気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート

日本の気候変動とその影響

2012 年度版

Climate Change and Its Impacts in Japan

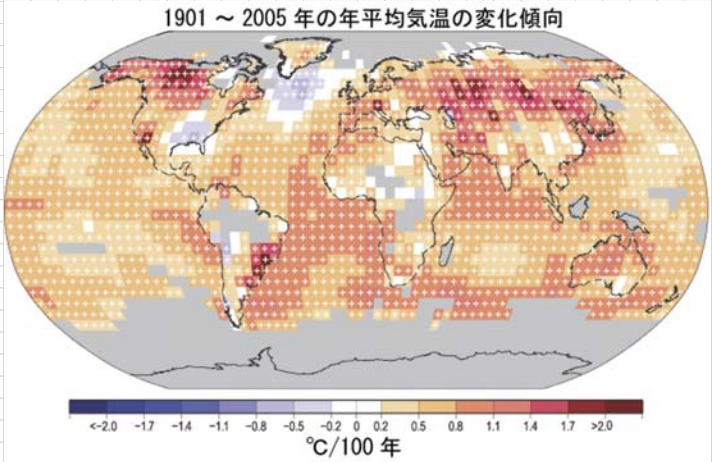
気候変動の観測事実と将来予測【世界】

観測されていること

温暖化する地球

世界の平均気温は長期的に見て上昇傾向にあり、1891 年以降 100 年あたり 0.68℃の割合で上昇しました。とくに北半球の中・高緯度では顕著な気温上昇がみられます。また、海面水位は海水の熱膨張や氷河や氷床の融解や流出により上昇しており、海洋内部の水温も上昇しています。

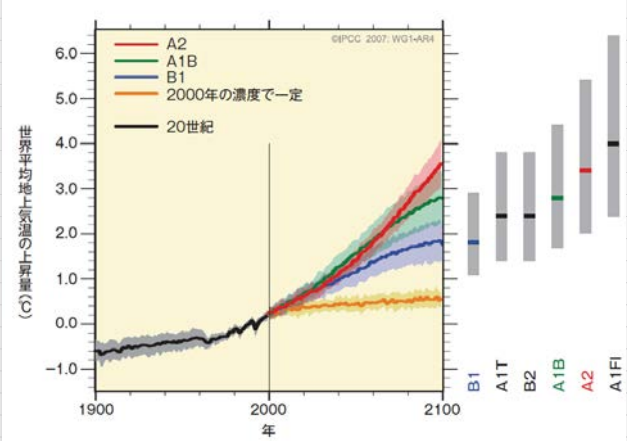
気候変動に関する政府間パネル第 4 次評価報告書（IPCC AR4）は、このような観測結果から気候システムの温暖化は疑う余地がないと結論づけました。 出典 1、4 より



世界の年平均気温の変化の分布

観測機器によって得られた資料にもとづいて推定された、1901 ～ 2005 年の年平均気温の直線的変化（100 年あたりの変化量：℃）。灰色の領域はデータが不十分な地域を示す。 出典 1 より

予測されていること



世界の平均気温の将来予測（1980 ～ 1999 年平均からの偏差）

複数の気候モデルによる。温室効果ガス排出シナリオは A2（赤）、A1B（緑）、B1（青）。オレンジは、2000 年の大気中濃度で一定に保った場合。陰影部は予測のばらつきの幅（± 標準偏差の範囲） 出典 1 より

21 世紀の地球はさらに温暖化

主に化石燃料の燃焼により排出される温室効果ガスが現在以上の速度で増加し続ける場合、21 世紀末の世界平均気温は、20 世紀末（1980 ～ 1999 年の平均）と比較して、B1 シナリオで 1.8℃、A1B シナリオで 2.8℃、A2 シナリオで 3.4℃上昇すると予測されています。

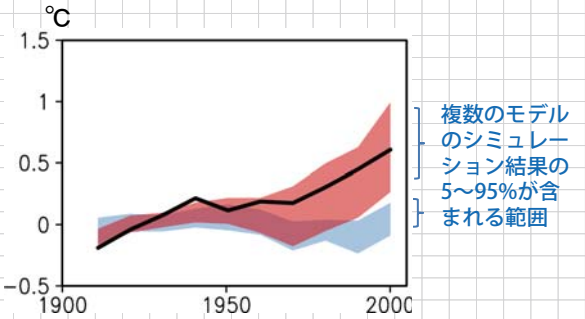
21 世紀のさらなる温暖化により、世界の気候システムに多くの変化が引き起こされ、その規模は 20 世紀に観測されたものより大きくなる可能性が高いと予測されています。 出典 1 より

地球温暖化の要因

地球の大気中には二酸化炭素などの温室効果ガスが蓄積し続けています。産業革命前に約 280ppm であった二酸化炭素濃度は、2011 年現在 390.9ppm と 40%も増加し、しかも近年は 1 年あたり 2ppm と、濃度増加率も大きくなってきています。 出典 1,2 より

IPCC AR4 は、「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濃度の観測された増加によってもたらされた可能性が非常に高い」ことを明らかにしました。

複数の気候モデルにより、人為的な温室効果ガスの増加を考慮した場合としない場合で 20 世紀の世界の平均地上気温の変化を再現した結果から、20 世紀後半の気温上昇は人為的な影響を考慮しなければ再現できないことがわかります。 出典 1 より



