

## 酸性雨の環境影響と東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET)

東北公益文科大学 公益学部長 教授 大歳恒彦

### はじめに

大気に関する地球環境問題とはどのようなものか？この質問への解答としては、「その原因や影響が国内にとどまらず、国境を越え、場合によっては半球または地球規模に及ぶ大気汚染」といえる。このような地球環境問題の例として、酸性雨、オゾン層の破壊、気候変動（温暖化）、残留性有機汚染物質（POPs）などがあげられる。地球憲章<sup>1)</sup>の有名な前文に述べられているとおり、「私たち人類は今、自分たちの未来を選択しなければならぬという、地球の歴史上重大な転換点にさしかかっている」。ここでは、酸性雨という地球規模の環境問題について考えるとともに、私たちの共通の未来のために行動を起こすきっかけとしたい。

### ヨーロッパ及び北米の酸性雨の歴史<sup>2)</sup>

科学的には、「酸性雨」とはガスや粒子による「乾性沈着」とならぶ酸性沈着現象の一部であるが、酸性化による環境影響の原因を代表する非常に一般的な概念として用いられている。北部ヨーロッパおよび北米では湖水のpHが1930年代に比べて1970年代に大幅に低下（酸性化）し、その結果として魚類数の減少などが報告されている。この湖水酸性化の原因は、湖沼の中和または緩衝能力を超えた酸性化物質の沈着によるものと考えられている。酸性の降水やガスによる酸性沈着は土壌の酸性化、養分の片寄り、植物への直接被害などの原因となり、森林の枯損に及ぶ場合もある。

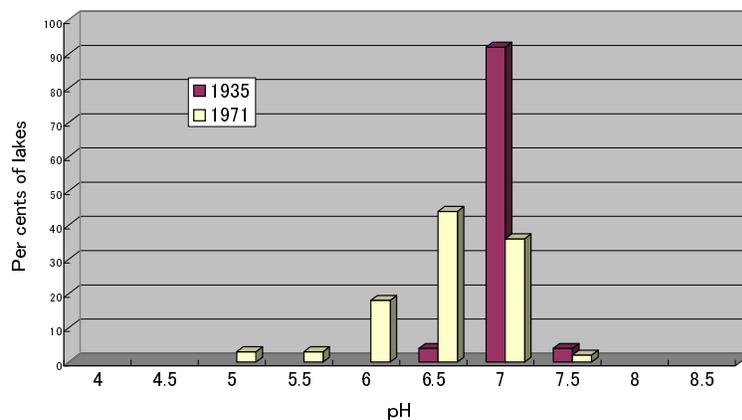


図1 北部スウェーデンにおける湖沼の酸性化

石炭や石油が燃焼した際に大気に放出される二酸化硫黄や窒素酸化物は、風に乗って数百キロメートル以上も運ばれた後、降水やガスなどとして沈着することがある。このような沈着は、しばしば降水と混在して酸性化の原因となるため、「酸性雨」として知られることとなった。このように、硫黄や窒素の酸化物は酸となって、文化財、水生・陸生生態系に被害を与える。しかし、現在では「酸性雨」という用語は降水による湿性沈着とガス・粒子による乾性沈着の両方を包含する意味で用いられている。

スウェーデンの研究者は、1940年代から淡水の酸性度の観測を始めていた。1950年代から1960年代にかけて、研究者たちは酸性度が急激に上昇していることに気がつき始めていた。1968年に発表された論文で、スウェーデンの科学者であるオーデンはスカンジナビア地域一帯の降水の酸性度が上昇し、その結果、魚類や湖水に悪影響を与えていると論じている。彼のもっとも重要な指摘は、酸性雨の原因の多くがイギリスや中央ヨーロッパの産業による排出によるとしている点であった（図2）。

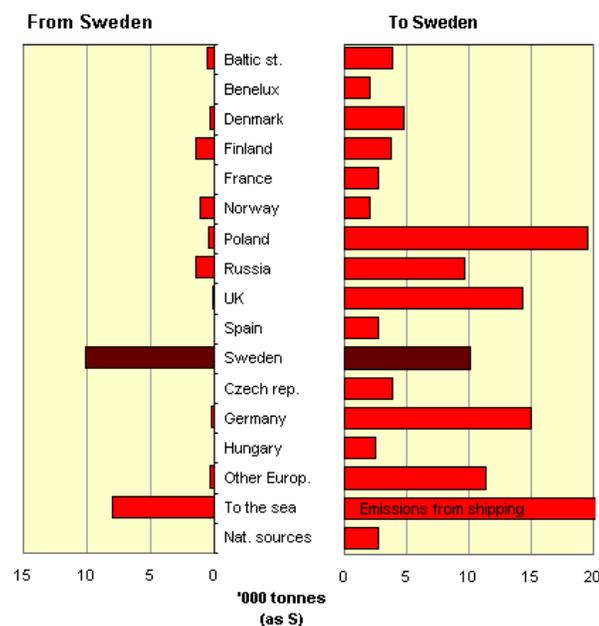


図2 スウェーデンから流出／流入する大気中硫黄の排出量

(注：1998年においてスウェーデン国内では約24,000トンの硫黄の大気への排出があるが、同年それを143,000トンも上回る量の硫黄が国土に沈着している、スウェーデン環境庁)

