

# **地球温暖化の影響・適応 情報資料集**

**2009年2月**

**環境省地球環境局**

# 目次

## I 基礎知識編

1. 地球温暖化とは	4
2. 温暖化は疑う余地がない	6
3. 二酸化炭素の濃度が増え続けている	7
4. 世界各地での影響例(1)極域	8
世界各地での影響例(2)先進国	9
世界各地での影響例(3)途上国	11
5. 将来予測される温暖化の影響	14
6. 気温上昇に伴い影響は大きくなる	16
7. 参考: Stern Reviewの見解	19

## II 日本への影響編

1. 食料(1)農業 (現在の影響)	23
食料(2)農業 (将来の影響)	24
食料(3)水産業 (現在の影響)	25
食料(4)水産業 (将来の影響)	26
2. 水環境・水資源(1)降水量 (現在の影響)	27
水環境・水資源(2)渇水 (現在の影響)	28
水環境・水資源(3)洪水 (現在の影響)	29
水環境・水資源(4)水質悪化 (将来の影響)	30
水環境・水資源(5)地下水塩水化 (将来の影響)	31
3. 自然生態系(1)高山植物 (現在の影響)	32
自然生態系(2)ブナ林 (将来の影響)	33
自然生態系(3)淡水域 (将来の影響)	34
自然生態系(4)沿岸域 (現在の影響)	35
4. 防災・沿岸大都市(1)高潮 (現在の影響)	36
防災・沿岸大都市(2)高潮 (将来の影響)	37
防災・沿岸大都市(3)洪水 (現在の影響)	38
防災・沿岸大都市(4)洪水 (将来の影響)	39
防災・沿岸大都市(5)海岸侵食 (将来の影響)	40
5. 健康(1)熱中症 (現在の影響)	41
健康(2)熱ストレス (将来の影響)	42
健康(3)感染症等 (現在の影響)	43
健康(4)感染症 (将来の影響)	44
6. 国民生活・都市生活(1)伝統行事 (現在の影響)	45
国民生活・都市生活(2)ヒートアイランド (現在の影響)	46
国民生活・都市生活(3)大雨 (現在の影響)	47

## III “賢い適応”編

1. 適応とは	49
2. “賢い適応”とは	50
3. 適応策のオプション(1)食料	52
適応策のオプション(2)水環境・水資源	53
適応策のオプション(3)自然生態系	54
適応策のオプション(4)防災・沿岸大都市	55
適応策のオプション(5)健康	56
適応策のオプション(6)国民生活・都市生活	57
適応策のオプション(7)途上国	58
4. 今後の課題	59
5. 参考: 地球温暖化影響・適応研究委員会報告書の概要	60
6. 海外の取組事例(先進国(1)オランダ)	61
海外の取組事例(先進国(2)イギリス)	62
海外の取組事例(先進国(3)アメリカ)	63
海外の取組事例(途上国(1)バングラデシュ)	64
海外の取組事例(途上国(2)モルディブ)	65
海外の取組事例(途上国(3)ペルー)	66
海外の取組事例(途上国(4)ネパール)	67

## IV 地球温暖化問題Q&A編

1. Q&A(1) 温暖化は暴走する?	69
2. Q&A(2) 世界の水不足の原因	70
3. Q&A(3) 異常気象の増加とその原因	71
4. Q&A(4) 台風の発生頻度や強度等の変化	72
5. Q&A(5) 海面上昇の影響	73
6. Q&A(6) 日本の都市域、構造物への被害	74
7. Q&A(7) 健康への影響(感染症等)の可能性	75
8. Q&A(8) 予測の不確実性への対応	76
9. Q&A(9) 適応はインフラ整備で十分なのか	77

## 便利なリンク集

## 引用文献

# I 基礎知識編

# 1. 地球温暖化とは(1)

## 温室効果のメカニズム

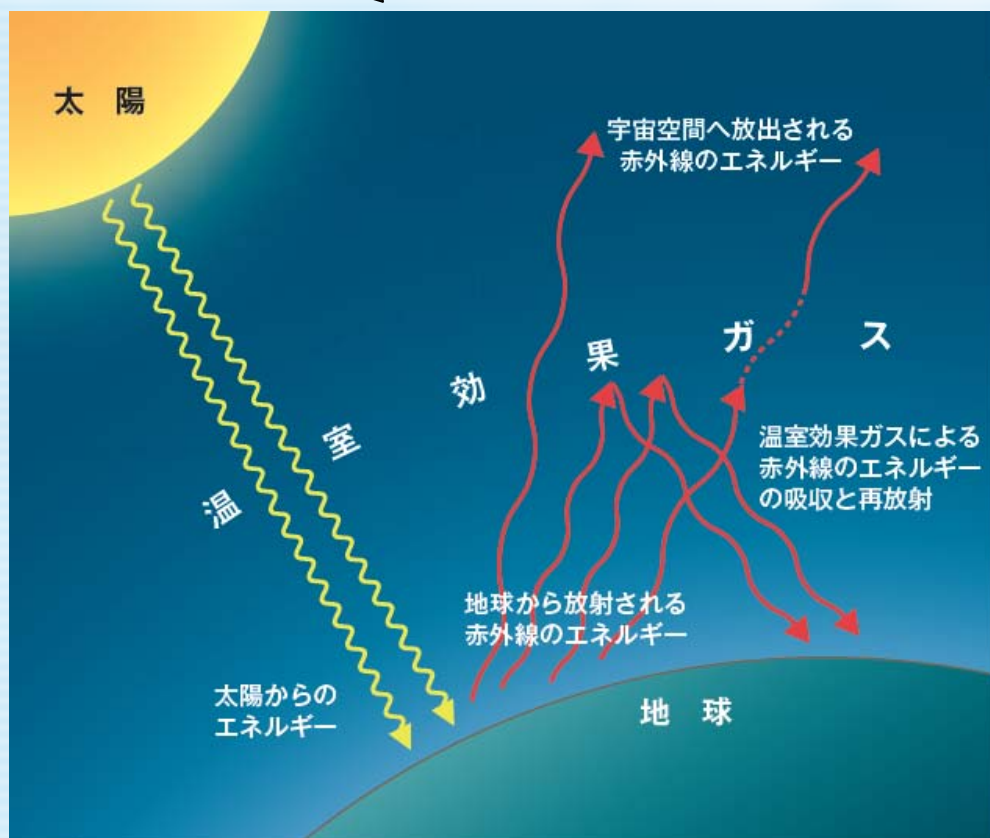
太陽からのエネルギーで地表面が暖まる。地表面から放射される熱を温室効果ガスが吸収・再放射して大気が暖まる。

二酸化炭素などの温室効果ガスの大気中濃度が上昇すると...

温室効果がこれまでより強くなり、地表面の温度が上昇する。

これが**地球温暖化**

主な温室効果ガスは、  
二酸化炭素



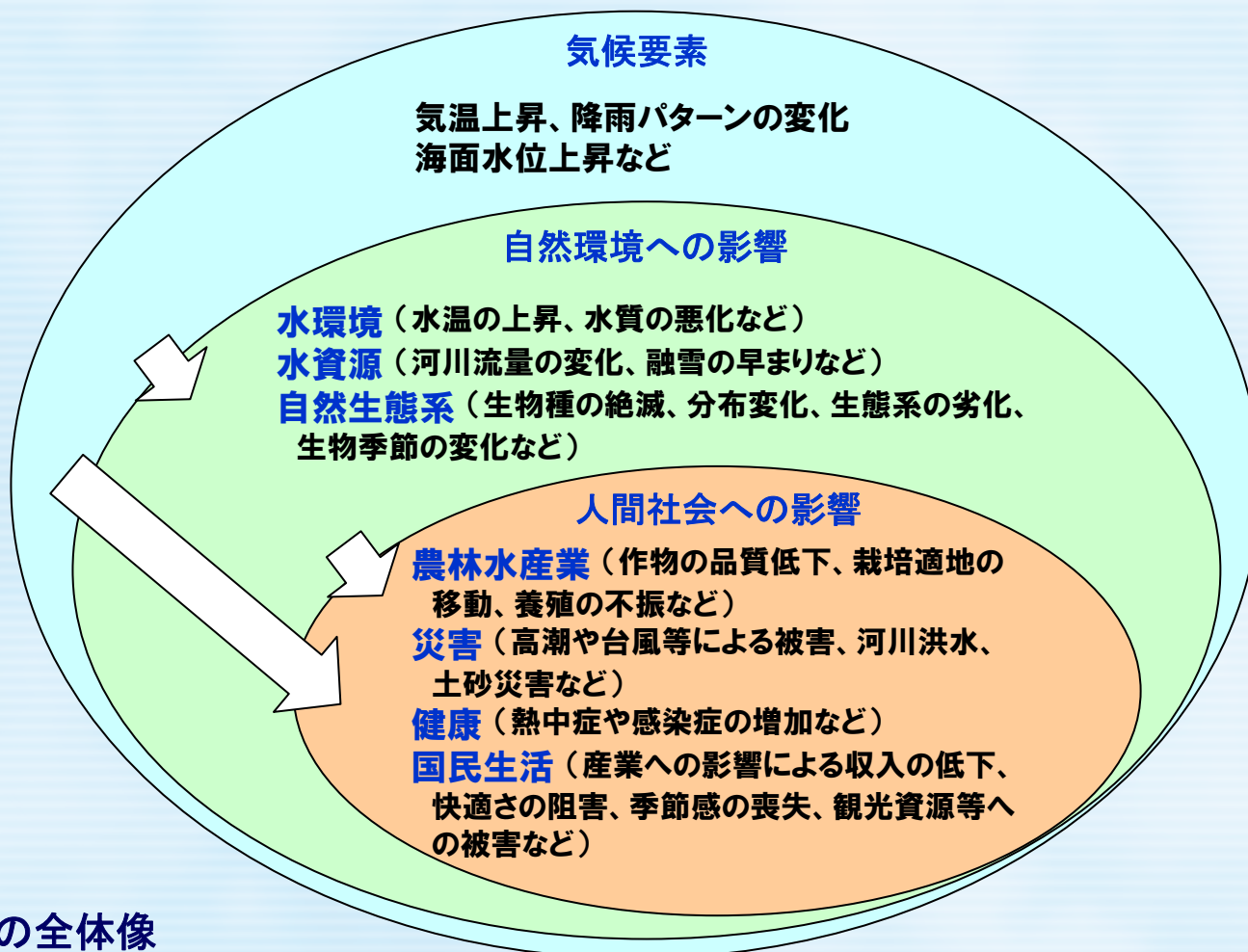
温室効果のメカニズム



# 1. 地球温暖化とは(2)

## 地球温暖化による影響のメカニズム

地球温暖化による影響は、気温や降雨などの気候要素の変化を受けて、自然環境から人間社会にまで、幅広く及ぶ。



地球温暖化による影響の全体像

(環境省 地球温暖化影響・適応研究委員会, 2008)

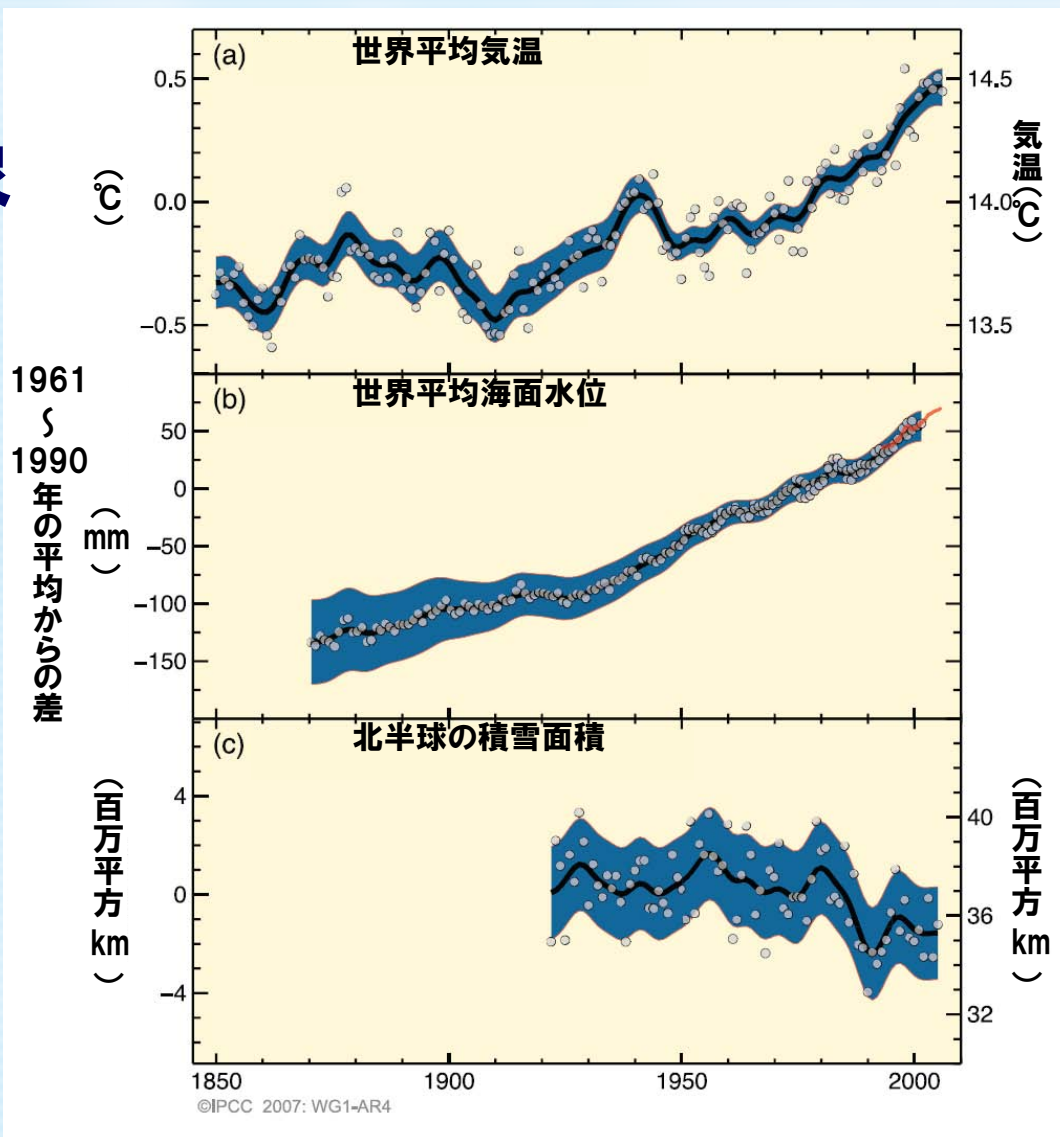
## 2. 温暖化は疑う余地がない

### 地球温暖化を証明 する様々な自然現象

1906～2005年までの  
100年間で、世界平均  
気温は $0.74^{\circ}\text{C}$ 上昇。

20世紀の100年間で、  
世界平均海面水位は  
17cm上昇。

北半球及び南半球で、  
山岳氷河と積雪面積が  
縮小傾向。北半球の積  
雪面積は1980年後半  
に年平均5%の減少。



世界平均気温、世界平均海面水位、北半球の積雪面積

(IPCC, 2007)

# 3. 二酸化炭素の濃度が増え続けている<sup>7</sup>

## 産業革命以降、二酸化炭素の濃度が増加

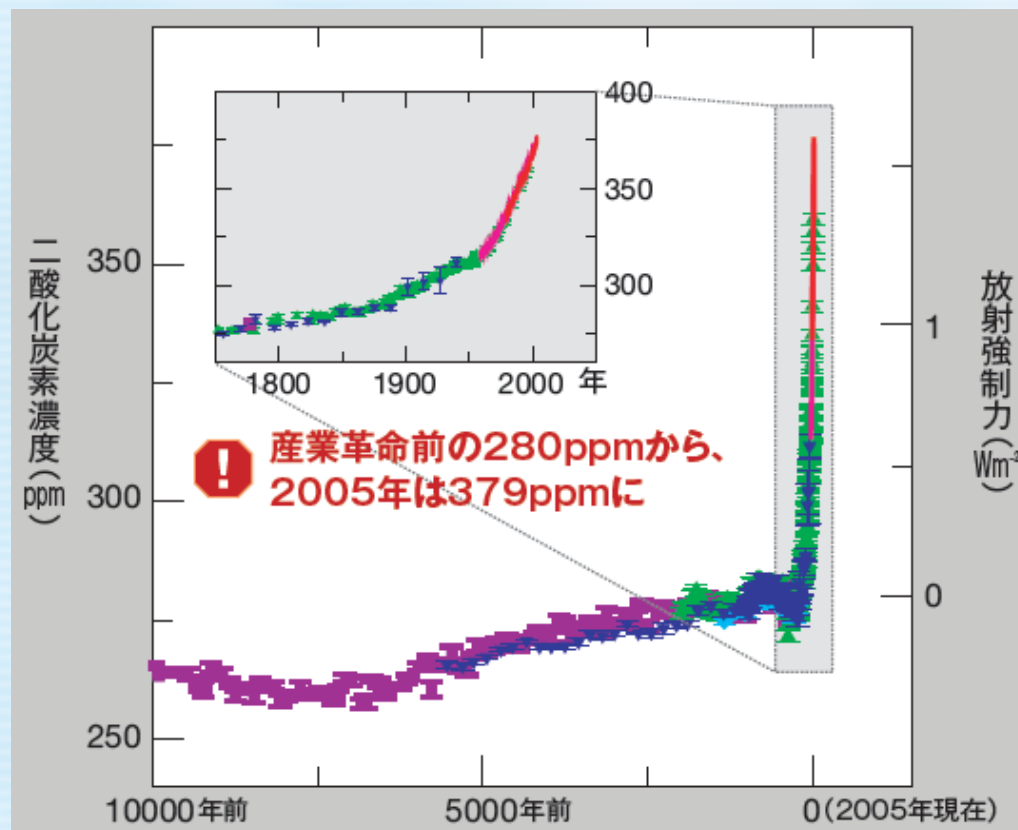
1750年ごろ始まった産業革命以降、人間は化石燃料を大量に燃やして使用した。



このため、人間活動による二酸化炭素の排出量が急増し...



大気中の二酸化炭素濃度が増加した。



二酸化炭素濃度の変化

(IPCC, 2007)

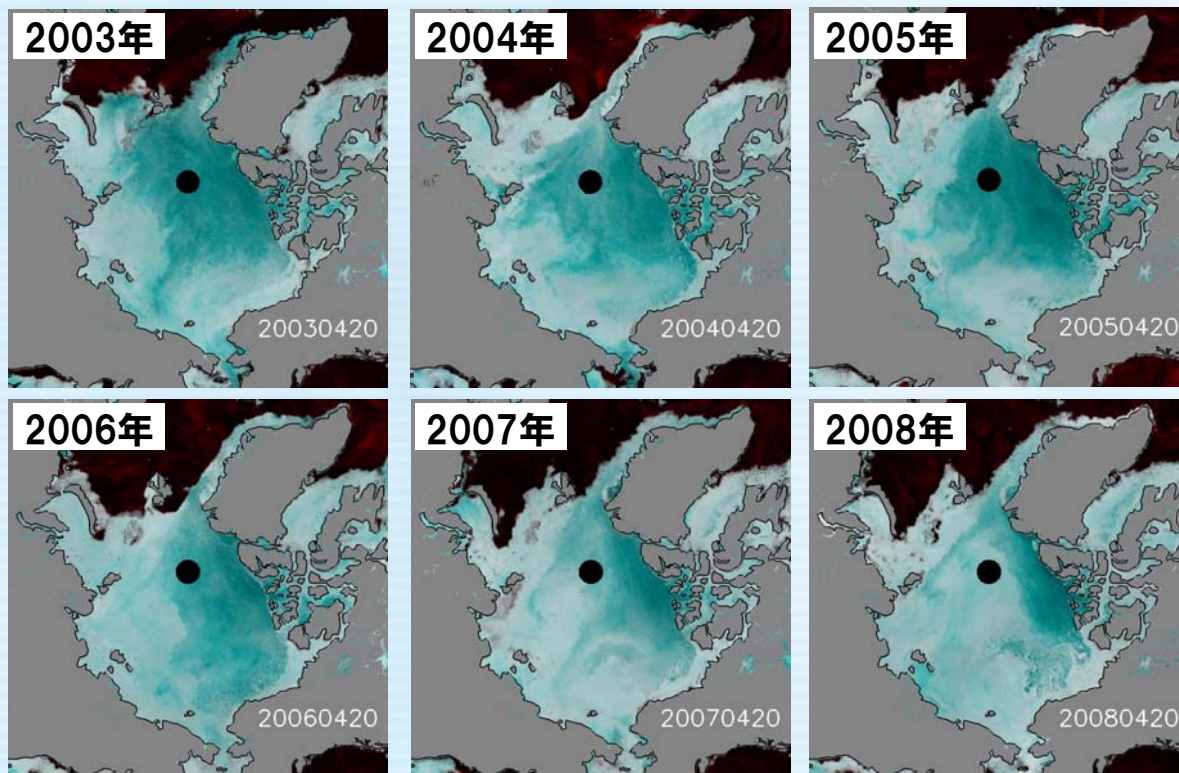


# 4. 世界各地での影響例 (1) 極域

## 北極や南極の氷、山岳氷河が減少

1978年からの衛星データによると、北極の海氷範囲(年平均値)は、10年ごとに約2.7%減少しており、夏季は約7.4%とより大きく減少している。

多年氷(濃い水色の部分)の範囲が2007年に著しく減少し、代わりに一年氷(薄い水色の部分)の範囲が増加した。多年氷とは、複数年融けずに残った海氷のことで、分厚く融けにくい。一方、一年氷は、一年間に凍結と融解をくり返す氷をいう。



2003～2008年の各年4月20日に観測された北極の海氷分布

(写真提供：宇宙航空研究開発機構 (JAXA))

