

観測された影響と将来予測

— どんなりスクが迫っているのか

温暖化が進むと、地球の気温や海面水位はどこまで上がるのでしょうか。最新の研究によって、地球温暖化が私たち人間の社会や自然の生態系にさまざまな影響を及ぼし始めていることが分かってきました。適切な対策を講じなければ、数十年～100年後には私たちの暮らしが危機的な状況にさらされる可能性もあります。温暖化によって地球の未来はどうなるのか、予測情報を正しく理解することが大切です。

21世紀末の地球は？ (将来予測)

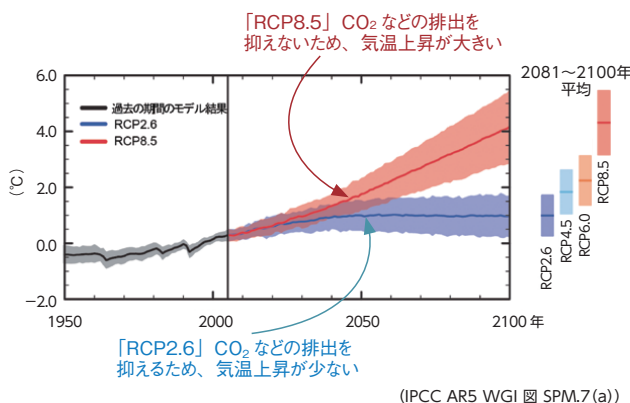
世界の平均気温は最大 4.8℃の上昇も

IPCC 第5次評価報告書によれば、2081年から2100年の世界の平均地上気温は、1986年から2005年の平均よりも最小で0.3℃、最大で4.8℃上昇すると予測しています。陸地は海よりも気温が上がりやすく、北極や南極など極域の気温上昇が大きいとみられています。

予測に0.3～4.8℃と開きがあるのは、温暖化対策の実施の仕方による「シナリオ」*（仮説）が異なるからです。CO₂ 排出削減などの温暖化対策を今以上に施さなかった場合の（最も温暖化が進む）「RCP8.5」シナリオでは2.6～4.8℃の気温上昇が予測されています。一方、可能な限りの温暖化対策を施した場合の（最も温暖化を抑えた）「RCP2.6」シナリオでは、0.3～1.7℃と予測されています。

*シナリオの詳細については第4章（18ページ）を参照

1986～2005年平均に対する世界平均地上気温の変化



上昇する海面水位

海面水位の上昇も見逃せない変化です。世界の平均海面水位は、21世紀末には、最も温暖化が進む「RCP8.5」シナリオで45～82cm、最も温暖化を抑えた「RCP2.6」シナリオで26～55cm上昇すると予測されています。

IPCCの第5次評価報告書は、第4次評価報告書と比べ、陸域の水の寄与に関するモデリングが向上しており、この結果、第4次評価報告書よりも予測の確信度が高まっています。

