

気候変動に関する政府間パネル

政策立案者向け概要

# 気候変動の地域別影響

脆弱性の評価

編集

Robert T. Watson, 世界銀行

Marufu C. Zinyowera, ジンバブエ気象サービス

Richard H. Moss, バテルパシフィック・ノースウェスト国立研究所

David J. Dokken, プロジェクト管理担当

IPCC 第二作業部会 の特別報告書

気候変動に関する政府間パネル発行

1997年11月

# 目次

---

まえがき

序文

1. 評価範囲
  2. 問題の性質
  3. 評価アプローチ
  4. 地球規模気候変動に関する地域別脆弱性の全体像
    - 4.1 生態系
    - 4.2 水系と水資源
    - 4.3 食糧と繊維の生産
    - 4.4 沿岸システム
    - 4.5 人間の健康
  5. 現在の政策や状況下で期待される適応策
  6. 地球規模気候変動に関する地域別脆弱性
    - 6.1 アフリカ
    - 6.2 極地：北極・南極
    - 6.3 西アジア乾燥地帯（中近東・アジア乾燥地帯）
    - 6.4 オーストラリア・アジア
    - 6.5 ヨーロッパ
    - 6.6 中南米
    - 6.7 北米
    - 6.8 小島嶼諸国
    - 6.9 アジア温帯地域
    - 6.10 アジア熱帯地域
  7. 研究の必要性
- 著者・寄稿者

## まえがき

---

気候変動に関する政府間パネル（Inter-governmental Panel on Climate Change: IPCC）は、1988年に世界気象機関と国連環境計画が共同で設立したもので、気候変動に関する科学技術文献や、気候変動の影響可能性、気候変動に対する適応策・緩和策を評価する機関である。IPCCは、設立以来、一連の評価報告書、特別報告書、技術報告書、手法書、その他の文献を作成しており、政策立案者、科学者、他の専門家の中で、広く基準参考資料として利用されている。

この特別報告書はIPCC第二作業部会が作成したもので、作業部会が第二次評価報告書（SAR）に提供した資料を基礎として、それに1995年半ば以後発表の最新資料を組み入れている。この報告書は、国連気候変動枠組条約（UN Framework Convention on Climate Change: UNFCCC）の下部機関である科学的・技術的助言のための補助機関（SBSTA）からの要請に応じて作成されたものである。この報告書では、UNFCCCの締約国会議（Conference of Parties: COP）が提示した重要な疑問点が取り上げられており、具体的には、気候変動の影響可能性に対する人類のそして自然環境の脆弱性がどの程度かといった疑問を取り扱っている。報告書は、COPがどのような適応策・緩和策をとることが適切なのかを見極めるための助けになるように、不確実性の評価を含めた気候変動に関わる費用可能性や便益可能性について、共通の基礎情報を確立している。また、この報告書では、地球全体の陸地表面とそれに隣接する沿岸を10の地域（アフリカ、西アジア乾燥地帯（中近東を含む）、オーストラリア・アジア、ヨーロッパ、中南米、北米、極地地帯（北極と南極）、小島嶼諸国、温帯アジア、熱帯アジア）に分け、それぞれの脆弱性を評価するという構成となっている。また、この報告書には、気象観測、気象予測、植生分布予測、社会経済的傾向の情報を紹介する付属書がいくつか添付されている。

他のIPCCの成果同様、この報告書の完成には世界中の多くの科学者やその他の専門家の熱意と協力をいただいている。こういった方々には多くの時間を割いていただいております、通常要求される作業をはるかに越えることもしばしばであった。私たちは、これらの方々に対し、IPCCプロセスへの参加協力を決意していただいたことに拍手を送り、敬意を表し、また感謝するものである。また、IPCCが、途上国や経済移行国の科学者やその他の専門家の参加を確保する努力を、継続していることも喜ぶものである。私たちはまた、途上国や経済移行国を含めた多くの政府機関

が、こういった科学者や専門家の研究を支援していることにも、感謝したい。

この機会をかりて、新たな IPCC 報告書の完成にもご協力いただいた次の方々に、感謝の意を表したい。

- B.Bolin 教授、IPCC 議長
- 作業部会 II 共同議長、R.T.Watson 博士（米国）、M.C.Zinyowera 博士（ジンバブエ）
- 作業部会副議長、M.Beniston 博士（スウェーデン）、O.Canziani 博士（アルゼンチン）、J.Friess（フィジー）、Ing. M.Perdomo 夫人（ベネズエラ）、S.K.Sharma 博士（インド）、H.塚本博士（日本）、P.Vellinga 教授（オランダ）
- 作業部会 II のテクニカルサポートユニット（TSU）R.H.Moss 博士、プロジェクト運営担当 D.J.Dokken、そして、S.MacCracken、L.Van Wie McGrory、F.Ormond を含めた他の TSU メンバー
- IPCC 事務局の局長 N.Sundararaman 博士、および R.Bourgeois、C.Ettori、C.Tanikie を含めたスタッフ

G.O.P.Obasi、世界気象機関事務局長  
E.Dowdeswell、国連環境計画、専務理事

## 序文

---

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、一連の評価報告書、特別報告書、技術報告書および手法書を作成してきており、政府間機関の IPCC では、これら報告書を作成する上で、守るべき規定がある。気候変動の地域別影響に関する特別報告書は、当初、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の締約国会議（COP）の下部機関である、科学技術的助言のための補助機関（SBSTA）から、技術報告書としての作成要請があったもので、それには、著者たちに対し、すでに IPCC 評価報告書と特別報告書に記載されている資料だけを使うようにという制限がかけられていた。著者たちは、その報告書を作成する過程において、より完全で、最新かつ各地域の傾向や脆弱性を広く取り上げた報告書にするには、IPCC 第二次評価報告書（SAR）の完成後に発表された新しい文献で、「各国研究プログラム」の援助を受けたものを含めた方が良く考えたのである。報告書にこのような資料を含めることは、技術報告書に関する IPCC の規定に合致しないことから、IPCC は、その第 12 回セッション（メキシコシティ、1996 年 9 月 11-13 日）において、その技術報告書を特別報告書として書き直すこととし、その旨、SBSTA に通知したのである。

この特別報告書は、10 の大陸あるいは準大陸地域での気候変動による影響可能性を探るものである。気候変動の地域別予測に伴う不確実性のため、この報告書では、気候変動の影響予測を数量的に表わすよりも、各地域の感度や脆弱性を評価するアプローチをとらなければならなかった。脆弱性というのは、SAR に記載されているように、気候変動によりシステムが損なわれる、または被害を受ける程度がどの位を示している。それは、気象に対する感度と新しい状況に適應できる能力とで表される式である。

この評価研究では、SAR の成果を確認した上で、持続可能な経済発展に欠かせない物品やサービスを提供するという、地球の物理的・生物学的システム（陸地、大気、海洋）のもつ能力に、気候変動がどのような変化をもたらすのか、その可能性を明らかにする。

この報告書は、IPCC の影響評価プロセスの発展にとり、重要な段階を示すものである。従来の影響評価プロセスでは、主に地球規模で気候変動の影響可能性を検証してきたが、この報告書では、大陸あるいは準大陸という、政策立案者にとり、よ

り実際的な関心のある規模で、影響を分析しているのである。この報告書から明らかになったのは、人間社会や環境のシステムの脆弱性、つまり影響の受けやすさには大きな違いがあることである。こういった違いは、それぞれの地域の環境条件や経済的・社会的・政治的条件、そして気候の影響を受けやすい資源にどれだけ依存しているか、といった要素が異なることから派生している。この報告書は、分析対象の規模が小さいことから、気候変動のためのシステムや活動そして社会基盤の適用可能性に関する情報を SAR よりも多く提供している。しかし、各章からもわかるように、気候の影響を受けやすい部門を、現在の天候異変にも十分耐えられるものにし、長期的に起こりうる気候変動の被害も軽減し、あるいはそれを利用しようとするのであれば、民間部門や政府機関が、適応策オプションや調整プロセスについてまだまだ多くの研究や分析を行うことが必要である。

この報告書は、予測される気候変動が、他の環境変化（例えば、生物多様性の減少や土地の浸食、成層圏オゾン層の破壊、水資源の劣化）や、社会の動き（例えば、人口の増加、経済発展、技術発展）とどのように関係してくるかを検証する最初のステップである。ここでの評価研究から、環境問題が相互にどう干渉しあうのかについて追加研究が必要なことが示された。

この報告書は、2000 年後半に完成予定の第三次評価報告書（TAR）に影響評価の基礎を与えるものである。IPCC TAR 作成プロセスの重要な初めのステップは、この評価研究で使われたアプローチと地域分けの検討及び改良になるだろう。そのためには、気象上、環境上の変化を、より細かいスケールで予測する能力が重要な検討課題となる。この報告書は、もう一つ、TAR にとって重要な基盤を提供するものである。つまり、途上国や経済移行国から、より多くの科学者や技術専門家の参加を得るという点で、大きな前進をみたからである。IPCC は、こういった成果を引き続き積み上げていく決意であり、これらの地域の専門家を選びだし、彼らが確実に将来の評価研究活動に参加できるよう、たゆまない努力を続けるつもりである。

謝辞

この報告書の完成にあたって、協力いただいた多くの個人や組織に対し感謝の意を表したい。まず第一に、本報告書の各章や付録書の作成と査読に、自主的な努力をいただいた、科学・技術関係の方々に感謝する。これらの方々は、統括代表執筆者、代表執筆者、寄稿者/査読者、地域コーディネーター、部門別寄稿者（SARの執筆者であって、地域別評価の出発点となる、部門別の各章からの地域別情報抜粋を、された方々）を含め、いろいろな立場からご協力をいただいたものである。また、各国政府から、代表執筆者の多くに支援が寄せられたことにも、感謝したい。

この報告書の文章の全てが、プロジェクト運営を担当した David Jon Dokken の限りない尽力がなければできなかつたものであり、この報告書を作成するにあたっての同氏の役割と責任は数え切れないほど多く、同氏なくして、この報告書を、このように早期に、しかも効率的に作り上げることはできなかつたのである。作業部会 II のテクニカルサポートユニットの各メンバーも、この報告書の作成に大変な努力をいただいております、これには、Sandy MacCracken, Laura VanWie McGrory, Flo Ormond といった方々が含まれる。Rudie Bourgeois, Chantal Ettori, Cecilia Tanikie を含め、IPCC 事務局のスタッフの方々からも、大きなサポートとうれしい助言を寄せていただいた。

このほか、分析面や組織上など、いろいろな形で、この報告書の完成に貢献された方々、Tererei Abete, Isabel Alegre, Ron Benioff, Carrol Curtis, Paul Desanker, Robert Dixon とその米国国別研究プログラムの同僚、Roland Fuchs, Christy Goodale, David Gray, Mike Hulme, Jennifer Jenkins, Richard Klein, S.C. Majumdar, Scott Ollinger, Erik Rodenberg, Robert Scholes, Joel Smith, Regina Tannon, David Theobald, Hassan Virji にも、感謝したい。

Bert Bolin  
Robert Watson  
Marufu Zinyowera  
Narasimhan Sundararaman  
Richard Moss

# 気候変動の地域別影響；脆弱性の評価

---

## 1. 評価の範囲

この報告書は、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の締約国会議と、その下部機関（特に、科学・技術の助言に関する補助機関 SBSTA）の要請で作成されたものである。この特別報告書は、生態系、社会経済（農業、漁業、水資源、居住）、人類の健康が、可能性ある気候変動で、どれだけ影響されやすいか、その脆弱性について、最新の情報をもとに、地域ベースで検討したものである。この報告書では、各システムの脆弱性ととともに、適応策オプションについても、検討を加えている。この報告書は、第二次評価報告書（SAR）の部門別影響評価に依るところが大きいですが、そのほかに、より最新の査読文献（つまり、国別研究プログラム）からも情報を得ている。

## 2. 問題の性質

地球の放射バランスは、人類の活動（主に、化石燃料の燃焼と、土地利用および表土層の変化）により崩れてきており、大気を温める効果のある温室効果ガスの濃度が高まる一方で、地域によっては、放射バランス上、逆の作用がおき大気を冷却する効果のあるエアロゾル濃度が増加している。現在のところ、エアロゾルによる冷却作用は主に北半球の一部地域で、温室効果ガスによる温暖化効果を相殺して余るほど大きくなってきている。エアロゾルは、大気中に長期滞留せず、その前駆体も地球規模排出量が大幅に増加するとは見込まれないことから、エアロゾルが滞留期間の長い温室効果ガスの地球規模影響を長期的に相殺し続けることはないと思われる。しかし、エアロゾルは、各大陸の気候変動パターンには大きな影響をおよぼす可能性がある。

温室効果ガスとエアロゾルの濃度変化が組み合わさって、地球規模、あるいは地域規模での気温や降水量その他の気象変動要因の変化をもたらすと見られており、結果として、地球規模での土壌水分の変化や平均海面水準の上昇を招き、また地域によっては、より強烈的な高温化現象や、洪水、干ばつといった自然災害の発生などを招くと予想されている。大気中GHG濃度変化に対する気候の感度範囲と予想される温室効果ガス及びエアロゾルの排出量の変化を基に、気象モデルを用いて求め

