

地球温暖化影響研究の現状*

高橋 潔**・肱岡 靖明***

キーワード ①地球温暖化 ②温暖化影響 ③適応 ④ IPCC 第4次評価報告書(IPCC-AR4)
⑤温暖化影響総合予測プロジェクト

1. はじめに

京都議定書の第一約束期間(2008年～2012年)以降の国際枠組みに関する議論が活発化しているが、その議論の中で、影響リスクに関する科学的知見に基づいて、気候変化をどの程度までに抑えるべきか、そのためには短期的にどのくらいの排出削減が必要かが検討される。また、温暖化が既に顕在化しているとの認識が高まるにつれ、適応策に対する注目が大きくなってきており、いつ、どこで、誰が、どんな適応策を実施することが必要か、その実施を促すために必要な政策はどのようなものか、といったことが、政府、自治体、企業等の様々なレベルで検討されはじめている。

本稿では、まず、IPCC 第4次評価報告書(2007年公表)¹⁾、地球温暖化影響総合予測プロジェクト報告書(2008年5月公表)²⁾、環境省温暖化影響・適応研究委員会報告書(2008年6月公表)³⁾をもとにして、温暖化影響・適応研究の現状について整理する。さらに、地方公共団体環境研究機関(以下「地環研」)と筆者の属する国立環境研究所(以下「国環研」)との共同研究への期待という観点に絞って、今後必要となる取組みについて提起する。

2. IPCC 第4次評価報告書(IPCC-AR4)¹⁾について

2.1 IPCCとは

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の使命は、温暖化研究を企画・実施することではなく、温暖化に関する最新の科学的知見を収集して評価する科学的アセスメントである。すなわち、新たな研究を行うのではなく、査読を受けて発表された研究文献についての評価を行うことがその役割である。

評価作業は定期的(これまでの実績では5～6年に一度)に行われ、その結果として公表される評価報告書は、地球温暖化対策に関する国際的に合意された科学的根拠として扱われ、国連気候変動枠組条約(UNFCCC)を初めとする国際交渉の場で世界の政策決定者に引用される他、一般にも幅広い層から引用されてきた。

2007年に公表されたIPCC 第4次評価報告書(IPCC-AR4)は、3つの作業部会報告書とその分野横断的課題についてまとめた統合報告書からなる。第1作業部会では、温暖化の物理的根拠が取り扱われ、気候変化の要因、過去から現在にわたる気候変化の観測、将来の気候変化の予測などに関する科学的知見がまとめられている。第2作業部会では、影響・適応・脆弱性が取り扱われ、温

*Things Known about Climate Change Impacts on Japan

**Kiyoshi TAKAHASHI (独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センター) Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies

***Yasuaki HIJIOKA (独立行政法人国立環境研究所社会環境システム研究領域) Social and Environmental Systems Research Division, National Institute for Environmental Studies

暖化影響の実態と今後の見通しならびに影響軽減のための対策(適応策)についての最新知見が取りまとめられている。さらに、第3作業部会では、緩和策(排出削減策)が取り扱われ、緩和策を講じない場合の温室効果ガス排出量の予測、緩和策を短期的・中長期的に講じた場合の排出削減ポテンシャルや経済への影響、排出削減のための政策・措置などに関する科学的知見がまとめられている。

本稿では、IPCC-AR4のうち、特に温暖化影響の実態と今後の見通しならびに影響軽減のための対策(適応策)についての最新知見を取りまとめた第2作業部会報告書(AR4-WG2)¹⁾のポイントに関して筆者の解釈を交えつつ紹介する。

2.2 観測された影響について

第3次評価報告書時点(IPCC-TAR; 2001年)までに比べ、自然環境の変化傾向、ならびにその変化傾向と地域的气候変化との関係に関する研究知見が大きく増加した。具体的には、以下のような自然環境への影響が数多く観測されている。

- ・氷河融解に伴う氷河湖の増加・拡大、永久凍土地域における地盤の不安定化、山岳における氷雪・岩石雪崩の増加
- ・氷河や雪融け水の流れ込む河川の流量増加と春の流量ピーク時期の早まり、内部の温度分布・水質への影響を伴う湖沼や河川の水温上昇等の、水文環境の変化
- ・生物の春季現象(開花、鳥の渡り、産卵行動など)の早期化、動植物の生息域の高緯度・高地方向への移動等の、陸域生態系の変化
- ・高緯度海洋における藻類・プランクトン・魚類の数の変化等の、水温変化に伴う海洋生態系・淡水生態系の変化

