



政策立案者のための報告書(第4版)

持続可能な未来のための東アジアにおける
共同活動を通じたクリーンな大気環境の達成
に向けて

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET)

令和元(2019)年11月



政策立案者のための報告書(第4版):持続可能な未来のための
東アジアにおける共同活動を通じたクリーンな大気環境の
達成に向けて
著作権 ©東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)、
2019年11月
著者:東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)

写真提供:©東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)

発行者及び所在地:東アジア酸性雨モニタリングネットワーク
(EANET)事務局
国連環境計画アジア太平洋事務所
United Nations Building, 2nd Floor
Rajdamnern Nok Avenue
Bangkok, 10200, Thailand
Tel: +66-2-288-1627
Fax: +66-2280-3829
www.eanet.asia

本著作物を教育目的又は非営利目的に利用する場合には、出典を明示することにより、著作権者の許諾を受けずに一部又は全部を利用することができる。

この報告書は、利用可能な報告書、EANETモニタリングから得られた科学的なデータ、十分に有効と認められる様々な出所から得られた情報により補足されたアセスメント及び研究結果を踏まえ作成されたものである。

この報告書では、特に断りのない限り、「東アジア」という用語は北東アジア及び東南アジアを示す。2010年のEANET第12回政府間会合(IG12)で採択された「EANETの強化のための文書」で定義されているとおり、「酸性雨」とは、主要な酸性物質及び関連する化学物質の沈着を示す。

この冊子は、環境省の依頼を受け、東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)が2018年12月に作成した政策立案者のための報告書(第4版)「持続可能な未来のための東アジアにおける共同活動を通じたクリーンな大気環境の達成に向けて(Towards Clean Air for Sustainable Future in East Asia through Collaborative Activities)」をアジア大気汚染研究センターが日本語に翻訳し作成したものである。

政策立案者のための報告書(第4版)
持続可能な未来のための東ア
ジアにおける共同活動を通じ
たクリーンな大気環境の達成
に向けて

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)





はしがき

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク第20回政府間会合(IG20)は、EANET事務局から2018年末に提出された政策立案者のための報告書第4版(RPM4)- 持続可能な未来のための東アジアにおける共同活動を通じたクリーンな大気環境の達成に向けて - の最終草案を承認しました。

EANETが4~5年ごとに作成している同様な報告書は、EANET参加国の政策立案者が意思決定プロセスにおいて科学に基づく推奨事項へのコンタクトを支援することを目的としています。政策立案者に向けてこのような推奨を行うに当たり、この報告書は東アジアにおける酸性雨の状況に関する第3次定期報告書等のEANETが作成した関連する最新の報告書を参照いたしました。

政策立案者のための報告書は、各版において、地域の政策立案者に情報を提供することが重要と考えられる特定の問題を強調しました。この第4版では、より緊密な協力とパートナーシップによる相乗効果を生み出す取組と、当地域の内外でともに大気汚染問題に取り組むためのグローバルな取組に焦点を当てています。

この報告書は、多くの国による協働した取組を経て完成しました。私は、IG20会合の議長として、EANETの全ての同僚に、報告書のアウトライン作成から最終的な改訂まで貴重なインプットを提供していただいたことに感謝いたします。EANET科学諮問委員会メンバーによる報告書の作成及び改訂に係る技術的・科学的助言に感謝いたします。この報告書完成に向けてのEANETネットワークセンターであるアジア大気汚染研究センター及びEANET事務局である国連環境計画の御尽力に対し深謝いたします。

最後になりましたが、私は全ての参加国に対し、私たちの大気環境を改善するための有益な資料として、この報告書の使用を奨励いたします。

Mr. Thalearnsak Petchsuwan
Chairperson of the IG20



序文

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)は、酸性雨やその他の関連する大気汚染物質に対処するため、北東アジア及び東南アジア諸国間における協力を推進するために設立された政府間イニシアチブである。

2001年における本格稼働の活動開始以来、EANETは、モニタリングと研究活動を通じて、大気汚染及び関連する環境への悪影響を緩和するための政策に係る意思決定を支援するため、貴重な科学的情報を提供してきた。政策立案者は、十分な立法及び政策ツールの実施を通じて、環境を保護し環境法規制の遵守を確保する上で重要な役割を果たしている。

重要な科学情報を参加国の政策立案者に直接伝えるため、EANETは4年から5年に1回の割合で、一連の政策立案者向けレポート(RPM)を作成して来た。政策立案者のための報告書第1版(RPM1)は2005年11月に発行され、最初の5年間におけるEANETの計画と成果について報告した。

2009年11月に発行された政策立案者のための報告書第2版(RPM2)は、大気汚染と酸性雨の削減・防止を統合することにより、より良い大気環境管理を達成するためのタイムリーな行動を推進した。2014年に出版された政策立案者のための報告書第3版(RPM3)は、EANETの進捗と活動を更新し、地域における環境に関するトレンドがハイライトされるとともに、状況を踏まえた新たな問題に関する情報を提供した。

政策立案者のための報告書第4版(RPM4)は、2015年11月の第17回政府間会合(IG17)で承認されたEANET中期計画(2016-2020)並びに2016年の第18回政府間会合(IG18)で承認された2017年EANET作業計画と予算及び2017年の第19回政府間会合(IG19)で承認された2018年EANET作業計画と予算に基づき、作成された。

この報告書は、2010年から2014年までの期間のモニタリングと、東アジアにおける酸性雨の状況に関する第三次定期報告書(PRSAD3)で報告されている過去15年間のトレンドを分析し、その結果を政策立案者にお知らせするものである。加えて、酸性雨と大気汚染が人間の健康と経済に及ぼす影響についてハイライトし、大気汚染管理、特にオゾンと粒子状物質(PM)に関連する新たな進展について報告している。

また、大気環境管理の課題や統合的アプローチの動機付け、EANET参加国による大きな成果等、クリーンな大気を実現するための戦略的イニシアチブ及び健康で安全で持続可能な生活を推進するとともに、地上生態系を保護し、持続可能な開発目標(SDGs)を実現するための方法を紹介するものである。

エグゼクティブ・サマリー

大気汚染は、アジア・太平洋地域における深刻な公衆衛生上の危機であり、屋外及び家庭内における大気汚染への曝露により400万人以上の人命が危険に晒されている。より多くの人数の被害者は、脆弱な女性、子供、高齢者及び貧困者達である。

劣悪な大気環境によって引き起こされる不健康状態は、生産性を低下させ、社会福祉コストを増大させ、最終的には、人々がより良い生活をする権利を奪ってしまう。粒子状物質(PM)の他に、一酸化炭素(CO)、窒素酸化物(NOx)、硫黄酸化物(SOx)及びCO、NOx、揮発性有機化合物からの二次汚染物質として大気で形成された地表付近のオゾンが人間の健康に害を及ぼす可能性のある大気汚染源の一つである。

この状況に鑑み、第1回及び第3回国連環境総会(UNEA)においては、大気環境に関する行動への世界的な呼び掛けが行われた。193の国連加盟国との環境に関する最高レベルの意思決定機関として、大気環境に関するUNEA決議は、国、国連組織、専門機関、政府間組織、市民社会及び民間組織を巻き込んで行われた。この大気環境に関するUNEA3の決議は、その全球的な改善のため、大気汚染の防止と削減に焦点を当てている。

この決議は、大気汚染が人間の健康、経済、生態系、気候等の社会の幾つかの側面に影響を及ぼすことを認識したものである。勧告は、大気汚染による負の影響に対処し、汚染削減のための政府間協力を強化するなど、大気汚染に対処するための共通の対応と解決策を追求するよう加盟国に求めている。個々の取組からグローバルな取組まで、あらゆるレベルで大気汚染による悪影響を防ぐための共同の取組が必要となっている。

本報告書は、東アジア地域における酸性雨と大気汚染の現状及び傾向並びに現在の環境問題における解決のためのキーポイントについて議論している。問題の原因としての大気汚染と人の健康、生態系、経済等人間生活の様々な側面とのリンケージがなされた。より良い成果を得るため、EANETモニタリングと研究活動からの地域への潜在的な貢献について、地域の大気をクリーンにするための戦略的イニシアチブに関連して議論された。



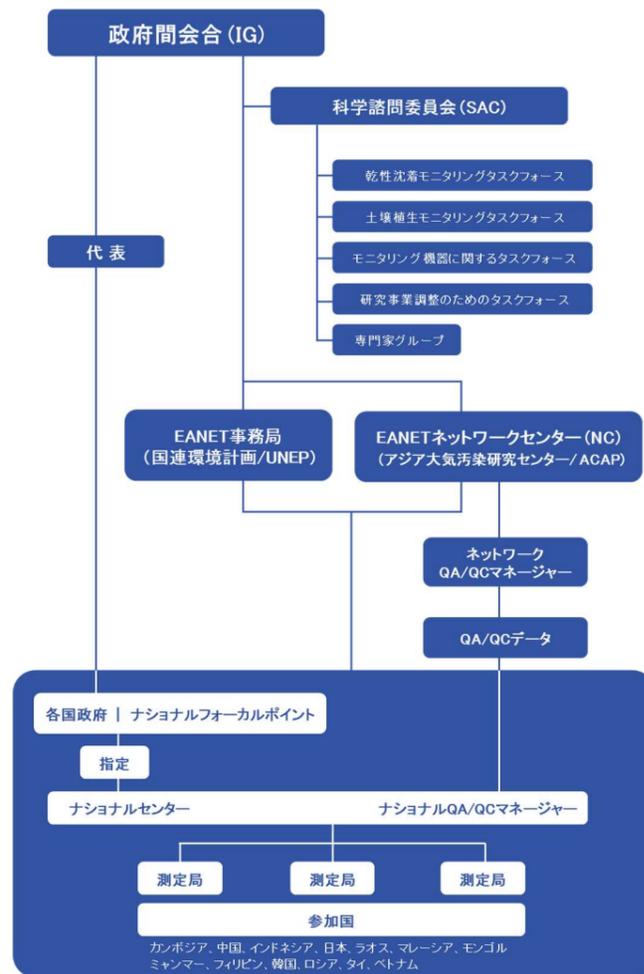
EANETの概要

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)は、酸性雨問題に取り組むために東アジア諸国の協力のもと、1998年に設立された政府間の地域ネットワークである。EANETは、大気汚染問題に関する意思決定と政策立案のため、信頼できるデータと科学的に評価された情報を政策立案者に提供することを目的としている。

EANETの3つの目的:

1. 東アジアにおける酸性雨問題の状況に関する共通理解を形成すること。
2. 酸性雨によって引き起こされる環境への悪影響を防止し、又は減少させることを目的とした地方レベル、国家レベル及び地域レベルでの意思決定のための有益なインプットを提供すること。
3. 酸性雨に関連した諸問題に関する参加国間の協力に貢献すること。

EANETの組織



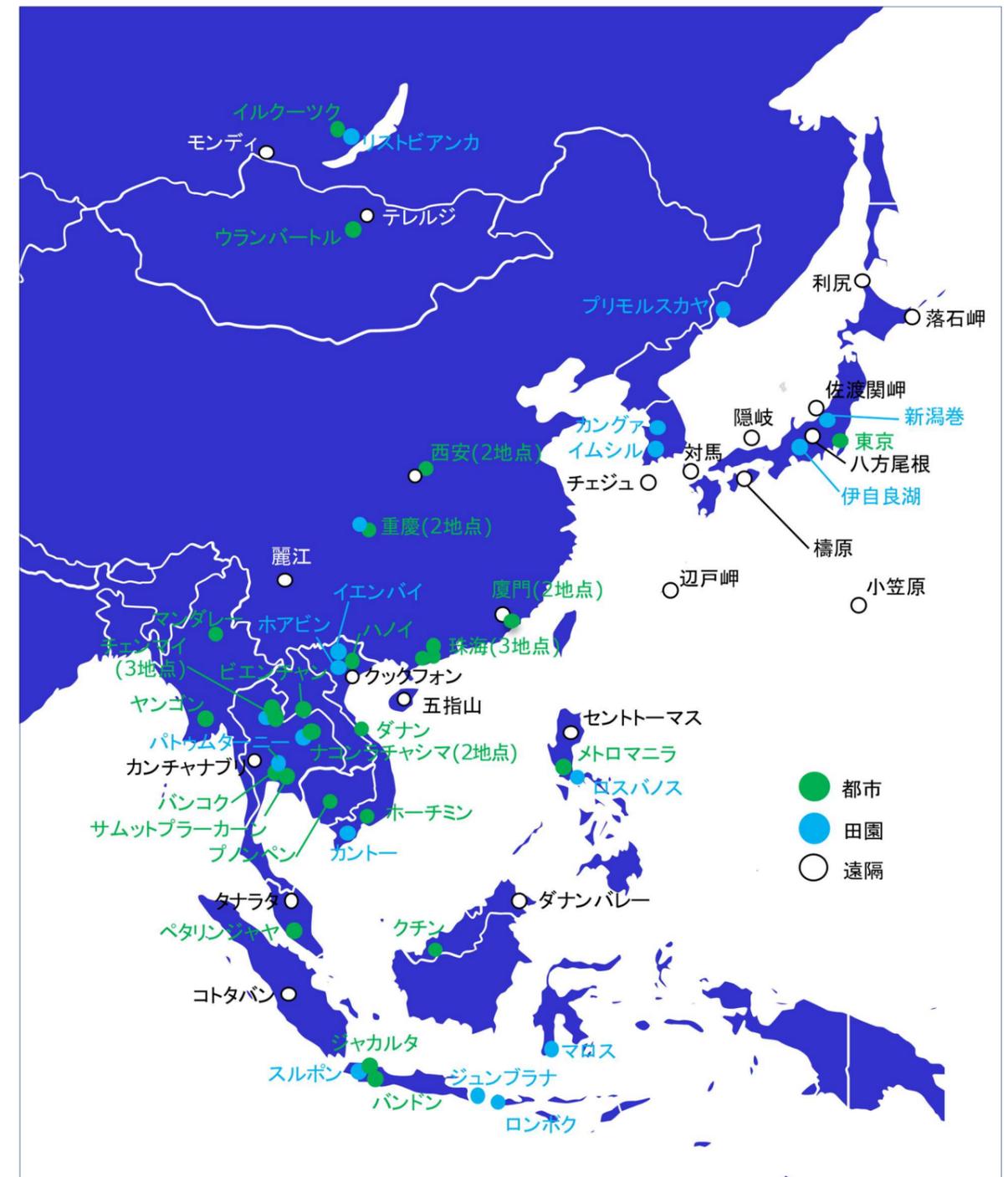
EANET酸性雨モニタリングサイト

EANET事務局:

国連環境計画(UNEP)アジア太平洋事務所(タイ・バンコク)

ネットワークセンター:

アジア大気汚染研究センター (ACAP)(新潟県新潟市)



目次

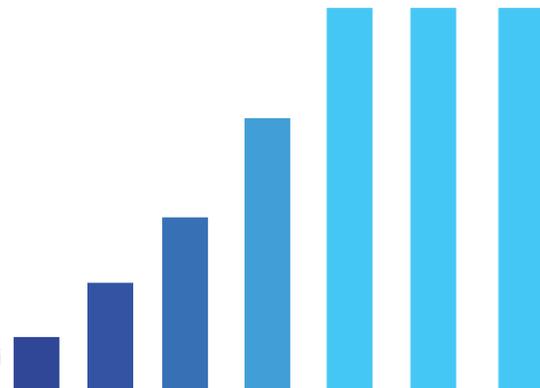
- はしがき
- 序文
- エグゼクティブ・サマリー
- EANETの概要
 - EANETの組織図
 - EANET酸性雨モニタリングサイト

1

酸性雨とEANET

- 1.1 酸性雨と大気汚染
- 1.2 東アジアにおける酸性雨対策に向けたEANET活動

viii



i
iii
v
vi

2

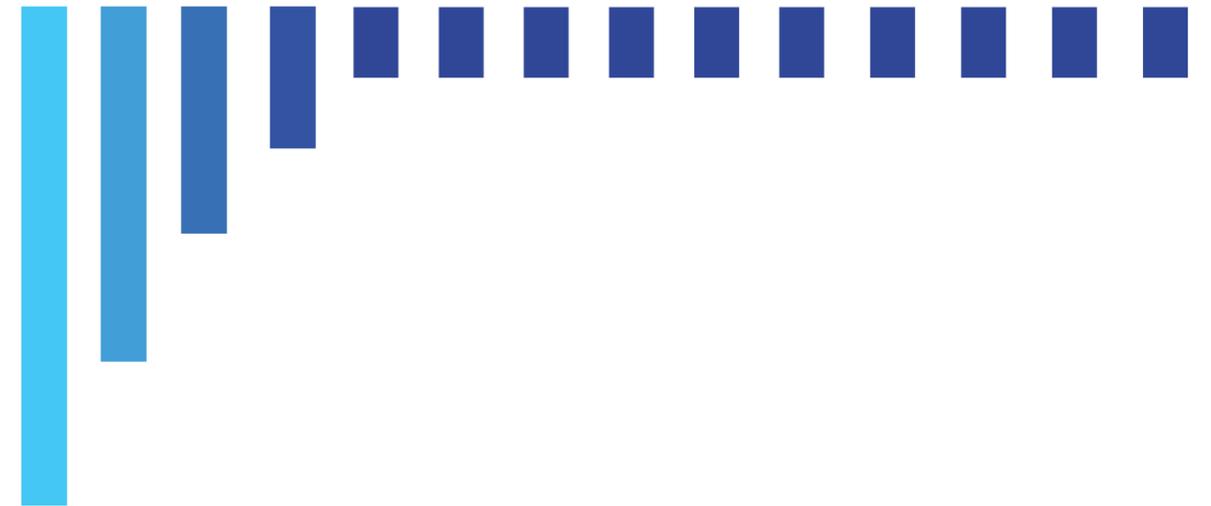
東アジアにおける酸性雨と大気汚染の現状と傾向

- 2.1 主要な環境問題 6
- 2.2 EANETモニタリングの結果と傾向 10
- 2.3 大気汚染による人の健康、生態系及び経済への悪影響 23

3

クリーンな大気を実現するための戦略的イニシアチブ

- 3.1 酸性雨、大気汚染及びその他の環境問題との関連 32
- 3.2 大気環境管理における課題と統合アプローチ 34
- 3.3 地域及び世界規模のイニシアチブとの緊密な協働並びにパートナーシップを通じた相乗効果の創出 36



4

地域における特筆すべき成果

- 4.1 酸性雨・大気汚染問題に対する参加国の取組に係る進展 38
- 4.2 酸性雨・大気汚染に対する理解を深めるための活動 41
- 4.3 EANETの将来の方向性に係る検討 43

5

今後の方向性

- 5.1 政策立案者の役割 46
- 5.2 地域における行動 47

- 参考文献 49

ix

1 酸性雨と EANET



1.1 酸性雨と大気汚染

急速に経済が成長し、化石燃料への依存度が高い国では、酸性雨が潜在的に重大な環境上の脅威となる。低炭素エネルギー源への関心が高まっているにもかかわらず、過去25年間で、石油、石炭、天然ガスの消費は世界のエネルギー燃料使用量の81%を占めて安定している。化石燃料消費からの窒素酸化物(NOx)及び二酸化硫黄(SO₂)の放出は、アンモニアとともに、酸性沈着の主な先駆物質である。

