

酸性沈着に関する第5回国際学会に参加して*

—1995年は酸性雨の時期？—

朴 (小野) 恵淑**・米 本 昌 平***

1. はじめに

1995年6月26日から30日にかけて、スウェーデンのイエーテボリ市において酸性沈着に関する第5回国際学会 (5th International Conference on Acidic Deposition-Acid Reign '95?) が開催された。この学会は、酸性雨の問題を酸性物質の放出から生態系への影響までの一連の過程及びその対策まで含めた地球環境問題として把握する目的で行われた。このような狙いは、テーマに、雨の Rain と発音が同じものの統治、勢力の意味を持つ Reign を巧妙に使っていることからよく分かる。

この会議は、スウェーデン環境研究所 (IVL)、スウェーデン環境保護研究所 (SNV)、イエーテボリ市の主催に、スウェーデン環境部、ボルボ社、Edison 電気研究所、電力研究所、アメリカ環境庁、WMO等の協力により開かれた。特にスウェーデン国王の Carl XVI Gustaf の後援を得ており、この会議に関するスウェーデン側の関心の高さと期待が伝わる会議でもあった。

会場はスウェーデン第2の都市で、港町であるイエーテボリ市の Svenska Massan Conference Centre を利用し、42か国から約900名の参加者 (うち発表者は783名；アジアからの参加者は12か国の64名、うち日本人研究者は40名) のもとに5日間にわたり充実した研究発表が行われた。

まず、会議の概要を紹介する前に6月21日から24日にかけて行われた pre-conference の野外巡察“黒い三角地域における酸性化”について述べる。

2. 野外巡察“黒い三角地域における酸性化”

この野外巡察は、チェコ共和国地質研究所、スウェーデン環境研究所 (IVL)、スウェーデン環境保護研究所 (SNV)、イエーテボリ市の主催、スウェーデン環境部、ポーランド森林研究所、チェコ共和国環境部、ノルウェー環境部、ボルボ社、Edison 電気研究所、電力研究所、アメリカ環境庁、WMO等の協力により行われた。

チェコ共和国、ドイツ、ポーランドを結ぶ25,000 km² の三角地域は世界で最も酸性化の深刻な影響を受けている地域としてあまりにも有名である。これらの地域の酸性化は、硫黄含有率が高い石炭を主な燃料とする数多い発電所や重化学工場からの多量の硫酸の排出によるものと考えられている。

特に、チェコ共和国、ポーランド等の中央ヨーロッパは、冷戦時代、即ち鉄のカーテン時代の社会主義経済の遺産として深刻な環境問題を抱えている地域である。硫酸や硝酸などの酸性物質による酸性沈着は地上の生態系を酸性化させ、環境破壊を引き起こすことになるが、特にこれらの地域では、海拔高度750 m位の高さでの唐檜の森林破壊が深刻である (写真1)。しかし、1989年以後の政策転換に伴う経済の後退や脱硫黄装置の導入による硫酸排出量の30%くらいの削減によって森林再生の見込みが見え始めている。

1日目はチェコ共和国とポーランドとの国境に近いチェコ共和国側の Krkonoše mountains での唐檜の森林破壊の実態を見ることができた。2日目は、チェコ共和国側の Jizerské hory mountains とポーランド側の Western Sudety 地域の酸性化による唐檜の森林破壊の実態や小川流域の測定所でのデータや研究結果の一部の説明を受けた。さらに、Ciekon 流域の山に登り、森林破壊の実態を肉眼で直接見ることができた。ほとんどの唐檜の死により山の表面は木ではなく、酸性土壌に強い草で覆われていた。これらの地域は入山

* Report on the 5th International Conference on Acidic Deposition-Acid Reign '95?, Gothenburg, Sweden, 26-30 June, 1995.