また、人間社会への影響については、気候以外の因子の寄与度も大きく、気温上昇との関わりを示すのは難しい場合が多いものの、北半球高緯度地域における農作物の春の植え付け時期の早期化、欧州における熱ストレスに関連した死亡数増加、北極圏居住者の生活様式の変化、標高の低い山岳地域でのスポーツ産業への影響、といった形で、気温上昇の影響が現れているとの知見が示されつつある。

温暖化の影響検出及び原因特定は、長期の観測データがあって初めて可能となる作業である。IPCC-TARの時点では影響検出に関する論文の数

は少なかったが、それがIPCC-AR4では急増した。検出に関する研究進展の背景としては、過去10年間に温暖化が進行したことによる様々な影響の顕在化もあるだろうが、加えて、温暖化問題が国際的に大きく取り扱われはじめてから20年が経ち、その間に観測データの体系的な整備が進み、ようやく科学的な議論が可能な状況になってきたということもあろう。逆に言えば、そのような科学的手続きを経た上で出された、影響が顕在化しつつあるというメッセージの重みを、我々は認識すべきともいえよう。

2.3 予期される将来の影響について

AR4-WG2の第3章～第8章では部門別に、第9章～第16章では地域別に、現状における感度・脆弱性(影響の受けやすさ)、影響に関わる各種因子の将来趨勢、将来の影響と脆弱性、費用及びその他社会的側面、影響軽減のための対策(適応策)、といった観点から、科学的知見がまとめられている。

たとえば、淡水資源の部門別影響に関しては、今世紀半ばまでに、年間平均河川流量と水の利用可能性が、高緯度域及びいくつかの熱帯湿潤地域において10～40%増加し、中緯度域のいくつかの乾燥地域及び熱帯乾燥地域では10～30%減少する、干ばつの影響を受ける地域の面積が増加する可能性が高い、強い降雨現象の頻度増加により洪水リスクが増加する、といったことが挙げられている。また、農業・食料に関しては、中緯度から高緯度の地域では1～3℃以下の平均気温上昇により、農作物の種類によっては生産性がわずかに増加するものの、それ以上に気温が上昇すると一部の地域では生産性が減少に転じると予測されている。さらに、低緯度、特に季節的に乾燥する熱帯地域では、平均気温が1～2℃上昇しただけで農作物の生産性が減少し、飢餓のリスクが高まるとされている。

地域別影響については、アジアを例にとると、沿岸地域、とりわけ人口が密集するメガデルタ地帯では、海洋もしくは河川からの洪水の増加に起因して、非常に高いリスクに直面すると予測されること、21世紀半ばまでに、穀物生産量は、東アジアおよび東南アジアでは最大20%増加し得る一方、中央アジア及び南アジアでは最大30%減少する可能性があり、人口成長・都市化をあわせて考慮すると、いくつかの途上国では、非常に高い飢

餓リスクが継続すると予測されること、などが挙げられている。

今後さらなる人口増加が見込まれるアフリカについては、水ストレスにさらされる人口の増加、半乾燥地域及び乾燥地域の縁に沿った農業適地・栽培可能期間・潜在収量の減少とそれに伴う食料安全保障の一層の悪化などが予測されている。また、複数のストレスと低い適応能力により、気候の変動・変化に対して最も脆弱な大陸の一つであるとの見解が示されている。