酸性化に対する取組は、国境を越えた課題でありチャレンジングな問題である。汚染物質は、大気システムにより長距離輸送され、人間の健康、土壌、湖沼、森林、物質、文化遺産等に検知できる悪影響を及ぼす。一次汚染物質の起源、大気中でのそれらの化学的及び物理的変化、輸送過程、沈着(湿性、乾性)、そして人間の健

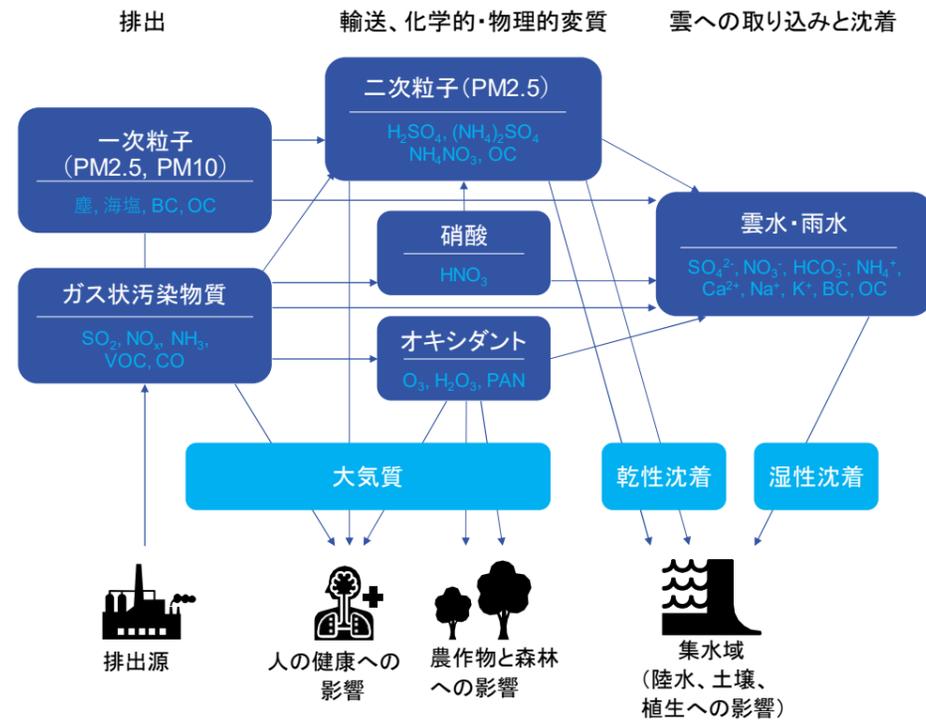
康や生態系への影響を包括的に理解することは、酸性化とそれに関連する大気汚染問題に取り組むための効果的な政策努力において不可欠である。

東アジア地域は、最近ヨーロッパや北米からの排出量を上回り、世界で最大の大気汚染物質排出地域となっている[EANET RSAP 2015]。現在、人間の活動、特にエネルギー生産から放出される高レベルの酸生成汚染物質が、潜在的な酸性化問題及び大気汚染問題を地域に引き起こす可能性があるという重大な懸念がある。1998年に設立された東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)は、環境の持続可能性のために東アジアにおける酸性雨及び関連する大気汚染問題に取り組む政府間の協カイニシアチブである。

図 1: 酸性沈着過程に含まれる汚染物質



図 2: 排出、大気中の輸送と変質、雲への取り込み、乾性・湿性沈着及び環境への影響を示す大気汚染の概略図



東アジア地域で懸念されている他の顕著な越境問題は、高レベルの微小粒子と地域的なオゾン問題に関連する粉塵/ヘイズの偶発的な発生である。オゾンの場合、主な発生源は東アジア地域の外部/内部の両方から発生している可能性がある。任意の場所でのオゾン濃度は、地域の前駆物質の排出量、地形、気象変化によって影響を受ける可能性がある。太陽と気温がオゾン生成反応に影響を与える一方で、風は長距離にわたってオゾン運び、降雨量はオゾンの沈着に影響を与えることから、天気は複数の影響を及ぼす。その結果、オゾン濃度は通常、都市部に比べて郊外部や農村部で高くなる。

局地的なヘイズのエピソードは通常、汚染物質の蓄積と好ましくない気象条件により引き起こされ、微小粒子、二次エアロゾル及びその他有害成分の高濃度化をもたらす。北東アジアでは、ゴビ砂漠の砂漠化の進行は、遠く離れた地域に風で運ばれる大量のダストエアロゾルの一因となり、中国、韓国、日本、さらには遠隔の北太平洋の地域に影響を与える。

東南アジアで広範囲に見られるバイオマスバーニングによる偶発的なヘイズの場合、ヘイズ粒子の濃度は通常その発生源の近くで最高を示すが、粒子は広大な地域に広がり、数日から数週間大気中に留まるかもしれない。都市では、都市活動による汚染物質が長距離輸送された発生源からのヘイズと結合して、視程、健康及び経済的問題を増大させる。

国境を越えた大気汚染問題を解決するには、地域協力と確固たるコミットメントが必要である。ヨーロッパでは、1979年の長距離越境大気汚染条約 (CLRTAP) 及びその議定書の下での削減措置により、特に硫黄の排出量が急激に減少し、経済成長と大気汚染のトレンドが切り離された。それはまた土壌の酸性化を停止させ、湖沼と森林はその後回復した。東南アジアでは、ASEAN加盟の10か国政府が、東南アジアの土地や森林火災による持続的なヘイズ汚染に取り組むための、総合的な取組として、越境煙霧汚染 ASEAN協定に署名した。

1.2 東アジアにおける酸性雨対策に向けた EANET活動

EANETによって実施されている主要な活動は次のとおり。

- QA/QCを含む酸性沈着モニタリング (主要な酸性物質及びオゾン・PM)
- データ及び関連情報の編集、検証、評価、保存、提供
- EANET会合の実施
- 参加国及び関連組織とのコミュニケーション
- 技術支援と能力開発
- 研究活動
- 普及啓発活動

2016年から2020年までの活動の実施に関するガイダンスを提供するために、EANET中期計画 (2016-2020) が策定され、2015年11月の第17回政府間会合で採択された。中期計画における延長された活動は以下のとおり

実施中のモニタリング活動の強化

- 必要に応じた研究協力と結果に関するコミュニケーションを含むオゾンとPM2.5モニタリングの推進
- 特にオゾン及びPM2.5のモニタリングのための能力開発活動
- EANETモニタリングサイト数の増加
- 必要に応じ、気象パラメータをモニタリングし報告するための理解力と能力の強化

モニタリング活動以外の活動の推進

- 情報交換の推進
- ワークショップ、セミナー等を通じた大気浄化技術と地域影響評価に関する情報交換
- 能力開発を支援するための排出インベントリに関する研究と技術協力の促進
 - 能力開発を支援するための排出インベントリに関する技術的ガイドラインに関する研究
 - 排出インベントリの能力開発
- 調査研究活動の推進
 - 植物及び生態系に係る地域影響評価に関する研究活動
 - 元素状炭素 (EC) 及び有機炭素 (OC) の測定法に関する研究活動

近年の重要な成果は、2016年に公表された東アジアの酸性雨の状況に関する第三次定期報告書 (PR SAD3) の作成である。PR SAD3は3つのパートから成り、パートI: 地域アセスメント版、パートII: 国別アセスメント版、パートIII: エグゼクティブ・サマリーである。PR SAD3は、蓄積されたモニタリングデータの科学的分析に基づいて、この地域の酸性雨の状況を理解することにより、大気汚染政策の策定に役立つ情報を加盟国に提供する。

国連環境計画のEANET事務局機能の提供に関する新しい取決めが2016年に完了した。これは、第18回EANET政府間会合で、EANET事務局コーディネーターの正式な任命と採択及びUNEPとEANETの間における枠組み文書への署名によって規定された。IG18会合議長がEANET13参加国を代表して、UNEPとEANETの間の東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET) 事務局の整理に関する枠組み文書に署名したものである。

2



東アジアにおける 酸性雨と大気汚染の現状と傾向

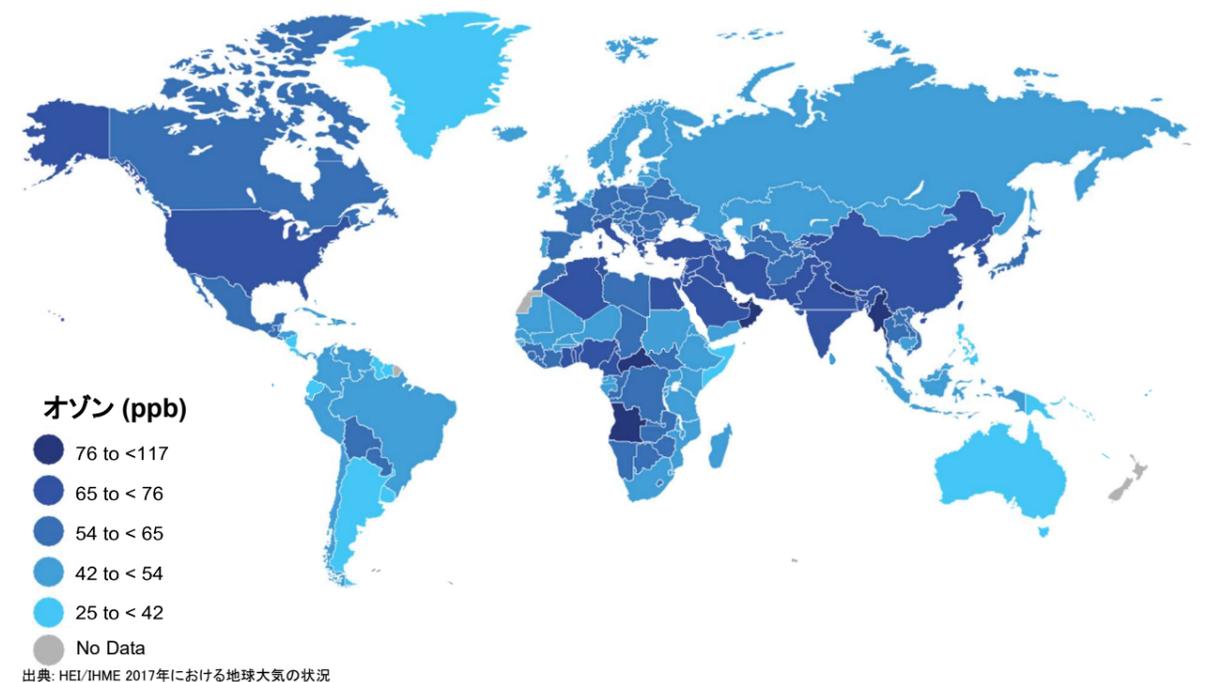
2.1 主要な環境問題

対流圏オゾンとPM2.5

近年、対流圏オゾン(O₃)とPM2.5が、それらの深刻な健康上及び環境への影響のために関心の的となっている。それらは、低濃度でも人間の健康や植生に影響を与え、他の大気汚染物質より毒性が高いことが分かっている。オゾンは放出源から直接放出されている訳ではなく、太陽光の下でNO_x及び揮発性有機化合物(VOC)等の汚染物質前駆体ガスからの複雑な化学反応を通して地上レベルで形成される二次汚染物質である。NO_xは主に自動車、産業、その他の燃焼プロセスから排出され、一方でVOCは溶剤や石油製品から放出される。多くの大都市でよく見られる現象である光化学スモッグは、大気中のオゾン、微小粒子、その他のガス状汚染物質の蓄積によって引き起こされる。

1990年から2013年の間に、オゾン前駆体ガス(NO_x、VOC、CO)の排出量は、ヨーロッパと北米では40%以上減少したが、その他の地域で20~30%増加し、中国やインド等の新興国では50%増加した。長距離越境大気汚染条約(CLRTAP)の中で、半球規模の大気汚染輸送に関するタスクフォース(TF HTAP)が実施したシミュレーションでは、2020年から2030年の間にメタン濃度が徐々に上昇し、半球規模でオゾン濃度が増加し始める可能性があることが示されている。東アジア、南アジア、そして他の地域からのメタンの寄与が増加しており地球規模の大気汚染に影響を与えているが、2050年までにすべてのシナリオでそれらの地域の排出量が80%近くに達することを示唆している[UNECE, 2016]。世界中の季節平均人口加重オゾン濃度の地球規模の地図は、オゾン濃度がアジア、中東、アフリカ及び北アメリカでより高いことを示している(図3)。

図 3: 2015年における季節平均人口加重オゾン濃度

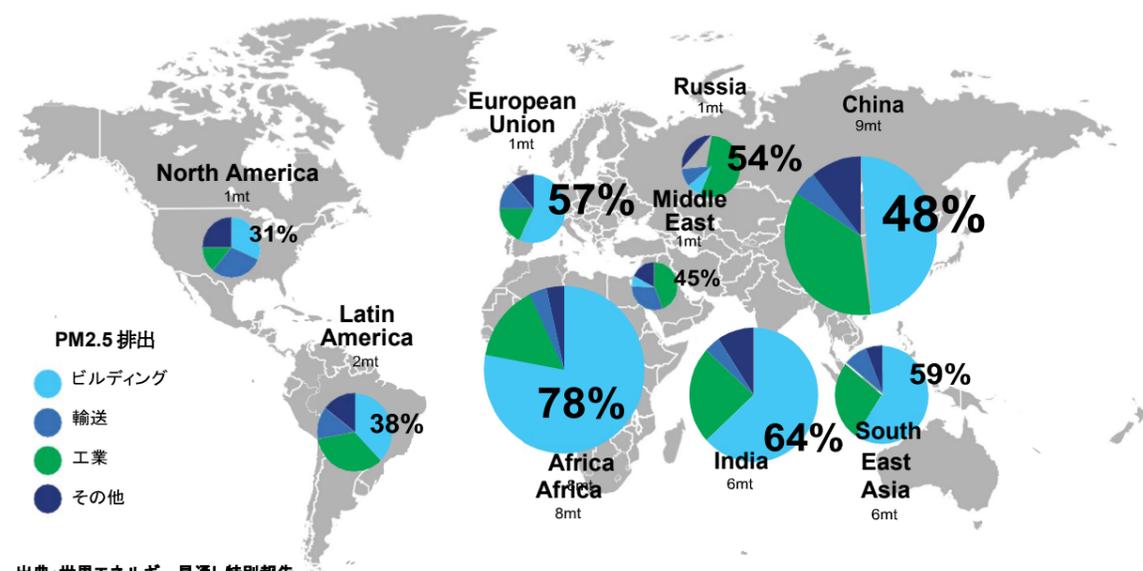


PM2.5は、2.5マイクロメートル以下の直径を有する粒子として定義される微小粒子を指す。それらは一次粒子及び二次粒子から構成される。一次粒子は、炭素質(黒色炭素や不完全燃焼由来の有機炭素)又は非炭素質(フライアッシュ、土壌、道路粉塵、海塩)である。二次粒子も有機と無機のエアロゾルから成り立っており、ガス状の前駆体放出物間における化学反応によって大気中で生成される。東アジア地域におけるPM2.5の主な発生源は、発電所、大小の産業施設、路上走行車、家庭用ストーブ及び暖房からのものである(図4)。東南アジアのPM2.5の他の一つの主要発生源は、農業廃棄物や森林火災、泥炭火災、野焼き等、農業部門からのものである。

人間の影響による地球規模の気候システムの温暖化が起こっており、すべての国が環境影響に直面している。2016年には、新たな高い気温が記録され、二酸化炭素レベルは最高値に達し、海水面積のかつてないほどの低下が観測され、そして海面水位は急激に上昇して新しい記録を作った[WMO, 2017]。ハリケーン、アジアの一部地域での洪水、アフリカと中央アメリカの一部地域での干ばつによる深刻な経済的損失があった。

図 4: 2015年における地域及びセクター別エネルギー関連のPM2.5排出量

この地図は、あらゆる領土の地位や主権、国際的な国境や境界の範囲、あらゆる領土の都市や地域の名前を害するものではない。



出典: 世界エネルギー見直し特別報告

気候変動問題への取組はEANETの範疇ではないが、科学的研究は、気候変動が大気環境に相互に大きな影響を与えることを示している。大気汚染と気候問題との相互作用を理解することは、環境変化に対する低減策の検討と将来の適応戦略の準備にとって不可欠である。さらに、共通の汚染物質の共同管理から共便益を得ることができる。

オゾン、ブラックカーボン及びメタンは、短期寿命気候汚染物質(SLCP)と呼ばれる汚染物質のグループに属し、大気中に数日から数十年の短期間存在し、強い温暖化効果を引き起こす。これらの汚染物質の排出量を減らすことにより、大気汚染の減少やそれに関連する不健康状態から直接的に健康上の利益を生み出すだけでなく、極端に悪天候を減少させ、食料安全保障に関連する農業生産を保護することができる。SLCPを減らすことによる健康や大気上の利益は、低減行動がとられた場所の近くで得ることができ、したがって、施策決定管轄内の地域社会に直接利益をもたらす[WHO/気候大気汚染連合体, 2016]。SLCP削減のために利益を得ることができ、健康上の利益のためのオゾンとブラックカーボンの排出削減行動の政策促進は、コベネフィットアプローチの代表的な例である。

都市化と人口増加

アジア大陸は、都市化が進み、都市の成長率が高く世界で最も急成長している大陸の一つである。今日のアジアは、世界の都市人口の53%が住んでいる[UN, 2014]。今世紀半ばまでには、アジアの都市人口は61%増加する可能性があり、世界の都市人口の52%はアジアに集中し、中国の影響が大きい。東京は、2017年の推定値で人口は3,980万人で世界最大の首都圏であるが、メガシティ数では中国が最大である。

東南アジアでは、この地域の急速な成長と人口増加(図5)、多種多様な排出源、厳格な大気環

境政策の欠如及びエネルギーに対する化石燃料への高い依存度のため、大気汚染が深刻な健康上の問題となっている。地域の経済規模は2000年以降2倍の大きさとなり、エネルギー需要は2000年以降約55%増加している。エネルギー需要の約30%が石炭と天然ガス、石油27%、バイオエネルギー10%を占める[International Energy Agency 2016]。発電及び工業プロセスによる石炭の燃焼は、エネルギーが関連したSO₂排出の最も主要な発生源であり、2015年の合計3,900万トンのSO₂排出の約4分の3を占め、その約半分がインドネシアで発生している。エネルギー関連のNO_x排出量は合計570万トンで、そのおよそ3分の2が石油の主に運輸部門における燃焼により消費された結果である。

図 5: 人口予測(単位:百万人)

