

# 地球温暖化に伴う気候変動が 水関連災害に及ぼす影響について

1. 我が国の現状と世界の水害	P 1
2. IPCC第4次報告書の概要	P 3
3. 海面上昇による影響	P 6
4. 豪雨による影響	P 8
5. 渇水による影響	P12
6. 気候変動に対する我が国の対応	P16
7. アジア太平洋水サミットからG8へ	P26

平成20年4月14日

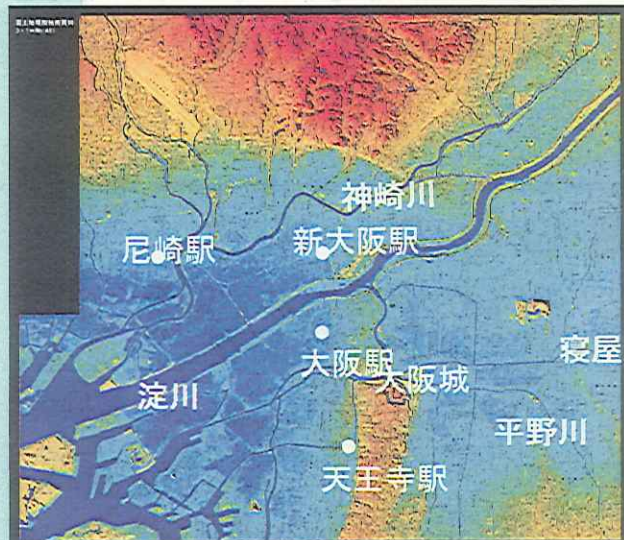
国土交通省

# 気候変動に脆弱な日本の国土

## 1. 我が国の現状と世界の災害



### 近畿地方



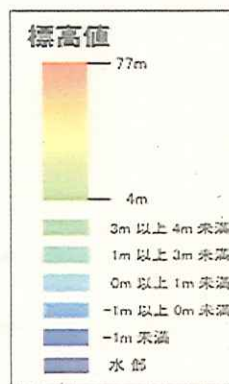
### 関東地方



(出典) 国土地理院作成資料

- ①国土形状 南北2000kmに及ぶ細長い国土
- ②四島 海峡による四島の分断。多数の島嶼部
- ③脊梁山脈 国土の中央部を山地が分断
- ④構造線 中央構造線、糸魚川-静岡構造線が南部に走る
- ⑤平野 海岸線に狭い平野
- ⑥軟弱地盤 ほとんどの大都市が軟弱地盤
- ⑦地震 世界の地震の約10%が発生
- ⑧豪雨 モンスーンアジアの東端。集中的な豪雨、台風の脅威。河川勾配が急
- ⑨積雪 国土の6割が積雪寒冷地域

洪水時の河川水位より低い  
**約10%の土地に**  
**約50%の人口と**  
**約75%の資産**を抱えている。

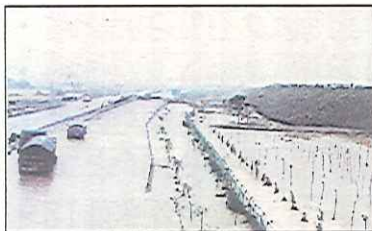


# 日本や世界で頻発する水害

## 1. 我が国の現状と世界の水害

### 中国(07年夏期)

中国全土で豪雨による洪水等の水害により死者行方不明者合わせて1,300名以上。



### 7月豪雨(06年7月)

- ・総雨量1200mmを超える大雨
- ・川内川、米之津川などが氾濫
- ・5,000棟を超える家屋が被災



鹿児島県・川内川

### 台風23号(04年9月)

- ・台風23号による豪雨で円山川、出石川で破堤
- ・近畿地方で死者43名、負傷者157名



兵庫県・円山川

### アメリカ・ニューオリンズ(05年8月)

ハリケーン「カトリーナ」が南海岸地域にカテゴリー4の強さを保ったまま上陸し1200人以上が死亡した。



### ドミニカ・ハイチ(04年5月)

豪雨により洪水や土砂災害が発生。約2,000人が死亡。



### イギリス(07年7月)

中部と西部を中心に観測史上最大の豪雨により、洪水が発生し35万世帯が浸水。



### ドイツ、チェコ、オーストリア(02年8月)

北海から移動してきた低気圧により強雨。チェコでは22万人が避難、15人が死亡。被害額は30億ユーロ



### インド(05年7、8月)

モンスーンの大雨により洪水・土砂災害が発生。死者行方不明者約1,000人以上。



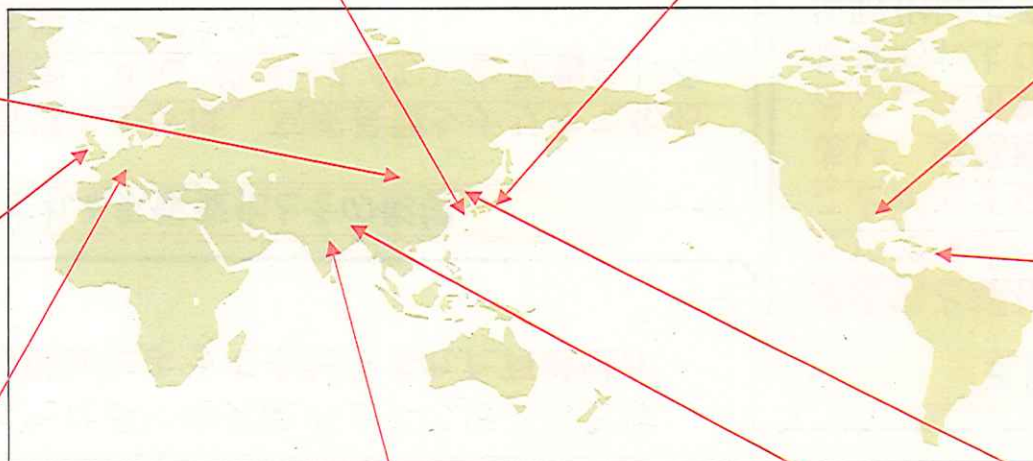
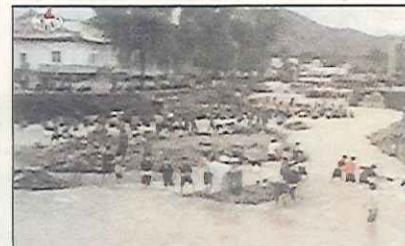
### バンクレーディッシュ(07年11月)

大型サイクロン「シドル」がバンクレーディッシュ南部に上陸、死者・行方不明者4千人以上、被災者8百万人以上。



### 北朝鮮(07年8月)

一週間にわたる豪雨による洪水により死者行方不明者あわせて600人以上。



# 顕在化する地球温暖化に伴う気候変動： 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書

2. IPCC第4次報告書の概要

## 主題1 気候変化とその影響に関する観測結果

- 大気や海洋の世界平均温度の上昇、世界平均海面水位の上昇などが観測されていることから、気候システムの温暖化は明白である。
- 過去100年間の線形の昇温傾向は100年当たり0.74°Cである。
- 海面水位の上昇は温暖化と整合性がある。 など

## 主題2 変化の原因

- 20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性が高い。 など

## 主題3 予測される気候変化とその影響

- 21世紀末の世界平均地上気温の上昇は、高成長型シナリオで化石エネルギー源を重視した場合、4°C (2.4~6.4°C) と予測される。海面水位は0.26~0.59m上昇と予測される。
- 極端な大雨の頻度は引き続き増加する可能性が高い。
- 熱帯低気圧の強度が上昇する可能性が高い。
- 極端な気象現象の強度と頻度の変化および海面水位上昇は、自然システムおよび人間システムに悪影響を及ぼすと予測される。
- アジアでは、淡水利用可能性は2050年までに中央・南・東・東南アジア、特に大規模河川の流域で減少すると予測される。また、沿岸域、特に人口が集中する南・東・東南アジアのメガデルタ地帯において、海からの、あるいは川からの浸水リスクが高まる。 など

## 主題4 適応と緩和のオプション

- 現在行われているより広範な適応策が気候変動の脆弱性を減少させるため必要である。
- 実施される緩和策の規模によらず、今後10年から20年間に追加的な適応策が必要である。 など

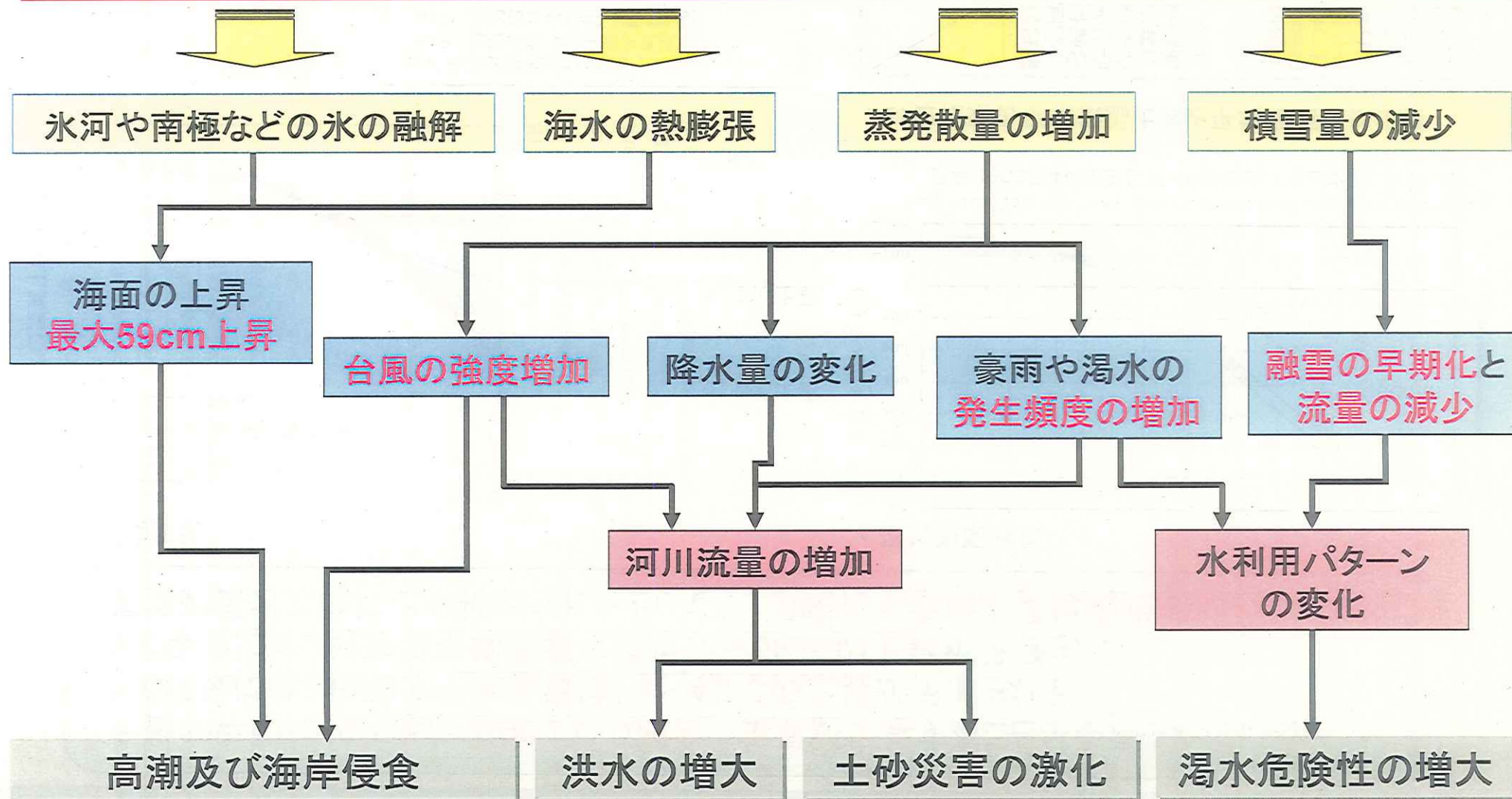
## 主題5 長期的な展望

- 適応策と緩和策のどちらも、その一方だけではすべての気候変化の影響を防ぐことができないが、両者は互いに補完しあい、気候変化のリスクを大きく低減することが可能である。
- 短期的および長期的に起こるであろう温暖化による影響に対処するために適応策が必要である。
- 気候変化への緩和策がとられなければ、長期的に見て、自然システムおよび人間システムの適応能力を超える可能性が高い。
- 緩和策により、多くの影響は減少、遅延、回避することができる。

