

インドネシア国  
公共事業省  
ジョグジャカルタ特別州政府

インドネシア国  
ジョグジャカルタ特別州  
広域水道整備計画調査

テクニカル・レポート

要約

平成20年3月  
(2008年)

独立行政法人  
国際協力機構(JICA)

委託先  
株式会社 日水コン  
株式会社 コーエイ総合研究所

環境

JR

08-020

## 序 文

日本国政府は、インドネシア国政府の要請に基づき、ジョグジャカルタ特別州の上水道整備に係わる調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 18 年 9 月から平成 20 年 2 月まで、株式会社日水コン海外事業部の間宮健匡氏を団長とし、同株式会社コーエイ総合研究所から構成される調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、インドネシア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成 20 年 3 月

独立行政法人国際協力機構  
理事 松本 有幸

独立行政法人国際協力機構  
理事 松本 有幸 殿

## 伝達状

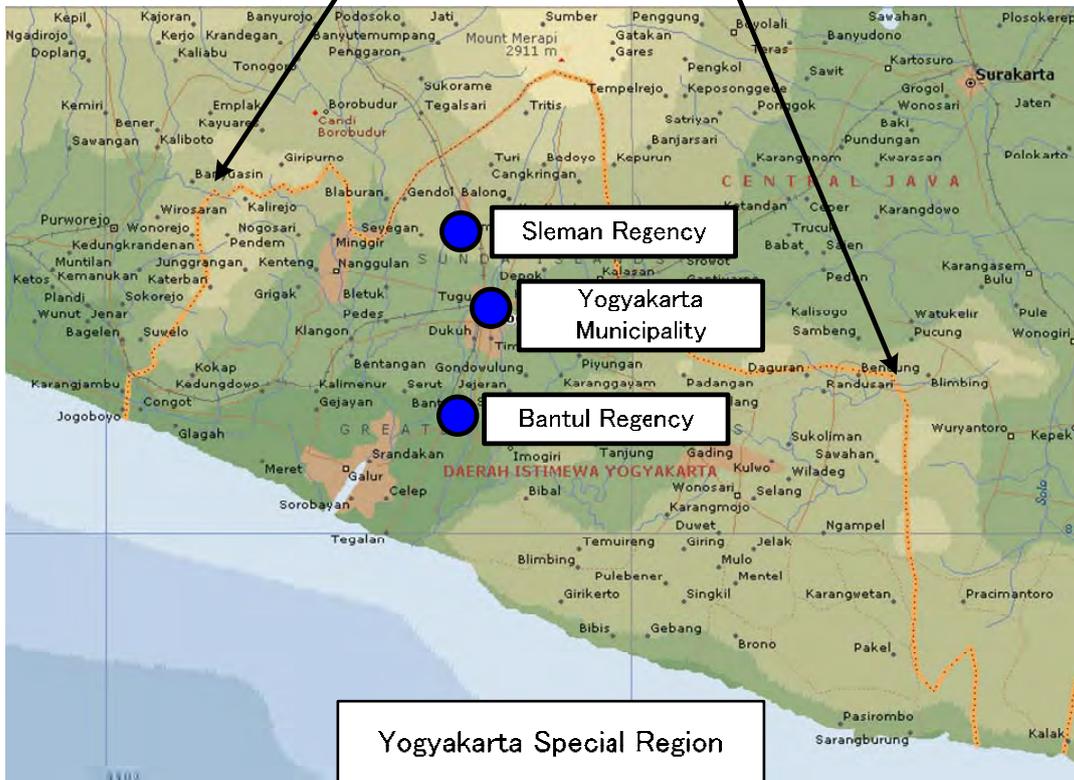
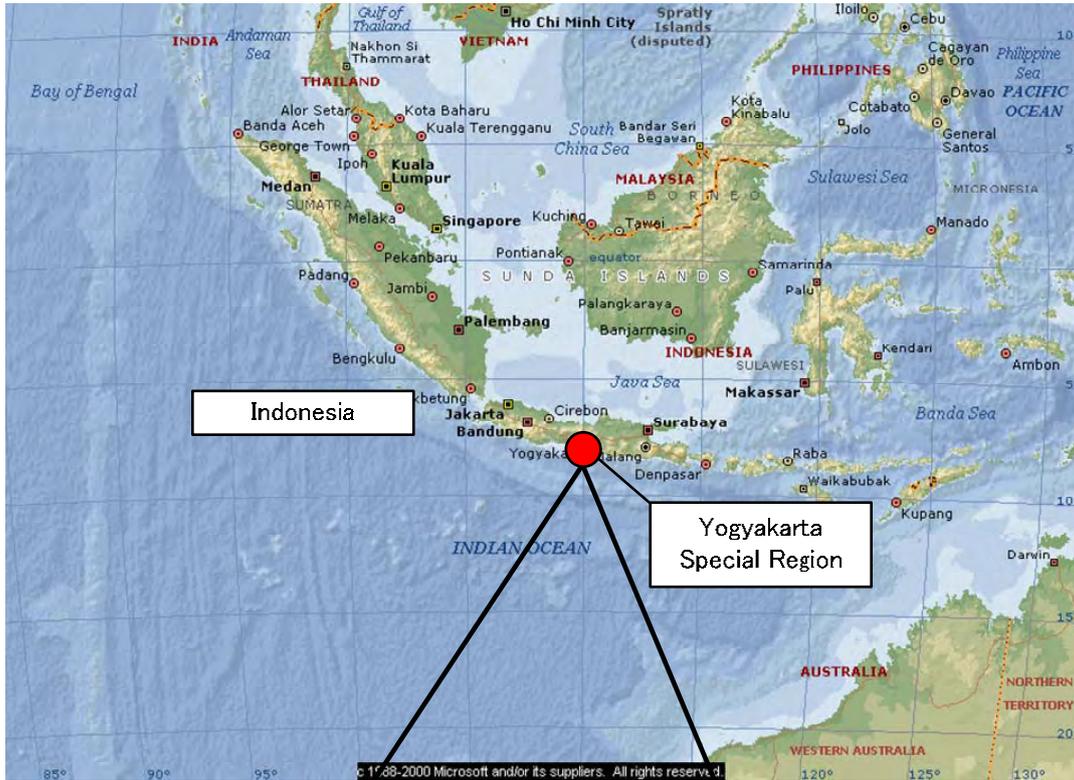
インドネシア国ジョグジャカルタ特別州広域水道整備計画調査に関する最終報告書（テクニカル・レポート）をここに提出いたします。この報告書は日本国政府の関係機関及び貴機構から頂いた貴重な助言と、最終報告書草案にかかるインドネシア国政府関係機関のコメントに基づいて作成いたしました。

ここに、調査を進めるに当たり貴重な御助言と御指導を賜りました貴機構、日本国政府外務省、厚生労働省及びその他の機関の関係各位に対し深甚なる感謝の意を表すとともに、調査期間中、特段の御協力を頂いたインドネシア国政府及びジョグジャカルタ特別州政府、その他の関係機関及び日本大使館に対し、深く御礼を申し上げます。

平成 20 年 3 月

株式会社 日水コン  
インドネシア国  
ジョグジャカルタ特別州  
広域水道整備計画調査団  
総括 間宮 健匡

# 位置図



# インドネシア国ジョグジャカルタ特別州広域水道整備計画調査

## テクニカル・レポート

### 目 次

位置図

<b>第 1 章</b>	<b>調査の背景</b> .....	<b>要約- 1</b>
<b>第 2 章</b>	<b>調査の目的と調査区域</b> .....	<b>要約- 2</b>
2.1	調査の目的.....	要約- 2
2.2	調査地域.....	要約- 3
<b>第 3 章</b>	<b>調査地域の自然条件および社会経済条件</b> .....	<b>要約- 3</b>
3.1	自然条件.....	要約- 3
3.2	社会経済状況.....	要約- 4
3.2.1	行政機構.....	要約- 4
3.2.2	人口.....	要約- 5
3.2.3	産業.....	要約- 5
3.3	法体系.....	要約- 5
3.3.1	水法.....	要約- 5
3.3.2	衛生関連法.....	要約- 6
3.3.3	環境法.....	要約- 7
<b>第 4 章</b>	<b>関連上位計画及び他ドナーの動向</b> .....	<b>要約- 7</b>
4.1	国家開発計画.....	要約- 7
4.2	地域レベルにおける開発計画.....	要約- 9
4.2.1	州レベルにおける水セクター開発計画.....	要約- 9
4.2.2	都市基盤施設管理における地域間(Yogyakarta 市、 Sleman 県、Bantul 県) 連携.....	要約- 10
4.3	他ドナーによる援助.....	要約- 10
<b>第 5 章</b>	<b>水源</b> .....	<b>要約- 10</b>
5.1	概要.....	要約- 10
5.2	PDAM の水源.....	要約- 11
5.3	村落水道の水源.....	要約- 11

<b>第 6 章</b>	<b>既存水道事業の状況</b> .....	<b>要約- 12</b>
6.1	概要 .....	要約- 12
6.2	PDAM Yogyakarta .....	要約- 12
6.2.1	PDAM Yogyakarta の水道事業運営状況 .....	要約- 13
6.2.2	運転維持管理 .....	要約- 14
6.2.3	問題点のまとめ .....	要約- 15
6.3	PDAM Sleman .....	要約- 15
6.3.1	PDAM Sleman の水道事業運営状況 .....	要約- 16
6.3.2	運転維持管理 .....	要約- 17
6.3.3	問題点のまとめ .....	要約- 17
6.4	PDAM Bantul.....	要約- 17
6.4.1	PDAM Bantul の水道事業運営状況 .....	要約- 18
6.4.2	運転維持管理 .....	要約- 18
6.4.5	問題点のまとめ .....	要約- 19
6.5	3つの PDAM (Yogyakarta、Sleman、Bantul) の比較.....	要約- 19
6.5.1	総浄水量 .....	要約- 19
6.5.2	総使用水量 .....	要約- 19
6.5.3	用途別使用水量 .....	要約- 19
6.5.4	無収水率 .....	要約- 19
6.5.5	水道普及率 .....	要約- 20
6.5.6	一人当たり生活用使用水量.....	要約- 20
6.5.7	3PDA の抱える問題点.....	要約- 20
6.6	村落水道.....	要約- 22
6.6.1	組織 .....	要約- 22
6.6.2	既存村落水道施設の現況.....	要約- 22
6.6.3	問題点 .....	要約- 22
6.7	無収水の現状.....	要約- 23
6.7.1	UFW 調査の概要.....	要約- 23
6.7.2	調査結果 .....	要約- 23
6.7.3	課題 .....	要約- 24
6.8	水質分析結果.....	要約- 24
6.8.1	水源の水質分析結果.....	要約- 25
6.8.2	浄水場処理水質及び給水栓末端水質の分析結果.....	要約- 25
<b>第 7 章</b>	<b>水道システムにおける行政と管理</b> .....	<b>要約- 26</b>
7.1	水セクターの行政及び現状の概観 .....	要約- 26
7.2	3つの PDAM の行政と管理 .....	要約- 27
7.3	村落水道システム .....	要約- 28
7.3.1	開発計画と建設プロセス.....	要約- 28
7.3.2	財源 .....	要約- 28
7.3.3	現在の水利用者組合.....	要約- 28
7.3.4	運転維持管理状況 .....	要約- 29
7.3.5	政府の関与 .....	要約- 29
7.3.6	提言 .....	要約- 29

<b>第 8 章</b>	<b>既存の下水道及び衛生設備の状況</b> .....	<b>要約- 29</b>
8.1	概要 .....	要約- 29
8.2	下水道 .....	要約- 30
8.3	コミュニティープラント .....	要約- 30
8.4	衛生設備 .....	要約- 30
8.5	水質分析 .....	要約- 31
8.6	既存下水道システム及び衛生設備が抱える課題 .....	要約- 31
<b>第 9 章</b>	<b>用水供給プロジェクトの現状</b> .....	<b>要約- 32</b>
9.1	DBOT 用水供給プロジェクトの経緯 .....	要約- 32
9.2	DBOT 用水供給事業の事業内容 .....	要約- 33
9.3	用水供給事業のその後の進捗と問題点 .....	要約- 33
<b>第 10 章</b>	<b>社会経済状況調査結果</b> .....	<b>要約- 34</b>
10.1	社会経済状況 .....	要約- 34
10.2	家庭における水利用 .....	要約- 34
<b>第 11 章</b>	<b>震災復興のための緊急パイロットプロジェクト</b> .....	<b>要約- 35</b>
<b>第 12 章</b>	<b>マスタープランのビジョン</b> .....	<b>要約- 38</b>
12.1	マスタープランのビジョン・方針 .....	要約- 38
12.2	国家レベルにおける開発方針、アクションプランと マスタープランのビジョン・戦略 .....	要約- 38
12.3	将来の水道システム .....	要約- 38
12.4	水道システム整備のためのアプローチ .....	要約- 38
12.5	ビジョン・方針と戦略 .....	要約- 39
12.5.1	組織能力強化アプローチ .....	要約- 39
12.5.2	法制度整備アプローチ .....	要約- 40
12.5.3	技術向上アプローチ .....	要約- 40
12.5.4	水資源保全アプローチ .....	要約- 40
<b>第 13 章</b>	<b>将来人口・水需要予測</b> .....	<b>要約- 41</b>
13.1	将来人口予測 .....	要約- 41
13.1.1	将来人口予測の手順 .....	要約- 41
13.1.2	将来人口予測のための過去人口データ .....	要約- 41
13.1.3	将来人口予測 .....	要約- 41
13.2	将来水需要予測 .....	要約- 42
13.2.1	家庭用水使用量原単位 .....	要約- 42
13.2.2	将来普及率 .....	要約- 42
13.2.3	将来家庭用水需要予測 .....	要約- 43
13.2.4	非家庭用水需要予測 .....	要約- 43

	13.2.5	将来総水需要 .....	要約- 43
	13.2.6	将来水需要予測のケーススタディー.....	要約- 45
	13.2.7	地域別将来水需要 .....	要約- 47
<b>第 14 章</b>		<b>将来の水資源 .....</b>	<b>要約- 49</b>
14.1		地下水源 .....	要約- 49
	14.1.1	地下水源評価のための物理探査.....	要約- 49
14.2		水資源の潜在性.....	要約- 51
<b>第 15 章</b>		<b>マスタープランで考慮されるべき留意点 .....</b>	<b>要約- 51</b>
15.1		はじめに.....	要約- 51
15.2		制度・組織面に關わる留意事項.....	要約- 52
	15.2.1	制度面における留意事項.....	要約- 52
	15.2.2	組織的側面に關わる留意事項.....	要約- 52
15.3		水道施設計画に關わる留意事項.....	要約- 52
	15.3.1	水源 .....	要約- 52
	15.3.2	PDAM 水道システム .....	要約- 53
	15.3.3	村落水道システム .....	要約- 54
15.4		運轉維持管理に關わる留意事項.....	要約- 55
	15.4.1	一般的な留意事項 .....	要約- 55
	15.4.2	特に村落水道システムに關わる留意事項.....	要約- 55
15.5		水質管理に關わる留意事項.....	要約- 55
15.6		財務に關わる留意事項.....	要約- 56
	15.6.1	それぞれの PDAM に関する問題点 .....	要約- 56
	15.6.2	村落水道に關わる問題点.....	要約- 56
15.7		環境社会配慮に關わる留意事項.....	要約- 57
	15.7.1	DBOT 用水供給事業.....	要約- 57
	15.7.2	その他マスタープランにおいて 考慮されるべき事項.....	要約- 57
15.8		その他の留意事項.....	要約- 57
	15.8.1	DBOT 用水供給事業に關わる留意事項.....	要約- 57
	15.8.2	水源に關わる問題点.....	要約- 58
	15.8.3	衛星システムへの配慮.....	要約- 58

## 表リスト

表 3.1.1	対象地区の中心都市および面積	要約- 3
表 3.3.1	IEE と EIA の必要性判断の線引き	要約- 7
表 4.1.1	RPJMN 2004-2009 において目標とされた、 将来水普及人口並びに普及率	要約- 8
表 5.2.1	各 PDAM の水源箇所数	要約- 11
表 5.2.2	各 PDAM の浄水能力 (水源別)	要約- 11
表 6.2.1	PDAM Yogyakarta の水道事業運営概要	要約- 14
表 6.3.1	Sleman PDAM の水道事業運営概要	要約- 16
表 6.4.1	PDAM Bantul の水道事業運営概要	要約- 18
表 6.5.4	3PDAM の問題点とその比較	要約- 20
表 11.6.1	EPP のプロジェクト効果の評価に用いた指標と その結果の概要	要約- 37
表 13.1.1	市及び県の将来人口予測結果	要約- 41
表 13.2.1	将来の家庭用水使用量原単位(lpcd)	要約- 42
表 13.2.2	将来水需要のまとめ(l/sec)	要約- 44
表 14.1.1	地区別の非圧帯水層平均厚	要約- 50

## 図リスト

図 3.1.1	調査地域の気温と降雨量 (2005)	要約- 4
図 4.2.1	国家方針及び州レベルでの方針	要約- 9
図 6.2.1	PDAM Yogyakarta の水源及び送水系統図	要約- 13
図 6.3.1	PDAM Sleman の水道施設位置図	要約- 16
図 6.4.1	PDAM Bantul の水道事業運営状況	要約- 18
図 13.1.1	将来人口予測結果の比較 (Yogyakarta, Sleman, Bantul の総人口)	要約- 42
図 13.2.1	将来水需要のまとめ (l/sec)	要約- 44
図 13.2.2	将来水需要と既存の PDAM の供給能力との差分	要約- 46
図 13.2.3	調査対象地域のゾーニング	要約- 47
図 13.2.4	ゾーン毎の将来水需要	要約- 48
図 14.1.1	VES 調査の結果 (Ciren, Triharjo, Pandak, Bantul)	要約- 49
図 14.1.2	2次元画像調査の結果(Kayen, Wedomartani, Ngemplak, Sleman)	要約- 49
図 14.1.3	二次元画像調査結果	要約- 50

## 略語集

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AMD	Air Minum Desa (Community Water Supply)	村落給水
APBD I	Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah Tingkat I (Provincial Budget)	州予算
APBD II	Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah Tingkat II (District Budget)	県(または市)の予算
APBN	Anggaran Pendapatan dan Belanja National (National Budget)	国家予算
ARI	Acute Respiratory Infections	急性呼吸器系感染
AusAID	Australian Agency for International Development	オーストラリア開発援助庁
BAPPEDA	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Tingkat-I and Tingkat-II (Development Planning Board for Provincial and District Level)	州・県開発委員会
BAPPENAS	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (National Development Planning Board)	国家開発委員会
BDD	Bidan di Desa (Village midwife)	助産師
BHN	Basic Human Needs	ベーシックヒューマンニーズ
BMG	Biro Meteorologi dan Geofisika (Meteorology and Geophysic Agency)	気象・地球物理庁
BPAM	Badan Pengelola Air Minum (Management Board for new Drinking Water Projects before being established as a PDAM)	PDAMの前身組織
BPD	Village Representative Council	村落代表者会議
BPL	Below Poverty Line	貧困状態に分類されるグループ
BPPSPAM	Supporting Board for SPAM	水道支援委員会
BPS	Biro Pusat Statistik (Central Bureau of Statistics)	統計局
BPT	Break Pressure Tank	減圧槽
Broncaptering	Any small structure built to 'capture' a water source	湧水等から取水するための構造物
Buis beton	Traditional concrete rings used to line hand-dug wells	コンクリートリング
Bupati	Kepala Kabupaten (Head of a District; sometimes called "Regent")	Kabupatenの長
Camat	Kepala Kecamatan (Head of a Sub-District)	Kecamatanの長
CARE	Co-operative for Assistance and Relief Everywhere (International NGO)	NGOの名称
CCF	Christian Children's Fund	キリスト教子供基金
CIDA	Canadian International Development Agency	カナダ援助庁