	2015	2020	2030	2050
北東アジア				
中国	1,402	1,433	1,453	1,385
日本	127	125	120	108
モンゴル	2.92	3.11	3.39	3.75
韓国	50	51	52	51
ロシア	142	140	134	121
東南アジア				
ブルネイ	0.43	0.45	0.50	0.55
カンボジア	16	17	19	23
インドネシア	256	269	293	321
ラオス	7.02	7.65	8.81	10.60
マレーシア	31	33	37	42
ミャンマー	54	56	59	59
フィリピン	102	110	128	157
シンガポール	5.62	6.05	6.58	7.06
タイ	67	68	68	62
ベトナム	93	97	102	104

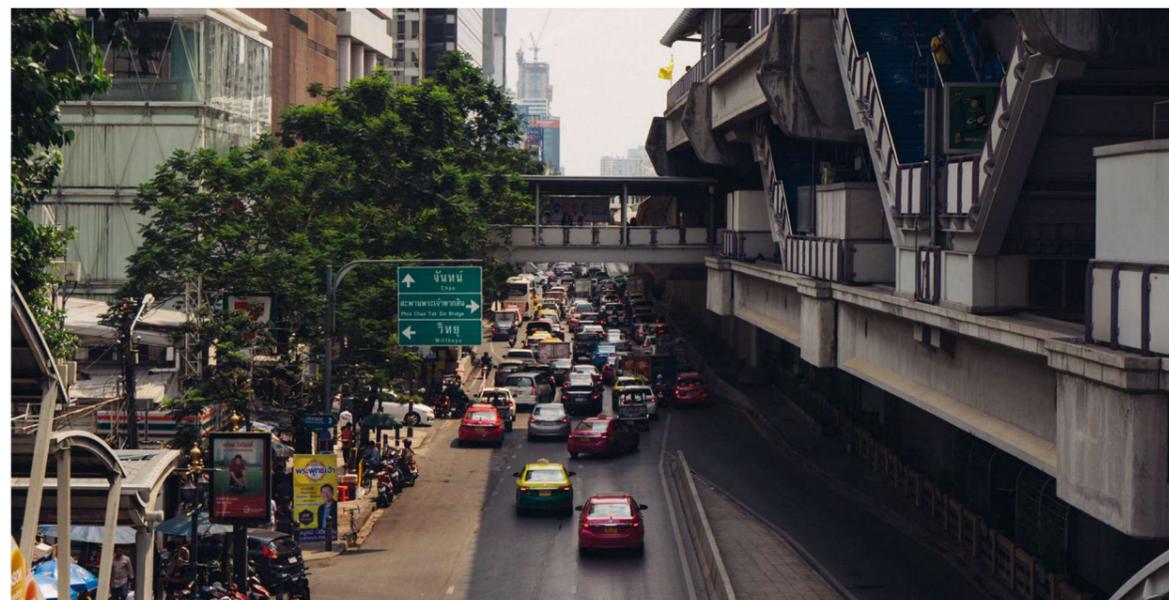
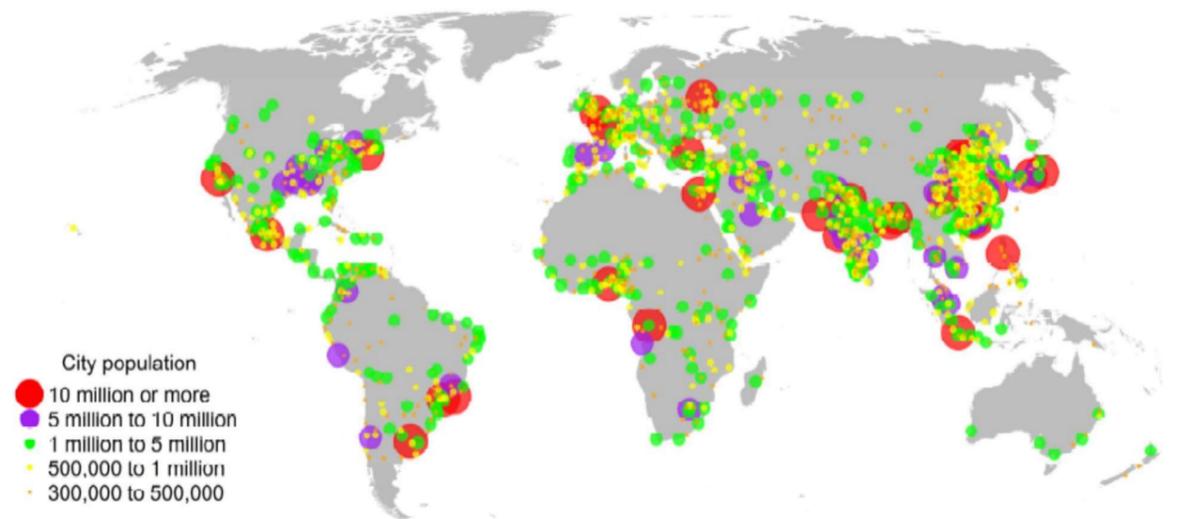
出典: 国連世界都市化見直し: 2014年改定

都市化は、現在東南アジア経済を形成している主要な傾向の1つである。人口の半数以上が都市部に住んでおり、東南アジア地域は世界でも急成長している都市の一部を占めている。

(図6)都市では、人口増加とエネルギー、輸送、製造の需要の急激な増加とが相まって、環境

の質、特に大気環境に大きな影響を与えている。人為的排出の大部分と大気汚染にさらされている人口の大部分を担う都市では、都市の回復力を構築するため、環境の持続可能性に取り組まなければならない。

図 6: 2014年の規模別都市分布



2.2 EANETモニタリングの結果と傾向

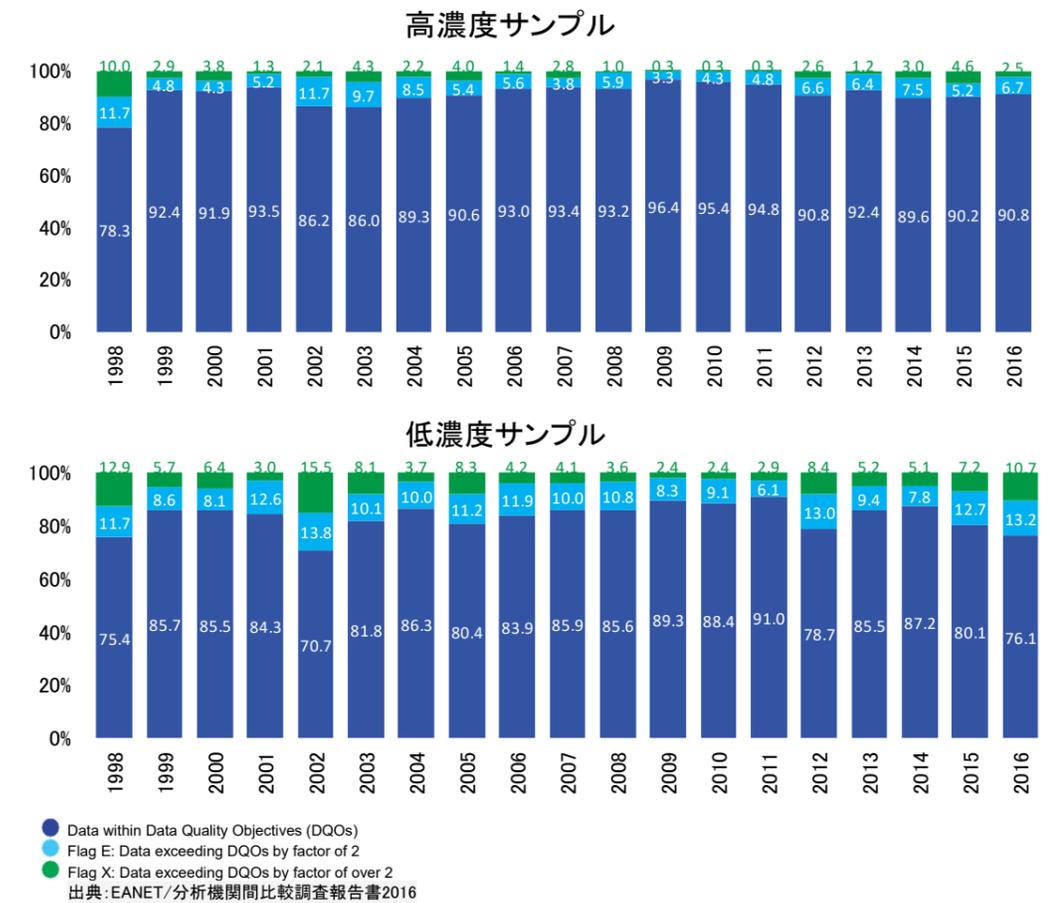
EANETのモニタリング結果は様々な地域及び国際的な出版物で東アジアについて説明されているシナリオと一致している。このセクションではPRSAD3で報告されている主な内容を要約する。

データの品質

EANETにおけるモニタリングが開始されてから、高いレベルのデータ品質を確保するために精度保証と精度管理(QA / QC)プログラムが4つのモニタリング活動(湿性沈着、大気濃度(乾性沈

着)、土壌化学、陸水環境)に対して実施されている。結果として得られるEANETデータセットは良質と見なされるが、まだ改善の余地がある。最新の湿性沈着に関する分析機関間比較調査では、精度管理目標値(DQO)内のデータの割合が1998年の(75~78)%から2016年は(76~91)%に増加した(図7)。フラグ付きデータの割合は徐々に減少している。全体的な改善は、乾性沈着、陸水及び土壌の比較調査においても記録された。

図7: 湿性沈着に関する第1回から第19回までの分析機関間比較調査の全体比較(高濃度サンプル及び低濃度サンプル)

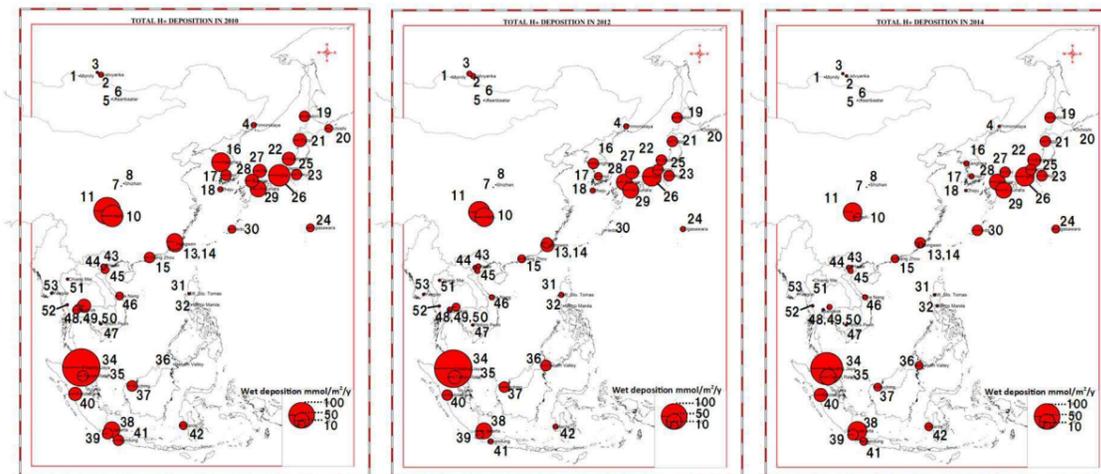


水素イオン(H⁺)、非海塩性硫酸イオン(nss-SO₄²⁻)及び硝酸イオン(NO₃⁻)の年間湿性沈着量の分布

EANETは都市、田園・郊外、遠隔に分類された55の観測地点から雨水を収集し、化学的に分析することにより湿性沈着を監視している。2010年から2014年の期間で平均した地点ごとの雨水の平均pHは、中国の田園・郊外地点での最小値3.94から中国の遠隔地点での7.12の範囲にあった。水素イオンの湿性沈着量はほとんどの地点で比較的均一に保たれており、過去5年間から変化していない(図8)。例外は中国、マレーシア、日本、インドネシアの一部の地点で、年ごとに異なる高レベルのH⁺沈着量が観測された。近年、H⁺沈着量が高いレベルの地点は減少傾向にあった。

nss-SO₄²⁻の沈着量は地点ごとに異なる(図9)。低いレベル(<30 mmol m⁻² y⁻¹)の地点での変動がわずかである一方で、中国、インドネシア、マレーシア、フィリピン、ベトナムに位置する高いレベル(60-120 mmol m⁻² y⁻¹)の地点では、毎年大きな変動が見られた。特にインドネシアの一部の地点では、明らかに増加傾向が見られた。

図8: 近年におけるH⁺の年間湿性沈着量の分布(左から2010年、2012年、2014年)

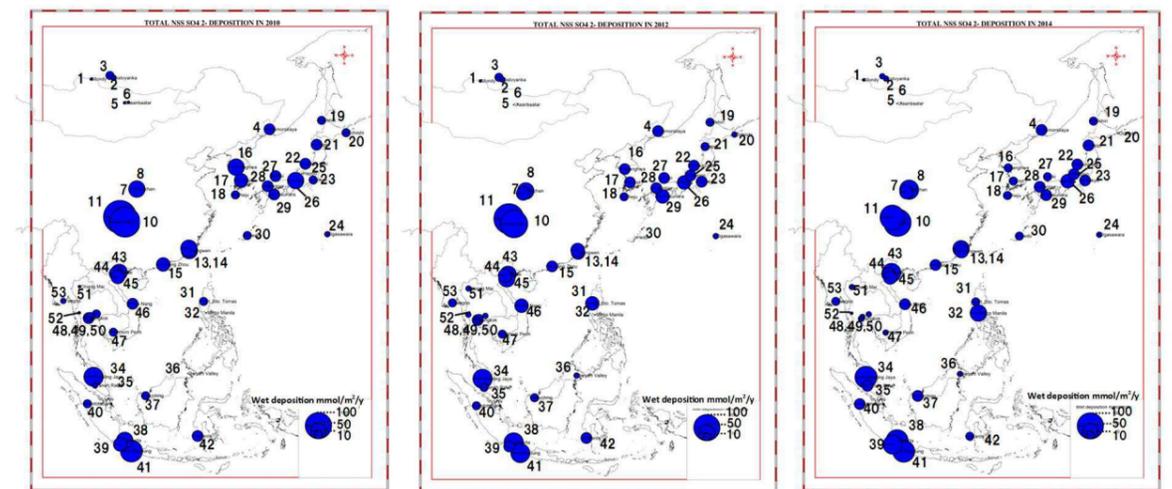


出典: EANET/東アジアにおける酸性雨の状況に関する評価報告書(第3版)

中国、インドネシア、日本、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナムの地点では、NO₃⁻の沈着量は非常に高かった(50-100 mmol m⁻² y⁻¹)が、他の地点では50 mmol m⁻² y⁻¹未満であった。インドネシア、中国、ベトナムの幾つかの地点では、NO₃⁻沈着量の劇的な増加傾向が見られた。

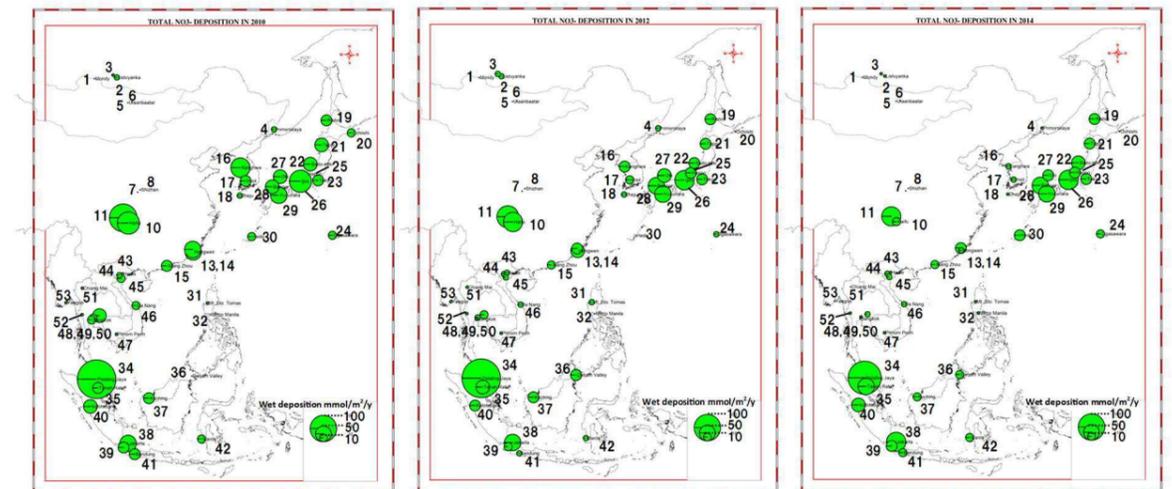
空間分布の分析では、各遠隔地点の空間的代表性を考慮して20の遠隔地点のうち13地点のデータが選択された。降水中の主要な陰イオン及び陽イオンの空間分布は、2000年から2004年及び2005年から2009年の期間と比較して大きな違いはなく、砂漠地域の近くで高いカルシウムイオン濃度、工業地域の近くで高い硫酸イオン濃度を示した。硫酸イオンは2010-2014年にも主要な陰イオンであり、すべての遠隔地点で硝酸イオンの濃度を超えていた。カルシウムイオンは主に砂漠の塵に起因し、13地点のうち4地点でアンモニウムイオンの濃度を超える主要な陽イオンであった。他の9つの地点ではアンモニウムイオン濃度がカルシウムよりも高く、農業活動の影響が示唆される。

図9: 近年における非海塩性硫酸イオンの年間湿性沈着量の分布(左から2010年、2012年、2014年)



出典: EANET/東アジアにおける酸性雨の状況に関する評価報告書(第3版)

図10: 近年における硝酸イオンの年間湿性沈着量の分布(左から2010年、2012年、2014年)

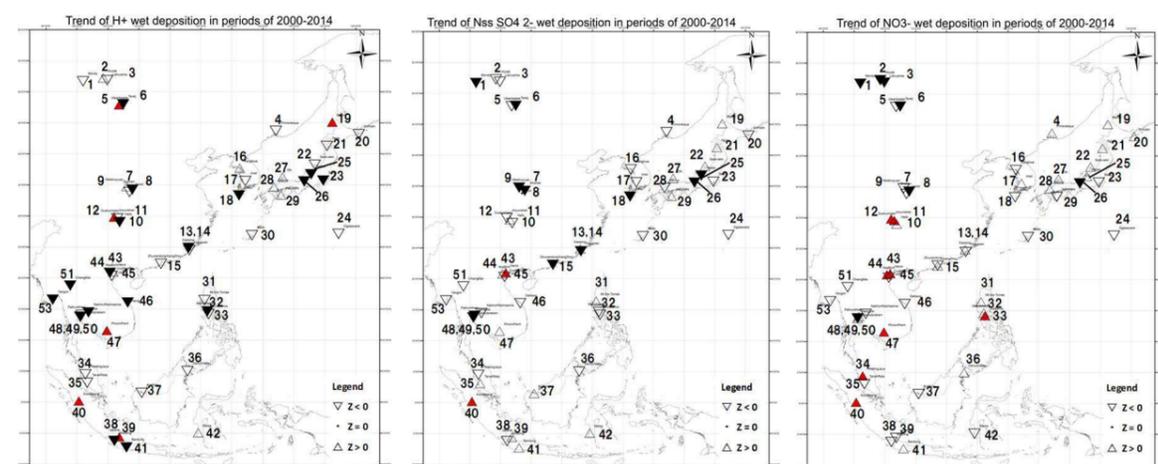


出典: EANET/東アジアにおける酸性雨の状況に関する評価報告書(第3版)