た変化予測では、地球規模の年間平均表面温度の上昇が、2100年までで1-3.5、地球規模の平均海面水準の上昇は15-95cmとなっており、降水量にも、局地的、時期的変化が起きてくると見られる。温暖化の平均値は、おそらく過去一万年に類のないほど大きな値になると思われるが、一年や十年単位で見た実績値には、本来の自然変化がかなり含まれていると見られ、地域別の変化が地球規模平均と大きく異なる可能性もある。このように、長期にわたる大規模な人為的变化が、数日から数十年単位でおきる自然本来の多様な変化（例えばエルニーニョ現象(ENSO)）と干渉しあい、それが社会的・経済的健全性に影響してくるのである。メキシコ湾流など、海流の流れのパターンが気候変動により変化するという、予測されない出来事による局地的な気象への影響可能性については、現時点では確信のある変化予測が不可能なためまだ研究されていない。

科学的研究の結果明らかになったことは、人間の健康や生態系、そして社会・経済の各部門（例、水系、水資源、食糧と繊維の生産、沿岸システム、居住部門）といった持続可能な発展に欠かせないものが、気候変動の規模や変化率、そして多様な気象変化による影響を受けやすいということである。多くの地域が、気候変動によって悪影響を受けると思われ、一部には不可逆なものもあるが、気候変動が有益なものとなる地域もある。すでに、資源需要の増大や、持続可能でない管理慣習、そして汚染など気候変動に匹敵する程度の環境ストレスを受けているシステムにとって、気候変動は深刻な負荷の追加を意味する。各地域では、このようなストレスが、いろいろな形で相互干渉しあうと見られるが、環境システムにこれらの負荷がかかるなら、環境システムが持つ、持続可能な範囲で適量の食糧や、きれいな空気や水、エネルギー、安全な居住空間、低い疾病率、雇用需要など経済的・社会的発展を成功させるのに必要な主要物品やサービスを提供するという能力が削がれてしまうと予想されている。気候変動は、また、経済発展の状況でおきるものであり、このことが一部のグループや国の気候変動に対する脆弱性を小さくする可能性がある。例えば、適応策に利用できる資源の増加といったことによってである。低い成長率、急速な人口増加、生態系の劣化のおきる国やグループでは、起こりうる変動に対する脆弱性が増してしまうかも知れない。

### 3. 評価アプローチ

この報告書は、世界の主要地域の自然および社会システムが気候変動に対して示す脆弱性を評価するものである。脆弱性とは、自然あるいは社会システムが、気候変動による持続的な悪影響をどれだけ受け易いか、その程度を示すと定義されている。脆弱性というのは、気候変動に対するシステム自体の敏感性（有益なものであれ、害のある影響であれ、与えられた気候変動にシステムが反応する程度）と、システムが気候変動に適応する能力（實際上、プロセス上、構造上の調整によって、与えられた気候変動により生じる損害の可能性を緩和あるいは相殺できる度合い、あるいは便益機会を利用できる度合い）との関係式となっている。この意味において、脆弱性の高いシステムは、中程度の気候変動にも敏感に反応するシステムであり、この場合その敏感性には、かなり有害な影響も含まれている。また、適応能力が極端に制約されているシステムも脆弱性の高いシステムである。

現在利用可能な研究発表は、共通な枠組をもつ気候シナリオや手法を用いておらず、また、自然や社会システムの敏感性や適応能力には不確定要素があることから、地域的な脆弱性の評価は質的なものとならざるを得ない。しかし、この報告書は、現在知られている気候変動の脆弱性についての情報で、欠かすことができないものを多く提供する。

この報告書には、気候変動の影響に関する数量的な推測を行った場合もある。その推測値は、将来の気候変動に関する仮定条件をどう設定したかで異なり、また分析に使われた手法やモデルが何であるかによっても異なってくる。これらの推測値を解釈する上では、将来の気候変動の性質や規模、および速度に依然不確実性が残っていることを想起する必要がある。こういった不確実性は、科学者が気候変動の影響予測をする能力、特に地域別や、より小規模ベースでの影響予測をする能力に制約を加えるものである。

気候がどう変動するかには不確実性があることもあり、この報告書では、気候変動の予測影響を数量的に評価するよりも、その脆弱性の評価をするというアプローチをとっている。推測値は、特定の気候変動シナリオで生じる影響の可能特性とおおよその規模を表すものとして解釈するのが最も適当である。これらの推測値は、また敏感性や脆弱可能性の尺度としても有用である。最も一般的な推定値は、大気中

の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が2倍になった場合をシミュレーションし、気候システムが平衡状態になった時の変化をベースにしたものである。この場合、エアロゾルの影響を除外してシミュレーションをするのが普通である。これらシナリオに関する地球平均温度の上昇はほとんどが2-5 の範囲内に入る。これらのシナリオに時間的な枠組みを与えるため、2100年までの地球平均温暖化予測の変動幅を IPCC 第二次評価報告書の数字の1-3.5 とし、海面上昇平均は15-95cmとした。この分析では、敏感性の分析で使った変動幅の大きさが妥当なものであることを確認するために総合循環モデル(GCM)の結果を使っている。これら推定値は、特定の国あるいは地域における気候変動の規模を特定するような予測値ではない。評価作業に利用可能であった文献の量は、地域により、分量においても質の点でも違いがあった。

#### 4. 地球規模の気候変動に対する地域別脆弱性の概要

UNFCCC の第2条は、特に、自然の生態系、食糧生産、持続可能な経済発展が重要なことを認める条項である。(ボックス参照)気候変動に対する地域別脆弱性を評価する本報告書では、地球の陸地表面を10の地域に分け、生態系、水系学および水資源、食糧と繊維の生産、沿岸システム、人類の居住、人間の健康、など、各地域にとり重要な部門やシステム(気象システムを含め)に焦点を当てている。同じような部門やシステムであっても、局所的な環境条件の違いや、すでに生態系が負っているストレス、資源利用パターンの現状、そして、政府の政策や、価格、志向、価値観を含めた政策立案者に影響を及ぼしている要素などにより、地域別の脆弱性にはかなりの開きがあるものと予想されている。いずれにしても、SARに含まれた情報や、本評価研究における地域別分析を基に、総合的な考察を行うことで、各地域の脆弱性の評価に関するグローバルな枠組みが与えられるのである。

#### UNFCCC 第2条:目的

この条約、および締約国会議が採択する関連する法的文書は、この条約の関連規定に従い、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温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極の目的とする。そのような水準は、生態系が気候変動に自然に適応し、食糧の生産が脅かされず、かつ、経済開発が持続可能な態様で進行することができるような期間内に達成されるべきである。

#### 4.1 生態系

生態系というのは、環境の機能にとっても、持続可能性にとっても、基本的に重要なものであって、人間一人一人と社会に対し、貴重な物品とサービスを提供している。これらの物品やサービスには、(1)食糧、繊維、飼料、住居、薬剤、エネルギーの提供、(2)炭素や栄養素の加工や貯蔵、(3)廃棄物の同化、(4)水の浄化、治水、洪水の緩和、(5)土壌養成と土壌劣化の緩和、(6)娯楽や観光の機会提供、(7)地球全体の遺伝的多様性と種の多様性という資源の宝庫、が含まれる。これに加えて、自然の生態系には、文化的、地域的、美的、そして本質的な存在価値がある。気候変動は、こういった生態系の地理的位置や、そこに含まれる生物種の種類、そして社会の存続上依存しなければならない広範囲な便益を提供するという生態系の持つ能力に影響する可能性がある。生態系は本質的にダイナミックなものであり、常に気象変化の影響を受けつつけている。人為的な気候変動が生態系に与える影響としては、平均的気候や極端な気候変化の割合と規模が主なものとなると予想されており(気候変動は、生態系が適応可能な速度、再構築可能な速度よりも早い速度でおきると思われる)、また、大気中のCO<sub>2</sub>濃度増加の直接的影響としては、一部の植物における水分の生産性や効率が良くなる形などで、現われてくると予想されている。気候変動の二次的な影響には、土壌の質の変化や、全体のシステムを乱すような変化(例、火事、害虫、疫病)が含まれ、これらは、一部の種を、他の種よりも優位に立たせることから、生態系の中での種の構成が変化してくる。

GCM ベースの気候変動シナリオを使った植生分布モデル研究のシミュレーションから、植生の境界線がより高い緯度へ、そしてより高い高度へと大きく移動すると見られている。与えられた植生帯における種の割合も変化する可能性が高い。GCM が平衡である気候変動シナリオでは、たとえCO<sub>2</sub>の同化吸収の直接的効果を含めたとしても、広い地域で干ばつによる植生の後退がみられる。これと比較して、何年もの間ゆっくりとガスが微量ずつ増加するという、一時的気候変動のシナリオで、気温や降雨量変化の影響の出現が大気構成変化の影響よりも数十年単位で遅れるため、CO<sub>2</sub>の肯定的な効果の方が、気候変動の影響が顕著になるのよりも先行する形となる。

気候変動は、森林内の生命体の成長、生殖、再生する速度よりも急激におきると

予想されている。(過去の樹木種の移動は、1世紀に4-200cm単位であったと信じられている。) 次の100年間に平均気温が1-3.5 上昇するということは、中緯度地帯での気温の相似する地域(気温帯)が、極地方向へ向かって約150-550 km 移動する、または、高度が150-550 m 高くなることに等しい。したがって、森林の種の分布が変化する可能性が高く、地域によっては、森林のタイプ自体が消滅し、新しい種のコンビネーション、つまり新しい生態系が定着するかも知れない。2倍のCO<sub>2</sub>で平衡状態になった場合には、気温や水の供給で起こり得る変化の結果、世界に現存している森林面積のかなりの部分(世界平均で3分の1、地域により7分の1から3分の2の範囲の値をとる)で、広範囲な生物相に大きな変化が生じ、その変化は、高緯度で最大となり、熱帯地域で最小となる。熱帯地域では、降雨量の変化と蒸発散量の季節変化や増加により、平均気温の上昇だけではおきない、生産性の変化や種の構成の大きな変化がおきる。

内陸の淡水生態系での気候変動の影響は、水温の変化や、流れの変化、水位の変化、そして高緯度永久凍土の解凍といった形をとる。温暖化が湖や川の生物相に与える影響が最も大きい一つは高緯度地帯であり、生物の生産性が増加し、冷水生物種の生息範囲が拡大する。また、寒冷水生物種と冷水生物種の生息境界線がある低緯度地帯でも影響が大きく、生物種の絶滅が最も多く発生する。流れの変化が大きくなること、特に、大規模な洪水や干ばつのおこる頻度やその期間が大きく変化することは、水質の劣化や、生物生産性の減少、流水中の生息区域削減につながる傾向がある。湿地の地理的な分布は、気温や降水量の変化により移動してしまう可能性があり、これによって、潮間帯以外の湿地から排出される温室効果ガスの実質数量も、不確実ではあるが影響を受ける。沿岸地帯の生態系の一部(海水沼沢地、マングローブ、さんご礁、環礁、河のデルタ地帯)は、特に気候変動や他の負荷の影響を受けるリスクがある。これらの生態系で変化がおきると、水資源の供給や、漁業、生物多様性、そして観光に、多大な負の影響をもたらすとみられる。

生態系における適応オプションは、限られており、その効果も明らかでない。これらオプションに含まれるのは、生態系の「移動」を助ける通路の設置、土地利用管理、環境劣化領域への植林・植草と環境回復などがある。生態系(特に森林域、山岳帯、さんご礁)は、(影響する)変化の起こる速度の方が、種が再定着する速度より早いと見られていること、多くの生態系が孤立化や分断化されていること、多様な負荷が存在すること(例、土地利用の変化、汚染)、適応オプションが限ら

れていることなどから、気候変動の影響を受けやすいのである。

#### 4.2 水系および水資源

水資源の利用可能性は、厚生面や生産性にとって重要な構成要素である。(世界では)現在、13億人の人間が、安全で適当な量の水資源供給を受けることができないであり、20億人が、適切な衛生設備を利用できないでいる。これらの人々は、各国の水資源利用可能性と水質の違いを映す形で地球全体に分散しているが、19カ国(主に中近東と南北アフリカ)は、深刻な水不足のため、水資源欠乏国または水資源圧迫国と分類されている。この19カ国という数字は、2025年には2倍近くになると予想されており、その主な原因は、経済成長や人口の増加である。たとえば、アフリカでは、その気象条件から干ばつが繰り返されると見られており、このことは、現在でも政策立案者たちの多くが認識している。しかし、干ばつの頻度や規模は、気候変動によってさらに悪化すると見られる。

