

国際協力事業団

マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国
環境省

マケドニア国 大気汚染モニタリング計画調査

最終報告書

要約

1999年8月

ICCA LIBRARY



J 1151146 [6]

株式会社 日本環境アセスメントセンター

954
61.9
SSS

| |
|--------|
| 社 二 |
| J A |
| 99-090 |

国際協力事業団

マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国
環境省

マケドニア国 大気汚染モニタリング計画調査

最終報告書

要約

1999年6月

株式会社 日本環境アセスメントセンター



本報告書におけるプロジェクトのコストは、1999年2月の価格で表示し、1
US\$=DEN 53.5 (=JPY 125) の通貨換算率を用いた。

序 文

日本国政府は、マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国政府の要請に基づき、同国の大気汚染モニタリング計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施致しました。

当事業団は、平成9年10月から平成11年3月までの間、4回にわたり株式会社日本環境アセスメントセンターの平谷達雄氏を団長とする調査団を現地に派遣し、平成11年4月から6月まで勝田基嗣氏を団長として報告書の取りまとめを行いました。

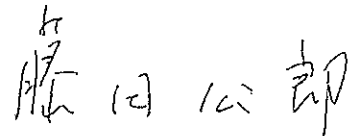
また、調査開始時から平成10年9月4日の間は環境庁大気保全局企画課の調査官大林重信氏を委員長とし、平成10年9月4日から調査終了時までの間は環境庁大気保全局企画課調査官の土谷武氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成11年6月



国際協力事業団
総裁 藤田 公郎



伝 達 状

1999年6月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎 殿

マケドニア国大気汚染モニタリング計画調査の最終報告書を提出いたします。

本報告書は、1997年10月1日、1998年3月2日、1999年1月4日および同年5月28日に国際協力事業団と株式会社日本環境アセスメントセンターとの間で締結された契約に従って作成されました。

本計画は、大気汚染モニタリング体制整備を国家環境行動計画の最優先課題の一つに位置づけているマケドニア国に対し、同国全土における大気汚染モニタリング体制整備に関する提言とモデル都市を対象とした大気汚染モニタリング体制整備計画を策定し、カウンターパートに技術移転を行うことにより、マケドニア国の実施する環境管理の技術援助を行うことを目的としたものであります。

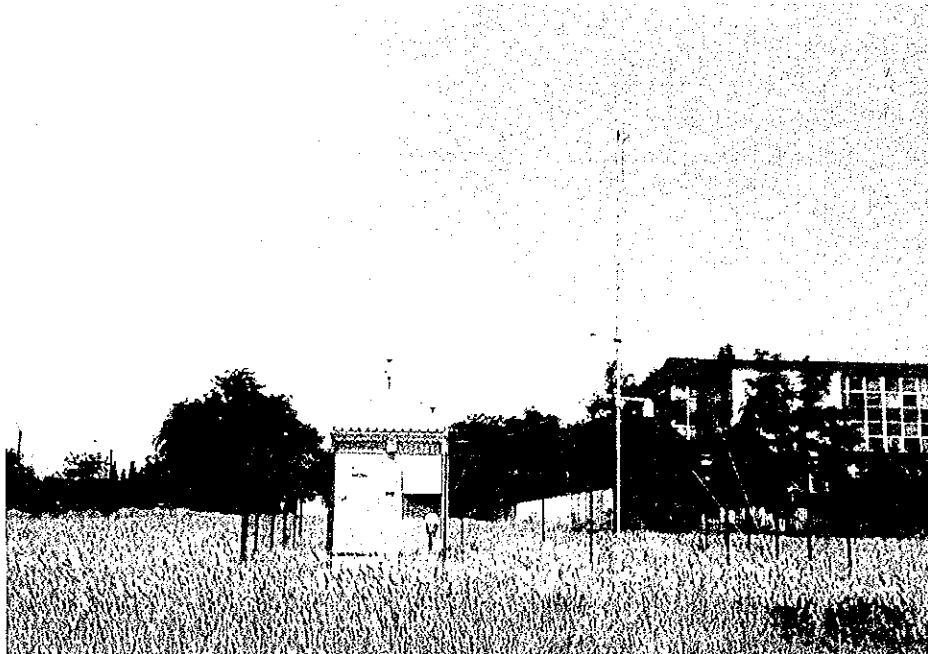
本報告書は、上記目的を達成すべく、環境およびモニタリング体制、組織制度、EU指令、社会経済・産業の諸側面の現状と将来動向を調査・分析・評価し、マケドニア国にとって最適な計画を策定、提言したものであります。調査で最も留意した点は、環境省が環境管理を行うに当たり、必要最小限度の予算で最大の効果が発揮できるように配慮し、モニタリング体制整備について計画を取りまとめたことであります。計画においては、既存の測定点も自動連続測定局を補完活用することを前提にし、本調査により4局を設置したモデル都市スコピエに2局の追加と他の7都市に8局を設置して、大気汚染モニタリングネットワークの構築を提言しております。

本報告書の提出にあたり、貴事業団を始め、外務省、環境庁等の諸賢には多大のご理解とご支援を賜り、厚くお礼申し上げます。また、現地調査期間にありましては、マケドニア国環境省、科学省、外務省等のマケドニア側関係機関、さらに在オーストリア日本大使館、JICAオーストリア事務所、在マケドニア日本インフォメーションセンターのご協力に心より感謝の意を表します。

マケドニア国大気汚染モニタリング計画調査
調査団長

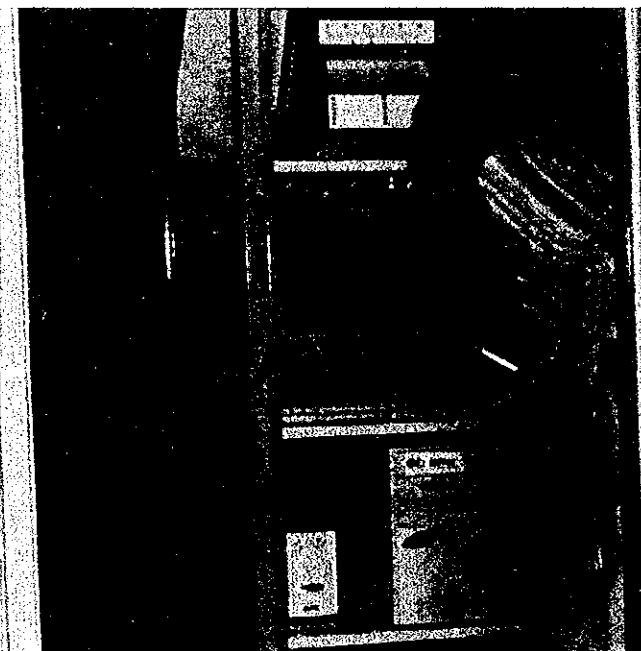
勝田 基嗣

勝田基嗣

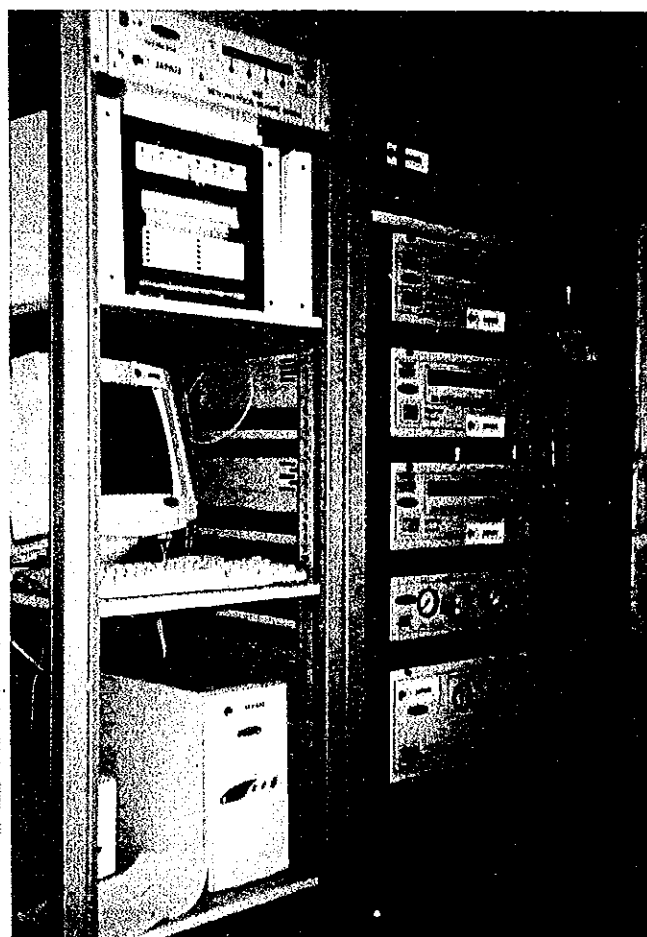


本調査により調達された大気モニタリングステーション
(ステーション 4: リシチェ)

測定局内部



データロガーとレコーダー

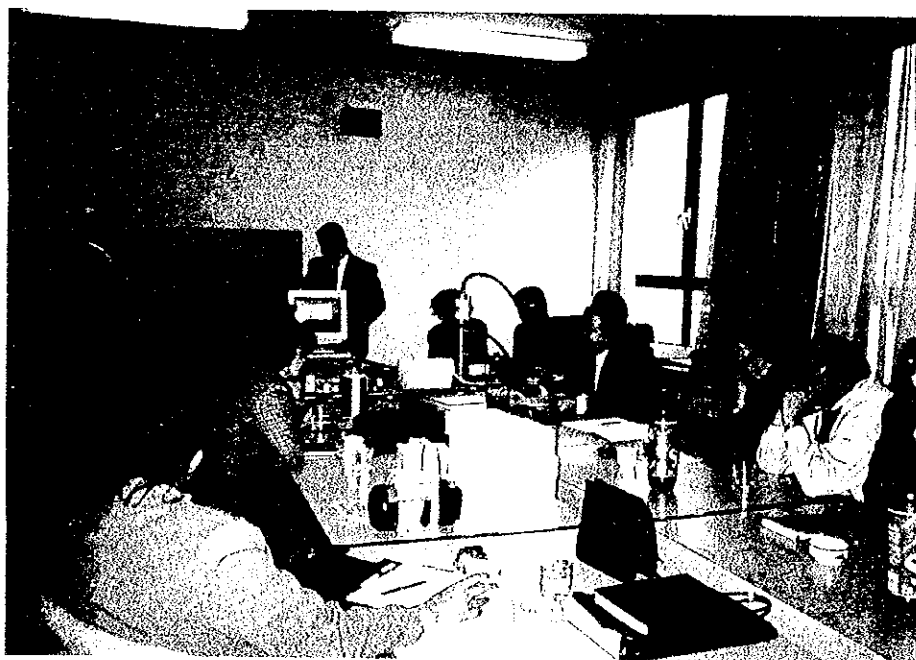


気象測定装置
SPM, SO₂, NO_x, CO 測定機
キャリブレーター

セントラルステーション
(環境省：インフォメーションセンター)

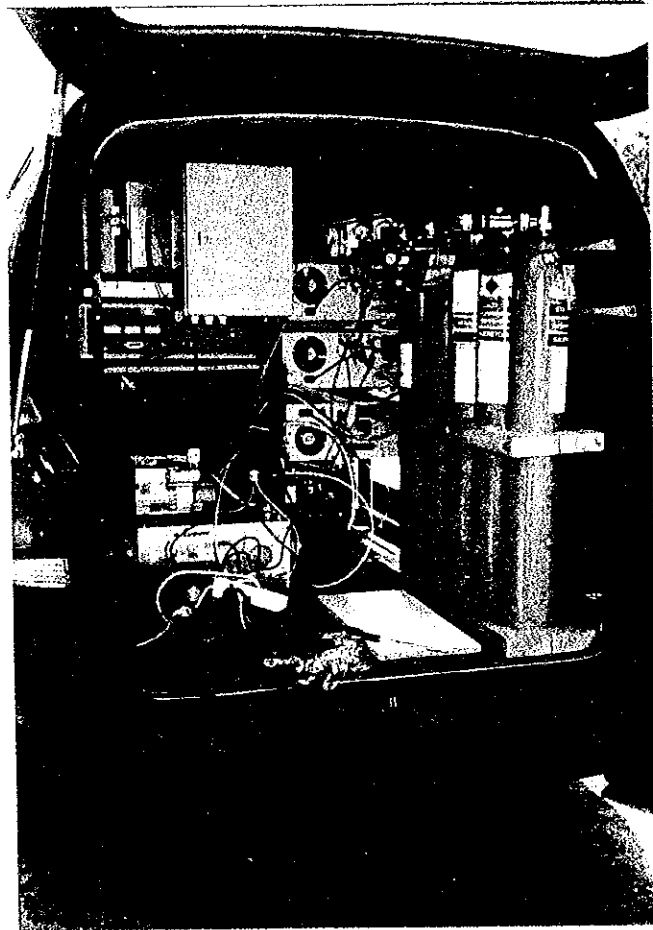


本調査により調達されたデータ収録・処理装置



煙道排ガス用ダストサンプラーの取扱いトレーニング

固定発生源測定車



測定機材



固定発生源の排ガス測定

I. 調査の概要

(1) 背景・経緯

マケドニアでは、首都スコピエ市をはじめ多くの都市が、山地に囲まれた盆地に立地しているため、盆地特有のスタグネーションと呼ばれる気象条件により、工場、自動車、各家庭からの排出ガスによる大気汚染が深刻な問題となっており、特にスコピエ市、ベレス市等の工業都市では、盆地霧の発生する冬期に重大な大気汚染を引き起こしている。

マケドニア国政府は、さまざまな大気汚染対策に取り組んでいるが、測定方法が自動化されていないために大気汚染濃度の悪化に即時に対応できない等多くの問題を抱えており、大気汚染の現況把握と適切な対応の他、対策の検討及び規制法整備・施行のためのモニタリング体制の整備、適切な環境管理が求められている。

このような状況を背景とし、「マケドニア国大気汚染モニタリング計画調査」がマケドニア国政府の要請により、国際協力事業団の調査団とマケドニア国環境省およびマケドニア側関係期間との共同作業により、1997年10月から開始された。

(2) 調査の目的

本調査の目的は、マケドニア国全土における大気汚染モニタリング体制整備に関する提言を行い、同国のモデル都市を対象に、大気汚染モニタリング体制整備計画の策定、併せて、当調査を通じマケドニア国側カウンターパートに対し技術移転を行い、マケドニア国の環境政策決定を支援することにある。

計画目標年

現段階：緊急を要するモニタリング

第1段階：5年以内

第2段階：10年以内

II. 調査結果

1. モデル都市の選定

(1) マケドニア国の大気汚染の現状

主要工業都市の気象は盆地又は谷の地形の影響を受け、大気が滞留しやすいことから、冬期には深刻な大気汚染を引き起こしている。

(2) モデル都市の選定と選定根拠

主要都市の大気汚染および発生源特性の現状分析を踏まえて、マケドニア側関係者と協議を重ね、首都スコピエ市をモデル都市として選定した。

スコピエ市は、マケドニア国の社会経済・産業の中心であり、地形および気象条件から冬期の暖房、自動車および工場排出ガスによる大気汚染が最も深刻である。

(3) スコピエ市の大気汚染の現状

冬期には汚染源として暖房汚染が加わり、スコピエ特有の気象および地形条件が原因で、SO₂、SPM、NO_x、CO等の大気汚染物質は環境基準をはるかに超えている。

(4) モニタリング体制の現状と課題

SO₂、ブラックスモーク、降下ばいじんおよび風向風速は、主要都市で測定されており、マケドニア国全土を概ねカバーしているが、少なくとも主要都市を対象として、環境濃度の悪化に即時に対応可能な自動連続測定 of 全国モニタリングネットワークの構築と常時監視が求められる。