2000年から2014年までの水素イオン (H⁺)、非海塩性硫酸イオン (nss-SO₄²⁻) 及び硝酸イオン(NO₃⁻)の湿性沈着量の経時変化

H⁺及びnss-SO₄²⁻の湿性沈着量は一般に増加傾向を示した東南アジアの幾つかの地点を除き、東アジア地域のほとんどで同じ減少傾向を示した(図11)。一方、湿性沈着におけるNO₃⁻濃度については2つの異なる傾向、すなわち北東アジアの地点での減少傾向と東南アジアの地点での増加傾向が検出されている。減少傾向は一部の国で最近実施された政策と排出抑制対策の有効性を示すものである可能性があるが、東南アジアでの増加傾向は道路輸送の急速な成長等に起因するものと推測される。

図11: 2000年から2014年までの期間におけるH⁺(左)、nss-SO₄²⁻(中央)及びNO₃⁻(右)の湿性沈着量の変動傾向図



注: 上向き三角形は増加傾向、下向き三角形は減少傾向、色付き三角形は増減傾向が統計的に有意(p<0.05)であることを示す。

出典: EANET/東アジアにおける酸性雨の状況に関する評価報告書(第3版)

*図8-11内の数値に対応する地点名

1 モンディ	12 クアンインチアオ	23 東京	34 ペタリンジャヤ	45 クックフォン
2 イルクーツク	13 シャオピン	24 小笠原	35 タナラタ	46 ダナン
3 リストビヤンカ	14 ホンウェン	25 八方尾根	36 ダナンパレー	47 プノンペン
4 プリモルスカヤ	15 シアンチョウ	26 伊自良湖	37 クチン	48 バンコク
5 ウランバートル	16 カングア	27 隠岐	38 ジャカルタ	49 バツムタニ
6 テレルジ	17 イムシル	28 蟠竜湖	39 セルポン	50 サムットプラカン
7 西安市環境観測センター	18 チェジュ	29 梶原	40 コトタバン	51 チェンマイ
8 チウオツ	19 利尻	30 辺戸岬	41 バンドン	52 カンチャナブリ
9 ウェイシュイユエン	20 落石岬	31 サント・トーマス	42 マロス	53 ヤンゴン
10 ハイフ	21 竜飛岬	32 メトロマニラ	43 ハノイ	
11 チンインシャン	22 佐渡関岬	33 ロスパノス	44 ホアビン	

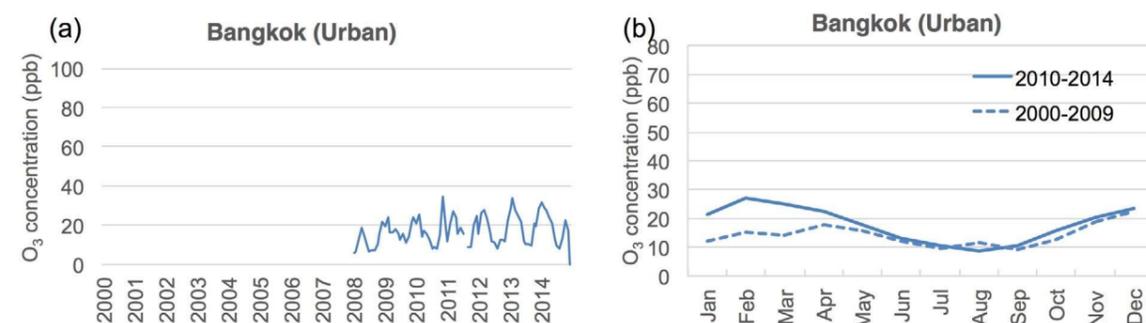


乾性沈着のモニタリングにおける微量ガス及びエアロゾル濃度(2010-2014)

EANETでは優先順を決めてガス状大気汚染物質と粒子状物質成分の継続的な監視を実施している。

北東アジア地域のほぼすべての地点で二酸化硫黄(SO₂)濃度は明確な季節変動パターンを示し、真夏に低く冬に高く、寒候期に石炭エネルギーの利用が高いことが示唆されている。中国、モンゴル、ロシア及び韓国と日本の一部の地点では濃度が高くなっている。北東アジアの他の地点ではSO₂濃度の減少傾向が記録された。東南アジアのすべての都市地点では2000年以降、SO₂濃度の著しい改善が見られた。これは汚染削減政策に起因する可能性がある。SO₂濃度の明確な減少傾向にもかかわらず硫酸イオンの減少傾向を示す地点は多くはない。ほとんどすべての地点でHNO₃濃度の減少傾向が見られる。

図12: タイのバンコクにおけるO₃の時間変動(a)時系列変動及び(b)季節平均



出典: 出展EANET/東アジアにおける酸性雨の状況に関する評価報告書(第3版)

明確な季節的傾向は検出されなかった。アンモニウムイオン濃度は一般的に地域全体で低下し、北部地域ではより大きな低下が認められた。

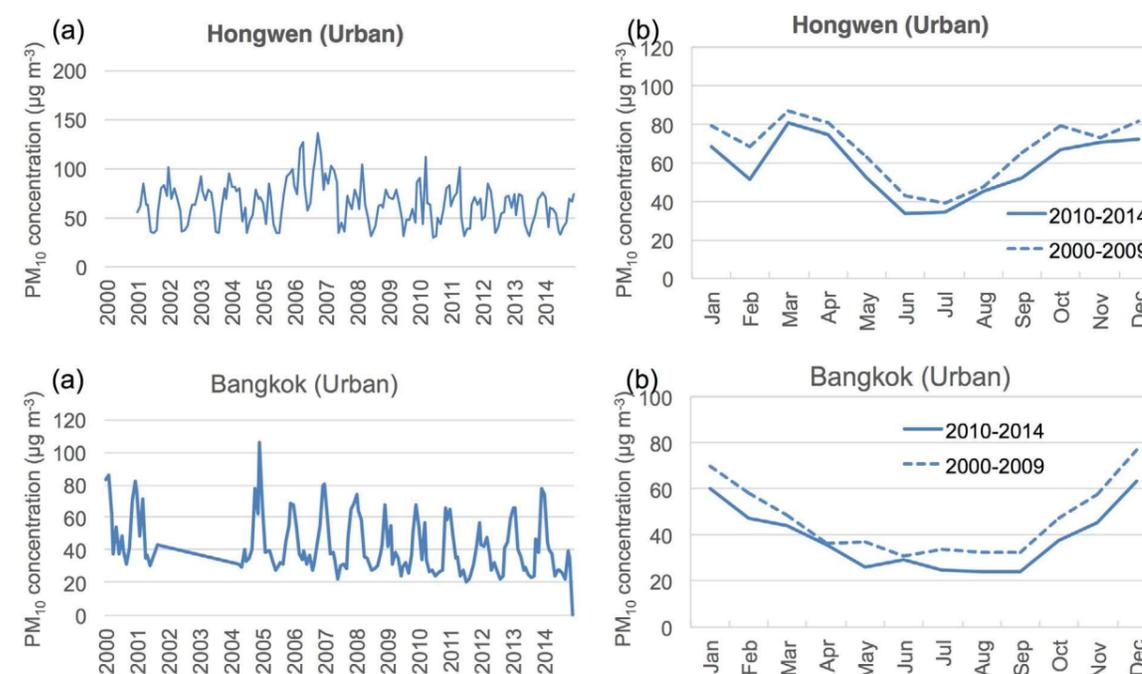
オゾン(O₃)濃度

オゾン濃度の一般的な季節的傾向はすべての観測地点で観察された。つまり、春に高く、夏に低く、秋にわずかに高くなった。高緯度でのオゾン濃度は冬には低い傾向にある。南太平洋に近い地点では太平洋のきれいな大気の影響で夏季の濃度は非常に低い傾向にあった。日本とロシアの一部の地点では濃度が減少したが、韓国の3つの地点では増加傾向が見られた。東南アジアのすべての観測地点ではオゾン濃度の増加傾向が見られ、特にタイで高い値が記録されている(図12)。

PM10濃度

PM10濃度は北東アジアよりも東南アジアの地点で比較的高い傾向にあった。また、韓国、日本、東南アジアのほとんどの地点で減少傾向を示した。

図13: 中国のホンウエン及びタイのバンコクにおけるPM10濃度の時間的変動(a)時系列変動及び(b)季節変動



Source: EANET/Third Periodic Report on the State of Acid Deposition in East Asia

中国のすべての地点の濃度は高いレベルのままであったが、2000年から減少傾向が観察された(図13)。タイとマレーシアの地点では、値が比較的大きく増加している。

生態系への影響のモニタリング

2000年以来、EANETは、東アジアにおいて生態系への酸性化による影響があるかどうか判定するために、土壌化学特性、樹木成長・下層植生・樹冠状況のような森林植生の状況、さらに陸水の化学性のモニタリングを行ってきた。15年間のモニタリングデータによると、中国、インドネシア及びロシアにおいて、土壌pHや土壌緩衝能の顕著な低下が明らかになり、土壌の酸性化の可能性が示唆されている。しかしながら、これらのサイトにおいて樹木成長への明確な影響は見られていない。

SO₄²⁻ やNO₃⁻ 濃度の上昇を伴うpHやアルカリ度の低下によって特徴付けられる、陸水の酸性化が、中国やロシアの幾つかのサイトで認められた。一方で、酸性化からの回復が日本やマレーシアのサイトで見られた。これらの傾向は、湿性沈着モニタリングの観測結果と関連性が認められた。生態系の強靱さにより、森林植生への直接的な被害はこれまで認められていない。

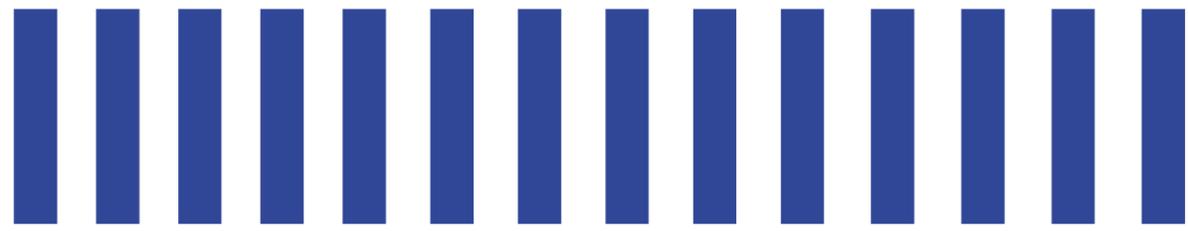
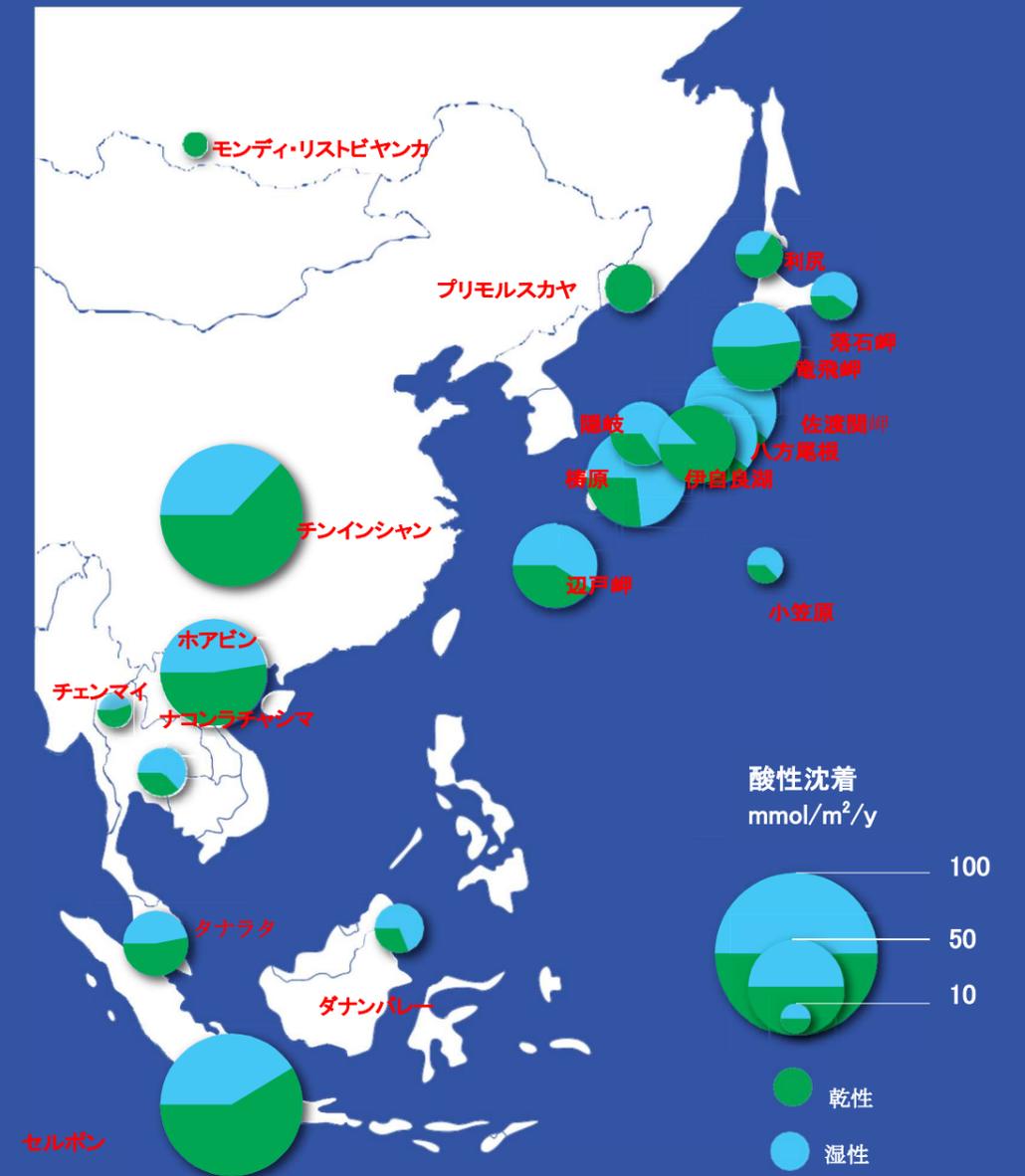
日本の伊自良湖では土壌が1980年代から1990年代に酸性化したとされるが、そこでの集水域モニタリングは、2000年頃からの酸性化と窒素飽和からの回復を示した。日本、タイ、マレーシアにおける集水域解析の共同研究プロジェクトでは、主要なイオン成分の流入・流出収支を明らかにした。日本のサイトでは大気由来の硫黄が生態系内での主要なソースであったが、マレーシアのサイトでは地質由来の硫黄も水質に影響を与えており、タイのサイトでは生物的に分別を受けた硫黄が河川に流出しているようであった。

既存のモニタリングネットワークを補完する重要性

EANET活動は、広大な地域で実施されている。現在、ネットワークは、55の湿性沈着モニタリング地点、47の乾性沈着モニタリング地点、(31の土壌・植生モニタリング地点)、19の陸水モニタリング地点、及び1つの集水域モニタリング地点を有している。モニタリングの地点数が少ないため、酸性沈着や大気汚染の季節変動や年々傾向、長距離越境汚染を追跡するのに要求されるような、十分な観測の密度や範囲を提供できない。

粒子のPM2.5や全ての推奨されたガス状物質の継続的な観測を実施し、(データが要求されるレベルに合っていて)、乾性沈着フラックスの推計のための必要な気象パラメータを提出している地点数は、現時点では限られている。ガス状・粒子状物質の乾性沈着の推計は、地域における酸性沈着の生じ得る影響を評価するために用いられる酸の総沈着量の算出に必須である。図14は、2014年時点で酸の総沈着量を算出するのに十分なデータがあった限られた地点について示している。これらのほとんどは日本のサイトである。EANETは引き続き参加国に対し、特にデータが限られている地域や感受性の高い生態系が分布する地域において、より多くのモニタリング地点を設定するよう、呼びかけている。

図14: 2014年における酸の総沈着量(硫黄及び窒素化合物の湿性及び乾性沈着)



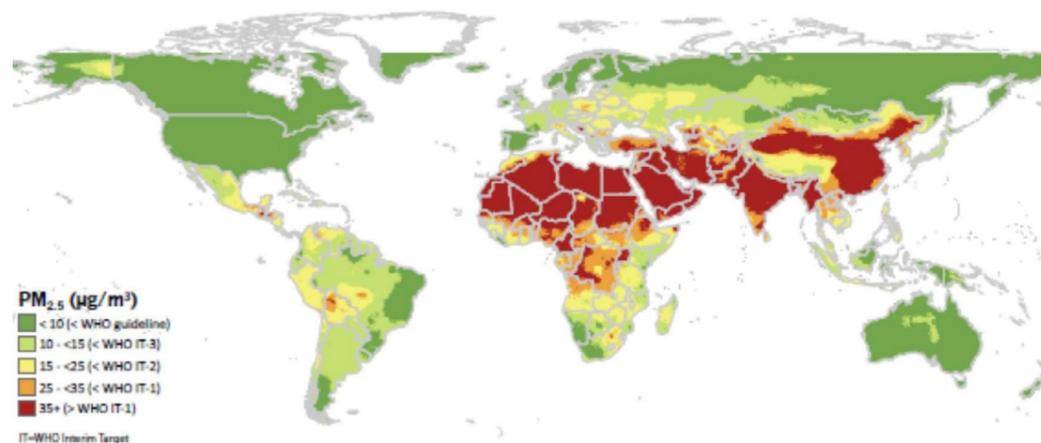
衛星やリモートセンシングによるデータ、化学輸送モデルのシミュレーションは、大気汚染のメカニズムをより包括的に理解するため、特に、オゾンやPM2.5のリスクを評価する上で、地上観測を補完するために必須である。衛星観測は、長期データの利用率、包括的な適用範囲、さらに、地球の植生・大気中の微量ガス濃度・海洋の状態等の変化を検出する能力があるとして、トレンド解析や粒子の季節変動のために広く用いられてきた。