気候の変化は、周期的および慢性的な水不足状態をさらに悪化させる可能性がある(特に世界の乾燥地帯、準乾燥地帯)。開発途上国の多くは、乾燥地帯や準乾燥地帯にあり、その大部分では、水資源を、穴の掘削や独立した貯水池といった、一点システムから得ているため、気候変動に対して、特に脆弱となっている。こういった一点システムは、本質的なもろさを持っており、その主要供給源が断たれると、システム全体が資源の供給余力を失ってしまうことになる。また、開発途上国が持っている技術面、財政面、管理面での能力を考えると、欠乏時の対応や適応策の実施が、その国の経済にとり、大きな負荷となってくる。温帯湿潤地域の多くでは、洪水被害が大きな問題となってくる可能性があり、干ばつや慢性的水不足だけでなく、洪水やそれによる被害、ダムや堰の決壊にも、対応策が必要である。

気候変動の影響(がどれだけ大きい)は、水資源供給システムの基盤条件により異なり、また水資源管理者が、気候変動のほか、人口増加や、需要、技術、経済、社会そして規制上の条件変化に、どれだけ対応できるかによっても変わってくるのである。

気候変動に対する水資源システムの脆弱可能性を低減するには、いくつかのアプローチ方法がある。そういったオプションに含まれるものとしては、価格制度や、

水資源利用効率に関するイニシアティブ、水供給システムのインフラストラクチャーにおける工学的、構造的な改善、農業政策、そして都市計画と管理がある。各国や各地域レベルで優先順位の高い方策としては、多部門水資源統合に重点を置くこと、河川敷を資源管理の一つのユニットとして利用すること、健全な価格と管理方式を推進することが上げられる。地域や国レベルの水資源部門の多くは、需要の増大や、単一水資源システムの普及度、それらシステムの降水量や流出量変動に対する脆弱性、適応策の大半で、大きな時間と費用が実施に必要なことから、気候変動のポテンシャルに脆弱である。

#### 4.3 食糧と繊維の生産

現在、8億人の人間が栄養不足であるといわれている。世界の食糧消費は、世界的な人口増加と、一部の国の所得上昇により、次の30-40年間に2倍となると予想されている。一方、食糧生産は、最近25年間で倍増しており、これは灌漑の発達や、化学薬品の投入、高収穫性品種の開発が主な要因となっている。それでは、この過去25年間の驚異的な進歩を繰り返すことができるのかということ、それは不明である。すでに利用されている土地では、生産性向上にあたっての問題（例えば、薬品や生物性物質の流出、土壌の水没や塩化、土壌侵食、土壌固化）が、表面化してきている。耕作面積の拡大（これには、農業生産調整のため意図的な減反を減らすことも含む）は、全体の収穫生産量を増やすためのオプションの一つであるが、その一方で、土地利用での競合や、自然システムの負荷増大、農業部門での温室効果ガス排出増、自然の炭素吸収源の減少、不毛の土地への農業進出など、いずれも農業生産の増大を持続可能な形で支える力を削ぐ要素が増大してくる。

気候の変化は、農業生産増大を目指す行動からくる負荷と、相互に干渉し合って、収穫性や生産性にさまざまな影響を及ぼすが、これは、現行の農業慣習やシステムがどのようなものかによっても異なってくる。主要な直接影響は、大気中のCO<sub>2</sub>濃度の変化（これは、大半の収穫物種の生育に、良い影響を与える可能性がある）によっておきるだけでなく、気温や、降水量、生育可能期間の長さ、収穫物の生育期における極端な、あるいは重要な現象がおきるタイミングなどで、変化がおきることによっても生じる。間接的な影響には、疫病、害虫・害獣、雑草などでの有害な変化があり、これらの影響は、現今の研究結果の多くでも数量化されていない。CO<sub>2</sub>大気濃度が2倍で平衡するという気候条件で、人口の増加に対する「地球規模の農

業生産を、ベースラインの生産レベル相当で維持できる」とする IPCC SAR の研究成果に合致した確証が相次いで出されている。さらに、本特別報告書の地域別成果は、特定の地域、特に熱帯や亜熱帯での飢餓の危険性が増大する「深刻な結末の可能性」への懸念を裏付けるものとなっている。一般に、中緯度から高緯度の地域では、収穫物のタイプ、生育期、気候帯の変化、そして季節降雨量などに依り、生産性が増大する可能性がある。熱帯や亜熱帯では、収穫作物種の一部が生育許容最高温度に近づいており、また乾燥地域が多く、灌漑なしでの農業生産が優勢なことから収穫率は低下してしまう可能性が大きい。地域によっては、零細農家や牧畜農家などが農村部人口の大部分を占めており、これら農家の人たちの生活も、マイナスの影響を受ける。降水量が減少する可能性の高い地域では、農業への影響も相当なものとなる。漁業や養殖漁業は、気候の変化に敏感であり、現在、過剰操業や生育域の減少、そして海岸・沿岸での汚染拡大からくるリスクにさらされている。地球規模で言えば、海洋漁業は、気候変動に対して、あまり変化しないことが予想される。高緯度での淡水漁業や養殖漁業は、海流の構造や強さがあまり変化しないと仮定するならば、増大する可能性が高い。国レベルや地方レベルでは、漁業生産の中心の移動で、大きな影響を受ける可能性がある。気候変動のプラスの影響である、生育可能シーズンが長くなることや、冬季自然死亡率の低下、高緯度での成長率加速化は、マイナスの影響要素である、既定生殖パターンの変化、季節移動ルートの変更、生態系の相関関係変遷により相殺されてしまう可能性がある。

多くの力の要素が、農業部門に大きな変化をもたらすことを考えると、現在の自然気象の多様性と、その平均値や極端値が変化する可能性、その他の懸念（例えば、土壌浸食、かん水化）に対する適応能力を強化するようなオプションでは、ノーリグレット（悔いなし）、または低リグレット（悔いることが少ない）のものとなる。たとえば、農業部門の経営管理と季節的な気象予報を連携することにより、特にエルニーニョ現象などで強い気象影響が生じる地域の適応を向上することができる。こういった適応策がどれだけ適したものかどうかは、地域によって異なる。各地域の政府や民間部門の適応策実施能力に差があることが、その理由の一端となっている。適応オプションには、収穫物や収穫物種の変更、新しい収穫物種の開発、耕作スケジュールや耕作方法の変更、新しいバイオテクノロジーの導入、水の管理や灌漑システムの改善といった、投資費用が高く、利用可能な水資源の量で制限されるものが、含まれる。さほど投資費用のかからないオプション、たとえば耕作を最小限にするあるいは削減する技術などの場合は、より高い水準の農業訓練やサポート

が必要である。

農業部門が、現在の気象多様性に良く適応している地域、あるいは、農業部門での豊作時余剰生産分を不作時のために再配分できる市場要素や機構が存在している地域では、気象上の平均値や極端値の変化に対する脆弱性が一般に小さいものとなっている。しかし、農業部門が現在の気象上の極端値に対応できない地域や、不作時・豊作時の再配分を容易にする市場・機構が存在しない地域では、農業部門の気候変動に対する脆弱性が大きいと考えられている。特定の国や地域の農業部門の気候変動に対する脆弱性に影響を与える要因としては、現在の気温や降水量のパターンがどれだけ主要作物の許容値に近くなっているか、あるいは許容値を越えているかどうか、一人あたりの所得、農業部門生産量の経済活動全体に対する割合、そして耕作地自体が本来持っている条件、などがある。

#### 4.4 沿岸システム

海岸地域、沿岸地域は、生態系の多様性が大きく、多くの経済社会活動が行われているという特徴がある。沿岸地域の人口増加率が、国内平均値の2倍となっている国も多い。現在のところ、世界の人口の約半分が沿岸地域に住んでいると推定されている。気候変動が、沿岸地域に与える影響としては、海面水準上昇や、嵐による高波被害、極端な気象現象の頻度や強さの変化などがある。

現在、多くの国の沿岸地域では、地殻変動や人為的な要因による地盤沈下のため、深刻な海面水準上昇の問題に直面している。嵐の高波による洪水の危険にさらされている人口は推定で年間4600万人にのぼっている。気候変動はこういった問題をさらに悪化させ、生態系や、沿岸地域の社会基盤に影響を与える可能性がある。また、海面上昇の影響を受ける可能性のある人口もかなりの数になり、たとえば、バングラデッシュでは、適応策がとられないなら、1mの海面上昇（IPCC第一作業部会が予想している2100年の時点での最大値）で、何千万人も人間が土地を追われる事になる。特に人口の多い大都市で沿岸地帯に位置するものは増えてきており、このことは、より多くの社会基盤システムが影響を受ける可能性が高いことを意味する。各国の年間災害対策費用は、さほど高額でないところが多く、国内総生産（GDP）の0.1%程度であるが、小島嶼諸国の多くでは、平均してGDPの数%にのぼる年間費用がかかっている。一部の小島嶼諸国では、高波に対する防護策の費用が高い

いため、特に利用可能な投資資本に限界があることもあり、基本的に防護対策の実施が不可能になっている。

ビーチや、砂丘、入り江、海岸湿地は、風雨や波浪、海面上昇といった変化にも、自然にそしてダイナミックに適応する。社会基盤がそれほど構築されていないところでは、計画的に海岸を後退させるといった、対応策が可能である。また、不動産も、設計上の有効期間が過ぎたところで、再建あるいは、移転することも可能である。しかし、かなり構築が進んでいるところでは、こういった対応策や計画的な後退移転を、有効なオプションとするわけにはいかないため、固定構造（例、堤防、土手、防水壁、バリアー）や柔軟構造（例、ビーチ育成、堤防再建、湿地造成）による保護策が必要となるだろう。これらのオプションの実施を阻害する要因としては、適当な資金の不足、限られた組織・技術能力、訓練された人員の不足などがある。ほとんどの地域では、主要なシステムの気候変動や海面上昇に対する脆弱性とか、多くの適応策の実施には長い導入準備期間がかかることなどを、現行の沿岸管理や計画の枠組みに組み入れていないのである。不適切な政策では、影響されやすい区域の開発が進むことになる。沿岸地域の人口密度が大きくなっている現状からすると、多くの適応策に長い準備期間がかかること、そして組織上・財政上・技術上の限界がある（特に多くの開発途上国において）ことにより、沿岸システムは気候変動に脆弱なものになっていると考えざるを得ない。

#### 4.5 人間の健康

世界の多くの地域では、平均寿命が伸びており、また乳幼児の死亡率も大多数の開発途上国で減ってきている。しかし、こういったプラスの動きの一方で、デング熱、マラリア、ハンタウイルス、コレラなど、疫病や伝染病の新しい型の発生や、古い型の再発生が、広い範囲で増加してきている。また、開発途上国では、都市に居住する人口の割合が、1960年の25%から2020年には50%にまで増加すると予想されており、地域によってはこの平均値をはるかに超える割合となる可能性がある。このような変化は、衛生設備や上水道設備といったサービスの利用可能性の増加が伴わない限り、有益でない。また、これらサービスの利用可能性が改善されないなら、大気汚染（例、粉塵、表層オゾン、鉛害）や、衛生の不備、これに関連して水質や飲用性の面での問題など、深刻な都市環境問題につながる可能性がある。

気候変動は、人類の健康に影響する可能性があり、それは、高温ストレスによる死亡率の上昇、熱帯起源の病原虫による疫病の増加、都市の大気汚染問題などの増大、そして（風邪など）低温関連の疾病の減少という形をとる可能性がある。健康問題全体と比較すると、これらの問題が、さほど大きいわけではない。しかし、これらをまとめると、人類の健康に対する気候変動の影響は、直接影響と間接影響を合わせ、人類全体の健康に、害をおよぼすことになる。これは、特に熱帯地域や亜熱帯地域の開発途上国においていえることである。これらの影響は、多くの生命を失う結果となる可能性が大きく、地域共同体に影響をおよぼし、医療費の増大や、欠勤による労働日数損失の増加ともなりうる。モデル化手法（仮定条件は単純化がされたもの）による予測では、地球の平均気温が IPCC の予測範囲の上位（2100 年で 3-5 ）で上昇するなら、マラリア伝染可能地帯が拡大し、影響される人口も、現在世界の人口の約 45%となっているものが、来世紀後半には約 60%に増加する。また、現在マラリアが風土病となっている地域では、伝染が広がる恐れがある。（世界全体の推定症例数 5 億件に対し、年間の症例発生数が 5 千万から 8 千万のレベルで増加する）気温の上昇や洪水の増加のため、サルモネラ菌中毒、そしてコレラ、ランブル鞭毛虫症といった、病原虫媒介でない伝染病も増えてくる。しかし、気候により誘発される健康被害がどの程度になるかは、他の要素に影響されるため、健康への影響予測を数量化することは困難である。気候により誘発される健康被害がどれほどになるかは、人の移動やクリーンな都市環境整備、栄養の改善、上水道の普及、衛生状態の改善、伝染病予防対策の推進、防虫剤に対する病原虫の耐性の変化、医療のさらなる普及といった他の要素により左右される。人類の健康は、気候変動の影響を受けやすく、特に居住空間が限られている都市部や、病原菌や他の伝染病にさらされる機会が多くなり、医療や衛生設備などの基本サービスに恵まれていない地域が影響を受けやすい。

