

## 5. 地球温暖化のアジア地域への影響

原 沢 英 夫\*

### 1. はじめに

IPCCは、2001年2月をめどに、気候変動に関する最新の科学的知見を第3次評価報告書(Third Assessment Report: TAR)として公表すべく、編集・査読作業を行っている。IPCCが1995年12月に公表した第2次評価報告書(Second Assessment Report: SAR)では、人間活動から排出される二酸化炭素などの温室効果ガスに起因した地球温暖化がすでに始まっていることを、種々の証拠をもとに結論した(IPCC, 1996; 環境庁, 1996)。第3次評価報告書では、第2次評価報告書の主たる結論を確認するとともに、新たな問題も取り上げている。本稿では、筆者が第2作業部会(温暖化の影響、適応、脆弱性評価を担当)報告書の第11章アジア地域を担当していることから、アジア地域の温暖化影響、適応、脆弱性評価について概要を紹介する。まず、第2章でIPCC第2作業部会(以後、WG2のように略記)の影響、適応、脆弱性評価の概要を紹介し、第3章で既に公表されている気候変動の地域影響に関する特別報告書におけるアジアの章を中心に、若干第3次評価報告書で話題となっている知見も加えて述べ、最後に温暖化の影響研究の今後の課題についてまとめる。

### 2. 温暖化の影響、適応、脆弱性評価

#### 2.1 温暖化の影響研究の意義

IPCCは、1994年に気候変動に関する影響・適応評価についての技術ガイドラインを特別報告書として出版している(IPCC, 1994)。ガイドラインの作成に当たっては、日本と英国が中心となってまとめた経緯がある。ここで適応とは、温暖化しつつある気候に、生態系や社会などのシステムが自然(自発的)にあるいは意図

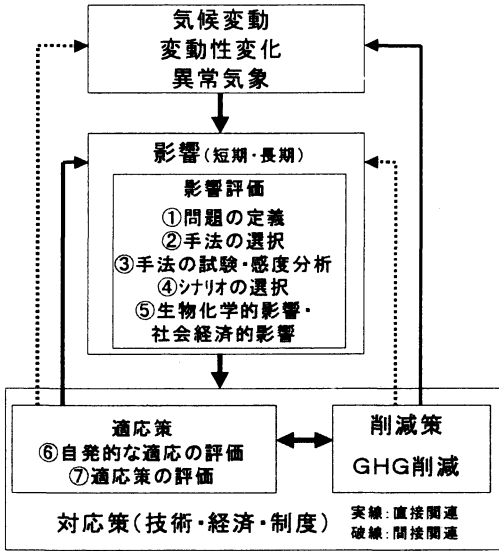
的(政策的)に適応する(させる)ことにより、温暖化の影響や被害を最小限にとどめ、或いは上手く利用することによって便益を得ようとする対応策である。日本では温暖化対策としては、二酸化炭素などの温室効果ガスの緩和策(mitigation, 削減策)がまずとりあげられるが、世界的には適応策と緩和策を併せて対応策としている。また、適応策の必要性については、気候変動枠組条約第2条でも取り上げられていることから、京都議定書も温暖化対策の重要な政策・措置と位置づけている。適応が影響分野の一環としてとりあげられているのは、従来の気候変動や温暖化の影響については、例えば穀物栽培などでは、冷夏や猛暑により穀物生産が変化すると翌年は気候に適応すべく種々の対策がとられるなど、影響との関連が緊密であることから影響を扱うWG2の対象範囲となっている。

第1図は、IPCCガイドラインに示された影響・適応評価のフレームワークと手順を簡略化して示したものである。影響・適応評価においては、将来の気候条件として大気大循環モデル(GCM)の計算結果(気候シナリオと呼ぶ)を入力として用い、種々の分野の影響評価モデルを用いて、将来の影響を予測する。影響が甚大な場合については、適応策を行った場合の被害軽減について、物理的(例えば、穀物収量の変化)、経済的な(例えば被害額)効果を推定する。

