

現地写真(5)
ハイデラバード WASA



インダス川の Kotri Barrage (大堰)
(全長 910m の堰)



Kotri Barrage 近隣上流の取水ゲート



30MGD ろ過施設の円形沈澱池



同左施設のろ過槽
(濁りが多少多い)



30MGD ろ過施設の送水ポンプ



同ろ過施設内の給水車

略 語 表

AC	Asbestos Cement	アスベストセメント
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ADP	Annual Development Programme	年度別開発プログラム
CDA	Capital Development Authority	イスラマバード首都圏開発庁
Cusec	Cubic Feet per Second	1 cusec = 0.0283m ³ /秒
DBLO	Design, Build and Operation	設計・建設・運営委託
DIP	Ductile Cast Iron Pipe	ダクタイル鋳鉄管
DMD	Deputy Managing Director	副総裁（上下水道公社）
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EPA	Environmental Protection Agency	環境保護庁
GIS	Geographic information system	地理情報システム
HDA	Hyderabad Development Authority	ハイデラバード開発庁
HDP	High Density Polyethylene Pipe	高密度ポリエチレン管
HUD&PHED	Housing, Urban Development and Public Health Engineering Department	住宅都市開発局
IDB	Islamic Development Bank	イスラム開発銀行
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MD	Managing Director	総裁（上下水道公社）
MGD	Million Gallons per Day	1 MGD = 4,500m ³ /日
MIS	Management Information System	情報管理システム
MS	Mild Steel	鋼管
NEQS	National Environmental Quality Standard	国家環境基準
NRW	Non-Revenue Water	無収水
O&M	Operation and Maintenance	運転・維持管理
P&D	Planning and Development Department, Government of the Punjab / Government of Sindh	パンジャブ州計画開発局／シンド州計画開発局
PC-1	Project Concept -1	プロジェクト概要書 -1
PD	Project Director	プロジェクト・ダイレクター
PHED	Public Health Engineering Department	公衆衛生技術局
PMU	Project Management Unit	プロジェクト・マネジメント・ユニット
PPP	Public Private Partnership	官民連携

PUF	Pakistan Urban Forum	パキスタン都市フォーラム
PVC	Polyvinyl Chloride Pipe	塩化ビニル管
P-WOPs	Pakistan Water Operators' Partnership	パキスタン水道事業者連携（WSP が主催するパートナーシップ）
Qty	Quantity	数量
Rs.	Pakistani Rupee	パキスタンの通貨単位
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	制御システムの一つ
SS	Suspended Solid	浮遊物質
TDS	Total Dissolved Solid	溶存物質
TMA	Tehsil Municipal Administrations	地方自治体
UC	Union Council	町／村
UFW	Unaccounted-for Water	不明水
UU	Urban Unit	アーバン・ユニット
WASA	Water and Sanitation Agency	上下水道公社
WSP	Water Supply and Sanitation Program	上下水道プログラム（世銀）
WTP	Water Treatment Plant	浄水場
WHO	World Health Organization	世界保健機関

第1章 調査概要

1-1 調査の背景と目的

パキスタン・イスラム共和国（以下、「パ国」と記す）では人口の65%以上が安全な飲料水にアクセスがあるとされているが、都市部と村落部、地域によって大きな隔たりが存在する。また、高い水因性疾患の罹患率の原因となっている飲料水質の悪さ、既存の水道施設の運営・維持管理、都市部の人口増加による水需要増加への対応も主要な問題であるとされている。パ国政府はこれらの問題に対応すべく、2009年に国家飲料水政策(National Drinking Water Policy)を策定し、2025年までに全国民に安全な飲料水を提供することを目標に掲げている。

パ国の主要都市では州政府に属する各都市の上下水道公社(Water and Sanitation Agency : WASA)が中心となって上水道サービスを担っている。しかしながら、人口増加に水道施設の拡張が追い付かず、施設の維持管理もおろそかになっている。また、老朽化した施設による漏水や、劣悪なサービスであるが故に低く抑えざるを得ない水道料金並びに低い料金徴収率等により、政府からの補助金に依存した経営状況になっている。また、無計画な水道施設の拡張により、非効率な送配水システムとなっているとともに、絶対的な給水量も不足している状況である。これらの状況により、都市部においても時間給水、不安定な水圧による給水が余儀なくされている。

JICAは主要都市における安全な水へのアクセス向上、衛生環境の改善を目的として、「水と衛生の確保プログラム」を展開しており、これまでラホール(Lahore)、ファイサラバード(Faisalabad)、グジュランワラ(Gujranwala)、カラチ(Karachi)、アボタバード(Abottabad)において上下水道に関する協力準備調査や無償資金協力を実施している。また、2009年には現地コンサルタントによる基礎情報収集・確認調査(Sector Survey on Water Supply Planning)を実施し、各都市の上水道の課題を網羅的に調査している。しかしながら、WASAが管轄している都市は人口が大きく、水道施設も広範囲にわたって整備されているため、既存施設の状況及び改善案を正確に把握するまでに至っていない。

本基礎情報収集・確認調査は、WASAが管轄している上水道施設のうち、JICAの支援によって既にマスタープラン調査を実施しているラホール、カラチ以外のファイサラバード、グジュランワラ、ムルタン(Multan)、ラワルピンディ(Rawalpindi)、ハイデラバードの5都市を対象に、各都市の支援ニーズの把握、各都市の上水道施設改善に関する効果的な支援アプローチを検討するための情報収集を目的とする。

1-2 調査団の構成

分野	氏名	所属
総括	佐伯 健	独立行政法人国際協力機構(JICA) パキスタン事務所 所員
水道整備計画	福田 文雄	株式会社ソーワコンサルタント 代表取締役
送配水システム/ 無収水対策	野沢 逸男	株式会社ソーワコンサルタント シニア・コンサルタント
積算	吉川 孝治	個人コンサルタント

1-3 調査日程

日数	月日	曜日	福田文雄	野沢逸男	吉川孝治	宿泊地
			水道整備計画	送配水システム/ 無収水対策	積算	
1	6/23	土	12 : 00 Narita-16 : 30 BKK (TG643) 19 : 50 BKK-22 : 30 Lahore (TG345)			Lahore
2	6/24	日	8 : 30 Lahore-9 : 25 Islamabad (PK650)			Islamabad
3	6/25	月	Meeting with Donors, ADB and WSP			Islamabad
4	6/26	火	Rawalpindi WASA			Islamabad
5	6/27	水	Rawalpindi WASA			Islamabad
6	6/28	木	7 : 00 ISB- 7 : 55 LHR (PK649) Meeting with P&D, HUD&PHED and UU			Lahore
7	6/29	金	Meeting with Gujranwala WASA			Lahore
8	6/30	土	Meeting with Gujranwala WASA			Lahore
9	7/1	日	Move to Multan by car			Multan
10	7/2	月	Meeting with Multan WASA			Multan
11	7/3	火	Move to Faisalabad by car Meeting with Faisalabad WASA			Faisalabad
12	7/4	水	Meeting with Faisalabad WASA			Faisalabad
13	7/5	木	Meeting with Faisalabad WASA 18 : 30 Faisalabad-20 : 10 KHI (PK341)			Karachi
14	7/6	金	Karachi : Meeting with P&D, UU Move to Hyderabad by car			Hyderabad
15	7/7	土	Meeting with Hyderabad WASA Move to Karachi by car			Karachi
16	7/8	日	10 : 00 KHI-11 : 55 ISB (PK368)			Islamabad
17	7/9	月	Documentation			Islamabad
18	7/10	火	Documentation			Islamabad
19	7/11	水	TV Meetings with JICA HQ			Islamabad
20	7/12	木	Documentation			Islamabad
21	7/13	金	Documentation			Islamabad
22	7/14	土	18 : 00 ISB- 18 : 55 LHR (PK650)		12 : 00 Narita-16 : 30 BKK (TG643), 19 : 50 BKK- 22 : 30 Lahore (TG345)	Lahore
23	7/15	日	Documentation			Lahore
24	7/16	月	Meeting with P&D, HUD&PHED and UU Move to Faisalabad by car			Faisalabad
25	7/17	火	Meeting with Faisalabad WASA			Faisalabad

26	7/18	水	Meeting with Faisalabad WASA	Faisalabad
27	7/19	木	Meeting with Faisalabad WASA	Faisalabad
28	7/20	金	Meeting with Faisalabad WASA	Faisalabad
29	7/21	土	Meeting with Faisalabad WASA	Faisalabad
30	7/22	日	Documentation	Faisalabad
31	7/23	月	Meeting with Faisalabad WASA	Faisalabad
32	7/24	火	Meeting with Faisalabad WASA	Faisalabad
33	7/25	水	Move to Islamabad by car Report to JICA on the completed application form for Faisalabad WASA	Islamabad
34	7/26	木	Meeting with Rawalpindi WASA	Islamabad
35	7/27	金	Meeting with Rawalpindi WASA	Islamabad
36	7/28	土	Meeting with Rawalpindi WASA	Islamabad
37	7/29	日	Documentation	Islamabad
38	7/30	月	Meeting with Rawalpindi WASA	Islamabad
39	7/31	火	Meeting with Rawalpindi WASA	Islamabad
40	8/1	水	Meeting with Rawalpindi WASA Report to JICA on the completed application form for Rawalpindi WASA	Islamabad
41	8/2	木	Move to Lahore by car	Lahore
42	8/3	金	Meeting with Gujranwala WASA	Lahore
43	8/4	土	Meeting with Gujranwala WASA	Lahore
44	8/5	日	Documentation	Lahore
45	8/6	月	Meeting with Gujranwala WASA	Lahore
46	8/7	火	Meeting with Gujranwala WASA	Lahore
47	8/8	水	Meeting with Gujranwala WASA	Lahore
48	8/9	木	Meeting with Gujranwala WASA	Lahore
49	8/10	金	Meeting with Gujranwala WASA	Lahore
50	8/11	土	Meeting with Gujranwala WASA	Lahore
51	8/12	日	Documentation	Lahore
52	8/13	月	Meeting with Gujranwala WASA	Lahore
53	8/14	火	Move to Islamabad by car	Islamabad
54	8/15	水	Report to JICA on the completed application form for Gujranwala WASA	Islamabad
55	8/16	木	Documentation	Islamabad
56	8/17	金	23 : 20 ISB - 06 : 25 BKK (TG350)	
57	8/18	土	07 : 35 BKK- 15 : 45 Narita (TG676)	

1-4 調査方針

(1) 調査の進め方

WASA が上水道事業を管轄している都市水道は規模が大きく、すべての都市の状況を網羅的に調査することは困難であることから、まず対象都市の絞り込みを行うための情報収集を行い、対象とする2～3都市に対して詳細な調査を実施する。

第1段階の調査として、対象都市を絞り込むために既存資料及び開発計画のレビュー、パンジャブ (Punjab) 州及びシンド (Sindh) 州の関係機関 (P&D、UU、HUD&PHED、各都市の Development Authority、WASA) 及び他ドナー (世界銀行、アジア開発銀行、フランス開発庁等) にインタビューを実施する。2009年に実施した基礎情報収集・確認調査及び2010年に実施した「パンジャブ州上下水道管理能力強化プロジェクト詳細計画策定調査」で収集した情報を更新、不足する情報を補填し、先方ニーズの高いプロジェクトを各種クライテリアで選定する。

第2段階の調査として、選定した2～3都市において詳細調査を実施し、無償資金協力の要請書を作成する。また、必要に応じて技術協力に関する要請書を作成する。要請書の作成にあたっては、本年度の要望調査において、先方から日本国政府に対して要請を正式に提出してもらう必要があるため、採択見込みが高い案件に絞って作成するとともに、先方関係機関を巻き込んで作成することとする。

(2) 「水と衛生の確保プログラム」における整合性

JICA はパキスタンにおいて「水と衛生の確保プログラム」を実施している。本調査を通じて形成する案件は、本プログラムとの整合性について十分に留意することとする。

本プログラムは、主要都市における WASA の組織経営改善、計画立案能力及び運営維持管理能力向上をめざすものである。具体的には WASA のビジネスプラン策定や経営モニタリング体制の整備、顧客サービス改善、無収水削減といった経営の効率化を図る。アプローチとしてはラホール市を組織改善モデルと位置づけて重点的に支援し、同モデルを他都市にも水平的に展開していくというものである。本年度にはファイサラバードに経営改善の個別専門家を派遣する予定である。これらソフト面における支援に加えて、ハード面から水道システムのエネルギー効率化、無収水削減を支援することで、WASA の経営改善、能力強化をより効果的に行うことが可能になる。案件形成にあたっては、WASA の既存キャパシティ及び WASA に対する今後の JICA 支援との組み合わせに留意することとする。

(3) 送配水システムの効率化／無収水対策に資する案件の検討

本調査では以下の理由により送配水施設に関する支援を優先的に検討することとする。

上述のとおり、JICA の「水と衛生の確保プログラム」では WASA の経営改善、財務体質の強化、運営維持管理能力の向上に資する支援を実施することを方針としている。WASA の劣悪な経営状況を改善するためには、送配水施設の分離やポンプ直送式の送配水施設の効率化、無収水対策等により既存の水道施設の無駄を減らすことが肝要である。

水源の拡張に関しては、WASA が管轄する上水道事業では、ほとんどの都市において水源を地下水に依存しているが (ハイデラバードは表流水)、地下水に関しては既に過剰揚水による地下水位の低下や水質の悪化が起きている。一方、表流水に関しては、表流水水源が限

られているパキスタンでは他機関との水利権に関する調整が不可欠となる。加えて、過去の JICA 支援では灌漑下流域の住民からの苦情により長期にわたって事業が滞った事例が存在する。したがって、水源の拡張に関する支援は、ポテンシャルリスクが高い。

