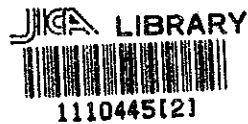


メキシコ合衆国プロジェクト形成講座（水問題対策）調査結果資料

UIC
615
61.9
K
BRARY

メキシコ合衆国プロジェクト形成調査
(水問題対策)

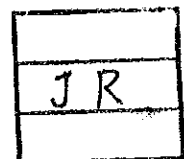
調 査 結 果 資 料

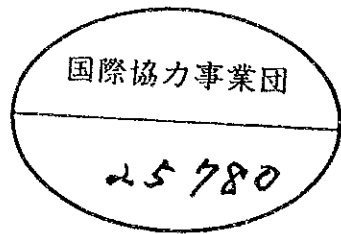


平成5年4月

国 際 協 力 事 業 団

1992126-3550-0604





国際協力事業団

25780

目 次

要 約	.....	i
位置図	.....	v
写 真	.....	v i
略号説明	.....	i x

第1章 調査の実施

1. 調査団派遣の経緯、目的	.....	1
2. 調査団構成	.....	2
3. 調査行程	.....	2

第2章 メキシコシティの上水道

2.1 上水道政策	.....	3
2.2 上水道施設の現状	.....	7
2.3 上水道事業・施設の問題点	.....	11
2.4 上水道に係る既存もしくは進行中の関連計画調査	.....	15
2.5 上水道に係る既存もしくは進行中のプロジェクト	.....	17
2.6 我が国の協力についての提案と期待できる効果	.....	19

第3章 メキシコシティの下水道

3.1 下水道政策	.....	24
3.2 下水道施設の現状	.....	26
3.3 下水道事業・施設の問題点	.....	35
3.4 下水道に係る既存もしくは進行中の関連計画調査	.....	38
3.5 下水道に係る既存もしくは進行中のプロジェクト	.....	41
3.6 我が国の協力についての提案と期待できる効果	.....	45

第4章 バパロアパン川流域における水問題

4.1 河川政策	.....	47
4.2 バパロアパン川流域の現状	.....	53
4.3 バパロアパン川流域の問題点	.....	61

4.4	河川に係る既存もしくは進行中の関連計画調査	65
4.5	河川に係る既存もしくは進行中の関連プロジェクト	69
4.6	我が国の協力についての提案と期待できる効果	70
第5章 結 論		74

<資料編>

資料-1	メキシコ連邦区下水処理計画調査T/R(案) -和文・英文	1
資料-2	面談者リスト	16
資料-3	収集資料リスト	18

要 約

1. メキシコシティの上下水道及びパパロアパン川流域の水問題の概要

(1) メキシコシティの上水道

現在、メキシコ連邦区庁水利局(DGCOH)による市内の給水率は、給水車によるもの(2%)も含め、100%に達している。しかしながら供給量の66%を地下水に依存しかつ、地下水の汲み出し量が還元量の倍に達しているため、年間平均10cmに及ぶ地盤沈下を引き起こしており、また人口増加に伴う需要の増大による地下水枯渇も懸念されているが、これに対しては問題を十分に認識し、節水、漏水防止、下水処理水の再利用等の対策を含む「水有効利用プログラム」を既に独自に策定し、改善を図っている。

施設の運用・管理面では、無線を利用した水圧測定データ等の自動収集を行っているものの、制水弁の自動遠隔操作は行っておらず、この面でのノウハウを欲していることが確認された。

(2) メキシコシティの下水道

排除施設(管路)の普及率は85%に達しているが、そのうち処理がなされているのは7%程度である。しかし、1992年施行された法律により100%の下水処理が義務付けられることとなり、現在マスタープランを見直し中であり、その中で6年間で全下水を処理することを目標としている。今後は、下水処理を処理水の再利用、地下水還元など水有効利用の一環として位置づけ、三次処理まで行う方針である。

施設運用・管理面では、無線を利用した降雨量測定データ等の自動収集を行っているもののデータの活用方法を見出せずにいる。

処理場で発生する汚泥の処理については、一部のパイロットプラントにおいて天日乾燥～農地還元というプロセスが試みられているものの、ほとんどの場合直接処分場に投棄されている。処分用地の不足、処理プロセスで生じるエネルギーの再利用への関心から、汚泥処理・処分のノウハウを得たいと欲していることが確認された。

(3) パパロアパン川流域の水問題の概要

(1) 洪水防御、土地利用

農業水資源省の下部組織である国家水委員会(CNA)との協議及び現地踏査より、パパロアパン川全流域約465万ha(流域人口約350万人)の内、下流域約25万ha(流域人口約180万人)が洪水被害を受けており、洪水防御のためのデータ収集と洪水対策シミュレーション及びダム建設等による洪水防御のための試みが一部既に始められてはいるものの、不完全であ

り、当該地区の洪水予測のためのテレメーターシステムの活用と土地生産性向上のための適切な洪水防御及び土地利用に係る包括的な計画づくりが望まれていることが確認された。

(ii) 河川汚濁対策

一方、同流域内のブランコ川（流域人口約60万人）においては、未処理の工場廃水の垂れ流しと下水道施設の不備により河川の汚濁が著しいが、この対応策としては、1992年施行された法律によって下水処理が義務付けられたため、一部都市（オリサバ市）では既に州、市、各企業合同による処理場建設が進行中であり、その他の地区への拡大も今後独自に進められるものと考えられる。

(iii) その他

なお、CNAによれば1992年4月にサリナス大統領が同川流域を訪れ、流域の土地生産性の向上、生活改善（同流域の住民の所得水準は当地の1/4）を住民に約束しており、このため本件のプライオリティが高まったとのことである。また、墨国側はかかる洪水問題に悩む河川流域は、メキシコ湾岸だけでも他に8箇所はあり、協力の成果を墨国側にて活用する余地が大きいと述べた。

2. 今後の開発調査の進め方

- (1) 墨国側より非公式に提示されていた4案件の開発調査は、下水処理場の汚泥処理や水利施設の耐震防災等いずれも内容がマイクロであるか、あるいはプライオリティに問題があると考えられたことから、本調査においては、上記4案件に拘泥せず、真に重要性・プライオリティが高いと認められる中長期・面的な計画づくりを行うものを対象とすることとし、具体的にはまず、首都であるメキシコ・シティーの重要な社会基盤である上水道もしくは下水道のM/P策定等に係る協力案件の発掘・形成を念頭に置いていた。
- (2) これに対し、当地の上下水道については、不完全ながらも独自にM/Pを策定し、既に計画を着実に実行していること、及びDGCOHの技術水準は概して高く、M/Pの見直し、修正を独自に行う能力は充分有していること等に見受けられること等に鑑み、かかる段階で更に開発調査による新たなM/Pづくり等の面的・包括的な協力を行い、墨国側の策定した計画を大幅に変更することは非現実的であるのみならず、無用な混乱を招くおそれもある。
- (3) 従って開発調査による今後の協力としては、DGCOHが積極的に進めている改善計画のうち、技術的・経験的に弱い部分を補うような形の協力が適当であると判断された。

- (4) 具体的には、1992年施行された法律によって100%の処理が義務づけられ、今後早急な整備が不可欠な下水処理場の建設・運用（汚泥処理も含む）に係るF/Sを行うことが効果的であると考えられる。
- (5) このような本調査団の考えに対しては、DGC0Hも賛同しており、仮に我が方による協力が得られるのであれば、当面新たに計画している当地の下水処理場（数は確定していないが30m³/秒の処理容量分）建設については、全て、F/Sの完了・成果を待って設計に着手したい旨述べた。
- (6) なお、その他非公式に墨国側より提示されている水利施設の耐震防災及び上下水道・排水処理の自動化については、先方との協議及び現地調査の結果、開発調査にはなじまないとの結論に至ったため、その旨説明したところ、先方の理解を得た。
- (7) また、当国南東部パパロアパン川下流域の洪水防御を中心とする水問題に係る協力については、サリナス大統領が改善を約束したことからプライオリティが高まってはいるが、他方、CNAで既に洪水防御のための対策に係る大規模なシミュレーションを独自に実施するなど相当程度の調査が既になされていること、同川下流域の洪水被害地域が約25万ヘクタールと過大であるうえ、河口部には広範囲に湖及び湿地帯が広がり、上流部での洪水防御のための対策が同地域に環境上の重大な影響を与えるおそれがあること、及び洪水防御によって得られる土地（主に農地）の有効活用の可能性が見極められないこと（本調査団では農業担当団員不在）等に鑑み、現時点では、本件協力を優先的に実施すべきであるとは言い難い。
- (8) したがって、まずはメキシコ・シティーの下水処理場建設のF/Sに係る協力を実施し、CNAの要望の度合をふまえつつ、更なる協力の可能性を検討していくことが適当と思われる。
- (9) なお、パパロアパン川の一支流をなすブランコ川の河川汚濁対策については、上記の洪水防御とは明らかに問題の性格が異なるため切り離して考える必要があるが、対策については、現在既に法律に沿った形での計画・事業が部分的に進行中であり、今後、他地区への拡大も独自に進められ得ると見受けられ、協力の必要性は見だし難い。

3. 調査団所感

- (1) 本調査団は1992年10月の第6回技術協力年次協議のフォローアップの一環として派遣されたものであるが、これに対し墨国側は外務省他全ての機関が異口同音に、当国の水問題に係る協力のための調査団派遣は誠に時宜に叶ったものであり、本調査団の派遣・成果に深く感謝・期待する旨表明するなど、同問題がいかに同国にとって深刻であるかが痛感された。
- (2) これに対し本調査の過程では、墨国側の技術水準が概して高く、また、かなりのことが既に計画・着手されていることから、開発調査のような面的・包括的な協力に適した案件を発掘・形成するのに苦慮した。これは、当国のように低開発途上国から中進国へと脱皮し、特定分野、個々の技術については高度なレベルに達しているが、全体として見た場合、弱い部分があるような国に対して協力を行う場合に共通する課題であると考えられ、その意味で本調査における試行錯誤のプロセスは貴重な経験であったとも言える。
- (3) 他方、しからば墨国の水問題は全て改善に向かっているかと問われた場合、必ずしも然りとは言いきれず、例えば、当国北部乾燥・半乾燥地域では、地下水を大量に汲み上げ農業に利用しているが、現在は枯渇・地盤沈下といった実際の現象が露見していないため、見過ごされているといった農業と一体化した水資源開発・管理の問題もある。従って、今後も技術的・経験的に弱い部分を補う協力のみならず、開発調査のもつ複数の分野の問題を包括的・多面的に捉えて改善のための計画づくりを行うと言った特性を活かした協力が依然として有効であると考えられる。
- (4) ただしその場合、僅か数日間の調査でかかる複合的な優良案件を発掘・形成することはかなり困難であり、その意味で今後は短期（3ヶ月程度）で企画調査員を派遣する等のアプローチを積極的に活用してゆくことも検討する必要がある。



- 1. BAJA CALIFORNIA NORTE
- 2. BAJA CALIFORNIA SUR
- 3. SONORA
- 4. CHIHUAHUA
- 5. COAHUILA
- 6. NUEVO LEON
- 7. TAMAULIPAS
- 8. SINALOA
- 9. DURANGO
- 10. ZACATECAS
- 11. NAYARIT
- 12. AGUASCALIENTES
- 13. SAN LUIS POTOSI
- 14. JALISCO
- 15. GUANAJUATO
- 16. QUERETARO
- 17. HIDALGO
- 18. COLIMA
- 19. MICHOACAN
- 20. EDO. DE MEXICO
- 21. TLAXCALA
- 22. MORELOS
- 23. DISTRITO FEDERAL

- 24. PUEBLA
- 25. VERACRUZ
- 26. GUERRERO
- 27. OAXACA
- 28. TABASCO
- 29. CHIAPAS
- 30. CAMPECHE
- 31. YUCATAN
- 32. QUINTANA ROO

位置図

写真 ①



写真1 <DF上水道>
クツアマラ水系送水管路延長工事（φ4000mm
シールド）。

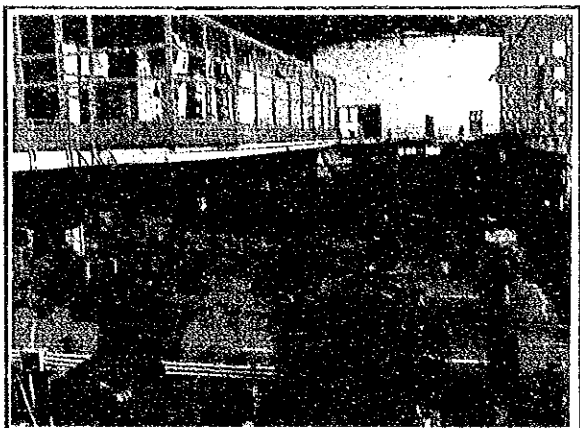


写真2 <DF上水道>
1941年築造のポンプ場。保守管理が行き届いて
いる。

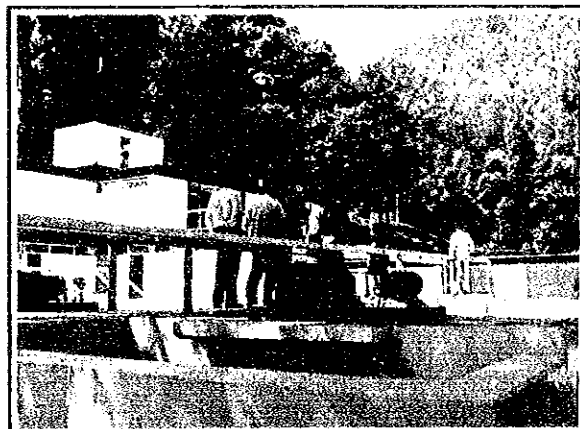


写真3 <DF上水道>
ワグワグ浄水場。凝集沈殿プロセスを有し、浄
水量は現在約0.1m³/s。

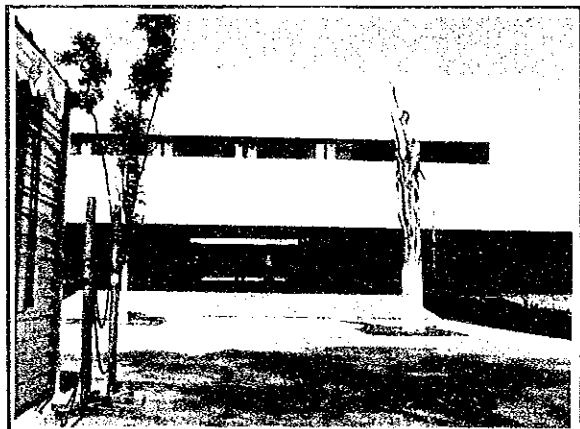


写真4 <DF上水道>
DGCORの中央水質研究所。



写真5 <DF下水道>
ヒロヂ・イ・エストラージ処理場のばっ気槽。



写真6 <DF下水道>
ヒロヂ・イ・エストラージ処理場の最終沈殿池。
ホテイアオイを浮かべている。

写真 ②

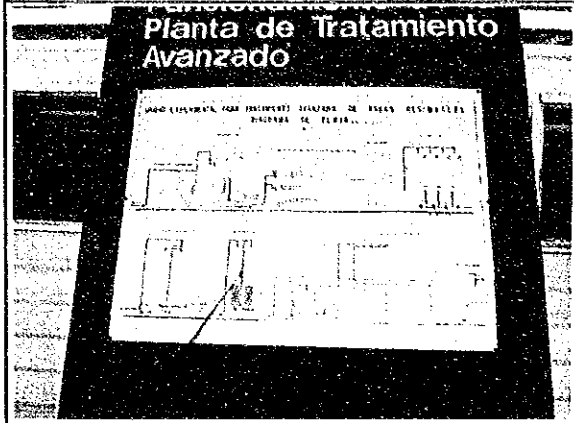


写真 7 <DF下水道>
ヒロ・イ・エ・ストレーツ; 処理場の高度処理実験施設の処理フロー。

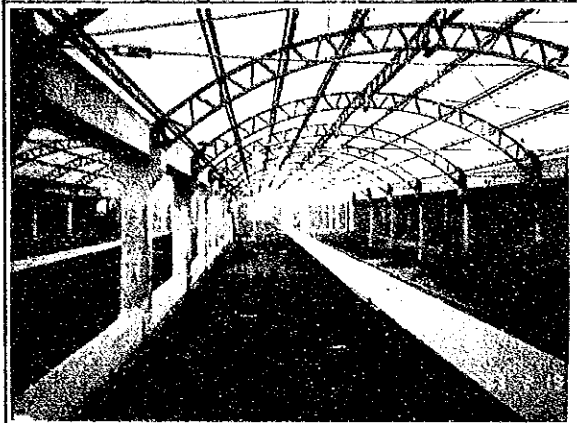


写真 8 <DF下水道>
ヒロ・イ・エ・ストレーツ; 処理場の汚泥天日乾燥床。



写真 9 <DF下水道>
ヒロ・イ・エ・ストレーツ; 処理場で実施中の下水処理水の地下水涵養実験。



写真 10 <DF下水道>
建設中の深層下水管（シールド工事）。



写真 11 <DF下水道>
調整池。乾期のため水が干上がって、汚泥がたまっている。



写真 12 <DF下水道>
メキシコ州にある下水放流口。暗黒色をした放流下水はこのままメキシコ湾に注ぐ。

写真 ③



写真 13 <ババロアパン川流域>
 ナナロア川最下流部。低地のため雨期には周辺が一面浸水する。マツノ等が見られる。



写真 14 <ババロアパン川流域>
 ナナロア川下流。川の流れにより堤防を兼ねる側道が侵食されつつある。

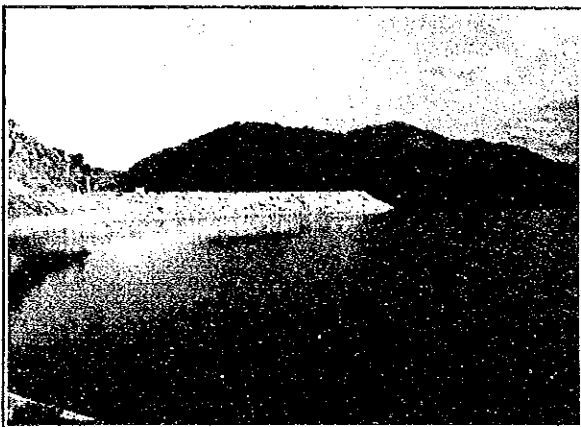


写真 15 <ババロアパン川流域>
 ロックフィル形式のナナロアダム。洪水調節用のダムである。



写真 16 <ババロアパン川流域>
 ブランコ川。最上流部で既に深刻な汚濁状況にある。石鱗の泡が水面を覆い、水中にカサガサが浮遊している。



写真 17 <ババロアパン川流域>
 ナナロア川上流の下水処理場の建設現場。ナナロア市の住民及び周辺の工場の排水を処理する。

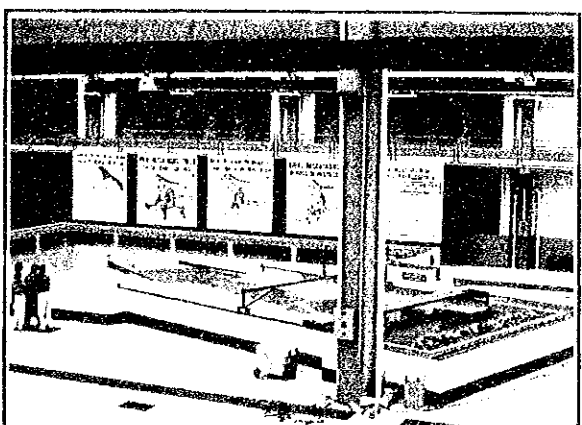


写真 18 <ババロアパン川流域>
 IMTAのナナロア川河口実験模型。

略号説明

略号	正式名称	説明
CNA	Comision Nacional del Agua	(農業水資源省) 国家水委員会
DF	Distrito Federal	メキシコ連邦区 *1
DDF	Departamento del Distrito Federal	メキシコ連邦区庁
DGCOH	Direccion General de Construccion y Operacion Hidraulica	(メキシコ連邦区庁) 公共事業総局水利局
IMTA (イムタ)	Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua	メキシコ水技術研究所
INE	Instituto Nacional de Ecologia	(社会開発省) 環境局
SARH	Secretaria de Agricultura 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2月現在)

1 N \$ (ヌエボ・ペソ : 新ペソ *2) = 3,000 \$ (ペソ)

1 US \$ (米ドル *3) = 3 N \$

*1 メキシコシティ、メキシコ市という名称はCiudad de Mexicoの訳として一般的であるが、これはDF及びその周辺部を指す言葉である。DFとメキシコシティとは厳密には意味が異なるが、本報告書においてはメキシコシティという呼称を用いた場合でもDFのことを意味する。

*2 平成5年1月よりデノミが実施された。現在は新ペソ、旧ペソともに流通している。

*3 当地の慣例として、S字に縦線1本がペソ、2本がドルを表す。

第1章 調査の実施

1.1 調査団派遣の経緯・目的

近年メキシコにおいては、大気汚染と共に下水処理施設や水利施設の未整備による水質汚染や非効率な水利用などが深刻な社会問題となりつつあり、早急な対応が求められている。また、水資源の豊富な南東部の河川流域では、雨期の洪水防止対策が急務となっている等、「水」に関する様々な問題が顕在化かつ深刻化している。

このような状況において、90年10月の第5回日墨年次協議において墨国側より我が国の援助の重点分野の一つとして「水」問題を取り上げるよう要請があり、我が国としても墨国の現状に鑑み協力の重点分野として妥当であるとの見解を示し、合意された。

その後、日墨双方で協力案件の発掘に努めた結果、今般墨国側より具体的な要望案件が提示され、それを基に本調査団を派遣することとなった。

本調査団は、92年10月に実施された第6回日墨技術協力年次協議のフォローアップの一環として、今後の我が国の対墨協力を資するべく、当地を中心とする墨国の水問題（水資源、上下水道、環境、防災等）の現状、協力ニーズを広く調査・情報収集するとともに、墨国側より非公式に開発調査の要望として提示されている下記4案件を中心に、要請内容、背景を確認し、平成5年度の同分野の具体的な開発調査案件を発掘・形成することを目的としている。

<要望案件概要>

(1) セロ・デ・ラ・エストレーザ処理場の汚泥処理計画

メキシコ連邦区庁(DDF)公共事業総局水利局(DGCOH)は、汚水や汚泥等の二次産物の処理に関し、社会開発省(SEDESOL)が設定している環境基準をクリアするため、水利局が管理する下水処理場の汚泥処理及び管理システムの改善を検討している。本計画は既存の処理場の中では最大規模のエストレーザ処理場をモデルケースとした汚泥処理及び管理改善システムを策定することである。

(2) 上下水道・排水処理自動化計画

DFの各水利施設は測定機器、施設の自動化が一部に留まっており、距離的な分散もあり多数の職員を各施設でのモニター監視に割り振らなければならず、また中央のセンターでリアルタイムに必要なパラメータを入手できないため極めて非効率な運営となっている。本件はこれらのシステムを効率的に運用し貴重な水資源の有効利用を行うための上下水道施設・機器運転の自動化計画を策定し、水圧、流量等のモニタリングデータを集中管理するためのデータ通信網の整備計画を策定するものである。

(3) 水利施設対地震防災計画

DGCOHは、地下水の汲み上げによる地盤沈下や地震により被害を受けている上下水道管路施設に対して、可とう性継手の導入を検討している。本件は、可とう性継手の実用性に係る実験研究の実施と、継手の導入計画の策定を行うものである。

(4) バパロアパン川下流域総合開発調査

バパロアパン川下流域では、洪水により農地等に被害が及んでいるほか、低地の浸水により土地の有効利用が困難な状態にある。また、バパロアパン川の一支流であるブランコ川は、未処理の下水、生活排水、工場排水の流入により、汚染が著しい。本件は、バパロアパン川下流域の洪水防御対策計画、流域の土地利用計画の策定と、併せてブランコ川流域の水質汚濁防止対策計画の策定を行うものである。

1.2 調査団構成

団員名	担当業務	所 属
岩堀 春雄	団長/総括	国際協力総合研修所 国際協力専門員
熊谷 宣和	協力政策	外務省経済協力局開発協力課
深井 泰雄	協力計画	JICA企画部地域二課
本間 重彦	上水道	セントラルコンサルタント(株)
木原 一行	河川	セントラルコンサルタント(株)
春 公一郎	下水道	セントラルコンサルタント(株)

