

## 5. 欧米における越境大気汚染対策の経緯

ヨーロッパでは、1950年代から、北欧の湖沼や河川が酸性化して魚や植物が死滅するなど、生態系に深刻な影響が生じていることが問題となり、1968年にはスウェーデンのオーデンがその原因として、イギリスや中部ヨーロッパからの酸性物質によるものであることを報告している。1972年には、OECDはスウェーデンからの働きかけ等を受けて大気汚染物質のモニタリング計画を発足させ、さらに1977年には、国連欧州経済委員会（United Nations Economic Committee for Europe, UNECE）の下で、欧州全域を含む長距離移動大気汚染物質モニタリング・欧州共同プログラム（Co-operative Program for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe, EMEP）が発足し、ヨーロッパ全域に酸性雨の測定網が広げられた。

1979年には、UNECEにおいて長距離越境大気汚染条約（Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, CLRTAP）が採択され、1983年3月に発効した。CLRTAPには、ヨーロッパ諸国を中心に、米国、カナダなど49カ国（当時のEC含む。）が加盟（日本は加盟していない。）し、加盟国に対して、酸性雨等の越境大気汚染の防止対策を義務づけるとともに、酸性雨等の被害影響の状況の監視・評価、原因物質の排出削減対策、国際協力の実施、モニタリングの実施、情報交換の推進などを定めている。発効後、資金供与について定めたEMEP議定書（1984）、SO<sub>x</sub>の30%削減を定めたヘルシンキ議定書（1985）、NO<sub>x</sub>の削減について定めたソフィア議定書（1988）、VOC規制議定書（1991）、SO<sub>x</sub>の削減について定めたオスロ議定書（1994）、重金属議定書（1998）、POP<sub>s</sub>議定書（1998）、酸性化・富栄養化・地上レベルオゾン低減議定書（1999）の8つの議定書により、補足・強化されてきている。

ヨーロッパに比較すると対応が遅れていた北米でも、カナダと米国との間で酸性雨による被害の問題が深刻化し、1980年6月に米国で酸性物降下法が定められ、降水のモニタリング、生態影響調査等を内容とする全国酸性降下物調査計画（National Acid Precipitation Assessment Program, NAPAP）を10カ年計画で実施した。また、同年8月には、両国の政府間で越境大気汚染に関する合意覚書を交わした。さらに両国は、酸性雨被害の拡大を防止するための大気保全の二国間協定を1991年3月に調印した。北米における酸性雨のモニタリングは、米国が米国国家大気降下物測定プログラム（National Atmospheric Deposition Program, NADP）、カナダがカナダ降水採水網（Canadian Air and Precipitation Monitoring Network, CAPMoN）の下で実施されている。なお、米国では大気沈着に係る地域ネットワークとして、NADPの他に清浄大気状況・トレンドネットワーク（Clean Air Status and Trends Network, CASTNET）及び水銀沈着ネットワーク（Mercury Deposition Network, MDN）等が稼働している。