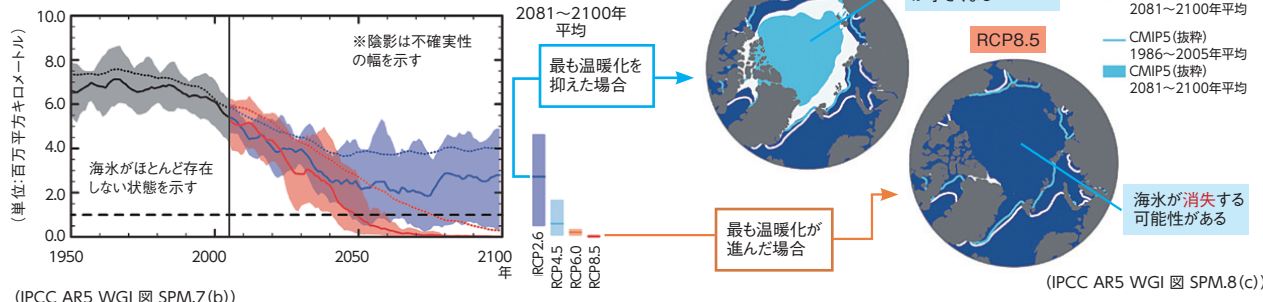
北極海の海水が減少する

21世紀中に北極海の海水は縮小し、薄くなるのが予測されています。IPCC 第5次評価報告書では、最も温暖化を抑えた「RCP2.6」シナリオでも、21世紀末には9月の海水の面積が現在より43%減少することが予測されています。一方、最も温暖化が進む「RCP8.5」シナリオの場合、

21世紀の半ばまでに夏季（9月）の北極域の海水が、ほぼなくなる可能性が高いと指摘されています。

北極だけでなく、北半球全体にも影響が及びます。特に北半球の春の積雪面積が減少する可能性が非常に高いと予測されています。

9月の北半球の海水面積

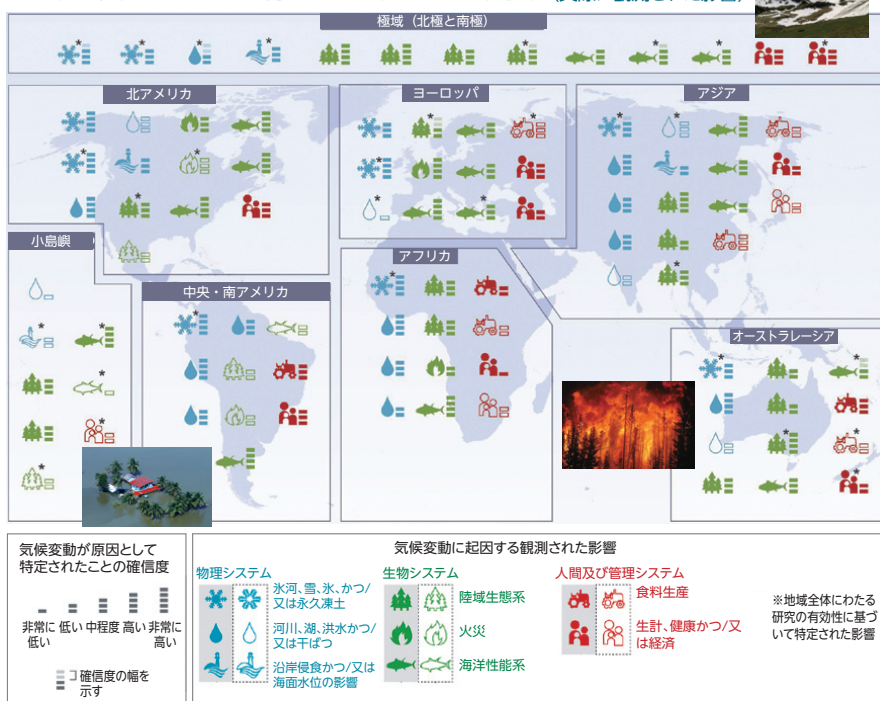


世界で観測されているさまざまな影響

ここ数十年の気候変動は、全ての大陸や海洋において、人間の生活や自然の生態系にさまざまな影響を与えています。右の図のように、氷河の融解や海面水位の変化、洪水や干ばつなどの物理的影響、陸上や海の生態系への影響、食料生産や健康など人間への影響が、地域ごとに現れていることが分かります。中でも、IPCC 第5次評価報告書によれば、自然システムに最も強くかつ包括的に影響が現れているといえます。

今後、温暖化が進むと、さまざまな影響の深刻度と確信度、すなわち気候変動リスクがさらに高まると考えられます。

■気候変動が原因として特定された影響の世界分布 (実際に観測された影響)



アイコンは影響の種類を表しており、色がぬられているものは気候変動から受ける影響の度合いが大きいことを示す。アイコンの横のパロメーターは、気候変動が原因であることの確信度を示すもので、目盛りの数が多いほど確信度が高い。