#### 2.2 IPCC第3次評価報告書

IPCCのSAR、地域影響の報告書(IPCC, 1998)では、影響・適応について脆弱性評価という面から分野や地域毎の影響やその適応策がまとめられた。第3次評価報告書では、従来の分野・地域毎の記述に加えて、影響・適応評価の前提条件や手法、また分野、地域における適応策をグローバルに評価したり、影響・適応に関する知見を総合的に評価する章を設けている(第1表)。従来の影響・適応に関する最新の知見を科学的な視点からレビューするだけでなく、分野、地域にお

\* 国立環境研究所社会環境システム部。



第1図 気候変動の影響・適応評価のフレームワーク (①～⑦はIPCCガイドラインの7ステップ)。

ける影響・適応策を扱うと同時にグローバルな視点でのとりまとめや、気候変動枠組条約に示されているような大気中の温室効果ガスの安定化濃度を仮定した場合の影響など、今後の影響研究や、温暖化対策に積極的に貢献しうる知見をまとめつつある。

IPCCの第3次評価報告書で取り上げられている話題としては、1) 影響の検出とモニタリング、2) グローバルな適応の検討、3) 影響の総合的な評価、が挙げられる。また、WG1～3の共通の問題(Cross-cut-

ting issues)として①不確実性の評価、②持続可能性、公平性と開発、③意志決定、④経済評価があげられており、各報告書、各章でこうした共通的な事項を考慮することとなっている。不確実性については、地域影響の特別報告書の作成の際にも問題となり、執筆者が知見の多少をもとに専門家の判断で不確実性を5段階評価することを試みたが、時期尚早として採用されなかった経緯がある。第3次評価報告書では、不確実性の評価を統一的に5段階の基準で示すこととなっており、意志決定者が判断するときの参考になると期待される。経済評価、とくにコスト評価については、適応策の評価を積極的に行うことになっているが、残念ながらアジア地域に関しては、文献や情報が極端に少なく、十分考慮できていない状況である。公平性などの問題も各章が検討することとなっている。アジア地域の章では現在の環境問題に加えて温暖化が進むことから、食料安全保障、水資源、健康などの点について検討している。

### 3. アジア地域における影響評価

#### 3.1 アジア地域の環境の現状

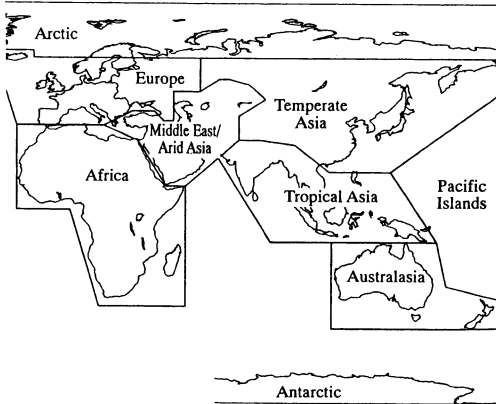
アジア地域は、自然、社会・経済も多様な国々からなり、現在世界人口の60%の36億人が居住し、2050年には世界人口98億人のうち、57億人が住み、それも沿岸地域の大都市地域に人口が集中すると考えられる。また、日本、韓国をのぞいて、発展途上国、経済移行国であり、経済発展を目指している。急速な経済発展は、環境破壊を引き起こしており、水資源の不足や枯渇、食料需給のアンバランス、砂漠化、森林伐採、都

第1表 IPCC WG2の第三次評価報告書の章立て。

第一作業部会	第二作業部会(影響, 適応, 脆弱性)	第三作業部会
現象 (14章構成)	1部 (1～3章) 概要 ・概要 ・方法とツール (温暖化の影響検出を含む) ・気候変化シナリオの開発と応用 2部 (4～9章) 分野/システム別の影響評価 ・水文・水資源 ・自然生態系・管理された生態系 (農業を含む) ・沿岸ゾーン・海洋生態系 ・エネルギー・産業・居住、金融サービス ・人間の健康 3部(10～17章) 地域影響評価 ・アフリカ、アジア (東アジア、熱帯アジア、乾燥・半乾燥アジア)、南洋州、欧州、中南米、北米、極地域、小島嶼国 4部 (18～19章) ・地球規模の適応 ・総合化	対応策 (10章構成)