浄水施設に関しては、対象都市では地下水を主水源としていることもあり、そもそも浄水場の数が少ない。また、老朽化した管や管内負圧の発生による汚染、浄水と未処理の地下水との混合等もあり、末端での水質確保が困難である。加えて、WASA の経営改善に資する要素が限定的であるため、浄水施設よりも送配水施設に関する支援を優先することとする。

1-5 調査内容

- ①関連資料の収集及びレビュー
- ②パ国主要都市の関係機関を対象としたインタビューによる支援ニーズの把握
- ③インタビュー等による他ドナーの活動の把握
- ④簡易な現場踏査の実施（必要に応じて）
- ⑤収集した情報に基づく対象都市案の提案
- ⑥対象都市（2～3都市）に係る既存上水道施設の把握
- ⑦対象都市に係る既存上水道施設に係る問題分析
- ⑧対象都市に係る既存上水道施設改善案の検討・提案
- ⑨改善案に係る簡易な積算の実施
- ⑩事業案の提案
- ⑪調査報告書案の作成

第2章 パ国の主要都市上水道セクターの概要

2-1 上水道セクターの政策

(1) 国家飲料水政策 (National Drinking Water Policy, 2009)

パ国環境省 (Ministry of Environment) では、2006年の国家サニテーション政策 (National Sanitation Policy, 2006) に引き続き、2025年までにパ国のすべての人が安全で持続可能な飲料水にアクセスできることを目標とした、国家飲料水政策 (National Drinking Water Policy) を2009年に制定している。

国家飲料水政策は下記の6項から成っており、特に、第6項の Policy Guideline では、目標達成に必要な新しい上水道施設の整備やリハビリのための連邦政府、州政府、地方政府の財源確保の責務、水源保全、現地に適応した持続可能な技術と維持管理体制の導入、コミュニティの参画と権限委譲、住民への啓蒙活動 (節水・衛生教育)、水道事業体の運営管理能力強化、官民連携 (Public Private Partnership : PPP) の促進等の施策が盛り込まれているが、具体的な Action Plan の策定と年次目標の設定までには至っていない。

1. Preamble
2. Definitions
3. Present Situation
4. Goal and Objectives
5. Policy Principles
6. Policy Guideline
 - 6.1. Increasing Access
 - 6.2. Protection and Conservation of Water Resources
 - 6.3. Water Treatment and Safety
 - 6.4. Appropriate Technologies and Standardization
 - 6.5. Community Participation and Empowerment
 - 6.6. Public Awareness
 - 6.7. Capacity Development
 - 6.8. Public Private Partnership
 - 6.9. Research and Development
 - 6.10. Emergency Preparedness and Response
 - 6.11. Coordinated Planning and Implementation
 - 6.12. Legislation
7. Implementation and Monitoring

(2) 国家サニテーション政策 (National Sanitation Policy, 2006)

国家サニテーション政策は、国民の生活の質を高め健康な生活に必要な環境施設を整備するため十分なサニテーションを普及させることを目的として、2006年に環境省によって制定されている。同政策では、2015年までに未普及の衛生施設を半減させ、2025年までに100パーセントの普及とすることを政策目標として、以下のような施策の実施を掲げている。

- ・ 便所を普及させてし尿を適切に処理する (Open defecation free environment)。

- ・都市・地域計画、健康、環境、住宅、教育と連携した総合的な衛生プログラムを推進する。
- ・コミュニティ主導の総合サニテーション（Community Lead Total Sanitation）を促進する。都市部・人口稠密地区においては水洗便所と処理場に接続する下水管路施設を整備する。地方部・人口密度の低い地区では、便所を整備する。
- ・都市排水や工場排水対策のマスタープランを策定する。
- ・都市部及び人口 1,000 人以上の村落では、幹線管渠・処理場を開発者や行政が整備し、サニテーション施設を個人が整備する Component Sharing Model を採用する（後述）。人口 1,000 人未満の村落では、TMAs（Tehsil Municipal Administrations；地方自治体）や UC（Union Council）と連携した教育・動機づけ、技術支援、材料支給を含む Total Sanitation Model を採用する。
- ・環境省（Provincial Environmental Protection Agency）は、環境基準（National Environmental Quality Standard）を達成するために都市排水・工場排水に関するモニタリングを責務とする。

（3）パンジャブ州都市上水道・サニテーション政策（Punjab Urban Water Supply and Sanitation Policy, 2007）

パンジャブ州都市上水道・サニテーション政策は、前述の国家飲料水政策並びに国家サニテーション政策に準ずるもので、2007 年にパンジャブ州の政策としてパンジャブ州政府によって制定されたもので、都市の上水道とサニテーション（下水道・衛生施設）について政策目標と施策を掲げている。

上水道政策では、「安全な水の供給、並びに人類の財産である環境と水を保全して、適切な取水を考慮した持続可能な発展」を達成するために、以下のような施策の実施を掲げている。国家飲料水政策と同様に、具体的な Action Plan の策定と年次目標の設定までには至っていない。

- ・コミュニティの参加
- ・社会・環境への配慮
- ・管理能力の強化： 組織の管理能力の強化は、組織の機能を効果的・効率的にするために不可欠である。人的資源の開発を、サービスを通じた研修と組織・制度を適切に配備することによって達成する。
- ・PPP の促進
- ・環境、健康・衛生の教育
- ・モニタリング及び評価： プロジェクトのライフサイクルにおいて、ベンチマーキング指標（上水道実績指標）を使って組織運営のモニタリングと評価を実施する。

また、同政策の中で、パンジャブ州の都市上水道の現状を以下のように分析している。

人口 8,600 万人のうち 2,700 万人が都市域に居住し、地下水を主要な水源としているが、過剰な取水によって水位が急速に低下している。地下水に関する権利と規制が、不十分である。ラホール、グジュランワラ、ムルタンでは地下水は豊富であるが、ファイサラバードや多くの市では不足し、塩水化が進み、灌漑用水路からの浸透水を水源としている。

(4) パンジャブ州自治水道令 (Punjab Municipal Water Act 2011)

パンジャブ州の乳幼児の死亡原因の40%が汚染された飲料水であり、パンジャブ州の市民の50%が安全な飲料水にアクセスできていないことを憂慮して、PML-N (Pakistan Muslim League-Nawaz) によって、パンジャブ州の9,000万人の市民に安全な水を供給することを目的として、2008年にパンジャブ州自治水道令の制定が動議された。その後、原案の策定作業が遅れ、現在最終案が確定し、閣議決定後に議会に上程されて承認されることになっているが、来年の総選挙との絡みもあって、まだ成立に至っていない¹。

原案では、パンジャブ州には水道、ハンドポンプ、井戸水、ボトルウォーター等に関する規制がなく、また、水道料金を包括的に考慮して決定する機関もないことから、安全な飲料水は人類の基本的権利であり、州政府に責任があることを宣言し、水源の保護から水道サービスの質の確保に至るまでを規制する法令となっている。原案では、水道事業者の運営維持管理費を賄える水道料金を、責任をもって決定する委員会 (Commission) の創設を提唱しており、その構成メンバーを以下のように規定している。

- ・ 地方政府の次官
- ・ 住宅都市開発局 (The Housing, Urban Development and Public Health Engineering : HUD&PHED) の次官
- ・ 環境保護局 (Environmental Protection Department) の次官
- ・ 灌漑局 (Irrigation Department) の次官
- ・ 民間から4人の専門家
- ・ パンジャブ州議会から2名の議員
- ・ 都市の代表者 (パンジャブ州政府の任命)
- ・ 村落の代表者 (パンジャブ州政府の任命)

2-2 上水道セクターの行政組織

2-2-1 パンジャブ州の行政組織

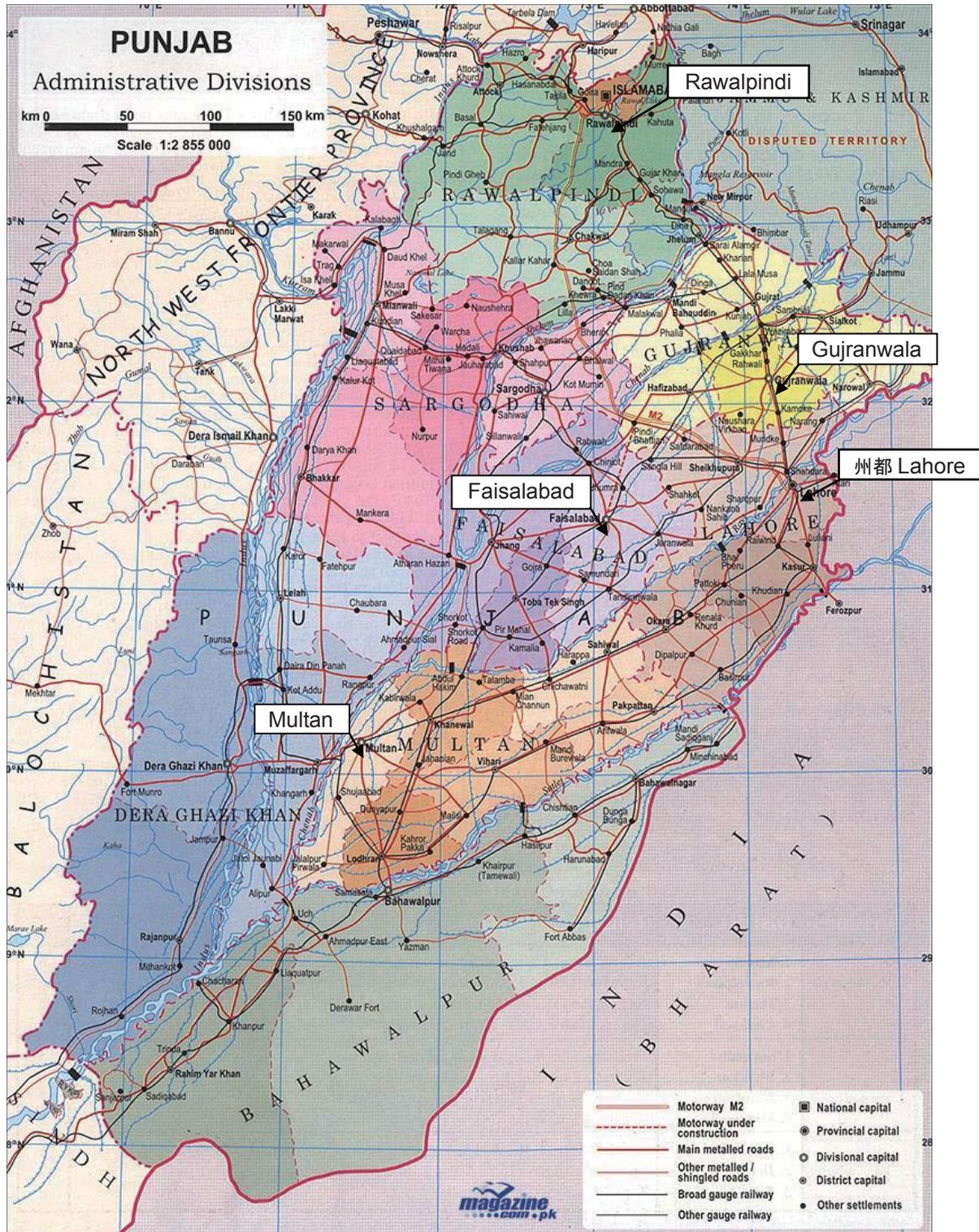
パンジャブ州の上水道セクターは、パンジャブ州住宅都市開発局 (HUD&PHED) が管轄しており、パンジャブ州計画開発局 (Planning & Development Department : P&D) の下部組織のアーバン・ユニット [The Urban Sector Policy & Management Unit (通称 Urban Unit : UU)] が都市部の上下水道を含むインフラ整備に係る計画・政策立案を行っている。

一方、実際の上下水道事業の運営維持管理は、パンジャブ州の各自治体 (District) が行っており、現在、パンジャブ州には36の District がある。パンジャブ州の36の District のうち、大都市であるラホール、ファイサラバード、ラワルピンディ、ムルタン、グジュランワラの5つの District では、各開発局 (Development Authority) の下に上下水道公社 (WASA) が設立されている。その他の District ではまだ WASA が設立されておらず、各自治体の Tehsil Municipal Office の下にあるインフラサービス (Infrastructure and Services) 部が運営維持管理を行っている。図2-1にパンジャブ州の行政区域図を示す。

上水道セクターの予算は、開発予算と運営維持管理予算に分かれており、開発予算は州政府等から支出され、WASA 及び各自治体のインフラサービス部の運営維持管理予算は水道料金収

¹ 出典 : Pakistan Today, August 13, 2012, "CM's Brainchild Punjab Municipal Water Act lying in limbo"