2. モニタリング体制整備計画の提言

(1) 全国モニタリング体制の整備の目的

既存のモニタリング体制並びに大気汚染状況を踏まえた全国モニタリング体制整備の目的は、以下のとおりである。

- ・大気汚染のレベルを知り、環境基準が達成されているかどうかを判定すること
- ・緊急時の対策をすること
- ・EU指令の要件を満たすこと

(2) 組織制度計画

提案したモデル都市および全国におけるモニタリングシステムを管理するための組織制度計画は、以下のとおりである。この専門的組織として、MOEの環境コンサルティングセンターに大気汚染モニタリングセンター（APMC）を設立することが考えられる。

| 項 目 | 内 容 |
|------|--|
| 業務内容 | <ul style="list-style-type: none"> ・環境大気並びに発生源のモニタリング、データの収集・スクリーニング ・基準値の適否の判定 ・発生源並びに気象に関連するデータの収集 ・データバンクにおいてモニタリングデータの管理 ・モニタリング機材の維持管理 ・住民への情報の提供 ・警報の発令（24時間体制） |
| 組 織 | <ul style="list-style-type: none"> ・環境大気モニタリング部門 ・発生源モニタリング部門 ・データ管理部門 ・メンテナンス部門 |
| 要 員 | <ul style="list-style-type: none"> ・行政管理職2人 ・環境エンジニア6人（モニタリング・解析・データの維持管理） ・電子機器エンジニア2人（電算、通信） ・メンテナンスは外部委託 |
| 人材育成 | <ul style="list-style-type: none"> ・短期トレーニング：機材メーカ、新規採用の研究者・技術顧問によるトレーニング・講習 ・中長期トレーニング：環境モニタリング機関における3～6ヶ月のトレーニング、大学におけるエンジニアのトレーニング、海外の専門家の派遣受け入れ |

(3) 実施計画

現在、モデル都市で行われているモニタリングは緊急を要するものであり（現段階）、今後の実施スケジュールとしては、現段階を含め、5年以内の第1段階、10年以内の第2

段階の3つに分けられる。段階ごとの整備項目を以下に示す。

| 段階 | 項目 | 数量 |
|----|------------------|------|
| 1 | 環境大気のモニタリングシステム | 10 |
| 1 | 固定発生源のモニタリングシステム | 5 |
| 1 | 移動測定システム | 1 |
| 1 | 自動車排ガス検査システム | 1セット |
| 1 | APMCデータ収集・処理システム | 1セット |
| 1 | IEZ分析機器の改善(その1) | 1セット |
| 2 | IEZ分析機器の改善(その2) | 1セット |

注) IEZ:ゼレザラ研究所

(4) 概算事業費

1) 実施スケジュールごとの費用概算

モニタリング体制整備の実施スケジュールごとの費用概算を以下に示す。

単位: US\$

| 項目 | 第一段階 | | 第二段階 | | | | |
|----------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| | 1 | 2~5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 初期投資費用及び更新費用 | | | | | | | |
| 環境大気モニタリング | 2,109,100 | - | - | 450,900 | 450,900 | 601,200 | 601,200 |
| 固定発生源モニタリング | 561,300 | - | - | - | - | - | - |
| 移動測定システム | 278,730 | - | - | - | - | 227,000 | 227,000 |
| 自動車排ガス検査システム | 87,640 | - | - | - | - | 65,000 | - |
| APMCデータ収集処理システム | 150,500 | - | - | - | 150,000 | - | - |
| 小計 | 3,187,270 | | | 450,900 | 600,900 | 893,200 | 828,200 |
| 年間維持管理費用 | | | | | | | |
| 消耗品・スペアパーツ | 143,370 | 143,370 | 143,370 | 143,370 | 143,370 | 143,370 | 143,370 |
| 技術人件費・車両費 (委託の場合) | 96,000 | 96,000 | 96,000 | 96,000 | 96,000 | 96,000 | 96,000 |
| 小計 | 239,370 | 239,370 | 239,370 | 239,370 | 239,370 | 239,370 | 239,370 |
| その他の投資費用 | | | | | | | |
| IEZ分析機器の改善費用 | 536,940 | - | 253,660 | - | - | - | - |
| 合計 | 3,963,580 | 239,370 | 493,030 | 690,270 | 840,270 | 1,132,570 | 1,067,570 |

2) 年間維持管理費用の概算

全国におけるモニタリングシステムの維持管理を現地代理店に委託した場合の維持管理費用は、年間 US\$ 239,370 である。

3) モニタリング資機材維持管理費用の財源

モニタリング局の維持管理費用は、将来的には環境・自然保護促進基金の4%程度にし
か過ぎず、財源は十分と見られる。

(5) 評価

モニタリング体制の整備に伴い、大気汚染濃度を迅速に把握することが可能となり、行
政面においては、環境管理業務の効率化並びに環境改善に向けた環境政策決定を支援する
ことが可能となる。さらに、地域住民に対する啓発プログラムに従って汚染濃度を迅速に
公表することにより、住民の環境問題に対する関心の高揚をはかり、その結果として環境
改善の効果が得られることになる。

従って、効果を確認しながら、段階的にこの計画を実施することが望まれる。

マケドニア国大気汚染モニタリング計画調査

最終報告書

要約

目次

| | |
|--------------------------------|----|
| I. 調査の概要 | 1 |
| 1. 背景と経緯 | 1 |
| 2. 調査の目的 | 1 |
| II. 調査結果 | 3 |
| 1. モデル都市の選定 | 3 |
| 1.1 マケドニア国の大気汚染等の現状とモデル都市の選定根拠 | 3 |
| 1.2 スコピエ市の大気汚染の現状 | 11 |
| 1.3 モニタリング体制の現状 | 21 |
| 1.4 将来予測 | 23 |
| 2. モニタリング体制整備計画の提言 | 29 |
| 2.1 全国モニタリング体制の整備 | 29 |
| 2.2 組織制度計画 | 29 |
| 2.3 維持管理計画 | 30 |
| 2.4 人材育成計画 | 31 |
| 2.5 実施計画 | 32 |
| 2.6 概算事業費 | 35 |
| 2.7 評価 | 37 |
| III. 技術移転 | 38 |
| 1. 本調査をとおしての技術移転 | 38 |
| 2. 技術移転セミナー | 38 |
| IV. 提言 | 40 |

I. 調査の概要

1. 背景と経緯

マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国（以下、「マケドニア国」という）は、1991年9月に旧ユーゴスラヴィアから独立した内陸国で、面積約25,700 km²、人口は約200万人である。

首都スコピエ市をはじめ多くの都市が、山地に囲まれた盆地に立地しているため、盆地特有のスタグネーションと呼ばれる気象条件により、工場、自動車、各家庭からの排出ガスによる大気汚染が深刻な問題となっており、特にスコピエ市、ベレス市等の工業都市では、盆地霧の発生する冬期に重大な大気汚染を引き起こしている。

マケドニア国政府は、さまざまな大気汚染対策に取り組んでいるが、測定方法が自動化されていないため、大気汚染濃度の悪化に即時に対応できない等多くの問題を抱えており、大気汚染の現況把握と適切な対応の他、対策の検討および規制法整備・施行のためのモニタリング体制整備、EU参入を目指した適切な環境管理が求められている。

かかる状況のもと、世界銀行の協力を受け、「国家環境行動計画(National Environmental Action Plan :NEAP)」を作成し、大気汚染モニタリング体制の整備を最優先課題の一つに位置付けている。

このような状況を背景とし、「マケドニア国大気汚染モニタリング計画調査」（以下「本調査」という）が、マケドニア国政府の要請により、国際協力事業団(JICA)の調査団とマケドニア国環境省(Ministry of Environment:MOE)および関係機関との共同作業により1997年10月から開始された。

本調査期間中、MOEは都市計画・建設・環境省(Ministry of Urban Planning, Construction and Environment:MUPCE)の環境部門から分離独立し、新しく環境省として発足した。このことは、環境問題に積極的に取り組もうとしているマケドニア国の意思表示と受け止められる。

2. 調査の目的

本調査の目的は、マケドニア国全土における大気汚染モニタリング体制整備に関する提言を行い、同国のモデル都市を対象に大気汚染モニタリング体制整備計画を策定し、併せて、当調査を通じ調査の実施期間中マケドニア国側カウンターパートに対し技術移転を行い、マケドニア国の環境政策決定を支援することにある。

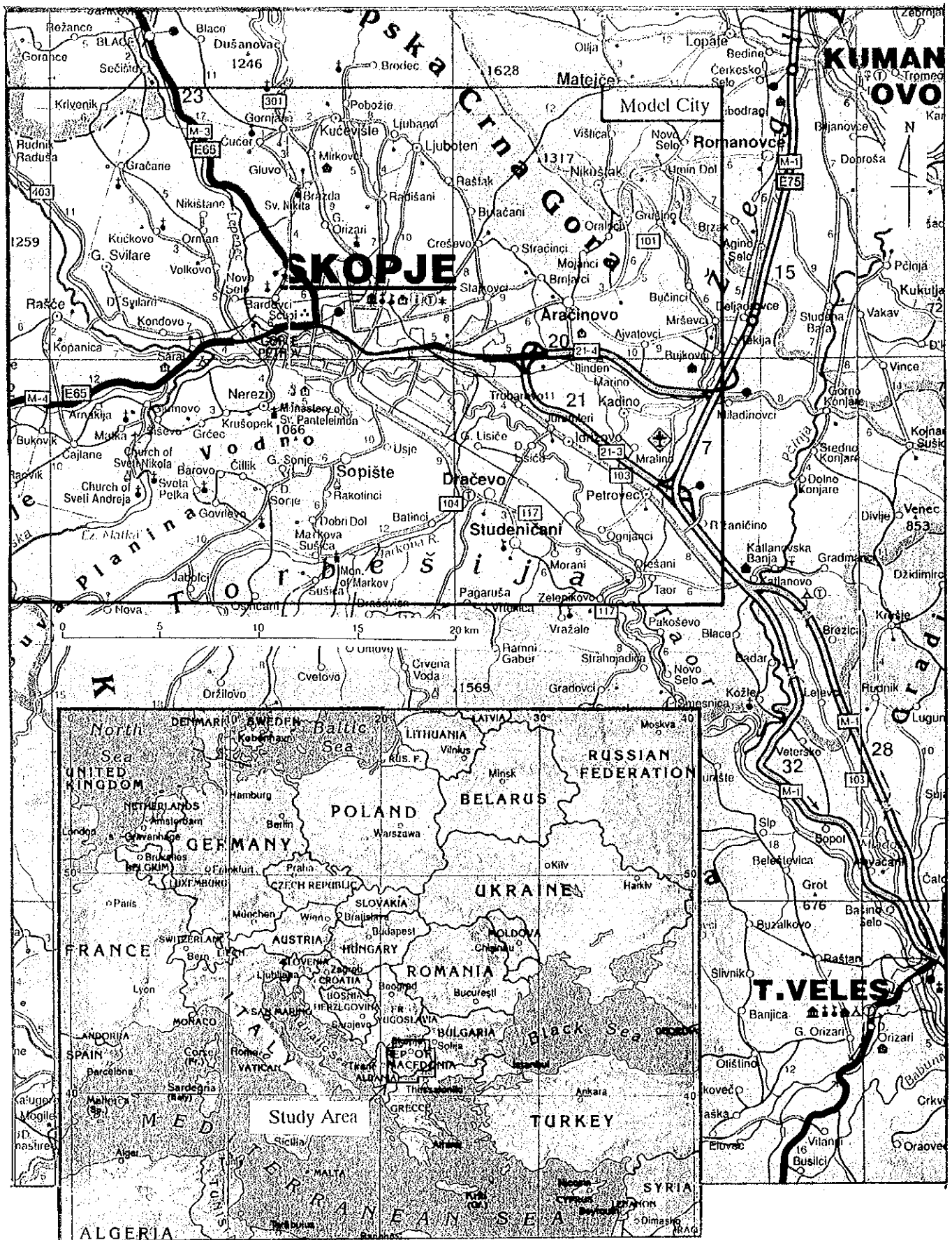


図 1.1 調査地域とモデル都市位置図

II. 調査結果

1. モデル都市の選定

1.1 マケドニア国の大気汚染等の現状とモデル都市の選定根拠

(1) 大気質に関する欧州連合指令とプログラム

欧州連合（EU）は、EU指令や決議に従ったモニタリングや報告の実施を加盟国に要求している。これらのEU指令や決議は、加盟国並びに連携国の環境政策の主要な手段と見なされている。

マケドニア国政府は、2020年までにEU加盟国となることを目指しており、従ってモニタリング並びに報告に関するEUの要求事項を満たす必要がある。

大気質に関するEU指令および決議に規定された主な指令並びにプログラムは、以下のとおりである。

a) 大気質モニタリング

- ・ 特定物質に関する指令（CSD）：SO₂、SPM、Pb、NO₂ 並びにO₃（1980-1995）
- ・ 情報交換に関する指令（Eo1）：1976、1982、1995
- ・ 環境大気質の評価および管理に関するEU指令案（フレームワーク指令 FWD 1995）

b) 環境大気質基準（ガイドライン）

- ・ SO₂（EC指令 80/779/EEC）
- ・ NO_x（85/203/EEC）
- ・ Lead in the air（82/884/EEC）
- ・ Ozone Thresholds（92/72/EEC）

c) 大気排出基準

大規模燃焼施設からの汚染物質の排出規制（88/609/EEC）

d) 工業施設からの大気汚染

工業施設からの大気汚染の規制（84/360/EEC）

e) 大気発生源インベントリー・システム

CORINAIR プログラム

(2) マケドニアの組織・制度の現状

1) 環境省の組織

環境保護を担当する政府機関は、都市計画建設環境省(MUPCE)であったが、1998年12月末に分離独立し、環境省(MOE)となった。環境政策に重点をおくマケドニア国政府の強い意思表示と受け止められる。MOEは、人材の確保だけでなく、財源の確保についても真剣に検討中で、組織的な環境行政を目指して関連する組織の創設が計画されている。

2) 法律、規制並びに規則

a) 大気質の環境基準とモニタリング方法

大気汚染に対する現行法下では、13項目について環境基準が定められているが、SO₂とブラックスモークの2項目だけが連続的にモニタリング〈日平均値〉されている。

b) 大気排出規制対策

以下は、期限付で政策的に決定された特定の排出規制対策である。

- ・大気質に関する新法(1974年大気質法の置き換え)：1999年まで
- ・環境政策のため、実施可能な財政制度を創設するための環境法(1996年制定)の改正：1999年まで
- ・排出企業の登録の更新と完了：1999年まで
- ・環境保護のために地方自治体を連座させるような地域環境行動計画の策定：1999年まで
- ・大気汚染管理政策に汚染者負担のような市場ベース手段の導入：2002年まで
- ・火力発電所、暖房施設への天然ガスの導入：2002年まで
- ・有鉛ガソリン使用の段階的削減：2007年まで

c) 大気保全に係る事業体組織の状況

企業が経営方針の中に環境保全についての項目を制定するなどの積極的な環境対策は行われていない。

d) 大気汚染警報システム

工業都市であるスコピエ、ベレス市等では、大気汚染の著しい時に市当局による警報、規制の手順が定められている。スコピエ市では、1990年に市議会がこれを制定した。

3) 施策整備に関する現況と問題点

a) 環境基準の基本となる大気汚染濃度を決定するための測定法の見直し

従来から測定されていたSO₂については、SO₂の標準ガスを用いたクロスチェックの結果、従来の方法では濃度が約20%程度低く測定されることがわかった。これを踏まえ、今後は常に標準ガスを用いてダイナミックキャリブレーションを行う連続測定法を採用していくことが望まれる。