1.3 調査行程

日順	曜日	午 前	午 後
1	2/14(日)	移動 東京(16:45) → ヴァンフリス → マシコシティ(17:56)	
2	15(月)	JICA事務所打合せ、外務省表敬	DDFとの協議、大使館表敬
3	16(火)	DDFとの協議	農業水資源省国家水委員会(CNA)との協議
4	17(水)	DDF上下水道関連施設視察(17日 情報センター、中央水質研究所、下水ポンプ場、 シャム工事現場、資材倉庫 18日 リマゲネ浄水場、上水道送水管シャム工事現場、 マストキヤマの下水処理場、ワミ貯水場、セロ・デ・ラ・エストレジャ下水処理場)	
5	18(木)		
6	19(金)	パパロアパン川流域サイト視察(19日 マン・ロハ川河口のマン・ラド湖、下流域の浸水地 湿原地帯の道路侵食現場、ラコタルバ市、ダム 20日 オリサバ水質検査所、下水処 理場建設現場、ブランコ川中流域)	
7	20(土)		
8	21(日)	専門家(農業水資源省)との意見交換、団内打合せ	
9	22(月)	JICA事務所との協議、	DDFとの協議
10	23(火)	(熊谷帰国) 団内協議、	CNAとの協議
11	24(水)	大使館・JICA事務所への報告、外務省への報告	
12	25(木)	(岩堀、深井帰国) 環境庁(INE)、DDFとの協議	
13	26(金)	世銀との協議、情報収集	
14	27(土)	資料整理、団内協議	
15	28(日)	資料整理、団内協議	
16	3/1(月)	IMTA(水管理研究所)視察	
17	2(火)	DDFの下水放流先視察	
18	3(水)	資料整理、団内協議	
19	4(木)	JICA事務所報告	
20	5(金)	コンサル帰国 マシコシティ発(9:35) ---	
21	6(土)	-----> 東京着(17:15)	

第2章 メキシコシティの上水道

墨国の首都であるメキシコ連邦区（DF）は、海拔2,200mのメキシコ盆地に位置し、1991年現在、行政面積は約1,500km²（東京都23区の約70%）、人口は837万人を有し、年2%強の人口増加率で2000年までには1000万人に達すると予想されているが、すでに行政地域内は過密状態で近隣の州への都市化が拡大し、現在、首都圏は1,500万人とされている。1983年から1991年までのDFの人口を、表2.1に示す。

表2.1 DFの人口推移

単位：百万人

年	人口（前年比増加率%）
1983	7.02（-）
1984	7.18（2.3）
1985	7.34（2.2）
1986	7.51（2.3）
1987	7.67（2.1）
1988	7.84（2.2）
1989	8.04（2.6）
1990	8.24（2.5）
1991	8.37（1.6）

2.1 上水道政策

2.1.1. 上水道に係る行政機関と責務

墨国における国家レベルの上水道、下水道、河川等に係る「水」行政は、農業水資源省（SARH）の国家水委員会（CNA）が管轄している。一方、DFの「水」行政は、国の行政機関から独立しており、独自の基準と財政によりメキシコ連邦区庁（DDF）の公共事業総局水利局（DGC0H）によって、計画、設計、施工、維持管理、運営が行われている。DGC0Hは主に上水道及び雨水排水を含めた下水道事業を管轄する機関であり、1991年の職員数は14,637人である。DGC0Hの組織図を図2.1に示す。

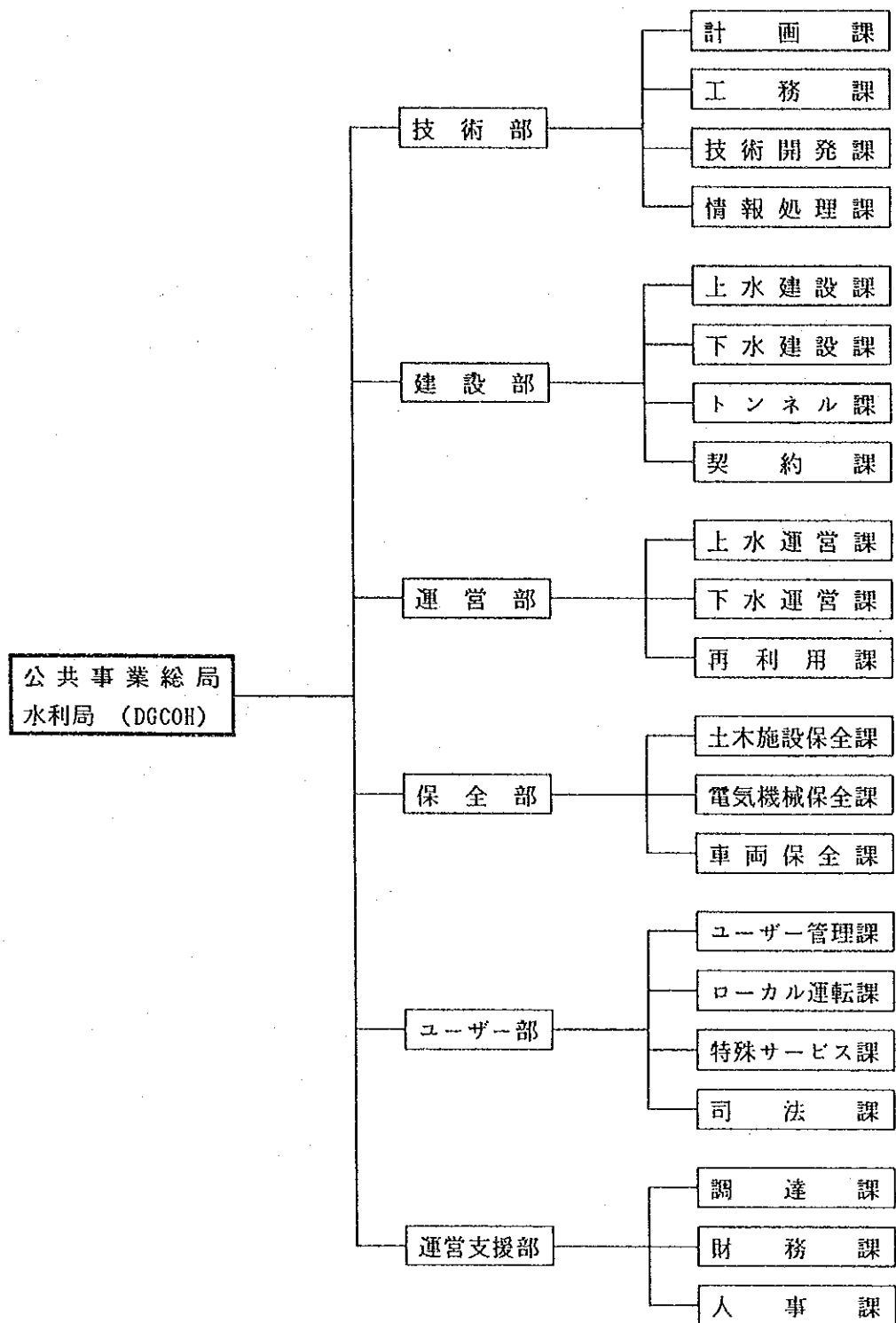


図2.1 メキシコ連邦区庁水利局 (DGCOH) 組織図

2.1.2 .上水道政策

アステック文明の首都であったティノチティラン（メキシコ市）の起源以来現在まで地形、気候等の要因により、メキシコ市にとって水供給は重要な問題であった。

メキシコ市の水供給政策の歴史をふりかえれば、年々、加速される人口増加に対応し、DGCCHは、1950年に不十分な上水道施設の改善にとりくみ、1960年には人口普及率は50%に達した。

1960年代後期には給水栓からの供給は63%となり、残りの37%は給水車と共同給水栓によるものであった。人口増加はさらに拡大し、市に隣接するメキシコ州の郡と合併するようになり、DGCCHは上水道計画の1人当たり計画平均給水量を320ℓに設定した。

1974年までは、表流水及び地下水の有効量と需要量はほぼバランスされていたが、以後需要量はメキシコ盆地内の有効量を越え始め、水問題は技術的、経済的ファクターのみならず、水源の涸渇及び水質汚濁の可能性による、「水の有効性」が重要になった。このような状況の下で、1979年にDDFの水有効利用計画が制定された。概要は以下のようなものであった。

- ①生活水準、生産活動に影響を与えることなく水使用量を減少させる。
- ②人口増に対し遠方の水源を利用する。

一方、DDFは低所得者層をカバーするために、1978年から1980年にかけて、120万人に給水栓を取付、上水道サービス範囲を63%～97%に拡大するプログラムをスタートさせた。1983年に上記の水有効利用計画に沿った、市外部のレルマ水系からの88kmのパイプラインが建設された。

1984年には水有効利用計画が改訂され、最終目的が設定された。その概要を以下に示す。

<水有効利用計画の概要>

- ①水資源をその最大まで使用する
 - ・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上水と下水システム改善
 - ・クッツァマラ水系送水管の建設（延長125km+43km、径4000mm）
 - ・既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

⑤トイレと風呂設備の水消費量の減少

現在、上記改訂プログラムに沿って、各種水問題の対策が進められている。

2.1.3 上水道事業財政

(1) 財源

上水道に係る財源は、下水道と同様にDDFの予算と国際機関や他国からの借入のみで、国の補助は一切受けていない。水道料金は他の税収と同じように取扱われ、DDF全体で配分され、上水道事業は独立採算制で行なわれてはいない。水道料金は、DDFの法律に基づき、基本的には使用量に対し累進され、メーターの有無によって算定方法が異なり、さらに一般水道水と再利用水によっても料金は異なる。現在、財源の確保、水有効利用を目的とし、年30万個のペースで水道メーターの取付が実施されている。

(2) 決算

1988年から1992年までの過去5年間のDGCOHの決算を、「第3章 メキシコシティの下水道」の3.3(2)決算に示す。年20%のインフレ率を考慮せず、上水道の決算を円換算(40円/新ペソ)で表せば表2.2のとおりである。

表2.2 DGCOHの決算推移(上水道)

年	決算(新ペソ)	決算(円換算)
1988	168,566,000	6,742,640 千円
1989	389,851,000	15,594,040 "
1990	550,091,000	22,003,640 "
1991	556,609,000	22,264,360 "
1992	803,455,000	32,138,200 "

2.1.4 水関連法令

墨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。

一方、DDFは、水関連行政において墨国全体の先駆であり、市独自の法律を施行している。DDFは水の有効利用とその水質保全を促進するために、1990年1月25日に上水道と下水道に関する新しい規制、基準を制定した。DDFの水質管理は1950年代から実施されており、1982年設立の中央水質研究所において、本格的な水質管理体制を確立し、現在、アメリカのEPA基準項目と同じく256項目の水質検査を実施しており、これは国の基準である36項目をはるかに越えるものである。

2.2 上水道施設の現状

現在、メキシコ首都圏の人口は1,500万人であり、そのうちの約840万人はDF内に定住し、低所得者の流入が著しい。

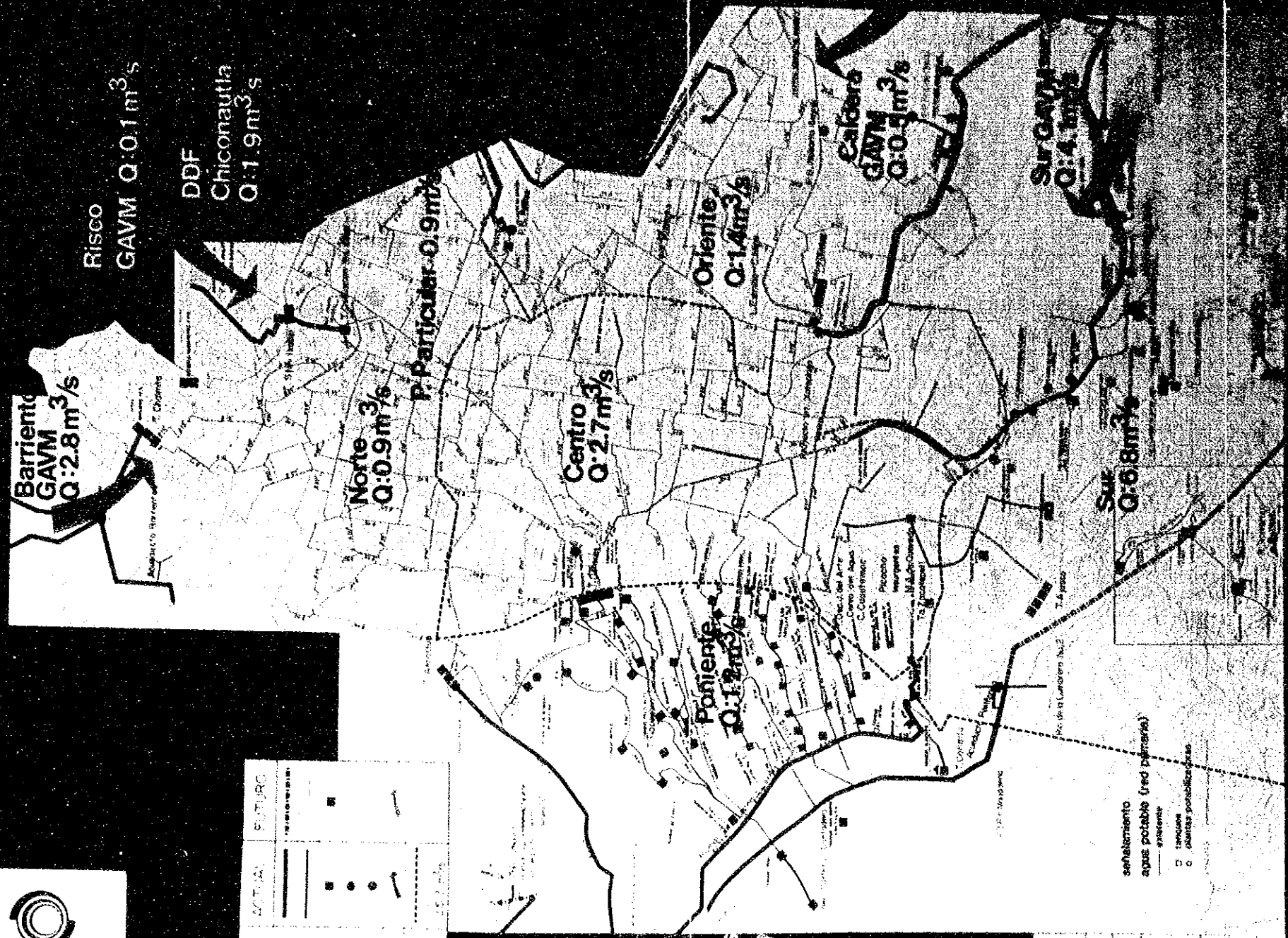
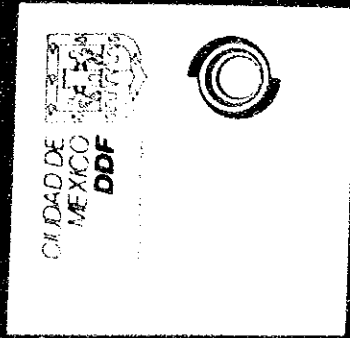
首都圏人口の97%に対し年平均58m³/sの飲料水が供給され、飲料水67%、工業用水17%、商業・サービス16%の内訳となっている。DFの水道施設平面図を図2.2に示す。

一方、DDFは行政区内の人口840万人に対し飲料水、工業用水、商業・サービス用水として、1991年に35m³/sを供給している。DFにおける1984年～1991年の8年間の一人当り給水量を表2.3に示す。この数字は工業用水、商業用水を含んで1人1日当りに換算したものである。

表2.3 1984年～1991年の1人1日当り給水量

年	給水量 (ℓ)
1984	387
1985	399
1986	420
1987	414
1988	392
1989	378
1990	362
1991	364

Agua Potable Plan Maestro



ACTUAL	FUTURO
<ul style="list-style-type: none"> Red de distribución Red de recolección Red de tratamiento Red de almacenamiento Red de bombeo 	<ul style="list-style-type: none"> Red de distribución Red de recolección Red de tratamiento Red de almacenamiento Red de bombeo

Lerma Q: 4.3m³/s

Cuizamala GAVM Q: 7.6m³/s

Temascaltepec

INFRAESTRUCTURA	
Red de distribución	14.7
Red de recolección	14.5
Red de tratamiento	6.90
Red de almacenamiento	13.000
Red de bombeo	1.83
Red de almacenamiento de emergencia	325
Red de almacenamiento	4
Costo del agua	50,000

señalamiento
agua potable (red primaria)
- sistema
- puntos potabilizadores

图2.2 主要水道管路施設平面図

(1) 水源

1984～1991年の8年間における水源別取水量を表2.4に示す。

表2.4 DFの水源別取水量(1984年～1991年)

(単位: m³/s)

年	地下水		表流水・湧水		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

上表によれば、水源の60%以上を地下水に依存している。このため、地下水の揚水量と自然の涵養量のバランスがくずれ、現在DFの中央部から北部にかけて年平均10cmの地盤沈下が進行しており、その最大は年40cmに及び、さらに井戸の水位低下も進行している。

このような状況の下で、水源を外部に依存し、すでに送水されているクツァマラ水系についてCNAとの合意を得て、1995年には2.0m³/s、1998年には、5.0m³/sの増量を見込んだφ4000mm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おり、計画全延長43kmのうち現在15kmが完成している。この送水管の目的は、東部のひっ迫している地域への給水を可能とすることにより水供給の公平化を図るというものである。

(2) 上水道施設

1991年における、DGOH運営の主要上水道施設を表2.5に示す。

表2.5 主要上水道施設

取水井戸	847本
導水管	490km
貯留・調整タンク	243池 (V = 1,500,000m ³)
ポンプ場	183箇所
幹線配水管 (500~1,830m)	690km
配水管 (500m未満)	10,000km
浄水場	4箇所 (V = 38,000m ³ /日)
消毒施設	326箇所

上記施設によって、行政区内においては一部(2%)給水車によるが、ほぼ100%の住民に給水されている。

DFの上水道施設の特徴は、水源の多くを地下水に依存しておりCNAよりクッツァマラ水源の浄水を受水しているため、大規模な浄水場を必要としないことである。また、上水道の歴史が古く、人口増加に合わせて施設の拡張を進めてきたため、システムが複雑でかつ老朽し、多くはすでに一般に言われている耐用年数を越えている。管路の90%が石綿セメント管であり、現在塩ビ管への移行努力を行っているものの、年3.6~3.7万回の漏水が発生している。

(3) 維持管理

16地区(東京都の区に相当)からなるDFの上水道及び下水道事業の管理運営を行っているDGCOHの職員数を表2.6に示す。

表2.6 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

(4) 工業用水・農業用水

工業用水はDGCOH全体の給水量の17% (約6.0m³/s) を占め、2.6% (0.9m³/s) は独自の井戸で用水を確保している。地下水の枯渇が憂慮されているものの、外部水源からの受水は水単価が非常に高額 (6000万ドル/m³) となることから、下水処理水の再利用が開始され、現在0.25m³/sが利用されている (第3章の下水処理水の再利用参照)。

一方農業用水は、DFが行政、工業、商業都市であることから、用水量としては記録されていない。

2.3 上水道事業・施設の問題点

2.3.1 上水道事業の問題点

既設上水道システムの概要と問題点を図2.3にまとめる。

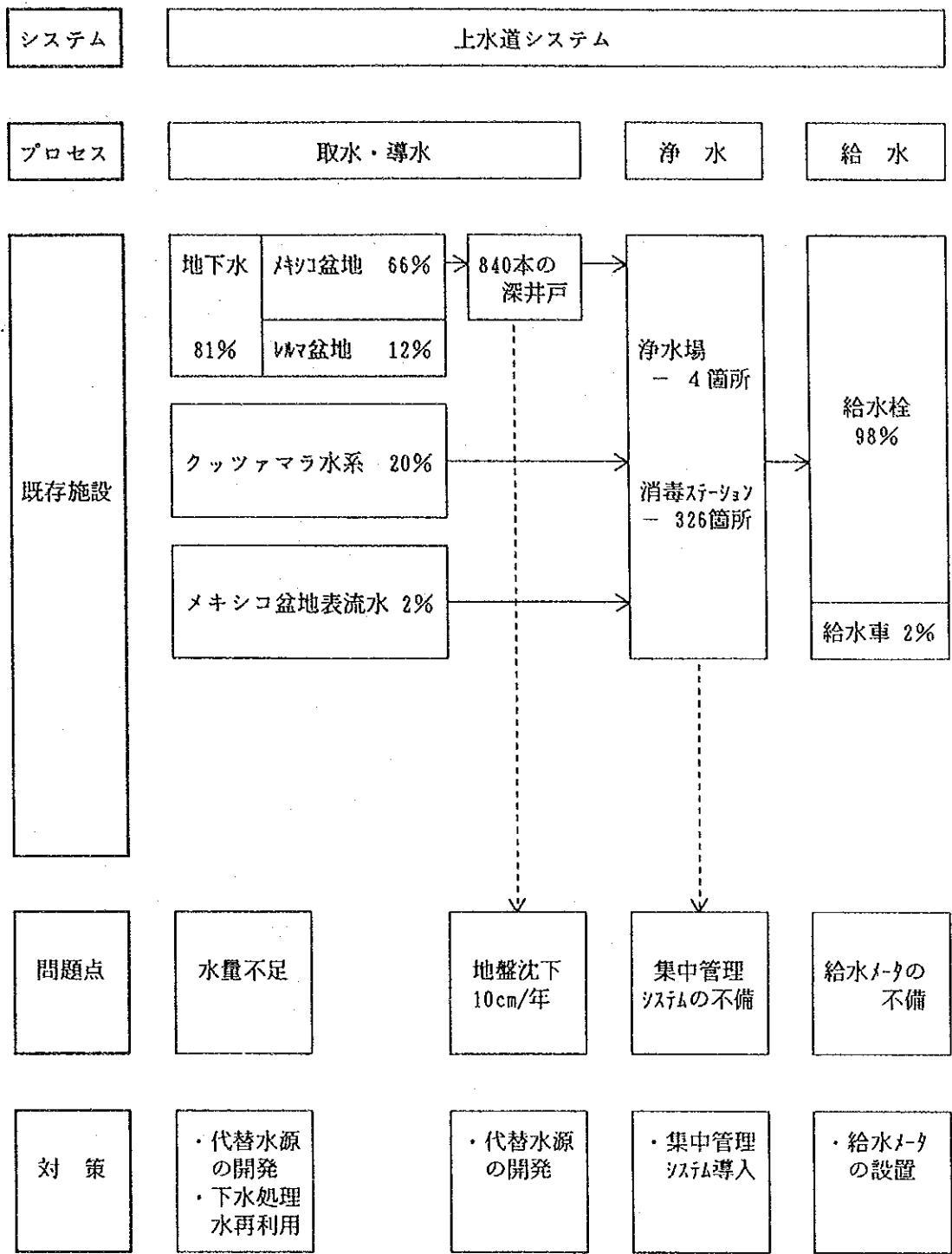


図2.3 DFの既存上水道システムの概要と問題点

(1) 上水道計画における問題

D Fの上水道計画は1人1日当たり320ℓを計画給水量原単位とし、人口増加に合わせて施設の拡張を行ってきた。したがって、目標年を設定し、人口予測及び生活水準の上昇による計画原単位の増加に基づいた長期的な上水道計画は行われていない。

(2) 事業実施における財政的問題

表2.2に示したDGCOHの上水道における決算によれば、1989年の3.9億新ペソ（156億円）から1992年までの3年間で8億新ペソ（321.4億円）に上昇しているが、年20%のインフレ率を考慮すれば増額はわずかである。

DGCOHは、1983年に改訂された水有効利用計画に沿ったかたちで、各種上水道事業のうち内径4000mmのクツァマラ水系送水管の建設に継続的に投資しているものの、近年では予算の配分が下水道事業にシフトしているため、十分な予算の確保は困難な状況にあり、現在、配水管（延長10,700Km）の90%を占める石綿セメント管の塩ビ管への布設替えも進んでいない。

(3) 事業実施における技術的問題

上水道事業の技術に関する状況を以下に示す。

- ①1950年より本格的に水道事業を開始し、システムを確立し、上水道に関する技術的情報を蓄積している。
- ②D D F中央水質研究所において256項目（E P A基準項目）の水質検査を行っている。
- ③小規模ではあるが4ヶ所の浄水場の設計、建設、維持管理を行っている。
- ④内径4000mmの送水管の建設においてシールド工法、トンネル工法による設計、施工を行っている。
- ⑤ニューマチックケーソン工法によるポンプ場、逆巻工法によるトンネル立坑の設計、施工を行っている。

D Fの水道事業は、上記の技術に関する状況に示されるように、DGCOHの蓄積された独自の技術力によって、計画、設計、施工維持管理が行われ、ほぼ100%の人口普及率を達成している。現地調査において、ポンプ場、浄水場、送水管等の建設、管理状況において、D Fの制約された財政事情のもとで最大限の技術開発を行い、墨国の実情に合った技術を保持しているものと考えられる。

一方、近年、環境対策を無視した活発な生産活動による大気汚染、公共用水域の水質汚濁等の環境問題を発生しており、地下水水質の悪化によるD Fの水道事業への影響が懸念される状況にある。

(4) 水量不足と地盤沈下の問題

D Fは国の行政、工業、商業の中心都市であるため、毎年2.0%強の流入人口があり、水需要量を増加させている。しかし、盆地という地形的、気候（年間降水量500mm程度）的制約により、地下水取水量と地下水涵養量との比は2：1となっており、年3.0m程度の地下水位が低下し、地盤沈下の原因ともなっている。

このような状況の下でD Fは水源を外部に求めざるを得ず、市内まで125kmに位置するC N A管理のクツアマラ水系からの導水を開始した。この水系は、将来5.0m³/sの増量しか見込めず1人当り計画給水量を320ℓとすれば、1,350,000人相当となり、年2.0%強の人口増加に対し数年しか維持できないことになる。さらにクツアマラ水系からの導水は約1200mのポンプ施設による揚水が必要であり他の水源を想定した場合、それ以上の揚程と導水延長を必要とし、DGC0Hの試算では1m³/s当り6,000万USドルに及ぶと言われている。