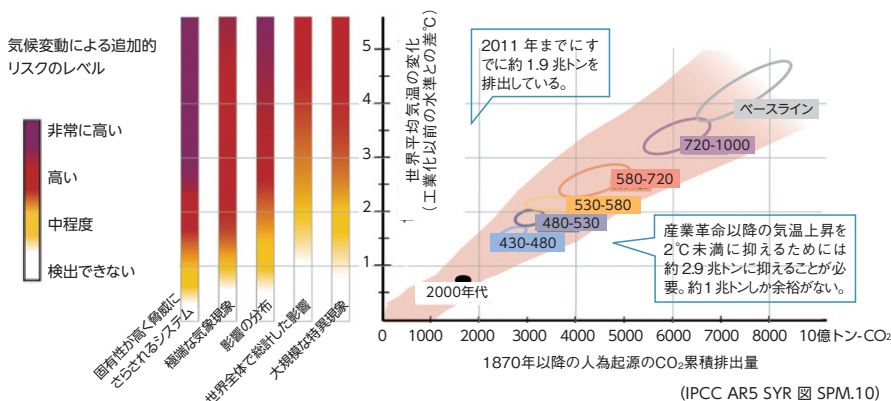
(IPCC AR5 SYR 図 SPM.4)

CO₂ 排出量が増えるとリスクが増大 (将来予測)

IPCC 第5次評価報告書では、気候変動がもたらす将来のリスクを「主要な8つのリスク」として挙げています。①海面上昇、沿岸での高潮、②大都市部への洪水、③極端な気象現象によるインフラ機能停止、④熱波による死亡や疾病、⑤気温上昇や干ばつによる食料安全保障、⑥水資源不足と農業生産減少、⑦海洋生態系の損失、⑧陸域と内水の生態系がもたらすサービスの損失——の8つです。

今後、温暖化が進んだ場合、気温が何°C上昇すると、ど

■気候変動によるリスク、気温の変化、CO₂ 累積排出量との関係



のようなリスクが高まるのかを示したのが左下のグラフです。また、気温上昇と産業革命以降の人間活動によるCO₂の累積排出量との関係を示したのが右のグラフです。

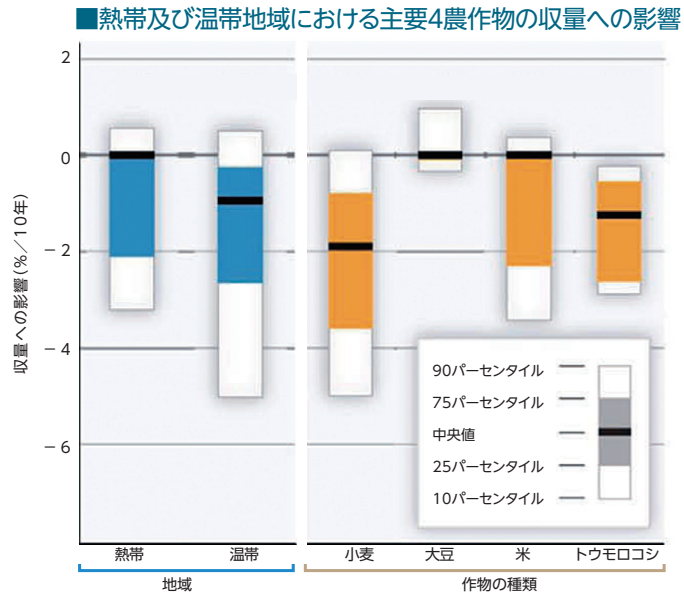
「生態系や文化など固有性が高く脅威にさらされるシステムへの影響」「極端な気象現象」「農作物や水不足などの地域的な影響」「生物多様性の損失などの世界的な影響」「氷床の消失などの大規模な特異現象」の5つの包括的な懸念材料が、気温上昇とともに危機的な状況になると警告しています。