## 5. 現行の政策や条件のなかで期待される適応策

多くの政策やシステムが、現在の気象や気象の移り変わりに適応していないというのが、本報告書における各地域の影響評価から得られる重要なメッセージである。洪水や嵐、干ばつが起きると、人間の生命や資金という形で多くのコストがかかってくることは、現在の（社会の）脆弱性を実証している。このような状況が示唆していることは、多くの部門で今日の状態に対する適応性を高めることができ、しかも将来の気候変動への適応にも役に立つという、適応オプションがあるのではない

かということである。こういったオプションは、「ウィンーウィン策」（両者勝ち策）とか、「ノーリグレット策」（後悔しない策）と呼ばれており、多種多様な利益をもたらすことができ、しかも気候変動の影響があってもなくても有益なものである可能性が大きいのである。

多くの国で、経済政策や国情（例、税制、補助金、規制）といった民間部門の意思決定や、開発戦略、資源利用パターン（ということは、環境条件）などを形作っているものにより、適応策の実施が阻害されている。たとえば、水の利用に補助金制度を設けている国は多く、これにより過度な水の使用（既存の水源に負担をかける）が奨励され、節水対策を阻んでいる。この点は、将来の適応戦略の要素となってくるであろう。他の例としては、土地に対して不適切な利用目的を規定したり、災害保険に助成を行ったりすることにより、洪水など自然災害に弱い地域でのインフラストラクチャー建設を奨励してしまう政策などがある。このような地域は、気候変動の結果、さらに災害に弱くなる可能性があるのである。それでは、資源利用に関する長期的な環境上の影響結果に適応し、対応するにはどのようなアプローチがあるかということと広範囲なアプローチが可能なのであって、これには法的・組織的な枠組みの強化、既存市場のゆがみ（例、補助金）の除去、市場制度の欠陥改善（例、環境被害や資源枯渇の要素を価格に反映できないでいることとか、生物多様性の経済評価が不適切なこと）、公共の参加と教育促進が含まれる。このような活動は、資源利用のパターンを現在の環境条件に適応させるものであると同時に、将来の潜在的な変化可能性に対しシステムを準備させるものでもある。

これから挑戦していくことは、持続可能な発展をやりやすくするような機会がどこにあるのか見分けることであり、それも既存の技術や開発政策を使って、気象の影響を受けやすい部門を、現在の気象の移り変わりに対応できるようにしていくことである。この戦略を実行するには、適切な技術や情報、適度の資金が、世界の多くの地域で利用できるようにすることが必要である。また、適応策に、予測と計画性が必要なことも、本書での地域影響評価から示されている。予想される気候変動の平均値や、多様性、極端値に対して、システム自体の対応準備を怠るなら、将来の状況に適応しないインフラストラクチャーや、技術の開発に資本を集中したり、適応コスト削減の機会を逃すことにつながりかねない。今日の気象変化に対する脆弱性の現状を分析し、また既存の対応メカニズムをさらに分析することが必要なのであり、またそれが、予想される将来の気候変動に適応する効果的なオプションを

設計する上で、貴重な学習機会となるのである。

## 6. 地球規模気候変動に対する地域別脆弱性

### 6.1 アフリカ

アフリカ大陸の特徴は、いくつかの気候帯に分かれていることである。通常、熱帯湿潤気候帯、熱帯乾燥気候帯、など湿潤気候帯と乾燥気候帯が交互になっている。アフリカ大陸の多くの国では、干ばつが繰り返し起こる傾向があり、その一部、特に南東部アフリカでの干ばつは、エルニーニョ現象に関係している。いくつかの国では、貿易取引の衰退や、不適切な政策、高い人口増加率、そして巨額投資の欠如が、非常に変化しやすい気候ともあいまって、天然資源への負担が軽い生活パターンの樹立を困難にしている。アフリカ大陸は、適当な資金へアクセスできない場合、貧困が拡大し、気候変動への適応能力が抑制されるため、予想される気候変動に対して、最も脆弱な大陸地域となってくる。

**生態系：** 今日のアフリカでは、人口の増加と土地利用システムの変化によって、熱帯雨林や草原が危機にさらされており、それは、一般に、生物多様性の欠如とか、表層土の急速な流失、貯水域や帯水層の滅失による利用可能な水資源の枯渇といった形で表面化してくる。気候変動が、このような環境の潜在変化と干渉しあって、環境の悪化に拍車がかかっている。平均気温の上昇が 1 以上のレベルで推移するならば、森林や草原で大きな変化がおきるだろう。すなわち、生物種の分布とか構成、移動パターン、そして生物群系の分布に、変化が現れて来るのである。砂漠地帯では、すでに多くの生き物が生存限界に近いところで生活しており、これ以上の気温上昇では、適応できない種もでてくる可能性がある。特に影響の深刻化が懸念されるのは、アフリカ東部・南部の乾燥地帯や準乾燥地帯、草原地帯、そして現在すでに土壌劣化や砂漠化の危機に瀕している地域である。一部の GCM が予測しているように、東部アフリカの高原地帯と赤道付近の中央アフリカの降雨量が増加するならば、その周辺域で、現在より生産性が高まるだろう。しかし、こういった好影響も、周辺域の森林や草原への人口増という負担で相殺される可能性が高い。適応策オプションには、森林伐採の抑制、草地管理の向上、保護区域の拡大、そして森林の持続可能な管理などが含まれる。

**水系と水資源：** 世界では、他のどの地域よりも、アフリカ付近に、現在水資源不足と分類されている 19 カ国の多くが存在する。そしてこの水不足の国の数は、人口の増加や土地利用の変化、河川への土砂堆積による貯水域の減少、水需要の増大などにより、気候変動と関わらず、さらに多くなる可能性が高い。GCM の一部が予測しているサハラ砂漠地域や南部アフリカでの降水量減少に、年間の気象変化の激化が加わるなら、大陸の水系上のバランスに有害な影響がでてくることになり、水に依存する社会経済活動がいくつも中断されることになる。気象変化の激化は、水資源の管理を、各国内でも、また国同士でも、難しくすることになるかもしれない。ダムや河川水位が下降は、下水や工場廃水の濃度の上昇、水質の悪化、これによる疫病発生の可能性増大となり、生活用の上水も質・量ともに落ちることになる。適応策オプションには、水の捕集、ダムからの水の流出管理、そしてより効率的な水利用といったものが含まれる。

**農業と食糧安全保障：** 産油国を除いたアフリカのほとんどの国では、農業が経済の根幹となっており、サブサハラ地域では GDP の 20-30% に寄与しているほか、アフリカからの輸出総額の 55% を農業生産品が占めている。大半のアフリカ諸国では、農耕は雨季および降雨に、実質かつ完全に依存しているのであって、この状況が、アフリカ諸国を、気候変動の影響に対し最も脆弱な地域にしている。干ばつの多発は、1980 年代や 1990 年代にアフリカの「角」地域や南部アフリカであったような、食糧調達への深刻な影響につながる可能性がある。また冬季の平均気温上昇は、冬季の寒冷さを必要とする冬小麦や果物の生産にとっては、有害な影響をおよぼす。しかし、アフリカの亜熱帯地方では、冬季の温暖化により、霜の害の発生が減少し、現在耕作が行われている高度よりも高い地域で、霜に弱い作物の育成が可能となる。淡水漁業では、魚の種別構成は変わる可能性があるが、生産性は向上するとみられる。海洋での力学的変化は、海洋魚の季節移動パターンに変化をもたらし、特に沿岸の人工漁礁における魚の定着度を減少させる可能性がある。

**沿岸地域システム：** アフリカ大陸沿岸地帯の一部は、人口の増加による負荷や、水利用での対立からすでに影響を受けており、気候変動にともなう海面上昇は、悪影響をおよぼすと見られる。アフリカ西部や中央部の沿岸国（例、セネガル、ガンビア、シェラレオーネ、ナイジェリア、カメルーン、ガボン、アンゴラ）は、海拔が低くて浸食を受けやすいさんご礁の海岸があるため、海面上昇に脅かされることになる。特にこの地域の多くの国々では、沿岸地帯の急速な大都市化のため、影響

が大きい。アフリカ西海岸は、嵐による高波に襲われることもしばしばであり、現在でも侵食や浸水、そして猛烈な嵐といった天災の危険にさらされている。アフリカ東部の沿岸地帯は、年間を通じておだやかな天候に恵まれているが、気候変動の影響を受けないわけではない。海面上昇や天候異変により、東海岸に沿って発達しているさんご礁などの緩衝効果が減り、侵食の可能性も大きくなる可能性がある。ナイル河デルタ地帯の北部では、浸水と侵食の組み合わせで、かなりの面積が失われ、農業地域や都市部の面積が減るとというのが、いくつかの研究の結果出てきている。アフリカ沿岸地帯に対する適応対策というものはあるが、ほとんどの国にとっては、自国のGDP比でかなり高い費用がかかってしまう。こういった対策に含まれるものとしては、防波堤の建設や、影響を受けやすい居住区域や他の社会経済施設の移転がある。

*居住、産業、運輸部門：* アフリカ地域の住民は、洪水（地域によっては洪水が誘因の土砂崩れ）、強風、干ばつ、津波といった、主に極端な天候異変から生じる問題に直面する可能性が高い。新しい気象条件の下で、辺境地区の土地の生産性が衰退した場合、この地域の住民は、都市部（既に人口増加により、社会基盤がパンク状態に近づいている）への移動を余儀なくされる可能性がある。気候変動はまた、現在すでに起きているバイオマスエネルギー資源の枯渇という傾向も、さらに悪化させる可能性がある。河川の流量が減少するなら、水力を使った生産が減退し、工業生産性に悪影響を与え、一部の工場は高い費用を払って移転することとなる。気象条件の変化はまた、汚染や、衛生状態、廃棄物処理、水の供給、公衆衛生といった面の管理や、都市部での適切な社会基盤構築を、より困難で、費用のかかるものにしてしまう。

*人間の健康：* アフリカでは、主に、病原虫媒介の疫病の発生件数が増加し、栄養状態悪化の危険性が高まると、予想されている。環境の温暖化は、マラリア汚染を新しい地域にまで広げるであろうし、気温や降雨パターンの変化によっても、黄熱病、デング熱、糸状虫症、トリパノゾーマ病の発生が多くなる。気候変動によって、病原虫媒介の疫病が多く発生するようになる地域では、その罹患率と死亡率の上昇にも、経済的な影響が大きく反映する。アフリカ諸国の大半が経済的貧困状態にあることを考えると、（気候変動が）この地域の住民の健康へ与える影響について、地球規模で努力を払う必要があるだろう。

**観光と野生生物：** 観光産業は、アフリカで最も急速に成長している産業の一つであり、そのベースとなっているのが、野生生物や、自然保護地域、沿岸地帯や、豊富な水を利用したレクリエーションである。予想される干ばつや、サハラ地域・アフリカ東部・南部での降水量減少は、野生生物を壊滅させ、一部の自然保護区域の魅力を半減させ、現在巨額に上っている観光投資からの収入を削減してしまう。

**結論：** アフリカ大陸は、特に気候変動の影響に弱い特性を持っている。これは、貧困の拡大や、繰り返し起こる干ばつ、不公平な土地配分、降雨に依存し過ぎる農業といった要素から生じている。伝統的な適応戦略も含めて利用可能な適応策オプションというのが、理論的には存在するが、一部の諸国にとっては、実際のところ、適宜、対応策を導入するのに必要な人的資源も、社会基盤的、そして経済的資源も、自国の経済手段をはるかに超えたものとなっている。

## 6.2 極地帯：北極と南極

極地帯の景観はかなり多様であり、また北極と南極でもその特性が大きく異なっている。北極は、北極圏の中の地域と定義づけられ、またここで南極というのは、南極大陸、南氷洋、そして亜南極諸島を含めた南極収束帯の中の地域とする。北極は、陸地に囲まれている結氷した海と行うことができ、南極は、凍った大陸を海が取り囲んでいると行うことができる。極地帯では、世界の多くの地域と比べて、予想されている温暖化が、大きなものとなっている。平均気温が氷点に近い地域では、地球温暖化によって、陸の氷も海の氷も減少していくとみられており、陸の氷の融解は、海面上昇にもつながる。しかし、氷冠の内側では、氷雪を溶かすに十分な気温の上昇とはならない可能性があり、むしろ積雪増加の傾向となる可能性がある。

**生態系：** 北極では、物理的、生態的に大きな変化があることが、予測されている。気温が氷点に近い凍結地域では、凍結が融け、相当な変化が起きることになる。北極海では、海氷がかなり減少する。温暖化が進むにつれて、永久凍土も融解し、水系の変化や、土砂崩れの増加、そして広範囲な景観の変化につながると思われる。極地帯の温暖化では、生物生産性はおそらく向上すると思われるが、陸地および海中の種の構成が異なってくる可能性がある。陸地では、主要な生物圏であるツンドラや北方生物区での動物が、極点方向に移動するようになり、熊やカリブーといった生物種には大きな影響がでてくる。しかし、北極海では、北方への移動に地理的

