

シリア・アラブ共和国  
住宅・建設省

# シリア・アラブ共和国 全国下水道整備計画策定調査

## ファイナル・レポート 【第1編：要約】

平成20年3月  
(2008年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ  
株式会社 東京設計事務所

## < 報告書の構成 >

第1編  
要約

第2編  
メインレポート

第3編  
サポーティングレポート

サポーティングレポートは、英文及びアラビア語版のみ

1 USD = 52.61 SP  
1 USD = 118.32 Yen  
1 Euro = 72.820 SP  
1 USD = 0.71 JD  
1 USD = 1.45 TD

(2007年11月現在)

## 序 文

日本国政府は、シリア・アラブ共和国政府の要請に基づき、全国下水道整備計画策定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 11 月から平成 19 年 12 月まで、株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツの佐野博文氏を団長とし、同社及び株式会社東京設計事務所から構成される調査団を現地に派遣いたしました。

また同期間、二戸市産業振興部農林課 古山淳夫氏（元シリア・アラブ共和国派遣専門家）及び国際協力専門員 鎌田寛子氏を委員とする国内支援委員会を設置し、本件調査に関し、専門的かつ技術的な見地から検討・審議を行いました。

調査団は、シリア・アラブ共和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いただきました関係各位に対し、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

シリア・アラブ共和国全国下水道整備計画策定調査に関する最終報告書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シリア・アラブ共和国政府の住宅・建設省及びその他シリア・アラブ共和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。

最終報告書は、以下の3分冊で構成されています。

- 第1編 : サマリーレポート（英文、アラビア語及び和文）
- 第2編 : メイン・レポート（英文、アラビア語及び和文）
- 第3編 : サポートニング・レポート（英文及びアラビア語）

この報告書は、3つのフェーズで実施した全ての調査結果を取りまとめたものです。フェーズⅠでは全国レベルでの下水道分野の現状把握と改善に提案、フェーズⅡでは7県を対象とした県別マスタープランの作成、フェーズⅢではダマスカス郊外県におけるフィージビリティ調査を実施しました。

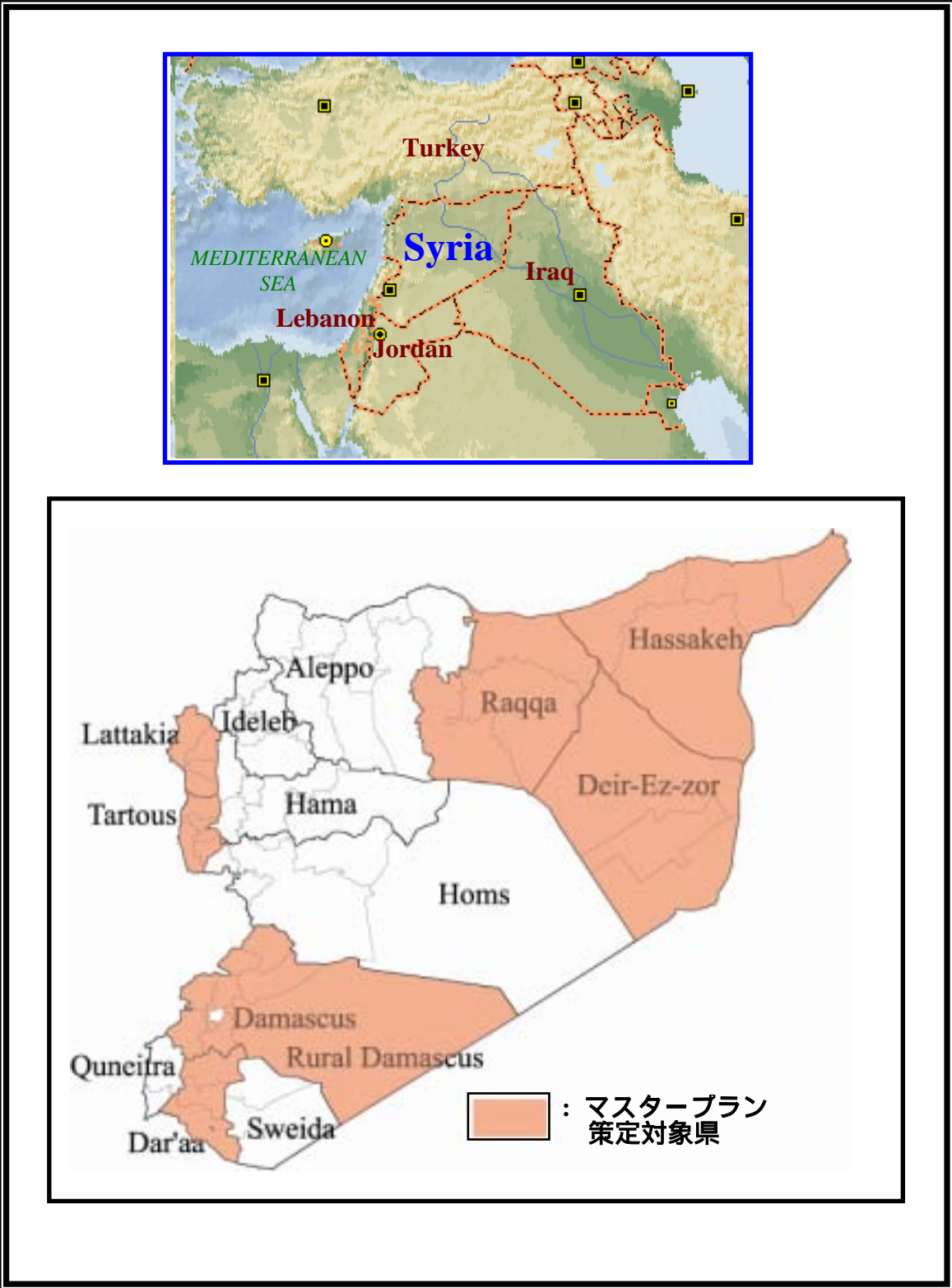
ここに、調査を進めるにあたり、貴重な御助言と御指導を賜りました貴機構、日本国政府外務省、国土交通省及びその他の機関の関係各位に対し、深甚なる感謝の意を表すとともに、調査期間中、特段の御協力を頂いたシリア・アラブ共和国政府住宅・建設省、その他の関係機関及び日本大使館に対し、深く御礼を申し上げます。

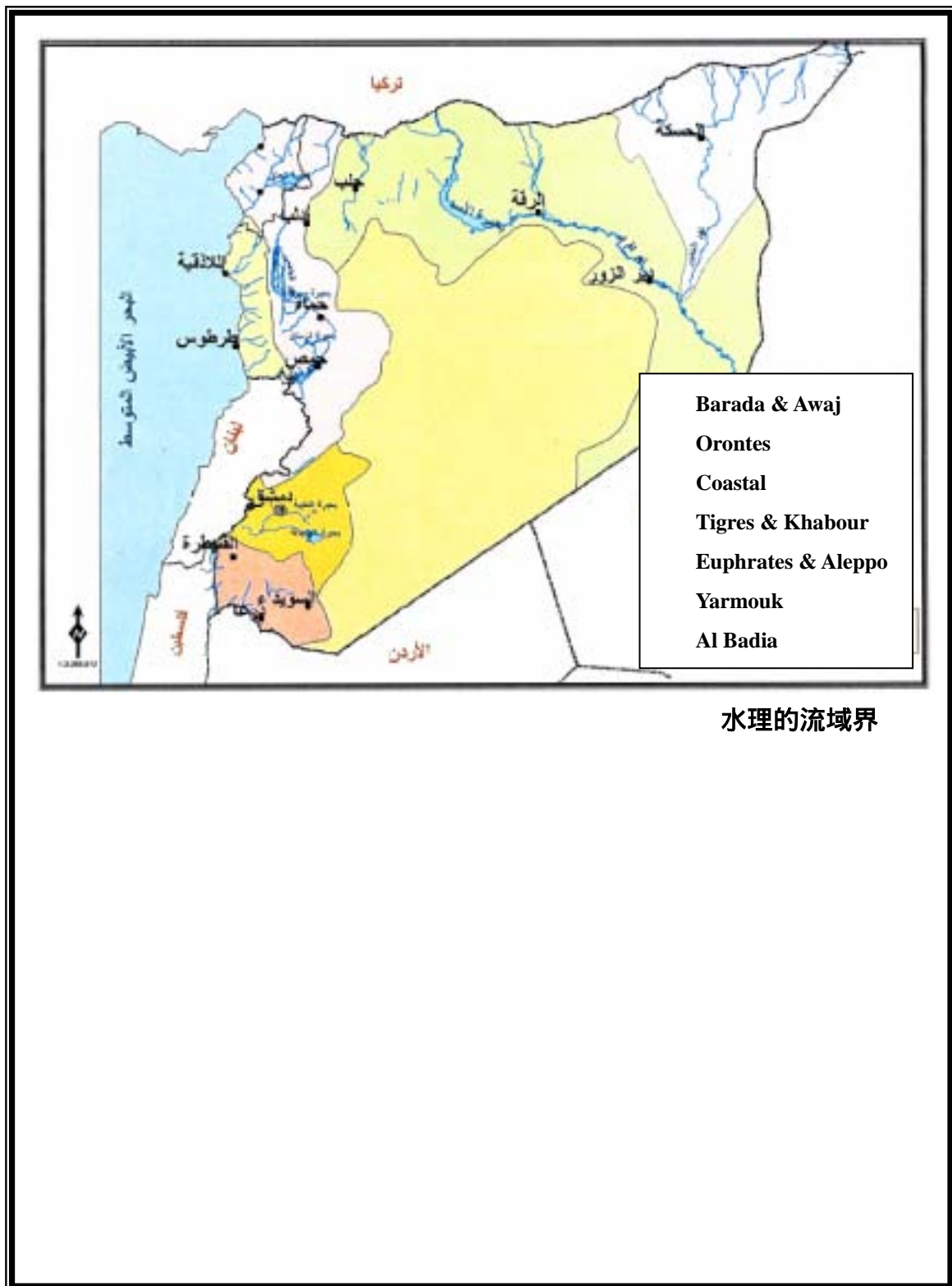
貴機構におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望する次第です。

平成20年3月

株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ  
シリア・アラブ共和国全国下水道整備計画策定調査団  
総括 佐野 博文

調査対象地域位置図





独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

シリア・アラブ共和国 住宅・建設省

シリア・アラブ共和国全国下水道整備計画策定調査

<ファイナル・レポート>

## 第1編: 要約

### 目次

位置図  
目次  
略語リスト  
計画概要

### PART I: マスタープラン

1	調査の背景 .....	MS-1
2	調査の目的及び調査対象地域の概要	
2.1	調査の目的.....	MS-1
2.2	調査対象地域.....	MS-2
2.3	調査対象地域の概要.....	MS-2
2.3.1	気象及び地勢状況 .....	MS-2
2.3.2	社会経済状況 .....	MS-3
3	シリアにおける水質汚濁対策の現状	
3.1	制度的枠組み.....	MS-5
3.1.1	水質汚濁防止関連行政の概要 .....	MS-5
3.1.2	法令上の枠組み .....	MS-5
3.1.3	公共水域における水質汚濁の現状 .....	MS-6
4	下水道セクターの制度的・組織的枠組み	
4.1	制度的枠組み.....	MS-7
4.2	下水道セクターの課題.....	MS-8

<b>5</b>	<b>既存下水処理場の現状</b> .....	MS-8
<b>6</b>	<b>下水道セクターへの投資計画と財務状況</b>	
6.1	10次5ヵ年計画における下水道投資.....	MS-9
6.2	下水道事業の予算.....	MS-9
6.3	公社の財務状況.....	MS-10
<b>7</b>	<b>設計諸元</b>	
7.1	計画策定における基本方針.....	MS-10
7.2	人口予測.....	MS-11
7.2.1	一般事項.....	MS-11
7.2.2	人口データ.....	MS-11
7.2.3	人口予測方法.....	MS-11
7.2.4	人口予測.....	MS-12
7.3	土地利用計画.....	MS-13
7.4	下水水量及び水質.....	MS-13
7.4.1	下水水量.....	MS-13
7.4.2	下水水質.....	MS-15
<b>8</b>	<b>開発戦略(案)の提言</b>	
8.1	水質汚濁対策の戦略.....	MS-17
8.1.1	水質汚濁対策施策が公共水域の水質に及ぼす影響.....	MS-17
8.1.2	水質汚濁対策の戦略.....	MS-18
8.2	下水道セクターの能力開発に関する提言.....	MS-19
8.3	その他の対策に関する提言.....	MS-20
8.4	問題のある工場廃水の処理方法に関する提案.....	MS-22
<b>9</b>	<b>下水道施設整備マスタープランの策定</b>	
9.1	計画下水道施設.....	MS-24
9.2	下水処理方式及び主要放流基準.....	MS-26
9.3	計画諸元と主要施設.....	MS-27
<b>10</b>	<b>概算事業費及び事業実施計画</b>	
10.1	プロジェクト費用の算出.....	MS-27
10.2	組織及び運営計画.....	MS-32
<b>11</b>	<b>経済財務分析</b>	
11.1	経済分析の方法論.....	MS-33
11.2	マスタープランプロジェクトの経済分析結果.....	MS-34
11.3	マスタープランプロジェクトの財務計画の概要.....	MS-34



<b>12 小都市・村落下水道データベースの策定</b>	
12.1 シリア各省庁におけ GIS の利用状況 .....	MS-35
12.2 小都市・村落下水道データベースの策定（現地再委託） .....	MS-35
12.3 GIS を利用した下水道データベースの活用 .....	MS-36
12.4 今後の提言 .....	MS-36
<b>13 環境社会配慮及び IEE レベル調査</b>	
13.1 環境社会配慮 .....	MS-37
13.2 IEE レベル調査結果 .....	MS-38
<b>14 マスタープランの評価</b>	
14.1 技術的評価 .....	MS-38
14.2 経済財務面 .....	MS-39
14.3 環境側面 .....	MS-40
14.4 優先事業（フィージビリティスタディ）の選択 .....	MS-40

## PART II: フィージビリティスタディ

<b>1 下水道施設のフィージビリティスタディ</b>	
1.1 フィージビリティスタディの一般条件 .....	FS-1
1.1.1 対象地域及び目標年度 .....	FS-1
1.1.2 汚水収集システム .....	FS-1
1.1.3 汚水量原単位及び汚濁負荷量 .....	FS-1
1.1.4 フィージビリティスタディで設計する施設 .....	FS-4
1.1.5 下水道システム基礎数値の要約 .....	FS-4
1.2 下水道施設の設計 .....	FS-4
1.2.1 計画人口及び汚水量の推定 .....	FS-4
1.2.2 汚水収集システム .....	FS-6
1.2.3 下水処理場 .....	FS-7
<b>2 建設計画及び調達計画</b>	
2.1 建設計画 .....	FS-9
2.2 調達計画 .....	FS-10
<b>3 事業運営計画</b>	
3.1 下水道セクターにおける組織強化 .....	FS-11
3.1.1 現況 .....	FS-11

3.1.2	組織体制（案）	FS-11
3.1.3	維持管理体制（案）	FS-12
3.2	下水道セクター職員のキャパシティ・ディベロップメント	FS-12
3.2.1	キャパシティ・ディベロップメントの必要性	FS-12
3.2.2	能力開発プログラム（案）	FS-12
3.3	施設維持管理ガイドライン	FS-12
3.4	広報活動	FS-14
3.4.1	広報・広聴の必要性	FS-14
<b>4</b>	<b>事業費及び事業実施スケジュール</b>	
4.1	事業費（ステージ I:2015）	FS-15
4.2	事業実施スケジュール	FS-15
<b>5</b>	<b>経済財務分析</b>	
5.1	経済分析	FS-17
5.1.1	経済分析の方法論	FS-17
5.1.2	経済的コスト	FS-17
5.1.3	経済的便益	FS-17
5.1.4	EIRR の算定結果	FS-17
5.2	財務分析	FS-17
5.2.1	財務分析の目的と前提条件	FS-17
5.2.2	支払い可能額評価	FS-17
5.2.3	支払い意思額	FS-18
5.2.4	異なるシナリオのもとでの財務分析結果	FS-18
5.2.5	提案する F/S プロジェクトの財務計画の概要	FS-18
<b>6</b>	<b>環境社会配慮及び EIA レベル調査</b>	
6.1	環境社会配慮	FS-18
6.2	Pre-EIA レベル調査結果	FS-19
<b>7</b>	<b>プロジェクト実施計画の立案</b>	
7.1	下水道プロジェクトの予算配分手順	FS-20
7.2	シリアにおけるプロジェクトのための外部資金の調達	FS-20
7.3	入札評価	FS-20
<b>8</b>	<b>提言及びシリア側が実施すべき作業内容</b>	
8.1	下水道システム	FS-21
8.1.1	既存施設改善及び更新	FS-21
8.1.2	資産データ・運転・維持管理記録の管理及び活用	FS-21
8.1.3	環境及び水質モニタリング	FS-22

8.1.4 最適技術の導入 .....	FS-22
8.2 制度面における開発.....	FS-22
8.3 財務マネジメント.....	FS-22

**略 語**

BOD	Biochemical Oxygen Demand (生物化学的酸素要求量)
COD	Chemical Oxygen Demand (化学的酸素要求量)
Company	Sewerage Company (下水道公社)
Council	Council for the Protection of the Environment (環境保護評議会)
DAWSSA	Damascus Water Supply & Sewerage Authority (ダマスカス上下水道公社)
DFEA	Directorate for Environmental Affairs (地方環境局)
DSDC	Damascus Sanitary Drainage Company (ダマスカス下水道公社)
EC	European Community (欧州共同体)
EIA	Environment Impact Assessment (環境影響評価調査)
EIB	European Investment Bank (欧州投資銀行)
EIRR	Economic Internal Rate of Return (経済的内部収益率)
Establishment	General Establishment of Potable Water and Sewerage : GEPWS (上下水道公社)
EU	European Union (欧州連合)
FAO	Food and Agriculture Organization (国連食糧農業機構)
FIRR	Finacial Internal Rate of Return (財務的内部収益率)
F/S	Feasibility Study (実行可能性調査)
GCEA	General Commission for Environmental Affairs (環境総局)
GCEC	General Company for Engineering Studies and Consulting (政府系コンサルタント)
GES	General Establishment System (測量局)
GIS	Geographic Information System (地理情報システム)
GORS	General Organization of Remote Sensing (リモートセンシング公団)
GOS	The government of Syrian Arab Republic (シリア・アラブ共和国政府)
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (ドイツ技術協力公社)
IEE	Initial Environment Examination (初期環境影響評価調査)
IMF	Internatinal Monetary Fund (国際通貨基金)
JD	Jordan Dinar (ヨルダン・ディナール〔ヨルダン国通貨単位〕)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (ドイツ復興金融公庫)

L/A	Loan agreement ( 借款契約 )
LBS	Land-Based Sources ( 陸域由来汚染源 )
LCD	Liter per capita per day ( リッター/人/日 )
ℓ/s	Liter per second ( リッター/秒 )
MAP	Mediterranean Action Plan ( 地中海行動計画 )
MED POL	Program for the Assessment and Control of Phase Pollution in the Mediterranean Region ( 地中海地域汚染評価・管理プログラム )
MHC	Ministry of Housing and Construction ( 住宅・建設省 )
MLAE	Ministry of Local Administration and Environment ( 地方行政・環境省 )
M/M	Minutes of Meetings ( 協議議事録 )
MOF	Ministry of Finance ( 財務省 )
MOI	Ministry of Irrigation ( 灌漑省 )
M/P	Master Plan ( 基本計画調査 )
m <sup>3</sup> /d	Cubic meter per day ( 立方メートル/日 )
NEAP	National Environmental Action Plan ( 国家環境行動計画 )
O&M	Operation and Maintenance ( 維持管理 )
PS	Pumping Station ( ポンプ場 )
PVC	Polyvinyl Chloride Pipe ( 塩化ビニル管 )
RDAWSSA	Rural Damascus Water Supply & Sewerage Authority ( ダマスカス郊外県上下水道公社 )
SAP	Strategic Action Program ( 戦略的行動計画 )
SASMO	Syrian Arab Standards Measurement Organization ( シリア・アラブ標準度量衡機構 )
SPC	State Planning Commission ( 国家計画省 )
SS	Suspended Solids ( 浮遊物質 )
STP	Sewage Treatment Plant ( 下水処理場 )
S/W	Scope of Work ( 実施細則 )
SP	Syrian pounds ( シリアポンド [ シリア国通貨単位 ] )
SV	Sludge Volume ( 活性汚泥沈殿率 )
TD	Tunisian Dinar ( チュニジア・ディナール [ チュニジア国通貨単位 ] )
TDS	Total Dissolved Solids ( 全溶解性物質 )
10 <sup>th</sup> FYP	10 <sup>th</sup> Five-Year Plan ( 第 10 次社会経済開発五ヵ年計画 )
T-N	Total Nitrogen ( 全窒素 )
T-P	Total Phosphorus ( 全磷 )
UNDP	United Nations Development Program ( 国連開発計画 )
UNEP	United Nations Environment Program ( 国連環境計画 )

---

UNRWA	United Nations Relief and Works Agency for Palestine Refugees in the Near East (国連パレスチナ難民救済事業機関)
WB	World Bank (世界銀行)
WHO	World Health Organization (世界保健機構)
WRIC	Water Resource Information Center (水資源情報センター)

## 計画概要

### 1 調査対象地域

シリア全国 14 県のうち、水質汚濁防止ならびに保健衛生の改善を目的として、下水道マスタープラン策定の優先度の高い、表 ES-1 に示す 7 県につき調査を行った。

表 ES-1 調査対象地域

調査対象県	付属流域名
Tartous, Latakia	Mediterranean 沿岸地域
Deir-Ez-zor, Raqqa	Euphrates 川流域
Hassakeh	Tigris・Khabour 川流域
Dar'aa	Yarmouk 川流域
Rural Damascus	Barada/ Awaji 川流域