現在と比べて気温が1°C上がると、台風や熱波などの極端現象のリスクが高まり、2°C上がるとサンゴ礁など適応能力の低い生態系が非常に高いリスクにさらされます。3°C以上では、地球全体で生物多様性が減少して生態系サービスが失われ、人間の社会にも大きく影響すると予想されています。こうしたリスクを減らすためには、将来にわたってCO₂排出量を抑制することが非常に重要です。

主要穀物の収量が低下 (実際に観測された影響)

気候変動は、食料の生産量とも密接な関係があります。右の図は、1960～2013年に観測された気候変動が、主要4農作物の収量に及ぼしたと推定される影響をまとめたものです。温帯地域、熱帯地域のいずれにおいても、マイナスの影響を及ぼす方が多いことが分かります。小麦、大豆、米、トウモロコシの主要4農作物でみると、小麦が最も気候変動の影響を受け、収量に大きなマイナスの影響が出ています。米やトウモロコシについてもマイナスです。

逆に少ないながらも、気候変動がプラスの影響を及ぼすという研究があります。主に平均気温の低い高緯度地域の収量に関連した研究ですが、こうした高緯度地域での温暖化による影響の収支がプラスになるかマイナスになるかは、まだ明らかになっていません。



1960～2013年に観測された気候変動が、温帯及び熱帯地域における主要4農作物の収量に及ぼしたと推定される影響の度合い (IPCC AR5 WGII 図 SPM 2(C))

海洋生態系で高まるリスク (将来予測)

温暖化によって、海洋にすむ生物の分布の変化、生物多様性の低下、さらに局所的には絶滅の危機にさらされる生物種の増加が予測されています。この結果、漁業の生産性や、さまざまな生態系サービスの利用に影響が出るといわれています。

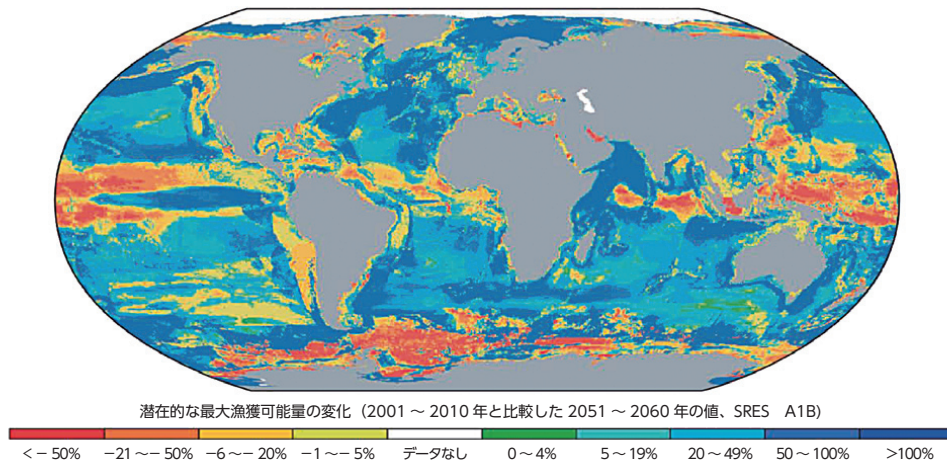
下の図は、約1000種類の魚類と無脊椎動物について、潜在的な最大漁獲可能性を2051～2060年と2001～2010年で比較したものです。濃い赤になるに従って、漁獲可能性が大きく減少するという予測です。平均すると、漁獲可能性は中～高緯度で増大するものの、熱帯域では減少す

ると予測されています。

急激な温暖化は、生物種が冷たい水を求めて高緯度地域に移動したり、深海に潜ったりするなど、生態系の変化に影響します。このまま温暖化が進むと、ある国の沿岸水域から、漁業で収益をもたらしていた生物が姿を消してしまうことも考えられます。

