

メキシコ連邦区下水処理計画調査事前調査報告書

平成五年十二月

メキシコ国

メキシコ連邦区下水処理計画調査
事前調査報告書

平成5年12月

国際協力事業団

615
618
SSS

社 網 二

JR

93-126

メキシコ国
メキシコ連邦区下水処理計画調査
事前調査報告書

JICA LIBRARY



1112283151

平成5年12月

国際協力事業団

国際協力事業団

26141

序 文

日本国政府は、メキシコ国政府の要請に基づき、同国のメキシコ連邦区下水処理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5年9月27日より10月27日までの31日間にわたり、日本下水道事業団計画部広域処理計画課長 竹石和夫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、メキシコ国政府の意向を聴取し、かつ現地調査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wに署名しました。

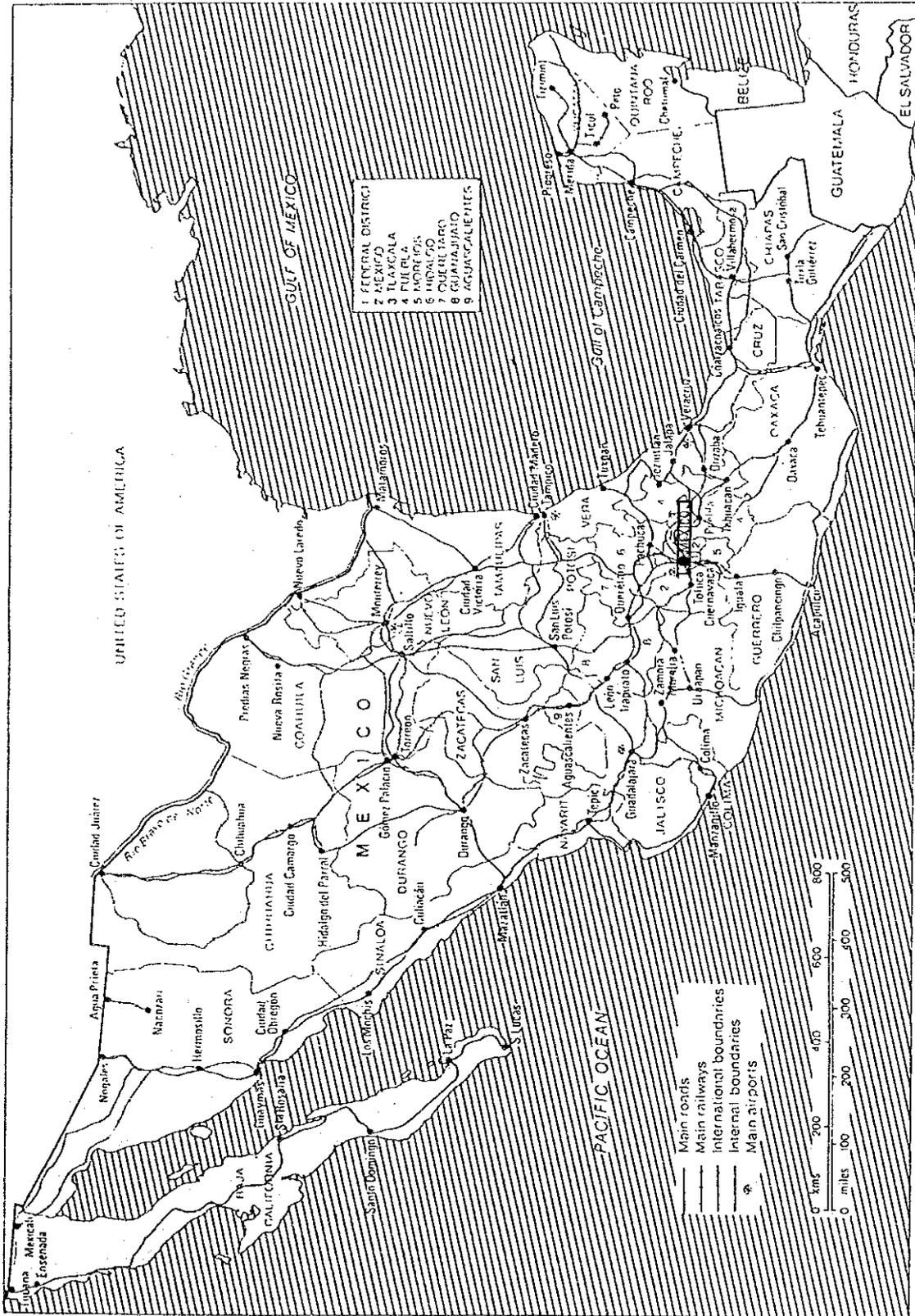
本報告書は、今回の調査をとりまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

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5年12月

国際協力事業団
理事 佐藤 清

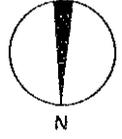
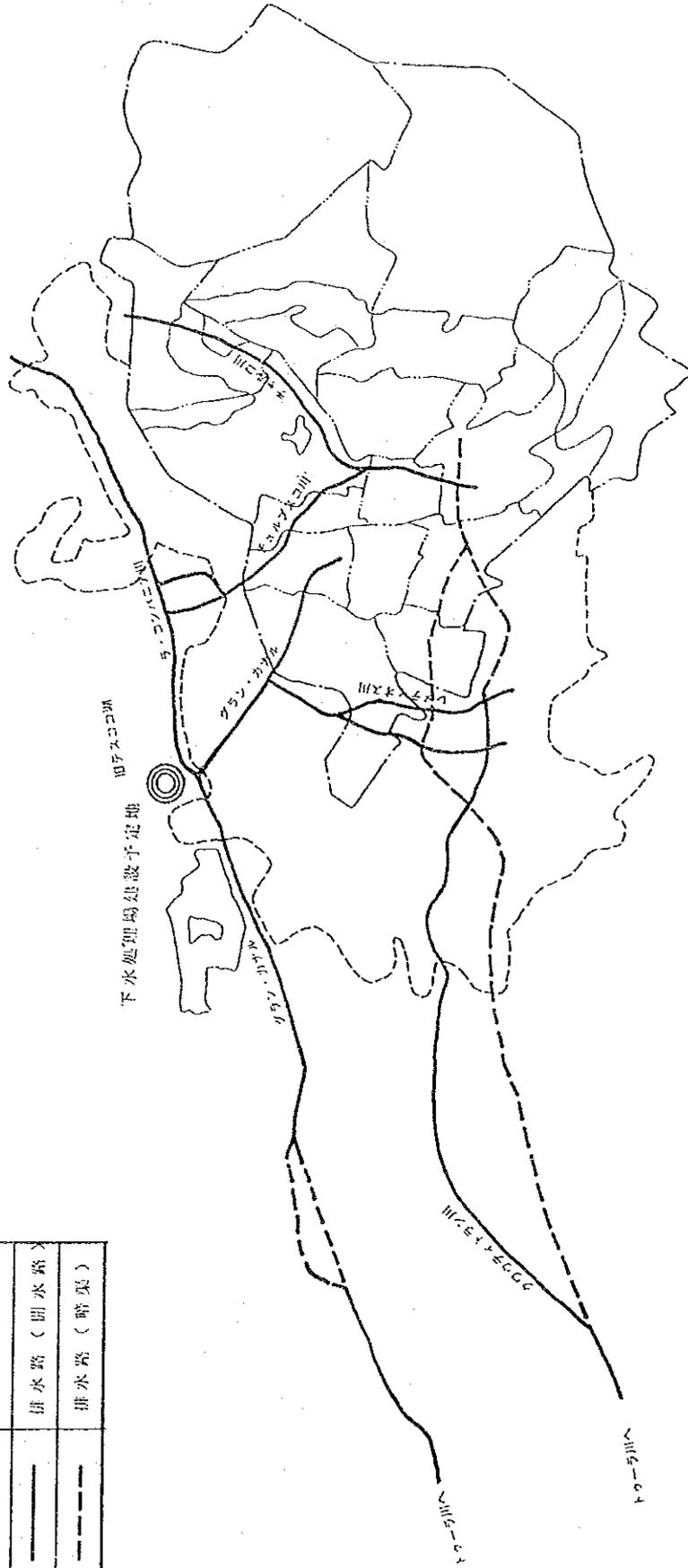
メキシコ国概観図



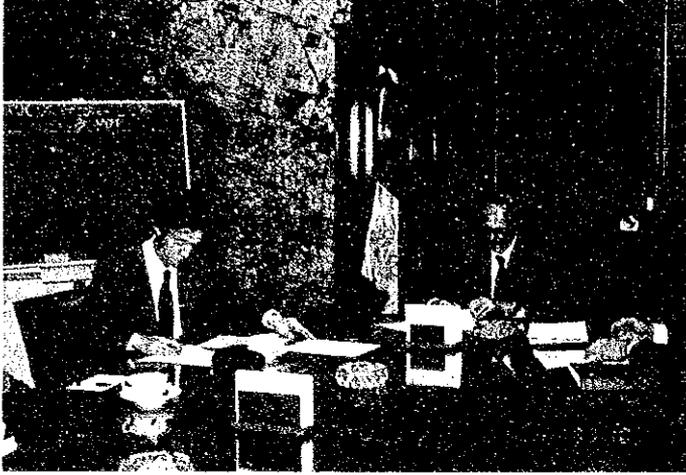
調査対象地域図

凡例

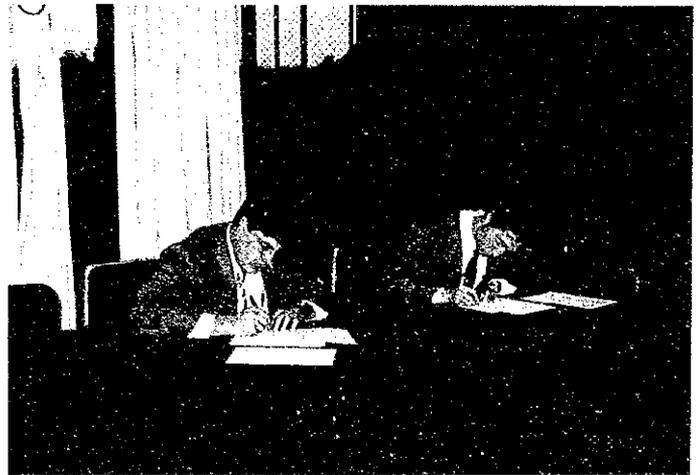
——	D F 界
-----	区 界
- - - - -	メキシコ市界
——	排水路（開水路）
- - - - -	排水路（暗渠）



SCALE=1:300,000



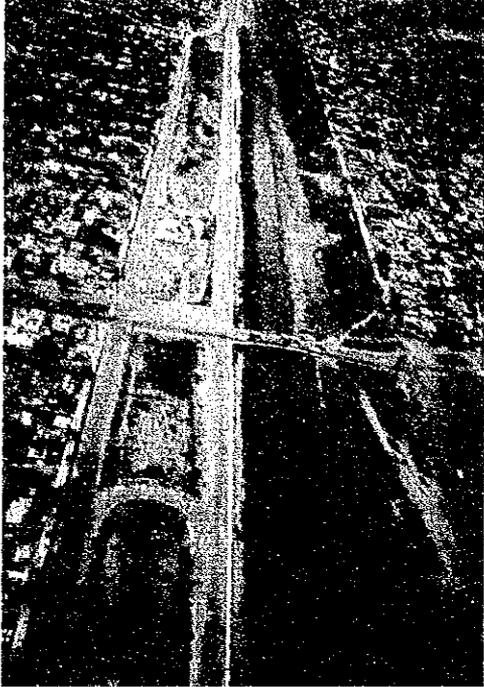
①S/W署名 (1993年10月6日、メキシコ連邦区庁 (DDF))



②M/M署名 (1993年10月6日、メキシコ連邦区庁公共事業総局水利局 (DGCOH))



③メキシコ国側関係者との協議 (1993年9月29日、農業水資源省国家委員会 (CNA) 長官顧問からM/Pの要旨を聴取)



