

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

9.1.1 計画目標年次

日本で最も権威のある「下水道施設計画・設計指針」によれば、「下水道計画の目標年次は、おおむね 20 年を標準とする。」とある。これは、「施設の耐用年数及び建設期間がかなり長期にわたること、また、特に管渠の場合は下水量の増加に合わせて段階的に能力を増大させることが困難であるため、施設は都市の長期計画と整合を図るなど、長期的な見通しの上で計画する必要がある。」からである。

本業務が開始されたのは 2006 年 11 月であるから、2006 年を「現時点」とする。2006 年の 20 年後は 2026 年であるが、きりのいい数値にまとめるため 2025 年と読みかえる。2025 年を「計画目標年次」とする。

9.1.2 衛生システム・施設

上記指針には「計画区域」についても記述されている。計画区域とは下水道を整備する対象区域である。

- 「計画区域は下水道計画の基本となるため、その決定にあたっては、投資効果、経済性、維持管理性を勘案する。
 - 上位計画（各県水質目標値等）による汚濁削減目標が達成可能な地域の検討を慎重に行う。
 - 計画区域は、原則として計画目標年次における市街地及び集落の状況等に基づき、汚水を集合処理することが有利である区域とする。
- ともある。

シリアにおいて下水道はまだ整備の緒についたばかりで、開発上位計画と呼べるものもないまま、管渠敷設のみが先行し、放流先である公共用水域の水質汚染が進行しているのが現状である。

計画区域は「汚水を集合処理することが有利である区域」であるが、これは人口が集中し、住居等が高密度で建設されている市街地にあてはまる条件である。また、市街地近隣の集落については、集落汚水を市街地下水管渠に送水管渠で接続し、市街地下水処理場で統合処理を行うというオプションも、経済比較により有利であった場合可能である。この条件にも当てはまらない集落が非常に多いと思われる。

これらの集落で発生する汚水も適切に処理されなければならない。オンサイト施設による処理が適切であろう。オンサイト施設は大きく Pit Latrine と 腐敗槽の 2 種類がある。

Pit Latrine は地面に竪穴を掘っただけのもので、コンクリート・ライニングもないため、透水度が高い地盤では地下水汚染の危険性が高い。シリアにおけるオンサイト施設は Pit Latrine が代表的である。しかしながら地下水汚染の原因となる危険性が大きいいため、より排出汚濁負荷が小さい腐敗槽に移行すべきである。

腐敗槽は一般的に連続する 2 室から構成されるコンクリート製タンクである。固形物は槽の底に沈殿して嫌気消化され、水面にはスカム層が形成される。沈殿固形物は消化により減量されるが、一部汚泥が蓄積するので、定期的（通常 1・5 年に 1 回）に槽内から汚泥を引き抜く必要がある。腐敗槽流出水も無処理で排出できないため、浸透槽または浸透溝に排出される。植物による吸着の併用も効果が期待できる。

9.1.3 汚水収集システム

上記指針によれば、「下水の排除方式は、原則として分流式とする。ただし、放流水域の諸条件に対応して適切な対策が講じられる場合は、合流式とすることができる。」とある。合流式と分流式の比較表を表 9.1.1 に示す：

表 9.1.1 排除方式の比較

項目	合流式下水道	分流式下水道	
建設工事	施工性	管が 1 系統ですむので、地下埋設物との競合は少なく容易である。 管径は污水管と比べ大きくなる。	管が 2 系統になるので、狭い道路では施工が困難である。污水管は小口径で管勾配が大きく、深くなる場合がある。
	費用	管が 1 系統ですむので、安価である。	污水管、雨水管を建設する場合は高価となる。污水整備のみの場合は、安価である。
維持管理	管内堆積物	管径が大きく管勾配が小さいので、堆積し易い。雨による管内洗浄が行われる。	污水については比較的少ない。雨水については、合流と同様に、堆積し易い。雨による管内洗浄が行われる。
	土砂流入	路面等からの流入が多い。機械設備の損耗、砂の堆積につながる。	污水管では少ない。雨水管への土砂流入はある。
	点検・清掃	管径が大きいため点検は比較的容易であるが、もっと大口径になると清掃が困難な場合がある。	污水間では、管径が小さく閉塞の恐れがあるが、清掃は容易である。雨水排水用の側溝では、ゴミが堆積し易い。
	排水設備の誤接合	無	十分な指導が必要。雨天時浸水問題につながり易い。
水質保全	雨天時越流水	汚濁物が水域に流出し、水質汚濁・環境リスクの恐れが強い。雨天時越流水対策が求められている。	無
	ノホ・イントロス汚濁負荷	初期汚濁雨水を収集・処理することが可能である。遮集量を超える分は、未処理で水域へ放流される。	雨水は未処理で水域へ放流される。
土地利用	在来の側溝を廃止するため、道路幅員を有効に利用できる。	雨水排水用の溝きよが残ることがある。	

雨天時の管内堆積物の公共用水域への流出及び処理場への負担増を考慮し、原則として分流式を採用するように指導しているのである。

シリアにおいては「合流式」が採用されており、既に多くの市町村で施工されている。

シリアにおける年間降雨量は地域により異なり、地中海沿岸の 800mm から Damascus 郊外県の 200mm まで分布している。地中海沿岸地方以外は降雨量が左程大きくないため、処理場に輸送される雨天時汚水量軽減の目的で、雨水吐き室を計画する必要性は小さいと思われる。一方地中海沿岸地方においては降雨量が大きいため、降雨の影響は無視できないため、雨水吐き室を計画する必要がある。上記の「雨天時越流水」対策を適正に講じ、公共用水域への汚濁負荷削減に努める必要がある。

また、老朽管渠の更新も積極的に推進すべきである。

9.1.4 計画下水水量・下水水質のまとめ

(1) 計画処理人口

マスタープラン対象都市の計画処理人口は、表 9.1.2 に示すとおりである。

表 9.1.2 M/P 対象都市の計画処理人口

(単位 ; person)

Governorate	District	Sub -district	City & Town	2004	2010	2015	2020	2025
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
			Biereen	687	700	700	700	700
Tartous	Total			43,647	54,300	64,200	74,700	85,600
	Baniyas	Baniyas	Baniyas	41,632	52,100	61,700	71,900	82,500
			Tero	838	900	1,000	1,100	1,200
			Khabet Snasel	645	700	800	900	1,000
			Boston Al-Najor	532	600	700	800	900
Deir -Ez-zor	Total			60,175	80,400	95,400	107,600	117,100
	Mayadin	Mayadin	Mayadin	44,028	60,200	72,400	82,400	90,300
			Taiba	6,061	7,600	8,700	9,500	10,100
		Makhan	10,086	12,600	14,300	15,700	16,700	
Hassakeh	Malkieh	Malkieh	Malkieh	26,311	29,100	31,200	33,000	34,500
Raqqqa	Thawra	Thawra	Thawra	69,425	80,300	90,700	102,400	115,600
Dar'aa	Total			30,536	35,600	39,600	43,100	46,200
	Dar'aa	Dar'aa	Atman	8,929	11,400	13,200	14,600	15,700
	Muzerib	Muzelib	Muzerib	12,640	14,200	15,500	16,700	17,900
Yaduda			8,967	10,000	10,900	11,800	12,600	
Rural Damascus	Total			47,737	54,000	58,700	62,700	66,100
	Zabadani	Zabadani	Zabadani	26,285	30,000	32,800	35,200	37,300
			Bloudan	3,101	3,300	3,400	3,500	3,600
			Rawdah	4,536	6,000	7,100	8,000	8,700
			Hosh Bajet	604	700	800	900	1,000
	Madaya	Madaya	Madaya	9,371	9,800	10,100	10,400	10,600
			Bukein	1,866	1,900	2,000	2,000	2,000
Serghaya	Ain Hour	1,974	2,300	2,500	2,700	2,900		

(2) 計画下水水量

計画汚水量は計画人口に汚水量原単位を乗じて算定する。各 M/P 対象都市の日平均汚水量を表 9.1.3 に示す。日最大及び時間最大汚水量は各都市の M/P に示している。

表 9.1.3 M/P 対象都市の日平均汚水量

(単位 ; m³/day)

Governorate	District	Sub-district	City&Town	2004	2010	2015	2020	2025
Lattakia	Al-Haffa	Slunfeh	Slunfeh	1,008	1,088	1,200	1,318	1,375
			Biereen	375	401	420	439	458
	Total			1,383	1,489	1,620	1,757	1,833
Tartous	Baniyas	Baniyas	Baniyas	8,053	10,582	13,129	15,995	19,151
			Tero, etc.	220	252	300	351	406
	Total			8,273	10,834	13,429	16,346	19,556
Deir-Ez-zor	Mayadin	Mayadin	Mayadin	5,678	8,152	10,270	12,220	13,974
			Taiba	661	871	1,044	1,192	1,323
			Makhan	1,101	1,444	1,716	1,970	2,187
	Total			7,440	10,467	13,030	15,382	17,484
Hassakeh	Malkieh	Malkieh	Malkieh	2,871	3,334	3,745	4,141	4,518
Raqqa	Thawra	Thawra	Thawra	8,953	10,873	12,866	15,186	17,889
Dar'aa	Dar'aa	Dar'aa	Atman	974	1,306	1,584	1,832	2,056
			Muzerib	1,379	1,627	1,860	2,096	2,344
	Muzerib	Muzerib	Muzerib	1,379	1,627	1,860	2,096	2,344
			Yaduda	978	1,146	1,308	1,481	1,650
Total			3,331	4,079	4,752	5,409	6,050	
Rural Damascus	Zabadani	Zabadani	Zabadani	10,169	12,187	13,959	15,661	17,317
			Bludan	1,354	1,512	1,632	1,757	1,886
			Rawdah	495	687	852	1,004	1,139
			Hosh Bajet	66	80	96	113	131
	Madaya	Madaya	Madaya	1,534	1,684	1,818	1,958	2,082
			Bukein	713	762	840	878	917
	Surghya	Surghya	Ain Hour	215	264	300	339	380
			Total			14,546	17,176	19,497

(3) 設計水質

汚濁負荷量から水質は「7.4.1 一般家庭汚水」で以下のように設定され、既存のデータならびに今回調査したデータで検証された。

表 9.1.4 設計水質

水質項目	設計水質 (mg/l)
BOD	310
SS	360
T-N	74
T-P	24

9.1.5 下水処理方式

9.1.5.1 処理場計画決定外部条件

(1) 流入水質

流入水質は重要な条件の一つで、「7.4.1 一般家庭汚水」に述べているようにたとえば BOD

では 310mg/l である。これはおおむね日本の水質の 1.5 倍であり、タンクの容量や必要酸素量も 1.5 倍になる。

(2) 下水処理場施設設計用汚水量

日本の設計基準では「日最大汚水量」を下水処理場施設設計に用いるような指導があり、本計画でも「日平均汚水量」に基づき「日最大汚水量」「時間最大汚水量」を設定している。しながら、日本のように豊富なデータに裏付けられ算定された計画汚水量と違い、多くの不確定要素を包含した計画汚水量に対する今回の処理場設計において、日本と同様に、日最大量を使用する事が、シリアにおける今回の計画において適切なかどうかということを検討する必要がある。以下の事項を踏まえ、過大設計を回避し、効果的かつ経済的設計を実現するため、「日平均汚水量」で設計することが妥当であると判断した：

- 観光汚水量の設定において、実測調査等がなく根拠が明確でない事から、処理場の設計汚水量が過大にならないようにする必要があること。
- 上水道の使用量が制限されていること、また地域によっては降水量も少なく、流入汚水量の年間変動が日本などに比べ、比較的少ないこと。
- OD 法など、低負荷型の処理方式を採用する事で、流入量の増大に対してもある程度柔軟に対応できること。今回の処理場計画においては、計画流入水質が高く BOD-SS 負荷の制約から、滞留時間が 40 時間程度確保されている。

また他のドナーによる処理場施設設計も、同様に日平均を用いている。

(3) 放流基準

放流基準は、表 3.3.1 及び表 3.3.3 に記載したシリアの関係基準を踏まえ、放流先公共用水域あるいは処理水再利用条件から表 9.1.5 のように設定した。

たとえば各地域は以下のように多様である。

- Rural Damascus 県においては地下水汚染が進行しているため、Zabadani の放流基準は処理水を野菜作りに使えるレベルとし、しかし、SS については野菜作りでは 50 mg/l に対して、河川放流が厳しいので 30 mg/l とする。
- Muzerib では、地下水が豊富なので地下水を農業利用している。よって河川放流で設定する。
- Slunfeh、Thawra、Mayadeed は明らかに河川放流基準を適用する。
- Malkieh は、コットン（基準は工業用農作物に分類）への処理水再利用が考えられるが、河川放流基準が厳しいのでこちらを採用する。

表 9.1.5 放流基準の例

M/P Area	排水先/(再利用)	放流基準			
		BOD	SS	NH ₃ -N	NO ₃ -N
Zabadani	Irrigation (vegetable)/river	30	30	3	20
Muzerib	River	40	30	5	50
Slunfeh	River	40	30	5	50
Banias	Sea	60	60	10	50
Thawra	River	40	30	5	50
Mayadin	River	40	30	5	50
Malkieh	River/Irrigation (Industrial crops)	40	30	5	50

4) 労働時間と求められる処理システム

シリアにあっては、家族主義が健在であり、労働時間が 8:00 から 15:30 であり処理場においてピーク流量時には多くのエンジニアが帰宅している。Adraa STP では設備の修理のためにエンジニアが残るが、処理水質の監視は 3 時間ごとのコンポジットサンプルを作業員がとり翌朝エンジニアに渡す。これで一日の平均的な放流水質が評価されているが、ピーク時の処理の状況がわからない。

このような労働環境は、望ましい家族主義を実現するための習慣であり、これを守り同時に夜間のピーク時の環境責任を果たすためには単純で設備点数が少ない処理方式、反応時間が長い処理方式が望ましい。日本では反応時間が長く単純な処理方式である OD を多く採用し、昼間の巡回管理によって夜間は無人で運転され環境責任を果たしている。

5) 労働力確保の課題と処理方式採用の留意点

シリアでは処理場のエンジニアが不足しているため今後建設される処理場のエンジニア確保のために、既存の処理場の維持管理再構築による余剰エンジニアの創造と、単純な処理方式の導入を通して人材管理を考えていかなければならない。

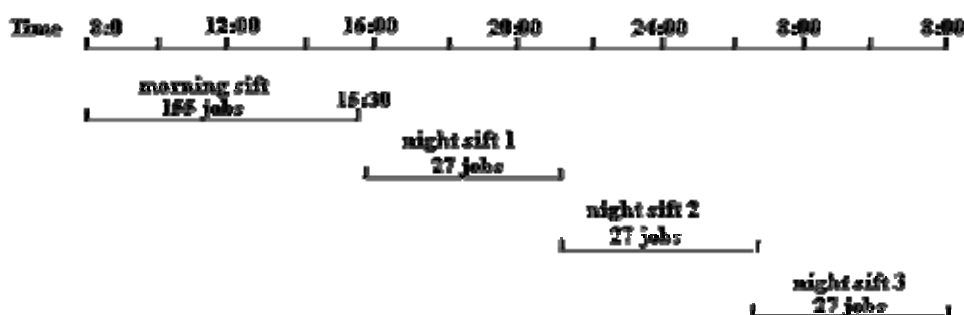
作業員数についてであるが、Adraa の例では、夜間においても補修作業がおこなわれ、通日 200 人以上もの作業員が働いている。維持管理の効率化を図りエンジニアを他の処理場に配属する余地がありそうである。

なお、維持管理費特に労務費は全体の事業費評価のなかで大きなウエイトを占めるため、維持管理費が容易な処理方式は結果として全体事業費を引き下げる。よって、維持管理が容易な処理方式は、労働環境と経営環境を同時に改善させるものであるから今後建設する処理場では多少建設費が高くとも維持管理費が安い単純な処理方式を採用することになるだろう。

表 9.1.6 Adraa 処理場における維持管理人員とその交代

Department	morning shift	night sift 1	night shift 2&3
Operation	22	12	23
Mechanical	21	1	3
Gas	10	2	4
Electricity	10	2	4
Electronic	4	1	2
Storage	9		
Agriculture	20		
Administration	14		
Laboratory	8		
Guard	8	8	15
Vehicle	19	1	3
Civil Maintenance	10		
Total	155	27	54

Note) Shift Schedule



6) 気温

維持管理が容易な安定池法や散水ろ床、河川浄化工法の礫間接触法などは、その処理が気温に大きく左右されるため、設計条件として気温が重要である。散水ろ床や礫間接触法の処理は数日の気温が影響する。

安定池法は滞留時間が長く月間平均気温に影響される。

Raqqa 県から提供された気温の Tallabiad と Raqqa City のうち、Raqqa 北部の Tallabiad の 2006 年 1 月の月間平均気温が 5.4 であった。Raqqa 市においても、6.6 。よって余裕を見込めば月間平均気温の最低値を 5 として考えたほうがいだろう。

表 9.1.7 2006 年 1 月の Raqqa 県での気温

Tallabiad					Raqqa City				
Date	Wet	Dry	Mini mum	Maxi mum	Date	Wet	Dry	Mini mum	Maxi mum
1-Jan	66	5	-2.9	14.2	1-Jan	75	4.3	-2.5	10.4
2-Jan	77	7.3	3.3	10.9	2-Jan	68	7.5	1.9	13.6
3-Jan	77	6.7	1	15.9	3-Jan	79	4.5	-1.4	12.6
4-Jan	69	7.6	-0.6	17	4-Jan	75	4.5	-1.9	13.5
5-Jan	76	6.4	0.5	10.8	5-Jan	80	5.3	0.4	9.8
6-Jan	73	9.8	5	17	6-Jan	73	9	4.9	15.9
7-Jan	89	9.3	8.5	10	7-Jan	82	7.8	3.1	10.5

表 9.1.7 2006 年 1 月の Raqqa 県での気温

Tallabiad					Raqqa City				
Date	Wet	Dry	Mini mum	Maxi mum	Date	Wet	Dry	Mini mum	Maxi mum
8-Jan	89	8.1	7.8	10	8-Jan	81	8.3	4.8	12
9-Jan	81	5.8	1	12.4	9-Jan	69	9	4.4	14.6
10-Jan	93	4.7	0	6.6	10-Jan	91	6.9	5.2	7.6
11-Jan	91	6.7	5.8	7.2	11-Jan	94	7	6.5	7.7
12-Jan	82	6.7	4.4	13.2	12-Jan	83	8.5	5.8	11.9
13-Jan	87	6	2.8	10.2	13-Jan	90	7.7	6.7	9
14-Jan	74	4.6	0.5	13.3	14-Jan	76	6.9	3	11.5
15-Jan	64	3.1	-2	11	15-Jan	65	4.9	1	10.4
16-Jan	68	1.5	-4.4	12	16-Jan	68	3.2	1.4	9.6
17-Jan	77	1.2	-6	10.3	17-Jan	66	4.6	1.4	12.7
18-Jan	88	2.5	-3.5	5.5	18-Jan	85	5.4	3	8
19-Jan	86	4.8	1.2	8	19-Jan	84	5.4	2.4	8.2
20-Jan	83	5.7	1.4	10	20-Jan	75	7.8	3.2	14.8
21-Jan	65	0.7	-3.6	6.2	21-Jan	59	3.3	-0.3	7.8
22-Jan	61	1.5	-3.5	5.9	22-Jan	60	3.8	-0.4	8.6
23-Jan	89	2.1	0.8	2.5	23-Jan	85	4.1	2.7	6.3
24-Jan	86	5.8	2.5	9.5	24-Jan	87	6.5	4.3	9.5
25-Jan	92	6.5	3.5	9.7	25-Jan	93	7	4.2	9.6
26-Jan	86	7.7	5	11.5	26-Jan	77	8.9	5.6	13.6
27-Jan	84	5.9	-0.4	11.2	27-Jan	73	9	5.9	13.5
28-Jan	77	3.9	-1.4	10.4	28-Jan	84	5.7	3.2	10.6
29-Jan	77	1.9	-4.4	10	29-Jan	68	4.1	-0.4	10.2
30-Jan	65	1.5	-4	9.5	30-Jan	72	3.4	0	9.9
31-Jan	65	2.3	-5.4	10.9	31-Jan	69	3	-2.2	9.9
Monthly Average Temperature			0.42	10.41				2.45	10.77
			5.4					6.6	

表 9.1.8 Slunfeh での月間平均気温

YEAR		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1994	Max. Ave	10.3	8.3	11.9	19.4	21.7	23.6	24.2	26.2	28.4	23.6	11.9	7.1
	Min. Ave	5.3	2.8	5.7	11.3	13.8	14.7	17	18.1	18.8	16.3	6.8	1.1
1966	Max. Ave	6.7	9.3	10.2	11.8	20.9	24.6		27	24	19.1	16.2	11.6
	Min. Ave	-0.7	3.6	1.4	5.3	12.1	16		18.4	16	10.1	9.4	6.5
1997	Max. Ave	10	8.3	9.3	13.6	23.7	24.3	26.3	23.3	24.4	22.5	15.6	10.6
	Min. Ave	3.1	1	2.3	6.3	14.5	15.7	17.3	15.8	15.5	15.1	9.7	5.4
1998	Max. Ave	7	9.3										
	Min. Ave	1.7	3.2										
Monthly Average Temperature		5.4	5.7	6.8	40.4	17.8	19.8	21.2	21.5	21.2	17.8	11.6	7.1

Note) At Climate Observation Station on Bab Al Jannah Tomn in Slunfeh district

また、山間部避暑地の Slunfeh において 1996 年 1 月に記録した月間平均気温は 3°C だった。

4年間の月間平均気温では1月で5.4°Cであり、Tallabiadの値と一致した。

このようにシリアの冬は非常に寒いことが理解され、年間を通して安定した処理を期待する通常の処理場や、冬季の水質が問題となる灌漑を目的とする場合は、大気の影響を受ける処理方式は避ける必要がある。表 9.1.9 に示すように大気の影響を受けた場合、10°Cを下回ると微生物の活動が停止するからである。

表 9.1.9 生物処理における水温

Type	Temperature Range(°C)	Optimum Range Range(°C)
Psychrophilic 好冷性微生物	10-30	12-18
Mesophilic 中温性微生物	20-50	25-40
Termphilic 高温性微生物	35-75	55-65

出典) Metcalf & Eddy (第4版)

7) pH

気温に加えて、pHは微生物の増殖にとって重要な要素であり、pH 9.5 から 4.0 が許容値、最適値は 6.5 から 7.5 である。Adraa では流入で 8.0 と少し高めだが許容範囲にある。

長時間バッキ法は過度のバッキで酸化が進行し pH が下がるためオペレーションに留意する必要がある。空気制御が比較的難しい処理方式に分類される。

表 9.1.10 Adraa 処理場における流入下水の pH

Date	pH
2006/1/15	8.1
2006/3/2	7.8
2006/4/3	7.8
2006/5/16	7.8
2006/6/1	8.0
2006/7/16	7.8
2006/8/21	7.9
2006/9/4	8.2
2006/10/2	8.0
2006/11/2	8.1
2006/12/5	8.0
Average	8.0

9.1.5.2 シリアで対象となる下水処理方式

(1) 一般的処理方式

M/P 対象区域の現状の環境を俯瞰すると水処理レベルは2次処理が必要であり、世界的にオペレーションの長い歴史がある処理方式の一覧を整理すると表 9.1.11 のようになる。

