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 2 編:メインレポート】

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

> 環境 JR 08-005

# < 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

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)

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 : サポーティング・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 III 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。

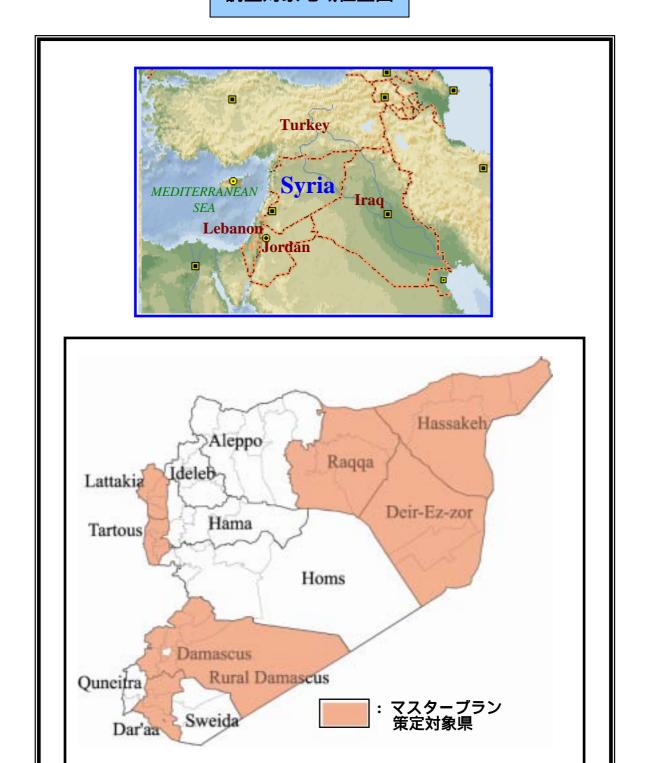
ここに、調査を進めるにあたり、貴重な御助言と御指導を賜りました貴機構、日本国政府外務省、国土交通省及びその他の機関の関係各位に対し、深甚なる感謝の意を表すとともに、調査期間中、特段の御協力を頂いたシリア・アラブ共和国政府住宅・建設省、その他の関係機関及び日本大使館に対し、深く御礼を申し上げます。

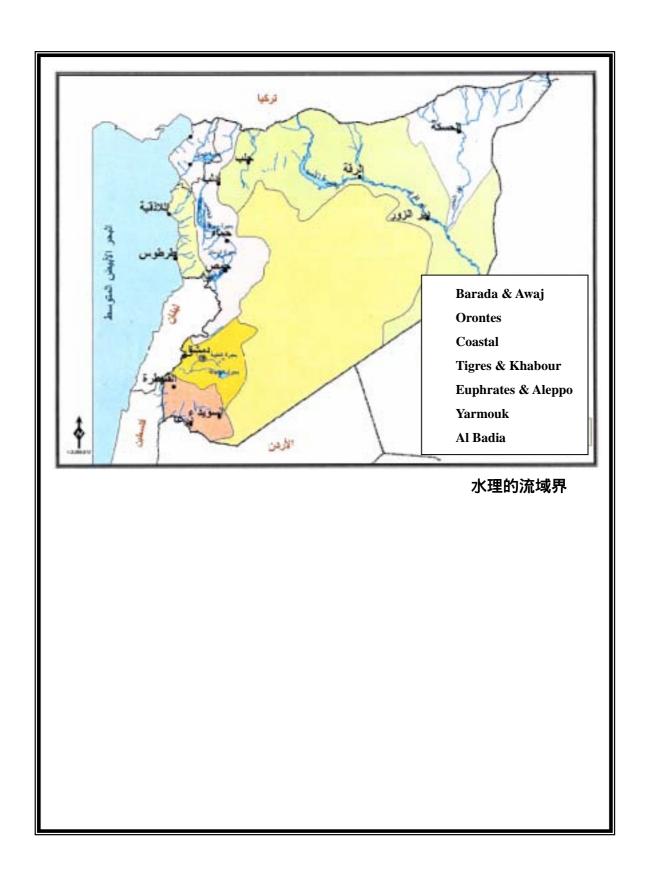
貴機構におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されること を切望する次第です。

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2編:メインレポート

# <u>目 次</u>

位置図 目 次 図表リスト 略語リスト

# PART I: マスタープラン

1 調査の背景	M1-1
2 調査の目的及び調査対象地域の概要	
2.1 調査の目的	M2-1
2.2 調査対象地域	M2-1
2.3 調査対象地域の概要	M2-2
2.3.1 気象及び地勢状況	M2-2
2.3.2 社会経済状況	M2-6
3 シリアにおける水質汚濁対策の現状	
3.1 水源保全及び水質汚濁対策の国家政策	M3-1
3.1.1 第 10 次社会経済開発五ヵ年計画	M3-1
3.1.2 国家環境行動計画(National Environme	ental Action Plan: NEAP)M3-1
3.1.3 海洋環境の保全	M3-4
3.2 制度的枠組み	M3-4
3.2.1 水質汚濁防止関連行政の概要	M3-4
3.2.2 地方行政・環境省(MLAE)	M3-5
3.2.3 灌溉省(MOI)	M3-6
3.3 法令上の枠組み	M3-6

3.3.1 環境法 法 No. 50, 2002	M3-6
3.3.2 水質汚濁防止と汚水処理に関する規制・基準	M3-7
3.3.3 既存の法令についての所見	M3-14
3.4 公共水域における水質汚濁の現状	M3-15
3.4.1 水理的流域における自然的条件の特徴	M3-15
3.4.2 水源	M3-17
3.4.3 公共用水域の水質状況	M3-19
3.4.4 主要水質汚濁源	M3-29
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	M4-1
4.2 下水道セクターの組織	M4-3
4.2.1 住宅・建設省(MHC)	M4-3
4.2.2 上下水道公社(Establishment)	M4-5
4.2.3 下水道公社(Company)	M4-6
4.2.4 他の関連機関	M4-7
4.3 下水道セクターの課題	M4-8
4.4 他のドナーが実施しているセクター改革プロジョ	: クトM4-10
4.5 JICA 調査団の所見	M4-13
5 既存下水道施設の現況	
5.1 下水道セクター、既存下水道計画・下水道施設の	
5.1.1 下水道セクターの現状	
5.1.2 既存下水道計画・下水道施設の現状	
5.1.3 Regional Plan 概要	
5.2 既存下水道施設・下水道計画の現状及び主要な問	
5.2.1 Lattakia 県	
5.2.2 Tartous 県	
5.2.3 Deir-Ez-zor 県	
5.2.4 Hassakeh 県	
5.2.5 Raqqa 県	
5.2.6 Dar'aa 県	M5-16
5.2.7 Damascus 郊外県	M5-18
5.2.8 Aleppo 県	M5-24
5.2.9 Hama 県	M5-27
5.2.10 Homs 県	M5-29
5.2.11 Idleb 県	M5-32
5.2.12 Sweida 県	M5-34
5.2.13 Qunetra 県	M5-36
5.2.14 Damasous 旦	M5 38

6	下水道セクターへの投資計画と財務状況	
	6.1 10 次 5 ヵ年計画における下水道投資	M6-1
	6.1.1 県毎・プロジェクトタイプ毎の下水道部門への投資	M6-1
	6.1.2 2006 年の投資計画の達成度と 2007 年以降の見通し	M6-6
	6.2 下水道事業の予算	M6-7
	6.2.1 予算の作成と承認システム	M6-7
	6.2.2 上下水道への投資予算	M6-8
	6.2.3 下水道投資予算	M6-9
	6.3 公社の財務状況	M6-9
	6.3.1 現在の料金体系と料金レベル	
	6.3.2 公共公社の財務状況	
	6.4 財務改革計画への現時点での提言	
	6.4.1 実施中の財政改革プロセス	M6-11
	6.4.2 経済財務分析へ向けた提言	M6-12
7	下水道整備計画の基本諸元	
	7.1 計画策定における基本方針	
	7.2 人口予測	M7-1
	7.2.1 最初に	
	7.2.2 人口データ	
	7.2.3 推計方法	M7-2
	7.2.4 人口推定	
	7.2.5 回帰分析による検証	
	7.3 土地利用計画	
	7.4 汚水水量と汚水水質	
	7.4.1 一般家庭汚水	M7-8
	7.4.2 下水の水質	M7-13
8	開発戦略に関する提言	
	8.1 背景及び戦略展開の枠組み	
	8.2 水質汚濁対策の戦略展開のための基本的条件	
	8.2.1 解析する河川流域の設定	
	8.2.2 対象水域の水質目標	
	8.3 提案する水質汚濁対策開発戦略	
	8.3.1 戦略展開のメソドロジー	
	8.3.2 水質汚濁機構のモデリング	
	8.3.3 河川及び海域の現況水質汚濁解析	
	8.3.4 河川及び海域の将来水質汚濁解析	
	8.3.5 地下水の水質汚濁解析	
	8.3.6 結論	M8-37

8.4 提言	M8-38
8.4.1 水質汚濁対策の戦略	M8-38
8.4.2 下水道セクターの能力開発に関する提言	M8-39
8.4.3 その他の対策に関する提言	M8-41
8.5 問題のある工場廃水の処理に関する提案	M8-45
9 下水道整備計画マスタープランの策定	
9.1 マスタープランの基本条件	M9-1
9.1.1 計画目標年次	M9-1
9.1.2 衛生システム・施設	M9-1
9.1.3 汚水収集システム	M9-2
9.1.4 計画下水水量・下水水質のまとめ	M9-3
9.1.5 下水処理方式	M9-4
9.2 下水道施設の設計諸元	M9-17
9.2.1 下水管網	M9-17
9.2.2 ポンプ場	M9-19
9.2.3 下水処理場	M9-20
9.2.4 諸外国の設計基準	M9-21
9.3 マスタープラン優先地区の選定	
9.3.1 Lattakia 県	M9-28
9.3.2 Tartous 県	M9-28
9.3.3 Deir-Ez-zor 県	M9-29
9.3.4 Hassakeh 県	M9-30
9.3.5 Raqqa 県	M9-31
9.3.6 Dar'aa 県	M9-31
9.3.7 Damascus 郊外県	M9-31
9.4 7 県の下水道マクロプラン	M9-32
9.4.1 準備作業	M9-32
9.4.2 下水道マクロプラン	M9-33
9.5 7 県の下水道マスタープラン	M9-58
9.5.1 Slunfeh	M9-59
9.5.2 Banias	M9-66
9.5.3 Mayadin	M9-73
9.5.4 Malkieh	M9-80
9.5.5 Thawra	M9-85
9.5.6 Muzerib	M9-91
9.5.7 Zabadani	M9-99
9.6 計画下水道施設の概要	M9-107
9.6.1 計画下水道施設	
9.6.2 処理方式と主要な放流基準	M9-108

9.6.3 計画諸元と主要施設	M9-108
9.6.4 下水道基本計画図	M9-110
9.7 オンサイト施設と分散型下水道施設マスタープラン	M9-126
10 概算事業費及び事業実施計画	
10.1 概算事業費の積算条件	M10-1
10.1.1 積算項目	M10-1
10.1.2 積算条件	M10-1
10.1.3 積算方法	M10-1
10.2 プロジェクト費用の算出	M10-2
10.3 維持管理費用	M10-6
10.4 事業実施スケジュール	M10-7
10.5 組織及び運営計画	M10-15
10.5.1 概況	M10-15
10.5.2 事業実施及び維持管理体制	M10-15
10.5.3 対象 7 県における下水道事業運営計画	M10-17
10.5.4 提言	M10-20
10.6 援助プログラム適用に関する提言	M10-20
10.6.1 技術協力の必要性	M10-20
10.6.2 技術支援プログラム(案)	M10-22
l1 経済財務分析	
11.1 経済分析の方法論	M11-1
11.1.1 序論	M11-1
11.1.2 経済分析における全般的な前提条件	M11-1
11.1.3 観光の振興による経済便益	M11-1
11.1.4 健康に関する経済便益	M11-2
11.1.5 処理水再利用の経済便益	M11-3
11.1.6 下水汚泥を肥料として再利用することの経済便益	M11-3
11.1.7 定量化していない経済便益	M11-4
11.2 マスタープランの経済分析結果	M11-4
11.2.1 EIRR の算定結果	M11-4
11.2.2 経済分析の結論	M11-4
11.3 マスタープランプロジェクトの財務分析の概要	M11-5
11.3.1 財務分析の目的と前提条件	M11-5
11.3.2 維持管理費のコストリカバリー	M11-6
11.3.3 下水道プロジェクトの財務計画の概要	M11-6
11.3.4 財務計画から得られた知見	M11-7

12 小都市・村落下水道データベースの策定	
12.1 各省庁における GIS の利用状況	M12-1
12.2 小都市・村落下水道データベースの策定(現地再委託)	M12-2
12.2.1 GIS ソフトウェアの選定及び購入計画	M12-2
12.2.2 基本地図データの選定	M12-3
12.2.3 データベースの策定	M12-4
12.2.4 下水道データベース	M12-7
12.3 GIS 研修	M12-19
12.3.1 初級編	M12-19
12.3.2 応用編	
12.4 GIS を利用した下水道データベースの活用	M12-28
12.5 今後の提言	M12-29
13 環境社会配慮及び IEE レベル調査	
13.1 環境社会配慮	
13.2 スコーピングの検討	
13.3 IEE レベル調査結果	
13.3.1 Slunfeh 下水道 M/P の IEE レベル調査	
13.3.2 Banias 下水道 M/P の IEE レベル調査	
13.3.3 Mayadin 下水道 M/P の IEE レベル調査	
13.3.4 Malkieh 下水道 M/P の IEE レベル調査	
13.3.5 Thawra 下水道 M/P の IEE レベル調査	
13.3.6 Muzerib 下水道 M/P の IEE レベル調査	
13.3.7 Zabadani 下水道 M/P の IEE レベル調査	M13-14
14 マスタープランの評価	
14.1 技術的評価	
14.2 経済・財務面	
14.2.1 経済評価結果	
14.2.2 財務評価結果	
14.3 環境側面	
14.4 優先事業(フィージビリティスタディ)の選択	M14-3

# PART II: フィージビリティスタディ

1	下水道施設のフィージビリティスタディ	
	1.1 フィージビリティスタディの一般条件	F1-1
	1.1.1 対象地域及び目標年度	F1-1
	1.1.2 汚水収集システム	F1-1
	1.1.3 汚水量原単位及び汚濁負荷量	F1-2
	1.1.4 フィージビリティスタディで設計する施設	F1-4
	1.1.5 下水道システム基礎数値の要約	F1-6
	1.2 下水道施設の設計	F1-6
	1.2.1 計画人口及び汚水量の推定	F1-6
	1.2.2 汚水収集システム	F1-7
	1.2.3 下水処理場	F1-9
2	建設計画及び調達計画	
	2.1 建設計画	F2-1
	2.1.1 事業概要	F2-1
	2.1.2 建設条件	F2-1
	2.1.3 建設工程	
	2.2 調達計画	F2-2
	2.2.1 処理場用地	
	2.2.2 建設資材及び設備	F2-2
	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	
	3.1.2 組織体制(案)	
	3.1.3 維持管理体制(案)	
	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	
	3.2.2 能力開発プログラム(案)	
	3.3 施設維持管理ガイドライン	F3-5
	3.3.1 下水道台帳及び記録	
	3.3.2 管渠の維持管理	
	3.3.3 ポンプ場の維持管理	F3-11
	3.3.4 処理場の維持管理	F3-12
	3.3.5 水質管理	F3-15
	3.4 広報活動	F3-16
	3.4.1 広報・広聴の必要性	F3-16

	3	3.4.2 広報・広聴活動の例	F3-16
	3	3.4.3 広報・広聴の進め方	F3-17
4		事業費及び事業実施スケジュール	
		事業費の積算条件	
		事業費(ステージ 1:2015)	
		維持管理費用	
		出資スケジュール	
		事業実施スケジュール	
	4.6	「プロジェクト準備ステージ実施計画	F4-5
5		経済財務分析	
	5.1	経済分析	F5-1
	5	5.1.1 経済分析の方法論	F5-1
	5	5.1.2 <mark>経済的コスト</mark>	F5-1
	5	5.1.3 経済的便益	F5-1
	5	5.1.4 EIRR の算定結果	F5-4
	5.2	財務分析	F5-4
	5	5.2.1 財務分析の目的と前提条件	F5-4
	5	5.2.2 支払い可能額評価	F5-5
	5	5.2.3 支払い意思額	F5-6
	5	5.2.4 異なるシナリオのもとでの財務分析結果	F5-6
	5	5.2.5 提案する F/S プロジェクトの財務計画の概要	F5-9
6		環境社会配慮	
	6.1	環境社会配慮及び社会調査結果	F6-1
	6	5.1.1 環境社会配慮	F6-1
	6	5.1.2 社会調査結果	F6-4
	6.2	·環境影響評価(EIA)	F6-5
	6	5.2.1 自然・社会条件	F6-5
	6	5.2.2 Pre-EIA レベル調査結果	F6-6
		5.2.3 暖和策	
		5.2.4 モニタリング計画	
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	F7-1
		シリアにおけるプロジェクトのための外部資金の調達	
		· 入札評価	

提言及びシリア側が実施すべき作業内容

8

8.1 下水道システム	F8-1
8.1.1 既存施設改善及び更新	F8-1
8.1.2 資産データ・運転・維持管理記録の管理及び活用	F8-2
8.1.3 環境及び水質モニタリング	F8-4
8.1.4 最適技術の導入	F8-5
8.2 制度面における開発	F8-7
8.3 財務マネジメント	F8-7

### 注)

以下の本文中でリファーされている『付属資料』については、英文報告書 Volume III Supporting Report (Master Plan and Feasibility Study)を参照されたい。

### 例)

和文報告書	付属資料 参照先
PART I マスタープラン	英文報告書 Volume III Supporting Report
	PART I Master Plan 内 Appendix
PART II フィージビリティスタディ	英文報告書 Volume III Supporting Report
	PART II Feasibility Study 内 Appendix

# <u>図表リスト</u>

# PART I: マスタープラン

2	調査の目	的及び調査対象地区の概要	
表	2.2.1	調査内容及び調査対象地域	
表	2.3.1	シリアの年間平均気温	M2-2
表	2.3.2	県別・月別の平均降水量 (1996 – 2005)	
表	2.3.3	土地利用状況 (2003-2005)	M2-6
表	2.3.4	県別人口内訳	M2-6
表	2.3.5	シリアにおける主要項目の経済指標(1993年・2006年値)	M2-7
	2.2.1	調査対象地域位置図	
义	2.3.1	ダマスカスにおける年間平均気温 (1996 – 2005)	
义	2.3.2	シリアの降水量の概要	
义	2.3.3	年間降雨量の変動	
	2.3.4	シリアの地勢の概要	
図	2.3.5	土地利用図	M2-6
3	シリアにも	おける水質汚濁対策の現状	
表	3.1.1	水源の枯渇と汚染問題の原因と影響	M3-2
	3.1.2	早急な改善を必要とする優先的環境問題	
表	3.1.3	2006-2010 に実施すべき投資ポートフォリオ	M3-4
表	3.3.1	外的環境に放流される排水の最大許容水質	
表	3.3.2	下水管に放流される工場排水の最大許容水質	
表	3.3.3	下水処理水の灌漑利用に関する規制	M3-11
表	3.3.4	各レベルにおける重金属の許容含有量 (mg/kg DS)	
表	3.3.5	各レベルにおける可能な利用法の分類	
表	3.3.6	緑農地の土壌中に含まれる重金属類 の最大許容値 (mg/kg DS)	M3-14
表	3.3.7	参考 - 処理水の農業利用における推奨病原体レベル	
		に関するガイドライン <sup>a</sup> (WHO, 1989)	M3-15
表	3.4.1	シリアの水理的流域	M3-15
表	3.4.2	県別水源別水道原水取水量 (2005年)	
表	3.4.3	水質分析結果(大腸菌群数、2006年3月及び8月調査)	M3-25
表	3.4.4	水質分析結果(Al Basel Lake)	M3-26
表	3.4.5	水質分析結果 (The Euphrates River)	
表	3.4.6	表流水の水質	M3-28
表	3.4.7	県別人口 (2006 年)	M3-30
表	3.4.8	県別工場生産額(2004 年)	
表	3.4.9	水質汚濁・汚染問題とその主な汚濁負荷排出源	M3-35
	3.4.1	シリアの水理的流域	
义	3.4.2	県別水道原水取水量(2005 年)	M3-18

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・レホ゜ート
図 3.4.3	流域別水源別水道原水取水量 (2005 年)	M3-19
☒ 3.4.4	表流水の流れ	M3-20
☒ 3.4.5	Barada 川の水質状況 (2005)	M3-21
図 3.4.6	地下水貯水量の推移	M3-22
図 3.4.7	水道水源井戸の水質 (DAWSAA, 硝酸性窒素 as NO3)	
☒ 3.4.8	オリーブオイル工場の分布状況	
図 3.4.9	Total and Fecal Coliform 分析結果の度数分布	
図 3.4.10	The Euphrates River の河川網	
図 3.4.11	地下水の水質(Dar'aa)	
図 3.4.12	県別人口分布	
図 3.4.13	流域別人口分布	
図 3.4.14	県別工場生産額(2004 年)	
図 3.4.15	流域別工場生産額(2004 年)	M3-33
4 下水道セ 4 下水道セ	マクターの制度的・組織的枠組み 	
表 4.1.1	下水道事業の責任分担	M4-2
表 4.2.1	各県上下水道公社職員数	
表 4.2.2	DSDC スタッフの学歴別構成	
表 4.5.1	下水道事業体のキャパシティ・アセスメントのための	
	チェック項目	M4-15
図 4.1.1	関連組織の相関図	M4-2
図 4.2.1	住宅・建設省組織図	
図 4.2.2	下水道局組織図	
図 4.2.3	DSDC 組織図	
図 4.4.1	新住宅・建設省組織図	M4-13
5 既存下 <b>小</b>	く 送道施設の現況	
表 5.1.1	下水道セクターにおける主要課題	M5-1
表 5.1.2	下水道施設開発計画に係る情報	
表 5.2.1	Lattakia 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率	M5-4
表 5.2.2	Regional Plan を構成する文書	M5-5
表 5.2.3	Lattakia 県 計画施設概要	M5-5
表 5.2.4	Tartous 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率	M5-7
表 5.2.5	Tartous 県 計画施設概要	M5-8
表 5.2.6	Deir-Ez-zor 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率	M5-10
表 5.2.7	Hassakeh 県 地区・順地区・市町村内訳と下水道整備率	M5-12
表 5.2.8	Raqqa 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率	M5-14
表 5.2.9	Raqqa 県 既存下水処理場の概要	
表 5.2.10	Dar'aa 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率	
表 5.2.11	Dar'aa 県 計画施設概要	
表 5.2.12	Damascus 郊外県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率	
表 5.2.13	Harran Al Awameed STP の水質	
表 5.2.14	Damascus 学設計による下水処理場の現況	M5-20

表 5.2.15

表	5.2.16	発生汚水量	M5-22
表	5.2.17	マレーシア政府による援助が予定されている下水処理場	M5-23
表	5.2.18	Aleppo 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率	M5-24
表	5.2.19	Aleppo 下水処理場運転状況	
表	5.2.20	Aleppo 県 計画施設概要	M5-26
表	5.2.21	Hama 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率	
表	5.2.22	Hama 県 計画施設概要	
表	5.2.23	Homs 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率	M5-29
表	5.2.24	Homs 県 計画施設概要	
表	5.2.25	Idleb 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率	M5-32
表	5.2.26	Idleb 県 計画施設概要	
表	5.2.27	Sweida 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率	
表	5.2.28	Sweida 県 計画施設概要	
表	5.2.29	Qunetra 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率	M5-36
表	5.2.30	Qunetra 県 計画施設概要	
表	5.2.31	Damascus 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率	M5-38
表	5.2.32	Adraa 下水処理場の現況と改善策	M5-40
表	5.2.33	主要な問題点 (下水処理場)	M5-42
表	5.2.34	主要な問題点 (下水幹線及び管網)	
表	5.2.35	主要な問題点 (既存下水道施設開発計画)	
表	5.2.36	主要な問題点 (設計手順)	
表	5.2.37	主要な問題点 (事業優先順位)	
表	5.2.38	主要な問題点 (情報管理)	
表	5.2.39	主要な問題点 (設計基準)	
表	5.2.40	主要な問題点 (地形データ)	
表	5.2.41	主要な問題点 (人材育成)	
表	5.2.42	主要な問題点 (関連法規)	M5-49
表	5.2.43	シリア国及び諸外国のアンモニア排出基準	
表	5.2.44	主要な問題点 (行政区分)	M5-49
表	5.2.45	下水道関連セクター管轄区分	
_			
	5.2.1	Lattakia 県 地区図	
	5.2.2	Tartous 県 地区図	
	5.2.3	Deir-Ez-zor 県 地区図	
	5.2.4	Hassakeh 県 地区図	
	5.2.5	Hassakeh 地区 中心部下水放流口での汚濁推移	
	5.2.6	Raqqa 県 地区図	
	5.2.7	Dar'aa 県 地区図	
	5.2.8	Damascus 郊外県 地区図	
	5.2.9	採用下水道システム模式図	
	5.2.10	Aleppo 県 地区図	
	5.2.11	Hama 県 地区図	
	5.2.12	Homs 県 地区図	
	5.2.13	Homs STP (Sugar Line-Nov/2006)の流入・流出 COD	
	5.2.14	Homs STP (Regular Line-2006)の流入・流出水質	
IWI	5 2 15	Idleb U 地区図	$M5_{-32}$

シリ	<i>  ア・アラ</i> :	ブ共和国 全国下水道整備計画策定調査	<i>ファイナル・レホ゜- ト</i>
図	5.2.16	Sweida 県 地区図	M5-34
	5.2.17	Qunetra 県 地区図	
	5.2.18	Damascus 県 位置図	
	5.2.19	Adraa 下水処理場年間 BOD データ	
	3.2.19		1113 11
6	下水道セ	クターへの投資計画と財務状況	
表	6.1.1	10 次 5 ヵ年計画における下水道投資	M6-2
表	6.1.2	一人あたりの下水道投資額	M6-5
表	6.1.3	ダマスカス上下水道公社(DAWSSA)の下水道投資実績と計	画M6-6
表	6.1.4	計画中の下水道計画	
表	6.1.5	MHC と関連会社を含む公社の投資実績(2004-2006)	M6-7
表	6.2.1	県毎の上下水道投資予算(2005)	
表	6.2.2	県毎、項目毎の下水・ごみ処分を含む投資予算(2005)	M6-9
表	6.2.3	県毎の下水道投資予算(2007)	M6-9
表	6.3.1	シリアの上水道料金	M6-10
表	6.3.2	シリアの下水道料金(現在)	
表	6.3.3	ヨルダンの上下水道料金	
表	6.3.4	チュニジアの上水道料金表	
表	6.3.5	公社の損益計算書 2004	
- Sal			1.60
	6.1.1	プロジェクトタイプ毎の総投資額の比較、2006-2010	
	6.1.2	プロジェクトタイプ毎の年間投資額・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
	6.1.3	県毎の投資額と比率、2006-2010	
凶	6.1.4	プロジェクトタイプと県毎の投資額	M6-5
7	下水道獒	・ 経備計画の基本諸元	
	7.2.1	- 関数調査と住民登録の比較	M7_1
	7.2.1	各県の人口	
	7.2.3	- 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1	
	7.2.3	台県の将来人口	
	7.2.5	マスタープラン対象都市の将来人口	
	7.3.1	各県別の土地利用の状況	
	7.3.2	各県別の土地利用計画	
	7.4.1	既存計画における汚水量原単位	
	7.4.2	DAWSSA の設定している汚水量原単位	
	7.4.3	M/P 対象都市における非一般家庭給水率	
	7.4.4	人口と時間係数の関係 (EIB Study)	
	7.4.5	観光汚水量の比率	
	7.4.6	汚水量の比平 汚水量原単位(非家庭汚水量率 = 0.3)	
	7.4.7		
	7.4.8	放流水量と計算値の比較	
	7.4.9	人口規模と水道使用量	
	7.4.10	世界の汚濁負荷量	
	7.4.11	BOD 汚濁負荷量	
	7.4.11		
	, <del></del>	/ 3 / 5 / 10 / 10 / 10 / 10 / 10 / 10 / 10	111/ 10

シリア・アラン	ブ共和国 全国下水道整備計画策定調査	<i>ファイナル・レホ゜ート</i>
表 7.4.13	平均汚濁負荷両と設計水質	M7-16
表 7.4.14	Mayadin 吐き口での下水水質 (27 June 2007)	
図 7.2.1	人口予測の結果	M7-6
図 7.4.1	下水量の時間変動	M7-11
図 7.4.2	流入 BOD 濃度 (Adraa 下水処理場、2006)	M7-16
8 開発戦略	・ ドに関する提言	
表 8.2.1	モニタリング汚濁指標	M8-4
表 8.2.2	提案する対象水域の水質目標	
表 8.3.1	汚濁負荷のフレーム	
表 8.3.2	既存資料による農地からの排出負荷原単位	
表 8.3.3	シリアにおける農地からの排出負荷原単位	M8-10
表 8.3.4	既存資料による森林からの排出負荷原単位	M8-10
表 8.3.5	シリアにおける森林からの排出負荷原単位	M8-10
表 8.3.6	既存資料による市街地からの排出負荷原単位	M8-11
表 8.3.7	シリアにおける市街地からの排出負荷原単位	M8-11
表 8.3.8	既存資料による家畜からの排出負荷原単位	M8-11
表 8.3.9	シリアにおける家畜からの排出負荷原単位	M8-12
表 8.3.10	流出率の標準値	M8-12
表 8.3.11	本調査における流出率	M8-12
表 8.3.12	簡易な水質シミュレーションモデルのタイプ	M8-13
表 8.3.13	検討ケース	M8-14
表 8.3.14	Khabour川、Barada/Awaj川、Yarmouk川におけるBOD、T-N	Ţ
	の河川水質および自浄作用による除去率の算定結果	M8-16
表 8.3.15	水質モデルの入力条件	
表 8.3.16	Coastal Area における流入水質と流出負荷	M8-17
表 8.3.17	Coastal Area における流入水質と流出負荷(Case1 と Case2)	
表 8.3.18	排出基準を順守前と後の県別工場排水負荷の比較	M8-32
表 8.3.19	2025 年の Case 3 における規制後の工場排水 BOD 流出負荷	M8-34
表 8.3.20	地下水の NO₃ 濃度分布	M8-34
表 8.3.21	浸透率、浄化率の想定	M8-35
表 8.3.22	T-N 浸透負荷量	M8-36
表 8.3.23	将来水質予測結果	
表 8.4.1	家畜産業における農場数と飼育数	
表 8.4.2	Damascus 郊外県の潅漑用水に関する提案(シリア関連機関)	
表 8.4.3	Adraa 下水処理場の現状と改善案(調査団)	
表 8.4.4	工場廃水に係わる問題と現在規制下における対策	
表 8.4.5	計画・建設中の工業地区	
表 8.4.6	工場廃水に係わる提案	
表 8.5.1	従業員数別工場数(民間工場)	
表 8.5.2	県別工場数	
表 8.5.3	廃水処理状況(政府系工場)	M8-47

業種別調査対象数.......M8-48

表 8.5.4

表 8.5.5

耒	8.5.6	検出された有害物質	M8 50
	8.5.7	調査対象工場の廃水処理状況	
	8.5.8	明直/73/1/30/院小足垤√///	
	8.5.9	オリープオイル圧搾工場廃水の水質	
	8.5.10	OMW 処理水の水質(採水:最終ピット)	
	8.5.11	県別製糖工場数	
	8.5.12	製糖工場廃水の水質	
	8.5.13	県別なめし皮工場数(民間工場)	
	8.5.14	なめし皮工場数(氏間工場)	
	8.5.15	廃水水質分析結果(メッキ工場廃水)	
	8.5.16	県別繊維工場数(民間工場)	
	8.5.17	シリアの繊維業生産量(2004年統計資料)	
	8.5.18	繊維工場廃水の水質	
	8.5.19	本語工場所の小員	
	8.5.20	油類含有廃水の処理方法	
	8.5.21	下水道排出基準を超過した水質項目	
	8.5.22	除害施設・廃水処理施設の処理プロセス(提案)	
	8.5.23	工場廃水処理を必要とする水質項目(河川への排出)	
	8.5.24	工場底が処理を必要とするが負債日(内川への採出) ····· 既存工場の廃水処理プロセス(工場廃水水質調査対象工場) ·····	
	8.5.25	クリーナープロダクションの概要	
18	6.5.25	<b>プリーナープロプププョンのim安····································</b>	1V10-73
义	8.2.1	水質汚濁解析対象流域	M8-3
义	8.3.1	本調査における汚濁負荷の定義	M8-6
义	8.3.2	本調査で用いる汚濁負荷の区分	M8-7
図	8.3.3	地中海沿岸の数値シミュレーションによる計算対象範囲	M8-14
図	8.3.4	Euphrates River における現況の BOD の流入負荷および水質状況	M8-16
义	8.3.5	数値シミュレーションによる地中海沿岸の糞便性大腸菌	
		の予測結果(現況)	M8-17
义	8.3.6	将来の県別流出負荷量	
义	8.3.7	Euphrates River の BOD 水質予測結果	M8-28
図	8.3.8	Khabour River、Yarmouk River および Barada/ Awaj River	
		の BOD 水質予測結果	M8-29
义	8.3.9	水質シミュレーションによる地中海の糞便性大腸菌の予測結果・	M8-31
义	8.5.1	工場廃水水質調査結果 (pH)	M8-51
义	8.5.2	工場廃水水質調査結果(BOD)	M8-51
义	8.5.3	工場廃水水質調査結果(NH <sub>4</sub> -N)	
义	8.5.4	工場廃水水質調査結果 (PO <sub>4</sub> )	M8-52
义	8.5.5	メッキ工場廃水処理の一例	M8-61
义	8.5.6	希釈な酸性廃水の簡易中和処理法	M8-65
义	8.5.7	重金属排水の処理フローの一例	M8-68
义	8.5.8	ネガティブ・フローシートによる改善イメージ	M8-74
义	8.5.9	洗浄方法の違いによる効果(Case-1)	M8-75
义	8.5.10	洗浄方法の違いによる効果(Case-2)	M8-76
义	8.5.11	洗浄方法の違いによる効果(Case-3)	
义	8.5.12	洗浄方法の違いによる効果(Case-4)	M8-76

9 .	下水道整備	計画マスタープランの策定	
	9.1.1	排除方式の比較	M9-2
表	9.1.2	M/P 対象都市の計画処理人口	M9-3
表	9.1.3	M/P 対象都市の日平均汚水量	
	9.1.4	設計水質	
表	9.1.5	放流基準の例	M9-6
表	9.1.6	Adraa 処理場における維持管理要員とその交代	
表	9.1.7	2006年1月の Al Rakka 県での気温	M9-7
表	9.1.8	Slunfeh での月間平均気温	M9-8
表	9.1.9	生物処理における水温	
表	9.1.10	Adraa 下水処理場における流入下水 pH	
表	9.1.11	生物処理方式一覧	
表	9.1.12	7 つの県に適する処理方式	
表	9.1.13	基本的な考え方	M9-16
表	9.1.14	コンポストの例	M9-17
表	9.2.1	管材料と粗度係数	M9-19
表	9.2.2	水処理方式の設計基準	M9-20
表	9.2.3	一般的な除去率(%)	
表	9.2.4	汚泥処理方式の設計基準	M9-21
表	9.2.5	下水管渠設計基準比較表	M9-22
表	9.2.6	下水中継ポンプ場設計基準比較表	
表	9.2.7	下水処理場設計基準比較表	M9-25
表	9.3.1	2004年人口	M9-28
表	9.3.2	Lattakia 県マスタープラン優先順位検討表	M9-28
表	9.3.3	Banias 地区に含まれる準地区内訳	
表	9.3.4	Tartous 県マスタープラン優先順位検討表	M9-29
表	9.3.5	Deir-Ez-zor 県マスタープラン優先順位検討表	M9-29
表	9.3.6	Hassakeh 県マスタープラン優先順位検討表	M9-30
表	9.3.7	Raqqa 県マスタープラン優先順位検討表	M9-31
表	9.3.8	Dar'aa 県マスタープラン優先順位検討表	
表	9.3.9	Damascus 郊外県マスタープラン優先順位検討表	M9-32
表	9.4.1	マクロプラン・マスタープランの概要	M9-32
表	9.4.2	優先順位評価項目(案)	
表	9.4.3	経済比較に用いる各ケース別条件	
表	9.4.4	Mayadin における経済比較	
表	9.4.5	Thawra における経済比較	M9-47
表	9.4.6	検討対象都市の現況	M9-47
表	9.4.7	Muzerib における経済比較	M9-48
表	9.5.1	Slunfeh の計画諸元	M9-60
表	9.5.2	Slunfeh の放流点	
表	9.5.3	Slunfeh の処理場予定地の概要	
表	9.5.4	Slunfeh の幹線計画	
表	9.5.5	流入水質と放流基準	
表	9.5.6	計画条件と提案の概要	
表	9.5.7	Banias の計画諸元	M9-67

表	9.5.8	Banias の放流点	M9-68
表	9.5.9	Banias 処理場予定地の概要	
表	9.5.10	幹線計画	M9-69
表	9.5.11	流入水質と放流基準	M9-70
表	9.5.12	計画条件と提案の概要	
表	9.5.13	処理方式の比較	
	9.5.14	Mayadin の計画諸元	
	9.5.15	Mayadin の放流点	
	9.5.16	・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
	9.5.17	幹線計画	
	9.5.18	流入水質と放流基準	
	9.5.19	計画条件と提案の概要	
	9.5.20	処理方式の比較	
	9.5.21	Malkieh の計画諸元	
	9.5.21	処理場予定地の概要	
	9.5.22	<u> </u>	
	9.5.24		
		流入水質と放流基準	
	9.5.25	計画条件と提案の概要	
	9.5.26	<ul><li>処理方式の比較</li></ul>	
	9.5.27	Thawra の計画諸元	
	9.5.28	Thawra の放流点の概要	
	9.5.29	Thawra の処理場予定地の概要	
	9.5.30	Thawra の汚水幹線計画	
	9.5.31	流入水質と放流基準	
	9.5.32	計画条件と提案の概要	
	9.5.33	Muzerib の計画諸元	
表	9.5.34	Muzerib の放流点の概要	
表	9.5.35	下水処理場用地の特色	
表	9.5.36	下水処理場用地位置と土地利用	
表	9.5.37	Case 1 建設費	M9-93
表	9.5.38	Case 2 建設費	
表	9.5.39	下水処理場用地の比較	M9-94
表	9.5.40	汚水幹線計画	M9-95
表	9.5.41	流入水質と放流基準	M9-95
表	9.5.42	計画条件と提案の概要	M9-96
表	9.5.43	処理方式の比較	M9-97
表	9.5.44	Zabadani の計画諸元	M9-100
表	9.5.45	Zabadani の放流点の概要	M9-101
表	9.5.46	Zabadani の処理場予定地の比較	
表	9.5.47	処理場予定地の概要	M9-102
	9.5.48	Zabadani の幹線計画	
	9.5.49	流入水質と放流基準	
	9.5.50	計画条件と提案の概要	
	9.5.51	<u> </u>	
	9.6.1	マスタープラン対象7都市の計画下水道施設	
	9.6.2	処理方式と主要な放流基準	

表	9.6.3	計画諸元と主要施設	
表	9.6.4	下水処理場計画優先順位付け基準(案)	
表	9.6.5	下水処理場計画優先順位付けにおいて考慮すべき要素	M9-111
表	9.6.6	詳細市域図リスト	M9-111
表	9.6.7	Lattakia 県下水処理場リスト	
表	9.6.8	Tartous 県下水処理場リスト	
表	9.6.9	Deir-Ez-zor 県下水処理場リスト	
表	9.6.10	Hassakeh 県下水処理場リスト	
表	9.6.11	Raqqa 県下水処理場リスト	
表	9.6.12	Dar'aa 県下水処理場リスト	
表	9.6.13	Damascus 郊外県下水処理場リスト	M9-124
义	9.1.1	標準活性汚泥法のフロー	
义	9.1.2	長時間エァレーションのフロー	M9-12
义	9.1.3	OD のフロー	M9-13
义	9.1.4	Wet Land のフロー	
义	9.1.5	接触酸化法のフロー	
义	9.2.1	圧送管の模式図	M9-20
义	9.4.1	下水道種別の選定フローチャート	M9-34
义	9.4.2	分散型下水道システム及び統合型下水道システムの比較 …	M9-35
义	9.4.3	Slunfeh 及び周辺都市の模式図	M9-40
义	9.4.4	Banias 及び周辺都市の模式図	M9-41
义	9.4.5	Mayadin 及び周辺都市の模式図	M9-42
义	9.4.6	各ケースの概要図	
义	9.4.7	Malkieh 及び周辺都市の模式図	M9-43
义	9.4.8	Thawra 及び周辺都市の模式図	M9-44
义	9.4.9	Thawra District における都市位置図	M9-44
义	9.4.10	Thawra 周辺都市における下水道整備の現状	M9-45
义	9.4.11	ケース 1 の概要図	M9-46
义	9.4.12	ケース 2 の概要図	M9-46
义	9.4.13	Muzerib 下水道システムの概要	
义	9.4.14	Zabadani における下水道システムの概要図	M9-50
义	9.4.15	Slunfeh (Lattakia Gov.)のマクロプラン	M9-51
义	9.4.16	Banias (Tartous Gov.)のマクロプラン	
义	9.4.17	Mayadin(Deir-Ez-zor Gov.)のマクロプラン	M9-53
义	9.4.18	Malkieh (Hassakeh Gov.)のマクロプラン	
义	9.4.19	Thawra (Raqqa Gov.)のマクロプラン	M9-55
义	9.4.20	Muzerib (Dar'aa Gov.)のマクロプラン	
义	9.4.21	Zabadani (Rural Damascus Gov.)のマクロプラン	M9-57
义	9.5.1	下水道マスタープラン対象区域の位置図	M9-58
义	9.5.2	マスタープラン対象地区の位置図 ( Al-Haffeh District )	M9-59
図	9.5.3	Slunfeh の下水道マスタープラン	M9-65
図	9.5.4	マスタープラン対象区域の位置図(Banias district)	
	9.5.5	Pre-Investment Study における幹線計画	
	9.5.6	今回提案する幹線計画	
义	9.5.7	Banias の下水道マスタープラン	

义	9.5.8	マスタープラン対象区域の位置図(Mayadin District)	M9-73
図	9.5.9	河川水位と放流点の高さ関係	
図	9.5.10	幹線計画	
図	9.5.11	Mayadin の下水道マスタープラン	
	9.5.12	マスタープラン対象区域の位置図(Malkieh District)	
図	9.5.13	放流点の模式図	
図	9.5.14	Malkieh の下水道マスタープラン	
	9.5.15	マスタープラン対象区域の位置図(Thawra District)	
	9.5.16	Thawra の汚水幹線計画	
	9.5.17	Reed Beds の現況と将来計画の模式図	
	9.5.18	Thawra の下水道マスタープラン	
	9.5.19	マスタープラン対象区域の位置図(Muzerib District)	
	9.5.20	Case 1 説明図	
	9.5.21	Case 2 説明図	
	9.5.22	Muzerib の下水道マスタープラン	
	9.5.23	マスタープラン対象区域の位置(Zabadani District)	
	9.5.24	Zabadani の下水道マスタープラン	
	9.6.1	下水道基本計画図 ( Lattakia )	
	9.6.2	下水道基本計画図 ( Tartous )	
	9.6.3	下水道基本計画図(Deir-Ez-zor)	
	9.6.4	下水道基本計画図 (Hassakeh)	
	9.6.5	下水道基本計画図 ( Ragga )	
	9.6.6	下水道基本計画図 ( Dar'aa )	
	9.6.7	下水道基本計画図 (Rural Damascus )	
	9.7.1	日本の合併浄化槽	
	J.7.1		1419 127
10	<b>照色車</b> 業	費及び事業実施計画	
10 ±			2510.0
	10.2.1	プロジェクト費用 ( Slunfeh )	
	10.2.2	プロジェクト費用 ( Banias )	
	10.2.3	プロジェクト費用 ( Mayadin )	
	10.2.4	プロジェクト費用 (Malkieh)	
	10.2.5	プロジェクト費用 ( Thawra )	
	10.2.6	プロジェクト費用 ( Muzerib )	
	10.2.7	プロジェクト費用 (Zabadani)	
	10.3.1	事業費及び事業実施スケジュール (Slunfeh: Lattakia)	
	10.3.2	事業費及び事業実施スケジュール (Banias: Tartous)	
	10.3.3	事業費及び事業実施スケジュール (Mayadin: Deir-Ez-zor)	
	10.3.4	事業費及び事業実施スケジュール (Malkieh: Hassakeh)	
	10.3.5	事業費及び事業実施スケジュール (Thawra: Raqqa)	
	10.3.6	事業費及び事業実施スケジュール (Muzerib: Dar'aa)	
	10.3.7	事業費及び事業実施スケジュール (Zabadani: Rural Damascus)	
表	10.6.1	プロジェクトスケジュール(案)	M10-25
义	10.5.1	下水道事業の実施及び維持管理のための組織体制(案)	M10-17
	10.5.2	高圧洗浄車を用いた管渠清掃	
	10.0.		

	<i>シリア・アラブ共和国</i>	全国下水道整備計画策定調査
--	-------------------	---------------

図	10.5.3	維持管理計画の概要	M10-19
11	経済財務	· 6分析	
表	11.1.1	マスタープラン対象地域における推定観光客数	M11-2
	11.2.1	EIRR 算定結果	
表	11.3.1	M/P プロジェクトの単位維持管理コスト	M11-6
12	小都市・	村落下水道データベースの策定	
	12.1.1	GIS 利用省庁とその利用状況	M12-1
	12.2.1	GIS ソフトウェアの選定結果	
	12.2.2	GIS ソフトウェアの購入計画の変更	
	12.2.3	「包括的災害対策プログラム」の構築データの概要	
表	12.2.4	下水道データベースの対象施設及び属性データ項目	
表	12.2.5	各シェイプアップファイルのフォルダ構成	
表	12.2.6	各シェイプアップファイルに含まれる属性データ内容	M12-8
表	12.3.1	研修内容及びスケジュール	
表	12.3.2	GIS 研修における必要機材リスト	M12-21
表	12.3.3	GIS 研修の実施工程	M12-21
表	12.3.4	GIS 研修における参加者の評価	
表	12.3.5	GIS データベースの構築と更新に係る必要業務	M12-23
表	12.3.6	GIS データ収集のための必要期間	M12-23
表	12.3.7	GIS 部署設立案	
表	12.3.8	各 GIS 部署設立案の必要機材及び人員	M12-24
表	12.3.9	GIS 部署における必要機材の調達費用	
义	12.2.1	シリア地形図	M12-9
図	12.2.2	対象 7 県位置図	
図	12.2.3	既存下水道施設位置図(シリア全土)	M12-11
図	12.2.4	既存下水道施設位置図(Damascus 郊外県)	
図	12.2.5	既存下水道施設位置図(Dar'aa 県)	
図	12.2.6	既存下水道施設位置図(Lattakia 県)	
図	12.2.7	既存下水道施設位置図(Tartous 県)	
义	12.2.8	既存下水道施設位置図(Deir-Ez-zor 県)	M12-16
図	12.2.9	既存下水道施設位置図(Raqqa 県)	
図	12.2.10	既存下水道施設位置図(Hassakeh 県)	M12-18
図	12.3.1	GIS 研修の流れ	M12-20
図	12.3.2	GIS 部署における必要機材構成(第1案)	M12-25
図	12.3.3	GIS 部署における必要機材構成(第2案)	M12-25
図	12.3.4	GIS 部署における必要機材構成(第3案)	M12-26
13	<b>彋</b> 造計会	記慮及び IEE レベル調査	
		(15) (15) (15) (15) (15) (15) (15) (15)	М12 1
		ステークホルター 励識内谷 主な活動内容	
		エな石動内音 第1回ステークホルダー協議開催の日時・場所	
25	10.1.0	- ヘッ ュ ト-  / ヘ	

表	13.1.4	第2回ステークホルダー協議開催の日時・場所M13-3
	13.1.5	第1回協議に参加したステークホルダーの内訳M13-3
	13.1.6	第 2 回協議に参加したステークホルダーの内訳
	13.1.7	第1回協議プログラム (Deir-Ez-zor, Lattakia, Damascus 3 箇所)M13-4
	13.1.8	第 2 回協議プログラム (Deir-Ez-zor, Lattakia, Damascus 3 箇所 ) M13-4
	13.1.9	第1回協議における主な質疑応答内容
	13.1.10	第 2 回協議における主な質疑応答内容
	13.2.1	スコーピングチェックリスト (7 M/P 対象エリア)
	13.2.2	IEE レベル調査方針 (7 M/P 対象エリア)
	13.3.1	Slunfeh 下水道 M/P の IEE レベル調査結果M13-8
	13.3.2	Slunfeh 下水道(M/P)に対する緩和策
表	13.3.3	Banias 下水道 M/P の IEE レベル調査結果
表	13.3.4	Banias 下水道(M/P)に対する緩和策
表	13.3.5	Mayadin 下水道 M/P の IEE レベル調査結果
表	13.3.6	
表	13.3.7	Malkieh 下水道 M/P の IEE レベル調査結果
表	13.3.8	Malkieh 下水道(M/P)に対する緩和策
表	13.3.9	Thawra 下水道 M/P の IEE レベル調査結果
表	13.3.10	Thawra 下水道(M/P)に対する緩和策
表	13.3.11	Muzerib 下水道 M/P の IEE レベル調査結果
表	13.3.12	Muzerib 下水道(M/P)に対する緩和策
表	13.3.13	Zabadani 下水道 M/P の IEE レベル調査結果
表	13.3.13	Zabadani 下水道(M/P)に対する緩和策M13-15
図	13.1.1	環境社会配慮手順M13-1
14	マスター	プランの評価
表	14.1.1	流域別の主要な水質汚濁源M14-1
表	14.3.1	IEE レベル調査結果 (7 M/P 対象エリア)

### <u>図表リスト</u>

# PART II: フィージビリティスタディ

1	卜水坦施	設のフィーシビリティスタティ	
表	1.1.1	観光汚水量の比率	F1-2
表	1.1.2	汚水量原単位 (非家庭汚水量率=0.3)	F1-3
表	1.1.3	汚水量原単位 (非家庭汚水量率=0.1)	F1-3
表	1.1.4	汚濁負荷量及び設計水質	F1-3
表	1.1.5	F/S 段階における下水道システム基礎数値の要約	F1-6
表	1.2.1	計画人口の推定	F1-6
表	1.2.2	計画汚水量の推定	
表	1.2.3	幹線計画	
表	1.2.4	Zabadani 下水処理場設計条件	F1 <b>-</b> 9
表	1.2.5	処理方式の特徴	
表	1.2.6	処理方式の比較	F1-12
表	1.2.7	汚水量/汚水水質と汚水処理指標	F1-13
表	1.2.8	処理場用地状況	
表	1.2.9	処理施設による損失水頭	
表	1.2.10	計画施設概要	F1-18
図	1.1.1	下水道施設一般図	F1-5
义	1.2.1	分水施設の概要	F1-8
义	1.2.2	分水施設・処理場位置図	F1-8
义	1.2.3	計画下水処理場建設予定地現況平面図	F1-11
义	1.2.4	処理施設配置図	F1-12
义	1.2.5	流入ポンプ場断面図	F1-13
义	1.2.6	処理施設系統図	F1-13
义	1.2.7	処理汚水用仕上げ池平面図	F1-14
义	1.2.8	重力式汚泥濃縮タンク平面図	
図	1.2.9	機械式汚泥脱水機棟断面図	F1-15
2	建設計画	<b>『及び調達計画</b>	
	2.1.1		F2-1
	2.1.2	処理場建設工事 対象施設	
		建設工程(ステージ I)	
	2.2.1		
3	事業運営	satural (1985年)	
		 能力開発プログラム(案)	F3-5
	3.3.1	· /	
		マンホール・管内調査の周期の例	
		定期的な清掃の実施周期の例	
丰	3 3 1	管連の主か診断項目とポイント	F3_10

シリア・フ	マラブ共和国 全国下水道整備計画策定調査	ファイナル・レホ゜ート
表 3.3.5	ボンプの点検項目と頻度の例	F3-12
表 3.3.6		
表 3.3.7		
表 3.3.8		
表 3.3.9		
表 3.4.1		
図 3.1.1	Zabadani 地区オペレーションセンター組織図(案)	F3-3
図 3.3.1		F3-8
図 3.3.2		
図 3.3.3		
図 3.3.4	. 処理場の維持管理フロー	F3-13
図 3.3.5	5 処理場維持管理の標準的な業務区分	F3-14
4 車業	<b>貴及び事業実施スケジュール</b>	
表 4.2.1		E4 2
表 4.3.1		
表 4.4.1		
表 4.5.1		
表 4.6.1		
12 4.0.1	プログェグーキ幅ググーク天旭町国	14-0
5 経済	材務分析	
表 5.1.1	F/S プロジェクト対象地域の現況観光客数推計値	F5-2
表 5.2.1	FIRR 感度分析	F5-8
図 5.2.1	各シナリオ分析結果の比較	F5-8
6 環境	社会配慮及び環境影響評価(EIA)	
表 6.1.1		F6-1
表 6.1.2		
表 6.1.3		F6-1
表 6.1.4		
表 6.1.5		
表 6.1.6		
表 6.1.7	*************************************	F6-4
表 6.1.8	アンケート調査の結果	F6-4
表 6.2.1		
表 6.2.2		
表 6.2.3		
表 6.2.4		
7 <b>-</b> 7 1	ジェクト宇族計画の立安	
_	ジェクト実施計画の立案	F7 6
表 7.3.1	資金調達からプロジェクト開始までのスケジュール	······F/-5

シリア・	アラブ共和国	全国下水道整備計画策定調查

# *ファイナル・レホ゜ート*

8 提言及で	<b>ゾシリア側が実施すべき作業</b>	内容	
表 8.1.1	既存処理場改善案		F8-1
表 8.1.2	GIS システムへの入力情	報	F8-3
表 8.1.3	第 10 次 5 ヶ年計画提案プ	プロジェクト	F8-4
表 8.1.4	既存下水処理場の運転状	況	F8-5
図 8.1.1	下水道システムデータベ	ースとしての GIS 図面イメージ	F8-3

### 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 Damasucus 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 Damasucus 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 (GEPWS) General Establishment of Potable Water and Sewerage(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)

Land-Based Sources (陸域由来汚染源) LCD Liter per capita per day (リッター/人/日)

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 Environmen( 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 (灌溉省)
M/P Master Plan (基本計画調査)

m³/d Cubic meter per day (立方メーター/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 Damasucus 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 (全燐)

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)

### 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お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・建設省のキャパシティ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

本件調査は、2006 年 3 月 15 日に JICA とシリア政府との間で合意された S/W および同協議に関する議事録 (M/M) に基づき実施するものである。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 2.2.1、図 2.2.1 に示す。

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

表 2.2.1 調査内容及び調査対象地域

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



図 2.2.1 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

#### (1) 気温

シリアでは、最高気温と最低気温の差が非常に大きく、**表 2.3.1** 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。

砂漠や内陸部地域における日間の気温変動は、穏やかな地中海沿岸地域や高度の高い山間部に比べて大きい。

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

表 2.3.1 シリアの年間平均気温

出典: Meteorological Office in Damascus

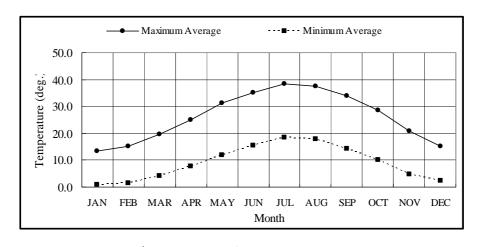


図 2.3.1 ダマスカスにおける年間平均気温 (1996 – 2005)

#### (2) 降水量

シリアでは、冬季に雷雨が発生して 75mm/日に達する激しい雨が降る地域がある。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, Kamishly and Malkia in Hassakeh)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。シリアでは、農業に影響を及ぼす少雨の年もある。

シリアの西部地域の Shatha では、年間降水量が 2,357mm で月間降水量が 775mm に達し

た記録があり、同じ観測所にて日間降水量が239mmを11月に記録している。

表 2.3.2 に県別の平均降水量(1996 年から 2005 年まで)、**図 2.3.2** にシリアにおける降水量の概要、**図 2.3.3** に年間降水量の変動をそれぞれ示す。

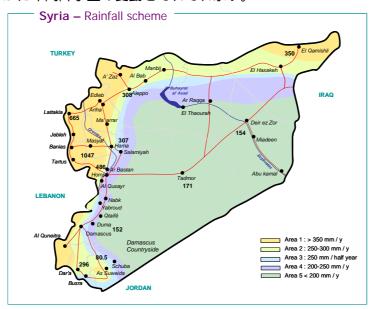


図 2.3.2 シリアの降水量の概要

表 2.3.2 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
Rural Damascus	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

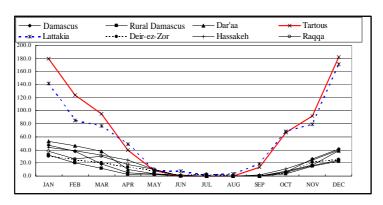


図 2.3.3 年間降水量の変動

### (3) 地勢の概要

シリアは地中海の東端に位置し、北をトルコ、東をイラク、南をヨルダン及び西をレバノンと地中海に囲まれている。国土面積は約 185,000km<sup>2</sup>で、全体の 32%の土地が利用可能である一方、45%がステップと砂漠、農業に不適な土地が 20%及び森林が 3%を占めている。

**図 2.3.4** にシリアにおける地勢の概要を示し、大別される地勢区分に関して、以下で説明する。

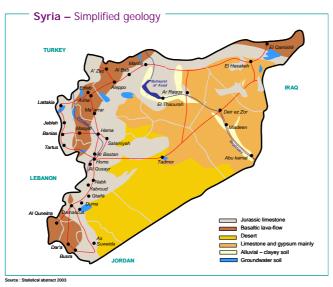


図 2.3.4 シリアの地勢の概要

#### 1) 沿岸部地域

これらの地域は、基本的に南に位置する山間部からの断層により形成されており、幅が狭く海岸沿いに 173km におよぶ平坦部から、標高 1,755m の Al Akraa 山の範囲が該当する。

# 2) レバノン山地系地域

この地層は、ジュラ紀と白亜紀の時代に形成されており、大規模な断層があり、深い地層の一部には、粘土層と鉄資源が堆積している。石灰岩によるカルスト地形が所々で見ら

#### れ、砂層ローム及び砂礫で覆われている。

カルスト石灰岩地層はシリアで広く分布しており、特に沿岸地域、北部地域、Damascus 周辺及びステップ地域に多く、頻繁に侵食作用を受けている。カルスト地形の主要な問題点は、水量の多い沿岸地域において汚濁物質が容易に浸透することによるリスクがあり、問題が深刻で莫大な対策費用を必要とする。

#### 3) Damascus 地域

この地域は、流れが絶えることのない Barada 川に代表されるように、レバノン山系における石灰岩の Harramoon 山を源流とする数本の河川が流れる平野部となっている。

Damascus 平野部は、主に砂岩と礫岩の混在する第 4 紀時代の堆積層により構成されている(地下水位は、地下 70m 程度と予想される)。この平野部では、松やポプラによる防風林や果樹園が繁茂している。

#### 4) 南西地域

この地域は、大規模な火山活動により作られた玄武岩が特徴的であり、広大な Hauran 平野部は、厚い溶岩層で構成されている。玄武岩地層は、シリアの約 25% を占めている。

### 5) シリア台地地域

アラビア台地の延長上にあるシリア台地地域は、シリアの約半分の地域を占めている。 Homs、Hama 及び Aleppo 周辺等の西部地域では、水晶体の基層の上に白亜紀時代の石灰岩で覆われている。一方、Euphrates 川流域では、第3紀後半の石灰岩が地表に現れている。 また、石膏鉱物も Euphrates 川流域では見られ、Deir-ez-zor における廃棄物処分場で深刻な問題となっている。

Hassakeh 地区においては、広大な玄武岩による火山層が石灰岩層を覆っている。また、 北東部の台地では、シリアで最古の炭化水素が地中に含まれている。

#### (4) 土地利用

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 2.3.3 に、2003 年から 2005 年の土地利用状況、図 2.3.5 に全国の土地利用状況を示す。

表 2.3.3 土地利用状況 (2003-2005)

(単位: thousand hector)

		利用可能	もな土地 しょうしん			利用不可	能な土地	ス			
年	灌漑農地	非灌溉農地	休耕地	合計	都市施設	水面	岩場、砂地	合計	ステップ、砂漠	森林	合計面積
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

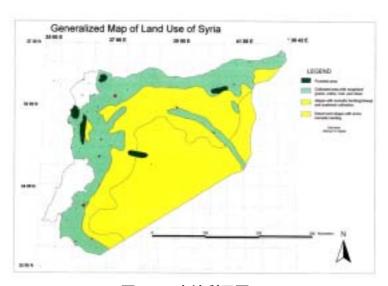


図 2.3.5 土地利用図

# 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市、Damascus郊外県及びAleppo県に住んでいる。

表 2.3.4 に、シリアにおける県別人口内訳を示す。

表 2.3.4 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

現在、シリア政府では、全ての段階における教育の拡充に重点を置いている。基礎教育 (1-9 年生)の生徒数は、2005 年で 4.2 百万人であり、第 2 段階教育 (1-3 年生)の生徒数 は、312,000 人である。また、2005 年における大学生数は、234,000 人である。

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 2.3.5 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 2.3.5 シリアにおける主要項目の経済指標 (1993年及び2006年値)

Economic Indicators	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

農業は、シリアにおける主要な産業である。農業活動の中で、特に Euphrates 川流域で種々の灌漑施設により生産されている綿花や砂糖ダイコンは、主要な農業生産物となっている。また、シリアの西部地域では、高価なタバコ、果物、オリーブ及び野菜等の作物が生産されている。これらの地域では、最新の散水システムを導入しており、最盛期には地下水の枯渇問題が起こっている。

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) ( $10^{th}$  Five-Year Plan :  $10^{th}$  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 水源保全及び水質汚濁対策の国家政策

### 3.1.1 第 10 次社会経済開発五ヵ年計画

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<sup>1</sup> 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。

本計画の第 18 章に環境と自然災害管理に関するビジョンと戦略が記述されており、環境 セクターのビジョンは以下のように要約される。

- シリアにおける生活の質と環境保全の向上、環境にやさしい生産・建設スタイルへの 移行
- 資源保護に関する公共、民間及び国内全セクターの共同責任のもと、持続可能な資源 開発の原則に則り自然資源を保全し、次世代の権利を保障できるよう環境にやさしい 社会経済活動の実践