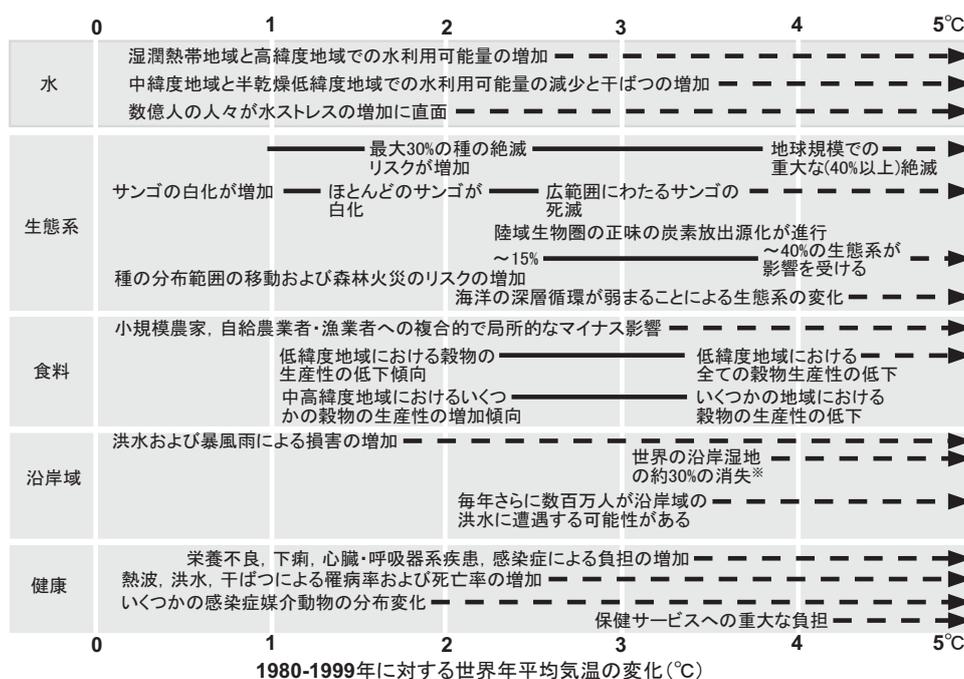
AR4-WG2で注目すべき点の一つに、現状からの全球平均気温上昇の大きさに応じて、各部門で生じうる影響が表として整理されたことがある(図1)。これは、第1作業部会報告の気候変化予測に関する知見と組み合わせて用いれば、なんら排出削減努力をしなかった場合に生ずる影響、ある排出削減政策が実現された場合に抑制しうる影響、また影響をある水準以下に抑えるために必要な排出削減経路、といった議論を下支えする科学的材料となりうる。

2.4 適応について

温暖化対策は、大きくは、温暖化の原因物質(温室効果ガス)の排出を削減し気候変化を抑制する「緩和策」と、変化した気候下での影響被害を軽減する「適応策」に分類できる。我々が最大限の

排出削減努力を実現できたとしても、過去に既に排出した温室効果ガスの大気中への蓄積があり、ある程度の気候変化は避け得ないことがわかっている。その気候変化による影響に対して我々がとりうる対策は、変化した気候の下で影響被害を小さく抑えるための適応策に限られる。またある種の部門については、適応により影響被害を効率的に抑えることができると見込まれており、気候変化そのものを抑制する排出削減策とうまく組み合わせて、適応策を実施していく重要性の認識は急激に高まりつつある。

IPCC-TARでは、適応の概念整理・類型化が重点的に行われたが、IPCC-AR4では既に様々な適応策が実際に行われつつあることが重点的に示された。たとえば、欧州の熱波対策、氷河の融解につれて拡大しつつある氷河湖の決壊を回避するために行なわれているネパールでの排水事業、将来の海面上昇を見越したカナダの橋梁の設計などの事例が挙げられている。予期される気候変化に対応するには、さらなる適応策の実施が必要となるが、環境、財政、情報、社会、行動様式等の諸条件が整わない場合には適切な適応策がとれない場合もあると指摘するとともに、貧困の改善や衛生施設の普及等の持続可能な開発に向けた取り組みを通じてこれら諸条件を改善し、適応実施の能力



黒い線は影響間のつながりを表し、点線の矢印は気温上昇に伴い継続する影響を示す。文章の左端がその影響が開始するおおよその気温上昇のレベルを示すように、事項の記述が配置されている。 ※ 2000年から2080年までの平均海面上昇率4.2mm/年にもとづく。 出典：環境省による第2作業部会SPM訳に基づき作成

図1 世界平均気温の上昇による主要な影響¹⁾

を高めることができるとの見解も示している。また、適応能力を高める方法として、開発計画の中で気候変化影響を考慮することもあるとしており、具体例として、適応策を土地利用計画及び社会資本の設計に含めることや脆弱性を減少させる対策を既存の災害リスク削減戦略に含めることが挙げられている。

