

温暖化から 日本を守る 適応への 挑戦 2012



気候変動に関する政府間パネル (IPCC) は、2007年に発表した報告書 (第4次評価報告書=AR4) で「温暖化には疑う余地がない」と断定しました。大気や海洋の世界平均温度の上昇、北極の氷及び山岳氷河などの広範囲にわたる減少、世界平均海面水位の上昇等が観測され、今や地球が温暖化していることは明らかだとしています。温暖化に対して私達がとるべき主な対応策は「緩和(温室効果ガス排出の削減)」と「適応(影響に対応した人間社会の調整)」です。このパンフレットでは、このうち、特に「適応」について、その考え方やわが国の取組を中心に、具体的な計画・事例などを紹介しています。



contents

- 第1章 地球の現状と予測される将来
- 第2章 日本の現状と予測される将来
- 第3章 進む、わが国の適応
- 第4章 国際的な取組
- 第5章 基礎的な科学的知見蓄積への取組
- 第6章 緩和と適応が融合した社会の実現

第1章

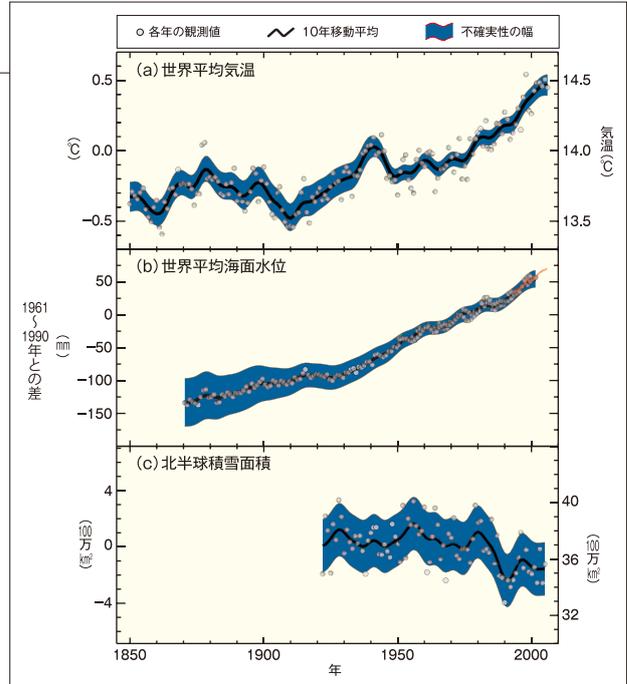
地球の現状と予測される将来

気温の上昇、海面の上昇が加速している

世界平均気温は1906～2005年の100年で0.74℃上昇し、近年になるほど温暖化の傾向が加速しています。また、世界平均海面水位の20世紀を通じた上昇量は17cmで、近年、より大きな速度で上昇しています。

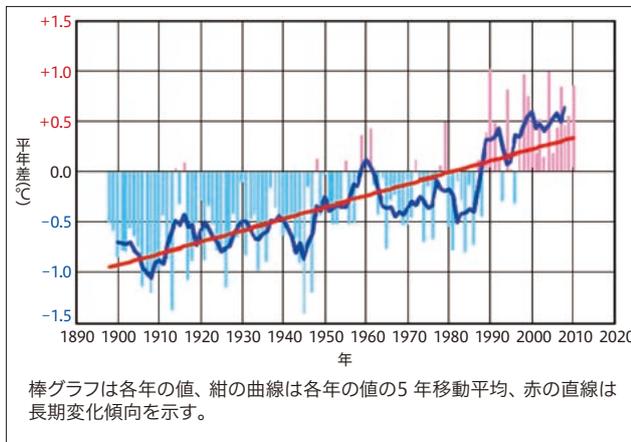
さらに、積雪や氷河・氷床などの広範囲にわたる減少が観測されています。

●気温、海面水位、北半球の積雪面積の変化



(出典1より)

●日本の年平均気温の年差の経年変化



棒グラフは各年の値、紺の曲線は各年の値の5年移動平均、赤の直線は長期変化傾向を示す。

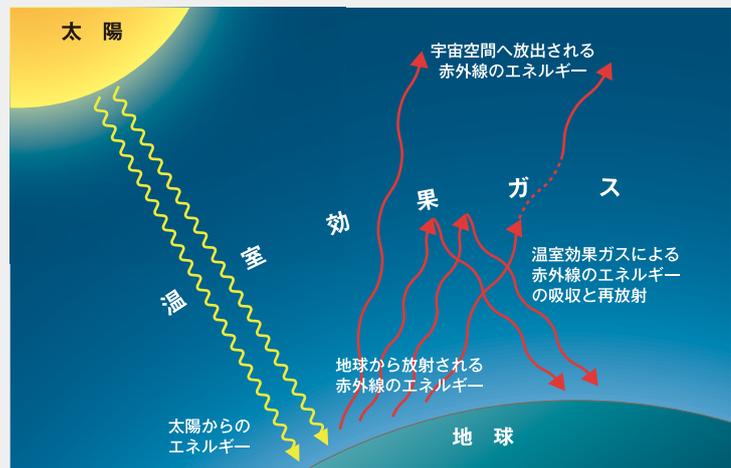
(出典2より)

日本でも気温が上昇している

日本の平均気温も、1898～2010年の観測結果によると、100年あたり1.15℃の割合で上昇しています。また、記録的な高温となった年の多くが1990年代以降に集中しています。

温室効果のメカニズム

現在の地球の平均気温は約14℃です。これは、右図のように、二酸化炭素や水蒸気などの「温室効果ガス」のはたらきによるものです。もし、温室効果ガスが全く存在しなければ、地球表面から放射された熱は地球の大気を素通りしてしまい、その場合の平均地球表面温度は約-19℃になるといわれています。このように、温室効果ガスは生物が生きるために不可欠なものです。しかし、産業革命以降、人間は石油や石炭等の化石燃料を大量に燃やして使用することで、大気中への二酸化炭素の排出を急速に増加させてしまいました。このため、温室効果がこれまでよりも強くなり、地球表面の温度が上昇しています。これを「地球温暖化」と呼んでいます。



(出典3より)

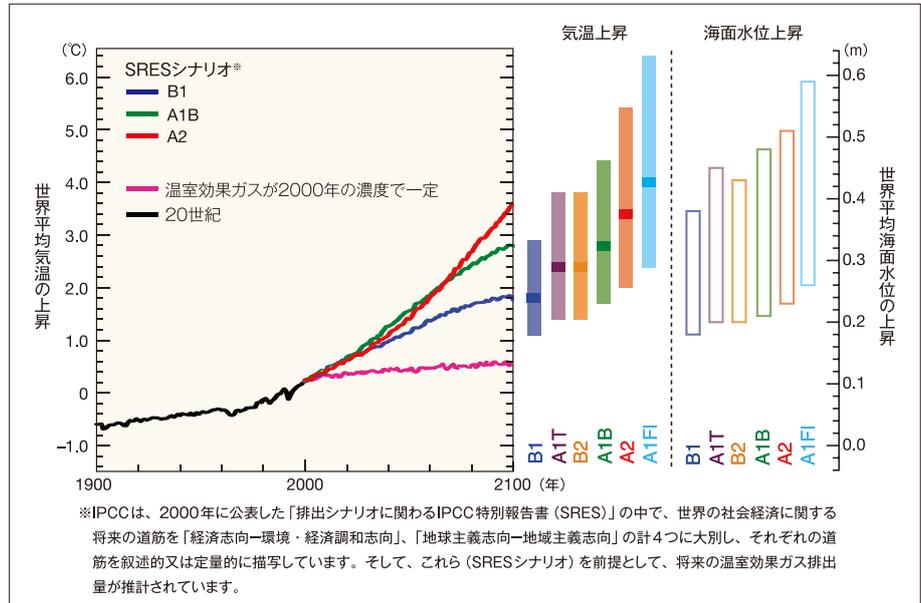
さまざまな手法を使った観測や解析で、地球が温暖化をしているという事実が明らかになりました。IPCC※第4次評価報告書によって、現状の地球、そして温暖化が進んだ場合の将来予測が示されています。

※IPCC=「気候変動に関する政府間パネル」(Intergovernmental Panel on Climate Change):1988年に設立された国連の組織で、地球温暖化に関する最新の知見を収集、評価し、報告書等にまとめて、政策決定者をはじめ広く一般に提供することを目的とする政府間組織

気温、海面水位がさらに上昇する

世界平均気温の上昇は、21世紀末までに、環境の保全と経済の発展が地球規模で両立する社会(最も気温上昇の小さいB1シナリオ)では約1.8°C(1.1~2.9°C)、化石エネルギーを重視しつつ高い経済成長を実現する社会(最も気温上昇の大きいA1FIシナリオ)では約4.0°C(2.4~6.4°C)と予測されています。()内の数字は可能性の高い予測幅です。今後約20年間は、シナリオの違いに関係なく、0.4°C気温が上昇すると予測されています。世界平均海面水位は、21世紀末までに、B1シナリオでは0.18~0.38m、A1FIシナリオでは0.26~0.59m、上昇すると予測されています。

●世界平均気温と世界平均海面水位の予測(1980~1999年と比較した気温と海面水位の上昇)



(出典1より)

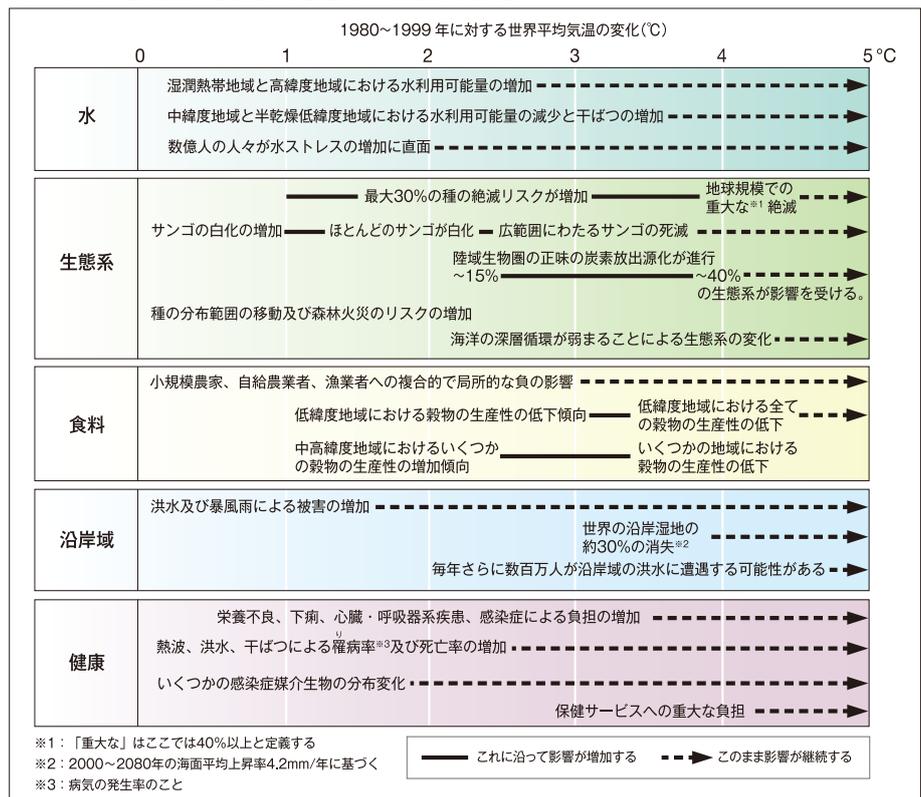
わずかな気温上昇でも温暖化の悪影響を被る地域・分野がある

IPCC第4次評価報告書では、気温の上昇量とそれに伴う主要な影響を、右の表のようにまとめています。この表では、各文章が始まる左端の位置が、その影響が始める気温上昇量であることを示しています。

例えば、中緯度地域や半乾燥低緯度地域における水利用可能量の減少や干ばつの増加、サンゴの白化の増加、沿岸域における洪水や暴風雨による被害の増加、感染症の媒介生物の分布変化など、地域や分野によっては、たとえ0~1°C程度の気温上昇であっても、温暖化の悪影響を被ります。

こうした脆弱な人間社会や自然環境の存在を考慮すると、「世界平均で何°Cまでの気温上昇であれば問題はない」という線を引くことは難しく、可能な限り温暖化を緩和することが、必要であることがわかります。

●世界平均気温の変化に対応した主要な影響



(出典1より)

第2章

日本の現状と予測される将来

現在生じている影響

農作物の被害が生じている

農業生産現場において、高温障害による品質低下など様々な影響が報告されています。

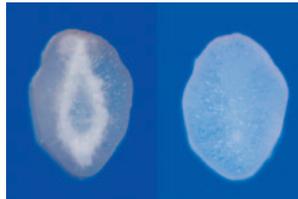
その一例として、コメでは、夏の高温により、粒の内部が白く濁る白未熟粒や胴割粒などコメの品質低下が報告されています。白未熟粒や胴割粒は、登熟期（夏に穂が出て籾の中にコメができた後に、コメにデンプンが蓄積する時期）の高温により発生が増加します。

トマトなど果菜類では、夏の高温により花粉の機能に障害がでることなどから、花落ち等花のつく割合、実のつく割合が低下する着花・着果不良などが報告されています。

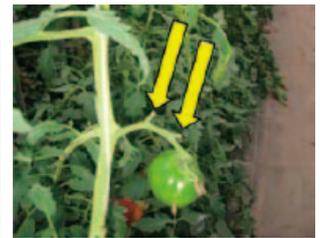
うんしゅうみかんでは、秋から冬にかけて高温・多雨で推移することで、果皮と果肉が分離する浮皮の発生が報告されています。浮皮の果実には、貯蔵・輸送中の腐敗、食味の低下などのリスクがあります。

ぶどうでは、全国で夏から秋にかけての成熟期が高温で推移することで、果実の着色不良が報告されています。これは、果実の色素であるアントシアニンの合成が抑制されることで発生します。

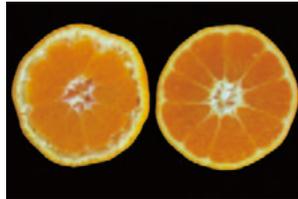
●農作物の被害



白未熟粒（左）と正常粒（右）の断面



トマトの花落ち



うんしゅうみかんの浮皮（左）健全果（右）



着色不良のぶどう

（出典4、22より）

海の生態の変化

日本周辺の海において、水温の上昇に伴い、北方系の種の減少や、南方系の種の増加・分布域の拡大が報告されています。例えば、サワラは、1990年代前半までは東シナ海を中心に分布し、日本海で漁獲されることはまれでしたが、2000年以降には日本海での漁獲が増加しています。このような分布の変化が温暖化の影響であるかどうかはまだわかりませんが、今後さらに温暖化が進行した場合の水産業等への影響が懸念されています。また、東京湾では、東南アジア原産であ

