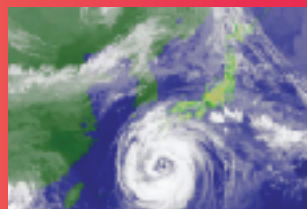


11月30日(火)
17:00~20:00

有楽町朝日ホール
(有楽町マリオン11F)

異常気象と温暖化 その関係は？



(財)日本気象協会



KYODO Photo

異常気象と温暖化 その関係は？

ごあいさつ



近年における異常気象については、一昨年欧州の大洪水、昨年欧州の熱波、本年は我が国の真夏日の記録更新、台風においても上陸記録の更新、相次ぐ集中豪雨による甚大な被害、さらには米国におけるハリケーン被害等、異常気象の発生頻度と強度が高まっているのではないかと印象は、ほとんどの方が感じられていることと存じます。これら異常気象の原因として、マスコミをはじめ様々な方々から、地球の温暖化が関わっているのではないかと指摘されております。特に本年においては、気象災害の多発によって異常気象と温暖化の関係について関心が高まりましたが、これまで当該分野における研究成果を一般の方にわかり易く提供することが十分でなかった面もあると考えております。

環境省では、地球環境研究総合推進費により、関係府省をはじめ大学や民間の研究を支援することにより、地球環境保全に向けた科学的な研究を推進し、地球温暖化問題をはじめとする地球環境問題の解決に向けた科学的な知見の集積を図るとともに、地球環境保全に関する情報の普及啓発に努めて参りました。

本年度は、最も皆様のご関心が高いと考えられる異常気象と地球温暖化の関係について、「異常気象と温暖化 その関係は？」のテーマのもと、地球環境研究総合推進費等によって実施されている研究の最新知見を御紹介するとともに、異常気象への対応や地球温暖化の影響を軽減するための取り組みなどについて、広く意見交換を行うことを目的に、パネルディスカッションを実施します。

地球温暖化に関する科学的な知見のご紹介、意見交換を通して、皆様と地球温暖化対策に関する問題意識の共有ができれば幸いです。

環境省 地球環境局長 小島 敏 郎

Program プログラム

17:00 開会挨拶 環境副大臣 高野 博 師

17:10 第1部 講演

17:10～17:35 コンピュータシミュレーションが予測する未来の気候

江 守 正 多 (独) 国立環境研究所大気圏環境研究領域主任研究員

17:35～18:00 地球規模の異常気象と地球温暖化

木 本 昌 秀 東京大学気候システム研究センター教授

18:00～18:25 日本の豪雨水害や旱魃渇水はどうなる？

沖 大 幹 東京大学生産技術研究所助教授

18:25～18:50 温暖化のもたらす深刻な影響 対応策は？

原 沢 英 夫 (独) 国立環境研究所社会環境システム研究領域上席研究官

18:50～19:00 休憩

19:00 第2部 パネルディスカッション

パネリスト 飯 島 希 気象予報士
高 橋 康 夫 環境省地球環境局研究調査室長

第1部講演者

江 守 正 多

木 本 昌 秀

沖 大 幹

原 沢 英 夫

20:00 閉会挨拶

コンピュータシミュレーションが予測する 未来の気候

(独)国立環境研究所 大気圏環境研究領域 主任研究員

江守正多

■プロフィール

・1970年生まれ

・現在、(独)国立環境研究所大気圏環境研究領域主任研究員、(独)海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター地球温暖化予測研究プログラムグループリーダーを兼任

・今年10月より英国気象局ハドレーセンター客員研究員として英国滞在中

・専門は気候モデリング

1.地球温暖化とそのメカニズム

地球は太陽光のエネルギーを吸収し、同じだけのエネルギーを赤外線ですべて宇宙に放出することにより温度をほぼ一定に保っている。大気中に二酸化炭素等の温室効果気体が増えると、赤外線のエネルギーを宇宙に放出する効率が悪くなり、その分だけ地表付近の温度が高くなる。これが地球温暖化である。産業革命以降、大気中の二酸化炭素濃度はそれまでの3割も高くなり、さらに増加し続けている。地球の平均気温も、20世紀の間に0.7℃ほど上昇している。地球の気候には自然の変動要因もあるが、この20世紀の気温上昇は、人間活動により大気中の二酸化炭素濃度等が増えたことによる影響を考慮に入れなければ説明が付かないことが分かってきた。すなわち、地球温暖化は既に始まっており、放っておけばさらに進行していく問題である。

