

特集

「IPCC 第4次評価報告書」を読む —科学者からの警告— 第2作業部会「影響・適応・脆弱性」

林 周 (CASA 会員)

IPCCの第3次評価報告書が出てから6年、2007年に入って第4次評価報告書のうち、2月に「第1作業部会：自然科学的根拠」(The Physical Science Basis-WG I)が、4月に「第2作業部会：影響、適応、脆弱性」(Impacts, Adaptation and Vulnerability-WG II)が、5月には「第3作業部会：緩和策」(Mitigation-WG III)が次々と公表され、11月には「統合報告書」(Synthesis Report)が出ました。

CASAでは、6月2日の気候変動問題研究会に、第2作業部会報告書の作成に関わった国立環境研究所の西岡先生をお招きし、報告書作成の裏側や今後の気候変動交渉への影響など興味深いお話をうかがうことができました。今回の特集では、IPCC第4次評価報告書第2作業部会の内容と、気候変動問題研究会での西岡先生のお話を併せて報告します。

第2作業部会(WG II)報告書の性格

第2作業部会(WG II)報告書は、第1作業部会(WG I)の「気候変化の自然科学的根拠」(WG I AR4)を受けて、その影響について記述されたものです。IPCCの評価報告書は、査読^{注1}された論文のみを評価・検証することで、科学的に正確かつ中立的な報告書を作成し、温暖化に対する政策決定に役立てることを目的として作成されています。第4次評価報告書は、執筆(1年半ほど)、査読(2年ほど)、手直し(1年ほど)という5年ちかいプロセスを経て作成されました。メンバーは政府が任命した科学者達で、膨大な時間をかけて報告書をまとめ、内容はなる

べく偏りのないように配慮されています。

報告書の構成

第2作業部会報告は、全部で20章からなっており、気候変動が自然システム・人間社会へ与える影響、各分野の気候変動への適応能力および気候変動に対する脆弱性に関する科学的な評価を記述しています。

自然・人間環境への影響に関する、観測された影響について分っていること

今回の報告では、1970年代以降に観測された気候変動に関するデータについて、詳細な検討・考察をしています。第3次評価報告書(2001

注1 査読 ある論文に対して複数の匿名の専門家が評価すること。一般的に、この査読によって論文は学術的に認められる。

年発行)以降の観測データも反映されており、新たなデータによって従来の影響についてもその確信度が上がったり、新たに追加された影響の記述も多くあります。WG I AR4の報告を追認する形で、人間活動による温暖化を確認しています。その主な内容は次のとおりです。

- 雪氷圏(氷雪圏)への影響: 極域の氷、高地等の氷河、永久凍土の融解、及びそれによる生態系の変化。
- 水循環(水文システム)への影響: 氷河や万年雪の融解による河川流量の増加、湖沼や河川の水温上昇。
- 陸生生物への影響: 春季現象の早期化(植物の開花・開葉、動物・昆虫の産卵など)。植物種・動物種の生息範囲の極方向・高標高方向への移動現象。
- 海洋生物・水生生物への影響。
- 人間社会への影響: 北半球高緯度地域での耕作時期の早期化、火災や害虫による森林かく乱の変質などの農林業への影響。ヨーロッパでの熱波による死亡、マラリアなど媒介生物

による感染症リスクの増加などの健康被害。北極域の人間活動への影響、山岳・冬季スポーツなど人間活動への影響。

そして、観測されたデータのうち、雪・氷・永久凍土、水文、沿岸などの物理環境については765観測のうち94%が、陸生・海洋・淡水生態系などの生物環境については28,671観測のうち90%において温暖化の影響が有意に現れているとし、地球の自然環境(全大陸とほとんどの海洋)は、今まさに温暖化の影響を受けていると結論づけています。

図1は、世界各地での観測データに基づく、ここ30年での気温の変化と温暖化の影響と判断できる現象の観測の数を示したもので、少し濃くなっているところが平均気温の上昇したところで、●印や○印が、生物環境、物理環境などで温暖化による影響は表れているデータの数を示しています。データが北半球に偏っていますが、これは観測点や研究成果が北半球に多いことが影響しており、途上国の多い南半球の観測や影響の研究が必要です。