●ミドリイガイとチョウチョウオ



ミドリイガイ



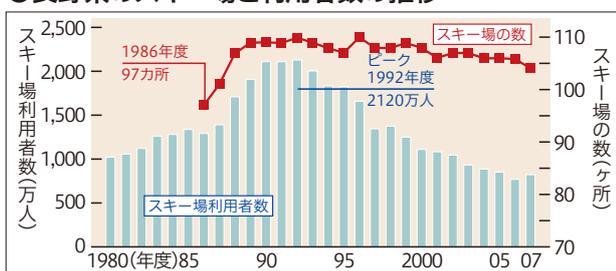
チョウチョウオ

るミドリイガイの越冬個体が増えているほか、夏だけ記録されていたチョウチョウオが最近では11月まで見られるなどの変化が生じています。

（出典5より）

観光産業への影響

●長野県のスキー場と利用者数の推移



（出典6より）

スキー場の利用者数が減少傾向にあり、スキー場の数も減っています。主な原因として、一時期のスキーブームが過ぎ去ったことと、レジャーの多様化などが指摘されていますが、雪不足による営業期間の短縮も大きな要因とみられています。スキー場が冬の重要なレジャー産業である長野県では、1980年代後半のスキーブームをきっかけにスキー場や利用者数が増加しましたが、1992年度をピークに減少しています。今後、ウインターリゾートは、温暖化による雪不足への対応が、重要な課題となる可能性があります。

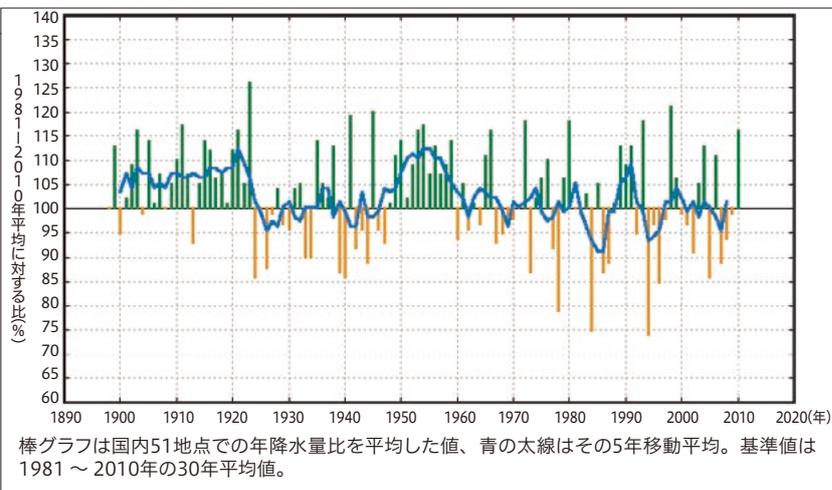
（出典7より）

日本においても、特に今世紀に入って以降、温暖化が原因ではないかと考えられる様々な影響が現れつつあります。これらの事象の中には現時点では必ずしも温暖化の影響と断定できないものもあります。しかし、将来、温暖化が進行すれば、これらの事象が頻発する可能性があり、それによって甚大な被害が及ぶことが懸念されます。

渇水・洪水のリスク拡大

近年、年降水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年降水量の差が次第に大きくなる、つまり、変動の幅が拡大する傾向がみられます。変動の幅が広がることによって、渇水と洪水が発生するリスクが同時に大きくなります。

●日本の年平均降水量比(1898~2010年)



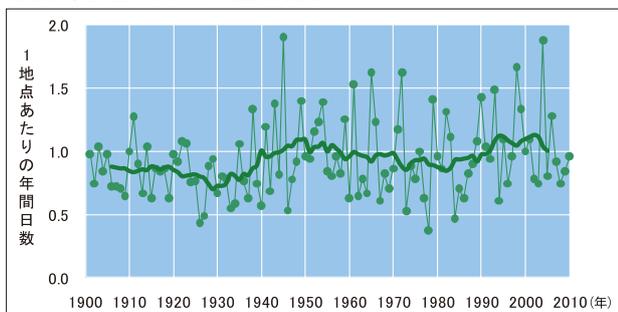
(出典2より)

大雨が増加している

日降水量の観測結果から、日降水量100mm以上の大雨が増加傾向にあることが明らかとなっています。

最近30年間で1900年代初頭の30年間を比較すると、このような大雨の日数は約1.2倍に増加しており、これには温暖化が影響している可能性があると考えられています。

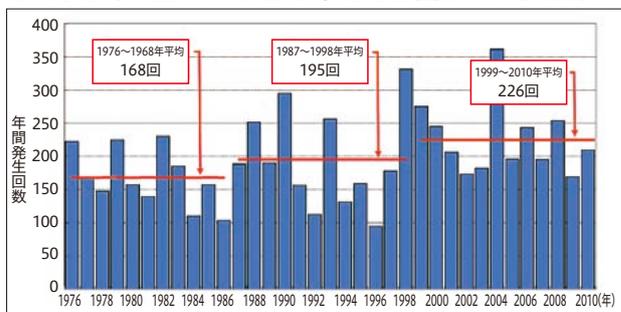
●日降水量100mm以上の日数



(出典2より)

また、1時間降水量の観測結果からは、1時間降水量50mm以上の短時間強雨が増加傾向にあることがわかりますが、データの観測期間が約30年間と短いため、温暖化の影響によるものかどうか現時点ではまだ明らかではありません。

●1時間降水量50mm以上の年間発生回数(1000地点あたり)

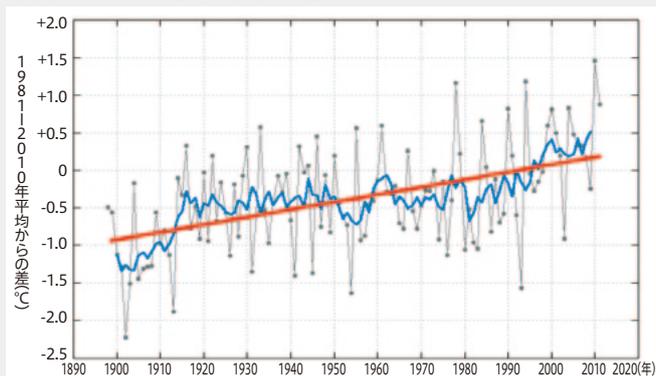


(出典2より)

2010年は記録的な猛暑に

2010年の夏(6月～8月)の日本の平均気温の偏差(1981～2010年平均値からの差)は1.46℃でした。夏の気温としては統計を開始した1898年以降で、第1位の高い記録となりました。このように、2010年夏の日本が記録的な高温になったのは、期間を通して冷涼なオホーツク海高気圧や寒気の影響をほとんど受けなかったこと、梅雨明け後、上空の偏西風が日本付近で平年よりも北に偏って流れ、勢力の強い太平洋高気圧に覆われたこと、エルニーニョ現象の影響で北半球中緯度の対流圏全体で気温が上昇したこと等の要因が重なったことに加え、背景として温暖化の影響があったものと考えられています。

●日本の6～8月平均気温偏差



(出典52より)

将来予測される影響

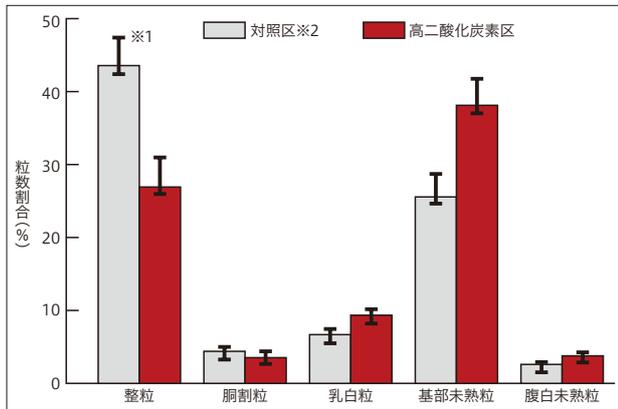
コメの品質への影響

近年の温暖化傾向により、高温障害によるコメの品質低下が大きな課題になっています。50年後に想定される高い二酸化炭素濃度によるコメの収量や品質の影響について、記録的な猛暑となった2010年に調べたところ、二酸化炭素濃度が高くなることでコメの収量は増加（施肥効果）しますが、白

未熟粒^{みじゅくりゅう}の割合が著しく増加し、コメの品質を左右する整粒率は大幅に低下することがわかりました。

今後の温暖化の進行に伴うコメの高温障害を防ぐため、高温に強い品種や栽培管理技術の開発が進められています。

●高二酸化炭素濃度がコシヒカリの玄米品質に与えた影響

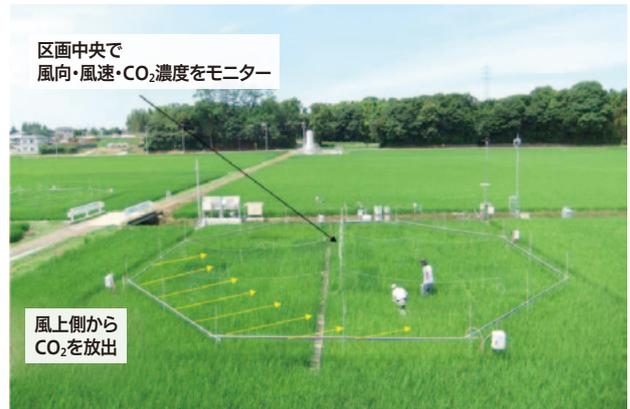


高二酸化炭素濃度条件では、整粒率が低下し、乳白粒や未熟粒が増加した。(出典8より)

※1 データの分散範囲を示す

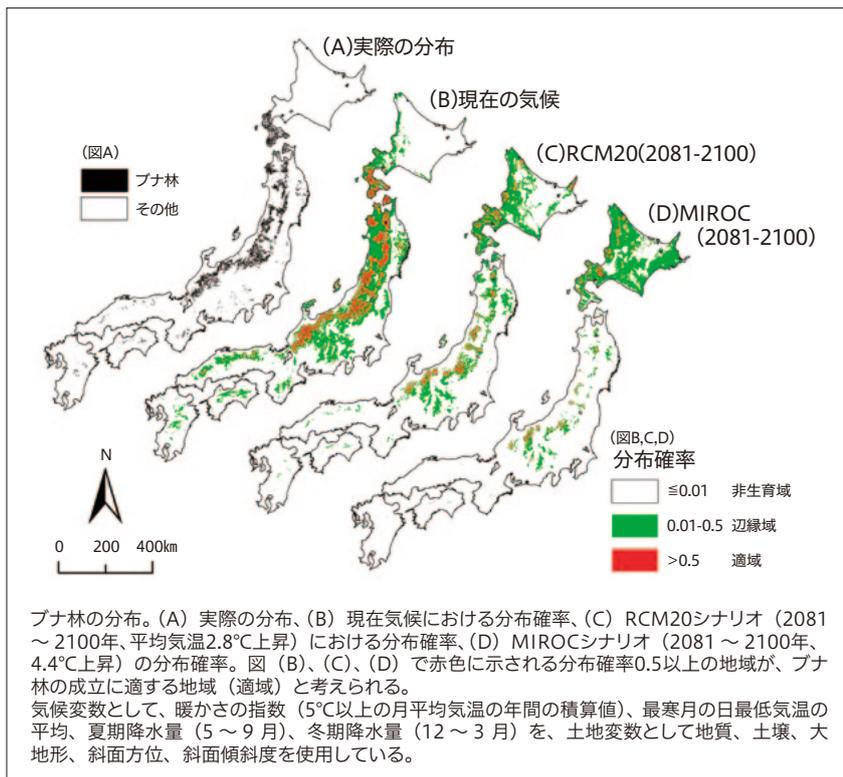
※2 現在の二酸化炭素濃度の区

●実験施設



茨城県つくばみらい市におけるFACE (Free Air CO₂ Enrichment; 開放系大気二酸化炭素増加) 実験施設。屋外条件で高二酸化炭素濃度を実現するもの。水田の一部に差し渡し17mの正八角形状にチューブを設置し、区画内の二酸化炭素濃度を外気よりも約200ppm高い濃度（生育期間平均で584ppm）に制御する。(出典8より)

●ブナ林の分布



ブナ林の分布。(A) 実際の分布、(B) 現在気候における分布確率、(C) RCM20シナリオ (2081～2100年、平均気温2.8℃上昇)における分布確率、(D) MIROCシナリオ (2081～2100年、4.4℃上昇)の分布確率。図 (B)、(C)、(D) で赤色に示される分布確率0.5以上の地域が、ブナ林の成立に適する地域（適域）と考えられる。気候変数として、暖かさの指数（5℃以上の月平均気温の年間の積算値）、最寒月の日最低気温の平均、夏期降水量（5～9月）、冬期降水量（12～3月）を、土地変数として地質、土壌、大地形、斜面方位、斜面傾斜度を使用している。

(出典9より)

ブナ林に適した地域が減少

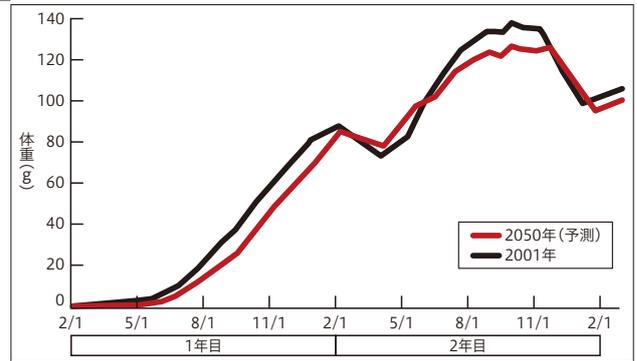
ブナ林は、日本の代表的な自然林ですが、温暖化によってブナ林が減少することが懸念されます。ブナ林の成立に適した地域（適域）は、気温が2.8℃上昇すると37%に、4.4℃上昇すると21%に減少すると予測されています。この予測によると、九州、四国、本州太平洋側では成立に適した地域がほぼ消失し、東北でもその面積は大きく減少することが予測されています。広大なブナ林が残る白神山世界遺産地域でも、ブナ林の衰退が予測されているため、温暖化への適応策が同地域の助言機関である科学委員会（環境省・林野庁主催）で検討されています。

サンマへの影響

温暖化による海水温の上昇や海洋の成層強化の進行は、海洋の生態系に大きな影響を与えられと考えられます。このような温暖化による環境変化が海洋生態系、水産資源に及ぼす影響を調べるために、海洋生態系モデルの開発や、サンマなどの魚の成長-回遊モデルの開発が行われています。