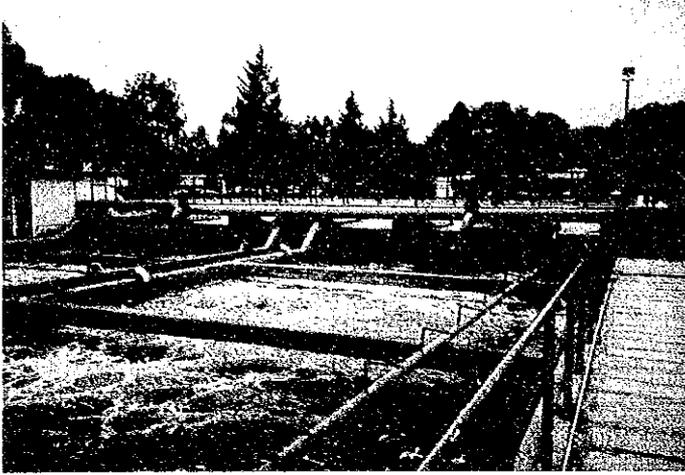
④グラン・カナルの流況



⑤テスココ・グラン・カナル付近の状況



⑥グラン・カナル排水門とその周辺部



⑦セロ・デ・ラ・エストレジャ下水処理場



⑧深層下水管



⑨メキシコシティ中心部

目 次

序 文
地 図
写 真

第1章 事前調査の概要	1
1-1 事前調査の目的	1
1-2 調査団の構成	1
1-3 調査行程	2
第2章 S/W協議の経緯及び結果	4
第3章 調査対象地域の概要	7
3-1 自然状況	7
3-2 社会経済状況	7
3-3 土地利用状況	8
3-4 給水・水利用状況	11
3-5 環境・衛生状況	15
第4章 下水道の現状と課題	16
4-1 行政・組織	16
4-2 法令・規則・基準	19
4-3 整備・運営状況	19
4-4 関連計画・調査・事業	32
第5章 環境の現状と課題	35
5-1 行政・組織	35
5-2 法令・規則・基準	35
5-3 環境対策の状況	36
第6章 メキシコ国側策定M/Pの内容	38
6-1 基本方針	38
6-2 策定手順	40
6-3 M/Pの内容	40
6-4 事前調査団が行った助言等	56

第7章 環境予備調査	68
7-1 概要	68
7-2 スクリーニング	71
7-3 スコーピング	75
第8章 本格調査実施方針	78
8-1 基本方針	78
8-2 調査項目及び内容	79
8-3 調査工程	81
8-4 報告書	82
8-5 調査実施体制	83
8-6 要員計画案	84
8-7 調査用資機材	84
8-8 便宜供与	84
8-9 調査実施上の留意点	85

<付属資料>

1. T/R	89
2. S/W	99
3. M/M	117
4. 主要面会者リスト	128
5. 現地調査経費資料	130
6. ローカルコンサルタントリスト	134
7. 主要収集資料リスト	135
8. M/P抄訳	137
9. 衛生、水処理及び処理水再利用システム、開発プログラム要約	174
10. レベル4、DDF総合開発計画におけるメキシコ盆地の 衛生改善のための長期計画（1995年～2000年）	184
11. M/Pに係る確認事項	190
12. 事前調査時における確認事項及び提言	192

略号説明

略号	正式名称	和文名称
CNA	Comision Nacional del Agua	(農業水資源省) 国家水委員会
DF	District Federal	メキシコ連邦区
DDF	Departament del District Federal	メキシコ連邦区庁
DGCOH	Direccion General de Construccion y Operation Hidraulica	(メキシコ連邦区庁) 公共事業総局水利局
DGE	Direccion General de Ecologia	(メキシコ連邦区庁) 環境局
INE	Institute de Nacional de Ecologia	(社会開発省) 環境局
SARH	Secretaria de Agriculture y Recursos Hidraulicos	農業水資源省
SEDESOL (セデソル)	Secretaria de Desarrollo Social	社会開発省 (前身はSEDUE)

為替レート (平成5年10月現在)

1 N\$ (ヌエボ・ペソ : 新ペソ) = 1,000 \$ (旧ペソ)
1 US\$ (米ドル) = 3 N\$

注 釈

- ① メキシコシティ (メキシコ市) という名称は、Ciudad de Mexico の訳語として一般的であるが、これはDFの市街部とそれに隣接するメキシコ州の市街部を指す言葉であり、行政区分を指すものではない (図4-3参照)。本事前報告書においても、メキシコ市とDFは異なった意味で用いている。本計画調査はDFの行政組織であるDDFからの要請を受けて実施するものであるが、処理対象地域はメキシコシティである。ただし、本文中の「市内」及び「市外」という言葉は、それぞれDFの「内側」及び「外側」という意味で用いた。
- ② 1993年 (平成5年) 1月より1/1,000デノミが実施されており、現在は新ペソと旧ペソが共に流通している。

第 1 章 事前調査の概要

1-1 調査の目的

本計画調査は、メキシコ国政府の要請に基づき、同国のメキシコ連邦区を対象に、現在「メ」国側が策定した（1993年12月完了）の下水処理システムに係るM/Pから選定される最優先プロジェクトに対して、F/Sを実施するものである。

今回の事前調査では、本計画調査の要請に係る背景と内容を確認するとともに、資料収集及び関連施設見学を行い、我が国の協力の可能性の検討を踏まえ実施調査に関するS/Wの協議・署名を行うものである。また、「メ」国側が策定中のM/Pの内容についても協議し、必要に応じて助言を行うものである。

1-2 調査団の構成

担当分野	氏名	現職
(1)総括/下水道計画 (派遣期間：9月27日～10月9日、13日間)	竹石 和夫	日本下水道事業団 計画部 広域処理計画課 課長
(2)下水処理計画 (派遣期間：9月27日～10月27日、31日間)	山下 研二	名古屋市 下水道局 建設部 計画課
(3)調査企画 (派遣期間：9月27日～10月9日、13日間)	村岡 基	国際協力事業団 社会開発調査部 社会開発調査第二課
(4)下水道施設計画 (派遣期間：9月27日～10月27日、31日間)	本間 重彦	セントラルコンサルタント(株) 東京本部 都市開発部 部長
(5)水質/環境配慮 (派遣期間：9月27日～10月27日、31日間)	春 公一郎	セントラルコンサルタント(株) 東京本部 都市開発部 第3課 係長

1-3 調査行程

日順	月日	曜日	行程及び調査内容
1	9月27日	月	東京(17:45) → JL012 → メキシコシティ(17:35)
2	28日	火	09:30~10:10 JICA事務所打合せ 10:30~11:20 日本大使館表敬 12:00~15:30 DGCOH表敬・日程打合せ・M/Pの要旨を聴取
3	29日	水	10:30~13:40 CNA(カハ・ソ・長官顧問)表敬・M/P要旨を聴取 14:25~15:00 DGCOH局長代理表敬 17:00~18:40 団内打合せ
4	30日	木	07:45~15:50 関連施設見学(テスコ・ゲラツ・カハ、排水門、CERRO DE LA ESTRELLA 処理場、深層下水管カマツ場、ツツミ湖、等)
5	10月1日	金	10:15~14:10 M/P第2段階のコンセプト聴取(DGCOH) 18:00~19:30 環境一般に関する事情聴取(DDF環境局)
6	2日	土	資料整理
7	3日	日	資料整理
8	4日	月	10:30~14:00 S/W・M/M協議(DGCOH) 14:00~14:30 DGCOHマルチネス局長表敬 18:15~20:15 環境一般に関する事情聴取(SEDESOL)
9	5日	火	10:15~10:50 S/W協議(外務省&DGCOH) 10:50~15:00 S/W・M/M協議(DGCOH)
10	6日	水	10:30~14:25 S/W・M/M協議・内容確認(DGCOH) 19:00~19:45 S/W・M/M署名・交換(DDF官房) 20:15~22:00 事前調査団長主催パーティー
11	7日	木	10:00~10:30 JICA事務所へ結果報告 10:45~15:30 関連施設見学(深層下水管、中央水質研究所) 16:00~16:50 日本大使館へ結果報告
12	8日	金	(下水処理計画、下水道施設計画、水質/環境配慮の各担当者) (総括/下水道計画、調査企画)
13	9日	土	M/Pの策定方針に対する助言及び資料収集等(28日目まで同様) メキシコシティ(09:40) → JL011 → 東京(16:55)
29	10月25日	月	10:00~11:00 JICA事務所へ報告 11:30~12:30 日本大使館へ結果報告 13:00~15:30 DGCOHとの最終協議 18:00~19:00 JICA事務所へ結果報告
30	26日	火	メキシコシティ(09:40) → JL011
31	27日	水	→ 東京(16:55)

※下水処理計画、下水道施設計画及び水質/環境配慮の各担当者が継続して実施した10月8日(金)~27日(水)までの詳細な調査日程は次項のとおり。

事前調査団調査日程（10月8日～10月27日）

日順	月 日	曜日	行 程 及 び 調 査 内 容
12	10月 8日	金	10：00～12：00 CNAとの協議（ケレタロの浄化計画） 12：00～15：00 DGCOHとの協議 資料リスト提出
13	9日	土	資料整理
14	10日	日	資料整理
15	11日	月	資料整理
16	12日	火	10：00～14：00 DGCOHにて資料整理・団内打合せ 14：00～15：00 DGCOHとの協議 17：00～19：30 DGCOHにて資料整理・団内打合せ
17	13日	水	10：00～12：00 ローカルコンサルタントとの協議(処理フローについて) 12：00～16：00 テスココ・グラン・カナル処理場予定地視察 17：00～19：00 DGCOHにて資料整理
18	14日	木	10：00～14：00 DGCOHにて資料整理・団内打合せ 14：00～15：00 DGCOHとの協議 17：00～17：30 JICA事務所報告 18：00～20：00 DGCOHにて資料整理・団内打合せ
19	15日	金	10：00～14：00 DGCOHにて資料整理・団内打合せ 14：00～15：30 DGCOHとの協議
20	16日	土	資料整理
21	17日	日	資料整理
22	18日	月	10：00～15：30 CNAテスココ処理場、DDF中央水質研究所視察 17：00～20：30 DGCOHにて資料整理・団内打合せ
23	19日	火	10：00～14：00 DGCOHにて資料整理・団内打合せ 14：00～15：00 DGCOHとの協議 10：00～12：00 ローカルコンサルタントとの協議(処理フローについて)
24	20日	水	10：00～14：00 DGCOHにて資料整理・団内打合せ 14：00～15：00 DGCOHとの協議 10：00～14：00 DGCOHにて資料整理・団内打合せ
25	21日	木	10：00～15：30 DGCOHとの協議 17：00～22：30 DGCOHにて資料整理・団内打合せ
26	22日	金	10：00～11：00 DGCOHにて資料整理 11：30～12：00 JICA事務所報告 12：30～15：00 DGCOHとの協議
27	23日	土	資料収集（最終期限）・団内打合せ
28	24日	日	10：00～12：00 団内打合せ 12：00～ 最終協議資料作成
29	25日	月	10：00～11：00 JICA事務所報告 11：30～12：30 日本大使館へ報告 13：00～15：30 DGCOHとの最終協議 18：00～19：00 JICA事務所報告
30	26日	火	メキシコシティ→（09：40）JL011
31	27日	水	→東京（16：55）

第2章 S/W協議の経緯及び結果等

1. 予め作成した本計画調査事前調査団・対処方針及びM/Pに係る確認事項（付属資料11）に従い、以下の(1)～(6)に関する協議等を「メ」国側と行った。
 - (1)「メ」国側の意向確認
 - (2)要請の背景と内容の確認
 - (3)M/Pの基本方針・策定手順等の確認
 - (4)S/W・M/Mに係る協議・確認・署名
 - (5)環境予備調査
 - (6)M/Pの作成方針に対する助言
 - (7)既存情報・資料の収集
 - (8)関連施設見学

2. 9月28日・29日の協議並びに9月30日の現地踏査の結果を踏まえて、さらに詳細に確認すべき事項と新たに確認すべき事項等について「事前調査時における確認事項及び提言」（付属資料12）を作成し、これに基づいた協議を10月1日に行った。

3. 10月4日～6日にかけて、S/W及びM/Mに係る協議を行い、S/Wについては事前調査団が予めJICAメキシコ事務所を通じて提示していた当初案にはほぼ沿ったもので合意した。なお、署名済みS/W（付属資料2）の内容で当初案と異なる点は以下のとおり。
 - (1)「メ」国側の署名者をメキシコ連邦区庁公共事業総局長とメキシコ連邦区庁公共事業総局水利局長の2名にしたいとの要請があり、これを受け入れた。
 - (2)「II. 調査の対象 (OBJECTIVES OF THE STUDY)」の内容を「1. 先方が作成するM/Pから選定された1ヵ所の下水処理場に対するF/Sの実施」と「2. 先進技術に関する提言の作成」とした。
 - (3)「III. 調査対象地域 (STUDY AREA)」は、テスココ・グラン・カナル (Texcoco Gran Canal) に建設予定の下水処理場とした。
 - (4)「IV. 調査内容 (SCOPE OF THE STUDY)」の「(7)施設概略設計」において、調査の対象となる処理場の位置が、カナルより離れる場合を想定して「a)流入施設」を加えた。また、「メ」国側が供用開始時の処理方式として想定している「沈殿（一次処理）＋塩素消毒」には事前調査団も同意したが、当初案では「一次処理施設」及び「二次処理施設」となっていたのを「c)下水処理施設」とした。「汚泥処理施設」は「e)汚泥処理／処分施設」に変更した。

「(14)提言」においては、「メ」国側が域内の工場の実態を把握しており、操業中の工場に対しては排水基準の遵守が義務付けられる一方、その確認のための水質モニタリングが行われていることが判明したので、当初案にあった「工場排水規制」に対する項を削除した。また、当初案では「三次処理及び高度処理方式」としていた項目を「b)施設概略設計で採用されたプロセスよりさらに高度な下水処理プロセス」に変更した。
 - (5)「VII. 「メ」国政府の便宜供与 (UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF MEXICO)」 「2. (6)」