2.気候モデルによる気候変化予測

このまま大気中の温室効果気体濃度が増え続けるとしたら、地球の気候はどうなってしまうのだろうか。それを調べるためには、コンピュータの中に地球の気候をシミュレート(模擬)して、その中で温室効果気体を増加させる実験を行ってみればよい。これを行うのが、「気候モデル」である。気候モデルでは、3次元の大気・海洋・陸面を水平・鉛直の格子に分割し、その上で、大気・海洋の運動や、陸面を含めたエネルギーや水の循環を支配する物理法則を近似して解く。コンピュータの中の地球が現実の地球と同じ物理法則に従って変化するならば、現実の地球の変化が予測できるだろうということである。

ある。ただし、科学的な知識の不足などにより気候モデルを記述する法則には不確実な仮定が入り込む。その分だけ、気候モデルによる予測結果にも不確実性・不完全性が伴うことに注意が必要である。

また、地球を格子に分割する際の格子の細かさを解像度といい、解像度を高くするほど空間的に細かい現象を予測することができるが、その分大規模なコンピュータ資源が必要となる。一昨年、世界最大規模のスーパーコンピュータである「地球シミュレータ」が日本に誕生した。我々はこの地球シミュレータを使用して、大気と海洋を含む気候モデルとしては世界で最も詳細な気候変化の予測を行った(水平解像度は、大気が従来の300km程度に対して100km程度、海洋が従来の100km程度に対して20km程度)。

3.将来の気候はどうなるか

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)によれば、将来の世界の発展方向に様々なシナリオが考えられること、および前述した気候モデルによる予測の不確実性を考えると、100年後の地球の平均気温は現在よりも1.4℃～5.8℃上昇すると見積もられている。地球シミュレータを用いた我々の予測結果もこの範囲に入る。また、温暖化の大規模な地理分布の特徴については、今回の我々のモデルを含め、従来からの多くのモデルの一致した結果として以下の予測が得られている。

a.海上より陸上で気温上昇が大きい。特に北半球の冬に、北半球高緯度で気温上昇が大きい(図1)。

b.熱帯と高緯度で降水量が増加し、亜熱帯で減少する(図2)。

aは、陸上は海洋よりも熱容量が小さく、蒸発も起こりにくいこと、冬の高緯度では温暖化すると雪や海氷が融け、太陽光を余計に吸収するので温暖化が増幅されること、などにより合理的に理解できる。

bは、主に水蒸気量の増加により理解できる。気温上昇が地球の平均値よりもずっと大きい地域があること、および現在の気候で降水量の多い地域では降水量がさらに多くなり、少ない地域ではさらに少なくなることに注意して欲しい。