酸性雨問題は北欧諸国、特にスウェーデンやノルウェーなどの持続的なキャンペーン活動によって、種々の国際的な課題として取り上げられるようになった。ノルウェー、スウェーデン両国政府は、越境大気汚染によって湖沼や森林が酸性化し、貴重な魚類や森林資源が危機にさらされていることを懸念するようになった。この懸念が、酸性雨と長

距離移流大気汚染を国際社会における政治的な課題とするための外交活動に向かわせた。

酸性雨の脅威に関するスウェーデンの研究者の報告や北欧諸国の外交努力にもかかわらず、発生源である国々はより確定的な被害が顕在化する 1970 年代の終わりまでは待ちの姿勢を続けた。1972 年にストックホルムで開催された国連の人間環境会議において、スウェーデン政府は大気汚染の長距離移流とその結果起こった土壌や湖沼への被害の証拠について発表した。同年、OECD は長距離大気汚染移流に関するはじめての国際的な調査をはじめた。1977 年に初版が発表され、1979 年に改訂追加されたこの調査の結果では、南ノルウェーとスウェーデンの湖沼に越境して沈着した硫黄化合物が専ら酸性化の原因であることが、国際的にはじめて検証された。調査に参加したヨーロッパ 11 ヶ国のうち、5 ヶ国で国内発生源よりも国外の発生源からの汚染物の寄与が大きいことがわかった。

長い交渉の結果、国連の欧州経済委員会 (ECE) の長距離越境大気汚染条約 (LRTAP) が 1979 年 11 月ジュネーブにおいて 34 ヶ国と EC 委員会の著名のもとに採択された。国際的な協力による削減目標として、北欧諸国は 1980 年をベースとして 1993 年までに二酸化硫黄の排出量を 30%削減することを提案した。この削減計画を規定したヘルシンキ議定書は 1985 年 7 月に第 3 回の締約国会合において採択された。

図 3 および図 4 に示すように、多くの EU 諸国が 1980 年代および 1990 年代の約 20 年間に大気への硫黄排出量を急速に削減した。LRTAP の取組のひとつとして、欧州監視評価計画 (EMEP) が発足した。EMEP の主要な目的は、条約に基づく排出削減の国際的な取り決めを評価し、発展させるために必要な科学的な知見を定常的に提供することであった。EMEP の測定項目は、1) 酸性雨および富栄養化、2) 地上オゾン、3) 残留性有機汚染物質 (POPs)、重金属および浮遊粒子状物質と多岐にわたる。