表 9.1.11 生物処理方式一覧

生物環境条件	処理方式のグループ分け	処理方式
好気条件	浮遊生物を利用した処理	活性汚泥法 -標準 -ステップ・エアレーション -長時間エアレーション -オキシデーション・ディッチ -純酸素 -回分式 エアレーテッド・ラグーン法
	生物膜を利用した処理	散水ろ床法 接触酸化法 好気性ろ床法
	安定化池	熟成池
	水生生物を利用した処理	湿地（Wet Land）法
好気・嫌気条件	安定化池	通性池
嫌気条件	安定化池	嫌気池
	生物膜を利用した処理	好気性ろ床法
無酸素条件	浮遊生物を利用した処理	浮遊増殖型脱窒
	生物膜を利用した処理	固定生物膜型脱窒

(2) シリアで適用されるべき処理方式

シリア内での信頼性のある実績や、他のドナーによる調査と、要求される条件から検討の対象となる処理方式を選出すると、

- 1) 標準活性汚泥法
- 2) 長時間エアレーション法
- 3) OD（オキシデーションディッチ法）
- 4) 接触酸化法
- 5) Wet Land 法

となる。

これらの処理方式を採用した理由は

- 1) 標準活性汚泥法、2) 長時間エアレーション法は最近の調査でも登場する。
- Operation が容易で脱窒もおこなう 3) OD は Banias の FS 調査でも採用されており、将来 GTZ でも提案するという。水源汚染が緊急課題のシリアで最も求められている処理方式である。
- 用地が狭い場合に返送汚泥が必要ないため Operation が容易で脱窒もおこなう 4) 接触酸化は OD の代わりとして有用である。日本の On-site system で多く採用されている。本調査では極小規模の場合に無人施設として適用する考えである。
- データが十分ではないが、処理は非常にうまくいっているように観察されるところの 5) Wet land は Damascus 郊外県や Raqqa 県で実績があるため、シリア特有の処理方式としてこれらに加え、以上 5 つの高級処理を検討対象に選んだ。

以上の選定において配慮した点や、候補から外れた方式は、以下のとおりである。

- Wet-land と接触酸化法を選んだのは、次の背景を考慮したためである。シリアは大規模処理場の建設が終わり、維持管理リハビリの段階に入っていく。一方で水質汚濁対策のために 1,000m³/日以下の多くの小規模処理場が建設されており、それらは長時間バッキ方式であるが、全く運転されていないものや、返送汚泥を行っていない無人の処理場があった。これらは人材不足が大きな原因であるが、1,000m³/日以下の小さな処理場は、今後、返送汚泥管理が伴う活性汚泥法ではなく、無人運転を目標に日本の浄化槽で用いられている接触酸化法や、シリアで実績のある Wet-land を採用するべきだろう。もって、国民の経済的負担をも軽減する。
- Operation が容易な方式に散水ろ床法、安定化池法、エアレーテッド・ラグーンがある。これらは冬季の気温の影響を受け処理効率が低下する。よってこれらの採用はない。さらにエアレーテッド・ラグーンは電力効率が悪い。本方式を採用した Aleppo 下水処理場は、エアレーター故障による処理能力低下に加え、当初処理能力以上の下水量が流入、過負荷状態での運転になっており、当然処理効率も劣悪である。
- Zabadani (EIB による調査) において、処理場の位置ありきで OD に比べてコンパクトな活性汚泥循環変法を採用する計画であったが、この方式は微生物の餌としての有機物管理が難しいため、負荷変動の大きな観光地ではさらにオペレーションを困難にする。脱窒が条件の場合に OD や接触酸化で対応可能なのでこの方式は比較の対象からはずした。

処理方式を選定するに当たっては硝化や脱窒に配慮したが、唯一、標準活性汚泥法は用地が狭く閉鎖性水域でない公共用水域に放流する場合は有効なのでこれを列挙した。

(3) 処理方式の概要

1) 標準活性汚泥法

標準活性汚泥法はベーシックな活性汚泥法である。

本方式は、沈殿された下水は返送汚泥と混合され、散気管や機械バッキ装置でエアレーションされながらいくつかのタンクで有機物を活性汚泥に摂取させながら増殖した生物フロックを最終沈殿池で沈殿分離するものである。

この方式は、高度に安定した処理が要求され省スペースを要求される大規模処理場に適している。一方、建設費や維持管理費が他の処理方式に比べ高い。それは、多くの技術者が要求され、高度な設備の日常管理、二つの沈殿池から発生する汚泥処理を伴うなどがあるからである。

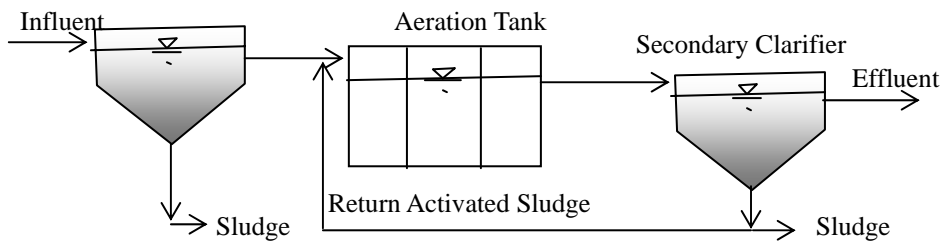


図 9.1.1 標準活性汚泥法のフロー

2) 長時間エアレーション法

これは活性汚泥法の一つである。

最初沈殿池が省略されるので比較的高負荷で処理し、結果、エアレーションタンクが大きくなる。標準法の約3倍になる。

特徴は、

- 電力消費量が大きいが、汚泥量が少ない、よって小さな処理場に適用される。
- 維持管理は比較的容易であるが、流入水質に応じた空気量と返送汚泥の管理をし、汚泥が解体しないように留意しなければならない。
- 臭いは比較的少ない。

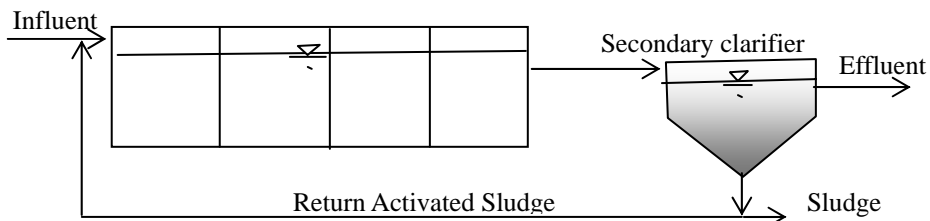


図 9.1.2 長時間エアレーションのフロー

3) OD 法

これは活性汚泥法の一つである。

反応槽は長円形で機械バッキ装置が設備される。これに砂としさが除去された下水が流入し同方向に回る。

バッキ装置は、縦軸と横軸の二つに分類される。さらに水中式、表面バッキ方式に分類されるが、一般的には表面バッキ方式が採用される。

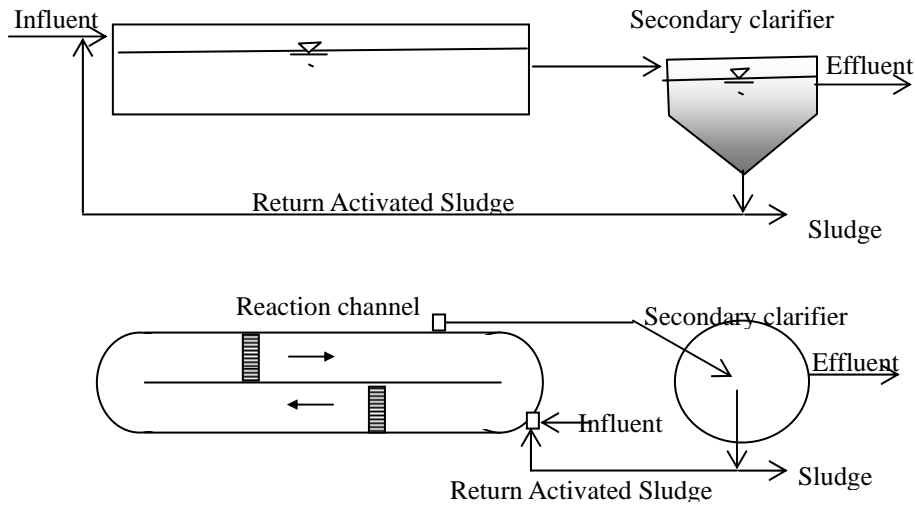


図 9.1.3 OD のフロー

特徴は

- 低負荷で運転され、絶妙なバランスで好気ゾーンと嫌気ゾーンが形成され、安定した処理が可能である。維持管理が非常に容易であるため、とくにオペレーターの確保が困難、あるいは十分ではない地方において問題を解決する方式である。
- 硝化・脱窒ができる。
- 臭いは比較的少ない。
- 合流式下水道において雨天時の低負荷下水による生物処理への影響は少ない。
- 余剰汚泥は少なく消化が進み安定している。
- 一般的に小規模下水道では建設費は他の処理方式とほぼ同じである。

4) Wet Land 法

Wet land は、葦による自然の処理機能を用いた単純で手間のかからない方式である。

Wet land は、最初沈殿池と reed bed から成り、最初沈殿池は reed bed の有機物分解の負荷を軽減するためのものである。

特徴は、以上のように非常に単純なので、維持管理が容易である。建設費や維持管理費も安い。しかし大きな土地が必要である。よって、この方式は土地がふんだんにあり、人口の小さな地方に適する。

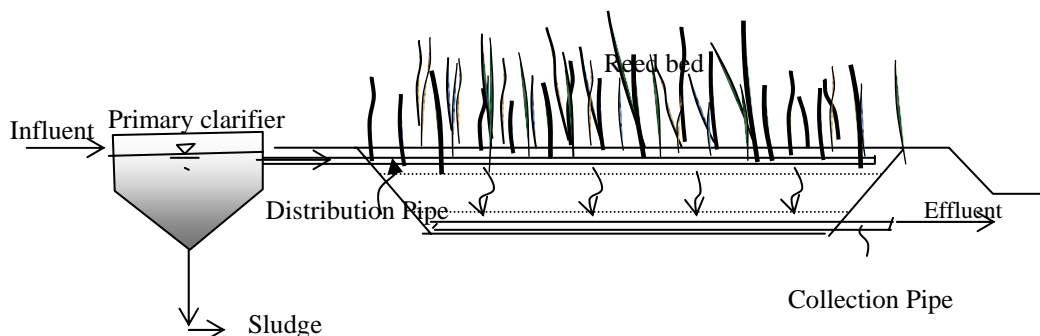


図 9.1.4 Wet land のフロー

5) 接触酸化法

接触酸化法は生物膜を用いた処理方式の一つであり、本法は反応タンク内に浸漬させた接触材の表面に、発生付着した好気性微生物（以下「付着生物」という）の代謝活動により下水を処理する方式である。以下の特徴がある：

汚泥返送が必要なく、運転管理が容易である。表面積の大きな接触材を採用し、付着生物量を多量に保持することにより、流入基質の変動に柔軟に対応することができる。汚泥の自己酸化が期待でき、余剰汚泥量が少ない。高負荷で運転すると生物膜が肥大化し、接触材が目詰まりすることがある。

日本では on-site 施設の処理方式として知られ、最初沈殿池は省略される。

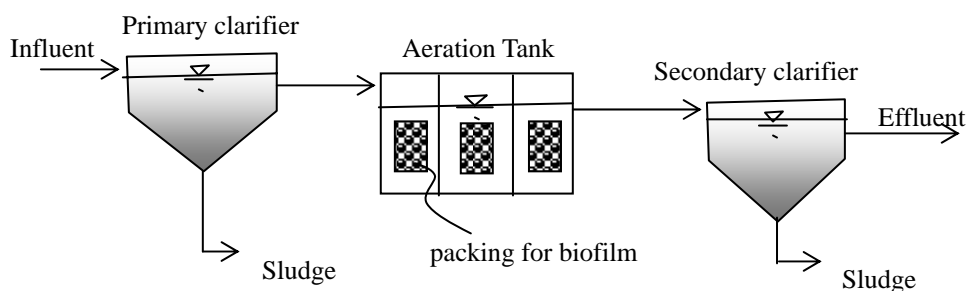


図 9.1.5 接触酸化法のフロー

(4) 汚泥処理方式

汚泥処理方式は発生した汚泥を安全に運び処分あるいは利用するために決定する。水処理方式ごとに次のように選定する。

- 最初沈殿池で汚泥を沈殿するタイプの標準活性汚泥法、Wet Land から発生した汚泥は、コンポストとして汚泥を利用する条件であれば重力濃縮 + 嫌気消化 + Drying Bed が望ましいが、小さな Wet-land 等からの汚泥は Drying Bed とし埋め立て処分や将来的には広域汚泥処理の選択肢を提案する。
- 長時間エアレーション法と OD からの汚泥は、沈殿性が低いため重力濃縮では濃縮が十分にできない。Drying Bed を配置できる場合は、機械濃縮とする。汚泥は安定しているため、濃縮汚泥を Drying Bed で乾燥して土壌改良材として有効利用や、コンポストの原料に使う。なお、Drying Bed の土地がない場合は、主に貯留層としての機能を期待する重力濃縮槽と機械脱水を採用する。
- 近くに大規模処理場がある場合は、汚泥を運送し処理する。

9.1.5.3 7つの県に適する処理方式

(1) 処理場計画の留意点

処理方式の選定は、いくつかの外部条件や一般的な知見に配慮し、次のような要因を考慮する。

- 負荷変動； 安定したオペレーションや信頼性ある処理水を確保するために流量や水質の負荷変動に配慮しなければならない。流量のピークは1日1回、5:30から9:30にかけて発生する。時間係数1.5倍から1.6倍と小さいがピーク継続時間が長い。
- システム構成と反応時間； システム構成は単純なほどよい。特にシリアの労働時間は8:00から15:30までであり、夜間のピーク時の緻密な監視はカバーできないため、単純で安定的、かつ反応時間が長い処理方式がピーク対応にとって望ましい。
- 排水基準を満足した処理水質
- 汚泥発生量が少ないこと。
- 自然にやさしい消毒； 消毒はシンプルかつ灌漑に使うのであれば塩素消毒ではないほうがよい。
- 処理水再利用； 主に灌漑利用であり窒素除去ができる処理方式、反応時間が長い処理方式が望まれる。
- 臭い； 臭いは、嫌気性安定池、嫌気性消化、汚泥濃縮、汚泥乾燥床、最初沈殿池から発生するので、処理場の配置計画に当たっては集落からこれらの施設を遠ざけるようなゾーニングが必要である。
- 設備の管理； 設備の管理が容易な単純な設備を採用する。
- 費用； 建設費用は安いほうがいいが、多少高くても施設の平均耐用年数35年もの維持管理費用に注目し維持管理費用が安いほうがよい。
- 増設用地； 公共用水域の水利用計画が不確かな現段階で、将来、処理場のグレードアップを計れるように増設用地を見込む。

(2) 水処理方式

マスタープラン対象の集落の規模にもよるが、地域の状況から望ましい処理方式は総括的に次のように考えられる。

- Dar'aa と Rural Damascus は、処理水の農地還元を考慮し、硝化あるいは脱窒までを行なう条件ならばODが適しており、標準活性汚泥法の選択肢は無い。脱窒はできないが硝化によってアンモニア性窒素を安定化する長時間エアレーション法は対象となる。よって、長時間エアレーション法、OD、小規模においてはWet Landがよい。
- Tartous と Lattakia の処理水は公共用水域への放流であること、比較的土地の確保が難しいことから大規模では標準活性汚泥法、小中規模では長時間エアレーション法、OD。汚水の収集ならびに用地の確保が困難な山間部では接触酸化法が検討対象となる。
- Raqqa, Deir-Ez-zor 及び Hassakeh の処理水は公共用水域への放流であることから処理方式の選択肢は広い。財政負担にならないように当初は一次処理からスタートすることも可能であり、土地も十分にあり、すべての処理方式が対象であるが、一次処理(沈殿処理)からスタートするなら、最初沈殿池のある標準活性汚泥法、Wet Landが対象となる。当初から高級処理を採用するのであれば人材確保が困難な当地におい

て OD による巡回管理を検討することになるだろう。

表 9.1.12 7つの県に適する処理方式

水処理方式	用地の規模	灌漑利用への適用性	-Dar'aa -Rural Damascus	-Tartous -Lattakia	-Raqqa -Deir-Ez-zor -Hassakeh
1)Wet Land	big	high	+		+
2)Oxidation ditch	↑ ↓	↑ ↓	+	+	+
3) Extended aeration			+	+	+
4)Submerged Attached Growth Processes				+	
5)Conventional Activated Sludge				+	+
			small	low	

(3) 汚泥処理方式

汚泥処理は水処理方式との関係と周辺の都市化の状況、土地の難易度によって方式が決定される。大都市で採用されるだろう標準活性法は土地を確保して汚泥の減量化、安定化のために消化工程を組み込む傾向にある。

表 9.1.13 基本的な考え方

水処理方式	土地が十分ある場合	都市に近い場合や土地が狭い場合
Conventional Activated sludge	Sludge Reservoir + digestion tank + Drying Bed	Mechanical/Gravel Thickening + Mechanical Dewatering
Extended aeration	Sludge Reservoir + Drying Bed	Mechanical Thickening + Mechanical Dewatering
Oxidation ditch	ditto	ditto
Wet Land	ditto	ditto
Submerged Attached Growth Processes	ditto	ditto

(4) 汚泥の最終処分

処理場では汚泥を搬出可能なまでに脱水し場外搬出する。

その先は、埋め立て、土壌改良（砂漠の緑化、公園の堆肥）、農地還元が考えられるが、シリアは農業が盛んであるから基本的に農地還元が望ましい。

農地還元の場合、重金属類の問題があるが地方の生活系汚水は問題ない。

汚泥の農地への再利用は、作物障害を回避するためにいかなる汚泥であっても熟成工程が必要である。また、堆肥の品質が確保でき、ユーザーの人気を得られれば、ひとつの STP 単独では供給量が間に合わない傾向にある。よって複数の STP の汚泥を統合処理するスケールメリットやコンポスト化汚泥の需要調査に基づき、施設建設のフィージビリティを検討したうえで、コンポスト化工場を建設することを提案する。

たとえば、100,000人規模のSTP(OD)5箇所から発生する汚泥を集める場合、汚泥を約1年間積んで熟成するものと仮定すると表9.1.14のようになる。汚泥はreedの葉を刻んだ物を混ぜて発酵槽に投入する。

表9.1.14 コンポストの例

項目	脱水汚泥(含水率 80%)	乾燥汚泥(含水率 60%)
Population	500,000	500,000
Wastewater LDC	100 liter	100 liter
Sludge kgDS/yr	6,022,500	6,022,500
Sludge m ³ /yr	30,113	15,056
Fermenter, h=1.0~ 2.0m	12-50m×50m	12-30m×42m
Required Land Area (ha)	130m×330m (4.3 ha)	115×210 (2.4)

9.2 下水道施設の設計諸元

9.2.1 下水管網

(1) 設計諸元

管渠送水方式は自然流下方式を標準とし、状況に応じて圧送(ポンプ場)も考慮して決定する：供用開始後の維持管理性を考慮し、自然流下方式を標準とするものであるが、地形条件等で自然流下による汚水送水が困難な場合は、以下の代替案を比較検討を行った上で、決定する。

- ポンプ圧送
- その地区をオンサイト施設で処理

管渠断面は計画時間最大汚水量に基づき、これに余裕を考慮して決定する：汚水量は時間的に相当な変動がある。そのため汚水管渠の流下能力を決定する場合には、汚水流出量の変動に対し十分な能力を与えるため、時間最大汚水量を用いる。

管渠の断面・勾配は、管渠内における沈殿物の堆積及び下水の嫌気化を防止するために、十分な流速と掃流力を持つと同時に滞留のないように定める：管渠内に沈殿物が堆積すると管内の流下断面を減らし、流下能力に支障が出る他、下水の嫌気化が進み、管渠・ポンプ場・処理施設に腐食の原因になる。従って、こうした沈殿物の堆積や下水の嫌気化を避けるために、管渠が十分な流速と掃流力が得られるように計画することが原則である。以下に管渠設計における主要な設計条件・公式を列挙する：

- 流速公式

自然流下管内流速にはマンニング公式を用いる。

$$v = (R^{2/3} I^{1/2}) / n$$

ここで、

v : 流速 (m/s)

R : 径深 (m) = 流下断面積を潤辺で除して求められる

I : 勾配

n : 粗度係数

圧送管内流速にはヘーゼン・ウィリアム公式用いる。

$$v = 0.84935CR^{0.63}I^{0.54}$$

ここで、

v : 流速 (m/s)

C : 流速係数=110

I : 動水勾配

R : 径深 (m)

- 最小・最大流速

合流管の場合、0.8 m/s 以上 3.0 m/s 以下とする。

- 余 裕

汚水管の管径設定に際しては、計画汚水量に対して 100%の余裕を見込む。シリアの下水道は、合流式であるので雨天時には汚水の 2 倍の水量が流れるよう計画する。

- 土被り

道路面から 1.0 m 以上

河床から 1.5 m 以上

水路底から 0.5 m 以上

鉄道施設から 2.0 m 以上

- 最小管径

シリアの下水道は合流式であるので、雨水の流入を考慮し最小管径は 250mm とする。

(2) 管材料

管材料選定においては、下水管内で発生する硫酸物による腐食についても考慮が必要である。そのため腐食に対する耐性・円滑な下水輸送を確保するための粗度係数（小さい方がいい）につき検討しなければならない。

シリアでは、塩ビ管及びポリエチレン管を製作する工場がある。それらの管渠は水密性においても、耐久性においてもコンクリート管に比べると圧倒的に優れている。シリア製のコンクリート管は、品質管理が十分でないため割れやすい等材質的に先の管に比べると相当劣る。

汚水管は、汚水を管渠から浸出させないで処理場まで運ぶ役割がある。コンクリート管ではこの機能が十分に果たされないと考えられるので、基本的に汚水管としては塩ビ管、ポリエチレン管を使用することとする。

管渠工事費に占める管材料の比率は 20%以内であるので、これらの管を使用することによる工事費の大幅な上昇にはならない。これらの管は、コンクリート管に比べて軽いので、施工費は安くなり、トータルの工事費は大差なくなる。ちなみに、シリアにおける塩ビ管、ポリエチレン管の値段は日本と比べると 1/3 以下である。

シリアにおいては、推進工法は普及していないが、今後この工法が採用されるケースも考えられる。その場合にはコンクリート管が採用されることがある。ただし、その管は推進用として製作されたものである。一般的な管径による管材料選定表を表 9.2.1 に示す。

表 9.2.1 管材料と粗度係数

管材料	採用可能な管径 (mm)	粗度係数
塩化ビニル管	250,300,400	0.010
ポリエチレン管	250 以上	0.010
コンクリート管	推進工法用	0.013
鋳鉄管	圧送管用	C=110

管の継ぎ手には施工の簡易さ及びスピードを考慮し、ゴム製のガスケット、スピゴットジョイントを使用すべきである。経験的に圧縮タイプ及びゴム製のガスケットジョイントは地下水の管への浸入を防止性に優れている。

