

パキスタン国
カラチ市上下水道整備計画
事前調査報告書

平成17年8月
(2005年)

独立行政法人 国際協力機構

地球環境部

環境
JR
06-004

**パキスタン国
カラチ市上下水道整備計画
事前調査報告書**

平成17年8月
(2005年)

独立行政法人 国際協力機構

地球環境部

序 文

日本国政府は、パキスタン国政府の要請に基づき、同国のカラチ市における上下水道整備についての調査を実施することを決定し、国際協力機構がこの調査を実施することといたしました。当機構は、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17年7月4日から29日までの26日間にわたり、独立行政法人国際協力機構地球環境部第3グループ長 安達一を団長とする事前調査団を現地に派遣しました。

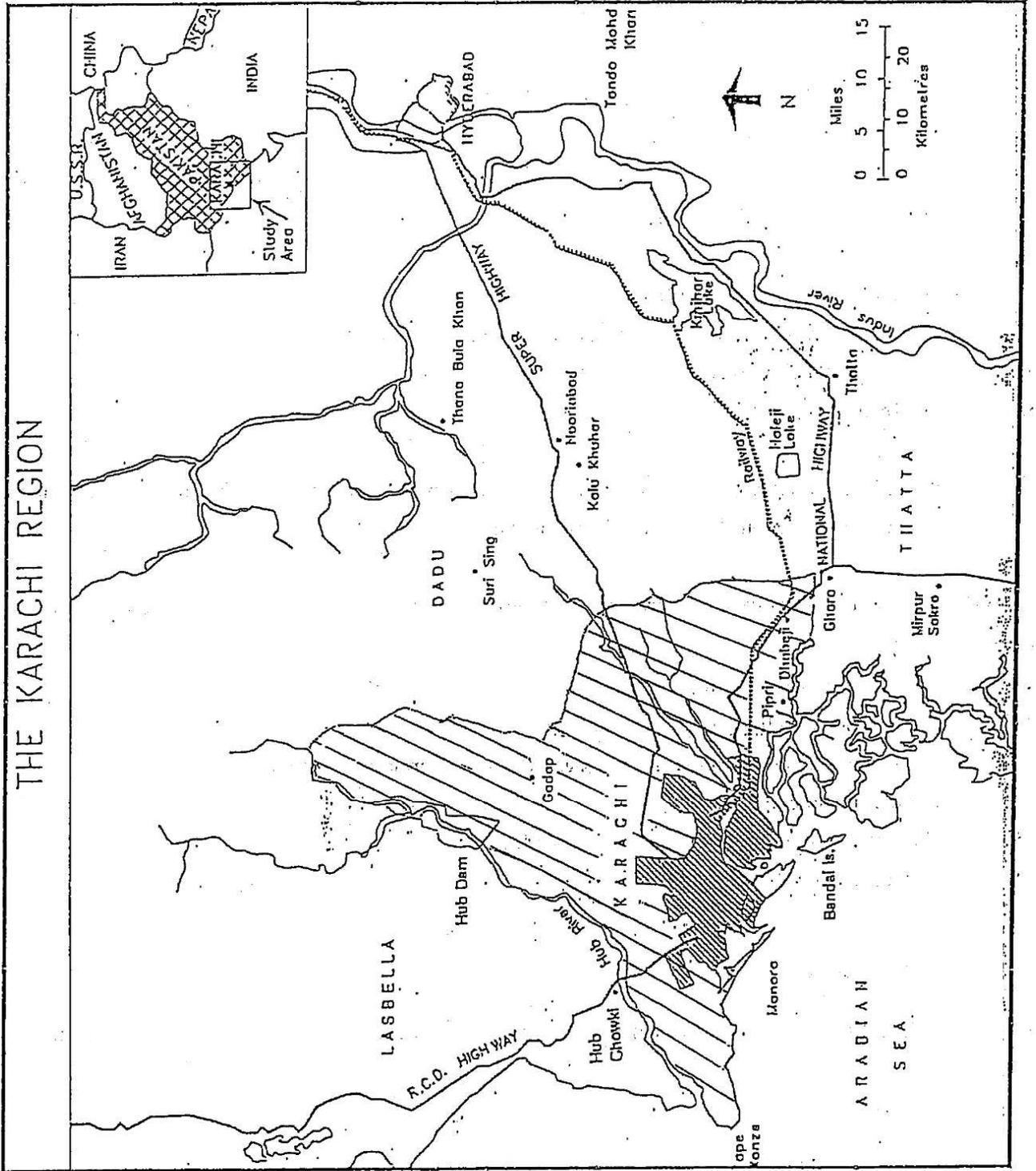
事前調査では、本件要請の背景を確認するとともに、パキスタン国政府の意向を聴取し、かつ問題の分析や状況の把握をするために、調査対象地域において現地踏査を実施しました。この調査の結果、本件調査の妥当性が確認され、またパキスタン国側と調査内容について合意形成がなされたため、平成17年7月13日、本格調査に関する実施細則（Scope of Work: S/W）について署名・交換を行いました。

本報告書は、今回の事前調査を取り纏めるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するため、作成したものです。

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

平成17年8月

独立行政法人 国際協力機構
理事 北原悦男



THE KARACHI REGION

調查对象地域图

写 真 集

上水道施設 1



K-II カナルの下流側末端
当地点から Dhabeji ポンプ上に送水される。



K-II カナルの下流の配管工事状況
K-III システム拡張に伴い送水管が増強されている。



High Point (Dhabeji ポンプ場～市内の途上)
K-III システム拡張により整備中の水路。



上：ダムロッチェ地区の井戸
近年、水位低下が顕著であり、空井戸もある。



左：ガロ浄水場
1943 年竣工(53 年拡張)の最も古い浄水場である。

上水道施設 2



ピブリ浄水場のパルセータ式沈殿池
老朽化が顕著で脈動は故障している。



新ピブリ浄水場の急速ろ過池
2006年の竣工を目指して工事中である。



旧 NEK 浄水場の急速ろ過池
老朽化が顕著。運転中でも水面が上昇しない。



新 NEK 浄水場の急速ろ過池
1998年完成し、良好に運転されている。



ハブ浄水場の急速ろ過池
JBICの援助により2006年完成予定



COD 浄水場のアクセレータ式沈殿池
この他にパルセータ式沈殿池1系統がある。

下水道施設 1



Orangi 低所得者地域の低費用下水管路



Orangi 低費用下水管で破壊された汚水樹



ごみ不法投棄で埋没したOrangi 地区の排水路



Korangi 工業地区で氾濫した家庭・工業排水



マリル川河口付近、汚水の滞水が見られる



殆ど都市排水路と化したリアリ川下流部

下水道施設 2



第3下水処理場に送水するClifton 汚水中継ポンプ場流入部のゲート、スクリーン等の状況



第1下水処理場は流入汚水不足のため、一部の最初沈殿池は現在運転を中止している



第1下水処理場の一部高速散水濾床は現在運転を中止



第2下水処理場嫌気性汚泥消化槽の外観



第3下水処理場酸化池の維持・管理用舟艇による清掃



第3下水処理場放流口付近。比較的安定した処理水で、一部は近接政府施設の散水に再利用されている

略 語 表

行政・機構

ADB:	Asian Development Bank、アジア開発銀行
CDGK:	City District Government Karachi、カラチ市区域政府
DG:	District Government、区役所
IBRD:	International Bank for Reconstruction Development、世界銀行
JICA:	Japan International Cooperation、独立行政法人国際協力機構
JBIC:	Japan Bank of International Cooperation、日本国際協力銀行
KDA:	Karachi Development Authority、カラチ開発庁
KESC:	Karachi Electric Supply Corporation、カラチ電力会社
KMC:	Karachi Municipal Corporation、カラチ市庁
KWSB:	Karachi Water Supply and Sewerage Board、カラチ上下水道局
MOE:	Ministry of Environment、環境省
PEPA:	Pakistan Environmental Protection Agency、環境保護庁
PEPC:	Pakistan Environmental Protection Council、環境保護協議会
PQA:	Port Quasim Authority、カシム港湾庁
TEK:	Tameer-e-Karachi、カラチ・インフラ整備計画
TMA:	Town municipal administrations、カラチ市 18 区行政組織
UC:	Union Council、地区評議会
UNDP:	United Nations Development Program、国際開発機構
WHO:	World health Organization、世界保健機構

開発戦略・計画、法令

ADF:	Asian Development Fund Loans、アジア開発基金融資
GKSP:	Greater Karachi Sewerage Plan、カラチ都市圏下水道計画

NEAP: National Environmental Action Plan、国家環境行動計画
NEQS: National Environmental Quality Standards、国家環境基準
PNCS: Pakistan National Conservation Strategy、国家保全計画
SLGO: Sindh Local Government Ordinance、シンド州地方行政法令
TA: Technical Assistance、技術協力

民間団体

URC: Urban Resource Centre、都市環境 NPO
OPP: Orangi Pilot Project、オランギプロジェクト NPO

水質

BOD: Biochemical oxygen demands,5-day,20
COD: Chemical oxygen demands
Cl: Chlorine ion
DO: Dissolved oxygen
MLSS: Mixed liquor suspended solids
MPN: Most probable number
pH: The reciprocal of the logarithm of the hydrogen-ion concentration
SS: Suspended solids
TS: Total solids
TSS: Total suspended solids
T-N: Total nitrogen
T-P: Total phosphorous
As: Arsenic
Cr6: Chromium,hexavalent
Cr: Chromium
Fe: Iron
Mn: Manganese

Pb: Lead
Cd: Cadmium
Hg: Mercury
Cu: Copper
CN: Cyanide
Zn: Zinc

单位

mm: millimeter
cm: centimeter
m: meter
km: kilometer
mm²: square millimeter
cm²: square centimeter
m²: square meter
km²: square kilometer
ha: hectare
ml: milliliter
l: liter
m³: cubic meter
mg: milligram
g: gram
kg: kilogram
t: ton(1000kg)

W:	watt
kW:	kilowatt
MGD:	million gallons per day (UK unit=4,564m ³ /d)
m ³ :	cubic meter
m ³ /d:	cubic meters per day
m ³ /h:	cubic meters per hour
m ³ /s:	cubic meters per second
l/d:	liters per day
l/s:	liters per second
lpcd:	liters per capita day
kg/cm ² :	kilograms per square centimeter
mg/L:	milligrams per liter
m ³ /m ² /d:	cubic meters per square meter per day

經濟・財務

AIC:	Average incremental cost
B/C:	Benefit to cost ratio
CRF:	Capital recovery factor
EIRR:	Economic internal rate of return
FIRR:	Financial internal rate of return
NPV:	Net present value
PW:	Present worth
OCC:	Opportunity cost of capital

パキスタン国
カラチ市上下水道整備計画
事前調査報告書

目 次

	頁
序文	
調査対象地域図	
写真集	
略語表	
第1章 事前調査の概要	
1-1 要請の背景.....	1
1-2 事前調査の目的.....	1
1-3 調査団の構成.....	2
1-4 調査日程	3
1-5 協議概要	4
1-6 団長所感	11
1-7 団員所感1.....	15
1-8 団員所感2.....	20
第2章 本格調査への提言	
2-1 調査の目的.....	24
2-2 調査対象地域.....	24
2-3 調査項目とその内容・範囲.....	24
2-4 調査工程.....	26
2-5 要員構成.....	26
2-6 相手国便宜供与事項.....	27
2-7 調査用資機材.....	27
2-8 調査実施上の留意点.....	27
第3章 調査対象地域の概要	
3-1 自然・水環境状況.....	31
3-2 社会経済の概況.....	37
3-3 社会環境・衛生状態.....	39
3-4 カラチ開発計画・土地利用状況.....	40
第4章 上下水道セクターの概要	
4-1 組織と制度	44

4-2	カラチ市上下水道局の財務状況.....	47
4-3	上位計画・関連計画.....	52
4-4	上下水道セクターの開発政策と課題.....	54
第5章 カラチ市の上水道の現状と課題		
5-1	上水道発展の経緯.....	57
5-2	上水道施設の現状.....	58
5-3	水道セクターにおける他ドナーの動向.....	72
5-4	KWSBの水需要予測と上水道拡張計画.....	72
5-5	上水道の問題点と課題.....	74
第6章 カラチ市下水道の現状と課題		
6-1	下水事業の現況.....	80
6-2	下水道施設の現状.....	83
6-3	運転・維持管理の現況.....	88
6-4	下水道セクターにおける他ドナーの動向.....	96
6-5	下水道セクターの問題点と課題.....	97
第7章 環境予備調査		
7-1	環境関連の法律・制度.....	101
7-2	関係機関とその役割.....	106
7-3	環境影響評価制度.....	107
7-4	下水道プロジェクト環境・社会配慮.....	110
7-5	上水道プロジェクト環境・社会配慮.....	115
7-6	環境社会配慮への提案.....	126
【付属資料】		
資料1.	要請書.....	135
資料2.	S/W及びM/M.....	193
資料3.	質問表.....	208
資料4.	資料収集リスト.....	215
資料5.	物価調査表.....	217
資料6.	ローカルコンサルタント・リスト.....	224
資料7.	事前評価表.....	229

第1章 事前調査の概要

1-1 要請の背景

パキスタン国の経済産業の中心的役割を担うカラチ市は人口約 1,300 万人を擁するパキスタン最大の都市である。年間人口増加率が年 4～5%と大きいため、水需要の増加に水道水源の確保、導水施設の拡張、配水管網の整備等の水道整備が追いつかないため、給水サービスも 3～6 日の隔日に 2～3 時間等と厳しい状況を強いられている。また、配水管が整備されていない地域等では、民間の給水車から高い料金を払って水を確保するような不公平な給水も一般化している。一方、下水道は現在 30%程度の普及と言われているが、下水管の整備不良、幹線管路の未接続による処理場の低稼働率、水路や河川の水質悪化、膨大なごみ投棄による水路の閉塞等の問題を抱えている。

カラチ市では 85 年には上水道の、88 年には下水道のマスタープランが策定され、これらの結果を踏まえて整備が実施されてきているものの、既に 20 年近くの年月が過ぎ、市を取り巻く社会環境の変化から計画内容が乖離してきている。そのため、抜本的な見直しを行い、将来の上下水道の施設整備、運営方法の合理化、技術の向上等のソフト面を含めた総合的な上下水道整備の戦略が必要とされている。

かかる現状の下、パキスタン国政府は、2025 年までの段階的整備を行うためのカラチ上下水道整備計画を改めて策定したいとして、我が国に対して開発調査の実施を要請した。

これを受け、独立行政法人国際協力機構(JICA)はカラチ市の上水道・下水道の整備計画策定を目的とした同調査実施のための事前調査団を派遣し、2005 年 7 月に S/W 署名・交換した。

1-2 事前調査の目的

先方の要請背景、要請内容、実施体制、他機関の動向などを確認した上で、本格調査のための情報収集を行うと共に、パキスタン政府関係者との協議により、調査の範囲、内容、方法および双方の担当事項等を定めた S/W の合意、および協議議事録(Minutes of Meetings: M/M)の署名を行うために事前調査団を派遣することとなった。

1-3 調査団の構成

No	氏名	役職	所属先	派遣期間
1	安達 一	総括	国際協力機構地球環境部第3グループ長	2005/7/4-2005/7/15
2	鎌田 寛子	下水道計画	国際協力総合研修所国際協力専門員	2005/7/4-2005/7/15
3	大山 智	上下水道計画	名古屋市上下水道局管路部西部管路事務所	2005/7/4-2005/7/15
4	高橋 亮 (現地参团)	協力企画	JICA パキスタン事務所	
5	田口 雅行	上水道計画	協和コンサルタンツ	2005/7/4-2005/7/29
6	佐田 昭平	下水道計画/ 環境社会配慮	東光コンサルタンツ	2005/7/4-2005/7/29
7	影山 正	調査企画・事前 評価	国際協力機構地球環境部第3グループ 水資源・防災第1チーム	2005/7/4-2005/7/15

1-4 調査日程

2005年7月4日から7月29日まで（官団員は7月4日から7月15日まで）

		JICA団員	コンサルタント団員
4日	(月)	14:00 成田発 (PK853) 21:05 イスラマバード着	
5日	(火)	9:15 JICA事務所 10:00 大使館、JBIC、JICA合同会議 PM 財務省経済局 (EAD) 協議 14:00 アジア開発銀行 16:00 計画委員会協議	
6日	(水)	10:00 イスラマバード発 (PK301) 11:55 カラチ着 14:00 シンド州政府 (地方自治局) 協議 16:30 日本総領事館表敬	
7日	(木)	9:45 KWSB協議 10:45 カラチ市政府表敬 12:00 KWSB協議 15:00 現場視察 (上水道施設視察)	
8日	(金)	AM カラチ市政府協議 現場視察 PM 資料整理	
9日	(土)	9:30 シンド州計画開発局協議 AM/PM 現場視察 (下水施設視察)	
10日	(日)	資料整理	
11日	(月)	9:30 S/W、M/M協議 (KWSB)	
12日	(火)	9:30 S/W、M/M協議 (KWSB、シンド州政府) PM ADBコンサルタントとの協議 PM 現場視察 (カッチ・アバディス地区視察)	
13日	(水)	10:00 S/W、M/M協議 (シンド州政府、KWSB) 15:30 S/W、M/M署名 (シンド州政府、カラチ市政府、KWSB) 19:15 カラチ発 (PK370) 21:10 イスラマバード着	同左
14日	(木)	12:00 連邦計画委員会報告 14:00 S/W、M/M署名 (財務省経済局) 15:30 日本大使館報告 (JBIC同席) 22:35 イスラマバード発 (PK852)	現地調査
15日	(金)	12:40 成田着	現地調査
16日	(土)		現地調査
17日	(日)		現地調査
18日	(月)		現地調査
19日	(火)		現地調査
20日	(水)		現地調査
21日	(木)		現地調査
22日	(金)		現地調査 資料整理
23日	(土)		現地調査
24日	(日)		資料整理
25日	(月)		現地調査
26日	(火)		現地調査
27日	(水)		現地調査 19:15 カラチ発 (PK370) 21:10 イスラマバード着
28日	(木)		JICA事務所報告 22:35 イスラマバード発 (PK852)

1-5 協議概要

事前調査団は 2005 年 7 月 5 日より現地調査を開始し、JICA パキスタン事務所、JBIC イスラマバード事務所、我が方大使館・領事館、財務省経済局、連邦計画委員会、シンド州政府（地方自治局及び計画開発局）、カラチ市政府（CDGK）、カラチ市上下水道局（KWSB）、ADB を訪問し、これら関係者から必要情報を収集する共に、関連施設を視察し、調査対象地域の概要把握を行った。

また、7 月 13 日に S/W 及び M/M を署名・交換を行った。署名相手としては、当初カラチ市上下水道局、カラチ市政府、シンド州計画開発局、シンド州地方自治体・カッチアバディス・地方開発局、財務省経済局の 6 名を想定していたが、先方の内部協議の結果、シンド州政府 2 局が S/W への署名はマンドートを超えているとして、S/W への署名を行わなかった。最終的に、S/W はカラチ市上下水道局、カラチ市政府、財務省経済局の 3 者のみが署名を行った。なお、M/M については 6 者全員が署名を行った。主な訪問先での協議についてのポイント及び合意事項については以下の通り。

(1) 連邦計画委員会

先方より、本件調査の枠組みの中で、代替水源として淡水化施設や水再利用施設についても検討してほしい。（当方より、特に維持管理コストの面から現実的でなく、インダス川以外に適当な水源はありえない旨説明したもの）最初から否定せず、まずは十分に検討を行ってほしい。また、2 年間もの間調査を実施することは、その間カラチ市はずっと苦しむことを意味する。同時並行的に F/S を実施して、少しでも早く案件を実施できるようにすべきである旨強い主張があった。（本件に関しては、その後の検討により、第 1 フェーズの調査項目の中に、「緊急の課題に係るフイージビリティ・スタディの実施」”Identification of quick impact programmes” を含めることで合意した）

また、当方より、7 月 8 日に開催予定の第 1 回メガンシティ開発調整委員会では、計画委員会から本開発調査案件について是非言及してほしい旨依頼し、また、PC2（「パ」政府内で先方負担予算を確保するために必要な文書）を本案件が開始する前までに承認手続きを終えるよう要請したところ、先方はこれを了解した。

(2) シンド州地方行政局

当方より、新たな水源確保について先方の見通しを質したところ、特に淡水化施設についての可能性を検討したいとの回答があった。また、カラチ市郊外において、灌漑用水と飲料水のために雨水を貯水するプロジェクトが最近実施されたところで、将来的にはこうした可能性もある旨言及があった。更に当方より、水利権について見通しを質したところ、KIII プロジェクトが終了した時点で水利権は全て使い果たす旨回答があった。

(3)カラチ市政府

先方より、バルク給水よりも都市部の給水網により力を入れてほしい。追加的な水源開発の話は将来の話と考えているが、淡水化装置に関しては近い将来の話ではなく、さらに先に話と考えている。他方で、水の再利用に関しては S/W に含めるべきと考えている旨説明があった。

(4)KWSB

当方からの本案件の概要説明に対し、先方より、本案件の実施期間が2年間にも亘れば2008年頃までプロジェクトが実施できなくなるので、なるべく早いタイミングでM/P策定と同時並行的にF/Sを実施してほしい。また、サービス提供の部分について官民パートナーシップについて優先的に検討を行いたい。なお、水利権や追加的水資源の問題は主要な問題ではないと認識している旨コメントがあった。

当方からは、F/Sを早くしてほしいとの要望については、連邦計画委員会からもあったところ、緊急案件については早い段階からF/Sを行うことを検討したい旨述べた。

(5)ADB

先方より、KWSBのキャパシティ・ビルディングは重要であり、持続可能な上下水道事業の改善のためには必要不可欠。また、水道料金の問題も大切。先般提案したADBの新設基金では、孤立したプロジェクトよりもプログラムを実施したい。本ローンは水供給も対象となっているが、本年末までに1千万ドルのTAローンについて開始したい。まずは、ソフト型案件に集中すべきで、組織育成や財政管理については持続可能な開発に不可欠である旨説明があった。

合意事項

(1)調査名

対処方針のとおり、以下名称とすることで、パキスタン側と合意した。

英文名: The Study on Water Supply and Sewerage System in Karachi in the Islamic Republic of Pakistan

なお、和文名は「パキスタン国カラチ市上下水道整備計画」とすることとした。

(2)調査目的

対処方針のとおり、以下目的で実施することについて、パキスタン側と合意した。

カラチ市上下水道システム改善に係るマスタープラン策定

優先事業に係るフィージビリティ調査の実施

調査全体を通じた先方実施機関の人材育成・技術

(3) 調査対象地域

本調査の対象地域に関し、要請通り、カラチ市全域(18 町)及び同市への水源及び導水ルートとすることでパキスタン側と合意した(S/W 添付地図参照)。

(4) 目標年次

要請通り、2025 年を目標年次として設定することとなった

(5) 本格調査の内容及び範囲

協議の結果、内容及び範囲は下記の通りとなった。

【フェーズ 1】基礎調査:以下に関する情報収集・分析

既存のマスタープランのレビュー
既存資料及び情報の収集・分析
水源・上水道施設現況調査
下水・排水施設現況調査
水質調査
地域開発計画、土地利用、社会経済状況
自然、環境条件
住民意識調査
上下水道に関する法制度、政策、行政システム
実施機関の組織、運営面での評価
関連する計画、プロジェクトのレビュー及び分析
上下水道に係る課題の抽出
緊急プログラムの確認

【フェーズ2】マスタープラン作成

緊急プログラムに係るプレ・フィージビリティ・スタディ実施(必要に応じて実施)
水需要量予測の設定
廃水の質・量予測の設定
包括的計画枠組の形成、基本方針、目標、戦略の設定
既存上下水道システムの最適化・改善に係る計画
公平な配水計画(ゾーニング化に基づいた給水のためのバルブ操作、送水能力、利用可能水量を含む)
カラチ市都市開発計画と整合の取れた水源及び導水システムの計画
運営費削減のためのエネルギー削減方策に係る計画
水質改善に係る計画

施設整備計画
初期環境影響評価(IEE)支援
経営改善に係る計画
KWSB の再組織化
KWSB の財務運営改善
無収水の削減
料金徴収システムの改善
持続的なアップデートを伴うデータ管理システム・GIS の構築
顧客サービスセンターの設置と住民の要望に対する効率的対応を改善・迅速化するためのシステム構築
法令・規則の見直し
人材育成
組織育成に係る提言
概算事業費の算定
段階的整備計画の策定
事業評価と優先プロジェクトの選定

【フェーズ 3】優先プロジェクトに関するフィージリ・スタディ

補足実測調査(土質調査・地形測量)
上下水道施設の概略設計
施設運転・維持管理計画、人材育成計画
施工計画・機材調達計画
概算工事費の積算
財務計画の策定
環境影響評価(EIA)支援(必要に応じて実施)
プロジェクトの総合評価及び提言
実施スケジュールの策定

(6)パイロット・プロジェクト

先方の希望を聴取したが、現段階では具体的な事業構想をもっておらず、アプローチやインパクトの同定が困難であることから、S/W への記載(コミットメント)は行わなかった。