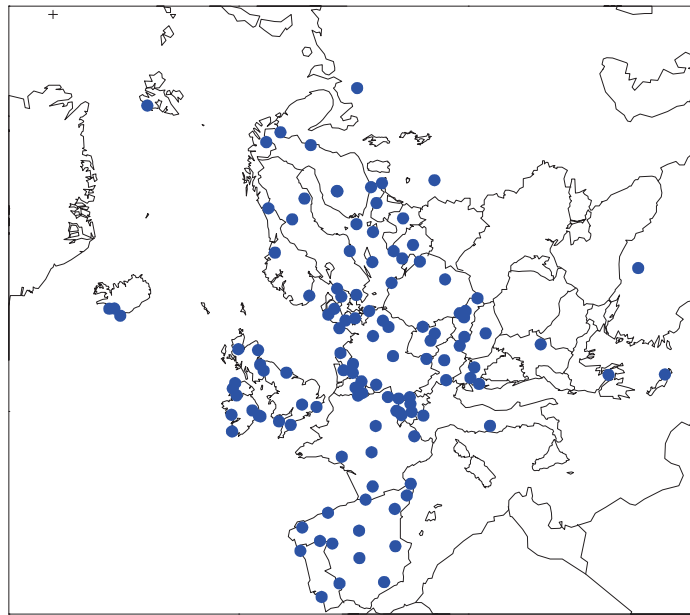
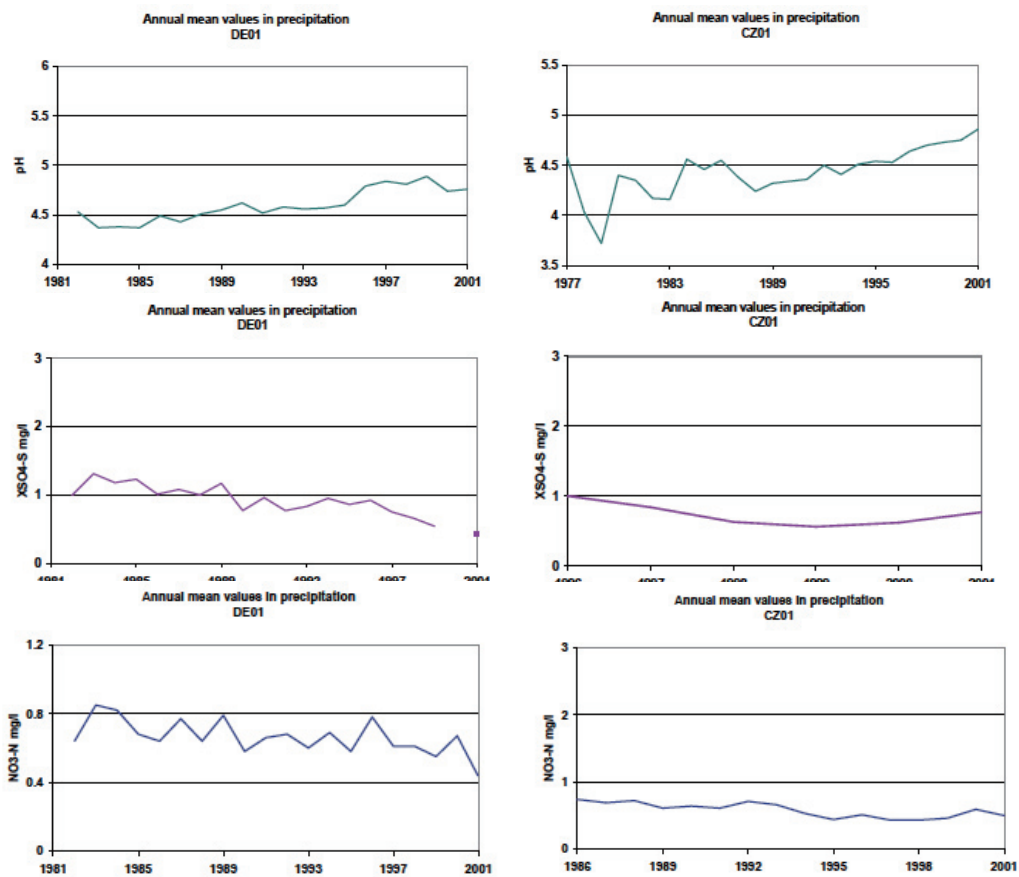
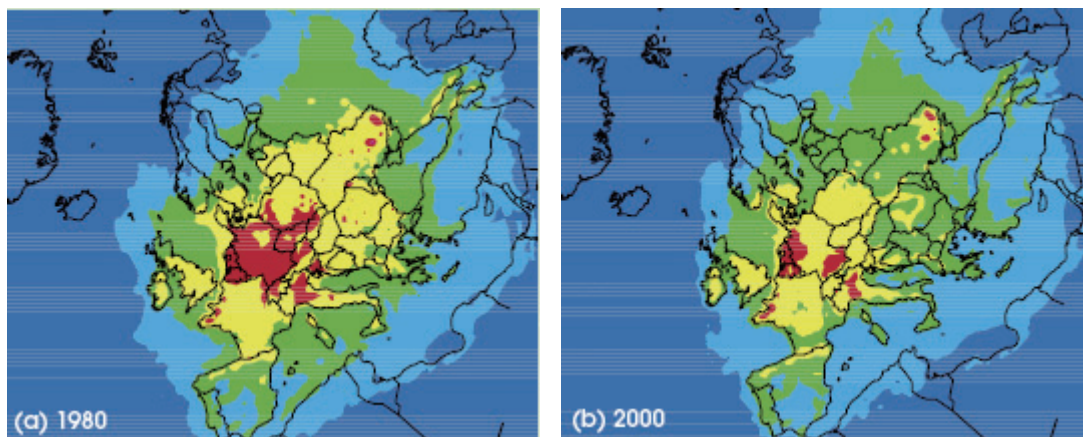


図 EMEP のモニタリングステーションの配置図 (2006年) .



