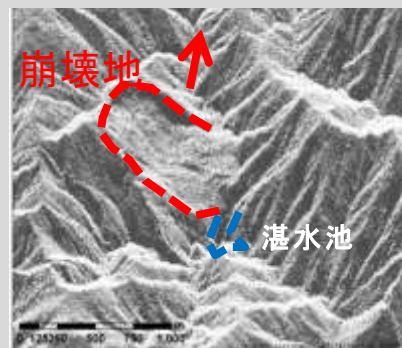
○土砂災害専門家の派遣
自衛隊、警察の捜索活動を支援)



専門家の主な指導内容】

- 避難基準雨量の指導
- 避難対象範囲の指導
- 救助活動の支援
- ・危険斜面の点検
- ・道路通行規制の基準
- ・伸縮計設置場所の指導

○人工衛星のSAR画像を活用した
深層崩壊の把握



○土砂災害防止法に基づく緊急調査の実施
および土砂災害緊急情報の周知



○UAV（ドローン）の積極的活用により普及を促進



タイムキーパー

操縦者

監視員



土石流が流域界を乗り越える現象への対策



○対応の考え方

特に危険な地域を抽出

不明瞭な谷地形が多く、危険性の高い火山地域を国が調査し、特に危険な地域を絞り込む。

箇所ごとの詳細調査によりリスクを特定

シミュレーション計算などの詳細調査をおこない、尾根乗り越え危険箇所、氾濫危険範囲を確認。

自治体、住民への周知

自治体、住民へリスク情報を提供し、警戒区域等の指定や警戒避難体制の強化を支援。

土石流対策計画の策定と対策実施

下流での砂防堰堤と尾根部での導流堤を組合せた効果的なハード対策。

技術指針を改定

きめ細かなリスク情報によって自治体のハード・ソフト対策を支援

- 凡例
- 国による実施事項
 - 地方自治体による実施事項

流木災害への対策

- 不透過型堰堤の場合、洪水時には水通しから流木が流出しやすい状況となることから、透過型施設の活用を積極的に検討する。
- 既存の砂防施設に流木止めなどを追加することにより、既存ストックを多機能化する。また、修繕などに併せて堰堤をかさ上げし、機能向上を図る。



流路を閉塞させた土石流(広島県庄原市)



集落を襲った大量の流木(広島県庄原市)