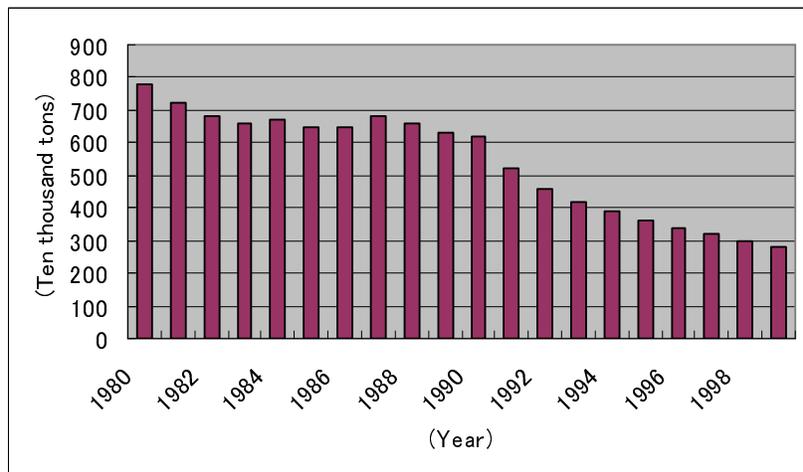


図 3 ドイツにおける二酸化硫黄排出量

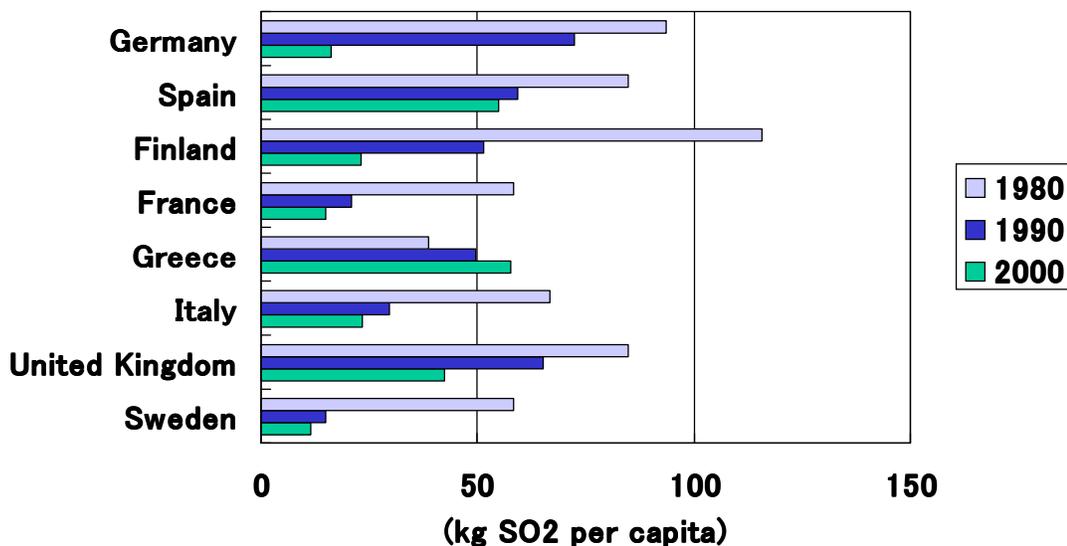


図4 EU 諸国における二酸化硫黄排出量の推移

### 東アジアの酸性雨と東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET)<sup>3)</sup>

近年、東アジア地域は急激な経済発展による過剰な酸性化物質の沈着による環境問題のリスクの増大に直面しつつある。1998年3月に開催された東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET) の第1回政府間会合は、ネットワークの試行稼働を暫定的に開始することに合意した。この試行稼働(1998~2000年)後の第2回政府間会合では、この期間に得られた経験をもとに2001年から定常的なネットワーク活動を開始することを決定した。本格的な活動を実施するにあたり、1)科学諮問委員会 (SAC)、2)事務局、および3)ネットワークセンター (NC) の3つの組織が設立された。SACは参加各国から推薦された科学者や専門家によって構成され、ネットワークの本格稼働にあたっての科学的事項を担当する。事務局としては、バンコクにある国連環境計画のアジア太平洋地域事務所 (UNEP RRC.AP) が指定された。また、ネットワークセンターとしては新潟にある酸性雨研究センター (ADORC) が指定された。

EANETでは、4種類の環境項目、すなわち湿性沈着、乾性沈着、土壌・植生、および陸水環境について観測している。湿性沈着および乾性沈着は地表面への酸性化物質の沈着量を評価することを目的としている。一方、土壌・植生および陸水環境については、陸生および水生生態系への被害を評価することを目的としている。このようにして得られた観測データは、酸性沈着の現状把握とその生態系への影響を調べるために用いられる。

現在のところ、ネットワークでは図5に示すように12ヶ国、40ヶ所以上の酸性雨観測地点が稼働している。



図5 EANETにおける酸性雨観測地点 (2003年)

## まとめ

気候変動や生態系への地球規模の大気汚染の影響は世界の持続的発展に対する脅威として認識されている。ヨーロッパおよび北米における酸性雨の環境影響は国際的な取組の成果として、沈静化しつつある一方で、現在では東アジア地域における被害の顕在化が懸念されている。

ふたたび地球憲章<sup>1)</sup>の次の文章を引用してみたい。「環境保護の最善の方法は未然防止であり、十分な知識がない場合には予防原則をとろう。環境にとって重大な、あるいは取り返しのつかない害を及ぼす可能性がある場合には、たとえ科学的知見が不十分、あるいは不確実であっても、それを避けるための行動を起こそう。」

## 引用文献

- 1) 地球憲章—持続可能な未来に向けての価値と原則、地球憲章推進日本委員会、ぎょうせい(2003).
- 2) Arild Underdal and Kenneth Hanf, International Environmental Agreements and Domestic Politics – The case of acid rain, Ashgate, England (2000).
- 3) Data Report on the Acid Deposition in the East Asian Region 2004, Network Center for EANET (2005).

<酸性雨に関する参考図書>

- ・地球環境の化学、T.G.Spiro 他、学会出版センター
- ・酸性雨、石弘之、岩波書店
- ・酸性化する地球、広瀬弘忠、NHK ブックス
- ・酸性雨－地球環境の行方、環境庁地球環境部編、中央法規出版
- ・酸性環境の生態学－酸汚染と自然生態系を科学する、佐竹研一、愛知出版