他方、住民の節水意識向上キャンペーンや漏水探索技術の支援など、考え得るオプションはいくつか想定されるところ、調査終了後の技プロ等による中長期的な技術支援との関連性や他ドナー動向(世銀による過去実績含め)に留意しつつ、継続的に検討する。

(7) 調査期間

要請書による調査期間は 18 カ月であったが、カラチ市の規模を考慮した場合、2 年は必要と考えられるところ、2005 年 11～12 月頃より 24 ヶ月間とすることで合意した(S/W 別添スケジュール参照)。

(8) 本格調査の調査実施

- 1) カラチ市上下水道局(Karachi Water and Sewerage Board, KWSB)を、本格調査団に対するカウンターパート機関とし、円滑な調査実施のための関係機関との調整役を担うことで合意した。
- 2) 州・市政府レベルの調整については、既存の開発調整委員会のフレームワークを活用するとともに、連邦レベルの調整については同委員会の長に当たるものが、メガシティ開発調整委員会(連邦計画省によるイニシアティブ)に対して進捗報告を行うことで合意した。

(9) 環境社会配慮

JICA ガイドラインを説明し、あわせて調査実施中に必要となる IEE(EIA)の経費について、パ側の開発調査に係る実施計画予算書(PC-II)に盛り込み確保するよう申し入れた。

(10) カウンターパート研修員の受け入れ

調査団側より、今年度予算枠(2名)での研修員受け入れ予定があることを説明。これに対して KWSB 側より、「必要とされる研修員の人数や研修テーマについては、現段階での M/M 記載は避けたい。M/M に人数など記載すると、関係者の関心はその点に集中してしまい円滑な調査実施に支障を与える可能性があるからである」との説明があり、本件については M/M に載せないことで調査団は合意した。

(11) セミナー／ワークショップの開催

本案件関係者との対話及びパキスタン側 C/P への技術移転を目的としたセミナー／ワークショップを開催することを合意した。

(12) 先方負担事項

本年 4 月 30 日に締結された技術協力協定に基づき、以下について合意を得た。

- 1) 調査団の安全確保と安全情報の提供
- 2) 医療サービスを受ける支援及び情報提供
- 3) 利用可能なデータ及び調査関連情報の提供
- 4) C/P 職員の配置
- 5) KWSB 事務所内における調査団用の事務スペース及び備品(家具、エアコン、電話、電気を含む)の提供
- 6) 身分証明書の発行

なお、車両備上については、C/P分についてはパキスタン側で用意するが、調査団分に関しては日本側で負担してほしいとの要望があった。なお、「車両借り上げの要望があった場合は日本に持ち帰り検討する旨のM/M記載(対処方針)」については、同項目を記載することによる「新規車両の調達」に対する期待など、無用の混乱を関係者に与える可能性もあり、記載しないこととした。また、調査団側より、基本的には車両はレンタカーを備上する形にしたい旨説明した。

(13)その他

1)実施計画予算書(PC-II)承認

調査団側より、PC-IIの窓口であるシンド州計画開発局に対し、本格調査開始前までにPC-IIの承認を取り付けるよう申し入れを行った。シンド州側からは、承認プロセスには通常数ヶ月を要し、かつ予算額が明確にならないと手続きが開始できないところ、本格調査実施経費額を早急に(9月までに)固めて連絡をしてほしい旨要請があった。

2)その他の主要合意事項に関し、以下をM/Mに載せることとした。

既存の資料に基づく代替水源の可能性の検討

官民パートナーシップへの配慮

町毎の特性に合わせたエリア・ベスト・マネジメントへの配慮

上下水道関係機関の持つ諸計画の統合

調査実施上の留意事項

(1)「メガシティ開発調整委員会」の立ち上げについて

カラチは、その社会経済的な重要性にもかかわらず、行政レベルの縦横の連携(市/州/連邦)や地域住民・民間企業との連携が十分でなく、統一された都市開発計画によらないピースミールの事業が非効率に行われてきた経緯がある。他方、ムシャラフ大統領やアジズ首相のイニシアティブ、また「カラチの発展無くしてパキスタンの発展無し」といった政府要人の発言にも見られるように、カラチの重要度に対するパ国政府の理解は深まりつつあり、これらも踏まえて2005年4月、連邦計画省の配下に「メガシティ開発調整委員会」が設置された。この新たなフレームワークの導入により、カラチ開発に関し、連邦、州、カラチ市政府、関連ドナー等が参画し、統一的な取り組みを図ることが期待されている。7月8日に第1回会合が実施された。同会合では、カラチ、ラホール、ペシャワール、クエッタといった大都市について、社会・経済開発に資するための調整の促進を行うことが同委員会の趣旨である旨改めて確認された。また、各都市は今後3~6ヶ月の間に戦略的マスタープランを作成し、委員会に支援要請を挙げることとなった。

連邦計画省は、国家レベルの中期開発計画書(Medium Term Development Framework: 2005-2010)を策定し、各地方政府の事業実施計画書を技術審査する立場にあることから、カラ

チ上下水道分野におけるM/PやF/Sを策定する本件調査の実施に際しても、随時、同省や同調整委員会に対して進捗状況を行う必要がある。

(2) JBIC プロジェクトとの連携

現在 JBIC 案件「カラチ上水道改善事業」(有償資金協力)が実施中であり、ピプリ浄水場の拡張、ハブ浄水場の新設、マンゴーピル・ポンプ場の新設を行っている。本開発調査後にも再度円借款案件が入る可能性もあることから、本格調査は JBIC とも密に連絡を取りつつ進めていく必要がある。

(3) 他ドナーとの連携について

アジズ首相はカラチの開発を ADB、ラホールを世銀に依頼したとの非公式情報があり、ADB との連携は必須。他方、我が国としても対パキスタン国別援助実施計画に明らかであるようにカラチ活性化支援の重要性を認識し、JBIC による「カラチ活性化シナリオ調査」などを実施している。カラチ上下水道分野の改善に際しては、インフラ整備のみならず、組織制度や人材育成などのソフト面を抱き合わせで行う必要があると考えられ、調査の段階から、事業化を睨んだ形でのパキスタン政府や ADB 等のパートナーとの分業・協調について、合意形成を図る必要がある。については、調査の各段階におけるこれらのドナーとの情報共有に留意することが肝要。

また、現在世銀等が 2005 年 7 月～2008 年 6 月まで、KWSB の組織改革に係る支援プログラム(KWBS Institutional Reform for Improved WSS service in Karachi)を実施予定であり、我が国開発調査はこれとの重複を避けると同時に、密に情報・意見交換を行うことにより効果・効率的に事業展開することが肝要。

(4) インフラ整備プログラム

カラチの市政府のイニシアティブの下で、連邦政府、シンド州政府、カラチ市政府、その他民間団体の出資によるインフラ整備プログラム(Tameer-e-Karachi Karachi Program) (総額 290 億ルピー／内訳:連邦 50 億ルピー、シンド州政府 60 億ルピー、カラチ市政府 60 億ルピー、その他民間団体 120 億ルピー)が実施中であるが、同プログラムに対する KWSB の関与が不十分であり、また技術レベルが低いことから、将来 KWSB の水道や下水道に接続した場合に技術的な問題が多数発生する恐れがあるとの報告があり、今後のプロセスに留意する必要がある。

(5) カラチ市都市計画、GIS 地図との整合性確保

上記の Tameer-e-Karachi Program の枠組みで、2020 年を目標年次としたカラチ市都市計画を作成予定。近日中にコンサルタントと契約を締結し、6ヶ月間かけて策定することになっている(状況によっては期間延長される可能性もあり)。我が方策定のマスタープランは同都市計画を反映させた形にする必要がある。

また、同じく Tameer-e-Karachi Program の枠組みで GIS 地図作成が実施される予定であるが、

実施期間が3年間以上となっており、我が方マスタープラン策定と同時並行の作業となるため、情報・意見交換を密に行っていく必要がある。

1-6 団長所感

本事前調査団は7月5日以降、先方関係者との一連の協議を行い、7月13日S/Wの署名を了し、コンサルタント団員の関連情報収集作業を除き概ね初期の目的を達成することができたと考える。

本格調査を実施するに際し、考慮すべき留意事項等気付きの点は以下のとおり。

(1) 上水道

1) 水源及び送水路の課題

カラチ市の将来的な需要の増加に見合う給水量の確保は課題ではあるものの、主要水源であるインダス河ーキンジャール湖から市内浄水場までの現行送水システムは、特に問題なく良好に管理されているように見受けられる。将来の水源確保について先方政府からは海水淡水化、下水再利用やその他の水源利用の可能性を検討してほしいとの要望が出された。将来の需要想定については慎重な検討が必要ではあるが、相当の水量を確保するにはインダス河からの取水量を増加する必要性が高く、その場合には水利権の増加が必須となり、現在連邦とシンド州政府との間での協議事項となっている。両者の見解に相違があるものの、いずれにせよ先方政府内での決着を求めていく必要がある。

2) 配水機能の課題

上述のとおり将来の需要増加を見据えた新規水源の確保は課題ではあるものの、給水システム全体の中では、むしろ浄水場から末端配水管網までのシステムに大きな問題があることは明らかであり、従って、本件調査においてはかかる問題の改善に優先度を置くべきであると考え。

市内配水システムは以下に例示するように複雑にさまざまな問題が絡み合っており、解決には綿密な計画と相当な時間を要するものと思われる。

① 配水施設整備の遅れ

必要な資金の制約もあり、これまで十分な維持管理・更新が行われてきていない。特に配水ポンプ及び管網においては都市化の速度に施設整備が追いつかず、結果として非効率なシステムが出来上がってきている。特に、配水網は老朽化もあいまって多くの漏水が発生し、十分な圧力を維持できていない模様であり、これが末端まで十分な配水が行われず、また、汚水の浸入等水質悪化の原因ともなっていると思われる。従って、既存配水システムの再構築計画の策定は急務であり、本件調査の最優先事項とする必要

がある

②各戸での吸引ポンプの利用

上記のように十分な圧力をもって給水できていないため、各戸で吸引ポンプを据付け、貯水槽に貯水することが常態化しており、これがさらに配水管網の水圧を低下させる要因ともなり、悪循環を引き起こしている。配水システムの再構築においてはかかる吸引ポンプの廃止に向けた住民の理解の促進と規制強化を考慮する必要がある。

③配水タンク車の存在

かつては配水網の整備が追いつかない地域への有料給水及び不法居住地域やその他の貧困地域への無料給水を目的として公的に活用されていたと思われる給水タンク車が、現在ではその台数が3千台とも5千台とも言われるほど野放図に増え続け、巨大なビジネスとなっており、これらが既存の配水システムから無料あるいは安価な形で大量に受水し、逆にパイプ給水の給水量が十分に確保できない要因となっている。これら配水タンク車の廃止は容易ではないが、市内の中でも郊外地域等に対しては当面配水網の拡大が困難であると思われ、それら地域に対しては引き続き配水タンク車の利用を考慮するなど、取り扱いについて慎重かつ現実的に計画することが肝要である。

(2) 下水道

1) 下水管施設

市上下水道局は除々に下水管整備を進める努力は行っているものの、都市の過密化には追いつかず、結果として住民自身や NGO あるいは Tameer-e-Karachi その他の支援による整備が同時並行して進められている状況であるが、その多くは未処理のまま雨水排水路や自然水路に直接放流されており、生活環境の悪化や河川の水質汚濁が深刻である。また、既設下水道管渠も敷設後、30年以上が経った老朽管が多いが、清掃機材の不足などの理由により、市民の苦情を受けて管渠の清掃をするのが精一杯であり、シルトやごみなどによる目詰まりを起こしている。

したがって、集水施設の整備については早急な計画立案が必要である。その際には現行の分流式を基本とはしつつも一部雨水排水路を利用する可能性につき検討することが考えられ、雨水排水を所管している市の担当部局(Works and Services Department 等)との調整が必要である。

2) 下水処理施設

市内に3箇所ある下水処理場は散水ろ床法と酸化安定池の2種類が採用されているが、特に10年ほど前にADB融資により全面改修(2箇所)されたはずの散水ろ床法の処理場の運転維持管理は非常に悪く、ほとんど稼動していない状況であった。一方、酸化安定池

を採用している処理場では、この方法が維持管理を殆ど必要としない処理法であるため、放流基準を満たした処理水を海に放流しており、また、処理水の一部は軍事基地の散水に再利用されている。

また、処理能力も給水量の増加による下水量の増大に対応できていないが、実際には、発生汚水量のかなりの部分が、途中の污水管の破損により、処理場に流入せずに途中の水路に排除されているため、処理能力に対する実際の流入水量は約 60%程度となっている。

マスタープランにおいては、現行の 3 処理場の存続も含めて検討する必要があるが、維持管理能力をも考慮して現実的な処理方法、施設規模を検討すると共に、分散化等施設の適正配置についても熟慮することが肝要である。

3) 下水道使用料

水道料金の 25%から 30%程度を下水道使用料として徴収しているため、KWSB の収入に占める割合は 20%と低い値となっている。したがって、実際の維持管理にかかった費用の回収を可能とする下水道使用料体系に見直す必要があると考える。

(3) 上下水道共通の課題

1) カッチ・アバディスの存在

パキスタン特有の居住形態としてカッチ・アバディスと呼ばれる地域があり、これらは「不法居住地域」を指していたが、序々に合法化されてきている(カラチ市の全人口の 50~60%が居住し、現在ではカラチ市に存在するカッチ・アバディスの 25%が合法化されたとの情報あり)。しかしながら、これら地域は貧困層が居住しているとのことから、原則として無料給水が行われている。つまり、14 百万ともいわれる全人口の半分は無料の給水ということになっているが、実際には上記の配水タンク車による有料販売を受けているようであり、また、電気、ガス、電話等の有料サービスに対する支払いを行うことができる区域が多く存在しているにもかかわらず、上下水道局が料金を徴収できずにおり、これが上下水道局の財政を悪化させ、十分な施設の維持管理費・更新費用を捻出できない一因である。従って、住民の理解を促進しつつ、合法化され生活環境改善が図られてきている地域から段階的に料金徴収を行うなど計画的な実施計画を策定することが重要である。

2) 料金徴収及び定量料金制

一部商業用水等の非家庭用水や工場・住宅団地等のバルク給水においては水道メータを設置し、従量制となっているが、その他の給水及び下水道に対しては敷地面積に応じて段階的に過料される定量制が適用されている。しかしながら、料金徴収率は上水道が 20%ほど下水道についてはさらに低い割合となっていると言われている。さらに、現行の料金設定

は実際の使用水量に比して極端に低い設定になっている(例えば今回訪問した中流層の2階建て家屋で月額わずか約200円の水道料金及び約70円の下水道料金となっており、ADBガイドラインによる世帯収入の3%~5%が水道の支払い可能料金であるとの基準で見ると、当該世帯の月収が70ドル程度以上あれば支払い可能な料金である。)と思われ、これも上下水道局の財政を悪化させている。また、バルク給水以外は、水道料金は下水道料金と共に年に1度支払う形となっており、この支払い方法自体も水道サービスに対する住民のコスト意識や節水意識を低くしている要因であると思われる。上下水道局によれば1986年頃に世銀の融資の中で水道メータ設置のパイロット・プロジェクトを実施したが、住民の理解が得られずわずか6ヶ月で住民により撤去されたとのことである。しかし、世銀融資によるパイロット・プロジェクトから既に20年が経過し、社会の近代化と共に住民意識にも変化が生じていると考えられることから、バルク給水以外の水道における従量制導入については、対象地域の優先度を設定し、配水網の改善や住民啓発活動と併せ戦略的に実施できるよう計画すべきであるとする。

3) 都市計画の不在

同市においては過去3度、都市計画が策定されたが、いずれも実現せず無規則に人口が流入し、都市が発達してきた。これは政治的不安定さによる政策の不連続性のみならず、市内の土地所有が連邦政府(軍を含む)、州政府、港湾公社、製鉄公社、住宅公社などさまざまな公的機関により分割管理され、それぞれが調整なく開発を進め、市当局の影響力が及ばないことも、市上下水道局が計画的に水道整備を行えない原因と思われる。かかる課題については上下水道局や市政府のみでは解決できず、市が着手予定の新たな都市計画や、その他の取り組みと歩調を併せ改善の方策を検討すると共に、州政府及び市政府を含むステアリング・コミティでの議論や、さらには連邦政府レベルの大都市調整委員会への問題提起などを行いつつ、実際の関係機関との建設的な調整努力を図る必要がある。

(4) 先方政府機関の姿勢

カラチ市の上下水道を巡る上記のような深刻な状況を実際に改善していくには、施設整備のみでは不可能であり、市上下水道局内外の組織を含む大きな改革が必要である。そのためにもまずは上下水道局の改革に対する決意とさらに市政府、州政府及び連邦政府各機関の積極的な協力姿勢が重要である。

今次調査では、連邦政府計画委員会の副委員長及びカラチ市上下水道局長の改革に向けた積極的かつ真摯な姿勢を垣間見ることができた。改革の実行には、こうしたトップのリーダーシップが重要であり、本格調査団の団長は特に市上下水道局長との密接な意見交換を続け、同局長が現実的、大胆な改革を実行に移すことができるよう綿密な計画案作りを行っていくことが重

要である。

なお、上述のとおり、市上下水道局のみでは解決が困難な課題も多くあることから、本格調査団は市政府や、州政府との協議の機会を積極的に多く持つと共に、ステアリング・コミティや大都市調整委員会の機能を最大限に活用するよう心がける必要がある。

さらに、必要に応じ、JICA 事務所及び本部、さらには現地 ODA タスクフォースが先方政府に対し対応を強く求めていくことも重要であると思われる。

(5) 本件開発調査後の支援

マスタープランにて提案されるさまざまな改善案は、カラチ市上下水道局のみでは実行が困難であることも想定される。市上下水道局長からは今次事前調査団に対し開発調査終了後にマスタープランの実行のモニタリングを支援してもらえるかどうかという打診があった。マスタープランの内容を踏まえ検討することとはなるが、マスタープランの成果が現れるには相当の年数を要すると思われ、それに向けた市上下水道局の組織改革の実行や人材育成等を含む着実な取り組みを支援するため、開発調査終了後、引き続き、技術協力プロジェクト等を実施することを視野に入れておく必要があるものと思われる。

1-7 団長所感1 (JICA専門員(下水道計画)鎌田寛子)

(1) 下水道施設の現状と問題点

カラチ市の上水道については、給水絶対量の不足、不適切な配水システム、低い水道料金徴収率、高い漏水率など多くの問題を抱えているが、下水道についても、上水道と同様、以下の様な問題が指摘されている。

- 1) 下水管渠は敷設されてから 30~40 年以上たっており、また、シルトやごみなどにより目詰まりを起こしているが、管渠の清掃機器は不足がちであり、市民からの苦情に対応するだけで精一杯である。また、下水管渠を通して下水処理場に流入している下水量の割合は発生下水量の 30% 台程度と低い値となっており、それ以外の排水は、水路を経由または直接、川に無処理で放流されており、海域の水質汚染の元凶となっている。また、市内の水路は、廃棄物で埋まっているところも多く、無処理の生活廃水がその中で黒く澱んで嫌気状態となっている。
- 2) 市内はほぼ平坦な地形であることから汚水中継ポンプ場が 32 箇所あるが、頻発する停電時にはポンプの運転が止まり、マンホールからの溢水が起きることがある。
- 3) 下水処理場での処理効率も低く、T2 処理場の散水濾床は長い間、稼動した形跡がなく、沈殿処理ただけで放流されている。また、この処理場内の水質分析室は、担当職員はいるものの機材類は盗難のため何もなく、水質分析が出来る状態にない。
- 4) 工場廃水の監視業務は KWSB ではなく、シンド州環境保護庁が管理責任を負っているにも拘らず、2003 年 5 月に実施された JICA の「鉱工業プロジェクト案件基礎調査報告書(カラチ産業廃水対策計画)」によると、主要な工場についての排水量、水質などの基礎データすらなく、実際には何も管理されていない。

- 5) 上水道の水道料金徴収率は、2003/2004 で 18%と低い、下水道使用料徴収率は、水道料金の 25%から 30%と政策的に低く設定されているため、2003/2004 で僅かに 6%と更に低いものとなっている。また、下水道使用料の賦課も電気やガスが毎月請求しているのに対し、水道と同様年 1 回と非常に少なく、人々は一度にまとまった額を払わざるを得ない仕組みになっている。

(2) 下水道計画の策定

これらの問題を解決するためには、市内で発生した汚水を速やかに排除する機能を有する下水道管渠の敷設、増大する汚水量に対応した下水処理場の新設・増設が必要になる。ただ、これらの下水道施設は、他のインフラ施設と違って、建設後、適切な維持管理がなされて始めてその機能を発揮するという特徴があるため、KWSB の技術・財政レベルを考慮して、維持管理が容易で経費も低廉な処理法の採用や、財政負担を軽減させるため、敷設管渠延長が長くなるオフサイト処理に代わるオンサイト処理を積極的に取り込んでいく。それと同時に、既存下水道施設(管渠・ポンプ場・下水処理場)についても、適切な維持管理が可能になる人材・財政・機材調達などの強化が必須となってくる。

また、ADB の融資(100 百万 \$)によりコランギ・ランディ地区の汚水を新規下水道処理場(T4)で処理する計画が中止となったが、同じ轍を踏まないために、その理由を調べ、その結果を調査に反映させなければならない。

1) 計画策定の基本的考え方

① 排除方式

下水道の排除方式は雨水と汚水を一緒に収集・排除する合流式と、これらを別々の管で対応する分流式とがあり一長一短があるが、どの方式を採用するかは既存施設の敷設状況、降雨量、放流先など、種々の条件に左右される。但し、カラチ市の下水排除方式として完全な分流式を採用することは、カラチ市年間の降雨量が 200 mm 程度と日本の 1/8 以下と小さいことを考えると合理ではない。

現在は、汚水の大半はそのまま下水道管から水路などに放流されているが、これを改善して下水道処理施設で処理する方法の一つとして、一度、水路に排除された汚水を下水道処理施設に導入する方法が考えられる。この方法は、下水道管渠の敷設延長は短くなるが、次の様な課題が挙げられる。

- I 既存水路の汚水を下水処理施設へ導水する施設の構造とその機能的維持管理可能性
- II 初期雨水時、既存水路に堆積していた廃棄物の下水処理場への流入防止対策
- III カラチ市との間でのこの方法を採用することについての合意取得可能性

200 kmと言われている市内の既存水路の一部では既に覆盖が完了しているが、この水路の管理者は KWSB ではなく、カラチ市となっている。カラチ市の Tameer-e-Karachi Program (TKP)は、2005 年から 2007 年の間に 20.2 億 Rs.を水路や排水路の改修計画に使うとしている。

これらの点を考慮すると、より現実的な方法として、水路沿いに遮集管を敷設して水路への流入管を流入直前でこの遮集管に接続替えして処理場にもっていく方法も考えられる。

どの排除方式を採用すべきかについては、特に維持管理の観点から関係者と十分協議するとともに、将来のカラチ市の発展も考慮して判断する。

②工場廃水の取り扱い

市内の7つの工業地域に立地している工場数は4,300程度である。大規模工業団地の一つであるコランギ工業団地では、パキスタン皮革協会の資金で、170以上ある皮革工場からの排水を一箇所に集めたUASBの処理法による共同処理施設を建設したが、それ以外の工業団地では、殆ど無処理で放流されていると思われる。それ以外の市街地にも約1,000の工場があると言われており、工場廃水の水質も、皮革排水など重金属を含むものから食品加工業など高濃度の有機物が含まれているものまで多岐に亘っていると思われる。

シンド州が担うべき工場廃水の監視業務が実際には機能していないことから、下水処理場で処理できない重金属などを含む排水を排除する工場廃水については、下水道施設に流入させないで工場独自の処理施設で処理した後、水路などに放流させる必要があるが、それ以外の排水については弾力的な運用として、下水道施設に流入させるが、放流水質に応じた水質使用料を徴収するという現実的な選択肢もある。連邦政府やシンド州の関係機関からの情報収集や協議などを通して、費用対効果の高い取り扱い方法を定める。

③処理水の再利用

処理水を散水などに再利用することは最終的には給水量の削減に寄与することになるため積極的に推進することが望ましく、既に T3 処理場では、軍事基地の散水に実際に利用されている。但し、処理水水質を利用目的に応じて常に一定値以下にすることや処理水質が悪化した時の対応策が必要となること、水質が良くない場合は、散水施設の目詰まりや管内のスケール形成などの問題点が指摘されているが、既存のタンク車を利用した処理水の配水は実現性が高いと思われる。そのためには、処理水についての需要予想、要求される水質、配水方法などについての調査を基に、水道料金と比較して優位性を有する処理水水道使用料体系も新たに作る必要がある。

また、工場内での再利用を図ることも重要である。日本の工場用水の再利用率は平均すると70%近い値となっているが、そこに至るまでに、通商産業省の指導で回収施設の設置のための低金利の融資制度や減価償却年度の短縮による税対策など種々の施策がとられてきた点を見逃すことは出来ない。カラチ市においても、どの様名制度が適用可能かを調査し、その中から効果的な各種誘導策を提案して、工場内処理を促進していく。