流木止めの追加



不透過型堰堤の透過型化

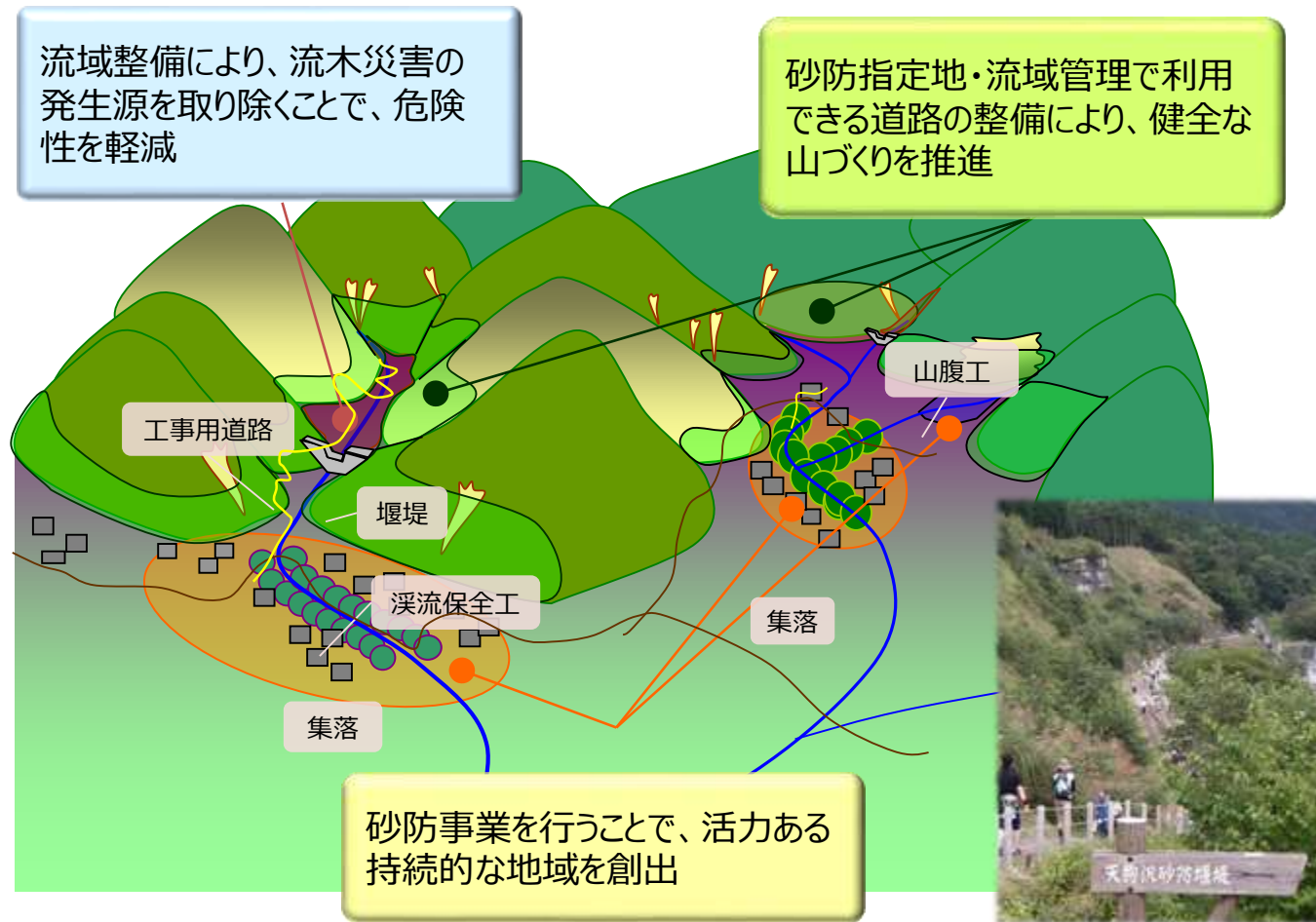


堰堤のかさ上げ



上流域の管理(里山砂防)

- 従前の砂防堰堤の整備など溪流沿いでの対策に加え、山腹工や支障木の伐採・搬出などの面的対策について地域住民の参画を図りつつ推進することで、土砂災害からの安全を図るとともに、自然環境豊かで災害に強い地域づくりを推進。



