

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

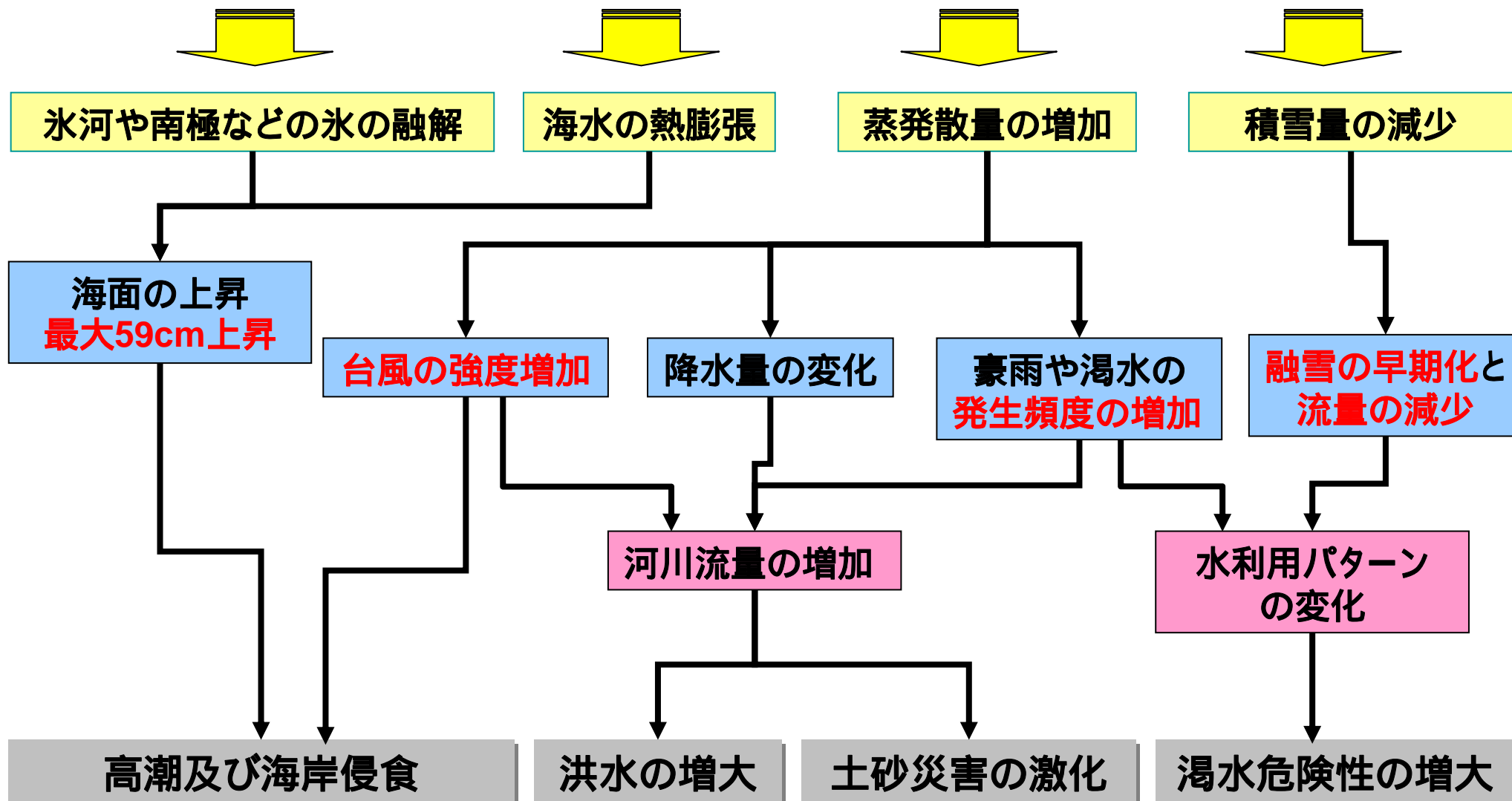
平成20年2月25日

国土交通省

地球温暖化が水分野もたらす脅威

1. 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



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

1. 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** 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（2.4~6.4）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

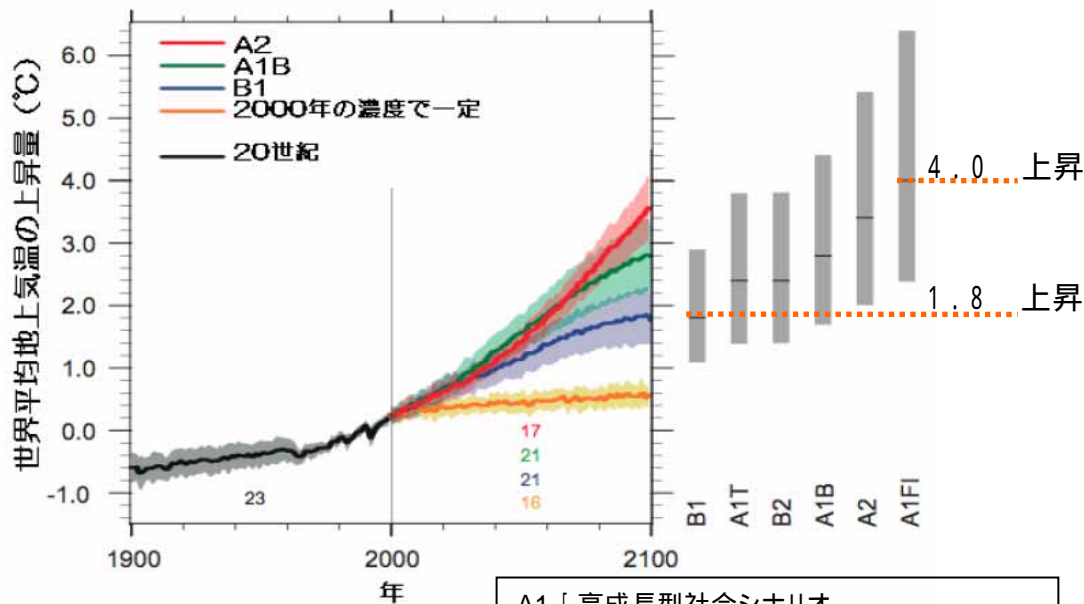
- ・ **適応策と緩和策のどちらも、その一方だけではすべての気候変化の影響を防ぐことができないが、両者は互いに補完しあい、気候変化のリスクを大きく低減することが可能**である。
- ・ 短期的および長期的に起こるであろう温暖化による影響に対処するために適応策が必要である。
- ・ 気候変化への緩和策がとられなければ、長期的に見て、自然システムおよび人間システムの適応能力を超える可能性が高い。
- ・ 緩和策により、多くの影響は減少、遅延、回避することができる。