なお、汚染状況が悪化した場合に迅速に対応できるように、測定方法を変更し、EU指令やWHOの基準を参考にしながら、マケドニア国にふさわしい環境基準を策定していくことが望まれる。

b) モニタリングの運営管理体制

スコピエ市議会は、大気汚染防止法に基づいて警報発令基準を1990年10月に制定した。気象条件については、以下の条件が満たされた場合と定められている。

- ・逆転層が形成されること
- ・2m/s以下の平均風速が24時間以上継続すること
- ・上記の気象条件が今後24時間以上継続すると予測される場合

これらの情報を収集し、的確に判断することのできるモニタリング体制を構築し、運営することが必要である。

c) 環境アセスメント制度の運用改善

環境アセスメント（EIA）は現在法制化されているが、既存資料並びに実測値の評価に基づく初期環境調査（IEE）、それを基礎としたEIAが完全に行われていない。形式的な書類上の審査だけでなく、住民参加・住民合意を含めたEIAの手法を確立することが望ましい。

- ・環境影響評価手法を必要とするプロジェクトのタイプの選定
- ・環境容量に影響を及ぼす開発行為の環境影響評価手法の開発

d) 大気汚染対策設備の整備と税制優遇制度

セメントプラントおよび熱供給プラントでは、対策設備として集じん装置が設置されているものの、ばいじん濃度は高い。汚染対策設備の性能改善若しくは効率の良い新規のものについて検討が望まれる。同時に、これら設備の導入に際しては、法人税の減免等税制優遇制度の整備も検討することが望ましい。

一方、中小規模発生源は、現状ではほとんど設備対策は行われていない。これらの企業が大気汚染対策設備を整備する場合は、長期低金利融資、並びに補助金による利子補給により支援し、実施の促進を図ることが望ましい。

e) 市民への広報活動

環境保全の重要性を市民に知らせ自覚させることは、環境問題の改善のために極めて重要である。市民への広報活動はそのための手段であり、多くの場合、ラジオ、テレビ、新聞などのマス・メディアが非常に効果的である。

MOEでは、既に必要に応じてマス・メディアに大気汚染状況を公表しているが、なお一層の推進が望まれる。最近話題のインターネットのホームページ開設なども考えられる。

市民に環境問題の重要性を正しく認識してもらうために、広報活動について積極的に取り組むことが望ましい。

(3) 人口と地域構造

最新のデータによると、1997年の全国の人口は1,998,000人であった。

図-2 に1961～1994年の人口増加の推移を示した。

1994年には人口3万人以上の都市は9市あり、規模の順にスコピエ、ピトラ、クマノボ、プリレップ、テトボ、チトフ・ベレス、シティブ、オフリッド並びにシュトゥルミツァであった。9都市とも都市化が進んでいるが、特にスコピエは人口増加並びに都市化が早い。

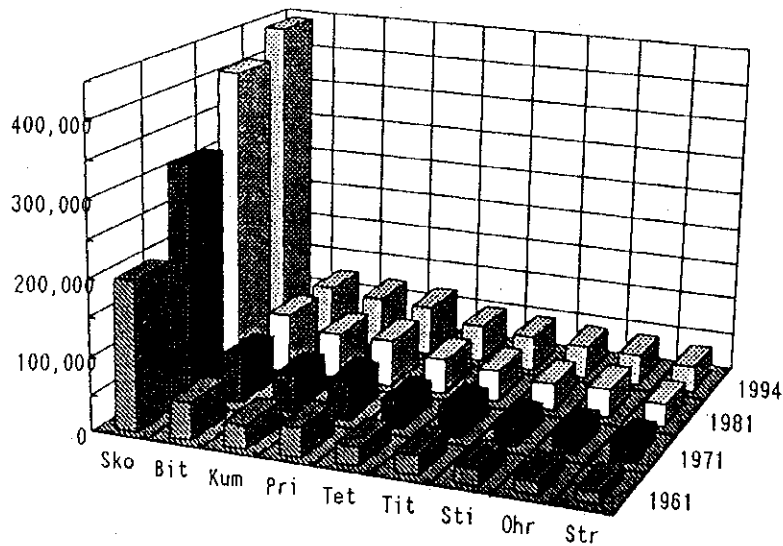


図-2 人口3万人以上の都市の人口増加(1961-1994年)

(4) マケドニア国の大気汚染状況

1) 主要工業都市の気象特性

主要工業都市の気象は盆地又は谷の地形の影響を受けており、大気が滞留しやすいことから、冬期に深刻な大気汚染を引き起こしている。

また、風が谷に沿って流れ、風速は全体に弱風である。気温の逆転^注は、冬期に頻繁に発生するが、気象条件によっては、夏期でも発生することがある。

主要工業都市の気象特性を表-1に示す。

注) 通常、気温は地表面よりも上空ほど低下する。逆に、上空の気温の方が高い場合には、気温は逆転しているといい、その範囲(逆転層)内では大気は安定し、上下方向の拡散が阻害される。

表-1 主要工業都市の気象特性

| | | Skopje | Veles | | Bitola | | Tetovo | |
|-----------------|------------|---|---|------|--|------|--|-----|
| 気 温 (°C) | 年平均 | 12.5 | 13.4 | | 11.3 | | 11.0 | |
| | 冬の平均 | 0 以下 | 3.2 | | 5.7 * | | 0.9 | |
| | 最高 | 41.5 | - | | 17.0 ** | | - | |
| | 最低 | -25.6 (1月) | - | | -29.4 (1月) | | - | |
| 冬期の気温の逆転特性 | | 山地と低地で10°Cの逆転が生じることがある。 | 他の3地点に比べて、逆転の発生頻度は低い。 | | 逆転現象が、頻繁に発生する。 | | 逆転は、晩秋から早春にかけて頻繁に発生、夏期にも発生する。 | |
| 風 向 | 最多風向 | W | N | NW | N | S | N | NE |
| | 頻 度 (%) | 12.4 | 16.8 | 15.2 | 18.9 | 13.4 | 22.0 | 9.0 |
| 平均風速 (m/s) | | 2.5 | 2.7 | 2.0 | 2.2 | 3.7 | 1.5 | 2.2 |
| 霧の発生 (日/年) | | 63 | 13 | | 21 | | 34 | |
| 日照時間 (hrs/年) | | 2102 | 2148 | | 2344 | | 1876 | |
| 年平均降水量(mm) | | 365 | 469 | | 599 | | 784 | |
| 気 象 特 性 | | 平均高度260mの盆地で、谷の地形による気候特性がある。冬期の高気圧下において、強い気温の逆転層を生じる。 | 冬の間、冷たい大陸性気団によって低い気温となる。風向は、地形の影響を大きく受けている。 | | 平均標高が660mで、地中海性気候の影響を受けている。気温は、大陸性気候の特徴を示し、極端な気温変化がある。 | | 標高462mに位置し、北から北西にかけて高い山脈のため、アドリア海の気候の影響は少ない。 | |

備考) 各データの評価期間は、必ずしも一致しない。

出典: NEAP

* 最低気温の年平均値 ** 最高気温の年平均値

2) 主要都市の大気質特性

主要都市の大気質特性を表-2 に示す。

表-2 主要都市の大気質特性

| 都 市 (汚染レベル) | 項 目 | 単 位 | 年平均値 | 日平均値 の最高値 | MPCの 超過 | 大 気 質 特 性 |
|----------------|-------------------|----------------------|------|--------------|------------|--|
| スコピエ (XXX) | SO ₂ | μg/m ³ | 23 | 414 | 14日 | ・年平均値の経年変化がみられる。 ・Ox及び降下ばいじん以外の汚染物質は冬季に著しく高濃度となる。特に、スグネーション時のSO ₂ 、ブラスモークの大気汚染は重大である。 ・MPC超過日数は、SO ₂ よりもブラスモークの方が著しく多い。 ・降下ばいじんは、ほとんどの地点で基準値を超えている。 |
| | ブラスモーク | μg/m ³ | 38 | 362 | 92日 | |
| | 降下ばいじん | mg/m ² /月 | 192 | 786 | 11ヶ月 | |
| | NO ₂ | μg/m ³ | 9 | 123 | 1日 | |
| | CO | mg/m ³ | 10 | 37 | 125日 | |
| | Ox | μg/m ³ | 166 | 433 | 多日数 | |
| Pb (14データ) | μg/m ³ | 0.9 | 2.0 | 7データ | | |
| ベレス (XXX) | SO ₂ | μg/m ³ | 54 | 405 | 47日 | ・SO ₂ の平均値はスコピエの2倍であり、濃度の季節変化が見られない。 ・ブラスモークは、他地点に比べ特段高濃度ではない。 ・大気、土壌中等の重金属汚染が顕在化しており、汚染地域ではバックグラウンド地点の10から数10倍の濃度である。 |
| | ブラスモーク | μg/m ³ | 14 | 179 | 14日 | |
| | 降下ばいじん | mg/m ² /月 | 166 | 641 | 2ヶ月 | |
| | Pb | μg/m ³ | 0.77 | | 多ケース | |
| ピトラ (XXX) | SO ₂ | μg/m ³ | 8 | 33 | 0日 | ・MPCの超過は、ブラスモークのみみられる。SO ₂ は近年MPCをほとんど超えていないが、データは必ずしもピトラ市を代表していない。 ・発電所の至近距離にあるBiljanik村等は、石炭及び石炭灰ダストの人体影響が懸念されている。 |
| | ブラスモーク | μg/m ³ | 14 | 124 | 18日 | |
| | 降下ばいじん | mg/m ² /月 | 80 | 348 | 1ヶ月 | |
| テトボ (XX) | SO ₂ | μg/m ³ | 3 | 18 | 0日 | ・MPCの超過は、ブラスモークで何度もみられるが、SO ₂ は近年MPCをほとんど超えていない。 |
| | ブラスモーク | μg/m ³ | 23 | 192 | 29日 | |
| クマノボ (XX) | SO ₂ | μg/m ³ | 7 | 66 | 0日 | ・降下ばいじんは、市内4ヶ所中1ヶ所でMPCを1度超えたのみである。 |
| | ブラスモーク | μg/m ³ | 14 | 103 | 10日 | |
| | 降下ばいじん | mg/m ² /月 | 103 | 301 | 1ヶ月 | |
| シティブ (X) | SO ₂ | μg/m ³ | 8 | 55 | 0日 | ・降下ばいじんは、年平均値でMPCを超えており、極端な高濃度である。一方、SO ₂ 、ブラスモークの濃度レベルは低い。 |
| | ブラスモーク | μg/m ³ | 13 | 103 | 6日 | |
| | 降下ばいじん | mg/m ² /月 | 410 | 1176 | 9ヶ月 | |
| プリレップ (XX) | SO ₂ | μg/m ³ | 9 | 59 | 0日 | ・降下ばいじんは、シティブと同様に極端に高濃度であり、ブラスモークのMPC超過は何度も見られる。 |
| | ブラスモーク | μg/m ³ | 17 | 153 | 24日 | |
| | 降下ばいじん | mg/m ² /月 | 424 | 777 | 8ヶ月 | |

備考： * SO₂、ブラスモーク、NO₂、Oxデータは、NEAPに示されているデータ（1994年）、その他はIHPのデータ（主に1996年）によった。

* 汚染レベル（NEAPによる）

XXX：環境に重大な影響を与えている（critical）

XX：環境に影響を与えている（significant）

X：良好な環境とは言えない（unsatisfactory）

* MPC：環境基準

SO₂：150 μg/m³、ブラスモーク：50 μg/m³、降下ばいじん：300 mg/m²/月、NO₂：85 μg/m³
CO：1 mg/m³、Ox：125 μg/m³、Pb：0.7 μg/m³

(5) 主要都市の発生源施設の概要

1) スコピエ市

社会、経済、産業の中心であり、多くの種類の工場が集中している。

煙道排ガスの集じん装置を取付けている工場には、熱供給プラント、製鉄及びセメント工場などがあるが、ほとんどの発生源施設では集じん装置を付けていない。本格的な有害ガス除去装置は、製鉄工場の一部施設に設置されている他は全く設置されていない。

スコピエ市における各発生源施設で使用している燃料は、S分2%前後の重油が主体であり、石炭及びガスの使用は極少量である。

個別の家庭暖房では、薪、電気ヒーターが多く使用されており、石炭を使用している家庭は全体の10%に満たない。ガスに至っては、全く使用されていない。

工場の発生源施設の稼働率は、30~40%以下である。これらは、大気汚染の主要因である。

2) ベレス市

固定発生源としては、市の中心から北西約1kmの同じ盆地内にあるMHK [Zletovo] 金属精錬所がある。亜鉛、鉛の精錬を行っており、副産物としてカドミウム、クロム、硫酸を生産している。工場は、現在フル稼働時の30~40%減となっている。

燃料はコークス(55,000~65,000t/年)である。排ガス対策として、電気集じん器、バグフィルター、サイクロン、湿式排煙脱硫装置等を設置しているが、除去効率が悪く、この精錬所の影響による土壌汚染、農作物汚染、家畜に対する被害が重大な問題となっている。

3) ビトラ市

固定発生源としては、市の北東12kmにマケドニア国最大のBitola MPGC 炭鉱・火力発電所(225MW×3基、煙突250m×2本)がある。夏期は、電力のほとんどを水力でまかなっているためにミニマムロードとなる。現在のところ、脱硫及び脱硝装置が設置されていないため、広域に影響を与えているが、煙突が高いこともあり、煙による汚染は騒がれているほど大きくはない。しかし、貯炭場から至近距離にあるBiljanik村等では、石炭ダスト及び石炭灰貯蔵場からの灰の飛散による呼吸器疾患の罹病割合が高くなっているなど健康被害が大きく、深刻な状況にある。

4) テトボ市

固定発生源としては、市のはずれに繊維工場、溪谷の北側10km以上離れたJegunovce村にはクロムを排出する金属化学工場[Jugohrom]がある。

排気ガスは、何の前処理もなく煙突から排出されており、金属化学工場の近隣では重金

属を含んだ粒子が沈降し、NO₂、SO₂等のガス状物質は、テトボ市全域のみならず、気象条件によってはスコピエ市北西部の渓谷にまで影響を与えている。

(6) 交通条件と有害物質の排出

スコピエ市内の交通手段は車のみであり、公共の輸送は老朽化したバスが使用されている。乗用車も大部分が老朽化しており、NO_x、CO、VOC、SPMによる大気汚染を一層重大なものとしている。また、現在有鉛ガソリンの使用が問題となっている。

全国の車両の約40%が、スコピエ市に集中している。

(7) 大気汚染が環境に及ぼす影響

1) 大気汚染が健康に与える影響

a) スコピエ市

肺疾患の罹病率は、マケドニア国の総罹病率構成の中でも首位を占めており、特に子供の人口層で高く、慢性の閉塞性肺疾患はこの年齢層の死亡原因のトップである。

b) ベレス市

市街地に隣接してPb、Zn、Cdの精錬所があり、最も危険な地域の1つである。1986年に精錬所の労働者を対象に臨床検査を行った結果、労働者の20~40%に腎臓の変化、尿の変化、加えて高血圧症がみられた。また、居住者の呼吸器疾患罹病率は、精錬所の稼働前に比べて稼働開始後著しく増加した。