全世界の地上気温の変化（1901 ～ 1950 年平均からの偏差）観測値（黒線）と気候モデルによるシミュレーションの比較

（青）自然起源の強制力のみ用いた 15 モデル
（赤）自然起源と人為起源両方の強制力を用いた 35 モデル　作成：気象研究所

気候変動の将来予測に用いられるシナリオ

気候変動の将来予測は、今後、大気中の温室効果ガスやエアロゾルなどの濃度がどのように変化するかというシナリオをもとに気候モデルで計算されます。これまで多く用いられてきた SRES（IPCC 排出シナリオに関する特別報告書）シナリオには、将来の世界像として 6 つのシナリオ（B1 ～ A1FI）があり、それぞれ想定された社会経済の下での二酸化炭素排出量と二酸化炭素濃度が与えられています。よく用いられるシナリオは、このうち B1、A1B、A2 で、2100 年時点での二酸化炭素濃度は A2 が最も高く、ついで A1B、B1 の順となっています。 出典 3 より

気候変動の観測事実と将来予測【日本】

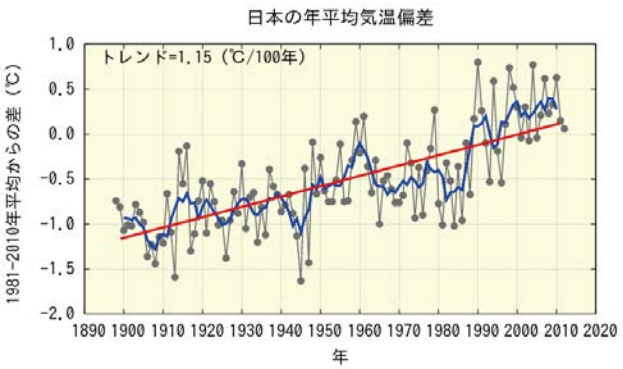
観測されていること

気温が上昇し、強い雨が増加

日本の平均気温も年による変動が大きいものの長期的に上昇傾向で、100 年あたり 1.15℃の割合で上昇しており、世界平均（0.68℃/100年）を上回っています。また、日最高気温が35℃の猛暑日や最低気温が25℃以上の熱帯夜の日数もそれぞれ増加傾向を示しています。

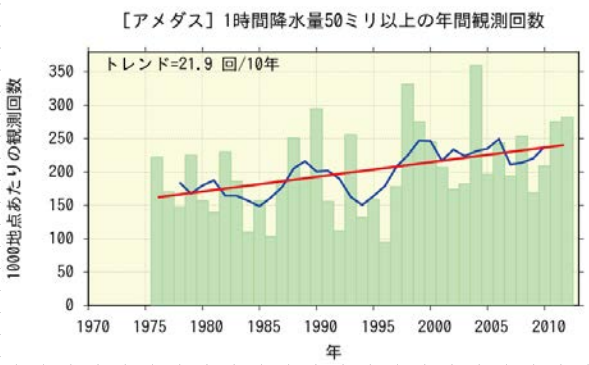
降水にも変化が現れており、日降水量 1mm 以上の降水日数は減少傾向にある一方、日降水量が 100mm 以上の大雨の日数は増加傾向にあります。アメダスの観測による 1 時間雨量 50mm 以上の短時間強雨の頻度は、さらなるデータの蓄積が必要であるものの、明瞭な増加傾向が現れています。

出典 4 より



日本の年平均気温の変化（1981 ～ 2010 年平均からの偏差）

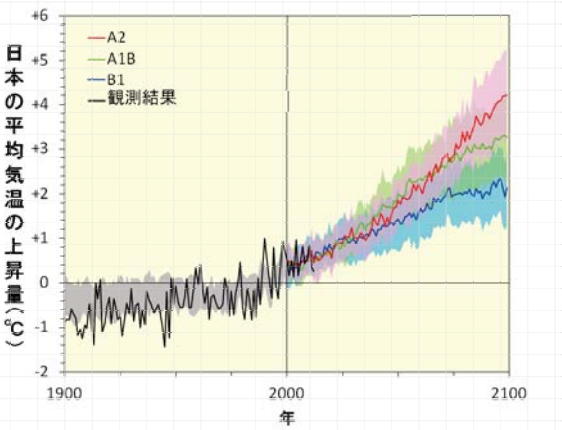
都市化の影響が比較的少ないとみられる 17 地点を用いた。黒線は平年偏差、青線は 5 年移動平均、赤線は長期変化傾向。　出典 4 より



アメダス地点で 1 時間降水量が 50mm 以上となった年間観測回数の変化（1,000 地点あたりの観測回数に換算）

棒グラフは各年の値（1976 ～ 2012 年）、青線は 5 年移動平均、赤線は期間にわたる変化傾向。　出典 4 より

予測されていること



日本の平均気温の予測（1980 ～ 1999 年平均からの偏差）

複数の気候モデルによる。温室効果ガス排出シナリオは A2（赤）、A1B（緑）、B1（青）。陰影部はばらつきの幅（± 標準偏差の範囲）　作成：気象庁

気温はさらに上昇し、強い雨もさらに増加

B1、A1B、A2 シナリオに従って二酸化炭素濃度が増加すると、日本の平均気温は約 2.1 ～ 4.0℃上昇し、その上昇幅は世界平均の 1.8 ～ 3.4℃を上回ると予測されています。地域気候モデルの予測結果によると、北日本ほど気温上昇が大きく、真夏日や熱帯夜の日数は沖縄・奄美、西日本、東日本で大きく増加する一方、冬日や真冬日の日数は、北日本を中心に減少すると予測されています。