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

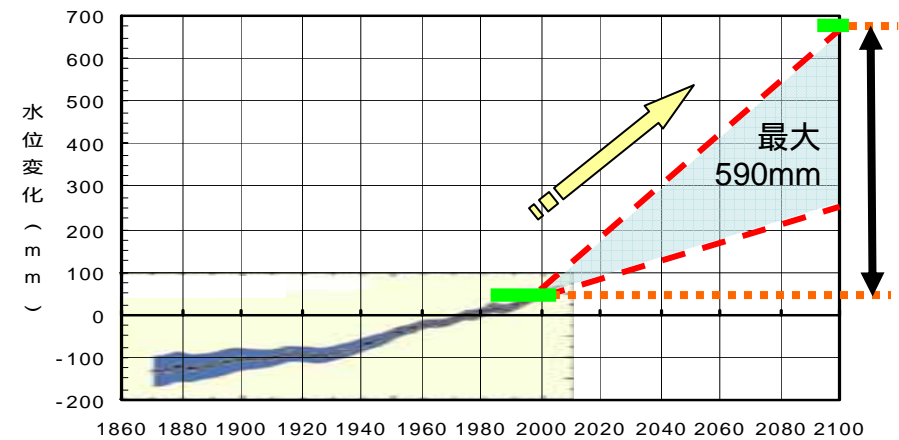
- ・今後20年間に**10年あたり約0.2** の割合で気温が上昇することが予測されている
- ・100年後には、地球の**平均気温は1.8～4.0** の上昇が予測される
- ・100年後には、地球の**平均海面水位は18～59cm**の上昇が予測される
- ・温室効果ガスの排出が抑制されたとしても、**温暖化や海面上昇は数世紀にわたって続く**

・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」

・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 (1.1 ~ 2.9)	約 4.0 (2.4 ~ 6.4)
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

(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

海面上昇に伴う影響：

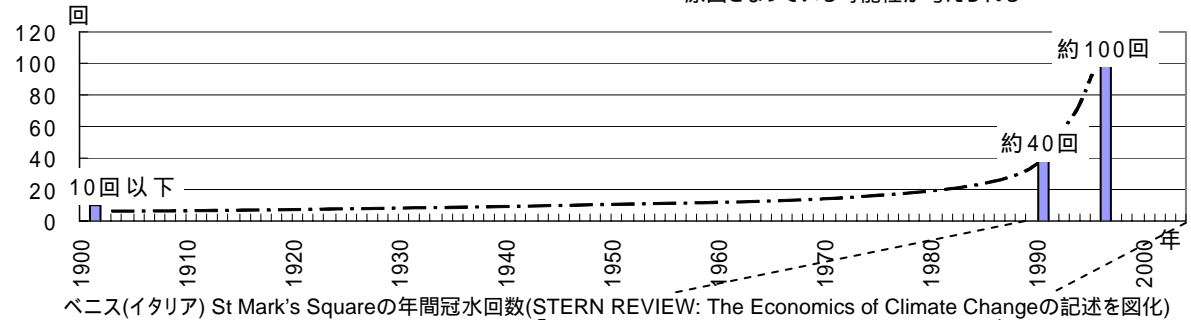
ゼロメートル地帯の拡大、高潮による浸水リスクの増大

2. 海面上昇による影響

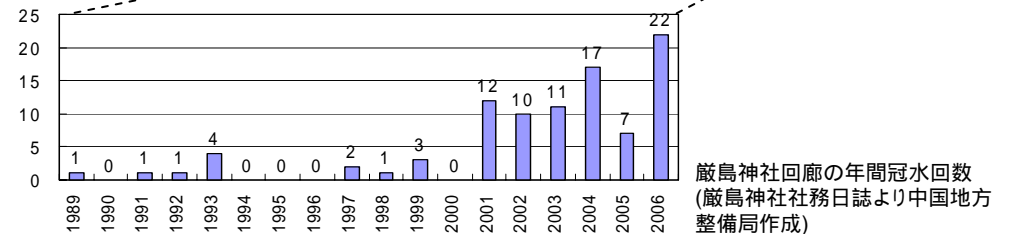
高潮による浸水リスクの増大

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



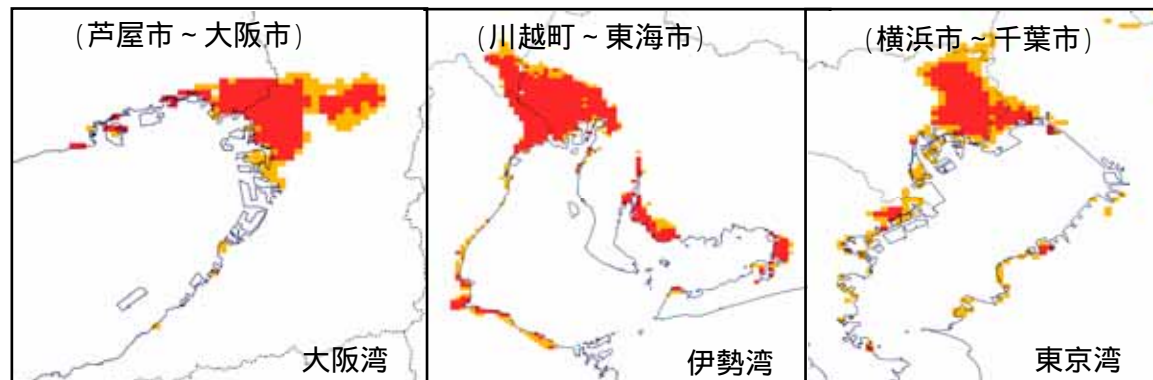
厳島神社回廊の冠水回数は、1990年代は年間5回以下であったが、2000年代には年間10回程度、また**2006年には年間22回**も発生しており、なお冠水回数は増加傾向にある。



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

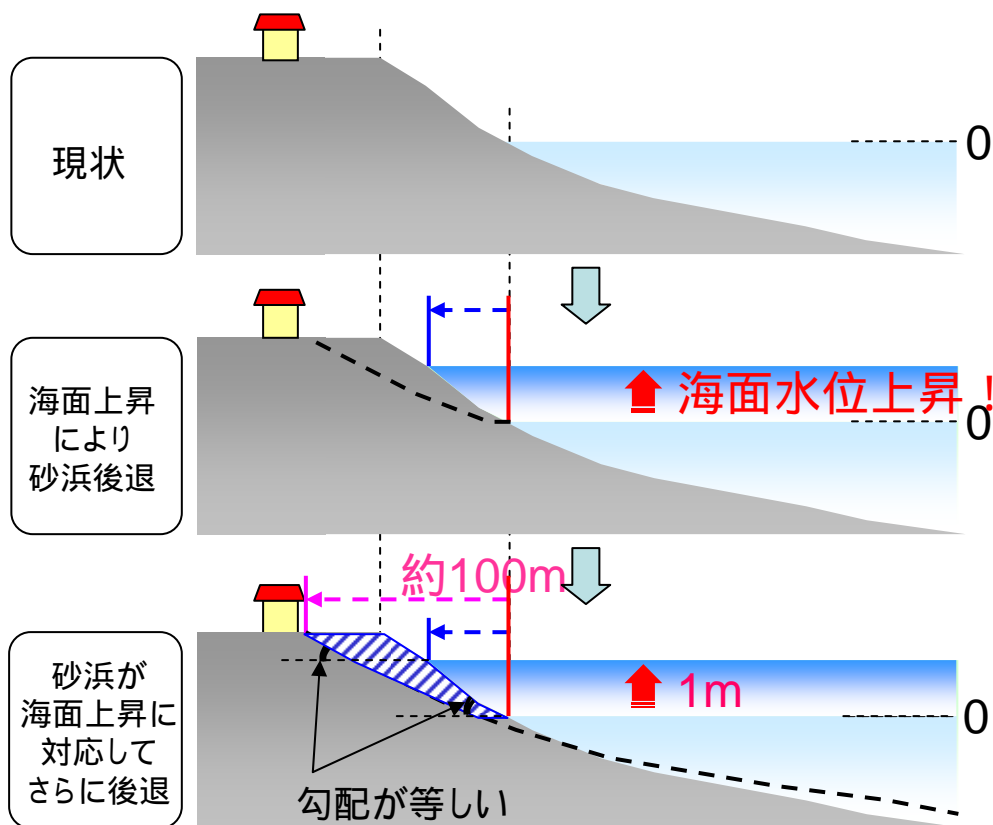
	現状	海面上昇後	倍率
面積(km ²)	577	879	1.5
人口(万人)	404	593	1.5



