

第 8 章

気候変動の影響

荏本 孝久
(神奈川大学)

地球規模で進展している地球温暖化現象（気候変動ともいわれる）による影響は世界各地でさまざまな影響を与えている。洪水や台風・サイクロン・ハリケーンなどの極端な自然災害が発生したり、竜巻・干ばつ・大規模な山火事などにより広範囲な地域にこれまでにない災害が発生させている。これらの影響はアジアの地域においても顕著になっている。当初、アジアの自然災害として、顕著に発生してきた地震災害、津波災害、水害や火山噴火災害などが主要な災害であった。しかし、21世紀に入ってからとくに大気中の二酸化炭素（CO₂）濃度の増加にともなう地球温暖化現象が進み、このことによる自然災害の増加などが危惧されるようになってきた。とくに2020年代頃から、顕著な気温の上昇、極地方の氷河の融解、海水面の上昇などが顕在化して、気候変動に関連する自然災害の影響が大きくクローズアップされている。アジアもその例外ではなく、近年では大規模化したこれらの自然災害が多く報告されるようになってきた。

本章では、気候変動により顕在化した自然災害に関して、まずアジアにおける自然災害の特殊性と被害形態について世界各地との比較により概観する。そして、その特殊性についてより深く理解するために、アジアの気候システムの成立ちと気候変動適応という考え方についてまとめる。この2つのことについては2016年度後期（9月～10月）に開催されたエクステンション講座で取り上げた「アジア研究センター/連続講演会」の第4回 9月30日（金）植田宏昭氏・筑波大学の「グローバル気候システムとアジアモンスーン変動—日本で発生する異常気象を読み解く—」および第6回 10月21日（金）大楽浩司氏・国立研究開発法人防災科学技術研究所の「アジアにおける気象災害と気候変動適応」から学んだことを中心としてまとめた。

1. アジアにおける自然災害の特殊性と被害形態

はじめに

地理学的に世界を構成する6大州のうちアジア州（以下、アジアと記載する）には48か国があり、更に細かい地域区分では、シベリア、中央アジア、東アジア、東南アジア、南アジア、西アジアの6つに分けられている。世界人口が近く80億人に達するといわれる中で約60%がアジアに住み、都市圏人口の比較では上位8位までの都市圏がアジアに存在していて、人口集中が著しいといわれている¹⁾。アジアではその多様な国々が多様な立地条件の基に成り立っていることから自然災害も多様な様相を呈している。

2022年においてもアジアの国々で多くの災害が発生している。インドネシア、タイ、パキスタン、ミャンマーなど南アジアの国々で洪水災害が多発し、中国、韓国、日本でも南シナ海から太平洋の赤道付近に発生した台風の襲来に起因する洪水災害が多く発生した^{2)、3)}。また、フィリピンや台湾では地震が発生して人的・物的被害を与えている。特に、パキスタンでは異常気象による洪水被害が6月中旬から8月下旬に発生し、影響は長期にわたって深刻化している。豪雨に加え北部の山岳地帯の氷河が解け大量の水が流出したため、死者は1,200人を超え、国土の1/3に及ぶ多くの農地を含む地域が被害を受けたと報告されている。道路などインフラも損壊し、パキスタン政府は経済損失を100億米ドル（約1兆4千億円）以上と試算し、経済危機にある同国への影響は計り知れない規模に及ぶといわれる衝撃的な災害が発生している⁴⁾。また、10月24日にはバングラデシュでサイクロンにより多大な被害が発生し、同時期の10月27日にはフィリピンを襲った台風により洪水が発生し、その後北上し中国に再上陸して、中国でも多大な被害を及ぼしたことは記憶に新しい。

このように最近では毎年のように気象災害が多発して強風や洪水災害を引き起こしている。アジアに限らず地球温暖化による異常気象にともなう自然災害は、世界中で発生しており、その頻度は年々増加傾向にあるといわれており、特にアジアの地域で大規模な自然災害が統計的にも多くなっている⁵⁾。

