

TECHNICAL REPORTS OF THE METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE No.34

**The Long-range Transport Model of Sulfur Oxides
and Its Application to the East Asian Region**

BY

Applied Meteorology Research Department

気象研究所技術報告

第34号

硫黄酸化物の長距離輸送モデルと東アジア地域への適用

応用気象研究部

気 象 研 究 所

METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE, JAPAN

JUNE 1995

Meteorological Research Institute

Established in 1946

Director-General : Dr. Yonejiro Yamagishi

Forecast Research Department	Director : Mr. Harushige Koga
Climate Research Department	Director : Mr. Hikomaro Muraki
Typhoon Research Department	Director : Mr. Shin Ohtsuka
Physical Meteorology Research Department	Director : Mr. Takenori Noumi
Applied Meteorology Research Department	Director : Dr. Tatsuo Hanafusa
Meteorological Satellite and Observation System Research Department	Director : Mr. Toyoaki Tanaka
Seismology and Volcanology Research Department	Director : Mr. Eiji Mochizuki
Oceanographical Research Department	Director : Mr. Kenzo Shuto
Geochemical Research Department	Director : Dr. Katsuhiko Fushimi

1-1 Nagamine, Tsukuba, Ibaraki, 305 Japan

Technical Reports of the Meteorological Research Institute

Editor-in-chief : Harushige Koga

Editors : Masakatsu Kato Akihiro Uchiyama Kenji Akaeda
 Hakaru Mizuno Izuru Takayabu Michio Hirota
 Kenji Kanjo Masafumi Kamachi Hidekazu Matsueda

Managing Editors : Shigeki Matsubayashi, Hisato Nishii

The *Technical Reports of the Meteorological Research Institute* has been issued at irregular intervals by the Meteorological Research Institute since 1978 as a medium for the publication of survey articles, technical reports, data reports and review articles on meteorology, oceanography, seismology and related geosciences, contributed by the members of the Meteorological Research Institute.

The Editing Committee reserves the right of decision on acceptability of manuscripts and is responsible for the final editing.

©1995 by the Meteorological Research Institute.

The copyright of articles in this journal belongs to Meteorological Research Institute (MRI). Permission is granted to use figures, tables and short quotes from articles in this journal, provided that the source is acknowledged. Republication, reproduction, translation, and other uses of any extent of articles in this journal, that are not for personal use in research, study, or teaching, require permission from the MRI.

序

当研究部では、昭和63年度より特定研究「東アジア地域における酸性雨に関連する汚染質の輸送に関する研究」を5年計画で実施し、さらに平成5年度から3年計画でその第Ⅱ期の研究を行ってきた。本報告はⅠ期における研究成果をまとめたものである。

酸性雨が「国境を越えた大気汚染」として本格的に取り扱われたのはヨーロッパにおいて1970年代のことである。日本においては1968年に大気汚染防止法が制定され、SO₂などの排出は量的に厳しく規制されるようになり、わが国においては広域にわたる酸性雨の被害は顕在化しないものと考えられていた。ところが、1985年に関東地方でスギの衰退が発見され、酸性雨の問題が大きくクローズアップされるようになってきた。

一方、東アジア地域の諸国では近年の急激な人口増加、工業化の進展などにより、著しいエネルギーが消費されるようになり、種々の大気汚染物が大気中に放出されるようになってきた。特に硫酸化物の東アジアにおける排出量は1987年には約2千3百万トン/年と見積もられ、年々増加の傾向にある。その内の約85%が中国によって占められていることは注目に値する。

このようなことから、東アジア地域においても近い将来ヨーロッパや北アメリカのような酸性雨等の酸性降下物による被害に見舞われることが懸念されている。このために、当研究部で開発した「長距離輸送モデル」を利用して東アジア地域における酸性・酸化性物質の動態を把握し、影響の程度を予測する手法を開発するとともに、その制御方法の検討に資するために本研究が実施されたものである。

実測された湿性沈着量は比較的近傍の排出源からの寄与が大きく、冬季の北九州では乾性及び湿性沈着量とも韓国からの寄与が圧倒的に多いこと、また、夏季では中国の上海や南京等の寄与が顕著であることなどが結果として得られた。

モデルに取り入れた乾性及び湿性沈着過程は計算の制約上可能な限り簡素化し、in cloud scavenging の過程がモデルに含まれていないなどの不十分な点は今後の研究課程において徐々に改善されていくものと期待している。

本研究は気象庁数値予報課、気象研究所予報部、科学技術庁政策研究所を始め多くの人たちのご協力を頂いた。それらの方々から感謝する。

平成7年5月

応用気象研究部長 花房龍男

The Long-range Transport Model
of Sulfur Oxides and
Its Application to the East Asian Region*

by

Applied Meteorology Research Department
Meteorological Research Institute

硫黄酸化物の長距離輸送モデルと
東アジア地域への適用**

気象研究所応用気象研究部

*Junji Sato, Takehiko Satomura, Hidetaka Sasaki : Meteorological Research Institute,
and Yoshitaka Muraji : Energy Sharing Co., Ltd.

**佐藤純次, 里村雄彦, 佐々木秀孝 : 気象研究所応用気象研究部
村治能孝 : 株式会社エナジシェアリング

目 次

序

概要	1
Abstract	3
1. はじめに	5
1.1 バックグラウンド	7
1.2 研究の目的	8
2. 長距離輸送モデル	11
2.1 長距離輸送モデルの概要	13
2.2 気象予測モデル	15
2.2.1 力学的気象予測モデルの支配方程式系	15
2.2.2 モデル領域と格子構造	18
2.2.3 境界層の物理過程と降水過程	18
2.2.4 気象予測計算	22
2.3 降水の検証	22
2.3.1 降水量・降水域の領域別統計	23
2.3.2 降水のしきい値の設定	25
2.4 拡散モデル	28
2.4.1 ランダムウォークモデル	28
2.4.2 汚染質の変質	29
2.4.3 乾性沈着	30
2.4.4 湿性沈着	33
2.4.4.1 雲下における沈着過程	33
2.4.4.2 降水沈着のトレーサー実験	35
2.4.4.3 雲中における沈着過程	37
3. 長距離輸送モデルの検証	43
3.1 検証データ	45
3.1.1 排出源データ	45
3.1.2 沈着量データ	48
3.2 モデル検証の計算	49

4. 東アジア地域におけるシミュレーション	51
4.1 排出源と排出量	53
4.2 シミュレーションと結果	53
5. まとめ	63
6. おわりに	67
謝辞	69
Appendix I	71
Appendix II	73
Appendix III	79
参考文献	99