社会開発調査部報告書

マケドニア国
大気汚染モニタリング計画調査
事前調査報告書

平成９年３月

国際協力事業団

マケドニア国
大気汚染モニタリング計画調査
事前調査報告書

平成９年３月

国際協力事業団

序　　文

日本国政府は、マケドニア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調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成９年２月16日より３月７日までの20日間にわたり、環境庁大気保全局企画課課長補佐 宮崎正信氏を団長とする事前調査団（S/W協議）を現地に派遣しました。

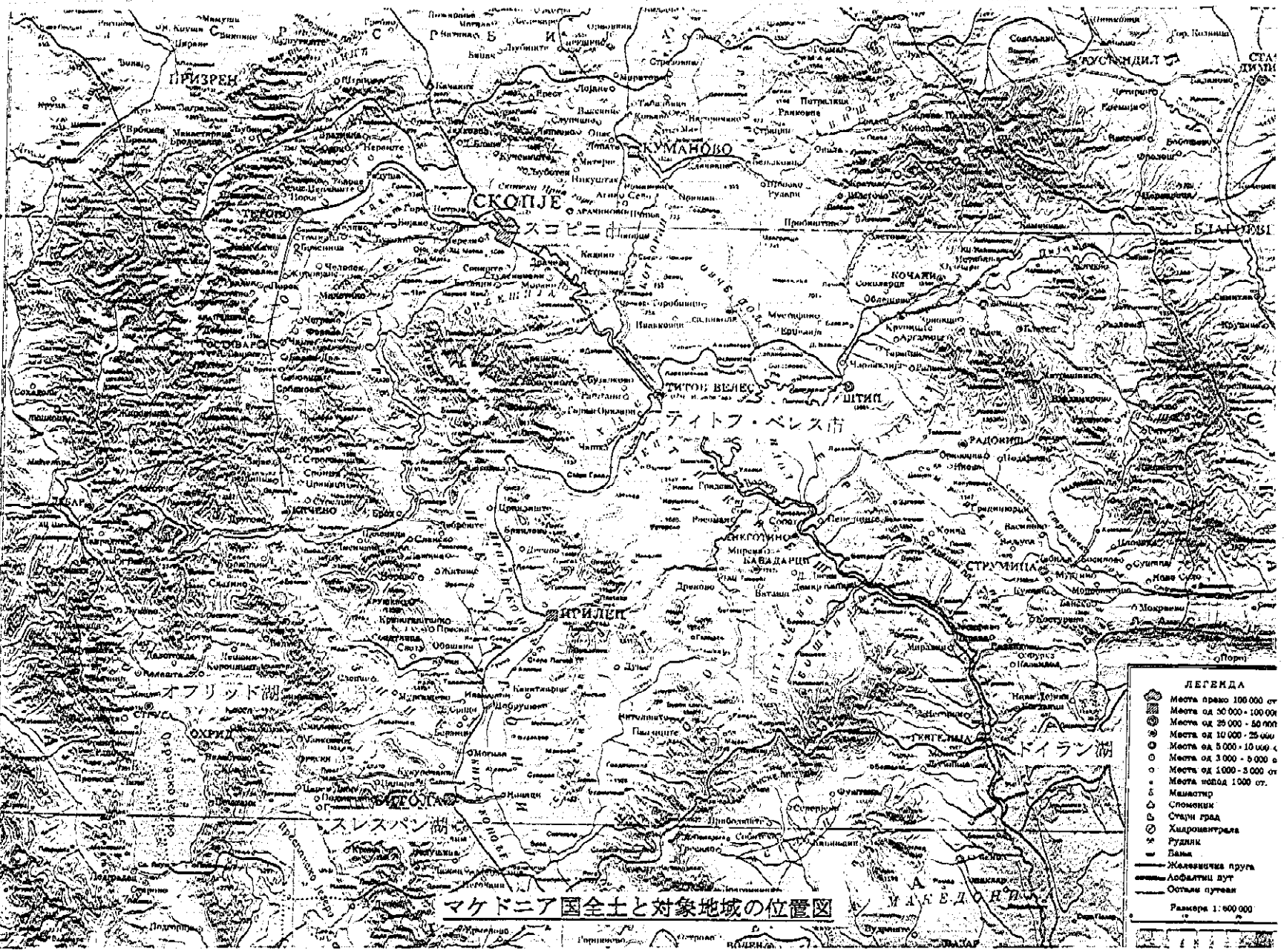
調査団は本件の背景を確認するとともにマケドニア国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wに署名しました。

本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

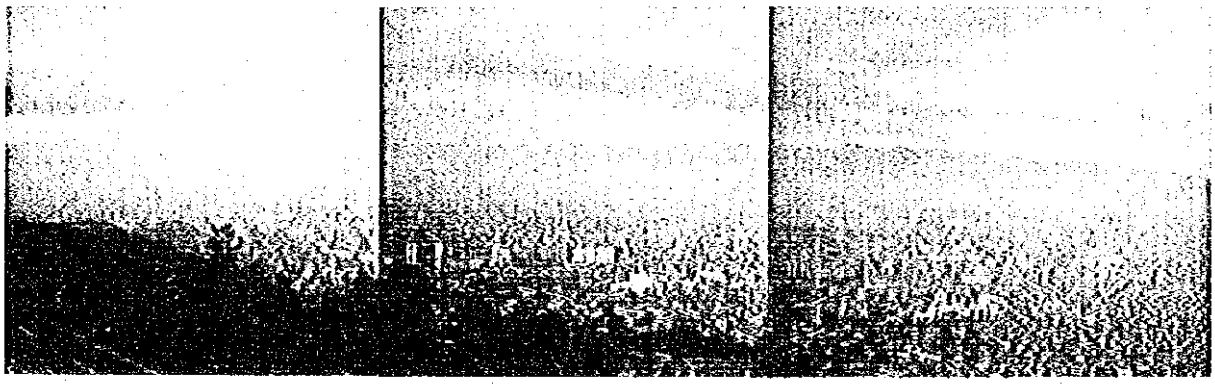
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成９年３月

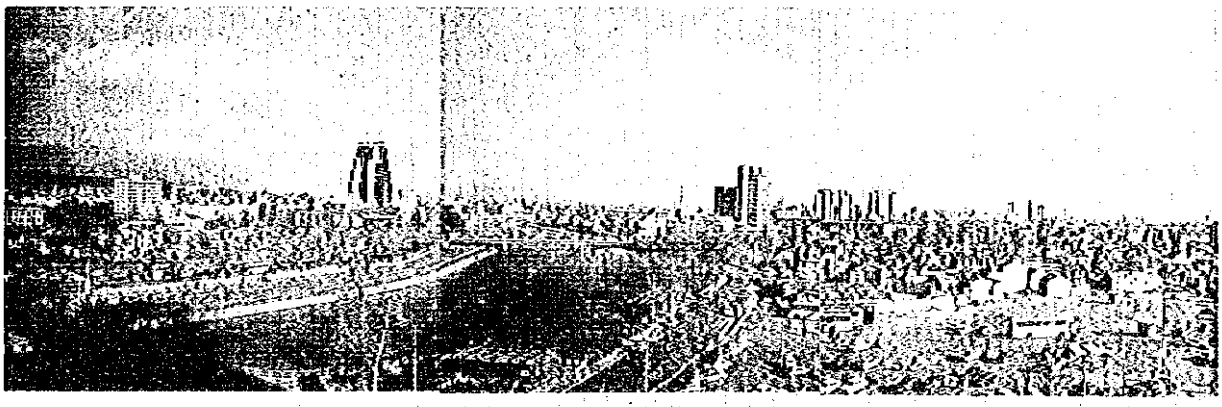
国際協力事業団
理事　佐藤　清



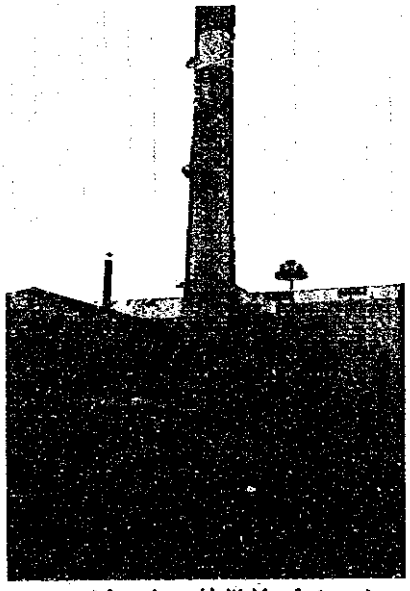
マケドニア国全土と対象地域の位置図



スコピエ市の大気汚染の現況（高さ約500mの山の中腹から望む。写真中央に白くたなびくスモッグが混合層の高さと想定できる。撮影時刻 12:30
この２時間後にはスモッグは解消する。）

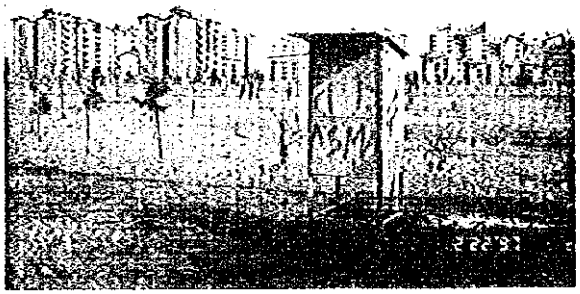


グランドホテルから熱供給プラントの排煙を望む。（バルダール川の下流方向）



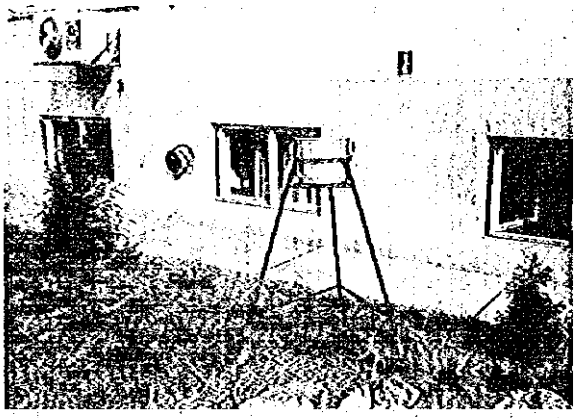
スコピエ市の熱供給プラント
(Toplifikacij A) の煙突
高さ：65m
直径：2.8m

スコピエ市内のセメントプラント (Usje)

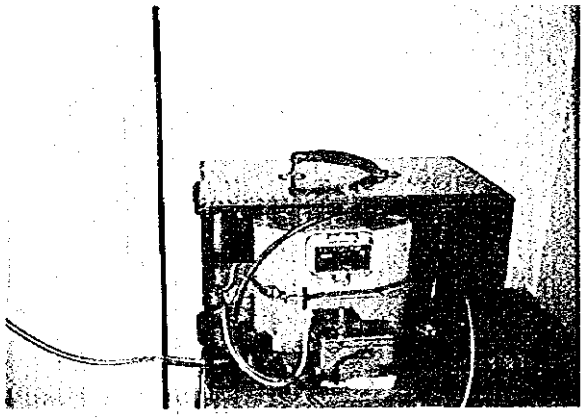


水文気象研究所による大気モニタリング装置
（住宅地内）

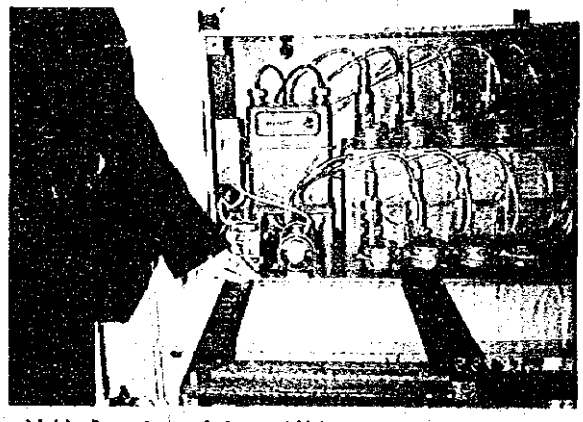
水文気象研究所による大気モニタリング装置(道路沿道)
地点番号No. 6 Karpos



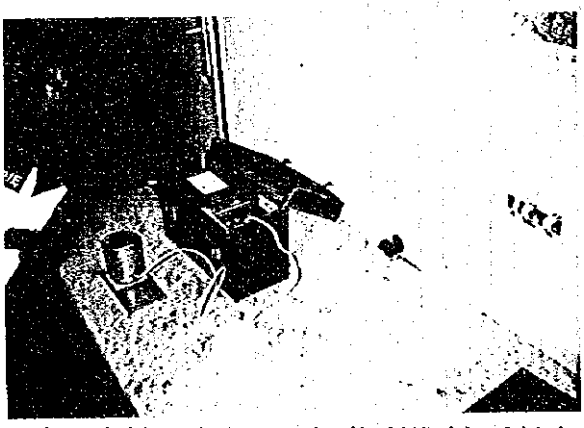
保健研究所内のダストジャー



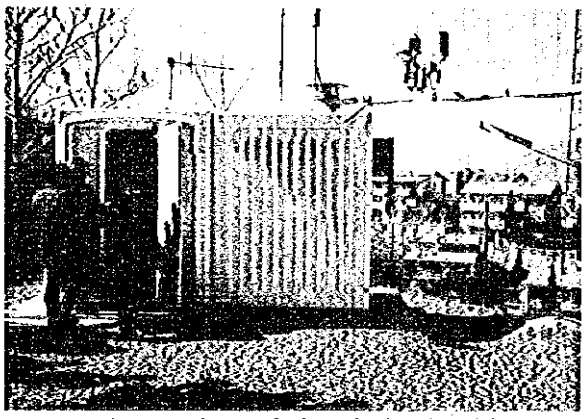
浮遊粉じん捕集装置、SO_2用インピンジャー、
ガスメータ及び真空ポンプ



連続式のサンプリング装置（8日間連続捕集）
保健研究所によるNo. 1 Pivara



光反射式浮遊粉じん濃度（相対濃度）分析計

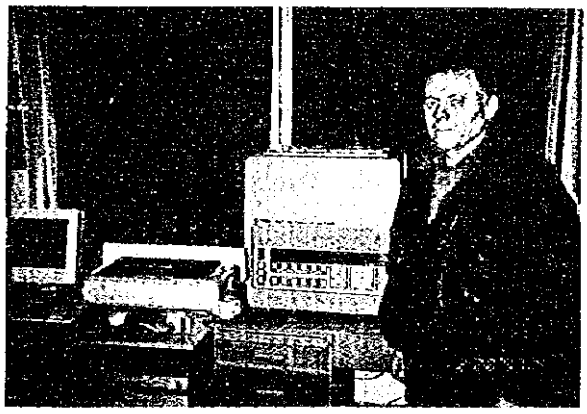


ティトフ・ベレス市内の常時監視測定局
地点名：Bolnica病院の近傍

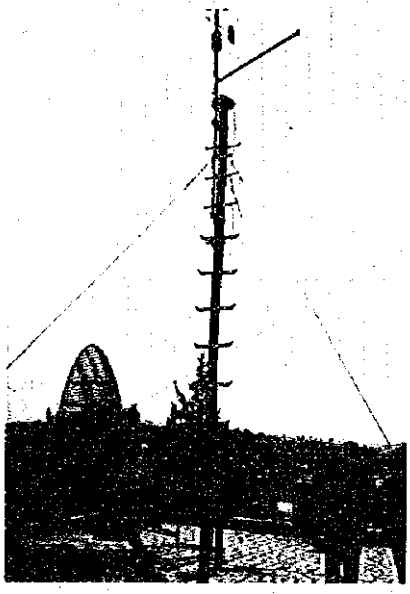
ティトフ・ベレス市内の常時監視測定局
地点名：ヒラゾラバルダール川沿い

連続自動計測機
上段:β線SPM計
中段:SO_2計
下段:NOx計

ティトフ・ベレス市内の濃度表示装置



スコピエ市外の上層気象観測所
低層ゾンデ受信機



上層気象観測所の低層ゾンデ用
アンテナ

目　　次

付属資料

第１章　事前調査の概要

１－１　調査の目的

本件調査は、我が国に対するマケドニア国政府の要請に基づき、モデル都市における大気汚染モニタリング体制整備計画を策定するとともに、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を行うことを目的とする。

今回の事前調査においては、以下の点に留意しつつ、本格調査のS/Wを協議・署名することを目的に事前調査（S/W協議）を実施した。

調査においては、現地調査及びマケドニア国側との協議を通じて、現状と問題点を把握し、本格調査の実施方針を検討することとした。

(1) 上位計画との関係で本件調査の位置付けと意義を明確にする。

(2) C/P機関である都市計画･建設･環境省(Ministry of Urban Planning, Construction and Environment;MUPCE)、関係省庁・機関（科学省、保健省、国立水文気象研究所等）及び地元行政機関等の関係を整理し、先方受入れ体制を明確にする。