近年の世界的規模での地球温暖化の影響により、世界各地で自然災害が多発し大きな影響が広がっている。地球温暖化とは直接の関連性はないと考えられるが2020年来の新型コロナウイルス感染症（COVID-19）によるパンデミックも大きな社会問題となっている。自然災害は地域性が顕著で、なかなか実態を明らかにすることは難しいが、従来から世界の他地域に比べてアジア地域は自然災害環境の厳しい地域と評価されている。本章では、近年（20世紀以降）発生した世界とアジア地域における自然災害の資料に基づいて、特に近年のアジア地域における自然災害の特殊性について検討するとともに、自然災害が地域社会に与える影響について考えることを目的とした。すなわち、自然災害という視点を通して地球温暖化（気候変動）の影響を受けるアジア地域を考察したいと考えた。

自然災害の種類と考えられる社会・経済的損失

一般に、自然災害として取り上げられるものは、地質に起因する火山災害、地震災害、土砂災害と気象に起因する風水害、高温災害、低温災害や旱魃などが考えられる。また、細菌などに起因する感染症、疫病などに大きく区分される。これらの自然災害が単独に発生する場合もあり、また複合的に発生する場合もあって、自然災害の分類は複雑で多岐にわたる。また、自然災害によりさまざまな社会的・経済的な影響が生じる⁶⁾。例えば、多くの地質や気象に起因する自然災害時に目に見えて発生する事象として、生活する上で不可欠な各種のインフラストラクチャーやライフライン施設などの破壊・故障などがあげられる。これらの施設が物理的に損傷を受けることにより生活機能が寸断される。典型的な事例として考えられることは、制御系統の不具合や寸断により電力供給の停止などが起こり生産停止や交通網の停止が発生する。また、災害時には生活を維持するために供給の確保や重要な用途を優先することを理由として、意図的に電力供給の制限が行われることもある。自然災害により発生する具体的な社会・経済的な影響として考えられる事象としては、極めて広範囲に及ぶことが考えられる。列記すると、①電力供給の停止（停電）や制限、②都市ガス供給の停止や制限、③上水道、農業用水路、工業用水道などの用水の停止（断水）、④下水道などの

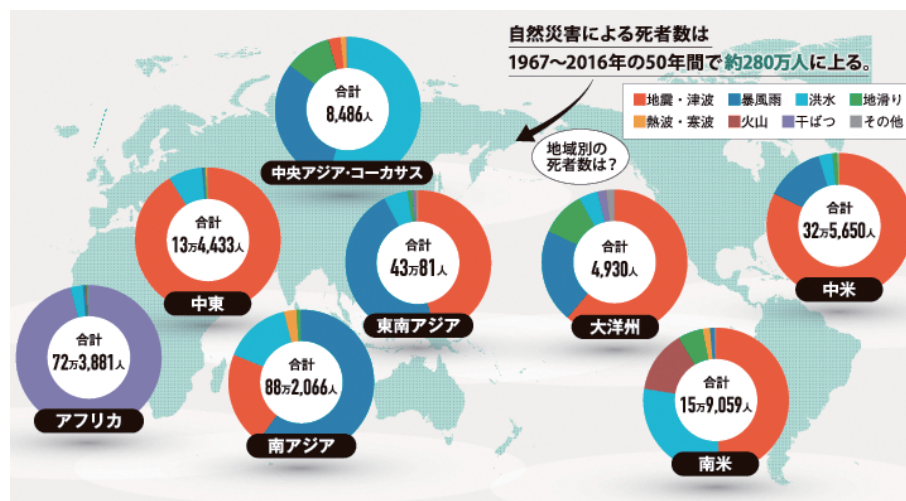


図 8.1 各地域の特徴は？ 世界の災害を知る（mundi JICA 広報誌より）

排水の停止や制限、⑤電話や通信網の停止や制限、⑥放送の停止や制限、⑦公共交通機関（鉄道・軌道、航空機、バス、タクシー、船舶）の停止や制限、⑧道路の寸断や制限による運輸や郵便、私的交通の停止や制限、⑨交通の支障や燃料不足、原材料・製品供給の途絶などによる物流の停止や制限、⑩食料品・飲料・日用品の不足、⑪病院や薬局などの医療機関の停止や制限、⑫直接被災やサプライチェーン寸断による企業活動の停止や制限、⑬金融や経済、雇用への影響、⑭その他の商品・サービス、公共サービスへの影響、⑮住居被災や避難による居住への影響、など多岐の影響が考えられる。大規模な自然災害の場合にはこれらの事象は複合して広域に発生する。

