

国際協力事業団

イランイスラム共和国
テヘラン市

イラン国大テヘラン圏 大気汚染総合対策計画調査

最終報告書 要約版

平成9年12月

JICA LIBRARY



J 1141060(2)

(財) 日本気象協会
ユニコインターナショナル(株)

社調
J R
97-154

国際協力事業団
イランイスラム共和国
イラン国大テヘラン圏大気汚染総合対策計画調査
最終報告書要約版
平成9年12月
ユニコインターナショナル(株)

04
19
SS

国際協力事業団

イランイスラム共和国

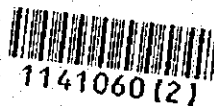
テヘラン市

イラン国大テヘラン圏
大気汚染総合対策計画調査

最終報告書
要約版

平成9年12月

(財) 日本気象協会
ユニコインターナショナル(株)



1141060(2)

序文

日本国政府はイランイスラム共和国政府の要請に基づき、イラン国大テヘラン圏大気汚染総合対策計画にかかるマスタープラン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いたしました。

当事業団は、平成7年4月から平成9年11月までの間、5回にわたり、日本気象協会の横山長之氏を団長とし、同社及びユニコインターナショナル株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、イラン国政府関係者と協議を行うとともに、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。

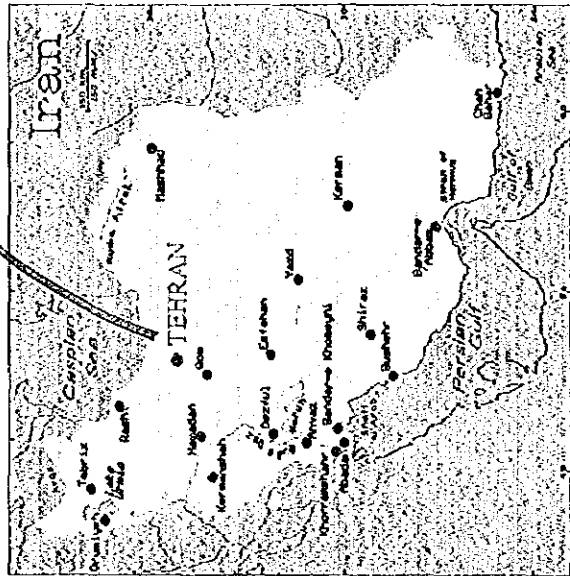
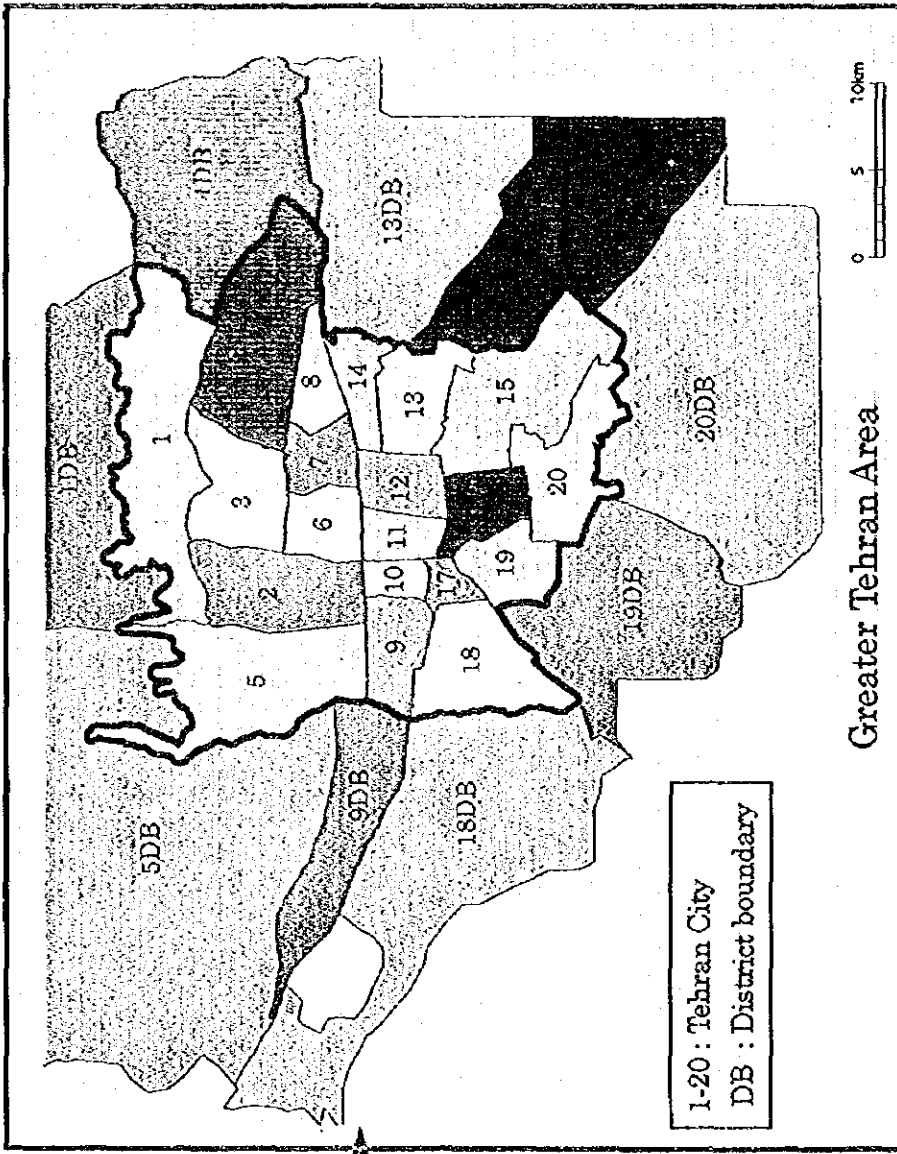
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成9年12月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

藤田 公郎

Location of the Study Site



要 約

本調査の目的は、テヘラン市の社会・経済状況のレビュー、移動発生源・固定発生源の調査並びに、大気汚染に係る大テヘラン圏の現状の測定を行って、総合的大気汚染防止に係る総合的マスタープランを策定するものである。

本調査は、平成7年3月30日から開始され、環境庁、工業省、石油省、エネルギー省、保健省及びイラン気象庁などのイラン中央政府機関、テヘラン市の関連機関であるテヘラン市大気汚染公社、テヘラン市交通・運輸公社、テヘラン市交通・運輸研究機構、テヘラン市工業・貿易再配置公社、テヘラン市車検公社などの活動状況を組織・制度面及び技術面から調査並し、また、大テヘラン圏の一般環境大気質、移動発生源の環境汚染物質の排出、固定発生源の排出状況に係るデータを収集した。

以上の基礎調査に引き続き、大テヘラン圏を対象とし、平成8年の秋期、平成9年の冬季の2回にわたり、気象観測、CO、HC、SO₂、NO_xなどの一般環境大気質濃度の測定、固定発生源に関する5工場の煤煙、暖房ヒーター・厨房用コンロから排出される環境汚染物質測定及びCMB測定を実施し、移動発生源に関しては、交通量測定、実走行試験、シャシーダイナモテストを行った。

以上の調査で得られた収集データを基に、現状の環境汚染物質の排出量と一般環境濃度の関係を解析し、2010年の経済活動の予測と排出量の予測を行って、CO、HC、SO₂、NO_xの環境濃度の予測をシミュレーションモデルにより行った結果、“新たな対策を全く実施しない”シナリオでは、CO、HC、SO₂、NO_xの濃度は、それぞれ、26ppm、0.3ppm、0.2ppm、200 μ g/m³に達する事が明らかになった。

これらの原因は、よく言われているようなテヘラン市の地形的条件などの原因ではなく、環境管理体制の不備、自動車の高車齢構造、省エネルギーマインドの欠如、工業技術開発の遅れに加え、燃料価格政策・不統一な外貨交換レート・輸入規制などの経済マクロ政策などが原因となっている。最終報告書では、大気汚染防止対策に係る組織面・技術面の対策を検討した。

テヘラン市の大気汚染対策としては、大きく分けると、中央政府、市レベルの環境管理体制の整備、移動発生源対策、固定発生源対策が必要である。中央政府、テヘラン市政府のレベルにおいて、以下に示す発生源のインベントリー構築システム、モニタリング・検査機能の強化、方法規制及び環境監査システムの導入に分類される環境行政活動が必要と考えられる。

- ・環境規制に係る法律・規則の立案機能の強化
- ・移動発生源・固定発生源の現状の解析を可能とする様な体制の整備
- ・国際レベルに於ける環境行政活動の研究
- ・環境監査を始めとする環境管理システムの構築
- ・気象データの構築を含む広域・地域環境モニタリングシステム
- ・発生源のモニタリング・検査
- ・発生源のインベントリーデータベースの構築
- ・イランに於ける大気汚染物質測定に係る技術向上と付帯研究機能
- ・発生源に係るガイドラインの策定
- ・大気汚染物質に係る健康被害、経済的損失の研究
- ・大気汚染削減に係る支援施策の推進
- ・イランに於けるエネルギー保全に係る施策研究
- ・国際協力推進機能
- ・イランに於ける環境関連人材の育成

移動発生源対策としては、中央政府、テヘラン市の組織を幅広く横断する機能が必要であり、これらの役割分担を明確にする必要があつて、以下の機能を提案する。

- ・テヘラン市に於ける交通流と輸送手段の把握
- ・車両の車検の実施
- ・テヘラン市に於ける走行モードの策定とシャシーダイナモテストの実施
- ・車両メンテナンスの整備拡充
- ・都市計画の見直し
- ・自動車製造技術の向上
- ・既存車に係るエミッション低減技術の研究
- ・交通規制の改善
- ・燃料の改質計画の国レベルの施策の実施
- ・外国先進技術導入の推進
- ・燃料弾性値の研究を含む燃料経済の研究

テヘラン市においては、MOTの工場再配置・移転が進行中であり、南部を除いて固定発生源は少ないが、今後は、さらなる経済発展の可能性があるので、現状の固定発生源対策を十分見据えた以下の様な体制整備が必要と思料される。

- ・固定発生源インベントリーの整備
- ・煤煙監視・検査システムの整備
- ・イラン国における製造業種のセクター調査の実施による、工業技術開発推進を含んだ環境対策ガイドラインの策定
- ・省エネルギー技術の推進・世界的に懸案課題となっているクリーナープロダクション技術の各製造業に対するインフォメーションの提供活動の推進

- ・ 燃焼技術の向上と関連資機材の輸入又は技術導入の推進
- ・ 各技術分野及び行政に係る人材の育成
- ・ 大気汚染対策にかかるモデル施設のインフォメーションの提供と育成
- ・ テヘラン市に於ける分析センター地域ラボの建設
- ・ 煤煙排出規制の早期導入の推進
- ・ 海外との技術協力の推進

以上の対策に係る具体的プロジェクトを立案し、個々のプロジェクトの所要コスト（対策実施による環境汚染物質削減量トン当たりの所要コスト）及び効果の評価を行い、表に示す優先プロジェクトを主体とする大テヘラン圏大気汚染総合対策に係るマスタープランを策定した。

表 テヘラン大都市圏における大気汚染対策の概要

No.	Countermeasure	Implementation period 1/	Project cost (US\$1000)	Expected amount of pollutants to be reduced(ton)			
				CO	SOx	NOx	Cost(US\$/ton) 2/
1	Air pollution control management						
1-1.	Establishment of inventory system	1998	283		12699.3	4774.9	59.27
1-2.	Ambient air monitoring system	1999	522				
1-3.	Municipal environment research and promotion Center	2003	24,630		5079.72	2884.94	
1-4.	Expansion of monitoring stations	1999, 2003, 2007	2,750		2539.86	1909.96	
2	Vehicular sources						
2-1.	Enhancement of public transport system	2003	231,150	124,021	1,251	5,942	1863.8
2-2.	Strengthening of VM programme	1998	25,300	165,000			153.33
2-3.	Enforcement of emission standard	1998	354	41,340	500		8.56
2-4.	Establishment of VM training course	2000	1050	82,680			12.7
2-5.	Establishment of vehicle engineering center	2001	8,520	110,000	500	10,000	77.45
2-6.	Improvement of main parts of car manufacture	2000	5,560	220,000			25.27
2-7.	Introduction of catalytic converter	2005	148,780	110,000		30,000	1352.55
2-8.	Desulfurization of diesel oil	1999	44780		6,000		7463.33
2-9.	Construction of oxygenated fuel(MTBE)	2007	139,980	145,000			965.38
2-10.	Scrappage programme	1999, 2004, 2008	53,560	152,000			352.97
2-11.	Promotion of public awareness	1998	400	24604.12			
3	Stationary source						
3-1	Improvement of regional inspection lab.	1999, 2003	990		10159.4	3819.92	97.45
3-2.	Investigation and preparation of master plan on manufacturing sub-sector in GTA	1998	1,310		25398.6	11459.8	51.58
	1) Sub-sectoral study		114				
	2) Measure for saving of energy		1820				
	3) Introduction of cleaner production technology		190				
	4) Nox reduction measure		340				
3-3.	Construction of de-sulfur plant	2005	976,490		153,000		6382.29
3-4	Fuel conversion to natural gas	2005	3,140		200,000	40,000	16

Remarks: 1/ Operation start-up

2/ Per ton of targeted pollutants

略語一覽

AQCC :	Air Quality Control Company
AIRIC :	Automotive Industries Research and Innovation Centre
CBD :	Central business District
CBI :	Central Bank of Iran
CD :	Chassis Dynamo(Test)
CDM :	Climatological Dispersion Model
CTC :	Chugai Technos Co. Ltd.
CM :	Combustion Modification
CMB :	Chemical Mass Balance
CO :	Carbon mono oxide
CO ₂ :	Carbon dioxide
DOE :	Department of Environment
DTT :	Department of Transportation and Traffic of MOT
EPA :	Environmental Protection Agency, USA
FGD :	Flue Gas Desulfurization
FGR :	Flue Gas Recirculation
HC :	Hydrocarbon
HDS :	Hydrodesulfurization
IBRD :	International Bank of Reconstruction and Development
IEA :	International Energy Association
IRIB :	Islamic Republic of Iranian Bank
IRIMO :	Islamic Republic of Iran Meteorological Organization
JICA :	Japan International Cooperation Agency
LNB :	Low NOx burner
LPG :	Liquid Petroleum Gas
Gj :	Giga joule, heat value, G=9 power of 10
GTA :	Greater Tehran Area
JARI :	Japan Automobile Research Institute
JIS :	Japanese Industrial Standard
JWA :	Japan Weather Association
MHUD :	Ministry of Housing and Urban Development
MOE :	Ministry of Energy
MOH :	Ministry of Health
MOI :	Ministry of Industry
MOO :	Ministry of Oil
MOT :	Municipality of Tehran

MTBE :	Methyl tertiary butyl ether
NIOC :	National Iranian Oil Company
NMHC :	Non methane hydrocarbon
NDIR :	Non dispersion type infrared gas analyzer
NO ₂ :	Nitrogen dioxide
NO _x :	Nitrogen oxides
O ₂ :	Oxygen
O ₃ :	Ozone
OECD :	Organization for Economic Cooperation and Development
ORSUITO :	Organization for Relocation and Systematizing Urban Industrial and Trade Occupation
OSC :	Off-stoichiometric combustion
PM ₁₀ :	Particulate matter less than 10 μ m of particle size
PPM :	Parts per Million, normally used as "ppm"
RIPI :	Research Institute of Petroleum Industries
SCEP :	Supreme Council for Environment Protection
SCR :	Selective Catalytic Reduction
SDC :	Senyo Development Co. Ltd
SO ₂ :	Sulfur dioxide
SO _x :	Sulfur oxides
SPM :	Suspended Particulate Matters
SYNOP :	Synoptic station in meteorological measurement
TCTTS :	Tehran Comprehensive Transportation and Traffic Studies
THC :	Total Hydrocarbon
TSC :	Two Stage Combustion
TVTIB :	Tehran Vehicle Technical Inspection Bureau
TTCC :	Tehran Traffic Control Company
TTTO :	Tehran Traffic & Transportation Organization
UBC :	United Bus Company
UNICO :	Unico International Corporation
WHO :	World Health Organization

「イラン国大テヘラン圏大気汚染総合対策計画調査最終報告書（要約版）」目次

序文

調査対象地域図

調査の要約

略語一覧

	ページ
1. はじめに	1-1
2. 大気汚染に関連した社会的経済的状況の概要	2-1
2.1 イランイスラム共和国の概要	2-1
2.2 イランの環境分野	2-2
2.2.1 イランの環境組織	2-2
2.2.2 大気汚染関連の法と規制	2-5
2.3 都市計画と土地利用	2-8
2.3.1 テヘラン市のマスタープランの概要	2-8
3. 大テヘラン圏における大気汚染の現状	3-1
3.1 概観	3-1
3.2 中央政府とテヘラン市役所における大気汚染分野の活動状況	3-4
3.2.1 モニタリング	3-4
3.3 大気汚染関係サブセクターの現状	3-7
3.3.1 交通関係	3-7
3.3.2 企業と工場	3-15
3.4 現地測定の方法と分析	3-17
3.4.1 現地観測、測定の概要	3-17
3.4.2 測定および分析の方法	3-22
4. 大気汚染のメカニズムと特徴	4-1
4.1 テヘランにおける気象の状況	4-1
4.1.1 地上気象の状況	4-1
4.1.2 テヘラン気象の特徴	4-3
4.2 大気汚染の状況	4-11
4.2.1 結果のまとめ	4-11
4.3 交通量調査	4-29
4.4 自動車からの大気汚染物質排出状況	4-35
4.5 固定発生源に関する分析	4-40
5. シミュレーションモデルの構築と大テヘラン圏の将来濃度の予測	5-1
5.1 シミュレーションモデルの構築	5-1
5.1.1 基本モデル	5-1
5.2 拡散ポテンシャル	5-3
5.2.1 拡散ポテンシャルの概念	5-3
5.2.2 諸都市との比較	5-3

5.3 将来濃度の予測	5-5
5.3.1 2010年におけるシナリオ	5-5
5.3.2 計算結果と考察	5-7
6. 大テヘラン圏における大気汚染対策	6-1
6.1 大テヘラン圏における大気汚染対策の枠組み	6-1
6.2 自動車排気ガス対策	6-8
6.2.1 概観	6-8
6.2.2 都市交通対策	6-8
6.3 固定発生源対策	6-15
6.3.1 大テヘラン圏における大気汚染対策長期管理目標	6-15
7. マスタープランの提案と実施スケジュール	7-1
7.1 大テヘラン圏における大気汚染管理中長期マスタープラン	7-1
8. 結論とプロジェクトの評価	8-1
8.1 結論	8-1
8.1.1 テヘランの大気汚染の現状	8-1
8.1.2 自動車と工場からの排出量	8-1
8.1.3 大気汚染対策	8-1
8.2 プロジェクトの評価	8-3
8.2.1 技術移転	8-3

1章 はじめに

人口800万人以上、面積2300 km²を有する大テヘラン圏は、ここ数十年間の急激な都市化に起因して、健康に影響を及ぼすような深刻な大気汚染にさらされている。現在、テヘランには140万台の自動車が登録されており、300,000の工場及び事業所がある。テヘランには利用可能な既存資料はあまりないが、入手し得たデータは環境大気中のCO、SO₂及びSPM (PM10) が、しばしばWHOの大気質ガイドラインを越えていることを示している。

このような背景にかんがみ、横山長之博士を団長とする調査団は1995年3月から1997年10月の間に5回、調査対象地域の環境現状調査や秋季、冬季の2季に及ぶ現地の気象、大気汚染、固定発生源、移動発生源の測定および観測等を実施した。

調査期間中、調査団はテヘラン市当局、中央政府における当調査との関連機関等と意見交換や一連の議論を行い、第1次及び第2次現地調査においては気象、環境大気、固定発生源からの汚染物質排出量や移動発生源調査、固定発生源のソースインベントリー及びシミュレーションモデルの開発を行った。

このファイナルレポートは、既存資料と現地において2季にわたり実施した観測・測定の結果得られたデータを解析し、大テヘラン圏における、主として自動車を起源とする大気汚染物質削減のためのマスタープランを提示したものである。またその内容は1997年10月のドラフトファイナルレポート現地説明の際に、イラン側のテヘラン市、中央政府の関連省庁、関連機関等から提示された意見を踏まえて、ドラフトファイナルレポートに修正、加筆して作成したものである。