(3) マケドニア国及び他の援助機関（世銀等）による活動の有無、範囲、内容等を確認し、本件調査の範囲を明確にする。

(4) 関係機関からの情報・資料収集、現地踏査を通じ、調査対象地域における大気汚染及び大気汚染モニタリングの現状及び問題点を把握し、本件調査の必要性、利用目的、期待される効果を明確にし、必要な調査の内容を検討する。

(5) 先方が調査結果の実現のために考えている計画と資金源を確認し、本格調査で必要となるアウトプットの概要、精度を検討する。

(6) 本格調査に当たって必要となる既存資料、データ等の賦存状況、利用可能性、精度等を確認し、収集方法を明確にする。

(7) 先方保有資機材の状態を確認し、調査用資機材調達の要否、調達方法等を検討し、機材調達計画を作成する。

(8) C/P研修、技術移転セミナーについて説明し、これらを通じた技術移転についての先方の要望を調査する。

1－2　調査団の構成

氏名（派遣期間）	分　野	現　職
宮崎　正信 （'97.2.16～'97.3.2）	総括	環境庁大気保全局企画課　課長補佐
丹原　一広 （'97.2.16～'97.3.2）	調査企画	国際協力事業団社会開発調査部 社会開発調査第２課
井野　光秋 （'97.2.16～'97.3.7）	大気モニタリング	㈱地域計画連合　上級研究員
伊藤　正則 （'97.2.16～'97.3.7）	組織・制度	㈱環境工学コンサルタント 海外技術部　次長
土井　保道 （'97.2.16～'97.3.7）	機材計画	インテムコンサルティング㈱ 専務取締役

1－3　調査日程

日順	月日	曜日	調査行程		宿泊地
1	2月 16日	日	成田発12:45（SR169）～チューリッヒ着17:40 チューリッヒ発20:05（SR016）～ウィーン着21:20		ウィーン
2	17日	月	大使館表敬、JICA事務所打合わせ		ウィーン
3	18日	火	ウィーン発10:50（JP1689）～リュブリアナ着12:05 リュブリアナ発13:30（JP1148）～スコピエ着15:05		スコピエ
4	19日	水	外務省表敬、 都市計画・建設・環境省／科学省表敬・S/W説明		〃
5	20日	木	保健省、世銀協議・資料情報収集		〃
6	21日	金	移動（スコピエ市～ティトフ・ベレス市）、 亜鉛・鉛精錬工場"Zletovo"、市内大気観測施設視察・資料収集 移動（ティトフ・ベレス市～スコピエ市）		〃
7	22日	土	市内工場・大気観測施設視察		〃
8	23日	日	資料整理		〃
9	24日	月	大気観測施設視察、 国立水文気象研究所協議・資料情報収集		〃
10	25日	火	S/W協議		〃
11	26日	水	S/W・M/M協議		〃
12	27日	木	S/W・M/M署名		〃
13	28日	金	官ベース（宮崎団長、丹原）	コンサルタント（井野、伊藤、土井）	ウィーン（宮崎団長、丹原） ／ スコピエ（井野、伊藤、土井）
			スコピエ発06:40（M41572） ～ウィーン着08:10 大使館・JICA事務所報告	資料情報収集	
14	3月 1日	土	ウィーン発09:25（SR003）～ チューリッヒ着10:45 チューリッヒ発12:50（SR168） （宮崎団長、丹原）	収集資料整理	機内（宮崎、丹原） ／ スコピエ（井野、伊藤、土井）
15	2日	日	東京着08:40（宮崎団長、丹原）	収集資料整理 （井野、伊藤） ／ スコピエ発17:15（OS864） ～ウィーン着19:00 （土井）	ウィーン（土井） ／ スコピエ（井野、伊藤）
16	3日	月	JICA事務所打合わせ・資料収集（ウィーン：土井） 資料情報収集（スコピエ：井野、伊藤）		〃
17	4日	火	資料収集（ウィーン：土井） 資料情報収集（スコピエ：井野、伊藤）		〃
18	5日	水	資料収集（ウィーン：土井） 資料情報収集（スコピエ：井野、伊藤）		〃
19	6日	木	ウィーン発（土井） スコピエ発（井野、伊藤）		機内
20	7日	金	東京着		

第２章　事前調査結果の概要

２－１　要請の背景及び経緯

マケドニア国は南東ヨーロッパに位置し、1991年９月に旧ユーゴスラビアから独立した内陸国であり、面積は25,715㎢、人口は約206万人である。

同国においては、首都スコピエをはじめ多くの都市が山地に囲まれた盆地状の地形に位置しており、工場、自動車等からの排ガスによる大気汚染が深刻化している。

これに対し、同国では、スコピエ市を中心に全国20カ所に大気監測所を設置し、スコピエ、ティトフ・ベレス等の工業都市においては大気汚染状況が悪化した場合に警報を発令することとしている。これにより工場の操業規制、車両規制等を行い住民の健康被害及び大気汚染悪化の防止を図っている。また、各企業・工場においても燃料の転換、独自の観測施設の設置等により大気汚染対策を図っている。しかしながら、現在の大気汚染モニタリングは、サンプリングを行った後分析を行う方式で実施されているため、大気汚染濃度の悪化に即時対応することは不可能であり、汚染対策も十分なものとは言い難い状況である。また、同国においては環境基本法は存在するものの、汚染防止に必要な規制に関する法律の整備が不十分である。したがって、今後対策の検討並びに規制法の施行のためにもモニタリング体制の整備が不可欠となっている。さらに同国においては、製造業を中心に独立後停滞している経済を立て直し、EU市場へ参入していくことが重点課題となっており、このため適正な環境管理が求められており、大気汚染モニタリング体制整備が必要となっている。かかる状況のもと、同国政府は、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、同計画において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、マケドニア国政府は、大気汚染モニタリング体制の整備を行うため、1996年11月我が国政府に協力を要請した。これを受けて、1997年２月16日から３月７日まで事前調査団を派遣し、２月27日S/Wを署名・交換した。

２－２　協議の概要

(1) 本件調査団受入れに対しマケドニア側は、終始全面的協力の姿勢を示し、本件調査に対するマケドニア側の真剣かつ積極的な取り組みが伺われた。本件調査カウンターパート機関である都市計画・建設・環境省(MUPCE)は、関係各省・機関との調整及び協力体制の確立をおおむね了しており、本件調査に対する同省の積極的姿勢は印象的であった。

(2) マ国においては、これまでマニュアルによる大気質観測が定期的に実施され、データの蓄積が行われており、基礎的な技術力の高さが伺われるとともに、大気汚染問題に対する関心の大きさが確認された。同国においては、世銀の協力を得て国家環境行動計画(NEAP)が策定され、今後同計画に基づく環境保全・汚染防止体制の整備が図られる予定となっている。大気汚染モニタリング体制の整備については、同計画においても優先事項の一つとされており、先方から本件調査に対する大きな期待が表明されるとともに、調査に基づき、観測精度の向上、モニタリングネットワーク及び実施体制の整備等を推進したいとの意欲が感じられた。

(3) マケドニア側とのS/W及びM/Mにかかる協議要点は次のとおり。

1) 国名表記

本件調査におけるマケドニア国の国名表記について、S/W協議に際し、マ側より同国は"The Republic of Macedonia"を正式名称としており、本件調査においても同名称を用いて欲しい旨申し出がなされるとともに、これ以外の名称を用いたS/W、M/Mには署名できないとの意向が表明された。他方、我が国は"The Former Yugoslav Republic of Macedonia"を同国の正式名称としており、本件調査においてもこの名称以外の名称を正式名称として使用することは受け入れられないことから、協議は並行線をたどった。このため調査団は、国名の取扱いについて代替案を検討し、JICA本部経由で外務省開発協力課及び東欧課に対してこの点にかかる対処方針の検討を依頼した。検討対象とした代替案は以下のとおりである。

(a) 先方の要望を受け入れ、"The Republic of Macedonia"を本件調査正式名称として使用する。

(b) 国名としては"Macedonia"を使用する。

(c) マ側保管分S/W・M/Mには"The Republic of Macedonia"を用い、日本側保管分S/W・M/Mには"The Former Yugoslav Republic of Macedonia"を用いることとし、各々に両者が署名する。先方に提出する調査報告書については"The Former Yugoslav Republic of Macedonia"を用いることとし、M/Mまたは口頭にて確認する。

(d) 日本側より、団長名にてS/W・M/Mを添付したレター（同レター中で使用する国名は"The Former Yugoslav Republic of Macedonia")を先方に提出し、同S/W・M/Mの内容を確認・承諾する旨のレターを先方より取付ける。先方からのレターに使用される国名については関知しない。先方に提出する調査報告書については上記(c)と同様の扱いとする。

外務省における検討の結果、本件調査におけるマ国国名表記の問題については、上記(d)により対応することとされ、右調査団に連絡があった。

これを受け調査団から、国名表記にかかる右方針について説明を行い、双方がそれぞれ正式名称としている国名を用いた書簡を交換することにより、S/W及びM/Mの内容についての合意を確認することで合意し、27日都市計画・建設環境省(MUPCE)ディモフスキー次官との間で同書簡の交換を行った。

2）調査名称

上記(a)に関連し、先方から調査名称中に記載する国名についても"The Republic of Macedonia"を使用するよう要望があった。これに対しても、当方からは"The Former Yugoslav Republic of Macedonia"以外の名称を正式名称として使用することは不可能である旨再度説明した。しかしながら、調査終了後の同国内における調査結果の広報・有効活用を促進するという観点から、報告書に記載する国名については再度検討すべきと思われる。

3）調査目的

対処方針のとおり、モデル都市における大気汚染モニタリング体制整備計画を策定し、これを基に同国全土におけるモニタリング体制整備にかかる提言を行うとともに、調査を通じカウンターパートへの技術移転を図ることを目的とすることで合意した。

4）調査対象地域

対処方針のとおりマケドニア国全土（約25,715㎢）とすることで合意した。大気汚染モニタリング体制整備にかかる具体的計画(Detailed Plan)策定の対象となるモデル都市については、先方より、人口・工場等が集中し大気汚染の最も深刻なスコピエ市及び同市に隣接するティトフ・ベレス市（スコピエ市から約50㎞）とすべきとの提案がなされた。ただし、最終的な決定は本格調査においてなされることで合意した。

5）調査期間

対処方針のとおり約25カ月とすることで合意した。ただし、同期間は変更の可能性があり、短縮される可能性もありうる旨確認した。

6）計画目標年次

計画目標年次は本格調査において決定することとした。

7）大気質調査

マケドニア側より大気質調査について、最低1カ所において塩素（Cl_2）及びアンモニア（NH_3）を実測項目に追加すべきとの意見が出され、持ち帰り検討することとした。また、マケドニア側より大気質の実測地点においては気象観測も実施されるべきとの意見が出され、調査団はこれを妥当と判断し合意した。

8）報告書

最終報告書については原則公開とすることとし、最終決定はドラフトファイナルレポート協議時になされることとした。

9）他省庁・機関との調整

本件調査カウンターパート機関である都市計画・建設・環境省(MUPCE)は、関係各省・機関（科学省、保健省、国立水文気象研究所等）との調整及び協力体制の確立をおおむね了しており、S/W協議、資料・情報収集に際しこれら省庁・機関の協力を得ることができた。調査団は、MUPCEが右協力体制の確立に向けて調整を行うことを再度確認するとともに、ステアリングコミッティーを設置するよう提案した。

また要請書においてExecutive Agencyとされていた科学省国際科学技術協力部については、同部は同国における技術協力の取りまとめ機関であり、本件調査に関する必要な調整等はMUPCEが行うことが確認された。

10）マケドニア側アンダーテイキング

調査団はMUPCEに対し、調査に必要なカウンターパート及びサポートスタッフの配置、車両の提供及び事務所の提供を求めた。これに対し、カウンターパート及びサポートスタッフの配置及び事務所の提供については受け入れられたものの、車両の提供については困難であるとの懸念が表明されたため、この点については持ち帰り検討することとした。

また、私有地等への立ち入りを保証する旨の条項(S/WⅦ1.(6)）について、MUPCEより、かかる地域への立ち入りについては、同地域が調査に関係する地域であり、かつ関係省庁またはかかる地域の所有者の合意が得られた場合のみ、同省が許可を与えることができ、したがって同条項を右事情を反映したものに変更して欲しいとの申し出があった。このため調査団は、必要に応じかかる地域の状況に関する情報を提供するよう努力することを先方に要請したうえで、同条項を“to secure permission for entry into all areas concerned for the implementation of the Study, within the

laws and regulations,".と変更することに合意した。

11) JICA側アンダーテイキング

マ側より、調査を通じた技術移転に対する大きな期待が表明され、カウンターパート研修及び技術移転セミナーの実施が要望されたため、持ち帰り検討することとした。

12) その他

調査団はマケドニア側に対し開発調査のスキームについて説明し、十分な理解を得た。

第３章　調査対象地域概要

３－１　自然条件

(1)　地理的条件

マ国は北緯40度27分から42度20分、西経20度27分から23度05分のバルカン半島の中央部に位置して、欧州の中心部や地中海及び中東にも近く地理的条件に恵まれている。

北方の旧ユーゴへの交通は、パノニアン渓谷及びソーバ渓谷を経由する良く整備された鉄道と高速道路がありジナルアルプス地方へ通じている。

南方のギリシャへの交通はエーゲ海まで通じる道路があり、西方のアルバニアへはデバル市とその南のストルガ市、プレスパン市を経由する道路がある。

東方のブルガリアへはクリバ・プランカ渓谷及びストルミ渓谷を経由する良く整備された道路がある。

(2)　一般的な地勢及び地形条件

マ国の地勢は特徴的で、山脈、渓谷、河川、湖、峡谷及び盆地等から形成されており、それはモザイク模様かチェスボードの様であると形容される。

アルバニアと国境を接する西部地域は、西部マケドニア山脈がありマ国最高峰のKorab山（2,764m）を含め標高2,000m級の山が連なっている。マ国の標高2,000mを越える山は14を数える。東部地域はパラゴニアン褶曲の背斜部と一体化したMacedonian-Serbian山塊があり、最も古い褶曲の山岳地帯である。中央部は幅広いバルダール渓谷に標高1,500mを越える山と小高い丘が配置された複雑な地形である。また、パラゴニアン褶曲の背斜部はマケドニアの中央部の高い山に多くみられる。

(3)　地層・地質

マ国の地層は新期造山帯（中生代以後「2.25億年～0.7億年前」から新生代「0.7億年～現代まで」の褶曲運動によって作られた造山帯であり、現代もその褶曲運動が続いているといわれる）時代からの長い風化と浸食作用によって形成されてきたが、こうした地層はpregrabenic valleyと呼称され現在の形状をとどめている。このタイプの渓谷で最も良く知られたものはBuovo山（1,180m）からオフリッドとプレスパンへ通ずる渓谷や、Gjevoto山（1,169m）からパラゴニアンとプレスパンへ通ずる地域などがあり、その他にも同様の地層の渓谷が数カ所みられる。

また、過去には火山活動がさかんであった。Kratov-Zletovoに火山の溶岩の噴出によってできた山がある。

(4) 気象の概要

マ国はバルカン半島の温暖な地域の一つであり、南方のエーゲ海と西方のアドリア海にはそれほど遠くない距離（約100km）である。

気象はこの国特有の地形条件が大きく影響しており、さらに、古代からの地殻変動によって形成された自然湖と、人工湖に蓄えられた水域が微気象に影響を与えている。シノプティク・スケールでは地中海とヨーロッパ大陸の影響を受ける。一般的には地中海性気候（夏季少雨気候、冬季雨気候）と称されるが、局地的には前述の二つの要素である特有の地形条件と、シノプティクな気象条件が相互に影響し特異な気象現象が現れる。

気温は北部と南部の地域差が大きく、また、夏季と冬季ともその年ごとに大きな気温差がある。夏季における南部と北部の盆地では、フェーン現象により気温が上昇し日中の最高気温が40度を超すこともある。冬季は大陸の寒波や地形性の逆転層あるいは放射冷却によって日中でも氷点下となることがある。また、逆に暖冬の年もあり、気温の経年変化は等緯度でも渓谷の地形の影響により大きな差がある。

風系は特徴的で周囲の海域がマ国に広域的な影響を及ぼす。南方のエーゲ海からの海風はバルダール渓谷に沿ってDemir Kapijaに到達し、スコピエ渓谷にも多少の影響を及ぼす。アドリア海はマケドニア西部とCrn Drim渓谷に沿った地域に影響を及ぼす。地中海の影響は弱いがStrumicaとBregalnicaの渓谷に沿ってドイラン湖にまで影響を及ぼす。

冬季の地中海周辺部では偏西風が強いが、スコピエ市ではエーゲ海からの海風(Vardarec)と、中央を流れるバルダール川の川風の影響により、卓越風は西から北西風とその逆風の東から南東風となっている。

湿度は南部と北部の地域によって大きな差があり、冬季と夏季も大きな差がある。冬季の偏西風は大気中の水分も運んでくるため、1993年の低温の続いた冬季には地面の放射冷却によって放射霧の発生があり、約３週間にわたり湿度が80％となった。