サンマについては、温暖化が進んだ50年後には、餌となるプランクトンの減少により、現在よりも体重で約10g、体長で約1cm小さくなること、一方で、回遊範囲が変化し、産卵期にはより北の海域で過ごす期間が長くなることから、餌条件がよくなり産卵量が増えることが予想されています。

●サンマ成長-回遊モデルで予測された2050年のサンマの体重の変化



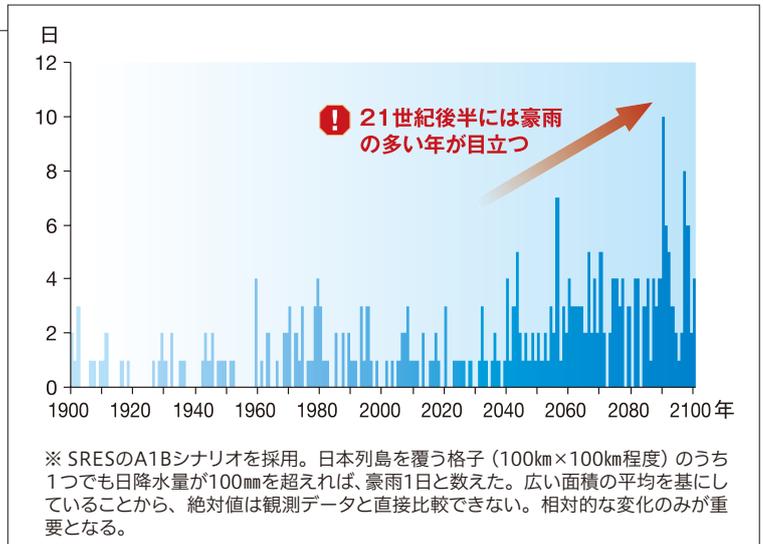
(出典10より)

豪雨の頻度が増加

日本では近年、極端に少雨の年が増えているとともに、少雨の年と多雨の年の年降水量の開きが大きくなる、つまり、年変動が拡大する傾向が確認されています。一方で、時間雨量100mm以上の豪雨の回数が増加していることも確認されています。現在のこのような降水量の年変動の傾向や豪雨の増加等の現象は、温暖化が要因となっているかどうかは明らかにされていませんが、今後温暖化が進行すると、こうした傾向が強くなると考えられます。

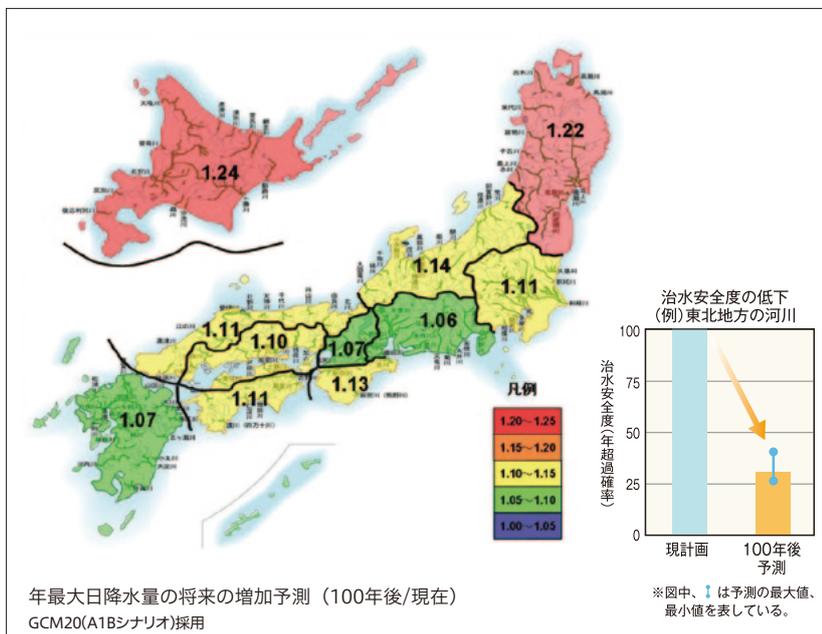
また、21世紀末（2071～2100年平均）には、夏季の降水量が現在（1971～2000年平均）より約20%増加し、夏季の日降水量が100mmを超える豪雨日数も、温暖化の進行とともに増加する（右図）と予測されています。

●日本の夏季(6・7・8月)の豪雨日数の変化



(出典11より)

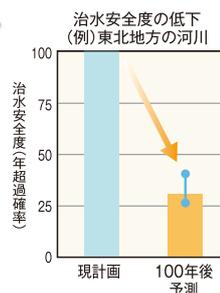
●降水量の増加と治水安全度の低下



洪水リスクのさらなる増大

年最大日降水量は、100年後には全国的に増加し、特に北日本で大きく増加することが予測されています。

この影響で、例えば東北地方では、これまで100年に1度の頻度で発生する洪水が、30年に1度の頻度で発生するようになるなど、水災害のリスクが高まることが予測されています。

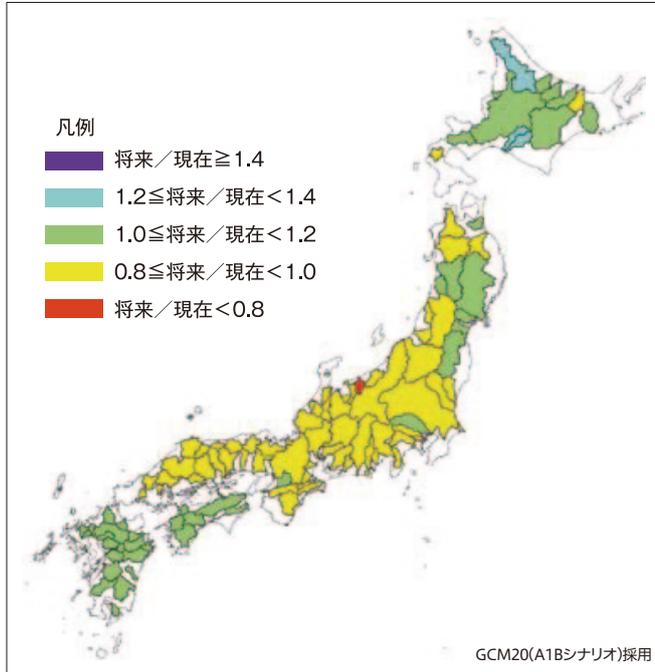


※ 図中、↑ は予測の最大値、最小値を表している。

(出典12より)

将来予測される影響

●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(春期(3~6月))



渇水のリスクのさらなる増大

河川の流量は、降雪量と降雨量を足し合わせた水量(地表到達水)によって影響を受けます。

この地表到達水量について、現在と100年後をシミュレーションにより比較すると、3~6月の間は、多くの地域で減少すると予測されています。これにより、代かきなどの農業用水の需要期に河川の流量が減少し、春先以降の水利用に大きな影響が生じることが考えられます。

●2011年台風12号の被災状況



(写真提供:共同通信社)

台風の強度増加・進路変化

温暖化が進んだ場合、海面上昇による海岸侵食や、台風の強度の増加・進路変化が起こるとわれています。日本の沿岸域では、温暖化による影響であるかどうか現時点では明らかにはなっていませんが、温暖化が進んだ場合、さらに増加すると考えられるこれらの現象が既に起こっています。

2004年の台風23号では、13.5mというわが国観測史上最大の波が高知県菜生海岸を襲い、海岸堤防が倒壊しました。また、2011年の台風12号では、記録的な大雨をもたらし、奈良県で最大72時間降水量が1652.5mmと、わが国観測史上最大値を記

録し、北海道から四国地方にかけての多くの地域で、被害をもたらしました。

日本は、特に沿岸域に人口・産業が集中しており、このような地域は、温暖化に対する脆弱性が高いといえます。

世界文化遺産 宮島・厳島神社が危機に

2004年9月に西日本を中心に激しい風雨をもたらした台風18号によって、広島県にある世界文化遺産、宮島の厳島神社では、暴風雨とともに高い波が打ち寄せ、雅楽を演じる際に利用される国宝の木造建築「左楽房(さがくぼう)」が倒壊し、「祓殿(はらいでん)」の屋根の一部はがれ、回廊には、ずれが生じました。

復旧工事のため、観光客の社殿への立ち入りを禁止にしたため、工事中の同神社への参拝者は、大幅に減りました。

厳島神社は、海上に建ち並ぶ建造物群と背後の原始林とが一体となった、独創的な神社建築として知られますが、温暖化によって台風の強度や頻度が増すと、今後も同様な被災リスクが高くなるとみられています。



(写真提供:共同通信社)

高山植物の消失域の増加

日本でも、高山生態系で影響が現れ始めています。

北海道大雪山五色ヶ原では、この10～20年の間に、お花畑の消失が起こっています。これは、雪どけ時期が早まったことにより、土壌の乾燥化が進んだためではないかといわれています。

また、温暖化が進み、雪が少なくなって、ニホンジカのような低山性の動物が高山へ移動しやすくなり、高山植物をエサとすることなどによっても、高山植物の消失域が増加すると考えられます。

●お花畑の消失：北海道大雪山系五色ヶ原にて



ハクサンイチゲの大群落



イネ科草原に変化し、お花畑は消失した。
(写真提供：北海道大学工藤岳准教授)

感染症媒介生物の分布変化

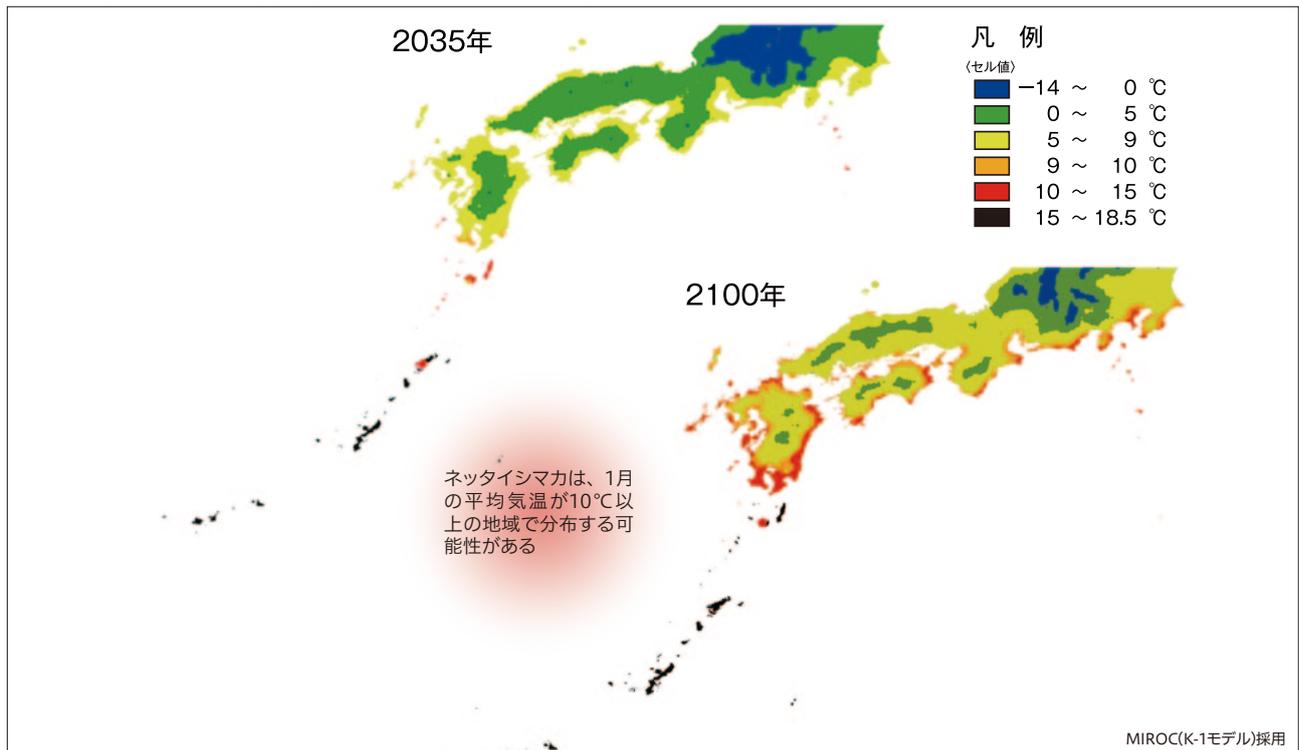
温暖化によって、蚊などの感染症媒介生物の分布が変化することが予測されています。

デング熱の媒介生物であるネッタイシマカは、温暖化が進むと、2100年には九州南部から千葉県南部まで、広範囲に

わたって分布可能になると予測されています。

これらの地域で、すぐにデング熱が流行するというわけではありませんが、デング熱流行の可能性のある地域が拡大するおそれがあります。

●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



MIROC(K-1モデル)採用

(出典14より)

第3章

進む、わが国の適応

適応とは？ なぜ必要か？

地球温暖化に対する対策は大きく分けて2つあります。1つは、原因となる温室効果ガスの排出を抑制する「緩和」、もう1つは、既に起こりつつある、あるいは起こりうる温暖化の影響に対して、自然や社会のあり方を調整する「適応」です。

私たちはまず、温暖化の原因に直接働きかける「緩和」を進めることが必要です。一方で、最善の緩和の努力を行ったとしても、世界の温室効果ガスの濃度が下がるには時間がかかるため、今後数十年間は、ある程度の温暖化の影響は避けることができないといわれています。また、わが国でも、既に温暖化の影響ではないかと考えられる事象が現れつつあります。

したがって、「緩和」と同時に差し迫った影響への対処として、「適応」の取組も不可欠となるのです。

効果的・効率的な適応

具体的な適応策を考え、実施する際には、その地域の「脆弱性」を評価することが重要になります。

ここで「脆弱性」とは、温暖化や極端な現象を含む気候変動の悪影響による影響の受けやすさ、または対処できない度合いのことです。例えば、同じ熱波でも、高齢者の人のほうがより影響を受けやすく脆弱である、ということが言えます。

わが国は、科学技術や社会基盤が発達し、比較的高い適応力があるといえますが、台風や土砂災害・地震の頻発、食料・資源の海外への依存、高齢化等、わが国の自然や社会の特性に起因する固有の脆弱性を有しています。このような脆弱性に温暖化の影響が重なると、社会の安定と安全を脅かす甚大な影響が生じる恐れがあります。

