

政策決定者向け報告書（第2版）

持続可能な未来のための 清浄な大気環境

EANET事務局・ネットワークセンター

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク
(EANET)

2009年11月

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に基づき、また、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作成されたものです。報告書の内容は、必ずしも参加国及び組織の見解、政策及び意見を反映したものではありません。

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 2009 年 11 月に作成した「持続可能な未来のための清浄な大気環境 (**Clean Air for a Sustainable Future**)」をアジア大気汚染研究センターが日本語に翻訳し、作成したものです。

序 文

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET) の政策決定者向けの報告書は、EANET 事務局により、EANET ネットワークセンターの協力を得て、入手可能な報告書及び EANET の科学的データに基づき、また、十分に有効と認められた様々な出所から得られた情報により補足され、作成されています。

この冊子は、EANET 政策決定者向け報告書第 2 版です。第 1 版は 2005 年 11 月に出版され、より良い大気環境管理の達成に向けて、酸性雨・大気汚染と他の環境問題とのリンクに係る普及啓発及び知識増強を推進するとともに、総合的な大気汚染及び酸性雨の防止及び低減による政策決定者からのタイムリーな行動の促進を目指すものです。

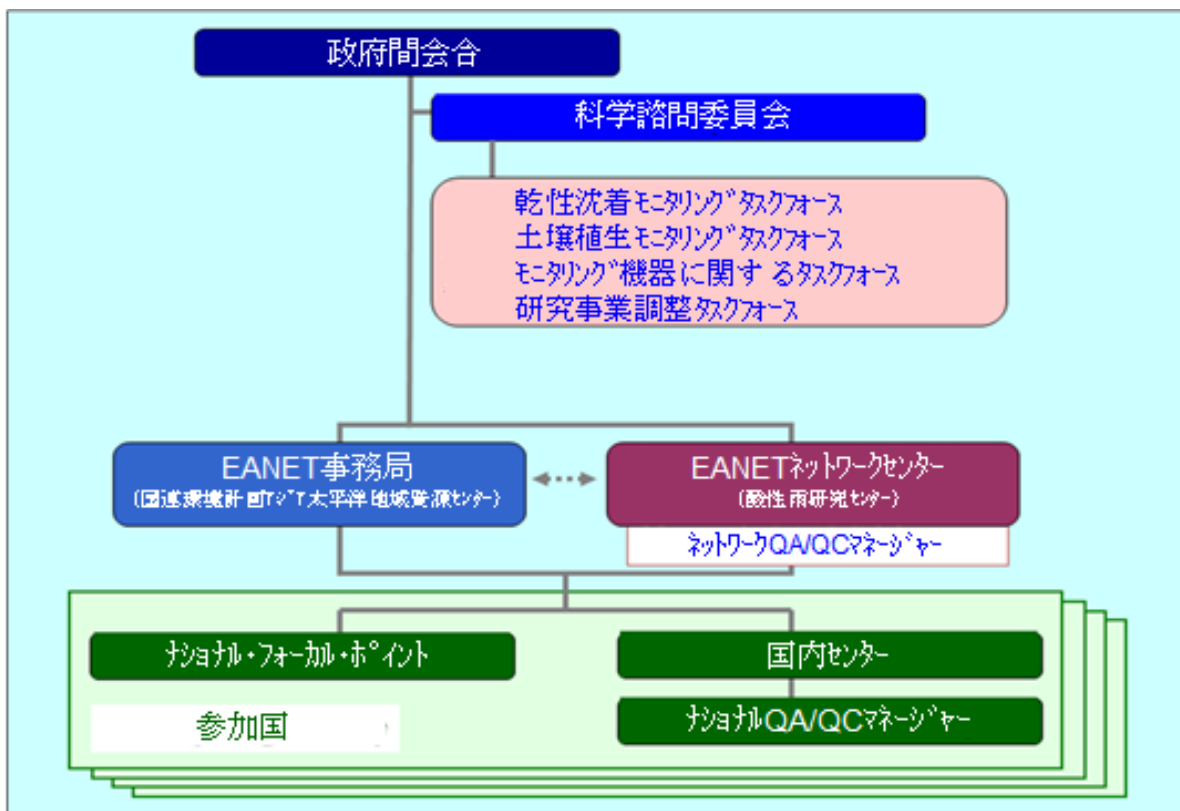
この報告書は、EANET コミュニティと参加国の関連する政策フレームワークとの連携を構築するために集約され、組み立てられ、東アジアにおける大気汚染の現況並びに環境及び生態系への悪影響に関する説明を含め、酸性雨問題に関して記載されています。

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET) について

EANET は、地域協力を通じ東アジアにおける酸性雨問題に取り組む政府間のイニシアチブで、以下の 3 つをその目的としています。

- 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
- 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
- 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

現在、カンボジア、中国、インドネシア、日本、ラオス、マレーシア、モンゴル、ミャンマー、フィリピン、韓国、ロシア、タイ及びベトナムの 13 か国が参加しています。



EANET 組織図

組織に関しては、政府間会合（IG）が EANET の意思決定機関であり、科学諮問委員会（SAC）が IG の下に設置され、ネットワークを支えるための事務局及びネットワークセンターが指定されています。SAC の下に幾つかのタスクフォース及び専門家会合が設置されています。これらの組織は、参加国のナショナル・フォーカル・ポイント、国内センター、国内精度保証・精度管理（QA/QC）マネージャーと緊密に連携、協調及び協力し、ネットワークの活動を推進します。

目 次

序文	i
東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)について	ii
目次	iii
エグゼクティブ・サマリー	iv
1. 地球上及び東アジアにおける大気環境の現況	1
1.1 東アジア各国に影響を及ぼす深刻な大気汚染問題	1
1.2 大気汚染の越境性	2
1.3 東アジアにおける酸性雨の現況	2
2. 酸性雨の現象とその影響	5
2.1 現象	5
2.2 酸性雨及び関連する大気汚染の影響	5
• 人の健康への影響	5
• 生態系への影響	6
• 文化遺産及び建築物への影響	6
3. 酸性雨問題に対処するための地域協力の必要性	8
3.1 EANET からの応答	8
3.2 EANET の主な活動	8
• モニタリング	8
• 能力構築	9
• 普及啓発	9
• 酸性雨に関する調査研究の推進	10
3.3 EANET の近年における成果	11
3.4 酸性雨モニタリング及び汚染規制措置に関する各国における成果	11
3.5 EANET 将来発展のための可能な活動範囲の拡大	15
4. 政策オプションの提示	17
4.1 大気環境管理に関する統合アプローチ	17
• 技術オプション	17
• 規制的手法	17
• 経済的手法	17
• 能力構築制度	18
4.2 地域協力のためのフレームワーク	19
5. 持続可能な未来の創造に向けて	20
参考文献	21

エグゼクティブ・サマリー

酸性雨の現象については、科学的には解明されていますが、一般の市民には必ずしも正確には知られていません。工業、農業、輸送手段、森林・土地火災からは多量の汚染物質(硫黄酸化物、窒素酸化物、微粒子及びアンモニア)が排出され、それらによる大気中における化学反応を通じて人間の健康や環境に有害な酸及びその他の有害化合物が生成されます、この中では硫酸及び硝酸が主な酸性化物質です。北東アジアの幾つかのパートのサイトでは、大きな排出量のため、多量の硫酸イオン及び硝酸イオンの沈着が観測されています。また一方、東南アジアの幾つかのサイトでは、降雨量の多さを要因とするこれらのイオンの多量沈着が見られ、多量の硝酸イオン沈着が東南アジアの都市サイトでも確認されています。さらに、多量のアンモニアイオン沈着が東南アジアに続き北東アジアの幾つかの区域でも観測されています。

EANET はこの差し迫った地球規模の問題に対応するための刷新的な地域としてのレスポンスであり、参加国を通じ、地域のパートナーと協調し、地域において行動します。モニタリング、研修及び教育、研究、普及啓発、情報交換を含む **EANET** の主な活動は、有益な結果をもたらすことが示されています。この報告書においては、最近の参加国における幾つかの主要な成果がハイライトされています。しかしながら、多くの成果が得られた一方で、依然として、モニタリング手法やデータ質の改善、新たなモニタリングサイトの追加、他の重要な汚染物質の(モニタリング項目への)追加、乾性沈着フラックスの積算に係る共通手法の採択、排出インベントリの開発、モデリングの適用及び **EANET** 組織のフレームワークの強化等を含む多くのことが、なお必要とされています。