Cipta Karya	Direktorat Jenderal Cipta Karya (Directorate General of Human Settlements DGHS)	住宅総局
CMR	Child Mortality Rate	IMRに同じ
DATI I	Daerah Tingkat I (Provincial Government Level)	州政府レベル
DATI II	Daerah Tingkat II (District Government Level)	県／市政府レベル
DBOT	Design, Build, Operation, and Transfer	設計・建設・運営・譲渡方式
Desa	Rural village, lowest level of Government	Kelurahanの下位に相当する行政単位 (町村に相当)
DG	Directorate General	総局
Dinas	Provincial or District level governmental department	州または県／市における部局
DIP	Daftar Isian Proyek (List of Development Projects)	開発計画のリスト
DIY	Yogyakarta Special Province	ジョグジャカルタ特別州
DPU	Generic term for all departments of Public Works now included in Kimpraswil	PUの一般的総称
Dukun	Traditional birth attendant	TBAに同じ
DUPDA	Daftar Usulan Proyek Daerah (List of Proposed Yearly Development Projects at Tk.II)	Tk. IIIにおける年次開発計画リスト
Dusun	Sub-Village/Hamlet in rural area	Desaの下位に相当する行政単位(村落 分区に相当)
EC	Electric Conductivity	電気伝導度
EIIKK	Eastern Islands IKK Water Supply and Sanitation Project (Aus AID program)	AusAidによる水道・衛生プロジェクトの 名称
ESWS	NTB Environmental Sanitation and Water Supply Project (Aus AID Program)	AusAidによる環境改善及び水道プロジ ェクトの名称
FGD	Focus Group Discussions	フォーカスグループディスカッション
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FLAWS	Flores Water Supply and Sanitation Reconstruction and Rural Development Project (Aus AID Program)	AusAidによる水道・衛生設備改修及び 村落開発プロジェクトの名称
FRP	Fiber Reinforced Plastics	繊維強化プラスチック
GIP	Galvanized Iron Pipe	GSPに同じ
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GL	Ground Level	地盤高
GOI	Government of Indonesia	インドネシア国政府
GOJ	Government of Japan	日本国政府
Goton-Royong	Activity of Mutual Aid Society	相互扶助活動
GRDP	Gross Regional Domestic Product	地域内総生産
GSP	Galvanized Steel Pipe	亜鉛めっき鋼管

Hamlet	A small rural community not recognized as a Dusun	村落における小集落 (Dusunに分類されているもの以外の総称)
HC	House Connection (To a piped water supply system, usually metered)	個別給水
HDPE	High Density Polyethylene Pipe	高密度ポリエチレン管
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development	国際復興開発銀行
IEC	Information, Education and Communication	情報、教育及びコミュニケーション
IGA	Income Generation Activities	収入源となる活動
IKK	Ibu Kota Kecamatan (Core Area of a Sub-District)	Kecamatanの中心地
IMR	Infant Mortality Rate	乳幼児死亡率
Ir.	Insinyaur (The Professional title 'Engineer')	Engineerの肩書
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
K. Desa	Kepala Desa (Head of a Village - Lowest official level of local Government)	Kepala Desaと同じ
Kabupaten/Kab	District/Regency (Local Government level II or Tk.II)	Propinsiの下位に相当する行政単位 (県に相当)
Kampung	General term for any sub-village or hamlet, but more commonly used in urban and rural areas	Dusunの別称
Kecamatan	Sub-District	Kabupatenの下位に相当する行政単位 (郡に相当)
Kelompok	An unofficial committee or group of people	住民による非公式的組織 (寄り合いのようなもの)
Kelurahan	Urban village, the lowest administrative unit in status equal to a Desa	Kota (Kotamadya)のレベルに相当する行政単位 (町村に該当)
Kepala Desa	Head of a Village (Lowest official level of local Government)	村落リーダー
Kepala Dusun	Head of a Hamlet	村落 (小単位)リーダー
Kepala Suka	Traditional Religions Leader (In Sumba)	宗教的リーダー
Keputusan	Decree	制令
KFW	German Development Bank	ドイツ復興金融公庫
KHPPIA	Kelangsungan Hidup Perkembangan Perlindungan Ibu dan Anak (Development and Protection for Mother and Child)	母と子のための能力開発と保護プログラム
Kimpraswil	Same as "Cipta Karya"	Cipta Karyaの別称
KK or K/K	Kepala Keluarga (Head of a family)	世帯主
Kotamadya	City-equivalent administrative status to a Kabupaten	市 (県と同等の位置づけ)
Lb.	Labuhan (Common place name ) Coastal plain behind the seashore	沖積海岸平野

LBW	Low Birth Weight	低出生体重児
LKMD	Lembaga Ketahanan Masyarakat Desa (Village self reliance organization, village development council)	村落開発委員会下の村落自立に関する組織
LRWSS	Lombok Rural Water Supply and Sanitation Project (AusAID program)	AusAIDによるLombok村落給水・衛生プロジェクト
M.A.	Mata Air (Spring)	湧水
MOH	Ministry of Health	保健省
MOHA	Ministry of Home Affairs (Dalam Negeri)	内務省
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MSRI	Ministry of Settlement and Regional Infrastructure	住居・地方社会資本省
Musbangdes	Musyawaharah Pembangunan Desa (Village development planning discussion)	村落開発計画会議
NGO	Non-governmental Organization	非政府組織
NTB	Nusa Tenggara Barat (West Nusa Tenggara)	西ヌサテンガラ
NTT	Nusa Tenggara Timur (East Nusa Tenggara)	東ヌサテンガラ
O&M	Operasi dan Pemeliharaan (Operation and Maintenance)	運転維持管理
O/H	Overhead (High tension electric power line)	高架電線
OECEP	The former Overseas Economic Cooperation Fund of Japan (now JBIC)	JBICの旧呼称
OJT	On-the-Job Training	オンザジョブトレーニング
P2AT	Proyek Pengembangan Air Tanah (Groundwater Development Project)	地下水開発プロジェクト
P3P	Proyek Peningkatan Prasarana Pemukiman (formerly P3AB) (Development and Management of Water Supply Construction Projects)	水道開発プロジェクト
PAM	Perusahaan Air Minum (Water Enterprises) Generic term used for PDAM and BPAMs	PDAM及びBPAMの総称
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum (Regional Drinking Water Enterprise)	水道公社
Peraturan	Regulation	規則
PERPAMSI	Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia (Indonesian Water Supply Association)	インドネシア水道協会
PH	Public Hydrant	公共水栓
PKK	Pembinaan Kesejahteraan Keluarga (Local Women's Welfare Organization)	地方における女性のための社会保障協会
PLN	Perusahaan Listrik Negara (National Electricity Enterprise)	全国電力公社

PMD	Department of Community Empowerment	村落エンパワーメントに関する部局
POKMAIR	Kelompok Pemakai Air (Name of WUO)	Kelompokにおける村落給水使用者組合
Polindes	Poliklinik Desa (Village health sub-center)	村落保健センター支部
PPP	Public Private Partnership	パブリックプライベートパートナーシップ (官民協力事業)
Propinsi	Province (First level of local government Tk.I)	州
PU	Pekerjaan Umum (Public Works)	公共事業省(局)
Puskesmas	Pusat Kesehatan Masyarakat (Village Health Center)	村落保健センター
PVC	Unplasticized Polyvinyl Chloride (Pipe)	水道用硬質塩化ビニル管
PVP	Photovoltaic System	太陽光発電システム
Rakorbang	Rapat Koordinasi Pembangunan (Project/Budget selection discussion at Tk.II)(Coordination Meeting for Development Budget Planning)	TK.IIIにおけるプロジェクト選定または予算認証のための会議
RC	RC (Reinforced Concrete)	鉄筋コンクリート
RDWS	GOI Rural Water Supply Development Program	インドネシア政府による村落給水開発プログラム
RESV	Reservoir	配水池
RK	Rukun Kampung (Hamlet in a rural area)	村落部における町村の下の単位の行政区域
RRA	Rapid Rural Appraisal	村落による緊急アプレイザル
RT/RW	Rukun Tetangga (Neighborhood)/Rukun Warga (Hamlet in an urban area)	都市部における町村の下の単位の行政区域
RWSS	Rural Water Supply and Sanitation Project (ADB program)	ADBによる村落水道・衛生プロジェクト
S/W, SW	Scope of Work	業務範囲
Sawah	An area of irrigated land used for growing paddy	水田地帯
SC	Specific Capacity	比湧出量
Sekretaris	Secretary, as in Sekretaris Desa	町村の助役にあたる役職
SISKES	GOI Health Services Improvement Program	インドネシア政府による保健サービス改善プログラム
SPAM	Drinking Water Supply System	水供給システム
SSF	Slow Sand Filter (Water Treatment Plant)	緩速砂ろ過
SWL	Static Water Level	静水圧
T	Temperature	温度
TB	Tuberculosis	結核
TBA	Traditional birth attendant	伝統的助産師
Tk.I	Tingkat I. The first level of local government. I.e. Province	第1階層に分類される地方政府
Tk.II	Tingkat II. The second level of local government. I.e. District	第2階層に分類される地方政府

TNI	Tentara Nasional Indonesia. The Indonesian armed force	インドネシア国軍
TP-PKK	Women's movement Organization	女性のための活動組織
U5MR	Under 5 Mortality Rate	5歳未満児死亡率
UDKP	Usulan Kecamatan (List of Development Planning Proposals)	開発計画プロポーザルのリスト
UFW	Unaccounted-for-Water	不明水
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
UNICEF	United Nation Children's Fund	国連児童基金
UU	Undang Undang (Law)	法律
VAP	Village Action Plan	
VES	Vertical Electric Sounding	垂直探査
WSS	Water Supply and Sanitation	水道及び衛生
WSSLIC	Water Supply and Sanitation Project for Low Income Communities (World Bank program)	世銀による貧困層を対象とした水供給・衛生プロジェクト
WTP	Water Treatment Plant	浄水場
WUO	Water Users' Organization	村落水道水利用組合

## 第1章 調査の背景

本調査地域は、ジョグジャカルタ特別州（DIY）内の、Yogyakarta 市、Sleman 県及び Bantul 県を対象としている。これらの行政区域面積は約 1,200 km<sup>2</sup> であり、2004 年における総人口は 2.1 百万人となっている。調査地域の水道システムは市及び県の管掌する水道局（PDAM）により運営されている。水道の状況は人口の増加、適切な運転維持管理の欠如等により悪化しつつある。PDAM が運営している水道システム以外では、コミュニティー水道と呼ばれる小規模水道システムが存在しており、一般的にこれらの水道は地下水や湧水にその水源を依存している。

調査地域においては、家庭用、非家庭用を問わず、広く地下水が利用されており、将来に亘っても地下水を継続的に利用できるかどうか懸念をもたれていた。そこで、DIY は、民間資金を導入した DBOT プロジェクトにより、表流水を利用した用水供給事業の実施を計画した。

インドネシア政府（GOI）からの正式な要請に応え、日本国政府（GOJ）はインドネシア国ジョグジャカルタ特別州広域水道整備計画調査にかかわる技術協力を実施することに合意し、日本国の技術協力機関である国際協力機構（JICA）が本調査を実施することとなった。

当初本調査は以下に示す3つのフェーズにより実施されることが、2国間で合意されていた。

- フェーズ I： 方針と戦略の策定
- フェーズ II： マスタープランの策定
- フェーズ III： アクションプランの策定

2006年7月11日にGOI及びJICAで調査の内容について合意が得られた。その中で、本調査で策定されるマスタープランは、先に2005年1月15日にDIYにより締結されたDBOTによる用水供給事業と整合させるようDIY側から要請され、JICAはこの要請を受け入れ、マスタープラン策定にあたり、Yogyakarta市、Bantul県及びSleman県における受水地点（配水池）、その水量及び水質を所与の条件として捉えることとした。

調査を効率的に実施するためには、これら用水供給事業に関わる情報がJICAに常に提供されるべきであるとJICAが求め、これについてDIYも合意した。

DBOTによる用水供給事業は河川からの取水、浄水場、浄水送水管、配水池を含むものであり、水道システムの上流部分を占めるものである。よって、JICAがマスタープランを策定する際にこれら上流部分の情報は不可欠なものであった。しかし、インドネシア側は調査団に対して十分且つ正確な情報を提供することが困難な状況であった。

調査開始後、フェーズIIの調査が開始される段階で、JICA、インドネシア側関係者の間で、今後の調査内容について、一連の協議が実施された。これら一連の協議で以下の事項について確認された。

- フェーズⅡの調査業務であるマスタープランの策定の開始が、このような状況では困難であること
- JICAは当該用水供給事業に関連して、その用水の受け入れ地点、配水池の容量、用水の水量、水質等必要な情報がインドネシア側から提供されない場合、遺憾ながら調査をフェーズⅡの最初の部分（パート1）の完了を持って中止せざるを得ないこと

インドネシア側は調査の継続を要望し、これら一連の協議の過程で提示された調査継続のための条件について合意した。

2007年7月23日にDIYは調査継続条件に関わる確認の文書を発出したが、この文書の内容は、議事録で合意された調査継続の条件を満たすものではなかった。

JICAはこのDIYからの文書が発出されたことを受け、2007年11月に本調査を中止することを決定した。

本テクニカル・レポートはこれまでの調査結果（フェーズⅠ及びフェーズⅡの最初の部分・パート1）を取りまとめたものである。残念ながら調査が中断されたことにより、本報告書は将来のマスタープランを含むものではないが、将来マスタープランが策定される際に、十分留意・配慮されるべき事項をまとめている。

## 第2章 調査の目的と調査区域

### 2.1 調査の目的

2006年7月11日に、GOI及びJICAにより合意された当初の調査の目的は以下の通りであった。

- 2020年を目標年度とした、Yogyakarta市、Sleman県、及びBantul県のGreater Yogyakarta圏の水道開発マスタープランを策定する。
- Greater Yogyakarta圏域における水道サービスに関わる組織強化に資するアクションプランを策定する。
- 調査業務をカウンターパートと共同で実施することにより、能力開発を推進する。

しかし、前章（1章）に示したように、DBOT用水供給事業に関わる必要でかつ詳細な情報がインドネシア側により提供されなかったことから、マスタープランの策定は中止された。これにともない、アクションプランの策定も中止された。

本調査は将来のマスタープランで留意され、検討されるべき事項を取りまとめた本テクニカル・レポートの作成・提出をもって終了されるものである。

## 2.2 調査地域

調査地域は、Yogyakarta 市、Sleman 及び Bantul 県を含むものとする。

# 第 3 章 調査地域の自然条件および社会経済条件

## 3.1 自然条件

調査区域はジャワ島中南部の DIY に位置する。DIY は、Kulonprogo 県、Bantul 県、Gunungkidul 県、Sleman 県および Yogyakarta 市よりなり、マスタープランは Bantul 県、Sleman 県および Yogyakarta 市を対象としている。

表 3.1.1 対象地区の中心都市および面積

<i>Regency/Municipality</i>	<i>Capital</i>	<i>Area (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Area (%)</i>
Kulonprogo	Wates	586.27	18.40
<b>Bantul</b>	<b>Bantul</b>	<b>506.85</b>	<b>15.91</b>
Gunungkidul	Wonosari	1,485.36	46.63
<b>Sleman</b>	<b>Sleman</b>	<b>574.82</b>	<b>18.04</b>
<b>Yogyakarta</b>	<b>Yogyakarta</b>	<b>32.50</b>	<b>1.02</b>
DIY		3,185.80	100.00

Source: National Land Board of DIY

州または調査地域の地形の特徴を以下にまとめる

- 地域最高峰(2,911m)の Merapi 山は地区北部に位置する活火山で、インド洋に面する南海岸までその傾斜が続いている。
- 調査地域は Merapi 山とインド洋に挟まれた地域である。
- Merapi 山腹で複雑に流れる支流は Progo 川または Opak 川に流れ込んでいる。
- Kulonprogo および Bantul では沖積平野が南部に広がっている。
- Bantul 東部および Gunungkidul 北部の境界には火山性堆積物で出来た丘が広がっている。
- 旧火山 West Progo および石灰岩性の Sentolo 丘が西部に位置している。

現在まで続く火山活動および過去の海水位変化による影響でこの地区の地形は複雑なものになっている。調査地区の大部分は沖積世の堆積物または Merapi 山などによる火山性堆積物に覆われており、南部の低地平野部は火山性の再堆積物に覆われている。

調査地域における水源の地質は沖積世堆積物あるいは火山の噴火物による第三紀および第四紀堆積物であり、その高い透水性によって良好な帯水層となっている。調査地域には、Sleman 県および Bantul のほぼ全域で露出している Merapi 帯水層という主要な帯水層がある。

調査地域の気候は熱帯モンスーンに属し、雨期乾期の 2 つの季節がある。4 月から 9 月まで

が乾期で10月から3月までが雨期といわれている。図 3.1.1 に調査地域ほぼ中央に位置する観測点の気温変化を示す。一般に乾期は雨期より暑い。2005年の降雨量は1,862mmとなっており、12月の降雨量が最大となっている。

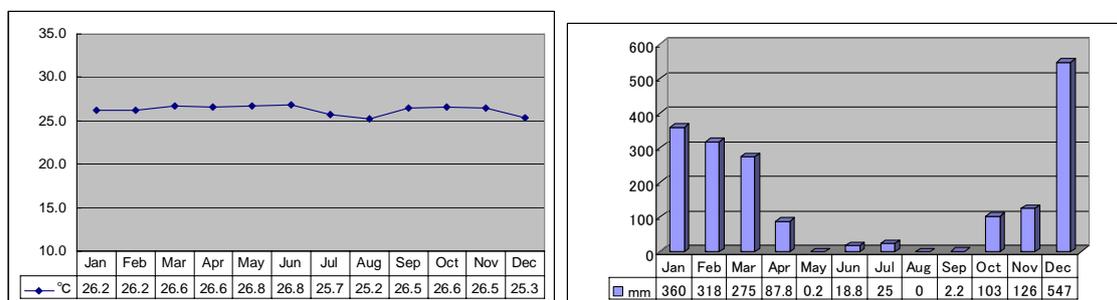


図 3.1.1 調査地域の気温と降雨量 (2005)

Observed at Jitengan, Balecatut, Gamping, Sleman (S07°48'59'18", E110°17'42'00)

Source: Meteorological and Geophysical Agency

## 3.2 社会経済状況

### 3.2.1 行政機構

インドネシア国の行政機構は、中央政府、州政府、市または県政府の三層で構成されている。調査対象地域は以下の地方自治体を含んでいる。

- Yogyakarta 市：14 の Kecamatan (市の下の行政単位) と 45 の Kelurahan (Kecamatan の下の行政単位で町村にあたる)
- Sleman 県：17 の Kecamatan (県の下行政単位) と 86 の Desa (Kecamatan の下の行政単位で町村にあたる)
- Bantul 県：17 の Kecamatan と 75 の Desa

州政府及び市または県政府は類似した組織構造を有している。市または県政府は、行政部門を担当する市または県の長 (*gubernur* もしくは *bupati/warikota*) および立法部門を担当する市または県の DPRD (下院) で構成されている。PDAM は、100%市または県出資の水道企業体である。

DIY の 9,915 億ルピーの総予算は、地方収入 (37%) 割当予算 (44%) およびその他の資金 (18%) から来ている。割当予算全体に占める通常または特別割当予算 (中央政府からの移転) の割合は、91%に上っている。総予算の配分は、開発資金 (30%)、経常支出 (45%)、および地方自治体への配分 (25%) となっている。予算の多くが経常支出 (給与、諸経費、維持費等) に費やされ、わずか 30%しか新規設備投資に配分できないため、DIY の予算構造は、健全とは言いがたい。

### 3.2.2 人口

2005年の国家社会経済調査の結果によると、DIYの人口は、3,281,800人とされ、その50.78%が女性、49.22%が男性となっている。都市人口の割合は58.11%、村落人口の割合は41.89%である。人口増加率は1.88%で、2004年以前よりも高くなっている。

### 3.2.3 産業

観光・観光関連サービス業、小規模製造業、農業が主要な産業であり、これらで全GDPの70%を占めている。BPS DIYの統計データによると、2000年を基準としたDIYの2005年の名目経済成長は、4.74%であった。全セクターにおいてプラスの成長が見られた。

## 3.3 法体系

### 3.3.1 水法

インドネシアの法制度はUU（国家基本法）、PP（政令・大統領令）、およびPM（省令）といった3つのレベルからなる階層構造となっている。インドネシアの水道セクターは、2つの重要な法律によって規定されている。一つは水資源法（UU7/2007）でもう一つは政府規制のSPAM（PP16/2005）である。UU7/2007は3つの点において最も進歩した水法の一つである。すなわち、(1) 河川流域管理システムが制度化された、(2) 透明性のある水道料金メカニズムが導入された、そして、(3) 水利権が明確に定義された、ことである。

UU7/2007を通じて、SPAMの発展を促すためにいくつかの政府規制（PP）が必要となっている。これらのうちで、PP16/2005がまず制定された。水資源を効果的に管理するために、表流水と地下水の各々に対する明確なルールとガイドラインを定めるような2つの重要な規制が必要とされている。これらの規制は政府内部で素案の段階であり、いまだに（2007年3月時点）公表されてはいない。

インドネシア政府は、最近大統領令67/2005および財務省令No. 38/PMK.01/2006という2つの重要な法規を制定することにより、インフラ開発におけるPSPもしくはPPPの推進を加速してきた。