# 3.1.2 国家環境行動計画 (National Environmental Action Plan : NEAP)

国家環境行動計画(National Environmental Action Plan: NEAP)は世界銀行とUNDPの援助で実施された「シリアの環境に関する国家能力開発プロジェクト」の主要な成果であり、原案の度重なる修正、編集を経て、2003年4月に採択された。NEAPは経済社会開発への要求と環境保護とがバランスした持続可能な開発に関する枠組みの大要を記述し、環境問題の優先付けを行って2010年までの環境計画の全般的枠組みを設定している。環境セクターである地方行政・環境省(Ministry of Local Administration and Environment: MLAE)はこの計画が定める目標を実現するため、他の関連省庁と連携して、これに関連する実施計画の策定を行っている。

NEAP はシリアの環境問題を以下に示す順位で優先順位づけている。

- 1. 表流水及び地下水水源の枯渇と汚染
- 2. 土地質の悪化
- 3. 大気汚染

\_

<sup>1</sup> 社会市場経済への移行は、市場のツールを利用した市場活動の規制機関として、また公共サービスの提供者として、政府の介入の仕方を再定義づける必要性を意味する。

- 4. 不適切な廃棄物処理
- 5. 不法居住地の増大

上記のように、NEAP は水に関する量と質の問題を最優先課題として挙げている。そして、 その主な影響と 直接的原因を**表 3.1.1** のように整理している。

問	題	主な影響	直接的原因		
水源の枯渇		農業生産性の低下	散水灌漑技術の使用		
		水道水としての要求への非	人口増加、経済活動の増大にともなう地下		
		適合性	水の過剰揚水		
		主要な湧水の枯渇			
水源の汚染		水系伝染病罹患者の増加	人口密集地における下水道整備の欠如		
		水道供給コストの増加	下水処理場もしくは下水の安全な放流の欠		
			如		
		非伝染疾患への罹患リスク	工場廃水の違法放流、肥料・殺虫剤の不適		
		(中毒、ガン)	切な使用		

表 3.1.1 水源の枯渇と汚染問題の原因と影響

更に、行動計画において早急に改善策を必要とする問題個所と問題の発生源を**表 3.1.2** のように特定している。

問題	問題の発生源	場所
水源の枯渇	• 水需要の増加	Barada & Awaj 流域
	● 水道給水管の漏水率 27%	
	● Barada 湧水の枯渇	
水源の汚染	• 家庭排水の流入	Orontes 流域、Qatina 湖
	●  肥料工場	
	• 食品工場からの排水	
	• 小規模事業所	
	• 染色工場	Barada & Awaj 流域
	• 家庭排水の流入	ダマスカスの Ghouta 地区
	• 硝酸タイプの肥料の過剰使用	
	• なめし革及び小規模工場	ダマスカスのなめし革地域
	• 家庭排水の流入	Kuail 流域、Sajour 川
	● 砂糖工場	
	● なめし革	
	• オリーブ油工場からの排水	海岸地域 (Tartous)、Dar'aa 、
		Idleb

表 3.1.2 早急な改善を必要とする優先的環境問題

最後に NEAP は前述した優先的環境問題に対する行動と対策を揚げている。「水源の持続的利用」に関する行動は以下の4項目にまとめられている。

- 1. 開発計画を水源の利用可能量に適合させる
- 2. 水源の過剰開発の禁止、持続可能な利用レベルの維持、海岸地域における海水の地下水への浸入防止
- 3. 郊外地域への水道供給

4. 家庭排水、工場排水の放流に起因する水源汚染を低下させる このうち、第4項目に対する行動計画は以下のように提案されている。

#### 政策の展開

- 公共水域への排水基準の法令化の完成(2003年7月に済み)
- 汚染者負担原則及び環境アセスメントの採用
- 下水処理に関する国家計画の推進
- クリーン・テクノロジー、環境にやさしい技術の採用
- 汚濁の発生源制御原則の採用、工場内での水のリサイクリング、再利用促進
- 工場における水のクローズド・システムの利用促進

### 制度の展開

- 水資源の管理、利用における関係省庁管の連携強化
- 合理的水資源モニタリング体制の確立
- 工場に対する環境検査プロセスの立案と法令化
- 汚染防止装置及び環境にやさしい技術導入に対するインセンティブの付与

# 投資計画

- 郊外地域における下水処理のパイロット・プラントの建設
- 工場排水に対するパイロット処理施設の建設
- 要求された環境条件を満たす工業専用地域の設定と集合処理施設の導入、当該地への 工場移転者に対するインセンティブの付与(実施中)
- 環境制御装置(排水処理施設)設置促進のため、小規模工場に対する低金利融資若し くは補助金制度の設置
- 環境法規の要求事項に対応した工場排水管理に関する包括的計画策定

### <u>トレーニングと情報管理</u>

- 生活排水及び工場排水処理施設の管理、運転に関するトレーニング
- 環境アセスメントに関するトレーニング
- 固形状、液状、ガス状廃棄物のモニタリング、分析に関するトレーニング

2007 年 8 月現在、行動計画のいくつかは完了または実施中である。法令に関しては、排水の放流水質基準は施行済みであり、EIA 関連法も 2007 年 2 月に環境保護評議会を通り、大臣の承認待ちとなっている。環境モニタリングと検査手法については、JICA の技術協力を通じ、向上しつつある。環境にやさしい技術の輸入に対するインセンティブの付与に関しては、現在その立法化を考慮中である。環境分野への投資に関し、特筆すべきは各県における工業専用地域の開発である。このような地域は既に Damascus、Aleppo、Homs において設けられており、数百の工場が立地し操業している。将来的には、これらの地域に工場排水専用の処理施設が設置されることになっている。このように、NEAP の実施は少しずつ進展しているようである。

# 3.1.3 海洋環境の保全

前節に見られるように、NEAPは湧水、地下水、表流水等の水源保全を最優先し、これらの保全対策に重点を置いている。

水源の保全とは別に、シリアは海洋汚染防止にも取り組んでいる。シリアは 6 つのプロトコルからなる地中海海洋環境及び沿岸保全バルセロナ条約への加盟国のひとつであり、1995 年に批准している。バルセロナ条約には 20 カ国が加盟し、地中海行動計画(Mediterranean Action Plan : MAP)がヨーロッパ連合(EU) によって策定された。 MAP のコーディネーター(ギリシア)は国連環境計画(UNEP)の後援のもと業務を行っている。MAP には地中海地域汚染評価・管理プログラム(MED POL)があり、これはメンバー国の汚染モニタリング計画の立案、実施を支援するものである。MED POLの内容は汚染防止対策、行動計画立案、究極的には陸域由来の汚染源(land-based sources : LBS)の削減である。MED POL の活動はやがて 1997 年の戦略的行動計画( Strategic Action Program : SAP)の採択へと進展した。SAP は LBS プロトコルの実施に関し、25 年間のスパンでの行動スケジュールを定めるとともに、地中海地域の汚染の著しい場所(pollution hot spots)と敏感な地域(sensitive areas)を特定した。シリアにおいては、Tartous 県の Banias と Jableh 地域が汚染ホット・スポットとして指定されている。

こうした流れに呼応し、**表 3.1.3** に示すように、シリアは地中海へ排出される LBS の削減 に向けた 2006-2010 年の投資ポートフォリオを定めた。

分類	事業内容	進捗状況
A. 第1優先事業	1. Lattakia 県 Basuta ごみ処分場事業の再資格審査	
	2. Lattakia 市下水道事業	ポンプ場は建設中。処理場建
		設は、再契約待ち
	3. Banias 市の下水道事業 (下水管網+ポンプ場)	財務投資の検討は完了。JICA
		により下水道計画見直し中
	4. Banias 市下水処理場計画 (3 stages)	同上
	5. 工場排水処理計画 (Banias の製油所)	財務投資分析は完了。
		投資先待ち
	6. 油から天然ガスへの移行 (Banias の発電所)	電力省及び国家計画局により
		計画策定中
	7. Tartous 市下水処理場	Lattakia と同状況
	8.Tartous 市埋立処分場 (Hidde Valley)	
	9. Air filters (Tartous 市セメント工場)	工業省により建設中
B.第2優先事業	1. Jableh の下水道システムの改修(処理場含む)	遺跡の出現により工事中止
	2. Fawwar 湧水事業	進展なし

表 3.1.3 2006-2010 に実施すべき投資ポートフォリオ

### 3.2 制度的枠組み

#### 3.2.1 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。(3.2.2 参照)

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。(3.2.3 参照)

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、MHC の所轄下にある上下水道公社 (Public Establishment of Drinking Water and Sewerage: Establishment) はそれぞれの水質試験室で水道水の水質試験を実施している。(第4章参照)

このように、水質の管理・モニタリングに関しては省庁間で権限が輻輳、重複した部分があり、省庁間の連携の欠如は、適切かつ効率的水質汚濁マネジメントを遂行する上でのリスク要因となりうる。

# 3.2.2 地方行政・環境省 (MLAE)

MLAE は水資源保全分野では、MOI と連携して水質のモニタリングと協調方法に関する事項を担当しており、規制、調整、研究の機能を有している。更に地方レベルでの都市計画、道路、廃棄物処理、下水ネットワークを含むあらゆるプロジェクトの実施責任も有する。MLAE は水質と水資源保全に関する法令立案責任がある。こうした法令は首相が議長を務める環境保護評議会(Council for the Protection of the Environment: Council)の承認を得なければならない。

法 No. 50, 2002 (環境法)に環境総局 (General Commission for Environmental Affairs : GCEA)に関する記述がある。GCEA は MLAE の中にある重要な組織であり、政策立案、省庁間の調整、規制・研究機能を有し、次の業務を遂行する。 (1) 既往の環境問題を特定し、適切な解決法と将来の環境上のリスクを回避するため必要な調査・研究を実施する。 (2) 国の基本政策の枠内で、環境の保護、開発に関する必要な計画、法令、プログラムを立案する。 (3) 種々メディアを用いて、環境に対する国民の意識高揚を図る。 (4) 人の健康、環境の安全性、自然資源に影響を与える様々な物質を利用することによって生じるリスクの調整。 (5) シリアの国土、海域、大気質に関係がある活動の環境面からのモニタリング。 (6) 法律の執行と廃棄物を不適切に処分した場合の罰則賦課。

地方レベルにおいては、採択された環境政策の実施・施行するために環境部が設置されており、各県には環境委員会が設けられ、次の業務を担当している (a) 評議会の決定事項の実施のフォローアップ。(b) 評議会が採択した環境汚染基準仕様の実施のフォローアップ。(c) 環境に影響がある工場、その他事業所の操業許可条件の適合性チェックのフォローアッ

プ。

### 3.2.3 灌漑省 (MOI)

MOI はシリアにおける水源管理上の重要な機関であり、国の水資源の開発、維持、管理を行うとともに、灌漑施設の計画、建設、維持管理を担当している。ある水道公社で水道事業の拡張をする場合、MHC は MOI に新たな水の配分を要請しなければならない。水資源が限られている場合、MOI はこの問題を MHC と MLAE との協力を得て解決しなければならない。

法で規定された責任を履行するため、MOI は河川流量、ダム貯水量、地下水位、水利用量に関する水理的・地勢的モニタリングを行っている。MOI は流域の水利用、地下水利用をオーソライズできる唯一の機関であり、井戸開発・利用及び下水処理水の灌漑利用許可を与える。また、水源のアセスメントと水配分の権限を有すると同時に、水の最大消費者でもあり、他機関との利害関係問題が内在している。

特筆すべき点として、MOI は汚染管理部 (Pollution Control Directorate)を通して、本来 MLAE が担当すべき工場排水、家庭排水の排出による水質汚染状況のモニタリングとアセスメントを実施していることが挙げられる。こうした活動結果は MLAE を始め、関連各省庁・県に通知される。

MOI は農業用水の供給コストを計算し、料金を課す責務も負っている。表流水の供給に関しては O&M コストをカバーできる水準の全国一律の料金(政府が灌漑施設を整備した場合に限り)を設定している。地下水等他の水源の利用には料金を課していない。

# 3.3 法令上の枠組み

### 3.3.1 環境法 法 No.50 2002

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。

中でも責任と補償に関する規定は特筆すべきものであり、司法省と連携して法の違反者に補償の義務を通告するもので、以下のように規定されている。

- 総局は司法大臣の了解の下、環境専門員を定め、環境に係る検査を行うために警察当局の協力を得て立ち入り検査を行うことが出来る。彼らの報告書は大臣の承認後は、司法権限により作成された調書としての効力を持つ。
- 製造業、開発業、観光業その他サービス活動に係る事業者または責任者に対し、固形状、液状またはガス状廃棄物の施設設置または管理において法律を違反した場合、100,000-2,000,000 SP の罰金を課すことができる。

● 施設設置または行為に対する通告は本法発効日から1年間の猶予を与える。正当な理由がある場合、評議会は更に最大2年の延長を与えることができる。

法に規定する環境保護評議会は 1991 年の法 No.11 で定めた環境安全高等評議会に置き換わるものであり、環境行政に係る最高行政機関である。議長を務める首相以下、17 省庁からの 25 人のメンバーで構成されている。この評議会の業務は以下のように規定されている。

- 環境保護に関する国家政策、戦略、関連計画の承認
- 工業セクターが遵守すべき規準とその項目、規制の承認
- 環境に有害な操業を行っている事業場に対する操業の禁止、停止または制限の決定
- 法律施行に必要な通達、今の承認
- 環境災害に対する危機管理計画の承認

環境法の施行力を強めるため、環境総局が 2004 年の法 NO. 17 により発効した省令(補助法)によって一部変更された。この補助法は 7 項目の令で構成されている。

- 1) 環境要素の測定と評議会が定めた測定機関を通じたフォローアップ及び測定機関の評価方法に関する事項
- 2) 環境要素の基準策定と測定項目及び環境影響評価の実施指導に関する事項
- 3) 環境に関する調査・研究の実施及び環境の安全性評価に関する事項
- 4) 農業、商業、工業、開発セクタープロジェクトに対する環境に係る条件・仕様の指導 及びそれに関係する許可に係る事項
- 5) 環境に脅威を与える物質の取り扱い、分類、貯蔵、輸送、処分並びに国内への持込禁 止物質に関する事項
- 6) 廃棄物の国内持込または埋設処分を防止するための措置、その危険度及び危害のメカニズムの分類に関する事項
- 7) 司法省の同意の元で環境検査員のリスト作成に関する事項

### 3.3.2 水質汚濁防止と汚水処理に関する規制・基準

2002-2003年にかけて、シリア政府は環境保護に関する一連の法的規制・基準を制定した。これらは、大気汚染、固形廃棄物、有害物質、地球環境問題、汚水管理等に関するものである。大気汚染に係る環境基準は制定されたが、公共水域の水質に係る環境基準は定められていない。現在、水質汚濁及び汚水処理に関しては、以下の規制・基準が定められている。

- 公共水域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

飲料水の水質基準は、1994年に一度発効されたが、現在改定作業中であり、環境保護評議会の承認はまだ得られていない。この基準は飲料水中の物理的、科学的、生物的指標、病原体、放射性物質の最大許容濃度を設定している。

# (1) 公共水域に放流される排水の最大許容水質

2002 年、環境保護評議会は公共水域に放流される排水の最大許容水質に関する基準を承認した。その内容は表 3.3.1 に示す通りである。

表 3.3.1 公共水域に放流される排水の最大許容水質

	指標	コード	単位	Ť.	放流先のタイ	プ(公共水均	 或)
				海洋	地表面*	河川	農業用水路
1	Color	Color	Blaninin	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless
			Cobalt scale				
2	Hydrogen ion	pН		6-9	6-9	6-9	6-9
	concentration						
3	Temperature	Percentage	10 degrees	5 (	degree more th	nan receiving i	nedia
		Degree	more than				
			the used				
			media		T		1
4	Biochemical	BOD <sub>5</sub> at 20°C	mg/l	60	20	40	60
	oxygen demand						
5	Chemical oxygen	COD	mg/l	200	30	150	100
	demand						
	(Dichromate)						
6	Oil and & grease	Oil and & grease	mg/l	15	10	10	10
7	Total suspended	TSS	mg/l	60	30	30	60
	solid						
8	Total dissolved	TDS	mg/l	-	800	1200	1000
	solids						
9	Settleable soils	Settleable soils	mg/l	-	-	-	-
10	Phosphate	PO <sub>4</sub>	mg/l	10	1	15	10
11	Ammonia	NH <sub>3</sub> -N	mg/l	10	5	5	0.5
10	(Nitrogen)	NO N	Д	50	20	70	40
12	Nitrate (Nitrogen)	NO <sub>3</sub> -N	mg/l	50	30	50	40
13	Phenol	Total	mg/l	0.5	0.01	0.02	0.5
		recoverable					
1.4	Flourides	Phenol F	/1	1	1	1	1
14	Sulfide	S	mg/l	1	1	1	1
			mg/l	-	1	1	
16 17	Residual chlorine Surfactants	Residual Cl Surfactants	mg/l	3	0.05	0.05	0.5
18	Dissolved oxygen	DO	mg/l	4	4	4	4
			mg/l		5	5	5
19	Hydrocarbons Floating matter	Hydrocarbons Floating matter	mg/l	15		ting matter	)
20	Aluminum	Al	mg/l	3	1 10a	ung matter 1	1
22		As	mg/l		0.1	0.1	0.1
23	Arsenic		mg/l	0.1	0.1	1	0.1
	Barium Beryllium	Ba	mg/l			_	
24	-	Be	mg/l	0.05	0.05	0.05	0.05
25	Cadmium	Cd	mg/l	0.05	0.05	0.05	0.05

コード 単位 指 標 放流先のタイプ(公共水域) 海洋 地表面\* 河川 農業用水路 26 Cyanides CN mg/l 0.15 0.1 0.1 0.05 27 Chromium Cr mg/l 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 28 Chromium  $Cr_6$ mg/l 0.5 29 Nickel Ni mg/l 0.5 0.3 0.3 0.5 0.005 0.005 0.005 0.005 30 Mercury Hg mg/l 31 Iron Fe mg/l 2 1 2 2 0.3 32 Sb 0.3 0.3 Antimony mg/l 1 Cu 1.5 1 1 1 33 Copper mg/l 34 Manganese Mn mg/l 1 0.5 0.5 0.5 35 Zinc Zn mg/l 2 1 2 2 36 Lead Pb 0.5 0.2 0.2 0.5 mg/l37 Silver Ag mg/l 0.1 0.05 0.05 38 Total value of the Total value of mg/l 1 1 heavy metals\*\* the heavy metals\*\* MPN/100ml 39 Total count of Total count of 5000 2500 100 5000 coliform bacteria coliform group \* Areas in which leakage to underground water could be expected.

表 3.3.1 公共水域に放流される排水の最大許容水質

Issued by the High Council of Environment Safety on 13. 05. 2002 and published by decision No. 67 dated 5.7.2003

\*\* Heavy metals, includes: Mercury-Lead-Cadmium-Beryllium- Nickel-Zinc-Copper

### (2) 下水管に放流される工場排水の最大許容水質

シリア・アラブ標準・度量衡機構(Syrian Arab Standards Measurement Organization : SASMO)は下水管に放流される工場排水の最大許容水質を 2002 年 (SASMO 2580/2002)に発布した。この基準は、下水処理場の適正な運転及び環境に安全な処理水を確保するために、産業活動に由来する排水の下水管への放流水質の条件と仕様を定めたものである。

この基準は、以下の事業者に対して規制効力がある。

- 化学産業
- 医薬、食品産業
- 繊維産業
- 医療サービス産業
- その他、汚染排水を排出する全ての事業所

表 3.3.2 下水管に放流される工場排水の最大許容水質

指 標 名	コード	最大許容値	単位	摘 要
1- temperature	T	35	°C	
2- Hydrogen No.	pН	6.5 – 9.5	/	
3- percipitable solid materials	S.S	10	mg/l	After 30 min.
4- total of suspended particles	T.S.S	500	mg/l	
5- sulfide	S	2	mg/l	
6- sulfate	$SO_4$	1000	mg/l	
7- ammonia / ammonium	NH <sub>4</sub> -N NH <sub>3</sub> -N	100	mg/l	
8- phosphate	$PO_4$	20	mg/l	
9- saponifiable oils and grease and resinous materials.	-	100	mg/l	
10- metallic oil and grease	_	10	mg/l	
11- Barium	Ba	3.0	mg/l	
12- Boron	B	1.0	mg/l	
13-Cadmium	Cd	0.1	mg/l	
14- Cr <sub>6</sub>	Cr	0.1	mg/l	
15- calcic chromium	Cr	2.0	mg/l	
16- copper	Cu	0.1	mg/l	
17- lead	Pb	0.1	mg/l	
18- mercury	Hg	0.01	mg/l	
19- nickel	Ni	2.0	mg/l	
20- Selenium	Se	1.0	mg/l	
21- silver	Ag	1.0	mg/l	
22- zinc	Zn	4.0	mg/l	
23- cyanide	CN	0.5	mg/l	
24- arsenic	As	0.1	mg/l	
25- phenol compounds	-	2.0	mg/l	
26- BOD	BOD	800	mg/l	
27- COD	COD	1600	mg/l	
28- T.D.S	T.D.S	2000	mg/l	
29- Chloride	Cl	600	mg/l	
30- fluoride	F	8.0	mg/l	
31- pesticides	-	0.005	mg/l	
32- detergents	ABS	5	mg/l	
33- Algonac organic compounds	AOX	0.1	mg/l	

Issued by the High Council of Environment Safety on 13. 05. 2002 and published by decision No. 67 dated 5.7.2003

### (3) 下水処理水の灌漑利用に関する規制

SASMO は 2002 年に下水処理場から排出される放流水の農業利用に関する基準を発効した。シリアの処理水再利用基準(SASMO 2752/2002) は、灌漑先によって次の 3 種類に基準を分類している。

- クラス A は調理用野菜、公共公園広場を対象とし、最も厳しい基準
- クラス B は加工用農作物、果樹、その他の都市空間 を対象とする基準
- クラス C は工業用作物及び森林を対象とする基準

これらの基準は 38 項目に及ぶ指標を規制しており、そのいくつかの指標は高度の分析技術と特殊な分析機器を必要とするものも含まれており、特に重金属類がこれに該当する (表

3.3.3 参照)。 規制対象の38指標は、次の3タイプに分類できる。

- タイプ 1: 人の健康に直接影響を与えるもので、下水処理により除去できるもの(大腸菌、寄生虫卵)
- タイプ 2: 生活環境と人に影響を与える汚濁指標で、下水処理の目標となるもの (BOD、COD、SS)
- タイプ 3: 作物の成長や土壌質に制限を与える因子と考えられるもの (TDS, SAR, Nitrogen, Chloride, Sodium)

重金属と窒素は人の健康、生活環境及び作物に対して悪影響を与えるため、上記3タイプに共通する指標であると考えられる。

この基準は生で食するトマト、きゅうり、にんじん、レタス、大根、キャベツ等の野菜への処理水の使用を禁止している。また、水道水として利用している地下水源への涵養水として利用することも禁じている。

表 3.3.3 下水処理水の灌漑利用に関する規制

指 標	調理用 野菜	公園、広場、 都市内の街路	競技場	果樹	高速道路 植樹帯	緑 地	穀物類、 家畜飼料	工業用 作物	森林
Categories	A			В			С		
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	30			100			150		
COD (mg/l)	75			200		300			
DO (mg/l)	more than 4			-			-		
TDS (mg/l)	1500			1500		-			
SS (mg/l)	50			150				150	
SAR*	9			9				9	
pН	6-9			6-9				6-9	
Cl <sub>2</sub> Residual	0.5			-				-	
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	20			25				25	
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	3			5				-	
SO <sub>4</sub> (mg/l)	300			500				500	
PO <sub>4</sub> (mg/l)				20					
HCO <sub>3</sub> (mg/l)				520					
Cl (mg/l)				350					
Lubricants and				5					
fats (mg/l)									
MBAS (mg/l)				50					
Phenol (mg/l)				0.002					
Na (mg/l)				230					
Mg (mg/l)				60					
Ca (mg/l)				400					
Hygiene Criteria				_					
Fecal coliform	<1000			<100000				<10000	
(MPN/100ml)									
Intestinal	one ovum	at least							
helminthes eggs									
(egg/l)									
Trace Elements									
Parameters		use (continues)			use (up to 2	20 years)		Remarks	
Al (mg/l)	5			20					

指 標	調理用 野菜	公園、広場、 都市内の街路	競技場	果樹	高速道路 植樹帯	緑 地	穀物類、 家畜飼料	工業用 作物	森林
As (mg/l)	0.1			2					
Be (mg/l)	0.1			0.5					
B (mg/l)	0.75			2					
Cd (mg/l)	0.01			0.05					
Cr (mg/l)	0.1			1					
Co (mg/l)	0.05			5					
Cu (mg/l)	0.2			5					
F (mg/l)	1			15					
Fe (mg/l)	5			20					
Pb (mg/l)	5			10					
Li (mg/l)	2.5			2.5					
Mn (mg/l)	0.2			10					
Mo (mg/l)	0.01			0.05					
Ni (mg/l)	0.2			2					
Se (mg/l)	0.02			0.02					
V (mg/l)	0.1			1					
Zn (mg/l)	2			10					

表 3.3.3 下水処理水の灌漑利用に関する規制

### (4) 汚泥の農業利用に関する規制

SASMO は前述の処理水再利用基準 (No. 2752) と合わせて、下水処理場から発生する汚泥の農地への安全利用基準 (No. 2665)を 2002年に発効した。この基準は汚泥を農業用として流通させるに際し、必要な手順、処理プロセス、汚泥生産者と流通者の義務、重金属類の含有量について規定している。

基準は、大腸菌、サルモネラ菌、寄生虫卵等の病原体を除去するための処理プロセス として高度処理法と従来法との2つのオプションを提示している。

### 高度処理法

- 加温乾燥: 80°C において含水率 10% 以下
- 好気性消化: 55°C において 20 時間、バッチ処理
- 嫌気性消化: 53°C において 20 時間、バッチ処理
- 熱処理 (加水分解): 70°C において 30 分、その後嫌気性消化 35°C において 12 日間
- 石灰処理: pH 12、55°C において 2 時間
- 石灰処理: pH 12 、3ヶ月間

# <u>従来法</u>

- 好気性消化:55℃ において 20 日間
- 嫌気性消化: 53°C において 20 日間
- 石灰処理: pH 12 において 24 時間
- 嫌気性消化: 35°C において 15 日間
- 長時間ばっ気、好気性安定化法、貯留: 外気温に基づき専門家によって決定された時間に従ったバッチ処理

<sup>\*</sup>SARとは「ナトリウム吸収率」を示し、RNaとも表示される。

この基準は汚泥処理のレベルを問わず野菜への利用を禁止している。野菜以外の農作物に対して、病原体の基準を以下のように指定している。

- 大腸菌 <1,000MPN per gram DS
- サルモネラ菌 <3MPN per 4gram DS
- 寄生虫卵 <1 viable per 5gram DS

更に、重金属のレベルにより、利用法を次の5段階に分類している。

- レベル A 非制限利用
- レベル B,C, 及び D 制限付利用
- レベル E 利用不可

表 3.3.4 に各レベルの許容濃度を示し、表 3.3.5 に各レベルの可能な利用法を示す。 また、土壌に対して散布可能な汚泥の絶対量についても記述している。計算のベースは表 3.3.6 に示す農地に含まれる重金属類の最大許容濃度を採用している。

表 3.3.4 各レベルにおける重金属の許容含有量 (mg/kg DS)

元 素	レベル								
儿 系	A	В	C	D	E				
ひ素 Arsenic (As)	20	20	20	30	-				
カドミウム Cadmium (Cd)	3	5	20	32	-				
クロム Chrome (Cr)	100	250	500	600	-				
銅 Copper (Cu)	100	375	1500	1500	-				
鉛 Lead (Pb)	150	150	300	400	-				
水銀 Mercury (Hg)	1	4	15	19	-				
ニッケル Nickel (Ni)	60	125	270	300	-				
セレン Selenium (Se)	5	8	50	90	-				
亜鉛 Zinc (Zn)	200	700	500	2800	-				

表 3.3.5 各レベルにおける可能な利用法の分類

レベルの分類	利用可能分野	利用条件
A	<ol> <li>草地、公園等</li> <li>公共活動用スペース</li> <li>緑地スペース(公園、緑地)</li> <li>農業</li> <li>森林</li> <li>埋立用土壌</li> <li>衛生的埋立</li> <li>埋立処分場内の積上げ処分</li> </ol>	制限なし
В	上表中、2)から8)項	制限付利用 1
C	上表中、4)から8)項	制限付利用 2
D	上表中、5)から8)項	制限付利用3
E	上表中、7)から8)項	利用に適さず

元 素	農地土壌	緑地土壌
ひ素 Arsenic (As)	20	20
カドミウム Cadmium (Cd)	1	5
クロム Chrome (Cr)	100	250
銅 Copper (Cu)	100	375
鉛 Lead (Pb)	100	150
水銀 Mercury (Hg)	1	4
ニッケル Nickel (Ni)	60	125
セレン Selenium (Se)	5	8
而铅 Zinc (Zn)	200	700

表 3.3.6 緑農地の土壌中に含まれる重金属類の最大許容濃度 (mg/kg DS)

#### 3.3.3 既存の法令についての所見

環境法の発布は、シリア政府が環境保護を重要視している表れであると考えられるが、 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「公共水域に放流される排水の最大許容水質 (表 3.3.1)が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 50m³/日以上の特定事業場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(上乗せ基準と呼ばれる)を定めることができるとしている。

また、シリアの基準には重金属類の規制が含まれている。このことは重金属類が人の健康や環境に有害であるという点から理解できるが、その分析には高度の技術と特殊な設備が必要であり、現状のシリアにおける人と設備の能力を超えているものと考えられる。現在、JICA プロジェクトの支援で環境モニタリング能力開発プロジェクトが実施されているところでもあり、シリアサイドの人と設備の両面での分析能力の向上が望まれる。

下水処理水の灌漑利用に対する規制に関しては、前述したように 3 タイプの規制指標、すなわち、タイプ 1:人の健康に有害な指標、タイプ 2:生活環境と人に影響を与える汚濁指標、タイプ 3:農作物の生育に影響がある指標、に分類することができる。とりわけ、タイプ 3 の指標は国連食料農業機構 (FAO)の「灌漑用水の水質に関するガイドライン」から適用されているものと思われる。しかしながら、WHO のガイドラインは、途上国における処理水の再利用と関連付けられる主たる健康上のリスクは、病原菌の存在であるとの結論

に基づき、タイプ 1 の指標を相当程度除去することを要求事項としている代わりに、タイプ 3 の指標に関しては要求していない点に注目する必要がある(表 3.3.7 参照)。タイプ 3 の指標は農業用に適する水質を示すものであることから、これらについては法的拘束力を持たせず、技術上のガイドラインとしての位置付けに留めるべきであろう。

また、WHO のガイドラインは病原体の数値が要求するレベルを満足すれば(すなわち、大腸菌 <1000/100ml、寄生虫卵 <1/l)、生食用野菜に対しても使用できることとしているが、シリアの基準はこの行為を禁止している。このことは、処理水の灌漑利用促進に対して、マイナス要因として働く懸念がある

表 3.3.7 参考-処理水の農業利用における推奨病原体レベルに関する ガイドライン <sup>a</sup> (WHO, 1989)

Reuse conditions	Exposed group	Intestinal nematodes <sup>b</sup>	Fecal coliforms (Geometric mean	Wastewater treatment required
		(Number of eggs per liter) <sup>c</sup>	per 100ml) <sup>c</sup>	•
A. Irrigation of crops likely to be eaten uncooked, sports fields, public parks	Workers, consumers, public	Equal to or less than 1	Equal to or less than $1000^d$	A series of stabilization ponds designed to achieve the microbiological quality indicated or equivalent treatment
B. Irrigation of cereal crops, industrial crops, fodder crops, pasture and trees <sup>e</sup>	Workers	Equal to or less than 1	No standards recommended	Retention in stabilization ponds for 8-10 days or equivalent helminth fecal coliform removal
C.Localized irrigation of crops in category B if exposure of workers and the public does not occur	None	Not applicable	Not applicable	Pretreatment as required by the irrigation technology, but not less than primary sedimentation

<sup>&</sup>lt;sup>a</sup>In specific cases, local epidemiological, sociocultural, and environmental factors should be taken into account, and the guidelines modified accordingly.

# 3.4 公共水域における水質汚濁の現状

### 3.4.1 水理的流域における自然的条件の特徴

シリアの国土は表 3.4.1 に示す 7 つの水理的流域に区分することができる。

<sup>&</sup>lt;sup>b</sup>Ascaris and Trichuris species and hookworms.

<sup>&</sup>lt;sup>c</sup>During the irrigation period.

<sup>&</sup>lt;sup>d</sup>A more stringent guideline (200 fecal coliform/100ml) is appropriate for public lawns such as hotel lawns with which the public may come into direct contact.

<sup>&</sup>lt;sup>e</sup>In the case of fruit trees, irrigation should cease 2 weeks before fruit is picked, and no fruit should be picked off the ground. Sprinkler irrigation over the crowns of the trees should not be used when fruit is on the trees.

流域名	面積 (km²)	年間降雨量 (mm)	主な水道水源
Barada & Awaj	8,630	862	地下水(井戸及び湧水)
Orontes	21,634	403	表流水
Coastal	5,049	1,294	地下水(井戸及び湧水)
Tigres & Khabour	21,129	402	表流水
Euphrates & Aleppo	51,238	308	表流水
Yarmouk	6,724	287	地下水(井戸及び湧水)
Al Badia	70,786	138	地下水(井戸)
Total	185,180	252	

表 3.4.1 シリアの水理的流域

出典) Ministry of Irrigation 2002

各流域の自然条件の特徴は以下のとおりである。

# 1) Barada & Awaj 流域

この流域の北西部は標高が高く、東部は 700m 以下の平坦な地形を形成している。気候は地中海性山岳気候と内陸型気候の混合型である。大きな河川のネットワークはなく、水資源は非常に限られている。

### 2) Orontes 流域

この流域の標高は 80m から 900m にわたる。気候は地中海性山岳気候に分類される。主な水源は Orontes 川である。この流域はかつて製油工場からの排水の Orontes 川と Qatina 湖への流入によって相当な水質汚濁をうけたことがある

#### 3) Coastal 流域

この流域は砂質性の山岳地形で特徴つけられ、平坦な低地が Al Ghab 断層と Al Omq 流域の間に存在する。Orontes 川と Qarasto 川が東から流れ、西側は地中海の海岸線を形成している。この流域の気候は温暖で気温変化が少なく、年間降雨量は多く海岸部では800-1000mm 程度である。

### 4) Tigres & Khabour 流域

標高 350m 程度の平坦な高原が広がり、気候は乾燥性地中海型である。一般に夏は乾燥していて暑く、冬は雨季となり寒い。この流域は石油などの天然資源が豊富であるが、水バランスについては大量の農業用利用のため、クリティカルな状況である。

### 5) Euphrates & Aleppo 流域

この流域の自然条件は全般に Tigres & Khabour に類似している。しかし、Aleppo highlands の気候は地中海性山岳気候と内陸型気候の混合型である。水資源は全般に豊富である。

### 6) Yarmouk 流域

ゴラン高原が南西部の気候を内陸部にも運ぶ役割をしており、平均降雨量は内陸部で年間 200 mm、ゴラン高原で 1000 mm に及ぶ。水資源の殆どは冬季の融雪水に由来する。

# 7) Al Badia 流域

この流域はシリアで最大の面積があり、乾燥気候で特徴付けられる。雨量は少なく気温の変化が大きい。雨季だけに現れる小さな谷あいを流れる小河川と小さな湖がこの流域を特徴付けている。

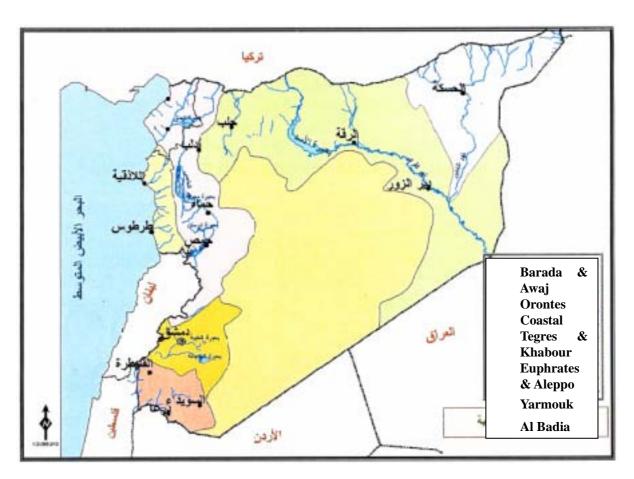


図 3.4.1 シリアの水理的流域

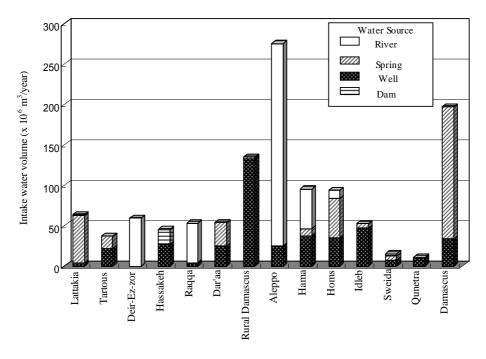
# 3.4.2 水源

自然状況の項で述べたように、シリアの水資源の配分は、地方によって著しく異なっており、例えば水量が豊富な大きな国際河川である Euphrates Rive、年間ほとんど「流水のないワジ」だけの乾燥した地域、穏やかな気候と豊かな水源を持つ地中海沿岸地域、河川が流域内で消失しまう地域等、極めて変化に富んでいる。このような様々な水資源環境を持っているシリアの水道原水はその流域の水資源状況に合わせて地下水や表流水を取水し給水している。その県別水源別取水状況を表 3.4.2、図 3.4.2 に示す。

Governorate	水道水源取水量 (×1,000 m³/年)						
Governorate	Well	Spring	River	Dam	Total		
Lattakia	3,925	58,796	-	1,199	63,920		
Tartous	22,170	14,800	-	-	36,970		
Deir-Ez-zor	-	-	59,000	-	59,000		
Hassakeh	27,300	-	-	18,150	45,450		
Raqqa	4,250	-	48,975	-	53,225		
Dar'aa	24,800	29,300	-	-	54,100		
Rural Damascus	133,300	1,700	-	-	135,000		
Aleppo	25,300	-	250,219	-	275,519		
Hama	37,162	9,318	48,950	-	95,430		
Homs	34,582	49,269	9,631	-	93,482		
Idleb	47,126	5,914	-	-	53,040		
Sweida	7,672	4,700	-	3,228	15,600		
Qunetra	10,875	-	-	-	10,875		
Damascus	33,974	163,161	-	-	197,135		
Total	412,436	336,958	416,775	22,577	1,188,746		

表 3.4.2 県別水源別水道原水取水量(2005年)





出典) Ministry of Housing and Construction

図 3.4.2 県別水道原水取水量 (2005年)

2005 年の県別水源別水道原水取水量では、Aleppo が最も大きく全体量の約 23%を占め、次に Damascus、Rural Damascus と続き、それぞれ 17%、11%となり、3 県の合計は全量の50%を超えている。後述するように人口分布、工業・商業活動がこの 3 つの県に集中していることを現している。

水源別に水道原水取水量を見ると Aleppo、Raqqa、Deir-Ez-zor は 90%以上を表流水に依存し、一方、Damascus、Rural Damascus、Tartous、Lattakia、Idleb、Dar'aa、Qunetra はほぼ

全量を地下水に頼っている。Homs、Hama、Hassakeh、Sweida は地下水、表流水を併せて利用している。

概略の流域別水道原水取水量を以下のように県単位の集計値と仮定する。

Barada/ Awaj River Basin Damascus and Rural Damascus

Orontes (Al Assi) River Basin Homs, Hama and Idieb Coastal area (Mediterranean Sea Basin) Tartous and Lattakia

Tigris and Khabour River Basin Hassakeh

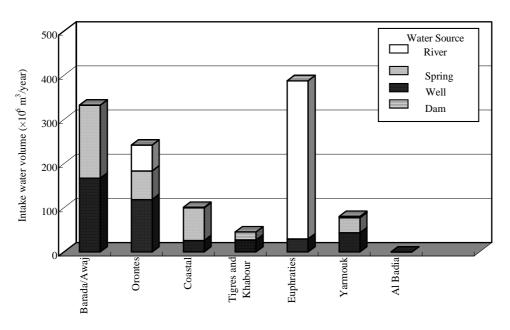
Euphrates River Basin Aleppo (Qweick River), Raqqa and Deir-Ez-zor

Yarmouk River Basin Dar'aa, Sweida and Qunetra

Al Badia 概略値のため省略。

流域別に水道原水取水量を見ると Euphrates River Basin が最も多く、ほとんどの用水を Euphrates River から取水している。次いで Barada/ Awaj River Basin の取水量が多く、且、地下水に依存している。この 2 つの流域は極めて対照的である。

Coastal area は 3/4 を地下水、1/4 を表流水に依存し、Khabour River Basin は地下水とダムを併用し、Yarmouk River Basin は全量を地下水から取水している。(図 3.4.3 参照)



出典) Ministry of Housing and Construction

図 3.4.3 流域別水源別水道原水取水量(2005年)

### 3.4.3 公共用水域の水質状況

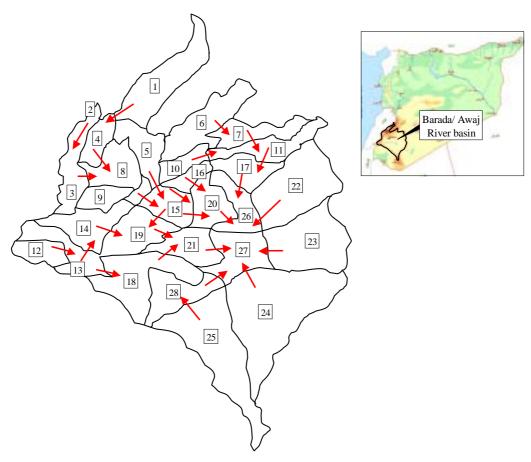
調査対象区域の7流域について水質状況を以下に述べる。

# (1) Barada & Awaji 流域

Damascus、 Rural Damascus の Barada/ Awaj River 流域は以下のような特徴を持っている。

- Barada/ Awaj River Basin は、シリアにおいて最も人口密度が高く、産業が集中している区域の一つである。
- 年間降雨量は平地部 200 mm/year 以下、山地部 600 800mm/year である。
- Barada /Awaj 河川水は農業用水として利用されている。
- ●2つの河川は取水や蒸発、地下浸透により最終的には河川流量がなくなる。
- ◆ 流域の流れの方向は北部、西部区域から東部区域の Elhejaneh (No. 27Sub-basin)に流下する。(図 3.4.4 参照)
- ●流下にしたがって河川流量が減少するため、河川水質は汚水・排水の流入の影響 し受け易い。

Barada/ Awaj River は、上記の要因が汚濁をさらに進行させていると考えられる。



出典) Water Resources Information Center

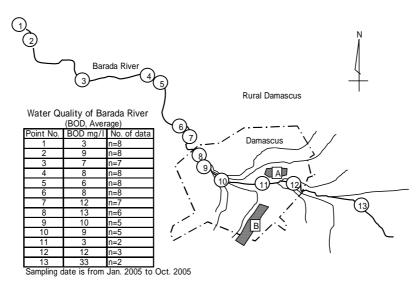
図 3.4.4 表流水の流れ

Barada River の水質分析結果を**図 3.4.5** に示す。この表から Damascus 市街地下流部までの Barada River 本川は著しく汚濁されていないことが明らかとなった。この川水は潅漑目的の ためのみに利用されており、潅漑用水基準(Category-A: BOD 30 mg/l)を満足している。

市街地の一部区域及び市街地下流部から流末端までの区間は生活汚水、営業排水、工場排水の影響により著しく汚濁されている区間がある。(水質データなし)特に Damascus 市街地内の A 地区(皮なめし工場群) 及び B 地区(工場区域)における Barada River 支流は工場排水のために著しく汚濁が進行しており、A 地区においては皮なめし工場の排水によるクロム汚染が懸念される。

加えて、市街中心部のポイント No.11 においてみられる水質 (BOD) の低下は以下の理由と考えられる。

- 河川流量の大部分はポイント No.11 の上流部において取水されている。
- ポイント No.11 における河川水は主に伏流水と地下水と考えられる。
- 市街中心部は下水道整備が進んでおり、汚水の排出は僅かである。



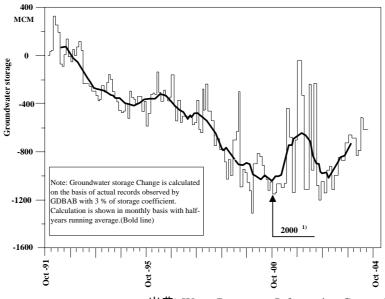
A: Industrial Area (There are Tannery Factories)
B: Industrial Area (There are many type of factories)

出典) Ministry of Irrigation

図 3.4.5 バラダアワジ川の水質状況 (2005)

### <u>地下水汚染状況</u>

この区域は前述したように、地下水利用可能資源量に匹敵するほどの極めて大量な地下水の利用が行われていると考えられる。1991年から 2004年における地下水貯留量を**図 3.4.6**に示す。この図によると、近年、地下水の貯水量が減少している。

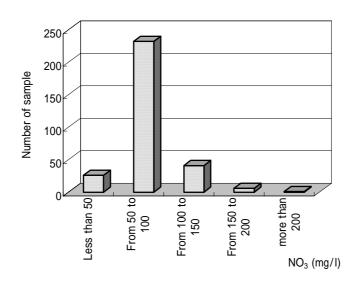


出典) Water Resources Information Center (2005)

図 3.4.6 地下水貯水量の推移 (1991 年から 2004 年)

Ghouta 地区 と Adraa 下水処理場の周辺区域において地下水の飲用不適や潅漑利用において農作物などの植物に障害が発生していると報告されている。

Damascus 上下水道公社(DAWSAA)の水源井戸における水質分析結果によると、306 調査地点の内の 280 地点において 50 mg/l as NO $_3$ を超える硝酸性窒素が検出されている。WHOはヘモクロビン症候群(乳幼児)の防止の為に、硝酸性窒素のガイドラインとして 50 mg/l as NO $_3$ (短期露出)の基準を提案している。(図 3.4.7 参照)



出典)ダマスカス上下水道公社

図 3.4.7 水道水源井戸の水質(硝酸性窒素 as NO<sub>3</sub>)

### (2) Orontes 流域

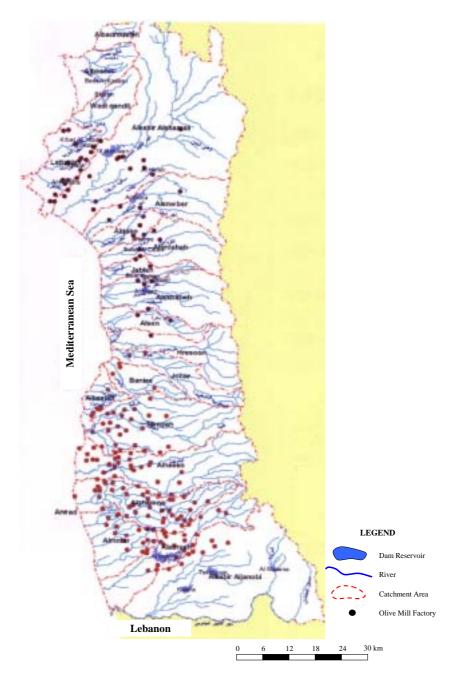
現地踏査結果から、Orontes 川と Qatina 湖は工場排水と生活排水でかなり汚濁が進行していると考えられる。これらの河川水と湖水は灌漑用水として利用されているが、河川と湖の水質については資料が得られていない為、不明である。

#### (3) Coastal 地域

Tartous、Lattakia Governorates における河川は図3.4.8 に示すように流域が小さく、また人口、政府系工場も海岸部に集中している。さらに降水量も豊富(海岸部 800mm/year、山地部1,200 – 1,400 mm/year )である為、顕著な水質汚濁問題は発生していない。しかしながら、Lattakia、Tartous の県環境部の説明では、一部の河川においてオリーブオイル圧搾工場の排水による季節的な水質汚濁の発生が認められるとしている。

# 地下水汚染状況

Tartous、Lattakia の県環境部の説明では、一部の水道水源がオリーブオイル圧搾工場の稼働と同時期に水質汚濁問題が発生する傾向があり、その汚濁源はそれらの工場排水であるとしている。この 2 つの県では約 250 のオリーブオイル圧搾工場があり、これらの工場は小規模で広範囲に分布している。(図 3.4.8 参照)

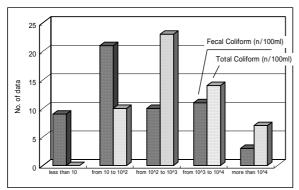


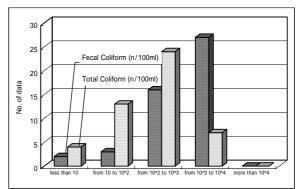
出典) Water Resources Information Center

図 3.4.8 オリープオイル工場の分布状況 (Tartous, Lattakia)

# 海域汚染状況

Mediterranean Sea は、汚水排出口付近を除く水域での外観的(色、濁り、臭いなどの外観・嗅覚による)な汚濁は認めらない。しかしながら、表 3.4.3、図 3.4.9 に示す 2006 年 3 月と 8 月の海域調査の結果から沿岸水域の全ての調査地点で糞便性大腸菌の検出数が高く、細菌性汚染が認められる。このような沿岸水域の細菌汚染は、海水浴のなどの海域リクリエーションを含む Tartous、Lattakia の観光産業にとっては大きな障害になると考えられる。



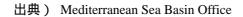


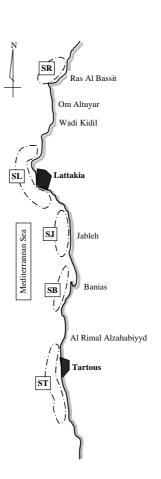
出典) Mediterranean Sea Basin Office

図 3.4.9 Total and Fecal Coliform 分析結果の度数分布 (左図 3 月、右図 8 月 2006 年)

# 表 3.4.3 水質分析結果 (大腸菌群数、2006年3月及び8月調査)

Sampling date		12/3	2006	7/8/2	nit: n/100ml
Point		Fecal Col.	Total Col.	Fecal Col.	Total Col.
	1	1.0E+01	1.6E+02	1.0E+03	4.0E+03
	2	6.0E+01	1.2E+02	7.5E+02	2.0E+03
	3	1.0E+03	4.0E+03	8.0E+02	2.2E+03
	4	1.5E+03	2.4E+03	5.0E+02	2.0E+03
	5	5.0E+01	6.0E+01	2.5E+03	1.9E+03
SRCB	6	3.0E+01	2.4E+02	4.5E+02	6.0E+03
	7	1.0E+01	8.0E+02	7.0E+02	8.0E+02
	8	0.0E+00	8.4E+02	6.0E+02	6.0E+02
	9	5.5E+01	1.6E+03	2.2E+02	5.0E+02
	10	4.0E+01	2.3E+03	3.5E+02	3.0E+02
	11	5.0E+01	1.8E+03	1.5E+02	4.0E+02
	1	2.4E+02	5.4E+02	8.0E+01	2.0E+03
	2	0.0E+00	2.0E+01	2.8E+02	5.0E+02
	3	2.0E+03	1.8E+04	6.0E+01	9.0E+02
	4	6.0E+01	7.2E+01	1.2E+02	6.5E+02
	5	7.2E+01	6.0E+02	3.6E+02	1.5E+03
	6	3.6E+02	6.6E+02	1.6E+02	1.3E+03
	7	4.0E+01	5.0E+01	1.7E+02	1.2E+03
SLCB	8	3.0E+01	5.0E+01	1.4E+02	1.1E+03
SLOB	9	7.0E+01	1.6E+02	1.0E+02	9.0E+02
	10	2.5E+04	3.0E+04	5.0E+02	4.2E+03
	11	1.3E+04	1.5E+04		6.8E+03
	12	1.5E+04	2.5E+04	7.0E+03 2.5E+03	2.8E+03
	13				3.2E+03
	14	9.5E+03 7.5E+03	1.7E+04	1.8E+03 3.0E+02	
	15	9.5E+03	1.0E+03 2.2E+04	7.6E+02	8.0E+02 5.0E+02
	13	1.6E+03	2.4E+03	1.0E+02	6.0E+01
	2	1.5E+03	3.2E+03	2.0E+01	0.0E+01
	3	1.8E+03	5.0E+03	8.0E+01	1.9E+03
SJCB	4	1.4E+03	4.8E+03	0.0E+00	0.0E+00
	5	1.0E+02	2.0E+02	4.8E+02	1.2E+02
	6	2.2E+03	1.8E+04	1.2E+03	2.0E+03
	1	4.5E+02	1.1E+03	1.2E+03	2.0E+03
	2	3.0E+02	7.0E+02	-	-
	3	2.0E+02	6.0E+02		-
SBCB	4			-	-
	5	1.0E+01 9.0E+00	1.2E+02 2.0E+01		-
	6	9.0E+00 1.1E+01	4.0E+01		-
	1	3.0E+00	2.2E+01	8 UE : U2	6.0E+01
	2			8.0E+02	6.0E+01
	3	1.0E+02 3.0E+00	2.5E+02 2.5E+01	2.0E+01	8.0E+01
	4	2.0E+00	2.3E+01 2.3E+02	3.0E+01 6.0E+01	1.6E+03 2.0E+03
	5	2.0E+01 2.0E+01	2.0E+02	4.0E+01	1.6E+03
STCB	6	2.0E+01 2.0E+02	1.6E+03	6.0E+01	1.8E+03
SICE	8	1.8E+02	1.6E+03		2.0E+03
	9			9.5E+02	
	10	3.0E+02	1.1E+03	4.5E+02	1.5E+03
		3.0E+00	3.0E+02	3.0E+02	1.0E+03
	11	2.0E+01	1.6E+02	3.0E+02	1.1E+03
	12	4.0E+01	4.0E+02	1.0E+02	1.4E+03





Location map of sampling point

# (4) Tigris & Khabour 流域

Khabur River の下流に位置する Al Basel lake の水質状況を表 3.4.4 示す。水質分析結果より、Al Basel lake の水質状況は、TDS を除き灌漑用水利用(果樹、街路樹、飼料作物)の観点から概ね問題ないことが判明した。ただし、Hassakeh 市街地近辺では、汚水排出による汚濁の発生が考えられる。

表 3.4.4 水質分析結果 (Al Basel Lake)

						unit: mg/l
Items / Da		TDS	EC (µS/cm)	COD	$\mathrm{NH_4}$	$NO_3$
Water Quality	C-1**	1,500	-	75	3.87***	88.60***
Standards	C-2**	1,500	-	200	6.45***	110.75***
for Irrigation *	C-3**	-	-	300	-	110.75***
6 Jan. 20	01	1,055	2,110	6.0	0.51	13.30
7 Mar. 20	01	875	1,750	6.5	0.51	17.16
5 Apr. 20	01	888	1,777	5.5	0.53	16.28
19 May. 20	001	1,040	2,080	7.4	0.70	13.63
30 Jun. 20	01	1,200	2,400	8.2	0.71	12.52
31 Jul. 20		1,400	2,800	8.0	0.78	13.41
7 Aug. 20		1,500	3,000	7.6	0.90	16.48
3 Aug. 20		1,620	3,240	6.6	0.98	10.23
10 Sep. 20		1,640	3,280	7.1	1.10	10.23
8 Oct. 20	01	1,600	3,200	0.8	1.21	29.04
3 Nov. 20	01	1,500	3,000	7.7	1.32	22.15
19 Dec. 20	001	1,700	3,400	7.9	1.21	21.45
16 Feb. 20	002	1,500	3,000	8.2	0.46	24.50
10 Mar. 20	002	1,600	3,200	8.4	0.68	26.84
6 Apr. 20	02	1,550	3,050	8.7	0.70	24.62
6 May. 20	02	1,525	3,050	9.0	0.71	13.60
29 Jun. 20	02	1,895	3,790	9.0	1.12	12.70
29 Jun. 2002		1,895	3,790	9.2	1.41	12.70
14 Jul. 20	02	2,000	4,000	9.4	1.33	21.73
1 Sep. 20		2,150	4,300	10.0	1.40	14.52
2 Nov. 20		1,960	3,920	10.4	1.30	5.20
21 Jan. 20		1,075	2,150	10.0	0.96	17.61
12 Mar. 20		1,435	2,870	10.6	0.90	5.28
11 May. 20		1,375	2,750	11.0	0.89	6.60
9 Jul. 200		1,575	3,150	11.3	0.97	3.54
16 Oct. 20		1,525	3,050	12.0	1.00	4.40
28 Dec. 20		995	1,990	11.5	0.65	3.52
26 Feb. 20		1,355	2,720	14.0	0.38	4.40
9 Apr. 20		1,150	2,300	16.0	0.23	2.64
7 Jun. 20		1,325	2,650	17.0	0.50	26.40
23 Aug. 20		1,600	3,200	17.5	0.62	4.41
18 Oct. 20		1,750	3,500	18.0	1.15	12.76
2 Dec. 20		1,650	3,300	16.5	0.88	2.88
8 Jan. 20		1,600	3,200	17.0	1.23	18.48
17 Feb. 2005		1,440	2,890	18.0	1.12	3.96
24 Mar. 2005		1,400	2,800	20.0	1.45	17.60
19 Apr. 2005		1,475	2,950	21.0	0.88	4.00
Average		1,482	2,962	10.9	0.90	13.26
Minimur	n	875	1,750	0.8	0.23	2.64
Maximui	n	2,150	4,300	21.0	1.45	29.04

### 出典) Hassakeh 県

<sup>\*:</sup> The maximum allowed limits of the measurement criteria related to the treated water for irrigation purposes

<sup>\*\*:</sup> C-1 (Category-1) Cooked vegetable, parks, playgrounds, and roads within cities and sporting playgrounds

C-2 (Category-2) Fruit trees, highway sides, green spaces and grain and fodder crops

C-3 (Category-3) Industrial crops and forest trees

<sup>\*\*\*:</sup> Conversion factor: NH<sub>4</sub>=NH<sub>4</sub>-N x 1.29, NO<sub>3</sub>=NO<sub>3</sub>-N x 4.43

# (5) Euphrates & Aleppo 流域

Euphrates River はトルコに源を発し、シリア北部から南部へ縦断した後、イラクへ流下している。この川は全長 2,800km (シリア内 680km) 最低流量 79m³/sec、平均流量 995 m³/sec.の河川流量を持つ国際河川である。(出典: Statistical Abstract 1995)

現在、Euphrates River の水質汚濁の状況は、上流部の Al Asad Dam では汚濁の兆候は認められず、下流域の都市域 (Deir-Ez-zor)の汚水排出点周辺において限定的な汚濁が発生している可能性が考えられる。しかしながら、少ない調査結果であり、調査地点も不明瞭な資料であるため、詳細は不明である。(表 3.4.5、図 3.4.10 参照)

表 3.4.5 水質分析結果 (The Euphrates River)

	採水地点	水質分析結果 (mg/l)					備考
	抹水地点		COD	BOD	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	1佣1号
A1 A	sad Dam	202	<4	<1	< 0.08	< 0.8	3-Jun-06
AlAs	sau Daili	194	<4	<1	< 0.08	< 0.2	26-Jun-06
	市街地付近	284	<30	8	7.00	0.50	4-Aug-06
<u> </u>	と畜場下流	284	<30	<1	6. 70	< 0.8	13-May-06
Raqqa	Ma'adar area	291	<30	<1	<1	< 0.8	14-May-06
R	≃ Hallab area 下流	312	<30	4	<1	< 0.8	6-May-06
	Hallab alea Pill	258	<10	3	<1	< 0.8	7-May-06
	市街地上流	343	7.1	20	0.04	0.73	17-Jul-06
-zor	山口田上町上川	281	5.0	4	0.09	< 0.2	13-Nov-06
Z-Z	Deir-Ez-z 市街地中央	343	12	19	0.02	0.80	17-Jul-06
-ir-F		280	<4	4	0.10	< 0.2	13-Nov-06
Ď	od 市街地下流	454	9.0	23	0.44	1.10	17-Jul-06
		306	5.0	5	0.18	< 0.2	13-Nov-06

出典) The Capacity Development of Environmental Monitoring at Directorates for Environmental Affaires in Governorates in the Syrian Arab Republic, Progress Report (4), February 2007, JICA, Ministry of Local Administration and Environment the Syrian Arab Republic



図 3.4.10 Euphrates River の河川網

# (6) Yarmouk 流域

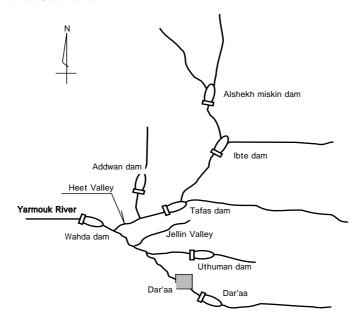
Yarmouk River はその支流である中小河川とダムから構成されており、それらの中小河川が合流した後、ヨルダンとの国境を流下する。

Wahda dam 及び Yarmouk River 支流の水質状況を表 3.4.6 に示す。この資料から、水質汚濁の進行が認められる。

Location	Date	BOD (mg/l)	NH <sub>4</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> (mg/l)
Addwan Dam	1 Feb 2007	30	0.27	24.20
Tafas Dam	1 Feb 2007	20	0.59	53.68
Da'ra Dam	7 Feb 2007	20	0.28	19.80
Wahda Dam	1 Feb 2007	-	0.52	11.88
Jellin Valley		20	0.55	17.60
Heet valley		20	0.39	19.80

表 3.4.6 表流水の水質

出典) Dar'aa Governorate

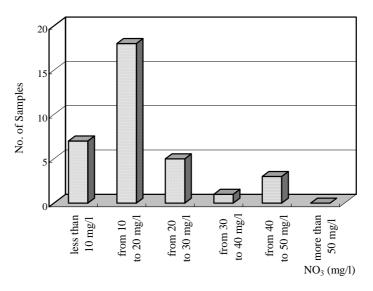


尚、Wahda dam はヨルダンの重要な上水道水源の一つとなっており、将来的にはシリア - ヨルダン間の協議によって、Wahda dam の富栄養化防止や更なる水質の悪化に対して必要な汚濁負荷削減計画が求められる可能性も考えられる。

### 地下水汚染状況

Dar'aa の一部の水道水源は硝酸性窒素の濃度が上昇しているが、WHO ガイドラインを超えておらず Rural Damascus のような深刻な状況に至っていない。

水質資料 2004 年 10 月より 2006 年 6 月までの分析結果よると 34 分析結果の内 3 サンプルが硝酸性窒素 (as NO<sub>3</sub>) 40 mg/l を超える値が検出されている。(**図 3.4.11** 参照)



出典) Dar'aa Governorate

図 3.4.11 地下水の水質 (Dar'aa)

#### (7) Al Badia 地域

Al Badia 地域は通年、流量がある河川がなく、生活・営業排水や工場排水による汚濁発生もないと考えられる。

### 3.4.4 主要水質汚濁源

前項で述べた水道水源汚染や公共水域の水質汚濁問題は、単に排出される汚濁負荷量が大きい事だけではなく、自然条件(降雨)、地形・地質、汚濁対策(下水道)など様々な条件が影響して発生している。

本項では最初に汚濁負荷発生源として主な項目である人口と産業について述べる。この 2 つは人為的汚濁負荷、すなわち社会・生活活動に伴う排出汚濁負荷と生産に係わる排出汚濁負荷を表すための基本的な数値であり、汚濁負荷全体量のほとんどの部分を占める汚濁源であることから県別にその特徴を整理する。

#### <人口>

2006 年のシリア全人口は約 18.7 百万人であり、 県単位では Aleppo が最も大きく、 4.2 million

(23%)、次いで Rural Damascus 2.4 million (13%), Damascus 1.6million (9%)となっている。 Damascus と Rural Damascus の合計人口と Aleppo の人口はほぼ同じである。(表 3.4.7、図 3.4.12 参照)

# 概略の流域別人口を以下のように県単位の集計値と仮定する。

Barada/ Awaj River Basin: Damascus and Rural Damascus

Orontes (Al Assi) River Basin Homs, Hama and Idieb Coastal area (Mediterranean Sea Basin) Tartous and Lattakia

Tigris and Khabour River Basin Hassakeh

Euphrates River Basin Aleppo (Qweick River), Raqqa and Deir-Ez-zor

Yarmouk River Basin Dar'aa, Sweida and Qunetra

Al Badia 概略値のため省略。

概略の流域別県人口を見ると Euphrates River Basin は 33% (Aleppo の 23%を含む), Orontes River Basin は 23%、Barada / Awaj River Basin は 21%、Coastal area は、9%、Tigris・Khabour River Basin と Yarmouk River Basin には 7%となっている。(表 3.4.7、図 3.4.13 参照)

表 3.4.7 県別人口 (2006年)

·	旧夕	人 口 (×1,000)			
流域	県名	合 計		地方	都市部
Damada / Avyai Diyam	Damascus	1,628	8.7 %	-	1,628
Barada/ Awaj River basin	Damascus Rural	2,377	12.7 %	848	1,529
Dasin	Sub-total	4,005	21.4 %	848	3,157
	Homs	1,591	8.5 %	740	851
Orontes River basin	Hama	1,441	7.7 %	901	540
Orontes River basin	Idleb	1,310	7.0 %	940	370
	Sub-total	4,342	23.2 %	2,581	1,761
	Tartous	730	3.9 %	522	208
Coastal area	Lattakia	917	4.9 %	447	470
	Sub-total	1,647	8.8 %	969	678
Tigris/ Khabour	Hassakeh	1,329	7.1 %	858	471
River basin	Sub-total	1,329	7.1 %	858	471
	Aleppo	4,230	22.6 %	1,561	2,669
Euphrates River	Raqqa	824	4.4 %	513	311
basin	Deir-Ez-zor	1,048	5.6 %	593	455
	Sub-total	6,102	32.6 %	2,667	3,435
	Sweida	337	1.8 %	232	105
Yarmouk River basin	Dar'aa	880	4.7 %	474	406
Tariflouk River dasin	Quneitra	75	0.4 %	75	
	Sub-total	1,292	6.9 %	781	511
-	Total	18,717	-	8,704	10,013

出典) Ministry of Statistic

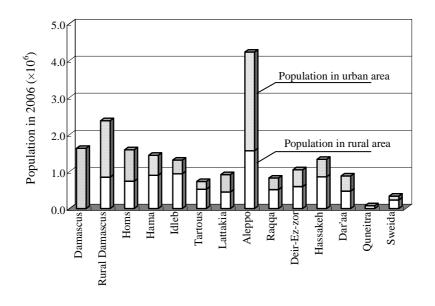


図 3.4.12 県別人口分布

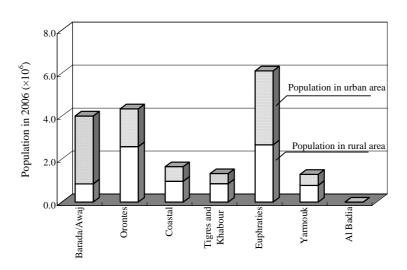


図 3.4.13 流域別人口分布

# <工場生産額>

2004年のシリアの工場生産額は約 460 billion SP である。県単位では Rural Damascus が最も大きく、147 billion SP (32%)、次いで Aleppo が 122 billion SP (27%)、 Homs が 44 billion SP (10%)となっている。(表 3.4.8、図 3.14 参照)

流域別の工場生産額は、Barada/Awaj 流域が最も大きく 41%を占め、次いで Euphrates 川流域が 31%、両者を合わせると 72%を占める。(**図 3.15** 参照)

表 3.4.8 県別工場生産額 (2004年)

流域	県名	工業生産額 (million SP/year)					
加山地	宗 <b>石</b>	民 間	政府系	合	計		
Di-Di	Damascus	25,364	16,800	42,164	9.2 %		
Barada/ Awaj River basin	Damascus Rural	70,435	76,431	146,866	31.9 %		
Dasiii	Sub-total	95,799	93,231	189,030	41.1 %		
	Homs	17,515	26,464	43,979	9.6 %		
Orontes River basin	Hama	12,154	16,427	28,581	6.2 %		
Orontes River basin	Idleb	5,648	5,142	10,790	2.3 %		
	Sub-total	35,317	48,033	83,350	21.1 %		
	Tartous	6,799	2,257	9,056	2.0 %		
Coastal area	Lattakia	11,809	7,147	18,956	4.1 %		
	Sub-total	18,608	9,404	28,012	6.1 %		
Tigris/ Khabour	Hassakeh	5,201	2,571	7,772	1.7 %		
River basin	Sub-total	5,201	2,571	7,772	1.7 %		
	Aleppo	80,255	42,099	122,354	26.6 %		
Euphrates River	Raqqa	3,024	1,589	4,613	1.0 %		
basin	Deir-Ez-zor	3,987	12,774	16,761	3.6 %		
	Sub-total	87,266	56,462	143,728	31.2 %		
	Sweida	1,551	1,589	3,140	0.7 %		
Yarmouk River basin	Dar'aa	4,885	0	4,885	1.1 %		
Tarmouk Kiver dasin	Quneitra	158	0	158	0.0 %		
	Sub-total	6,594	1,589	8,183	1.8 %		
-	Total	248,785	211,290	460,075	100.0 %		

出典) Private factory Ministry of statistic

Public factory Total amount of product is quoted from Statistical Abstract 2006.