(5) 上水道システムの問題

D Fの配水システムは12系統から構成されており、上水道システムは基本的には、水源・浄水場→調整タンク→タンク→ポンプ→配水区域となっているが、図2.4に示すように直接、水源からタンクへ送水したり、配水池から増圧ポンプを中継しないで直接配水区域へ給水される場合もあり、システムが複雑なために維持管理を難しくしている。また、東部地域においては、しばしば断水が起こっている。

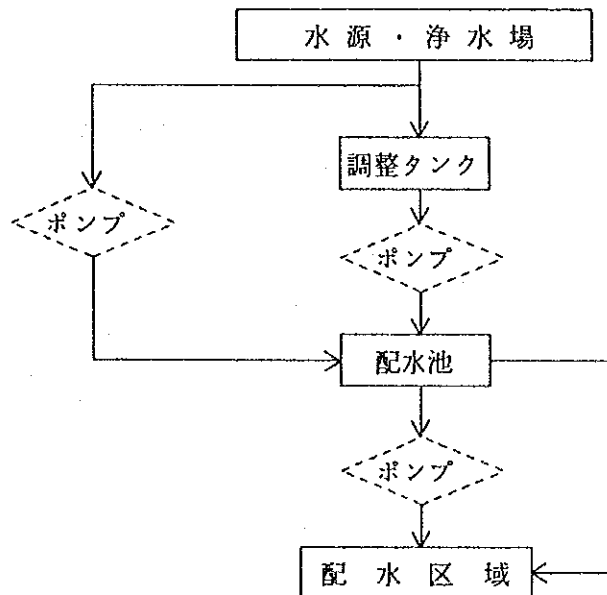


図2.4 上水道システム

(6) 管材の問題

1950年には人口普及率が50%になり、すでに建設後50年を経過した老朽管も存在し、管材の90%は石綿セメント管又はコンクリート管である。一方、過去に1985年の大地震及び数回の地震を記録し、地下水の過剰揚水による地盤沈下、複雑なシステムによる過負荷等による、年37,000回程度の漏水修理を行っている。さらに近年石綿の健康に対する問題から、石綿セメント管の使用及び生産が世界的に廃止される傾向にある。

(7) 水道メーターの設置の問題

財源の確保と、消費者が料金を支払うことによる節水の必要性を認識させるために、水道メーターの取付を行っているが、現在、190万戸のうち100万戸（53%）しか設置されていない。

(8) 地震対策の不備

1985年の大地震の際、地中深く埋設されている構造物には影響はなかったが、浅く布設されている上水道管路、調整タンク、配水池等のコンクリート構成物に影響があり、すでに修理は完了したが、現在地震対策はほとんど講じられていない。

(9) 維持管理の問題

DGCOHは行政区内に32箇所の管理事務所を設置し全施設の維持管理を行い、11箇所の資材倉庫において緊急時の修理用資材の管理を行うとともに、200km²（最終的には600km²をカバー）の管内圧力、100ヶ所の井戸、55ヶ所のポンプ場、49ヶ所の配水池に自動化設備を設置し、中央コントロールセンターで無線及び電話回線によるデータの収集を行っているが、全施設をカバーするには至っておらず、収集データの活用方法も見出せずにいる。

2.4 上水道に係る既存もしくは進行中の関連計画調査

DFの上水道事業の状況をとりとまとめ、表2.7に示す。

2.4.1 上水道計画

上水道に関する上水道計画はDGCOHが策定しているが、1950年の本格的な上水道事業の開始以来、今日まで、行政区域全体を対象とし、目標年を設定した計画は行われなかった。したがって日本で実施されているような上水道計画は存在せず、都市化の拡大に合わせて暫定的な拡張計画を行い予算を獲得し事業を実施している状況である。

表2.7 DFの上水道事業状況

項目	実施レベル					備考
	5	4	3	2	1	
基本計画			○			給水管普及率は既に98%に達している。
水源計画	○					
導水計画	○					クワツマ水系からの増量計画がある。
浄水計画	○					
配水計画	○					
配水制御			○			200k m ³ の水圧測定、一部の配水池、ポンプの自動制御は行っているが、バルブの自動制御は行っていない。
給水計画			○			給水メータの取付が十分なされていない。
漏水防止計画				○		
管路情報処理				○		マイクロームによる管理のみ行っている。
水質管理計画		○				
地震／沈下対策					○	
保守・管理	○					
経営			○			47%の水道メータの取付が完了しておらず、独立採算性も導入されていない。

レベル評価の基準 5：施設がほぼ完備されているか、事業／計画がありレベルも高い。
 4：事業／計画の存在は確認できたが、レベルは不明。
 3：部分的な事業／計画の存在が確認できた。
 2：事業／計画の存在は確認できなかったが、将来的な展望はある。
 1：事業／計画の存在も、将来的な展望も確認できなかった。

2.4.2 水有効利用計画

メキシコ市は都市の形成されたアステカ時代より今日まで一環して水源問題に悩まされ続けてきた。毎年拡大する水需要に対応できる新しい水源の確保は特にコスト面から困難であるとの判断に基づき、1人1日当り使用量の低減、公平な供給システム、下水処理の再利用等、現在、DFに存在する利用可能な「水」の効率的な利用を目的とした水有効利用計画が策定され、DGCOHはそれに沿った事業計画を作成しプロジェクトを推進している。

2.5 上水道に係る既存もしくは進行中のプロジェクト

水有効利用計画に沿って、下記のプロジェクトが実施または進行中である。

DGCOHが1983年～1991年に実施した主な上下水道事業を表2.8に示す。

(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φ4000mmであり、市内までの125kmと、市内の計画延長43kmのうち15kmは完成し、現在、残りの28kmのうち7kmをシールド工法による建設を行っており、全線の完成は1998年の予定である。シールド機は日本から購入したものである。

(2) 井戸、配水池、ポンプ場の自動化

DFの給水地域が広大で平坦な地形状況のため高水圧による配水を必要とするが、管路の90%が石綿セメント管でありかつ老朽化しているために低水圧による配水となり、断水地域が発生するなど、水供給に不公平が生じている。水供給の公平化を図るために、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コントロールを行うために、遠隔地域と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たが中央コントロールまでには至っていない。

(3) 下水処理水の再利用

現在、DGCOHは10箇所二次処理による下水の処理場と3箇所の三次処理による下水の処理場を運営し、その合計処理水量は1日平均21,600m³である。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%)、農業かんがい用水(5%)、洗車用水(2%)に再利用されている(詳細は、「2. 下水道」参照)。

(4) 水道メーターの取付

実際の消費量を把握し、使用料の公平化及び増収を目的として、メーターの取付が進められている。現在、190万個に対し100万個(53%)が設置され、今後、年30万個のペースでメーター取付を行い2年後に完了する予定である。

表2.8 DGCOR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、190万のメータの登録開始
1985	<ul style="list-style-type: none"> ・メキシコ大地震によりDGCORの庁舎が破壊（9月）
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 ・セントルイス・パストII汚水処理場が稼働開始 ・水利施設のオートメ化を目標とした器材導入開始 ・DGCORで火事発生
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 ・サン・ルイス・トリニダド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 ・ミスキック、トラウカ、ワカメコの水郷地帯復旧プログラム開始 ・DFの上下水道サービス規定が認可
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 ・ゲアグラム・アケト外処理場の運転、維持管理、経営を民営化 ・ワカメコ付近のシエラ・グランド、シエラ・カ調整地、稼働開始 ・第11次国勢調査結果公表（DFの人口：824万人） ・年間降雨量が888mmを記録（1982～1989で最大） ・サン・フート・マトラン水力発電所建設（6,500kw）
1991	<ul style="list-style-type: none"> ・セロ・デ・ラ・イストレザ処理場、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 ・連邦区長により「水2000」が発表 ・重要な工場地帯アスカトルで処理水再利用管網が完成 ・ソグド・デ・ボルネオ処理場の稼働認可 ・100万人に対し新たに下水道普及 ・配水管網整備により普及率が97%から98%に上昇

(6) 節水モデル機器への取り替え

DGCOHは給水量の低減を目的して、民間企業の技術協力によりトイレ、風呂機器の節水モデルを開発し、パイロット機器により節水量を確認し、3段階に分けて目標年の1989年に全市の200万個以上のトイレを対象とし、旧16ℓタイプから新6ℓタイプへの取り替えを開始した。

- 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 - 個々の家庭

現在40万箇所の取り替えが完了し、80,000m³/日の消費量低減となった。1993年完了予定の第2段階が進行中である。

2.6 我が国の協力についての提案と期待できる効果

2.6.1 問題の絞り込みと考えられる対策

(1) 上水道計画について

DGCOHは、人孔の急増と使用量の増加に対応するため、不十分な財政状態の中で最大限の拡張あるいは水有効利用計画などにより需給のバランスを図る努力をしてきたといえる。これは長期的視野に立った水道計画の策定という理想からは言えば不十分ではあるが、水道計画の抜本の見直しを主張しても現在実施中の事業を変更できるものでもない。

(2) 事業実施における財政について

水道料金からの収入は上水道事業のみならずDDF全体に配分されているが、独立採算性を導入することにより経営の改善を図るとともに、財源の確保及び節水を徹底させる意味からも受益者負担という考え方を浸透させる必要がある。

(3) 事業実施における技術について

地下水の汚濁対策としては、当面工場排水の規制と監視の強化と合わせて下水道事業の促進を図ることが必要と考える。

(4) 水量不足と地盤沈下

①現在の給水量は以下の状況である。

$$8,400,000 \text{人} \times 360 \text{ℓ/人} = 3,024,000 \text{m}^3/\text{日} = 35 \text{m}^3/\text{s}$$

現在、建設中のクツァマラ水系からの増量は、 $5 \text{m}^3/\text{s} = 432,000 \text{m}^3/\text{日} \div 360 \text{ℓ/人} = 1,200,000 \text{人}$ 相当分となる。将来とも1人当りの水使用量に変化せず、前年比人口増加率を2.0%で計算すると、可能な給水量($35.0 + 5.0 = 40.0 \text{m}^3/\text{s}$)に対し7年程度で水量不足になる。

②地盤沈下の要因は地下水の揚水量と自然涵養量のバランスによるもので、DGOHの調査によれば、現在の取水と涵養との比は2:1と報告されている。したがって、取水量を現在の50%に低減すれば取水可能量は $11.4 \text{m}^3/\text{s}$ になる。この水量は1人当り360ℓとすれば、ほぼ270万人分に相当する。したがって地下水の取水量を50%に低減して、クツァマラ水系の水量を加えても、690万人相当の水量しか存在しないことになる。

③現在、DFの13ヶ所の下水処理場での総処理水量は $2.5 \text{m}^3/\text{s}$ ($216,000 \text{m}^3/\text{日}$)である。工業用水の使用量は約 7.0m^3 (上下道からの供水 $6.0 \text{m}^3/\text{s}$ 、独自の井戸 $0.9 \text{m}^3/\text{s}$)であるので、それを下水処理水等、他の水源に依存し、1人当り給水量を360ℓとする前提に立てば、可能給水量 $40.0 \text{m}^3/\text{s}$ は960万人に相当する。

④さらに、上記前提と地盤沈下をおさえるために地下水からの取水を50%低減したとすれば、可能給水量 $28.6 \text{m}^3/\text{s}$ ($40.0 - 11.4 = 28.6$)は670万人分に相当する。

⑤上記①～④をまとめ、以下に示す。

	可能給水量	$40.0 \text{m}^3/\text{s}$
①	$40.0 \text{m}^3/\text{s}$ を現状のまま使用	960万人相当 (現在840万人)
②	地盤沈下対策を考慮し、 $28.6 \text{m}^3/\text{s}$ を現状のまま使用	690万人
③	$40.0 \text{m}^3/\text{s}$ を生活用水のみに利用	960万人
④	地盤沈下対策を考慮し、 $28.6 \text{m}^3/\text{s}$ を生活用水のみに利用	670万人

上記での計算は概略ではあるが、DFの水量不足は重要な問題である。地盤沈下をおさえ、可能な給水量を全て生活用水に使用しても④案で示したように670万人しか給水できず、現在人口の840万人さえ満足しない。したがって対策は以下のことが考えられる。

- ・ 下水処理水の再利用
- ・ 1人当り給水量の低減

(5) 上水道システムについて

上記「上水道計画」において記述したように目標年を設定した上水道計画を策定し、システム及び中央コントロールによる維持管理の簡素化を図り、水を有効に配分できる上水道事業を促進する必要がある。

(6) 管材について

高圧配水を可能にし、健康問題の解消、漏水対策、地震対策等の面からも、石綿セメント管の他管種への布設替を積極的に促進する必要があるが、上水道計画を見直した上で実施することが望ましい。

(7) 水道メーターの設置について

水道メーターの取付は、計画では40万個/年であるが、実際には30万個/年のペースで進められており、事業の遅れはあるが、このまま継続すれば大きな問題とはならない。

(8) 地震対策の不備について

既存の上水道施設に地震対策を講じてゆくことは実際には困難である。したがって、地震対策技術を導入し、今後新規施設を築造する際にその技術を適用すべきである。

(9) 維持管理の問題

中央コントロールセンター、管理事務所、資材倉庫の設置により管理体制は確立されるが、施設からの情報入手のための自動化設備の設置は、システム全体の30%程度に対してのみ計画されている。墨側が求めているリアルタイムの情報入手による中央コントロールシステムは、現在実施されている規模を行政区域全体に拡大することによって解決される。

2.6.2 効果の把握と協力の可能性

(1) 上水道計画について

目標年を設定した上水道計画は、水源の確保、水の有効利用の面で大きな効果があると考えられる。将来予測に基づいた上水道計画策定は不十分であるので、技術協力の可能性はあるものと考えられる。

(2) 事業実施における財政について

水道メーターの普及が第一の対策であるが、DFで進めている事業をそのまま継続す

れば良いと考えられる。しかし独立採算制の考え方の欠落については、組織・経営上の改革を行わなければ解決は無理であろう。

(3) 事業実施における技術について

地下水の汚濁防止対策としては当面、下水道事業の促進が考えられる。

(4) 水量不足と地盤沈下について

2項目の対策の中で、「下水処理水の再利用」はDFですでに進められているが、第3章に記述するような技術協力が可能である。「1人当り給水量の低減」はトイレ等の低消費型への取り替え事業を実施中でありそのまま継続すればよい。「安価な水源の確保」は、すでにDFで調査され非常に高価な水となるという結論が得られており、現時点では協力の可能性は低い。

(5) 上水道システム

上水道計画を見直し、これに基づいたシステムの簡素化は水の有効利用及び維持管理の面からも大きな効果があると考えられるが、実際に事業を進めるためには莫大な資金を必要とするため、計画段階の技術協力の可能性はあるものの、事業の実施を考えた場合には可能性は低い。

(6) 管路施設について

墨国の経済活動は世界的な視野で見れば中進国であり、中南米で見ればブラジル国とともに中心国である。上水道の歴史は古く、計画、設計、建設の技術力も高く、浄水場及びトンネルの設計・施行を独自の技術力で実施し、上水道に関する技術力は高く協力の可能性は低い。したがって管材の布設替えにおいても財政の問題だけであると判断する。

(7) 水道メーターの設置について

現在、進められている水道メーター取付は財政、受益の節水の必要性の面から大きな効果があると考えられる。対策は、DF側でこのまま事業を継続すれば良い。したがって、協力の必要性はない。

(8) 地震対策の不備について

1985年の大地震の際に、構造物の亀裂、配水管路の切断等の影響を受けたことにより、地震対策技術の導入は墨側の強い希望であり、その他の技術協力による、技術指導という形での協力の可能性はある。

(9) 維持管理について

施設を自動化し、リアルタイムでデータを入手し、中央コントロールセンターでの運転・管理を行なうシステムの技術協力は、すでにDF側で実施している事業を拡大することで解決するものと考えられる。一方、データの活用方法は、地震対策と同じように技術指導という形での協力の可能性はある。

2.6.3 必要な調査の緊急度、優先度とプロジェクトの実現性

DFの上水道事業の中で水量不足対象は緊急度、優先度共に非常に高いが、すでに「水有効利用計画」に沿って実現可能なプロジェクトは独自の技術力によって計画され実施されている。したがって、我が国が開発調査を実施しても、それに基づいてプロジェクトが実現する可能性は低いものと判断される。

2.6.4 我が国の協力について

絞り込まれた問題に対し、開発調査として見た場合、協力の可能性は低いが、日本の技術力を非常に期待している。このような観点から以下の問題に対応できる専門家の派遣が望まれる。

①地震対策

②維持管理

第3章 メキシコシティの下水道

DFでは合流式により下水及び雨水の集水と排除を行っており排除システムはほぼ完成されているが、下水処理はほとんど行われておらず、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放流されている。DF内には現在13箇所の下水処理場があるが、これらのほとんどは小規模なものである。これは、上水道水源の確保が最優先事項となっており、また、環境保全に対する関心も悪名高い大気汚染に集中しがちであったため、下水処理は処理水の再利用という目的のためにのみ行われてきたからである。しかし、昨年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。

3.1 下水道政策

3.1.1 下水道事業に係る行政機関と責務

墨国の下水道は、市町村等の自治体が計画設計、施工、管理運営を行っている。DFについては、上水道事業と同様、DDFのDGC0Hが下水道事業に係るほとんどの業務を行っている。

3.1.2 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がうたわれている。また、工場排水について、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。

DDFの下水に関しては、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、リハビリが中心となってきたが、前述の下水処理の義務化に伴い、下水処理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。

3.1.3 下水道財政

(1) 財源

下水道に係る財源は、DDFの予算と国際機関や他国からの借入（これについては、未だ実績はない。）のみで、国からの補助はない。下水道料金は水道料金に含まれるものとして考えられているが、この料金収入は他の税収と同じように取り扱われ、DDF全体で分配されるため、独立採算という企業的概念が欠落している

(2) 決算

DGCOHの過去5年間の決算を表3.1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、上水道は施設の建設がほぼ完了し、下水道施設が整備の中心となっていることがわかる。

表3.1 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
計		364,485	660,755	1,054,058	1,224,001	1,497,518

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。

3.1.4 下水道関連法令

(1) 国家水法

墨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、SARHのCNAが中心となってまとめたもので、昨年（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。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、排水の質に関する基準の策定も行っている（基準等遵守の監視はCNAの管轄）。DDFは、SEDESOLの基準に準じ、独自の基準を策定している（あるいは提案中）。

表3.2 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が、利水目的別の水質基準はある。
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。
”（下水道への排出）	工場の業種別に定められている。

3.2 下水道施設の現状

3.2.1 下水道普及率

排除システムの普及率は85%に及ぶが、残りの15%は、付近の水路に直接放流するか、汚水だめを通じて地下浸透している。一方、下水処理は全体の7%しか行われておらず、メキシコ州やイダルゴ州の河川を経て、ほとんど未処理のままメキシコ湾へ直接放流されている。

表3.3 DFの下水道普及率

	対象人口	普及率
排除システム	約710万人	85%
処理システム	約59万人	7%
DF人口	約840万人	

3.2.2 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

おもに合流式となっているが、一部の地域では分流式となっている。

(2) 管路施設

市内の雨水及び汚水は、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を通じて、最終的に深層下水管や大運河により市外へ排除される（図3.1参照）。

①管網

管網の管路延長は延べ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：セミプロフンド）

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

③放流管路（図3.2参照）

下水は、4つの放流施設を通じて市外へ排除される。そのうちの2つは、深層下水管（profundo：プロフンド）と呼ばれるものであるが、深度20m（市内）～220m（市周辺部の山岳地帯）に布設された径4～6.5mのトンネルである。この2本のトンネルは、市外で合流した後エル・サルトル川に流入するが、雨期のみで使用となっている。残りの放流施設は大運河（gran canal：グラン・カナル）と呼ばれる開水路で、これにはふたつの系統があるが、いずれも市内より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放流する。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、バヌコ川を経て、最終的にメキシコ湾に流出する。

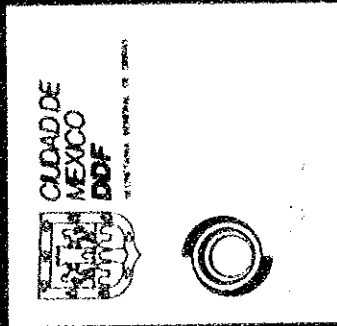
(3) ポンプ施設

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

雨期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3.4に示すとおりである。

Drenaje Plan Maestro



2do Túnel de Tequisquiác 1952

1er Túnel de Tequisquiác 1900

Portal de Salida 1975

Tajo de Nochistongo 1789

INFRAESTRUCTURA	ACTUAL	FUTURA
Proyectos	[Symbol]	[Symbol]
Troncos	[Symbol]	[Symbol]
Estaciones de Bombeo	[Symbol]	[Symbol]
Estaciones de Tratamiento	[Symbol]	[Symbol]
Estaciones de Almacenamiento	[Symbol]	[Symbol]
Estaciones de Control	[Symbol]	[Symbol]

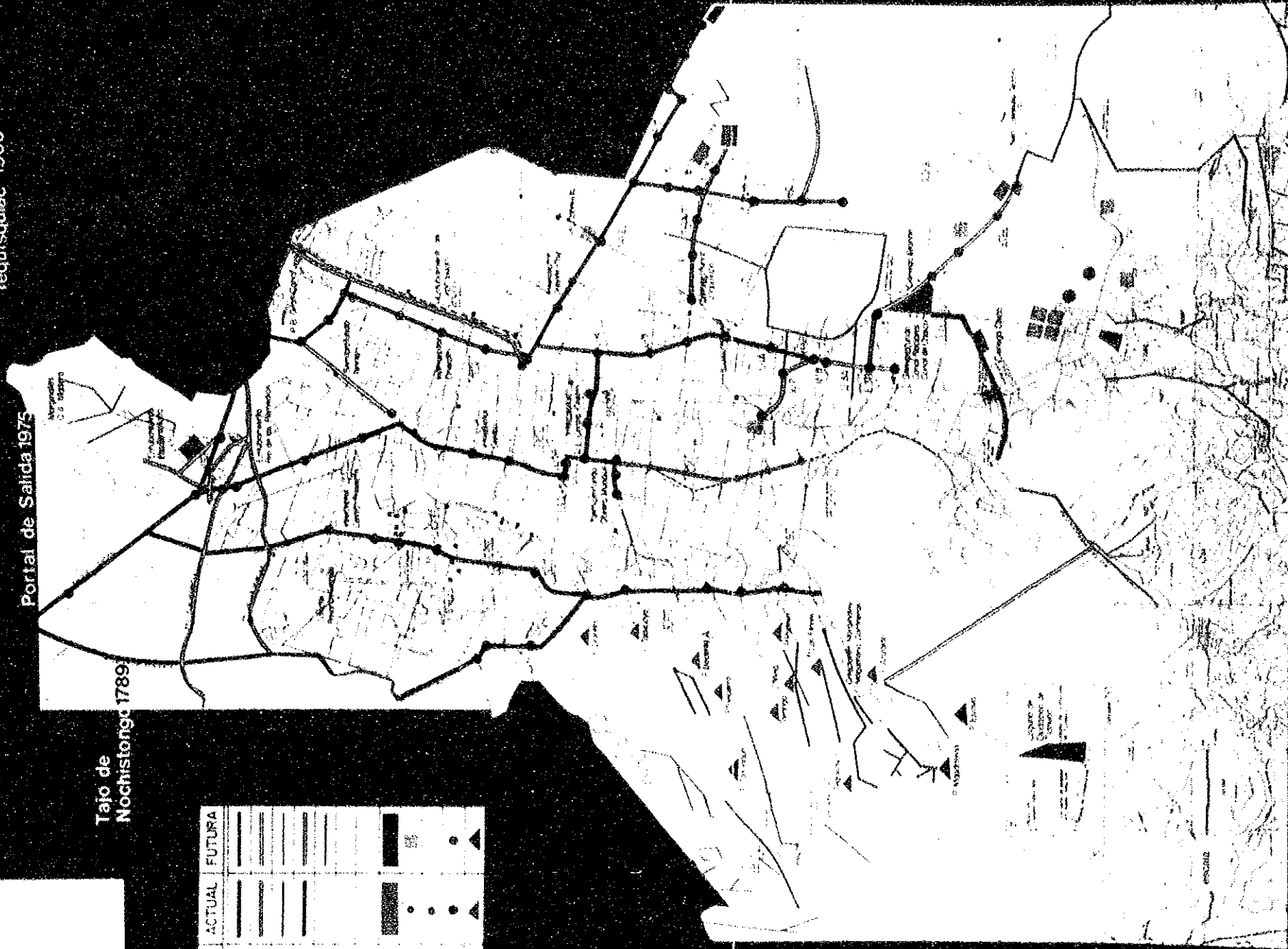
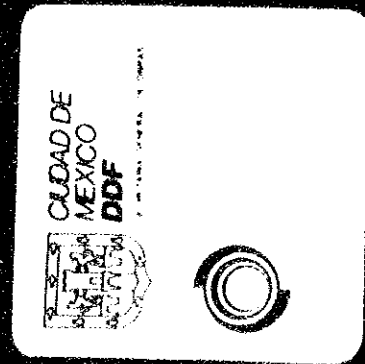