については、「メ」国側の要請に基づき、1986年（昭和61年）7月署名の「メキシコ市大気汚染対策調査・事前調査」のS/Wと同じ表現とした。

(6) 「メ」国側の要請に従い、先方の翻訳で西語版を作成したが、「翻訳の上で疑問が生じた場合には、英語版が優先される」と明記した。

4. 「メ」国側と協議の上、同意した署名済みM/M（付属資料3）の内容は、以下のとおり。

(1) 事前調査団と「メ」国側は、調査名を“The Feasibility Study on the Wastewater Treatment in the Federal District of Mexico, United Mexican States”に変えることで合意した。

(2) 両者は、調査対象をテスココ・グラン・カナルの処理場とすることを確認した。

(3) 両者は、調査の目標年次を2015年とすることで合意した。

(4) 両者は、「メ」国側が実施している“Plan Maestro de Tratamiento y Rouso del District Federal 1993”（以下、「M/P」）の策定作業を本年12月15日までに完了し、その内容を可能な限り速やかに伝えることで合意した。

(5) 「メ」国側は、以下の事項に関する詳細な情報を可能な限り速やかに日本側に提出することで同意した。

1) 下水処理場の建設スケジュール

2) 下水処理場の位置

3) 「メ」国側が実施する地形測量と地盤調査の内容

4) 放流水質基準

5) 資金調達先

(6) 両者は、「メ」国側からの要請書（T/R）において要求のあった「工場排水規制」に対する提言の作成は、調査において必要はないということで合意した。

(7) 環境配慮に関して、両者は以下の事項を確認した。

1) スクリーニングを通じて明らかになった施設建設によって影響を受けるとされる重要環境項目については、環境影響評価（以下、「EIA」）を調査において実施する。

2) 事前調査団は、環境予備調査によってプロジェクトに起因する恐れのある以下の環境影響項目を指摘した：

a) 公衆衛生への悪影響

b) 地下水汚染

c) 悪臭

d) 不適切な汚泥処分

e) 土壌汚染

f) 野生動植物への悪影響

g) 騒音

3) 日本の本格調査団は、「メ」国の法律及び関連規則に従いEIAを実施する。その際には、M/P策定時において「メ」国側が行った環境評価の結果を考慮する。

4) メキシコ連邦区庁公共事業総局水利局（以下、「DGCOH」）は、EIAの結果を受領後、必要な手続きをとることとなっている。

(8) 「メ」国側は、調査の基本方針策定のための運営委員会（ステアリングコミッティー）の設置に同意した。運営委員会の議長はDGCOHが務め、以下の組織の代表者によって構成する：

- 1) D G C O H
- 2) C N A
- 3) メキシコ州

「メ」国側は、運営委員会の委員長と構成員についての情報を日本側へ可能な限り速やかに通知する。

(9) 「メ」国側は事前調査団に対して、カウンターパートの日本での研修を要請した。事前調査団はこれを記録した。

(10) 事前調査団は、「メ」国側に対して、本格調査団のために D G C O H の建物内に事務所を用意するように要請した。この事務所は以下の備品を備えたものである。

- 1) 机と椅子
- 2) 電話と F A X
- 3) コピー機
- 4) コンピュータとプリンタ

メキシコ国側は、事前調査団の要請を受け入れた。

(11) 事前調査団は「メ」国側に対して、調査の共同での実施と効果的な技術移転の達成のために本格調査団に対応するカウンターパートチームの設置を要請した。「メ」国側は、調査のために必要なカウンターパートの張り付けに同意した。

(12) 議事録 (M/M) は英語版と西語版が用意され、その双方に署名された。万が一、翻訳の上で疑問が生じた場合には、英語版が優先される。

5. 「メ」国側が策定中の M/P の内容等に関する報告は、第 6 章に詳述する。

6. 在メキシコ日本国大使館及び J I C A メキシコ事務所に対する依頼事項は、以下のとおり。

(1) 「メ」国側が策定中の M/P の結果 (12月15日完成予定) の入手。

(2) 次の 1)~5) に関する情報・資料の可能な限り早急な入手。

- 1) 調査対象の下水処理場の建設スケジュール
- 2) 調査対象の下水処理場の位置
- 3) 地形測量と地質調査の内容
- 4) 放流水質基準
- 5) 事業資金源

(3) 「メ」国側のステアリングコミッティーの委員長と構成員についての情報入手。

第3章 調査対象区域の概要

3-1 自然状況

メキシコシティーは、北緯19度24分、西経99度12分の標高が2,200m以上のメキシコ盆地(VALLE DE MEXICO)にあり、その北側を除いては、さらに標高のある山々に囲まれた高原に位置している。メキシコ連邦区(DF)を中心として広がる中央高原は、内陸の高地にあるため温暖乾燥した気候である。そのために気温の日較差が大きく、天候による気温の上昇、下降も著しい。なお、日本のような四季の変化に富んだ気候は見られず、主として6～9月頃の雨季と10月～5月頃の乾季とに分けられ、11月～2月は冬にあたる。年間の平均気温は15℃で、月平均では最高が5月の17.4℃、最低が1月の12.1℃である。表3-1はDF周辺における月別最高気温と最低気温である。なお、年間の総降水量は725mmであるが、その大部分は雨季に集中している。

表3-1 メキシコ連邦区周辺における月別最高気温と最低気温

月 別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
最高気温(℃)	19	22	24	26	28	29	25	24	22	21	20	18
最低気温(℃)	5	6	9	10	11	12	12	11	11	8	6	5

(出典:国際協力事業団国際協力総合研修所 任国情報 1992年、他)

3-2 社会経済状況

1991年の「メ」国総人口は8,784万人であり、1993年時点の本計画調査の処理対象地域内の人口は、DF867万人、メキシコ州615万人、合計1,482万人と推定されている。「メ」国での人口増加率は2.3% (1980年～90年の平均) であるが、農村部と都市部での所得格差や生活水準の違いから、農業等の第一次産業に従事していた人々が新たな職を求めて農村部からDFやその周辺部に流入して来るために、処理対象地域内の人口増加率は国の平均値を上回っていると考えられる。また、職を求めてアメリカ合衆国へ不法に出国する者が後を絶たない問題は、両国間の長年の懸案となっている。

1991年のGDPと一人当りのGNPは、それぞれ1,908億ドルと3,030ドル(推定)となっているが、DFにおける一人当りのGNPは国の平均値よりも高いと推定される。

「メ」国の主要産業としては、鉱業部門が石油・天然ガス・銀、工業部門が金属・機械・化学品、農業部門が綿花・コーヒー・砂糖、漁業部門がエビ等が挙げられる。DFには、主に工業部門関連の工場が多いが、周辺部では近郊農業も盛んである。

「メ」国は、1920年代以降、強力な与党である立憲革命軍(PRI)の安定政権の下に、中南米の中で最も政治的安定度が高い国である。また、経済的にも1980年代の2度にわたる経済危機を乗り越え、1991年には実質GDPの成長率3.6%を達成し、国内金利も1981年以来の低水準を維持するなど、順調な回復を見せている。また、1993年11月にはNAFTA(北米自由貿易協定)に係る条約がアメリカ合衆国で批准され、ECに対抗し得るアメリカ合衆国、カナダ、メキシコ合衆国から成る一大経済圏が成立した。

3-3 土地利用状況

D Fとその周辺部は、本計画調査の処理対象地域内だけでも人口約1,500万人を擁する一大都市圏を形成しており、基本的には都市型の土地利用がなされている。また、16の区から構成されるD Fでは区単位での土地利用は明確になっている。なお、図3-1に概略のD F及び周辺地域の土地利用状況を示す。

メキシコシティは、メキシコ盆地に位置し、その西側は急峻な山岳地帯で、東側の旧テスココ湖に向かって緩やかな傾斜となっている。また、南側も同様に急峻な山岳地帯であり、農地として利用されている一部分を除けば、そのほとんどは緑豊かな森林地帯である。そのために、環境保全地域として指定されており、開発行為は法的に規制されている。

北側は、D Fの行政界地域からさらに北方へ緩やかな下り傾斜となっている。東側は現在、湿地帯であるが、かつては湖のあった所であり、今は国有地として管理され、一般の人々の立ち入りを規制して自然環境を保全している。

D Fの都市化は地形的な要因によるものであり、現在は、チュルブスコ川の北側地域からグラン・カナルの西側地域を中心として都市化されている。また、一部の環境保全地域以外を除いては、住宅、商業、工業、官公庁等の施設が混在した町並みとなっている。

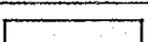
人口密度は、D F内のグラン・カナルよりも北側の区では200~400人/ha、同じく南側の区では50人~150人/haであり、南へ行くほど人口密度は下がる傾向がある。したがって、人口の増加率も北側の方が高くなっている。

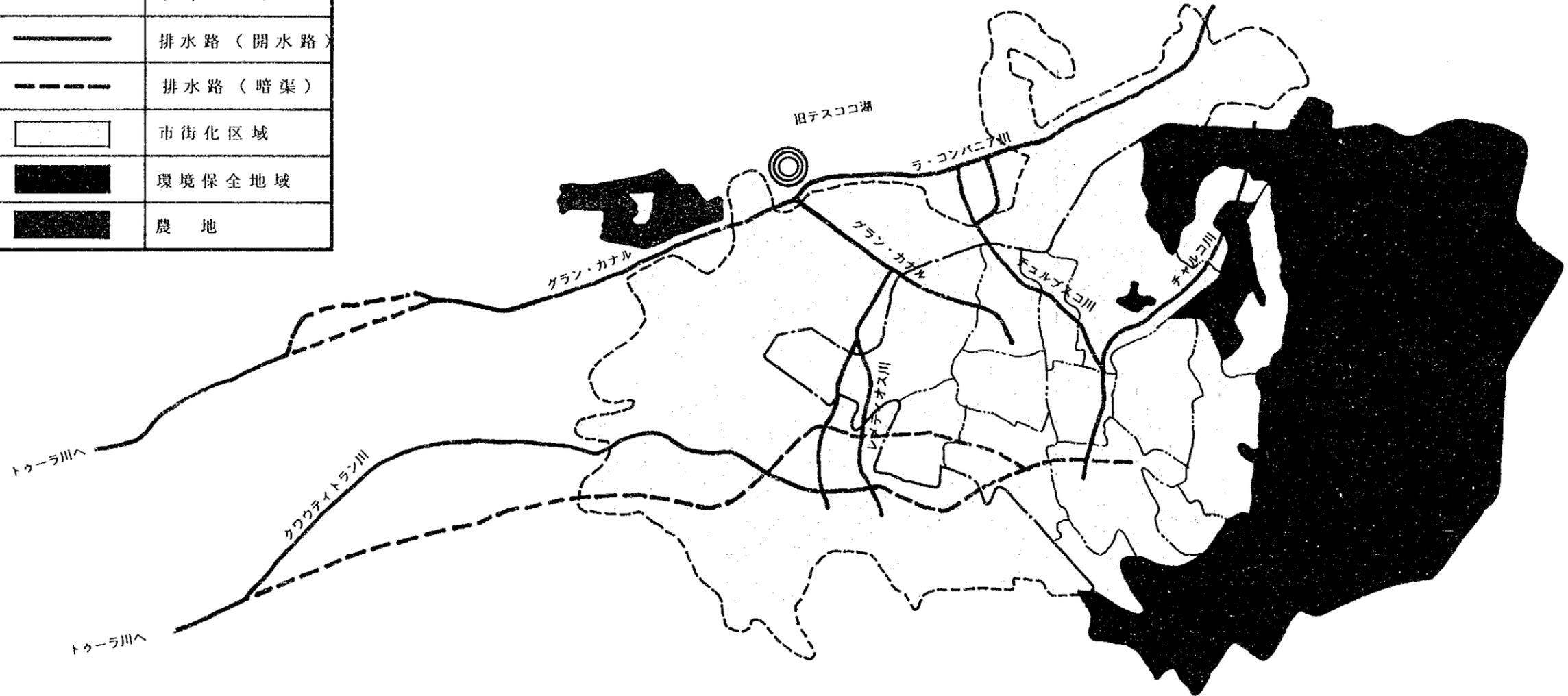
工場は、主にD F内のグラン・カナルよりも北側の区に集中しており、土地利用の用途別に見れば、27%を占める区が一つあるのを除いて4~10%程度である。

農業については、グラン・カナルの下流に大農業地帯が広がっており、グラン・カナルの水を農業用水として利用している。

図 3-1 D F 及び周辺地域の土地利用

凡 例

	D F 界
	区 界
	メキシコ市界
	排水路（開水路）
	排水路（暗渠）
	市街化区域
	環境保全地域
	農 地



3-4 給水・水利用状況

1993年現在、メキシコシティの人口は1,500万人であり、そのうちの約870万人が市内^{*1}に居住していると推定されている。上水はメキシコシティの人口に対して年平均で58m³/s (500万m³/日)が供給されており、内訳は飲料水67%、工業用水17%、商業・サービス用水16%となっている^{*2}。一方、DFにおいては、飲料水、工業用水、商業・サービス用水として、35m³/s (360ℓ/人・日)が供給されている^{*2}。