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%増分として計算

海面上昇に伴う影響：砂浜の後退・消失

2. 海面上昇による影響



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



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)

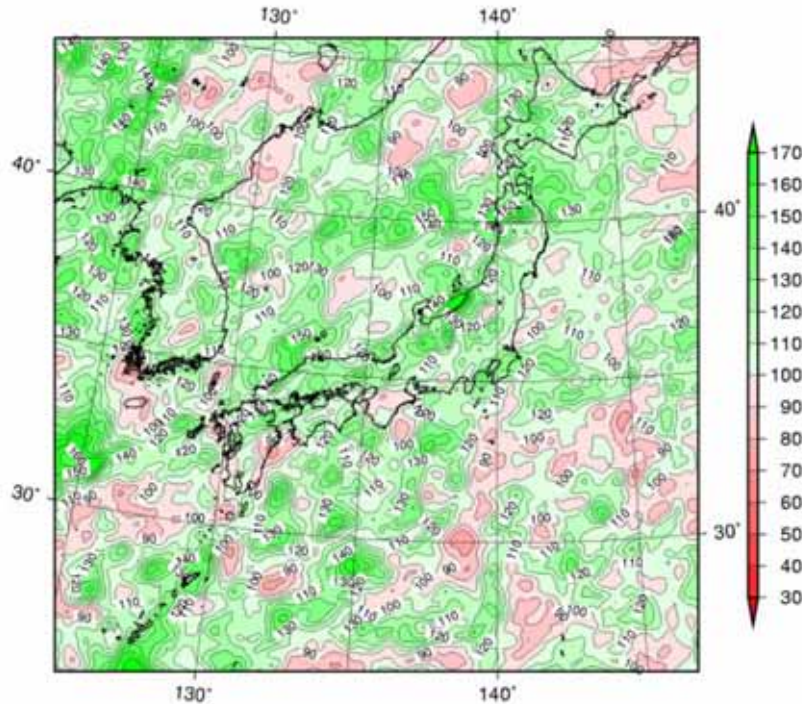
(出典)：全国地球温暖化防止活動推進センター

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

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

最大日降水量が増大

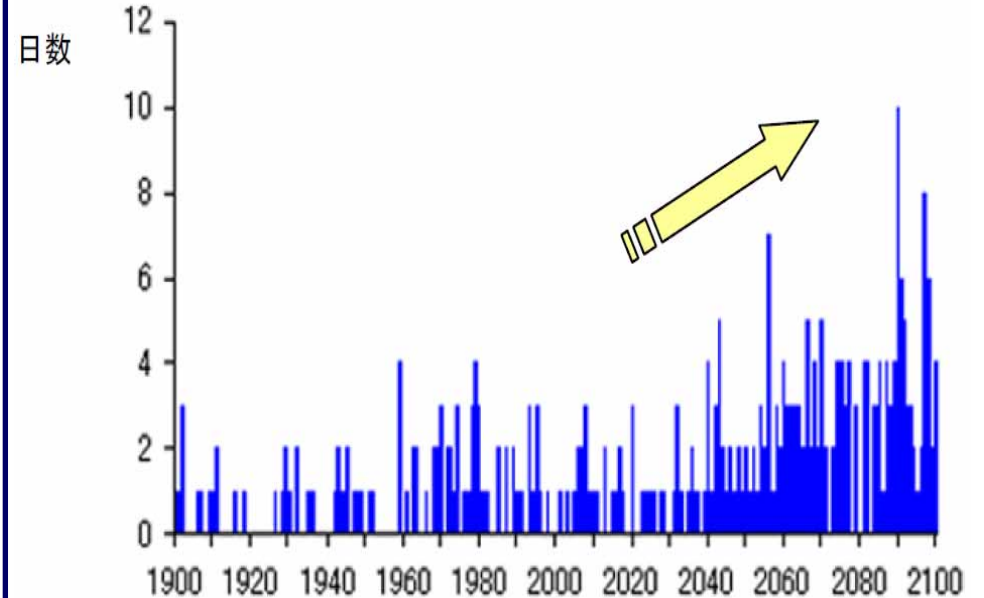
最大日降水量変化率(%)
(2081～2100年平均値) / (1981～2000年平均値)



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)