9.2.2 ポンプ場

ポンプ場は以下の 2 種類に分類される：

- ガイドレールによりポンプ着脱ができる水中ポンプによるポンプ場
- 建屋型ポンプ場

ポンプ場には最低でも 2 台の同容量ポンプが設置され、計画時間最大流量以上の汚水流入にも対処できるように設計される。3 台以上のポンプが必要な場合は、1 台が故障してもそれ以外のポンプで計画時間最大汚水量を圧送できるような容量のポンプを選定する。将来さらなる流入汚水量の増大が予想される場合、汚水ピット・配管・電気設備等は、将来流量対応の増設が可能なように設計する。

ポンプ場内配管管径は、0.75~ 1.5 m/s の管内流速が維持できるように設計する。圧送管関係は、最小流速 0.6 m/s ・最大流速 1.2 m/s 以内の流速が得られるように設計する。圧送管縦断形状凸部においては、管内エアを収集し排除する空気弁を設ける。

汚水圧送管が水道管と異なることは、流れている水には土砂を含んでいるということである。また、その運転は間欠的である。そのため、圧送管の低い位置に土砂が堆積するので、定期的にそれを排除する必要がある。その対策として、送水管の低い位置にはバルブを設け土砂を排出できるようにする必要がある。

汚水圧送管が水道管と異なることは、流れている水には土砂を含んでいるということである。また、その運転は間欠的である。そのため、圧送管の低い位置に土砂が堆積するので、定期的にそれを排除する必要がある。その対策として、送水管の低い位置にはバルブを設け土砂を排出できるようにする必要がある。圧送管の模式図を図 9.2.1 に示す。

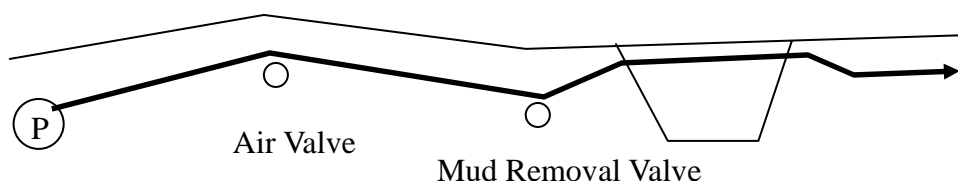


図 9.2.1 圧送管の模式図

9.2.3 下水処理場

多くの処理場の設計基準、つまり、標準活性汚泥法、長時間バッキ法、OD、接触酸化法については日本の指針や Wastewater Engineering Treatment and Reuse (Metcalf & Eddy)などによって設定する。

なお Wet-land は Harran Al Awameed の計画実績値を用いる。

表 9.2.2 水処理方式の設計基準

処理方式	施設	代表的な設計基準
Conventional Activated sludge	Primary Settling tank	Surface load 35~ 70 m ³ /m ² ・d
	Reactor	BOD-SS load 0.2~ 0.4 kgBOD/kgSS・d
	Final Sedimentation tank	Surface load 20~ 30 m ³ /m ² ・d
Extended aeration	Reactor	BOD-SS load 0.05~ 0.1 kgBOD/kgSS・d
	Sedimentation tank	Surface load 8~ 12 m ³ /m ² ・d
Oxidation ditch	Reactor	BOD-SS load 0.03~ 0.05 kgBOD/kgSS・d High-rate 0.04~ 0.1(Metcalf&Eddy)
	Sedimentation tank	Surface load 8~ 12 m ³ /m ² ・d
Wet Land	Primary Settling tank	Surface load 35~ 70 m ³ /m ² ・d
	Reed Bed	0.5 m ² /c・d
Submerged Attached Growth Processes	Reactor	BOD loading 0.3 kg/m ³ ・d
	Sedimentation tank	Surface load 20~ 30 m ³ /m ² ・d

表 9.2.3 一般的な除去率 (%)

処理方式	BOD	SS	T-N	T-P
Conventional Activated sludge	90~ 95	90~ 95	Not eligible	Removable*
Extended aeration	90~ 95	90~ 95	Not eligible	Removable*
Oxidation ditch	90~ 95	90~ 95	More than 70	80
Wet Land in Harran Al Awameed	90~ 95	90~ 95	removable	Not eligible
Submerged Attached	90~ 95	90~ 95	removable	Not eligible

注) * : 嫌気好気運転で除去することができる。

表 9.2.4 汚泥処理方式の設計基準

施 設	代表的な設計基準
Gravel Thickening	DS loading 60~ 90 kg/m ² ·d
Mechanical Thickening	Proposed capacity by manufacturer
Anaerobic digestion Tank	Solid retention time 20 days
Mechanical Dewatering	Proposed capacity by manufacturer
Sludge Drying Bed	Sludge loading rate 60~ 100 kgDS/m ² ·yr

9.2.4 諸外国の設計基準

表 9.2.5~ 表 9.2.7 に諸外国で採用されている設計基準を示す。

表 9.2.5 下水管渠設計基準比較表 (1/2)

Design Criteria	unit	Japanese Standards	Indian Standards (CPHEEO)	Malaysian Standards	Russian Standards (SNIP)	British Standards (BS)	Adopted Values
1 Design flow for calculation	-	Hourly maximum (Gravity flow) Manning formula $V=(R^{2/3}i^{1/2})/n$ (Pressured flow) Hazen-Williams formula $V=0.84935CR^{0.63}i^{0.54}$ $V=3.0$	Peak flow (Gravity flow) Manning formula $V=(R^{2/3}i^{1/2})/n$ (Pressured flow) Hazen-Williams formula $V=0.849CR^{0.63}i^{0.54}$ $V=3.0$	Peak flow (Gravity flow) Manning formula $V=(R^{2/3}i^{1/2})/n$ (Pressured flow) Hazen-Williams formula $V=0.84935CR^{0.63}i^{0.54}$ $V=4.0$	(Gravity flow) $V=C(Ri)^{0.5}$ $C=R^2/n$ $y=2.5n^{0.5}-0.13-0.75R(n^{0.5}-0.1)$	4~6 times × Dry weather Flow Manning formula Colebrook-White formula etc.	
2 Velocity formula	-						
3 Maximum velocity (V)	m/sec		$V=3.0$	$V=4.0$	$V=4.0$ (concrete and stone lining) $V=1.6$ (brick wall) $V=2.0$ (single layer pavement) $V=3.0$ to 3.5 (double layer pavement)	$V=2(D)^{0.5}$	
4 Minimum velocity (V)	m/sec	$V=0.8$ (combined system)	$V=0.8$	$V=0.8$	$V=0.7$ (150<D<250mm) $V=0.8$ (300<D<400mm) $V=0.9$ (450<D<500mm) $V=1.0$ (600<D<800mm) $V=1.15$ (900<D<1,200mm) $V=1.30$ (D=1,500mm) $V=1.50$ (D>1,500mm)	$V=0.75$	
5 Roughness coefficients	-	$n=0.013$ (Concrete) $n=0.010$ (PVC, PEP) $C=110$ (Cast iron)	$n=0.015$ (Concrete) $n=0.011$ (PVC, PEP) $C=100$ (Cast iron)	-	$n=0.014$ (gravity flow) $n=0.013$ (pressure flow)	-	
6 Flow allowance	%	100 (D<700mm dia.) 50~100 (700<D<1650mm dia.) 25~50 (D>1,650mm dia.)	0.8 of full at ultimate peak flow	-	0.6 (150<D<250mm) 0.7 (300<D<400mm) 0.75 (450<D<900mm) 0.8 (D>1,000)	-	
7 Minimum earth cover (H)	m	$H=1.0$	$H=1.0$ (branch sewer) $H=1.5$ (trunk sewer)	$H=1.2$	$H=0.3$ (D<500mm) $H=0.5$ (D>500mm) $H=0.7$ (prevent from freezing and traffic on load)	-	
8 Minimum pipe diameter (D)	mm	$D=250$ (combined system)	$D=150$	$D=225$	$D=200$	-	
9 Pipe materials	-	Reinforced concrete pipe Concrete pipe Manufactured rectangular conduits Polyvinyl chloride pipe Clay pipe Fiber reinforced plastic pipe Polyethylene pipe	Reinforced concrete pipe Precast concrete pipe Plastic pipe Cast iron pipe Steel pipe Clay pipe Asbestos cement pipe Glass fiber reinforced plastic pipe	Vitrified clay pipe Reinforced concrete pipe Ductile iron pipe Steel pipe Polyethylene pipe Glass reinforced plastic pipe	Reinforced concrete pipe Nonpressure concrete pipe Ceramic pipe Cast iron pipe Asbestos cement pipe Plastic pipe Steel pipe	Asbestos cement pipe Clay pipe Concrete pipe Box culvert Ductile iron pipe Glass reinforced plastic pipe High density polyethylene pipe Polyvinyl chloride pipe Steel pipe	

表 9.2.5 下水管渠設計基準比較表 (2/2)

Design Criteria	unit	Japanese Standards	Indian Standards (CPHEEO)	Malaysian Standards	Russian Standards (SNIP)	British Standards (BS)	Adopted Values
10 Manhole diameter (P)	mm	P=900 (D<600) P=1,200 (700<D<900) P=1,500 (1,000<D<1,100) P=1,800 (1,200<D<1,350)	depth = H P=900 (0.90<H<1.65m) P=1,200 (1.65<H<2.30m) P=1,500 (2.30<H<9.00m) P=1,800 (9.00<H<14.00m) and less than internal diameter of the (sewer +150mm on both sides)	P=1,200mm (225<D<300) P=1,350mm (375<D<450) P=1,500mm (600<D<700)	P=1,000 (D<600mm) P=1,250 (D=700mm) P=1,500 (800<D<1,000mm) P=2,000 (D=1,200mm) P=1,500 (pipeline depth > 3.0m)	min. size of chamber = 1.05	
11 Manhole spacing	m	max. 75 (D<600mm dia.) max. 100 (D<1,000mm dia.) max. 150 (D<1,500mm dia.) max. 200 (D>1,650mm dia.)	max. 30 (D<900mm dia.) 90 ~ 150 (900<D<1,500mm dia.) 150 ~ 200 (1,500<D<2,000mm dia.)	max. 100 (D<1,000mm dia.) max. 150 (D>1,000mm dia.)	max. 35 (D=150mm) max. 50 (200<D<450mm) max. 75 (500<D<600mm) max. 100 (700<D<900mm) max. 150 (1,000<D<1,400mm) max. 200 (1,500<D<2,000mm)	max. 100 (D<1,000mm) 180 ~ 200 (1,000<D<1,800mm) max. 300 (D>1,800mm)	

表 9.2.6 下水中継ポンプ場設計基準比較表

Design Criteria	unit	Japanese Standards	Indian Standards (CPHEEO)	Malaysian Standards	British Standard Code	Wastewater Engineering (Metcalf & Eddy)	Adopted Values
1 Grit chamber							
1.1 max. flow velocity (V)	m/s	V = 0.3	V = 0.15 ~ 0.30	V = 0.2	-	V = 0.3	
1.2 Water surface load (WS)	m ² /m ² /day	WS = 1,800	WS = 2,160	WS < 1,500	-	-	
1.3 Estimated grit quantity (Q1)	m ³ /10 ³ m ³	Q1 = 0.0005 ~ 0.05	-	-	-	Q1 = 0.04 ~ 0.202 (aerated type)	
2 Screen system							
2.1 Primary screen							
Max. clear spacing (P1)	mm	P1 = 50 ~ 150	P1 = 75 ~ 150 (coarse screen)	P1 = 25	P1 = 30 ~ 75	P1 = 6 ~ 150	
Max. velocity at screen face (V1)	m/sec	V1 = 0.45	V1 = 0.6 ~ 1.2	V1 = 1.0	-	V1 = 0.3 ~ 0.6 (manual screen)	
2.2 Secondary screen							
Max. clear spacing (P2)	mm	P2 = 15 ~ 25	P2 < 20 (fine screen)	P2 = 12	-	P2 < 6	
2.3 Estimated screenings volume (Q2)	m ³ /10 ³ m ³	Q2 = 0.5 ~ 50	Q2 = 1.5 ~ 15	Q2 = 30	-	Q2 = 4.0 ~ 40	
3 Pump equipment							
3.1 Design flow for calculation	-	Hourly maximum flow	Peak flow with 50% standby	Peak flow	Dry weather flow × 3	-	
3.2 Type of station	-	Q: design flow = m ³ /min (1) Q < 3.2 m ³ /min (2 units) Manhole type (2) 3.2 < Q < 8 m ³ /min (2~5 units) Small scale type without grit chamber and screen (3) Q > 8 m ³ /min (2~5 units) Conventional type	(1) Two wells type Wet well for storing sewage and dry well for setting pumps (2) One well type Use of wet-pit pump (submersible pump)	PE: Population Equivalent (1) Case of PE < 5,000 Wet well with submersible pump (2 units) (2) Case of 5,000 < PE < 10,000 Wet well or dry well (2 units) (3) Case of PE > 10,000 Wet well and dry well 10,000 < PE < 20,000 2~4 units PE > 20,000 6 units			
3.3 Proposed pump diameter (D)	mm	$D = 1.46(Q/V)^{0.5}$ where Q: discharging flow (m ³ /min) V: Velocity at suction = 1.5 ~ 3.0 m/sec	-	-	-	-	
3.3 Retention time of wet well (T)	min	T = 4 (in case of manhole type)	T = 5	T = 30 minutes in average flow	T = 5 ~ 10	-	
4 Force main min. diameter (D)	mm	D = 80	D = 100	D = 100	D = 100	-	

表 9.2.7 下水処理場設計基準比較表 (1/3)

Design Criteria	unit	Japanese Standards	Indian Standards (CPHEEO)	Malaysian Standards	British Standard Code (for small sewage treatment works)	Wastewater Engineering (Metcalf & Eddy)	Adopted Values
1 Applicable sewage treatment methods	-	(1) Conventional activated sludge (2) Oxygen activated sludge (3) Contact aeration (4) Oxidation ditch (5) Extended aeration (6) Biological aerated filter (7) Advanced treatment (8) Trickling filter etc.	(1) Conventional activated sludge (2) Completely mixed (3) Extended aeration (4) Oxidation ditch (5) Aerated lagoon (6) Trickling filter (7) Rotating biological contactor (8) Stabilization pond (9) Upflow anaerobic sludge blanket etc.	(1) Trickling filter (2) Rotating biological contactor (3) Submerged biological contactor (4) Stabilization pond (5) Aerated lagoon (6) Conventional activated sludge (7) Extended aeration (8) Oxidation ditch (9) Sequence batch reactor etc.	(for small sewage treatment works) (1) Extended aeration (2) Contact stabilization (3) Oxidation ditch (4) Rotary biological contactors	(1) Conventional activated sludge (2) Modified activated sludge (3) Extended aeration (4) Oxidation ditch (5) Sequence batch reactor (6) Trickling filter (7) Aerated lagoon (8) Stabilization pond (9) Rotating biological contactor (10) Wetland etc.	
2 Screen and grit chamber	-	refer to the sheet of pump station	refer to the sheet of pump station	refer to the sheet of pump station		refer to the sheet of pump station	
3 Primary sedimentation tank	hour	T = 1.5	T = 2.0 ~ 2.5	T = 2 hours in peak flow		T = 2.0	
Water surface load (WS)	m ³ /m ² /day	WS = 35 ~ 70	WS = 35 ~ 50	WS = 30 ~ 45 in peak flow		WS = 33 ~ 49	
Effluent weir load (EW)	m ³ /m/day	EW = 250	EW = 125	EW = 100 ~ 200		EW = 124 ~ 496	
Water depth (H)	m	H = 2.5 ~ 4.0	H = 2.5 ~ 3.5	-		H = 3.05 ~ 4.6	
4 Typical secondary treatment process							
4.1 Conventional activated sludge (CAS)							
BOD-SS load (L)	kgBOD/kgSS	L = 0.2 ~ 0.4	L = 0.3 ~ 0.4	L = 0.25 ~ 0.50		L = 0.2 ~ 0.4	
Hydraulic retention time (HRT)	hour	HRT = 6 ~ 8	HRT = 4 ~ 6	HRT = 6 ~ 16		HRT = 4 ~ 8	
Oxygen requirement (O)	kgO ₂ /kgBOD	O = 1.62	O = 0.8 ~ 1.0	O = 1.5		-	
Mixed liquor suspended solids (MLSS)	mg/l	MLSS = 1,500 ~ 2,000	MLSS = 1,500 ~ 3,000	MLSS = 1,500 ~ 3,000 (typical = 2,500)		MLSS = 1,200 ~ 3,000	
Sludge age (SA)	day	SA = 3 ~ 6	SA = 5 ~ 8	SA = 5 ~ 10		SA = 5 ~ 15	
Min. mixing power requirement (P)	w/m ³	-	-	P = 20		-	
Water depth (H)	m	H = 4 ~ 6	H = 3.0 ~ 4.5	H = 3.0 ~ 5.0 (diffused aerator type)		H = 4.57 (diffused aerator type)	
4.2 Extended aeration (EA)							
BOD-SS load (L)	kgBOD/kgSS	L = 0.05 ~ 0.10	L = 0.1 ~ 0.18	L = 0.05 ~ 0.10	L = 0.05 ~ 0.15	L = 0.05 ~ 0.15	
Hydraulic retention time (HRT)	hour	HRT = 16 ~ 24	HRT = 12 ~ 24	HRT = 18 ~ 24	HRT = 24 ~ 48	HRT = 18 ~ 36	
Oxygen requirement (O)	kgO ₂ /kgBOD	O = 1.4 ~ 2.2	O = 1.0 ~ 1.2	O = 1.5 ~ 2.0	O = 2.0	-	
Mixed liquor suspended solids (MLSS)	mg/l	MLSS = 3,000 ~ 4,000	MLSS = 3,000 ~ 5,000	MLSS = 2,500 ~ 5,000	MLSS = 2,000 ~ 5,000	MLSS = 1,500 ~ 5,000	
Sludge age (SA)	day	SA = 13 ~ 50	SA = 10 ~ 25	SA = > 20	-	SA = 20 ~ 30	
Min. mixing power requirement (P)	w/m ³	-	-	P = 20	-	-	
Water depth (H)	m	H = 4 ~ 6	H = 3.0 ~ 4.5	H = 3 ~ 5 (diffused aerator type)	H = 2.0 ~ 3.5	H = 4.57 (diffused aerator type)	
4.3 Rotating biological contactor (RBC)							
Total BOD specific load (TL)	g/m ² /day	TL = 5 ~ 7	-	TL = 5 ~ 10	TL = 5.0 ~ 7.5	TL = 3.7 ~ 9.8	
Detention time (T)	hour	-	T = 1.0 ~ 1.5	T = 2 hours in average flow	-	T = 0.7 ~ 1.5	
Disk diameter (D)	m	D = 3.0 ~ 4.0	D = 1.0 ~ 4.0	D = 2.5 ~ 3.5	-	-	
Max. peripheral velocity (V)	m/sec	V = 0.3	less than 10 rpm	V = 0.3	V < 0.35	-	
Depth of disc submergence (H)	%	H = 35 ~ 45	H = 40 ~ 60	H = 40 ~ 90	-	H = 40	

表 9.2.7 下水処理場設計基準比較表 (2/3)

Design Criteria	unit	Japanese Standards	Indian Standards (CPHEEO)	Malaysian Standards	British Standard Code	Wastewater Engineering (Metcalf & Eddy)	Adopted Values
4.4 Trickling filter (TF)							
Organic load (OL)	kg/day/m ³	- OL < 1.2 (high rate)	OL = 0.08 ~ 0.32 (low rate) OL = 0.32 ~ 1.0 (high rate)	OL = 0.08 ~ 0.15 (low rate) OL = 0.50 ~ 2.00 (high rate)		OL = 0.08 ~ 0.40 (low rate) OL = 0.48 ~ 0.96 (high rate)	
Hydraulic load (HL)	m ³ /day/m ²	- HL = 15.0 (high rate)	HL = 1.0 ~ 4.0 (low rate) HL = 10.0 ~ 40.0 (high rate)	HL = 1.0 ~ 4.0 (low rate) HL = 10.0 ~ 40.0 (high rate)		HL = 0.94 ~ 3.74 (low rate) HL = 9.35 ~ 37.4 (high rate)	
Sludge yields (SY)	kgSS/kgBOD			SY = 0.5 (low rate) SY = 1.0 (high rate)			
—Min. depth (H)	m	H = 1.5 ~ 2.0	H = 1.8 ~ 3.0 (low rate) H = 0.9 ~ 2.5 (high rate)	H = 1.5		H = 1.83 ~ 2.44 (low rate) H = 0.91 ~ 1.83 (high rate)	
4.5 Sequence batch reactor (SBR)							
BOD-SS load (L)	kgBOD/kgSS	L = 0.03 ~ 0.40		L = 0.05 ~ 0.30		L = 0.05 ~ 0.30	
Sludge age (SA)	day	-		SA = 10 ~ 30			
Sludge yields (SY)	kgSS/kgBOD	-		SY = 0.75 ~ 1.10			
Mixed liquor suspended solids (MLSS)	mg/l	MLSS = 1,500 ~ 4,000		MLSS = 3,000 ~ 6,000			
Cycle time (T)	hour	-		T = 4 ~ 8		MLSS = 1,500 ~ 5,000	
Decant time (DT)	hour	-		DT > 1.0			
Water depth (H)	m	H = 4 ~ 5		-		H = 4.57 (diffused aerator type)	
4.6 Oxidation ditch (OD)							
BOD-SS load (L)	kgBOD/kgSS	L = 0.03 ~ 0.05	L = 0.1 ~ 0.18		L = 0.05 ~ 0.15	L = 0.05 ~ 0.30	
Hydraulic retention time (HRT)	hour	HRT = 24 ~ 48	HRT = 12 ~ 24		HRT = 24 ~ 48	HRT = 8 ~ 36	
Oxygen requirement (O)	kgO ₂ /kgBOD	O = 1.4 ~ 2.2	O = 1.0 ~ 1.2		O = 2.0		
Mixed liquor suspended solids (MLSS)	mg/l	MLSS = 3,000 ~ 4,000	MLSS = 3,000 ~ 5,000		MLSS = 2,000 ~ 5,000	MLSS = 1,500 ~ 5,000	
Sludge age (SA)	day	SA = 8 ~ 50	SA = 10 ~ 25		-	SA = 10 ~ 30	
Min. mixing power requirement (P)	w/m ³	-	-				
Water depth (H)	m	H = 1 ~ 3 (in case of surface mixer)	H = 3.0 ~ 4.5		H = 1.0 ~ 3.0	H = 4.57 (diffused aerator type)	
4.7 Facultative aerated lagoon (AL)							
Detention time (T)	day		T = 3 ~ 5			T = 3 ~ 6	
Water depth (H)	m		H = 2.5 ~ 5.0			H < 3.7 (surface aerator)	
Land requirement (A)	m ² /person		A = 0.15 ~ 0.30				
Power requirement (P)	kw/pers./y		P = 12 ~ 15				
5 Secondary sedimentation tank							
5.1 In case of CAS							
Min. side water depth (H)	m	H = 2.5 ~ 4.0	H = 3.5 ~ 4.5	H = 3.0		H = 3.7 ~ 6.1	
Hydraulic retention time (T)	hour	-	T = 1.5 ~ 2.0	T = 2.0			
Water surface load (WS)	m ³ /m ² /day	WS = 20 ~ 30	WS = 15 ~ 35	WS < 30 in peak flow		WS = 16.3 ~ 32.6	
Effluent weir load (EW)	m ³ /m/day	EW = 150	EW = 185	EW = 150 ~ 180		EW = 250	
5.2 In case of OD, EA							
Min. side water depth (H)	m	H = 3.0 ~ 4.0	H = 3.5 ~ 4.5			H = 3.7 ~ 6.1	
Hydraulic retention time (T)	hour	T = 6 ~ 12	T = 1.5 ~ 2.0	T = 2.0			
Water surface load (WS)	m ³ /m ² /day	WS = 8 ~ 12	WS = 8 ~ 15	WS < 22.0 (peak flow)		WS = 8.2 ~ 16.3	
Effluent weir load (EW)	m ³ /m/day	EW = 50	EW = 185	EW = 150		EW = 120	