JICA調査団は政府関係者が法制度についてどの程度理解しているかを知るためにアンケート調査を行った。回答者は州政府2名(Secretary、PU)、ジョグジャカルタ市2名(BAPPEDAとPDAM)、スレイマン県3名(BAPPEDA、PUとPDAM)及びバンツール県3名(BAPPEDA、PUとPDAM)の計10名であった。

アンケート調査の結果、以下のことが明らかになった。

- 水資源の管理責任が中央、州、市／県のどの政府レベルにあるかについて回答者の認識はバラバラであった。これは水資源管理責任の所在についてに規定した法制度が確立していないことを示唆する。
- 料金によるコスト回収政策は PDAM 間で相違があった。ジョグジャ市はフルコスト回収を実施しているが、スレイマンとバンツールは部分的コスト回収政策を採用している。村落給水事業については建設コストは政府の補助金で賄われるフル助成政策をとっている。
- 民活(PSP)政策については、政府関係者(Secretary、BAPPEDA、PU)は肯定的であるが、PDAM 関係者は否定的である。一方、すべての回答者は利用者参加とサービスの分権化には肯定的である。
- 政府機関がどの程度水道事業に関与すべきかについては回答者間で温度差がみられた。PDAM 関係者は政府関係者に比べさらなる分権化を求める傾向がみられた。
- PSP 導入による PDAM 職員の適正化については、政府は積極的であるが、PDAM 幹部は強く抵抗している。PDAM は民活導入によらない経営効率改善を希求している。
- すべての回答者は水道料金を規制と管理する独立機関がないことを問題視している。これは料金規制当局の設立を促す法制度の確立の必要性を示唆している。

また、一部の回答者から今後の水道事業において取り組むべき重要課題として以下のものが挙げられた。

- 州政府官房から安定水源の確保、公平な水利用、水利用優先度付け、村落による施設管理の改善、流域管理と保全。
- 州政府 PU から水資源管理と PDAM による施設管理の改善
- PDAM スレイマンから職員の経営改善マインド醸成、コスト削減に資する技術導入、ロス低減方策、安価な水源の確保、メーター交換方法の改善、業務の簡素化、チームワーク能力の向上等

### 3.3.2 衛生関連法

法令 No. 16/2005 は、下水・衛生施設に関する以下のような条項を有している。その条項は次のように要約される。

- 衛生施設の開発は次の項目を検討して行なう。
  - 低所得者と水に関する問題に直面している人々への配慮
  - 人々の健康の向上
  - サービス基準の達成
  - マイナスの社会影響を及ぼさないこと
- 下水道施設がすでに利用可能な場合は、すべての人々もしくはグループは、未処理で下水を直接飲料水源に投棄することを禁止されている。
- 下水道施設がまだ利用可能でない場合は、すべての人々もしくはグループは、未処理で下水を直接、中央政府や関係地方自治体が指定する飲料水源に投棄することを禁止されている。
- 人口密度の高い地域では、地域の支援能力や水道システム、人々の社会経済条件に関りなく、集約的下水処理システムが優先される。

### 3.3.3 環境法

初期環境調査 (IEE)、すなわち UKL (環境管理計画) および UPL (環境モニタリング計画) は、インドネシア国でのフィージビリティ調査 (F/S) の実施中に行なわれなければならない。

AMDAL (EIA : 環境影響評価) に関しては、関係省庁・機関がそれぞれ別個に実施指針を作成してきた。当該プロジェクトを管理する機関は、環境に関する中央または州の委員会の助言を得ながら、EIA の評価に関する最終決定を与える。水道セクターにおいては、IEE と EIA の必要性の判断の線引きは、Sleman 県、Yogyakarta 市、Bantul 県の各々の BAPPEDALDA からの情報を基に作成した表 3.3.1 に要約されている。さらに、非常に軽微な影響が予想される場合には、SPPL (環境管理提案状) の提出のみが必要とされている。

表 3.3.1 IEE と EIA の必要性判断の線引き

Classification	UKL & UPL (IEE)	AMDAL (EIA)	Remarks
1) Water Treatment Plant <sup>*1</sup>	Water treatment capacity with 50 - 100ℓ/s	Water treatment capacity over 100ℓ/s	
2) Withdrawal from River, Lake, and Spring <sup>*2</sup>	- Draw water below 250ℓ/s - Service area below 500ha - Length of transmission main below 10km (Length of transmission main with 2 - 10 km <sup>*1</sup> )	- Draw water over 250ℓ/s - Service area over 500ha - Length of transmission main over 10km - Pipeline cross over 2 or more regencies <sup>*2</sup>	- Urban Area - Equivalent of supplied population of 200 thousands or medium-scale city
3) Pumping-up of Groundwater <sup>*1*2</sup>	Pump up water with 5 - 50ℓ/s	Pump up water over 50ℓ/s	- Per well - Pump up water from 5 wells within 10ha
4) Withdrawal from Spring <sup>*1</sup>	Draw water with 5 - 50ℓ/s	Draw water over 50ℓ/s	

Note: <sup>\*1</sup> Source for Groundwater and Springs refers "Type of Documents for Environmental management in Business, Attachment III, Yogyakarta Regulation No.41, 2006.

<sup>\*2</sup> "Business and/or Activities need Execution of EIA", Appendix, No.117/2001, Decree by State Minister for the Environment.

## 第 4 章 関連上位計画及び他ドナーの動向

### 4.1 国家開発計画

現状の国家開発計画は PROPENAS 2004 – 2009 である。この国家開発計画において、過去 5 年間の開発計画の方針を踏襲して、貧困層に対する安全な水供給の改善が掲げられている。

インドネシア政府は次の様に「インドネシアにおける水供給改善国家アクションプラン」を制定している。

- 総合的な目標 :
  - 安全な水供給ならびに衛生的な環境整備により人々の福祉を向上させる
- 2015 年に向けての国家レベルでの目標

- 都市部： 一人一日あたり水需要を 100ℓ とし、普及率を 80%とする
- 村落部： 一人一日あたり水需要を 60ℓ とし、普及率を 60%とする
- 地域レベルでの目標
  - 地域開発のための方針を確立する
  - 地域の土地利用計画を策定する
  - 水資源を確保する
  - 都市部及び村落部における水供給のための長期計画を策定する
  - 地域の能力に見合って、ミレニアム開発計画を達成する

水道セクター開発に関する中期計画（RPJMN2004-2009）によれば、2009年における国家レベルでの開発目標は以下の通りである。

**表 4.1.1 RPJMN 2004-2009 において目標とされた、将来水普及人口並びに普及率**

No	Category	Present Served Population (million) (2004) (Service Ratio%)	Target Served Population (million) (2009) (Service Ratio%)	Increasing scope Million people
1	Urban	31.2 (33%)	77.0 (66%)	45.8
2	Rural	8.7 (7%)	36.0 (30%)	27.3
3	Total	39.5 (18%)	113.0 (40%)	73.5

Source: Ministry of Public Works

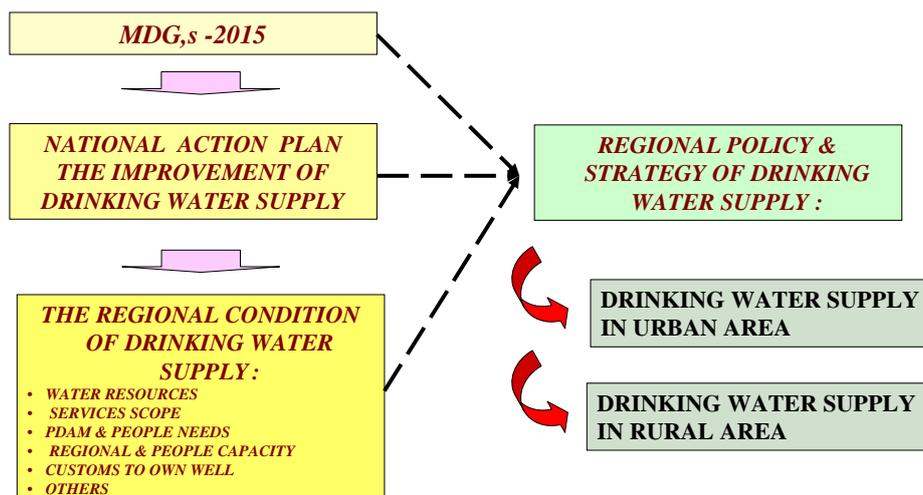
水道開発計画の方針及び戦略（SPAM DEVELOPMENT）については、この RPJMN 2004-2009 において述べられている。水道開発計画の方針及び戦略の内容を以下に示す。

- 普及率とそのサービスレベル
  - 段階的にサービスレベルとその質を向上させていく
  - 適正な運転維持管理並びにリハビリテーションにより無収水率を低減させる
  - 貧困層への水供給を第一優先順位とする
- 予算措置
  - 様々な代替予算措置を考慮しながら、水道開発に対する予算手当てを増加させる
  - PDAM の財務状況を改善させる
- 組織、制度、法制度整備
  - 水道開発管理において、管理及び実施組織の強化
  - 組織管理におけるビジネス原理の導入
  - 法制度整備

## 4.2 地域レベルにおける開発計画

### 4.2.1 州レベルにおける水セクター開発計画

州レベルにおける水セクター開発計画はBAPEDA及びKIMPRASWIL (Cipta Karya)によって策定され、将来計画、方針・戦略は国家開発計画の方針に整合したものとなっている。国家方針及び州レベルでの方針の関係は下図に示す通りとなっている。



Source: Bappeda DIY

図 4.2.1 国家方針及び州レベルでの方針

ミレニアム開発計画の目標を達成するために、DIY における水道整備基本戦略は以下の通り策定されている。

- 水道サービスの拡張
- 水道システムの有効活用、PDAM の余剰生供給能力の利用、新システムの構築、住民の役割強化等により 2010 年までに DIY における健康的な生活環境を実現させる
- 持続的な水資源の維持
- 水の効率的な利用、水資源の質の確保・向上、環境レベルの向上等を他の地域との連携により実現し、持続的な水資源を確保する
- 技術的援助
- 特に貧困層に対する物理的な援助を実施・支援する
- 代替予算の導入
- 政府予算、並びに国内、海外双方の民間資金ネットワークを活用した協調ファイナンス
- 組織改革
- 意思決定の過程、水道管理に関するステークホルダーの関与の増加
- 供給者側の義務の認識
- すべての住民に対する最低限レベルのサービス提供の意思決定及びその実施

#### 4.2.2 都市基盤施設管理における地域間（Yogyakarta 市、Sleman 県、Bantul 県）連携

2001 年、Yogyakarta 市、Sleman 県、Bantul 県の 3 者合意により、地域境界を越えた協調体制を支援するために Kartamantul 共同事務局が設立された。共同事務局は「Katamantul 地域間協力」を 7 つのセクターの現状を分析して 2006 年に発行した。7 つのセクターとは以下の通りである。

- 道路管理／
- 交通管理
- 水資源管理
- 汚水管理
- 排水管理
- 固形廃棄物管理
- 組織体制

共同事務局のビジョンは「適正な都市基盤整備及び高度な住民参加により、快適で美しく健康的な都市部開発のために、平等、公平、現実的、民主的な協力の架け橋となるべき責任を担うことである」としている。

水資源セクターにおいては、DIY 都市部において、恒常的にその水需要、清廉な水供給を達成することを目的とした協力を果たすとしている。事務局は水セクターにおける管理、すなわち、浄水場、管路、配水池、組織機能、財政、料金、環境等の問題点を重視している。

#### 4.3 他ドナーによる援助

多くの援助機関が多岐に亘るプロジェクトを実施しているが、特に 2006 年 5 月の激甚な地震災害復興に対するものである。

水道セクターにおける継続的な支援としては、USAID が環境サービスプログラム（ESP）の一環として実施しているものがあり、特に PDAM の能力強化に重点を置いている。

## 第 5 章 水源

### 5.1 概要

Progo 川は地域内最大の河川である。この水は Progo 川と Opak 川とを結ぶ Mataram 水路により、年間を通じて主に農業利用されている。

## 5.2 PDAM の水源

PDAM は調査区域内の主として都市部で水供給を行っている。PDAM Sleman と PDAM Bantul はその給水区域内に水源を持つが、PDAM Yogyakarta はその大部分の水源は Sleman 県に存在する。

各 PDAM の水源は河川、湧水、浅井戸及び深井戸に分類される。表 5.2.1 に各 PDAM の水源箇所数、表 5.2.2 に各 PDAM の浄水能力を示す。これらの表によれば、3 地域内で深井戸が水源箇所数の 62%、水量の 63% を占めている。他に水量では河川水が 5%、湧水が 15%、浅井戸が 17% を占めている。

表 5.2.1 各 PDAM の水源箇所数

Type of Water Source	PDAM Yogyakarta		PDAM Sleman		PDAM Bantul		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%	Number	%
River	1	2%	0	0%	1	5%	2	2%
Spring	2	4%	2	7%	4	19%	8	8%
Shallow Well	11	22%	12	43%	5	24%	28	28%
Deep Well	36	72%	14	50%	11	52%	61	62%
Total	50	100%	28	100%	21	100%	99	100%

Source: Noted above information is collecting from staff of each PDAM

表 5.2.2 各 PDAM の浄水能力 (水源別)

Type of Water Source	PDAM Yogyakarta		PDAM Sleman		PDAM Bantul		Total	
	Capacity (L/s)	%	Capacity (L/s)	%	Capacity (L/s)	%	Capacity (L/s)	%
River	80	7%	0	0%	15	8%	95	5%
Spring	128	11%	115	23%	22	12%	265	14%
Shallow Well	192	16%	90	18%	44.5	24%	326.5	17%
Deep Well	804	67%	295	59%	105	56%	1,204	64%
Total	1,204	100%	500	100%	186.5	100%	1,891	100%

Source: Noted above information is collecting from staff of each PDAM

調査区域内の PDAM は、水源箇所数の 74%、浄水量の 88% を Sleman 県の水源によっている。3 地域全てにおいて、深井戸が第一の水源であり、これに浅井戸が続いている。

## 5.3 村落水道の水源

PDAM が水供給していない村落地域は村落水道によって給水されている。調査地域内には 104 箇所の村落水道が存在する。湧水と浅井戸がこれら村落水道の主要な水源になっている。

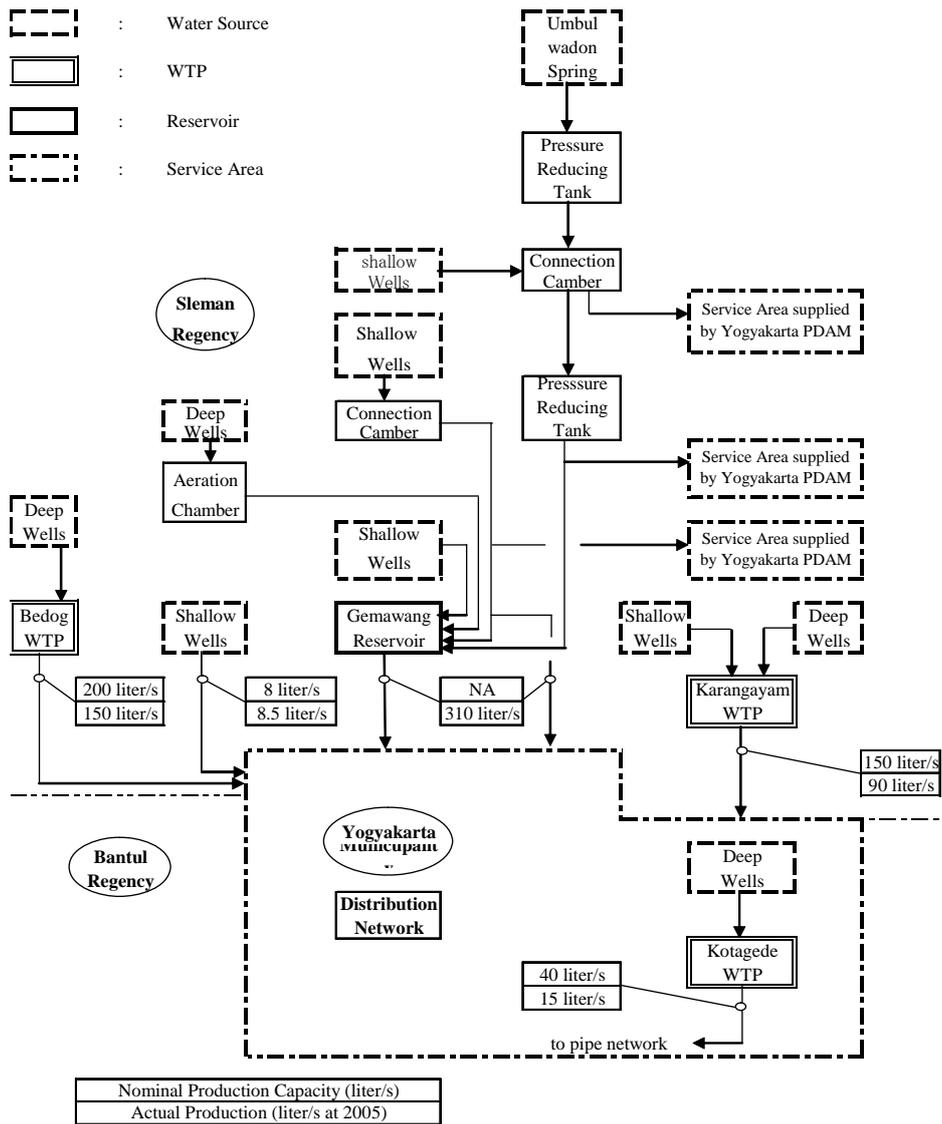
## 第 6 章 既存水道事業の状況

### 6.1 概要

Sleman 県と Bantul 県の水道事業は各県の PDAM と PU によって運営されている。PDAM は都市部の水道、PU は村落水道を管轄している。Yogyakarta 市の水道事業は、1976 年に施行された法律 (Perda 3/1976) によってオランダの会社から PDAM Yogyakarta に移譲された。

### 6.2 PDAM Yogyakarta

PDAM Yogyakarta は公社組織で、151 名の技術職員と 146 名の事務職員が働いている。水源と導・送水管を図 6.2.1 に示す。図に示すように、PDAM Yogyakarta の水源の大部分は Sleman 県に存在している。Umbul Wadon 湧水を水源とする Gemawang 配水池および地下水を水源とする Bedog 浄水場 と Karangayam の浄水場も Sleman 県に建設されており、Kotagede 浄水場が唯一 Yogyakarta 市行政区域内に建設されている。



Source: PDAM Yogyakarta

図 6.2.1 PDAM Yogyakarta の水源及び送水系統図

Sleman 県にある Umbulwadon 湧水から Yogyakarta 市を結ぶ送水管により Sleman 県内の沿線地域にも給水されている。この給水区域は Sleman 県の行政区域内であるが、PDAM Yogyakarta 水道事業によって給水されている。

### 6.2.1 PDAM Yogyakarta の水道事業運営状況

表 6.2.1 に事業運営状況をまとめる。

表 6.2.1 PDAM Yogyakarta の水道事業運営概要

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Total Population	person	406,735	406,856	406,995	407,142	407,306	407,484	407,673	407,881	408,096	408,332
Total Water Production	l/sec	509.4	559.6	578.8	570.6	546.6	584.7	533.9	543.9	548.8	580.0
Total Water Consumption	l/sec	343.4	357.6	354.0	356.3	373.4	375.9	370.1	351.6	347.3	341.0
Public Services	l/sec	14.1	15.3	16.3	16.3	16.2	16.5	15.3	14.1	14.5	14.3
Domestic	l/sec	294.4	310.7	309.2	309.4	319.0	326.4	323.1	309.6	310.0	305.7
Commercial	l/sec	26.0	27.1	25.2	27.0	28.4	28.3	27.8	24.9	19.5	17.7
Industrial	l/sec	0.7	0.4	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2
Public Standpipe	l/sec	4.7	1.8	0.4	0.6	6.3	0.5	0.5	0.4	0.6	0.7
Palace	l/sec	3.3	2.3	2.7	2.8	3.0	3.7	3.0	2.2	2.4	2.3
Non Revenue Water (NRW)	l/sec	166.0	202.0	224.7	214.3	173.3	208.8	163.7	192.4	201.4	239.0
NRW Ratio	%	32.6%	36.1%	38.8%	37.6%	31.7%	35.7%	30.7%	35.4%	36.7%	41.2%
Number of Domestic Connection	Nos	27,996	28,769	29,730	30,437	31,212	31,855	32,214	32,276	32,387	32,398
Served Population	person	139,980	143,845	148,650	152,185	156,060	159,275	161,070	161,380	161,935	161,990
(1 onnection for 5 family members)		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Service Ratio	%	34.4%	35.4%	36.5%	37.4%	38.3%	39.1%	39.5%	39.6%	39.7%	39.7%
Domestic Per Capita Water Consumption	lpcd	182	187	180	176	177	177	173	166	165	163