EMEP サイト (ドイツ、チェコ) における降水中の pH、硫酸イオン及び硝酸イオン濃度の長期トレンド



ヨーロッパにおける 1980 年 (左) と 2000 年 (右) の窒素沈着量マップ  
 (出典 : EMEP/EEA Joint Review Report)



単位 :  $\text{mg-N m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$

$$\left( \begin{array}{l} 100\text{mg-N m}^{-2} \text{ yr}^{-1} \\ \doteq 7.1\text{mmol-N m}^{-2} \text{ yr}^{-1} \end{array} \right)$$

## 略語等一覧

---

### 記号及び略語

---

➤ 物質（原子、分子、イオン等）及び指標	
Al	アルミニウム
Al <sup>3+</sup>	アルミニウムイオン
Ca <sup>2+</sup>	カルシウムイオン
CaCO <sub>3</sub>	炭酸カルシウム
CEC	陽イオン交換容量（cation exchange capacity）
Chl-a	クロロフィル a
Cl <sup>-</sup>	塩化物イオン
CO	一酸化炭素
COD	化学的酸素要求量（chemical oxygen demand）
DOC	溶存有機炭素量（dissolved organic carbon）
EC	電気伝導率（electric conductivity）
ECEC	有効陽イオン交換容量（effective cation exchange capacity）
Ex-BC/Al 比	交換性塩基性陽イオン（exchangeable basic cation）と交換性アルミニウムイオンとの比率（本報告書では当量比）
H <sup>+</sup>	水素イオン
HNO <sub>3</sub>	硝酸
H <sub>2</sub> O	水
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	過酸化水素
K <sup>+</sup>	カリウムイオン
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	炭酸カリウム
Mg <sup>2+</sup>	マグネシウムイオン
Na <sup>+</sup>	ナトリウムイオン
NaCl	塩化ナトリウム
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	炭酸ナトリウム
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	アンモニウムイオン

NMHC	非メタン炭化水素 (non-methane hydrocarbon)
NMVOOC	非メタン揮発性有機化合物 (non-methane volatile organic compounds)
NO	一酸化窒素
NO <sub>2</sub>	二酸化窒素
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	亜硝酸イオン
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	硝酸イオン
NO <sub>x</sub>	窒素酸化物 (NO+NO <sub>2</sub> )
NO <sub>x</sub> *	窒素酸化物 (NO <sub>x</sub> の他にペルオキシアセチルナイトレート等を含むことを表す場合に使用。)
nss-Ca <sup>2+</sup>	非海塩性 (non-sea-salt) カルシウムイオン
nss-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	非海塩性 (non-sea-salt) 硫酸イオン
O <sub>3</sub>	オゾン
pH	水素イオン指数 (水素イオン濃度の逆数の常用対数)
pH(H <sub>2</sub> O)	土壌と水を 1 : 2.5 の割合で混合した懸濁液について測定した pH
pH(KCl)	土壌と 1 モル塩化カリウム溶液を 1 : 2.5 の割合で混合した懸濁液について測定した pH (交換性 Al や H が浸出されるため、水の場合より低い値を示す。)
PM	粒子状物質 (particulate matter)
PM <sub>2.5</sub>	粒径 2.5 μ m の粒子状物質に対する捕集効率が 50% の分粒器を用いて捕集した粒子状物質
PM <sub>10</sub>	粒径 10 μ m の粒子状物質に対する捕集効率が 50% の分粒器を用いて捕集した粒子状物質
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	リン酸イオン
PTFE	ポリテトラフルオロエチレン
R1	陽イオン及び陰イオンのバランスに関する指標 $R1 = ((C - A) / (C + A)) \times 100 (\%)$ C: 陽イオンの当量濃度の総和、A: 陰イオンの当量濃度の総和
R2	電気伝導率に関する計算値と実測値との比較のための指標 $R2 = ((\Lambda_{cal} - \Lambda_{meas}) / (\Lambda_{cal} + \Lambda_{meas})) \times 100 (\%)$ $\Lambda_{cal}$ : 計算によって求められる電気伝導度、 $\Lambda_{meas}$ : 実測値
SO <sub>2</sub>	二酸化硫黄
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	硫酸イオン