# 地球温暖化が水分野にもたらす脅威

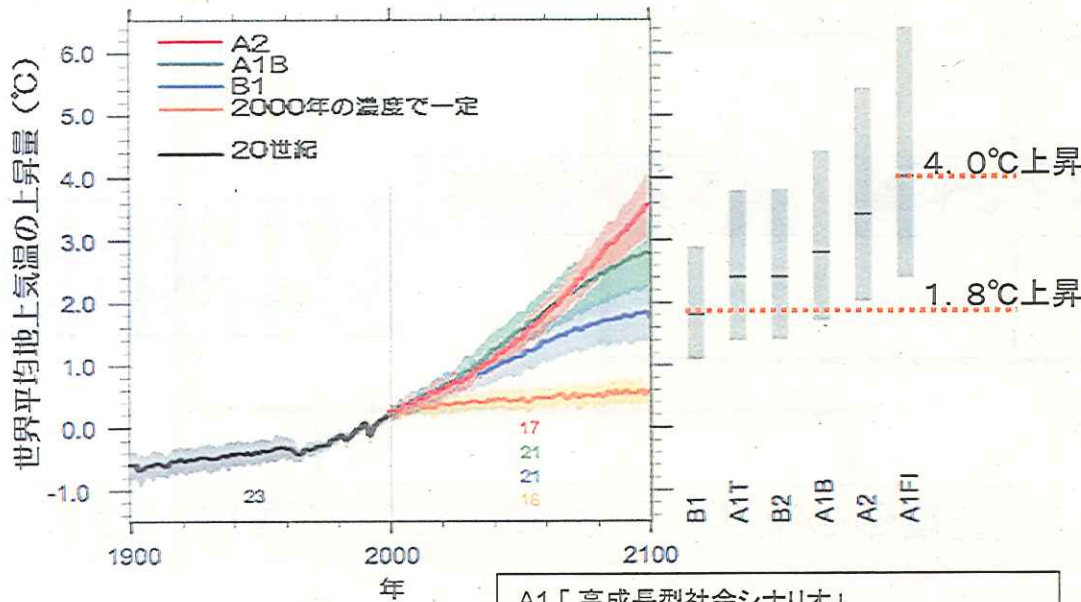
2. IPCC第4次報告書の概要

温室効果ガスが大量に排出されて大気中の濃度が高まり熱の吸収が増えた結果、気温が上昇。  
これに伴い海面水位も上昇



- ・今後20年間に10年あたり約0.2°Cの割合で気温が上昇することが予測されている
- ・100年後には、地球の平均気温は1.8~4.0°Cの上昇が予測される
- ・100年後には、地球の平均海面水位は18~59cmの上昇が予測される
- ・温室効果ガスの排出が抑制されたとしても、温暖化や海面上昇は数世紀にわたって続く

### 平均気温

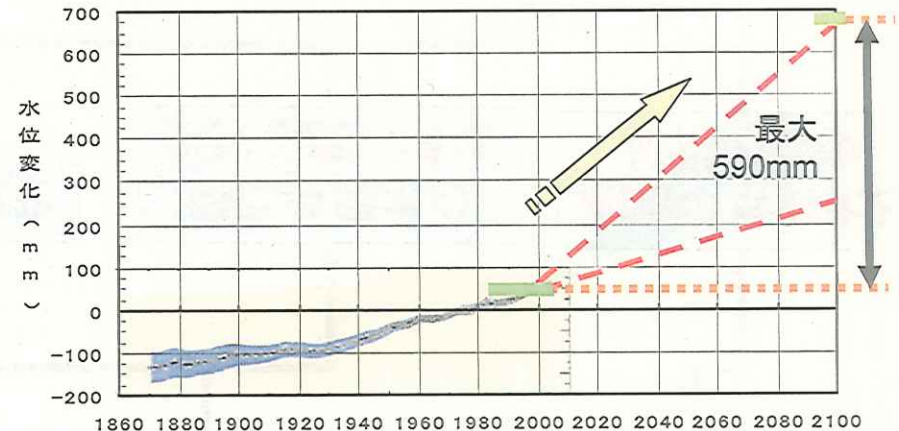


A1.「高成長型社会シナリオ」  
 A1FI: 化石エネルギー源を重視  
 A1T: 非化石エネルギー源を重視  
 A1B: 各エネルギー源のバランスを重視  
 A2.「多元化社会シナリオ」  
 B1.「持続的発展型社会シナリオ」  
 B2.「地域共存型地域シナリオ」

(出典)IPCC第4次評価報告書第1作業部会報告書政策決定者向け要約(気象庁)

- ・実線は、各シナリオにおける複数モデルによる地球平均地上気温の昇温を示す
- ・陰影部は、個々のモデルの年平均値の標準偏差の範囲

### 平均海面水位



資料)IPCC第4次報告書(第1作業部会)をもとに河川局で作成

### 21世紀末の平均気温上昇と平均海面水位上昇

	環境の保全と経済の発展が地球規模で両立する社会	化石エネルギー源を重視しつつ高い経済成長を実現する社会
気温上昇	約1.8°C (1.1°C~2.9°C)	約4.0°C (2.4°C~6.4°C)
海面上昇	18~38cm	26~59cm

資料)IPCC第4次報告書(第1作業部会)より

# 海面上昇に伴う影響：

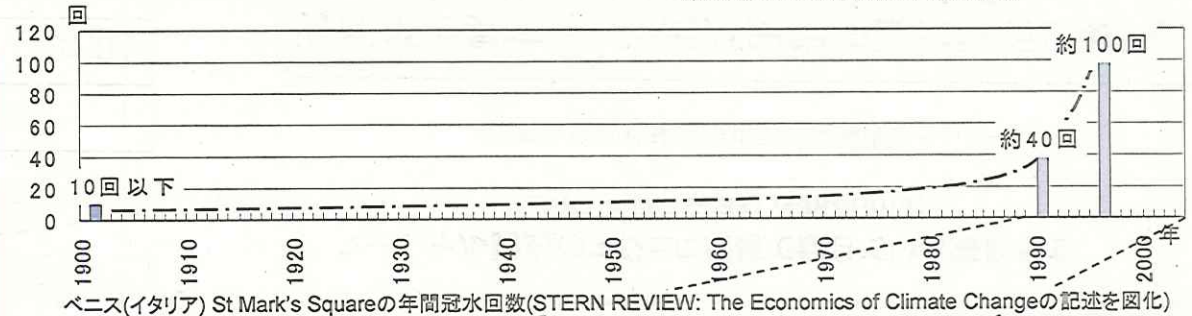
## ゼロメートル地帯の拡大、高潮による浸水リスクの増大

### 3. 海面上昇による影響

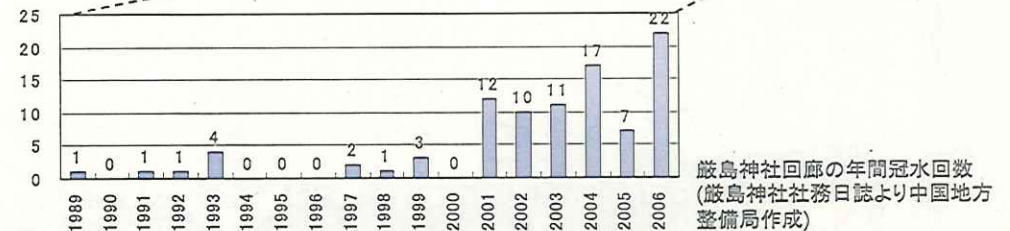
#### 高潮による浸水リスクの増大

※現状において、地球温暖化の影響であるか明確ではないが、原因となっている可能性が考えられる

- ・ベニスSt Mark's Squareの冠水回数は、地盤沈下や気候変動の影響により、20世紀はじめには年間10回以下であったが、1990年までに年間40回ぐらい、**1996年には年間100回**にもなった。
- ・2006年には250回/年との情報もある



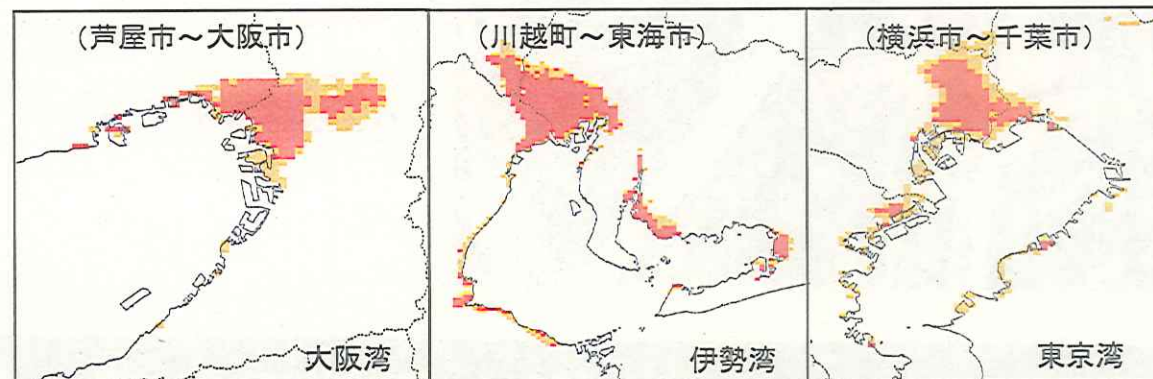
厳島神社回廊の冠水回数は、1990年代は年間5回以下であったが、2000年代には年間10回程度、また**2006年には年間22回**も発生しており、なお冠水回数は増加傾向にある。



#### 三大湾(東京湾、伊勢湾、大阪湾)のゼロメートル地帯が拡大

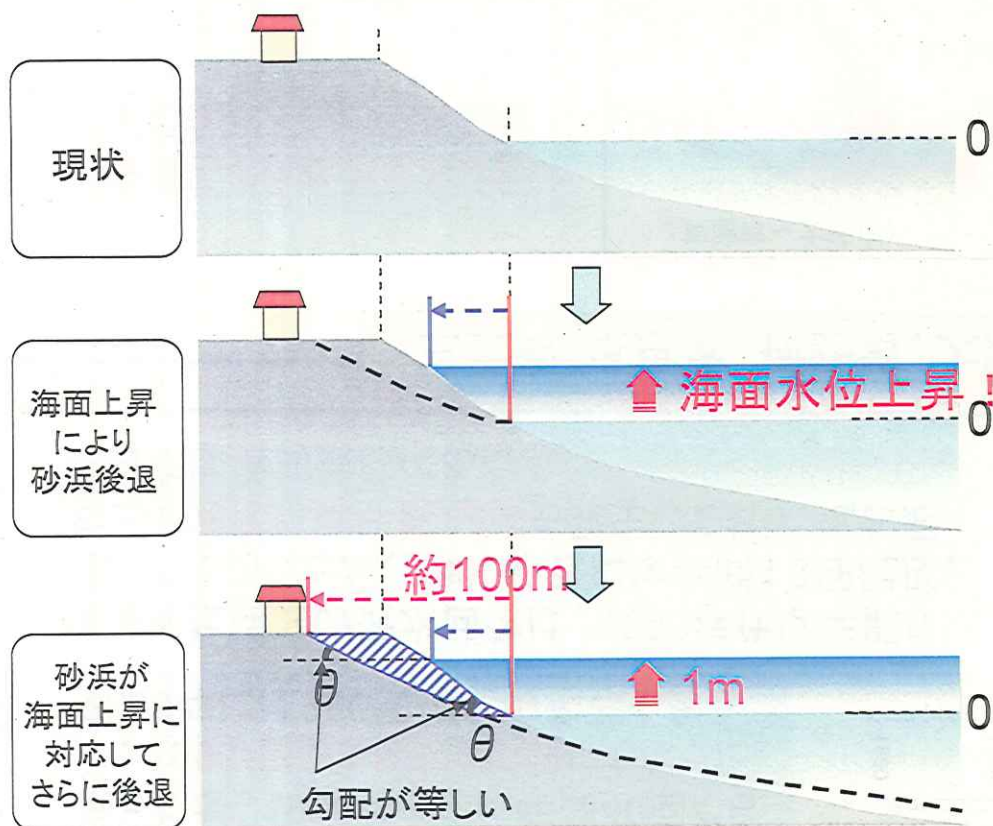
高潮による水害リスクを有するエリアが拡大する

	現状	海面上昇後	倍率
面積(km <sup>2</sup> )	577	879	1.5
人口(万人)	404	593	1.5



※国土数値情報をもとに河川局で作成  
 ※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  
 ※海面が1m上昇した場合の面積、人口の60%分を増分として計算