また、短時間強雨の頻度がすべての地域で増加すると予測されている一方で、無降水日数もほとんどの地域で増加すると予測されています。

出典 5 より

その他の将来予測

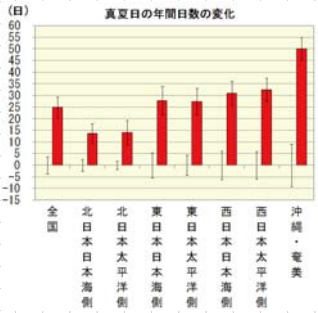
◆降雪量と最深積雪は北海道と本州の内陸の一部を除いて減少すると予測される。

◆台風の来襲確率は減少するが、中心気圧の低い台風が日本に接近する頻度が増加するという研究結果がある。

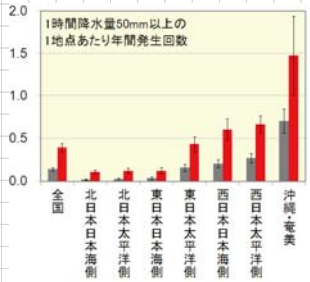
◆日本近海の海面水温は長期的に上昇すると予測される。

◆海面水位は長期的に上昇すると予測される。日本近海では北海道東方を除き世界平均に比べて 5 ～ 10cm 大きいと予測されるが、顕著な 20 年周期変動の影響を考慮する必要がある。

出典 1,5,6,7 より



地域別の真夏日日数の変化



地域別の 1 時間降水量 50mm 以上の年間発生回数の変化

（左）1980 ～ 1999 年平均と 2076 ～ 2095 年平均の差。（右）1980 ～ 1999 年平均（灰）と 2076 ～ 2095 年平均（赤）の比較。いずれも、解像度 5km の地域気候モデルによる。温室効果ガス排出シナリオは A1B。　出典 5 より

気候変動の影響（1）

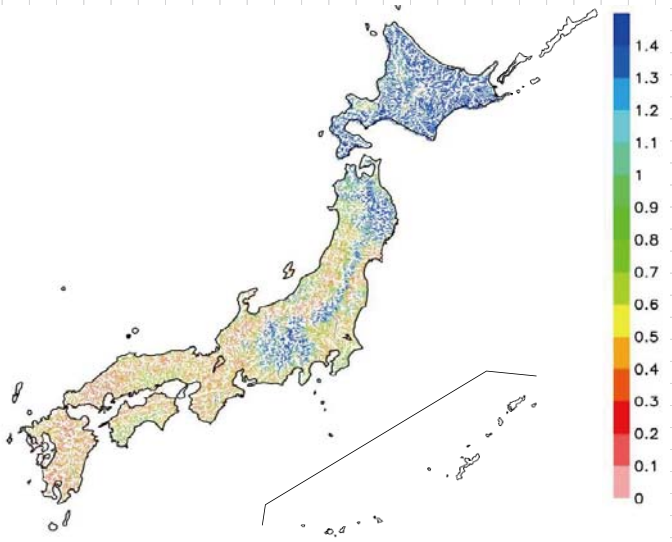
平均気温の上昇に伴って現れてくる影響

気候変動の影響と考えられる現象は日本でも既に現れ始めており、今後様々な分野でその影響が拡大するとみられています。

水資源・水災害分野 気候変動の影響

渇水リスクが増加

気候変動の影響により地域によって無降水日数の増加や積雪量の減少による渇水の増加が予測されています。北日本と中部山地以外では、河川の流量が減少し渇水が深刻になる恐れがあるほか、融雪水の利用地域では、融雪期の最大流量が減少するとともにそのピーク時期が早まり、需要期における河川流量が減少する可能性があります。



再現期間 10 年に対応する渇水流量の変化比率（21 世紀末）

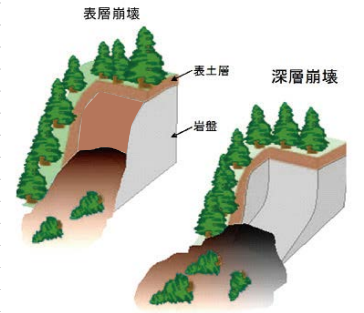
気象研究所全球気候モデル（MRI-AGCM 20km）、SRES A1B シナリオを利用。現在気候（1979-2003 年）に対する 21 世紀末（2075-2099 年）の変化比率を示す。 出典 8 より

水質変化の可能性も

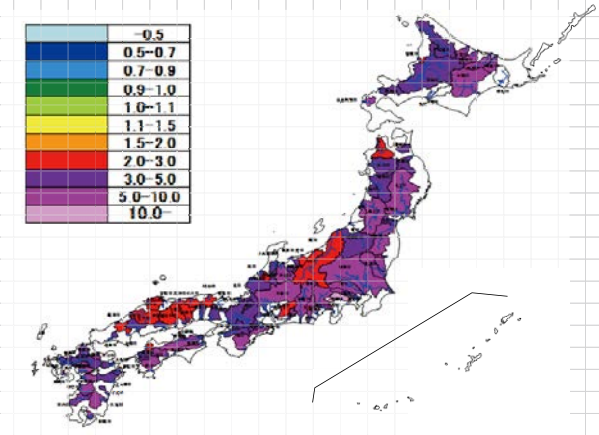
気候変動が水温や水質に及ぼす影響要因と、その相互の関連は非常に複雑ですが、河川や湖などにおいて、水温上昇に伴って植物プランクトンが増加したり、水循環が十分に行われなくなったりすることで、水質が悪化する可能性があります。また離島などでは海面水位の上昇に伴い、地下水に塩水が侵入する恐れも増加すると考えられています。