(1) 上水道施設の概要

DFにおいては、メキシコ連邦区庁 (DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL: DDF) の公共事業総局水利局 (DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA: DGCOH) によって上水道事業の実施及び施設の管理が行われており、一部給水車によるもの (2%)、ほぼ全ての住民に対して管路施設による給水が行われている。1991年におけるDFの主要上水道施設を表3-1に示す。

表3-1 主要上水道施設

取水用井戸数	847本
導水管延長	490km
貯留・調整タンク数	243池 (総容量=150万m ³)
ポンプ場数	183箇所
幹線配水管 (内径500~1,830mm) 延長	690km
配水管 (内径500mm未満) 延長	10,000km
浄水場数	4箇所 (総浄水量=3.8万m ³ /日)
消毒施設数 ^{*3}	326箇所

(出典: DGCOH COMPEDIO 1992)

大規模な浄水場がないことがDFの上水道施設の大きな特徴となっているが、これは、市内の水源の多くが地下水であること^{*3}と、市外より浄水を受水しているため^{*4}である。

DFの配水系統は12系統から構成されており、上水道システムは基本的に、水源・浄水場→貯留・調整タンク→配水池→ポンプ場→配水となっている。しかし、図3-1に示すように、直接水源からタンクへ送水したり、配水池からポンプ場を経由しないで直接配水される場合もある。これは、人口増加に合わせて漸次施設の拡張を進めてきたことによる弊害であり、そのためにシステムが複雑となり維持管理に困難を来している。

DFの上水道の歴史は古いため、施設は老朽化しており、中には一般に言われる耐用年数を越えているものもある。現在、配水管 (延長 10,700 km) の90%が石綿セメント管であるが、強度面の問題から年間約 37,000回の漏水が発生している。また、健康に対する問題から、石綿セメント管の使用及び生産は世界的に廃止される傾向にあるため、

*1 「市内」とは「DF内」という意味である。メキシコシティとDFの違いについては、略号説明を参照のこと。

*2 これらのデータは1991年のものである。1991年におけるDFの人口は、約840万人であった。

*3 地下水は取水後、「消毒ステーション」と呼ばれる塩素混和施設を経て給水される。

*4 DGCOHは、クッツァマラ水系及びレルマ水系のCNAが管轄する浄水場より、水道水を購入している。

DFにおいても塩ビ管への敷設替えを行っているが、その進捗状況は芳しくない。

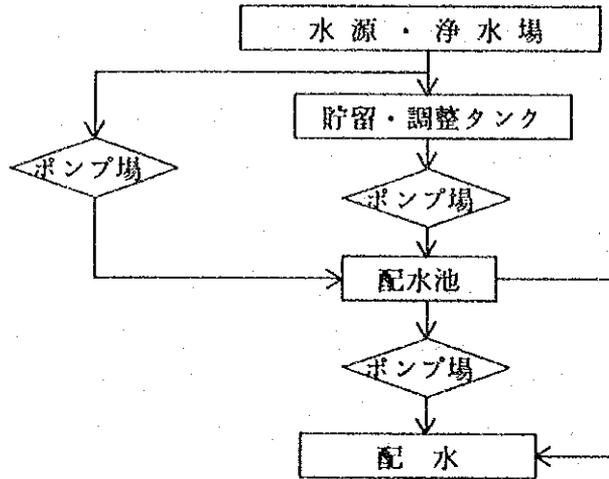


図3-1 上水道システムフロー

(2) 上水道水源と地盤沈下

1984～1991年の8年間における水源別取水量を表3-2に示す。これから、市内の水源の80%以上が地下水であることがわかる。地下水の揚水量は自然の涵養量の2倍に及ぶと推定されており、これが現在DFの中央部から北部にかけて進行している深刻な地盤沈下(年平均沈下量は10cm)の原因と考えられている。最大の地盤沈下量は年間40cmにも達する。

DDFは、地下水の枯渇及び深刻な地盤沈下が憂慮される状況下で、水源を市外に求めざるを得ず、市内まで125kmに位置するCNAが管理するクツァマラ水系から導水を行っている。また、1995年に2.0m³/s、1998年に5.0m³/sの増量を行う計画となっており、既に内径4000mmのトンネル工法及びシールド工法による送水管の建設に着手している。現在、市内の全計画延長43kmのうち15kmが完成している。

表3-2 DFの水源別取水量(1984年～1991年)

(単位: m³/s)

水源 年	地下水		表流水・湧水		合計
	DF井戸	レルマ (市外)	DF	クツァマラ (市外)	
1984	22.6	6.9	0.3	2.4	33.2
1985	23.9	6.2	0.3	3.5	33.9
1986	25.2	5.8	0.6	4.9	36.5
1987	24.8	5.5	0.8	5.7	36.8
1988	23.4	4.9	0.8	6.4	35.5
1989	22.8	4.3	0.8	7.3	35.2
1990	23.1	4.1	0.7	6.6	34.5
1991	22.7	4.3	0.7	7.6	35.3

(原典: DGCON COMPEDIO 1992)

(3) 水有効利用計画

毎年拡大する水需要に対応できる新しい水源開発は財務面から困難である一方、地盤沈下の問題を軽減するためには地下水の取水量を減らす必要がある。これらの問題に対応すべく水有効利用計画が1979年に策定された。1984年には改訂が行われており、これはメキシコシティの上下水道整備・改善に関する基本の方針となっている。

<水有効利用計画の概要>

1) 水資源を可能な限り使用する

- ・水の給水は公平な条件で計画
- ・水質は使用者の健康に危険でないことを保証

2) 上下水道システムの改善

- ・クッツァマラ水系送水管の建設（延長125km+43km、内径4000mm）
- ・既存井戸の改修と新井戸の開発
- ・上水道システムの配置、規模の正確な記録
- ・貯留施設、浄水プラントの容量計測
- ・井戸、タンク、ポンプ場の操作の自動化
- ・漏水調査と修理
- ・上水道システムの運転・運営指針の改善
- ・下水処理水の再利用
- ・技術開発
- ・上水、下水道運営の改善
- ・上水道使用者登録の最新化
- ・量水器（水道メータ）の取付
- ・水道料金システムの改善

3) 法体系の確立

4) 住民の有効利用に関する教育と責任負担

5) トイレと風呂設備の水消費量の節減促進

現在、上記改訂プログラムに沿って、各種水問題への対策が進められている。

①クッツァマラ送水管

本送水管の断面は全延長を通して内径4000mmであり、市内までの125kmと市内の計画延長43kmのうちの15kmは完成している。現在、残り28kmのうち7kmをシールド工法によって建設中であり、全線の完成は1998年の予定である。

②井戸、配水池、ポンプ場の自動化

DFの給水地域が広大でかつ平坦な地形のために高水圧をかけた配水を行う必要があるが、管路の90%が石綿セメント管である上に老朽化しているため、止むを得ず低水圧による配水となっている。そのために、断水が発生するなど、安定した水供給が行われ

ていない。水供給の安定化を図るために、井戸、配水池、ポンプの自動制御を行うとともに、中央コントロールセンターでの集中制御を行うために、遠隔地域及び施設が老朽化している地域の132ヶ所の井戸、59ヶ所のポンプ場を対象として自動化を開始しているものの、集中制御までには至っていない。

③下水処理水の再利用

クツァマラ水系以外の水源からの受水は建設費が非常に高額（1 m³/s当たり6000万ドル）になると試算されていることから、下水処理水の再利用による地下水取水量の低減が図られている。現在、DGCORは10箇所の二次処理まで行う下水処理場と3箇所の三次処理まで行う処理場を運営しており、合計で平均21,600m³/日（0.25m³/s）の処理水が再利用されている。処理水は、水有効利用計画に沿って、公園緑地への散水や池への供給水（83%）、工業用水（10%）、農業灌漑用水（5%）、洗車用水（2%）に再利用されている（詳細は第4章を参照）。

④水道メータの取付け

水道水の消費量を正しく把握すること、料金徴収の公平化と増収を図ること、市民の節水意識を喚起することを目的として、水道メータの取付けが進められている。現在、190万箇所のうち100万箇所（53%）まで設置されているが、今後、30万箇所/年のペースで取付けを進め、1995年に完了する予定である。

⑤節水型機器への取り替え

DGCORは水消費量の低減を目的として、民間企業の技術協力により、トイレ及び風呂の節水型機器を開発した。1989年には、全市の200万個以上のトイレを対象として、旧16ℓタイプから新6ℓタイプへの取り替えを3段階に分けて進めるプログラムを開始している。

- | | | | |
|---|------|---|--------------|
| } | 第1段階 | - | 公共施設 |
| | 第2段階 | - | 商業、工業、サービス部門 |
| | 第3段階 | - | 一般家庭 |

現在、70万個の取り替えが完了しており、8万m³/日の消費量低減が達成されている。1993年完了予定の第2段階が進行中である。

3-5 環境・衛生状況

(1) 公共用水域の汚染

現在、DFの下水はほとんどが未処理のまま深層下水管やグラン・カナルを通じて市外へ排除されている。放流河川であるエル・サルト川やサラド川は、乾季には下水排水路と化し、暗灰色の流れから悪臭を周囲にまき散らしている。魚などの存在は認められない。

この放流河川の水は、乾季に下流のイダルゴ州トゥーラの農業地帯^{*1}で灌漑用水として用いられており、衛生上の大きな問題となっている。国家レベルで公共用水域を管理する農業水資源省 (SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS: S A R H) の国家水委員会 (COMISION NACIONAL DEL AGUA: C N A) の調査によれば、放流下水には回虫 (*Ascaris*属) の卵が100個/l程度含まれており、グラン・カナルの水を灌漑に用いている地域の住民の回虫保持率は乾期10%、雨季14%に及ぶ。これは、調査した他の2地区の住民の回虫保持率 (乾季0.6%、雨季2.5%) に比べ極めて高い。また、疾病率は他の2地区の10倍となっている。現在、この地帯の監視を強化し、収穫物を生のままで出荷させないようにしているが、DFの住民にも影響が及んでいると推定されている。

(2) 廃棄物

市内で発生する一般廃棄物及び産業廃棄物は、各区 (DELEGACION) が独自に収集し、ほとんど未処理のまま^{**}市外の処分場に運搬の上、処分されている。代表的な処分場として旧テスココ湖南部のボルドポニエンテ処分場があるが、ここではDFの3つの区から発生する廃棄物が処分されている。収集については各区が管理しており、処分場についてはDDFの都市サービス総局 (DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS URBANOS: D G S U) が管理を行っている。

(3) 大気汚染

メキシコシティは、急激な都市化による周辺地域の森林破壊や交通量の増大に加えて、盆地という地形的な特徴により、世界で最も大気汚染の著しい都市となっている。自動車と工場からの排ガスが大気汚染の最大の原因と考えられている。

(4) 悪臭

自動車の排ガスと開渠の下水排水路からの臭気が悪臭の主な原因である。

(5) 湖の消失による生態系の変化

メキシコシティはアステカ族が湖の畔に形成した首都ティノチティランを起源とするが、1521年以降スペイン人が都市化を進めるに従って、雨期の浸水対策が大きな課題となった。これに対処するために、浸水対策を第一義とする下水道整備が行われ、市内を横断する河川のほとんどを遮集し、市外へと排除するようになった。そのため、これらの河川が流入していたテスココ湖やソチミルコの水郷地帯は次第に干上がり、市周辺の自然の水辺は消失し、生態系を著しく変えることになった。

^{*1} 約9万haの農地で、とうもろこしやアルファルファが栽培されている。

^{**} DGCCHによれば、「アラゴン処理場という廃棄物処理場があり、処理方法についての確認はとれなかったが、少なくとも焼却は行っており、分別を行っている程度であろう」とのことである。

第4章 下水道の現状と課題

メキシコシティでは、下水及び雨水の集水と排除を行うためのシステムは合流式によりほぼ整備されているものの、下水処理はほとんど行われていない。そのために、DF部だけで約780万人相当もの汚水が、近郊河川を経てメキシコ湾に未処理のまま放流されている。メキシコシティには1992年末現在、DF部に13箇所、メキシコ州部に11箇所^{*1}の下水処理場があるが、これらの多くは小規模なものである（処理水量は合計で、DF部：2.5m³/s、メキシコ州部：2.5m³/s）。これは、メキシコシティの水問題として上水道水源の確保が最優先事項となっており、環境保全に対する関心も大気汚染問題に集中しがちであったため、下水処理が処理水の再利用目的のためだけに行われてきたからである。しかし、1992年12月に国家水法が制定され、公共用水域の水質保全のために下水処理が法的に義務づけられることになったため、下水全量処理に向けてようやく始動したところである。