Source: PDAM Yogyakarta

無収水率は、最近の3年間では増加しているものの概ね31%から40%で推移している。1996年から2005年の10年間の無収水率の平均は35.6%となっている。給水接続は、公共用（行政事務所、行政組織、宗教施設等）、家庭用、商業用、工業用、そして王宮用の5つに分類されている。その大部分は家庭用で、2005年では全体の90%を占めている。給水接続数は2001年まで急激に増加していたが、2002年以降大きな変化はない。

## 6.2.2 運転維持管理

PDAM 管轄の各給水システムでは、井戸ポンプによる揚水量及び配水池からの配水量が時間毎に測定され月毎にまとめて記録されている。施設は原則24時間運転されている。しかし予備の発電機を所有していないため、停電時には取水ポンプと浄水施設が停止する。PDAM の配水部門が送水管と配水管の維持管理を行っている。管の漏水調査及び管の更生工事は実施されていない。配水圧は夜間高く、昼間は低くなっている。

PDAM Yogyakarta は配水管網のブロック化の準備をしており、現在までに、Kotagede と

Karangayam の給水区域は隣接する配水区域から遮断され、独立した給水区域になっている。

### 6.2.3 問題点のまとめ

主な問題点は下記のように要約される。

- 乾季に Gemawang 配水池系統の浅井戸からの揚水量が減少し、Candi 給水区域への給水量が減少する。
- 無収水量が大きいためその減少を図る施策の早急な実施が必要である。
- Sleman 県の行政区域内には PDAMYogyakarta 水道事業の主要水源（Umbulwadon 湧水等）が存在する。しかしながら、現状では Sleman 及び Yogyakarta の両 PDAM の間にはこの件に関する明確な取決めがなされていない（例えば PDAM Yogyakarta で将来水源拡張の必要性が生じた場合に、このまま Sleman 県に存在する水源を使用し続けることができるのか、またはさらに取水量を増加することができるのか等についての明確な取決めが無い）。そのため、Sleman 県を含む湧水等の管理等について、利用関係者間で調整する必要がある。
- Sleman 県の行政区域内には PDAM Yogyakarta が給水している区域が存在する。同一地域に複数の水道事業者が混在することにより、維持管理上の問題が生じる恐れがある（例えば漏水などが生じた場合、どちらが責任を持って対処するのか等）。そのため、Yogyakarta と Sleman の両水道事業者間で、将来の給水区域のあり方や維持管理上の責任等について協議を持つことが望ましい。
- 浄水施設と機器の故障が原因で Kotagede 浄水場の実際の浄水能力は公称値より小さくなっているため修復が望まれる。

## 6.3 PDAM Sleman

PDAM Sleman は公社組織であり、83 名の技術職員と 115 名の事務職員が働いている。

水道施設配置を図 6.3.1 に示す。図示するように、小規模の配水地区が給水区域全域に点在している。Yogyakarta 市に隣接する都市部では配水地区が近接し、農村地域では点在している。

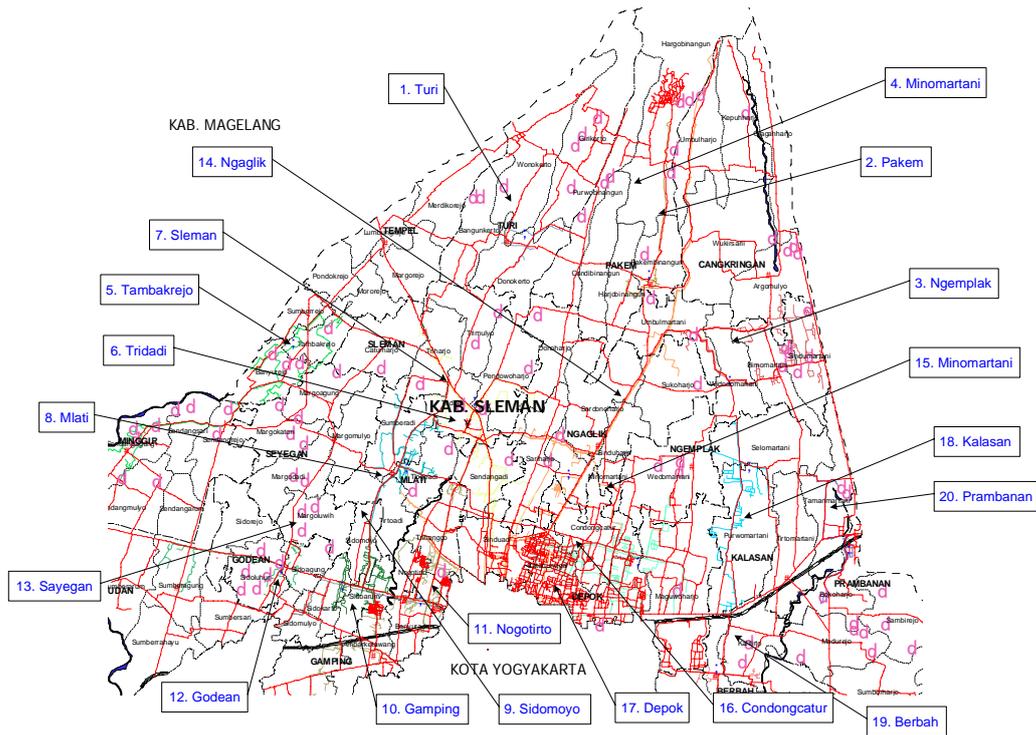


図 6.3.1 PDAM Sleman の水道施設位置図

### 6.3.1 PDAM Sleman の水道事業運営状況

PDAM Sleman の水道事業の運営状況を表 6.3.1 に示す。

表 6.3.1 SlemanPDAM の水道事業運営概要

		2004	2005
Total Population	person	948,146	960,803
Total Water Production	l/sec	159.3	178.0
Total Water Consumption	l/sec	96.1	95.4
Public Services	l/sec	3.3	4.0
Domestic	l/sec	88.9	87.7
Commercial	l/sec	2.1	1.8
Industrial	l/sec		
Public Standpipe	l/sec	1.8	1.8
Palace	l/sec		
Non Revenue Water (NRW)	l/sec	63.2	82.6
NRW Ratio	%	39.6%	46.4%
Number of Domestic Connection	Nos	18,788	18,994
Served Population	person	93,940	94,970
(1 connection for 5 family members)		5	5
Service Ratio	%	9.9%	9.9%
Domestic Per Capita Water Consumption	lpcd	82	80

Source: PDAM Sleman

### 6.3.2 運転維持管理

PDAM Sleman 水道事業体は 17 の配水地区（20 の水道システム）を持ち、PDAM の職員によって運営、維持管理されている。職員の能力向上のための研修は年 2 回実施されている。技術の伝承は各給水拠点で経験者が実地訓練している。しかし、水源及び浄水場の中には取水量不足と浄水能力不足の問題に直面しているものがある。1980 年代から 1990 年代に建設された施設は老朽化している。

### 6.3.3 問題点のまとめ

主な問題点は下記のように要約される。

- PDAM Sleman 水道事業においては、家庭用水道メーターの取替えプログラムを除いて、水道事業整備計画、施設修復計画に基づくプログラムが実施されていない。さらに、水道事業体の資産目録は無いため既存施設の状況把握を明確に実施するのが困難な状況にある。
- 施設運転員の能力向上のために、一般及び特記事項に関する運転・維持管理マニュアルの作成が必要である。
- 機器の故障により、施設運転・維持管理が困難になっている給水拠点施設がある。
- 水使用者の塩素臭に対する苦情のため、塩素注入をしていない給水システムがある。
- 省エネルギー及び水資源の保護のためにも、無収水量の削減は直ちに実施する必要がある。
- 6.2.3 で述べたように、将来の水源管理及び給水区域のあり方等に関して、Yogyakarta 市を含む関係者間の調整が必要と考えられる。

## 6.4 PDAM Bantul

PDAM Bantul 水道事業体は公社組織で、50 名の技術職員と 56 名の事務職員が働いている。

水道施設位置を図 6.4.1 に示す。図示するように、異なるタイプの浄水処理施設と浄水能力をもつ配水地区が給水区域内に点在している。



水場の中には取水量不足と浄水能力不足の問題に直面しているのがある。1990年代に建設された施設は劣化してきている。

#### 6.4.5 問題点のまとめ

主な問題点は下記のように要約される。

- PDAM Bantul においては、水道事業整備計画の作成、将来の需要予測が策定されておらず、施設修復計画に基づくプログラム等が実施されていない。さらに、水道事業者の資産目録は無いため既存施設の状況把握を明確に実施するのが困難な状況にある。
- 職員の教育及び技術研修が計画されておらず定期的な訓練が実施されていない。これが水道施設の運転維持管理、水道メーター検針、料金請求業務の適切な実施を困難にしている理由のひとつになっている。
- 1990年代に取り付けられた水道メーターの取替え、あるいは修理が実施されていない。水道メーター故障の報告のみによりメーターの状態を把握している。
- 水道施設の運転維持管理に対する技術・知識の欠如や浄水機器の故障等により、施設運転及び維持管理に問題がある配水地区がある。
- 水使用者の給水栓における塩素臭に対する苦情のため、塩素注入をしていない給水システムがある。
- 無収水率は約40%に達する。省エネルギー及び水資源の保護のためにも、適宜な方法による無収水量の削減を実施すべきである。

### 6.5 3つのPDAM（Yogyakarta、Sleman、およびBantul）の比較

#### 6.5.1 総浄水量(l/sec)

PDAM Sleman と PDAM Bantul の浄水量は PDAM Yogyakarta に比べ小さい。しかし Yogyakarta 市における水道事業はその水源を主に Sleman 県の湧水と井戸に依存している。

#### 6.5.2 総使用水量(l/sec)

これら3つのPDAMの総使用水量は約500リッター毎秒になる。一方、浄水量は約850リッター毎秒になる

#### 6.5.3 用途別使用水量(l/sec)

使用水量別に見た場合に生活用水量が最大となる。生活用以外の使用水量は Yogyakarta 市では比較的大きいが、3PDAM全体で見ると小さい。

#### 6.5.4 無収水率

3PDAMの無収水率は40%から50%と高い数値を示している。無収水率削減のための施策の計画とその実行が必要となる。

### 6.5.5 水道普及率

各戸給水による水道普及率を見ると、他の2 PDAM に比べ PDAM Yogyakarta の値は高いものの、国の整備目標に比べると3 PDAM とも非常に小さい。

### 6.5.6 一人当たり生活用使用水量(l/sec)

Yogyakarta 市における一人1日当り生活用使用水量は約160リッターであり、他の2 PDAM に比べ多い。Yogyakarta 市は全地域が都市地域であるが、Sleman と Bantul の2 PDAM の一人1日当りの使用水量は各水道事業(都市部と農村地域を含む)の数値の平均値であるので、農村地域についても算出した。

### 6.5.7 3PDAM の抱える問題点

前述した3PDAM のパフォーマンスの比較を通じ、明らかになった問題点を以下に要約する。

表 6.5.4 3PDAM の問題点とその比較

分野	Yogyakarta PDAM	Sleman PDAM	Bantul PDAM	特記事項
新規開発・リハビリに関する長期計画の有無	無し。	無し。	無し。	各 PDAM により、既存施設の診断を行った上で、新規開発・既存システムのリハビリに関する長期計画を策定する必要がある。
既存施設・資産のデータ	データ整備が不十分。	データ整備が不十分。	データ整備が不十分。	適切な維持管理及び新規開発・リハビリのための長期計画策定に必要なアセットマネジメントの重要性について認識される必要がある。
人材育成	OJT のみ実施されている。	人材育成計画が策定されており、それに基づいた活動が時折実施されている。OJT も実施されている。	トレーニングプランは無い。	上位計画に基づいた人材育成に係る方針を策定する必要がある (PDAM Sleman は策定済み)。
既存施設・資産の状況	機械・電気設備の劣化が確認されている。	機械・電気設備の劣化が確認されている。	機械・電気設備の劣化が確認されている。	既存施設・資産の定期的な検査が必要である。また、検査結果を上述した長期的リハビリ計画に有効に活用されるような配慮が必要である。

量水器（メーター）の状況	メーター交換プログラムが開始された。しかし、老朽化したメーターが未だ多く使用されている。	メーター交換プログラムが実施中である。  Meter replacement program is under implementation.	計画的なメーター交換プログラムは策定・実施されていない。	特に PDAM Bantul において、可及的速やかにメーター交換プログラムを策定・実施する必要がある。 関連規則に基づき、定期的な交換プログラムを策定・実施する必要がある。
維持管理マニュアルの有無	無し。	無し。	無し。	適切な維持管理のため、各々の施設・給水区域に適したマニュアルが必要である。
消毒	塩素消毒により配水。	消毒が不十分。	消毒が不十分。	インドネシア国の飲料水水質基準によれば、末端給水栓において残留塩素が確保されることが必要となっている。しかしながら、塩素消毒の重要性を理解していない顧客による塩素臭のクレームにより、十分な量の塩素注入がなされていない状況にある。
管路の維持管理及び漏水削減	配水課が管路の維持管理の任に当たっている。	管路補修計画が作成されている。	配水課が管路の維持管理の任に当たっている。	漏水補修に関しては、概ね対処療法的な対応にとどまっている。予防的措置を講じた上で積極的な漏水削減対策を実施することが望まれる。
水質分析	自前の水質試験室を所有している。生物試験については保健局が実施している。	自前の水質試験室を所有していない。生物試験については保健局が実施している。	自前の水質試験室を所有していない。生物試験については保健局が実施している。	試験の頻度は不十分である。 3PDAM 間で協議・合意した上で、比較的 analysis 環境が整っている PDAM Yogyakarta によって他 PDAM の不足を補うなどの方策も検討する余地がある。
水源管理及び給水区域	水源の多くは Sleman 県内に存在している。  Sleman 県内に位置しながら、PDAM Yogyakarta に給水サービスを受けている区域がいくつか存在している。	すべての水源は Sleman 県内に存在している。  Sleman 県内に位置しながら、PDAM Yogyakarta に給水サービスを受けている区域がいくつか存在している。	すべての水源は Bantul 県内に存在している。  すべての給水区域は Bantul 県内に存在する。	Sleman 県内に位置しながら、PDAM Yogyakarta に給水サービスを受けている区域がいくつか存在している。これらの給水区域は Sleman 県の Umbul Wadon 湧水を水源としている（王宮もこの水源から給水されている）。 Yogyakarta 及び Sleman の両 PDAM 間で、将来の適切な水源管理・給水区域のあり方について協議をする必要がある。

## 6.6 村落水道

### 6.6.1 組織

村落水道は原則として各県の PU により建設されている。建設に際し、受益者となる村落住民は水使用者組合（WUO）を組織するよう PU に指導される。建設終了後、施設は WUO に引き渡される。このことは、日常の運転維持管理は WUO に委ねられることを意味している。例えば、ポンプの補修・交換作業、ポンプ運転に必要なとなる電気代の負担や漏水補修などは使用者が負担する水道料金や必要に応じた集金などにより賄われることとなる。

### 6.6.2 既存村落水道施設の現況

調査対象地域における既存村落水道施設の現況は以下のように要約される。

- 2007 年 7 月時点における、調査対象地域内の村落水道の数は 106 カ所（Bantul 県 61 カ所、Sleman 県 44 カ所、Yogyakarta 市 1 カ所）である。
- 多くの場合、村落水道 1 カ所当たり 50～60 世帯で構成されている。
- 全体 106 カ所を水源別に分類すると、湧水 62 カ所、浅井戸 29 カ所、深井戸 10 カ所、河川 5 箇所である。調査対象地域内の村落水道のほとんどが地下水を水源としている。
- 全体 106 カ所を送配水タイプ別に分類すると、50 カ所でポンプによる圧送方式を採用しており、56 カ所で自然流下式を採用している。
- 上記送配水タイプを地域別にみると、Bantul 県においては約 70%がポンプ圧送方式を採用している。
- 一方、Sleman 県では約 70%が自然流下式を採用している。Sleman 県は南北方向に一樣に傾斜した地形をしており、Bantul 県に比較して自然流下方式を採用しやすく、地形的に有利な条件にあるといえる。

### 6.6.3 問題点

現地調査および関係者への聞き取り調査を通じて明らかとなった、調査対象地域における村落水道の問題点（特に維持管理上の問題点）を以下の通り要約する。

- 維持管理の基本情報となる、既存村落水道施設の台帳が系統立てて整理・保管されていない。
- 既存施設の現況や維持管理状況が、場所によって大きく異なっている。維持管理状況が比較的良好な村落水道では、多少の問題が起きても水道料金収入や必要に応じた集金により、スムーズに修理されている。一方、維持管理状況が比較的良好でない村落水道では、施設に故障などの問題が起きても補修されずに放置されているケースが多い。維持管理の良好な村落とそうでない村落との間で、維持管理や運営に係るノウハウに関して情報交換をすることが望ましいと考えられる。
- 現地にて聞き取り調査を行った限り、水源の水質調査は定期的に行われていない。
- 計画・設計段階で、地理的条件などに応じてポンプや管路（管材や口径等）について検討されておく必要がある。しかしながら、現状では標準設計に基づいた一律の設計となっており、地理的条件や需要などの条件がほとんど考慮されていない状況にある。

- 村落水道の維持管理に適したマニュアルが用意されていない。

## 6.7 無収水の現状

本節では、UFW を漏水及び盗水と定義し、NRW の他の構成要素としてメーターエラーを考慮した。それ以外に消防や公園散水等の「Unbilled Authorized Consumption」が考えられるが、調査を実施した区域は限定的であり、ここでは無視できるものとした。

### 6.7.1 UFW 調査の概要

調査対象区域内の選定された区域において、UFW 実測調査が本調査の中で実施されている。調査の主な目的は以下の通りである。

- 調査対象区域内における UFW の実態を把握する。
- 実態調査を通じ、カウンターパートに対して技術移転を図る。

本 UFW 調査では、目的と現場の状況に応じ、以下の 2 つの調査方法が用いられた

- アイソレーション調査：
  - － 調査区域の水理的分断が容易な地域。
  - － 流入水量と消費量の比較等により UFW の実態調査を実施。
- ノンアイソレーション調査：
  - － 限られた調査期間内で上記アイソレーション調査を実施するのが困難ではあるが、UFW の実態を把握する上では重要と考えられる地域。
  - － 流入水量と消費量の比較が不可能であるため、漏水探査、探査結果整理及び補修のトレーニングに重点を置いて実施。

カウンターパートとの協議に基づき、上記条件を満たす 1 市 2 県 7 箇所（アイソレーション調査 4 箇所、ノンアイソレーション調査 3 箇所）を調査区域として選定した。

### 6.7.2 調査結果

調査により、主に以下に示す結果が得られた。

- UFW 実測調査を実施した区域内における平均的な NRW 率は 54.3 % となった。
  - － うち 4.0 % がメーターエラーと推定された。
  - － 50.3 % が UFW（漏水、盗水など）と推定された。
- UFW 実測調査区域内の PDAM 顧客 2,511 件及び配水管総延長 35.78 km における漏水探査調査結果から、以下の結果が得られた。
  - － 159 件の漏水が発見され、補修された。
  - － 6 件の違法接続が発見された。
- 地域特性や現況を考慮し、調査区域における漏水の主要な原因は地域別に以下のように大別される。
  - － Sleman 地域：著しい標高差から生じる高い水圧を原因とする漏水。

- Yogyakarta 地域：管の老朽化を原因とする漏水。
- Bantul 地域：2006 年 5 月の震災による被害を原因とする漏水。
- 漏水補修により、UFW 実測調査区域内の UFW 率が 50.3 %から 38.5 %に改善された。この結果から、漏水補修が UFW 削減に大きく寄与することが考えられる。将来のマスタープラン策定に当たっては、漏水削減対策に重点をおくことが重要であると考えられる。

### 6.7.3 課題

本実測調査を通じて、漏水が UFW の主な要因と考えられた。限られた水資源と給水サービスに伴うコストを節約するため、PDAM をはじめとする関係者は、漏水探査や補修作業を含めた漏水削減対策の重要性を認識するべきであると考えられる。漏水削減対策を効果的かつ効率的に実施するためには、以下の項目について十分に検討される必要がある。