入で賄われることになっているが、水道料金の値上げを州政府が承認しないため、その見返りとして、事実上、運営維持管理費の赤字分も州政府が補填している。



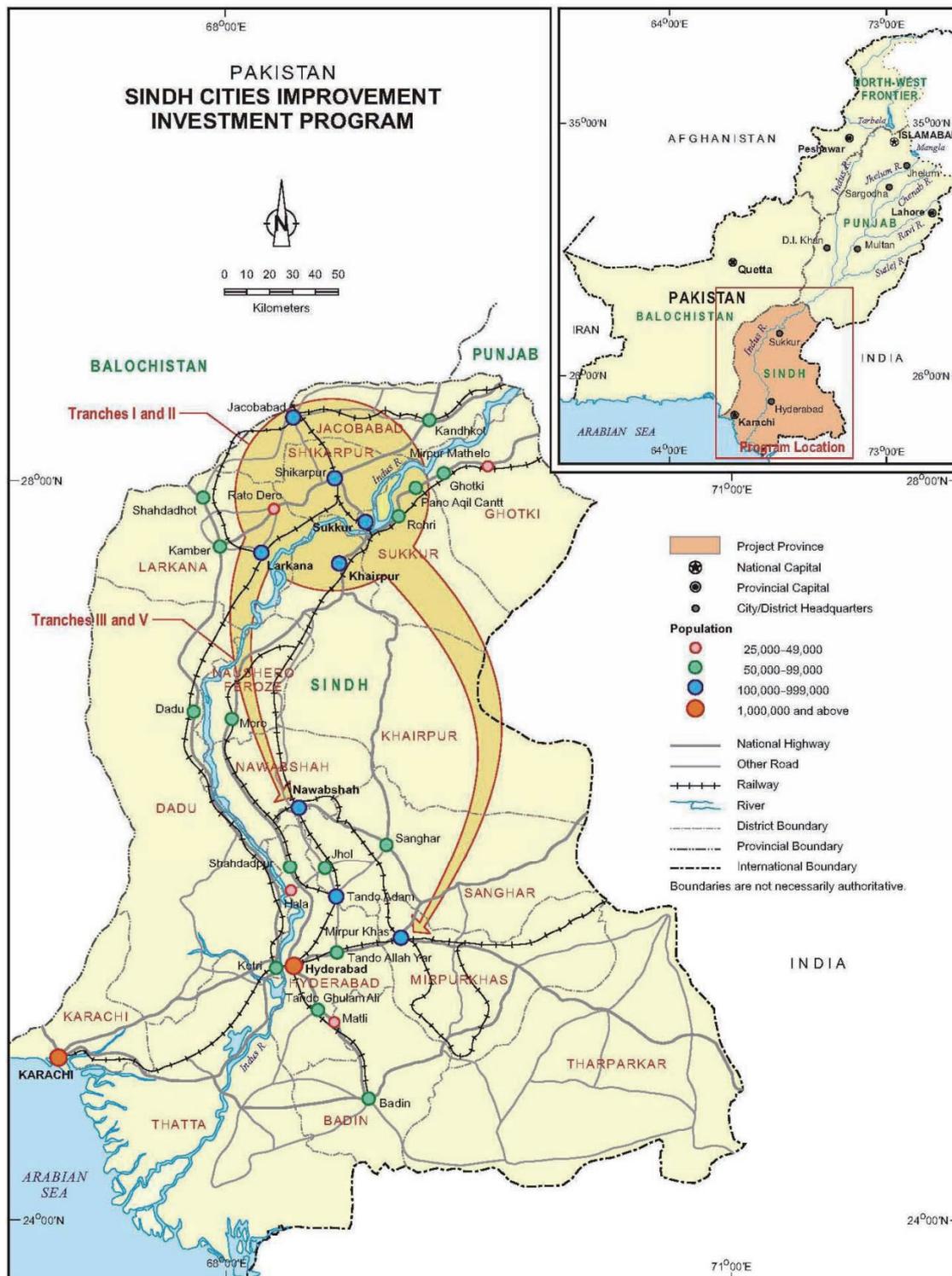
出典： <http://www.columbia.edu/itc/mealac/pritchett/00maplinks/modern/pakadmin/punjabadmin.jpg>

図 2-1 パンジャブ州の行政区域図

2-2-2 シンド州の行政組織

シンド州の上水道セクターは、公衆衛生技術局（Public Health Engineering Department : PHED）がカラチ市とハイデラバード市以外の都市水道及び村落給水を管轄している。実際の運営維持管理はパンジャブ州と同様に、自治体の Tehsil Municipal Office の下にあるインフラサービス（Infrastructure and Services）部が運営維持管理を行っている。

カラチ市は Karachi Water & Sewerage Board が開発から運営維持管理までの責任を負っており、ハイデラバード市はハイデラバード開発庁（Hyderabad Development Authority : HDA）が管轄し、その下でハイデラバード WASA が運営維持管理を行っている。図 2-2 にシンド州の人口規模別都市位置図を示す。



出典：Sindh Cities Improvement Investment Program, ADB November 2008

図 2-2 シンド州の人口規模別都市位置図

現在、シンド州ではハイデラバード WASA のほかに、アジア開発銀行（ADB）の支援で 2009 年にシンド州北部の 6 つの TMA（Sukkur、New Sukkur、Rohri、Khairpur、Larkana、Shikarpur）の都市部を給水サービス地域とした Sukkur WASA が設立され WASA が 2 つとなっている。

一方、パンジャブ州に倣ってシンド州でも、P&D の下部組織として都市部の上下水道を含

むインフラ整備に係る計画・政策立案を行うアーバン・ユニット（UU）を、2012年4月に組織している。

2-3 主要都市上水道セクターにおける課題

本件調査対象のパンジャブ州の4つのWASA（ラワルピンディ、グジュランワラ、ムルタン、ファイサラバード）、並びにシンド州のハイデラバードWASAの水道事業実績指標を表2-1に示す。

表2-1 調査対象の5つのWASAの水道事業実績指標

州	パンジャブ				シンド
	ラワルピンディ	グジュランワラ	ムルタン	ファイサラバード	ハイデラバード
WASA					
人口	1,300,000	1,700,000	1,800,000	3,100,000	1,700,000
給水人口	1,170,000	544,000	1,200,000	1,550,000	1,500,000
給水率	90%	32%	60%	50%	88%
給水栓数	92,468	29,375	43,996	110,452	-
給水時間	8 hr/日	14 hr/日	6 hr/日	7 hr/日	18-24 hr/日
水使用量原単位	150 リットル/人/日	227 リットル/人/日	225 リットル/人/日	112 リットル/人/日	-
無収水率 (%)	38%	50%	40%	33%	50%
メーター設置率	1.47%	0.0	0.0	1.47%	95%
コストリカバー率	1.14	2.10	2.80	1.01	1.05
平均水道料金	Rs. 7.28/m ³	Rs. 7.10/m ³	Rs. 9.66/m ³	Rs. 6.13/m ³	-
料金未徴収額	18.8 カ月分	8.1 カ月分	34.2 カ月分	15.7 カ月分	-
料金請求率	100%	25%	30%	92%	-
料金徴収率	75%	40%	88%	51%	-
1,000 給水栓当たりの従業員数	12	6	5.41	6.45	9.0

出典：P-WOPs Members Directory、Punjab Water Utilities Data Book 及び Benchmarking for Performance Improvement in Urban Utilities (WSP Report, February 2010)

上記の水道事業実績指標（Performance Indicator）にみられるように、給水率が、グジュランワラWASA、ムルタンWASA、ファイサラバードWASAでは32～60%と依然として低い状況にあり、給水時間もハイデラバードWASAを除いては6～14時間と短く、無収水率も33～50%と高い水準にあり、多くの課題を抱えている。

経営面でも、すべてのWASAでコストリカバー率が1.0以上となっており、水道料金収入では運営維持管理費を賄えず赤字経営となっている。また、水道水質の面では配水管網への汚水の浸入による水質汚染が深刻な問題となっており、井戸水源の問題では井戸の地下水位の低下が問題となっている。

(1) WASA の水道事業経営の現状

WASA の特徴として、水道料金の安さ (Rs. 6.13 ~ 9.66/m³) と料金未徴収額の多さ (8.1 ~ 34.2 カ月分) が挙げられる。その背景として、水道料金の値上げは州政府の承認事項となっており、政治的な配慮から水道料金の値上げが 2006 年から見送られている。その見返りとして、運営維持管理費の赤字分は州政府が補填しており、水道事業体として独自の経営判断と独立採算制が確立されておらず、この制度のあり方が WASA の経営改善を一層難しくしている。

(2) WASA の無収水対策の現状

現在、無収水率が 33 ~ 50% と高い水準にあると推計されているが、どの WASA も地上に見える漏水の補修作業に追われるのみで、計画的に無収水削減対策を実施するまでには至っていない。また、シンド州のハイデラバード WASA を除き、パンジャブ州の 4 つの WASA では一般家庭用の量水器 (水道メーター) が全く設置されておらず、水道料金は住宅の敷地面積に応じた定額のフラット料金制となっているため、正確な無収水率の測定もできず、実際の正確な数値と実態は全く分からない状況にある

限られた水資源の有効利用の観点からも、WASA の財務体質の改善の観点からも、無収水削減対策の実施は重要かつ不可欠な要因であることは、州政府も WASA も十分認識しているものの、赤字経営の中で、配水管網のリハビリ・更新、水道メーターの設置等の無収水対策実施のための予算も計画もなく、改善への展望が見えない状況にある。

(3) 汚水の浸入による水質汚染の現状

現在、どの WASA も絶対的な水供給能力不足、あるいは井戸ポンプ運転の電力料金節約のために計画的な時間給水を行っており、顧客が給配水管からポンプで強制的に吸引するため、配水管網内が負圧となり亀裂や損傷を生じ、汚水の浸入を招く原因となっている。

根本的な対策は 24 時間給水の実施であるが、そのためには水供給能力強化のための施設整備への投資と適切な運転維持管理のための予算の確保が必要であるが、現状の WASA の赤字経営の中では、その実現は難しい状況にある。

(4) 井戸の地下水位の低下の現状

地下水を主水源としている、ラワルピンディ WASA とムルタン WASA では、井戸の地下水位の低下が著しく、ラワルピンディ WASA では年間 1.8m の地下水位の低下が記録されており、表流水源の開発が課題となっている。

2-4 上水道セクターにおける他ドナーの動き

2-4-1 アジア開発銀行 (ADB)

(1) 過去の支援プロジェクトの動向

ADB の上水道セクターの支援は、1980 年代後半 ~ 1990 年代には主要都市の都市水道を中心に行っており、本件調査対象のファイサラバード WASA やハイデラバード WASA の大規模なポンプ設備はすべて ADB の支援で建設されている。その後、2000 年代に入っからは、中小都市の上下水道並びに村落の給水・衛生施設改善、運営管理能力強化を中心

に支援を行ってきている。以下に過去 10 年間における ADB プロジェクトの概要を示す。

1) Punjab Community Water Supply and Sanitation Sector Project

期間：26 August, 2002 ~ 30 June, 2007

事業実施機関：HUD&PHED

対象地域：パンジャブ州の全 District の村落

プロジェクトは、次の 4 つのコンポーネントで構成されている。

Part A：上水道・排水施設建設

500 の低コスト型の上水道、排水、サニテーション施設の建設及び 250 のリハビリテーションを実施する。

Part B：運営管理能力強化

すべての District にコンサルティングサービスを提供し、組織の管理能力を強化する。

Part C：衛生教育プログラム

教育機材、車両及びコンサルティングサービスを提供し、Tehsil（地方自治政府）を支援し便所を設置するための教育を行う。すべての学校に水道・便所を設置する。

Part D：貧困撲滅プログラム

マイクロクレジット・財政支援、コミュニティアドバイザー、機材・車両を含む。

2) Southern Punjab Basic Urban Services Project

期間：18 Dec., 2003 ~ 31 Dec., 2009

資金：Asian Development Fund (US\$ 45.0 million)

事業実施機関：Local Government and Rural Development Department, Government of Punjab

プロジェクトコンポーネントは、パンジャブ州の南部地域の 6 つ District (Bahawalpur、Dera Ghazi Khan、Khanewal、Multan、Muzaffargarh、及び Rajanpur) 内の 21 の Town において、上水道、サニテーション、廃棄物、雨水排水、及び道路・歩道を整備するプロジェクトで構成されている。TMAs の管理能力強化については、設計・施工監理 (Package A) と組織強化 (Package B) で、構成されている。施設建設については、以下のような結果になっている。

- ・ 7 つの Town の上水道プロジェクトのうち 5 つの Town で完成し、Bahawalpur と Hasilpur で、コンプライアンスや安全確保のため中止となった。
- ・ 既存の下水管路施設のリハビリテーションと、幹線管渠、面整備管、ポンプ場を含む拡張事業。19 の Town で実施、3 つの Town で中止。5 のサブプロジェクトがコンプライアンスと安全確保のためキャンセルされた。
- ・ 15 の Town で下水処理場プロジェクトを実施。多くの下水処理場は、予定より遅れて用地が引き渡された。5 プロジェクト及び 3 サブプロジェクトが、コンプライアンス及び安全確保のため、中止された。
- ・ 廃棄物処理。14 の Town の埋立て処分、及び 21 の Town で機材を購入。4 サブプロ

プロジェクトが、プロジェクトスコープの理由で中止となった。

3) Rawalpindi Environmental Improvement

期間：13 Dec., 2005 ~ 31 Dec., 2009

資金：Asian Development Fund (US\$ 40.0 million)

プロジェクトは、次の3つのコンポーネントで構成されている。

- ・ 下水管路施設、下水処理場、雨水排水施設、廃棄物管理、屠殺場の移設、公衆便所を含む環境改善
- ・ 井戸の移設・リハビリ、給水管網のリハビリと建設、水道メーターの設置、学校の上下水道施設を含む上水道改善
- ・ 行政能力の強化、都市環境改善計画、アセット・マネジメント・システム及び都市計画を含む管理能力強化

プロジェクトで計画されていた下水処理場の建設については、結果的には、下記の理由により建設されることなくプロジェクトを終了している。

- ・ 下水処理場建設のための住民移転計画が、改定できなかった。
- ・ 下水処理場を含むサブプロジェクトの安全が確保されなかった。
- ・ 住民移転計画と下水処理場建設の実施、事業のモニタリング及び書類作成に乖離があった。
- ・ 下水放流管渠及び下水処理場の形状、事業計画及びコスト決定に2年以上の遅れが生じた。
- ・ プロジェクト・マネジメント・ユニット (PMU) のプロジェクト管理能力が劣り、コンサルタントが、安全管理及びプロジェクト管理を実施しなかった。