第2表 アジア地域の国々における環境・資源問題の相対的重要度と深刻度。●：優先度大，▲：優先度中，・：優先度小，無印：該当せず。

環境・資源問題	バングラデシュ	中国	インド	ミャンマー	ネパール	パキスタン	スリランカ	カンボジア	インドネシア	ラオス	マレーシア	フィリピン	タイ	ベトナム
土地・土壌資源	・	・	●	▲	●	●	▲	▲	▲	▲	・	●	▲	▲
殺虫剤・肥料	▲	▲	▲	・	・	▲	・	▲	▲	・	・	▲	▲	・
森林破壊	▲	●	●	▲	●	▲	●	●	●	●	●	●	●	●
水資源	●	・	●	・	・	▲	▲	・	●	▲	・	▲	●	▲
産業公害	・	●	●	・	・	・	・	・	▲	▲	▲	▲	▲	▲
酸性雨	・	●	▲	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
海洋・沿岸域劣化	・	・	▲	・	・	・	●	▲	▲	・	▲	▲	▲	▲
海面上昇	▲	▲	・	・	・	・	・	・	▲	・	・	▲	▲	・
都市過密・汚染	▲	●	●	・	・	●	・	・	●	・	▲	●	●	▲
廃棄物処分	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・



第2図 IPCC 特別報告のアジア地域区分。

市環境の悪化など、現在でも多くの国がかつて日本が経験したような公害問題に直面している。温暖化はさらにこうした公害問題を激化すること、自然や社会・経済、さらに人々の生活に大きな影響をもたらすと考えられる。第2表はアジア地域のいくつかの国における環境問題を示したものである (UNEP, 1997)。IPCC の特別報告書では、アジア地域を3地域に分割し、各地域毎に影響・適応研究成果についてまとめている。第2図は特別報告書でとりあげられたアジア地域の区分である。乾燥西アジア、熱帯アジア、温帯アジアの3地域である。

### 3.2 アジア地域の気候の将来予測

アジア地域の将来の気候は、GCM の計算結果を用いる。GCM の進歩に従って、将来気候シナリオも2倍CO<sub>2</sub>時における平衡シナリオから、遷移実験結果を用いた遷移シナリオを用いる影響研究事例も増えてきた。共通の気候シナリオを用いることにより、影響研究の結果を相互に比較できるとともに、影響評価モデルの良否の比較も可能となる。IPCC では、今後の影響研究の進展を考慮して、英国とドイツに最新の気候シナリオを提供するデータ提供センター (Data Distribution Center, DDC) を1998年に設置し、インターネットを通じて気候シナリオやシナリオの使い方についての資料を提供している。現在、世界中の7つの機関から提供された比較的新しいGCM の計算結果がアーカイブされて提供されている。第3表は提供されている気候シナリオ<sup>11</sup>について概要を示したものである。影響研究にあたっては、こうしたできるだけ最新の気候シナリオを用いる必要があるが、提供されているGCM 計算結果の現状気候の再現性や予測値の妥当性の評価も必要になっている。アジア地域における地球温暖化の影響について、地域ごとにまとめたのが第4表である。以下では各分野毎の影響について説明する。

<sup>11</sup> IPCC DDC : URL <http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/>

第3表 IPCC DDC で配布提供している GCM 計算結果 (気候シナリオ, Dr. M. Lal 作成).