- UFW 削減（特に漏水削減に重点を置いた）のための組織・部署を設置する。
- UFW 削減プログラムを策定する。
- UFW 削減のための予算を確保する。
- 効果的なトレーニングプログラムを策定・実施する。
- 関係者が必要なときに必要な図面をいつでも参照できるよう、既存図面の整備とデータベースの構築・維持管理を行う。
- 漏水探査・補修に係る一連の作業の標準化を行い、迅速かつ効果的に作業が実施できるようにする。

しかしながら、調査対象区域における PDAM は、UFW 削減対策に必要となる予算・資機材・人員が現状では十分に確保されていない。このような背景から、各 PDAM においては、UFW 削減にかかわる資機材調達及びトレーニングの面での援助が必要となっている。UFW 削減には、少なくとも以下の資機材が必要となると考えられる。

- 漏水探査に係る機器
- 流量測定に係る機器

## 6.8 水質分析結果

本調査では、調査対象地域の飲料水供給サービスの概要を把握する目的で、水道水源水質及び飲料水水質の調査を実施した。採水地点の選定に当たっては、地域的偏在が生じないように配慮し、最終的にはカウンターパートと協議の上確定した。なお、調査項目はインドネシア国における飲料水水質基準に準拠することとした。

水源水質については主要な水源である深井戸、浅井戸、湧水（50 サンプル）に Progo 川（雨季・乾季の 2 サンプル）を加えた 52 サンプルの分析を行った。飲料水水質については、11 箇所の浄水場における処理直後の水質及び末端給水栓 49 箇所における水質の調査を行った。

## 6.8.1 水源の水質分析結果

### (1) PDAM と村落水道システムの既存水源

PDAM39 箇所と村落水道システム 11 箇所の既存水源の水質分析結果から、主として大腸菌群数、鉄及びマンガン濃度、色度、濁度に問題がある現状が示された。特に、湧水や浅井戸の大腸菌群数が比較的高い値を示していた。湧水や浅井戸は深井戸に比べてより汚染を受け易い環境にある。そのため、以下の点について十分に留意される必要がある。

- 井戸の建設や保守管理におけるプロテクションの考慮の必要性。
- 衛生施設整備面からの提言の必要性。

### (2) Progo 川

Progo 川の雨季・乾季における分析結果から、通常の凝集沈殿・消毒処理を行えば水道水源としての利用には水質的に問題は無いことが確認された。ただし、将来の水源として考慮する際には、以下の点について留意・注視しておく必要がある。

- 火山活動などに起因するよる水質の激変。
- 上流部における土地利用（農薬使用を含めた農業活動、工場・宅地の新規開発等）の将来的な変化。

## 6.8.2 浄水場処理水質及び給水栓末端水質の分析結果

### (1) PDAM の浄水場処理水質

PDAM 管轄の浄水場の多くは深井戸を主要な水源としており、エアレーション、沈殿、ろ過、塩素処理を適宜組み合わせた処理法を採用している。本水質調査で実施した 11 箇所の PDAM 浄水場における分析結果から、概ね以下の問題点が示唆された。

- 処理により、鉄・マンガンの除去効果は概ね確認されているが、色度成分が効果的に除去されていない傾向にある。沈殿・ろ過の処理効果が十分に発揮されていない現状であることが示唆される。
- 処理後の水から大腸菌群が検出されている。多くの浄水場で塩素消毒が適切に行われていないことが主な原因と考えられる。

### (2) 給水栓末端水質

PDAM 管轄の 40 箇所および村落水道の 9 箇所で給水栓末端における水質分析を行なった。その結果、多くの地点で色度の基準超過、残留塩素の不足及び大腸菌が検出された。末端給水栓においても残留塩素が適切に確保されるように配慮される必要がある。

## 第7章 水道システムにおける行政と管理

### 7.1 水セクターの行政及び現状の概観

水道事業における州、県／市、PDAM の役割は明確に分かれている。州政府は県／市にまたがる水道計画の策定・実施に当たる。県／市レベルでは政府の水道資産所有の下、PDAM が水道事業の計画設計・資金調達・建設・運営管理に当たる。県／市政府は必要に応じて財政支援するとともに PDAM に対する規制当局として料金許認可、業績モニタリング評価を行う。

以上の役割の違いを念頭において、水セクターの現状について、(i)国家セクターレベル、(ii)事業実施者レベルで評価を行った。

セクターレベルにおける現状を分析するために、5 つの指標を用いた。それらの指標は(i)セクターの組織構造、(ii)投資傾向、(iii)補助金傾向、(iv)料金体系、(v)料金レベルである。事業実施者に関しては 12 種類の指標により評価を行った。これらは、管理計画の信頼性を評価するための 2 つの指標、物理的な水道システムの実績評価のための 2 つの指標、物理的な衛生システムの実績評価のための 3 つの指標、運転状況評価のための 2 つの指標、財務状況を評価するための 3 つの指標から成る。

セクターレベルにおける評価結果は次のようにまとめることができる。インドネシアにおける水セクターは良く組織体系化されており、実施者レベルに権限を委譲するなど、他の国に比べて先進的な部分も見られる。投資傾向に関しては、特に PDAM Bantul において減少傾向にあることが注目される。補助金動向については、PDAM Sleman 及び PDAM Bantul に対して肥大化し、増加している一方で PDAM Yogyakarta は政府から一切の補助金を受けていない。料金体系そのものについてはすべての 3 つの PDAM について適正であると言えるが、料金レベルに着目すると、PDAM Yogyakarta は適正レベル、PDAM Bantul は概ね良好、しかし PDAM Sleman は再考されるべきレベルである。

事業者レベルの評価結果として、以下の問題点があげられる。

- 第一に水資源の偏在である。PDAM Yogyakarta 及び PDAM Bantul の水源はその外側に、PDAM Sleman のみが地域内に水需要を賄うだけの水資源を有している。
- 第二に Sleman 県及び Bantul 県において非常に普及率が低いことである。Yogyakarta 市においてはある程度の水道普及率であるが、下水道整備は遅れている。下水道整備は PDAM の管轄ではないが、Yogyakarta 市政府は、国際観光都市であることを十分に認識し、綺麗な都市としてのイメージアップのためにも、衛生施設整備にさらに注意を払うべきである。
- 第三はすべての PDAM において、漏水率が非常に高いことが挙げられる。
- 第四はすべての PDAM において、過剰人員を抱えていることである。

- 第五として PDAM Sleman 及び PDAM Bantul においてその財務状況が悪いことである。

これらの評価結果並びに関連する行政官・職員との協議の結果から、根本的な問題点として、PDAM Sleman 及び PDAM Bantul においては、その料金収入によってコストが回収されていないことが挙げられる。コストが回収できないために、政府の補助金が導入され、これら政府の関与が企業の独立性を阻害することになる。これら独立性の阻害は、企業を健全に運営するという意識を低減させるものであり、これは過剰人員や高い漏水率に繋がると考えられる。過剰人員や高い漏水率は、投資額を低減させ、運転維持管理の品質を低下させることに繋がり、これにより顧客の満足度は得られない状況となってしまう。

よって、根本的な問題は低い料金レベル及び独立性の欠如と言える。これらの問題点を解決するためには、更なる透明性の確保、独立した経営体制、料金に関する意識改革、さらなる市民参加等が望まれる。

## 7.2 3つのPDAMの行政と管理

### (1) PDAM Yogyakarta

Yogyakarta 市中心部の水道管路は植民地時代に敷設されたものであり、本格的な水道サービスは 1948 年に開始され、現在の PDAM となっている。PDAM Yogyakarta の財務状況は健全である。実際の水道料金はすべてのコストを回収するに足るものとなっている。これにより、収支報告書では安定的な収入と増加する収益が示されている。2005 年における収入と損益分岐点の比率は 68% であり、これは大変良好な財務状況を示すものである。市の行政区域の中では水資源が限られており、さらなる水資源開発が望まれる。

PDAM Yogyakarta はその財務状況から、資金の借入れは可能である。投資計画に基づいて、新規水源開発あるいは漏水低減のための管路更新などに資金源が必要となってくる。

### (2) PDAM Sleman

PDAM Sleman は 1981 年に BPAM として発足し、1991 年の Sleman 県令により、現在の PDAM となった。その時点から多くの事務職員を抱えており、2006 年の職員数は 186 人にも上っており、高い人件費を支出する状況となっている。さらに、燃料費、電気料金の上昇によって PDAM の財政を圧迫している。実際の水道料金は、運転コストを回収するに至っていない。この PDAM 創設当時から財務面では良好とは言えず、払込資本金 150 億ルピアを消化した後、累積債務は 50 億ルピアとなっている。PDAM はその立地から有利な条件を備えている、即ち、水源の存在、人口の増加、工場開発などである。状況改善のための方針・戦略の推進には財務状況の改善が必須となる。中央政府及び Sleman 県政府は政府による債務支払いを含め、PDAM Sleman の管理運営状況改革の包括的な支援策を考慮すべきである。

### (3) PDAM Bantul

PDAMBantul は 1984 年に BPAM として発足し、1992 年に 17 の水道システムを保有する PDAM となった。しかしその後、需要者からの質、量の面での多くの苦情がよせられ、健全経営はされていない。実際の料金収入は運転コストを回収するに至っていない。毎年水道料金収入は上昇しているものの、直接経費の上昇により増収は見られない。水源コストとしては、主にポンプの電気料金が上昇している。料金徴収システムは Bank Rakyat Indonesia と協調して、全ての郡に PDAM のサービスユニットが置かれている。しかし、水道料金は 2002 年以降改定されておらず、物価上昇に追いつくためにも料金レベルは定期的に見直されるべきである。

## 7.3 村落水道システム

### 7.3.1 開発計画と建設プロセス

PP16/2005 によれば、PDAM が水道サービスを提供していない地域の水道システム開発は当該市・県の PU が管轄する。ミレニアム開発目標に追随して DIY 政府は水道普及率を 2015 年までに都市部で 80%、村落部で 60%を達成することを方針・戦略としている。村落では、水源を選定したうえで、村長に開発を要請することから建設プロセスが開始される。

実際の水道システムの建設は、村落において水利用者組合が設立されていること、及び水源水質が県の健康局により確認されていることを条件に、当該郡の PU により承認されることから始まる。水道システム建設後、施設は村落に移管され、村落が独自で運転維持管理を行なうこととなる。水利用者組合は社会活動の一環として位置づけられている。村長の要請により、PDAM が水利用者組合に対して運転維持管理上のトレーニングを行なうこともある。

### 7.3.2 財源

初期投資コストは中央政府による特別配分予算、あるいは、一般配分予算によるものである。建設後の維持管理は水利用者組合の責任であるが補修や機材の交換は UNICEF などドナーに依存することが多い。

### 7.3.3 現在の水利用者組合

調査区域では村落水道システムは水利用者組合により運営されている。Yogyakarta 市内にはただ一つの村落水道システムがあり、これは都市貧困者層を対象としたものである。Sleman 県には 40、Bantul 県には 63 の村落水道システムが存在しており、村落部に居住している人々のためのシステムとなっている。インドネシアに存在する GOTONG-ROYONG (互助) という概念により、水利用者組合はボランティアベースで運営されている。

### 7.3.4 運転維持管理状況

運転維持管理は管轄している水利用者組合により行われており、ポンプの運転担当者及び給水栓管理者以外はボランティアベースで行われている。水道料金は、電気代、水槽清掃費用、人件費などの運転維持管理費を分担する形で決められている。しかし、水道料金は投資コストを回収するものではない。給水栓管理者により、一軒一軒水道料金が徴収される。村落水道システムの持続性を脅かす要因としては、電気料金の値上げ、ポンプのモーターの取替え費用の問題等が挙げられる。

### 7.3.5 政府の関与

村落水道については、PU が管掌しているにも関わらず、Sleman 県、Bantul 県双方の PU は、村落水道システムのデータベースを持っていない。水利用者組合が年報等を地域政府に対して作成することができれば、情報交換や他ドナーの支援を受ける場合などに有用で、持続的な運転維持管理に有効であると考えられる。

### 7.3.6 提言

DIY 政府及び 3 つの市・県政府は水道施設整備に関する方針・戦略を策定しようとしている。この中で、村落部開発における水道施設整備に高い優先順位をおき、持続性のモニタリング及び他ドナーの支援を受けるために必要なデータベースを構築することが提言される。

## 第 8 章 既存の下水道及び衛生設備の状況

### 8.1 概要

Yogyakarta 市では、都市部は下水道、都市部川沿いの低地ではコミュニティープラントが整備されており、また整備区域外の地域でもほとんどの家屋で腐敗槽を設置している。

Sleman 県、Bantul 県では、下水道及びコミュニティープラントによる汚水処理は現在行われておらず、各家庭に設置してある腐敗槽により汚水は処理されているものの、その設置率はあまり高くない状況である。

腐敗槽が整備されていない家屋では、トイレ排水を直接地下浸透させ、また川沿いの地域では河川に直接垂れ流している。これらが河川汚染の原因の一つとなっている。

## 8.2 下水道

オランダにより整備された下水管及び1996年に日本の無償援助で建設された下水処理場及び下水幹線管渠により Yogyakarta 市内の一部で下水道が整備されており、市全体の15%、約60,000人の汚水を処理している。

下水管ネットワークの維持管理及び建設は、Yogyakarta 市環境局(DLH)により、また下水処理場は、DIY により運営維持管理が行われている。

下水管及び下水処理場の運転維持管理費は、下水道使用料金収入だけでは運営できないため、Yogyakarta 市、Sleman 県、Bantul 県及び DIY からの負担金で運営・維持管理されている。

下水道料金の徴収は水道料金とは別に下水道単独で DLH により行われている。ただし、将来は、下水道料金を値上げし、その際は下水道料金を水道料金と一緒に徴収するという計画もある。

## 8.3 コミュニティープラント

コミュニティープラントは Yogyakarta 市内の39箇所で運転が行われており、Sleman では2箇所が建設中であるが運転中の施設はない。Bantul では、既存、計画中のコミュニティープラント施設はない。

Yogyakarta 市のコミュニティープラントでは、各コミュニティの代表者が維持管理を行い、料金徴収を行っている。また、各コミュニティープラントの総括管理は、下水道施設と同じ Yogyakarta 市環境局(DLH)内の「Environmental Recovery & Wastewater Management Section」が行っている。

## 8.4 衛生設備

オンサイト処理としては、浸透槽付き腐敗槽あるいは汲取り式便所が Yogyakarta 市、Sleman 県及び Bantul 県に設置されている。Yogyakarta 市、Sleman 県では、個別処理を行う浸透槽付き腐敗槽の設置率は高い。しかしながら、Bantul 県では、し尿が汲取り式便所内で貯留後に地下浸透あるいは未処理のまま河川に放流される場合が多い。

Yogyakarta 市の衛生施設の維持管理は、下水道施設と同じ Yogyakarta 市環境局(DLH)内の「Environmental Recovery & Wastewater Management Section」が行っている。

Sleman 県の衛生施設の管理は、「Kepala Dinas Kimpraswilhub Kabupaten Sleman (KDKK, Head Official of Settlement & Infrastructure in Sleman)」が行っているが、実際の腐敗槽汚泥の引抜

きは、各家庭あるいは事業所から直接、民間の汚泥収集業者に委託している。

Bantul 県の衛生施設の維持管理は、Bantul 県の「Seksi Lingkungan Perumahan (SLP)」により行われている。

## 8.5 水質分析

調査対象地域における生活廃水等による水質汚濁の現況を把握する目的で、河川水・地下水・湧水・下水排水溝等の水質分析を行った。採水地点はカウンターパートと協議の上、生活環境への影響が懸念される地点 20 箇所を選定した。分析結果から以下の点が明らかとなった。

- サンプルングを実施した 3 河川において、いずれも高い BOD 値（5 ~ 30 mg/L：日本における環境基準における基準値は（C 類型：水産及び工業用水）では 5 mg/L 以下）を示した。加えて、大腸菌群数も高い値を示している。調査対象地域、特に低所得者層が集中する Code 川周辺において、生活廃水を主な原因とする生活環境の悪化が進行していることが示唆される。
- Sewon 下水処理場における処理水の BOD 値から、概ね良好な運転状況であることが確認された（排出基準値 50 mg/L に対して処理水は 18 mg/L）。
- 腐敗槽からの処理水の BOD 値は 100 mg/L 以上を示した。また、浅井戸の BOD 値は 4 mg/L を超えていた。さらに、大腸菌群並びに大腸菌（E-coli）がいくつかの浅井戸で検出された。このことはいくつかの浅井戸では腐敗槽による汚染を受けていることを示唆している。

## 8.6 既存下水道システム及び衛生設備が抱える課題

### (1) Sleman 県における接続率向上の必要性

Sleman 県の一部にも下水管が整備されているが、取付け管が接続されていないため区域内の下水が、Sewon 下水処理場で処理されていない。

### (2) 下水システム拡張及び取付け管整備の必要性

下水処理場が供用開始して 10 年が経過しているにもかかわらず、流入水量は計画値の 60% 程度である。今後、下水道区域内の管渠及び取付け管の整備を急ぐ必要がある。

### (3) 下水処理場の運転維持管理組織の必要性

下水処理場は、DIY の管轄で下水処理場管理局が良好な運転維持管理を行っているが、これは暫定的なものである。今後、下水処理場の運転維持管理組織を DIY、Yogyakarta 市、Sleman 県及び Bantul 県で協議の上、決定する必要がある。

#### (4) コミュニティープラントの適切な運転維持管理のための方策の必要性

Yogyakarta 市内のコミュニティプラント 39 箇所は、現在良好に運転を行っている。ただし、すべてのコミュニティプラントが供用開始後 3 または 4 年しかたっておらず、施設/設備とも新しいため問題は生じていないものと考えられる。今後、施設/設備の老朽化に伴い、適切な運転維持管理を行っていないコミュニティプラントは、故障、処理悪化等の問題が起こりうると考えられる。

#### (5) Bantul 県における腐敗槽設置率向上の必要性

Bantul 県では、衛生設備としてほとんどの家庭で汲取り式便所は設置しているものの、個別処理としての腐敗槽の設置率は Yogyakarta 市及び Sleman 県に比べて低い状態にある。

#### (6) 地下浸透対策の必要性

汲取り式便所からの流出水及び腐敗槽からの処理水の大部分は、地下浸透されており、水源としての浅井戸への影響が懸念される。

#### (7) 維持管理組織の充実の必要性

Yogyakarta 市、Sleman 県及び Bantul 県とも衛生設備の管理組織はあるものの、機材/設備が十分でないため汚泥の収集はほとんど行っていない。各家庭から委託された民間業者が汚泥の収集を行っている。また管理組織は、各家庭の施設の状況を把握していないため、地域の状況を把握することが求められる。

## 第 9 章 用水供給プロジェクトの現状

### 9.1 DBOT 用水供給プロジェクトの経緯

Kartamantul 地域の水需要は年々増加傾向にあるが、同地域における水資源は限られたものであった。よって Kartamantul 地域における 3 つの PDAM は、増加する水需要に対して困難に直面していた。

このような状況のもと、DIY 政府は Yogyakarta 都市部水道整備計画アクションプランの一環として、マゲラン県からの湧水を導水する可能性について考慮していた。それと同時に、特別州政府は、民間セクターと DBOT による用水供給プロジェクトについて合意を行っていた。

特筆すべき出来事としては、2004年6月にYogyakarta市、Sleman県、Bantul県の3者間で都市部水道整備計画に関して合意されたことである。この合意の後、2004年11月に、特別州政府はマゲラン県に対して、民間による上記DBOT用水供給事業の水源として湧水の利用を申し入れている。これに対してマゲラン県から回答並びに了承が示されたのは10ヶ月後（2005年8月）であり、非常に時間を要したため、特別州政府は用水供給事業の水源を2005年7月にプロゴ川と変更する決定を下した。

## 9.2 DBOT 用水供給事業の事業内容

DIYの説明によれば、この用水供給事業プロジェクトはDBOTシステムで実施される。民間が建設し施設引渡しまでの期間は25年間であり、施設は特別州政府に引き渡されることになっている。

民間セクター側は建設の開始に先立ち、調査・計画及び他の必要となるアセスメントをフィージビリティ調査として実施することになっている。

このDBOT用水供給事業により建設される主な施設は以下の通りである。

- 浄水規模1,000 l/秒の浄水場の建設
- 原水導水管の敷設
- それぞれのPDAMの配水池までの浄水送水管の敷設
- それぞれのPDAMの配水地の建設/拡張

## 9.3 用水供給事業のその後の進捗と問題点

特別州政府によれば、用水供給事業に関する環境影響評価は2006年8月までに完了する予定であった。その環境影響評価結果の承認を受けて、民間セクター側による詳細設計が開始される予定であった。しかし、先に述べたとおり、用水供給事業に関してこれら具体的な進捗は見られない状況である。