2章 大気汚染に関連した社会的経済的状況の概要

2.1 イランイスラム共和国の概要

イランは西南アジアの山脈に囲まれた広大な高原にあつて、面積164万8195平方キロメートルに達し、その約3分の2は山岳地帯若しくは砂漠である。

イランは、北はトルクメニスタン、カスピ海、アゼルバイジャン、アルメニアと、西はトルコ、イラク、南はペルシャ湾、オマーン湾、東はパキスタン、アフガニスタンと接している。

ペルシャ湾に接するイランの南部海岸線は、沿岸諸国の中でも最も長い海外線を誇っており、そしてこの重要な水域、ペルシャ湾の対岸にはクウェート、サウジアラビア、バハレーン、カタール、アラブ首長国連邦、オマーン国がある。

イランの高原は、二つの大山脈、エルブールズ（アルボルズ）山脈とザグロス山脈に囲まれており、エルブールズ山脈は、トルコからコーカサス地方を跨ぎ、アフガニスタン北部まで連なり、そこでヒンズークシ山脈に合流している。一方、ザグロス山脈は、同様にトルコから始まり、南及び南東へと伸びている。高原に住む人々の大半は、丘陵地帯や谷間で生活し、内陸部には、北にカビール砂漠、南にルート砂漠という広大な面積を持つ砂漠が続いている。これらの砂漠の周辺には、いくつかの古代都市もあり、砂漠とはいえ、水を汲み上げ貯水する高度な技術開発により、オアシスでの耕作が可能となっている。

イランの気候は日本と同様に、四季がはっきりしており、3月中旬頃から6月下旬までが春でこの時期は樹木に花芽が付き、小麦は鮮やかな緑色となる。夏は、9月下旬までで、果物の最盛期となり、秋は、紅葉の時期である。冬は12月下旬頃から3月中旬頃までで、この時期イランの北部では、日本の北海道と同じ位いの気候であつて気温が0度以下となるが、南にあるペルシャ湾沿岸は日本の沖縄に類似し気温が15-20度位となつて、その地域的变化は多岐にわたる。

2.2 イランの環境分野

2.2.1 イランの環境組織

イランは1979年に起こったイスラム革命によって成立した。イラン-イラク戦争(1980-1988)の終了以後、イラン政府は真剣に再建に取り組んできた。戦後10年を経て再建はあらゆる分野に浸透して来た。イラン政府の組織図を図2.2.1-1に示す。

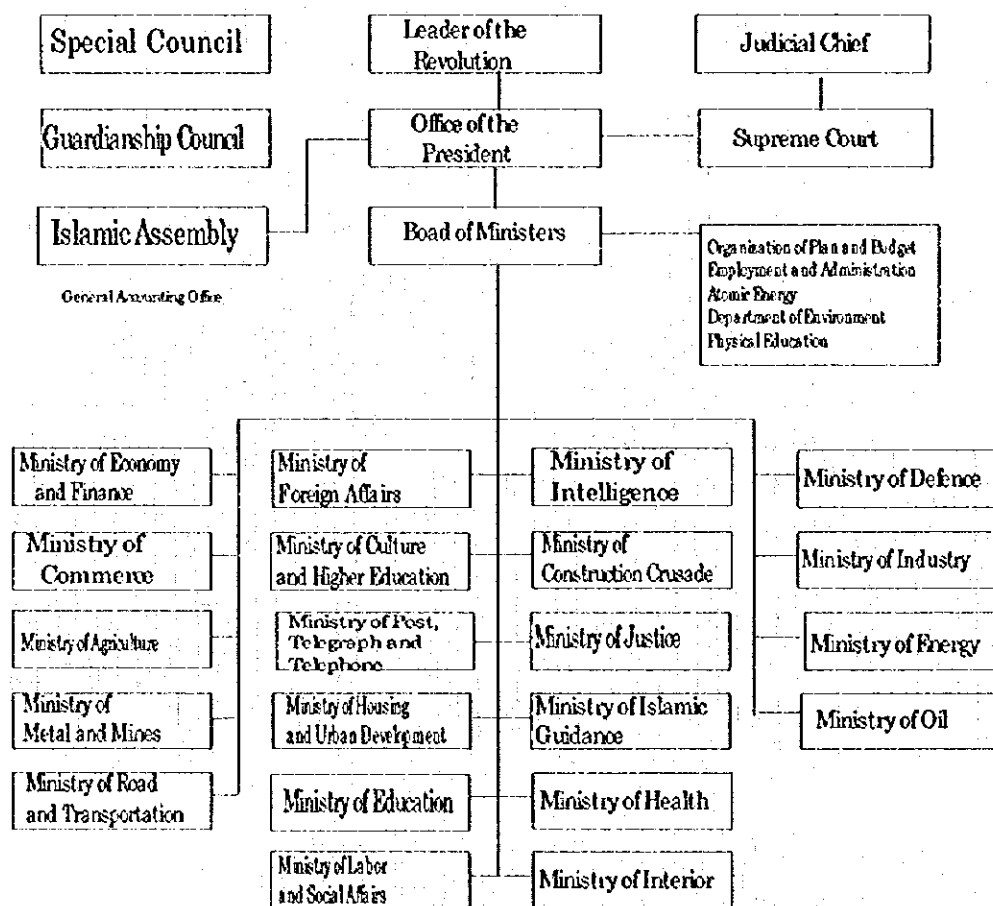


図 2.2.1-1 イランイスラム共和国の諸機関

基本的な環境政策は、大統領を含む10人のメンバーで構成される最高会議で提案され、決議は議会へ送られ採決される。環境庁(Department of Environment)は環境政策の作成を所管する。大気汚染に関して、大気汚染防止法が1996年に成立したが、1997年3月時点で環境基準も排出基準も未だに設定されていない。イラン独自の環境基準の代わりにWHOの基準が一般的に使用されている。また、環境庁はイラン全土にわたる大気汚染のモニタリング、工場からの汚染物質の排出の調査、環境学の研究と教育などに権限を持っている。環境庁の組織図を図2.2.1-2に示す。

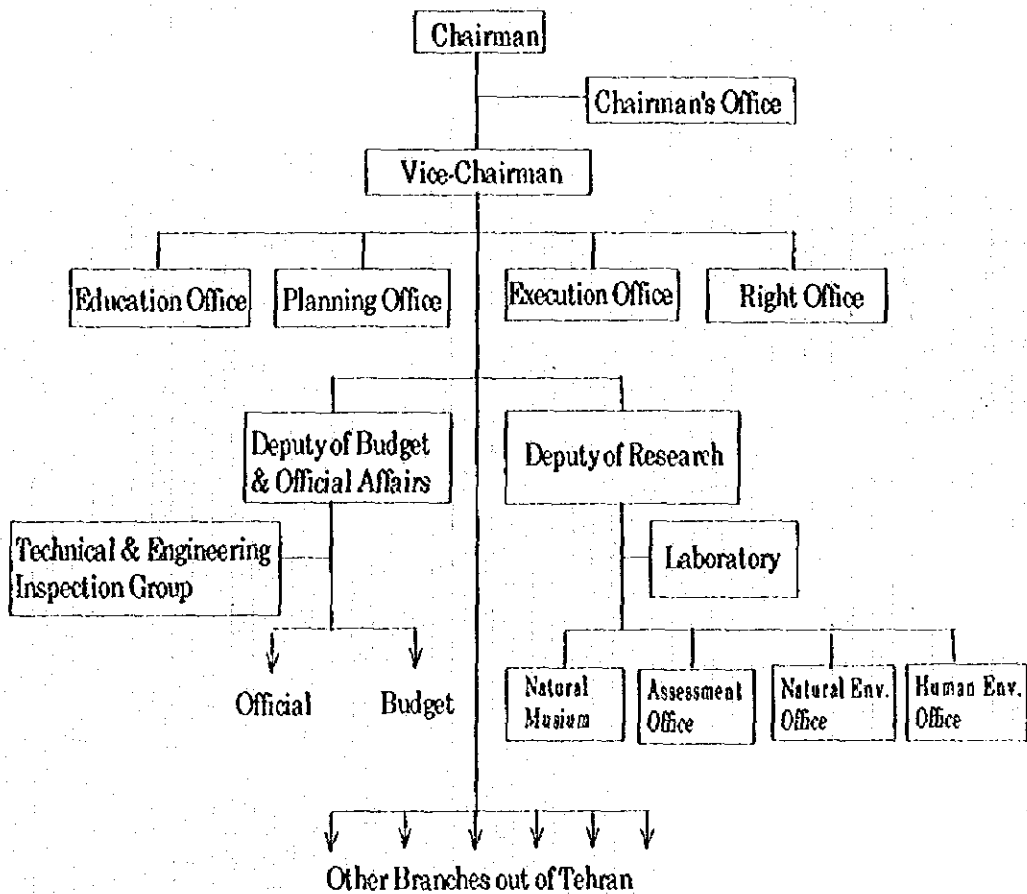


図 2.2.1-2 環境庁 (1991年)

図2.2.1-1に示すように厚生省 (Ministry of Health)、工業省 (Ministry of Industry)、石油省 (Ministry of Oil)、気象庁 (Iranian Meteorological Organization) など多くの官庁が環境問題との係わりを持っている。当JICAプロジェクトには次の官庁が協力している。

厚生省 (MOH)：テヘランの大気汚染濃度 (SO_x、スモーク) の測定を10ヶ所の監視局で行っている。その内3ヶ所の測定局は国連開発計画/世界気象機関の指定をうける国際標準局になっている。

工業省 (MOI)：自動車工業を含む総ての工業は工業省の監督下にある。イラン独自の自動車の排出ガス基準が無いことから、ECの基準ECE15.04を適用している。しかしながら1997年12月現在、この基準に基づく、エンジン認証試験は実施されていない。今後、工業省翼下の自動車工業研究センター (AIRIC) で新車と輸入車に関して実施される予定である。また、工業省には車両のメンテナンスに関する権限はない。工場排煙の制御に関しては環境庁に権限がある。

気象庁 (IMO)：大テヘラン圏にはメヘラバード国際空港と他4地点で気象観測が行われている。イランにはその他多数の気象観測所があり、気圧、風向風速、日射量、雲量、気温湿度、視程などを測定している。当プロジェクトにとって最も重要な協力者である。

石油省 (MOO)：石油に関する全権限を持っている。この内、ガソリン、軽油、重油の品質、ならびに石油の価格は環境問題と関連して最も重要な要素である。基本的にテヘランで流通しているガソリンや自動車用の軽油の品質は良好であるが、含酸素ガソリンや強化ガソリンの導入が近未来に必要なだろう。

2.2.2 大気汚染関連の法と規制

(1) クリーン・エアー法

現行の大気汚染に関する法律（クリーン・エアー法：大気汚染制御のためのプラン）が1995年4月23日にイラン国会制定されたが、まだ完全には実施に至っていない。

この法律は36箇条で構成されており、大気汚染源を以下のような3つのグループに分類している。

A) 自動車

B) 工場、小規模工場、発電所

C) 商業、家庭、その他の発生源

近い将来、排出基準や許容濃度はDOE（環境庁）が関連機関（テヘラン市役所、工業省、石油省）の協力を得て準備し、環境問題最高会議に承認される事になっている。

この法律は、憲法第50条とも関連しており、50条は環境保護は国民の義務であり、汚染行為を禁じるとうたっている。

クリーンエアー法の実施主体は主に環境庁にであり、法律に基づいて関連規制を準備し、環境基準を環境問題最高会議に提出することになっている。環境庁はイラン国大統領の直接監督下にあり、環境庁長官は副大統領の一人で、尚かつ閣僚会議のメンバーである。図2.2.2-1に環境庁の組織図を示す。

この法律では、前述したように、大気汚染の発生源を、自動車、工業、居住／商業の3つのカテゴリーに分類している。

(2) 自動車排気ガスに関する基準

自動車に関しては、環境庁と工業省が共同で、環境問題最高会議に排出基準を提示するよう求められている。新車に関する排出基準は、ECE 15.04が採用されている。使用過程車については、AQCCとMOI（工業省）によって準備され環境庁に承認された車検と維持管理プログラム（I/Mプログラム）が基準を示している。最新のアイドリング状態での排出基準は、CO：6.5%，HC：700 ppmである。この値は、以前からテヘラン自動車技術検査局（Tehran Vehicle Technical Inspection Bureau: TVTIB）が用いていた値（CO：5.0%，HC：500 ppm）より緩くなっているが、現実に根ざした、実現性のある、効果的なI/Mプログラムを作るために、AQCCが実施した事前調査に基づいて採用された排出基準である。

CO（一酸化炭素）とHC（炭化水素）の排出基準は、5年後には、それぞれ、CO：4.0%，HC：400 ppmに厳しくされると期待される。

(3) 工業排出基準

クリーン・エアー法には、工場および商業や家庭からの排気ガスは、排出基準を越えてはならないと記述されている。しかしながら、実際には、イランには工場および商業や家庭に対する排出基準そのものが存在しない。環境インパクトアセスメ

The organization chart of DOE

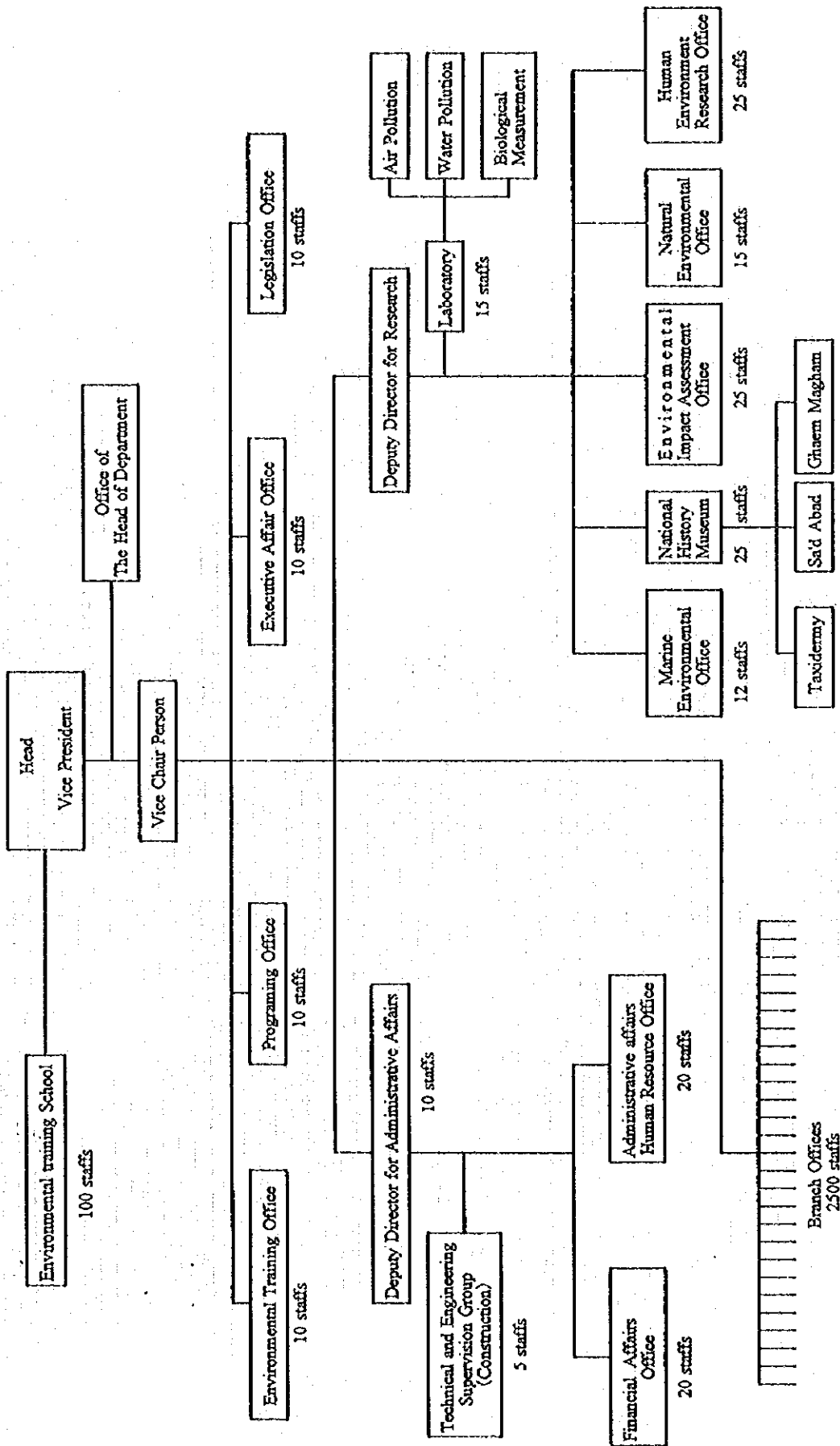


図 2.2.2-1 イラン国環境庁の組織図

ントを準備することは、2年前から、イランの主要な工業にとって必須の事項である。

(4) 対策

クリーン・エア法によれば、テヘラン市役所は警察と協力して、交通制限区域の設定を含んだ、都市輸送プランニングを整備することになっている。さらに、超高濃度汚染日の場合には、環境庁、テヘラン市役所、気象庁、内務省、保健省の代表からなる委員会の決定に基づいて、緊急時対策が取られることになっている。

(5) イラン国の大気環境基準

主に、WHOとアメリカ合衆国の環境基準を基本にして、イランの現行の大気環境基準は制定されており、その内容を表 2.2.2-1に示す。

表2.2.2-1 イランにおける大気環境基準

大気汚染物質	評価時間	大気環境基準1	大気環境基準2
CO	8時間平均値	9 ppm	9 ppm
SO ₂	24時間平均値	0.14 ppm	0.1 ppm
NMHC	午前6-9時(3時間)	0.24 ppm	0.24 ppm
NO _x	年平均値	0.05 ppm	0.05 ppm
SPM	24時間平均値	260 μg/m ³	150 μg/m ³

注1) NMHC：非メタン炭化水素で早朝の濃度が高いと光化学スモッグの引き金になると考えられている。

注2) 大気環境基準1と2：基準1および2は、地域の特性に応じて各々別の地域に適用される。

(6) 法制定と実施の状況

クリーン・エア法の施行にあたっては環境庁が責任ある立場にあるが、実際の実施や種々の意志決定の際には、数多くのその他の関連機関が協力することが不可欠であり、権限を環境庁のみに集中していることが、イランの環境法制度体系における問題点の一つである。現行の法システムを再考する必要がある、さしあたっては、種々の業種を包含するような、包括的かつ実現性のある排出基準を設定することが最も肝要である。これは、現在および将来において、いかなる大気汚染関連規制を施行するに当たって、必須の事項である。

2.3 都市計画と土地利用

2.3.1 MOTのマスタープランの概要

1991年9～10月に建築・都市計画最高会議(High Council)が策定した政策にもとづき、MOTは都市計画と土地利用に関するマスタープランをまとめた。要点はつぎのとおり。

- ・土地利用地域は707.51km²に限定する。
- ・最終段階において、上記地域内の人口は765万人を超えないようにする。
- ・テヘラン市域613km²を5ゾーン、22区に分割する。(図 2.3.1-1参照)
- ・市域内の工業化を制限し、20,000の大気汚染発生源工場を郊外に移転させる。
- ・開発/再開発プロジェクトは、各区の従前からの計画に沿って進める。
- ・MOTが具体的なプランを策定するまでの間、ビルの建築/取り壊し等に関する法規制を強化する。

これらの基本理念に則り、最高会議が主導してマスタープランを推進している。

さらに、テヘランの環境・交通・都市計画・行政機構に関する包括的な戦略も策定されている。2001年(イラン暦1380年)を目標年次としたもので、以下の6種のプランから構成されている。

(1) クリーンシティ 80 (Clean City 80)

各種の都市公害の低減をめざすもので、さまざまな機構の改善・統合を必要とする。

1) 大気汚染・騒音

- ・公共交通利用の奨励、進入制限区域の拡大、乗用車・タクシー等の燃料のLPG転換、車検制度の整備等により、自動車大気汚染の低減をめざす。
- ・自動車騒音低減に関しても、必要な対策や法規制を講じる。
- ・大気汚染発生源工場の移転先としての工業地域を策定する。