表 9.2.7 下水処理場設計基準比較表 (3/3)

Design Criteria	unit	Japanese Standards	Indian Standards (CPHEEO)	Malaysian Standards	British Standard Code	Wastewater Engineering (Metcalf & Eddy)	Adopted Values
5.3 In case of TF							
Min. side water depth (H)	m		H = 2.5 ~ 3.5			H = 3.0 ~ 4.5	
Hydraulic retention time (T)	hour		T = 1.5 ~ 2.0			-	
Water surface load (WS)	m ³ /m ² /day		WS = 15 ~ 25			WS = 16.3 ~ 24.4	
Effluent weir load (EW)	m ³ /m/day		EW = 185			EW = 120	
6 Disinfection							
Chlorine dosage (CD)	mg/l	CD = 2 ~ 4		CD = 2.0 ~ 8.0		CD = 2.0 ~ 8.0	
Contact time (T)	min	T = 15		T = 30 in average flow		T = 15 ~ 45	
7 Gravity sludge thickening							
Solid load (SL)	kg/m ² /day	SL = 60 ~ 90	SL = 30 ~ 50 (primary + activated) SL = 50 ~ 60 (primary + trickling filter)			SL = 39 ~ 78 (primary + activated) SL = 59 ~ 98 (primary + trickling filter)	
Tank depth (H)	m	H = 4.0	H = 3.0			H = 0.6 ~ 2.4	
Sludge retention time (T)	hour	T = 12	T = 24 (maximum)			-	
8 Sludge digestion							
Digestion day (T)	day	T = 20 ~ 30	T = 10 ~ 20 (high rate)	T = 30		T = 10 ~ 20	
Organic volatile solids rate (OS)	%	OS = 70	OS = 60 ~ 85			-	
Digestion rate (DR)	%	DR = 50	DR = 50			-	
9 Sludge dewatering							
Proposed type of dewatering	-	Belt press Centrifuge	Vacuum filter filter press Centrifuge	Belt press Centrifuge	Drying bed	Belt press Centrifuge	
		Filter press Screw press	Centrifuge etc.	Filter press Drying bed	Filter press	Filter press Drying bed	
Sludge depth in drying bed (H)	mm	H < 200	H = 300	H < 300	H < 225	H = 200 ~ 300	
Retention time in drying bed (T)	day	-	T = few day ~ 2 weeks	-	T = 6 ~ 10 weeks	T = 10 ~ 15	

9.3 マスタープラン優先地区の選定

9.3.1 Lattakia 県

Lattakia 県は 4 つの主要地区により構成されている。人口の大きい順に：Lattakia、Jable、Al Hafeh そして Al Qerdaha である。前章で記述したように、Lattakia、Jable は EU 支援の「地中海陸上起因汚染防止計画」のスコープに含まれているため、これらの 2 地区はマスタープラン優先地区から除外できる。国勢調査によれば 2004 年の Al Hafeh 及び Al Qerdaha 地域の 2004 年人口は表 9.3.1 の通り：

表 9.3.1 2004 年人口

地区名	2004 年人口	下水道整備率	処理人口	M/P 優先度
Al Hafeh	81,213	83%	67,407	
Al Qerdaha	75,279	77%	57,965	

どちらの地区にも下水処理場がなく、生下水は近隣水路・河川に放流されている。よって、放流汚濁負荷は処理人口に比例する。上表に示されるように、処理人口が大きい Al Hafeh 地域の方に高いマスタープラン優先順位を与えるべきである。

Al Hafeh 地域はさらに表 9.3.2 に示す準地区に分割される：

表 9.3.2 Lattakia 県 マスタープラン優先順位検討表

準地区名	2004 年人口	観光客数	合計人口	下水道整備率	処理人口	M/P 優先度
Al Hafeh Center	23,347	不明だが無視できる	24,905	80%	19,924	
Slunfeh	19,518	*77,778	97,296	90%	87,566	
Kansaba	17,615	不明	17,615	60%	10,569	
Mzeraa	13,908	不明	13,908	90%	12,517	
Ayen Teneh	6,825	不明	6,825	90%	6,143	

*) $1,000,000/90/7 = 77,778$: 観光客は 1 シーズン 1 週間滞在すると仮定

これらの準地区で、Slunfeh はサマー・リゾート地であり、毎年 7 月・9 月は 100 万人・150 万人もの観光客で賑わう。一時的なものであれ、観光客も処理人口としてカウントされる。表から分かるように、最大の処理人口を持つ Slunfeh をマスタープラン優先地区として選択する。

9.3.2 Tartous 県

Tartous 県も 4 つの主要地区で構成されている、即ち：Tartous、Banias、Safita、Drekeish そして Al Sheikh Bader である（人口規模順）。Tartous、Banias の下水処理場建設、さらにはバニアスの石油精製工場の処理施設のリハビリは EU 支援の「地中海陸上起因汚染防止計画」のスコープに含まれている。よって Tartous はマスタープラン優先地区から除外できるが、Banias については、EU による調査では Banias 市街地（地中海沿岸の既成市街地）及び

石油精製工場のみが調査対象地域になっている。実際には Banias は表 9.3.3 に示される準地区で構成されている：

表 9.3.3 Banias 地区に含まれる準地区内訳

準地区名	人口
Banias 市街地	94,832
Rawda	11,688
Anazeh	18,446
Kadamous	22,370
Talin	8,351
Al Tawahin	10,024
Haman Wasil	8,522

人口は Banias 市街地より遥かに小さいものの、山地に位置する上記 6 準地区から放流される生下水は地下浸透により地下水を汚染し、直接放流により地中海を汚染している。Banias 市街地の下水道施設整備計画はこれら上流で発生する下水の処理なしには完璧ではない。Banias 地域全体をカバーする下水道施設整備計画につき示唆を与えるものとする。表 9.3.4 を参照されたい。

表 9.3.4 Tartous 県 マスタープラン優先順位検討表

地区名	2004 年人口	下水道整備率	処理人口	M/P 優先度	備考
Tartous	283,571	85%	241,035		EU 調査あり
Banias	174,233	95%	165,521		EU 調査あるも、市街地のみ対象
Safita	129,632	90%	116,669		
Drekeish	60,978	80%	48,782		
Al Sheikh Bader	52,981	78%	41,325		

9.3.3 Deir-Ez-zor 県

Deir-Ez-zor 県は Euphrates 川沿いに位置する 3 つの主要地区により成っている、それらは：Deir-Ez-zor、Mayadin そして Abu Kamal である（上流から下流の順）。流入下水幹線を含む Deir-Ez-zor 下水処理場の設計は GCEC により完成しているため、本地域はマスタープラン優先地区から除外できる。

表 9.3.5 Deir-Ez-zor 県 マスタープラン優先順位検討表

地区名	2004 年人口	下水道整備率	処理人口	M/P 優先度	備考
Deir-Ez-zor	492,434	61%	300,384		下水処理場設計が完了している
Abu Kamal	265,142	56%	148,480		Euphrates 川沿いで、最下流にある
Mayadin	247,171	62%	153,246		Euphrates 川沿いで、Deir-Ez-zor 直下流

表 9.4 から分かるように、Mayadin は第 2 の処理人口を有する。Deir-Ez-zor からの距離は、Mayadin が約 45 km、Abu Kamal が約 120 km である。事業効果を最大化するには、施設整備は上流から下流の順に行うことが望ましい。よって、Deir-Ez-zor の隣に位置する Mayadin に高いマスタープラン優先順位を与えるものとする。

9.3.4 Hassakeh 県

Hassakeh 県は以下の 4 つの主要地区により構成され、各地区の処理人口を表 9.3.6 に示す：

表 9.3.6 Hassakeh 県 マスタープラン優先順位検討表

地区名	2004 年人口	下水道整備率	処理人口	M/P 優先度	備考
Hassakeh	480,394	42%	201,765		下水処理場設計が GCEC により進行中
Qameshli	425,580	37%	157,465		生下水が放流されている Jag Jag 川沿いには目立った集落もなく、河川の自然浄化作用を利用した下水処理が採用可能。
Malkieh	191,994	46%	88,317		生下水は最終的にチグリス川に流入しており、河川水質保全の責任がある。
Ras Al Ayen	177,150	44%	77,946		既存下水処理場あり

Hassakeh 下水処理場の設計は GCEC により現在進行中である。よって Hassakeh はマスタープラン優先地区から除外できる。

Qameshli においては、総ての生下水は Hassakeh にある Khabour 川との合流点に向かい南下する Jag Jag 川に放流されている。Jag Jag 川沿いには目立った集落はないため、生下水の悪臭に対し住民から不平が寄せられることもないし、さらに本河川は蛇行しながら流下し、Khabour 川との合流点まで 80 km あるため、河川の自然浄化機能を利用した下水処理が適用可能と思われる。Ras Al Ayen にはエアレーテッド・ラグーン法による下水処理場が稼働中である。

Malkieh では殆どの住民が農業に従事しているため、下水処理水に対するニーズは高い。また、生下水近隣水路放流による地下水汚染に起因する、下痢・リーシュマニア病といった水系伝染病罹患率も高い。Malkieh はイラクとの国境に接しており、生下水は最終的にチグリス川に流入している。そのため、本地域にはチグリス川水質保全について、イラクに対し責任がある。これらの周辺状況を考慮し、Malkieh のマスタープランを優先させるものとする。

9.3.5 Raqqa 県

Raqqa 県は以下の 3 つの主要地区から成り、Thawla は 2 番目に人口が大きい Al Thawra 地域に属している。Al Thawra 地域では、Thawla の人口が最大である。

表 9.3.7 Raqqa 県 マスタープラン優先順位検討表

地区名	2004 年人口	下水道整備率	処理人口	M/P 優先度	備考
Raqqa	506,960	78%	393,089		下水処理場建設契約の入札準備中
Al Thawra	159,840				
Thawla	69,425	75%	52,069		Asad ダム直上流
Mansorah	58,727	90%	52,854		
Jameah	31,688	5%	1,584		
Tal Abyad	129,714	62%	80,423		

Raqqa においてはスペイン政府援助による下水処理場建設契約の入札準備中であるため、本地域はマスタープラン優先地区から除外できる。

Asad ダムの直上流に位置する Thawla は、ダム水質保全の観点から下水道整備につき高い緊急性を有していると判断されるため、本地区のマスタープランを優先させるものとする。

9.3.6 Dar'aa 県

Dar'aa 県は 3 つの主要地域により構成され、Muzerib は最大人口を有する Dar'aa 市に属する市町村において、2 番目に大きい人口を持つ都市である。表 9.3.8 を参照されたい。

表 9.3.8 Dar'aa 県 マスタープラン優先順位検討表

地区名	2004 年人口	下水道整備率	処理人口	M/P 優先度	備考
Dar'aa Center	428,681	77%	329,321		Muzerib 準地区は有名は観光地である
Ezraa	246,915	63%	155,822		
Al Sanameen	167,882	60%	99,922		

Muzerib は観光地として有名な土地であり、貴重な観光資源保全の観点から、本地区のマスタープランを優先させるものとする。

9.3.7 Damascus 郊外県

Damascus 郊外県は Zabadani 地区を含む 9 地区により構成されている。表 9.3.9 を参照されたい。

表 9.3.9 Damascus 郊外県 マスタープラン優先順位検討表

地区名	2004 年人口	下水道整備率	処理人口	M/P 優先度	備 考
Rural Damascus Center	902,216	77%	691,270		
Doma	433,719	87%	377,154		
Daria	260,961	83%	215,548		
Qatana	207,245	73%	151,517		
Qotifeh	119,283	67%	53,109		
Al Tal	115,937	89%	103,061		
Zabadani	105,342	71%	75,201		フェジェ湧水近くに位置する本準地区は重要な水源・観光地である
Nabek	80,001	55%	44,389		
Yabroud	48,370	70%	34,086		

Zabadani は Damascus 県の最大・最重要水源であるフェジェ湧水の直上流に位置している。また、Ain Fejeh 湧水同様、Barada 川沿いにある。また Zabadani は観光地としても有名であり、Barada 川に生下水が放流され、汚染されている現状は観光資源としての Zabadani の価値を傷つけるものである。また Barada 川は Damascus 市内を貫流しているため、河川水質が改善されたら、親水効果も期待できる。歴史的河川である Barada 川の水質保全の観点から、本地区のマスタープランを優先させるものとする。

9.4 7 県の下水道マクロプラン

本調査では「マクロプラン」「マスタープラン」の 2 段階で計画策定を行った。これら 2 種類のプランの概要を表 9.4.1 に示す：

表 9.4.1 マクロプラン・マスタープランの概要

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

9.4.1 準備作業

対象 7 県とは前述された通り：1) Lattakia 県、2) Tartous 県、3) Deir-Ez-zor 県、4) Hassakeh 県、5) Raqqa 県、6) Dar'aa 県、7) Damascus 郊外県である。マクロプラン策定に当っては、下水道システム整備長期目標を構成する基本設計諸元（処理人口・下水処理場数・下水及び汚泥処理方法・維持管理方針そしてプロジェクトの優先順位）につき検討を行う。

マクロプラン作成に先立ち、下水道計画立案上の基本データとして「下水道施設データベース」の作成を行った。Tartous 県からいち早く提出されたデータベース・フォームを各県担当に住宅建設省本庁から Fax し、各県から提出願ったものを整理したものである。地区・準地区毎にまとめ、準地区に含まれる市町村単位で以下のデータが提出された：

- 下水管渠整備率（接続人口による率）
- 下水管渠整備人口
- 現在の汚水放流先
- 下水処理場の有無

このデータベースにより、各県市町村を以下の「3 カテゴリー」に分けることが出来る：

- 管渠有り処理場なし
- 管渠有り処理場あり
- どちらもなし（Pit Latrine 使用）

これらの3 カテゴリーを今後各県 GIS 担当が GIS Map 上に入力・表示すれば、今後優先的に下水道整備すべき地区の選定に極めて有用なデータになる。

下水道データベースの詳細は**英文報告書 Volume III, Supporting Report, Part I Master Plan, Appendix 9.1**に記載している。

9.4.2 下水道マクロプラン

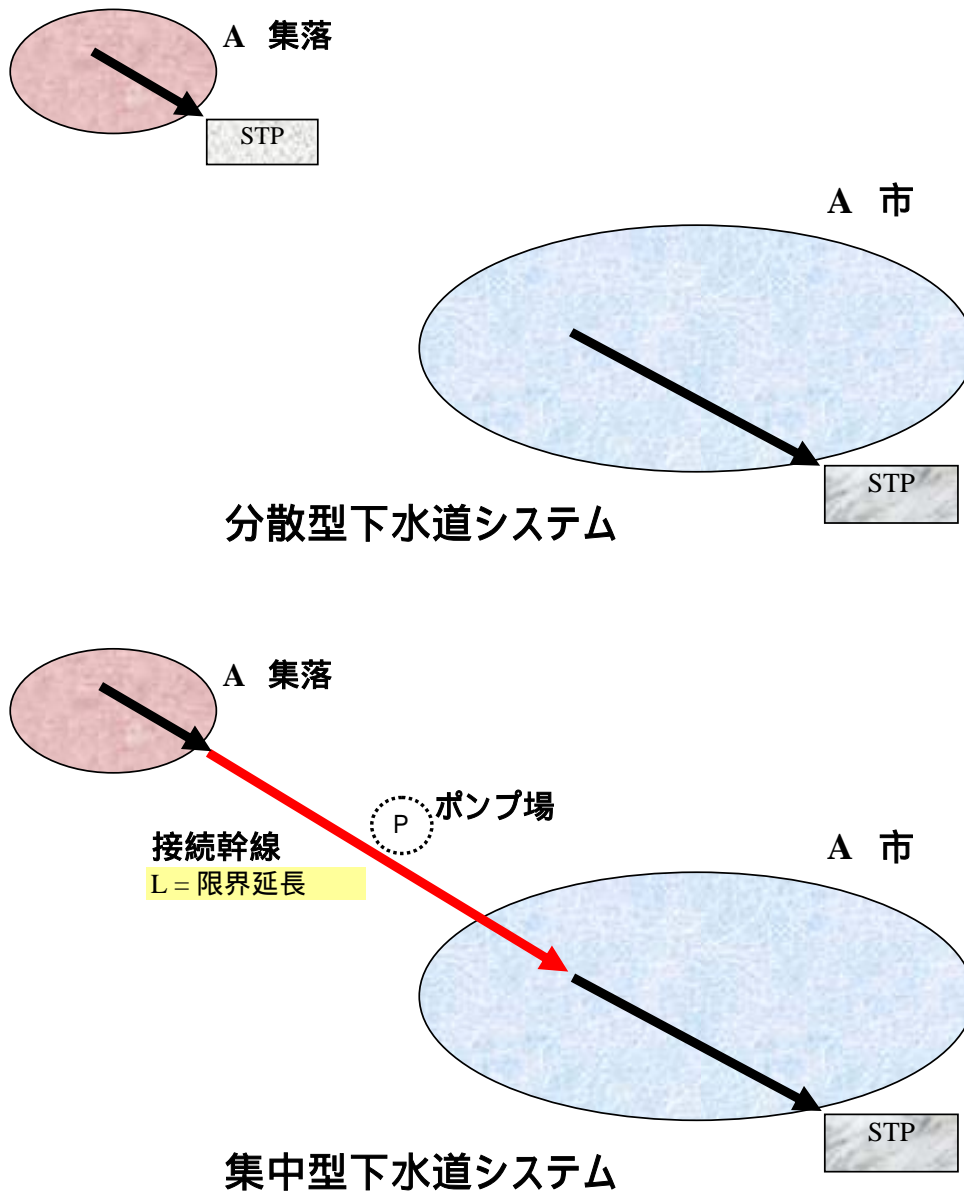
上記 3 カテゴリーに基づき、優先順位の高い順に下水道整備が実施されるが、対象地区の地形条件・住居密度・対照人口等の条件により、適用すべき下水道施設を適切に選択する必要がある。大きく分けて適用可能な下水道施設は以下の 3 タイプである：

- オンサイト施設（Pit Latrine, Septic Tank）
- 分散型下水道システム（単一の地区の下水を収集・処理する）
- 集中型下水道システム（複数の地区の下水を収集・処理する）

現在シリアにおけるオンサイト施設は、Pit Latrine が一般的であるが、これは地面に直接掘られたピットで、コンクリート・ライニングがないものが多いため、透水性の高い土質においては地下水汚染の危険性が高い。そのため、より排出汚濁負荷が小さい Septic Tank への移行が望ましい。

図 9.4.1 はオンサイト施設選択基準（案）である。上記 2 タイプのオンサイト施設選択に係るファクターは、「集落をなしているか」「住居の張り付き」「土質条件」「地下水利用」で、下水管渠による汚水収集が有利でない地区は、オンサイト施設による対応となる。

図 9.4.2 は分散型下水道システムと集中型下水道システムの比較（日本での 1 例）を示している。大規模都市 A の近隣にある集落 A の汚水を、大規模都市 A に接続、統合処理（集中型）するか、双方個別に処理（分散型）するかは、経済比較による。地形条件によっては自然流下による汚水接続が困難で、ポンプ場による圧送になることもありうる。建設費 + 維持管理費の合計で比較を行う。



日本における費用比較の例

A 集落の人口	限界延長 (m)
100	1,200
500	1,800
1,000	3,500

注) A 市の人口は 35,000人である

図 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

また、対象地区の社会的・環境的特色、プロジェクトの経済的特色によっても表 9.4.2 のような評価項目が設定できる：

表 9.4.2 優先順位評価項目（案）

評価項目	内容と評価方法
1) 予測人口	予測人口規模による比較（スケールメリット）
2) 人口密度	人口密度による比較（大きいほど健康被害が大きく、1人当り工事費が減少する）
3) オンサイト施設の失敗	失敗の原因を探ること。堆積汚泥の引き抜き・施設更新で解決できるものも多い。オンサイト施設から下水道への移行は、オンサイト施設が修復不能なほど機能停止しているか、その施設寿命以前に機能停止になると予想される場合のみである。
4) 工場排水による汚濁	工場排水は家庭汚水に比べ汚濁濃度・水量ともに大きい。それを受け入れる下水管渠のサイズ・処理場能力への影響を検討する。
5) 建設費・維持管理費	処理人口1人当たりの建設費・維持管理費の比較を行う。
6) 観光への影響	観光人口、汚染河川延長、汚染ビーチ延長
7) 環境への影響	悪臭・視覚的要素
8) 集落の支払い能力	住民への社会調査による「支払い可能額」から推定する。
9) 経済規模	もし複数の集落が1つの既設下水道施設に隣接しているとしたら、各集落の経済規模（出荷額）により優先順位を決定する。
10) 組織のキャパシティ	完成施設の運転・維持管理ができる組織が結成されている、もしくは外部組織の支援を受けることができる集落に優先順位を与える。
11) 健康上の便益	裨益人口での比較。

出典：“Low Cost Sewerage”/Duncan Mara

(1) マクロプラン作成上の条件

1) 一般条件

地域を限定して以下の検討をおこなう。

- 1) コアとなる対象都市を決める。
- 2) 対象コア都市と周辺集落の位置関係・地形を勘案し、それらの統合処理が有利かどうか判断する。
- 3) 対象コア都市と周辺集落につき現地調査によって家屋の分散状況を調査し、以下の2カテゴリーに分類する：
 - a) 下水道施設による集合処理が有利である地域
 - b) 下水道施設による処理が有利ではなく、オンサイト施設で処理すべき地域
- 4) 下水道施設による集合処理が適当であると判断された集落同士の統合については、複数の代替案による経済比較・事業化の課題等を総合評価し、決定する。

今回は7県7地区でこれらを検討する。これらを「検討例」として、今後住宅・建設省カウンターパートが全国展開することを期待するものである。

オンサイト施設による処理が妥当であると判断され、以降の詳細検討が打ち切られた集落を概観すると以下のような特徴がある。

- 人口が小さいため、環境負荷が小さい。
- 面整備がなされておらず Pit latrine あるいは Septic tank が採用されている。
- 家屋が点在しているため 1戸あたりの環境浄化能力が大きい。よって排水される雑排水が環境に与える影響は非常に小さい。
- 家屋間の距離があるため 1戸あたりの管渠整備事業費が高い。家屋間の限界距離は、管渠を整備した場合と腐敗槽を設置した場合の費用比較から 50m とした。詳細については英文報告書 Volume III, Supporting Report, Part I, Master Plan, Appendix 9.4 を参照されたい。

結果としてこれらの集落は下水道の整備の効率が悪く、緊急性が小さい集落であり下水道整備の公共性が低い。よって各戸が生活環境向上のための雑排水も含めた腐敗槽設置は個人の負担でおこなうことになる。