またCO₂濃度の増大によって海洋の酸性化が進み、植物プランクトンから動物までの個々の生物種の生態に影響が出ると予測されています。特に極域の生態系やサンゴ礁といった海洋生態系に相当のリスクをもたらすとみられています。

1000種の魚類と無脊椎動物の潜在的な最大漁獲可能性の変化



乱獲又は海洋酸性化の潜在的な影響分析は行わず、エネルギーと技術がバランスよく変化する排出シナリオ (SRES A1B) を基に2051～2060年の漁獲可能性の10年平均を予測し、2001～2010年の10年平均と比較した。

(IPCC AR5 WGII 図 SPM.6(A))

高潮や海岸侵食に脅かされる沿岸域・小島嶼 (将来予測)

気候変動が及ぼす海面水位の上昇は、沿岸や低平地、小島嶼に住む人々の暮らしに大きな影響を与えます。台風による高潮や浸水、沿岸域の氾濫、海岸侵食による被害をより多く受けることになります。

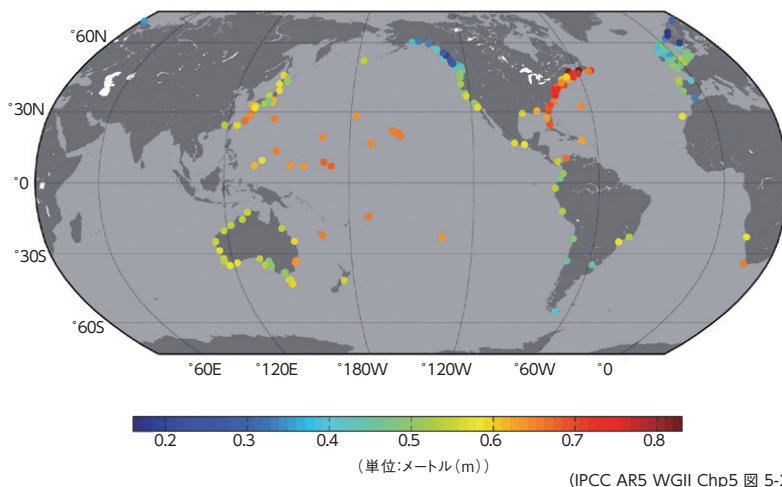
右下の図は、中程度の排出シナリオである「RCP4.5」の予測に基づいた場合、2081～2100年の洪水の頻度を1986～2005年と同程度に留めるために必要な堤防のかさ上げ高の予測を示したものです。アメリカ東部沿岸では70cmを超える堤防のかさ上げが必要となる個所が出てきます。日本でも50～70cmの堤防のかさ上げが必要となる個所が出てきます。



島の低地の水没が生活の一部になっているツバル
写真提供：海南友子

アメリカの河川洪水による年間被害額は、現時点では約20億ドルです。しかし、これが2100年までには70億～190億ドルへと大幅に増加すると予測されています。洪水管理設備が存在しないまま都市化を進めることにより、気候変動による洪水の影響を一層増加させる場合があると、IPCC第5次評価報告書は警告しています。

将来必要となる沿岸堤防のかさ上げ高(余裕高)



水問題は干ばつと洪水の二極化へ (将来予測)

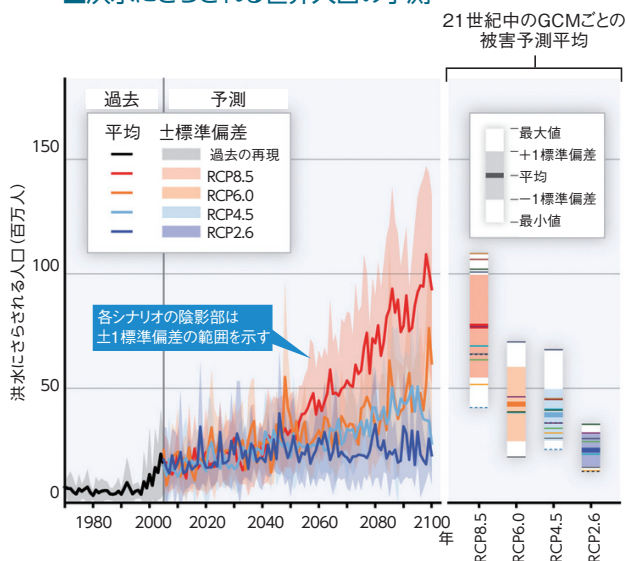
飲料水はもとより、農業、工業などでも不可欠なのが海水ではない水、すなわち「淡水」です。温暖化が進むと、淡水に関連するリスクが、著しく増大するといわれています。