そのため、大気汚染問題に対応するための統合的な方式に取り組むとともに、知識や科学的根拠に基づく大気汚染削減のための政策を確立することが必要かも知れません。政策決定者は、技術的、規制的及び経済的な政策オプション並びに能力構築に関する立案及びその決定のために、重要な問題に並行して取り組むことができるでしょう。この政策オプションには、代替エネルギー源、燃焼効率、効率的な消費技術、触媒コンバーター及び自動車用代替燃料、大気環境基準、財政刺激策若しくは抑制策並びに人間又は組織としての能力構築等があります。これらの政策オプションのうちの幾つかは適用され、この報告書中の各国における成果の項でハイライトされています。

また、他の参加国の経験から学ぶことが重要です。この関係で、地域の状況に相応しい適切なアクションは国内当局により決定される一方、**EANET** により、データ及び情報が共有され、戦略、戦術及び政策オプションが議論される効果的なプラットフォームを提供することができます。酸性雨問題への対応は、特に、環境、経済及び社会の 3 つの主要な要素に関して明確に認識しつつ、持続可能な発展に対する総合的なアプローチをベースに、完全なる持続可能性という観点から行われることが必要です。**EANET** は、その高貴な動機を実現するため及びその願望を獲得するための必要な手段及びサポートを持っていることが不可欠です。**EANET** は重要な政府間のイニシアチブで、地域協力のための国家間の同盟です。すべての参加国は、**EANET** を強化し、そのミッションをより適切に処理し、繁栄させていく義務があります。

1. 地球上及び東アジアにおける大気環境の現況

1.1 東アジア各国に影響を及ぼす深刻な大気汚染問題

地球上の人類の生命を支えるためには、大気、水、土壌、生態系における生物多様性が不可欠です。しかしながら皮肉にも、人間の存在を支えるこれらのシステムの能力とその許容量が、人間自身の経済活動により危機にさらされています。グローバル及び地域レベルで、前例のない環境変化の形跡があり、これらの変化は、地域によっては、人間の健康に大きく関連しています。

図 1(a) は、燃料種別エネルギー消費量が世界的に増加傾向にあることを示しており、図 1(b) 及び図 1(c) は、アジア地域での窒素酸化物 (NO_x) 及び非メタン揮発性有機化合物 (NMVOC) の年間排出量をモデルで算出したものです。東アジアにおける人為起源からの大気汚染物質の排出が、域内各国が経験している多くの深刻な大気汚染問題の原因であると考えられています。化石燃料の消費及びそれらの環境への影響の削減がなされない限り深刻な状況が継続し、大気汚染による人間の健康及び環境へのダメージが引き続き及ぼされることとなり、これからの 10 年でより深刻になるものと考えられます。

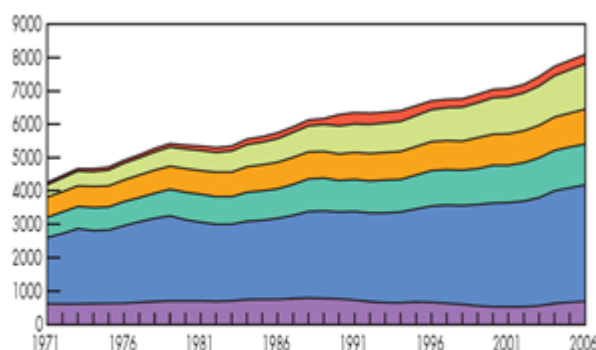


図 1(a). 世界における燃料による石油換算全エネルギー消費量 (百万トン)
(出典: International Energy Agency (IEA), Key World Energy Statistics 2008)

*1994 年以前は、可燃・再生可能物及び廃棄物の最終消費量を積算した。
**その他は、地熱、太陽光、風力、熱及びその他

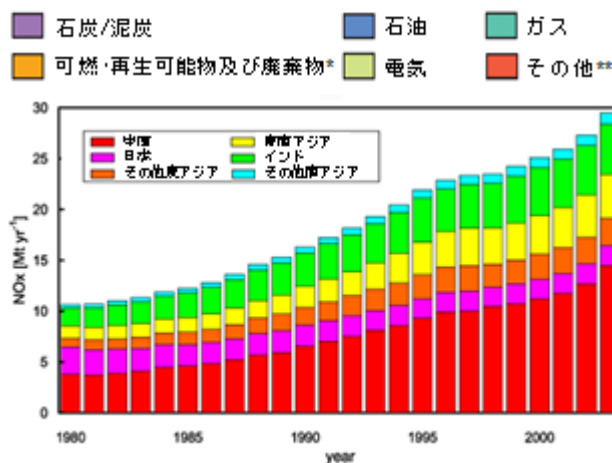


図 1(b). アジアにおける NO_x 排出量の推移(1980-2003)

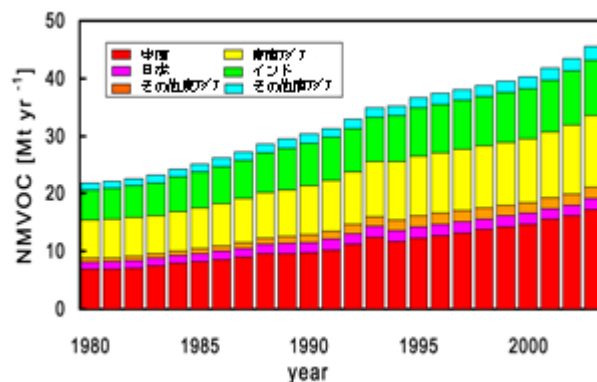


図 1(c). アジアにおける NMVOC 排出量の推移(1980-2003)

出典: 大原及びその他. *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol.7 (2007) (モデルの結果)

1.2 大気汚染の越境性

排出源から汚染影響の観測地点まで汚染物質が移動する場合については、大気中でどのように汚染が生成され、輸送され、また、変化するのかを理解することが大気環境管理のためのキーです。排出源からガス又は粒子として直接排出され、主要大気汚染物質として東アジアでは広く知られているものとしては、二酸化硫黄 (SO_2)、窒素酸化物 (NO_x)、粒子状物質 (PM)、揮発性有機化合物 (VOCs)、一酸化炭素 (CO)、有害元素 (例えば、鉛 (Pb)、フッ素 (F)、水銀 (Hg)等) があります。前駆物質又は一次排出物の大気中の反応により生成されるガス状又は粒子状の二次汚染物質である地表オゾン及び光化学オキシダントも東アジアでは広く知られています。図 2 は大気汚染問題に係る排出源、汚染物質、影響及び受容体との間の一般的な関係を示しています。

酸性化を引き起こす SO_2 、 NO_x 及びアンモニア (NH_3) の排出源は、視程の低下、地域的な煙霧、スモッグ及び地球温暖化問題ともリンクする微小粒子、二酸化炭素 (CO_2) 及び重金属等その他の有害化学物質もまた生成します。窒素は、生物多様性損失に対する主要な誘導者であり、植物群落組成を変化させる潜在能力を持っています。窒素はまた、VOCs の存在下では、対流圏（地表）オゾン生成の前駆汚染物質です。これらの影響に関する最終的な受容体は共通しています。