3. 温暖化影響総合予測プロジェクト²⁾

「日本における温暖化の影響は、一体どの程度になるのだろうか？」という問いに答えるために、「温暖化影響総合予測プロジェクト(環境省地球環境研究総合推進費プロジェクトS-4「温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究」；課題代表者茨城大学三村信男教授；2005年～2009年)」では、日本における水資源、森林、農業、沿岸域、健康の5分野を対象とした将来影響評価に関する研究を推進している。同プロジェクトは、分野別の詳細な影響評価を行う5つのグループ、温暖化による経済影響を評価するグループ、温暖化影響の総合的評価と気候安定化レベルを統合的に評価するグループの計7つのグループにより構成されており、14の研究機関と40名を超える研究者が参画している。2008年5月29日に報告された『地球温暖化「日本への影響」—最新の科学的知見—』(以下、S-4報告書)は、同プロジェクトの前期3年(2005～2007年度)の研究成果を取りまとめたものである。

S-4報告書では、分野別の定量的評価手法を開発し、①日本への影響を予測して影響の程度と地域分布を示すリスクマップ(全国および地域評価)、②温暖化の進展と影響量の関係を示す温暖化影響関数、を開発し、気候シナリオに沿って温暖化が進行した場合、全国的な影響がどのように拡大するかを検討した総合評価が示されている。分野別影響評価によって、影響量と増加速度は地域ごとに異なり、分野ごとにとくに脆弱な地域があることが明らかとなった。また、気候安定化目標・必要な排出削減量・影響およびリスクを同時に分析可能な統合評価モデルに、前述の分野別影響評価結果から得られる知見(影響関数)を統合して、複数分野における影響を統合的に評価した結果、ブナ分布適域の減少、熱ストレス死亡リスクの増大など、日本でも比較的低い気温上昇で厳し

い影響が現れることが明らかとなった(図2)。以下では分野別影響評価から得られた主な結果を報告書より抜粋した。

[水資源への影響]

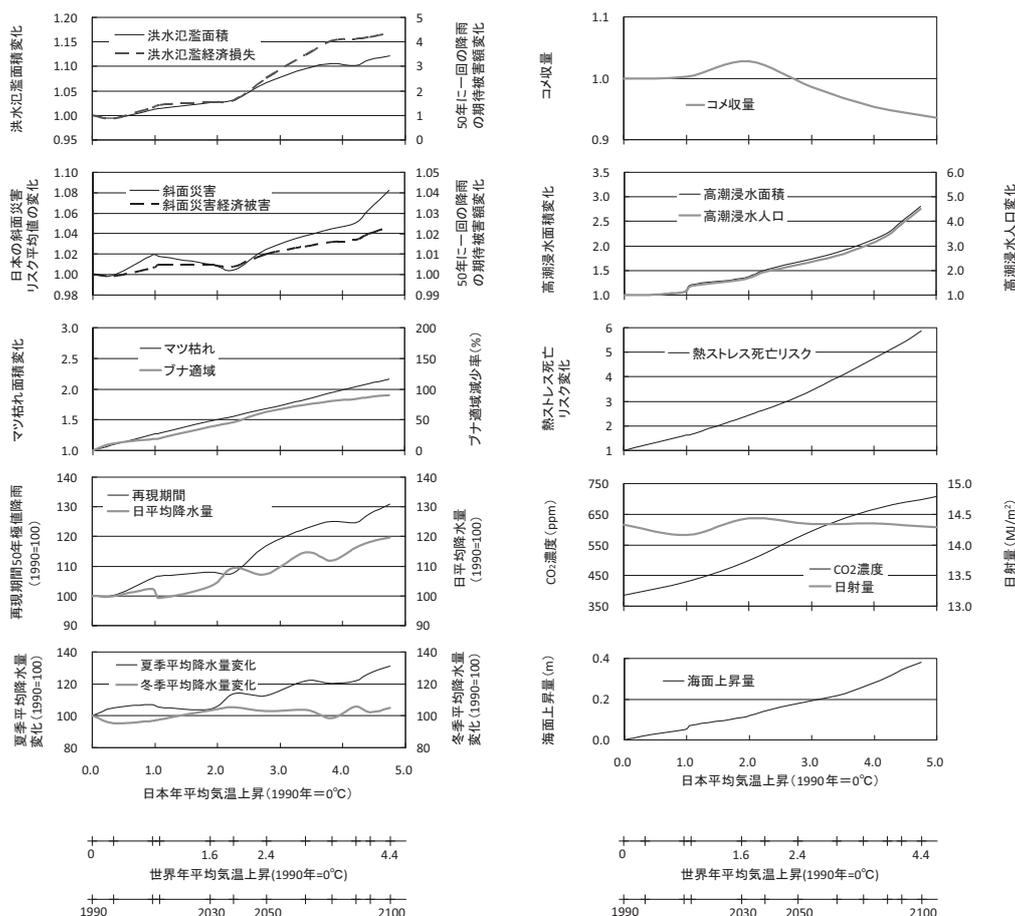
温暖化によって豪雨の頻度と強度が増加すると、洪水の被害が拡大し、土砂災害、ダム堆砂が深刻化する。一方、降水量の変化と将来の需要が重なり、九州南部と沖縄などで渇水の高まることも懸念されている。また、温暖化によって雨が降らない期間が長くなると、水質汚濁により水道の浄水費用が増加する可能性がある。積雪水資源の減少は、東北の太平洋側で代掻き期の農業用水の不足を招くと予想されている。