The Study Team estimated output values by Governorate.

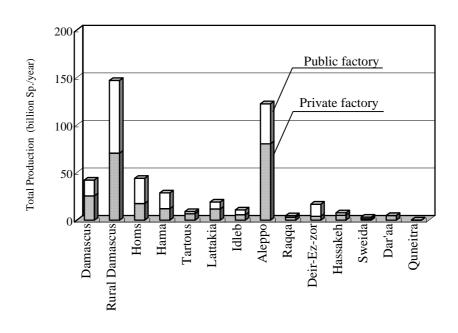


図 3.14 県別工場生産額 (2004年)

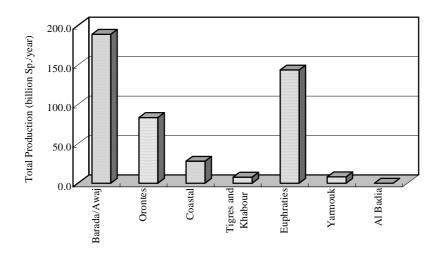


図 3.15 流域別工場生産額(2004年)

次に各流域における水質汚濁・汚染問題の背景とその主な汚濁源について以下に記述する。

### Barada & Awai 流域

前述したように、Barada and Awaj 川流域は、 人口、産業共に集中している区域、 年間降雨量が少ない 潅漑用水として高度に利用されている。このような条件下においてBarada and Awaj 川の水質汚濁が促進されている。

Barada and Awaj 川の汚濁に係わる主な想定汚濁源を以下に挙げる。

- 工場排水(排出基準を超える排水を排出している工場)
- 下水道整備区域外もしくは下水道に遮集されていない生活・営業排水

地下水の汚濁機構は不明であるが、地下水汚染に関する汚濁源として以下の項目が推測 される。

- 生活・営業排水や工場排水で汚濁された河川水の地下浸透
- 汚濁された河川水の潅漑利用による地下浸透
- 下水処理場処理水の潅漑利用による地下浸透
- 生活排水の処理施設(地下浸透処理型オンサイト施設)
- 地下水の潅漑利用による硝酸性窒素をはじめとする塩類の濃縮と再浸透

以下の項目は推測であるが、汚濁源としての可能性がある。

- 下水道遮集管からの漏水及び地下浸透
- 肥料施肥からの溶出・地下浸透(農業)

### Orontes 流域

Orontes 流域は、人口、産業共に集中している区域であり、汚水排水(生活、営業、工場排水)による Orontes 川の水質汚濁が促進されている。

#### Coastal 地域

沿岸流域では 2 つの水質問題が発生している。一つは沿岸海域の細菌汚染、もう一つは水道水源の汚染である。

前者の主な汚濁源は遮集された汚水(生活、営業、工場排水)の未処理海域放流に起因すると推定される。

後者の水道水源の汚染は以下の項目が汚濁源として推定される。

- ◆ 小規模のオリーブオイル工場からの未処理排水
- 生活排水のオンサイト処理施設もしくは未処理排水

さらに、以下の条件が水源の水質汚濁を促進させていると考えられる。

- オリーブオイル工場は流域全体に広く点在している。
- この流域は地形・地質条件として急峻な地形と粘土質の基盤上に砂礫層が乗っている地質構造である。
- 湧水や井戸の涵養区域は広域ではない。
- 排水は砂礫層を通じて極めて早い速度で水源に到達する。
- 砂礫層の層厚は薄い。(砂礫層内における浄化作用が小さい)
- 湧水や井戸は深層地下水ではなく、砂礫層を透過する伏流水に類似する地下水の場合が多いと考えられる。

これらの汚濁源と地域の条件が相乗して、水質汚濁を発生させているものと考えられる。

### Tigris & Khabour 流域

この流域は、Hassakeh 市や Qameshili 市のような規模の大きい都市以外では、水質汚濁問題は少ない。この流域の主要な水質汚濁源は、都市部の家庭汚水、商業排水及び工場排水である。

### Euphrates & Aleppo 流域

Euphrates River は大きな河川流量がある為、河川の許容負荷量や浄化作用は同様に大きい。したがって主要な都市部からの汚濁負荷を制限すれば現況水質を維持することは可能と考えられる。この詳細については汚濁解析と汚濁削減計画の評価により解明する。主な想定される汚染源を以下に要約する。

- 主要な都市である Raqqa, Deir-Er-zor, Hassakeh の生活・営業排水
- 排出負荷量が大きい政府系工場(製紙工場、砂糖工場など)の排水

#### Yarmouk 流域

Yarmouk River Basin の地下水・表流水の水質汚濁問題は、流域全体ではなく限られた区域で汚濁であると考えられる。したがって、その流域について詳細な調査が必要である。 現在、Yarmouk River の主な汚濁源は Dar'aa 市街地の生活・営業排水及び工場排水と考え られる。

以上の水域における主な想定汚濁発生源を整理すると以下の通りである。(表 3.4.9 参照)

表 3.4.9 水質汚濁・汚染問題とその主な汚濁負荷排出源

河川流域名	水質汚濁 ・汚染問題	主な汚濁負荷排出源
	表流水の汚濁(潅漑用水への影響)	<ul><li>生活・営業排水(下水道整備区域外、もしくは未接続)の排出</li><li>工場排水(大きな排出負荷量をもつ政府系工場)</li></ul>
Barada & Awaj 流域 (Damascus、Riral Damascus)	地下水の汚染(水道水源、生活用水、及び潅 瀬用水への影響)	<ul><li>汚染された河川水の地下への浸透</li><li>汚染された潅漑用水の利用による影響(潅漑用水の地下への浸透)</li></ul>
		<ul><li>下水処理水の潅漑利用による影響(下水処理水の地下への浸透)</li><li>生活排水地下浸透型オンサイト処理施設、及び未処理生活排水</li></ul>
Orontes 流域 (Homs、Hama、Idleb)	表流水の汚濁(潅漑用 水への影響)	<ul><li>下水道排出口(未処理放流)</li><li>工場排水(大きな排出負荷量をもつ政府系工場)</li></ul>
Coastal 地域 ( Tartous、Lattakia )	表流水の汚濁(水道水源への影響)	<ul><li>広範囲に分散している小規模オリーブオイル工場排水</li><li>生活排水地下浸透型オンサイト処理施設、及び未処理 生活排水</li></ul>
Tigris & Khabour	海域の汚染(細菌汚染) 表流水の汚濁(潅漑用	<ul><li>下水道排出口(未処理放流)</li><li>下水道排出口(未処理放流)</li></ul>
流域 (Hassakeh)	水への影響) 水質悪化による生活環 境への影響	● 工場排水(大きな排出負荷量をもつ政府系工場)
Euphrates & Aleppo 流域 (Aleppo、Raqqa、 Deir-Ez-zor)	表流水の汚濁(水道水 源への影響) 水質悪化による生活環 境への影響	<ul><li>下水道排出口(未処理放流)</li><li>工場排水(大きな排出負荷量をもつ政府系工場)</li></ul>
Yarmouk 流域 (Dar'aa、Sweida、 Qunetra)	地下水の汚染(水道水源、生活用水への影響) 表流水の汚濁(潅漑用水への影響)	◆ 生活、営業、工場排水

# 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、政府の業務を地方レベルで計画、実施する役割を持った地域の重要な行政機関である。県は技術的実施能力のない小さな自治体をサポートする大切な役割も担っている。県知事(Mohafez)は県における国の権限の代行者であり 下水道プロジェクトを含むあらゆる計画を関係省庁のために承認、監督する。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(General Establishment of Potable Water and Sewerage: Establishment) に移管されるようになる。

各県には上下水道公社があり、これは 1984 年の MHC 令 No. 14 の上下水道サービスの地方分権化政策に従って組織化され設立されたものである。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。最近では、シリア中の実施済みまたは実施中の上下水道プロジェクトは上下水道公社の管理下になっているが、いくつかの大規模プロジェクトは依然 MHC が管理している。 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。2006 年末現在、5 箇所の下水道公社が Damascus、Aleppo、Homs、Hama、Lattakia にそれぞれ設置されている(Lattakia にはまだ処理場は建設されていない)。加えて、Damascus 郊外県に下水道公社を設置する首相令が既に下されている。これらの上下水道公社と下水道公社は県レベルで操業しており、組織的には地方行政機関から独立しているが、地方行政機関と協力しながらサービスを新しい地域に拡張している。上下水道公社及び下水道公社は MHC の監督下にある。

以上、各組織の下水道事業の責任分担は表 4.1.1 に示すように整理することができる。

地域の			建設	ŧ	維持	維持管理	
タイプ	計 画	下水処理場	下水	枝管	下水道公社	下水道公社	
917			幹線管渠		設立前	設立後	
広域または	MHC	MHC	MHC	Municipalitie	Municipalitie	Sewerage	
都市				s + MLAE*	s*	Companies	
小規模町村	Municipalitie	Municipalitie	MHC	Municipalitie	Municipalitie	Sewerage	
	s + MLAE*	s + MLAE*		s + MLAE*	s*	Companies	

表 4.1.1 下水道事業の責任分担

(\*注) MLAE と municipalities の役割は MHC と Establishments に移されつつある。

下水道プロジェクトへの予算配分の大枠は、国家五ヶ年計画において 5 年ごとに決められ、この枠内で毎年の予算が決定される。MHC は毎年、下水道施設の建設・維持管理に必要な投資予算と運営予算を作成する。これまで、国家計画省(State Planning Commission: SPC)が投資予算を 承認し、財務省(Ministry of Finance: MOF)が運営予算を承認していたが、2008年からは、両方とも MOFが承認するようになる。

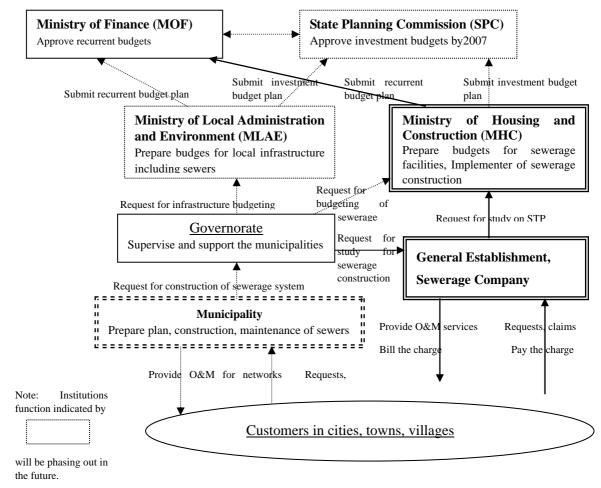


図 4.1.1 関連組織の相関図

予算の決定に先立って、県にある町村は下水道施設の建設や拡張に関する要望を県知事

に提出する。これらの要望は、上下水道公社に照会される。上下水道公社は下水の施設に関連するスタディや設計、入札図書の設計を担当するべき組織であるが、下水処理場に関しては通常 MHC の下水道局がスタディや設計を担当している。

シリアの国内には 1,300 程度の町村があり MHC の下水道局は毎年これらの町村から相当数の要望を受けている。下水道局は下水道管網以外のプロジェクトに関する処理に追われている状況である。下水管網の予算はこれまでのところ、MLAE の所轄下となっている。

### 4.2 下水道セクターの組織

### 4.2.1 住宅・建設省 (MHC)

MHC は国レベルでの上下水道事業及び施設の監督、維持管理を担当する。MHC はセクター政策や料金政策立案の責任もあるが、これらは首相の承認を必要とする。

MHCは、プロジェクトの特定から計画、五ヶ年計画に基づく投資計画、実施に至るまで、全てのプロジェクトサイクルに対する責任がある。しかし、プロジェクト実施に対する技術的・財務的観点からの監督能力には能力不足の感があることは否めない。

MHC は各県に 1 箇所ずつある 14 の上下水道公社を通じて上水道事業を実施している。 MHC と公社を含めたスタッフの総数は 2006 年において、2 万人を超えるとみられている。

最近、政府の最高レベルの要求により、現代化プロセスの一環として大臣主導で組織再編が始められた。**図 4.2.1** に示した新組織では、省の 2 つの機能、すなわち「住宅、建設地域計画」と「上下水道事業」とが明確に区分されており、各々大臣と直結した一人の副大臣が掌握している。3 人目の副大臣は総務、法務、財務を統括し、省全てをバックアップする機能を持つ。

この中で、下水道マネジメントと特別な係わりを持つのが下水道局である。

#### 下水道局

下水道局は、下水道スキームの計画や局が計画したプロジェクトの総合的監督、下水処理場の設計、管理の責任を有する。5部と1フォローアップ・ユニットから成り、スタッフ数は50名である。下水処理場部は処理場のスタディ、設計、計画のチェックを担当し、フォローアップ・ユニットは他の部と協力して建設中や運転中の施設の監理を担当する。下水道セクターは、正式にはMHCの管掌であるが、下水道公社のない県では下水管網は依然として自治体が管理している。前述したように、下水処理場の運転している都市だけに上下水道公社の下部組織である下水道公社がある。 従って、下水管網に関する計画や設計の大半はその地域の自治体が行う。しかし、設計は入札を公示する前にMHCの下水道局の承認を得なければならず、この業務は審査・調査部が担当している。

下水道局は全国的に下水道施設の計画、設計を取り扱っているが、多くの場合、実際の業務は政府系コンサルタント(GCEC)へ委託している。従って下水道局のスタッフは下水

道施設の計画、設計技術に十分精通していない。更に、GCECから引き取った設計図書は適切に保管されていない。全国的に適用すべき正式な技術基準もなく、設計の審査は各スタッフの個人的経験に基づいて行われている。

下水道局の組織図を図 4.2.2 に示す。

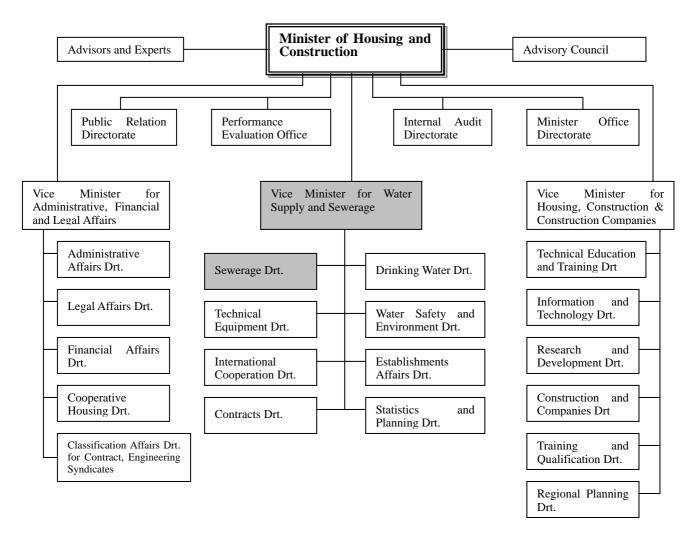


図 4.2.1 住宅・建設省組織図

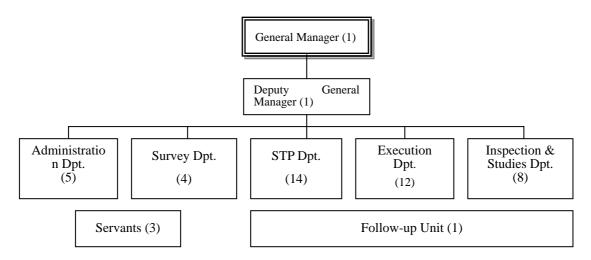


図 4.2.2 下水道局組織図

# 4.2.2 上下水道公社 (Establishment)

上下水道公社は住宅・建設省令 14/1984 に従って創設された上下水道サービスを担う国の関連機関である。しかし、下水道公社がある県では上下水道公社は水道サービスだけを実施している。現在、9 県ではまだ下水道公社は設立されていない。シリアでは、水道サービスは 14 の上下水道公社が全て事業を実施しているのに対し、下水道行政は未だ輻輳している。上下水道公社の水道料金収入は、全般に限られた公社以外は非常に低レベルである。これは低い水道料金と無収水率の大きさに起因しており、そのため施設の O&M も不十分な状況である。

下水道公社が設立されていない典型的上下水道公社(Rural Damascus; しかし首相の下水道公社設立の承認は既に下りている)の組織を以下に示す。この公社は 12 の局からなり、従業員数は 2070 である。

- 1. 総裁室
- 2. 総務・人事局
- 3. 計画統計局
- 4. 内部監査局
- 5. 上下水道事業計画設計局
- 6. 事業執行・検査局
- 7. 上下水道事業投資・管理局
- 8. 顧客関連局
- 9. 財務局
- 10. 計算局
- 11. トレーニング・研究局
- 12. 情報技術局
- 13. エコノミック・ユニット局
- 14. 新会社発足室

公社のテリトリーは、数十のエコノミック・ユニット(支所)でカバーされており、各々の担当地域における施設の維持管理や料金徴収を行っている。

この上下水道公社には下水道プロジェクトの計画、実施を担当する部局があるが、下水道の専門技術者の数が不足している。最近、EIBの資金で実施される予定の上下水道プロジェクトを管理するための、部局横断的なプロジェクト・マネジメント・ユニットを立ち上げる準備が整ったところである。各県公社の職員数を表 4.2.1 に示す。

_								
No.	県 名	職員数						
1	Lattakia	不 明						
2	Tartous	Ditto						
3	Deir-Ez-zor	1,400						
4	Hassakeh	1,400						
5	Raqqa	850						
6	Dar'aa	1,535 (250)						
7	Rural Damascus	850 (54)						

表 4.2.1 各県上下水道公社職員数

### 4.2.3 下水道公社 (Company)

前述のとおり、5ヶ所の下水道公社が、Damascus、Aleppo、Homs、Hama (Damascus 郊外県は設立準備中)にそれぞれ設立されている。これらの公社は下水管網の拡張や施設の維持管理を行っている。

Damascus 下水道公社(DSDC)についてみると、1995 年 Adraa 処理場が建設されたときに、Damascus 市下水道技術局から分離されて設立した。それ以来、技術者は次第に下水道公社に移され、2006 年現在 814 人のスタッフを抱えるに至っている。その学歴別の人員構成は表 4.2.2 のとおりである。

学   歴	スタッフ数	専 門 分 野
University	68	Science, Civil, Architecture, Electric, Mechanical,
		Agriculture, Basic science, Nature science, Human science, Economics, Law
Intermediate Institute	77	Sanitary, Chemical, Industrial, Banking, Agriculture, Commercial, Technical control, Application industry
General High School	37	Bookkeeping
Technical High School	30	Industrial, Commercial
Training School	2	-
Preparatory School and less	600	-
Total	814	

表 4.2.2 DSDC スタッフの学歴別構成

DSDC は組織的には Damascus 上下水道公社(DAWSSA)の下部組織であり、予算は

注) (250) は総職員数に占めるエンジニァ人数

DAWSSA が管理している。会社の収入は水道料金の 15-20%を占める下水道料金、接続料、清掃収入で構成される。収入は維持管理経費 (減価償却費、税金を除く)の 60% で、残り 40%は政府の補助金で賄っている。また、減価償却費、税金も政府がカバーしている。

全般に、維持管理スタッフの知識、技術不足のため、維持管理の重要性は認識している ものの、既存施設に対する活動は系統的、予防的な維持管理が欠落しており、顧客からの クレーム対応だけに忙しく動き回っている。彼らは下水処理水を農業や他の目的に再利用 するのに適した新しい処理技術に挑むことの必要性についても理解している。

維持管理の重要な業務のひとつに下水管へ排水される工場排水が排水基準 (SASMO 2580/2002 表 3.3.2 参照)を守っているかどうかの監視がある。DSDC では、工場排水の水質分析は時折なされるが、工場に対する指導は全く行われておらず、このことは処理場の適正な運転と環境に安全な処理水放流に対するリスクになり得る。

現在の DSDC の組織図を図 4.2.3 に示す。

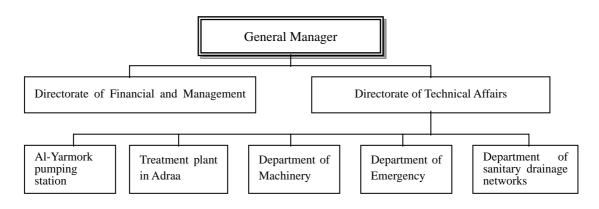


図 4.2.3 DSDC 組織図

### 4.2.4 他の関連機関

### (1) 政府系コンサルタント (GCEC)

GCEC は 1980 年に設立された 100%政府が保有する会社であり、MHC の管轄下にある。 MHC の大臣が GCEC 理事会の議長を務めている。GCEC は公共プロジェクトの調査、計画、設計、設計審査、施工管理を行っている。従業員数は 2007 年 6 月現在、2,418 名(技術者840 名、技術補助員934 名含む)である。会社は内部監査部、管理部、技術部からなり、技術部は、建築、構造、電気、機械、都市及び地域計画、ガス・石油、運輸・道路、設備、測量、上下水道の各課がある。また、Homs、Aleppo、Lattakia に支店があり、Dar'aa、Sweida、Hama、Tartous、Idleb、Hassakeh、Qunetra に出張所がある。

2006年に実施したプロジェクト(調査、設計、施工管理)の総額は951百万SPで、その 始どは政府機関から発注される公共プロジェクトである。シリアにおける調査設計業務の20%はGCECが行っている。

下水の調査、設計は上下水道課で取り扱われる。1998 年以降、GCEC は Dar'aa、Homs、Hama、Aleppo、Tartous、Qunetra の各県のマスタープランを作成してきた。GCEC はマレー

シア、ドイツ、トルコ、イギリス、イラン等の外国コンサルタントと共同で業務を実施することがある。最近実施した主な業務には、Homs、Hama、Dar'aa、Raqqa、Deir-Ez-zor、Hassakeh における下水処理場の設計がある。

1990 年代にロシアの専門化が下水処理場の設計に技術協力を行ったことがあり、その時から、ロシアの基準が施設設計に使われるようになった。現在ではアメリカの図書が処理場設計の参考にされている。調査団は、GCEC の成果物の品質レベルは概して低く(例:各県のマスタープラン)、彼らが行っている計画・設計の手法は古いと考えている。

#### (2) Damascus 大学

MHC は時折下水の調査や設計を Damascus 大学に委託することがある。大学には上下水道分野の専門家(ローカル)が 15 人程度いる。MHC は GCEC のスタッフが手一杯のときに大学へ業務を依頼するようである。MHC の調査・設計業務の約 30%は大学へ委託され、残りの 70%は GCEC へ委託されている。

### 4.3 下水道セクターの課題

第 10 次五ヶ年計画( $10^{th}$  FYP)において、上下水道セクターの課題として以下の事項が指摘されている。

### (1) 水道セクター

- 物理的及び行政的な無駄の多さ
- 下水道管からの水源への下水の漏れと安全な水道水源確保への阻害
- 違法接続の多さ、それを禁止する法令の遅れ
- 違法な井戸開発
- 水道プロジェクトにおける経済的な観点からの F/S の不足
- 水バランスの維持を保てない人口増加の大きさ
- 機械設備の老朽化
- 技術的スタディと実施能力の脆弱さ
- 電力費・燃料の高騰による維持管理費の増大
- 2000 年から改定されていない水道料金レベルの低さに起因する、収入と支出のアンバランス
- 料金徴収システムの弱さに加え、料金収入の赤字体質及び効率の悪さ
- 水道セクターに関与する機関及び担当分野の重複
- 意思決定の中央集中
- 顧客の水道プロジェクトへの参加機会の欠如
- 水源の異なる用途への配分に関する政策の欠如
- スタッフの専門能力不足

### (2) 下水道セクター

スタディ、事業実施に多くの組織が関与する輻輳した行政構造、組織間の連携の欠如

- 下水管網の非効率さ
- 下水処理プロジェクトの適正な成果・運営の欠如
- 下水プロジェクトの計画に対する実施の遅れ
- 特定のプロジェクトの遅れ (スタディ、入札、事業実施)、及びこれが供用後の経済 的フィージビリティに与える負の影響
- プロジェクトの EIA の欠如
- 専門能力不足に起因するスタディ・設計の不的確さ
- 下水道分野における資格あるスタッフの不足
- 事業所・産業排水者の除害施設の欠落、それに起因する下水処理への負の影響

五ヶ年計画は今後 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供給する」こととされている。

五ヶ年計画の目標は以下のように要約される。

- 1. 各流域において総合的かつ持続可能な水源の確保を前提とする都市部及び郊外部に おける安全な飲料水と下水処理水の供給
- 2. 水道公社における水道水の損失の削減
- 3. 各県の状況に応じた維持管理経費の段階的回収とそれに基づいた質の高いサービスの提供
- 4. 公社の運営に際しての人的・財務的管理を最大化する機関を創り出す組織的枠組みの設立、また、下部の組織において意思決定できる運営形態
- 5. 一つの行政または組織の元で、水道の配水、給水、下水の収集、処理、処理水再利用を可能とする組織的枠組みの構築、また特定の業務に民間参入ができるような組織的枠組みの構築
- 6. セクターのスタッフが業務を効率的、効果的に遂行できるような専門的能力の開発、 及び有能なスタッフが業務を続けられるようなトレーニングの実施、業務環境の創 出
- 7. 上下水道サービスが提供される都市部の計画策定、プロジェクトの資金手当てに際し、市民とのコミュニケーション、参加型アプローチの実施

上下水道セクターにおけるこれらの課題に取り組むため、五ヶ年計画は政府及びその下 部の行政レベルにおいて次の制度的、法令的改革が必要であるとしている。

#### <政府レベル>

- 上下水道公社を財務、人事、経理、調達、契約の各マネジメントにおいて、より多く の権限を持たせるための既存法令の改革
- 下水の収集、処理、処理水再利用を管轄する機関を一元化するための法令の発効

### <住宅・建設省に求められる改革>

目標とする政策達成のため、上下水道公社の組織改革を実施するための省令の発効

(現在 GTZ のプログラムを通じ Rural Damascus と Aleppo において実施中)

- セクター間の関係、セクターと民間セクターとの関係を構築するための制度的枠組みの設立
- 公社に関する省令(bylaws)の改訂

#### < 公社に求められる改革 >

公社における意思決定権限をできるだけ下位のレベルへ委譲する

第 10 次五ヶ年計画の詳細については、**英文報告書 Volume III, Supporting Report, Part I** Master Plan, Appendix for Chapter 4 を参照されたい。

### 4.4 他のドナーが実施しているセクター改革プロジェクト

2006年より、GTZ は MHC に対し制度改革のためのアドバイザリ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 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。

- 1) モニタリングと評価 (M&E)
  - 最適な M&E システムに関する評価と成果指標(PI)導入の促進
  - 指標のレビュー、分析及び標準化
  - 指標のモニタリングテストとその効果の分析
  - GTZ の専門家による PI ソフトウエアのデモ

成果: GTZ は現在、五ヶ年計画の実施状況を監視する総合的システムを立ち上げるため、SPC と MHC と共に活動している。これと平行して、Rural Damascus と Aleppo における地方レベルでの制度支援プロジェクトにおいて、技術的な監視のための適正な指標導入について検討している。中央レベルでは、セクターの規制機関としての省の業務に必要な指標について、省と協議している段階である。

#### 2) 経済的財務的マネジメント

- 現在の経済、財務に関する法令、プロセスと手順、MHCのワークフローの分析
- 上記分析をふまえ、これらの改善活動の開始
- 料金システムの検討
- 商業的考え方に立ったメカニズム導入の試行、自己管理システム

成果: 水道料金の改定に関する概略検討は完了した。省と GTZ は五ヶ年計画に定められたコストリカバリーを達成するためのシナリオを検討中である。 (残された検討事項は後述) また、現在の省レベルでの財務システムの簡単な評価を行い、中長期的に必要な対策を示した。

MHCの調達システムを強化するための調査及びトレーニング計画は進行中であり、 入札図書の作成、予備資格審査、入札評価、契約書の草案作成等の内容が含まれている。

3) 計画策定とコミュニケーションのマネジメント

- MHC の現状分析と組織変更シナリオの提案
- 上下水道公社の合理化に対する支援
- 水需要マネジメントツール導入のトレーニング、試行
- 情報データベースの構築、MHC が蓄積・習得した知識

成果: MHC の組織改変に関する短期間のアセスメントを行った。ドラフトは関連部局と協議中である (詳細は後述)。また、国際協力部門と環境計画部門の設立へ向けて GTZ の支援は拡大している。更に、MHC の情報技術戦略の調査を実施中である。

### 4) プロジェクト開発マネジメント

- プロジェクトの計画、開発、マネジメントのトレーニング
- マネジメント業務を担当する計画・環境マネジメント部門の設立。この部門では EIA、水源の保護・分配のための土地利用等に関するマネジメント業務を行う。
- MHC と公社のスタッフを対象としたプロポーザル作り、開発に関するトレーニングの実施。
- 省内における環境影響評価チームの立ち上げ。

成果: 現在、シリアに EIA 実施手順を導入すべく、EIA 専門家ライセンスやパブリックコンサルテーション実施手順等に関する省内でのトレーニングを行っている。 第1ステージとして、MLAE との連携のもと、Rural Damascus において土地利用パイロット計画 - 水道水源区域の線引きと汚染の受け易さ分析含む - を実施した。

# 5) 人材開発

- 事務所管理に当たり、学習習慣、IT の利用、英語能力、コンピュータースキル の 促進
- 成果: Damascus の英国協会の協力を得て、省のスタッフを対象とした英語コースを開いた。 また、Rural Damascus と Aleppo を対象に GIS システムの導入と料金請求の自動化 を開始した。更にマネージャークラスへのワークショップの実施。
- 6) コストリカバリー分野

次の事項については、GTZ のサポートにより、更に検討される予定である。

- 1. 局レベルでの制度改革に関係するカウンターパートの特定。水道料金の改訂、実施、監視を管理する上での役割の評価。必要な能力向上策の考案とそれに必要なガイダンスの提供。
- 2. 水道料金改定に関連して、そのインパクトや福祉、家庭への給付金に関する実績 を調査するため、社会労働省と情報交換を開始する。この場合、公共セクターの 収入レベルの低さを考えると政府の補助金が停止できないことも配慮する。
- 3. 公社の顧客事務所と協力して既存ブロックの水使用量を再測定する。これは水使

用が月 10-20m<sup>3</sup> の家庭が圧倒的に多いとされていることを再確認するためである。

- 4. 五ヶ年計画に示されたコストリカバリー率(2010 年に O&M コストに対し水道 100%、下水 50%) について、減価償却費を考慮する場合としない場合とのシナリオを考慮する。
- 5. 1人1日使用量の設計値と実態の違いを把握するため、この数値を検証する。
- 6. メーターを設置していない顧客の数、法的位置付け、請求条件の評価。また、これらにフラットレートを適用する場合の影響分析。
- 7. 代表的公社の最近におけるバランスシートのレビューし、公社へ支出、料金収入、赤字の状況を提示すると共に、赤字を最小化するための料金改定案の提示。
- 8. 2005年に発効した接続料の賦課がコストリカバリーに及ぼした影響の検証。
- 9. 毎年の料金調整の基礎となる物価指数モデルの提案。
- 10. ノルマ導入の功罪に関する議論。また導入した場合の社会、政治、技術面での影響の議論。

### 7) MHC の組織改造

2005年の"社会市場経済" モデルの採用にともない、シリアの政府機関もこのモデルに合致するように改革することが求められている。そのいくつかの要求項目として以下の事項がある。

- 政府機関の役割を市場の規制者となるようにシフトする
- 市場主導の鼓舞
- 顧客との関係強化、顧客側に立った業務遂行
- 新たな政策を円滑化し、柔軟なマネジメント行うための根本的な組織改革

かかる状況下、4.2 節で述べたように MHC は、政府の最高レベルの要求により、現代化プロセスの一環として大臣主導で組織再編を開始した。しかし、社会市場経済への移行と照合したとき、また、五ヶ年計画がいう規制官庁という機能を考えたとき、もっと根本的かつシステマティックな組織改造プロセスが求められる。

この組織改造の基本コンセプトは、水セクターに関与する 5 省庁 (MHC、MLAE、MOI、工業省、農業・農業改革省)を水に関連する一つのセグメントに特化させることである。換言すれば、MHC は公社を通してシリア全土の上下水道プロジェクトの実施、コーデイネートを担う唯一の機関になるということである。

<sup>1</sup> 社会市場経済への移行は、市場のツールを利用した市場活動の規制機関として、また公共サービスの提供者として、政府の介入の仕方を再定義づける必要性を意味する。

更に、この場合の MHC 本省はセクターの成果を監視するため他の機関とともに、また市民のプライオリティを理解するため顧客とともに、国家のプライオリティ造りを行う政策決定者として活動する。 **図 4.4.1** に新住宅・建設省のイメージを示す。

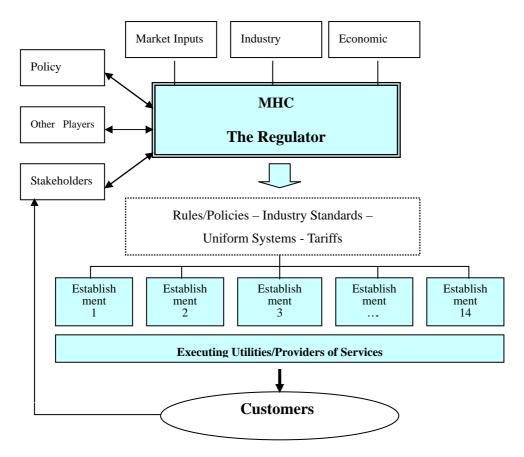


図 4.4.1 新住宅・建設省組織図

出典 ) JICA Study Team

GTZ は MHC の組織改造をサポートするためのレポートを作成中である。レポートには新 MHC 創生を成功させるファクターと制約要因を分析し、成功させるために取るべきアクションに関する提言が記述されることになっており、以下の観点から提言がなされる模様である。

- サービスの質に関して
- 外部機関との関係
- 新組織の構造に関して
- 人材開発に関連する事項
- 内部及び外部とのコミュニケーションに関して
- 立ち上げるべき管理/会計システムに関して

### 4.5 JICA 調査団の所見

JICA 調査団は、現在の上下水道セクターの輻輳し重複した行政構造や経済・財務システ

ムの脆弱さは早急に改善されなければならないと感じている。これまで、シリアにおける下水道事業実施上の大きな問題点は、処理場の建設・運転(MHC、公社)と管渠の建設(県または自治体)とで事業実施主体が異なっていたことである。このことは、一つのシステムとしての下水道施設の円滑・効率的建設の障害となっていた。下水道施設は処理場と管渠の両方が供用されて初めて機能するのであり、処理場がないまま管渠の拡張を行うことは、単に水源水質の汚染を拡大するだけで、ネガティブな投資であることをシリアサイドは認識する必要がある。

しかしながら、第 10 次五ヶ年計画では上下水道行政の所管は MHC に一元化され、MHC を再構築し、その機能を規制機関(中央省)と事業機関(上下水道公社)とに分割することが明言されている。また、五ヶ年計画は、公社がシリア全土の上下水道サービスを効率的に行えるよう公社を改革し、独立した国営会社として自ら管理することとしている。

五ヶ年計画にあるこうした目的のため、GTZ は前述したように、五ヶ年計画の要求に合致させるべく、MHC に技術的サポートを提供している。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、彼ら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(または下水道会社)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。

詳細は第10章 10.5と10.6に記述する。

表 4.5.1 に、下水道事業体のキャパシティ・アセスメント (2007年3月時点)を示す。

# 表 4.5.1 下水道事業体のキャパシティ・アセスメント (1/2)

大項目	中項目	組織能力(状況把握を含む)	能力を示す情報			
影響のオ	大きい外部要因					
(下水道	事業体にとっての)国のi	政策·制度				
	下水道政策	下水道を優先して整備する区域 合流式か分流式か 工場排水を受け入れるか	国家計画(五ヵ年計画)において、5年ごとの下水道整備目標、整備対象区域及び施設、投資額が決定される。排除方式は合流式が採用されている。整備区域内の工場排水は原則として下水道に受け入れている。			
	下水道事業の法的義務	下水道の義務、規制 浄化槽の義務、規制	事業体は上下水道事業を実施しており、ユーザーと水道給水契約を結ぶ時点で、自 的に下水にも接続する形態となっている。下水道料金は水道料金の5-40%が上乗 せされる。下水道が利用できない区域には浄化槽設置の義務はない。			
	水質汚濁政策	水質汚濁規制制度とその実効性	1.環境法、2.外的環境に放流する場合の排水規制、3.下水管に放流する場合の工場排水規制、4.下水処理水の灌漑利用に関する規制、が施行されている。環境法をサポートする施行令・規則の整備が不十分なため、実効性は弱い。			
	財政支援	補助金、低利融資	下水道への投資は国が直接行うことになっており、補助金、低利融資の制度はない。			
	関連制度	環境アセスメント制度、宅地開発規制、建築規制、用地 買収(土地収用、補償手続)	EIAについては、開発事業者に実施を義務づけるDecreeが2007年2月に承認された、 宅地開発の計画に関する手続きは1982-83年に定められている。用地買収に関して は、市や自治体が公共の事業に用地を取得する場合の手続き、違法に用地を売買す ることを禁止するDecreeが定められている。			
下水道	事業のステークホルダー					
	民間管理下水道の管理 組織	組織の活動、経営	民間下水道施設はない。			
	議会	料金等に対する議会の関与	現時点では議会等の関与はない。今後の方向性として、料金改定に際して、市民の代表者の関与があるべきとの提言がなされている。			
	市民、企業、マスメディ アの影響	意見交換の場、マスコミで取り上げられる話題	-			
下水道	事業体のキャパシティ					
1.制度	国との権力関係	国による認可、国からの交付金算定 自治体の意思決定に対して国のendorseが必要な場合	上述のように下水道は国が直接投資する。自治体は、下水道整備に関する要望を県知 事経由で住宅・建設省に要請し、当該省は全国の自治体の要望を取りまとめ予算案を 作成する。			
	条例	義務事項、罰則規定	なし。			
	民間下水道の許可	許可の対象 許可基準	なし。			
	下水道計画	量·質(現状、将来)、施設計画	Regional Planと呼ばれるマスタープランが14県中の県で策定されているが、策定年度が 古く、その内容も貧弱であり、個別の都市や地域の下水道整備の指針となるようなもの ではない。			
2.組織						
	事業体の組織形態	自治体の一部局か、自治体連合(一部事務組合)か、公営企業か、民営化されているか	住宅・建設省の下部組織となる上下水道公社が事業実施主体となっている。			
	部局の構成	組織図 下水道事業は一つの部局で実施されているか、複数の 部局に分散しているか。	住宅、建設省の下水道局が下水道事業を統括する部局であるが、これまで地方行政・環境省も地方自治体が実施する下水管ネットワークの事業に関与していた。しかし、昨年策定された第10次五カ年計画では、下水道事業は崔宅・建設省(管理統括)と上下水道公社(事業主体)に一元化されることになっている。			
	意思決定メカニズム	人員、機材購入·修理、委託契約、施設立地それぞれの 意思決定	意思決定はこれまで全て中央機関(住宅建設本省)が行っていたが、五カ年計画では、事業運営に係る意思決定は実施機関である公社に権限委譲すべきこととしている。			
	業務範囲	上水道を含むか、雨水排水を含むか、排水路清掃を含むか	上下水道施設。雨水排水(下水の合流管除〈キャナル)の建設・維持管理は灌漑省の 管轄である。			
	(他の自治体にもサービ スする場合)権限関係		-			
3 . マネ	ジメント・サービス					
	トップの問題意識	優先度の高い問題	事業運営において、赤字が発生した場合、政府が補填する仕組みとなっているので、 経済・財務的な観点での問題意識は希薄であった。GTZの支援により事業体の改革 (特にコスト・リカバリーに関する)に取り組み中。			
	マネジメントツール	パフォーマンス測定 マニュアル、Standard Operating Procedure 記録、報告文書	現状、評価のためのPerformance Indicator (PI)はなく、パフォーマンスを客観的に測定する仕組みはない、現在、GTZの支援により、PIの導入が検討されている。施設設計の技術基準は決まったものがない。省の担当はアメリカの文献を用いている。記録の保管はされていない。			
	サービス範囲	サービス区域の把握 サービス区域の拡張の判断方法	区域の把握、拡張の判断は、地方自治体まかせであった。			
	住民の意見の政策、業 務への反映	苦情件数、クレーム窓口、対応方法	苦情対応マニュアルはなく、対応結果も記録されていない。			
	広報	広報誌の発行状況 年報を発行しているか	広報誌、年報は発行していない。			
4.財政		予算額と支出内訳				
	収支	予算額と支出内訳 パランスシートがあるか 自治体の財政当局はどのように認識しているか	公社のバランスシート、Profit-loss Statementはあり、収入内訳、支出内訳も記載されている。下水道会社がある公社は、下水道事業の収支が作成されている。			
	支出額とその内訳(費用 区分別)	支出金額内訳表 内訳をどこまで細かく把握しているか	支出額の内訳は、人件費、電力・薬品費、機械・車両損料、減価償却費等、各支出費 目ごとに計上されている。			
	委託の場合の契約金額	金額の設定根拠	外部委託は殆どなされていない。			
	収入とその内訳	関連予算(例:人件費が別になっている場合)を統合した 予算額	収入の内訳は、料金収入、預金利子、分析費、雑収入、政府補助金等ごとに把握されている。			

# 注) 2007年3月現在

# 表 4.5.1 下水道事業体のキャパシティ・アセスメント (2/2)

			<del>,</del>
	料金	料金の根拠、改定のプロセス 上下水道料金の場合はcross subsidyを前提としているか	政府の方針により、従来より水道料金は全国一律で、かつその水準はかなり低く抑えられている。現行料金は2000年から改訂されていない、下水道料金は水道料金の5-40%程度であるが、処理場がない地域では徴収されていない。料金改定は、住宅・建設省が決定し、首相が承認する。
	料金徴収	徴収方法、徴収額、徴収率、未払いに対する対応	水道料金徴収時に下水道料金も徴収され、下水道の料金は下水道会社の収入として 計上される、徴収率は90%程度、未払いの場合、給水停止措置を調ずる事ができるよう になっている。
	顧客管理	顧客データベース	ITを用いた管理は行われていない。
	資金調達·負債管理	調達方法の把握、負債管理方法	予算は中央政府から与えられ、事業体が資金調達をすることはない。
			1 弁は「八政/1370 5号だろれば、事業体が 発並制圧とすることはない。
	調達·契約	調達·契約関係規程	
	経理業務全般	手続きのルール化	内部規程文書、手続き説明文書は作成されていない。
5.民間	委託		
	契約	業者選定手続き 業者選定手続きは公開されているか 支払い方法・パフォーマンスが悪い場合の対応を書いて いるか	工事契約は住宅・建設省の契約部が行う。入札通知は新聞等に公示される。
	業務内容	業務内容の指示 問題になった例はあるか	ローカルの業者が契約するケースもあるが、機械・電気設備の調達に困難をきたし(外 貨の準備が困難なため)、工事が中断するケースが多発した。現在は、土木工事は ローカル・テンダーであるが、機械・設備工事はインターナショナル・テンダーにしている 模様。
	モニタリング状況	パフォーマンスの測定	モニタリング・監督はスタッフの数、能力の制約から十分ではない。
	監督		同上
	コスト把握		コストは詳細設計に基づき積算されている。
6.人事	·		
	職務分担	管理職員、技術者(大卒)、事務系職員、技能工、作業 員など職種別のjob description	住宅・建設省の各部局の職務分掌はDecreeにより規定されている。
	業務評価	業務評価方法、昇進昇給への反映	業務評価は各セクションのマネジャーが行う。自己の評価結果や昇進に対するスタッフ のモチベーションは低い。
	Tritle = #h	上りこことでして 1 号数	OCCITIC DEPOSITION,
	職員数	セクションごとの人員数	
	管理職	管理職に必要な知識と能力の明確化 (職場・業務管理能力、判断力、専門知識、職員の指導 育成、周辺状況の認識、危機管理能力)	
	業務ローテーション	異動までの平均年数	特に定められていない。
	訓練	訓練計画・予算、訓練における外部リソース	国際機関(ヨーロッパ・日本等)によるトレーニングを利用している。
7.情報			
/ . IFI+X			
	汚水の把握	水道使用量データ 過去の実績データの保管と活用 住宅等の開発計画 調査委託体制	水道使用量に関しては、各県ごとにデータが整理されているが、メータのないところもあるので、数値の信憑性には問題がある。既存処理場の流量・水質は計測されている。 中央では把握しておらず、処理場に問合せれば汚水量のデータが入手できる。 処理場より電子データにて資料を貰ったが、ウィルスに感染しており利用できなかった。データ管理に問題あり。  雨天時汚水量は、雨水量と区別されていないので、雨水量を除く汚水量の伸び予測
			が困難である。また、汚水量伸び予測は、接続人口、未接続人口及び面整備計画を考慮して予測する必要があるが、これらのデータの蓄積がない現状では、難しい。 水道使用量データをシリア側に要求しているが、未だ集まっていない。各部局でどのように整理されているか不明である。
	雨水の把握	関連資料と解析 資料の保存・活用	合流式が採用されているが、流域面積の把握がされてなく、雨水量を算定することは 困難。また、降雨量等の水文データも集積されていない。 住宅・建設省では、降雨量のデータを持っていない。そこで、気象庁へレターを発し
			て、対象地域(7県)の過去10年間の降雨資料を依頼した。 既存施設に関する情報管理が不適切、特に下水管ネットワークに関する情報を住宅・
	施設	現有施設のデータ(設計図書、図面等) 設計指針	版代的画文に関する情報管理が不適切。特に下水管イッドンーツに関する情報を注も、 建設省では把握していない、ダマスカス下水道公社では、既存管のデータベース化が 試みられているが、それが可能な管路はごく一部のものだけである。
8.施設			
		図面	図面や容量計算書がどこに保管されているのかスタッフはわかっていない。
	管渠		
		図面	管轄が違うため、各地方の出先に行かないと資料の入手ができない。
	ポンプ場	図面、運転データ	図面や容量計算書がどこに保管されているのかスタッフはわかっていない。そのため、 担当者から現場に電話により口頭でポンプ能力等の情報を入手している。
	下水処理場運転管理	運転マニュアル、データ管理 データの活用体制、報告、コメント、データの修正と保管) トラブル・事故管理体制	運転管理マニュアルはない。簡易な故障に対しては、自分たちで修理している。 本調査において、下水処理場運転管理に係るチェックリストの作成を、住宅・建設省より依頼された。
	電気・機械設備の維持 管理	種類別の数量と現況 点検・補修の記録 パーツ入手状況、修理頻度・内容および金額	維持管理をどうすればいいのか理解できていない。例えば、エアレーターが故障して も放置している例が見受けられた(Adraa STPでは、図面上は56池あるが、その内42池 のみが運転中)。
			設備の簡易補修は、自らで修理している。しかし、作業員の安全性に関る蓋の腐食 等は放置したままであり、補修の必要性を理解させる必要がある。
	水質試験	分析機器 マニュアル モニタリング体制 分析データ報告書作成と公表体制 事故対応体制	分析機器は処理場のラボで一通り整備されており、水質分析も1回/月程度の頻度で行われている。 分析マニュアルは使われている。
	データ管理	データの検証、関係部門への連絡	
	. , , , , ,		1

注) 2007年3月現在

# 5 既存下水道施設の現況

### 5.1 下水道セクター・既存下水道計画・下水道施設の現状

### 5.1.1 下水道セクターの現状

表 5.1.1 に下水道セクター、即ち中央省庁及び地方出先機関に共通する課題を列挙した。

### 表 5.1.1 下水道セクターにおける主要課題

- スタディ、事業実施に多くの組織が関与する輻輳した行政構造、組織間の連携の欠如
- 下水管網の非効率さ
- 下水処理プロジェクトの適正な成果・運営の欠如
- 下水プロジェクトの計画に対する実施の遅れ
- 特定のプロジェクトの遅れ (スタディ、入札、事業実施)、及びこれが供用後の経済的フィージビリティに与える負の影響
- プロジェクトの EIA の欠如
- 専門能力不足に起因するスタディ・設計の不的確さ
- 下水道分野における資格あるスタッフの不足
- 事業所・産業排水者の除害施設の欠落、それに起因する下水処理への負の影響

# 5.1.2 既存下水道計画・下水道施設の現状

表 5.1.2 に、下水道施設開発計画に係る情報、所属する河川流域名・2004 年国勢調査での人口・主要汚濁源・既存下水道施設開発計画・既存下水道施設・採用された下水処理法・各国援助機関による調査、につきまとめた。

表 5.1.2 下水道施設開発計画に係る情報 (1/3)

県 名	河川流域名	2004 年 国勢調査 での人口	主要汚濁源	既存下水道 施設開発計画	既存下水道 施設	援助機関による調査
Lattakia <b>5-4</b>	地中海沿岸	879,551	家庭汚水・工 場排水	GCEC による Regional plan 有り 5-5	下水管網 5-4	EU for Lattakia City STP 5-5
Tartous 5-7	地中海沿岸	701,395	家庭汚水・工 場排水	GCEC による Regional plan 有り 5-8	下水管網と2 箇所の民間 下水処理場 5-7	EU for Tartous and Banias STP, Rehabilitation of Wastewater Treatment Plant of Oil Refining Facility in Banias 5-8
Deir-Ez-zor 5-10	Euphrates 川 流域	1,004,747	家庭汚水・工 場排水・病院 排水	なし 5-11	下水管網 5-10	なし 5-11
Hassakeh 5-12	Khabour 川流 域	1,275,118	家庭汚水・農 業排水	なし 5-13	下水管網と 下水処理場 (1箇所) 5-12	なし 5-13
Raqqa <b>5-14</b>	Euphrates 川 流域	793,514	家庭汚水・農 業排水	なし 5-15	下水管網と 下水処理場 (5箇所) 5-14	Spanish Government for Raqqa STP 5-15

表 5.1.2 下水道施設開発計画に係る情報 (2/3)

県 名	河川流域名	2004 年 国勢調査 での人口	主要汚濁源	既存下水道 施設開発計画	既存下水道 施設	援助機関による調査
Dar'aa <b>5-16</b>	Yarmouk 川流 域	843,478	家庭汚水・工 場排水	GCEC による Regional plan 有り 5-17	下水管網 5-16	GCEC: F/S for Muzerib 5-17
Rural Damascus 5-18	Barada/Awaj 川流域	2,273,074	家庭汚水・工場排水	なし 5-20	下水管網場(2箇所) 5-18	The World Bank: F/S for Sewerage System of Barada & Ghouta Ghabitah Area 5-20 KfW: F/S for Sewerage System of five Communities: Yalda, Babyla, Bait Sahem, Aqraba and Saieda Zeinab 5-21 UNRWA: F/S for Water Supply and Sanitation System of two Palestine Refugee Camps of Khan Dannoun and Khan Ehieh 5-22 EIB: Pre-F/S Study for Sewerage System of Zabadani Area 5-22 Malaysian Government: Technical and Financial Assistance 5-23
Aleppo 5-24	Euphrates 川 流域	4,045,166	家庭汚水・工 場排水	GCEC による Regional plan 有り 5-25	下水管網と 下水処理場 (1所) 5-24	なし 5-26
Hama 5-27	Orontes 川流 域	1,384,953	家庭汚水・工 場排水	GCEC による Regional plan 有り 5-28	下水管網と 下水処理場 (1所) 5-27	なし 5-28
Homs <b>5-29</b>	Orontes 川流 域	1,529,402	家庭汚水・工 場排水	GCEC による Regional plan 有り 5-30	下水管網と 下水処理場 (1所) 5-29	なし 5-31
Idleb 5-32	Orontes 川流 域	1,258,427	家庭汚水・工 場排水	GCEC による Regional plan 有り 5-33	下水管網と 下水処理場 (1箇所) 5-32	なし 5-33
Sweida 5-34	Yarmouk 川流 域	313,231	家庭汚水・工 場排水	GCEC による Regional plan 有り 5-34	下水管網 5-34	なし 5-35

県 名	河川流域名	2004 年 国勢調査 での人口	主要汚濁源	既存下水道 施設開発計画	既存下水道 施設	援助機関による調査
Qunetra 5-36	Yarmouk 川流 域	66,627	家庭汚水・工 場排水	GCEC による Regional plan 有り 5-36	下水管網 5-36	なし 5-37
Damascus 5-38	Barada/Awaj 川流域	1,552,161	家庭汚水・工 場排水	なし 5-41	下水管網、 下水処理場 (1所)と 下水ポンプ 場(1所) 5-38	なし 5-41

表 5.1.2 下水道施設開発計画に係る情報 (3/3)

注)「県」「既存下水道施設開発計画」「既存下水道施設」「援助機関による調査」欄に記載されたページ (例:5-4) は、「**関連情報掲載ページ**」を示す。

下水道セクター、既存下水道計画、下水道施設に関する「**主要な問題点**」については、以下のページを参照されたい。

主要な問題点		ページ
表 5.2.33	下水処理場	5-42
表 5.2.34	下水幹線及び管網	5-42
表 5.2.35	既存下水道施設開発計画	5-43
表 5.2.36	設計手順	5-44~ 46
表 5.2.37	事業優先順位	5-47
表 5.2.38	情報管理	5-47
表 5.2.39	設計基準	5-48
表 5.2.40	地形データ	5-48
表 5.2.41	人材育成	5-48
表 5.2.42	関連法規	5-49
表 5.2.44	行政区分	5-49

### 5.1.3 Regional Plan 概要

Regional Plan と呼ばれる全県下水道整備計画が GCEC により以下の 9 県につき作成されている:

Regional Plan 作成済みの県							
Lattakia、		Dar'aa,	Aleppo	Hama、	Homs,	Idleb,	Sweida
及び Qunetra 県							

本計画は GCEC から住宅・建設省本庁に提出され、本庁経由で各県上下水道公社に転送されたと推測するが、本庁にも県上下水道公社にも適正に保管されていない。発見された一般平面図、デジタル・データによる報告書によれば、県全域を下水道施設で整備する計画で、長大な幹線・多数の下水処理場が計画されている。集中型であれ分散型であれ、下水道施設による下水収集・処理が有利になるのは「家屋・人口が集中している都市部」である。県全域を見渡せば、都市部だけでなく、家屋が散在する農村部もあるはずで、県全域を下水道施設で整備するRegional Plan は過大な時間・予算が必要になり、実現可能性が低い。農村部では下水道施設による下水収集・処理が有利ではなく、むしろオンサイト施設による処理が実用的かつ効率的である。各県 Regional Plan の内容は 5.2 に記載してある。

# 5.2 既存下水道施設・下水道計画の現状及び主要な問題点

# 5.2.1 Lattakia 県

# (1) 既存下水道施設

Lattakia 県は地中海流域における産業・観光活動の中心地である。県地区図を**図 5.2.1** に示す。下水道公社は 2004 年に設立された。Lattakia 県は以下の 4 つの主要地区により構成されている。すなわち:Lattakia、 Jable、Al Hafeh そして Al Qerdahaで、それぞれ表 5.2.1 に示されているように、地区内に多数の準地区・市・町・村・集落がある。



図 5.2.1 Lattakia 県 地区図

# 5.2.1 Lattakia 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

地区名		地区に含まれる準地区	準地区に含まれる 市町村数	準地区中心部の 下水道整備率
1. Lattakia	1	Lattakia Center and Surrounding Communities	27	90%
	2	Al Bahlawia	21	90%
	3	Rabie'a	24	60%
	4	Ain Al Baida	22	95%
	5	Kast al Ma'af	19	50%
	6	Kasab	5	90%
	7	Hanadi	13	85%
2. Jableh	1	Jableh Center and Surrounding Communities	24	85%
	2	Ain Al Sharqiya	31	90%
	3	Ktail biya	38	90%
	4	Ain Sh Kak	16	70%
	5	Dalia	15	80%
3. Al Hafeh	1	Villages within Al Hafeh Center	22	80%
	2	Slunfeh	28	90%
	3	Kansaba	36	60%
	4	Mzeraa	30	90%
	5	Ayen Teneh	13	90%
4. Al Qerdaha	1	Al Qerdaha Center and Surrounding Communities	51	80%
	2	Harf Al Msaitra	9	75%

地区名		地区に含まれる準地区	準地区に含まれる 市町村数	準地区中心部の 下水道整備率
	3	Fakhora	24	85%
	4	Jawbet Boghal	11	60%

5.2.1 Lattakia 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

既存下水処理場はないが、下水管網は県内で整備されている。中規模都市毎の下水道整備率 は上表のとおりである。

下水は 13 箇所の排水口により地中海に排出されている。その中で最大のものは 3 連のボックスカルバートで、それぞれ約 4m×3m の開口寸法である。バキューム車により収集された下水 (汚泥)も上記ボックス端に停車し、海に内容物を排出していた。Lattakia 市内に数箇所建設中のポンプ場があったが、いずれも土木工事のみ進行中で、機械・電気設備の設置時期は未定であった。これらは下水を下水幹線に送水するためのポンプ場で、幹線は計画下水処理場に接続される。

Lattakia 市処理場の建設契約については、県とフランス OTV 社との間で署名されていたが、政治的問題が発生し、キャンセルされたようである。一方、EU 支援による「地中海陸上起因汚染防止計画」には Lattakia・Jableh 両都市の下水処理場建設が含まれており、フランスのローンが適用可能であった。しかしながら、これも政治的問題によりキャンセルされている。シリアは国家予算による Lattakia 下水処理場建設を決定、処理場の予備設計は GCEC により完成している。ターンキー契約による入札公示が行われ、国内・海外建設業者から多数の申し込みが寄せられている。住宅・建設省は現在それらの評価を行っている。