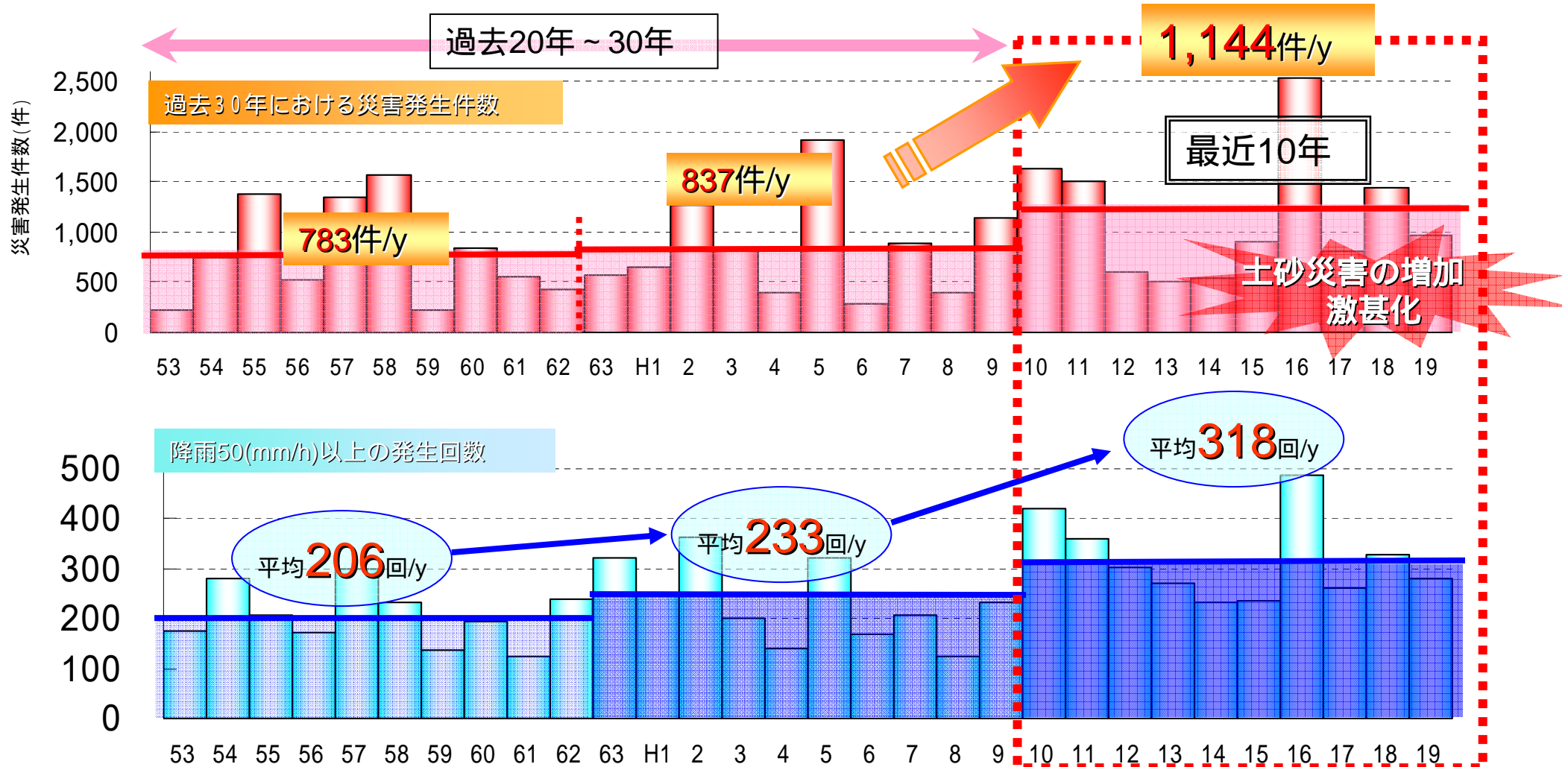


(出典)平成16年9月16日の東京大学など合同研究チームによる報道発表より

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

豪雨の激化：土砂災害発生件数の増加

3. 豪雨による影響



過去30年間の災害発生件数の平均は921件/年。気候変動の激化に伴い、土砂災害も増加・激甚化の傾向。今後もIPCC報告の通り、温暖化が進行すれば、土砂災害が増加・激甚化することが予想。

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change):気候変動に関する政府間パネル

(H4-7の雲仙普賢岳による火砕流を除く。S53～57の土石流、地すべりの件数は推計値:砂防部保全課調べ)