2) 大気汚染が自然環境に与える影響

ベレス市の土壌汚染は、精錬所から700mの地点でも、Pbの植物毒性限界値(100mg/kg)、Cdの植物毒性限界値(3mg/kg)を1.5~3.6倍超えている。また、Znも、植物毒性限界値を超えている。

(8) モデル都市の選定と選定根拠

主要都市の大気汚染及び発生源特性の現状分析を踏まえて、マケドニア側関係者と協議を重ね、首都スコピエ市をモデル都市として選定した。

- ① スコピエ市は、マケドニア国の社会経済・産業の中心であり、地形及び気象条件から冬期の暖房、自動車及び工場排出ガスによる大気汚染が最も深刻である。
- ② ベレス市には、金属精錬工場の所有する自動連続測定局が2ヶ所設置されているが、スコピエ市では英国式サンプラーによる測定のため、緊急時の対応ができないている。
- ③ ベレス、テトボ、ピトラ市等では、汚染源である工場の対策で大きな効果が見込まれるが、スコピエ市では総合的対策が必要である。対策を検討するためにも、早急なモ

モニタリング体制の整備が必要である。

スコピエ市同様、大気汚染の深刻なベレス市をモデル都市に含めるかどうかの議論もなされたが、スコピエ市から約 40km 離れていることおよび汚染物質の発生源条件に差異のあることから、全国大気汚染モニタリング体制整備に係る提言で対応することとした。

1.2 スコピエ市の大気汚染の現状

(1) 大気汚染モニタリング機材の設置

自動連続大気質モニタリング (Air Quality Monitoring: AQM) 局を 4 局設置した。

既存資料および測定データの解析結果並びに現地踏査結果等を踏まえ、マケドニア側保有機材の質および量の現状について診断を行い、AQM 局の位置および本調査の実施に必要な機材を導入した。

モデル都市に設置した測定局の測定項目を表-3 に示す。

表-3 新設自動連続大気汚染モニタリング局とモニタリング項目

| 項目 | モニタリング局名・地点 | モニタリング項目等 |
|-----------------|------------------|--|
| 連続大気質 モニタリング | 地点 1 (Gazi Baba) | SO ₂ 、NO、NO ₂ 、NO _x 、CO、SPM、 風向・風速、気温、湿度 |
| | 地点 2 (Center) | SO ₂ 、NO、NO ₂ 、NO _x 、CO、SPM、 風向・風速、気温、湿度 |
| | 地点 3 (Karpos) | SO ₂ 、NO、NO ₂ 、NO _x 、CO、SPM、O ₃ 風向・風速、気温、湿度 |
| | 地点 4 (Lisice) | SO ₂ 、NO、NO ₂ 、NO _x 、CO、SPM、O ₃ 風向・風速、気温、湿度、日射量 |
| | 中央局 (環境省) | データ収集および処理 |
| | 街頭表示 (商店街) | 市民への情報提供システム |
| 連続排ガス モニタリング | ゼレザラ研究所 | SO ₂ 、NO、NO ₂ 、NO _x 、CO、O ₂ 、ばいじん、 排ガス温度、流速等 |
| 分析室 | 水文気象研究所 | 原子吸光光度計、大気中有機化合物採取器等 |

注)

- ・ AQM 局のすべてのデータは、無線テレメータシステムにより中央局に送られて処理され、主な測定結果は、中央局から情報提供システムにより街頭表示される。

(2) 大気汚染モニタリング調査の概要

この調査で新設された大気質モニタリング局と既存モニタリング地点の位置を図-3に示す。

本調査では、大気汚染モニタリングの他、次の関連調査も行った。

- a) 上層気象観測
- b) 大気質広域濃度分布調査
- c) 浮遊粒子状物質 (SPM) およびその成分分析
- d) 沿道大気質測定

(3) 自動連続モニタリングの結果

1) 気象条件

一年間を通して西および東の風向が卓越しており、風速は弱い。

気温は、8月の平均気温は約30°Cで、1時間値の最高気温は40°C前後に達した。一方、12月下旬には終日-10°C前後の気温が継続した。

冬期における上層気象については、気温の逆転層の形成頻度が非常に高く、かつ強烈である(4°C/100m)。この現象が数日間継続することもある。

2) 環境大気質

環境基準とモニタリング結果の概要を表-4に示す。

SO₂:

非暖房期(4月~9月)には、いずれのモニタリング局でも環境基準を超えていないが、冬期には、汚染源として暖房汚染が加わり、スコピエ特有の気象および地形条件が原因で、環境基準をはるかに超え、深刻な大気汚染を引き起こしている。

NO₂、SPM、CO:

冬季はSO₂と同様に極端な高濃度を示しており、夏季であっても基準値を超えるケースが見られる。

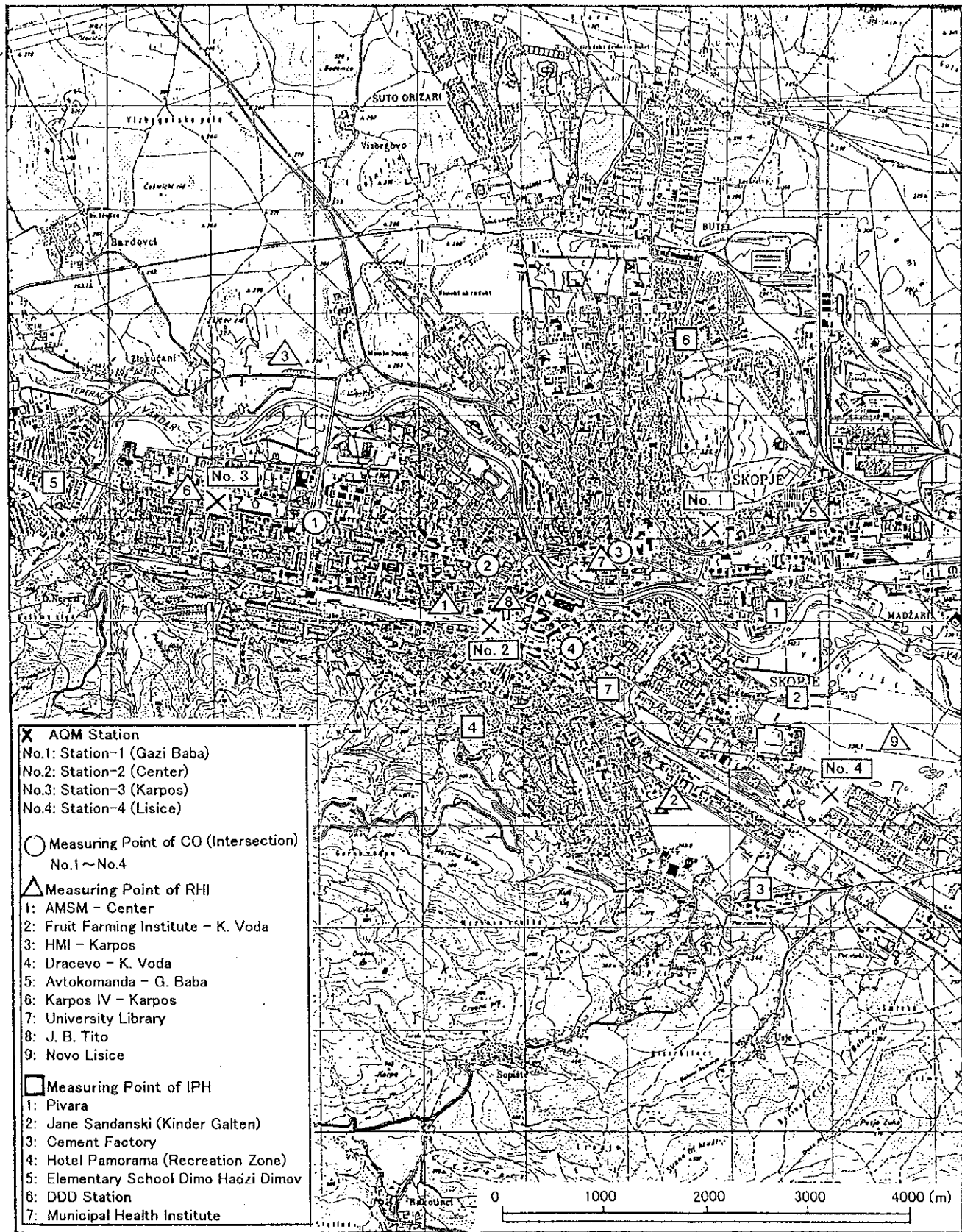
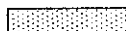



図-3 新設の自動連続モニタリング局と既存モニタリング地点の位置図

表-4 環境基準とモニタリング結果の概要

| 汚染物質 | 評価区分 | 非暖房期 | | | | 暖房期 | | | | 環境基準 日平均値/ 1時間平均値 |
|-------------------------------------|------------------|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|--------------------------------------|
| | | Gazi Baba | Center | Karpos | Lisice | Gazi Baba | Center | Karpos | Lisice | |
| SO ₂ (ppb) | 月平均値の最高値 | 13 | 10 | 11 | 9 | 46 | 42 | 66 | 36 | 56 188 |
| | 日平均値の最高値 | 26 | 19 | 32 | 16 | 161 | 112 | 304 | 100 | |
| | 1時間値の98%値(月)の最高値 | 35 | 22 | 35 | 34 | 165 | 131 | 309 | 115 | |
| | 1時間値の最高値 | 82 | 38 | 46 | 44 | 233 | 204 | 387 | 137 | |
| NO ₂ (ppb) | 月平均値の最高値 | 11 | 19 | 16 | 14 | 33 | 33 | 27 | 29 | 44 44 |
| | 日平均値の最高値 | 17 | 30 | 25 | 32 | 80 | 84 | 78 | 72 | |
| | 1時間値の98%値(月)の最高値 | 30 | 46 | 39 | 45 | 92 | 102 | 97 | 88 | |
| | 1時間値の最高値 | 43 | 63 | 58 | 53 | 122 | 180 | 127 | 109 | |
| NO _x (ppb) | 月平均値の最高値 | 16 | 46 | 29 | 48 | 76 | 132 | 64 | 135 | — — |
| | 日平均値の最高値 | 31 | 78 | 53 | 93 | 145 | 245 | 171 | 277 | |
| | 1時間値の98%値(月)の最高値 | 58 | 164 | 115 | 198 | 222 | 438 | 222 | 588 | |
| | 1時間値の最高値 | 127 | 254 | 197 | 285 | 655 | 830 | 304 | 999 | |
| CO (ppm) | 月平均値の最高値 | 0.6 | 1.5 | 1.1 | 1.2 | 2.8 | 4.5 | 5.1 | 4.0 | 0.86 2.58 |
| | 日平均値の最高値 | 1.0 | 2.7 | 2.6 | 2.6 | 6.2 | 8.6 | 13.6 | 7.4 | |
| | 1時間値の98%値(月)の最高値 | 1.5 | 5.1 | 3.1 | 5.2 | 8.3 | 11.3 | 14.9 | 11.9 | |
| | 1時間値の最高値 | 2.2 | 10.4 | 5.3 | 6.5 | 12.7 | 13.9 | 18.4 | 17.9 | |
| O ₃ (ppb) | 月平均値の最高値 | — | — | 38 | 33 | — | — | 26 | 21 | — 63 |
| | 日平均値の最高値 | — | — | 53 | 54 | — | — | 47 | 32 | |
| | 1時間値の98%値(月)の最高値 | — | — | 85 | 77 | — | — | 49 | 54 | |
| | 1時間値の最高値 | — | — | 106 | 95 | — | — | 70 | 90 | |
| SPM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 月平均値の最高値 | 64 | 87 | 74 | 69 | 182 | 164 | 188 | 213 | ブラックスモーク 50/150 ダスト 150/500 |
| | 日平均値の最高値 | 105 | 244 | 125 | 125 | 614 | 512 | 727 | 600 | |
| | 1時間値の98%値(月)の最高値 | 149 | 209 | 164 | 164 | 653 | 525 | 738 | 646 | |
| | 1時間値の最高値 | 266 | 1360 | 279 | 340 | 791 | 647 | 887 | 817 | |

備考:

 環境基準を超える値(ガス状物質及びブラックスモーク)

 環境基準を超える値(ダスト)

月平均値: 1時間値の月平均値

月平均値の最高値: 月平均値の期間最高値

日平均値: 1時間値の日平均値

日平均値の最高値: 日平均値の期間最高値

1時間値の98%値(月): 1時間値の1ヶ月間における98%値

1時間値の最高値: 1時間値の期間最高値

1時間値は、参考として基準値の1時間値と比較した。マーキングされたものは、1時間値ですら基準を超過していることを示している。

(4) 高濃度大気汚染の解析

本調査でスコピエ市内に設置した4ヶ所のモニタリング局のデータから、SO₂およびSPMについては、極めて高濃度の大気汚染が発生していることが明らかになった。

高濃度時のSO₂およびSPMの測定結果の概要を表-5に、SO₂、SPM、風向風速の変動を図-4に示す。

特に、高濃度であった1998年12月28日から1999年1月3日は、カルポシュ局ではSO₂の日平均値が最高で810 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、SPMの日平均濃度が最高で726 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となっていた。

この間カルポシュ局では、警報発令基準の第3段階を超えた日があり、警報発令基準の超過は数日連続して起きており、重大な大気汚染を引き起こしている。

この大気汚染メカニズムを結論づけると、特殊な地形条件下、最大級の寒波の襲来、強い気温の逆転、濃霧と弱風の継続等の異常気象が原因で引き起こされたものであり、特に強い寒波の継続が、熱供給プラント、個別の家庭暖房において極端な燃料消費増大を引き起こしたことが主因の1つとなっている。

表-5 高濃度時のSO₂およびSPMのモニタリング結果の概略

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| | | Gazi Baba | Center | Karpos | Lisice | MPC |
|-----------------|------|------------------|-----------|----------|----------------------|----------|
| SO ₂ | 日平均値 | 420 | 297 | 810 | 260 | 150 |
| | 1時間値 | 606 | 531 | 1,029 | 356 | - |
| SPM | 日平均値 | 614 | 512 | 726 | 600 | 150 *1 |
| | 1時間値 | 791 | 647 | 887 | 816 | - |
| 警報基準を 超えた日 | 第1段階 | 12/31, 1/1, 2 | 12/29, 30 | 1/1~3 | 12/29, 31, 1/1, 2 | 1,100 *2 |
| | 第2段階 | 12/29, 30 | - | 12/28 | 12/30 | 1,400 *2 |
| | 第3段階 | - | - | 12/29~31 | - | 1,700 *2 |

注)

*1: MPC ダスト: $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ ブラックスモーク: $50\mu\text{g}/\text{m}^3$

*2: 警報基準の算出方法: SO₂ 濃度+ブラックスモーク濃度×2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