そのひとつが水不足です。最も温暖化が進む「RCP8.5」シナリオでは、現在の乾燥地域で干ばつの頻度が21世紀末までに増加する可能性が高くなり、乾燥亜熱帯地域では、再生可能な地表水と地下水の資源が減少すると予測されています。こうした水不足により、エネルギーと農業など産業の分野をまたいだ水資源獲得の競争が激しくなり、紛争に発展する可能性も指摘されています。

逆に、高緯度地域では水資源の増加が予測されています。大雨による堆積物や汚染物質の増加、洪水による処理施設への障害などは、水道原水の質を低下させ、飲料水にリスクをもたらすと考えられています。

右の図は、20世紀では100年に一度発生するような規模の洪水にさらされる世界人口が、これから2100年までにどれくらいになるかを予測したグラフです。最も温暖化が進む「RCP8.5」シナリオでは、2100年頃には年間1億人がこうした大洪水にさらされるとしています。

洪水にさらされる世界人口の予測



20世紀では100年に一度発生するような大洪水にさらされる人口は、最も温暖化が進んだ場合(RCP8.5)、21世紀末には年間1億人と予測されている。

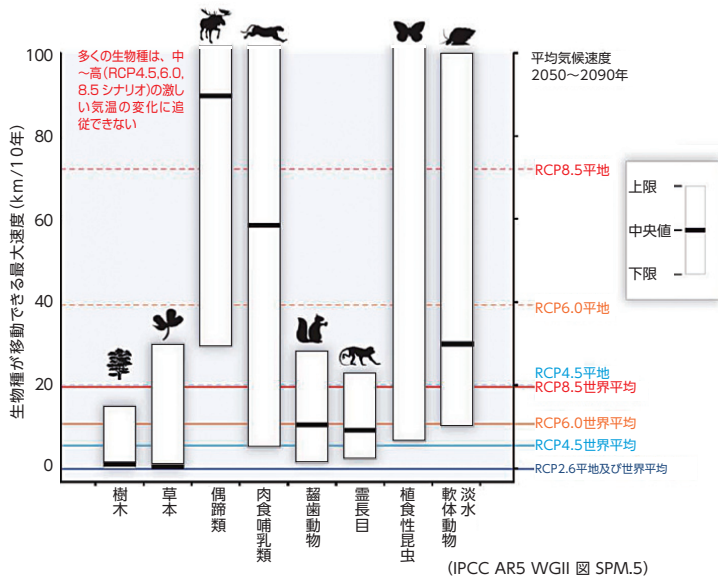
(IPCC AR5 WGII TS 図 6(C))

危機に瀕する生態系 (将来予測)

気候変動によって、陸上と淡水に生息する動物や植物などの生物種の大部分について、絶滅のリスクが増えると予測されています。一方で、生息地の改変や人間による乱獲、生息地の汚染などといった気候変動以外のストレス要因も高まっており、こうした要因との相互作用によって、絶滅へのリスクは一層高まります。

気候変動による生息地の変化に、動植物が追従できるかどうかを示したのが右の図です。生物種が地形を越えて移動できる最大速度を左の縦軸に、気候変動により気温が移行する速度を右の縦軸に、それぞれ示しています。中～高排出のシナリオである「RCP4.5」「RCP6.0」「RCP8.5」の場合、多くの生物種が、気温の変動に追従するために適切な生息環境へ移動することができないことが分かります。温暖化が進むに従い、生物種の絶滅や、森林の減少といったリスクが高まることになるのです。