SPM	浮遊粒子状物質 (suspended particulate matters)
TOC	全有機態炭素 (total organic carbon)
VOC	揮発性有機化合物 (volatile organic compounds)
交換酸度	土壌表面の交換性部位に吸着されている酸性陽イオンの総量 (本調査の測定方法においては、交換性 Al と H の和に等しい。)
交換性 Al	土壌表面に吸着しているアルミニウムイオン
交換性 Ca	土壌表面に吸着しているカルシウムイオン
交換性 K	土壌表面に吸着しているカリウムイオン
交換性 Mg	土壌表面に吸着しているマグネシウムイオン
交換性 Na	土壌表面に吸着しているナトリウムイオン
▶ その他	
ABC プロジェクト	アジアの大気褐色雲計画(Atmospheric Brown Cloud-Asia)
CBM	Carbon Bond Mechanism
CAPMon	カナダ降水採水網 (Canadian Air and Precipitation Monitoring Network)
CASTNET	清浄大気状況・トレンドネットワーク (Clean Air Status and Trends Network)
CLRTAP	長距離越境大気汚染条約 (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution)
CORINAIR	EEA(European Environment Agency)の汚染物質排出情報協同プロジェクトの大気版。(Core Inventory of Air Emissions in Europe)
DQOs	精度管理目標値 (Data Quality Objectives)
EANET	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)
EMEP	長距離移動大気汚染物質モニタリング・欧州共同プログラム (Co-operative Program for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe)
ICP Forests	森林への大気汚染影響の評価・監視に関する国際共同計画 (International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests)
ICP Waters	河川・湖沼の監視・評価のための国際共同計画 (International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Rivers and Lakes)

NADP	米国国家大気降下物測定プログラム (National Atmospheric Deposition Program)
NAPAP	全国酸性降下物調査計画 (National Acid Precipitation Assessment Program)
NCAR	米国国立大気科学センター (National Center for Atmospheric Research)
NCEP	米国国立環境予測センター (National Centers for Environmental Prediction)
QA/QC	精度保証・精度管理 (Quality Assurance/Quality Control)
SOP	標準作業手順書 (Standard Operating Procedure)
TF/HTAP	大気汚染の半球輸送に関するタスクフォース (Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution)
UNEP/RRC.AP	UNEP (国連環境計画) のアジア太平洋地域資源センター (Regional Resource Center for Asia and the Pacific)
UNFCCC	国連気候変動枠組条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change)

---

単位

---

cmol(+) kg <sup>-1</sup>	センチモルプラス (10 <sup>-2</sup> mol) / キログラム (10 <sup>3</sup> g)
Gg	ギガグラム (10 <sup>9</sup> g)
kmol <sub>c</sub> ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup>	キロモルチャーヂ / ヘクタール / 年
Mg	メガグラム (10 <sup>6</sup> g)
mol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	モルチャーヂ (=ミリ当量 (10 <sup>-3</sup> 当量)) / リットル
mg L <sup>-1</sup>	ミリグラム (10 <sup>-3</sup> g) / リットル
mmol m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup>	ミリモル (10 <sup>-3</sup> mol) / 平方メートル / 年
mmol m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup>	ミリモル (10 <sup>-3</sup> mol) / 平方メートル / 日
mS m <sup>-1</sup>	ミリジーメンズ (10 <sup>-3</sup> S) / メートル
nmol m <sup>-3</sup>	ナノモル (10 <sup>-9</sup> mol) / 立方メートル
μg m <sup>-3</sup>	マイクログラム (10 <sup>-6</sup> g) / 立方メートル
μmol L <sup>-1</sup>	マイクロモル (10 <sup>-6</sup> mol) / リットル
Pcal	ペタカロリー (10 <sup>15</sup> cal)
ppb	十億分の一
Tcal	テラカロリー (10 <sup>12</sup> cal)
Tg	テラグラム (10 <sup>12</sup> g)

(備考) 当量 : 酸、塩基及び塩の化学当量。1 モルの H<sup>+</sup>と反応する物質の相当量。

モル (mol) : 0.012kg の <sup>12</sup>C に含まれる原子と等しい数 (アボガドロ数) の構成要素を含む系 (原子、分子、イオン、電子等) の物質質量。mol(+)は、土壌中の陽イオンの量を正電荷のモル数で示すもの。