图3.1
主要下水道管路施設平面图

Cuenca del Valle de México



Falla de San Andrés

Falla de Zocamboxo

Sierra de Pachuca

Falla Clarión

Río El Salto

Río Salado

Túnel de Nochtistongo 1608

Portal de Señala 1975

Tajo 1789

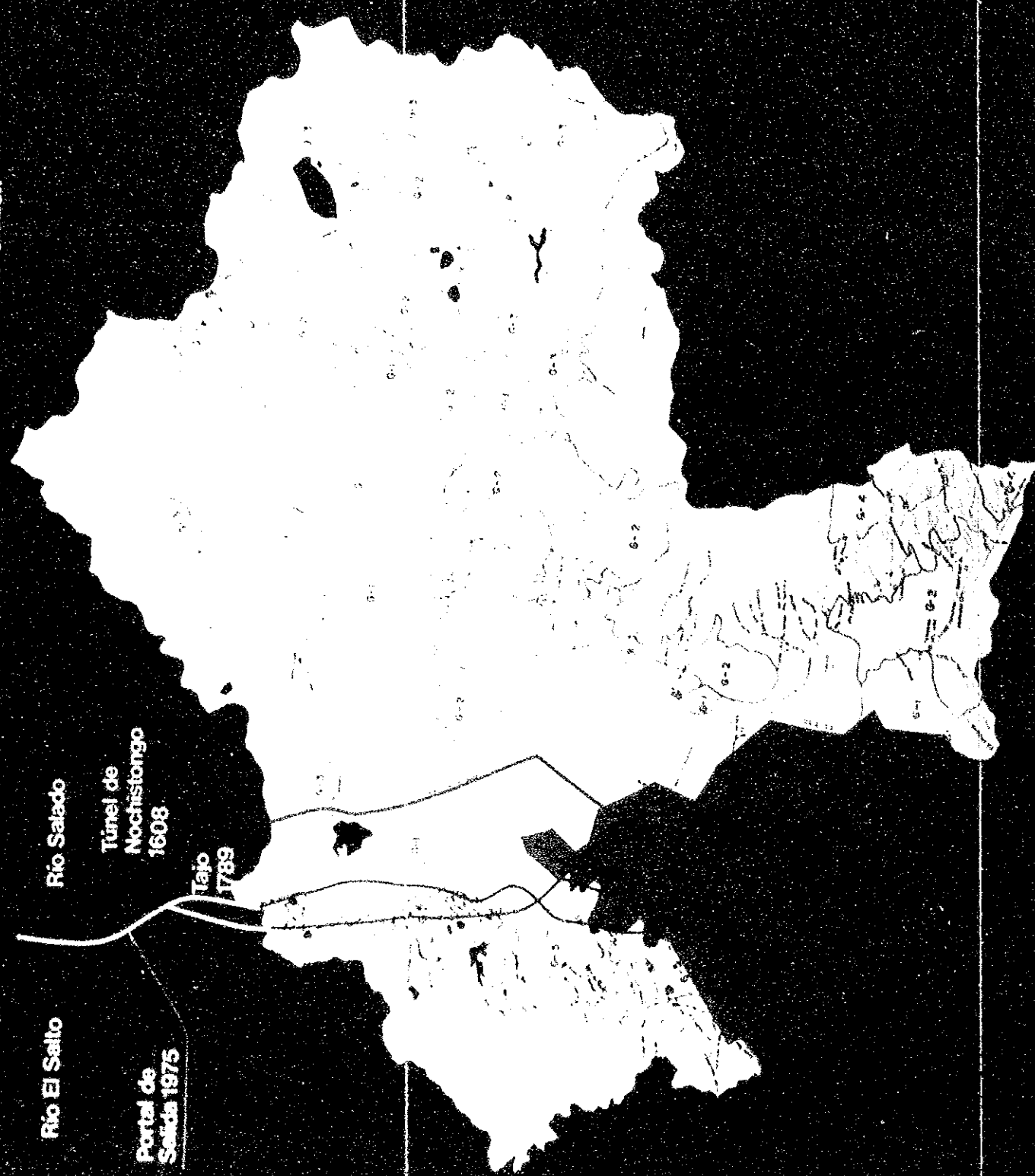


图3.2

下水放流管路平面图

表3.4 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
プレスノス	70
カレータス	90
クアウテベック	8
計	1,523

(5) 下水処理施設（表3.5参照）

①下水処理

現在13ヶ所の処理場が稼働しており（図3.4参照）、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。小規模のものが多く、下水処理人口は全体の7%に過ぎない（給水量 $35\text{m}^3/\text{s}$ に対し実際の処理量 $2.5\text{m}^3/\text{s}$ ）。これは、これらの処理場が、水不足に対する配慮から、処理水の再利用を目的として建設されたためである。

代表的な処理場として、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3.3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、窒素等の除去を図ることも行われている。また、現在三次処理施設（砂ろ過）の追加工事が行われており、さらに、今年中に $1\text{m}^3/\text{s}$ の処理能力拡張（現在の処理能力は $3\text{m}^3/\text{s}$ ）を行う計画である。

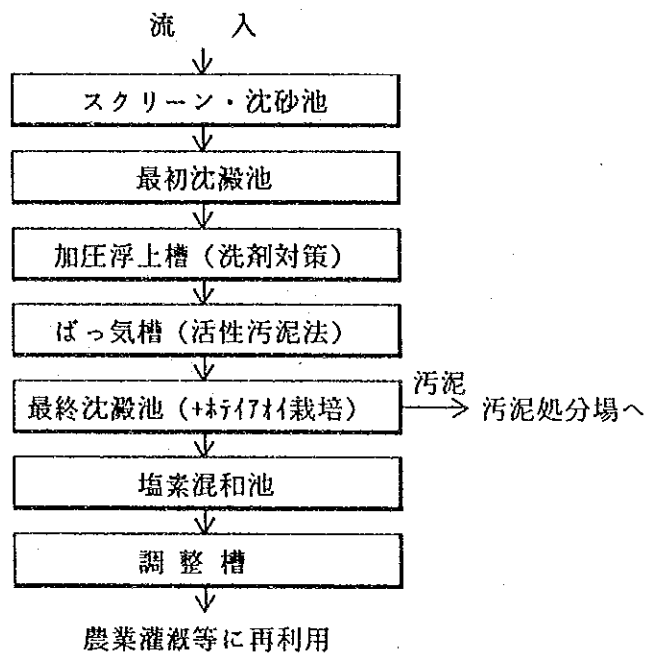
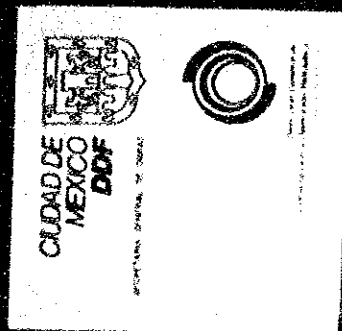


図3.3 セーロ・デ・ラ・エストレージャ処理場の処理フロー

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、1処理場（サン・ルイス・トラキシャルテマルコ処理場）において天日乾燥～農地還元というプロセスが試みられているものの、ほとんどの場合市外の処分場（メキシコ州にあり、かつて湖だった。）に、石灰混入ののち投棄されている。

Tratamiento y Reús Plan Maestro



INFRAESTRUCTURA	ACTUAL	FUTURO
Plantas de Tratamiento	●	●
Plantas de Recolección	■	■
Plantas de Bombeo	■	■
Plantas de Limpieza y Desecho	■	■
Plantas de Infiltración	■	■
Plantas de Compostación & P.T.	●	●

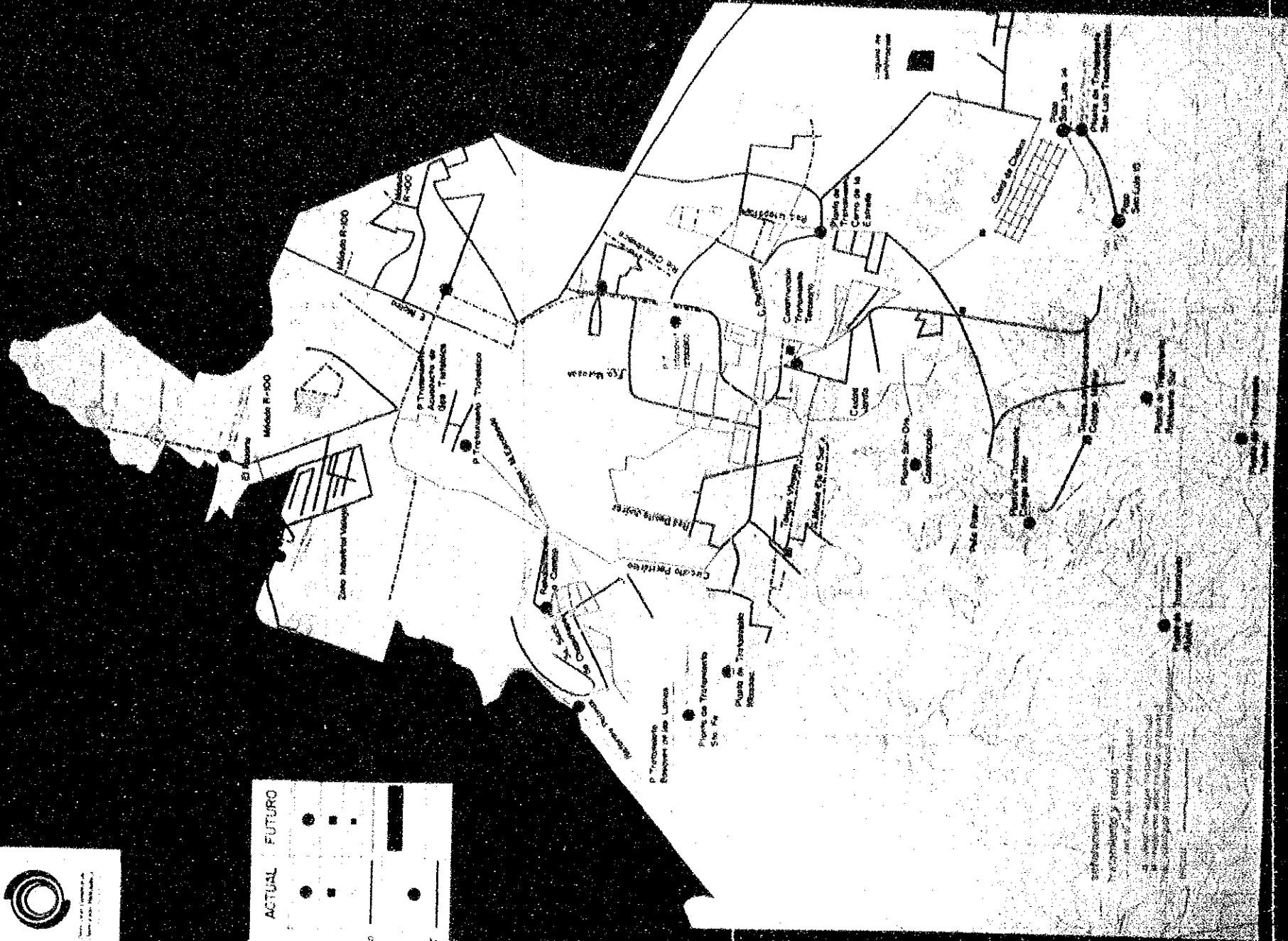


図3.4
下水処理場及び処理水再利用
施設平面図

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。既存の13処理場で処理された下水はトータルで平均 $2.5\text{m}^3/\text{s}$ （1991年）になるが、すべて何らかの形で再利用されている。再利用目的は、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 $41,600\text{m}^3$ 相当）および13箇所のポンプ場（合計排水能力 $2.65\text{m}^3/\text{s}$ ）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、様々な処理法の実験・研究も進行中である（当地では、「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 $0.5\ell/\text{s}$ ）。

また、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、地下水涵養を図っている。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、取水位置に達するまでに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。

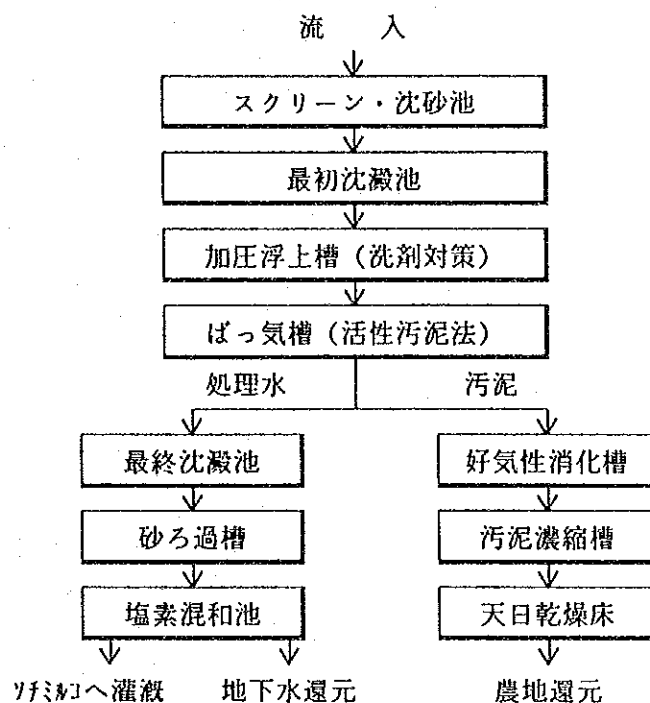


図3.5 サン・ルイス・トラキシャルテマルコ処理場の処理フロー

表3.5 DFの既設下水処理場

処理場	処理能力		処理目的	建設時期
	公称 (ℓ/s)	稼働 (ℓ/s)		
チャプルテベック	160	106	チャプルテベック公園への灌漑と池水量維持	1956
コジョアカン	400	336	ワミ湖水路の水量維持とコジョアカン、イスタカカ付近の公園灌漑	1959
シウダド・デポルティバ	230	80	シウダド・デポルティバ・スタット公園での灌漑	1958
サン・ファン・ デ・アラゴン	500	364	アラゴン湖の水量維持と公園灌漑	1964
トラテロルコ	22	14	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
セーロ・デ・ラ・ エストレージャ	3,000*	1,409	チャルコ地区の農業灌漑用水	1971
ボクス・デ・ ラス・ロモス			付近の公園への灌漑(住居地区の汚水を処理)	1973
グアダルベ・ アクエドゥクト	80	57	“ (“)	1975
エル・ロサリオ**	25	22	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
サン・ルイス・ トラキシャルテマルコ (一次モジュール)**	75	55	ワミ湖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。ワミ湖沼の復旧のためパイロット事業が開始。	1989
レクスソリオ・スル	30	13	ワミ湖地区の湖の浄化と刑務所への灌漑	1981
H・コレヒオ・ ミリタール	20	18	ワミ湖地区の湖の浄化と軍学校への灌漑	1980
イスタカルコ**	13	10	住宅団地内の公園への灌漑と人工湖の水量維持	1971

* : 1993年中に処理能力4,000ℓ/sまで拡張の予定。

** : 三次処理(砂ろ過)施設を有する。

3.2.3 工場排水の状況

工場排水はすべて下水道施設に流入するが、基本的に工場側の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が行っており、後述のモニタリング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。しかし、現在稼働中の工場に関して、業種や排水量等の詳細は把握されていない。新規に工場を開設するためには上下水道のフィージビリティを示さなくてはならず、また市内の土地利用は確定しているので、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。

3.2.4 浸水被害の状況

雨期の短時間に集中するという降雨特性や盆地という地形的悪条件のために、DFでは雨水対策を中心に下水道が発展してきた。前述の大運河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。そのため、大規模な浸水被害は生じておらず、ほとんどの場合、下水管網の整備されていない地域で浸水が発生している。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、これはもっぱら下水管路の閉塞によるものと考えられている。

3.2.5 下水の水質管理

上水の場合と同様に、中央水質研究所において生下水と処理水の水質分析を行っている。生下水に関しては年間のべ12,000件のモニタリングを行っている。

3.3 下水道事業・施設の問題点

既存下水道システムの概要と問題点については、図3.6を参照のこと。

(1) 下水処理の未整備

下水処理施設がほとんどなく、公共用水域を非常に汚染している。放流河川であるエル・サルト川やサルド川は乾期には下水排水路と化し、暗灰色をした流れから悪臭を周囲にまき散らしている。魚などの高等生物の存在は認められない。また、放流域であるイダルゴ州等は農業地帯であるが、未処理下水をそのまま農業用水として使用していることが多いため、衛生上の大きな脅威となっている。

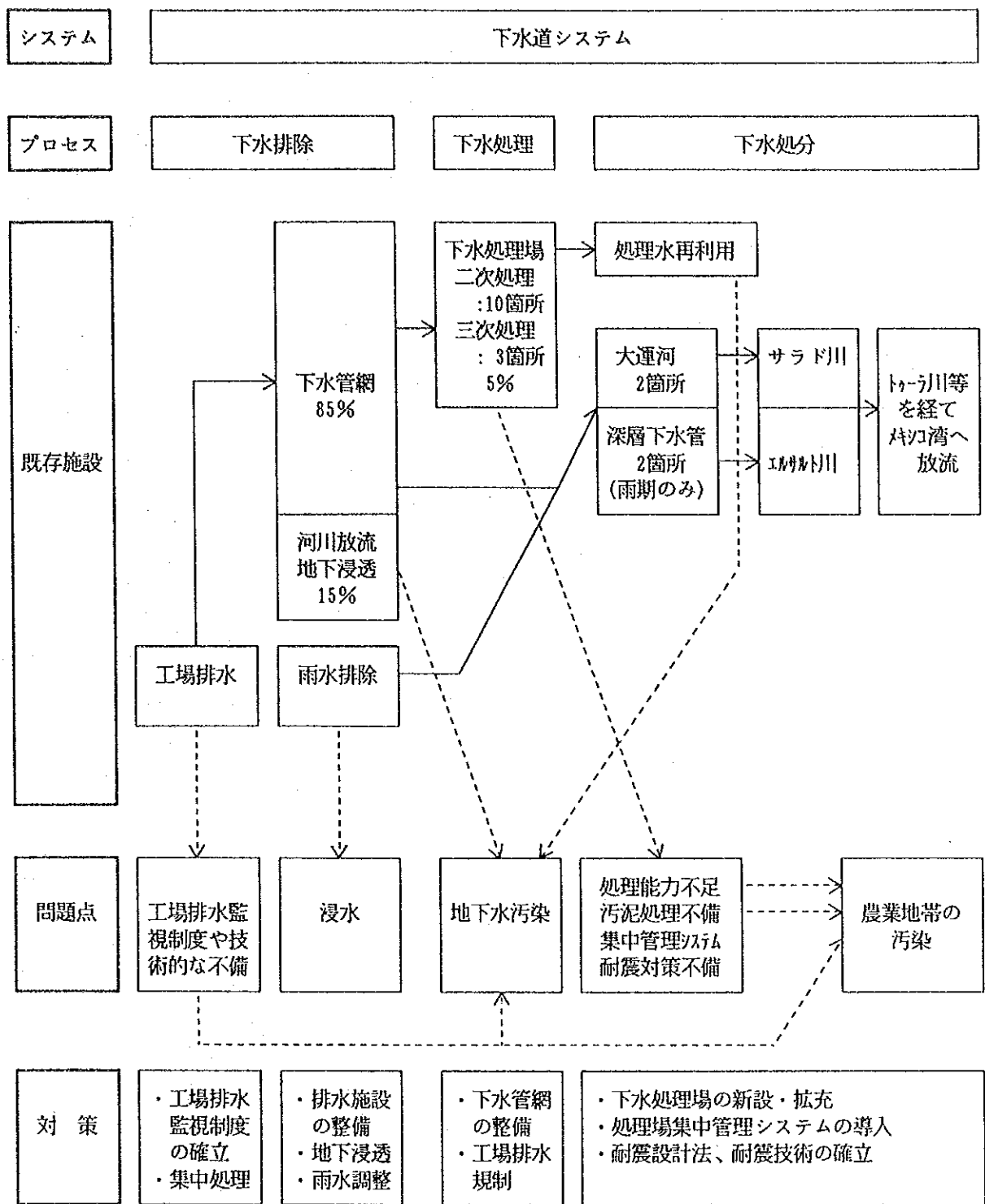


図3.6 DFの既存下水道システムの概要と問題点

(2) 汚泥処理・処分に関する問題

汚泥処理はほとんど行われておらず、処分についても、現在の処分地がメキシコ州にあるため処分費がかさむ上、容量不足となってきた。市周辺での処分用地の確保が困難なため、焼却等の処理により減量化を図りたいところであるが、汚泥処理・処分に関するノウハウが充分ではない。

(3) 工場排水規制・監視に関する問題

工場排水は、工場側で適切な前処理を行った後下水に取り込むことを前提としているが、工場の数、位置、種別といった情報は抑えておらず、監視が行き届いていると言えない。

(4) 処理水注入による地下水汚染

既設処理場の処理水は工場、農地、公園等で使用されているが、1箇所の処理場では井戸を通じて地下水涵養を行っている。処理水の品質管理を十分に行っているというが、モニタリングを行っている水質項目が限られており、工場排水の監視が不十分であることから、将来的に深刻な地下水汚染を招くことが懸念される。表流水と異なり、地下水は量・質ともに把握が困難で水流も緩慢なため、処理水注入による影響評価が難しい。また、上水の水質基準は徐々に項目が増やされてゆく傾向にあるので、現在安全と考えられている物質が将来的に危険と判明するケースもあろう。現在、地下水は塩素混入による消毒を行っているのみで、凝集沈澱やろ過といった浄水プロセスを行っているわけではないため、将来地下水が有害物質に汚染されていると判明した場合には、抜本的な浄水システムの見直しを迫られることとなる。

(5) 合流式の弊害

雨水も貴重な水資源との認識が高まってはいるが、排除システムが合流式であるため利用が困難な状況である。DFの雨水調整池は、渠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、当然汚水の流入があり、乾期には水量こそ少ないものの汚水だめの様相を呈し、周囲に悪臭を放っている。この問題は、たとえ下水処理が普及しても、分流式への移行が実現しない限り解決されないであろう。

(6) 下水道未整備地域

排除施設の普及率は85%に上るが、約120万人もの住民がまだ下水道の恩恵に浴していない。しかし、このような地域に対する下水道普及は、基本計画で計画されており、着々と進行している状況である。

(7) 施設運用・管理上の問題

施設運用・管理面では、無線を利用した降雨量データ等の自動収集を行っているもののデータの活用方法を見出だせずにいる。

(8) 地震対策の不備

地震対策はほとんど講じられていないが、1985年の大地震の際にも下水道施設に関してはほとんど影響が無かったという。

(9) 経営上の問題

下水道料金は上水道料金に含まれており、下水道料金を別個に徴収しているわけではない。上水道料金の徴収はDGCOHではなく別の部署が行っているが、水道メータの設置が十分でないため料金徴収に不公平が生じており、受益者負担の原則も徹底されていないといえる。

また、集金された水道使用料はDF全体に配分される構造となっているため、独立採算というような企業的概念が欠落している。

3.4 下水道に係る既存もしくは進行中の関連計画調査

下水道に係る関連計画調査の状況を、表3.6にまとめる。

3.4.1 下水道基本計画

下水道に係る全般的な基本計画はDGCOHが策定しているが、およそ2年ごとに見直されており最新のもの1991年版である。しかし、前述の下水処理の義務化に伴い、現在見直し作業が進行中であり、CNA、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た後、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9月頃完了の予定である。法律上は6年間で下水の全量処理を行うことが義務づけられているが、それは目標であって、担当者レベルでは20m³/s（約450万人相当）の追加にとどまる可能性も示唆されている。DGCOHの説明によれば、計画汚水量は現況汚水量と設定し、将来的な人口増加や生活水準の向上に伴う下水量の増加、工場排水量の増加は予め見込まず、施設の拡張によって対応するとしている。そのため、処理法はすべての処理場で共通にし、拡張できるようにしたい、との意向がある。管網等の小さな施設の計画は各区（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。

表3.6 DFの下水道事業の状況

項目	実施レベル					備考
	5	4	3	2	1	
法制度		○				国家水法により、汚水処理が義務づけられた
基本計画		○				排除システムの基本計画はあるが、処理システム導入のため見直しを開始したところ。
汚水排除計画	○					管網普及率は既に85%に達している。
汚水処理計画			○			処理率数%だが、下水の全量処理に向けて見直しを開始したところ。この基本計画は、発生汚水量を現況に設定するなど、不十分なものになる可能性が高い。
汚泥処理計画				○		消化・濃縮・天日乾燥の実例はあるが、脱水・焼却等機械的プロセスの力加りはない。処分場の確保も困難となってきている。
処理水再利用		○				積極的に取り組んでいる。処理水を地下水に涵養する実験研究もなされている。
汚泥再利用					○	〃 が処理計画と関連
排水制御			○			降雨量データは自動収集しているがポンプ等の自動制御はしていない
水質管理計画			○			法も充実しており、処理水の水質管理には積極的。生下水についても定期的にモニタリングを行っている。
地震/沈下対策					○	可とう性管の導入を考えてはいるが、具体化はしていない。
保守・管理計画			○			基本計画に施設のリハビリも含まれている。
経営			○			水道メータの設置が十分でなく料金徴収に不公平が生じているが、メータの設置は着々と進行している。