大雨災害の深刻化

渇水リスクの増加の一方で、大雨に伴う災害のリスクも増加すると考えられています。全国の 1 級河川を対象とした研究では、河川の最終整備目標を超える洪水が起こる確率は、将来においては現在の 1.8 ～ 4.4 倍程度になると予測されています。また、山地における斜面崩壊のリスクも増加する恐れがあります。山地や丘陵地の斜面の一部が、表土だけでなくその下の基盤まで崩壊し、その規模が比較的大きいものは、深層崩壊と呼ばれていますが、こうした深層崩壊の危険性も増していく可能性があります。



提供：国土交通省



流域別の氾濫可能性倍率

SRES A1B シナリオを利用。倍率は将来気候（2075 ～ 2099）の氾濫発生確率を現在気候（1979 ～ 2003）の氾濫発生確率で割ったものの中央値。 提供：国土交通省

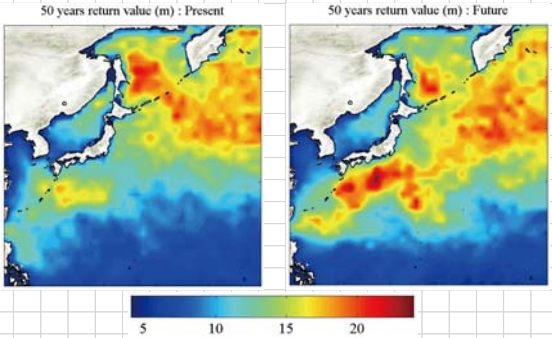
2011 年台風第 12 号による熊野川（三重県南牟婁郡紀宝町）の越水状況

提供：国土交通省

高波・高潮リスクの増加

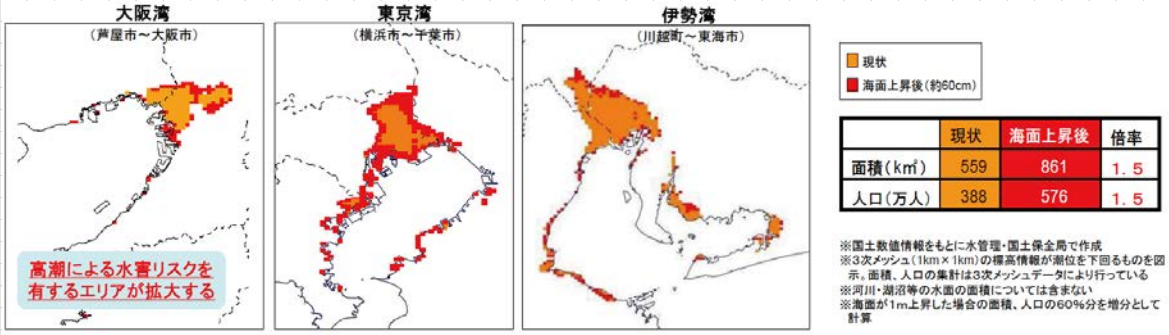
三大湾（東京湾・伊勢湾・大阪湾）にはゼロメートル地帯が広がっていますが、仮に海面が 60cm 上昇するとゼロメートル地帯の面積、人口が 5 割も拡大するため、将来の海面水位の上昇は深刻な事態をもたらすおそれがあります。また台風の強度の変化や進路の変化に伴って、太平洋沿岸地域では高波によるリスクが高まる可能性もあります。

「年超過確率 1/ 100 の現象」とは、そのような現象が「100 年に 1 度の頻度で生じる」ということではなく、「その規模を超える現象が発生する確率が毎年 1%ある」という意味である。このため、「100 年に 1 度の現象」が 1 年に複数回発生する場合もあれば、100 年を超えて発生しない場合もあり得る。



日本近海の年超過確率 1/50 波高

年超過確率 1/50 に相当する日本近海の予測波高 (m)（左：現在気候、右：将来気候）気象研究所全球気候モデル（MRI-AGCM 20km）、SRES A1B シナリオを利用。現在気候は 1979-2003 年、将来気候は 2075-2099 年。　出典 10 より



	現状	海面上昇後	倍率
面積（km²）	559	861	1．5
人口（万人）	388	576	1．5

※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
※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

三大湾における高潮リスクを有するエリアの拡大

約 60cm の海面上昇とは、AR4 で 21 世紀末に予測される全球平均海面水位の上昇の予測の上限（A1FI シナリオ：59cm）に相当する。現在気候は 1979 ～ 2003 年、将来気候は 2075 ～ 2099 年　出典 11 より

自然生態系　北上する動植物の生息域

気候変動による動植物への影響は既に現れており、植生の変化、野生哺乳類の増加や分布拡大、一部昆虫類の北上、サンゴの白化や動物の群れの変化等が確認されています。将来は、このような影響がさらに進行することが予測されています。