### 2 下水道整備マスタープランの策定

水質汚濁解析により下水道整備の効果ならびに必要性を検証したうえで、下水道整備マスタープランを策定した。マスタープラン策定に際しては「マクロプラン」「マスタープラン」の 2 段階で計画立案を行った。それぞれの概要は表 ES-2 の通り：

表 ES-2 マクロプラン・マスタープランの概要

区 分	計 画 概 要
マクロプラン	下水道整備地域・処理人口、建設目標下水処理場数、処理下水再利用及び汚泥処理に関する基本方針、運転維持管理基本計画等の下水道整備長期目標の策定を行う。 マクロプランでは、マスタープラン対象コア都市のみならず、周辺都市群をも含んだより広域的な下水道計画を行い、統合・分散処理の可能性を探り、もってより実現性の高いマスタープラン作成に寄与する。
マスタープラン	対象コア都市において、より詳細な下水道整備地域区分を行い、各整備地域毎に統合・分散型下水道もしくはオンサイト施設の 3 オプションから最も有利かつ実現性の高い下水処理方式を選定する。

7 県のマスタープランに基づき策定された、統合型下水道施設の概要を表 ES-3 に示す：

表 ES-3 マスタープラン概要

M/P 対象都市/県名	目標年度及び計画人口	計画汚水量	処理場計画	プロジェクト費用 (10 <sup>3</sup> SP)
Slunfeh/ Latakia	2025 年 2,800 人	1,833 m <sup>3</sup> /日	接触酸化法×3 箇所	177,427
Banias/ Tartous	2025 年 85,600 人	19,556 m <sup>3</sup> /日	オキシデーション・ ディッチ法×1 箇所	1,060,688
Mayadin/ Deir-Ez-zor	2025 年 100,400 人	15,300 m <sup>3</sup> /日	オキシデーション・ ディッチ法×1 箇所	529,824
Malkieh/	2025 年	4,518 m <sup>3</sup> /日	オキシデーション・	192,018

表 ES-3 マスタープラン概要

M/P 対象都市/県名	目標年度及び計画人口	計画汚水量	処理場計画	プロジェクト費用 (10 <sup>3</sup> SP)
Hassakeh	34,500 人		ディッチ法×1 箇所	
Thawra/ Raqqqa	2025 年 115,600 人	17,889 m <sup>3</sup> /日	ウェットランド法 ×1 箇所	315,550
Muzerib/ Dar'aa	2025 年 30,500 人	3,994 m <sup>3</sup> /日	ウェットランド法 ×1 箇所	198,789
Zabadani/ Rural Damascus	2025 年 53,500 人	22,201 m <sup>3</sup> /日	オキシデーション・ ディッチ法×1 箇所	781,026

### 3 下水道施設整備のフィージビリティスタディ

マスタープラン対象 7 都市の中から、Damascus 郊外県の Zabadani をフィージビリティスタディ対象として選択した。その理由を以下に示す：

- Zabadani 地域は Damascus の最重要水道水源である Ain Fijeh 湧水の上流部に位置しており、下水により汚染される危険性がある。影響人口は 150 万人と推定される。
- Zabadani 地域は非常に有名な観光地であるが、近年生下水放流により Barada 川の水質汚染が顕在化し、観光資源への影響が顕著に発生している。
- Zabadani には生下水を灌漑利用する多くの農民がいる。灌漑用水質基準を満たさない生下水の再利用は、農作物及び土壌への影響がある。

以上のことから、Zabadani 地域には下水道施設整備の緊急性が認められるため、フィージビリティスタディ対象地域として選択した。

フィージビリティスタディ(F/S)における対象プロジェクトの概要を表 ES-4 に示す：

表 ES-4 F/S 対象プロジェクトの概要

項目	単位	F/S 対象プロジェクト
目標年度		2015
計画人口	人	48,300
計画汚水量 (日平均)	m <sup>3</sup> /day	18,250
処理施設 (処理方式)		オキシデーション・ディッチ法
プロジェクト費用	10 <sup>3</sup> SP	770,978

上記プロジェクトについて、組織体制面での整備など、事業運営計画に係る提案を行うとともに、経済財務分析ならびに環境影響評価調査を行い、プロジェクトのフィージビリティを確認した。



## 要 約

### 1 調査の背景

シリアは国土の大半が標高 200～1,000m の砂漠台地で、降水量が少ないため水資源に乏しい。都市部においては地方からの急激な人口流入及び工業化により水不足が深刻である。

他方、同国における下水道整備は開始されたばかりの状況にあり、下水道処理施設を持つ都市は、人口の集中する 4 都市 (Damascus、Aleppo、Homs、Hama) のみである。下水道が整備されていても処理施設のない都市が大半で、こうした地域では生活衛生環境の悪化、井戸水や上水用ダムの水質汚染を招き、井戸の閉鎖や上水用ダムから上水道への供給停止と言った事態も発生している。また、オリーブオイル工場などの廃水が未処理で河川に放流されており、水質汚濁の大きな要因となっている。こうした下水道及び下水処理施設の未整備は、水資源の不足を更に逼迫させる結果となっている。

シリア政府は住宅・建設省及び地方行政・環境省を中心に水環境の問題に取り組んでおり、上水の供給率が 100%に近い状態に改善されたことを機会に、今後、水源汚濁防止、水資源の有効活用、水のコストリカバリーに重点を置いて下水道及び処理施設の整備を進めていく計画である。住宅・建設省は、既存の県別 M/P のレビュー、リニューアル或いは未計画地域における県別 M/P の作成を必要としているが、県及び住宅・建設省の能力不足によりこれらの作業が困難であることから、シリア政府は日本政府に支援を要請してきた。これを受けて JICA は 2005 年 10 月に事前調査団を派遣し、同年 10 月 19 日に M/M を、2006 年 3 月 15 日に S/W を署名して本件調査を実施する運びとなった。

### 2 調査の目的及び調査対象地域の概要

#### 2.1 調査の目的

本調査の目的は以下の 4 項である。

- 1) シリア全国の下水道セクターの既存計画のレビューを行う。
- 2) 水質汚濁防止ならびに保健衛生の改善を目的として、優先度の高い地域の下水道整備マスタープラン(県別 M/P)を策定する。
- 3) シリア側カウンターパートのトレーニングを兼ねて、Damascus 郊外県においてフィージビリティ調査を実施する。
- 4) 本調査を通じて、シリア側カウンターパートに対して技術移転を行う。

## 2.2 調査対象地域

調査は三段階に分けて実施される。調査内容及び調査対象地域を表 MS2.2.1、図 MS2.2.1 に示す。

表 MS2.2.1 調査内容及び調査対象地域

フェーズ	調査内容及び調査対象地域
フェーズⅠ	下水道分野に係る現状把握と改善の提案 シリア全国を対象
フェーズ	優先度の高い地域（4地域7県）のマスタープランの策定 4地域7県（Damascus 郊外県、Dar'aa 県、Tartous 県、Lattakia 県、Raqqa 県、Deir-Ez-zor 県、Hassakeh 県）
フェーズ	Damascus 郊外県におけるパイロットプロジェクトとしてのフィージビリティスタディの実施

\* 4 地域：地中海地域、Euphrates 川流域、Damascus 郊外県地域、Dar'aa 地域



図 MS2.2.1 調査対象地域位置図

## 2.3 調査対象地域の概要

### 2.3.1 気象及び地勢状況

シリアでは、最高気温と最低気温の差が非常に大きく、表 MS2.3.1 に示すように、その差は約 20 に達することがある。1 年の中で、12 月、1 月及び 2 月が最も気温が低く、逆に 6 月から 9 月までが最も暑い時期となる。山間部では冬季に気温が 0 を下回ることがある一方、夏季には気温が 48 に達する地域もある。

表 MS2.3.1 シリアの年間平均気温

項目	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
最高気温 平均値	13.2	15.1	19.6	24.9	31.2	35.1	38.4	37.5	34.0	28.6	21.0	15.1
最低気温 平均値	0.9	1.6	4.2	7.6	11.8	15.4	18.6	17.9	14.4	10.2	4.6	2.3

出典) Meteorological Office in Damascus

地中海からの低気圧が山地にぶつかる北部地域の沿岸部及び山間部( Aleppo 県、Hassakeh 県の Qamishly 及び Malkieh ) で、最も降水量が多い。一方、東部、南部及び砂漠地域では、降水量が少ない。表 MS2.3.2 に県別の平均降水量(1996 年から 2005 年まで)を示す。

表 MS2.3.2 県別・月別の平均降水量 (1996 – 2005)

(単位: mm)

県	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Lattakia	141.4	85.2	76.6	48.7	8.3	7.9	0.4	3.5	18.9	68.7	79.2	171.1	709.9
Tartous	180.0	124.2	95.2	39.7	8.1	0.4	0.0	0.1	13.5	67.0	91.6	181.9	801.6
Deir-Ez-zor	30.0	24.8	20.0	13.3	7.3	0.1	2.3	0.0	0.2	4.0	21.4	25.4	148.8
Hassakeh	43.8	38.6	32.0	24.9	10.5	0.3	0.0	0.0	1.6	11.1	24.4	39.8	226.8
Raqqa	38.1	26.3	30.5	17.5	9.8	0.0	0.1	0.0	0.2	5.9	16.4	24.7	169.4
Dar'aa	52.9	46.5	37.6	9.7	3.0	1.6	0.0	0.0	0.4	7.6	16.5	38.6	214.5
Damascus 郊外	31.8	20.4	11.4	2.6	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	15.3	22.5	111.1
Damascus	47.6	37.6	18.6	4.9	2.4	0.0	0.0	0.3	0.0	6.0	25.8	41.2	184.4

出典) Meteorological Office in Damascus

シリア全体の国土面積は、約 18,518,000 ヘクタールであり、利用可能な土地面積は約 5,934,000 ヘクタールであり、それ以外は利用が不適な土地となる。砂漠やステップの面積は約 8,300,000 ヘクタールを占めており、仮に十分な降水量と適正な土地管理が確保できれば、これらの土地は牧草地としての利用が可能と思われる。

表 MS2.3.3 に、2003 年から 2005 年の土地利用状況を示す。

表 MS2.3.3 土地利用状況 (2003-2005)

(単位: thousand hector)

年	利用可能な土地				利用不可能な土地				ステップ、砂漠	森林	合計面積
	灌漑農地	非灌漑農地	休耕地	合計	都市施設	水面	岩場、砂地	合計			
2003	1,361	3,300	1,202	5,863	636	159	2,935	3,730	8,335	590	18,518
2004	1,439	3,290	1,181	5,910	651	161	2,924	3,736	8,279	593	18,518
2005	1,426	3,447	1,061	5,934	652	161	2,907	3,720	8,266	598	18,518

出典) Statistical Abstract 2006

### 2.3.2 社会経済状況

シリアは、年齢の若い社会が特徴的である。2006 年に統計書によると、人口の 39.5% が 15 歳以下であり、15 歳から 64 歳までが 57.2% を占め、65 歳以上の人口は 3.3% である。男女の比率は、男性が 50.2%、女性が 49.8% の割合となっている。上記の統計書によると、総人口の 39.2% が Damascus、Damascus 郊外県及び Aleppo 県に住んでいる。

表 MS2.3.4 に、シリアにおける県別人口内訳を示す。

表 MS2.3.4 県別人口内訳

(単位: thousand person)

県名	合計人口	女性	男性	比率 (%)
Lattakia	1,121	560	561	5.3
Tartous	874	433	441	4.2
Deir-Ez-zor	1,387	701	686	6.5
Hassakeh	1,349	679	670	6.3
Raqqa	839	427	412	3.9
Dar'aa	944	466	478	4.5
Rural Damascus	1,619	797	822	7.8
Aleppo	4,974	2,474	2,500	23.6
Hama	1,837	907	930	8.8
Homs	1,881	931	950	9.0
Idleb	1,744	861	883	8.3
Sweida	443	222	221	2.1
Quneitra	422	209	213	2.0
Damascus	1,627	812	815	7.7
合計	21,061	10,479	10,582	100.0

出典) Statistical Abstract 2006

就労人口の占める割合は、シリア総人口の 24.3%であり、男性の就労人口は 40.8%、女性では 7.5%となっている。業種別の就労者割合は、サービス業が 44.4%、農業が 6.9%、工業が 16.2%、商業が 16.8%及び建設業が 15.7%となっている。

下表 MS2.3.5 に、1993 年と 2006 年のシリアにおける主要な項目の経済指標を示す。

表 MS2.3.5 シリアにおける主要項目の経済指標 (1993 年及び 2006 年値)

経済指標	1993	2006
Total local output (million Syrian Pounds)	925,377	1,947,029
Agricultural output (million Syrian Pounds)	207,034	391,532
Industrial output (million Syrian Pounds)	360,233	696,029

出典) Statistical Abstract 2006

シリア政府は 2006 年 1 月、第 10 次社会経済開発五ヵ年計画 (2006-2010) (10<sup>th</sup> Five-Year Plan : 10<sup>th</sup> FYP) を策定した。この計画は国家レベルの最上位計画となるものである。五ヵ年計画は社会市場経済への移行を目指し、個人や団体の権利、彼らの社会活動への参加責任、生産性の高い社会達成への信念に支えられた社会意識高揚の必要性を強調しており、マクロ経済、社会、インフラ整備に関する主要指標 - 経済成長率、乳児死亡率、文盲率、水道普及率等 - の 2010 年に向けた数値目標を掲げている。そして、これらの目標を達成するための 8 項目の基本戦略を掲げ、「環境と自然保護の統治」がその一つに挙げられている。

### 3 シリアにおける水質汚濁対策の現状

#### 3.1 制度的枠組み

##### 3.1.1 水質汚濁防止関連行政の概要

シリアにおける環境行政の主たる所轄は地方行政・環境省( Ministry of Local Administration and Environment : MLAE )にある。しかし、水質のモニタリング・管理に限ってはいくつかの省庁がそれぞれ異なる立場での計画・管理責任を有している。

MLAE は環境保護に関する責任を有し、必要な基準の発布とあらゆる用途の水の水質モニタリングを行う。更に、県レベルの事業の計画・実施業務も担っている。

灌漑省( Ministry of Irrigation : MOI )は水資源の管理と下水処理水を含む灌漑用水の国土への供給責任を負っている。水質のモニタリングに関しては、MOI は水安全委員会( Water Safety Committee )を通じ水源水質の管理とモニタリングも担当している。

住宅・建設省( Ministry of Housing and Construction : HMC )は、シリア全土の上下水道分野の国家計画を立案、実施する責任を有している。しかし、HMC の所轄下にある上下水道公社( Public Establishment of Drinking Water and Sewerage : Establishment )はそれぞれの試験室で水道水の水質試験を実施している。

##### 3.1.2 法令上の枠組み

シリアは2002年の法番号50として環境法を発布した。この法律は環境総局( GCEA )の設置とその業務、環境保護評議会の設置とその業務、環境保護とそれをサポートするファンド、責任と補償等に関して規定している。

規制、基準については、現在、水質汚濁及び汚水処理に関して以下の規制・基準が定められている。

- 外的環境に放流される排水の最大許容水質
- 下水管に放流される工場排水の最大許容水質
- 下水処理水の灌漑利用に関する規制
- 汚泥の農業利用に関する規制

しかしながら、環境法をサポートする法令の整備が不十分であり、法の実際の効力は非常に弱いといえる。例えば、法は排水基準違反者に対し罰金を徴収できることになっているが、この罰則を企業や事業所に適用することは事実上不可能であろう。何故ならば、シリアにおける事業所や下水管から公共水域に出ている排水は殆どが処理されておらず、これらの排水は全て法的基準に適合していないからである。

全体的に規定する水質基準は、シリアの現状に対して厳しすぎるきらいがあり、実用的ではない。全ての企業(中小企業も含めて)にこの基準を遵守させるのは非常に困難なことであろう。この点、日本の政府が定める排水基準(一律基準と呼ばれる)は、シリアのも

のより緩やかであり（例えば BOD と SS の最大許容濃度はそれぞれ 160 mg/l, 200 mg/l に設定されている）しかもこれらの基準は、法が定める排水量 50m<sup>3</sup>/日以上の特定期間を規制対象としている。環境問題は地域性によって大きく異なることから、日本の法は都道府県が国の基準よりも厳しい規制（上乘せ基準と呼ばれる）を定めることができるとしている。

### 3.1.3 公共水域における水質汚濁の現状

#### 水源

県別水道原水取水量（2005 年）は、Aleppo がシリア内の総取水量の 23% を占め、続いて Damascus の 17%、Damascus 郊外県の 11% となっている。これらの 3 県の水道原水取水量はシリア全体の 50% を超えており、これらの県は人口と産業・商業活動が集中していることを現している。水源に関しては、Aleppo、Raqqa 及び Deir-Ez-zor は表流水に 90% 以上の高い依存率を示し、一方 Damascus 及び Damascus 郊外県は地下水に強く依存している。

#### 公共水域の汚濁状況及びその汚濁源

調査区域内において著しい汚濁状況にある水域は、Barada and Awaj River 流域の地下水と Orontes River である。2 つの流域は大きな人口と工業生産を有している。これに加えて、特に Barada and Awaj River 流域では限られた降水量と高い灌漑用水の利用率を有しており、このような特徴が Barada and Awaj River 流域の水質汚濁問題を加速していると考えられる。水質汚濁問題とその主な汚濁源を表 MS3.1.1 に要約する。

表 MS3.1.1 水質汚濁問題とその主な想定汚濁排出源

河川流域名	水質汚濁・汚染問題	主な汚濁負荷排出源
Euphrates River Basin (Aleppo (Qweick River), Raqqa and Deir-Ez-zor)	表流水の汚濁（水道水源への影響）	下水道排出口（未処理放流） 工場排水（大きな排出汚濁負荷量をもつ政府系工場）
	水質悪化による生活環境への影響	
Khabour River basin (Hassakeh)	表流水の汚濁（灌漑用水への影響）	下水道排出口（未処理放流） 工場排水（大きな排出汚濁負荷量をもつ政府系工場）
	水質悪化による生活環境への影響	
Barada and Awaj River basin (Damascus and Rural Damascus)	表流水の汚濁（灌漑用水への影響）	生活・営業排水（下水道整備区域外、もしくは未接続）の排出 工場排水（排出基準を超える排水水質）の排出
	地下水の汚濁（水道水源、生活用水、及び灌漑用水への影響）	汚染された河川水の地下への浸透 汚染された灌漑用水の利用による影響（灌漑用水の地下への浸透） 下水処理水の灌漑利用による影響（下水処理水の地下への浸透） 生活排水（地下浸透式オンサイト処理施設）

表 MS3.1.1 水質汚濁問題とその主な想定汚濁排出源

河川流域名	水質汚濁・汚染問題	主な汚濁負荷排出源
Orontes River basin (Homs, Hama and Idleb)	表流水の汚濁（灌漑用水への影響）	下水道排出口（未処理放流） 工場排水（大きな排出負荷量をもつ政府系工場）
Coastal basin (Tartous and Lattakia)	表流水の汚濁（水道水源への影響）	広範囲に分散している小規模オリーブオイル圧搾工場排水 生活排水(地下浸透式オンサイト処理施設)及び未処理生活排水
	海域の汚染（細菌汚染）	下水道排出口（未処理放流）
Yarmouk River basin (Dar'aa, Sweida and Quneitra)	地下水の汚染（水道水源、生活用水への影響）	生活・営業排水、工場排水
	表流水の汚濁（灌漑用水への影響）	

## 4 下水道セクターの制度的・組織的枠組み

### 4.1 制度的枠組み

現在のシリアにおける下水道セクターの制度はいささか複雑である。原則として、下水道に関する事項は 2 つの中央省庁、すなわち住宅・建設省（Ministry of Housing and Construction : MHC）と地方行政・環境省（Ministry of Local Administration and Environment : MLAE）及び地方機関によって取り組まれている。

MHC はシリア全土における上水道と下水道に係る事項を統括する。省内に下水道局（Directorate of Sewerage）を置き下水道に関する事項を取り扱っている。この局の主な業務は、下水処理場、下水道幹線の設計、他の機関が作成した計画の承認、建設プロジェクトの管理である。

MLAE も小規模村落を対象とした下水処理場と下水管網を取り扱う部門を有している。その役割はパイプライン、処理場の設計及び建設契約の承認である。

国内 14 箇所の 県（Governorates）は MLEA の監督下にあり、県と自治体は下水管網と廃棄物分野における予算を持ち、投資を実行する。しかし、下水に係る投資は近い将来廃止に向かい、この業務は各県の上下水道公社（Public Establishment of Drinking Water and Sewerage : Establishment）に移管されるようになる。その日常業務は県において適正な水道給水及び下水道サービスを提供することである。既存の施設の維持管理以外に、新しいプロジェクトの計画、実施、運転にも関与する。上下水道公社の下部組織として下水道公社（Sewerage Companies : Companies）が下水処理場のある都市において設置されており、処理場と下水管の維持管理を行っている。上下水道公社及び下水道公社は MHC の監督下にある。他の関連機関として、国営コンサルタント（GCEC）、Damascus 大学があり、下水道事業に関与している。下水道システムの計画、設計は住宅・建設省からこれらの機関に委託される。

## 4.2 下水道セクターの課題

第 10 次五ヵ年計画は、今後 20 年間の長期ビジョンは「上下水道事業・水源保全を管理する公社の高度に効率化された運営を通して市民のニーズを満たす上下水道サービスを提供する」こととされている。

5 ヵ年計画の要求に合致させるため、2006 年より GTZ は MHC に対し制度改革のためのアドバイザーサービスを提供しており（プロジェクト名：Institutional Support to the Water Sector）これは 2008 年まで継続される。その内容は、1) モニタリングと評価、2) 経済的財務的マネジメント、3) 計画策定とコミュニケーションのマネジメント、4) プロジェクト開発マネジメント、5) 人材開発から成る。