	ECHAM4	HadCM2	CSIRO	CCCma	GFDL	NCAR	CCSR
研究機関(国)	ドイツ気候研究センター (独)	Had Centre (英)	CSIRO (豪)	カナダ気候モデル分析センター (カナダ)	地球流体物理学研究所 (米)	国立大気研究センター (米)	東大気候システム研究センター (日)
AGCM 空間分解能, 層数	2.8°x2.8° L19	2.5°x3.75° L19	3.2°x5.6° L9	3.7°x3.7° L10	4.5°x7.5° L9	4.5°x7.5° L9	5.6°x5.6° L20
OGCM 空間分解能, 層数	2.8°x2.8° L11	2.5°x3.75° L20	3.2°x5.6° L21	1.8°x1.8° L29	4.5°x3.75° L12	1°x1° L20	2.8°x2.8° L17
CO <sub>2</sub> 濃度	354 ppmv	323 ppmv	330 ppmv	295 ppmv	300 ppmv	330 ppmv	N.A.
CO <sub>2</sub> 濃度増加率	1% yr <sup>-1</sup>	1% yr <sup>-1</sup>	0.9% yr <sup>-1</sup>	1% yr <sup>-1</sup>	1% yr <sup>-1</sup>	1% yr <sup>-1</sup>	1% yr <sup>-1</sup>
計算期間 (年)	Cont: 240 GHG: 240 GHG+A: 240	Cont: 240 GHG: 240 GHG+A: 240	Cont: 219 GHG: 219 GHG+A: 219	Cont: 200 GHG: 200 GHG+A: 200	Cont: 1000 GHG: 100 GHG+A: 300	Cont: 136 GHG: 136 GHG+A: 136	Cont: 210 GHG: 210 GHG+A: 210
2xCO <sub>2</sub> 時の全球気温上昇 (°C)	1.3	1.7	2.0	2.7	2.3	2.3 (est.)	N.A.
2xCO <sub>2</sub> 平衡時の感度 (°C)	2.6	2.5	4.3	3.5	3.7	4.6	N.A.

注: Cont: Control, GHG: Greenhouse Gas, GHG+A: GHG+ Aerosol

第4表 アジア地域における温暖化の影響 (IPCC, 1998より作成).

分野	温帯アジア	熱帯アジア	乾燥西アジア (中東・乾燥アジア)
自然生態系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・温帯牧草地は成長期間の変化, 草地, 林地, 灌木地は遷移が変化。CO<sub>2</sub> 2倍時に草地・灌木地拡大により牧草地が減少し (~50%), 北方林の生産性も減少する。</li> <li>・ツンドラ地帯の面積は 50%減少し, メタンの放出や CO<sub>2</sub> の放出を引き起こす。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・山岳・高山地帯の生態系が上方に移動する。</li> <li>・タイでは熱帯林は全森林の 45%から 89%に増加する。スリランカでは乾燥森林が増加し, 湿潤森林が減少する。</li> <li>・珊瑚礁は海面上昇に追いつけるが高温による白化現象の影響を受ける。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・草地, 牧草地, 林地からなる半乾燥地域の植生組成や分布が大きく変化する。</li> <li>・適切な土地利用管理が土地劣化の圧力を緩和する。適切な家畜, 農業生態系管理は土地条件を改善し, 気候変化の圧力を緩和する。</li> </ul>
水文・水資源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CO<sub>2</sub> 2倍時に水供給量が減少する。暖冬は水需要が高い春・夏季に水需給バランスに影響する。</li> <li>・山岳氷河が 2050 年までに 25%減少し流出量は 3 倍になるが 2100 年までに現在の 2/3 になる。</li> <li>・中国北部は春～秋の降水量が変化し脆弱化する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒマラヤは気温上昇と降水量の季節変化は氷河の後退, 氷河湖の崩壊のリスクを高める。</li> <li>・融雪による河川流量の減少は, 水力発電, 都市用水, 農業に影響する。融雪による流量が減少する河川では乾季のストレスを増す。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水不足は気候変動によってさらに悪化する。耕作方法の変更, 灌漑改善など水利用効率の向上が必要。</li> <li>・氷河融解は数十年にわたり流量を増加するが氷河消滅により流量は減少する。</li> </ul>
農業・食糧	<ul style="list-style-type: none"> <li>・種々の GCM シナリオによると穀物生産への影響は多様。CO<sub>2</sub> の肥料効果による増産も生じることが不確実性も高い。</li> <li>・穀物地帯が北へシフトしシベリア北部で増産となるがシベリア南西部ではより乾燥するので 25%減少する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主要な穀物は気温, 水分, CO<sub>2</sub> 変化に対する感度が高い。米, 小麦, ソルガム生産は CO<sub>2</sub> の施肥効果により増加するが, 気温・水分変化による減少が勝る。</li> <li>・成長期間, 穀物管理などの地域性, 病虫害や微生物の影響, 農業地帯の洪水, 干ばつ, サイクロンなどの環境災害に対する脆弱性。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土地劣化と水不足は農業生産性を損ない食糧安全保障を脅かす。</li> <li>・集中的に管理された土地で農業は食糧生産の信頼性を増加し, 異常気象の影響を低減する。</li> </ul>
人の健康	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱波の頻度と規模が増加し 2050 年までに熱ストレスによる死亡や疾病が 2 倍となる。</li> <li>・伝染性病原体の媒介生物の分布, 生活史の変化は疾病を増加させる。コレラ, サルモネラ, その他の水系, 経口病原体が水の分布, 気温や微生物増殖の変化に伴い生じる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マラリア, 住血吸虫, デング熱は熱帯アジアで死亡・疾病の重大な原因であり, ある研究ではマラリアでは 12-27%, デング熱では 31-47% など伝染がテンシャルが増加する。</li> <li>・水系伝染病は人口増加, 都市化, 水質悪化に高温, 高湿度が重なる増加する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱ストレスと動物媒介性病原体の拡大が予測される。</li> <li>・水や食糧を通じた疾病は人の健康に間接的に影響する。</li> </ul>
沿岸域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海面上昇は地盤沈下と相俟ってデルタ地域で現在深刻な問題を悪化。</li> <li>・塩水侵入も深刻化する。</li> <li>・1m の海面上昇では日本の工業生産の 50%を作り出す沿岸地域に影響する。また, 約 90%の砂浜が消失する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人口密度が高く, 集中的に利用されている沿岸域, 島嶼, デルタは脆弱である。特にバングラデシュ, ビルマ, ベトナム, タイ, インドネシアの低地, フィリピン, マレーシアは影響を受ける。</li> <li>・1m の海面上昇では, 数百万人の難民が発生する。</li> </ul>	