■生物種が移動できる最大速度と気温の移行速度の比較



人間の健康への脅威 (将来予測)

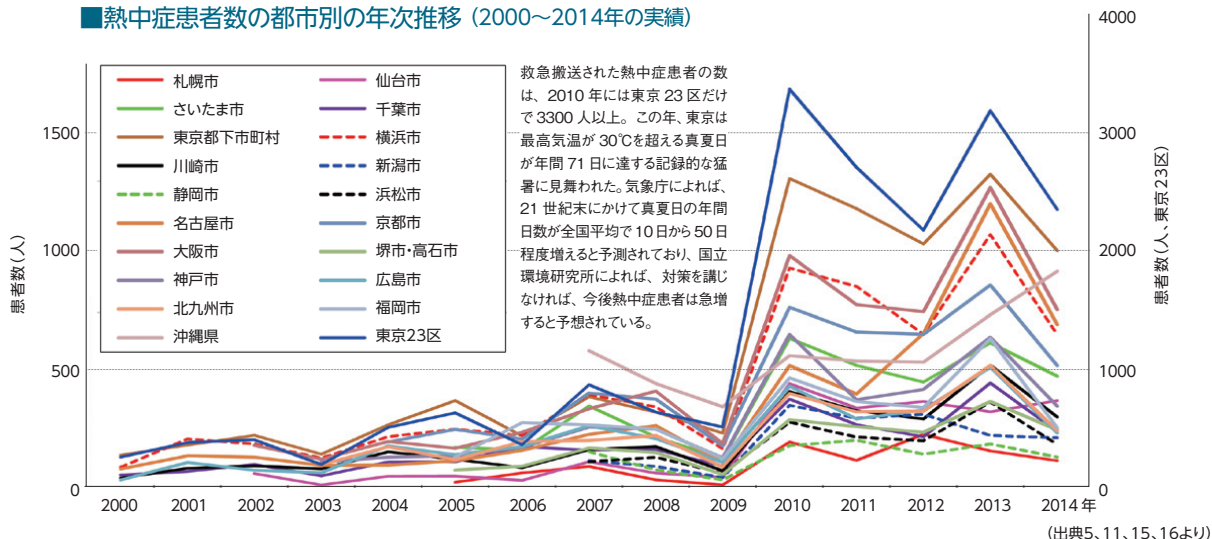
温暖化などの気候変動は、動植物だけでなく人間の健康にも大きな影響を与えると予測されています。強力な熱波や火災による負傷、疾病、死亡のリスク、食料生産の減少による栄養不足のリスクは、特に低所得の開発途上国で高まると懸念されています。

日本においては、夏季の高温による熱中症患者の数が近年増える傾向にあり(下の図)、今後も増加すると予測されています。熱ストレスによる死亡リスクは、2050年代には1981～2000年に比べて約1.8～2.2倍、2090年代には約2.1

～3.7倍に達するといわれています(2100年における平均気温上昇が産業革命以前に比べて約2.1～3.8°CとなるCO₂排出シナリオの場合)。最も温暖化を抑えた「RCP2.6」シナリオの場合でも、熱ストレスによる超過死亡数は、年齢層にかかわらず、全ての県で2倍以上になると予測されています。

熱中症死亡による経済的な損害も大きく増加します。最も温暖化が進む「RCP8.5」シナリオの場合、現在と比べて21世紀末には1年当たり1479～5218億円も日本で被害額が増えると試算されています。

■熱中症患者数の都市別の年次推移 (2000～2014年の実績)



止まらない森林減少・劣化 (CO₂ 吸収源の消失)