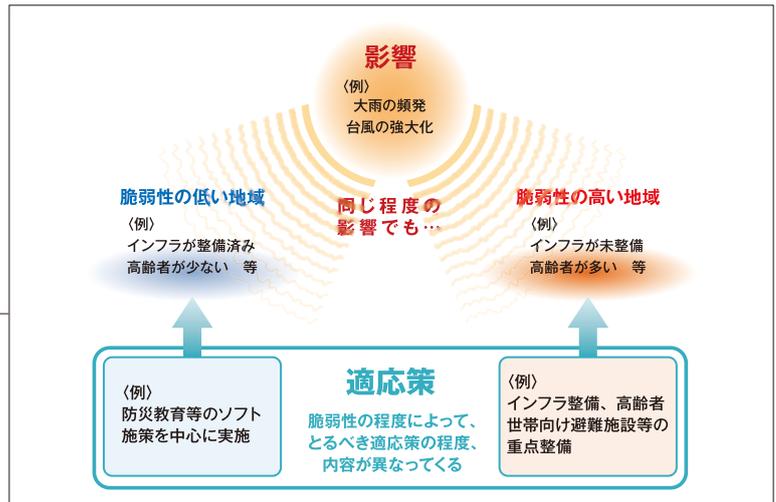
脆弱性の評価が適切になされることで、緊急に対策をとるべき分野・地域が明確になり、効果的・効率的な適応が可能となります。今後、このような、地域の脆弱性を評価するための取組や、それを可能にするモニタリングの実施が重要となります。

●2つの温暖化対策：緩和と適応



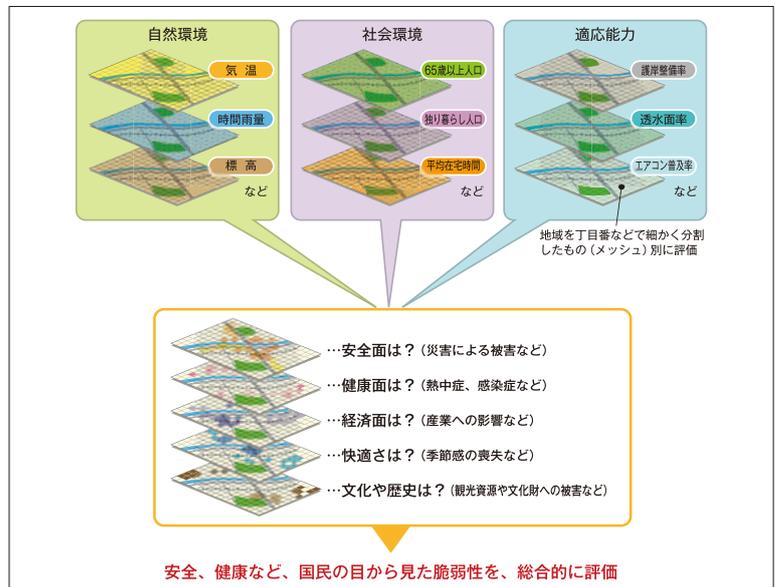
(出典3より)

●影響—脆弱性—適応の関係



(出典3より)

●地域における脆弱性の評価(イメージ)



(出典3より)

温暖化の「適応」に関する、さまざまな取組が行われています。わが国のような先進国では、それが比較的容易に達成できるという印象をいただく人もいます。しかし実際は、資金力に関わらず大きな困難が伴うものです。また、高齢者や子供のように適応に対する能力が十分でない人とそうでない人ができます。

防災

河川及び流域での重層的な対策の実施により、水災害適応型社会の構築が進められています。影響のモニタリングや予測精度の向上に応じた、順応的な適応が重要となります。

水害適応型社会の構築

増加する降水量等の外力に対し、河川改修や洪水調節施設整備等の「河川で安全を確保する治水対策」や雨水幹線・排水ポンプ場等の下水道施設整備に加え、流出抑制対策等の「流

域における総合的な対策で安全を確保する治水対策」を重層的に行うことで、持続可能な社会・経済活動や安心・安全な生活を守る、水災害適応型社会の構築を目指しています。また、気候変動による影響を把握するためのモニタリングを強化するとともに、災害リスクの評価を行っています。

①施設による適応策(新規施設の整備、流域における施設の整備等)

河川、洪水調節施設や下水道施設の整備等に加え、雨水貯留・浸透施設などの流域における施設の整備を行います。



洪水調節施設(地下調節池)
(出典12より)



下水道幹線
(出典15より)



雨水貯留施設
(出典12より)

②地域づくりと一体となった適応策(土地利用の規制・誘導、住まい方の工夫等)

通常の連続堤を整備すると、家屋の移転が必要等、完成までに多大な費用と期間が必要となる場合があります。

このような場合、輪中堤・宅地嵩上げや、それに伴う土地利用の規制・誘導など土地利用の状況に合わせた対策を効率的に、短期間で実施することにより家屋の浸水被害を解消できます。

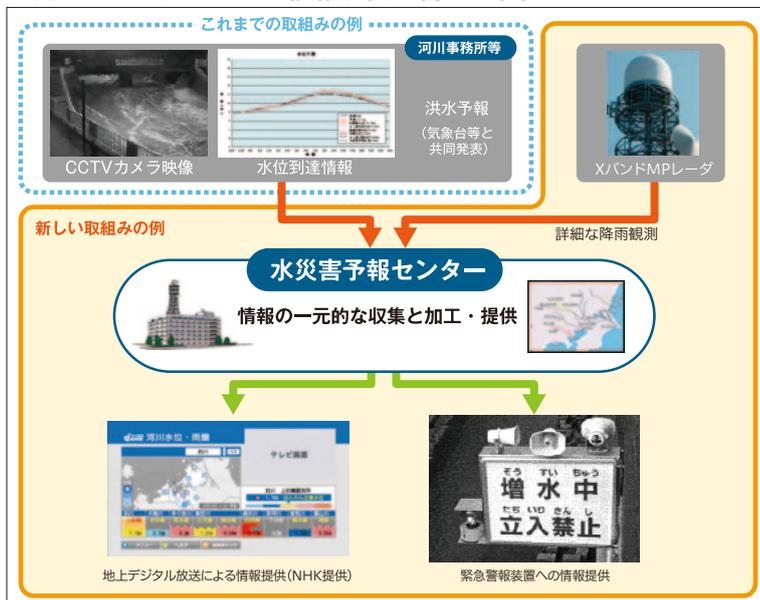


(出典12より)

③危機管理対応を中心とした適応策(情報提供の強化等)

洪水の予警報や水位等のリアルタイム情報の提供の強化等、洪水発生時の減災対策を行います。

●局地的な大雨に対する情報提供の新しい取組



(出典12より)

④渇水リスクの回避にむけた適応策

節水型社会の構築、水資源供給施設の徹底活用・長寿命化等により、渇水リスクを回避します。

⑤河川環境の変化への適応策

河川環境の変化と気候変化の関係を分析し、河川環境管理のあり方を検討するとともに、適切な河川管理に努めます。

⑥影響のモニタリング強化

雨量、水位、流量、水質等これまで観測してきたデータを生かし、気候変動の影響の指標をモニタリングします。

沿岸大都市

海面上昇等に伴う災害リスクの増大に対応して、生命や財産を守り、経済的被害等を最小限に止めるため、多様な対策の検討が進められています。

大規模水害対策に関する検討

大規模水害発生時の被害の想定や想定される洪水氾濫状況に対して、国民の生命・財産及び経済への被害等を最小限に止めるための対策等について検討しています。

これまで、首都地域の利根川や荒川における洪水氾濫による被害状況についてのシミュレーションを行い、被害の想定、大規模水害への取組例等を整理しています。

●首都圏における大規模水害において実施すべき対策

- 広域避難体制の強化
- 避難率の向上
- 孤立者の救助・救援
- 地下空間等における被害軽減
- 病院及び介護・福祉施設等における被害軽減
- 公的機関の業務継続性確保
- ライフライン・インフラの浸水被害による影響の軽減と早期復旧
- 地域住民の防災力の充実
- 民間企業等の被害軽減対策の強化
- 治水対策の着実な実施
- 水防活動の的確な実施
- 氾濫拡大の抑制と排水対策の強化
- 水害を想定した土地利用・住まい方への誘導
- 衛生環境の確保(汚物、有害物対策等)
- 水害廃棄物の処理

(出典16より)

港湾における適応策の方向性と具体的な施策

港湾には、水際線に位置し、海面水位の上昇等の気候変動の影響を直接受けるという特徴があります。

そこで、気候変動に伴う、沿岸域での災害リスクの増大等に対応するため、港湾における適応策の方向性と具体的な施策を整理しています。

策を整理しています。

適応策の目標としては、①人口や資産が集積する背後地の高潮等の災害リスクの軽減、②国際・国内物流を担う港湾活動の維持、を挙げています。

●港湾における具体的な適応策



(出典17より)

水資源

水資源への影響に対する適応については、緊急時と平常時の双方に一体的に配慮していくことが重要です。

緊急的な水資源の確保

年間降水量の減少傾向等により予測される渇水等の影響や被害に適応するためには、緊急時の水供給体制の確保が重要となります。

連絡管の整備等による広域的な水融通、移動式海水淡水化施設による飲料水の供給、給水資機材の備蓄等、予防的観点から多様な水資源確保策を準備しておく必要があります。

海水を淡水化して飲料水を作り出すシステム。渇水などで水不足となった地域に装置を輸送し、海や川、湖沼などの水から飲料水を造り出すことができます。平成23年に大渇水に見舞われた小笠原諸島では、独立行政法人水資源機構所有の海水淡水化装置により給水活動が行われるなど活用されています。(出典18より)

●移動式海水淡水化装置



●登戸連絡管による水融通



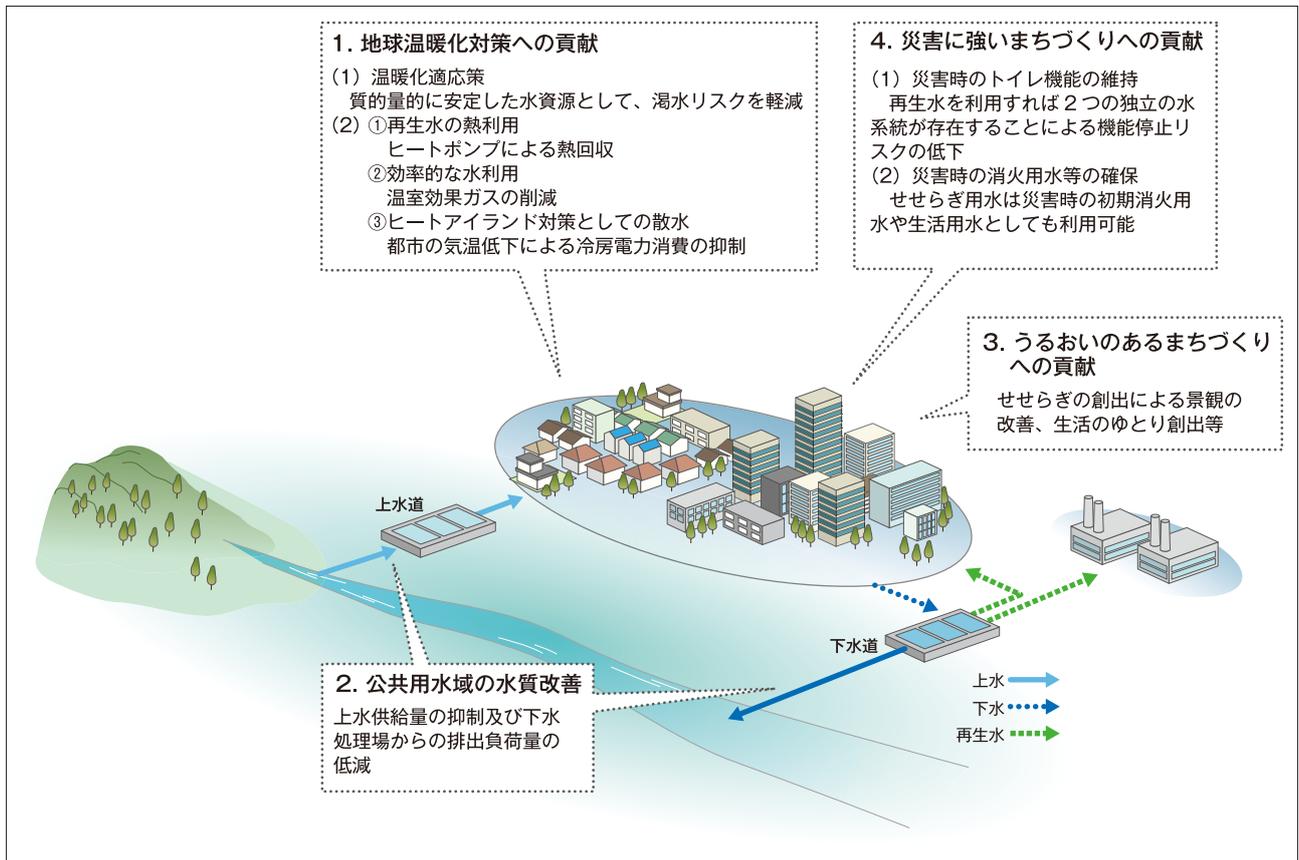
複数の上水道を連絡管で結ぶことで、相互の水融通が可能となり、断水被害を回避または軽減することができます。東京都及び川崎市が、非常時に浄水を相互に融通するために、双方の水道管が近接する場所で登戸連絡管を接続しました。(出典19より)

再生水の活用

再生水は、質的量的に安定した水資源として、水需要地に極めて近いところにある新しい水資源です。再生水の利用に

より、渇水リスクを低減できます。さらに、省エネルギーによる緩和策としての効果が期待できます。

●再生水利用の社会的意義・効果



(出典20より)

食料

食料の生産現場では、作物別の被害状況の把握とともに、多様な適応策が進められつつあります。

農作物別の具体的な適応の取組

コメ 高温障害対策

コメは、登熟期（夏に穂が出て籾の中にもコメができた後に、コメにデンプンが蓄積する時期）に気温が高くなることで品質が低下します。このような高温障害への当面の適応策として、「にこまる」など高温耐性品種への転換や登熟期の高温遭遇を回避する作期の遅い品種への転換などで発生回避に努めています。また、田植え後の回避技術としては、生育診断に基づく肥培管理の徹底、水管理、堆肥施用や深耕等土づくりなどの栽培技術を組み合わせて発生回避に努めています。

●高温耐性品種「にこまる」(左)とコメの内部が濁った在来品種(右)