レベル評価の基準 5：施設がほぼ完備されているか、事業/計画がありレベルも高い。
 4：事業/計画の存在は確認できたが、レベルは不明。
 3：部分的な事業/計画の存在が確認できた。
 2：事業/計画の存在は確認できなかったが、将来的な展望はある。
 1：事業/計画の存在も、将来的な展望も確認できなかった。

3.4.2 水有効利用計画（上水道の項を参照）

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。これらは皆着手はされているものの、世界的な趨勢に倣って始めたため、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でもない。

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質維持を目的とした、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、雨水浸透地域を国有化及び保全。

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および処理場運営の民営化。

3.4.3 三次処理・高度処理実験研究

前述のとおり、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。

3.4.4 地下水涵養に関する調査研究

前述のとおり、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。

3.5 下水道に係る既存もしくは進行中のプロジェクト

(1) 最近の下水道事業

下水道に関してDGC0Hは、①基本計画にのっとった管網整備による下水道普及と、②水有効利用計画にのっと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DGC0Hが実施した主な下水道事業は、表2.7に示したとおりである。

現在進行中の事業としては、基本計画に示される（前掲図3.1参照）ような市内の深層・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、前記の6年後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、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。これを受けて、DGC0Hは、6年後の下水全量処理を目標に、現在下水処理に係るマスタープランを独自に策定・改訂中である。このマスタープランは1993年9月に完成予定であり、その内容の詳細は現段階では不明である。

6年後の下水全量処理に向けてのDGC0Hの方針は、以下のようなものである。

①現在、処理場位置、処理法、処理水利用法、O/MコストについてCNA及びメキシコ州と協議中である。

②スケジュール

マスタープランの完了	1993年9月
F/S、D/D、入札完了	1994年12月末
処理場建設着手	1995年以降
処理場稼働開始	1996年半ば～1996年末

③処理場建設は、フィージビリティ・スタディ終了後国際入札にかけて業者を決定する。

④資金は、三次処理施設、汚泥処理施設を含め、DFとメキシコ州で5億ドル程度と考えられているが、調達先については未定である。

3.6 我が国の協力についての提案と期待できる効果

3.6.1 問題点の絞り込みと考えられる対策

(1) 下水処理の未整備について

「3.3 下水道事業・施設の問題点」で述べた問題点のうち、特に深刻なものはやはり下水処理の未整備に伴う公共用水域の汚濁、農作物の汚染である。これに関しては、早急に下水処理計画を策定し処理場を建設することにより、下水処理を普及することが必要である。また、下水汚泥についても、既存の処理場ではほとんど処理を行っていない現状であるが、今後適切な処理・処分を行う方向に進める必要がある。

(2) 工場排水規制・監視に関する問題について

工場排水の規制に関しては、監視の強化が必要であるが、東京都並の人口を抱える大都市圏では現実的にかかなりの困難を伴うと想像される。少なくとも、工場数や種別、位置などの基礎データの作成を行い、監視の効率化を図ることが必要と考えられる。

(3) 処理水注入による地下水汚染について

処理水注入による貴重な上水道水源の汚染については、処理水質を上げることによる解決も可能であろうが、おそらく汚染を防ぐようなレベルまでの処理は経済的に実施可能性がないであろう。したがって、早急に処理水注入を取りやめる方向が望ましい。上水道水源としての地下水量維持は、処理水を直に地下に還元するのではなく、処理水を再利用することにより取水量を減らすことで達成すべきであろう。

(4) 合流式の弊害について

分流式への移行による解決が望ましいが、これだけシステムの完成した大都市では、全てのシステムを分流式に転換することは非現実的である。したがって、当面は開水路の暗渠化を徐々に推し進めることで対応する他ないと思われる。

(5) 下水道未整備地域について

下水道未整備地域に対しては、着々と整備が進行しているので、このまま継続してゆけば良いと考えられる。

(6) 施設運用・管理上の問題について

自動収集を行っている降雨データ等を有効利用し、ポンプ施設やゲート等の運転を自動化してゆくことが今後望まれる。

(7) 地震対策の不備について

既存の下水道施設に地震対策を講じてゆくのは現実的に困難である。したがって、地震対策技術を導入し、今後新規施設を築造する際にその技術を適用してゆく他ないと考えられる。

(8) 経営上の問題について

水道メータの普及が第一の対策であるが、これについては墨側で徐々に進めているので、そのまま継続すれば良いと考えられる。しかし、独立採算的な考え方の欠落については、経営上の改革を行わなければ解決は無理であろう。

3.6.2 効果の把握と協力の可能性

(1) 下水処理の未整備について

処理施設の整備により、衛生及び環境保全の両面で大きな効果があると考えられる。墨側は大規模な下水処理や汚泥処理・処分の経験が不足しているので、それを埋めるような開調による協力が可能である。

(2) 工場排水規制・監視に関する問題について

たとえ下水処理が普及したとしても、工場側での前処理の徹底は必須事項である。しかし、この件に関する協力としては、その他の技協による行政面での指導程度にとどまるであろう。

(3) 処理水注入による地下水汚染について

地下水汚染を防ぐレベルまで処理水質を上げる方策に関する協力は、前述のようにおそらく効果がないであろう。新規処理場に関する現在のDGCOHの意向は、まず第一に下水道処理を普及し、その後に三次処理、高度処理を行って処理水を利用するというものであり、今後の処理水再利用の方向はまだ明確にはなっていない。また、下水に直接流入している工場排水の水質規制や監視制度が不明確な段階で、安易に処理水再利用計画や処理水の地下水涵養計画を策定することは甚だ危険であり、多くの仮定に基づいて調査を実施したとしても信頼性の高い結果が得られず実効のある調査とはなりがたい。したがって、地下水涵養や処理水再利用に関する協力としては、下水処理に関する協力と絡めて提言を行う程度にとどめるべきであろう。

(4) 施設運用・管理上の問題について

管路施設の能力不足を補うという点で、雨水排水の調整に大きな効果があると考えられる。自動収集を行っている降雨データ等の活用方法やそれを利用したポンプ施設やゲート等の運転を自動化についてのその他の技協による技術指導の可能性はある。

(5) 地震対策の不備について

1985年の大地震の際にも下水道施設に関してはほとんど影響がなかったようである（たとえば深層下水管は地震の影響を考慮して深層に布設しているという。）。したがって、大きな効果は期待できないと考えられるが、地震対策技術の導入は墨側の強い希望でもあり、その他の技協による技術指導という形の協力の可能性はある。

(6) 経営上の問題について

受益者負担という考え方を浸透することにより、節水はより徹底されるであろう。しかし、この件に関する協力としては、その他の技協による指導程度にとどまるであろう。

3.6.3 調査の緊急度、優先度とプロジェクトの実現性。

緊急度・優先度ともに最も高いのは、下水処理計画である。東京都並の大都市から発生する汚水が未処理のまま公共水域に放流されている状況は、世界的に高まる環境問題への関心という意味からも、そして衛生状態の改善という生活水準の向上という意味からも、このまま放置しておくわけにはゆかない。DFは、深刻な大気汚染といい、ようやく下水処理を法的に義務づけるなど、公害問題から排出基準等を策定し公害対策にのりだした我が国の昭和40年代と状況が酷似している。中南米を代表する中進国の首都でありながらこれまで放置されていたが、経済の発展に伴い、公害対策にまで資本の投資が可能になってきたということであろう。法的な背景からも、緊急度はすこぶる高いといえる。また、財政面から見ても、DGC0HはDDFで最も予算の大きい部署であり、下水道分野に大きな配分を行っていることから、今後下水処理分野に大きな投資を行うことは確実であり、法的な側面のみならず財政面でもプロジェクトの実現性は高いと言える。

他の問題に対する対策については、下水処理に比較して、いずれも緊急度、優先度の点でかなり劣るといわざるを得ない。まずは大きな穴である処理分野を埋めて、その後に対策を講ずるべきものであろう。

3.6.4 我が国の協力についての提案

(1) 総論

前述の問題点とその対策について、緊急度、優先度、実現性を表3.7にまとめる。

表3.7 対策への我が国の協力の重要度

対 策	我が国の協力				
	効 果	可能性	緊急度	優先度	実現性
①下水処理計画（汚泥処理含む）	5	5	5	5	5
②工場排水規制・監視に係る提言	3	5	4	4	5
③処理水の地下水涵養、再利用に係る提言	4	4	5	5	3
④分流式への移行計画	2	2	2	2	1
⑤下水道未整備地域の整備計画	2	2	3	3	2
⑥排水施設の自動化計画	3	3	3	3	2
⑦地震対策に係る技術移転	1	3	1	1	2
⑧経営に対する提言	3	3	3	3	1

5：非常に高い、4：高い、3：中位もしくは不明、2：低い、1：非常に低い

緊急度・優先度、実現性、墨側の技術的に弱い部分の補強という点からみて、DFの下水道に関しては下水処理に関する開発調査が最も有効であるといえる。これは、我が国の協力においても国際的な協力においても、DFにおける水分野に係る協力の先鞭をつけることとなり、日墨間の良好な関係に大きく貢献できるものと考えられる。また、墨国は中南米の中心国であるので、これにより他の中南米諸国に対しても少なからず影響を与えることになるだろう。

この下水処理計画調査に関連して、上記の対策のうち、処理水の再利用及び工場排水の規制についての提言を行うのが良いであろう。加えて、墨側で関心の高い下水汚泥の有効利用に適した汚泥処理技術や三次処理・高度処理についても提言を行うのが、技術移転の意味からも望ましい。

そのほかの対策については、排水施設自動化計画および地震対策にかかる技術移転に関して、墨側は技術導入を強く欲している。しかし、開発調査という面的なスキームに合う案件とはいえないので、専門家派遣等、開発調査以外の技術協力を行うのが良いであろう。

(2) DFの下水処理計画調査についての提案

現在DGCOHが下水処理に係るマスタープランを策定・改訂中であることは先に述べたが、これは現況の諸要素（人口、経済、下水量）に基づくものであり、将来予測は行っていない。マスタープランであれば長期的な計画目標や目標年次を設定すべきであるので、このマスタープランへの日本側の対応が大きな問題となる。また、日本側でフィージビリティ・スタディのみを実施するとすれば、計画諸元の策定はマスタープランでなされるので、本件調査は単なるエンジニアリング・サービスとなってしまう、日本のODAの一環として開発調査を実施する意義が失われる。したがって、この計画調査を実施するためには、マスタープラン策定・改訂作業に日本側が参加するか、墨側で策定・改訂されたマスタープランを再度日本側で見直すかの何れかの方法をとることを条件とすべきであろう。

墨側で策定・改訂されたマスタープランを再度日本側で見直す場合と、マスタープラン策定・改訂作業に日本側が参加する場合の2ケースについて、おのおの第1案、第2案とした「メキシコ連邦区 下水処理計画調査T/R（案）」を資料-1に示す。

第4章 バパロアバン川流域における水問題

4.1 河川政策

4.1.1 河川行政機関と責務

(1) 行政機関

1992年12月2日に制定された国家水法によれば、墨国の河川行政機関は、農業水資源省 (SECRETARIA DE AGRICULTURAY RECURSOS HIDRAULICOS : S A R H) の国家水委員会 (COMISION NACIONAL DEL AGUA : C N A) である。

(2) 業務概要と責務

C N A は農業水資源省に属する組織で、その業務内容及び責務は、

- ①水の供給、水質管理
- ②排水施設 (開発、維持、再利用)
- ③治水対策

等に関する運営と管理である。

C N A は、1989年1月13日に墨国の水全般の運営、計画、建設管理を行うことを目的として、大統領命令により創設された組織である。

(3) 組織とその概要

C N A の組織図を図4.1に示す。これによれば、C N A は本部の下に以下に示す政策的な主要な4つの部署を持つ。

- ①農業と水分野
- ②都市と工業分野
- ③水経営分野
- ④計画と資金分野

農業と水分野は、農業開発計画における水の供給の投資計画、運営及び建設を行うもので、農業と水の密接な関係を総合的に行う部署である。

都市と工業分野は、都市及び工業への水の供給計画の調査、企画、建設及び浄水、排水処理に関する業務を行う部署である。

水経営分野は、川、地下水、表面水全般のコントロール及び経営を行うとともに水質管理、環境インパクト調査、天気予報サービスを行う部署である。

計画と資金分野は、上記の計画及び建設のための予算計画と資金調達を行うとともに集金を行う部署である。

さらに、組織としては、以下の5つの部署がある。

- ①経営
- ②監視・法律、広報（内部組織）
- ③監視・法律、広報（外部組織）
- ④地方事務所
- ⑤メキシコ水技術研究所（IMTA）

経営分野はCNAそのものの経営であり、人材、資金及び材料等に関する部署である。

CNAの活動、責務等について内部及び外部から弁護士を有する監視組織によって、チェックを行い、さらにCNAの活動について広報を行っている。

以上の部署は、中央に位置する部署であるが、これに対して地方に北部、北東、北西、南東部、レルマ・バルサス、DFとその周辺部の6事務所を有する。さらに各州に事務所を持つ。これらは、中央の指示に従い、各々の地区における運営を行うものである。

メキシコ水技術研究所（INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA：IMTA）は、墨国の水技術に関する最高研究機関で日本の研究所と同等の設備と人材を有する組織である。

IMTAの活動内容は、CNAと密接な関係にあり、主な部門は以下のとおりである。

- ①水技術に関するコンサルタント
- ②農業用水、排水に関する研究
- ③都市、工業における水の有効利用
- ④市民への教育、広報
- ⑤教育（育成、技術協力）
- ⑥材料、機械の認定
- ⑦プロジェクトの進行、予算

IMTAの運営は、基本的に国からの資金（全体の40%）とCNAからのプロジェクトごとに支払われる金によって行なわれており、その他として、水に関する技術コンサルタント料も一部含まれる（CNA以外の部署から受注したもの）。

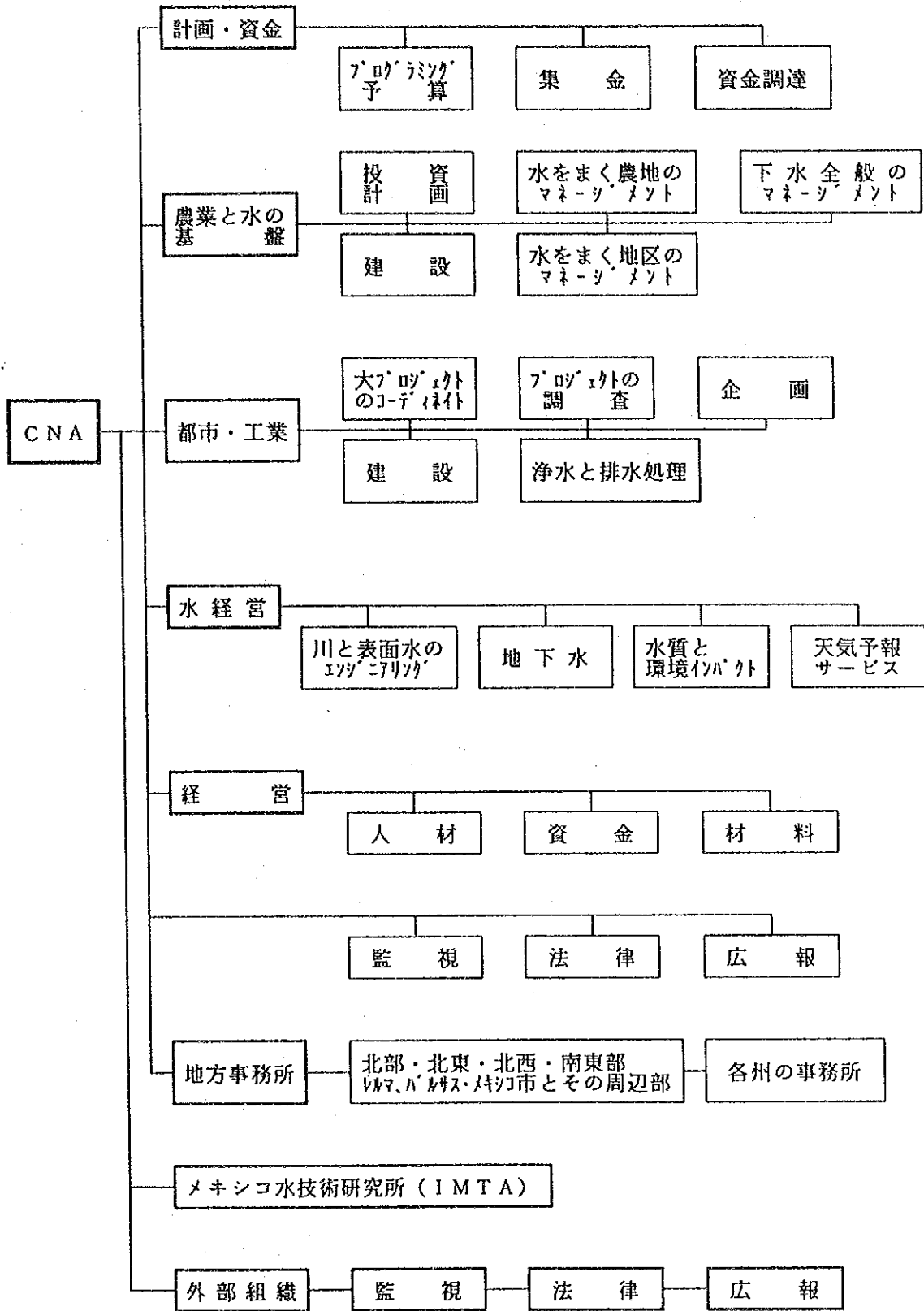


図4.1 国家水委員会 (CNA) 組織図

4.1.2 河川政策

CNAは、

- ・洪水による人的、資源的被害を減少させること。
- ・洪水を制することによって、豊かな社会を構築すること。

を河川政策の基本方針として、以下の政策を行っている。

- ①水の保全とコントロール
- ②ダム建設と運用
- ③モニタリング（流量、水位、水質）

また、CNAは、大統領の指示で各種の河川政策を行ったり、必要な法律を作ることができる。

4.1.3 河川財政

1992年の河川行政に係る国家予算と決算は、表4.1のとおりである。

表4.1 河川財政（1992年）

区 分	予 算 (上段：新ペソ・下段：円)		決 算 (上段：新ペソ・下段：円)	
	緊急工事関係	51.678×100万ペソ		27.494×100万ペソ
		2,067,120千円		1,099,760千円
治水工事関係	33.800×100万ペソ		42.600×100万ペソ	
		1,352,000千円		1,704,000千円
都市工事関係	28.500×100万ペソ		53.800×100万ペソ	
		1,140,000千円		2,152,000千円
合 計	113.978×100万ペソ		123.894×100万ペソ	
		4,559,120千円		4,955,760千円

注：1新ペソ=40円にて計算。

4.1.4 パパロアパン川流域の重要度、優先度

(1) パパロアパン川流域の位置

パパロアパン川流域は、図4.2に示すようにDFの南東約500kmに位置し、ベラクルス、オアハカ、プエブラの3州にまたがる広大な流域である。



図4.2 パパロアパン川流域位置図

(2) パパロアパン川流域の重要度

パパロアパン川流域は、国土の約2.4%に相当する面積を持つ、水と緑の豊かな地域である。この豊かな自然から多くの農産物が生産されている。主要農産物としては、コーヒー、さとうきび、とうもろこし、シトラス、米等が上げられる。このうち、さとうきびは高い生産量をほこり、サンクリストバルには、国内最大の精糖工場がある。また、牧畜業（牛、羊）も盛んな地域である。

一方、ブランコ川流域は、上記同様の農業が行なわれている中で、

食品工場	.....	89社
化学工場	.....	8社
製紙工場	.....	3社
革・繊維工場	.....	8社
金属工場	.....	11社
石油工場	.....	21社
鉱山	.....	22社

等の工場があり、当該流域の産業の基幹をなしている。

以上のように当該流域は、DFに近く、

①食料供給源

②工業製品の製造拠点

になっており、国家計画においても、食料の高生産性の確保と健全な環境と工業の発展の面から重要度の高い地域である。

(3) パパロアパン川流域の優先度

パパロアパン川流域は、豊かな自然に恵まれ、農業を主体とした産業が中心であるが、一方で洪水により、多くの被害を受けており、この洪水調整、利水計画により、さらなる生産性の向上が期待できる地域である。

また、ブランコ川流域においては、環境と調和した工業の発展が望まれる所であるが、現在この流域では、未処理の工場排水による河川の汚濁が重大な問題となっている。

これまで、農業水資源省及びCNAは、乾燥、半乾燥地域の農業と水問題を中心に積極的な開発を行ってきたが、一応の成果を見たため、今後は、当該地のような水の豊かな地域の総合開発計画に目を向けてゆく方向を打ち出し、パパロアパン川流域をモデルケースとして取り上げ、この成果を同様な8地域の参考とすることを期待している。また、ブランコ川流域の汚濁対策は、自然保護及び工業のさらなる健全な発展のためには、解決しなければならない問題であるとともに1992年12月に施行された国家水法による排水の100%処理が義務となったため必要なものである。

さらに、1992年4月にサリナス大統領が当該流域を訪れ、流域の土地生産性の向上、生

活改善を住民に約束したことから、当地のプライオリティが高まった。

4.2 バパロアパン川流域の現状

4.2.1 自然状況

(1) 地形、地勢

当該流域は、DFの南東約500km、北緯17~19度、西経95'~97'40'に位置する。

流域面積は、約46,517k m²で国土の約2.4%に相当し、利根川水系の約2.93倍の広大なものである。

流域は、3つの州（ベラクルス、オアハカ、プエブラ）にまたがり、その比率はおよそ、

ベラクルス州	.....	37%
オアハカ州	.....	51%
プエブラ州	.....	12%

である。（図4.3参照）

地形は、西及び南から北に向かって傾斜しており、全流域の45%は平地あるいは、多少の起伏（比高差約50m）のある地形で下流域のメキシコ湾に近い北部に位置する。他の55%は、南及び西側のミテカ地区及びオアハカ州とプエブラ州の窪地及び谷を持つ険しい地形である。

(2) 流域、流況

流域の北限は、ベラクルス州にあるアトヤック川とリブレス・オリエンタルの交差部であり、南限は、オアハカ州のテシュアンテベック流域である。また、東限は、コマサコアルコス川で、西限は、バラサス川流域である。

バパロアパン川は、オアハカ州の中央部の山岳地帯の分水嶺に源を発し、ツテベック市でサント・ドミンゴ川とバジェ・ナショナル川が合流し、バパロアパン川となる。

これをさらに下ると左岸側よりトント川が流入し、コサマロアパン市で右岸より、オビスポ川、その下流でテセチョアカン川が、さらに下流のトラコタルパン市でサン・ファン・エバンゲリスタ川が合流し、アルバラド湖に至る。