2) 水質汚染

各工場・施設に対して排水貯蔵タンクの設置を義務づけるとともに、排水処理技術の導入を図る。

3) 廃棄物と土壌汚染

廃棄物の減量を目指し、あわせて分別収集システム導入の可能性をさぐる。さらに廃棄者に対して監視義務を負わせ、土壌汚染の防止を図る。

4) 教育・研究・環境法

- ・自動車からの排出基準を制定する。
- ・実施予定のプロジェクトに対する環境アセスメントの必要性を検討する。
- ・大気汚染発生源工場の移転を支援する。
- ・環境改善を容易にするために、企業や一般大衆の環境問題に対する意識を向上させる。
- ・都市環境問題への関心を喚起する。

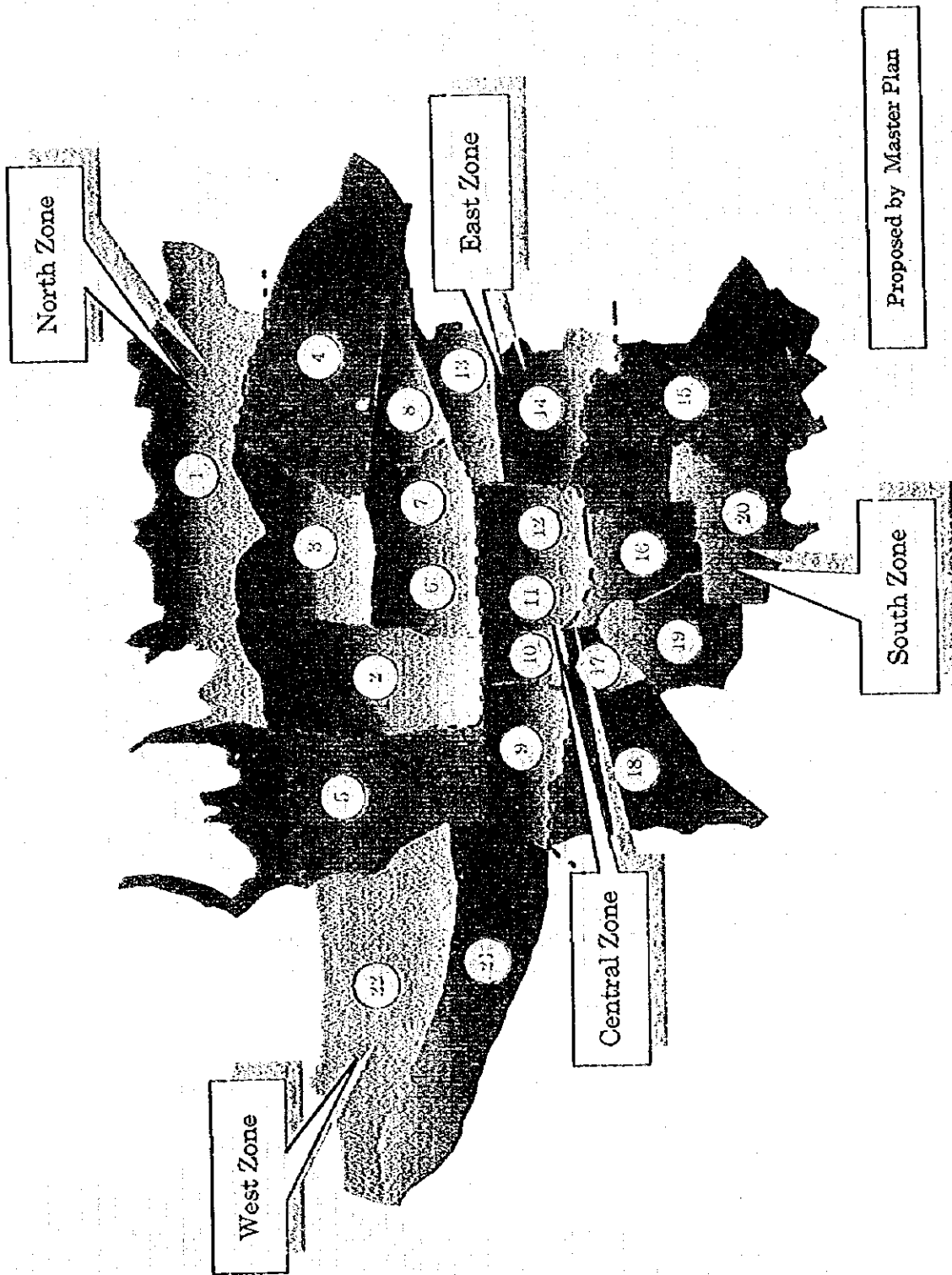


図 2.3.1-1-1 デハラ市における5つのゾーンと22の行政区

(2) 渋滞の無い都市 80 (A City Free from Traffic Congestion 80)

1) 交通・輸送管理

自動車数と走行距離の減少を図り、管理機構を確立する。駐車に関する法整備も進める。

2) 公共交通機関の改善

自家用車の代わりにバス/ミニバスの使用を奨励し、また、タクシーサービスの改善を行うための有効な方法を模索する。

3) 道路の改善

現状の整備計画に代えて、道路ネットワークを考慮した計画を推進する。また、歩行者の安全を図るため、必要な機器を設置するとともに、歩行者の立場に立った道路設計を行う。

4) 関係諸機関の協力

現状に見合う、最適な交通法規を施行するため、関係諸機関の綿密な協力体制を築く。

5) 交通に関する大衆意識の喚起

各種の会議やセミナー、交通教習の開催を奨励する。

(3) グリーンシティ 80 (Green City 80)

緑地の保全と拡大をめざし、MOTの環境を維持するための土地利用のありかたを提案する。緑地の適切な配置と、水資源の保全についても検討する。さらに、緑地保全関連の法整備を行うとともに、緑地の必要性についての大衆の意識を喚起する。

周囲のビル等との調和を図り、より良い都市環境を獲得することを目標とする。

(4) 文化都市80 (A City with Rich Civilization Culture 80)

1) 文化施設の拡充

文化、芸術、宗教、教育等の施設を拡張し、厚生や余暇の充実をめざす。

2) 文化活動の促進

文化施設の利用を奨励して、文化水準の向上を図る。さらに、青少年に文化、社会活動等への参加を促し、文化意識の向上を図る。

(5) ダイナミックシティ80 (Dynamic City 80)

行政機構の効率化と市民の行政参加により、既存システムと政策の改善をめざす。情報ネットワークの整備によって、要望への迅速な対応が期待できる。さらに、市長と市民との直接対話の機会を設ける。

(6) 伝統的かつ近代的な都市80 (Traditional and Modern City 80)

都市機能の刷新、土地利用の法制化、都市安全対策を提案する。

1) 都市機能の刷新

高速道路、主要道路、駐車設備等を整備し、都市内のネットワークを充実させる。また、市の諸機関や公共サービス施設を分散させる。さらに、マスタープランに沿って、各地区にそれぞれ異なる特色を持たせる。すなわち、北部：官庁エリア、南部：地域レクリエーションエリア、西部：スポーツ/レクリエーションエリア、東部：商工業エリアというように。

そして各地区の需要に見合った施設を配置し、公共サービスを提供する。

(ショッピングセンター、スポーツ施設、駐車場、緑地等)

2) 土地利用の法制化

都市計画の実行を統括する機関を設け、無秩序な開発を防止する法律を整備する。また、高層ビルや環境にそぐわないビルの建築を制限するようにする。

3) 都市安全対策

河川改修や歩道の整備、建造物の地震対策等を含む都市安全対策を提案する。

3章 テヘラン大都市圏における大気汚染の現状

3.1 概観

本調査では、AQCC、保健省 (MOH)、石油省 (MOO) からテヘランの大気汚染データを手に入れた。しかし、統計解析に使用可能な連続したデータはAQCCのデータのみであるので、AQCCが市の中心部に設置した2つの測定局、バザール測定局とファテミ測定局について大気汚染の特徴を記述する。バザール測定局は、市最大の商業地区に設置され、周辺の道路は狭く、いつも混雑・渋滞している。ファテミ測定局は、バザール局の北北西約5km、市内でも主要な交差点に設置されている。道路は広く、交通量はかなり多いが、朝夕の渋滞時間帯を除けば、スムーズに流れている。

(1) 二酸化硫黄 (SO_2)

二酸化硫黄 (SO_2) 濃度の年変化 (月平均値の時系列) では、化石燃料を冬季に多く使うため、冬季に濃度が高く、暖候季に比較的低くなっている。バザール測定局での濃度は、ファテミ局より常に高い値を示している。

日変化 (1時間平均値の時系列) では、年間を通じて午前9時頃に濃度が最大になり、夏季と秋季には、2番目のピークが午後10時頃に出現する。曜日による変化では、イランの休日である金曜日に濃度が低くなる現象は秋季のみに現れている。

これらの濃度変化パターンは発生源の活動状況と気象に大きく関わっているが、これら濃度変化に対しては、気象要素の中で風向はあまり重要でなく、微風とか静穏といった風速要素が高濃度の出現に寄与している。

(2) 一酸化窒素 (NO)

一酸化窒素 (NO) 濃度の年変化では、秋季および冬季に濃度が高く、春季および夏季に低くなっている。 SO_2 の場合とは反対に、年間を通して、ファテミ測定局での濃度がバザール局のほぼ2倍の濃度を示している。この濃度差は交通量の違いに起因すると推定される。

日変化では、明瞭な半日周期の変化が観察され、1番目のピークは午前9時頃、2番目のピークは午後10時頃に現れている。これらピークの出現時間は自動車の交通量と大気安定度の2つの要素によって影響を受けていると推定される。

曜日による変化では、休日である金曜日に濃度が低くなる現象は、秋季にファテミ、バザールの両測定局で見られ、特にファテミ局では8月と11月にとくに顕著である。また、気象要素については風向が北西寄りの場合と風速が弱い場合に高濃度が現れている。

(3) 二酸化窒素 (NO_2)

二酸化窒素 (NO_2) 濃度の年変化では、冬季に濃度が高く、初夏に低い、しかし、年変化の変化幅は NO と比較すると小さい。ファテミ局で4月に第2のピークが見られるが、変化には2つの測定局の間に顕著な差異は認められない。

日変化では、 NO の濃度変化と比較すると、日変化の変化幅は大きくなく、 NO

に見られた半日周期の濃度変化はバザール局でのみ認められる。ほぼ年間を通して、ファテミ局での日変化カーブでは、早朝に最小濃度が現れ、午後になると変化が緩やかになっている。

曜日による変化では、曜日と濃度変化と関連が無く、各季節ともほぼ一定の値を示している。また、気象要素については、風速が濃度に影響するのに対して、風向は濃度と関連がない。たとえば、静穏や微風の時は高濃度を示している。

(4) 一酸化炭素 (CO)

一酸化炭素 (CO) 濃度の年変化では、夏季の濃度がやや高くはあるが、年間を通じての濃度変化は少ない。日変化は、年間を通して朝と夜にピークを持つ半日周期の濃度変化を示しており、夏季と秋季は朝と夜のピークが特に顕著である。COは、最も典型的な曜日による変化を示しており、金曜日に濃度が低くなる現象が著しい。ファテミ局では、濃度に対する風向や風速の影響が明瞭に現れており、北西または北東よりの風向の時と、風速が弱いときに高濃度となっている。

(5) オゾン (O₃)

オゾン (O₃) 濃度の年変化では、夏季に濃度が高く、冬季に低くなっている。日変化では、午後に濃度がのピークが見られる。O₃は光化学反応により生成されるので、このような変化パターンは、日射強度の変化と関連させて説明することができる。なお、O₃濃度と曜日の間に明瞭な関係はない。一方、気象要素との関連をみると、南よりの風の時と風速が強いときにO₃が高濃度になっている。しかし、南よりの風とか強風が高濃度出現の必要条件とは考えられず、また光化学反応と直接関連は無いが、日射が強いときには同時にこのような風が吹いてしまうような条件が揃っていることが推察される。

なお、ファテミ局のO₃濃度測定システムは、配管の汚れやガス漏れのため正確な測定ができていなかったと考えられる。

(6) THC (全炭化水素)

THC (全炭化水素) 濃度の年変化では、夏の終わり頃やや濃度が高くなる程度で、年間を通してほぼ一定で変化は少ない。日変化は、COに類似していて、年間を通して朝と夜にピークを持つ半日周期の濃度変化を示しており、夏季と秋季には朝と夜のピークが明瞭に現れている。曜日による変化では、曜日の濃度に対する影響は明瞭ではないが、夏季と秋季には金曜日に濃度が低くなる現象を確認することができる。気象要素に関しては、風向が北西よりもしくは北東よりの時、風速が弱い時に濃度が高くなっている。

(7) PM10 (分粒効率50%で、粒径10 μ m以下の浮遊粒子状物質濃度)

PM10濃度は、秋季に濃度が高く春季に低くなる年変化を示しており、ほぼ年間を通してバザール測定局の濃度がファテミ局より高くなっている。

日変化は、各季節とも、朝と夜にピークを持つ半日周期の濃度変化を示している

が、ピークの出現時刻はランダムである。バザール局ではこのランダムさが顕著である。曜日による変化では、夏季と秋季に金曜日の濃度が明らかに低くなっている。気象要素では、風向は濃度変化とほとんど関連はないが、バザール局で南よりの風系の時にやや濃度が高くなっている。一方、風速に関しては風速4~5m/sまでは、風速が大きくなるとPM10濃度が低くなるが、これ以上の風速になると、風速が大きくなるに連れて、濃度が高くなる。これは、風速が5m/s以上になったときに、土壌粒子のような自然発生源の粒子が増加するためと推察される。

3.2 中央政府とテヘラン市における大気汚染分野の活動の現状

3.2.1 モニタリング

クリーン・エア法には、大気汚染物質のモニタリング（常時監視）に関して、どの官庁または機関が責任機関かは明示されていない。現実には、多くの機関が大気モニタリングに携わっている。環境庁だけでなく、テヘラン市、保健省（MOH）、石油省（MOO）の石油工業研究所（R I P I）または国営石油公社（N I O C）も独自の測定局を持ち、大気汚染物質のモニタリングを行っている。中でも環境庁とテヘラン市の測定局は、自動測定機で連続した測定を行い、データをコンピュータに蓄積または電話回線で本部に集めて収録している。また、MOHは、1973年からSO₂とTSPの測定を開始しており、最も長期に渡って、データを収録している。表3.2.1-1に現在テヘラン市のあるモニタリング局の場所、測定項目、測定開始年等の情報を取りまとめた。また、図3.2.1-1にそれらの測定局を地図上に示した。

表 3.2.1-1 テヘラン市の大気汚染測定局

管理機関	場所	測定項目	測定開始年
AQCC	Fatemi St./Valleye-asr	NO _x , SO ₂ , CO, O ₃ , THC, PM10	Sep. 1995
AQCC	Bazar Square	NO _x , SO ₂ , CO, O ₃ , THC, PM10	Oct. 1995
AQCC	Nikoughadam St.(AQCC Bldg.)	NO _x , SO ₂ , CO, O ₃ , THC, NMHC	Jul. 1997
AQCC	Mobile(movable station on truck)	NO _x , SO ₂ , CO, O ₃ , THC, PM10	Oct. 1995
DOE	Ostad Nejatollahce(DOE Bldg.)	NO _x , SO ₂ , CO, O ₃ , THC, NMHC, SPM	May 1993
DOE	Azadi Square	NO _x , SO ₂ , CO, O ₃ , THC, NMHC, SPM	Jun. 1993
DOE	Gholhak Area	NO _x , SO ₂ , CO, O ₃ , THC, NMHC, SPM	Jul. 1993
DOE	Tajrish area	NO _x , SO ₂ , CO, THC, NMHC, SPM	Nov. 1994
DOE	Farhang Saraye Bahman	NO _x , SO ₂ , CO, THC, NMHC, SPM	Dec. 1994
DOE	EmanKhomani Mosque(Haram)	NO _x , SO ₂ , CO, THC, NMHC	(1995)
DOE	Piruzi Area	Intermittent SO ₂ , CO, Dust	1991
DOE	Narmak Area	Intermittent SO ₂ , CO, Dust	1991
DOE	Keshavars Boulevard	Intermittent SO ₂ , CO, Dust	1991
DOE	Emam Khomani Square	SO ₂	?
DOE	Enghelab square	NO _x , SO ₂ , CO	1991
MOH	Shariati Street	Intermittent SO ₂ , TSP, Smoke	1973
MOH	East Shoush street	Intermittent SO ₂ , TSP, Smoke	1976
MOH	Scyed Jamate/Asad Abadi street	Intermittent SO ₂ , TSP, Smoke	1976
RIPI	Tehran Refinery	NO _x , SO ₂ , CO, O ₃ , THC, Smoke	1969
NIOC(RIPI)	NIOC Bldg. Courtyard/Hafez St.	NO _x , SO ₂ , CO, THC, Smoke	1994

Abbreviations AQCC: Air Quality Control Company
 DOE: Department of Environment
 MOH: Ministry of Health
 RIPI: Research Institute of Petroleum Industry
 NIOC: National Iranian Oil Company

Notes: PM10 and SPM are mass concentration but based on different particle size separation.

For Dust and Smoke, relative concentration is listed.

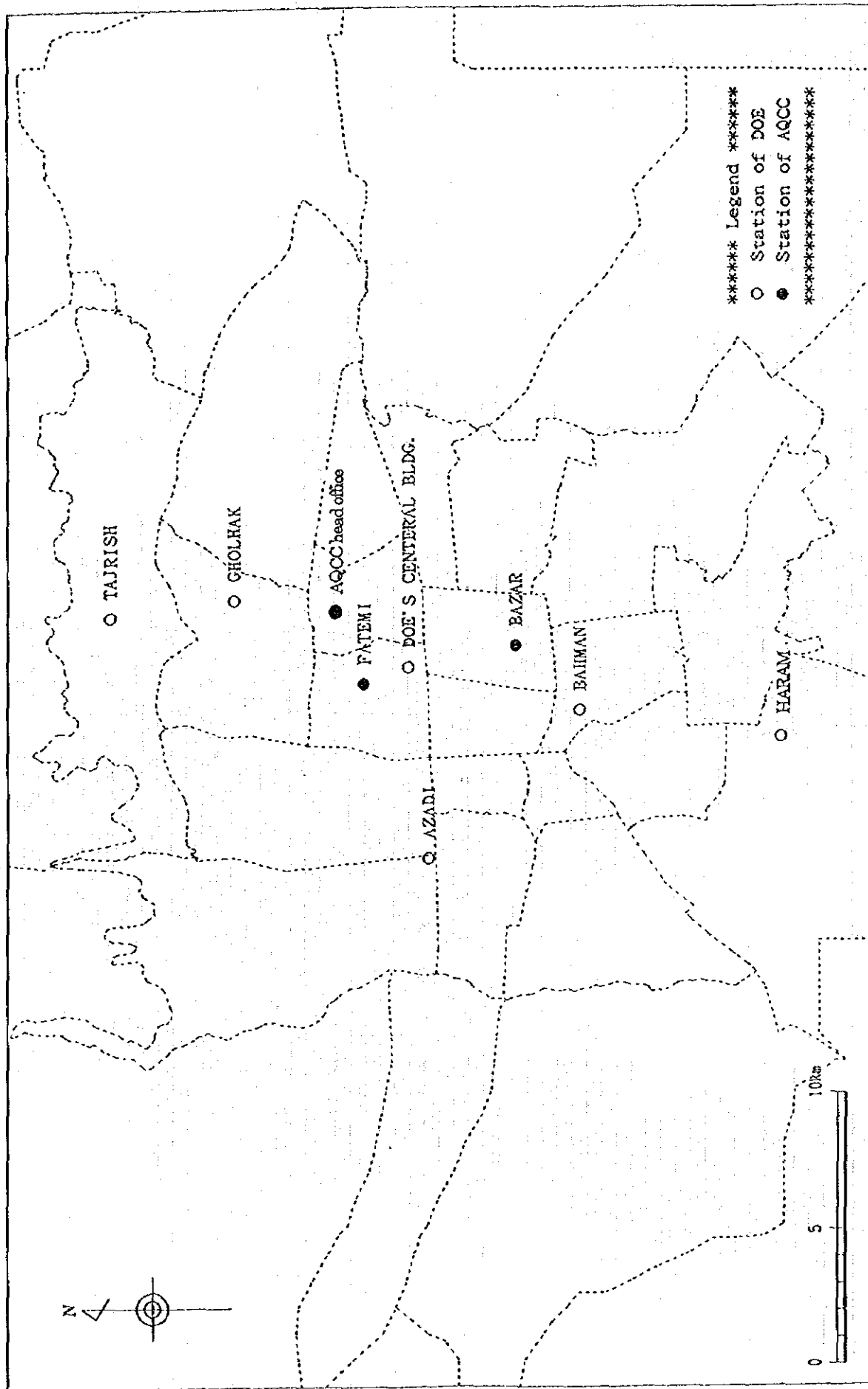


図 3.2.1-1 テヘラン市における連続自動大気汚染測定局 (環境庁、AQCC)