[森林への影響]

温暖化に伴う気温の上昇と降雨量の変化によって、日本の森林は大きな打撃を受けると予測されている。ブナ林・チシマザサ・ハイマツ・シラベ(シラビソ)などの分布適域は激減する。たとえば、ブナ林の分布適域は、現在に比べて2031～2050年には65%～44%に、2081～2100年には31%～7%に減少すると予測されている。ブナ林の分布に適した地域がほとんどなくなる西日本や本州太平洋側におけるブナ林は脆弱であり、世界遺産に指定されている白神山地も、今世紀の中頃以降ブナに適した地域ではなくなると考えられている。つまり、現在の多くのブナ林が気候的に適さなくなり、他の樹種の林に移り変わっていく可能性があることを予想している。マツ枯れ被害のリスクに関しては、1～2℃の気温上昇でも、現在はまだ被害が及んでいない本州北端まで、危険域が拡大すると予測されている。

[農業への影響]

コメの平均収量は、田植え時期を現在のままと仮定すると、2046～2065年には、現在(1979～2003年平均)と比べて、北海道と東北ではそれぞれ26%、13%増収すると推計されている。一方、近畿、四国では、5%減収すると推定されている。この傾向は2081～2100年ではより強く現れ、減収地域は中国、九州へ広がると推定されている。また、平均収量が減少又はほぼ同じ地域(近畿、四国、中国、九州)では、収量の変動、不作年の頻発なども懸念される。これは食料供給を不安定にし、平均的变化よりも深刻な問題を引き起こすと考えられる。さらに、融雪期の水資源量の変化や害虫の影響を考慮すると、より被害が深刻化する



(注) 気候シナリオとしてMIROCを適用し、統合評価モデルを用いた温暖化影響評価を行い、1990年を基準年とした気温上昇をX軸に分野別影響変化と気候変化を整理した。

図2 気温上昇と洪水氾濫，斜面災害，プナ適域，松枯れ危険域面積，コメ収量，高潮浸水，熱ストレス死亡リスクへの影響²⁾

可能性もある。

[沿岸域への影響]

温暖化による海面上昇と高潮の増大で、現在の護岸を考慮しても、浸水面積・人口の被害が増加すると予測される。とくに、瀬戸内海などの閉鎖性海域や三大湾奥部(東京湾、伊勢湾、大阪湾)では、古くに開発された埋立地とその周辺で浸水の危険性が高いことが指摘されている。また、海面上昇は、汽水域の拡大を通じて河川堤防の強度を低下させたり、沿岸部における地盤の液状化のリスクを増大させる可能性がある。

[健康への影響]

気温、とくに日最高気温の上昇に伴い、熱ストレスによる死亡のリスクや、熱中症患者発生数が急激に増加し、特に高齢者へのリスクが大きくなる。また、気象変化による光化学オキシダントなどの大気汚染の発生が増加する。デング熱・マラリア・日本脳炎などの感染症を媒介する蚊の分布

する地域も拡大する。

4. 環境省影響・適応研究委員会報告書³⁾

地球温暖化がわが国に及ぼす影響はいかなるものか、さらには、われわれはいかにその影響に備え対応していくべきか、といった問いに答えるべく、前述のIPCC-AR4の知見や温暖化影響総合予測プロジェクトの研究結果も含めた形で、現時点での科学的知見の包括的整理が環境省影響・適応研究委員会(以下、「適応委員会」)において実施され、2008年6月18日に報告書が公表された。以下は同報告書で示された結論である。

- ・わが国でも既に気候変動の影響が現われている。特に、今世紀に入って以降、影響は急速に現れつつある。
- ・今後、国民生活に関係する広い分野で一層大きな影響が予想される。
- ・わが国の自然や社会が有する固有の脆弱性に気