上下水道セクターを取り巻く制度的、法令的アレンジの大半は、GTZ のサポートを通して満たされるものと思われる。この点において、本調査はむしろ実施機関、すなわち公社の下水道局（または下水道公社）の組織と事業実施能力に着目すべきであると調査団は考える。各県において、個別のプロジェクトが開始されると、公社はプロジェクト準備、入札、建設、維持管理等、プロジェクトサイクルのあらゆる業務を取り扱わなくてはならない。本調査では、対象 7 県の公社が事業実施に際して必要となる組織やスタッフに関する提言を行うとともに、必要な技術協力スキームについても提言を行うこととする。

## 5 既存下水処理場システムの現状

シリア 14 県につき下水道整備率を調査した。ここでの整備率とは「下水管渠による整備人口率」のことで、下水処理場が未だに整備されていない県もある。表 MS5.1.1 にまとめた。

表 MS5.1.1 既存下水道施設の現況

No.	県名	県全体 下水道整備率	下水道の現況
1	Lattakia 県	61%	下水処理場は現在未整備、13 箇所の下水排水口から生下水が地中海に排出されている。
2	Tartous 県	58%	ビーチリゾート施設用の民間下水処理場が 2 箇所ある。複数の下水処理場が建設中・調査中だが、生下水の殆どは 60 箇所の下水排水口から地中海に排出されている。
3	Deir-Ez-zor 県	44%	下水処理場は現在未整備だが、Deir-Ez-zor 市下水処理場の設計は GCEC により完成している。多数の下水排水口から生下水がユーフラテス川に排出されている。
4	Hassakeh 県	37%	1 箇所下水処理場が稼働中だが、拡張の必要あり。Hassakeh 下水処理場の設計は GCEC により進行中。殆どの生下水が Khabour 川に排出されている。
5	Raqqa 県	31%	地方行政・環境省による 5 箇所の下水処理場が稼働中で、スペイン政府援助によるラッカ市下水処理場建設契約入札準備中。処理場に接続されていない地区の下水は Euphrates 川に排出、もしくはオン・サイト施設によっている。
6	Dar'aa 県	45%	2 箇所の下水処理場が建設中。有名な穀倉地帯であり、下水の灌漑利用が盛んな地区で、地下水中の窒素・リン濃度が高い。
7	Damascus 郊外県	71%	2 箇所の下水処理場が稼働中。33%の汚水は Damascus 県にある Yarmouk ポンプ場で Adraa 下水処理場に送水・処理され、処理水は放流水路で本県に放流されているが、灌漑に適した水質ではない。12 箇所の下水処理場が Damascus 大学により設計され、土木工事が進捗中。



表 MS5.1.1 既存下水道施設の現況

No.	県名	県全体 下水道整備率	下水道の現況
8	Aleppo 県	82%	曝気ラグーン（AL）法による Aleppo 下水処理場が稼働中であるが、処理効率の季節変動が大きい。
9	Hama 県	66%	1 箇所下水処理場が稼働中だが、拡張の必要あり。Hama 市下水処理場が建設中で、もう 1 箇所の処理場が調査中である。
10	Homs 県	45%	標準法による Homs 下水処理場が稼働中であるが、工場廃水が流入し、処理を阻害している。
11	Idleb 県	69%	酸化池法による Idleb 下水処理場が建設中で、もう 1 箇所の処理場は現在計画中。
12	Sweida 県	56%	下水処理場は現在未整備だが、Sweida 市下水処理場がスペイン政府援助で調査中である。
13	Qunetra 県	53%	下水処理場は現在未整備、生下水が近隣水路に排出されている。
14	Damascus 県	96%	Yarmok ポンプ場と Adraa 下水処理場が稼働中であるが、処理水は灌漑に適した水質ではない。

下水管渠は都市部に集中して整備されているため、都市部の整備率は高いものの、県全体人口での平均整備率を求めると、上表のように低い整備率に留まる県もある。全国平均下水道整備率は 47% である。

## 6 下水道セクターへの投資計画と財務状況

### 6.1 10 次五カ年計画における下水道投資

この計画は 2006 年から 2010 年まで 370 億 SP（シリアポンド）を投資するものである。これには(1)進行中のプロジェクト、(2)新規決定済みプロジェクトと(3)新規に提案されたプロジェクト、の 3 タイプがある。プロジェクトの数は Damascus を除いて、529 件(進行中 195 件、新規決定済み 77 件と新規提案の 257 件)にのぼる。進行中のプロジェクトとは、現在実施しているプロジェクトである。また新規決定済みのプロジェクトのために、1～2 年間に開始されるよう投資予算が決定されている。新規提案のプロジェクトは、将来の実行のための提案段階のものである。

新規提案のプロジェクトの投資額は 219 億 SP で、全体の投資額の半分以上(59.2%)を占める。進行中のプロジェクトは 91 億 SP で 24.6%を占め、新規決定済みプロジェクトが 60 億 SP で 16.2%を占める。

### 6.2 下水道事業の予算

年度投資予算は MHC と上下水道公社により作成され、これは両機関によって実施される上下水道プロジェクトへの年間投資額とそれに必要な資金見積もりが含まれる。

上下水道投資予算は、国家予算と 14 の公共上下水道公社予算で構成され、各公社は開発、維持管理を行っている。上下水道整備のための国家予算は、住宅・建設省（MHC）にある。地方行政・環境省（MLAE）は中央政府の、その監督下にある 14 の県は地方政府の行政開

連事業に対し責任を負う。これらの下にある県と市は、下水道と廃棄物処分にに関する独自予算を有しているが、下水に関しては徐々に公社に移管されてきている。

5カ年計画における2007年の下水道事業への計画投資額は、6,774百万SPの新規決定済みプロジェクトを含み10,940百万SPである。

### 6.3 公社の財務状況

シリアでは、異なる地域の事業体でも上下水道の全国統一料金が採用されている。これは、2000年に決定され現在まで改訂されていない。現在の料金表を表MS6.1.1に示す。

下水道料金は水道料金との比率で定められているが、下水処理サービスを受けていない顧客には課されていない。

表 S6.1.1 シリアの上水道料金

料金区分	料金	摘 要
Volume-based charges	SP/m <sup>3</sup>	
Domestic 1 to 15 m <sup>3</sup>	2.5	
Domestic 16 to 25 m <sup>3</sup>	7	
Domestic 26 to 40m <sup>3</sup>	15	
Domestic 41 to 60m <sup>3</sup>	22	applied for the total volume consumed
Domestic 61 m <sup>3</sup> and over	30	applied for the total volume consumed
Governmental institutions	14	
Industrial, commercial and tourism	30	
Fixed charges (per year)	SP	
Meters maintenance	240	
Network fee	250	

注) 他 fixed fees が加算されることあり。例：水道メーター設置費、200 SP を超える水道料金への特別徴収金 20 SP 等。

出典) 住宅・建設省

MHCによると14の公社のうち、4つの公社だけが2004年に営業利益を上げており、それはDamascus県、Aleppo県、Lattakia県とDamascus郊外県である。しかし財務費用を控除した経常利益については信頼性に欠ける。シリアでは財務諸表に国際基準が採用されていない。

## 7 設計諸元

### 7.1 計画策定における基本方針

下水道システム整備計画は2段階に区分し策定される、即ち1) マクロプランと2) マスタープランである。マクロプラン策定に当たっては、下水道システム整備長期目標を構成する基本設計諸元につき検討を行う。処理人口・下水処理場数・下水及び汚泥処理方式・維持管理方針そしてプロジェクトの優先順位、等である。次いでマスタープラン対象7県事にコアとなる都市を選定し、マスタープランを策定する。

下水道施設規模は目標年における下水水量で決定される。計画下量は計画処理人口に汚水量原単位を乗じて求める。更に流入下水水質を下水処理施設設計のため策定する。これらの設計諸元に関する検討を以下行う。

## 7.2 人口予測

### 7.2.1 一般事項

計画処理人口は下水道施設整備計画の規模を決定する最も基本的な設計諸元である。計画処理人口は目標年における将来人口で、将来人口は過去の人口データに基づき予測される。

### 7.2.2 人口データ

2種類の人口データがある、即ち1) 国勢調査データと2) 住民登録データである。本調査ではデータの信憑性により、国勢調査データを用いることにした。

### 7.2.3 人口予測方法

1981年から1994年までの年間全国人口増加率は3.3%で非常に大きい値であった。一方、1994年から2004年までの年間増加率は2.66%に下降しているため、今後減少傾向にあるように思われる。上記2期間の人口推移に基づき逓減率を設定、5年毎の人口を求めた。表MS7.2.1を参照されたい。

表 MS7.2.1 各県人口

県名	各県人口 (人)			年間人口増加率 (%)		年間人口増加率比率 (%)	5年毎の人口増加率逓減率
	1981	1994	2004	1981-1994	1994-2004		
Lattakia	551,508	746,441	879,551	2.36	1.65	69.9	80.0
Tartous	443,167	587,514	701,395	2.19	1.79	81.7	90.0
Deir-Ez-zor	408,357	711,375	1,004,747	4.36	3.51	80.5	90.0
Hassakeh	669,614	1,022,940	1,275,118	3.31	2.23	67.4	80.0
Raqqa	349,848	553,395	793,514	3.59	3.67	102.2	100.0
Dar'aa	362,798	606,620	843,478	4.03	3.35	83.1	90.0
Rural Damascus	918,551	1,646,744	2,273,074	4.59	3.28	71.5	80.0
Aleppo	1,877,339	2,975,063	4,045,166	3.61	3.12	86.4	90.0
Hama	736,822	1,097,769	1,384,953	3.11	2.35	75.6	80.0
Homs	812,419	1,217,342	1,529,402	3.16	2.31	73.1	80.0
Idleb	580,440	905,483	1,258,427	3.48	3.35	96.3	100.0
Sweida	199,584	268,337	313,231	2.30	1.56	67.8	80.0
Quneitra	26,266	48,774	66,627	4.88	3.17	65.0	80.0
Damascus	1,109,431	1,394,322	1,552,161	1.77	1.08	61.0	70.0
Total	9,046,144	13,782,119	17,920,844	3.29	2.66	80.9	-

出典) National Census

注) 「年間人口増加率比率」とは「1981-1994」「1994-2001」の2期間の年間人口増加率の割合で、「後者/前者」の率

## 7.2.4 人口予測

2004年人口に基づき、将来人口は各県人口増加率により求められた。マスタープラン対象7県については、将来人口を「地区」「準地区」単位で予測した。表MS7.2.2と表MS7.2.3を参照されたい。

表MS7.2.2 各県人口予測

県名	各県人口				
	2004	2010	2015	2020	2025
Lattakia	879,551	983,300	1,060,700	1,127,800	1,185,300
Tartous	701,395	784,300	853,900	922,700	990,100
Deir-Ez-zor	1,004,747	1,239,800	1,433,400	1,618,200	1,793,700
Hassakeh	1,275,118	1,443,300	1,569,300	1,679,100	1,773,100
Raqqa	793,514	968,500	1,130,000	1,303,800	1,492,500
Dar'aa	843,478	1,020,500	1,171,700	1,321,100	1,468,500
Rural Damascus	2,273,074	2,855,400	3,358,900	3,909,000	4,500,700
Aleppo	4,045,166	4,864,000	5,586,900	6,330,300	7,085,600
Hama	1,384,953	1,592,100	1,747,500	1,882,600	1,998,300
Homs	1,529,402	1,754,000	1,922,400	2,068,900	2,193,900
Ideleb	1,258,427	1,533,500	1,808,200	2,132,100	2,514,000
Sweida	313,231	313,231	343,700	365,700	384,400
Quneitra	66,627	80,300	91,000	100,600	109,000
Damascus	1,552,161	1,625,800	1,691,800	1,749,100	1,800,000
Total	17,920,844	21,058,031	23,769,400	26,511,000	29,289,100

表MS7.2.3 マスタープラン対象都市人口予測

県名	地区	準地区	市町村	1994	2004	2010	2015	2020	2025	年間人口増加率 (%)
Lattakia	Total				2,534	2,600	2,700	2,800	2,800	
	Al-Haffeh	Slunfeh	Slunfeh		1,847	1,900	2,000	2,100	2,100	0.78
			Biereen		687	700	700	700	700	0.78
Tartous	Total				43,647	54,300	64,200	74,700	85,600	
	Baniyas	Baniyas	Baniyas	28,623	41,632	52,100	61,700	71,900	82,500	3.82
			Tero	726	838	900	1,000	1,100	1,200	1.45
			Khabet Snasel		645	700	800	900	1,000	2.03
			Boston Al-Najor	266	532	600	700	800	900	2.03
Deir-Ez-zor	Total			39,121	60,175	80,400	95,400	107,600	117,100	
Mayadin	Mayadin	Mayadin	26,151	44,028	60,200	72,400	82,400	90,300	90,300	5.35
		Taiba	7,432	6,061	7,600	8,700	9,500	10,100	10,100	3.76
		Makhan	5,538	10,086	12,600	14,300	15,700	16,700	16,700	3.76
Hassakeh	Malkieh	Malkieh	Malkieh	22,182	26,311	29,100	31,200	33,000	34,500	1.72
Raqqa	Thawra	Thawra	Thawra	54,473	69,425	80,300	90,700	102,400	115,600	2.46
Dar'aa	Total			23,844	30,536	35,600	39,600	43,100	46,200	
	Dar'aa	Dar'aa	Atman	5,942	8,929	11,400	13,200	14,600	15,700	4.16
	Muzerib	Muzelib	Muzerib	10,476	12,640	14,200	15,500	16,700	17,900	1.90
			Yaduda	7,426	8,967	10,000	10,900	11,800	12,600	1.90

表 MS7.2.3 マスタープラン対象都市人口予測

県名	地区	準地区	市町村	1994	2004	2010	2015	2020	2025	年間人口増加率 (%)
Rural	Total			40,966	47,737	54,000	58,700	62,700	66,100	
Damascus	Zabadani	Zabadani	Zabadani	21,049	26,285	30,000	32,800	35,200	37,300	2.25
			Bloudan	4,685	3,101	3,300	3,400	3,500	3,600	1.00
			Rawdah	2,825	4,536	6,000	7,100	8,000	8,700	4.85
			Hosh Bajet	429	604	700	800	900	1,000	3.48
		Madaya	Madaya	8,649	9,371	9,800	10,100	10,400	10,600	0.80
			Bukein	1,746	1,866	1,900	2,000	2,000	2,000	0.67
		Serghaya	Ain Hour	1,583	1,974	2,300	2,500	2,700	2,900	2.23

### 7.3 土地利用計画

現在及び将来における県毎の土地利用を表 MS7.3.1 に示す。

表 MS7.3.1 各県将来土地利用計画（水質汚濁解析の対象流域）

(単位: km<sup>2</sup>)

2025	森林	草原及び牧草地	砂漠	河川及び湖	建物及び道路	耕作地	農地	非農地	休眠地及びその他	合計
Lattakia	884	19	106	46	261	980	377	603	0	2,297
Tartous	324	29	19	31	260	1,232	273	960	0	1,896
Deir-Ez-zor	110	18,829	10,916	152	297	2,376	2,142	235	380	33,060
Hassakeh	1,635	5,890	653	334	720	12,172	7,030	5,142	1,928	23,334
Raqqa	221	9,462	309	892	726	5,161	2,902	2,260	2,845	19,616
Dar'aa	131	298	309	24	834	1,443	484	959	691	3,730
Rural Damascus	767	13,180	1,343	42	817	1,716	1,105	611	154	18,018
Aleppo	695	2,269	2,274	400	785	9,272	2,792	6,480	2,807	18,500
Quneitra	44	131	51	13	75	231	66	165	1,315	1,861
Damascus	11	0	0	0	100	7	7	0	0	118

出典) Statistical Abstract 2006

### 7.4 下水水量及び水質

#### 7.4.1 下水水量

##### (1) 下水原単位

###### 1) 一般事項

シリアの上水関連データは全く整理されていないため、正確な下水原単位予想は極めて困難である。従って、既存報告書・住民の実情に基づき、予測を行うものとする。

シリアにおける上水供給は一般的に午前 6 時から午後 3 時までと制限されている。その

ため、各戸には断水中上水を確保するため、貯水タンクが設置されている。このことはシリア全体の慢性的水不足を物語っている。このような給水事情のため、時間給水量曲線は朝にピークが生じる「一山型」を描いている。住民も上水事情の現況を十分理解しているため、今後上水需要量原単位が極端に増加することはないと予想される。

## 2) 既存報告書

GCEC による Muzerib のフィージビリティスタディ、EIB による Zabadani のフィージビリティスタディそして WB による Barada & Ghouta 地区のフィージビリティスタディによる下水量原単位を表 MS7.4.1 に示す。しかしながら、これらの詳細な根拠は報告書には記載されていない。

表 MS7.4.1 既存報告書にある下水量原単位

	Unit		Zabadani by EIB	Barada & Ghouta by WB
一般家庭需要量	L/capita/day	2005 2025	80 175	110 110
非家庭需要量				10 % of domestic demand
不明水量				20 % of domestic demand
下水変換率	%		80	80
日最大係数			$5/P^{1/6}$ P: (Population in 1000)	1.2
時間最大係数				1.8

出典: Feasibility Study on Muzebib Sewerage System/GCEC  
Pre-Feasibility Study Zabadani Water and Wastewater Project/EIB  
Wastewater Strategic Plan and Priority Investment Study in Barada & Ghouta Gharbiyah/WB

一方、DAWSSA は表 MS7.4.2 にあるような 上水需要原単位を策定し、施設設計に反映している。

表 MS7.4.2 DAWSSA による上水需要原単位

Community Population	LCD
1-5000	75
5,000-10,000	100
10,000-25,000	125
25,000-50,000	150
50,000 or More	175

LCD) liter/capita/day

## 3) 下水量原単位

家庭下水量原単位(単位：liter/capita/day)を表 MS7.4.3 と S7.4.4 に示す。

表 MS7.4.3 家庭下水量原単位 (非家庭下水量比率 = 0.3)

Items	2004	2010	2015	2020	2025
日平均下水量 (DAF)					
家庭系	100	105	110	115	120
非家庭系	30	32	33	35	36
計	130	137	143	150	156
下水変換率			0.8		
下水量計	104	109	114	120	125
日最大下水量 (DMF) (DMF=1.2×DAF)	125	131	137	144	150
時間最大下水量 (PHF) (PHF=1.8×DMF)	225	236	247	258	270
不明水量 (=DMF×20%)	25	26	27	29	30
設計用下水量					
日平均下水量	129	135	142	148	155
日最大下水量	150	157	165	172	180
時間最大下水量	250	262	275	287	300

表 MS7.4.4 家庭下水量原単位 (非家庭下水量比率 = 0.1)

	2004	2010	2015	2020	2025
日平均下水量 (DAF)					
家庭系	100	105	110	115	120
非家庭系	10	11	11	12	12
計	110	116	121	127	132
下水変換率			0.8		
下水量計	88	92	97	101	106
日最大下水量 (DMF) (DMF=1.2×DAF)	106	111	116	121	127
時間最大下水量 (PHF) (PHF=1.8×DMF)	190	200	209	219	228
不明水量(=DMF×20%)	21	22	23	24	25
設計用下水量					
日平均下水量	109	115	120	125	131
日最大下水量	127	133	139	146	152
時間最大下水量	211	222	232	243	253

## 7.4.2 下水水質

## (1) 汚濁負荷

最大のサンプル数を持つ Adraa 下水処理場の下水水質データを参考にして、SS、T-N、T-P の平均汚濁負荷を表 MS7.4.5 に示す。やや T-P 数値が大きいのが、米国で採用されている最大値 4 g/d/capita より小さいため、下水道施設計画に支障をきたすとは考えられない。

表 MS7.4.5 汚濁解析用平均汚濁負荷

	汚濁負荷量 (g/d/c)	計 算
BOD	38	$23+53.7/2 = 38.4$
SS	45	#1 $38.4*242/205 = 45.3$
T-N	9	#2 $38.4*62/255 = 9.3$
T-P	3	#3 $38.4*20/255 = 3.0$

## (2) 計画下水水質

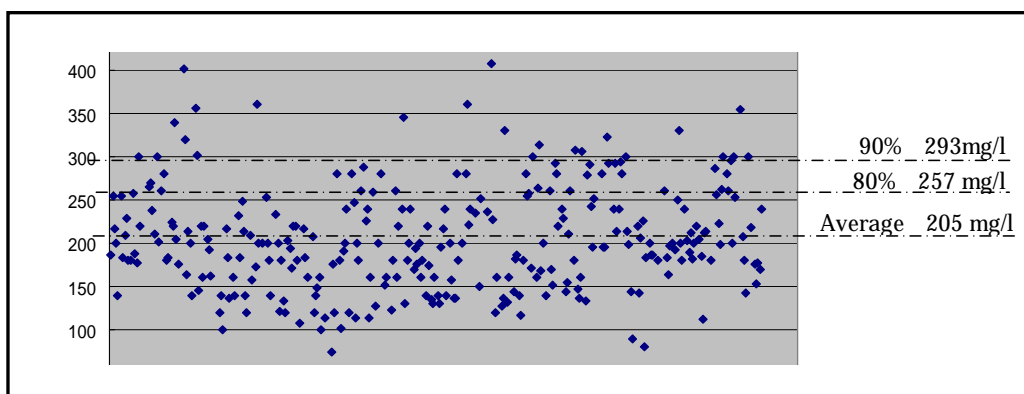
平均汚濁負荷に基づき、計画下水水質は表 MS7.4.6 のように求められた。

表 MS7.4.6 平均汚濁負荷及び計画下水水質

	平均汚濁負荷量 (g/d/c)	計画下水水質 (mg/l)
BOD	38.4	310
SS	45.3	360
T-N	9.3	74
T-P	3.0	24

Adraa 下水処理場流入下水の BOD 濃度の年間変動を図 MS7.4.1 に示す。本下水処理場の水質試験室には豊富な下水水質データがある。上表で計算された BOD 濃度 248 mg/l は、下図の上部に位置することから、下水道施設計画に適切な余裕が生じることになる。