テヘラン市にある大気汚染物質測定局の多くが道路端にあり、自動車の排気ガスの影響を監視する、いわゆる自排局である。テヘラン市において、大気汚染物質の環境もしくは市民の健康に対する影響を評価するデータとしては、現状のモニタリングデータは必ずしも十分であるとは言えない。それ故、今後大気汚染モニタリングネットワークを構築するに当たっては、測定局の設置場所選びには十分に注意を払わなければならない。

また測定し、蓄積したデータを、市民や他の研究機関、研究者等に公開することも非常に重要である。イランでは、測定データを機密扱いにすることが一般的である。しかし、環境教育、啓蒙活動は大気汚染モニタリングの最も重要な目的の一つであり、今後は得られた情報を原則として公開して行く方向に改められるべきである。

また、測定局の数も十分とは言えず、大気汚染に関連した組織や研究機関の間ではデータを自由に交換すべきである。

なお、測定データの品質管理と言う面では、補修部品や校正用の標準ガス等の入手が非常に困難であること、十分な訓練、経験を積んだサービススタッフが不足していること等、テヘランの現状にはやや厳しいものがある。

3.3 大気汚染関係サブセクターの現状

3.3.1 交通関係

(1) 自動車台数と交通量

MOTにおける車両登録台数は出典により異なっているが、最も信頼度が高いと推定されるものを下表に示す。

分類法等の違いにより、表3.3.1-1と表3.3.1-2の数値は若干異なっているが、全車両数は概ね等しい。

図3.3.1-1は表3.3.1-2を図示したもので、居住人口の多い北部(1~5区)、南部(14、15区)で登録台数が多いことがわかる。

表3.3.1-3に各区内のトリップ数、1人あたりのトリップ数、車1台あたりの人口を示す。(区内トリップ数は図3.3.1-2にも表示)居住人口の多い北部(1~5区)、南部(14、15区)で登録台数が多いことがわかる。人口の多い区(特に北部)における居住者1人当たりのトリップ数は、人口の少ない区におけるトリップ数とくらべて相対的に高い。

市の諸機関やビジネス関連の施設は10、11、12区に集中しており、これらの中心街と北部や南東部との間の交通量が、全体の交通量に大きく寄与している。図3.3.1-3は車種別車両台数を示したもので、乗用車が67万台で全体の50%を占め、次いでオートバイが30万台(22%)となっている。一方、公共交通機関(バス・ミニバス・タクシー)は合わせても7.7万台(5.6%)に過ぎない。

(2) 車齢分布

図3.3.1-4にMOTにおける車齢別車両台数を示す。車齢2~3年にも小さなピークはあるが、全体としては車齢20年前後が最も多くなっており、平均車齢は15.9年である。

なお、全体の50%のシェアをもつペイカンにおいては、車齢10年以上の車両の比率は60%以上に達し、平均車齢も16.8年と大きくなっている。

(3) 交通制御センターと信号システム

交通制御センターは50の主要交差点にTVカメラを設置しており、同時に18台までをモニターできるようになっている。ラジオの交通情報は15分おきに放送されており、事故等の緊急時には、警察やUBCなどの機関が最新情報を流すようにしている。

信号システムは、16地点の交通量センサーと、道路に埋め込んだAADTシステムからの情報によって制御される。しかし、特に交通量の多い交差点では、警官による信号の直接制御が行われている。現在、TTCCでは交通信号の自動化・最適化の研究を行っており、TTTOでも交差点における設備の改良を検討している。

(4) 駐車場

パークアンドライドやターミナルの他に、市内には多くの公営/私営の駐車施設がある。図3.3.1-5は市内主要部における駐車場の分布を示したものである。T T T Oによると、駐車場の総数は252、総面積は53ヘクタールで、収容能力は2万台(全登録台数の2%に相当)である。

料金は、車種と駐車時間によって異なる設定となっている。

表 3.3.1-1 車種別、車齢別車両登録台数

	Passenger Car	Van	Mini Bus	Bus	Mini Truck	Truck	Total
1967-1971	83,970	25,992	2,743	5,679	1,823	13,514	133,721
1972-1976	225,020	76,109	5,010	2,920	1,230	12,768	323,057
1977-1981	199,269	52,286	4,643	2,947	219	13,758	273,122
1982-1986	98,979	33,627	1,450	1,686	57	10,880	146,579
1987-1991	46,487	13,068	3,893	852	50	6,945	71,295
1991	4,375	.....	3,265	1,330	150	5,422	14,542
1992	230,398	15,056	3,786	1,331	652	32,704	283,827
1993	73,168	.....	.....	.....	.....	.....	73,168
1994	56,877	.....	.....	.....	.....	.....	56,877
Total	1,018,543	216,138	24,790	16,645	4,081	95,991	1,376,188

Source : The center for Computer Service, Municipality of Tehran

表 3.3.1-2 フェーラン市における車種別、行政区別の車両台数の分布

Type	Bicycle	Motor Cycle	Passenger Car	Taxi *	Van	MiniBus	Bus	Mini Truck	Truck	Other	Total
District											
1	9,063	6,098	52,465	1,676	3,428	1,012	459	177	339	1,073	75,790
2	15,537	9,933	72,215	2,720	4,957	763	595	235	894	1,038	108,887
3	13,066	5,670	58,698	946	3,001	495	421	61	162	669	83,189
4	15,401	19,331	66,479	3,558	9,526	2,080	1,978	707	1,510	1,660	122,230
5	11,372	10,031	52,304	2,424	5,911	1,680	1,431	365	1,269	1,858	88,645
6	9,619	6,338	49,394	951	2,644	203	356	226	429	738	70,898
7	8,482	12,060	34,416	2,332	2,871	555	1,066	294	495	1,032	63,603
8	8,405	14,834	38,641	2,605	5,099	782	574	106	681	1,528	73,255
9	7,728	9,971	23,763	2,079	3,690	928	1,103	270	1,139	1,086	51,757
10	5,461	15,274	21,222	2,007	3,409	671	673	114	543	509	49,883
11	5,620	13,091	19,724	2,051	2,445	367	726	345	315	312	44,996
12	6,986	18,671	17,420	1,646	3,666	463	753	286	556	1,039	51,486
13	5,764	10,730	21,753	1,177	1,794	329	1,249	200	185	446	43,627
14	9,948	30,835	34,314	4,105	5,714	747	1,632	404	844	1,195	89,788
15	10,092	34,335	30,330	3,040	9,905	2,606	1,554	746	1,689	1,667	95,964
16	5,908	16,247	15,849	1,300	4,597	1,110	520	172	778	821	47,302
17	5,424	16,522	16,263	1,812	4,337	889	546	205	675	1,225	47,898
18	6,909	14,194	16,015	1,259	5,844	1,050	612	629	872	636	48,020
19	3,467	10,927	12,016	847	4,048	371	388	220	679	1,360	34,323
20	11,163	16,505	19,549	2,514	6,023	1,073	854	438	2,005	714	60,838
Total	175,415	291,647	672,830	41,049	92,909	18,174	17,490	6,200	16,059	20,606	1,352,379

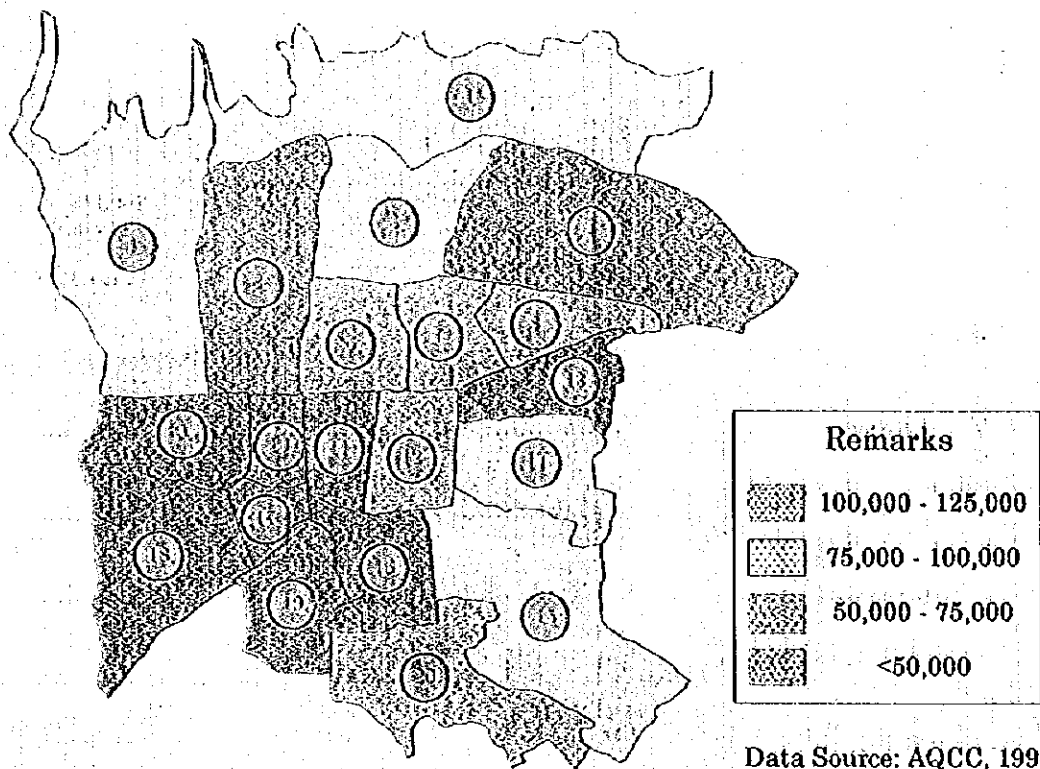
Data Source: AQCC, based on 1994

Note : Taxi includes Private and Agencies cars

表 3.3.1-3 行政区別のトリップ数と人口の分布

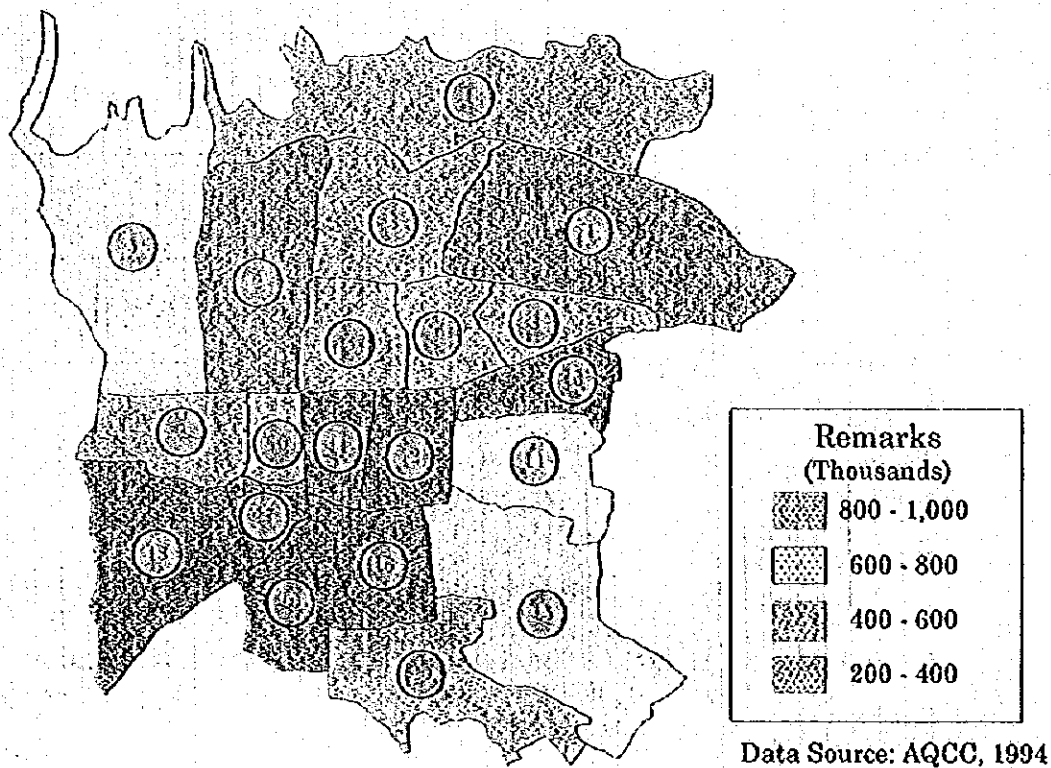
District No.	Number of Trips (Passenger Cars)	Number of Trips (All kind of Cars)	Number of Vehicle (All kind of Cars)	Population (Estimate of 1994)	Number of trips of each person	Population / Number of Cars
1	189,078	525,939	75,790	269,000	2.0	3.5
2	293,644	822,182	108,887	383,000	2.1	3.5
3	175,112	488,372	83,189	241,000	2.0	2.9
4	357,744	999,284	122,230	593,000	1.7	4.9
5	240,645	676,208	88,645	425,000	1.6	4.8
6	179,051	503,292	70,898	270,000	1.9	3.8
7	167,592	470,125	63,603	302,000	1.6	4.7
8	198,747	558,140	73,255	368,000	1.5	5.0
9	146,822	410,018	51,757	263,000	1.6	5.1
10	148,612	417,531	49,883	318,000	1.3	6.4
11	124,620	344,544	44,996	256,000	1.3	5.7
12	121,088	341,324	51,486	265,000	1.3	5.1
13	101,701	287,657	43,627	201,000	1.4	4.6
14	219,158	617,174	89,788	435,000	1.4	4.8
15	261,773	738,462	95,964	613,000	1.2	6.4
16	136,079	377,818	47,302	346,000	1.1	7.3
17	132,496	370,304	47,898	355,000	1.0	7.4
18	139,660	387,478	48,020	369,000	1.1	7.7
19	117,099	326,297	34,323	273,000	1.2	8.0
20	155,774	438,998	60,838	366,000	1.2	6.0
Total	3,606,446	10,101,145	1,352,379	6,912,000	-	-
Average	180,322	505,057	-	-	1.5	5.1

Data Source: AQCC, based on 1994



Data Source: AQCC, 1994

図 3.3.1-1 テヘラン市における車両数の分布



Data Source: AQCC, 1994

図 3.3.1-2 テヘラン市におけるトリップ数の分布

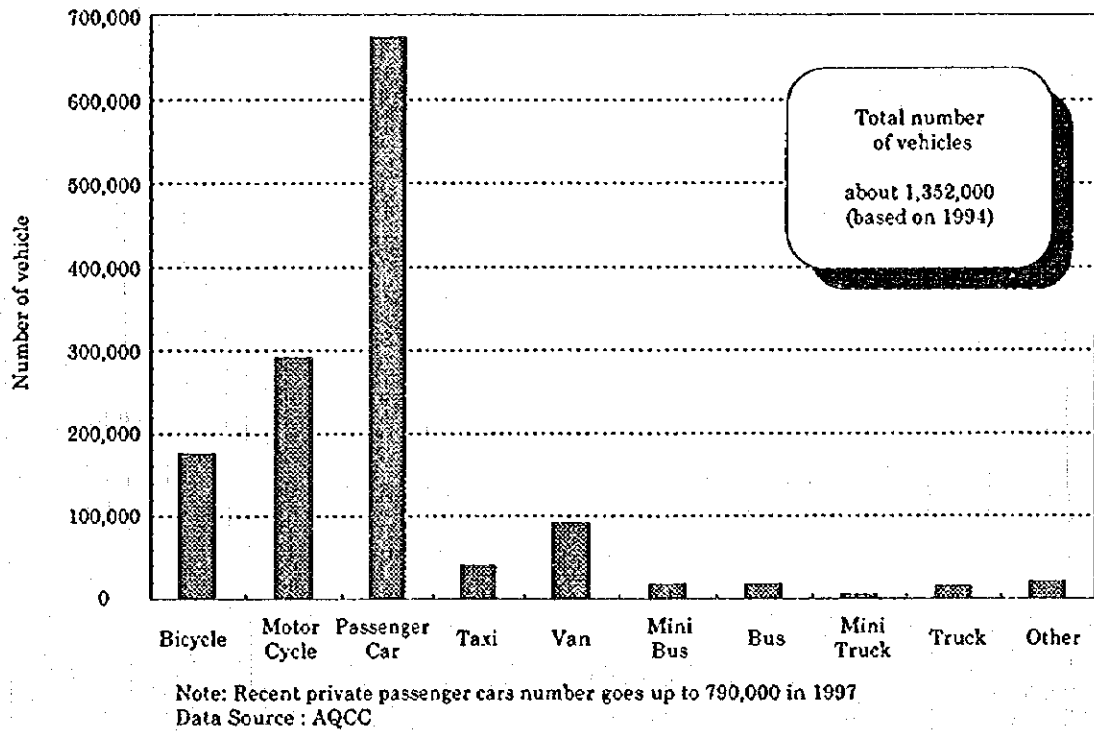


図 3.3.1-3 車種別の車両台数

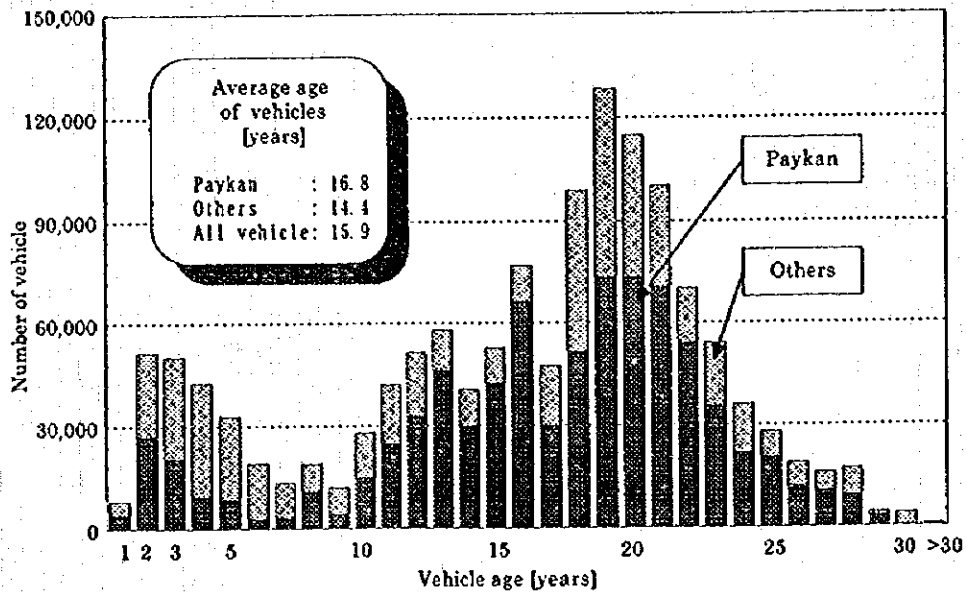
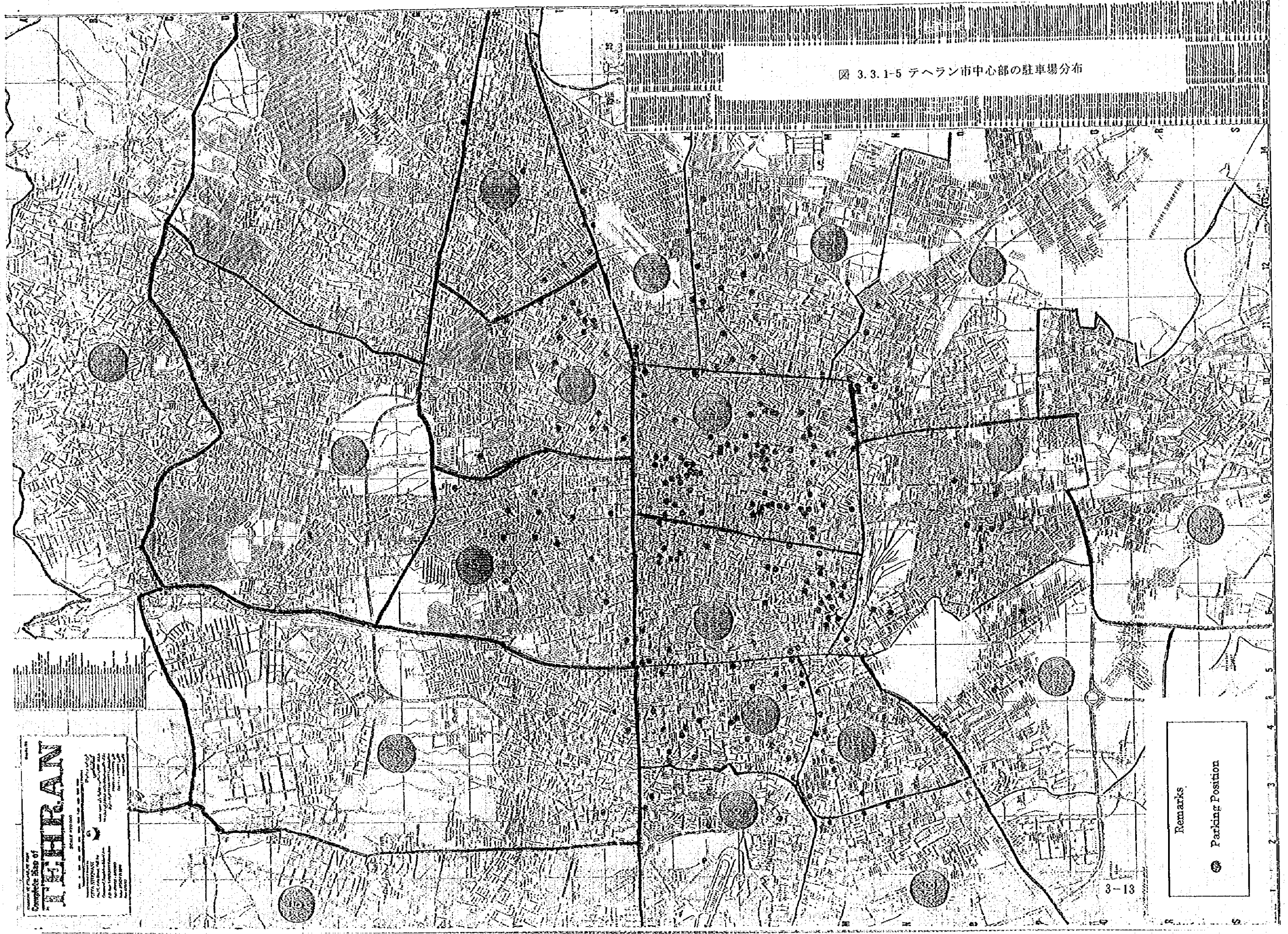