豪雨の激化：洪水と一体となって流出する土砂量の増加

3. 豪雨
による影響

- ・多量な土砂を含む氾濫水により、**壊滅的な被害**が発生
- ・土砂流出の増加により、**河床の安定性が低下**し、破堤等による**氾濫が増加**

円山川(右岸13.2k付近)
平成16年台風23号



姫川(平岩地先)
平成7年7月梅雨前線



気候変動による変化

誘因の変化

降雨量の変化(時間的、空間的)
**短時間雨量(集中豪雨)の増加、
連続的な降雨における総雨量の増加**

素因の変化

表層の風化状況の変化
山地斜面の植生の変化
土砂災害の頻度・規模に影響する
変化に関して現時点では不明確

土砂災害に対して想定される影響

発生頻度の増加

降雨量増大により土砂災害
危険箇所等における**崩壊発生
分布域が拡大、危険箇所以外
での土砂災害の発生**

発生タイミングの変化

降雨の降り始めからの
崩壊発生時刻が短縮化

発生規模の増大

深層崩壊の発生頻度
増加等による**崩壊土砂
量の増大、土石流等の
到達範囲が拡大**

土砂災害の変化が社会に及ぼす影響

同時多発的な
土砂災害の増加

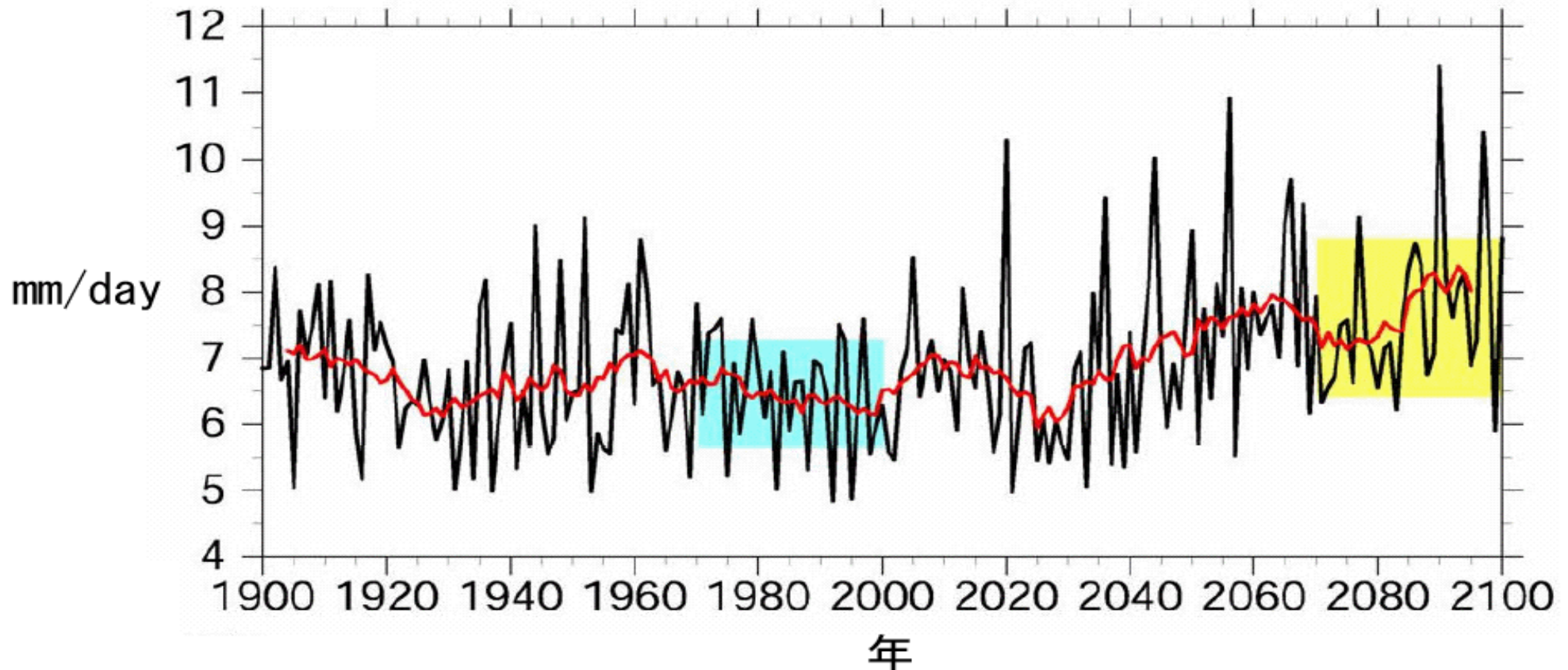
避難までの
リードタイムの短縮化

深層崩壊に起因する大規模な
土砂災害の発生頻度の増加

**土砂災害による直接的な被害の増加
土砂流出が下流のダムや河道、海岸に与える影響の増大及び長期化**

- ・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



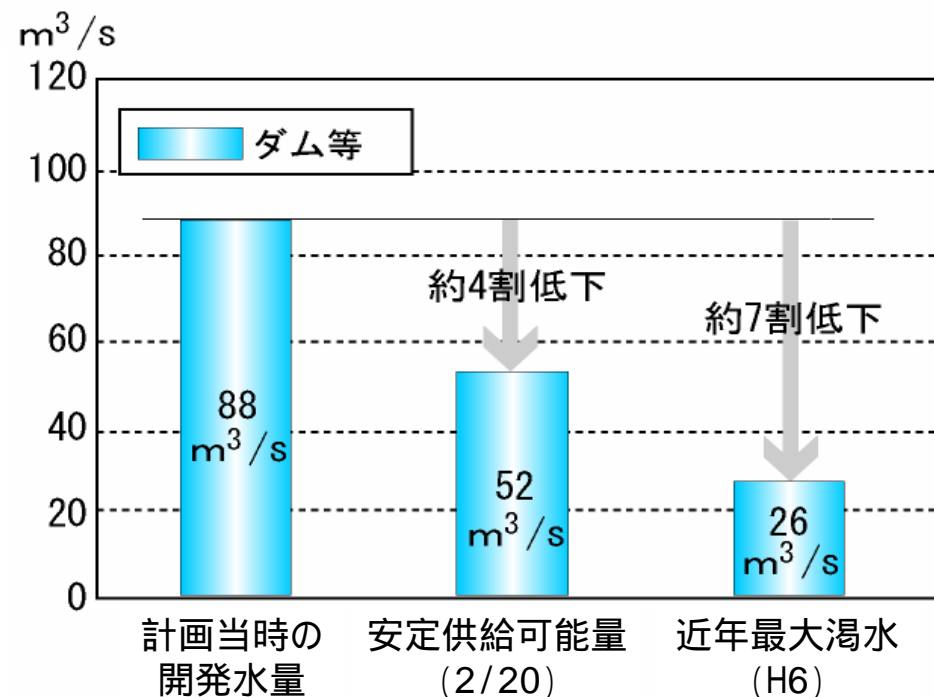
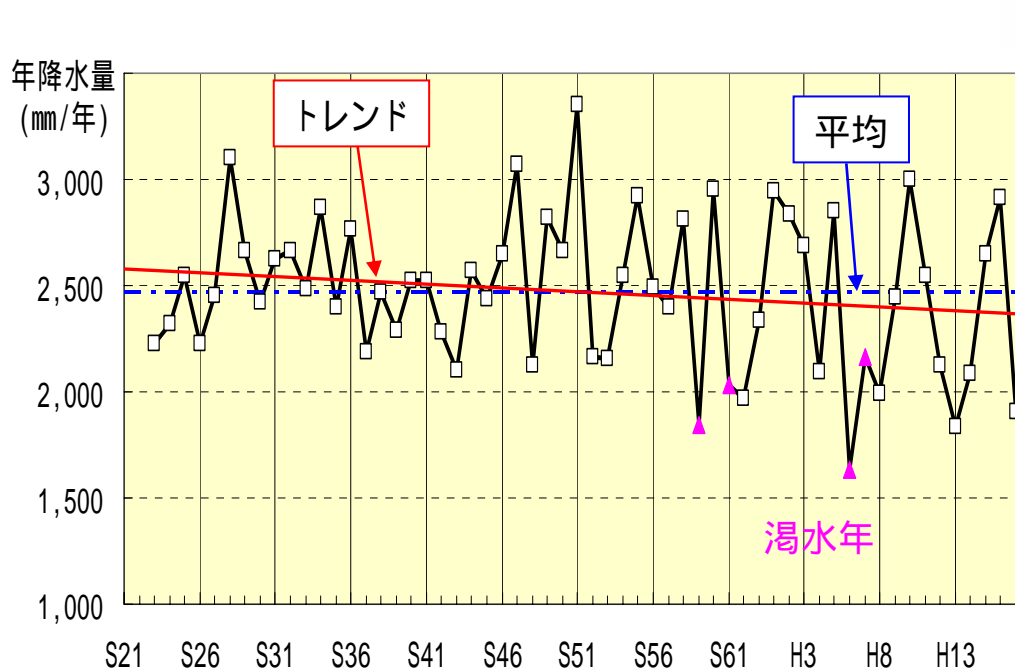
ダム等が計画された昭和20～40年代に比べて、**近年は少雨傾向で年間降水量の変動幅も大きい**