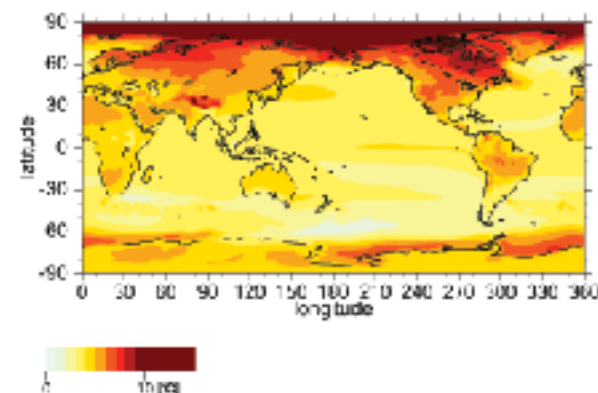


図1 計算された年平均地表気温上昇量の地理分布

2071～2100年の平均気温から、1971～2000年の平均気温を引いたもの。

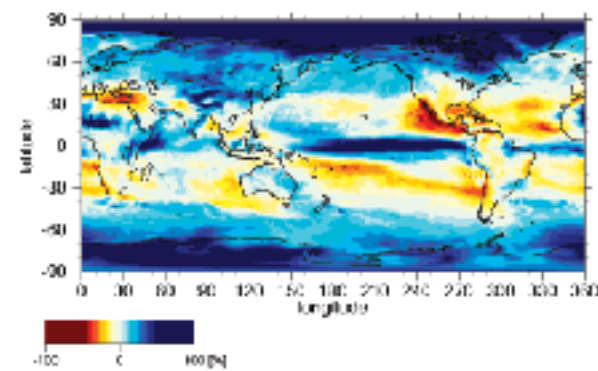


図2 計算された年平均降水量変化率の地理分布

2071～2100年の平均降水量から、1971～2000年の平均降水量を引いて、1971～2000年の平均降水量で割ったもの。

異常気象と温暖化 その関係は？

4.将来の異常気象はどうなるか

地球温暖化の影響を考える場合、平均的な気候の変化だけでなく、極端に暑い日がどうなるか、極端に強い降水がどうなるかといった問題が重要になる。これらについては、今回の地球シミュレータを用いた我々の結果により、従来よりも詳細な予測が可能になった。気温については、平均的な気温が上昇することにより、現在の基準で見た場合の極端に暑い日(例えば真夏日:日最高気温が30℃を超える日)は一般に増加すると考えられる(図3)。地域によっては(ヨーロッパなどは)、土壌が乾燥することにより気温の年々の変動幅が増加し、さらに極端に暑い年が発生する可能性が指摘されているが、我々の結果によれば、日本の場合は気温の変動幅はあまり変化しない。降水量については、温暖化に伴い大気中の水蒸気量が増加することにより、一雨あたりの降水量が一般に増加し、日本においては極端に強い降水の頻度は増加すると考えられる(図4)。

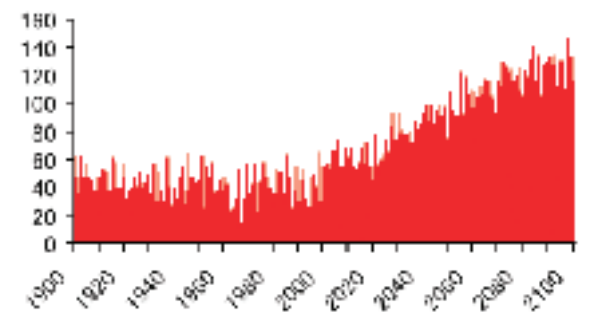


図3 計算された、1900年から2100年までの日本の真夏日日数の変化の例

日本列島を覆う格子(100km×100km程度)のうち一つでも最高気温が30℃を超えれば、真夏日1日と数えた。都市化が考慮されていないこと、広い面積の平均を基にしていることから、絶対値は観測データと直接比較できない。

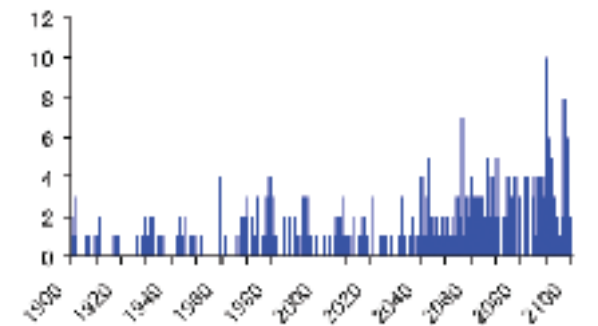


図4 計算された、1900年から2100年までの日本の夏季(6・7・8月)の豪雨日数の変化の例

日本列島を覆う格子(100km×100km程度)のうち一つでも日降水量が100mmを超えれば、豪雨1日と数えた。広い面積の平均を基にしていることから、絶対値は観測データと直接比較できない。

地球規模の異常気象と地球温暖化



東京大学 気候システム研究センター 教授

木本 昌秀

■プロフィール

- ・1957年生まれ
- ・気象庁、気象研究所等を経て2001年より現職
- ・専門は、異常気象や気候変動の力学、数値シミュレーション

1.「異常」気象は気候の自然なリズムの一部

今年の夏は猛暑と言われ、台風の到来も多かった。一方、昨年は10年ぶりの冷夏であった。

異常気象は文字通り、人がめったに経験することのないようなめずらしい気象のことを言う。気象庁などでは、およそ30年に一度以下の確率で起こる現象を異常気象と呼んでいる。もとはマスコミが使った言葉で、1回の集中豪雨のような単発的な現象にも使われることがあるが、専門家の間では、月平均気温や降水量のような、少し長い期間の平均的な気象＝天候の変動を指して言う場合の方が多い。

実は、専門家の間では、異常気象という言葉に若干の躊躇がある。地球の気候を決める大気、海洋、陸面状態などから成る「気候システム」は、いろいろな時間、空間スケールでゆらいでおり、去年の夏と今年の夏がまったく同じなどということは決してないからである。別に天変地異がなくとも、平均から大きく離れた天候も一定の確率で起こる。「異常」気象は気候の自然なリズムの一部、なのである。

確率というと堅苦しいが、「異常」気象は、過去の統計に照らして、平均から大きく離れた場合を指す、といえわかりやすい。ところが、観測器による気象観測の歴史はたかだか100年を少し越える程度なので、30年に1回以下の確率、と言ってもわれわれが見過ぎてしている現象があっても不思議ではないのである。さらに、地球上には30をはるかに越える地域がある訳なので、毎年、毎月世界のどこかで異常気象が起きていても不思議ではない。異常高温と異常低温が隣り合うことも大いにありうる。