一方、北西部よりブランコ川がアルバラド湖に流入する。これを受けて、アルバラド市付近より、メキシコ湾に流入する。この流量は、年間平均1,056m³/sである。

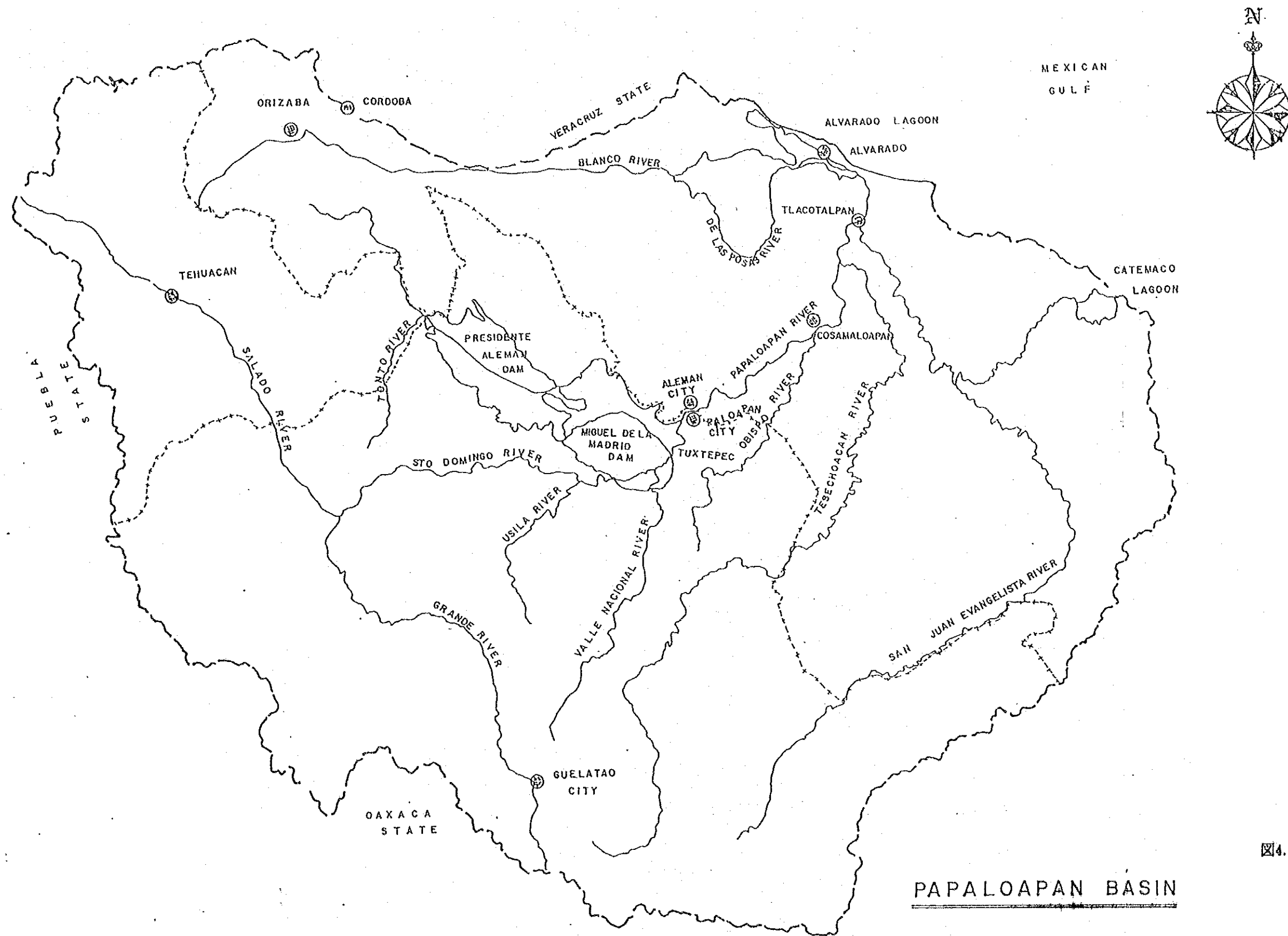


図4.3 パパロアパン川流域図

PAPALOAPAN BASIN

(3) 気象状況

当該地の気象状況は、次の3タイプに大別される。

①一年中、雨の降る熱帯的な地域（オアハカ州の山間部と東北部）

年間降雨量 2000～5000mm

②夏だけ雨の降る熱帯的な地域（北部海岸沿いの地域）

年間降雨量は1000～2000mmで、年平均気温18度以上である。

主にバパロアバン川下流域が該当する。

③乾燥、半乾燥的な地域

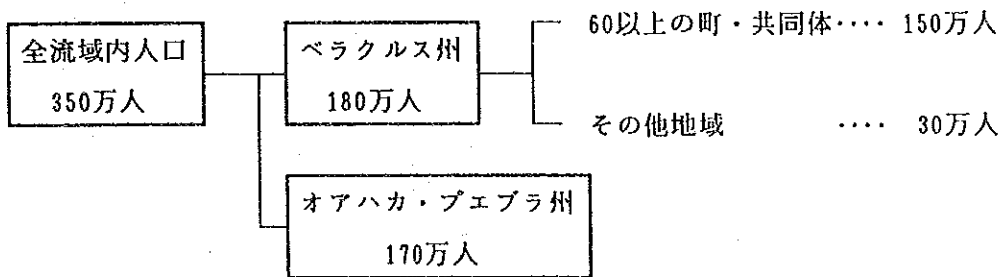
年間降雨量は400～800mmである。

降雨等高線図を図4.4に示す。

4.2.2 社会状況

(1) 人口

当該全流域内の人口は、約3,500,000人であり、そのうち下流域に相当するベラクルス州の人口は、約180万人である。



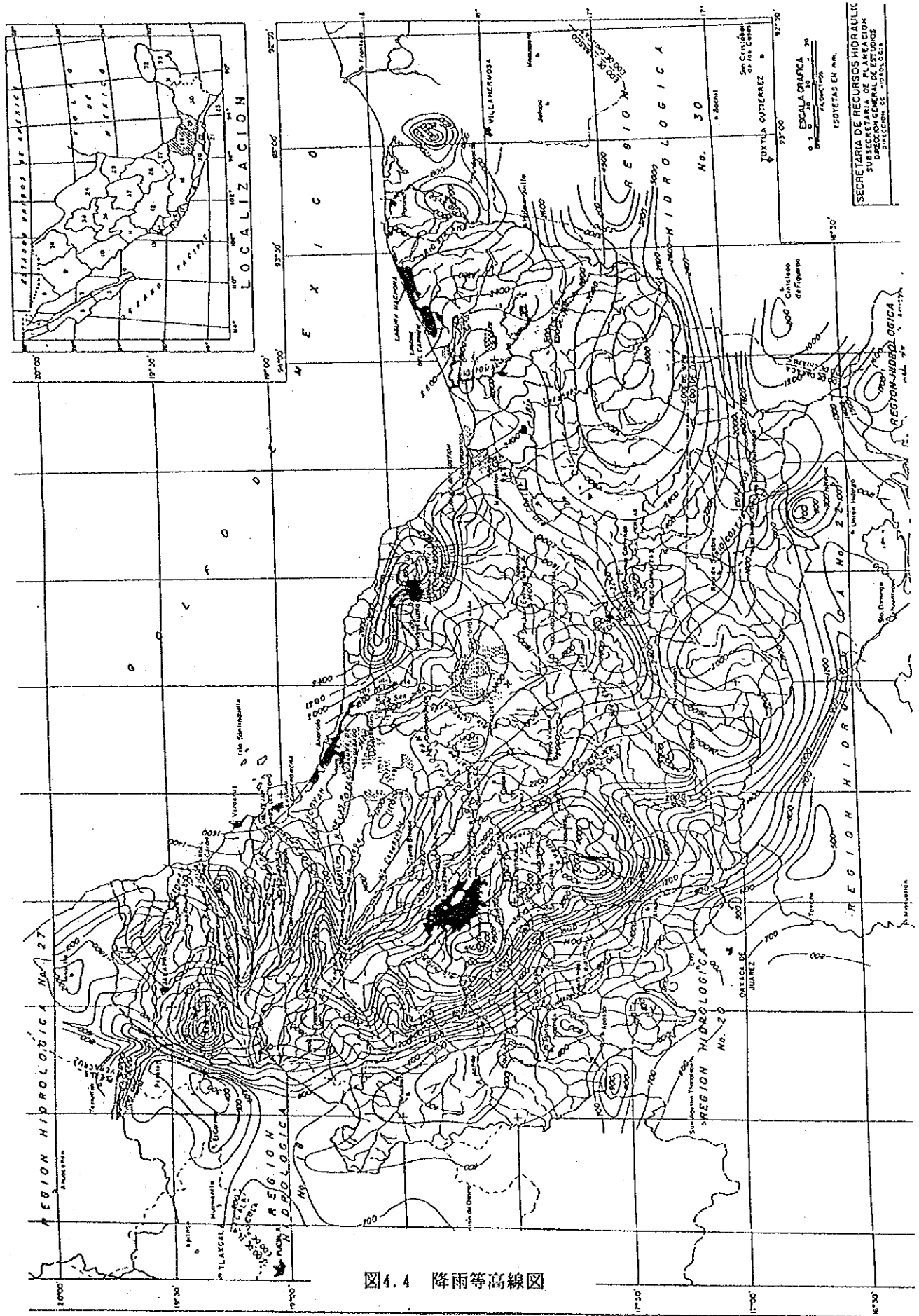


图4.4 降雨等高线图

(2) 土地利用

流域内の土地利用状況は、表4.2に示すとおりである。

表4.2 土地利用一覧表

区 分	面 積 (ha)	割 合 (%)
農 地	922,667.40	19.10
原 野	775,351.70	16.05
ジャングル	1,080,982.30	22.37
林	489,840.80	10.14
草 む ら	585,726.00	12.12
河 川	109,673.00	2.27
SHADOW (FROM PHOTO)	425,304.20	8.80
植物のない所	441,874.30	9.15
合 計	4,831,419.70	100.00

注: 1) 土地利用面積と流域面積は多少異なる。
2) SHADOW (FROM PHOTO) は、航空写真により判定できない面積である。

(3) 産 業

①農 業

当該地方の基幹産業は農業であり、豊かな自然からコーヒー、さとうきび、とうもろこし、シトロン、米が収穫される。このうちさとうきびの生産量は、国内において、高い割合を占めており、主要産業となっている。

②工 業

当流域の北西部のベラクルスからコルドバ及びオリサバにかけてのブランコ川流域沿いに食品、醸造、繊維、紙、化学工場が多くあり、これがブランコ川の汚濁の原因となっている。工場分布図を図4.5に示す。

③漁 業

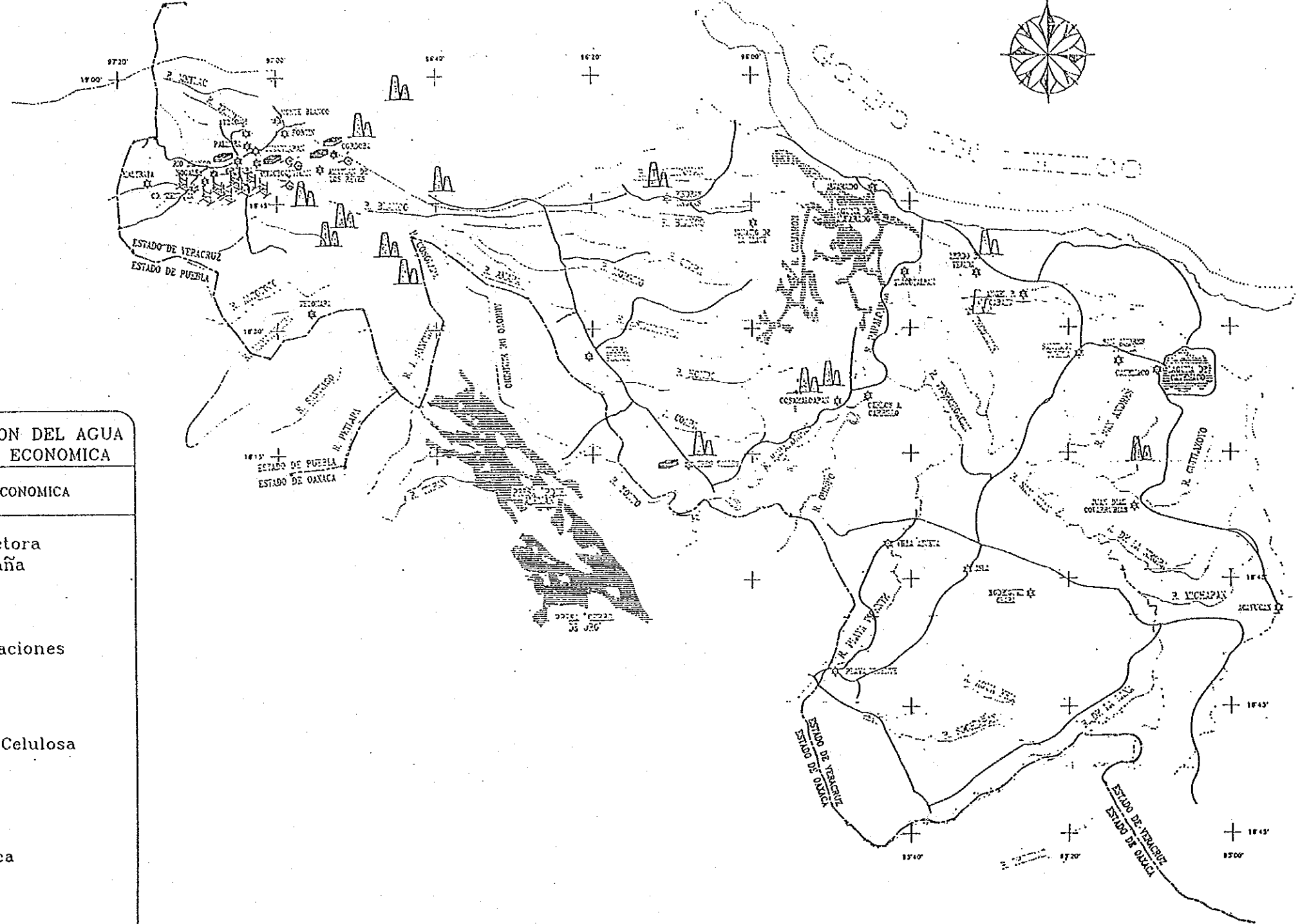
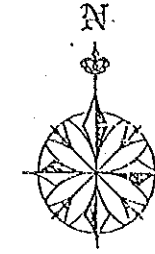
アルバラド市（アルバラド湖、河口部）に漁港があり、外洋で取れた魚の加工場が当地とツテベック市にある。

④牧畜業

下流域の平地には牛が、上流域の平原には羊がおり、牧畜業が行なわれている。

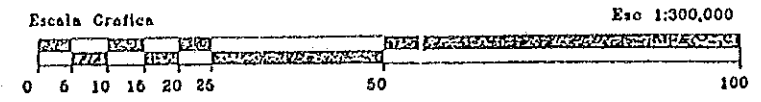


COMISION NACIONAL DEL AGUA
 SUBDIRECCION GRAL. DE PLANEACION Y FINANZAS
 SUBDIRECCION GRAL. DE ADMON. DEL AGUA
 GERENCIA REGIONAL NORESTE
 GERENCIA ESTATAL EN VERACRUZ



FUENTES DE CONTAMINACION DEL AGUA POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONOMICA	
CLAVE	RAMA DE ACTIVIDAD ECONOMICA
	Industria productora de Azúcar de caña
	Principales poblaciones
	Industria de la Celulosa y el Papel
	Industria Química
	Industria Textil y del Cuero

图4.5 パパロアパン川流域工場分布図



(4) 利水状況

当該流域における利水状況は、表4.3のとおりであり、全体の45%が農業に利用されている。

表4.3 利水一覧表

用 途	水 量 (×1,000,000m ³)
農 業	1130.04
都 市	260.30
工 業	35.50
発 電	1090.20
合 計	2516.04

4.2.3 既存施設の状況

(1) 河川の状況

流域内の主要な河川は、パパロアバン川とブランコ川である。

パパロアバン川は、オアハカ州の中央部の山岳地帯の分水嶺に源を発し、サント・ドミンゴ川、バジェ・ナショナル川、トント川、オビスポ川、テセチョアカン川、サン・ファン・エバングリスタ川が流入し、アルバラド湖に至る流域内の最大河川である。

また、パパロアバン川の左岸側には、オタバ川、モレノ川があり、マリア・イサベラ湖、サン・マルコス湖を通過してアルバラド湖に流入する。

一方、流域の北西部には、小河川の流水を集めてアルバラド湖に流れ込むブランコ川がある。これらの流水を受けて、アルバラド湖よりメキシコ湾に流れ込む。(図4.6 流況図参照)

パパロアバン川の流況は、次の2つのタイプに大別される。

- ①パパロアバン川上流部(ツテベック市より上流)は、ツテベック市付近を境に急峻となり、地形も山岳的な様相を呈し、洪水被害もない状況にある。
- ②これに対して、下流域は、比高差50m程度の地形をなし、河川沿いの地域は概ね平らであり、洪水の被害を受けやすい状況にある。

一方、ブランコ川は、アルバラド湖付近を除けば全体に急峻な渓谷の様相を呈するため、洪水とは全く無縁の状況にある。この河川は、汚濁が問題となる河川である。

GOLFO DE MEXICO

"CROQUIS DE LAS CORRIENTES"

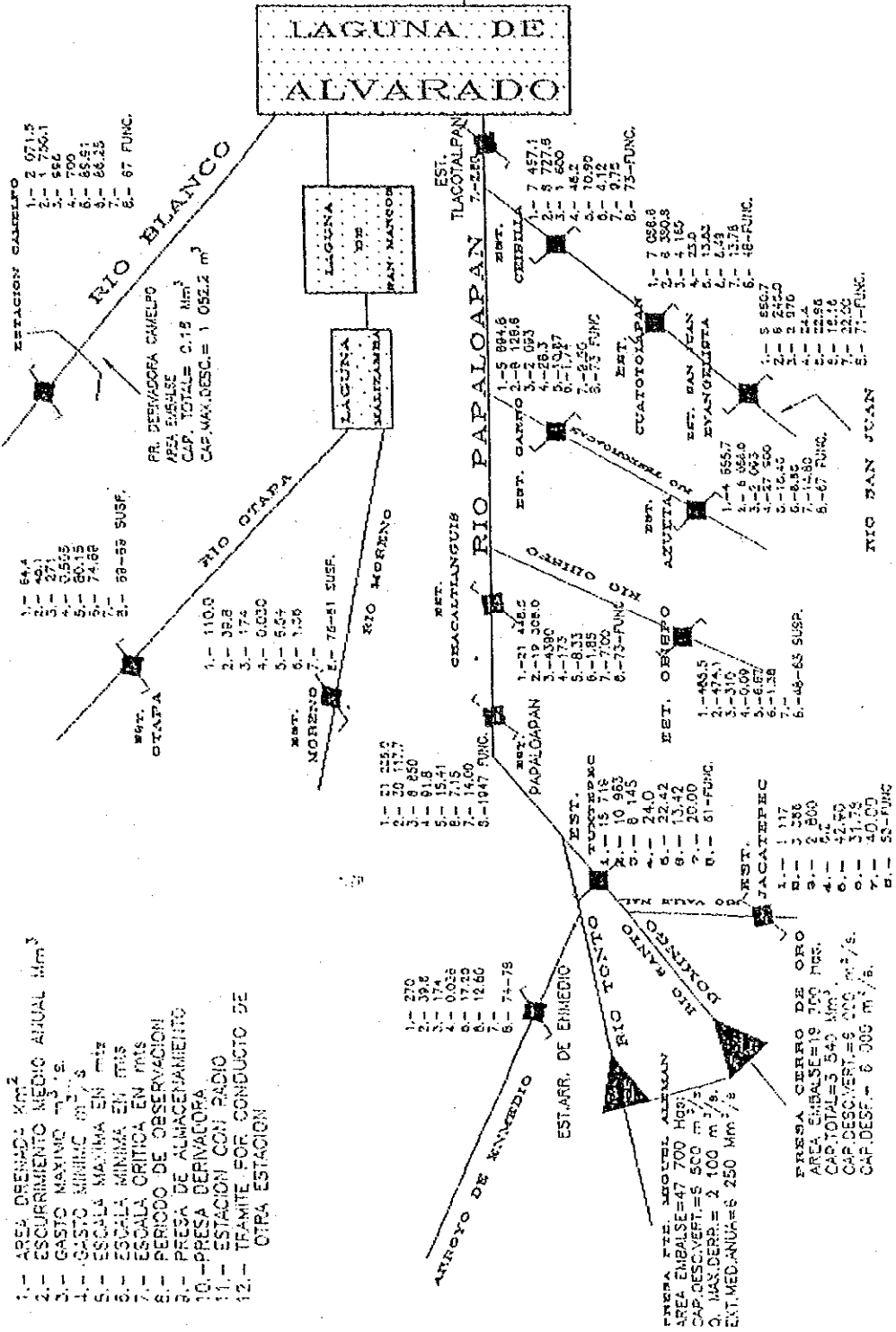


图4.6 帕帕罗阿潘河流域流况图

(2) 主要な河川施設

当該流域における河川は、一部において道路が堤防の役目をしている以外は自然の状態であり、堤防、護岸は存在しない。その他についても浸水した水を河川にもどすための小規模な樋管がある程度である。

これに対して、洪水調整用とかがい、発電を目的とした2つのダムがある。

ひとつは、ミゲル・アレマングムで、かがい及び発電用として1955年に建設されたものである。もうひとつは、ババロアパン川の洪水調節を目的として1991年に建設されたミゲル・デ・ラ・マドリッドダムである。

河川の状況（流量、水位、気象）を把握するために約40箇所のモニタリングステーションを設置し、観測を行っている。

4.3 ババロアパン川流域の問題点

ババロアパン川流域の問題点は、大別して以下の2つである。

- ①ババロアパン川下水域の洪水
- ②ブランコ川の河川汚濁

(1) 洪水被害状況

ババロアパン川下流域における代表的な洪水は、1867年、1888年、1903年、1944年、1969年、1976年、1992年に起っており、およそ125年間に7回である。これらのうち、代表的な洪水による浸水区域を図4.7に示す。

洪水は主にババロアパン川、テセチョアカン川とサン・フアン・エバンゲリスタ川のオーバーフローによって引き起こされるもので、これによる浸水は24の自治体と232の町村に及び約38,000の人々が被害を受けてきた。この時の浸水区域は、約325,000haであった。この対応策として、1991年にババロアパン川の支流であるサント・ドミンゴ川上流にミゲル・マドリッドダムを洪水調節用として建設したが、1992年の洪水では、依然として240,000haの浸水を記録した。

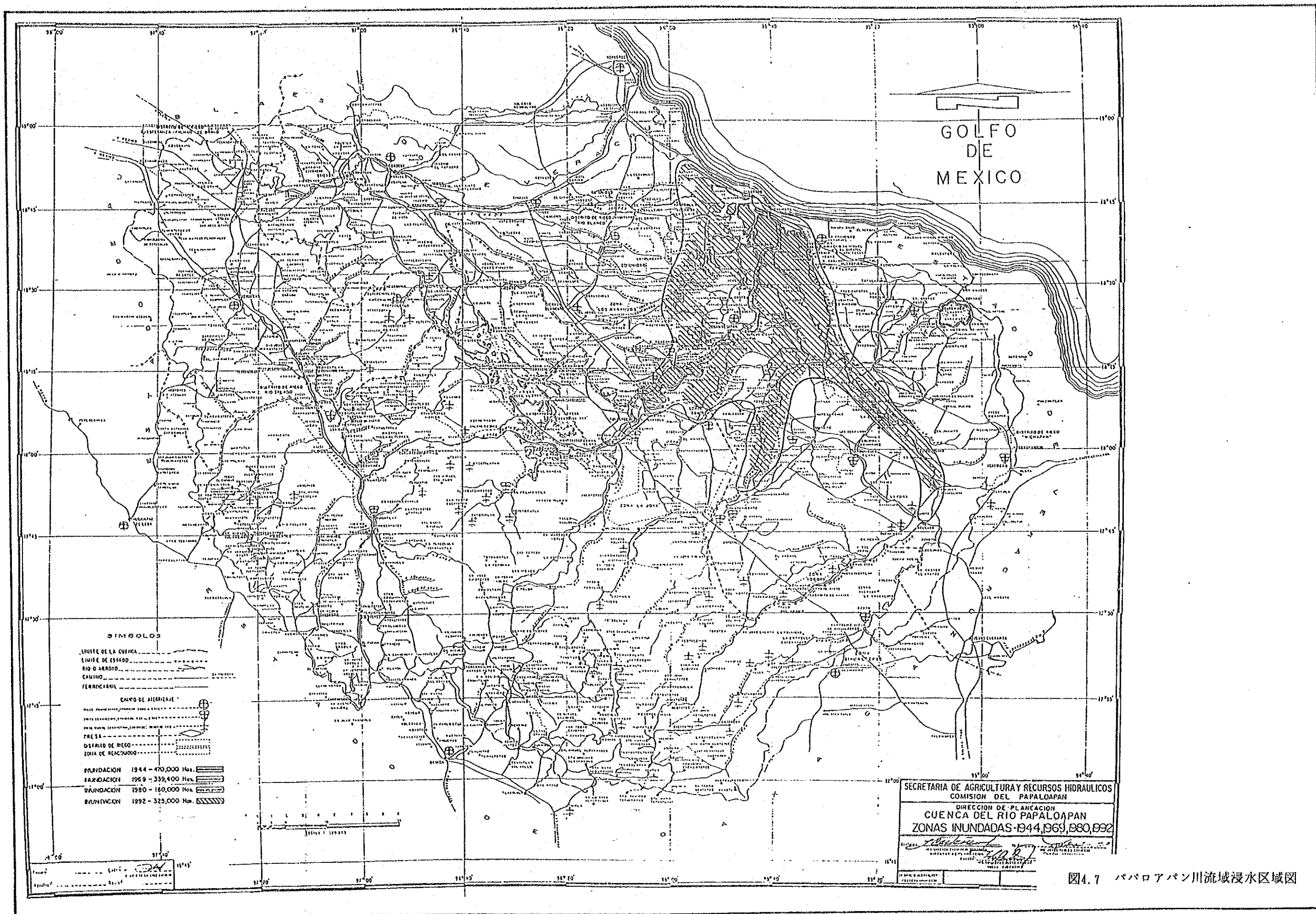


図4.7 パパロアパン川流域浸水区域図

(2) 河川汚濁状況

パパロアパン川流域においては、1975年から順次水質モニタリングステーションを設置し、現在では約30箇所の観測点より得られる資料に対して、17種類の測定を48のパラメータによって、120資料/月の処理能力で行い、水質の監視に努めている。さらに今年2月21日より、2カ月半をかけて470箇所ある排水放流口の水質を調査し、汚濁源の特定とその対応策を検討するプロジェクトを進行中である。30箇所の観測点のうち、関連するパパロアパン川下流域3箇所とブランコ川流域の4箇所における観測値（1991年）を、BOD、COD、SSについて表4.4に示す。