# (2) 既存下水道施設開発計画

Regional Plan は GCEC により 1985 年に作成されている。本計画は以下の「文書」・「図面」により構成されている。「文書」は表 5.2.2、表 5.2.3 に示す内容により構成されている。

文 書 名	内 容
要約	調査対象地域の位置、気象状況、土質、人口予測、
	住民の健康状態・教育程度
Lattakia 県の上水道施設	上水源、漏水率、1人当たり1日上水消費量
Lattakia 県の下水道施設	既存・計画下水管網リスト、下水処理方式の選択、 下水処理場容量計算

表 5.2.2 Regional Plan を構成する文書

表 5.2.3 Lattakia 県 計画施設概要

下水 処理場名	下水幹線 上流管径 (mm)	下水幹線 下流管径 (mm)	延長 (m)	2030年 計画人口
Lattakia main treatment plant	Unknown	Unknown	-	742,000
Al- Kurdaha	Unknown	Unknown	16,000	25,000
Jableh	Unknown	Unknown	-	107,000
Al- Ghanimeh, Khan Al- Jouz	Unknown	Unknown	5,700	1,000
Kersana, Al- Shamieh	Unknown	Unknown	4,700	20,000

表 5.2.3 Lattakia 県 計画施設概要

下水     下水幹線     下水幹線     下水幹線     延長 (m)     並長 (m)       处理場名     (mm)     (mm)	
D 1 1 1 11 11 10 000 10	
Bsendyaneh Unknown Unknown 10,000 13	,000
	,000
	,000
Al- Zawie	
Al- Burjan Unknown Unknown 20,200 67	,000
Hammam Al- Karahleh Unknown Unknown 4,000 12	,000
Al- Hwez Unknown Unknown 20,100 57	,000
Zama Unknown Unknown 10,300 42	,000
Al- Rwemieh Unknown Unknown 7,500 24	,000
Al- Safrakieh Unknown Unknown 1,800 4	,000
Al- Baseet Unknown Unknown 10,000 32	,000
Kasab Unknown Unknown 2,000 10	,000
Terjanou Unknown Unknown 6,000 8	5,000
Al-Boody Unknown Unknown 5,500 25	,000
Al- Dammat Unknown Unknown 8,000 11	,000
Slunfeh Unknown Unknown 5,000 8	5,500
Bustan Unknown Unknown 4,000 8	5,000
Al- Basha	
Al- heffe Unknown Unknown 1,000 25	,000
Ein Al- Laban Al- Jnedrieh Unknown Unknown 7,000 10	,000
Al- Mzeraa Unknown Unknown 500 5	,000
Al- Fakhoura Unknown Unknown 9,000 15	,000
Fedyo Unknown Unknown 6,000 24	,000
Al- Awwamieh Unknown Unknown 8,000 20	,000
Tlaro Unknown Unknown 1,800 10	,000
Salma Unknown Unknown 500 15	,000
Baabda Unknown Unknown 4,000 12	,000
Bait Ana Unknown Unknown 2,500 3	,000
Al- Seraj Unknown Unknown 5,500 2	,400
Al- Ghamam Unknown Unknown 2,800 2	,300
Bhamra Unknown Unknown 1,100 4	4000
Al- Jawzieh Unknown Unknown 6,700 20	,000
Total including Lattakia and Jableh Cities 208,900 1,423	3,200

図面は 1) 下水幹線ルートと下水処理場位置を示した一般図、2) 下水幹線平面・縦断面図、3) マンホール標準構造図で構成されている。しかし、この下水幹線平面・縦断面図には地形が入っておらず、また幹線番号も記載されていないので、一般図との対比が非常に困難である。

本計画が策定されたのが 1985 年で、既に 22 年が経過している。計画基本パラメーターである処理人口・上水消費量等は、計画策定時点の数値から乖離していると推測され、さらに、一部の下水道施設は整備済みとなっている。これらを考慮し、既存計画は適切な見直し・修正が必要であると判断する。

# 5.2.2 Tartous 県

# (1) 既存下水道施設

Tartous 県は Lattakia 県の南隣になる。県地区図を図 5.2.2 に示す。下水道部が上下水道公社内に設立された。下水道公社は Tartous 市下水処理場完成時に設立される予定である。現在県技術局が下水道事業を担当している。Lattakia 県同様、Tartous 県も 4つの主要地区により構成されており、各地区に多数の準地区・市・町・村・集落が含まれている。表 5.2.4に下水道整備率を示す。



図 5.2.2 Tartous 県 地区図

表 5.2.4 Tartous 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

地区名		地区に含まれる準地区	準地区に含まれる 市町村数	準地区中心部の 下水道整備率
1. Tartous	1	Tartous Center and Surrounding Communities	52	85%
	2	Arwad	1	95%
	3	Hamidiya	11	72%
	4	Khrbet Ghazai	13	45%
	5	Swd Akhwabe	29	98%
	6	Safsafeh	18	66%
	7	Al Karimeh	12	91%
2. Banyas	1	Banyas Center and Surrounding Communities	34	99%
	2	Rawda	12	95%
	3	Anazeh	18	90%
	4	Kadmous	23	90%
	5	Talin	8	60%
	6	Al Tawahin	11	70%
	7	Hamam Wasil	12	90%
3. Safita	1	Safita Center and Surrounding Communities	40	86%
	2	Mashta Al Helo-Hazour	27	95%
	3	Ras Al Khashofeh	20	95%
	4	Al Sesneih	21	95%
	5	Al Barqieh	10	95%
	6	Sabbeh	10	95%
4. Drekeish	1	Drekeish Center and Surrounding Communities	24	80%
	2	Jnenet Rislan	16	67%
	3	Hameen	9	95%
	4	Dwer Rislan	19	85%

地区名	地区に含まれる準地区		準地区に含まれる 市町村数	準地区中心部の 下水道整備率
5. Al Sheikh Bader	1	Sheikh Bader Center and Surrounding Communities	26	65%
	2	Brmanet Al Mashaikh	17	95%
	3	Kamsia	18	90%

表 5.2.4 Tartous 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

Al Rimal Al Dahabiya 下水処理場(1,400 m³/日)及び Al Shera'a 下水処理場(70 m³/日)の2箇所の既存下水処理場があるが、これらは Tartous 地区北部のリゾート施設排水を処理する民間処理場である。そのため、未処理下水の殆どは 60 箇所もの排水口から地中海に排出されている。しかしながら、複数の下水処理場が現在建設・調査中である。Kharbet Almaza と Ta'nita 下水処理場の土木工事が、地方行政・環境省の管理下により進行中で、どちらも計画処理能力1,000 m³/日、長時間曝気による処理場である。一方、Safita、Ba'amra、Sesnieh の3 処理場の調査は住宅・建設省予算で実施されている。

主要な工業施設は Banias の石油精製工場、Tartous 港のリン酸肥料船積み込み施設、Tartous の火力発電所及び県の至るところにあるオリープオイル工場である。

Tartous 市処理場の建設契約については、県とフランス OTV 社との間で署名されていたが、Lattakia 市処理場と同様の問題が発生し、キャンセルされたようである。一方、EU 支援による「地中海陸上起因汚染防止計画」には Tartous・Banias 両都市の下水処理場建設、更には Banias にある石油精製工場リハビリが含まれており、フランスのローンが適用可能であった。しかしながら、これも政治的問題によりキャンセルされている。シリアは国家予算による Tartous 下水処理場建設を決定、処理場の予備設計は GCEC により完成している。ターンキー契約による入札公示が行われ、国内・海外建設業者から多数の申し込みが寄せられている。住宅・建設省は現在それらの評価を行っている。

#### (2) 既存下水道施設開発計画

Regional Plan は GCEC により 1998 年に作成されており、計画の文書・図面構成は Lattakia 県のものと同様である。当初は 12 箇所の下水処理場が計画されていたが、上水水源用ダム建設計画が持ち上がったため、計画内容が修正された。最終的に 38 箇所の下水処理場が計画されている。計画下水道施設の概要は表 5.2.5 の通り:

下水 処理場名	下水幹線 上流管径 (mm)	下水幹線 下流管径 (mm)	延長 (m)	2030 年 計画人口	処理能力 (L/sec)	処理方式
Al-sesneia	300	500	6,000	15,000	120	Extended Aeration
Baamra	300	400	2,800	5,500	50	Extended Aeration
Jobar	400	600	23,000	53,000	350	Extended Aeration
Dalia-Hresouh	400	800	25,000	110,000	680	Extended Aeration
Tartous-Banias Line A	300	1,200	14,500	140,000	840	Extended Aeration
"	400	800	9,000	41,000	280	Extended Aeration

表 5.2.5 Tartous 県 計画施設概要

表 5.2.5 Tartous 県 計画施設概要

下水 処理場名	下水幹線 上流管径 (mm)	下水幹線 下流管径 (mm)	延長 (m)	2030 年 計画人口	処理能力 (L/sec)	処理方式
Line B	,	,				
Naher-Banias	400	500	11,000	43,000	295	Extended Aeration
Naher Al Jaam	300	300	9,000	19,000	145	Extended Aeration
Al-khansad Al-mosherfa	300	600	18,000	64,000	420	Extended Aeration
Raweel-Al hwash	400	800	20,000	90,000	560	Extended Aeration
Al-Dabbouseia Line A	300	600	12,000	21,000	160	Extended Aeration
" Line B	300	600	18,000	86,000	540	Extended Aeration
" Line C	300	600	9,500	87,000	550	Extended Aeration
" Line D	300	600	7,500	9,000	75	Extended Aeration
Tartous-Al hamedia	300	1,200	20,000	227,000	1,350	Extended Aeration
Safsafa	400	600	8,000	21,000	160	Activated Sludge
Bwedat-Al swekat	300	700	11,000	65,000	640	Activated Sludge
Wadi-Aloyon	400	700	22,000	60,000	400	Extended Aeration
Wadi-Aloyon Sendyana	300	300	5,400	11,000	90	Extended Aeration
Wadi-Aloyon Amreia	300	300	1,200	2,000	21	Extended Aeration
Wadi-Aloyon Rakma	300	300	500	5,200	48	Extended Aeration
Al-mitras Line K	300	700	10,075	60,000	400	Extended Aeration
" Line A	300	400	5,500	3,500	34	Extended Aeration
" Line A'	300	300	5,000	3,500	34	Extended Aeration
Line B	600	600	4,050	24,000	170	Extended Aeration
Line C	300	400	7,650	21,000	160	Extended Aeration
Al-Ghamka	400	1,100	23,000	162,000	720	Extended Aeration
Al-Sawmaau Jndenit-Raslan	400	500 600	17,000 9,200	25,000 38,000	120 270	Extended Aeration Extended Aeration
Al-Kolieaa Al-Dolbe	300	700	12,000	76,500	680	Extended Aeration
Jeb-Al-Amlas	400	500	6,000	18,000	100	Extended Aeration
Beshraghee	300	400	9,000	25,000	280	Extended Aeration
Jwekhat-Al-kafr	300	300	2,000	4,000	38	Extended Aeration
Mashta-Kafroon	400	500	6,000	19,000	140	Extended Aeration
Mashta Al-aodaida	300	400	6,000	2,000	147	Extended Aeration
Al-kadmous (Sourani)	400	900	17,000	57,000	375	Extended Aeration
ditto (Hammam-Wasil)	300	400	9,800	14,000	116	Extended Aeration
ditto (Taaneeta)	300	800	12,000	115,000	790	Extended Aeration

### 5.2.3 Deir-Ez-zor 県

# (1) 既存下水道施設

Euphrates 川下流域沿いに位置する Deir-Ez-zor 県は、Deir-Ez-zor、Al Mayadeen、Abukamal の主要 3 地区を擁し、広大な面積を有する。Deir-Ez-zor から Abukamal までの距離は約 120 km ある。 Khabour 川は Al Mayadeen の直上流で Euphrates 川に合流している。県地区図を図 5.2.3 に示す。

本県に広く分布する土質は「砂質粘土」である。 Euphrates 川沿いにあるため、地下水位が高く、下水管渠布設用のトレンチが自立しない。そのため、下水管網整備は遅れ気味で、表 5.2.6 から分かるように下水道整備率も、一部大規模都市を除くと全体的に低い。



図 5.2.3 Deir-Ez-zor 県 地区図

表 5.2.6 Deir-Ez-zor 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

地区名		地区に含まれる準地区	準地区に含まれる 市町村数	準地区中心部の 下水道整備率
1. Deir-Ez-zor	1	Communities Surrounding Deir-Ez-zor Center	14	85%
	2	Communities within Deir-Ez-zor Center	14	0%
	3	Bsaira	15	25%
	4	Tebne	11	2%
	5	Sour	16	20%
	6	Kasra	15	7%
	7	Mo Hasan	8	60%
	8	Khsham	8	1%
2. Abu Kamal	1	Abu Kamal Center and Surrounding Communities	10	80%
	2	Hajeen	6	25%
	3	Swseh	5	15%
3. Mayadin	1	Mayadin Center and Surrounding Communities	8	85%
	2	Zobian	10	30%
	3	Asharah	8	16%

不十分な管網整備予算措置もこの低い下水道整備率の原因となっている。下水道が整備されていない地区については未だにオンサイト施設による処理を行っている。

現在既存下水処理場はないが、Deir-Ez-zor市下水処理場の設計はGCECにより完了している。 ただし、建設予定は未定のままである。 本県での最も深刻な問題は、家庭下水・工業排水・病院排水による生下水の近隣水路・Euphrates 川への放流である。工業排水で最大流量は製紙工場から排水されている。本工場は敷地内に排水処理施設があるが、改良が必要である。

最大の放流地点では、 $2,000\times2,000$  mm の断面をもつボックスカルバートにて生汚水が Euphrates 川支川に排水されている。悪臭も酷い。本地点にポンプ場を建設し、他放流口から排水されている汚水を遮集する下水道幹線を本ポンプ場に接続、約 $5~\mathrm{km}$ 先の処理場建設用地まで圧送する計画がある。

下水処理場建設予定地は市街地から外れた乾燥地域である。人口は今後も増加すると推測されるし、下水道整備率も将来には向上すると考えられるため、処理場流入下水量には現況下水量から相当量の増加が予測される。冬季気温が 3-4 程度であるため、酸化池方式では予定地敷地が十分ではないと思われる。GCEC 設計によれば処理場能力は 67,800 m³/日で、長時間曝気が採用されている。

下水管網の老朽化も進行している。管渠年齢が 50 年以上の管渠もあり、下水道専門技術者がいないこと、予算措置が十分でないことが施設の適切な維持管理に支障をきたしている。

#### (2) 既存下水道施設開発計画

Regional Plan は作成されていないものの、下水管網設計は県・各自治体が GCEC 等の設計コンサルタントに外注され、設計成果は地方行政・環境省の審査の上、予算措置を受け、整備が実施されている。前節で記述したように、全県で下水管網の整備は進行中で、殆どの人口集中都市において下水道整備率は高い。

海外援助機関による調査も実施されていない。

### 5.2.4 Hassakeh 県

#### (1) 既存下水道施設

Khabour 川沿いに位置する Hassakeh 県は、トルコ・イラクと国境を接している。主要産業は農業で、現在のところ深刻な工場排水問題は発生していない。県地区図を図 5.2.4 に示す。

現在エアレーテッド・ラグーン法による Ras Alayen 下水処理場 (処理能力 2,130 m³/日)が稼働中である。処理人口増加により将来拡張が必要とされている。Hassakeh 市下水処理場の調査・設計は GCEC により完了しているが、建設計画の目処は立っていない。既存下水処理場が 1 箇所しかないため、殆どの生下水は管径 800 mm の円形管



図 5.2.4 Hassakeh 県 地区図

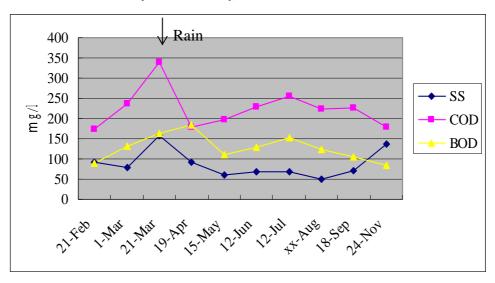
もしくは断面 800×800 mm のボックスカルバートにより Khabour 川に放流されている。臭気はそれほど酷くない。現在の下水整備率を**表 5.2.7** に示す:

地区名		地区に含まれる準地区	準地区に含まれ る市町村数	準地区中心部の 下水道整備率
1. Hassakeh	1	Hassakeh Center and Surrounding Communities	263	42%
	2	Tal Tamer	136	49%
	3	Shadadeh	10	41%
	4	Markada	13	27%
	5	Al Areisheh	25	23%
	6	Be'er Al Helo Al Wardeih	108	39%
2. Qameshli	1	Al Qameshli Center and Surrounding Communities	127	37%
	2	Tal Hamees	172	33%
	3	A'amodah	157	33%
	4	Kahtaniya	115	42%
3. Malkyiah	1	Malkyiah Center and Surrounding Communities	125	49%
	2	Jawadiyah	57	46%
	3	Ya'robiyah	95	33%
4. Ras Al Ayn	1	Ras Al Ayn Center and Surrounding Communities	73	55%
	2	Drbasiya	161	24%

表 5.2.7 Hassakeh 県 地区・順地区・市町村内訳と下水道整備率

しかしながら、上表に示されているように下水道整備率は未だに低いままである。Hassakeh Center においてすら整備率 42%で、本県に広く分布する地質がこの低整備率の主な原因である。「砂質粘土」がそれで、地下水位も高いためオープンカットの地山が自立しないケースが多く、管渠敷設工事を困難なものにしている。

Hassakeh 県で1箇所のみ都市排水の水質データが提供された。吐口の水質によれば雨天時の後にBOD、COD、SSの値が上がっている。雨によって管渠に溜まった汚濁負荷が流出するメカニズムが見て取れる。これは合流式下水道の一般的な特性であり、雨期に濃度が高く、乾季に濃度が低い傾向がある(図5.2.5参照)。



注)8月の測定日不明

図 5.2.5 Hassakeh 地区 中心部下水放流口での汚濁推移

汚濁負荷量が一定ならば渇水期に水使用量が減るから、高濃度の下水が処理場に流入するといった考え方をシリアのコンサルタントは持っているが、処理場への到達負荷と発生負荷は、区別しなければならないし、生活様式にも着目して負荷を決定しなければならない。なお、採水は午前に行なわれたものであり、使用水量の増える夕方には濃度が高くなると考えられる。

Qamishly や Malikieh といった都市が Khabour 川支川の Jag Jag 川沿いにあり、生下水が本川に排出されている。下水放流地点にはごみ・家畜の糞は散乱しており、住民の水質保全に対する関心の薄さを物語っている。

Jag Jag 川は Khabour 川との合流点がある Hassakeh 市まで 80 km もの距離を蛇行しながら流下しており、途中に目立った集落もない。河川の自然浄化能力を利用した処理方法も適用可能と考える。

### (2) 既存下水道施設開発計画

Regional Plan は作成されていないものの、下水管網設計は県・各自治体が GCEC 等の設計 コンサルタントに外注され、設計成果は地方行政・環境省の審査の上、予算措置を受け、整備 が実施されている。海外援助機関による調査も実施されていない。

### 5.2.5 Raqqa 県

# (1) 既存下水道施設

Raqqa 県はシリア内において Euphrates 川流域の最上流にあたる。県中央部にアサドダムがあり、農業地域はアサドダム下流域に位置している。シリアのみならず、Euphrates 川上流のトルコ国内でも行われている生下水・農業排水放流により、本ダムで富栄養化が進行している。県地区図を図 5.2.6 に示す。

県全体の下水道整備率は約60%で、残り40%の 地域においてはオン・サイト施設による処理を行っ ている。地区毎の下水道整備率は表5.2.8の通り:

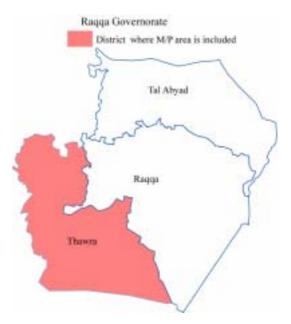


図 5.2.6 Raqqa 県 地区図

表 5.2.8 Raqqa 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

地区名		地区に含まれる準地区	準地区に含まれ る市町村数	準地区中心部の 下水道整備率
1. Raqqa	1	Raqqa Center and Surrounding Communities	73	60%
	2	Sabkha	26	80%
	3	Karameh	23	95%
2. Al Thawra	1	Thawla	4	75%
	2	Mandorah	24	90%
	3	Jarneah	38	5%
3. Tal Abyad	1	Tal Abyad Center and Surrounding Communities	46	70%
	2	Salouk	57	70%
	3	Ain Eisa	33	55%

下水管渠の老朽化も深刻な問題である。管渠崩壊による道路陥没も発生している。下水処理場がない地域にでは家庭汚水・工場排水・農業排水が未処理で近隣水路・河川に放流されており、公共用水域の水質汚染が拡大している。

本県には、民間企業により設計・施工された 5 箇所の既存下水処理場があり、地方行政・環境省はこれらの設計・施工の管理を行っている。現況を表 5.2.9 に示す:

Table 5.2.9 Raqqa 県 既存下水処理場の概要

処理場名	処理能力 (m³/日)	処理場方式	処理場運転状況
Debse Afnan	1,000	長時間曝気	維持管理・技術要員不足
			運転中止
Al Mansourah	1,000	長時間曝気	維持管理・技術要員不足
			運転中止
Sabkha	1,000	長時間曝気	良好
Ma'dan	1,000	長時間曝気	維持管理・技術要員不足
			運転中止
Al Karameh	1,000	長時間曝気	良好

Al Karameh 下水処理場の処理フローは以下の通りである:

Grit Chamber Return Sludge Mixing Tank Aeration Tank Sedimentation Tank Chlorination Channel

注) 沈殿池のトラフが水没している。塩素消毒は実施されていない。管理職員の処理機能理解が不十分で、運転・維持管理が不十分である。

上表に示したように、適切な維持管理活動の欠如により、3 箇所の下水処理場が運転中止状態にある。流入下水は近隣の農業用水路に放流されている。

# (2) 既存下水道施設開発計画

いわゆる Regional Plan は策定されていない。地方行政・環境省の資金援助により、各自治体が独自に下水道施設整備を行っている。

スペイン政府援助によるRaqqa市下水処理場建設計画がある。建設契約はターンキー契約で、 F/S 見直し(処理場位置の見直し等) 詳細設計、建設工事まで含まれる。スペイン政府との契約交渉は1年以上継続しており、現在入札の準備作業中である。

#### 5.2.6 Dar'aa 県

### (1) 既存下水道施設

Dar'aa 県は Damascus 県南部に位置する有名な穀倉地帯で、観光地域でもある。県地区図を**図** 5.2.7に示す。

湧水(6 箇所)と地下水井戸(380 箇所)が上水 水源であるが、下水による地下水汚染が進行してお り、40 箇所の井戸と2 箇所のダムは飲料用水源とし ての使用を停止している。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。特に西 部地区においてこの問題が顕著である。

地区毎の下水道整備率を表 5.2.10 に示す:



図 5.2.7 Dar'aa 県 地区図

表 5.2.10 Dar'aa 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

地区名		地区に含まれる準地区	準地区に含まれる 市町村数	準地区中心部の 下水道整備率
1. Dar'aa Center	1	Villages within city center and surroudings	8	90 %
	2	Mzerib	8	90 %
	3	Bosra Al Cham	9	90 %
	4	Da'el	2	70 %
	5	Kherbet Ghazal	4	98 %
	6	Shajara	17	25 %
	7	Al Jyza	3	60 %
	8	Al Masyfra	4	20 %
2. Ezraa	1	Ezraa Center and Surrounding Communities	19	53 %
	2	Jasem	3	60 %
	3	Harrak	6	90 %
	4	Nawa	3	47 %
	5	Sheikh Mskeen	6	85 %
	6	Tseel	3	50 %
3. Al Sanameen	1	Al Sanameen Center and Surrounding Communities	17	80 %
	2	Masmeih	15	90 %
	3	Ghaba Gheb	12	3 %

現在既存下水処理場はないが、Dar'aa 下水処理場と Da'el 下水処理場が住宅・建設省予算により建設中である。ただし土木工事のみで、機械・電気設備工事は未定である。

Dar'aa 下水処理場の処理フローは以下の通り:

汚水処理(長時間曝気)

Grit Chamber 最初沈殿池 機械攪拌エアタン 最終沈殿池 塩素混和池 近隣水路に放流計画処理能力 = 21,800 m<sup>3</sup>/日

#### 汚泥処理

消化 天日乾燥

Da'el 下水処理場も長時間曝気方式で計画されており、計画処理能力は 16,000 m<sup>3</sup>/日である。

Dar'aa 下水処理場は市街地から 5 km 離れた丘の上に平地を切り開いて建設されている。処理場は「迷惑施設」と見なされているのか「市街地から最低でも 5 km 離す」のが慣習のようになっている。ここに処理場を建設するためのコスト、ここまで下水を送水するコストは度外視されているように思われる。

更に Governorate Engineer によれば、Dar'aa 処理場建設地付近に処理水のニーズはなく、本当に必要な地域に水源がない。処理水が必要なところに小規模処理場を建設する「分散型処理」が当地に適していると思われるが、下水幹線の一部は既に施工済みであり、前述したように建設中の下水処理場が2箇所あるため、全面的な計画見直しは適切でない。既存・建設中の施設を最大限度に利用しつつ、部分的に「分散型」を導入する計画が採用可能と判断する。

工場排水はオリーブ油工場、野菜・果物缶詰工場によるものが代表的である。

#### (2) 既存下水道施設開発計画

GCEC による Regional Plan は 1997 年に完成しており、設計図書内容は Lattakia 県のものと同様である。計画下水道施設の概要は表 5.2.11 の通り:

下水 処理場名	下水幹線 上流管径 (mm)	下水幹線 下流管径 (mm)	延長 (m)	2030年 計画人口	処理能力 (L/sec)	処理方式
Jasem	400	700	11,900	60,000	450	長時間曝気
Um Al Miaden	400	800	37,100	20,000	175	長時間曝気
Sheikh Mskeen	400	700	30,100	32,000	254	長時間曝気
Da'el	500	700	15,000	80,000	580	長時間曝気
Sahem Al Golan	300	900	8,000	12,000	107	長時間曝気

表 5.2.11 Dar'aa 県 計画施設概要

Dar'aa City の北西約 10 k mに位置する町 Muzerib に対するフィージビリティスタディが 2007年2月に GCEC により作成されている。町の南西部に灌漑用の池があるが、汚水はそこを迂回して河川に排出されている。処理場予定地が排出点の近くに計画できれば、計画上は理想的である。しかし、その近くには上水源があるということで、代替案比較により処理場予定地を検討した結果、町の南約 4 km の位置に決定した。そこは、人口約 9,000 人の町 Yaduda に近いこともあり、そこの汚水も一緒に処理することとした。さらに、Yaduda の東約 5 k mに位置する人口約 9,000 人の町 Ataman の汚水も処理する計画である。処理場までは、2 箇所のポンプ場を設け、汚水を圧送する計画である。処理方式は長時間曝気方式である。

#### 5.2.7 Damascus 郊外県

#### (1) 既存下水道施設

人口 300 万人のシリア最大人口を有する県で、人口増加が最も急激に進んでいる地域でもある。産業の 40%が工業で、16,000 の工場がある。県地区図を**図 5.2.8**に示す。

Damascus 郊外県で発生する汚水の約33%は Yarmok ポンプ場で Adraa 下水処理場に圧送されている。汚水は Damascus 分ともに処理され、処理水は放水水路でDamascus 郊外県に放流されているが、灌

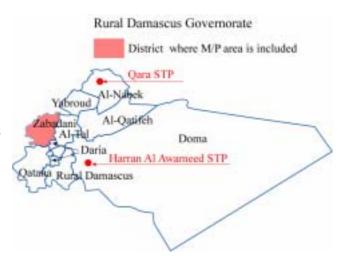


図 5.2.8 Damascus 郊外県 地区図

漑に適した水質ではない。作物に散水できないので樹木に散水したら木が枯れてしまったケースもある。三次処理施設導入を考慮すべきと考える。

Regional Plan は策定されておらず、地方行政・環境省の資金援助により、各自治体が独自に下水道施設整備を行っている。地区毎の下水道整備率を表 5.2.12 に示す:

表 5.2.12 Damascus 郊外県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

地区名	地	区に含まれる準地区	準地区に含まれる 市町村数	準地区中心部の 下水道整備率
1. Rural Damascus Center	1	Babyla	11	90%
	2	Al Keswe	1	40%
	3	Kafr Batna	2	40%
	4	Jaramana	6	70%
	5	Arbeen	23	100%
	6	Qodsaya	8	100%
	7	Mleha	7	98%
2. Doma	1	Doma Center	12	95%
	2	Harasta	3	100%
	3	Nashabieh	2	80%
	4	Haran Al Awameed	1	45%
	5	Ghzlanieh	18	55%
	6	Dhmeer	6	90%
	7	Sabe' Bair	9	0%
3. Daria	1	Daria Center	3	95%
	2	Sehnaya	2	70%
4. Qatana	1	Qatana Center	16	75%
	2	Sa'sa	9	75%
	3	Bait Jin Farm	14	50%
5. Qotifeh	1	Qotifeh Center	3	60%
	2	Jairoud	4	75%
	3	Rohaibeh	4	60%
	4	Ma'lola	1	90%
6. Al Tal	1	Al Tal Center	7	95%

地区名	地	区に含まれる準地区	準地区に含まれる 市町村数	準地区中心部の 下水道整備率
	2	Sednaya	5	90%
	3	Rankous	5	40%
7. Zabadani	1	Zabadani Center	7	57%
	2	Ain Fejeh	6	100%
	3	Madaya	6	51%
	4	Dimas	3	75%
	5	Serghaya	2	95%
8. Nabek	1	Nabek Center	5	50%
	2	Deir Atteih	4	65%
9. Yabroud	1	Yabroud Center	5	75%
	2	Asal Al Ward	2	50%

表 5.2.12 Damascus 郊外県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

#### 2 箇所の既存下水処理場がある。

#### Qara 下水処理場

民間設計会社による設計に基づき、自治体により建設された小規模下水処理場。酸化池方式により、処理能力は 600 m³/日である。処理効率は芳しくない。

## Harran Al Awameed 下水処理場

Harran Al Awameed に建設された Wet-land 方式下水処理場は、GTZ のサポートによりドイッ人により当初一人当たり所要 Reed Bed 面積 =  $0.5\,\text{m}^2$ /人の条件で建設され、300  $\,\text{m}^3$ /日、7000 人(下水道接続率 80 %、1 人当り 54 L/D)で 2000 年に以下の課題を解決するために供用開始した:

- 社会的に受け入れられるか
- 関係法令の適用性
- 持続性
- 維持管理性
- 処理水の農地利用の妥当性

#### 処理フローは:

流入人孔(ポンプ井) 流入管 スクリーン 最初沈殿池 ポンプ Reed Bed 処理水 ピット 放流

注)流入人孔は非常に深く表面がスカムで覆われ下水が見えない。最初沈殿池に沈殿した汚泥は間欠的に引き抜きそばにあるピットに溜め込んでいる。Reed Bed の下にはシートを敷いて浸透しないようにされている。

表 5.2.13 に本下水処理場で実施された下水水質分析データを示す。2006 年現在で 7,000 人分の汚水 400 m³/日(1人当り 57 L/日)を良好に処理しているということであったが、BOD、COD、SS は除去されているものの、下表における 2006/7/4 の処理下水水質分析結果では窒素が除去されていないデータもあることから、処理水を農業利用するのであれば 400 m³/日は過負荷と判断される。当初設定の 300m³/日が望ましい。なお、水質サンプリングは通日のコンポジットでやっていないためこのように水質分析結果にばらつきが出る。

2006/7/4 2006/3/5 Date Remarks Outlet Outlet Inlet Cond(µc/cm) 2330 2370 2060 7.1 6.9 609 BOD(mg/l) 240 26 12  $NH_4(mg/l)$ 32.4 9 DO(mg/l) 1.3 T( ) 24.3 24.6 COD(mg/l) 780 80 18.2 SS(mg/l) 27.2 27.2 NO<sub>3</sub>(mg/l) 50.6 42 14 TN(mg/l) 40.6 17.5 46.3 TP(mg/l) 0.49 1.98 0.82  $PO_4(mg/l)$ 2 3.5 6  $Q (m^3/D)$ 400 400 400 2006/7/4

表 5.2.13 Harran Al Awameed STP の水質

既存施設の隣に拡張用地が確保されているため、将来の流入汚水量増加にも対応できる。 将来に亘り良好な処理効率を維持するため、拡張分でも当初設計条件を踏襲し、一人当た リ所要 Reed Bed 面積 =  $0.5 \text{ m}^2$ /人、設計処理能力 =  $300 \text{ m}^3$ /日の採用が望ましい。

建設費は 95,900 Euro、維持管理費は年間 7,000 Euro であった。

これらの既存下水処理場以外に、12 箇所の下水処理場が Damascus 大学により設計されており、入札図書は既に住宅・建設省に提出されている。建設工事中の下水処理場もある。**表 5.2.14** に現況を示す:

下水処理場名	土木工事進捗率
1 Dariya	0 %
2 Srghaya	0 %
3 Assal El Ward	65 %
4 Heganeh	95 %
5 Jdaidetel Ghass	80 %
6 El Tawanee & Jepaaden	80 %
7 Margel Soltan	80 %
8 Maydaa	75 %
9 Mayddaani	75 %
10 Der Macer	90 %
11 Bet Saber	90 %
12 Bei Jen	30 %

表 5.2.14 Damascus 大学設計による下水処理場の現況

### (2) 既存下水道施設開発計画

Regional Plan は作成されていないが、各ドナー機関により以下の下水道整備計画が作成されている:

1) 世界銀行: Barada・Ghouta Gharbiyah 地区下水道整備及び優先投資計画 2025 年を目標年度とするフィージビリティスタディ。上記 2 地区に対する下水道施設計画

地区

Ghouta Gharbiyah

が作成された。表 5.2.15 に計画概要を示す:

地区名	計画下水道施設
Barada 地区	既存の 20 集落のうち、15 集落が優先集落として選択された。下水は既存下水幹
	媳に Al Hammah 地区で接続され、既存 Adraa 下水処理場に流入する計画である

既存の27集落のうち、9集落が優先集落として選択された。下水処理場は2箇所

表 5.2.15 世界銀行計画施設概要

しかしながら、新規下水道料金体制の導入・コストリカバリーによる下水道事業体の持続 可能な財務運営・維持管理制度導入が融資条件になっているため、L/A 署名に至っていない。

計画されており、双方とも酸化池方式が採用されている。

## 2) KfW: Damascus 郊外県 Barada 川流域水セクター計画

2025 年を目標年度とするフィージビリティスタディ。Yalda、Babyla、Bait Sahem、Aqraba そして Saieda Zinab の 5 集落が調査対象として選択され、複数の代替案が経済面・環境面で の効率により比較・検討された。下記の理由により、分散型処理システムが最適案として選 択され、3 箇所の下水処理場が Babyla、Aqraba、Saieda Zinab に計画されている。いずれも長 時間曝気方式は採用されている。

同調査によりと、集中型下水道システムのデメリットは以下のとおりである。

- 汚水の送水施設が必要である。
- 灌漑用水を上流へ送るためのポンプ施設が必要である。
- 他の区域の汚水を処理することに対する処理場周辺住民の抵抗がある。
- 汚水管からの漏水が農地を汚染する危険性がある。
- 処理場に近い都市から下水管網を整備することになり、上流の都市は最後になる。
- 1箇所の処理場を採用すると、種々の処理方式を試すことができない。

採用されている分散型下水道システムを図 5.2.9 に示す。

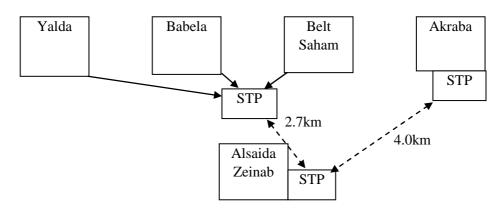


図 5.2.9 採用下水道システム模式図

3) UNRWA: Khan Dannoun 及び Khan Eshieh パレスチナ難民キャンプにおける上下水道施設整

#### 備支援計画

2025 年を目標年度とするフィージビリティスタディ。上記 2 箇所のパレスチナ難民キャンプ及び周辺集落が調査対象になっており、2 箇所の下水処理場が Al Keswa と Artous に計画されている。長時間曝気+砂ろ過+紫外線照射による下水処理が提案されている。砂ろ過は腸内寄生虫卵除去のために計画された。

#### 4) Zabadani 上下水道プロジェクト Pre-feasibility Study

この計画は、EIB の援助により策定された。担当コンサルタントは、フィンランドの Plancenter Ltd である。計画目標年度は 2025 年である。このプロジェクトの目的は、処理場を設けることにより、バラダ川の汚染を防止すること及びバラダ川の流域に位置する 7 つの都市即ち Zabadani, Blouden, Madaya, Bukein, Hosh Bujed, Rawdah 及び Ain Hour における下水道整備をすることである。

この地域は夏季においても快適な気候であるので、多くの旅行客が集まる。夏季即ち5月から9月にかけては人口が通常の2倍に増加する。汚水量は、**表5.2.16**のように推定されている。2005年に比べると計画年度である2025年には約4倍に増加している。

 季節
 年
 2005
 2025

 冬
 5,378
 19,368

 夏
 11,701
 44,268

表 5.2.16 発生汚水量 (単位: m³/日)

この計画においては、分流式下水道が提案されている。汚水管の現況は非常にひどいものである。そのため、現在の管渠は修理或いは補強して雨水管へ転用するように提案している。 汚水管は新たに建設することとしている。汚水管は柔軟性のある継ぎ手を有する PVC パイプを使い、2025 年汚水量に対応するものとする。

この計画区域から発生する汚水は、一箇所の処理場による統合処理が最もフィージブルであると評価されている。 選定された処理方式は、嫌気・無酸素・好気ゾーンを備えた循環式活性汚泥法である。この方法では、生物学的に BOD、窒素及び燐を除去することができる。

さらに、病原体、線虫の卵及び微小固形物が除去できるよう、逆洗付の緩速ろ過施設を 3 次処理として追加するよう提案されている。

今後検討すべき事項を以下に示す。

- 分散型の下水道システムを検討する。特に Ain Hour は検討を要する。
- 灌漑用水を必要としている区域は、処理場より上流に位置している。従って、灌漑用水を供給するためにはポンプ場が必要となる。
- 5) Technical and Financial Assistance from Malaysian Government

更に、マレーシア政府による援助が現在 Damascus 郊外県を対象に展開中である。マレーシア政府は国家計画省にローンによる下水道施設開発を申し出た。ターンキー契約により、施設設計・建設・運転を経て、シリア側に移管される。

39ヶ月で23箇所の下水処理場・15箇所の浄水場の建設が計画されている。契約にはシリアスタッフに対するトレーニングも含まれている。

マレーシア Study Team が計画している下水処理場リスト(現在 23 箇所のうち 17 箇所が 決定)を以下に示す(いずれもダマスカス郊外県):

表 5.2.17 マレーシア政府による援助が予定されている下水処理場

No.	下水処理場名
1	Dhmeer STP
2	Al Qotifeh STP
3	Robaiheh STP
4	Hfeer Foka STP
5	Al Qastal STP
6	Ras Al Ma'arah STP
7	Nabek STP
8	Al Jarajeer STP
9	Al Hamerah STP
10	Al Jabah STP
11	Al Nasereah STP
12	Tofail STP
13	Housh Arab STP
14	Ain Al Teneh STP
15	Rankoos STP
16	Hafeer Al Tahta STP
17	Ma'araba STP

## 5.2.8 Aleppo 県

## (1) 既存下水道施設

Aleppo 県はシリア北西部に位置し、トルコと国境を接している。Aleppo 市は紀元前3世紀からの長い栄光と繁栄に彩られた伝説的都市で、現在に至るまで、西と東を結ぶ交易地点としての地位を独占している。Aleppo 市はシリア第2の都市でもあり、経済の中心地であり続けている。県地区図を図5.2.10に示す。

Regional Plan に基づき、下水管網は地方行政・環境省支援のもと県・自治体毎に整備されており、地区毎の下水道整備率は表 5.2.18 の通りである:



図 5.2.10 Aleppo 県 地区図

表 5.2.18 Aleppo 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

地区名		地区に含まれる準地区	準地区に含まれる 市町村数	準地区中心部の 下水道整備率
1. Jabal Sama'an	1	Jabal Sama'an Center and Surrounding Communities	162	86%
	2	Atareb	24	85%
	3	Tal Dhamah	113	75%
	4	Haretan	21	75%
	5	Dar Ta'zeh	15	80%
	6	Zarba	44	90%
2. A'zaz	1	A'zaz Center and Surrounding Communities	20	80%
	2	Akhtareen	47	65%
	3	Tal Ref'at	13	75%
	4	Mare'a	19	95%
	5	Nabel	12	90%
	6	Sovran	23	65%
3. Al Bab	1	Al Bab Center and Surrounding Communities	28	80%
	2	Tadef	24	75%
	3	Deir Hafer	12	70%
	4	Al Ra'ie	31	80%
	5	Aremeh	33	55%
	6	Rasm Harmal Al Emam	24	60%
	7	Kwers Sharqi	21	70%
4. Jarablos	1	Jarablos Center and Surrounding Communities	35	90%
	2	Ghandorah	30	90%
5. Al Sfeerah	1	Al Sfeerah Center and Surrounding Communities	39	75%
	2	Khanaser	30	65%
	3	Banan	11	80%
	4	Al Hajeb	22	40%
6. Afreen	1	Afreen Center and Surrounding Communities	44	93%
	2	Bol bol	33	85%
	3	Janderas	37	85%

準地区に含まれる 準地区中心部の 地区名 地区に含まれる準地区 市町村数 下水道整備率 Rajo 46 90% 4 5 Sharan 37 75% Sheikh Al Haded 55% 6 14 Ma'dbatle 7 35 70% 7. Ain Al Arab Ain Al Arab Center and 1 74 70% Surrounding Communities 2 Sheiokh Tahtani 30 65% 3 Saren 112 70% 8. Manbej 1 Manbej Center and 137 70% **Surrounding Communities** 2 Abu KalKal 47 90% 3 85 Khafseh 90% 4 Maskaneh 44 65%

表 5.2.18 Aleppo 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

既存下水処理場としては Aleppo 市下水処理場がある。

本下水処理場はエアレーテッド・ラグーン方式による処理場で、2002 年から供用開始を行っている。現在 1,800,000 人分の下水 345,600  $m^3$ /日の処理を行っている。しかしながら、本処理方式のような生物処理は気温の影響を受けやすい。通年処理効率は芳しくないが、上記理由により、冬季の処理効率は特に悪くなっている(**表** 5.2.19 参照)。

処理効率・流入下水水質に季節変動があり、処理効率が芳しくないという事実は、気温、機械攪拌による生物的処理効率に対する基礎調査が不足していた事を物語っている。工場排水の混入も処理阻害要因になっている。上記設計条件を考慮した処理場リハビリテーションが望まれる。

一般的にラグーン方式は処理汚水の灌漑利用を目的とした、家庭汚水処理に適しており、工場排水処理には適していない。工場排水については発生源処理とし、公共下水道には接続させないものとすべきである。

			Summer		Winter		
		Incoming	Effluent	Removal Rate (%)	Incoming	Effluent	Removal Rate(%)
BOD	Year 2002 (mg/L)	340	120	64.7	380	145	61.8
ВОД	Year 2003 (mg/L)	340	82.5	75.7	375	110	70.7
COD	Year 2002 (mg/L)	550	135	75.5	560	140	75.0
COD	Year 2003 (mg/L)	550	140	74.5	520	150	71.2
CC	Year 2002 (mg/L)	495	160	67.7	560	195	65.2
SS	Year 2003 (mg/L)	500	130	74.0	600	180	70.0

表 5.2.19 Aleppo 下水処理場運転状況

# (2) 既存下水道施設開発計画

Regional Plan は GCEC により 1997 年に作成されている。計画下水道施設の概要は**表 5.2.20** の通り:

表 5.2.20 Aleppo 県 計画施設概要

下水 処理場名	下水幹線 上流管径 (mm)	下水幹線 下流管径 (mm)	延長 (m)	2030 年 計画人口	処理能力 (L/sec)	処理方式
Nobbol-maaret Al-arteek	400	1,200	30,000	200,000	1,450	長時間曝気
Al bab-Arran	400	1,400	16,000	500,000	3,230	長時間曝気
Manbej	400	1,000	6,200	150,000	1,110	長時間曝気
Batbo-Kafrnouran	400	1,000	15,000	120,000	910	長時間曝気
Tal-hasel Al-sfeera	300	1,000	13,000	140,000	1,045	長時間曝気
Ein-Alarab Al-hajeb	300	800	10,000	87,000	680	長時間曝気
Ras-Alhomr Al-khafsa	300	600	12,000	35,000	305	長時間曝気

海外援助機関による調査は行われていない。

#### 5.2.9 Hama 県

## (1) 既存下水道施設

Hama 県はシリア中西部に位置する。有名な水車は直径 27 m のものもあり、Orontes 川から灌漑用水を汲み上げている。県地区図を図 5.2.11 に示す。

Regional Plan に基づき、下水管網は地方行政・環境省支援のもと県・自治体毎に整備されている。地区毎の下水道整備率は表 5.2.21 の通りである:



図 5.2.11 Hama 県 地区図

表 5.2.21 Hama 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

地区名		地区に含まれる準地区	準地区に含まれる市 町村数	準地区中心部の 下水道整備率
1. Hama	1	Hama Center and Surrounding	99	93%
		Communities	77	7570
	2	Hrbnfseh	26	80%
	3	Hamra'a	39	96%
	4	Sovran	22	65%
2. Al Salameih	1	Salameih Center and Surrounding Communities	42	70%
	2	Bara Al Sharqi	14	98%
	3	Sa'en	17	90%
	4	Saborah	20	64%
	5	Akerbat	22	98%
3. Al Skelbeih	1	Skelbeih Center and Surrounding Communities	32	92%
	2	Tal Salhab	22	85%
	3	Ziara	18	60%
	4	Shatha	12	85%
	5	Al Madeek Citadel	30	79%
4. Mhardeh	1	Mhardeh Center and Surrounding Communities	21	80%
	2	Kafer Zaita	9	84%
5. Msiaf	1	Msiaf Center and Surrounding Communities	33	60%
	2	Jeb Ramleh	20	98%
	3	Aovej	13	75%
	4	Ain Hlakeem	18	95%
	5	Wadi Al Aioun	21	92%

Salameih 下水処理場が現在稼働中である。酸化池方式による処理能力 7,000 m³/日の下水処理場で、処理人口増加により拡張の必要があり、現在調査中である。

Hama 市下水処理場も現在建設中である。計画処理能力は 70,000 m³/日(1次計画)及び 140,000 m³/日(2次計画)で、標準活性汚泥法が採用されている。また、Shaizar & Mhardeh 市下水処理

場も調査中である。 処理能力は  $6{,}600~\mathrm{m}^{3}/\mathrm{H}$ で、長時間曝気方式による下水処理を計画している。

## (2) 既存下水道施設開発計画

Regional Plan は GCEC により 1997 年に作成されている。計画下水道施設の概要は**表 5.2.22** の通り:

表 5.2.22 Hama 県 計画施設概要

下水 処理場名	下水幹線 上流管径 (mm)	下水幹線 下流管径 (mm)	延長 (m)	2030 年 計画人口	処理能力 (L/sec)	処理方式
Al Morana	300	500	12,000	20,000	175	長時間曝気
Balshona	300	400	3,000	15,000	140	長時間曝気
Kfr-Takharem	300	600	18,500	30,000	244	長時間曝気
Sheikh Yousif	300	400	6,000	12,000	115	長時間曝気
Al Karina	300	300	8,000	4,000	45	長時間曝気
Kfr Bouhm	300	600	13,000	45,000	350	長時間曝気
Al Nahr Al Barid	300	400	8,000	15,000	140	長時間曝気
Al Nasriya	300	400	3,000	15,000	140	長時間曝気
Kafr Moud	300	400	5,000	10,000	95	長時間曝気
Ma'ardes	300	600	8,000	28,000	230	長時間曝気
Msiaf-Bkrana	300	600	6,000	35,000	280	長時間曝気
Souran	300	1,000	5,500	134,000	930	長時間曝気
Tal Al Tout	300	500	12,500	19,500	168	長時間曝気
Al Mahrousa	300	500	15,000	20,000	175	長時間曝気
Hialeen	300	600	20,000	35,000	280	長時間曝気
Al Atmaneh	300	600	12,000	28,000	230	長時間曝気
Kahef-habash	300	300	7,000	4,500	55	長時間曝気
Um-Al Tyour	300	400	14,000	12,000	115	長時間曝気
Al Zena-Slhab	300	600	24,000	35,000	280	長時間曝気
Bdama	300	400	6,000	7,500	78	長時間曝気
Fateera	300	400	17,000	12,000	115	長時間曝気
Al Deer-Al Krbeh	300	900	24,000	60,000	450	長時間曝気
Krnaz	300	600	14,000	30,000	244	長時間曝気

海外援助機関による調査は行われていない。

### 5.2.10 Homs 県

# (1) 既存下水道施設

Homs 県は Hama 県の南隣になる。 古代より国土中央にある位置関係から、中心的交易地であり、それは現在も同様である。重要な石油精製施設・工場を擁する県でもある。県位置図を図5.2.12 に示す。

Regional Plan に基づき、下水管網は地方行政・環境省支援のもと県・自治体毎に整備されている。地区毎の下水道整備率は表 5.2.23 の通りである。

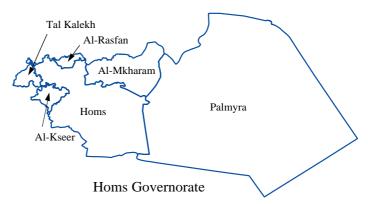


図 5.2.12 Homs 県 地区図

表 5.2.23 Homs 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

地区名			地区に含まれる準地区	準地区に含まれる市 町村数	準地区中心部の 下水道整備率
1.	Homs	1	Homs Center and Surrounding Communities	66	95%
		2	Taldo	22	50%
		3	Hasya	8	65%
		4	Khrbet Teen Nour	39	70%
		5	Rakama	20	25%
		6	Sadad	2	70%
		7	Ain Al Neser	16	90%
		8	Ferkelous	29	55%
		9	Kareten	2	70%
		10	Mheen	5	75%
		11	Khrbet Al Kabou	6	65%
2.	Palmyra	1	Palmyra Center and Surrounding Communities	5	80%
		2	Sokhneh	6	35%
3.	Tal Kalekh	1	Tal Kalekh Sha'ra Center and Surrounding Communities	41	90%
		2	Hadida	24	70%
		3	Sheen	27	50%
		4	Naserah	20	60%
		5	Hawash	17	40%
4.	Al Rasfan	1	Al Rasfan Center and Surrounding Communities	13	80%
		2	Talbeseh	16	60%
5.	Al Kseer	1	Al Kseer Center and Surrounding Communities	52	97%
6.	Al Mkharam	1	Al Mkharam Center and Surrounding Communities	30	70%
		2	Jeb Al Jarah	31	65%

既存下水処理場としては Homs 下水処理場が挙げられる。標準活性汚泥法で 1998 年に稼動し、処理能力は 550,000 人、133,900  $\mathrm{m}^3/\mathrm{H}$ と言われている。しかしながら工場廃水が流入し処

理効率は劣悪である。流入下水系統は2系列あり、砂糖工場系列とその他系列に別れている(**図** 5.2.13 - 5.2.14 参照)。

表 3.3.2「工業系業者に対する下水管渠接続水質限界」に示されている COD 濃度は 1,600 mg/l であるが、図 5.2.13 の砂糖工場系列流入水質は明らかに上記濃度限界を超過している。公共事業の責任範囲を超えているため、工場側に除害施設を設けさせる行政指導が望まれる。「その他系列」も工場廃水の流入が認められ、処理の阻害条件になっている。地方行政・環境省による工業下水水質監視が必要である。

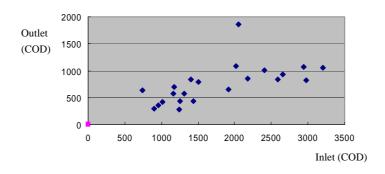


図 5.2.13 Homs STP (Sugar Line-Nov/2006)の流入・流出 COD

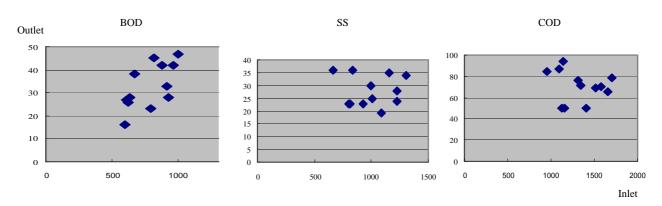


図 5.2.14 Homs STP (Regular Line-2006)の流入・流出水質

### (2) 既存下水道施設開発計画

Regional Plan は GCEC により 1997 年に作成されている。計画下水道施設の概要は**表 5.2.24** の通り:

下水 処理場名	下水幹線 上流管径 (mm)	下水幹線 下流管径 (mm)	延長 (m)	2030年 計画人口	処理能力 (L/sec)	処理方式
Al Fadlieh	300	600	7,500	27,000	224	長時間曝気
Rablah	300	400	3,500	12,000	115	長時間曝気
Al Souaire	300	600	6,800	27,000	224	長時間曝気
Al Isma'iliya	300	600	16,000	50,000	380	長時間曝気
Tarin	300	900	22,000	60,000	450	長時間曝気
Sheen	300	600	17,000	28,000	230	長時間曝気
Al Moshrefeh	300	600	7,000	45,000	350	長時間曝気
Ain Al Naser	300	400	12,000	20,000	175	長時間曝気
Al Bouaida	300	400	8,500	10,500	102	長時間曝気
A'abel	300	400	6,800	8,500	82	長時間曝気
Balka	300	400	5,000	8,000	80	長時間曝気
Al Riyat	300	400	10,000	8,500	82	長時間曝気
Al Ghajar-Ameer	300	500	10,500	20,000	175	長時間曝気
Al Kabou-Al Sharakliya	300	500	4,000	25,000	210	長時間曝気
Al Kniseh	300	400	6,000	15,000	140	長時間曝気

海外援助機関による調査は行われていない。

#### 5.2.11 Idleb 県

## (1) 既存下水道施設

Idleb 県はシリア北西部にあり、トルコと国境を接している。広大なオリーブ林があり、夏は温暖、冬は寒冷多雨の気候である。緑の森林と赤い土のコントラストも鮮やかな丘が緩やかに広がる郊外地は魅力に富んでいる。県地区図を**図** 5.2.15 に示す。

Regional Plan に基づき、下水管網は地方行政・環境省支援のもと県・自治体毎に整備されている。地区毎の下水道整備率は表 5.2.25 の通りである:



図 5.2.15 Idleb 県 地区図

表 5.2.25 Idleb 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

地区名		地区に含まれる準地区	準地区に含まれる市 町村数	準地区中心部の 下水道整備率
1. Idleb	Idleb 1 Idleb Center and Surrounding Communities		18	95%
	2	Abu Al Dhour	25	81%
	3	Banesh	3	90%
	4	Taftanaz	5	77%
	5	Sarakeb	22	85%
	6	Ma'er Tamsreen	16	98%
2. Areeha	1	Areeha Center and Surrounding Communities	24	96%
	2	Ehsem	19	87%
	3	Mhambal	17	90%
3. Jisr Al Shoghur	1	Jisr Al Shoghur Center and Surrounding Communities	33	94%
	2	Bedama	13	95%
	3 Darkoush		14	95%
	4	Al Janodeih	13	98%
4. Harem	1	Harem Center and Surrounding Communities	5	100%
	2	Dana	11	85%
	3	Salkeen	21	97%
	4	Kafer Takhareem	22	95%
	5	Kour Kenia	15	96%
5. Ma'ret Al No'man	1	Ma'aret Al No'man Center and Surrounding Communities	29	81%
	2	Khan Sheikhoun	9	82%
	3	Senjar	68	66%
	4	Kafer Nabel	21	86%
	5	Heesh	14	75%

酸化池方式による Idleb 下水処理場が現在建設中である。計画処理能力は  $29,900 \text{ m}^3/\text{日}$  (1次計画)及び  $51,000 \text{ m}^3/\text{日}$  (2次計画:2015年)である。Areiha 下水処理場は現在計画中で、詳細

な情報は未確認である。

## (2) 既存下水道施設開発計画

Regional Plan は GCEC により 1997 年に作成されている。計画下水道施設の概要は**表 5.2.26** の通り:

表 5.2.26 Idleb 県 計画施設概要

下水 処理場名	下水幹線 上流管径 (mm)	下水幹線 下流管径 (mm)	延長 (m)	2030年 計画人口	処理能力 (L/sec)	処理方式
Trmaneen-Aldand	300	600	7,100	71,000	570	長時間曝気
Kafr-batteekh Maardebsi	300	500	2,750	31,900	305	長時間曝気
Al-sheikh Idrees	300	400	2,600	9,400	96	長時間曝気
Loof	300	500	6,300	23,000	215	長時間曝気
Deir-sharki babeela	300	800	13,200	121,000	915	長時間曝気
Taftanaz	300	600	8,500	71,000	570	長時間曝気

海外援助機関による調査は行われていない。

### 5.2.12 Sweida 県

### (1) 既存下水道施設

Sweida 県は Damascus 県の南西、 Damascus 郊外県の北、Dar'aa 県の西に位置し、夏は温暖な、冬は寒冷な山岳気候である。県地区図を**図 5.2.16**に示す。

Regional Plan に基づき、下水管網の設計は県・ 自治体毎に GCEC もしくは民間設計会社に発注 される。設計成果品は技術的レビューのため地 方行政・環境省に提出され、予算措置を受け、 実際の建設に移行する。地区毎の下水道整備率 は表5.2.27 の通りである:

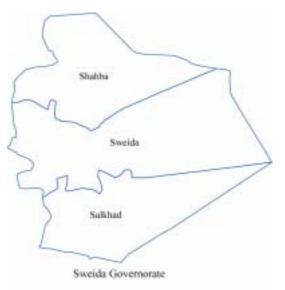


図 5.2.16 Sweida 県 地区図

表 5.2.27 Sweida 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

地区名		地区に含まれる準地区	準地区に含まれ る市町村数	準地区中心部の 下水道整備率
1. Al Sweida	1	Al Sweida Center and Surrounding Communities	34	65%
	2	Sejen	12	4%
	3	Mshanaf	14	0%
2. Shahba	1	Shahba Center and Surrounding Communities	12	62%
	2	Shakka	11	0%
	3	Sovra	13	0%
	4	Areeka	9	17%
3. Salkhad	1	Salkhad Center and Surrounding Communities	13	64%
	2	Karba	4	60%
	3	Meleh	11	88%
	4	Al Ghareia	4	47%
	5	Debeen	3	34%

現在既存下水処理場はないが、Sweida 市下水処理場がスペインの設計会社により調査中である。計画処理能力は 18,750 m³/日で、2015 年に 34,500 m³/日まで拡張予定である。

## (2) 既存下水道施設開発計画

Regional Plan は GCEC により 1997 年に作成されている。計画下水道施設の概要は**表 5.2.28** の通り:

表 5.2.28 Sweida 県 計画施設概要

下水 処理場名	下水幹線 上流管径 (mm)	下水幹線 下流管径 (mm)	延長 (m)	2030 年 計画人口	処理能力 (L/sec)	処理方式
Kanawat Atel	400	800	6,000	6,000	62	長時間曝気
Maf'aleh Atel	400	800	9,000	4,000	45	長時間曝気
Rassas	500	800	9,000	6,000	62	長時間曝気
Al Ghida	600	800	6,000	5,000	51	長時間曝気
Rashidi	600	600	8,000	5,000	51	長時間曝気

海外援助機関による調査は行われていない。

### 5.2.13 Qunetra 県

### (1) 既存下水道施設

Qunetra 県は Al-Yarmouk 地方の北西部に位置する。本県は 火山性の肥沃な土壌、豊富な湧水、降雨・降雪といった観光 客を惹きつける気候の多様性により特徴付けられている。県 地区図を**図** 5.2.17 に示す。

下水管網整備は都市部を中心に進捗している。地区毎の下 水道整備率は表 5.2.29 の通り:



図 5.2.17 Qunetra 県 地区図

表 5.2.29 Qunetra 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

	地区名	地	<b>心区に含まれる準地区</b>	準地区に含まれる 市町村数	準地区中心部の 下水道整備率
1.	Quniera City Center	1	Qunitera City Center	39	90%
		2	Khan Arnebeh City	19	80%
		3	Khshneih	28	60%
		4	Mas'ada	32	0%
2.	Fek Zoeia	1	Fek Zoeia	32	70%
		2	Bteiha	18	0%

政治的問題のため、現在 Mas'ada・Bteiha 地区には居住者がいない。既存下水処理場がないため、生下水が近隣の水路に放流され、公共用水域・地下水の汚染を進行させている。

### (2) 既存下水道施設開発計画

Regional Plan は GCEC により 1997 年に作成されている。計画下水道施設の概要は**表 5.2.30** の通り:

表 5.2.30 Qunetra 県 計画施設概要

下水 処理場名	下水幹線 上流管径 (mm)	下水幹線 下流管径 (mm)	延長 (m)	2030年 計画人口	処理能力 (L/sec)	処理方式
Al Rakad Valley	400	1,200	15,500	30,000	240	長時間曝気
Brika and B'er Ajam	400	600	4,300	3,000	37	長時間曝気
Swisa and Korkos	500	800	8,500	10,000	96	長時間曝気
Nabe'e Al Sukher	400	800	3,500	14,000	130	長時間曝気
Momtaneh	600	800	2,500	3,500	45	長時間曝気
Al Rafeed	400	800	3,500	19,000	165	長時間曝気
Ghadeer Al Bostan	400	600	4,000	6,000	262	長時間曝気
Jabaa	-	-	-	10,000	96	
Hadar	-	-	-	10,000	96	
Mashara	-	-	-	5,000	51	

海外援助機関による調査は行われていない。

## 5.2.14 Damascus 県

## (1) 既存下水道施設

シリアの首都である。県全体で都市基 幹施設は高度に整備されており、上下水 道施設も全県を網羅している。県位置図 を**図**5.2.18 に示す。

地区毎の下水道整備率は**表 5.2.31** の通 り:

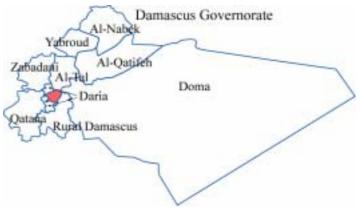


図 5.2.18 Damascus 県 位置図

表 5.2.31 Damascus 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

地区名	地	区に含まれる準地区	準地区中心部の 下水道整備率
1. Damascus	1	Asad Al Din	99%
	2	Nakshabandi	95%
	3	Ayobiya	95%
	4	Abu Jarash	92%
	5	Salhiya	95%
	6	Shoura	100%
	7	Mastabeh	100%
	8	Mrabet	100%
	9	Ghareb Al Malki	100%
	10	Kiwan	98%
	11	Rabweh	90%
	12	Mazzeh	95%
	13	Old Mazzeh	95%
	14	Dummar	90%
	15	Mazra'a	100%
	16	Rawda	100%
	17	Sarouja	98%
	18	Hijaz	100%
	19	Kanawat	98%
	20	Bab Sreijeh	98%
	21	Ansari	99%
	22	Baramkeh	100%
	23	Kafer Soseh	95%
	24	Iwan	90%
	25	Kadam	92%
	26	Zehira	97%
	27	Ka'aa	100%
	28	Jame' Dakak	99%
	29	Hakleh	99%
	30	Bab Maser	99%
	31	Midan Westani	98%
	32	Bab Msala	100%
	33	Bilal	97%
	34	Dawamneh Karawneh	97%
	35	Al Ameen	99%
	36	Srouje	99%
	37	Shaghour	94%

地区名	地区に含まれる準地区		準地区中心部の 下水道整備率
	38	Bab Al Jabeih	100%
1. Damascus	39	Sweika	98%
	40	Tijari	100%
	41	Ma'dhanet Al Shahem	100%
	42	Kemareih	100%
	43	Akeibeh	95%
	44	Masjed Al Aksab	95%
	45	Amarah	95%
	46	Bab Toma	98%
	47	Bab Sharqi	98%
	48	Jobar	97%
	49	Diwanieh	100%
	50	Kosour	100%
	51	Ma'Monieh	95%
	52	Fares Al Khouri	100%
	53	Kasr Al labad	97%
	54	Zainabieh	97%
	55	Kaboun	98%
	56	Barzeh Al Balad	98%
	57	Tadamon	95%
	58	Wahdeh	97%
	59	Al Dwela'a	98%

表 5.2.31 Damascus 県 地区・準地区・市町村内訳と下水道整備率

当県には既存下水処理場とポンプ場がそれぞれ 1 箇所ある。それらは Yarmok ポンプ場と Adraa 下水処理場である:

#### (1) Yarmok ポンプ場

Damascus 市はすり鉢状の地形であり、河川沿いに下水が集まる地形である。よって、市内は中継ポンプなしで幹線に下水を収集できる。

Yarmok ポンプ場は、Damascus 郊外県の一部の下水を統合するために Damascus 市の本管まで口径 2,000 mm、延長 4 km の圧送管をにより汚水を圧送している。1998 年に稼動した。晴天時汚水量  $30,000 \,\mathrm{m}^3$ /日、雨天時汚水量  $240,000 \,\mathrm{m}^3$ /日、渦巻きポンプ 5 台,敷地は広く沈砂池は配置していないが、スクリーンでしさ(スクリーンごみ)を除去後、揚水を行なっている。

#### (2) Adraa 処理場

Adraa 処理場は、ゴータ地区北東に Damascus と周辺地区の家庭排水を処理するため 1997 年に完成され、生物処理を始めた。公称能力は  $485,000~\text{m}^3/\text{日と言われており現在約 }300,000~\text{m}^3/\text{日を処理している。処理能力に余裕があるように見えるが、現在容量 <math>1,700\text{m}^3$ のエアレーションタンクが 42 池稼動しているので、エアレーション時間を計算すると:

エアレーション時間 = 1,700×42 【稼動エアレーションタンク総容量】 ÷(300,000/24)【流入汚水量/時間】= 5.7 時間

日本の設計基準によれば、標準活性汚泥法の所要エアレーション時間は 6~8 時間である。明らかに現在の運転状況でのエアレーション時間は不足している。

既設工アレーションタンクの総数は56池である。公称能力に対するエアレーション時間は:

エアレーション時間 = 1,700×56 【既設エアレーションタンク総容量】 ÷ (485,000/24)【公称能力/時間】= 4.7 時間

将来に亘り良好かつ安定した処理機能を維持するため、改善策が必要である。

### 1) 処理場の現況と改善に向けた示唆

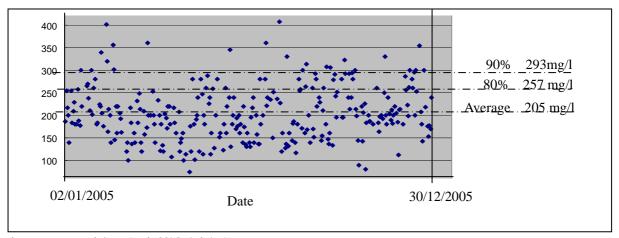
処理場の現況と、現況改善策の示唆を表 5.2.32 にまとめた:

表 5.2.32 Adraa 下水処理場の現況と改善策

問題	現 況	適用可能な改善策
処理下水の 再利用	処理下水が高濃度の栄養塩を含むため、周辺農   民が積極的に灌漑利用したがらない。 	処理水質向上のため、Adraa 処理場に追加処理施設を導入する。
Iアレーション 時間不足	流入汚水量と比較すると、現在運転されている Iアレーションタンクの合計容量では適正なIアレーション時間 を確保できない。	既存エアレーションタンク槽数は 56 池である。流入汚水量に対し適切なエアレーション時間を得られる容量を確保するため、タンクの増設を行う。
	既存エアレーションタンクの総容量は 95,200 m³。この容量に基き、標準 BOD-SS 負荷 0.3 kgBOD/kgSS 日、流入 BOD 濃度 300 mg/l、MLSS 2,500 mg/l の条	所要エアレーション時間を確保するため、エアレーションタンクを増設するか、高効率エアレーション装置を導入する。
	件で、実際の処理場能力を計算すると 238,000 m³/日である。公称能力 485,000 m³/日と比較すると非常に小さい。	所要エアレーション時間の確保・維持は処理水質向上につ ながる。
	流入 BOD 濃度 300 mg/l は <b>図 5.2.19</b> から得た。 この数値は総サンプルの 90%を上回っている。	
汚泥処理プロセスろ液返送の影響	汚泥処理プロセスのろ液は現在、流入ポンプ場の直上流にあるピットに返送されているが、この返送ろ液が本処理場の処理効率を悪化させてきたように考えられる。   流入ピット(返送ろ液混入なし)及び 流入	汚泥処理プロセスろ液の返送を中止するためには、その運転を中止しなければならない。即ち、 汚泥濃縮タンクと汚泥嫌気消化タンクの運転を中 止する。
	ポンプ場下流(返送ろ液混入あり)で採取された汚水サンプルの水質分析結果は以下の如くであった:	汚水処理プロセスからの引き抜き汚泥は汚泥乾燥 床に直接投入する。これは暫定措置である。
	水質項目 流入ピット ポンプ場下流 SS 136 258 COD 275 435	汚泥乾燥床は悪臭の問題があるため、上記措置は 長期対策にはなりえない。前述したように、エアレー ションタンク増設用地が将来的に必要になる可能性があ
	計測日) 2006年7月5日 返送ろ液の悪影響は明らかである。	る。将来に亘り流入汚水量は増加し、発生汚泥量増加する。そのため、安定的汚泥処理機能を確保するため、革新的対策を講じる必要がある。
汚泥処理プロセスの低 運転効率	調査団の場内踏査によれば、最初沈殿池汚泥濃度が非常に高い。この汚泥性状が汚泥消化タンクの運転効率に影響しているようである。汚泥ガス攪拌が不十分であるため、発酵工程が正常	機械汚泥脱水装置の導入が望ましい。これにより、 既存汚泥乾燥床の広大な用地が、エアレーションタンク増設 用地に転用できる。
	に行われていない。 タンクの低運転効率は VSS の分析結果により	既存汚泥消化タンク有効利用のため、既存消化タンク内の清掃及び汚泥攪拌装置設置も検討すべき 改善案である。
	検証できる:	汚泥コンポスト化も汚泥処理の 1 オプションであ

表 5.2.32 Adraa 下水処理場の現況と改善策

問題		現 況		適用可能な改善策
	指標	消化前汚泥	消化後汚泥	るが、まず、コンポストへの需要を把握するため、
	VSS (%)	58	47.9	周辺農家に対するマーケット・リサーチを実施す
	計測日) 200	6年7月5日		べきである。コンポスト化計画策定に当たっては、
				発生汚泥が高濃度の窒素・リンを含有しており、
				寄生虫卵混入の危険性もあることから、「発酵工
				程」が必要不可欠である。



出展: Adraa 下水処理場水質試験室記録

図 5.2.19 Adraa 下水処理場年間 BOD データ

## (2) 既存下水道施設開発計画

言うまでもなく、本県はシリアの首都であり、全県において都市基幹施設は高度に発達している。Regional Plan はないものの、本県の上下水道施設整備は最優先事業であったはずである。 表 5.2.31 に記述したように、本県を構成する地区内下水道整備率は 100%に近い。しかしながら、Old Damascus 地区のように早い時期に下水管網整備が行われた地区において管渠老朽化が進行している。本地区では管渠更新計画が策定され、更新工事が実施された。

Damascus 県の下水道整備はほぼ完了しており、新規開発に向けた援助機関による調査は行われていない。 現在 Damascus 県は都市設備のリハビリテーション時期に到達している。

# 5.2.15 主要な問題点

# 表 5.2.33 主要な問題点 (下水処理場)

No.	問題点	改善策
1	下水処理場の建設進捗状況に比べ、下水管網整備の進捗は比較的順調である。これは下水道関連セクターの管轄区分と国内設計機関の技術レベルに関っている。 下水管網整備においては、各市町村が独自に設計機関に管網の設計を外注し、地方行政・環境省に予算措置を申請できる。 一方下水処理場の場合は、GCECを含む国内設計機関は、設計ノウハウ・設計経験不足のため、処理場施設の設計が出来ない。このため、処理場設計は外国設計機関によって行われてきた。処理場建設進捗が思わしくないのはこのためである。 下水処理場がないため生下水は公共用水域に放流され、深刻な水質汚染が発生している。	総ての技術分野に共通の最重要理念が「適正技術の 導入」である。 下水処理場の建設は下水道施設整備の「終わり」で はなく「始まり」である。適正な運転・維持管理作 業が健全な処理場機能維持に不可欠なのは言うま でもない。 現地の維持管理技術レベルで運転・維持管理が出来 る適正処理方法を選定すべきである。 シリアで 2 箇所良好に稼動している処理方式「Wet Land 法」が適用可能と判断する。1 箇所は Damascus 郊外県 Harran Al Awameed に、もう 1 箇所は Raqqa 県 Thawra にある。 更に Oxidation Ditch 法も推奨できる。本法は複雑な 運転・維持管理技術を必要としないし、コスト面で も優れている。
2	前述したように Raqqa 県では3箇所の既存下水処理場において運転・維持管理作業が行われず、運転を中止している。 5-14ージを参照されたい。	これら 3 箇所の下水処理場の運転を再開するため、 適正な運転・維持管理技術レベルにあるスタッフを 処理場に派遣すべきである。 しかしながら、このような有能な運転・維持管理ス タッフ育成には時間がかかる。運転・維持管理作業 の民間委託も 1 選択肢として検討すべきであろう。 Raqqa 県の既存処理場 Debse Afnan STP、Al Mansourah STP、Sabkha STP、Ma'dan STP、Al Karameh STP は総て民間業者により建設・運転・維 持管理されており、民間委託の実績はある。

# 表 5.2.34 主要な問題点 (下水幹線及び管網)

No.	問題点	改善策
1	特にコンクリート管において、不適切な下水管敷設・接合が数多く確認・報告されている。あるものは管基礎もないまま、ディッチ底部地面に直接敷設されていた。これでは外部荷重による管破壊を起こしかねない。	土荷重・車両荷重等の外部荷重から下水管を防護するには、適切な管基礎が必要である。住宅・建設省は建設業者に指導を行うべきである。
	国産コンクリート管は強度面でも劣っている。ある ものは鉄筋すら入っていない。管接合部の成形も不 正確である。	厳格な管仕様・管品質試験の編成・実施が必要であ る。
	このような不適切な管接合部から汚水が漏れ、地下 水汚染が発生している。上水管に汚水が浸入する危 険性も高い。	国産コンクリート管の品質は劣悪である。接合部の 成形が不正確であるため、接合部は水密状態になり えない。
		他の管材、硬質塩ビ管(PVC) もしくはポリエチレン 管(HDPE)の使用を検討すべきである。これらの管種 はシリアでも製作されている。
		コンクリート管と比較しても、これらの管単価はさ ほど高価ではないし、コンクリート管の場合将来に おいて十分起こりうる管布設替えを考慮すれば、無 視できる程度である。
2	下水管網の一部が老朽化のため破損し、道路陥没を 引き起こしている。	老朽化管網の殆どがコンクリート管である。鉄筋が 入っていないものもあり、構造的に弱い。
		他管材の使用を検討すべきである。

# 表 5.2.35 主要な問題点 (既存下水道施設開発計画)

No.	問題点	改善策
1	9 県の" Regional Plan'が GCEC により作成されている。9 県とは:1) Lattakia 県、2) Tartous 県、3) Dar'aa	住宅・建設省は整備対象地域の地域性に基き、以下の2種類の下水道システムを選択すべきである:
	県、4) Aleppo 県、5) Hama 県、6) Homs 県、7) Idleb 県、8) Sweida 県そして 9) Qunetra 県である。シリア 側は Regional plan を下水道施設整備の最上位計画 のように考えているようである。	1) オンサイト施設 2) 下水道施設
	ある見の一般平面図によれば、県全体が多数の下水 幹線・ポンプ場・処理場によりカバーされている。 下水道施設がフィージブルなのは都市部のみであ るので、このような計画は明らかに現実的でもフィージブルでもなく、採用できない。長大な幹線・多 数の下水処理場建設には莫大な費用と時間が必要	住宅・建設省は既存下水道施設情報を適切に管理してこなかったため、まず GIS ソフトウェアによる「下水道データベース」構築に着手すべきである。より詳細には表 5.2.38 を参照されたい。 データベース完成後、県全域は以下の3つのカテゴリーに区分される:
	になるからである。 長大な施設建設期間中に、公共用水域汚染が更に加速される危険性もある。	a) オンサイト施設利用地域 b) 下水道管網はあるが処理場はない地域 c) 下水道管網・処理場ともある地域
	Regional plan が下水道事業進捗停滞の主要原因とも 考えられる。	既存下水道施設情報と共に、上水水源及び現在生下水が放流されている公共用水域の水質汚染状況もGISマップに表示する。
		このような GIS マップは上記 2 種下水道システムにより整備すべき地区の優先順位付けに極めて便利なツールである。
		「下水道システムは都市部でのみフィージブル 」で あることは常に念頭に置くべきである。
		整備対象地域の地域性:地形・人口規模・下水水質・ 処理場用地の有無・処理下水再利用用途・現地運 転・維持管理技術レベルを勘案し、最適下水道シス テムを選択する。
		「設計手順」については <b>表 5.2.36</b> を参照されたい。

# 表 5.2.36 主要な問題点 (設計手順) (1/3)

No.	問題点		改善策
1	設計基本事項		
	設計ノウハウ・設計経験不足のため、シリア下水関 連セクターの「適正設計手順」に対する意識は低い。	通常「フレーム値 それらは:	」と呼ばれる設計基本事項がある。
		フレーム値	摘要
		目標年次	おおむね 20 年後を標準とする 9-1
		計画処理人口	目標年次に下水道が整備され る人口 7-1
		汚濁負荷量	発生汚水に含まれる汚濁物質 重量 7-15
		計画汚水量	1人1日上水消費量から推測する 7-8
		計画汚水水質	汚濁負荷量を1人1日上水消費 量で除して計算する 7-14
		注) 9-1 は関連	情報が参照できるページ
		計算・推測の詳細れたい。	については、上記ページを参照さ
		なる。よって、適	iは整備対象地域の地域性により異 i正フレーム値設定のためには、綿 報収集が不可欠である。下欄を参
	主に GCEC により作成された既存報告書を見直したところ、調査団は BOD/SS/NH4 (g/人/日)といった	汚濁負荷量調査を ァイル形式で蓄積	実施、収集データをデジタル・フ する。
	汚濁負荷量設定根拠が希薄であると判断した。汚濁 負荷量は最適下水処理方式や処理施設構造寸法を 決定するための重要項目であるため、適切に設定す る必要がある。		蓄積は地方行政・環境省により実 る。調査は各県の主要都市・典型 る。
			スライン調査及びデータ蓄積は非 である。適正で正確な設計成果が る。
2	計画区域		
	前述したように、Regional Plan は 県全域を下水道 システムでカバーする計画であるが、実現可能性は 低い。		「下水道システムによる集合処理 」の意味。下水道システムは都市 ブルである。
	表 5.2.34 を参照されたい。	既存エコシステム すべきである。複	される「流域」内の水バランスは、 ・水生物システム保全のため維持 数流域をまたいだ汚水収集・下流 の処理水放流は水生環境に負の影 がある。
			は整備対象地区の地域性・流域内 考慮の上、設定すべきである。

# 表 5.2.36 主要な問題点 (設計手順) (2/3)

No.	問題点	改善策
3	下水道施設オプションの選択	
	シリアの下水道計画においては、複数の市町 村を整備対象とした集合型下水道システム が採用される傾向がある。	「下水道システムがフィージブルなのは都市部のみ」であることを常に念頭に置くこと。
	が採用される傾向がめる。 しかしながら、事業便益と投資効果を勘案す	例えば:A 市が下水道整備優先都市に選定されたとする。 最適下水道システムを選定しなければならない。
	ると集合型・分散型下水道システムが採用できるのは都市部のみであり、都市部から離れた。	下水道システムは大きく以下の 2 カテゴリーに区分される:
	た位置にある小規模集落は別の下水道施設 オプションにより整備されるべきである。	a) 複数都市を整備する集中型下水道システム b) 単独都市を整備する分散型下水道システム
		9-35 ページの <b>図 9.4.2</b> を参照されたい。この図は上記 2 システムの比較例を示している。大規模都市 A 市の隣に A 集落がある。
		▶ 村落 A の汚水を A 市に接続し A 市下水処理場で統合 処理を行う(集合型下水道システム)か?
		> 双方にそれぞれ下水処理場を計画する (分散型下水道 システム)か? は、
		経済比較で決定する。
		地形条件により自然流下での汚水収集が困難な場合、ポン プ場計画も考慮する。
		経済比較は「建設費」「運転・維持管理費」の合計費用で行う。
	都市部から離れた位置にある小規模集落に はどのような下水道施設オプションが採用	整備されるべきである。オンサイト施設には2タイプある:
	可能か?	a) Pit Latrine b) Septic Tank
		9-34 ページの <b>図 9.4.1</b> を参照されたい。 上記 2 タイプのオンサイト施設選択フローチャートである。
		主な決定ファクターは「地域が村を形成しているか?」「家屋密度(家屋間距離)」「地層の透水性」「地下水用途」である。
		現在シリアで一般的なオンサイト施設は Pit Latrine である。 しかしながら、これらの殆どが地面に掘られた素彫り穴で、 水密製ライニングがないため、地面の透水性が高い地域で は地下水汚染の危険性が高い。流出汚濁負荷が小さい Septic Tank への移行が望まれる。
		円滑な Pit Latrine Septic Tank 移行のため、政府補助金制 度適用も考慮すべきである。
		9-116ページの <b>図</b> 9.7.1 を参照されたい。これは日本でオンサイト施設として一般的に採用されている典型的パッケージ・タイプ処理施設で、「浄化槽」と呼ばれるものである。処理能力には幅広い範囲がある。
		シリアでも同様のパッケージ・タイプのプレハブ処理施設 は生産されているので、本タイプも1選択肢になりうる。

# 表 5.2.36 主要な問題点 (設計手順) (3/3)

No.	問題点	改善策
4		W B **
4	調査団がある処理場を視察したところ、土木工事が 進捗中であった。しかしながら問題はその場所であ る。市の中心部から遥かに離れた丘の頂上で工事が 行われているのである。市で発生する汚水は本処理 場までポンプ圧送しなければならず、処理水も処理 場周辺に需要がないので、市まで返送しなければな らない。 このような処理場位置は、電力消費を増長するため 不適切である。また、長距離圧送は硫化水素発生の 危険性もある。 県 Establishment 技術者によれば、この処理場位置 は土地収用条件と緩衝帯を規定している関連法規 により決定されたとのことであった。 住民が彼らの住居地域近くに処理場建設すること に反対したとも伝えられている。	計画策定に当たっては、技術者は「費用」「燃料・電力」効率を考慮しなければならない。省「費用」「燃料・電力」型計画が「優れた計画」と言える。 住民は下水道施設に対し、「悪臭を放ち」「地下水を汚染する」といったネガティブ・イメージを持っている。しかしながら、あるステークホルダー・ミーティングの Q&A コーナーで行われた調査団とステークホルダーとの質疑応答において、実際に処理場を見学したことがある者は 1 人もいないことが分かった。 彼らの衛生環境に対する意識向上のため、啓発キャンペーンが必要である。もし彼らが下水道施設の重要性を認識したら、土地収用も容易になるであろう。 洪水等の自然災害も考慮し、処理場は自然災害に対し安全な位置に計画する。
	地中海沿岸地域を除き、シリアにおける降雨量は一般的に少ない。そのため、下水処理水に対する需要が大きい。	県 Establishment 職員と農民へのインタビューによれば、農産品により下水処理水への需要は異なる。
		年間を通じ利用可能なら、農民はただ単純に灌漑利用する だけである。しかし下水処理水有効利用の観点からそれは 許容できない。
		農産品・農場面積・下水処理水需要(必要量・期間)を示す「灌漑地図」作成は望ましい。灌漑地図は GIS ソフトウェアによる「下水道データベース地図」に入力する。
		灌漑地図に基づき、県 Establishment 技術者は、灌漑対象農場・配分水量を勘案した下水処理水配水計画を立案できる。
		農場からの需要がない期間、下水処理水は最寄の公共用水域に放流、水環境維持に貢献する。
	前述した住民の下水道施設に対するネガティブ・イ メージは「悪臭問題」に集約できる。	最も強い悪臭は汚泥処理施設から発生する。しかしながら、 汚泥が好気状態にあれば悪臭もさほど酷くない。嫌気状態 になる前に、迅速な処理を行えば悪臭を削減できる。
		下水処理プロセスで発生した汚泥を直接汚泥脱水機に投入 する処理工程も有望である。
5	下水管網計画 多数のポンプ場が計画されている開発計画がある。	自然流下での汚水収集が大前提である。しかし、平坦な地 形では自然流下管の布設深度が大きくなる傾向がある。そ のようなケースでは、小容量ポンプをマンホール内に設置 したマンホールポンプ場が適用できる。
		整備対象地区の地形条件で、多数のポンプ場が必要になる場合(これを「A計画」とする)、地区全域をそれぞれ自然流下で汚水収集ができる分区に分割、各分区を分散型下水道システムかオンサイト施設で整備する(これを「B計画」とする)、「A計画」「B計画」選択は費用比較により決定する。
6	を十分考慮した最適開発計画・施設設計を行わなける	トになるものと目されている。彼らは整備対象地区の地域性ればならない。適正なる計画・設計は以下の成果を生む:
	<ul><li>▶ 的確な場所にあり、適正な構造寸法の下水道施</li><li>▶ 容易・経済的・持続性ある運転・維持管理作業</li><li>▶ 省費用・省時間型事業工程</li></ul>	

# 表 5.2.37 主要な問題点 (事業優先順位)

No.	問題点	改善策
1	現在政府各省は、国家計画省作成の「五ヶ年計画」 に記載されている事業を実施中である。	下水道施設整備計画の優先順位は、施設整備の緊急性・発生する事業便益により決定されるべきである。どの省にも正確な意思決定を行うための判断材
	しかしながら、事業優先順位付けの基準が不明確である。少なくとも、水質汚濁防止の観点から、もしくは EIA 調査結果に基づき優先順位付けを行って	料がないため、このような根拠なき事業優先順位が 行われてきた。
	いるとは考えにくい。	GIS ソフトウェアによる「下水道データベース」は 事業優先順位付けに有用なツールになる。
		下水道セクターの長期事業目標として、公共用水域 水質保全の国家目標値を地方行政・環境省が設定す べきである。

# 表 5.2.38 主要な問題点 (情報管理)

No.	問題点	改善策
1	総ての Regional Plan は GCEC により作成され、設計成果は住宅・建設省本省に提出され、その後各県 Establishment に配布されたと考えられる。しかし、調査団はそれらを GCEC、住宅・建設省本省、各県Establishment いずれにおいても発見できなかった。ハード・コピー、デジタル・データともにない。	情報管理は処理能力を勘案し、コンピュータによるものとする。GIS ソフトウェアは「下水道データベース」作成に用いる。住宅・建設省は「GIS セクション」(仮称)を本省内及び各県Establishment 内に設立する。本セクションは下水道データベース作成を専門に行う。 下記が入力データである:
	住宅・建設省組織再編成と平行し、徹底的な情報管理強化は避けられない。	施設名     下水管網    口径、管材、管底高、布設年     マンホール    マンホールカバー標高、内径及び深度     ポンプ場    ポンプ・設備仕様、完成年     下水処理場    処理場能力、処理方式、完成年、施設内容     水    源    取水方法、現況水質、汚染されていたら、「汚染源」を特定する。     公共用水域    現況水質、汚染されていたら、「汚染源」を特定する。     工    場    生産物、前処理施設内容、排出汚水水質・水量     家    畜    家畜種類、頭数、汚水排出先     下水道施設については、運転・維持管理記録も入力する。毎月末に各県    Establishment はこれら運転・維持管理記録を「月例運転・維持管理報告」として、デジタル・ファイル形式で住宅・建設省本省に提出する。     完成した「下水道データベース」は地方行政・環境省にも配分し、彼らの水質モニタリング業務に役立ててもらう。地方行政・環境省も水質モニタリング結果を入力し、情報の共有かを図る。住宅・建設省も下水道施設による水質保全効果をモニターすることができる。     両省による「下水道データベース」の持続的アップデートが不可欠であることは言うまでもない。

# 表 5.2.39 主要な問題点 (設計基準)

No.	問題点	改善策
No. 1	問題点 現在シリアには統一設計基準がない。GCECを含む 国内設計機関は、アメリカ・イギリス・ドイツ・ロシア・トルコ等諸外国の設計基準を流用している。 そのため、用いた設計基準により、設計成果は異なっている。	改善東 設計水準を維持するためには、統一設計基準の編纂が必要不可欠である。 各国設計基準はその国土の特性(地形・気候・汚水水質・技術レヴェル)に応じて作成されており、そのまま流用できない。整備対象地区の地域性に応じた調整が必要である。 シリア統一設計基準はシリアの特性に適合した施設を設計し、設計成果の品質水準を維持するために必要なのである。 汚濁負荷量調査については表 5.2.35 に記載した。各国設計基準リストは9章の9.2.4 を参照されたい。
		国設計基準リストは9章の9.2.4 を参照されたい。   統一設計基準作成に役立つはずである。

# 表 5.2.40 主要な問題点 (地形データ)

No.	問題点	改善策
1	地方行政・環境省の第9次五ヶ年計画には「住宅地域の縮尺1/1,000のコンピュータによる地形図作成」が提案されているが、進捗は停滞したままである。	総ての開発計画には最新の地形図が必要だが、唯一 入手可能な地形図は 1/50,000 の縮尺でしかも古い。 下水道整備計画には縮尺が小さすぎて使えない。
		地方行政・環境省の第 10 次五ヶ年計画には「情報システム作成」が謳われており、測量セクション部長によれば、シリア全土の地形データを扱う「Web-GIS Data Center」構想があるそうである。データはウェブ・サイトからアクセス可能になる。
		「Web-GIS Data Center」設立を促進するため、住宅・建設省は地方行政・環境省と協働すべきである。開発プロジェクトに係る総ての技術者・職員が自由に地形情報にアクセスできる体制構築が望まれる。

# 表 5.2.41 主要な問題点 (人材育成)

No.	問題点	改善策
1	住宅・建設省の第 10 次五ヶ年計画には 7 項目の目	Adraa 下水処理場に「トレーニング・センター」が
	標が掲げられ、目標 6 は「総ての職員に対する専門 能力開発」である。	ある。住宅・建設省は Hama 下水処理場にも新規 トレーニング・センターを計画している。
	住宅・建設省トレーニング・セクションは職員をエ ジプト・ドイツ・ジョルダン・チュニジアに派遣、 トレーニングを受けさせている。	Raqqa 県で発生した事件を考えると、住宅・建設省職員の現在のモチヴェーションはさほど高くない。 5-15ページの <b>表</b> 5.2.9 を参照されたい。
	これらの職員は帰国後他職員にトレーニングを行うはずであったが、彼らは何ら技術移転を行うことなく、元の職場に戻ったのみであった。	住宅・建設省職員を有能な運転・維持管理スタッフに育成するには時間がかかる。当面の間、運転・維持管理作業の民間業者への外注も、1 選択肢として考慮すべきと考える。

# 表 5.2.42 主要な問題点 (関連法規)

No.	問題点	改善策
1	現存の環境関連法規は下水道システムに余りにも厳し過ぎる。放流基準は <b>表 3.3.1</b> から <b>表 3.3.3</b> に示されている。	
	これら放流基準はシリアの現況には厳し過ぎる。 小・中規模企業を含む全企業がこれら放流基準を満 たせないであろう。	環境問題は地域性により異なる傾向があるので、日本の環境法は、県に国家統一基準より厳しい「地方排出基準」施行の権限を与えている。
		同様に、シリアの放流基準を現況のものより緩やかにし、県に「地方排出基準」施行の権限を与えてみたらどうか。地方排出基準は地方の水質汚染状況に応じ策定されるべきである。
		参考までにシリア及び諸外国の NH <sub>3</sub> (アンモニア) 排出基準を <b>表 5.2.42</b> に示す。
		流入負荷変動があっても安定した処理効率が得られ、複雑な運転・維持管理技術が必要ないオキシデーション・ディッチ法はシリアで適用可能である。 脱窒も期待できる。

# 表 5.2.43 シリア及び諸外国のアンモニア排出基準

国	NH <sub>3</sub> 排出基準	排出先
シリア	NH <sub>3</sub> 5 mg/l	河川放流
	0.5 mg/l	農業用水路放流
世界銀行	NH <sub>3</sub> 10 mg/l	水域放流
ドイツ	NH <sub>4</sub> -N 10 mg/l	水域放流
		5月~10月で汚水水温が12 以上で硝化・脱窒が行
		われやすい状況。
日本	NH4-N 検出されないこと	閉鎖水域に放流(千葉県で適用)
	T-N 20 mg/l	

# 表 5.2.44 主要な問題点 (行政区分)

No.	問題点	改善策
1	下水道システム整備に関しては 2 省が関与している。整備対象都市規模、計画/建設/運転・維持管理段階、施設による管轄区分を表 5.2.45 に示す。	住宅・建設省の 10 次五ヶ年計画には「上水・下水 サービスの住宅・建設省への一元化」が謳われてい る。
	このような断片的かつ重複した行政管轄区分が現 在の非効率的下水道事業実施の原因となっている。	住宅・建設省組織は再編成され、「規制機関」(本省)と「事業機関」(Establishment)に分割される。現在はその過渡期と言える。
	莫大な予算・時間の浪費にも繋がっている。	五ヶ年計画によれば、表 5.2.45 に記載されている地方行政・環境省と都市の管轄区分は、住宅・建設省と Establishment に移管される予定であるが、現在のところ進捗は停滞している。組織再編成推進のために更なる積極的努力が必要である。  省間協力・データ共有も極めて重要である。  GTZ はこの分野で住宅・建設省を支援してきており、今後も支援を続行する予定である。

# 表 5.2.45 下水道関連セクター管轄区分

		建設			運転・維持管理	
都市規模	計画	下水処理場	下水幹線	下水管網	Company 創設前	Company 創設後
地方都市	MHC	MHC	MHC	Mun. +	Mun. +	Company
				MLAE	MLAE	
小規模町村	Mun. +	Mun. +	MHC	Mun. +	Mun. +	Company
	MLAE	MLAE		MLAE	MLAE	

注) "MHC" =住宅・建設省

<sup>&</sup>quot;Company" =下水道公社

<sup>&</sup>quot;MLAE" =地方行政・環境省

<sup>&</sup>quot; Mun." = Municipality - 都市

## 6 下水道セクターへの投資計画と財務状況

### 6.1 10 次五ヶ年計画における下水道投資

### 6.1.1 県毎、プロジェクトタイプ毎の下水道部門への投資

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。 **表 6.1.1** に示すように、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 年中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。(**図 6.1.1** 参照)

進行中プロジェクトの 85% (約77億 SP) が 2007年まで完了する。新規決定済みプロジェクトの投資は 2007年にピークを迎え、1年間に約44億 SPとこのタイプの合計(60億 SP)の 74%に達する。新規提案プロジェクトの一部は2007年から開始されるが、ほとんどは2008年以降の開始である。結果として2007年の投資額は109億 SPに達し、年間投資額のピークになる(図 6.1.2 参照)。

県ごとの投資計画を見ると、42 億 SP (11%)が Deir-Ez-zor 県で、次が Tartous 県、Aleppo 県、Hama 県、Damascus 郊外県が続く。最も小さいものは Damascus 県で、9 億円 (2.5%) である。Deir-Ez-zor 県では、新規決定済みプロジェクトが 11.5 億 SP、新規提案プロジェクトが 28 億 SP である。Tartous 県と Aleppo 県では、新規提案プロジェクトがそれぞれ 29 億 SP、31 億 SP で計画されている。Hama 県と Damascus 郊外県では、進行中のものがそれぞれ 17 億 SP である。Damascus 県では、進行中と新規決定済みプロジェクトは大きいが、新規提案プロジェクトは計画されていない (図 6.1.3、6.1.4 参照)

表 6.1.1 10 次五ヶ年計画における下水道投資

		Number	Approximate		Investn	nent by Year d	uring the Plan	n Period	
Governorate	Project Type	of Projects	Cost	2006	2007	2008	2009	2010	Total (10 <sup>3</sup> SP)
	Started Projects	23	704,066	339,000	156,000				495,000
Lattakia	Now Decided Projects	11	523,000	211,000	312,000				523,000
Luttukia	Now Proposed Projects	47	1,463,000		385,750	385,750	370,750	320,750	1,463,000
	Total	81	2,690,066	550,000	853,750	385,750	370,750	320,750	2,481,000
	Started Projects	11	492,291	160,000	320,000				480,000
Tartous	Now Decided Projects	7	642,000	40,000	602,000				642,000
Tartous	Now Proposed Projects	26	2,871,855			1,141,242	888,500	842,113	2,871,855
	Total	44	4,006,776	200,000	922,000	1,141,242	888,500	842,113	3,993,885
	Started Projects	5	338,089	93,600	121,000				214,600
р : г	Now Decided Projects	10	1,153,000	90,000	1,063,000				1,153,000
Deir-Ez-zor	Now Proposed Projects	35	2,857,821		94,762	940,370	926,692	865,997	2,827,821
	Total	50	4,348,910	183,600	1,278,762	940,370	926,692	865,997	4,195,421
	Started Projects	4	230,200	100,000	59,000				159,000
	Now Decided Projects	1	160,000	25,000	135,000				160,000
Hassakeh	Now Proposed Projects	2	1,260,148			246,000	490,000	524,148	1,260,148
	Total	7	1,650,348	125,000	194,000	246,000	490,000	524,148	1,579,148
	Started Projects	2	462,000	130,000	290,000			-	420,000
	Now Decided Projects	1	1,000,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	100,000
Raqqa	Now Proposed Projects	1	980,000	,	200,000	200,000	280,000	300,000	980,000
	Total	4	2,442,000	150,000	510,000	220,000	300,000	320,000	1,500,000
	Started Projects	27	1,216,409	406,100	662,400	.,	,	,	1,068,500
	Now Decided Projects	8	295,832	110,000	185,832				295,832
Dar'aa	Now Proposed Projects	39	1,220,000	,	353,000	289,000	289,000	289,000	1,220,000
	Total	74	2,732,241	516,100	1,201,232	289,000	289,000	289,000	2,584,332
	Started Projects	7	1,695,000	227,000	367,000	366,750	366,750	366,750	1,694,250
Rural	Now Decided Projects	8	511,000	47,000	464,000				511,000
Damascus	Now Proposed Projects	5	1,047,110	.,	,,,,,,	352,410	351,200	343,500	1,047,110
	Total	20	3,253,110	274,000	831,000	719,160	717,950	710,250	3,252,360
	Started Projects	13	919,000	156,000	180,000	, -,, -, -, -,	, ,	,	336,000
	Now Decided Projects	7	30,200	157,540	15,000				172,540
Aleppo	Now Proposed Projects	6	3,096,752		795,857	761,725	757,525	781,645	3,096,752
	Total	26	4,045,952	313,540	990,857	761,725	757,525	781,645	3,605,292
	Started Projects	27	2.046.800	823,000	753,000	100,000	707,020	,01,010	1,676,000
	Now Decided Projects	5	359,000	125,000	115,000	115,000			355,000
Hama	Now Proposed Projects	22	1,420,000	120,000	62,500	466,500	456,500	434,500	1,420,000
	Total	54	3,825,800	948,000	930,500	681,500	456,500	434,500	3,451,000
	Started Projects	24	1,490,050	143,000	612,000	001,000	,	10 1,000	755,000
	Now Decided Projects	7	270,000	96,000	174,000				270,000
Homs	Now Proposed Projects	32	1,218,913	70,000	171,000	560,971	560,971	552,540	1,674,482
	Total	63	2,978,963	239,000	786,000	560,971	560,971	552,540	2,699,482
	Started Projects	40	1,514,230	720,000	206,258	300,771	300,771	332,340	926,258
	Now Decided Projects	3	70,000	15,000	55,000				70,000
Idleb	Now Proposed Projects	4	2,233,400	15,000	450,000	550,000	550,000	683,400	2,233,400
	Total	47	3,817,630	735,000	711,258	550,000	550,000	683,400	3,229,658
	Started Projects	7	309,032	89,000	220,032	330,000	550,000	005,700	309,032
	Now Decided Projects	4	961,000	21,000	940,000				961,000
Sweida	Now Proposed Projects	36	1,276,000	21,000	J <del>-</del> 0,000	416,000	416,000	444,000	1,276,000
	1 0			110.000	1 160 022				
	Total	47	2,546,032	110,000	1,160,032	416,000	416,000	444,000	2,546,032

表 6.1.1 10 次五ヶ年計画における下水道投資

		Number	Approximate		Investm	nent by Year d	uring the Pla	n Period	
Governorate	Project Type	of Projects	Cost	2006	2007	2008	2009	2010	Total (10 <sup>3</sup> SP)
	Started Projects	5	311,000	90,000	160,000				250,000
Qunetra	Now Decided Projects	5	183,000	60,000	123,000				183,000
Quiletta	Now Proposed Projects	2	520,000			160,000	170,000	190,000	520,000
	Total	12	1,014,000	150,000	283,000	160,000	170,000	190,000	953,000
	Started Projects			91,700	60,000	60,000	60,000	60,000	331,700
D	Now Decided Projects			151,900	228,400	201,720	3,100	12,600	597,720
Damascus	Now Proposed Projects								
	Total	0	0	234,600	288,400	261,720	63,100	72,600	929,420
	Started Projects	195	11,728,797	3,568,400	4,166,690	526,750	426,750	426,750	9,115,340
C	Now Decided Projects	77	6,158,032	1,169,440	4,432,232	336,720	23,100	32,600	5,994,092
Syria Total	Now Proposed Projects	257	21,464,999	0	2,341,869	6,469,966	6,507,138	6,571,593	21,890,568
	Total	529	39,351,828	4,737,840	10,940,791	7,333,438	6,956,988	7,030,943	37,000,000

出典: MHC

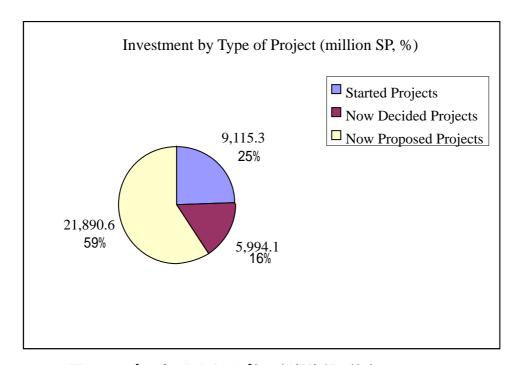


図 6.1.1 プロジェクトタイプ毎の総投資額の比率 (2006-2010)

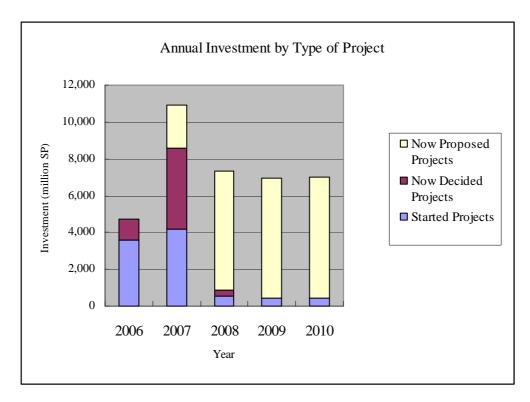


図 6.1.2 プロジェクトタイプ毎の年間投資額

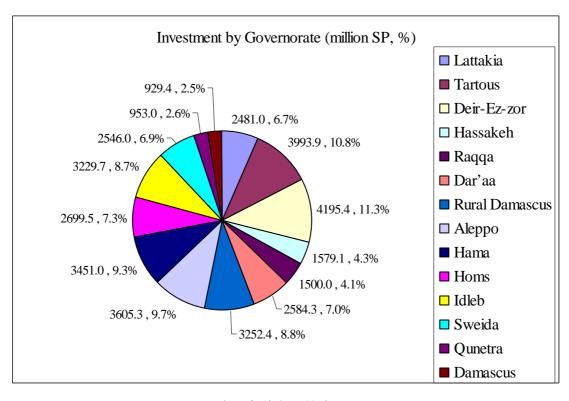


図 6.1.3 県毎の投資額と比率 (2006-2010)

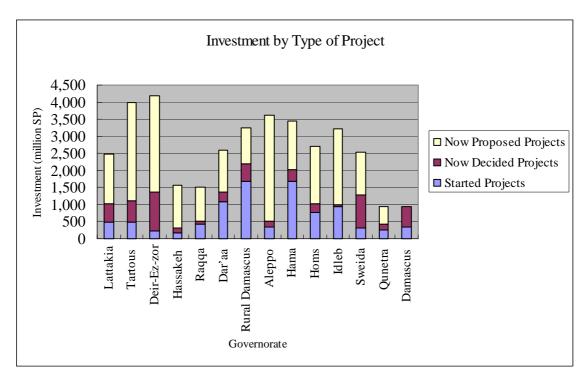


図 6.1.4 プロジェクトタイプと県毎の投資額

現況人口の分布を見ると、一人あたりの投資額は県毎にばらつきが大きい。シリアの全体平均では五ヶ年計画期間において 2,000SP/人であるが、Qunetra 県ではほぼ 13,000SP/人であり、一方 Damascus 県と Aleppo 県では 1,000SP/人を下回る。このような違いは、都市の規模と既存の下水道施設の整備状況の違いが一因である。

表 6.1.2 一人あたりの下水道投資額

Governorate	Population at	Investment Plan	Investment per	Investment b	y Period (SP)	Investment pe	er Person (SP)
Governorate	Living Place (000)	for Sewerage (SP)	Person (SP)	2006-07	2008-10	2006-07	2008-10
Lattakia	906	2,481,000	2.74	1,403,750	1,077,250	1.55	1.19
Tartous	721	3,993,855	5.54	1,122,000	2,871,855	1.56	3.98
Deir-Ez-zor	1,036	4,195,421	4.05	1,462,362	2,733,059	1.41	2.64
Hassakeh	1,314	1,579,148	1.20	319,000	1,260,148	0.24	0.96
Raqqa	814	1,500,000	1.84	660,000	840,000	0.81	1.03
Dar'aa	869	2,584,332	2.97	1,717,332	867,000	1.98	1.00
Damascus Rural	2,328	3,252,360	1.40	1,105,000	2,147,360	0.47	0.92
Allepo	4,178	3,605,292	0.86	1,304,497	2,300,895	0.31	0.55
Hama	1,442	3,451,000	2.39	1,878,500	1,572,500	1.30	1.09
Homs	1,571	2,699,482	1.72	1,025,000	1,674,482	0.65	1.07
Idleb	1,294	3,229,658	2.50	1,446,258	1,783,400	1.12	1.38
Sweida	333	2,546,032	7.65	1,270,032	1,276,000	3.81	3.83
Qunetra	74	953,000	12.88	433,000	520,000	5.85	7.03
Damascus	1,606	929,420	0.58	532,000	397,420	0.33	0.25
Total	18,488	37,000,000	2.00	15,678,631	21,321,369	0.85	1.15

出典) MHC

## 6.1.2 2006年の投資計画の達成度と 2007年以降の見通し

下水道投資に関して DAWSSA から入手した資料をみると、10 次五ヶ年計画と大きく違うものが見られる。

表 6.1.3 ダマスカス上下水公社(DAWSSA)の下水道投資実績と計画

Governorate	Code	Duois at Nama	Estimated	Actua	Actual Expenditure			Expected Expenditure after 2007		
Governorate	No.	Project Name	Total Cost	Before 2005	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	335	Sewerage Project								
	3352	Building		98,294	95,745	73,505	69,000			
	3353	Machines		33,749	49,400	55,000	55,000			
Damascus	3354	TranSPort			85					
Damascus		Facilities								
	3355	Tools		1,188	2,131					
	3356	Furnitures		772						
	3357						25,000			
		Total	1,211,120	134,000	147,361	128,505	150,000	175,720	182,000	188,000

出典) DAWSSA

表 6.1.4 にはプロジェクト計画段階の財務資料を示した。

表 6.1.4 計画中の下水道計画

Governorate	No.	Name of Facilities	Status	Planned Population	Reference	
Damascus	1	Sigaya	Planning Completed	13,700		
Rural	2	Al Nabak	Planning Stage	48,000		
	3	Al Zabadani	F/S Stage	261,000	Pop=50,000,	
					Others are Tourists	
	4	Daraya	Planning Stage		Started in 2006	
	5	Khan Al Shei/	F/S Stage			
		Khan Daneah	175 Stage			
	6	Barada/	F/S Completed	616,000	Three Treatment Plants	
		Ghouta Gharbiyah	173 Completed	010,000	Three Treatment Flants	
Dar'aa	7	Mzerib	Designing Stage	47,545		
	8	Al-Sheik-Hasekeen	Designing Stage	96,463		
	9	Om-Al-Myaden	Planning Stage	55,905		
Tartous	10	Al-Seismieh	Planning Stage	14,000		
Lattakia	11	Banias	Pre-F/S Stage			
Raqqa	12	Raqqa	Tender Procedure			
Deir-Ez-zor	13	Deir-Ez-zor	Planning Stage	320,000	Sewer under Construction	
Hassakeh	14	Hassakeh	Planning Stage	157,000	Extension required	

出典) MHC

表 6.1.5 に給水事業を含む公社ごとの投資実績を示す。公社の財務データについては、上下水の合計だけでなく、上水、下水を別々に整理することは重要である。いくつかの公社は、すでに下水部門が分離されている。しかし他の公社は下水道の機能を保持している。上水道事業は適正な料金政策のもとで、収益事業となりうるが、下水道事業はそれが困難である。このため、水道事業における官民の連携(Public Private Partnership: PPP)や公社の水道部門と下水道部門間のクロス・サブシディーに関する議論や実例がある。

MHC, GEPWS by Governorate	200	)4	200	)5	2006	
and Other Establishment	Local & Foreign	Foreign Loan	Local & Foreign	Foreign Loan	Local & Foreign	Foreign Loan
Ministry (MHC)	3,297,702	299,006	3,745,932	78,352	4,081,853	127,000
(GEPWS)						
Lattakia	868,652		634,344		449,674	
Tartous	527,106		740,693		405,325	
Deir-Ez-zor	719,911		1,006,246		970,700	
Hassakeh	1,046,768		913,393		1,049,805	
Raqqa	548,057		805,776		750,000	
Dar'aa	656,770		533,000		706,910	
Damascus Rural	754,646		1,004,567		1,167,547	
Aleppo	1,342,255		1,370,796		1,604,984	
Hama	819,706		703,530		800,348	
Homs	519,435		634,187		519,416	
Idleb	570,187		703,366		700,000	
Sweida	470,000		601,000		607,264	
Qunetra	125,280		124,051		129,000	
Damascus	826,741	167,988	780,066	62,200	1,135,438	475,000
GEPWS Total	9,795,514	167,988	10,555,615	62,200	10,996,441	485,000
(Other MHC Establishments)						
A	823,470		951,973		1,472,041	
В	14,000		6,200		7,500	
С	4,845		14,350		27,526	
D	33,000					
Е	205,385					
F	17,095					
Other Establishments Total	1,097,795	0	972,523	0	1,507,067	0
Total	14,131,011	466,994	15,274,070	140,552	16,585,331	602,000

表 6.1.5 MHC と関連会社を含む公社の投資実績 (2004-2006)

出典) MHC 注 ) GEPWS: General Establishment of Potable Water and Sewerage 上下水道公社

## 6.2 下水道事業の予算

# 6.2.1 予算の作成と承認システム

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 ト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。

MHC と公社の予算作成においては、一般的なサイクルがあり、理論的にはこれはひとつの予算として処理される。このサイクルは通常プロジェクトの必要性の評価から始まり、初期プランの作成し、それらを MHC (計画局)でとりまとめて、その後、事業を始める前に承認を要請するため SPC と MOF に送られる。実務上、SPC と MOF は、MHC と公社の予算は別々に取り扱い評価する。予算は直接 MHC と公社に配分される。

こうして、MHC と公社は予算の計画作成と実施において、主要な役割を演ずる。中央で 承認される予算はNHC と公社が計画とプロジェクト実施を管理できないということを意味 しない。

しかし、予算の計画とプロジェクトの実施には、以下に示すような幾つかの問題点が見られる。

コスト積算における標準化の欠如は、しばしば積算額の違算を引き起こす。積算 は技術スタッフが自分の個人的経験に基づいて行っている。これらの違算は時折 相当な金額に達することがある。

- MHC と公社が参考にできる共通の予算システムまたは手法がない。予算の計画 立案における公社間の連携がない。
- 前年度のプロジェクトの実施評価において、数値的な評価がなされない。実施の 監視は、全く財務的に行われる。すなわち、定められた期間における予算の消化 額だけを見ており、量的な実施成果を見ていない。
- 実施の遅れは、MHC と公社が資金を失うことを意味する。年度末に未消化の予算を中央の予算へ返還しなければならないからである。

## 6.2.2 上下水道への投資予算

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)とその監督下にある 14 の県は中央と地方の行政管理に関連した業務について責任を負う。

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。

2005 年において公社の投資予算は 10,615 百万 SP であり、県の投資予算は 18,751 百万 SP であった。県予算には、下水道と廃棄物処分の投資が含まれている。

表 6.2.1 県毎の上下水道投資予算(2005)

(in thousand SP)

Section	Mahafazat	Local Resources	External Resources	Total
52102	Damascus	705,000	167,000	872,000
52103	Lattakia	635,000	0	635,000
52104	Aleppo	1,400,000	0	1,400,000
52105	Homs	639,000	0	639,000
52106	Hama	704,000	0	704,000
52107	Idleb	654,000	0	654,000
52108	Sweida	601,000	0	601,000
52109	Raqqa	776,000	0	776,000
52110	Dar'aa	703,000	0	703,000
52111	Deir-Ez-zor	912,000	0	912,000
52112	Tartous	758,000	0	758,000
52113	Hassakeh	914,000	0	914,000
52115	Damascus Rural	919,000	0	919,000
52117	Qunetra	128,000	0	128,000
	Total	10,448,000	167,000	10,615,000

Mahafazat Local Resources External Resources Total Section 12203 775,000 Damascus 12204 Lattakia 1,433,000 0 1,433,000 12205 Aleppo 2,041,000 0 2,041,000 12206 Homs 1,152,000 0 1,152,000 12207 1,270,000 Hama 1.270,000 0 12208 994,000 0 994,000 Idleb 12209 1,697,000 1.697.000 0 Sweida 12210 Raqqa 1.257.000 0 1,257,000 12211 1,057,000 1,057,000 Dar'aa 0 12212 1,219,000 1,219,000 0 Deir-Ez-zor 12213 Tartous 965,000 0 965,000 12214 1,013,000 0 1,013,000 Hassakeh 12215 Damascus Rural 711,000 0 711,000 0 679,000 Qunetra 12217 Damascus (Municipal Sector) (Self-financing & loan from the 2,347,000 51,000 2,488,000 Public Debt Fund) 18,700,000 51,000 18,751,000 Total

表 6.2.2 県毎、項目毎の下水、ごみ処分を含む投資予算(2005)

#### 6.2.3 下水道投資予算

五ヶ年計画における 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。これに対して、2007 年における各公社の予算は表 6.2.3 に示すように 4,694 百万 SP となっており、両者に大きな差が見られる。予算には、五ヶ年計画における決定済みプロジェクトが含まれていないようである。

表 6.2.3 県毎の下水道投資予算(2007)

(in thousand S.P.)

Section	Mahafazat	Local Resources	External Resources	Total
52102	Damascus	500,000	0	500,000
52103	Lattakia	400,000	0	400,000
52104	Aleppo	200,000	0	200,000
52105	Homs	350,000	0	350,000
52106	Hama	624,000	0	624,000
52107	Idleb	-	-	-
52108	Sweida	200,000	0	200,000
52109	Raqqa	200,000	100,000	300,000
52110	Dar'aa	600,000	0	600,000
52111	Deir-Ez-zor	300,000	0	300,000
52112	Tartous	400,000	0	400,000
52113	Hassakeh	220,000	0	220,000
52115	Damascus Rural	180,000	220,000	400,000
52117	Qunetra	200,000	0	200,000
	Total	4,374,000	320,000	4,694,000

出典: MHC

#### 6.3 公社の財務状況

## 6.3.1 現在の料金体系と料金レベル

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 6.3.1 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。参考として、ヨルダン及びチュニジアの上下水道料金を**表 6.3.3**、**6.3.4** に示す。

表 6.3.1 シリアの上水道料金

Category	Tariff	Notes
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

表 6.3.2 現在の下水道料金表

Category	Tariff
Volume-based charges	Percentage *
Domestic 1 to 20m <sup>3</sup>	5%
Domestic 21 to 30m <sup>3</sup>	10%
Domestic 31 to 60m <sup>3</sup>	15%
Domestic 61 m <sup>3</sup> and over	20%
Governmental institutions	55%
Industrial, commercial and tourism	40%
Fixed charges (per year)	SP
Domestic	120 SP
Commercial	150 SP
Industrial and tourism	200 SP
Governmental institutions	250 SP

<sup>\*</sup>上水料金への下水料金率は、下水処理場がない県については採用されない。

出典:住宅・建設省

表 6.3.3 ヨルダンの上下水道料金

Consumption	Water		Sew	Total for Water & Sewage	
Amount units	JD/m <sup>3</sup>	US\$ /m³	JD/m <sup>3</sup> US\$ /m <sup>3</sup>		US\$ /m³
20 and below	A lump sum of 2	2.9 JD (4.1 US\$ )			
40	0.12	0.16	0.035	0.05	0.21
70	0.337	0.47	0.127	0.18	0.65
100	0.533	0.75	0.213	0.30	1.05
120	0.664	0.94	0.271	0.38	1.32
131 and above	0.850	1.2	0.350	0.49	1.69

表 6.3.4 チュニジアの上下水道料金

Consumption		Water		Sew	Total for Water & Sewage	
Amount	units	TD/m <sup>3</sup>	US\$/m³	$TD/m^3$ $US\$/m^3$		US\$ /m3
0-20		0.135	0.09	0.017	0.012	0.10
21-40		0.215	0.15	0.155	0.11	0.26
41-70		0.430	0.30	0.219	0.15	0.45
71-150		0.650	0.45	0.424	0.29	0.74
151 and above		0.700	0.48	0.468	0.32	0.80

出典) World Bank Report in 2003

## 6.3.2 公社の財務状況

下表に14公社の損益計算書の概要を示す。

表 6.3.5 公社の損益計算書 2004

(in thousand SP)

Name of GEDWS	Total Gross Revenue	Operating Expenses	Operating Profit (Loss)	Financial Expenses (Interest of GDF)	Current Profit (Loss)
Lattakia	272,300	265,400	6,900	65,618	-58,718
Tartous	190,000	477,525	-287,525	0	-287,525
Deir-Ez-zor	187,010	249,447	-62,437	0	-62,437
Hassakeh	267,650	434,171	-166,521	336,579	-503,100
Raqqa	258,000	338,000	-80,000	16,000	-96,000
Dar'aa	155,220	435,078	-279,858	48,000	-327,858
Damascus Rural	297,000	296,600	400	0	400
Aleppo	1,532,379	1,523,552	8,827	700,000	-691,173
Hama	457,450	467,290	-9,840	0	-9,840
Homs	430,500	514,000	-83,500	0	-83,500
Idleb	276,763	453,442	-176,679	2,665,000	-2,841,679
Sweida	70,546	107,934	-37,388	27,706	-65,094
Qunetra	35,685	138,210	-102,525	8,451	-110,976
Damascus	610,096	485,295	124,801	0	124,801
Total GEDWS	5,040,599	6,185,944	-1,145,345	3,867,354	-5,012,699

出典)住宅・建設省

表 6.3.5 によると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。

## 6.4 財務改革計画への現時点での提言

## 6.4.1 実施中の財政改革プロセス

4 章に記述したとおりシリア政府は現在、ドイツの GTZ の支援の元に財政改革を進めている。提案された財務運営戦略の概要を以下に示す。

## (1) 投資ポリシー

 MHC は政府全体の補助金の予算規模を評価するとともに、各公社への補助レベル についても評価する。これと並行してシリア政府は、投資に対する融資を総額融資 方式から協調融資方式(MHC と SPC または MOF の双方が融資する)へと変更す るべく準備中であり、これに伴い MHC は費用 - 便益分析に基づき、水セクターへの適正な協調融資のレベルを検討することになる。

## (2) 料金設定ポリシー

- 料金は少なくとも維持管理費と機械電機設備の更新費用をすべて賄うものであり、 これを達成するために地域に適した料金とする。ただし低所得者層へのセーフティネットにより地域的な料金格差を補償するものとする。
- 選挙によって選ばれた県議会は水サービス顧客の代表として、例えば公社の理事会への参画等により料金決定に参加する。

## (3) 公社の改革

- 公社は国際基準に基づく会計により運営され、また設定ポリシーで提言された地域 に適した料金設定による収入を得る。
- 個人と公共の協調関係を築き、市場に基づく管理の内部化を促進する。

## (4) 中央省庁の役割

- 調整役である MHC は公社の実績を評価するためいくつかの実績指標を設けるとともに、政府として水道公社の実施状況の監視、料金の承認を行う。
- MHC は国際基準(例えば、技術、社会経済、財務、環境的観点からの評価)のフィージビリティ調査とプロジェクト評価のガイドラインを策定し、公社へのトレーニングを実施する。

## 6.4.2 経済財務分析へ向けた提言

上述の改革計画の支援を通じて、GTZ は新たな料金システムを提案した。MHC はこれを うけて 2007 年 8 月に料金表の改訂が大臣承認され、2007 年 11 月より新しい料金表が運用 されている。しかし、提案された新料金は下水料金の改定も包含されていると信じられて いるものの、新料金システムは現在の公社の支出、(ほとんどは上水道システムだけのものであるが、)を元にして経費と収入をバランスさせることを第一目的としているものである。

一方本調査は下水道プロジェクトとその運営をターゲットにしており、対象 7 県の下水道整備計画の策定結果として、特定のプロジェクトに対して初期投資と維持管理費を見積もるための詳細な調査に基づいて投資コストの回収などの検討と提案をいくつかの下水道料金レベルについて実施すべきである。これらの結果は下水道料金と政府補助の適正なレベルを設定すると同時に、長期を見通した政府補助システムを構築するためのベースラインとしても利用できる。よってこの検討から得られた結果は、JICA 調査から下水セクターの経費回収ポリシーのベースとなる提言として、MHC に提供するものとする。

加えて、下水道整備の便益を社会経済指標を用いて示すことは重要である。下水道プロ

ジェクトはコスト回収が難しい傾向にあるが、様々な社会・経済的な便益を社会にもたらす。シリアにおけるすべての既存下水道調査はこの観点に欠けており、この調査は経済的内部収益率(EIRR)によりこのような便益を表現する。

詳細は11章にて記述する。

# 7 下水道整備計画の基本諸元

## 7.1 計画策定における基本方針

本調査における下水道整備計画は、 マクロプラン、 マスタープランの 2 段階に分けて策定する。マクロプランにおいては、下水道整備の長期目標となる基本的事項:対象人口・処理場箇所・汚水処理・汚泥処理・維持管理の基本方針・事業優先順位等を検討する。 更に、各県の中核都市・地域を 1 箇所選定し、その都市・地域を対象にしたマスタープランを策定する方針とする。

下水道施設の規模は、計画年度における下水量によって決定される。その下水量は計画 人口に一人当たり汚水量原単位を乗じて計算される。さらに、計画下水水質は、処理場を 設計するために必要となるものである。これらの基本諸元の推定を以下に行う。

## 7.2 人口予測

#### 7.2.1 最初に

計画人口は、下水道計画の規模を決定する最も基本的な諸元である。計画人口は、目標年度における将来人口のことである。それは、過去における人口データの推移より推定される。

## 7.2.2 人口データ

人口データには、国勢調査データと住民登録データがある。それらの一般的比較は次表のとおりである。

項目	国勢調査	住民登録
1.データの年度	過去 25 年間に 3 回調査されてい	毎年定期的に集計されている。
	る。(1981, 1994, 2004)	
2.住民の把握	実際に住んでいる人の数がカウ	住民登録をしているだけで、住ん
	ントされている。	でいない人もカウントされてい
		る。逆もある。住民数という意味
		では信頼性が低い。
3.データの内容	都市の中の更に小さな地区の人	都市毎のデータがある。
	口データはない。	都市の中の更に小さな地区の人
	1981 年のデータでは都市データ	口データはある。
	がない。	

表 7.2.1 国勢調査と住民登録の比較

住民登録人口は、実際住んでいる人の数と大幅に異なるケースが多い。従って、国勢調査のデータ数は少ないが、信頼性がより高いので、それを用いて下水道計画人口を推定することとする。

## 7.2.3 推計方法

過去の人口推移より年平均人口増加率を算定し、それを用いて将来の人口を推定する。 シリア全国での人口増加率は、1981-1994 で約 3.3%と非常に高い値を示している。しかし、 その次の 1994-2004 では、増加率は 2.66%に減少している。人口増加率は一般に減少傾向を 示すものと考えられる。1981-1994、1994-2004 における人口増加率の低減率を勘案し、5 年 毎の人口増加率を設定した。

 $A=Bx(1+a)^n$ 

A: Population in present

B: Population in future

a: Increasing Ratio

n: Year

表 7.2.2 各県の人口

	Popu	lation in Syria (I	Person)	Increasing	g Ratio (%)		Planning
Governorates	1981	1994	2004	1981-1994	1994-2004	Ratio (%)	Ratio per 5 year
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
Ruraal							
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) Ratio とは「1981-1994」「1994-2004」2期間の年間人口増加率の割合で、「後者/前者」の率