これにより、ダムからの安定供給可能量は低下

【木曽川水系の例】

近年（昭和54年～平成10年）：**計画当時に比べて約4割低下**

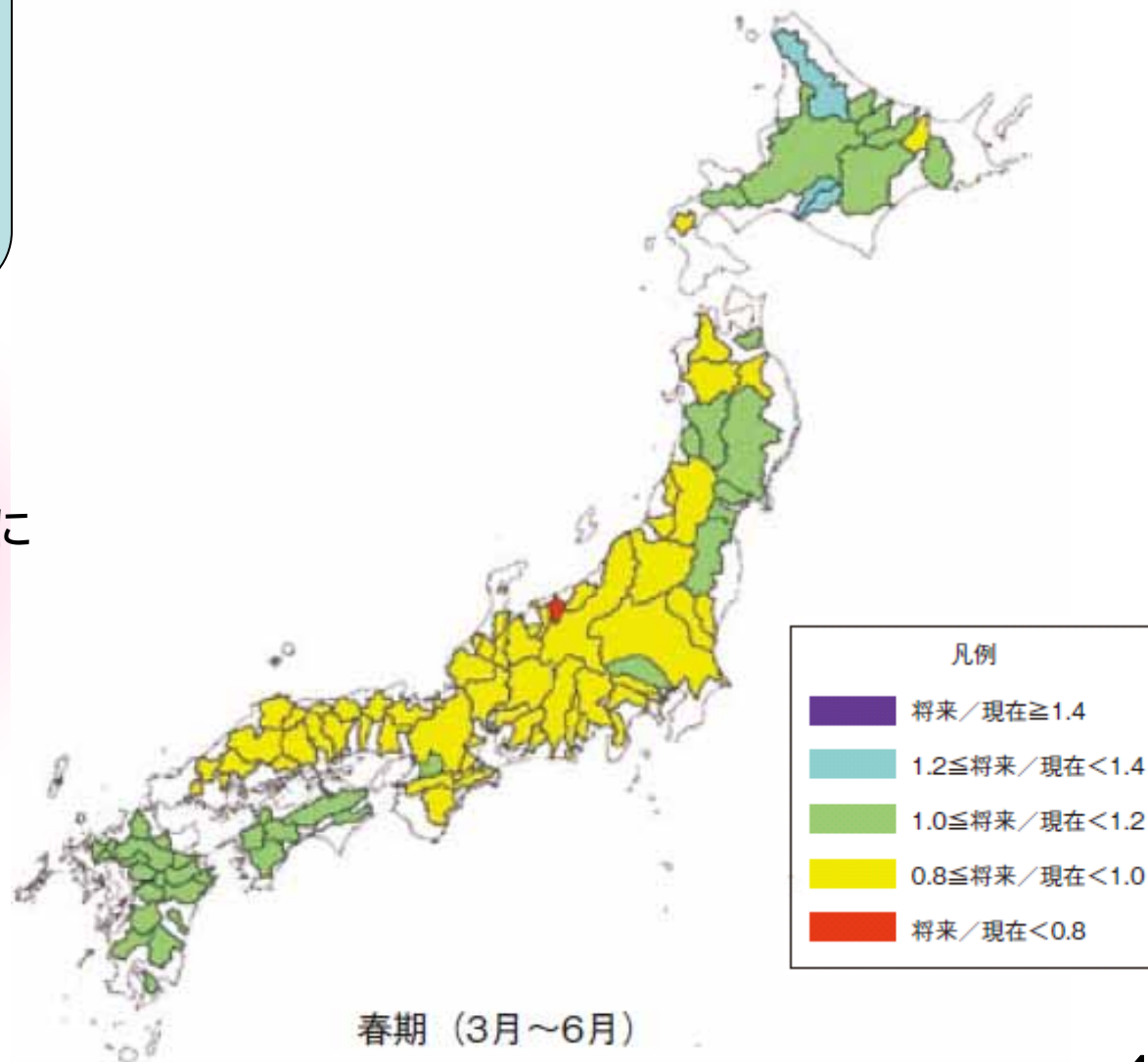
近年最大渇水（平成6年）：**計画当時に比べて約7割低下**



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

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

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

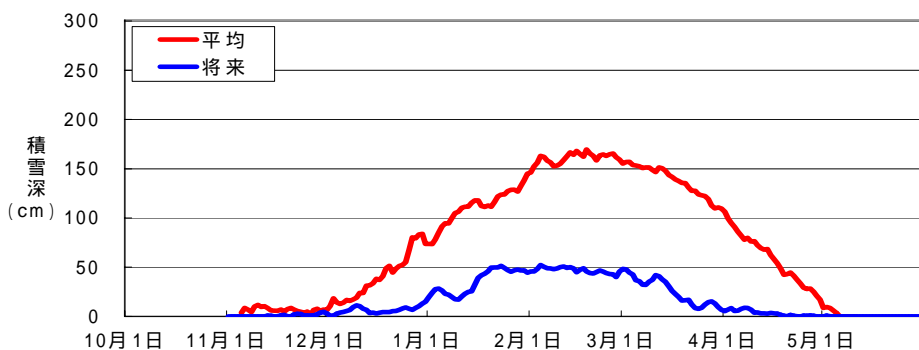


渇水の頻発・深刻化：地球温暖化による河川流量の変化

4. 渇水
による影響

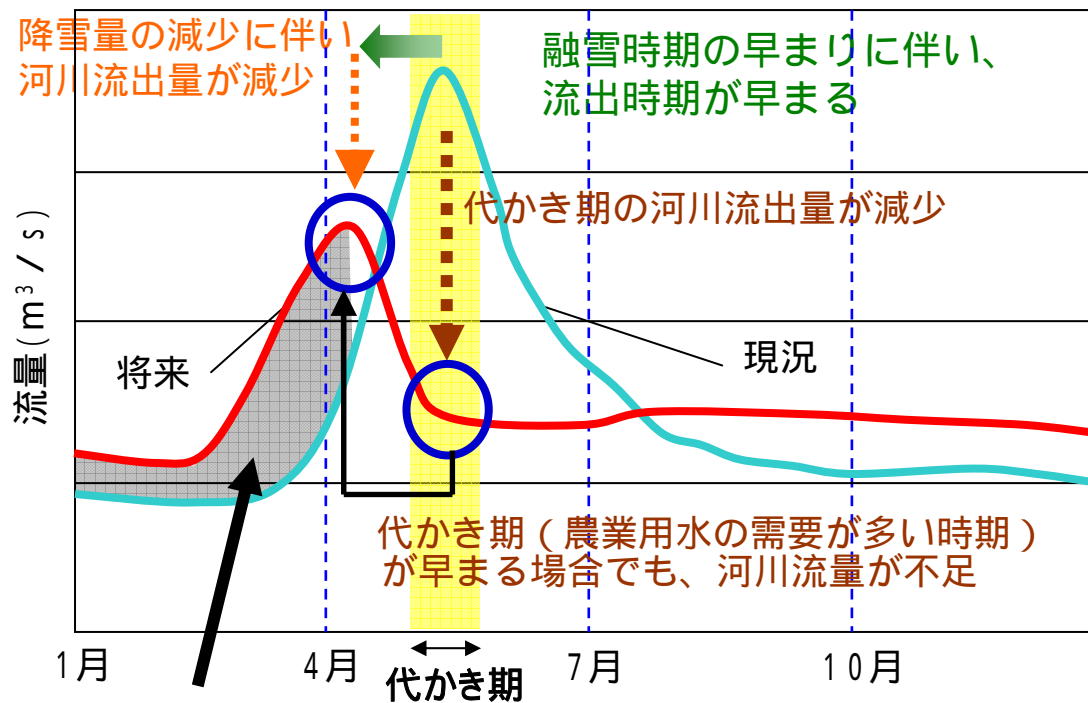
利根川上流域では、
積雪深が大幅に減少する可能性
これに伴い、融雪時期や春先の
流出量の減少を生じる

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

温暖化に伴い、
融雪時期の早まり、降雪量の減少
により、**河川の流出の形態が変化し、**
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