複数角度画像分光ラジオメータ(MISR)や中分解能スペクトル放射計(MODIS)を搭載した

NASAのTERRAやAQUA等の環境モニタリング衛星からのデータは、データ統合、解析、モデリングやマップ作成等の機会を著しく広げた。

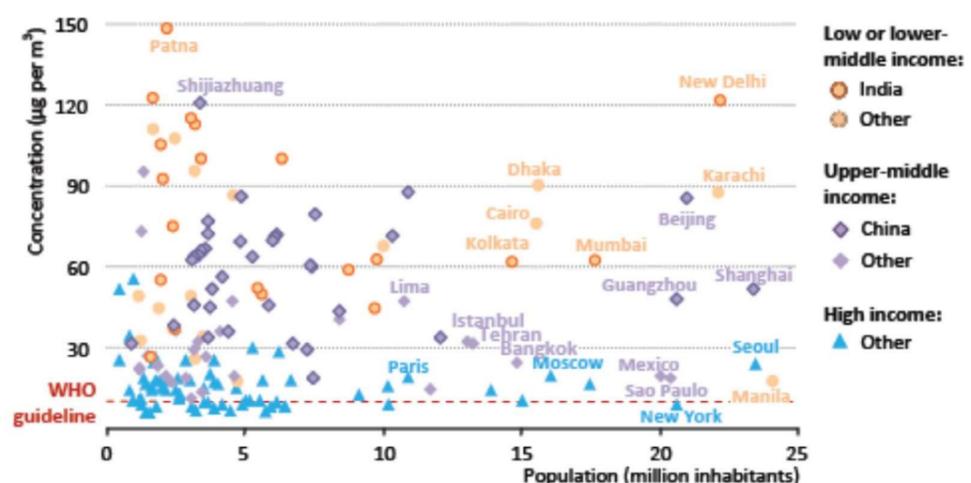
2015年の年平均PM2.5濃度とWHO大気環境ガイドラインとの比較を図15に示した。PM2.5の高濃度地域は、中国の一部、北部インド及び東南アジアの一部等で見られる。東アジアの選定された都市域の年平均の屋外PM2.5濃度も図16に示した。高濃度のPM2.5が東アジアの多くの都市でも記録された。

図15：2015年における年平均PM2.5濃度とWHO大気環境ガイドラインとの比較



出展：HEI/IHME State of Global Air 2017

図16：選定された都市域における年平均屋外PM2.5濃度



出典：World Energy Outlook Special Report based on WHO (2016) Global Ambient Air Pollution Database



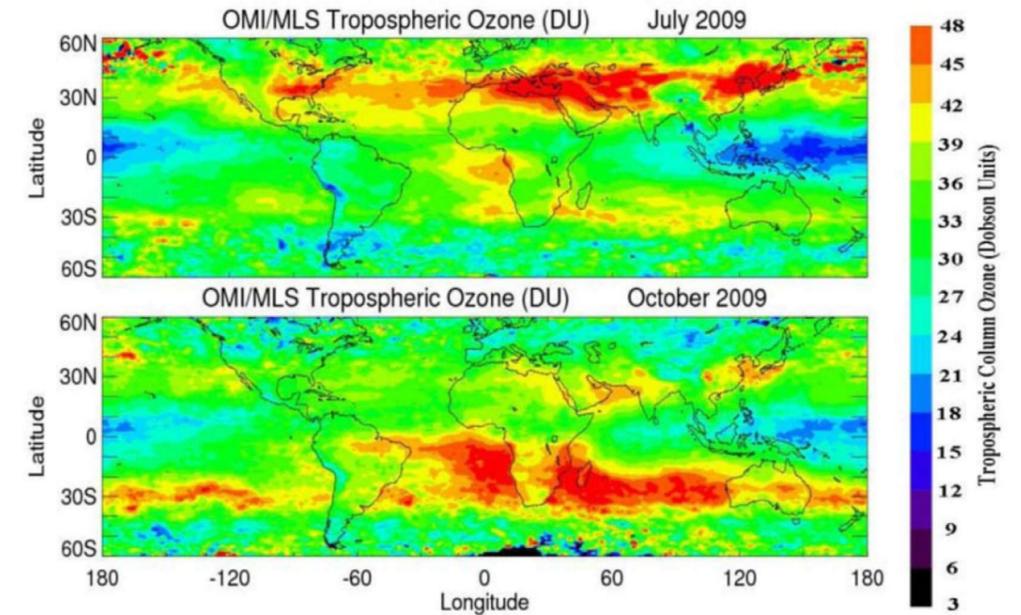
地球規模あるいは地域規模での化学輸送モデルシミュレーションは更新された排出量目録とともに、北東アジアにおけるオゾンの季節及び空間変動を記述するためにうまく適用されている(図18)。ソース・レセプターモデリングは、各国の大気沈着を特徴付け、ローカル発生源からなのか長距離越境輸送からなのか、汚染物質のあり得る起源を特定するための、有効なツールである。

UNECEの大気汚染の半球輸送に関するタスクフォース(TF HTAP)では、東アジアの地表オゾン濃度に対

する域外起源(欧州、北米及び南アジア)の寄与が調査されたが、地域内に起源を持つ排出がもっとも大きな影響を持っており、東アジア内の人為的なオゾン前駆物質の排出を減らすことが地表オゾン濃度の顕著な改善になるということを明らかにしている(TF HTAP 2010)。よって、東アジアにおける小区域間においてソース・レセプター関係について、適当な地球化学輸送モデルを用いて調査することが重要である。

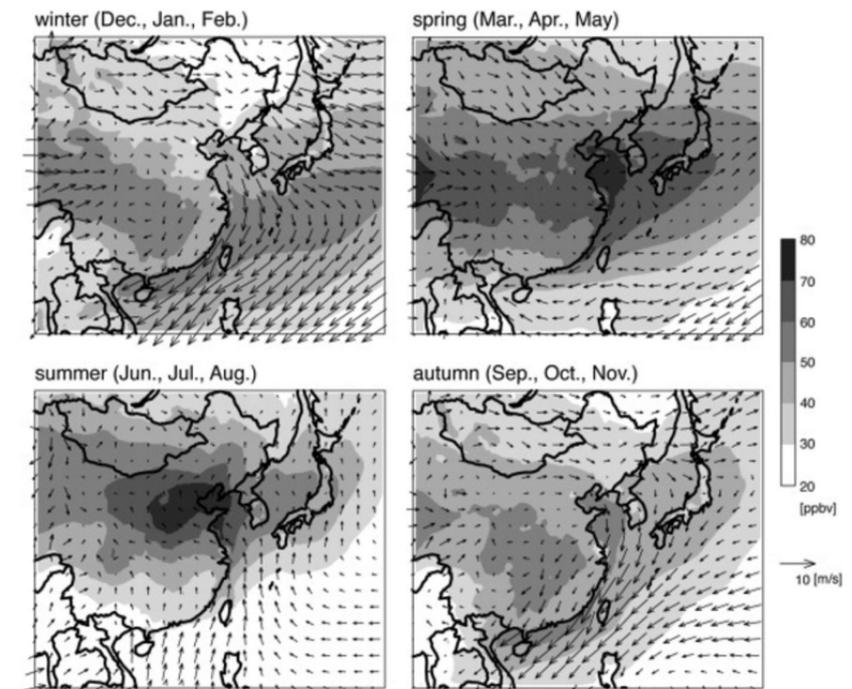


図17： OMIで観測された総気柱オゾン濃度とMLSで観測された成層圏オゾンの残差として計測された対流圏オゾン気柱濃度



出典： EANET RSAP (図は HTAP 2010 report Figure 2.3から引用)

図18： モデル計算された四季のオゾン濃度の空間分布. ベクトルは風力場を示す。



出典： EANET RSAP

2.3 大気汚染による人の健康、生態系及び経済への悪影響

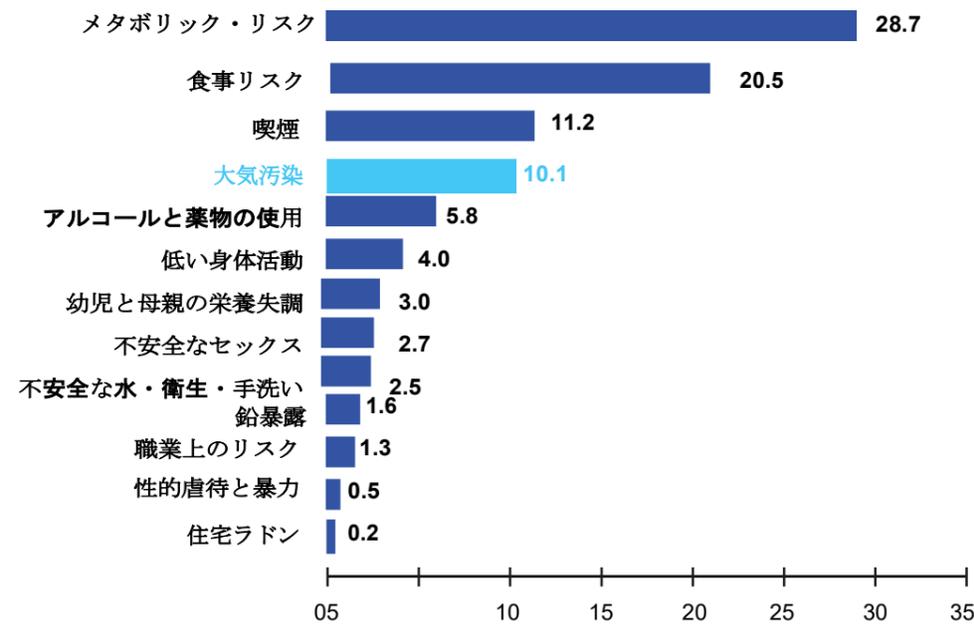
地球上のあらゆる国々が発展を続け、より豊かになるに従い、数百万トンの大気汚染が、工業、建設、農業、自動車輸送及び化石燃料の燃焼から大気に放出されている。北東アジアでは、SO₂やPM2.5の排出量は2005年から2010年の間にそれぞれ15%、11%減少しており、これらは主に中国における政策的な介入や効果的に汚染物質を除去する技術の大規模な配備によって達成されているが、NO_xや非メタン揮発性有機化合物は、それぞれ25%、15%増加している。東南アジアにおいては、急激な成長と強い経済によって動かされており、SO₂やNO_xの排出量は、2014年までそれぞれ45%程度伸びると予測され

た。それ故、大気汚染の人の健康や生態系への有害な影響は東アジアにとって深刻な関心事である。

大気汚染と人の健康

世界銀行とシアトルのワシントン大学健康統計評価研究所 (IHME) の共同研究によると、大気汚染は現在世界中で極めて重大な健康リスクを引き起こす第4番目のものであるとされている (図19)。

図19: 危険因子に起因する早期死亡の割合: Globally, 2013



出典: World Bank/IHME, 2016

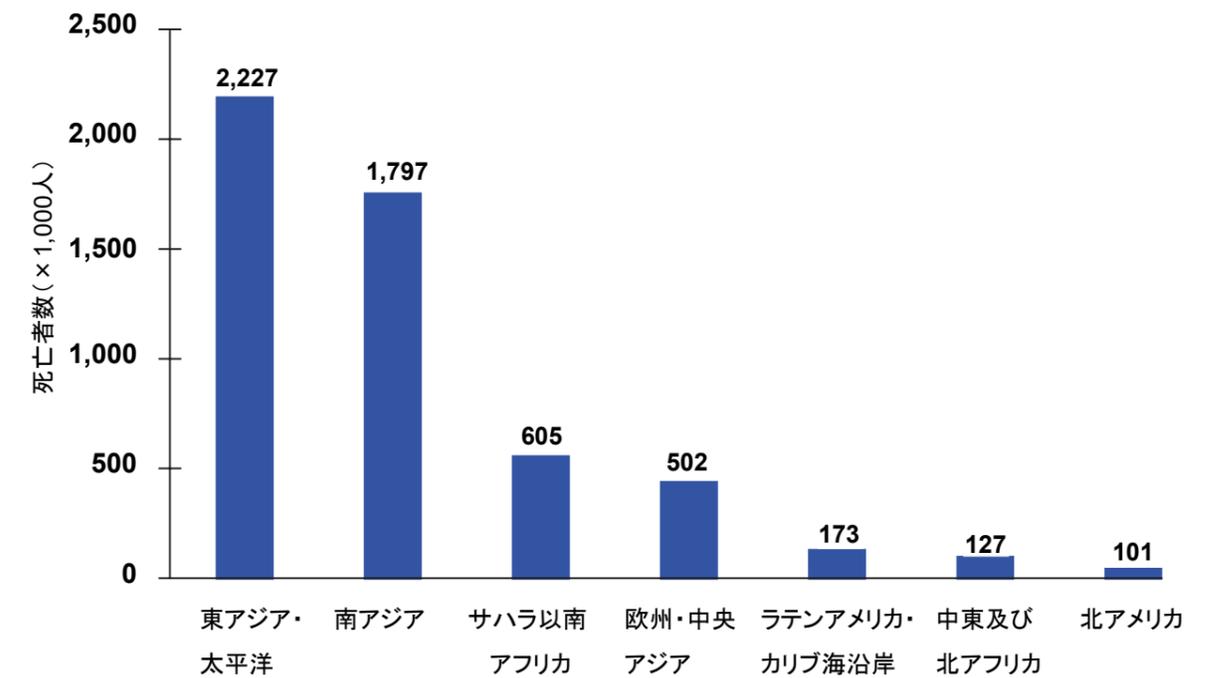
大気汚染への曝露は、肺がん、脳卒中、心臓疾患、急性の呼吸器感染症、慢性閉塞性肺疾患等の病気に罹患する個人のリスクを高める。

IHMEの推計によると、2013年に、世界中で550万人の早期死亡、つまり全ての早期死亡者のうち10人に一人が、大気汚染によるものであった。大気汚染は、発展途上国でもっとも高いレベルにあり、急速に成長している都市中心部で特に深刻となり得る。そこではより大きな経済活動が高いレベルの汚染や曝露に寄与している。若年者や高齢者は特に脆弱である。2013年の調査では、成人した若者では1%未満なのに対し、5歳以下の子供の早期死亡の約5%、50歳を超える成人の早期死亡のうち10%が、大気汚染に起因するものであった。

全ての年齢層において、女性よりも男性がより高い比率で大気汚染に関連する病気によって早期に死亡していた。1990年から、環境空気の汚染に曝露される人の数は、顕著に人口が多く急速に発展している地域で最も増加しつつ、ほとんどの国々で増えている。

アジアでは、人口の半分以上が世界保健機関 (WHO) の暫定目標レベル1である35 µg m⁻³を超える大気に曝露されている。8%未満の人口のみがWHOの大気環境ガイドラインの値であるPM2.5の10 µg m⁻³に適合する大気で呼吸をしている。

図20: 2013年における各地域での大気汚染による総早期死亡者数

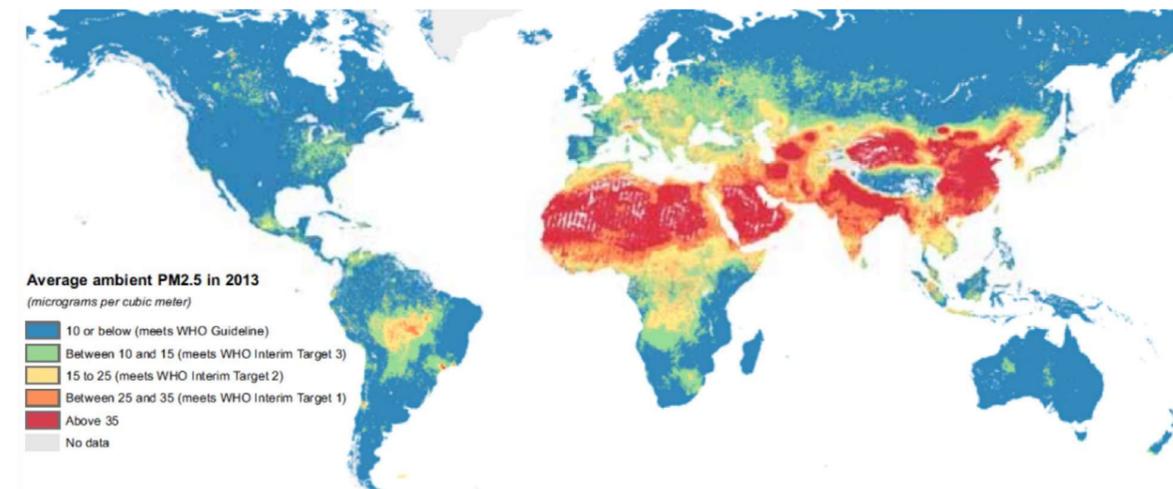


出典: World Bank/IHME

その人口の多さと高い曝露レベルによって、550万の大気汚染による早期死亡の大多数(40パーセント)は、東アジアと太平洋地域に生じており、約220万人に達する。南アジア地域は、その次に高く、大気汚染による早期死亡の33パーセントに達する。東アジアや太平洋地域の総早期死亡の約14パーセントは大気汚染に起因された。1990年以来、その死亡率はわずかに低下している。10万人当たりの大気汚染による早期死亡者数は、2013年には99人まで下がった。しかしながら、男性の死亡率は女性のそれよりも高く、5歳以下の子供の死亡率が同様に上昇しており、大気汚染による早期死亡者の総数は、著しく増加していた。

大気において最も損害を与える汚染物質は、とても微細な粒子(PM)のPM2.5である。その小さなサイズのため、これらの粒子は肺の奥深くまで侵入でき、それらの起源や化学組成に依存して、そこで異なる健康影響を与えるだろう。世界銀行の推計に基づくと、2013年の時点で、世界の人口の約87

図21: 2013年における年平均PM2.5濃度が世界保健機関(WHO)大気環境ガイドラインに合致している地域、超過している地域若しくは暫定目標を超過している地域



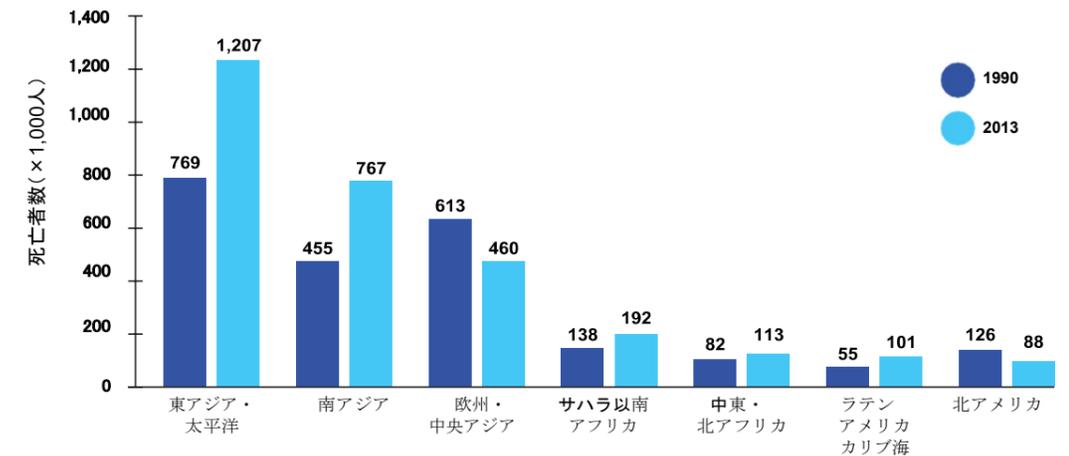
出典: 世界銀行/IHME

パーセントは、世界保健機関の大気環境ガイドラインの年平均濃度の基準である $10 \mu\text{g m}^{-3}$ を超える地域に居住している。地球の人口の約35パーセントは、WHOの暫定目標1であるPM2.5の年平均濃度 $35 \mu\text{g m}^{-3}$ より高い濃度の地域に居住している。