このような自然災害が度重なると、災害復旧・復興に掛る予算が増大し、その国の社会・経済に大きな負の影響が蓄積することになり、経済成長もままならず、貧困状況に直結してしまう可能性があり、大きな社会・経済問題へ発展する⁷⁾。アジアの国々は、その立地条件から自然災害が多発し、大きな社会・経済問題を抱える国も多い。このような視点を中心に置いて自然災害という観点からその地域性と社会・経済的影響について考察する。

アジア地域の自然災害

アジア地域の自然災害にどのような特徴があるのかについては、世界の自然災害との比較において明瞭な特徴が認められる。図 8.1 は、CRED の災害データベース（EM-DAT）を基に JICA が作成した世界の地域別の自然災害の特徴を示した図である。

1967～2016 年の 50 年間で、世界では約 8,000 件の大規模な自然災害が発生し、被害額は約 7,300 億ドルに上る。そして、自然災害による死者数は同じく 1967～2016 年の 50 年間で約 280 万人に上ると報告されている⁸⁾。それによると、アジアでは、暴風雨や洪水といった風水害による死者数の割合が、他の地域に比べて高くなっている。

一方、中南米では、地震・津波による死者数が最も高い割合を占め、次いで暴風雨や洪水といった風水害の割合が高い。そして、アフリカでは、死者数の 9 割以上が旱魃によるものである。

特徴として、自然災害の発生件数、自然災害による被害額、死者数について、世界の上位 3 地域をまとめると表 8.1 のようにまとめられ、いずれにおいても東南アジアや南アジアといった地域が上位を占め、世界の他の地域よりも大きな数値を示す結果が示されている。これらの地域では図 8.1 によれば暴風雨や地震災害が多発している。

表 8.1 自然災害による被害（1967 年～2016 年の 50 年間の上位 3 地域）

順位	自然災害の発生件数		自然災害による被害額		自然災害による死者数	
	地域	発生件数	地域	被害額	地域	合計
1	東南アジア	1,674 件	東南アジア	1,729 億 3,500 万ドル	南アジア	88 万 2,066 人
2	アフリカ	1,437 件	南アジア	1,441 億 2,600 万ドル	アフリカ	72 万 3,881 人
3	南アジア	1,324 件	中米	1,031 億 1,300 万ドル	東南アジア	43 万 81 人

自然災害の地域的特性

アジア地域で起きている自然災害は、広い視点で見ると、その地域の特殊な立地条件に起因する。それは、アジア地域に存在するプレート境界というテクトニックな条件⁹⁾と海水温が高いインド洋と標高の高いヒマラヤ山脈との相互の関連で発生するアジアモンスーン（季節風）という気象条件¹⁰⁾である。前者は地震災害や津波災害あるいは火山噴火災害などの大規模な自然災害を引き起こしている。また、後者はハリケーンや台風により洪水災害、土砂災害などを引き起こし、歴史

的にも世界的にも他に類のない規模で記録に残る大きな災害を経験している。

このような災害形態を考えると、地域的にプレート境界がある海洋に近接する国々では、地震災害や津波災害が頻発し、火山噴火災害也多発している。たとえば、インドネシアやフィリピンなどはそのような特徴があり、比較的国土が高地に位置するインドやネパールなどの国々では、洪水や土砂災害が多発している。また、低地に位置する国々や国土が平坦な国々では洪水災害に見舞われている。たとえば、パキスタン、ミャンマー、タイ、ベトナムなどの国々が該当する。一方、海洋に浮かぶ島国ではハリケーン、台風など海洋で発生し巨大化する気象災害に見舞われる国々も多く、特にフィリピン、インドネシアや東インド洋の島々はハリケーンなどの被害が多発している。そして、オーストラリアや西アジアの内陸に広がる乾燥地帯では、高温・乾燥地域特有の旱魃などが発生している。このような歴史的な経緯に加えて、近年の地球温暖化による気候変動などにより更に大規模な要因が加わるとともに最近では新型コロナウイルス感染症などの拡大による世界的な感染症災害が追い打ちをかけていて、アジア地域の国々でもさらに厳しい状況にあるといえる。