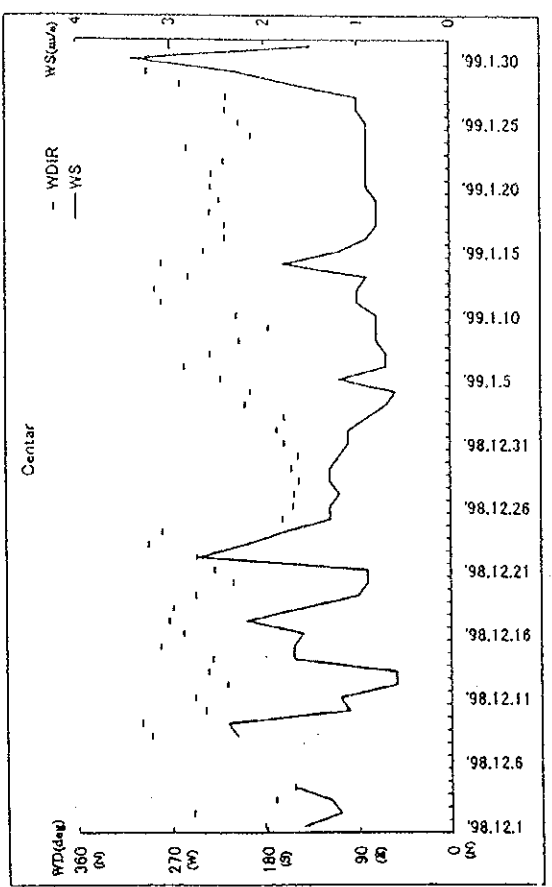
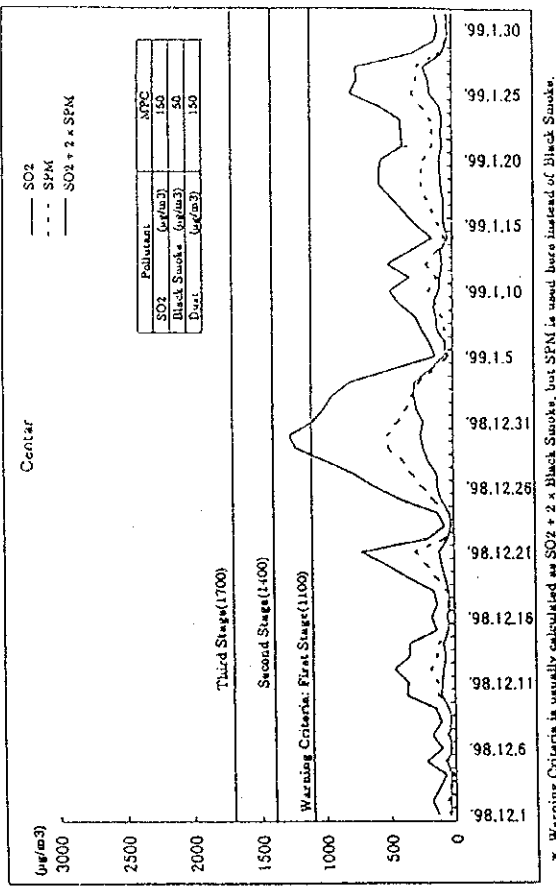
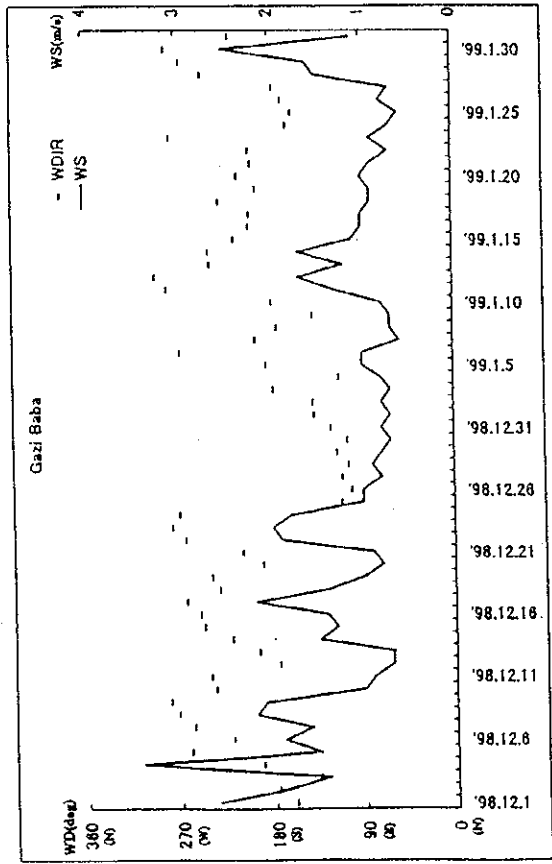
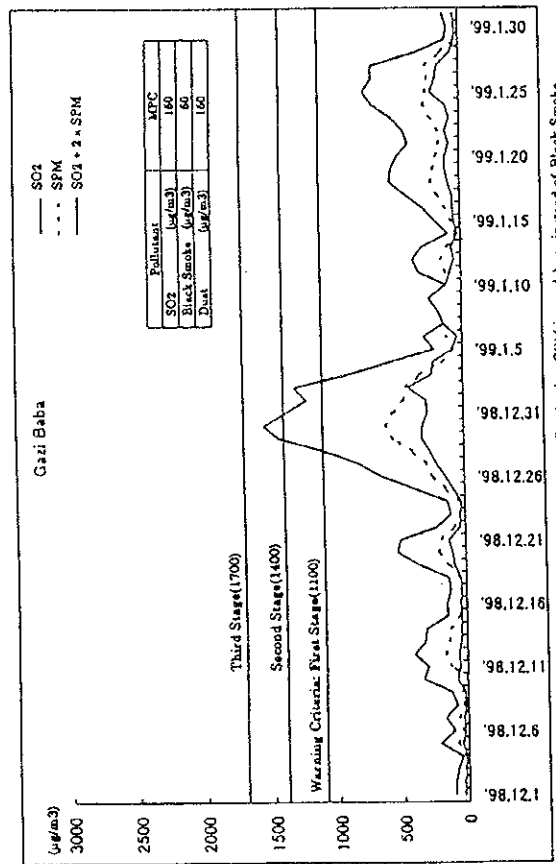
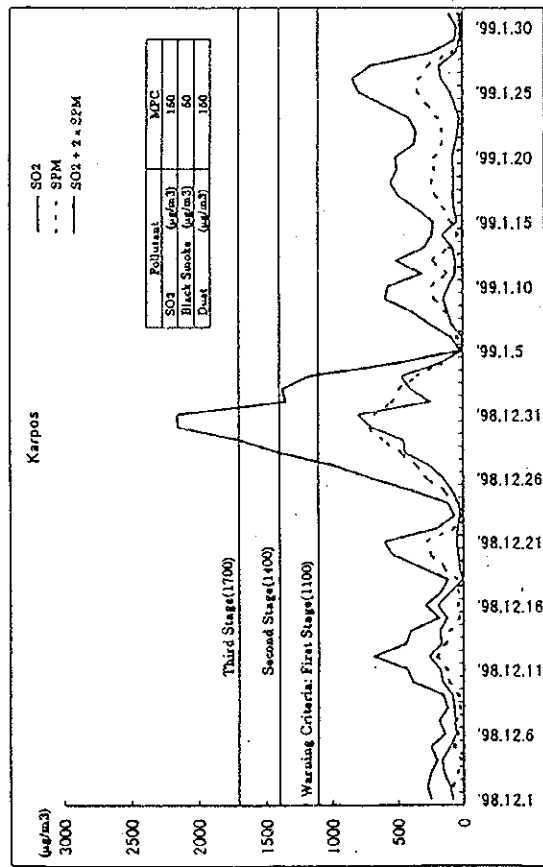
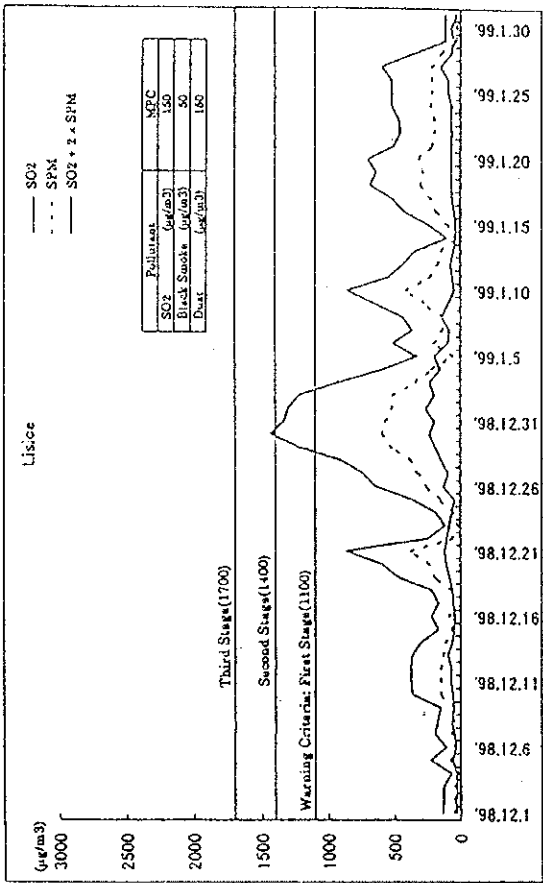
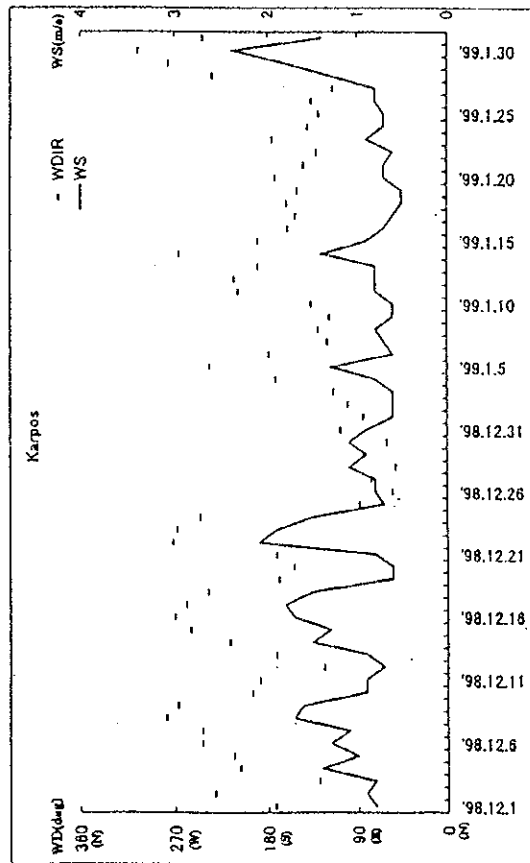


圖-4 (1) SO₂、SPM 濃度之風向風速變動圖



* Warning Criteria is usually calculated as SO₂ + 2 x Black Smoke, but SPM is used here instead of Black Smoke.



* Warning Criteria is usually calculated as SO₂ + 2 x Black Smoke, but SPM is used here instead of Black Smoke.

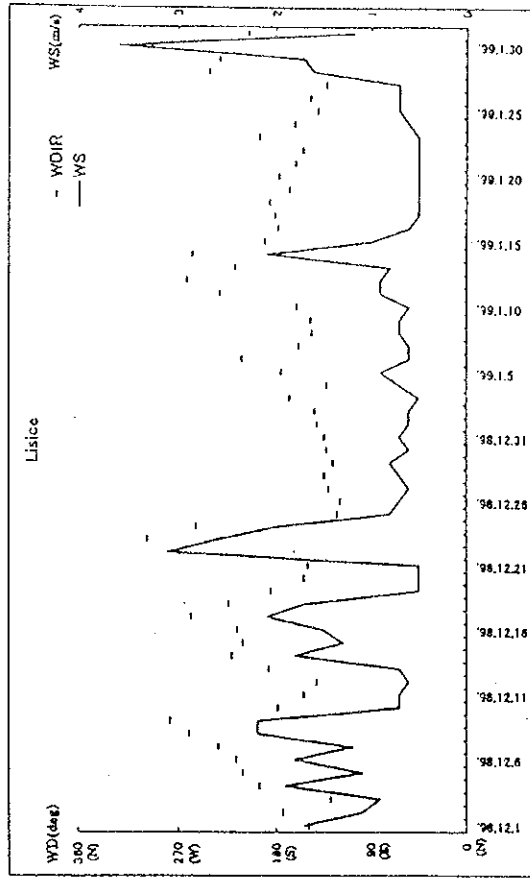


図-4 (2) SO₂、SPM 濃度と風向風速変動図

(5) 固定発生源調査の結果

調査対象地域における汚染源は、次のように大別される。

- ・固定発生源：工場、熱供給プラント
- ・面発生源：民生（特に家庭暖房）、群小工場、細街路
- ・移動発生源：自動車

主な固定発生源の位置、燃料消費量、地区別 SO₂ 排出量を図-5 に示す。

汚染排出量の推計に用いた資料は、既存の情報の他、汚染源については以下に示す現地調査の結果によった。

- ・固定発生源のアンケート調査および訪問調査
- ・燃焼設備の排ガス測定
- ・家庭暖房を含む暖房施設調査
- ・燃料分析

工場の稼働率は、工場によって異なるが平均して定格時の 30～40%である。燃料としては、主に重油が使用されており、石炭や薪はほとんど使用されていない。熱供給プラント（2ヶ所）の重油の硫黄含有率は 1.33%、1.43%であったが、輸入重油の品質は粗悪で、硫黄含有率は 2%を超えることもある。軽油中の硫黄含有率は 0.26%であった。

排ガス中に含まれる酸素濃度は、非常に高く、空気過剰燃焼である（10%を超えることもある）。

それぞれの汚染物質濃度は、多くの工場で排出基準（MPC）を超過しており、CO とばいじんは極端に MPC を超過するケースがある。SO₂ 濃度は MPC を 2～3 倍超過するケースが多くみられた。NO_x の場合、最高値が MPC の約 2 倍である。煙突は、高さ 10～20m の低いものが多く、汚染物質の地上への寄与を考慮すると、好ましくない。プロセスボイラーおよび暖房施設の汚染物質の濃度測定結果を表-6 に示す。