(2) 現在の支援プロジェクト

ADB では上記の Rawalpindi Environmental Improvement を最後に主要都市の水道事業体への支援は行っていない。現在は、まだ WASA が設立されていない中小都市の TMA の上下水道・廃棄物管理の支援に対象を移してきており、シンド州において中規模都市 (Secondary City) を対象に、PPP による上下水道・廃棄物管理プロジェクト (Sindh Cities Improvement Investment Program) を行っている。以下にプロジェクトの概要を示す。

Sindh Cities Improvement Investment Program

期間：2009 ~ 2018

資金：Asian Development Fund (US\$ 300.0 million)

Sindh Government Fund (US\$ 100.0 million)

プロジェクトのスキームは、PPP による上下水道・廃棄物処理プロジェクトを DBLO (Design, Build, Lease and Operation) 方式で実施するもので、上下水道・廃棄物処理を行う新会社を民間企業と地方政府で設立して事業を行う。新会社は独立採算制の公営企業体で、コ

ストを賄うために必要かつ適正な水道料金と実際の安い水道料金との差額は、地方政府が新会社に対し補填するシステムとなっている。その適切な水道料金は、新しく設立される Regulator によって、事業を評価して決定される。

上下水道施設等の所有権は地方政府にあり、一定期間新会社にリースし、新会社は料金収入で運営維持管理費と投資コストを賄う。上下水道施設の拡張・更新に必要な資金は ADB が州政府を通して新会社に貸し付け、州政府がそれを保証する。PPP に参入する民間企業はパ国の会社を対象とし、ビジネスプラン/マスタープランを独自に作成して応札する。新会社のマネジメント・運営維持管理に必要な人材の育成については、ADB がカラチ大学と連携して研修プログラムを実施している。

ADB ではこのプロジェクトの準備に9年間を要し、いろいろな教訓を得て実施に至っている。プロジェクトの2018年での投資計画を表2-2に示す。プロジェクト期間の10年間を5つのTrancheに分け、Trancheごとに都市を選定して実施していく計画である。

Tranche 1では、シンド州の人口10～20万人の6つの都市（Sukkur、New Sukkur、Rohri、Khairpur、Larkana、Shikarpur）で既にプロジェクトが実施され、NSUSC（North Sindh Urban Services Corporation）-Sukkur WASA の設立に至っている。

表2-2 Trancheごとの投資計画

Tranche	計画年	ADB 資金 (US\$ million)	政府資金 (US\$ million)
Tranche 1	2009～2012	38.0	12.0
Tranche 2	2010～2014	50.0	16.0
Tranche 3	2011～2015	70.0	24.0
Tranche 4	2013～2017	75.0	25.0
Tranche 5	2014～2018	67.0	23.0
		300.0	100.0

出典：ADB, 2008

2-4-2 世銀/WSP（Water Supply and Sanitation Program；上下水道プログラム）

現在、パ国の都市水道施設整備に対して世銀の融資は行われていない。一方、WSPが無償援助で、2003年から継続して水道事業実績指標の導入とモニタリングに係る技術支援を行っている。

（1）Benchmarking for Performance Improvement in Urban Utilities

WSPでは、2003年から南アジア3カ国（バングラデシュ、インド、パキスタン）の30以上の水道事業体を対象に、水道事業体の経営・運営管理能力の継続的な改善のためのツールとして水道事業実績指標（Performance Indicator）の導入を提唱し、導入の指導、並びに実態調査とモニタリングを行ってきており、2010年に報告書を公表している²。

² A Review in Bangladesh, India and Pakistan, Benchmarking for Performance Improvement in Urban Utilities, February 2010

パンジャブ州においても、同プログラムの支援で UU が中心となって、パンジャブ州の各 WASA に水道事業実績指標の導入を指導し、並びにモニタリング結果の提出を義務づけ、Punjab Water Utilities Data Book としてデータが公表されるに至っている。

(2) パキスタン水道事業者連携 (Pakistan Water Operators' Partnership : P-WOPs)

WSP では上記の水道事業実績指標の導入に引き続き、持続可能で国際水準のサービスを提供するようになるためには、WASA 及び関係機関間の情報交換、技術・運営能力を強化するための連携、成功事例の技術・知識の共有等が不可欠であるとして、P-WOPs を立ち上げ、2011 年にラホールで第 1 回パキスタン都市フォーラム (Pakistan Urban Forum : PUF) を開催している。

その後、2012 年 6 月 19 日～21 日に「Serving the Un-Served Urban Poor - Potential Role of Innovations and Platforms in Urban Water & Sanitation Services」と題して、政府関係機関、水道事業者、ドナーが参加したワークショップを開催し、連携のためのプラットフォームの役割を果たしている。現在、P-WOPs の事務局はパンジャブ州の UU に置かれている。

また、P-WOPs では、パートナーである水道事業者の技術者の訓練機関として、JICA の Punjab WASA Academy プロジェクト³に注目し、P-WOPs の予算が限られていることから、同プロジェクトへの参画 (共同運営) を表明している。しかしながら、同プロジェクトのパ国側実施機関である UU では、PC-1 の変更に伴うプロジェクト開始の更なる遅れを嫌い、当面は JICA 単独でのプロジェクトの実施を示唆している。

2-4-3 フランス政府

現在、フランス政府による融資での支援が、ファイサラバード WASA で実施されている。

Extension of Water Resources for Faisalabad City

期間 : 2010 ~ 2015

資金 : French Fund [Rs. 5,133 million (2012 年時点)]

Local Fund (Rs. 30 million)

融資条件 : 金利 1%、償還期間 20 年

上記プロジェクトは 2010 年に借款契約が締結され、タイド案件でフランスのコンサルタントとコントラクターによって実施されている。契約形態はターンキー (Turn-Key) 方式で、コントラクターの設計・施工となっており、現在、設計の段階にある。プロジェクトの概要は以下のとおり⁴。

- ・ Jhal Khanuana 浄水場の建設 (浄水能力 10MGD)⁵
- ・ 幹線配水管布設 (φ 1,200mm・L=6.5km)
- ・ Rakh Branch Canal 上流部の井戸建設 (10 本・給水能力 5MGD)
- ・ 市内の配水ポンプの更新 (12 台)

³ 「パンジャブ州上下水道管理能力強化プロジェクト」(2010 年 2 月に詳細計画策定調査実施済み)

⁴ プロジェクトの詳細については、本報告書 3-1 「ファイサラバード WASA の上水道の現状」参照。

⁵ MGD (Million Gallons per Day) ; 1MGD=4,500m³/日

- バルクメーターの設置 (51 個)
- 水道メーターの設置 (工業顧客用 1” ～ 3” 585 個)
- 水道メーターの設置 (一般家庭用 1/2” 20,000 個)
- 地理情報システム (GIS) 及び配水管網の水理解析

第3章 対象都市の上水道の現状

3-1 ファイサラバード WASA (FWASA) の上水道の現状

3-1-1 FWASA の組織制度・人員体制

FWASA は総裁以下、約 2,400 職員で構成されている。図 3-1 に FWASA の組織図を示す。組織図から分かるように、総裁の下に 3 人の副総裁が配置され、それぞれ、財政・歳入、技術、サービス局を統括している。財政・歳入局には、管理部、財政部及び歳入・回収部が設置されている。技術局には、建設 I 部、同 II 部及び計画・開発／プラント・システム部が、サービス局には、東地区 O&M (Operation and Maintenance ; 運転・維持管理) 部、西地区 O&M 部、水道 O&M 部、下水部及び排水管理部が設置されている。また、総裁の顧問として、情報・通信担当のディレクターを配置している。

会計上認められている職員数は総数 2,685 人であるが、現状は 2,397 人体制の運営となっている。そのうち、正規職員は 1,570 人、残りの 837 人は契約職員あるいは業務ごとに雇われる作業員である。

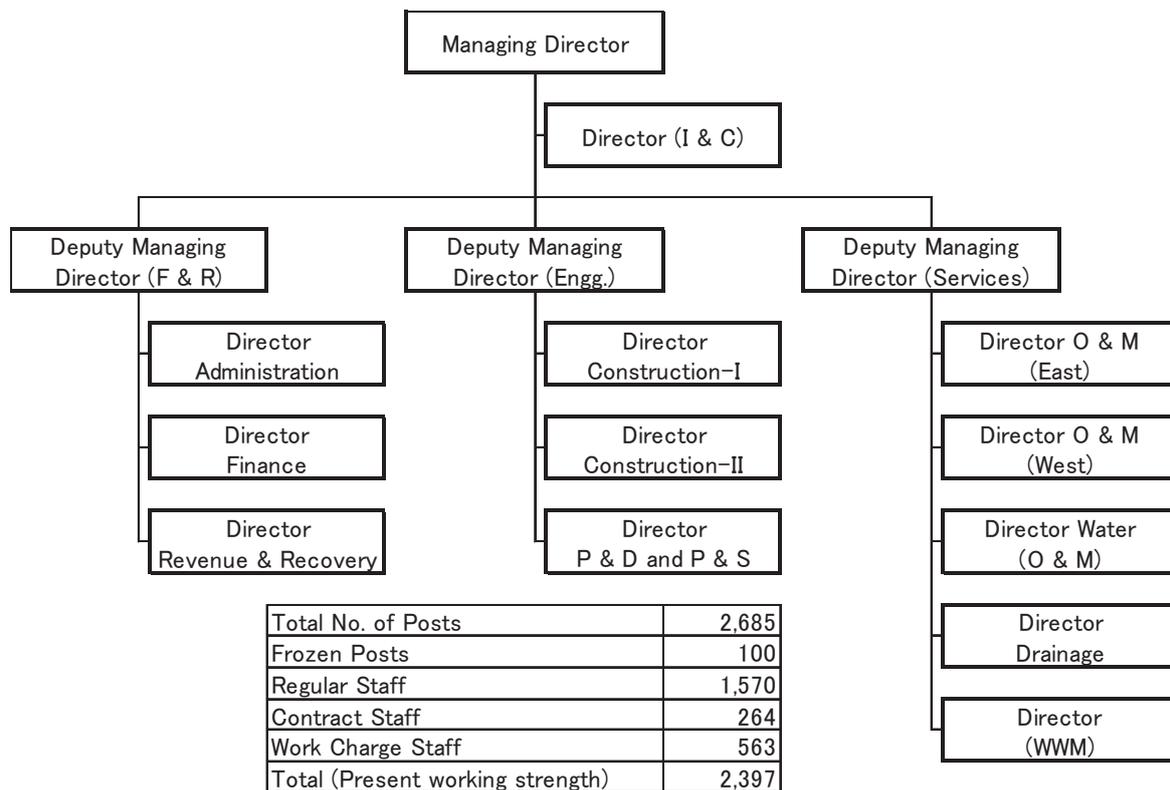


図 3-1 FWASA 組織・人員体制

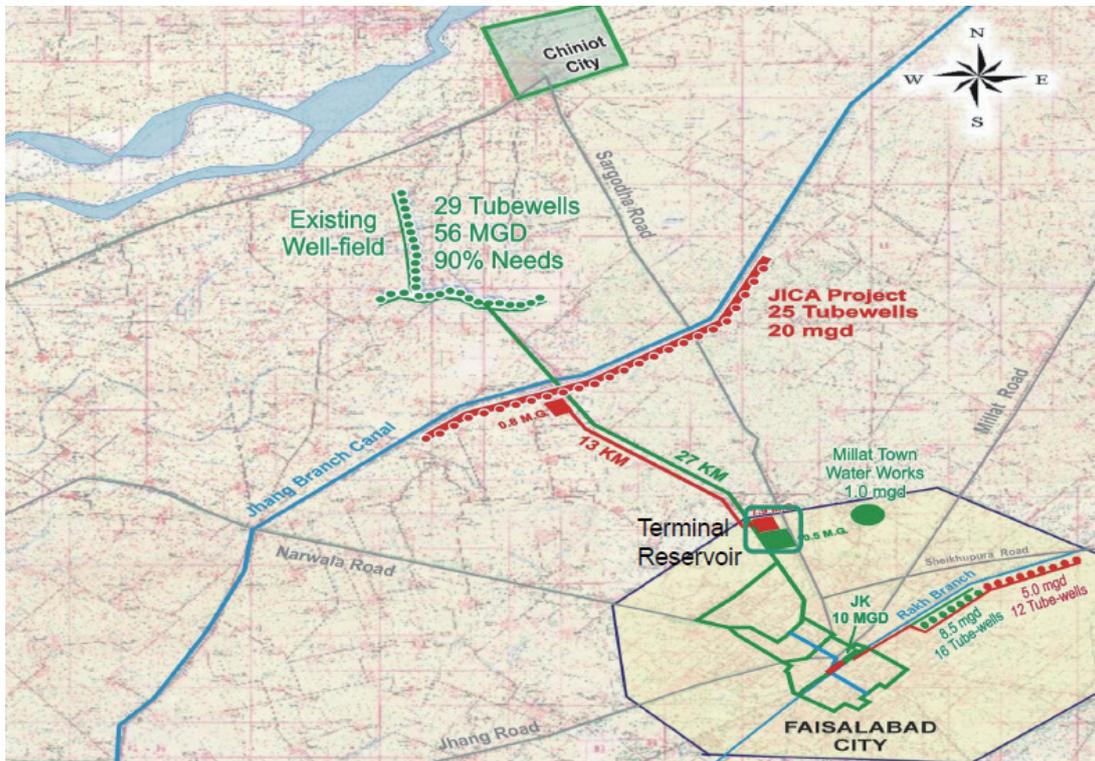
3-1-2 上水道システムと給水状況

(1) 給水システム

市内の地下水源は塩濃度が高く飲料に適さないため、シニョット (Chiniot) 市郊外でチェナブ (Chenab) 川の伏流水を 29 本の井戸で汲み上げて、一部をバイパス送水管で経由送水するとともに途中にあるターミナル・リザーバー (Terminal Reservoir) を経由して市内