2) 施設計画

① 管渠

カラチ市オランギ地区の下水道は、他のドナーからの資金援助を受けず住民の手により、非常に低コストで排水工事をしたことで有名であるが、これら排水管からの生活排水は無処理で水路などに流入している点を考えると、生活環境の改善には効果があったが、水質汚濁の面からは問題が残る。また、地形に勾配があったため、自然流下で汚水を排除することが出来たという僥倖もあり、この方法が他の地区にも応用可能かどうかの疑問は残るが、住民の参加意識を醸成したという点は評価できる。ADBの下水道整備計画が人々の拒絶にあったのも、住民が敷設した管を無視した管渠敷設計画を策定したこともその一因と言われている。下水道の管渠計画を策定する際には、オランギ地区での優れた点を採用することを含め、協力、建設費を抑える方法を提案する。

② 下水道処理施設

最大でも地区単位規模を対象とするオンサイト処理か、より大規模なオフサイト処理を採用するかを検討する場合、中級処理法の一つである散水ろ床処理法も満足に維持管理できないというKWSBの現状から判断すると、郊外の新規開発地区などを別にする、管渠延長が多少長くなっても、維持管理が簡便な酸化安定池(T3処理場での処理法)でのオフサイト処理がより現実的な選択と言えるがその場合は広大な敷地が必要である*。ただ、水路へのBODの排水基準が80 mg/lと日本などで通常適用されている20 mg/lと高く設定されているため、コランギの工場廃水共同処理施設で採用実績があり、インドでも生活廃水に多く採用されている嫌気処理法の一つであるUASB法は、狭い用地でも建設が可能であるという利点があるので、この処理法を採用した場合はオンサイト処理も可能となる。

*:オランギ地区の下水を酸化安定池で処理するとした場合に必要となる用地面積は約300 haとなる。

どの地区にどの様な処理法の処理施設をどの程度の規模で建設するかについての複数の代替案の中から事業費の比較、維持管理の容易さ、用地取得の可能性、環境社会配慮の必要性などの観点から最適案を選択する。既存下水処理場は、いずれも広

大な敷地面積を有しており、施設の配置もまだまだ余裕があるので、ここでの増設案も検討の対象にする。

③経済・財務

住民への支払い意思額調査や支払い可能額調査を実施して住民の負担能力を確認するとともに、F/Sにおいては、厳密な経済・財務分析を実施することにより、その実現可能性を厳密に検討する。今回は、M/PとF/Sは上水道と同時に計画を策定するという特徴を生かして、特に財政的持続可能性の観点から、過大にならない下水道施設計画を策定する。

3)維持管理計画

下水道管渠を適切に維持管理するために毎年必要な費用は、管渠の建設に要した費用の0.5%から1%程度であると言われている。ただ、その前提として、市内の施設管渠網を記した台帳の整備が必須であり、これが不備な場合は、この整備から始め、この台帳に修理・改修・清掃の履歴を残していくことが重要である。また、清掃を効率的に実施するための機材を準備する必要があることはいうまでもない。

一方、処理場の維持管理を担当する職員の能力向上のためには、日本に招聘して高度な処理施設を見学させるのではなく、わかりやすいマニュアルと異常時の対応策をまとめた事例集を作成し、それを用いて職員を現場で徹底的に教育することに尽きる。また、処理場に設置されている機器類の台帳整備と履歴記載も、管渠の場合と同様、重要である。

4)財政計画

水道部門と協力して下水道徴収率を上げる努力を続けていくと同時に、下水道使用料体系も、水道料金の一律25%という設定の仕方ではなく、適切な維持管理をするために最低限でもどの程度の費用が必要かを算出し、聞き取り調査などにより実施した支払い意思額や支払い可能額*などを参考にして合理的な体系に組み替えていく。処理水についても、その処理にかかわった経費を受益者に負担させることを前提にしつつ、上水道より比較優位にたつ使用料体系を構築する。

*:世銀やADBの調査によると、上下水道・廃棄物に対する経費負担は、収入の5%が上限とされている。

日本でも、下水道処理施設の建設費のほぼ半分に国からの補助金が充当されていること、歳出のうち、下水道使用料で賄えるのは日常の電気代・人件費などの維持管理費のみであり、減価償却費や利子の返済は、市の一般財源から補填しているのが通常である。このことから考えると、下水道施設の建設費はJBICなどからの融資に頼り、維持管理についてもカラチ市からの補助金が期待できない状況の下、机上の計算による甘い財政計画は、実施段階での事業の円滑な実施が難しくなることが危惧されるので、厳に避けるべきである。

(3) まとめ

下水道の問題は、関連する部署が多岐に亘っているため、これらの機関と密接に連携をとって問題解決にあたる必要があると言うことはたやすいが、その調整が難しいのは日本と同様である。また、下水道事業は上水道事業と比較して人々にその重要性を認識して貰うことが難しい事業でもある。

その中で、まず手掛けなければならないことは、KWSB が独自で取り組める料金徴収システムの改善、既設下水道管の清掃や下水道処理施設の適切な維持管理などを実施することである。これについては、その現場担当職員だけでなく、その管理監督者の改革への強い意志が解決の糸口になると思われる。また、今後の事業実施にあたってはカラチ市が実施している Tameer-e-Karachi Program (TKP) との連携や、州政府の支援を必要とするため、これらの関係機関との間で、カラチ市の下水道整備の重要性についての認識を共有するとともに、その解決のために取り組む姿勢をいかに醸成していくかが、今後の鍵となる。

同時に本格調査団は、下水道施設計画を持続可能にするために必要な人材育成、住民の支払い可能額などの裏づけのある下水道料金体系、工場側に工場廃水の処理を促進させる水質使用料制度や工場用水再利用促進制度、より実効性が期待できる組織改革などについて、綿密な基礎調査に基づき、カラチ市の実情に即した具体的かつ実現性の高い施策を提案できる能力を有することが必須である。その提案内容が、一般論でなく、関係機関との十分な協議による了解を前提にしてなされるべきであることはいうまでもない。

KWSB の Managing Director は、この調査を通して組織改革も含めた各種の改善を進めることについて非常に意欲的であるため、彼の期待に応えるためにも、これらの管理面の強化について、十分な問題意識を有しない本格調査団は KWSB からの信頼を得られないことを肝に銘じて調査に取り組む姿勢が必要である。

1-8 団員所感2(名古屋市上下水道局 大山 智)

(1) 浄水施設

カラチ市の主たる原水は、インダス河から取水後、大容量のキンジャール湖に一度導水貯留し濁度が除去されるため、1年を通じて濁度が10度以下と原水水質に比較的恵まれた状態で浄水場に導水されている。このため浄水場での浄水処理は、導水した原水に凝集剤を使用せず沈殿池を通過させるのみで、直接ろ過池によって処理を行っており、ろ過層への負担が大きな処理方法になっている。浄水場では、砂層に亀裂の入っているろ過池が多く、洗浄が十分に行われていないようであり、適切なるろ過層の洗浄や砂の取り替えなどの維持管理強化が必要と考える。

さらに、これらの浄水場は建設後 25 年～60 年が経過しており、薬品注入設備、ポンプ類などの機械設備及び電気設備が老朽化してきており、修理・補修・取替えなどの維持管理が必要な部分が多く見受けられる。また、カラチ市の浄水処理能力は、建設中の浄水場を含めても原水量の 70%しか処理能力がない状況であり、給水水質を良好に保つためには、原水の浄水処理の整備は不可欠であり浄水場の増強を進めることは今後大きな課題である。

(2) 基幹ネットワーク

インダス河から導入された原水は、4 つの浄水場及び市内の高所に配置された 3 つの配水地から自然流下により配水されている。地形などを考慮して設置されたカラチ市の導水施設—浄水場—配水池などの基幹施設の連携は、比較的効率的な運転システムを構築していると印象を受けた。また、各給水区域への配水は配水幹線から一度受水し、ポンプにて加圧を行い、配水幹線から分岐された配水本管・小管を経由して消費者に給水される。しかし、予期せぬアパートや高層ビルの建設など急速な需要の増加に伴う配水管網能力の不足に対応するため、配水管の延伸や水圧不足が発生する箇所などにポンプ所を設置するなど、場当たりの無計画な拡張工事が行われている観がある。また、浄水場・配水池の水位が十分にあるにもかかわらず、配水管網の末端区域では水が出ないところが多く、給水区域内への均一な給水ができず慢性的に需要に対して供給が間に合っていない状況である。要因としては、①配水管の老朽化による継ぎ手部からの漏水や配水管からの給水栓取り出し部からの漏水などの漏水が多く配水幹線の水圧が低い状況にあること、②小管の石綿管の布設が多いことなど配水管に高い水圧をかけることが困難な状況にあること、等があげられる。現在、131ヶ所に及ぶ配水ポンプ場が稼動しているが、配水区域毎の配水本管・小管整備に合わせ、ポンプ所を整理統合しながら配水管網の整備を進める必要があると考える。

(3) 給水設備

給水は、小給水区毎に職員が巡回しながらバルブ操作を行い、1日に1～3時間と短時間の給水となっており、さらに給水状況の悪い地区では隔日の給水となっている。そのため各家庭では水道の時間給水時や給水条件の悪いところでは給水タンク車を利用し、自宅内の地下タンクに一時的に水を貯め、それを高架タンクへポンプで汲み上げた後、自然流下によって水を使用する形態が多いようである。(カッチアバデイスでは配水本管・小管から直接ポンプで高架タンクに水を汲み上げる形式もあった。)これは、需要に対する供給不足と、高い漏水率、盗水そして定額制料金体系に起因すると思われる上流側に位置する消費者の水使用の浪費によるなど、恒常的な配水管の水圧水量不足状態になっている不安定な配水システムへ適応した形態であると考えられる。また、配水管は布設されているが水がこない地域や給水時間・給水量が極端に少ない地域では、給水タンク車による給水が不可欠な状態となっており、受益者の不公平感が大きく

なっている。このように地域によって給水格差が大きい配水システムを早期に解消するためにも、浄水場や配水地へ流量計を設置し、さらに各戸に水道メータの設置を行い、給水区域毎の使用量と供給量の把握を進め、漏水箇所の発見や盗水などへの監視を強化することが必要である。漏水率を下げ安定した水圧水量で持続的に供給できる給水システムへの改良のために、効率的に漏水改良を行いながら管網整備を進めることが急務であると考ええる。

(4) 給水タンク車

給水タンク車は、給水条件の悪い人口密度の低い郊外や給水圧・給水量の不十分な地域への配水を補完するシステムとして活用する意味では、ある程度必要なシステムであろう。しかし、KWSBによる給水タンク車では需要に間に合わず、民間給水タンク車による不等な料金徴収での給水がいたるところで行われている。今回、町じゅうで給水タンク車を目にするのができ、カラチ市での交通渋滞の一因になっているようであった。給水タンク車は、市内10ヶ所に設けられた給水場から給水を受け1日当たりの給水トリップ数は約13,00台、1日当たりの給水車による給水量は約14MGDと推測され、全給水量の約5%となる。また、給水タンク車への給水料金は、3つに区分されており、①貧困地域などへの無料給水、②一般ユーザー向けへの有料給水、③企業等への有料給水となっている。しかし、給水タンク車への給水は伝票などで管理されている様子はなく、職員の頭の中で整理しているようであった。顧客管理及び使用水量の把握を徹底するためにも車輛規模・給水先・給水量などをデータベース化し、KWSBの管理下に置くことが重要である。これにより、民間給水タンク業者の不当な料金徴収を是正するとともに、郊外の区域や水圧水量不足の区域または給水需要の高い地域などの管網整備が遅れている区域に給水タンク車を活用しながら整理統合し減少していくことが必要である。さらに、蓄積した顧客データベースを活用し、配水管網整備への資料収集に利用することが可能と考える。

(5) 料金徴収

上下水道使用料金は、家庭用水などの小規模受益者には水道メータによる計量をせずに、敷地面積や床面積に基づき定額制となっており、年1回の銀行振込などにより徴収されている。また、貧困層地域には原則無料給水をするなど使用者全部に対して料金徴収が行なわれているわけではなく、さらに未払いも多い状況であるということであった。現状として非常に低い料金徴収率となっているため、水道局の料金収入では維持管理費をやっと賄える程度しかなく大幅な赤字となっている。いうまでもなく料金徴収率を向上させることは、自己財源の確保につながり、施設改良・維持管理の拡充を図るために必要不可欠なものである。特に電気・ガスでは各戸にメータが設置されており毎月使用料金が徴収されていることを考えれば、上下水道も同じインフラとして水道メータによる受益に対する適正な使用料金徴収を実施することは可能と考える。そのためには、受益者の意識改革を促すキャンペーンを実施することも1つの案と考える。また、KWSB

としても水道メータ設置により地区別需要の把握、需要動向のモニターさらに配水量のコントロールを進め、給水量の需要と供給が適正なバランスとなるように移行し、給水サービスの向上を図っていかねばならない。

(6) オランギ汚水排除システム

未都市計画区域のオランギでは、BCCI 財団(Bank of Credit and Commerce International Foundation)が国連人間居住計画と協力して、住民の居住環境改善を目的としたコミュニティ開発計画が実施され、低コストの汚水収集システムを開発して整備を進めている。これは、住居の敷地内や境界部分に排水管やマスなどを設置し、小口径管の下水管を浅層埋設して建設費を大幅に削減した汚水排除システムである。このシステムは、収集した下水を直近の自然排水路や雨水排水路をボックスカルバートに改造して汚水を輸送し、下水本管や幹線下水管に接続して下水処理場へ流す計画である。しかし、下水道への接続部分の実現が図られていないため、最終的に未処理のまま直近の河川に放流されている状況にある。現地では、各家庭内は概ね汚水排除は機能しているといえたが、大通りにある雨水排水路はごみが散乱し詰まっており機能低下が見受けられた。さらに、小口径管が目詰まりによって破損したまま放置され、補修が行われていない状態の管もあった。印象として、オランギ汚水排除システムは、住民の生活環境を改善した点では成功例と言えるが、下流側の下水道整備を進め、河川や雨水路からの汚水を下水道に取り込み下水処理しなければ、根本的な問題解決としないと考える。今後、このシステムを持続させていくために清掃・補修などの維持管理体制を確立しておくことも必要と感じた。

第2章 本格調査への提言

2-1 調査の目的

調査の目的は以下のとおりである。

- (1) カラチ市の上水道と下水道システム改善のためのマスタープラン策定
- (2) マスタープランで選定した優先プロジェクトのフィジビリティ・スタディの実施
- (3) パキスタン側カウンターパートへの技術移転

2-2 調査対象地域

調査対象区域は、カラチ市の18区(Town)の区域と、上水道の取水源地とカラチ市までの送水管路のルート区域を限度とする。

2-3 調査項目とその内容・範囲

調査目的達成のため、調査では以下に示す内容、範囲ならびに調査項目を含むものとする。

(1) フェーズ I: 基礎調査

- 1) 既存のマスタープランのレビュー
- 2) 既存資料及び情報の収集・分析
- 3) 水源・上水道施設現況調査
- 4) 下水・排水施設現況調査
- 5) 水質調査
- 6) 地域開発計画、土地利用、社会経済状況
- 7) 自然、環境条件
- 8) 住民意識調査
- 9) 上下水道に関する法制度、政策、行政システム
- 10) 実施機関の組織、運営面での評価
- 11) 関連する計画、プロジェクトのレビュー及び分析
- 12) 上下水道に係る課題の抽出
- 13) 緊急プログラムの確認

(2)フェーズ II: マスタープラン策定

上記基礎調査結果に基づき、2025年を目標としたカラチ市上下水道整備計画を策定する。

- 1) 緊急プログラムの具体的提案
- 2) 水需要量予測の設定
- 3) 廃水の質・量予測の設定
- 4) 包括的計画枠組の形成、基本方針、目標、戦略の設定
- 5) 既存上下水道システムの最適化・改善に係る計画
- 6) 公平な配水計画(ゾーニング化に基づいた給水のためのバルブ操作、送水能力、利用可能推量を含む)
- 7) カラチ市都市開発計画と整合の取れた水源及び導水システムの計画
- 8) 運営費削減のためのエネルギー削減方策に係る計画
- 9) 水質改善に係る計画
- 10) 施設整備計画
- 11) 初期環境影響評価(IEE)支援
- 12) 経営改善に係る計画
 - KWSB の再組織化
 - KWSB の財務運営改善
 - 無収水の削減
 - 料金徴収システムの改善
 - 持続的なアップデートを伴うデータ管理システム・GIS の構築
 - 顧客サービスセンターの設置と住民の要望に対する効率的対応を改善・迅速化するためのシステム構築
 - 法令・規則の見直し
- 13) 組織育成に係る提言
- 14) 概算事業費の算定
- 15) 段階的整備計画の策定
- 16) 事業評価と優先プロジェクトの選定

(3)フェーズ III: 優先プロジェクトに関するフィージビリ・スタディ

フェーズ II で選定された、優先プロジェクトの F/S 及び漏水対策の技術移転を実施する。

- 1) 補足実測調査(土質調査・地形測量)

- 2) 上下水道施設の概略設計
- 3) 施設運転・維持管理計画、人材育成計画
- 4) 施工計画・機材調達計画
- 5) 概算工事費の積算
- 6) 財務計画の策定
- 7) 環境影響評価(EIA)支援(必要に応じて実施)
- 8) プロジェクトの総合評価及び提言
- 9) 実施スケジュールの策定

2-4 調査工程

調査工程は、原則として平成18年2月に開始し、約24ヶ月後を終了目途とする。全体工程は下図の通りとする。

	H17年度			H18年度									H19年度																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
	第1年次			第2年次									第3年次																
フェーズ	←			フェーズ1						←			フェーズ2			←			フェーズ3						←				
国内調査	□								□						□													□	□
現地調査	■			■						■			■			■						■							
報告書		▲							▲						▲													▲	▲
		IC							PR1						PR2													DF	FR

IC: 着手報告書

PR1: プロGRESSレポート1

PR2: プロGRESSレポート2

IT: インタリムレポート

DF: 最終報告書(案)

FR: 最終報告書

2-5 要員構成

本調査には、下記の分野を担当する団員を参加させることを基本とする。

- (1) 総括/上水道計画
- (2) 副総括/上水道施設計画 I(取水、導水、浄水)
- (3) 上水道施設計画 II(配水管網)

- (4) 機械・電気設備(上下水道兼務)
- (5) 水文・水理地質
- (6) 水質
- (7) 無収水低減計画
- (8) 下水道計画/施設計画 I(全体計画、管路計画)
- (9) 下水道施設計画 II(ポンプ場、処理場計画)
- (10) 水利用実態調査/社会分析
- (11) 施工計画/事業費積算(上下水道兼務)
- (12) 水道事業経営管理
- (13) 経済・財務分析
- (14) 環境・社会配慮
- (15) GIS データベース構築

2-6 相手国便宜供与事項

調査団に対するパキスタン国側の便宜供与事項は、S/W を参照のこと。

2-7 調査用資機材

調査資機材の内、携帯用 PC、プリンタ等の事務所用機器を含め現地においてレンタル又は購入するものとする。

ただし、漏水調査に使用する流量計、検知器等の計測機器については現地には適当なものがないため、必要に応じて日本から持ち込むことも考慮する。また、簡易水質試験用器具も現地での購入が困難と思われるため、日本から購送することも考慮する。

2-8 調査実施上の留意点

(1) 共通事項

1) 速やかな事業化への配慮

カラチ市の規模、環境問題の深刻度から、開発調査終了後の速やかな事業化が必要と考えられることから、先方の意向及び資金調達の目途などを十分に確認して事業化の実現を考慮の上調査を進める必要がある。

2) 環境・社会配慮

本件調査の環境・社会配慮は、JICA 作成の環境・社会配慮ガイドラインに基づいて実施

する。KWSB は調査団と協力し IEE を実施するが、調査団は KWSB に対し技術的なサポートを行う。また、EIA が必要とされた場合にも、IEE と同様な手順で KWSB の責任で実施する。環境・社会配慮実施には、関連機関やステークホルダーなどの参加と協議を図り、適切な環境・社会配慮を行うため、環境・社会配慮に係る報告書などの情報を公開する。調査実施の期間中に調査団は、必要に応じて、コミTEEやステークホルダーと協議を行う。本件調査では、今までのところ住民移転の必要はないと考えられるが、もしも住民移転などの問題が発生した場合、CDGK と協力の上 KWSB の責任で解決する。

3) 技術移転ワークショップの充実

カラチ市の上下水道事業に従事する関係機関は多岐にわたっており、特に、浄水場や下水処理場などの運転管理などの実務経験が十分でないことから、関係部署間の調整、役割の明確化、浄化プロセスの周知・徹底、実地的な運転・管理のマニュアル化等、基本的な事項から十分な技術移転を図る必要がある。技術移転セミナーについては、十分な準備を行い、効果的なセミナーを実施すべきである。

①ステアリング・コミTEE、他機関との連絡・調整

本調査に対するステアリング・コミTEEについては、州・市の主要メンバーで構成された既存の開発調整委員会を活用する。連邦レベルの調整については、同委員会の長に当たるものが、メガシティ開発調整委員会(連邦計画省によるイニシアティブ)に対して進捗報告をおこなう。さらに、調査対象区域内では、多くの国際援助機関や民間団体が上下水道関連事業に携わっている。これ等機関とは出来る限りの情報交換を行い、動向を把握した上で、本調査に反映させると共に、必要に応じて調査の成果及び進捗状況などの情報提供を考慮し調整を図らなければならない。

②都市計画

カラチ市では過去3度の都市計画(1951、1974及び1986年)が策定されたが、種々の制約によって、どの計画の実施も未完に終わっている。このうち、最後に策定されたカラチ市開発計画では、UNDPの協力の下2000年を目標とし、開発への基本構想に基づき、上下水道施設についての具体的な整備計画が策定された。しかしながら、この計画は土地所有者の無秩序な開発などから、大幅な手直しを迫られた。

現在、カラチ市長の要請に基づき、大統領のイニシアティブによって、中央政府、シンド州、カラチ市及び民間団体からの290億ルピー(約540億円)の予算を確保し、2007年までの期限でTameer-e-Karachi (TEK:カラチ復興というウルドゥ語)プログラムが実施されている。この一環として、2020年を目標とした基盤整備マスタープランの策定作業が着手された。この作業には6ヶ月間が予定され、06年1月には完成するものと期待されている。本格調査には、このマスタープランやその他関連計画に十分考慮し、州政府、

市政府、ステアリング・コミテティー等と協調しつつ進める努力が必要である。

(2) 上水道施設

1) 水源

将来の水需要予測は十分な分析と解析に基づくことが重要である。安定的な水源の確保には、インダス川からの取水量増加が有望と想定されているが、その場合の水利権の増加が必須となる。この問題は、連邦政府とシンド州政府との間の協議事項となっているため、本調査において算定される将来の水需要量を基に、中央政府、州政府内での調整を求めていく必要がある。なお、代替水源として、地下水、海水の淡水化、下水処理水の再利用等の可能性についても十分な検討を要する。

2) 浄水施設

現在進行中の浄水施設が完成した後も、原水の 30%は未処理のまま配水される。浄水場では水を無駄にしないという意識が強いあまり、ろ過池を十分に逆洗しないまま運転している例が散見される。KWSB では WHO の水質基準を満たしているとしているが、浄水場においても水質の維持に問題を残している。

将来、水源を引き続きインダス川に頼るとすれば、キンジャール湖経由の利点を考慮し、貯水容量増加の可能性について検討が必要となろう。また、現在までのところ、原水の水質は比較的安定しているというものの、将来の上流域からの汚濁負荷の変化を考慮し、最近建設されている直接ろ過方式の評価を含め、最適な浄水方法の検討が必要となろう。

3) 配水施設

配水管整備は都市の拡大に立ち遅れており、場当たりの整備方法で対応せざるを得ない状況にある。また、既存配管からの漏水や盗水なども重なり配水圧や水量の不足、吸引ポンプの使用により水質汚染も多発している。給水管による給水が十分に確保できないため、市内では給水タンク車による配水が定常化している。増加する給水車による配水業者はこれまで本来の給水管による給水の拡大に反対する団体ともなっている。従って、これら既存配水システムの取り扱いについては慎重かつ現実的な対応を前提にした計画を策定すべきである。

(3) 下水・雨水排水施設

1) 下水管路とポンプ場

下水の収集・処理量が、発生量の 1/3 に過ぎない一つの理由として、処理場へ未接続の下水幹線、ポンプ場の存在があげられる。たとえば、P2、Clifton ポンプ場などは、送水管の破損・未接続などの理由で下水を近隣の排水路・河川に放出している。これ等は、早急に処理場へ送り処理するための適切な方策を講じる必要がある。また、ポンプ場でも、一部の