極端に高い値($> 65 \mu\text{g m}^{-3}$)を経験している人口のほとんど全ては、中国とインドに集中している。最も高濃度のPM2.5は、北アフリカ、中東(風で巻き上げられる鉱物ダストの発生による)、中国とインドで見られ、複数の起源からの燃焼による排出が主たるものである(図21)。人の健康にかなりの影響を与えるWHO閾値をはるかに超えた $80 \mu\text{g m}^{-3}$ に達するようなPM2.5濃度とともに、アジアは、世界で最も汚染された大陸の一つになってきた。

健康統計評価研究所(IHME)の世界の疾病負担研究(GBD)プロジェクトの最新の結果によると、2015年にはPM2.5曝露による420万人の早期死亡が生じている[HEI/IHME, 2017]。

図22: 1990年及び2013年における地域ごとの環境大気中のPM2.5汚染による総早期死亡者数



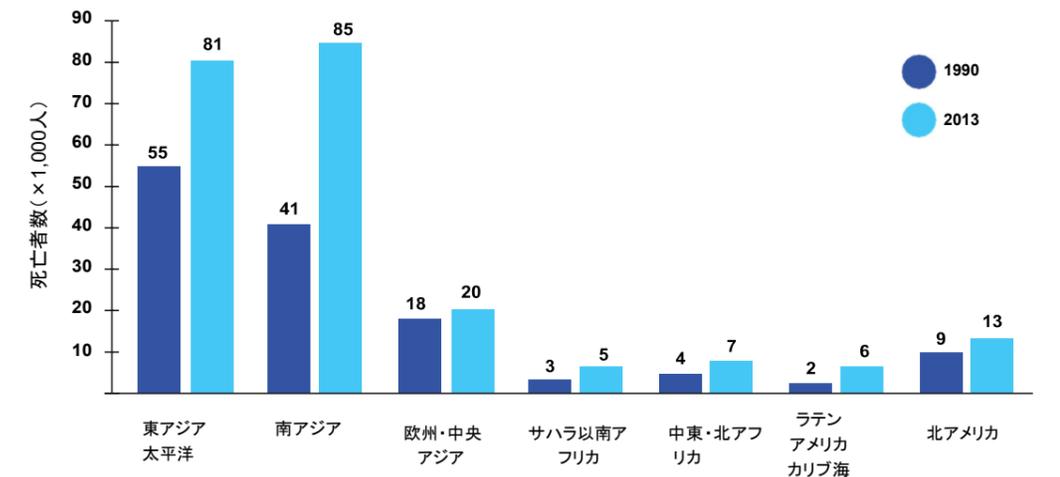
出典: 世界銀行/IHME

地球的なPM2.5への曝露は、過去23年以上改善されていない。PM2.5リスクにより主に生じるものは、虚血性心疾患(IHD)や脳卒中を含む循環器系疾患とガンである。環境大気中のPM2.5は、2013年時点で290万人以上の早期死亡に関係があり、1990年から30%増加している。東アジアと太平洋地域では高い人口と曝露レベルによって、最も多い環境大気中のPM2.5による総早期死亡数が記録されており、中国に負うところが大きい。総早期死亡者数は、1990年の77万人から2013年の120万人に増加した(図22)。10万人当たりの早期死亡者数は、地域で42人から54人に増加した。

環境大気中のオゾン汚染による総早期死亡者数の上昇傾向も、世界中で記録されており、東アジアや太平洋地域では、2番目に高い値を記録している。吸入してしまうと、オゾンは呼吸不足、胸の痛み、咽喉の刺激、炎症、気道の傷害等の原因となり、喘息、肺気腫、慢性気管支炎の誘導等肺の疾患を悪化させ、ケースによっては、呼吸が原因の死亡に至る。

環境大気中のオゾンへの曝露による早期死亡者数は、PM2.5に起因するそれよりはるかに少ないが、東アジアと太平洋、南アジア地域からの高い人数とともに、2013年時点では総数で21万7千人の早期死亡に寄与している。東アジアと太平洋地域では、1990年の5万5千人から2013年の8万1千人に上昇している(図23)。

図23: 1990年及び2013年における環境大気中のオゾン汚染による総早期死亡者数



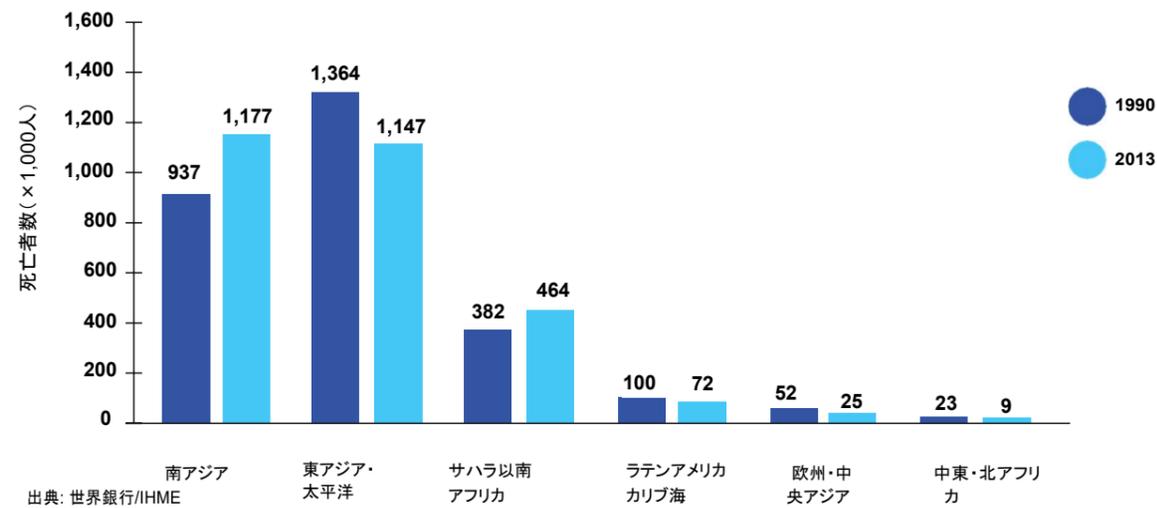
出典: 世界銀行/IHME

室内大気汚染や家庭の汚染は、多くの健康研究のトピックになっているが、この大きな健康リスクは、東アジアでは、十分に注目されていない。世界銀行とIHMEの報告書によると、世界の人口の42.2%が室内大気汚染に曝露されており、その多くが料理や暖房目的で固形燃料に依存している低・中所得国である。考慮される地域のうち、東アジアや太平洋

地域は、2013年には2番目に高い室内汚染による早期死亡者数を有している。東アジアや太平洋地域での総早期死亡者数は、1990年の140万人から2013年の110万人に低下しているが(図24)、発展途上国の多くの家庭ではまだ料理や暖房に固形燃料に頼っていることから、室内汚染は地域の主要な健康の脅威としてまだ考えられている。

650万人余りにも及ぶ人々が野外あるいは屋内の大気汚染によって毎年早期に死亡しており、10人のうち9人は、世界保健機関ガイドラインレベルを超えた大気で呼吸している。

図24: 1990年及び2013年における地域ごとの屋内大気汚染による総早期死亡者数



大気汚染と生態系

汚染物質の大気からの沈着は、土壌を酸性化させ植物種の多様性や草原の生産性を低下させる。耕地での肥料の使用は、アンモニア排出に大きく寄与しており、それは大気中で硫酸化物(SO₂)、窒素酸化物(NO_x)、揮発性有機化合物(VOCs)等の他の汚染物質と反応し、PM2.5を生成する。結果としてできた汚染物質は、植物の表面に付着し、作物に到達する日射量を低下させそれらの生育を妨げる。日本や中国におけるオゾンの作物に対する影響に関する実験的研究では、高濃度のオゾンが光合成速度や気孔の動きを低下させ、穀物収量が低下することが分かった。アジアにおいて、特に情報が少ない東南アジアにおいて、オゾンの作物影響を評価するためには、更なる実験及びフィールド研究が必要である。

酸性沈着や大気汚染の悪影響は、欧州や北米でよく調査・報告されている。東アジアでは、汚染物質の大気沈着が、多くの人々が牧歌的な生活に依存しているモンゴルにおいて土壌を酸性化させ草原の生産性を低下させたことが報告されている[Chen et al. 2013/World Bank/IHME, 2016]。また、高いレベルのオゾンが、炭素固定や乾物生産を低下させることによって、感受性の高い森林樹木種の成長や生理的機能に悪影響を与えていることが分かっている。オゾンは、日本の立山や丹沢山地で見られた樹木枯死や森林衰退に関連した主要な環境ストレスの一つであると考えられている。しかしながら、十分な情報がないため、全てのアジアの国々における森林樹木の成長や生理的機能に対するオゾンの影響に関して、更なる研究が必要である。

大気汚染物質の水界生態系に対する悪影響については、水路の富栄養化に寄与する植物プランクトンの増加や藻類の繁殖は、漁場、水のレクリエーション活動や観光を阻害する死水域や有害な藻類異常発生等の原因となり、地表の水路の酸度の上昇に敏感な生物相の消失も含まれる。

大気汚染と経済

大気汚染の経済影響に関する既存の研究は、その対象とする地理的範囲や部門、方法論や他の因子等、多くの点で異なっているが、一般的に結論とされているのは、不活動のコストはかなり高くつき、緩和策にかかるコストを大きく上回る。汚染の経済的コストは多く、労働者の生産性を低下させるものから、作物収量の低下、汚染されてしまった場所を訪れる環境客の低下による収入の損失まで考えられる。グローバル疾病負荷の研究は大気汚染曝露を推計し、健康影響が世界の経済のために汚染の経済コストを評価するための基礎を提供している。

健康リスクとなるのに加えて、大気汚染は経済的負担となる。病気や早期死亡によって、汚染は、生活の質を低下させる。生産性の高い労働者の損失を引き起こすことによって、汚染は、その国々への資金投入量と所得を低下させる。2013年の環境及び室内大気汚染による早期死亡は、失われた労働者の所得で約2250億ドル、世界的な厚生損失で約5.11兆ドルを、世界経済にコストとして負わせている。所得損失に関連する汚染は、東アジアと太平洋地域でもっとも多く、早期死亡のコストは2013年の国内総生産(GDP)の7.5%と等しいレベルに達する。また、大気汚染による厚生損失は、2.306兆ドルに上る(図25)。労働者の所得損失は、厚生損失よりは低いが、それでも2013年の東アジアや太平洋地域のGDPの0.25パーセントと等しい程度の相当額に達する。南アジアでは、労働損失がはるかに高く、総計で660億円を超え、GDPの1パーセントにほぼ等しくなっている。

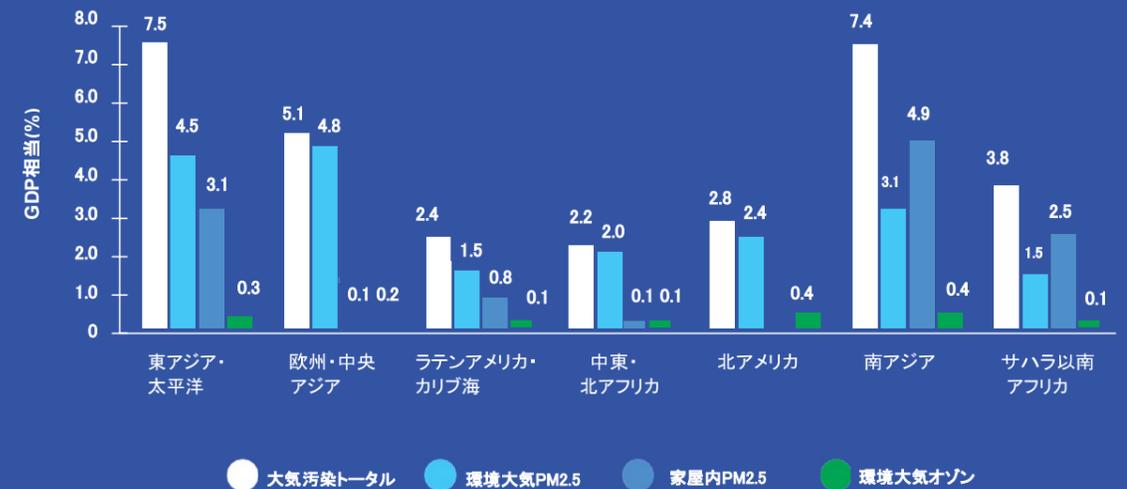
地球規模では、発展の負荷は常に時間外労働も増加させている。環境大気汚染による厚生損失は、1990年から2013年の間で2.18兆円から3.55兆円にまで膨れ上がり30パーセント以上上昇した。厚生損失は、全ての国々で約3分の2上昇した。室内大気汚染は、調理に固形燃料に頼る家庭のパーセンテージが低下したにも拘わらず、1990年から2013年の間で63パーセント上昇した。この増加は人口増加、高齢化、収入増加に起因する可能性があり、これにより、死亡者数及び福祉サービスの費用が増加した。

OECD諸国における部門ごとにもみると、道路輸送部門は、2010年においては約8650億円の環境大気汚染に関する総健康関連経済コストの約半分を占めると推計されている[OECD, 2014]。

一方で、発展途上国においては、発電や工業が、汚染の経済的コストに最も顕著に寄与する部門である。中国では2003年に850-2800億円と推計されたが、インドでは2009年の大気汚染のコストは1600億円と推計された[World Bank, 2013]。大気汚染に起因する作物収量損失からくる経済的な損失もある。オゾンやブラックカーボン等の汚染物質の高濃度は、農作物の生産性に影響を与え、所得損失を引き起こし、地球的な食料安全保障に影響を与える。最も顕著な損失は、大規模な作物生産と汚染レベルの比較的高い発展途上国で生じると考えられる。インドにおける農業へのオゾン汚染による年間損失は、過去の小麦生産の350万トン程度、またコメの210万トン程度であったと推計されており、これは、9000万人を養うのに十分な量であった[Ghude, et al., 2014]。中国では、地表オゾンが夏小麦の収量を推計で21-25%低下させた。



図25: 2013年における地域ごとの大気汚染による厚生損失



出典: 世界銀行/IHME

3

クリーンな大気を実現するための戦略的イニシアチブ



3.1 酸性雨、大気汚染及びその他の環境問題との関連

様々な発生源からの大気汚染物質が大気中で相互作用し、人間の健康や生態系に複合的な影響をもたらす。ある種の大気汚染は相互に関連している(図26)。酸性沈着は、対流圏オゾンや微小粒子とリンクしている。オゾンは前駆物質の排出と関連しているため、この現象を軽減するための対策は、直接的または間接的に、他の大気汚染の抑制にも役立つことが期待できる。

エネルギー生産と使用は、人間活動からの大気汚染物質の排出の大部分を占めている。大気汚染物質はあらゆる段階で排出される。すなわち、主として化石燃料の燃焼からだけでなく、採掘、産業活動、石炭及び天然ガス並びに石油精製の処理及び輸送の段階から排出される。図27に示すように、二酸化硫黄(SO₂)と窒素酸化物(NO_x)の排出量は、ほぼすべてエネルギー生産と使用に起因している一方で、PM2.5排出量の85%はエネルギー生産と使用に起因している。エネルギー部門からの8,000万トンのSO₂排出量のうち、45%が産業から、約33%が電力部門からのものである。

図 26: 大気汚染の発生源とレセプターの関係

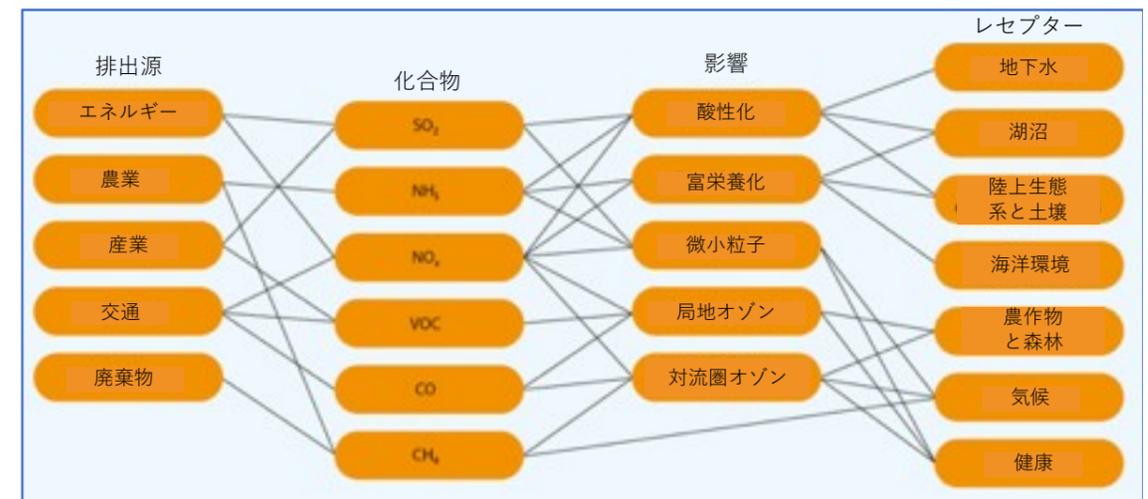
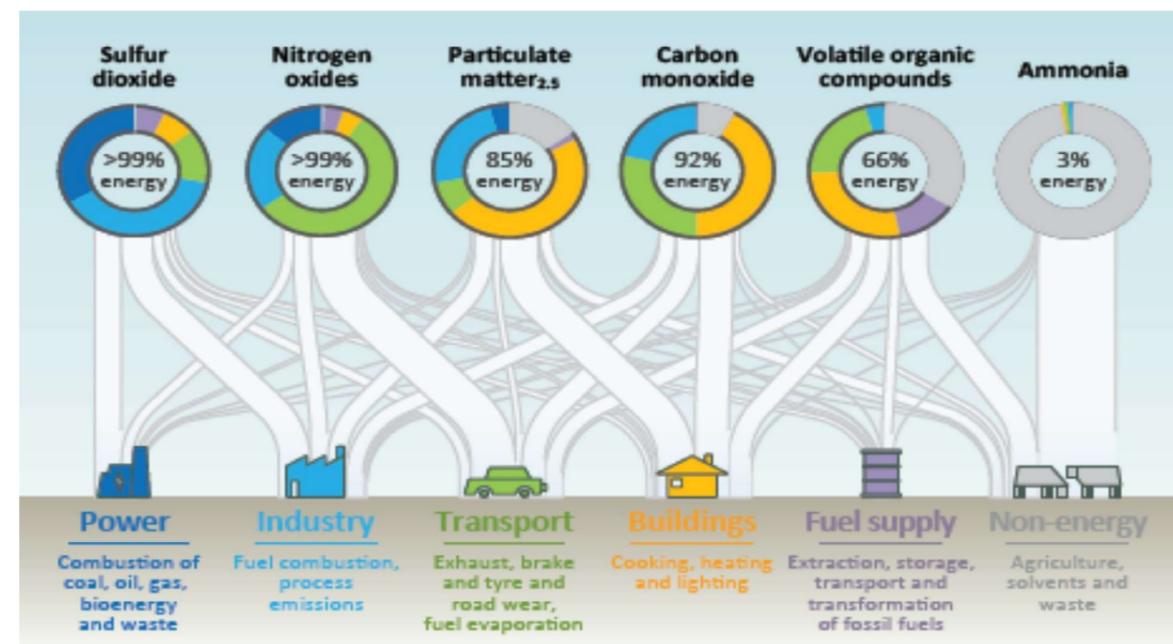