地球温暖化による世界的な影響

気象庁は、近年社会経済活動の国際化により、世界各国で発生する異常気象が、その国だけに留まらず、広い視点で相互に影響を及ぼしあっていると報告している。その結果、たとえば日本の社会・経済にも大きな影響を与えるようになってきている。また、地球温暖化やエルニーニョ現象等の気候変動により、世界的に異常気象が増加する可能性もあり、世界の異常気象等に関する情報を逐次提供している。図8.2は2018年の主な天候の特徴・気象災害について「世界の異常気象」を図示したもので、概況として、年平均気温は、主に北半球で平年より高く、東アジア東部、中央アジア南部から北アフリカ北部、カナダ東部から米国北部などで平年よりかなり高かったと説明している¹¹⁾。気象災害の記述は米国国際開発庁海外災害援助局とルーベンカトリック大学災害疫学研究所（ベルギー）の災害データベース（EM-DAT）や各国の政府機関・国連の発表等に基づき、人的被害や経済的損失の大きさ、地理的広がりを考慮して取り上げて図示したものであると説明されている。図より異常気象として「高温」の影響が広く世界的に広がっていることがわかる。

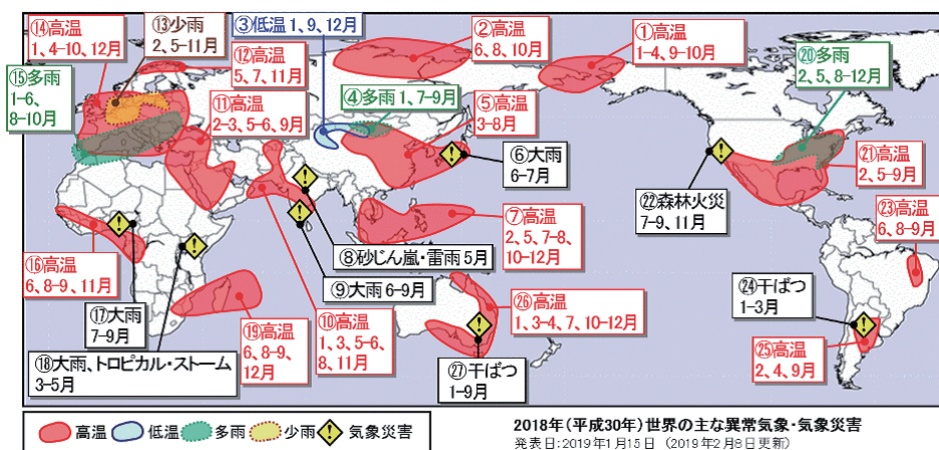


図8.2 世界の年ごとの異常気象（気象庁 HP より）

大災害の多くはアジア地域で発生している。近年の地球温暖化による気候変動により海面の上昇や気温・雨量の変化などの気候変動によって災害は確実に増えている。前述したように2018年に最も多くの避難者を出した災害の上位10カ国の内の8つは、中国、インド、フィリピン、インドネシアなどアジアの国々で起きたものとされている。2014年から2017年の間だけでも、アジア太

平洋地域は55の地震、217の台風やサイクロン、236の洪水に見舞われ、6億5,000万人もの人々が影響を受けた。このように、気候変動による地球規模での自然災害の発生は、顕著な影響を与えているため、気候変動による影響がなかった年代、すなわち従来からの特徴であった地震、火山、津波災害や洪水、土砂災害などの地域特有の自然災害の地域性を大きく変える傾向にあるといえる。従来から認められている自然災害の地域性が分かり難くなっている可能性は大きいと考えられる。このため、より詳しい分析は、各国の自然災害に関する統計資料に基づく分析を行う必要があるが、公開されている整合的な統計データは不十分で、なかなか詳細な比較分析は困難であるが、少なくとも気候変動による地球温暖化の指摘が顕在化した2000年以降と2000年以前に分け、地域的にはアジアの6つの地域区分で自然災害について整理・分析する必要性を感じる。地球温暖化による影響をより具体的に理解するためには、やや長期的な観点で資料の収集・分析と整理を進めて傾向を明らかにすることが必要であると考えている。