本調査において、用水供給事業は水道システムの上流側であり、所与の条件であることから、調査団は当該用水供給事業に関し、マスタープラン策定上必要となる情報及びデータのリストを作成し、特別州側にそれらの提供を2007年1月に依頼した。

残念ながら、第1章で述べたように、用水供給事業に進捗がないことから、特別州政府はこれら要請された情報の提供はできなかった。

## 第 10 章 社会経済状況調査結果

### 10.1 社会経済状況

調査団は調査地域における社会経済状況、生活レベル等を把握するために、アンケート調査を実施した。最も重要視した点は、水の使用形態及び水道サービスについてどのような期待を持っているかという事である。Yogyakarta 市、Sleman 県、Bantul 県においてそれぞれ 400 サンプルについて調査を行い、合計サンプル数は 1,200 であった。

平均家庭構成人員数は 4.5 人であり、3 つの地域において顕著な差異は認められなかった。教育レベルをみると 41.2%が高校卒業、5.8%がディプロマ、9.3%が大学卒業であった。

平均家計所得は Rp.1,220,963/月であった。平均家計支出は Rp.216,847 であり、この内 Rp.124,143(57%)が食事・食料関連支出であり、それ以外の支出が Rp.92,704 (43%)となっていた。一方、BPS による州レベルでの調査では、2005 年の平均家計支出が Rp.337,747 であり、食事・食料関連支出が Rp.145,352 (43%)、それ以外の支出が Rp.192.365 (57%)となっている。総支出は 35.8%減少しており、食事・食料関連支出と、それ以外の支出のバランスも逆転していることがわかる。この変化の要因としては、2005 年及び 2006 年の調査方法が異なることが挙げられ、一定の傾向を掴むことは困難であるが、2006 年の地震災害により日常の生活が大きく影響をうけ、支出が減少したことも考えられる。

1,200 サンプルの 22.3%を占める 267 軒が PDAM の顧客であり、それらの大部分は Yogyakarta 市内に居住している。54 軒(4.5%)は PU の村落水道システムの顧客であった。全体の 70.8%に上る 850 世帯において、他の水供給、例えば個人の井戸や湧水を利用していた。

99.0%の家庭が電化されていた。調理方法は燃料を用いるガスストーブ利用が 46.7%、ついで 33.5%が石炭や炭を利用していることが判った。この 20 年間で生活レベルは大きく改善されてきているとの結果も得られた。

### 10.2 家庭における水利用

家庭の水利用実態調査では、一日一人当たりの水使用量が 100-199 リットルという範囲に 27%の回答が集中していた。全体の平均としては、一日一人当たり 325.5 リットルという数字が得られているが、これは大量の水を使用している一部の顧客の影響および、小規模なレストランや工場が家庭用に分類されていることが原因と考えられる。全体の 57%が 299 リットル以下の使用者で占められている。

一人一月あたりの水使用にかかるコストは平均で Rp.8,431 であった。この水使用コストは家計支出の 4.0%、家計収入の 3.53%に相当する。PDAM の水道料金についてのみ集計する

と、平均月額水道料金は世帯当たり Rp.40,840 であったが、大多数の家庭は月当たり約 Rp.25,000 を支払っている。

水道未加入者における新規接続、登録費用の支払い意思額は Rp.278,583 であった。現状における新規接続、登録費用が Rp.242,586 であることを考慮すると、支払い意思額は実際の金額を若干上回るものである。これ以外にも特筆すべきは、Sleman 県では複数の回答者が、もし分割支払いが可能であれば Rp.750,000 まででも支払いが可能であると回答していることである。Yogyakarta 市居住の回答者は、負担額が上昇しても水道サービスの品質が向上するのであれば、支払う意思があるとしている。言い換えれば、回答者は近代的で便利であり、且つ安全な水道サービスであれば、高い新規接続コストは問題ないとしており、必要であれば建設コストの一部負担にも貢献したいと述べている。

アンケート調査によって得られた主な知見は以下の通りである。

- この 20 年間に生活レベルは大きく改善してきた
- 貧富の差は未だに大きい
- 水使用及び水資源は経済や地理的条件に依存している
- 飲料用、沐浴用、灌漑用の水管理が重要である
- 適切な水質に関する情報提供が不十分である

社会経済的観点からの戦略的な考察を以下に示す。

- 顧客の立場に立った水道サービス整備が必要である。例えば、所得階層に応じた料金システムの導入などがある。
- 水質（味や臭気）に関する教育的な情報が、広報されるべきである。

## 第 11 章 震災復興のための緊急パイロットプロジェクト

2006 年 5 月の中部ジャワ地震により約 14 万戸が崩壊し貴重なライフラインも被害を受けた。水道システムや施設被害の復旧を特に Bantul 県で緊急パイロットプロジェクト (EPP) として調査の Phase 1 で実施した。

プロジェクトを実施する地区およびその実施内容は、下記の基準により GOI と JICA で選定・同意された。

- インドネシア側の優先度
- 緊急度
- 効果
- 他ドナーや NGO による活動との明確な区分

EPP の実施地区は以下のとおりである。

- PDAM Bantul : Trimulyo 地区、Sewon 地区、Dlingo 地区、Imogiri 地区、Banguntapan 地区、および Bantul 地区
- Bantul 県の村落給水 : Desa Mangunan (6 箇所) および Desa Terong (1 箇所)

EPP の主な実施内容は以下のとおりである。

- PDAM Bantul : 処理能力 5 l/sec の河川水浄水施設建設(取水を含む)、能力 5 l/sec の湧水取水施設建設、導水管および送水管敷設、配水管敷設替え、浅井戸建設、水管橋の建設および修復、管理用建物・倉庫・薬品用建物の再建および修復
- Bantul 県の村落給水 : 浅井戸建設、取水および増圧ポンプ設置、送水管の敷設および敷設替え、配水池建設、配水管敷設替え、公共水栓修復

EPP で建設された施設は PDAM Bantul および村落給水事業者 (WUO) に引き渡され、現在良好に使用されている。

EPP の実施効果を評価するため、以下の 4 つの指標を用いた。

- 指標 1 : 取水量
- 指標 2 : 配水システム内の水圧
- 指標 3 : 給水戸数
- 指標 4 : 水道施設の維持管理

EPP 実施前にベースライン調査を行い、完成後にも各指標の調査を行うことにより、プロジェクトの効果を評価・分析した。評価・分析に用いた指標とその結果の概要を表 11.6.1 に示す。

その結果、EPP は上記全ての対象地区で地震による水道被害の復興に寄与していることが明らかになった。取水に関しては、Trimulyo, Desa Mangunan I, Cempluk II and Terong I 各地区に浅井戸が建設され、また Desa Mangunan, Desa Kanigoro and Desa Lemahabang では取水ポンプ設置されたことにより、地下水取水量が増加し乾期においても取水が可能となった。その他、Dlongo 地区では EPP により乾期も湧水や河川水の使用が可能となった。

その他のサービスに関して、Sewon、Imogiri、Banguntapan の各配水地区および 7 つの村落水道で行った送・配水管の敷設替えや水管橋の修復により、水道水給水の安定性が増し、配水圧力および給水個数が増加した。Trimulyo、Banguntapan および Bantul の各配水地区で建築物が修復されたことにより、通常の事務所活動が行えるようになり顧客からのクレームが減るとともに、薬品注入の安全性が増し、備品保管が適切に行われるようになった。

EPP 実施により、震災復旧のみならず災害に強い水道を構築するための以下のような有用な知見が得られた。

- PDAM に関して
  - － 事務管理や PDAM スタッフの能力に改善の余地がある。マスタープラン作成にあたって、資産管理やスタッフの能力向上について考慮されることが望まれる。
- 村落水道について
  - － 村落水道の維持管理を行っている組織(WUO)は、殆ど訓練を受けておらず他組織からの助力も不足しているためその技術力が充分とは言えない。マスタ

ープランやアクションプランでは運転維持管理スタッフの能力向上、および WUO、PDAM、PU その他関係機関との関係強化について考慮されることが望まれる。

表 11.6.1 EPP のプロジェクト効果の評価に用いた指標とその結果の概要

Water Supply System	Repaired Item	Water Intake Volume		Water Pressure in Distribution System		Number of Supplied Connections		Evaluation of O/M of Water Supply Facilities		Explanation / Remarks
		Before EPP (m <sup>3</sup> /day)	After EPP (m <sup>3</sup> /day)	Before EPP (MPa)	After EPP (MPa)	Before EPP (nos)	After EPP (nos)	Before EPP (level)	After EPP (level)	
<b>PDAM Bantul</b>										
<b>【Unit Trimulyo】</b>	Construction of Shallow Well, Repair of Chemical bldg. and Retention Wall	295	278	—	—	—	—	2	5	Stability of Intake is increased. Office work becomes normal.
<b>【Unit Sewon】</b>	Repair of Pipe Bridge	—	—	—	—	0	75	—	—	Water supply of about 2.2 m <sup>3</sup> /day to downstream becomes stable.
<b>【Unit Dlingo】 Sub-unit Ngreboh / Sub-unit Grajekan</b>	Construction of WTP (Intake, plant, reservoir), Spring capture, trans. pump and pipe. Repair of Office bldg.	476	971	—	—	—	—	1	5	Water can be supplied in dry season after increase of 10 <sup>3</sup> /sec capacity. (5 <sup>3</sup> /sec of spring water and 5 <sup>3</sup> /sec of surface water)
<b>【Unit Imogiri】</b>	Construction of Pipe Bridge	—	—	—	—	0	260	—	—	Water supply of about 373m <sup>3</sup> /day to downstream becomes stable.
<b>【Unit Banguntapan】</b>	Pipe Installation, Reconstruction of Office bldg.	—	—	0.025	0.220	0	247	2	5	Water supply of about 179m <sup>3</sup> /day to downstream becomes stable.
<b>【Unit Bantul】</b>	Repair of Office bldg. and 2 warehouses	—	—	—	—	—	—	2	5	Required equipment and materials can be stored after repair of warehouses. PDAM will repair roof, which is out of the Scope.
<b>Community Water Supply System in Bantul Regency</b>										
<b>【Desa Mangunan II】</b>	Replacement of Transmission Pipe	7.1	10.0	—	—	25	40	—	—	Water supply becomes stable after the repair.
<b>【Desa Mangunan I】</b>	Construction of Shallow Well with Intake Pumps, Sump Well, and Transmission	0	5.2	—	—	0	70	—	—	Water supply is resumed after the repair
<b>【Desa Cempluk II】</b>	Construction of Shallow Well with Intake Pump, and Transmission Pipe	3.2	0 (8.4)	—	—	2	28	—	—	Water supply in dry season is resumed after the repair
<b>【Desa Mangunan】</b>	Installation of Intake Pump and Transmission Pipe	5.2	5.2	—	—	20	100	—	—	Water supply becomes stable after the repair.
<b>【Desa Kanigoro】</b>	Installation of Intake/Boost Pumps, Reservoir, and Distribution Pipe. Repair of Stand post	0	0 (7.3)	—	—	0	85	—	—	Water supply is resumed after the repair
<b>【Desa Lemahabang】</b>	Installation of Intake/boost Pumps, Transmission Pipe, and Reservoir	0	0 (18.9)	—	—	0	120	—	—	Water supply in dry season is resumed after the repair
<b>【Desa Terong I】</b>	Construction of Shallow Well with Intake/ boost Pumps, Transmission/ Distribution Pipe, and Reservoir. Repair of Stand post	0	10.4	—	—	30	55	—	—	Water supply is resumed after the repair

Note 1) \* Evaluation of Operation and Maintenance of Water Supply Facilities

Five Levels (1: Seriously problematic, 2: Problematic, 3: Middle, 4: Good, 5: Very Good)

Note 2) ( ) in column for "Water Intake Volume" shows expected usage volume in dry season. (Yield capacity x operation hour)

## 第12章 マスタープランのビジョン

### 12.1 マスタープランのビジョン・方針

本調査フェーズ1「ビジョン・方針、戦略の策定」の完了時において、マスタープラン策定の基礎となる、ビジョン・方針、戦略が形成された。

これらのビジョン、方針、そして戦略は、国家レベル及び州レベルにおける開発計画の方針を考慮に入れて策定された。将来の水道システムはどうあるべきであるか、それをどのように達成すべきであるのかについて、インドネシア側と協議を重ねながら、以下に述べるようにマスタープランのビジョンと方針が決定された。

### 12.2 国家レベルにおける開発方針、アクションプランとマスタープランのビジョン・戦略

マスタープランのビジョンと方針は国家レベルにおける開発方針、またそのためのアクションプランと整合している必要がある。ミレニアム開発目標を達成することを目的とした州レベル開発アクションプランにも整合するマスタープランのビジョン・方針を策定した。

### 12.3 将来の水道システム

マスタープランのビジョン・方針の策定にあたって、まず将来の水道システムのあるべき姿について議論した。水道システムが備えているべき重要な責務として、以下が挙げられる。

- 持続可能性
- 信頼性及び安定性
- 公平性

DIY における水道システムを整備するため、これら三つの重要な側面を考慮しながら、ビジョン・方針が策定された。

### 12.4 水道システム整備のためのアプローチ

上述の持続可能性、信頼性及び安定性、公平性を実現するためにいくつかのアプローチが考えられ、それぞれのアプローチについて以下の通りビジョン・戦略が策定された。

- 組織能力強化アプローチ
  - ビジョン1： 良好な顧客との関係の醸成
  - ビジョン2： 独立した健全な水道局への変遷
  - ビジョン3： 3つのPDAM間の協調・連携
  - ビジョン4： PDAM及び村落水道における水利用者組合の組織能力強化
- 法制度整備アプローチ

- ビジョン5： 法制度整備
- ビジョン6： 公共サービスとしての責務
- 技術向上アプローチ
  - ビジョン7： サービスレベルの向上
- 水資源保全アプローチ
  - ビジョン8： 持続可能な水資源の保全

## 12.5 ビジョン・方針と戦略

### 12.5.1 組織能力強化アプローチ

#### (1) ビジョン1： 顧客との良好な関係の醸成

顧客との良好な関係を醸成するためには顧客の信頼を得ることが重要である。また顧客の信頼を得るためには以下の様な戦略が必要となる。

- 透明性を確保した会計システム
- 顧客のニーズの把握

#### (2) ビジョン2： 独立した、健全な水道局への変遷

効率的で信頼性があり健全な水道企業を実現するために、PDAM は財務面、運営面において、より独立性を備えるべきである。このビジョンを達成するために以下の様な戦略が必要となる。

- 財務的に独立した企業となること
- NRW を削減し、事業効率を改善すること
- インセンティブを与えるなどして職員の業務効率を向上させること

#### (3) ビジョン3： 3つのPDAM間の協調・連携

DIYによって率先されている Kartamantul の枠組みにより3つのPDAMの協調・連携を推進する。

- PPP/PSPなどの形態を導入しながら水源の共同開発
- 導水管および配水管の共同整備
- 水道システム運転における相互協力
- PDAM間での情報や経験の共有

#### (4) ビジョン4： PDAM及び村落水道における水利用者組合の組織能力強化

ミレニアム開発の目標を達成するためにも、PDAM及び村落水道システムにおける水利用者組合の組織能力を強化することが、持続可能なシステムの管理・運営にとって重要である。

- サービスレベルの向上
- 適切な水利用者組合の支援

## 12.5.2 法制度整備アプローチ

### (1) ビジョン5： 法制度整備

水道セクターの業務改善のために、州政府は水資源法(UU7/2004)及び水道法(PP16/2005)に整合した法制度整備を行う必要がある。

- 透明性を確保した地域の水道整備方針の実践
- 政府のコントロールではなく、顧客の意見を反映させた料金システム改善
- 種々の問題点について住民組織との対話の促進
- PPP 及び PSP の推進
- 組織それぞれの単位の職務分掌の明確化
- 貧困層に配慮した料金体系の導入と住民組織支援

### (2) ビジョン6： 公共サービスとしての責務

水道業務は公共に対する単独事業であるため、料金はコントロールされている。料金体系は社会経済の枠組みや貧困層への配慮により決定されている。特に人口密度が低い地域に対しては、フルコストリカバリーは困難な挑戦である。中央政府は公共サービスについて透明性を確保した補助金システムを検討している。

- 適切な料金レベルの導入
- 村落水道の持続可能な運営
- 政府の透明性を確保した補助金システム

## 12.5.3 技術向上アプローチ

### (1) ビジョン7： サービスレベルの向上

ミレニアム開発目標を達成するために水道の量と質の面でのサービスレベル向上は不可欠である。サービスレベルを向上させるために、以下の戦略が必要になると考えられる。

- 適切で効率的な水道システムの整備
- 飲用可能な水質の確保
- 適切で効率的な運転維持管理の実施

## 12.5.4 水資源保全アプローチ

### (1) ビジョン8： 持続可能な水資源の保全

マスタープランを策定する上で、水道水源を確保することが最も重要な問題のひとつである。持続可能な水源を確保するために以下の戦略が必要となる。

- 効率的な水資源の利用
- 水資源保全

## 第 13 章 将来人口・水需要予測

### 13.1 将来人口予測

#### 13.1.1 将来人口予測の手順

将来人口予測は、過去の人口データを収集し、それらを解析することからはじめた。得られたデータを元に、統計式を適用して将来人口が計算した。将来人口の計算は各区、村落レベルで行った。人口密度についても検討し、将来人口予測結果は他の予測結果とも比較検討した。

#### 13.1.2 将来人口予測のための過去人口データ

インドネシアにおいては 10 年毎に国勢調査が実施されており、最も新しいものは 2000 年に実施されている。BPS によれば国勢調査は各戸調査であり、最も信頼性のある人口データである。10 年毎の国勢調査の中間年(国勢調査の 5 年後)には、BPS による標本調査(SUPAS)が概算人口を求めるために実施されている。

#### 13.1.3 将来人口予測

##### (1) 将来人口予測方法

それぞれの市及び県はその更に下層の行政単位である郡、村落に分けることができる。将来人口はこれら下層の行政単位ごとに計算した。マスタープランの目標年度である 2020 年までの人口を計算するため、前節で述べられた過去の人口データを用いた。

##### (2) 将来人口予測結果

2020 年までの市及び県の人口は下表に示すとおり求められた。

表 13.1.1 市及び県の将来人口予測結果

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Yogyakarta	408,332	408,577	408,835	409,110	409,393	409,690	410,000	410,322
Sleman	960,803	973,644	986,670	999,892	1,013,316	1,026,937	1,040,770	1,054,835
Bantul	825,285	834,594	844,041	853,616	863,334	873,184	883,183	893,332
Total	2,194,420	2,216,815	2,239,546	2,262,618	2,286,043	2,309,811	2,333,953	2,358,489

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Yogyakarta	410,650	410,997	411,343	411,697	412,063	412,438	412,818	413,205
Sleman	1,069,111	1,083,617	1,098,354	1,113,338	1,128,576	1,144,055	1,159,802	1,175,815
Bantul	903,634	914,083	924,691	935,458	946,392	957,498	968,769	980,225
Total	2,383,395	2,408,697	2,434,388	2,460,493	2,487,031	2,513,991	2,541,389	2,569,245

### (3) 他の将来人口予測結果との比較

BPS においても図に示すように 2009 年までの将来人口予測を行っている。

この図 13.1.1 に示すように、本調査で得られた将来人口予測結果は、BPS による将来人口予測とほぼ同じレベルとなっている。

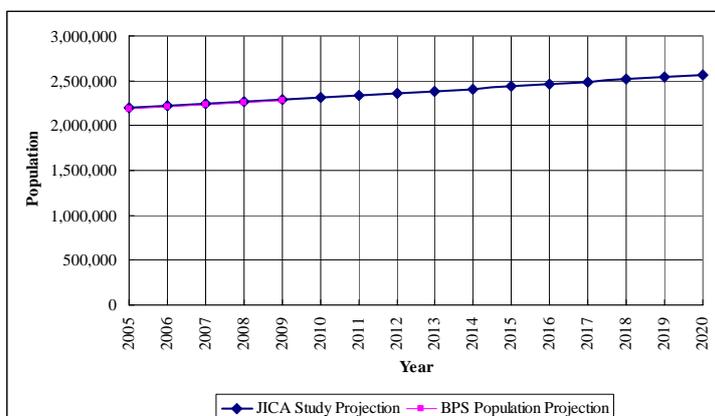


図 13.1.1 将来人口予測結果の比較  
(Yogyakarta, Sleman, Bantul の総人口)

### 13.2 将来水需要予測

#### 13.2.1 家庭用水量原単位

将来における PDAM 及び村落水道システムにおける家庭用水量原単位は以下の通り設定した。

表 13.2.1 将来の家庭用水量原単位(lpcd)