降雨量も地域により特徴があり、Karadzica-plisterの西部では年間700mm以上であるが、スコピエとGavgelija間の渓谷では年間500mm以下である。

(5) 水文

河川はエーゲ海とアドリア海に流入し、一部がアドリアの水域に流入する。

最も重要な川は国土の中央を流れるバルダール川で長さ420kmである。その支流として、右側にはTreska川（138km）、Crna川（222km）、その他の小河川がある。左側はPchinja川（127km）、Bregalnica川（184km）等がある。

マ国にはいくつかの自然湖と人工湖がある。自然湖ではオフリッド湖、プレスパン湖

及びドイラン湖が重要である。オフリッド湖はチチカカ湖と並んで年代的に最も古い時代の湖として知られている。概要は以下のとおりである。

・オフリッド湖は面積348㎢、その1/3はアルバニアに属し、最深部は285mである。

・プレスパン湖は面積274㎢、マ国、アルバニア及びギリシャに分割されている。

・ドイラン湖は面積42㎢、ギリシャとの国境にあり、両国で二分している。

・人工湖には110の貯水池が含まれている。最大はCrna川のTikvesh湖である。

・マ国には多くの間欠泉（湧き水）があり、Katlanovo湖やOebar湖がそれである。

(6) 森林資源

森林資源はマ国全土の面積の37％に当たる百万ヘクタールである。次の表には森林密度別の森林資源の分類を表３－１に、森林の植生の分類を表３－２に、森林資源の用途別の分類を表３－３に示す。マ国の植物種は多種にわたり、バルカン半島の地域特有の植物種のうち300種（16％）が分布している。

表３－１　森林資源の分類

年度 / 森林の形態	１９７４		１９９３		経年変化
	ha	%	ha	%	%
高密度　森林	224.6	20	226.8	20.9	＋　2.2
低密度　森林	348.3	28	557.6	51.4	＋209.3
雑 木 林	275.8	22	85.3	7.8	－190.5
荒 れ 地	375.9	30	215.6	19.9	－　60.3
合　計	1,224.6	100	1,085.2	100.0	

表３－２　森林の植生

単位（ヘクタール）

項　　目	面　積
広葉樹（カシ、ブナ等）	550,000
針葉樹、硬葉樹（オーストリア松、スコット松）	83,000
広葉樹とその他の混成	288,000
針葉樹、硬葉樹及びその他との混成	8,000
広葉樹と針葉樹の混成	47,000

表３－３　森林資源の用途別の分類

用途	面積		木材の容積		生育率	
	ha	%	m³	%	m³	%
商業林	892.3	92.6	72,543.4	92.6	1,717.9	90.4
保護林	7.6	1.8	823.1	1.06	25.9	1.36
国立公園	43.6	4.5	4,723.4	6.03	166.5	8.3
行楽地	1.1	0.1	62.9	0.08	0.1	-
その他	8.9	0.9	181.2	0.23	0.3	-
合計	963.7	100.0	78,343.0	100.0	1,919.7	100.0

(7)　スコピエ市の土地利用

図３－１にスコピエ市の土地利用図を、図３－２に公共施設の配置図を示す。図３－２によると、学校や保健研究所等の公共施設は市の中心部にある。

(8)　文化遺産・野生動植物

文化遺産及び地域特有の動植物に関する資料を整理して表３－４に示す。

表３－４　文化遺産・野生動植物

項目	内容
鉱物資源	ルビー、水晶、オパール、石灰岩、亜炭、亜鉛鉱等
文化遺産	約800万年から一千万年前にヨーロッパ一帯に生息した動物の化石としてastrodonts(象の先祖)、hipparions(馬の先祖)、rhinoceros、antelopes、猿、その他絶滅した動物に関する整った標本がある。
植物	植物は約600種の貴重種と在来種がある。これらは現在限られた地域にしか生息していない。代表的な種はRamonda、Felipea、yellow Gentian、White Water Lily等がある。
魚類	魚類は非常に多くの種類が生息しておりエーゲ海、アドリア海及び黒海地方の原産種である。貴重な在来種はオフリッド鱒、ドイラン鯉、ストルミカ鯉、マケドニアうぐい等がある。
両生類 は虫類	マ国はヨーロッパ大陸に残された少ない未開発の地域があり、ヨーロッパ大陸に生息する両生類の17種（比率38%）、は虫類の35種（比率41)が確認されている。
鳥類	マ国は渡り鳥の中継地点として知られている。渡り鳥の310種のうちの30%以上が生息し、在来種の218種が生息している。貴重な種として水鳥、猛禽類、フクロウ等がある。
ほ乳類	86種のほ乳類が生息しており、ヨーロッパ大陸に生息する種類の50%以上に当たる。約130種の貴重種のうち66種がほ乳類である。 これらは食虫類、コウモリ、ゲッ歯類、肉食類等がある。
無脊椎動物	この種は中央ヨーロッパ、地中海及び小アジアと同種である。特にオフリッド湖には海綿動物、原生動物、底生動物、甲殻類、貝類等の貴重な生物が生息する。
昆虫	特徴として蝶の種類が多くマ国とバルカン半島で81種が生息する。 その種類の中に全長15cm以上になるアポロ・バタフライがある。

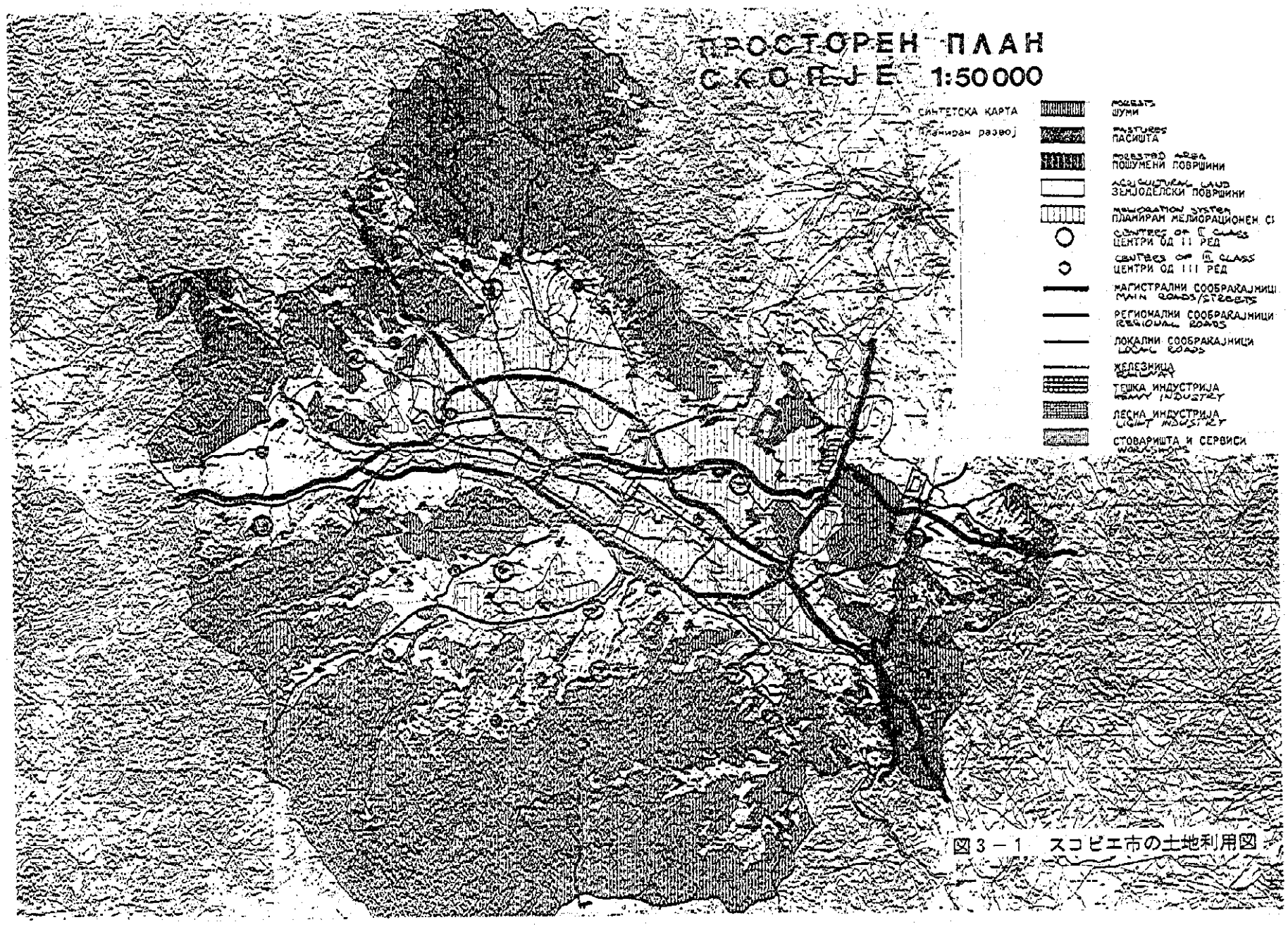


図3－1　スコピエ市の土地利用図

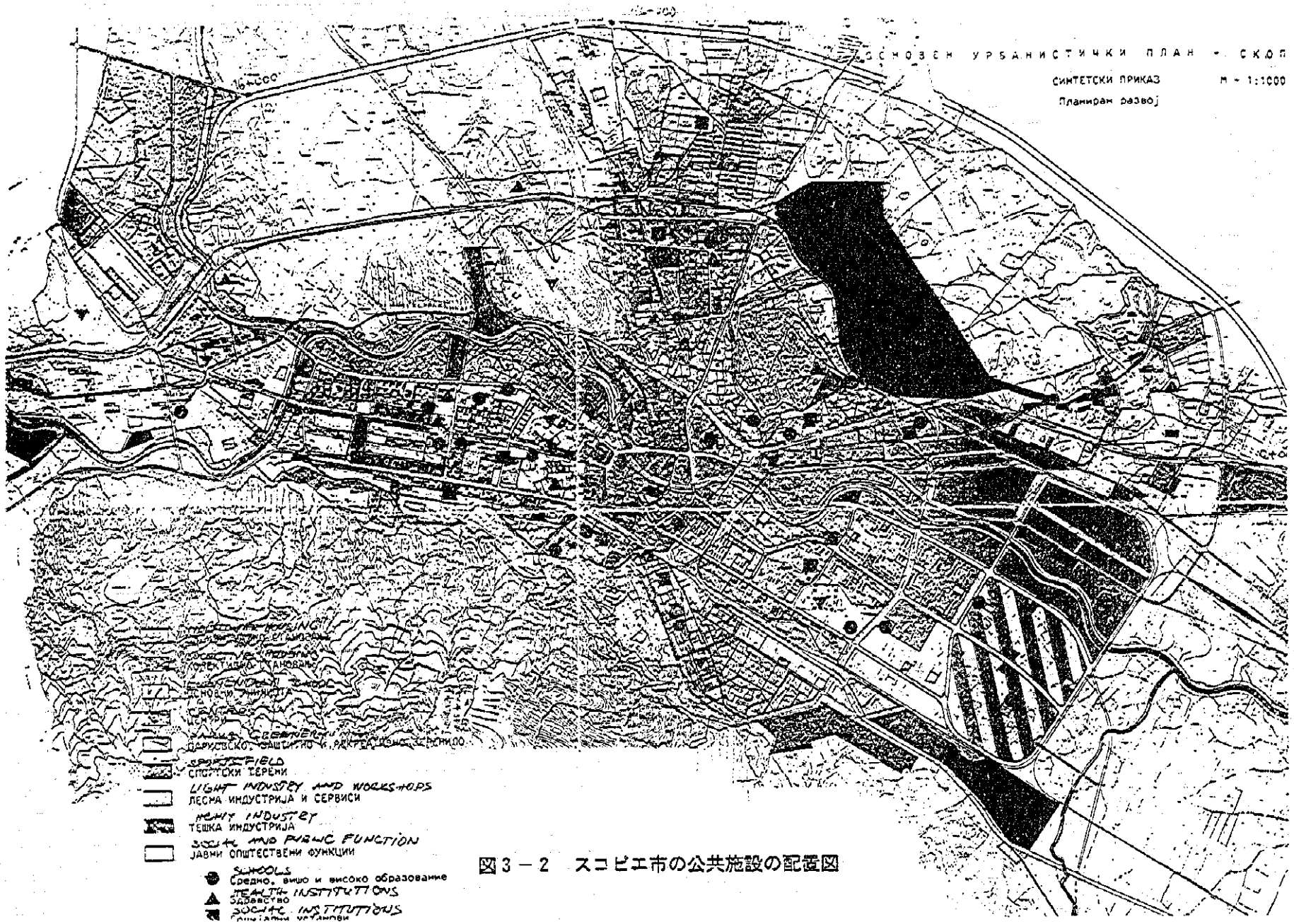


図３－２　スコピエ市の公共施設の配置図

3－2　社会・経済

3－2－1　マケドニア政府組織

同国は共和制で、大統領は5年の任期で再選は1回のみ可能である。その政府組織は下記の14省より成っている。

1　国防省
2　国務省
3　法務省
4　外務省
5　大蔵省
6　経済省
7　開発省
8　都市計画・建設・環境省
9　農林・水管理省
10　交通省
11　労働・社会福祉省
12　教育・スポーツ省
13　科学省
14　保健省

マケドニアの国家予算

1994年	11.9億ドル
1995年	10.5億ドル
1996年	10.5億ドル
1997年	11.0億ドル

で予算年度は1月から12月である。

以下は97年の国家予算で予算分配の多い省より順に挙げると

1位	労働・社会福祉省	25.34%
2位	教育省	17.66%
3位	国務省	9.97%
4位	国防省	9.09%

となり、環境関連の省：保健省及び都市計画・建設・環境省、に対しては極めて少なくそれぞれ0.6、1.2%である。

3－2－2　人口

1995年マケドニア統計年鑑によれば1994年の人口は207万人、人口密度80.7人／㎢で、過去40年間の人口にかかる諸データは下表3－3のとおりである。

表3－3　人口推移

	人口（単位1,000人）				
	計	男	女	人口密度（人／㎢）	一家族人数
1953	1,305	660	645	50.7	5.3
1961	1,406	710	696	54.7	5.02
1971	1,647	835	812	64.1	4.68
1981	1,909	968	941	74.2	4.38
1991	2,034	1,027	1,007	79.1	4.02
1994	2,075			80.7	

（YEARBOOK '95　統計局）

人種構成は、マケドニア人66%、アルバニア人23%、トルコ人4%、ローマ人2%、セルビア人2%。その他のグループとしてイスラム人、ブルガリア人、クロアチア人、モンテネグロ人等から構成されている。在マケドニアのアルバニア人は自分達の人口が30%に到達したとして、国勢調査を一部のアルバニア人がボイコットしたといわれており、マケドニア人とアルバニア人との関係が問題になっている。ただし公用語はマケドニア語である。

公表平均寿命は1980年代から着実に上昇し、1991年では男性70才、女性74才となっている。人口は都市部への集中が進行し、1991年では都市の人口が全体の58%を占めるに至っている。約6万人のマケドニア人が海外、主としてドイツで働いているといわれている。

3－2－3　教育

教育制度は国の管理下に置かれ、国公立のみで、私学はない。8・4・4年制でそれぞれ小、高、大学となっており小学校の中の4年間のみが義務教育で、高卒後の9カ月間は男性のみ兵役が義務づけられている。政府は少数民族の為のクオーター制を計り、マケドニアの二つの大学への入学の奨励に努めている。文盲率は約6%である。

3－2－4　保健・衛生

国としては、保健、衛生サービスを保証しているが、独立以来、サービスの質の低下を来

している。資金難から、一部は国際支援でカバーされているが、医療品の慢性的不足となり、時代遅れの医療器材の更新さえできないでいる。医療サービス中、薬局、開業医、歯科治療については民営化されてきている。大型の民間病院は現在のところ存在していない。

新医療技術、医療器材へのアクセスに欠け、技術は低下しつつある。国の保健計画は、平均労働者のサラリーの8.6%の健康保険料でまかなわれている。ただし特別の条件によっては未だ無料による治療制度が取られている。

都市環境と国民の健康に関して、大気汚染による疾病は呼吸器のものであり、その疾病率は国家レベルで決して無視できないものとなっている。保健研究所のデータによれば、マケドニアに於けるすべての疾病の罹病率中、呼吸器系疾病が、1986年以降のデータでは一貫して毎年第一位に挙げられている。また死亡原因の中では、1991年、1992年、1993年のデータによれば、循環系、悪性腫瘍に次いで第三位に挙げられている。