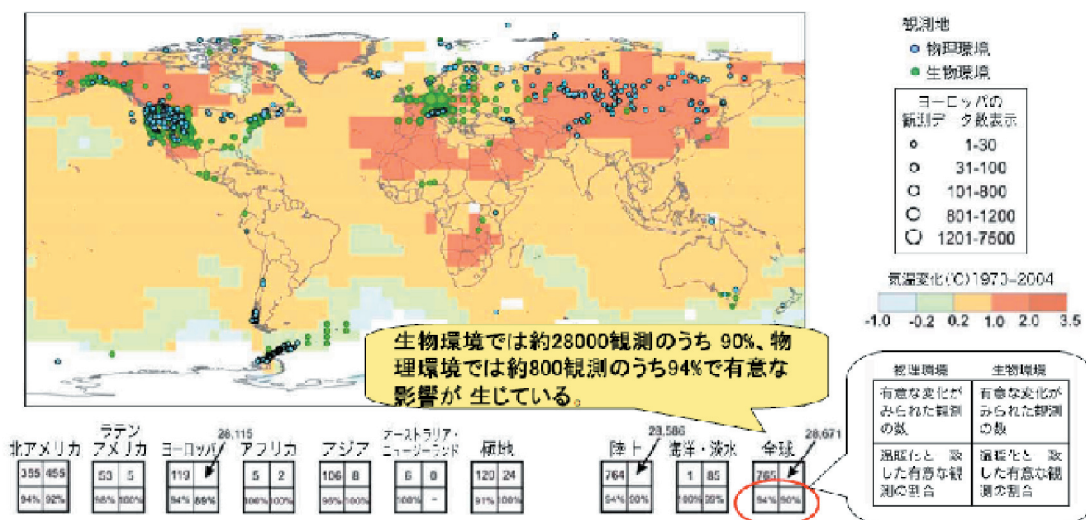


図1 気温変化と観察された影響の分布 (出所: 環境省資料より)

将来の影響について現在分かっていること

統合評価モデルと将来シナリオによる気温変化の予測に基づいて、将来の影響評価について記述されています。WG II AR4の主要部分です。報告書の政策決定者向け要約（SPM）では、その記述についての確信の度合いを、「非常に高い」、「高い」、「中位」という3段階で表し、第3次評価報告書（TAR）の結論の確信度があがった記述と、TARになかった新しい影響予測の記述を分けて示しています。各分野における主な影響（分野別）は以下のように予測されています。

淡水資源とその管理システム

降水量が増える地域（高緯度域や熱帯湿潤地帯など）、減少する地域（中緯度の乾燥地帯など）がある。後者では水不足が発生する可能性がある。旱魃の影響を受ける地域が増加する可能性が高く、また降雨減少が強かつ頻度が増す可能性が非常に高くなり、洪水リスクが増加する可能性がある。

- 温暖化が続くと2080年代にまでには、増加する洪水災害の影響を受ける人口は河川集水域の人口の20%に及ぶ可能性がある。
- 出生率の低下が穏やかで、世界人口が増加を続けるシナリオ（A2シナリオ）では、深刻な水ストレス下の集水域（一人当りの水資源が年間1000 m³足らずの集水域）で生活する人口は1995年の15億人から2050年には51億人になると予想されている。

生態系への影響予測

- 気候変動とそれに伴うかく乱（洪水、干ばつ、森林可採、海洋酸性化など）と、その他の変

動の要因（土地利用変化、資源の過剰採取など）により、生態系の復元力は今世紀中に気温上昇に耐えられなくなる可能性が高い。

- 全球平均気温上昇が2℃までの場合、高緯度域では生態系の炭素固定量（純一次生産量：植物による光合成と呼吸によるCO₂排出の差し引きによる炭素固定量）が増加し、南半球では減少することが予想される。
- 泥炭地、永久凍土、熱帯雨林などの脆弱な炭素ストックからの炭素放出が起こることは確実である。
- 高排出シナリオ（A1F1シナリオ）^{注2}では、2100年までに海水のpHが0.5下がる。これにより海洋の貝形成生物（サンゴなど）の生長への悪影響が起こる。

食糧・繊維・森林製品への影響予測

- 中～高緯度での農作物の生産性は、その地域の平均気温の最大1～3℃の上昇に対して、農作物によっては増加するが、地域によっては減少する。
- 低緯度域、特に乾季を伴う熱帯地域では、地域平均気温が上昇する場合でも農作物の生産性は減少し飢餓リスクを上昇させる。
- 世界全体では、地域平均気温が約1～3℃の幅で上昇すると、食糧生産の潜在量が増加すると予測されるが、それを超える上昇では減少する。
- 地球全体で商業用木材の生産性は、短中期の温暖化により穏やかに増加する。
- 旱魃・洪水の増加は特に低緯度域の自給農業部門に悪影響を与える。
- 温暖化が継続すれば魚種によってはその分布・生産量の地域的な変化が生じ、養殖および淡水漁業へ悪影響を及ぼすと予測される。

注2 高排出シナリオ（A1F1シナリオ）：高度経済成長が続き、世界人口が21世紀半ばにピークに達した後減少し、新技術や高効率化技術が急速に導入される未来社会を描く

沿岸システム・低平地への影響予測

- 21世紀中で海面温度が1～3℃上昇すると、サンゴ礁の白化現象の増加と広範囲での死滅が起こる。
- 塩性湿地、マングローブ林を含む沿岸湿地帯は、2000～2080年の間に36cmの海面上昇があるとすれば、33%失われる。
- 沿岸域の適応は先進国よりも途上国の方が困難であり、適切な適応が行われなければ、海面上昇と暴風雨が深刻なリスクとなる。A2シナリオにおいて2080年までに海面上昇の影響だけで毎年1億人が洪水に見舞われる。
- 広範な適応策を実行することで潜在的影響は軽減できるが、沿岸地域での適応は、適応能力の制約により、途上国において、先進国よりも、一層困難である。