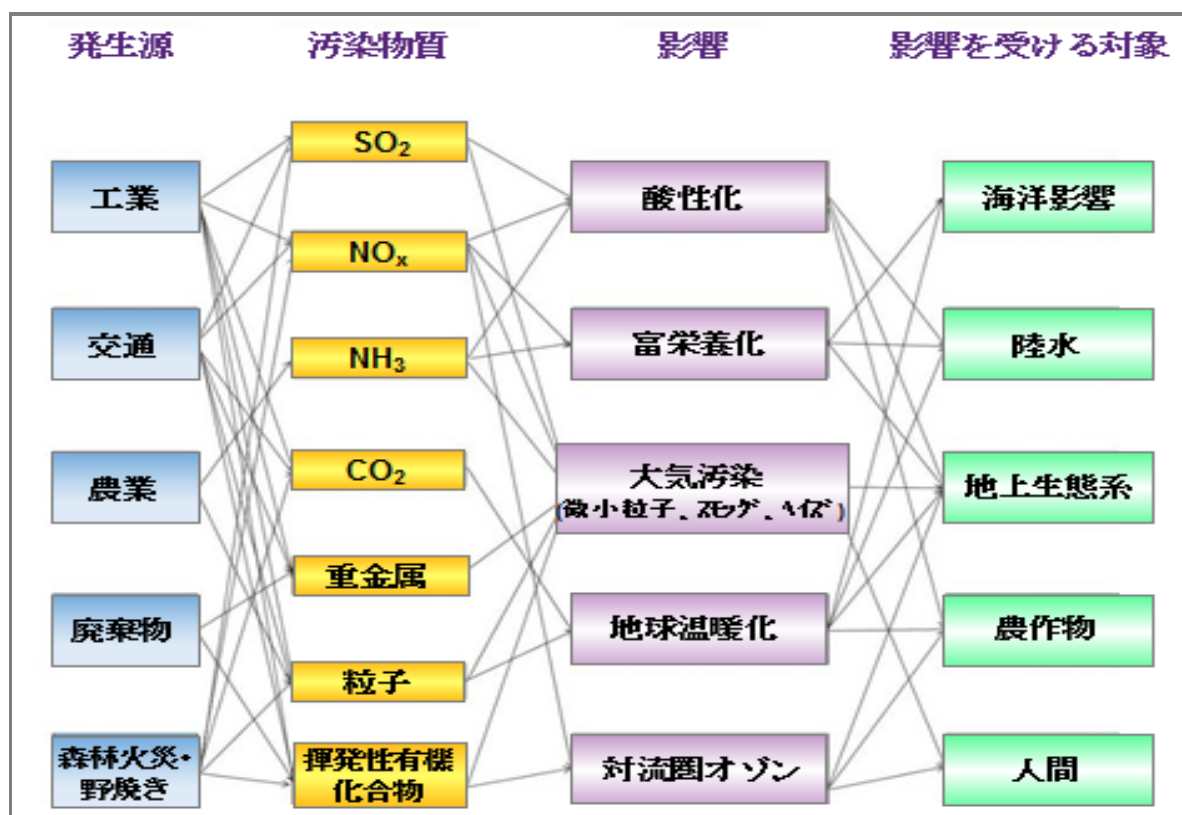


図 2. 地域大気汚染問題における発生源、化合物、影響及び受容体の相関

1.3 東アジアにおける酸性雨の現況

東アジアは広大で、対比と相違によって明確に特徴付けられます。地域の地形と気候は、

酸性沈着の空間的及び時間的分布に大きく影響します。地域全体としての降水量はアジアモンスーンに影響され、このモンスーンにより、亜熱帯及び温帯地方では乾季と雨季が交互に出現します。熱帯のサイクロン及び台風は、主に夏期及び秋期に、大量の降水をその地域にももたらします。

大気沈着は湿性沈着及び乾性沈着の双方から成っています。湿性沈着においては、硫酸及び硝酸が主要な酸性化成分として確認されています。図 3 は EANET 参加国のモニタリングサイトにおける降水 pH の経年変化 (2000-2007 年) を示しています。観測された最も低い pH は、ヨーロッパや北アメリカにおける観測値に匹敵するものでした。図 4 は (図 3 と) 同一のサイトにおける 2000-2007 年の非海塩性硫酸イオン及び硝酸イオン湿性沈着量の年平均値を示しています。中国の幾つかのサイトでは、比較的降水量が少ないものの硫酸塩と硝酸塩の沈着量が多くなっています。日本、インドネシア、マレーシア及びフィリピンの数地点においても硫酸イオン沈着量が多くなっていますが、これらは主に降水量の多さに由来しています。また、大量の硝酸イオンが東南アジアの都市域において沈着しています。降水量の大きな幅が反映され、この地域の年間沈着量は広範囲に及んでいました。最少の沈着量は、大気中濃度が低い若しくは降水量が少ないサイトであるモンゴル、ロシア、タイ及び日本の遠隔サイトでした。

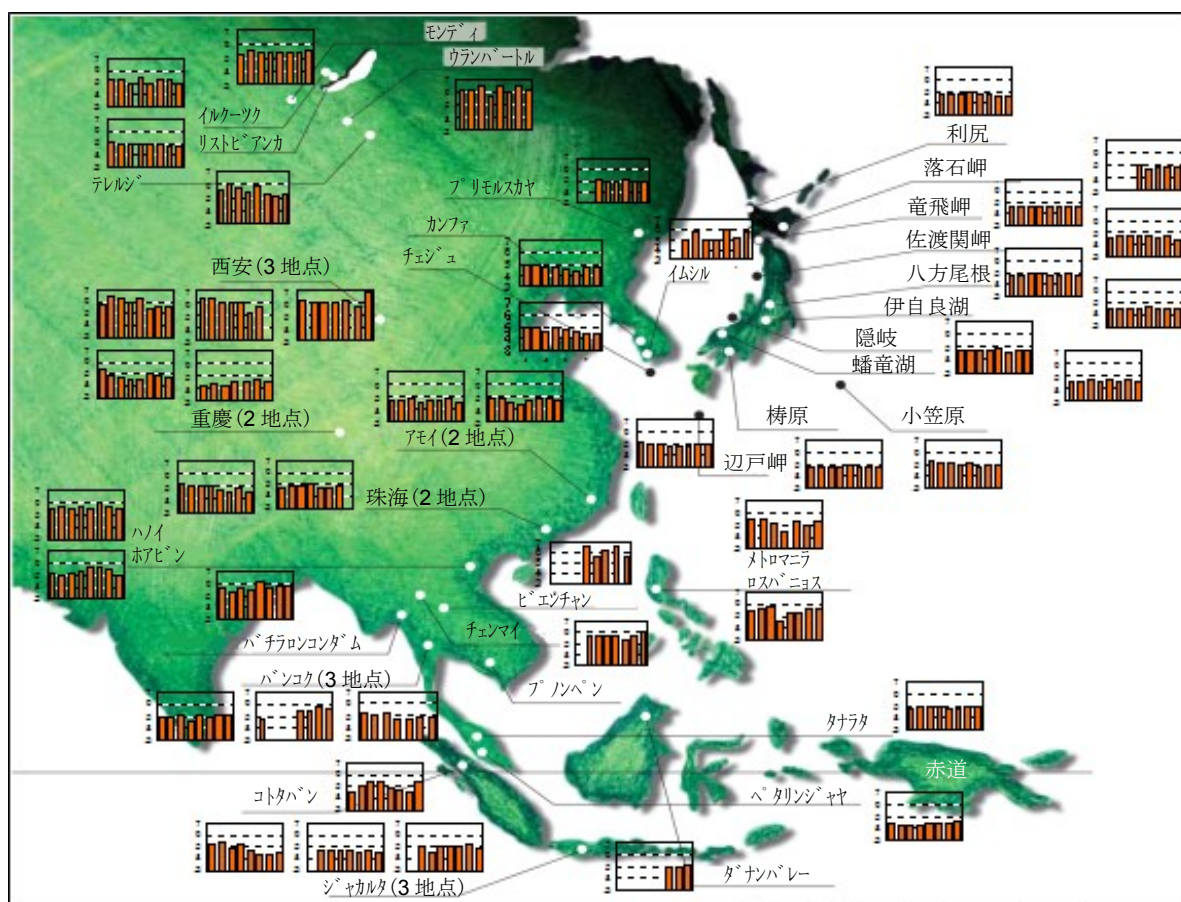


図 3. 降水年平均 pH の推移 (2000-2007 年)

アンモニウムイオンの年間沈着量も、降水量により大きく変動していました。ロシアと日本では少ない沈着量が観測されているのに対して、中国北部では、土壌粒子が高濃度であることから大きな沈着フラックスが観測され、東南アジアがそれに次いでいました。

乾性沈着量は、乾燥地帯や亜乾燥帯等においては湿性沈着量のレベルを超える場合もありますが、一般的には湿性沈着量と同程度と考えられます。 SO_2 の大気中濃度は、都市域近傍において高濃度が観測されるとともに、広範な濃度範囲に及んでいました。硝酸ガスや粒子中の硝酸塩もまた、遠隔サイトに比べ、田園地域や都市域のサイトで高濃度を示していました。