なお、これらの集落が水源上流やダム周辺に多く存在する場合は公共性が高くなる。よって腐敗槽設置に対する県補助も政策的に考慮していく必要がある。

2) 詳細条件

a) 処理下水の再利用

通常の計画は客観的情報があって始めて、明確な根拠に基づいた客観的な計画に仕上がっていくものだが、調査団は以下の困難に遭遇した：

- 都市の発展に伴った地理情報のアップデートができていない。
- 計画策定に適したスケールの地図がない。
- 多くの情報がカウンターパートへのインタビューや、現地調査でしか得られない。

このようなケースでは往々にして主観的判断が入るが、これは極力避けなければならない。そのために下水道計画が大きくぶれないようにマクロプランで方針を固めていくことが重要になってくる。

マクロプラン作成で重要なのは地理条件のほか、処理下水の再利用である。Hassakeh 県でインタビューをしたところ、処理水の夏場の農業利用の希望があった。さらに具体的なインタビューによって次の点が明確になった。

- 処理水は、麦、家畜飼料用穀物、綿花用として使える。
- 麦、家畜飼料用穀物は冬に水が必要であるが、この季節はまとまった降雨が期待できる。
- よって処理水は夏場の綿花栽培に限定されてくる。なお綿花栽培には多量の水は必要であり、農業関係者間で節水型農業の課題になっている。

そもそも各地区の作物はその土地の気候と土壤に適した品種を作付けしているため、処理下水再利用に際しては慎重な検討が必要である。徒に再利用を推進すると、新たな問題に発展しかねないからである。処理下水再利用のニーズがある場合、処理下水は分散型システムによるべきであろう。集中型システムでは、大規模な送水施設が必要になるからである。

更に、プロジェクト便益を促進するには、供給対象となる農家でのマーケット・リサーチが不可欠である。必要な水量はこれで計算できる。Adraa 下水処理場における再利用においては、当リサーチを行うことなく、具体的な作物、場所、水量、水質、季節等の特定をおこなわずに事業化したように見受けられ、農業地域に満遍なく処理水を送るように用水路が配置されている。このことが現在の非効率的運用の原因と推測される。

b) プロジェクトの緊急性

緊急性が要求される場合は、単独処理区にするのが有効である。このことは Muzerib において住民の反対によって STP の位置が幾度となく変更になり、無駄な時間と投資を余儀なくされた経緯から明らかである。Muzerib の場合、3 つの大きなコア都市をひとつに統合したケースであり、STP の近隣住民からクレームがあって 2 度 STP の位置を変更し、現在コア都市の中間地点に STP を計画し事業化に向け調整を行っている。他の区域の汚水まで受け入れ、自分の町の土地で処理するのは住民感情が許さないのが普通であると考えべきで、事業化を急ぐ場合は、単独で処理し STP の位置は町で責任をもって決定することがスムーズに事業を進める上で重要である。

c) 代替案の経済比較

代替案の経済比較においては、Main Trunk (ML)、Pumping Station (PS)、Sewage Treatment plant (STP)の配置を仮定し、表 9.4.3 に示す積算条件に基づき比較を行う。表 9.4.3 は以下の仮定による:

- 一人当たり下水量を 100 ℓ/日とし、STP 容量とする。
- Peak flow は晴天時では 1.5 倍から 1.6 倍であるが、合流式に配慮し 2Q として PS 容量と MT 口径の根拠とする。
- 土木・機電設備の平均耐用年数 35 年間の維持管理費（人件費、動力費、薬品費）を含める。なお、処理方式はマスタープランで確定するものであるが、マクロプランにおける経済比較は OD による。
- 各コストは Banias の Pre-investment Study の値を参考にした。

表 9.4.3 経済比較に用いる各ケース別条件

Population	5,000	10,000	50,000	100,000	200,000
Average flow (m ³ /d)	500	1,000	5,000	10,000	20,000
Peak flow(m ³ /d)	1,000	2,000	10,000	20,000	40,000
Diameter of MT(gravity) v = 1.5 m/s	250	250	500	600	800
Unit Cost of MT (\$/m)	120	120	140	160	220
Diameter of MT(pressure) V=2.0m/s	100	150	300	400	500
Unit Cost of pressure line (\$/m)	80	100	120	130	140
Capacity of PS (m ³ /min)	0.69	1.39	6.94	13.89	27.78
Total Cost of PS (\$)	428,471	623,277	1,638,910	2,509,858	3,797,786
Capacity of STP (m ³ /d)	500	1,000	5,000	10,000	20,000
Construction cost of STP	1,440,000	1,670,000	3,530,000	5,800,000	10,500,000
O&M cost of STP (for 35 years)	2,277,136	2,658,525	5,959,939	9,881,432	17,193,118
Total Cost of STP (\$)	3,718,136	4,328,525	9,489,939	15,681,432	27,693,118

(2) 各計画対象区域に対する処理システムの検討

1) Slunfeh, Lattakia Governorate

Slunfeh から最も近い隣の sub-district の中心都市である Ain Al-Tineh から Slunfeh までの距離は約 11km である。その間の道路は激しい起伏があるので、そこに管渠を設けて汚水を Slunfeh に送ることは現実的ではない。

Ain Alwadgi は Slunfeh に距離的には近いが、谷底に位置している。この汚水を Slunfeh に送るためには、高揚程のポンプ場が必要である。従って、ここの汚水を Slunfeh に送るメリットは全く無いことは、明らかである。

以上の考察より、Slunfeh は単独処理とする。図 9.4.3 に Slunfeh 及びその周辺都市の概要図を示す。

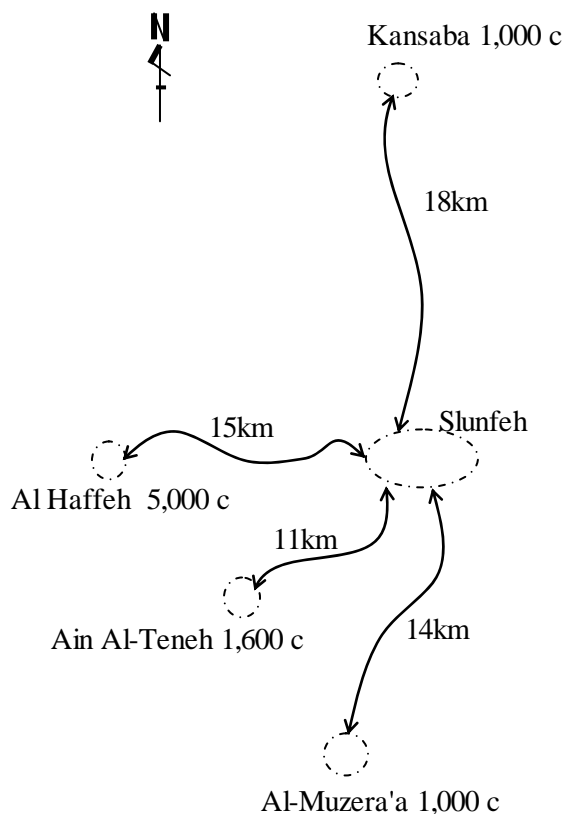


図 9.4.3 Slunfeh 及び周辺都市の模式図

2) Baniyas, Tartous Governorate

Baniyas から最も近い sub-district の中心都市 Al Anaza から Baniyas までの距離は約 11km である。その間の道路は激しい起伏があるので、そこに管渠を設けて Al Anaza の汚水を Baniyas へ送ることは現実的ではない。

また、Baniyas の周辺に位置する集落同士の接続についても、その人口と接続距離を勘案するとそのメリットは全く無いことは明らかである。これらの都市では分散式下水道システム又はオンサイトシステムが適用される。

但し、Baniyas に近接する山地部の集落は、高低差を利用して汚水を Baniyas まで送ることができるため、接続することは可能である。

図 9.4.4 に Baniyas 及びその周辺都市の概要図を示す。

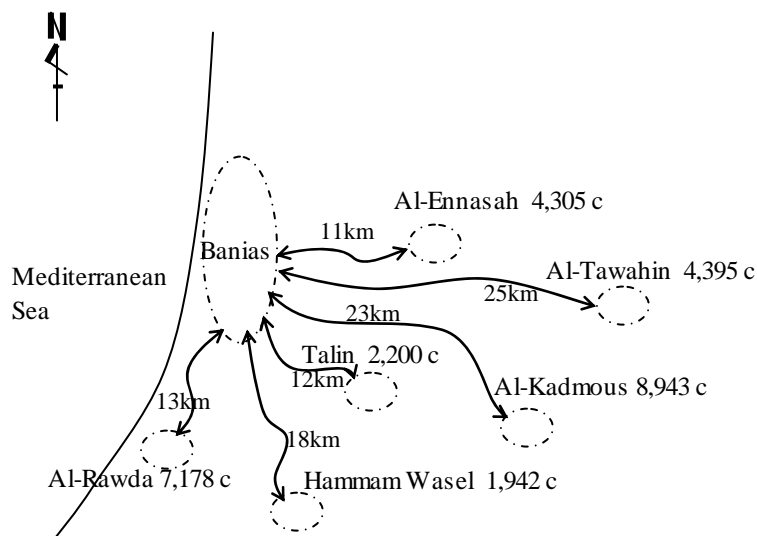


図 9.4.4 Baniyas 及び周辺都市の模式図

3) Mayadin, Deir-Ez-zor Governorate

Mayadin は Euphrates 川に面した都市である。その下流約 15km には sub-district の中心都市である Asharah が位置している。2 つの都市は人口規模が大きいため統合検討の対象となる。

Euphrates 川の対岸には、sub-district の中心都市である Zeban が位置している。その汚水を Mayadin まで送るためには Euphrates 川を横断する必要がある。このような大河川を横断しての接続は以下の点で課題が多く、そのメリットが無いことは明確である。従って、それは検討から除外する。

- 河川を横断する場合には、河床から土被りに余裕を見なければならない。
- 管渠の埋設はシールド工法等の特殊工法が必要となる。
- 建設費及び維持管理は非常に高いものとなる。

図 9.4.5 に Mayadin 及びその周辺都市の概要図を示す。

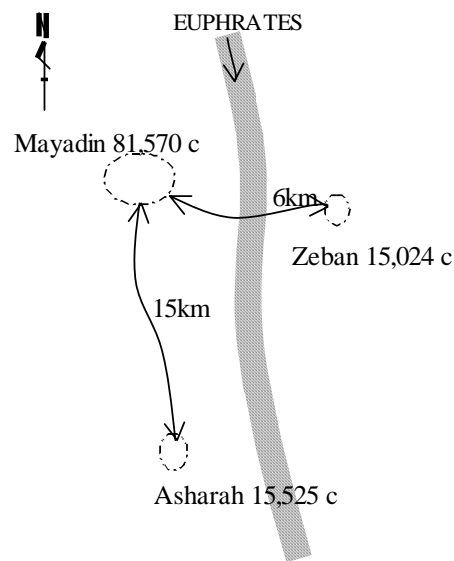


図 9.4.5 Mayadin 及び周辺都市の模式図

以上より統合のケースは以下の3つが考えられる。

- ケース 1; Mayadin 及び Ashara にそれぞれ STP を設ける。
- ケース 2; Mayadin 及び Ashara を統合する。STP は Mayadin に設ける。
- ケース 3; Mayadin 及び Ashara を統合する。STP は Ashara に設ける。

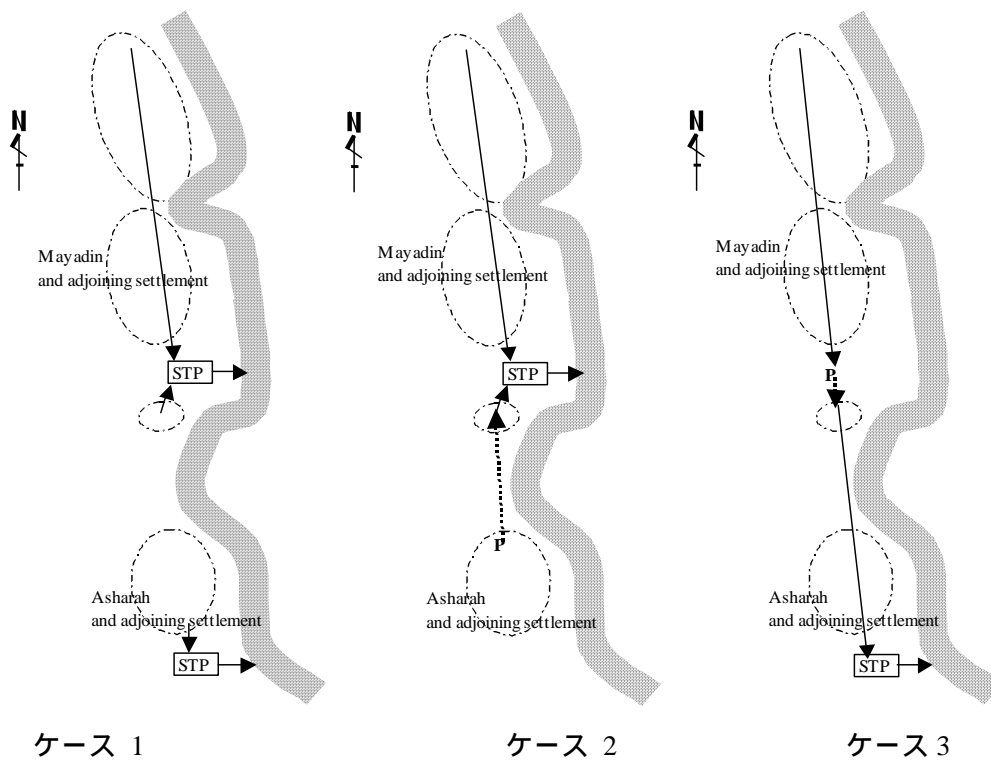


図 9.4.6 各ケースの概要図

経済比較の結果は、下水量の大きな Mayadin に STP を配置するケース 2 が最良であった。

さらに、ケース 2 はケース 3 に比べ、Ashara までの長い幹線が必要ないという点で、先行投資を避けることができるメリットがある。即ち、Ashara 及び周辺集落の整備は当面は行わないで、それらの都市化の状況及び河川の汚濁状況を勘案して下水道整備の時期を決定することができる。

表 9.4.4 Mayadin における経済比較

	Main Components	Cost(\$)	Ratio
ケース 1	STP at Mayadin	30,213,754	1.05
	STP at Ashara		
	MT		
	Sewerage net work on adjoining settlements of core city		
ケース 2	STP at Mayadin	28,526,515	1.00
	PS&MT		
	Sewerage net work on adjoining settlements of core city		
ケース 3	STP at Mayadin	31,903,490	1.01
	STP at Ashara		
	PS&MT		
	Sewerage net work on adjoining settlements of core city		

注) 概算コストの内訳については、**英文報告書 Volume III, Supporting Report, Part I Master Plan, Appendix 9.6** を参照のこと。

4) Malkieh, Hassakeh Governorate

Malkieh に最も近い sub-district の中心都市である Al-Yarobieh までは、45km の道のりである。経済比較をするまでもなく Al-Yarobieh の汚水を Malkieh に送り処理することは考えられない。従って、Malkieh は単独処理とする。図 9.4.7 に Malkieh 及びその周辺都市の概要図を示す。

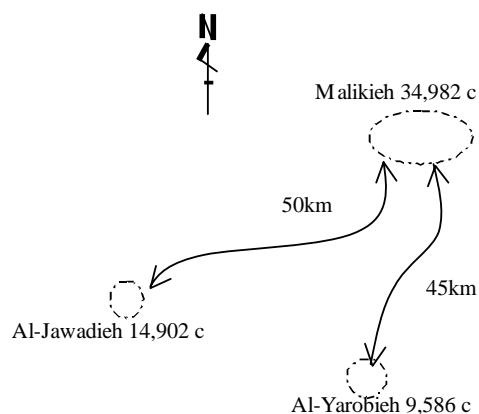


図 9.4.7 Malkieh 及び周辺都市の模式図

5) Thawra, Raqqa Governorate

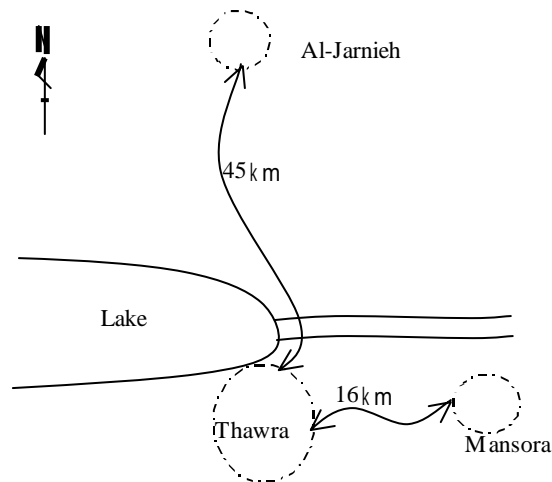


図 9.4.8 Thawra 及び周辺都市の模式図

図 9.4.8 に Thawra 及びその周辺都市の概要図を示す。Thawra の北には Al-Jarnieh、東に Mansorha が位置している。それらは sub-district の中心都市である。Al-Jarniaeh と Thawra の間には Euphrates 川があるので、Al-Jarniaeh の汚水を Thawra に送ることは現実的ではない。

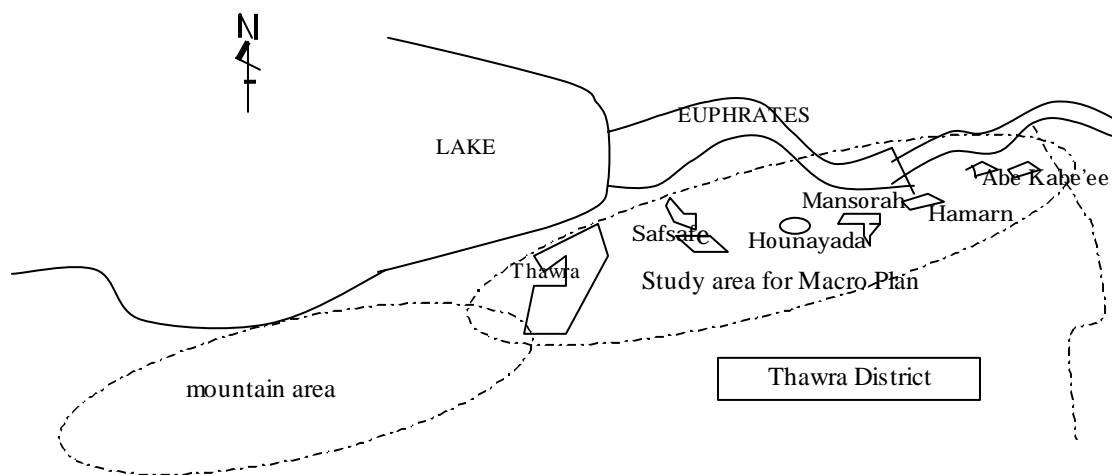


図 9.4.9 Thawra District における都市位置図

Thawra の近隣都市の状況は以下のとおりである。

- 1) Thawra は Asad 湖を見下ろす丘に位置している。2004 年センサスによるとその人口は約 70,000 人であり、Raqqa Governorate では Raqqa に次ぐ都市である。市の人口増加率は非常に高く、その対応として市街地を拡大する都市計画を行っている。

- 2) Al Safsafeh は、Euphrates 川の河岸段丘上に位置する Safsafeh-Tahtany と山手に位置する Safsafeh-Foqany の二つの市街地により形成されている。そこにおけるし尿は戸別に設けられた pit latrine により処理されている。従って、下水管網は設置されていない。住宅の分布状況はかなり疎である。
- 3) Al Hounayada は、Euphrates 川の河岸段丘上に位置している。そこにおけるし尿は戸別に設けられた pit latrine により処理されている。従って、下水管網は設置されていない。住宅の分布状況はかなり疎である。
- 4) Mansorah は、Euphrates 川沿いに位置している。ここでは、下水管網が整備され、既に処理場も建設されている。
- 5) Hamarn は、Euphrates 川の河岸段丘上に位置する集落である。そこにおけるし尿は戸別に設けられた pit latrine により処理されている。従って、下水管網は設置されていない。住宅の分布状況はかなり疎である。
- 6) Abe Kabe'ee Gharbe も Hamarn と同様である。

図 9.4.10 にこれらの地域における下水道の状況を示す。

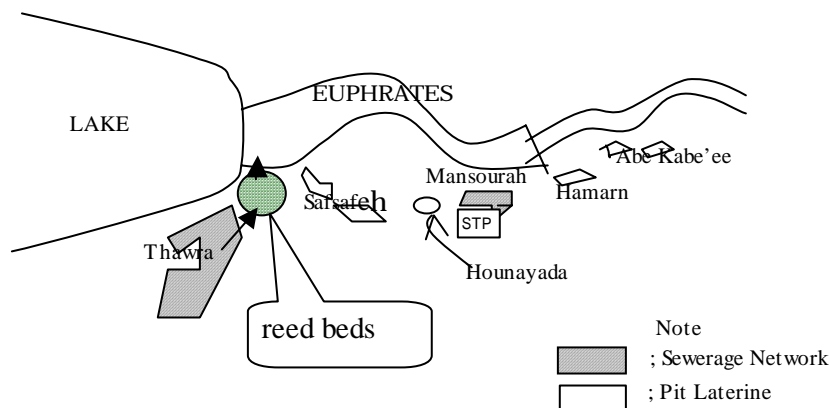


図 9.4.10 Thawra 周辺都市における下水道整備の現状

統合検討上記都市の内、Thawra 及び Mansorah は、5 万人を越える都市であり、統合のスケールメリットが期待できる。しかし、それ以外の都市は、戸別の pit latrine により処理されているので統合検討から除外する。

Mansorah には小規模の処理場が 5 箇所建設されているが、そのうち 3 箇所は適正な維持管理がされていないことにより、運転されていない。

下水道システムは、以下の 2 のケースについて検討を行う。

- ケース 1 Mansorah と Thawra に STP をそれぞれ設ける。
- ケース 2 Mansorah と Thawra を統合し、Mansorah に STP を設ける。