3－2－5　経済

マケドニアは、旧ユーゴ最南端に位置し、旧ユーゴの財貨、サービス生産高の僅か5％を占める程度で最貧地域の一つであった。欧州、アフリカそしてアジアへの交通の要路に当たりその地政学的位置から周囲の列強国による争奪の対象となってきたが、1991年9月に歴史上初めて独立し、1993年4月には“マケドニア・旧ユーゴ共和国”の名のもとに181番目の国連加盟国となった。独立後の経済は決して順調なものとはいえず、生活水準は落込み、エンゲル係数は40%を超えるといわれている。多くの国民は、旧ユーゴ時代の社会主義の政策で自分の独立家屋やアパートに住んでおり、自家用車は23万台で2軒に1台の車を保有している。

マケドニアの経済は下記のいくつかの要因で独立後、苦しい状態が続いた。すなわち

- 75%を占めていたセルビア向け輸出が国連制裁で停止した。マケドニアの主たるパートナーであるセルビアを失い、反面その他の独立国、スロベニア、クロアチア向け取引が回復しはじめたものの国内生産高で2位を占める農産物の新たな市場をみつけるには至らなかった。
- セルビア、モンテネグロへの国連制裁後、マケドニアの対外貿易の40%はギリシャのテッサロニーキ港経由で行われていたが、それでさえも1994年2月、ギリシャによる封鎖で、マケドニア経済をつまづかせることになり、94年で5億ドルも輸出に影響を与えることになった。
- ボスニアの戦乱、ギリシャによる封鎖は、当国への外国資本の投資を妨げることになった。また、民営化後の会社の法的ステータスが不確定であったことも、経済抑制要因で

た。また、民営化後の会社の法的ステータスが不確定であったことも、経済抑制要因であった。

・国際債権者への債務履行の問題がIMF、世銀等の国際機関の援助を遅らせてきた。

・構造改革ペースが遅く、同国経済回復のチャンスに悪影響を及ぼしてきた。共和国首脳は旧共産主義者で占められ、経済改革のスピードアップに積極的でなく、経済問題の討議がほとんどされていなかったため、銀行改革や民営化の進行に支障をきたしている。

・旧ソビエト連邦と東欧市場ブロックの解体は、マケドニアの病める経済には追加のショックとなった。これらの市場はマケドニアの主要産業であった化学繊維、自動車用バッテリーの主要市場であった。

(EIU国別概観　1994－95)

最近の経済指標は下表のとおりである。

表３－４　主要経済指標

指標	1994	1995(推定)	1996(推定)	1997(計画)
GDP（百万ドル）	1374.0	1330.0	1356.6	1424.5
GDP増減（%）	－2.6	－3.2	＋2	＋5
一人当たりGDP（ドル）	706.1	677.6	685.5	714.4
輸出（百万ドル）	1277	1389	1055	1183
輸入（百万ドル）	1812	2104	1719	1753
対ドルレート（ディナール）	43.3	n/a	n/a	n/a

(開発省)

表３－５　セクターごとの生産高シェアー

(単位 %)

	1990	1993	1994	1995(推定)	1996(推定)	1997(計画)
工業	41.8	38.6	37.1	39.3	39.9	40.0
農業	9.7	14.1	16.3	17.8	16.7	16.4
森林	0.6	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8
電力	0.5	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
建設	7.8	7.0	6.6	6.6	6.8	6.8
運輸、通信	6.3	4.9	4.5	6.0	6.1	6.2
交易	25.3	24.6	24.6	19.7	20.0	20.1
観光等	2.2	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
民芸	1.9	2.2	2.3	2.1	2.0	2.0
その他	3.9	4.4	4.4	5.3	5.2	5.1
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(開発省)

3－2－6　失業

旧ユーゴスラヴィア諸国は、他の前共産主義国とは異なり、失業が多い。
マケドニアはとくに慢性的な失業の歴史があり、そのため、海外で職を求める者が多くなっており、前述のごとく約6万人のマケドニア人が海外で働いている。失業率は1993年は22.1%、1994年は30%とされていた。さらに15%が名目上雇用されているが、生産削減工場からの“休暇”を与えられている。労働市場自由化法が1993年に成立し、民営化された国営企業が従業員を解雇できるようになった。

同国の雇用システムとして求職者はすべてNational Employment office（労働・社会福祉省の監督下にある。）に登録し、ここを通して職の斡旋を受けている。

労働・社会福祉省によれば、1996年12月現在で、全労働力は61万人で雇用者は37万人（60.7%）、失業者は24万人（39.3%）となっている。独立後、3－2－5、経済の項で前述した種々の逆境、旧ユーゴ企業の閉鎖等による失業増加が起こり労働・社会福祉省としては、失業対策として中小企業向けの世銀、IMFの融資で困難を切抜けていきたいとしている。

3－2－7　物価

1991年独立後、物価が暴騰した。1992年には1,691%のハイパー・インフレーションに見舞われた。しかし1993年には新通貨導入により下降線をたどり、230%の上昇率となった。1994年1月IMF承認により、安定化計画を導入し同年末のインフレーションは65%まで下降し、1995年のターゲットは30%と推定された。

表3－6　消費者物価の推移

		1991	1992	1993	1994	1995
消費者物価		115	1,691	230	58	30%（推定）
購買力	名目	100	1,065	n/a	n/a	n/a
	実値	－6.7	－40.5	n/a	n/a	n/a

（開発省）

3－2－8　民営化

民営化担当事務所(Agency of the Republic of Macedonia for Transformation of Enterprises with Social Capital)によれば、1993年成立の民営化関連法のもと、同国は経済の効率性を求めて民営化を推進中である。当初約1,200社を対象に民営化を進めたが、1996年末現在下表のごとく約75%の914社が民営化された。総従業員は約14万人で総資産額はドイツマルクで約23.6億マルクである。

表３－７　民営化完了の業種別企業（1996年12月31日現在）

業種	会社数	従業員数	総資産額（千マルク）
製造業	333	89,144	1,536,886
建設	100	26,049	144,890
貿易	293	16,376	405,606
交通・運輸	34	3,889	42,745
金融・サービス	77	4,896	111,019
手工業	42	1,835	31,060
観光	35	2,350	85,367
合計	914	144,539	2,357,589

健全企業から順に民営化を進めており、次に不健全企業にも着手することになっている。
民営化着手後の３年間の結果は成功であったとしている。
1996年より農業部門約350社の民営化を予定している。
当初予定した1200社全部とこの350社について1999年迄に民営化完了を目標としている。
しかし鉄道、電気、森林土地等のインフラ関連企業は除かれている。

３－２－９　今後の見通し

前述のごとく、ボスニアでの戦乱、セルビア・モンテネグロへの国連による制裁、ギリシャによる封鎖等で、独立後のマケドニアにとって思わぬ経済的打撃をこうむることになり、経済成長の脚を引っ張られることになった。ボスニアでの戦乱もようやく終熄を見、セルビア・モンテネグロへの国連制裁も解除され、ギリシャによる封鎖も、1995年９月両国間の協定が署名され、両国は正常化の道を歩み始めた。

このように周辺諸国をめぐる諸問題も収まり、安定化の道をたどるかにみえたのも束の間グリゴロフ大統領暗殺未遂事件が発生した。その目的が大統領の平和、協力、周辺諸国との等距離政策に対する反対の表明であったのは同国の状況の複雑さを呈示している。国民は国家元首の喪失の危機にも耐え忍んでいたその最中、マケドニア国旗の変更でギリシャとの関係が再びこじれはじめた。しかし国旗問題も、決着がつき、対外的問題として残るのはマケドニアの国名呼称のみとなった。

現時点に立って、当国の経済の見通しを概観するならば、ほぼ下記にまとめられよう。

・周辺諸国との関係正常化はマケドニアの安定化に好ましい影響を与えることは確かではあるが、対外問題が解消すると、次に国内問題が引き起こされるという繰り返しであった。国内民族問題は国内の民族対立化を招き兼ねない。

・マケドニア輸出の大半を占めていたセルビアへの輸出に対する国連制裁の解除も、二国間

関税の導入でつまづくことになった。ギリシャとの関係改善、ボスニア・ヘルツェゴビナの平和による影響も未だ遠い先と考えられている。

マケドニアの本当の安定化には未だ茨の道が続くものとみなければならない。国際諸機関の支援が望まれる。

・ただ、開発省によれば、GDPが独立後はじめて1996年に漸くプラスに転じ、今後も上昇基調を維持すると予測されている。またインフレは1996年では6％見込みのところ、2％におさまったことから、1997年は2％を目指している。このようなことから経済はもち直しはじめてはいるものと考えられる。

3－3　既存開発計画・プロジェクト

3－3－1　中期（1995－1998）公共セクター投資に対する基本姿勢

マ国は94年度一人当たり国民所得が700米＄で旧ユーゴ連邦では最低のランクであった。すでに述べたように、マ国の経済は、それが独立後、社会的不安定、主要マーケット国の動乱、物価、生活レベルの低下、資金繰り等に特徴づけられた極度に困難な経済、社会環境を引き継ぎ、また周辺諸国からの外的ショックでさらに困難なものとなった。旧ユーゴから年当たり受けていたGNPの5～10％のTransferも失った。

かかる背景のもと、マ国は経済的困難に立ち向かい財政安定化、構造改革、民営化プログラム等の経済改革に取り組んだ。こうした状況下に出されたのが次に述べる同国の投資計画である。

当国の中期投資戦略として下記の三点を強調している。

第一に、既存の能力をフルに生かすこと。すなわち既存の能力が民営化や、独占の排除などの制度的変更を通じて、より生産的になりうるものは、ためらわずに実行する。同様に既存の施設が、方式、ソフトウエア等の改良で、より生産的になるのであればその方式を採用する。このアプローチを取れば、市場、社会のニーズを満たすのにより少ない資源で済むことになる。

第二に、投資計画の決定に際しては、その計画が経済的でありさえすれば、既存のインフラを整備し、施設の原状復帰に努力をすることを最優先とする。

新しいプロジェクトと比べ、経済的に可能性ありと判断されるなら進行中のプロジェクトを優先する。新規プロジェクト計画について、マ国は小国でもあり、経済効率を求めるため、不要なものは避ける。科学研究施設のような専門的分野では、新たな施設を高価で建設するよりも適当な地域の施設や、国際機関の施設を利用する方を選ぶ。

第三に、新規投資は、最も低コストのものとする。公共投資では、効率と公平のため、コスト回収とユーザー負担を強調する。社会的に必要とされるものは低所得層に的をしぼる。

もちろん国家予算が耐えられるというものに限定する。

3－3－2　国家環境行動計画

市場経済への過渡期にあるマ国にとって、最も重要な事は、国の開発計画と保健、環境保護の政策とを統合することであり、このため、国家環境行動計画(NEAP)が策定された。NEAP策定に当たり次の三つの基準が考慮された。

－保健

－質的生活を高めるための環境の改良

－持続的発展のための自然資源の保全

マ国は、EU市場への参入のため、EU基準を満たす効果的な環境管理システム設計の過程にある。NEAPは時代に即応するものでなくてはならず、そのように調整されねばならない。

したがって、NEAPは国の開発計画と合致しているかどうかを見極めるために見直しをしなければならない。過渡期にあるマ国にとってNEAPを効果的に実施する必要があり、数多くの優先計画の中の一つに環境保護が位置づけられている。

1）行動計画作成の背景

・国民の6割（120万人）が都市部に居住し国民総生産の約1/3相当の工業生産を行っている。1994年で約4割の雇用を占めている。
環境計画の開発計画への統合は、未だ部分的であるが、いくつかの環境的改良は実施されてきた。それらの例としては国の三大湖畔における排水処理施設の建設、多くの都市部での飲料水確保、保全地域の設置、環境省の設立等が挙げられる。

・規制の実施、制度の強化による効果的環境管理システムが必要である。生産レベルの低下にもかかわらず、産業が主要環境汚染源であり、旧式で非効率な生産技術、不適切な排水設備、弱い環境規制が問題である。

・環境問題に立ち向かう最初のステップとして1996年12月に政府は環境基本法を通過させた。なお、この基本法のもと、その他関連法規が作成されねばならないこととなっており、最終的にはEUの環境基準の採用を行うこととしている。

・多くの組織が環境モニタリングに携わっているが、協調が不十分である。財源不足、旧式機器のためすべてのパラメーターが計測されているわけではない。
モニタリング・データが広く公開されていないため環境への住民の意識も乏しい。

・進行中の社会・経済改革は環境に好ましい影響を与えよう。大気汚染源の工場は構造改革で、より効率的になり、汚染も減少しよう。“汚染者負担”、“ユーザー負担”主義はさらに汚染を減少させ、資源の合理的活用を推進することになろう。

・環境予算が1996年で0.2%だが、近い将来とも、大幅増額は期待されない。それゆえ、法規制の強化で、汚染者に環境浄化を促し、同時にプライベート・セクターにも協力を呼びかける必要がある。

2）提言

・効率的環境管理システム創設のため、現存の制度・組織構造の改革が絶対に必要。すなわち短期的には、都市計画・建設・環境省の強化。長期的には、環境省の設立。

・法制面の優先順位は、まずEUに合致する新法制度の策定。

・いくつかの都市周辺における大気汚染は主要環境関心事である。最も緊急な問題対象地域はティトフ・ベレスとスコピエである。主要汚染源は、工場と自動車である。大工場は、その排出を制御せねばならないし、鉛分の多いガソリン使用は早急に、かつ段階的に廃止されるべきである。

・水質汚濁については、高度排水処理施設、給水、灌漑システムの近代化、水源の管理向上と合理的利用が追求されねばならない。

・不適切なごみ処理もまた、国の大きい関心事である。
最初の段階として、廃棄物の収集、運搬、最終処分が確立され廃棄物処理制度も形成されねばならない。

・農林管理も重要な環境問題であり、持続的農業の発展のため、土地保全政策の推進、農民の教育推進が必要である。
土地利用計画は農耕地をさらなる都市化から保護するという観点から、策定されねばならない。

・森林資源の改良保全は国の長期目標である。
収入源として国立公園の木材を利用する現行の慣習は中止されねばならない。持続的森林管理計画が、保全と植林を併せて、策定されねばならない。

・マ国の生物は多様性に富んでいるが、モニタリングが不適切である。保全プログラム及び環境に配慮して持続的な観光プログラムが必要である。また、住民の意識向上も極めて重要である。

・財源不足で文化遺産保全が困難となってきた。ユネスコにより世界自然文化遺産と指定されているオフリッド及びその他の歴史的地域の文化には特別の注意が支払われるべきである。

3）優先プロジェクト

あらゆる環境関連における優先的問題を評価した結果、次のものが来る5年以内に考

えなければならない優先計画事項である。

優先計画は、厳しい予算的制約、未整備な環境問題の諸制度等に配慮し、それらと中・長期における環境ニーズ間の整合性を必要とする。計画の要点は下記のとおり。

・大気質の改善

－無鉛ガソリン化行動計画で、自動車排出ガス中の鉛の削減

－適切な排ガス処理方法導入により、ティトフ・ベレスの亜鉛、鉛工場からの大気汚染の削減

－スコピエでの大気モニタリング・システムの開発

－モントリオール議定書に合致するため、オゾン層破壊物質の削減

・水質の改善

－国の水源開発計画の策定

－スコピエ及びビトラの排水処理プラント建設

－オフリッド湖への排水集水システムの完成

－ユゴフラム工場の排水処理プラント建設

－工場排水を河川放流前に処理して、グラシュニカ河の水質改善

・固形廃棄物管理

－廃棄物の収集、運搬、最終処分を規定する固形廃棄物管理のための法制度の整備

－リサイクル、コンポスト計画で廃棄物減量化の計画策定

－国の廃棄物処理マスタープランの策定

－ドリスラ埋立場建設の完成及びスコピエのバルダリシテ埋立場の修復

－有害廃棄物埋立場の確定

・生物多様性の保全

－生物多様性保全の戦略、行動計画の策定

－保護地域管理計画の策定、実施

・森林の回復と保全

－やせ地の植林及び浸食保護計画の策定、実施

－国立公園での伐採を環境的に持続可能なものにするメカニズムの策定及び森林企業経営を向上し、再生と火災防止のための資金調達

・技術援助

－スタッフの教育、モニタリングや分析、機器の向上、MUPCE等環境関連機関の強化、中央、地方政府レベルの法規制策定、実施への協力

－より少量の肥料を使用する農業、土地保全法、現行の耕種慣行の再構築

－水、土地、森林、保護地、公園を含む自然資源管理教育

3－3－3　環境関係プロジェクト

小都市、地方の都市化、自然資源の無制限な収奪、都市部への人口集中、増大するエネルギー需用、化学品の利用等は環境に色々な障害をもたらした。今後の環境保護は、飲料水の需要増、健康的な食品の提供、高い生活水準等のためその必要性がますます増大する。

かかる状況下、環境分野での優先プロジェクトは水質汚濁対策、大気中の危険物質の削減、都市廃棄物、産業有害廃棄物の処理である。

1995～1998年の環境関連プロジェクトには、亜鉛、鉛、鉱山の廃水処理2.4百万米＄、オフリット湖水質汚染対策36百万米＄、プレスカ湖水質保全対策30百万米＄、ドイラン湖水質保全対策25百万米＄と挙げられているが、現時点では、外国支援部分が不明確で未だ実施されていない。(MUPCE投資計画OCT '96)