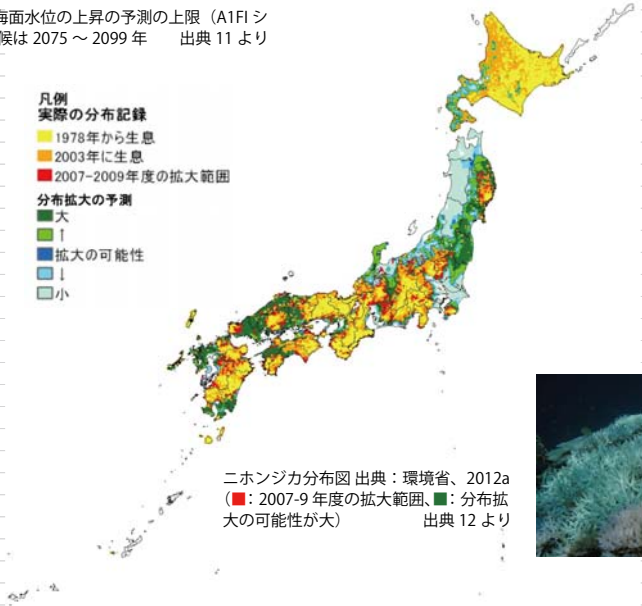
近年、シカやイノシシなどによる農作物等への被害が広がっており、ニホンジカについては、木々の食害やそれに伴う森林生態系への影響等の可能性も指摘されています。

ニホンジカやイノシシの分布には拡大傾向がみられ、その要因として、耕作放棄地の増加、狩猟者の減少等に加え、気温上昇による積雪条件の変化、積雪量や積雪期間の短縮等も考えられています。

哺乳類以外では、ナガサキアゲハ、ツマグロヒョウモンのチョウ類、タイワンウチワヤンマのトンボ類も北上、分布拡大が確認・報告されています。

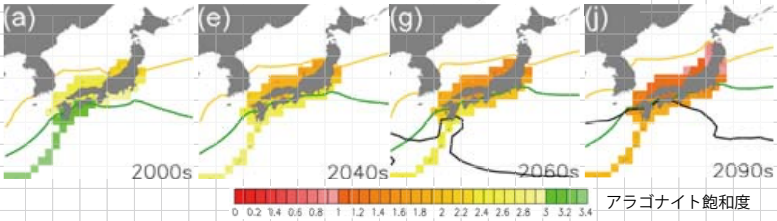
植物についても、オオシラビソの生育する標高が徐々に上がっていることや、アカガシのような常緑広葉樹の分布が拡大していることがわかってきています。

日本沿岸のサンゴ礁の分布域は、主に海水温と酸性化に影響されると考えられています。将来予測では、分布に適する水温の海域は北上するものの、同時に、白化現象の増加域とサンゴ骨格の形成に適さない酸性化域に挟まれる形となっています。このため日本沿岸の熱帯・亜熱帯サンゴ礁の分布に適する海域は、2020 ～ 30 年代に半減し、2030 ～ 40 年代には消失すると予測されています。



ニホンジカ分布図 出典：環境省、2012a（■：2007-9 年度の拡大範囲、■：分布拡大の可能性が大）　出典 12 より

写真提供：環境省



現在 (2000 年) と将来 (2040、2060、2090 年) のサンゴ礁の北限の変化

SRES A2 シナリオを利用。値は 4 つの気候モデル（IPSL, MPIM, NCAR CSM1.4, NCAR CCSM3）の平均値を示す。緑線：熱帯 / 亜熱帯サンゴ礁の北限、黄色線：温帯サンゴの北限。黒線：サンゴ生息に不適とされる海水温 30℃。メッシュ：酸性度の指標（アラゴナイト飽和度：スケールバー参照） アラゴナイト飽和度は二酸化炭素が海に溶け込むことで低下し、1 を下回るとアラゴナイトは溶解する。　出典 13 より

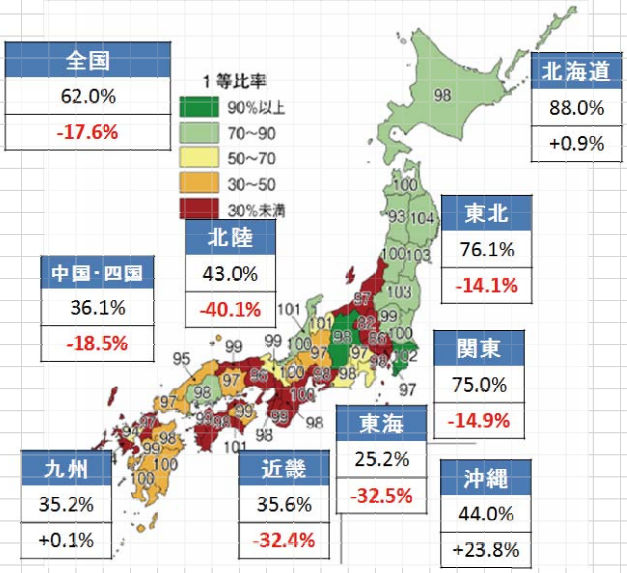
気候変動の影響（2）

農業

水稲は収量が増加する一方で品質低下の影響も大きい

水稲は出穂後の気温によって品質に大きな影響を受けることが知られています。記録的な高温であった 2010 年は、登熟期間の平均気温が 28～ 29℃に達した地域が多く、米の内部が白く濁る白未熟粒の発生が多発し、北海道を除く全国で品質が著しく低下しました。