### 3.3 アジア地域の農業影響

アジア地域の多くの国の主たる産業は農業であり, また中国, インドのように巨大な人口を抱える国にとって農業への影響は国の死活問題である。IPCC の第2次評価報告書では, 世界的には人口増加を考慮しても, 十分人口を養えるだけの食料が確保できると報

告されているが, 穀物の生産性は地域によって変化し, とくに熱帯地方における途上国においては, 農業への影響は大きいと推測されている。また, 温暖化の進展に伴い, アジア北部, たとえば中国北部やシベリア地域では, 気温が上昇するが, 地味そのものが穀物生産に適さない場合も多く, さらに現在でも農地や森林が

都市的土地利用に変更されるなど環境面のストレスも大きい。アジア地域における人口増加が今後も続くことは確実であり、穀物生産への影響を考えると地域的な生産性の向上をもたらす適応策の検討が緊急課題であるが、途上国において飛躍的な生産性の向上をもたらした単位あたりの収量の増加（緑の革命）は今後とも続けることは困難であること、そして温暖化がもたらす病虫害、雑草、病気の増加も招くことが懸念され、アジア地域において食料の安定供給ができるか否かが問題となってきた。最近の国連食料機関の食料安全保障に関する報告書では、カンボジアのように食料状況が大いに改善した国もあれば、バングラデシュや北朝鮮のように慢性的な食料不足に悩む国も多い<sup>12</sup>。

適応策としては、穀物種の変更、バイオ技術による水害、虫害、温度変化に強い種の開発、効率的な灌漑の導入、土地利用管理などが挙げられている。こうした適応策の技術的、経済的な評価について極力情報を収集しているが、例えば、経済的な適応策の評価といった研究は極端に少ない状況である。

### 3.4 アジア地域の水資源影響

水資源への影響は、農業への影響とともにアジア諸国の関心事である。現在でも、アジア地域、とくに乾燥、半乾燥地域である西アジア地域や中国北部地域では、水不足の地域が多い。温暖化は全球平均的には降水量が増加する傾向にあるが、地域的には水資源として利用できる降水量の偏在が今以上に激しくなると予測されている。西アジアや中国北部などではさらに水資源の逼迫、一方中国南部では、降水量が増大し、洪水の危険性も指摘されている。エルニーニョなどの異常気象の発生はさらにこうした自然災害の発生を促進する可能性もある。