# 海面上昇に伴う影響：砂浜の後退・消失



海面上昇(m)	0.3	0.65	1
平均後退距離	30.55	65.4	101.04
侵食面積率	56.6	81.7	90.3

三村信男・幾世橋慎・井上馨子:「砂浜に対する海面上昇の影響評価」より河川局作成



マーシャル諸島のマジェロ環礁で起きている海岸侵食。  
(2001.5, Masaaki Nakajima)

(出典): 全国地球温暖化防止活動推進センター

海面が上昇すると砂浜が安定勾配に移行しようとするため水位上昇分以上に汀線が後退。  
**1m海面が上昇すると砂浜は約100m後退し、我が国の砂浜の約90%が侵食されるおそれ**

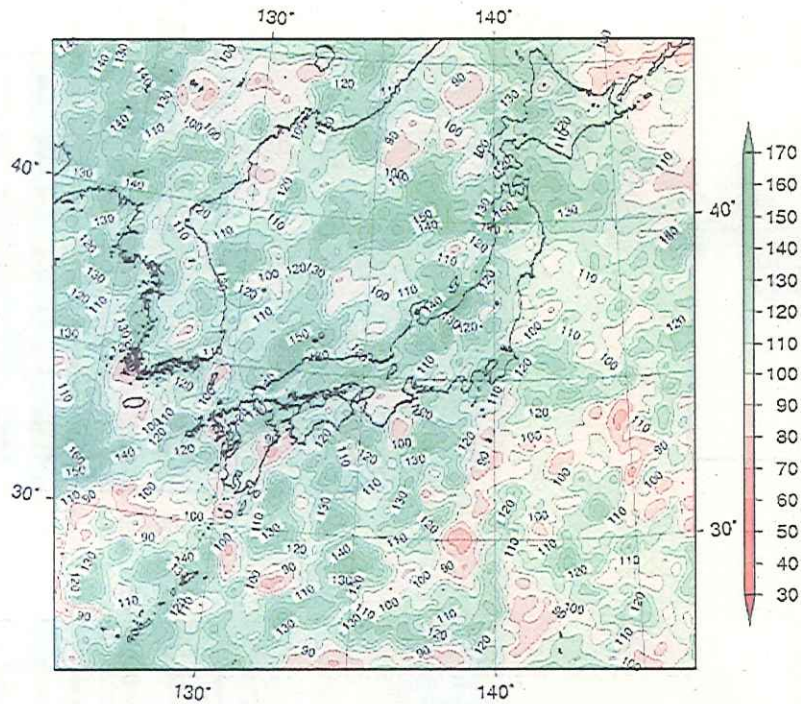


# 豪雨の激化：日降水量の増大・豪雨日数の増加

4. 豪雨  
による影響

## 最大日降水量が増大

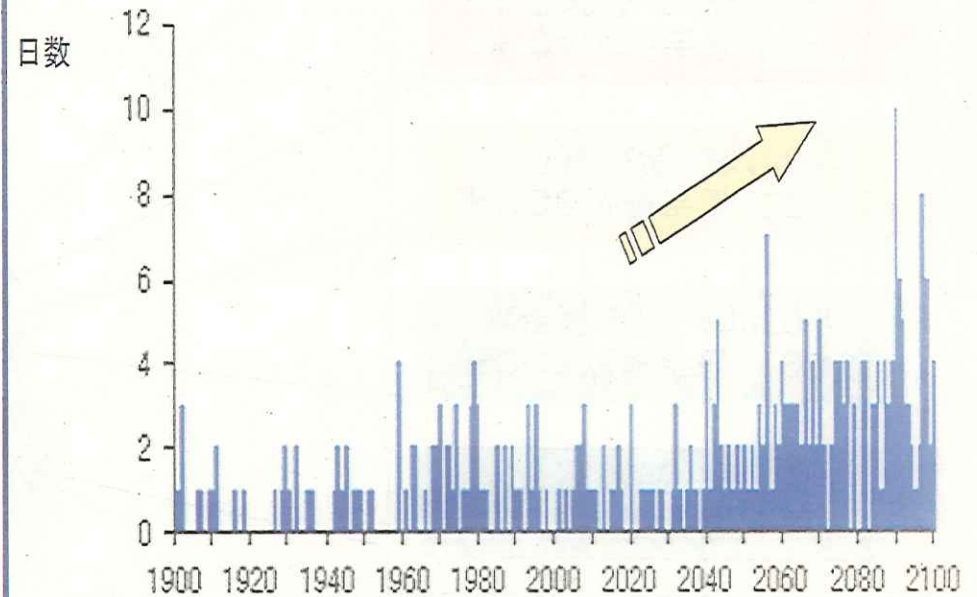
最大日降水量変化率(%)  
(2081~2100年平均値) / (1981~2000年平均値)



最大日降水量は全国的に増加の傾向で、概ね1から1.5倍程度

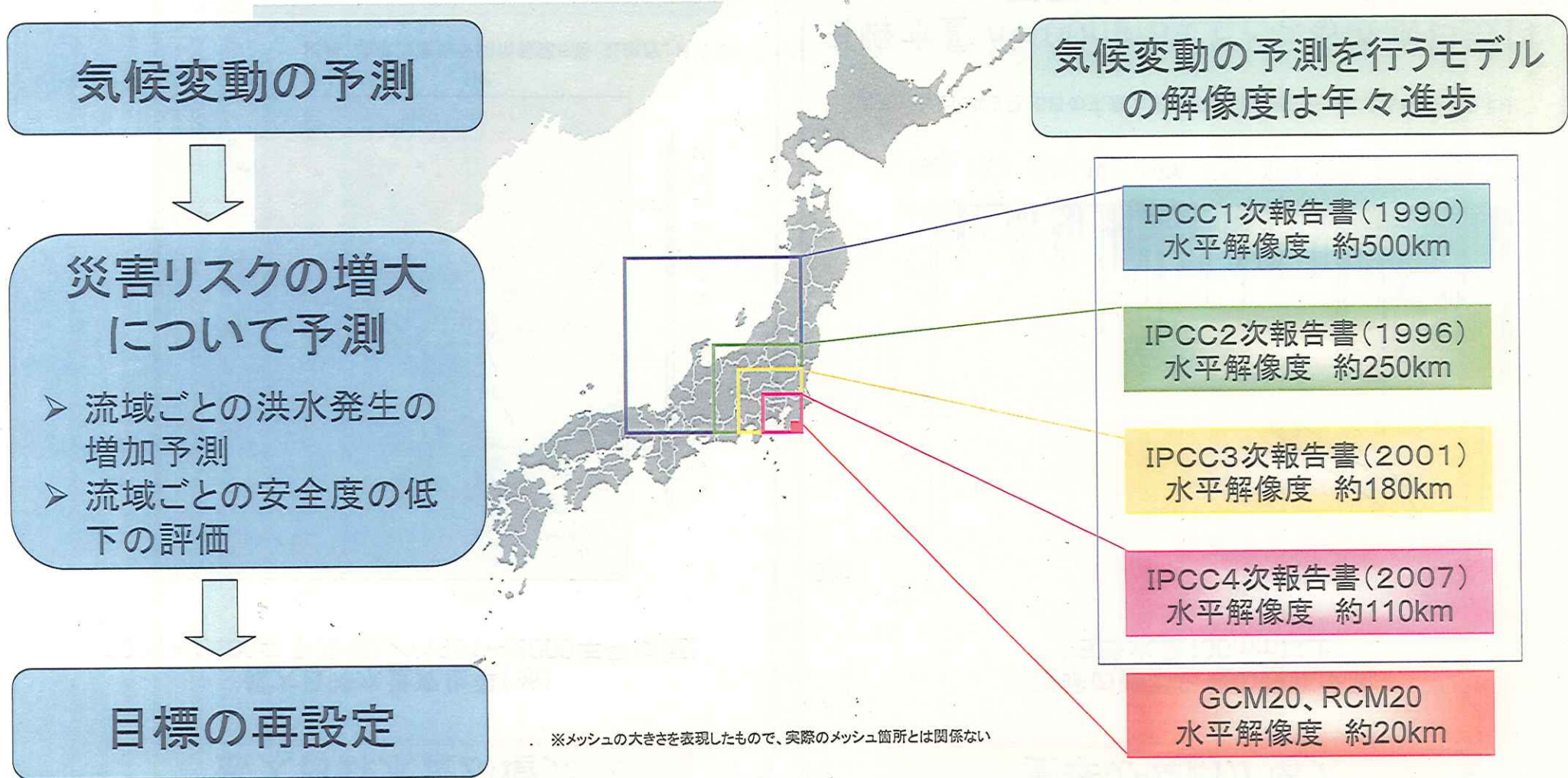
## 夏季の降雨が増大

夏季の豪雨日数の経年予測  
(日降水量100mm以上)