現在より約 200 ppm 高い二酸化炭素条件下での水稲栽培実験では、収量が増加する一方、多数の白未熟粒が発生し、高二酸化炭素濃度条件が高温障害を悪化させることが初めて確認されました。



2010 年産水稲の作況、品質の状況

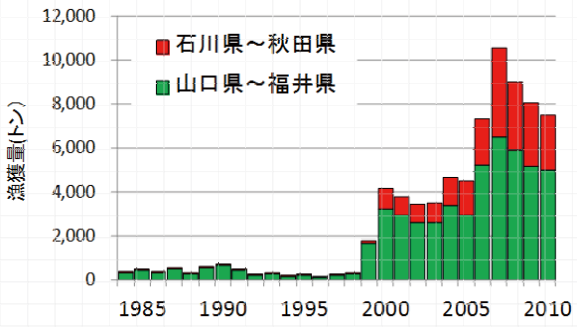
日本地図は県別水稲作況指数（地図内の県別の数値）、一等米比率（県別の色）。各地域の枠内の数値は 2010 年の一等米比率（上段）と過去 5 年間平均値からの偏差（下段）。農林水産省資料より作図。　出典 14 より

水産業

サワラが増え、スルメイカが減る

日本周辺の海面水温は長期的にみると上昇しており、とりわけ日本海中部では上昇率が大きく（100 年あたり 1.73℃）、漁業資源へも影響を与えています。サワラ（サバ科の暖海性種）は、主に東シナ海や瀬戸内海で漁獲されてきましたが、日本海の夏～秋季の水温が上昇した 1990 年代後半以降、日本海での漁獲量が急増し、2006 年以降は若狭湾沿岸域の京都府または福井県の漁獲量が日本で最も多くなっています。

一方、9~12 月に日本海南西部 ~ 東シナ海でふ化し、成長しながら日本海を北上するスルメイカ（秋季発生系群）は、日本海の水温上昇によって分布が北偏し、水温の高い夏～秋季には本州沿岸域では漁場が形成されにくくなりました。その結果、1990 年代後半以降、漁獲量が大きく減少した地域も見られます。

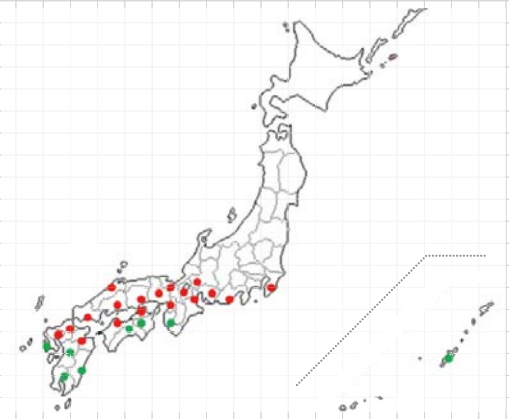


日本海におけるサワラの漁獲量の変化　出典 15 より作成

農業昆虫

農業に影響を与える農業昆虫の分布域が拡大

ミナミアオカメムシは、イネ、ムギ、ダイズなどを寄主とする害虫で、1960 年代の分布域は西南暖地の太平洋岸に限られていました。しかし、近年西日本から関東の一部にまで分布域が拡大しています。生息域は 1 月の平均気温が 5℃以上の地域とされており、気温上昇によってその北限が北上しているとの報告があります。



ミナミアオカメムシの分布状況

●：1960 年代の分布域　●：2001 年以降に確認された府県
農林水産省・病害虫発生予察特殊報などから作図
提供：農業環境技術研究所 八木一行

生物季節

桜の開花は早く、紅（黄）葉は遅くなる

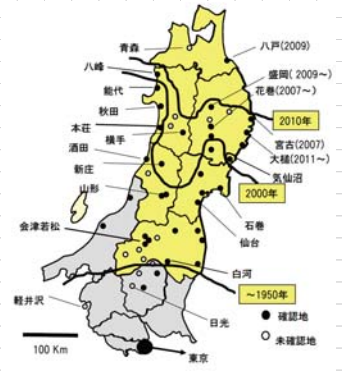
桜の開花時期は早くなり、かえでの紅（黄）葉日は遅くなってきています。また、植物だけではなく、ウグイスの初鳴日が早まってきているなど、動物の初見や初鳴にも変化傾向がみられ、気候変動は季節を感じさせる自然の事象に、日本の伝統的な暦からのずれを生じさせています。

さくらの開花日の経年変化　出典 4 より

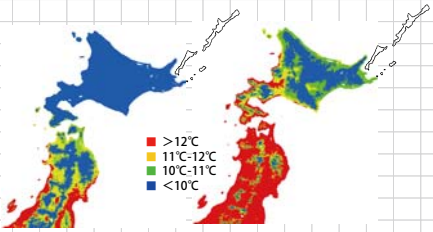
健康　増加する健康リスク

感染症媒介蚊の生息域が拡大

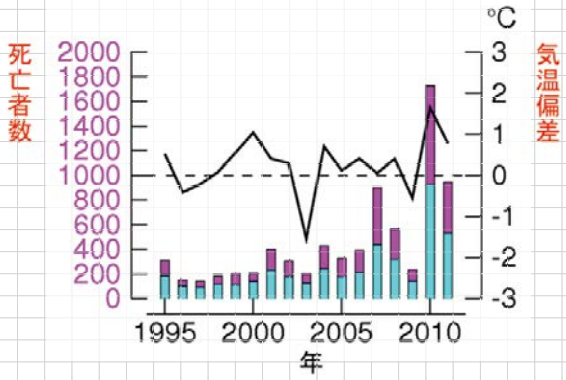
デング熱を媒介するヒトスジシマカの分布は年平均気温11℃以上の地域とほぼ一致しており、1950 年以降、分布域が東北地方を徐々に北上していく傾向がみられます。ヒトスジシマカの将来の分布を予測した研究例では、赤で示された分布域が2035年（左図）には本州の北端まで、2100年（右図）には北海道まで拡大すると予測されています。ヒトスジシマカの分布拡大が直ちにデング熱感染に結びつくものではありませんが、今後デング熱流行のリスクを持つ地域が拡大することが示唆されています。