まで 27km 送水している（設計給水能力 58MGD）。これが、現在 FWASA が給水している水量の 90%を占めており、この水が届かない残りの 10%は、運河の水を水源とする 2カ所の浄水場（普通沈殿池+緩速砂ろ過）から給水されている。

図 3-2 は、既存と給水システムと給水区域をイラストで示したものである。また、JICA 無償資金協力による水源井戸、及び送水管も併せて示してある。



出典：FWASA

図 3-2 FWASA の水源井戸、送水管、給水区域

ファイサラバード市の給水状況は、地下水源に最も恵まれない地域であるため、絶対的に水道水源が不足しており、1日6時間の時間給水（朝 5:30～7:30、昼 11:00～13:00、夜 16:30～18:30）を余儀なくされている。JICA 無償資金協力によるジャン用水路（Jhang Branch Canal）の伏流水を水源とする、井戸（25本）と送水管（13km）の建設が着工したところであり、これにより給水能力は 20MGD 増加する。

（2）給水能力と水需要

表 3-1 は、ファイサラバード市の給水能力の現況、及び計画中のプロジェクトによる増強給水量を示したものである。表には、現在の水需要量、130MGD も併せて示してある。既存施設による給水能力は 65MGD であるので、現状では水需要の半分程度の供給能力しかない。また、計画中のプロジェクトによって給水能力は 50MGD 増加し、合計 115MGD の給水能力となるが、現在の水需要をカバーするまでには至らない状況である。

表 3 - 1 FWASA の水需給の現況

(単位 : MGD)

Existing Water Supply Resources	Capacity
Tube-wells Well-field Area	56
Tube-wells along RB Canal	8
Millat Town Water Works	1
Total	65
On-going Projects :	
JICA Project	20
French Project	15
Tube-wells along RB Canal	5
Jhal Khanuana	10
Total	50
Grand Total	115
Total Current Water Demand	130
Gap	-15

出典 : FWASA プレゼンテーション用パワーポイント資料

(3) 水需給予測

FWASA は、2025 年までの水需要予測を表 3 - 2 のように予測している。そのため、上水道拡張計画 I として、前述のフランスによるプロジェクトで水供給能力 20MGD の増強を図るとともに、上水道拡張計画 II として、Chenab 川堤防沿いに 50MGD の水源を開発し、ターミナル・リザーバーと増圧ポンプ場、40km の幹線配水管を敷設し将来の水需要に対応する計画である。

表 3 - 2 FWASA の水需要予測

(単位 : MGD)

Year	2015	2020	2025
Demand	160	190	225

出典 : FWASA

(4) 給水諸指標

表 3 - 3 は、FWASA の給水諸指標を示したものである。過去 4 年間の推移を見ると、人口は 30 万人増加し、2011 年現在 3.1 百万人となっている。人口増加率は 3.5% と推定される。人口増加にもかかわらず、給水率は 50% を確保している状況である。

年間の水生産量は、87 百万 m³ であり、そのうち販売数量は 60 百万 m³ となっている。1 人 1 日当たり水消費量は、2011 年で 107 リットルである。年間水生産量に対する販売量の割合は、7 割程度となっている。営業収支比率 (Operating ratio) は、2009 年度から 1.0

を超えている。家屋接続数は、過去4年間で、17,200程度増加しているが、この2年ほどでは2,000程度の増加である。2012年現在の給水接続栓数は110,457栓で、5つのWASAのなかではラホールWASAに次いで2番目である。

量水器は、商工業施設の水利用者にのみに設置されており、家屋接続では設置していない。家屋接続の1m³当たりの平均水道料金は、ここ3年間4Rs./m³程度となっており、かなり低い単価が維持されている。1,000接続数当たりの従業員数は6.5人弱であり、5.0という世銀の標準的な数値より若干大きい値を示しているが、ほぼ妥当な従業員数と考えられる。Unaccounted-for water (UFW；不明水)、Non-revenue water (NRW；無収水)の値として、30%程度の値が示されているが、あくまでもWASAの想定数値である。

表3-3 FWASAの給水諸指標

(a) Water supply data

Year	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
Population (M)	2.80	2.90	3.00	3.10
Population served (M)	1.40	1.45	1.50	1.55
Households connected	93,200	108,350	109,750	110,369
Connection metered (%)	1.74	1.50	1.48	1.47
Annual production (Mm ³)	73.00	73.83	86.33	87.10
Annual volume sold (Mm ³)	49.22	51.30	60.51	60.18
Distribution pipe (km)	1,407	1,425	1,457	1,471

(b) Service indicators

Year	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
Water coverage (%)	50	50	50	50
Water availability (hours/day)	6.25	6.25	6.50	6.50
Per capita consumption (l/c/d)	97.00	96.00	109.00	107.00
Average tariff (Rs./m ³)	3.20	4.02	3.90	4.22
Annual volume sold (Mm ³)	49.22	51.30	60.51	60.18
Distribution pipe (km)	1,407	1,425	1,457	1,471

(c) Efficiency indicators

Year	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
Unaccounted-for water (%)	31.82	30.56	30.34	31.19
Non-revenue water (%)	31.32	30.22	29.90	30.91
Unit production cost (Rs./m ³)	4.70	5.81	5.57	4.71
Operating ratio	0.95	0.85	1.09	1.0

Collection period (months)	13.39	11.70	10.44	11.12
Staff/1,000 connections	7.08	6.31	6.23	6.45

出典：FWASA 質問票への回答、及び財務諸表

(5) 主要水源

表 3-4 は、FWASA の主要給水施設を示したものである。進行中のプロジェクトも含め、水源は圧倒的に地下水源となっている。ほぼ完成している JICA プロジェクトも含めて、深井戸は 72 本、119MGD の生産量である。それに対して、表流水源はわずか 2MGD である。今後、フランスのプロジェクトが実現すれば、10MGD の表流水源の増強が可能となる。

表 3-4 主要水源と浄水量

No.	Description	No.	MGD	Year of Construction
A Ground Water sources				
1	Chiniot Well Field	25 4 29	56	Tube wells, Inline Booster Pumping station and terminal reservoir constructed in 1990 & make operational in 1993. Rehabilitation of turbine pump of tube wells carried out in 2010. Whereas the pumping machinery at Inline pumps station & TR pump station not replaced. Installed in 2002. Total Design capacity 58MGD
2	Rakh Branch Canal	6 10 12 18	13	Installed in 1983 Installed in 2003 Installed in 2011 (yet under commissioning) Total design capacity 13.5MGD
3	JICA Project	25	20	Installed in 2012. Design capacity 20MGD
Subtotal		72	119	
B Surface water sources				
1	Millat Town water work		0.8	Installed in 1993
2	Jhal Khanuana water work		1.0	Constructed in 1937, 1st rehabilitation 1983 & proposed. (Design capacity 3.0MGD)
Subtotal			1.8	
Grand Total			120.8	

出典：FWASA 資料

(6) 主要給水施設

表 3-5 は、FWASA 所有配水池の一覧である。水源井戸から直接あるいはターミナル・リザーバーを通して、浄水はこれらの配水池に送水され、その後各戸や商工業施設等に配水される。本表では、48 地区の配水池がリストアップされている。高架水槽は 41 基、地上配水池は 30 基設置されている。しかしながら、そのうち、運転されている配水池と

運転不可配水池は、高架水槽でそれぞれ 21 カ所及び 20 カ所、また、地上配水池では、同様に、それぞれ 15 カ所ずつである。

現状の配水池容量は、高架水槽で約 1.5MG、地上配水池で 12.3MG である。高架水槽では、配水池総容量の 50%以上の容量が運転不可となっている。それに比べて、地上配水池では、利用不可となっている配水池容量は、総配水池容量の 13%程度である。

表 3 - 5 FWASA 所有配水池の一覧表

No.	Location	Status	Overhead	Ground	Const.Type	Const.Year
1	Kaleem Shaheed Colony-2	Non-Operative	100000	100000	R.C.C	1986
2	Kaleem Shaheed Colony-1	Non-Operative	100000	10000	R.C.C	1986
3	CHAK NO 279/R.B	Non-Operative	30000	30000	R.C.C	1985
4	Chuhar Majra GMA	Non-Operative	50000	200000	Brick	1968
5	Adam Chowk GMA	Operative	50000	-	Brick	1959
6	G.M Abad Water Works	Operative	-	700000	Brick/RCC	1962
7	Kanak Basti GMA	Non-Operative	50000	-	R.C.C	1983
8	Muhammad Pura	Non-Operative	100000	20000	R.C.C	1976
9	Saman Abad (Qadri Chowk)	Non-Operative	50000	-	Brick	1960
10	Gulberg-C	Non-Operative	200000	-	R.C.C	1982
11	Gulberg	Non-Operative	50000	200000	Brick	1963
12	Gulfishan Colony	Operative	50000	200000	Brick	1978/1986
13	Jinnah Colony	Non-Operative	50000	130000	Brick	1954
14	Gujjar Basti	Non-Operative	50000	150000	Brick	1952
15	Dhobi Ghat	Non-Operative	30000	30000	Brick	1957
16	Jhang Bazar	Non-Operative	50000	100000	Brick	1951
17	Nazim Abad	Operative	50000	100000	Brick	1957
18	212RB Sir Syed Town	Non-Operative	100000	-	R.C.C	1985
19	Factory Area	Operative	50000	200000	Brick	1969
20	Karkhana Bazar	Operative	50000	100000	Brick	1953
21	Civil Lines Bag-e-Jinnah	Non-Operative	50000	100000	Brick	1973
22	Islam Nagar	Non-Operative	100000	-	R.C.C	1978
23	Gulistan 2	Operative	500000	1000000	R.C.C	1983
24	Gulistan 1 G-Block	Non-Operative	Nil	200000	Brick	1979
25	Johar Colony No. 1	Operative	10000	200000	R.C.C	1988
26	Noor-ul-Amin Colony	Operative	25000	-	R.C.C	1979
27	Millat Town C Block	Operative	50000	-	R.C.C	1985

28	Millat Town E Block	Operative	50000	-	R.C.C	1985
29	Saman Abad No. 2	Operative	50000	-	Brick	1968
30	D-Type Colony	Operative	50000	-	Brick	1963
31	Allama Iqbal	Operative	100000	200000	R.C.C	1984
32	Waris Pura	Operative	50000	100000	Brick	1974
33	Batala Colony	Operative	50000	100000	Brick	1975
34	Head Water Works	Operative	50000	1040000	Brick	1942
35	Abdullah Pur	Non-Operative	50000	-	Brick	1967
36	Peoples Colony 1	Operative	50000	200000	Brick/R.C.C	1966/1985
37	Peoples Colony 17w	Non-Operative	500000	250000	R.C.C	1983/2001
38	Peoples Colony 2 D-Ground	Non-Operative	50000	-	Brick	1967
39	Madina Town	Non-Operative	100000	-	R.C.C	1979
40	Ahmad Nagar	Operative	25000	-	R.C.C	1987
41	Katchi Abadi (Crecent Mill)	Operative	25000	-	R.C.C	1988
42	Johar Colony OHR 2	Operative	50000	-	R.C.C	1987
43	Madina Town	Operative	100000	-	R.C.C	1979
44	Amin Pur Bazar	Non-Operative	-	50000	Brick	1950
45	T.R. I	Operative	-	1000000	R.C.C	1988
46	T.R. II	Operative	-	7000000	R.C.C	2012
47	Water Works Gulfishan	Non-Operative	-	200000	R.C.C	1985
48	Water Works Millat Town	Operative	-	200000	R.C.C	1987
	Non-Operative		1860000	1770000		
	Operative		1485000	12340000		
	Total Capacity		3345000	14110000		

出典：FWASA 資料

表 3-6 は、主要配水管の延長を示したものである。送水管及び幹線配水管は合わせて延長 74km、管径 1,600mm から 500mm の鑄鉄管である。その他の主要配水管は、アスベストセメント管 (AC 管)、鑄鋼管 (CI 管)、塩化ビニル管 (PVC 管) から成っているが、AC 管が大部分を占めており、延長 1421.5km となっている。残りの 1% 程度の管が、CI 管、PVC 管である。管径は 600 ~ 80mm である。

表 3 - 6 配水管延長

No.	Diameter of Pipes (mm)	Length (km)	
1	Ductile iron pipe 500 to 1600	73.8	Transmission, Arterial main
2	A.C Pipe 80 to 600	1,421.5	Main distribution
3	C-I Pipe 200 to 600	8.5	
4	PVC Pipe 80 to 200	3.2	
	Total : -	1,507.0	

出典：FWASA 資料

(7) 計画上水道プロジェクト

今回調査において FWASA から、提出された 4 つの上水道計画プロジェクトを表 3 - 7 に示す。FWASA では、上水道を含めたインフラストラクチャー・マスタープランの更新、ターミナル・リザーバーとインライン・ブースター・ステーション (In-Line Booster Station) の老朽化したポンプの置き換え、既存の Jhal Khanuana 浄水場のリハビリテーション及び市内の地上配水池及び高架水槽の増強の 4 つのプロジェクトがリストアップされている。

ターミナル・リザーバーとインライン・ブースター・ステーションの老朽化したポンプの置き換えプロジェクトは、老朽化したポンプを置き換え、能力向上を図るとともに、使用電力量の削減も目的にしたものである。

Jhal Khanuana 浄水場のリハビリテーション・プロジェクトは、既設の緩速ろ過池(11池)と急速ろ過池(1池)のリハビリテーションを行い、現状の能力 1.0MGD を 3.5MGD に増強するプロジェクトである。