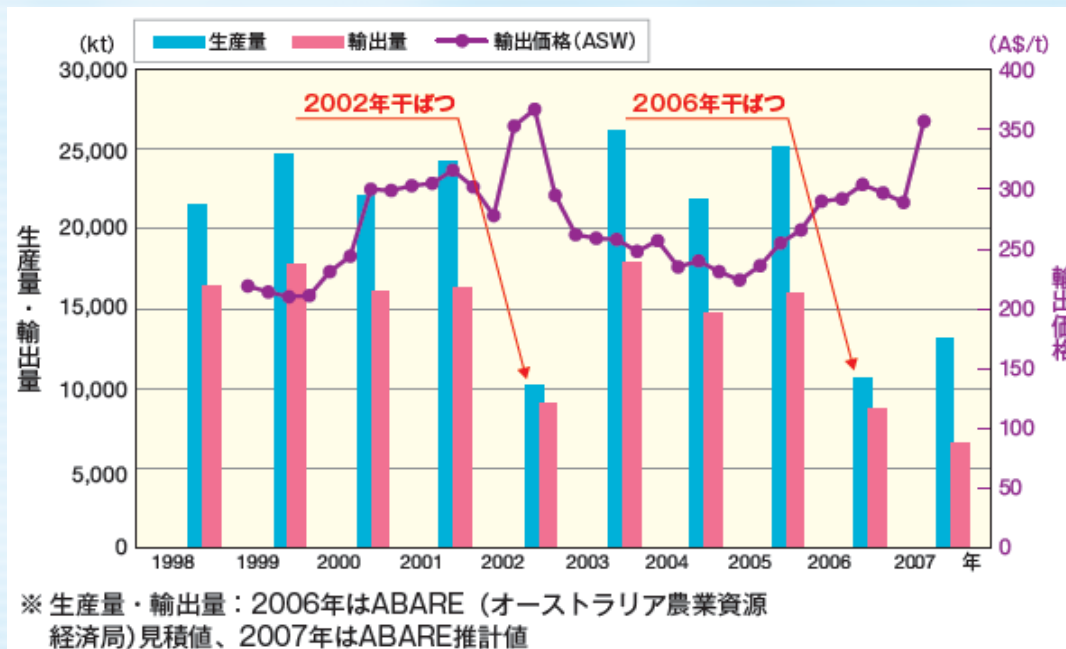


# 4. 世界各地での影響例 (2) 先進国<sup>9</sup>

## 干ばつの影響を受ける地域の拡大

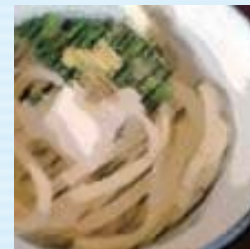
オーストラリアでは、2006年の大干ばつによって小麦の生産量が前年比で約60%減少した。

輸入小麦の約2割をオーストラリアに頼る日本でも、小麦価格の値上がりなど大きな影響を受けた。



2度の干ばつ時には、価格が大きく値上がりした。

うどんの原料の大部分を輸入小麦に頼るさぬきうどん店も、オーストラリアの干ばつで大きな打撃を受けた。



日本のさぬきうどん

オーストラリア小麦の生産量・輸出量と輸出価格の推移

(ABARE Innovation in Economic Research, 2000-2008 より作成)

# 4. 世界各地での影響例 (2) 先進国<sup>10</sup>

## アメリカ西部における森林火災の増加

アメリカ西部では大規模な森林火災が1980年代半ばから急増している。

1970～1986年の平均と比べて、森林火災の頻度は約4倍、焼失面積は6.5倍以上となっている。

原因は

- ・春から夏の気温上昇
- ・春の雪どけの早まりによる乾季の長期化や土壌・植物の乾燥 など



アメリカ モンタナ州 ビタールート・バレーの森林火災

(写真提供 : John McColgan (BUREAU OF LAND MANAGEMENT, U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR) )

# 4. 世界各地での影響例 (3) 途上国<sup>11</sup>

## 氷河湖の決壊リスクの高まり

ネパールやブータンなどの山岳では、氷河が急速に融け出し、氷河からの流出量が増え、泥流や岩なだれ<sup>※1</sup>を招いている。

さらに、氷河湖<sup>※2</sup>が決壊し、下流の村落が洪水におそわれるリスクが高まっている。

そのため、リスクの軽減を目的として湖から徐々に排水し水位を低くするプロジェクトが実施されている。



氷河が融け、拡大しているイムジャ氷河湖

(写真提供：名古屋大学 坂井 亜規子氏)

※1：大規模で高速な山体の崩壊現象

※2：氷河の末端が融けてできた湖



# 4. 世界各地での影響例 (3) 途上国 <sup>12</sup>

## 小島嶼国の国土面積の縮小

ツバルやモルディブなど、アジア太平洋の標高が極めて低い(海拔数m未満)小さな島嶼国では、海面上昇の影響が深刻である。

これらのサンゴ礁からなる島々は、海面上昇のみでも水没する面積が大きい。さらに、飲み水として利用されている淡水レンズ<sup>※</sup>が縮小し、水不足が引き起こされると予測されている。

※周囲を海で囲まれた島の地下では、淡水が海水と交じり合わずに凸レンズのような形で浮きながら安定する。



浸水した道路を歩く子ども達—ツバルにて

(写真提供：東京大学茅根創教授)



# 4. 世界各地での影響例 (3) 途上国 <sup>13</sup>

## 大規模なデルタへの沿岸洪水

温暖化により熱帯低気圧の強度の増加が予測される。ここ数10年、太平洋で発生する熱帯低気圧の頻度と強度に増加傾向が見られ、ベンガル湾やアラビア海でも強度が増している。

2007年11月に起きたサイクロン・シドルは、バングラデシュで被災者870万人以上の被害を出した。2008年5月に起きたサイクロン・ナルギスは、ミャンマーなどイラワジ川デルタ地帯に來襲し、被災者240万人(推定)の被害を出した。



バングラデシュの高波により倒壊した家屋  
(写真提供：国際協力機構)



ミャンマーでのサイクロンによる高潮被害

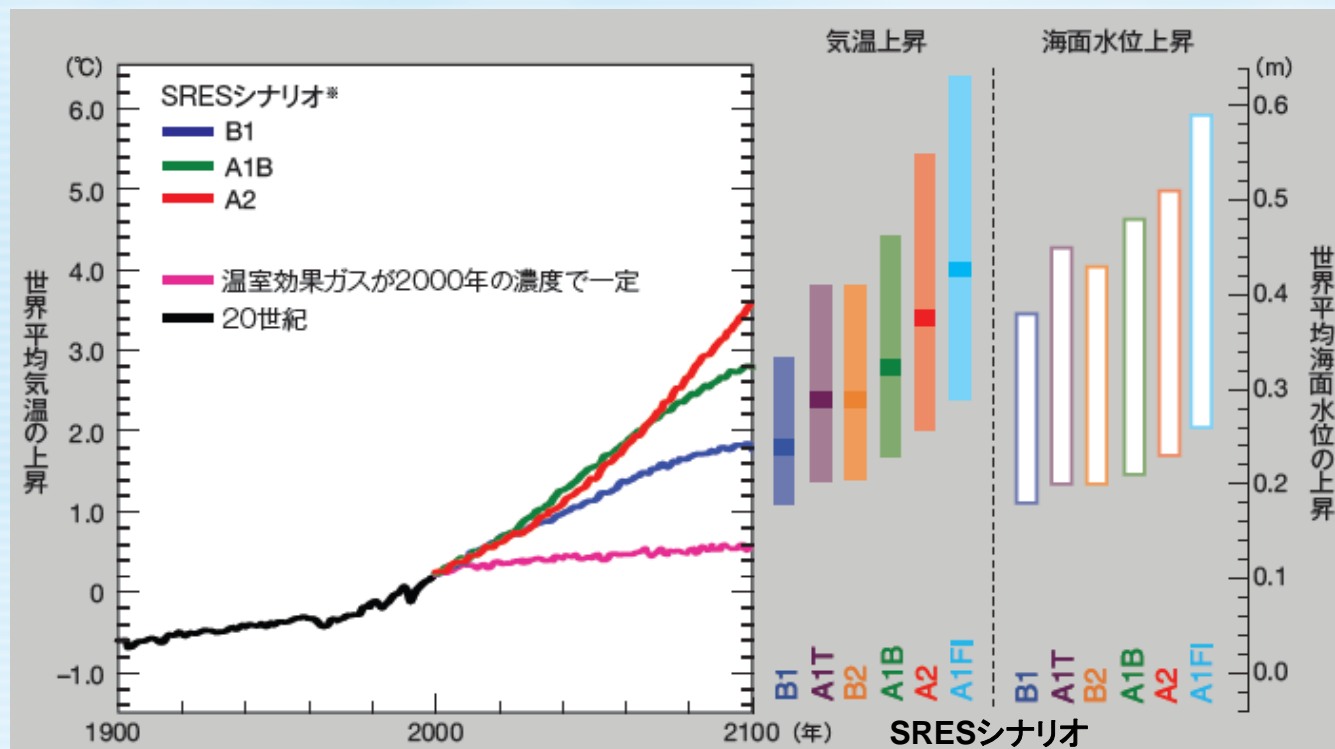
(写真提供：横浜国立大学 柴山和也・高木泰士研究室)

# 5. 将来予測される温暖化の影響 (1)

## 気温と海面水位のさらなる上昇

世界平均気温と世界平均海面水位の予測  
(1980~1999年の値に対する変化量)

シナリオに応じて、  
21世紀末までに、  
世界平均気温は  
1.8~4.0℃、  
世界平均海面水位  
は0.18~0.59m、  
それぞれ上昇する  
と予測される。



(IPCC, 2007より作成)

IPCCは、世界の社会経済に関する将来の道筋を「経済志向－環境・経済調和志向」、「地球主義志向－地域主義志向」の計4つに大別し、それぞれの道筋(**SRESシナリオ**)を前提に将来の温室効果ガス排出量を推計している。

# 5. 将来予測される温暖化の影響 (2)

## 世界各地で深刻な影響が発生

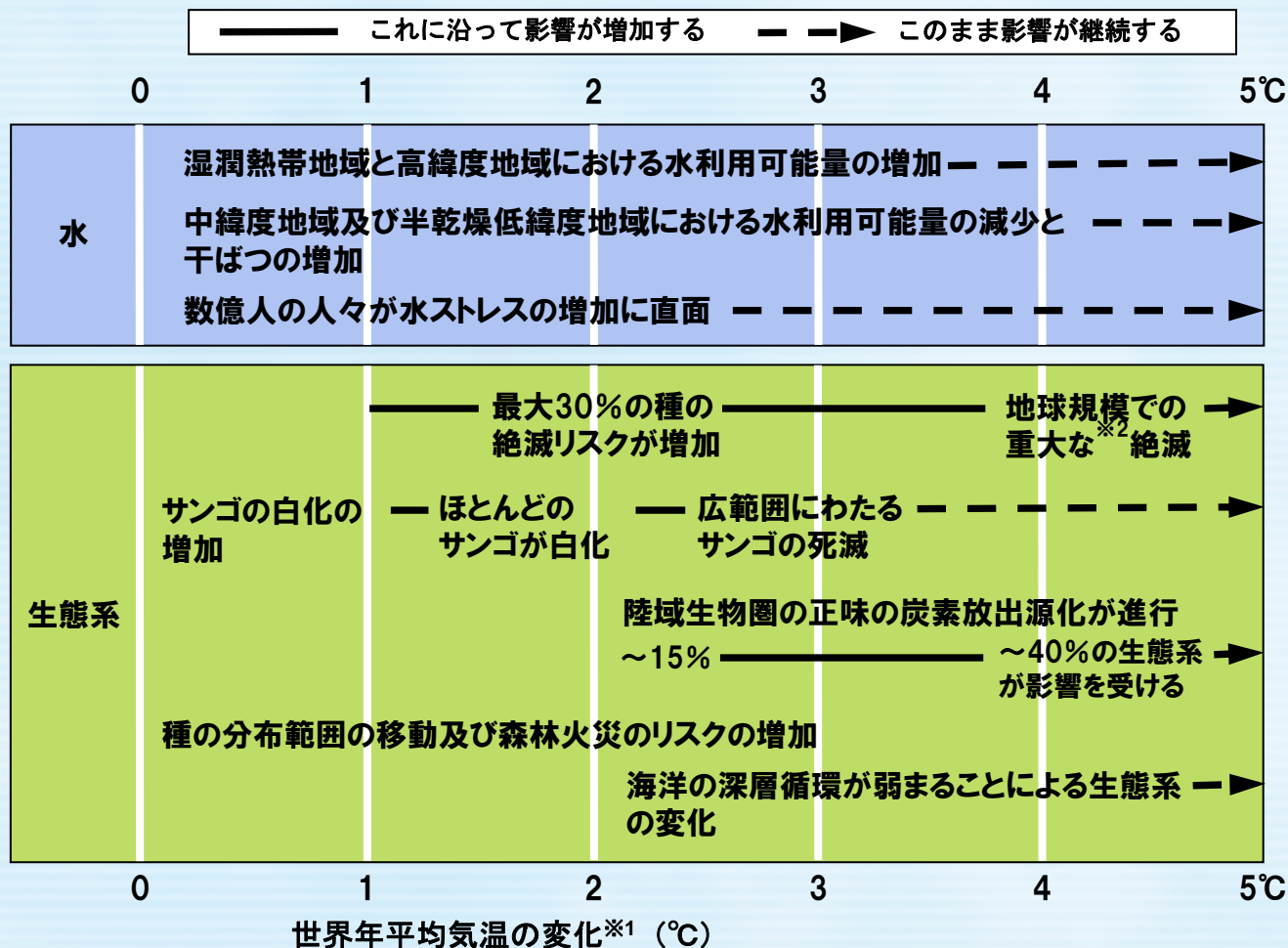
温暖化の進行に伴い、世界各地で水不足、農作物の収量減少、海面上昇による海岸侵食等の被害が発生することが予測されている。



# 6. 気温上昇に伴い影響は大きくなる(1)

## 気温上昇に伴う水分野、生態系分野への影響

世界平均気温の変化の増大に対応した主要な影響



ホッキョクグマは、現在、餌場である海氷面積の減少の影響を受けており、2008年5月にはアメリカ政府が「絶滅のおそれがある種」に指定した。



(写真提供：朝日新聞社)

(写真提供：朝日新聞社)

※1：1980～1999年の世界年平均気温に対する変化量。

※2：「重大な」はここでは40%以上と定義する。

(IPCC, 2007より作成)

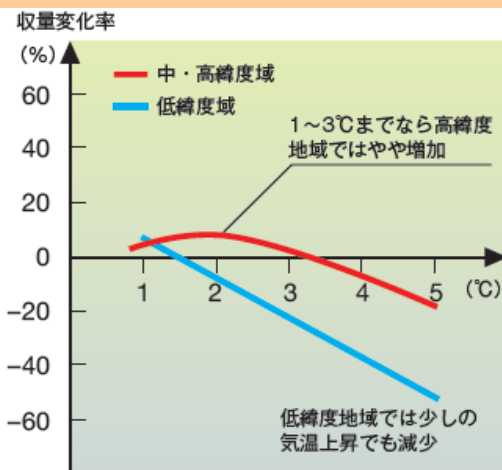


# 6. 気温上昇に伴い影響は大きくなる (2) <sup>17</sup>

## 気温上昇に伴う食料分野への影響

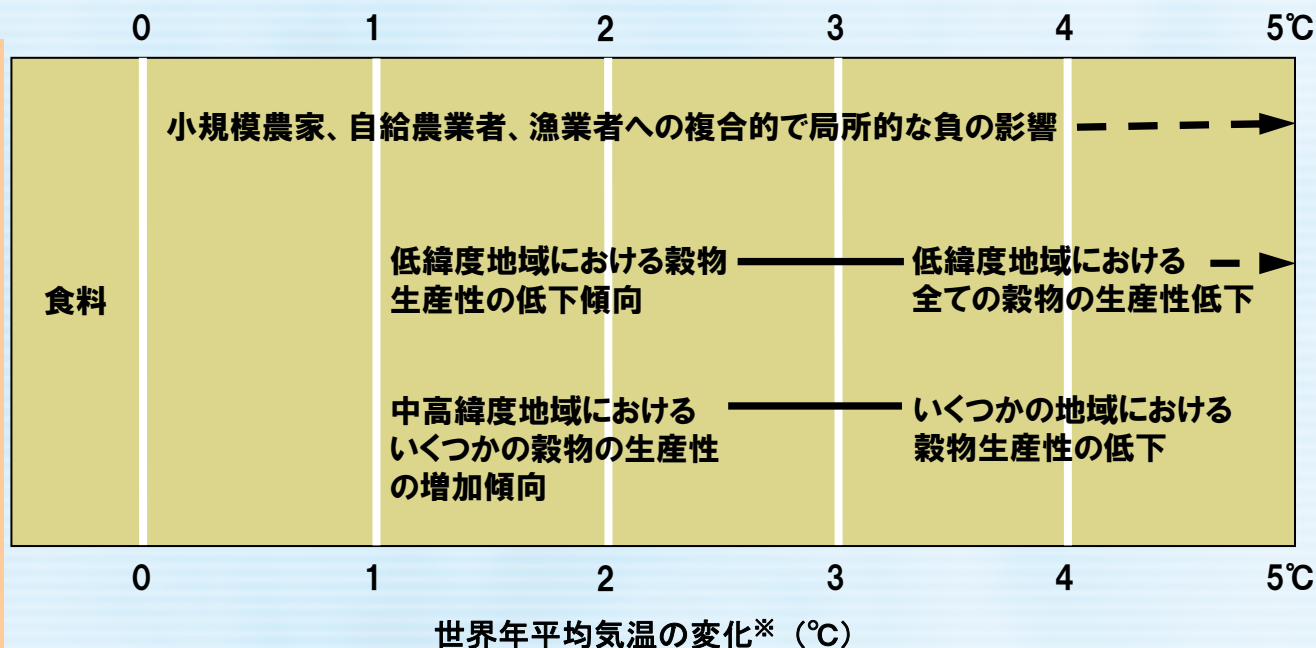
世界平均気温の変化の増大に対応した主要な影響

——— これに沿って影響が増加する    - - -> このまま影響が継続する



### 気温上昇時の収量変化率

※ここでの収量変化率は、小麦の場合。  
適応策の実施はないことを想定。グラフは、  
IPCC AR4 WG2 TS 図TS.7より作成。



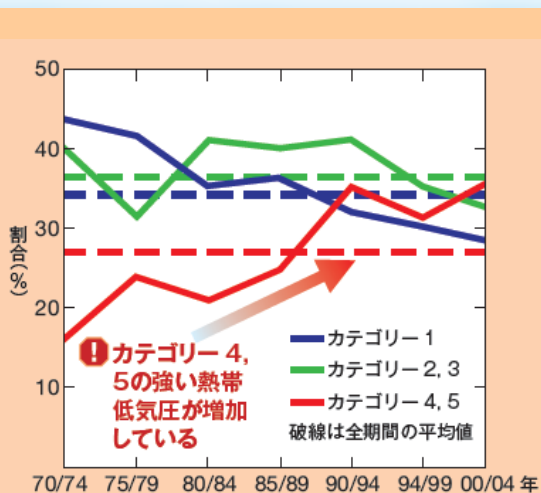
※1980~1999年の世界年平均気温に対する変化量。

(IPCC, 2007より作成)

# 6. 気温上昇に伴い影響は大きくなる(3)

## 気温上昇に伴う沿岸域分野、健康分野への影響

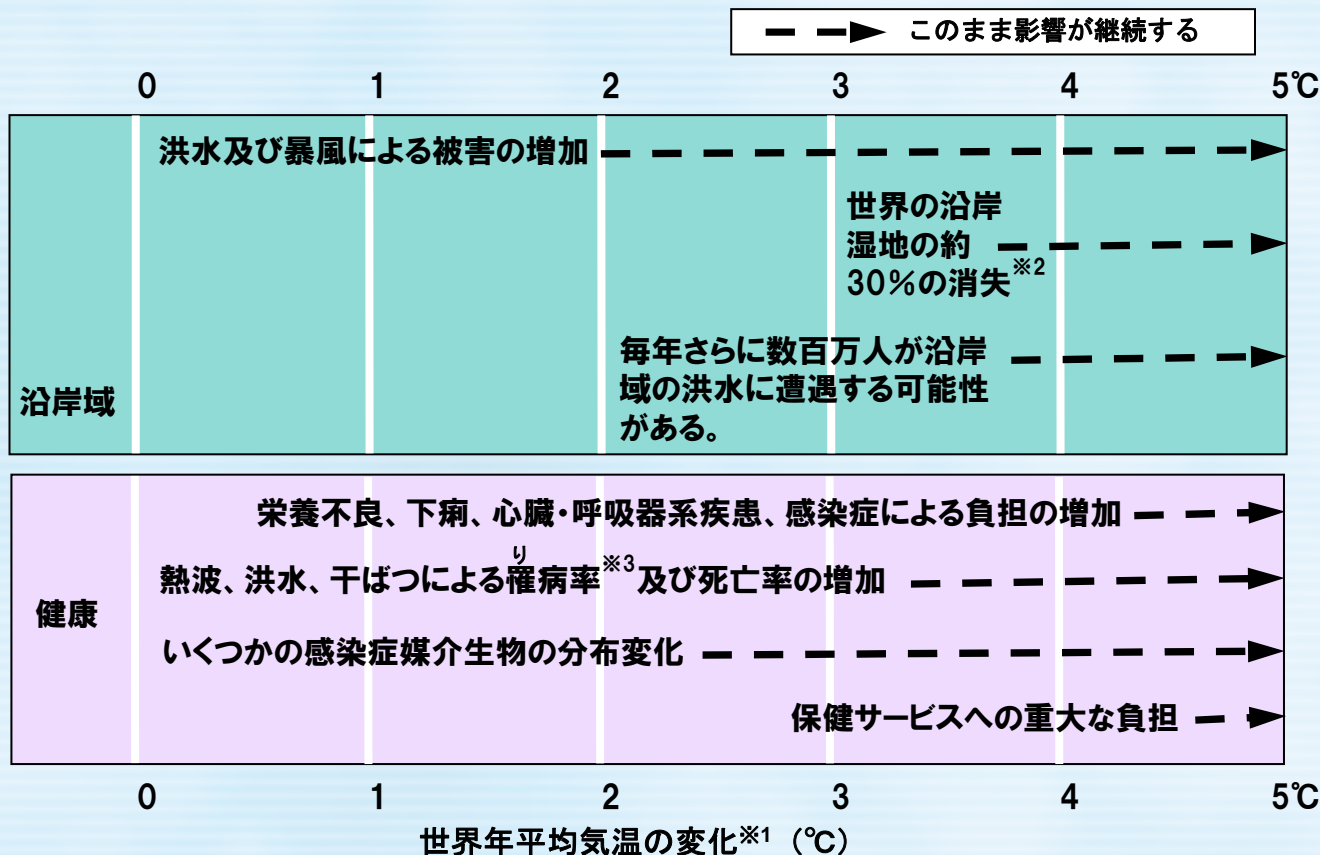
世界平均気温の変化の増大に対応した主要な影響



熱帯低気圧の各カテゴリー別の割合変化 (5年毎)