4-1 行政・組織

「メ」国における国家レベルの上水道、下水道、河川管理等に係る「水」行政は、CNAが管轄している。CNAの組織図を図4-1に示す。

また、下水道の計画設計施工、管理運営は、日本の場合と同様に市町村等の自治体が行っている。メキシコシティの場合には、行政区分により、DF部の下水道はDGCOHが、メキシコ州部の下水道は州政府のCEASという部署^{*2}が、独自の基準と財源によって、計画、設計、施工、維持管理及び運営を行っている。DGCOHはDFの上水道並びに下水道事業^{*3}を管轄する機関であり、1991年の職員数は14,637人である（表4-1参照）。DGCOHの組織図を図4-2に示す。

表4-1 1983年から1991年のDGCOHの職員数

年	職員数(人)
1983	12,686
1984	12,866
1985	14,164
1986	13,924
1987	14,189
1988	14,179
1989	14,992
1990	15,246
1991	14,637

(出典：DGCOH COMPENDIO 1992)

*1 図6-2(2)より。

*2 CEASはスティアリング・コミッティに州代表として参加する予定であるが、事前調査時には接触できなかったため、組織の詳細は不明である。

*3 雨水排水及び処理水の再利用に係る事業を含む。

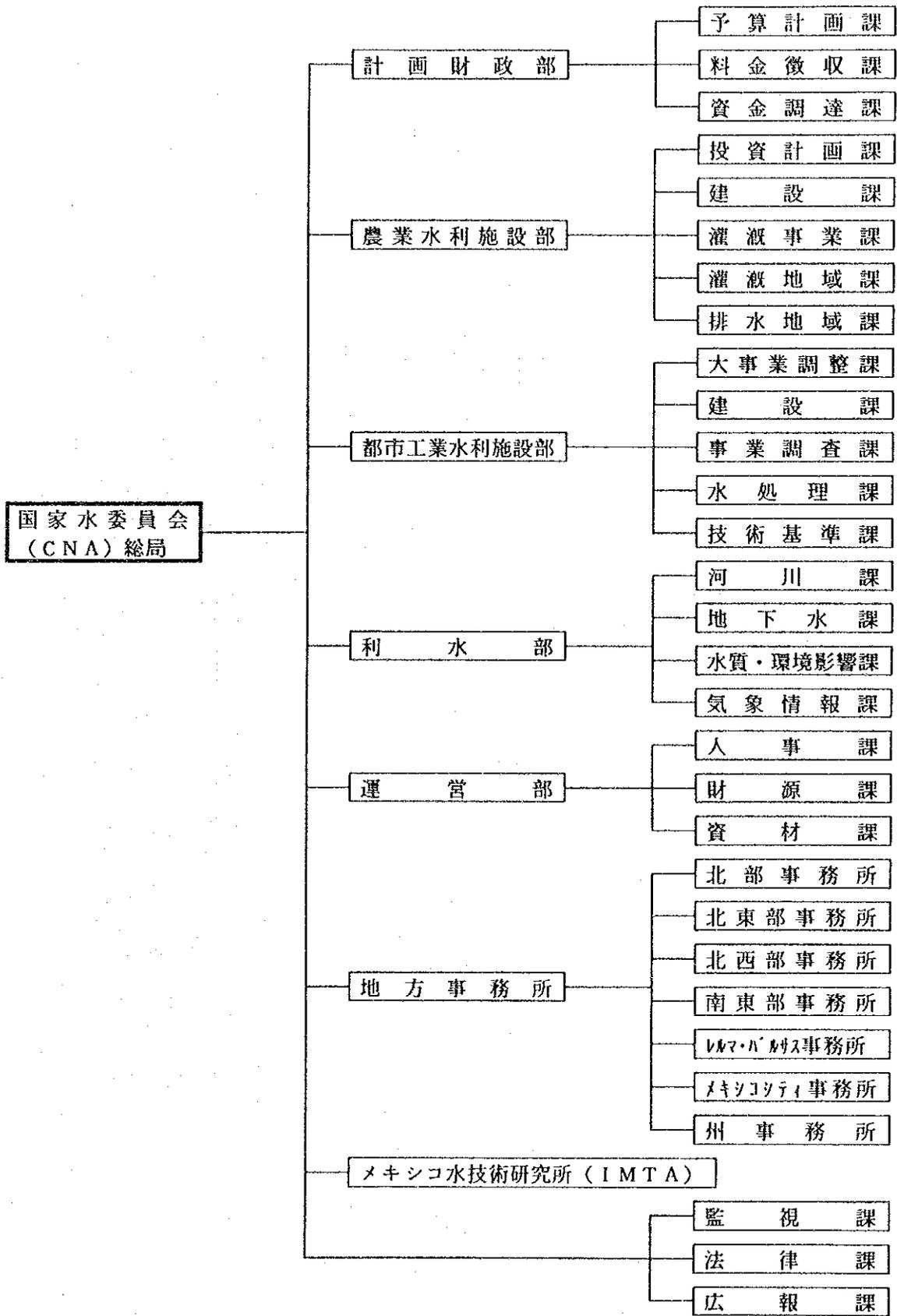


図4-1 国家水委員会 (CNA) 組織図

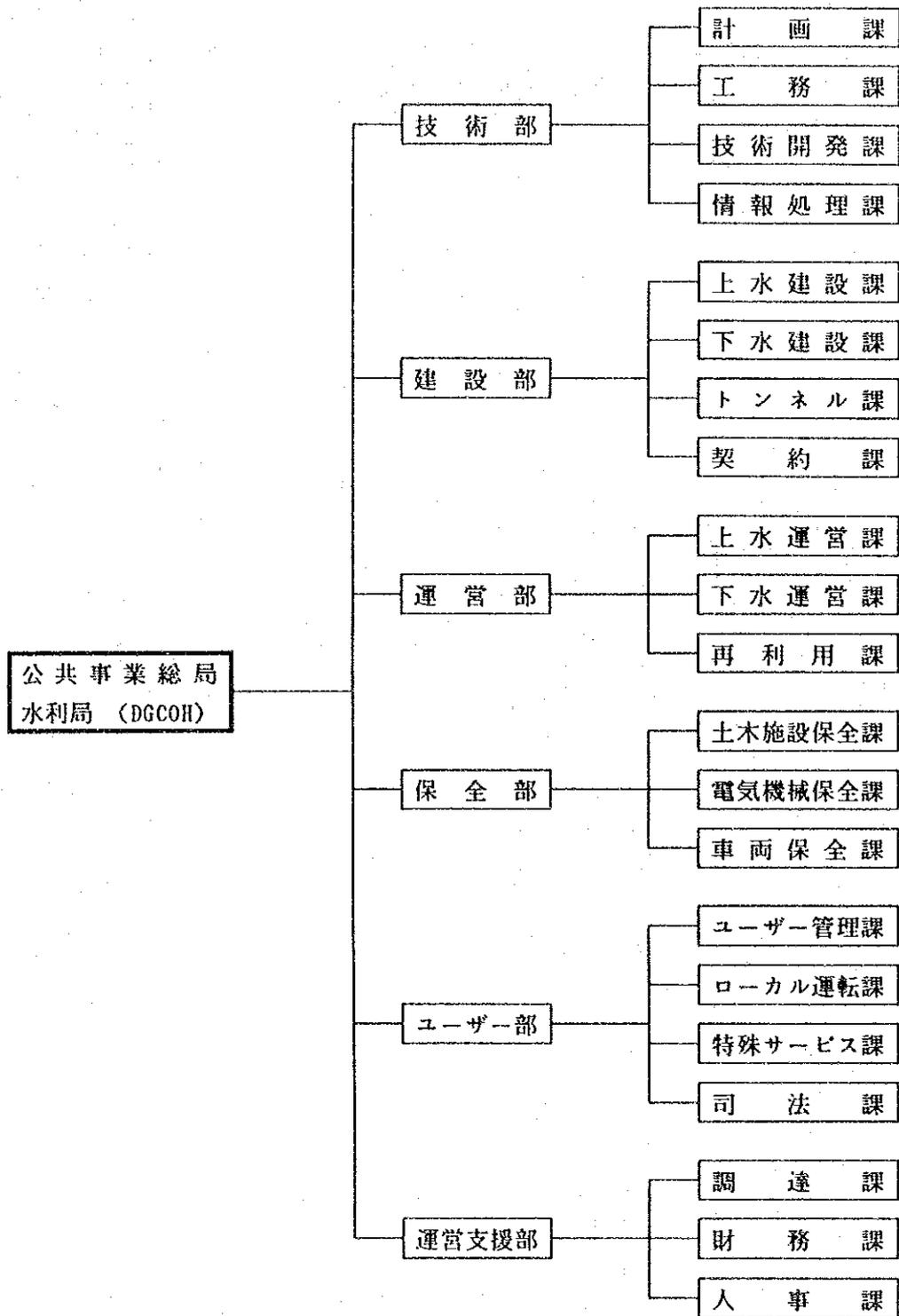


図4-2 メキシコ連邦区庁水利局 (DGCOH) 組織図

4-2 法令・規則・基準

(1) 国家水法

「メ」国の水に関する法律として、国家水法 (LEY DE AGUA NACIONALES) が挙げられる。これは、CNAが中心となってまとめたもので、1992年12月に施行された。その内容は、水利権、洪水防御、水質汚染防止・規制、水利施設など水全般に及ぶものである。それまでの連邦水法 (1972年施行) は水質保全などいくつかの重要な側面が欠落しており、この国家水法は前法の欠点を補うべく制定されたものである。これにより、下水を公共用水域に放流する際には処理を行うことが義務づけられ、DDFのみならず全ての自治体はその下水道政策の方向転換を迫られることとなった。

(2) 排出基準と規制

全国的な環境行政は社会開発省 (SEDESOL) 環境局 (INE) が管轄しており、水道水質や再利用を行う下水処理水質、下水道へ排出される排水の質に関する基準の策定を行っている。DDFは、SEDESOLの基準に則り、独自の基準を策定している (あるいは提案中)。一方、公共用水域への排出基準については、CNAが定めることとなっている。

表4-2 環境基準・排出基準

基準	備考
環境基準	特に公共用水域の水質目標はない。
排出基準 (公共用水域への排出)	放流先の利水目的によって決まる。 CNAが管轄。
〃 (下水道への排出)	工場の業種別に定められている。 SEDESOLが管轄。

4-3 整備・運営状況

4-3-1 下水道政策

国家レベルの政策として国家開発計画があり、これは6年に一度、政権が変わるごとに策定される。最新のものは、1989年に策定されたもので、1994年までの6カ年を対象としている。下水道に関しては、施設の維持管理、リハビリ、進行中の工事の完了を再優先事項とし、料金システムの改善の促進もうたわれている。また、工場排水については、汚濁源となる工場に排水処理の計画書の提出を要求し、処理を行わない場合には罰金を徴収する、という方針が示されている。

メキシコシティでは、これまで下水道未整備地域に対する下水道普及と既存施設の維持管理、リハビリが中心であった。前述のとおり、下水処理の法的な義務化に伴って、これ

を急速に押し進めていくという方向転換がなされたところである。

4-3-2 DFの下水道財政

(1) 財源

下水道に係る財源は、DDFの割り当て予算のみで、国からの補助は一切ない。また、国際機関や援助国からの借入金についても未だ実績はない。

現在、下水道料金は水道料金に含まれるものとして取り扱われている。しかし、水道メータが十分に設置されていないために、料金徴収が完全に実施されてはならず、受益者負担の原則は徹底されていない。

水道料金は、メータの有無により算定方法が異なるものの、基本的には使用量に対し累進徴収される。現在、財源の確保と水の有効利用を目的として、年30万個のペースで水道メータの取付けが実施されている。なお、下水処理水を再利用する場合は、水道水を利用する場合に比べ、低廉となる。

独立採算という企業的概念が欠落しているために、上水道料金の徴収はDGCOHとは別の部署が行い、水道料金収入は他の税収と同じようにDDF全体に分配されている。

(2) 決算

DGCOHの過去5年間の決算を表4-3に示す。上水道、下水道の決算に占める割合はほぼ同等であるが、建設費に関しては下水道分野が上水道分野の5倍程度になっていることから、最近は下水道施設が整備の中心となっていることがわかる。

表4-3 DGCOHの決算(1988年~1992年)

(単位:百万旧ペソ)

項目	年	1988	1989	1990	1991	1992
上水道	建設費	19,553	32,468	51,389	58,880	74,379
	その他	149,013	357,383	498,702	497,729	729,076
	小計	168,566	389,851	550,091	556,609	803,455
下水道 及び 再利用	建設費	97,073	150,759	287,488	387,310	327,052
	その他	98,846	120,145	216,479	280,082	367,010
	小計	195,919	270,904	503,967	667,392	694,062
合計		364,485	660,755	1,054,058	1,224,001	1,497,517

注:1新ペソ=1,000旧ペソ。数値には、物価上昇による補正を施していない。

(出典:プロジェクト形成調査収集資料)

4-3-3 下水道施設の現状

(1) 下水道普及率

メキシコシティにおける排除システムの対人口普及率は、DF部で90%、メキシコ州部で75%に達している。しかし、残りの住民の排出する下水は、付近の水路に直接放流されるか、汚水だめを通じて地下に浸透処分されている。