大蔵省によれば、97年度予算で下記２件のみと、極めて少額である。

1．河川・湖沼プログラムとして65万米＄

2．環境保護プロジェクト準備として２万５千米＄

なお、開発省によれば、マ国の現在の債務状況では、プロジェクトのためのローンは組めない、外国からの無償か贈与しかないとのことであった。

第４章　大気汚染及びモニタリング体制の現状と課題

４－１　マケドニア国における環境管理体制概要

４－１－１　マケドニアの環境関連法

マケドニアの環境保護・推進に関して、同国の新憲法第43条で、健康的環境に住む国民の権利を明示し、環境保護・推進の各国民の義務も明示している。また国として市民が健康的環境に住む権利を行使できる様な条件を提供することになっている。

環境に対する犯罪について、現在二つの刑法に規定しているが、包括的、一律の性格のため、遵守されていない。

独立以来、環境基本法の作成のため、関係省、学識経験者との意見聴取、調整、修正に取組んできたが、ようやく1996年12月、国会で可決され、12月17日付けマケドニア国官報に記載後の８日目、すなわち1996年12月25日に発効の運びとなったばかりである。

環境、自然環境保護、推進そして国民の健康保護・推進のため、さらに詳細な条件を法律にて詳述する様、同法第５条で規定している。

また、第17条で、都市計画・建設・環境大臣は、保健大臣、国務大臣、農林・水管理大臣及び経済大臣との合意の上で、特定品の生産、輸送そして特定活動の実施がもし環境、自然あるいは健康を危険にさらす様な場合には、かかる行為を禁止する事ができることを明示している。

第25条では、大気質等の測定、モニタリングは都市計画・建設・環境省が実施することになっている。しかし都市計画・建設・環境省により承認された専門機関によっても実施される事を可能にしており、これら諸機関は、都市計画・建設・環境省にデータを直ちに提示する様、義務づけている。

４－１－２　マケドニアの環境関連組織

旧ユーゴ連邦でもマケドニア共和国は進んだ行政組織を有していたが、これらは1991年新自治国家の行政組織に移譲された。独立前も、後も環境保護は数省にまたがっていたが、そのどれも充分に代表するものではなかった。不充分、不適切、不統一な法規則がその不効率の原因であった。“環境保護は社会主義化されるべきであり、組織・制度化されるべきものではない”という政治姿勢に、状況が端的に表現されている。結果、環境保護はいたるところで取り上げられたが、具体的手だては不充分であった。

唯一の環境保護機関は、都市計画・建設・運輸・環境省であったが、1995年１月以来、運輸部門が分離し、現在の都市計画・建設・環境省と組織改定がなされた。しかしその後数カ月間、みるべき環境保護の効率改善も記録されていなかったが、その原因として下記が挙げられる。

・国家行政機関として、環境保護の管轄権が不充分、不統制

・環境セクターでの適切な人材の不足

・環境保護遂行に必要な技術機材の欠如

・過去数年間、環境セクターの業務遂行に必要な財源の欠如

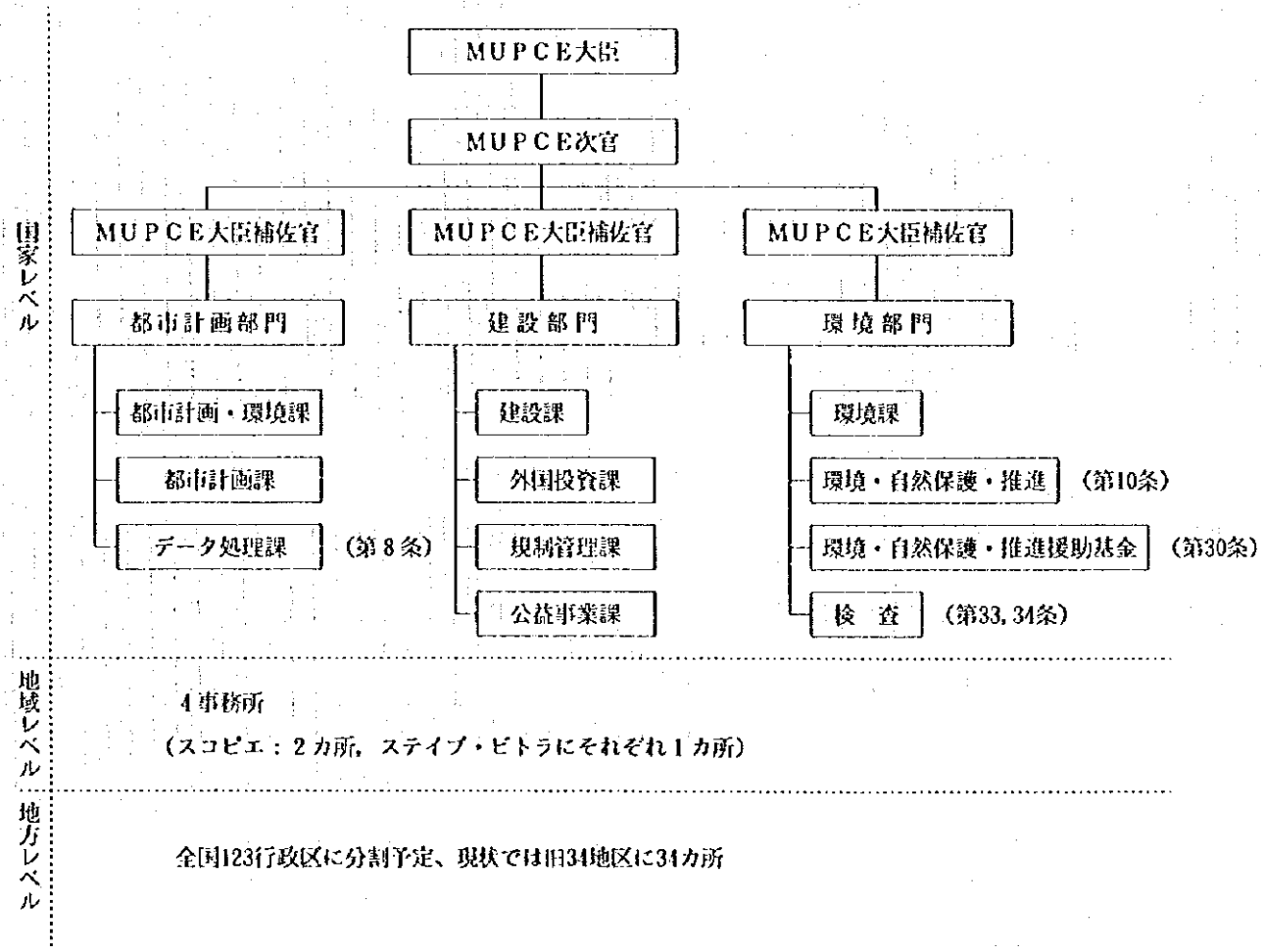
しかし1996年末、国家環境行動計画(National Environment Action Plan-NEAP)の成立を見、併せて環境基本法の制定により、環境に係わる組織体が大きく変りつつあり次に述べる組織を形成するに至った。

(1) 都市計画・建設・環境省(MUPCE-Ministry of Urban Planning, Construction and Environment)

環境省は独立の省ではなく、都市計画、建設、環境省の中の一部門となっている。

その組織図は1997年3月初旬の時点のものと、近い将来予想されるものを参考に記した。

(1)－1　1997年3月現在：



環境部門傘下の組織を仮に環境課とよぶことにすれば、その要員数は、1995年３人、1996年４人、1997年３月現在７人である。

主たる任務は独立後のマケドニア国としての環境基本法の法案作成であり、環境関連省庁間の調整機能も果たしている。

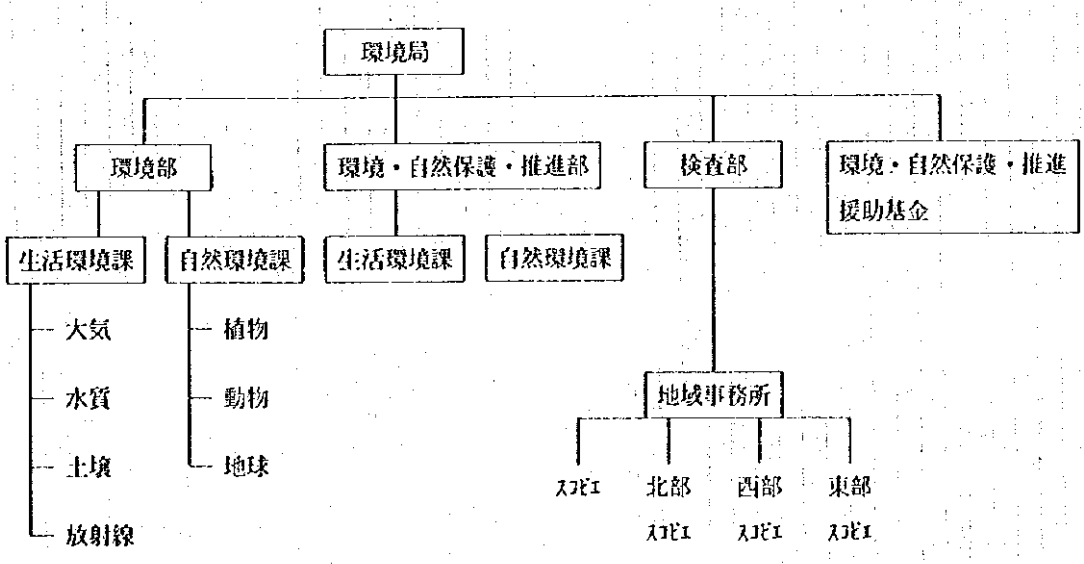
傘下組織の呼称もなく、ただMUPCEの下で任務を遂行しているという肩書きである。

ようやく、1996年12月環境基本法の発効により、MUPCEとしての機能を遂行するための諸機関を組入れることが明記された。すなわち、第10条では環境・自然保護・推進、第30条では環境・自然保護・推進援助資金、第33条では検査機能である。

該組織図は、あくまでも暫定的であり、今後さらに修正が加えられることになろう。環境部門傘下の４セクションは(1)－２のごとく、さらに細分化され、要員は70人位にまで増員というアイデアもあるが流動的である。しかし、これはとりも直さず、環境部門が今後、肉づけされ、補強され、整備されていく過程での修正であり、独立国家として歩み始めた当国としての初の試みでもあり、当然のことでもあろう。

(1)－２　近い将来予想される組織図

MUPCE内部で環境部門が次の様な組織体となると予想されている。仮に環境局とよび、以下を部課とよぶとするならば

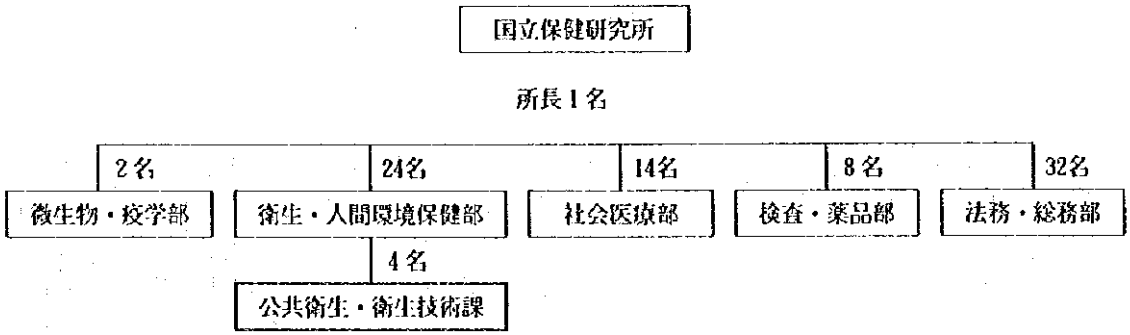


(2)　保健省

傘下には下図のように健康・衛生監視所及び健康保険資金がある。健康保険資金はいわゆる健康保険制度の推進機関であり、健康・衛生監視所は汚染発生源への対策にかかる責任機関である。

(3) 国立保健研究所

国立保健研究所は保健省から独立しており、環境モニタリングを含めた保健業務を中央と地方組織とが一体となって実施している。総人員は所長以下110名で組織図は下記のようになっている。



大気関係は公共衛生・衛生技術課で担当しており、衛生・薬品専門医2名、衛生専門医1名、衛生工学士1名計4名の陣容である。同課では、環境要因の健康に与える影響の調査、飲料水の衛生状態、大気汚染の状態、表流水の汚染状況のモニタリング、評価、健康的な食品づくりを目指した特定地域の土壌の評価、廃棄物処理より発生する環境リスクの評価等を行っている。

また、水文気象研究所や地方保健研究所よりのモニタリング結果を収集し慢性呼吸器病のような大気関連疾病をまとめ、健康への防止手段を取り、これらの活動を保健省に報告する役目を持っている。

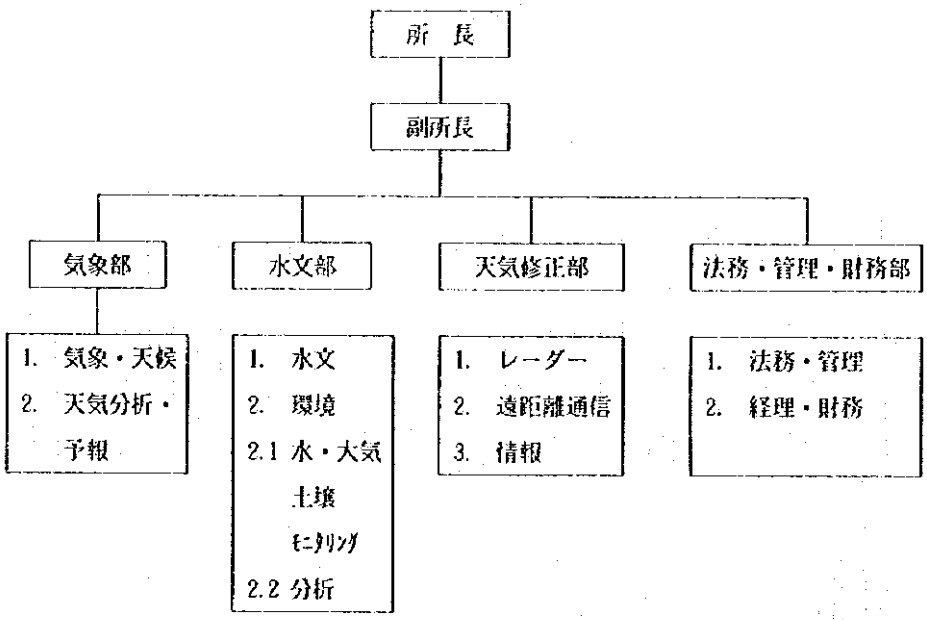
国立保健研究所はマ国の中央機関であり、地方組織はスコピエをはじめ全国10カ所にあり、各所には約40～60名程度配置されており、その中で大気関係は1～2名程度で統計関係に携わっている。国立保健研究所は、保健省から独立しているため、予算は保健省とは別枠の可能性もあり、この点さらに調査が必要である。

(4) 国立水文気象研究所

(4)－1 組織

水文・気象分野を研究する機関で、水文気象情報を提供している。

本研究所の組織は下記のとおりである。



現在の職員は230名で大気モニタリングは水文部内環境担当の水・大気・土壌モニタリング・セクションで行われており、環境関係には下記のように人員配置されている。

	技能工		技師	合計
大気質：	2名	＋	5名	＝7名
水質：	5名	＋	4名	＝9名
環境部責任者：				1名
			総計	17名

財源は、95%が国家予算でまかなわれ、5%が各種ユーザーへの直接サービス料金から得ている。97年度の国家予算は173万米$である。

(4)－2　観測所

大気質は全国20カ所の観測地点で観測されている。スコピエには当研究所、カルパス、キセラ・ボダ、ドラセボ、オートコマンダ、大学図書館等、計9カ所、残り11カ所はラザロポール、ティトフ・ベレス、クマノボその他地域にある。

4－1－3　人材育成

MUPCEの環境部門は、未だ数人の陣容でもあり、また、現在組織づくりの途上でもあり、人材育成の制度はない。これまでのところ、JICAの研修制度でマケドニアの専門家が訪日の上、研修を受けている程度である。MUPCE独自のプログラムができ上がるまで、

今後も引き続きJICA研修制度による研修が望まれる。

4－1－4　財源

3－2－1政府組織の項でも財源について触れた様に環境関連の予算は他省に比し、極めて乏しく、省間での順位としては下位にあり、具体的には、97年度予算は下記のとおりである。