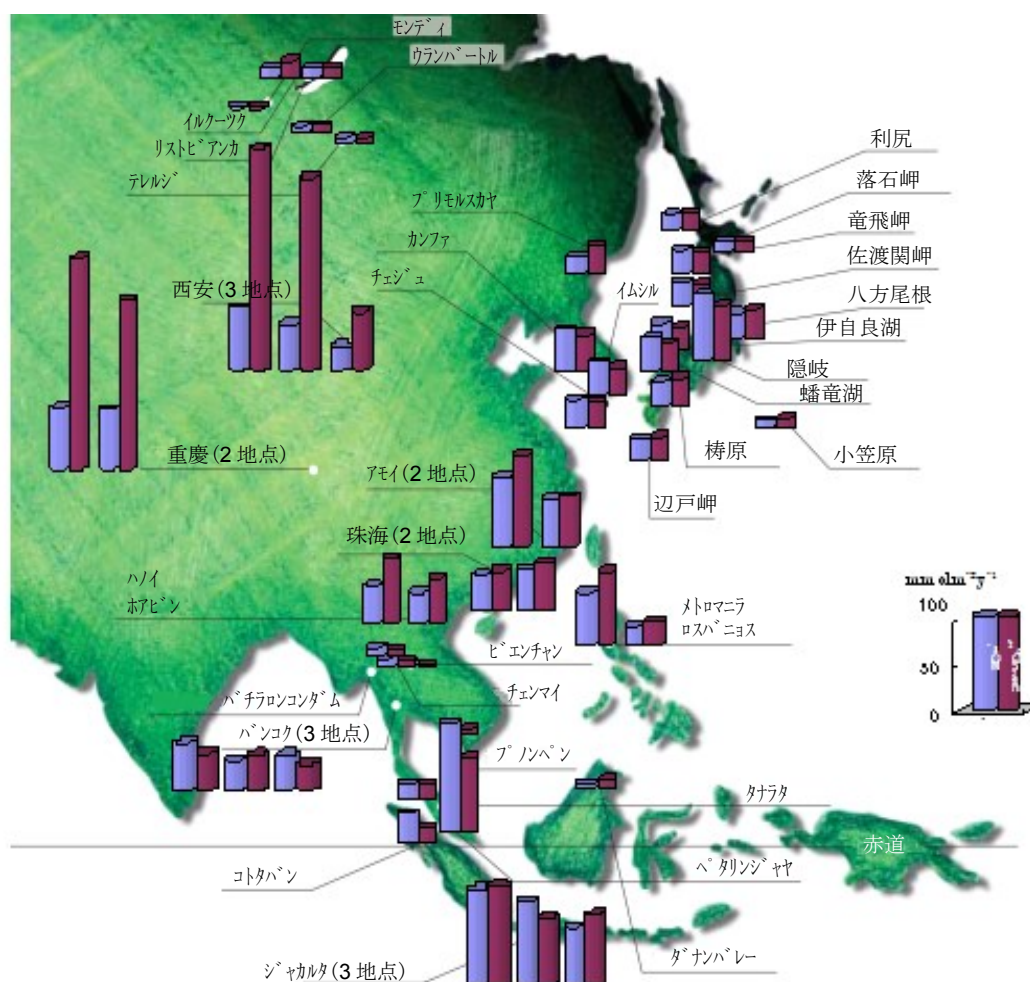


図 4. 非海塩性硫酸イオン及び硝酸イオン年平均湿性沈着量の分布 (2000-2007 年)

2. 酸性雨の現象とその影響

2.1 現象

自動車のエンジンと同様、製造業及び発電所からも化石燃料（石油、石炭等）の燃焼時に、硫黄酸化物及び窒素酸化物がその他の汚染物質とともに大気中に排出されます。これらの気体は空気を構成する物質との化学反応により硫酸及び硝酸に変化し、発生源から遠く離れた地上に降下します。図 5 に示されるとおり、酸性雨(酸性沈着)の現象は 2 種類のプロセスで発生します。第 1 のプロセスは「湿性沈着」で、酸性物質が雲中の水分に取り込まれ、雨、雪あるいは霧の水滴として地上に降下するものです。大量に溶け込んだ酸性物質は、一般的に「酸性雨」として知られる強度の酸性を持った降水を引き起こすこととなります。「乾性沈着」と呼ばれる第 2 のプロセスは空気中の酸性物質が晴天あるいは曇天の際に空気から分離されるものです。それらの酸性物質は大気を通り抜けて地表に到達し、水面、草木、建造物に沈着し、さらには人間の呼吸器系にも吸入され、健康問題を生じさせます。

肥料や家畜から排出されるアンモニアは人の健康に悪影響を及ぼす大気汚染物質には分類されませんが、大気中の硫酸、硝酸と反応する中和プロセスを経て粒子状物質（PM）が形成されます。アンモニウム化合物は、地表に沈着の後土壌中で硝酸塩に酸化され酸性物質が生成されます。その上、硝酸とアンモニウムによる過大な窒素負荷により、生態系の養分循環が妨げられることになります。

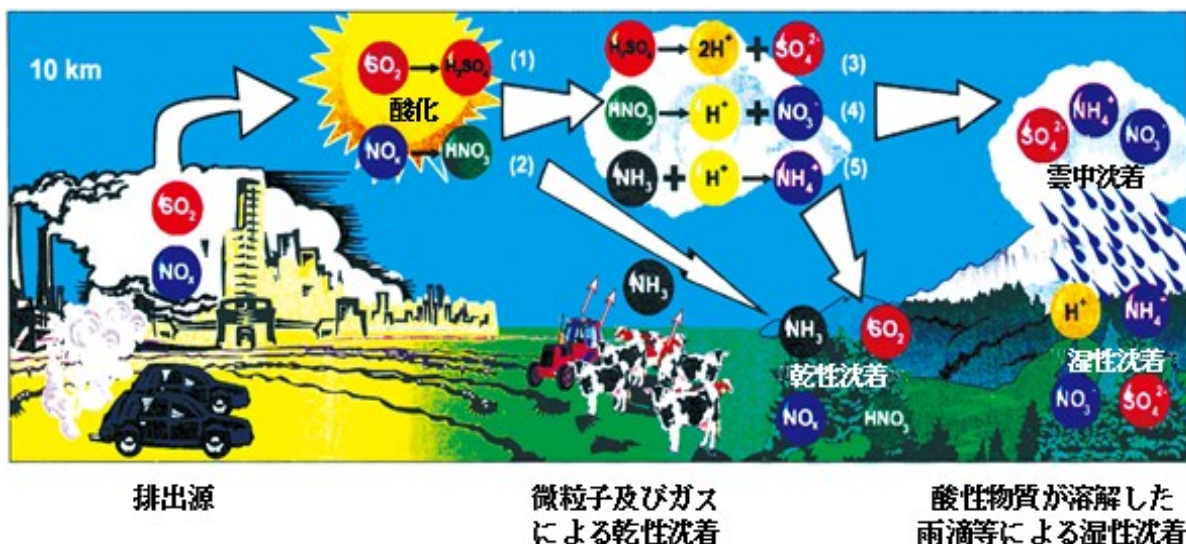


図 5. 酸性沈着のプロセス

2.2 酸性雨及び関連する大気汚染の影響

• 人の健康への影響

毎年 200 万人を超える人々が大気汚染によって早期に死亡しています。疾患の視点から見た最も重要な大気汚染物質は微小粒子状物質です。世界保健機関（WHO）は、世界中で、

都市域における（大気中の）粒子は、成人の心肺疾患による死亡率の約 2 パーセント、気管、気管支及び肺のガンによる死亡率の 5 パーセント、また、小児における急性呼吸器感染症の約 1 パーセントの原因となっており、これは世界における早期死亡の約 1 パーセントに当たると試算しています（WHO 2002）。大気中の微小粒子状物質への曝露は、気道における一時的な変化や肺機能の減退を含む多くの健康問題と結び付いており、病院での処置を必要とする症状のリスクが高まり、循環器系及び呼吸器系疾患あるいは肺ガンによる死亡リスクを高めています。心臓や肺の疾患の既往症を持つ人々、喘息患者、社会的に恵まれず十分な教育を受けていない人々、年輩者や小児は、より弱いグループに属しています。

地表オゾン健康への脅威に関連しています。強い酸化力は生きた細胞に様々な障害を引き起こします。最も一般的な症状は急性影響で、眼をズキズキさせること、涙、咽頭痛並びに眼球、鼻及び喉の粘膜の炎症による咳等が上げられます。

- 生態系への影響

酸に対する緩衝能が弱い酸性の基盤岩が分布する地域は、特に土壌酸性化が生じ易く、河川や湖沼の酸性化や、融雪期にはいわゆるアシッドショックを引き起こす可能性があります。東アジアは多様性を有する広大な地域であることから、多様な気候に依存した様々な種類の植生、熱帯多雨林、熱帯季節林、温帯常緑林、温帯落葉林、亜寒帯タイガ（北部針葉樹林）及び亜高山帯の針葉樹等を有しています。国によっては森林における樹木の衰退が既に見られています。それらの樹木衰退の原因は、自然因子によるものか大気汚染物質によるものか、あるいはそれらの複合影響によるものかを判定するための調査が依然として続けられています。

高濃度のオゾンは、樹木や作物を含む植生に有害な影響を持つことが知られています。成長率の低下や葉の可視傷害は高濃度のオゾンへの暴露から生じることが知られています。もしこの地域でオゾン濃度が引き続き上昇する場合には、小麦、大豆や綿花等のオゾンに対する感受性が高い重要な農作物の減収は著しいものになると思われます。

魚類や他の水生生物への酸性雨の有害な影響は欧州や北米での経験からよく知られています。この影響はそれらの酸に対する感受性によって様々です。山岳地域における河川の酸性化は、東アジアの一部地域で既に報告されています。

- 文化遺産及び建造物への影響

東アジアの国々はその歴史的建造物及び構築環境で有名であることから、文化遺産及び建造物への酸性化の影響は深刻な問題となっています。風や天候によって、すべての素材は早かれ遅かれ自然に劣化しますが、大気汚染はそのプロセスを加速することになります。