※ここでのカテゴリーとは、熱帯低気圧の強度を示す等級。1～5に分けられ、5が最も強度が大きい。

(Webster, P.J. et al., 2005より作成)



※1: 1980～1999年の世界年平均気温に対する変化量。

※2: 2000～2080年の海面平均上昇率4.2mm/年に基づく。

※3: 病気の発生率のこと。

(IPCC, 2007より作成)

# 7. 参考:Stern Reviewの見解(1)

## Stern Reviewとは

正式名称:The Economics of Climate Change: The Stern Review

- ・ **背景、目的** 気候変動に関する世界中の研究成果を集約すると共に、経済的な観点から気候変動抑制の可能性と効果について世界的な共通認識を持つことを目的に、2005年7月に英国財務大臣が本レビューの作成を発表した。
- ・ **性格** 気候変動の科学的特性を踏まえ、気候リスクを予防的に回避するための政策を誘導する意図のもとで、経済学的な知見を集約・組織化したもの。
- ・ **作成手法** 既存の研究成果を収集・整理したものに基づいている。また、経済学者、科学者、政策担当者、産業界、NGOなどとの幅広い情報・意見交換、多くの重要な国々や国際機関への訪問等の成果も活用されている。
- ・ **主要な結論**
  - 気候変動の被害は、長期にわたり甚大である。
  - 気候変動を回避するための対策コストは高くない。
  - 早期の対応は、経済的に有利である。

(Stern N., 2007及び(独)国立環境研究所, 2007より作成)

# 7. 参考:Stern Reviewの見解(2)

## 気候変動による総被害額は、1人あたり消費額の5～20%減少に相当

温暖化対策をとらない場合、今後2世紀にわたる気候変動による影響とリスクに係る総コストは、世界の1人あたりの消費額の平均を少なくとも5%減少させる額に相当する。

右表で、「非市場への影響」とは、環境と人間の健康に関する直接的な影響のこと。この計測には、分析上・倫理上の課題がある。

各地域の影響を集計する際の重み付け方、潜在的な気候変動のフィードバック効果等を考慮すると、約20%の損失になる可能性もある。  
(フィードバック効果とは、気候変動で引き起こされたある事象が、さらに温暖化を加速させたり、または逆に抑止する方向に働くこと。)

気候変動・経済影響に関する6つのシナリオの下での  
1人あたり消費の損失

シナリオ	経済	気候変動による現在の消費額の損失割合(%)		
		平均	5%タイル値	95%タイル値
ベースライン 気候シナリオ	市場への影響	2.1	0.3	5.9
	市場への影響 +大規模リスク	5.0	0.6	12.3
	市場への影響 +大規模リスク +非市場への影響	10.9	2.2	27.4
高温推移気 候シナリオ	市場への影響	2.5	0.3	7.5
	市場への影響 +大規模リスク	6.9	0.9	16.5
	市場への影響 +大規模リスク +非市場への影響	14.4	2.7	32.6

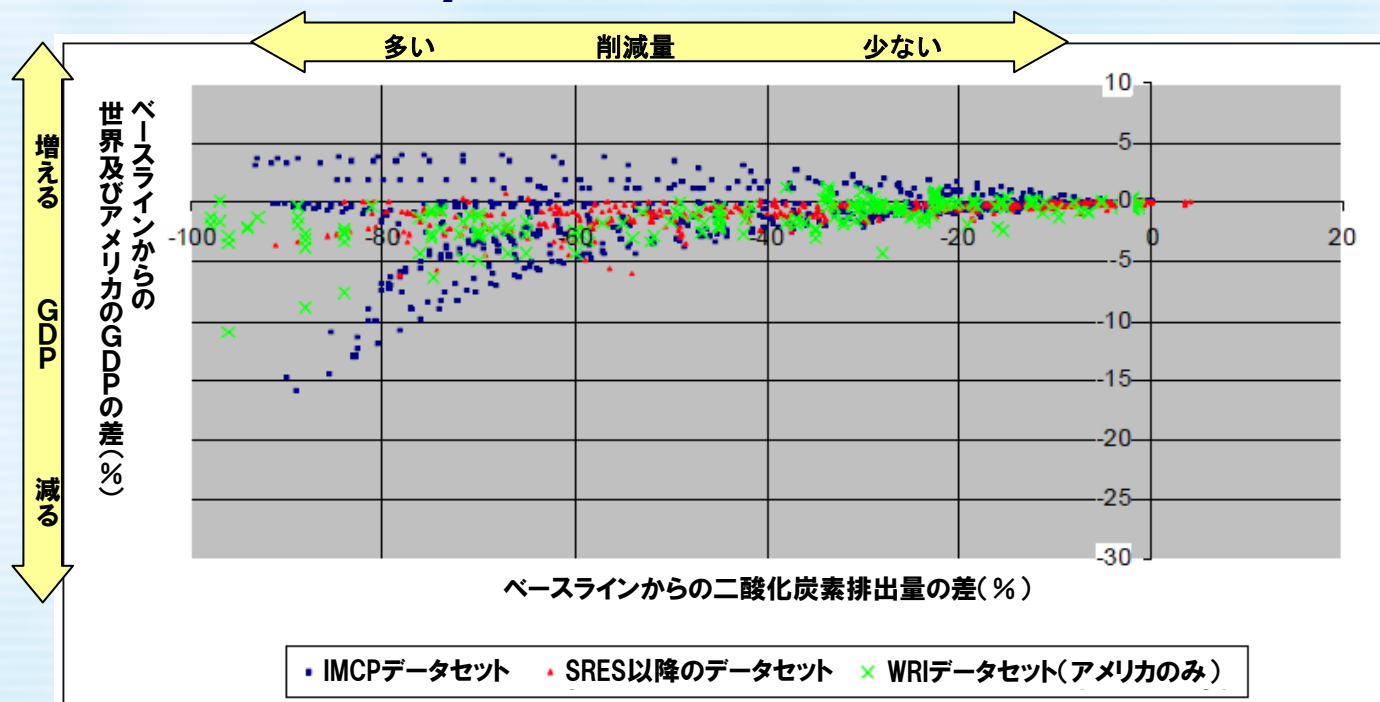


# 7. 参考:Stern Reviewの見解 (3)

**排出量削減のための対策コストは、GDPの1%程度**

いくつかの代表的な予測手法による結果からは、CO<sub>2</sub>換算500～550ppmでの安定化に伴う年間コストは、2050年まで、GDPのおよそ1%と予測される。

各種モデルによる対策費用予測値のプロット図  
(CO<sub>2</sub>削減率と世界GDPに占める削減費用の割合の比較)



左図は、各種モデル比較研究の結果を一つの図にまとめたもの。  
ベースラインからの年間排出量の変化(横軸)とそれに伴うGDPの変化(縦軸)を示す。

全体的に見るとGDPの変化は-4%(純便益をもたらす)～15%の範囲。解析結果の多くが、GDP変化率1%付近に集中している。

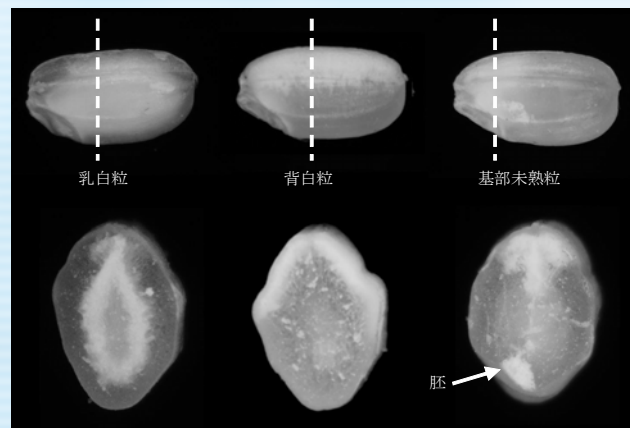
## II 日本への影響編

# 1. 食料 (1) 農業

## コメや果樹の品質低下

ー現在生じている影響ー

コメでは、高温によって、**白未熟粒<sup>※1</sup>**や**胴割れ<sup>※2</sup>**などが発生し、品質や収量、食味の低下が生じている。



白未熟粒には色々なタイプがある。東北以南の広い地域で発生している。

コメの「白未熟粒」 (森田, 2005)

果樹では、高温によって、**ミカンの浮皮症<sup>※3</sup>**や**日焼け果**、**ブドウの着色不良**などが生じている。



高温、水不足で日焼けが起き、品質が低下してしまう。

ミカンの「日焼け果」

(写真提供：農業・食品産業技術総合研究機構  
果樹研究所 カンキツ研究チーム)

※1：コメが白く濁ること。  
※2：コメに亀裂が生じること。  
※3：果皮と果肉が分離すること。

# 1. 食料 (2) 農業

## リンゴやミカンの栽培適地変化 —将来予測される影響—

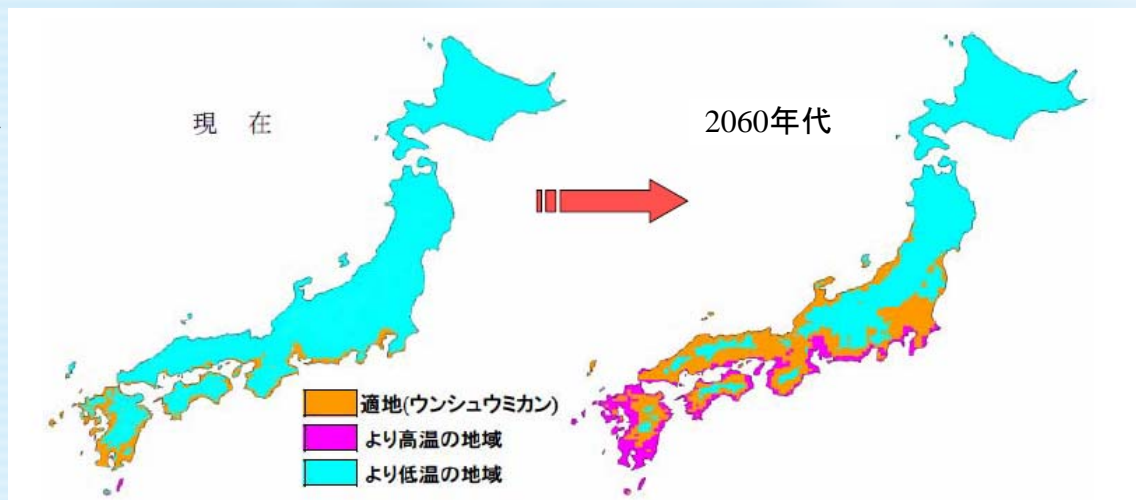
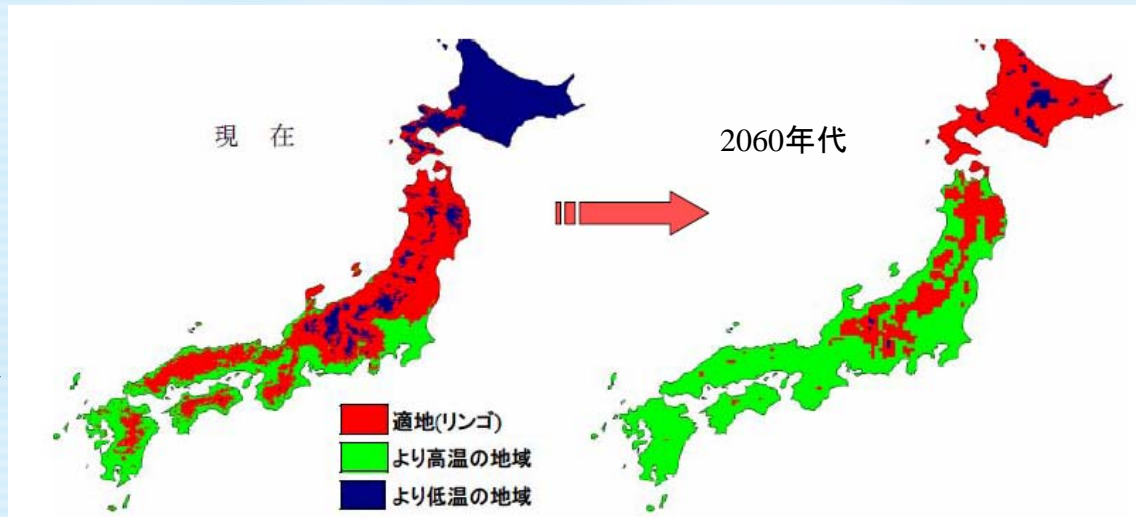
リンゴやミカンの栽培適地が将来(2060年代)変化すると予測されている。

栽培適地が全体に北上。

リンゴの生産適地分布の変化  
(杉浦・横沢, 2004)

適地が南東北の沿岸部まで広がる一方、現在の主要産地の多くが栽培に不適な地域に。

ウンシュウミカンの生産適地分布の変化  
(杉浦・横沢, 2004)





# 1. 食料 (3) 水産業

## 南方系魚類による海藻の食害

— 現在生じている影響 —

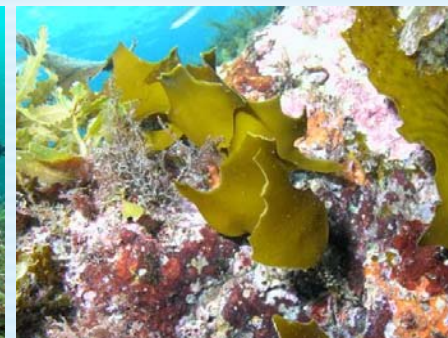
南方系の海藻類や魚類  
が増加している。

アイゴ、ブダイ等の南方系  
植食性魚類※による海藻  
の食害が増加傾向にある。  
冬季水温の上昇傾向で  
餌を取る行動等が長期化、  
活発化したと考えられ、食  
害によりクロメ等の藻場  
が衰退する恐れがある。

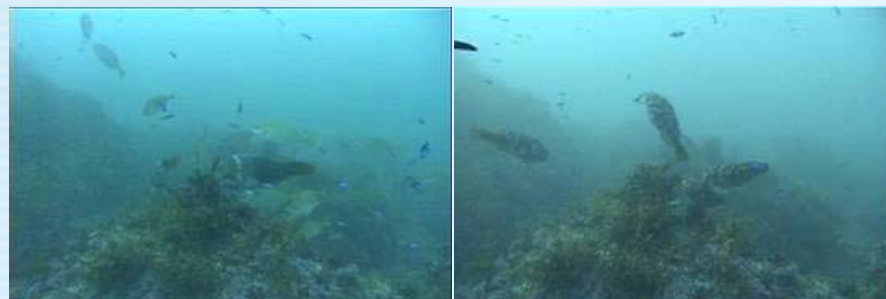
※食物に海藻や海草の占める比率が高い雑食性の魚類。



葉が食いちぎられ、茎  
だけになったクロメ



摂食された歯形の残っ  
たクロメ



ブダイ(大きい方の魚)、アイゴ(小さい方の  
魚)がクロメを摂食している様子

海藻（クロメ）に対する魚の食害（長崎市野母崎町）

（写真提供：（独）水産総合研究センター西海区水産研究所）

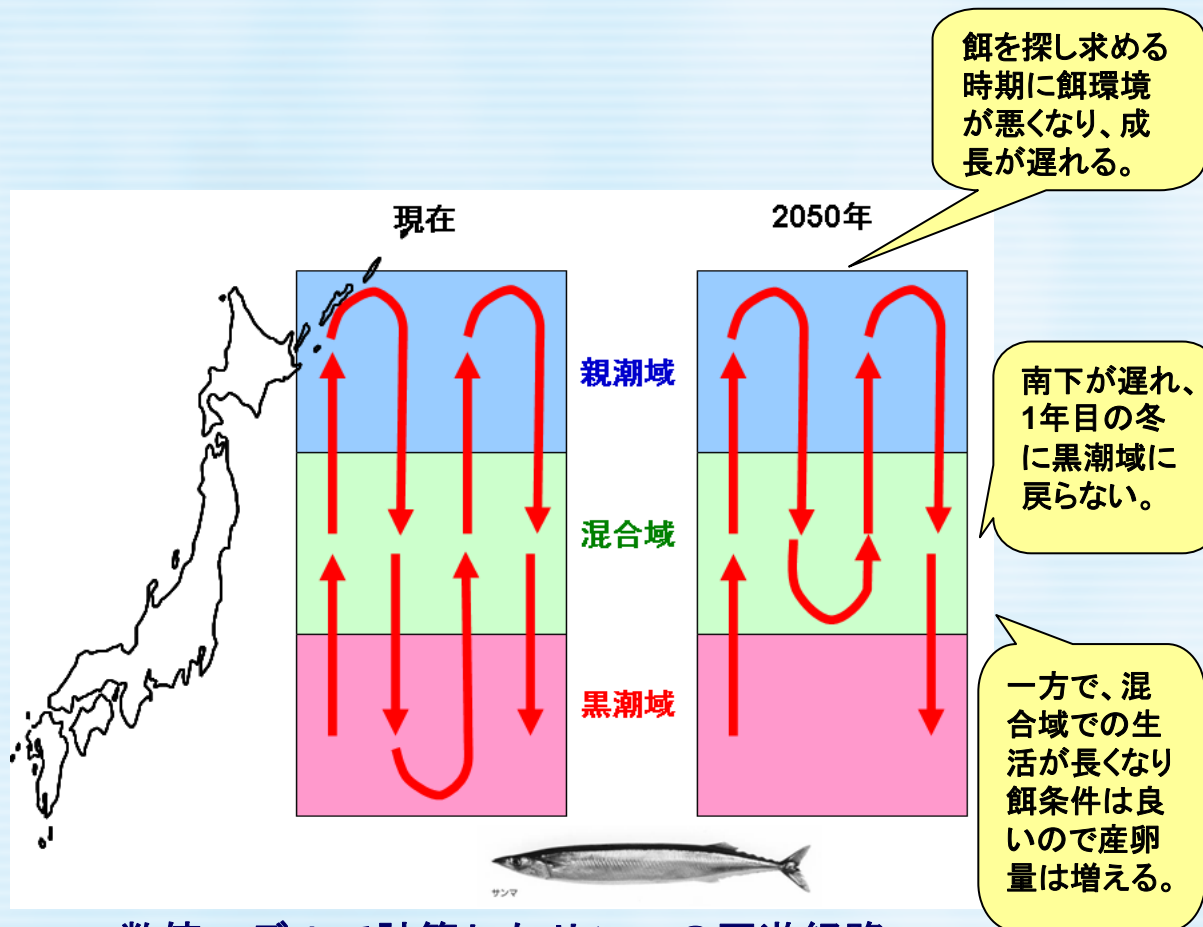
# 1. 食料 (4) 水産業

## サンマの回遊ルートの変化

— 将来予測される影響 —

水産業への影響として、回遊魚の生息域の減少や拡大、漁場の変化などが挙げられる。

例えば、広範囲を回遊する魚種の一つであるサンマも、回遊中に様々な影響を受けることが予測される。



数値モデルで計算したサンマの回遊経路

(伊藤, 2007a, bより作成)

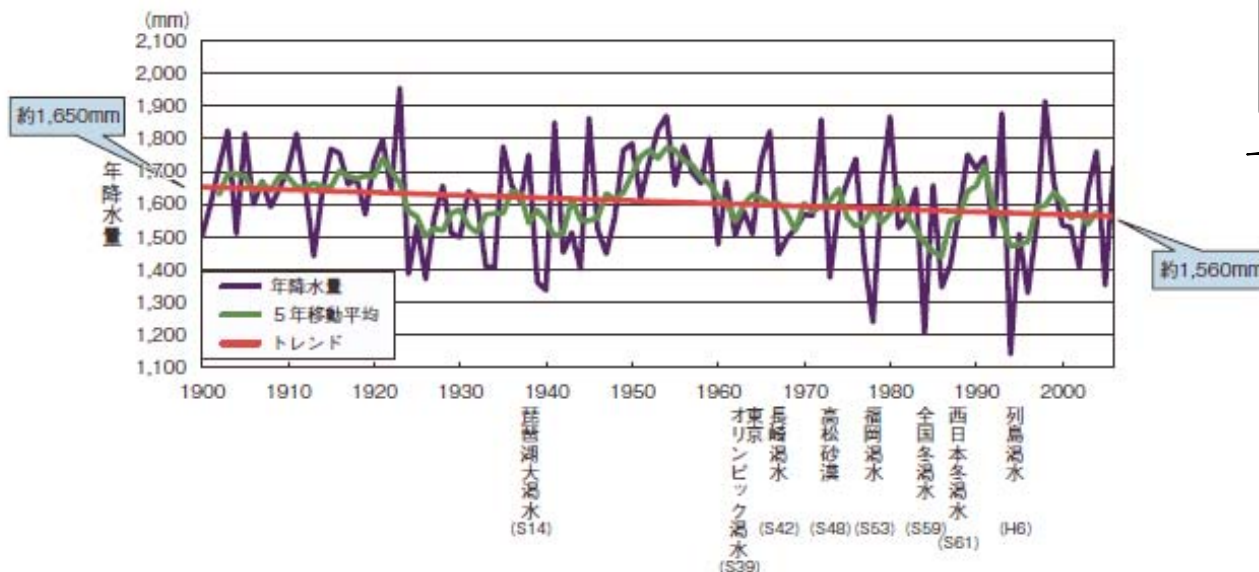
# 2. 水環境・水資源 (1) 降水量

## 年降水量の変動幅の拡大 —現在生じている影響—

近年、年間に降る雨の量が極端に少ない年が増えるとともに、少ない年と多い年の雨の量の差が次第に大きくなり、年ごとの変動の幅が大きくなりつつある。

これは、渇水が起こるリスクと洪水が起こるリスクが、同時に大きくなりつつあり、対応が難しくなることを意味する。

最近20～30年は、少雨の年と多雨の年の年降水量の開きが大きくなっている。



年降水量の変動状況 (国土交通省土地・水資源局, 2006)