図 3.3.1-4 テヘラン市における車齢別車両台数

図 3.3.1-5 テヘラン市中心部の駐車場分布



Complete Map of
TEHRAN
 Scale 1:50,000
 Published by the
 National Geospatial Intelligence Agency
 1215 Jefferson Davis Highway
 Alexandria, Virginia 22304-6145
 Copyright © 1997 by the National Geospatial Intelligence Agency
 All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written permission of the National Geospatial Intelligence Agency.

Remarks
 ● Parking Position

3.3.2 企業と工場

表 3.3.2-1 及び図 3.3.2-1 は 1994 年における GTA 地区のセクター別の製造業ユニット数と労働者数を示している。GTA における製造業は全イランの製造業において、エネルギー消費量の 40%及び企業体の 25%を占めており、同市における交通渋滞及び環境汚染の大きな原因となっている。従って、移動発生源ばかりでなく製造業による環境対策もテヘラン市が直面する緊急な課題である。

本報告書における製造業は以下の国際標準産業分類 ISIC に準拠している。

31 食料品	36 非金属製品
32 繊維製品	37 鉄及び鉄鋼製品
33 木材製品	38 機械製品
34 パルプ・紙製品	39 その他
35 化学製品	

(1) GTA における製造業分野の問題点

ORSUITO(Organization for Relocation and Systematizing Urban Industrial and Trade Occupation)によれば、上記の製造業分類のなかで、テヘラン市の居住区にとり次の業種が好ましくないとされている。

31 屠殺及び食肉加工	36 煉瓦製造
32 なめし加工	37 金属精練及び鍛造
33 木材化学処理	38 化学処理を伴う機械製造業
35 化学工業	

(2) これら諸問題への対応

これらの諸問題に関する対策として、環境問題に専門に取り組むテヘラン市傘下の組織として AQCC が 1993 年に設立され、また ORSUITO が 1990 年に設立された。テヘラン市により実施された主要な対策としては、大気汚染発生源工場をテヘラン市郊外に代替地として用意された工業団地への移転であった。

GTA の郊外には、テヘラン市(MOT)所管の 4 箇所の工業団地と工業省(MOI)所管の 8 箇所の工業団地があり、造成作業が現在進行中であり、近く移転が開始される予定である。

表 3.3.2-1 テヘラン大都市圏における業種別の工場数と従業員数

Industrial Code Sector	Workshop Size (No of Workers)				Total Number Unit	Total Number Worker
	Small	Medium		Large		
	1-10	11-50	51-100	100<		
31 Food	6,703	182	21	20	6,926	42,399
32 Textile	24,195	527	21	36	24,779	99,400
33 Wood	4,063	49	0	2	4,114	9,920
34 Paper	2,229	171	13	23	2,436	17,899
35 Chemicals	2,623	247	33	48	2,951	42,311
36 Nonmetal	1,454	218	19	29	1,720	24,748
37 Iron	887	60	3	13	963	11,121
38 Machinery	18,307	683	72	105	19,167	120,490
39 Others	7,795	126	6	7	7,934	23,512
(Total)	68,256	2,263	188	283	70,990	391,800

(Source) AQCC

(INTR632E)

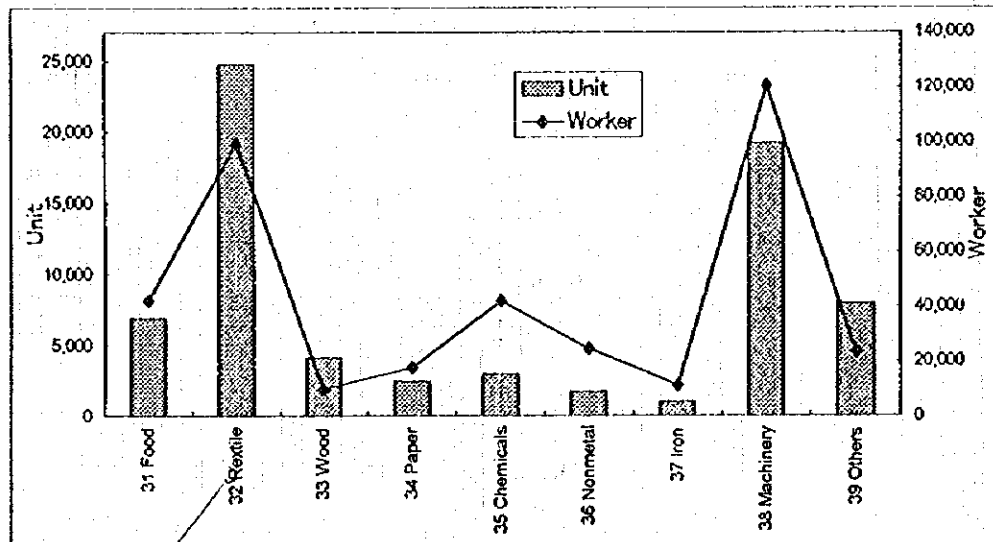


図 3.3.2-1 業種別の工場数と従業員数の分布

3.4 現地測定の方法と分析

3.4.1 現地観測、測定の概要

JICA調査団は1996年秋（10月）と1997年冬（2月～3月）の2回、現地観測を実施した。現地調査の観測項目とスケジュールの概要を表3.4.1-1に示す。上層気象観測と大気汚染の測定および固定発生源（工場）の排ガス測定は秋季、冬季の2回、交通量調査、実走行テストは秋季のみに観測および測定を行った。

表3.4.1-1観測項目と実施時期

項 目	秋季（1996年10月）	冬季（1997年2～3月）
気象観測（上層）	10月8日～15日	2月22日～3月1日
大気汚染観測（簡易測定）	10月8日～15日	2月21日～3月1日
交通量・実走行テスト	9月26日～10月18日	---
固定発生源（排ガス測定）	9月22日～10月9日	2月18日～3月2日

観測方法の概要と観測に使用した機材を表3.4.1-2に示す。

表 3.4.1-2 観測、測定方法と機材一覧

Measurement Procedure	Instrument
1. Meteorological Observation	
1.1 Surface Meteorology	
(1) Surface wind	
<p>Wind direction, speed and turbulence at 10m above surface will be measured by the ultra sonic anemometer. The data is necessary for determination of the parameter that is used for the prediction model of air pollutant diffusion.</p> <p>Point : AGHDACIYE AREA (1 point) Period : For 1 year Schedule : Hourly continuous observation</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ultra sonic anemometer 2. Data logger (with connecting cable) 3. Observation pole(10m aluminum pole, flange, branch wire, base) 4. setting up tools 5. Recording paper
(2) Solar radiation	
<p>Solar radiation will be measured by the pyranometer.</p> <p>The data is necessary for classification of the atmospheric stability that is used for the prediction model of air pollutant diffusion.</p> <p>Point, period and schedule are the same as surface wind observation.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pyranometer(with cable) 2. observation pole (2m aluminum pole, flange, branch wire, base) 3. recorder for 6 item 4. recording paper
(3) Radiation balance	
<p>Radiation balance will be measured by the net radiometer. The data is necessary for classification of atmospheric stability.</p> <p>Point, period and schedule are the same as surface wind observation.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Net Radiometer (with cable) 2. Flange (Pole is common use with pyranometer) 3. Recorder for 6 items (Recorder is common use with Pyranometer) 4. Polyethylene dome
1.2 Upper Layer Meteorology	
(1) Raball observation	
<p>Wind direction and speed between the surface to 2000m height will be observed by tracking of the released sonde using the theodolite to know the characteristics of the wind field in the considering area of air pollutant diffusion.</p> <p>Point : AGHDACIYE AREA (1 point) Period : For 7 days Schedule : For 7 days, Twice a day (at 8 and 13 o clock)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Theodolite (with data cable) 2. Electric cable 3. Data logger (attached printer, with connecting cable) 4. IC card 5. Recording paper
(2) Low-level sonde observation	
<p>Temperature, humidity and pressure between the surface and 2000m height will be measured by the radio sonde to know the characteristics of depth of the mixing layer in which the air pollutant diffuse. Point, period and schedule are the same as raball observation.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Receiver (Common use with captive sonde obs.) 2. Portable antenna 3. Data processor (with printer) 4. Sonde sensor checker 5. Non break down electric supply 6. Assmann aspiration psychrometer 7. Aneroid barograph 8. Electric cable 9. AVR (with 2kV step down trans) (1,5,6,7,8,9; Common use with captive sonde obs.) 10. Low-level sonde (100 pieces) 11. Water poured battery with miniature electric bulb

	12. Recording paper (for printer) 13. Hose with buoyancy adjust weight (10m long, for filling balloon with He gas)
(3) Captive sonde observation	
Temperature, humidity and pressure between the surface and 700 height will be measured by the captive balloon to know the characteristics of the inversion height that controls diffusion of the air pollutant. Point : AGHDACIYE AREA (1 point) Period : For 7 days Schedule : For 7 days, 8 times a day (At 3,6,9,12,15,18,21 and 24 o clock)	1. Captive sonde system(Captive balloon, Captive sonde, Winch) 2. A set of sonde receiver(Receiver, Portable antenna) 3. Digitizer 4. Data processor 5. Non down electric supply 6. Acumen aspiration psychrometer 7. Aneroid barograph 8. Electric cable 9. AVR 10. Flash light 11. Dry batteries 12. Recording paper 13. Hose (10m long, for filling balloon with He gas)
2. Ambient Air Quality	
2.1 Simplified Measurements	
(1) Nox (NO + NO₂)	
Diffusion of the gaseous molecules Point : 31points Period :8 days(Rehearsal 1 day + measurement 7 days) Sampling time : 24 continuous passive sampling. Analysis: Spectrophotometric analysis.	1. Simultaneous sampling 2. Shelter 3. Filter for NO ₂ 4. Filter for Nox 5. Analytical Implement
(2) SO₂	
Diffusion of the gaseous molecules.(same as NOx) Point : 31points Period :6 days(measurement 6 days) Sampling time : 72 continuous passive sampling. Analysis: Chromatography analysis.(in Japan)	1. Simultaneous sampling 2. Shelter 3. Filter for SO ₂ 4. Analytical Implement
(3) CO	
Air bag sampling with minisamplers and Salan bag. Point : Surface points:13points Vertical points: 5points Period : 4 days(Rehearsal 1 day + measurement 3 days) Samplingtime : 5:00-21:00(16 hours continuous sampling, 1 sampling in each hour) Analysis: NDIR detector analysis.	1. Mini-sampler 2. Timer Control Unit 3. Pump Unit 4. Air Bag 5. Alkaline Dry Cell 6. Tygon Tube 7. Filter 8. Tape Measure 9. CO Monitor
(4) HC	
Air bag sampling with indirect sampling system and Tedlar bag. Point : 5 points Period : 4 days(Rehearsal 1 day + measurement 3 days) Sampling time : 5 minute sampling for each hour from 5:00 to 20:00). Analysis: FID detector analysis. Item:THC,NMHC,CH ₄	1. Indirect Sampling Set 2. Tedlar bag 3. Digital Flow Meter 4. Gas Leak Detector 5. HC Monitor
(5) VOC	

<p>Absorption sampling using Tenax GC absorbent. Point : Several points in MOT. Period : 1 days Sampling time : About 10 minutes . Analysis : Gas chromatography with thermal description injector.(in Japan)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bake Out Equipment for Sampling Tube 2. Personal Mini Pump 3. Tenax GC Tube 4. High Purity N2 Gas 5. Pressure regulator
<p>2.2 CMB Measurement</p>	
<p>Collection of SPM on the filters by filtration of the ambient air with use of Low volume Air sampler. Point : MOT government office building ground floor. Period : 7 days continuous sampling. Analysis: Radio activation analysis. Atomic absorption spectrometry analysis Fluorescent X-ray analysis Ion chromatography.(in Japan)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Low-volume Air Sampler 2. Teflon packing 3. Silicon packing 4. Pump blade 5. Pump element 6. Bypass filter 7. Electric Power Cable 8. Desiccatoe 9. Filter 10. Petri dish
<p>3. Automotive Source</p>	
<p>3.1 Traffic Volume Survey</p>	
<p>(1) Traffic volume survey</p>	
<p>Traffic Volumes is recorded with video cameras installed at the survey locations and later played back, during which the traffic volume is measured by vehicle type. Survey locations : 20 location Survey time: 24 hours Type of vehicles: 7categories Survey date: Working day and holiday</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Color Video Camera 2. Lens 3. Camera Housing 4. Video Coaxial Cable Connector 5. Video tape recorder 6. Color Monitor 7. Connecting Cable 8. Tape 9. Manual Counter 10. Stop Watch
<p>3.2 Chassis Dynamo Test</p>	
<p>(1) Chassis dynamo test</p>	
<p> </p>	
<p>3.3 Field Driving Test</p>	
<p>(1) Traversing speed survey</p>	
<p>The survey was carried out by driving selected routs with vehicles installed speed meters and analysers. Routs: 19 routs</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Non-contact Velocity Meter 2. Rotating Meter for Gasoline engine 3. Rotating Meter for Diesel engine 4. Pressure Gauge 5. Data Analyzing System 6. Thermometer 7. IC Memory Card 8. Analyzer 9. Calibration Gas 10. AC/DC Converter 11. Recorder 12. Calibration Unit
<p>4. Stationary Source</p>	
<p>4.1 Flue Gas Measurements</p>	
<p>(1) Flow rate of gas</p>	
<p>Insert the measuring apparatus into the measuring hole</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pitot tube

<p>and set it as to fit the measuring point. Measurement of gas temperature, velocity and pressure.</p> <p>Factory name : Brick factory Power plant Tehran refinery Cement factory</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Rubber bag 3. Thermocouple 4. Thermo pile 5. Compensating wire 6. Manometer
<p>(2) Concentration of gas composition (CO₂, O₂, CO, H₂O)</p>	
<p>Use the tube made of glass or metal. To prevent the penetration of dust, full its tip with glass fiber or others. Insert it in duct through a measuring hole to lead the flue gas into the absorption tube.</p> <p>Factory name : Brick factory Power plant Tehran refinery Cement factory</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gas Detector 2. Moisture absorption tube 3. Suction pipe with heater 4. Orsat Analyzer 5. Distribution tube 6. Rubber bag
<p>(3) Concentration of Nox, Sox</p>	
<p>Use the tube made of glass or metal. To prevent the penetration of dust, full its tip with glass fiber or others. Insert it in duct through a measuring hole to lead the flue gas into the analyzer.</p> <p>Factory name : Brick factory Power plant Tehran refinery Cement factory</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. MODEL VIA-510 (For NOX) Method NDIR, 2. MODEL VIA-510 (For SOX), Method ND IR 3. MODEL ES-510 (Sampler For O₂, SOX) 220V 4. MODEL ES-510 (Sampler For O₂, SOX) 220V 5. Recorder 6. Standard Gas 7. Pressure Regulator
<p>(4) Concentration of dust</p>	
<p>Traverse the measuring points by using one dust collector to take a dust sample in the same sucking time at each point.</p> <p>Factory name : Brick factory Power plant Tehran refinery Cement factory</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sampling apparatus for dust 2. Printer paper and inkribon 3. Flange 4. Filter paper 5. Desiccatoe 6. Stop watch 7. Silica wool

3.4.2 測定および分析の方法

(1) 気象観測

本調査では、1996年秋（10月8～15日）と1997年冬（2月22日～3月1日）の2回、上層気象観測を実施した。また、地上気象は1996年秋から継続して観測している。

地上気象は、接地境界層における大気汚染物質の拡散を主に支配している風の場、乱流および大気安定度を調べることを目的に観測されている。観測項目は、風向、風速、風向の標準偏差、風速の標準偏差、日中の日射量、夜間の放射収支量の6項目である。

一方、上層気象観測は気温逆転層や混合層高度といった、鉛直方向の大気汚染物質の輸送に係わり、その出現や強度が地上の大気汚染に影響する項目を調査する目的で実施した。

その内容は、気温、湿度、風向および風速の鉛直分布で、低層ゾンデ、パイロットバルーン、係留ゾンデを用いて観測された。詳細は以下の通りである。

1) 地上気象観測

① 観測地点

地上気象項目は気象庁のアグダシエ観測所で観測した。アグダシエ観測所はテヘラン市の北東15kmに位置し、海拔1548mで、市の中心部より約300m程高い。観測所の北側にはエルプールズ山脈が広がり、その斜面は南に向かって緩やかに傾斜している。

② 観測項目と観測方法

観測項目と観測方法を表 3.4.2-1に示す。日射量は、直達光と散乱光（太陽からの直接の放射と空からの散乱放射）を合わせたエネルギーを意味し、放射収支量は、地面に向かう放射と地面から空に向かって出る放射の差し引きのエネルギーを意味する。放射収支量がマイナスなら、放射冷却中であることを意味する。日射量の強さは、日中の熱的対流活動をコントロールし、放射収支量は、夜間の地表面の放射冷却の度合いを決める。それ故、接地境界層内で大気安定度を測定するには、日射量と放射収支量はなくてはならないものである。

表 3.4.2-1 地上気象観測の項目と方法

Item	Instrument	Height of sensor	Reading
Wind direction Wind speed Standard deviation	Model DA-200 2-component ultra sonic anemometer	10m	Every 10 minutes
Solar radiation (日射)	Model MS43F Pyranometer	3m	The value is the average of the data
Radiation balance (放射収支)	Model MF11 Net Radiometer	1.5m	for 10 minutes before reading time