石灰石やある種の砂岩で作られた物体は、酸性物質に対し特に損傷を受け易いとされています。酸は大理石、コンクリート、青銅等の物体を腐食させます。図 6 は酸性沈着による腐食の事例を示しています。



図6. 塑像への影響（東京・上野公園）（提供：門倉武夫）

3. 酸性雨問題に対処するための地域協力の必要性

3.1 EANET からの応答

EANET は、酸性雨問題に対処するための早急な行動の必要性に対する革新的な地域的対応として、東アジアに清浄で持続可能な大気環境をもたらすための遠大な構想の下に組織されたものです。

3.2 EANET の主な活動

EANET は、統合アプローチによって以下の多くの活動を行うことにより、酸性雨問題に取り組めます。

モニタリング

EANET の湿性沈着、乾性沈着、陸水及び土壌・植生モニタリングは、モニタリングガイドライン及び技術マニュアルに基づいて実施されます。推奨されるモニタリング項目は次のとおりです。

- 湿性沈着（降水）：降水酸性度、酸性及び塩基性イオン成分濃度
- 乾性沈着（大気中濃度）：酸性及び塩基性化合物のガス及び粒子状物質、オゾン
- 土壌植生（森林地域）：森林土壌の化学的物理的許容量、森林植生特性、樹木衰退度
- 陸水（湖沼及び河川）：イオン成分濃度、アルカリ度、その他の化学的及び生物学的項目

モニタリング地点は、酸性沈着モニタリング地点又は生態影響モニタリング地点に分類されます。ネットワークの酸性沈着モニタリング地点数は、2001 年（EANET モニタリング活動の本格稼働開始年）の 42 地点から 2009 年には 56 地点（都市サイト 21、田園サイト 12、遠隔サイト 23）に増加しています（図 7）。EANET 参加国による尽力の結果、土壌及び森林植生のモニタリングは 20 地域 28 森林、陸水モニタリングは 12 湖沼及び 6 河川で現在実施されています。

精度保証・精度管理（QA/QC）活動は、東アジア地域の国家間で比較可能なデータを得ることを目的として、酸性沈着モニタリングデータに関する正確さ、精度、代表性及び完全度の確保を目指す EANET QA/QC プログラムに基づいて実施されています。EANET 参加国の国内センター及び分析機関では、独自の国内 QA/QC プログラムや標準作業手順書（SOPs）の作成を含む様々な QA/QC 活動を実施しています。ネットワークセンターは、参加国の分析機関が参加する分析機関間比較調査を毎年実施しています。

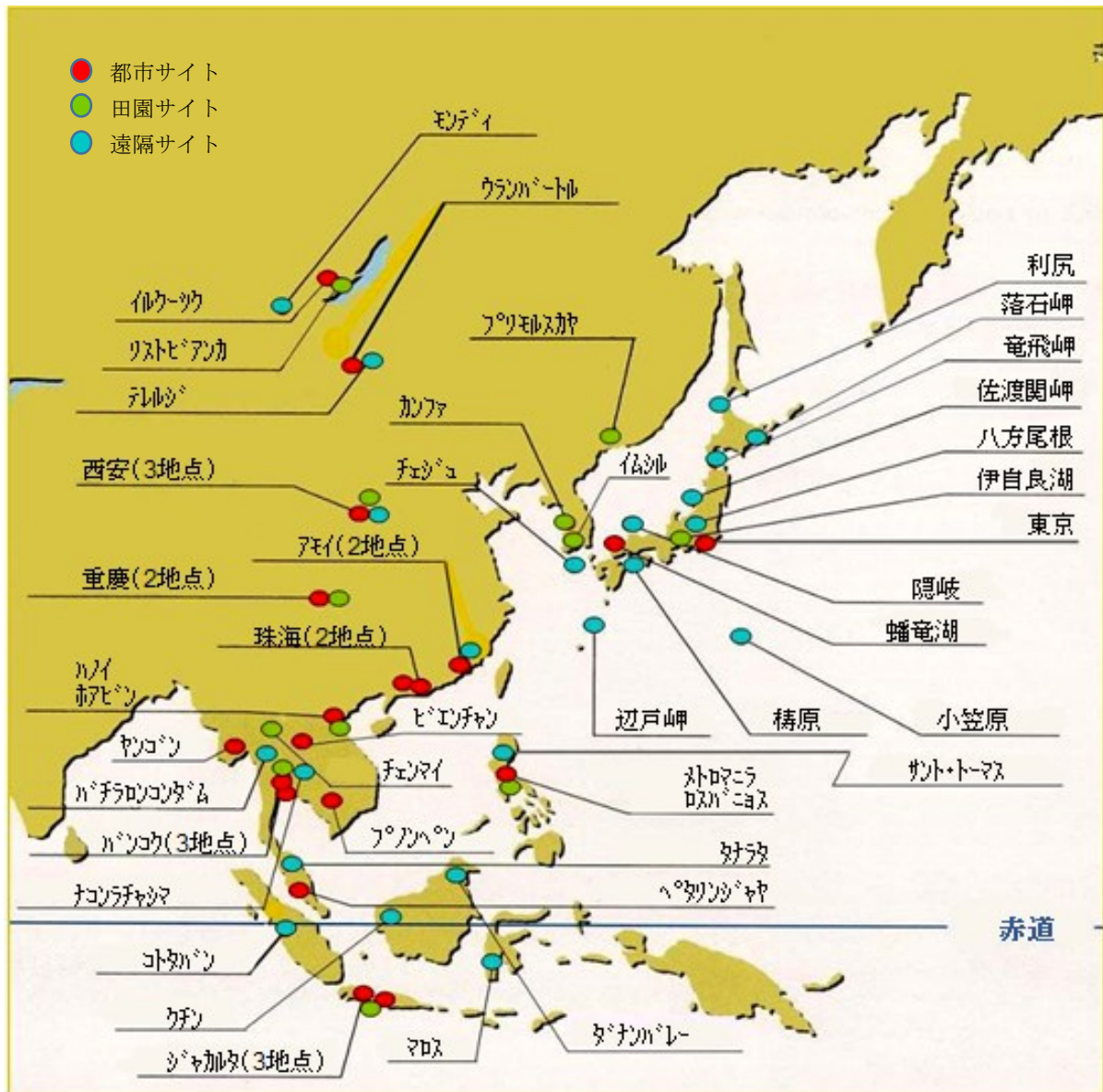


図7. 2009年現在のEANET酸性沈着モニタリングサイト位置図

能力構築

酸性雨問題に対応する能力構築のために、**EANET** によって様々な訓練及び教育プログラムが行われてきました。**EANET** 参加国からは、これまで合計 **57** 人がネットワークセンターでの酸性雨に係る研修を受けています。また **EANET** では、参加国への更なる訓練の機会を提供するため、例えば **JICA** 等のドナー機関が実施する様々な訓練や技術支援プログラムを役立たせてきました。さらに **EANET** では、参加国におけるモニタリング活動に対する助言や支援のため、技術ミッションを毎年参加国に派遣しています。

普及啓発

EANET は教師や学童を含む一般市民を対象とした多くの活動を通じ、酸性雨に関する意識向上に取り組んできました。2005 年には政策決定者向けの特別報告書「目標、成果及び

今後の方向 (Goals, Achievements and Way Forward)」を作成しました。また、参加国との共同事業として、酸性雨に関する冊子やビデオを各国語で作成 (制作) し、学童のための環境教育プログラムを実施しました。さらに、**EANET** では参加国で開催される酸性雨問題に関する普及啓発ワークショップも行っています。

EANET ウェブサイトでは、モニタリングの結果、会合報告書、科学出版物、その他の有益な情報を提供しています。また、ウェブサイトでは環境教育のための酸性雨問題をテーマとした e-ラーニングプログラムも利用可能です。図 8 は **EANET** によってこれまでに作成 (制作) された普及啓発用教材を例示しています。



図8 EANET によって作成 (制作) された啓発用教材

酸性雨に関する調査研究の推進

酸性雨問題への理解促進を目指して、酸性雨及びその影響に関する数多くの共同研究プロジェクトが、異なる自然環境・気象条件下にある **EANET** 参加国で実施されました。実施された共同研究プロジェクトは、次のとおりです。

- 日本、マレーシア及びタイにおける集水域に関する共同研究
- 植物感受性に関するモンゴルとの共同研究
- 乾性沈着量及びガス濃度のモニタリングに関するタイとの共同研究
- 乾性沈着 (粒子濃度) モニタリング手法に関する韓国との共同研究
- 東シベリアの大気環境の評価に関するロシアとの共同研究