水資源における適応策としては、ダムや貯水池の建設、流域レベルでの水資源管理など供給側の対策や節水、適切な農業用水の利用など需要側の対策があるが、前者などのインフラ施設の建設には多くの費用が必要であり、途上国単独では困難であり、国際的な協力が不可欠となっている。

### 3.5 アジア地域の沿岸への影響

沿岸域は、生態系や生物多様性も豊富であり、また多くの社会・経済的活動によって特徴づけられる。多くの国において沿岸域の人口は、国全体の人口増加の

速度の2倍で成長しており、世界の約半数の人間が沿岸域に住んでいると推定される。気候変動は、海面上昇や高潮などの被害の増加、異常気象の頻度や強度の変化を通じて沿岸域に影響する。沿岸地域には、漁港などの漁業関連施設、養殖施設などが配置されていることから、海面上昇はこうした漁業関連施設への悪影響をもたらすと予測される。海面上昇は、海浜の減少をもたらす。日本の事例では、海面が65 cm 上昇すると砂浜の80%が消失し、1 m 上昇すると約90%が消失すると予測されている。沿岸部には、湿地や河口域、干潟など魚類の孵化、成長にとって重要な環境を形成していることから、こうした環境への悪影響は、沿岸域の漁業に大きく影響することが予測される。

また、沿岸には温暖化に脆弱なマングローブ生態系や珊瑚礁などが分布している。こうした生態系は脆弱な生態系と位置づけられている。

### 3.6 アジア地域の人間の健康への影響

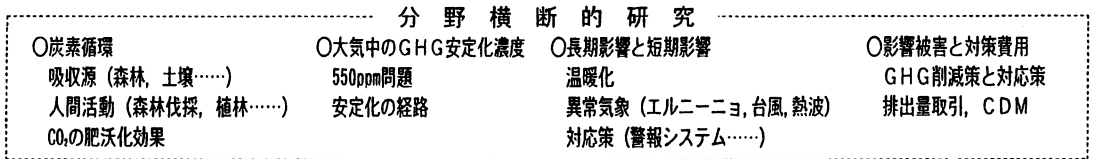
世界保健機構 (WHO) によると、世界の多くの発展途上国や地域で、食料や栄養事情が改善したため、人の寿命が延びており、乳幼児の死亡率が低下している。しかし、一方デング熱、マラリア、ハンタウイルス、コレラのような動物媒介性疾患や水系伝染性病が拡大し増加している。さらに、発展途上国の大都市に住む人々の割合は1960年の25%から、2020年には50%以上に増加すると予測されているが、下水や廃棄物などの公衆衛生や安全な飲料水の供給などの恩恵にあずかれない人々が増加している。温暖化はこうした途上国における人々の健康問題をさらに深刻にすると考えられる。

温暖化の健康への影響は、間接的な影響と直接的な影響にわかれる。直接的影響では猛暑や熱波の発生などによる熱中症患者の発生、間接的な影響ではマラリア、デング熱などの熱帯性の動物媒介性疾患などの生息可能性地域が拡大することが予測されている。とくに、熱帯と亜熱帯の発展途上国では、深刻な人命の損失を招き、コミュニティや健康を維持するコストの増大や雇用機会の損失など深刻な影響を与えると予測されている。

数値モデルによる研究では、2100年に3~5°C気温が上昇するならば、マラリア感染が起きてもおかしくない潜在的な地域が拡大し、今後50年間に影響人口の割合が約45%から約60%に増加すると予測されている。現在でも3.5億~5億人がマラリアに感染し、毎年200万人が死亡しているが、温暖化はさらに毎年5000~8000