(出典)平成16年9月16日の東京大学など合同研究チームによる報道発表より

日降水量が100mm以上となる豪雨日数は、現在の年3回程度から増加し、年最大10回程度にまで増加すると予測



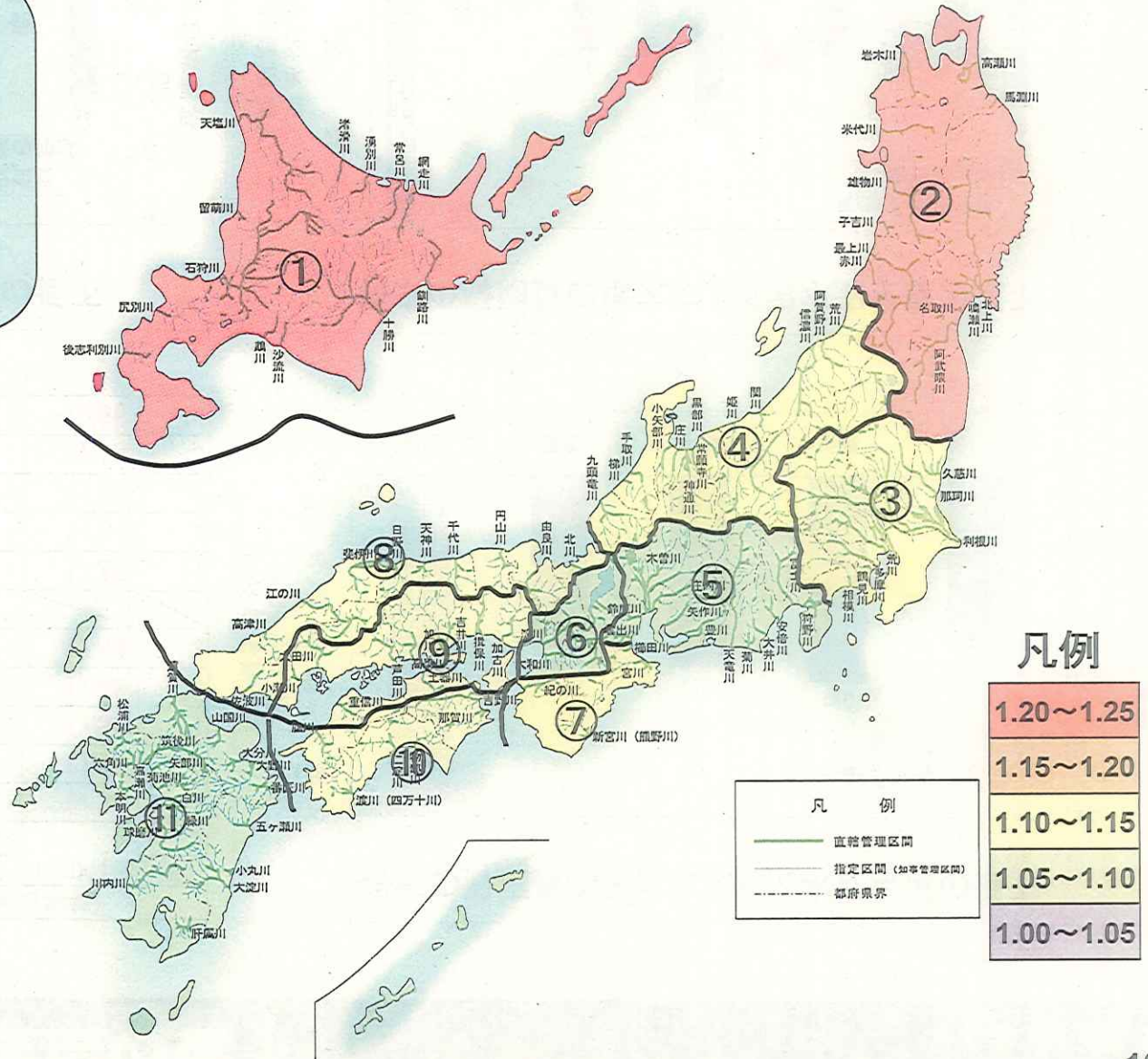
河川局作成

# 降雨量増加の地域分布

## 4. 豪雨による影響

GCM20(A1Bシナリオ)で求めた各調査地点の年最大日降水量から  
(2080-2099年の平均値)  
(1979-1998年の平均値) を求め  
 将来の降雨量を予測(上記の中位値)

①	北海道	1.24
②	東北	1.22
③	関東	1.11
④	北陸	1.14
⑤	中部	1.06
⑥	近畿	1.07
⑦	紀伊南部	1.13
⑧	山陰	1.11
⑨	瀬戸内	1.10
⑩	四国南部	1.11
⑪	九州	1.07

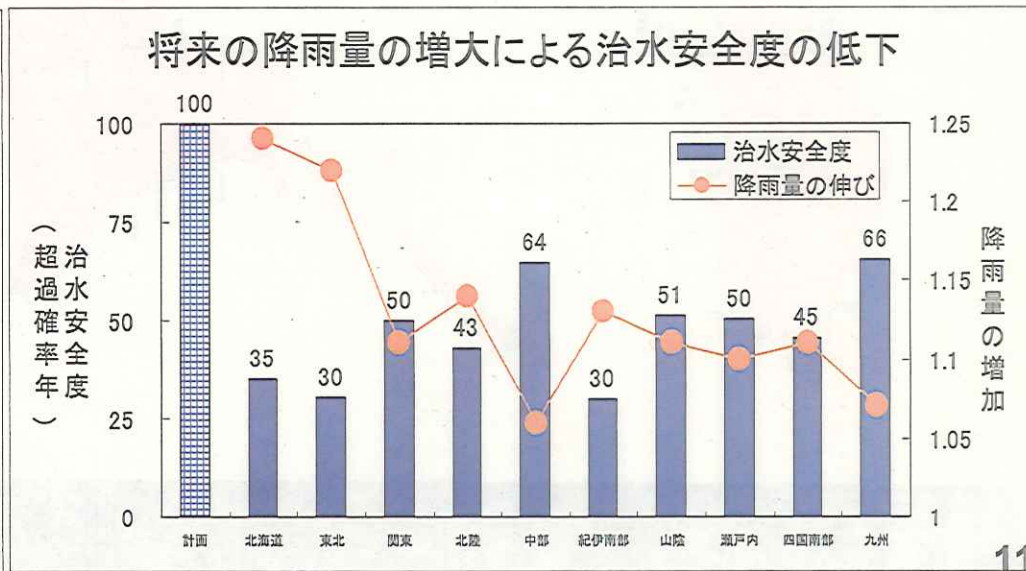
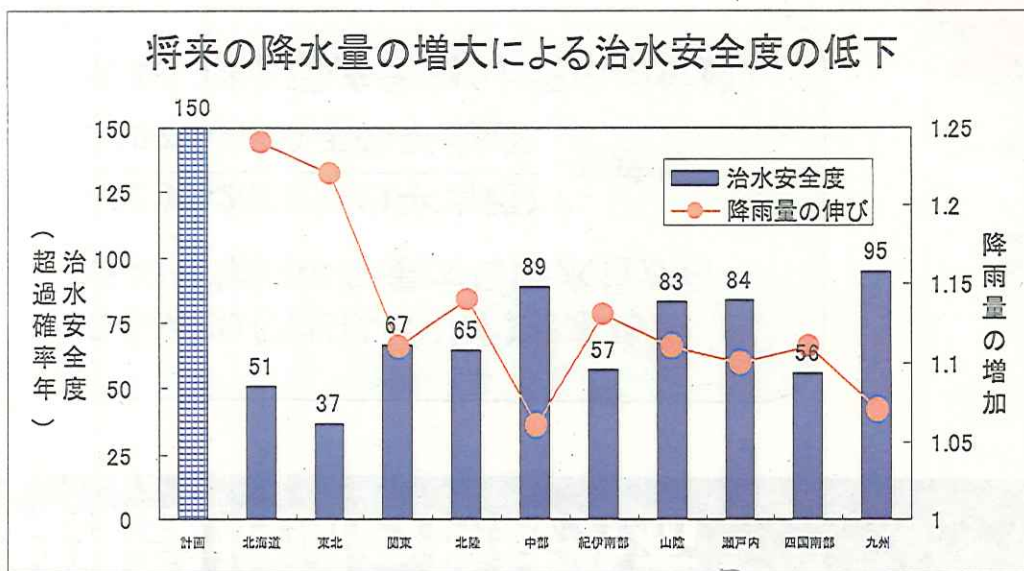
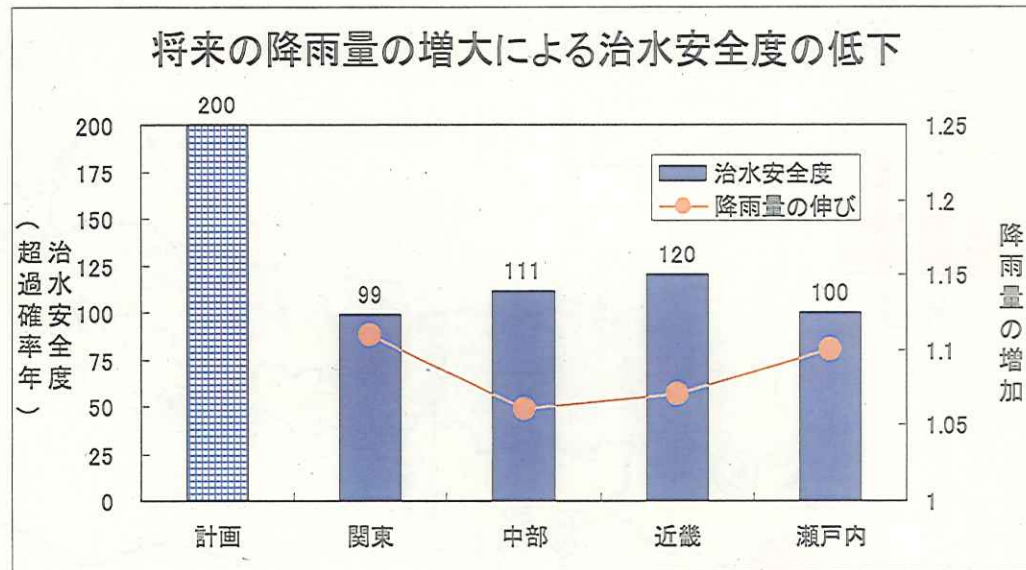


# 降雨量増加による治水安全度の低下

## 4. 豪雨による影響

地域名	将来の降雨量増加	将来の治水安全度(超過確率年)					
		1/200(現計画)		1/150(現計画)		1/100(現計画)	
		水系数	水系数	水系数	水系数	水系数	水系数
① 北海道	1.24	/	/	1/51	2	1/35	8
② 東北	1.22	/	/	1/37	5	1/30	5
③ 関東	1.11	1/99	3	1/67	2	1/50	1
④ 北陸	1.14	/	/	1/65	5	1/43	4
⑤ 中部	1.06	1/111	2	1/89	4	1/64	3
⑥ 近畿	1.07	1/120	1	/	/	/	/
⑦ 紀伊南部	1.13	/	/	1/57	1	1/30	1
⑧ 山陰	1.11	/	/	1/83	1	1/51	5
⑨ 瀬戸内	1.10	1/100	1	1/84	3	1/50	3
⑩ 四国南部	1.11	/	/	1/56	1	1/45	3
⑪ 九州	1.07	/	/	1/95	4	1/66	14