家庭下水が殆どの Mayadin で実施した下水水質調査結果と比較しても、BOD 濃度 248 mg/l は計測平均 BOD 濃度を上回っている。これも BOD 濃度 248mg/l が施設設計に用いられたら、施設に適切な余裕が生じることを示している。



出典) Adraa STP Laboratory Record

図 MS7.4.1 流入 BOD 濃度の年間変動(Adraa 下水処理場, 2005 年)



## 8 開発戦略（案）の提言

調査団が提言した開発戦略は水質汚濁対策戦略と、シリアの下水道セクターが、下水道事業のライフサイクルを通して持続的に運営できるよう下水道セクターそのものの開発戦略を含む。

### 8.1 水質汚濁対策の戦略

#### 8.1.1 水質汚濁対策施策が公共水域の水質に及ぼす影響

##### (1) 下水道整備が公共水域の水質に及ぼす影響

###### 1) Euphrates River

下水道整備の拡充整備により、Euphrates 川の将来水質は年平均としては目標とする BOD の「調査団が提案する対象水域の水質目標（表 8.2.2 参照）」（BOD: 2mg/l 以下）をクリア出来るものと予測される。しかしながら、工場排水の汚濁負荷が大きいため、下水道整備だけでは著しい水質改善は期待できない。

###### 2) Khabour, Barada/Awaj, Yarmouk River

Khabour River、Barada/Awaj の将来水質については、下水道整備の拡充整備により、年平均として目標とする「調査団が提案する対象水域の水質目標（表 8.2.2 参照）」（BOD: 8mg/l 以下）をクリア出来るものと予測される。しかし、Yarmouk 川については、将来において水質改善はみられるものの、現状の水質が非常に高いため、「調査団が提案する対象水域の水質目標（表 8.2.2 参照）」をクリア出来ないことが予測されている。現状の BOD 33mg/l は、明らかに水道水源として極めて不適である。利用できる水質データが非常に少ないので、水質監視データの蓄積が望まれる。

###### 3) Mediterranean

下水道整備により、地中海沿岸の大腸菌濃度は大幅に改善され、対象海域全体にわたって「調査団が提案する対象水域の水質目標（表 8.2.2 参照）」（糞便性大腸菌濃度：1000 MPN/100ml 以下）をクリア出来るものと考えられる。

##### (2) 下水道整備が地下水の水質に及ぼす影響

Barada/Awaj 川流域の地下水の水質は、脱窒プロセスを有する下水処理（Case3：本文表 8.3.13 参照）だけが提案した水質基準（T-N 12mg/l）を満足し、また WHO のガイドライン（NO<sub>3</sub> 50mg/l）もほぼ達成する。

##### (3) 工場排水負荷削減の必要性

下水道整備に加えて工場排水規制を実施した場合、BOD 流出負荷は更に 56～87%に削減され、河川水質も同レベルに改善される。工場排水の水質規制は、Euphrates 川と Mediterranean 流域において特に有効である。

## 8.1.2 水質汚濁対策の戦略

### (1) 下水道整備戦略

下水道整備がなされなければ、公共水域の水質はますます悪化する。本調査の予測では、2025 年においては急速な人口増と経済産業活動の活発化により、Euphrates、Yarmouk、Khabour 川の水質は現状水質の 1.4 倍となり、更に Barada/Awaj 流域の河川及び地下水の水質は 2 倍近くに悪化する。こうした予想される状況に対処するために、下水道整備はできるだけ速やかに実施される必要があるが、下水道投資は効率的に行わなければならない。調査団は、下水道投資の優先付けは予測される公共水域の水質改善の有効性に立脚すべきであることを提言する。換言すれば、下水道整備により公共水域の水質がどの程度改善されるかということである。

この点において、県別 M/P 策定対象の 7 県においては、以下の優先付けが提案される。

- A: Barada/Awaj basin (Rural Damascus)
- B: Coastal basin, Yarmouk basin (Lattakia, Tartous, Dar'aa)
- C: Euphrates basin, Khabour basin (Deir-Ez-zor, Raqqa, Hassakeh)

また、Damascus 郊外県の下水道整備に際しては、地下水の水質汚染を防止するために、脱窒プロセスを有する処理方式を採用することが必須であることに留意しなければならない。加えて、既存の Adraa 処理場も脱窒が可能なシステムにアップグレードする必要がある。

最後に、下水処理場への投資と下水管網への投資は整合性を図るべきであることを付記しておく。

### (2) 工場排水の汚濁対策に関する提言

工場排水は家庭排水の次に大きい汚濁源である。しかも、一部の工場排水には有害物質が含まれている。このような著しく汚濁または汚染された工場排水は公共水域の水質汚染を引き起こしている。以下に、工場排水の処理方法と汚濁対策戦略について提言する。

#### ➤ 高濃度汚染排水に関する提言

- オリーブプレス工場  
オリーブプレス排水 (OMW) 処理施設の建設が推奨される。その方法として、乾燥床付きのラグーンとタンクローリーによる OMW の処理場への輸送が提案される
- 砂糖工場  
排水収集システムを flume 排水と Steffen 排水の系統に分けることを推奨する。 flume 排水の処理は沈殿・酸化池のプロセスにて行う。Steffen 排水の処理としては、オリーブプレス排水同様、乾燥床付きのラグーンを採用する。
- 皮革工場  
下水管へ放流する際には前処理 (スクリーン、pH 調整、凝集沈殿プロセス) また公

公共水域に放流する場合には処理（スクリーン、pH 調整、沈殿、生物処理、凝集沈殿プロセス）が推奨される。また、小規模工場は工業専用地域の皮革工場ゾーンに移転することを提言する。

- 有害物質を含む汚泥  
処分場の計画、建設が推奨される。
- 工場排水の管理・規制方法
  - 「クリーナー・プロダクション」の推進
  - 「排水汚染防止管理者」システムの導入
  - 優良工場と市民・市民団体の優良活動に対する表彰制度の導入

以上の処理方法、管理・規制方法に関する詳細は 8.5 節において記述する。

### (3) その他の汚濁源問題

農業省の情報によれば、畜舎には排水を放流する設備はなく、家畜の排泄物は全て固形物として農用地に還元されている。従って、畜舎排水が公共水域の水質に与える影響は殆どないと判断される。

## 8.2 下水道セクターの能力開発に関する提言

### (1) 下水道整備計画策定のための戦略

調査団はマスタープランを策定する前段で、まず第 1 に、各県での施設を効率的に整備するため、下水道マスタープラン策定対象 7 県をカバーするマクロ的下水道整備計画（以下「マクロプラン」と称する）を作成すべきであることを提案した。このプランは以下の項目を含む。

- 下水道整備地域・処理人口、等の長期目標
- 建設目標下水処理場数
- 処理下水再利用及び汚泥処理に関する基本計画（例：灌漑面積、栽培作物の種類、協同汚泥処理）
- 下水道施設の運転維持管理基本計画（例：施設の標準化、効率的 O&M 体制構築に向けた協同 O&M）
- 段階的施設整備基本計画（例：公共用水域・上水源水質に下水道整備が与える影響、各地区下水道整備計画の優先順位付けと工程作成）

広大な地域をマスタープランでカバーする場合、最適な計画を策定するために、こうした手順を取ることが不可欠である。本報告書の中で、マクロプランの計画手法と手順の詳細が技術移転ツールのひとつとして示される。シリアの C/P サイドはこれらの手法と手順を参照しつつ、調査団が策定する対象地域以外の地域については、自分自身で策定していく必要がある。

## (2) 制度・財政改革についての提言

第4章で述べたように、現在 GTZ は住宅・建設省に技術的支援を行っており、上下水道セクターを取り巻く法令・制度改正は彼らの支援を通じ達成されるものと推測される。

同様に、財務・コスト還元の問題もこの GTZ プログラムにより対処中で、これらの問題の殆どの部分は上水道事業管理向上活動により解決されると判断する。

本調査では、7 県の優先プロジェクトを対象とした下水道整備計画策定作業の中で行われる施設建設・O&M 費用の詳細調査結果に基づいて、投資費用回収を考慮した様々な下水道料金レベルの提案を行うものとする。これらの調査結果は適切な下水道料金レベル・政府補助金設定、また長期下水道整備計画に対する政府補助システム構築の基礎資料となる。また、各種検討結果は JICA 調査団提言として住宅・建設省に提出し、下水道セクター・コスト回収方針立案の基礎資料とするものとする。

## (3) 組織強化についての戦略

調査団は、下水道プロジェクトの実施能力と施設の維持管理能力の向上が、シリアの下水道セクターにとって最も重要な技術的課題であると考え。従って、本調査においては下水道事業実施主体、即ち、上下水道公社の下水道部もしくは下水道公社の組織・能力強化に集中するものとする。特定事業が各県で着手される時、事業の準備・入札・施設建設・運転維持管理までを含むプロジェクト・サイクル全体を取り扱わなければならない。本調査においては、マスタープラン対象 7 県の上下水道公社に必要な組織・人員につき提言を行うとともに、必要とされる技術協力スキームについて提言を行う。

## 8.3 その他の対策に関する提案

本項では工場廃水と畜舎廃水に対する対策を以下に検討する。

### (1) 農業排水（畜舎排水）に係わる対策

農業省の情報と現地調査の結果からシリアの水質汚濁問題における畜舎排水の影響はないと判断した。

次の記述は農業排水に関する対策ではなく、Damascus 郊外県における灌漑用水の問題に関する提案である。Damascus 郊外県の Adraa 及び Ghouta 地区において灌漑用水による農業生産物への悪影響が発生していると言われている。しかしながら、この区域の問題に関しては、その状況および原因が明らかになっていない。したがって、農業省による状況調査と原因調査が行われることが最優先に求められる。

### (2) 工場廃水に係わる対策

工場排水は生活排水に次いで大きな汚濁負荷量を持ち、加えて、一部工場排水は有害物質を含む。このような高汚濁・高汚染廃水は水質汚濁・汚染問題を発生させる可能性がある。工場廃水に係わる問題と現在の規制下における対策を表 MS8.3.1 に示す。

表 MS8.3.1 工場廃水に係わる問題と現在規制下における対策

項目	内容
工場廃水に係わる問題	モニタリングシステムとデータ管理 JICA による「全国環境モニタリング能力強化プロジェクト」の実施される以前は定期的な工場廃水水質調査は実施されておらず、以下のような調査が行われていた。 灌漑省：河川の水質汚濁・汚染の原因を調査する為に工場廃水水質調査が実施されていた。 地方行政・環境省：工場廃水水質分析は住民からの苦情によって実施されていた。 工業省：廃水水質に問題がある工場に対して不定期な調査が実施されていた。 上記の状況に加えて、調査結果は調査を実施した機関が管理していた。
行政指導	行政指導による十分な効果は得られていない。 工場廃水水質調査結果から、多くの工場の廃水水質が排出基準を満足していないことが明らかとなった。
オリーブオイル圧搾工場	多くのオリーブオイル圧搾工場は小規模であり、季節稼働である。さらに、工場廃水は高濃度の為、工場における処理は容易でない。現在の状況では、オリーブオイル圧搾工場の廃水処分地（施設）数が不十分であり、水質汚濁源となっている。
なめし皮工場	通常、なめし皮工場廃水は高濃度の有機性、無機性の浮遊物質とクロム塩を含んでいる。多くの小規模ななめし皮工場は未処理で河川もしくは下水管網へは排出している。
有害物質を含む汚泥	現在、有害物質を含む汚泥の処分は管理されていない。有害物質を含む汚泥は一般汚泥と共に処分されているものと思われる。
現在の規制下における対策	モニタリングシステムとデータ管理 地方行政・環境省は、工場廃水を含む水質モニタリングシステムを確立しつつある。さらに、他の機関の水質調査結果を含むデータ管理システムも確立されている。
工業地区の計画と建設(なめし皮工場の専用区域を含む)	現在、4つの工業地区(Aleppo, Homs, Rural Damascus, Deir-Ez-zor)が計画中もしくは建築中である。 Adraa 工業地区はなめし革工場専用地区があり、なめし革工場の移転は可能である。さらに、Adraa 工業地区は3つの処理施設をもち、一つは工業地区全体の廃水処理施設、2番目はなめし皮工場廃水の処理施設である。3番目は工場用水のための処理施設であり、Adraa 下水処理場の処理水を浄化し、工業地区の工場に給水する。 なめし皮工場だけではなく、他の工場の移転と工業地区における新規工場の設立も提案される。
処理設備の建築費に対する助成基金・補助金システムおよび免税	地方行政・環境省の情報によると、公害防止施設の輸入に対する免税処置を含む対策を省令として検討中である。

上記の対策に加えて、工場廃水処理と汚濁負荷の低減のための促進的推奨案として以下の対策が提案される。(表 MS8.3.2 参照)

表 MS8.3.2 工場廃水に係わる提案

項目	対策	担当機関
オリーブオイル圧搾工場	オリーブオイル圧搾工場廃水の処理施設の建設が推奨される。オリーブオイル圧搾工場廃水の処理方法として乾燥床をもつラグーン、及びタンクローリーによる運搬システムを備えた処理施設が提案される。	工業省 (工業会議所)
なめし皮工場	小規模のなめし皮工場及びメッキ工場の工業地区への移転が推奨される。また、上記以外の工場についても工業地区への移転が推奨される。	工業省
有害物質を含む汚泥	有害物質を含む汚泥の処分場（施設）の計画・建設が推奨される。	住宅・建設省

表 MS8.3.2 工場廃水に係わる提案

項目	対 策	担当機関
規制の強化	工場廃水に対する水質モニタリングの結果に基づいて、排出基準規制を遵守しない不法な工場に対して管理を強化する。	地方行政 ・環境省
行政指導の強化	工場廃水に対する水質モニタリングの結果に基づいて、不法な工場に対して行政指導を強化する。	工業省
工場汚濁防止管理者（仮称）の導入	行政指導を有効にかつ速やかに進めるための対策として、工場汚濁防止管理者（仮称）の導入を推奨する。	工業省
クリーナープロダクションの拡充	工場汚濁防止管理者（仮称）の指示の基に生産現場におけるクリーナープロダクションの実施は、工場廃水汚濁負荷の低減に関して大きな利点をもたらすことが期待される。	工業省
優良工場、及び優秀な活動を行っている市民・市民団体の表彰システムの導入	工場における環境対策実施の責任者である工場経営者から積極的な環境対策を導く為の刺激策が必要と考えられる。この目的のために「優良工場への表彰」制度は、工場経営者に社会的な評価と知名度を与えるという点で刺激策の一つとして推奨される。 同様に、「市民・市民団体の優秀な活動への表彰」制度も推奨され、その活動を社会的に知らしめることが環境への意識向上に繋がるものとする。	地方行政 ・環境省 及び工業省

注： 1) 処理方法は8.5章を参照。  
2) 「クリーナープロダクション」は8.5章を参照。  
3) 「工場公害防止管理者」の概要は以下に記述する。

#### < 「工場汚濁防止管理者（仮称）」の概要 >

水域の環境を保全する対策の一つとして工場は廃水を適切に処理し管理することが求められている。日本では公害を発生させる可能性のある工場において、工場経営者が「工場公害防止管理者」を選任し、その業務に当たらせるよう法的に義務付けられている。この「工場公害防止管理者」は工場において次の項目に係わる業務を担当する。シリアにおいても、「工場汚濁防止管理者（仮称）」を工場に配置することは、環境行政の推進において大きな効果が期待できると思われる。

- 生産施設の使用・運用方法の監視
- 「クリーナープロダクション」の実行
- 測定及び記録（水使用と廃水の状況）
- 緊急時の措置
- 処理施設の維持管理
- 作業方法の監督
- 付近住民に対する応接
- 行政庁に対する報告

### 8.4 問題のある工場廃水の処理方法に関する提案

#### (1) 工場廃水水質調査

工場廃水調査結果に基づき、工場廃水の特性について得られた知見を以下に記述する。

- 特に高濃度の有機汚濁廃水( BOD )が検出された工場は、オリーブオイル圧搾工場、ビール工場であり、廃水水質は BOD10,000mg/l 程度かそれ以上である。次いで、BOD 2,000 mg/l 以上の廃水は製紙工場、肉加工工場(屠畜場を含む)、イースト工場である。加えて、下水道への排出基準を超過する業種 ( BOD 800 mg/l ) としては、なめし皮工場、乳加工工場、食用油精製工場である。
- アンモニア性窒素の高濃度廃水 ( 200 mg/l NH<sub>4</sub>-N 以上 ) が検出されたのは、オリーブオイル圧搾工場、なめし皮工場、イースト工場である。加えて下水道への排出基準を超過する業種( NH<sub>4</sub>-N 100 mg/l を超過する業種 )は繊維工場、食用油精製工場、アルミニウム工場である。
- アンケート調査結果から、調査対象工場において廃水処理施設の設置比率は 44% であり、廃水処理施設の設置が不十分である。

### (2) 特別な条件、問題がある工場廃水の処理方法に関する提案

現場調査及び工場廃水水質調査からの情報および知見に基づいて、処理方法およびシステムについて記述する。(表 MS8.4.1 参照)

表 MS8.4.1 工場廃水処理方法の提案

業種	条件と問題点	提案する処理方法
オリーブオイル圧搾工場	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 小規模</li> <li>• 季節稼働</li> <li>• 高濃度廃水</li> <li>• 少ない廃水量</li> </ul>	乾燥床付きのラグーン処理法(乾燥を目的とする)とタンクローリーによる廃水の運搬システムが推奨される。共同処理施設の建設が提案される。
製糖工場	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 大規模</li> <li>• 季節稼働</li> <li>• 2種類の廃水</li> </ul>	フリーウム廃水(洗浄と水運搬に用いた廃水)とステフェン廃水(精糖廃水)の排出システムを分離する。フリーウム廃水は沈殿と酸化池処理、ステフェン廃水はオリーブオイル圧搾工場廃水処理方法と同じく乾燥床付きのラグーン処理法(乾燥を目的とする)が推奨される。(ステフェン廃水は精糖工程から排出される高有機濃度廃水)
なめし皮工場	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 小規模</li> <li>• 無機・有機浮遊物及びクロム塩を含む廃水</li> </ul>	推奨される処理方法は、スクリーン、pH調整、沈殿、生物処理、凝集沈殿プロセスである。必要であればろ過プロセスを加える。小規模工場は工業地区への移転が推奨される。また、クロム塩を含む汚泥の処理処分について検討が必要。
メッキ工場	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 有害物質を含む廃水</li> </ul>	推奨される処理方法は、凝集沈殿、ろ過である。必要であればキレート樹脂もしくはイオン交換樹脂による吸着工程を追加する。メッキの種類、プロセスごとに廃水を分類する必要がある。また、小規模工場は工業地区への移転が推奨される。

### (3) クリーナープロダクション(工場廃水汚濁負荷の低減)

クリーナープロダクションの導入として、次の3つのアイテムは、工場廃水汚濁負荷の低減に極めて有効である。

- ネガティブ・フローシート：各生産工程における廃水水質と排水量の把握
- 濃淡廃水分離、含まれる物質による廃水分離：
  - ネガティブ・フローシートに基づいた適切な廃水排出系統と処理方法の選定
- 洗浄方法の工夫：洗浄方法の工夫は廃水量と汚濁負荷の軽減の可能性がある。

「クリーナープロダクション」の基本的な内容と事例を表 MS8.4.2 に示す。

表 MS8.4.2 クリーナープロダクションの概要

項目	概要
ネガティブ・フローシート作成	各工程からの廃水及び汚濁物質の発生量を製造工程の流れに従って図示する。この作業により各工程での汚濁物質の排出量の比率、寄与率が計算できる。最も寄与率が高い工程が廃水処理上、課題のある工程であり、最も高い優先度をつけることになる。
原材料の変更	原材料を変更による廃水量の低減および廃水処理を簡素化 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 不純物の少ないものへの変更</li> <li>- 有害性の低いものへの変更</li> <li>- 生分解しやすいものへの変更</li> <li>- 有機汚濁（BOD など）の低いものへの変更</li> </ul>
装置・機器の管理、改良や変更	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 廃水の濃淡分離</li> <li>- 洗浄方法の工夫（拭取り、スプレー洗浄、蒸気洗浄、多段洗浄など）</li> <li>- 薬液や洗浄水の床などへのこぼれ防止</li> </ul>
製法の変更	ネガティブ・フローシートに基づいて廃水を出さないという視点で生産工程を見直す。
リサイクル	低濃度排水の再使用や濃厚廃水は廃水から原材料や副産物の回収を検討する。
廃水処理以外での処理	以下の処理方法の適用を検討する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 乾燥</li> <li>- 濃厚排水の燃焼</li> <li>- 湿式酸化法</li> </ul>

## 9 下水道施設整備マスタープランの策定

本調査では、下水道施設整備マスタープラン策定優先順位が高い7県につき調査を行い、特に緊急性の高い都市に対しマスタープラン策定を行った。マスタープラン策定に際しては、まず対象都市及び周辺都市についてマクロプラン（下水道整備地区・処理人口等の長期目標）を立案し、その中で特に優先順位の高い都市についてより詳細な下水道整備地区区分を行い、下水管網・ポンプ場・下水処理場による完結型下水処理システム構築によるマスタープランを作成するものとした。以下に7県(7都市)マスタープランの概要を示す。