表 7.2.3 各県の人口増加率

		人口増加	率 (%)	
Governorates	2004-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2025
Lattakia	1.65	1.32	1.06	0.85
Tartous	1.79	1.61	1.45	1.31
Deir-Ez-zor	3.51	3.16	2.84	2.56
Hassakeh	2.23	1.78	1.42	1.14
Raqqa	3.67	3.67	3.67	3.67
Dar'aa	3.35	3.02	2.72	2.45
Rural Damascus	3.28	2.62	2.10	1.68
Aleppo	3.12	2.81	2.53	2.28
Hama	2.35	1.88	1.50	1.20
Homs	2.31	1.85	1.48	1.18
Idleb	3.35	3.35	3.35	3.35
Sweida	1.56	1.25	1.00	0.80
Quneitra	3.17	2.54	2.03	1.62
Damascus	1.08	0.76	0.53	0.37
Total	2.66			

#### 7.2.4 人口推定

2004 年人口をベースに人口増加率を用いて将来人口を算定した。M/P 対象の 7 つの Governorate については、都市及び Sub-district 単位に将来人口を計算した。その他の Governorate については、Governorate 単位で計算した。なお、人口増加率が 4%を越える Sub-district については、推定値が過大になることを避けるために、低減率を 70%と設定した。

Damascus 及び Rural Damascus については、JICA 開発調査「ダマスカス首都圏総合都市開発計画策定調査」で既に推計しているので、それに準じた。その Study では、Rural Damascus の Yabroud,Al-Nabek sub-district の人口は含まれていないので、それを追加した。また、その Study では、各都市の人口は推定していないので、今回 M/P 対象である Zabadani については、上記の考え方で各都市の人口を推定した。

表 7.2.4 各県の将来人口

			Syria の人口		
Governorates	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
Idleb	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 7.2.5 マスタープラン対象都市の将来人口

Governorate	District	Sub -district	City & Town	1994	2004	2010	2015	2020	2025	Annual Growth Rate (%)
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	
	Banias	Banias	Banias	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	Total		TH Trugor	39,121	60,175	80,400	95,400	107,600	117,100	2.03
-Ez-zor	Mayadin	Mayadin	Mayadin	26,151	44,028	60,200	72,400	82,400	90,300	5.35
			Taiba	7,432	6,061	7,600	8,700	9,500	10,100	3.76
			Makhan	5,538	10,086	12,600	14,300	15,700	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 7.2.5 マスタープラン対象都市の将来人口

Governorate	District	Sub -district	City & Town	1994	2004	2010	2015	2020	2025	Annual Growth Rate (%)
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
			Ain							
		Serghaya	Hour	1,583	1,974	2,300	2,500	2,700	2,900	2.23

## 7.2.5 回帰分析による検証

1981, 1994, 2004 の 3 ヵ年のデータより以下の回帰式により将来人口を算定し、先の人口増加率より推定した値を検証する。式の性質により、Exponential では大きな値となるのに対し、Logarithm では小さい値となる傾向にある。

先の人口増加率で推定した将来人口は、これら 4 式の間の値となっており、概ね妥当な 推定値であると判断する。

## 回帰式

Linear (年平均増減数式)y=aX+bGeometric (年平均増減率式)y=a\*X^bLogarithm (ロジスティック曲線式)y=a+bLnXExponent (べき曲線式)y=a\*e^bX

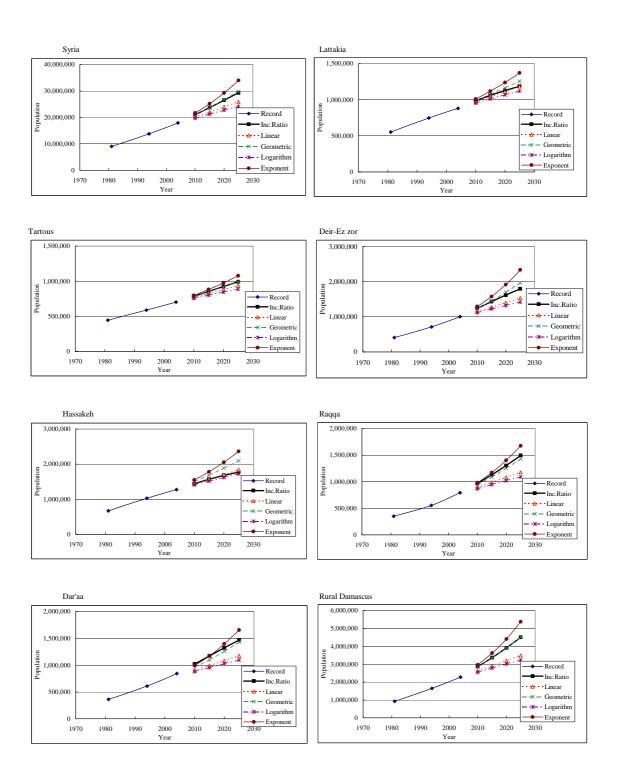


図 7.2.1 人口予測の結果

# 7.3 土地利用計画

現在における土地利用の状況及び将来における土地利用計画を表 7.3.1 及び 7.3.2 に示す。

表 7.3.1 各県別の土地利用の状況

(Unit: km<sup>2</sup>)

2006	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	113	46	236	935	306	629	63	2,297
Tartous	324	29	52	24	235	1,232	273	960	0	1,896
Deir-Ez-zor	82	18,829	11,657	117	269	1,845	1,475	370	262	33,060
Hassakeh	1,221	5,890	698	258	651	12,949	4,851	8,098	1,668	23,334
Raqqa	165	9,462	330	688	656	5,554	1,998	3,557	2,761	19,616
Dar'aa	98	298	330	18	754	1,588	330	1,257	645	3,730
Rural Damascus	572	13,180	1,434	32	738	1,294	746	548	767	18,018
Aleppo	518	2,269	2,428	309	709	9,949	1,922	8,027	2,319	18,500
Quneitra	33	131	55	10	68	248	45	203	1,316	1,861
Damascus	11	0	0	0	93	14	14	0	0	118
Total	3,908	50,107	17,097	1,502	4,409	35,608	11,960	23,649	9,801	122,430

出典 ) Statistical Abstract 2006

表 7.3.2 各県別の土地利用計画

(Unit: 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
Total	4,822	50,107	15,980	1,934	4,875	34,590	17,178	17,415	10,120	122,430
Ratio to 2006	123%	100%	93%	129%	111%	97%	144%	74%	103%	100%

出典) Statistical Abstract 2006

砂漠、非農地の縮小に対し、森林域、河川及び湖域、特に農地の拡大が計画されている。

## 7.4 汚水水量と汚水水質

#### 7.4.1 一般家庭汚水

#### (1) 汚水量原単位

#### 1) はじめに

シリアにおいては、水道給水関係のデータが整理されていないので、一人当たり汚水量 原単位を精度よく推定することは、困難である。従って、今回の計画では既存のスタディ 一及び生活実態等を参考に設定することとする。ただし、給水データは、今後水道計画及 び下水道計画を策定するための基本的な数値であるので、適切に蓄積し、精度をよくして いくことが望まれる。なお、下水道計画諸元は実態調査に基づき設定するのが原則であり、 原単位によって推定する方法は実態調査がない場合に適用されるので、併せて発生下水量 実態調査も実施する必要がある。

シリアでは、一般に水道の給水は朝 6 時から午後 3 時までされており、その他の時間は 給水されていない。そのため、各家には貯水タンクが設置されている。それにより、断水 中の水を確保している。このことは、シリア全体で水が不足していることを示している。 このように、住民もシリアでの水事情がよくないことを認識しているので、原単位は今後 も大きな増加はしないものと考えられる。

#### 2) 既存計画

GCEC が策定している Muzerib の F/S、EIB が策定している Zabadani の F/S 及び WB の策定している Barada & Ghouta の F/S では汚水量原単位を次表のように設定している。いずれの調査においても、その設定根拠は明確にはされていない。

	単位		Zabadani by EIB	Brada & Ghouta by WB
Domestic Water demand	L/capita/day	2005	80	110
Domestic water demand	L/Capita/day	2025	175	110
Non-domestic demand				10 % of domestic
Non-domestic demand				demand
Unaccounted for water				20 % of domestic
Chaccounted for water				demand
Wastewater Production	%		80	80
Max. day factor			5/P <sup>1/6</sup> P: (Population in 1000)	1.2
Peak hour factor				1.8

表 7.4.1 既存計画における汚水量原単位

一方、DAWSSA では一人当たり給水量原単位を次表のように設定し、施設計画に反映させている。

 Community Population
 LCD

 1 - 5,000
 75

 5,000 - 10,000
 100

 10,000 - 25,000
 125

 25,000 - 50,000
 150

表 7.4.2 DAWSSA の設定している汚水量原単位

#### 3) 汚水量原単位

#### a) 一般家庭給水量

汚水量を給水量から推定する場合、汚水を以下のように構成し積み上げる。 汚水量 = (一般家庭給水量+営業用給水量)×汚水変換率+地下水量

一般家庭給水量は、人が生活するうえで必要となる給水量であり、地域差は比較的ないものと考えられる。日本でのその値は、約200 LCDである。しかし、水事情のよくないシリアでは、WB、EIBの下水道調査で計画しているように一人当たり給水量は、100LCD程度と推定される。2025年における一人当たり給水量原単位は、5年で5LCP増加するものと考え120 LCDと設定する。

### b) 非一般家庭給水量

非一般家庭給水量は、店舗、事業所、学校、オフィス、工場等、一般家庭以外の営業用水である。それは、一般家庭給水量に対する比率で算定される。その比率は都市化が進んでいる都市で高く、住宅地では低い値となっている。DAWSSAの設定している給水量原単位は、この非一般家庭給水量を考慮したものと考えられる。

WB Study では非一般家庭給水量と不明水を合わせて 30%の率を設定している。日本の「下水道施設計画・設計指針と解説」によれば営業用水率は住居地域で生活用水量の 30% (日平均ベース)と設定されている。これを踏まえ、本計画では、一般家庭以外の給水先が多い「中-大規模都市」の設定値を 30%とし、一般家庭以外の給水先が少ない「住宅地」では 10%とすることとした。

この数値に対しても今後データを収集し精度を高めていく必要がある。M/P 対象都市の非 一般家庭給水率は、都市の形態を考慮し、以下のように設定する。

Governorate	District	Sub-district	City & Town	Ratio of Non-domestic Water	Remark
Lattakia	Al-Haffa	Slunfe	Slunfeh	0.1	Residential
Lattakia	АІ-папа	Siume	Beireen	0.1	Residential
T	Banias	Domirros	Banyas	0.3	Big City
Tartous		Baniyas	Tero, Snasel, Najer	0.1	Residential
Deir-Ez-zor	Al-Mayadin	Al-Mayadin	Al-Mayadin	0.3	Big City
Hassakeh	Malkieh	Malkieh	Malkieh	0.1	Residential
Raqqa	Al-Thawra	Al-Thawra	Al-Thawra	0.3	Big City

表 7.4.3 M/P 対象都市における非一般家庭給水率

Governorate	District	Sub-district	City & Town	Ratio of Non-domestic Water	Remark
	Dar'aa	Dar'aa	Atman	0.1	Residential
Dar'aa	Muzerb	Muzerib	Muzerieb	0.1	Residential
	Muzero		Al-Yaduda	0.1	Residential
			Zabadani	0.3	Big City
		Zabadani	Bloudan	0.1	Residential
Rural		Zabadani	Raudah Batruna	0.1	Residential
Damascus	Zabadani		Hosh Bajet	0.1	Residential
Damascus		Madaya	Madaia	0.1	Residential
		Madaya	Bukein	0.1	Residential
		Surghya	Ain Hour	0.1	Residential

表 7.4.3 M/P 対象都市における非一般家庭給水率

#### c) 汚水変換率

洗車用水、散水用水等は汚水管へ流れない。汚水変換率は、給水量の内汚水管へ流れる水量の比率のことである。WB Study ではこの比率を、80%としている。本計画もそれに準じて汚水変換率は 0.8 とする。

#### d) 不明水

汚水管が地下水位より低い位置に埋設される場合、地下水が汚水管に浸入する。この水量を地下水量としてカウントする。日本では、家庭汚水量に対して10-20%を見込んでいる。

シリアにおいては、降雨量が少ないこと及び汚水管の埋設レベルが比較的浅いことを勘案すると地下水の浸入量は少ないものと考えられるが、明確に分かれた雨季に降雨が集中することから短期的に雨水の浸入はある。また、WB Study では小都市で Non-domestic と計画外汚水等不明水を含めて 30%としている。すでに非一般家庭給水量として小都市で 10%から中大都市で 30%を見込んだので地下水も含めた不明水を日最大汚水量の 20%として見込むこととする。小都市における非一般家庭給水量と不明水の合計が 30%であり WB Studyと整合する。

# e) 時間変動率

汚水量は時間により、また季節によっても変動するものである。日最大汚水量は、年間を通して汚水量が最大である日の汚水量のことである。その水量は、平均汚水量に比率を乗じることによって算定される。この比率を max day factor といい、年間最大汚水量/平均汚水量で表される。日本のデータでは、この値は約1.2 であり、WB でもこの比率を1.2 としている。本計画でもそれに準じて1.2 とする。

管渠及びポンプ場は、時間最大汚水量を使って設計される。これは、時間当たりの最大 汚水量のことであり、日最大汚水量に比率を乗じることによって算定される。この比率は Peak hour factor という。WB Study ではこの値を 1.8 としている。EIB Study では、この値 は人口規模によって変化するよう設定している。 Peak Hour Factor (EIB) = $5/P^{1/6}$ 

P: Population (1,000)

表 7.4.4 人口と時間係数の関係 (EIB Study)

Population	Peak hour factor
5,000	3.82
10,000	3.41
20,000	3.03
50,000	2.61

日本における Peak Hour Factor は、1.5 から 2.0 の値となっている。それと比べると EIB で設定している値は同等の値と思われる。シリアにおける汚水量の時間変動を図 7.4.1 に示す。これによると、Peak Hour Factor は、1.2 から 1.6 の範囲で変動している。今回の計画では、実測値データが少ないので、それに余裕を見込み WB と同じ値 1.8 とする。

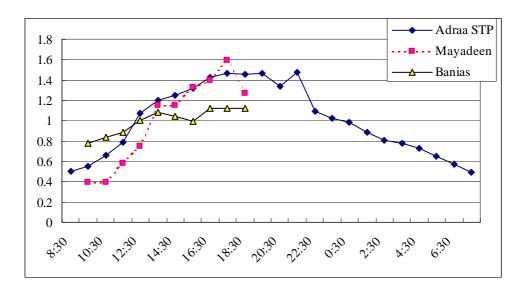


図 7.4.1 下水量の時間変動

## f) 観光汚水量

Zabadani、Bludan、Madaya、Bukein、Slunfeh、Banias は観光地であり、夏季には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。そのため、施設計画をするためには、夏季の汚水量を推定する必要がある。観光汚水量率を、一般家庭汚水量に対する夏季観光客汚水量の比率として定義し、その率を設定した。Zabadaniの率は、EIB Study 及び宿泊施設整備状況を勘案し設定した。また、Slunfeh 及びBanias の率は、県職員の意見を参考に設定した。

表 7.4.5 観光汚水量の比率

Municipality	観光客の汚水量	一般家庭の汚水量	合計
Zabadani	200 %	100 %	300 %
Bludan	300 %	100 %	400 %
Madaya	50 %	100 %	150 %
Bukein	250 %	100%	350%
Slunfeh	400 %	100 %	500 %
Banias	50 %	100 %	150 %

# g) 総括

上記の設定により推定した汚水量原単位を表 7.4.6 及び 7.4.7 以下に示す。

表 7.4.6 污水量原単位 (非家庭汚水量率= 0.3)

Item	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×DA	JF)					
	125	131	137	144	150	
時間最大 (PHF) (PHF=1.8×DMF)						
	225	236	247	258	270	
不明水 (=DMF×20%)	不明水 (=DMF×20%)					
計画汚水量原単位	25	26	27	29	30	
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 7.4.7 汚水量原単位 (非家庭汚水量率= 0.1)

Item	2004	2010	2015	2020	2025	
日平均 (DAF)						
家庭系	100	105	110	115	120	
非家庭系	10	11	11	12	12	
計	110	116	121	127	132	
变換率			0.8			
汚水量	88	92	97	101	106	
日最大 (DMF) (DMF=1.2×DA	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%)	不明水 (=DMF×20%)					
計画汚水量原単位	21	22	23	24	25	
Daily Average Flow	109	115	120	125	131	
Daily Maximum Flow	127	133	139	146	152	
Peak Hour Flow	211	222	232	243	253	

## h) 現況汚水量

シリアでは、管渠の整備はほぼ完了しており、放流点には大部分の汚水が集まっている。 その流量を測定することにより、現況の発生汚水量を推定することがある程度可能である。 従って、今後 F/S を策定する場合には、放流点での流量観測を行い、汚水量を検証すること が必要である。流量観測は、2 週間程度 1 時間間隔で行えば、日水量の把握とともに時間変 動も把握することができる。特に、観光地で冬と夏の季節変動が大きい都市においては、 季節ごとのデータ取得が望まれる。また、水質についてもデータの蓄積が求められる。

今回、Zabadani と Makhan( Deir-Ez-zor 県 )で簡易な流量測定を行った。その結果は表 7-4-8 に示した。以下に考察を示す。

- 今回の流量測定は、時間変動を観察するとともに、1人1日当り汚水量を試算することを目的に実施した。場所は大規模な工場排水の影響を受けない2都市で、日中に1時間毎に10回の測定を行った。
- 測定結果を基に、汚水量原単位を試算するとかなり大きな値となる。これは、地下 水や統計上カウントされていない人口による不明水によるものと思われる。

そのため、本計画では不明水としてこれらの水量を見込むこととする。

汚水量 水深 面積 流速 流量 人口 日時 管 径 都市 (2004)(m) (m<sup>2</sup>)(m/s) $(m^3/day)$ (person)  $(m^3/day)$ 26/7/2007 13,800 Zabadani 0.3 0.172 0.8 23,800 40,623 3:00 PM \*1  $0.8\text{m}\times2$ ~26,650 15/8/2007 0.08 8,300 10,086 W 1.5m 0.120 0.8 1,100 Makhan 1:00 PM \*2

表 7.4.8 放流水量と計算値の比較

注)\*1:水量が伸びていく時間帯 \*2:日中の日平均時間帯

#### 7.4.2 下水の水質

#### (1) 下水の水質

## 1) 汚濁負荷量

他のドナーの検討では計画下水量にかかわらず汚濁負荷量を一定としている。これだと 水量が多くなれば処理場に流入してくる水質が薄く、小規模では濃くなり、実態に整合し ない。

ある Study では小規模下水道で BOD = 600 mg/l とし長時間バッキ法で 54 時間もの反応時間を採用しているものがある。計画下水量の幅が大きければこの差は非常に目立つ。この矛盾を解消するために適正な基礎家庭汚濁負荷量の設定と営業用水にも負荷を見込み水量が多くなれば負荷量も比例して大きくなるように考える。

D.A.Okun&G.Ponghis

D.A.Okun&G.Ponghis

D.A.Okun&G.Ponghis

WHO

WHO

Duncan Mara

Duncan Mara

シリア給水量は DAWSSA によれば都市の人口規模によって異なり使用量ベースで 75ℓ から 175ℓ の幅をもった消費モデルを提案している。大都市においては生活の高度化と営業用水量が増える結果、水消費量が増えるものと考えられ、地下水の流入のないシリアにおいては下水量もほぼ同じ傾向を示すと考えられる。

表 7.4.9 人口規模と水道使用量

都市の人口	水道使用量 (1/c•d)
1-5,000	75
5,000-10,000	100
10,000-25,000	125
25,000-50,000	150
50,000 or more	175

出典) DAWSSA

ウガンダ

ブラジル

ブラジル

フランス

英国

南米

西欧

開発途上

Kampala

Guanabar

San Paulo

居住地域

工業地帯

農村部

小規模集落での最小使用量 75 リットルをシリアでの基本的な生活に必要な使用量とし、 下水量はほぼ水使用量と同量であると考え、これを基礎家庭汚水量と考える。

また表-既存の汚濁負荷量データの中でシリアと食生活が近いと考えられるフランス農村の汚濁負荷量 23~34 g/d/c の 23 g/d/c をシリアでの最小値と仮定する。

基礎家庭汚濁負荷以外の負荷量は、既存のデータがない。よって基礎家庭汚水量と同等の水質を発生するものと仮定する。

汚濁負荷量原単位(g/人/日) 場 所 項目 出 典 地域 国 都市/地域 BOD<sub>5</sub> SS COD T-P チャオプ し尿 11.4 8.7 タイ ラヤ川下 雑排水 41.9 16.6 流域 25.3 53.4 計 し尿 10.5 ジャカル 雑排水 30.4-14.2 インドネ 40.9-24.7 シア し尿 11.2 アジア テンパサ 雑排水 32.7-15.6 ール 計 43.9-26.8 インド 30-45 Duncan Mara インド 35 67 D.A.Okun&G.Ponghis し尿 18 20 10 0.9 「流域別下水道整備総 日本 雑排水 40 17 0.4 合計画調査指針と解 25 2 説」1999 計 58 45 27 11 1.3 東南アジ Duncan Mara ザンビア 36 Duncan Mara アフリカ ケニア 23 Duncan Mara

表 7.4.10 世界の汚濁負荷量

63

44

45

54

23-34

50-59

43

75

90

場 汚濁負荷量原単位(g/人/日) 所 項目 典 地域 国 都市/地域 分類 BOD<sub>5</sub> COD T-N T-P 英国 62 D.A.Okun&G.Ponghis 米国 45-78 Duncan Mara し尿 16.7 27 "Design Manual Onsite 雑排 28.5 17.2 米国 Wastewater Treatment 水 and Disposal System" 45.2 42.2 計

表 7.4.10 世界の汚濁負荷量

以上の仮定で BOD 汚濁負荷量を推定すると 23~54 g/d/c となり、この値を他国と比較した場合、開発途上国から先進国における汚濁負荷量の幅を持っている。シリア人の生活の実態を直感する値である。また他のドナーや GCEC の計画で採用している汚濁負荷量はこの範囲に収まっている。

表 7.4.11 BOD 汚濁負荷量

計画下水量 l/d/c	BOD 汚濁負荷量 g/d/c	計算式
75	23	
175	53.7	= 23 g ×175ℓ/75ℓ

以上の負荷量で水質は、BOD=307~mg/l となる。この値はシリアでの実測値に照らして妥当であると考える。

なお汚濁解析では以上の平均値 38g/d/c を用いるものとする。

SS や T-N、T-P についてはデータ数の多い Adraa の値を参照し表 7.4.12 のように設定する。 リンが若干高いが既存データの最大値であるアメリカの 4g/d/c の内々であり計画上の弊害 は無いものと考える。

表 7.4.12 汚濁解析に用いる平均汚濁負荷量

水質項目	汚濁負荷量 (g/d/c)	計算式
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

#1 When BOD is  $205 \text{mg}/\ell$ , SS is  $242 \text{mg}/\ell$ 

	BOD	SS
Annual average	205 mg/l	242 mg/l

#2 When BOD is 255mg/  $\ell$ , T-N is 62mg/  $\ell$ 

#3 When BOD is  $255 \text{mg}/\ell$ . T-P is  $20 \text{mg}/\ell$ 

	<i>U</i> /		
	PO <sub>4</sub> (mg/l)	T-N(mg/l)	BOD(mg/l)
2006/12/5	19.1	68.63	220
2006/12/18	21.7	58.60	244
2006/1/15	20.2	59.35	302
Average	20.3	62.20	255

# 2) 水質

汚濁負荷量から水質を以下のように設定する。

水質項目	平均使用水量 125 l/d/c での 汚濁負荷量 g/d/c	計算水質 mg/l	設計水質 mg/l
BOD	38.4	307	310
SS	45.3	362	360
T-N	9.3	74	74
T-P	3.0	24	24

表 7.4.13 平均汚濁負荷量と設計水質

最もデータが豊富に入手できた Adraa の水質 (BOD) の分布を下図に示した。BOD、307 mg/l は分布図の上位にあり、計画として十分に余裕がある。

また、これは家庭下水が優位であると考えられる Mayadin でおこなった水質調査によっても、適当に余裕がある施設計画が可能な数値であることが確認された。

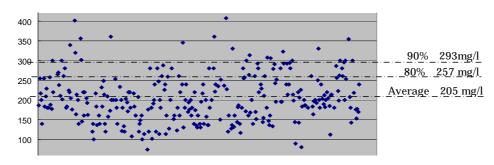


図 7.4.2 流入 BOD 濃度 (Adraa STP, 2006)

Sampling Time	<del>.</del>		9:30	12:30	15:30	18:30	Average
	SS	mg/l	585	562	530	455	533
	BOD	mg/l	297	285	234	333	287
	COD	mg/l	433	315	255	374	344
水質	T-N	mg/l	60	44	40	44	47
	T-P	mg/l	3.0	3.8	3.5	3.0	3.3
	Coliform	Bacteria /100ml	3*10 <sup>6</sup>	15*10 <sup>6</sup>	18*10 <sup>6</sup>	120*10 <sup>6</sup>	
水量			0.39	0.75	1.32	1.27	Max 1.6 At 17:30

表 7.4.14 Mayadin 吐口での下水水質 (27th June 2007)

# 8 開発戦略に関する提言

#### 8.1 背景及び戦略展開の枠組み

下水道システム開発の究極的な目的は、水源を水質汚染から守ることにある。しかしシリアにおいては、公共水域の水質保全の国家目標が不在のまま、大規模な下水道プロジェクトへの投資が開始されている。下水道プロジェクトへの投資の合理性、最適性を示すためにも、水質保全並びに下水道の事業運営に関する開発戦略が策定される必要がある。

しかしながら、対象地域には多くの種類の汚染源がある。家庭排水、工場排水、家畜排水、農地、都市部、森林から流出する面源汚濁等々である。その各々は表流水、地下水、海域の水質汚濁に相当程度寄与している。特に、家庭排水と工場排水の不適切な処理は水源の水質保全にとって深刻な問題である。対象地域には非常に多くの下水道ネットワークが供用されているが、そのほとんどは下水処理場がなく、また工場排水の管理も悪く、未処理の排水が管理されないまま水域(しばしば雨水排水路等を経由して)、または下水管に放流されている。

このような状況下において、下水道セクターがとれる対策(すなわち下水道システムの整備)だけでは水源の水質汚濁対策として不十分であり、他のセクターを巻き込んだ総合的汚濁対策が実施される必要がある。

第一に、水質汚濁対策戦略として、ここに提言した枠組みは、シリアにおける問題を定量化するためのひとつのアプローチである。キーとなるステップは次のとおり。

- 主導機関の設定とステークホルダーとの掛かり合い
- 水質目標の設定
- 戦略の展開
- モニタリングとフィードバックの実施

#### 主導機関

主導機関となる住宅・建設省(MHC)は、環境 / 水質監視機関 - 地方行政・環境省(MLAE) 及び灌漑省(MOI)と良好な協力関係を維持し、他の関連機関全てにアクセスができ、民間セクターのステークホルダーを参画させる影響力も持っていなければならない。巻き込んだ機関の議論と合意形成を促進するため説得力がなくてはならない。実施するための権力を持つ必要はないが、技術と調整機能だけは持つ必要がある。しかし、計画のプロセスにおいて協力を得て到達した合意点を動かせないよう、政府のあらゆるレベルとステークホルダーから十分なサポートを受けなければならない。

# 放流水域の水質目標

環境上の観点から、排水処理戦略は放流水域の水質計画に立脚したものでなくてはならず、 それゆえ対象水域の中長期的水質目標を持つことが必要である。こうした目標はシリアに おいては未だ定められていないが、一般には、水域の有益な水利用 - 飲料水源、農業利用、 魚類の保護等 - に基づいて決められる。これらの用途に対する一連の数値的指標が定義で き、水域の場所ごとに異なった水質目標を設定し、その達成戦略を展開することができる。 こうして、目標は保護または改善のゴールを明確にすることができる。

#### 戦略の展開

#### (1) 汚濁負荷の積算

排水処理戦略の第一ステップは流域の汚濁負荷を勘案の時間スケール - 本調査の場合 20 年 - において積算することである。この計算には、人口増加率や密度に関する情報のほか、工業、農業活動の指標や土地利用に関する情報も必要となる。全体的計画は対象流域の家庭、工場、家畜、農地、自然の汚濁負荷積算を考慮する時間スケールにおいて積算する必要がある。汚濁負荷は BOD、COD、栄養塩、大腸菌等の主な指標について、対象水域の特性に応じて選定し積算する必要がある。

## (2) 必要削減負荷量の決定

汚濁負荷を積算した後、水質目標を達成するために必要な現在と将来の汚濁負荷削減量を決定することができる。この目的のため、水質汚濁のモデリングを行う必要がある。モデリングの目的は、汚濁負荷の増大が水域に与える影響を予測し、水質目標を達成するため、負荷の削減が必要な地点を特定することである。

## (3) 負荷削減オプションの展開

必要な汚濁負荷削減量が計算された後、次のステップは削減を行うためのオプションを展開することである。例えば、主要な汚濁源が下水管から排出される下水の場合、その制御努力目標が明確に下水の処理に方向付けられる。しかし、水域の酸素の減少と栄養塩は重要な問題であるが、その原因は家庭排水と工場排水の双方である場合が多い。この場合、両方のタイプの汚濁制御が必要となる。

汚濁負荷削減オプションの主なコンポーネントは以下のとおりである。

- 下水管システムの拡張/アップグレード
- 下水処理の新規導入/アップグレード
- 工場排水を規制するシステムの導入
- 工場排水負荷の削減
- 面源汚濁源の汚濁負荷の制御

#### モニタリングとフィードバック

最もクリティカルな管理上の問題は、望ましい成果のモニタリング(水域の水質)であり、それを計画で予測した数値と比較することである。これにより、主要な予測条件の変化が分かり、適切な調整が可能となる。

第二に、もう一方の重要な事項として、下水道事業のライフサイクル全てにわたり、シリアサイドが今後下水道事業を自ら持続していくための、下水道セクター自身に係る開発

戦略の設定がある。これは、技術、制度、組織、財務の改善を含む全般的な事項を含むであろう。これについては 8.4.2 節で論ずる。

## 8.2 水質汚濁対策の戦略展開のための基本的条件

## 8.2.1 解析する河川流域の設定

流域の水質汚濁防止や公衆衛生改善を目的とする下水道マスタープランの策定にあたっては、収集した各種データを流域単位でとりまとめて水質汚濁解析を実施することが適切である。しかしながら、シリアにおいては必要となる各種の地理情報や統計データが十分整備されていないため、これらデータを流域単位でとりまとめることが極めて難しい状況にある。そこで、本調査では対象とする流域に所属する県について、各種データをとりまとめ、水質汚濁解析を実施する。

本調査での各流域において、水質汚濁解析の対象となる県は、次のとおりである。

流域名	流域に属する県
Euphrates River Basin	Deir-Ez-zor, Raqqa and Aleppo
Khabour River Basin	Hassakeh
Barada / Awaj River Basin	Rural Damascus and Damascus City
Coastal area (Mediterranean Sea Basin)	Tartous and Lattakia
Yarmouk River Basin	Dar'aa and Qunetra

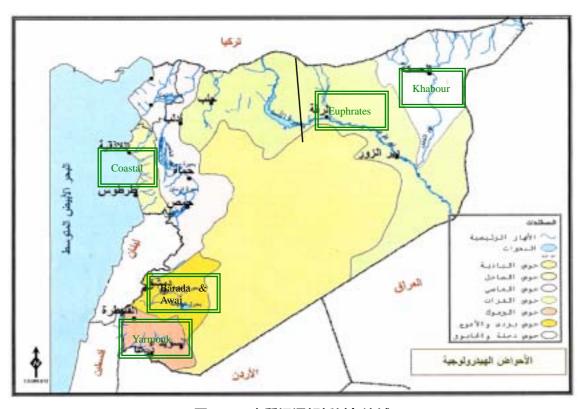


図 8.2.1 水質汚濁解析対象流域

## 8.2.2 対象水域の水質目標

排水処理戦略を展開するに当たり、対象水域の中長期的水質目標(すなわち公共水域の 水質環境基準)を持つことが必要である。これらの目標はシリアにおいては未設定である が、多くの先進国や途上国においては「類型指定」という形で既に設定されており、通常 これは水域の有益な水利用に基づいて決められる。1

シリアにおける水利用状況を考慮した場合、水域ごとに次の水質目標を適用することが 提案される。

- Euphrates 川: 通常の処理による水道水源
- Khabour 川: 農業利用
- Barada & Awai 川: 農業利用
- 地中海: 海水浴等の海洋リクリエーション
- Yarmouk 川: 高度な処理による水道水源
- 地下水: 簡易な処理による水道水源

解析に用いる汚濁指標としては、多くの場合BOD または CODが広く用いられているが、 これらの指標のモニタリングデータが存在することが前提条件となる。対象水域の場合、 現在使用されている各水域のモニタリング指標は、表8.2.1 のとおりである。

表 8.2.1 モニタリング汚濁指標

公共水域	モニタリング汚濁指標	
Euphrates	BOD, COD	
Khabour (Al Basel Lake)	COD	
Barada/Awaj	BOD	
地中海	ふん便性大腸菌群数	
Yarmouk	BOD	
地下水	$NO_3$	

<sup>1</sup> 類型指定の例

チリ

- IA. 飲用・調理・食品加工用水源及び類型 IB 総ての用途 IB. 水に触れるレクリェーション及び類型 IC 総ての用途 IC. 水に触れないレクリエーション・養殖・水棲生物保持・魚釣り・農業利用・その他より高度な分類に 属さない用途

ポーランド

- . 飲用及びサケ科魚類用
- 動物飲用・リクリェーション・ウォータースポーツ
- . 工業及び灌漑用水

ヴィエトナム

- A. 適切な浄水処理後一般家庭用水 B. 一般家庭用水以外の用途
- . 水棲生物保持

- AA. 簡易な処理後飲料用水・自然環境保全及び類型 A 以下に揚げるもの A. 通常処理後飲料用水・マス科魚類用・水浴及び類型 B 以下に揚げるもの B. 高度処理後飲料用水・サケ科魚類用・水浴及び類型 C 以下に揚げるもの C. 中腐水性水域魚類用・ 通常処理後工業用水及び D 以下に揚げるもの D. 薬品注入による高度処理後工業用水・農業用水及び E 以下に揚げるもの E. 特殊処理後工業用水・河川景観保全

- 特殊処理後工業用水・河川景観保全

これら既存データの利用可能性を考慮のうえ、本調査では各水域に対して次の汚濁指標を用いることを、以下の理由により提案する。

- 河川: BOD
  - BOD は河川の有機系汚染評価指標として世界中で用いられている。シリアで も調査対象河川の BOD データは入手可能である。
- 地中海: ふん便性大腸菌群数 (Fecal Coliform)
   COD は海水の有機物汚染評価指標として用いられ、ふん便性大腸菌群数は微生物汚染指標として用いられている。しかしながらシリアでは地中海においてはふん便性大腸菌群数のデータしかない。大腸菌群数は海水水質が海水浴等の海洋リクリェーションに適しているかの重要な評価指標になる。
- 地下水:総窒素 (T-N)
   地下水の硝酸塩汚染は Damascus 郊外県飲料水源における重大問題であり、
   本県では豊富な地下水水質データが入手可能である。

以上より、当面の水質目標は表 8.2.2 に示すように提案される。

表 8.2.2 提案する対象水域の水質目標

公共水域	水質目標	提案する水質環境基準		
公共小城	小貝口伝	BOD	T-N	Fecal Coli
Euphrates III	通常の処理による水道水源	2*1	-	-
Khabour //	農業利用	8*1	-	-
Barada //	農業利用	8*1	-	-
地中海	海水浴等の海洋リクリエーション	-	-	1,000*1
Yarmouk JII	高度な処理による水道水源	3*1	-	-
地下水	簡易な処理による水道水源	-	12*2	-

Note 1: \*1; 日本の水質環境基準を適用した。

\*2; WHO のガイドラインによる NO<sub>3</sub> 濃度の基準は 50mg/l 以下であり、 これは NO<sub>3</sub>-N 換算で 11.3 mg/l となる。

Note 2: 右の表に示されているように、水質目標が同じであれば各国河川 BOD 基準値にに大きな違いはない。よって日本の基準を用いても問題はないと考えた。

飲料用地下水水質については、多くの発展途上国で採用されている WHO 基準が広く用いられている。

水質目標別河川 BOD 基準 (mg/l)

水質目標	Vietnam	Malaysia	Japan
Water Supply	Less than 4	1-3	2
Water Supply	Less man 4	3-6	3
Agricultural Use	-	6-12	8

## 8.3 提案する水質汚濁対策開発戦略

# 8.3.1 戦略展開のメソドロジー

流域において発生する汚濁源の種類は非特定汚濁源も含め多伎にわたることから、水質 汚濁防止戦略を展開するためには、まず、現況および各種対策によって予測される将来の 汚濁負荷量を算定する必要がある。

将来の汚濁負荷量については、各種汚濁源(点源系汚濁負荷および面源系汚濁負荷)に 関する統計資料を収集し、これを基に各種汚濁源のトレンドから将来(2025 年)の各種汚 濁負荷量を推定する。さらに、各種対策による各種汚濁負荷の削減量を予測するとともに、 これらによる対象流域における各水域の水質改善効果について予測・評価する必要がある。

本調査では、対象流域に属する県単位で汚濁発生源ごとの汚濁負荷量(排出負荷量:Discharge Load)や河川、海域へ流出する汚濁負荷量(流出負荷量:Runoff Load)、地下水へ入る浸透負荷量(Infiltration Load)を算出する。また、河川の水質、流量データ、海域や地下水の水質データを収集し、これらの汚濁負荷量と排出先の水域の水質等との関連性を解析する。なお、本調査で用いる汚濁負荷量の定義は、図8.3.1 に示すとおりである。

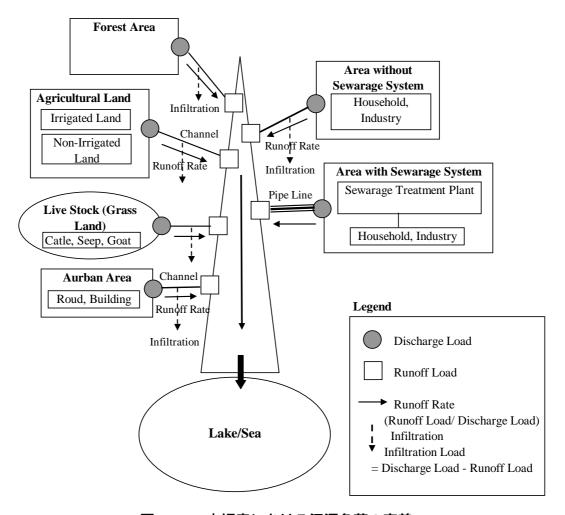


図 8.3.1 本調査における汚濁負荷の定義

## (1) 汚濁負荷の区分

本調査においては、対象流域内の汚濁発生源を点源(ポイントソース)と面源(非特定 汚濁源: ノンポイントソース)とに区分する。点源はさらに家庭系、下水処理系、工場系 の各汚濁源に分け、面源は農地、市街地、森林・草地等に区分して汚濁負荷を算定する。 なお、家畜系の汚濁負荷については一般的に点源として扱われるが、シリアでは家畜は大 半が草地・放牧地で飼育されていることから、本調査では草地・放牧地からの負荷は家畜 による負荷とみなし、面源系の方で扱うことにした。

汚濁発生源の区分は、以下のとおりである。

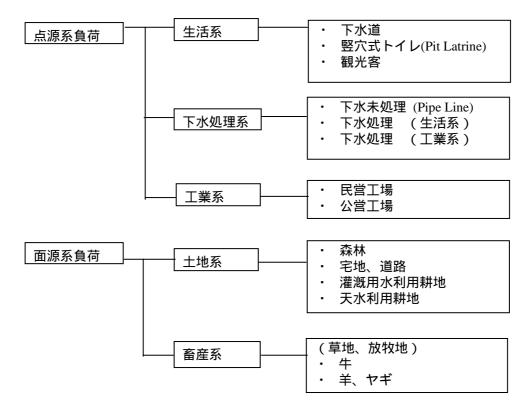


図 8.3.2 本調査で用いる汚濁負荷の区分

#### (2) 対象水質項目

汚濁負荷量の算定 ( Discharge Load, Runoff Load ) は、BOD、COD、T-N、T-P の 4 項目とした。

なお、地中海沿岸の水質汚濁解析にあたっては、糞便性大腸菌(Fecal Coliform)を水質指標としているが、Fecal Coliformによる流出負荷量(Runoff Load)の算定は現地再委託で行った未処理下水(生下水)の水質分析結果から BOD、COD、T-N、T-P と Fecal Coliform との関係を把握し、Fecal Coliformの流出負荷量を設定した。

#### (3) 対象年次

現況: 2006年 将来: 2025年

# (4) 汚濁負荷のフレーム設定

各種の排出負荷量(Discharge Load)の算定にあたっては、既存資料を基に各汚濁源の現 況および将来のフレームを設定した。各汚濁源のフレームおよび設定資料は表 8.3.1 に示す。

汚濁源の区分		フレーム	資 料	
点 源 系 負荷	生活系	下水処理 / Pit Latrine / 観 光客	人口	人口統計、下水道計画書
	下水処理系	下水未処理(Pipe Line)/ 下水処理 (生活系)	人口	下水道計画書
		下水処理 (工業系)	下水処理場への受 け入れ量	下水道計画書
	工業系	民間工場 / 政府系工場	業種別工場数	工業統計、現地再委託による主要工場の排水調査結 果等
面源系 負荷	土地系	森林/耕地(灌溉地、非 灌溉地)/市街地(道路、 建物)	面積	農業統計
	畜産系	牛/羊/ヤギ	頭数	農業統計

表 8.3.1 汚濁負荷のフレーム

#### (5) 点源の排出負荷量の算出方法

各種の点源汚濁源からの排出負荷量の算定は、一般的な手法である原単位法を用いた。

#### 1.生活系の排出負荷量

下水道未整備地区における竪穴式トイレ(Pit Latrine)の排出負荷量は、以下のように算定した。

Pit Latrine の人口(人数)×Pit Latrine の原単位(g/人/日) = Pit Latrine の排出負荷量(g/日)

下水未処理家庭から汚濁負荷には、家庭雑排水とし尿の両方を含み、この原単位は AdraaSTP における下水処理場の流入水質から求められた結果を採用した。

BOD: 38 g/person/d, COD: 66 g/person/d, T-N: 9 g/person/day, T-P: 3 g/person/d

竪穴式トイレの原単位は、下水未処理家庭からの汚濁負荷のうち家庭雑排水だけが排出されると仮定した。なお、下水未処理家庭の汚濁負荷に占める家庭雑排水とし尿と割合は、国松・村岡(1989)に従った。

BOD: 32 g/person/d, COD: 56 g/person/d, T-N: 7.7 g/person/d, T-P: 2.6 g/person/d

観光客(ホテル宿泊者)の排出負荷量は、日本における「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」(平成5年 日本下水道協会)に基づき、定住者の85%とし、以下のように算 定した。

ホテル宿泊者(人数)×0.85×下水未処理の原単位(g/人/日)=観光客の排出負荷量(g/日)

## 2.下水処理系の排出負荷量

下水管渠(配管)だけが繋がった未処理家庭

下水管渠(配管)に繋がった未処理家庭の排出負荷量は、以下のように算定した。

下水管渠(配管)に繋がった未処理家庭人口(人数)×下水未処理の原単位(g/人/日)

= 未処理下水の排出負荷量 (g/日)

下水処理地区の家庭

下水処理場に入る家庭の排出負荷量は、以下のように算定した。

下水処理人口(人数)×下水処理の原単位(g/人/日)=処理下水の排出負荷量(g/日)

下水処理の原単位は、Adraa 下水処理場の除去率 (BOD: 90%, COD: 85%, T-N: 40%, T-P: 0%) を参考に設定した。

BOD: 3.8 g/person/d, COD: 9.9 g/person/d, T-N: 5.4 g/person/ day, T-P: 3 g/person/d 提案する OD システム( 脱室、脱リンプロセス含む) に対しては、BOD: 95% (1.9 g/person/d), COD: 85% (9.9 g/person/d), T-N: 70% (2.7g/person/d), T-P: 80% (0.6 g/person/d)とした。

下水処理場で処理される工場

下水処理場に入る工業の排出負荷量は、以下のように算定した。

下水処理系の工場排出負荷量(g/日)

= 工場からの受け入れ排水負荷量(g/日)×下水処理場の除去率

#### 3.工業系の排出負荷量

工業系排水負荷量の算定方法および結果の詳細は、巻末資料に示すとおりである。

# (6) 面源の排出負荷量の算出方法

面源の排出負荷量の算定は、点源と同様に原単位法を用いる。面源系汚濁負荷は、一般的に降雨時に集中的に流出し、降雨の特性や地域特性により流出負荷量が大きく変化する。特に、降雨量の地域差が極めて大きいシリアにおいては、他の国で得られた面源負荷の原単位(kg/ha/day)をそのまま適用することは問題がある。本調査ではシリアの降雨特性や地域特性が考慮できるように、既存の原単位を見直し、シリアに適用した。

#### 1. 農地からの排出負荷量

表 8.3.2 に示す既存の原単位を基に、降雨量および施肥料を比較し、表 8.3.3 に示す原単位 を採用することとした。

農地からの排出負荷量は、以下のように算定する。

灌漑水利用農地からの排出負荷量(kg/年)=

農地面積(ha)×原単位(kg/ha/mm)×(年灌漑水量:mm +年降雨量:mm)

天水水利用農地からの排出負荷量(kg/年)=

農地面積(ha)×原単位(kg/ha/mm)×(年降雨量:mm)

表	8.3.2	既存資料によ	る農地から	の排出負荷原単位
---	-------	--------	-------	----------

*		Compartmentation of Basic Unit of Load (kg/ha/year) Pollution Load		Fertilizer Application Rate (kg/ha/year)		Precipi -tation	Source		
Pollution L	oau	BOD	COD	T-N	T-P	N	P	mm/year	
Cultivated	Iran		107	14.3	0.98	75	4	1200	JICA(2005)
Land									
Cultivated	Japan			28-132	0-6.9	300-400	100-150	1600	Kunimatsu,
Land				(76)	(1.1)				Muraoka(1989)

<sup>():</sup>Average

# 表 8.3.3 シリアにおける農地からの排出負荷原単位

Compartmentation of		Basic Unit of Load				Fertilizer App		
Pollution Lo		BOD	COD	T-N	T-P	N	P	Source
Foliution Lo	Jau	kg/ha/mm	kg/ha/mm	kg/ha/mm	kg/ha/mm	kg/ha/year	kg/ha/year	
Cultivated Land	Iran		0.0892	0.0119	0.00082	75	4	JICA(2005)
Cultivated Land	Japan			0.0475	0.00069	350	125	Kunimatsu,
								Muraoka(1989)
Cultivated Land	Syria	0.0446	0.0892	0.0083	0.00082	47	24	

<sup>\*</sup>本調査ではCOD, T-Pの原単位はイランの調査結果を採用する。T-Nは施肥量に比例するとした。施肥量は、シリアの農業統計(2005)を基に算出した。

# 2. 森林からの排出負荷量

表 8.3.4 に示す既存の原単位を基に、降雨量を比較し、表 8.3.5 に示す原単位を採用することとした。

森林からの排出負荷量は、以下のように算定する。

森林からの排出負荷量(kg/年)=

森林面積(ha)×原単位(kg/ha/mm)×(年降雨量:mm)

表 8.3.4 既存資料による森林からの排出負荷原単位

Compartmentation of			Basic Ur	Precipitat			
	Pollution Load		COD	T-N	T-P	-ion	Source
1 Offution Lo	au	kg/ha/year	kg/ha/year	kg/ha/year	kg/ha/year	mm/year	
Forest and Grass	Iran		47	7.6	0.3	1200	JICA(2005)
Forest	Japan			4.45	0.095	1527	Kunimatsu,
Forest	Japan			3.58	0.113	2074	Muraoka
Forest	USA			3.03	0.077	1400	(1989)

# 表 8.3.5 シリアにおける森林からの排出負荷原単位

		Basic Unit of Load					
Compartmentation of	Pollution Load	BOD	COD	T-N	T-P		
		Kg/ha/mm	Kg/ha/mm	Kg/ha/mm	Kg/ha/mm		
Forest and Grass	Iran		0.0392	0.00633	0.00025		
Forest	Japan			0.00291	0.00006		
Forest	Japan			0.00173	0.00005		
Forest	USA			0.00216	0.00006		
Forest	Syria	0.00575	0.0115	0.00227	0.00006		

<sup>\*</sup>本調査では、T-N,T-P は既存調査結果の平均値を採用した。COD はイランの調査結果における COD/N、COD/P の比率を基に、T-N、T-P から推定した。BOD は COD の 2 分の 1 とした。

# 3. 市街地(道路、建物)からの排出負荷量

表 8.3.6 に示す既存の原単位を基に、降雨量と人口密度を比較し、表 8.3.7 に示す原単位を 採用することとした。

市街地からの排出負荷量は、以下のように算定した。

市街地からの排出負荷量(kg/年)=

市街地面積(ha)×原単位(kg/ha/mm)×(年降雨量:mm)

表 8.3.6 既存資料による市街地からの排出負荷原単位

Composite	Compartmentation of		Basic Uni	it of Load		Precipitat	Populatio	
	ion Load	BOD	COD	T-N	T-P	-ion	n density	Source
1 Offut	ion Load	kg/ha/year	kg/ha/year	kg/ha/year	kg/ha/year	mm/year	Person/ha	
Building	Japan	191	34	4.5	1.6	1200	71.2	Kunimatsu,
and Roads	Japan	166	102	14.1	1.3	1367	152.2	Muraoka
	Japan	605	378	33.5	6.5	1690	138.0	(1989)
	Japan	168	208	34.2	5.8	1385	162.0	
	Japan	102	90	17.6	3.0	1163	70.6	
	Japan	167	159	23.1	1.9	1317	157.0	
	Midium	147	62	11.1	2.3	1182	70.9	
	Urban							
	Big Urban	277	212	26.2	3.9	1440	152.3	

表 8.3.7 シリアにおける市街地からの排出負荷原単位

		Basic Unit of Load					
Compartmentation of	BOD	COD	T-N	T-P	density		
	Kg/ha/mm	Kg/ha/mm	Kg/ha/mm	Kg/ha/mm	Person/ha		
Building & Roads	Medium Urban	0.124		0.00935	0.00195	71	
Building & Roads Big Urban		0.192		0.01821	0.00269	152	
Building & Roads	Syria	0.077	0.155	0.00327	0.00144	6-22 (15)	

<sup>\*</sup>本調査ではBOD, T-N, T-Pの原単位は人口密度に比例するとした。

## 4.家畜からの排出負荷量

本調査では、家畜からの排出負荷はこれらを放牧する草地や牧草地からの負荷と見なし、面源系汚濁負荷として取り扱った。また、家畜の原単位は、他の面源系汚濁負荷と同様に降雨に応じて排出されると考えた。そこで、表 8.3.8 に示すイランで調査された(JICA, 2005) 家畜の排出原単位を基に降雨量に比例するように原単位を見直した(表 8.3.9)。

家畜からの排出負荷量は、以下のように算定した。

家畜からの排出負荷量(kg/日)=

家畜(頭数)×原単位([kg/頭/日]/mm)×(降雨量:mm)

表 8.3.8 既存資料による家畜からの排出負荷原単位

Compartmentation of			Basic Un	it of Load	Precipitation		
Pollution Load		BOD	COD	T-N	T-P		Source
Pollution Load		g/head/day	g/head/day	g/head/day	g/head/day	mm/year	
Cattle	Iran	5.3	26	2.9	0.5	1200	JICA(2005)
Sheep, Goat	Iran	1.3	6.5	0.73	0.13	1200	JICA(2005)

		Basic Unit of Load						
Compartmentation Loa		BOD	COD	T-N	T-P			
Foliution Loa	ıu	(g/head/day)/mm	(g/head/day)/mm	(g/head/day)/mm	(g/head/day)/mm			
Cattle	Syria	0.00442	0.0217	0.00242	0.00042			
Sheep, Goat	Syria	0.00108	0.0054	0.00061	0.00010			

表 8.3.9 シリアにおける家畜からの排出負荷原単位

## (7) 流出負荷量の算出方法

図8.3.1 に示すように、汚濁負荷が各発生源から排出されると、小水路や支川あるいは下水管渠を通じて本川に流れ込む。一方、汚濁負荷は本川に流れ込む前に、一部は地下に浸透し、地下水を汚染させることが考えられる。この各発生源からの排出負荷が本川等に流れ込む負荷量を流出負荷量と呼び、流出率は流出負荷量/排出負荷量として定義される。流出率は、一般的に小水路や支川の水量が小さい低水時に小さく、高水時には大きくなる。また、年間平均の流出負荷量に関する流出率は、小水路や支川の整備状況によって決まると考えられ、表8.3.10 に示すような値が報告されている。

表 8.3.10 流出率の標準値

X	分	流出率
農村部		0.0 ~ 0.2
士 生 井	周辺地域	0.1 ~ 0.6
市街地	中心地区	0.6 ~ 1.0
下水道		1.0

出典)「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」平成5年 日本下水道協会

そこで、対象流域における主要河川(あるいは海域)に流れ込む流出負荷量を算出するために、表 8.3.10 を参考に各汚濁源からの流出率を以下のように設定した。

表 8.3.11 本調査における流出率

X	分	流出率
	生活系 下水道未整備地区 (Pit Latrine)	0.1
点源系	下水処理系	1.0
	工業系	0.3
<b>西海</b> 亥	森林、農地(灌漑地、非灌漑地) 家畜	0.8
面源系	市街地(道路、建物)	0.3

また、本調査では、各汚濁源から地下へ浸透する汚濁負荷量(浸透負荷量:Infiltration Load) について、以下のように算出した。

各汚濁源の浸透負荷量 = 各汚濁源の排出負荷量 x (1 - 流出率)

<sup>\*</sup>本調査ではBOD、家畜系の排出負荷量は降水量に比例すると仮定

## 8.3.2 水質汚濁機構のモデリング

## (1) 水質シミュレーションモデル

対象流域の水質汚濁解析を行うに当たり、シリアにおいては必要とされる既存のデータが限られていることから、余り複雑なモデルを採用することはできない。特に、河川や地下水については、サブ流域毎の水バランスや汚濁負荷の流入状況がはっきりしないため、流域内の水容量と汚濁負荷のバランスに着目した簡単なモデルを用いて水質解析を行った。一方、地中海沿岸については、沿岸の地形、水深、潮位、風および汚濁負荷の流入状況等に関する情報がある程度入手出来たことから、数値シミュレーションモデルを採用した。水質予測に用いる数値シミュレーションモデルは、下水放流水が及ぼす大腸菌の影響を予測・評価できるように単純非保存系モデルにより検討した。表 8.3.12 に本調査で採用したシミュレーションモデルのタイプを示す。

対象水域モデルの名称モデルで用いるパラメーター河川ボックスモデル:(河川の BOD 水質変化)<br/>= ( (BOD 流出負荷量)/(平均流量) ) ×浄化率地中海単純非保存系モデル:(大腸菌の濃度変化)<br/>= (移流) + (拡散) - (分解)地下水ボックスモデル(T-N 濃度の水質変化)<br/>= (T-N 浸透負荷量) / (対象流域の地下水容量)

表 8.3.12 簡易な水質シミュレーションモデルのタイプ

# 地中海における数値シミュレーションモデル

本調査で適用する数値シミュレーションモデルは、水理モデル(Hydrodynamic Model)と水質モデル(Water Quality Model)から構成されている。計算対象範囲は、**図 8.3.3** に示すようにシリア沿岸の Tartous から Lattakia にかけて 129km×31km の範囲とし、地形(海岸地形および水深)について 1 メッシュ 1000m で表現した。

## · Hydrodynamic Model

水理モデルは、2次元1層モデルを採用した。なお、水理モデルによる流動シミュレーション計算結果は、水質モデルの入力データとして利用される。

# · Water Quality Model

海域の大腸菌濃度を予測するために用いる水質モデル(単純非保存系モデル)は、灌漑省が実施している当海域の大腸菌調査結果を検証材料とし、本モデルがこれらの実測した濃度分布に合致するように主要なパラメータ(拡散計数、分解率)を設定するとともに、将来予測を行った。

.