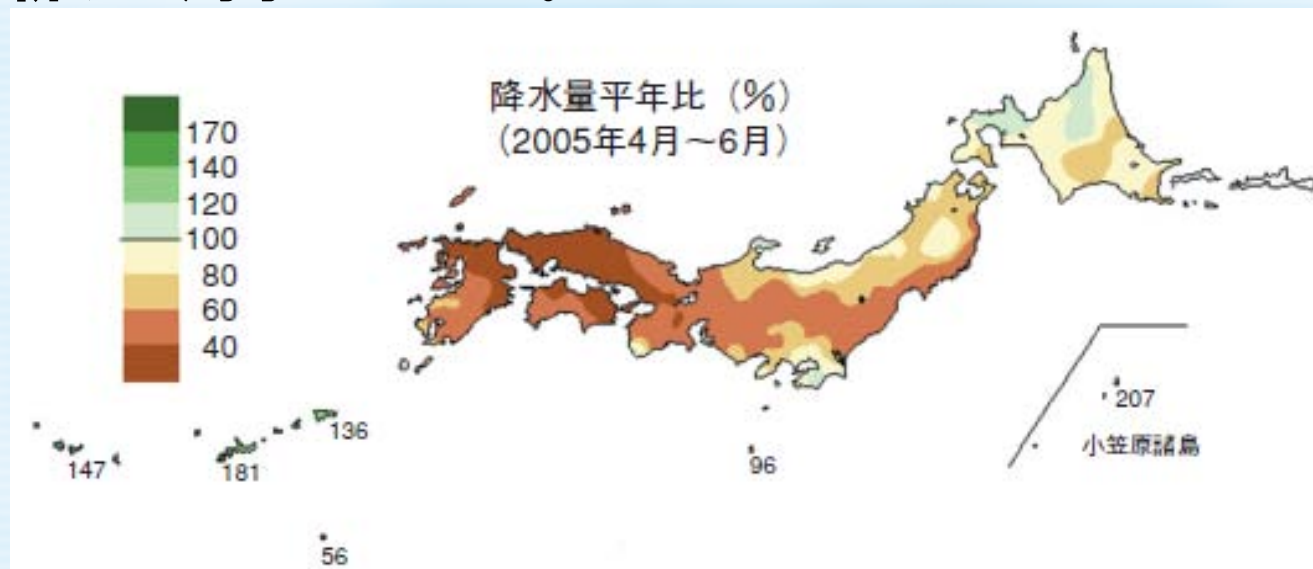
## 2. 水環境・水資源 (2) 渇水

### 渇水リスクの高まり

—現在生じている影響—

全国的に渇水リスクが高まっている。2005年には、4月以降、西日本を中心に降水量の少ない状態が続いた。

4～6月の3ヶ月間の降水量は、東海地方から九州地方にかけての多くの地点で平年の20～50％程度となり、54地点で最小値を更新する渇水が生じた。



東海地方から九州地方にかけて渇水が生じた。

3ヶ月間降水量（2005年4～6月）平年比図（気象庁，2005）

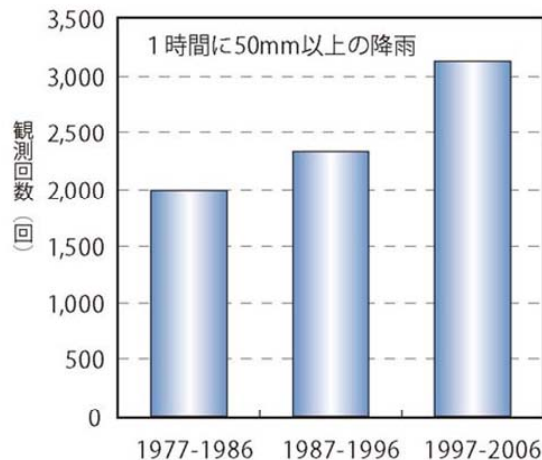
## 2. 水環境・水資源 (3) 洪水

### 洪水リスクの高まりと都市河川での災害発生

— 現在生じている影響 —

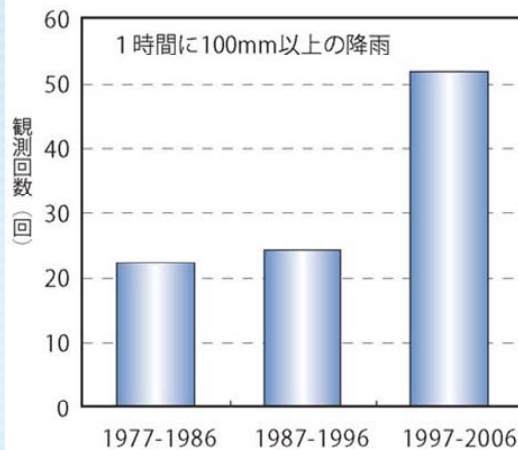
全国のアメダス観測地点でのデータを基に、10年単位で整理した結果、1時間に50mmまたは100mm以上の強い雨が起こる回数が近年明らかに増えている。

1時間に50mm以上の  
雨が観測された回数の推移



資料：気象庁データを用いて内閣府作成  
(協力 国土交通省)

1時間に100mm以上の  
雨が観測された回数の推移



資料：気象庁データを用いて内閣府作成  
(協力 国土交通省)



急激に増水した兵庫県神戸市の  
都賀川 (08年7月28日PM2時56分)

(写真提供：神戸市ホームページによる)

日本での強い雨の観測回数の経年変化

(内閣府, 2007)

## 2. 水環境・水資源 (4) 水質悪化

### 水温上昇や濁質等の流入による湖沼の水質悪化

— 将来予測される影響 —

豪雨や渇水による河川水質の悪化、水温上昇による貯水池・湖沼の全循環の停止等を原因として、貯水池・湖沼の水質が悪化し、飲料水や生態系等に影響を及ぼすことが予想される。

- ・流入河川の水質悪化
- ・微生物の活性の増大
- ・水温成層期の長期化

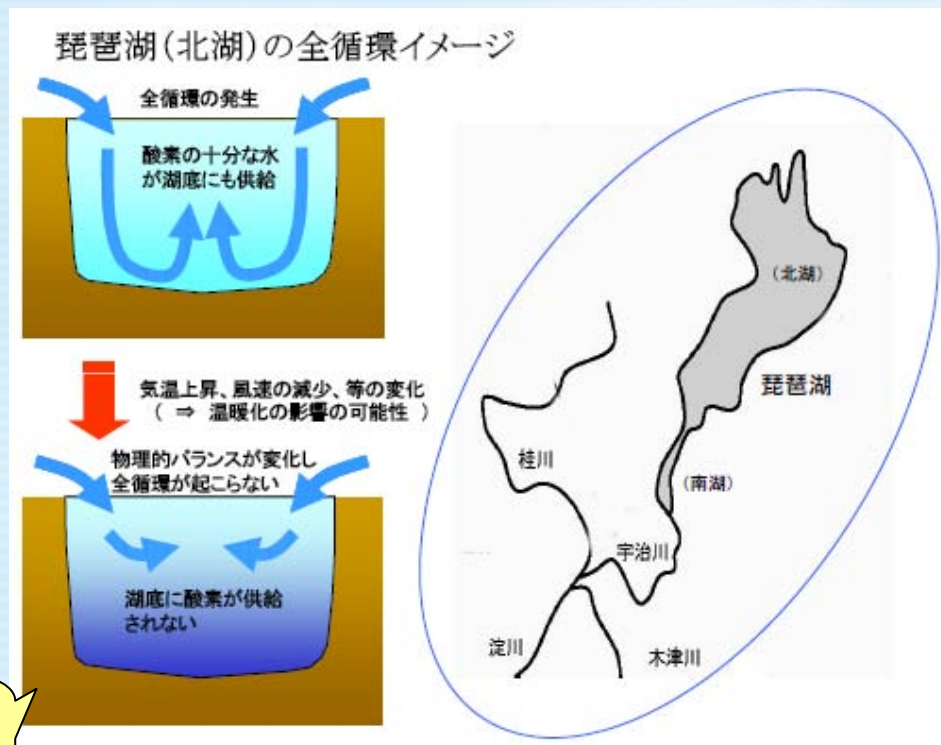


- ・湖底の貧酸素化
- ・湖底からのリン等の溶出



- ・湖内の微生物の増加
- ・湖内の濁度の上昇

全循環が停止  
すると湖内の  
水質が悪化。



琵琶湖の全循環停止イメージ

(国土交通省土地・水資源局, 2008)



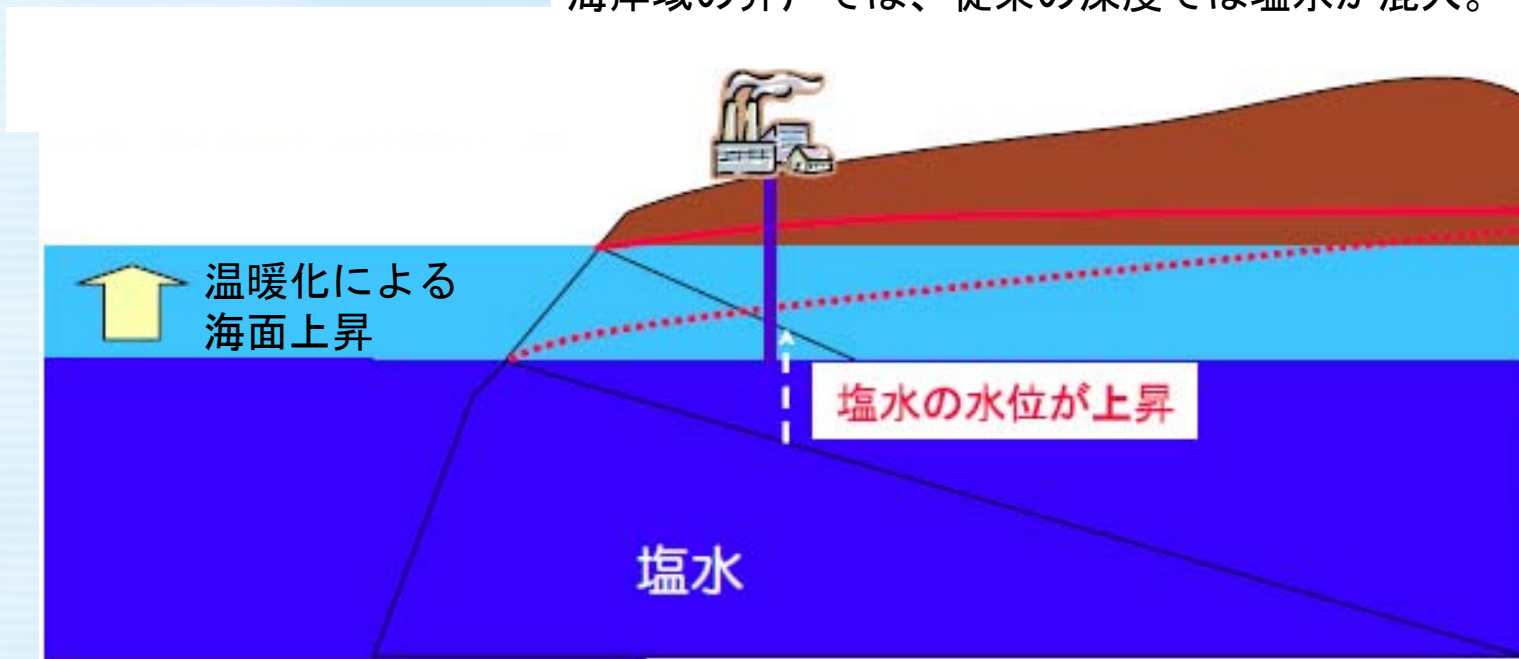
## 2. 水環境・水資源 (5) 地下水塩水化

### 海面上昇による沿岸域の井戸への塩水混入

— 将来予測される影響 —

地球温暖化による海面上昇に伴い、沿岸域の塩水の水位が上昇し、地下水に塩水が混入すると予想されている。地下水を重要な水資源として井戸等から利用している沿岸域にとって、塩水化は深刻な影響となり得る。

海岸域の井戸では、従来の深度では塩水が混入。



気候変動が地下水に及ぼす影響（地下水塩水化）（国土交通省土地・水資源局，2008）

# 3. 自然生態系 (1) 高山植物

## 高山生態系の“追い落とし現象”

— 現在生じている影響 —

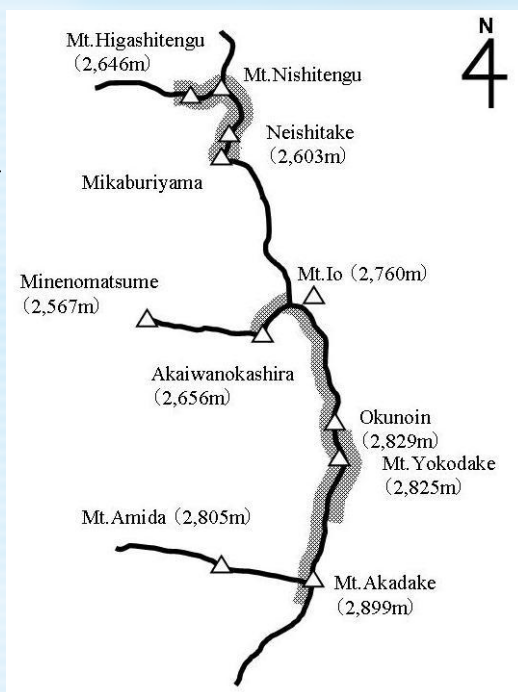
高山帯の特異な環境に生育している高山植物は、温暖化が進み、下方から移動してくる植物との間で競争が起きても、他の場所に移動することが難しい。特に、十分な広さのない高山帯でこのような高山植物の“追い落とし現象”が生じている。

高山植物群落が残っているのは、稜線部分のみ。

■ : 高山植物群落

八ヶ岳の高山植物群落の分布

(増沢, 2005)



イワヒゲ *Cassiope lycopodioides*



イワウメ  
*Diapensia lapponica* subsp. *obovata*



キバナシャクナゲ *Rhododendron aureum*

影響を受けている高山植物の例

右上：イワウメ 右下：キバナシャクナゲ 左：イワヒゲ

(写真提供：静岡大学大学院理学研究科  
植物生理生態学研究室 増沢武弘教授)

# 3. 自然生態系 (2) ブナ林

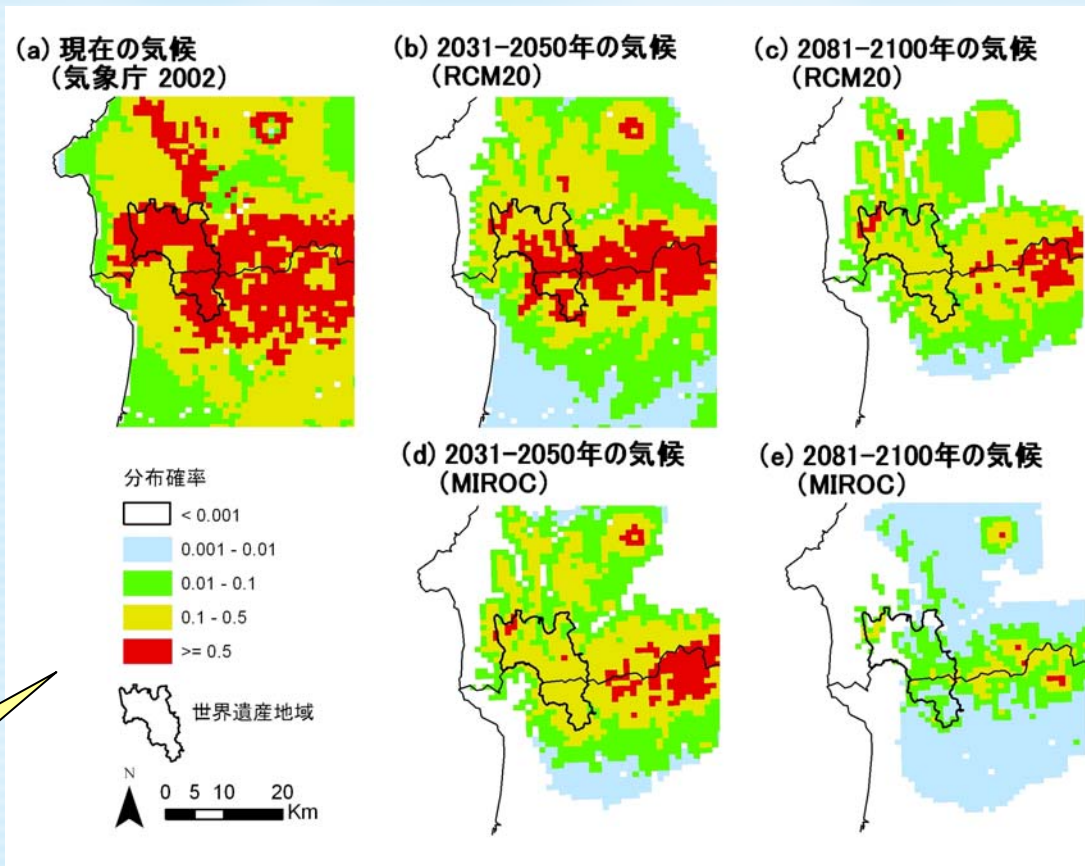
## ブナ林の分布に適した地域の減少

— 将来予測される影響 —

ブナ林の分布に適した地域が、将来減少すると予測される。

白神山地世界遺産地域でも、ブナ林の分布に適した地域は大きく減少し、ミズナラ、クリ、コナラなどの落葉広葉樹に交替していくと予想される。

確率の高い分布に適する場所(赤色)が、将来、減ってしまう。



温暖化に伴う白神山地のブナ林分布確率の変化予測

※(b)(c)のRCM20、(d)(e)のMIROCは、異なる気候変化シナリオ。

(温暖化影響総合予測プロジェクトチーム, 2008)



# 3. 自然生態系 (3) 淡水域

## 湖の循環の弱まりによる生物への影響

— 将来予測される影響 —

深い湖では、温暖化により水温が上昇して水が停滞し、深水層への酸素供給が減少する。そのため、富栄養化が進んでいる湖では、夏に湖底が貧酸素状態になり、底生生物の減少につながる可能性がある。

都市河川や浅い湖でも、底に栄養塩などが堆積していると、同様に酸素が少なくなり、魚類や底生生物に影響が生じる可能性がある。

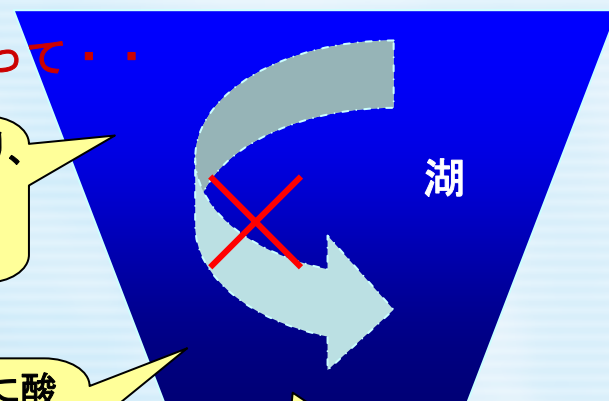
温暖化によって・・・

水温が上がり、湖の循環が弱まる。

深い部分に酸素が供給されにくくなる。

底生生物に影響が生じる。

琵琶湖のように、固有種の生息する湖沼では、底生生物の減少は、特に深刻。



温暖化に伴う湖の鉛直循環の弱まりとその影響

(環境省 地球温暖化影響・適応研究委員会, 2008より作成)

(写真提供: 滋賀県)