③ 観測期間

通年気象観測は、1996年10月6日から1997年3月1日まで調査団が実施し、以降はイラン側が観測、維持管理業務を引き継ぎ、観測を継続している。

本調査報告書の地上気象データの解析は、1997年3月1日までのデータをもとに行った。

2) 上層気象観測

① 観測地点

上層気象観測は地上気象観測と同じ、気象庁のアグダシェ観測所で観測した。

② 観測項目と観測方法

観測項目と観測方法を表3.4.2-2に示す。

表 3.4.2-2 上層気象観測の項目と方法

Item	Method	Instrument	Observation schedule	Observation height
Wind direction Wind speed	Raball	Theodolite (Model : KDT-3)	For 7 days Twice a day (8:00,13:00)	Every 50m Up to 2000m
Wind direction Wind speed Temperature	Captive sonde	Sonde system (Model : CBS-T-14) Gas : helium	For 7 days Every 3 hours	Every 50 m Up to 700m
Temperature	Low level sonde	Sonde system (Model : JWA-94W) Balloon : rubber(100g) Gas : helium Ascent speed : 200m/min	Same as raball Observation	

③ 観測期間

上層気象観測は、秋季と冬季の2回それぞれ正味7日間に渡って、実施された。

秋季：1996年10月 8日12時～10月15日 9時

冬季：1997年 2月22日15時～ 3月 1日13時

④ 観測実施状況

秋季と冬季の観測実施状況を表 3.4.2-3 にまとめて示す。今回の気象観測では、係留ゾンデが 700m、低層ゾンデが 2000m の高度まで観測することになっていた。表中の数字は、実際にゾンデで観測データが得られた到達高度を示している。ゾンデが上昇して、目標高度まで到達した後、係留ゾンデの場合は、観測を続けながらウインチで引き戻し下降させる。低層ゾンデの場合は、そのまま上昇を続けるので、観測終了高度に到達した時点で、電波の受信を打ち切る。この観測で到達した高度を表中に示してある。表中の[-]記号は、観測が実施されなかったことを示す。 表 3.4.2-3 係留ゾンデおよび低層ゾンデの観測実施状況

upper : temperature
lower : wind unit : m

October 8 - 15, 1996

Date	Captive Sonde								Low-level Sonde Raball	
	3:00	6:00	9:00	12:00	15:00	18:00	21:00	24:00	8:00	13:00
Oct.8	/	/	/	700 700	700 700	700* 700*	700 700	700 700	/	2000 2000
Oct.9	700 700	600 600	700 700	700 700	700 700	700 700	700 700	700 700	2000 2000	2000 2000
Oct.10	700 700	700 700	700 700	700 700	. .	700 700	700 700	700 700	2000 2000	2000 2000
Oct.11	. .	700 700	700 700	400 400	50 50	700 700	700 700	. .	. .	2000 2000
Oct.12	. .	600 600	700 700	250 250	. .	100 100	400 400	700 700	2000 2000	2000 2000
Oct.13	600 600	. .	700 700	700 700	600 600	700 700	700 700	700 700	2000 2000	2000 2000
Oct.14	. .	500 500	500 500	100 100	. .	50 50	700 700	650 650	2000 2000	2000 2000
Oct.15	400 400	700 700	700 700	/	/	/	/	/	2000 2000	/

* : Surface data is missing.

upper : temperature
lower : wind unit : m

February 22 - March 1, 1997

Date	Captive Sonde								Low-level Sonde Raball	
	3:00	6:00	9:00	12:00	15:00	18:00	21:00	24:00	8:00	13:00
Feb.22	/	/	/	/	100 100	50 50	. .	50 50	/	/
Feb.23	100 100	100 100	700 700	. .	. .	250 250	700 700	700 700	2000 2000	2000 2000
Feb.24	700 700	700 700	700 700	50 50	700 700	700 700	700 700	700 700	2000 surface	2000 700
Feb.25	700 700	700 700	700 700	50 50	450 450	700 700	700 700	450 700	2000 1300	2000 2000
Feb.26	700 700	100 100	700 700	500 500	700 700	150 150	100 100	100 100	2000 2000*	2000 2000
Feb.27	600 600	700 700	250 250	. .	. .	200 200	100 100	700 700	2000 2000	2000 2000
Feb.28	500 500	300 300	600 600	650 650	. .	700 700	700 700	700 700	2000 1400	2000 2000
Mar.1	700 700	700 700	700 700	700 700	/	/	/	/	2000 2000	2000 2000

* Data at 50 - 550m are missing.

3) 解析方法

大気の状態は大気汚染物質の拡散と移流をつかさどる重要な要素である。一般に、都市大気汚染は、人工的な環境ばかりでなく、植物、地形、気象といった自然環境の両方によって特徴づけられる局地的な現象である。このような大気汚染の背景にある局地性のため、ある地域の大気汚染の特質を正確に把握しようとするならば、対象地域における各季節の気候を知ることが重要である。そのためには、長期間の既存データを用いた解析から得られる気候の特徴とともに、ある特定の期間の観測データを統計処理して得られる概括的な気象状態を知ることが必要である。

① 地上気象の解析

地上気象の統計項目を表 3.4.2-4に示す。大気境界層内部での大気汚染物質の拡散や移流を左右する大気の状態を知るために統計解析を行った。統計のための種々な期間（日中、夜間、全日）は風や大気安定度の日変化を考慮して設定した。

表 3.4.2-4 地上気象に関する統計項目

Meteorological element	Items for statistics	Period for statistics
Wind direction	The most frequent wind direction	Whole period
Wind speed	Frequency of the wind direction by classified wind speed	Day/night/whole day
Wind speed	Average wind speed	Whole period
	Average wind speed for each wind direction	Day/night/whole day
Atmospheric stability	Frequency of atmospheric stability	Whole period

* The division of daytime and night-time is determined based on the time of sunrise and sunset.

daytime : 7:00 - 17:00 night-time : 18:00 - 6:00

② 上層気象の解析

係留気球ゾンデ観測データを用いた上層気象統計項目を以下の表に示す。地上から高度700mまで50m毎にデータを編集した。対象地域、対象季節において代表的な大気の鉛直構造と大気の日変化を把握するために幾つかの統計をとった。とりわけ、大気汚染物質の鉛直移流をつかさどり、フュミゲーション現象に関連し、地上の大気汚染の濃度に大きく影響する、逆転層と熱的混合層の把握が統計の目的となる。地上気象の解析と同様に、統計のための種々な期間（日中、夜間、全日）は風や大気安定度の日変化を考慮に入れて設定された。

表 3.4.2-5 上層気象に関する統計の項目

Items for statistics	Period for statistics
Frequency of wind direction at each altitude	Day/night/whole day
Profile of average wind speed	Day/night/whole day/hourly
Frequency of classified wind speed	Day/night/whole day
Profile of average temperature	Day/night/whole day/hourly
Profile of average temperature gradient	Day/night/whole day/hourly
Frequency of classified temperature gradient	Day/night/whole day

* The division of daytime and night-time is determined based on the time of sunrise and sunset.

daytime : 7:00 - 17:00 night-time : 18:00 - 6:00

(2) 大気汚染物質の簡易測定および追加項目の測定

NO_x (NO₂, NO) およびSO₂の簡易測定とイラン側の要請で追加した項目であるCOおよびHC (炭化水素) の測定を、秋季 (1996年10月; 第一次測定) と冬季 (1997年2~3月; 第二次測定) に、上層気象観測と同時に実施した。

3.2.1項で述べたように、テヘラン市内の大気測定局は幾つかの機関で運営されている。これらの測定局の大部分は、幹線道路の交差点または道路端に設置されているのが現状である。このため、自動車排ガスに直接影響されない代表的な大気汚染物質濃度を把握し、既存のモニタリングデータを補完することを目的として、簡易測定および追加項目の測定を計画し、実施した。その際、テヘラン市内測定局の既存データで高濃度が記録されているCOを、とくに重要であると考えた。また、簡易測定によるCOの測定データをシミュレーションモデルのインプットおよび検証用のデータに使用するという前提のもとに、COの捕集地点と捕集時間を決定した。

表3.4.2-6(1)に秋季、表3.4.2-6(2)に冬季の簡易測定および追加項目の測定のタイムスケジュールを示す。表(a)は捕集と簡易測定を実施した日付、表(b)は捕集時間とその頻度を示す。今回の各捕集地点の地名、施設名および測定項目を表3.4.2-7に、各ポイントの緯度経度を表3.4.2-8に示す。また、それらの位置を図3.4.2-1の地図上に示す。基本的に、秋季、冬季の測定とも同一の捕集地点で行った。

VOC (揮発性有機化合物) の測定は冬季の観測で測定するよう計画していたが、試験的に秋季の観測でも、20サンプル以上を道路端や住宅地域で捕集した。

また、CO、HC、NO_x、SO₂に関しては春季 (1997年5~6月) にも秋季や冬季の測定と同様に観測を実施した。

表 3.4.2-6(1) 大気汚染物質簡易測定スケジュール(1)1996年秋季

(a) Sampling date

Item	Day	Oct	8	9	10	11	12	13	14	15	16
			Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed
CO	Rehearsal		0		1	2	3				
	Measurement										
HC	Rehearsal		0		1	2	3				
	Measurement										
NO _x	Rehearsal		0	1	2	3	4	5	6	7	
	Measurement										
SO ₂	Rehearsal			1	2	3	4	5	6	7	
	Measurement										

<Note> The number of each bar means Run No.

(b) Sampling time and frequency

Item	Time of day																							
	0	...	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	...	24			
CO			□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□					
HC MOT			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
HC 4points			○			○			○					○			○							
NO _x	24hr continuous sampling																							
SO ₂	72hr continuous sampling																							
	0	...	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	...	24			
	Time of day																							

<Notes> □ ; 1 hour Sampling
 ○ ; 5 minute Sampling
 HC MOT ; HC taken at MOT government office building

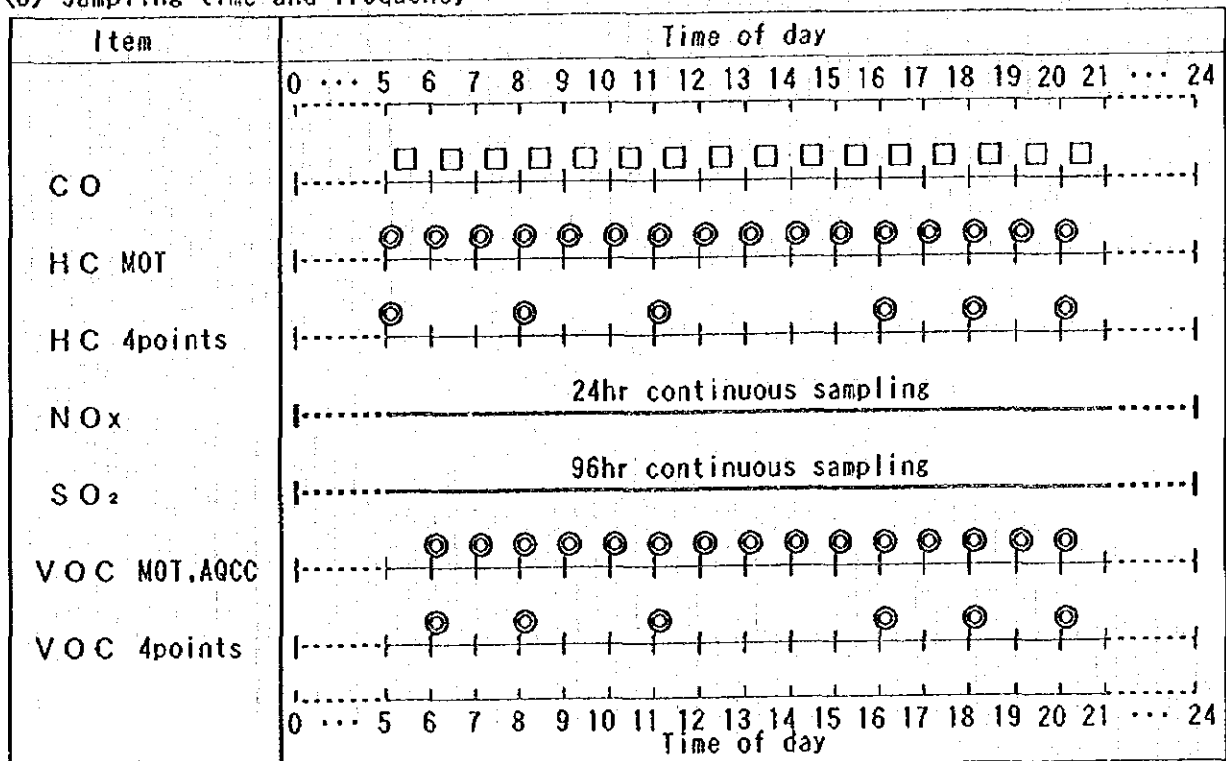
表 3.4.2-6(2) 大気汚染物質簡易測定スケジュール(2)1997年冬季

(a) Sampling date

Month Day Item	February								March								
	21 Fri	22 Sat	23 Sun	24 Mon	25 Tue	26 Wed	27 Thu	28 Fri	1 Sat	2 Sun	3 Mon	4 Tue	5 Wed	6 Thu	7 Fri	8 Sat	9 Sun
CO		1		2		3		4									
HC		1		2		3		4									
NOx	0 1 2 3 4 5 6 7																
SO ₂	1								2								
VOC																1	2

<Note> Run No. : Measurement

(b) Sampling time and frequency



<Notes> □ : 1 hour Sampling
 ○ : 10 minute Sampling
 HC MOT : HC taken at MOT government office building
 VOC MOT,AQCC : VOC taken at MOT building and AQCC

表 3.4.2-7 CO、HC、NO_x、SO₂およびVOCの測定地点

Point No.	Explanation, Name of facilities	Measurement : ○				
		CO	HC	NO _x	SO ₂	VOC
1	Public hall of the 13th-ward	○		○	○	
2	504 Hospital of Army	○		○	○	
3	Public hall of the 4th-ward	○	○	○	○	○
4	Public hall of Area 3, the 11th-ward	○		○	○	
5	Public hall of Area 6, the 2nd-ward	○		○	○	
6	Public hall of the 5th-ward	○	○	○	○	○
7	Teheran Railway station	○		○	○	
8	Public hall of the 18th-ward	○	○	○	○	○
9	Basij Sepah Center	○		○	○	
10	Facilities of Taxi organization of MOT	○	○	○	○	○
11	Public hall of the 15th-ward	○		○	○	
12	Facilities of MOT related brick and cement	○		○	○	
131	MOT government office building ground floor	○				
132	ditto, 2nd floor (10m)	○	○*1	○*2	○*2	○*1
133	ditto, 4th floor (20m)	○				
134	ditto, 7th floor (30m)	○				
135	ditto, roof (40m)	○				
136	ditto, roof (50m)	○				
14	AQCC building			○	○	○*1
15	AQCC mobile station			○	○	
16	Electrical bus station			○	○	
17	Facilities of the 16th-ward			○	○	
18	Synoheh clinic			○	○	
19	Water and wastewater organization			○	○	
20	Abbas-abad agriculture and animal husbandry area			○	○	
21	Public hall of 1st-Area, the 15th-ward			○	○	
22	Ekbatan town			○	○	
23	17 Shahrivar park			○	○	
24	TTTO building			○	○	
25	Fire fighting station of the 9th-ward			○	○	
26	Golf lands and Tennis club			○	○	
27	Mrs. Moghadam dentistry			○	○	
28	Meteorological station, Aghdasiyeh			○	○	
29	Shahid Abbaspoor University			○	○	
30	PARS Electric Factory			○	○	
31	Apartment of an AQCC staff			○	○	

<Notes> *1 : Each hour sampling *2 : 1st floor VOC : Winter measurement

表 3.4.2-8 測定地点の緯度経度一覧表

Point No.	Latitude		Longitude	
	deg(° N)	min	deg(° E)	min
1	35	41.408	51	26.705
2	35	43.877	51	27.229
3	35	44.576	51	29.508
4	35	42.027	51	22.803
5	35	42.563	51	21.557
6	35	43.971	51	18.902
7	35	39.568	51	23.933
8	35	38.992	51	20.901
9	35	35.930	51	18.508
10	35	39.488	51	27.032
11	35	38.402	51	28.852
12	35	36.952	51	30.311
13 ^{*1}	35	40.871	51	24.918
14	35	44.000	51	26.295
15	35	41.568	51	29.524
16	35	43.475	51	31.426
17	35	38.308	51	25.311
18	35	37.354	51	23.835
19	35	35.475	51	26.344
20	35	35.260	51	21.359
21	35	40.442	51	21.475
22	35	42.335	51	18.852
23	35	40.228	51	18.934
24	35	43.582	51	23.754
25	35	46.751	51	20.246
26	35	46.697	51	23.689
27	35	48.550	51	27.050
28	35	48.054	51	29.181
29	35	45.220	51	33.361
30	35	42.643	51	12.918
31	35	43.086	51	26.279

<NOTE> *1: 131 - 136

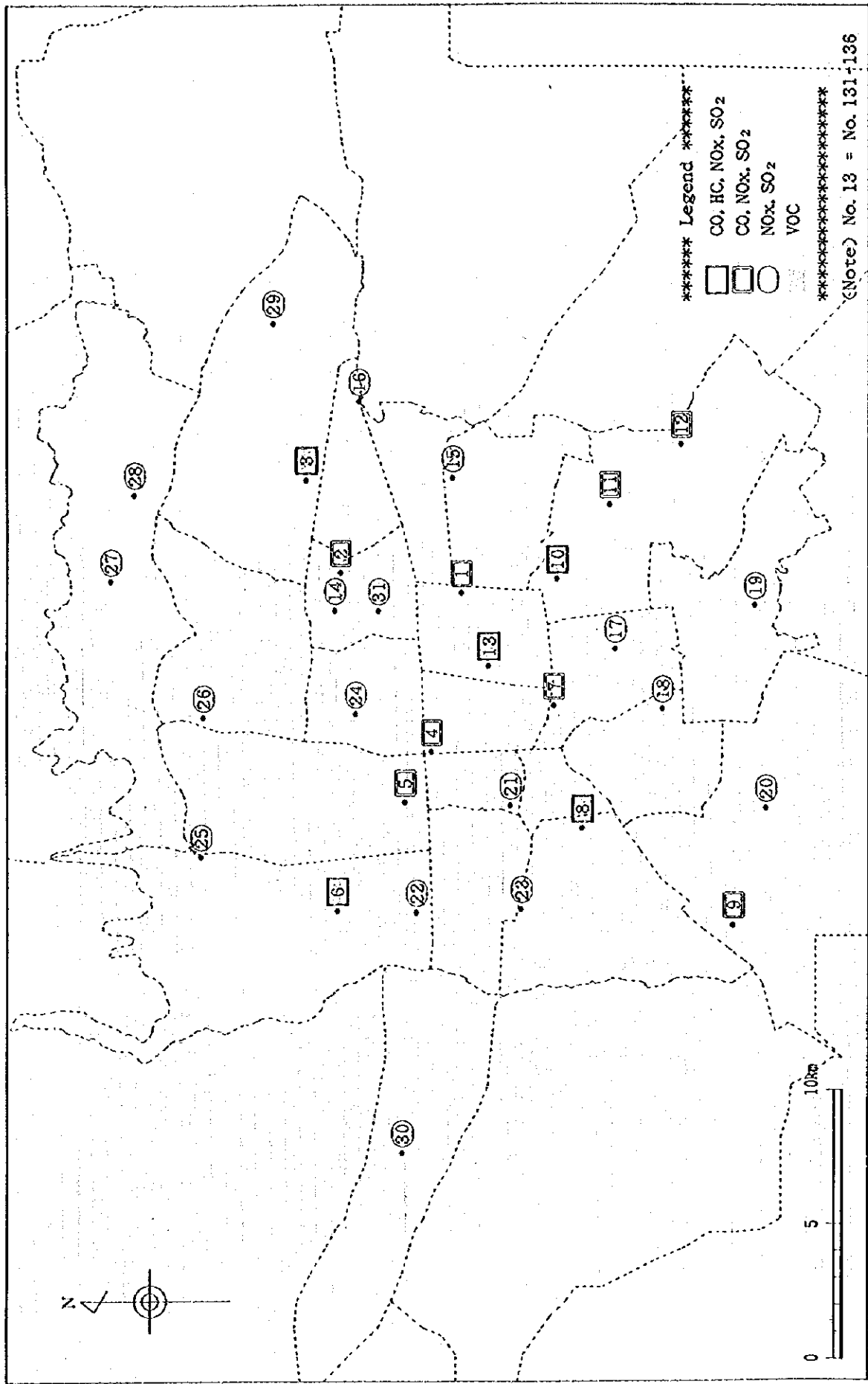


図 3.4.2-1 簡易測定地点の配置図

4章 大気汚染の機構と特徴の解明

4.1 テヘランにおける気象の状況

テヘラン市における大気汚染に関連した気象学的背景の解析には、調査団が実施した現地観測データとイラン国気象庁(IRIMO)の既存データの両方を使用した。

調査団の現地観測データとは、1996年10月から1997年2月までの5ヶ月間の地上気象データと1996年秋(10月8~15日)と1997年冬(2月22~3月1日)2回の上層気象観測データである。解析と調査団の現地観測データとの比較のために使用したIRIMOのデータは、1994年1月~12月の1年間である。参考のため、これらの観測データのほとんどをファイナルレポート「データブック」に、統計処理をしたものは「サポーティングレポート」にまとめた。