森林はCO₂の重要な吸収源です。森林の伐採や劣化が進むと、森林に貯えられている炭素を放出するため、温暖化を促進することになります。2000～2010年に世界で約5200万ヘクタールの森林が減少し、森林面積は40億ヘクタール強にまで減りました。

特に消失面積が大きい国は、ブラジル、インドネシア、オーストラリアです。森林減少の主な要因は、熱帯林の農地への転換です。アブラヤシ、ゴム、コーヒーといった商品作物や輸出用農産物の生産拡大が原因です。しかし、森林減少には農地転換や土地開発といった直接的な要因以外にも、市場経済の拡大、貧困、人口増加などの背景要因があり、これらが複雑にからみ合っています。

こうした森林減少を原因とするCO₂排出は、世界全体の排出量の2割を占めるといわれます。これは、化石燃料を

燃やすことによるCO₂排出量に次いで大きな割合です。

こうしたなか、途上国における森林減少・劣化を抑制し、温室効果ガスの排出量を削減する取組「REDD プラス」が国際社会で進められています。基本的な考え方は、対象国の過去の温室効果ガス排出量データなどを参考に、森林減少などに伴う温室効果ガス排出量の将来予測シナリオ(参照レベル)を設定します。その後、森林整備や植林などの取組を実施することによって温室効果ガス排出量が参照レベルの水準を下回れば、その努力による排出削減量のクレジットを実施国が得られる仕組みが検討されています。

REDD プラスは、森林の機能回復による生物多様性の保全や、森林資源を活用することによる地域住民の生計向上などの効果も期待されています。

(出典17、18より)

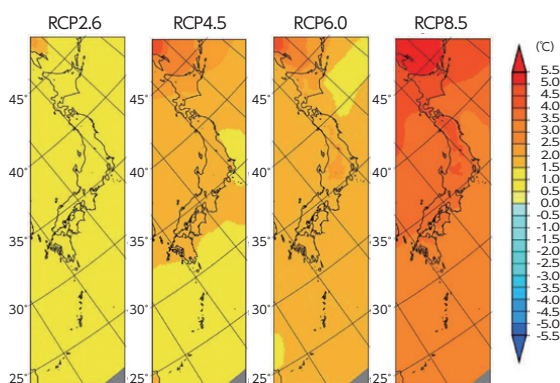
日本の気候変動予測と影響評価

今後、日本の気温や降水量はどう変化していくのでしょうか。IPCCのRCPシナリオを基に、将来の気候変動を予測し、経済や社会、自然生態系などへの影響を評価した結果が公表されています。

それによれば、現在(1984～2004年)と比べ、将来(2080～2100年)の年平均気温(全国平均)は、最も温暖化を抑えたRCP2.6の場合で0.5～1.7℃、最も温暖化が進んだRCP8.5の場合で3.4～5.4℃、それぞれ上昇すると予測されています。全国的に気温は上昇し、特に北日本での温度上昇幅が大きくなるとみられています。

年降水量については、どのシナリオでも明瞭な変化傾向はないと予測されていますが、大雨による降水量は多くのシナリオで増加傾向にあると予測されています。一方、年降雪量はほとんどのシナリオで減少、特に東日本日本海側で減少量が大きいと予測されています。

■年平均気温の変化の分布(2080～2100年)



高温や多雨による品質低下が発生しているウンシュウミカン



気候変動予測を基に、農業、自然生態系などさまざまな分野における影響評価が行われています。例えば、日本で最も生産量の多い果樹であるウンシュウミカンは、いずれのシナリオでも栽培適地は北上し、沿岸部から内陸部に移動する傾向が見られます。また、現在に比べて栽培適地の面積は大きくなると予測されています。ただし、RCP8.5の場合、紀伊半島や四国、九州をはじめとした現在の主産地での栽培適地は大きく減少すると予測されています。気候変動は、私たちの暮らしにも影響を及ぼす可能性があります。

(出典19、20、21より)

■ウンシュウミカンの栽培適地の変化