### 9.1 計画下水道施設

計画された下水道施設の概要を表 MS9.1.1 に示す。下水幹線は既存下水放流点から下水



処理場まで下水を輸送する。

表 MS9.1.1 マスタープラン対象 7 都市の計画下水道施設

M/P 地区	下水道施設	項目	数量	摘要
Slunfeh/ Lattakia 県	管渠施設	D 250	2,700 m	No.1DP – No.1 STP
		D 250	1,600 m	No.3DP – No.2 STP
		D 250	3,600 m	No.6DP – No.3 STP
		D 100	500 m	No.5 DP
		D 100	500 m	No.8 DP
	ポンプ施設	0.5 m <sup>3</sup> /min	2	No.5,8 DP
	処理施設	流入下水量	610 m <sup>3</sup> /day × 3	3 STPs
処理方式		Submerged Attached Process		
用地面積		0.1 ha × 3	3 STPs	
Banias/ Tartous 県	管渠施設 First phase	D 250	1,800 m	From Tero
		D 250	1,300 m	From Kharbet Snasel
		D 250	1,600 m	From Al-Najor
		D 300	580 m	Gravity
		D 250	140 m×2	Pressure
		D 300	550 m×2	Pressure
		D 400	770 m×2	Pressure
		D 500	1,820 m×2	Pressure
	D 600	2,310 m×2	Pressure	
	マンホール ポンプ場	3.0 m <sup>3</sup> /min	4×2	
		1.0 m <sup>3</sup> /min	5×2	
処理施設	Incoming Flow	19,556 m <sup>3</sup> /day		
	Treatment Method	Oxidation Ditch		
	Site Area	5.1 ha		
Mayadin/ Deir-Ez-zor 県	管渠施設	D 400	3,500m	
		D 800	1,000m	
	処理施設	流入下水量	15,300 m <sup>3</sup> /day	
		処理方式	Oxidation Ditch	
Malkieh/ Hassakeh 県	管渠施設	D 500	100 m	diversion device –STP
	処理施設	流入下水量	4,518 m <sup>3</sup> /day	
		処理方式	Oxidation Ditch	
		用地面積	2.6 ha	
Thawra/ Raqqa 県	管渠施設	D 500	100 m	No.3 – STP
		D 600	1,300 m	No.2、3 – STP
	処理施設	流入下水量	17,889 m <sup>3</sup> /day	
		処理方式	Constructed Wet Land	
Muzerib/ Dar'aa 県	管渠施設	D 400	5,800 m	
		D 500	4,000 m	
	処理施設	流入下水量	3,994 m <sup>3</sup> /day	
		処理方式	Constructed Wet Land	
Zabadani/ Rural Damascus 県	管渠施設	D 800	100 m	diversion device –STP
	処理施設	流入下水量	22,201 m <sup>3</sup> /day	
		処理方式	Oxidation Ditch	
		用地面積	5.5 ha	

## 9.2 下水処理方式及び主要放流基準

表 MS9.2.1 に 7 対象地区処理場で採用された下水・汚泥処理方式を示す。放流先の公共用水域種類・処理下水再利用用途によるシリアの放流基準も記述した。

表 MS9.2.1 下水処理方式及び主要放流基準

区域	処理場周辺の状況と水処理方式	汚泥処理方式	放流基準			
			BOD	SS	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N
Slunfeh (Lattakia 県)	山間部3箇所に分散、1箇所 0.1ha程度の土地。谷間の沢に放流。下流20kmと28km地点、2箇所のダムに流れ込むが汚染は進んでいない。1箇所あたりの汚水量が500m <sup>3</sup> /dと小さいので、無人での運転が可能な日本のon-site型 Treatment Plantで一般的な「接触酸化法」を提案。	剥がれた生物膜の、少ない汚泥をバキューム車でLattakiaの処理場に送って処理する。	Discharge to River			
			40	30	5	50
Banias (Tartous 県)	区画整理の中にあり将来は市街地のSTPになる。市街地にあつて臭いが少ないことや維持管理の容易性などから「OD」を提案。	将来の市街地の一角に位置することから近隣住民の臭気問題にならないように速やかに処理するために、「重力濃縮 + 機械脱水」を提案	Discharge to Sea			
			60	60	10	50
Mayadin (Deir-Ez-zor 県)	官地(優良農地)放流水域の環境容量大。周辺は農地。目標水質を達成することと、維持管理の容易性から「OD」を提案し、負荷を高めにし、優良農地を保全する。	土地が十分にあり、汚泥は重力濃縮できないことから、「機械濃縮 + Drying Bed」とする。	Discharge to River			
			40	30	5	50
Malkieh (Hassakeh 県)	どのような処理方式も収まる広い官地(荒地)。目標水質を達成することと、下流の水源に配慮、維持管理の容易性、処理水の灌漑利用条件から「OD」を提案。	同上	Discharge to River / Irrigation for cotton			
			40	30	5	50
Thawra (Raqqa 県)	約2kmのReed bedが横たわる。放流水域の環境容量大。現状でReed Bedでの処理が非常によいためこれを活用し将来の負荷増に対しては前処理(沈殿池)で対応する。「Wet-land」を提案。	未消化汚泥ながら、経済的なDrying Bedを提案	Discharge to River			
			40	30	5	50
Muzerib (Dar'aa 県)	民地、周辺は農地。水源汚染が顕在化しておらず現況のWajiにおける水環境改善を目的に財政負担が小さい「Wet-land」を提案。	同上	Discharge to River			
			40	30	5	50
Zabadani (Damascus 郊外県)	約5.5haの官地、周辺は農地。Barada流域の窒素対策と処理水の灌漑利用、維持管理の容易性などから「OD」を提案	Drying Bedを配置するスペースがなく、汚泥は重力で濃縮できないので、「重力濃縮 + 機械脱水」を提案	Irrigation/ Discharge to River			
			30	30	3	20

## 9.3 設計諸元及び主要施設

表 MS9.3.1 に設計諸元、主要施設の構造寸法及び主要設備の仕様を示す。

表 MS9.3.1 設計諸元及び主要施設

	Slunfeh	Banias	Mayadin	Malkieh	Thawra	Muzerib	Zabadani
日平均下水量 (m <sup>3</sup> /d)	1,833	19,556	15,300	4,518	17,889	3,994	22,201
時間最大下水量 (m <sup>3</sup> /d)	3,548	37,851	29,610	8,744	34,625	7,730	42,970
発生汚泥量 (kgDS/d)	224	4,401	3,787	1,119	2,361	527	5,495
発生汚泥量 (m <sup>3</sup> /d)	2.7	22.0	9.5	2.8	5.9	1.3	27.5
汚泥含水率 (%)	92	80	60	60	60	60	80
下水処理場数	3	1	1	1	1	1	1
下水処理方式	Submerged attached growth	OD (Oxidation Ditch)	OD (Oxidation Ditch)	OD (Oxidation Ditch)	Wet-land	Wet-land	OD (Oxidation Ditch)
沈砂池 (No.-w×L)	Each 1-1×1m	2-1.5×7m	2-1.4×6m	1-1.3×4.0m	2-1.3×7.5m	1-0.9×5m	2-1.6×8m
主ポンプ施設 (No.-D×power)	-	-	5-φ200mm ×11kw	3-φ150mm ×3.7kw	5-φ250mm ×11kw	3-φ150mm ×5.5kw	5-φ250mm ×15kw
最初沈殿以下					4-φ10	2-φ6.5m	
リード・ベッド						24-21m ×37m	
反応槽 (No.-W×L×H)	Each 2-5.5×12 ×5m	12-4.5 ×140×3.0m/ high rate	8-4.5 ×140×3.0m/ high rate	4-4.5 ×140×3.0m			10-5.5 ×150 ×5m
最終沈殿以下	Each 2-5.5×3m	8-φ18m	8-φ15m	4-φ11m			8-φ18m
消毒槽 (No.-W×L×H)	Each 1-φ0.9m	2-2×24×2.1 m	2-2×21×1.9 m	1-0.9×3.5×0.8m (UV)			3-1.5×3.5×0.8m (UV)
汚泥重力濃縮槽 (No.-kg/d)		2-5.0×5.0					2-6.0×6.0
汚泥濃縮機 (No.-kg/d)			2-1,893	1-1,119			
汚泥脱水機 (No.-kg/d)		2-2,201					2-2,747
汚泥乾燥床 (No.-W×L)			24-15×43m	8-15×38m	20-15×32m	8-12×22m	
所要面積 (ha)	Each 0.1	5.1	5.9	2.6	2.4	4.9	5.5
土地所有者	Public/Private	Private	Public	Public	Public	Private	Public

## 10 概算事業費及び事業実施計画

## 10.1 プロジェクト費用の算出

(1) 概算事業費は、下記項目を積み上げるものとする。

- 建設費
- 用地費
- 設計/施工監理費
- 事務管理費

- 組織整備費
- 物理的予備費
- 価格予備費

(2) 維持管理費は、下記項目を積み上げるものとする。

- 処理場及びポンプ場運転管理費
- 管渠管理費
- データベース費
- その他費用

(3) 事業実施スケジュール

事業実施スケジュールの設定は、下記仮定に基づき行った。

プロジェクト期間：	2008～2025
建設準備期間：	2009～2010
施設建設期間：	2011～2013
維持管理期間：	2014～2025

各県におけるプロジェクト費用算出結果を、表 MS10.1.1～S10.1.7 に示す。

(1) Lattakia (Slunfeh)

対象施設

処理場：	3 箇所(Q=610 m <sup>3</sup> /日/1 箇所当たり, 合計 Q=1,830 m <sup>3</sup> /日) (接触酸化法)
ポンプ場：	2 箇所(Q=0.5 m <sup>3</sup> /分)
管渠：	口径 250mm 7,900 m
	口径 100mm 1,000 m

表 MS10.1.1 プロジェクト費用 (Slunfeh)

項 目	費用 (10 <sup>3</sup> SP)
建設費	
1) 処理場	84,504
2) ポンプ場	25,700
3) 管渠	1,340
建設費 計	<b>111,544</b>
用地費	1,000
設計/施工監理費	11,154
事務管理費	5,577
組織整備費	3,347
物理的予備費	11,154
小計	<b>32,232</b>
価格予備費	33,651
合計 (価格予備費を除く)	<b>143,776</b>
合計	<b>177,427</b>

## (2) Tartous (Banias)

## 対象施設

処理場： Q=19,560 m<sup>3</sup>/日 (オキシレーションディッチ法) 1 箇所ポンプ場： 8 箇所(Q=3.0 m<sup>3</sup>/分)10 箇所(Q=1.0 m<sup>3</sup>/分)

管渠： 口径 600mm 4,620 m

口径 500mm 3,640 m

口径 400mm 1,540 m

口径 300mm 1,680 m

口径 250mm 4,980 m

表 MS10.1.2 プロジェクト費用 (Banias)

項 目	費用 (10 <sup>3</sup> SP)
建設費	
1) 処理場	462,954
2) ポンプ場	14,700
3) 管渠	86,550
建設費 計	<b>564,204</b>
用地費	127,500
設計/施工監理費	56,420
事務管理費	28,210
組織整備費	16,927
物理的予備費	56,420
小計	<b>285,477</b>
価格予備費	211,007
合計 (価格予備費を除く)	<b>849,681</b>
合計	<b>1,060,688</b>

## (3) Deir-Ez-zor (Mayadin)

## 対象施設

処理場： Q=15,300 m<sup>3</sup>/日（オキシデーションディッチ法） 1箇所ポンプ場： 2箇所(Q=3.0 m<sup>3</sup>/分)

管渠： 口径 800mm 1,000 m

口径 400mm 3,500 m

表 MS10.1.3 プロジェクト費用 (Mayadin)

項 目	費用 (10 <sup>3</sup> SP)
建設費	
1) 処理場	295,200
2) ポンプ場	2,000
3) 管渠	28,250
建設費 計	<b>325,450</b>
用地費	-
設計/施工監理費	32,545
事務管理費	16,273
組織整備費	9,763
物理的予備費	32,545
小計	<b>91,126</b>
価格予備費	113,248
合計（価格予備費を除く）	<b>416,576</b>
合計	<b>529,824</b>

## (4) Hassakeh (Malkieh)

## 対象施設

処理場： Q=4,520 m<sup>3</sup>/日（オキシデーションディッチ法） 1箇所

管渠： 口径 500mm 100 m

表 MS10.1.4 プロジェクト費用 (Malkieh)

項 目	費用 (10 <sup>3</sup> SP)
建設費	
1) 処理場	117,330
2) ポンプ場	-
3) 管渠	600
建設費 計	<b>117,930</b>
用地費	-
設計/施工監理費	11,793
事務管理費	5,897
組織整備費	3,537
物理的予備費	11,793
小計	<b>33,020</b>
価格予備費	41,068
合計（価格予備費を除く）	<b>150,950</b>
合計	<b>192,018</b>

## (5) Raqqa (Thawra)

## 対象施設

処理場： Q=17,890 m<sup>3</sup>/日 (ウェットランド法) 1箇所

管渠： 口径 600mm 1,300 m

口径 500mm 100 m

表 MS10.1.5 プロジェクト費用 (Thawra)

項 目	費用 (10 <sup>3</sup> SP)
建設費	
1) 処理場	182,485
2) ポンプ場	-
3) 管渠	11,000
建設費 計	<b>193,485</b>
用地費	-
設計/施工監理費	19,348
事務管理費	9,674
組織整備費	5,806
物理的予備費	19,348
小計	<b>54,176</b>
価格予備費	67,889
合計 (価格予備費を除く)	<b>247,661</b>
合計	<b>315,550</b>

## (6) Dar'aa (Muzerib)

## 対象施設

処理場： Q=3,990 m<sup>3</sup>/日 (ウェットランド法) 1箇所

管渠： 口径 500mm 4,000 m

口径 400mm 5,800 m

表 MS10.1.6 プロジェクト費用 (Muzerib)

項 目	費用 (10 <sup>3</sup> SP)
建設費	
1) 処理場	58,636
2) ポンプ場	-
3) 管渠	50,100
建設費 計	<b>108,736</b>
用地費	24,500
設計/施工監理費	10,874
事務管理費	5,437
組織整備費	3,263
物理的予備費	10,874
小計	<b>54,946</b>
価格予備費	35,107
合計 (価格予備費を除く)	<b>163,682</b>
合計	<b>198,789</b>

## (7) Rural Damascus (Zabadani)

## 対象施設

処理場： Q=22,200 m<sup>3</sup>/日（オキシデーションディッチ法） 1箇所

管渠： 口径 800mm 100 m

表 MS10.1.7 プロジェクト費用（Zabadani）

項 目	費用 (10 <sup>3</sup> SP)
建設費	
1) 処理場	509,300
2) ポンプ場	-
3) 管渠	1,250
建設費 計	<b>510,550</b>
用地費	-
設計/施工監理費	51,055
事務管理費	25,527
組織整備費	15,316
物理的予備費	51,055
小計	<b>142,953</b>
価格予備費	127,523
合計（価格予備費を除く）	<b>653,503</b>
合計	<b>781,026</b>

## 10.2 組織及び運営計画

下水道プロジェクトは、以下に示す3つのフェーズに区分される。

- プロジェクト形成
- プロジェクト実施（設計/施工）
- プロジェクト運営（維持管理）

下水道プロジェクトにおける一連のフェーズは、住宅・建設省のような中央省庁により、一元管理されるべきであり、また、中央省庁は関連セクターに対する指導/監督及び実施体制の整備に専念するべきである。

大臣制令（第14/1984）によれば、下水道プロジェクトの実施及び運営は、上下水道公社並びに下水道公社が担うこととなっている。



図 MS10.2.1 に下水道事業の実施及び維持管理のための組織体制（案）の概要を示す。

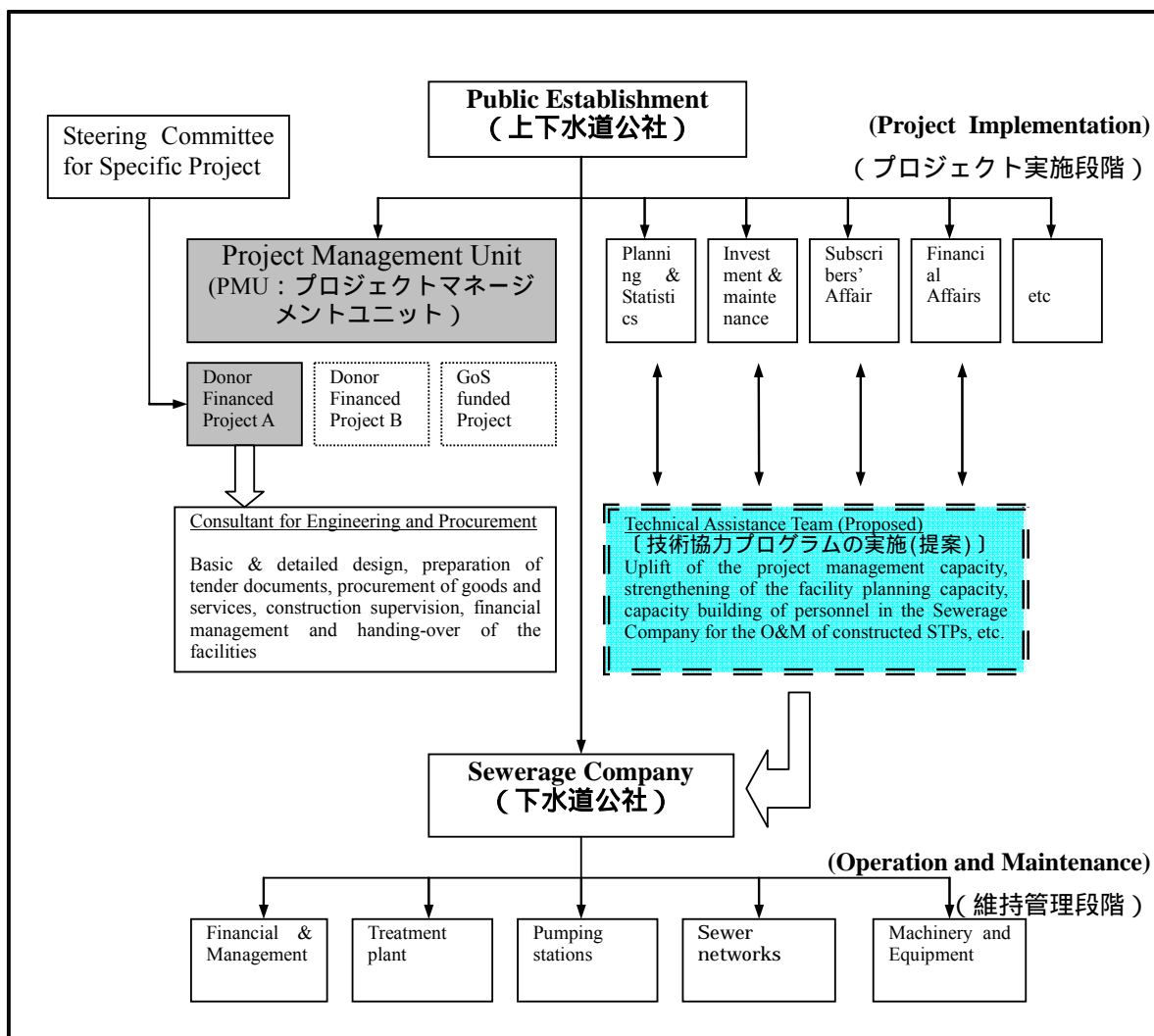


図 MS10.2.1 下水道事業の実施及び維持管理のための組織体制（案）

## 11 経済財務分析

### 11.1 経済分析の方法論

マスタープランにおける下水道プロジェクトは公共の福祉に貢献することを第一義にしており、それゆえ事業の収益性はその事業使命という観点から非常に考慮しづらい。従って経済的內部収益率 (EIRR) を用いて事業の正当性を検討するものとした。

EIRR の計算において、プロジェクトの経済的コストとしては、資本費（税金除く）とプロジェクトライフ全期間にわたる維持管理費とした。経済分析においては次の経済便益を考慮した。(i) 観光の振興による経済便益、(ii) 生産時間の損失の減少と医療費の減少によ

る健康に関する経済便益、(iii) 下水処理水再利用による経済便益、そして(iv) 下水汚泥を肥料として利用することによる経済便益である。他の多くの経済便益については数値化していない。

## 11.2 マスタープランプロジェクトの経済分析結果

マスタープラン対象の各プロジェクト及びそれらの平均に対する算定を行った結果、EIRR は平均 15.0%、NPV はプラス 764.6 百万 SP であり、マスタープランは概して経済的観点からフィージブルであることが立証された。特にダマスカス郊外県の区域は 18.0%であり、平均値を上回っている。

## 11.3 マスタープランプロジェクトの財務計画の概要

詳細な財務計画は F/S ステージで Damascus 郊外県の優先プロジェクトを対象に実施することになるが、ここではその財務計画の主な考え方について整理した。

マスタープランプロジェクトの資本費は、種々の財源があてがわれることが考えられる。例えば、政府の補助金 - 公共債によるソフトローン利用 -、国際援助期間からのグラント等である。具体的な財源はプロジェクトサイクルのもっと後の段階で決定され得る。

下水道プロジェクトの資本費を利用者の料金でまかなうことは、国際的にみても非常にまれなことであり、これは今後のシリア政府の方針にも適合しない事項である。下水道料金によるフルコストリカバリーには、料金の急激な値上げが要求され、そのような急激な値上げは全く実現可能性がない。従って、財務計画の立案に際しては、資本費は最終的には補助金から賄われるという前提とした。

これに対して国際的なベストプラクティスに従えば、少なくとも維持管理費は使用料で賄うべきである。従って、維持管理費の 100%回収を目標とした財務計画とした。このことはプロジェクトライフの全期間にわたり、プロジェクトの財務的持続可能性の観点から非常に重要なことであり、また、達成できる目標でもある。

## 12 小都市・村落下水道データベースの策定

GIS ( Geographical Information System ) システムの活用は情報把握する場合に大変有効である。GIS システムは下水道行政の政策判断や排水管理に用いられるコンピュータツールで、下水道施設の情報、例えば管渠、ポンプ場、水源及び工場等の情報を網羅する画像データで構成される。

住宅・建設省では、下水道施設、水道施設及び水環境に影響を与える施設 ( 工場や家畜 ) に関するデータベースを構築していない。よって、本調査対象 7 県において下水道関連施設、水道水源及び水質汚染源等の位置やその概要が把握されておらず、下水道施設を中心とした水質汚濁対策や、施設の維持管理業務が効果的且つ効率的に実施されていない。