各ケースの概要図を図 9.4.11, 9.4.12 に示す。

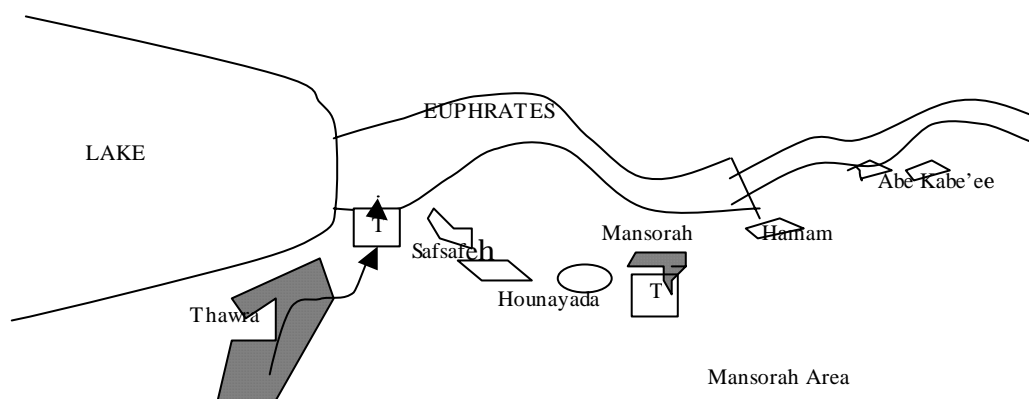


図 9.4.11 ケース 1 の概要図

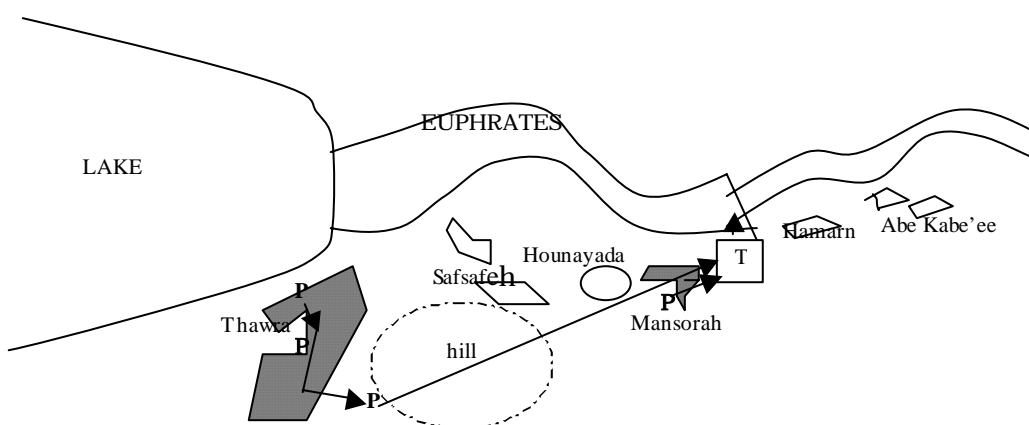


図 9.4.2 ケース 2 の概要図

経済比較の結果は以下のとおりである。

Thawra では天然の reed bed が機能しており、汚水は十分に浄化されている。従って、reed bed は計画上も利用することとする。

ケース 1 における Thawra の STP は、現状の reed bed を補完する沈殿池と污泥処理施設のみとしている。そのために、ケース 1 は通常の処理施設を設けるケース 2 よりも経済的となっている。

ケース 2 では丘陵地を越えるためポンプ場が必要である。そのため、建設コストが高くなる。

以上より、Thawra では分散案であるケース 1 とする。

表 9.4.5 Thawra における経済比較

	Main Components	Cost (\$)	Ratio
ケース 1	STP at Thawra	22,781,236	1.0
	PS&MT at Mansuurah		
ケース 2	PS&MT at Thawra	37,212,346	1.6
	PS&MT at Mansuurah		
	STP at Mansuurah		

注) 概算コストの内訳については、英文報告書 Volume III, Supporting Report, Part I Master Plan, Appendix 9.6 を参照のこと。

6) Muzerib, Dar'aa Governorate

Muzerib については、既に GCEC により下水道計画が策定されている。その計画では、Muzerib は Yaduda 及び Atman と統合処理することとなっている。従って、これら 3 つの都市を統合検討対象都市とする。

都市の状況は表 9.4.6 に示すとおりである。

表 9.4.6 検討対象都市の現況

都市名	都市の現況
Muzerib	人口は 3 市の中では最大の都市である。 下水道管渠は既に整備されている。汚水は、Wadi Al Dhahab と呼ばれている水路へ排水されている。
Yaduda	Muzerib の上流約 6km に位置しており、Muzerib に次ぐ人口を有している。 下水道管渠は既に整備されている。汚水は Muzerib と同じ Wadi Al Dhahab に排水されている。
Atman	Yaduda から約 4.0 km 上流に位置する都市である。人口は 3 市の中では最も少ない。現在この市には、下水管渠は整備されていない。

3 市とも住居の密集度は高く、集合処理が適当な区域である。

Atman は、以下の理由により単独処理とする。

- 下水道管渠が整備されていないことを勘案すると、その整備に相当な期間を有することが考えられる。
- 現状において、公共用水域の汚濁による影響が報告されていない。
- Atman から Yaduda に至る地形は平坦であるため、Atman の汚水を Yaduda へ送るためには、ポンプ場を設ける必要がある。
- Atman の汚水の排出先は、Muzerib と Yaduda の汚水の排水先とは水系が異なっている。
- 他の地区の下水を処理することに対する STP 予定地周辺住民の反対がある。

以上より、統合検討は以下の 2 のケースについて行う。

ケース 1 Muzerib、Yaduda、Atman それぞれに STP を設ける。

ケース 2 Muzerib と Yaduda を統合する。Atman は個別の STP を設ける。

それぞれのケースにおける Components は以下のとおりである。

ケース 1

- 計画人口 17,180 人の Muzerib の Discharge 付近に Capacity 1,700 m³/day の STP を設置
- 計画人口 17,200 人の Yadouda の Discharge 付近に Capacity 1,700 m³/day の STP を設置
- 計画人口 15,200 人の Atman の Discharge 付近に Capacity 1,500 m³/day の STP を設置

ケース 2:

- 計画人口 17,180 人の Muzerib の Discharge 付近に 2.386m³/min の PS を配置、STP まで 45km を圧送する。送水管口径は約 200mm
- Refugees5000 人を含めた計画人口 17,200 人の Yadouda から STP まで 2km を gravity で搬送する。Pipe 口径は約 300mm
- Capacity 3,400m³/day の STP を Muzerib と Yaduda の間に設置
- Capacity 1,500m³/day の STP を Atman に設置

表 9.4.7 Muzerib における経済比較

	Main Components	Cost (\$)	Ratio
ケース 1	STP at Muzerib	15,512,087	1.00
	STP at Yaduda		
	STP at Atman		
ケース 2	PS at Muzerib	14,036,999	0.90
	MT from Muzerib to STP		
	MT from Yaduda to STP		
	STP at Muzerib&Yaduda		
	STP at Atman		

注) 概算コストの内訳については、**英文報告書 Volume III, Supporting Report, Part I Master Plan, Appendix 9.6** を参照のこと。

経済比較の結果は、Muzerib と Yaduda を統合するケース 2 がケース 1 に比べて 12% 経済的という結果となった。この程度の差であれば、段階的整備の点で有利なケース 1 を選択することも考えられるが、以下の点を考慮して Muzerib と Yaduda を統合するケース 2 を提案する。

- 現在事業化に向け、Muzerib、Yaduda 及び Dar'aa Governorate の間で調整が進んでいる。
- Muzerib 及び Yaduda に対する下水道整備の緊急性は非常に高いものがある。
- STP 維持管理技術者の確保が容易ではない。

図 9.4.13 に下水道システムの概要を示す。

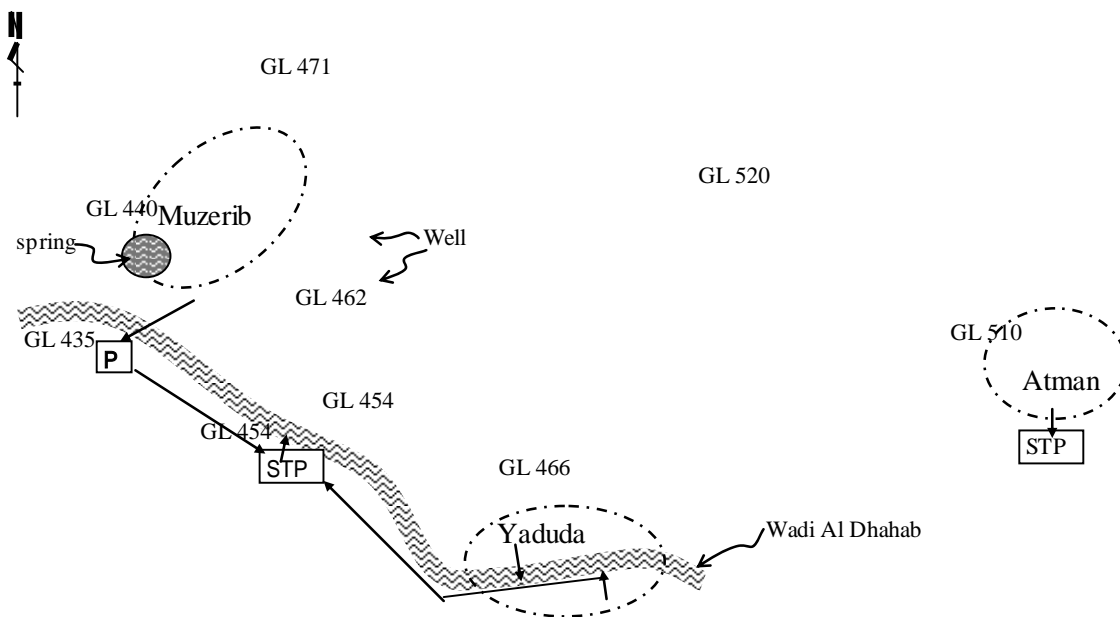


図 9.4.13 Muzerib 下水道システムの概要

7) Zabadani, Rural Damascus Governorate

Zabadani に対しては、EIB が既に Pre-Feasibility Study を行っている。その Study では、Zabadani、Bludan、Bukein、Madaya、Ain Hour、Rawdah 及び Hosh Bujd を一つの処理区とする下水道計画が策定されている。これらの区域に対し、現地調査により統合処理と個別処理の分類を以下のように行なった。

1) Zabadani、Bludan、Bukein 及び Madaya

Zabadani、Bludan、Bukein 及び Madaya の 4 つの都市は Zabadani の中心地区に位置している。住宅間隔は非常に密集しているため、集合処理が適当である。さらに、これらの都市は、互いに近接しているため必然的に統合処理となる。

2). Ain Hour

Ain Hour は、Zabadani から北に約 5km の位置にある。Ain Hour は、以下の事項を勘案して戸別処理とする。

- 住宅間隔は疎であり、管渠整備をするより戸別処理の方が経済的である。
- 人口は比較的少なく Zabadani から 5km も上流にあるため、汚濁は Zabadani に到達するまでにかかなり浄化されている。

3) Rawdah

Rawdah は、西の丘陵部に位置する 4,536 人の集落である。住宅間隔は、約 50m 程度であるため、集合処理となる。

Zabadani、Bludan、Bukein 及び Madaya の統合処理区とは大きく離れていることから、それらとの統合は考えられない。

4) Hosh Bujd

Hosh Bujd は、西の丘陵部の端に位置する小規模の集落である。住宅間隔は、平均的に約 50m以上離れているので、下水管渠を新設するよりは、戸別処理とする方が経済的である。

以上より

- Zabadani、Bludan、Bukein 及び Madaya の 4 都市は統合処理
- Rawdah は集合単独処理
- Ain Hour、Hosh Bujd は戸別処理とする。