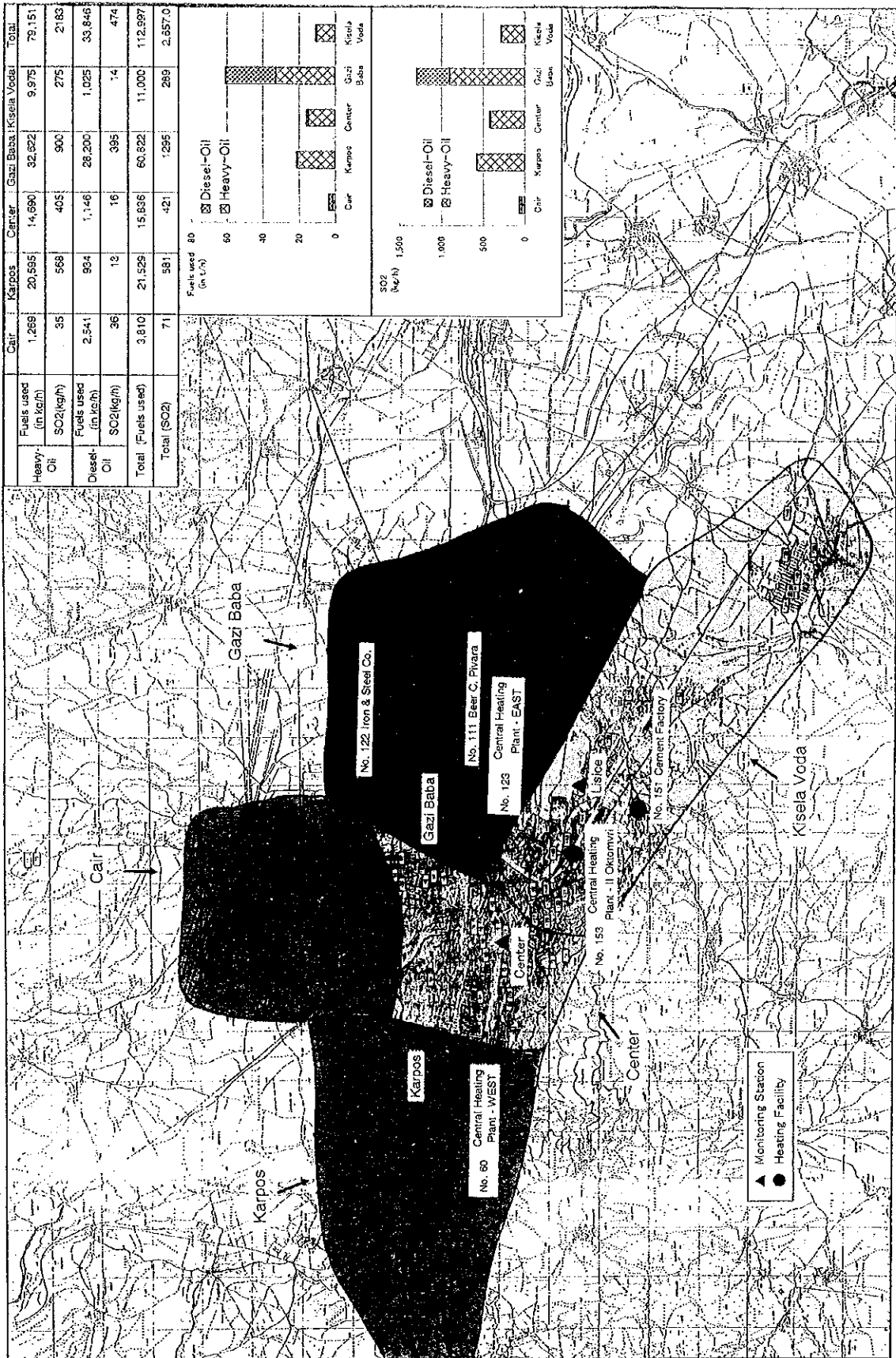


図-5 主な固定発生源の位置、燃料消費量、地区別 SO₂ 排出量

表-6 プロセスボイラーおよび暖房施設の汚染物質濃度測定結果の概要

(単位：mg/m³)^{※3}

| 燃料の種類 | 項目 | SO ₂ | NO _x | CO | ばいじん |
|--------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| 重油 | 平均値 | 3020 | 359 | 114 | 91 |
| | 最高値 | 5940 | 741 | 388 | 250 |
| | MPC ^{※2} | 400又は1700 | 350 | 170 | 50又は150 |
| ディーゼル | 平均値 | 1060 | 104 | 17 | 5 |
| | 最高値 | 1400 | 131 | 26 | 16 |
| | MPC | 400又は1700 | 350 | 170 | 50又は150 |
| 天然ガス ^{※1} | 平均値 | 56 | 169 | 25 | 0 |
| | MPC | 1700 | 200 | 100 | 50又は150 |

(備考) *1:天然ガスのデータは、1ケースのみである。

*2:MPCは、燃焼施設の種類・規模によって異なる場合がある。

*3:測定値は、O₂=3%に換算した値である。

(6) 移動発生源調査

国内の車輛の約40%がスコピエ市に集中しているため、自動車排気ガスによる大気汚染レベルは非常に深刻である。

本調査では、スコピエ市全体を対象とする広域の交通量調査を実施した。

調査結果によると、走行車の約90%が乗用車、残りがバス、トラック等で、平日と休日の1時間交通量の変動パターンには大きな差異がある。

調査結果の概要は、以下のとおりである。

- ・平日の交通量は、朝7時頃から増加し、増加は日中まで継続する。その後は、深夜から未明にかけて減少し続ける。一方、休日の交通量は、12時前後と23時前後にピークを示す二山形の増減を示す。
- ・ピーク時の交通量は、主要幹線道路で3,000~8,000台/時である。交差点の日交通量は10万台を超える場合がある。休日であっても1日に最大約95,000台を記録している。

1.3 モニタリング体制の現状

(1) 環境省のモニタリング組織

自動モニタリング局の運営、管理はM O Eが行っており、担当者は2人、また、R H Iから1人が出向という形で加わっている。

当初 (M U P C E)、2人は他の部門からの兼任であり、モニタリング局運営、管理についての体制がはつきりしていなかったが、新しい組織 (M O E) においては、環境部門の環境情報センターが担当している。

モニタリングで最も重要なことは、信頼性の高いデータを得ることであり、日頃から測定器の保守管理を徹底し、常に測定器が正常に稼動するように努めなければならない。さらに、得られたデータが正しいものかチェックし、日報、月報の作成やデータ管理等行わなければならない。現在の環境情報センターの担当者だけでモニタリング局の運営、管理をしていくことは不可能である。M O Eでは、今後の適切な人材の配置について真剣に検討中であるが、大気保全行政のためのモニタリングを行うにあたっては、早期に責任あるモニタリングの運営、管理体制を整える必要がある。

(2) モニタリング体制

1) スコピエ市

a) 大気質のモニタリング

スコピエ市における大気質モニタリング位置図を図-3に示した。

英国式サンプラーによるSO₂、ブラックスモークの測定は、水文気象研究所 (R H I : 9地点) と保健研究所 (I P H : 7地点) が実施している。

全酸の測定は、I P HのNo.1～No.3で実施しており、サンプラーは多連式を採用している。

スコピエ市の中心地域にある4つの交差点では、大気中のCO濃度の測定を年2シーズン (4月と11月) 実施している。

R H IのKarpos VI (No.6) 地点では、SO₂、ブラックスモークの他、NO_x、O₃、O_xの24時間測定も行っている。その他、R H Iでは、スコピエ市内の交差点やモニタリング地点において、粒子状物質とPb及び重金属濃度調査なども実施している。

分析成分と分析方法は、次のとおりである。

| | |
|-----------------------------------|----------------------|
| SO ₂ : | 吸光光度法 (パラロザニン法) |
| 全酸: | 中和滴定法 |
| ブラックスモーク: | 光散乱法 (フィルター黒化度法) |
| NO _x : | 吸光光度法 (サルツマン法) |
| O _x , O ₃ : | 吸光光度法 (5% - K I 溶液法) |
| CO: | 吸光光度法 (塩化パラジウム水溶液法) |

Pb： フィルター捕集定電位電解法
重金属： 原子吸光光度法

スコピエ市における気象観測所は R H I の HMI-Karpos (No.3) 地点で、風向・風速、気温、湿度、降雨量等の地上気象調査を行っている。その他、空港地点で、風向・風速、気温の鉛直分布等上層気象の測定を毎日夜 1 時に実施している。

R H I -Skopje では、これらのデータ及びランドサットからの気象データを収集し、気象情報を一般に提供している。

b) 発生源のモニタリング

発生源のモニタリングは、一部の大工場で実施されているのみである。モニタリングを実施している工場は、セメントプラント工場、熱供給プラント、Iron & Steel プラントなどである。

主な工場の測定項目は、下記のとおりである。

- ・排ガス温度及び流量
 - ・CO：赤外線吸収法（ポータブルタイプ）
 - ・SO₂：赤外線吸収法
 - ・NO_x：赤外線吸収法
 - ・ダスト：光散乱法（ろ紙捕集、光照射反射光強度測定）
- 煙道測定は、1 週間ごとに実施している。

2) 国全土及び主要都市

全国的には、R H I がスコピエ市と同様の大気質モニタリング（英国式サンプラー）をスコピエ市の他 11 市で、I P H も同様に 6 市で行っており、スコピエ、ベレス等の工業都市において大気汚染状況が悪化した場合の警報の発令、車両規制等の大気汚染対策に取り組んでいる。

R H I では、気象については、ほぼマケドニア国全土をカバーしている。

(3) モニタリング体制の課題と提言

モニタリング体制の現状における課題は、以下のとおりである。

- 1) スコピエ市においては、自動連続大気質モニタリングシステムの導入により、環境濃度の悪化に即時に対応可能となったが、マケドニア国全土に対しては、少なくとも主要な都市を対象とした自動連続測定の全国モニタリングネットワークの構築と常時監視が求められる。既設のモニタリング地点は、自動連続測定データを補完するために継続的に活用する必要がある。

- 2) 工場排出ガスの測定は、連続的にはなされていない。例えば、主要な工場に対して、排ガスの連続測定を義務づけ、データを工場のみではなくテレメータ伝送し、MOEでもリアルタイムに管理・監督できるような体制作りを提言する。また、全国を対象とした工場監視のためには、移動測定車の追加が不可欠である。
- 3) 大気汚染の主要因の1つに自動車の排ガスがあげられる。現在、マケドニア国では、車検制度が十分機能しておらず、排ガス測定も実施されていない。自動車排出ガスの測定システムの導入が望まれる。
- 4) 全国的な大気質のモニタリングは、SO₂、ブラックスモークおよび降下ばいじんのみであり、大気汚染物質の測定項目が不十分である。NO_x、CO、O₃、炭化水素等の追加について検討が望まれる。
- 5) MOEは、モニタリングシステムの維持管理に関して、将来に向け、人的、経済的に適切に対応することを明言しているが、早急な体制の整備が望まれる。
- 6) 環境基準とともに、公定測定法の再検討が望まれる。
例えば、O_xは、全オキシダント、光化学オキシダント、O₃の何を対象とするか、定義を明確にする。
鉛(Pb)については、溶液吸収法とろ紙捕集法で検討し、公定法として溶液吸収法が推奨されている。溶液吸収法はよい方法であるが、基準の定義を含め、更なる検討が望まれる。
- 7) 精度試験の結果、英国式サンプラーにはさまざまな誤差要因のあることが明確となったが、これらに配慮することにより、良好なデータが得られることがわかった。試験結果を踏まえ、今後も精度向上のための検討を引き続き行う必要がある。
- 8) データの集計・処理方法等については、大気質、気象ともルーチンワークの中では問題なく対応できているが、データを活用し、目的に応じて集計処理しようとした場合には、十分な対応ができていないのが現状である。今後の方向性としては、データバンク及び処理システムの導入・活用が求められる。
なお、本調査で導入した自動連続測定器及びデータ処理システムにより、大気質濃度及び気象変動を速やかに把握することができ、さまざまなデータ処理が可能となった。今後はこれらを活用し、必要に応じて一般市民や関係機関へのデータ提供等のサービス体制を充実させていく必要がある。

1.4 将来予測

(1) 大気モデリングプログラム開発の目的

大気シミュレーション予測計算は、発生源の寄与を推定する(科学的根拠に基づいた)合理的な方法であり、マケドニアの環境大気目標に見合う排出量削減の選択肢の有効性を決定するため使用することができる。また、この方法は、将来の排出量の変化に対して「もし、こういうケースではどうなるか」の問いに対する回答を引き出すため、繰り返し適用することができる。本調査における大気質モデリングの目的は、マケドニア側が使用

できるモデリングアプローチ並びに手法を開発することにある。

- ・基本としてより精度の高いモデリングに発展できること
- ・マケドニアにおける他の都市への類似のアプローチを開発すること
- ・大気質の目標に見合う汚染対策戦略の有効性を検討すること

以上の目標を達成するため、1998 年をベースとし、追加の防止対策を実施した場合と防止対策を行わなかった場合の将来（2008 年）の大気質モデリングをスコピエについて行った。

(2) モデリングアプローチ

本調査では、2 種類の一般的な大気質モデルを使用した。

大気拡散モデルは、大気中で起こるすべての物理的プロセス（拡散、移流、沈降、化学変化）をシミュレーションすることにより、環境大気中に放出された大気汚染物質の拡散を予測するものである。拡散モデルの精度は、排出量と気象条件の精度によって決まる。通常、排出量の推定については、CO、SO₂ および NO₂ はある程度知られているが、浮遊粒子状物質（SPM）については知見が乏しくデータも少ない。SPM の排出寄与については、拡散モデルによる計算結果を確認し補うために、リセプターモデルが使用されている。リセプターモデルは、環境大気中の SPM の化学成分を調べ、これと発生源からの排出物質の化学組成を調査比較することによって発生源寄与を決定するものである。信頼性を高めるため、この方法では多くの大気測定サンプルとその化学分析および排出源の情報が必要である。

SO₂、SPM、CO、NO₂ の年平均値のシミュレーションには、長期拡散モデルとして米国環境保護庁の ISC3 と呼ばれる大気拡散モデルが、また、典型的な SO₂ 高濃度汚染の 1 時間値のシミュレーションには CALPUFF（カリフォルニアパフ）モデルが、それぞれ選ばれた。

また、リセプターモデルとしては、広く用いられている CMB 法等が用いられた。

一般に、環境濃度に対する各発生源の寄与率を算定するリセプターモデルは、汚染物質の排出割合や気象による移流、化学変化のメカニズムを推定する拡散モデルと対照をなすものであり、両モデルはお互いの弱点を補完し合う関係にある。

(3) モデル結果

1) 長期拡散モデリング

長期モデリングにおける比較は、各モニタリング地点の SO₂ の計算値と実測値について行った。シミュレーションモデルによる現状と将来（2008 年）予測計算結果は、図-6、図-7 に示すとおりである。

将来予測においては、面源の排出量（家庭暖房並びに群小発生源）は現状と変わらないものと仮定した。また、マケドニア側の要望により、各固定発生源の排出量は将来の経済発展を見越して一律 20% 増、汚染対策としてすべての熱供給プラントの使用燃料を重油から天然ガスに転換すると仮定した。

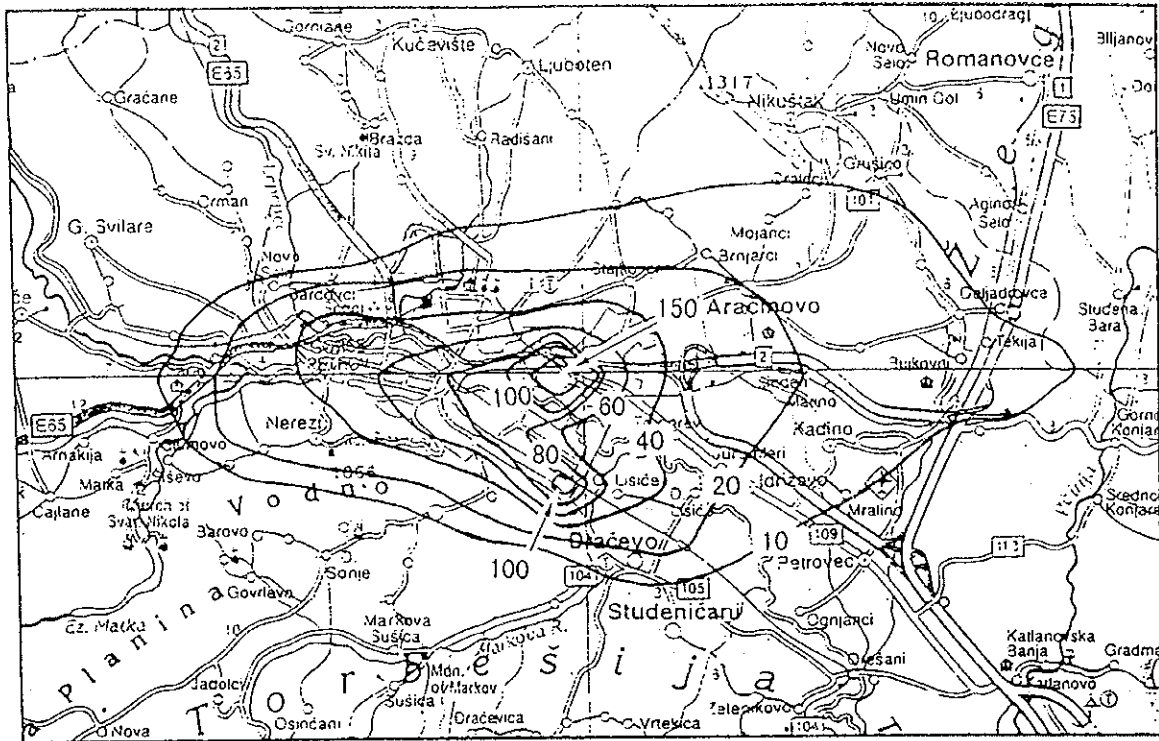


図-6 現状の SO₂ 年平均値の濃度分布 (µg/m³)