な限界がある。南極での変化は、かなり小さいとみられるが、種の移動がおきる可能性はある。海では、海洋の生態系が極点方向へ移動するだろう。両極地とも、氷に依存する動物には不利となる可能性がある。

**水系と水資源：** 気温の上昇で永久凍土が融け、雪や氷の融解もすすむ。流水の量や、滞水の量も増加する。北極圏の水系は、局地的な変化を起こす可能性がある。河川や湖沼の氷も融解の時期が早くなり、凍結時期は遅くなる。

**食糧と繊維の生産：** 北極圏地帯の農業は過酷な気象条件の下で、非常に限定されたものとなっている。こういった気象条件からの制約は、将来も続くと思われるが、農耕可能地帯が、多少北極方向に伸びてくる可能性はある。海の生態系の生産性は、一般的に向上するはずである。動物以外の成長率や発育率も、温暖化で向上するはずであるが、紫外線-Bの放射が強まってくるため、植物の生産性や魚類の生産性が悪い影響を受けるおそれもある。

**沿岸地域システム：** 温暖化がすすむと、北極の氷冠が薄くなり、面積も狭まってくるだろう。沿岸や河川の航行が可能になってきて、新しい水上交通路が開かれ、観光、貿易の機会も増加する。北極海が、世界の主要な貿易ルートになる可能性もある。氷の減少は、海中油田の掘削にも、有利となるだろう。北極海では、海面上昇や永久凍土の融解、そして、不凍海面の面積増加による波浪作用の増大とが組み合わさり、海岸線の侵食がすすむと予想されている。南極半島の氷床も融解がさらに進む可能性が高い。南極の他の地域では、海岸線にしても、そして多分他の大きな氷床にしても、小さな変化しか起こさないものと予想されている。

**居住、産業、運輸部門：** 北極圏でのコミュニティは、予測される物理的变化や、生態系の変化により、大きな影響を受けるとみられる。その影響は、伝統的な生活様式で暮らす住民にとり、非常に重大なものとなるだろう。船舶輸送、石油、漁業、工業、観光業そして人の移住といった面では、新しい機会がでてくる。北極海で予測されている海水の変化は、貿易に大きな戦略的影響を与えるとみられ、特にアジアとヨーロッパの間の貿易に関して、かなりの影響をおよぼす。

**結論：** 南極半島と北極は、予想される気候変動から、非常に強い影響を受けやすい。直接に影響を受ける人間の数は比較的少ないが、多くの原住民社会が、伝統的

生活様式に打撃を与えるような大きな変化に見まわれることになる。気候変動の直接の影響としては、生態系の北方移動や、海および河川の結氷の減少、永久凍土の融解といったものが含まれる。間接的な影響には、温室効果ガスのさらなる排出増加や、海流の動的な変化、氷の減少による気温上昇と降雨量増大など、気象システムにフィードバックして、地球規模の気象や海面水準に影響を与えるものが含まれている。南極大陸の奥地では、来世紀中に見込まれる気温の変化でも影響は小さいと見られており、また影響される人間の数も非常に少ないことから、気候変動に脆弱とは言えない。しかし、南極の氷層の総体的なバランスや、南極西部の氷の層(来世域でも融ける確率が低い)が将来どうなるか、不確実な要素が多い。このどちらかに変化がおきれば、海面水準や南半球の気象に影響が出るだろう。

### 6.3 西アジア乾燥地帯(中近東とアジア乾燥地帯)

本項の地域には、中近東や中央アジアで、極端に乾燥した地帯、あるいはそれに準じる乾燥地帯が含まれている。西アジアの乾燥地帯は、西はトルコから、東はカザキスタン、南はイエメン、北はカザキスタンまでのびている。この地帯の東部は、大きな山岳地帯で占められている。

生態系： 気候変動予測では、乾燥地帯や砂漠地帯の植生種に、大きな変化は起こらないと見られている。つまり、砂漠である土地の多くは、砂漠のままであると予想されているのである。草原や、牧草地、樹木地帯といった準乾燥地帯では、植生種の構成や分布が大きく変化すると見られている。降水量は多少増加すると見込まれているが、これは、気温の上昇や蒸発量の増加で相殺される可能性が高い。CO2濃度上昇の環境下では、一部の植物の水分利用効率が改善して、植物の生産性が多少向上し、生態系の構成が変化する可能性がある。草原や、牧畜業、および水資源が立地しているのは、この地帯の境界付近であり、最も気候変動の影響を受けやすいと思われる。都市計画を含めた、土地利用を適正化するなら、土壌劣化につながる土地への負荷を緩和することになる。在庫管理を改善し、農業・生態系システムの統合化を促進するような管理オプションは、土地の利用条件を改善して、気候変動の負荷を相殺する。この地帯は、数多くの重要な収獲作物種の類似野生種が自生する重要な地域であり、適切な保全対策をとるなら、将来の気象条件にも適合する生物種の遺伝子を提供できることになる。

**水系と水資源：** このアジア乾燥地帯では、水不足がすでに問題となっているが、これが気候変動で改善される見こみは小さく、むしろ悪化する可能性がある。一部の国では、収穫方法の変更や、灌漑方法の改善で、水利用効率を大きく改善できる。気候変動により、氷河の融解は増大すると予想されており、このため一部の河川は、数十年間の間、流量が増大し、その後、氷河がなくなるにつれて、流量が減少する。

**食糧と繊維の生産：** 農業生産性は、土地の劣化や、水の供給への制約から、限られたものとなり、一部の国では、食糧面での安全保障が脅かされる。この地域の食糧や繊維の生産における気候変動の影響を予測した研究は、数が少ない。気候変動のシナリオによっては、カザフスタンとパキスタンの小麦生産が落ち込むという研究結果から、この地域で悪影響が起きる可能性が示唆されている。しかし、この地域全体にわたる農業への影響に明確な結論を出すには、研究の数が少なすぎる。それでも、現在すでに起きている問題への対応として導入可能なオプションの多くが、気候変動で予想される影響を緩和するのにも、役立つと思われる。食糧や繊維の生産を、より統括的管理を受ける地域に集中して行うなら、食糧生産も安定化し、極端な天候異変によっておきる悪影響も緩和される。旧ソ連諸国は、特に農業システムや管理の面で、大幅な経済変革を経験している最中である。こういう転換期は、耕作種の変更や、より効率的な灌漑システムを導入する、好機であり、それによって、予想される気候変動の影響を相殺するような、資源保全のウィンーウィン・オプション（両者勝ちオプション）がでてくるのである。

**人間の健康：** この地域では、気候変動により、高温ストレスや、広範囲な媒虫伝染病が発生し、人間の快適生活水準を脅かす可能性が高い。利用可能な水の供給が減少すること、食糧生産も減少することは、人間の健康に、間接的影響をおよぼす。

**結論：** 世界でも有数の乾燥地帯であるこの地域は、生態系においても、食糧や繊維の生産、人間の居住や健康に関しても、水資源というものが、重要な制約条件となっている。気候変動は、水の循環系を変えるとみられるが、この地域の水不足による制約条件が、緩和される可能性はあまりない。カスピ海やアラル海の深度は、気候変動や人間の活動で、さらに大きな影響を受ける可能性があり、これら水系に関係する生態系や農業、そして周辺地域住民の健康が、影響を受ける。この地域では、資源や人間の福利に関する負荷を軽減し、気候変動による悪影響に対する脆弱性を削減するウィンーウィン策の機会があると考えられる。

#### 6.4 オーストラルアジア

オーストラルアジアには、オーストラリア、ニュージーランドと、その近辺の島々が含まれる。地域としては、熱帯から中緯度まで延びており、気候も生態系も、内陸の砂漠地帯から熱帯雨林の山岳地帯まで、多様なものとなっている。気候的には、海洋環境やエルニーニョ現象により、強い影響を受ける。

**生態系：** この地域の生態系の一部は、気候変動による土壌や植物、生態系の変化の可能性や、火災の発生、昆虫の集団発生が増加する可能性があることから、少なくとも長期的には、気候変動の影響を受けやすいようである。生物種の多くは、適応可能であろうが、場合によっては、生物種の多様性が減少する可能性も十分にある。こういった変化は、すでに農業や都市の発展で、景観が分割されたところに見られるだろう。こういった変化は、土壌劣化、雑草や害虫の発生といったすでに起きている問題に追加的に起こるのである。河川の流れや洪水の頻度、そして水系の栄養物や沈殿物の変化といった水系生態システムへの影響は、比較的乾燥した地域で最大の影響をおよぼす可能性がある。海岸および沿岸の生態系は、海面上昇や、局地的気象変化の可能性の影響を受けやすい。グレートバリアリーフなどの熱帯のさんご礁は、海面上昇の速度に追いついていけないだろうが、海温の上昇や他の制約条件により、白化現象やさんごの壊滅といった影響を受けやすい。適応を容易にする方策としては、牧草地の管理改善や、水路付近への植林や植草、研究やモニタリング、影響予測が含まれる。

**水系と水資源：** この部門の脆弱性は大きくなる可能性がある。利用可能な水資源の減少、特にオーストラリアの干ばつ地帯における水資源の減少は、農業や湿地生態系での水のニーズを含め、水資源の利用競争を激化することになるだろう。標高の低い島々での水の供給も影響を受けやすい。大雨の頻度が多くなって地下水量が回復し、ダム貯水量も増加するが、同時に、洪水や土砂崩れ、土壌浸食といった災害が増加し、洪水に弱い都市部では、財政負担が重くなってしまうことになる。積雪の減少と積雪期の短縮の可能性があり、ニュージーランドの氷河はさらに縮小するとみられる。いくつかの適応オプションが適用可能だが、それにかかる費用は高い。

**食糧と繊維生産：** 少なくともここ数十年の間は、食糧と繊維生産部門の脆弱性は小さいと見られる。この地域の農業は（気候変動に敏感であると同時に適応能力も高く）適応可能であり、一部では生産増加となる可能性も高い。しかし、長期的には、脆弱性が大きくなる傾向がでてくるかも知れない。特に、オーストラリアの温暖な地域や水資源が限られている地域では、初めのうちは、一部の作物に良い影響が出て、やがては、気候変動の全面的な影響（例えば、気象や降水量の変化）の方が、大気中のCO<sub>2</sub>濃度増加という当初の便益を、上回ってしまう。影響は、地域により、作物により大きく異なる。耕作物や牧草の成長や質に変化が生じて、特定作物の生育適地がずれてきたり、雑草や、害虫、伝染病の問題も深刻化する。降水量の変化は、特に草原での牧畜や、農業用の灌漑に大きな影響をおよぼす。世界の他の地域での食料生産が、価格に影響するほどの大きな変化見せるなら、この地域にも経済的に大きな影響となる。森林に関しては、その生育に時間がかかることから、極端な気象現象、火災、その他気象条件の急速な変化により、金銭的損失を蒙る可能性が比較的高いことになる。

**沿岸地域システム：** この地域の一部の沿岸地帯、あるいは急速な居住地域開発と社会基盤整備が進んでいる沿岸地帯では、海面上昇や気象学的な変化により、浸水や浸食が増大するなど、影響を受けやすい。トレー海峡やニュージーランドの太平洋側諸島にある原住民の海岸集落および島の共同体は、特に脆弱である。多くの適応策が考えられるが、こういった対策を、標高の低い島々で実施するのは、簡単ではない。また、気候変動や海面上昇は、現在の沿岸地帯管理計画の枠組みでは、十分対応できていないのが、通常である。

**居住部門：** 居住部門に関しては、水資源に対する影響可能性や、沿岸地域のリスクの他、大気の質、排水・廃棄物処理、鉱山、運輸、保険、観光など、多様な影響があり、中程度の脆弱性となっている。全体的に見ると、この部門が気候変動から受ける影響は、他の経済的影響と比べて小さいが、産業部門の多くにとっては、相当な費用負担が生じることを意味する。

**人の健康：** ある程度の脆弱性が見られる。原住民集落とか、経済的に弱い立場のものほど、リスクが大きくなる可能性がある。高い気温負荷による死亡率や、 Dengue 熱のような虫媒介伝染病、水や汚水を媒介する伝染病、都市の大気汚染に関する呼吸器病が、増加すると予想される。疾病全体の負荷と比較すると、小さいとは

いえ、こういった被害は、地域共同体に大きな影響をおよぼし、高いコストがかかることになる可能性がある。

**結論：** オーストラリアは比較的標高が低いことから、稀少な水資源への影響や、生育適性温度付近あるいはそれ以上で耕作されている作物への影響で、特に大きな脆弱性が見られるが、ニュージーランドは、気温も涼しく、湿度もあり、中緯度に位置するため、適性作物種が十分にあることから、ある程度の便益が生じるとみられ、農業生産が向上する可能性が高い。しかし、両国とも、特に生態系、水系、沿岸地帯、居住地域、人の健康といった面では、大きなあるいは多少の脆弱性を持つ状況が、広範囲に分布しているのである。