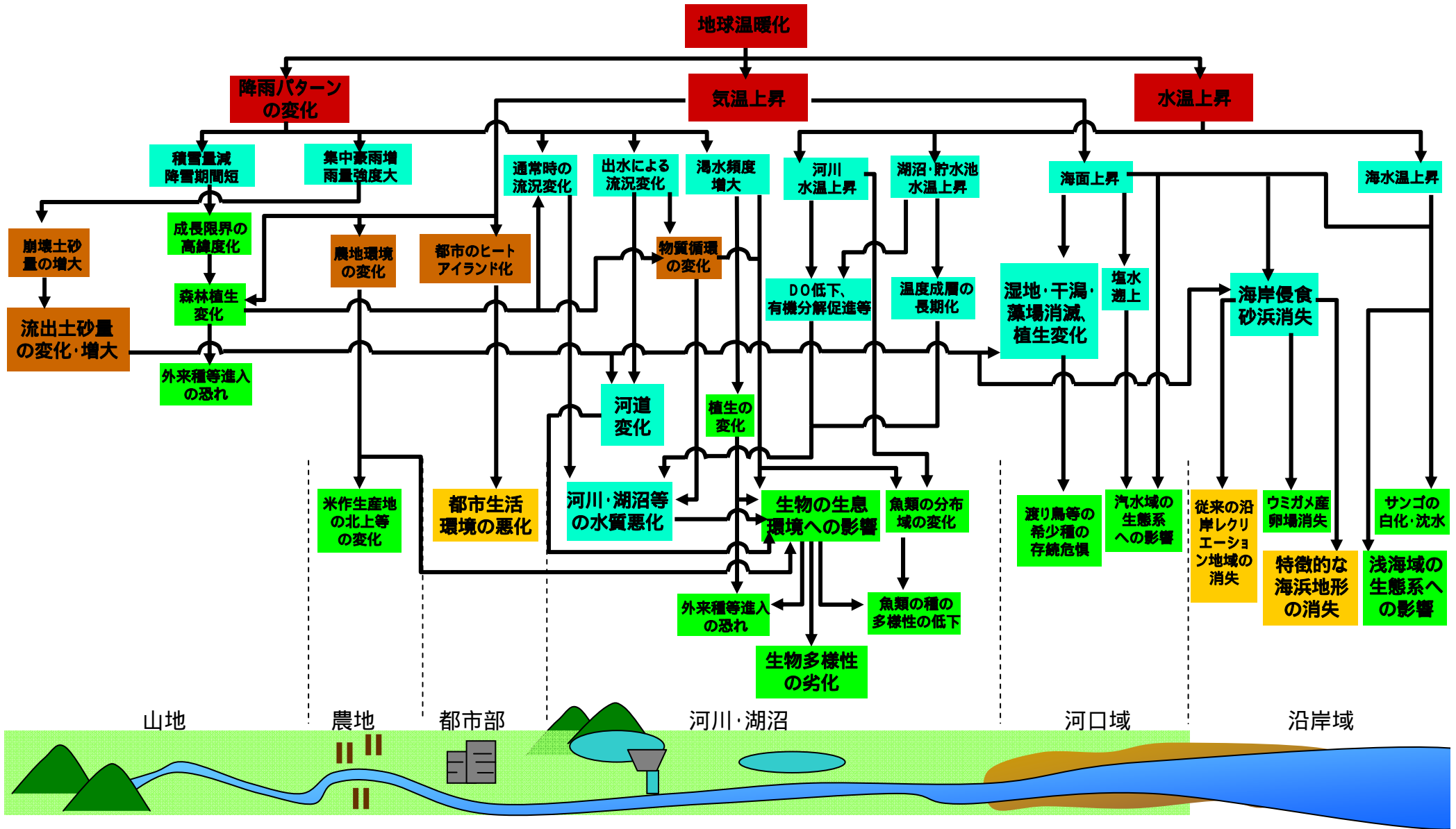


無効放流の発生！

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

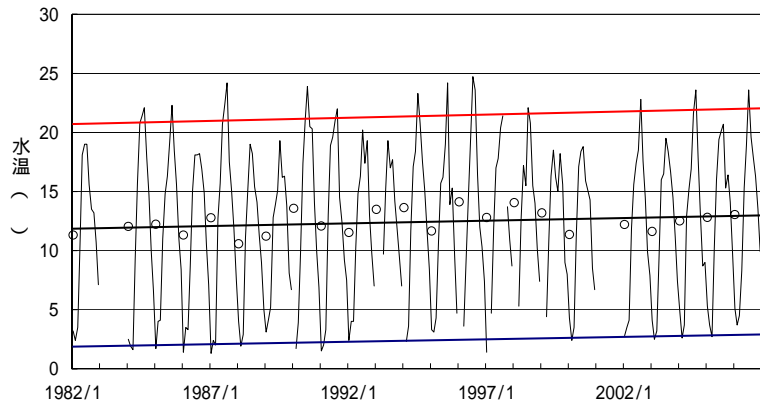
地球温暖化に伴う河川環境・流域環境への影響 イメージ

5. 河川環境・流域環境への影響



「地球温暖化、(独)国立環境研究所; <http://www.nies.go.jp/escience/ondanka/ondanka01/index.html>.」 「地球温暖化と日本(自然・人への影響予測), 原沢英夫・西岡秀三編著; 古今書院, 2003.」 「地球温暖化を考慮した水環境管理, 花木啓祐; 水環境学会誌, Vol.29, No.2, pp57-61, 2006.」 「気候変動等によるリスクを踏まえた総合的な水資源管理のあり方研究会」(第4回会合) 資料2, 「第3回 気候変動に適応した治水対策検討小委員会」資料5, 「ニュートン2007年8月号, (株)ニュートンプレス」 「地球温暖化の日本への影響1996, 環境庁地球温暖化問題検討委員会 1997.4」を参考に河川局作成。

二瀬ダム(荒川水系荒川)



— 月平均水温
○ 年平均水温
— 線形(年平均水温)
— 線形(年最高水温)
— 線形(年最低水温)

国土交通省データによる。データ観測は古くは連続観測がなされていない。これらの図における観測は月毎のデータであり、観測時間は月によって異なる。



流域への影響(山地環境)²⁾

- ・ 温暖化に伴い樹種の分布が垂直・水平方向に移動するものの、その移動速度が温暖化の速度に対応できずに消滅する樹種が生じる。

河川への影響(淡水生態系)²⁾

- ・ 淡水生態系に気候変化が与える影響ではまず河川や湖沼の魚類への水温の影響がある。オシロコマ、イワナなどの冷水魚の分布域は大幅に減少することが懸念される。
- ・ 魚の減少と魚の群集の種の組成が変化することによって、魚の餌になっている水生昆虫の群集が変化し、さらに付着性藻類の群集の変化までを引き起こす可能性がある。

河川・湖沼への影響(水質)

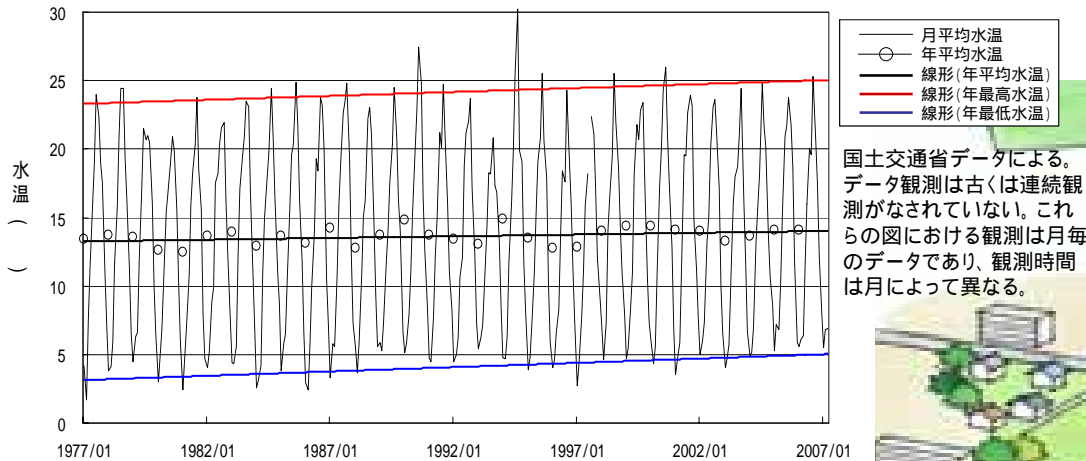
- ・ 気温が上昇すると河川水中のBODの上昇、容存酸素濃度の低下、大腸菌数の増加が起こり、水質が悪化する。¹⁾
- ・ 気候変化は湖の中で形成される温度成層へ影響を与え、また植物プランクトンの活動にも影響する。²⁾