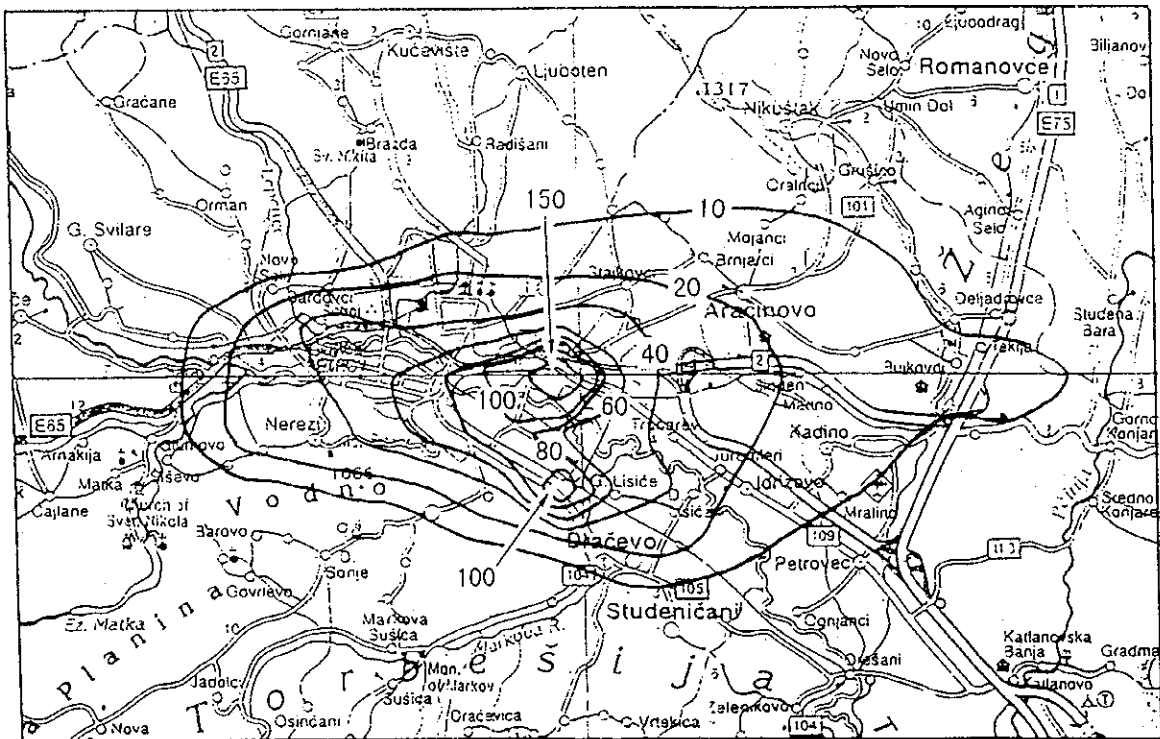


図-7 将来の SO₂ 年平均値の濃度分布 (µg/m³)

<モデル結果>

熱供給プラントの燃料を重油から天然ガスに転換し、排出量を変えても、SO₂を含むすべての汚染物質の年平均値は小さな変化にしかない。これは、SPM、NO_x、CO の総排出量に対し、熱供給プラントの寄与が非常に少ないためである。加えて、これらの発生源は暖房期の半年間しか稼働せず、しかも汚染物質は比較的高い煙突から排出され、エリア内に広範囲に拡散させていることもあげられる。対策が実施された場合でも、SO₂に対する熱供給プラントからの発生源寄与は、1996年より2008年の方がはるかに小さくなるものの、他の燃焼発生源が20%の伸びを示し、対策による効果を相殺させてしまうため、総合的にはSO₂の濃度の計算において変化はほとんどないことになる。したがって、他の燃焼施設の燃料を重油から低硫黄燃料に転換する必要がある。

2) 短期拡散モデリング

短期モデリングでは、1998年1月14日と15日の24時間平均SO₂濃度の測定値との比較を行った。シミュレーションモデルによる現状と将来予測結果は、図-8、図-9に示すとおりである。

<モデル結果>

計算によると、SO₂の最高濃度地点 (Hotel Panorama) には、熱供給プラントからの寄与はほとんどないことがわかった。このように、対策を行ったとしても、燃焼発生源からの排出量が20%増加するため、この地点における濃度は、現状のシミュレーション値より総合的に上昇することになる。

一方、カルボシュIV地点は、現在の約3/4の濃度が熱供給プラントからのものであるため、平均濃度313 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ という最大の減少を見せた。このように、特定の汚染対策による効果については、各種の対策によるすべての効果を判定し、その濃度分布の変化を注意深く調査した上で結論付けることが必要である。

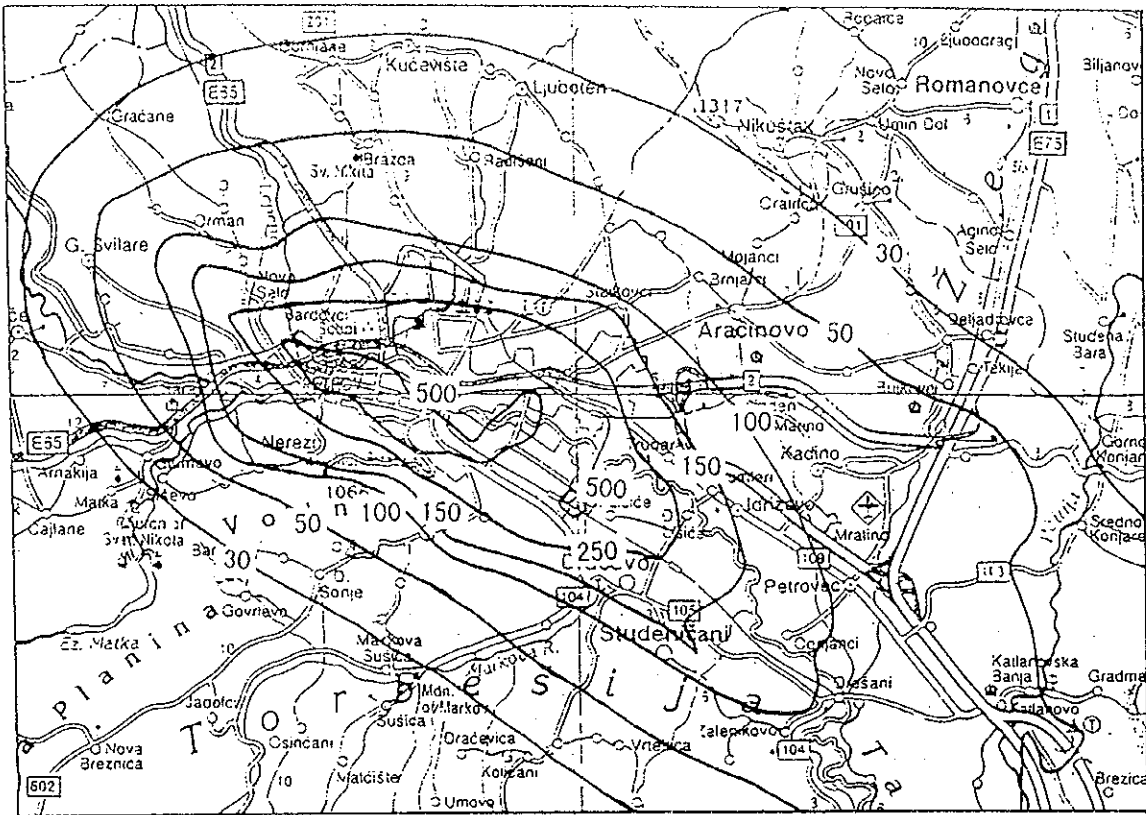


図-8 現状の SO₂ 日平均値の濃度分布 (1998年1月14日) [µg/m³]

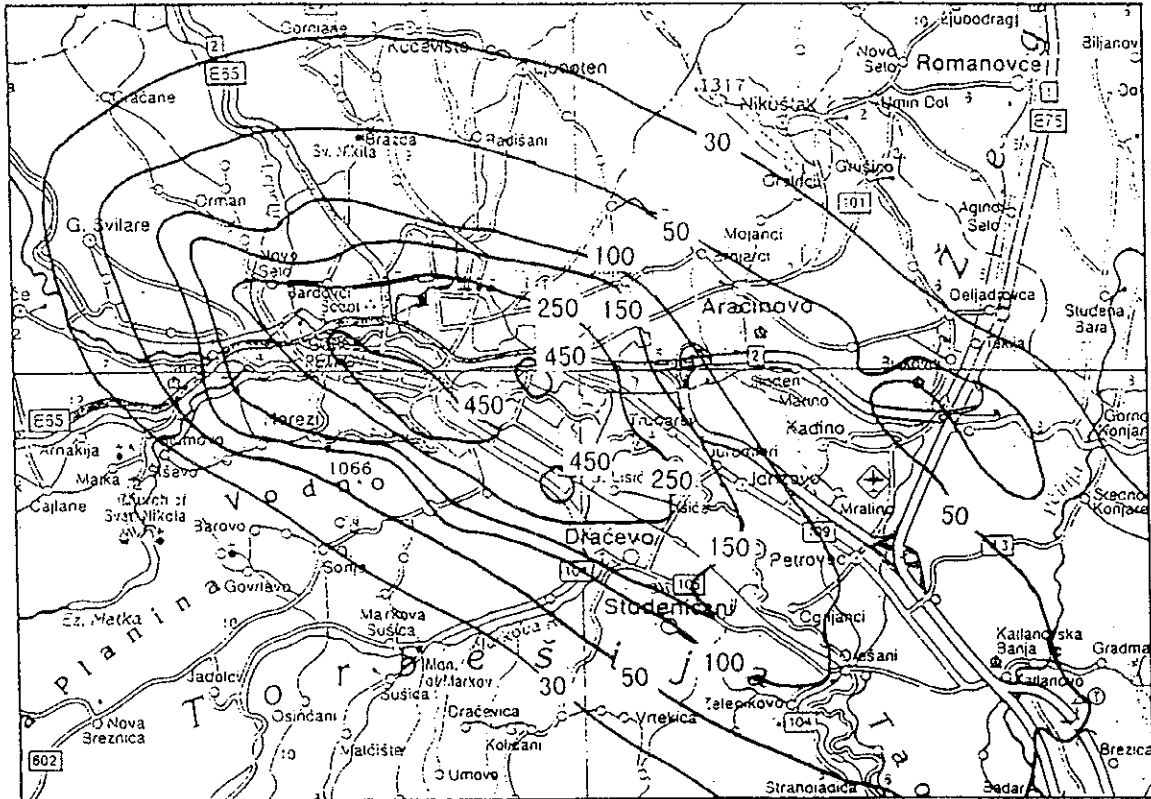


図-9 将来の SO₂ 日平均値の濃度分布 (2008年1月14日) [µg/m³]

3) リセプターモデリング

3地点(水文気象研究所、住宅街、鉄道駅)で測定された微量元素の発生源を推定するため、1997年12月25日から1998年2月21日までの間に収集された56サンプルから、12元素のデータを用いてファクター分析を行った。

a) Br

Br(臭素)平均濃度における変動の大きさは、自動車排ガスからの局地的なBr排出量によってかなり影響されるため、当然と言える。

b) S、Cl、K、Ca、Fe

S(硫黄)、Cl(塩素)、K(カリウム)、Ca(カルシウム)、Fe(鉄)の元素間には、良好な相関が認められる。単一の発生源に由来しているか、あるいは、スコピエにおける寄与発生源からの汚染物質の空間的・時間的分布がSO₂の拡散と類似しているため、これらの元素は同じ気塊で一緒に運ばれたことを示唆している。

微粒子状のSは、主に、オイルの燃焼によってSO₂となったものが、二次的に硫酸塩になったものと考えられる。

Kは、薪を燃焼させたとき、煙に多く含まれていることが知られている。上記2つの知見については、SとKの相関関係が冬季の沈降性停滞気象条件において認められており、その結果として、SO₂の一部が酸化されて硫酸塩になることにより(1日から2日)、スコピエ全域の大気中に暖房設備からの排出物質が長期間にわたって蓄積されることを示唆している。

CaとFeは、一般的に暖房発生源とは無関係であり、これはスタグネーションの間に蓄積された他の発生源からの細かい粒子と思われる(セメント工場は多分ここに入る)。

c) Al、Si、K、V、Mn、Fe

Al(アルミニウム)、Si(珪素)、K、V(バナジウム)、Mn(マンガン)、およびFe間には良好な相関があり、Fe、MnおよびKはアルミノ珪酸塩相にすべて存在する(例:地球の地殻由来の粉じん又は岩石)。

d) Br、Pb

また、予測された通り、BrとPb(鉛)は強い相関を示し、有鉛ガソリンを使用している自動車からの排ガス中の両者の比率は、ガソリン中の含有量の固定比率と同じである。

e) 特定発生源の分類

排ガス中に含まれる多くの元素の知識を基に明らかとなる特定発生源の分類としては、移動発生源、地殻の原料、油および薪による暖房、廃棄物焼却炉などの発生源がある。主要成分を識別する最も有効な情報を提供してくれる元素としては、Pb、Br、Al、Si、K、V、Mn、S、Znがある。

2. モニタリング体制整備計画の提言

2.1 全国モニタリング体制の整備

モデル都市の選定過程から、国内の主要都市では大気汚染が顕在化していることが明らかとなったが、この大気汚染の主な原因は、冬季の暖房設備、固定発生源の低品位燃料、並びに移動発生源である。また、主要都市で使用されている既存のモニタリングシステムは、緊急時に対応することが出来ないことも明確となった。

この問題を解決するため、最新のシステムを用いて全国のモニタリングを行うことを提言する。環境政策を施行するためのモニタリング体制整備の目的は、以下のとおりである。

- ・大気汚染のレベルを知り、環境基準が達成されているかどうかを判定すること
- ・緊急時の対策を行うこと
- ・EU指令の要件を満たすこと

システムの構成を以下に示す。

- ・大気質モニタリング局を10ヶ所整備する。
- ・連続発生源モニタリング局を5ヶ所整備する。
- ・移動モニタリング局を1式整備する。
- ・データバンク・システムを含む大気汚染モニタリングセンター（APMC）を創設する。
- ・自動車排ガス検査システムを導入する。
- ・ゼレザラ環境研究所の分析機材の性能を向上する。（1次、2次）

2.2 組織制度計画

モデル都市並びに全国における大気汚染を効果的にモニタリングし、スタグネーション時の警報発令のような緊急事態に対応し、すべてのモニタリングシステムを管理していくためには、専門的組織として、MOEの環境コンサルティングセンターに大気汚染モニタリングセンターを創設することが考えられる。