なお、下水処理は人口の7%程度に対してしか行われておらず、他は未処理のまま、DFの下流にあるメキシコ州やイダルゴ州の河川を経て、メキシコ湾へ放流されている。

表4-4 DFの下水道普及率(1993年)

	対象人口	普及率
排除システム	約780万人	90%
処理システム	約60万人	7%
DF人口	約870万人	

(2) DFの既存下水道施設

管路施設等についてはほぼ完成されたシステムとなっているが、処理施設についてはほとんど未整備状態である。

1) 排除方式

一部の地域では分流式となっているが、主に合流式となっている。このため、雨水に対しても貴重な水資源との認識が高まってはいるものの、その利用が困難な状況である。

2) 管路施設(図4-3参照)

市内の汚水及び雨水は、管網により集水された後、中層下水管や暗渠化された河川等を通じて、最終的にはグラン・カナル(GRAN CANAL)と呼ばれる水路と深層下水管により市外へ排除される。

①管網

管網の管路延長は約10,000kmに及び、そのうち幹線は約1,260km、枝線は約9,000kmである。

②中層下水管(SEMIPROFUNDO:セミプロfund))

市内の集水管網を深層下水管につなぐ役目をもつ内径3m程度の管路で、布設深度は10~17mである。

③放流管路

下水は、2系統の放流施設を通じて市外へ排除される。

その1系統は深層下水管（PROFUNDO：プロfund）と呼ばれるものであるが、これは深度20m（市内）～220m（市周辺部の山岳地帯）に布設された内径4.0～6.5mのトンネルである。このような深度に布設したのは、地盤沈下により流入管との高さの関係が逆転しないようにするためである。深層下水管は、エミソール・ポニエンテ、エミソール・セントラルという2系統に分けられる。エミソール・ポニエンテは市外のクワウティラン川に流入し、ノチストンゴのゲートを通った後にエル・サルトル川と名を変える。ノチストンゴのゲートは1789年に設けられたもので、深層下水管ができる前から、西部より東部に向かって市内を横断していた河川を遮集・排除し、市内の浸水防止に寄与してきた。一方、エミソール・セントラルはノチストンゴの先でエル・サルトル川に合流する。これらの2系統の深層下水管は雨季のみの使用となっており、毎年5月15日～10月15日の間に深層下水管への流入ゲートが開けられる。深層下水管が閉鎖される乾期に、ひび割れ補修などのメンテナンスを行っている。

もう1系統の放流施設はグラン・カナルと呼ばれる開水路で、市内より50km程度離れたゲートを通り、その後10km程度のトンネルを抜けて、最終的にサラド川に至る。

エル・サルトル川、サラド川はイダルゴ州のトゥーラ川、モクテスマ川、パヌコ川を経て、最終的にメキシコ湾に流出する。

表4-5 深層下水管及び中層下水管*1

(1991年)

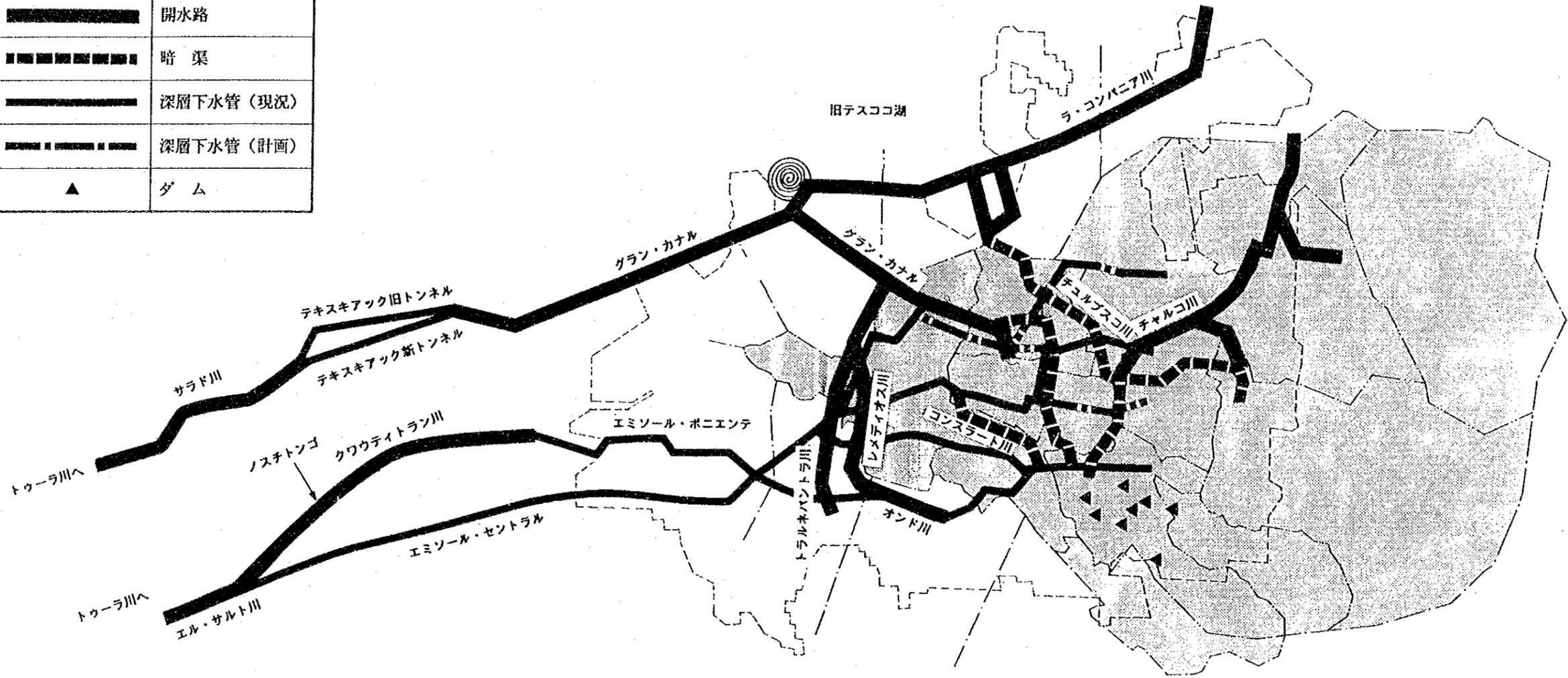
管路名称	延長 (km)	内径 (m)	排水能力 (m ³ /s)
①深層下水管			
インテルセプトール・セントロ・ポニエンテ	16.50	4.00	40.00
インテルセプトール・オリエンテ	10.30	5.00	85.00
インテルセプトール・セントラル	16.10	5.00	90.00
インテルセプトール・セントロ・セントロ	3.70	5.00	90.00
インテルセプトール・デル・ポニエンテ	16.50	4.00	25.00
エミソール・セントラル	49.70	6.50	220.00
②中層下水管			
コレクター・セミアフント・オブレロ・モンテ・イタル	0.71	3.10	20.00
コレクター・セミアフント・イスタバ・ラバ	5.29	3.10	20.00

(出典：DGCOH COMPENDIO 1992、EL SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO)

*1 この表は「DGCOH COMPENDIO 1992」及び「EL SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO (1990)」を参考に作成したが、これらの資料には相関が取っていない点がいくつかあるため、前者を尊重した。また、エミソール・ポニエンテについては、後者の図に表示されているものの、どちらの資料にも延長等の規模に関する記述はない。

凡 例

	D F
	区 界
	メキシコ市
	開水路
	暗 渠
	深層下水管 (現況)
	深層下水管 (計画)
	ダ ム



0 1 5 10KM

SCALE=1:300,000

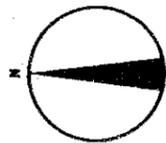


図 4 - 3 主要排除施設及び河川

3) ポンプ施設

市内の下水管路は、不等沈下のために、自然流下が困難な状態となっている。グラン・カナルのように集水管路よりも幹線の方が浅い場合も生じており、このため多くのポンプ場が設けられている。現在、68箇所のポンプ場があり、合計排水能力は510m³/sである。

4) 排水調整施設

雨季の排水調整を目的とした調整池が市周辺部に設けられており、各調整池の規模は表4-6に示すとおりである。DFの雨水調整池は、集水管路に入る際に調整するものではなく放流前で調整を行うものであるため、当然のごとく汚水の流入があり、乾季には水量こそ少ないものの汚水だめの様相を呈し、悪臭の原因となっている。

また、市西部には小規模なダムが数カ所設けられており*1、自然河川のDFへの流入を制御している。

表4-6 DFの調整池

位置	調整容量 (万m ³)
オラリア	322
チュルブスコ	134
イスタバラバ (小)	5
イスタバラバ (大)	14
エル・サラド	50
シエネガ・グランデ	200
シエネガ・チカ	150
サン・ロレンソ・テソンコ	100
クリスト	380
フレスノス	70
カレータス	90
クアウテベック	8
計	1,523

(出典：プロジェクト形成調査収集資料)

*1 DCCOHの説明では、19箇所とのことであった。

5) 下水処理施設 (表4-7、表4-8参照^{*1})

①下水処理

1992年末現在、13ヶ所の処理場が稼働中であり、6箇所が建設中である(図4-5参照^{*1})。稼働中の処理場のうち3ヶ所では三次処理(砂ろ過)まで行っているが、他は二次処理(生物処理)までである。

これらの処理場は小規模のものが多く、下水処理人口は全人口の7%に過ぎない(DFへの給水量35m³/sに対し実際の処理量2.5m³/s)。これは、これらの処理場が、公共用水域の保全のためではなく、水不足に対する方策として、処理水を再利用するという目的で建設されたためである。このことを端的に示すのは、管路を流れる下水の一部だけをポンプによって取水し処理場に導いている、という事実である。処理水量の必要量から流入下水量をきめるという考え方で設計がなされているために、処理対象区域や処理対象人口という、下水道計画で最も重要な計画諸元はきわめて曖昧なものとなっている。また、処理プロセスで発生する汚泥を下水管に放流処分していることから、再利用のための処理場は浄水場的な性格の強いものであることがわかる。

代表的な処理場であるDF最大規模のセーロ・デ・ラ・エストレージャ処理場の処理フローを図4-4に示す。この処理場では、最終沈澱地にホテイアオイを浮かべ、窒素等の除去が図られている。また、ここでは、現在三次処理施設(砂ろ過)の建設工事と1m³/s分の処理能力拡張工事(現在の処理能力は3m³/s)が行われている。

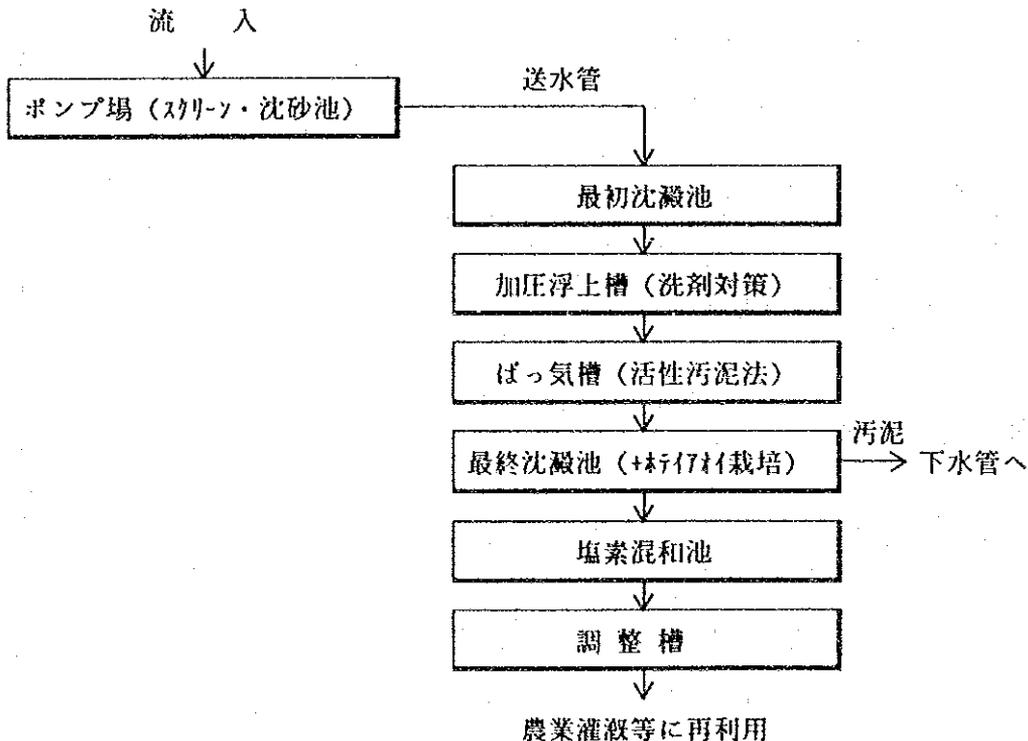


図4-4 セーロ・デ・ラ・エストレージャ処理場の処理フロー

^{*1} 表4-7及び表4-8は図4-5と、処理場数や処理場名の点で、相関が取れていない。事前調査時には正確な資料が入手できなかった。

表4-7 DFの既設下水処理場

(1992年現在)