※水系数:治水安全度を計算した水系数(河川整備基本方針策定済水系ほか)【N=82水系】

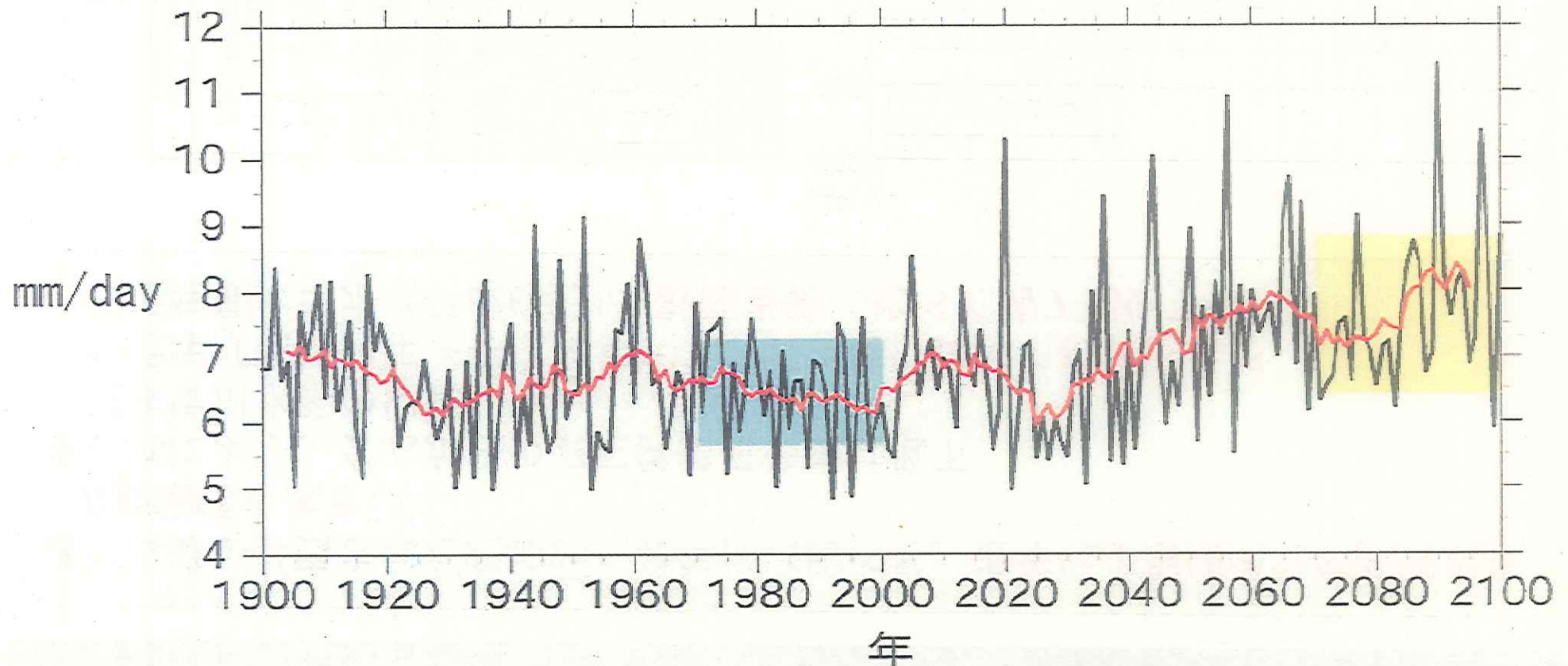


# 渇水の頻発・深刻化：降水量の変動幅の増大

5. 渇水  
による影響

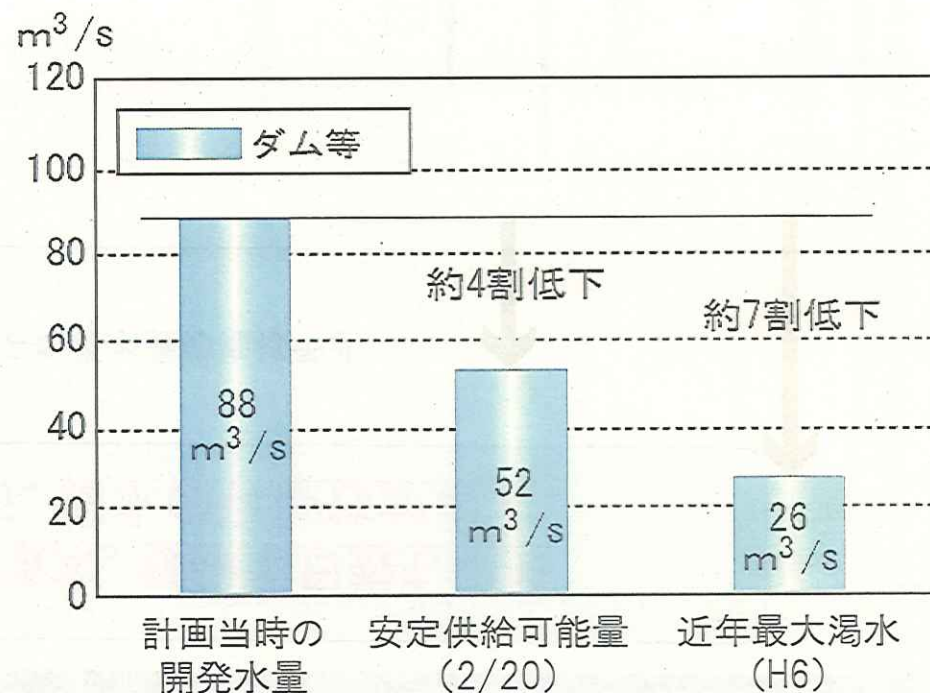
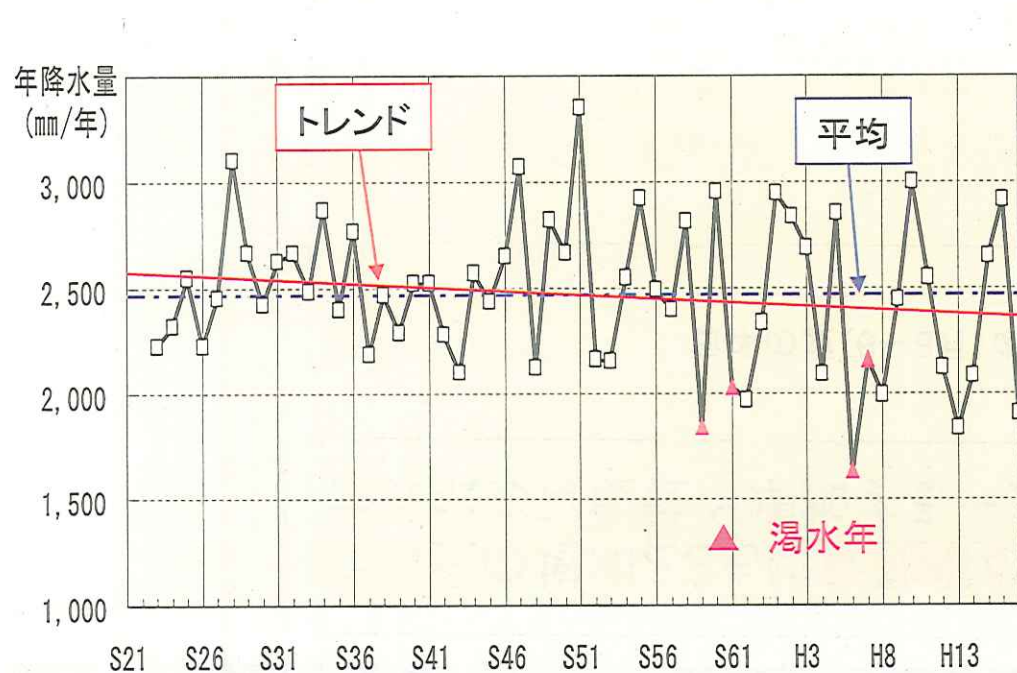
- ・降水量の増加とともに変動幅が増大。無降雨日数も増加
- ・大洪水の可能性が増加する一方、渇水の可能性が増大

日本の夏(6~8月)の平均降水量の推移予測



(出典)水資源学シンポジウム「国連水の日－気候変動がもたらす水問題」発表資料、木本昌秀

- ダム等が計画された昭和20～40年代に比べて、近年は少雨傾向で年間降水量の変動幅も大きい
- これにより、ダムからの安定供給可能量は低下
  - 【木曾川水系の例】
  - ◇ 近年（昭和54年～平成10年）：計画当時に比べて約4割低下
  - ◇ 近年最大渇水（平成6年）：計画当時に比べて約7割低下