支障木の除去



溪流保全工



砂防工事用道路を散策路として活用



地域での啓発活動

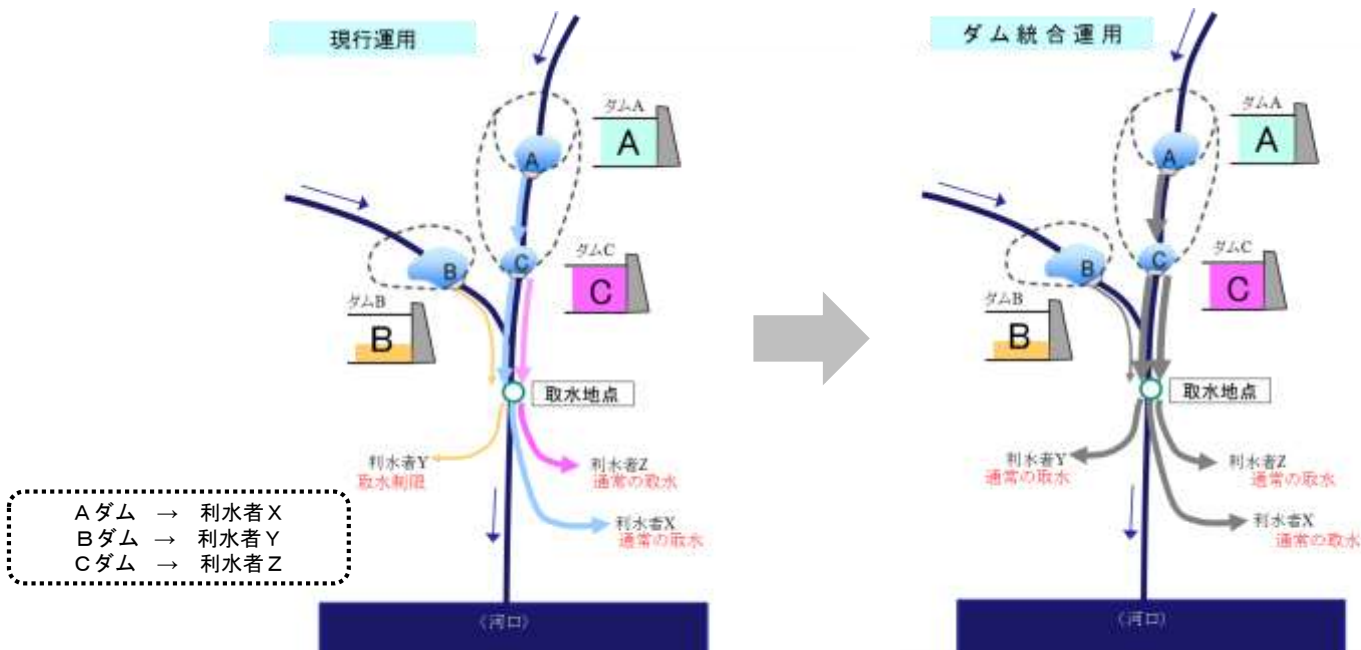
- 1 はじめに
- 2 地球温暖化に伴う気候変動による水災害分野の主な影響
- 3 諸外国での水災害分野における気候変動適応策等の動向
- 4 水災害分野における気候変動適応策の基本的な考え方
- 5 水災害分野における気候変動適応策の具体的な内容
 - 5.1 災害リスクの評価
 - 5.2 水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策
 - 5.2.1 比較的発生頻度の高い外力に対する防災対策
 - 5.2.2 施設の能力を上回る外力に対する減災対策
 - 5.3 土砂災害に対する適応策
 - 5.4 渇水に対する適応策
 - 5.4.1 比較的発生頻度の高い渇水による被害を防止する対策
 - 5.4.2 施設の能力を上回る渇水による被害を軽減する対策
 - 5.5 適応策を推進するための共通的事項
- 6 おわりに

既存施設の徹底活用等

- 水資源開発施設の整備が必要な地域において水資源開発の取組を進めるとともに、ダムの嵩上げ、貯水池の堆積土砂の掘削・浚渫などによる既存施設の機能向上等の可能性を検討。
- 既存の水資源開発施設の機能を適切に発揮し続けるため、老朽化対策等を着実に実施するなど、維持管理・更新を計画的に実施
- 各ダムの貯水・降水状況等を勘案した上で、同一流域内の複数のダムの統合運用や、ダムの特性を勘案した渇水時における運用方法の点検・見直しなど、ダムの効率的な運用の可能性を検討

(例) ダムの統合運用

複数のダムを一体的かつ効率的に運用することで、各ダムの貯水・降水状況等を勘案したうえで、ダム群としての総合的な効果を発揮させることを目的として、ダムの統合運用を行う。



雨水・再生水の利用

- 雨水の利用の推進に関する法律の施行等を踏まえ、より効果的な雨水利用を促進するため、雨水利用のための施設に係る規格等の標準化、計画、設計に係る技術基準類の改定に向けた検討を進め、雨水利用のための施設の設置を促進
- 再生水は技術の開発や実績の積み重ねによって、多様な用途に活用できる重要な資源となりつつあり、地域のニーズ等に応じ、下水処理場に給水栓等の設置を進め、設置情報等を提供するなどし、道路維持用水や樹木散水等にも下水処理水の利用を促進