2.「異常」天候はグローバルに起こる

世間の関心を受け流すかのような解説から始めてしまったが、気候システムの自然なゆらぎとしての「異常」天候は気象専門家の熱心な研究対象である。昨年の冷夏についても活発な議論がたたかわされているし、今年の猛暑の要因究明の研究も始まっている。

日本のような小地域の天候変動でも世界中のいろいろな場所で起こっていることと密接に関係している。文字通り大気の流れに国境はなく、遠い地方で起こる気象現象がわれわれの住む場所の天候にも大いに関ってくる。数千、数万kmを越える遠い地域の気象が関係していることを「テレコネクション（遠隔結合）」と呼んでいる。テレコネクションは、大気中の数千kmスケールの大きな波によってある地点のシグナルが他の地点へ伝えられることによる。（TV信号を伝える電波など、「波」は信号を遠くへ伝える効率的な手段である。）遠く離れた南米ペルー沖のエルニーニョ現象が日本の天候にも影響を与えるのは、テレコネクションのためである。

いま、話に出たエルニーニョ現象は、マスコミでもおなじみであろう。赤道東太平洋の広い範囲で数年に一度海水温が上昇する現象であり、気候システムに生じるさまざまな自然の気候変動現象のうちもっとも顕著なものの一つである。さきほども述べたように、気候変動にはさまざまな時間、空間スケールの現象があり、エルニーニョだけでなく、インド洋にも大気と海洋が連動しておこる現象が知られているし、ジェット気流が北半球規模で変動する「北極振動」も最近注目を浴びている。大陸と海の間位置する日本列島の天候は、「モンスーン」の動向にも大きく左右される。エルニーニョなどに伴う海水温の変化は、大気への水蒸気供給量を変え、地球規模の雲の

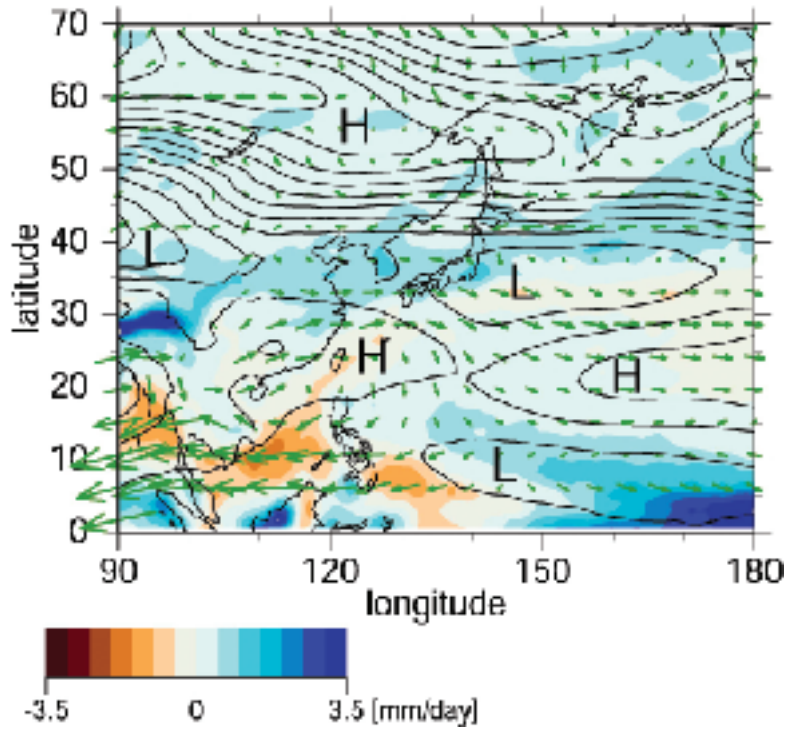
分布を変える。雲の中で水蒸気が液相の水に凝結するとき放出される熱は地球規模の大気循環を大きく変える力を持っている。

このように、地球規模の気候システムにはさまざまな現象があり、それらが互いに影響しあっている。したがって、ある年の夏の日本の天候異常も、色々な要因を定量的に評価してはじめて説明される。長期予報が難しいのも、種々の要因（その中にはまだわかっていないものも多い）の相対効果、相乗効果をあらかじめ知ることが困難なためである。

3.地球温暖化と異常気象

このような訳で、今夏の猛暑や台風は、基本的には自然の天候変動としてそのメカニズム分析がすすめられる。具体的には、例年に比べて北への張り出しが強く、台風経路を日本に向けてしまった小笠原高気圧の動向、その南、フィリピン東沖の雲活動の関係、オホーツク海高気圧を出現させなかったジェット気流の配置をもたらしした要因、等々を調べる必要がある。