ポンプ類や配電盤などの破損があり、計画排水量に達しないところもあり、早急な対策が必要である。

2) 下水処理場

現存 3 処理場の現在施設下水処理量は、計画処理量の 59%、409,000 m³/日であるが、施設の故障、停電、接続幹線の不備・欠如などの理由で、実際の処理量は 122,400 m³/日、設置処理能力の 30%に過ぎない。現在の処理場の下水処理量は、下水発生量 2,163,900 m³/日 (2005 年の発生量、KWSB 推定) の僅か 5.6%に過ぎず、河川水域への処理水が水質規制値の BOD 80mg/L を達成したとしても、現在の深刻な水域汚染の改善は期待できない、早急な処理場整備・拡張を図るべきである。

3) 雨水排水施設

雨水排水路は、過去 20～30 年間にわたり、水路へのごみの不法投棄、土砂流入が続き、水路の多くが閉塞し、浚渫も殆ど行われず放置されてきた。さらに、下水収集管路の不備などの理由で排水路への下水排除が一般化し、都市下水路・ごみ捨て場と化している。一旦降雨があった場合、排水機能が阻害されていることから、各所で氾濫を起こしてきた。この問題の解決は、ごみの除去と水路浚渫、あるいは、水路の暗渠化などを図らない限り困難である。これら下水を、遮集管等により公共下水に導入する方法を検討する必要がある。

4) 貧困層居住地域の排水

カラチ市人口約 1300 万人の 50% 以上の住民が定住する貧困層居住地域 (Katchi abadis) には、公共上下水道施設が殆ど設置されておらず、飲料水は給水タンクあるいは水道管への不正接続で入手、また、汚水は排水路・河川へ直接放流されてきた。近年に至り、これら区域の住民参加による下水道施設などの建設が始まり、2001 年には、120 万人の居住人口を擁するオレンジ地域で下水道施設が完成した。この方式の下水道建設がその後各所で進められてきているが、技術的面で問題もあり、この方式を今後の下水道計画の中で、どのように位置付けるかの検討が必要である。

第3章 調査対象地域の概況

3-1 自然・水環境状況

(1) 地形・地質

カラチ市を含むシンド州の地勢は、大別すると以下の異なった3地域から成立っている。

- 1) 中央部の沖積層(Kacho)地域
- 2) 東部の砂質砂漠(Thar)地域
- 3) 西部地域の丘陵地域

地形は一般に平坦で、北から南へ向かって緩やかに傾斜しているが、西部地域には多少の起伏がある。東部地域はインダス川河口地帯の三角州地帯にあり、水系の複雑に入り組んだ平坦な地形となっている。カラチ市と周辺の地形は、インド洋プレートの影響を受けた第三期層の堆積岩類が卓越しているが、地下水位の高い低地以外は裸地が多く、大部分の土地は降雨の少ないことから風化した堆積岩となっている。カラチ中心部の表土の大半は第四期堆積層が占め、有機成分を殆ど含まない比較的硬い粘土層を形成し透水性が低い(図 3.1 参照)。

カラチ市一般に固い土性で地下水位も極めて深いため、10m 近くの深度の掘削現場などでも、支保工や排水ポンプなどを殆ど使用しないで施工が進められている。しかしながら、強い降雨があった場合にこれら地山は容易に崩壊する恐れはある。

マリル川(Malir River)とリアリ川(Liyari River)の2大河川が市域を縦断し、これ等河川の支流の多くは一般的に排水が南に向かい西と北エリアから流入する。湾の西側に位置する Keamari 島、Manora 島、牡蛎養殖場等がカラチ港入口の大半を塞いでいる。カラチ市の南の限界はアラビア海で、環境に関しては自然美を保持しているが、その複雑な地形上、いわゆる温水ビーチのチェーンを形成している。

(2) 気象状況

1) 気象の概況

パキスタンは、モンスーン地域の西端に位置している。気候は、サブ大陸の他地区のそれより多くの典型的なモンスーンが到来する大陸性(continental)タイプではあるが、パキスタンのほとんどの地域で降雨量は少なく、さらに、高温による水分の蒸発のため雨水の利用効率が低く、農業への継続的な利用が困難である。降雨は年間を通じて少ないが、その大半は夏季の7、8月に集中している。下表に示すように、過去に7月と8月に月間降雨量が

428mm、24 時間降雨量も 204mm に達した記録があるように、かなり強い降雨が発生する可能性は高い。

カラチ市は、アラビア海沿岸に位置しているため、他地域と比べると比較的穏やかな気候とされているが、気温の変化は比較的大きく、また、湿度は年間を通じて比較的高い。年間の平均気温は 26℃で、夏季には気温がしばしば 46℃にも達するが、冬季には 2℃にまで下がることもある。月別の気象状況を示すと下表のとおりである。

表 3.1 カラチの月間気温、降雨量、日照、蒸発、風向

Parameter	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Yr
vg. temperature °C	18.9	20.3	24.4	27.5	30.0	30.9	30.0	28.6	28.1	27.5	24.2	20.3	25.9
Avg. high temperature °C	25.0	26.1	29.4	32.2	33.9	33.9	32.8	31.1	31.1	32.8	30.6	26.7	30.6
Avg. mimum temp. °C	12.8	14.4	19.4	22.8	26.1	27.8	27.2	26.1	25.0	22.2	17.8	13.9	21.1
Absolute max temp. °C	31.7	33.9	41.1	43.9	47.8	45.6	43.3	37.2	41.1	42.2	37.8	32.8	47.8
Absolute min. temp. °C	4.4	6.1	8.3	13.9	18.3	20.0	22.8	22.8	20.6	13.9	8.9	3.9	3.9
Avg. number of days above 32°C, days	-	1	9	21	28	28	18	9	13	22	10	-	159
Avg. number of days below 7°C, days	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3
Avg elative humidity %	54	61	58	75	78	78	81	82	80	70	59	55	70
Avg. precipitation, mm	13	10	8	3	3	18	84	41	13	2	3	5	203
Max. precipitation, mm	69	51	56	131	60	183	392	428	252	69	41	66	676
Max. precipitation in 24hr Mm	41	28	43	104	30	183	201	137	206	13	23	46	206
Days with precipitation	1	1	1	<1	<1	1	2	2	1	<1	<1	2	14
Avg. sunshine, hr.	279	244	295	306	319	213	118	130	225	301	279	273	2,982
Potential evaporation, mm	36	51	91	136	178	184	181	165	143	135	75	44	1,419
Avg. wind velocity, m/s	3.3	3.6	4.3	5.1	6.1	6.7	6.2	5.2	3.5	2.8	3.1	4.7	
Wind direction	NE	SW	W	W	SW	SW	SW	W	SW	SW	SW	SW	

出典：Karachi Airport、1947～1990、440 月～506 月間

標高；: 海拔 21m、北緯 24.90° N、東経 67.09° E

2) 確率降雨量

降雨については1929年以降の長期間にわたる詳細なデータ(Feasibility Study on Water Resources Development Project in Malir Basin, 1990)がある。カラチの降雨特性としては、かなりばらつきの大きいことがあげられる。年間の降雨量(1929~1988)は0mm~713mmであり、100mm~200mmが16回、200mmから300mmが12回、300mm以上が15回となっている。これらの降雨データによれば、最大日降雨量は1997年7月の207mm、最小量は1974年12月の5.6mmである。これらの結果、確率最大日降雨量は下表に示したように、年間平均降雨量が200mm前後の都市としては異常に多い確率降雨強度を示している。このような降雨特性により、一時的にせよ雨季に排水路からの溢流が発生することが多い。

表 3.2 カラチの確率最大日降雨量

確率年	2年	5年	10年	20年	50年	100年
確率最大降雨量 (mm/日)	54.6	99.4	133.7	169.8	221.3	263.6

出典:カラチ再生シナリオ、SADEP 調査団、2004年4月

(3) 水環境

1) 雨水排水路と河川

図-3.1に示すように、カラチ市の西側地域をリアリ川(Lyari River)が、東側地域をマリル川(Malir River)の2大河川が南下、市域を貫流してアラビア海に注いでいる。リアリ川の流域は、市の西部地域のBalida, Orangi等の地域と市中心区域をカバーし、これら地域からの雨水排水をGujuro, Gjjar, Orangi等の支線排水路(Nala)を通して排除している。一方、マリル川流域は、主として市中心部から東部Korangi地域などをカバーし、Thaddoなどの支線を通して雨水を排除している。カラチ市内の雨水排除は、側溝、自然水路あるいは雨水排水路を通り河川に排除されている。排水の系統は大別すると5排水区域になり、各区域に属するTownは以下の通りである。

排水区-I : Keamari, Orangi, SITE, Baldia

排水区-II : Lyari, Saddar, Jamshed

排水区-III : Korangi, Landhi, Shah Faisal, Bin Qasim

排水区-IV : North Nazimabad, New Karachi, Gulberg, Liaquatabad

排水区-V : Gulshan-e-Iqbal, Malir, Gadap

カラチ市の雨水排水施設の運営・管理はカラチ市 CDKG(City District Government

Karachi)が行ってきたが、予算は水路の補修および新設に割り当てられ、堆積除砂等の維持管理が難しい状況にある。多くの雨水排水路には大量の廃棄物が不法投棄されるため、各所で下水と固形廃棄物が水路に停滞し異臭を放ち、劣悪な生活環境となっている。

一方、年間降雨量の少ないカラチ市であっても、上記の理由で雨水排水路が機能していないため、少しの降雨でも市内各所で浸水が発生し、モンスーンの時期には浸水被害も発生している。また、既成市街地でも、一部を除き路面雨水は道路表面を流下、近接の排水路に排除する所が多く、短時間とはいえ交通阻害の原因となっている。

2) 河川・排水路の水質汚濁状況

カラチ市からの家庭下水、商工業廃水は、その殆どが市内を貫流する主要河川のリアリ川とマリル川、ババ水路、チャリング水路、モノラ水路などを経てアラビア海に放流されている。現在これらの水域では、継続的な水質モニタリングは実施されておらず、これ等河川・排水路の長期間の水質記録はない。

今回の調査では河川水質調査は行わなかったが、現地での視察結果ではこれ等河川の水質汚濁非常に進んでおり、特に、渇水期では両河川とも水流が極端に低下、殆どの河川水は下水などの排水によるものと観察された。

日本の調査団が行った工場廃水水質調査(2001年)では、カラチ全域で河川水および地下水が深刻な水質汚染を受けていることが報告されている。リアリ川およびマリル川のそれぞれ10ヶ所で実施した水質調査では、BOD₅ 210~850mg/L, TSS 166~636mg/Lで、非常に高い値を示している。重金属類(鉛、カドミウム、水銀)や有害物質(ヒ素)等の測定値も、日本やWHOなどの基準を遥かに超える濃度であり、これ等河川の水質汚濁は深刻な状況となっている。地下水の汚染も同様で、工業地区の地下水水質の調査結果でも、廃水の浸透に起因すると考えられる有機物、重金属、有害物質による地下水汚染が進んでいることを示している。

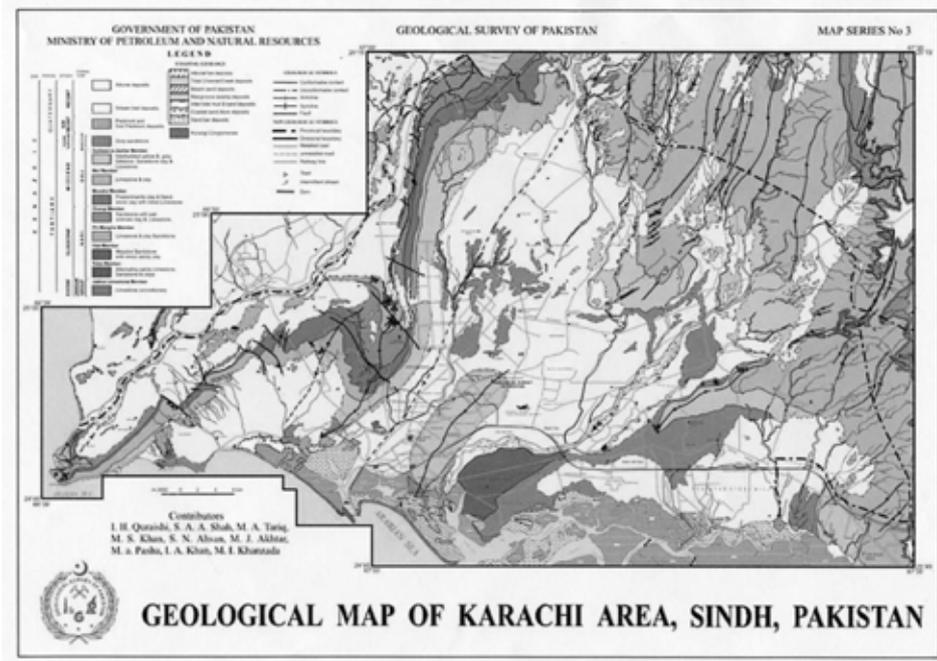


図 3.1 カラチ市周辺の地質図

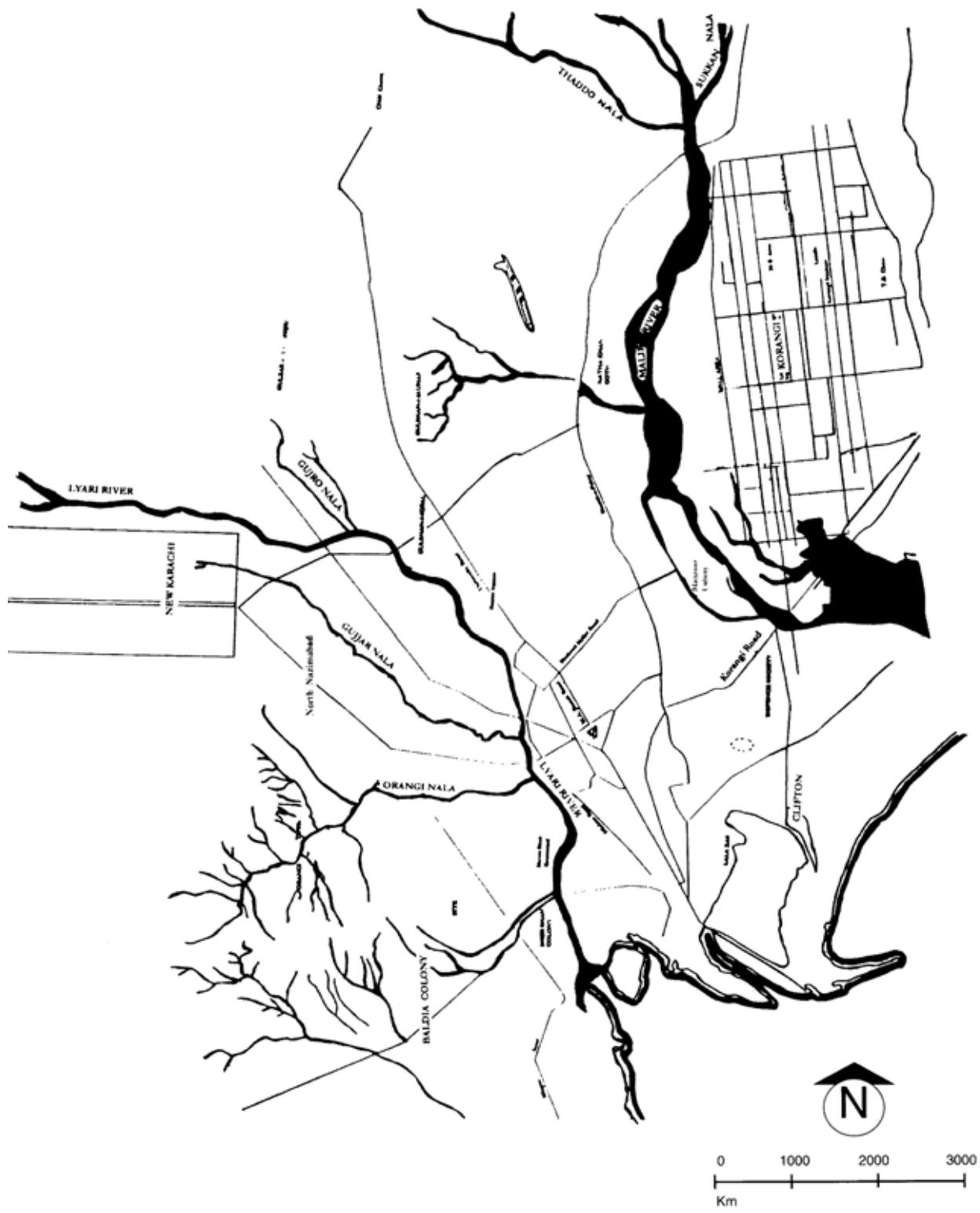


図 3.1 カラチ市の河川と雨水排水路

3) 環境衛生の状況

カラチにおける実際の発病件数を示すデータは少ないが、水質汚濁に起因する水系伝染病による健康被害件数はかなり高いと報告されている。パキスタン全域では5歳以下の幼児の下痢(Diarrhoea)感染率は児童数の約26.0パーセントで、他の開発途上国と比較しても可なり高い値を示している(WHO)。このように、水系伝染病による幼児死亡率を引き上げることになる。特に、カラチ市の50パーセントを占める低所得層居住区居住者の、栄養不足、非衛生的な住環境、医療施設の不足、さらに、汚染された汚水との接触などが原因とされるが、最大の原因としては、良質の飲料水供給と生活廃水の収集・処理の不足によることは論をまたない。下表に示すようにシンド州の伝染病の発生件数は他州と比較しても高い値を示している。

表 3.3 パキスタン国の伝染病発生件数

州/地域	報告件数	伝染病発生件数				
		報告比率	コレラの疑い	髄膜炎、脳膜炎	灰白髄炎(ポリオ)の疑い	はしかの疑い
Punjab	952	20%	3	0	0	5
Sindh	2463	67%	70	6	7	80
NWFP	680	38%	1	0	0	71
Balochistan	1137	64%	43	12	2	90
F.A.T.A.	2	1%	0	0	0	0
Federal	45	88%	1	0	0	2
Nas	0	0%	0	0	0	0
AJK	203	20%	0	7	0	0
Grand Total	5482	41%	118	25	9	248

註: Quarterly data are being compiled with two Source: Health Management Information System, Health Division months time lag. Period: July- September, 2004

3-2 社会経済の概況

FY2002～2003におけるパキスタン国の経済指標は、イラク戦争、アジア太平洋地域のSARSの発生、継続する米国市場の経済停滞、さらに、原油価格急上昇等の要因によって世界的規模で景気の下降が続いているにも関わらず力強い経済成長を続け、GDPの成長率は南アジア諸国間で最高の年率5.1%を達成し、アジア諸国全体でも5番目の高水準であった。パキスタン政府は、景気回復を持続するための政

策を引き続き積極的に進め、高い成長率を支えるための施策を続けることが重要であるとしている。また、インドとの政治的関係の改善が進むことも投資マインドを一層刺激し、経済活動の活発化が期待されている。

FY 2002 年(2001 年 7 月 1 日から 2002 年 6 月 30 日)の後半に始まった景気の回復は FY 2003 年には一層の拍車がかかり、経常黒字は急激に増大、外貨準備高は新記録を達成し、全体の財政赤字は減少、インフレ率も約 3.3%の水準で抑えられ、比較的安定してきた。FY2002 から 2003 年の経済成長率はそれぞれ 7.7%と 5.8%と高い伸び率を示し、FY2004 年と 2005 年でも、経済成長は高成長を続ける国内外のセクターによって押し上げられ、パキスタン計画省の発表によれば、FY 2004/2005 年には 8.4%の GDP 成長率を達成したが、来年度の GDP 成長率については 7.0%になると予想しているが、これは農業部門の成長は政策手段と天候の組み合わせ次第であるとの理由による。工業生産の目標成長率は 11.0%で、特に、大規模製造業の目標成長率 13.0%としている。

この会計年度の間外国の直接投資を確保し、全体の債務削減に貢献している。対外債務の利払い低下だけでなく労働者送金の急増は、経常黒字を 49.5%押し上げた。米同時多発テロ事件後、非公式送金取締強化で銀行を通じた外貨送金が急増し、2000 年に 10 億ドル以下の水準に落ち込んでいた外貨準備高は、2004 年 4 月末現在で 1 年分の輸入額に相当する 125 億ドルに達し、為替レートも安定している。資本勘定は、外国の直接投資、対外援助の供給業者のクレジット、支払い等の増加によりかなりの改善を示した。

しかしながら、外債と国際的補助金はパキスタン政府収入の約 25%を占め、また、債務返済義務の額は 320 億ドルで、政府財政支出合計の約 50%にも達していると報告されている。ムシャラフ政権は 2001 年以來、政府は高額な未払負債を清算するための包括的な債務削減戦略を実施し、パリ・クラブなど債権者側と債務にかかるリスケジュールを積極的に進めその殆どを完了、一応の目的を達成した。GDP への全体の公債の比率は、FY2003 年には FY2000 年の 106.9%から 94.7%まで低下している。政府の積極的な国債管理政策と税制改革により、借入金のさらなる縮小と歳入増収の実現が期待され、結果として、それが公共の企業の操業と管理等に対する資金の増額を可能にすることも期待されている。パキスタン統計局による過去4会計年度別の GDP 成長率は下表の通りとなる。

表 3.4 パキスタン GDP 成長率(%)

セクター	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05
農業	0.03	1.01	0.53	1.74
工業	0.61	1.08	2.74	2.46
－製造業	1.71	1.11	2.31	2.19
サービス業	2.47	2.75	3.16	4.16
実質 GDP (Fc)	3.1	4.8	6.4	8.4

出典：Federal Bureau of Statistics

3-3 社会環境・衛生状態

(1) 固形廃棄物処分

カラチ市は、固形廃棄物収集・処分のため、年間約 8 億ルピーを支出している。2004 年 4 月現在、ごみ収集・処分業務に 15,188 人が従事し、550 台以上の収集車両で収集・運搬を行い、市内で発生する 1 日当たり約 8,000 トンの固形廃棄物の内、約 40 パーセントを収集・廃棄処分している。しかし、60 パーセントにも及ぶ未収集ごみの殆どが街路に放置され、住宅地域内で焼却あるいは排水路に投棄されているのが現状である。

このような状況下で、プラスチック包装材などの多くのごみは近隣の排水路、河川に放棄され、雨天時には排水路からの溢水により各地で汚水の氾濫を起こしてきた。多くのごみが排水路あるいは下水管に投棄され下水道管路の閉塞するなど、排水機能を大いに阻害している。

市当局は、このような状態を改善するため、ごみ中継所を各所に設けて効率的な収集・運搬・処分を検討している。計画では、3000 万ルピーの予算で市内 8 箇所の中継所の建設を予定しているが、用地の確保、用地費などの問題から、現在まで 5 箇所の用地が選定されたに過ぎないとのことである。

過去に行われたごみ管理の権限委譲の時期には、ごみの処理業務にはカラチ市の 3 部局が関わっていた。家庭レベルのごみ収集、道路の清掃、収集ごみの中継所への運搬などの業務は共同協議会 (Town の構成区、Union Council Administration) が管理を委任され、各 Town の管理者 (TMA) は、それらの中継地から廃棄物を市のごみ投棄地に搬送する業務をおこなってきた。

しかしながら、ごみ搬送一輪車やごみ掻きなど基本的な機器の不足、適切な監督職員の不在、廃棄物を輸送する中継所の不足などの問題を抱えている。事実、殆どの町では、固形廃棄物の掻きとり・輸送のために必要なごみ収集車/圧縮機の最低限必要な数さえ持っていないのが実情であり、これ等の解決は緊急不可欠である。

近年はごみのリサイクルも徐々に進みはじめ、約 800 トンのガラス、プラスチック、金属類、紙などが家庭で選別され、ごみ収集人に売却されるようになってきた。さらに、ごみ収集業者により 700 トンの資源ごみが、路上、市場などから選別収集され、書類、ガラス、ゴム、衣類、乾燥パン、動物の骨、缶等を収集しリサイクルされている。ごみリサイクル活動は公的に組織されたものではなく、その殆どが民間の手に委ねられており、ごみの収集者、その管理者、リサイクリング工場オペレータ、収集物の買取り業者等がこの活動の構成メンバーであり、これによって 55,000 人を超える従事者家族の生計を支えているとも言われている。

これら企業の参入は、ごみ処分量の減量に多少の貢献はしているが、その性格上、ごみの取り片付け、運搬などの清掃には殆ど関与していない。また、NGO や外国企業のごみ事業への参

加も一時は試みられ、また、地方自治体によるごみ処理の行政改革、法律の整備、ごみ処理管理への補助などの努力も続けられてきたが、成功には至らなかった。埋立地での最終的処分の管理業務は CDGK の職員が担当しているが、本来市職員である掃除人/衛生関連の労働者の殆どが私的な仕事に専念している事実が明らかにされている。カラチ市のごみ収集とその処分状況は以下の通りである。

表 3.5 カラチ市のごみ収集・処分状況

ごみ回収・リサイクル・処分種別	ごみ取り扱い日量(トン)
1. 家庭での分別	800
2. ごみ収集人による分別	700
3. キルン燃料に利用	350
4. 埋め立て、土地造成	350
5. KMC による収集・処分	2,200
6. 投棄(殆どが排水路などへの投棄)	2,200
合計	6,600

出典：Understanding Karachi, Second Edition with a Postscript, Arif Hasan, January 1999

3-4 カラチ開発計画・土地利用状況 (Karachi Development Plan 2000)

(1) 計画の概要

1975 年から 1985 年を実施目標としたカラチ基本計画期間が完了終了後、1990 年に、KDA (Karachi Development Authority) は UNDP の協力のもと、新たなカラチ開発計画 2000 (Karachi Development Plan 2000, June 1991) 策定した。この開発計画では、主として基本計画の作成と地図のデジタル化を行い、開発の進行状況を監視するコンピュータモデルを構築した。同時に、これ等の計画推進のため新たに独立の実施機構 (KDPPA) を設立し、開発計画の立案・実施に対する勧告を行うこととなった。

この基本計画では、カラチ市の 1986 年から 2000 年に至る 15 年の期間に、1200 万人に達すると予想した人口増加に対応するカラチ市の開発基本構想を提言している。土地の有効利用計画としては、在来 KDA などの機関によってばらばらに行われてきた都市開発計画、住宅開発などの計画を総合的に確定し、さらに、低所得者層の居住地 (katchi abadis) 整備・開発を行うこと等を提案している。

そのためには、市内各所に点在する空き地の有効利用の推進、将来の開発を視野に入れ、中心市街地の人口抑制、一部土地利用の変更、また、市街地に隣接した軍用地の市街地への転換・利用も提案している。これ等の計画では、新たに 5,000 ヘクタールの土地利用 (医療、教育、公共用地、レクリエーションと社会関連施設など) の設置を考えている。

将来の土地利用については、下表に示すように計画区域内の土地の用途地域計画が策定さ

れ一部ではそれに従い計画が進められたとしている。しかしながら、1984年策定の住宅開発計画で進められていた膨大な未利用地の発生要因の分析がないまま、その計画に基づく土地利用の早期実現をこの計画の基本に置いたこと、また、都市交通の骨格として利用が困難な環状鉄道の活用などを考えた計画そのものが、カラチの都市事情には適合していないとされ、今日に至るまで殆ど日の目を見なかった。

2005年7月現在、2025年を目標とした新しい都市計画マスタープラン策定の準備が行われ、TEKによれば、まもなくコンサルタントを選定し、約6ヶ月間で新都市計画が完了する予定とのことである。

表 3.6 カラチ市土地利用計画(2000)

土地利用	面積(ha)	比率(%)
Plots	15,700	8.7
Flats/mixed	555	0.3
Commercial	589	0.3
Industrial	4,520	2.5
Health/education	944	0.5
Transportation	17,423	9.6
Utilities	2,802	1.6
Recreation	1,674	0.9
Other Facilities	765	0.4
Vacant Developed and Approved	30,494	16.9
Other Vacant	66,928	37.0
Others	38,269	21.2
Total	180,663	100.0

註：農業、灌漑、遊水地、その他未市街化地域を含む。

出典：Karachi Development Plan 2000.