(例) 雨水の利用



貯留槽に溜めた雨水をトイレ用水・散水等に利用

(例) 再生水の利用



下水処理水を再利用する「再生水は」、健全な水循環・良好な水環境の創出、持続可能な水源機能、潤いのあるまちづくりへの貢献等、ポテンシャルを有する。

水の重要性に関する教育や普及啓発活動

- 水の重要性や大切さについて国民の関心や理解を深めるため、学校教育現場における取組を推進するための支援方策を検討
- 国及び地方公共団体が開催する「水の日（8月1日）」関連行事への国民の参加を促す方策を講ずる等、普及啓発活動を促進

（例）教科書出版社への説明会

・水の重要性や大切さに関する取組み等を紹介し、情報共有・連携強化を通じて水の重要性に関する教育を推進



教科書出版社への説明会（イメージ）

（例）「水の日」及び「水の週間」啓発事業



下水道に関するワークショップ
（東京都下水道局）



水の重要性等の理解を深めるパネル展示
（子ども霞が関見学デー）



「水の日」啓発ポスター

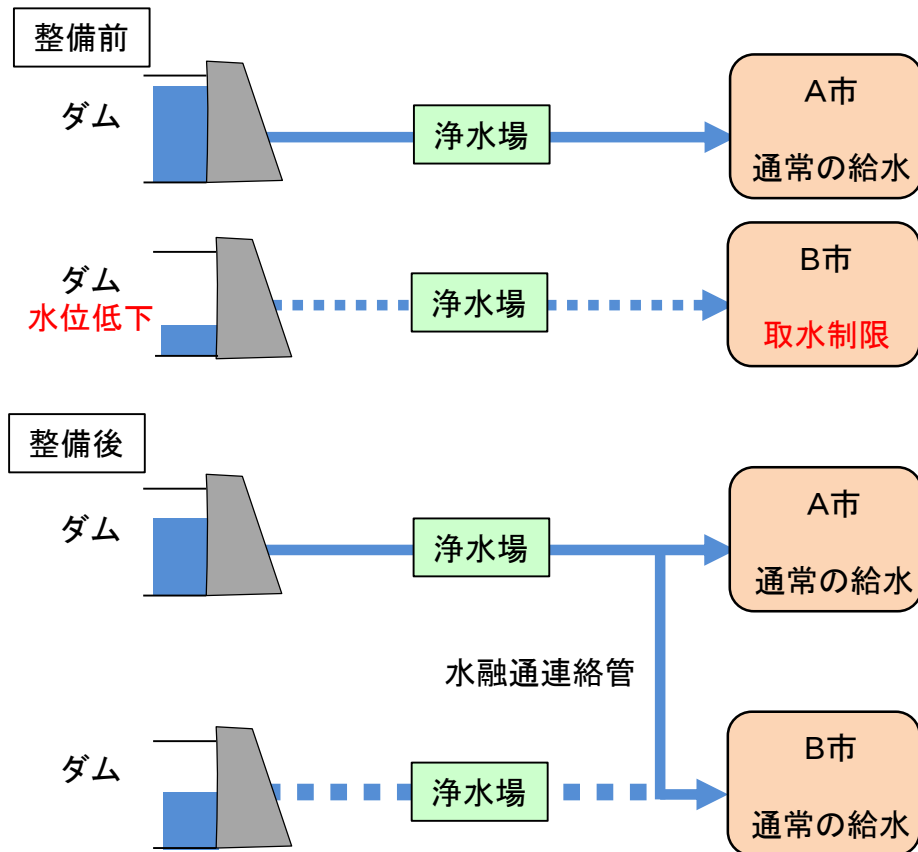
- 1 はじめに
- 2 地球温暖化に伴う気候変動による水災害分野の主な影響
- 3 諸外国での水災害分野における気候変動適応策等の動向
- 4 水災害分野における気候変動適応策の基本的な考え方
- 5 水災害分野における気候変動適応策の具体的な内容
 - 5.1 災害リスクの評価
 - 5.2 水害（洪水、内水、高潮）に対する適応策
 - 5.2.1 比較的発生頻度の高い外力に対する防災対策
 - 5.2.2 施設の能力を上回る外力に対する減災対策
 - 5.3 土砂災害に対する適応策
 - 5.4 渇水に対する適応策
 - 5.4.1 比較的発生頻度の高い渇水による被害を防止する対策
 - 5.4.2 施設の能力を上回る渇水による被害を軽減する対策
 - 5.5 適応策を推進するための共通的事項
- 6 おわりに