候変動の影響が重なると、社会の安全と安定にとって厳しい影響が生じる。

- ・気候変動の悪影響に対して「賢い適応(効果的・効率的な適応)」が必要である。
- ・適応策を実施できる体制を構築するため、さらに検討を重ねるとともにわが国における適応計画を策定することが必要である。
- ・特に脆弱な途上国に対する協力・支援が必要である。
- ・最新の科学的知見の整理とともに、さらなる研究・検討が求められている。

この中で、特に注目したいのが、「賢い適応」を強調した部分である。具体的には、国民生活に多大な影響を与える気候変動の悪影響に適切に対処する効果的・効率的な「賢い適応」のためには、①地域の脆弱性評価、モニタリング等の最新の成果を活用すること、②多様な適応策オプションを検討し組み合わせること、③短期・長期の両方を視野に入れ、適応策の対応できる温度幅とともに余裕幅を考慮すること、④防災計画等既存の政策があればそれらに適切に組み込むこと、⑤自然や社会経済のシステムをより柔軟で対応力のあるシステムとしていくこと等が重要であり、そのために予防的に早くから検討する必要があること、が結論付けられている。報告書では、特に④が強調されており、賢い適応を実現するためには、土地利用計画、都市計画、農業政策、自然保護政策、地方自治体の環境政策等、既存の政策分野や関連する諸計画の中に、気候変動に対する適応の視点を組み込むべく、既存の対策や資金に対して追加的に適応策を実施していくことで全体の資源の有効活用を図る必要性が述べられている。

また、同報告書では、影響・適応研究の現状を整理したうえで、我が国で緊急に取り組むべき課題として以下の事項を提案している(適応に関しては研究・対策検討・対策実施の相互が不可分であり、研究課題のみでなく適応実施に関わる提案も含まれることに注意が必要)。

- ・科学的評価に基づく適応策の実施とそのためのデータ・情報・研究成果の蓄積・共有化
- ・過去の事例に学ぶとともに、適応の視点を種々の政策に組み込んで実施
- ・早急に実施すべき適応策の計画的推進
- ・継続的な検討体制の構築と検討成果の定期的な発信

- ・途上国の適応支援に関する検討の継続
- ・気候変動の影響と適応に関するさらなる研究の推進

5. これからの温暖化影響・適応研究—地環研への期待—

本稿では、IPCC-AR4、温暖化影響総合予測プロジェクト報告書、環境省地球温暖化影響・適応研究委員会報告書に基づき、影響・適応研究に関する科学的知見の現状について整理し、また4章においては適応委員会で指摘された緊急に取り組むべき課題についても触れた。温暖化影響・適応に関する現時点での知見は、包括的な対策実践のためにはいまだ不十分であり多くの課題を残しているが、ここでは地環研と筆者の属する国環研との共同研究への期待という観点に絞り、今後必要となる取組みについて提起し、本報告を締め括る。

地環研・国環研の共同研究の現状把握の一例として、平成20年度の地環研・国環研共同研究課題(全46課題)について、そのタイトルから温暖化が直接・間接に関わる課題を抽出すると、「地球温暖化がもたらす日本沿岸域の水質変化とその適応策に関する研究」(宮城県保健環境センター)、「ブナ林衰退地域における総合植生モニタリング手法の開発」(神奈川県環境科学センター)、「都市環境気候図(クリマアトラス)の内容充実に向けた大気汚染、植物季節観測による環境評価」(長野県環境保全研究所)、「サンゴ礁に対する地域規模及び地球規模ストレスの影響評価」(沖縄県衛生環境研究所)の4つであった⁴⁾。上記の共同研究課題以外にも、様々な形での連携や協力があるものと思われるが、温暖化影響総合予測プロジェクトが示したように、日本でも比較的低い気温上昇で厳しい影響が現れるとの考えに立てば、温暖化の影響分野において協力・連携できる潜在的な研究課題がさらにあるものと考えられる。

2章では、IPCC-AR4の主たるメッセージの一つとして、影響検出・原因特定に関わる研究の進展について述べた。しかし、残念なことに、IPCC-AR4において影響検出の事例として引用された我が国の研究事例は極めて限定的なものであった。これは、多くの途上国のように長期にわたる環境変化の記録が欠落しているということではなく、記録が散在しており、まとまった英語査読論文の形での整理が不足していることに由来するの