4 つ目の配水池容量は増強プロジェクトは、総容量 4.5MG を有する 22 基の地上配水池と同じく 0.9MG を有する 8 基の高架水槽の増設、及び 2 ~ 4 cusec⁶ の配水ポンプ 70 台を設置し、配水量の増強を図るプロジェクトである。加えて、現在フランスの援助で、生産量 10MGD の浄水場建設プロジェクトが進行中である。その概要を次節に述べる。

FWASA は、これらのプロジェクトにより、給水量の増強と効率的な給水事業を行おうとしている。

⁶ Cusec (Cubic Feet per Second) ; 1 cusec=0.0283m³/秒

表 3 - 7 FWASA 計画上水道プロジェクト

Sr.No	Name / Description of Projects	Estimated Cost (Rs. In Millions)	Current Approval Status	Estimated Implementation Period (months)	Estimated Area to be Served (sq.km/acres)	Estimated Population to be Served (Millions)	Brief scope of work
1	Updation of Faisalabad environmental infrastructure Master Plan	30	Un-approved	12 months	Entire city	2.8	Master Plan study
2	Replacement of pumping machinery at Terminal Reservoir Station, and Inline Booster Pump Station Well Field Areas Chiniot, Faisalabad.	1,620	Un-approved	12 months	Existing area to be served.	1	INLINE BOOSTER PUMP STATION: Pump 30 cusec. - 4 Nos. Pump 16 cusec. - 3 Nos. Diesel Generator 700 kva - 4 Nos. Transformer 1500 kva - 2 No. Transformer 500 kva - 2 No. TERMINAL RESERVIOR: Pump 22 cusec. - 7 Nos. Pump 16 cusec. - 3 Nos. Diesel Generator 1000 kva - 7 Nos. Transformer 5000 kva - 2 No. Transformer 100 kva - 1 No.
3	Rehabilitation of Treatment Plant at Jhal Khanuana (from 3.5 MGD to 10 MGD)	712	PC-1 approved in 2007(289 mill), Revised PC-1 is required	24 months	3 sq.km	0.2	REHABILITATION OF MEDIUM GRAVITY FILTER BEDS: Constn.of Clarifier. Rehab. of filter beds. Rehab. of raw water pump station. Constn. /Rehb. of filtered water reservior. Const. of chemical house and office cum laboratory. Const. of sludge reservior. Const. of back wash pumps and chambers. Const. of high lift pump station. Const. of dividing wall. REHABILITATION OF RAPID GRAVITY FILTER BEDS: Const. of chemical house/office cum laboratory. Rehb. of filters beds. Supply and installation of machinery. Const. of yard piping works and fitting etc. General repairs. Making connection with arterial main. Residences 4000 sqft.
4	Enhancement of Ground Storage & Augmentation of OHR's in the City, Faisalabad.	1,021	Un-approved	24 months	Existing area to be served.	0.5	22 Nos of Ground Storage with total capacity of 45,00,000 gallons 8 Nos of Overhead Storage with total capacity of 9,00,000 gallons Pumping Machinery 2-4 cusec 70 Nos.

出典：FWASA からの情報を基に調査団が作成

3-1-3 フランスによる上水道拡張プロジェクト

市上水道拡張プロジェクトをフランス政府のソフトローンで実施することになっており、2012年6月にコンサルタント契約が終了し、近々、フランス側とパ国政府との間でローン合意書の締結がなされ、本年10月以降からターンキー契約のプロジェクトとして、基本設計・実施設計が実施される予定である。ローン条件は、ユーロ建てで金利1.0%、総額51億Rs.となっている。プロジェクトの概要は以下のようなものである。

- ・容量10MGDの浄水場建設
- ・φ1,200mmの幹線送水管6.5km敷設
- ・深井戸10基設置(5MGD)

- ・ポンプの置き換え（12台）
- ・配水管網の最適ブロック化の解析
- ・2万個の量水器とバルクフローメーターの供与
- ・地理情報システム（GIS）の構築

3-1-4 無収水率の現状と削減対策の現状

（1）無収水率

前掲の表3-3「FWASAの給水諸指標」に示したように、FWASAでは、ここ4年ほど30%程度の高い無収水率を推計している。各戸に量水器が設置されていないことから、年間水生産量と同水販売量の差から推定したものと思われる。妥当な推計値と考えられる。

（2）漏水探知と漏水管補修

FWASAはUFW削減のためには、漏水探知機器の所有と漏水探知班の設置が必要であることは十分承知しているが、現状は漏水探知機も漏水探知班もない現状である。そのため、市民から通報のあった目に見える漏水の補修対策により辛うじて漏水削減を図るのみである。漏水管補修チームは20チームあり、1チーム4名で構成された合計80名が作業を行っている。夜間作業は行わず、2交代制で漏水管補修を直営で行っている。大規模な管補修は外部委託をしている。過去3年間で、2,842カ所の管修理が行われている。管修理工事業者は登録制になっており、毎年更新している。

（3）違法接続と料金未払い

NRWの大きな原因として、違法接続と正規に接続している顧客の水道料金未払いがある。料金徴収率は2007年が47%、2008年が46%、2009年が46%と3年間50%を下回っていたが、2010年度には51%（WSP Benchmarking Indicator, May, 2012）となっている。しかしながら、依然として低徴収率であり、コストリカバリーが達成できない大きな要因となっている。2カ月ごとに顧客に配達される請求書には、過去の不払い額と当月の料金の合計額が記載されており、支払いの遅れには5～10%の延滞料金をかけているが、滞納が続いても互助精神のためか、給水を停止するまでには至っていない。

（4）量水器の設置

FWASAでは、無収水の削減には量水器の設置により料金体系を従量制にすることが有効であることを認識しているが、現在、商工業顧客以外、一般家庭には量水器はまだ設置されていない。一般家庭用の2万個の量水器がフランスのローンプロジェクトで供与されることになっているが、顧客は水道料金が高くなるため量水器の設置を嫌っており、今後、顧客の合意を得る広報活動が必要である。

3-1-5 料金体系と料金徴収システム

パンジャブ州の官報（The Punjab Gazette, Extraordinary, December 20, 2006）によれば、水道料金体系は家屋、商工業施設、官公庁・宗教施設・慈善団体の施設区分と量水器の有無で設定されている。FWASAでは、この官報に基づく水道料金設定となっている。表3-8に、FWASA

の家屋用上下水道料金表を示す。

量水器なしの場合の家屋用水道料金は、敷地面積による定額制を採用している。また、量水器が付いている場合には、表に示すように、単位料金は月の使用量によって異なっている。下水道料金は水道料金の約70%となっている。なお、現在の上下水道料金は2007年1月に改定されたものである。現状では、家屋には量水器が付いていないので、従量制料金は使われていない。

表3-8 FWASAの上下水道料金表

(単位：Rs./月/戸)

	上水道	下水道	合計
量水器なし：世帯敷地面積		水道料金の約7割	
2.5 marla 未満	83	55	138
2.5 ～ 3.5 marla 未満	124	83	207
3.5 ～ 5.0 marla 未満	145	97	242
5.0 ～ 10 marla 未満	242	161	403
10 ～ 20 marla 未満	322	242	564
20 ～ 39 marla 未満	644	403	1,047
40 marla 以上	966	644	1,610
量水器あり：従量制	1,000G 当たり	水道料金の約7割	
5,000 G/月以下	39.0	同上	
5,000 G/月～ 10,000G/月	40.0	同上	
10,000 G/月以上	48.0	同上	

注) 1 marla = 25.3 m²、G (Gallon) = 4.5 リットル
出典：FWASA

料金の請求は、一般家庭には2カ月ごとに、商工業の顧客には毎月請求書が届けられる。料金の支払いは銀行振り込みで、現金での取り扱いは行っていない。請求書は本部の Revenue Office が一括してコンピュータで打ち出し、市内8カ所にある Revenue Branch Office から各顧客に配達される。料金支払いの銀行振り込みデータは Finance Section に入り、そこで集計されて、未払い情報が Revenue Office に伝達される仕組みになっている。

3-1-6 配水管網のデジタル化

配水管網図のデジタル化に、試験的に着手したところである。現在、AutoCAD で一部の配水管図を入力しているが、UU が構築した GIS とのインターコネクションは出来ていない。フランスのプロジェクトで GIS が構築される予定である。

配水管網の水理解析は、1985年頃に世銀プロジェクトで供与された MS-DOS 版の水理解析ソフトを使用して現在も行っている。

3-1-7 苦情処理

漏水、水質などの苦情処理に対応する苦情処理センターは、市内8カ所に設置されている。苦情の大半は、下水の詰まりなど、下水の苦情である。センターでは、1人のスーパーバイザーの下、4人のスタッフが、苦情受け付け・処理に3直体制で24時間対応している。通報された苦情の内容に関係する部署に連絡、関係部署が処置した後、利用者に処置内容を伝えるという苦情処理のフィードバックを行うシステムとなっている。

3-1-8 水質管理

水質管理は、所定の水質モニタリング・スケジュールに沿って実施することになっている。同スケジュールによれば、地下水源60カ所についてはすべての試験項目を月1回実施、表流水源2カ所については同様の試験を月1回実施するほか、濁度について毎日実施、浄水池・配水池・主要配水管網においても同様の試験を月1回実施するとともに残留塩素、細菌試験を毎日実施、主要配水管網についても残留塩素、細菌試験を毎日実施することになっている。

水質試験室があり、毎日、配水管網及び浄水場から採水して水質試験を行っており、水質に異常が見つかった場合には、即座に維持管理を行っている部署に通報される仕組みになっている。水質検査機器としては、物理化学試験だけでなく生物試験（細菌・大腸菌群検査）もできる機器を備えており、JICA無償資金協力で吸光光度計（SHIMADZU社）も供与されているため、ほとんどの重金属類の試験が可能な状況にある。水質試験室の所員は8名おり、そのうち3名が技術者で、5名はサンプリング等の作業を行っている。

参考までに、FWASAが2011年度に実施した水質試験試料数を、表3-9に示す。

“Chemicals”とは、味、臭い、色、濁度、pH、全溶解性物質、カルシウム、マグネシウム、全硬度、塩素、炭酸塩、重炭酸塩、ナトリウム、カリウム、フッ素、鉄、硝酸塩の17項目から成っている。FWASAでは、年間4,000以上の試料について試験を行っている。

表3-9 FWASAが実施した2011年度水質試験試料数

Item	Numbers
Chemicals	340
Bacteriological	677
Turbidity*	661
Free residual Chlorine*	2,376
Arsenic*	45
Total	4,099

注) *印は、追加試験
出典：FWASA 水質検査結果資料

表3-10に、FWASAの主要水源であるChenab井戸群とRakh Branch Canal沿い井戸群の水質試験結果の平均値を示す。鉄分含有量がWHOガイドライン値を、また硝酸塩がパ国の水質基準値を超えている。

表 3 - 10 Chenab 井戸群と Rakh Branch Canal 沿い井戸群の水質試験結果

Parameters	AVERAGE VALUE		WHO Guideline values	Pakistan Water Quality
	Chenab	R.B.Canal		
Taste	Tasteless	Tasteless	Tasteless	Tasteless
Color	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless
Odor	Odorless	Odorless	Odorless	Odorless
Turbidity (NTU)	0		<1	<5
T.D.S (mg/l)	456	1050	1000	1000 - 1500
Calcium (mg/l)	43.12	58	NGVS	75 - 00
Magnesium (mg/l)	33.16	49	50	50 - 150
Total Hardness (mg/l)	242.5	228	-	20 - 500
Carbonates (mg/l)	Nil	-	Nil	Nil
Bicarbonates (mg/l)	116.66	205	-	-
Chlorides (mg/l)	50.50	222	250	250
PH	7.6	7.35	6.5 - 8.5	6.5 - 9.2
Sodium (mg/l)	61	514	200	-
Potassium (mg/l)	4.93	25	-	30
Fluoride (mg/l)	0.23	0.56	1.5	1.5
Iron (mg/l)	0.64	0.61	0.3	0.3 - 1.0
Nitrate (mg/l)	10.29	16.85	50	10

出典：FWASA

FWASA では、さらにヒ素含有試験も実施している。ヒ素含有試験は、自身の試験室ではできないため、パンジャブ大学の化学研究機関に分析を依頼している。分析結果によれば、45カ所の地下水のうち14カ所でヒ素が検出されているが、最大でも9.9 (µg/l) であり、WHO のガイドライン10.0 (µg/l) 以下の結果となっている。

3 - 1 - 9 上下水道事業収支状況

表 3 - 11 は、2009-2010 年度から 2012-2013 年度、4 年間の設備投資を含まない事業の収支を示したものである。収支は上下水道事業一体となっている。2011-2012 年度は、前年度の黒字分 25 百万 Rs. ほどの繰り越しがあったが、給水・下水道収入が予想を下回り、最終的には 3 億 15 百万 Rs. の赤字となっている。2012-2013 年度については、前年度の繰り越し欠損 1 億 36 百万 Rs. に加えて、従業員給与や電力エネルギー費の増加も予定され、6 億 74 百万 Rs. の赤字が予想されている。両年度とも、パンジャブ州政府の補助金が入っても赤字解消には至っていない。

運転費用のうち人件費は 42 ~ 46%、電気代は 34 ~ 39% 程度であり、両方で運転費用の 80 ~ 90% を占めている。

表 3 - 11 FWASA の上下水道事業収支

(単位：百万 Rs.)