しかし、いま、自然に起こる天候の年々変動に、グローバルな地球温暖化の長期傾向が重なってきている。最近のシミュレーションに



温暖化時、日本付近の夏の天候の変化

東京大学気候システム研究センター、国立環境研究所、地球環境フロンティア研究センターの共同チームが、地球シミュレータで計算した、将来の日本周辺の夏季(6・7・8月)における降水量(陰影)、500hPa高度(等値線)、850hPa風(矢印)変化の分布。

2071～2100年の平均から、1971～2000年の平均を引いたもの。500hPa高度は対流圏を代表する上空の気圧変化を表す。Hは周囲と相対的に高気圧性、Lは周囲と相対的に低気圧性の変化。850hPa風は、1500m程度の高さの対流圏下層の流れを表す。

温暖化に伴う赤道での雨量増加が、日本の南で亜熱帯高気圧を強化し、その西縁をまわり梅雨前線に流入する暖湿気流を増加させる。一方、海洋に比べて温まりやすい大陸の昇温がオホーツク海高気圧の強化をもたらし、気温は上昇するものの現在で言うところ「冷夏・梅雨前線活発型」の気圧配置の頻発が予想される。

日本の豪雨水害や旱魃渇水はどうなる？

東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門 助教授

沖 大幹

■プロフィール

- ・1964年生まれ
- ・現在、東京大学生産技術研究所助教授
- ・専門は地球水循環システムと世界の水資源アセスメント
- ・IPCC第四次評価報告書（第二作業部会）の主執筆者として淡水資源への影響評価の執筆等を担当
- ・気象予報士

1.地球温暖化と水資源マネジメント

気候は過去にも変動してきたし、これからも変動していくであろう。しかし、現在憂慮されているのは、19世紀半ばの産業革命以降、大量の化石燃料が消費されて二酸化炭素が大量に大気中に放出されたこと等に伴う、人間活動に起因する急激な気候変動である。

地球温暖化が水資源需給に直接及ぼす影響は多岐に渡る。気温が上昇すると、生活用水需要が一般には伸び、また、水温も上昇するので水系生態系の変化と水質悪化が心配されるだけではなく、早期の雪解けにより融雪洪水が早まったり極端な場合にはなくなったりするのに対し、気温上昇による適切な植え付け時期が変化して、最も水が必要となる代掻き期がずれた場合、より多くの貯留施設がないと、水が十分ではなくなる可能性がある。実際、最近の高温化傾向に対して、高温障害による食味の悪化を嫌って、米の作付時期を遅らせる事例も出てきている。その他、気温の上昇によって、一般には水面等からの蒸発も増加し、利用可能な水量が減少することも懸念されている。

しかし、地球温暖化は気候変動そのものであり、気温だけではなく、風系や水循環そのものが変化する可能性が高い、ということに留意せねばならない。

2.地球温暖化が豪雨水害に及ぼす影響

気候モデルによる将来予測の代用として、すでに地球温暖化の影響が現れていると考えられる20世紀後半の観測データをそれ以前と比べることにより、温暖化時における水循環変化の傾向を占うことができる。

豪雨水害に関しては、1時間やそれ未満の極めて短い時間の豪雨によってもたらされる都市洪水、梅雨等に伴ってもう少し長く数時間継続する様な集中豪雨による中小河川の氾濫や土砂崩れ、台風時の豪雨の様に、1日～2日にわたって豪雨が継続することによる大河川の氾濫など、気象のスケールごとに洪水となる現象も変わってくる点に注意が必要である。

また、2004年の様に水害が頻発すると、すぐに温暖化との関連が騒がれるが、水害が生じるかどうかは、堤防やダム貯水池の整備状況や土地利用変化といった社会側の条件にも大きく左右されるし、気候の長期的な変動は大きいのに対し、災害に対する社会の記憶はすぐに風化するので安易に判断するのは危険である。

例えば、図1は、気象庁観測の東京における1890年以降の年最大時間降水量、年10位時間降水量の経年変動を示したものである。

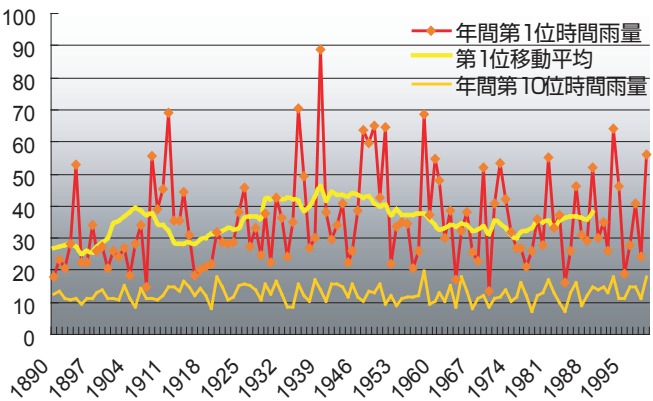


図1 東京における年間第1位、第10位時間雨量の経年変動

東京では、都市化と地球温暖化によって近年豪雨が増加している、という意見もある。確かに、近年豪雨が増加傾向にあるが、それは未曾有の事態というわけではなく、1940～1950年代にかけて、やはり豪雨の多い時期があったことがわかる。もちろん、近年の豪雨傾向が温暖化の影響である可能性も十分にあり、他の地域、地点における過去のデータを発掘しつつ、今後の推移を注意深く見守る必要がある。