4.1.1 地上気象の状況

(1) 現地観測データの統計

1) 風向の頻度

気象庁のアグダシエ観測所における1996年10月から1997年2月までの5ヶ月間の月毎の風向統計(風配図)と全5ヶ月間の風配図を図4.1.1-1に示す。各月の風配図には明瞭な相違は認められず、観測地点近傍の風系は観測期間を通じて変化していない。日中の卓越風は南南西または南西の風向で、南から西南西までの風向を合わせると全体の50~60%に相当する。一方、夜間は北東風が卓越し、やはり全体の50~60%を占めている。

アグダシエ観測所は南西に向かって緩やかに傾斜する斜面上に位置しており、その北側にはエルブールズ山脈がある。テヘラン市全体がこの斜面上にある。前述した風向の日変化、すなわち日中と夜間での風向の交替は、山岳地域で熱的に引き起こされる局地風である「山谷風」の特徴を表している。卓越風の風向と地面の傾斜の方向が一致していることは「山谷風」が発生しているのではないかという推測を裏付けている。日中に現れる南南西または南西の風は、地表付近で暖められた空気の浮力によって斜面を吹き上がる谷風の一形態であると考えられる。一方、夜間にはこのメカニズムと大気の循環はちょうど日中の反対になり、地表面付近で冷却された冷たく重い空気が地表面を吹き降りることになる。この北東風は山風と考えることができる。

2) 風向毎の風速階級別の平均風速と頻度

図4.1.1-1に示した、各風配図の右下には月平均風速を示してある。夜間の月平均風速は1.0~1.2(m/s)で日中の平均風速1.1~1.5(m/s)よりはやや小さい。夜間の静穏率(風速0.3(m/s)未満の発生する頻度)は7~14%で、日中の静穏率より5~10%多い。風向毎の風速階級(風速をある範囲を持った、幾つかの階級に分けたもの)の頻度では最も頻度の高いのが1.0~1.9(m/s)の階級であり、次に頻度が高いのは0.5~0.9(m/s)の階級である。結論としては、アグダシエ観測所における地上の風速は、

夜間だけでなく日中も、ほとんどが2.0m/s未満である。一日を通して、地上では静穏と弱風の割合が非常に多いのがこの地域の気象の特徴である。

3) 大気安定度

アグダシエ測定局における、1996年10月～1997年2月の大気安定度毎の出現頻度を各月ごとおよび全5ヶ月間についてまとめたものを図4.1.1-2に示す。大気安定度は、風速と日射量（日中）、放射収支量（夜間）に基づいて算出するパスキルの大気安定度分類法（表4.1.1-1参照）により導き出された。この図の月別大気安定度度数分布図を見ると、日中は空気の対流が活発で夜間は強い気温の逆転が生じていることが判る。日中は、大気の状態がかなり不安定のランク、即ち安定度[A]、[A-B]、[B]が多く、これらを合わせると全体の24～27%に相当し、また中立（安定度[D]）が11～17%を占めていて、その他の安定度が非常に少ない。一方、夜間は、非常に安定なランクである安定度[G]が47～54%を占め、その他のランクの[D]、[E]、[F]が7%以下となっている。テヘランでは傾度風（気圧差によって吹く風）が弱く、晴天の日が続き、雨が極端に少ないので、非常に安定なクラスと非常に不安定なクラスが全体の大半をしめることになる。今回の月別の度数分布図からは季節変化を議論することはできないが、少なくとも秋季と冬季にはこのような状況が継続する傾向にあると考えられる。

表 4.1.1-1 パスキルの大気安定度分類

Wind Speed (U; m/s)	Solar radiation (T) kW/m ²				Radiation balance (Q) kW/m ²		
	T ≥ 0.60	0.60 > T ≥ 0.30	0.30 > T ≥ 0.15	0.15 > T	Q ≥ -0.020	-0.020 > Q ≥ -0.040	-0.040 > Q
U < 2	A	A - B	B	D	D	G	G
2 ≤ U < 3	A - B	B	C	D	D	E	F
3 ≤ U < 4	B	B - C	C	D	D	D	E
4 ≤ U < 6	C	C - D	D	D	D	D	D
6 ≤ U	C	D	D	D	D	D	D

- 注) ①放射エネルギーの方向は、地表面から天空方向を「マイナス」、天空から地表面方向を「プラス」と表示する。
 ②日射量と放射収支量の値は、毎正時10分前の平均値である。
 ③日中の大気安定度の評価には日射量が使われ、夜間の評価には放射収支量が使われる。
 ④日射量と放射収支量の単位はkW/m²である。

⑤風速の階級分類はパスキルの方法（日本式）に基づいている。

⑥各クラスの大気安定度は以下の通りである。

A：強い不安定	F：安定
B：不安定	G：強い安定
C：弱い不安定	A-B：AとBの間
D：中立	B-C：BとCの間
E：弱い安定	C-D：CとDの間

4.1.2 テヘランの気象の特徴

現地調査で得られた観測データとイランの既存資料の統計値に基づいて、テヘランの気象の特徴を次のようにまとめた。

①アグダシエ観測所の風向風速は北側にある山脈にかなり影響されている。

a) アグダシエ観測所

日中は層が厚くまたやや強い南西よりの風が斜面を吹き上がる。一方、夜間には北東よりの厚さの薄い（地上から高度100m）冷気が斜面をゆっくりと吹き降りてくる。この冷気の流れのさらに上層は東よりもしくは西よりの風が山脈と平行に吹いている。概して、日中の南西よりの風を除き風速はあまり強くない。観測所における平均風速の鉛直プロファイルは、層状の構造をなした独特のものである。接地境界層内の風速は、1日を通して非常に弱い。接地境界層の上は、50mの高度までは高度と共に風速も急速に増加する。50mより上では、高度の上昇に係わらず風速はほぼ一定である。このことは大気が対流により鉛直方向に良く混合されていることを示唆している。風速の典型的な鉛直構造は、温度のプロファイルと良く一致している。アグダシエにおける風系はいわゆる「山谷風」と呼ばれる局地的風循環の日変化によって特徴づけられる。

b) 気象庁（メヘラバッド国際空港）

比較のため、メヘラバッド国際空港の気象庁での既存の統計データおよび観測データとアグダシエ測候所での調査団による観測データを見ると、同じテヘラン市内でも測候所の位置による顕著な相違が認められる。

メヘラバッドでは、一年を通して地上でも高層でも西よりの風が卓越している。ただ、夏季だけは高層で南東よりの風が卓越している。観測地点数は充分ではないが、これらの事実はこの地域の風系は地域ごとに異なり、局地的な特徴を有していることを示唆している。

②秋季と冬季の上層気象観測中は、毎晩接地逆転層が出現した。

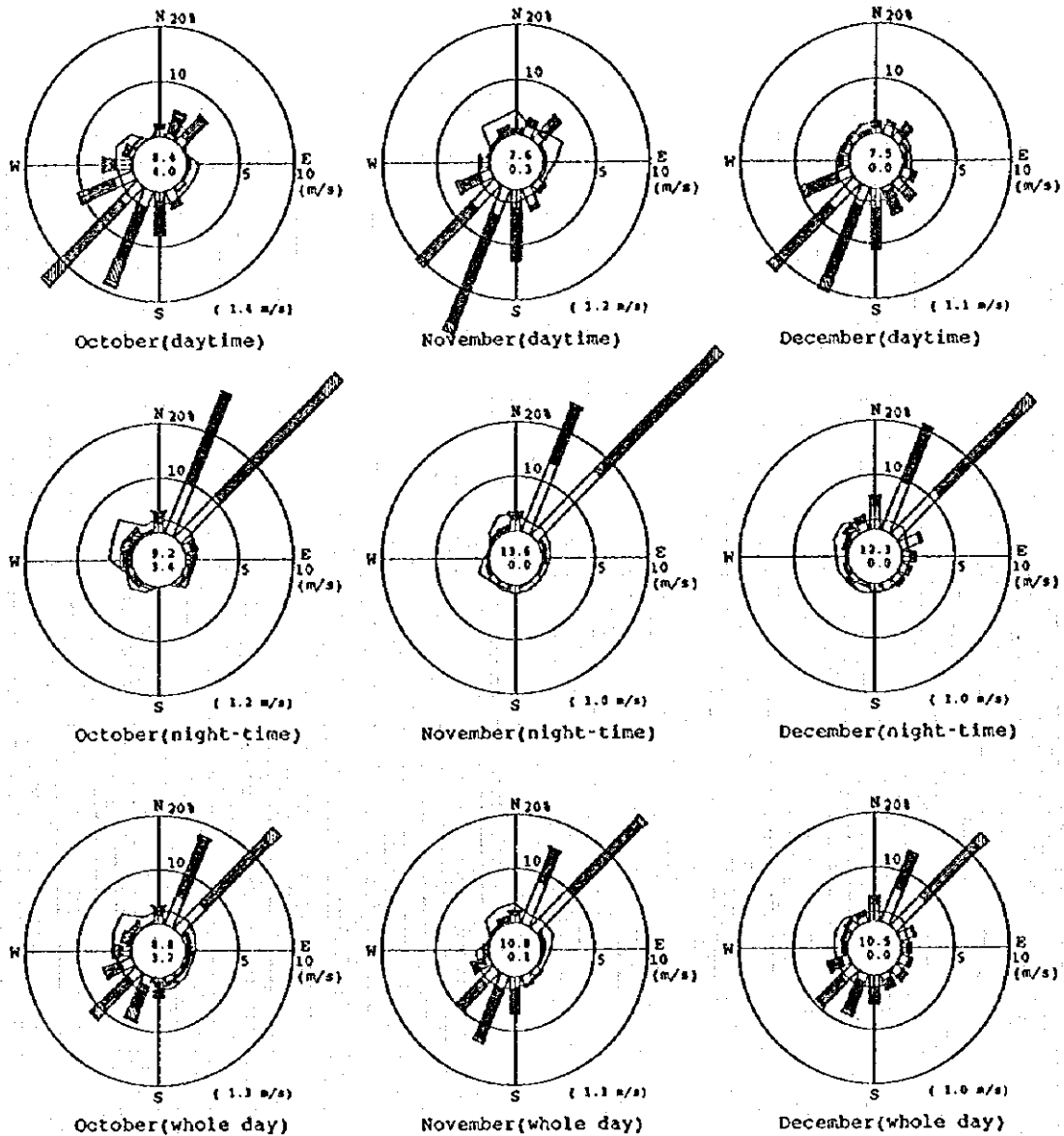
この接地逆転層はあまり厚くないが、放射冷却のため強度は非常に強い。逆転層自体の厚さは100m以内に抑えられているが、逆転層の強度（逆転層の最上部と地表の気温差）は時々5℃を越える。上層の逆転層は、風向の変化する層に一致する傾向にある。

③日中の熱的混合層高度は約1000～1500mであると推定される。

また、上層で南西よりの風が卓越している場合は、地上から高度2000mまで気温減率がほぼ一定であり、それが乾燥断熱減率と一致している。このことは混合層高

度が今回の観測高度の2000mを越えている可能性を示唆している。

④地上の大気安定度の統計的解析からは、夜間は「強安定」、日中は「強不安定」が卓越していることが判明した。



Observation point ; Aghdasiyeh

Observation period ; October, 1996 - February, 1997

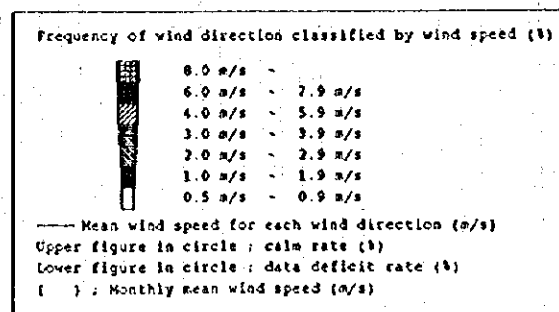
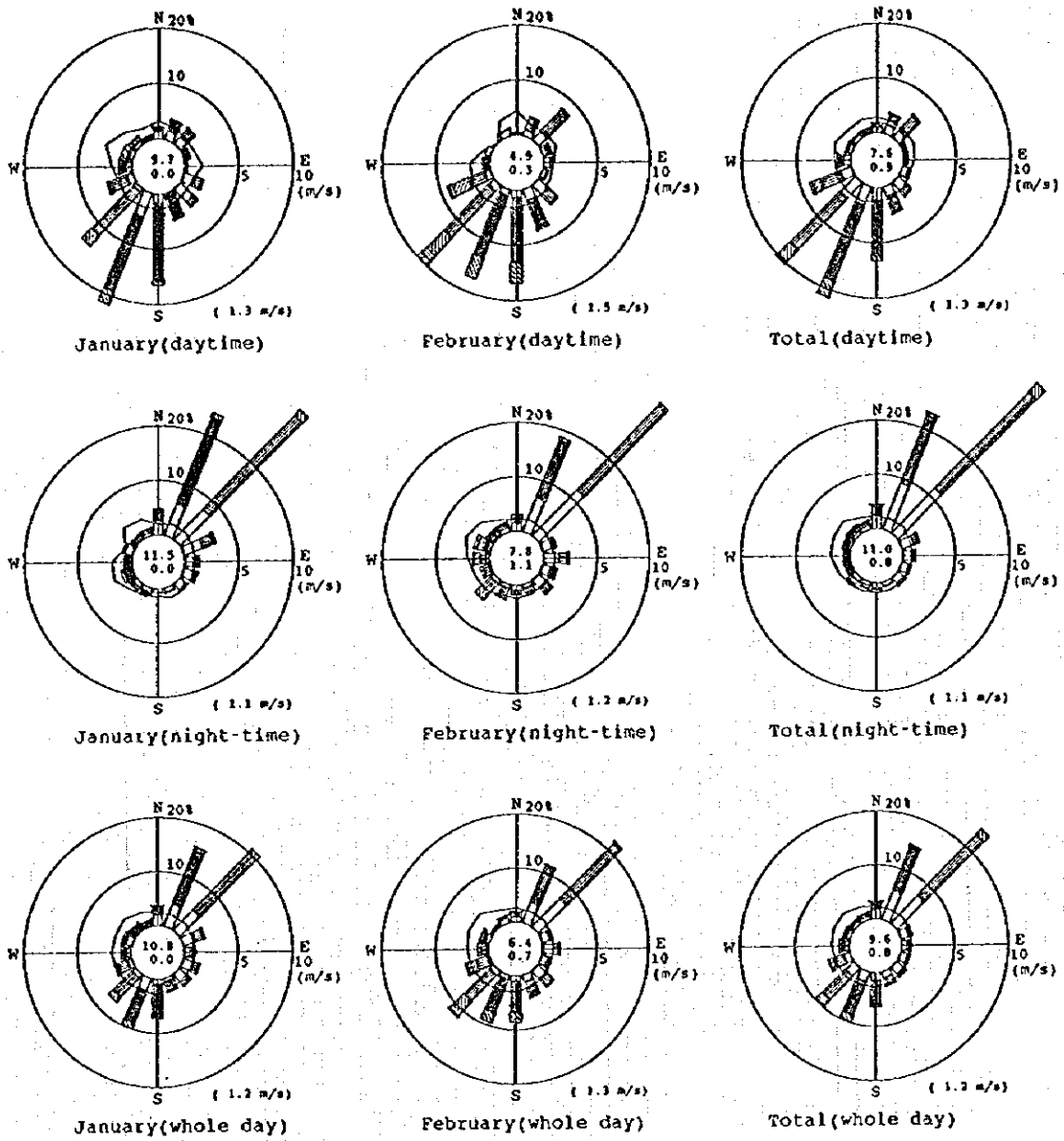


図 4.1.1-1(1) 風速階級別風向出現頻度 (風配図)



Observation point ; Aghdasiyeh
 Observation period ; October, 1996 - February, 1997

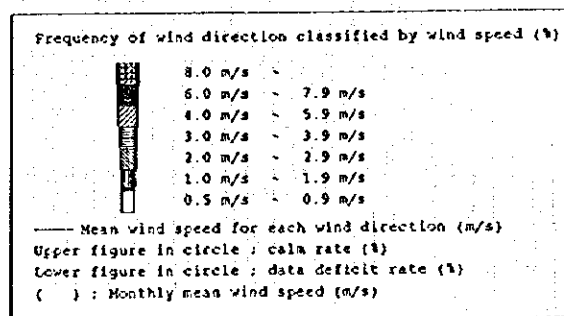
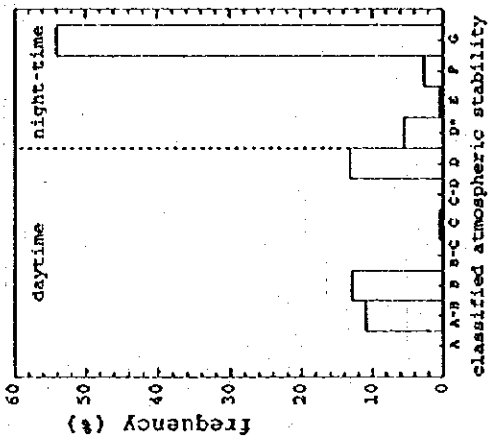
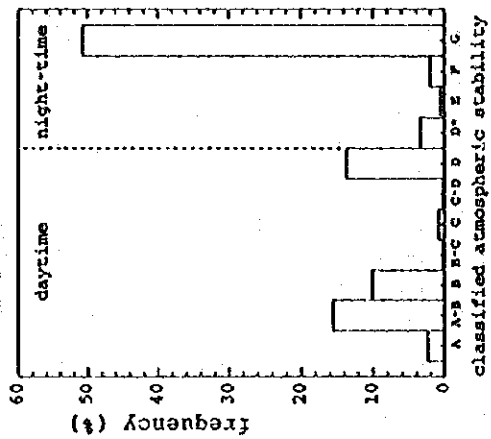


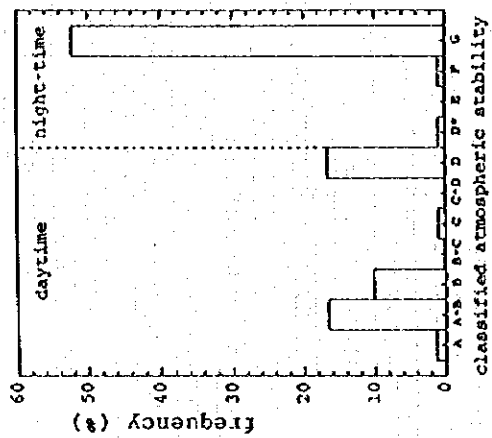
图 4.1.1-1(2) 风速階級別風向出現頻度 (風配圖)