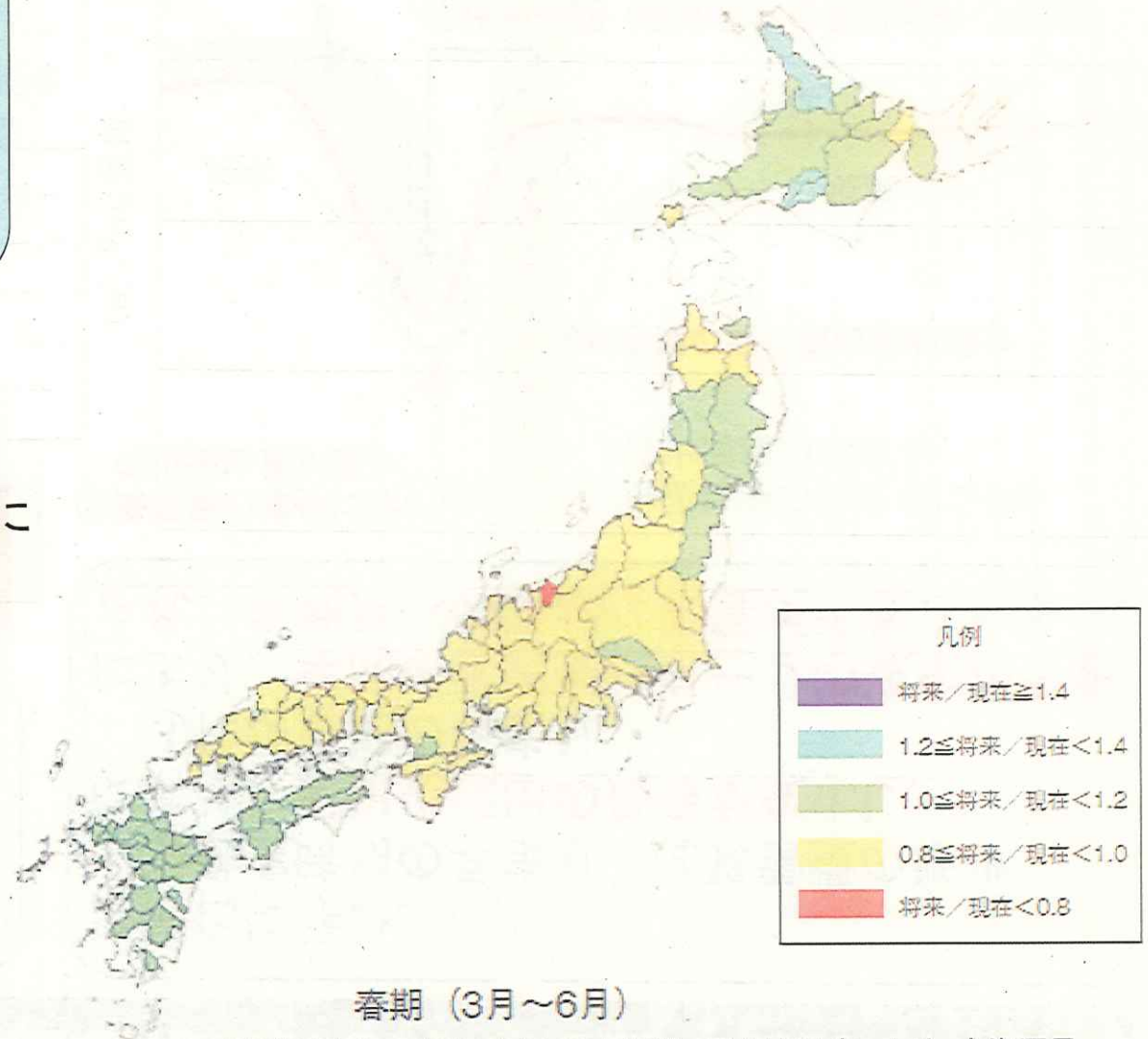
# 渇水の頻発・深刻化：地球温暖化による河川流量の変化

5. 渇水  
による影響

河川流量に影響を及ぼす、  
降雪量と降雨量を加算した  
地表到達量について、  
現在と100年後を比較すると、  
3～6月の間は多くの地域で減少

一級水系における現況(1979～1998年)と  
将来(2080～2099年)の地表到達水量の比較

代かきなどの農業用水の需要期に  
河川の流量が減少し、  
水利用に支障を来す恐れ

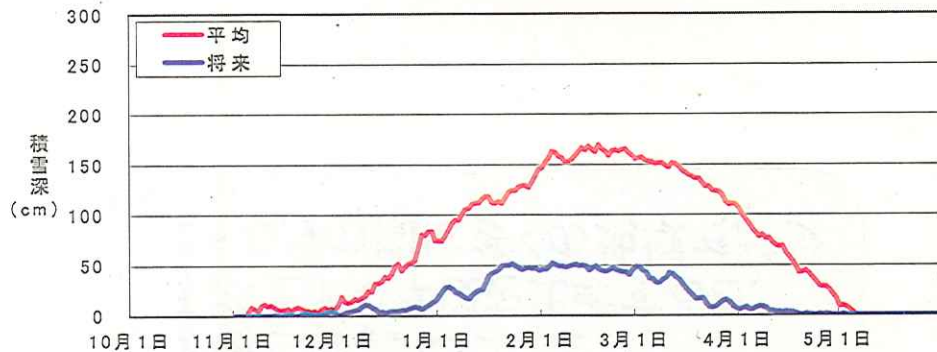


(出典)平成19年版 日本の水資源 国土交通省 土地・水資源局

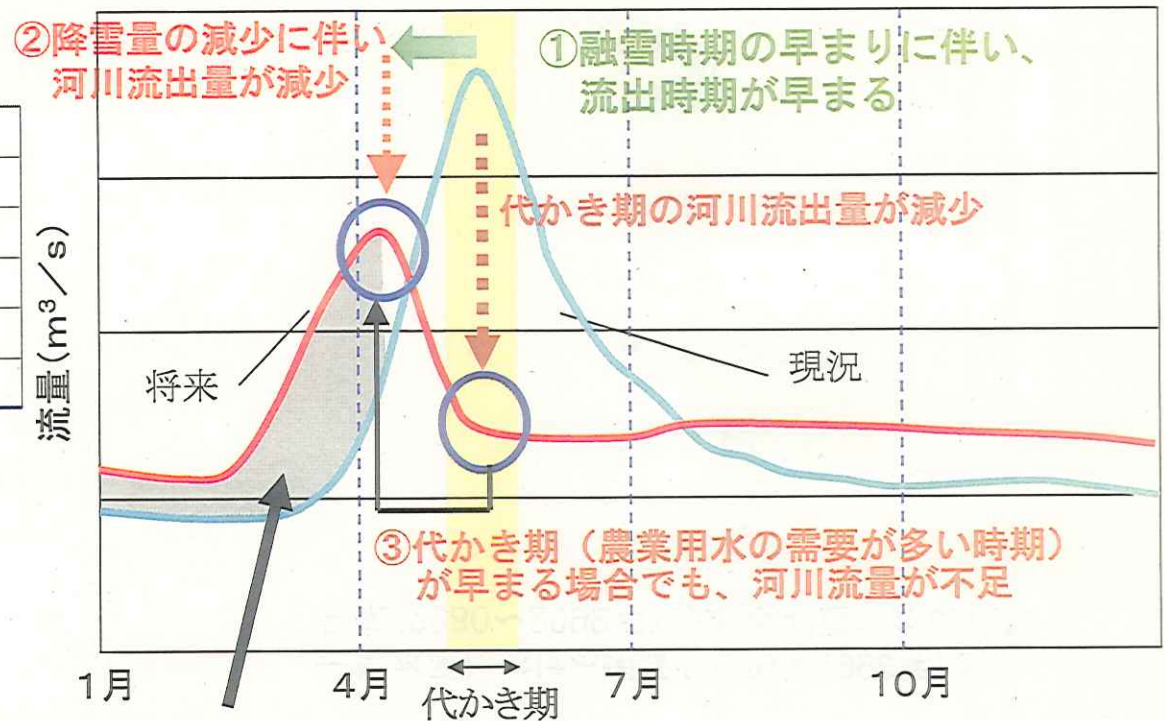
利根川上流域では、**積雪深が大幅に減少する可能性**これに伴い、融雪時期や春先の流出量の減少を生じる

温暖化に伴い、  
 ①融雪時期の早まり、②降雪量の減少により、**河川の流出の形態が変化し、**  
 ③代かき期の早まりにより、**年間の水需要パターンの変化が予想され、水利用への深刻な影響が予想される**

温暖化が進むことによる、100年後の積雪深の変化(藤原)



\* 気象庁の温暖化予測モデル(RCM20)を基に国土省水資源部作成



無効放流の発生!

ダムが満水の場合、無効放流(有効に利用できない放流)となる



# 気候変動に対する適応策のあり方（水関連災害分野）

6. 気候変動に対する  
我が国の対応

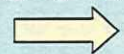
地球温暖化に伴う気候変動により、沿岸域や低平地等では、

-大雨の頻度増加、台風の激化等

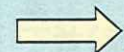
-海面水位の上昇、台風の激化等

-降雨の変動幅の拡大、河川の流出形態の変化

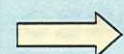
等の懸念が指摘されている。



水害、土砂災害の頻発・激甚化



高潮災害、海岸侵食の頻発・激甚化



渇水の頻発・深刻化

CO<sub>2</sub>削減対策（緩和策）と温暖化への対応策（適応策）を組み合わせることにより、  
気候変動に伴うリスクをさらに低減させることが重要

## ○気候変動への適応策の基本的方向

1. 災害等からすべてを完全に防御することは困難なため、「犠牲者ゼロ」に向けた検討を進める
2. 首都圏のように中枢機能が集積している地域では、「国家機能の麻痺を回避する」など重点的な対応に努め、被害の最小化を目指す

○地球温暖化に伴う気候変動により多発が予想される洪水に対して、河道改修や洪水調節施設の整備等を基本とした河川のみで安全を確保する従来の治水政策から、浸水を許容するなど流域における対策とあわせて安全を確保する治水政策へと転換

諸外国においては、国土保全の観点から既に温暖化への対策に着手している例もある

### イギリス



テムズ防潮堰



テムズ川の高潮防御は1000年に1度の規模の安全度で対応がなされているが、気候変動により100年後には、その安全度が100年に1度の規模を下回ることが、推定され、現在、高潮対策の計画を2009年10月目処に策定中

(出典) DAVID RAMSBOTTOM(HR Wallingford Ltd), SARAH LAVERY(Environment Agency), 2007.  
PAUL SAYERS(HR Wallingford), BEN GOULDBY(HR Wallingford), OWEN TARRENT(Environment Agency), 2007  
Environment Agency, 2005.

### オランダ



マエスラント高潮堰 (Maeslant Storm Surge Barrier)

○通常の高潮施設は、1953年の災害を踏まえるとともに、将来の海面上昇(当時100年間で30cmを念頭に施設の耐用年数50年間で15cm)を見込んで設計・施工。

○さらに、今後新設及び更新する施設は、**50年先の海面上昇(25cm～50cm程度)見込んで設計。**(マエスラント高潮堰は50cm見込んでいます)

(出典) Ministry of Transport, Public Works and Water Management

## 適応策の具体的方向性

○増大する外力に対し、基本的に施設でどこまで対応するのかを明確化

既存施設の信頼性向上や有効活用・長寿命化、新規施設の整備など施設を中心とした適応策により対応

○施設能力を超える超過洪水等の外力(超過外力)の規模に応じて守るレベルを決定

○その考え方に基づき被害の最小化を図るための適応策を策定

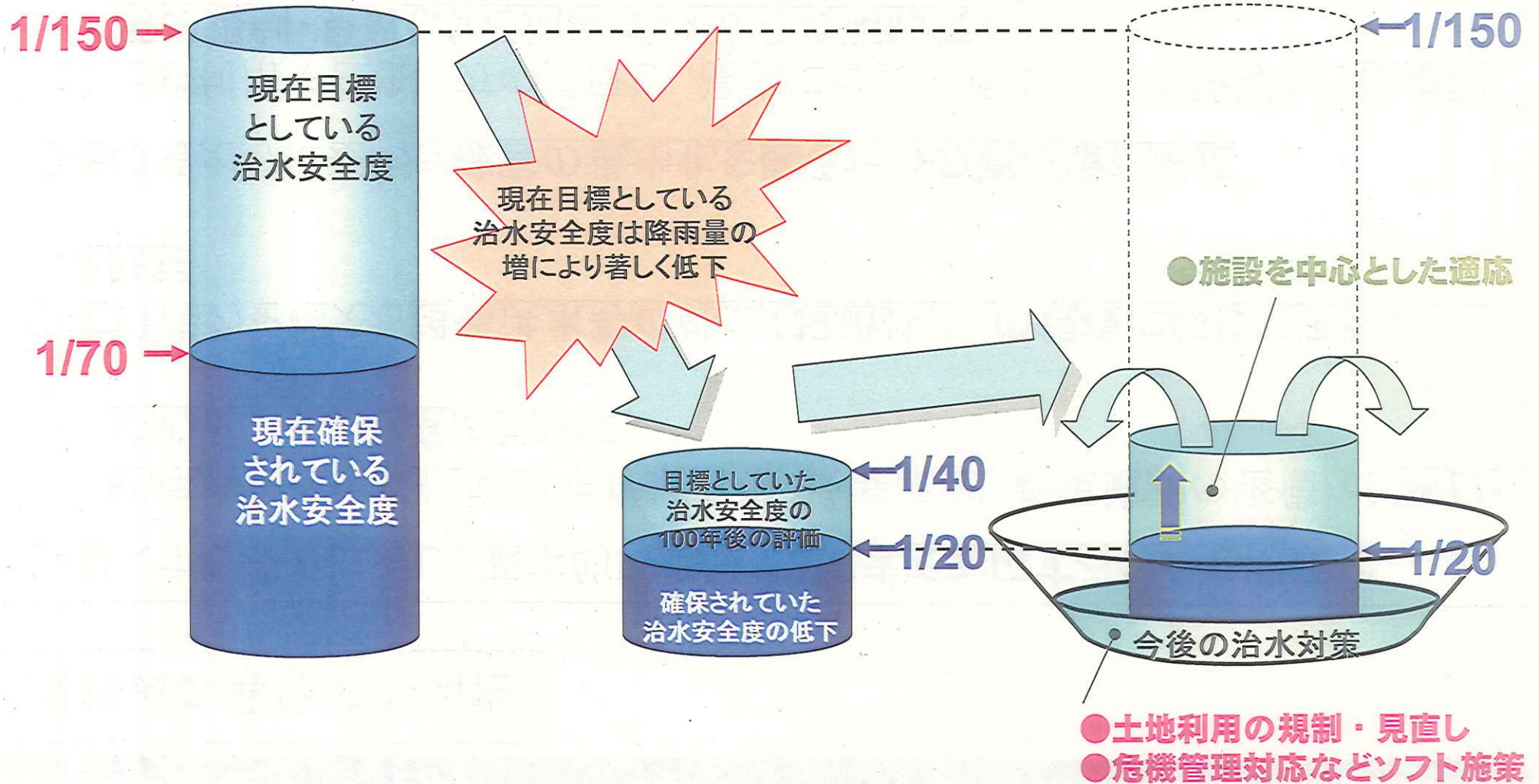
1) 土地利用や住まい方の見直し、浸水につよい街づくりへの誘導など土地利用の規制・見直しなど地域づくりからの適応策

2) 災害時の広域的な支援体制や新たなシナリオに基づく避難、救援・救助、復旧・復興の活動の検討などの危機管理対応を中心とした適応策

# 施設整備による適応の限界

赤字:現在の治水安全度

青字:将来の治水安全度

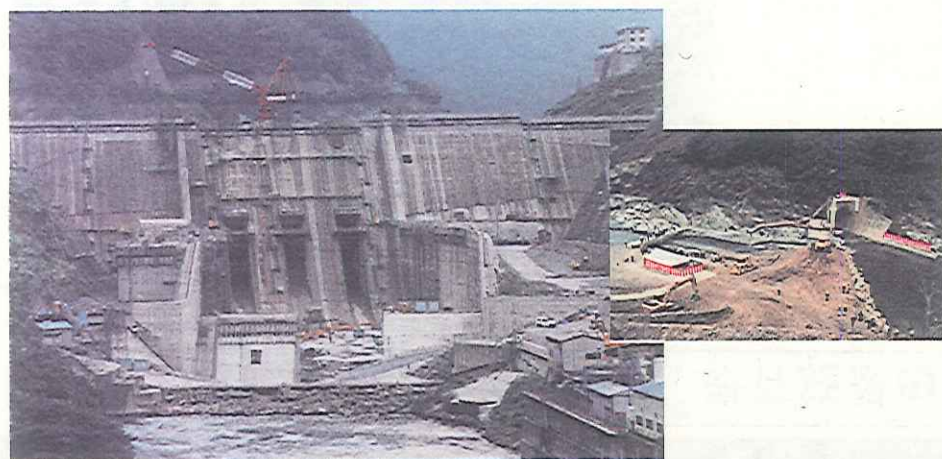


新たな堤防整備や河道の拡幅・洪水調節ダムの建設など新規施設の整備と施設の徹底活用

### 新規施設の整備



河道の整備



洪水調節施設の整備(ダム)