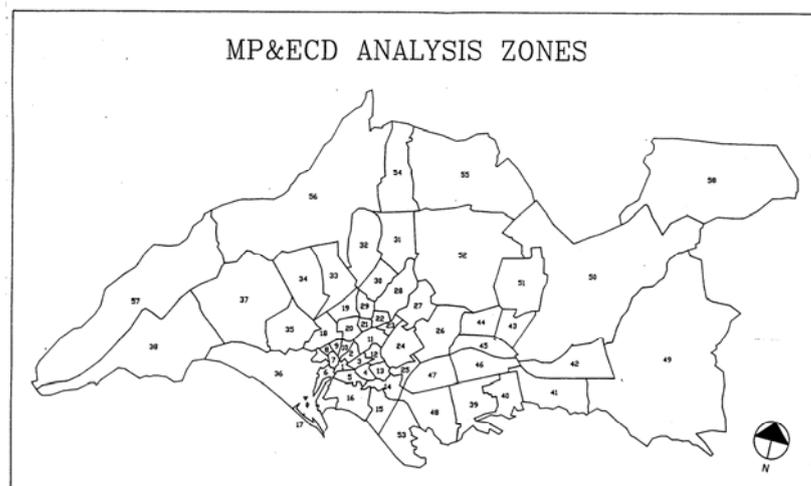


図 3.2 カラチ市開発計画ゾーン区分(Karachi Development Plan)

(2) 上水道施設の開発計画

カラチ市 2000 マスタープランでは、上下水道、ごみ処分などの施設についてゾーン別に検討し(図 3.2 参照)、その統廃合について以下のような基本構想を提案している。

1) 上水道施設計画の提案

- ① Haleji システムは中央カラチから分水し、ゾーン 39～50 で増加する人口に対応し 給水をする。
- ② 既存の給水地域に追加し、ゾーン 54～56 へ Hub システムから給水する。
- ③ その他の区域全域に対し KWSB システムから給水する。

2) 下水道施設計画の提案

- ① Korangi-Landhi 地区は分離した下水処理区として取扱う。
- ② 人口密集区域(ゾーン 41、42、49、50)は分離した下水処理区とする。
- ③ ゾーン 51、52、55 は第 4 処理区として取り扱う。
- ④ 第 1 下水処理場の負担軽減のため、市域の北部、北西部、と中心部地域の汚水は、Layari 川沿いに建設中の自然流下式遮集渠を通し第 3 下水処理場へ送水・処理する。
- ⑤ 第 2 下水処理場は市の南部地区とマリル川の北部地区を引き続き処理区とする。

3) 廃棄物処分

- ① 各家庭でのごみ除去の徹底。
- ② 腐敗槽など on-site 処理もコミュニティのレベル処理あるいは処分すべきである。
- ③ 適切な方法で市内全域のごみ収集と処分を図るべきである。

(3) カラチ市インフラ整備計画(Tameer-e-Karachi, Karachi Package. TEK)

現在進められているカラチ市のインフラ整備計画では、都市計画の策定、道路、港湾等のインフラ整備等と共に、上下水道や排水路などの整備も進めている。2005 年 6 月末までに、上水道施設整備事業では、約 4 億 700 万ルピーの費用で 28 件の配水管改善・新設を実施、また、約 5 億 8700 万ルピーで 83 件の下水管路の改修・建設・清掃などを実施してきた。しかしながら、上下水道事業は必ずしも KWSB と協調して行われなかったことから、KWSB の実施する上下水道計画との整合性がとれず、今後、カラチ市の上下水道施設統合管理に支障をきたす懸念がある。最近、この整備計画の進め方について見直しが行われ、2005 年 7 月にシンド州知事の命令で、TEK の上下水道計画に係る一切の権限と責任を KWSB に移管することが決定した。また、カラチ市政府管轄の雨水排水路も同様に、市政府からその全権を KWSB に移管されることとなった。

第4章 上下水道セクターの概要

4-1 組織と制度

(1) 中央政府の組織

パキスタン国政府では、水・電力省 (Ministry of Water & Power) 及び財務・経済省 (Ministry of Finance and Economic Affairs) が水を含み農業、エネルギー等の関連行政を管轄している。また、水・電力開発庁 (Water and Power Development Authority) は 1958 年に創設され、灌漑、治水、発電等の大型プロジェクトの計画、設計、工事、運転さらに電力供給等を担当し、国内で最も多い職員を擁している関連機関である。しかしながら、パキスタン国には水資源開発を統合的に扱う政府機関がない。そのため、「国家水資源総合管理計画」の必要性がしばしば協調されるものの、未だ策定に至っていない。インダス河川庁 (Indus River System Authority, IRSA) は、インダス川の水利権を総合的に管理、調整する機関であるが、しばしば流域各州間で争いが起こり、調停も困難を極める。水利権は定常の流量に対して取水量をきめているが、渇水時や豊水時については決まりがない。このような異常時の取水には常に疑惑が伴い、争いの原因となっている。そのため、流域の総合開発に関する協力体制を関係州間で構築するのは、非常に難しい状況である。

(2) シンド州の関連組織

シンド州政府はカラチ市当局の上位管轄組織であり、KWSB の活動に密接に関与しており、KWSB の管理全般、200 百万ルピー以上のプロジェクト審査及び実施の許可、資金の提供、環境影響についての審査などを認可する立場にある。また、カラチ市の上下水道局は以下の州関連組織と密接に関わって事業を展開している。

1) 灌漑発電部 (Irrigation and Power Department)

灌漑発電部は灌漑、治水、発電等に関する開発行為を管轄していると同時に、インダス川における州の水利権を統括的に管理している。州はインダス川からカラチ市水道と州の灌漑用水を含めた水利権に基づき取水している。カラチ市水道には現在 100ft³/秒の水利権があるが、カラチ市の水需要が増加しても、州は独自に灌漑用水との配分量を調整する立場にない。灌漑発電局はカラチ市の水道水の重要性を十分に理解しており、本 M/P において算定される将来水需要が確定した段階で、州としてインダス河川局に新たな水利権の申請をおこなうとしている。

2) 財務部 (Finance Department)

財務部はシンド州政府が認可したプロジェクトの州予算の執行や中央政府を通じて実施さ

れる外国の借款プロジェクトに対する資金支出を管理する。従って、財務部は KWSB が外国の融資を受ける場合、その支出と返済に関し中央政府と調整しながら管理する立場にある。

(3)カラチ市の組織

カラチ市は 2001 年の行政改革により、従来の Karachi Municipal Corporation (KMC) から City District Government of Karachi (CDGK) に改組された。図-4.1 にカラチ市の組織図を示す。図-4.1 に示すように、市長の下に 15 の部局を有し、加えて市警察及び上下水道局の 2 局を傘下に置く。その他、5 つのプロジェクト実施部局を傘下に置いている。

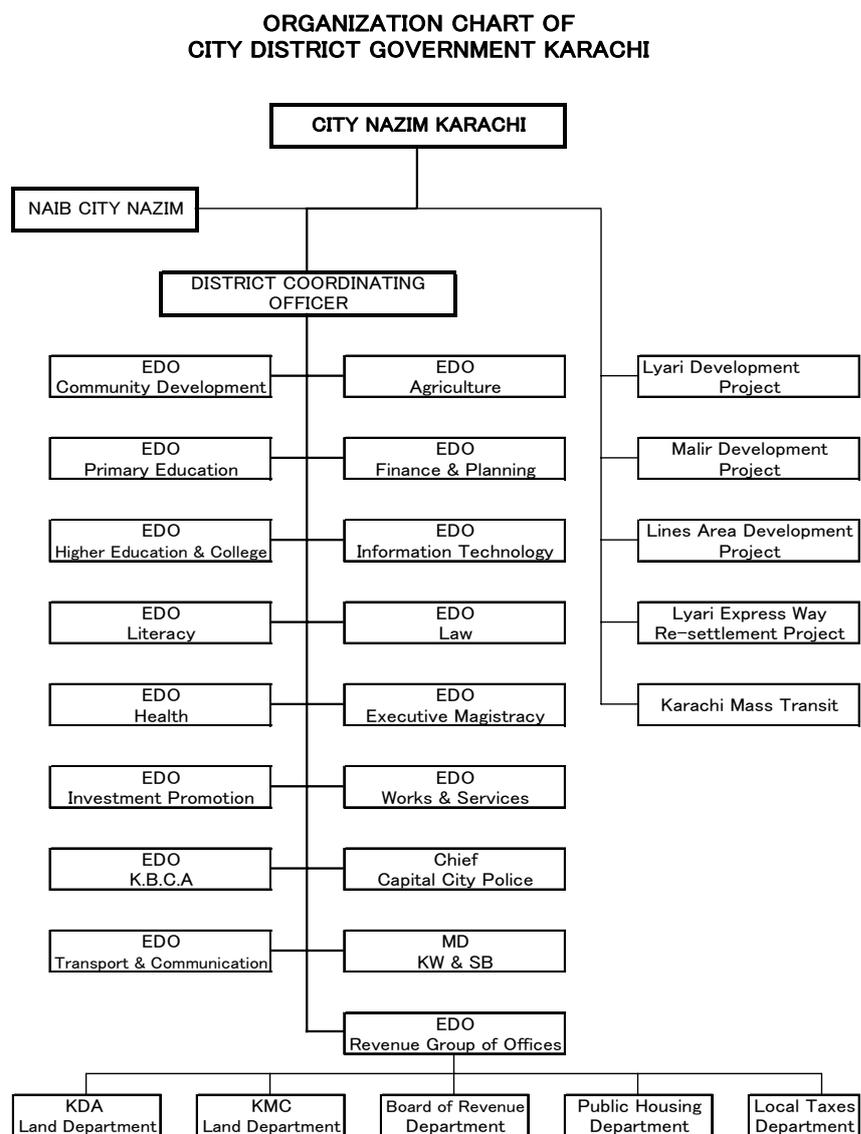


図 4.1 カラチ市組織図

(1)カラチ市上下水道局

カラチ市水道局(KWSB:Karachi Water and Sewerage Board)はシンド州監修の下に、カラチ市長を議長とする委員会(ボード)を設置し、KWSBの活動支援及び監視をおこなっている。委員会は以下のメンバーにより構成されている。

表 4.1 KWSB 委員会の構成

構成員	出身機関
委員長	カラチ市長 (Nazim CDGK)
副委員長	ACS, Local Government Department, Sindh Provincial Government (GOS)
メンバー	Secretary, Environmental Department, GOS
メンバー	Special Secretary, Finance Department, GOS
メンバー/事務局	District Coordinating Officer, CDGK
メンバー	Chief (PP&H), Planning and Development
メンバー	Executive District Officer (Water and Sanitation), CDGK/MD of KWSB
メンバー	Managing Director, KESC
メンバー	Representative of Abad
メンバー	Mr. Shafi Muhammad Lakho
メンバー	President, KCCI
メンバー	President SITE Association of Industries Karachi

KWSBは局長(Managing Director)の下に5つの部課を配置し、計画・設計、施設の運転・維持管理、財務、料金徴収業務、総務・人材開発の業務を行なっている。その他、日常の業務から独立した部署を設けプロジェクトの実施に当たっている。図-4.2にKWSBの組織図を示す。

KWSBの職員数は上下水道を合わせ約8,330人となり、各部局の職員数は以下の通りである。

表 4.2 KWSB の組織(部)と職員数

部名		内訳数	職員数
計画部(Planning)			79
施設部 (Technical & Services)	水生産部(Bulk Water)	1,359	6,786
	配水部(Water Distribution)	1,886	
	下水部(Sewerage)	1,569	
	電気機械(水道)部(Elec & Mech. W)	1,361	
	電気機械(下水道)部(Elec & Mech. W)	611	
財務部(Financial)			171
料金徴収部(Revenue Resources Generation)			1,014
総務部(Humann Resources Development & Administration)			188
プロジェクト実施部 (Project Wing)			91
合計			8,329

**ORGANIZATION OF
KARACHI WATER & SEWERAGE BORD**

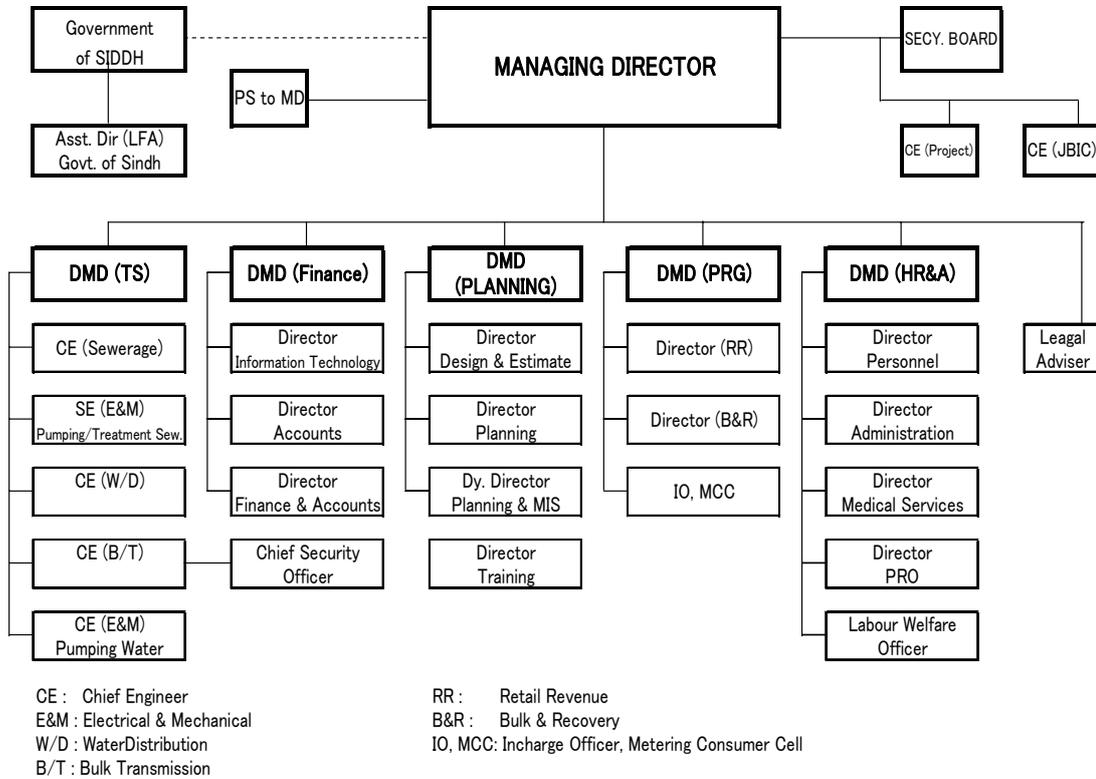


図 4.2 カラチ市上下水道局 (KWSB) 組織図

4-2 カラチ市上下水道局の財務状況

(1) 上下水道料金

KWSB の水道料金体系は表-4.3 に示す通り、一般家庭では敷地面積や床面積 (集合住宅の場合) の大きさによって決まる定額制 (ただし、面積の大きさに従った通増制) と、バルクユーザー (大口契約者) に対する水道メータ計量に基づく使用水量に従った従量制の 2 ケースがある。従って、家庭用水などの小規模な受益者には水道メータが設置されていない。下水料金は水道料金の分類に連動して決められている。一般家庭は水道料金の 25~38% であり、業務用及びバルクユーザーは同 25% となっている。ただし、工業用水や商業用水のバルクユーザー自身が排水の前処理を行なう場合、下水道料金を水道料金の 10% に抑え、排水処理を奨励している。

表 4.3 料金体系

消費者分類	水道料金 (Rs./月)	下水道料金 (Rs./月)
1. 家庭用水 (メーター無し) : 平方ヤード (Domestic Un-metered)		
60 以下	26.00	8.50
61 ~ 120	34.00	13.00
121 ~ 200	51.00	21.50
201 ~ 300	77.00	30.00
301 ~ 400	111.00	38.50
401 ~ 600	161.00	59.00
601 ~ 1000	229.00	89.00
1001 ~ 1500	482.00	177.50
1501 ~ 2000	618.00	232.50
2001 ~ 2500	787.00	296.00
2501 ~ 3000	997.00	376.50
3001 ~ 3500	1217.00	465.50
3501 ~ 4000	1446.00	545.50
4001 ~ 4500	1690.00	634.00
4501 ~ 5000	1994.00	748.00
5001 以上	2307.00	862.00
2階以上追加料金	各階 50%	各階 50%
2. 集合住宅 : 平方フィート (Flat)	(Rs./月)	(Rs./月)
500 以下	34.00	8.50
501 ~ 800	51.00	13.00
801 ~ 1000	60.00	17.00
1001 ~ 1200	85.00	30.00
1201 ~ 1500	127.00	47.00
1501 ~ 1800	220.00	84.50
1801 ~ 2000	280.00	106.50
2001 ~ 2500	355.00	131.50
2501 ~ 3000	432.00	160.50
3001 ~ 3500	516.00	194.50
3501 ~ 4000	608.00	228.00
4001 ~ 5000	888.00	334.00
5001 以上	1141.00	431.00
3. 非家庭用水		
1) 事務所 (Offices)	床面積により集合住宅と同料金	水道料金の25%
2) 商店 (Shops)	25.00 Rs./月	水道料金の25%
3) Dhobi-gat, Restaurants, Agriculture, Nurseries, Marriage Hall, Clubs, Thallas, Cattle Pond, Hammams	73.00 Rs./1000sqft 又は敷地面積による料金の2倍	水道料金の25%
4) Commercial High Rise & Hotels	73.00 Rs./1000sqft 又は敷地面積による料金の2倍 プラス 50% x 床面積による料金 x 階数	水道料金の25%
5) 学校, 診療所, 病院 (Colleges, Schools, Clinics, Hospitals)	44.00 Rs./1000sqft 又は敷地面積による料金の2倍 プラス 50% x 床面積による料金 x 階数	水道料金の25%
4. フルサプライ		
1) 家庭用水	44.00 Rs./1000sqft	
2) 工業用水	73.00 Rs./1000sqft	水道料金の25%
3) 商業用水	73.00 Rs./1000sqft	

(2) 料金徴収率

KWSB は、加入者数 130 万戸に対し、上下水道の使用料金を年 1 回請求している。97～03 年のデータ(表-4.4 参照)によれば、単年度ベースの請求金額は、水道;18～21 億 Rs、下水道; 3.5～7.5 億 Rs である。一方、徴収率は、水道;80～90%、下水道;20～60%、両者の合算;70～90%となっている。未納金が年々増え、2003 年時点では上下水合計で 61 億 Rs に達している。

因みに、給水所で販売される水料金はレンジャー管轄であり、KWSB の収入にはならない。また、軍管轄地へのバルク給水料金も徴収対象外となっている。

(3) KWSB の財務状況

1997/98～2003/04 の 7 ヶ年間の損益計算書 (Income Statement) を表-4.5 に示す。また、営業経費の主な内訳と総収入の推移を図-4.3 に示す。

総収入は 1997/98 年の 22.3 億 Rs から 99/00 年の 28.5 億 Rs へと増加したが、その後 3 年間は減少し、02/03 年には 21.8 億 Rs まで落ちたが 03/04 年に 27.3 億 Rs まで回復した。上水道と下水道による料金収入は 1997/98～2000/01 年の間に 19.4 億 Rs から 26.2 億 Rs へ増加しているが、その後 2 年間は急激に落ち込み 03/04 年には再び上昇に転じた。料金収入の内、水道料金は 80～88%を占め、下水料金は 17～23%程度を占めている。97/98～2000/01 には市から補助金があり、総収入の 5%～11%を占めていたが、01/02 年以降廃止されている。

一方、営業経費は 1997/98 年から 2001/02 年の 3 年間、年平均約 19%の伸び率を示し、14.2 億 Rs から 24.1 億 Rs に増えた。営業経費の内、特に電気・ガス料金の支出が突出しており、97/98 年の 4 億 Rs(営業経費合計の 28%)から 2000/01 年 13.3 億 Rs(同 55%)へ増加した。同期間の電気・ガス費の年平均伸び率は 57%であり、浄水場や各種ポンプ場での電力消費量が大きな負担となっていることが伺い知れる。職員給料は 97/98 からほぼ横ばいであるが、02/03 年以降やや上昇傾向となっている。修繕・維持管理費は 97/98 年の 3.4 億 Rs から 98/99 年 4.7 億 Rs(営業経費の 25%)へと増えたものの、その後は漸減し 02/03 年には 1.1 億 Rs と 98/99 年の 1/4 まで減少した。03/04 にやや増加したが、営業経費合計の 9%に過ぎない。この間の物価上昇(年 10%と仮定)を考えると営業経費の縮小はいかにも不自然である。貸付金の償還と原価償却費を加味した経常収支は、99/00 からマイナスとなっている。特に 01/02 年と 02/03 年の経常収支のマイナスは年間 20 億 Rs を超え、損益の累計が 03/04 年に 62.5 億 Rs になっている。

KWSB の経理部の話では、97/98 年～2000/01 年までは営業経費を収入で賄える状態であったが、2000/01 年以降の電気料金の上昇により財政が逼迫されたため、電気料金を全額支払わないで収支表をバランスさせているのである。

表 4.4 料金徴収率

年	水道料金(百万ルーピー)							下水道料金(百万ルーピー)						
	料金 請求額	債務 引落とし	小計①	未納金 (累積)	請求額 (未納金含)	徴収額 ②	徴収率 ③=②/①	料金 請求額	債務 引落とし	小計①	未納金 (累積)	請求額 (未納金含)	徴収額 ②	徴収率 ③=②/①
1997-98	1737.57	-208.63	1528.94	1799.50	3328.44	1202.91	78.68%	462.82	-51.99	410.83	1174.06	1584.89	55.65	13.55%
1998-99	2143.17	-214.32	1928.85	1836.00	3764.85	1892.35	98.11%	580.01	-58.00	522.01	1612.83	2134.84	83.24	15.95%
1999-00	2212.55	-231.74	1980.81	2092.55	4073.36	1724.26	87.05%	589.04	-58.91	530.13	2057.50	2587.63	85.46	16.12%
2000-01	2317.49	-216.89	2100.60	2292.75	4393.35	1900.40	90.47%	615.43	-98.99	516.44	2486.37	3002.81	87.57	16.96%
2001-02	1968.91	-98.45	1870.46	2540.70	4411.16	1622.51	86.74%	436.75	-21.84	414.91	2648.52	3063.43	252.76	60.92%
2002-03	1901.62	-95.08	1806.54	2622.47	4429.01	1724.77	95.47%	369.89	-18.49	351.40	2777.48	3128.88	222.44	63.30%
2003-04	2061.20	-103.06	1958.14	2894.86	4853.00	1685.75	86.09%	786.28	-39.31	746.97	3275.03	4022.00	249.42	33.39%