	Description	Budget 2009-10	Budget 2010-11	Budget 2011-12	Budget 2012-13
A	OPENING BALANCE	72.420	16.722	24.750	-75.459
B	Operational Income				
1	Water Supply & Sewerage	410.215	449.741	446.230	703.000
2	UIP Tax Share	144.100	155.551	140.228	180.000
3	Other Income	60.350	129.735	222.186	404.914
	TOTAL	614.665	735.027	808.644	1287.914
C	Total (A+B)	687.085	751.749	833.394	1212.455
D	Operational Expenses				
1	Salary & Wages	308.460	373.888	420.203	665.255
2	Power & Energy Expenses	299.530	331.260	318.680	549.500
3	Repair & Maintenance Expenses	43.965	84.383	79.754	228.300
4	Other Expenses	23.640	65.710	90.216	151.900
	Total	675.595	855.241	908.853	1594.955
F	Short Fall (C-D)	11.490	-103.492	-75.459	-382.500
	Less Grant in Aid from the Punjab Govt. & Others	5.232	128.242		
	Net Short Fall	16.722	24.750	-75.459	-382.500

出典：FWASA 財務関係資料

3 - 1 - 10 FWASA の上水道事業の問題点

FWASA の上水道事業の問題点としては、以下のようなものが挙げられる。

(1) 組織制度上の問題点

- 1) WASA は政府より委任された独立事業体として位置づけられているが、不明瞭な委任内容、貧弱な財政基盤等のために、本質的な機能は WASA の管轄外となっている。予算が制約されているために、上下水道施設の老朽化、損傷及び維持管理の不十分さにつながっている。
- 2) 低い水道料金、不十分な費用回収や不十分な管理のため、FWASA は十分な収入を得ることができず、O&M (運転・維持管理) 費用分の回収すらできていない。利用者の給水衛生サービス利用に対する意識不足は、料金収集の困難さや広範囲の不法利用につながっている。低い料金回収率が問題をさらに複雑にしている。また、財務や技術に対する熟練した人材が不足しており、財務管理や操業の不十分さにつながっている。
- 3) もうひとつの問題点としては、統合的な手法での運営が行われていないため、水の最適利用下での使用、不十分な在庫能力、過剰なシステム上の水損失、不十分な運営維持管理、リチャージなしの過剰な地下水揚水、排水の不安全な処理、民間参入の欠如、

制度的な能力不足などの問題がある。

FWASA では、これらの問題の改善のためには、事業の諸指標を含めたビジネスプランの策定が必要と考えている。

(2) 施設の運転維持管理上の問題点

FWASA が抱えている施設の運転維持管理上の主要な問題点を、水源、送配水施設及び接続と大別して、表 3-12 にリストアップした。深井戸の揚水管理、浄水量増強、配水管理、漏水削減、腐食の進んでいる給水管の置き換えや量水器の設置などが主要な問題点と思われる。

表 3-12 施設運転維持管理上の問題点

施設		問題点
水源	深井戸	*電力不足に対応不可（予備発電機の要設置） *揚水管理が困難（SCADA 導入が必要）
	浄水場	*低い水生産能力（緩速濾過浄水を急速ろ過装置に要変換）
送配水施設	配水池及びポンプ場	配水管理不可（配水管理用バルブや空気弁の要設置）
	送配水管	過大な漏水（漏水削減機器の導入配置が必要）
接続	給水管	GI 給水管の腐食（給水管の置き換え）
	量水器	量水器未設置

3-2 ラワルピンディ WASA (RWASA) の上水道の現状

3-2-1 RWASA の組織制度・人員体制

RWASA は総裁以下、1,080 人の職員で構成されている。図 3-3 に RWASA の組織図を示す。RWASA では、総裁の下に 2 名の副総裁が配置され、それぞれ、管理及び財政、技術局を統括している。財政局には、管理部と財政及び歳入部が設置されている。技術局には、給水部と衛生・排水部が配置されている。それぞれの部は、ディレクターが統括している。各部長の下に実務部隊が配置され、Deputy Director、Assistant Director などが実務の長となって運営している。

総裁直属の機関として、情報管理システムマネジャーと Personal Secretary (PS) が配置されている。また、機械電気分野及び計画・開発分野の担当として、2 名の Assistant Director が技術部長直属として配置されている。会計上認められている職員数は総数 1,101 人であるが、26 人の空席があり現状は 1,075 人体制の運営となっている。

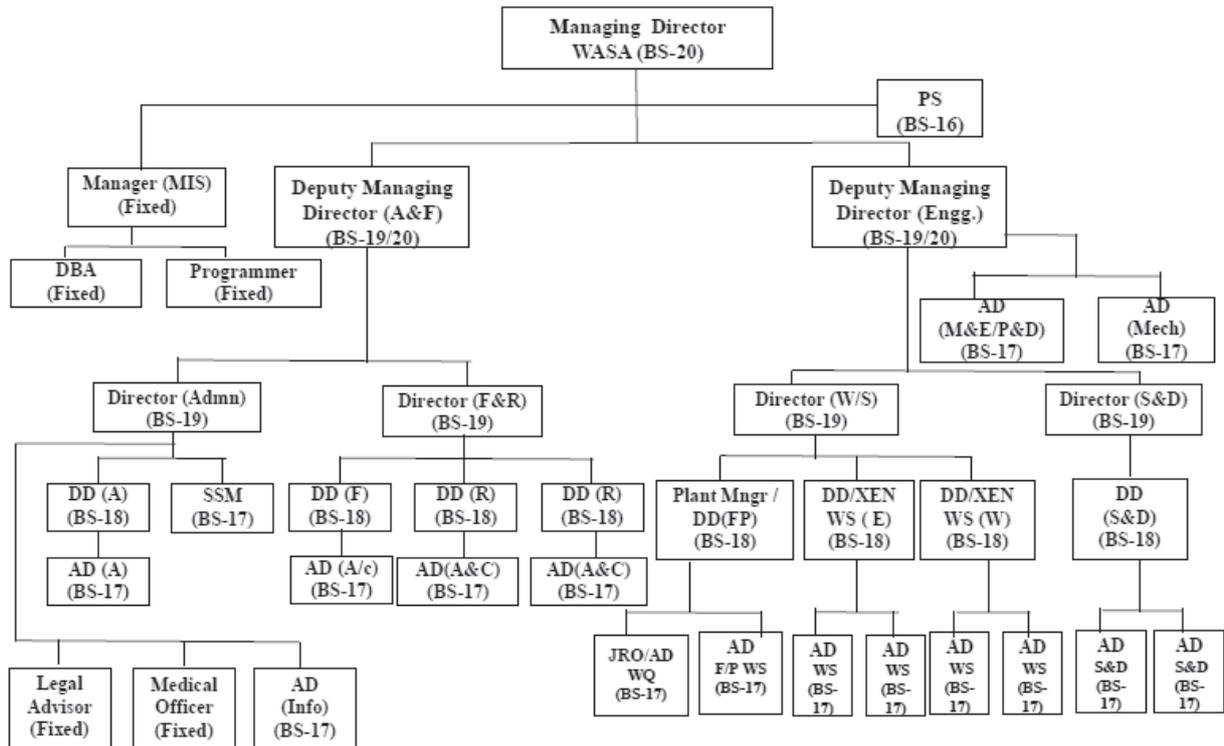


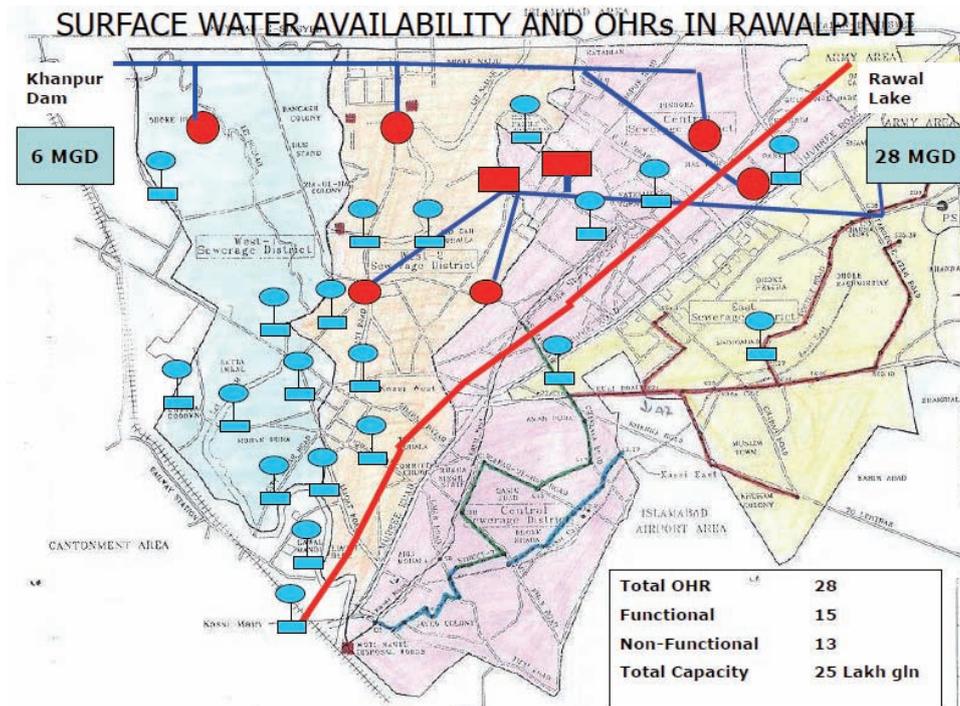
図 3 - 3 RWASA 組織・人員体制

3 - 2 - 2 上水道システムと給水状況

(1) 給水システム

図 3 - 4 は、RWASA の給水システムを示したものである。ラワルピンディ市の水道水源は、表流水源と地下水源である。表流水源は、ラワル (Rawal) ダムとカンプール (Khanpur) ダムの 2 つを水源としている。Rawal ダムにある設計浄水量 28MGD の浄水場から約 10km を ϕ 1,400mm の PRCC (プレキャストコンクリート管) で市内に送水している。また、Khanpur ダムからは 20km 以上の送水管で市内に送水している。イスラマバード首都圏開発庁 (Capital Development Authority : CDA) の管轄する Khanpur 浄水場から、6MGD を限度として用水購入契約を結んでいる。

市内には 28 カ所の高架水槽 (うち 15 カ所が稼働中) と 8 カ所の地下水槽、290 本の井戸がある。Rawal 浄水場は比較的良好に運転維持管理されている。現在の給水接続数は 92,468 で、5 つの WASA のなかでは 3 番目に位置する。RWASA では、35% の井戸が 9 時間以下の運転、65% の井戸が 10 時間以上の運転を行って最寄りの高架水槽あるいは地下水槽に貯水しているが、水量が不足しているため、1 日 8 時間の時間給水 (午前 5 : 00 ~ 9 : 00、午後 17 : 00 ~ 21 : 00) を行っている。



出典：RWASA

図 3-4 RWASA 給水システム

(2) 給水能力と水需要

表 3-13 に水源別水供給量を示す。現在の水供給量は 46MGD で、そのうち表流水が 28MGD で 61%、地下水が 18MGD で 39%を占めている。深井戸は 290 本ある。

表 3-13 RWASA の水源別水供給量

種 別	水源	水供給量 (MGD)		
		設計能力	現状	(%)
表流水	Rawal ダム	28	22	61
	Khanpur ダム	6	6	
地下水	深井戸	—	18	39
合 計		—	46	100

出典：RWASA 資料

(3) 水需給予測

RWASA では、現在の水需要量を 46MGD と推計しており、8 時間給水ではあるが水供給量も 46MGD あり、ほぼ水需要量を満足しているとしている。しかしながら、RWASA では、地下水は既に限界近くにきていると判断しており、インダス川の表流水を水源とした 100MGD 規模の浄水場を建設して将来の水需要に対応しようと考えている。表 3-14 に RWASA の 2050 年までの水需要量予測と水需給バランスを示す。

表 3 - 14 RWASA の 2050 年までの水需要量と水需給バランス予測

Description	Year							
	up to 2010		2011 to 2020		2021 to 2030		2031 to 2050	
Average Annual Growth Rate (%)	3.5		3.0		2.5		2.0	
	2008	2010	2015	2020		2030	2040	2050
Projected population (Million)	1.10	1.30	1.47	1.70		2.17	2.65	3.23
Water Demand (MGD) @40 gpcd	45.0	47.0	58.6	67.9		86.9	106.0	129.2
Present Water Availability (MGD)	44.0	46.0	46.0	46.0		46.0	46.0	46.0
Net Deficit (MGD)	-1.0	-1.0	10.6	19.9		38.9	58.0	81.2
Proposed availability								
a. Cherah Dam (MGD)			7.5	7.5		7.5	7.5	7.5
b. Indus River (MGD)			50.0	50.0		75.0	100.0	100.0
Total Production (MGD)	44	46	103.5	103.5		128.5	153.5	153.5

出典：RWASA 資料

(4) 給水諸指標

表 3 - 15 は、RWASA の給水諸指標を示したものである。過去 4 年間の推移をみると、人口は 20 万人増加し、2011 年現在 1.3 百万人となっている。人口増加率は 5.0%以上と推定される。人口増加にもかかわらず、給水率は 90%を確保している状況である。

年間の水生産量は、98 百万 m³ であり、そのうち販売数量は 69 百万 m³ となっている。1 人 1 日当たり水消費量は、昨年で 120 ~ 150 リットルの範囲と推定している。年間水生産量に対する販売量の割合は、7 割程度となっている。営業収支比率 (Operating ratio) は、2009 年度から 1.0 を超えている。家屋接続数は、2008 年度に 9,500 程度減少したが、その後少しずつ回復し 2010 年度には 9 万 1 千を超えている。5 つの WASA のなかでは 3 番目である。

一般家庭の平均水道料金は、家屋面積に応じて変化するが、2007 年、2008 年は 78 ~ 1,156 Rs. であった。しかし、2009 年、2010 年の 2 年間は 98 ~ 883 Rs. と金額の幅が少なくなっている。1,000 接続数当たりの従業員数は 12 人であり、5.0 という世銀の標準的な数値より相当大きい値を示している。NRW、UFW の値は 4 年間で 42 ~ 37%と減ってきているが、あくまでも RWASA の想定数値である。