2. グローバル気候システムとアジアモンスーン変動

今後、気候変動の影響が増々大きくなると言われている現在においては、複雑で予測が難しい気象現象について、そのメカニズムの理解を深めておく必要は大きいと考える。

ここでは、本章の冒頭で述べた植田宏昭氏のご講演から学んだことをベースとして取り上げる。特に植田氏のご講演では気象現象が極めて複雑であり、予測が難しいという点が印象に残っている。

これまで、世界各地の気候や気象現象に関連して地球規模でグローバルに定着し理解されてきた大きな現象は、大気の流れ（図8.3 (a)）と海水の流れ（深層海流（図8.3 (b)）と表面海流の流れ）で、ここ数千年から数万年続く大きな循環として認識されているが、これらの変動も極めて微妙なバランスのもとで成り立つ現象で詳細には複雑な変化に左右されているということを理解する必要がある。

気候の変化は、わずかな海水温の変動が大きな影響を与える。海水温の変動は、海洋表層（0～250 m）における1℃程度の変動と対流圏（0～10 km）における100℃程度の変動に該当し、海洋表層の海水温のわずかな変動が大きな影響を及ぼすことが理解される。年々変動は、地球表面に現れるテレコネクションと呼ばれる高気圧（H）と低気圧（L）の相互の配列をなす波列を形成する。これは、力学効果といわれている。たとえば、日本の暑夏はラニーニャ時のテレコネクションのパターンで発生し、北米の早魃・洪水はエルニーニョ時のパターンで発生する。一方、極端降水（通称、ゲリラ豪雨）は熱力学効果によるもので、日本における1975年以降2013年の期間で、1時間降水量50 mm以上の年間観測回数は徐々に増加傾向にある。一般には、熱力学効果により気温が上昇すると水蒸気量が多くなるが、気温が温暖化した場合、陸面での顕著な昇温により力学効果による海面から活発な蒸発から陸面での降水に至る循環が対流活動の抑制を起し、熱力学効果により降水量が増加する現象を示すようになる。このように海面と陸面で気温のバランスに影響される力学効果による対流循環と熱力学効果による地表付近の対流は、両方の効果の大小関係で決まることになる。

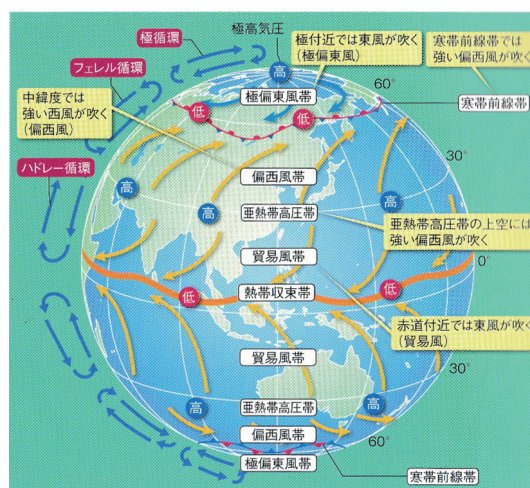
エルニーニョとラニーニャは1～2年の間隔で推移する波動現象をもっている。通常太平洋赤道上に発生する高気圧によって水蒸気が立ち上り上昇気流が発生し、大気の循環により東へ移動し、南米太平洋沖で下降するウオーカー循環により安定した気象現象を示すが、エルニーニョ現象が発生すると南米太平洋のペルー沖の海水温が上昇して大気循環が変化し、西太平洋上に下降気流が生

じ低気圧が発生する。一方、ラニーニャ現象に移行すると西太平洋の海水温が上昇し、相対的に東太平洋ペルー沖の海水温が低下して大気循環が元に戻る傾向を示すようになる。そして近年、エルニーニョ発生時は西太平洋の西側に位置するインド洋上に高温域が形成されてインド洋ダイポールモードを示すような相互作用が励起される現象が確認されるようになってきている。エルニーニョとラニーニャ現象は、海洋表面付近の海洋波動のケルビン波とロスビー波の形成による遅延振動子により、深く暖かい海水域と浅く冷たい海水域の入れ代りで発生するものと考えられている。そして、インド洋ダイポールに至るインド洋の全域昇温による蓄熱効果はエルニーニョの後に生じている。