注) * 実績数値、但し監査前

年	上下水道料金の統合(百万ルーピー)						
	料金 請求額	債務 引落とし	小計①	未納金 (累積)	請求額 (未納金含)	徴収額 ②	徴収率 ③=②/①
1997-98	2200.39	-260.62	1939.77	2973.56	4913.33	1258.56	64.88%
1998-99	2723.18	-272.32	2450.86	3448.83	5899.69	1975.59	80.61%
1999-00	2801.59	-290.65	2510.94	4150.05	6660.99	1809.72	72.07%
2000-01	2932.92	-315.88	2617.04	4779.12	7396.16	1987.97	75.96%
2001-02	2405.66	-120.29	2285.37	5189.22	7474.59	1875.27	82.06%
2002-03	2271.51	-113.57	2157.94	5399.95	7557.89	1947.21	90.23%
2003-04	2847.48	-142.37	2705.11	6169.89	8875.00	1935.17	71.54%

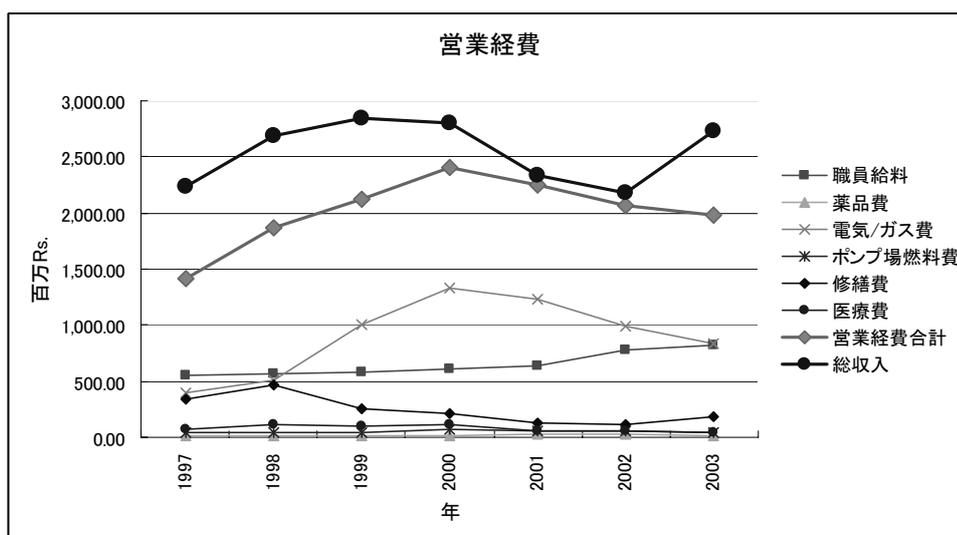


図 4.3 KWSB の主な営業経費と総収入の推移

表 4.5 KWSB 損益計算書(1997/98～2003/04)

単位:百万Rs

	1997/98	1998/99	1999/100	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04
収入項目(Income)							
1) 水道料金収入(バルク給水)	857.32	982.50	1,010.87	1,080.62	1,124.01	1,034.88	1,161.49
2) 水道料金収入(各戸給水)	880.25	1,160.67	1,201.68	1,236.85	844.84	866.74	899.71
3) 下水道料金収入	462.82	580.01	589.04	615.43	436.75	369.89	786.28
未確認債務の引落とし	-260.62	-272.32	-290.64	-315.88	-120.28	-113.57	-142.37
料金収入計	1,939.77	2,450.86	2,510.95	2,617.02	2,285.32	2,157.94	2,705.11
4) 銀行利子収入	3.55	8.35	14.23	16.06	16.12	9.77	3.88
5) その他収入	37.01	57.50	26.50	23.20	31.70	14.60	22.63
6) 市補助金	249.19	177.05	297.91	143.00	-	-	-
収入計	289.75	242.90	338.64	182.26	47.82	24.37	26.51
総収入	2,229.52	2,693.76	2,849.59	2,799.28	2,333.14	2,182.31	2,731.62
営業経費項目(Direct Expenses)							
1) 原水費	1.30	2.83	1.76	1.05	0.09	0.64	1.41
2) 職員給料	547.23	564.31	580.26	608.81	632.41	773.13	818.58
3)	-	67.57	0.27	-	-	-	-
4) 薬品費	9.99	12.11	20.34	15.27	23.58	29.39	15.83
5) ポンプ場燃料費	44.98	45.77	45.86	63.91	60.38	61.90	38.79
6) 電気ガス料金	399.15	514.36	1,007.52	1,327.97	1,232.06	984.70	837.01
7) 修繕・維持管理費	340.55	470.49	258.83	206.80	134.32	108.22	184.99
8) 給水車運営費	24.02	24.88	59.88	18.48	1.42	-	-
9) 車輛維持管理費	16.34	23.38	28.42	34.39	29.46	28.93	23.88
10) 印刷費	5.19	6.26	6.66	5.26	5.96	5.95	6.58
11) 医療費	70.42	113.46	95.07	112.48	54.15	62.64	44.00
12) 電話料金	3.40	2.93	4.01	4.05	4.15	4.38	4.57
13) 雑費	14.23	15.65	13.73	10.06	7.79	7.85	8.41
14) 会計監査費	0.65	0.65	0.63	0.64	0.64	-	-
15) 退職金	-	-	-	-	65.00	-	-
営業経費計	1,417.45	1,864.65	2,123.24	2,409.17	2,251.41	2,067.73	1,984.05
営業収支(Net Operating Surplus/Deficit)	812.07	829.11	726.35	390.11	81.73	114.58	747.57
営業外(Non Operating Expenses)							
1) 貸付金償還(Financial Charge on Foreign Loan)	173.70	349.71	385.74	169.50	1,190.77	1,183.42	1,183.42
2) 原価償却費(Depreciation)	198.44	188.60	376.52	1,063.95	988.96	959.35	911.06
営業外経費	372.14	538.31	762.26	1,233.45	2,179.73	2,142.77	2,094.48
経常収支(Non Operatng Surplus/Deficit)	439.93	290.80	-35.91	-820.69	-2,098.05	-2,008.14	-1,326.86
前年度繰越金(Prior Year Adjustment)	36.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
調整後経常収支(Surplus/Deficit after Adj.)	476.78	290.80	-35.91	-820.69	-2,098.05	-2,008.14	-1,326.86
累計収支	-728.70	-251.92	38.90	3.00	-817.69	-2,915.74	-4,923.88
最終収益(欠損)	-251.92	38.90	3.00	-817.69	-2,915.74	-4,923.88	-6,250.74

4-3 上位計画・関連計画

(1) 国の水政策

パキスタン国政府は水・電力省を通じ、2000年以降に策定された Ten Year Perspective Plan(計画委員会: Planning Commission 2001年)、Vision 2025(水・電力開発庁 2001年)、National Water Policy(水・電力省 2002年)等の水政策を統合し、2002年10月新たに2025年を長期目標とする水政策の国家戦略”Pakistan Water Sector Strategy”を策定した。この戦略は「全ての国民に水を」を基本理念とし、水資源の計画、開発、管理及び提供に関わる以下のサブセクターを網羅し、2025年までの各セクターの活動と総額336億ルピーの投資計画を策定している。

・水資源開発、・都市の上下水道、・地方の上下水道、・工業水道と汚染防止、・灌漑と排水、・水力発電、・環境と洪水防御

この戦略は以下の3構成によっている。

- ① 国家水セクター状況: 水セクターを取り巻く現状を把握し、将来の展望を導く
- ② 国家水セクター戦略: サブセクターの計画、開発、管理等に関する戦略と要点
- ③ 中期計画: 中間目標 2011年までに完成を目指すプロジェクトの選定

このうち、都市の上下水道分野に関しては、水道96%、下水道80%の普及率達成、財政基盤の安定化、基準を満たす水質維持、水質情報管理システムの構築等を目標に掲げ、事業費約51億ルピーを計上している。同様に、地方の上下水道分野に関しては、水道75%、下水道50%の普及率達成、基準を満たす水質維持、収支がバランスする運営、水質モニタリングと情報システムの構築、住民の衛生意識の向上等を目標に掲げ、事業費約22億ルピーを計上している。

(2) カラチ市に関連する開発計画

カラチ市には現在、上位計画と位置付けられる都市開発計画はない。しかし、1991年には2000年を目標とする都市計画が策定された。この計画では、カラチ市の2000年の人口を1200万人と予想し、カラチ市の土地利用計画として関係諸機関によってばらばらになされてきた都市開発、住宅開発を統合的に実施し、低所得者層居住地(katchi abadis)の開発整備を提案している。そのため、市内に点在する空地の有効利用、将来の開発を視野に入れた中心市街地での人口抑制、用途指定の変更、市街地に近い軍用地の市街地への転換を提案した。市は計画の実施に努力し、都市開発に一定の成果が得られた。しかしながら、予想を上回る人口増加、社会状況の変化、目標年次の経過等の理由から、カラチ市では新たな都市開発計画策定の機運が盛り上がってきている。

1) メガシティ開発委員会

大統領や首相のイニシアチブにより、国内のカラチ市やラホール市等の大都市を対象とし、中央政府において「メガシティ開発委員会」が立ち上げられた。中央政府はカラチ市を最重要視し、今のところ具体的な開発目標等は明らかでないが、今後中央政府、州、市当局及び関連ドナー等の参画による統一的な取り組みが図られることが期待されている。この一環として、2004年にはJBICが「カラチ活性化シナリオ調査」を実施し、パキスタン国の産業の中心を担うに相応しい将来の都市像を示した。また、ADBは本年5～7月、都市基盤整備の改善のための調査を実施し、06年から08年にTAローンによるプログラム実施を予定している。

2) Tameer-e-Karachi Package

(“Tameer-e-Karachi”; 「カラチ市復興」のウルドゥー語訳)

カラチ市長の要請に基づき、2003年大統領は、2004年から07年まで4年間の期限で、総額290億Rsに上るカラチ市のインフラ整備プログラム(Tameer-e-Karachi Programとも呼ぶ)を策定した。計画は、道路網整備、立体交差化、上下水道整備、ごみ処理施設整備などを対象としている。予算は連邦政府、シンド州、カラチ市当局及びカラチ港湾、カラチ製鉄所、パキスタン空港など10余りの公社や政府系企業からなるステークホルダーによって賄われている。予算配分の当初計画は以下の通りである。

(百万Rs.)

マスタープラン (GIS データベース構築を含む)	200
下水施設のリハビリ	9,115
河川、水路、洪水対策施設のリハビリ	4,020
上水道施設の改善とリハビリ	4,000
道路、橋梁の建設と補修	11,630
ごみ処理対策	1,500
機材、機器の購入	1,000
危機管理、緊急対応センター	200
DHA カントンメント委員会	1,446
合計	29,111 (参照データのまま)

カラチ市当局の管轄下で、同市のインフラ整備を実施する Tameer-e-Karachi プログラムでは、2020年を目標とした都市計画マスタープランを約6ヶ月かけて策定することにしており、間もなくコンサルタントと契約し調査が開始される。また、市行政の合理的な運営を目的として、GIS データベース構築を予定しており、現在コンサルタントからのプロポーザルを審査中である。GIS 業務は3期に分けて実施するとし、今回は第1期にあたり、航空写真測量に基づく詳細ベーマップの作成、道路・交通網の管理データ化、市の14部局で利用するデータ化のためのSW策定等を含み、36ヶ月間の工期を予定している。これらマスタープランやGIS構築業務の対象として上下水

道分野が含まれている他、先行する調査の内容には将来の人口予測、用途地域の実態把握等の関連調査を含んでいるため、計画の成果を吟味し、本 M/P に利用できるものは取り入れることが合理的である。

4-4 上下水道セクターの開発政策と課題

(1) 水源の確保

カラチ市では 550MGD(約 250 万 m³)を取水し、工事中の K-III 導水路が完成すれば 100MGD が増えて、652MGD(約 300 万 m³)の水量が市内に配られることになる。この水源のうち、インダス川が 84%、ハブ川 15%、残りが井戸である。現在、中央政府のインダス川局(Indus System Authority)により、カラチ市水道に対し 1200ft³/秒の水利権が認可されているが、上述の K-III プロジェクトの完了でこの水利権を使い切るとされている。ハブ川の水は市の北 50km にあるハブダムから取水するが、流域面積が限られているため、現状の取水量を将来とも維持するのが妥当と言われている。市中心から約 40km 東北のマリル川沿にダムロッティ井戸がある。カラチ市の原初の水源として開発された掘り込み井戸群であるが、周辺に農業用井戸が多数建設されたことや近年の少雨化傾向により地下水位が年々低下しており放棄された井戸もあり取水量は僅かである。従って、将来の水源とはなりえない。

以上から、本 M/P においても将来の水需要増にはインダス水系の増量が現実的な対応策と思われるが、水利権の変更には、中央政府管轄のインダス河川庁の認可を必要とする。また、シンド州側でインダス川の取水を管轄する州灌漑/発電局との協議・調整も重要である。なお、インダス河川庁における、水利権の調整が困難な場合も想定されるため、本 M/P において、代替水源としての海水淡水化、地下水開発、下水再利用等の可能性について、十分に検討することが重要である。

(1) 上水道サービスの向上

カラチ市の水道では、年率 5%ともいわれる人口増加を前提とし、毎年 50~60 万人分の水量の増加が必要とされている。従って、慢性的な水不足が常態と認識され、浄水場の整備が常に後手にまわっている。カラチ市には現在、6ヶ所の浄水場があり、その処理能力は 460MGD(209 万 m³)であり、上記取水量の約 70%に相当する。つまり、30%は未処理のまま配水されることになる。また、浄水場のなかには老朽化が進み、維持管理が不十分な施設も少なくない。KWSB はインダス川の水はキンジャー湖での沈殿効果のため、年間の濁度が 10 以下であるので、塩素消毒をすれば問題ないとしているものの、保証の限りとは言えない。効果的な浄水施設の拡張計画や既存施設のリハビリ計画が求められる。

また、市内の配水管網においては、給水管の接続部からの漏水や盗水が多発している。各家

庭ではできるだけ多くの水を取り入れるために吸引ポンプを多用している。そのため、配管内に負圧が生じ、汚染された地下水が配管に浸入する事件もしばしば発生しているという。配水管による水質悪化の対応が急務である。

配水量の不足は、給水車による配水市場の主因である。給水車による売水は、一般的家庭の月平均使用水量を 50m³ 程度と仮定すると、水道契約料金にくらべ、2 倍から 3 倍の料金になることもあると推定される。給水車の売水業者はこれまでも配水管網の整備に反対する勢力であったため、将来計画の円滑な実施には対応に留意する必要がある。

(3) 下水道サービスの向上

現在カラチ市の下水道普及率は 30～40%とされている。市内には総延長 5,700km からなる下水管渠が布設されているが、管渠の破損や維持管理不良による閉塞、それによる汚水の溢流が生じている。市内 3 ヶ所の処理場では、老朽化による機能低下した施設や処理場までの幹線管路の接続不備等により全処理容量 150MGD の 1/3 程度しか稼働していない。

市では分流式下水道システムが採用されているが、管渠の流末で雨水排水路に放流しているケースが多く、水路や下流河川がどぶ化している。また、ごみ回収システムがないため、大量のごみが水路や河川に捨てられていることは、環境・衛生問題を一層深刻にしている。将来の抜本的な施設整備計画は勿論、下水化した都市河川の処理方法と既存処理場の稼働率を高める等の当面の課題を解決することが急務である。

既存下水管渠の清掃は、当面の問題を解決する上にも優先課題である。不足する清掃機材の充実、予算確保と人員の増強に基づく計画的な実施が必要である。また、人員の増強だけでなく、適正な配置、作業工程の管理等体制の強化と作業の効率化等も検討必要がある。

(4) 基盤整備の阻害要因への対応

カラチ市にはカッチ・アバディスと呼ばれる不法定住地区があちらこちらに点在し、都市開発を阻害している。既に合法化され整備されている地区もあるが、地方からの移住民が後を絶たない状況が続くとされ、さらに、問題が継続する様相である。市人口の半分がカッチ・アバディスの住人といわれ、今後公共サービスの需要を押し上げる主要因である。

また、市内には軍や政府系の企業など、広大な用地を占有する地権者がいる。これら地権者は、各種公共サービスにとってはバルク・ユーザーとなっている。敷地内の開発・整備は地権者独自の権限下になっているため、市は干渉できない。そのため、例えば上水道は敷地の入口まで、下水道やごみ収集は出口から市側の責任となっている。また、軍や一部公社へは無料サービスとなっており、市や KWSB にとって財政負担になっているという。料金体系の改定とも関連するこれら地権者の扱いには、慎重かつ大胆な提言が求められよう。

カラチ市の開発事業には、これまで、NGO がプロジェクトの選定や実施方法、に大きな影響力

(時には中止もある)を及ぼしてきている。本 M/P において策定されるプロジェクトの事業化に対しても、NGO による何らかの活動が想定される。そのため、本調査の進捗に合わせて説明会等を適時開催し、十分な理解が得られるよう配慮することが望ましい。

第5章 カラチ市の上水道の現状と課題

5-1 上水道発展の経緯

カラチ市の水道は 1890 代の終わりにマリール(Malir)川沿いのダムロットイー(Dumlottee)地区(市中心部より北東約 30km)に掘込み井戸を設け、自然流下により市内へ給水された。施設容量は 5 MGD(百万ガロン/日)であったが、その後井戸を増設し 15 MGD に拡張された。

第2次世界大戦時、カラチ市の水需要の増大に対処するため、ハレジ湖(Haleji Lake)が建設された。これは、インダス川の水を導水する灌漑用のジャム・ブランチ水路(Jam Branch Canal)から分水して、水道用水を貯水するものである。1943年に第1期工事(10 MGD)が、1953年に第2期工事(10 MGD)が完成した。これに合せて、処理容量 20 MGD(10 MGD-2 系列)の浄水場がガロ(Gharo)地区に建設され今日に至っている。ハレジ湖は現在、土砂堆積や水質悪化が懸念されるため、後述するインダス システムの完成後は、予備水源とされ、取水されていない。現在、ガロ浄水場はインダスシステムの RCC キャンナルから導水を得て稼働を続けている。

1956年、カラチ市水道の安定的な水道水源としてインダス川から取水する Karachi Bulk Water Supply System(KBWSS)が着手された。KBWSSの計画容量は当初 280 MGD(127 万 m³/日)であり、4次に渡る建設によって 1998年に完成された。その後も水需要の増大により、インダス システムは拡張(1998年 K-IIプロジェクト及び Additional Supply)され、現在その施設容量は 450 MGD(約 205 万 m³/日)を有し、さらに施設容量 100 MGD(45.5 万 m³/日)の K-IIIプロジェクトが 2006年の完成を目指して進められている。K-IIIプロジェクトの完成すれば、インダス システムの施設容量は 550 MGD(250 万 m³/日)となる。

1983年、カラチ市北西約 35km の地点に位置するハブ(Hub)ダムを水源とした、ハブ システム(容量 89 MGD(44.6 万 m³/日))が建設された。ハブ ダムは WAPDA(Water And Power Development Authority)により建設され、バロチスタン(Baruchistan)州の農業用水と共に Karachi 市の水道水源として利用されている。ハブダムの原水は自然流下により水路を通過してマンゴピール(Manghopir)ポンプ場に導水され、約 2km 離れた配水池にポンプ揚水され、配水池からは自然流下にて市内の Baldia、Qasba、Orangi および Sindh Industrial Traiding Estate(SITE)を含む市人口の約 25%に給水するシステムである。以上のカラチ市の水道施設の発展経緯を表-5.1に示す。

表 5.1 カラチ水道の発展経緯

水 源	建設年 度	システム容量 (MGD)			備考
		計画時	現在	累計	
Lyari 地下水	1827				漁村
Dumlottee 地下水 (Phase I)	1895	5.0	—		都市として、人口増 40,000
Dumlottee 地下水 (Phase II)	1930	15.0	2	2	
Indus 川 (Haleji システム I)	1943	10.0	10.0	12	都市化による人口増 400,000
Indus 川 (Haleji システム II)	1953	10.0	10.0	22	外部からの移住による人口 急増 1,200,000
Indus 川 (KGBWS システム I-2)	1971	70.0	70.0	72	ハレジシステムを取り込み ガロ浄水場へ原水供給
Indus 川 (KGBWS システム I-1)	1956	70.0	70.0	142	
Indus 川 (KGBWS システム I-3)	1978	70.0	70.0	212	
Indus 川 (KGBWS システム I-4)	1983	28.0	28.0	240	人口 5,000,000
Hub 川	1983	89.0	100.0	340	KWSB は可能取水水量を 100 MGD としている
Indus 川 (KGBWS システム I-4 Balance Conveyance)	1998	42.0	42.0	382	
Indus 川 (K-II)	1998	100.0	100.0	482	
Indus 川 (Special)	1999	40.0	40.0	522	
Indus 川 (Additional)	2002 & 03	20.0	20.0	552	人口増継続 12~14 百万
Indus 川 (K-III)		100.0	100.0	652	2006 年に完成予定

(プロジェクト形成調査時調べ)

5-2 上水道施設の現状

2004 年末の給水量は 552 MGD (251 万 m^3 /日) である。一方、需要水量は人口 12 百万人、1 人 1 日当たりの計画水使用量を 54 ガロンとし、648 MGD (295 万 m^3 /日) と推定している。現在、インダス川を水源とする K-III プロジェクト (容量 100 MGD) が 2006 年の完成を目指して建設中である。これが完成すれば、カラチ市の水供給量は 652 MGD (297 万 m^3 /日) となる。しかしながら、K-III プロジェクトによってカラチ市が現在有しているインダス川の水利権を使い切ることになる。

給配水システムの漏水率は 30~35% と見積もられ、定量的な数値根拠はないが、漏水や盗水が相当数想定されるとの事である。現在、給水量が水需要を下回り、民間業者の給水車による売水が日常化し、給水車が市内を頻繁に走りまわっている。

カラチ市の水道システムの概要を模式的に図-5.1 に示す。

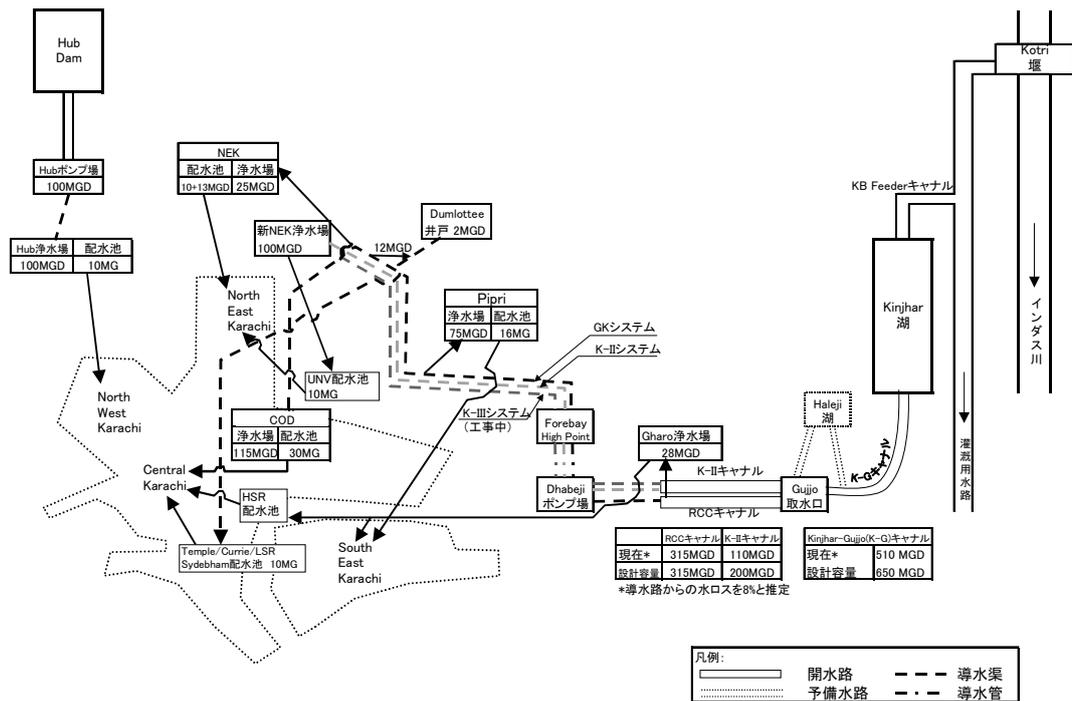


表 5.1 カラチ市水道システム模式図

(1) 取水・導水施設

1) ダムロッセイー井戸群

ダムロッセイー井戸はカラチ市の最初の水源であり、マリール川沿いに建設された井戸群である。井戸群のある一帯は、カラチ市へ供給する畑作農業地域であり、井戸水による農業を営んでいる。井戸は直径 8～10m 程度、深さ 20～30m の掘込み井戸であるが、周辺には農業用井戸建設されており、水位低下と水量の減小が進んでいる。中には空井戸となり放置された井戸もある。稼働中の井戸にはポンプが据付けられ、揚水するが 1、2 時間で水位が下がり停止するようである。水質は良いので塩素滅菌のみで自然流下によりカラチの旧市街地にある Temple、Currie、LSR 及び Sydenham などの配水池に送られている。給水量は現在 1.5～2MGD とされている。