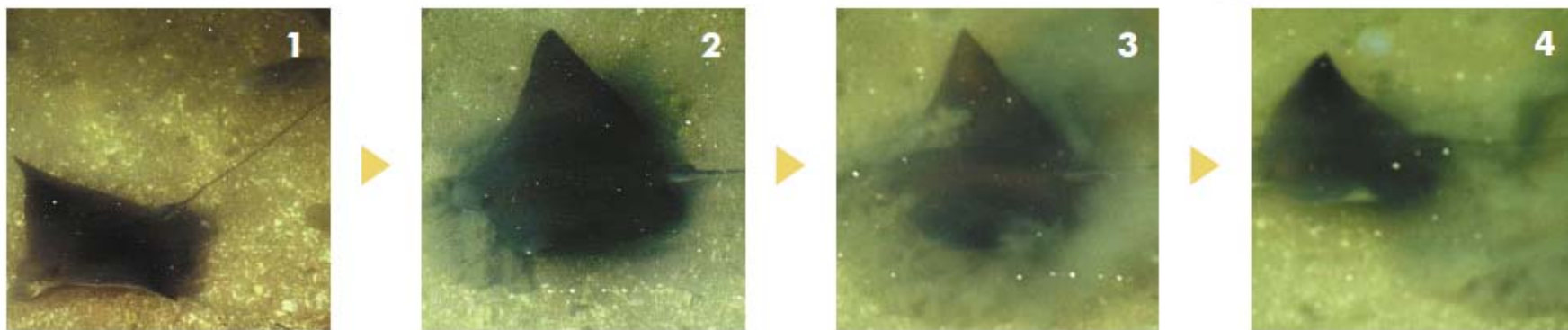
# 3. 自然生態系 (4) 沿岸域

## 南方系の種の増加と北方系の種の減少

—現在生じている影響—

南方系の種が増え、北方系の種が減少する例が確認されている。

瀬戸内海では、温帯・暖帯性の魚類であるナルトビエイの生息が1997年に初めて報告された。2001年には、広島湾でナルトビエイによるアサリなど二枚貝への食害が初めて問題となり、その後、同様の問題は周防灘などでも生じている。



アサリ漁場で穴掘り採食中のナルトビエイ（瀬戸内海・広島湾）

1～4は連続写真。 体盤幅（体の横幅）88cm

((独)水産総合研究センター, 2008)

# 4. 防災・沿岸大都市（1）高潮

## 台風の強度の増大による高潮災害の増大

— 現在生じている影響 —

地球温暖化による海水温の上昇、大気的不安定化、蒸発散量の増加等により台風の強度が増大する可能性が高く、高潮位、高波、強風等により沿岸域の高潮災害が増大すると予想される。

### 【高潮災害の例】

2004年台風23号は、高潮位と高波をもたらし、室戸市の菜生海岸では、堤防が約30mにわたって倒壊し、背後地の人命の被害と家屋の被災を含む惨事となった。



高知県菜生（なばえ）海岸の被災

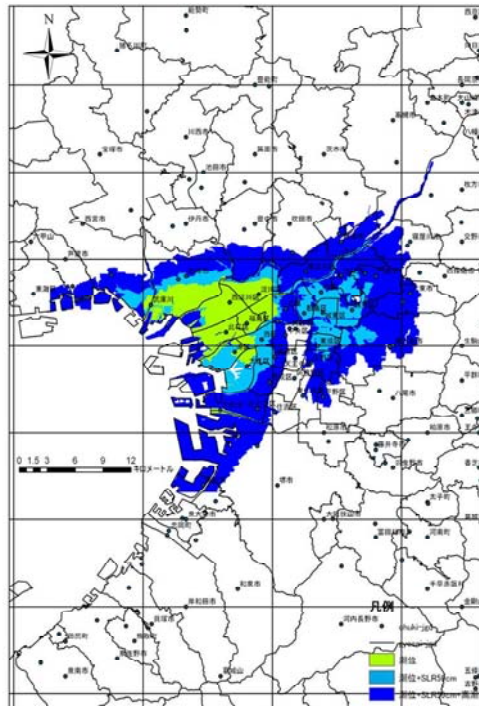
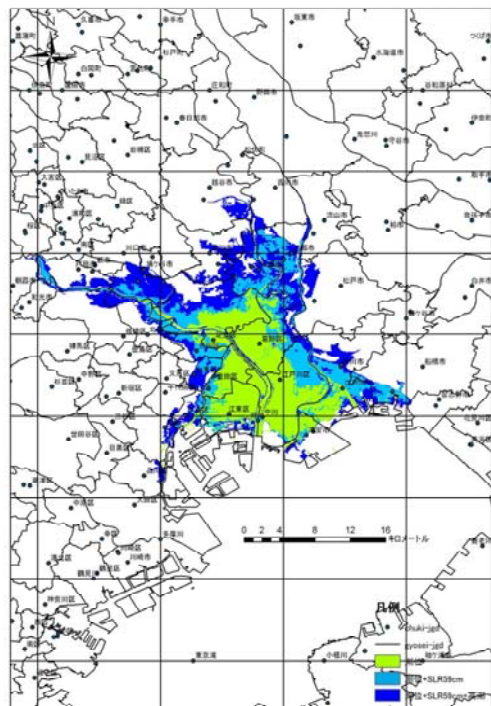
（写真提供：福濱 方哉 国土交通省 黒部河川事務所長）



# 4. 防災・沿岸大都市 (2) 高潮

## 三大湾の潜在的浸水域 — 将来予測される影響 —

堤防などの護岸構造物がないと仮定すると、三大湾(東京湾、伊勢湾、大阪湾)沿岸の浸水する可能性のある面積は、満潮位に温暖化による59cmの海面上昇と台風等による高潮分を加えた潮位となった場合に、現在の面積の約2.7倍に拡大すると予想されている。



茨城市や寝屋川市等に  
まで浸水域が拡大する。

東京湾(左)・大阪湾(右)の  
潜在的浸水域

(計算条件: 堤防などの護岸構造物なし)

(資料提供: 茨城大学地球変動適応科学  
研究機関 桑原祐史講師)

【凡例】

Gyosei-jgd

潮位

潮位+SLR59cm

潮位+SLR59cm+高潮

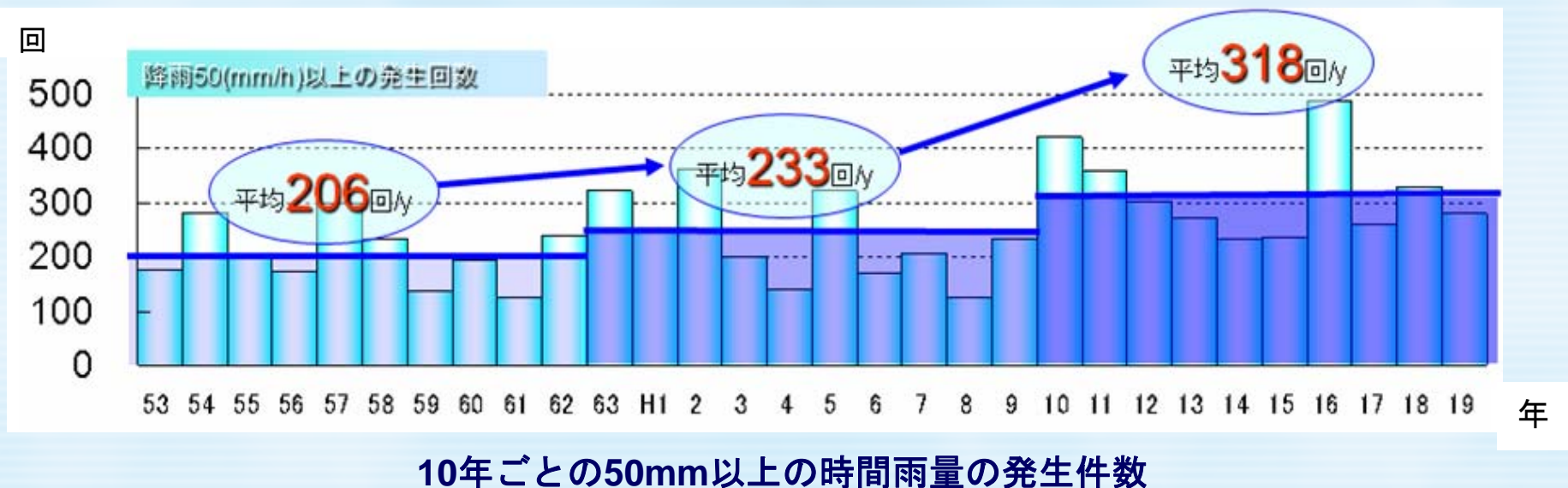
# 4. 防災・沿岸大都市 (3) 洪水

## 豪雨の発生頻度の増加

—現在生じている影響—

温暖化により、狭い範囲に短い時間で集中的に降る豪雨の頻度が増加していると言われている。

1時間当たり50mm以上の雨量が発生した件数を全国で年ごとに集計した結果、10年間の平均的な発生回数が増加していることが分かっている。



(国土交通省河川局, 2008)

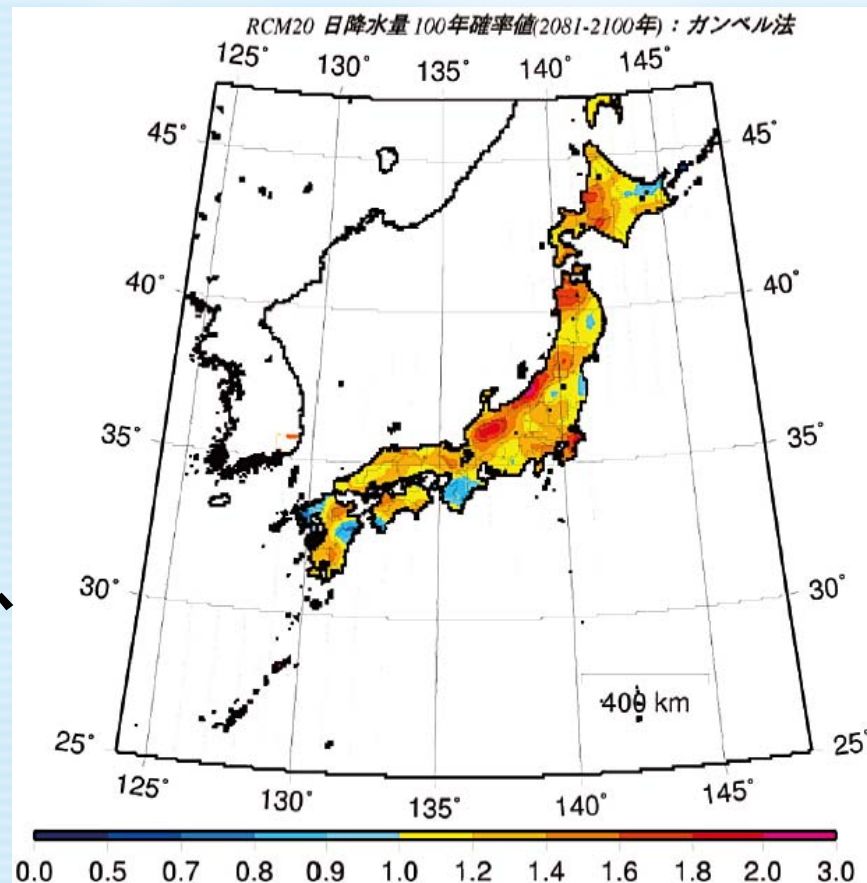
# 4. 防災・沿岸大都市 (4) 洪水

## 上流からの河川流量の増大 — 将来予測される影響 —

台風の強度や豪雨の発生頻度等が増加すると、沿岸の都市域にある河川の上流からの流量も増大し、洪水氾濫による災害のリスクが増大することとなる。

21世紀末の年最大日雨量等を指標とすると、概ね、北海道西部、東北北部、北陸、南西諸島において、洪水リスクが高まると推定されている。

例えば、北海道の年最大日降水量は今の1.2～1.4倍。



100年後100年確率最大日降水量の変化率  
(RCM20による予測結果)

(和田, 2006)



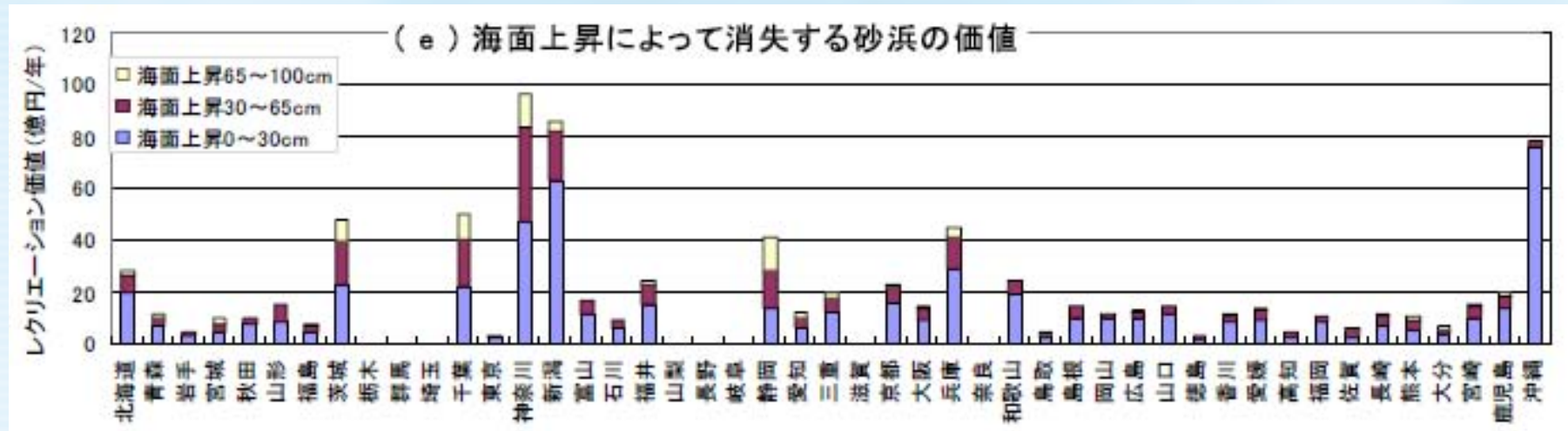
# 4. 防災・沿岸大都市 (5) 海岸侵食

## 消失する砂浜の価値

— 将来予測される影響 —

温暖化に伴う海面上昇により日本全国の海岸線が後退し、砂浜が侵食される。

砂浜の侵食による損害を推定するため、 $1\text{m}^2$ 当たりの砂浜の経済価値を約12,000円と仮定すると、海面上昇30cmにより消失する砂浜の価値は、1兆3千億円に達することとなる。



砂浜の利用客数が多く、レクリエーション価値が高い神奈川県、新潟県、沖縄県の砂浜での損害が大きい。

海面上昇によって消失する砂浜の価値

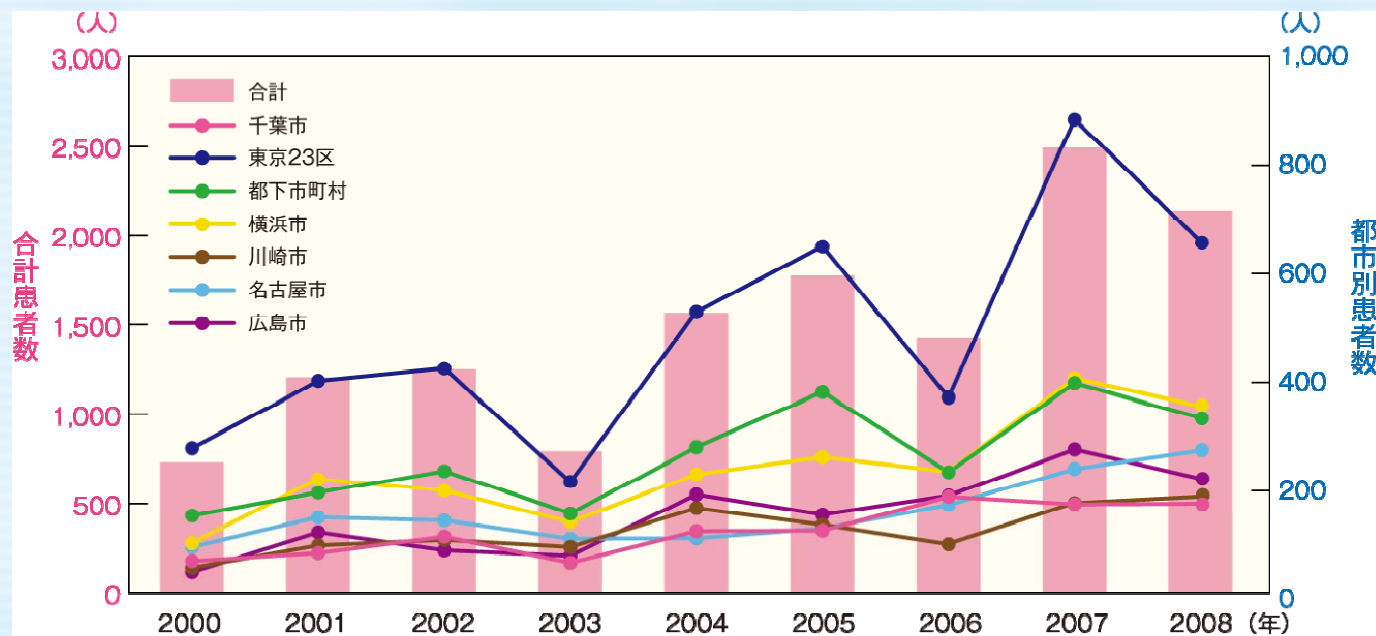
(温暖化影響総合予測プロジェクトチーム, 2008)

# 5. 健康 (1) 熱中症

## 2007年は多くの都市で熱中症患者数※が過去最高を記録

—現在生じている影響—

東京都及び17政令市の2007年の合計患者数は5,102名を記録し、東京23区では前年(2006年)の2倍以上の患者数を記録した。



都市別の熱中症患者数※の推移

(資料提供：(独)国立環境研究所 環境健康研究領域 総合影響評価研究室 小野雅司室長)

2007年の東京23区の熱中症患者数は879人。(2006年は363人)  
また、2000年時より熱中症患者数は増加傾向にある。

※ここでの患者数は、消防庁・消防局管内で救急車により搬送された患者数であり、救急車を使わずに直接医療機関を受診した患者数、あるいは受診しなかった患者数は含まれていない。

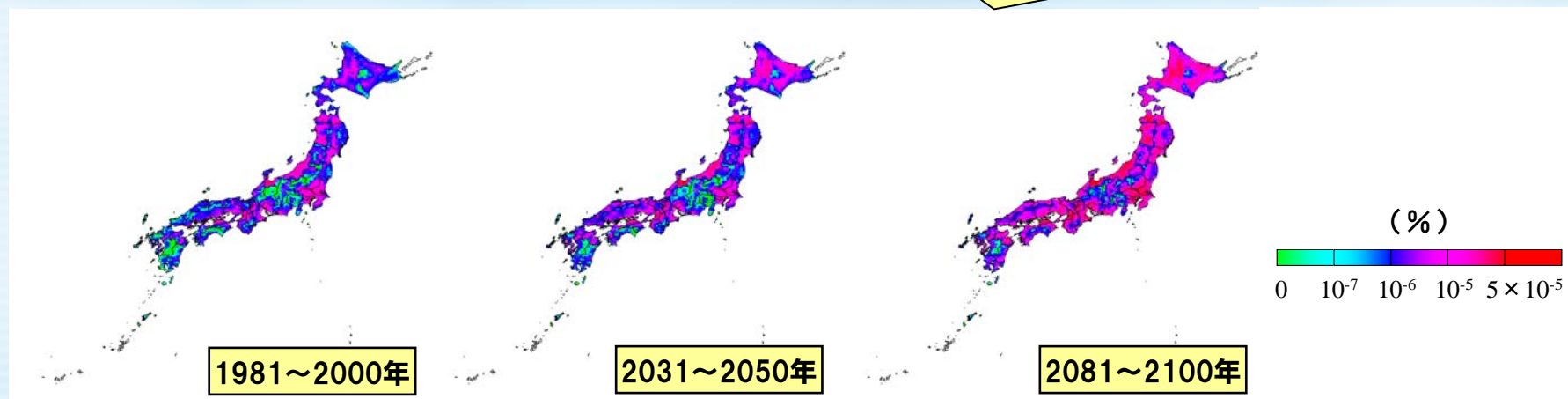
# 5. 健康 (2) 熱ストレス

## 熱ストレスによる死亡リスクの上昇

— 将来予測される影響 —

日最高気温と死亡率には関連性が認められており、地球温暖化による気温上昇によって、全国的に熱ストレスによる死亡率が高まると予測される。

2081～2100年には、熱ストレスによる死亡確率が、現在よりも約2～5倍上昇する。  
また、寒冷な地域の方が影響が大きくなる。



ある人が1年間に熱ストレスで死亡する確率

(温暖化影響総合予測プロジェクトチーム, 2008)



# 5. 健康 (3) 感染症等

## 感染症の媒介生物等の分布域が拡大

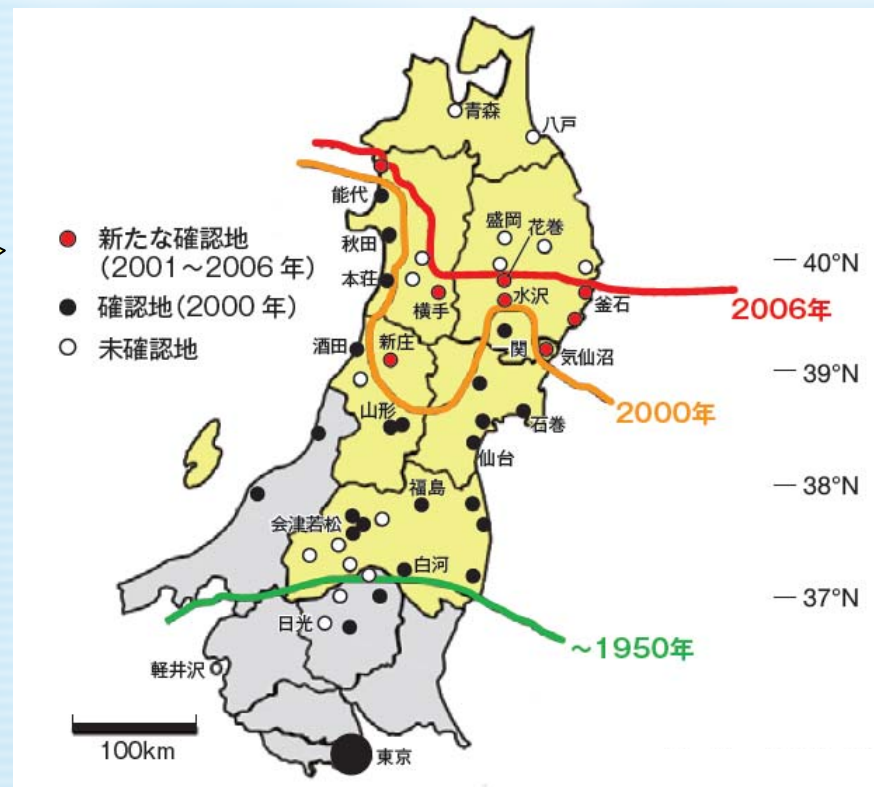
ヒトスジシマカ（デング熱、チクングニヤ熱の媒介蚊）の生息域が次第に北上していることが確認されている。