** Hye-Sook Park Ono, 三重大学人文学部.

*** Shohei Yonemoto, 三菱化学生命科学研究所.

© 1996 日本気象学会

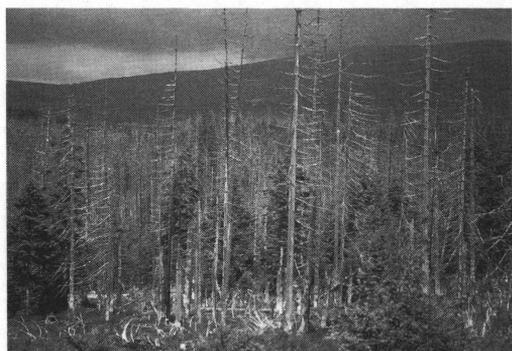


写真1 酸性雨による森林の被害（ポーランドの Rozdroże Izerskie 山地；1995年6月22日）

禁止地域であるため、登山ができたのは野外巡察ならではの貴重な体験であった。3日目は、チェコ共和国側の Krušné hory mountains へ行き、森林破壊の主要因が硫黄含有率の高い石炭を主な燃料とする数多い発電所や重化学工場からの多量の硫酸の排出による酸性沈着であることを物語る光景に出会った。広大な地域に展開される森の死、生物の棲息が不可能となった湖や土壌、現在も大規模の褐炭の露天掘りによる環境の破壊が進んでいる恐ろしい光景を目にしてただ茫然と立つだけだった。しかし、チェコ共和国地質研究所の気象、水文、地質、生物など諸分野の専門家達が、難しい条件下にしながら NOAA との共同研究で、酸性物質の測定、大気汚染による唐檜への影響等を調べる懸命な努力を注いでいることに強い感銘を受けた。

3. 会議概要

発表は、10の主題を持つ本会議、それと平行した6の主題を持つ139の口頭発表、21の主題を持つ614のポスター発表の形式で行われた。本会議の各セッションの項目は次のとおりである。

- Session 1 Acidification in perspective
- Session 2 Emissions and atmospheric processes
- Session 3 Ecosystem effects
- Session 4 Effects on biodiversity and interrelations to climate change
- Session 5 Interrelated effects
- Session 6 Liming and effects on materials
- Session 7 Effect-oriented bases for control
- Session 8 Technologies for emission control
- Session 9 Abatement strategies

Session 10 Policies to combat acidification and related problems

以上のように各セッションの内容は多岐にわたる学際的 (Disciplinary Subject) な内容であったため、ここではこの会議の主な内容と、特に気象学・気候学に関係の深いテーマについて紹介する。

スウェーデン国王の Carl XVI Gustaf による開会演説が初日の6月26日午前10時10分から始まった。国王は、酸性沈着に関するこの第5回国際会議のテーマが科学と政策であることを明らかにした。科学的研究はすべての環境政策の基準になること、国際的協力は大変重要であり、国際学会は科学的知識の発展に重大な役割を演じると述べ、科学と政策が環境問題の解決のためにあるべき関係について実に明快な見解を示した。また、国王は、中央や東ヨーロッパ諸国が酸性沈着による深刻な環境問題を抱えていることに触れ、特にチェコ共和国とポーランドにおける環境問題の解決策が科学と政策にあると認識していることを明らかにした。さらに、国王は、東アジアの状況についても触れ、最近急激な経済成長に伴う多量の汚染物質の排出によって、ヨーロッパや北米以外の地域でも深刻な環境問題が起きつつあると警告した。最後に、国王は、“今回の国際会議が、異なる状況下にいる東西、南北を結ぶ橋の役割をはたし、それによって酸性沈着の削減のための共通認識を持つことを望む”と結んだ。

続いてセッション1の主題 (Acidification in perspective) に対する4つの研究発表があった。スウェーデン環境研究所の H. Hultberg は、酸性雨がスウェーデンの西海岸の湖や土壌に及ぼす生物学及び化学的影響について歴史的な考察を行った。彼は、1960年代前半からスウェーデンで最も酸性沈着の影響が顕著に現われた Gardsjon 湖を対象に1970年代後半から始まった Gardsjon 湖プロジェクトによる硫酸や硝酸の酸性物質の量、水銀の量の変化等を具体的に示しながら水体及び土壌への酸性化の影響について発表を行った。特に、彼は、酸性化からの回復を研究するための Roof プロジェクト、即ち、この流域全体に7,000 m²の屋根を造り、屋根面の上下での生物学及び化学的影響について調査する野心的な研究に関する発表を行い、今後の研究成果が注目された。

チェコ共和国地質研究所の T. Pačes は、黒い三角地域における酸性化とその回復について非常に興味ある研究発表を行った (黒い三角地域の地理的特徴に関しては2章を参照されたい)。この地域での酸性化によ