2) ハブダム系システム

ハブダムの原水は当初、水路によりマンゴピールのポンプ場へ導かれ、ここから配水池へ揚水され、その後自然流下により市内の北西地区に配水されていた。ハブダムの水質はダムの自然沈降により比較的良好であったため、配水池での塩素滅菌のみで配水していた。しかしながら、より良質の水を供給するため JBIC の融資により配水池の南側に直接ろ過式の浄水場が建設されており、2006 年に完成する予定となっている。現在、一部土木工事を残しているが、浄水施設は 05 年 3 月に暫定完成され、試運転供用が開始されている。処理

能力は100MGD(45.5万m³/日)であり、これに併せてマンゴピールの揚水ポンプも更新された。

ハブダムは、ハブ川流域の降雨により大きく左右される。カラチ周辺の年平均降雨量は200mm程度と少なく、且つ年により変化が大きいため、水利用の不安定さはいなめない。従って、将来の拡張は望めそうもない。

3) インダス川系システム

インダス川水源はカラチ市より約130kmの地点に建設されているコトリ堰(1958年建設)から取水され、KB Feeder を通ってキンジャール湖に一旦貯水される。コトリ取水堰からキンジャール湖までの施設は州灌漑局により維持管理されており、カラチ市水道局はキンジャール湖から下流の施設管理が責任範囲である。キンジャール湖は自然湖であったカルリ湖(Kalri Lake)の周辺に堤防を築き貯水池としたもので、その水面積は約360,000エーカー(1,450km²)、有効容量0.393MAF(485百万m³)と巨大である。キンジャール湖の導水量は湖の水位と取水口に設けられた3門のゲートの開度により調整され、運転水位は高水位+54フィート、低水位+41フィートの範囲である。湖の自然の沈殿効果により濁度は10度以下と安定している。キンジャール湖の下流のK-G キャナルでは水草が多く浮遊しており、pHは8.0とかなり高い値を示している点が注目される。

キンジャール湖からはKinjharu-Gujjo Canal(K-G キャナル:延長約29km)によりグジョ取水ゲート(Gujjo Head Work)まで自然流下にて導水される。ここで、ハレジ湖(水質悪化のため使用停止)及び灌漑水路のジャム・ブランチ キャナルと合流する。K-G キャナルは650MGD(34.2m³/秒)の定格容量を持つが、現在の導水量は約510MGDと推定される。K-G キャナルの末端付近でバルクユーザー(PSM:Pakistan Steel Mill、PQA:Port Qasim Authority)に原水が供給されている。計画供給水量は46MGDであるが、現状は32MGDが供給されている。

グジョ地点からは、延長約17kmの2つの開水路、RCC キャナル及びK-II キャナルを経て、水路の末端から導水渠によりダベジポンプ場まで自然流下で導水される。両水路の定格容量はそれぞれ315MGD及び200MGDであるが、現在の導水量は同350MGD及び110MGDと推定される。導水渠は延長2kmのサイホンを含み全12kmである。RCC キャナルの末端で、原水の一部はポンプによりガロ浄水場に揚水される。現在の揚水量は28MGDとされる(浄水場へ20MGD、浄水場内配水池へ8MGD)。

ダベジポンプ場では、原水は5つのポンプグループに分配され(KGWSシステム4ヶ所、K-IIシステム1ヶ所)、約4km離れたフォーベイ高地(Forebay High Point)に揚水される。揚水管は口径72インチ(1800mm)プレストレス・コンクリート管(PCP)2条と口径72インチ(1800mm)鋼管(SP)5条からなる。

フォーベイ高地からカラチ市までは自然流下により2条の導水渠(KGWSシステム、K-IIシステム)にて導水される。GKシステムはピプリ、NEK、CODの3浄水場及びダムロッテー導水渠に原水を分水している。KGWSシステムは途中、約11kmの地点でピプリ浄水場にポンプにより分水している(浄水場へ75MGD、場内配水池へ25MGD)。導水渠はマリール川を約2kmのトンネルにより横断後、ダムロッテー導水渠に12MGDを分水している。この導水渠の定格容量は280MGDであるが、現在の導水量は導水ロスを含み約320MGDと推定される。

その後、原水は約20km下流地点でNEK浄水場にポンプにて分水される(浄水場へ25MGD、場内配水池へ13MGD)。NEKへ分岐後、約18km下流のCOD浄水場に自然流下により導水されて導水渠の終点となる。現在の導水量は145MGD(浄水場へ115MGD、場内配水池へ30MGD)である。この区間(ダムロッテー～COD浄水場)の導水渠定格容量は140MGDであるが、現在の導水量はこれを約30%上回る量となっている。

K-II導水システムは自然流下によりフォーベイ地点から約48kmを定格容量100MGDの新NEK浄水場まで直接導水される。現在建設中のK-III導水システムは定格容量100MGDであり、K-IIと同じルートにより、K-IIキャナルからダベジポンプ場まで導水され、フォーベイ地点に揚水後、NEK浄水場の配水池に導水される。

インダス川から導水された原水は上記浄水場及び市内の高所に配置された配水池から自然流下により配水される。ダムロッテー及びハブシステムを含む現在の配水量は約552MGDと見積もられており、K-IIIの完成により652MGDとなる。その内訳は以下の通りである。

インダス水源	550 MGD
ハブ水源	100 MGD
ダムロッテイー水源	2 MGD
合計	652 MGD

(2) 浄水施設

カラチ市にはこれまで5ヶ所の浄水場があり、その定格容量は310MGDであった。現在、JBICの融資により、ハブダム系で新規に浄水場が建設中(本年3月から試験運転開始)であり、ピプリ浄水場においても拡張工事が進んでいる。これら2浄水場は2006年に完了する予定であり、カラチ市の浄水場処理水量は460MGDに増強される。現在、原水取水量の約56%しか処理されていないが、2浄水場が完成した後でも70%の処理率に止まることになる。KWSBは、原水の水質が比較的良好であるので、塩素消毒により水質的には大きな問題はないとしている。

表 5.2 浄水場施設

浄水場名	建設フェーズ	建設年	定格処理水量		処理方式
			mgd	m ³ /日	
ガロ(Gharo)	Phase-1	1943	10	45,500	凝集沈殿＋急速ろ過
	Phase-2	1953	10	45,500	凝集沈殿＋急速ろ過
COD	Phase-1	1962	70	318,200	凝集沈殿＋急速ろ過
	Phase-2	1971	45	204,600	凝集沈殿＋急速ろ過
ピプリ(Pipri)	Phase-1	1971	25	113,700	凝集沈殿＋急速ろ過
	Phase-2	1978	25	113,700	凝集沈殿＋急速ろ過
	Phase-3	1980	(25)	(113,700)	凝集沈殿のみ
	Phase-4	2006	50	227,300	直接ろ過(JBIC 融資)
NEK		1978	25	113,700	凝集沈殿＋急速ろ過
新 NEK		1998	100	454,600	直接ろ過
ハブ(Hub)		2006	100	454,600	直接ろ過(JBIC 融資)

注：ピプリ浄水場 Phase-4 の浄水場は Phase-3 の 25 MGD 分を含み 50 MGD で計画されており、Phase-3 の沈殿施設は予備としている。(プロジェクト形成調査時調べ)

新 NEK 浄水場と建設中の 2 浄水場を除き、既設浄水場の処理方式はオーソドクスな「凝集沈殿＋急速ろ過方式」を採用している。原水はキンジャール湖での貯水中に濁質が除去されるため、1 年を通じた濁度が 10 度以下とされている。インダス川が洪水で濁度が上昇するため、沈殿処理が必要とされることが年に 2、3 日あるが、1 年を通じてほとんど凝集剤を注入していない。従って、原水は沈殿池を通過するだけで、濁度負荷の除去を全てろ過池にかける処理方法となっている。既存の浄水場は建設後 25～60 年を経ており、老朽化が進行して薬品注入設備、ポンプ類、その他機械類及び電気設備の多くは修理、取り替えを必要としている。また、砂層に亀裂の入っているろ過池も多いため、ろ過砂の取り替え・洗浄が必要であろう。ろ過池洗浄(空気洗浄併用)用のポンプやブローには予備がなく、洗浄が十分に行われていないことも推定される。原水の濁度が低いとはいえ、凝集剤を注入しない急速ろ過方式では、砂ろ過方式の効果に疑問が残る。

新 NEK 浄水場では直接ろ過が採用され、既に 5 年以上稼働している。2004 年の処理水濁度をみると 1～4 度の範囲にあり、凝集沈殿・急速ろ過方式を採用している他の浄水場と同様な結果となっている。現在建設中のピプリ及びハブ浄水場の処理方式はいずれも新 NEK 浄水場と同様、直接ろ過方式を採用している。

COD 浄水場にセントラル水質試験場が設置されており、全ての浄水場からの水質データが累積されている。2004 年のデータによれば、原水濁度は年間を通じ 2～4 度であり、処理水濁度は浄水場により異なるが概ね 1～4 度の範囲となっている。ピプリ浄水場で 9 月と 10 月に処理水の最高濁度 5～5.5 度を記録している点が注目される。他の水質項目では、色度 4～8 度、pH 8、アルカリ度 90 程度、アンモニア 0.01 ppm 以下となっているが、pH が 8 と比較的高い点が水処理の

点で注目される。凝集に際しての適正な pH 値は通常 7 以下とされており、良好な凝集処理のためには pH 調整の必要性を示唆している。ちなみに、新 NEK 浄水場及び建設中の浄水場では pH 調整のため硫酸の注入施設を採用している。KWSB は WHO の水質基準に準拠しており、処理後の濁度を最大 5 度としている。この点では現在の水質は概ね基準値内に入っていることになる。しかしながら、浄水場から給水までの時間経過及び塩素滅菌効果の低減を考慮したとき、処理水の濁度は 1 度程度とすることが望ましいのは言うまでもない。

COD 浄水場セントラル水質試験場による、2004 年の原水水質(キンジャール湖及びハブダム)と各浄水場の処理水濁度を表-5.3 及び表-5-4 に示す。

表 5.3a キンジャール湖の原水水質(2004 年)

月	濁度 (FTU)		Color		PH		アルカリ度 (mg/l)		アンモニア (mg/l)	
	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小
1	3.0	2.0	6	4	8.0	8.0	92	92	0.008	-
2	3.0	2.5	6	5	8.0	8.0	92	92	0.008	-
3	3.0	2.5	6	5	8.1	8.0	92	92	0.004	-
4	3.5	2.5	7	5	8.1	8.0	92	92	0.004	-
5	3.0	2.5	6	5	8.1	8.0	96	92	0.006	-
6	3.0	2.5	6	5	8.1	8.0	94	92	0.008	-
7	3.0	2.5	6	5	8.1	8.0	98	98	0.010	-
8	3.5	2.5	6	5	8.1	8.0	98	98	0.010	-
9	3.5	3.0	7	6	8.1	8.0	98	96	0.010	-
10	4.0	3.0	8	6	8.1	8.0	98	98	0.006	-
11	3.5	2.5	7	5	8.0	8.0	98	98	0.006	-
12	3.0	4.0	8	7	8.1	8.0	98	98	0.008	-

表 5.3b ハブダムの原水水質(2004 年)

月	濁度 (FTU)		Color		PH		アルカリ度 (mg/l)		アンモニア (mg/l)	
	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小
1	5.0	2.0	11	5	8.2	8.0	-	-	0.008	-
2	4.5	2.5	9	5	8.0	8.0	-	-	0.008	-
3	5.0	2.0	10	5	8.2	7.8	-	-	0.004	-
4	3.5	2.0	7	4	8.2	8.0	-	-	0.004	-
5	3.0	2.0	6	4	8.0	7.7	-	-	0.006	-
6	3.0	2.0	6	4	8.0	7.7	-	-	0.008	-
7	3.0	2.0	6	4	8.0	7.8	-	-	0.010	-
8	3.5	2.5	7	5	8.5	7.0	-	-	0.010	-
9	3.5	3.0	7	5	8.1	7.8	-	-	0.010	-
10	3.0	2.5	6	5	8.0	7.8	-	-	0.006	-
11	3.0	2.0	6	4	8.0	7.8	-	-	0.006	-
12	5.0	3.0	10	6	8.0	7.9	-	-	0.008	-

表 5.4 浄水場の処理水濁度(2004 年)

月	ガロ浄水場		COD 浄水場		ピプリ浄水場		NEK 浄水場		新NEK 浄水場	
	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小
1	2.5	1.5	1.5	1.0	3.5	1.5	2.5	2.0	2.5	1.5
2	3.0	2.0	1.5	1.0	2.5	2.0	2.0	1.5	2.0	1.0
3	2.5	1.5	1.5	1.0	2.0	1.5	2.0	1.0	1.5	1.0
4	2.5	1.0	2.0	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	2.0	1.5
5	3.0	1.5	1.5	1.0	2.5	1.5	1.5	1.0	1.6	1.0
6	2.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	2.0	1.5	1.0	1.0
7	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.2	2.0	1.5	2.0	1.0
8	2.0	1.5	2.0	1.0	2.0	1.5	1.5	1.0	1.5	1.0
9	2.5	1.5	1.5	1.0	5.0	3.5	3.0	1.5	3.0	1.0
10	2.0	1.5	2.0	1.0	5.5	2.5	2.5	1.5	4.0	1.0
11	2.0	1.5	1.5	1.0	2.5	1.6	1.5	1.5	2.5	1.5
12	2.5	1.5	2.0	1.0	1.8	1.2	2.5	1.5	1.5	1.0

(上表いずれもプロジェクト形成調査時調べ)

(3) 給配水施設

1) 給水本管

給水区域界は定かではないが、カラチ市の 18 町の内クアマリ(Keamari)・ビンカシム(Bin Qasim)・ガダップ(Gadap)の 3 町を除く 15 町のほぼ 100%は給水区域に入っている。これら 3 町はそれぞれ市の西側・東側及び北側に位置しており、15 町の外周部が給水区域に取り込まれている。その他の地域は農地または荒地であり、人口密度は非常に低く給水区域外となっている。

給水区域へは区域内の戦略的高所に設けられた 4 つの浄水場(ガロ、ピプリ、NEK 及び COD 浄水場)及び 2 つの主要な配水池(ユニバーシテイ、マンゴピール配水池)から自然流下により配水されている。浄水場及び配水池の容量・水位を表-5.5 に示す。配水池の容量は 137 MG と大きく、現在の給水量(552 MGD)の 25%となっている。また、K-III プロジェクト完成後も既存配水池の容量は給水量の 20%以上である。

表 5.5 配水池の容量と水位

配水池	建設年	容量		水位	
		Mg	Mm3	Ft.	m
Gharo 浄水場	1943/1953	5	22,700	-	-
COD 浄水場	1962/1971	30	136,200	153	46.6
Pipri 浄水場	1968/1971	16	72,700	250	76.2
NEK 浄水場	1978	10	45,400	260	79.2
University 配水池	-	10	45,400	220	67.1
High Service 配水池 (老朽化により廃棄)	1945	20	90,900	150	45.7
Manghopir 配水池	1982	15	68,100	340	103.6
Temple 配水池	1883	2	9,100	61.5	18.7
Currie 配水池	1896	3.2	14,500	61.5	18.7
Sydenham 配水池	1942	6	27,200	65.5	20.0
Low Service 配水池	1942	9	40,900	103	31.4
Orangi 配水池	1982	6	27,200	250	76.2
Kidny Hill 配水池	-	5	22,700	200	61.0

(プロジェクト形成調査時調べ)

これら浄水場／配水池から給水区域へは配水幹線により、一部の高地盤地域を除き、自然流下により配水されている。KWSB によれば、配水本管の口径は 375mm～1800mm で総延長は約 356km。管種は鋳鉄管、鋼管及びプレストレスコンクリート(PC)管が用いられている。その内、PC 管が 74%と大部分を占めている。図-5.2 に配水本管の布設状況を示す。

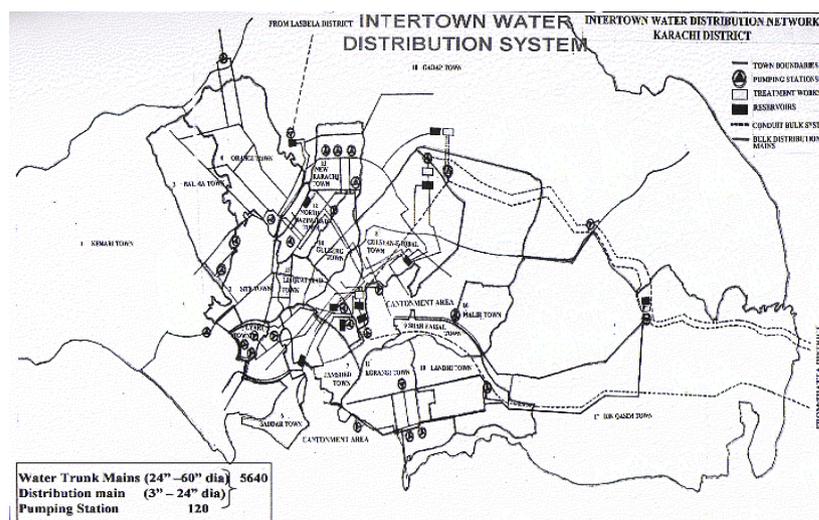


図 5.2 配水本管布設図

2) 配水区域と配水枝管

1985 年の F/S において、給水区域を 4 つ配水ブロックに分け、それぞれ浄水場及び配水場からの配水を提案している。これらの配水ブロックと浄水場/主要配水池の組み合わせは以下の通りである。ただし、提案された配水ブロックは実現されなかったようである。

表 5.6 配水ゾーン

配水ゾーン	浄水場／主要配水池	水位 (m)	給水区域
Central カラチ	COD 浄水場 High Service 配水池	46.6 45.7	旧市街 (Site, Lyari, Saddar, Jamshed, Gulshan, Liguatabad, Towns)
North West カラチ	Mangopir 配水池	103.6	Keamari, Baldia, Orang Towns
North East カラチ	NEK 浄水場、 University 配水池	79.2 67.1	Gulshan-e-Iqbal, North Nazimabad, New Karachi, Gadap Towns
South East カラチ	Gharo 浄水場、 Pipri 浄水場	- 76.2	Shah Faisal, Landhi, Korangi, Malir, Bin Qasim Towns

(プロジェクト形成調査時)

配水枝管・小管の口径は 75mm～450mm で、総延長は約 5,450km におよぶ。各町の配水枝管・小管延長を表-5-7 に示す。

表 5.7 配水枝管・小管延長

町名	延長 (km)
1. Keamari	38.6
2. Site	178.2
3. Baldia	106.7
4. Orangi	304.0
5. Lyari	174.2
6. Saddar	217.6
7. Jamshed	277.1
8. Gulshan	395.9
9. Shah Faisal	857.0
10. Landhi	294.4
11. Korangi	360.7
12. North Nazimabad	353.1
13. New Karachi	559.1
14. Berberg	186.8
15. Liaquatabad	762.6
16. Malir	220.6
17. Bin Qasim	23.9
18. Gadap	136.9
計	5447.4

(プロジェクト形成調査時調べ)

配水枝管・小管の給水栓 1 栓当たり延長は表-5.8 に示すとおり全体平均で約 5.7 m となる。各町の給水栓 1 栓当たりの配水管布延長は地域毎にバラツキが有り、中には Keamari、

Lyari、Saddar、Jamshed、Gulshan、New Karachi、Bin Qasimなどは非常に短い値(1.7～3.7 m/給水栓)を示している。

表 5.8 給水栓当たり配管延長

	町名	m/給水栓
1.	Keamari	2.2
2.	Site	7.6
3.	Baldia	4.8
4.	Orangi	8.1
5.	Lyari	3.1
6.	Saddar	1.7
7.	Jamshed	3.3
8.	Gulshan	3.7
9.	Shah Faisal	19.9
10.	Landhi	9.6
11.	Korangi	7.5
12.	North Nazimabad	5.2
13.	New Karachi	7.9
14.	Berberg	2.5
15.	Liaquatabad	9.6
16.	Malir	5.2
17.	Bin Qasim	2.6
18.	Gadap	6.8
	計	5.7

(プロジェクト形成調査時調べ)

給水は一般に配水本管から配水枝・小管(Secondary/Tertiary Main)に分岐された後、消費者へ給水される。ポンプによる給水地区では、配水本管から一度タンクに受水し、加圧ポンプにより各給水区域に配られている。これら配水ポンプ場は現在 131 ヶ所に上る。給水区域はさらに細分化され、これらの小給水区への給水はバルブ操作により、隔日制で給水時間もかぎられている。中でも中央・南部に位置するリヤリ(Lyari)・サダール(Saddar)・ジャムシェッド(Jamshed)や北西部のオランギ(Orangi)・バルディア(Baldia)等の各町の給水状況が厳しいとされている。西地区では、5、6日毎の隔日、しかも2、3時間という給水サービスとなっている。そのため、各家庭では地下タンクを設置し、数日間分の水を貯めるが、少しでも多く水を確保するため吸引ポンプを設置している場合が多い。

3) 給水栓数

KWSBによれば、家庭用水の給水栓を有する戸数は約 876,000 戸とされている(カントンはバルク給水とされており、その給水栓は含まず)。これは全戸数の約 80%とされるが、給水栓を有しない家庭では給水車による給水を受けており、市内で代替え水源の利用が困難である状況を考慮すると、給水区域における普及率は 100%に近いものと想定される。非家庭用水(工業団地等のバルク給水は含まず)の給水栓数は約 87,000 とされ、全受益者の

約 35%と低い値となっている。これは、非家庭用水受益者数に大きな比重を占め小売業 (Shop)の割合が低い(約 29%)ことが原因となっている。なお、バルクユーザーを除く各戸の給水栓にはメータが設置されていない。表-5.9 に各町の給水栓数を示す。

表 5.9 給水栓

町名	家庭用水		非家庭用		合計	
	給水栓有り	給水栓無し	給水栓有り	給水栓無し	給水栓有り	給水栓無し
1. Keamari	15,735	10,776	2,084	4,463	17,819	15,239
2. Site	21,589	14,218	1,862	6,771	23,451	20,989
3. Baldia	20,438	5,757	1,726	4,707	22,164	10,461
4. Orangi	35,411	40,787	1,937	14,589	37,348	55,376
5. Lyari	54,632	21,081	1,700	12,914	56,332	33,995
6. Saddar	94,692	33,150	31,505	36,592	126,197	69,742
7. Jamshed	76,209	21,667	8,986	11,456	85,195	33,123
8. Gulshan	98,766	8,334	9,039	7,720	107,805	16,054
9. Shah Faisal	40,797	5,397	2,298	3,945	43,095	9,342
10. Landhi	28,471	15,094	2,227	4,054	30,698	19,148
11. Korangi	46,705	7,642	1,478	6,512	48,183	14,154
12. North Nazimabad	62,166	8,130	5,484	8,565	67,650	16,695
13. New Karachi	67,721	8,321	3,052	9,849	70,773	18,170
14. Berberg	71,180	6,536	4,531	7,432	75,711	13,968
15. Liaquatabad	72,959	11,539	6,486	13,652	79,445	25,191
16. Malir	41,087	11,996	1,152	7,112	42,239	19,108
17. Bin Qasim	7,900	466	1,189	321	9,089	787
18. Gadap	19,556	261	567	224	20,123	485
計	876,014	231,149	87,303	160,878	963,317	392,027

(プロジェクト形成調査時調べ)

4) 水の損失率

現在、水道水の損失は 30～35%といわれている。漏水の原因としては、配水管の継ぎ手部分、配水管からの給水栓取り出し部(タッピング)からの漏水が多いと報告されている。KWSBによれば、給水栓の材料調達も据付工事も受益者に雇われた業者によってなされているため、材料の品質、不良工事が危惧されている。KWSBの漏水修理班によれば、管の継ぎ手からの漏水には安価な鉛コーキングで対応されるが、同箇所からの再漏水が多いとの事であった。町には盗水のための不法給水栓の接合が後を絶たない。更に、大・中口径配水管はプレストレスコンクリート管が使用されており、接合部の止水処理が難しい。小口径には石綿管も多用されている。