ヒトスジシマカの分布
資料作成：国立感染症研究所 小林睦生



ヒトスジシマカの分布可能域
（赤色、黄色）の予測
左：2035 年、右：2100 年
資料作成：国立感染症研究所 小林睦生



熱中症による年間死亡者数の推移
●：女性，●：男性。夏季気温（17 地点の 7, 8 月の平年偏差）を重ねた。
資料提供：気象研究所

増加する熱中症

熱中症は暑熱による直接的な影響の一つで、気候変動との相関は強いと考えられています。1995 年以降の熱中症による年間死亡者数は、経年的な増加傾向が読み取れ、特に記録的な猛暑となった 2010 年には過去最多の死亡者数となっています。また、日最高気温が高くなるにつれて熱中症の発生率は高くなる傾向にあり、35℃を超えると 65 歳以上で特に発生率が大きく増加するとの報告もあります。

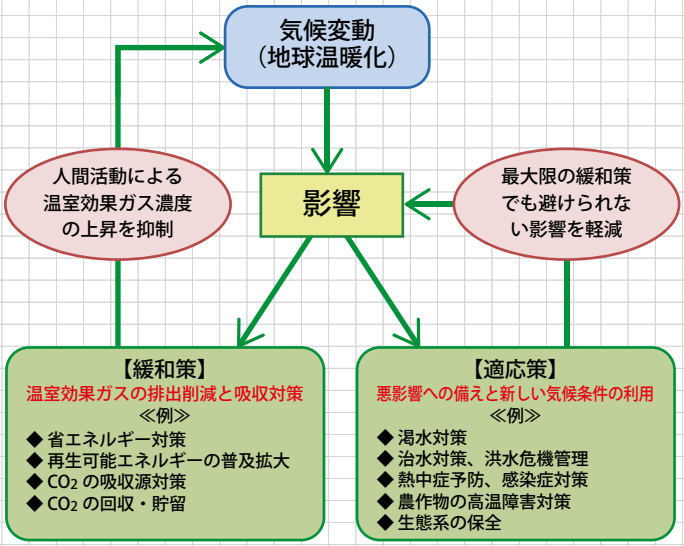
気候変動の影響を防ぐために

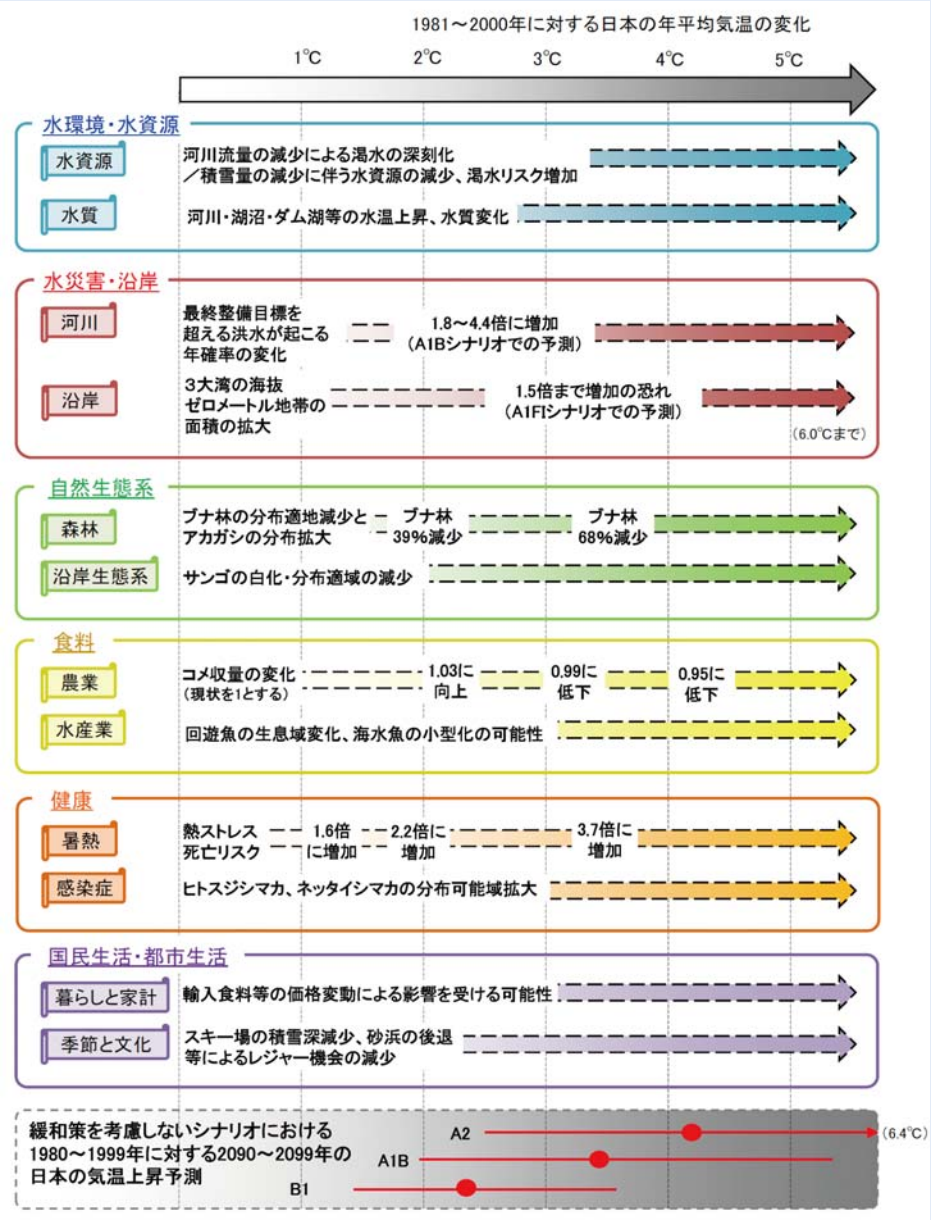
緩和策 と 適応策 が対策の両輪

IPCC 第 4 次評価報告書は、「適応策と緩和策のどちらも、その一方だけでは全ての気候変動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、気候変動のリスクを大きく低減することが可能であることは、確信度が高い」と評価しています。

気候変動のリスク管理という観点からみると、緩和策は根本的な原因である温室効果ガスの削減であり、適応策は、緩和策を講じても生ずる可能性のある避けられない影響に対する対処、という関係にあります。

すでに現れている気候変動の影響に加え、国際的な合意の下に緩和策を講じても、我が国において様々な気候変動の影響が生じる恐れがあります。今後中長期的に避けることのできない気候変動による様々な分野への影響に対処するため、影響の評価及び影響への適応策を計画的に進めることが必要です。関係府省の連携のもと、政府全体の「適応計画」策定に向けた取組が、平成 24 年度から始められています。本レポートもこの取組の一環です。





日本における平均気温変化に伴う影響の事例

矢印は気温上昇に伴い影響が継続することを示す。文章の左端がその影響が出始めるおおよその気温上昇のレベルを示すように、事項の記述が配置されている。　出典 16 より

参考文献

1　IPCC、2007：IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第 4 次評価報告書
2　WMO、2012：WMO 温室効果ガス年報第 8 号（気象庁訳）
3　IPCC、2000：IPCC 排出シナリオに関する特別報告書
4　気象庁、2012：気候変動監視レポート 2011
5　気象庁、2013：地球温暖化予測情報第 8 巻
6　文部科学省、21 世紀気候変動予測革新プログラム、2010：平成 21 年度研究成果報告会要旨集
7　気象庁、2008：地球温暖化予測情報第 7 巻