る被害がピークに達した時期は1987~1988年で、その後は硫酸化物の排出の減少に伴い、大気質の向上などが見られる。しかし、この地域での酸性化からの回復を知るには長期間のモニタリングデータによる解析が必要であると述べた。

アメリカの海洋生物実験所の J. Galloway は、ヨーロッパや北米以外の地域での酸性化について発表を行った。彼は、人為的起源による硫酸や硝酸等酸性物質の排出量について短時間スケールと長時間スケールで比較した。まず、過去30年くらいの短時間スケールでみると、酸性沈着はヨーロッパや北米で卓越した。しかし、最近では、アフリカ、南米、アジアで卓越する。長時間スケールでみると、酸性化をもたらす硫酸や硝酸等酸性物質は生物及び地球化学的過程によって相互作用をするため、長期間に渡る評価をしなければならない。

スウェーデン王立アカデミーの農業及び森林分野の L. Schotte は、酸性化及び光化学オキシダントからの環境への悪影響という題目で発表を行った。彼は、化石燃料の使用による硫酸や硝酸等酸性物質による生態系への直接及び間接的影響は非常に大きいと論じた。

これらの研究は、酸性化が生態系に及ぼす直・間接的影響に関する考察が主な内容であったが、そのなかで、チェコ共和国地質研究所の T. Pačes が発表の最初に見せた1枚の写真は我々に強烈な印象を与えた。それは、チェコ共和国とポーランドとの国境地域の Jizerské hory mountains での唐檜の森林破壊の実態を示した写真であった。1976年の鬱蒼とした唐檜の森林が1995年に同じ場所で撮った写真にはほとんどの唐檜が酸性雨によって枯れて荒地になってしまっていた。約20年という短時間であれだけの森林破壊を起してしまう酸性化のすさまじい破壊力には言葉が失うばかりであった。

セッション7 (Effect-oriented bases for control) は、ポスター発表の件数 (Topic No. 19 Critical Loads, 38) も多かったが、各セッションの中でも一番活発な討論のあったセッションでもあった。

イギリス陸生生態 Monks Wood 研究所の K. R. Bull は、critical loads の可能性と制約について発表を行った。critical loads は、酸性沈着に対する臨界値を表わす概念として1970年代から汚染抑制の実用的道具として使われ、科学者と政策立案者の間のギャップを埋める橋のような役割を演じてきた。この概念は、地域、国内、国際的スケールに合う方法論やデータベー

スの発展に伴って改良されてきた。国連欧州経済委員会 (UN/ECE) は、1994年の第2次硫黄議定書 (the Second Sulphur Protocol) を実証する際にこの概念を用いた。この概念は、制限された粗い輸送モデルスケールではあるが、これ以上効果的な方法論は他にない。critical loads は、効果的な汚染抑制のための初歩的方法論であり、制限はあるものの前向きの汚染調節戦略の実用的方法論であると述べた。彼の発表後、様々な討論が行われたが、critical load に変わる概念がない以上、その妥当性を評価するのは当分先のものであった。critical load に関しては、National Institute of Public Health and Environmental Protection (1991), (1993) を参考にすることを勧めたい。

セッション10 (Policies to combat acidification and related problems) は、環境政策に関するセッションであったため、研究者は勿論行政官も研究発表に参加し、科学と政治との融合が少なからず見られた非常に興味深いセッションであった。

日本の環境庁の M. Yagishita は、東アジアにおける酸性沈着問題に関する発表を行った。彼は、近年の経済成長に伴い東アジアで酸性沈着問題が現われ始めているため、この地域でのモニタリングネットワークの構築の必要性を強調した。しかも、酸性沈着問題は、国内に限られた問題の枠を超えた越境性大気汚染問題であるため、国際的な協力によって効果的な抑制が可能であると述べた。1980年代から東アジア各国における酸性雨のモニタリングシステムに関するレビューをした後、1993年から1995年までの日本の環境庁を中心とした東アジアの専門家会議 (Expert Meetings on Acid Deposition Monitoring Network in East Asia) について述べた。これらの会議によって技術的ガイドラインやモニタリングネットワークの構築に関する基本的合意が得られ、1996年以後は、ECO-ASIA, ESCAP のような報告書をまとめるよう決議されたことが発表された。