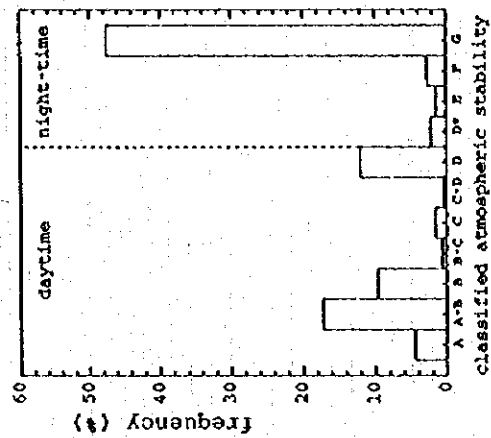
December



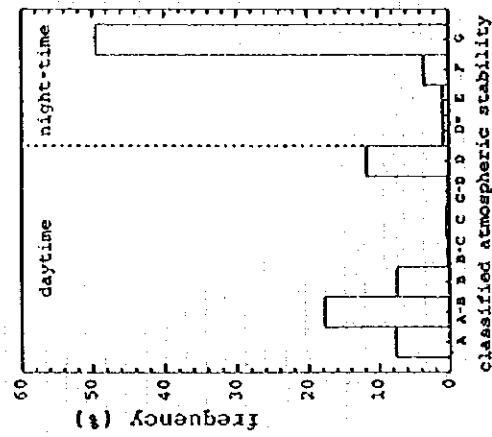
Total



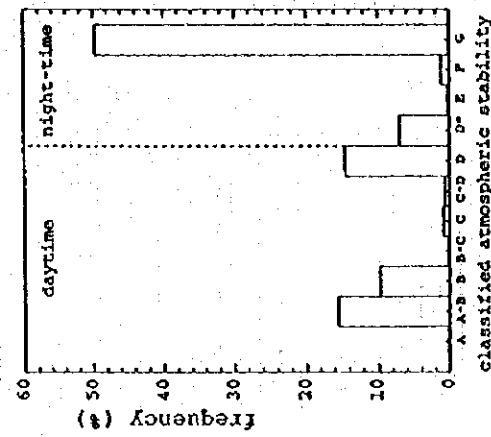
November



February



October



January

Observation point ; Aghdasiyeh
 Observation period ; October, 1996 - February, 1997

图 4.1.1-2 大氣安定度出現頻度

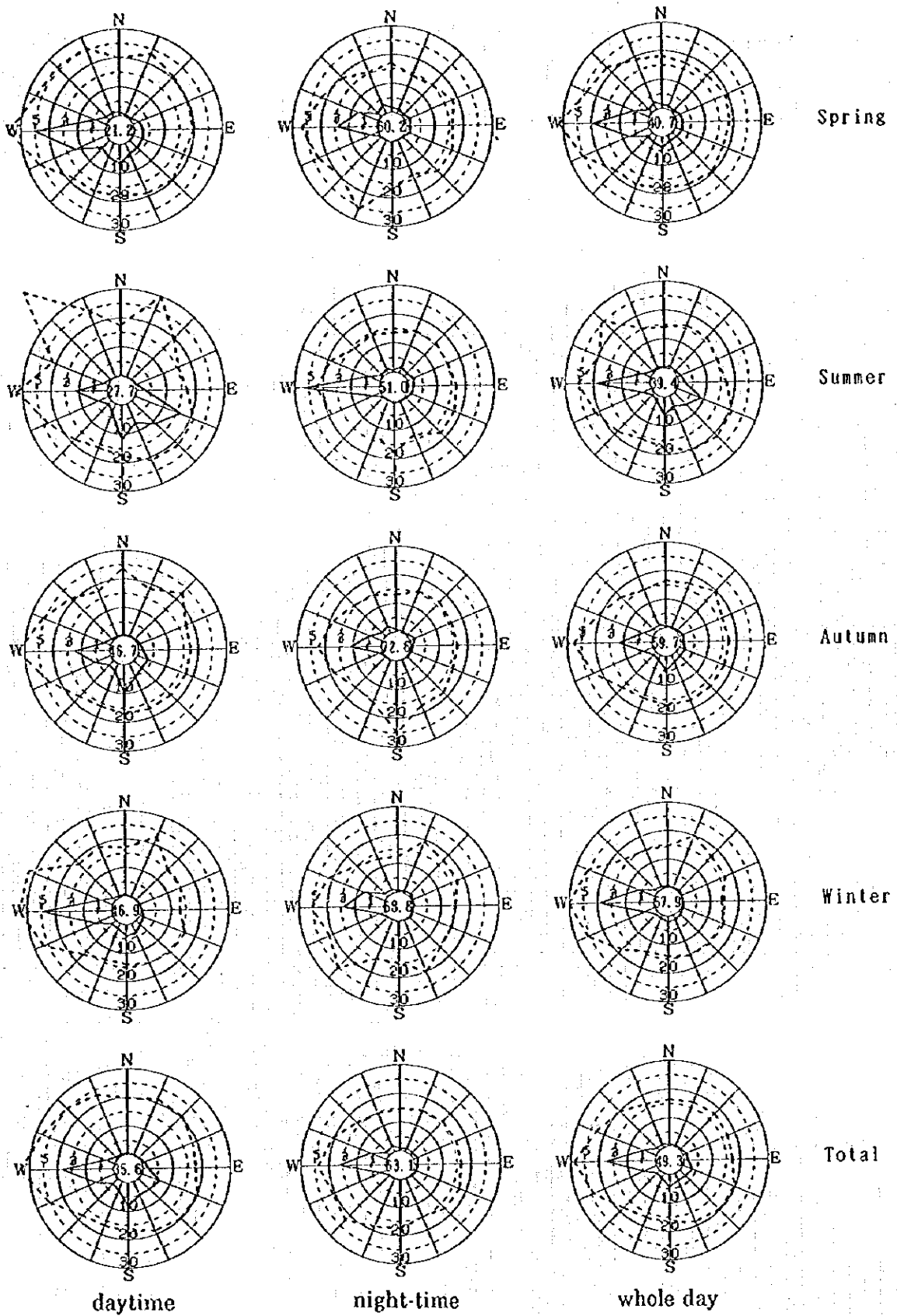
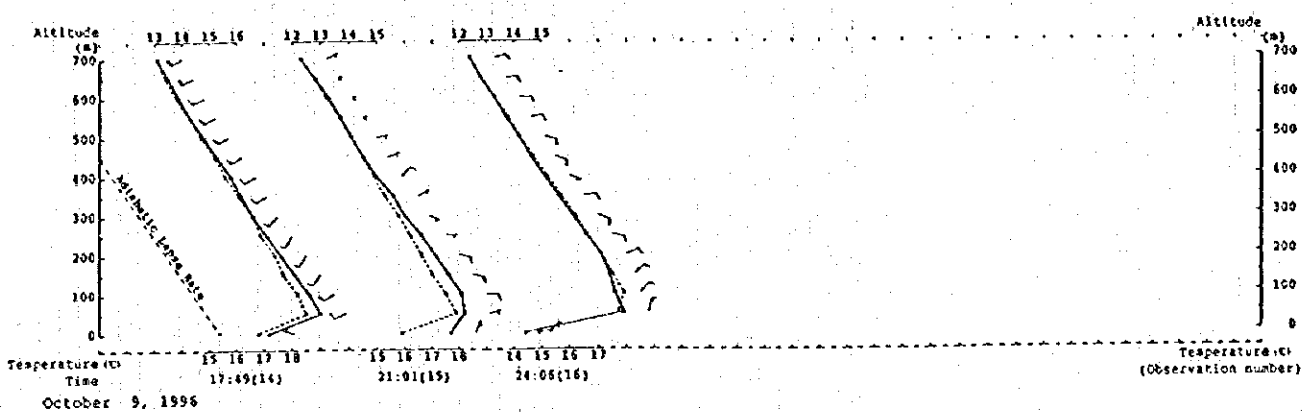
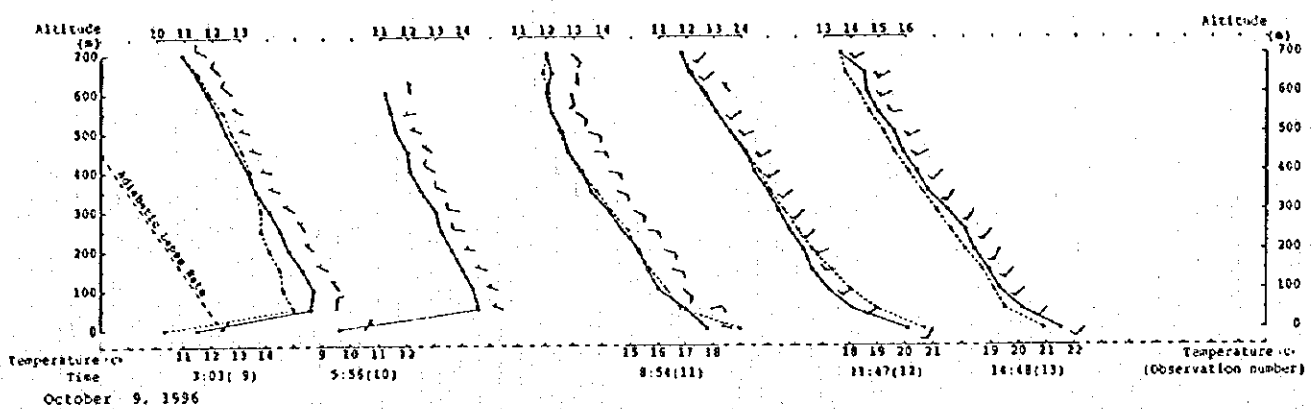
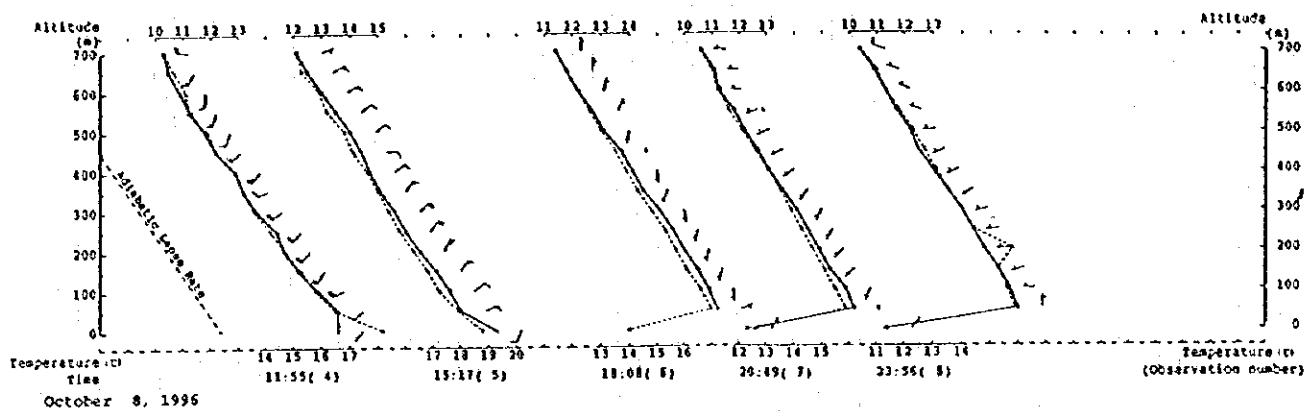


図 4.1.1-3 風配図 (マババット'空港、1994年)

SOLID : frequency (%)
 DASHED : mean w.sp. (m/s)
 CENTER : calm (%)



Observation point ; Aghdasiyeh

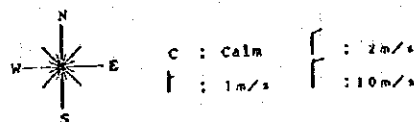
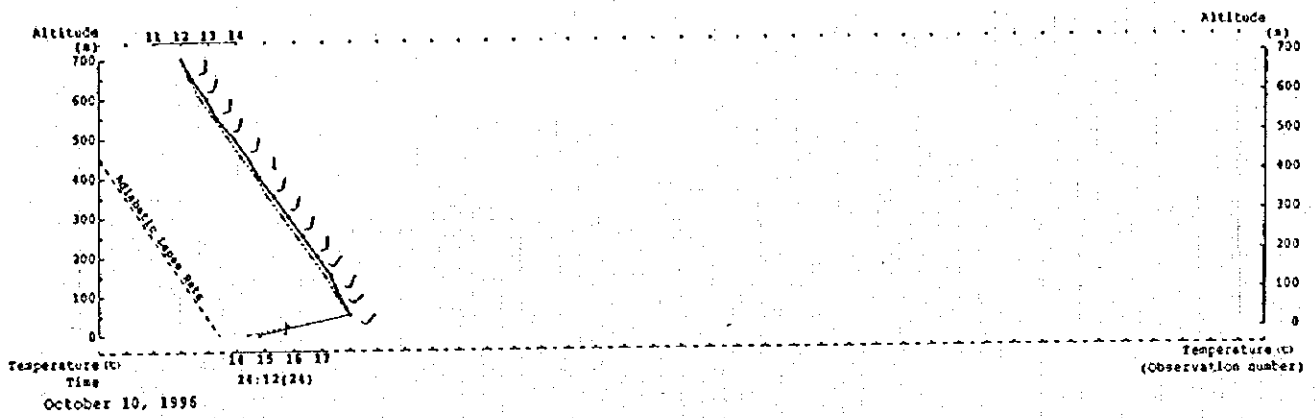
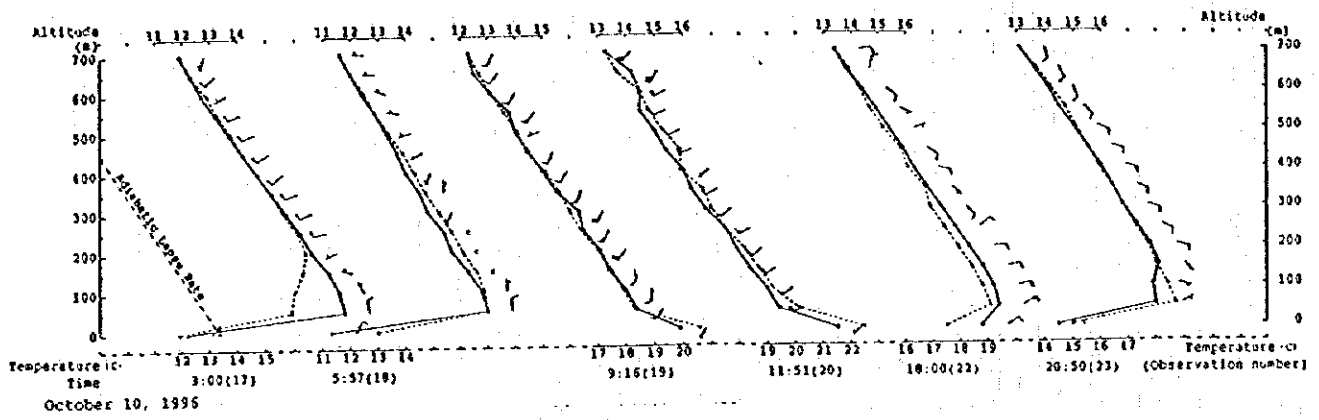


図 4.1.1-4 (i) 気温の鉛直分布 (係留ゾンデ観測、1996年10月)



Observation point ; Aghdasiyeh

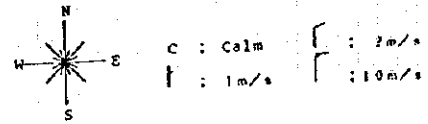
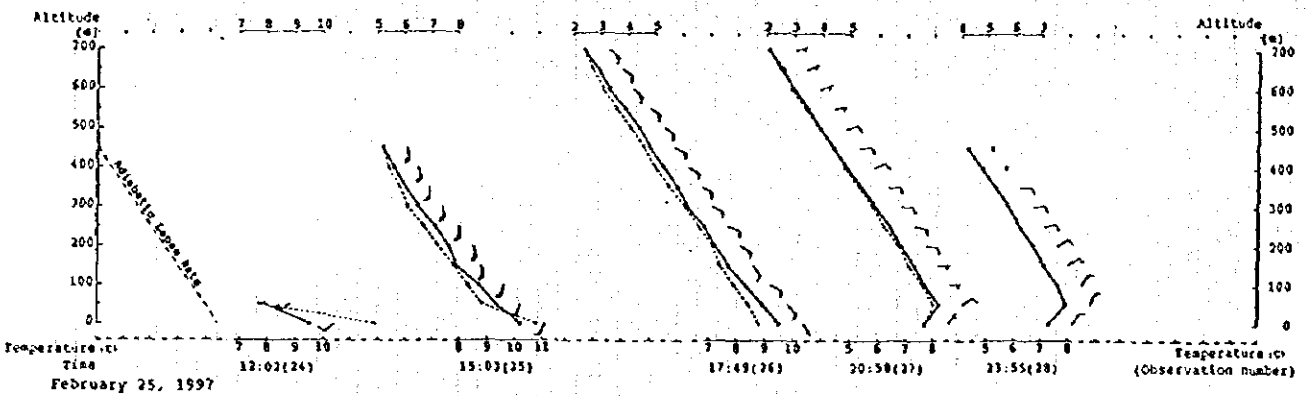
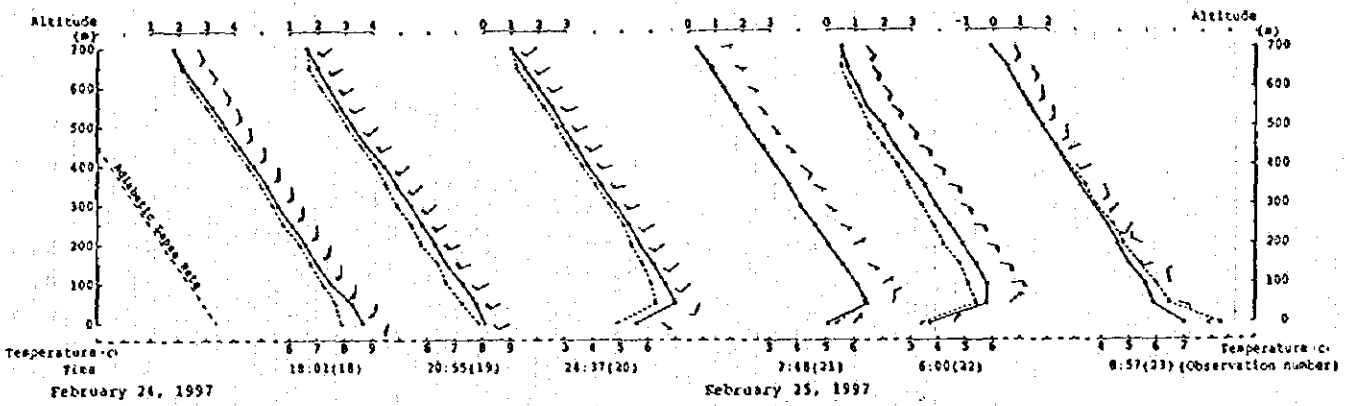
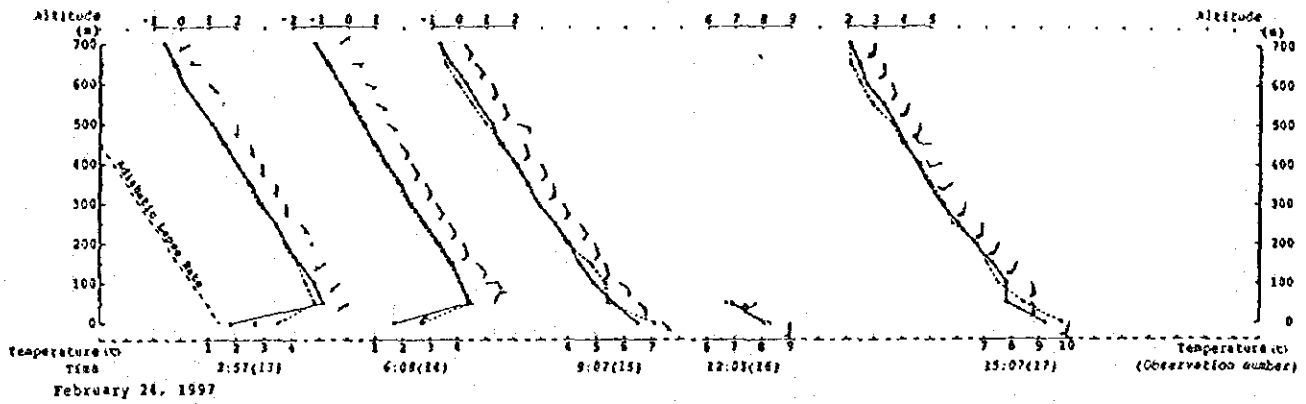
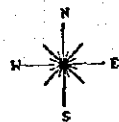


図 4.1.1-4 (2) 気温の鉛直分布 (係留ゾンデ観測、1996年10月)



Observation point ; Aghdasiyeh



c : Cala { : 2m/s
 | : 1m/s { : 10m/s

図 4.1.1-4 (3) 気温の鉛直分布 (係留ゾンデ観測、1997年2月)