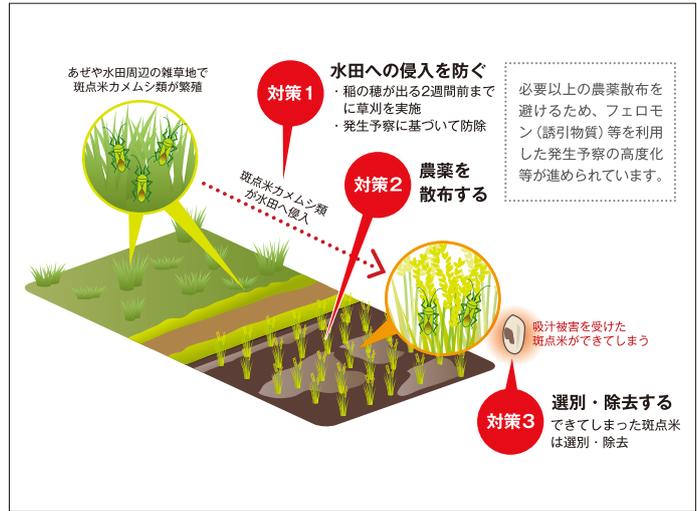


(出典4より)

コメ 斑点米カメムシ対策

斑点米を防止する対策として、斑点米カメムシ類が水田に侵入することを防ぐため、あぜなどの草刈りを稲の穂が出る2週間前までに実施する対策や、発生予測に基づいて的確に防除する対策等が行われています。

●斑点米カメムシ対策

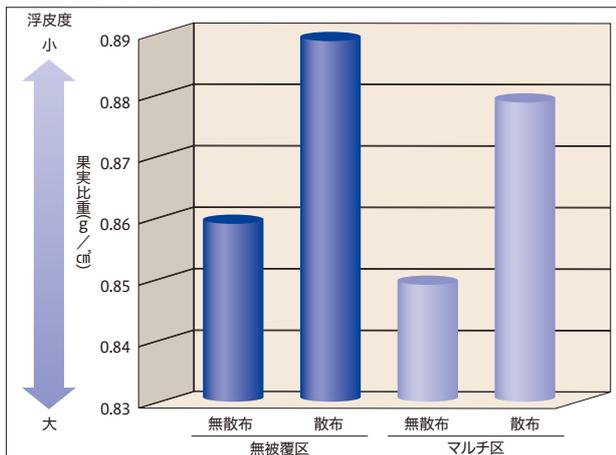


(出典21より)

うんしゅうみかん

秋から冬にかけて高温・多雨で推移することで、果皮と果肉が分離する浮皮の発生が報告されています。浮皮防止対策としては、摘果方法の改善や植物ホルモンであるジベレリンとプロヒドロジャスモンの混合散布技術などが開発されています。また、「石地」などの浮皮の発生が少ない品種の利用も進んでいます。

●「ジベレリンとプロヒドロジャスモンの混用散布」の浮皮軽減効果



※導入対象：貯蔵用・樹上完熟用うんしゅうみかん (出典22より)

ぶどう

夏から秋にかけての成熟期が高温で推移することによる果実の着色不良が報告されています。果実の着色不良に対する当面の対策として、適切な着果管理や幹の表皮を環状に剥皮することにより、同化養分を果房へ集中させ着色を良好にする技術や高温でも着色しやすい品種の導入などで影響を軽減することに努めています。

●ぶどうの環状剥皮による着色不良対策



(出典4より)

トマトなど果菜類

夏の高温により、花落ち等花のつく割合、実のつく割合が低下する着花・着果不良などが報告されています。

これらの高温による障害に対して、高温耐性品種の導入や施設内の気温や地温、葉温の上昇抑制するため遮光資材の導入、局所的な高温空気の滞留を防ぎ室内温度の均一化を図るため循環扇の導入などが行われています。また、ノズルから噴霧された細霧が蒸発する時に周辺の熱を奪うことを利用して、気温を低下させる細霧冷房を導入している例もあります。

●循環扇



●細霧冷房



(出典21より)

畜産

肉牛や乳牛では、夏の暑熱によって、繁殖面での悪影響や、乳量・乳質の低下、発育の低下などが報告されています。

これに対して、①畜舎等の気温を下げる、②牛の体感温度を下げる、③栄養管理技術を改善する等の観点から適応策が講じられています。①の例では、畜舎内への換気扇の増設、通風の改善等の対策が行われています。②の例では、牛の体に送風扇で細かい霧を吹きかける等の対策が行われています。

●噴霧システム



(出典23より)

水産

●ノリ養殖業の主要種であるスサビノリ



(出典24より)

ノリは高水温に弱く、秋の収穫時期の開始が遅れるといった問題が発生しています。日本のノリ養殖業の主要種であるスサビノリは北方系種であるため、高温の影響を受けやすいと考えられていますが、その原因はまだ明らかになっていません。

そこで(独)水産総合研究センターはスサビノリの全ゲノム塩基配列の概要を解読しており、ノリが高水温にさらされた際に体を守るために働いたんばく質遺伝子を発見しました。今後、高温耐性のメカニズムを解明することで、高水温に強い優良な品種を生み出すことが可能になります。

農林水産分野の適応策の方向性

農林水産分野においては、品目別に今後実施すべき適応策の工程表を示しており、当面の適応策について生産現場に普及・指導していくこととしています。また、新たな適応策に関する研究開発の実証・普及や、最も基礎的な資源である農地・農業用水等、農業生産基盤への影響の評価、必要となる適応策とその推進方策等も検討することとしています。

●農業生産等における適応策の工程表の一例



(出典25より)

自然生態系

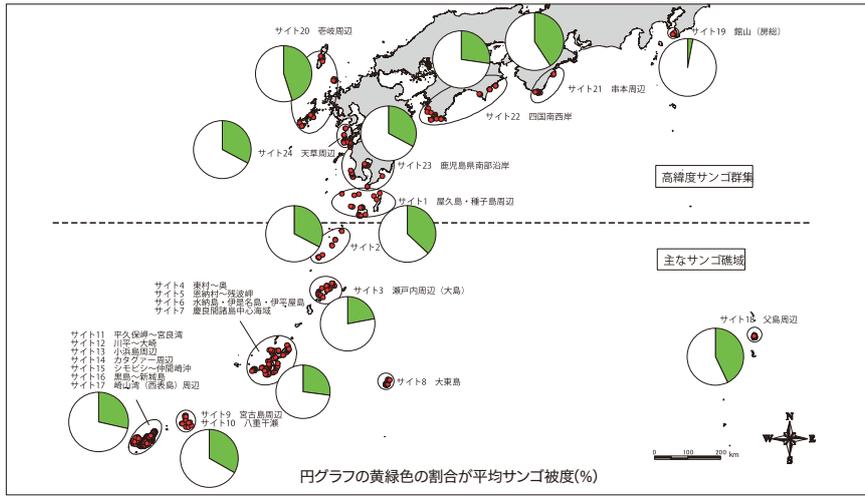
自然生態系への温暖化の影響を把握し、影響を受けやすい生態系について適切な対策を行うことが必要です。

温暖化影響を受けやすい生態系の把握

全国の多様な生態系について、1,000ヶ所程度のモニタリングサイトにおいて、基礎的な自然環境情報の収集を長期的に継続して進めています。

特に温暖化の影響を受けやすい高山帯、サンゴ礁等についてのモニタリングは、生態系の異変をいち早く捉え、迅速かつ適切な保全施策につなげることに役立ちます。

●「モニタリングサイト1000 サンゴ礁調査」における平均サンゴ被度(2010年度)



※被度…サンゴが着生可能な海底の面積に占める、サンゴが覆っている面積の割合 (出典26より)

白化現象とは？

サンゴは褐虫藻と呼ばれる藻類を体内に共生させています。海水温の上昇が継続する等のストレスを受けると、サンゴから褐虫藻が出てしまいます。このときに、サンゴの白い骨格が透けて見えて白くなるため白化と呼ばれます。白化が長く続くとサンゴは死んでしまいます。



写真提供：阿嘉島海研究所 (出典27より)

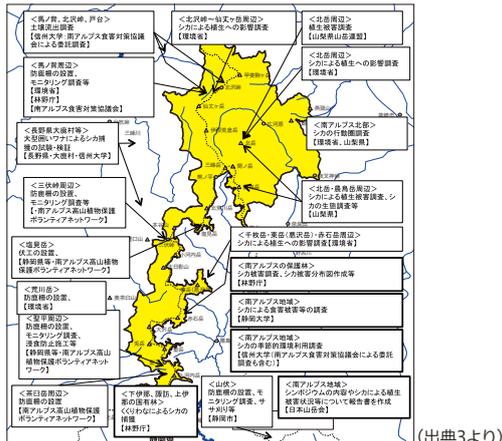
野生鳥獣被害への対応

ニホンジカなどの野生鳥獣が気温上昇により活動域を広げることによって、森林や高山植生等への食害が拡大する恐れがあります。

特に、高山生態系は、温暖化に脆弱な生態系の一つと考えられています。孤立した地域に成立する高山植生などは、一度衰退するとその回復には長い時間を要します。

南アルプス地域では、ニホンジカによる影響が比較的短い期間で深刻化しており、今後も拡大する可能性があります。ニホンジカの食害は、高山生態系の脆弱性を高めるため、現在、被害調査や保護対策が実施されています。

●南アルプス地域における関係機関の取組



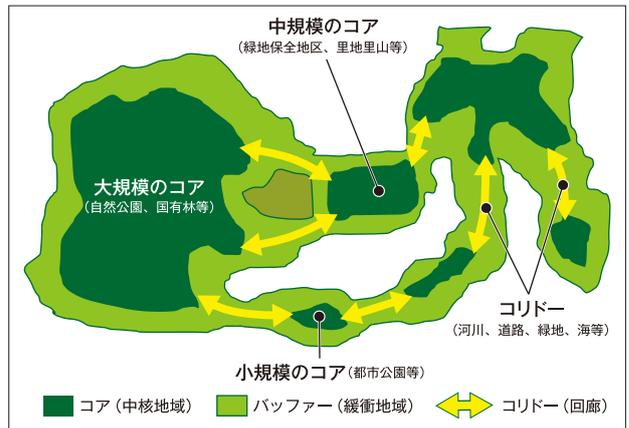
生態系ネットワークの構築

温暖化の影響への脆弱性やそれに対する適応力は、それぞれの生物種や生態系によって異なります。

そのため、多様な種や生態系が、時間をかけて温暖化に適応して、変化に幅広く対応できるようにしておくことが大切です。

例えば、ある程度のまとまりをもつ、原生的な天然林などをコアとして周辺地域とのつながりを保つ生態系ネットワークの形成などの対策が重要になります。

●生態系ネットワークとは



森林分野における適応策

気温上昇等の気候変動による森林への影響については、長期的には、植生の変化や、森林における動植物の生態・活動への影響をもたらすと予想されます。また、集中豪雨の頻発、海面上昇といった影響等によって、山地災害の頻発や海岸線の消失が生じることも懸念されています。

このような森林への温暖化の影響に対する適応策として、以下の対策を推進しています。

森林への影響評価

今後の気象変化や世界の状況等を踏まえて、わが国の森林における温暖化の影響に関する情報収集を行い、定量的な影響評価を実施しています。

森林病虫害等の被害対策

マツノマダラカミキリなど、低温下ではあまり活発に活動しない病虫害等が、気温上昇によって活動域を広げることで、被害が拡大する恐れがあります。そのため、徹底的な防除や樹種転換等の各種被害対策を推進しています。



マツノマダラカミキリは、アカマツやクロマツ、リュウキュウマツなどを枯らすマツ材線虫病の病原マツノザイセンチュウの媒介を行う虫です。(出典28より)

「緑の回廊」の設定

国有林では、野生動植物の生息・生育地を結ぶ移動経路を確保することにより、個体群の交流を促進して、種の保全や遺伝的な多様性を確保するため、保護林相互を連結してネットワークを形成する「緑の回廊」を設定しています。全国で総面積約58万6千haを設けており、国土の生態系ネットワークの根幹として重要な機能を果たしています。

●「緑の回廊」位置図(2011年4月1日現在)



(出典28より)

●山地災害等の防止対策

地球温暖化に伴う集中豪雨の頻発、海面上昇等

山地災害の頻発、海岸線の消失の懸念

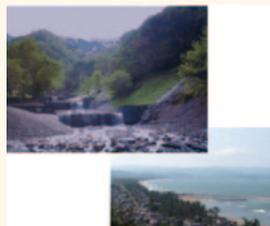
効果的な山地災害等の防止対策

保安林の計画的な指定と管理



災害防備等の公益的機能の発揮が求められる森林について、保安林の計画的な指定の推進と適切な管理。

治山施設と荒廃森林の一体的な整備の推進



治山施設の整備と荒廃森林の整備との一体的な推進のほか、海岸線の適切な保全の推進。

ハード・ソフト対策等による総合的な治山対策



新たな施設整備や既存施設の防災機能の強化等のハード対策、山地災害危険地区情報の周知等のソフト対策を組合わせた総合的な治山対策を推進。

山地災害の危険性の高い箇所の把握と予測



より精度の高い山地災害の危険性の高い箇所の把握手法の検討等を推進。

(出典28より)

国民生活・都市生活

温暖化は、国民一人ひとりの暮らしにも影響を及ぼす恐れがあります。身近な影響に対して、今から進めておくべき適応の取組があります。

ヒートアイランド対策

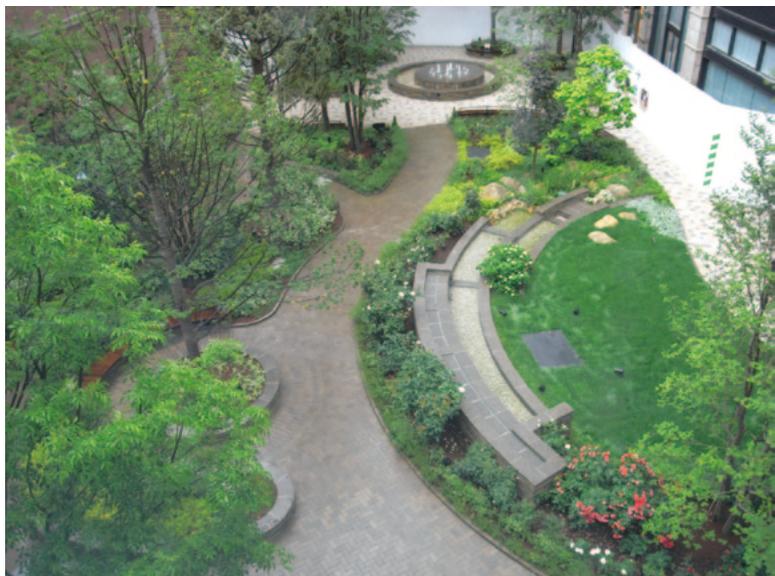
温暖化による暑熱への適応は、健康で快適な暮らしを営む上で非常に重要です。特にヒートアイランドへの対策は、そのような適応の効果も併せ持つものとして期待されます。

ヒートアイランドは、都市部における自動車等の人工排熱の増加、建物や人工舗装の増加、緑地の減少などにより、郊外に比べて都市中心部の気温が高くなる現象で、これ自体は温暖化とは別の現象です。