	1997年度予算額	国家予算内の割合
MUPCE	12.3百万＄	1.2%
保健省	6.6百万＄	0.6%
水文気象研究所	1.73百万＄	0.2%

これら予算は当然、人件費込みであり、新規プロジェクトに対する投資は極めて少ないといわざるをえない。

MUPCE担当によれば、本プロジェクトに伴う将来の諸投資の財源については、下記が考えられている。

・各市への割当予算の活用

・国家予算の関係省庁への増額

・MUPCE内部に設立の環境・自然保護・推進援助資金による活動

・EUのポーランド、ハンガリー等中東欧向け技術協力プログラム（マケドニアもメンバーの一つであり、毎年各国に援助をしており、1件5百万＄でこれを期待）

環境法第31条では、環境・自然保健推進基金をMUPCE内に設置することを規定、その原資として、国家予算、Donation、汚染発生者の負担等としている。また同31条では、自動車登録時、保険料の2～4％が支払われ、それを原資としている。また32条では“環境控除法”を制定し、環境汚染を発生させた団体、個人は“環境控除”の形で、環境・自然保護推進のため、資金を提供し、許容限度以下に引き下げるまで、支払わねばならないことを規定している。

4－1－5　今後の課題

マケドニア側で、どの程度のモニタリング・システムが必要となるのか、またそのシステム装備、維持にどの程度の財源が必要となるのか、さらには、システムの受入れ、推進母体としての組織はいかなる陣容となるべきか、これらの接点をみきわめねばならない。

4－2　大気汚染の現況

(1)　測定地点及び測定方法

1）水文気象研究所

現在のマ国の大気汚染に関する法律は、1974年11月20日に施行されたLaw on Protection of Air Pollution（旧社会主義共和国マケドニア、大気汚染防止法）によって施行されてきたが、当時の環境への認識が非常に薄かったために、現状には適合しない内容となっている。この法律の第24条で、水文気象研究所(Hydrometeorological Institute:HMI) が大気汚染モニタリングの実施機関となり、モニタリング情報を関係諸機関に報告する体制が取られていた。

HMIでは10年以上前から気象と大気汚染との関係を調査研究するため、環境大気のモニタリングを実施しており、SO_2及び浮遊粉じん[注1]は全国の20地点（図4－1参照）で同時に測定されている。測定点の分布はスコピエ市9局（図4－2参照）のほか、クマノブ市、ベロボォー市、シュティブ市、ティトフ・ベレス市、プレリップ市、ガブベラ市、ビトラ市、オフリッド市、チェヴォ市、ラザポール市及びテトボ市の合計11市であり、ほぼマ国全土をカバーしている。

これらの測定局はスコピエ市以外では市街地の周辺、あるいは市街地の外に配置されている。測定時間は当日の午前7時から測定を開始し、環境大気を24時間吸引して翌日の午前7時にサンプルを回収する。したがって、現在の測定方法は24時間の平均濃度として測定されているため、高濃度出現時の解析や発生源の同定には十分対応できないと思われる。

その他の測定項目については、カルポス(KarposⅣ-Karposスコピエ市内のNo.6の測定地点）とラザポールの気象観測所においてNOx及びオゾンの測定を行い、自動車排出ガスを対象として4交差点で大気中の重金属成分の分析を行っている（図4－3参照)。

2）保健省保健研究所

上述のHMIの測定局とは別に保健省の所属機関である地方保健研究所では、生活環境保護に関する法律の第110条を基本として、マ国法第45条にしたがって当研究所独自の測定局を配置した。測定局の分布はスコピエ市に7局（図4－2参照）のほかクマノブ市、ティトフ・ベレス市、ベレリップ市、ビトラ市及びテトボ市の合計12局であり、SO_2及び浮遊粉じんの測定を実施している（図4－4参照)。

この他に、HMIでは測定していない汚染物質として、一酸化炭素(CO)、降下ばいじん及び重金属（鉛、亜鉛等）の測定を行っている。COは自動車排出ガスの影響調

査のために、スコピエ市の4交差点で春季と秋季の年間2回につき連続7日間測定する（図4－2参照）。

降下ばいじんは長期的、広域的な汚染を調査するために、スコピエ市に30地点ティトフ・ベレス市に6地点、ビトラ、クマノボ、プレリップ、オフリッドの各市に2地点配置されている。

また、ガソリン中の鉛その他の重金属の影響を調査するため、当研究所近傍の1カ所で春季と秋季の年間2回につき連続7日間測定している。

(2) 分析方法

1）SO_2はパラロザニリン法により手分析し、1～2時間後に濃度が算出される。ただし、地方の測定地点のサンプルは郵便で回収されるため、分析結果は一週間後となる。

2）浮遊粉じん濃度は英国標準方法に基づき、ろ紙に捕集されたサンプルの光の反射量から浮遊粉じんの重量濃度に対する相対濃度を算出する。

3）NOxは吸光光度法（ザルツマン法）により分析する。

4）Ox（オゾン、オキシダント）は吸光光度法（ヨウ化カリウム溶液）により分析する。

5）COは塩化パラジウム水溶液と環境大気中のCOとの反応により発色させ、その吸光度を測定し、検量線により濃度を算出する。

反応式は次のとおりである。

$$PbCl_2+CO+H_2O \rightarrow Pb+2HCl+CO_2$$

$$PbCl_2+4KI \rightarrow K_2(PbI4)+2KCl$$

6）鉛(Pb)はメンブランフィルターにサンプルを捕集し、電位電解法により分析する。

7）水文気象研究所では4交差点における環境中の重金属分析に原子吸光分析計を用いている。

(3) 各都市の気象及び大気汚染の現況

1）スコピエ市の気象の概要

・平均海抜高度：260m、30年間の年平均気温：12.5℃、過去の最高気温：41.5℃

・過去の最低気温：－25.6℃、年間の霧の発生日数：63日、降雨（降雪）：主に冬季

・風系：川と渓谷の影響（Vardarec）で卓越風向は西(W)、北西(NW)、南東(SE)及び南(S)、年間の平均風速2.5m

・年間平均日照時間：2102時間

2）スコピエ市における大気汚染の現況

1990年以来工業生産力が低下しているため、大気汚染もやや緩和されている。しかし、スコピエ市は排気ガス組成の悪い自動車と公害防止施設の不十分な工場、それに加え、拡散効果の小さい特有の地形条件により大気汚染問題は重大である。とくに冬季には燃料に硫黄分の高い重油の使用（家庭用暖房や熱供給プラント等が使用している重油は硫黄分が２～４％でＣ重油でも質が悪い）と気温逆転層の発生（この逆転層は日中も解消しない場合がある）により、年によっては汚染が長期化する。

こうした状況を集約した大気汚染に関する特筆すべき現象は1993年１月に発生した。その概要を時系列的に記述する。

・この年の１月の初めにスコピエ市の気象観測の開始以来の積雪（68cm）があった。
・１月１日の最低気温は氷点下20.4度であった。
・１月６日の最高気温は氷点下7.2度であった。
・１月５日から７日にかけて濃い霧が発生した。
・この間に熱供給プラント等の事業所と家庭用暖房による大気汚染が深刻化した。
・１月８日には北西からの冷たい風が吹き（平均風速４m/s、瞬間最大風速20m/s）局所的な地形効果による地形性の逆転層が発生した。
・この風が吹いた後、約20日間にわたって大気が安定状態になり風速は１m/s前後、最高気温は氷点下10.6から2.6度の間で大きく変動した。
・この期間、終日霧が発生しており湿度は80％であった。
・逆転層の強度は１月８日が0.1℃／100m、１月18日が2.3℃／100mであった。
・１月10日から11日にかけて終日強い逆転層が発生しており、大気汚染が重大な事態になり、スコピエ市の市条例第８条及び９条にしたがって第一段階の規制（警告と助言）が発せられた。
・１月15日には英国の北の海上約500kmに強い低気圧が発生し（960hPa）、南から暖かい空気が流入し最高気温が10.1度にまで上昇した。この結果、大気の混合が活発になりこの日のうちに逆転層は解消した。（図４－５参照）
・１月17日には第三段階の規制の継続中に、気温の上昇により大気汚染濃度は急激に下がった。
・その後も大気は成層状態となり大気汚染は再び発生したが、１月25日に強い風が吹き（平均風速3.5m/s）、大気汚染が解消した。

3）ティトフ・ベレス市の気象の概要

・平均海抜高度175m、30年間の年平均気温：13.4℃、冬季の平均気温3.2℃

・卓越越風向：北西(NW出現頻度30％)、北（N出現頻度31％)、平均風速：2.2m

・年間平均の霧の発生日数：13日、平均降雪日数：13日

・平均年間日照時間：2148時間

4）ティトフ・ベレス市の大気汚染の現況

ティトフ・ベレス市の年間の風配図（図4－6参照）によると、NとNWの風向の出現頻度の合計は約64％になる。この市の最大の汚染源といわれるZletovoの精錬工場は市の中心部から北西約1㎞の位置にあり、NとNWの風向の場合は煙突から排出された煙は市の中心部に向かって拡散していく。

汚染物質の風下最大着地濃度出現距離(Xm)は煙の有効煙突高He（煙突の高さ＋煙の上昇高さ）のパラメータである。仮定として、精錬工場のHeを50mとするとXmは約1㎞となり、Heを100mとするとXmは約2.8㎞となる（この場合、着地濃度は1/4に減少する)。精錬所のHeは50mから100mの範囲にあると想定されるため、当工場の排出ガスがティトフ・ベレス市に及ぼす影響が懸念される。

こうした状況を踏まえ、当工場は公害防止施設の現況と将来的な防止対策に関する見解を以下の様に提示した。

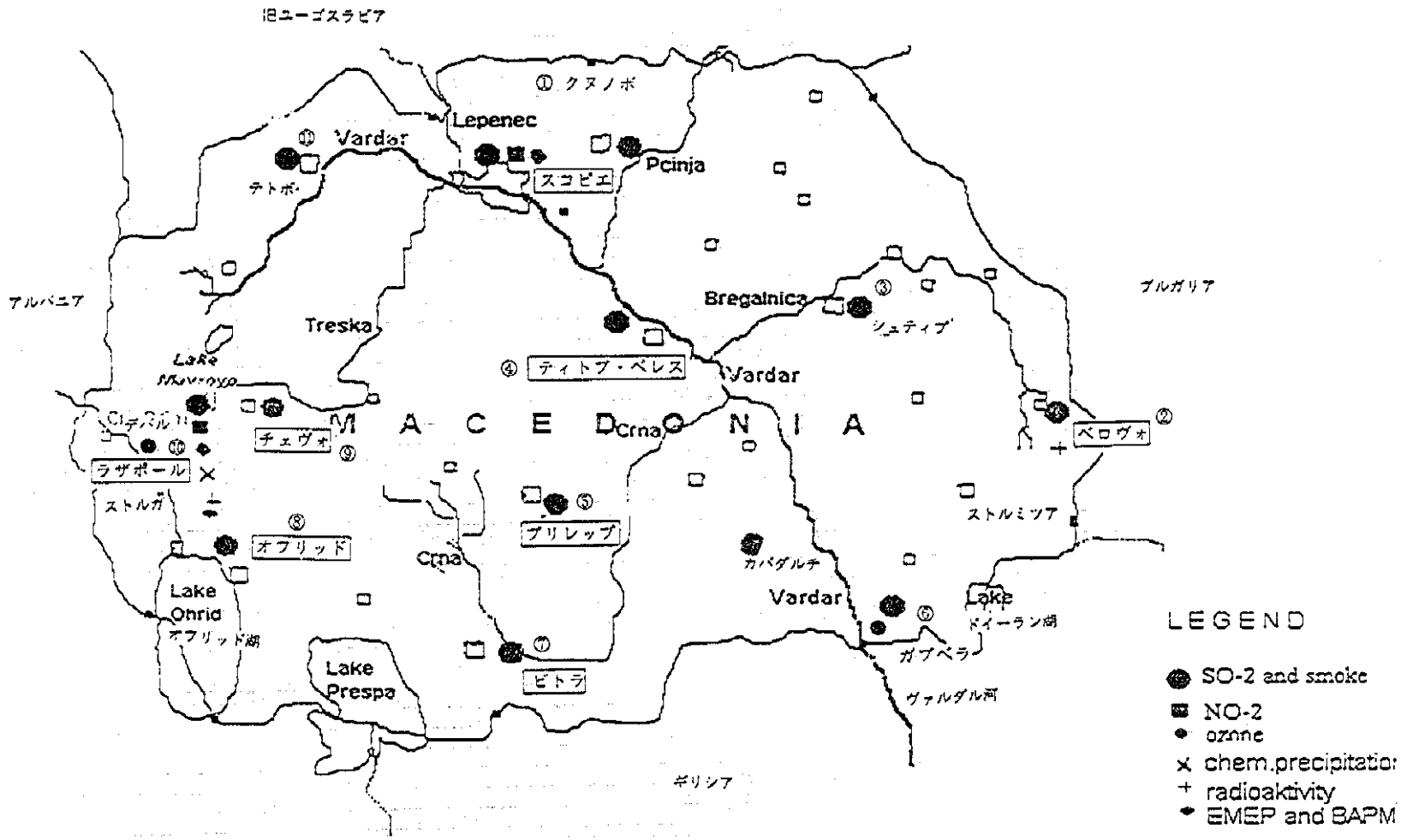
・当社は湿式排煙脱硫法（石灰－石膏法）により脱硫処理を実施しているが、煙道排ガス測定結果によるSO_2の定常的濃度は約1,200ppmあり、燃料の品質や燃焼状態により1,680ppmを超えることもある（NEAPによれば排ガス量は65,000㎥N/hr、SO_2濃度は2,000～2,800ppmとなっている)。

・アンモニア水溶液吸収法による湿式排煙硫法を用いると副製品として硫安を得るが、硫安を分離するためには液を加熱して濃縮しなければならない。また、排ガス中にアンモニアが混入する恐れがある。石灰－石膏法との比較を検討中である。

・当社は排ガス濃度を780ppm（脱硫効率65％以上）まで低減したいと考えているが、新たな日本製の脱硫装置の導入には、US$4百万が必要である。

・貯炭パイルに野積みされているコークスはダストの発生源となっており、とくに風の強い日にはその発生量は著しい。したがって、煙突と貯炭パイルを含めた粉じんの発生量を押さえることは最重要課題である。

・集じん装置として一般的に使用されているスクラバーでは、亜鉛精錬工場に対する国の規制値（ダストの排出基準値20㎎／㎥N、亜鉛の排出基準10㎎／㎥N）は達成できない。湿式の電気集じん装置を使用すれば、この基準値がほぼ達成できることが立証されている。



AIR QUALITY MET-HOPE STATION OF THE HYDROMETEOROLOGICAL INSTITUTE

Attachment I-1

図４－１　水文気象研究所による大気モニタリング地点

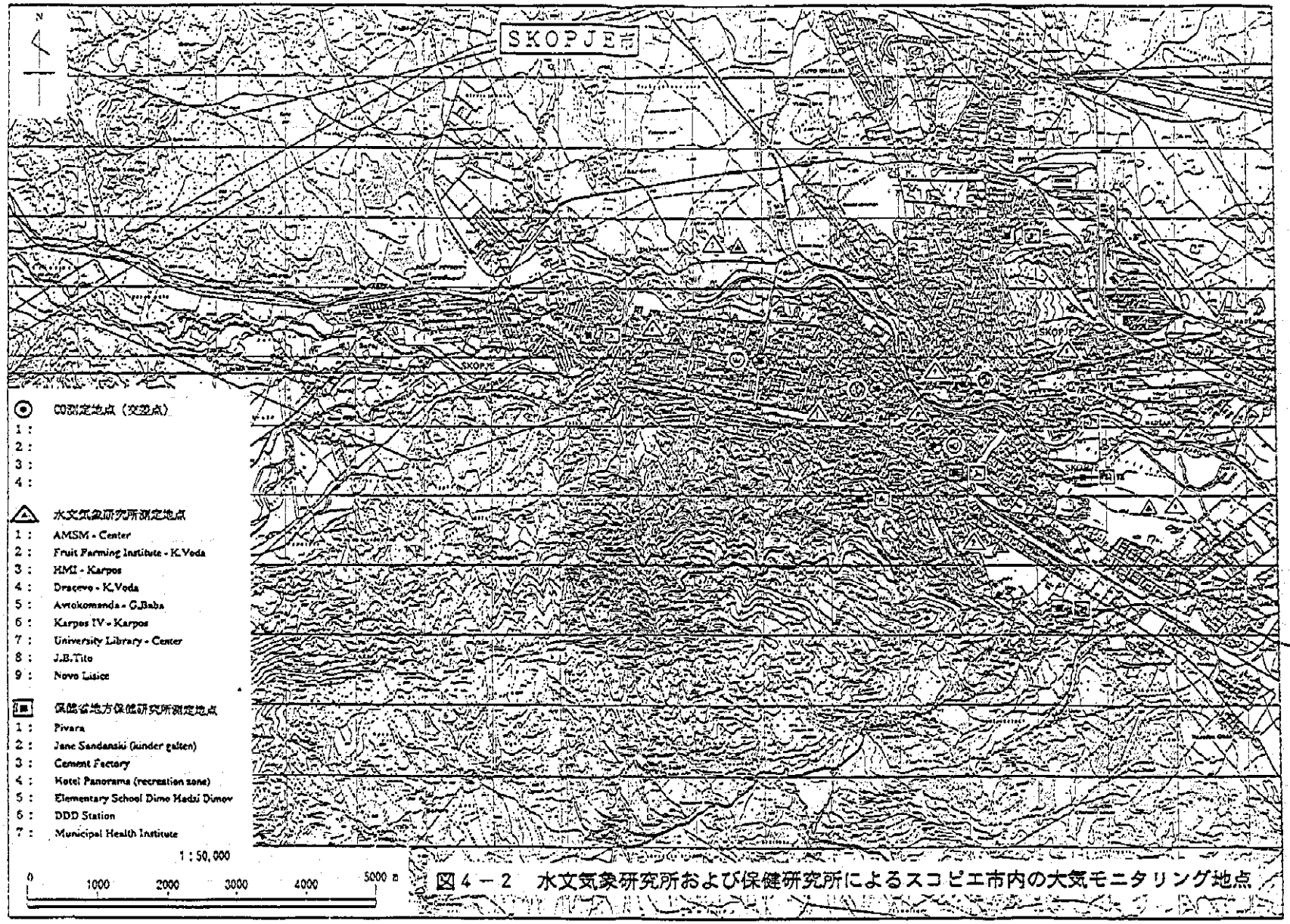


図４－２　水文気象研究所および保健研究所によるスコピエ市内の大気モニタリング地点

SKOPJE

lend in crossroad

I. boulevard Goce Delcev and Krste Misirkov

	quantity of suspended particles mg/m3 (06 /18 hour)	Pb	Cd	Fe	Zn	Mn
		μ g/m³				
8.VI.1988	352	0.89	0.052	4.335	0.948	0.135
14.XII.198	846	1.87	0.07	9.135	0.605	0.225