- アジア域でのモデル国際比較研究（多国間の研究活動）

数値モデルは大気輸送や沈着プロセスのより良い理解のため、また、様々な保全・規制対策の予測可能な効果を検討するための重要なツールです。東南アジアにおける人為起源硫黄の地域的なモデル研究及び韓国主導による北東アジアの大気汚染物質長距離輸送プロジェクト（Long-range Transboundary Air Pollutants in Northeast Asia Project, LTP）を含む幾つかのモデル研究活動が汚染物質の輸送と沈着を理解するために展開されています。政策へのより良い理解と既存モデルの不確実性を考慮し、国際的なモデル比較研究が EANET 及び国際応用システム分析研究所（International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA）間で中国、日本、韓国、タイ並びにヨーロッパ及び北アメリカ各国等その他の国の専門家の参加により、開始されています。

排出インベントリは、科学的研究及び政策立案にとって重要です。排出インベントリは、EANET 主導の下ではまだ完全に開発されている訳ではありませんが、幾つかの研究が地域内で実施されてきており、それらの成果が過去 10 年間に亘って科学誌に報告されてきました。2007 年には、利用可能な排出インベントリの紹介及び参加国への適用も考慮し、酸性雨研究センター（Acid Deposition and Oxidant Research Center, ADORC）により、「排出インベントリワークショップ」が行われました。

3.3 EANET の近年における成果

第 7 回政府間会合（IG7）は EANET 参加国が EANET への財政的貢献に関する健全な基盤を与えるための適切な文書及びその法的性格に関する議論を開始し、その結果を第 10 回政府間会合（IG10）での検討のため報告すべきとの決定「決定 1/IG7（新潟決定）」を採択しました。文書案は 2009 年の政府間会合で更に討議・検討されます。

EANET の 5 年間（2000-2004）のモニタリング活動の成果を記載した総合的な科学的評価報告書として、「東アジアにおける酸性雨の状況に関する第一次定期報告書」が 2007 年に作成されました。第 I 部地域アセスメント版は EANET の活動を紹介するとともに、これまでにネットワークから得られたデータに基づいた将来の方向性や陸水システム、森林及び土壌への汚染物質の影響の可能性を含む酸性沈着の状況を評価しています。第 II 部国別アセスメント版は、各国のモニタリング活動、大気環境アセスメント及び各国において国レベルで採用されている管理手法を記載した国別アセスメントを編纂したものです。

2006 年の第 8 回政府間会合で承認された「EANET 発展戦略（2006-2010）」は、EANET のすべての活動を対象とし、それらの目的、実施される活動内容及び期間の終了時における期待される成果を明確に謳っています。

3.4 酸性雨モニタリング及び大気汚染の規制措置に関する各国における成果

参加国の成果及び進捗状況に関する概要は以下のとおりです。

カンボジア

環境大気は国の基準以下で良好な状況です。酸性雨問題についての冊子を作成し、普及啓発活動を実施しましたが、カンボジア国民は酸性雨の問題について十分には理解していません。このため、将来の酸性雨による被害を防止するための更なる啓発活動が必要です。

中国

第 10 次 5 か年計画の期間を通じ、国の環境大気モニタリング能力は強化され、280 以上の都市で大気自動モニタリングが実施されました。全国メディアは環境大気の日報を発行しました。第 11 次 5 か年計画には、精度管理のための機器を備えた省レベルでの観測局の整備、大気自動測定機器の導入、国レベルでの酸性雨モニタリングネットワークの設立とその改善等が含まれています。中国は、第 11 次 5 か年計画期間中の主要汚染物質排出量 10%削減の責務を履行するため、産業構造改革、関連プロジェクトの実施、管理体制の改善、産業、財政、課税及び価格政策の発表を通じ、汚染低減策を実施しています。2007 年及び 2008 年前半における二つの主要汚染物質国内総排出量の双方降下 (double fall) が確認されています。特に 2007 年における SO₂ 総排出量は 2006 年の排出量に対して 4.66%減少しています。また、化学的酸素要求量 (COD) は 3.14%減少しています。2008 年前半の SO₂ 排出量は 2007 年排出量に比較して 3.96%減少し、COD については 2.48%減少しています。

インドネシア

関連分野における政策によって酸性雨に対する政策措置はカバーされています。SO_x 及び NO_x 排出低減のため、その政策に環境大臣令第 35/1995 による自動車の排出基準及び環境大臣令第 13/1995 による工業排出基準、さらに、国家エネルギー政策も組み込まれています。エネルギー保全、無鉛ガソリンの供給、ブルースカイプログラム及び企業パフォーマンスの評価といった大気汚染対策に係る戦略、行動計画も実施されてきました。酸性雨モニタリングにおける地方政府能力向上のため、試料採取及び分析に係る研修も実施されました。

日本

SO₂、CO、SPM (浮遊粒子状物質)、NO₂ 及び Ox (光化学オキシダント) 等の大気汚染物質の環境基準が環境基本法に基づき設定されました。固定排出源及び車両から排出される大気汚染物質は、環境大気及び技術の改良状況に応じて順次強化された大気汚染防止法に基づく排出基準によって規制されています。高効率燃焼、排出ガス処理装置等の様々な技術が導入されています。また、ハイブリッドカー、天然ガス自動車等の環境に優しい車両が 2001 年の低公害車開発普及アクションプランに基づき一般的になりつつあります。クリーンテクノロジーの購入のための減税や助成金に関する幾つかのスキームがこれらの技術のプロモーションのために適用されています。また日本政府は、光化学オキシダント及びエアロゾルの越境汚染に関する幾つかの戦略的調査研究並びに酸性雨の影響を受けると考えられる集水域 (キャッチメント) に関する集中観測について支援しています。

ラオス

普及啓発活動としては、日本の地球環境基金支援による酸性雨管理に関する冊子の作成のための新潟県環境衛生研究所及び酸性雨研究センター (ADORC) との共同事業並びに政府、各県科学技術・環境事務所、民間セクターを対象とした普及啓発ワークショップ及びその参加者である政府関係者、高校教師等への冊子の配布が含まれます。

マレーシア

移動及び大規模発生源のための環境法令、NGOs 及び民間セクターのための普及啓発活動、ASEAN 越境煙霧防止協定等の国際的な環境に係る取組の批准が行われました。これらの対策に加え、経済的手法及び市場を基盤とした手法が第九次マレーシア計画(9MP) の下で行われました。9MP は、環境問題に対する保護政策並びに天然資源の保全努力強化及び持続的な管理を含むナショナル・ミッションの 5 つの目的に応じて取りまとめられています。

モンゴル

モンゴルは大気環境や汚染規制に密接に関係する幾つかの法律による法的枠組みを制定しました。大気関係法に準拠し発令された規則及び手続は排出インベントリ、モニタリング及び影響調査等に係る手続を規定しています。国内都市域の大気環境は、厳しい汚染規制措置なしでは悪化していくものと考えられます。このため、普及啓発とともに、法律の制定・施行の強化、環境モニタリング及び排出管理システムの最新化、排出インベントリ/排出推計プログラムの実施等、規制に関するアクションが依然として必要とされています。

ミャンマー

湿性沈着のサンプリングは 2013 年から行っており、pH は気象水文部 (DMH) によって測定されています。日本の環境保全再生機構の地球環境基金による支援で作成された酸性雨のメカニズム、引き起こされる問題等を含む酸性雨に関する冊子が紹介されました。

フィリピン

フィリピンでは、幾つかの発電所において圧縮天然ガス (CNG) への転換がなされている一方、幾つかの発電所では燃料として石炭を使用しています。石炭を使用している発電所では、煙道ガス脱硫装置、湿式スクラバー、静電気集塵装置/繊維性フィルターによるバグハウス等の追加汚染物質制御装置が設置されています。幾つかの産業では、二酸化硫黄及び粒子状物質の排出基準適合のため、バンカー燃料 (船用燃料) から低硫黄燃料油に転換しました。また、2008 年 1 月からの新規自動車への Euro 2 基準の採択及び適用を実施するとともに、排出基準の適合証が発行されたすべてのガソリン車には三元触媒コンバーターが装備されており、ディーゼル車には排ガス再循環装置が備えられています。1999 年フィリピン大気浄化法に従い、大気汚染物質のすべての固定発生源は、操業に先立ち、操業許可に明示されたとおり、大気基準 (排ガス基準及び環境基準) 適合させなければなりません。環境認証制度にあるように、環境影響評価に合格し、これを満足させることなしに、プロジェクトが実施されることはありません。

韓国

2007 年、バイオディーゼルが代替燃料として制度化され、また、大気環境基準及び排出基準も強化されました。SOx の場合、低硫黄原油の供給政策により、継続的にその排出量は減少しています。ソウル首都圏においては、排出枠 (CAP) 規制が大気汚染物質削減のために施行されています。大気汚染対策を強化するための研修が毎年行われ、また、国内の酸性雨モニタリングサイトは 2009 年までに約 40 か所にまで拡張されます。