三重大学の H. S. Park Ono と三菱化学生命科学研究所の S. Yonemoto は、東アジアにおける大気汚染抑制のための環境外交という題目で発表を行った。環境外交は、ECにおける酸性雨問題の解決のために長期に渡る多国間の交渉の過程で生まれたもので、ECの環境政策は地球環境問題の対応をめざす国際政治という観点からも貴重な先駆とみなされる。科学的な研究成果に基づいた環境政策の樹立と国際的な環境保全機構による実行から学べる欧州の体験は、東アジアの環

境問題の解決策を探る際の大変貴重な見本となる。東アジアは、いまだに国際的な環境保全機構が構築されていない地域である。その理由の1つとして東アジアは、冷戦時代の東西のイデオロギーの対抗地域であったことが挙げられる。しかし、冷戦時代の終焉と共にこの地域での環境問題の解決に日本の役割が大きく期待されている。実際に、日本は大気汚染問題の抑制に必要な高度な技術と豊富な資金力を持っていること、大陸からの汚染物質の長距離越境輸送による被害が懸念されているからである。東アジアにおける大気汚染問題の解決のためには、ジョイントモニタリングシステムによる大気汚染の実態の把握及び国際的な環境保全機構の構築による多国間の交渉が不可欠であると述べた。このような動きは、政府側と非政府側(NGO)の両側面からの接近がより効果的であると指摘し、政府側の動きとして日本の環境庁が中心となった1993年から1995年にかけての“東アジアにおける酸性雨モニタリングネットワークに関する専門家会議”について述べた。また、非政府側(NGO)の動きとして韓国のNGOが中心となって計画し、今年の8月にソウルで開催される“東アジアにおける気候変動及び大気汚染問題に対応するための東アジア地域大気行動ネットワーク設立に関するNGO会議”について言及した。

イタリアのエンジニアリングと情報システム研究所のN. Castellsらは、ECにおける環境政策の波及効果を経済的手段と酸性雨というテーマで発表した。彼女らは、EUの事例に基づき、共通の環境政策の定義について考察した。即ち、彼女らはスペインとオランダを例として挙げ、社会、経済的レベルが異なる国間の環境問題に関わる環境政策について比較考察した。異なる地域での越境汚染問題は、critical loadsの方法を用いて研究が可能となるが、排出源の局地性は地域の大きさと酸性化に関する国際会議で定義された決定的要素に基づいたシミュレーションモデルによって決定されるべきであると述べた。

4. おわりに

今回発表された主な論文は、Journal of Water, Air and Soil Pollutionの特集号にまとめられ、年末には出版される事となった。各発表のAbstractを閲覧希望の方は筆者まで連絡を頂きたい。次の第6回総会は、日本で2000年に開かれる事となった。5年ごとに開催される本学会がアジアで開かれることは次回が最初である。それだけ酸性雨、酸性化による環境問題に関する科学的研究及び政策は、欧州を中心として行われてきたといえる。しかし、筆者らの研究からも分かるように東アジアにおける酸性沈着問題はかなり深刻で、一刻も早い対応策を立てなければならない。そういう意味でも2000年に日本で開かれる総会に向けて、今から準備をしても決して早すぎることはないと思われる。pre-conferenceの野外巡察のときから総会の間にかなりの日本フィーバがあった。日本の歌や踊り、着物などが披露され世界の研究者を魅了した。アジアからの参加者64人のうち日本人が40人であったが、その数はスウェーデン(152人)、ノルウェー(81人)、イギリス(74人)、アメリカ(51人)、フィンランド(42人)に続く多数であった。

最後に今回の国際学会参加に関し、渡航費の援助をして頂いた中部電力に、紙面をかりて御礼申し上げる次第である。

参考文献

- National Institute of Public Health and Environmental Protection, 1991: Mapping Critical Loads for Europe, REVM Report No. 259101001, 197 pp.
- National Institute of Public Health and Environmental Protection, 1993: Calculation and Mapping of Critical Loads in Europe, REVM Report No. 259101003, 163 pp.
- Wisniewski, J., P. Grennfelt, H. Rodhe and E. Thornelof (eds), 1995: Acid Reign '95? Abstract Book, Kluwer Academic Publishers, 461 pp.