図 27: 主な大気汚染とその排出源, 2015



Source: International Energy Agency



3.2 大気環境管理における課題と統合アプローチ

国家レベルでの現在の汚染軽減措置は、地域のSO₂のような幾つかの汚染物質の濃度の低下を維持することができるかもしれないが、環境の著しい改善をもたらす、東アジアの持続可能な成長のためにより清浄な大気環境を達成するのに十分でないかもしれない。現在増加している大気汚染物質の濃度の増加傾向を逆転させ、近年減少し始めている大気汚染物質の減少を加速するためには、もっと大きな努力が必要である。主要な排出源だけでなく、以前の取組では目標とされていなかったその他の排出源からの排出量をさらに削減するために、革新的かつ戦略的な政策行動を実施すべきである。

大気環境管理への統合アプローチ

効果的な大気環境管理計画は、相乗効果を促進するために、政府間機関、ビジネスリーダー、市民社会及び個人を含む、世界規模で複数の利害関係者の努力が必要である。世界及び地域のパートナーとの提携を構築することも不可欠である。国際協調的アプローチには、科学コミュニティと政策立案者の間の相互作用が含まれ、大気汚染と気候変動、農業と生物多様性、エネルギーと公衆衛生政策の間の相乗効果を都市、国家、大陸そして半球規模で探求するための良い基盤を提供する。大気汚染科学の国際的な協力と統合は、排出量の推定方法や大気環境のモニタリング方法に対し、費用対効果とインパクトの高い対策をもたらす。

地球規模及び地域レベルの環境協定は、特に健康または生態系に対するリスクの科学的証拠がある場合に、汚染物質削減のための枠組みを提供することができる。多くの国が協定を履行するために国内政策及び法的枠組みを採用しており、そのうちの幾つかは目標を設定しており、幾つかは時間軸を設定している。その他として、コンプライアンス関連の行動、モニタリング及び報告を実施している。多国間環境協定は、幾つ

かの標的汚染物質の削減においてヨーロッパで首尾よく適用されてきた。多くの大気汚染軽減対策は、温室効果ガスの排出と気候変動の両方にメリットがある。大気汚染防止はエネルギー効率を高め、化石燃料の消費を減らし、結果としてCO₂排出量を削減する。大気汚染防止の費用が増加するにつれて、健康と気候の両方のコベネフィットを同時に生み出す戦略を採用することによって、双方にとって好都合な状況を達成することができる。

大気汚染物質気候アプローチは、短期的な気候変動を緩和し、同時に大気環境を改善するための新しい政策ツールとして導入された。酸性沈着及び大気環境改善の面から、オゾン前駆物質及び微小粒子/ブラックカーボンの排出の厳格な管理は、他の大気汚染低減政策と組み合わせるとより少ないコストで達成することができる。気候変動緩和の観点からSLCPを管理することの正当性は、CO₂排出量の削減は長期的な地球温暖化と気候変動の緩和に不可欠であるが、大気中の寿命が長いこと短期的な緩和には役立たない点にある。短期的な気候変動の緩和は、SLCPの排出量を削減することによってのみ達成できる。そのため、オゾン、微小粒子/ブラックカーボン、メタン等の一部のSLCPに対する共同管理措置は、酸性降下物の削減を含め、気候と大気環境に共同利益をもたらす。UNEPとWMOによる研究では、主にブラックカーボンを対象としたSLCPの低減措置を小規模に実行することで、年間240万人の早期死亡を防ぐことができると推定された[WHO / 気候変動大気汚染防止連合、2016]。

大気汚染に取り組むための現在の取組を統合し、その上に構築する総合的で包括的かつグローバルなシステムが必要である。国連環境総会が大気汚染の削減を主な目標としながら、世界中の汚染を抑制するための汚染行動の枠組みを検討しているのはタイムリーである[UNEP、2017]。

大気汚染の低減に必要な行動

1. 世界保健機関の大気環境ガイドラインを遵守するため、地方レベル、国レベル、地域レベルで大気環境管理の政策に係る方針と戦略の策定
2. 能力、データ、情報及び認識のギャップに対処するための大気環境モニタリングネットワーク、評価システム、制度上の能力並びに情報公開への投資
3. 主要な産業及び製造業からの排出量削減
4. 先進的な自動車排ガス基準の採用と施行
5. 電気自動車とハイブリッド自動車の開発と採用
6. 都市における公共交通機関及び自動車以外の交通インフラへのアクセスの提供
7. 再生可能エネルギーとエネルギー効率への増資
8. 家庭用暖房や調理用燃料の環境に優しい技術へのアクセスの改善
9. 浸食、火事、砂埃嵐を防ぐための生態系保護と修復

3.3 地域及び世界規模のイニシアチブとの緊密な協働並びにパートナーシップを通じた相乗効果の創出

EANETは、関連する環境関連団体並びにアジア太平洋地域クリーン・エア・パートナーシップ (APCAP)、国連欧州経済委員会・欧州における大気汚染物質の長距離輸送のモニタリングと評価のための協力計画 (EMEP) を含む長距離越境大気汚染条約 (UNECE CLRTAP)、北東アジア準地域環境協力プログラム (NEASPEC)、短寿命気候汚染物質削減のための気候と大気浄化の国際パートナーシップ (CCAC)、世界気象機関 (WMO)、環境と健康に関する地域フォーラム等の酸性降下物及び大気汚染に関連する地域プログラム並びにネットワークとのコミュニケーション及び協力を一貫して推進してきた。

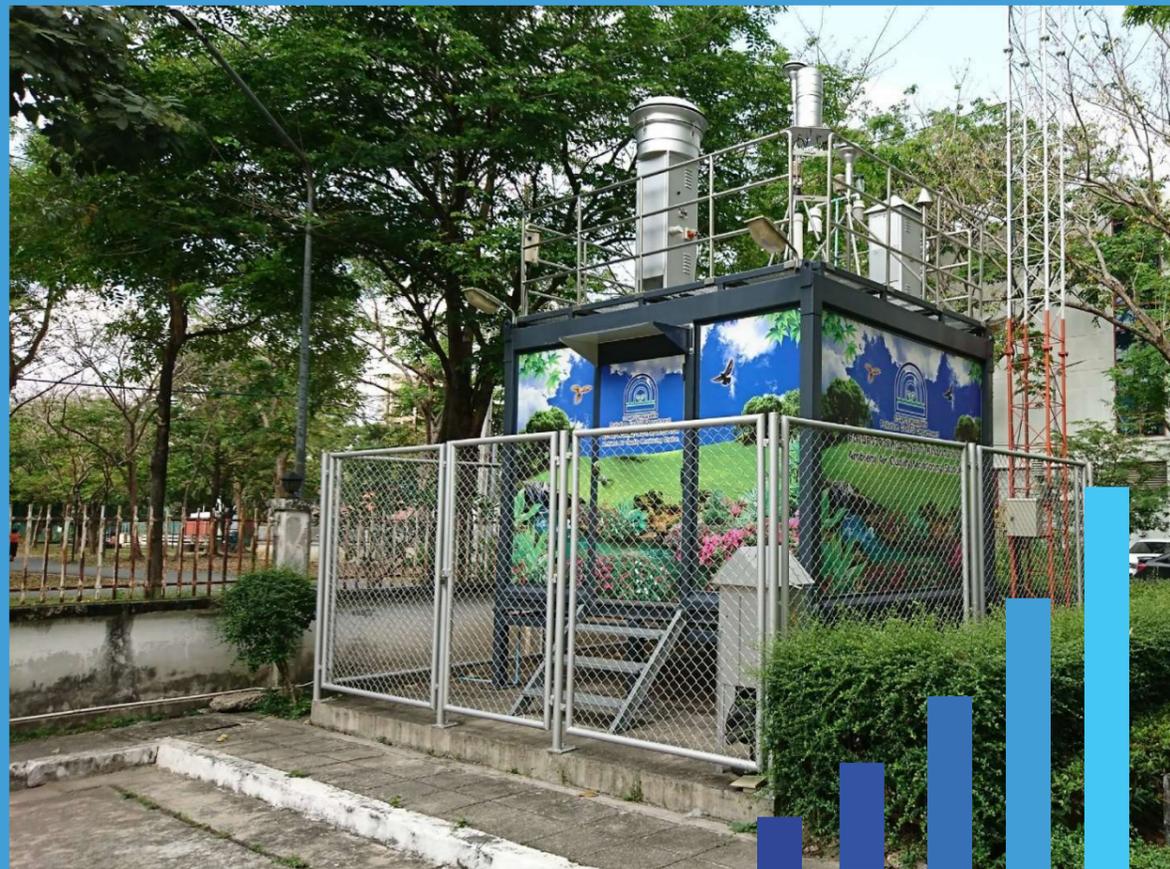
EANETとWMOの全球大気監視 (GAW) 計画との協定書 (LoA) の調印により、科学的専門性の提供やEANETとWMO/GAWの双方の研究活動が強化され、WMOとの連携が深まった。EANETの利点は以下のとおりである。

- WMO/GAW及びEANETデータとステーション情報へのユーザーからのアクセスがより簡便
- EANETはWMO/GAWネットワークから追加の地域、階層情報、モニタリングパラメータを網羅する詳細情報にアクセスが可能
- EANETの代表者は、総大気沈着量に関する科学諮問グループ (SAG) に参加し、GAWプログラムへの貢献が可能
- GAW研修教育センターでの研修
- 観測の質を高め、共同研究の可能性を高めるGAWコミュニティの他のメンバーとの協力の可能性

モデリング研究は、地域の酸性雨プロセスの理解を深めるために不可欠なツールである。地上測定の対象範囲が限られているため、エアロゾルとオゾンの空間分布と季節変動を地域、半球及び全球規模でマッピングするため化学輸送モデルとリモートセンシング技術が使われている。東アジアにおける長距離輸送モデルの比較研究に関する共同研究活動 (MICs-Asia) は、東アジア地域のモデル研究を促進するためのEANET関連の活動である。MICs-Asiaプログラムでは、地域の大気モデラーが集まって対話し、共同研究を行い、モデラーがシミュレーション結果を発表して議論し、他の方法と比較し、毎年開催されるワークショップで情報を共有する機会を提供する。

EANETネットワークセンターであるアジア大気汚染研究センター (ACAP) は、2020年10月中旬に新潟市で2020年酸性雨国際会議を開催する。この会議は、酸性雨に関する歴史的な国際会議の1つで、基本的に5年ごとに様々な場所で開催されている。EANETは、2001年の定期的な活動の開始から20周年を記念して、会議中に特別なイベントを開催する予定である。2020年酸性雨国際会議は、酸性雨関連の研究を行っている科学者にとって、更なる発表の機会を与え、会議参加者はこの分野の最新の動向についての情報を得ることができる。

4 地域における特筆すべき成果



4.1 酸性雨・大気汚染問題に対する参加国の取組に係る進展

2000年のモニタリング活動の開始以来、EANETのネットワークによって多くの成果が達成されている。重要なことは、すべての参加国が国設モニタリング局を開設して、EANET技術マニュアルとガイドラインに沿ってモニタリングを実施し、地域影響評価のためのデータを定期的に提出することである。そしてEANETトレーニングコースと国レベルでのワークショップの開催を通じて、酸性雨と大気汚染に関する知識が他の利害関係者に伝えられてきた。

酸性沈着と大気汚染問題への取組における各国の進捗は、国の取組の優先順位と能力、そしてその国の大気汚染の深刻度合いによって異なる。参加国における近年の大気環境管理に関する活動は以下のようにまとめられる。

カンボジアにおいては、古代の遺跡(アンコール・ワット)への酸性雨の影響は疑われているが、酸性沈着の影響は明らかではない。そうした状況にはあるが、環境保全の責任を負う環境保護総局は、大気汚染基準を含む環境基準改善に国家レベルで取り組んでいるところある。

中国 国務院は、2011年12月に「国の第12次環境保護5か年計画」を採択した。これは今後努力を倍加させて、2015年には2010年比で二酸化硫黄と窒素酸化物の排出量を、それぞれ8%と10%削減するものである。主な要求としては、i) 電力産業の排出削減を継続的に推進すること、ii) 他の産業における脱硫及び脱硝を促進すること、iii) 自動車及び船舶からのNO_x排出量を抑制することが挙げられる。

中国環境保護部は、「大気環境基準」(GB 3095 - 2012)を2012年2月改訂発表し、段階ごとの実施計画を決定した。選定された地域や都市で段階的に実施された後、「大気環境基準」が2016年1月1日以降全国的に採用された。

前改訂版と比較して、新基準にはPM_{2.5}の年間及び24時間平均値を加えるとともに、オゾンの8時間平均値とPM₁₀とNO₂の基準を厳しく設定した。

国務院は、2013年9月に「大気汚染防止行動計画」を発表した。そこでは「5年間の努力の結果、中国全土の大気環境は改善され、重度の汚染日は劇的に減少すると思われる。北京 - 天津 - 河北、揚子江デルタ、珠江デルタの地域的な大気環境は改善されると思われる。更に5年若しくはそれ以上の努力によって、重度汚染日は徐々に解消され、国内の大気環境は大幅に改善されると思われる。」と言及している。そこでは10のカテゴリー、35の具体策が示されており、具体的な指標を用いながら成果を追跡する。

インドネシアでは、酸性雨に対する具体的な国家的対策は取っていない。大気汚染物質排出を管理するため、幾つかの定常的排出基準、自動車排ガス基準及び環境基準の規制がある。インドネシア環境森林省では、代替的な遵守すべき便法として、企業における環境性能評価プログラムを持っている。このプログラムは、酸性沈着の主な原因である二酸化硫黄と窒素酸化物の排出量を直接削減させるものではないが、大気汚染規制要件を遵守させるという評価がある。酸汚染の主な原因の一つは、山火事の際放出される過剰な酸に由来する。インドネシア政府は、2015年に泥炭地火災を軽減するための泥炭地修復機関を設立し、さらに政策変更されるまでの間、泥炭地の保全とパーム油の植林の一時停止を取り決めた。

日本では大気汚染防止法により、都道府県及び政令市によって日本全土において、大気汚染状況についての常時監視が行われている。

最近の数年間においては、大気中のNO₂とSO₂及び浮遊粒子状物質(SPM)とCO濃度は、ほとんど大気環境基準(EQS)を下回っていて、減少若しくは横ばいで推移しているが、光化学オキシダントと微粒子(PM_{2.5})については、大気環境基準を上回る比較的高いレベルで推移している。環境省では、モニタリング結果に基づき、工場及び事業所並びに自動車からの汚染物質排出量の削減、低汚染物質排出車普及等の対策を講じることにより、大気環境基準を達成するための包括的な取組を更に強化していくこととしている。

ラオスでは、工場由来の汚染源からの大気汚染レベルは比較的低いが、環境保護基準に責任を負う機関は特定されており、また、国家レベルでの気候変動に関連する活動も実施されている。国の大気、水質、土壌の環境基準と排出源に関する基準は設定されており、使用中の自動車からの基準も準備されている。また、持続可能な輸送戦略と国家環境戦略が2020年までに策定される見込みである。

大気環境管理における歴史の上に、**マレーシア**では、良好に構築された監視ネットワークがあり、また、総じてWHO暫定目標と環境清浄大気環境規制に準拠した大気環境基準を設定している。2011-2020年環境戦略計画には、良好な大気環境を維持するための要件がある。現在、森林のリター堆肥の物理化学的特性と、土壌の栄養保持を改善するための複合森林の使用を研究するため、幾つかの研究プロジェクトが実施されている。

モンゴルでは、厳しい冬季の気象条件により、大気監視装置の誤動作が生じた場合に、データセットにギャップが生ずる。主な大気汚染源は、冬季の暖房用石炭燃焼により排出される高濃度のSO₂、NO_x、CO及びPMである。

大気に関する法律(2010)、大気汚染に対する課徴金に関する法律(2010)、大気及び環境汚染削減実施国家プログラム(2017)及び大気及び環

境汚染削減実施のための国家プログラムに向けた行動計画(2017)がそれぞれ交付された。2012年に改正された大気に関する法律は、大気保全と汚染防止、削減管理を意図した同国における主たる法的文書である。大気汚染削減のための国家プログラムは、大気環境改善を扱う上で、最も詳細かつ包括的文書として使用されている。60の想定対策のうち50以上の対策が大気汚染に焦点を当てている。

ウランバートル市では、大気汚染削減のためのマスタープランが2018年に承認された。そのため、ウランバートル市の大気汚染の削減に向けた行動の一環として、政府はゲル(モンゴルの伝統的住宅)地区の家庭用の電気料金を寒冷期である10月15日から3月31日までの夜間(午後9時～翌午前6時まで)はゼロとすることを承認した。さらに政府は、2019年5月15日からのウランバートル市内での石炭使用禁止令を発布し、施行した。

ミャンマーでは酸性雨による悪影響は確認されていない。気象水文局は、関連する環境モニタリング活動を継続する。ヤンゴン、マンダレー市開発委員会、保健省、原子力局、灌漑局、水資源利用局等、他の政府機関でも水質・大気の監視を行っている。2014年には環境保護局は、大気濃度測定用のPM_{2.5}監視装置も設置した。

1999年の**フィリピン**大気浄化法は、大気管理、介入、プログラムにおける包括的な大気汚染防止の指針として使用されている。大気汚染の70~80%が自動車及び工場が発生源となっていることにかんがみ、大気汚染を緩和する手段として、2016年1月1日からの自動車及び固定/産業発生源の基準の適用及び野焼きにおける暫定的な大気環境指標値(短期の場合50 µg/m³若しくは長期の場合25 µg/m³)の遵守が含まれている。

大韓民国政府は、1960年代以来、工業化によって引き起こされた大気汚染の深刻さを認識していたため、最近の約30年間、大気汚染物質の排出を削減する包括的な対策を講じてきた。1970年代半ばには国家大気監視プログラムが開始された。その後、2000年代初頭に光化学評価ステーションと有害大気モニタリングステーションがネットワークに追加された。大気汚染物質の長距離輸送の悪影響は、韓国で長い歴史を持っている。600年以上前の最初の記録以来、黄砂の発生とその有害な影響は絶えず報告されてきた。北東アジアは過去半世紀にわたって大規模な工業化を経験してきたため、大気汚染物質の長距離輸送は、自然由来の大気汚染物質及び黄砂とともに国民の大きな関心事になってきた。国境を越えた大気汚染に効果的に対処するには国際協力が必要であることを認識し、韓国は、大気汚染物質の長距離輸送及びその他の地域大気環境問題に対処する目的と方法を有する多くの地域イニシアチブを積極的に推進し、参加している。