### 既存施設の有効活用・長寿命化 (既設ダムの堆砂除去)



例)横山ダム

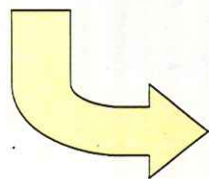
施設の信頼性の向上、既存施設の有効活用・多目的利用・長寿命化を図る

### 施設の信頼性の向上（海岸施設の例）

対策前



コンクリートの劣化等老朽化が進んだ護岸

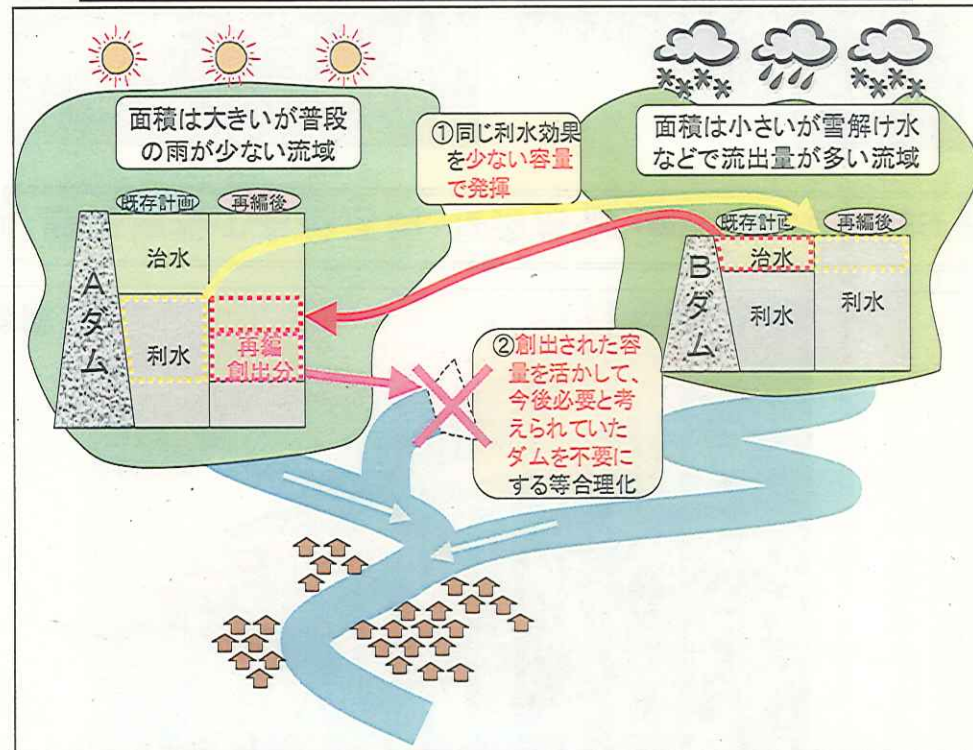


対策後



前腹付けによる老朽化対策後の護岸

### 既存施設の有効活用（ダム群の再編）



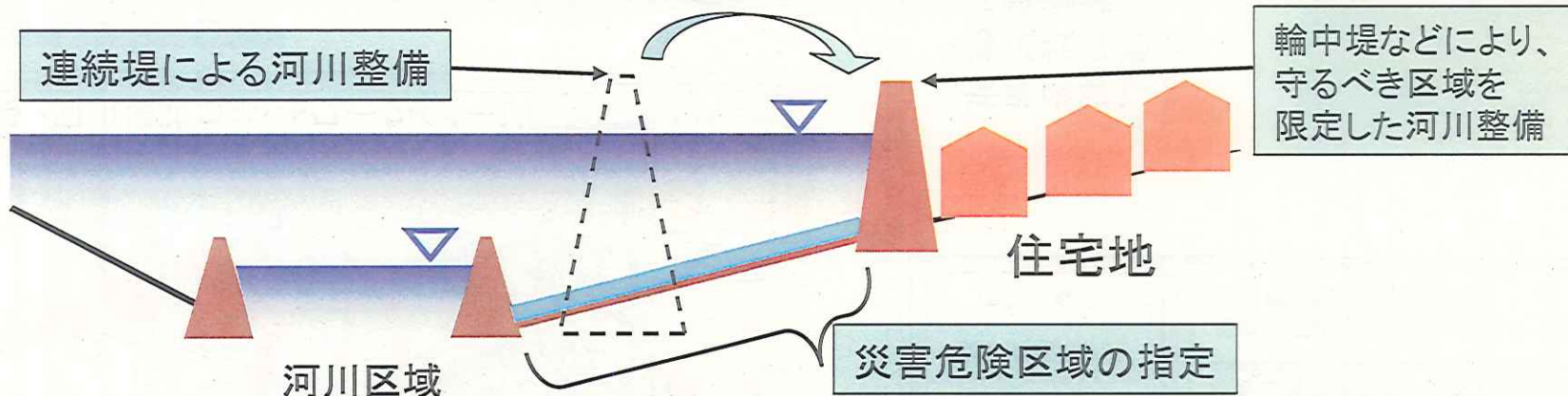
#### ダム群の再編

- 既存ダムの利水容量の治水への活用
- 既存ダム・新設ダムをあわせた容量振り替え

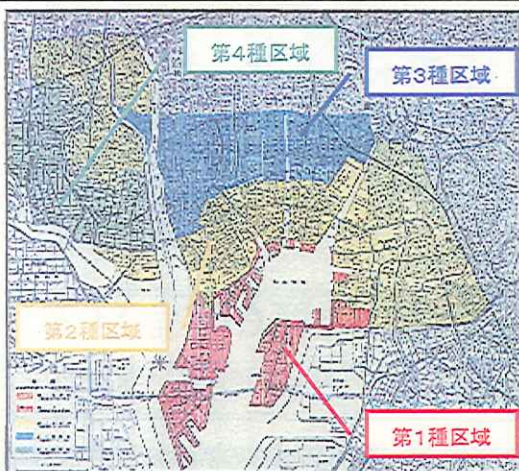
洪水調節効果を高め、治水安全度を向上させる

施設による対応のレベルを越える大きな洪水に対して、浸水を許容する土地利用や地域づくりで対応

### 被害を最小化する土地利用や住まい方への転換



### 災害危険区域の指定による土地利用規制



名古屋市臨海部防災区域図

### 条例による制限の具体例(名古屋市)

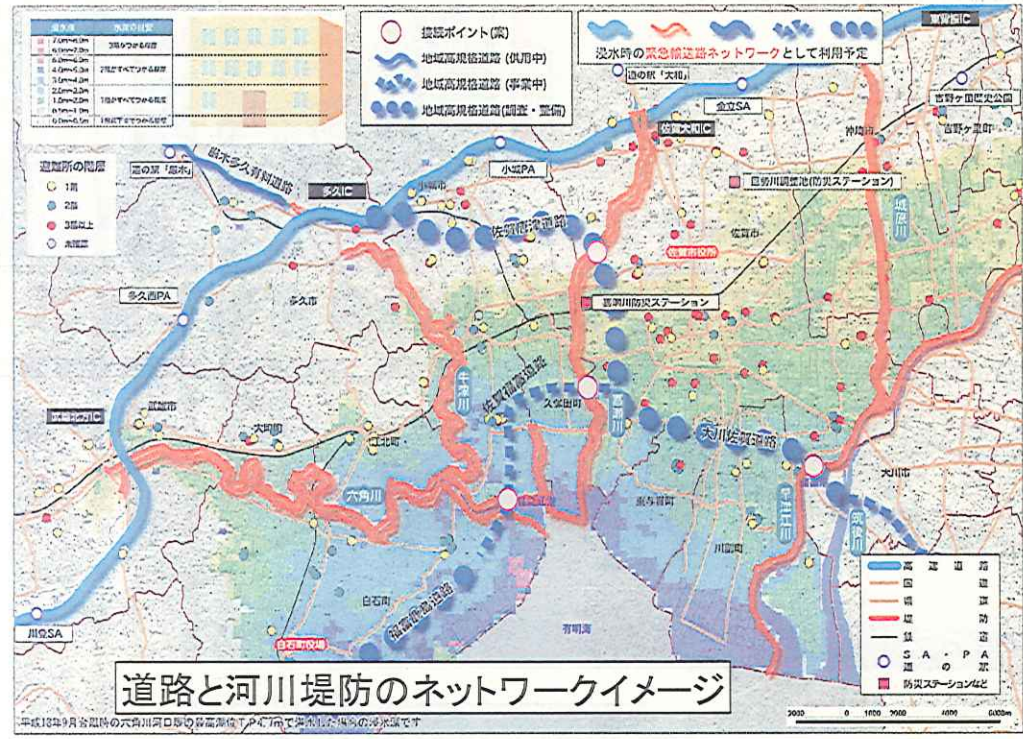
種別	1階の床の高さ	構造制限	図解	説明
第1種区域	N・P(+) 4m以上	木造禁止		*建築物の建築禁止 範囲…海岸線・河岸線から50m以内で市長が指定する区域 制限…居住室を有する建築物、病院及び児童福祉施設等の建築禁止 木造以外の構造で、居住室等の床の高さをN・P(+) 3.5m以上としたものについては建築可能
第2種区域	N・P(+) 1m以上	2階以上に居室設置 緩和…延べ面積が100㎡以内のものは遊樂室、避難設備の設置による代替可		*公共建築物の制限 (第2種～第4種区域) 範囲…学校、病院、集会場、官公署、児童福祉施設等その他これらに類する公共建築物 制限…1階の床の高さN・P(+) 2mかつN・P(+) 3.5m以上の居室設置
第3種区域	N・P(+) 1m以上			
第4種区域	N・P(+) 1m以上	2階以上に居室設置		

### 浸水に強いまちづくりへの転換

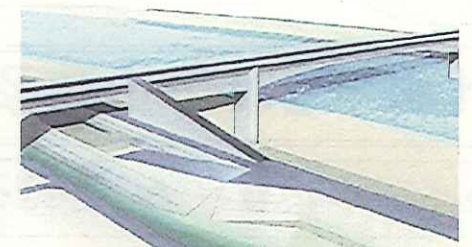


○洪水時に被害がないようピロティ構造を採用

### 堤防・緊急用河川敷道路や高架道路等と広域防災拠点等との連携による広域防災ネットワークの構築



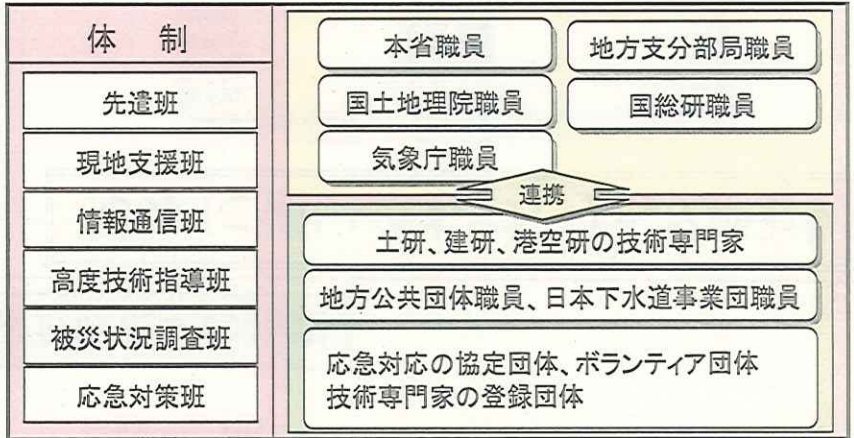
H2.7洪水 R34の冠水状況



道路と河川堤防の接続イメージ

### インフラの早期復旧を図る初動対応の強化とそのための体制充実

#### 《緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)》



- [活動内容]
- ・被災状況調査
  - ・応急対策
  - ・災害危険度予測
  - ・対策の企画立案
  - ・高度な技術指導
  - ・復旧工事支援 等