	下水処理場	処理能力		処理目的	建設期
		公称 (m ³ /s)	稼働 (m ³ /s)		
1	チャプルテベック	0.160	0.106	チャプルテベック公園への灌漑と池水量維持	1956
2	コジョアカン	0.400	0.336	ワタノ水路の水量維持とコジョアカン、イタハカ付近の公園灌漑	1959
3	シウダド・デポルティバ	0.230	0.080	シウダド・デポルティバ・スプーツ公園での灌漑	1958
4	サン・ファン・ デ・アラゴン	0.500	0.364	アラゴン湖の水量維持と公園灌漑	1964
5	トラテロルコ	0.022	0.014	付近の公園への灌漑 (トラテロルコ住宅団地の下水処理のためBANOBASにより建設)	1965
6	セーロ・デ・ラ・ エストレージャ	3.000*	1.409	メキシコ州チャルコ地区の農業灌漑用水	1971
7	ボスケス・デ・ ラス・ロマス	0.055	0.027	付近の公園への灌漑(住居地区の汚水を処理)	1973
8	グアダルペ・ アクエドゥクト	0.080	0.057	付近の公園への灌漑(住居地区の汚水を処理)	1975
9	エル・ロサリオ**	0.025	0.022	湖の水量維持と灌漑 (住宅団地の下水処理のためINFONAVITにより建設)	1981
10	レクスソリオ・スル	0.030	0.013	ワタノ地区の湖の浄化と刑務所への灌漑	1981
11	H・コレヒオ・ ミリタール	0.020	0.018	ワタノ地区の湖の浄化と軍学校への灌漑	1980
12	イスタカルコ**	0.013	0.010	住宅団地内の公園への灌漑と人工湖の水量維持	1971
13	サン・ルイス・ トラキシャルテマルコ (一次モジュール)**	0.075	0.055	ワタノの観光地とチカラスというアステカの古代農業地区の運河水量維持。ワタノ沼の復旧のためパイロット事業が開始。	1989

* : 1993年中に処理能力4 m³/sまで拡張の予定。

** : 三次処理(砂ろ過)施設を有する。

(出典: 事前調査収集資料, DGCCH COMPEDIO 1992)

表4-8 DFの建設中の下水処理場

(1992年現在)

下水処理場	位置		計画処理水量 (m^3/s)
	区	町	
サン・ミゲル・キシカルコ	トラルパン	サン・ミゲル・キシカルコ	0.0075
パーリエス	トラルパン	パーリエス	0.0075
マグダレナ・ペトラカルコ	トラルパン	マグダレナ・ペトラカルコ	0.015
アバソロ	トラルパン	アバソロ	0.015
ラ・ルピタ	トラワク	ラ・ルピタ	0.015
サン・ニコラス・テテルコ	トラワク	サン・ニコラス・テテルコ	0.015
計画処理水量計			0.075

(出典：事前調査収集資料)

②汚泥処理・処分

既設下水処理場で発生する汚泥の処理については、サン・ルイス・トラキシャルテマルコ処理場1箇所だけで天日乾燥～農地還元というプロセスが試みられているものの、この場合を除いて下水道にそのまま投棄されている。

③下水処理水の再利用

上水道水源の確保が困難な地域性を反映して、DFではかねてより下水処理水の再利用に大きな関心が寄せられてきた。13箇所の既存処理場の処理水量は、合計で平均 $2.5m^3/s$ (1991年)になるが、すべて再利用されている。再利用される目的は、公園緑地への散水や池への供給水(83%)、工業用水(10%)、農業灌漑用水(5%)、商業地域での使用(おもに洗車、2%)となっている。処理水配水のための施設として、739kmに及ぶ配水管網、17基の貯水タンク(合計 $41,600m^3$ 相当)並びに13箇所のポンプ場(合計排水能力 $2,65m^3/s$)がある。

処理水質向上のための三次処理、高度処理に対する関心は高く、様々な処理方法の実験・研究も進行中である(当地において、「三次処理」はろ過処理のみを指し、その他の吸着処理、オゾン処理等は「高度処理」に分類されている)。セーロ・デ・ラ・エストレージャ処理場内の高度処理実験プラントでは、地下水還元や上水への部分的な利用を目的とした、凝集沈澱→砂ろ過→オゾン処理→活性炭吸着→逆浸透→塩素混和というフローの装置による小規模な実験が行われている(実験処理水量 $0.5l/s$)。

また、図4-6に処理フローを示すが、サン・ルイス・トラキシャルテマルコ処理場においては、実験的にろ過・消毒後の処理水の一部を井戸に注入し、地下水涵養を行っている。注入井戸は処理場から2km程度離れた所にあり、その深さは30～40mである。井戸より10m程度離れた位置に観測井戸を掘り、地下水質をリアルタイムでモニターする方法も研究中である。処理水による地下水汚染については、取水深さに達する

までに70~80年を要すると試算されているため、問題はないとしている。

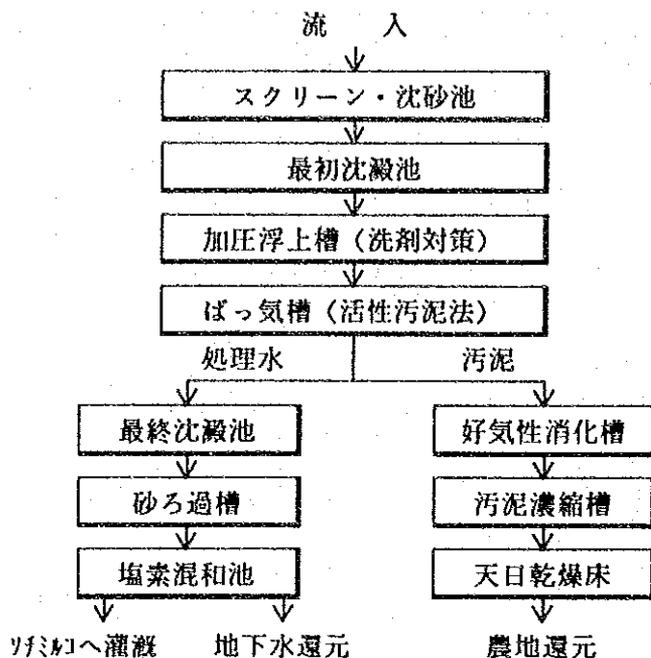


図4-6 サン・ルイス・トラキシャルテマルコ処理場の処理フロー

(3) メキシコ州の既存下水道施設

事前調査時にメキシコ州との接触ができなかったため、メキシコシティのメキシコ州部に関する情報はほとんど得られていない。排除施設への接続率は75%であり、処理場は表4-9に示すとおりである。

表4-9 メキシコ州部の下水処理場*

既存処理場		計画処理場	
1	テルモエレクトリカ	1	ツンパンゴ
2	バベラ・サン・クリストバル	2	エカテペック・イ・ネサワルコジョトル
3	レチェリア	3	ノビ・デ・ラ・ソリア・デ・グアダルハラ
4	フォルド・モルトル・コンパニー	4	ネサワルコジョトル、チマルカソ、イスタナカ
5	サン・フアン・イスラテベック		イロア・ソリス
6	ラゴ・デ・テスココ I		
7	ラゴ・デ・テスココ II		
8	ピントレス		
9	ナウカジ		
10	ネサワルコジョトル		
11	ウエスタダ・デ・チンティョ		
合計処理能力 2.5 m ³ /s		合計処理能力 7.6 m ³ /s	

(出典：事前調査収集資料)

*1 図6-2 (2) を参照のこと。

(4) 工場排水の状況

工場排水は全て下水道施設に流入するが、基本的に工場側独自の処理による除害が義務づけられている。工場排水の監視は、DGCOHが市内の全工場（約700工場）に対し年1回の検査を行っている。検査によって油脂や有害物質が発見された場合、発生源をつきとめ罰金を徴収するか、工場を閉鎖する。これまでの検査において基準を超えることが多かったのは、薬品工場における有機物濃度であった。

市内に新たな工場を開設するためには利用水量や排水量などを提示して許可を受けなくてはならず、また市内は用途地図があり土地利用が確定しているため、今後下水道に大きな影響を与える工場の新設は制限されるものと考えられている。

(5) 浸水被害の状況

メキシコシティの年間降雨量は約725mmであるが、乾季の11月～4月にはほとんど雨が降らない。平均降雨継続時間は1時間程度と短く、局所的に短時間に集中して降る、ということがメキシコシティの降雨の特徴となっている。DGCOHは市内にある55箇所の測定所で、雨量測定を行っており、ポンプやゲート等の操作に活用している。

降雨特性や盆地という地形的な条件のために、DFでは雨水対策を中心に下水道が発展してきた。前述のグラン・カナルや深層下水管などの放流施設やポンプ場、調整池など大規模な下水道施設は、雨水排除を第一義に考えて建設されている*1。このため、大規模な浸水被害は未然に防止されており*2、多くの場合、浸水は下水管網の整備されていない地域で発生している。下水管網の普及している地域でも若干の浸水が起こることはあるが、これは主に下水管路の閉塞によるものと考えられている。

(6) 下水の水質管理

DFの水質管理は1950年代から実施されており、現在は1982年設立のDDF中央水質研究所において生下水と処理水の水質分析が行われている。生下水に関しては、毎日5組の調査班がポンプ場、タンク、調整池等で採水を行い、年間延べ12,000件のモニタリングを行っている。

また、以前にガソリンスタンドから下水管へ流入したガソリンが爆発するという事故があったため、市内の248箇所のガソリンスタンド付近では月1回の検査が行われている。

*1 現在では、雨量測定所で測定された実測雨量を基にメキシコ自治大学が設定した、降雨特性を用いて設計を行っている。設計では、降雨継続時間を30分、確率年5年としている。

*2 DGCOHによれば、下水管渠の流下能力を超える降雨は1年に15回程度である。

4-4 関連計画・調査・事業

4-4-1 関連計画・調査

(1) 下水道基本計画

下水道に係る全般的な基本計画はDGCOHが策定し、およそ2年ごとに見直されている。最新のもは1991年版である。しかしながら、1992年に制定された国家水法により下水の全量処理が義務付けられたため、現在見直し作業が進行中である。DGCOHが、CNA及びメキシコ州との協議により、処理場位置、処理水利用法等の概略方針を決定し、コンサルタントが具体的な計画作業を行うことになっている。この見直しは1993年12月完了の予定である(第6章に詳述)。

管網等の小さな施設の計画は区(DELEGACION)ごとに計画が策定されており、都市化の進行に伴う能力不足や老朽化に対する既存施設のリハビリも基本計画に含まれている。

(2) 水有効利用計画

水有効利用計画の中で下水道に関わるものとして、以下のものが挙げられる。これらは着手されてはいるものの、長期的展望に立ったものではなく、詳細な調査に基づくものもない。

①上水道水源の保全

- ・雨水の上水道水源としての利用を目的とした、合流式から分流式への移行。
- ・主な上水道水源である地下水の水量維持を目的とした、下水三次処理水の注入による地下水涵養。
- ・雨水浸透による地下水の水量保全と雨水排除施設への流入調節を目的とした、雨水浸透地域の国有化及び保全。

②下水水質監視

- ・工場排水に由来する有害物質やガソリン等油類の下水への流入を監視するための下水水質モニタリングプログラムの実施。

③水需要の削減

- ・処理水の再利用の拡充を目的とした、下水処理場の能力の拡張、処理プロセスのグレードアップ及び処理場運営の民間委託。

(3) 三次処理・高度処理実験研究

セーロ・デ・ラ・エストレージャ処理場において三次処理・高度処理の実験研究がなされており、現在も進行中である。処理プロセスの組み合わせなどを変えて実験しており、1991年に報告書がまとめられている。

(4) 地下水涵養に関する調査研究

サン・ルイス・トラキシャルテマルコ処理場において地下水涵養に関する実験が行われている。1989年に、この実験施設の建設及び地下水涵養を始めるに当たっての調査がなされ、報告書が提出されている。

4-4-2 関連事業

(1) 最近の下水道事業

下水道に関してDGCOHは、①基本計画に則った管網整備による下水道普及と、②水有効利用計画に従った節水キャンペーンの一環としての処理水再利用を目的とした処理場建設を中心に下水道事業を推進してきた。1983年～1991年にDGCOHが実施した主な下水道事業は、表4-10に示すとおりである。

現在進行中の事業としては、市内の深層・中層下水管の整備、既設処理場の拡充（セーロ・デ・ラ・エストレージャ処理場の処理能力増強や三次処理施設追加）や、再利用目的の新規下水処理場の建設、1992年から6年以内の下水全量処理を目標とした下水道基本計画の策定・改訂が挙げられる。

(2) 策定・改訂中の下水道基本計画と下水全量処理に向けての方針

1992年12月に国家水法が制定され、公共用水域の保全のために下水処理が義務づけられた。これを受けて、DGCOHは現在、CNA及びメキシコ州と協議の上、6年以内の下水全量処理を目標とした下水処理に係るマスタープランの策定・改訂を行っている。このマスタープランは1993年12月に完成予定であり、その内容の詳細は現段階では不明な部分も多いが、第6章において詳述する。