<sup>12</sup> <http://www.fao.org/NEWS/1999/img/SOFI99-E.PDF>

<ul style="list-style-type: none"> <li>OGCMの開発, 精緻化</li> <li>平衡実験, 遷移実験(過渡)</li> <li>硫酸エアロゾル</li> <li>地域気候予測</li> <li>気候シナリオ</li> <li>(データベース)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○実験, 現地調査</li> <li>・影響・適応のメカニズム</li> <li>・影響予測, 評価の基礎的知見</li> <li>⇒ ・影響検出・監視, モニタリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○分野別影響</li> <li>・自然生態系</li> <li>・水文・水資源・水環境</li> <li>・産業・都市・生活</li> <li>⇒ ・沿岸域・海面上昇</li> <li>・人間健康</li> <li>・その他の分野</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○諸対策の評価(技術, 経済, 社会受容)</li> <li>・緩和策</li> <li>・適応策</li> <li>⇒ ○社会経済シナリオと排出シナリオ</li> <li>・経済発展</li> <li>・生活水準(QOL)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○気候の変動性の評価</li> <li>温暖化と異常気象</li> <li>(エルニーニョ, 台風)</li> <li>カタストロフィックな現象</li> <li>(非線型現象)</li> <li>確率的評価手法の開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○モデル化</li> <li>・影響予測, 評価手法の開発</li> <li>・影響の経済評価手法の開発</li> <li>・統合評価手法の開発</li> <li>○影響・適応評価の実践</li> <li>・脆弱性(地域, 分野)評価</li> <li>⇒ ・危険な水準(閾値)の特定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○地域影響</li> <li>・地方(自治体)</li> <li>・国</li> <li>・アジア地域, 途上国</li> <li>⇒ ○総合化・総合評価</li> <li>・分野, 地域横断的評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○排出量削減対策</li> <li>・技術開発</li> <li>・経済的措置</li> <li>⇒ 炭素税, 排出量取引, CDM</li> <li>・規制措置</li> <li>○持続可能な社会の実現</li> <li>・HDP研究</li> <li>・産業転換</li> </ul>



第3図 影響研究の課題

万人オーダーの感染者が増加すると推定されている。また気温が上昇し、洪水の発生が増加する結果、洪水発生後の衛生状態の悪化などもあり、サルモネラ、コレラ、ジアルジア症のような水性感染症の増加も起こると予想される。

#### 4. 今後の影響評価研究の課題

現在第3次評価報告書が編集・査読中であることから、地域の特別報告書を中心として、アジア地域の影響を紹介した。温暖化研究の守備範囲は、従来の温暖化の影響中心から、本来WG1の守備範囲である気候シナリオ、さらには地域気候シナリオの面で緊密なリンクが必要となるとともに、適応策(技術的, 経済的, 社会的な影響を想定した対策)では主として緩和策の諸側面を扱うWG3との接点も多くなってきた。影響研究の今後の課題を簡単に示すと以下のようである(第3図, 西岡編, 2000)。

##### 1) 影響評価に関する基礎的な研究

影響研究は影響評価のためのモデル化などが優先されがちであるが、影響の基礎的な研究、例えば、大気中の二酸化炭素濃度が高濃度になった場合の肥料効果の定量的な評価など基礎的な実験データの蓄積が必要であるが、世界でもこうした影響関連の基礎データが

不足しており、影響評価の1つのネックになっている。

##### 2) 京都議定書などに対応した研究

京都議定書でも適応策を主要な温暖化対策として取り上げているが、適応策の技術的, 経済的評価の研究はまだ少ない。このため温室効果ガスの削減策に要する費用と比較考量がなかなかできない。この種の研究は、環境経済などの分野との学際的研究が必須である。

##### 3) 短期の異常気象, 気候の変動性の影響研究

温暖化により100年で2度気温が上がると予測されており、従来の影響研究はこうした長期的な視点での研究が中心であったが、昨今エルニーニョなどの異常気象が各地で発生しており、短期だが一旦生じると深刻な影響をもたらす気象現象の影響研究が重要となってきた。この種の研究では、気象, 自然災害関連の研究者との学際的研究が必須である。