APMCの概要を表-7に示す。

表-7 APMCの概要

| 項目 | 内容 |
|------|--|
| 業務内容 | <ul style="list-style-type: none"> ・環境大気並びに発生源のモニタリング、データの収集・スクリーニング ・基準値の適否の判定 ・発生源並びに気象に関連するデータの収集 ・データバンクにおいてモニタリングデータの管理 ・モニタリング機材の維持管理 ・住民への情報の提供 ・警報の発令（24時間体制） |
| 組織 | <ul style="list-style-type: none"> ・環境大気モニタリング部門 ・発生源モニタリング部門 ・データ管理部門 ・メンテナンス部門 |
| 要員 | <ul style="list-style-type: none"> ・行政管理職2人 ・環境エンジニア6人（モニタリング・解析・データの維持管理） ・電子機器エンジニア2人（電算、通信） ・メンテナンスは外部委託 |
| 人材育成 | <ul style="list-style-type: none"> ・短期トレーニング:機材メーカー、新規採用の研究者・技術顧問によるトレーニング・講習 ・中長期トレーニング:環境モニタリング機関における3~6ヶ月のトレーニング、大学におけるエンジニアのトレーニング、海外の専門家の派遣受け入れ |

2.3 維持管理計画

(1) 維持管理の方法

測定器のチェック・点検・校正を含めたモニタリング局の維持管理は、基本的にMOEの専門技術職員による自主管理が望ましい。また、先進国における測定器やコンピュータ技術の進歩にもついていく必要がある。モデル都市における環境大気モニタリング局の測定器は、マケドニアにある従来の英国式サンプラーと原理構造において大きく異なっており、また、最新の電子技術を応用しているため、操作・維持管理方法を習得するにはかなりの時間がかかる。

モニタリング局の維持管理には、以下の2通りの方法がある。

1) MOEによる維持管理

仕様に従い、ろ紙の交換などの簡単な測定器の維持管理は、MOEにより現在すでに行われている。

2) 現地代理店に委託

現地代理店にモニタリング局の維持管理を完全に委託した場合、測定器の操作、データの確実な収集が担保される。また、巡回や修理等に要する時間、労力を省力化することができる。

(2) 維持管理の概要

自動大気汚染モニタリング機材は、高い信頼性を得るため効果的、あるいは適切に運転しなければならない。高精度で信頼性のある測定値を得るための基本的なモニタリング機材の維持作業を表-8に示した。

表-8 モニタリング機器の維持管理の概要

| 管理区分 | 目的 | 実施頻度 | 内容 |
|------|----------------------------|----------|----------------------------|
| 日常点検 | 測定器の正常な連続運転 | 1回/週以上 | 測定器の稼動状況の確認、消耗品の交換、校正、清掃 |
| 定期点検 | 機器性能の維持と故障の予防保全（精度を基準幅に保証） | 1回/年以上 | 流路部・検出部・制御系・伝送系・増幅部・記録部の検査 |
| 緊急点検 | 異常又は故障発生時の迅速かつ応急的点検 | 異常発生時 | 故障の発見と原因究明、軽微な修理とメーカーによる修理 |
| 性能試験 | 保守又はデータ評価上の継続性の保持、トラブルの防止 | 機器購入時、随時 | 機能および安定性のテスト、測定データの評価 |
| 動的校正 | 精度幅の中身の決定 | 随時 | 標準ガスによるチェックおよび検量線の作成 |

2.4 人材育成計画

新たに創設されるモニタリングシステムは、従来のシステムと技術面で異なっているので、APMCの運用には人材育成に対する十分な配慮が必要である。即ち、モニタリングシステムとして、モニタリング機材やコンピュータのようなハードウェアとソフトウェアが導入されるが、既存の技術でモニタリング機材の運転・保守を行うことは困難であり、環境全般についての幅広い知識が必要である。従って、APMCの運用のためには、行政職員とエンジニアのトレーニングと再教育が必要となる。

1) 短期トレーニング

- ・ 機材メーカーにより開催されるトレーニング
- ・ 新規採用の研究者、あるいは大学教授などの技術顧問によるトレーニング・講習

2) 中長期トレーニング

- ・ 環境モニタリング機関における3～6ヶ月のトレーニング
- ・ 大学に設置される環境学部におけるエンジニアのトレーニング
- ・ 外国の専門家の派遣受け入れ

2.5 実施計画

(1) 全国における大気汚染モニタリング

1) 環境大気モニタリングシステム

全国における環境大気モニタリングシステムの整備の対象となる地方自治体の選定のため、まず、自治体ごとに住民の健康被害の程度を既存資料から調査し、続いて大気汚染のひどい工業都市や主要自治体を優先的に選択するのが現実的である。国家環境行動計画（NEAP）および現地調査結果から、モデル都市であるスコピエ市を含め、ビトラ、テトボ、キチェボ、クマノボ、オフリッド、プリレップ、ラザロポルの都市に環境大気モニタリング局を整備する。

2) 移動測定システム

他の工業都市や全国の大規模固定発生源モニタリングのためには、費用対効果を考えて、環境大気と発生源の両方を測定できる希釈法を用いた移動測定車をもう1台導入する。

この測定車は、スコピエ市にあるMOEのゼレザラ環境研究所（IEZ）をベースに、必要に応じて全国の自治体および発生源をモニタリングする。

3) 固定発生源自動連続モニタリングシステム

スコピエ市内の熱供給プラント2ヶ所およびセメント工場、さらに全国レベルでは、ベレス市の金属精練工場並びにビトラ市の石炭火力発電所からの大気汚染がすでに顕在化しており、周辺環境に与える影響が大きいため、これらの発生源を連続してモニタリングする。

(2) 実施スケジュール

現在、モデル都市で行われているモニタリングは緊急を要するものであり（現段階）、

今後の実施スケジュールとしては、現段階を含め、5年以内の第1段階、10年以内の第2段階の3つに分けられる。実施スケジュールを表-9に示す。

表-9 全国におけるモニタリング体制整備の実施スケジュール

| 実施時期 | 種類 | 数量 |
|-----------------|--|--|
| 第1段階 (5年以内) | 環境大気モニタリングシステム (大気質情報ネットワーク情報公開システムを含む) | 合計10局 ・スコピエに2局を追加 ・ビトラに2局 ・その他、テトボ、キチェボ、クマノボ、オフリッド、プリレップ、ラザロボルに各1局ずつ |
| | 固定発生源モニタリングシステム | 合計5局 ・スコピエの熱供給プラント2ヶ所に1局ずつ2局並びにセメント工場に1局の計3局 ・ベレスの金属精錬工場に1局 ・ビトラの石炭火力発電所に1局 |
| | 移動測定システム | スコピエに移動測定車1台を配備 |
| | 自動車排ガス検査システム | 1セット |
| | データバンクを含むデータ収集処理システム | APMCに1セット |
| | I E Zの分析機器の改善(その1) | 1セット |
| 第2段階 (10年以内) | I E Zの分析機器の改善(その2)。 モニタリング資機材については、環境大気モニタリング・移動測定車による汚染状況、その時点でのモニタリング能力を踏まえ、第2段階では逐次増設を計画する方法が合理的である。 | |

(3) 資機材の調達

調査に必要な資機材の調達および四季を通じた現地調査の結果、様々な結果並びに知見が得られた。将来の資機材の調達にあたって考慮すべき点を図-10に示す。

大気汚染モニタリングシステムを整備するための資機材調達に対しては、国際金融機関の融資の適用を受けることが可能と思われる。

- 資機材の選択**
1. コンテナの温度；コンテナの断熱材の厚さを 100 mm 以上とする。
 2. コンテナのエアコン；故障の場合を考え、エアコンを 2 台とする。
 3. 風向風速計；凍結防止のためヒータを内蔵した超音波式風向風速計とする。
 4. 測定レンジ；大気質濃度の変動を考慮し十分な測定レンジとする。
 5. SPM計；湿度の影響がエラーの原因となる可能性があるため、SPM計の選択は十分な注意が必要である。
 6. 自己診断並びに遠隔操作機能；故障防止のため自己診断機能並びに遠隔操作機能は有効である。
 7. EUの法制度；EUの法制度にしたがった項目並びに仕様とする。

↑

資機材の調達に
あたっての考慮
すべきポイント

- ↓
- 国際金融機関の下での調達の手順**
1. 借入者と国際金融機関との間の貸付契約の交換
 2. 業務指示書の作成
 3. コンサルタントの雇用
 4. 機材リスト、技術仕様書、価格見積の作成
 5. 事前資格審査
 6. 入札書類の作成
 7. 最終選抜入札者の募集
 8. 入札の評価
 9. 落札の決定
 10. 製造、納入、設置
 11. 検査、コミッションング
 12. トレーニング
 13. 大気汚染監視システムの使用

- ↓
- 入札**
1. 入札の方法；国際競争入札、限定国際入札、現地競争入札、国際ショッピング、直接契約
 2. 事前資格審査
 3. 二段階入札；技術的並びに価格提案
 4. 入札書類；入札の募集、入札者への指示、入札の形式、契約の一般及び特殊条件、技術仕様、機材のリスト又は数量及び設計明細、必要な付属文書、その他詳細事項
 5. 落札者の決定；開封、審査、評価、評価書の作成、落札者の決定
 6. コミッションング；検査、性能試験、トレーニング
 7. アフターセールスサービス

- ↓
- 資機材の調達**
1. 調達のための入札；事前資格審査を行い、技術的並びに価格提案からなる二段階入札が望ましい。
 2. 技術仕様書；明確で理解しやすい仕様書がメーカーとのトラブルを防ぐ唯一の方法であり、機材・数量・仕様・納入等詳細について記述する。
 3. 入札予定価格の作成；消耗品並びにスペアパーツ・アクセサリー・納入・設置・検査・トレーニング・保証等を含む。

図-10 資機材調達にあたっての考慮すべきポイント

2.6 概算事業費

(1) 資機材事業費用概算

モデル都市を含めた全国における第1段階並びに第2段階の大気汚染モニタリング体制の整備に要する費用概算は、US\$ 3,977,870 である。事業費概算を表-10 に示す。

表-10 全国におけるモニタリング体制整備の事業費概算

単位：US\$

| 段階 | 項目 | 費用概算 | | | |
|-------|------------------|-----------|---------|--------|-----------|
| | | 資機材 | 消耗品 | スベアパーツ | 計 |
| 1 | 環境大気のモニタリングシステム | 2,041,800 | 41,900 | 25,400 | 2,109,100 |
| 1 | 固定発生源のモニタリングシステム | 520,500 | 28,000 | 12,800 | 561,300 |
| 1 | 移動測定システム | 255,100 | 22,430 | 1,200 | 278,730 |
| 1 | 自動車排ガス検査システム | 78,500 | 5,240 | 3,900 | 87,640 |
| 1 | APMCデータ収集・処理システム | 148,000 | 2,500 | - | 150,500 |
| 1 | IEZ分析機器の改善(その1) | 536,940 | - | - | 536,940 |
| 2 | IEZ分析機器の改善(その2) | 253,660 | - | - | 253,660 |
| 第1段階計 | | 3,580,840 | 100,070 | 43,300 | 3,724,210 |
| 第2段階計 | | 253,660 | - | - | 253,660 |
| 合計 | | 3,834,500 | 100,070 | 43,300 | 3,977,870 |

モニタリング機材の寿命は7~10年程度であり、第2段階の終了時に機材の更新時期を迎える。従って、環境大気モニタリング局1局あたりにつきUS\$ 150,300、移動測定車US\$ 227,000、自動車排ガス検査システムUS\$ 65,000、APMCUS\$ 150,000程度、更新のための予算を確保しておくことが必要である。

(2) 年間維持管理費用の概算

全国におけるモニタリングシステムの維持管理を現地代理店に委託した場合の維持管理費用は、年間US\$ 239,370である。項目ごとの年間維持管理費用を表-11 に示す。

表-11 モニタリングシステムの年間維持管理費用

単位：US\$

| 項目 | 概算費用 |
|--------|---------|
| 消耗品 | 100,070 |
| スベアパーツ | 43,300 |
| 技術人件費 | 48,000 |
| 車両費 | 48,000 |
| 合計 | 239,370 |

(3) モニタリング資機材維持管理費用の財源

MOEは、維持管理費用を予算によりまかなうことを明言しているが、環境・自然保護促進基金(NEPP)の一部をモニタリング局の維持管理費用の財源として充当することも可能である。基金は、環境改善と自然保護の目的のみに使用が許可されており、自動車登録時の保険料の2~4%を主な原資としている。1998年度は約US\$ 1,750,000の収入が見込まれており、さらに有料道路からの割当て並びに環境税の導入により、2002年には約US\$ 5,800,000に達する見込みである。モニタリング局の維持管理費用はその4%程度であるため、財源としては十分といえる。

(4) 実施スケジュールごとの費用概算

モニタリング体制整備の実施スケジュールごとの費用概算を表-12に示す。

表-12 実施スケジュールごとの費用概算

単位：US\$

| 項目 | 段階・年次 | 第一段階 | | | | |
|-------------------|-------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 初期投資費用及び更新費用 | | | | | | |
| 環境大気モニタリング | | 2,109,100 | - | - | - | - |
| 固定発生源モニタリング | | 561,300 | - | - | - | - |
| 移動測定システム | | 278,730 | - | - | - | - |
| 自動車排ガス検査システム | | 87,640 | - | - | - | - |
| APMCデータ収集処理システム | | 150,500 | - | - | - | - |
| 小計 | | 3,187,270 | | | | |
| 年間運転費用 | | | | | | |
| 消耗品・スベアパーツ | | 143,370 | 143,370 | 143,370 | 143,370 | 143,370 |
| 技術人件費・車両費 (委託の場合) | | 96,000 | 96,000 | 96,000 | 96,000 | 96,000 |
| 小計 | | 239,370 | 239,370 | 239,370 | 239,370 | 239,370 |
| その他の投資費用 | | | | | | |
| IEZ分析機器の改善費用 | | 536,940 | - | - | - | - |
| 合計 | | 3,963,580 | 239,370 | 239,370 | 239,370 | 239,370 |
| 項目 | 段階・年次 | 第二段階 | | | | |
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 初期投資費用及び更新費用 | | | | | | |
| 環境大気モニタリング | | - | 450,900 | 450,900 | 601,200 | 601,200 |
| 固定発生源モニタリング | | - | - | - | - | - |
| 移動測定システム | | - | - | - | 227,000 | 227,000 |
| 自動車排ガス検査システム | | - | - | - | 65,000 | - |
| APMCデータ収集処理システム | | - | - | 150,000 | - | - |
| 小計 | | | 450,900 | 600,900 | 893,200 | 828,200 |
| 年間運転費用 | | | | | | |
| 消耗品・スベアパーツ | | 143,370 | 143,370 | 143,370 | 143,370 | 143,370 |
| 技術人件費・車両費 (委託の場合) | | 96,000 | 96,000 | 96,000 | 96,000 | 96,000 |
| 小計 | | 239,370 | 239,370 | 239,370 | 239,370 | 239,370 |
| その他の投資費用 | | | | | | |
| IEZ分析機器の改善費用 | | 253,660 | - | - | - | - |
| 合計 | | 493,030 | 690,270 | 840,270 | 1,132,570 | 1,067,570 |

2.7 評価

モニタリング体制の整備に伴い、大気汚染濃度を迅速に把握することが可能となり、行政面においては環境管理業務の効率化並びに環境改善に向けた環境政策決定を支援することが可能となる。さらに、地域住民に対する啓発プログラムに従って汚染濃度を迅速に公表することにより、住民の環境問題に対する関心の高揚をはかり、その結果として環境改善の効果が得られることになる。

従って、効果を確認しながら段階的にこの計画を実施することが望まれる。