## 6.5 ヨーロッパ

ヨーロッパは、ユーラシア大陸の西部を占める地域で、その東側の境界線は、ウラル山脈、ウラル川、そしてカスピ海の一部で構成されている。近くに比較的暖かいメキシコ湾流が流れており、十分な大気循環もあることから、気温や降水量は、スペース的にも季節的にも多様な変動を見せている。アルプス山脈の尾根の南側は、地中海性気候となっている。

**生態系：** 自然の生態系は、ほとんどが細分化され入り乱れており、貧弱な土壤による制約を受けている。こういった状況から、ヨーロッパの生態系は、気候変動の影響に敏感となっている。地中海性気候帯や、北方草原地帯では、降水量や、その季節分布の変化に応じて、生態系が移動する可能性がある。フィンランドースカンジナビア、および北方ロシアの森林地帯北限は、ツンドラ地帯にまで拡大し、ツンドラや、泥地、永久凍土の面積が減少する。予想される気候帯の移動が、生物種の移動可能速度より速い速度で進行するならば、一部生物種の生存や、森林の型の保全を脅かす可能性がある。高地の生態系や生物種は、移動する余地がないため、特に影響を受けやすい。気温の上昇に、土壌水分の減少が伴うならば、フィンランドースカンジナビアから北方ロシアのピート地帯におけるピートの生成が、大きく損なわれることになるだろう。

**水系と水資源：** ヨーロッパの大半では、今世紀中の気温上昇が地球平均より大きくなっており、その降水量は北半分で増加し、南半分で減少している。将来の気候

予測では、エアロゾルを計算に入れない場合、高緯度で降水量の増加が見込まれる一方、他の地域では増減が混在するとみられる。将来の降水量に関する現在の不確定要素は、主にエアロゾルの影響により、増大する。

水の供給に関しては、ヨーロッパ北部や北西部で洪水の多発化がおき、南部で干ばつによる影響を受ける可能性がある。西ヨーロッパの堆積平野の多くは、既に過密な人口を抱えており、これが、有効な洪水保護対策を加える上で障害となっている。汚染は、多くの河川で、深刻な問題となっている。気候の温暖化は、それに流量の減少がともなうなら、水質の低下につながる可能性がある。たとえCO<sub>2</sub>豊穰化に伴って水利用効率が向上し、多くの作物に対する灌漑需要増加を一部補ったとしても、夏の温暖化は、水の需要を増加させることになる。

積雪や結氷で予想される変化は、ヨーロッパの河川に大きな影響を及ぼす。アルプスの氷河の質量は、その95%までが2100年に消滅してしまう可能性があり、これによる水系の変化は、例えば、夏季の水供給量や、水上交通、そして水力発電に影響してくる。また、地域によっては、冬季の観光業にも悪影響が出る。

水系の管理は、各国の国内規制や、政府間の国際法規制協力体制により、部分的な規制が行われている。水の供給量や需要量が増えるなら、既存の法体制や協力体制の再検討を余儀なくされるだろう。

**食糧と繊維の生産：** 気候の温暖化は、霜害の危険を減少させ、冬小麦などの冬季作物栽培地域を、スカンジナビア半島南部やロシア西部にまで拡大させる。降水量や灌漑による制約がないと仮定し、また大気中のCO<sub>2</sub>濃度の増加で、水の利用効率が向上すると仮定するなら、冬季作物の収穫率も、特に中央ヨーロッパと南部で、上昇することが見込まれる。春季の気温の上昇は、多くの夏季作物の栽培可能地域を拡大させる。中央ヨーロッパや東ヨーロッパでは、夏季の収穫率が向上する可能性があるが、西ヨーロッパでは悪化する可能性がある。南ヨーロッパでの降水量の減少は、収穫量の落ち込みや、灌漑用の水確保に対する、国内および国際の水利用者間競争をさらに劇化させることになるだろう。気候変動が農業部門に与える経済的インパクトを考えるには、予想される収穫率の変化や、農業従事者の適応能力、農業政策、世界市場の動向が、重要な要素となる。

**沿岸地域システム：** 沿岸地帯は、生態学的にも、経済的にも重要な地域である。沿岸地帯では、人間の居住や経済活動により、気象変化や気候変動および海面上昇に対する抵抗力や適応能力が削減されている。一部の沿岸地帯は、既に平均海面水準以下になっており、他の多くの沿岸地域でも、嵐による高波の影響を受けやすくなっている。特にリスクの大きい地域としては、オランダ、ドイツ、ウクライナ、ロシアの沿岸地帯があげられる。地中海沿岸のデルタ地帯、バルチック海沿岸の一部でもこのリスクがある。嵐による高波、降水量の変化、風速や風向の変化は、沿岸地帯の開発計画者にとり新たな懸念材料を提供する。主な経済的、社会的影響は、比較的低額の投資で抑制することが可能であるが、高波に弱い都市部の低地とか、防波策がかえって害になるような沿岸湿地帯などの生態系システムの多くでは、低額投資というわけにはいかない。

**居住部門：** 冷房・冷却用の水の供給と需要が変化するとみられる。夏季の(冷房用)エネルギー需要が増加し、冬季の(暖房用)エネルギー需要は減少する可能性があり、またエネルギー需要のピークも変わってくる。寒冷気候に対応するよう企画設計されたインフラストラクチャーや、建築物、都市は、温暖化、特に熱波に対応できるように調整しなければ、現在ある機能を継続して提供できない。降水量の増加や、集中化がおきる地域では、土砂崩れや河川の氾濫といったリスクも出てくる。

**人間の健康：** 地球温暖化により、高温による死亡者数が増加し、都市での大気汚染の進行がそれに拍車をかける可能性がある。寒冷気候に由来する死亡者数が減少する一方で、虫媒介の伝染病が増加する。健康維持対策の実施で、こういった影響を、かなり緩和することが可能である。

**結論：** ヨーロッパでは、多くの地域で管理システムの適応能力が比較的発達しているが、それでも気候変動の影響が顕著となると予想されている。その主な影響は、天災の頻度の変化や、降水量の変化といった目に見える形となる可能性が大きく、一部の地域では、干ばつ現象の増加、他の地域では、河川の氾濫を引き起こすことになる。影響を受けやすいのは、農業部門など、水に依存する人間の活動である。北部の森林地帯や永久凍土も、大きな変化に遭遇することになると予想されている。気候変動で予測される変化の率と、生物の移動限界を考えると、生態系が最も大きな脆弱性をもっている。

## 6.6 中南米

中南米地域には、メキシコから、チリとアルゼンチンまでのアメリカ大陸の国々、および隣接する海洋が含まれる。この地域は、気象学的にも、また生態系や人口分布、文化伝統の意味でも、かなり多様なものが混在した地域となっている。いくつかの中南米諸国、特に、中米の地峡部や、エクアドル、ブラジル、ペルー、ボリビア、チリ、アルゼンチンは、気象の季節変化や、年毎の変化により、社会経済上かなりの悪影響を受け、特にエルニーニョ現象の影響を受けやすい。この地域の生産活動は、その大半が豊かな自然生態系に基づいたものとなっており、最近の気象変化が自然資源におよぼしている影響から考えると、予想されている気候変動が起きた場合の影響は十分大きなものとなり、各国や地域内の開発計画イニシアティブで取り扱うべき規模となると思われる。現在、生態系の変化に大きな影響を与えているのは、土地利用の変化であり、これが、気象システムと複雑にからみあっている。こういった要素から、気候変動の脆弱性における共通のパターンを見つけることが、かなり困難となっている。

**生態系：** 広大な森林地帯や草原地帯は、予想される気候変動の結果影響を受けると見られており、特に山岳地帯の生態系や、植生の境界線で大きな影響がでてくる。また、気候変動は、アマゾンの熱帯雨林で継続して行われている森林伐採の悪影響を増幅する可能性がある。このような気候変動の影響は、生物多様性の喪失や、雨量の減少、アマゾン流域やその周辺域での流量の減少につながり、地球規模の炭素循環にも影響をおよぼす可能性がある。（蒸発散量の減少で降水量の循環が緩慢となる）

**水系と水資源：** 気候変動は、水系の循環にも、大きな影響をおよぼす可能性があり、降水量、地表水流、地下水量の集中などの時間的、空間的な分布が変化して、多様な生態系や人間の活動にさまざま影響を与える。乾燥地帯や準乾燥地帯は、利用可能な水の量の変化に特に脆弱である。水力発電や、穀物と家畜の生産も、水の供給量の影響を受けやすく、特にコスタリカ、パナマ、アンデス山麓、そしてそれに連なる、チリやアルゼンチン西部の南緯 25° から 37° の間で、影響が見られるだろう。水資源への影響だけでも、利用者間や、地域間、各国間の対立につながる可能性がある。

**食糧と繊維生産：** CO2 濃度の上昇で、作物の成長に良い影響が出るとか、農場レベルである程度の適応がされたとしても、メキシコや中米地峡部、ブラジル、チリ、アルゼンチン、ウルグアイといった国々では、幾つかの主要作物の生産が減少することが予想されている。さらに、温帯の草原地帯で、利用可能な水の量が極端に減った場合には、牧畜生産も減少するとみられる。極端な天候異変（例、洪水、干ばつ、霜害、嵐）は、牧草地帯や農業生産（例、中央アメリカのバナナ生産）に悪影響をおよぼす可能性がある。牧草地帯の生産性や面積が減り、伝統的な作物の生産性や作付可能面積が減少した場合、大半のアンデス地域にあるような古い伝統的な生活様式で暮らしている人々の生活が脅かされることになる。

**沿岸地域システム：** 中米地峡部、ベネズエラ、アルゼンチン、ウルグアイといった諸国では、海面上昇のため、沿岸の低地や河口付近などで、土地面積の縮小や、生物多様性の減少（さんご礁、マングローブ生態系、河口湿地帯、海の哺乳類と海鳥類など）、沿岸社会基盤の損害、海水の浸水などがおきる可能性がある。海面上昇により、平地の河川から海洋への流れがせき止められるなら、流域での洪水の危険性が増してくる。（例、アルゼンチンのパンパス平野）

**居住部門：** 気候変動は、中南米の住民にとり、その福利、健康、安全に、多くの直接的、間接的影響をもたらす。海面上昇や、天候の悪化、極端な気象現象（例、洪水、鉄砲水、嵐、土砂崩れ、寒波、熱波など）の危険から生じる直接的な影響のほか、水や食糧の供給、運輸、エネルギー流通、衛生サービスといった他の部門への影響による間接的な影響が、予想される気候変動によって増幅されてしまう可能性がある。大都市周辺のスラム街の住民、特に、洪水危険地帯や不安定な斜面に居住する住民は、気候変動の影響に大きな脆弱性をもつグループである。

**人間の健康：** 中南米の人口の一部で既に発生している、深刻な慢性の栄養不足や疾病といった問題は、予想される気候変動によってさらに悪化する可能性がある。気温の上昇や降水量の増大は、虫媒介伝染病（マラリア、デング熱、チャガス病など）や疫病（コレラなど）の地理的分布を、南方および高地に拡大させる可能性がある。地表温度の上昇で、汚染の進行や、地表オゾンの濃度の増加が起きてくるなら、特に都市部の人間の健康や福利に、悪影響をおよぼす可能性がある。

**結論：** 気象の多様化や、気候変動、土地利用の変化による環境劣化（例、水の利用可能性の変化、耕作用地の減少、沿岸地帯・河岸地域・平野の冠水）の進行により、この地域では、社会経済問題や健康問題が悪化する可能性があり、農村や沿岸地域の住民の移動が促進されて、各国内部や国際間の対立が深まることになる。

## 6.7 北米

北米地域は、カナダと北極圏以南の米国とで構成される。この地域の気候変動の影響や気候変動に対する脆弱性は、部門により、また地域内区分により、大きく異なっている。そのような地域としての「成り立ち」は、地域の気候変動の影響可能性を理解する上でも、また有効な対応戦略を練り、実施する上でも重要な要素である。

**生態系：** この地域の生態系の多くは、気候変動に対して中程度から高度な脆弱性をもっている。気候変動から受ける影響には、便益のある変化もあれば、有害な変化もあるとみられる。可能性のある影響としては： 森林などの植生種の北方移動があり、これによって生息地が変化することは、生物多様性に影響を与え、また、これら生物種が提供してきた商業ベースや非商業ベースの物品とサービスが減少することとなる； 一部の地域の森林密度や森林面積の減少と、他の地域での増大； 森林火災の頻度の増加と、その規模の拡大化； 乾燥地帯の生物種が大盆地地帯に進出； 大草原地帯に点在し、現在、北米の水鳥種の50%が生息する湿地の乾燥化； 寒水、冷水、温水の魚類の生息分布が変化、などがある。今現在集中的な管理がされていない生態系に管理手法を導入して損害可能性を縮小するには、能力が不足しているとみられる。