ヒートアイランドへの対策となる施設の緑化、保水性建材や高反射性塗装の活用、都市における緑地の保全、風の道や水路の整備等は、都市における夏の暑さを和らげ、熱中症の防止につながります。

近年、自治体でも、ヒートアイランド対策に取り組む事例が増えており、温暖化への適応という観点からも、このような取組が一層進むことが望まれます。

●東京・丸の内パークビルの敷地緑化



(出典29より)

雨水利用

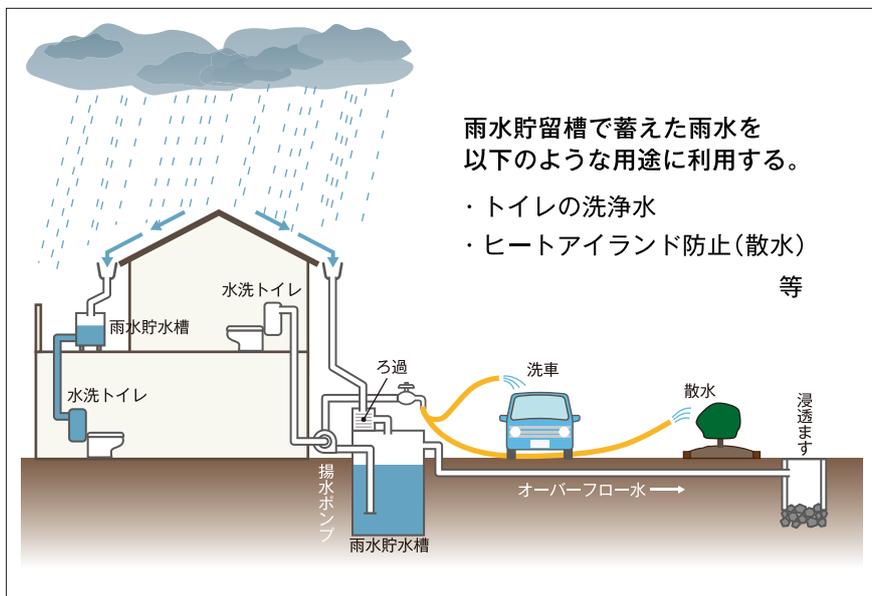
雨水利用とは、建物の屋根などに降った雨を貯留槽（タンク）に貯め、貯めた雨水を樹木への散水、トイレの洗浄水、打ち水等の雑用水として利用するものです。

東京都墨田区では、1980年代から雨水利用の取組を積極的に進めています。2011年4月までに区施設や区内民間企業等合計199施設において雨水利用が導入されており、墨田区役所においてもトイレの流し水に貯めた雨水が活用されてい

ます。また、墨田区からの助成金の交付により、1995年度から2010年度までに合計270の雨水タンクが設置されています。

このような雨水利用の取組は、水資源の有効活用（節水）、災害時の生活用水確保等を主な目的として行われていますが、渇水等のリスクを低減させる効果が期待できることから、温暖化への適応策としても有効であるといえます。

●雨水利用システム



(出典30より)

路地尊(るじそん)とは

路地の安全を守るシンボル。当初は、防災用具等を収納するストリートファニチュアとして考案されました。第2号機から雨水利用が導入され、草花への水やりや子どもの水遊びの場として、また災害時の水源として地域で活用されています。(出典30より)



健康

高齢者に限らず、暑さによる熱中症にかかる患者が急増しています。私達の健康に及ぶ影響を、未然に防止する適応が必要です。

熱中症予防に向けた情報提供・普及啓発

「熱中症予防情報サイト」を運用し、暑さ指数の予想値や速報値などの情報を、インターネットのホームページや携帯情報サイトなどを通じて提供しています。

また、熱中症についての基礎知識、熱中症になったときの対処法、予防のための対策、保健指導のあり方等をまとめた「熱中症環境保健マニュアル」を作成しています。

●熱中症環境保健マニュアル



(出典31より)

●熱中症予防情報サイト(左:ホームページ、右:携帯情報サイト)



(出典31より)

●官民共同で予防を呼びかけていく 「ひと涼みしよう 熱中症予防声かけプロジェクト」



(出典31より)

熱中症関係省庁連絡会議

2007年に、消防庁、文部科学省、厚生労働省、気象庁、環境省によって「熱中症関係省庁連絡会議」が設置されました。ここでは、熱中症の予防と応急対策に関する知識の普及、地域の実情に応じた対策の推進などを目的に、情報交換が行われています。以下のサイトで、関係省庁の取組などが公表されています。

http://www.env.go.jp/chemi/heat_stroke/index.html

このように、関係する機関の連携によって、効果的・効率的に対策を進めていくことが重要になります。熱中症対策だけでなく、温暖化への適応全般についても同じことが言えます。

自治体の取組

自治体は、洪水への備えや感染症を媒介する生物の監視、気候変動に対応できる農作物の研究といった適応を進めています。

長野県の取組

長野県は地球温暖化現象とその自然環境への影響についてモニタリングを行っています。長野県環境保全研究所が実施してきたモニタリング調査（気象、残雪写真、シラカシの分布）を継続するとともに、新たに温暖化の指標となりうる生物を選びそのモニタリングを始めています。

また、調査の一部は、温暖化防止の普及啓発の意味を含めています。例えば山岳地の積雪へ及ぼす影響を把握するため、山岳地の残雪写真を利用した画像解析を行っています。そのために、県内各地で市民に協力してもらいながら山岳地の残雪写真を定期的に撮影しています。

●市民参加で山岳地の残雪写真を撮影



(出典32より)

埼玉県の取組

埼玉県は気候温暖化対応農業プロジェクトを推進しています。温暖化の進行を見据え、新たな農産物の生産の可能性を探るために新規導入候補作物をリストアップしました。

その中から、埼玉県よりも平均気温が高い地域で栽培され、国内で比較的高価格で取引されるなど特徴のあるもの、もしくは高い商品価値が見込まれるものについて、農林総合研究センターで品種特性や気候、土壌条件、栽培形態等の適応性などの試験研究を行っています。施設園芸の盛んな特徴を生かし、多くの地域や条件下での試作など、生産者の協力を得て進めています。

●適応性を研究している農産物

- 果樹
ななかんきつ
温州みかん、中生柑橘（不知火、ポンカン等）、びわ、マンゴー
- 野菜
ブラククトマト、グリーントマト、タイなす
- 花き
観賞用パイナップル
- 樹木
ニッケイ、タブノキ、クスノキ
- 飼料
サトウキビ、ネピアグラス

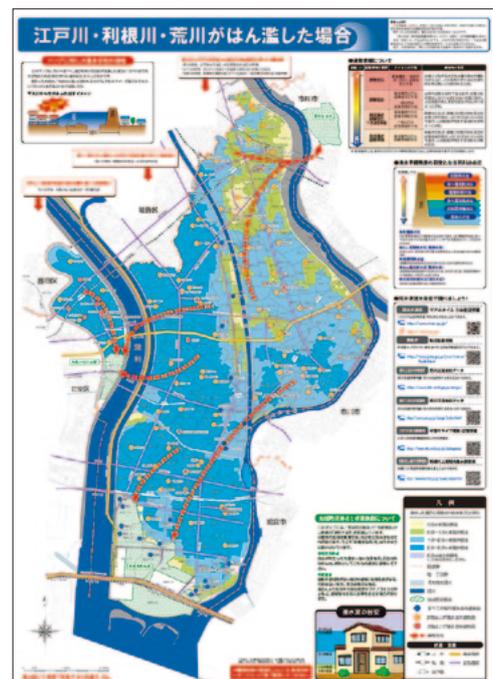
(出典33より)

東京都江戸川区の取組

東京都江戸川区では、区民に水害に関する情報を提供し、事前の備えに役立ててもらうことを目的として、浸水の予想区域や浸水の程度、避難等の情報を記載した「江戸川区洪水ハザードマップ」を作成しています。洪水ハザードマップを活用し、いざという時に備えて自宅周辺の地理や避難場所の位置を確認し、家族で避難時の行動を話し合うといった日頃からの備えを区民にお願いしています。

洪水ハザードマップは、自然災害のうち「洪水（浸水）」に対しその浸水範囲を予想し、地図化したものです。記載している情報は、避難経路や避難場所の決定の手助けとなるものです。

●江戸川区洪水ハザードマップ



(出典34より)

富山県の取組

富山県衛生研究所では、昭和40年代から、日本脳炎ウィルスの媒介蚊であるコガタアカイエカなどの分布調査を実施しています。

蓄積されたデータは、蚊媒介性感染症に対する対策の検討や、気候変動と蚊媒介性感染症の関連を解析する上で、貴重なデータとなっています。

武雄市の取組

佐賀県武雄市内の農業者が結集して、東南アジア原産のハーブの一種である「レモングラス」の栽培を開始。生葉や乾燥、焙煎したレモングラスを販売するとともに、レモングラスを使った料理等を観光の目玉にしています。

●武雄市が開発したレモングラスを使った商品



(出典35より)

横浜市の取組

横浜市泉区では、デング熱などの媒介蚊であるヒトスジシマカの発生が以前から問題となっていたことから、庭の鉢植えの受け皿・バケツなどにたまった水のこまめな除去、道路・住宅地内の雨水ますへの駆除剤の定期的な投入等、住民参加の防除対策が実施されています。

対策による防除効果について、住民へのアンケートの結果では、80%前後の住民が効果があったと回答しています。

●住民参加による蚊の幼虫駆除



(出典36より)

仙台市の取組

近年、都市は建物やアスファルトで覆われ、大雨の時に雨水が下水道に一気に流れ込み、浸水被害を起こしやすくなっています。

仙台市では、雨水をゆっくりと地面の中にしみ込ませることによって都市型浸水などの被害を軽減する「流出抑制」を促進しています。そのため、エリアを限定して、「雨水浸透ます」や「雨水貯留タンク」などの雨水流出抑制施設について、自宅に設置する市民に対して、補助金を助成しています。

●補助金助成を知らせる仙台市のホームページ



(出典37より)

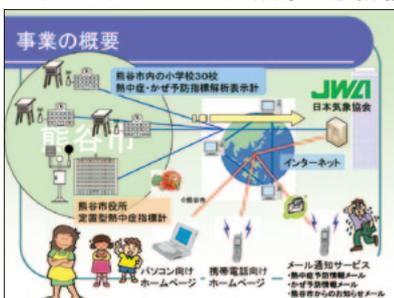
熊谷市の取組

埼玉県熊谷市では、2007年8月にわが国の観測史上最高気温である40.9°Cを記録した経験を機に、熱中症予防情報発信システムを導入しました。

市役所には定置型の熱中症指標計を、市内の小学校30校に

は熱中症・かぜ予防指標解析表示計を設置し、観測データを児童の健康管理に役立てています。それとともに、熱中症・かぜ予防指標の予測を実施し、これらの実況・予測情報をホームページやメール通知サービスで提供しています。

●あっぱれ・なるほど・熱中症予防情報発信事業



(出典38より)

第4章

国際的な取組

緩和への取組

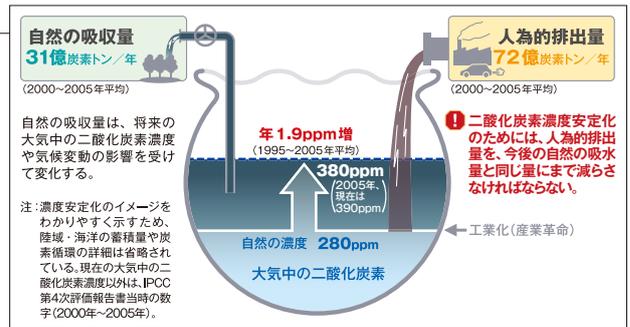
気候変動枠組条約と安定化濃度

気候変動枠組条約は「気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において、大気中の二酸化炭素濃度を安定化させること」を究極の目的としています。濃度の安定化とは、地球全体の二酸化炭素の排出量と吸収量のバランスがとれた状態。産業革命以前は280ppm程度だった二酸化炭素濃度は、現在は390ppm（2010年）程度で、人為的排出量は自然の吸収量の約2倍に達しています。二酸化炭素濃度を安定化させるには、排出量を増加から減少へと転じさせ、自然の吸収量と同程度にまで減らす必要があります。

京都議定書に基づく取組と2013年以降の次期枠組に関する検討

気候変動枠組条約の究極の目的を達成するため、1997年に京都で開催された第3回締約国会議（COP3）で、2008～2012年（第一約束期間）の間に先進国や市場経済移行国（附属書I国）が達成すべき排出削減の数値目標を規定した「京都議定書」が採択され、2005年に発効しました。2011年にはCOP17が開催され、将来の枠組に関して、法的文書を作成するための新しいプロセスである「強化された行動のためのダーバン・プラットフォーム特別作業部会」を立ち上げ、可能な限り早く、遅くとも2015年中に作業を終えて、議定書、法的文書または法的効力を有する合意成果を2020年から発効させ、実施に移すとの道筋に合意しました。

●二酸化炭素濃度安定化のイメージ



(出典39より)

●京都議定書の概要

対象ガスなど	
対象ガス	二酸化炭素(CO ₂)、メタン(CH ₄)、一酸化二窒素(N ₂ O)、ハイドロフルオロカーボン(HFCs)、パーフルオロカーボン(PFCs)、六フッ化硫黄(SF ₆)
吸収源の取扱い	1990年以降の森林経営等に伴う温室効果ガス吸収量を排出量から差し引く。
削減約束	
基準年	1990年(HFCs、PFCs、SF ₆)は1995年とすることができる
第一約束期間	2008年から2012年(5年間の合計排出量を基準年排出量の5倍に削減約束を乗じたものと比較)
削減約束	・先進国全体の対象ガスの人為的な総排出量を、基準年より少なくとも約5%削減する。 ・個別目標(日本6%減、アメリカ7%減、EU8%減など)
京都メカニズム	
排出量取引	先進国が割り当てられた排出量の一部を取り引きできる仕組み。
共同実施	先進国同士が共同で削減プロジェクトを行った場合に、それで得られた削減量を参加国間で分け合う仕組み。
クリーン開発メカニズム	先進国が途上国において削減・吸収プロジェクト等を行った場合に、それによって得られた削減量・吸収量を自国の削減量・吸収量としてカウントする仕組み。

適応への取組

適応基金の設立

適応基金は、京都議定書に基づく基金で、京都メカニズムの一つであるクリーン開発メカニズム(CDM)の収益の2%を主要な財源とし、途上国における具体的な適応プロジェクトに対して資金支援を行っています。