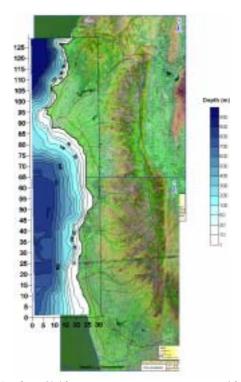


図 8.3.3 地中海沿岸の数値シミュレーションによる計算対象範囲

# (2) 検討ケース

検討ケースは、表8.3.13に示すとおりである。

表 8.3.13 検討ケース

	年	水質汚濁対策の有無	下水道事業の改善策
現状	2006		
Case 1	2025	水質汚濁対策無	下水道整備率は現状維持
Case 2	2025	水質汚濁対策有	下水処理の除去率は、現状維持
Case 3	2025	水質汚濁対策有	下水処理は、より高度な処理を導入する。

Case1:下水道整備率は現況と同じ、各フレームはトレンドにより増加する

Case2:下水道整備率は進展し、各フレームはトレンドにより増加する。下水処理場の除去率は現況(Adraa 処理場)と同じ。

Case3: 下水道整備率は進展し、各フレームはトレンドにより増加する。下水処理場の除去率は日本の標準的な OD 方式(脱窒、脱リン含む)による除去率(BOD: 95%, COD: 85%, T-N: 70%, T-P: 80%)に改修・整備される。

## 8.3.3 河川及び海域の現況水質汚濁解析

# (1) 県別の排出負荷量、流出負荷量の算出結果

前述の 8.3.1 の方法による県別の排出負荷量、流出負荷量の算出結果は巻末資料に示す。 各県別の汚濁負荷特性は以下のとおりである。

# **Euphrates River Basin**

Euphrates 川へ流れ込む汚濁負荷量(流出負荷量)については、BOD は点源汚濁負荷が76~91%、T-Nで76~90%を占めている。特に、点源汚濁負荷の中では、下水処理系に属する下水管渠に繋がった未処理家庭の汚濁負荷が最も多く、次に工場系の汚濁負荷となっている。

#### Khabour River Basin

Khabour 川へ流れ込む流出負荷量については、BOD は点源汚濁負荷が 66%、T-N で 70% を占めているが、他の流域に比べて面源汚濁負荷の比率がより高くなっている。点源汚濁負荷の中では、下水処理系に属する下水管渠に繋がった未処理家庭の汚濁負荷が最も多くなっている。

#### Barada / Awaj River Basin

Barada / Awaj 川へ流れ込む流出負荷量については、他の流域に比べ点源汚濁負荷の比率がより高く、BOD は点源汚濁負荷が 98%、T-N で 98~100%を占めている。これは、下水管渠の普及率が高いことによる。

#### Coastal area (Mediterranean Sea Basin)

Mediterranean Sea へ流れ込む流出負荷量については、BOD は点源汚濁負荷が 88~92%、T-N で 93~95%を占めている。点源汚濁負荷の中では、他の流域と同様に、下水処理系に属する下水管渠に繋がった未処理家庭の汚濁負荷が最も多くなっている。

# Yarmouk River Basin

Yarmouk 川へ流れ込む流出負荷量については、BOD は点源汚濁負荷が88~91%、T-Nで93~95%を占めている。点源汚濁負荷の中では、他の流域と同様に、下水処理系に属する下水管渠に繋がった未処理家庭の汚濁負荷が最も多くなっている。

## (2) 対象流域の現況水質汚濁解析結果

#### 1. Euphrates River Basin

前述の3章で述べたように、現在、Euphrates 川の水質汚濁の状況は、上流部のAl Asad Damでは汚濁の兆候は認められていないが、下流域の Deir-Ez-zor で若干汚濁が発生している可能性がある。唯一、地方行政・環境省(Ministry of Local Administration and Environment: MLAE)から入手した資料(表3.4.5 参照)を基に、Euphrates 川におけるBODの流入負荷および各ポイントの水質状況をとりまとめ、以下に示す。

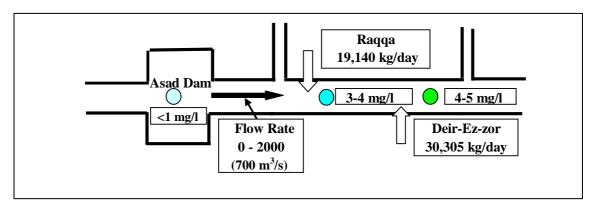


図 8.3.4 Euphrates 川における現況の BOD の流入負荷および水質状況

水質調査時の Euphrates 川の河川流量が不明なため詳細な汚濁解析は出来ない。低水時に  $200~{\rm m}^3/{\rm s}$  で流れている場合に、Raqqa および Deir-Ez-zor からの流出負荷が加わり完全混合すると仮定すると、Raqqa で約  $2.1~{\rm mg/l}$  (Asad Dam の BOD  $1~{\rm mg/l}$  に汚濁負荷による水質増加分  $1.1~{\rm mg/l}$  ) Deir-Ez-zor で約  $4~{\rm mg/l}$  になり、調査結果と概ね一致する。また、Euphrates 川の年平均流量である  $700~{\rm m}^3/{\rm s}$  で流れている場合、Raqqa で約  $1.3~{\rm mg/l}$ 、Deir-Ez-zor で約  $1.8~{\rm mg/l}$  となり、目標とする BOD  $2~{\rm mg/l}$  をかろうじてクリアしていることが推測される。

#### 2. 他の River Basin

Euphrates 川以外の河川は、年平均流量が 10 m³/s 未満の中小河川であり、流下距離が比較的長いことから、湖沼、ダムに流入するまでの間に沈殿、分解、生物による取り込みなどの自浄作用を受けることが予想される。そこで、上記と同様に河川流量と流出負荷量から完全混合による河川水質濃度を算出し、これを実測値と比較し、対象河川の自浄作用による除去率(浄化率)を求めた。表 8.3.14 には、完全混合による各河川の水質および除去率(浄化率)の算出結果を示す。なお、この浄化率は、将来の各種対策による汚濁負荷削減による河川水質の改善効果を予測する際に用いられる。

表 8.3.14 Khabour 川、 Barada / Awaj 川、Yarmouk 川における BOD、T-N の河川水質 および自浄作用に除去率の算定結果

		Flow Rate*			BOD5		T-N			
River Name	Governorate	m3/s	Method	Runoff Load Kg/day	Water Quality mg/l	Self-Purification- Rate**	Runoff Load Kg/day	Water Quality mg/l	Self-Purification- Rate**	
Khabur River	Hassakeh	5.3	Calculated value	30,853	67	0.91	6,231	14	0.07	
Kliabui Kivei	riassaken	3.3	Actual measurement		6 (1-11)	0.91		13 (3-29)	0.07	
Yarmouk River	Dar'aa,	3.6	Calculated value	20,841	67.6	0.67	4,166	14	0.00	
r armouk River	Quneitra	3.0	Actual measurement		22 (20-30)	0.67		29 (12-54)	0.00	
Barada/ Awaj River	Rural Damascus,	Rural Damascus, 3.9	Calculated value	74,314	221	0.94	23,650	70		
Daraua/ Awaj Kiver	Damascus City	3.9	Actual measurement		13 (3-33)	0.94		mg/l 14 13 (3-29) 14 29 (12-54)		

Self-Purification-Rate\*\*; 1-(Actual measurement/ Calculated value)

## 3. Coastal area (Mediterranean Sea Basin)

水質モデル(単純非保存系モデル)の入力条件については、**表 8.3.15** に示すとおりである。前記の**図 8.3.3** には入力した水深データを基に作成した海域の水深図を示す。

表 8.3.15 水質モデルの入力条件

入 力 項 目	備考
1. 海岸地形・水深	1994年にUnited Kingdom, Hydrographer of the Navy より出版された海図
	[LATTAQUIE TO SOUR AND FAMAGUSTA (縮尺:300,000)]を利用
2. 流入水質・流出負荷量	Table8.3.16 に示す
3. 境界条件	水理モデル:潮位変化は考慮せず
	風(風向 S、風速 2m/s)の条件を設定
	水質モデル:
	大腸菌(糞便性大腸菌)はバックグランド濃度を0に設定

表 8.3.16 Coastal Area における流入水質と流出負荷

Divon Nome	Discharge	Total C	oliform
River Name	m <sup>3</sup> /day	1.8.E+07 1.62E+16	MPN/day
Lattakia	1.04	1.8.E+07	1.62E+16
Tartous	1.32	1.7.E+07	1.98E+16

水質モデルの再現性は、既存の水質調査結果を検証材料として、水質シミュレーションの検討を行った。糞便性大腸菌の水質シミュレーション結果は、**図 8.3.5** に示す。水質シミュレーション結果をと実測値(表 3.4.3 を参照)を比較すると、水質シミュレーションによる糞便性大腸菌の分布のパターンは実測値と一致している。以上より、本モデルによる対象海域の現況水質状況は概ね再現されていると考えられる。

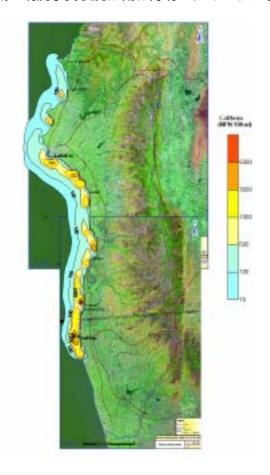


図 8.3.5 数値シミュレーションに よる地中海沿岸の糞便性 大腸菌の予測結果(現況)

# 8.3.4 河川及び海域の将来水質汚濁解析

# (1) 県別の排出負荷量、流出負荷量の算出結果

前述の表 8.3.13 に示す将来 (Case 1 ~ Case3) の県別の排出負荷量、流出負荷量および浸透負荷量の算出結果は巻末資料に示す。図 8.3.6 には、県別の流出負荷量について、現況と合わせて示す。各県別の汚濁負荷特性は以下のとおりである。

# Euphrates River Basin

Case1 (無対策)の場合、Euphrates 川へ流れ込む汚濁負荷量(流出負荷量)は、現況に比べ各項目とも約2倍大きくなる。

Case2 (現況の下水処理場と同程度のものを将来整備する)の場合、BOD と COD は現況と同程度の流出負荷量となる。しかしながら、T-N および T-P の流出負荷量は、現況に比べ T-N が約 1.3 倍、T-P が約 1.9 倍大きくなり、Euphrates 川の富栄養化がより促進されることが懸念される。

Case3 ((現況の下水処理場に比べより除去率の高い下水処理場を将来整備する)の場合、流出負荷量は Raqqa で BOD が現況と同程度、COD が 1.2 倍大きくなる。一方、T-N、T-P は現況に比べ 0.7~ 0.9 倍になる。このように、Euphrates River Basin では将来 (2025 年)において下水道整備により現況と同程度まで流入汚濁負荷を削減できる。

## Khabour River Basin

Casel の場合、Khabour 川へ流れ込む流出負荷量は、現況に比べ各項目とも約 1.4 倍大きくなる。

Case2 の場合、BOD と COD は現況の 0.7 倍、0.8 倍となる。しかしながら、T-N および T-P の流出負荷量は、現況に比べ T-N が 1.1 倍、T-P が 1.6 倍大きくなり、水域の富栄養化がより促進されることが懸念される。

Case3 の場合、流出負荷量は現況に比べ 0.5~ 0.8 倍まで削減される。

## Barada / Awaj River Basin

Case1 の場合、Barada / Awaj 川へ流れ込む流出負荷量については、現況に比べ Damascus City が約 1.4 倍、Rural Damascus が約 2 倍大きくなる。

Case2 の場合、現況において既に下水道整備が進んでいる Damascus City では、BOD は現況の 1.4 倍、COD は 1.8 倍、T-N および T-P は 1.2 倍大きくなる。一方、Rural Damascus では、BOD と COD は現況の 0.5 倍、0.9 倍となる。しかしながら、T-N および T-P の流出負荷量は、現況に比べ T-N が 1.6 倍、T-P が 2.4 倍大きくなり、水域の富栄養化がより促進される。

Case3 の場合、Damascus City では COD が現況に比べ 1.8 倍大きくなるが、BOD、T-N、T-P はそれぞれ 0.7 倍、0.6 倍、0.3 倍まで削減される。一方、Rural Damascus では、現況に比べ 0.4~0.9 倍まで削減される。

# Coastal area (Mediterranean Sea Basin)

Casel の場合、Mediterranean Sea へ流れ込む流出負荷量については、現況に比べ 1.4~ 1.5 倍大きくなる。

Case 2 の場合、BOD と COD は現況の 0.4 倍、0.8 倍となる。しかしながら、T-N および T-P の流出負荷量は、現況に比べ 1.2 倍大きくなる。

Case3 の場合、流出負荷量は現況に比べ 0.4~ 0.8 倍まで削減される。

# Yarmouk River Basin

Case 1 の場合、Yarmouk 川へ流れ込む流出負荷量は、現況に比べ 1.6~ 1.8 倍大きくなる。 Case 2 の場合、BOD と COD は現況の 0.4 倍、0.8 倍となる。しかしながら、T-N および T-P の流出負荷量は、Dar'aa において T-N が 1.2 倍、T-P が約 1.9 倍、Quneitra において T-N が 1.0 倍、T-P が約 1.6 倍大きくなる。

Case3 の場合、流出負荷量は現況に比べ 0.4~ 0.9 倍まで削減される。

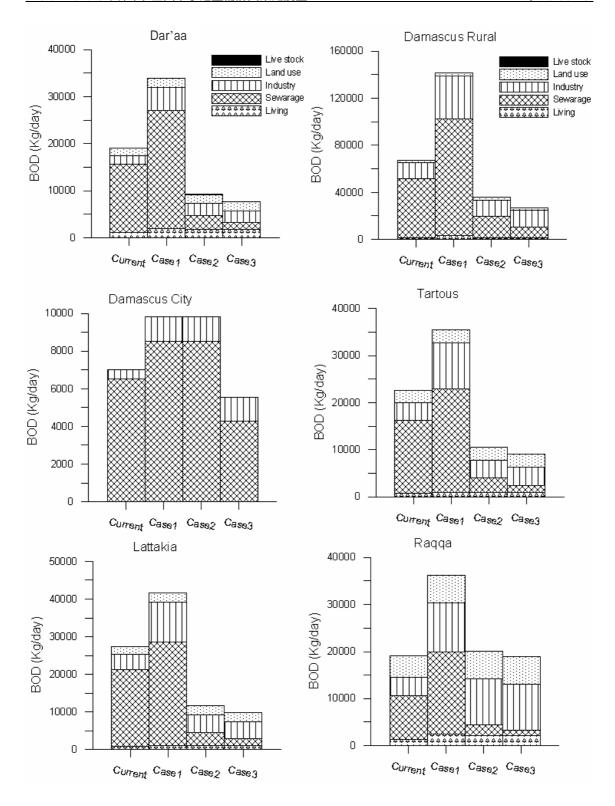


図 8.3.6(1) 将来の県別流出負荷量 (BOD)

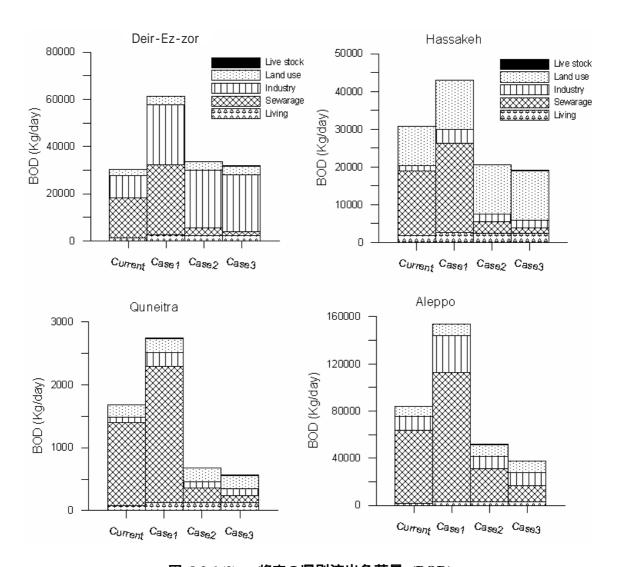


図 8.3.6 (2) 将来の県別流出負荷量 (BOD)

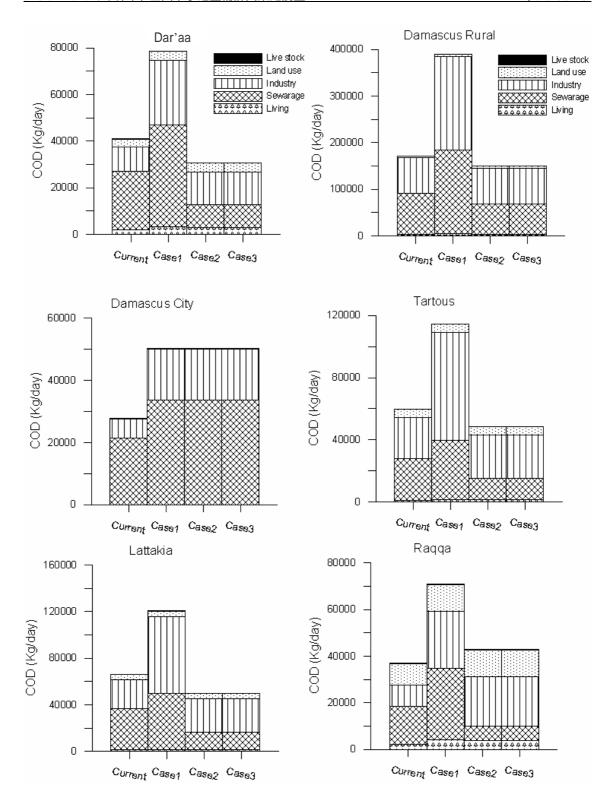


図 8.3.6(3) 将来の県別流出負荷量 (COD)

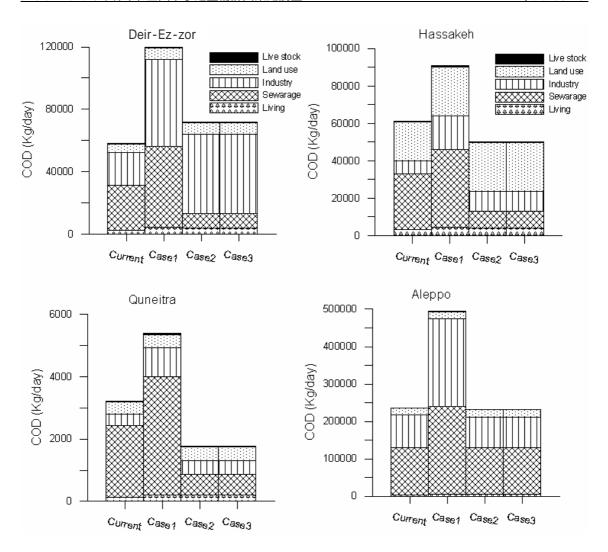


図 8.3.6 (4) 将来の県別流出負荷量 (COD)

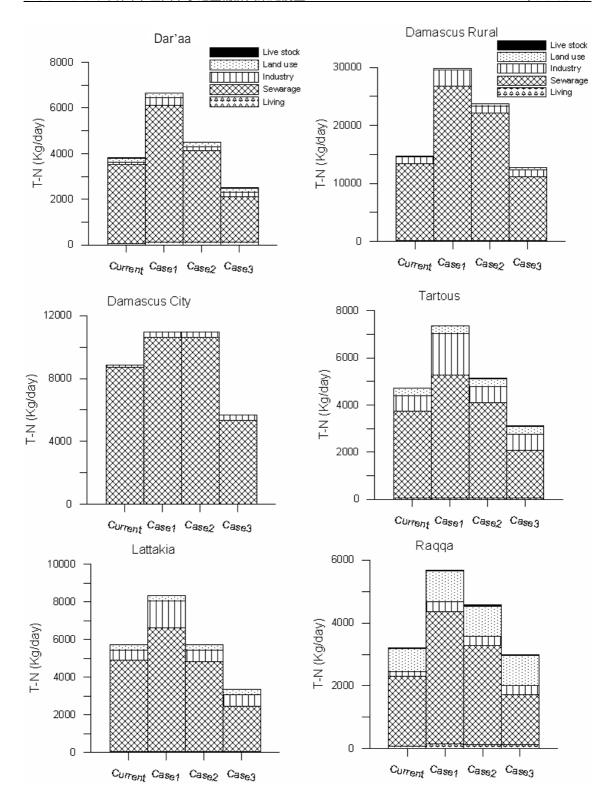


図 8.3.6 (5) 将来の県別流出負荷量 (T-N)

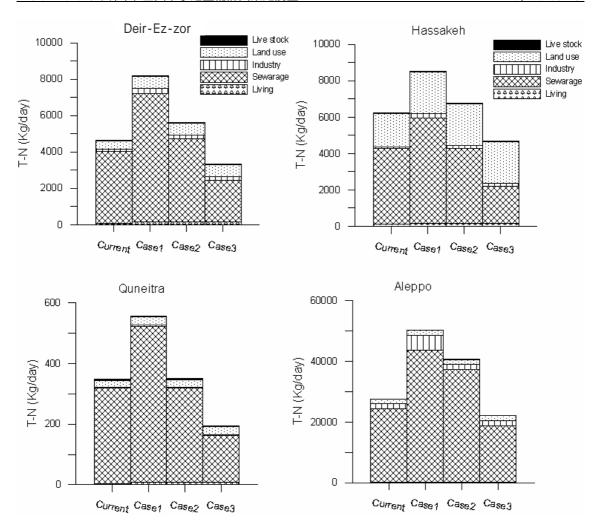


図 8.3.6 (6) 将来の県別流出負荷量 (T-N)

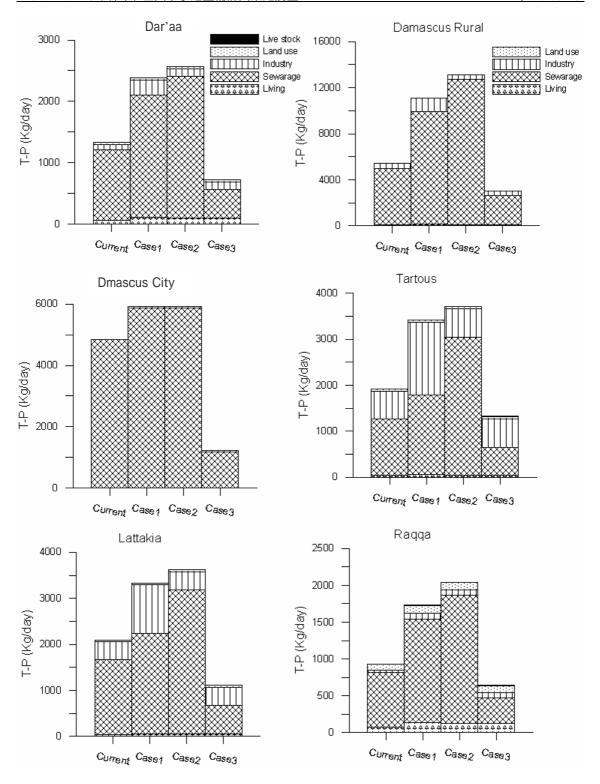


図 8.3.6(7) 将来の県別流出負荷量 (T-P)

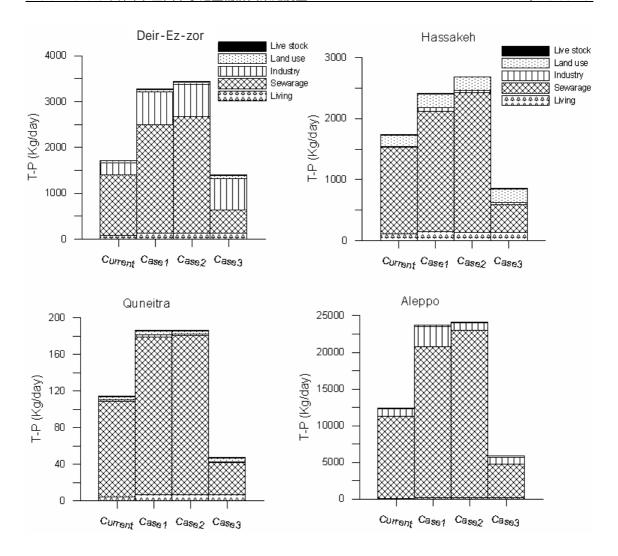


図 8.3.6(8) 将来の県別流出負荷量 (T-P)

# (2) 対象流域の将来水質

現況および Case 1 ~ Case3 の県別の流出負荷量を基に、各河川の平均流量および浄化率から流域全体としての平均水質を算出した。

#### 1. Euphrates River Basin

現況および将来(Case 1~3)における Euphrates 川の BOD 水質予測結果は、図 8.3.7 に示す。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。

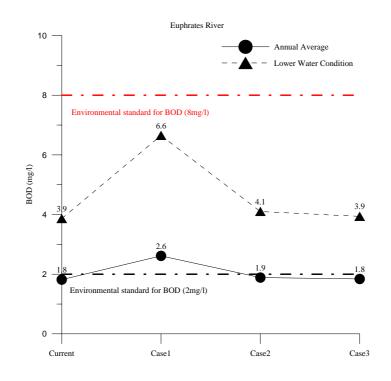
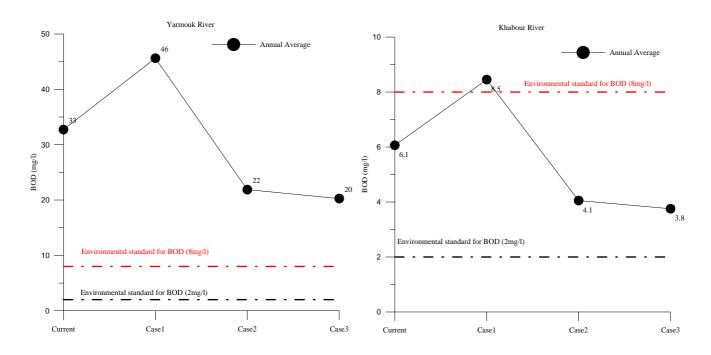


図 8.3.7 Euphrates 川の BOD 水質予測結果

## 2. 他の River Basin

現況および将来 (Case 1 ~ 3) における Khabour 川、Yarmouk 川および Barada/ Awaj 川の BOD 水質予測結果は、図 8.3.8 に示す。

Khabour 川、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、水質基準値(案)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は極めて不適である。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。



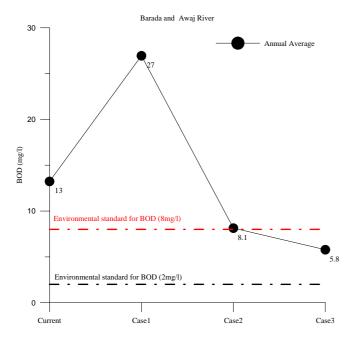


図 8.3.8 Khabour 川、Yarmouk 川および Barada/ Awaj 川の BOD 水質予測結果

#### 3. Coastal area (Mediterranean Sea Basin)

本調査で検討した水質モデルを用いて、下水道整備に伴う地中海沿岸の水質改善効果について検討した。将来の Case 1 および Case 2 における糞便性大腸菌の流入負荷条件は、表8.3.17 に示す。なお、下水処理場から放流される大腸菌濃度は、日本の 2 次処理施設においては 1 cc 当り 10<sup>3</sup> MPN が標準となっている。シリアにおいても、大腸菌の処理能力は日本と同程度のものを計画すると考え、大腸菌の流入水質条件を設定した。図8.3.9 に各ケースの糞便性大腸菌の水質シミュレーション結果を示す。

表 8.3.17 Coastal Area における流入水質と流出負荷 (Case1 と Case2) (Case 1: 水質汚濁対策無)

(								
D: N	Discharge	Total C	oliform					
River Name	$m^3/s$	MPN/100ml	MPN/day					
Lattakia	1.32	2.4.E+07	2.77E+16					
Tartous	1.04	2.6.E+07	2.34E+16					

(Case 2: 水質汚濁対策有)

Divor Nome	Discharge	Total C	oliform
River Name	$m^3/s$	MPN/100ml	MPN/day
Lattakia	1.32	1.0.E+05	1.14E+14
Tartous	1.04	1.0.E+05	8.99E+13

各ケースの水質シミュレーション結果の概要は、以下のとおりである。

・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。

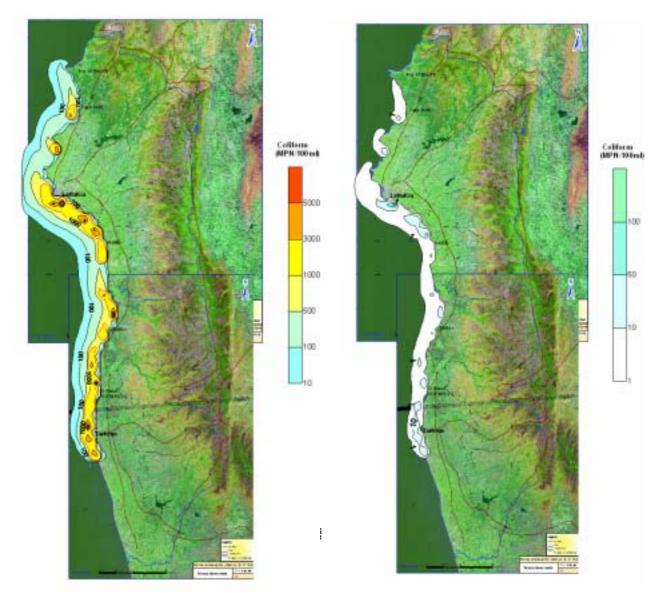


図 8.3.9 水質シミュレーションによる地中海の糞便性大腸菌の予測結果

## (3) 工場排水の汚濁負荷削減

図 8.3.6 は、下水道整備は公共水域に排出される BOD のような有機性汚濁負荷を相当量削減できることを示している。Case2 と Case3 の負荷量推計に際し、下水道のみが整備されるとし、工場排水については、汚濁負荷の削減を前提としていない。しかし、図 8.3.6 に見られるように、下水道整備後においては、工場排水の BOD 負荷は全流出負荷に対して相当な割合を占めている。特に Raqqa と Deir-Er-zor においては、工場排水の負荷が大きいため、下水道整備だけでは将来の BOD 負荷を現状よりも減少させることはできない。このことは、公共水域の水質改善を総合的な対策として達成するためには、下水道整備のほか、工場排水の汚濁負荷削減も必要なことを意味している。シリアが制定している公共水域に排出する排水の水質基準(表 3.4)は、工場排水の負荷削減を強制的に行う根拠になり得る。

2025 年における県別工場排水負荷について、排水基準を順守する前と順守した後の比較

を表 8.3.18 に示す。

表 8.3.18 排水基準を順守前と後の県別工場排水負荷の比較

		2025 bet	fore legal com	npliance	2025 at	fter legal com	pliance	diffe	rence
		flow	water	load	flow	water	load	reduced	reduction
		volume	quality		volume	quality		load	percentage
		m <sup>3</sup> /day	mg/l	kg/day	m <sup>3</sup> /day	mg/l	kg/day	kg/day	%
	BOD		514	5,803		40	452	5,356	92.2
T 1 *	COD	11,309	3183	35,998	11,309	150	1,606	34,302	95.3
Lattakia	T-N		68	771		55	622	149	19.3
	T-P		43	486		15	170	316	65.1
	BOD		906	4,876		40	215	4,661	95.6
<b></b>	COD	5,379	6411	34,482	5,379	150	807	33,677	97.7
Tartous	T-N		163	876		55	296	580	66.2
	T-P		146	783		15	81	702	89.7
	BOD		719	30,244		40	1,683	28,561	94.4
	COD	42,083	1513	63,677	42,083	150	6,313	57,364	90.1
Deir-Ez-zor	T-N	,	6.7	284	,	6.7	284	0	0
	T-P		21	866		15	631	235	27.1
	BOD		480	2,504		40	209	2,295	91.7
	COD	5,218	2536	13,233	5,218	150	783	12,450	94.1
Hassakeh	T-N	-,	33	172	-,	33	173	0	0
	T-P		8.4	44		8.4	44	0	0
	BOD		370	12,284		40	1,329	10,955	89.2
	COD	33,224	787	26,150	33,224	150	4,984	21,166	80.9
Raqqa	T-N	33,224	11	366	33,224	11	366	0	0
	T-P		2.6	86		2.6	86	0	0
	BOD		623	3,107		40	199	2,908	93.6
	COD	4,985	3512	17,508	4,985	150	748	16,760	95.7
Dar'aa	T-N	4,763	44	218	4,703	44	218	0,700	0
	T-P		31	155		15	75	80	51.8
	BOD		232	17,449		40	3,004	14,445	82.8
	COD	75,091	1286	96,531	75,091	150	11,264	85,268	88.3
Rural Damascus	T-N	75,091	21	1,601	73,091	21	1,601	05,200	00.3
	T-P		6.5	487		6.5	487	0	0
	BOD		115	13,425		40	4,667	8,758	65.2
	COD	116,670	869	101,337	116,670	150	-		82.7
Aleppo		110,670	19		110,070	130	17,501	83,837	
	T-N T-P		19	2,183 1,194		19	2,183 1,194	0	0
			905			40			95.6
	BOD	1.40		128	1.40		6	122	
Quneitra	COD	142	3880	549	142	150	21	528	96.1
	T-N		19	3		19	3	0	0
	T-P		12	2		12	2	0	0
	BOD	40.700	38	1,606	40.500	38	1,606	0	0
Damascus	COD	42,508	485	20,609	42,508	150	6,376	14,233	69.1
	T-N		10	432		10	432	0	0
	T-P		1.4	58		1.4	58	0	0
	BOD		289	97,431		40	13,370	78,061	80.1
Total	COD	336,608	1218	410,076	336,608	150	50,491	359,585	87.7
	T-N		21	6,906		18	6,177	729	10.6
	T-P		12	4,160		8.5	2,862	1,334	32.1

Note) Legal regulations: BOD 40mg/l, COD 150mg/l, T-N 55mg/l, T-P 15mg/l (in case of discharged to rivers)

前表によれば、排水基準を満足するためには工場排水の有機汚濁負荷(BODとCOD)をかなりなレベルまで削減することが求められている。工場排水の水質は非常に高濃度であるが、規制水質はかなり厳しく設定されているためである。殆どの県において、80%以上のBOD 及び COD の削減率を達成する必要がある。一方、T-Nと T-P に関しては、規制値がBODや COD ほど厳しくないため、それほど多くの削減量を必要としていない。

表 8.3.19 は、2025 年の Case3 において工場排水の負荷が規制されたレベルまで削減された場合の流域ごとの BOD 流出負荷である。表に見られるように、もし工場排水負荷が規制値を守った場合、BOD 流出負荷は更に減少し元の Case3 (処理効率の高い下水処理を実施)の 56~87%のレベルになる。これは排水先の公共水域の水質が、図 8.3.7~8.3.8 に示した数値よりも更に 56~87%改善されることを意味する。工場排水の水質規制は、Euphrates と Coastal 流域において特に有効である。

しかしながら、排水基準に規定された水質はシリアの現状に対し厳しすぎるきらいがあり、全ての企業(中小企業を含む)に対して一斉にこれを順守させるのは非常に困難であるう。主要な国営企業を手始めに、徐々に改善していくプロセスを踏むことが肝要であるう。工場排水の汚濁制御の詳細については8.5節で論ずる。

表 8.3.19 2025 年の Case 3 における規制後の工場排水 BOD 流出負荷

(kg/day)

Basin	Run-off load in 2025 Case 3	Reduction required for industrial load	= - 2025 Case 3 after reduction of industrial load	= / ×100 percentage of load after industrial load reduction	Remarks
Euphrates	88,486	48,274×0.8 = 38,619	49,867	56.4	Aleppo, Raqqa, Deir-Ez-zor
Khabour	19,104	2,295×0.8 = 1,836	16,680	87.3	Hassakeh
Yarmouk	8,275	3,030×0.8 = 2,424	5,851	70.7	Dar'aa, Quneitra
Barada/Awaj	32,452	14,445×0.8 = 11,556	20,896	64.4	Damascus, Rural Damascus
Coastal	18,961	10,017×0.8 = 8,014	10,947	57.7	Tartous, Lattakia

## 8.3.5 地下水の水質汚濁解析

第3章で述べたように、Damascus 郊外県は水道水源の地下水への依存が極端に大きく、地下水の水質汚染が深刻な問題となっている。従って、地下水の水質汚濁解析は Damascus 郊外県において行うものとする。

しかしながら、地下水の汚染メカニズムを厳密に解析することは多大な時間と高度な専門知識を要することから、帯水層に流入する汚濁負荷量と地下水水質との関係に基づく簡易な手法を用いる。すなわち、地下水の複雑な汚染メカニズムをひとつのブラックボックスとして捉え、現状の流入負荷(インプット)と地下水の水質(アウトプット)のみに着目し、将来の汚濁負荷量が地下水に及ぼす影響を予測する。汚濁の指標は T-N を採用する。

## (1) 汚濁負荷の地下水汚染への寄与

第3章に示したとおり、Damascus 南東部の地域の地下水は非常に汚染している。**表 8.3.20** は DAWSSA から入手した硝酸性窒素の濃度である。表に見られるように、合計 306 地点の観測ポイントのうち、280 地点で硝酸性窒素の濃度が 50mg/l (WHO 基準)以上を示している。これらデータの平均値は77.0mg/l と計算され、この値も WHO 基準を大きく超えている。

Concentration range	Number of Point	Percentage
Less than 50mg/l	26	8.5
From 50 to 100mg/l	232	75.8
From 100 to 150mg/l	41	13.4
From 150 to 200mg/l	6	2.0
More than 200mg/l	1	0.3
Total	306	100.0

表 8.3.20 地下水の NO<sub>3</sub> 濃度分布

こうした地下水汚染は、Damascus 市及び Damascus 郊外県から発生するあらゆる汚濁源 -家庭汚水、工場排水、下水処理場法流水、面源等 - によって引き起こされていることは明 白である。しかしながら、汚濁源のどれ程が地下水汚染に影響を与えているか究明することは非常に難しい。

様々な汚濁源から排出される汚濁負荷の一部は、地中に浸透する。更に、土は粒子の働きを通じて汚濁物をろ過、吸着する機能がある。また、粒子は土中の生物に水質浄化に有用な微生物を供給し、有用な植物のベースとなる働きがある。汚水は土によるろ過や吸着のような物理化学的働きによって浄化されるとともに、土中の微生物の代謝による生物的働きによっても浄化される。

生物学的浄化は、土の表面と汚水が流れる周辺に十分な酸素がある好気状態では、汚水中の有機物は BOD 分解菌により  $CO_2$  に分解され、窒素化合物は硝化菌によって酸化( 硝化 ) される。浮遊物質は土中生物の働きで分解し、土の詰まりは取り除かれる。土中酸素濃度が低いまたはゼロの弱好気または無酸素状態では、亜硝酸、硝酸性窒素は通性嫌気性菌により還元され、窒素ガスとして除去される( 脱窒 )。

このようなメカニズムを数値的に説明できるデータはないので、本調査では浄化率(脱 窒率)は無視し、浸透率を以下のように想定した。

Category	Infiltration	Purification	Remarks
	Ratio	Ratio	
Sewerage with a concrete outfall channel	0.5	0.0	Adraa STP, Proposed STP
Sewerage without a concrete outfall channel	0.9	0.0	Outfall of untreated sewage
Other pollution sources	0.9	0.0	

表 8.3.21 浸透率、浄化率の想定

この想定の元、T-N 浸透負荷を計算した。その結果は表 8.3.22 に示すとおりである。地下の帯水層へ浸透する汚濁負荷は 2006 年、2025 年 Case1、2025 年 Case2、2025 年 Case3 においてそれぞれ 20.8t/d、37.6t/d、22.1t/d、13.9t/d となる。この結果、もし何も対策がとられない場合、2025 年の T-N 負荷量は 2006 年に対し、1.8 倍に増加すると予測される。また、従来の処理方法で下水処理がなされたとしても、2025 年における負荷量は 2006 年よりもわずかに増加する。この表は、地下の帯水槽へ浸透する T-N 負荷を削減するためには、下水処理として Adraa 処理場及び今後計画する処理場ともに窒素除去プロセスの導入(例:ODプロセス)が不可欠であることを示唆している。

# 表 8.3.22 T-N 浸透負荷量

#### **Present (2006)**

Compartmentation of Pollution Load		T-N Discharge Load in 2006 (kg/day)			Infiltration Rate	T-N Infiltration Load in 2006 (kg/day)		
Comparti	inclitation of Foliution Load	Rural Damascus	Damascus	Total	minuation Rate	Rural Damascus	Damascus	Total
Point	Living System	1,009.1	35.3	1,044.4		908.2	31.8	940.0
Load	Sewerage System	13,380.4	8,724.6	22,105.0	(a)Sewerage: 0.5	12,042.4	4,362.3	16,404.7
	Industry	1,324.0	163.0			1,191.6	146.7	1,338.3
	Sub-Total	15,713.5	8,922.9	24,636.4	(b)Sewerage: 0.9	14,142.2	4,540.8	18,682.9
Non-Point	Land Use System	2,113.7	54.1	2,167.8	(sinple excavation)	1,902.3	48.7	1,951.0
Load	Live Stock System	156.1	9.1	165.2	(c)Others: 0.9	140.5	8.2	148.7
	Sub-Total	2,269.8	63.2	2,333.0		2,042.8	56.9	2,099.7
	Grand-Total	17,983.3	8,986.1	26,969.4		16,185.0	4,597.7	20,782.6

#### CASE-1 (2025)

Compartmentation of Pollution Load			Discharge l 5 CASE-1 (l		L.Classica Dete	T-N Infiltration Load in 2025 CASE-1 (kg/day)		
Comparti	nentation of Pollution Load	Rural Damascus	Damascus	Total	Infiltration Rate	Rural Damascus	Damascus	Total
Point	Living System	1,997.3	53.7	2,051.0		1,797.6	48.3	1,845.9
Load	Sewerage System	26,553.4	10,619.5	37,172.9	(a)Sewerage: 0.5	23,898.1	5,309.8	29,207.8
	Industry	3,508.2	432.0			3,157.4	388.8	3,546.2
	Sub-Total	32,058.9	11,105.2	43,164.1	(b)Sewerage: 0.9	28,853.0	5,746.9	34,599.9
Non-Point	Land Use System	3,046.6	35.2	3,081.8		2,741.9	31.7	2,773.6
Load	Live Stock System	207.2	12.0	219.2	(c)Others: 0.9	186.5	10.8	197.3
	Sub-Total	3,253.8	47.2	3,301.0		2,928.4	42.5	2,970.9
	Grand-Total	35,312.7	11,152.4	46,465.1		31,781.4	5,789.4	37,570.8

#### CASE-2 (2025)

CASE-2 (	2023)							
Compartmentation of Pollution Load		T-N Discharge Load in 2025 CASE-2 (kg/day)			Infiltration Rate	T-N Infiltration Load in 2025 CASE-2 (kg/day)		
Comparu	icitation of Foliation Load	Rural Damascus	Damascus	Total	minitation Rate	Rural Damascus	Damascus	Total
Point	Living System	1,042.2	53.7	1,095.9		938.0	48.3	986.3
Load	Sewerage System	21,986.3	10,619.5	32,605.8	(a)Sewerage: 0.5	10,993.2	5,309.8	16,302.9
	Industry	1,601.0	432.0			1,440.9	388.8	1,829.7
	Sub-Total	24,629.5	11,105.2	35,734.7	(b)Sewerage: 0.9	13,372.0	5,746.9	19,118.9
Non-Point	Land Use System	3,046.6	36.2	3,082.8	(sinple excavation)	2,741.9	32.6	2,774.5
Load	Live Stock System	207.2	12.0	219.2	(c)Others: 0.9	186.5	10.8	197.3
	Sub-Total	3,253.8	48.2	3,302.0		2,928.4	43.4	2,971.8
	Grand-Total	27,883.3	11,153.4	39,036.7		16,300.5	5,790.3	22,090.7

#### CASE-3 (2025)

CHOL 5 (2	ASE-3 (2023)							
Compartmentation of Pollution Load		T-N Discharge Load in 2025 CASE-3 (kg/day)		Infiltration Rate	T-N Infiltration Load in 2025 CASE-3 (kg/day)			
Comparti	Compartmentation of Foliation Load		Damascus	Total		Rural Damascus	Damascus	Total
Point	Living System	1,042.2	53.7	1,095.9		938.0	48.3	986.3
Load	Sewerage System	10,993.1	5,309.8	16,302.9	(a)Sewerage: 0.5	5,496.6	2,654.9	8,151.5
	Industry	1,601.0	432.0			1,440.9	388.8	1,829.7
	Sub-Total	13,636.3	5,795.5	19,431.8	(b)Sewerage: 0.9	7,875.4	3,092.0	10,967.5
Non-Point	Land Use System	3,046.6	36.2		(sinple excavation)	2,741.9	32.6	2,774.5
Load	Live Stock System	207.2	12.0	219.2	(c)Others: 0.9	186.5	10.8	197.3
	Sub-Total		48.2	3,302.0		2,928.4	43.4	2,971.8
	Grand-Total	16,890.1	5,843.7	22,733.8	_	10,803.9	3,135.4	13,939.3

# 推計した T-N 負荷の検証

ここで推計した 2006 年の T-N 負荷について、その妥当性を他の情報をもとに検証する。 Barada/Awaj 流域の地下水の水資源量について、MOI の推計では 2004 年時点で 838 百万  $\mathrm{m}^3$ /年 (湧水の 165 百万  $\mathrm{m}^3$ /年を含む) とされている。一方、WB の推計では 2003 年に 302 百万  $\mathrm{m}^3$ /年としており、両者の推計には大きな差が見られるが、これより、水資源量は 1,844

 $\sim 827$  千  $\mathrm{m}^3$ /日の範囲となる。地下水の水質に関しては、 $\mathrm{NO_3}$ 濃度は DAWSSA 提供のデータの平均値が 77 $\mathrm{mg/l}$  である。これは  $\mathrm{NO_3}$ -N の濃度に換算すると 17.4 $\mathrm{mg/l}$ (  $77\times0.226$  )となる。 従って帯水層中の窒素汚濁負荷は以下のように計算される。

32,100 kg/d (1,844×17.4) ~ 14,400 kg/d (827×17.4) 平均:23,300 kg/d

従って、推計した 2006 年の T-N 浸透負荷量 20,800kg/d は、上記の数値と対比して妥当と考えられる。

#### (3) 将来水質予測

先に推計した T-N 浸透負荷量に基づき、地下水の平均水質は**表 8.3.23** のように計算される。表に見られるように、Case3 だけが「調査団が提案する対象水域の水質目標(表 8.2.2 参照)」(T-N 12mg/l)を満足し、また WHO のガイドライン( $NO_350mg/l$ )もほぼ達成する。

	2006	2025 Case 1	2025 Case 2	2025 Case 3
T-N Infiltration Load (kg/d)	20,783	37,571	22,091	13,939
Rate against 2006	1.00	1.81	1.06	0.67
Water Quality as T-N (mg/l)	17.4	31.5	18.4	11.7
Water Quality as NO <sub>3</sub> (mg/l)	77.0	139.4	81.6	51.6

表 8.3.23 将来水質予測結果

# 8.3.6 結論

# (1) 下水道整備が公共水域の水質に及ぼす影響

#### 1) Euphrates III

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/I 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

Khabour 川、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、水質基準値(案)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 流域の 地下水の水質は、脱室プロセスを有する下水処理(Case3)だけが「調査団が提案する対象水域の水質目標(表 8.2.2 参照)」(T-N 12mg/l)を満足し、また WHO のガイドライン ( $NO_350mg/l$ ) 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 と Coastal 流域において特に有効である。

# 8.4 提言

# 8.4.1 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、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、 脱室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と 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。

#### 8.4.2 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

既存の県下水道整備マスタープラン(= Regional Plan)に関する調査団の所見を以下に示す。あるマスタープランは策定年次が古く、また全体的に技術面で未熟である。一般的に、マスタープランは各県の下水道施設を効率的に整備していくために、事業の長期目標を与え、個別の下水道事業実施に際しての指針となるべきものである。この点、既存マスタープランは下水道事業実施の指針にはなりえない。

これらを考慮すると、本調査においては、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)

マクロプラン策定に際しては、河川流域に基づくアプローチを行う。換言すれば、ある流域の下水処理計画は当該流域に既存水環境に負の影響を与えてはならない、もしくは下水放流点を変更することで、当該河川流域の既存水環境に負の影響を与えてはならない、ということである。

第 2 に、本調査で対象 7 県の特定中心都市につきマスタープランを策定する。マスタープランには下水道整備地区・処理人口・発生下水量及び水質・主要下水幹線ルート及び管径の設計・ポンプ場及び下水処理場・事業フェーズ分け・下水道システム建設及び運転維持管理費用積算・所要人員数を含む運転維持管理計画・下水道料金設定、等が含まれる。

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、マスター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る。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について提言を行う。

#### 8.4.3 その他の対策に関する提案

水質汚濁に係わる主な汚濁源は、点汚染源として生活排水、工場廃水、農業排水(畜舎排水) 面汚染源として農業地域、都市地域、自然地域からの汚濁が挙げられる。これらの汚濁源の中で、点汚染源である生活排水、工場廃水、農業排水(畜舎排水)に対する汚濁削減対策は極めて重要である。生活排水に対する汚濁削減対策は、前項において述べられている。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

農業省情報と現地調査に基づき畜舎廃水の状況について述べる。シリアにおける家畜は、肉牛・乳牛、羊・山羊、その他(駱駝、ロバ、ラバ、馬)である。これらの家畜は昼間、野外にて飼育され、その一部の家畜は夜間のみ畜舎で飼育されている。また、極めて少数であるが、家畜は家畜産業の農場において飼育生産されている。(表 8.4.1 参照)この資料によると、家畜産業の農場では約 32,000 頭の牛と 7,500 頭の羊が育成されている。これらの農場(畜舎)は排水施設を有せず、通常、「ボロ出し」と言われる固形廃棄物として排出され、天日乾燥の後、農地等へ還元されている。したがって、シリアの水質汚濁問題おけるポイントソースとしての畜舎排水の影響はないと判断し、汚濁削減対策は必要ないと考える。

		牛			羊		
県 名	農場数	能力 (頭)	飼育実数 (頭)	農場数	能力 (頭)	飼育実数 (頭)	
Lattakia	28	627	172	1	100	0	
Tartous	110	1,996	2,446	2	730	0	
Deir-Ez-zor	0	382	119	1	100	1,740	
Hassakeh	43	509	320	5	370	495	
Raqqa	0	0	0	2	0	1,740	
Dar'aa	189	6,765	17,203	10	2,093	2,969	
Rural Damascus	102	2,821	1,767	0	0	0	
Aleppo	11	1,955	1,677	0	0	0	
Hama	80	2,401	1,685	3	2,783	1,398	
Homs	142	4,251	3,044	3	0	703	
Idleb	62	1,268	2,497	3	100	175	
Sweida	62	1,503	840	3	510	0	
Qunetra	0	0	0	0	0	0	
Damascus	0	0	0	0	0	0	
合 計	838	24,478	31,770	32	6,686	7,480	
全国の家畜総数	牛	山羊	羊	水牛			
土岡の外田総数	709	691	11,060	3	(×1,000	頭、2006年)	

表 8.4.1 家畜産業における農場数と飼育数

出典)農業省、統計資料(2006)

次の記述は農業排水に関する対策ではなく、Damascus 郊外県における潅漑用水の問題に

関する提案である。Damascus 郊外県の Adraa 及び Ghouta 地区において潅漑用水による農業 生産物への悪影響が発生していると言われている。

Adraa 地区では、Adraa 下水処理場の処理水が潅漑用水として再利用されている。水質分析の結果によると処理水中のアンモニア性窒濃度は、農業利用のための水質基準値を超えている。しかしながら、二つの区域におけるこの問題に関する実際の状況および原因は明らかになっていない。これらの状況から、Damascus 郊外県の潅漑用水に関するシリア関連機関による提案を表 8.4.2 に、調査団による Adraa 下水処理場の現況と改善策を表 8.4.3 に示す。

表 8.4.2 Damascus 郊外県の潅漑用水に関する提案 (シリア関連機関)

提案内容	備考	担当機関
実際の状況および原因調査	原因が不明の為対策が	農業省
	講じられない。	
Adraa 下水処理場の処理レベル向上	住宅・建設省は Adraa	住宅・建設省
	下水処理場の高度処理	
	を検討中である。	

表 8.4.3 Adraa 下水処理場の現況と改善策(調査団)

問題	現 況	適用可能な改善策
処理下水の 再利用	処理下水が高濃度の栄養塩を含むため、周辺農 民が積極的に灌漑利用したがらない。	処理水質向上のため、Adraa 処理場に追加処理施 設を導入する。
エアレーション 時間不足	流入汚水量と比較すると、現在運転されている Iアレーションの合計容量では適正なIアレーション時間を確 保できない。	既存エアレーションタンク槽数は 56 池である。流入汚水量に対し適切なエアレーション時間を得られる容量を確保するため、タンクの増設を行う。
	既存エアレーションタンクの総容量は 95,200 m³。この容量に基き、標準 BOD-SS 負荷 0.3 kgBOD/kgSS 日、流入 BOD 濃度 300 mg/l、MLSS 2,500 mg/l の条	所要エアレーション時間を確保するため、エアレーションタンクを増 設するか、高効率エアレーション装置を導入する。
	件で、実際の処理場能力を計算すると 238,000 m <sup>3</sup> /日である。公称能力 485,000 m <sup>3</sup> /日と比較すると非常に小さい。	所要エアレーション時間の確保・維持は処理水質向上につ ながる。
	流入 BOD 濃度 300 mg/l は <b>図 5.2.19</b> から得た。 この数値は総サンプルの 90%を上回っている。	
汚泥処理プロセスろ液 返送の影響	汚泥処理プロセスのろ液は現在、流入ポンプ場の直上流にあるピットに返送されているが、この返送ろ液が本処理場の処理効率を悪化させてきたように考えられる。 流入ピット(返流水含まず)及び 流入ポン	汚泥処理プロセスろ液の返送を中止するためには、その運転を中止しなければならない。即ち、 汚泥濃縮タンクと汚泥嫌気消化タンクの運転を中 止する。
	プ場下流(返流水含む)で採取された汚水サンプルの水質分析結果は以下の如くであった:	汚水処理プロセスからの引き抜き汚泥は汚泥乾燥 床に直接投入する。これは暫定措置である。
	水質項目流入ピットポンプ場下流SS136258COD275435計測日) 2006 年 7 月 5 日	汚泥乾燥床は悪臭の問題があるため、上記措置は 長期対策にはなりえない。前述したように、エアレー ションタンク増設用地が将来的に必要になる可能性があ る。将来に亘り流入汚水量は増加し、発生汚泥量 増加する。そのため、安定的汚泥処理機能を確保
	返送ろ液の悪影響は明らかである。	するため、革新的対策を講じる必要がある。
汚泥処理プロセスの低 運転効率	調査団の場内踏査によれば、最初沈殿池汚泥濃度が非常に高い。この汚泥性状が汚泥消化タンクの運転効率に影響しているようである。汚泥ガス攪拌が不十分であるため、発酵工程が正常	機械汚泥脱水装置の導入が望ましい。これにより、   既存汚泥乾燥床の広大な用地が、エアレーションタンク増設   用地に転用できる。
	カス境弁が小一方であるため、光解工程が正常 に行われていない。	既存汚泥消化タンク有効利用のため、汚泥攪拌装

表 8.4.3 Adraa 下水処理場の現況と改善策 (調査団)

問題	現 況	適用可能な改善策
	タンクの低運転効率は VSS の分析結果により 検証できる:	置設置も検討すべき改善案である。 汚泥コンポスト化も汚泥処理の 1 オプションであるが、まず、コンポストへの需要を把握するため、
	指標 消化前汚泥 消化後汚泥 VSS (%) 58 47.9 計測日) 2006 年 7 月 5 日	周辺農家に対するマーケット・リサーチを実施すべきである。コンポスト化計画策定に当たっては、 発生汚泥が高濃度の窒素・リンを含有しており、 寄生虫卵混入の危険性もあることから、「発酵工程」が必要不可欠である。

# (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 8.4.4 に示す。

表 8.4.4 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
	エーカリングン	
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 技術協力プロジェクト「The Capacity Development of Environmental Monitoring at Directorates for Environmental Affairs in Governorates」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。 潅漑省: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、季節稼動である。 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	現在、計画中あるいは、建築中の4つの工業地区を <b>表8.4.5</b> に示す。

表 8.4.4 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
		と建設( なめし皮 工場の専用区域 を含む)	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
		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	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。

表 8.4.5 計画・建設中の工業地区

名 称	工業地区面積(ha) 現在(計画)	進捗率	稼動工場数(計画工場数)	廃水処理施設
Aleppo	1,162ha (4,412ha)	50%	123 (810 工場)	100,000m³/day (調査中)
Homs	938 ha (2,500ha)	-	50 (237 工場)	66,000m³/day (調査中)
Adraa	1,610ha (7,000ha)	20%	65 (936 工場)	3 処理施設 工場廃水処理、 なめし皮廃水処理施設、 工場用水浄水場
Deir-Ez-zor	- (1,200 ha)	調査段階		

出典) 地方行政・環境省

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 8.4.6 参照)

表 8.4.6 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	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。	工業省
搾工場	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	(工業会議所)
	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。	
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	工業省
	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。	
有害物質を含む汚	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	住宅・建設省
泥	<b>వ</b> 。	
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	地方行政
	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。	・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	工業省
	工場に対して行政指導を強化する。	
工場公害防止管理	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	工業省
者の導入	公害防止管理者の導入を推奨する。	
クリーナープロダ	工場公害防止管理者の指示の基に生産現場におけるクリーナー	工業省
クションの拡充	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。	

## 表 8.4.6 工場廃水に係わる提案

項目	対 策	担当機関
優良工場、及び優	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	地方行政
秀な活動を行って	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	・環境省
いる市民・市民団	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	及び工業省
体の表彰システム	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	
の導入	<b>వ</b> 。	
	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	
	繋がるものと考える。	

- 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「公害防止管者」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「公害防止管者」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

#### 8.5 問題のある工場廃水の処理に関する提案

この章では現場踏査及び工場廃水水質調査から得られた情報と知見に基づいて以下の点について記述する。

- 工場の分布状況と工場廃水処理
- 工場廃水水質調査結果
- 工場廃水処理方法
- クリーナープロダクション

## (1) 工場の地域分布と工場廃水処理状況

#### a) 工場の地域分布

シリアの工場は、大きく政府系工場 (Public sector) と民間工場 (Private sector) に分類できる。政府系工場は国民の生活に係わる重要な製品を産出しており、シリアの基幹的な工業生産を担っている。政府系工場は 93 工場あり、業種構成は、タバコ (4 工場 ) 食品 (19

工場 ) 製糖 (9 工場 ) 繊維 (25 工場 ) セメント・建設資材 (10 工場 ) 金属・非鉄金属 (13 工場 ) 化学 (13 工場 )である。

一方、民間工場数は 95,142 工場が集計されており、その内 5 人以下の小規模工場は全工場数の 90.6%を占めている。従業員 101 人以上の大規模な工場数は 128 工場である。(**表 8.5.1** 参照)

従 業 員 数	民間工場数	構成比 (%)
従業員数 5 人以下の工場	86,156	90.6
従業員数 6-9人の工場	5,905	6.3
従業員数 10-50 人の工場	2,690	2.8
従業員数 51-100 人の工場	183	0.2
従業員数 101 人以上の工場	128	0.1
合 計	95,142	-

表 8.5.1 従業員数別工場数(民間工場)

出典)工業省

工場の地域的な分布状況は、Damascus、Rural Damascus、Aleppo の 3 県の工場数が全国の約 59%を占め、これに Homs と Hama を加えると構成比は約 75%に達する。

民間工場についてのみであるが、従業員 101 人以上の大規模な工場は Damascus、Rural Damascus、Aleppo の 3 県で 79%、Homs と Hama を加えた 5 県では 92%を占めている。マスタープラン対象区域である 7 県には、全工場(民間のみ)の 34%、従業員 101 人以上の大規模な工場の 63%が分布している。(表 8.5.2 参照)

県 名	政府系	工場	民間工場		合 計	
Lattakia	8	8.6%	4,075	4.3%	4,083	4.3%
Tartous	2	2.2%	3,427	3.6%	3,429	3.6%
Deir-Ez-zor	4	4.3%	2,169	2.3%	2,173	2.3%
Hassakeh	2	2.2%	3,095	3.2%	3,097	3.3%
Raqqa	1	1.1%	1,865	2.0%	1,866	2.0%
Dar'aa	-	-	2,640	2.8%	2,640	2.8%
Rural Damascus	21	22.6%	14,374	15.1%	14,395	15.1%
Aleppo	19	20.4%	29,642	31.2%	29,661	31.1%
Hama	9	9.7%	7,126	7.5%	7,135	7.5%
Homs	7	7.5%	8,012	8.4%	8,019	8.4%
Idleb	4	4.3%	5,097	5.4%	5,101	5.4%
Sweida	1	1.1%	1,460	1.5%	1,461	1.5%
Qunetra	-	-	190	0.2%	190	0.2%
Damascus	15	16.1%	11,970	12.6%	11,985	12.6%
Total	93	100%	95,142	100.0%	95,235	100.0%

表 8.5.2 県別工場数

出典) 工業省

# b) 廃水処理状況(政府系工場)

工業省の資料により、政府系工場の廃水処理状況を以下のように分類できる。

廃水処理状況 工場数 構成比 下水道へ排出(下水道処理施設あり) 25 廃水処理施設あり(ラグーン等の処理) 2 廃水処理施設あり(沈殿池による処理) 4 43% 廃水処理施設あり(セプティックタンクによる処理) 1 廃水処理施設あり(詳細な記述なし) 農業潅漑、再利用 4 計(処理もしくは再利用等) 40 下水道へ排出(下水道処理施設なし) 17 未処理排出 15 57% 廃水処理に関する記述なし 21 小 計(未処理排出) 53 93

表 8.5.3 廃水処理状況(政府系工場)

出典) 工業省

上記の資料から、政府系工場の 57%が未処理で公共水域へ排出している(処理施設がない下水道も含む)。処理施設が適切かどうかは不明だが、下水道を含む何らかの処理が行なわれている工場は 43%である。(表 8.5.3)

# (民間工場)

民間工場に関しては全体を把握する資料が得られていない。

## (2) 工場廃水水質調査

#### a) 工場廃水水質調査の内容

工場廃水水質調査は、工場廃水の水質特性と処理方法の検討に用いる参考資料を得ることを目的に実施され、調査は「廃水の採水及びその水質分析」、及び「調査対象工場の基本的な情報を得る為のアンケート調査」の 2 つから構成される。詳細な調査内容は英文レポート「Appendix 1 Industrial Wastewatre Quality Analysis Survey in PART III, VolumeIII」に記述した。

## アンケート調査

アンケート調査の内容を以下に示す。

- 基本的な工場の情報
- 生産活動
- 水消費と原材料
- 工場廃水の情報
- 工場廃水処理と必要な施設

# 工場(業種)の選定

工場廃水水質調査の調査対象工場は、高濃度の工場廃水もしくは有害物質を含む廃水を 排出する業種(工場)を選定した。この水質調査の主な対象工場は地方行政・環境省が提 案した工場リストから選定され、最終決定は住宅・建設省との協議により決定された。決定された業種別工場数を表 8.5.4 に示す。

最終選定された対象業種(工場)とインセプションレポートで提案された調査対象業種(工場)案との相違点を以下に示す。

- 地方行政・環境省の情報によりセメント工場からの廃水がないことが明らかとなった。 したがって、調査対象の業種から削除した。
- 製糖工場の主な稼動時期は7月から9月の2、3ヶ月の季節稼動である。また、Homs の精糖工場はメンテナンスの為、稼動が停止していた。調査対象として適切な工場が 得られない為、業種リストから削除した。
- カウンター・パートの情報により、シリアにおける肥料工場は Homs にある 1 工場だけであることが判明した。その為、生産工程別の廃水系統から分析試料採水を実施した。
- 調査対象のその他の業種としてメッキ工場、塗料工場、製薬工場、アルミニウム工場、 バッテリー工場、洗剤工場を選定した。

対象工場は 10 県(Damascus, Rural Damascus, Dar'aa, Tartous, Lattakia, Deir-Ez-zor, Hassakeh, Raqqa, Sweida, Homs, Aleppo)に分布し、その約半数が Rural Damascus に位置している。

業種	分析試料数
オリーブオイル圧搾工場	8
缶詰工場	2
製紙工場	3
なめし皮工場	6
食品工場	11
繊維工場	3
塗料工場	3
メッキ工場	3
製油工場	3
製薬工場	3
アルミニウム工場	4
バッテリー工場	1
肥料及び農薬工場	7
石鹸・洗剤工場	4
合 計	61

表 8.5.4 業種別調査対象数

業種別の水質分析項目を表 8.5.5 に示す。

		業	種	
水質項目	オリーブエ 場・缶詰工場	食品工場	製紙工場	他の業種1)
サンプル数	10	11	3	37
水温	0	0	0	0
pH	0	0	0	0
Precipitable soil materials	0	0	0	0
Total Suspended Solids	0	0	0	0
Sulfide	0	0	0	0
Sulfate	0	0	0	0
Ammonia /Ammonium	0	0	0	0
Phosphate	0	0	0	0
Oils, grease	0	0	0	0
Boron			0	0
Cadmium			0	0
Chromium			0	0
Copper			0	0
Lead			0	0
Mercury			0	0
Nickel			0	0
Zinc			0	0
Cyanide			0	0
Arsenic			0	0
BOD	0	0	0	0
COD	0	0	0	0
TDS	0	0	0	0
Chloride	0	0	0	0
Fluoride			0	0
Pesticides	0		#:151 17	

表 8.5.5 業種別水質分析項目

注1): なめし皮工場、繊維工場、メッキ工場、肥料工場、製油工場、アルミニウム工場、塗料工場、製薬工場、農薬工場、洗剤工場

## b)工場廃水水質調査結果

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。

- 水質分析を行った工場廃水の約 34%は下水道への排出基準における pH の基準値 (pH 6.5 –9.5)を満足していなかった。全 61 試料の内、アルカリ廃水は 2 試料、酸性排水は 19 試料で、最大値は pH 10.2 (洗剤工場) 最小値は pH 2.5 (食用油精製工場)であった。(図 8.5.1 参照)
- 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10,000mg/l程度かそれ以上である。次いで、BOD 2,000mg/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。したがって、8業種において高い濃度の有機汚濁廃水が排出される可能性がある。(図 8.5.2 参照)
- アンモニア性窒素の高濃度廃水 (200 mg/l NH<sub>4</sub>-N) 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。(図8.5.3 参照)

- 200 mg/l を超えるリン酸の高濃度廃水が検出されたのは、オリーブオイル圧搾工場、 食用油精製工場、洗剤工場である。これらに加えて下水道への排出基準を超過する 業種(PO<sub>4</sub> 20 mg/l)としては、製紙工場、肉加工工場、塗料工場である。(**図 8.5.4** 参照)
- 廃水に下水道への排出基準を超える油分が含まれている工場は、塗料、アルミニウム、電池工場である。
- 今回の分析結果から、食品工場を除く調査対象 12 業種において何らかの有害物質検出されており、廃水処理や下水道もしくは公共用水域への排出には注意が必要である。ただし、廃水に有害物質が含まれる理由が不明なものもあり、今回の分析結果だけでの判断では十分ではないと考えられ、今後とも水質データの蓄積が必要と言える。検出された項目の一覧を表 8.5.6 に示す。
- アンケート調査結果から、調査対象工場における廃水処理施設の設置率は約 44%、 業種別の最低施設設置率はオリーブオイル圧搾工場の 14%であった。調査結果から 処理施設を備えた工場は少なくとも沈澱処理プロセスを有していると判断できたが、 廃水水質から適切な処理プロセスを有していると判断できず、工場廃水処理施設の 設置状況は不十分であると考えられる。(表 8.5.7 参照)

業種(工場)	検出された有害物質
製紙工場	ホウ素、クロム、水銀
なめし皮工場	ホウ素、クロム、銅、鉛、水銀
繊維工場	ホウ素、クロム、銅、水銀
塗料工場	クロム、銅
メッキ工場	ホウ素、クロム、銅、鉛、ニッケル、亜鉛
油精製工場	ホウ素、クロム、鉛、亜鉛、砒素
医療薬品工場	ホウ素
アルミニウム工場	ホウ素、クロム、銅、ニッケル、砒素、フッ素
乾電池工場	ホウ素、亜鉛
化学工場	ホウ素
肥料工場	ホウ素、カドミニウム、水銀、ニッケル、亜鉛、シアン、砒素
洗剤工場	ホウ素、クロム、水銀

表 8.5.6 検出された有害物質

業種	調査対象の工場数						
· 未 性	計	処理施設あり		処理施設	足なし		
オリーブオイル圧搾工場	7	1	14.3%	6	85.7%		
食品工場	14	6	42.9%	8	57.1%		
製紙工場	3	1	33.3%	2	66.7%		
なめし皮工場	4	3	75.0%	1	25.0%		
繊維工場	3	1	33.3%	2	66.7%		
塗料、製薬、肥料、農薬、洗剤工 場	13	7	53.8%	6	46.2%		
メッキ、アルミニウム、バッテリ ー工場	7	3	42.9%	4	57.1%		
製油工場	1	1	100.0%	0	0.0%		
合 計	52	23	44.2%	29	55.8%		

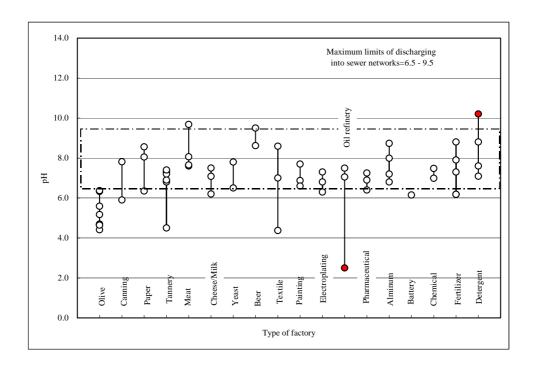


図 8.5.1 工場廃水水質調査結果 (pH)