**水系と水資源：** この地域の水質と水の量は、気候変動の影響を特に受けやすい。この分野で可能性がある影響としては、冬季と春季の流量の増大や、夏季の土壤水分および流量の減少がある。大平原や草原地帯は特に影響を受けやすい。豪雨や大洪水の頻度が増加することも予想されているが、北米の一部の地域では、これと同時に、降雨と降雨の間の乾期が長くなり、干ばつの頻度が増加し、その規模も大きくなる。水質の面でも害があり、河川の最低流量が減少した所の水質が悪化してくる。適応の機会は、かなり存在するが、そのコストの高さや、阻害可能性によって制約を受ける。

**食糧と繊維の生産：**、北米の食糧と繊維の生産性が、気候変動に対して示す脆弱性は中程度から高度である。しかし、大部分の研究では、気象の変化や、水の利用可能性、害虫や害獣そして病気や火災からくるストレスと、既存のストレス要因との関係がどう変化するかを、全て検討してはいないのである。気候温暖化のシナリオ（北米で4-5 上昇）では、東部や南東部、コーンベルト地帯ではマイナスの影響となり、北部平原や西部では、プラスの影響となると推測している。温暖化が、より緩やかであれば、一部の温暖作物にかなり良い影響が起きると推測されている。商業的な森林生産の脆弱性は不確かだが、技術や管理オプションを革新すれば、あまり集中管理されていない森林システムよりも脆弱性が小さくなるとみられる。北米の食糧と繊維生産での脆弱性は、大陸全体では小さいが、地方により害を受けたり、便益を受けたりと、多様である可能性が高い。適応能力は、情報面でのギャップや、構造障壁、経済・社会・環境のコストの高さ、そして気候変動の程度によって、制約を受ける。

**沿岸地域システム：**北米の沿岸地域の多くでは、過去数千年の間、陸地に対する海水面水準が上昇してきており、下降してきているのは数カ所に過ぎない。21世紀では、気候変動の影響だけで、海水面が50cm上昇して、陸地面積の8500から19000平方<sup>km</sup>を水没させ、100年洪水平野の面積を23000平方<sup>km</sup>以上拡大し、北米の沿岸湿地の50%を失わせる可能性がある。気候変動で予測されている海面変化だけでも、北米の東海岸やメキシコ湾一帯では、いろいろな原因でおこる海水面の変化全体を、過小にみせるほどである。押し寄せる海岸線と人間の居住地域を保護するための堤防や海防壁との間に挟まれて、多くの湿地や海浜地帯が面積を減らす可能性がある。一部の地方自治体では、土地利用に制限を加えて、海面上昇が上昇しても、沿岸地帯の生態系を、陸地の奥へと移動できるようにしている。いくつかの地方では、塩水の浸入によって水の供給が脅かされる可能性がある。

**居住部門：**予測されている気候変化によって、北米の陸上交通や海上交通の運営費用と維持費用に、マイナスまたはプラスの影響が出る可能性がある。そのような気候変化が起きた場合には、他にも、自然災害（例えば、自然発火、土砂崩れ、異常気象現象）の危険性が高まることによる、不動産、人間の健康と生命へのリスク増大や、冷房需要の増加や暖房需要の低下が起きるが、その実際の影響は、地理的な地域により異なる。

人の健康： 気候システムは、人の健康に、広範囲でしかもマイナスの影響をおよぼす可能性があり、直接的に影響するものとしては、高温ストレスや、異常気象、気象現象があり、間接的なものとしては、病原虫や伝染病、環境上、職業上曝露される有害物質、食糧生産が考えられる。高緯度地帯では、生物の季節移動パターンの移行と、地元の食糧源の豊潤による食事内容の変化で、人の健康に何らかの影響があると予想される。

結論： 気候変動の影響は、個々に捉えるなら、各地域や部門が対応できる能力の限界の中かもしれないが、同時に起きることが予想されていることから、人口や、技術、経済、その他の環境上、社会上の変化とあいまって、複雑な影響評価や適切な対応策の選択をさらに複雑にしている。北米では、各地域や部門で特徴が分かれていることから、気候変動の影響も、対応オプションも一様ではない。

北米では、多くの地域および部門システムが、気候変動に対して、中程度から高度の脆弱性を示しており、かなりの被害をもたらす影響もあると推測されている。この地域には、影響被害の緩和や回避を目的とするシステム管理策を取り入れる技術能力があるが、参加コスト、公共の自然システム保護に対する民間部門へのインセンティブの欠乏、気候の将来的変化についての情報の不完全さ、そして構造上の阻害要因により、適応能力自体は、低下してきている可能性がある。最も脆弱とされる部門および地域に含まれるのは、東部および西部内陸の自然林の生態系、南部平原地帯の水資源、南東部および南部平原地帯の農業部門、都市部大気汚染が進んでいる地方での人の健康、北部生態系と生息地、開発された地域での海浜、低緯度における冷水および寒水種の魚類、である。他の部門や地方では、温暖化や、CO2 豊穡化の影響可能性による機会創出の便益を受ける可能性があり、これには、西海岸の針葉樹林、西部草原地帯の一部、北部地域における暖房用エネルギーコストの削減、融雪や雪かき費用の軽減、北部の海峡や湾における不凍期間延長、そして、北部地域、西部内陸、西海岸での農業部門が含まれる。

## 6.8 小島嶼諸国

小島嶼諸国に含まれる島々のうち、地中海にあるマルタ島とキプロス以外は、全て熱帯地方に位置している。小島嶼諸国の3分の1は、単一の大きな島で構成され

ており、他は幾つかの、あるいは多くの島々の集まりと成っている。海拔の低い島嶼諸国や、環礁は、気候変動とそれに伴う海面上昇に対して特に脆弱であり、これは陸地部分の大半が、海拔3 - 4 m以下である場合が多いからである。(例、バハマ、キリバチ、モルディブ、マーシャル諸島) 海拔の高い島々でも、その多くは気候変動の影響を受けやすく、特に、主要な居住地域であり、例外なく経済基盤が集中している沿岸地帯が脆弱となっている。

**生態系：** 予想される気温の上昇で、広範囲に悪い影響がでるとは予測されていないが、さんご礁など一部の重要な生態系は、温度変化に非常に敏感である。一部には、予測される海面上昇速度に対応可能なさんご礁もあるが、熱帯地域の大半では(例、カリブ海、太平洋)、特定の珊瑚種が許容温度の限界近くで生息している。海温の上昇(季節最大値以上の上昇)は、白化現象などによる大きな被害を珊瑚に与え、同時に珊瑚種の生殖機能を損ない、死滅の可能性を大きくしかねない。マングローブの気候変動に対する適応性は、生物種により、また局地的な条件(例、堆積層の厚み、潮汐差の大きい環境であるかないか、塩分バランス保持に適した量の淡水のあるなし)により、異なると見られる。沿岸地帯の土地流失やインフラストラクチャーの存在も、マングローブの適応能力や、内陸移動能力を損なうと思われる。島によっては、生態系にすでに他の人為的影響(例、汚染)による被害が出ている場合もあり、こういった影響は気候変動に匹敵する大きな脅威を及ぼす可能性がある。気候変動というのは、こういったストレスに追加的におきるものであり、これら熱帯の生態系のもつ長期的な活力をさらに損なうことになる。

**水系と水資源：** 淡水の不足は、多くの小島嶼諸国にとって、深刻な問題であり、これらの国々の多くが、水資源として雨水に大きく依存している。降雨パターンの変化は、このような国々にとり重大な問題を引き起こす可能性がある。

**沿岸地域システム：** 予測される海面上昇の結果、多くの小島嶼諸国で、高度の浸食と海岸付近の土地の流失が、予想されている。マーシャル群島のマジユロ環礁やキリバチ(タラワ島とクリスマス諸島)の場合、1 mの海面上昇で、それぞれの面積の80%と12.5%が影響を受ける可能性が高いと見られている。一般的には、土砂の堆積が減るために、海浜堆積には悪い影響が出ると見られる。しかし、高度のある島々では、河川からの堆積物の増加が、さんご礁での砂の流失を補うことになる。高度の低い小島嶼諸国や環礁は、海面上昇の直接的影響で、高潮や浸水、塩化

現象（土壌や淡水レンズの）の増加をみると予測されている。

*居住部門：* 小島嶼諸国の多くは、インフラストラクチャーや主要な居住区域が、海面水準またはそれに近い高度にあり、海岸にも近接（1 - 2 km以内が多い、例えば、キリバチ、ツバル、モルディブ、バハマなど）していることから、危険にさらされる可能性が高い。さらに、脆弱性の評価では、一部の小島嶼諸国において、海浜やインフラを防護する費用に大きな財政負担がかかる可能性が指摘されている。

*人の健康：* 気候変動は、高温関連の病気、コレラ、デング熱、生物毒による中毒といった健康問題を悪化させると予測されており、多くの小島嶼諸国で、既に限界を超えている健康関連システムに、さらなる負担を強いることとなる。

*観光：* 観光産業は、カリブ海や太平洋、インド洋の島嶼諸国の多くにとり、重要な経済分野である。1995年時点で、国民総生産（GNP）に占める観光産業の割合は、アンティグア、バハマ、モルディブで、69%、53%、そして50%となっている。また、観光産業は、多くの小島嶼諸国にとり、かなりの外貨獲得をもたらす産業であり、しかもこういった諸国の多くは、食糧、燃料、そして他の必要物資やサービスを、輸入に大きく依存している。観光産業で獲得した外貨は、一部の国では全歳入の50%以上（1995年時点で）に上っている。気候変動と海面上昇は、観光産業に直接、間接の影響を与える。たとえば、ビーチの浸食や浸水、淡水層の塩化、沿岸地帯生態系の負担増大、台風や大型台風によるインフラの損壊、その他全般的な娯楽関連の損失をうけ、発展の可能性が阻害されることとなり、多くの小島嶼諸国にとり重要な観光産業の、長期的な持続性が脅かされることになる。

*結論：* これら小島嶼諸国の気候変動に対する脆弱性を評価するには、全面的に統合されたアプローチ手法が必要である。各島の経済的、社会文化的特性が、異なる生物物理的要因（例、面積、高度、他地域との隔絶性）とどう関係してくるかにより、その島の脆弱性が、最終的に決まるのである。さらに、一部の国では、気候に関係しない天災（例、地震、火山の噴火、津波）に周期的にさらされるリスクがあり、これらの島国では、こういった危険から切り離して、実際の全体的脆弱性を評価することはできない。同様に、これら小島嶼諸国の脆弱性評価では、市場化されていない物品やサービス（例、生活上の無形資産、共同体の構造、伝統的な技術や知識）

の中に、気候変動による影響リスクのあるものが出てくる可能性も考慮しなければならない。このような資産は、一部の島国社会にとり、市場化された物品やサービスに等しい重要性を持つのである。

気候変動予測は不確実なことから、適応策導入に消極的になる可能性がある。特に、一部のオプションは、高い費用がかかったり、社会通念や行動基準の変革が必要だったりすることから、あまり導入されない可能性がある。(オプション選択の)指針としては、資源の持続可能な利用を求めたり、気候変動などの条件変化に効果的に対応する政策や開発計画が、小島嶼諸国にとり有益なものである可能性が高い。たとえ気候変動が起こらなかったとしてもこれらオプションは有用とみられる。

小島嶼諸国は、地球規模の気候変動と、地球規模海面上昇に対し、非常に脆弱性が大きい。理論的には、一定範囲の適応戦略が、適用可能である。しかし、高度の低い小島嶼諸国や環礁地帯の一部では、沿岸地帯からの後退というオプションは存在しえない。極端な場合では、国境の外への移動や、定住を考慮する必要があるかも知れない。

## 6.9 アジア温帯地方

温帯アジアに含まれるのは、北緯 18° から北極圏までのアジアの国々で、日本列島、朝鮮半島、モンゴル、中国の大半、そしてロシアのシベリア地方が含まれる。東西 8000km、南北 5000km に広がる地域である。地域内地域として明確に区別されるのは、乾燥地帯、準乾燥地帯、モンスーン地帯、そしてシベリア地方である。

生態系： 温帯アジアにおける温帯林の分布地域は、ほとんどが伐採され、集約農業に利用されているが、地球規模の気候変動は、残された温帯林に構造的な変革を起こすに十分な大きさをもつと考えられている。しかし、これらの変革の性質と規模は、これに伴って変化する水の利用可能性や水利用効率により、異なってくる。温帯草原地帯での気温や降水量の変化は、生物の成長時期を変更し、草原、森林、灌木地帯の間の境界線が移動することになる可能性がある。一部のモデル研究では、CO<sub>2</sub> が 2 倍になると、この地域の気候帯のうち、北方森林地帯(主に、ロシア国内)の面積が大幅に縮小(最大 50%)され、生産性が大きく損なわれる一方で、草原地

域や灌木地帯がかなり拡大することになる。ツンドラ地帯の面積も最大 50%減少し、厚いPEAT層からメタンが放出されて、CO<sub>2</sub> の排出も増大( 25%を越えない程度)する。