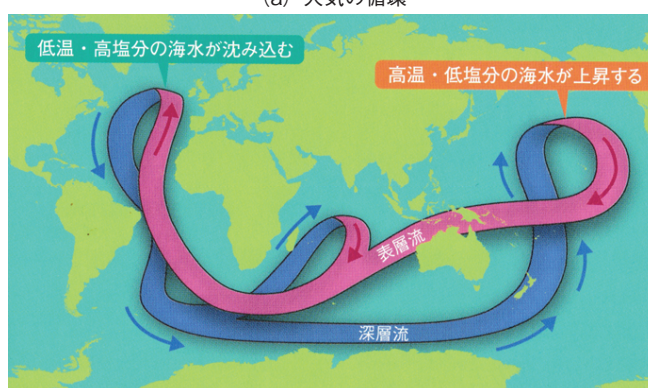
日本付近で発生する異常気象を読み取るにあたっては、これらの変動に加えて 21 世紀の気候ハイエイトスという気候温暖化にともなう現象についても考慮する必要がある。ハイエイトス期（温暖化の停滞期）の海面水温偏差はラニーニャ的であり、夏期の地球表面気温偏差により非一様な降水偏差を示し、降水量の地域による変化の相違が顕在化している。たとえば、東アジア（EA）では降水量が減少し、西太平洋（WP）と西インド洋（WIO）では降水量は増大傾向して、EA と WP & WIO は反対の関係を示している。これは、アジアモンスーンにおける太平洋の寒冷化とインド洋の温暖化の相互作用によるものと考えられる。これまで 21 世紀ハイエイトス期とラニーニャ現象でインド洋と西太平洋の昇温の相乗作用によって、日本の天候は“冬が多雪と夏の少雨・猛暑”を繰り返してきたが、今後日本の天候はエルニーニョとインド洋の昇温による相乗効果により“冷夏・多雨”が予想される。

もっと地球規模でグローバルに見ると、更に北側からの寒気の影響として“北極振動”の影響や“地球温暖化”による影響など気候変動と気象現象との関係性など多くの複雑な現象が加わっているものと考えられる。このように、グローバル気候システムとアジアモンスーン変動が今後の日本を含めたアジアの異常気象にどのように影響してくるのか注目していく必要がある。

以上のように地球温暖化（気候変動）という現象は、アジアも含めて地球全体のグローバルな気候システムにより支配される現象で大きく左右される。地球をおおう海水温の変動、気温の変動そして気圧の変動など時々刻々と半化する物理現象の重ね合わせで複雑に起こる現象を認識することが必要である。



(a) 大気の循環



(b) 海水の循環

図 8.3 気候を支配する要因

河宮未知生著「異常気象と温暖化がわかる」技術評論社より引用

3. アジアにおける気象災害と気候変動適応

私達が暮らす地球は“水の惑星”と言われるように“水”は極めて重要で気象現象や気候変動にも大きく関係している。大気の流れや海流の流れと同様に水の循環も気候変動と大きく関連している。気候変動によって伴って、水の循環も大きく変化すると考えられるが、そのことも取り入れて、将来の気候変動に対する対応策を考えて置くことも大変重要である。このことについて、ここでは、大楽浩司氏のご講演から学んだこととして、地域の水循環システムの理解が気象現象の理解に重要であり、このことにより気象現象の偏在化が生じ大きく変動する可能性があり気象災害が極端化した場合の適応方法の考え方が説明された。