分布域の北限が、1950年代の北関東から2000年代には東北地方へと北上中。

また、猛毒を持つセアカゴケグモは、1995年に大阪湾岸で初めて発見されて以降、近畿地方を中心に分布が拡大しており、2008年には鹿児島県、福岡県でも初めて発見された。



—現在生じている影響—



東北地方におけるヒトスジシマカの分布北限の変化 (Kobayashi, M. et al., 2008)

セアカゴケグモ (神経毒を持つゴケグモ)  
(写真提供：国立感染症研究所昆虫医科学部 小林睦生部長)

# 5. 健康 (4) 感染症

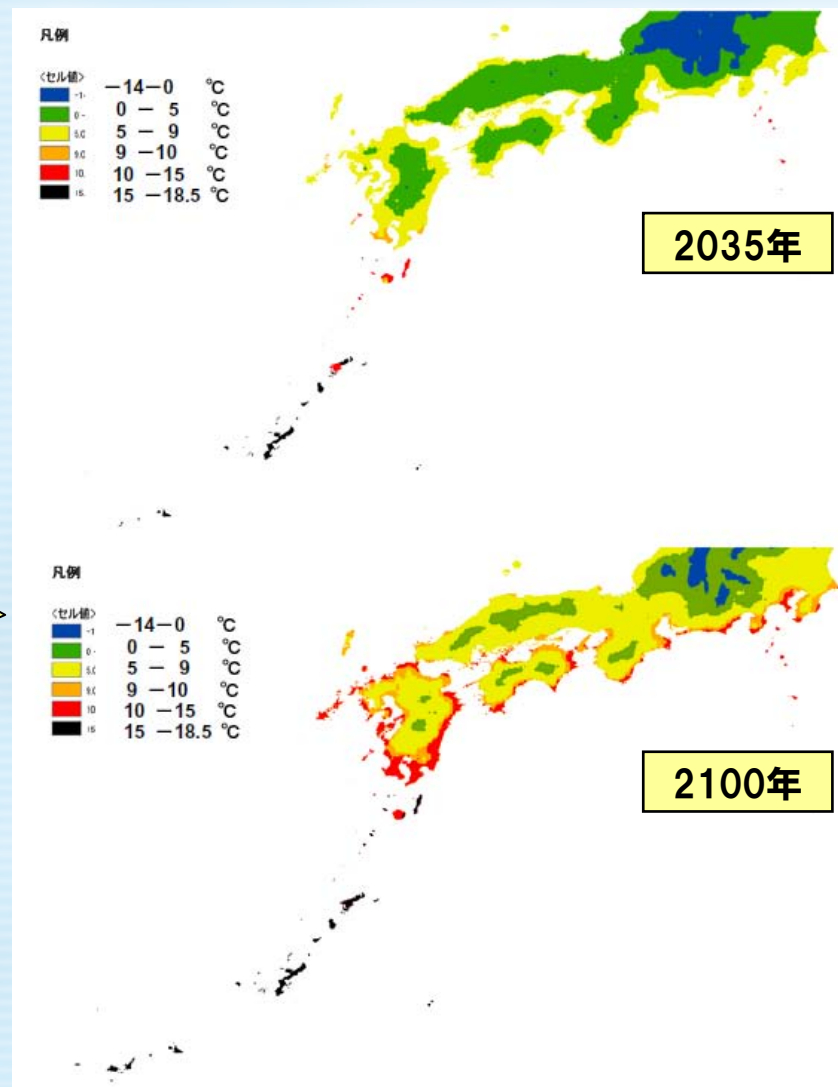
## 感染症の媒介生物の分布域がさらに拡大

— 将来予測される影響 —

温暖化によってネッタイシマカ(デング熱の媒介蚊)の分布可能域が広がる。

ネッタイシマカは1月の平均気温が10℃以上(赤色、黒色)の地域で分布する可能性がある。

2100年には、九州南部から千葉県南部まで広範囲にわたり、ネッタイシマカが分布可能となる。



1月の平均気温の温度分布とネッタイシマカの分布域の拡大予測

(Kobayashi, M. et al., 2008)

# 6. 国民生活・都市生活 (1) 伝統行事

## 伝統行事への影響

— 現在生じている影響 —

諏訪湖の「お神渡し」とは、冬季、気温低下に伴い、湖水の氷結面の一部にできる盛り上がった氷堤のこと。男神が諏訪大社上社から下社の女神のもとへ通った道筋と言われている。この「お神渡し」で、「明海(結氷せず)」及び「お神渡しなし」の記録の頻度が、1951年以降急増している。

過去30年間(1979～2008年)で、お神渡し拝観の神事(諏訪湖にお神渡りが確認された際に行われる八剱神社の伝統行事)が実施されたのは13回だが、そのうち過去20年間ではわずか6回であった。

(諏訪市博物館ホームページより)  
<http://www.city.suwa.nagano.jp/scm/dat/special/omiwatari/index.htm>



諏訪湖のお神渡りの様子 (昭和50年代)

(写真提供：諏訪市博物館)



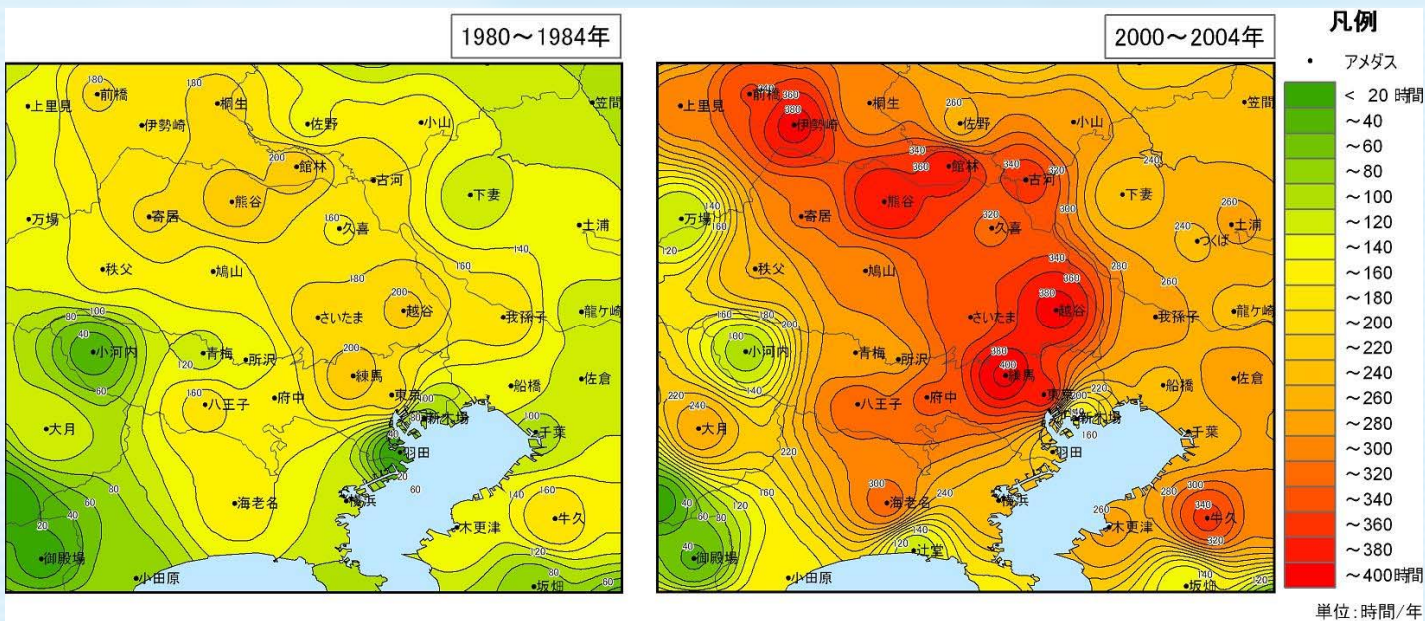
# 6. 国民生活・都市生活 (2) ヒートアイランド

## 都市部のヒートアイランド

— 現在生じている影響 —

都市の中心部では、気温が郊外に比べて島状に高くなるヒートアイランド現象が深刻化している。

過去100年間の気温上昇をみると、特に大都市では、地球温暖化にヒートアイランド現象による影響が加わることで、より大きな気温上昇が報告されている。



30℃を超える延べ時間の平均は、1980～1984年では約200時間であったのに対し、2000～2004年では多くの地域で増加し、400時間を越える地域も見られる。

関東地方における30℃を超えた延べ時間数の広がり (5年間の年間平均時間数)

(環境省作成)

# 6. 国民生活・都市生活 (3) 大雨

## 局地的な大雨の増加

— 現在生じている影響 —

急激に発達した積乱雲に伴い、市街地や河川において、局地的な大雨と、これによる増水を原因とする災害が報告されている。

都市部では、ヒートアイランド現象による気温上昇が集中豪雨発生に関与していると考えられる。

2008年8月29日未明、東海地方は猛烈な集中豪雨に見舞われ、愛知県岡崎市では、1時間の雨量146.5ミリを記録(観測史上1位を更新)。

この大雨洪水により、愛知県では、死傷者5名、2,000世帯以上の床上浸水11,000世帯以上の床下浸水などの被害が発生。

(愛知県災害情報センター, 2008)



豪雨で冠水した住宅街と田畑 (愛知県岡崎市)

(写真提供: 中日新聞)

# III “賢い適応”編



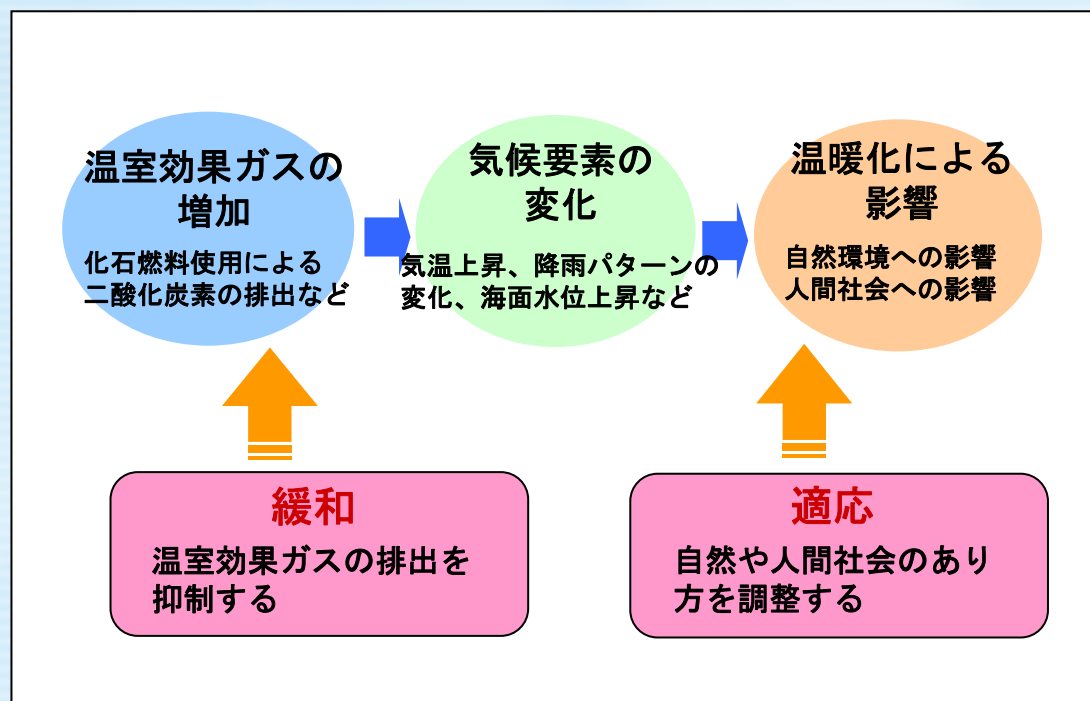
# 1. 適応とは

地球温暖化によって、I編、II編で示したような影響が予測される中、私達ができる対策には、大きく分けて以下の2つがある。

**緩和**：温暖化の原因となる温室効果ガスの排出を抑制すること。

**適応**：既に起こりつつある、あるいは起こりうる影響に対して、自然や人間社会のあり方を調整すること。

まず、温室効果ガスの排出を抑制する「緩和」を確実に進めることが不可欠である。一方で、最も厳しい緩和の努力をしても、今後数十年は温暖化の影響を避けることができないため、特に至近の影響への対処において「適応」が不可欠となる。

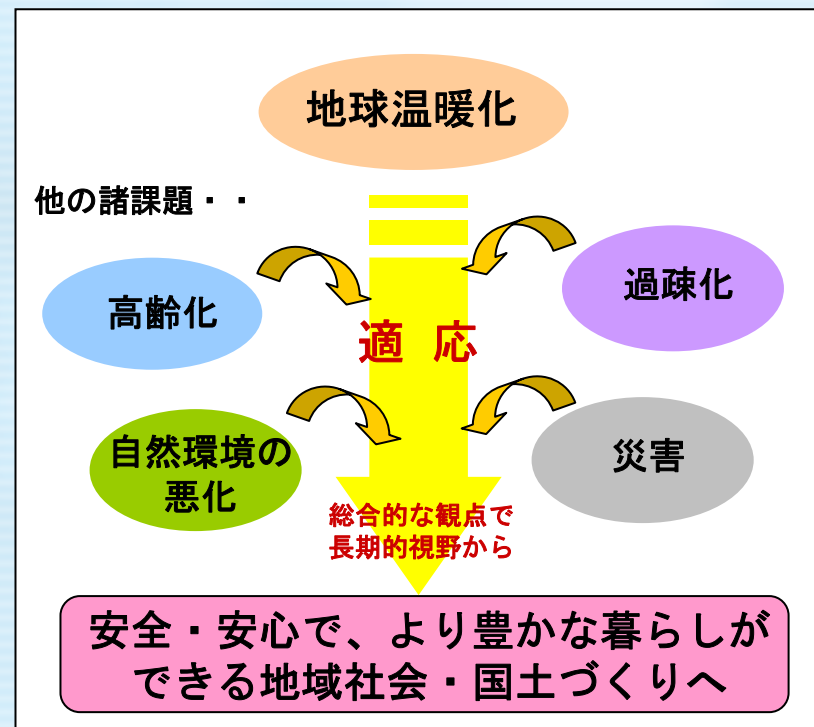


緩和と適応

## 2. “賢い適応”とは(1)

現在、我が国は、地球温暖化のみならず、高齢化、過疎化等の諸課題を抱えている。地域の実情に応じた賢い適応を進めることは、結果的に地域のあり方を変え、他の問題の解決をも導く可能性がある。まちづくり等を含む**総合的な観点から、長期的視野の下に、安全・安心な、より豊かな暮らしができる地域社会・国土づくりを目指すことが重要である。**

また、賢い適応を実現するには、都市計画、農業政策、地方自治体の環境政策等、**既存の政策分野や関連する諸計画の中に、気候変動に対する適応の視点を組み込むことが必要である。**既存の対策や資金に対して追加的に適応策を実施していくことで、全体の資源の有効活用を図る必要がある。



総合的・長期的視点による賢い適応

## 2. “賢い適応”とは(2)

効果的・効率的な“賢い適応”とは、具体的には以下の要素を含む。

### 1. 地域における脆弱性評価の促進

- 事業や地域の優先順位づけに生かす。
- 地域に存在する情報を活用。

### 2. モニタリングとこれを活かした早期警戒システムの導入

- 特に極端な現象などへの対処として。

### 3. 多様なオプションの活用

- ハード、ソフトの組み合わせ。
- 技術、法制度、経済的手法、情報整備、人材育成など。

### 4. 長期・短期の双方の視点の活用

- 全体として効果的・効率的になるように。

### 5. 観測結果の活用と一定の余裕を確保した適応策の導入

- 予測の不確実性がある中でも手遅れにならないように。

### 6. 適応の主流化

- 既存の政策・計画に適応を組み込む。
- 全体として資源の有効活用を図る。

### 7. 脆弱性の低い「柔軟な対応力のあるシステム」の効果的・効率的な実現

- 対症療法ではなく体質改善を図る。

### 8. コベネフィット型適応の促進

- 気候変動への緩和策にもなる、あるいは地域の環境・社会経済にも便益、相乗効果をもたらす適応を重視。

### 9. 保険等の経済システムを活用した社会全体の適応能力の向上

- 天候デリバティブ等、既に活用されている仕組みを参考に。

### 10. 関係組織の連携・協力体制の構築

- 多分野横断的な体制の構築。
- 途上国支援での多様な機関の連携。

### 11. 現場でのきめ細かな取組が可能な主体による自発的取組の促進

- 個人、コミュニティ、自治体等の主体的取組が重要。

### 12. 人材の育成

- 適応策の研究・実施を担う専門家育成。
- 幅広い主体への普及啓発。



# 3. 適応策のオプション(1) 食料

## 食料分野の適応策のオプション

**食料分野の適応策の選択・実施にあたっての考え方は以下のとおりである。**

- 優先度を考える際には、省力性、コスト、効果が重要となる。
- 果樹は、生育期間が長いいため、長期を見据えた適応策が必要になる。
- 生態系への影響、新しい技術導入によるエネルギー消費増大(CO<sub>2</sub>排出)にも注意を要する。

技術オプション	
技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●高温耐性品種等開発、導入</li> <li>●栽培地域移動</li> <li>●栽培手法変更</li> <li>●畜舎環境制御</li> <li>●養殖地域の移動、養殖技術の開発</li> </ul>
情報・知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>●普及指導員からの情報収集と整理</li> </ul>
政策オプション	
法制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>●高齢農家に対する適応策の支援・指導の仕組み作り</li> <li>●魚類の回遊経路、漁場形成に合わせた漁期設定</li> </ul>
人材	<ul style="list-style-type: none"> <li>●普及指導員・営農指導員への情報提供・人材育成</li> </ul>
社会経済オプション	
社会システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>●作期変更や落水時期の延長に伴う水利慣行の見直し</li> </ul>
経済システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>●共済システムの活用(被害発生状況の情報提供を迅速化し、被害申請に活かす)</li> </ul>

# 3. 適応策のオプション (2) 水環境・水資源

**水環境・水資源分野の適応の考え方は量と質の両面から以下とする。**

- 水の関係者全体が連携して渇水や洪水のリスクを低下させる。
- 水の需要者が節水、再利用等により水を大切に作る社会をつくる。
- 水の相互融通、備蓄等により緊急時に対応できる供給体制をつくる。
- 既存の水供給施設の徹底活用と長寿命化を図る。

## 水環境・水資源分野の適応策のオプション

技術オプション	
技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●渇水対策としての導水、排水管理システムの導入</li> <li>●海水の淡水化</li> <li>●下水再生水、浸出水、雨水等の利用</li> <li>●地下水塩水化防止対策</li> <li>●富栄養化対策(アオコフェンス等)</li> <li>●節水機器普及</li> </ul>
情報・知識	●水道原水の特性の総合評価とこれに適した浄水プロセスの選定
政策オプション	
法制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>●水運用の改善(耕地減少等を踏まえた農業用水の水道用水等への転用)</li> <li>●地盤沈下抑制のための深層地下水の揚水規制</li> </ul>
人材	●節水意識の向上
社会経済オプション	
社会システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>●農地の集約・水利権の再配分</li> <li>●渇水時に地域で柔軟に水を融通し合う仕組みの導入</li> </ul>
経済システム	●深層地下水の利用制限における課徴金制度など経済手法による間接的な抑制(地盤沈下抑制のため)

# 3. 適応策のオプション (3) 自然生態系

自然生態系の適応策の選択・実施においては以下の点に注意する。

- できるだけ自然でスムーズな移動を可能にする。
- 生態学的にありえない場所への移動を人為的に行うことは避ける。
- 不可逆な変化に対する考え方を整理する。
- 生態系の機能を損なわない形での移動、移植を促進する。
- 生態系サービスの優先順位を考える。
- 温暖化による影響を促進させる人為的要因を排除する。

## 自然生態系分野の適応策のオプション

技術オプション	
技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●生物の避難場所・環境(レフュージア)の確保</li> <li>●生態学的回廊(コリドー)の設置</li> <li>●スギ林など人工林の自然林化</li> <li>●マツ枯れ・ナラ枯れなどの早期発見・防除</li> <li>●高山帯等へのシカ柵設置等</li> <li>●栄養塩等の環境負荷物質の削減</li> </ul>
情報・知識	●各生態系のモニタリング体制整備
政策オプション	
法制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>●国立公園や生態系保護地域等の自然保護区の見直し、新たな設置等</li> <li>●人為的な生物の移植・放流の規制</li> <li>●観光者の行為制限</li> </ul>
人材	<ul style="list-style-type: none"> <li>●モニタリングに協力可能な知識・技術を有するボランティアの育成</li> <li>●高山植物や湿原への踏圧軽減、サンゴ礁保護等に関する意識啓発</li> </ul>
社会経済オプション	
社会システム	●温暖化影響の現状把握と対応のあり方に関する関係主体間の合意形成



# 3. 適応策のオプション (4) 防災・沿岸大都市

沿岸・大都市分野における適応の考え方は以下とする。

- 防護、順応、撤退を適切に組み合わせ、二重の防災・減災態勢を目指す。
- 手遅れ、または過大投資とならないように計画的に行う。
- 海面上昇や台風の強度増加分に対して適切な余裕幅を見込む。
- 構造物の更新等に合わせ、順応的に行う。