ロシアの東シベリアでは、すべてのモニタリングサイトで、他と比較しSO₂が大気中の主要なガス状混合物で、年ごとの変動は冬季の気温に大きく依存している。従って、2005-2006年と2009-2013年に東シベリアで記録したように、冬が寒冷であるほど平均濃度は高くなる。ただ、プリモルスカヤ局(極東)の年間平均SO₂濃度は、東シベリアのそれと比較して低く、また、2012-2014年の気温が低かったにもかかわらず、プリモルスカヤ局の大気中SO₂含有量は、寒冷であった2004-2005年及び2010年より少なかった。

これは地域における電力・熱源生産の石炭からガス消費への移行に起因する可能性がある。東シベリアのすべてのモニタリングサイトでオゾン濃度は、北半球の多くの遠隔地と同様な季節変動があり、地球規模の大気化学変動に呼応している可能性がある。

ただし、寒冷季のモンディにおける短期間(数日間)の変動は、地域の総観条件(大気圧の変化と風による地域輸送)に関連している。オゾンの日内変動は春と夏に最大となり、12月と1月に最小となる。東シベリア地域の工業による発生源から離れた地域では、降水の酸性度が上昇する。低い酸性度(pH < 5.0)の降水は、リストヴィヤンカでは47%、プリモルスカヤでは24%、イルクーツクでは約14%のサンプルで記録されている。これらの数値は2005年から2009年の数値よりもさらに小さく、大規模な地域の石炭火力発電所からの硫黄及び窒素酸化物の排出量の削減とともに望ましい結果となった。欧州諸国の経験は、除害装置の改善若しくは石炭の代替としての天然ガス使用により、この問題を解決することができることを示している。

タイでは、大気汚染源をi)輸送、発電並びに消費のための家庭用及び産業用燃料燃焼を含む一般的な発生源、及びii)埋立地のゴミ焼き、農地や森林の野焼きから生じるヘイズ(煙霧)及びスモッグ等の特定発生源2つに大気汚染源を分類している。検査及び保守プログラム、エコカーの推進等も含んで、既に新車及び使用中の車両についても、排ガス基準が定められている。ヘイズ及びばい煙問題を解決するための野焼き規制に関するナショナルマスタープランは、自然保護・保全をベースにした森林火災防止と、伝統的作物の回復のための土地準備等に焦点を当てている。

近年の大気汚染の増大に直面して、**ベトナム**政府は、大気環境管理と大気汚染規制に関連する制度的及び政策的な努力をしてきた。大気環境管理に関与する政府部門/機関が統合整理され、その責任が明確化された。さらに、法律、法令、通達、計画、大気排出制御に関する国家技術基準等の多くの法的文書が公布されている。

4.2 酸性雨・大気汚染に対する理解を深めるための活動

EANETは、東アジアにおける酸性雨モニタリングに関する地域協力の促進並びに酸性雨測定データ及びその状況に関する評価についての域間共有促進の成功により、国際的に評価されている。

EANETは、東アジアにおける酸性雨の状況に関する科学的な評価報告書を定期的に発行している。東アジアにおける酸性雨の状況に関する定期報告書(第3版・PRPAD3)は、2010年から2014年までのEANETモニタリング活動の成果について述べている。PRPAD3におけるEANET活動の改善・強化のためのEANET現行スコープにおける以下の活動が確認された。

- オゾン・PM等の関連項目を含む透明性を有する酸性沈着モニタリングへの改善
- 他の関連大気汚染物質も含む酸性雨の状況に関する評価への拡大

- モデル及び排出インベントリ開発を含む研究活動の推進
- 大気汚染状況に関する共通理解を得るための認識共同体の設立と普及啓発の促進
- 確かな科学的評価に基づく政策提言と情報提供に関する政策関連活動の強化
- 参加国間の協力促進による技術支援と能力の強化
- 東アジアにおける大気環境の現状についてのレビュー及びEANETスコープ拡大に関するフィージビリティ調査
- EANET新ネットワークセンター(NC)の設立に関するフィージビリティ調査
- 地域外の組織との連携強化

PRPAD3においては、次のとおり東アジアの酸性雨及び関連する大気汚染問題の理解改善に向けて、更なる勧告を行った。

1. PM・ヘイズ - 特に人間活動が最も多い場所では、モニタリングサイト数増加が必要である。大気化学に焦点を当てたより包括的なデータがEANETに提出される必要がある。ヘイズ生成に支配的な役割を果たす炭素エアロゾルの測定を追加する必要がある。

PMの化学組成は地域によって異なるため、越境PM汚染に起因する健康影響に係る更なる調査が必要である。PM大気汚染の影響評価のために特別に設計されたコホート研究のような疫学的研究が東アジアで実施されるべきである。

2. 対流圏オゾン - 年ごとの変動と長期的な傾向に係る更なる研究が必要である。オゾンの前駆物質及びトレーサー追跡物質の監視を強化する必要があり、また、気候変動が発生源と受容体の関係によるソース・レセプター関係に与える影響についても更に研究する必要がある。オゾンの影響を受ける都市と受けない都市に係る十分なサンプル数を含む一貫した方法論による研究のための多国間協力が必要である。この地域における農業生産や繊細な森林生態系の保護のための効果的なコントロール方法を検討するため、農作物への影響を確認するための実験的かつ実地での研究が必要である。

3. 酸性化・富栄養化 - 繊細な森林生態系においてより多くの野外観察を実施し、長期の陸水化学測定を実施するサイト数を増加させる。また酸性化と窒素浸出に関するリージョナル・スケールでの評価が求められる。

4. 毒性ガス - 東アジア地域における越境汚染を考慮して、詳細な排出インベントリを作成し、コントロールする方策を確立するため、残留性有機汚染物質(POPs)の測定を実施するサイト数を増加させる。

5. 排出インベントリ - 大気汚染物質の人為起源(発電、産業、自動車、家庭等)排出インベントリの開発と継続的な更新。野焼きを含むバイオマス燃焼起源及び黄砂・植物起源揮発性有機化合物(VOC)等自然起源の排出量を推定するための研究の促進。人為起源及び自然起源の排出インベントリにおける不確実性を低減するための地表及び衛星観測、大気環境モデル、逆推計手法を用いた排出量推定値の検証と改善。



4.3 EANETの将来の方向性に係る検討

EANETのスコープ拡大の可能性に係る調査において、多くの参加国は新たな大気汚染問題、参加国のニーズと利益、利用可能な財源及び次期EANET中期計画(2021-2025)からの委任等の様々な要因を考慮して、スコープ拡大を含むネットワークセンター強化への支持を表明した。

参加国の検討のために特定された可能性のある新たな活動は次のとおり。

- VOCsモニタリング
深刻な健康問題を引き起こすPM2.5、オゾン、NO_xによる地域大気汚染への対処のため監視する重要汚染物質リストにはVOCを含める必要がある。
- 環境衛星データを使用した監視
SCHIAMACHY、MODIS、OMI等の衛星データは、EANETモニタリングデータを補完する有益な情報で、特に大気汚染物質の空間分布情報を提供できる。
- 排出インベントリ
排出インベントリ開発のための研究及び人材育成の実施、大気汚染緩和に関する確かな政策を確立するために鍵となる基礎情報の整備並びに政府主導により作成された排出インベントリの参加各国からの収集。
- 大気浄化技術
大気浄化技術に関する情報交換が実施されたが、SO₂、NO_x、VOC、PM2.5の排出量削減のための様々な大気浄化技術と利用可能な

最良技術(BAT)を明らかにすることは、大気環境改善にとって有効。

- モデリング
EANET地域での使用に適した化学輸送モデルの検討、削減方策に関する意思決定のためのモデル成果の適用促進。
- 科学研究のためのオープンラボラトリー
ネットワークセンター機能の一つであるオープンラボラトリーは、参加国間での共同研究、科学データ及び情報交流促進、酸性雨問題に係る研究の質的向上及び理解につながる可能性がある。

第19回政府間会合では、ネットワークセンターが現在行っていない活動に係る新たなネットワークセンター設立提案が更に検討されることが決められた。また、EANET将来発展、現状、ニーズ、優先順位を考慮しつつ、次期中期計画策定の際に検討されることもあり得る。

EANETにおいては、科学者と政策立案者との連携強化並びにEANETモニタリング及び研究活動の結果と最新の科学的知見の政策立案者との共有による意思決定を効果的にするための政策立案者との既存のコミュニケーション・チャンネルの拡大・改善が緊急のニーズである。



5 今後の方向性



5.1 政策立案者の役割

大気汚染政策は、持続可能な開発目標（SDGs）、特に世界の健康的な生活と福祉の促進、食料安全保障と持続可能な農業の達成、安全で持続可能な都市の確保、持続可能で近代的なエネルギー源へのアクセスの推進及び地上の生態系保護に大きく貢献する。SDGsを実現するために、意思決定者は持続可能性を国家開発計画と政策に統合する必要がある。特に、政策立案者は、大気汚染の健康への影響をあらゆる経済プロジェクト及び経済活動の費用便益分析に組み込み、この地域の「世界の疾病負担研究(GBD)」の調査結果を検討する必要がある。主なポイントは以下のとおり。

- 大気汚染に対するより大きな取組は、意思決定者による汚染の影響に関する科学的及び経済的知見のより大きな取り込みを必要とする。科学の世界によって、明確で効果的かつ信頼できる方法でポリシー関連の調査結果を伝えることにより、取り込みを改善する努力がなされている。
- 大気汚染は、人間の死亡率、罹患率、自然生態系の劣化等、将来の生産性に永続的な影響を与える可能性のある様々な方法で環境を傷つける。コストの推定は、国ごとの多くの不確実性と国家間の差異により複雑である。損失の現在の推定には、更なる作業が必要である。曝露と健康への影響を汚染源にリンクし、政策措置を支援し、国内の地域の優先順位付けに役立つ準国家的な推定値を提供する必要がある。
- 地上ベースの監視は、特に都市レベルでの大気汚染管理アプローチの重要な要素であり、各国は大気汚染問題に取り組むために地上レベルの監視ネットワークを強化する必要がある。ただし、地上ベースの監視だけでは、空間的及び時間的に十分な範囲を達成するのは困難である。大気汚染負荷に係るグローバルな評価の

ためには、衛星ベースの観測と地上モニタリングのデータを組み合わせる必要がある。そのような情報は、国レベルの評価と大気環境計画の作成に十分に利用されるべきである。

- 疾病負担の測定は、精度の改善に結びつくより良いデータと改善された方法により、関連機関により定期的に改善されている。GBDの推定値は毎年更新される。大気汚染が他の疾患に及ぼす影響、輸送された窒素酸化物等他の汚染物質の健康への影響、自然の風に乗ったダストに関する研究の結果は、疾患の負担と経済コストのより良い推定を提供し、意思決定者にとって貴重な情報となる。
- 大気汚染の削減は費用を要するが、特に子供や高齢者の健康への大きな影響を考慮すると、SDGsを達成するための共便益アプローチを考慮した清浄大気への対策実施が不可欠である。大気汚染は重大な健康リスク及び経済的負担であるため、政策決定者は、健康リスクの低減を目的とした国の大気汚染防止措置の実施に高い優先順位をつける必要がある。とりわけ、微小粒子（PM）とオゾン削減のための適切な対策は、東アジアで最も重要である。微小粒子への曝露を削減するためには、都市での一次粒子の排出量を削減するだけでなく、はるかに広い地域における前駆物質（SO₂、NO_x、NH₃、VOC）の排出量も削減する必要がある。大気汚染のWHOガイドラインレベルを満たすためには、地域全体の排出削減が不可欠である。
- 既存の地域全体のモニタリングネットワークと、酸性雨と大気汚染の研究に従事する科学者のプールにより、EANETは、地域の大気汚染物質の状況と生態系への影響を評価し、政策立案と優先順位の設定に利用される政策立案者への信頼できるデータと情報を提供する上で、大きな役割を果たす。EANETは、トレーニングプログラムを通じて、能力開発を支援することもできる。

5.2 地域における行動

「汚染のない惑星に向けて」をテーマに2017年12月4日から6日にかけてナイロビで開催された国連環境会議の第3回会合(UNEA3)は、生態系を劣化させ、人の健康と幸福を傷つけ、すべての生物種の機能に影響を与える人為的汚染を終わらせるために決定的な行動を取るよう参加国の指導者に呼びかけた。「アジア太平洋における健康と環境行動の強化と健康と環境に関するアジア太平洋地域フォーラムの支援」の決議の中にある「大気、陸地、水路、海洋の汚染を終わらせ、化学物質と廃棄物を安全に管理する」という具体的なコミットメントが発出された。2030年アジェンダは、持続可能な開発目標(SDG)の達成に向けた汚染に関する地域、国及び地域の行動を加速する機会を政府に提供する。

アジア太平洋クリーンエアパートナーシップ(APCAP)は、UNEAからの大気環境の行動への世界的な要請に応じて設立された。現在、14の地域ネットワークと連携しているAPCAPは、アジア太平洋地域の大気環境管理の改善を促進し、大気汚染と早期死亡を削減し、農業生産性を向上させ、他のネットワークや国との自発的なパートナーシップを通じて生物多様性の保全や気候変動の緩和等の他の共便益に貢献している。

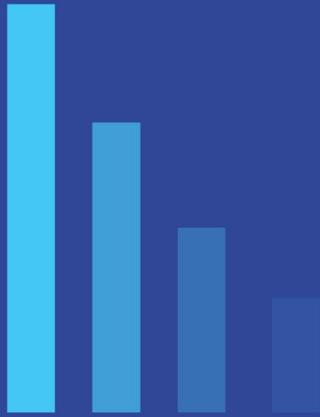
これまでに、東アジア、南アジア、東南アジア、オセアニア&太平洋の16か国が正式にパートナーシップに参加した。大気環境問題に関する地域評価報告書を作成するための国連環境計画からの要請に応じて、APCAPは大気汚染ソリューションレポートを共同で作成した。2018年3月に開催された第2回アジア太平洋クリーンエアパートナーシップ(APCAP)合同フォーラムで発表されたレポートは、専門家、実務者、政策決定者を対象に、人間の健康、収穫高、気候、環境、資金源及びアクセスのメカニズムの特定を含む優先的な大気環境対策の実施に必要な資金調達規模と社会経済発展に利益をもたらす大気環境を改善するための実用的かつ効果的な解決法を提供した。

地域での潜在的な役割を考えると、EANETは長期的なモニタリングデータを利用して、酸性雨や大気汚染物質への曝露による影響を調査し、悪影響を引き起こした酸性化やその他の大気汚染物質の問題に対する解決策にさらに焦点を当てることができる。EANETは、APCAPがアジア太平洋地域のプラットフォームの1つとなる可能性があるが、そのような外部ネットワークとの政府間協力を継続的に強化し、EMEP等の効果的な地域ネットワークをEANETプログラムの強化に採用するモデルとして検討できる。最後に、EANETが情報交換の促進、政策関連の報告書及び出版物の開発並びに国民の認識の促進を強化することが重要である。



参考文献

- Dima Chen, Zhichun Lan, Xue Bai, James B. Grace and Yongfei Bai, 2013. Evidence that Acidification-Induced Declines in Plant Diversity and Productivity Are Mediated by Changes in Below-Ground Communities and Soil Properties in a Semi-Arid Steppe: *Journal of Ecology*, 101, 1322-34.
- EANET IG19, 2017. Proceedings of the Nineteenth Session of the Intergovernmental Meeting on the Acid Deposition Monitoring Network in East Asia, Bangkok, Thailand.
- EANET SAC 17, 2017. Proceedings of the Seventeenth Session of the Scientific Advisory Committee, Acid Deposition Monitoring Network in East Asia, Bangkok, Thailand.
- EANET PRSAD3, 2016. Third Periodic Report on the State of Acid Deposition in East Asia, Part III: Executive Summary. Acid Deposition Monitoring Network in East Asia, Bangkok, Thailand.
- EANET PRSAD3, 2016. Third Periodic Report on the State of Acid Deposition in East Asia, Part II: National Assessments. Acid Deposition Monitoring Network in East Asia, Bangkok, Thailand.
- EANET PRSAD3, 2016. Third Periodic Report on the State of Acid Deposition in East Asia, Part I: Regional Assessment. Acid Deposition Monitoring Network in East Asia, Bangkok, Thailand.
- EANET RPM3, 2014. Third Report for Policy Makers: EANET and Clean Air for Sustainable Development. Acid Deposition Monitoring Network in East Asia, Pathumthani, Thailand.
- EANET RPM2, 2009. Second Report for Policy Makers: Clean Air for a Sustainable Future. Acid Deposition Monitoring Network in East Asia, Pathumthani, Thailand.
- EANET RPM, 2005. Report for Policy Makers on Acid Deposition Monitoring Network in East Asia (EANET): Goals, Achievements and Way Forward. Acid Deposition Monitoring Network in East Asia, Pathumthani, Thailand.
- EANET RSAP, 2015. Review on the State of Acid Deposition in East Asia, Acid Deposition Monitoring Network in East Asia, Bangkok, Thailand.
- Sachin D. Ghude, Chinmay Jena, D. M. Chate, G. Beig, G. G. Pfister, Rajesh Kumar and V. Ramanathan, 2014. Reductions in India's Crop Yield Due to Ozone. *Geophysical Research Letters*, Vol. 41HTAP, 2010. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution: Hemispheric Transport of Air Pollution 2010. Executive Summary.
- International Energy Agency, 2016. Energy and Air Pollution: World Energy Outlook Special Report. Paris, France.
- Tatsuya Nagashima, Toshimasa Ohara, Kengo Sudo and Hajime Akimoto, 2010. The relative importance of various source regions on East Asian surface ozone, *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 11305-11322.
- UN, 2014. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Geneva, Switzerland.
- UNECE, 2016. Towards Cleaner Air: Scientific Assessment Report, United Nations Economic Commission for Europe, Geneva, Switzerland.
- UNEP, 2017. Towards a pollution-free planet: Background Report. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- WHO/Climate & Clean Air Coalition, 2016. Reducing Global Health Risks through mitigation of short-lived climate pollutants: Scoping Report for policymakers, World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- WHO, 2009. Global Health Risk: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- WMO, 2017. WMO Statement on the State of the Global Climate in 2016, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.
- World Bank, 2016. The Cost of Fire: An Economic Analysis of Indonesia's 2015 Fire Crisis
- World Bank/Institute for Health Metrics and Evaluation, 2016. The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action. The World Bank, Washington DC, USA.
- World Bank/SEPA, 2007. Cost of Pollution in China: Economic Estimates of Physical Damages. World Bank and State Environmental Protection Agency China (SEPA), Washington DC, USA.



東アジア酸性雨モニタリングネットワーク
(EANET)

URL: <https://www.eanet.asia>

事務局

国連環境計画 (UNEP) アジア太平洋事務所

UN Building, 2nd Floor

Rajdamnern Avenue

Bangkok 10200 Thailand

TEL: +66 2 288 1627

Fax: +66 2 280 3829

Email: eanetsecretariat@un.org

URL: <https://www.unenvironment.org/asia-and-pacific/restoring-clean-air/eanet>

ネットワークセンター

アジア大気汚染研究センター (ACAP)

〒950-2144 新潟市西区曾和1182

TEL: 025-263-0550

Fax: 025-263-0566

Email: eanet@acap.asia

URL: <https://www.acap.asia/en/>