図 9.4.14 に下水道システムの概要図を示す。また、図 9.4.15~ 9.4.21 に 7 県の優先都市における下水道マクロプラン図を示す。

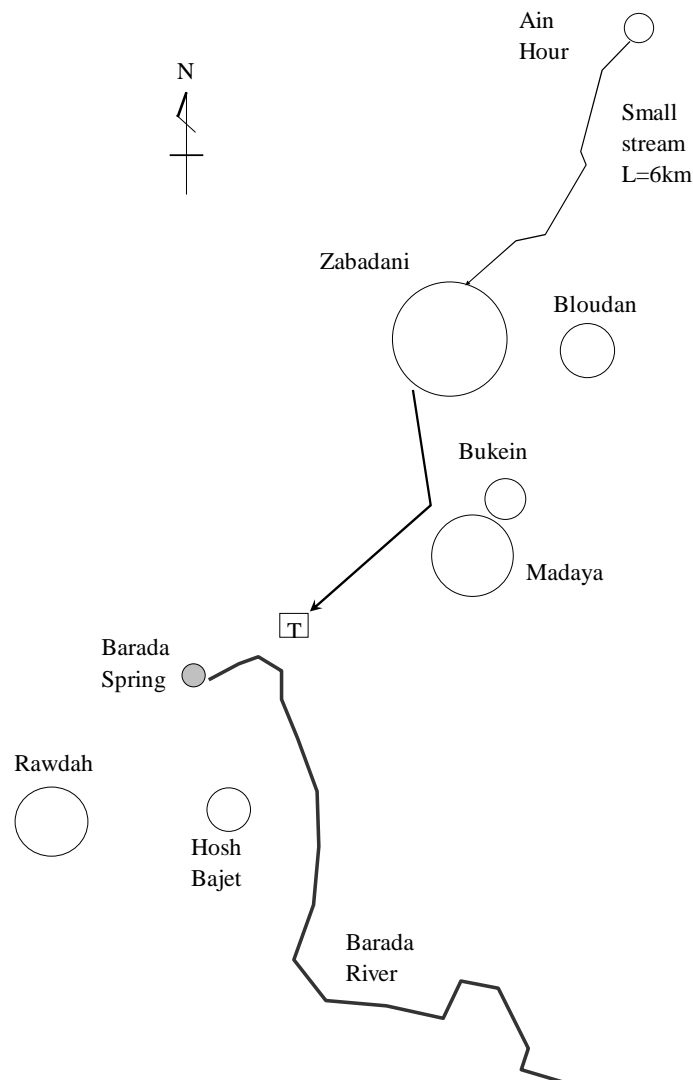


図 9.4.14 Zabadani における下水道システムの概要図

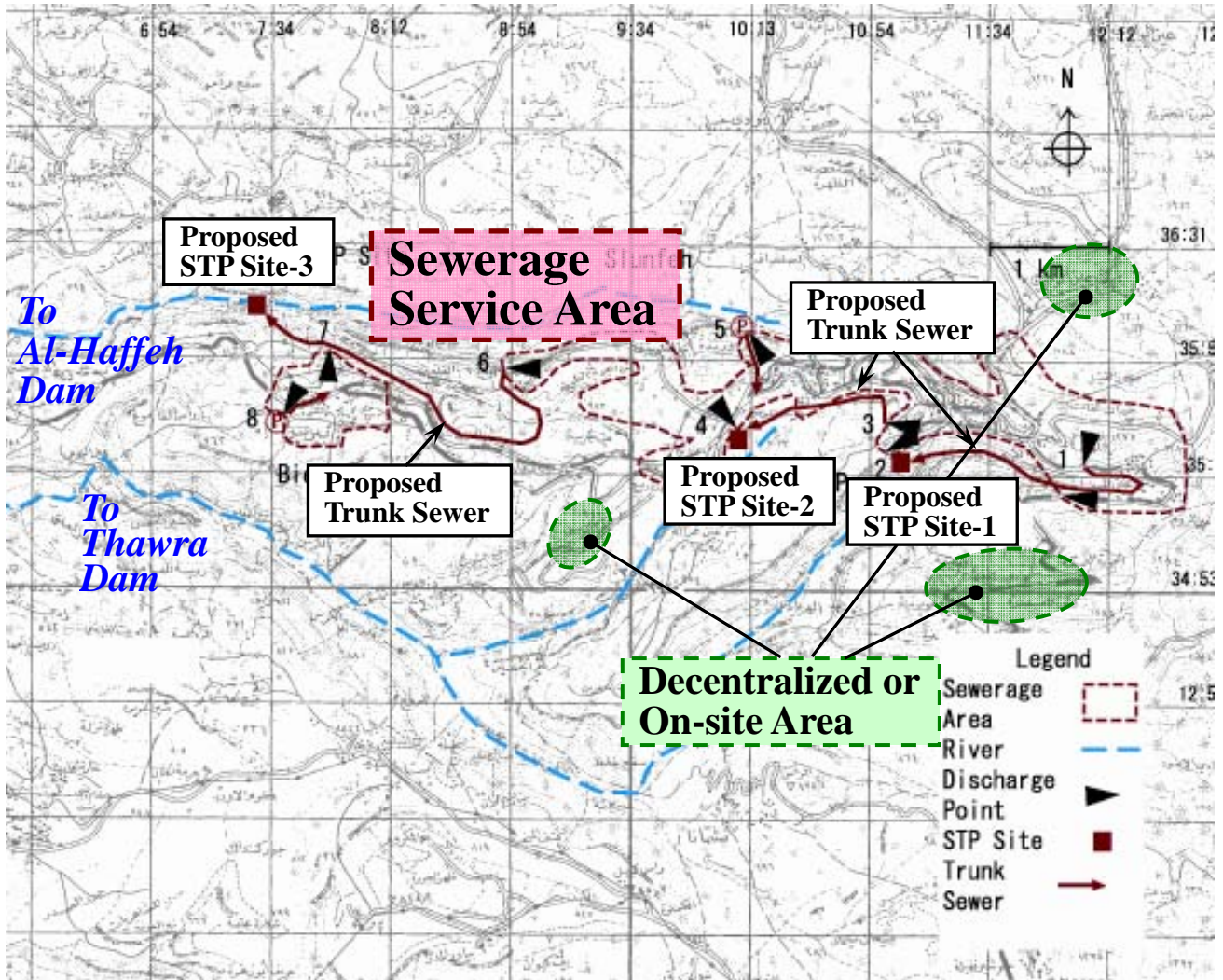


図 9.4.15 Slunfeh (Lattakia Gov.) のマクロプラン

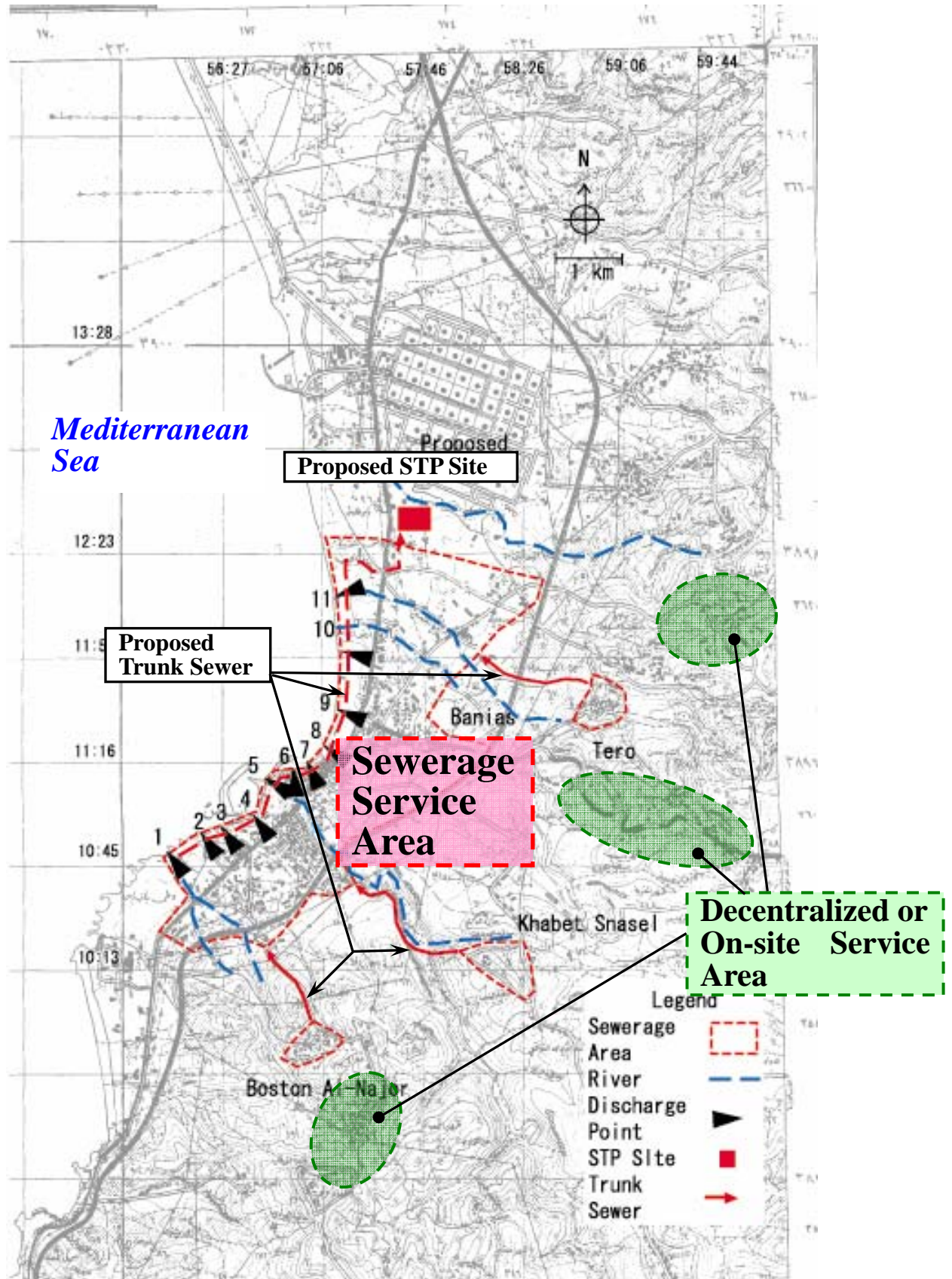


図 9.4.16 Banias (Tartous Gov.) のマクロプラン

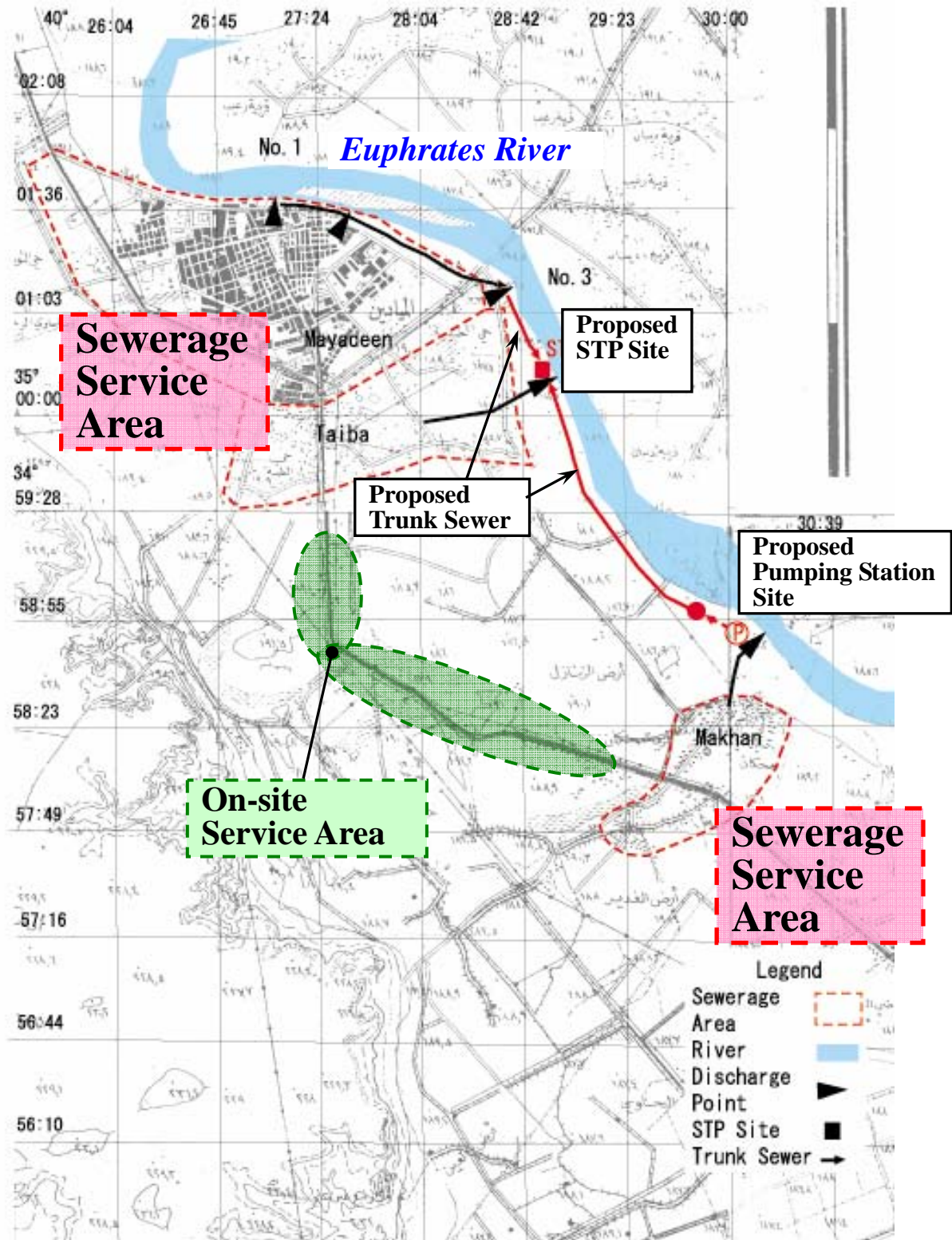


図 9.4.17 Mayadin(Deir-Ez-zor Gov.) のマクロプラン

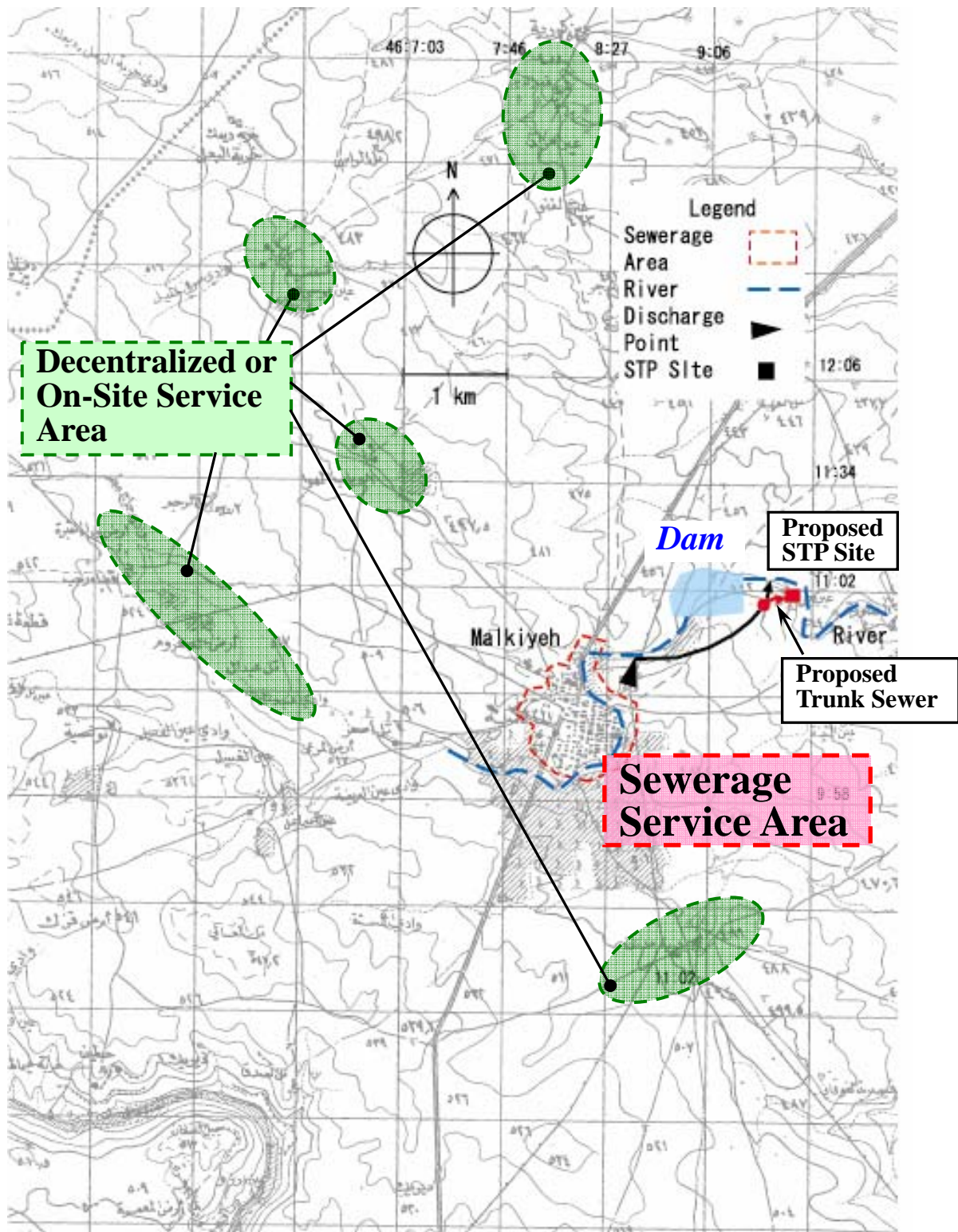


図 9.4.18 Malkiyeh (Hassakeh Gov.) のマクロプラン

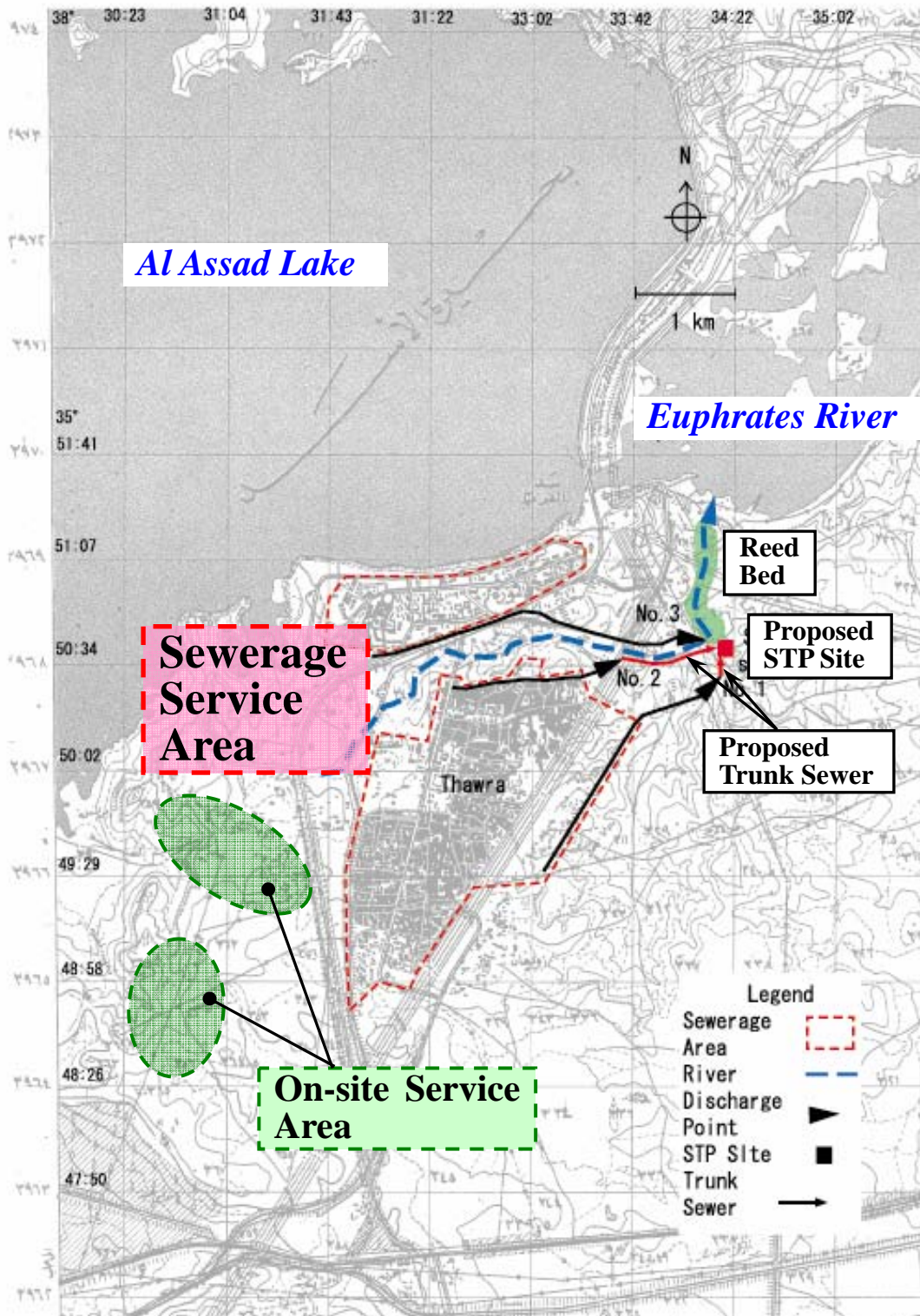


図 9.4.19 Thawra (Raqqa Gov.) のマクロプラン

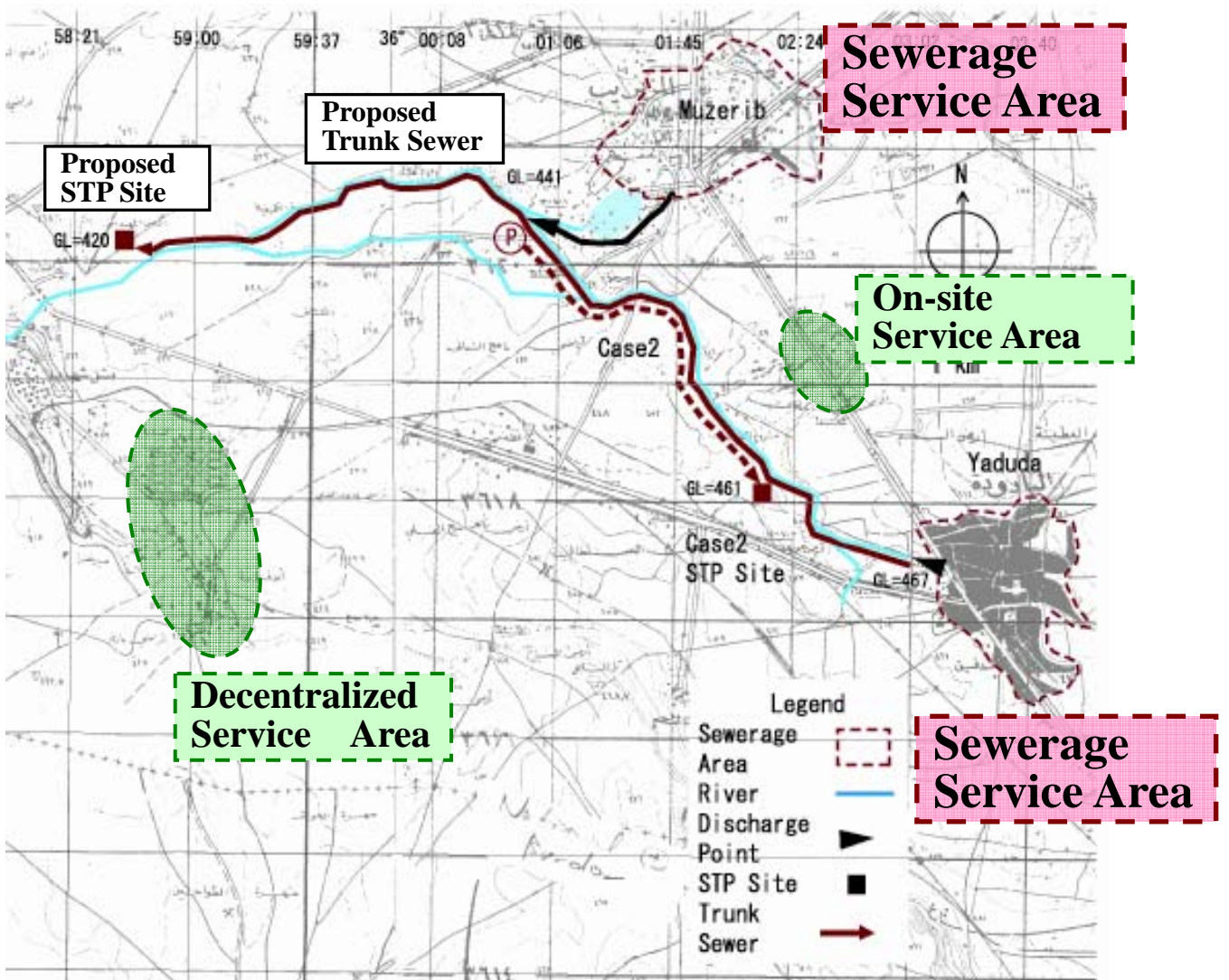


図 9.4.20 Muzerib (Dar'aa Gov.) のマクロプラン

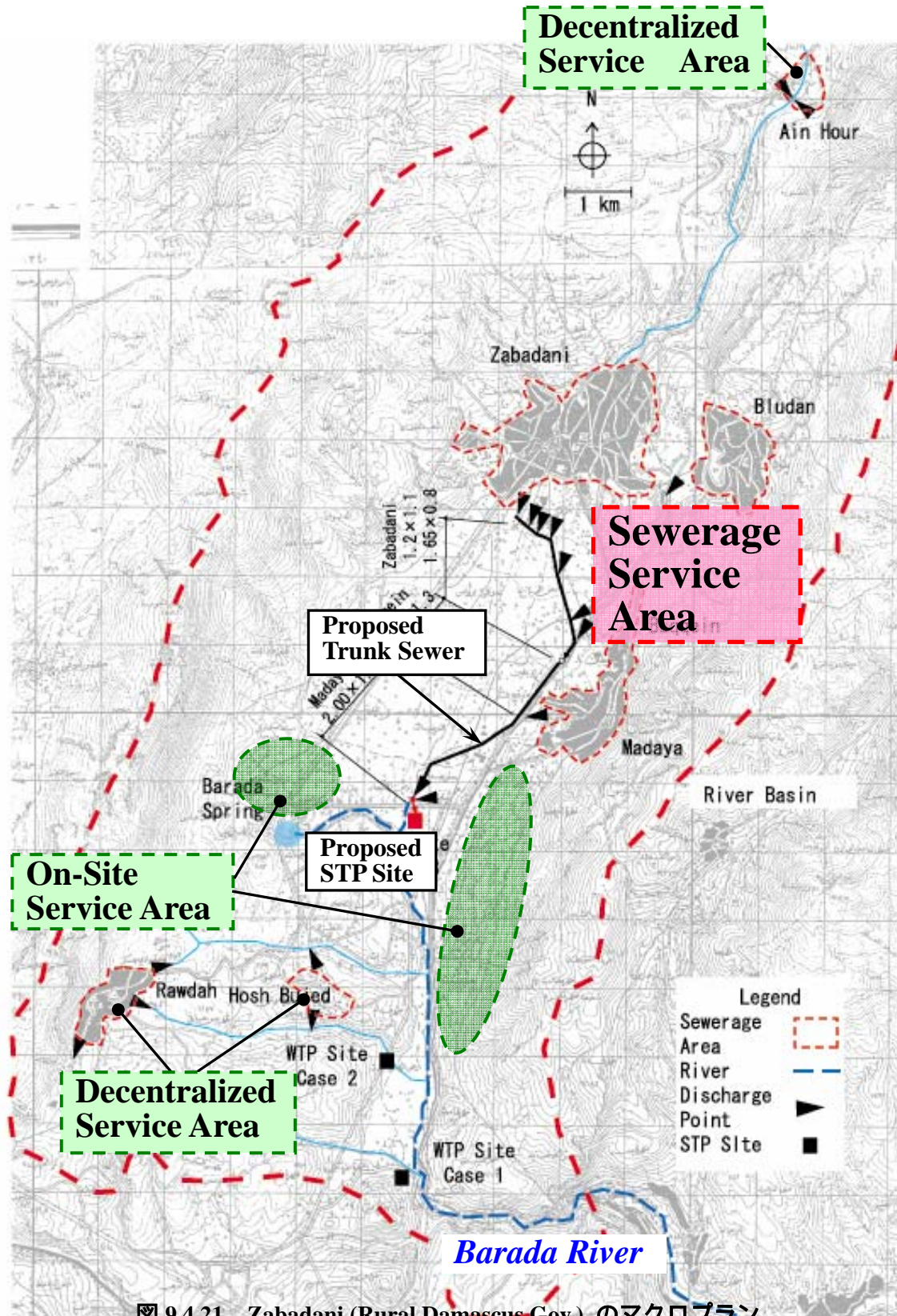


図 9.4.21 Zabadani (Rural Damascus Gov.) のマクロプラン

9.5 7県の下水道マスタープラン

7県の下水道マスタープラン対象区域を図 9.5.1 に示す。

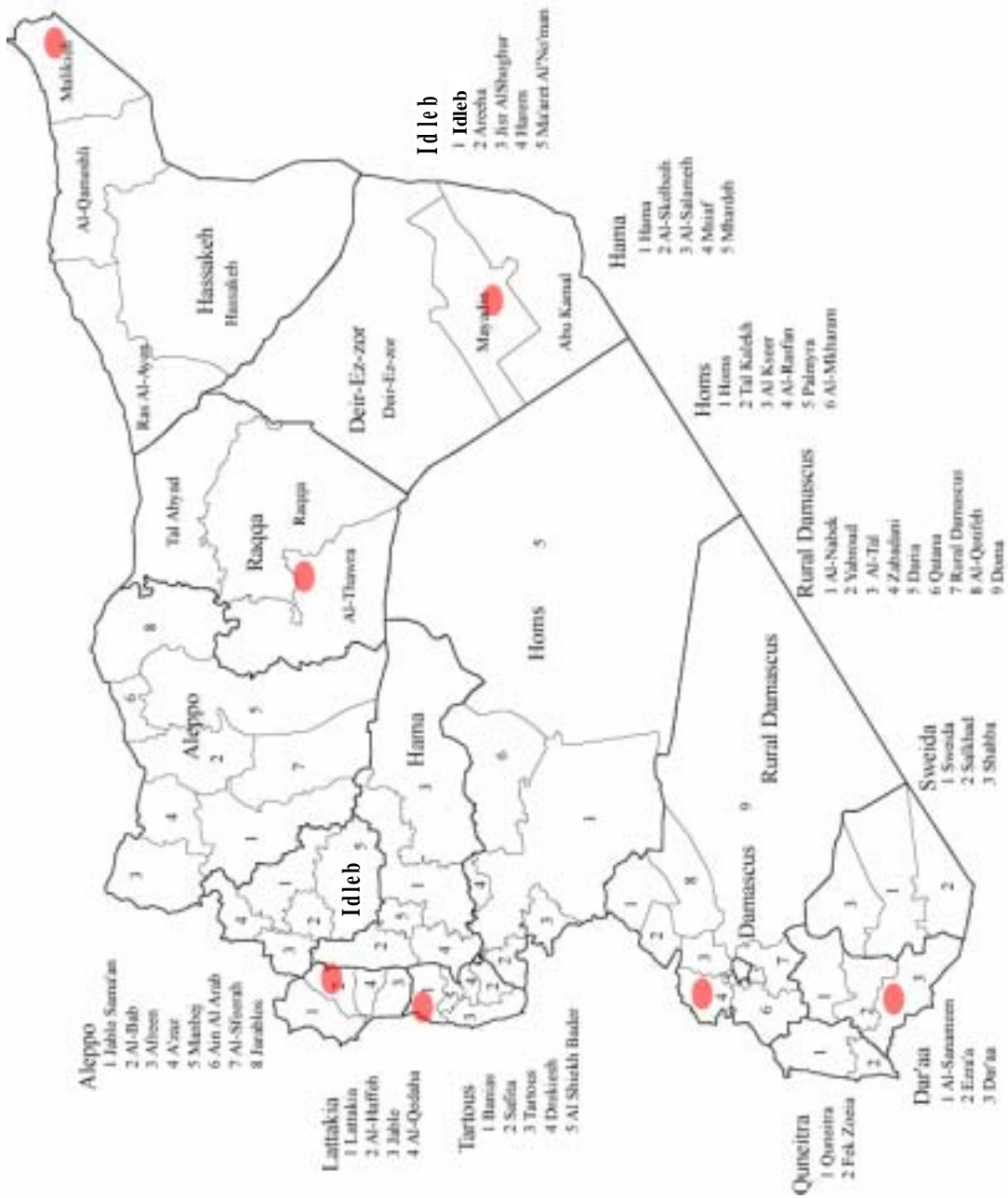


図 9.5.1 下水道マスタープラン対象区域の位置図

9.5.1 Slunfeh, Lattakia Governorate

(1) 計画区域

Lattakia Governorate は地中海沿いの産業、観光の中核をなす地域である。東側には急峻な山地が多く、山頂付近に集落が形成されている。県人口は約 90 万人である。Lattakia Governorate には Lattakia、Jable、Al-Hafeh、Al-Qerdaha の 4 つの district がある。

M/P 対象都市である Slunfeh が位置する Al-Haffeh district には Al-Hafeh、Slunfeh、Ain Al-Tineh、Kansaba、Al-Mazer'aa の 5 つの sub-district がある。Slunfeh sub-district の人口は約 20,000 人であるが、Slunfeh の人口は約その 1 割となる約 1,900 人である。Slunfeh sub-district の中には Slunfeh をはじめとして、25 の community がある。第 1 の都市は、Salma で、その人口は約 2,100 人である。Slunfeh は第 2 の都市である。



図 9.5.2
マスタープラン対象区域の位置図
(Al-Haffeh district)

Slunfeh の西に位置する Biereen は、マクロプランでは検討されていないが、行政上 Slunfeh に属しているため、計画区域に加えることとする。Slunfeh は Lattakia の東約 38km の山地に位置している。Slunfeh の夏の気候は快適であり、多くの観光客が集まる。そのため、夏季の汚水発生量は冬季の 5 倍にもなる。

Slunfeh は流域の最上流部に位置する都市である。その汚水は、管渠で集められ、放流点から V 字谷へ排水されている。冬季に観察した放流点からは全く汚水が流れていなかった。このことは、汚水量が少ないこととともに、汚水管から汚水が地中に浸出していることがうかがわれる。

未処理汚水は、谷川を流下する間に地中に浸透し、下流の上水用井戸を汚染していることが考えられる。下流の海岸部では、水道水源として湧水及び地下水を利用している。従って、これら水道水源の汚染は逼迫した問題であると認識されている。そのため、上流部における下水処理に対する要望は高い。

Slunfeh の汚水は、2 系統に分かれている。Slunfeh の下流約 20km にはそれぞれ、Haffeh dam、Thawra Dam がある。これらのダムは農業用水を確保するために造られたものであり、上水道水源としては利用されていない。ダムの水質は、冬季には良好なものの、夏季には自然水の減少と汚水量の増加により富栄養化の状態を呈している。Slunfeh の下水道整備は、これらのダムの水質改善にも寄与する。