## 12.1 シリア各省庁における GIS の利用状況

表 MS12.1.1 示す省庁において GIS が利用されている。しかし、各省庁間のデータ共有等の連携はない。

表 MS12.1.1 GIS 利用省庁とその利用状況

GIS 利用省庁	利用状況
住宅・建設省地方計画局 (Regional Planning, Ministry of Housing and Construction)	シリア全土の地形図を GIS データとして構築している。特に各県における将来の市街地計画図は、この部局のみ保持している。
地方行政・環境省情報センター (Directorate of Information and System, Ministry of Local Administration and Environmental Affairs)	「包括的災害対策プログラム」(Comprehensive Disaster Reduction Programme)を実施している。この中で GIS データベースは防災対策ツールとして利用されている。本部署の利用 GIS ソフトウェアは、Geomedia である。
水資源情報センター (WRIC: Water Resource Information Center)	本センターでは、2005 年 12 月に水資源管理プロジェクト(Water Resources Management Barada – Awaj Basin & Coastal Basin)を実施した。このプロジェクトでは Barada 流域、Awaj 流域及び海岸地域流域の GIS データを構築している。
リモートセンシング公団 (GORS: General Organization of Remote Sensing)	シリア各省庁からの依頼により複数の GIS プロジェクトを実施している。本公団から Tartous 及び Lattakia 県の GIS 基本地図データを入手した。
ダマスカス市上下水道公社 (DAWSSA: Damascus Water Supply & Sewerage Authority)	ダマスカス市内における基本地図の作成、上下水道関連施設の GIS データの構築を行っている。
測量局 (GES: General Establishment System)	シリアの基本地図データを作成している。5 万分の 1 の全国地図を保持している。

## 12.2 小都市・村落下水道データベースの策定（現地再委託）

本調査では ArcGIS を購入・利用することとした。この理由として GIS ソフトウェアの操作性、GIS ソフトウェアの販売会社の状況、各省庁における GIS ソフトウェア使用状況、将来における各省庁内の使用ソフトの傾向又は計画及び入手予定の基本地図データのファイルフォーマットを考慮して決定した。

基本地図データの入手に関しては、同様のデータを保持している住宅・建設省地方計画局から提供を受け、このデータを本調査で利用することとした。

本調査対象 7 県において下水道関連施設、水道水源及び水質汚染源等の位置やその概要を把握するため、小都市・村落下水道データベースの策定を現地再委託によって実施した。本調査対象 7 県における調査対象施設数は 137 箇所となった。

シリアでは STM（シリア横メルカトル）が利用されているが、この情報は軍事機密で

あるため公開されていない。よって本調査では、世界標準の GCS\_WGS\_84 及び WGS\_1984\_UTM\_Zone\_37N を採用した。

本調査では、ArcGIS を現地調達機材として購入した。これと平行して JICA 調査団は、住宅・建設省及び各県の技術者を対象に GIS 研修を実施した。本研修は、初級編及び応用編から構成された。

### 12.3 GIS を利用した下水道データベースの活用

GIS を利用した下水道データベースの活用することで以下の事項について運用や評価が可能となる。GIS は施設の技術的分析のサポート、維持管理記録、工程管理、解決方法の提示や問題の明確化など下水道施設に対して理想的な回答を示すツールである。

- 下水道施設に対する維持管理や施設仕様の情報管理
- 公共用水域への汚濁負荷解析シミュレーション
- 水質モニタリングの設置
- 下水道システムやシステム統合の水文的及び水理的評価
- 下水道管及び管渠敷設工事の効率的な実施
- 下水道サービス及びアカウンタビリティの向上

### 12.4 今後の提言

#### (1) 下水道データベース構築の継続

本調査では下水道データベースの構築は、パイロットプロジェクトとして実施された。各県における調査箇所数は 17 箇所～27 箇所、7 県合計で 137 箇所となっている。しかし、調査対象施設数はそれ以上存在し、効率的な下水道計画策定や下水道サービスの向上を図るためには、下水道施設（下水処理場、ポンプ場及び下水道管渠）、水質汚濁負荷源（工場及び畜産）及び水源（井戸、河川、湧水及びダム）を全て把握する必要がある。よって、本調査終了後においても住宅・建設省が主体となり、本下水道データベースを基本としてデータの追加・更新を行う必要があることを提言する。

GIS データベースの追加・更新の効果的な方法を実施するため、住宅・建設省は GIS データ収集に関する将来計画を策定する必要がある。将来計画には、GIS ソフトウェア及び GPS（全地球測位システム）の調達計画、データベース更新の実施計画及び事業費が含まれる。この将来計画を基に住宅・建設省は、各県の GIS 担当者との関係を強化し、GIS 関連業務を実施する。

#### (2) GIS データベースの共有化

シリア各省庁において、GIS が利用されている。しかし、省庁間のデータ共有といった協力体制は整備されていない。下水道業務を実施する上で、上水道、ガス及び電気といった基盤整備情報や、都市計画及び上水道計画といった情報を共有し、GIS データの有効性を向

上させる必要がある。統合型 GIS はデータベースの共有に関して有効なシステムである。また、ネットワーク上の全てのユーザーが GIS データベースに接続できる横断的なシステムである。しかし、本統合型 GIS の導入前に各県の最新データ収集を完了させることが求められる。

### (3) GIS ソフトウェアのライセンス管理

現在、シリアは米国の経済制裁を受けていることから、GIS ソフトウェアの最新版を購入することはできない。本調査では、ArcEditor8.3 及び ArcView8.3 (最新版はバージョン 9.1) を購入した。利用に際しては、dongleキーをコンピューターに接続しなければソフトウェアが起動しない。今後、下水道データベースの維持管理を行う上でソフトウェアの管理を適切に実施することで、本調査での構築データの不正利用を防ぐ必要がある。

ソフトウェアの適切な管理を実施するためには、住宅・建設省が GIS 技術者を配置し、その技術者が GIS 関連ファイル、ソフトウェア及び衛星写真の著作権及び所有権に対する意識とモラルを持つことが必要である。また、GIS ソフトウェアのハードウェアキーは施錠された場所に保管される必要がある。

### (4) 情報セキュリティー管理

情報化による業務の効率化は計り知れない可能性を秘めているが、一方で、情報の損失・漏洩、情報管理機能の破壊・低下、不正アクセス、セキュリティー被害等の情報セキュリティー管理が重要である。GIS による情報管理をスタートするに当たり、GIS 部署を設け情報セキュリティー管理のポテンシャルも同時に高めていくような組織構築が重要である。

GIS データのセキュリティーを実施するためには、GIS 専門部署の設立が必要とされる。本部署には GIS 技術者を配置し、コンピューター、GPS、スキャン、GIS ソフトウェア及びセキュリティーソフトウェアなどの必要機材を調達する必要がある。また、これらの必要機材は、施錠された場所に保管され、許可のある GIS 技術者によって管理される必要がある。

## 13 環境社会配慮及び IEE レベル調査

### 13.1 環境社会配慮

第 1 回及び第 2 回ステークホルダー協議の開催に当たって、MHC との協議の上、10 のカテゴリの中から出来るだけ幅広いステークホルダーを選定した。また、ステークホルダー協議においては、活発な議論及び協議を行なわれた。第 1 回及び第 2 回ステークホルダー協議の内容は表 MS13.1.1 に示す。

表 MS13.1.1 ステークホルダー協議内容

内 容	第 1 回ステークホルダー協議	第 1 回ステークホルダー協議
時期	2007 年 2 月-3 月(Phase I)	2007 年 9 月(Phase II)
開催地	Damascus: (Rural Damascus and Dar'aa) Lattakia: (Lattakia and Tartous) Deir-Ez-zor: (Deir-Ez-zor, Raqqa and Hassakeh)	
参加者	中央省庁及び地方自治体政府(MHC, GCEA, governorates, DFEAs 等) や地域住民及び住民代表、NGO、メディア等 人数:約 43 人~99 人/開催地	
協議内容	1) M/P の進捗 2) JICA 及びシリア環境社会配慮ガイドラインの説明 3) スコーピング案及び協議	1) M/P 結果説明 2) IEE レベル調査結果の説明及び協議

### 13.2 IEE レベル調査結果

第 1 回ステークホルダー協議におけるステークホルダーとの協議結果に基づき、7 つの M/P 調査地域を対象とする IEE レベル調査を行った。調査結果は表 MS13.2.1 示す。

表 MS13.2.1 IEE レベル調査結果 (7M/P 対象エリア)

環境項目	Slunfeh	Banias	Mayadin	Malkieh	Thawra	Muzerib	Zabadani
非自発的住民移転	D	D	D	D	D	D	D
地域経済/土地利用	C	C	D	C	D	C	D
社会インフラ(交通)	C	C	D	D	D	C	C
文化財	D	D	D	D	D	D	D
水利用/水利権	D	D	D	D	D	D	D
地下水水質汚濁	D	D	D	D	D	D	D
土壌汚染	C	C	C	C	C	C	C
廃棄物	D	D	D	D	D	D	D
騒音及び振動	D	D	D	D	D	D	D
悪臭	C	C	C	C	C	C	C

Note: A: Serious impact  
C: Light impact

B: Some impact  
D: Negligible impact

各都市の下水道 M/P の IEE レベル調査を実施した結果、事業は環境に対して特段の悪影響を引き起こさないと結論付けられた。また、事業実施に伴う影響に対する緩和策を提案した。

## 14 マスタープランの評価

### 14.1 技術的評価

今回の計画により提案される適正な下水道システム、分散型処理システム及びオンサイト処理施設により、海域、河川、地下水に対する水質改善が図れることが期待される。同時に、住居周辺でのトイレ排水のオーバーフローや、台所・洗濯排水が改善される事により、快適な生活環境の確保が図られる。

本計画での下水処理方式としては、活性汚泥法や自然処理方式が提案され、これらの処理方式は、シリアの技術レベルや維持管理能力を考慮して選定されている。また、既存の下水管網に対して、適正な管渠清掃機材が提案されることによる改善が期待される。

下水処理水を農業用水や公園散水として再利用することは、水資源の保全において有意義である。また、下水処理場から発生する下水汚泥を、農業や公園の肥料として再利用することは、天然資源や化学資源の保全につながることになる。結果として、下水道事業が実施されることは、生態系保全に貢献することになる。

## 14.2 経済財務面

マスタープランにおける下水道プロジェクトは公共の福祉に貢献することを第一義にしており、従って財務的な収益性ではなく、主として経済的内部収益率 (EIRR) を用いて事業の正当性を検討するものとした。

マスタープラン対象プロジェクトに対する算定を行った結果、EIRR は平均 15.0%、NPV はプラス 764.6 百万 SP であり、マスタープランは概して経済的観点からフィージブルであることが立証された。特にダマスカス郊外県の区域は 18.0% であり、平均値を上回っている。

観光の振興、生産時間の損失の減少、医療費の減少がもたらす経済便益はマスタープラン対象の地域全体としては大きな割合を占めている。しかし、個々の地域の状況は諸条件によって大きく異なっている。

詳細な財務計画は F/S ステージで Damascus 郊外県の優先プロジェクトを対象に実施することになるので、M/P ではその財務計画の概要についてのみ評価した。

マスタープランプロジェクトの資本費は、種々の財源があてがわれることが考えられる。例えば、政府の補助金 - 公共債によるソフトローン利用 - 、国際援助期間からのグラント等である。具体的な財源はプロジェクトサイクルのもっと後の段階で決定され得る。下水道プロジェクトの資本費を利用者の料金でまかなうことは、国際的にみても非常にまれなことであり、これは今後のシリア政府の方針にも適合しない事項である。下水道料金によるフルコストリカバリーには、料金の急激な値上げが要求され、そのような急激な値上げは全く実現可能性がない。従って、財務計画の立案に際しては、資本費は最終的には補助金から賄われるという前提とした。

これに対して国際的なベストプラクティスに従えば、少なくとも維持管理費は使用料で賄うべきである。従って、維持管理費の 100% 回収を目標とした財務計画とした。このことはプロジェクトライフの全期間にわたり、プロジェクトの財務的持続可能性の観点から非常に重要なことであり、また、達成できる目標でもある

### 14.3 環境側面

本プロジェクトを実施するに当たり IEE レベル調査を行った。

各都市の下水道 M/P の IEE レベル調査を実施した結果、事業は特段の悪影響を引き起こさないと結論付けられた。また、事業実施に伴う影響に対する緩和策を提案した。

### 14.4 優先事業（フィージビリティスタディ）の選定

フィージビリティスタディ対象地域は、基本的にはシリアと日本国の間で結ばれた S/W と M/M にもとづいて、Damascus 郊外県より選定する。Damascus 郊外県の中で、Zabadani 地域が住宅・建設省との協議の結果選定された。選定理由は、以下の通りである。

Zabadani 地域は、ダマスカスの最も重要な水道用水源である Ain Fejeh 湧水池の上流部に位置しており、水道水源の水質保全の観点から、下水道整備は必要不可欠である。また、Zabadani 地域は非常に有名な観光地であるが、近年は生下水による Zabadani 地域内を流れる Barada 川の水質汚染が顕在化し、観光資源への影響が顕著に発生している。



## 1 下水道施設のフイージビリティスタディ

### 1.1 フイージビリティスタディの一般条件

#### 1.1.1 対象地域及び目標年度

F/S 対象区域である Zabadani は、ダマスカス郊外県に位置している。関連都市は、Zabadani、Bloudan、Bukein、Madaya の 4 都市である。Zabadani 及び Bloudan が、Zabadani sub-district、Bukein 及び Madaya が Madaya sub-district に属している。これらの都市は比較的近接しており、行政的には分かれているが、ひとつの生活圏と考えられる。

Zabadani は標高約 1,000m の高地であり、夏季には、快適な環境を求めて多くの観光客が訪れる。そのため、夏季における汚水量は、冬季の 2 倍以上になっている。以下がフイージビリティスタディの一般条件である。

- M/P の目標年度は、2025 年である。F/S の目標年度は段階的整備を考慮しその途中年度の 2015 年とする。
- 処理場の設計及び建設には、約 3 年を要すると考えられ、その他にも必要な手続き等があるため、実際の処理場供用開始までには約 7 年が必要になると予測される。よって処理施設は 7 年後の 2015 年の汚水量を処理できる規模とする。

#### 1.1.2 汚水収集システム

シリアにおける汚水収集システムは、汚水・雨水を同一の管で収集する「合流式」が一般的である。Zabadani における汚水収集システムも合流式である。下水管渠は全てコンクリート製であるが、国産品の品質は劣悪である。あるものは鉄筋すら入っていない。また、その継ぎ手成形が不正確で、水密になっていない。管渠は 50 年程前から埋設されており、相当老朽化している。そのため、下水管からの下水漏水、管渠破壊の危険性がある。各市では管渠補修及び更新工事が行われている。

家庭で発生した汚水は下水管に流入、汚水幹線を経由し、未処理のまま Barada 川へ排出されている。下水管は、ほぼ全ての区域で整備されている。下水管の整備されていない区域には、Pit Latrine が設けられている。その汚泥は、定期的にバキュームカーにより引き抜かれ、近隣の水路或いは下水のマンホールへ捨てられており、公共用水域の汚濁源となっている。この地域の地形は、傾斜地であり、地盤は適度な勾配がある。そのため、汚水管は、地表に沿って比較的浅い位置に埋設されている。

#### 1.1.3 汚水量原単位及び汚濁負荷量

##### (1) 汚水量原単位

汚水量は一人当たりの汚水量原単位に人口を乗じて算定される。汚水量には、一般家庭

汚水量と非家庭汚水量がある。非家庭汚水量には、店舗、学校、事務所、工場等が含まれる。2004年における一般家庭給水量原単位は、既存調査を参考にして100LCDと推定した。給水量原単位は、将来生活水準の向上に伴い上昇するものと考え、毎年1LCD増加するものとした。

非家庭給水量の家庭給水量に対する比率は、都市化が進むに従い高い値となる。逆に小規模の住宅地では低い値となる。Zabadaniは都市の規模が大きいためこの比率を30%とした。その他のBloudan、Bukein、Madayaの3都市は中小都市であるので、この比率を10%とした。

給水量の内、汚水量となる比率を汚水変換率という。この比率は、既存調査に準じて80%とした。

日最大汚水量は、年間を通して最大の汚水量のことである。その平均汚水量に対する比率は、WB Studyに準じて1.2とした。時間最大汚水量は、時間当たりのピーク汚水量のことである。その日最大汚水量に対する比率は、WB studyに準じて1.8とした。

非家庭汚水量以外に、地域（地中海沿岸、ユーフラテス川沿い）によっては地下水を見込む必要がある。また、人口統計上カウントが難しい難民や準定住型遊牧民の汚水も、可能な限り考慮する必要がある。そのため、不明水として、日最大汚水量の20%を見込む。

Zabadani地区は観光地であり、夏季には、その快適な気候を求めて多くの観光客が集まる。そのため、夏季には冬季に比べて格段に多くの汚水が発生している。観光汚水量の家庭汚水量に対する比率は、EIB Study及び宿泊施設整備状況を考慮して、表FS1.1.1のように設定した。

表 FS1.1.1 観光汚水量の比率

都市名	観光客汚水量 (%)	家庭汚水量 (%)	合計 (%)
Zabadani	200	100	300
Bloudan	300	100	400
Madaya	50	100	150
Bukein	250	100	350

上記の設定により推定した汚水量原単位を表FS1.1.2、FS1.1.3に示す。

表 FS1.1.2 汚水量原単位 (非家庭汚水量率= 0.3)

(単位：LCD)

項目	2004	2010	2015	2020	2025
日平均 (DAF)					
家庭系	100	105	110	115	120
非家庭系	30	32	33	35	36
計	130	137	143	150	156
変換率			0.8		
汚水量	104	109	114	120	125
日最大 (DMF) (DMF=1.2×DAF)	125	131	137	144	150
時間最大 (PHF) (PHF=1.8×DMF)	225	236	247	258	270
不明水 (=DMF×20%)	25	26	27	29	30
計画汚水量原単位					
日平均	129	135	142	148	155
日最大	150	157	165	172	180
時間最大	250	262	275	287	300

表 FS1.1.3 汚水量原単位(非家庭汚水量率= 0.1)

(単位：LCD)

項目	2004	2010	2015	2020	2025
日最大 (DAF)					
家庭系	100	105	110	115	120
非家庭系	10	11	11	12	12
計	110	116	121	127	132
変換率			0.8		
汚水量	88	92	97	101	106
日最大 (DMF) (DMF=1.2×DAF)	106	111	116	121	127
時間最大 (PHF) (PHF=1.8×DMF)	190	200	209	219	228
不明水 (=DMF×20%)	21	22	23	24	25
計画汚水量原単位					
日平均	109	115	120	125	131
日最大	127	133	139	146	152
時間最大	211	222	232	243	253

## (2) 汚濁負荷量

一人当たり汚濁負荷量は、Adraa STP における流入水質を参考にして、表 FS1.1.4 のように設定した。

表 FS1.1.4 汚濁負荷量及び設計水質

水質項目	平均汚濁負荷量 (g/capita/day)	処理場設計水質 (mg/l)
BOD	38.4	310
SS	45.3	360
T-N	9.3	74
T-P	3.0	24

注) BOD 負荷量は諸海外データに基づき推定。その他の水質項目については、Adraa STP での水質分析結果に応じて推定した。

### 1.1.4 フィージビリティスタディで設計する施設

各都市における下水管渠は既に大部分が完成している。現在、汚水は汚水幹線である暗渠・開渠を流れて Barada 川へ放流されている。この開渠から発する臭気を防止するため、開渠を暗渠化する計画があり、各市により実施されている。また、開水路に平行して現在使用されていない鉄道路線があり、幹線ルートの一部はこの線路敷きに変更するよう計画されている。従って、F/S で、幹線を計画する必要はない。

Zabadani 地区は、丘陵地であり地盤勾配が適度にあることから、汚水は全て自然流下で運ばれる。即ち、ポンプ施設は必要ない。

汚水幹線には、雨水と汚水が流入している。晴天時は雨水が混入しないので、全ての汚水の処理を行う。雨天時には多くの雨水が汚水に含まれる。その全てを処理することはできないので、汚水を処理するものと処理しないものに分ける必要がある。そのための施設が分水施設を F/S で計画する。2015 年における計画汚水量を処理する能力がある下水処理施設も F/S で計画する。

### 1.1.5 下水道システム基礎数値の要約

人口、汚水量及び他の基礎数値の要約を表 FS1.1.5 に示す。

表 FS1.1.5 F/S 段階における下水道システム基礎数値の要約

項目	単位	フィージビリティスタディ		マスタープラン	
目標年度		2015		2025	
計画人口	人	48,300		53,500	
日平均汚水量	m <sup>3</sup> /day	18,250		22,201	
処理施設系列		9		10	
処理方式		Oxidation Ditch Method		Oxidation Ditch Method	
放流先		水路を経由して Barada 川		水路を経由して Barada 川	
水質		流入	放流	流入	放流
BOD	mg/l	310	30	310	30
SS	mg/l	360	30	360	30

## 1.2 下水道施設の設計

### 1.2.1 計画人口及び汚水量の推定

#### (1) 計画人口の推定

人口データは、信頼性が最も高い国勢調査の値を使用した。国勢調査は過去 1981 年、1994 年、2004 年に行われているが、市町村単位の人口データは、1994 年と 2004 年の調査で得られている。この 2 種類のデータを使って、その間の人口増加率を算定した。

1981 年データでも「県全体人口」はあるので、人口増加傾向の比較はできる。1981-1994、

1994-2004 の 2 つの区間におけるデータによれば、後者の人口増加率が小さく、人口増加に抑制傾向があることが分かる。

人口増加率を一定とすると過大な計画人口となるので、低減率を考慮することとし、1981-1994、1994-2004 の 2 つの区間におけるデータより、5 年毎の人口増加率の低減率を 80% と設定した。各都市の計画人口の推定値を、表 FS1.2.1 に示す。