## 防災・沿岸大都市分野の適応策のオプション

技術オプション	
技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建築様式等の変更</li> <li>● 海岸保全施設の整備・改良</li> <li>● 排水システム強化</li> <li>● スーパー堤防整備</li> <li>● 既存施設の有効活用・長寿命化</li> <li>● 河川・海岸の総合的土砂管理</li> <li>● ダム群の再編</li> </ul>
情報・知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ハザードマップの作成・配布</li> <li>● 情報提供(Webの活用等)</li> <li>● モニタリング(長期的、リアルタイム)体制の高度化</li> </ul>
政策オプション	
法制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 防災を考慮した土地利用の変更・規制</li> <li>● 総合的沿岸域管理</li> </ul>
人材	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 防災訓練、防災教育の実施</li> </ul>
社会経済オプション	
社会システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自主防災組織の設置</li> </ul>
経済システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 住民などが加入する浸水保険制度の創設</li> <li>● 災害復旧基金、補助金の創設</li> </ul>

# 3. 適応策のオプション (5) 健康

## 健康分野の適応策のオプション

健康分野の適応の考え方は以下とする。

- 既に実施されている対策を今後も充実強化する。
- 調査・研究、各種情報の収集・蓄積・発信、専門家等の育成等を確実に推進する。
- 個人レベルでの適応策も多いことから、適応策に係る普及啓発を図る。

技術オプション	
技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●感染症のワクチン、新治療薬開発</li> <li>●媒介蚊対策徹底(発生環境の除去、幼虫防除等)</li> <li>●大気汚染物質の排出抑制(気候変動による大気汚染への影響に対して)</li> </ul>
情報・知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>●熱中症等に関する保健指導マニュアル等作成・普及</li> <li>●感染症サーベイランスの徹底</li> <li>●媒介生物の発生・分布状況の調査</li> </ul>
政策オプション	
法制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>●熱中症予防等に関する条例等の制度制定</li> <li>●高齢者世帯へのケア(介護制度活用、町内会やボランティアによるケアの仕組み等)</li> </ul>
人材	<ul style="list-style-type: none"> <li>●媒介蚊防除対策の立案可能な人材の養成</li> <li>●体調管理等の一般への普及啓発</li> </ul>
社会経済オプション	
社会システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>●職場・学校での取組の支援</li> </ul>

(環境省 地球温暖化影響・適応研究委員会, 2008より作成)

# 3. 適応策のオプション (6) 国民生活・都市生活

## 国民生活・都市生活分野の適応策のオプション

国民生活・都市生活分野の適応の考え方は以下とする。

- 個人やNGO、民間企業等と地方自治体及び政府が連携し、効果的に適応策を実施する。
- 地方自治体等の既存計画や対策プログラムに効果的な適応策を組み込む。

技術オプション	
技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●災害による家屋被害軽減のための建物の強化</li> <li>●遮熱性・断熱性の塗料・建材等の活用</li> <li>●媒介蚊や衛生害虫の発生環境の除去</li> <li>●緑化の推進</li> </ul>
情報・知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ハザードマップ等の提供・配布</li> <li>●熱中症注意情報等の提供・活用</li> </ul>
政策オプション	
法制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>●高齢者等への暑さ対策ケア(町内会、介護制度の活用)</li> <li>●クールビズ</li> <li>●サマータイム制</li> </ul>
人材	<ul style="list-style-type: none"> <li>●防災訓練、防災教育の実施</li> </ul>
社会経済オプション	
社会システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>●自主防災組織の設置</li> </ul>
経済システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>●天候デリバティブを活用した異常気象のリスク回避</li> </ul>



# 3. 適応策のオプション (7) 途上国

## 途上国分野の適応策のオプション

途上国で適応策の計画・実施に必要な取組は以下である。

- 開発、貧困低減との統合
- 既存の適応策の評価、活用
- 関連分野における適応の主流化
- コベネフィットの追求、マルアドアプション<sup>※</sup>の回避
- ステークホルダーの参加
- 意識啓発、能力育成

※十分な検討や配慮がなされていないため、適応策が十分な効果を発揮できなかったり、他の持続可能な開発に負の影響を生じてしまう適応策のこと。

技術オプション	
技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●【農業】灌漑地域やシステムの変更</li> <li>●【水資源】雨水収集、土壌浸食対策</li> <li>●【生態系】生育・生息地分断化の低減とコリドーや緩衝地帯の設置</li> <li>●【防災・沿岸】湿地の保護、氷河湖の人工的水位低下</li> <li>●【健康】衛生設備の改善、生物媒介性疾病预防の技術的解決策の適用</li> </ul>
情報・知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>●【農業】気象予測情報の提供</li> <li>●【水資源】国家計画等の再調整のための水資源モニタリング</li> <li>●【生態系】脆弱な生態系のモニタリング</li> <li>●【防災・沿岸】気象及び水文関連サービスにおける早期警戒システムの強化</li> </ul>
政策オプション	
法制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>●【農業】穀物銀行の設置</li> <li>●【水資源】水資源／洪水／干ばつ管理システムの開発</li> <li>●【生態系】森林管理の強化</li> <li>●【防災・沿岸】海面上昇に対応する危機管理計画の準備</li> <li>●【健康】気候リスクを認識する公衆衛生政策</li> </ul>
人材	<ul style="list-style-type: none"> <li>●【農業】土と水の保全及び管理に関する教育と実践プログラム</li> <li>●【生態系】土地利用規制を行う組織の能力強化</li> </ul>
社会経済オプション	
社会システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>●【健康】公教育と識字率の改善</li> </ul>
経済システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>●【農業】作物種保険、税制優遇措置／補助金</li> <li>●【水資源】雨水貯蔵タンク購入のための銀行ローン</li> <li>●【生態系】社会経済的な要因を含む管理政策</li> <li>●【防災・沿岸】気象災害に対応する保険等のオプションの検討</li> <li>●【産業】観光資源及び収入源の多元化</li> </ul>

# 4. 今後の課題

日本の影響・適応に関する今後の課題としては、以下の事項が挙げられる。

## 今後の課題

- **科学的評価**に基づく適応策の実施とそのための**データ・情報・研究成果の蓄積・共有化**  
→優先分野・地域を明らかにして、財源・人的資源を最適配分
- **過去の事例**に学ぶとともに、**適応の視点**を種々の政策に組み込んで実施  
→各種基準の改訂、インフラの再整備の機会の活用等
- **早急に実施**すべき適応策の計画的推進  
→適応計画の策定、影響に関するモニタリングの充実
- **継続的な検討**体制の構築と検討成果の**定期的な発信**  
→関係各省の参加も視野において、より政策志向の検討を実施
- **途上国の適応支援**に関する検討の継続  
→クールアース・パートナーシップを推進する関係省にインプット
- **気候変動の影響と適応**に関するさらなる**研究の推進**  
→影響のメカニズム、将来予測、脆弱性評価、適応策(技術、政策、社会経済)、産業分野

# 5. 参考：地球温暖化影響・適応研究委員会報告書の概要

## 地球温暖化影響・適応研究委員会報告書 「気候変動への賢い適応」の概要

環境省では、2007年10月に地球温暖化影響・適応研究委員会を設置し、我が国と途上国における影響と脆弱性の評価、適応の考え方、今後の研究の方向性等について検討を行った。検討の成果は、報告書「気候変動への賢い適応」として、2008年6月に公表されている。

実施主体	●環境省地球環境局局長諮問委員会「地球温暖化影響・適応研究委員会」
期間	●2007年10月～2008年6月
成果の公表	●ワーキンググループを含め、のべ26回以上の会議を実施、43名の委員・ワーキンググループメンバーが参加。
影響について	<ul style="list-style-type: none"> <li>●我が国への影響評価研究の知見を網羅的に整理。</li> <li>●「食料」「水環境・水資源」「自然生態系」「防災・沿岸大都市」「健康」「国民生活・都市生活」「途上国」の8分野ごとに検討。</li> <li>●各分野で、温暖化影響のメカニズム、これまでに観測された影響、将来予測される影響を整理。</li> </ul>
適応について	<ul style="list-style-type: none"> <li>●「賢い適応」のあり方を提言。</li> <li>●現在考えられる適応策オプションを提示。</li> <li>●適応策の選択・実施の考え方、課題、参考事例等も整理。</li> </ul>
今後の活用予定	●関係諸機関も含めた行政施策の基礎資料として活用予定。



## 6. 海外の取組事例(先進国(1) オランダ)

北海に面しているオランダでは、これまで約800年間にわたり、干拓地を高潮等から防護するための対策が取られ、現在は、より大規模の高潮等への対策事業のために毎年GDPの0.2% (約13億ドル)を投じている。アムステルダム等では、将来の浸水リスクへのフレキシブルな対応として水上に浮かぶ温室等の施設の実験を行っており、今後は、水上住宅への応用も模索されている。



### The Oosterscheldekering

干潮に合わせてゲートを開き、干拓地内から排水。



(写真提供 : Bryan Tong Minh, 2008)

### Floating greenhouses



水位に合わせて上下に動く。

(写真提供 : Kabat, P. et al., 2005)

## 6. 海外の取組事例(先進国(2) イギリス)

イギリスでは、テムズ川河口の施設改良に取り組んでいる。例えば、テムズ防潮堰により防護されている地域の多くは、海面水位よりも低いため、海面上昇や高潮の大規模化に対応していく必要がある。テムズ防潮堰の延長は約18kmあり、年10回程度の高潮に際してゲートを閉鎖させている。

テムズ川の河口堰のゲート高を30cm上げるように改良している。

Thames River



(multi mupホームページより)  
<http://www.multimap.com/>

Thames Gateway



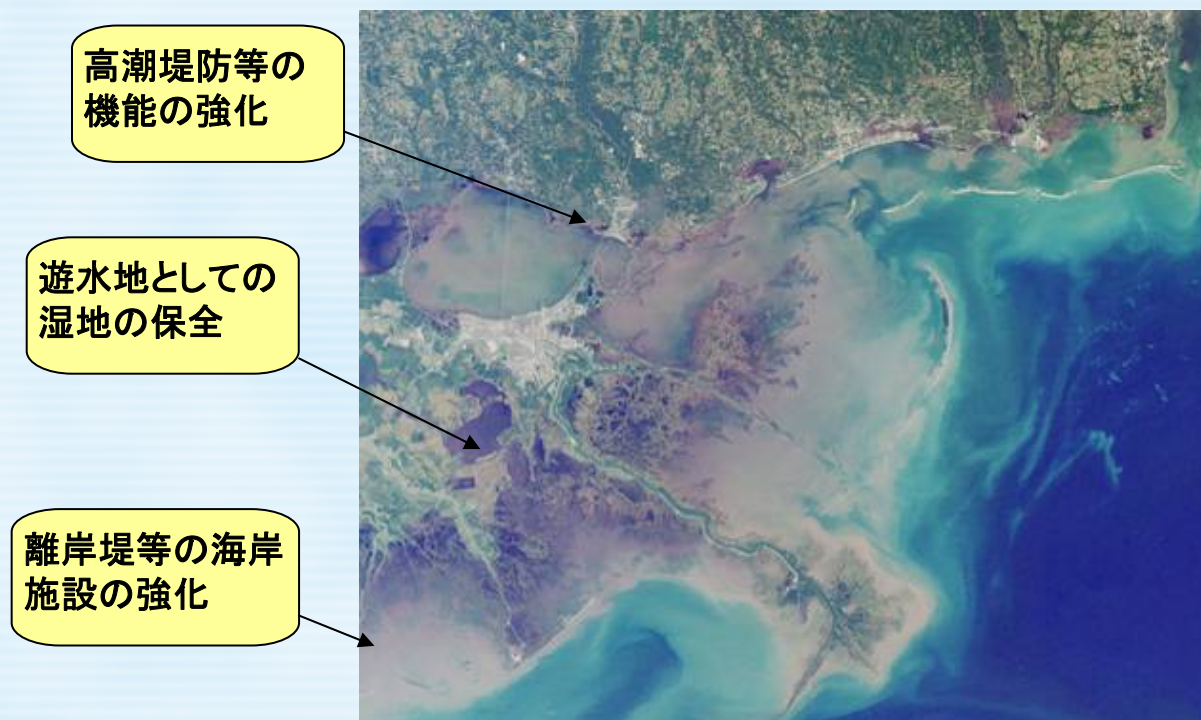
(写真提供 : Bill Bertram, 2008)



## 6. 海外の取組事例(先進国(3) アメリカ)

2005年のハリケーンカトリナにより被災したニューオリンズでは、海面上昇と大規模化する高潮に対して、主に3つの方法により、対策が取られている。

- ① 離岸堤等の海岸施設により波浪等の威力を低減させる
- ② 遊水地としての機能を有する湿地を保全する
- ③ 高潮堤防や防潮堰の機能を強化する



Wetlands of the  
Gulf Coast

(NASA Earth Observatoryより)  
<http://earthobservatory.nasa.gov/>



## 6. 海外の取組事例(途上国(1)バングラデシュ)<sup>64</sup>

バングラデシュは国土の大半が低平な土地であり、雨期の洪水やサイクロンによる多大な被害を受けている。  
そこで、災害の危険性が高い地域に2階建て多目的サイクロンシェルターの建設が行われた。このシェルターは、平常時は小学校として活用され、1階はピロティ(開放部分)、2階は教室等、そして屋上も避難場所として利用される。

サイクロンシェルター (兼初等学校)



1階はピロティ(開放部分)。

シェルター内部の様子



普段は教室として利用。

## 6. 海外の取組事例(途上国(2) モルディブ)

モルディブは南北約800kmの海域に環礁が連なり、それらに1,190の島々が点在する島嶼国である。中でも、モルディブで最も都市化が進んだ首都マレ島と空港島では、海面上昇に加え、サイクロンによる高潮や海洋の地震による津波が大きな問題となる。マレ島では、日本の無償資金協力により建設された護岸が、減災効果を発揮している。

1987年のサイクロンによる高潮の際は、マレ島の1/3が冠水し、首都機能の麻痺等の甚大な被害を受けた。



モルディブ国マレ島

2004年12月のインド洋大津波の際は、護岸のおかげで、多くの命が救われ、首都は無事だった。



整備された護岸



## 6. 海外の取組事例(途上国(3)ペルー)<sup>66</sup>

ペルーの乾燥地帯にあるナスカは、気候変動による渇水の影響を受けやすい地域である。この地の人々は、農業等の大切な水源をはるか離れた山から地下の石造りの水路で導いている。これは、地上に水路を通すとすぐ蒸発してしまうためである。この水路の上には渦巻状の石で組んだ井戸が作られており、螺旋状の階段になっていて取水口はさらに数メートル下にある。

ナスカ（ペルーの南海岸）の地下水路入口につながる井戸



ペルーの高地において水源を確保するための適応。



## 6. 海外の取組事例(途上国(4) ネパール)

ネパールでは、氷河の融解により発生、拡大する氷河湖が決壊し、洪水が起こる危険性への対策が迫られている。

標高4,850mにあり、約1億 $\text{m}^3$ の水量となった The Tsho Rolpa 氷河湖は、ネパールで最も危険と見られている。

The Tsho Rolpa glacial lake



氷河の融解が進み、  
拡大する氷河湖

決壊の危険性を  
低減させるため  
に、排水が行わ  
れている。



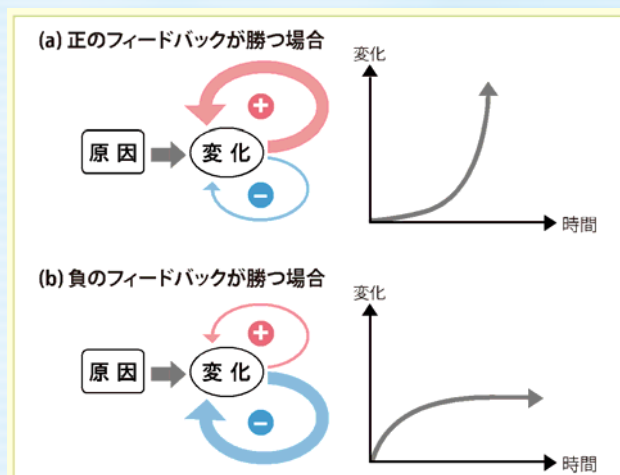
(Agrawala, S. 編, 2005)

## **IV 地球温暖化問題Q & A編**

# Q & A (1) 温暖化は暴走する？

**Q.1 温暖化はあるところまで進むと、決して止められなくなる(暴走する)と言うのは、本当なのですか？**

一般に、ある原因で変化が起きた時にその変化をさらに強める作用を「正のフィードバック」、反対に変化を弱める作用を「負のフィードバック」といいます。地球の温度が決まるメカニズムの中にも、例えば、太陽光を反射している地表面の雪や氷が温暖化で融け、それにより太陽光がより吸収されるようになり、さらに温暖化が進む正のフィードバック、逆に、地球の温度が上がるほど多くの赤外線宇宙に放出して冷えようとする負のフィードバック等があります。現在のところ、かなりの程度温暖化が進行すると、負のフィードバックが勝るようになり気温がそれ以上上がらなくなると考えられており、温暖化が暴走するという予測はありません。



ただし、現在の科学ではまだよく分かっていないメカニズム、例えば、温暖化に伴いシベリアの凍土が融け、温室効果ガスのメタンが放出される等のメカニズムが温暖化を加速することもあり得るため、温暖化が暴走する可能性がゼロとはいいきれません。

**正・負のフィードバックと変化の時間発展の関係**

(「ココが知りたい温暖化」(独)国立環境研究所ホームページ)

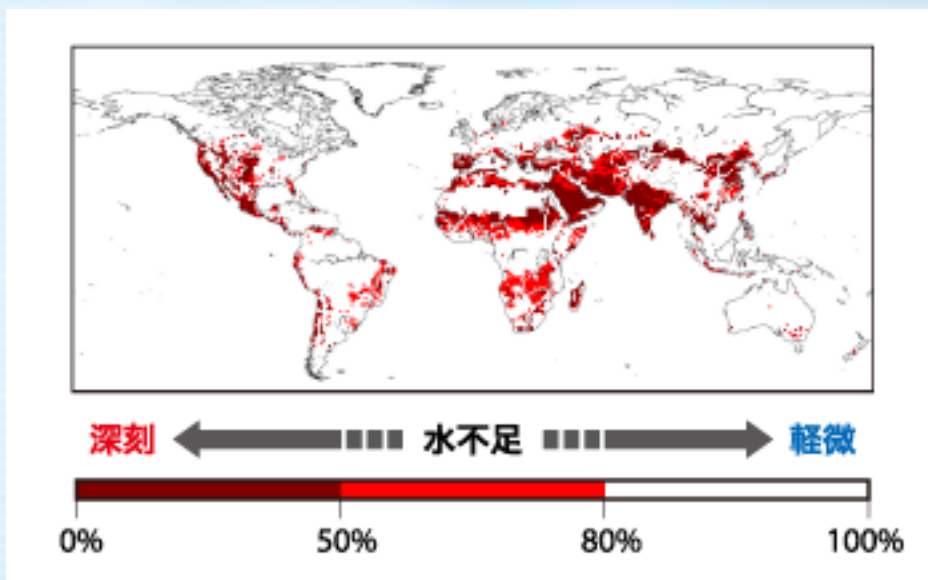
[http://www-cger.nies.go.jp/qa/20/20-2/qa\\_20-2-j.html](http://www-cger.nies.go.jp/qa/20/20-2/qa_20-2-j.html)



# Q & A (2) 世界の水不足の原因

## Q.2 世界の水不足の原因は、温暖化よりも、途上国の人口増加等で需要が増えるからではありませんか？

一般的には、途上国の人口増加や経済発展による水需要の伸びの方が、温暖化よりも水不足に強い影響を与える場合が多いと考えられます。しかし、水資源は必要な時に必要な量があることが重要です。温暖化により、降水や積雪・融雪時期の変化等が起こり、水資源量の時間的な変動(ばらつき)が大きくなると、年単位では問題のなかった地域でも、季節・月単位では水不足となる可能性が生じます。このように、地球温暖化は、人口増加等による水不足をさらに、深刻化させる可能性が大いなのです。



1年間に取りたかった水量が、毎日の河川流量から、どれだけ取れたかを表す指標。現在でも、アフリカのサヘルや東南アジア等に、季節によっては水不足が深刻となる地域が見られる。

### 累積取水需要比（1990年代の計算値）

(Hanasaki et al. 2008a, b) 及び  
 (「ココが知りたい温暖化」(独)国立環境研究所ホームページ)  
[http://www-cger.nies.go.jp/qa/16/16-1/qa\\_16-1-j.html](http://www-cger.nies.go.jp/qa/16/16-1/qa_16-1-j.html) )

# Q & A (3) 異常気象の増加とその原因

**Q.3 短期集中型の豪雨等の異常気象は、以前に比べて増えていると本当に言えますか？それは人間活動による影響と言えますか？**

豪雨の変化が既に起きている可能性が高いことは明らかになっていますが、現時点の知見では、それが温暖化による影響かどうか明確に判断するまでには至っていません。

ただし、さらに人間活動に伴う温室効果ガスの排出増加により温暖化が進めば、これまで起きなかったような強さの気象現象が発生する可能性が高いと予測されています。

極端な気象現象の長期変化 (IPCC AR4-WG1の気象庁訳より)

現象および傾向	20世紀後半(主に1960年以降)に起こった可能性	観測された傾向に対する人間活動の寄与の可能性	SRESシナリオを用いた21世紀の予測に基づく傾向の継続の可能性
ほとんどの地域で大雨の頻度(もしくは総降水量に占める大雨による降水量の割合)の増加	可能性が高い	どちらかといえば	可能性が非常に高い
強い熱帯低気圧の活動度の増加	いくつかの地域で1970年代以降可能性が高い	どちらかといえば	可能性が高い