表4-10 DGCCHが実施した主な上下水道事業（1983年～1991年）

年	事業内容
1983	<ul style="list-style-type: none"> ・中央水質研究所、業務開始 ・レルマ水系パイプライン建設
1984	<ul style="list-style-type: none"> ・「水有効利用計画」の実施を開始 ・水道利用者登録データ更新のため、190万個のデータの登録開始
1986	<ul style="list-style-type: none"> ・上下水道管網の登録により、上下水道施設台帳を整備 ・実験工学研究所の業務開始
1987	<ul style="list-style-type: none"> ・建築法第154項で、節水タイプのトイレ設置を義務づけ ・セントラル・パストII汚水ポンプ場が稼働開始 ・水利施設の自動化を目標とした器材導入開始
1988	<ul style="list-style-type: none"> ・市周辺の送水管、稼働開始（第一段階）
1989	<ul style="list-style-type: none"> ・低地区の集水管の建設計画を開始 ・分流式下水道の建設開始 ・サウス・トラフィック処理場の第一モジュール建設 ・節水型トイレ普及プログラム開始 ・ミッドック、トワック、ソフィックの水郷地帯復旧プログラム開始 ・D Fの上下水道利用者のための規則が認可
1990	<ul style="list-style-type: none"> ・水道料金改訂 ・床面積による水道料金が制定 ・グランド・パーク・パーク処理場の運転、維持管理、経営を民間委託 ・ソフィック付近のソフィック・クランジ、ソフィック・パ調整地、稼働開始
1991	<ul style="list-style-type: none"> ・セントラル・パストII処理場、処理能力1 m³/s拡張 ・小中学校への水有効利用計画普及キャンペーン ・DDFが「水2000」を発表 ・重要な工場地帯セントラル・パストIIで処理水再利用管網が完成 ・セントラル・パストII処理場の稼働認可 ・100万人に対し新たに下水道普及 ・配水管網整備により水道普及率が97%から98%に上昇

(出典：DGCCH COMPENDIO 1992)

第5章 環境の現状と課題

5-1 行政・組織

公害防止対策や自然保護といった国家レベルの環境行政全般については、基本的に社会開発省（SEDESOL）の環境局（INE）が担当している。法令や基準はINEが定め、監視は自治体に任されている。公共用水域は、国家水法が制定したCNAが管理している。

DFについては、水に関する事項をDGCOHが担当している。また、廃棄物に関してはDGSUが、その他環境全般（環境影響評価、大気保全等）に関しては環境総局（DGE）、それぞれが担当している。

環境行政に係る担当部局は表5-1のとおりである。

表5-1 環境行政担当部局

項目		担当部局	
		国家レベル	DF
水質基準	飲料水、下水	SEDESOL/INE	DGCOH
	公共用水域	CNA	
廃棄物		SEDESOL/INE	DGSU
大気汚染			DGE
環境影響評価			

5-2 法令・規則・基準

環境に関する法令についてはSEDESOLの発行する環境公報（GASETA ECOLOGICA）に逐次掲載されている。この環境公報には、法律の制定を受けて自治体が定める環境関連規則についても掲載されている。また、公共用水域の保全に関する法律としては、前述の国家水法が挙げられる。主な環境関連法令を表5-2に示す。

表5-2 主な環境関連法令

法令・規則	備考
「環境一般法」 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE	環境公報 VOL 1, #1, JUN., 89, pp 2
「環境影響に関する環境一般法の規則」 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL	環境公報 VOL 1, #1, JUN., 89, pp 32
「大気汚染防止に関する環境一般法の規則」 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION A LA ATMOSFERA	環境公報 VOL 1, #1, JUN., 89, pp 42
「有害廃棄物に関する環境一般法の規則」 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS	環境公報 VOL 1, #1, JUN., 89, pp 51
「国家水法」 LEY DE AGUA NACIONALES	第4章4-2を参照

5-3 環境対策の状況

(1) 公共用水域保全

公共用水域の管理はCNAが行っており、1992年12月に施行された国家水法により、下水を公共用水域に放流する際には処理を行うことが義務づけられた。これを受けて墨国全体で下水処理場の計画及び建設が急ピッチで進められており、本計画調査もこの一環として行われるものである。

(2) 廃棄物対策

市内で発生する家庭ゴミ及び産業廃棄物は、各区(DELEGACION)が独自に収集し、多くの場合未処理のまま市外の処分場に運搬・処分している。代表的な処分場として旧テスココ湖南部のボルド・ポニエンテ処分場があるが、ここではDFの3つの区から発生する廃棄物が処分されている。収集については各区が管理しており、処分場についてはDDFのDGSUが管理を行っている。

(3) 大気汚染対策

DFの大気汚染は国家レベルにおいても最も重要な環境問題として捉えられており、SEDESOL、DGE、首都圏委員会などの組織が中心となって、以下に示す対策を講じているものの、効果ははかばかしくない。

- ①自動車の排ガス監視の強化。
- ②工場の排煙監視の強化。
- ③週一日のノーカーデーの実施（登録番号の末尾の数字により、週に一日自動車を使用できない）。
- ④無鉛ガソリン車への移行推進。
- ⑤植林と干上がった湖への植栽による浮遊粒子状物質制御。

（４）悪臭対策

悪臭原因物質の量的な規制を定めた基準はなく、定性的な基準による規制を行っているのみである。下水臭への対策として、開渠の暗渠化を漸次進めている。

（５）騒音・振動対策

道路交通騒音に関する規制として、市内を走行するトラックに消音装置の装備を義務づけている。また、機械騒音に関しても基準を設けて規制を行っており、本調査団が視察した最も新しいサン・ブエナベントゥラ・ポンプ場は住宅地と近接しているために、建屋の内壁には遮音材が施されていた。

（６）環境復元事業

下水道の整備に伴いテスココ湖やソチミルコの水郷地帯は、流入水が減り、次第に干上がってしまった。そこで、DDFはこれらの周辺環境の破壊を重くみて、1950年代より下水の処理水を供給することにより水辺の復活を図ってきた。さらに、昨今の世界的な環境保護重視の気運を反映して、観光及び環境保護を目的としたソチミルコの復元のためのパイロット事業を1989年より開始し、現在では沼やアステカ時代の農業地区が復元されている。旧テスココ湖南部では、CNAによるテスココ・プロジェクトが実施されており、雨水調整池も兼ねた人口湖が作られている。これらの事業により、魚類や鳥類が再び生息するようになり、生態系も回復しつつある。

（７）環境影響評価

開発プロジェクトには環境影響評価の実施が義務づけられている。詳細は第7章にて述べることとする。

第6章 メキシコ国側策定M/Pの内容

6-1 基本方針

1992年12月に国家水法が制定され、水域の保全のために下水処理が義務づけられることとなった。これは、公共用水域に排水する自治体や企業が、CNAの認める処理を行わない場合、罰金を課せられるというものである。ただし、現在はまだ導入時期であるため、処理を行うという具体的なプランを示せば課金は猶予されている。また、処理方法や排水水質はDGCOHとCNAとの協議で決定されるというように、規制は若干緩められた形となっている。

DFにおいても、DGCOHは、1997年の下水全量処理を目標に、下水処理に係るM/Pを策定・改訂中である。このM/Pは、DFよりもメキシコ州及びDFの市街部を指すメキシコシティ(CIUDAD DE MEXICO、図4-3参照)の下水処理M/Pであり、DGCOHが中心となってはいるものの、CNAやメキシコ州と協議をしながらその策定作業を進めている。本計画調査に関連した事業等のスケジュールを表6-1に示す。

表6-1 本計画調査関連事業スケジュール

年次	事業等の内容
1992	国家水法の施行(12月)
1993	事前調査(S/W締結、10月)
1994	本計画調査(F/Sの実施、11月F/R提出予定)
1995	B/D・D/Dの実施、建設に係る国際入札、処理場等の建設開始
1996	処理場等の建設
1997	処理施設供用開始(年内)

メキシコシティの下水全量処理をいち早く達成するために考えられている方針は、メキシコシティのほとんどの下水が集水されている2つの放流系統、すなわちグラン・カナル系統及び深層下水管系統の排水を集集処理するというものである。建設位置として、それぞれ、テスココ・グラン・カナル(ラ・コンパニア川が流入する排水路とグラン・カナルの合流点付近)とエミソール・セントラル最下流付近が候補となっている(図6-1参照)。これらの建設予定地はともにメキシコ州に位置する。

現在、深層下水管は雨期(5月~10月)のみの使用となっており、年間を通じて使用されているグラン・カナルの排水処理を行うことが再優先事項と考えられている。これが、本計画調査の対象としてテスココ・グラン・カナル処理場が選定された理由である。グラン・カナルは開水路であるが、あくまで下水道幹線として捉えられており、市内にある上流部の約9.5kmについては、ボックスカルバートへの布設替えによって暗渠化するプロジェクトが既に始まっている。

雨期には排水の多くが深層下水管に排除されるためにグラン・カナルの流量は減少する。新規下水処理場の計画に当たっては、グラン・カナルの流量を年間を通じてコンスタント(約30~35m³/s)に保つように流量の制御方法の見直しが行われる予定である。

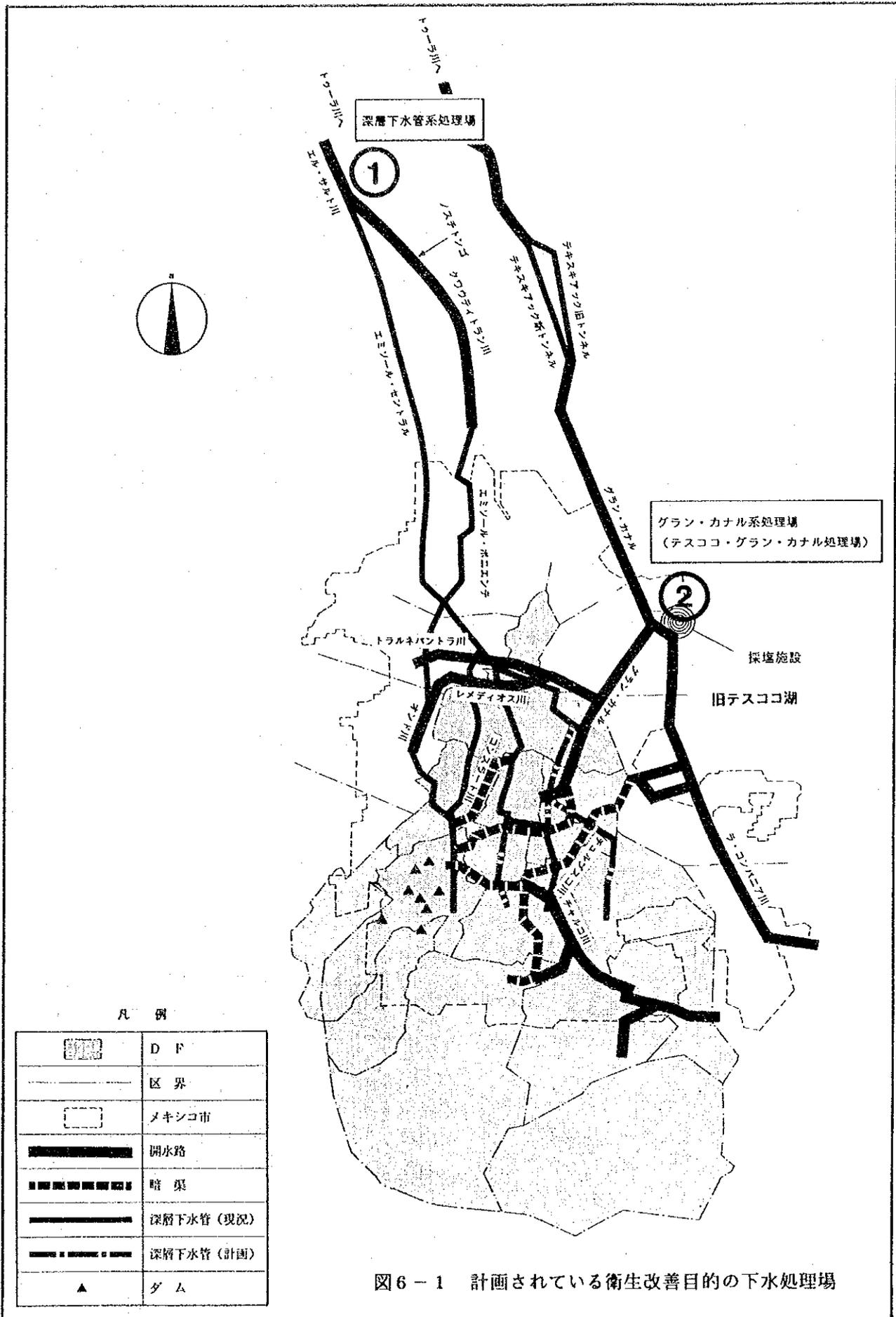


図6-1 計画されている衛生改善目的の下水処理場