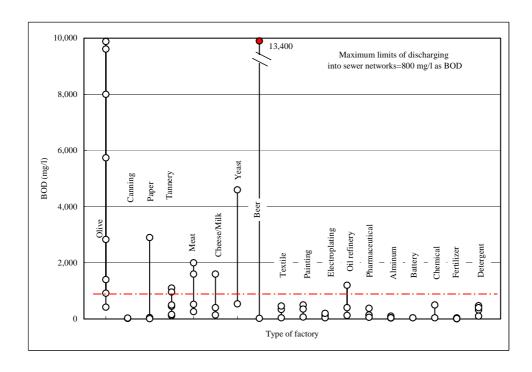


図 8.5.2 工場廃水水質調査結果(BOD)

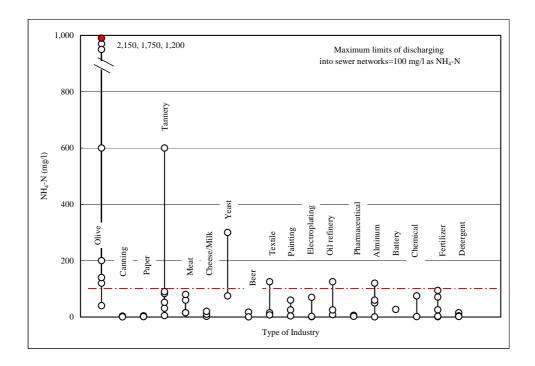


図 8.5.3 工場廃水水質調査結果(NH<sub>4</sub>-N)

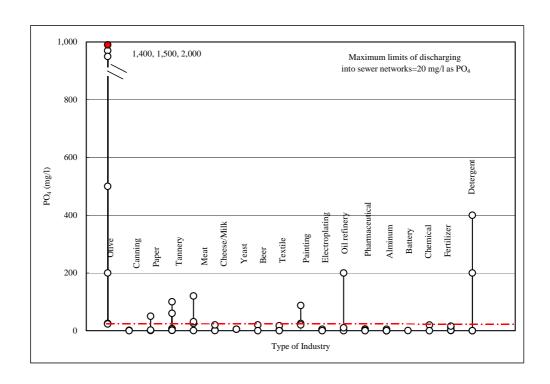


図 8.5.4 工場廃水水質調査結果 (PO<sub>4</sub>)

## (3) 工場廃水処理(適切な処理方法の提案)

この項では現場踏査及び工場廃水水質調査から得られた情報と知見に基づいて工場廃水 処理方法とシステムについて以下の内容で記述する。

- ▶ 特別な条件、問題がある工場廃水
  - オリーブオイル圧搾工場廃水
  - 製糖工場の廃水
  - なめし皮工場の廃水
  - メッキ工場の廃水
  - 繊維工場の廃水
- ▶ 下水道整備区域内の工場廃水処理(除害施設)
- ▶ 下水道整備区域外の工場廃水処理(廃水処理施設)

## a) 特別な条件、問題がある工場廃水

この項では以下に示す特別な条件を持つ工場や問題のある工場排水を取上げ、その工場に適した処理方法について説明をする。

#### オリーブオイル圧搾工場廃水(OMW)

オリーブオイル圧搾工場の県別工場数は、Aleppo が最も多く、次いで Tartus、Lattakia となり、3 県の工場数は全国の 78%になっている。また、マスタープラン対象区域(7県)における工場数は全国の 44%を占めており、マスタープラン対象 7 県内における Tartous、Lattakia のシェアーは 90%に達している。(表 8.5.8 参照)

県名	従業員数規模別工場数								
<b>未</b> 口	1 - 5	6 - 9	10-50	51-100	101 以上	合計			
Lattakia	90	25	14	0	0	129			
Tartous	119	44	25	0	0	188			
Deir-Ez-zor	4	0	0	0	0	4			
Hassakeh	0	1	0	0	0	1			
Raqqa	0	0	0	0	0	0			
Dar'aa	9	7	2	0	0	18			
Rural Damascus	9	2	2	0	0	13			
Aleppo	64	80	98	0	0	242			
Hama	11	1	2	1	0	15			
Homs	14	4	1	0	0	19			
Idleb	44	17	23	0	0	84			
Sweida	4	0	0	0	0	4			
Qunetra	0	0	0	0	0	0			
Damascus	3	0	1	0	0	4			
Total	371	181	168	1	0	721			

表 8.5.8 県別オリーブオイル圧搾工場数

出典) 工業省(2006)

#### オリーブオイル圧搾工場の特徴として、

オリーブオイル圧搾工場はシリアにおいて歴史的、且つ重要な産業である。

- オリーブオイル圧搾工場は民間工場であり、また、そのほとんどが小規模工場である。
- 工場はオリーブ生産地域に直結し分布している。
- 工場の稼動時期はオリーブの収穫時期(10月から2月)に限定されており、その時期以外に廃水の排出はない。
- オリーブオイル圧搾工場の廃水(OMW)の特徴を以下に示す。
- OMW は BOD、COD として表現される有機物を多量に含む。
- OMW に残存する油分、蛋白質を多く含み、窒素、リンも高い濃度である。
- これらの有機物は溶存、固形物、もしくは乳化状態、膠状で含有されている。
- 高濃度のポリフェノールを含有しており、このポリフェノールは抗酸化作用が ある為、生物処理を行う際の障害となる。
- OMW 水質を表 8.5.9 に示す。

工場廃水水質調査結果では、pH 4.4、BOD 9,900 mg/litter、COD 159,000 mg/litter、SS 6,000 mg/litter、NH<sub>4</sub>-N 2,250 mg/litter、PO<sub>4</sub> 2,000 mg/litter、TDS 13,000 mg/litter(n=8, pH を除いて他の項目は全て最大値)が検出されている。

Item	Tunisia	'80 Germany	'88 Italy	UNDP 1)	'07 Aleppo 2)	'07 ЛСА 3)
pН	5.2	-	-	4.7 - 5.2	-	4.4
SS (mg/l)	172,000	1,000	20,000 – 6,000	9,000	342	6,000
BOD (mg/l)	75,000	90,000 – 100,000	30,000 – 60,000	45,000 – 60,000	3,800	9,000
COD (mg/l)	196,150	120,000 – 130,000	100,000 – 150,000	35,000 – 41,000	-	159,000
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	-	-	-	-	-	2,250
PO <sub>4</sub> (mg/l)	-	-	-	-	-	2,000
Oil & Greece (mg/l)	-	300-10,000	2,000 - 5,000	3,000 – 10,000	493	
Polyphenol (mg/l)	-	10,000 – 24,000	10,000 – 15,000	3,000 – 2,300	-	-

表 8.5.9 オリープオイル圧搾工場廃水の水質

- 1) UNDP Industrial Waste management for the Olive Oil Pressing Industries in Lebanon, Syria & Jordan
- 2) Having been left in a pit far beyond operation period (Jan. 2007)
- 3) In the wastewater quality analysis of this Study, pH as minimum and others as maximum are detected. Number of data is seven data. (Jan. Feb. 2007)

## ▶ 現況の処理・処分状況

マスタープラン調査区域おける OMW の廃水処理は、蒸発散を目的とした安定池方式が採用されている。現在、この処分場は Dar'aa に 4 施設が建設されている。Dar'aa の場合は、1/3 の工場が処分場において廃水処理を行っているが、約 2/3 の工場は河川へ排出している。Dar'aa の処分場施設は素掘りの池で投棄された廃水は 2 ヶ月から 4 ヶ月間で蒸発散・地下浸透により乾燥する。

この OMW 処分場に関して、いくつかの問題が挙げられている。

- 全廃水量に対して、既存施設数が不十分である。
- 環境配慮が欠けている。
- Dar'aa における一つの処分場は環境問題 (悪臭)の為、停止している。
- ・地下水汚染やモニタリング計画に対する検討が欠けている。

#### ▶ 水質汚濁・汚染問題の発生

地方行政・環境省の情報によると、Lattakia、Torjamo 地区 Deafe Spring (水道水源)においてオリーブオイル圧搾工場廃水が原因とされる汚染が発生した。この事態に対して水源の上流部にある 3 工場に対し県知事命令による操業停止処分が出されていた。(2006 年 11 月)

- ▶ 処理施設の参考事例:チュニジア、スファクス市の乾燥床付きの安定池 1999 年、チュニジア、スファクス市(Sfax city)において乾燥床付きの安定池が建 設された。この処理システムは以下のような良好な結果を生じさせた。
  - スファクス市 (Sfax city) 及びその周辺の全てのオリーブオイル圧搾工場から タンクローリーをもちいて OMW を処理施設まで搬送することが可能になった。
  - OMW の下水道システムへの排出や環境への影響を回避することが可能になった。
  - OMW 及び乾燥汚泥の農業利用が可能になった。

## ▶ ラグーンシステム処理施設とパイロットプラント(UASB)の建設計画

現在、UNDP organization (Integrated Waste Management for the olive oil pressing industries in Lebanon, Syria & Jordan)は、第一段階として Homs に OMW 収集貯留する為のラグーン建設、第二段階として Coastal Area の OMW 処理の為の嫌気性処理(UASB)パイロットプラントを計画している。このプロジェクトはシリアにおける OMW 処理システムを確立する上で大きな貢献が成されると期待される。

## > OMW 処理水の潅漑利用に関する調査研究の提案

Dar'aa にあるオリーブオイル圧搾工場工場では、OMW を沈殿槽で沈殿処理を行っている。その処理水を隣接するオリーブ畑 (  $25,000 m^2$  ) に灌漑利用しており、既に 40 年間に亘って行われている。工場主の説明では、

- 全ての廃水は潅漑に用いられている。
- 沈殿物はボイラー燃料として用いられている。
- 絞り粕は再利用目的で売却されている。
- 周辺井戸の地下水水質の変化は感じられていない。

この工場から排出される全てのものが再利用されており、極めて環境に良好な廃水処理が実践されていると考えられる。この方法の詳細な評価と他の地域への適用の可能性について調査研究を行うことを提案する。処理廃水水質を表 8.5.10 に示す。

水質項目 分析結果 pН 5.6 SS (mg/l) 1,080 S (mg/l) 6.0  $NH_4-N (mg/l)$ 220  $PO_4$  (mg/l) 23.0 Oil (mg/l) 0.1 BOD (mg/l) 1,400 COD (mg/l) 2,400 TDS (mg/l) 2,100

表 8.5.10 OMW 処理水の水質(採水: 最終ピット)

出典) 工場廃水水質調査結果 (JICA、2007)

## ▶ 提案する処理方法

処理施設として、既存の廃水処分場が採用している方法と類似した施設である乾燥床付きの安定池を提案する。ただし、既存の処理場において問題が発生しており、以下の課題を考慮する必要がある。

- 定期的に廃水をタンクローリーにより集合処理施設に運搬し、その運用は行政管理下で実施される。
- 上記したように処理施設は蒸発散を目的とした安定池とする。
- 大気(臭気)や地下水の汚染に対するモニタリングを含む環境対策を十分に考慮する。
- オリーブオイル圧搾工場の廃水は、オリーブ果実を洗浄廃水とオリーブオイルを分離した後に残る果汁廃水に分離することを提案する。洗浄排水は沈殿、安定池プロセスもしくはセプティックタンクにより処理を行い、果汁廃水のみを処理施設へ運搬する。ただし、洗浄排水処理が不十分である場合は処理施設へ運搬する。

#### 製糖工場廃水

シリアにおける主な製糖工場は政府系工場(6工場)であり、一方、民間工場はほぼ全てが従業員5人以下の極めて小規模の工場(34工場)である。M/P対象7県には、政府系の2工場、民間工場の11工場がある。(表8.5.11参照)

県 名	従業員数規模別工場数(民間工場)							
宗 <b>石</b>	1 - 5	6 - 9	10-50	51-100	101 以上	合計	工場	
Lattakia	1	0	0	0	0	1	0	
Tartous	1	0	0	0	0	1	0	
Deir-Ez-zor	0	0	0	0	0	0	1	
Hassakeh	2	0	0	0	0	2	0	
Raqqa	1	0	0	0	0	1	1	
Dar'aa	0	0	0	0	0	0	0	
Rural Damascus	4	2	0	0	0	6	0	
Aleppo	12	0	0	0	0	12	1	
Hama	0	0	0	0	0	0	1	
Homs	1	0	0	0	0	1	1	
Idleb	0	0	0	0	0	0	1	

表 8.5.11 県別製糖工場数

従業員数規模別工場数(民間工場) 政府系 県 名 10-50 51-100 101 以上 合計 工場 1 - 5 Sweida 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 Qunetra 10 0 0 0 10 0 Damascus 0 32 0 0 0 34 Total

表 8.5.11 県別製糖工場数

出典)工業省(2006)

シリアにおける製糖工場は、主にてん菜を原料とした砂糖生産である。したがって、工場の砂糖生産はてん菜の収穫時期に合わせて稼動し、6月から8月の3ヶ月間が主な稼動時期となっている。工場廃水の排出もその時期に限られる。

#### ▶ 廃水水質特性

一般的に、てん菜糖工場の廃水は、以下の3つに区分できる。

## a、 フリューム廃水

フリューム廃水はてん菜の洗浄工程と水を使った運搬工程からの排水である。洗浄の廃水を合わせたものである。排水量はてん菜重量の 8-10 倍の廃水が発生するとされている。この廃水はてん菜の断片や土砂を含んでおり、通常 BOD は 200-300 mg/litter である。

#### b、 ライムケーキ廃水

てん菜からの浸出液にはショ糖以外にも可溶性不純物を含んでおり、精製工程では 浸出液に石灰を加えて不純物を吸着させ沈殿させる。この沈殿物がライムケーキと なり、このケーキは含水率 45-50% である。

# c、 ステフェン廃水 (ステフェン工程廃水)

製造工程で生じた廃糖蜜はてん菜重量当り 1-5%生成する。ステフェン廃水は廃糖蜜 の精製プロセスから発生し、通常、この廃水は極めて高濃度の有機物 ( 100,000 mg/l から 300,000 mg/l ) を含んでいる。

地方行政・環境省のモニタリング結果を**表 8.5.12** に示す。ただし、これは製糖工場からの総合廃水の水質と考えられる。

県名 SS (mg/l) COD (mg/l)
Deir-Ez-zor 418 2,683
Raqqa 140 6,500

表 8.5.12 製糖工場廃水の水質

出典) 地方行政・環境省(2007)

#### ▶ 現況の処理・処分状況

Deir-Ez-zor の製糖工場は沈殿処理及び安定池方式の処理施設を有しており、廃水は処理した後、Euphrates 川へ排出している。現在、深刻な水質汚濁問題発生の報告は得られていない。この理由として、製糖工場の稼動期間が限定されていること、さらに排出先の水域

が Euphrates 川のように河川流量が極めて大きいことが幸いしていると考えられる。しかし、 廃水排出点の限定された水域においては水質汚濁問題も考えられる。

## ▶ 提案する処理方法

製糖工場からの廃水処理方法は、Deir-Ez-zor の政府系工場において現在行われている沈殿処理及び安定池方式は、フリューム廃水の処理としては適していると判断するが、ステフェン廃水に対しては適切な方法ではない。したがって、提案される処理方法を以下に示す。

- 廃水収集システムは、フリューム廃水とステフェン廃水に分離する。
- ライムケーキ廃水は固形廃棄物として処分する。
- フリューム廃水は沈殿処理及び安定池方式により処理する。
- ステフェン廃水の処理方法としてオリーブオイル圧搾工場廃水処理と同じ乾燥床付きの安定池を採用する。
- ステフェン廃水の有価物利用の可能性を検討することを提案する。

## なめし皮工場廃水

シリアにおけるなめし皮工場は、Damascus、Aleppo、Rural Damascus に集中しており、3 県の合計 258 工場はシリア全国 (282 工場) の 92%を占めている。特記すべき事項として、 全なめし皮工場の 68%が Damascus、Zabadani 地区に集中している。 (表 8.5.13 参照)

県名	在								
県 名	1 - 5	6 - 9	10-50	51-100	101 以上	合計			
Lattakia	0	0	0	0	0	0			
Tartous	0	0	0	0	0	0			
Deir-Ez-zor	0	0	0	0	0	0			
Hassakeh	0	0	0	0	0	0			
Raqqa	0	0	0	0	0	0			
Dar'aa	0	0	0	0	0	0			
Rural Damascus	17	3	0	0	0	20			
Aleppo	38	5	4	0	0	47			
Hama	11	1	0	0	0	12			
Homs	2	0	0	0	0	2			
Idleb	9	0	0	0	0	9			
Sweida	0	0	0	0	0	0			
Qunetra	0	1	0	0	0	1			
Damascus	171	13	7	0	0	191			
Total	248	23	11	0	0	282			

表 8.5.13 県別なめし皮工場数(民間工場)

出典) 工業省(2006)

なめし皮工場の廃水水質特性は以下の通りである。

- 通常、廃水はアルカリ性を呈し、有機・無機の浮遊物質が多い。
- 廃水はなめし工程に用いるクロム塩類を含む。
- 各工程廃水が連続的・間歇的に排出されるため廃水の水質は時間変動が著しいとさ

れている。

• 工場廃水水質調査結果より、なめし皮工場の廃水水質 (データ数=6)を表 8.5.14 に 示す。

水質項目	最大値	最小値	平均值
pН	7.6	4.5	6.7
SS (mg/l)	1,990	820	160
Sulfide (S) (mg/l)	5.5	0.1	2.4
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	600	5.0	144
PO <sub>4</sub> (mg/l)	100	1.0	29
BOD (mg/l)	1,100	150	550
COD (mg/l)	10,900	146	5,120
TDS (mg/l)	33,500	1,780	13,100
Cr (mg/l)	30.0	0.04	11.2

表 8.5.14 なめし皮工場廃水の水質

出典) 工場廃水水質調査結果 (JICA、2007)

#### ▶ 現況の廃水処理状況

Damascus の Zabadani 地区の大規模なめし皮工場の情報によると、なめし工場は Damascus の Zabadani 地区に集中しており、大規模工場とその周辺に 200 工場以上ともいわれている 小規模工場群が立地している。大規模工場は以前、廃水処理施設を有していたが、現在は施設の老朽化・破損により稼動が停止している。したがって、大規模工場とほとんどの小規模工場の廃水はバラダ川支流に未処理排出されている。なめし皮工場廃水は高濃度の有機汚濁とクロム含有(クロム塩なめし剤と植物なめし剤を使用している)が考えられ、早急ななめし皮工区をもつ工業地区への移転が求められる。

## ▶ 提案する処理方法

下水道への排出する場合の除害施設処理プロセスは、スクリーン、pH 調整、沈澱処理、凝集沈澱、砂ろ過が提案される。公共水域への排出する場合の廃水処理プロセスは、除害施設の処理プロセスに加えて、BOD、COD、アンモニア性窒素を除去する目的で硝化・脱窒素処理を含む生物処理プロセスが必要である。ただし、以下の点については検討が必要である。

- 廃水水質は顕著な時間変動がある為、水質の平均化が求められる。
- 廃水水質(TDS)は基準を超える可能性があるが、TDSの除去プロセスの設置は高価である。したがって、生産工程における原材料や薬品の低減が必要である。
- 必要であれば、上記の処理プロセスにろ過プロセスを追加する。
- クロムを含有した汚泥処理に関する検討が必要である。

汚濁負荷量と有害物質排出量の低減するための緊急的な対策として以下の項目が考えられる。

- 大規模工場(政府系工場)の処理施設の再建
- 高濃度廃水を貯留槽に蓄積し、凝集法による処理を行う(バッチ処理)。そして発生 した汚泥は処分業者へ委託処分する。

- 製造工程の改善を行い廃水量の低減を図る。(クリーナープロダクションの導入:例 えば単槽洗浄から複槽洗浄及び脱水を用いた洗浄方法の改善により廃水量の低減)
- 小規模工場に関しては、なめし皮工業のための処理システムを有する専用工場区域 への移転が望まれる。故に、なめし皮工業の専用工場区域の計画推進が必要である。

#### メッキ工場

メッキ工場の工場数、分布状況に関する資料がない為、詳細は不明である。しかし、なめし皮工場が集中するDamascusのZabadani地区には多くのメッキ工場が集中していると言われている。メッキ工場廃水の特性を以下に示す。

- 同じメッキ業種の工場においても原材料や作業内容によって廃水水質が異なる。
- 廃水は銅、ニッケル、クロム、亜鉛、シアンなどの有害物質を含んでいるが、有機物濃度は高くない。
- 通常、廃水量は多くなく、廃水水質調査結果から、調査対象工場の水使用量は 1m<sup>3</sup>/ 日から 15m<sup>3</sup>/日の範囲であった。
- 廃水は断続的な排出であり、廃水水質は顕著な時間変動を示す。

工場廃水水質調査結果より、メッキ工場 3 サンプルの中で最も低い値として pH6.3 が検出され、異常値は検出されていない。しかしながら、ホウ素、ニッケル、亜鉛、クロム、銅は高い濃度が検出された。メッキ工場の水質分析結果を表 8.5.15 に示す。

水質項目	最大値	最小値	平均 (3 サンプル)		
pН	7.3	6.3	6.8		
TSS (mg/l)	129	31.0	88.0		
Sulfide (S) (mg/l)	1.8	1.4	1.6		
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	70.0	1.0	24.5		
PO <sub>4</sub> (mg/l)	5.0	0.2	3.1		
BOD (mg/l)	200	40	123		
COD (mg/l)	8,640	784	4,710		
TDS (mg/l)	1,100	887	995		
B (mg/l)	25.0	0.70	11.3		
Cr (mg/l)	7.4	0.02	2.54		
Cu (mg/l)	6.0	0.3	2.2		
Ni (mg/l)	253	3.77	97.7		
Zn (mg/l)	83.0	0.17	28.0		

表 8.5.15 廃水水質分析結果 (メッキ工場廃水)

出典) 工場廃水水質調査結果 (本調査における現地再委託調査結果 2007)

メッキ工場廃水に関する廃水処理状況及び水質汚濁・汚染は資料が得られていない為、 詳細は不明である。工場廃水水質調査の対象となった 3 工場については処理施設を有して おらず、下水道もしくは公共水域へ排出している。

#### ▶ 提案する処理方法

下水道もしくは公共水域への排出におけるメッキ工場の廃水処理プロセスはpH調整及び

凝集沈澱処理が提案される。必要であれば、ろ過プロセスを追加する。(**図 8.5.5** 参照)ただし、以下の点について留意する。

廃水処理において留意する点は、

- 酸・アルカリ、シアン、クロム系の廃水を分離する。
- 生産工程からの劣化廃液は業者への委託処分を行う。
- 有害物質を含む汚泥の処分については留意する。
- 生産工程における原材料や薬品の削減が必要である。

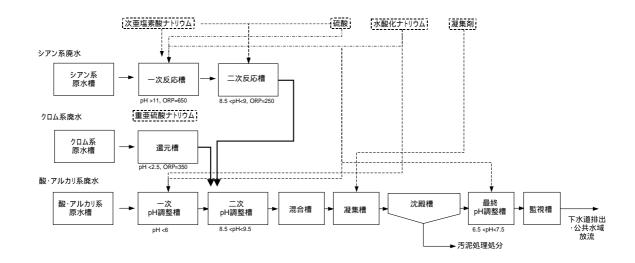


図 8.5.5 メッキ工場廃水処理の一例

汚濁負荷量と有害物質排出量の低減するための緊急的な対策として以下の項目が考えられる。

- 高濃度廃水を貯留槽に蓄積し、処分業者へ委託処分する。
- 洗浄方法の改善を行い、廃水量の低減を図る。( クリーナープロダクションの導入 )

小規模工場に関しては、メッキ工場の為の処理システムを有する専用工業地区への移転が望まれる。したがって、メッキ工業の専用工業地区の計画推進が必要である。

#### 繊維工場

繊維工場は政府系工場(25 工場)と民間工場(7,613 工場)に分類され、繊維産業はシリアの主要な産業の一つである。民間工場の89%は、従業員5人以下の工場であるが、また、従業員100人を超える工場も25工場ある。地域的にみると、ほぼ民間工場の半数、政府系工場の1/4がAleppoに集中している。Aleppoに続いて、Damascus、Rural Damascus が多くの工場を有しており、3県のシェアーは82%に達している。(表8.5.16 参照)

従業員数規模別工場数 県 名 1 - 5 6 - 9 10-50 51-100 101 以上 合計 Lattakia Tartous Deir-Ez-zor Hassakeh Raqqa Dar'aa Rural Damascus 1,079 Aleppo 2,730 3,723 Hama Homs Idleb Sweida Qunetra Damascus 1,330 1,421 6,322 7,613 Total

表 8.5.16 県別繊維工場数(民間工場)

出典) 工業省(2006)

シリアにおける繊維業の生産量は、綿糸・綿織物が主要部分を占め、次いで合成繊維織物、ウール織物である。絹織物は極めて少ない。(表 8.5.17 参照)

生産品目	繊維業生産量
綿糸	135,725 ton/year
織物用糸	11,138 ton/year
綿織物	39,576 ton/year
ウール織物	10,061 ton/year
合成繊維織物	31,186 ton/year
絹織物	40 ton/year
슬 핡	227 726 ton/year

表 8.5.17 シリアの繊維業生産量 (2004 年統計資料)

出典) Statistical Abstract 2006, Central Bureau of Statistics

# 繊維業廃水の特性は以下の通りである。

- 繊維業廃水は、大きく2つの廃水に分類できる。一つは紡糸工程での廃水、他方は染色工程からの廃水である。
- 紡糸工程からの廃水のうち、原毛の洗毛工程廃水 (BOD 6,000-10,000 mg/l) や絹 製糸廃水は高有機汚濁廃水である。綿糸廃水は顕著な高濃度汚濁廃水ではない。
- したがって、排水量と廃水水質の平滑化が求められる。
- 染色工程からの廃水は原材料と作業内容によって異なる。したがって、それぞれの工場に対して詳細な調査と検討が求められる。
- 染色廃水は酸性もしくはアルカリ性である場合があり、さらに銅、ニッケル、クロム、亜鉛などの有害物質を含む可能性がある。
- 染色廃水は界面活性剤、染料、還元性物質等により高い COD/BOD 値を示すことがある。
- 繊維工場の排水水質(サンプル数3)を表 8.5.18 に示す。

Items	Maximum	Minimum	Average
pН	8.6	4.4	6.7
SS (mg/l)	4,300	258	1,790
Sulfide (S) (mg/l)	1.6	0.8	1.2
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	125.0	7.5	49.2
PO <sub>4</sub> (mg/l)	17.5	0.2	6.7
BOD (mg/l)	460	40	280
COD (mg/l)	7,300	1,570	3,600
TDS (mg/l)	4,381	1,488	2,671

表 8.5.18 繊維工場廃水の水質

出典) 工場廃水水質調査結果(本調査における現地再委託調査結果 2007)

上記の留意点の中で次の項目が確認されている。

- Adraa 下水処理場に流入水の色が急激に変化する事例が確認されている。この原因となる工場は未確定であるが、工場において廃水の均一化が行われていないことが予想される。
- 工場廃水水質分析調査結果より、COD/BOD が大きい結果が得られており、4.2 倍から 21 倍であった。

#### ▶ 提案する処理方法

染色廃水の下水道への排出における除害施設処理プロセスは、pH 調整、凝集沈殿(もしくは加圧浮上法)が推奨される。また、必要であればろ過プロセスを追加する。公共水域への排出に関しては、除害施設の処理プロセスに硝化・脱膣を含む生物処理が推奨される。この場合も必要であればろ過プロセスを追加する。また、必要であれば、脱色を目的としたオゾン処理や活性炭吸着処理や重金属類の処理を追加する。(重金属に関する処理は後述する)

## b) 下水道整備区域内の工場の廃水処理

通常、中小工場の廃水処理設置及び維持管理はコストや維持管理技術などの点からの容易ではない。そこで下水道整備区域内(もしくは隣接した)の工場は、その廃水を積極的に下水道へ排出することを推奨する。ただし、下水道へ排出にする工場は、その廃水が以下の条件に適合しなければならない。

- 工場廃水水質が下水道排出基準を満足していること。
- 工場廃水水質が下水道排出基準に適合していない場合は、除害施設を設置し適合する水質に処理をすること。
- 工場廃水量が極めて多い、もしくは時間変動が極めて大きい場合は下水道管理者と の協議により受入れを決定する。

下水道への取込みは以下に示すような効果がある。

- 環境の観点から、下水道における廃水管理の信頼性が高い。
- また、料金徴収を通じて工場廃水の減少や水質の低減に向けての努力を促すことが 可能である。

公共水域等への排出を目的とする廃水処理方法と下水道への排出を目的とする除害施設の処理方法との違いは目標処理水の設定だけの違いである。たとえば BOD に関しては、河川に排出する場合は 40 mg/litter (BOD)以下であるが、下水道に排出する場合は 800 mg/litter (BOD)以下となっている。したがって、前者は下水処理場における生物処理方法と同様な処理方法の適用が必要になる。一方、後者は簡単な自然沈澱処理や凝集沈殿処理などにより対応が可能であるう。

工場廃水の処理対象水質項目別の基本的な処理方法を以下に示す。(表 8.5.19 参照)

水質項目	基本的な処理方法
水温	水冷法、空冷法
pН	中和法
沈殿物質	自然沈殿法
浮遊物質	自然沈殿法、凝集沈殿法、ろ過法
硫化物	薬品酸化法、空気酸化法
アンモニア態窒素	生物的処理法、物理化学的処理法
リン酸	物理化学的処理法、生物的処理法
植物性油脂・鉱油	自然浮上分離法、加圧浮上法
ホウ素	凝集沈殿法、キレート樹脂法
カドミニウムバリウム、	凝集沈殿法、キレート樹脂法、イオン交換樹脂法
ニッケル、銀、亜鉛	
クロム、6 価クロム	薬品還元法、電解還元法、イオン交換樹脂法
銅、鉛	水酸化物凝集沈殿法、鉄粉法、フェライト法、キレート樹脂法、イオン交
	換樹脂法
水銀	凝集沈殿法、硫化物凝集沈殿法、活性炭吸着法、キレート樹脂法
セレン	還元法、共沈法、イオン交換樹脂法
シアン	アルカリ塩素化法、電解酸化法、イオン交換樹脂法、キレート樹脂法
ヒ素	金属水酸化物共沈法、鉄粉法、フェライト法
フェノール化合物	薬品酸化法、生物処理法、活性炭吸着法
BOD	生物処理、物理化学処理
COD	
T.D.S、塩素イオン、	イオン交換樹脂法、膜処理法
硫酸イオン	
フッ素	カルシウム塩凝集沈殿法、活性アルミナ吸着法、イオン交換樹脂法
農薬	活性炭吸着法
洗剤	活性炭吸着法
有機ハロゲン(AOX)	活性炭吸着法

表 8.5.19 工場廃水の基本的な処理方法

出典)事業場廃水指導指針(2002)社団法人日本下水道協会より抜粋

表 8.5.19 に示した工場廃水の基本的な処理方法の内、主な項目の概要について記述する。 ${
m pH}$ 

下水道への排出に対して水質不適合を発生しやすい項目であり、下水道施設の腐食を助長させる項目である。

通常、pH 調整は酸溶液、アルカリ溶液による中和方法であるが、強酸(pH3以下)、強アルカリ(pH10以上)廃水は安全性を考え、中和槽を直列に2槽設置し2段中和処理を行う。また、希釈な酸性廃水の場合は図8.5.6のような石灰石を用いた簡易中和処理法も可能であ

る。

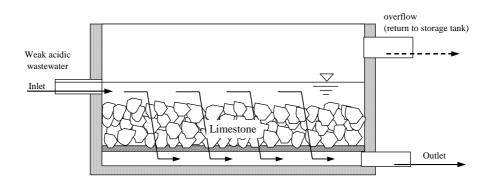


図 8.5.6 希釈な酸性廃水の簡易中和処理法

## 固形物(SS)

廃水中の固形物は下水道管に堆積し通水能力を低下させ、下水道管の清掃回数を増加させる。

今回の工場排水調査では下水道排出基準値を超過した分析結果は、25 検体(61 検体中)が検出されている。特に、オリーブオイル圧搾工場、製紙工場、なめし皮工場、繊維工場、アルミニウム工場、洗剤工場において高い値が検出されている。

固形物の処理方法として、自然沈殿法、凝集沈殿法、浮上法、ろ過法がある。通常自然 沈殿法を用いるが、粒子が小さく、コロイド状に分散していて自然沈殿法では分離が困難 である。このような場合、凝集剤を添加し粒径の大きなフロックを形成させ沈殿分離させ る凝集沈殿法を用いる。同様に加圧浮上法を用いることも可能であり、この方法は固形物の濃度が低い場合や自然沈殿法では困難な場合に適している。ろ過法は沈澱処理後の最終 段階において低濃度固形物除去、微細な固形物分や重金属水酸化物除去などに用いる。

## 有機汚濁物質(BOD、COD)

BOD、CODで測定される有機汚濁物質は、大きく分けて浮遊性有機物と溶解性有機物とに分類できる。浮遊性有機物は前述した固形物の中の有機性部分である。一方、高濃度の溶解性有機物は処理場の生物処理過程に大きな影響を与え、処理効果を低下させ、処理水質を悪化させることが予想される。

通常、高有機汚濁廃水が排出される可能性がある工場(業種)は、ビール工場、イースト工場、製糖工場、デンプン製造、食用油などの食品工業やパルプ製造業などが挙げられる。

今回の工場排水調査において、高濃度有機性廃水はオリーブオイル圧搾工場、ビール工場、イースト工場、製紙工場において検出されている。

有機汚濁廃水の処理方法は、その有機物の性状によって異なるが、通常、自然沈殿法によって沈降しやすい固形性の有機物を分離し、その後に溶解性有機物質や微細な粒子やコロイド分散状況の固形性の有機物を除去する為に活性汚泥法のような生物処理を行う。ただし、全 BOD において固形性 BOD が極めて大きい廃水は、自然沈殿、凝集沈殿法、加圧浮上法により下水道排出基準値以下に処理するが可能な場合がある。

ビール工場のように溶解性 BOD が極めて高い排水の場合、嫌気性処理法や嫌気性処理と 好気性処理を組み合わせた方法を採用する場合もある。日本における多くのビール工場で もが除害施設の処理方法として嫌気性処理法(UASB)を採用しており、好気性処理に比べ 必要施設面積及びコスト面での優位性が評価されている。

#### 油分

油分は大きく動植物油と鉱油に分類できる。後者は前者に比べ、活性汚泥処理への阻害が大きい為、下水道への排出基準が厳しく設定されている。(シリアの下水道への排出水質基準は、鹸化が可能な油脂類(動植物油として)100 mg/l、及び鉱油類10 mg/l)通常、油分を含む廃水が排出される工場は、石油精製、石油化学、製鉄工場、車両製造・整備工場、食品製造業、油脂加工業等からである。今回の工場排水調査において、下水道への排出水質基準を超える高い油分濃度が検出された工場廃水は、乳製品工場、塗料工場、オリーブオイル精製工場、アルミニウム工場、医薬品工場であった。

廃水中の油分を処理する方法として**表 8.5.20** に示す 4 つの方法がある。それぞれの方法 は、動植物油、鉱油の種類区分ではなく、含まれる油分の状態によって方法を選択する。

	油類含有廃水の処理方法								
油類の状態	自然浮上(重量 式)分離法	浮上分離法	凝集沈殿法	吸着法					
遊離状の油									
乳濁状態の油	×								
固形の油脂				×					
特徵	前処理的な方法 として用いる。	油の状態に関係 なく処理が可能 である。	SS が共存する時、 又は重質油の場合 に処理効果があ る。	低濃度の油の処 理に適する。					
問題点	他の方法に比べ 処理濃度に限界 がある。	維持管理が煩雑 である。	汚泥の発生が多い 為、前処理し、遊 離状の油を除去す る必要がある。	定期的に吸着材 の交換及び目詰 まりに注意が必 要である。					

表 8.5.20 油類含有廃水の処理方法

出典)事業場廃水指導指針(2002)社団法人日本下水道協会より抜粋

動植物油は前処理(オイルトラップ)にて除外し、好物油については下水道に接続せず、 発生源で独自処理すべきである。

#### 窒素 (NH<sub>4</sub>-N)・リン(PO<sub>4</sub>)

通常、窒素、リンの排出源となる工場(業種)は食品製造業、染色工場、化学工業、表面処理工程をもつ金属関連工場、肥料工場などである。今回の工場排水調査では、アンモニア性窒素に関してオリーブオイル圧搾工場、なめし皮工場、イースト工場、オリーブオイル精製工場、アルミニウム工場において下水道排出基準を超える濃度が検出された。検出された高濃度値は、オリーブオイル圧搾工場は最大値として 2,250 mg/litter、なめし皮工場の 600 mg/litter とイースト工場の 300 mg/litter であった。

同様にリン酸は、オリーブオイル圧搾工場、製紙工場、なめし工場、肉加工・と畜場、

オリーブオイル精製工場、洗剤工場において下水道排出基準を超える濃度が検出された。

通常、アンモニア態窒素の除去は生物処理における硝酸態窒素への酸化が主な方法となる。物理化学的な方法としては、イオン交換樹脂による吸着除去、アンモニア・ストリッピング法、不連続点塩素処理法などがあるが有機物や他の物質を多く含む排水には適用困難である。

一方、リン酸の処理方法としては凝集沈殿法、生物処理法があるが、通常は凝集沈殿法 が用いられる。

## 有害物質

通常、有害物質を含む廃水が排出される主な工場(業種)は、なめし皮工場、メッキ・表面処理工場、化学工場(農薬など) 染色工場(重金属等を含む染料・助剤を使用している場合) 写真・出版業などである。

有害物質の処理方法については**表 8.5.19** に示したが、主な方法について概要を以下に記述する。

## 水酸化物凝集沈殿法 (化学沈殿法)

一般的にアルカリ剤(水酸化ナトリウムのような)を加えることによって沈殿のための不溶性重金属を形成させる。ほとんどの場合、不溶性の水酸化物は微細な粒子として排水中に残存し、自然沈殿処理による除去は困難である。この問題を解決する為に凝集剤を添加し、微細な粒子を大きなフロックに形成させる(この工程をフロキュレーションと呼ぶ)。これらの粒子は沈澱と除去に良好な大きな沈降速度を有する。この方法を化学沈澱処理法と呼ぶ。

## イオン交換樹脂法

溶液にイオンの形態で解けている陰イオンまたは陽イオンを特定の物質(イオン交換樹脂)との接触により取込まれる。この現象をイオン交換と呼ばれている。イオン交換樹脂方法は、廃水中の特定の物質を除去するためにこの現象を利用し、イオン交換樹脂は陰イオン取込む陰イオン交換樹脂と陽イオンを取込むようイオン交換樹脂に分類される。

#### 吸着法

吸着方法とは、廃水と吸着剤の接触により廃水中の溶解物質が固形吸着剤に吸収する処理方法である。吸着剤は活性炭、合成ゼオライト、活性アルミナ、シリカゲルや油吸収に用いられる成形繊維などが含まれる。

#### キレート樹脂法

キレート樹脂法は極めて希薄な重金属の選択的な吸収を行うために開発された。この方法は廃水中のイオンをキレート能力によるイオン交換処理効果を持つ樹脂を用いている。キレート樹脂の金属イオンの選択性は廃水の pH に大きく依存し、金属イオンごとに最適な処理を行うための特定な pH 値がある。

重金属排水の処理フローの一例を図8.5.7に示す。

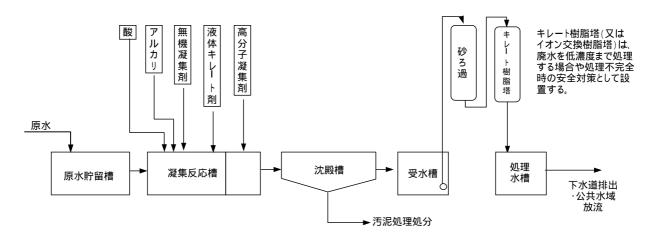


図 8.5.7 重金属排水の処理フローの一例

工場廃水水質調査結果より、工場廃水が下水道排出基準を超過する工場(業種)は表 8.5.21 に示す。この表および分析結果に基づき、除害施設の処理プロセスを検討し、表 8.5.22 (公共水域への排出する場合の処理施設についても併記)に示す。

水質項目			浮	広	無				有	9
	水温	Hd	浮遊物質	硫 化 物	無機塩類	室素	リン	油分	有害物質	BOD, COD
業種			質	120	類				質	BC
オリーブオイル圧搾工場										
缶詰工場(農産物)										
缶詰工場(肉加工)										
乳製品・加工工場										
屠畜場										
イースト工場										
ビール・アルコール工場										
製紙工場										
なめし皮工場										
繊維工場										
塗料工場										
メッキ工場										
製油工場										
医薬品工場										
アルミニウム工場										
乾電池工場										
農薬工場、肥料工場										
洗剤工場										

表 8.5.21 下水道排出基準を超過した水質項目

# 表 8.5.22 除害施設・廃水処理施設の処理プロセス(提案)

業種(工場)	廃水処理プロセス
オリーブオイル	オリーブオイル圧搾工場廃水は季節稼動、高濃度排水のため下水道への取り込みは適さ
圧搾工場	ない。
	   廃水処理プロセス:乾燥床を有するラグーンシステムが推奨される。廃水はタンク車に
	虎小处理プロピス:乾燥床を育するプラープラステムが推奨される。 虎小はラブラ単に     より収集し処理施設へ運搬する。
	なり収集し起程施設へ達滅する。   廃水を洗浄水と果汁廃水(オイル分離後の残液)に分別収集するシステムを確立され、洗
	浄水は工場内において沈澱処理、酸化池もしくはセプティックタンクにおいて処理、果
	汁廃水のみを上記処理施設へ運搬し処理することを提案する。地下水汚染及び臭気のモ
	ニタリングを含む周辺への環境に十分配慮する。
製糖工場	製糖工場廃水は季節稼動、高濃度排水のため、下水道への取り込みは適さない。
	   廃水をフリューム・洗浄廃水とステフェン廃水に分別し、前者は沈殿池、酸化池におい
	て処理、ステフェン廃水はオリーブオイル圧搾工場廃水と同じく乾燥床を有するラグー
	ンシステムを適用する。
食品工場( 農業生	除害施設プロセス:pH 調整、沈澱処理
産物の缶詰工場)	廃水処理プロセス:pH 調整、沈澱処理、もしくは生物処理(酸化池など)における処理
	とする。
	現場踏査から、地下水を豊富に使用している例が判明した。適切な用水使用の検討が望
	まれる。
食品工場(食肉加工、欠試工場)	除害施設プロセス:スクリーン、沈澱処理、pH 調整、凝集沈澱とする。必要であれば生
工・缶詰工場)	│物処理プロセスを加える。 │廃水処理プロセス:スクリーン、沈澱処理、pH 調整、生物処理(硫化物、アンモニア態 │
	廃小処理プロピス・スクリーン、ル癜処理、ph 調整、主物処理(弧化物、アフモニア感     窒素、BOD、COD の削減を目的)、凝集沈澱(COD、リン酸の除去を目的)とする。必
	要であれば砂ろ過プロセスを追加する。
	生産工程における負荷軽減が望まれる。(例えば血液の回収)
食品工場(乳製	除害施設プロセス:凝集剤添加による浮上分離処理
品・加工工場)	│ │廃水処理プロセスは、油分分離、生物処理(硫化物、アンモニア態窒素、BOD、COD の │
	廃水延達プロセスは、油ガガ離、主物処理(弧化物、アプピーア級室系、BOD、COD の     削減を目的 ) 凝集沈澱(COD、リン酸の除去を目的)とする。必要であれば砂ろ過プロ
	してスを追加する。
	工場廃水水質調査の対象工場は油分分離処理を行い、河川へ放流しているが、この処理
	だけでは排出基準を満足することが出来ないと考えられる。上記の処理プロセスが求め
	られる。
食品工場(イース	
ト工場)	廃水処理プロセス:沈澱処理、生物処理(硫化物、アンモニア態窒素、BOD、CODの削
	減を目的)とする。 
	   BOD 濃度が高い為、嫌気性及び好気性処理、もしくは活性汚泥法の2段処理や酸化池処
	日の日に展及が同い点、深くに区の対象に圧延性、ものでは四日に元に立てを配合に返す。   理が有効である。
食品工場(ビー	除害施設プロセス:沈澱処理、生物処理(UASB などの嫌気性処理)とする。
ル・アルコールエ	
場)	ビール工場は既に処理施設あり、そのプロセスは、pH 調整、浮上分離、生物処理、凝集
	沈澱、ろ過、酸化地、さらに再利用の為の RO を有している。今後、同業種、同様な廃
	水の処理の参考例としてよい事例である。
	日本におけるビール工場は UASB のような嫌気性処理プロセスを採用しており、嫌気性
生まれて、ナロ	処理プロセスは高濃度の有機性廃水に適している。
製紙工場	除害施設プロセス:pH 調整、沈澱処理、凝集沈澱処理とする。
	  製紙工場(Deir-Ez-zor)の処理プロセスは、pH 調整、沈殿処理、酸化池である。他の製
	紙工場(Aleppo)も処理施設の建設計画があり、pH 調整、沈殿処理、エアレーテッドラ
	グーン、及び再利用の為のろ過プロセスが考えられている。後者の工場は処理水の再利

# 表 8.5.22 除害施設・廃水処理施設の処理プロセス(提案)

業種(工場)	廃水処理プロセス
	用を検討しており、同業種の良い参考事例である。
なめし皮工場	除害施設プロセス:スクリーン、pH 調整、沈澱処理、凝集沈澱処理とする。貯留槽において曝気が必要である。 廃水処理プロセス:スクリーン、pH 調整、沈澱処理、生物処理(アンモニア態窒素、BOD、COD の削減を目的) 凝集沈澱(COD、リン酸の除去を目的)とする。必要であれば砂ろ過プロセスを追加する。
	工場廃水水質調査の結果では、リン酸、アンモニア態窒素、CODの最大値と最小値の差が大きく、その差が 100 倍にも達している。そのため、廃水水質の平滑化に留意が必要と考えられる。クロムを含む汚泥の処理処分には留意が必要である。
繊維工場	除害施設プロセス:pH 調整、沈澱処理、生物処理、凝集沈澱処理とする。重金属の処理が必要であれば追加する。 廃水処理プロセス:pH 調整、沈澱処理(廃水によっては浮上分離)、生物処理(硫化物、アンモニア態窒素、BOD、COD の削減を目的)、凝集沈殿(COD、リン酸の除去を目的)、脱色を目的としたオゾン処理や活性炭吸着処理の必要性も考えられる。また、重金属類を含む場合には別途、処理を行う必要がある。
塗料工場	除害施設プロセス:pH 調整、油分分離、凝集沈澱処理とする。(条件によっては凝集剤添加による加圧浮上処理) 廃水処理プロセス:pH 調整、油分分離(条件によっては凝集剤添加による加圧浮上処理) 生物処理(硫化物、アンモニア態窒素、BOD、COD の削減を目的) 凝集沈澱(COD、リン酸の除去を目的) 砂ろ過(必要であれば)とする。
	工場廃水水質調査の対象工場において、pH 調整、沈殿処理、ろ過処理プロセスの処理施設が設置されているが、BOD、COD、アンモニア態窒素、リン酸に対する処理が不十分であると考えられる。
メッキ工場	除害施設:重金属類の処理を目的とする凝集沈澱、砂ろ過とする。必要であれば、キレート樹脂法、イオン交換樹脂法による吸着も考慮する。 廃水処理プロセス:同上 メッキ廃水については、メッキの種類、工程ごとに分別する必要がある。
製油工場	石油精製工場は、既に詳細な調査報告書があり、その計画に準ずる。 "Pre-investment Study for Banias Wastewater Project and rehabilitation of Banias Refinery Industrial wastewater Treatment Plant" May 2005, Syr-BPS 6-01 (E), Ministry of Housing and Construction, Syrian Arab Republic.
	その他の油精製工場は、オリーブオイルを原料としており、食用油の精製と同じものと考える。したがって、除害施設プロセスは、pH 調整、油分分離、生物処理、凝集沈澱とする。 廃水処理プロセスは、pH 調整、油分分離、生物処理、凝集沈澱、砂ろ過とする。 生物処理は必要に応じて活性汚泥法(2 段階活性汚泥法)、嫌気性処理 + 好気性処理の組み合わせなどの適用も有効である。
医薬品工場	除害施設プロセス:pH 調整、油分分離もしくは凝集剤添加による加圧浮上分離処理 廃水処理プロセス:pH 調整、油分分離、生物処理、凝集沈澱、必要であれば砂ろ過を加 える。
アルミニウム 工場	通常、アルミ材の表面処理過程からの廃水は酸性もしくはアルカリ性を示し、さらにアルミニウムやリン酸が含まれ、塗装工程から油分などが含まれると考えられる。今回の調査では、pH、リン酸には特に問題になる検出はなく、アンモニア態窒素の濃度が高く検出されている。
	除害施設プロセス:pH 調整、油分浮上分離(もしくは凝集剤添加による加圧浮上分離) 窒素物理化学除去法(アンモニア・ストリッピング法、イオン交換樹脂吸着など) 廃水処理プロセス:、pH 調整、油分浮上分離(もしくは凝集剤添加による加圧浮上分離) 凝集沈澱、窒素物理化学除去法、砂ろ過(必要であれば)とする。
	工場廃水水質調査の対象工場において、pH 調整、沈澱処理、生物処理、凝集沈澱処理、

表 8.5.22 除害施設・廃水処理施設の処理プロセス(提案)

業種(工場)	廃水処理プロセス
	酸化池処理を行っており、良い処理方法としての事例として挙げられる。
バッテリー工場	工場廃水水質調査の対象工場は、鉛蓄電池、アルカリ蓄電池ではなく、マンガン乾電池
	の工場であった為、問題となる生産工程からの廃水はなく、床洗浄や従業員生活排水だ
	けであった。
	床洗浄方法の変更により廃水の発生をなくすことも可能であり、廃水処理施設よりも洗
	浄方法の検討が優先的と考える。
農薬工場	除害施設プロセス:沈澱処理、もしくは凝集沈澱処理とする。
	廃水処理プロセス:沈澱処理、生物処理、凝集沈澱、砂ろ過(必要であれば)とする。
	- ナギレー 典英が家で中に今まれて にこれて にでまれば、 近世岩明美法に にほかせてこ
	ただし、農薬が廃水中に含まれるようなことであれば、活性炭吸着法により処理を行う
100 A 7 T 10	
肥料工場	この肥料工場はシリア内で唯一つの工場である。廃水処理の課題は窒素、リン、TSS だ
	けである。この工場には既に、pH 調整、沈澱処理を行っている。放流先が Qattinah 湖で
	あり、富栄養化の原因となるため、十分な処理が必要である。 
	この工場の今後の廃水処理の方針は、排水量の低減と再利用を行い、廃水中に含まれる
	肥料の原料である窒素、リン成分の回収を行うことが望まれる。ただし、物理化学処理、
	イオン交換樹脂法や RO 膜法が考えられるが、TDS、塩素イオン、硫化物 濃度が高く、
	コスト比較も含めて適切であるか検討を要する。
洗剤工場	除害施設プロセス:pH 調整、凝集沈澱処理とする。必要であれば、貯留槽において曝気
	を行い、硫化物を除去する。
	廃水処理プロセス:pH 調整、沈澱処理、生物処理、凝集沈澱、砂ろ過(必要であれば)
	とする。
	   工場廃水水質調査の3対象工場は処理施設を設置している。その一つの工場は、pH 調整、
	工物院が小貨調量の5対象工物は処理施設を設置している。その 500工物は、同日調整、  浮上分離、生物処理、凝集沈澱、ろ過、酸化地を有している。同業種の廃水処理の参考
	伊工力職、土物処理、凝集ル廠、5週、酸化地を育りている。同業権の飛水処理の参与   例としてよい事例である。
	いことでありませる。

# c ) 下水道整備区域外の工場廃水処理

廃水を公共水域へ排出する場合は、公共水域等排出基準の規制を受ける。この基準は第3章に示したように下水道排出基準より厳しく規定されており、より高度な処理方法を求められる。

工場廃水調査結果から、廃水処理が求められている工場(業種)は、調査対象となった全ての業種であった。(表 8.5.23 参照)

表 8.5.23 工場廃水処理を必要とする水質項目(河川への排出)

水質項目業種	水温	Hd	浮遊物質	硫化物	無機塩類	空事系	リン	油分	有害物質	ДОЯ	COD
オリーブオイル圧搾工場											
缶詰工場(農産物)											
缶詰工場(肉加工)											
乳製品・加工工場											
屠畜場											
イースト工場											
ビール・アルコール工場											
製紙工場											
なめし皮工場											

表 8.5.23 工場廃水処理を必要とする水質項目 (河川への排出)

水質項目			涇		##				右		
業種	水温	Hd	浮遊物質	硫 化 物	無機塩類	室素	IJ ン	油分	有害物質	BOD	COD
塗料工場											
メッキ工場											
製油工場											
医薬品工場											
アルミニウム工場											
乾電池工場											
農薬工場											
肥料工場											
洗剤工場											

工場廃水水質調査の対象となった工場の廃水処理プロセスを表 8.5.24 に示す。次表のように企業努力により高度な処理施設を設置している工場が見られる。また 6 施設の酸化池の設置が見られ、用地取得が可能な工場は、安定した処理効果と廉価な維持費の観点から安定池方法を採用しているとみられる。

表 8.5.24 既存工場の廃水処理プロセス(工場廃水水質調査対象工場)

	県 名		廃水処理プロセス							
業種(工場)		排出先	沈殿	中和	浮上分離	生物処理	物理化学	酸化池	ろ 過	その他
オリーブ工場	Dar'aa	潅漑								
ビール工場	R- Damascus	河川								膜処理
肉加工工場	Damascus	下水道								
乳加工工場	Damascus	河川								油分分離
イースト工場	Damascus	不明								
製紙工場	Deir-Ez-zor	河川								
なめし皮工場	Damascus	排水路								
なめし皮工場	Damascus	河川								
なめし皮工場	R- Damascus	河川								
繊維工場	R- Damascus	河川								
塗料工場	R- Damascus	排水路								
肥料工場	Homs	湖								
農薬工場	R-Damascus	潅漑								
洗剤工場	R-Damascus	排水路								
洗剤工場	R-Damascus	下水道								
洗剤工場	R-Damascus	湖								
アルミ工場	R-Damascus	潅漑								
アルミ工場	R-Damascus	排水路								
アルミ工場	Lattakia	下水道								
製油工場	R-Damascus	河川								油分分離
製油工場	Tartous	海域								

出典) 工場廃水水質調査結果 (JICA、2007)

工場廃水水質調査結果により工場(業種)の廃水処理方法を検討し、表 8.5.22 に示す。ただし、これらはあくまでも基本的な事項であって、各工場のネガティブ・フローシート(後述)に基づいて、含まれる水質項目や排出条件、さらに処理施設の設置条件などを考慮し処理プロセスを選定する必要がある。

## (4) クリーナープロダクション(工場廃水汚濁負荷の低減)

これまで生産工程において発生した廃水は、工場から排出する前に処理をすれば良い、 又は、疑問を感じず処理を行っていたと思われる。これは出口において廃水の処理を行う という意味で、"End of pipe technology" と呼ばれていた。

この「クリーナープロダクション」は 1992 年の「環境と開発に関する国連会議(地球サミット)」で採択されたアジェンダ 21 において,従来の対策技術(ハードテクノロジー)にシステムの管理手法的な技術 (ソフトテクノロジー) をも包含した「クリーナープロダクション」の推進がとりあげられた。

工場廃水処理における「クリーナープロダクション」とは、生産工程の全体をもう一度 点検をし、各生産工程において水使用量、廃水水量、汚濁負荷量を減らすことができない か検討することである。

通常、廃水処理施設の拡充によって更なる排出汚濁負荷量の削減を進める為には、莫大な費用や高度な技術が求められるが、大きな費用も掛からず、また、技術的にも容易な「クリーナープロダクション」の導入によっても排出負荷量の低減の可能性がある。

「クリーナープロダクション」の基本的な内容と事例を以下に説明する。(表 8.5.25 参照)

項目	概    要
ネガティブ・	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
フローシート作成	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。
装置・機器の管理、	- 廃水の濃淡分離
改良や変更	- 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)
	- 薬液や洗浄水の床などへのこぼれ防止
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	以下の処理方法の適用を検討する。
以外での処理	- 乾燥
	- 濃厚排水の燃焼
	- 湿式酸化法

表 8.5.25 クリーナープロダクションの概要

# a) ネガティブ・フローシート作成

以前の工場は全ての廃水を混合し廃水処理をしていたことがあった。しかし、生産工程によって水質の特性(廃水に含まれる物質)や水量が異なるため、混合した廃水の処理は処理コストの増加と処理効率の低下を招く恐れがあった。工場廃水の適切な処理を行うため

には、各生産工程から発生する水量と水質特性を把握する必要がある。そのためには「ネガティブ・フローシート」が極めて有効な手段となる。

参考例を以下に図示する。(単なるイメージ図である、図8.5.8)

上段の図: 工程の廃水について調査されていないため、全ての廃水を混合し処理を行って

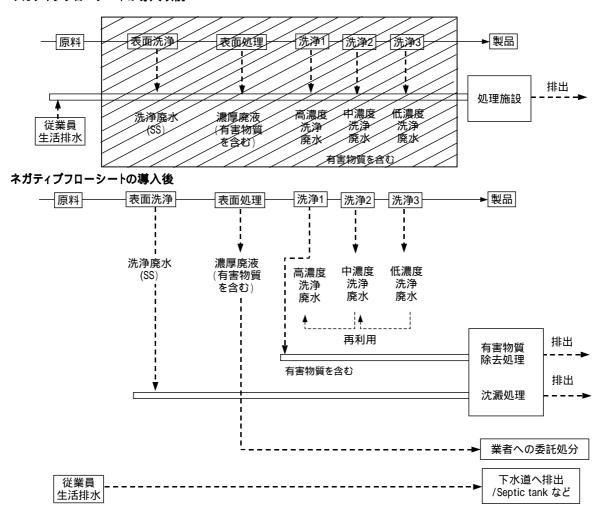
いる。

下段の図: ネガティブ・フローシートに基づき改善した結果をイメージしている。たとえば、

- 排水の特性により、分別収集を行う。
- 濃厚廃水は業者へ委託し,有価物の回収を行う。
- 洗浄廃水は、低濃度の廃水を再利用し、排水量を削減している。これにより処理施 設の規模が縮小する。
- 処理施設は廃水に含まれている物質が異なる為、2 つの処理プロセスを設置し、適 切な処理を行う。

これは実際の事例ではないが、ネガティブ・フローシートの作成はこのような効果が期待できると考えられる。

#### ネガティブフローシートの導入以前



# 図 8.5.8 ネガティブ・フローシートによる改善イメージ

## b)濃淡廃水分離、含まれる物質による廃水分離

廃水分離の効果は、メッキ工場廃水において顕著な結果となる。メッキ工場廃水は次の 3 種類の廃水が発生する。

- シアン廃水
- クロム(6 価クロムを含む)廃水
- 酸・アルカリ廃水

これらの廃水は処理方法が異なる為、分別が必要である。仮に混合した場合、処理に用いる薬品の増加と処理効率の低下が予想される。

他の業種においても特定のプロセスからの廃水に有害物質もしくは高濃度汚濁物質を含む 場合は、有害物質や汚濁物質を処理できる処理施設へ分別し送水するべきである。

メッキ工場では、極めて濃度が高い劣化した薬液が排出される。この廃液と低濃度の洗浄排水を混ぜてしまうと、適切な処理が困難になる。したがって、この劣化廃液は処理業者に委託することが適切である。処理を委託した結果、以下の効果が発生する。

- 処理施設が過負荷にならない。
- 業者は有価物を回収し、結果的に資源保全に繋がる。
- 低濃度の洗浄排水に適した処理方法が選定できる。

## c) 洗浄方法の工夫

多段洗浄と向流洗浄の例を述べる。

## Case-1 (単段洗浄)

大きな容量の水槽を用いてスポンジ(たとえば 1kg の水銀を含んでいると仮定する)を

洗浄する。一回の洗浄では 水量が大きくても、スポン ジに 200 mg の水銀が残存す る。(図 8.5.9 参照)

(計算条件として、洗浄後のスポンジの水銀濃度は洗浄水と同じ濃度とする。また、スポンジは 1 リッターの水を含むとする。)

図 8.5.9 洗浄方法の違いによる効果(Case-1)

#### Case-2 (多段洗浄)

5 つの水槽(全体容量は Case-1 と同じ)により洗浄を行うと、洗浄効果は大きN。 スポンジに残存する水銀は極めて僅かであり、その量は  $1x10^9$  mg である。( **図 8.5.10** 参照 )

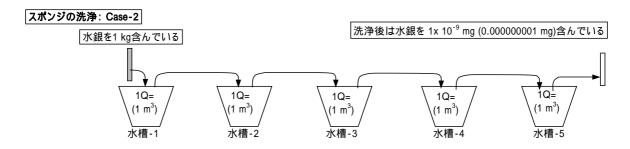


図 8.5.10 洗浄方法の違いによる効果(Case-2)

## Case-3 (脱水+多段洗浄)

Case-2 と同じ条件であるが、各水槽間において脱水を行うとより洗浄効果がより上昇する。(図 8.5.11 参照)

(計算条件として、洗浄・脱水後のスポンジは、0.1 リッターの水を含むとする。)

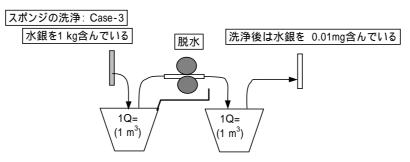


図 8.5.11 洗浄方法の違いによる効果(Case-3)

# Case-4 (多段洗浄 + 向流洗浄)

この図は洗浄を繰り返し、濃度が上昇した第1槽を排水し、2槽目を第1槽に置き換えて洗浄を連続するイメージを表現している。この方法を採用すると少ない用水で効果的な洗浄を行うことが出来る。(**図 8.5.12** 参照)

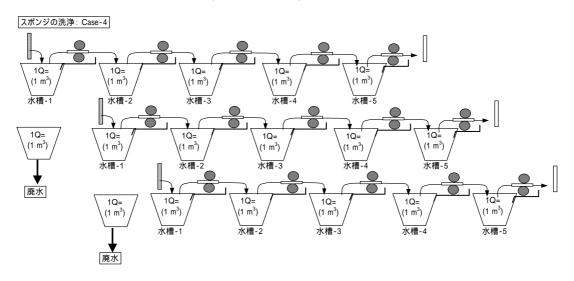


図 8.5.12 洗浄方法の違いによる効果(Case-4)

以上が、本項におけるクリーナープロダクションの紹介説明である。

この説明文の作成に際し、「最小コストでできる 産業排水の削減対策(抜粋)」Copyright(C) Atsuhiro Honda and Global Environment Centre Foundation.より、多くの情報を得ている。この資料はクリーナープロダクションを導入する際に極めて利用価値が高く、この資料を基に行政主催のセミナーや工場現場における討論・検討会が行われることを期待する。