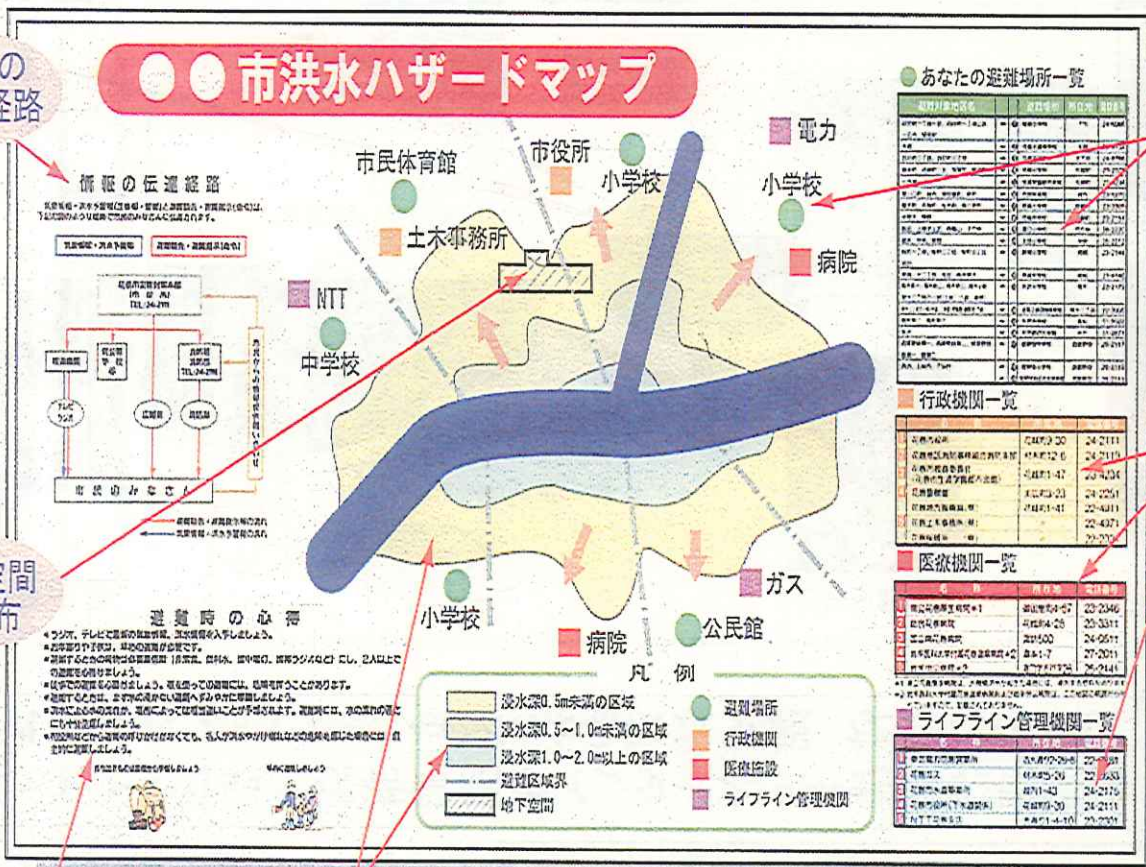


### 水害危険度に関する事前情報の共有

ハザードマップや市街地内に過去の災害時の水位を明示するなどの取組みを実施

情報の伝達経路

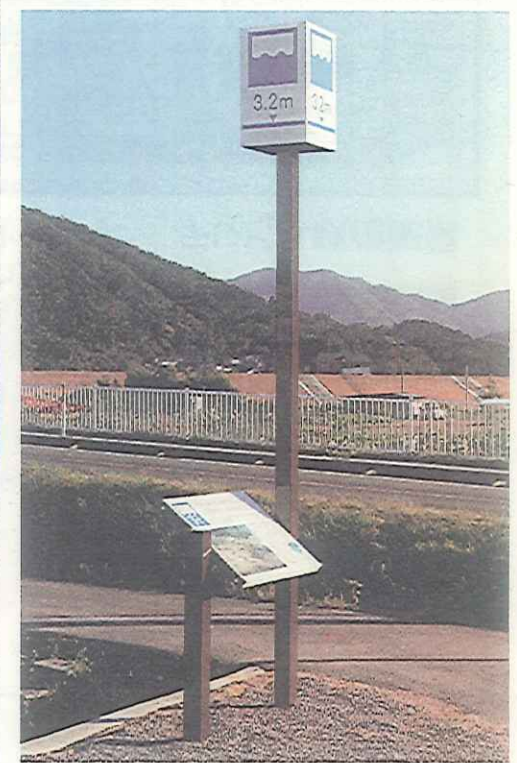
#### 市洪水ハザードマップ



地下空間の分布

避難先の位置・名称

連絡先  
・行政機関  
・医療機関  
・ライフライン管理機関



兵庫県豊岡市



すべての人に分かりやすい標示

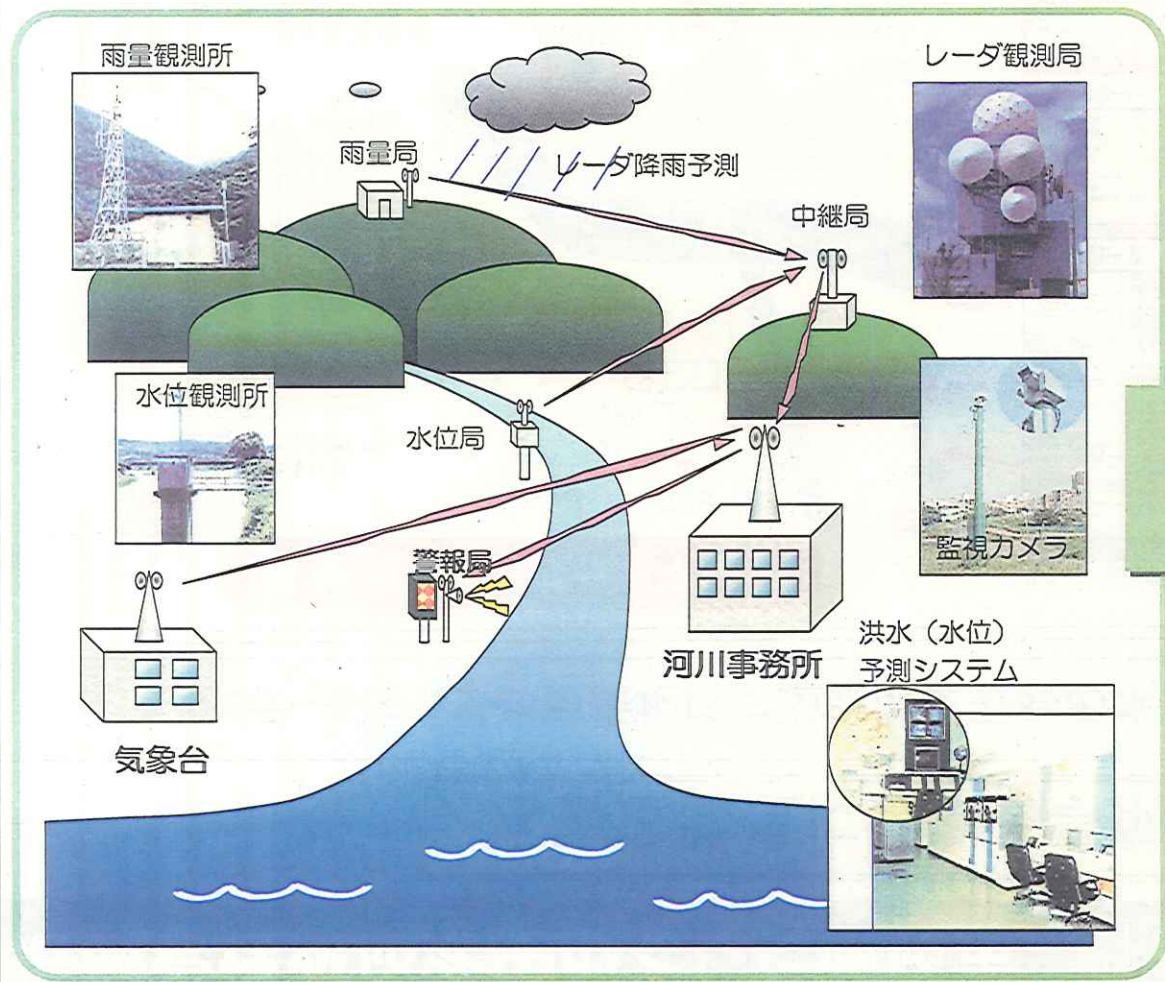
避難時の心得  
・持ち物

浸水想定区域  
・浸水深の明示

ハザードマップ作成のイメージ

### リアルタイム情報の共有

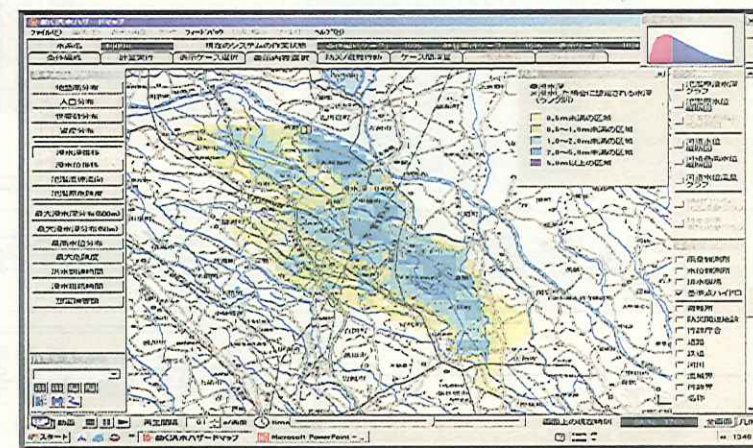
- ・雨量や水位情報の携帯電話やインターネット・地域の防災無線などによるリアルタイム情報の提供
- ・リアルタイムシミュレーションによる洪水予報 などに取り組む



携帯電話やパソコンによる情報提供



テレビへ映像配信



リアルタイムシミュレーションによるはん濫水予報

# 今後予想される気候変動による国際的な課題

7. アジア・太平洋水  
サミットからG8へ

## 干ばつ地域の拡大



【アフリカ サヘル地域】

## 砂漠化の拡大



【中国 内モンゴル自治区 ホルチン沙漠】

## 山岳氷河と積雪の減少による利用可能水量の減少



【アラスカ ミューア氷河】

## サンゴ礁の白化・死滅

1996年12月



2004年12月



【モルディブ】

## 氷河湖の決壊による洪水の発生



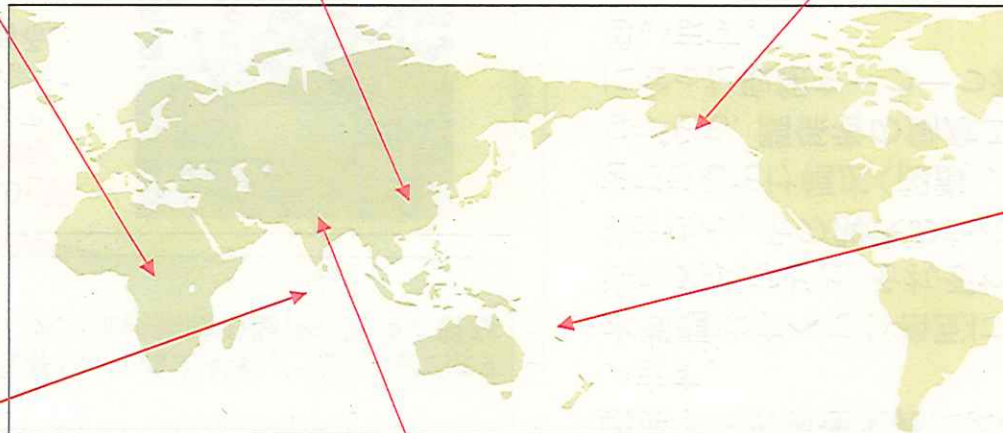
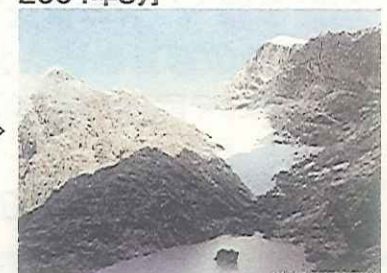
【ヒマラヤ(ネパール) イムジャ・チョー氷河湖】

1978年5月



【ヒマラヤ(ネパール) AX010氷河】

2004年8月



## 海面上昇による浸水地域の拡大

(浸水前)



(浸水後)



【ツバル フナフチ島】