3.地球温暖化が旱魃渇水に及ぼす影響

水害と同様、渇水に関しても、被害が深刻となるかどうかは社会的な受容能力に大きく左右される。しかしながら、年間平均でみた総量が同じでも、需要と供給のバランスが時期的に少しずれるだけでも、慢性的な渇水に見舞われる恐れがある。図2に示すように、20世紀における日本の年降水量は南東北から中部に至る領域で減少しており、また、詳細に検討すると降水日数が減少して降水間隔も広がる傾向も見られる。ダム貯水池を作るといった渇水への対応策をとることに関し、社会的な合意を得ることが今後は難しいと考えられる上、そうした対応策の実現には場合によっては20年以上かかるため、意思決定に利用可能な形で、将来の利用可能な水資源量を的確に推定することは急務であると考えられる。

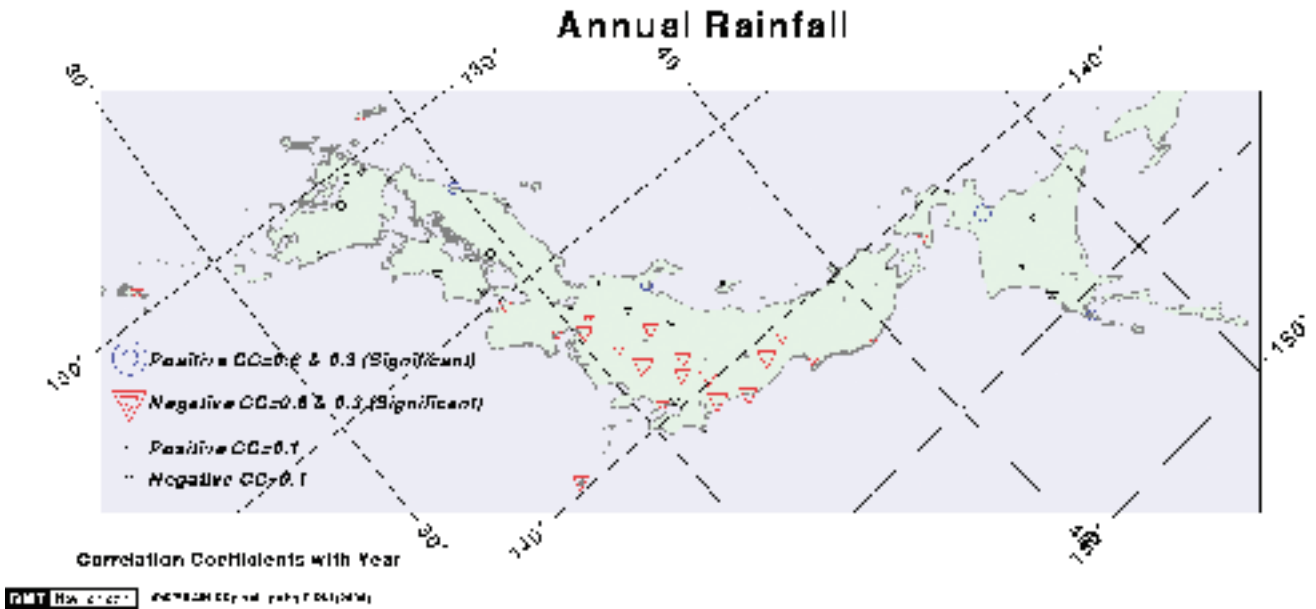


図2 日本の20世紀における年降水量の長期トレンド

温暖化のもたらす深刻な影響 対応策は？

(独) 国立環境研究所 社会環境システム研究領域 上席研究官

原 沢 英 夫

■プロフィール

・1954年生まれ

・専門は環境工学(温暖化の影響評価など)