ではないかと、筆者は考えている(IPCCの規定上は英語以外の言語の論文もレビュー対象となっているが、実際には著者らの目にとまりづらい)。各地環研に蓄積されている各種の(必ずしも温暖化に注目せずに測られたものを含む)観測情報について、温暖化の視点から再度系統的に整理することは非常に意義があることに思う。また勿論、温暖化及びその影響の顕在化が様々な地域・分野で確認されつつある現状においては、地域ごとに重要性の大きい潜在的影響を見定め、継続的なモニタリングを行うことが、現象理解、予測精度向上、対策検討のために重要であり、その実施のためには地環研の役割は大きい。

影響の将来予測に関しては、温暖化影響総合予測プロジェクトで複数分野に関して全国レベルの評価が行われ、一部については経済的な損失等の評価も実施されているが、影響評価手法の精度や将来気候の時間・空間解像度の点で、適応策の検討に耐える精度・詳細さが担保されておらず、地方・レベルの影響を表し切れていない面がある。たとえば、リスクマップの形で示した温暖化影響総合予測プロジェクトの研究成果についても、その想定する将来の気候予測情報の空間解像度の制約等から、県別影響予測情報として伝達する際にはその精度について細心の注意をはらって言及することが必要な状況にある。高空間解像な全球気候モデルや、地域気候モデルなどを用いた、空間・時間詳細な気候予測情報が利用可能になりつつある状況もふまえ、その適切な利用手法の検討も含め、地域的な影響評価は今後の重点課題であろう。気候予測情報の利用については、従来の大規模・国全域スケールでの研究で培われた知見・技法が地域評価にも役に立つはずであり、地域の現場の実情を良く知る地環研とこれまで広域対象の影響評価を実施してきた国環研を含む諸機関との共同研究のメリットは大きいものと思われる。

適応策の検討に関しては、地域詳細な影響予測情報に基づく個別適応策の費用便益分析、適応策のリストアップと優先順位づけ、適応策の実践とその効果のモニタリング、といった、地域スケールでの研究・政策検討・実施の取り組みが求められるようになってきている。なお、適応策の良し悪しや、その実施の可否の判断には、防災・産業振興・土地利用などに関する上位政策・計画や、地域の社会的事情なども関係するため、トップダ

ウン型の定量的手法では適切な判断に至らないケースも多い。その場合、地域ごとの事情を考慮した柔軟なアプローチが必要となる。国環研等の国レベルの研究機関ではその種のアプローチの実施に限界があり、地環研をはじめとした地方研究機関による取組みに期待がかかる場所である。また、適応策については、たとえば水資源開発のような国の都合と県の都合を併せ考えるマルチスケールな評価・判断が必要となる場合もあろうから、やはりこれについても地環研と国環研の共同研究のメリットが望める。

また、国際的な観点でも協力の余地がある。たとえば、地方公共団体が温暖化影響を考慮したうえでハザードマップを作製したとする。そのハザードマップ自体はその対象地方での対策検討にしか役に立たないが、その作成手順に関する経験・知見は、同様の取り組みを必要としている途上国のコミュニティにとって極めて有用な情報であり、情報蓄積・共有・発信やキャパシティブUILDINGなどの形で国際的な貢献が可能である。

さらに観測・予測・対策検討のすべてに関して共通していえることであるが、地方大学がこれまで実施してきた各地方の環境の状況に焦点を当てた研究をレビューして、適切に取りまとめた場合、現実に即した厚みのある政策支援情報として利用可能となる。適応策の場合、環境政策の枠に収まらないより幅広い視点での検討が必要であり、地環研の所掌範囲に収まらない部分も多いが、温暖化の顕在化・深刻化が懸念される中、適応策の検討や実施が後回しになるような状況は回避しなければならず、関連機関のさらなる協力体制を構築し、連携して問題に取り組む必要がある。

—引用文献—

- 1) IPCC (2007): Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press.
- 2) 温暖化影響総合予測プロジェクトチーム(2008): 地球温暖化「日本への影響」.—最新の科学的知見—. <http://www.cger.nies.go.jp/climate/irpj-impact-s4report.html>
- 3) 環境省地球温暖化影響・適応研究委員会(2008): 気候変動への賢い適応.—地球温暖化影響・適応委員会報告書—. http://www.env.go.jp/earth/ondanka/rc_eff-adp/index.html
- 4) 国立環境研究所(2008): 平成20年度の地方公共団体環境研究機関等と国立環境研究所との共同研究課題について. 国立環境研究所ニュース, 27(1).