水融通、応援給水体制の検討

○渇水時における都道府県、市町村、水道事業者等の水融通、応援給水体制をあらかじめ検討

(例) 水融通

二つの送水系統を水道管で結ぶことで、震災や渇水などの不測の事態が発生した場合でも、相互に水融通が可能。



(例) 応援給水

水の比較的余裕のある地域からトラック、船舶などにより渇水の厳しい地域に水を運搬。



西条市から援助の水が自衛隊等により運搬
(出典) 平成6年 四国地方整備局資料



横須賀市から広島県因島市(細島)への海水淡水化装置を貸出
(出典) 平成6年における広島県の異常渇水について 広島県

関係者が連携した渇水対応の体制等の整備

○関係者が連携して、渇水の初期から徐々に深刻化していく状況とそれに応じた影響・被害の想定や、渇水による被害を軽減するための対策等を定める渇水対応タイムライン(時系列の行動計画)を作成

○渇水対応タイムライン作成の為、渇水対策の検討を支援するガイドラインを作成

平常時

- ・気象の長期予報の内容
- ・ダム貯水率等の現状

渇水段階		あらかじめの対応(平常時)
給水制限		—
国・市町村道府県・調整・対応等		◆水資源開発施設の整備が必要な地域での水資源開発の取組 ◆雨水・再生水の利用促進 ◆水融通・応援給水体制の検討 ◆地下水保全・利用ルール of 検討 ◆応援給水等の供給先の優先順位の設定の検討
者ダム・水等道の施設業者等管理	(供給者)の水を提供する側	◆既存施設の機能向上等(ダムの嵩上げ、堆積土砂の掘削・浚渫等)の可能性検討 ◆ダムの効率的な運用の可能性検討 ◆緊急給水施設等の整備 ◆水融通・水輸送の事前準備
住民等	(利用者)の水を使用の方策	◆節水、雨水・再生水の利用

渇水対応

渇水対応タイムライン(イメージ)

渇水対応の準備時	渇水時	深刻な渇水時	危機的な渇水時
—	減圧給水	時間断水	長期断水
◆渇水対策本部等の体制の整備 ◆節水・渇水に関する広報 ◆広報・メディアとの連携	◆公共施設の節水(プール、公園の散水、噴水中止等) ◆情報の提供・共有	◆用途間転用(許可水量の範囲内で転用) ◆水融通・水輸送や優先給水の調整 ◆自衛隊出動要請	◆緊急病院等への緊急水の指定配水 ◆転院の支援 ◆衛生施設(トイレ)の確保
◆海水淡水化施設、給水タンク、輸送のためのトラック、水備蓄(ペットボトル等)等の事前準備 ◆渇水対策本部等の体制の整備	◆節水の呼び掛け ◆給水制限(減圧)	◆水融通の調整 ◆給水制限(時間断水)	◆広域的な水融通 ◆病院、福祉施設への優先給水 ◆緊急給水(ペットボトル等)
◆一般家庭の節水(風呂、洗濯、洗車等の節水)	◆農業用水の番水、反復利用	◆生活様式の変更 ◆工場の操業短縮等	◆最低限の水利用

注)本イメージ図はシナリオの一例であり、想定される影響・被害、渇水対策は、各流域の特性等により異なることも想定される。

関係者はガイドラインを基に渇水対応タイムラインを作成し、施設の能力を上回る渇水に備える 108