##### 4) 影響評価研究の普及

影響評価は温暖化の影響アセスメントである。IPCCのガイドラインや国連環境計画では影響評価のマニュアルを作成して、各国・地域で影響評価を支援する技術資料を作成している。影響研究の成果を積極的に普及し、例えば、都道府県別の影響評価を実施するためのマニュアル作りなども、重要性が増しつつある。

その他にも、IPCCのDDCのような影響に限らず温

暖化研究のための情報やデータを集中的に収集、管理、提供するような仕組みが是非必要であろう。そうした支援的研究はなかなか認められないが、今後深刻化するであろう温暖化の影響を未然に防止し、あるいは適応するためにはますます重要になっている。

### 参考文献

IPCC, 1994: IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations, CGER report, IPCC, 59pp. (国立環境研究所地球環境研究センターより入手可能).

IPCC, 1996: Climate Change 1995-Scientific-Techni-

cal Analyses of Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change, Report of IPCC Working Group II, Cambridge Univ. Press, 879pp.

IPCC, 1998: The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. A Special Report of IPCC Working Group II, Cambridge Univ. Press, 517pp.

環境庁, 1996: IPCC 地球温暖化第二次レポート, 中央法規出版, 128pp.

西岡秀三編, 2000: 新しい地球環境学, 古今書院, 292pp.

UNEP, 1997: Global Environmental Outlook, Oxford Univ. Press, 264pp.

## 質疑応答と総合討論

### 1. 佐藤氏の講演「地球温暖化に伴う日本域の気候変化予測」に対する質疑応答

**松本** (東大・地球惑星科学): 環境研のモデルの計算結果の解釈について。大陸上で温暖化した場合に傾圧帯が南下するというメカニズムはどういうことなのか。温暖化した場合、傾圧帯は逆に北上するのではないのか。

**佐藤**: 中国大陸中央部から北部にかけて昇温し、そこで傾圧性が弱まり、傾圧帯のピークが南下するということだ。対流圏上部のジェットのスフトの図を頂いていたのだが、ここには持参していない。

### 2. 原沢氏の講演「地球温暖化のアジア地域への影響」に対する質疑応答と総合討論

**中島** (東大・CCSR): WG2 (impact), WG3 (mitigation) と WG1 (science) の間の interaction が進んできている。それは非常に良いことだが、若干危惧していることがある。IPCC はもともと、研究者が自然発生的に行ってきた研究の成果をレビューして、「温暖化後の地球がどうか」と提示するところであり、我々研究者が政策決定者に「どうしなさい」というわけではなかった。それが WG2 と WG3 に関連する作業についてはグレーになってきたような気がする。我々は (WG1 にかかわる立場として)、排出シナリオをもらって全球気候予測をやるというところで済んでいる。しかし、WG2 と WG3 のところは政策決定者との interaction が多くなるために、「我々の knowledge がこうだ」と

いうことと「我々の will がこうだ」ということがグレーになっているような気がする。実際に作業をしていてどのような印象を持っておられるか。

**原沢**: 非常に重要な指摘だ。IPCC の Watson 議長は常日頃、「policy relevant だが policy prescriptive であってはならない (IPCC の科学アセスメントは、政策にとって当を得たものであるべきで、政策そのものを指示したり、規定するものであってはならない)」と言っている。つまり、政策を我々が提示したり推奨したりするのではなくて、あくまでも science の分野でまとめをして、使うのは政策決定者だということである。政策決定にかかわる問題としては、たとえば議定書の関係とか、sink (森林の吸収源) とか、そういう関連のあるものについて科学的な知見をまとめるけれども、それをベースにして政策にものを言っていくことはしない、という一貫した立場をとっている。ただ、実際問題として (報告書の審議など全体会合では) 議論になってくると、政府間パネルだから、政府の代表が出てきて議論をする。すると各政府はそれぞれ国情を抱えている。そのあたりが非常に難しくなっていると思う。コメントのとおり、グレーな部分は増えてきたと思う。

**司会**: 既に全体的な話になっているが、これから全体討論に入りたい。今の指摘のあったような点については、今月 (2000年5月) 初めの IPCC 総会でも、Bert Bolin (前 IPCC 議長) が「scientific integrity (科学としての立場が損なわずに正しく貫かれること) が