**水系と水資源：** CO<sub>2</sub> が 2 倍で平衡するというシナリオ・シミュレーションでは、そのほとんどで、2, 3 の河川流域を除き、全般的な水の供給量不足がおきるという結果が出ている。暖冬は、春季と夏季の水需要を増大させ、水の需給バランスに影響する可能性がある。CO<sub>2</sub> 濃度が 2 倍で平衡という気候システム条件では、山岳氷河の量が、2050 年までに最大 25%減少する可能性がある。当面、中央アジアの氷河から流れ出る水量は、2050 年までに 3 倍まで増加すると予想されているが、2100 年までには、融氷による水量が現在の 3 分の 2 まで落ち込む。モデル研究の結果では、中国北部の水量が、気候変動の影響を大きく受けやすく、この主な理由は、春から秋にかけての降水量の変化、特に、洪水シーズンの変化によるものである。日本の場合には、より効率的な水の管理を行うことが、水の需給バランス上、最善のアプローチとなる可能性が高い。温帯アジアの他の地域では、水資源の開発が依然として重要な課題であり、適応問題の焦点は、新規の水資源用インフラの設計と、気候変動による不確実性を取り入れるため、どのような調整を行うかということである。不確実性の中でもっとも重要なものは、地球規模の変動が、アジアのモンスーンやエルニーニョ現象のような河川の流量に大きな影響を及ぼす気象現象に対して与える影響に、信頼ある予測がされていないことである。国際的河川流域の水資源に対して、多様な負担要因がどう影響するかについての研究が、将来必要となるであろう。

**食糧と繊維生産：** GCM の気候変動予測の異なるシナリオを適用するならば、作物の収穫率に関する予想変化は、大きく異なってくる。たとえば、中国におけるいくつかの作物の収穫率変化に関する予想では、2050 年までで、シナリオや地域により：米で-78%から+15%、小麦で-21%から+55%、とうもろこしで-19%から+5%の範囲の変化となる。CO<sub>2</sub> が作物の成長に与えるプラスの影響を考えるならば、生産性が向上するだろうが、その規模は、不確かなままである。作物耕作ゾーンの北方移動で、シベリア北方の農業生産性が向上すると予想されるが、シベリア南西部では、より乾燥化が進むため、穀物生産が(約 25%ほど)減少する。温帯アジアにおいては、農漁業生産における水系の重要性が大きい。温水種の養殖が増えてくるとみられる。しかし温暖化により、(水中の)酸素不足がおきる可能性や、魚類の病気、そして

不用な生物種の侵入に注意を払うことが必要であり、また現在の生殖パターンや移動ルート、そして生態系同士の関係などの変化といった負の影響可能性にも注意する必要がある。

**沿岸地域システム：** 海面の上昇は、現在すでにおきている深刻な問題である、デルタ地帯での地学的、人為的な土砂堆積を、さらに悪化させるとみられる。海水の浸入も、より大きな問題となってくるだろう。海面が1 m上昇するなら、特定の沿岸地帯、例えば、日本では、工業生産の50%が行われている沿岸地帯（例、東京、大阪、名古屋）にとって脅威となる可能性がある。付け加えるなら、日本に残存している砂浜の90%が、消滅する危険かもしれない。

**人の健康：** 過渡期 GCM (GFDL X2, UNMO X6) が予測する気候変動条件の下では、熱波の発生頻度とその程度が悪化して、高温に起因する死亡率や疾病率（主に、心肺機能関連）が、2050年までに倍増するとされる。伝染病の媒体（例、マラリアを媒介する蚊や、住血吸虫を媒介するカタツムリ）の地理的分布が、気候変動に関連して実質的に拡大し、媒体や寄生虫の動的なライフサイクルに変化がおきるなど、総合すると、多くの虫媒伝染病の伝染可能性が増大する。気候変動が、水資源の分布や気温、微生物の増殖に影響するなら、媒体生物のない伝染病 コレラやサルモネラ菌中毒など食品や水による経口伝染病 も増える可能性がある。検疫を強化して、他の環境モニタリング体制と統合し、早期警戒体制を作り上げ、早い時期に環境に優しい保健行政を展開して、集団感染の発生や伝染の危険性を減らすための予防社会政策を作り上げることである。

**結論：** 地球規模気候変動による温帯アジアでの影響としては、主に北方森林地帯の大幅な移動、大部分の山岳氷河の消滅、水の供給不足が、見こまれる。これらの予測に関する最も重要な不確実性は、水の循環について、地球規模気候変動シナリオでも信頼できる予測がされていないことである。水の循環モデルの中で大きな不確実性をもつものは、アジアのモンスーンやエルニーニョ現象に対する気候変動の影響である。農耕作物の収穫率予想では、水の循環に起因する不確実性だけでなく、CO<sub>2</sub> や生産技術の変化によるプラスの影響可能性があることが、不確定要素となっている。海面上昇は沿岸地帯の砂浜を危険にさらすが、デルタ地帯では、人為的に発生する問題として残るのである。必要なのは、複数の負担要因を考慮に入れて、統合的な影響評価の研究を行うことである。

## 6.10 アジア熱帯地方

熱帯アジアは、地理物理学的に多様であって、自然は豊富な生態系をもち、耕作物も生物的に多様である。この地域の現在の総人口は16億人であり、2025年には24億人に増加すると予測されている。1995年現在、世界の25大都市のうち6市がこの地域にあるが、人口の大半は村落をベースにしている。熱帯アジアの気候は、2回のモンスーンシーズンと、3カ所の台風の巣（ベンガル湾、北太平洋、南シナ海）から発生する熱帯低気圧のシーズンという、季節的な気象パターンで特徴づけられる。気候変動は、既におきている、天然資源の持続可能でない開発や、汚染の増加、土地の劣化などの環境問題を引き起こしている急速な都市化や工業化、そして経済発展という環境負担に、さらに追加的な負担をかけるものである。

**生態系：** 熱帯アジア山岳地帯や高原地帯の生態系は、気候変動によって、さらに高い高度へと、大規模に移動することが予想される。高度の高い場所では、雑草種が樹木種より優勢となると予想されるが、植生が変化する速度は、気候変動の進行度よりも遅い可能性があり、また、ヒマラヤ山脈の侵食進行により制約される可能性がある。（熱帯）雨林や、より乾燥したモンスーン地帯の森林の分布や健康度がどう変化するかというのは、複雑な問題がある。たとえば、タイでは、熱帯林の面積が、全森林面積の45%から80%に増加するが、スリランカでは、乾燥林が大きく拡大し、雨林は減少する可能性がある。予測される蒸発拡散や降水量の多様な変化は、淡水湿地の活力に負の影響を与え、その縮小や乾燥化を招く。海面上昇や海水面温度の上昇は、沿岸地帯の生態系に、最も大きな気候変動関連の問題となるだろう。さんご礁は海面上昇の速度についていける可能性があるが、水温の上昇で白化現象被害を受ける。マングローブや潮間帯湿地の陸側移動は、人間社会のインフラストラクチャーや活動によって、制約を受ける。

**水系と水資源：** ヒマラヤ山脈は、アジア大陸のモンスーン地帯に水を供給するという重要な役割をおっている。気温の上昇や降水量の季節変化の拡大は、氷河の後退を促進し、氷結湖の決壊による洪水の危険を増大させる。融雪河川の平均流量の減少に、最大流量の増大や土砂堆積の増加が加わり、水力発電や、都市部の水の供給、そして農業に多大な影響をあたえる。融雪河川からの水の利用可能性は、短期的に増大するが、長期的には減少してくる。集雨河川の流量は、将来的に変化する

可能性がある。融雪水の減少は、これら河川の乾期流量の問題を現在よりも大きくすることになる。人口の増加、および農業部門、産業部門、水力発電部門での水の需要増は、水資源の問題をさらに悪化させる。もっとも急激に悪化するのは、乾燥化する河川の流域や、季節流量が落ちる地域の水資源問題であろう。島々や沿岸デルタ地帯の水系上の変化は、海面上昇の影響による変化を除くと、大陸側の熱帯アジアと比較して小さいと予想される。

**食糧と繊維生産：** 気温や湿度、そしてCO<sub>2</sub>濃度で予測される範囲の変化が、この地域におきた場合、主要な穀物種や樹木性収穫物が、どれだけ大きな感度を示すかは、多くの研究で実証されている。たとえば、米・小麦・黍の収穫率への影響からみると、CO<sub>2</sub>豊穰化による生産性増大の方が、気温や湿度の変化による収穫率減少を上回るとみられる。気候変動の影響により、作物の収穫率や、生産、保存、そして流通にかなりの変化がおきる可能性があるが、地域全体で、実際の変化の影響がどうなるかは、不確実である。これはいろいろな理由があり、たとえば、成長期や作物管理などが地域により違うこと、耕作物に関するモデル研究のシミュレーションに、病害や害虫、微生物の影響可能性が含まれていないこと、そして、洪水や干ばつ、台風などの稀発の環境被害に対する農業分野の脆弱性などである。低所得の村落人口で、伝統的な農業文化システムに依存し、土地も不毛であるところは、特に脆弱である。

**沿岸地域システム：** 沿岸地帯は、気候変動の影響に特に脆弱である。海面上昇は、最も明確な気候変動関連の影響である。人口密度が高く、しかも土地を集約的に利用している海岸付近の低地平野や、島々、デルタ地帯で特に受けやすい影響としては、海岸の浸食、土地の流失、氾濫や高潮、海水と淡水の境界面上流への遡上、そして淡水湖への海水の浸入がある。リスクが特に高いのは、バングラダッシュ、ミャンマー、ベトナム、そしてタイのデルタ地帯、インドネシア、フィリピン、マレーシアの低地である。主要な都市や港湾、観光リゾート、娯楽フィッシングまたは商業漁業、沿岸地帯農業やインフラ整備に、社会経済的な影響が見られるだろう。国際的な研究では、海面上昇を1mと仮定した場合、この地域の沿岸地帯では数百万人の住民が移住することになると予測されている。海面上昇の影響緩和策のコストは、この地域では巨額にのぼる可能性がある。

**人の健康：** 一部の虫媒伝染病は、地球温暖化が進むと、発生件数と規模を増大さ

せてくると予想されている。マラリア、住血吸虫病、デング熱といった熱帯アジアで高い死亡率と罹患率を起こしている病気は、気候に対して敏感であり、気候変動の結果、現在の感染領域の境界線に近い地域へ新しく広がっていく可能性が高い。新感染領域の住民の間では、当初高い死亡率を示すとみられる。現在、伝染病に脆弱な地域における、気候の伝染病への影響に注目した研究によると、GCM シナリオの範囲内で気候変動がおきると、マラリアで 12-27%、デング熱で 31-47%、感染可能性が増加し、住血吸虫では 11-17%、感染の可能性が低下すると、予想されている。水を媒介した、あるいは水に関係した伝染病は、現在でもこの地域での疫病発生のおおむねに関わっており、これに人口の増加予想、都市化、水質の悪化といった傾向が加わり、さらに高温多湿の状況が、加わると状況はさらに悪化するとみられる。

**結論：** 水の利用可能性や、耕作物収穫率が変化し、沿岸地帯への浸水がみられるなど、本文書で評価された気候変動による直接影響の可能性は、食糧安保や人の健康面など間接的な面でも、影響を与える。異なる気象環境において適応戦略が適切かどうかは、多様な地域内地域によっても、また各地の土地利用状況などによっても、大きく異なってくる。適応オプションとしては、温度耐性と害虫抵抗力をもつ新規の耕作物種とか、収穫率の落ち込みを小さくする新しい耕作技術、灌漑効率の改善、また気候変動を含め現在のそして長期的な問題を考慮した河川流域および沿岸地帯の統合管理方式といったものがある。

## 7. 必要な研究

この特別報告書の中で明らかとなったことは、困難な課題への対応という政策担当者に課せられている課題をサポートするには、研究面で不足や欠陥があるということであり、このため、下記の分野の研究を優先して推進しなければならないと示唆されている。：

- 気象面と社会経済面両方での、より優れたベースラインデータ
- 特に降水量、天災、硫黄エアロゾルの影響、地域規模の変化に関するシナリオの改善
- 種の競争や移動、土壌や栄養、順応、作物の実・根・茎・葉の区別化などの要素を考慮した、CO<sub>2</sub> 濃度上昇の生態的、生理的影響の理解促進
- 地球規模の変化そして、その変化が時間により多様化する特徴を考慮した、気

- 候システムや生物圏システム、そして他の社会経済的要素の動的なモデル研究
- 特に、これまでのところ十分な研究および評価を行うだけの資源をもっていない開発途上国や小島嶼諸国で主に成り立っている地域に対し、リスクの評価を可能にするため、一定範囲のシナリオや仮定条件に対して影響評価を行う
  - 新規テクノロジーの開発と、既存のテクノロジーの新しい条件設定への適用機会の必要性を含めた、適応オプションの分析
  - 国や地域全体にわたり、気候変動関連から経済コストの部門まで、全ての部門にわたり、適応策を含め、また社会経済変化を考慮した統合評価