適応に関する費用

世界銀行は報告書「気候変動への適応に関する経済学」で、途上国の適応にかかる費用を試算しました。それによると、産業革命前に比べて世界の平均気温の上昇をおおむね2℃に抑え、2010年から2050年までの費用は年間750億～1000

●気候変動枠組条約・京都議定書の基金

地球環境ファシリティ(GEF)	気候変動枠組条約上の資金制度を運営
後発開発途上国基金	後発開発途上国の個別適応行動計画の策定と実施が対象
特別気候変動基金	適応策、技術移転等の分野での排出削減活動が対象
適応基金	開発途上国の適応が対象

億ドルになると見積もっています。これは気候変動が発生しない将来と気候変動が発生する将来を比較し、その違いに適応するために必要になる様々な行動にかかる費用を試算して算出しました。

温暖化対策に向け、「緩和」と「適応」のそれぞれの分野で、国際的な取組が進んでいます。緩和では、気候変動枠組条約が結ばれ、先進国などが達成すべき、温室効果ガス排出削減の数値目標を規定した京都議定書が、採択・発効されています。適応に関しても、気候変動枠組条約の下で、ナイロビ作業計画やカンクン合意が策定され、対応が進んでいます。

気候変動枠組条約、京都議定書に基づく適応の取組

気候変動枠組条約の下では、2005年のCOP11で「適応5ヶ年作業計画」が策定され、続く2006年のCOP12で「気候変動の影響、脆弱性及び適応に関するナイロビ作業計画」（ナイロビ作業計画）と称されました。これは、各国が温暖化の影響や脆弱性、適応について理解を深め、適応に積極的に取り組むことを目的とした計画です。条約の下には、特別気候変動基金（SCCF）や後発開発途上国基金（LDCF）といった先進国の拠出金で途上国の適応事業や適応計画策定を支援する資金メカニズムがあります。気候変動の影響に対して、脆弱な小島しょ国、最貧国をはじめとする途上国の適応をいかに進めていくかが重要です。

●ナイロビ作業計画

ナイロビ作業計画：9つの作業分野

1	手法とツール
2	データと観測
3	気候モデル、シナリオ、ダウンスケール
4	気候関連リスクと異常気象
5	社会経済情報
6	適応計画と実践
7	研究
8	適応技術
9	経済の多様化

「カンクン適応枠組」の合意

2010年のCOP16では、先進国・途上国両方の削減目標・行動が同じ枠組の中に位置づけられ、わが国の目指す「全ての主要国が参加する公平かつ実効性ある枠組み」における先進国の削減目標基盤となる「カンクン合意」が採択されました。その中で、途上国の適応を支援する新たな基金とともに、「カンクン適応枠組」を設立することになりました。具体的には、適応委員会の設立、最貧国向けの中長期の適応計画策定、島しょ国が求めていた損害賠償についての作業計画の策定です。

●カンクン合意

カンクンで合意された決定

カンクンでの合意は、先進国・途上国両方の削減目標・行動が同じ枠組の中に位置づけられ、我が国の目指す「全ての主要国が参加する公平かつ実効性ある枠組み」の基盤となるもの。

先進国の削減目標	途上国の削減行動	途上国支援
<ul style="list-style-type: none"> - コペンハーゲン合意に基づき提出した削減目標を記載した文書を作成 - 実施に関するMRV（測定・報告・検証）に関するガイドラインを強化 - 京都議定書第二約束期間に関する議論を継続 	<ul style="list-style-type: none"> - コペンハーゲン合意に基づき提出した削減行動を記載した文書を作成 - 支援を求める行動と支援とのマッチングを図る登録簿を設立 - MRV（測定・報告・検証）や国際的な協議及び分析（ICA）を規定 	<ul style="list-style-type: none"> - 新たな基金の設立 - 適応対策を推進するための「カンクン適応枠組み」の設立 - 森林の減少・劣化に起因するCO₂の排出削減に合意 - 技術委員会など技術移転メカニズムの構築

途上国のいうバランス 先進国のいうバランス

（出典40より）

各国の取組の動向

欧州では、2005～2008年にかけて国としての適応戦略や適応計画を8ヶ国が策定しました。これらの計画では、自国における気候変動の将来予測を踏まえ、特に影響の大きい分野、優先的に適応を進めるべき分野等を示すと共に、影響の被害額や適応に要するコストの検討も行っています。欧州

全域については、欧州委員会（EC）が2009年4月に適応白書を公表し、欧州の適応力を高めるための行動枠組を示しました。その中では、適応に関する知見の集積や、主要な政策への適応の統合、適応のための資金調達、メンバー国間のパートナーシップによる取組等の重要性が指摘されています。

●先進国の適応計画の例

✪ イギリス

- 2008年に「英国の気候変動適応-行動枠組」を策定。2008～2011年に基礎検討を行い（フェーズ1）、2012年から適応プログラムを始動（フェーズ2）の予定。
優先分野として、洪水リスク管理、水資源、淡水生態系、水に関する取組の枠組、廃棄物、土地の質、モニタリングなどを決定。
- 2010年に、各省庁が気候変動による主要なリスクと優先順位を示した「行動計画」を提出した。

🇩🇪 ドイツ

- 2008年に、国内気温が2050年までに1.5℃、2100年までに3.5℃上昇、冬季の降雨は平均40%、一部地域では70%増と予測。
対策の対象分野として農業、林業、漁業、生物多様性、建設、健康、運輸・交通インフラ、水資源/水管理/海洋保護、土壌、観光、貿易・産業、エネルギー、金融などを決定。
- 2011年に、「気候変動に対するドイツ適応戦略のための適応行動計画」を承認。
「知見・情報収集・能力開発」「連邦政府による枠組設定」「連邦政府直轄の活動」「国際的責任」の4領域で構成されている。



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。海面水位よりも低い土地を守るため、延長18kmにも及ぶテムズ防潮堤を設置し、年10回程度の高潮に際してゲートを閉じて対応している。

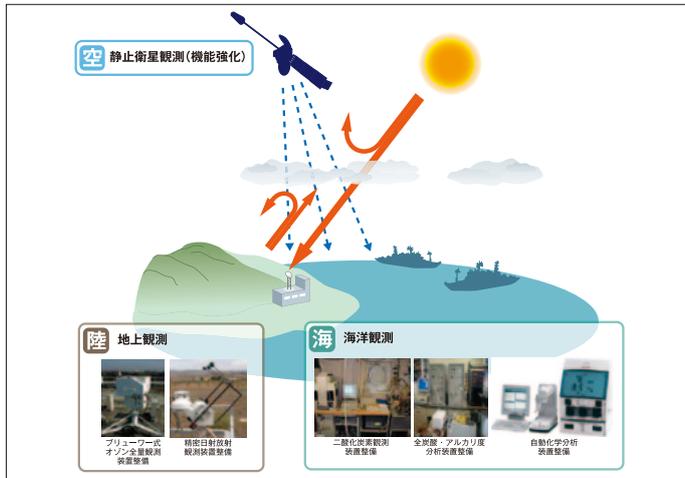
（出典41より）

基礎的な科学的知見蓄積への取組

観測・監視体制の強化

気温、降水量、異常気象、温室効果ガス濃度などの変化を正確に把握するため、陸、海、空あらゆる角度からの観測監視の強化を進めています。また温暖化に関連する観測を行う機関の連携をはかるため、地球観測連携拠点が設置されており、環境省と気象庁は共同で、その事務局を運営しています。

●地球温暖化観測・監視体制の強化



(出典42より)

世界平均気温の算出法は？

世界平均気温の算出には、陸上のデータだけでなく、海洋のデータも用いられています。地域的に偏りの無い平均値とするために、一定領域ごとの観測データの平均値を求め、その格子ごとの平均値に緯度の違いによる面積の重みを付けて平均することで、世界平均気温を求めます。

陸上のデータについては、都市化等の観測点周辺環境の変化による影響を除くため、周辺の観測点との気温差が年々増大している地点を除くなどの対応がとられています。また、平均気温に対する都市化影響の有無を評価する研究等も行われており、それらの研究の結果は、大規模な空間スケールで平均した気温については、ヒートアイランド現象など、都市化の影響はほぼ無視できることを示しています。

一方、海洋のデータには、海洋表層の海水温度が、海洋上の気温の代わりに用いられています。これは、船の甲板上で観測される日中の気温は、日射による甲板の加熱の影響を受けるためです。

1ヶ月以上の時間スケールを考えると、海洋表面の水温変動と、日射の影響の無い夜間に観測された海洋上の気温変動がほぼ等しいことが知られており、海水温度を海洋上の気温の代わりに用いることが出来ます。

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT*)による成果

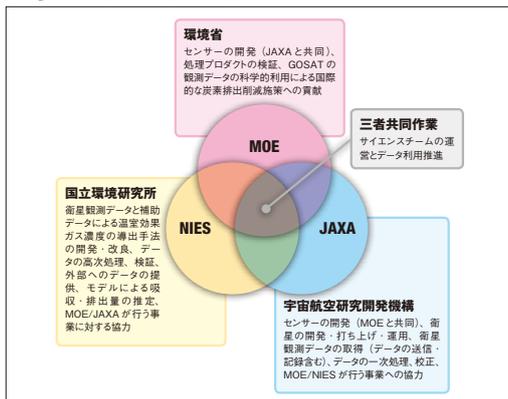
「いぶき」は二酸化炭素とメタンの濃度を宇宙から観測することを主目的とした世界初の衛星です。2009年1月に打ち上げられました。温室効果ガス濃度の全球分布とその時間的変動を観測することにより、温室効果ガスの地域ごとの吸収・排出量の把握等を行い、気候変動の科学的バックグラウンドを提供することを通じて、気候変動対策に貢献します。

*GOSAT: Greenhouse Gases Observing SATellite



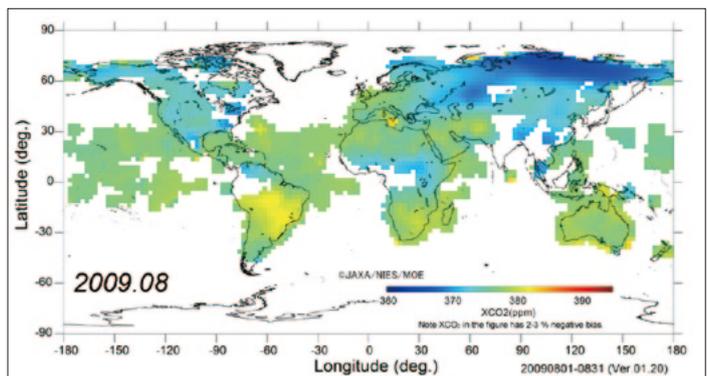
GOSATの外観図 (©JAXA)

●GOSATプロジェクトは、環境省、国立環境研究所、宇宙航空研究開発機構(JAXA)が共同で推進



(出典43より)

●GOSATのデータを使って解析された二酸化炭素の分布図



(出典43より)

地域の脆弱性・影響評価に基づき、効果的・効率的に適応の取組を進めるには、地球温暖化を含む気候変動の観測・予測体制を充実させ、それらのデータ・情報・研究成果などを十分に活用していくことが不可欠です。現在、基礎となる科学的知見の蓄積・共有化に向けた取組が進められています。

気候変動の将来予測

世界やわが国において、将来、気温や降水量、台風、集中豪雨などがどのように変化するかをできるだけ正確に予測し、適応策などの検討に役立てるため、「21世紀気候変動予測革新プログラム」では、地球シミュレータ※を活用して、気候変動予測モデルの高度化と予測を実施しています。

また、「温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」では、地球シミュレータで得られた成果を利用した影響評価の研究を進めています。

さらに、地域特性に応じた適応策の策定に活用するため、大雨などの顕著現象も含めた高解像度の気候変化予測が可能な「地域気候モデル」を開発し、わが国の詳細な気候変化を予測する研究を進めています。

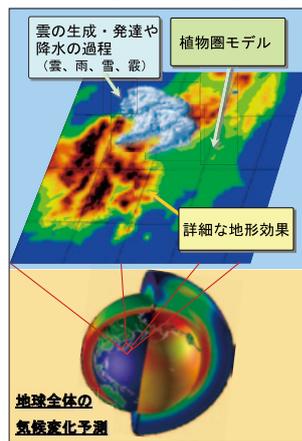
※地球シミュレータ：日本が有する世界最高水準の性能を持ったスーパーコンピュータであり、地球温暖化や地殻変動などのシミュレーションに利用されている。

●21世紀気候変動予測革新プログラムの概要



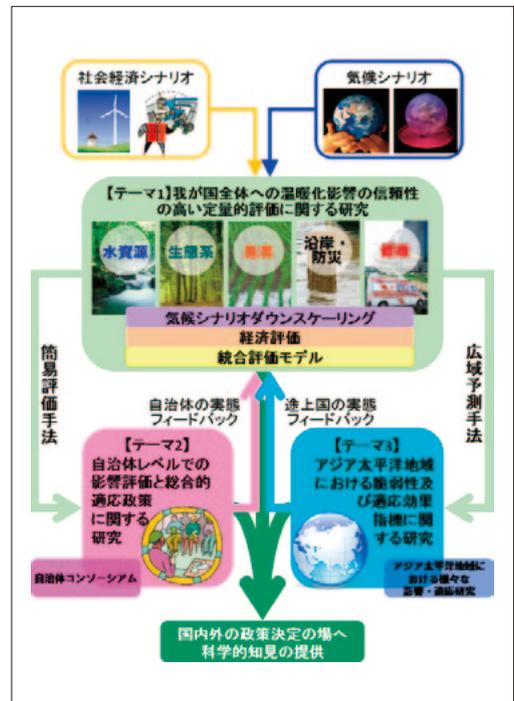
(出典45より)

●地域気候モデルの概念図



(出典42より)

●温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究の概要



(出典44より)

気候変動予測に使う「モデル」とは？

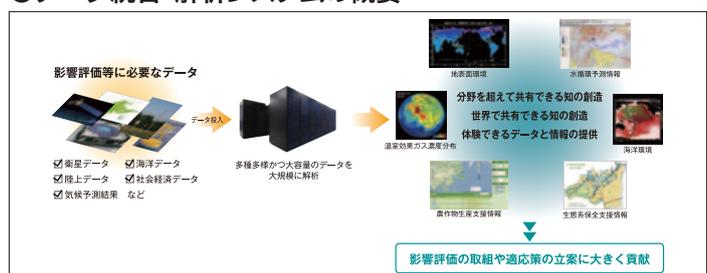
気候変動予測に使われるシミュレーションモデル（以下、モデル）には、基本的な物理法則や、様々な理論的考察、観測データに基づく数式等が用いられています。現在のモデルは、長年の改良を経て、現在の平均的な気候の特性や、過去の様々な時間スケールの気候変動を再現するシミュレーション能力があることが確かめられています。一方で、モデルにはまだ不確実