ロシア

越境汚染問題の評価に係る重要性を特に考慮し、国による他の地域モニタリング活動との協調の基、酸性雨モニタリングネットワークの拡張が行われています。国際的な環境問題の経験と成果を用い、大気汚染問題を調査するための手法を評価し、更にコベネフィットに係る協力についての議論を行うため、欧州における大気汚染物質の長距離輸送評価・監視のための共同計画 (EMEP) 及び EANET による合同セミナーがロシア水文気象環境監視局 (Roshydromet) により開催されました。また、2007 年のモニタリング及びモデリングに係る大気化学に関する国家会議の開催、モニタリング結果の年次的な報告及び他の科学プロジェクトデータの活用 (例：世界気象機関全球大気監視 (WMO-GAW) プログラムによる大陸間横断鉄道沿線における (ガス及びエアロゾル濃度並びにリモートセンシングに係る) 長距離計測のための TRans-Siberian Observations Into the Chemistry of the Atmosphere (TROICA) 観測所における定期的な調査によるデータ) 等による他の科学プロジェクトとの協調が国レベルで推進されています。酸性雨問題の普及啓発については、酸性雨に関する国の冊子発行、EANET の影響評価に係る資料の普及、また、関連する生態系の問題を教育プログラムや大学のコースに含めることなどが定められています。

タイ

環境大気及び排出基準が国家環境強化保全法令の下で制定されました。環境管理法令としての経済的手法に関する案が政府によって検討されています。環境大気モニタリングシステムは十分整備されています。先駆的な地域における有鉛ガソリンの段階的な廃止、燃費及びエンジンの品質・性能の向上を含む新規の法律制定及び厳しい排出基準の設定、大規模工場におけるよりクリーンな製品製造ラインへの移行、燃料効率化、先進的な排出管理技術への転換、大規模高速輸送システムの導入、2004 年からの野焼き規制に係る国家マスタープランの承認、オゾン層破壊物質使用の大幅な削減等、大気汚染・酸性雨に関する数多くの賞賛されるべき取組があります。また、PM₁₀ による健康影響及び費用 (経済損失) の算定調査、酸性雨規制戦略に関する調査、VOCs の環境及び排出基準の設定プロジェクト並びに (JICA の) EANET 第 3 国研修も実施されています。国際的なレベルでは、タイは京都及びモントリオール議定書並びに ASEAN 越境煙霧防止協定の批准によって、その公約を果たしました。

ベトナム

環境保護法が 2006 年に改正されました。普及啓発活動は国营放送の協力によるビデオの作成、冊子「酸性雨 Q&A」の作成、酸性雨問題に関する冊子の配布といった活動が含まれ

ています。ベトナムの大都市における自動車排ガス規制プロジェクトは 2008 年に承認され、輸送活動に起因する大気汚染の規制と低減のため 2009 年に施行されました。ベトナムの天然資源と環境の国家モニタリングネットワークのマスタープランが政府によって承認されました。修正された EANET のナショナル・モニタリング・プランが提案され、近い将来に政府によって承認される見込みです。

3.5 EANET 将来発展のための可能な活動範囲の拡大

EANET はモニタリング、データの取得及び管理、研究活動及びその他の技術的な事項に関し、多くの進展を遂げて来ました。今後は、更なる EANET の発展に向けて、EANET 発展戦略 (2006-2010) に沿ってネットワークの主要な目標・目的を達成するため、その優先的な活動に焦点を当てていくこととなります。これまでに得られた測定値は、依然として酸性雨の経時変化及び空間分布に係る正確で確かな結論を導き出すには十分とは言えません。EANET にとって、モニタリングデータの質の改善は EANET として焦点を当てるべき最重要課題の 1 つです。

酸性雨の状況に係る総合的な評価にとって、EANET 地域における現在のモニタリングサイトの配置は、その数が少なく不十分です。地理的、気候的及び生態的な要素も考慮した新たなモニタリングサイトの追加を検討すべきです。EANET はこれまで、酸性化物質だけではなく、オゾンや他の前駆物質のモニタリングも行ってきました。しかしながら、健康への影響を調査するため、例えば残留性有機汚染物質 (POPS) や重金属等も測定化学物質に加えるとともに、潜在的な健康への有害性に係るファクターに関する情報を提供するため、同時に、それらの大気中濃度並びに降水及びその他の媒体中の濃度も測定すべきです。

参加国分析機関間の精度保証・精度管理 (QA/QC) 活動のレベルには差が見られます。幾つかの分析機関は QA/QC プログラムのすべての基準を満たしている訳ではありませんが、幾つかの分析機関は既に ISO 9000 (品質マネジメントシステムシステム) 又は ISO/IEC 17025 (試験所及び校正機関の能力) の認定を受けており、また、システム認定に向けて作業中の分析機関もあります。データ質に係る更なる改善のため、EANET における基本的な QA/QC 活動の推進だけではなく、QA/QC 活動に係る新たな方向性についても支援していくことが重要と考えられます。

EANET 参加国における特に春季における森林火災・野焼き等の際の高濃度オゾンも報告されています。パッシブサンプラーを使用した森林や田畑におけるオゾンデータの収集や可視障害に関する調査も将来におけるオゾンによる影響の評価のために検討すべきと考えられます。

将来 EANET は、モニタリングに係るアプローチに類似している排出量データに係る QA/QC 活動を含む排出インベントリ開発のための活動の推進が期待されます。また、モデリング活動の推進及び奨励も期待されます。酸性雨・越境大気汚染に係る理解及び対応策は気候変動問題との繋がりとして考えることができるかも知れません。また、拡大される活動への支援のための能力強化には、EANET の組織に係るフレームワークの強化も必要

かも知れません。

4. 政策オプションの提示

4.1 大気環境管理に関する統合アプローチ

酸性雨とその影響のモニタリングは、酸性雨に関する排出インベントリと輸送モデルの研究と同様に、原因と結果を含む酸性雨現象の総合的な理解に必要不可欠です。これらの活動の科学的な結果は、酸性雨が引き起こす環境リスク、その潜在的影響及び政策オプションのために評価することができます。その評価結果は、社会や政策決定者による意思決定プロセスへの有益なインプットを提供することができ、またそのことにより、科学的、技術的、社会的及び経済的側面を総合的に考慮した将来政策を設定することができ、より清浄な大気保全のための効果的な政策を導くことができますこととなります。これらのセーフガードには技術的、規制及び経済的手法が含まれます。能力構築は、モニタリング、研究活動、セーフガード等これらすべての活動の実施に重要な役割を果たすものです。

●技術オプション

予防は事後処理よりも遥かに優れており、酸性雨に対する確かな技術的解決策は存在します。幾つかの国では石炭と石油の消費を削減するために、非化石燃料への代替ステップを採っています。自動車については、バイオ燃料や電気技術、又は代替パワーとガソリンの組み合わせにより、その課題に正面から取り組んでいます。予防は、例えば発電所の燃焼管理改善と流動床燃焼等の効率的な燃焼技術を通じても達成され得るものです。これらのオプションは、二酸化炭素の排出削減にも同時に寄与するものと思われます。

排出に関することでは、有望な可能性から **EANET** 地域で広く採用されているエネルギー効率 (向上) 技術や効果的な有毒排出ガスの封鎖に係る技術があります。火力発電所における電気集じん器・織布フィルター及び排ガス脱硫装置、自動車の触媒コンバーター等の付加的装置は、発生源からの排出量を削減するための技術的方法です。これらは、現在多くの国でより多く使われるようになっています。

それ故、代替燃料、煙突及び排気パイプの清浄化を含む燃焼及び排気技術の選択に係る国の政策が精力的に進められることが重要なことです。技術オプションを評価するための適用可能な意思決定モデルも存在しています。

●規制的手法

主要汚染物質に対する大気環境基準並びに火力発電所、産業及び自動車といった汚染源に対する排出基準 (設定) 等の規制的手法を通じて酸性雨問題に対処することができます。これらの規制的手法も考慮し、事前の投資、事業戦略、環境影響評価が検討されるべきと考えられます。如何なる事業も、環境影響に関する基準を満足しなければ、実施されるべきではありません。この評価は多くの国で義務化されており、一貫性を保持しつつ、厳格に堅持されるべきと考えられます。

●経済的手法

税の形での金銭的インセンティブやディスインセンティブ、助成金や特権は、望まれる基準や汚染規制要求を達成するために、幾つかの国で実施されてきました。汚染負荷に基づく税の課金や、クリーン燃料、技術、製品に対するインセンティブは、有力な市場ベースの手法として提供され得るものです。排出量取引と環境にやさしい製品に対する特惠価格