・IPCC第四次評価報告書(第二作業部会)の総括主執筆者としてアジア地域への影響のとりまとめを担当

1.今年の夏の猛暑、集中豪雨、台風の影響

昨年日本は冷夏だったこともあり、欧州を襲った熱波は対岸の火事であった。今年は日本が全国的に猛暑、集中豪雨、台風が襲い、多大な被害をもたらした。猛暑のすごさを表す指標として、真夏日の日数をとりあげる。気象庁は全国12地点で真夏日の日数を記録更新したと発表した(9月まで)。熊本市(105日)、京都市(94)、大阪市(93)、岐阜市(91)、人吉市(88)、豊岡市(82)、熊谷市(77)、三島市(75)、大手町(70)、千葉市(68)、横浜市(64)、つくば市(60)。そして新潟、福井を襲った洪水、さらに上陸した9つの台風(10月15日現在)による被害は想像以上に多く、死傷者、家屋・施設の破壊、交通麻痺をもたらした。こうした異常気象が市民生活や活動へ影響を与えるだけでなく、生存までも脅かすものになっている。

今年の猛暑、集中豪雨、台風のもたらした影響を概略まとめたのが、図1である。直接・間接的影響まで含めると市民生活や活動のほぼ全ての分野にその影響が波及していることがわかる。ただし、一部の間接的な影響については、本当にこうした異常気象の影響かの判定は困難なことがあり、今後の調査・研究を待つ必要がある。

2.地球温暖化と異常気象

2007年4月の公表を目指して、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)の第四次評価報告書の作成が開始された。筆者の担当する第二作業部会の第10章アジア地域への影響では、最近頻発しているアジア地域の干ばつや洪水、熱波などの異常気象の被害の現状把握と、それらの温暖化との関係がひとつの大きな検討課題となっている。異常気象をもたらす要因としては、従来エルニーニョや台風

などが挙げられるが、現在進行している温暖化は異常気象の発生頻度や規模を大きくする可能性がある(IPCC, 2001)。今年の日本の異常気象が地球温暖化と関係があるかどうかは現段階では不明であるが、世界で発生した異常気象の解析が進んでおり、温暖化との関係を示唆する研究もでてきた(WHO, 2004)。例えば、フランスで14,800名の過剰死亡をもたらした2003年夏の熱波についての研究では、過去140年の気温の分布から、熱波の発生確率は46,000年に一回と非常に小さい確率であり、また他の研究では、過去500年間の気温と比べても最大であったことが報告されている。勿論こうした大規模な熱波は自然の変動のなかで発生することはありうるわけだが、その発生確率を考えると温暖化など他の要因が関与している可能性は高い。今後、観測データの解析や、気候モデルによる解析が進むことによって、異常気象と温暖化との関係がより確かになり、IPCCの第四次評価報告書では、両者の関係が科学的に明らかにされるであろう。

3.温暖化影響の2つの側面

従来、温暖化は50年、100年といった遠い将来に気温や降水量が変化して生態系や人間社会に影響すると考え、影響研究も前提条件として、気候モデルによる将来予測値(気候シナリオと呼ぶ)を用いて予測してきた。ところが、温暖化は、平均的な現象を変化させるだけでなく、自然の変動性(自然のゆらぎ、natural variability)も変化させる可能性がある。現在の気象要素、例えば気温の確率分布形が、将来にわたり高い方へ移動するだけでなく、そのばらつき(分散)も大きくなる可能性も指摘されている。もし、この自然の変動

性が大きくなるならば、温暖化がすでに始まっており、進んでいる現在、比較的近い将来に温暖化の影響による異常気象が頻繁に発生する可能性も否定できない。影響面での分析を行う上では、こうした異常気象シナリオが必要になってくる。各国でもこうした異常気象シナリオの検討が始まっており、影響面でも異常気象シナリオをもとにした研究が始まっている。

4.温暖化がもたらす異常気象への対応

温暖化がもたらす異常気象への対応には、2種類ある。第一に、異常気象をもたらす温暖化の根本原因である二酸化炭素などの温室効果ガスの排出量を削減して、温暖化にブレーキを掛け、究極的には、生態系や人類の生存や活動への影響を軽微なレベルに大気中の温室効果ガス濃度を安定化させることである(条約第2条)。こうした対応を緩和策(mitigation)あるいは削減策と呼ぶ。第二に、すでに温暖化が進行しており、世界各地で温暖化の影響が現れている現状から、こうした影響を低減する対応も必要になってきた。顕在化しつつある温暖化の影響を軽減する対応を適応策(Adaptation)と呼んでいる。とくに発展途上国が適応策の必要性を条約締約国会議(COP)で訴えてきたことから、国際交渉の面でも適応策の重要性が増してきた。適応策は、内容からみれば、それほど新しいものではない。例えば、毎年の気象の変化に影響を受ける作物栽培では、植える種類を代えたり、また水管理をこまめにするなどの対応や、海面上昇では、影響地域からの撤退、高床式住宅で対応(順応)、さらに堤防をつくる防護が適応策としてあげられる。