II. boulevard J N A and boulevard Ivo Lola Ribar

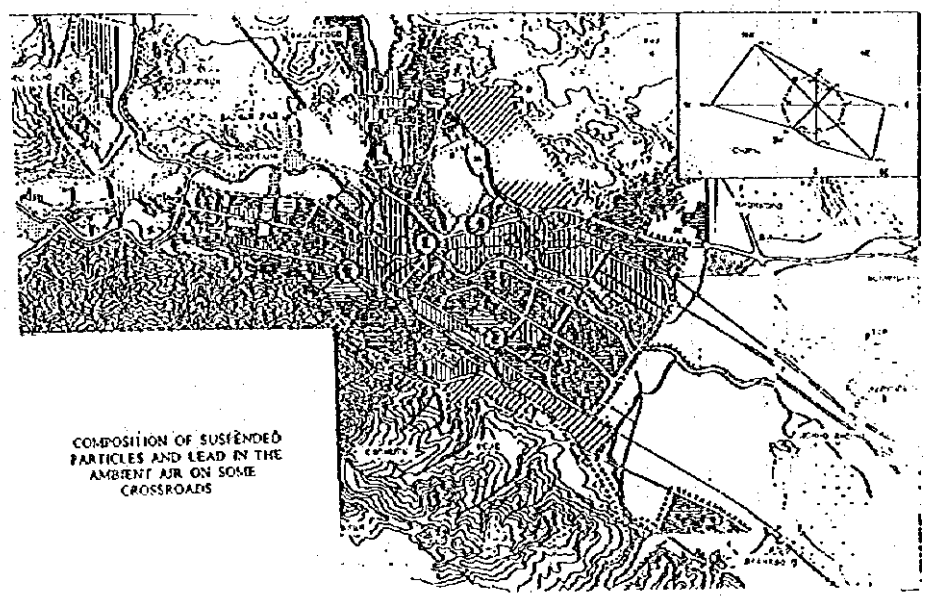
	quantity of suspended particles mg/m3 (06 /18 hour)	Pb	Cd	Fe	Zn	Mn
		μ g/m³				
8.VI.1988	312	0.337	0.077	4.47	1	0.121
7.XII.1988	158	0.663	0.035	1.375	0.257	0.4

III. boulevard Edvard Kardel and sreet Internacional Brigadi

	quantity of suspended particles mg/m3 (06 /18 hour)	Pb	Cd	Fe	Zn	Mn
		μ g/m³				
13.VII.198	142	0	0	5.99	0.432	0.275
13.XII.198	411	1.04	0.055	8.103	1.917	0.537

IV. boulevard Srbija and Prvomajska

	quantity of suspended particles mg/m3 (06 /18 hour)	Pb	Cd	Fe	Zn	Mn
		μ g/m³				
14.VII.198	166	0	0	2.647	0.59	0.168
15.XII.198	221	0.44	0.027	3.6	0.367	0.035



Picture 1

図4－3　水文気象研究所によるスコピエ市内の交差点の大気モニタリング地点

AIR QUALITY NET-WORK STATIONS OF THE HEALTH INSTITUTIONS - actual and future situation

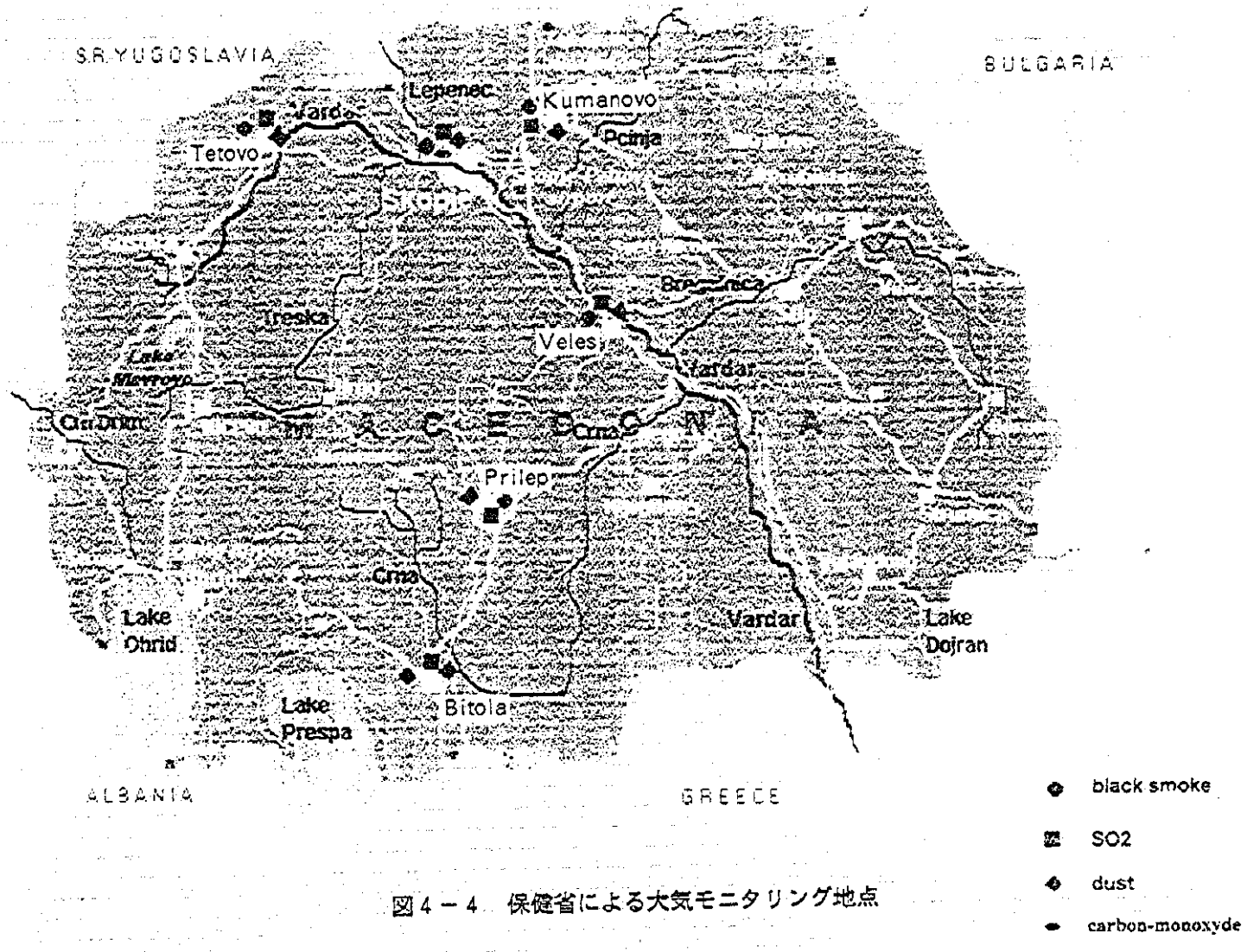


図４－４　保健省による大気モニタリング地点

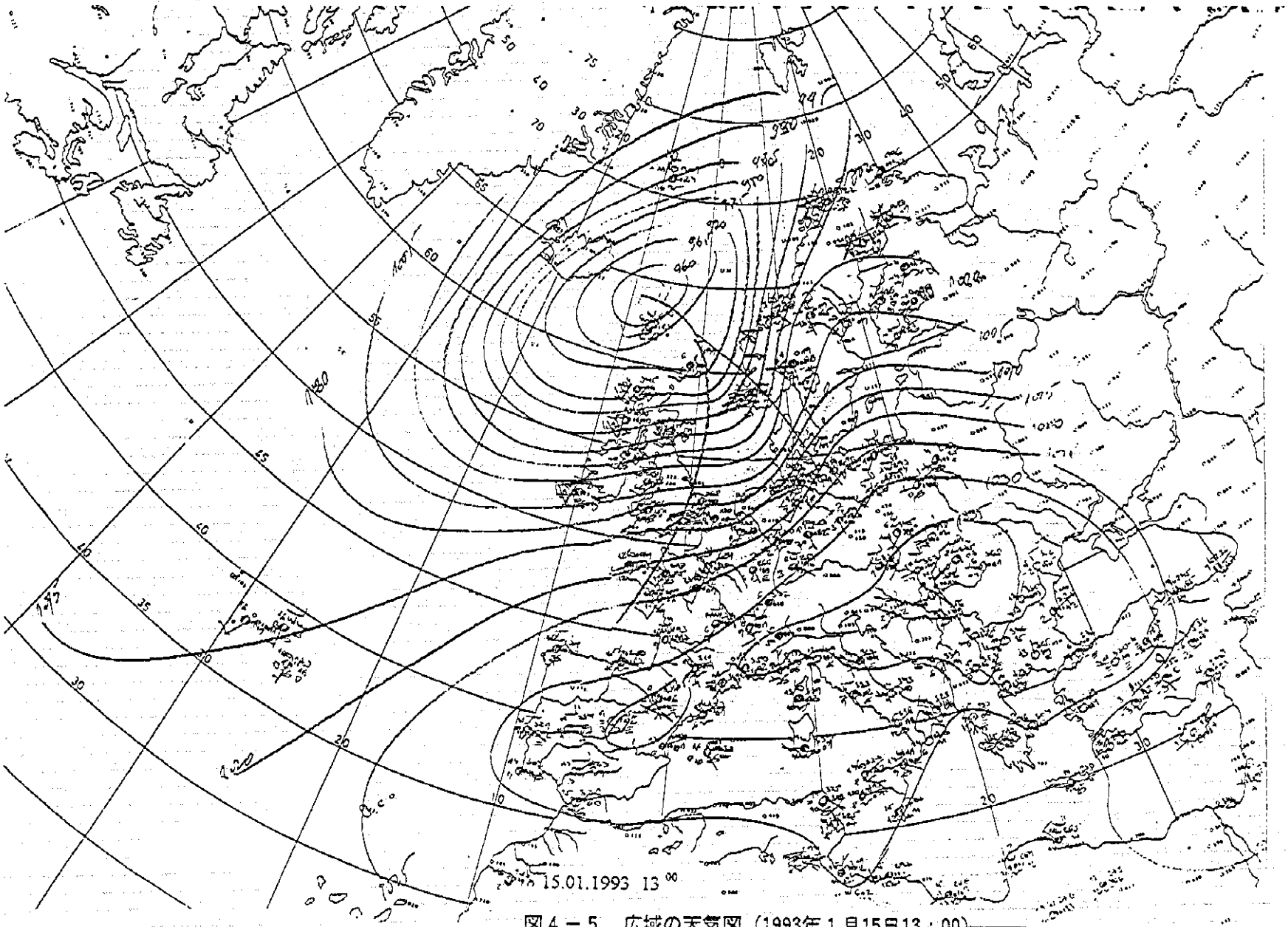
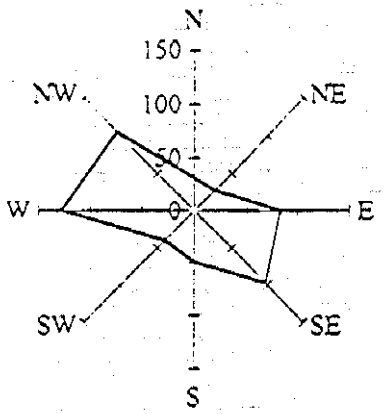


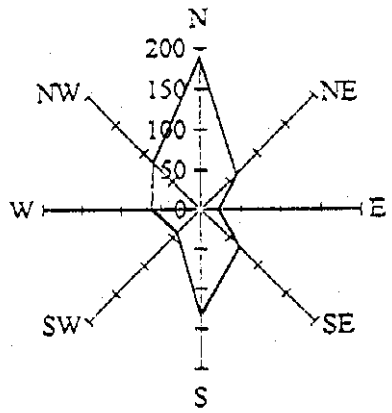
図４－５　広域の天気図（1993年１月15日13：00）

AVERAGE ANNUAL WIND DISTRIBUTION

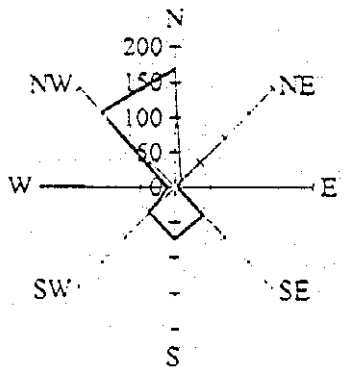
Skopje



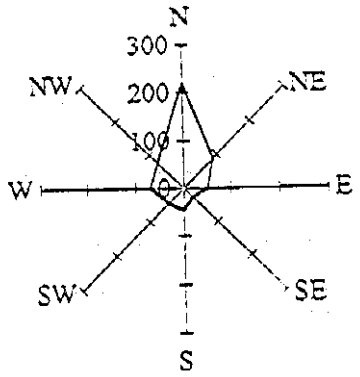
Bitola



Titov Veles



Tetovo



Attachment II - 4

図４－６　各都市の風配置

(4) 大気汚染濃度の測定結果

1）水文気象研究所及び保健研究所によるスコピエ市内で実施された大気環境濃度の測定結果を以下に示す。

SO_2濃度の測定結果（7地点の平均値）を表4－1に示す。

表4－1　SO_2濃度の測定結果（1996年）

月	平均濃度（mg／m³）	最高濃度（mg／m³）	MPC
1月	0.036	0.159	1
2月	0.044	0.201	3
3月	0.040	0.191	1
4月	0.025	0.207	1
5月	0.017	0.228	3
6月	0.022	0.173	2
7月	0.023	0.209	3
8月	0.017	0.135	0
9月	0.009	0.211	1
10月	0.032	0.140	0
11月	0.045	0.170	1
12月	0.059	0.215	6
Av./Mx. /M.A./To.	Av.0.031	Mx. 0.228 M.A.0.187	To.22

Av.　：日平均値の年平均値　　Mx.：年間の最大値
M.A.：最大値の年平均値　　To　：合計
MPC（Maximum Permited Concentration）：基準値（0.150mg／m³≒0.053ppm）超過日数
日本の環境基準値：一時間値の一日平均値が0.04ppm以下であり、かつ、一時間値が0.1ppm以下であること。

〔24時間平均濃度に対する検討〕

この表中の日平均値の年平均値Av.は0.031mg／m³（0.011ppm）で、最大値の年平均値M.A.は0.187mg／m³（0.066ppm）となっている。

定性的な評価として、スコピエ市の汚染の現状は日本の大気汚染が深刻な時期と同程度、あるいはそれ以上の汚染度と判断できる。

浮遊粉じん濃度の測定結果（7地点の平均値）を表4－2に示す。

表４－２　浮遊粉じん濃度の測定結果（1996年）７地点

月	平均濃度（mg／m³）	最高濃度（mg／m³）	MPC
1月	0.050	0.550	84
2月	0.045	0.144	57
3月	0.021	0.068	9
4月	0.016	0.038	0
5月	0.013	0.038	0
6月	0.012	0.038	0
7月	0.011	0.030	0
8月	0.013	0.042	0
9月	0.021	0.088	12
10月	0.034	0.155	42
11月	0.075	0.210	123
12月	0.064	0.350	103
Av./Mx. /M.A./To.	Av.0.031	Mx. 0.350 M.A.0.146	To.430