産業・居住・社会への影響予測

- 気候変動の影響は、影響の及ぶ地域と規模によって異なるが、より大規模かつ急速な気候変動が進行すれば、全体としては大きな負の影響となる。
- 沿岸平野部、河川氾濫部は特に気候変動に対して最も脆弱であり、農林漁業、水需要や観光業など資源依存型産業が影響を受けやすい。このような地域は、極端な気象現象が発生しやすく、急速な都市化が進んでいる脆弱な地域でもある。
- 沿岸域や、インフラが未整備で人口の多い途上国は気候変動リスクに弱く、気候に関連したリスクを管理するためには、社会資本整備が特に必要である。

健康への影響

- 予測される気候変化に関連した暴露は、数百万もの人々、とりわけ、適応力の低い人々

の健康状態に悪影響を与える可能性が高い。それは、①栄養不良及びその結果としての疾患の増加（これは子どもの成長と発育にも影響する）、②熱波、洪水、暴風雨、火災及び干ばつによる死亡、疾病、及び傷害の増加、③下痢性の疾病による負担の増加、④気候変動に関連した地表面オゾン濃度の上昇による心臓・呼吸器疾患の発生率の増加、⑤いくつかの感染症媒介生物の空間的分布の変化、などにより引き起こされる。

- 特にアフリカ、アジアでの温暖化による健康リスクが増加する。

大規模な気候変化とその影響

- 極端で不可逆的な変化のことを指し、これらを扱った研究もある。しかし依然として不確実性が大きく、シナリオ分析においては、十分に考慮されていない。
- 全球平均気温の1～4℃の気温上昇により、数百年以上の時間単位においてグリーンランド、南極西部の氷床の少なくとも部分的な融解が起こり、4～6mかそれ以上の海面上昇をもたらすことが中程度の確度で予測されている。これら氷床が完全に融解すると、両者の分で最大で合計約12mもの海面上昇が予測されている。さらに海面上昇が海岸線と生態系の変化と低平地の浸水をもたらす、河川デルタ域が最大の影響を受ける。
- 北大西洋の熱塩循環（MOC）が21世紀中に突然変化することはないと思われ、今世紀にMOCの速度が鈍化する可能性はかなり高いが、温暖化によって大西洋及びヨーロッパの気温が上昇することはなさそうである。しかし、MOCの大規模かつ持続的な変化は、海洋システムの生産性・漁業、海洋のCO₂吸収の変化をもたらす可能性が高い。

まとめ

西岡先生によると、第2作業部会報告は次のように要約されます。

- 温暖化の影響が予想通りの進行・顕在化していることを明らかにした。
- 気温上昇がわずかでも、特に生態系には影響が大きい。
- 生態系への影響は不確実性が大きく十分に理解されていない。またその人間活動への影響はさらに不確実である。
- 地球規模の自然のメカニズムへの破局的影響への警告がなされているが、南極氷床やグリーンランドでの氷の融解の記述は控えめとなっている。
- 経済評価により対応の必要性、有利性を打ち出したこと。被害からみた炭素の社会的コストがおおむね43米ドル/t-Cとされているが、過小評価の可能性があり、被害が甚大になる可能性がある。
- WG2 報告書では、危険な温度上昇レベルの判断を避けた。欧州連合 (EU) は、平均気温の上昇を産業革命以前から2°C未満にすべきだと主張し、2006年10月に英国政府が公表した「気候変動の経済学 (スターン・レビュー)」でも2~3°Cの上昇が経済的な損害の限界だとしているが、こうした主張は採用されてい

ない。

IPCC の報告書は、これまでも気候変動に関する国際交渉に大きな影響を与えてきました。今回の AR4 も、2013 年以降の削減目標と削減義務の議論に大きな影響を与えることが期待されています。西岡先生は、今回の IPCC 第4次報告書が今後の国際交渉に与える影響について、途上国への影響は途上国の国際交渉のポジションにも影響を与えるだろうとし、温暖化の影響が特に脆弱な途上国で顕著であることが明らかになり、枠組み条約の適応関連資金の早期利用が焦点となると話されました。一方で、アジアでの影響は研究が少なく十分に把握されていない、アジアの研究を進めることが、排出量の多いインド・中国の削減への圧力として重要だとの認識を示されました。

西岡先生は、今回の報告書を全体として、科学的正確性に対して慎重で、反対勢力の抵抗を取り入れてしまった結果若干トーンダウンしたが、IPCC がこのような報告を出したこと自体を評価すべきだと話されました。さらに、今後20~30年はどんなに対策をしたとしても気温上昇は止まらない。今後は観測の充実（特に途上国での観測）と、気候モデルの精緻化によって更なる影響を明らかにするとともに、様々の極端現象が世界中で起こりそれが対応の必要性を世界に喚起するだろうとされました。

主な参考資料・URL

- IPCC 第2作業部会
<http://www.ipcc-wg2.org>
- 西岡秀三「気候変動の影響と適応」、2007年6月2日気候変動問題研究会配布資料
- 環境省による第2作業部会報告書の政策担当者向け要約の和訳
http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th/spm_interim-j.pdf
- 環境省による第2作業部会報告書の概要
http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th/wg2_gaiyo.pdf