表4.4からも明らかなように河川の汚濁が問題となるのは、ブランコ川流域であり汚濁の状況は、雨期、乾期に関係なく高い状況にある。ブランコ川に流入する排水放流口は、470箇所あり、その内訳は以下のとおりである。

①市、地区	.....	139箇所
②共同体(市、工場)	.....	17箇所
③工場単独	.....	162箇所
④商業(ホテル、レストラン、他)	.....	141箇所
⑤農場、牧場	.....	11箇所

また、主要な工場162社の業種別内訳は、次のとおりである。

(イ)食糧品工場	.....	89社
(ロ)化学工場	.....	8社
(ハ)紙工場	.....	3社
(ニ)革・繊維工場	.....	8社
(ホ)鉱山	.....	22社
(ヘ)金属工場	.....	11社
(ト)石油工場	.....	21社

これら470箇所からの排水は、現在、そのほとんどが未処理のままの垂れ流しであり、河川の汚濁状況は深刻なものである。

表4.4 河川汚濁状況

単位: mg/l

流域	観測点番号	位置	BOD		COD		SS	
			乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期
パ パ ロ ア パ ン 川	22	PUENTE CARACOL (トト川とサト・ド・ミンゴ川合流点手前のトト川)	2.62	8.70	25.00	21.00	26.00	64.00
			1.74	0.76	4.00	8.00	8.00	14.00
	23	PUENTE PAPAROAPAN CD. ALEMAN (トト川とサト・ド・ミンゴ川合流点より少し下流)	3.04	8.88	21.00	22.00	36.00	66.00
			1.01	1.26	4.00	8.00	10.00	6.00
	21	BUENTA VISTA (ハ・ハ・ロア・ン川がアハ・ラド湖に流入する地点)	3.04	4.80	42.00	49.00	120.00	186.00
			1.01	1.26	8.00	8.00	14.00	20.00
ブ ラ ン コ 川	17	PUENTE CIUDAD MENDOZA (オリサバ市より10km上流のメド・サ市)	27.25	16.19	15.00	48.00	54.00	270.00
			2.43	2.04	4.00	7.00	4.00	12.00
	18	PUENTE ORIZABA (BOQUERON)(オリサバ川とブランコ川合流点の下流)	115.00	284.00	183.00	384.00	135.00	1328.00
			10.89	8.12	19.00	27.00	10.00	62.00
	19	PRESA TUXPANGO (オリサバ市より5km下流地点)	183.00	244.00	291.00	307.00	414.00	944.00
			24.00	2.03	64.00	40.00	2.00	30.00
	20	LA TINAJA (オリサバ市より約70km下流地点)	22.11	29.60	80.00	67.00	130.00	1060.00
			3.05	1.52	12.00	19.00	38.00	58.00

注: 1. 1991年水質モニタリングデータより引用
 2. 上段: 最大値 下段: 最小値
 3. 乾期: 11月~4月 雨期: 5月~10月
 4. 各河川とも上流側より順に表現してある。

4.4 河川に係る既存もしくは進行中の関連計画調査

パパロアバン川流域に係る関連計画調査は、大別して以下の3つである。

- ①パパロアバン川下流域洪水防御調査・研究
- ②ブランコ川水質調査
- ③国家水指導センターが行っている各種調査・研究

4.4.1 パパロアバン川下流域洪水防御調査・研究

当該地区の最重要課題である洪水防御について、CNAは、墨国の水に関する最高研究機関であるIMTAに以下の6つの洪水シミュレーションと河口解析モデル実験を行なわせている。

(1) 洪水シミュレーション

最もデータの揃っている1981年の洪水をコンピュータを使って再現し、これをもとに以下の6ケースについて解析を行い、投資効果についてまでの検討を行っている。

- ①パパロアバン川を31kmにわたって掘り下げる案
- ②パパロアバン川を直接メキシコ湾に流す（放水路）案（2タイプ）
- ③テセチョアカンとサン・ファン・エバンゲリスタ川を結び放水路を作る案
- ④パパロアバン川左岸より、マリア・イサベラ湖に水を流し、これを調整池とする案
- ⑤テセチョアカンとサン・ファン・エバンゲリスタ川上流にダムを作る案
- ⑥パパロアバン、テセチョアカン、サン・ファン・エバンゲリスタ川に堤防を作る案

以上の6ケースを模式図で示すと、図4.8に示すとおりである。

これらの投資効果を比較すると表4.5に示すとおりであり、ケース6の堤防案が最も有力な案であるということであった。

(2) 河口解析モデル実験

IMTAの実験場において、アルバラド湖からメキシコ湾に出る河口のモデルを再現し、導流堤の長さを600mと2,000mにした場合の実験を行ったものである。

この結果から、導流堤を600mにしても2,000mにしても上記のシミュレーション結果ほどの効果は見い出せないことが確認できたようである。

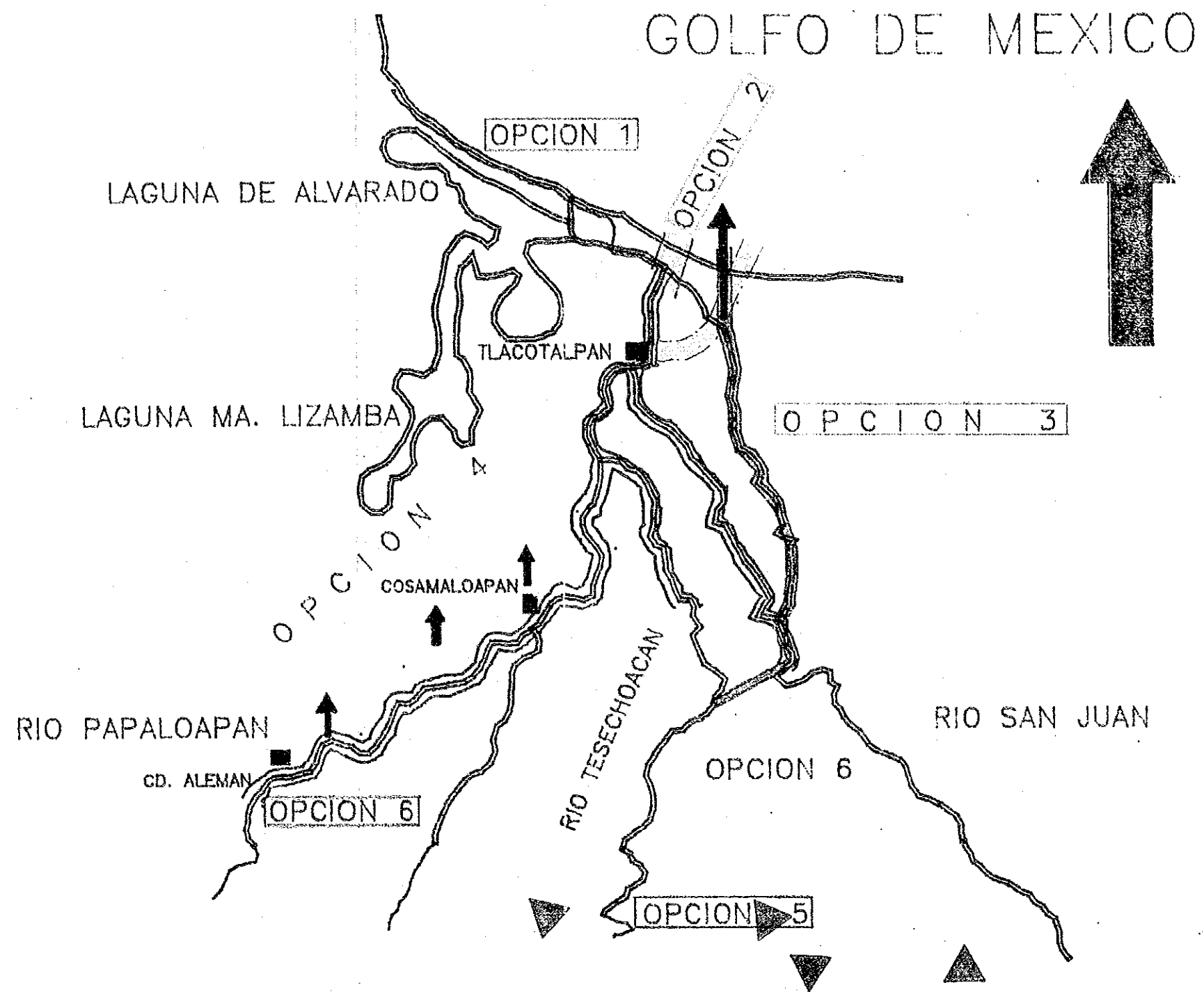


図4.8 洪水シミュレーション模式図

表4.5 ケース別投資効果一覧表

ケース	内 容	取りもどせる土地 (ヘクタール)	建設コスト (×1,000,000 N\$)	B/C (%)
1	河床掘り下げ案	30,000	550	18.1
2	直線放流案 A	55,000	2,557	13.4
	直線放流案 B	55,000	1,322	9.5
3	大規模放水路案	100,000	2,000	16.3
4	左岸調整池案	10,000	43	78.3
5	ダム案	15,000	350	13.9
6	堤防案	100,000	300	102.5

注：コスト計算には、建設に係る賠償金を含まず、取りもどせる土地の有効利用を
考え、25年計画で算定したものである。

資料提供：CNA

(3) ブランコ川水質調査

1975年より設置してきた約30箇所の観測点における水質調査は、今後とも定期的に行なわれていくものであるが、1992年12月に施行された国家水法により排水の100%処理が義務付けられたため、今後、排水を出す企業者（工場、市、町、牧場等の原因者）は、これに従うことになるため、CNAは、470箇所から現在、排出されている水の水質調査が必要となり、これを行うものである。

調査は、1993年2月21日より約2カ月半かけて行う予定であり、これにより、各放流口での排水の状況がつかめ、今後の指導及び対策に役立つものである。

(4) 国家水指導センターが行っている各種調査・研究

ババロアパン川流域に対して、国家水指導センターが行っている各種の調査・研究を示すと以下のようなものがある。

- ①社会経済開発調査 25件
- ②水理学的研究 5件
- ③洪水防御、利水計画 22件
- ④土地適性の調査・研究 21件
- ⑤工業開発計画 1件
- ⑥地下水開発計画 19件
- ⑦地形開発計画 8件
- ⑧農業開発計画 9件
- ⑨水力開発計画 3件
- ⑩水質調査 1件
- ⑪水と気象に関する研究 11件

以上のパパロアパン川流域に係る洪水防御、河川汚濁対策状況の実施レベルを表4.6に示す。

表4.6 パパロアパン川流域 洪水防御／河川汚濁対策状況

項 目	実施レベル					備 考
	5	4	3	2	1	
1. 洪水防御						
水文調査・解析		○				降雨・流出
治水計画						
基本高水計画			○			計画規模・高水・高水流量
河川改修計画		○				河道・河口・放水路・施設数パターンのシミュレーション、 経済比較を行っている。
洪水調節計画		○				河道整備・貯水池・ダム浸水予測、ダムによる 調節を行っている。
内水排除計画					○	流出抑制・流出制御
洪水調節施設 運用計画				○		水文データの治水への利用法が確立されてい ない。
利水計画			○			流水管理・水資源開発
河川環境計画				○		自然・風土・社会・文化
河川構造物計画				○		堤防・護岸・水制・堰 等
2. 河川汚濁対策						
水質調査			○			
汚濁解析				○		
周辺市町村の 下水道計画			○			下水処理が義務づけられ一部の市及び工場の 排水処理計画が進行中

レベル評価の基準 5：施設がほぼ完備されているか、事業／計画がありレベルも高い。
 4：事業／計画の存在は確認できたが、レベルは不明。
 3：部分的な事業／計画の存在が確認できた。
 2：事業／計画の存在は確認できなかったが、将来的な展望はある。
 1：事業／計画の存在も、将来的な展望も確認できなかった。

4.5 河川に係る既存もしくは進行中の関連プロジェクト

バパロアバン川下流域の洪水対策については、1991年にミゲル・デ・ラ・マドリッドを建設し、これにより洪水調節を行うことによって、一応の成果は見られたようである。しかし、さらなる生産性向上のための浸水地区の削減に向けて調査・研究段階にあり、プロジェクトまでには至っていない。

これに対してブランコ川の汚濁対策については、国家水法の施行に伴い、排水の100%処理が義務付けられたため、以下に示すようなプロジェクトが進行中であり、今後、このような対応が拡大する傾向にある。

4.5.1 オリサバ市における共同体による処理場建設プロジェクト

国家水法に従い、排水の100%処理に向けての努力が行なわれているが、暫定措置として以下の方法が取られている。

- ①ペナルティを払って、排水を処理せず放流する方法
- ②処理場建設計画を作成し、2年間のペナルティ猶予期間をもらう方法

現在、バパロアバン川全流域では、

- ①運転中の処理場 …………… 10箇所（工場単独の処理施設）
- ②計画中の処理場 …………… 2箇所
- ③建設中の処理場 …………… 3箇所

がある。このうち、運転中の処理場は10箇所あるが、これはすべて工場単独の処理施設で前述したCNAの調査結果により、改善の必要もでてくるものであろう。また、建設中の処理場3箇所のうち、具体的に工事が進行しているのは、オリサバ市における民間企業11社と5つの町による共同体が計画している処理場のみである。

この処理場建設プロジェクトについて以下に概要を述べる。

(1) 共同体の内訳と流量

- ①人口10,000以上の町 …………… 5町 $Q1 = 15,795,801.50 \text{ m}^3/\text{年}$
- ②工場 …………… 11社 $Q2 = 12,402,972.00 \text{ m}^3/\text{年}$

工場内訳

- 醸造工場 …………… 4社（ビール3社、ジュース1社）
- 紙工場 …………… 1社
- 革・繊維工場 …………… 6社（革、繊維各3社）

(2) 建設方法

用地を国、州、町が提供し、工事費を企業11社が負担し建設するものである。

(3) 処理容量と拡張計画

現在、オリサバ市には40社の工場があるが、当該計画に参加しているのは、そのうちの11社であり、これに5つの町の人口約50万人を対象とした処理容量になっている。

現在計画（一期工事） …………… Q = 2.0 m³/s

将来計画（2010年） …………… Q = 3.0 m³/s

また、将来、この計画に参加していない企業及び町の排水を受け入れることは可能（全ては取り込めない）であるが、その場合は料金を取って受け入れる予定である。

4.5.2 その他のプロジェクト

直接、河川に係るプロジェクトではないが、その他のプロジェクトとしてパパロアバン川流域において、世界銀行の援助によるプランテーションの開発プロジェクトが進行中であると言うことであったが、これは、浸水区域外のものであり、当該調査との関連性はないものと思われる。

4.6 我が国の協力についての提案と期待できる効果

4.6.1 問題点の絞り込みと考えられる対策

墨国が日本側に正式要請して来ている要請書及び会議の結果から、当該流域の問題点を挙げると以下のとおりである。

- ①良い環境と農業生産性の向上
- ②テレメーターシステムの構築
- ③衛生改善
- ④護岸の補強、新設
- ⑤水の多い場所に適した農業開発

これらの問題を要約して考えると、次の2つの問題点にまとめることができる。

(1) 洪水対策と農業開発

パパロアバン川は、水の多い所であり、豊かな自然から多くの恩恵を受けてきた反面、洪水による被害も多く受けてきた。今までCNAは、水のない所の農業開発を多く手掛けてきたため、水の多い所の治水と農業開発については、あまり経験がない。したがって、洪水対策のシミュレーション等により、ある程度有効な方向付けはなされたが、以

下の点について問題意識を持っているものと思われる。

- ①浸水形態別の農業開発及び土地利用
- ②護岸の新設方法と補修方法
- ③護岸の新設により土壌がやせることに対する不安
- ④現在あるモニターの有効利用

(2) 河川汚濁防止と衛生改善

前述のように河川汚濁の改善は大きな問題であるが、これと相まって以下のような点も同時に改善していく必要がある。

- ①ババロアパン川流域のほとんどの市町村において、下水処理場がないため、今後国有水法に沿った形での整備が急務となっている。
- ②ババロアパン川流域の大きな町には現在浄水場があるが、その他大部分の町村においては、井戸、湧水、川の水を上水道水源としているため、これを改善する必要がある。

(3) 考えられる対策

洪水対策と農業開発については、次のような対策が考えられる。

- ①CNAが行った洪水シミュレーション等の検証
- ↓
- ②ババロアパン川総合治水基本計画の策定
- ↓
- ③農業開発計画及び土地利用基本計画の策定

次に河川汚濁対策については、以下のように考えられる。

- ①水質モニタリング（採水、試験）
- ↓
- ②汚濁解析
- ↓
- ③汚濁防止対策の策定

さらに衛生改善については、以下のように考えられる。

- ①上水道基本計画の策定
- ↓
- ②下水道基本計画の策定
- ↓
- ③事業の実施

4.6.2 効果の把握と協力の可能性

(1) 洪水対策

CNAが行ったシミュレーションの検証については、ほとんどその必要はなしと考えられる。また、総合治水対策についても、対象河川が都市河川でなく、主に農業生産の向上を主としたものであることから、「水問題プロジェクト」として取り上げることは難しく、仮に洪水防御のみを主に計画しても意味のないものとなる不安がある。また、下流域には、広大な湿地帯もあり、これに対する環境インパクトも大きいことから慎重に対処する必要がある。

(2) 農業開発と土地利用

この問題は、墨国にとり重要な問題であると認識するものであり、この面での協力による効果は大きいものと考えられる。これを「水問題プロジェクト」ではなく「農業問題」としてとらえるならば、協力の可能性は大である。しかし、墨国の農業問題は、当地のような水の多い所にあるのではなく、乾燥、半乾燥地域にあり、未だ、この地域での問題が解決できていない現状では、協力の可能性は低いと言わざるを得ない。

(3) 河川汚濁対策

河川汚濁対策については、現在、墨国独自の力で進行中であり、施設、能力ともにそなわっていると判断されることから協力の可能性は見出しにくい。

(4) 衛生改善

上下水道整備に関する基本方針をCNAが持っていること及び国家水法に沿った形での「オリサバ市における処理場建設」等が進行中であり、その他の地域への拡大も期待できること、また、財政的にも資金調達が可能であり、技術レベルも相応に高いことから墨国による独自の開発が可能であると判断する。

4.6.3 調査の緊急度、優先度とプロジェクトの実現性

(1) 調査の緊急度、優先度

調査の緊急度、優先度は、以下の順で高いと考えられる。

①河川汚濁対策



②洪水対策



③衛生改善



④農業開発と土地利用

パパロアパン川流域で最も優先度の高い問題は、ブランコ川の汚濁対策であろう。衛生改善については、特に都市部と工場の排水処理をすることによって河川汚濁の防止を図りつつ周辺への波及効果を期待できることから調査の緊急度、優先度は剩り高くないと言える。次に「洪水対策」と「農業開発と土地利用」は関連する問題であるがこれは、プロジェクトとしては優先度の高いものであるが、緊急度は低いため調査の優先度、緊急度は低いと考えられる。

(2)プロジェクトの実現性

河川汚濁対策については、CNAを中心として積極的に調査が進められ、衛生改善を含めた対策が進行中であり、プロジェクトの実現性は最も高いが、これは墨側独自で実現できるものである。

洪水対策については、基礎的な部分でのプロジェクトが進行中であり、長期的な視点に立てば実現性はあるが、問題となるのは、洪水対策を当該流域における総合開発計画と関連づけし、「農業開発と土地利用」を含んだものとしている点である。墨国における農業開発問題は、未だ乾燥、半乾燥地域においても多く残されており、当該地域のような水の多い地域への対応は、時期尚早であると判断される。したがって、洪水対策プロジェクトの実現性は、農業開発問題の取扱いによって大きく左右されるものと思われる。

4.6.4 我が国の協力についての提案

調査の結果、絞り込まれた問題に対して、「水問題プロジェクト」として見た場合、開発調査による協力の可能性は低いが個々の面では日本の協力を非常に期待している。このような観点から以下の問題に対応できる専門家を派遣することが望まれる。

①治水全般（特に護岸の新設及び補修技術）

②テレメーターシステム

③農業（水の多い所での）技術

第5章 結 論

本調査の目的は、墨国側より非公式に提示されていた4案件の開発調査を含め、DF及びパ
パロアパン川流域を対象に、真に重要度・優先度が高いと認められる中長期的・面的な計画づ
くりを行うもの、具体的にはM/P策定等の面的・包括的な協力案件を発掘・形成することであ
った。

DFの上水道については、地下水を主な水源とした給配水システムがほぼ完備している一方
で、高地の盆地という地形的悪条件および急激な人口増加を反映して、上水源の確保が最大の
関心事となっていることが確認された。しかしながら、不完全ながらも独自にM/Pを策定し、既
に計画を着実に実行していること、及びDGC0Hの技術水準は概して高く、M/Pの見直し、修正を
独自に行う能力は充分有していることと判断されること等に鑑み、現段階で新たにM/Pを策定するな
どの開発調査に適した案件は見いだせなかった。

DFの下水道に関しては、合流式による排除施設がほぼ十分といえる水準まで整備されてい
る一方で、下水処理はほとんど行われておらず近郊河川に未処理放流されており、公衆衛生上
また環境保全上大きな問題となっている。墨国では昨年の国家水法制定に伴い、下水の全量処
理が義務づけられることとなり、DGC0Hは下水処理のM/Pの見直し作業に着手しているものの、
下水処理分野での経験が少ないため技術協力を大いに必要としているところである。要望案件
の一つであるセーロ・デ・ラ・エストレージャ処理場の汚泥処理計画も、このような背景から
要望されたものであるが、汚泥処理・処分という下水処理の一分野にとどまらず下水処理全般
に関しての日本側の協力を求めたいという墨国側の強い要望が確認された。したがって、DF
の下水処理に関する開発調査が墨国側のニーズに最もかなうものであると判断した。本調査団
は、日本側が参画し下水処理のM/Pを策定するか、墨国側で策定されたM/Pを日本側で見直した
後、代表的な処理場のF/Sを実施するという開発調査を、我が国が実施すべきであると提言する。

下水処理と関連して、DGC0Hは、エネルギー源あるいはコンポストとしての下水汚泥の有効利
用や、上水道水源の確保、地下水源の保全のための下水の三次処理・高度処理技術や処理水の
再利用に大きな関心を寄せており、上記開発調査の中でこれらについての提言を併せて行うこ
とが技術移転の意味からも大いに有効であると考える。

また、要望案件のうち、DFの上下水道施設の運転自動化計画や耐震防災計画については、
協力要請はあるものの開発調査としての重要度・優先度は低く、我が国の協力の必要性はない
と判断した。

パパロアパン川下流域の洪水防御を中心とする水問題に係る協力については、サリナス大統
領が改善を約束したことから優先度が高まっており、CNAの強い熱意は感じられたものの、
CNAで既に洪水防御のための対策に係る大規模なシミュレーションを独自に実施するなど相
当程度の調査が既になされていること、同川下流域の洪水被害地域が約25万ヘクタールと過大

であるうえ、河口部には広範囲に湖及び湿地帯が広がり、上流部での洪水防御のための対策が同地域に環境上の重大な影響を与えるおそれがあること、及び洪水防御によって得られる土地（主に農地）の有効活用の可能性が見極められないこと等に鑑み、現時点では、本件協力を優先的に実施すべきであるとは言い難い。

また、ババロアパン川の一支流をなすブランコ川の河川汚濁対策については、上記の洪水防御とは明らかに問題の性格が異なるため切り離して考える必要があるが、対策については、現在既に法律に沿った形での計画・事業が部分的に進行中であり、今後、他地区への拡大も今後独自に進められ得ると見受けられ、協力の必要性は見いだし難い。

【 資料編 】

資料-1

メキシコ連邦区下水処理計画調査

T/R案

< 第 1 案 >

1. 調査の背景

メキシコ合衆国の首都であるメキシコ連邦区（DF）は、全国の1割に当たる約800万人の人口を擁する大都市である。標高約2,000mのメキシコ盆地に位置し、盆地全体では人口2,000万人ともいわれる大都市圏を形成している。

連邦区においては、下水排除システムはほぼ整備され水洗化普及率は85%に達しているものの、下水処理が行われているのはわずか7%程度に過ぎず、約740万人相当もの汚水がメキシコ州やイダルゴ州の河川を経てメキシコ湾に未処理のまま直接放流されている。このような未処理の下水によって公共水域の汚染が甚だしいものとなっているのみならず、周辺の農地で排水をかんがい用水として利用しており、衛生上の大きな脅威ともなっている。

連邦区内には現在13箇所の下水処理場があるが、これらのほとんどは小規模なものである。下水処理は、①標高2,000mの盆地という地形的な条件と急激な人口増加のために上水源の確保が最優先事項であったこと、また、②環境保全に対する関心は悪名高い大気汚染に集中しがちであったことから、処理水の再利用という目的のためにのみ行われてきたのである。

しかしながら、全国的な水の存在の不均衡や水域の汚染といった数々の水に関する問題を解決するために、1992年12月に国有水法（LEY DE AGUAS NACIONALES）が制定され、これにより下水処理が法的に義務づけられることとなった。これに伴い、連邦区庁水利局（DGCOR）は、6年後の下水全量処理を目標に、現在下水処理に係るマスタープランを策定中であるが、大規模な処理場設計の経験が少ないため、この分野での技術協力を必要としている。