以上の通り、漏水の原因は十分想定されるものの、浄水場からの流出管には流量計がないため、送水量はポンプ突出能力と運転時間の掛け算により算定されている。配水地域には 12 の主要配水池があるが、ここの出口にも流量計はない。一方、給水側は一部のバルクユーザーを除き給水メータが設置されていないため、漏水率を算定するデータがない。1996 年に実施された調査(“Water Loss Reduction and System Strengthening Project”)において

30%と推定されている例もあるが、給水量も区域も大幅に増えた現在の損失率の解明は今後の課題である。

浄水場・配水池の流量計の整備、配水枝管または、各配水ポンプ吐出管への流量計の設置が必要である。その際 131 ヶ所に上る配水ポンプ場を統合・整理して、ポンプ場ヶ所数を減らすことが望ましい。また、各戸給水栓にも出来るだけ水道メータの設置が望ましい。

5) 給水車による配水

市内の水需要の増加に配管網整備が遅れたため、慢性的水不足を補い、配水管の行き渡らない地区に水を配るため、市は給水車による給水を開始し、市民の要求に応じきれないため民間業者の参入を是認した。今ではすべて私企業者にとって代わり、4000～5000 台以上といわれる給水車が市内を頻繁に走りまわっている。給水所 (Public Hydrant) の運営は 99 年までは KWSB が実施していたが、業者の賄賂や不正が横行し収拾できなくなったため、それ以降レンジャー (軍の下部組織) が実施している。本年 5 月までは、給水所が市内に 10 ヶ所設けられていたが、KWSB は、来年に予定された K-III プロジェクトの完成により配水量の増加が見込めるとし、LSR の給水所を廃止した。従って、該当地区を営業範囲としていた給水業者は別の給水所へ移動したことになる。市内の給水所を表-5-10 に示す。

表 5.10 給水所 (Public Hydrant) と給水車トリップ

給水所名	給水場位置	給水栓数	給水車トリップ数
Muslimabad	Jamshed 町、Guromander 地区	14	1,600
Sydney	Jamshed 町、Guromander 地区	15	3,000
LSR(05 年 5 月廃止)	Gulshan-e-Iqbal 町、Civic Center 地区	15	3,000
Sakhi Hassan	North Nazimabad 町、Sakhi Hassan 地区	10	2,800
F.B Area	Gurberug 町、Federal 'B' Area 地区	4	350
NEK	Gadap 町、Near New Sabzi Mandi 地区	12	1,572
Shah Faisal	Shah Faisal 町、Shah Faisal Colony 地区	1	160
Jamia Millia	Malir 町、Malir 地区	4	650
Juma Goth	Malir 町、Juma Goth 地区	2	550
LIA	Landhi 町、Cattle Colony 地区	1	68
合計		78	13,750

(プロジェクト形成調査時調べ)

給水車による売水は、レンジャーによって管理され、各給水車は 4 回のトリップ (給水所～売水の周回) のうち 1 回はカッチ・アバディス (貧困者居住区) を対象とした無料配水を義務付けられ、その費用は給水所から補填される仕組みである。給水所での水の卸値は 1000 ガロン当り家庭用; 44Rs、商業用; 73Rs であり、売値は同 250Rs 程度に設定されている。しかしながら、業者によっては 1000 ガロン当り 300～500 Rs. (Rp.66～110/m³) と高く売付ける場合

もあると聞く。上表の給水車トリップ数は1日当たりであり、KWSBの調査結果である。全市で約14,000トリップに上り、約7万m³程度の販売水量に相当する。

6) 給配水システム運転・維持管理上の問題点

KWSBの配水担当班によれば、配水システムの運転・維持管理に当たって種々の問題が上げられている。これらは技術的、消費者のマナー、電力供給、KWSBの範囲を超えた都市問題や社会的問題が背景に存在するようである。これらについて以下列記する。

- 古い鑄鉄管内面の腐食に伴う配水能力の減少
- 30～40年を経た労旧慣からの漏水
- 石綿管、コンクリート管内に進入した木根による管断面の縮小及び閉鎖
- 適切な漏水修理、バルブ操作のための技術スタッフ不足
- 不法給水栓による技術的に不適切なタッピング工事に起因する漏水
- タンクからの越流、庭への散水、洗車など水使用の浪費
- 巡回配水時における住民によるバルブ操作への干渉及び妨害による適確な配水操作への障害
- 電圧の変動及び頻繁な停電によるポンプ運転への支障と給配水の停止
- 管路上に建設された住居や建築物による漏水の修理、不法給水栓の撤去への妨げ等維持管理への障害
- 予期されないアパートメント、高層ビルの建設など、急速な需要の増加に伴う配水管網能力の不足
- カッチア・バデイスなどでKWSBの関与無しにKMC(Karachi Municipality Council)、SKAA(Sindh Kachi Abadi Authority)或いは自己資金などにより計画、布設され接続された配水管網の容量不足

(4) 水質モニタリング体制

KWSBには水質試験部があり、チーフ・ケミスト(COD浄水場長兼務)、5名の水質検査技師、4名の助手、採水係、塩素注入係、運転手等を含め、総勢33名により編成されている。本部をCOD浄水場に設け、COD浄水場での水質検査、浄水場の運転管理業務を実施するとともに、各浄水場には個別の試験室があり試験技師や助手等を派遣し、原水や浄水工程、塩素注入等の水質管理を行なっている。原水の急激な水質変化に対する浄水場運転に関する対応(凝集剤の注入など)指示も本部から出される。水質検査業務は、表-5.11に示す通り、毎日3回の各浄水場で処理水に対する簡易検査、週1回の浄水場での詳細検査、配水管網の公共水栓や給水所での現場簡易検査等を実施し、毎日25～30個の水サンプルを分析しているという。さらに

必要に応じてカラチ大学、カラチ科学産業調査機構 (Pakistan Council of Scientific & Industrial Research) などの外部試験所にも委託して詳細に分析することがある。受益者からのクレームには配水部と連携し、現場簡易試験や試験室試験の結果により、配水の緊急停止、配管の補修、補修後の再検査など問題の除去に参加するとのことである。責任者によれば、水圧の低い区域ではサンプリングの内 5～10%の割合でバクテリアが検出されるとの事であった。

表 5.11 KWSB の水質検査業務

	浄水場での処理水に対する簡易検査項目	浄水場での詳細検査項目(原水－処理水で比較する)	公共水栓、給水所、一般家庭(クレームによる)における現場簡易試験項目
検査回数	毎日－3回	毎週－1回	毎日
温度	○	○	
外観		○	
濁度	○	○	○
臭い		○	
味		○	○
色度	○	○	○
蒸発残留物		○	
pH	○	○	
アルカリ度	○	○	○
塩化物	○	○	○
酸素消費量		○	
硬度		○	
アンモニア		○	
窒素(硝酸性、亜硝酸性)		○	
鉄		○	
残留塩素	○	○	○
大腸菌、細菌類	*○	○	○**
塩素注入量***	○		
硫酸アルミニウム(凝集剤)注入量***	○		

注) *試験回数は毎日-1回、**現場からサンプルを試験室へ持ち帰って分析する、

***水質検査項目ではない(浄水場管理上の報告事項)

(5) 職員研修センター

KWSBには研修所があり、職員を対象とした研修プログラムを実施している。これは1983年、世銀の組織強化プロジェクトで開設されたものである。90年までは準備段階で、それ以降はIDA、ADBなどの支援や大学等の協力を得ながら本格的な研修が開始された。96～2000年には停滞期があったが、それ以降、活動を回復し現在に至っている。現在実施されているのは、中堅職員を対象とした2～4日間の業務管理7コースと全職員を対象とした10日間のコンピュータ操作3

コースの全 10 コースが受講者の要望に従い、順次実施されている。研修の講師は主として KWSB 上級幹部職員である。専門によっては大学の先生にもお願いすることがあるという。これまで研修を受講した職員数は下表の通りである。

表 5.12 研修センターの受講生数

	94 年～96 年	96 年～99 年	2000 年～04 年	合計
管理／会計	992	103	214	1309
コンピュータ	353	39	51	443
技術、技法	292	6	54	352
合計	1637	148	319	2104

(注:2005 年の KWSB 職員数 9124 人)

5-3 水道セクターにおける他ドナーの動向

カラチ市における水道施設の整備の実施には、これまで JBIC を始め世銀、ADB、欧州の各国機関など多くの支援によって実施されてきた。

世銀は、カラチ市の上水道施設の拡張整備プロジェクト長年に渡り協力してきている。90 年代以降も、KWSB の NEK 浄水場(1998)や導水管路の拡張、職員研修センターの設立(1983-90 年)や漏水低減プロジェクトに関連する機材調達と技術指導等(1996 年)等に携わってきている。最近では、KWSB のサービス向上、説明責任強化、組織改革を支援することを目的として、本年 7 月から 3 年間のプログラムを実施する計画である。総予算は 58 万ドルを予定している。また、スイスも KWSB の組織強化に支援を申し込んでいるという情報もあるが、具体的な話はまだないようである。

ADB はパキスタン国全体の水やエネルギー政策にも関わってきている。カラチ市に関しては、90 年代に下水道整備プロジェクトを支援している。本年 4 月からは、メガシティ構想の一環として都市基盤の開発手法、市当局と関連機関の組織改革と技術力の向上、緊急プロジェクトの選定、財政力の強化等を対象に TA ローン(150,000ドル)による調査が実施されている。ADB は、本調査の結果を 06 年と 08 年に予定する 2 つの TA ローン(1000 万ドル/件)を初め、将来の支援に結びつけるとしている。

JBIC も現在進行中のピプリ浄水場とハブ浄水場の拡張プロジェクトに携わっている。

5-4 KWSBの水需要予測と上水道拡張計画

カラチ市水道局は 2025 年までの将来の人口増を年率 3%と控え目に予想し、1 人 1 日当り使用水量を 54 ガロンと仮定し、需要の増加を表-5-13 の如く見積もっている。2006 年に完成予定の K-III プロジェクト後に具体的な対応策がなければ、需給ギャップが膨大な規模になるとし、各方面に対し早急な施設拡張の必要性を訴えている。そのため、KWSB では表-5.14 に示すカラチ市の将来の水道整備構想を立てている。

表 5.13 KWSB による水需要予測

年	人口 (百万人)	1人1日当使用 水量(ガロン)	需要水量 MGD	供給量 MGD	需給ギャップ MGD
2005	12.59	54	680	552	128
2010	14.6	(*産業用水等 を含め1人当り へ換算した使 用水量)	788	652	136
2015	17		918	652	266
2020	20		1080	652	428
2025	23		1242	652	590

(プロジェクト形成調査時調べ)

表 5.14 KWSB による水道整備構想

計画	内容	備考
1. 短期計画		
(~2007)	1)実施中のプロジェクトの完了 K-III プロジェクト、JBIC プロジェクト	導水施設・配水本管の増強)、 浄水施設の拡張)
	2) マスタープランの策定	
	3)ダベジポンプ場発電設備計画の準備	30 MW
	4)KWSB 構造改革	
	5) 水道施設マッピング	具体的な計画内容は不明
2. 中期計画		
(Stage I)	1)ダベジポンプ場発電設備の建設	BOT による建設計画
2007~2010	2)配水区の設定と流量計の設置	
	3)海水淡水化プラントの建設 プラント容量 25 MGD	BOT による建設計画であるが、 給水対象は不明確
	4)インダス Stage I 導水スキームの建設	200 MGD
	5) 浄水施設の拡張	
3. 中期計画		
(Stage I)	1)インダス Stage II 導水スキームの建設	200 MGD
2010~2015	2) 浄水施設の拡張	
	3)海水淡水化プラントの建設プラント容量 25 MGD	BOT による建設計画であるが、 給水対象は不明確
4. 長期計画		
2015~2025	1)インダス Stage III 導水スキームの建設	200 MGD
	2) 浄水施設の拡張	

出典：KWSB 局長 (MD) によるプレゼン資料による。

このなかで、短期計画としては、KWSB の脆弱な財務状況を改善のための経費の削減を目的とし、構造改革による運営の効率化と経費の節減を図る計画である。また、ダベジポンプ場に BOT による発電設備を建設して電気代を節減する計画を準備するとしている。中長期計画として、増大する需要に対し、海水の淡水化プラントの建設、インダス川からの導水の段階的拡大等の構想が立案されている。

5-5 上水道の問題点と課題

(1) 上水道の問題点

1) 急増する水需要

カラチ市の人口は、現在すでに 12 百万ともいわれ、自然増に周辺部からの人口流入が加わり、大きな伸びを示しており、統計によれば 1981 年から 1998 の間の年平均人口増加率は 3.84%となっている。年率 3%程度の伸び率と仮定しても 2020 年には 20 百万人を突破することになる。水需要量は既に供給量越えており、慢性的な水不足の様相を呈している。需給ギャップは年々拡大するため、大規模な水道施設の拡張が引き続き必要となる。

2) 限られた水道水源

カラチ市の水源は、ハブ川水系とインダス川水系である。ハブ川水系は流域の降雨量の影響を直接受け、近年の渇水傾向などもあり将来的には拡張は無理であろう。したがって、カラチ市の将来の水源は、130km東にあるインダス川に頼ることとなる。カラチ市水道のインダス川の水利権は現在実施中の K-III プロジェクトの完了で全てを使い切る。将来の水利権の設定には州や中央政府との交渉には、これら機関を説得する根拠が重要である。

3) 浄水施設の整備

カラチ市では、現在建設中の新規浄水場が完成しても、取水量の約 70%しか処理できない状況が続く。水道の質を保つためには、原水の処理率を 100%とすることが必要となる。また、建設後 25～60 年を経ている既設浄水施設の改修も最初に手がかけられるべきものであり、原水の水質に適し、経済的な処理方式を検討すると共に、既設施設の統廃合も含めた検討が求められる。

4) 非効率な配水と劣悪な給水サービス

各給水区へは配水幹線から一旦受水した後、131ヶ所の小規模なポンプ場から加圧配水するという非効率な方法になっている。細分化された給水区毎では、バルブ操作により隔日制数時間の給水が巡回実施されている。水圧や水量が小さい地区では、各家庭に吸込みポンプを設置し、不足分を補おうと懸命である。また、給水タンク車による給水が不可欠となっており、民間業者による高料金の給水が常態化している。

現在、水の損失率が 30～35%とされている。これは送水管や配水管の接合不備や違法も含む給水栓の接合部からの漏水が大きな原因と考えられている。このような状況を改善しないまま、高い圧力で長時間配水するとすれば、漏水はさらに大きくなるのが容易に予想される。老朽管や漏水の多い区域の配管や石綿管の布設布えなど、配管の合理的な更新が急務である。

5) 計量機器の未整備

ほとんどの施設で流量計が設置されていないか、または機能していないため、流量の把握が困難である。また、定額料金体系のため水道メータが設置されておらず、需要の把握が難しいと共に、無収水低減のための問題地区の特定や漏水の定量的な把握が困難である。

6) 運転管理のデータ管理

施設のインベントリーや運転管理のためのデータの管理が不十分である。過去の計画書類、設計書類、図面等がほとんどなく、配管のルート、管径や材質等は職員の記憶から、機械性能は機械に張付けられたラベルからしか得られないことが多い。比較的新しい施設においては、設計時の担当者や完成時の訓練や研修に参加した職員も定着しているため、関連資料もあり管理データの記録なども適切になされている例もある。しかしながら、資料やデータの保管制度がなく、一般的に技術者間の研鑽や情報交換といった習慣もないため、職員の転職や移動の際に技術やデータが散逸する。

配水管の整備・増強、漏水の削減等は給水レベル・経営の改善に不可欠な要素である。そのためには、まず既設配水管システムの把握が必要となる。配水管、バルブ、メータなどの付属設備、給水栓等の位置・機能・状況は老朽管の布設替えや新設管の布設により常に変化しており、給配水施設の適切な運転・維持管理には、これらを常に把握していることが必要である。これら給配水施設のインベントリー情報を電子情報として地理的情報と共に蓄積・整理され、常に最新の情報を得られる、マッピングシステムの構築が望まれる。

7) 水道料金と経営体質の健全化

水道料金体系は一部商業用水等の非家庭用水や工場・住宅団地等のバルクサプライを除き、定額料金体系となっている。また、未払い料金が多く、財政を圧迫している。将来プロジェクトを本格的に実施するためには、受益者の理解に基づく料金改定、料金徴収の合理化経営の効率化、これらの成果としての経営状況の健全化などが不可欠である。

(2) 上水道の課題

前節 5-5(1)で示したカラチ水道整備の問題点においても課題をいくつか指摘している。重複を避けつつ、主要な課題について、以下にまとめる。

1) 水源の確保

現在のカラチ市水道の水源については前述した通りであり、将来共インダス川が最も信頼のおける水源である。インダス川を除く他の水源について、以下に示す如く、1985年のF/Sで検討されている。カラチ市周辺の水源を図-5.3に示す。

カラチ市周辺の表流水水源としてカラチ西部のポラリ(Porali)川及びクド(Kud)川、東部

のマリール(Malir)川支流モル(Mol)川及びカデジ(Khadeji)川の開発について検討されている。カラチ市周辺の少ない降雨量から、これら河川の水源開発にはダムの建設が不可欠となり、したがって単価の高い原水水源になるとしている。また、水源の開発可能水量としては11~32 MGD、カラチ市の水需要からみれば少ない水量と見積もっている。なお、上記河川の内、ポラリ川とクド川はバロチスタン(Baluchistan)州に位置する。

カラチ市周辺の地下水開発について、ダムロッセイーの井戸再開発、コトリ下流域及びポラリ川流域についての検討を加えているが、いずれも開発量は4~15 MGDと限られたものとしている。その他、海水の淡水化、下水の再利用についての検討を加えている。

これらの水源は、カラチ市の水需要に比べ開発水量が少ないこと、開発単価が高いことなどから、将来のカラチ市水道の水源はインダス川といえよう。現在、インダス川から同一ルートで導水路により導水され、カラチ市に送られている。インダス川からの新たな導水計画では、ルートの選定に当たり地形、地質、水理条件など技術的な検討に加え、経済的側面からの検討が加えられるが、全ての導水施設が同一ルート、地点に集中するリスクの側面についても考慮されるべきであろう。

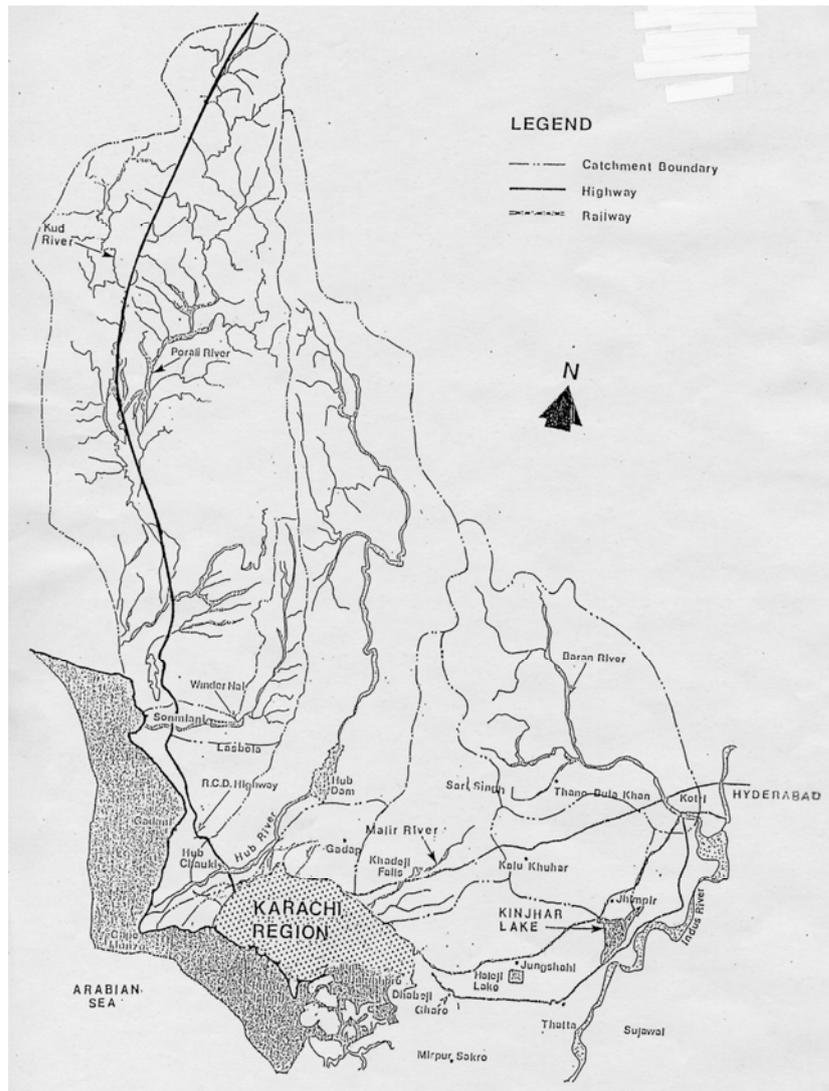


図 5.3 カラチ市周辺の水源

2) 基幹施設の階的拡張

カラチ市は慢性的な水不足が常態であった。前述した如く、カラチ市の水源を将来共インダス川とした場合、カラチ市から 130 km と遠距離にあるインダス川の地理的位置及びその取水可能水位による水理的条件下から導水施設建設に大きな投資とポンプ揚水に係る大きな運転・維持管理費が必要とされる。この導水施設・浄水場及び送・配水幹線などの基幹施設の建設については、長期的視野にたった計画の下でカラチ市水道の財政的負担能力及び受益者負担能力を十分考慮した、段階的な施設の拡張計画が求められる。一方、建設に要する時間的制約と急速に増大するカラチ市の水需要との関係も十分考慮した実施計画としなければならない。

3) 水需要の抑制と均等な配水

限られた水源と原水単価の高い水道を考慮したとき、消費水量に応じた逦増道料金体

系・工業用水の循環利用の奨励など、需要の抑制政策を取ることを検討すべきであろう。一方、限られた水源を出来るだけ均等に受益者に配分することが重要な施策となろう。そのため、地区別需要の把握及び需要動向のモニターと配水量のコントロールが必要となる。需要の抑制と均等な配水のため、以下の整備が必要となろう。

- 浄水場・配水池を水源とする配水ゾーンの設定、
- 配水ゾーンの将来需要に合わせた適切な規模の配水幹線整備、
- 配水ゾーンをさらに適切な大きさの配水区に分割、
- 各配水区の需要に合わせた配水枝・小管網の再構築及び増強、配水量把握のための配水区流量計の設置、
- 浪水の削減と公平で適正な料金徴収のため、水道メータ設置の促進。

現在、131ヶ所に及ぶ配水ポンプ場が稼働しているが、配水区毎の配水枝管・小管整備の進捗に合わせ、配水ポンプ場の廃止を検討すべきであろう。また、需要抑制と料金徴収率改善のため、受益者の啓蒙とキャンペーンの実施が受益者の理解を得るため重要となろう。

4) 無収水低減策

無収水は漏水による物理的または技術的なロス(漏水)及び盗水や消費水量の計量誤差等に伴う非技術的なロスから成る。現在各戸給水栓にはメータが設置されておらず、消費水量の把握は出来ていない。各戸メータを設置し消費水量の把握するとともに、送水側にも流量計を設置し給水流量を把握することが必要とされる。

漏水削減には、① 地上漏水の修理のみによる消極的漏水削減段階、②漏水探知による地下漏水を含めたやや積極的漏水削減段階、③配水区／漏水区を設定、無収水率を把握し、配水管の修理・布設替えを実施する積極的段階がある。現在のカラチ市は①の段階にある。また、③の段階に進み漏水削減のためには上述した配水区の設定と水道メータの設置が必要となる。漏水の削減は、給水レベルの向上、不必要な給水量の削減に伴う運転経費の削減・有収率の向上に伴う水道経営の改善に大きなインパクトを与えるが、一方多大な時間と投資が必要とされる。また、漏水削減は老朽管の定期的な布設替え、継続的な漏水の探知と修理など絶え間の無い努力が必要である。漏水削減作業を怠ると再び漏水率が増加する、いわゆる漏水の復元現象を伴うものである。カラチ市水道の現状に合わせた長期的無収水削減計画の策定が必要であり、計画に基づき優先区域ごとに計画の実施となろう。以下に想定される無収水削減プログラムの手順を示す。

- 適切な漏水削減方法の検討、
- パイロット地区の選定、
- パイロットプロジェクトの実施、
- パイロットプロジェクトに基づく無収水削減プログラムの策定、
- 優先区域の選定と漏水削減プログラムの実施及び水道メータ設置の促進、
- 盗水削減キャンペーンの実施及び違法給水栓摘発(規定改訂)

KWSB は 1996 年、世銀の融資により漏水低減システム強化プロジェクト調査を実施している。その中で調査機材を調達し、技術研修も実施された。しかしながら、KWSB によれば、時間制限給水、調査時の種々ノイズ、水道メータへの空気混入による誤作動などにより、結局は失敗したという。調達された機材も保管されているという。本 M/P においても、無収水低減策は主要テーマの一つであるため、現場で行う調査には十分な準備、調査場所の条件設定、発現する成果の予測等において、現場条件を把握し周到な計画を策定する必要がある。