表 FS1.2.1 計画人口の推定

(単位：人)

地区	準地区	市町村	1994	2004	2010	2015	2020	2025	年間人口増加率 (%)
計			36,129	40,623	45,000	48,300	51,100	53,500	
Zabadani	Zabadani	Zabadani	21,049	26,285	30,000	32,800	35,200	37,300	2.25
		Bloudan	4,685	3,101	3,300	3,400	3,500	3,600	1.00
	Madaya	Madaya	8,649	9,371	9,800	10,100	10,400	10,600	0.80
		Bukein	1,746	1,866	1,900	2,000	2,000	2,000	0.67

## (2) 計画汚水量の推定

前述したように、本地区には夏季に多くの観光客が集まるため、汚水量が著しく増加する。汚水量は夏季の水量を算定している。観光汚水量は、EIB Study に準じて家庭汚水量に対する比率で、表 FS1.1.1 に示すように算定している。Zabadani 地区計画汚水量を表 FS1.2.2 に示す。

表 FS1.2.2 計画汚水量の推定

市町	項目	単位	2004	2010	2015	2020	2025	
Zabadani	計画人口	per.	26,285	30,000	32,800	35,200	37,300	
	汚水量 原単位	日平均	129	135	142	148	155	
		日最大	LCD	150	157	165	172	180
		時間最大		250	262	275	287	300
	観光汚水量	%	200	200	200	200	200	
	計画汚水量	日平均	m <sup>3</sup> /day	10,169	12,187	13,959	15,661	17,317
日最大			11,809	14,152	16,210	18,187	20,110	
時間最大			19,682	23,587	27,017	30,311	33,516	
汚水量 原単位	日平均	LCD	109	115	120	125	131	
	日最大		127	133	139	146	152	
	時間最大		211	222	232	243	253	
Bloudan	計画人口	per.	3,101	3,300	3,400	3,500	3,600	
	観光汚水量	%	300	300	300	300	300	
	汚水量 原単位	日平均	m <sup>3</sup> /day	1,354	1,512	1,632	1,757	1,886
		日最大		1,572	1,756	1,896	2,040	2,190
時間最大			2,620	2,927	3,160	3,400	3,650	
Bukein	計画人口	per.	1,866	1,900	2,000	2,000	2,000	
	観光汚水量	%	250	250	250	250	250	
	汚水量 原単位	日平均	m <sup>3</sup> /day	713	762	840	878	917
		日最大		828	885	976	1,020	1,064
時間最大			1,379	1,475	1,626	1,700	1,774	
Madaya	計画人口	per.	9,371	9,800	10,100	10,400	10,600	

表 FS1.2.2 計画汚水量の推定

市町	項目	単位	2004	2010	2015	2020	2025
	観光汚水量	%	50	50	50	50	50
	汚水量 原単位	日平均	1,534	1,684	1,818	1,958	2,082
		日最大	1,781	1,956	2,112	2,273	2,418
		時間最大	2,969	3,260	3,520	3,789	4,030
Total	計画人口	per.	40,623	45,000	48,300	51,100	53,500
	汚水量 原単位	日平均	13,769	16,145	18,250	20,254	22,201
		日最大	15,990	18,749	21,193	23,520	25,782
		時間最大	26,650	31,249	35,322	39,201	42,970

### 1.2.2 汚水収集システム

下水管網は完成し、悪臭対策は進行中であるが幹線も完成しているため、F/S で計画すべき施設は、分水施設と分水汚水を処理場に輸送する幹線である。これらは晴天時汚水全量と雨天時汚水の一部を処理場へ輸送する。図 FS1.2.1 を参照されたい。

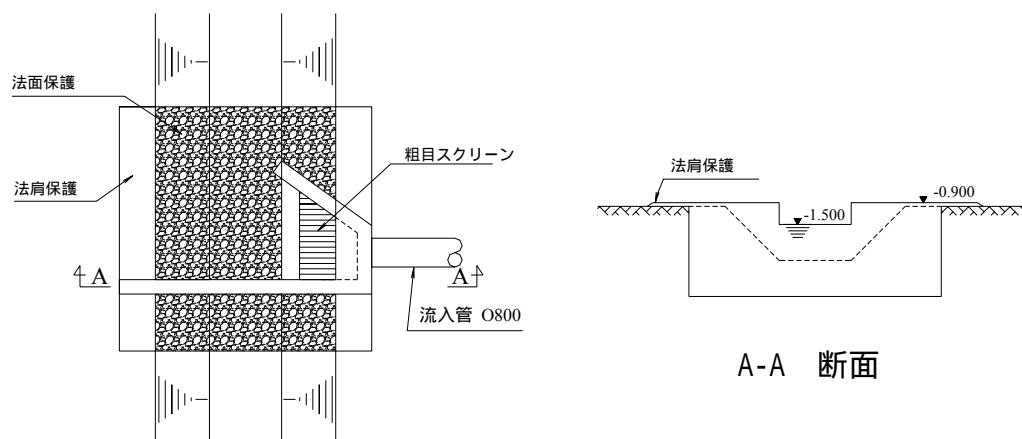


図 FS1.2.1 分水施設の概要

雨天時汚水の一部は分水堰を越流し、下流側水路に放流される。しかしながら、この越流汚水に含まれる汚濁負荷量は、晴天時汚水に含まれるものと比較すれば極めて小さく、本水路及び水路が合流するバラダ川の自浄作用も期待しうる。角落しは越流水量調整のため計画した。

汚水は堰によりピットに導水され、流入幹線により処理場に輸送される。図 FS1.2.2 を参照されたい。

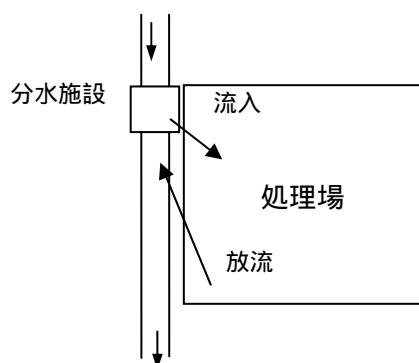


図 FS1.2.2 分水施設・処理場位置図

現段階では流入雨水量は不明である。詳細雨水流出解析では、管渠毎の集水面積、降雨強度公式、雨水流出量公式に基づき計算されるが、調査期間が限られていたため、詳細解析を行う余裕はなかった。前述したように、晴天時汚水量の数倍になると予想されるため、雨天汚水量全量の処理は現実的でない。そのため雨天汚水量の「一部」の処理を行う。2025年計画時間最大汚水量の2倍までを処理するものとするれば、分水施設から処理場までの幹線仕様は表 FS1.2.3 の如くである。

表 FS1.2.3 幹線計画

計画汚水量		計画管渠能力	管径	勾配	流速	管渠流下能力
m <sup>3</sup> /day	M <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	mm	‰	FS	m <sup>3</sup> /s
42,970	0.497	0.994	800	3.4	1.99	1.002
晴天時汚水量		2Q <sub>DWF</sub>				2.1Q <sub>DWF</sub>

処理汚水は水路内流量を維持するため、分水施設の直下流に放流する。

### 1.2.3 下水処理場

#### (1) 下水処理施設設計の一般条件

##### 1) マスタープランにおける基本データ

表 FS1.2.4 に Zabadani 下水処理施設設計の一般条件を示す。

表 FS1.2.4 Zabadani 下水処理場設計条件

項目	単位	M/P	F/S
計画目標年度		2025	2015
計画汚水量 Q <sub>1</sub> (日平均) (主要処理施設)	m <sup>3</sup> /d	22,201	18,250
計画汚水量 Q <sub>2</sub> (時間最大) (ポンプ、UV)	m <sup>3</sup> /d	42,970	35,322
敷地面積	m <sup>2</sup>	Approx. 60,000	
計画水質		BOD	SS
流入	mg/l	310	360
放流	mg/l	30	30

注) UV = Ultra Violet Radiation Equipment (紫外線消毒設備)

## 2) 一般条件の検証

計画汚水量設定に際し、調査団は数回現場を訪れ、以下を確認した：

- Zabadani は有名な観光スポットであり、汚水量の季節変動が大きい。
- 既設開渠・放流渠には常時ふんだんな汚水量がかなりの流速で流下しており、幹線底部の沈殿物堆積はないものと推測される。

調査団による汚水流量・水質調査によれば、流量 16,000 m<sup>3</sup>/日の際の BOD は 290 mg/l であった。表 FS1.2.5 を参照されたい。汚水量が計画汚水量を超過すると、汚水水質は計画汚水水質以下になる。

表 FS1.2.5 汚水量/汚水水質と汚水処理指標

項目	実測値	計画汚水量		備考
		Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	
Flow (m <sup>3</sup> /d)	16,000	22,201	42,970	Q <sub>1</sub> =Q <sub>DA</sub> , Q <sub>2</sub> =Q <sub>HM</sub>
BOD (mg/l)	290	310	160	
SS (mg/l)	272	360	186	
BOD-SS Loading of OD (kg-BOD/kg-SS·D)	0.043	0.040	0.041	Japanese standard 0.03 to 0.05 Metcalf & Eddy 0.04 to 0.1
Retention Time of OD (hr)	38	44	20	

注) 測定は調査団により 2007 年 11 月 11 日の午前 10:00 ~ 12:00 に行われた

汚濁負荷量が一定であると仮定すれば、時間最大汚水量 Q<sub>2</sub> (2.2・Q<sub>1</sub>) における BOD 濃度は 160 mg/l、BOD-SS 負荷は 0.041 (kg-BOD/kg-SS·D) と算出され、日本の設計指針及び Metcalf & Eddy により発行されている米国設計基準とも合致する。OD 反応タンク容量が BOD 負荷で決定されるのはこのためである。流入汚水量が変動しても処理場は安定した処理機能を維持できる。表 FS1.2.5 に示す一般条件が妥当であることが検証された。

## 3) 合流式汚水の処理

前述したように、汚水幹線においては常時豊富な流量が十分な流速で流下しているため、管渠・水路底の沈殿物堆積はないものと予測される。よって、発生汚水が計画汚水量を超過した場合、汚水水質は計画汚水水質以下になるものと考えられ、前項で記述したように、時間最大汚水量も適正に OD で処理できるのである。日本の経験では雨天時下水流入初期において高濃度の下水が流入するため、これを貯留し高級処理するのが一般的である。雨天時下水の挙動は、Hassakeh で 1 件確認されたのみであり、将来、適正な処理施設設計のため流量、水質のデータの蓄積が欠かせない。

## (2) 処理場用地確保状況及び悪臭対策

処理場用地は農業関連機関所有の公用地で、周囲は農地である。本用地は以下の優位点がある。

- 処理場用地は既存汚水幹線に隣接しているため、処理場に汚水を輸送する新規幹線延長が短くてすむ。



- 農地内にあるため、処理汚水の農業再利用が容易である。

Zabadani の将来に亘る観光スポットとしての持続的発展のため、処理場建設は不可欠であり、周辺環境維持のため、悪臭対策も必要である。悪臭対策の詳細については付属資料 1.1 を参照されたい。

### (3) 処理場用地の状況

Zabadani 処理場用地の敷地面積・地盤高を計測するため、平板測量を行った。前面道路標高と比べ、現在の処理場用地地盤高は低いため、前面道路ベース・ポイント標高を±0.000m とし、それより 0.5m 高い+0.500m を計画処理場地盤高とした。その他の用地状況については表 FS1.2.6 を参照されたい。

表 FS1.2.6 処理場用地状況

項 目	単 位	計測値	備 考
敷地面積	m <sup>2</sup>	60,000	
地盤高（現況）	m	- 1.000	
前面道路高	m	±0.000	Public road in front of STP
既存排水路水位	m	- 1.370	36m down stream from the road
地盤高（計画）	m	+0.500	

注) “Elevation” とは処理場用地前面公道に設定したベース・ポイント標高を基準にした「標高差」である。

### (4) 計画施設

計画施設の概要を表 FS1.2.7 に示す。

表 FS1.2.7 計画施設概要

施設名	マスタープラン	フィージビリティスタディ
沈砂池 (No.-W×L)	2-1.6m×8m	2-1.6m×8m
主ポンプ設備 (No.-D×power)	5-φ250mm×15kw	5-φ250mm×15kw
オキシデーションディッチ (No.-W×L×H)	10-5.5m×150.0m×5m	9-5.5m×150.0m×5m
最終沈殿池	8-φ18m	7-φ18m
消毒槽	3-1.5m×3.5m×0.8m	3-1.5m×3.5m×0.8m
重力濃縮槽	2-6.0m×6.0m	2-6.0m×6.0m
機械脱水設備	2-30m <sup>3</sup> /hr	2-30m <sup>3</sup> /hr

注) W = 幅, L = 長さ, D = 径, H = 高さ

## 2 建設計画及び調達計画

### 2.1 建設計画

#### (1) 工事内容

Zabadani プロジェクトは、計画目標年次をそれぞれ 2015 年（ステージ I：フィージビリティスタディ）、2025 年（ステージ II：マスタープラン）とする 2 つのステージにより段階的に整備される。ステージ I は緊急性を要する優先プロジェクトであり、2013 年からの供用開始が想定されている。

建設工事は、ステージ I 対象施設に対して実施される。

1) 処理場 (オキシデーションディッチ法)

ステージ I 対象施設を表 FS2.1.1 に示す。

表 FS2.1.1 処理場建設工事 対象施設

施設	Stage-I [2015] (18,250 m <sup>3</sup> /day)	Stage-II [2025] (22,200 m <sup>3</sup> /day)
場内ポンプ場 ポンプ口径 250mm	5/5 台	-
オキシデーションディッチ	9/10 池	1/10 池
最終沈殿池	7/8 池	1/8 池
消毒施設	1 式	-
汚泥濃縮施設	2/2 池	-
汚泥脱水設備	2/2 機	-

2) 幹線管渠

管径 800mm (HDPE), 延長 100 m

(2) 建設工程

ステージ I における処理場並びに幹線管渠工事は 2010~2012 年の 3 年間で実施される。建設工程を表 FS2.1.2 に示す。

表 FS2.1.2 建設工程 (ステージ I)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1. 予備建設段階	←————→							
1) プロジェクト準備	●●●●●							
2) 建設準備 (D/D, PQ, Tender)		●●●●●●●						
2. 建設段階			←————→					
1) 土木・建築工事								
a. 準備工			●●					
b. 既存施設撤去			●●					
c. 構造物築造 (処理場)			●●●●●●●●●●					
d. 幹線管渠					●●●●			
2) 機械・電気工事								
a. 承認図作成、工場製作				●●●●●●				
b. 据付け					●●●			
3) 試運転、引渡し					●●			
3. 維持管理段階						————→		

2.2 調達計画

(1) 処理場用地

処理場建設予定地は農業省が所有しているが (現在は防衛省が一部使用)、既に用地取得に関する関係省庁間での協議・調整が行われているため、用地取得に大きな障害はないと考えられる。

## (2) 建設資材及び設備

建設工事に係る資材、原則としてシリア内で調達することが望ましい。しかし、設計要求品質を満たすことができないものや、供給量における信頼性が低いもの等は国外からの調達となる。

建設資材及び設備に関する調達区分を表 FS2.2.1 に示す。

表 FS2.2.1 建設資材及び設備に関する調達区分

項 目	資材 / 設備	国外調達	国内（シリア）調達
(1) 土木工事	作業員		○
	砂利、碎石		○
	コンクリート		○
	型枠		○
	鉄筋	○	
(2) 管材	塩化ビニル管（PVC） ポリエチレン管（HDPE）		○
(3) 機械・電気設備工事	ポンプ、エアレーション装置、 汚泥掻寄せ機、脱水機 等	○	
(4) 建設機械			○
(5) 建築工事	ブロック		○
	内外装材		○

## 3 事業運営計画

### 3.1 下水道セクターにおける組織強化

#### 3.1.1 現況

Damascus 郊外県上下水道公社の業務は、県下の適正な上下水道サービスの提供であり、既存の施設の維持管理以外に、新しいプロジェクトの計画、実施、運転にも関与する。

Damascus 郊外県の下水道公社は、現在設立準備中である。

#### 3.1.2 組織体制（案）

プロジェクトの実施及び維持管理のための組織体制（案）の概要を以下に示す。

##### (1) プロジェクト実施段階（プロジェクト準備、建設準備、建設段階）

プロジェクト実施に当たり、PMU（プロジェクト・マネージメントユニット）が関連部局により上下水道公社の組織下に設立され、PMU は主要なプロジェクトの実施に関して責任を負う。

プロジェクト実施に際し、選定されたコンサルタントは PMU をサポートする。

また、プロジェクトの円滑な実施のためにステアリングコミティーも設置される。

##### (2) プロジェクト運営段階

プロジェクト運営段階においては、施設は下水道公社によって維持管理される。

### 3.1.3 維持管理体制（案）

施設の維持管理のために、下水道公社内にオペレーションセンターを設置する。

オペレーションセンターは、管渠部門及び処理場部門から構成され、GIS 部門と連携する。

なお、下水道サービスエリアの拡張にあわせ、将来的には下水道公社の組織下に、各地区に対応したオペレーションセンターを設置していくことが望ましい。

## 3.2 下水道セクター職員のキャパシティ・ディベロップメント

### 3.2.1 キャパシティ・ディベロップメントの必要性

上下水道分野で求められている組織改革には職員レベルにおける十分な能力が不可欠である。一方、プロジェクトの実施並びに維持管理は上下水道公社の組織下に設置される予定の PMU 及び下水道公社が行うこととなっているが、新たに設置される PMU 及び下水道公社の職員の多くは、経験の浅い人材の新規採用となることが予想され職員の人材育成は急務の課題である。

人材育成プログラムの実施に先立ち、現状と目標のギャップを明確にするため、トレーニングニーズアセスメントを実施することが重要である。

能力開発プログラム（案）の提案にあたっては、既存の Damascus 市下水道公社（DSDC）を現状評価の基準とした。

### 3.2.2 能力開発プログラム（案）

能力開発プログラム（案）は、PMU 及び下水道公社の職員を対象に、下水道事業に係る計画、維持管理並びに運営能力の向上を目的とするもので、施設建設完了までに実施されなければならない。

トレーニングニーズアセスメントに基づき、OJT と並行した各種講義及び研修並びにモニタリング/評価が各分野の専門家により実施される。

プログラムの主な内容は、プロジェクト管理一般、下水道事業管理、下水道施設管理、データベース/GIS、環境管理 である。

## 3.3 施設維持管理ガイドライン

下水道の維持管理は、適切な維持管理なしに下水道の目的は果たし難いのであり、下水道そのものの存在価値を揺るがすことにもなる。

施設を適正に維持管理していくためには、下水道施設の維持管理に関する指針、基準類の整備が不可欠である。

ここでは主として、技術的側面に視点を置いた施設の維持管理上のポイントについて記述した。

図 FS3.3.1、FS3.3.2 に管渠及びポンプ場/処理場の維持管理フローを示す。

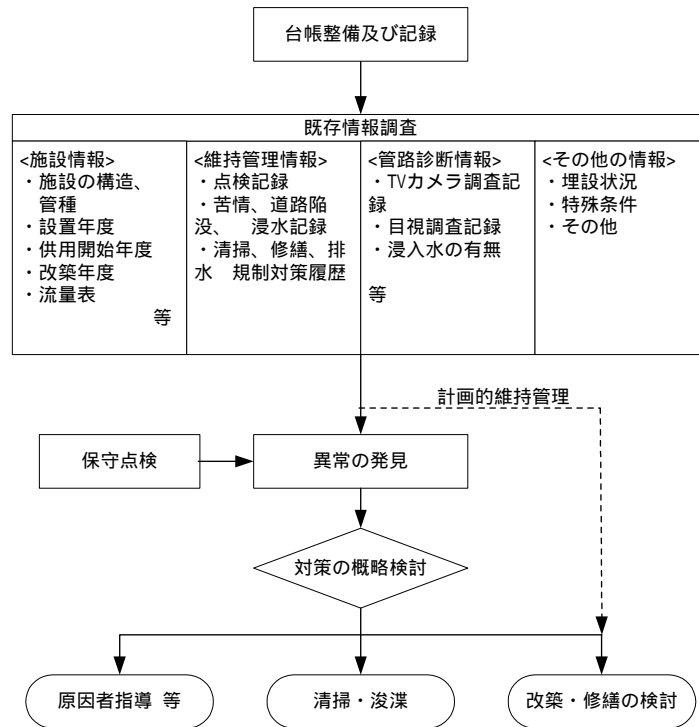


図 FS3.3.1 管渠の維持管理フロー

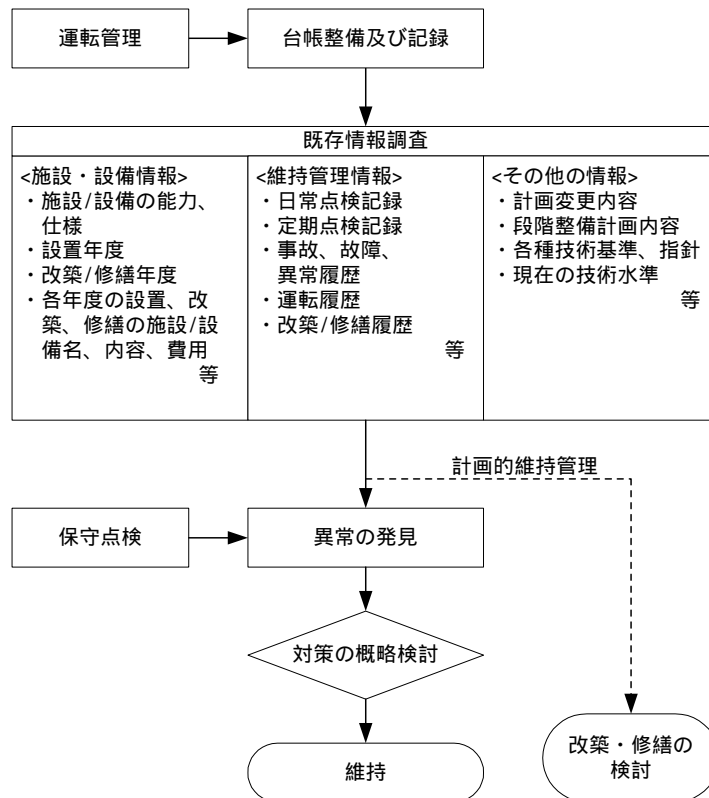


図 FS3.3.2 ポンプ場/処理場の維持管理フロー

### 3.4 広報活動

#### 3.4.1 広報・広聴の必要性

下水道事業は、他事業にも増して住民との信頼関係に立脚して事業運営を行っていく必要がある。

広報・広聴活動は、「下水道の役割と効果」、「下水道整備計画」、「下水道財政の仕組み」などについて、広く住民の理解を求め、下水道事業への支持を得るうえにおいて必要な活動と位置づけられる。