表 3 - 15 RWASA の給水諸指標

(a) Water supply data

Year	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
Population (M)	1.10	1.18	1.25	1.30
Population served (M)	0.99	1.06	1.13	1.17
Households connected	97,968	88,472	90,018	91,155

Connection metered (%)	Nil	Nil	Nil	Nil
Annual production (Mm ³)	87.8	91.11	94.43	97.74
Annual volume sold (Mm ³)	59.97	62.93	66.0	69.0
Distribution pipe (km)	1,150	1,150	1,150	1,150

(b) Service indicators

Year	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
Water coverage (%)	90	90	90	90
Water availability (hours/day)	6-8	6-8	6-8	6-8
Per capita consumption (l/c/d)	120-150	120-150	120-150	120-150
Average tariff (Rs.) (varies according to plot sizes)	Rs. 78 to Rs.1,156	Rs. 78 to Rs.1,156	Rs. 98 to Rs.883	Rs. 98 to Rs.883
Annual volume sold (Mm ³)	59.97	62.93	66.0	69.0
Distribution pipe (km)	1,150	1,150	1,150	1,150

(c) Efficiency indicators

Year	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
Unaccounted-for water (%)	42	40.5	39	37
Non-revenue water (%)	42	40.5	39	37
Unit production cost (Rs./m ³)				5.79
Operating ratio			1.04	1.33
Collection period (months)	03	03	03	03
Staff/1,000 connections	12	12	12	12

出典：RWASA

(5) 主要給水施設

表3-16は、RWASAの主要給水施設の概要を示す。浄水場は1962年に建設され、その後2度にわたって増強されている。設計浄水能力は28MGDであるが、送水管の送水能力が十分でないため、現状22MGDの浄水を生産している。

井戸は全部で290本設置されており、全井戸が運転可能である。1990年以前に設置された井戸は115本、1991年以降に設置された井戸は175本、全体の6割は1991年以降に設置されたものである。井戸の深さは、80%以上が100m以上である。最も深い井戸で160mである。50m以下の井戸も若干みられる。

高架水槽は、総数で28基、設計能力2.5MGであったが、現状では15基しか稼働しておらず、容量は、1.3MG程度である。送水管はφ1,400mm、延長10km、配水管総延長は1,150kmである。配水管の材料については情報が無いが、FWASA同様、AC管が大部分を占めているものと思われる。

表 3 - 16 RWASA の主要給水施設概要

施設	設計能力	現状	建設年代	数	備考
浄水場	14MGD 7MGD 7MGD	22MGD	1962 建設 1978 1次拡張 2002 2次拡張	1	送水能力不足のため。設計出力まで稼働せず。
井戸	30MGD	18MGD	1980 以前 1980 to 1990 1991 to 2000 2001 to 2010 2011 以後 全本数	8 107 50 121 4 290	深さ 50m 以下 : 5 50 ~ 100m : 43 100m 以上 : 242 最大深さ 160m
高架水槽	2.5MG	1.3MG	稼働中 機能不良 総数	15 13 28	現状能力は、稼働中基数の比例計算により推定。
送水管	φ 1,400 の PRCC 管		2002 敷設	10km	Rawal 浄水場～市内
配水管			—	1,150km	

出典：調査団作成

(6) 計画上水道プロジェクト

今回調査において RWASA から、提出された 6 つの上水道計画プロジェクトを表 3 - 17 に示す。RWASA では、送水能力不足のため 6.0MGD の浄水を減産運転している Rawal 浄水場の浄水生産能力をフルに活用するため、同浄水場と市内の配水池を結ぶ送水管の敷設プロジェクトを計画中である。このプロジェクトにより、特に雨期の豊富な水源量を活用し、市内への給水増強を図るとともに、現在用地確保段階であるチェラ (Cherah) ダム建設計画に付随する浄水場からの浄水 7.5MGD も同送水管に受け入れ、送水する計画となっている。

ほかには、同様に給水増強のための 150 本に及ぶ老朽化した深井戸たて軸ポンプを効率の良い水中ポンプに置き換えるプロジェクト、十分な水質試験器具を備えた水質試験室の設置、GIS マッピングシステムと配水管網の解析、深井戸運転の集中管理のための SCADA システムの導入等のプロジェクトが計画されている。

RWASA では、これらのプロジェクトの実施によって、給水能力増強とともに、漏水削減、水質管理、事業の効率的運営等を達成しようと考えている。

表 3 - 17 RWASA の計画上水道プロジェクト

Sr.No	Name / Description of Projects	Estimated Cost (Rs. In Millions)	Current Approval Status	Estimated Implementation Period (months)	Estimated Area to be Served (sq.km/acres)	Estimated Population to be Served (Millions)	Brief scope of work
1	Laying of 48" H.D.P (High Density Plastic) Pipe line from Rawal Lake Treatment Plant to City) (9 km)	1,027	In planning phase	10 months	39 sq.km	0.34	A 48" HDP Pipe line will be laid from Rawal Lake Treatment plant to the city main supply. This pipeline will cater for an additional 13.5 MGD water Supply (6 MGD from Rawal lake and 7.5 MGD from proposed Chirah Dam, which has already been approved) to the city.
2	Replacement of old Turbines with new Submersible Pumps (150 Nos.)	182.6	In planning phase	2 moths	21 sq.km	0.75	One dated old Turbine pumps will be replaced by new/efficient submersible pumps all over the City so as to enhance the water supply.
3	Establishment of a fully equipped Water quality laboratory	178	In planning phase	12 months	39 sq.km	N/A	WASA intends to establish a fully equipped water quality laboratory to ensure the supply of clean water to its consumers.
4	Implementation of GIS mapping system/ Network Analysis and MIL Scoring	30	In planning phase	24 months	39 sq/km	N/A	For improvement in water supply network and betterment of consumers, network analysis is a must. Latest technology will be used to carry out complete network analysis alongwith MIL scoring using GIS mapping system. This will also help in reducing UFW.
5	Implementation of SCADA system for TWell operation	12	In planning phase	3 months	21 sq/km	0.75	In order to ensure centralized control over its tube wells, WASA intends to establish SCADA system at its head office.

出典：調査団作成

3 - 2 - 3 無収水率及び漏水管補修の現状

(1) 無収水率

RWASA では表 3 - 15 に示すように、現在の無収水率を 37% と推計している。2007 年に比べて、5% 程度下がっているが、依然として高い無収水率を示している。

(2) 漏水探知と漏水管補修

漏水探知に関しては、漏水探知機器は所有しておらず市民から通報のあった目に見える漏水だけを補修している。漏水管補修チームは 18 チームあり、1 チームは 1 名の配管工と 2 名の作業員で構成されており、2010 年までは、平均 1,500 カ所の漏水管の補修を行っていた。2010 年には、上半期だけで 850 件の補修となっている。なお、漏水管の補修は直営で行っている。

3 - 2 - 4 料金体系と料金徴収システム

水道料金体系は、商工業の顧客には量水器が設置されており、水使用量に基づく従量制が取られているが、一般家庭の水道料金は、敷地面積による定額制となっている。表 3 - 18 に RWASA の一般家庭水道料金表を示す。料金表には従量制料金も規定されているが、一般家庭には量水器が設置されていないため、従量制料金は適用されていない。

表 3 - 18 RWASA の一般家庭水道料金表

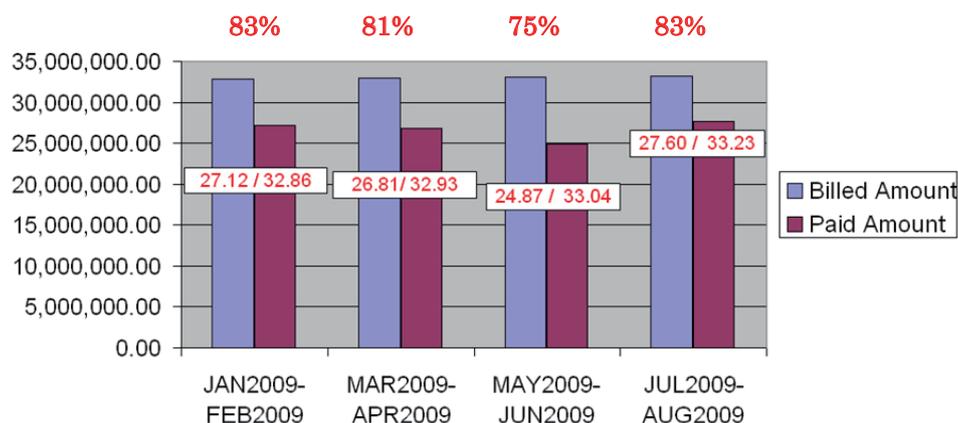
量水器なし (Rs./月)				備考
敷地面積 (単位 marla)	上水道	下水道	合計	
5 未満	98.00	49.00	147.00	下水道料金は上水道料金の 50%
5 ~ 7 未満	160.00	80.00	240.00	
7 ~ 10 未満	220.00	110.00	333.00	
10 ~ 15 未満	250.00	125.00	375.00	
15 ~ 20 未満	375.00	187.50	562.50	
20 ~ 25 未満	625.00	312.50	937.50	
25 ~ 30 未満	688.00	344.00	1,032.00	
30 ~ 2 kanal 未満	795.00	397.50	1,192.50	
2 kanal 以上	883.00	441.50	1,324.50	
量水器あり (Rs./1,000G)				備考
従量制	上水道	下水道	合計	
5,000G 以下	30.00	15.00		量水器なしと同じ
5,001 ~ 10,000G	40.00	20.00		
10,001 ~ 15,000G	50.00	25.00		
15,001 ~ 20,000G	60.00	30.00		
20,000G 以上	70.00	35.00		

注) 1 marla = 25.3 m² 1 kanal = 20 marla = 506 m²

出典 : Punjab Water Utilities Data Book 2006-2007 & The Punjab Gazette, Extraordinary, Sep.15, 2009

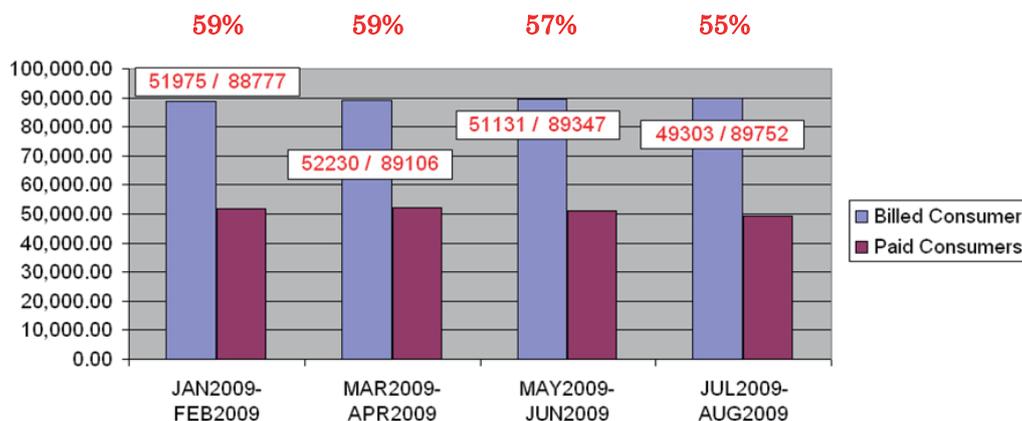
料金の請求は、現在は 2 カ月ごとに行っているが、RWASA では将来的には毎月の請求を考えている。料金の支払いは他の WASA と同じく銀行振り込みで、現金での取り扱いは行っていない。請求書は本部の Revenue Office が一括してコンピュータで打ち出し、市内 4 カ所にある Sub-district Office から各顧客に配達される。料金支払いの銀行振り込みデータは Finance Section に入り、そこで集計されて、未払い情報が Revenue Office に伝達される仕組みになっている。WSP の 2012 年作成資料によれば、料金徴収票の発行は 100% 実施できているが、料金徴収率は 75% 程度である。

図 3 - 5 と 3 - 6 は、参考までに、2009 年 1 月から 8 月までの料金の徴収状況を [請求額と料金収入額の割合の推移] と [請求件数と支払い件数の割合の推移] に示したものである。請求額に対する料金収入額の割合は 83% であるが、支払い件数では 55% にとどまっている。これは、水道料金単価の高い商工業顧客からの料金収入額が大きく、単価の安い一般家庭の水道料金未払い件数が多いことを物語っており、一般家庭の料金徴収率の向上が課題となっている。



出典：WSP, 2009

図 3-5 請求額と料金収入額の割合の推移



出典：WSP, 2009

図 3-6 請求件数と支払い件数の割合の推移

3-2-5 配水管網のデジタル化

RWASA 本部には、配水管網のデジタル化のために、CAD ルームを設置してあるが、ドラフトマンと CAD オペレーターが各 1 名いるのみである。プロッターはかなり古く、置き換えの必要があると思われる。

RWASA は、さらに 50MRs. をかけて、今年中に作成する予定の上下水道マスタープランの中で、GIS マッピングシステムを導入しようとしている。それに先立ち、GIS セクションを設立し、GIS ルームを 1 カ月前に設けている。また、12～13MRs. で Google map の購入を計画している。

配水管網図のデジタル化を過去に部分的に行った経験があり、デジタル化の知識をもった技術者が 1 名いる。しかしながら、PC の OS を Windows Vista にした際、AutoCAD 2004 と 2006 のソフトを更新しなかったため、現在は使用できない状況である。配水管網図面は、かつて CAD 入力したものがあるが、正確ではないとのことである。