水循環システムは水文学という学問を基本にしている。水文学は、水の生起、循環、分配に関して地球上の水を扱う学問で、水の物理・化学特性に関して、それらの人間活動への応答も含めて物理・生物・環境との相互作用と水循環全ての変遷を考える学問として定着している。なぜ水が重要なのかと考えると、水は地球システムにとって必須の要素で植物・動物・海洋生物を支える資源であるからである。そして、水は液体、固体で地球上の75%を占めており、また水蒸気は地球でもっとも豊富で重要な温室効果ガスで、水の相変化（気体・液体・固体）は地球システムの特長や時空間的發展を決定づけている。降水からの潜熱の放出は、グローバルな循環で主要な役割をもち、水循環システムにおいて熱、水蒸気、運動量の輸送を担っている。また、自然生態系システムは降

水量に依存し、水は地球システムの他のサイクル、たとえば炭素循環や窒素循環などにおいても非常に重要な役割をもっている。このように水は地球システム、生態系、物質循環などさまざまな重要で基本的なシステムに関与している。

現在、このような気体、液体、固体の水の分布や移動などについて、レーダーや衛星などを利用した最新技術を駆使した探査やモニタリングによって情報の収集と分析が進められている。これらの分析によって水循環とその特徴についての理解が深まってきており、水の存在は良くも悪くも循環していること、人間を含むあらゆる生物は循環している水との付き合いをして生命維持を続けていること。そして、水循環の2つの基本的な特徴は、①自然現象として時間的・空間的に偏在すること、②人間活動によって変化することが挙げられる。このような水循環系の理解と解明に水文学が寄与している。

アジアにおける風水害の現状を概観すると、様々の統計データに基づいて、自然現象（熱帯低気圧、旱魃、地震）などの災害は地球上に偏在しているが、明らかに気象災害や水害は年々増加傾向を示しており、気象・気候関連災害による経済被害も増加傾向を示している。このような増加傾向を世界各地域毎の自然災害の発生件数で見ると“アジア/アフリカ”地域で顕著な増加傾向を示しており、自然災害による犠牲者の割合は、1970年～2008年の統計データで見ると発展途上国における割合が95%以上を占めていることが分かる。自然災害の関連する気象環境の変化も大きく、乾燥化が拡大する地域と減少する地域の分布が偏在したり、強い熱帯低気圧の発生頻度と割合が過去35年間で増加傾向を示し、日本では短時間強雨現象が増えているとの報告もある。

このような気象現象の偏在と激甚化には、気候変動の影響が大きいと考えられているが、その科学的な理解の現状について見てみたい。気候変動と地球温暖化について、現在“人間活動が二酸化炭素を含む温室効果ガスの大気中濃度の増加をもたらしたことは疑う余地がない”と言う言説に対して、反対、賛成、中立の立場で“仮説1”、“仮説2”、“仮説3”が取り上げられて、どの仮説に賛成するか質問が投げかけられ、意見交換が行われた。最終的な決着を見るまでもなく、これらの仮説に対して次の“IPCCAR5 WG1, 2013”の決議が紹介された。すなわち“人間活動に起因する気候変動が顕在化しており気候システムの温暖化に疑う余地はない”すなわち“人間の影響が20世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な要因であった可能性は極めて高い（95%以上）”と報告された。

温暖化にともなう気候変化において極端現象の出現が増大するようになると、現在の気候に基づいた確率分布における平均値と分散が、新しい気候に基づいた確率分布の平均値と分散が変化（平均値が減少し、分散が増大する）して、“寒い気候”がやや減少し“熱い気候”が極端に増加して“熱い気候”の出現記録がますます蓄積されるようになる。このような気候変化に基づいた“気候モデル”によるシミュレーションが実施されて“熱い日”の出現日数の予測や“豪雨”の出現回数予測の結果が示されて懸念される温暖化の影響が議論されるようになってきている。そして、気候変動の水分野への影響としては次のようなシナリオが考えられる。すなわち、“温室効果ガスが大量に排出されて大気中の濃度が高まり、熱の吸収が増えた結果、気温が上昇、これにともない海面水位が上昇する”とその影響で“氷河や南極などの氷の融解”、“海水の熱膨張”、“蒸気発散量の増加”、“積雪量の減少”が生じて“高潮および海岸浸食の発生”、“洪水の増大”、“土砂災害の激