	Latest Data	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PDAM Yogyakarta	163.1	<b>165.0</b>	166.0	167.0	168.0	169.0	170.0	171.0	172.0	173.0	174.0	175.0	176.0	177.0	178.0	179.0	<b>180.0</b>
PDAM Sleman, Urban	80.6	<b>80.0</b>	86.7	93.3	100.0	106.7	113.3	120.0	126.7	133.3	140.0	146.7	153.3	160.0	166.7	173.3	<b>180.0</b>
PDAM Sleman, Rural	75.7	<b>75.0</b>	78.0	81.0	84.0	87.0	90.0	93.0	96.0	99.0	102.0	105.0	108.0	111.0	114.0	117.0	<b>120.0</b>
PDAM Bantul, Urban	99.8	<b>100.0</b>	105.3	110.7	116.0	121.3	126.7	132.0	137.3	142.7	148.0	153.3	158.7	164.0	169.3	174.7	<b>180.0</b>
PDAM Bantul, Rural	96.5	<b>95.0</b>	98.7	102.3	106.0	109.7	113.3	117.0	120.7	124.3	128.0	131.7	135.3	139.0	142.7	146.3	<b>150.0</b>
Community Water Supply		<b>60.0</b>	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	<b>60.0</b>

#### 13.2.2 将来普及率

将来水道普及率は以下の通り設定した。

- PDAM Yogyakarta: Current Service Ratio -> 80% in Year 2015
- PDAM Sleman (Urban area) Current Service Ratio -> 80% in Year 2015
- PDAM Sleman (Rural area) Current Service Ratio -> 60% in Year 2015
- PDAM Bantul (Urban area) Current Service Ratio -> 80% in Year 2015
- PDAM Bantul (Rural area) Current Service Ratio -> 60% in Year 2015
- 村落水道システム Current Service Ratio -> 60% in Year 2020

これらの目標水道普及率はミレニアム開発計画に沿って設定されたインドネシアの目標レベルに合わせたものである。

### 13.2.3 将来家庭用水需要予測

それぞれの行政単位毎の普及率から将来給水人口が計算される。この給水人口に生活用水使用量原単位を乗じることによって、将来家庭用水需要を求めた。

### 13.2.4 非家庭用水需要予測

#### (1) 公共サービス・施設における将来水需要

公共サービス・施設における将来水需要は現状のこれらの用途の水使用量を人口増加率と同じ増加率で増加するものとして算定した。

#### (2) 商業用将来水需要

##### 1) 一般的な商業用水需要

将来水需要は現状のこれらの用途の水使用量から 4.7%の増加率で 2020 年まで一定の割合で増加していくものとして算定した。この比率は GDRP の増加率（過去 5 年間の平均値）である。

##### 2) 観光産業用将来水需要

過去の観光客数から、将来の観光客数を予測し、この将来観光客数によりこれらの用途の将来水需要を予測した。

#### (3) 工業用将来水需要

商業用水需要と同様に 4.7%の増加率で水需要増加するものとした。なお、Sleman 県においては、現状の工業用水使用量のデータが無いために、Yogyakarta 市と同様の値を適用した。

### 13.2.5 将来総水需要

将来水需要は下記に示すとおり求めた。また、計算のための条件は下表に示すとおりである。

正味の水需要:	これは家庭用、非家庭用の正味の水需要の合計であり、ピークファクターや、漏水率を考慮しないものである。
漏水率:	2020 年における漏水率の目標値を 25%に設定し、現状の漏水率から徐々に減少していくものとした。
日平均水需要:	正味の水需要に漏水率を含んだ水需要である。
ピークファクター:	年間を通しての平均の水需要と、年間の最大の水需要の比率である。この比率は過去の年間配水量を分析することにより得られるものである。
日最大水需要:	日平均水需要にピークファクターを乗じて求められる水需要である。この需要が浄水場の計画・設計の基礎水量となる。

水道サービスにおける将来水需要及び個人用井戸から利用される地下水量は下表に示すと

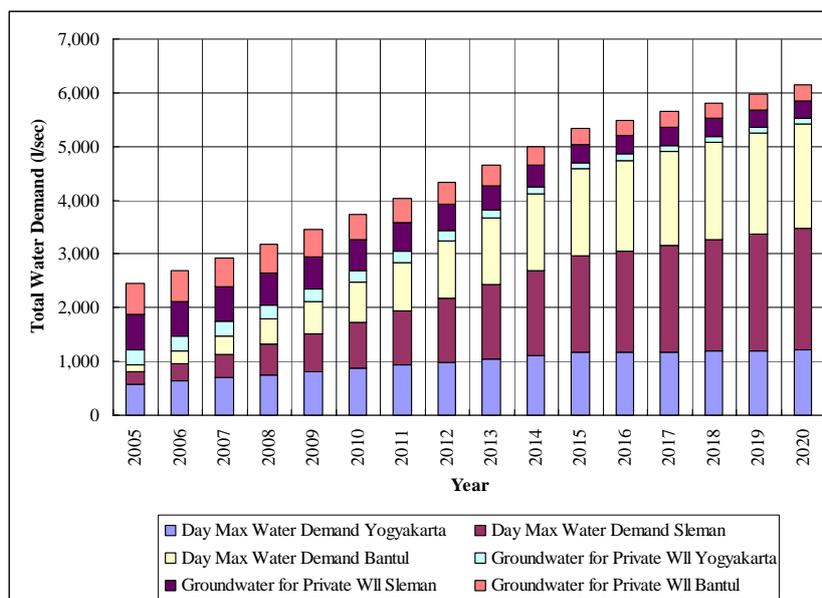
おりである。

表 13.2.2 将来水需要のまとめ(l/sec)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Day Max Water Demand, Yogyakarta	584	641	699	757	815	874	932	991	1,050	1,109	1,168	1,175	1,182	1,190	1,197	1,206
Day Max Water Demand, Sleman	225	326	439	565	702	851	1,014	1,188	1,376	1,577	1,791	1,885	1,979	2,074	2,170	2,267
Day Max Water Demand, Bantul	123	227	341	465	599	743	897	1,062	1,237	1,424	1,621	1,685	1,750	1,816	1,882	1,949
Groundwater for Private Well, Yogyakarta	292	282	270	257	242	226	208	188	167	144	119	116	114	110	107	103
Groundwater for Private Well, Sleman	656	646	631	613	589	561	528	490	447	398	343	339	336	332	329	325
Groundwater for Private Well, Bantul	566	559	548	533	512	488	458	424	384	338	288	287	287	287	286	286
<b>Total</b>	<b>2,446</b>	<b>2,681</b>	<b>2,929</b>	<b>3,189</b>	<b>3,460</b>	<b>3,742</b>	<b>4,037</b>	<b>4,343</b>	<b>4,660</b>	<b>4,989</b>	<b>5,329</b>	<b>5,488</b>	<b>5,648</b>	<b>5,809</b>	<b>5,972</b>	<b>6,136</b>

注:

“Day Max Water Demand” は PDAM システム及び村落水道システムの日最大水需要を含んでいる。  
 “Groundwater for Private Well” は PDAM の顧客であっても個人用井戸を所有し、地下水を利用している水量と、全く PDAM から村落水道システムからも供給を受けていない人々の水使用量を含んでいる。



注:

“Day Max Water Demand” は PDAM システム及び村落水道システムの日最大水需要を含んでいる。  
 “Groundwater for Private Well” は PDAM の顧客であっても個人用井戸を所有し、地下水を利用している水量と、全く PDAM から村落水道システムからも供給を受けていない人々の水使用量を含んでいる。

図 13.2.1 将来水需要のまとめ (l/sec)

### 13.2.6 将来水需要予測のケーススタディー

上述した将来水需要予測結果によれば、2005年にPDAMにより給水されるべき水需要は932 lpcd（3地域の合計値）であり、これが2020年には5,422 l/secまで増加することになる。つまり、今後15年間にPDAMの供給能力を5.8倍拡張する必要があることになる。

この様な、15年間というやや短期間の急激な供給能力の拡張については、そのフィージビリティ、妥当性、実現性が今後の計画策定において、技術的、財務的、あるいはPDAMの組織能力という観点から十分に検討される必要がある。これらについて将来検討はされるであろうが、かなり大規模な拡張規模やその速度を考慮して、ここでは下記に示すように、より低いレベルの水需要を採用した場合のケーススタディーを行った。

- **ケース 1：** これまでの節で検討されてきた水需要である。家庭用原単位は現状から徐々に増加し、普及率については、国の開発目標レベルを適用した。
- **ケース 2：** ケース 1 に変更を加えたものである。都市部における家庭用原単位を125 lpcdとし、村落部では80 lpcdを適用した。村落部における普及率をケース 1 の値から40%まで減少させた。
- **ケース 3：** ケース 2 に変更を加えたものである。Yogyakarta 市部を除いて、都市部における普及率をケース 2 の値から55%に減少させ、これが2020年に達成されるものとした。
- **ケース 4：** ケース 3 に更に変更を加えたものである。すべての地域において普及率をさらに減少させ、都市部で50%、村落部で35%とした。

上述のそれぞれのケースの条件にそって、それぞれのケースの場合の将来水需要が計算された。図 13.2.2 はそれぞれにケースにおける将来水需要と既存のPDAMの供給能力との差を示したものである。

表現を変えると2020年までに必要となる施設規模の拡張を示していることになる。

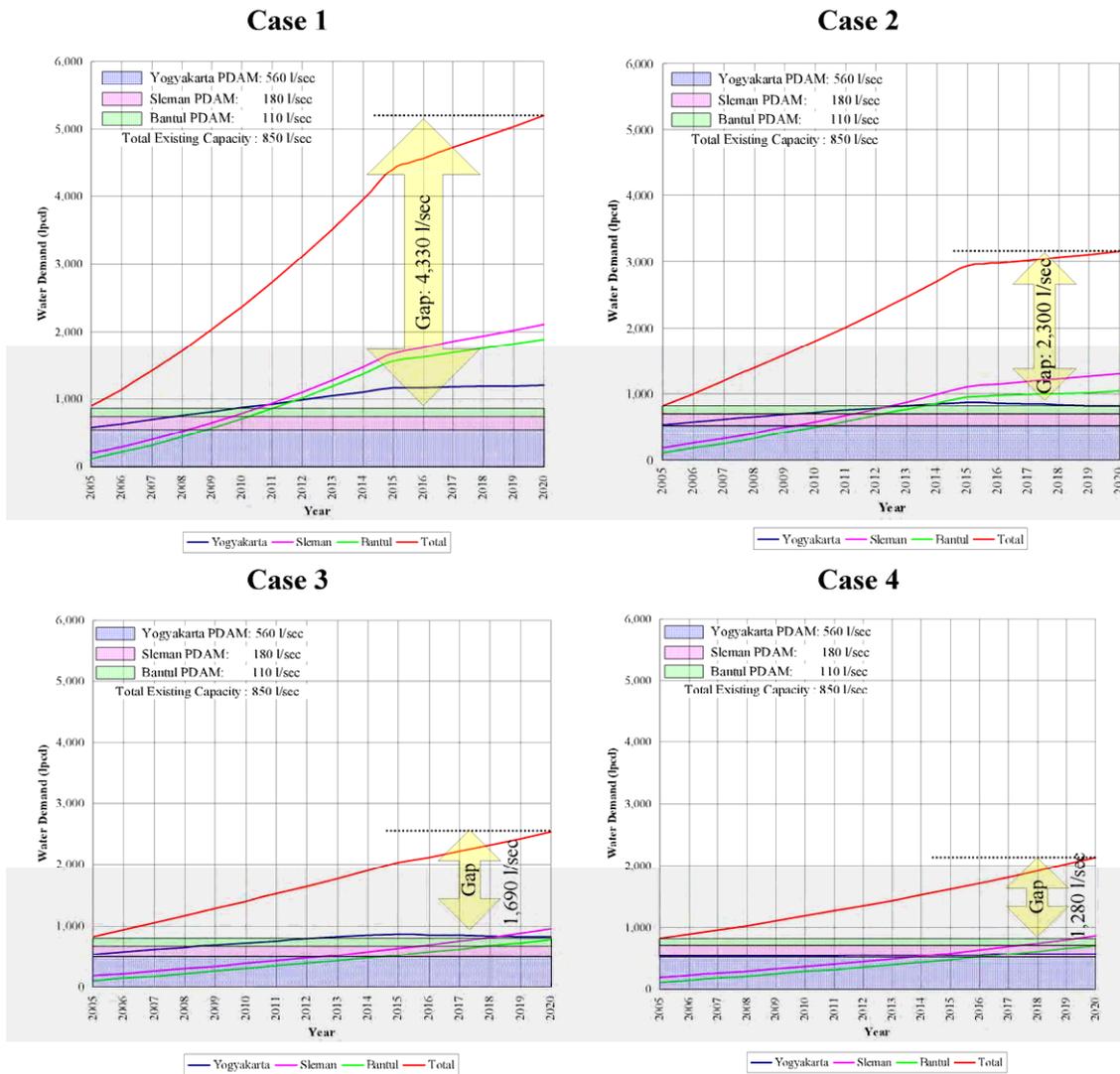
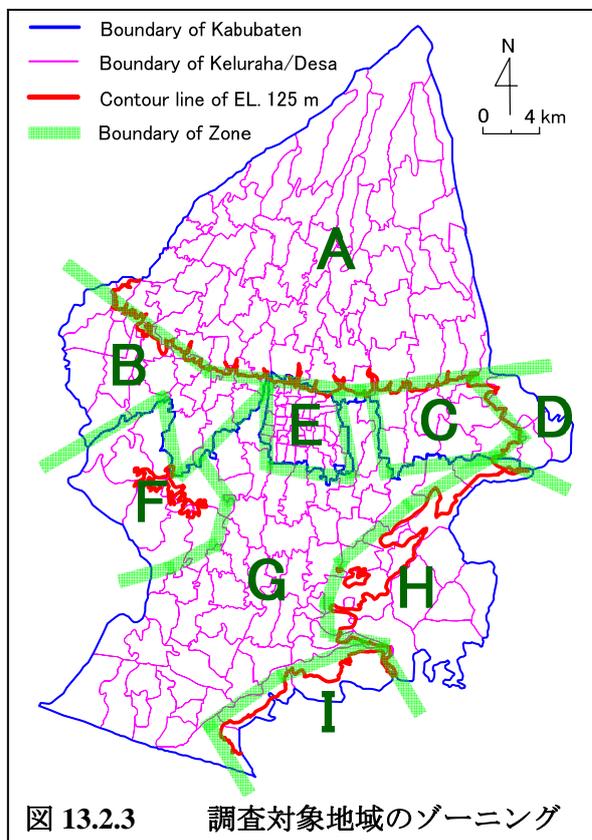


図 13.2.2 将来水需要と既存の PDAM の供給能力との差分

## 13.2.7 地域別将来水需要

### (1) 調査地域のゾーニング

今後の計画調査においては、将来水需要は地域毎に割り振られることになる。調査地域の



ゾーニングは図 13.2.3 に示すように考えられた。それぞれの地域（ゾーン）は、地形及び行政境界を考慮して想定されたものである。このゾーニングにおいて、標高 125m の等高線は重要な意味を持っている。計画されている用水供給事業の送水管はマタラム用水路に沿って敷設される計画となっており、この用水路はほぼ標高 150m の等高線に沿っている。よって、送水管からの管路損失、顧客の蛇口における残存水圧を考慮すると、標高約 125m 以下の地域では、自然流下により用水供給事業から配水されることも可能となる。

### (2) ゾーン毎の将来水需要

それぞれのゾーンに含まれている行政単位が抽出され、それに対応する水需要が集計された。ゾーン毎の水需要を図 13.2.4 に示す。

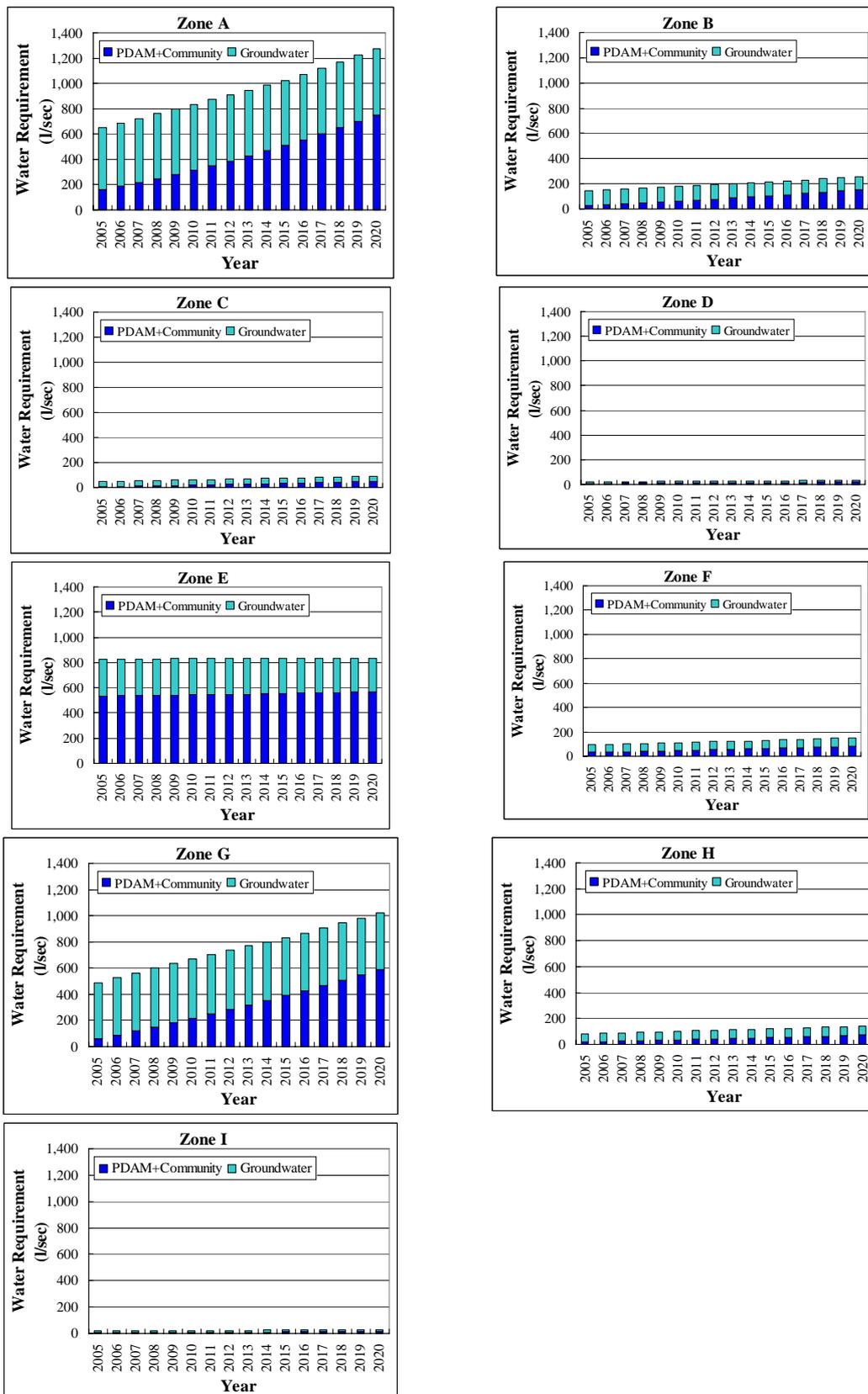


図 13.2.4 ゾーン毎の将来水需要

## 第 14 章 将来の水資源

### 14.1 地下水源

#### 14.1.1 地下水源評価のための物理探査

調査地区の地下水源評価と掘削と湧水からの取水位置の設定に資するため、物理探査を実施した。

##### (1) 物理探査の位置と方法

物理探査は 80 箇所実施した。3 地区の 60 箇所は VES 調査であり、Sleman 県の 20 箇所は 2 次元画像調査とした。VES には Schlumberger 法を、2 次元画像調査は Dipole-Dipole 法を採用した。

##### (2) 物理探査結果

Bantul における VES 調査結果を図 14.1.1 に示す。図 14.2.1 は Sleman における 2 次元画像調査の結果である。これらは既存帯水層の事例である。