はそれらの手法です。経済発展の中で増大する民間セクターの役割と、「命令と統制」による規制的手法の限界から、同意取引を含む規制的、財政的及び経済的手法の組合せは非常に効果的な手法となり得るもので、従ってここで推奨されるものです。

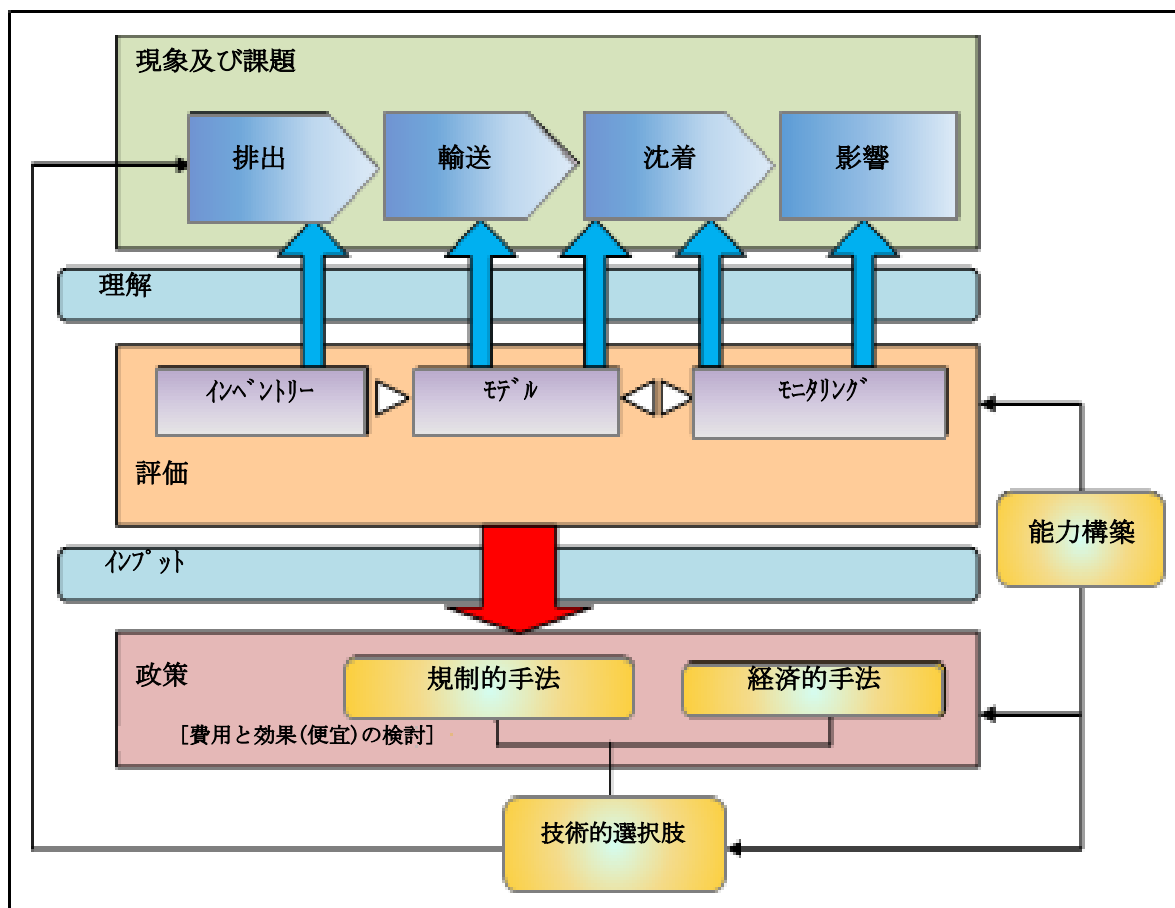


図9. 大気環境管理に関する統合アプローチ

●能力構築制度

実用的で特別の権能を付与されるアプローチは、組織、人的資源の技術的協力と能力構築を通じて、環境の継続性の課題に並行して取り組むためのものです。人と組織は、酸性雨がどのように環境に影響を及ぼすのか、また、問題を引き起こす大気汚染源に対して何を変えられるのかを理解する必要があります。これらの疑問に対する回答は、大気汚染コントロールの方法及びその結果としての酸性雨の削減又は消滅方法に関して、指導者のより良い決定を支援するものとなります。能力構築とそのための協力に関しては、情報交換、科学的研究に係る協調と適切な技術の開発、専門技術者及び研究者との交流、討論会や会議開催、組織、研究所、実験室間での知識強化に係る協同作業も含まれます。普及啓発もまた、組織の能力構築を強化するものです。

酸性雨による環境被害をどのように回復させるかという知識と行動があれば、個人一人一人が問題の軽減に寄与することもでき、また、エネルギー節約による問題解決の一翼を担うこともできるということになります。

4.2 地域協力のためのフレームワーク

EANET は他の同様な地球規模及び地域規模のイニシアチブとの緊密な協力が期待されています。EANET 参加国の地域コミュニティにとって、酸性雨問題は重大な懸念事項であり、地球環境保全及び持続可能な開発のために切り離せない課題となっています。EANET 活動は、人間の健康及び環境にとって有害かつ気候変動への潜在的影響を有する地球規模並びに地域間の大気汚染物質の分散を研究している他の地域ネットワークの取組と統合することが出来るものと期待されます。そのような協力活動を促すことにより、EANET は排出インベントリやモデリング、長期間の影響評価や緩和策を初めとする地域内及び越境大気汚染問題を解決する優れた方法を習得することになります。地域協力の好適な一例は、2008 年 11 月にタイ・バンコクで開催された第 2 回アジア都市大気質政府間会合で、同会合ではアジアの都市における都市大気環境に関する長期ビジョン「大気汚染防止に重点を置き、その軽減のための効果的で適切な戦略を実行する健康都市における健康な人々」が合意されました。

5. 持続可能な未来の創造に向けて

総体として環境、社会及び経済が包含される持続可能な発展は、持続可能な未来の創造を目指すものです。これは、グローバル・パートナーシップを通してのみ達成されます。

EANET の創設は、参加国による信頼に基づく行動であり、ネットワークのミッションは高貴なる動機から構成されています。

その成功から更に力を強化することができる **EANET** は、確かなレベルの成長を遂げて来ました。更なる活動を行うこともできますし、現行の活動を段階的に改善していくこともできます。現在の **EANET** 発展戦略は、技術的専門性、財政、その他を含むすべての面での参加国、組織及び個人からの支援を必要としています。**EANET** においては、その成功及びその目的達成に関してより責任があることから、その基盤の強化、科学的な調査研究、スコープの拡大及び普及啓発活動の推進とともに、成長のための健全な財政基盤の確立がなされなければなりません。**EANET** は東アジア地域の持続可能な未来の成長のためのより良い環境の達成を目指す地域のイニシアチブの1つです。



参考文献

Publication sources where extracts of this report were taken from are:

1. *Periodic Report on the State of Acid Deposition in East Asia – Executive Summary and Part I (Regional Assessment)*, November 2006, an EANET publication;
 2. *Report for Policy Makers on Acid Deposition Monitoring Network in East Asia – Goals, Achievements and Way Forward*, November 2005, an EANET publication;
 3. *Brochure on EANET*, July 2006, a joint publication of the Secretariat and Network Center for EANET;
 4. *Proceedings of the Fifth Workshop on Public Awareness for Acid Deposition Problems*, January 2005, Niigata, Japan, Network Center for EANET;
 5. *Proceedings of the Seventh Workshop on Public Awareness for Acid Deposition Problems*, February 2007, Niigata, Japan, Network Center for EANET;
 6. *Proceedings of the JICA Third Country Training on Control Strategies and Mitigation Measures for Acid Deposition, Thailand, January-February, 2008*;
 7. *Global Environment Outlook, United Nations Environment Programme, GEO-4, Environment for Development, Chapter 2 Atmosphere*, 2007; and
 8. *Ohara et al. Atmospheric Chemistry and Physics, Vol.7 (200)*
-

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク
Acid Deposition Monitoring Network in East Asia (EANET)
URL <http://www.eanet.cc>

事務局

国連環境計画 アジア太平洋地域資源センター
United Nations Environment Programme
Regional Resource Centre for Asia and the Pacific (RRC.AP)
c/o Asian Institute of Technology
3rd Floor, Outreach Building
P.O. Box 4, Klongluang, Pathumthani 12120
Thailand
Phone +66-2-524-5366 / 524-6244
Fax +66-2-516-2125 / 524-6233
URL <http://www.rrcap.unep.org>

ネットワークセンター

財団法人日本環境衛生センター 酸性雨研究センター
〒950-2144 新潟市西区曾和1182
電話025-263-0550 (代表)
Fax 025-263-0566
URL: <http://www.adorc.gr.jp>