表 FS3.4.1 に下水道整備の各段階における広報・広聴計画の例を示す。

表 FS3.4.1 広報・広聴活動計画（案）

段階	広報・広聴の目的	広報・広聴の対象	広報・広聴の具定例	
			活用する手法	内容
構想	下水道整備の機運の高揚	・一般住民	・報道 ・先進地域視察 ・講演会 ・広報誌 ・ホームページ	・下水道の必要性の理解及び計画の具体化に向け機運を高める広報 ・財政負担増加について説明 ・下水道全般の要望を広聴
計画	下水道の理解の徹底	・一般住民 ・児童	・報道 ・先進地域視察 ・講演会 ・広報誌 ・ホームページ ・学校での授業	上記のほか、 ・下水道の整備効果の広報
	下水道計画の周知	・一般住民 ・関係住民（特に処理場所在地の住民）	・報道 ・先進地域視察 ・説明会 ・講演会 ・広報誌 ・ホームページ ・パンフレット	上記のほか、 ・下水道の経済性、処理場用地の選定理由等について説明 ・計画について住民の要望を広聴
	受益者負担金の周知	・一般住民	・報道 ・説明会 ・講演会 ・戸別訪問 ・広報誌 ・ホームページ ・パンフレット	上記のほか、 ・下水道の整備に伴う環境改善、利便性や快適性の増大、資産価値の増加等に基づく受益者負担金の必要性を広報 ・阻害要因の事情の広聴と対策の立案
建設	工事への協力要請	・工事現場付近の住民	・広報誌 ・工事説明会 ・ホームページ ・パンフレット ・工事看板	・工事内容の理解と工事の円滑な推進を図るための広報（工事概要、苦情等の処理体制） ・供用開始時期等の周知と下水道への理解 ・工事に関する要望を広聴
	供用開始の時期の周知	・処理区域内の住民及び事業所	・報道 ・説明会 ・広報誌 ・ホームページ ・パンフレット	・排水設備設置の周知 ・早期水洗化への勧奨広報 ・阻害要因の事情の広聴と対策の立案
維持管理	水洗化の促進	・処理区域内の住民及び事業所	・説明会 ・戸別訪問 ・ホームページ ・パンフレット	・排水設備設置の周知 ・早期水洗化への勧奨広報 ・阻害要因の事情の広聴と対策の立案
	正しい利用方法の周知	・処理区域内の住民及び事業所 ・児童	・報道 ・処理場見学会（児童も含む） ・広報誌 ・ホームページ ・パンフレット	・除害施設の設置、台所から油類を流さないなど、正しい下水道の使い方を広報
	改築・更新	・処理区域内の住民及び事業所		・施設の老朽化などに対する改築/更新の必要性を広報

## 4 事業費及び事業実施スケジュール

### 4.1 事業費（ステージ1:2015）

Zabadani プロジェクトの事業費（ステージ1：計画目標年次2015）の概要を表 FS4.1.1 に示す。

## 対象施設

処理場： Q=18,250 m<sup>3</sup>/日（オキシレーションディッチ法）

管渠： 口径 800mm 延長 100 m

表 FS4.1.1 Zabadani プロジェクト事業費

項目	外貨	内貨	合計(10 <sup>3</sup> SP)
<b>建設費</b>			
1) 処理場	234,208	270,735	504,944
2) 管渠		1,250	1,250
建設費計	<b>234,208</b>	<b>271,985</b>	<b>506,194</b>
<b>用地費</b>	-	-	
設計/施工監理費	45,557	5,062	50,619
事務管理費	-	25,310	25,310
組織整備費	-	15,186	15,186
物理的予備費	23,421	27,199	50,619
小計	<b>68,978</b>	<b>72,756</b>	<b>141,734</b>
価格予備費	65,971	57,080	123,050
合計（価格予備費を除く）	<b>303,186</b>	<b>344,741</b>	<b>647,928</b>
合計	<b>369,157</b>	<b>401,821</b>	<b>770,978</b>

## 4.2 事業実施スケジュール

ステージ 1（計画目標年次：2015 年）における事業実施スケジュールを以下にまとめる。

## プロジェクト準備ステージ

2008 : プロジェクト準備（予算確保、コンサルタント選定 等）

2009 : 建設準備（詳細設計、入札事前審査、入札 等）

## 建設ステージ

2010-2012 : 処理場建設

2012 : 管渠敷設

## 維持管理ステージ

2013~ : 供用開始

表 FS4.2.1 事業実施スケジュール

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>プロジェクト準備ステージ</b>	←→							
プロジェクト準備	▨ (予算確保、コンサルタント選定)							
建設準備		▨ (詳細設計、入札事前審査、入札)						
<b>建設ステージ</b>			←→					
処理場			▬					
管渠					▬			
<b>維持管理ステージ</b>						▨ →		



## 5 経済財務分析

### 5.1 経済分析

#### 5.1.1 経済分析の方法論

フィージービリティストアディ(F/S)における下水道プロジェクトは公共の福祉に貢献することを目的として計画される。下水道事業は地域社会に様々な社会経済的便益をもたらすが、事業の収益性はその事業使命という観点から非常に考慮しづらい。従って主として経済的内部収益率 (EIRR) を用いて事業の正当性を検討するものとする。

#### 5.1.2 経済的成本

経済的成本としては、(1)F/S プロジェクトコストから税金相当分を差し引かれた資本費と、(2)プロジェクトライフ全期間における O&M コストの増加分により構成される。

#### 5.1.3 経済的便益

数多くの経済的便益を数値化する努力を行った結果、(1)観光の振興、(2)生産時間の損失に伴うコスト減少に関連する健康便益、(3)医療費の減少に関する健康便益、(4)処理水の再利用、(5)下水汚泥の肥料としての再利用の 5 項目について EIRR の算定に経済的便益として考慮した。下水処理、処分の改善に伴う潜在的便益は、これ以外にも数多くあり、特に経済的便益に関しては数値化が試みられているものの、多くのものはまだ定量化ができていない。

#### 5.1.4 EIRR の算定結果

上述した前提条件のもと、F/S プロジェクトの EIRR の算定結果は 12.9%となった。従って、F/S プロジェクトは経済的側面からフィージブルといえる。

### 5.2 財務分析

#### 5.2.1 財務分析の目的と前提条件

どのようなプロジェクトであれ、財務分析の目的はそのプロジェクトが財務的に実現可能であることを確認することである。財務計画においては、プロジェクトへの必要融資額及び可能な財源を決定することになる。

F/S プロジェクトに対しては異なるシナリオを幾つか設定し、財務モデルを作成して検討した。

#### 5.2.2 支払い可能額評価

F/S 対象地域における下水料金の支払可能額は、社会調査と最新の料金表(2007年11月)

に基づいて検討した。

F/S対象地域における平均世帯は、理論的には上下水道料金は世帯収入の0.56%しか占めていない。従って、上下水道料金は家計の4-5%を限界としていることを考慮すれば、現在の料金は支払い可能といえる。また、料金値上げの可能性に対して、まだ相当な余裕がある。

### 5.2.3 支払い意思

下水道サービスに対する支払い意思額は、社会調査結果に基づいて分析した。回答者のほとんどは、F/S対象地域の下水道施設は改善されるべきであると考えている。支払い意思の観点からも、現状料金の値上げに対しては十分な柔軟性をもって対応できる。

### 5.2.4 異なるシナリオのもとでの財務分析結果

以下の4つの異なるシナリオの下で財務モデルを用いて料金検討を行った。

- 1) ベースラインシナリオ
- 2) 維持管理費を回収するシナリオ
- 3) 資本費の50%を回収するシナリオ
- 4) 財務的にフィージブルなシナリオ

上記について検討した結果、維持管理費を回収するシナリオが推奨された。

### 5.2.5 提案する F/S プロジェクトの財務計画の概要

提案する F/S プロジェクトの財務計画では、全ての資本費と発生する利子は RDAWSSA/下水道公社に無償供与されるべきであるとしている。同時に、F/S プロジェクトを健全に財務管理するためには、下水道プロジェクトによって得られる収入（下水料金）で維持管理費がカバーされなければならない。このため、下水道料金をそれができる適切なレベルにまで引き上げなければならない。

## 6 環境社会配慮及び EIA レベル調査

### 6.1 環境社会配慮

第3回ステークホルダー協議の開催に当たって、MHC との協議の上、出来るだけ幅広いステークホルダーを選定した。また、ステークホルダー協議においては、活発な議論及び協議を行なわれた。第3回ステークホルダー協議の内容は表 FS6.1.1 に示す。

表FS6.1.1 ステークホルダー協議内容

項目	内容
時期	2007年11月20日
開催地	Bloudan Grand Hotel, Bloudan City, Rural Damascus Governorate
参加者	中央省庁及び地方自治体政府(MHC, GCEA, governorates, DFEAs 等) や地域住民及び住民代表、NGO、メディア等 人数:61人
協議内容	1) F/S 結果説明 2) Pre-EIA レベル調査結果の説明及び協議
主な質問	1) 人口予測(特に夏季の観光人口増加) 2) 下水処理場候補地の選定理由 3) 下水処理方法、汚泥処分方法等 4) 下水処理場から臭気問題とその対策

## 6.2 Pre-EIA レベル調査結果

IEE レベル調査結果に基づき、F/S 調査地域(Zabadani)を対象とするPre-EIA レベル調査を行った。主な影響項目及びその評価は表FS6.2.1に示す。

表FS6.2.1 Pre-EIAレベル調査結果(F/S対象エリア)

No.	環境項目	評価		根拠
		実施しない場合	実施する場合	
1	住民移転	D	D	下水処理場予定地は現在軍の施設(4つの建物がある)として使用されているため、住民移転が発生しない。
2	地域経済/土地所有権	D	D	下水処理場予定地(5.5ヘクタール)は農業省所有の公用地である。土地所有権の転換(私用から公用へ)が発生しない。
3	交通	D	C	処理場予定地は主要道路に隣接しているが、交通量は約100台/時間/2車線程度で、低いレベルである。更に交通へのインパクトは一時的(工事中)であり、工事中に各種対策を行うようしているため、交通への影響は小さいと考えられる。
4	文化遺産	D	D	遺跡・文化財は報告されていない。
5	水利用及び水利権	D	D	処理場は既存下水放流口に隣接している。従って、下水の再利用への影響はほとんどないと考えられる。
6	水質汚濁	A	D	下水放流先の水質は改善される。また、下水汚泥は農地利用する予定であるため、地下水への影響はほとんどないと考えられる。
7	土壌汚染	D	C	処理場周辺の土壌及び既存下水処理場の汚泥の分析結果(英文報告書 Volume III, Supporting Report, Part II, Feasibility Study, Appendix for Chapter 6 参照) 重金属濃度はシリアの土壌環境基準及び汚泥排出基準と比べ、かなり低いレベルであることが分かった。また、窒素、りん等肥料成分を含有するため、農地利用を提案した。但し、施設供与後、汚泥及び土壌の重金属濃度を監視するモニタリングシステムが必要である。
8	廃棄物	D	D	下水汚泥量は17.2 m <sup>3</sup> /日で、少ない。また、農地還元として再利用されるため、環境への影響はほとんどないと考えられる。
9	騒音・振動	D	C	建設予定地周辺に住居地が存在し、現在の騒音レベルは45 dB(A)~69 dB(A)である。処理場の建設工事中は、その住居地における騒音予測値は62 dB(A)~72 dB(A)となり、シリアの騒音基準(55 dB(A))を若干超えることが予測される(Appendix for Chapter 6 参照)。しかし、工事中に各種騒音対策を提案しているため、住居地への影響は少ないと考えられる。

表FS6.2.1 Pre-EIAレベル調査結果（F/S対象エリア）

No.	環境項目	評価		根拠
		実施しない場合	実施する場合	
10	悪臭	C	C	本事業における悪臭の削減のため、OD及び汚泥機械脱水プロセスの導入を計画されており、悪臭は大きく改善される。また、他の緩和策（緑地帯や緩衝地帯等）も提案した。更に処理場予定地から一番近い民家（4件）は約100m離れており、また、処理場予定地周辺において集落的な住居地がないため（2km先）悪臭の影響は少ないと考えられる。

注： A：重大なインパクト  
C：軽いインパクト

B：ある程度のインパクト  
D：無視できる程度のインパクト

結論として、工事期間中及び建設後、上記の提案した対策を講じることにより、本事業による環境への影響は、最小限になると考えられる。

## 7 プロジェクト実施計画の立案

### 7.1 下水道プロジェクトの予算配分手順

下水道プロジェクトの予算配分に関する手続きは次のようなステップを踏む。(1) MHCの技術部はプロジェクトのニーズと計画案を作成し、経験と技術的検討に基づいて予算を見積もる。この計画案はMHCの計画部に送付される。(2) 計画部はこの計画案をレビューし、省の年度計画に組み込む。組み込まれた計画案は国家計画省（SPC）と財務省に承認を取るため送付される。(3) SPCはこの計画案を必要に応じて修正し、国家計画評議会へ承認を取るために送付される。(4) 国家計画評議会はこの計画を受け取ってレビューし、承認の決定がなされる。決定された計画は実施に向けてMHCに送り戻される。

### 7.2 シリアにおけるプロジェクトのための外部資金（グラント及びローン）の調達

外部資金の調達が予定される場合、通常次の手続きが取られる。(1) SPCはMHCに対して外部の資金を用いて実施できるプロジェクトを決定するように通知する。MHCはSPCに適用可能な優先度が高いプロジェクトを知らせる。(2) SPCは有望な融資機関に資格のあるプロジェクトへの資金協力可能性（グラント、ローン）を問い合わせる。(3) 関心ある融資/援助機関はMHCを訪問し、これらプロジェクトについて協議する。(4) 融資/援助機関はプロジェクトを選び、プロジェクトへの融資に対する要望、同意、準備を記述した文書をSPCへ送付する。(5) MHCは援助/金融機関へプロジェクトの詳細情報（目標とコンセプト、一般情報、シリア政府の戦略と方針、技術情報、財務情報を含む）を提供する。(6) SPCは選定された援助/融資期間とローンの条件の交渉を行う。(7) ローン・アグリーメントが締結され、プロジェクトの評議会がサインして大統領令として発布される。

### 7.3 入札評価

SPCにより必要な資金が配分されるとプロジェクトの詳細が公示される。実施機関（省）は入札評価委員会、開札委員会、技術委員会、財務委員会を結成する。これらの委員会は技術的、財務的観点から入札評価を行い、契約業者を決定する。

資金調達からプロジェクト開始までの手続きに要する時間は最短でも1年以上を要する。

## 8 提言及びシリア側が実施すべき作業内容

### 8.1 下水道システム

#### 8.1.1 既存施設改善及び更新

主に都市部において多数の下水道施設が建設されてきたが、既存下水道施設を今後適正に管理運営していくためには、特に下記事項に留意していく必要がある。

- (1) 管渠施設の老朽化
- (2) 処理場の非効率的な運転
- (3) 機械・電気設備が未設置であるポンプ場、処理場への設備設置

#### 8.1.2 資産データ・運転・維持管理記録の管理及び活用

下水道プロジェクト実施・完成施設の運転・維持管理を適正に実施していくためには、データ管理システム改善が必要不可欠である。こうしたデータの蓄積は、既存施設位置が明確に図示されているため、新規開発下水道施設の優先順位付けに極めて有用であり、また建設年も図示されるため、老朽施設も探し易く、更新計画立案にも役立つことができる。

シリア内でも既に活用され始めている GIS システムを活用した、下水道データベースのイメージを図 FS8.1.1 に示す。

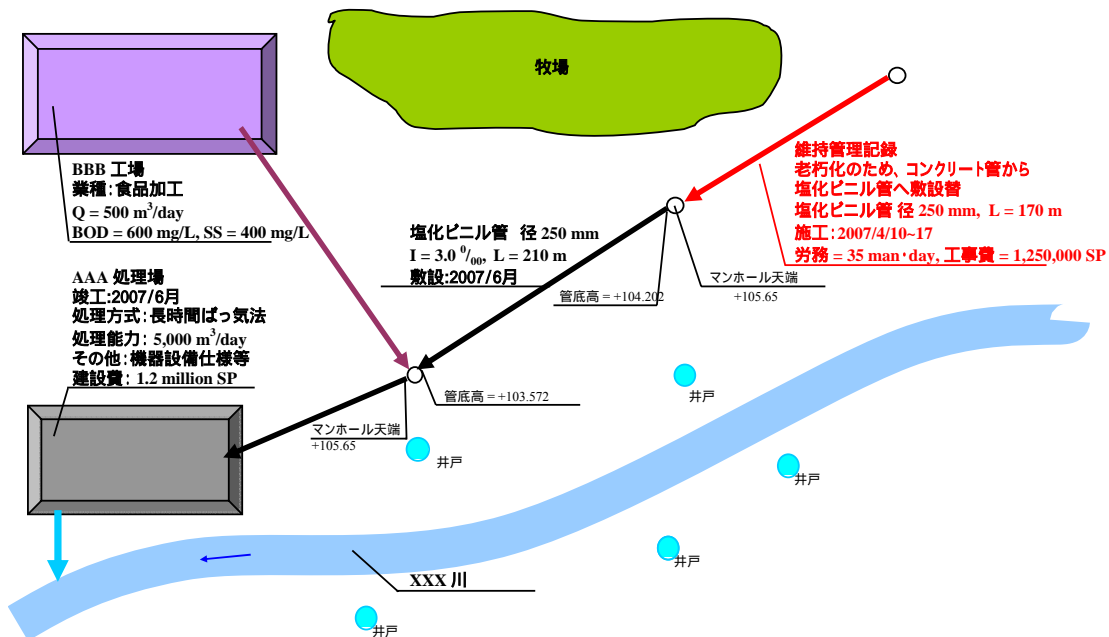


図 FS8.1.1 下水道システムデータベースとしての GIS 図面イメージ

### 8.1.3 環境及び水質モニタリング

現在の複数関連省間の断片化・重複した行政管轄区分が、下水道プロジェクト実施を極めて非効率にしている。

JICA 支援による「全国環境モニタリング能力強化計画プロジェクト」の進捗により、地方行政・環境省傘下の全国 14 県の環境総局に水質試験室が完成しており、今後、上水・下水道サービスが住宅・建設省に一本化されるように、環境・水質モニタリング業務は地方行政・環境省に集約されるべきである。

水質モニタリングにおいても GIS システムは極めて有用であるため、住宅・建設省は地方行政・環境省と本システム情報を共有化していくことが望ましい。こうした、省間協力、データ共有は、円滑かつ効率的プロジェクト実施には不可欠である。

### 8.1.4 最適技術の導入

シリアでは現在さまざまな処理方式による 13 箇所の公共下水処理場がある。これらの処理効率を比較すると、機械装置を用いた長時間エアレーション法・標準活性汚泥法といった一般的生物処理場の殆どが低効率となっている。こうした処理施設を適正に運営管理していくために、技術者の育成等を推進していくことも重要であるが、一方で複雑な運転・維持管理技術を必要としない「小規模下水道施設」の採用も検討していくことが重要である。

Wet Land 方式等の「小規模下水道施設」は、大規模集約型下水道施設に比べ、遥かに短期間で、また安価な予算で建設可能である。処理汚水が発生源近くで処理されるので、処理水再利用の見地からも有利である。

今後の下水道施設整備においては、こうした小規模下水道施設も選択肢の 1 つであることを認識し、条件に応じて柔軟に対応していくことが重要である。

## 8.2 制度面における開発

維持管理計画の制度面における分析結果より、以下の点が提言される。

- F/S プロジェクトを実施するために RDAWSSA の下に PMU を設置すること。
- RDAWSSA の下に下水道公社を実用的に立ち上げるため、プロジェクト完了後 Zabadani・オペレーションセンターを設置し、維持管理に当たる。
- F/S プロジェクトに組織開発コンポーネントを入れ、PMU や RDAWSSA、下水道公社の能力強化を図る。その際、他のあらゆる技術協力プログラムを利用してスタッフの能力強化を図る。

## 8.3 財務マネジメント

F/S プロジェクトの財務分析結果により、以下の事項が提言される。

- RDAWSSA 及び下水道公社において、現代的な財務マネジメントシステムを実施す

- ること。
- F/S プロジェクトの財務コストを含む資本費はシリア政府若しくは他のドナーが RDAWSSA/ 下水道公社に無償供与すべきである。
  - 将来にわたり、プロジェクトの財務的持続性を確保するために下水道料金収入による維持管理費の回収を目標に設定すべきである。
  - 維持管理費を 100%回収するために、現在の下水道料金は固定分を含め約 2.4 SP/m<sup>3</sup> に上げる必要がある。
  - 料金は地域別に設定することが助言される。
  - 維持管理費の100%回収が達成されれば、次はより高いレベルを目標としなければならない。
  - 料金は物価上昇を勘案して定期的に見直されるべきである。
  - 非家庭用使用者から家庭用使用者へのクロス・サブシディ（内部補助金）を継続して実施すべきである。水道収入から下水道へのクロス・サブシディ（内部補助金）についても、将来的には考慮され得る。