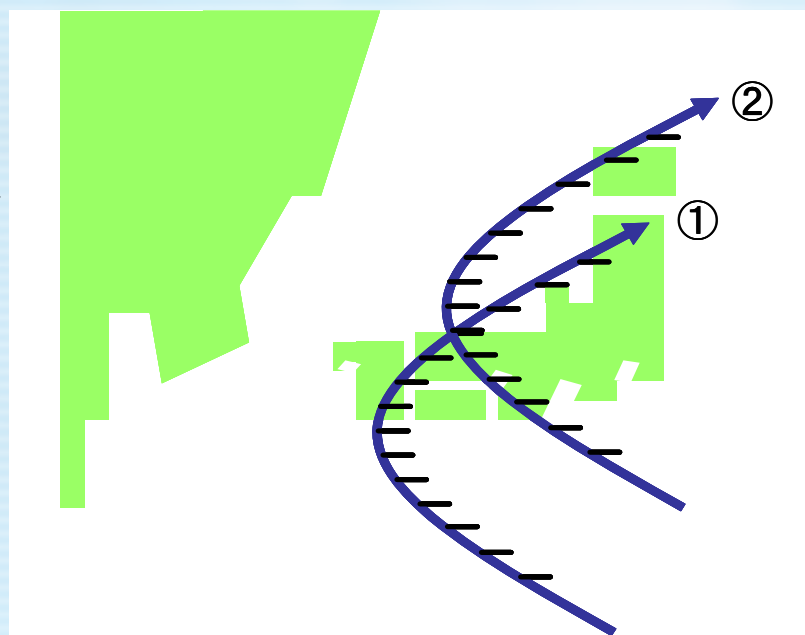
# Q & A (4) 台風の発生頻度や強度等の変化<sup>72</sup>

## Q.4 アメリカを襲ったカトリナのような強烈な台風が、日本にも襲来し、災害が起こるようになるのですか？

気候変動が、台風を含む熱帯低気圧の発生頻度や強度の変化に影響を与えることについては認識が一致しています。

さまざまな議論があるものの、地球全体では強い熱帯低気圧の活動度の増加や、高潮の発生の増加の可能性が指摘されています。また、この50年では、低気圧の進路が極方向に移動していることが観測されています。日本も、このような変化に無関係であるとは言い切れません。

例えば、台風の進路に関しては、現在は、右図の①のコースのように台風が北東に進むことが多く、この場合、南西に向いた湾で高潮が発生します。ところが、温暖化の影響により、仮に②のような北に寄るコースを進むようになると、台風が我が国に南東より来襲するため、南東に向いた湾でこれまで経験しなかった規模の高潮が発生する可能性があります。



台風の進路

(福濱, 2007)

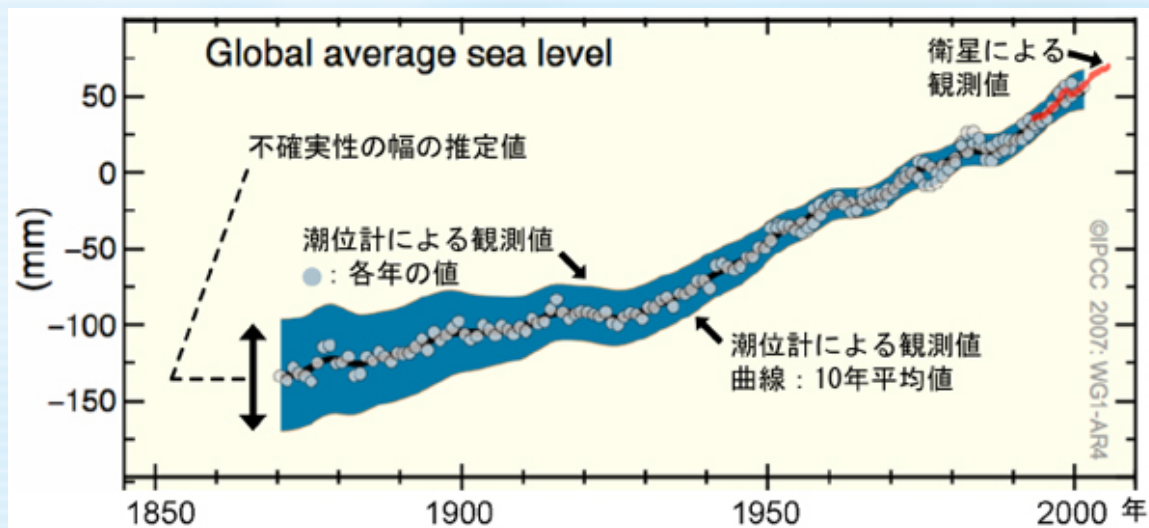


# Q & A (5) 海面上昇の影響

## Q.5 温暖化で北極の氷が融けて海水面が上昇し、東京湾等の海抜ゼロメートル地帯は水没してしまうのですか？

温暖化すると海水面は上昇しますが、それは北極海に浮かぶ海氷が融けることによるものではなく、グリーンランドなど陸上の氷河と氷床が融けて海に流れ込み海水の量が増加したり、海水が温まって膨張したりすることによるものです。

IPCCでは2100年までの海面上昇を18～59cmと予測していますが、東京湾、伊勢湾、大阪湾(三大湾)については、現在の海岸堤防が維持されれば、この今後100年間の上昇幅により、三大湾のゼロメートル地帯が水没することはありません。しかし、このまま数百年以上後まで温暖化が進行すると、グリーンランドの氷が融解する等して海面が数メートル単位で上昇し、水没の危険が高まると指摘されています。



また、高潮等による危険はその前から徐々に高まってくると考えられます。

### 世界平均海面水位の変化

(IPCC, 2007) 及び  
 (「ココが知りたい温暖化」(独)国立環境研究所ホームページ)  
[http://www-cger.nies.go.jp/qa/7/7-1/qa\\_7-1-j.html](http://www-cger.nies.go.jp/qa/7/7-1/qa_7-1-j.html)

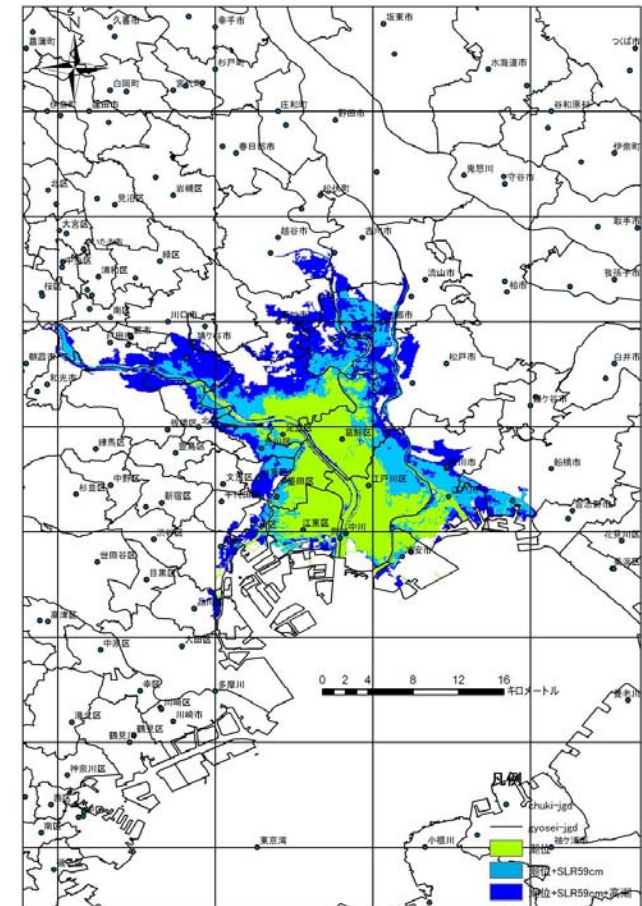
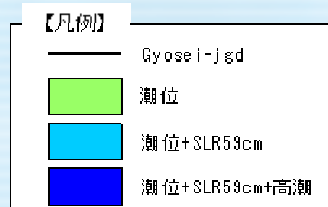
# Q & A (6) 日本の都市域、構造物への被害

74

**Q.6 日本は先進国であり、河川や海岸や都市等は頑丈にできているため、被害は少ないのではないですか？**

2005年のハリケーンカトリーナによって、先進国である米国ニューオリンズ市街が甚大な被害を被ったことは、記憶に新しいところです。将来はこのような現在の防護水準を超える高潮が発生する可能性があります。

海面上昇や高潮の増大が生じると、都市域の潜在的浸水域(海岸堤防等の構造物による防護がないと考えた場合に、浸水する可能性のある仮想的な範囲)が拡大します。例えば、右図では、東京湾沿岸域において潜在的浸水域が拡大する予測が示されています。このことは、我が国においても今の都市域が地形的に非常に脆弱であること、一度構造物の機能が失われた場合の被害が甚大となることを意味します。



東京湾沿岸域の潜在的浸水域 (計算条件: 堤防などの護岸構造物なし)

(資料提供: 茨城大学地球変動適応科学研究機関 桑原祐史講師)



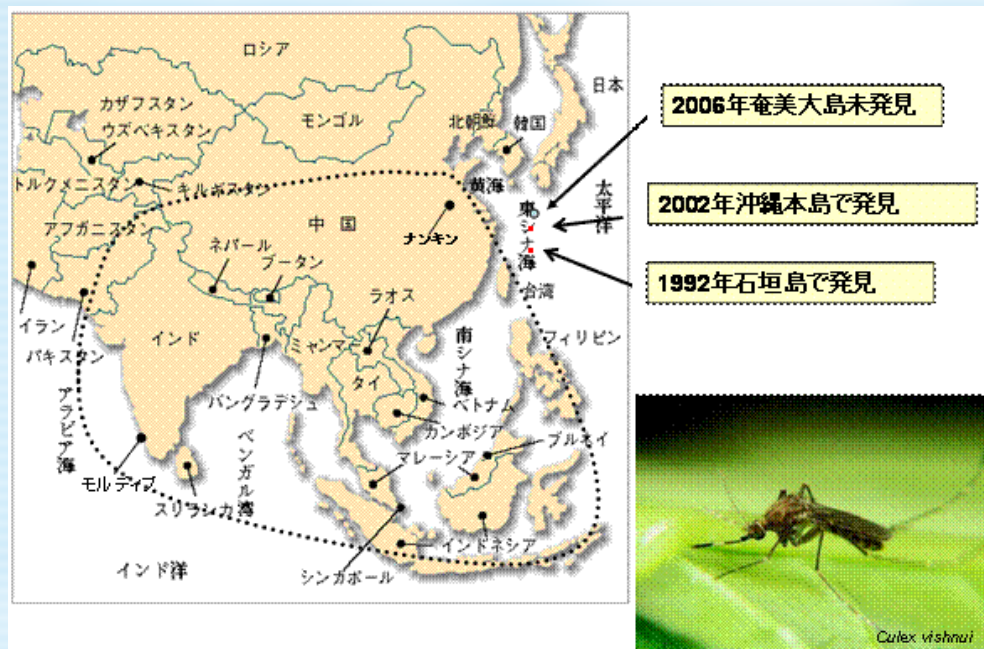
# Q & A (7) 健康への影響(感染症等)の可能性

**Q.7 今より気温が高くなると、日本脳炎が蔓延したり、新たなウイルス等が発生するようになるのですか？**

インド、中国、東南アジアの主な日本脳炎媒介蚊である ニセシロハシイエカ (*Culex vishnui*) は、これまで日本には分布していませんでしたが、分布域が拡大し、1992年石垣島、2002年沖縄本島で確認されました。

媒介蚊の侵入がすぐに患者数の増加に結びつくものではありませんが、注意すべき現象といえます。

また、現時点で新種ウイルス等の発生が確認されてはいませんが、少なくとも熱帯性のウイルスが侵入する可能性が今後高まると考えられます。



日本脳炎媒介蚊ニセシロハシイエカ(*Culex vishnui*)の分布域拡大

(資料提供：国立感染症研究所 小林睦生部長)

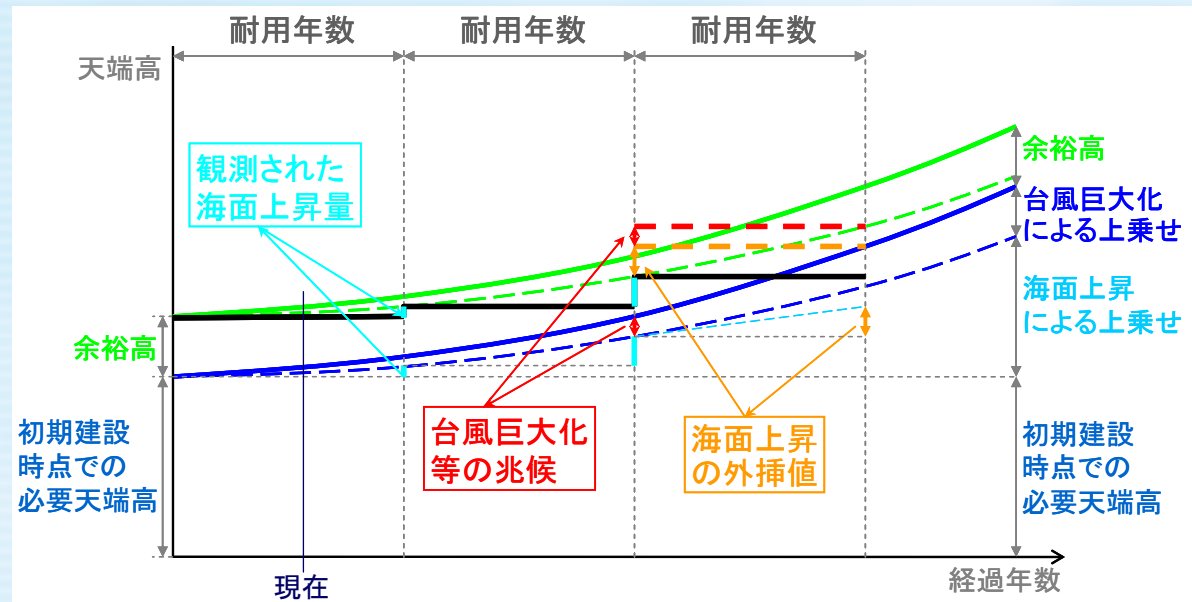


# Q & A (8) 予測の不確実性への対応<sup>76</sup>

Q.8 影響の予測が不確実なのに、適応のための目標時期や程度をどうやって決めるのですか？

地球温暖化に対する適応を行う上では、手遅れにならないように計画的に考えることと、事前の対応が過剰となって無駄な投資にならないように考えることの、両面が重要となります。

例えば、海岸の堤防を、老朽化等に対応して更新する時には、最新の潮位記録や将来の一定期間の海面上昇予測に基づき、天端(堤防等の一番高い部分)の高さを漸近的・段階的に上げていく等の方法が、手遅れや無駄な投資とならない有効策と考えられます。



地球温暖化に対する漸近的適応策

(磯部, 2008)

# Q & A (9) 適応はインフラ整備で十分なのか？

## Q.9 適応のためには、堤防などのインフラ整備を行いさえすればよいのですか？

適応策はインフラを整備することのみにより行うものではありません。例えば、海面上昇に対する適応策には、防護、順応、撤退の3つの方法があります。温暖化の影響に対する地域特性や社会経済性を考慮し、インフラの整備も含めた効果的・効率的な方法を選択していく必要があると考えられます。

### 沿岸の高潮に対する防災における適応策

適応	方法
防護	堤防を築いたり、かさ上げして住宅やインフラを守る方法
順応	しだいに高くなる海水面に対して床を上げたり、高床式の住宅をつくるなどの工夫
撤退	海水面の上昇によって浸水する前に、住宅や施設を後方へ移動させる方法

# 便利なリンク集

- ◆環境省地球温暖化影響・適応研究委員会 「気候変動への賢い適応」  
報告書掲載サイト [http://www.env.go.jp/earth/ondanka/rc\\_eff-adp/index.html](http://www.env.go.jp/earth/ondanka/rc_eff-adp/index.html)
- ◆温暖化影響総合予測プロジェクトチーム, 2008: 地球温暖化「日本への影響」－最新の科学的知見－  
(環境省地球環境研究総合推進費S-4「温暖化影響総合予測プロジェクト」)  
報告書掲載サイト <http://www.env.go.jp/earth/suishinhi/index.htm>
- ◆環境省 パンフレットSTOP THE 温暖化 2008  
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/stop2008/index.html>
- ◆国立環境研究所ホームページ  
ココが知りたい温暖化 [http://www-cger.nies.go.jp/qa/qa\\_index-j.html](http://www-cger.nies.go.jp/qa/qa_index-j.html)
- ◆全国地球温暖化防止活動推進センター <http://www.jccca.org/>
- ◆IPCC (気候変動に関する政府間パネル) ホームページ <http://www.ipcc.ch/>



# 引用文献

- ◆ABARE Innovation in Economic Research, 2000-2008: Australian crop report
- ◆Agrawala, S.編, 2005 : Bridge Over Troubled Waters - Linking Climate Change and Development. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, France, 153pp.
- ◆愛知県災害情報センター, 2008 : 8月28日(木)からの大雨洪水に関する被害状況等について (第21報)
- ◆独立行政法人 国立環境研究所, 2007 : スターン・レビューに対するコメント
- ◆独立行政法人 国際協力機構, 2001 : Annual Evaluation Report.
- ◆独立行政法人 国際協力機構, 2007 : JICAの協力と気候変動への適応策
- ◆独立行政法人 水産総合研究センター, 2008 : NEWSLETTER おさかな瓦版No.25
- ◆Hanasaki, N., Kanae, S., Oki, T., Masuda, K., Motoya, K., Shirakawa, N., Shen, Y., and Tanaka, K.: An integrated model for the assessment of global water resources - Part 1: Model description and input meteorological forcing, Hydrol. Earth Syst. Sci., 12, 1007-1025, 2008
- ◆Hanasaki, N., Kanae, S., Oki, T., Masuda, K., Motoya, K., Shirakawa, N., Shen, Y., and Tanaka, K.: An integrated model for the assessment of global water resources - Part 2: Applications and assessments, Hydrol. Earth Syst. Sci., 12, 1027-1037, 2008
- ◆NASA Earth Observatory, <http://earthobservatory.nasa.gov/>
- ◆福濱方哉, 2007 : 地球温暖化による海面上昇や台風の変化が海岸に与える影響と対応について, 高圧ガス, 9, 5-8
- ◆IPCC, 2007 : IPCC第4次評価報告書
- ◆磯部雅彦, 2008 : 気候変動の海岸への影響と適応策, 河川, 1, 35-40
- ◆伊藤進一, 2007a : 温暖化シナリオにおいて推定されるサンマおよびニシンの応答, 月刊海洋, 39, 303-308.
- ◆伊藤進一, 2007b, 地球温暖化とサンマの予測モデル, FRANEWS, 10, 16-17.
- ◆Adapted by permission from Macmillan Publishers Ltd: NATURE. Kabat, P., Vierssen van, W., Veraart, J., Vellinga, P., Aerts, J., 2005 : Climate proofing the Netherlands, Nature , 438 (7066), 283-284. Copyright 2005.
- ◆環境省, 2008 : STOP THE 温暖化 2008
- ◆環境省 地球温暖化影響・適応研究委員会, 2008 : 気候変動への賢い適応 ー地球温暖化影響・適応研究委員会報告書ー

# 引用文献

- ◆気象庁, 2005 : 6月の天候 (参考資料 : 4月からの少雨の状況) 平成17年7月1日発表
- ◆Klein R.J.T., R.J. Nicholls and N. Mimura, 1999: Coastal Adaptation to Climate Change: Can the IPCC Technical Guidelines be Applied ?, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 2000, Kluwer Academic Publisher.
- ◆Kobayashi, M., Komagata O., Nihei N., 2008: Global warming and vector-borne infectious diseases, J. Disast. Res, 3(2), 105-112.
- ◆国土交通省河川局, 2008 : 第5回 気候変動に適応した治水対策検討小委員会 資料5.  
([http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouiinkai/kikouhendou/05/pdf/s5.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouiinkai/kikouhendou/05/pdf/s5.pdf))
- ◆国土交通省土地・水資源局, 2006 : 平成18年版日本の水資源について～渇水に強い地域づくりに向けて～ (<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/H18/gaiyou.pdf>)
- ◆国土交通省土地・水資源局, 2008 : 我が国の水利用の現状と気候変動リスクの認識
- ◆国土審議会水資源開発分科会 調査企画部会, 2008 : 第2回 (2008/03/18) 資料3  
(<http://www.mlit.go.jp/common/000017984.pdf>)
- ◆増沢武弘, 2005 : 高山帯における山岳地形と高山植物の分布－富士山・白馬岳・八ヶ岳・アポイ岳－, 植物地理・分類研究, 53(2), 131-137.
- ◆森田敏, 2005 : 水稻の登熟期の高温によって発生する白未熟粒, 充実不足および粒重低下, 農業技術, 60, 442-446.
- ◆内閣府, 2007 : H19年版防災白書 (第1部序章), 259.
- ◆温暖化影響総合予測プロジェクトチーム, 2008 : 地球温暖化「日本への影響」－最新の科学的知見－, 95
- ◆塩竈秀夫, 2008 : 極端な気象現象は地球温暖化が原因なのか?, 土木学会誌, 93(7), 22
- ◆Stern N., 2007 : The Economics of Climate Change, Cambridge University Press. 579.
- ◆杉浦俊彦, 横沢正幸, 2004 : 年平均気温の変動から推定したリンゴおよびウンシュウミカンの栽培環境に対する地球温暖化の影響, 園芸学会雑誌, 73, 72-78.
- ◆和田一範, 2006 : 地球温暖化に伴う洪水・渇水リスクの評価に関する研究, 地球環境, 11(1), 67-78.
- ◆Webster, P.J. et al., 2005: Changes in tropical cyclone number, duration and intensity in a warming environment, Science, 309, 1844-1846.