性のある部分もあります。例えば、雲の挙動や熱帯地域の降水量等です。しかし、そのような不確実性があることを前提としても、世界各国の研究機関で開発されたモデルを集めてその予測結果を比べると、ある程度の幅を持ちながらもおよそ同じ程度の温暖化の傾向が示されています。

関連データの統合・解析システムの構築

気候変動に対して効果的な適応策を立案するためには、観測・予測データを活用することが不可欠です。しかし、現状では、データの形式統一や集約化等がなされていないことにより、集中的な情報の蓄積や分野横断的な利用がされにくいという問題があります。現在、多種多様なデータを統合・解析して気候変動適応策立案にも役立つ情報に変換する「データ統合・解析システム」の構築とその運用に向けた取組が進められています。

●データ統合・解析システムの概要



(出典45より)

第6章

緩和と適応が融合した社会の実現

わが国の低炭素社会に向けた緩和の取組

わが国は、1998年10月に「地球温暖化対策の推進に関する法律」(平成10年法律第117号)を制定し、様々な取組を進めています。短期的には、京都議定書第一約束期間における6%削減約束の確実な達成のため、「京都議定書目標達成計画」(平成17年4月28日閣議決定、平成20年3月28日全部改定)を策定し、政府全体で取り組んでいます。

同時に、中長期的には、産業革命以前と比べ世界平均気温の上昇を2°C以内にとどめるためには、世界規模で温室効果ガス排出量を大幅削減する必要があることから、2050年ま

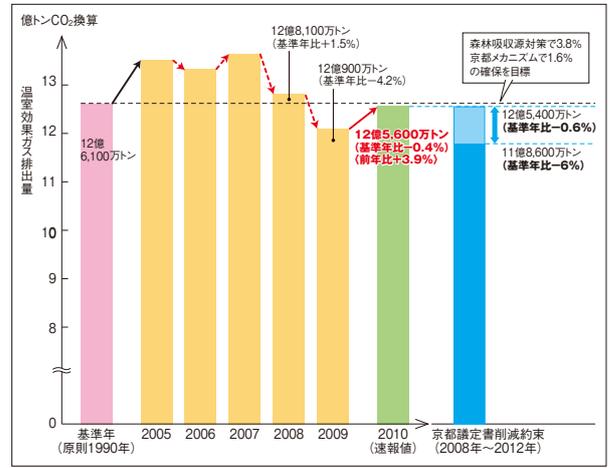
で世界全体の温室効果ガスの排出量を少なくとも半減するとの目標をすべての国と共有するよう努めています。また、わが国として、2050年までに1990年比で80%の温室効果ガスの排出削減を目指すとの目標を掲げています。こうした目標を念頭におきつつ、中長期的な視点を持って地球温暖化対策に取り組んでいます。

●大規模な太陽光発電所



(出典46より)

●わが国の温室効果ガス排出量の推移



(出典3より)

●電気自動車(EV)



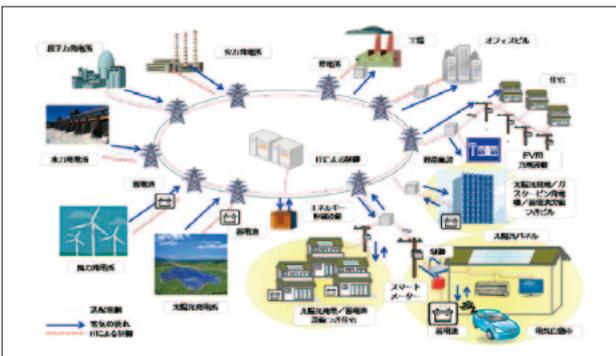
(出典47より)

●エコハウス



エコハウスとは、地域の気候風土や住まい方などに応じて自然エネルギーを最大限に活用し、さらに身近に手に入る地域の材料を使うなど、環境に負担をかけない方法で建てられる家です。(出典48より)

●スマートグリッドのイメージ



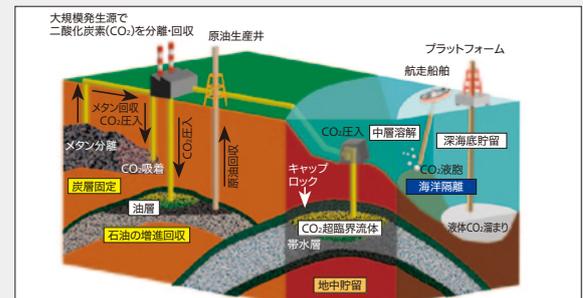
スマートグリッドとは、電力の流れを供給側と需要側の両方から制御することで、エネルギー消費を抑制したり、電力需要のピークを移行させて停電の予防をしたりできる送電網です。(出典49より)

二酸化炭素を回収・貯留する技術

二酸化炭素を回収・貯留する技術として期待されているのが、CCS (Carbon Capture and Storage = 炭素隔離貯留技術)です。現在のところ、火力発電所や製鉄所などの大規模発生源において、二酸化炭素濃度の高い(7%~50%)排ガスから二酸化炭素を回収し、地中や海中に貯留する技術が実用化されています。

原理的には、大気からの回収も可能ですが、二酸化炭素濃度が極めて低い(約0.04%)のために回収効率などに課題があり、実用化にはまだまだ克服すべき点がたくさんあります。

●CCSの概念図



(出典50より)

同じ温暖化対策でも、「緩和」と「適応」は別のものです。緩和（排出削減）はもちろん必要ですが、過去の温室効果ガス排出分などもあり、それだけで温暖化は避けられず、適応は不可欠です。また適応を行うからといって、緩和のための努力・取組を先送りにもすることも、間違っています。地球の現状と将来のために、私たちは、緩和と適応が融合した社会の実現を果たさなければなりません。

地球温暖化防止のための国民運動

地球温暖化防止のための国民運動として、オフィスや家庭などにおいて実践できる二酸化炭素削減に向けた行動の実践を広く国民に呼びかけています。

以下のようなキャンペーンを通して、ライフスタイルの改善に向けて様々な提案を行っています。

●クールビズ

冷房時の室温を28℃に設定しても快適に過ごせるライフスタイル。

ノー上着など軽装の工夫から始まり、グリーンカーテンを作るなど、体感温度を下げるための様々な工夫を提案しています。

●ウォームビズ

暖房時の室温を20℃に設定しても快適に過ごせるライフスタイル。

衣類の素材への着目、体をあたためる鍋などの料理、壁や窓の断熱など、さまざまな工夫や取組をウォームビズ推進キャラクターの「あったか忍者」「あった丸」が紹介します。

スマートシティ・スマートコミュニティ

スマートシティ・スマートコミュニティは、スマートグリッドやコージェネレーション（熱電供給）などによる電力や熱の有効利用、地域の交通システム、市民のライフスタイルの変革などを複合的に組み合わせて、エリア単位で省エネを達成する社会システムです。世界各地で実験が始まっており、日本でも、官民一体で取り組みを進める推進母体「スマートコミュニティ・アライアンス」が発足して、北九州市や横浜市などが、国内実証地域に選定されています。

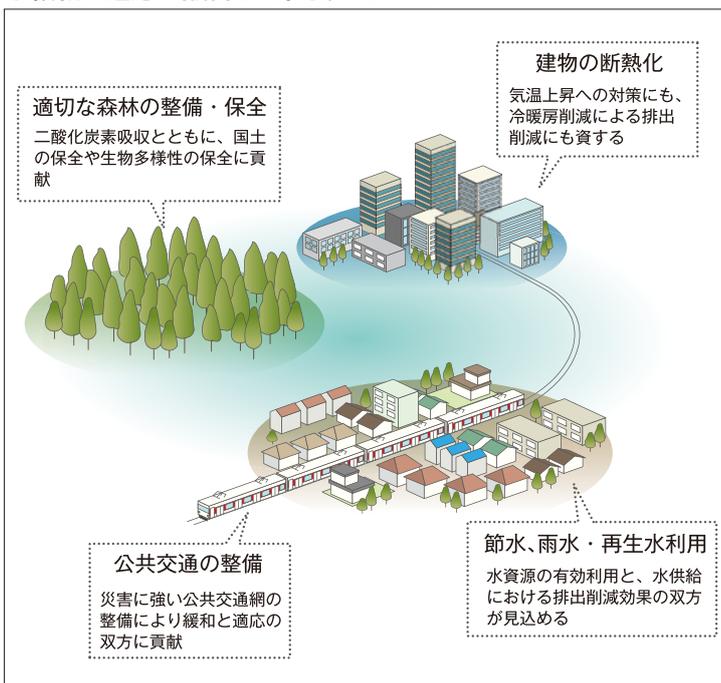
●スマートシティ・スマートコミュニティのイメージ



(出典51より)

緩和と適応の双方による低炭素・影響適応型社会の実現

●緩和と適応が融合した社会のイメージ



(出典3より)

今後、あらゆる場面で、温室効果ガス削減に向けた緩和の取組と、適応の取組の双方を組み合わせ、社会経済システムの変化への対応ともあわせて、包括的に対策を進めていくことが重要となります。

例えば、都市部では、建築物の高断熱化等のヒートアイランド対策、災害に強く効率的な公共交通網の整備などが重要となります。こうした適応策は、多くの場合、温暖化の対策のみならず、さまざまな災害に備える予防策や被災リスクの削減にもつながります。また、中山間地などでは、適切な森林の整備・保全による二酸化炭素吸収機能、国土保全機能等の発揮とバイオマス資源の有効活用、食の安全・緩和・適応を同時に実現する農林業の手法構築などが重要となります。さらに、災害から自らの身を守る、地域ぐるみで熱中症を予防するなど、国民一人ひとり・地域が気候変動に適応し、先手を打って行動していくための環境・基盤づくりが求められます。

このように、緩和と適応を融合させた低炭素・影響適応型社会の実現に向けて努力していくことが必要です。

出典・写真提供者等一覧

- 1 IPCC, 2007:IPCC第4次評価報告書統合報告書
- 2 気象庁:気候変動監視レポート2010 第1部 気候(http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/monitor/2010/pdf/ccmr2010_chap1.pdf)
- 3 環境省提供資料
- 4 地球温暖化と農林水産業ホームページ(<http://gpro.dc.affrc.go.jp/>)
- 5 千葉県, 2008:生物多様性ちば県戦略(写真提供:神奈川県水産技術センター 工藤孝浩氏)
- 6 長野県観光企画課「平成19年度スキー・スケート場の利用者統計調査」
- 7 ECO JAPANホームページ(<http://eco.nikkeibp.co.jp/article/report/20090324/101147/>)
- 8 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」2010年度研究成果(農業環境技術研究所)
- 9 松井哲哉, 田中知行, 八木橋勉, 小南裕志, 津山幾太郎, 高橋潔, 2009:温暖化にともなうブナ林の分布適域の変化予測と影響評価. 地球環境 14: 165-174の図を一部改変
- 10 農林水産省, 2011:委託プロジェクト研究「地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響評価と緩和及び適応技術の開発」研究成果報告書(水産総合研究センター)
- 11 人・自然・地球共生プロジェクト
- 12 国土交通省水管理・国土保全局提供資料
- 13 国土交通省土地・水資源局水資源部, 2007:平成19年版日本の水資源
- 14 Kobayashi M., Komagata O. and Nihei N., 2008:Global warming and vector-borne infectious diseases, J.Disast. Res, 3(2), 105-112.
- 15 東京都下水道局提供資料
- 16 中央防災会議:大規模水害対策に関する専門調査会ホームページ(<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/suigai/index.html>)
- 17 交通政策審議会, 2009:地球温暖化に起因する気候変動に対する港湾政策のあり方 答申
- 18 (独)水資源機構提供資料
- 19 東京都水道局提供資料
- 20 国土交通省, 2009:下水処理水の再利用のあり方を考える懇談会報告書 新たな社会的意義を踏まえた再生水利用の促進に向けて
- 21 農林水産省, 2007:品目別地球温暖化適応策レポート
- 22 農林水産省:平成22年度高温適応技術レポート
- 23 地方独立行政法人北海道立総合研究機構農業研究本部提供資料
- 24 (独)水産総合研究センター提供資料
- 25 農林水産省, 2008:農林水産省地球温暖化対策総合戦略
- 26 環境省:モニタリングサイト1000サンゴ礁調査(平成22年度速報)
- 27 全国地球温暖化防止活動推進センターホームページ(http://www.jccca.org/photogallery/coral_reef/)
- 28 林野庁提供資料
- 29 三菱地所株式会社提供資料
- 30 NPO法人雨水市民の会提供資料
- 31 環境省熱中症予防情報ホームページ(<http://www.nies.go.jp/health/HeatStroke/>)
- 32 長野県における地球温暖化現象の実態に関する調査研究報告書(2008年、長野県環境保全研究所)
- 33 埼玉県ホームページ(<http://www.pref.saitama.lg.jp/uploaded/attachment/4118.pdf>)
- 34 江戸川区提供資料
- 35 武雄市提供資料
- 36 国立感染症研究所昆虫医科学部 小林睦男部長提供資料
- 37 仙台市提供資料
- 38 熊谷市提供資料
- 39 IPCC, 2007:IPCC第4次評価報告書第1作業部会報告書
- 40 環境省地球環境・国際環境協力ホームページ(<http://www.env.go.jp/earth/>)
- 41 multi mapホームページ(<http://www.multimap.com/>)及びBill Bertram, 2008
- 42 気象庁提供資料
- 43 GOSATプロジェクトホームページ(<http://www.gosat.nies.go.jp/>)
- 44 (独)国立環境研究所温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究ホームページ(http://www.nies.go.jp/s8_project/outline.html)
- 45 文部科学省提供資料
- 46 関西電力ホームページ(http://www.kepco.co.jp/pressre/2011/0907-1_1j.html)
- 47 日産自動車ホームページ(http://www.nissan-global.com/JP/NEWS/2011/_STORY/110802-01-j.html)
- 48 環境省エコハウスホームページ(<http://www.env.go.jp/policy/ecohouse/index.html>)
- 49 経済産業省ホームページ(<http://www.meti.go.jp/press/20100128003/20100128003-2.pdf>)
- 50 (独)国立環境研究所地球環境研究センター「ココが知りたい温暖化」ホームページ(http://www.cger.nies.go.jp/ja/library/qa/10/10-1/qa_10-1-j.html)
- 51 経済産業省ホームページ(http://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/smart_community/doc/smartcommu.pdf)
- 52 気象庁ホームページ「気象統計情報」(http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/sum_jpn.html)

温暖化から日本を守る 適応への挑戦2012

企画・監修／内閣府 文部科学省 厚生労働省 農林水産省 国土交通省 気象庁 環境省
編集／日経BP クリーンテック研究所
問い合わせ先／環境省 地球環境局