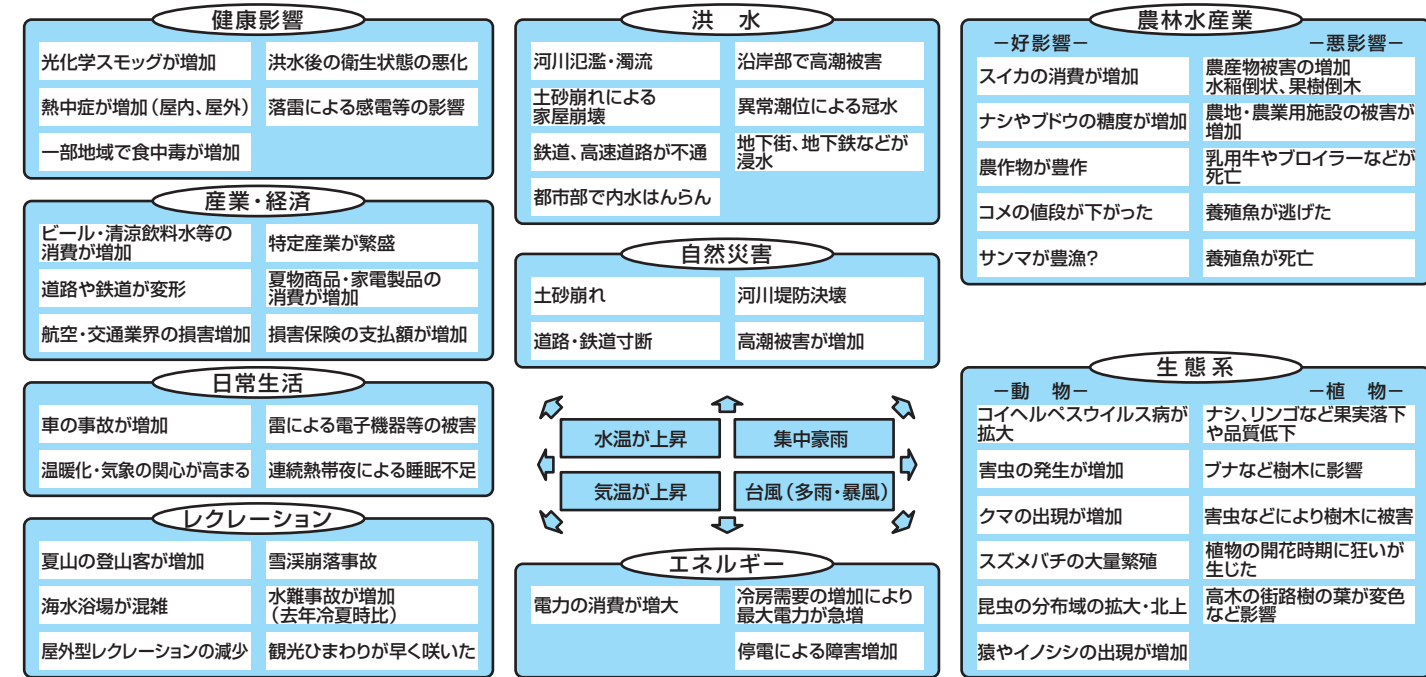


図1 2004年の猛暑・集中豪雨・台風の影響概要

- ・ 1969年生まれ
- ・ 現在、(財)日本気象協会首都圏支社ソリューション部に所属
- ・ 地球温暖化などの環境情報をメディア発信していると共に、小学校の環境教育カリキュラムの作成や教材づくりを行っている
- ・ ラジオニッポン放送で「エコ天気予報」「エコドライブ情報」の原稿を提供
- ・ 国土交通省広報誌「国土交通」にて"グリーンレポート"を隔月連載中
- ・ 趣味は読書(専門書)



- ・ 1956年生まれ
- ・ 大学院で都市工学を専攻後、環境庁に入庁
- ・ 水質保全、廃棄物管理、地球温暖化問題等を担当
- ・ 趣味は音楽と散歩。

(独)国立環境研究所 大気圏環境研究領域主任研究員

東京大学 気候システム研究センター教授

東京大学 生産技術研究所助教授

(独)国立環境研究所 社会環境システム研究領域上席研究官

This image shows a single page of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, leaving small margins at the top and bottom. There is no handwriting or other markings on the paper.

11



主催

環境省地球環境局



GLOBAL ENVIRONMENT RESEARCH FUND

お問い合わせ

社団法人 国際環境研究協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-1-13

TEL 03-3432-1844 FAX 03-3432-1975

E-mail : airies@airies.or.jp

<http://www.airies.or.jp/>