また、処理プロセスより発生する汚泥は、1処理場において天日乾燥を行っているのみで、ほとんどの場合メキシコ市北部の処分場にそのまま投棄されている。DGCORは焼却による減量化や発生エネルギーの有効利用といった技術に大きな関心を寄せている。

このような背景から、DGCORは、日本政府の技術協力として、下水処理についての計画調査の実施を切に望んでいる。DGCORは、その結果として得られる知見をもとに、連邦区の下水全量処理を達成することとしている。

2. 調査の目的

調査目的は次のとおりである。

- (1) 墨側により策定中の下水処理場マスタープランのレビューを行い、必要な部分については見直しを再度実施し、計画目標とともに目標年次を定める。さらに代替案の比較検討を経て、フィージビリティ・スタディを実施すべき下水処理場の選定を行う。
- (2) 詳細な補足現地調査に基づいて、選定された下水処理場のフィージビリティ・スタディを行う。

3. 調査内容

3.1 フェーズⅠ：マスタープランのレビュー及びF/S対象プロジェクトの選定

- (1) 既存調査・情報の収集・分析
- (2) 現地踏査
- (3) M/Pのレビュー
 - ・ 計画目標及び目標年次の設定
 - ・ 計画諸元（計画下水量、流入水質、計画処理水質、処理方式、汚泥処理・処分法等）の設定
 - ・ 代替案の比較・検討
 - ・ 事業評価
- (4) F/S対象プロジェクトの選定（M/Pで定めた処理方式の変更も含む。）
- (5) 初期環境評価（IEE）のレビューとEIA実施環境項目の選定

3.2 フェーズⅡ：フィージビリティ・スタディ

- (1) 補足現地調査
 - ・ 地盤調査（土質調査、土質試験）
 - ・ 地形測量（平板測量、路線測量）
 - ・ 環境調査
- (2) 施設計画の策定
 - ・ 計画下水量
 - ・ 流入水質
 - ・ 計画処理水質
 - ・ 処理方式
 - ・ 施設配置
- (3) 環境影響評価（EIA）
- (4) 設計基準

(5)施設概略設計

- ・ポンプ場
- ・一次処理施設
- ・二次処理施設
- ・放流施設
- ・汚泥処理施設

(6)施工計画

(7)運営・維持管理計画

(8)組織・制度計画

(9)事業費概算

(10)事業評価

- ・社会・経済分析
- ・財務分析
- ・環境評価

4. 提言

- (1)エネルギー源またはコンポストとしての下水汚泥の有効利用に適した汚泥処理技術に対する提言
- (2)三次処理、高度処理に対する提言
- (3)処理水再利用に対する提言
- (4)工場排水規制に対する提言

5. 調査期間

- (1)フェーズⅠ　――　約2カ月（現地作業）
- (2)フェーズⅡ　――　約5ヶ月（現地2.5カ月、日本2.5カ月）
- (3)提言　――　約1.5ヶ月（現地1カ月、日本0.5カ月）

6. レポート

(1)インセプション・レポート

フェーズⅠ開始時に提出（調査の実施計画書）。

(2)インテリム・レポート

フェーズⅠ終了時に提出（フェーズⅠの結果を記述したもの）。

(3)ドラフト・ファイナル・レポート(1)

フェーズⅡ終了時に提出（フェーズⅡの結果を記述したもの）。

(4)ドラフト・ファイナル・レポート(2)

提言完了時に提出（提言について記述したもの）。

(5) ファイナル・レポート

全調査終了時に提出（関係機関よりコメント及び助言を仰ぎ、必要な修正を施した後、最終的に提出される報告書）

注：処理場建設着手のため、フェーズⅡは1994年4月迄に終了のこと。

< 第 2 案 >

上記「3. 調査内容」に関して、墨国側が現在行っているM/Pの策定作業に日本側調査団が参加することが可能であり、M/Pの策定に助言を与えることに墨側が同意するならば、フェーズIは次のように変更できる。

3. 調査内容

3.1 フェーズI：マスタープランの策定作業への参加及びF/S対象プロジェクトの選定

(1) 既存調査・情報の収集・分析

(2) 現地踏査

(3) M/Pの策定作業への参加

・計画目標及び目標年次の設定

・計画諸元（計画下水水量、流入水質、計画処理水質、処理方式、汚泥処理・処分法等）の設定

・代替案の比較・検討

・事業評価

(4) F/S対象プロジェクトの選定

(5) 初期環境評価（IEE）のまとめとEIA実施環境項目の選定

また、「5. 調査期間」も下記の通り変更する。

5. 調査期間

(1) フェーズI --- 約3カ月（現地作業）

(2) フェーズII --- 約5ヶ月（現地2.5カ月、日本2.5カ月）

(3) 提言 --- 約1.5ヶ月（現地1カ月、日本0.5カ月）

< 調査実施のための条件 >

- (1) 墨国側がM/Pを策定するとしても、その策定・改訂作業への日本側の参加を認めること。
プロ形調査団の報告によれば、墨国側のM/Pは現況の諸要素（人口、経済、下水量）に基づくものであり、将来予測は行っていないとのことであるが、M/Pであれば、長期的な計画目標や目標年次を設定すべきである。日本側調査団が参加することにより、より有効なM/P及びF/Sの策定が可能である。
- (2) 仮に墨国側がM/P策定作業への日本側の参加に同意しないとしても、最低限F/S対象プロジェクトの計画諸元の策定は両者で行うこと。
施設建設の開始時期が確定しているのであれば、墨国側はM/P策定を1993年9月迄に完了すること。
- (3) 墨国側は、本件調査に係る用地及び財政面の確保の見通しを立てること。
- (4) プロ形調査において墨国側より示されたタイトな調査期間にしたがって日本側が調査を実施するためには、墨国側の最大限の必要資料、情報（工場排水に関するものを含む）の提供と便宜供与が不可欠である。

< 備考 >

上記T/R案は、事前調査及び調査開始時の墨側との協議により最終的に決定されたものであり、必要に応じ変更もありうる。

**TERMS OF REFERENCE
FOR
THE STUDY ON WASTEWATER TREATMENT
IN MEXICO FEDERAL DISTRICT**

<PROPOSAL I>

1. Background

Mexico Federal District (*Distrito Federal* : DF), the capital of Mexico, is a megapopolis which has 8 million residents equivalent to 10% of the population of the entire country. The Federal District lies in the Mexico Valley of an altitude of around 2,000m. The metropolitan area which covers a large part of the Mexico Valley is said to have a population of about 20 million people.

In the Federal District, although the wastewater disposal system covers 85% of the population, only 7% is treated, which means more than 7 million people's untreated wastewater discharges into the Gulf of Mexico through rivers in the State of Mexico and the State of Hidalgo. The untreated wastewater not only causes serious pollution to public water bodies, but it is also considered to be a menace to public health because the untreated wastewater is irrigated to neighboring farms.

Today, there are 13 wastewater treatment plants in the Federal District, but the capacity of most of them is very limited. Wastewater has been treated only to reuse, not to protect water bodies, for the following reasons: first the exploitation of water sources has been considered to be most highly prioritized due to the topographical adverse condition of the high valley as the population rapidly increases, second only the notorious air pollution has been highlighted among environmental problems.

In December 1992, however, *Ley de Aguas Nacionales* was established to solve water-related problems such as country-wide uneven distribution and pollution of public water bodies. Accordingly wastewater treatment became a legal requirement. In response to the establishment of the law, *Direccion General de Construccion y Operacion Hidraulica* (DGCOH) is now formulating a master plan for wastewater treatment systems, setting a goal of treating whole wastewater within 6 years, but they strongly need other country's technical cooperation in this field because of their insufficient experience.

Most sludge that originates from the treatment process, is disposed by landfill methods in the State of Mexico, north of the Federal District without any treatment. Only a part is treated in drying beds at the newest plant in *San Luis Tlaxiátemalco*. DGCOH is very interested in sludge treatment technologies such as reduction by incineration and utilization of the energy originating from the sludge treatment process.

Under these circumstances, DGCOH strongly needs a study on wastewater treatment with the Japanese government's technical cooperation. With knowledge obtained through the technology transfer, DGCOH intends to treat the whole wastewater of the Federal District.

2. Objectives of the Study

The objectives of the study are the following:

- (1) To review the master plan that is being formulated by the Mexican side, revise it if necessary, decide the planning target and the target year, and select prioritized treatment plants on which a feasibility study should be conducted, making a comparison between alternatives
- (2) To conduct a feasibility study on the selected treatment plants based on detailed supplementary field surveys

3. Contents of the Study

3.1. PHASE I: Review of the Master Plan and Selection of a Project for the Feasibility Study

- (1) Collection and analysis of existing data and information related to the study
- (2) Field surveys

(3) Review of the master plan

- definition of the planning target and the target year
- definition of planning parameters such as design wastewater flow, design wastewater quality, design treated wastewater quality, wastewater treatment system, sludge treatment/disposal system, etc.
- comparison of alternatives
- project evaluation

(4) To select prioritized projects for a feasibility study (the wastewater treatment system decided in the master plan is reviewed and revised, if necessary.)

(5) To review the initial environmental evaluation in order to select environmental items on which an environmental impact assessment (EIA) should be conducted

3.2. Phase II: Feasibility Study

(1) To carry out supplemental field surveys as shown below:

- land surveys (plane-table surveys and route surveys)
- geological surveys (soil surveys and soil tests)
- environmental surveys

(2) To formulate a facility plan

- design wastewater flow
- design wastewater quality
- design treated wastewater quality
- wastewater/sludge treatment system
- plot plans of treatment facilities

(3) To conduct an EIA

(4) To prepare design standards

(5) To conduct a preliminary design for the following treatment facilities:

- pumping stations
- primary treatment facilities
- secondary treatment facilities
- outlet facilities
- sludge treatment facilities

(6) To formulate a construction scheme

(7) To design a plan of administration, operation and maintenance

(8) To design a plan of organization and institution

(9) To estimate construction and O/M costs of the projects

(10) To evaluate the projects

- socioeconomic analysis
- financial analysis
- environmental analysis

4. Proposals

Proposals on the following matters are expected:

(1) Technologies for sludge treatment suitable for the efficient reuse of sludge as an energy source or compost

(2) Tertiary and advanced treatment systems

(3) Reuse of treated wastewater

(4) Regulations relevant to industrial wastewater

5. Study Period

The whole assignment for the study is expected to be completed within eight and a half months.

- (1) Phase I : approximately 2 months (in Mexico)
- (2) Phase II : approximately 5 months (2.5 months in Mexico, 2.5 months in Japan)
- (3) Proposals : approximately 1.5 months (1 month in Mexico, 0.5 month in Japan)

6. Reports

(1) Inception report

An inception report to illustrate the actual work to be carried out, including work and manning schedules for the study, is expected to be submitted at the commencement of Phase I.

(2) Interim report

An interim report that describes the result of Phase I study is expected to be submitted at the end of Phase I.

(3) Draft final report (part I)

A draft final report that describes the results of Phase II study is expected to be submitted at the end of Phase II.

(4) Draft final report (part II)

Another draft final report that describes the proposals is expected to be submitted when the study for the proposals are completed.

(5) Final report

The report of the study that will be finalized after receipt of comments and advice on the draft final report from the Mexican authorities concerned and after incorporation of necessary corrections, is expected to be submitted at the end of the entire study.

Note: Phase II study is expected to be finished by April 1994, because the construction of wastewater treatment plants should be started soon after.

<PROPOSAL II>

Regarding "3. Contents of the Study" mentioned above, if a Japanese study team can take part in the formulation of the master plan that the Mexican side is now conducting, and if the Mexican side agrees that the Japanese side will advise on the formulation of the master plan, the contents of Phase I study can be changed as follows:

3.1. PHASE I: Review and Revision of the Master Plan and Selection of a Project for the Feasibility Study

- (1) Collection and analysis of existing data and information related to the study
- (2) Field surveys
- (3) Participation in the formulation of the master plan
 - definition of the planning target and the target year
 - definition of planning parameters such as design wastewater flow, design wastewater quality, design treated wastewater quality, wastewater treatment system, sludge treatment/disposal system, etc.
 - comparison of alternatives
 - project evaluation
- (4) To select prioritized projects for a feasibility study
- (5) To arrange the initial environmental evaluation to select environmental items on which an environmental impact assessment (EIA) should be conducted

"5. Study Period" can also be changed as shown below:

5. Study Period

The whole assignment for the study is expected to be completed within nine and a half months.

- (1) Phase I : approximately 3 months (in Mexico)
- (2) Phase II : approximately 5 months (2.5 months in Mexico, 2.5 months in Japan)
- (3) Proposals : approximately 1.5 months (1 month in Mexico, 0.5 month in Japan)

<CONDITIONS OF THE STUDY>

- (1) The Mexican side agrees to the participation of the Japanese side in the formulation/revision of the master plan, though the master plan will be conducted by the Mexican side. According to the report of the project formulation study team, the master plan that the Mexican side is now formulating will be based on the present conditions such as population, economics, wastewater flow, etc., but it is desirable to define a long-term planning target and a target year in the master plan in order to make room for increase in wastewater flow in a future. The master plan and the feasibility study could be more effectively conducted with participation of a Japanese study team.
- (2) Even if the Mexican side does not agree to the Japanese side's participation in the formulation of the master plan, at least the planning parameters for the feasibility study should be defined by both sides.

The Mexican side completes the formulation of the master plan by September 1993, if the commencement time of construction of wastewater treatment plants has already been fixed.

- (3) The Mexican side makes a prospect of acquisition of construction land and finances for the projects.
- (4) It is indispensable for Japan's study that the Mexican side provides necessary data, information (including detailed data on industrial wastewater) and facilities as much as possible in order that the Japanese side can conduct the study within the short period of time shown by the Mexican side in the project formulation study.

<OTHER REMARKS>

The terms of reference mentioned above will be changed, if necessary, because it will be finalized after discussions with the Mexican side in a coming preparatory study and at the commencement of the study.

資料-2 面談者リスト

メキシコ連邦区公共事業総局水利局 (D G C O H)

Jose Antonio Rodoriguez	Subdirector de Programacion
Jesus Torres Berdury	Director de Servicios Hidraulicos y Usuarios
Cesal Nuvez Gardono	Director de Mantenimiento
Francisco Rodriguez	Director de Informacion
Luben Bello	Subdirector de Drenaje
Manuel Gasca	Subdirector de Agua Potable
Mitha Nava	Asistente Subdirector de Programacion

国家水委員会 (C N A)

Fernando Gonzalez Villareal	Director General
Ricardo Boisson	Coordinador de Asesores del Director General
Jaime Tinajero	Subdirector General de Administracion del Agua
Horacio Rubio	Gerente en el Estado de Veracruz
Carlos Ruiz	Subgerente de Ingenieria de Rios
Cynthia Escobedo	Subgerente de Calidad, Reuso del Agua e Impacto Ambiental
Alvaro Aldama	Coordinador de Tecnologia de Sistemas Hidraulicos, IMTA
Ricardo Martinez	Asesor del Director General
Pedro Reon	Subgerente de Administracion del Agua del Estado de Veracruz
Jesus Espinoza	Residente General del Papaloapan
Jorge Malagon	Subgerente de Administracion del Agua de la Regional Norte
Fernando Caamano Uribe	Secreterio Tecnico de la Coordinacion de Tecnologia de Sistemas Hidraulicos, IMTA
Javier Aparicio Mijares	Subcoordinador de Hidrologia y Aprovechamientos Hidraulicos, IMTA

外務省

Cristina Ruiz Ruiz	Directora para Paises del Grupo "B"
Efren Marrin Lopez	Subdirector para Paises del Grupo "B"

農業水資源省 (SARH)

Juana Patricia Alvarado

今井 真

Subdirector de Asuntos Bilaterales

JICA 派遣専門家

メキシコ日本商工会議所

加藤 隆平

事務局長

世界銀行メキシコ事務所

Eugene D. McCarthy

Representante Residente

社会開発省 (SEDESOL) 環境局 (INE)

Raul Guido Garray

Director de Normas,

Direccion General de Normatividad Ambiental

資料-3
収集資料リスト

運番	資料番号	資料の名称	分類		形態	版数	資料の別	部数	収集先名または発行機関	寄附購入の別
			大分類	分野						
1	11	水質規制と基準 (DDF)	DF上下水	共通	簡易製本	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
2	6	1993年のオペレーション・プログラム	DF上下水	共通	簡易製本	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
3	42	国家開発計画 1989-1994	DF上下水	共通	ファイイル	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
4	1	水2000	DF上下水	共通	製本	A4	オリジナル	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
5	2	水有効利用計画メモリー	DF上下水	共通	製本	A4	オリジナル	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
6	12	1993年に着工される重要プロジェクト	DF上下水	共通	簡易製本	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
7	27	メキシコ市の水利施設の緊急時にDDFがとるべき行動	DF上下水	共通	ファイイル	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
8	40	SPOTS CAMBIO DE SANITARIO, VIDEOCLIP POR ULTIMA SED, VOLUNTAD	DF上下水	共通	ビデオテープ	VHS	コピー	2	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
9	17	DCCOH 1992年要綱	DF上下水	共通	製本	A5	オリジナル	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
10	38	DCCOH インフレーション・センタ-概要	DF上下水	共通	簡易製本	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
11	18	水質分析項目	DF上下水	共通	ファイイル	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
12	45	水利施設の設計における基準と仕様	DF上下水	共通	ファイイル	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
13	43	1988~1992年の5年間に於けるDCCOHの支出	DF上下水	共通	ファイイル	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
14	14	組織図 (国、DDF、DCCOH)	DF上下水	共通	ファイイル	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
15	20	飲料水、下水及び処理水のサービスの供給	DF上下水	共通	報告論文	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
16	19	メキシコ市市民の飲料水、下水及び処理水のサービスの供給	DF上下水	共通	報告論文	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
17	26	メキシコ市における環境・衛生工学の新技術	DF上下水	共通	報告論文	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
18	44	水道料金に係る連邦法	DF上下水	共通	法律	A4	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
19	3	国有水法	DF上下水	共通	製本	B6	オリジナル	1	農業水資源省 水委員会 (CNA)	寄附
20	39	DFにおける上水一次網の水压測定 年次報告書	DF上下水	上水	簡易製本	A4	オリジナル	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
21	33	レルマ水系導水計画	DF上下水	上水	ファイイル	A0	コピー	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
22	28	上水道マスタープラン図面	DF上下水	上水	図面+スラット	A1図	オリジナル	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附
23	37	家庭の水道施設 修理、改造、節水引き	DF上下水	上水	製本+ソフト	A1図	オリジナル	1	DF連邦区庁 水利局 (DCCOH)	寄附

資料 - 3

収集資料リスト

通 番 号	資料 番号	資料の名称		分類			形態	版型 風致	資料の 部数	収集元 または発行機関	寄贈購入 の別
				大分類	分野	内容					
24	13	既存処理場の流入・致流水質		DF上下水	下水	管理	ファイル	A4	1	オリジナル	寄贈
25	9	下水道マスタープラン(1989)		DF上下水	下水	計画	製本	A4	1	オリジナル	寄贈
26	4	メキシコ産地の排水処理プログラム		DF上下水	下水	計画	ファイル	A4	1	コピー	寄贈
27	16	1991年の処理場マスタープラン 図面		DF上下水	下水	計画設計	写真綴じ図面	A1型	1	コピー	寄贈
28	15	セーロ・デ・ラ・エストラレージャ処理場 第4モジュール 図面		DF上下水	下水	計画設計	写真綴じ図面	A1型	1	コピー	寄贈
29	31	下水道放流管路図		DF上下水	下水	計画設計	図面+スライド	A1型	1	コピー	寄贈
30	29	下水道マスタープラン図面		DF上下水	下水	計画設計	図面+スライド	A1型	1	コピー	寄贈
31	32	調整池位置図		DF上下水	下水	計画設計	図面	A1型	1	コピー	寄贈
32	47	DF下水道施設平面図		DF上下水	下水	計画設計	図面	A1型	1	コピー	寄贈
33	34	メキシコ市の深層下水道システム		DF上下水	下水	広報	製本パンフレット	A4	1	オリジナル	寄贈
34	46	DFの深層下水道システムの工事記録		DF上下水	下水	資料	製本	A3型	1	オリジナル	寄贈
35	5	13処理場のスキーム		DF上下水	下水	資料	製本	A4	1	コピー	寄贈
36	25	メキシコ市北部でDCCOHが実施した調整地+トリプルの水位調整		DF上下水	下水	報告	ファイル	A4	1	コピー	寄贈
37	21	汚泥の運用と利用		DF上下水	下水	報告論文	ファイル	A4	1	コピー	寄贈
38	23	メキシコ市の排水システムの集水管と排水路の泥の?と処分		DF上下水	下水	報告論文	ファイル	A4	1	コピー	寄贈
39	22	下水ポンプ場における汚泥の運用		DF上下水	下水	報告論文	ファイル	A4	1	コピー	寄贈
40	24	メキシコ市の排水システムの閘水路、池、ダムの?		DF上下水	下水	報告論文	ファイル	A4	1	コピー	寄贈
41	7	DFの処理と再利用のマスタープラン		DF上下水	下水・再利用	計画	簡易製本	A4	1	コピー	寄贈
42	30	下水及び再利用マスタープラン図面		DF上下水	下水・再利用	計画設計	図面+スライド	A1型	1	コピー	寄贈
43	36	メキシコ南部ソチミルコ、ティアワク、ミスクイックの環境保護		DF上下水	下水・再利用	広報	製本パンフレット	変型	1	オリジナル	寄贈
44	35	サン・ルイス・トラキシャルチマルコ処理場		DF上下水	下水・再利用	広報	製本パンフレット	変型	1	オリジナル	寄贈
45	10	サン・ルイス・トラキシャルチマルコ処理場 地下水両翼実験施設の建設と運転		DF上下水	下水・再利用	実験研究	ファイル	A4	1	コピー	寄贈
46	8	高度処理(セーロ・デラ・エストラレージャ処理場)		DF上下水	下水・再利用	実験研究	簡易製本	A4	1	コピー	寄贈

資料 - 3
収集資料リスト

連番	資料番号	資料の名称	分類			形態	版型	頁数	利用の別	収集先名称または発行機関	部数	利用の別	購入の別
			大分類	分野	内容								
47	41	環境公報 (No. 1 ~ No. 19)	DF上下水	環境	法律	製本	A4		都市開発環境省 (SEDUE) 環境局	1	オリジナル	購入	
48	2	I M T A 年次報告書 1981年版	A・A・07A・7	共通	広報	製本	A4		農業水資源省 水委員会 (CNA)	1	オリジナル	寄贈	
49	8	国家水委員会 (CNA)	A・A・07A・7	共通	広報	A・777Vt	B5製		農業水資源省 水委員会 (CNA)	1	オリジナル	寄贈	
50	5	水に関する政策と戦略	A・A・07A・7	共通	広報	製本	A4		農業水資源省 水委員会 (CNA)	1	オリジナル	寄贈	
51	1	パパロアパン川流域の水問題	A・A・07A・7	共通	資料	簡易製本	A4		農業水資源省 水委員会 (CNA)	1	コピー	寄贈	
52	10	CNA組織図	A・A・07A・7	共通	資料	フアイル	A4		農業水資源省 水委員会 (CNA)	1	コピー	寄贈	
53	7	プランコ川水質調査データ	A・A・07A・7	水質	データ	フアイル	SF15		農業水資源省 水委員会 (CNA)	1	オリジナル	寄贈	
54	6	パパロアパン川水質調査データ	A・A・07A・7	水質	データ	フアイル	SF15		農業水資源省 水委員会 (CNA)	1	オリジナル	寄贈	
55	11	水質指標	A・A・07A・7	水質	規準	フアイル	A4		農業水資源省 水委員会 (CNA)	1	コピー	寄贈	
56	13	プランコ川流域水質モニタリング位置図	A・A・07A・7	水質	資料	フアイル	A4		農業水資源省 水委員会 (CNA)	1	コピー	寄贈	
57	12	パパロアパン川流域の水質モニタリング・ステーション一覧	A・A・07A・7	水質	資料	フアイル	A4		農業水資源省 水委員会 (CNA)	1	コピー	寄贈	
58	3	パパロアパン川の水質	A・A・07A・7	水質	報告	簡易製本	A4		農業水資源省 水委員会 (CNA)	1	コピー	寄贈	
59	4	環境保護と生態バランスの一般法	A・A・07A・7	水質	法律	簡易製本	A4		農業水資源省 水委員会 (CNA)	1	コピー	寄贈	
60	9	パパロアパン川洪水シミュレーション結果図面	A・A・07A・7	洪水	報告	フアイル	A4		農業水資源省 水委員会 (CNA)	1	オリジナル	寄贈	
61	1	メキシコ合衆国概観 (平成4年)	メキシコ一般	一般	資料	フアイル	A4		JICAメキシコ事務所	1	コピー	寄贈	
62	2	愛知するメキシコ	メキシコ一般	一般	資料	フアイル	A4		JICAメキシコ事務所	1	コピー	寄贈	
63	3	メキシコ州別基礎データ	メキシコ一般	一般	資料	フアイル	A4		日本商工会議所対外事務所	1	コピー	寄贈	