8　立川康人、滝野晶平、藤岡優子、萬 和明、キムスンミン、椎葉充晴、2011：気候変化が日本の河川流量に及ぼす影響の予測 , 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 67, No. 1,pp. 1-15.
9　国土交通省水管理・国土保全局、2011c：「平成 22 年度水害統計」
10 森信人、志村智也、安田誠宏、間瀬肇、2010：地球温暖化に伴う極大波高の将来変化予測 , 土木学会論文集 B2（海岸工学）,Vol. 66,　No.1.
11 国土交通省、2008：水災害分野における地球環境温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申）」（平成 20 年 6 月社会資本整備審議会）
12 環境省、2012：財団法人自然環境研究センター，平成 23 年度生物多様性評価の地図に関する検討調査業務報告書（14-① ニホンジカの分布とその拡大予測）
13 Yara, Y., M. Vogt, M. Fujii, H. Yamano, C. Hauri, M. Steinacher, N. Gruber and Y. Yamanaka, 2012：Ocean acidification limits temperature-induced poleward expansion of coral habitats around Japan，Biogeosciences, 9, 4955-4968. より一部抜粋
14 渡邉朋也、2012：「農業生産への気候変動の影響はどの程度か？どう対応するか？農林水産業は気候変動にどう対応するか？」～農林水産省委託プロジェクト研究「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のための技術開発」研究成果発表会～，要旨集，11-16.
15 水産庁・水産総合研究センター、2012：「平成 24 年度 我が国周辺水域の資源評価」の公表について http://www.jfa.maff.go.jp/j/press/sigen/121107.html, 平成 24 年度魚種別系群別資源評価（52 魚種 84 系群）http://abchan.job.affrc.go.jp/digests24/index.html
16 温暖化影響総合予測プロジェクトチーム、2009：地球温暖化「日本への影響」―長期的な気候安定化レベルと影響リスク評価―

※本報告書の図表・写真等の引用に際しては、使用にあたり許諾申請が必要なものもあります。

企 画・監 修／文部科学省　気象庁　環境省
編　　集／一般財団法人　日本気象協会
問い合わせ先／環境省　地球環境局

本パンフレットの詳細にご関心のある方は、下記ウェブサイトに掲載されている気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響（2012 年度版）」2013 年 3 月　文部科学省 気象庁 環境省をご参照ください。

http://www.env.go.jp/earth/ondanka/knowledge.html