流域への影響(農業)

- ・ 一般に温暖化により、比較的高緯度地域では生産量の増加が、低緯度地域では高温による生育障害が起こるだろう。²⁾

1) 地球温暖化と陸水環境の変化 - とくに河川の水文特性への影響を中心に -、森和紀、2000、陸水学雑誌 61、51 - 58
 2) 地球温暖化と日本(自然・人への影響予測)、原沢英夫・西岡秀三編著、2003、古今書院
 3) IPCC第4次評価報告書 統合報告書 政策決定者向け要約、2007
 4) 地球温暖化を考慮した水環境管理、花木啓祐、水環境学会誌、Vol.29, No.2, pp57-61, 2006
 5) 地球温暖化による都市環境の影響評価及び対策に関する研究、松尾友矩 ほか、1990 - 1993

木曾川水系木曾川(木曾川橋)



流域への影響(都市)

- ・ 熱波等による疾病等が増加する。³⁾
- ・ 平均気温が上昇すると、水温の上昇、流域の積雪量の減少、及び蒸発量の増加が生じ、水道水源の水質や水量に影響を及ぼす⁵⁾

河川への影響(湿地生態系)

- ・ 気候変動に伴う気象・水環境の変化によって、不可逆的な湿地生態系の変動が予想される。とくに、湿地植生変化に伴って、湿地植生に依存して生活している渡り鳥等の希少な野生生物種の存続が危惧される。²⁾

沿岸域への影響

- ・ 気候変化によって水質汚濁による貧酸素水塊の形成が促進されるであろう。塩分濃度が海水と淡水の間にある汽水域の生態系は大きな影響を与える可能性がある。²⁾
- ・ 海面水温の1~3 の上昇は、サンゴによる熱適応力や気候適応力がなければ、頻繁なサンゴの白化や広範囲な死滅という結果になると予想されている。³⁾

河川への影響(河口域)

- ・ 河川の感潮域では、海面上昇が影響を与える。人間の利用への影響という点では塩水の遡上による取水への影響が生じる。⁴⁾

1) 地球温暖化と陸水環境の変化 - とくに河川の水文特性への影響を中心に -、森和紀、2000、陸水学雑誌 61、51 - 58
 2) 地球温暖化と日本(自然・人への影響予測)、原沢英夫・西岡秀三編著、2003、古今書院
 3) IPCC第4次評価報告書 統合報告書 政策決定者向け要約、2007
 4) 地球温暖化を考慮した水環境管理、花木啓祐、水環境学会誌、Vol.29, No.2, pp57-61, 2006
 5) 地球温暖化による都市環境の影響評価及び対策に関する研究、松尾 友矩 ほか、1990 - 1993

気候変動に伴うリスクを低減させるためには、**緩和策**と**適応策**を組み合わせ
対応することが重要

地球温暖化による気候変動への対応（水分野）

緩和策

CO₂の固定

緑化

- 多自然川づくり
- 水辺の保全・再生
- グリーンベルト(砂防)

CO₂の排出を抑制する対策

省エネルギー

- コンクリート使用を抑制した工法への転換
- ポンプ稼働に伴うCO₂排出の抑制
- 小水力発電

適応策

水資源

- 貯水池等の建設による水供給量の増加
- 既存施設の有効活用
- 水利用の効率化

水災害

- 堤防や防波堤、砂防関連施設の整備
- 洪水調整施設整備、容量の再配分
- 堤防等の信頼性向上
- 既存施設の有効活用・長寿命化
- 輪中堤・二線堤
- 住まい方の見直し
- 河川情報等の提供

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

CO₂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**

- 1992 地球サミット、気候変動枠組条約
- 1997 COP3、京都議定書
- 2001 米国の離脱、マラケシュ合意(京都議定書の手続き)

- 2003 ヨーロッパの熱波
- 2005 京都議定書発効、ヨーロッパのCO2市場開設
ハリケーンカトリーナ
- 2006 オーストラリアの干ばつ、各地で災害
- 2007 EU首脳会議(2月)、IPCC第4次報告書、
Cool Earth 50(5月)、ハイリゲンドラムサミット(6月)、
国連総会(9月)、アジア・太平洋水サミット(12月)、
COP13(12月)
- 2008 G8北海道洞爺湖サミット
- 2009 第5回世界水フォーラム

アジア・太平洋水サミットの主な議論

7. アジア・太平洋水サミットからG8へ

「水の安全保障:リーダーシップと責任」という全体テーマもと、「水のインフラと人材育成」、「水関連災害管理」、「発展と生態系のための水」の3つの優先テーマを中心に計10のセッションを開催

2日間にわたる議論をとりまとめ、「別府からのメッセージ」を発表

- ✓水と衛生をアジア・太平洋地域の各国の経済・開発、政治課題における最優先課題とし支援を拡充
- ✓洪水、干ばつ、その他水関連災害の発生を防止、削減し、犠牲者を適時に救援、支援できるように早急に効果的な行動を取る
- ✓気候変動の影響を受けやすい島嶼国における、生命・財産を守る取り組みを早急に支援
- ✓ヒマラヤ山脈における冠雪・氷河の融解や、海面上昇等、一部の国ではすでに気候変動の影響が現れている。水と気候変動の関係を議題に組み入れるよう、バリ会議に提言など

- 気候変動のリスクを軽減するための「**適応策**」について本格的に首脳間で議論
- 「水」に関して厳しい状況にあるアジア・太平洋地域において、首脳級が集まって**水問題の解決が最優先の課題**であるとの共通の認識を再確認



皇太子殿下の記念講演でのご発言(抜粋)

- 水問題は、気候変動との関係でも大きな問題となっています。地球温暖化の結果、海面上昇や異常気象の頻発はもとより、災害の激化や大規模な水不足など、人類の諸活動に様々な悪影響が生じる可能性が危惧されています。近年は、世界的に大雨が増加する一方、干ばつの影響を受ける地域も一部で拡大しており、アジア太平洋地域で頻発する水関連災害による大きな被害に私も心を痛めています。
- 水問題はすべてが相互に関連しています。水供給、衛生、洪水対策などと、それぞれが独立して存在するものではありません。その解決のためには、水が有する多様な性格をできるだけ幅広く認識し、総合的・統合的な観点を持ちながらも、関係者の創意工夫と連携の下で、地域の実情に合った取組を一つ一つ着実に進めていくことが重要かと思えます。

福田総理の挨拶(要約)

- ・アジア・太平洋地域も繁栄の一方で様々な水に関わる問題に直面。世界の水問題の過半がこの地域に集中していることを考えると、事態は深刻
- ・気候変動と思われる水災害が増えているが、今後もさらに影響が大きくなることが予想される。水災害対策は、早急に取り組まねばならない課題
- ・世界が直面する気候変動問題については、「水」を通じて人類に与える影響が大きい
- ・国際的枠組みの構築が急務。来年の北海道・洞爺湖サミットでは、環境・気候変動問題を主要議題として取り上げる予定
- ・アジア太平洋水サミットでの活発な議論はG8サミットに極めて大きな力と知恵



首相官邸H.P.より