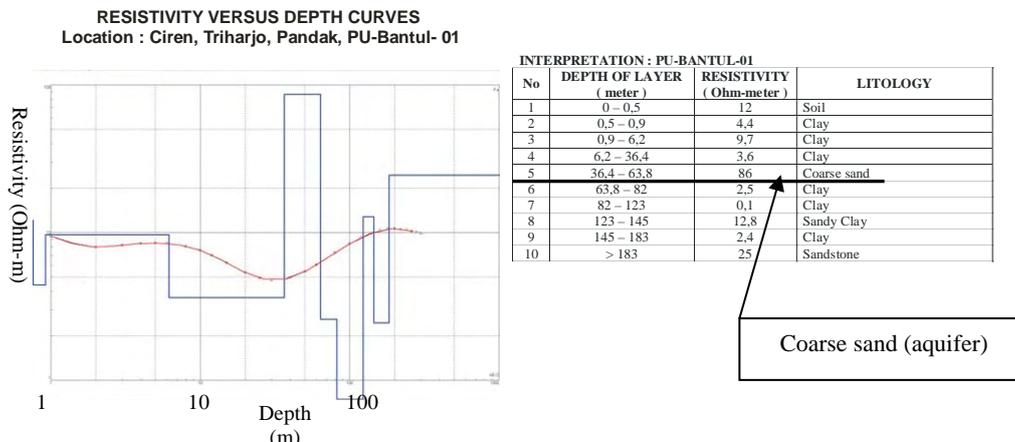


図 14.1.1 VES 調査の結果 (Ciren, Triharjo, Pandak, Bantul)

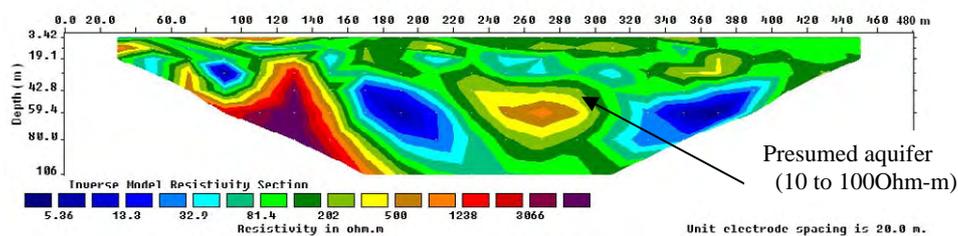


図 14.1.2 2 次元画像調査の結果(Kayen, Wedomartani, Ngemplak, Sleman)

既存調査資料によると、抵抗値が 10~100 Ohm-m を示す区間は帯水層で、特に 30~100 Ohm-m の区域は良質な地下水帯と考えられる。80 調査地点の全てで、10 to 100 Ohm-m を示

している。良質な帯水層としての第四紀堆積は平地に分布している。物理探査結果および地質条件から、平地においては地下水資源存在の可能性が高いことが伺える。一方、Bantulの東部および西部は高地である。帯水層とはならない第三紀凝灰岩と角礫岩がこれらの高地に分布していることから、地下水開発は困難であると推察される。第三紀層で地下水開発を行う場合、詳細な土質と既存の井戸の調査が必要となる。表 14.1.1 に各地区の VES 調査地点の深さ 100m までの非圧帯水層の平均厚さを示す。この表から、南部地区の帯水層がより厚い傾向があることが分かる。

表 14.1.1 地区別の非圧帯水層平均厚

District	Number of Samples	Average thickness of Presumed Aquifer(meter)
Sleman	21	35.6
Yogyakarta	35	40.5
Bantul	4	45.7

\*: layers those have 10 to 100 Ohm-meter resistivity value until 100 meter depth

調査地区の二次元画像調査結果を図 14.1.3 に示す。この図によれば、抵抗値の断面分布は調査地点により一様ではなく、地域的な性格も明らかではない。調査地区の過去の堆積状況複雑なため、この地域の地層も込み入ったものとなっている。この複雑な状況で適切な掘削位置を選定するためには、水理地質学的な状況を詳細に調査する必要がある。

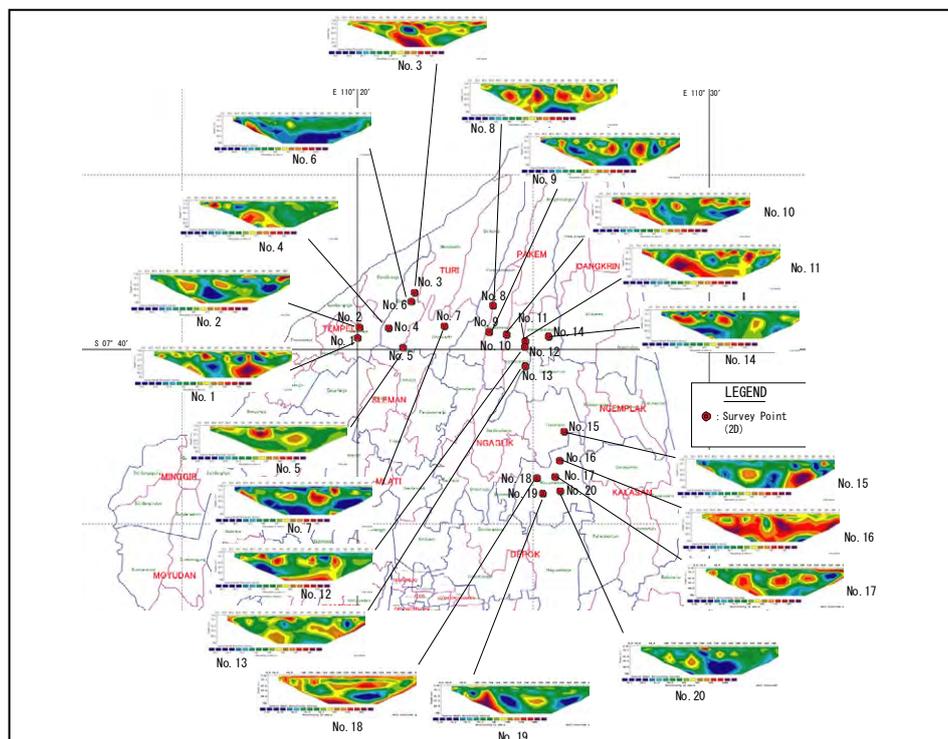


図 14.1.3 2次元画像調査結果

## 14.2 水資源の潜在性

地下水資源の可能量を算定するために、水文資料の収集と分析を行なった。

地下水の涵養量は下記の水文的水収支式を用いて算定される。

- $Gwi=(P-E) \times I + \Delta S$ 
  - ここに、Gwi：地下水涵養量
  - P：降雨量
  - E：蒸発散量
  - I：浸透率
  - $\Delta S$ ：地下水貯留量の変化（年間を通じて0とする）

主報告書に記述したように、年間降雨量(P)は2,602mmで、蒸発散量(E)算出値は1,063mm/年である。「Greater Yogyakarta Groundwater Resources Study”(Vol.2 Hydrology), Sir M Macdonald & Partners in association with Binnie & Partners Hunting Technical Services Ltd., Under assignment by Overseas Development Administration, London, December 1984」及び「Good Governance in Water Resource Management (GGWRM), BUKU II Laporan Perumusan Masalah Untuk Penyusunan, (Problem Formulation for the Development of) Basin Water Resources Management Plan (BWRMP) SWS POO, European Union, PPSDA Propinsi,DIY / Dinas PSDA Propinsi, Jawa Tengah, March 2005」などの過去の文献より、浸透率「I=0.9」を引用すると、地下水涵養量(Gwi)は1,385mm/年と計算される。

調査地域の面積、1,000km<sup>2</sup>に地下水涵養量1,385mmを乗じることにより、調査地区全体の年間地下水涵養量は13億8,500万m<sup>3</sup>と算出される。

調査地区では、過去のいくつかの調査が実施されているが、地下水涵養量は10億m<sup>3</sup>/年(32,000ℓ/秒)から21億m<sup>3</sup>/年(67,000ℓ/秒)の範囲であると報告されている。

調査地区の地下水涵養量は概ね10億m<sup>3</sup>/年から20億m<sup>3</sup>/年の範囲にあると推定される。

## 第15章 マスタープランで考慮されるべき留意点

### 15.1 はじめに

本章では、多くの側面から、実施された既存状況の調査・分析結果を基に、将来マスタープランが策定される際に留意されるべき事項を記述したものである。マスタープラン策定時において、これら留意事項が重要な参照資料となることを目的としている。

## 15.2 制度・組織面に関わる留意事項

### 15.2.1 制度面における留意事項

水資源法(UU 7/2004)並びに水道法(PP 16/2005)が効率的に運用・活用されるように、以下のような補足的な制度が確立されるべきである。

- 表流水源及び地下水源を管理しコントロールするための制度が策定されるべきである。
- 水道システムの管理、運転維持管理、モニタリングと評価に関するガイドラインが策定されるべきである。
- 水道法においては、水道システムの管理のために州レベルでの管理委員会の設置に言及しているが、この管理委員会の詳細な役割については策定されていない。

### 15.2.2 組織的側面に関わる留意事項

ジョグジャカルタ特別州政府は Kartamatul の枠組みを活用して既存の 3 つの PDAM の連携強化を模索している。

水道事業の広域化は 3 つの PDAM それぞれにとって便益をもたらすものでなければならない。インドネシアでは複数の PDAM を束ねた事例はないが、日本では様々な広域化の取り組みがなされている。

ここでは日本における事例を参考にジョグジャカルタの状況に適用可能と思われる 3 つの広域事業化のモデルを提案する。

- モデル 1: 1 市 2 県の PDAM が統合し事務組合を組織し 1 つの事業体として経営する。
- モデル 2: 経営基盤の強いジョグジャカルタ市の PDAM に経営基盤の弱い 2 県の PDAM が運営管理を委託し、市の PDAM が一元的に管理する。
- モデル 3: 1 市 2 県の管理を一元的に行う組織を別途設立し、それぞれの PDAM が運営管理を委託する。

マスタープランでは、関係者が提案されたモデルの諾否、利点と欠点、長所と短所等について議論し広域事業化が可能かどうか、可能としたらどのようなビジネスモデルが適切かについて検討することが勧められる。

## 15.3 水道施設計画に関わる留意事項

### 15.3.1 水源

調査対象区域の北部高地は低地区より降水量が多く、他の地域と比べて蒸発散量が少ない。したがって、北部における地下水の補填は他の地域より格段に多い。この地域は、標高が高

いため、低地域に水を供給するには好都合である。概して、調査対象地域は更なる地下水開発の可能性を持っているといえる。マスタープランの策定段階では、更なる水源開発において、効率的で持続可能な地下水に関して充分検討する必要がある。

### 15.3.2 PDAM 水道システム

#### (1) 需要と供給能力

第 13 章で記述したように、現状の供給量はすべてのケース(ケース 1 から 4)の需要予測を下回っている。マスタープラン策定においては、4 ケースの重要予測値から目標値を設定して、施設拡張規模を決定する必要がある。事業の妥当性、適正および実現性は技術、環境ならびに財政的等のあらゆる見地から慎重に検討しなければならない。また、浄水場・配水管等の既存施設の有効活用と既存施設をリハビリしながらの段階的な開発についての検討も必要となる。

#### (2) 水道施設への効率的な水資源配分

マスタープランの策定では、各地域の水資源の賦存量および使用可能量を確認して、水道システムの整備を検討する必要がある。地形および地勢もまた極めて重要な要素である。

#### (3) 浄水方式

特に鉄分とマンガンの除去を目的とする処理方式は微生物処理法などの消費エネルギーの少ない方法を検討する必要がある。技術的適応性、必要となる運転管理レベルおよび財政的見地を考慮して、最適な処理方式を選定しなければならない。

#### (4) 送水と配水

##### 1) 送水システム

出来る限り自然流下を採用できるよう、水源位置および送水経路に充分留意してマスタープランを策定しなければならない。

##### 2) 配水管網

マスタープランにおける配水管網の計画では、無収水削減計画と整合が取れるよう配水ブロック化等を考慮することが求められる。また、Sleman 県内でありながら PDAM Yogyakarta に給水されている区域が点在していることなどから、マスタープラン策定段階では適切なゾーニングと PDAM サービスの仕分けについて検討される必要がある。

##### 3) 各戸接続

マスタープランでは、適切な資材の仕様を含む各戸接続の標準的設計を検討すべきである。

### **(5) 水量計測およびモニタリング**

水道水供給主体にとって、水量の把握は基本的事項である。水道事業の評価には正確な水量情報が必要である。マスタープランでは水量計測機器の向上およびモニタリングシステムについて慎重に検討する必要がある。

### **(6) 効果的な無収水削減施策の実施**

3つのPDAMにおける無収水率削減では、漏水削減対策に力を入れなければならない。マスタープランでは、戦略的な漏水対策の検討が必要である。そのためには、漏水検知と補修に専念する漏水対策チームをPDAM内に組織することが最優先事項となる。

### **(7) 水需要制御策**

第13章で述べたとおり、目標とする水需要予測値にもよるが、ケース2と4については、地区により生活用原単位を減少させなければならない。水需要管理に関して使用者の理解を得るために、適切な水使用と限りある水資源に関する住民啓蒙を始める必要がある。

### **(8) 渉外活動**

水道事業主体にとって、消費者の理解を得ることは極めて重要なことである。お互いの十分な信頼関係なくしては、消費者の理解と協力は得られない。継続的な給水、十分な圧力や飲料水としての水質を保つというようなよいサービスを行うことが、消費者の信頼を得ることになる。渉外活動は相互の信頼関係醸成のために不可欠である。

## **15.3.3 村落水道システム**

### **(1) 新規開発**

マスタープランの策定においては下記の項目を考慮する必要がある。

- ミレニアムゴールや国の行動計画に基づく貧困削減方針の考慮
- 優先区域への集中
- 適切な段階的整備

### **(2) 将来の村落水道サービス**

村落水道サービスからPDMへの移行あるいはその逆の可能性を検討しなければならない。その際、以下を考慮する必要がある。

- 便益（その移行が消費者の便益を担保することができるか）
- 料金（移行後の料金が支払い可能か）
- サービスの質（消費者へのサービスの質が維持できるか）

### **(3) 維持管理の適正化に向けての能力開発戦略および技術支援**

適切なマスタープランの策定およびその実行には、下記の項目を十分検討し計画に反映する必要がある。

- PU と WUP の能力開発戦略
- PDAM による継続的な技術支援方策

## 15.4 運転維持管理に関わる留意事項

### 15.4.1 一般的な留意事項

持続可能な開発を担保するためには、効率的な維持管理計画に基づく長期的なコスト削減の努力が必要である。これを実現するためには、下記の点を加味した適切な資産管理をマスタープラン策定時に考慮すべきである。

- 適切な点検と評価に基づく既存施設の将来の状況の把握
- コスト削減のため、補修や更新等の必要な対策についてその時期の把握

マスタープランでは、適切な資産管理とともに、適切な管理組織のあり方を検討する必要がある。

### 15.4.2 特に村落水道システムに関わる留意事項

村落水道システムの適切で持続可能な維持管理のためには、上記の検討に加え下記の項目を考慮する必要がある。

- WUO、PU および PDAM のそれぞれの役割分担の明確化
- それらの役割を明確にする法制度の確立
- 下記を対象とした能力強化プログラム
  - － 日常の維持管理に従事する WUO
  - － 主導的、事業主体としての立場となるべき WUO 職員に対する支援を期待される PU および PDAM の専門家

## 15.5 水質管理に関わる留意事項

系統的な水質管理戦略の欠如により、調査地域の水道事業者は使用者の信頼を得るには至っていない。従って、WHO による「Water Safety Plans」等を参照し、下記の事項を考慮して、適切な水質管理法を確立すべきである。

- 関連するガイドラインや基準を参考にした水源の監視
- 関連するガイドラインや基準を参考にした処理水の監視
- 配水管システム内の水の監視
- 水質試験室の整備
- 村落水道システムの水質監視
- 保健省（MOH）との協力

## 15.6 財務に関わる留意事項

### 15.6.1 それぞれの PDAM に関する問題点

#### (1) PDAM Yogyakarta

運転維持管理について若干の弱点があるものの、財務状況は概ね良好である。マスタープランの中では無収水削減や普及率向上のために、更なる投資計画が検討されるべきである。よって、マスタープランでは、ドナーが提示している融資条件等も比較検討しながら、財源について検討されるべきである。

#### (2) PDAM Sleman

財務状況は危機的な状況にあり、Sleman 県政府の支援も受けながら、水道メーターの更新など財務上の問題点を解決すべく努力を続けているところである。しかしながら、中央政府による緊急的な支援も重要であると考えられる。マスタープランの中では、さらなる財務改善策について検討されるべきである。

#### (3) PDAM Bantul

2006 年 5 月の激甚な地震被害などもあり、2002 年以降水道料金は見直されていない。よって、PDAM にとってもマスタープランの中で新しい料金レベルに関する提案がもっとも優先順位が高いものとなる。PDAM の組織能力強化のため、透明性の確保や、顧客との良好な関係醸成のための説明責任など、水道企業としての機能強化が検討されるべきである。

#### (4) 3PDAM の連携

15.2.2 で 3 PDAM の連携の可能性を検討している。現実的な連携形態に応じた財政面の検討をマスタープランで実施する。

### 15.6.2 村落水道に関わる問題点

料金レベルはシステムの構成やその地域住民の支払い可能額に依存するものである。基本的な水道料金は少なくとも、日々の運転維持管理費を賄うものである必要がある。投資コストの減価償却費も含んだフルコストリカバリーは村落部の開発に責任を持つべき地域の PU によって考慮されるべきである。しかしながら、水利用者組合においても、緊急的なポンプの修理コスト等、村落のライフラインを守るためにも PU によって故障した部分が取り替えるのを待つだけでなく、ある程度の基金を準備しておくことも考慮されるべきである。

## 15.7 環境社会配慮に関わる留意事項

### 15.7.1 DBOT 用水供給事業

#### (1) 河川流量およびマタラム用水路流量

用水供給事業においてマタラム用水路からの取水量は  $1.0\text{m}^3/\text{秒}$  と計画されているが、乾期における当該用水路の流量に対して、この取水量はかなり大きな量である。よって、マタラム用水路に導水しているプロゴ川の河川水量等について、用水供給事業の計画取水量に対して十分であるのかを注意深く確認すべきである。

#### (2) 浄水場及び配水池建設に関わる用地取得と住民移転

Bligo 浄水場（仮名）はマタラム用水路沿いの州の用地（広さおよそ 10ha）に建設が計画されている。この計画用地は主に水田として利用されており、二つの小規模なレンガ工場も存在している。また、7 軒程度の農家も存在している。しかし、これらは、どれも小規模であり、浄水場建設に伴う大規模な住民移転は発生しないものと考えられる。

#### (3) 水利権とステークホルダー

用水供給事業のためのマタラム用水路からの更なる取水について、多様なステークホルダーとの公聴会や議論を行う場がこれまで設けられていない。この様な状況で、取水についてステークホルダー（多くは用水路沿いの農民）の合意が得られるかどうかは、不透明な状況である。

### 15.7.2 その他マスタープランにおいて考慮されるべき事項

その他、マスタープランにおいて考慮されるべき主な項目について、以下に列挙する。

- 地下水開発の影響。
- 給水量の増大に伴う排水量の増大とそれに対応した衛生設備の拡充の必要性。
- 工事実施段階で発生しうる課題。
- モニタリング計画についての課題。

## 15.8 その他の留意事項

### 15.8.1 DBOT 用水供給事業に関わる留意事項

DBOT 用水供給事業は水道システムの上流部分に位置づけられることから、本用水供給事業に関する問題点が解決されなければ、マスタープランを策定することが困難な状況は改善されないと考えられる。よって、今後マスタープランの策定に着手する前に、DBOT 用水供給事業に関する事業スコープ、条件、組織体制などが明らかにされ、且つ、それらが関係者間

で合意されていることが必要である。

## 15.8.2 水源に関わる問題点

### (1) DBOT 用水供給事業

DBOT 用水供給事業に関連して、水供給単価の情報は非常に限られており、PDAM は懸念を抱いている。州政府は当該地域の水源開発を行わなければならないので、建設コストを低減させるためにも財務手当てが必要となってくる。市民団体をも含む関連ステークホルダーの間で、水単価に関する情報が開示され、12.5.2 節の「(1) 法整備制度」及び「(2) 公共サービスとしての責務」に言及されているように、料金体系に関わるパラダイムシフトが検討されるべきである。

### (2) PDAM 間での協調

Kartamantur の枠組みを利用した PDAM 間の協調を進めることが重要である。限られた水資源を如何に有効に利用し、それを維持していくかがマスタープランの中で検討されるべきである。特に財務的な評価を含む中央政府による BPPSPAM を通した助言が持続可能な運転維持管理、組織能力の強化に有効であると考えられる。

## 15.8.3 衛生システムへの配慮

この章で議論されているマスタープランは水道整備のための計画であるが、衛生システムについてもマスタープランの中で考慮される必要がある。水道システムの整備によって、衛生環境が悪化する可能性もある。公共用水域の水質保全のためにも適切な衛生システム整備が考慮される必要がある。