化”、“渇水危険性の増大”など自然災害の発生要因が拡大する。このように危惧される影響に対して、今後の水文学に“水循環は加速しているか?”、そして“何故加速するのか?”、“それは観測されているか?”、“フィードバックはあるのか?”など問題解決に必要な課題を解明することが重要視されている。

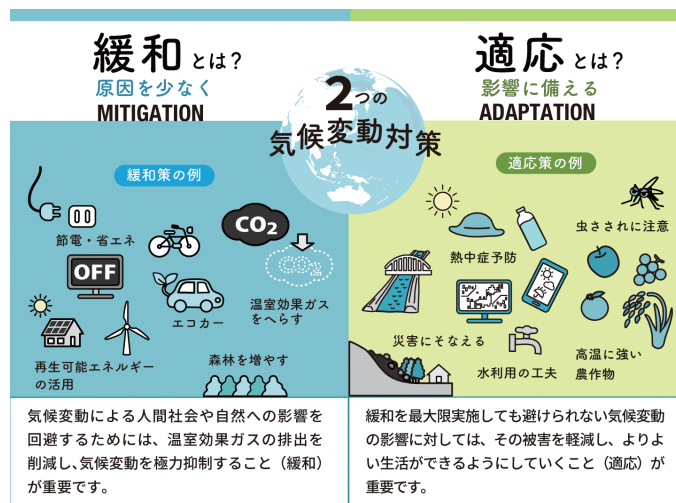


図 8.4 2つの気候変動対策（環境省）
国立環境研究所 HP より引用

図 8.4 は、国立環境研究所の A-PLAT で紹介されている「2つの気候変動対策」を示している。

以上、気候変動が人間の社会活動によって拡大することを考えると、それに適応する社会の活動や仕組みを構築すること、すなわち“気候変動適応”システムを構築することの重要性が増加してくる。“気候変動適応”の取り組みとしては“調和”策と“適応”策がある。調和策とは、地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出を規制する方策であり、適応策とは、既に起こりつつある、あるいは起こりうる温暖化の影響に対して、自然や社会のあり方を調整する方策である。現在の気候変動をめぐる認識あるいは対応状況は、①気候変動の影響の世界的な顕在化の認識、②IPCC AR5 の発表（2014 年 10 月総合報告書・コペンハーゲン）、③パリ協定（2015 年 12 月）、④日本政府の適応計画策定の動き（2015 年 1 月閣議決定）、各府省での取り組み、⑤自治体・企業・住民間の関心の高まり、など進展してきており、このような社会的な関心の高まりに応える成果が期待されている。そのような中で「気候変動適応の取り組みとして」、「適応シナリオ分析・検討の考え方」、「緩和と適応を考慮した土地利用シナリオの多面的評価」や「水害（津波）リスクとアメニティー評価のトレードオフに着目した不動産評価分析」などの取り組みが報告されている。

以上のように複雑で変動の激しい地球温暖化（気候変動）現象は、なかなか予測・解明することは難しく、「気候変動適用」という考え方で、自然災害を回避しようとする新しい取り組みとなっている。

参考文献

- 1) Business Insider Japan; <http://www.businessinsider.jp/news/>, Sep. 01, 2019
- 2) アジア防災センターホームページ: https://www.adrc.asia/top_j.php
- 3) Asian Disaster Reduction Center; Natural Disaster Data Book 2020 (An Analytical Overview)

- 4) 毎日新聞ニュース：パキスタン、洪水で 1290 人死亡「国土の 3 分の 1」が浸水、2022 年 9 月 4 日
- 5) フランソワ＝マリー・ブレオン他：地図とデータで見る気象の世界ハンドブック、原書房、2019 年
- 6) 藤本典嗣他：グローバル災害復興論、中央経済社、2017 年
- 7) 大塚啓二郎：なぜ貧しい国はなくなるのか、日本経済新聞出版社、2020 年
- 8) JICA（独立行政法人国際協力機構）広報誌：防災 命と暮らしの基盤をつくる、mundi 2017 年 10 月号
- 9) 木村 学他：図解プレートテクトニクス入門、講談社、2013 年
- 10) 植田宏昭：気候システム論、筑波大学出版会、2012 年
- 11) 気象庁ホームページ：世界の年ごとの異常気象、https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/annual/annual_2018.html