Av.　：日平均値の年平均値　　Mx.：年間の最大値
M.A.：最大値の年平均値　　To.：合計
MPC：基準値（0.050mg／m³）超過日数
日本の環境基準値：粒径10ミクロン以下の粒子について、一時間値の一日平均値が0.10mg／m³以下であり、かつ、一時間値が0.2mg／m³以下であること。

浮遊粉じん濃度には季節変動が明瞭に現れており、気象条件の影響が大きいことが示されている。

マ国のサンプリング方法は粒子の全粒径を捕集しているが、炭素成分（カーボン）以外の成分は光の反射量から求める相対濃度にマイナスの作用が働くことが知られているので、ローボリュームエアーサンプラーを用いた標準測定法による質量濃度よりも過小評価している傾向がある。また、光の反射強度による分析精度は、光検出器の劣化や保守点検の度合いが大きく影響する。

表４－３に前述した７地点ごとの全硫黄酸化物及び浮遊粉じん濃度の測定結果を示す。

表４－３　全硫黄酸化物及び浮遊粉じん濃度の測定結果（1996年）

測定地点	平均濃度（mg／m³）	最高濃度（mg／m³）	MPC
セメント工場	0.0374 0.0272	0.2008 0.1410	3 52
醸造所	0.0165 0.0334	0.2281 0.1971	12 68
幼稚園Smichka	0.0183 0.0285	0.1628 0.2101	1 56
保健省近傍	0.0222 0.0359	0.1531 0.187	2 83
D.H.Dimov小学校	0.0181 0.0243	0.1157 0.1395	0 36
ホテルPanorama	0.0181 0.0175	0.1387 0.1156	0 27
デパートDDD	0.0240 0.0518	0.2152 0.3496	4 108

上段：硫黄酸化物濃度　　下段：浮遊粉じん濃度

表４－４に４交差点におけるCO濃度の測定結果を示す。

表４－４　CO濃度の測定結果（1996年）

測定点数	サンプル数	平均濃度（mg／m³）	最高濃度（mg／m³）	MPC
4	165	10.38	37.39	125

測定した交差点は以下のとおり。

1．Partixanski通りとSt.Ruzveitova通りとの交差点
2．Sv. Kliment通りとIvo Lola Ribar通りとの交差点
3．Krste Misirkov通りとGoce Delchev通りとの交差点
4．Kocho Racin通りと11 Oktomvri通りとの交差点

MPC：基準値（３mg／m³≒2.4ppm）超過日数

日本の環境基準：一時間値の一日平均値が10ppm以下であり、かつ、一時間値の８時間平均値が20ppm以下であること。

４地点の最高濃度の平均値は37.39mg／m³（30ppm）となっており、日本の環境基準と比較して約３倍の濃度である。

表４－５に水文気象研究所による４交差点の重金属（鉛、カドミウム、鉄、マンガン）の測定結果を示す（図４－３参照）。

表４－５　交差点における重金属濃度　　（重金属の単位背μg／㎥）

測定点	期間 年／月／日／時間	粉じん量 mg／㎥	Pd	Cd	Fe	Zn	Mn
1	88/6/08 (06/18hour) 88/7/14 (06/18hour)	352 846	0.89 1.87	0.052 0.07	4.335 9.135	0.948 0.605	0.135 0.225
2	88/6/8 (06/18hour) 88/7/7 (06/18hour)	312 158	0.337 0.663	0.077 0.035	4.47 1.375	1 0.257	0.121 0.4
3	88/12/13 (06/18hour) 88/12/13 (06/18hour)	142 411	欠測 1.01	欠測 0.055	5.99 8.103	0.432 1.917	0.275 0.537
4	88/12/14 (06/18hour) 88/12/15 (06/18hour)	166 221	欠測 0.44	欠測 0.027	2.647 3.6	0.59 0.367	0.168 0.035

測定点　1：Boulevard Goce通りとKrstre Misirkovの交差点
　　2：Boulevard JNA通りとBoulevard IvoLola Ribarの交差点
　　3：Boulevard Edvard通りとKardel street Internationl Brigadiの交差点
　　4：Boulevard Srbija通りとPrvomajskaの交差点

この測定結果はサンプリング方法及び濃度の表示形式が明確に記載されていないため、濃度の評価が難しい。浮遊粉じん濃度は非常に高く、他のデータとの整合性がとれない。

原因として考えられるのは、乾燥した地域での道路端に配置した測定点は、自動車走行による巻き上げ粉じんの影響の大きいことが挙げられる。

日本の清掃工場を対象にした大気環境濃度の測定結果では、シェルター付ハイボリュームエアーサンプラー（10μカット）で捕集した粉じんの平均濃度は約0.1mg／㎥程度、原子吸光法（酸分解法）による浮遊粉じん中の鉛濃度は約0.1μg／㎥程度、同じくカドミウムは0.003μg／㎥程度の濃度である。

表４－６に保健研究所の近傍における鉛濃度の測定結果を示す。

表４－６　鉛濃度の測定結果（1996年）

測定点数	サンプル数	日平均濃度（μg／㎥）	最高濃度（μ／㎥）	MPC
1	14	0.9	2.0	7

MPC：基準値（0.0007mg／㎥）超過日数

日本の国設の自動車排出ガス測定局（群馬県前橋市）周辺における浮遊粉じん濃度のPIXE分析（Particle Induced X-ray Emission：粒子励起X線照射）した結果によると、大気中の鉛濃度の14日間の一時間値の算術平均値の濃度は0.1μ／㎥以下である。

サンプリング方法と分析方法が異なるため同一の比較はできないが、概略的にはマ

国の環境中の鉛濃度は日本の約10倍となっている。

日本の場合、ほぼすべてのガソリンが無鉛となっており、中公審の「大気中鉛の健康影響について（答申）昭和51年8月13日」では、「我が国の大気中鉛濃度では健康影響が現れるとは考えられない」とされている。

ダスト・ジャーによる30地点の降下ばいじん（酸性降下物[注2)]）の測定結果を表4－7に示す。

月	平均濃度（mg／㎡／日）	最高濃度（mg／㎡／日）	MPC
1月	147.4	817.2	1
2月	157.3	283.8	0
3月	186.7	341.7	1
4月	188.7	357.1	5
5月	265.5	511.8	11
6月	136.5	502.3	2
7月	167.5	407.9	2
8月	244.1	875.9	5
9月	250.5	582.6	7
10月	148.7	477.7	2
11月	246.0	582.4	7
12月	159.6	405.6	4
Av./Mx./To.	Av.192.0	Mx. 875.9	To.47

Av.　：日平均値の年平均値　　Mx.：年間の最大値
To.　：合計
MPC：基準値（300mg／㎡／day≒9トン／㎢／月）
日本　：測定方法はデポジットゲージあるいはダストジャーによるトン／㎢／月の酸性降下物

表4－7　降下ばいじん濃度の測定結果（1996年、30地点）

2）保健研究所によるティトフ・ベレス市の1996年の大気環境濃度の測定結果は以下のとおりである。

SO_2濃度の測定結果（2地点）を表4－8に示す。

表4－8　SO_2濃度の測定結果（1996年）

月	平均濃度（mg／m³）	最高濃度（mg／m³）	MPC
1月	0.071 0.071	0.117 0.120	0 0
2月	0.091 0.089	0.196 0.165	2 2
3月	0.083 0.065	0.115 0.135	0 0
4月	0.065 0.055	0.104 0.083	0 0
5月	0.071 0.076	0.115 0.109	0 0
6月	0.084 0.070	0.114 0.085	0 0
7月	0.085 0.062	0.132 0.132	0 0
8月	0.074 0.072	0.118 0.234	0 2
9月	0.046 0.031	0.110 0.280	0 1
10月	0.062 0.071	0.134 0.154	0 1
11月	0.067 0.054	0.165 0.071	1 0
12月	0.083 0.061	0.165 0.132	4 0
Av./Mx./To.	Av.0.074 Av.0.064	Mx. 0.196　M.A.0.132 Mx. 0.280　M.A.0.185	To. 7 To. 6

上段：Nova naseiba　　下段：Biro vrabotuv
Av.　：日平均値の年平均値　　Mx.：年間の最大値
M.A.：最大値の年平均値
To.　：合計
MPC：基準値（0.150mg／m³≒0.053ppm）超過日数
日本の環境基準：一時間値の一日平均値が0.04ppm以下であり、かつ、
一時間値が0.1ppm以下であること。

ティトフ・ベレス市のSO_2濃度のM.A.はスコピエ市とほぼ同程度であるが、Av.で比較するとティトフ・ベレス市はスコピエ市の約2倍の濃度となっており、バック・グラウンド濃度が高いことが推察される。

浮遊粉じん濃度の測定結果を表4－9に示す。

表4－9　浮遊粉じん濃度の測定結果（1996年）

月	平均濃度（mg／m³）	最高濃度（mg／m³）	MPC
1月	0.056 0.043	0.098 0.091	14 8
2月	0.063 0.043	0.162 0.096	15 7
3月	0.038 0.038	0.072 0.080	7 6
4月	0.024 0.032	0.053 0.059	1 2
5月	0.016 0.021	0.028 0.035	0 0
6月	0.014 0.017	0.021 0.028	0 0
7月	0.014 0.017	0.028 0.017	0 0
8月	0.013 0.017	0.033 0.035	0 0
9月	0.017 0.025	0.035 0.073	0 2
10月	0.029 0.014	0.082 0.178	3 7
11月	0.043 0.068	0.098 0.159	7 11
12月	0.046 0.074	0.191 0.202	8 14
Av./Mx./ A.M./To.	Av.0.031 Av.0.036	Mx. 0.075　M.A.0.191 Mx. 0.088　M.A.0.202	To.55 To.57

上段：Nova naseiba　　下段：Biro vrabotuv
Av.　：日平均値の年平均値　　Mx.：年間の最大値
M.A.：最大値の年平均値
To.　：合計
MPC：基準値（0.050mg／m³）超過日数
日本の環境基準：粒径10ミクロン以下の粒子について、一時間値の一日平均値が0.10mg／m³以下であり、かつ、一時間値が0.2mg／m³以下であること。

浮遊粉じん濃度はスコピエ市と同様に季節変動が明瞭であり、高濃度が出現するのは10月から3月までの暖房季である。

浮遊粉じんは大気中でガスから粒子化してできる二次粒子の汚染寄与も大きく、酸性雨や視程障害などの重要な大気汚染問題とも深く関連している。ガスから粒子への転換については、次のような試算がある。大気中のSO_2濃度0.01ppmはイオン化した粒子の〔SO_4^{2-}〕にすべて転換するとした場合、生成する粒子量は約0.040g/m³となり粒子状汚染の一起源としてはきわめて大きな寄与となる。

ガスから粒子への変換速度は汚染スケールや時間スケールにより異なるが、広域スケールのシミュレーションでは、$SO_2 \rightarrow [SO_4^{2-}]$ の変換速度は2％/h程度とされている。

ダスト・ジャーによる降下ばいじん（酸性降下物）の測定結果を表4－10に示す。

表4－10　降下ばいじん濃度の測定結果（1996年）

測定地点	平均濃度（mg／m²）	最高濃度（mg／m²）	MPC
Nove naselba	119.1	1079.0	1
Biro za vrabotuv	148.8	269.0	0
Zdraven dom	177.0	641.0	2
Tashevik	146.1	268.1	0
Rechani	160.5	405.5	1
	165.3	366.0	2

MPC：基準値（300mg／m²/day≒9トン／km²／月）
日　本：測定方法はデポジットゲージあるいはダストジャーによる酸性降下物量の測定、単位：トン／km²／月

4－3　主要発生源

(1)　固定発生源の概要

工場側は煙道排ガス濃度をモニターする義務はないが、各施設毎の排出基準はある。現在これらを満たすことは非常に困難な状況にある[注3]。したがって、スコピエ市内の既存の工場の発生源対策はあまりなされておらず、各工場や熱供給プラントは自主的にEUの排出基準（表4－11参照）を遵守するよう努めている。

国家環境行動計画(National Environmental Action Plan:NEAP)では燃料転換（重油からLPG or LNG）によりSO_2の排出量は60％低減できるとしている。スコピエ市のガス化推進本部(Makpetrol AD)は、1995年までに燃料転換（ガス化）のため工場及び事業所等との13件の交渉、契約を成立させこのシステムへの期待は大きい。重油の年間消費量のうち、88,217トンを代替燃料としてガスに切り替えることにより、大幅に大気汚染を改善できるとしている。

スコピエ市の熱供給プラントは年間58,561トンの重油をガスに転換することで大気汚染の改善に寄与できる。マ国全体のガス化を実現するためには、年間67万トンの重油消費量に対して8億立方メートルのガスの供給が必要である。

(2)　スコピエ市における固定発生源

1）セメントプラント工場(Usje)の発生源対策の概要は以下のとおりである。

・ロータリーキルン（ドイツ製）の生産量は150,000トン／年である。
・燃料は石炭が70%（ウクライナから輸入する）、重油が30%。
・煙突は小さなものまで含めると10本あり、煙道排ガス測定は1週間毎に実施しており、NOxには特に留意している。
・測定項目：排ガス温度、SOx、NOx、ダスト
・測定方法：ダストは光散乱法、NOxは赤外線吸収法、SOxは赤外線吸収法
・工場では、排出基準はEUの基準（表4－11参照）を遵守するように努力しており基準は満たしているとしている。しかし、脱硫、脱硝装置は設置されていない。
・1988年マ国の独立以来、マーケットの縮少により生産量は減少傾向にある。製品はセメント90%、アスベスト10%（環境上の問題からアスベストの生産は今後停止する方針である）。
・視察の状況からみて、セメントプラントはすべての工程が発じん源であり、現在設置されている集じん装置で十分とはいえない。

2）熱供給プラント(Toplifikacij)はスコピエ市に4施設あり、各施設がエリアごとに分担し、アパート、官公庁、企業、及び商店街等にスチームを供給している。
発生源対策の概要は以下のとおりである。
・燃料は重油で4施設の合計消費量は70,000トン／年であり、重油の硫黄分は2～4%である（この重油はC重油でも質は悪いもの）。
・集じん装置はサイクロン式を設置している。
・煙道排ガス測定では排ガス温度、排ガス量は連続モニターしている。
・ダストはろ紙に採取したサンプルのダストスポット上に光を照射して、得られる反射光強度により黒煙濃度（相対質量）を求める（ボッシュ式）。
・CO及びSO_2濃度はポータブルタイプの自動分析計（赤外線吸収法）により計測する。
・4施設のうち最大規模のプラントの煙源の排出条件は以下のとおり。
煙突高度：65m、煙突直径：2.8m、排出ガス量：30,000㎥/h
・冬季において環境大気中の浮遊粉じん濃度が高くなると運転を定格以下あるいは停止するが、一日遅れのタイム・ラグがある。
固定発生源の排出基準についてEUと日本との比較を表4－11に示す。

表4－11　EUと日本の排出基準の比較

	EUの基準	日　　本
ダスト	120mg／m³	一般排出基準　50～500mg／m³ 特別排出基準　3～250mg／m³
SOx	施設に応じて （金属精錬の場合） 780ppm	K値規制（K＝3.0～17.5）／燃料規制（総量規制） 最大重合着地濃度規制 原燃料使用量割り当て方式
NOx	1300mg／m³ （630ppm）	施設と燃料の種類に応じて濃度規制／総量規制 既設　170～750ppm 新設　130～480ppm

・日本における有害物質及び重金属の排出基準は、発生源施設の種類に応じて排出レベルもことなるが、主な有害物質は表4－12に示す規制レベルとなっている。

表4－12　有害物質の規制レベル

単位：（mg／m³N）

項　　目	規制レベル
カドミウムとその化合物	1.0
鉛とその化合物	10～30
フッ素とその化合物	1.0～20
塩素／塩化水素	30／80

(3)　移動発生源について

公共輸送機関として市内バスがあり、路線網は良く整備されて利用者も多い。このバスの走行状態を概観したところでは、排出ガスの性状は悪く黒煙の排出が著しい。ディーゼル黒煙に関する最近の研究では、黒煙中に発ガン性物質が含まれていることが確認されており、今後の大気汚染物質として注目すべきである。

一般車両については整備不良の車が多く、車令は平均11年である。鉛入りガソリンの鉛の含有量は0.6mg／リットルで、EU基準0.15mg／リットルより高い。マ国に登録されている車両台数は合計329,218台（1993年調査）で、乗用車が329,218台、トラック20,104台、バス2,921台、特殊車16,214台である。

スコピエ市の車の保有台数は約13万台とされており、マ国の40％に相当する。大部分の車は排気ガス用の触媒装置は付いていないが、最近の輸入車には触媒装置が付いている。ディーゼル車用の軽油のＳ分は１％前後で、全体的に車両の整備状況は不十分である。