Al-Haffeh district におけるマスタープラン対象区域の位置図を図 9.5.2 に示す。

(2) 計画人口及び汚水量

Slunfeh の人口及び汚水量を表 9.5.1 に示す。人口増加率は、非常に緩やかであるが、夏季には多くの観光客が集まるため、汚水量は冬季に 5 倍発生する。

表 9.5.1 Slunfeh の計画諸元

	項目	単位	2004	2010	2015	2020	2025	
Slunfeh	人口	人	1,847	1,900	2,000	2,100	2,100	
	汚水量 原単位	日平均		109	115	120	125	131
		日最大	LCD	127	133	139	146	152
		時間最大		211	222	232	243	253
	夏季/冬季	%	500	500	500	500	500	
	汚水量	日平均		1,008	1,088	1,200	1,318	1,375
		日最大	m ³ /day	1,170	1,264	1,394	1,530	1,597
		時間最大		1,950	2,107	2,323	2,550	2,661
	Biereen	人口	per.	687	700	700	700	700
		汚水量 原単位	日平均		109	115	120	125
日最大			LCD	127	133	139	146	152
時間最大				211	222	232	243	253
夏季/冬季		%	500	500	500	500	500	
汚水量		日平均		375	401	420	439	458
		日最大	m ³ /day	435	466	510	510	532
		時間最大		725	776	850	850	887
Total		人口	per.	2,534	2,600	2,700	2,800	2,800
		汚水量	日平均		1,383	1,489	1,620	1,757
	日最大		m ³ /day	1,606	1,730	1,882	2,040	2,129
	時間最大			2,676	2,883	3,136	3,400	3,548

註) LCD: liter/capita/day

(3) 放流点の調査

既存の 8 箇所の放流地点に対する調査を行った。それらは谷の近くに位置しており、集められた汚水は最終的に谷へ排水されている。この情報は、Slunfeh のエンジニアより得たものである。本市は、山頂部に開けた都市であるので、その放流地点は 2 つの水系に分かれている。即ち、Haffeh dam と Thawra dam の 2 系統に分かれている。表 9.5.2 は冬季と夏季の汚水量比率を含めた各放流地点の情報を整理したものである。汚水量比率は夏季の水量を 100% としたときの、冬季の水量の比率である。この比率は、Slunfeh のエンジニアによる推定値である。平均するとその値は約 20% である。即ち、夏季には冬季に比べて 5 倍の

汚水が発生していることになる。管渠は谷際まで整備されている。汚水は、そこから谷底へ斜面を伝って流下している。

表 9.5.2 Slunfeh の放流点

No	名称	口径 (mm)	流出先	流量比率 (%)
1	Ain Al Bayda	400	Al Thawra Dam	30
2	Jeb Sulaiman	300	Al Thawra Dam	20
3	Al Bareed	400	Al Thawra Dam	25
4	Al Joubeh	400	Al Thawra Dam	20
5	Haret Al Derjeh	300	Al Haffeh Dam	15
6	Hannah Village	400	Al Haffeh Dam	10
7	Biereen (school)	300	Al Haffeh Dam	10
8	Biereen (Al Harah Al Kadimeh)	400	Al Thawra Dam	20

Note) Flow Rate Ratio = 冬季/夏季

(4) 処理場の位置選定

本計画区域は、流域が2つに分かれている。また、放流点は8箇所あり、それらが7kmにわたって分散している。この2つの条件により、処理場を一つに統合することは、非常に難しい状況にある。地形的条件を勘案した上で、Slunfeh地区の技術者及び住宅・建設省職員とともに現地調査を行い、処理場予定地を3箇所選定した。選定をする上で考慮した事項は以下のとおりである。

- 放流点の汚水を効率よく集水することができる。
- 処理場予定地までのアクセスする道路がある。
- 必要規模の空き地がある。
- 周囲に住宅が少ない。

それぞれの処理場予定地の概要は以下のとおりである。

表 9.5.3 Slunfeh の処理場予定地の概要

No	北緯	東経	高さ	放流点	面積	土地単価	所有区分	住宅地からの離隔
1	35:35:31.4	36:11:03.1	1,000	1, 2	More than 1ha	1,000 SP/m ²	Private	200m
2	35:35:41.8	36:09:59.7	994	3, 4, 5	More than 1ha	-	Public	50m
3	35:36:11.4	36:07:24.4	737	6, 7, 8	0.5ha	-	Public	100m

(5) 汚水収集計画

1) 管渠計画

各放流点より、STPまでは、原則として自然流下で汚水を送ることとする。ただし、No.5及びNo.8放流地点にはポンプを設け、近くのSTPに汚水を送ることとする。その理由は、

以下のとおりである。

- No.5 放流点は、自然流下管の延長 (No.5-No.6) が 2.5km もあるので、ポンプを設ける方が経済的である。
- No.8 放流地点は、No.3 STP とは別流域であるが別途処理場を設けるよりは、ポンプ場を設ける方が経済的である。

全体汚水量は 3,548 m³/day であるから、放流点 1 箇所における汚水量は、約 450m³/day である。処理場位置は、放流点より低い位置にあるので管の勾配は 10‰以上に行うことができる。管の口径は、2 つの放流点が合流した場合でも最小管径の 250mm で流下することができる。

表 9.5.4 Slunfeh の幹線計画

流 量		管の能力	口 径	勾 配	v	Q
m ³ /day	m ³ /s	m ³ /s	mm	‰	m/s	m ³ /s
900	0.010	0.020	250	10	1.58	0.077

2) ポンプ場計画

汚水量 = 3,548/8 = 444 m³/day = 0.3 m³/min

ポンプの能力は、汚水量に余裕をみて 0.5m³/min とする。

圧送管の管径は、100mm とする。

$$D = \sqrt{\frac{0.00833 \times 4}{3.14 \times 1.0}} = 0.103 \rightarrow 0.100\text{m}$$

(6) 処理場計画

1) 流入水質と放流基準

処理水は谷に放流する。

谷を通して 20 km から 25 km 先に 2 箇所のダムがありそこから農業用水を得ている現状から放流基準は河川のものとする。

表 9.5.5 流入水質と放流基準

	(放流先・再利用)	放 流 基 準					
		BOD	SS	NH ₃ -N	NO ₃ -N	T-N	T-P
Influent		310	360			74	24
Effluent Standard	Proposed effluent standard (River)	40	30	5	50		

2) 計画条件と提案施設の概要

計画条件と検討結果を表 9.5.6 に示す。

表 9.5.6 計画条件と提案施設の概要

項 目	内 容
Average wastewater (m ³ /d)	1,833
Hourly max wastewater (m ³ /d)	3,548
Sludge (kgDS/d)	224
Sludge (m ³ /d)	2.7
Moisture content (%)	92
No. of STP	3
Treatment method	Submerged attached growth
For each STP of capacity 500 m ³ /d)	
Grit chamber (No.-w×L)	1-1m×1m
Main P (No.-D×power)	-
Reactor (No.-W×L×H)	2-5.5m×12m×5m
Final sedimentation tank	2-5.5m×3m
Disinfection channel	1-φ0.9m(manhole)
Required land area (ha)	Each 0.1

3) 処理方式

市街地の近隣に、狭いが処理場の土地が 3 箇所ある。1.0ha から 0.3ha 以下の狭い土地である。汚水は複数の吐口から 3 箇所に分散して集められそれぞれ 610m³/日の非常に小さな処理場を造ることになる。

きわめて小規模であることから日本の on-site facility で一般的な接触酸化法を検討したところ狭い土地に配置が可能となった。

接触酸化法は返送污泥管理が不要で、污泥は消化が進行した生物膜であり処分が容易で、ほとんどの VSS はガス化するものと考えれば污泥量は除去 SS の 30 パーセント程度と考えられ処理処分費用も安い。

接触材が必要なため他の処理方式に比べ割高であるが維持管理が非常に容易なため無人化が可能でありトータルとして事業費が安い。処理水量が少ないため無人化のリスクも小さい。よって、接触酸化法を提案する。

4) 污泥処理

この処理方式は污泥量が少ないこと、日本では大きな維持管理は 1 年に 1 回程度の作業でまかなっていること、Slunfeh では年間降雨量が 1,000mm から 1,400mm あることから Drying Bed は採用できないことから、污泥処理施設は設けずバキューム車で Lattakia の処理場に運搬する。

5) 施設計画の留意事項

- 無人・巡回管理とし、污泥処理施設を設けない他、管理室も設置しない。
- 管理は、主に以下の作業を行えばよく、污泥処理施設も不要で常駐要員は要らない。
- シーズン前後のバッキ装置の調整、年 2 回程度

- 月 1 回の放流水質調査
- スクリーン滓の監視と除去と固形塩素の補充、週 1 回程度
- バキューム車による汚泥引き抜き作業、年 2 回程度、Bio film から剥離した生物膜をシーズンが終わった 10 月ころシーズン中の 3 ヶ月分の汚泥をバキューム車で運びだし今後建設する Lattakia の処理場で脱水を行なうことを提案する。

Slunfeh の下水道マスタープランを図 9.5.3 に示す。

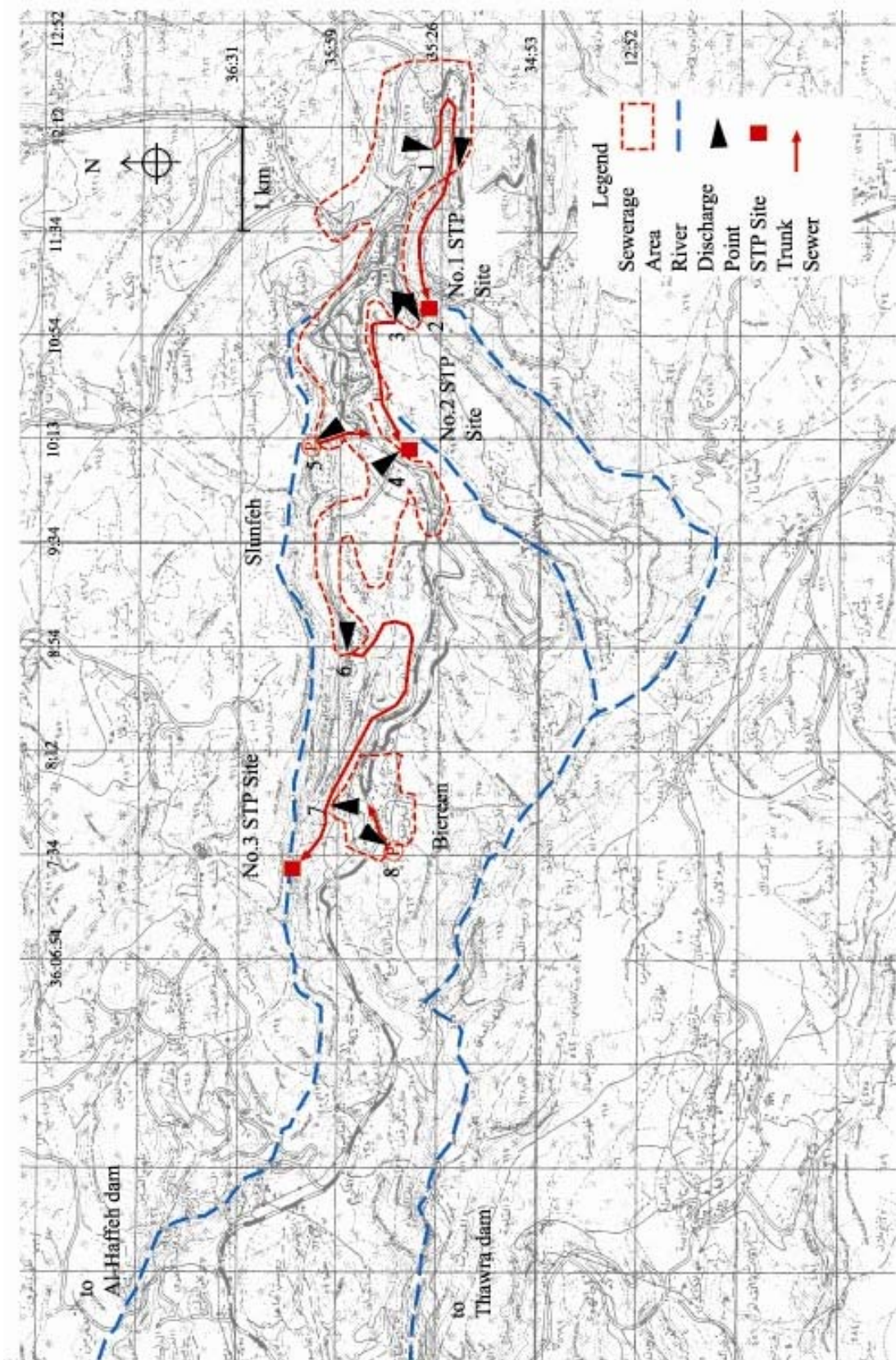


図 9.5.3 Slunfeh の下水道マスタープラン

9.5.2 Banias, Tartous Governorate

(1) 計画区域

Tartous Governorate は地中海沿いに位置している。県内には、海への下水放流点が約 60 箇所ある。そこから、未処理の汚水が海へ流出しているため、海洋汚染の原因となっている。

県人口は約 70 万人である。Tartous には Tartous、Banias、Safita、Drekeish 及び Al-Sheek Bader の 5 つの district がある。Banias district には Banias、Rawda、Anazeh、Kadmous、Talin、Al Tawahin 及び Haman Wasil の 7 つの sub-district がある。Banias sub-district の人口は約 95,000 人であるが、Banias city の人口は約その 1/2 となる約 42,000 人である。Banias sub-district の中には Banias を初めとして、36 の community がある。第 2 の都市は、Al-Beida であるが、その人口は約 5,000 人であり、その他の community は更に人口が少なく、このような小規模な集落が東の山側に散在している。

Tero, Khrbet Snasel, Boston Al-Najo は、マクロプランでは検討されていないが、以下の事項を考慮して計画区域に加える。

- それぞれの集落は高い標高にあり、汚水を容易に Banias へ送ることができる。
- 汚水管を埋設できる道路がある。
- Banias の技術者もそれらの集落の汚水を受け入れることを了承している。

Banias district におけるマスタープラン対象区域の位置図を図 9.5.4 に示す。

Banias は、臨海都市であり、汚水は直接海域へ放流されている。この区域は観光地区であり、夏の観光シーズンには多くの観光客が訪れる。現在生活排水により海の水質は悪化しているが、汚水を適正に処理することによって、その水質を格段に向上することができる。このことによって、観光地区としてのグレードアップ及び生活環境の改善を図ることができる。

Banias の下水道計画は、2005 年 3 月にエジプトのコンサルタントが Pre-investment Study を行っている。さらに、地中海地域汚染評価・管理プログラム (MED POL) に基づいて、EU の支援により事業が実施される計画である。Banias の下水道施設もこの計画に含まれており、約 11.85 Million \$ の事業費で、管渠、ポンプ場、処理場を 2010 年までに建設する計画であったが、政治的問題のため事業は中止。シリア国政府は国家資金での Banias 下水処理場建設を決定、現在入札図書審査中である。

(2) 計画人口及び汚水量

Banias の人口及び汚水量の計画諸元を以下に示す。人口増加率は非常に高く、2025 年に



図 9.5.4
マスタープラン対象区域の位置図
(Banias district)

は2004年の約2倍になると推定されている。

表 9.5.7 Banias の計画諸元

	項 目	単 位	2004	2010	2015	2020	2025	
Banias	人口	人	41,632	52,100	61,700	71,900	82,500	
	汚水量	日平均	129	135	142	148	155	
	原単位	日最大	LCD	150	157	165	172	180
		時間最大		250	262	275	287	300
	夏季/冬季	%	150	150	150	150	150	
	汚水量	日平均	8,053	10,582	13,129	15,995	19,151	
		日最大	m ³ /day	9,352	12,289	15,246	18,574	22,239
		時間最大		15,587	20,482	25,411	30,957	37,066
Tero	人口	人	2,015	2,200	2,500	2,800	3,100	
Khabet	汚水量	日平均	109	115	120	125	131	
	原単位	日最大	LCD	127	133	139	146	152
-Snasel		時間最大		211	222	232	243	253
Boston	夏季/冬季	%	100	100	100	100	100	
	汚水量	日平均	220	252	300	351	406	
		日最大	m ³ /day	255	293	348	408	471
-Al-Najor		時間最大		426	488	581	680	786
Total	人口	人	43,647	54,300	64,200	74,700	85,600	
	汚水量	日平均	8,273	10,834	13,429	16,346	19,556	
		日最大	m ³ /day	9,608	12,582	15,595	18,982	22,711
		時間最大		16,013	20,969	25,991	31,637	37,851

(3) 放流点の調査

主な放流点は、前述エジプト・コンサルタントによる Pre-investment Study で詳細に調査されている。その概要を表 9.5.8 に示す。

表 9.5.8 Banias の放流点

No	名称	建設年度	口径 (cm)	放流点の 状態	GL (m)	PL (m)
1	Saqyat sook Elhal	2000	60	Good	3.25	0.3
2	Alqobbiat	before 1990	40	Accepted	1.4	-0.6
3	Gamaa Altawhwed	before 1990	80	Good	1.6	-1.1
4	Almawani	before 1990	50	Accepted	2.43	-1.38
		2001	100	Good	2.43	-1.38
5	Ras Elnabaa	before 1990	40	Accepted	2.62	0.62
		2001	100	Good	2.62	0.62
6	Gamaa Elbahr	before 1985	40	Accepted	2.94	-0.73
7	Naqliat Alqadamos	before 1985	100	Accepted	2.98	-0.92
8	Nahr Elgaam	before 1985	50	Accepted	3.11	-1.28
9	Alzoryqat	before 1980	60	Broken	4.44	-2.58
10	Almashfa Elwatany	before 1980	60	Broken	2.56	?
11	Shalehat Almasfah	before 1980	40	Broken	3.97	-2.83

(4) 処理場の位置選定

処理場の位置は、市の北側で Oil refinery factory の南側の位置とする。この位置は Pre-investment Study で計画していたものであり、市の技術者も認めている用地である。Banias には、その用地のほかには、まとまった空き地はない。従って、この位置を STP 用地とする。さらに処理場予定地内には、住宅はない。従って、住宅移転の問題はない。処理場予定地の概要を表 9.5.9 に示す。

表 9.5.9 Banias 処理場予定地の概要

No	北緯	東経	高さ	面積	土地単価	所有区分	住宅地からの離隔
1	35:12:49.1	35:57:32.1	17	More than 2ha	2,500 SP/m ²	Private	50m

(5) 管渠計画

各放流地点に集まった汚水をどのようにして STP に送るかということが、検討課題である。Pre-Investment Study では図 9.5.5 に示すように直列ポンプ配置で計画している。

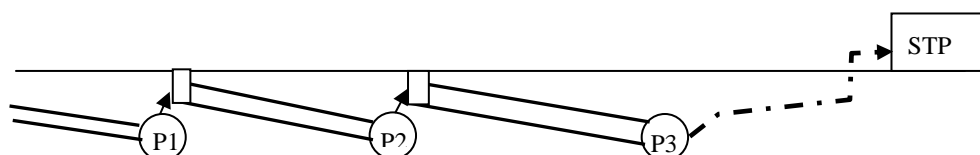


図 9.5.5 Pre-Investment Study における幹線計画

この方式では、以下に示す問題点がある。

- ポンプ場の規模は下流に行くほど大きな揚水量となる。規模が大きくなれば、マンホールポンプの採用はできなくなるので、ポンプ場用地が必要となる。
- 途中のポンプが故障すれば、それより上流の汚水は STP へ送ることができない。

- ポンプ場へ送る自然流下管の埋設位置は海水面より深くなり、海水が浸入する懸念がある。
- 自然流下管は全体計画に対して建設するので初期投資が大きくなる。

今回の M/P では、**図 9.5.6** に示す多重圧送方式を提案する。この方式は、共通の汚水圧送管に多数のポンプが接続されるものである。それぞれのポンプは、放流点に設けられ、揚水する量はそこの流量のみである。このようにすることにより、現計画の問題点を解消することができる。ただし、共通の圧送管に複数のポンプが設置されているため、ポンプの運転状態によって、揚程が大きく変動する。従って、ポンプ機種を選定に当たっては、運転できる揚程の範囲が大きなることを考慮する必要がある。

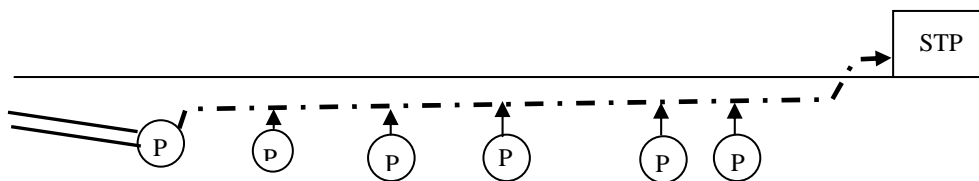


図 9.5.6 今回提案する幹線計画

多重圧送方式によるポンプ場及び圧送管の規模を表 9.5.10 に示す。圧送管は 2 条管を計画しているため、全体水量の 1/2 を対象に検討したものである。また、水量については、各放流点の放流管断面積の比率で配分した。F/S 段階では、污水管調査をする必要がある。そのことにより、各放流点の汚水量を推定するべきである。

表 9.5.10 幹線計画

No	名称	面積 (m ²)	Q (m ³ /s)	Q (m ³ /min)	1/2Q (m ³ /min)	ポンプ (m ³ /min)	管 (m ³ /min)	計算口 径 (mm)	口径 (mm)	延長 (m)	揚程 (m)	Kw
1	Saqyat sook Elhal	0.28	0.027	1.6	0.8					326		
2	Alqobbiat	0.13	0.012	0.7	0.4					255		
3	Gamaa Altawhwed	0.50	0.048	2.9	1.4	3.0	3.0	0.25	250	139	30.7	28.7
4	Almawani	0.20	0.019	1.1	0.6							
		0.79	0.075	4.5	2.2	3.0	6.0	0.36	300	548	26.1	24.5
5	Ras Elnabaa	0.13	0.012	0.7	0.4							
		0.79	0.075	4.5	2.2	3.0	9.0	0.44	400	675	19.2	18.0
6	Gamaa Elbahr	0.13	0.012	0.7	0.4	1.0	10.0	0.46	400	95	17.4	5.4
7	Naqliat Alqadamos	0.79	0.075	4.5	2.2	3.0	13.0	0.53	500	362	17.1	16.0
8	Nahr Elgaam	0.20	0.019	1.1	0.6	1.0	14.0	0.55	500	871	16.4	5.1
9	Alzoryqat	0.28	0.027	1.6	0.8	1.0	15.0	0.56	500	580	14.6	4.6
10	Almashfa Elwatany	0.28	0.027	1.6	0.8	1.0	16.0	0.58	600	639	11.7	3.6
11	Shalehat Almasfah	0.13	0.012	0.7	0.4	1.0	17.0	0.60	600	1672	11.4	3.6
	Total	4.60	0.438			17.0						

2 方式の経済比較は、英文レポート Volume III, Part I, Appendix 9.5 に示している。

(6) 処理場計画

1) 流入水質と放流基準

処理水は雨水排水路から海洋に放流する。

表 9.5.11 流入水質と放流基準

	(放流先・再利用)	放流基準				
		BOD	SS	NH ₃ -N	NO ₃ -N	Coliform
Influent		310	360			
Effluent Standard	Proposed effluent standard (Sea)	60	60	10	50	5000 MPN/100ml

2) 計画条件と提案施設の概要

計画条件と検討結果を表 9.5.12 に示す。

表 9.5.12 計画条件と提案施設の概要

項 目	内 容
Average wastewater (m ³ /d)	19,556
Hourly max wastewater (m ³ /d)	37,851
Sludge (kgDS/d)	4,401
Sludge (m ³ /d)	22.0
Moisture content (%)	80
Treatment method	OD +Gravity Thickener + Mechanical dewatering
Grit chamber (No.-w×L)	2-1.5m×7m
Main P (No.-D×power)	-
Reactor (No.-W×L×H)	12-4.5m×140m×3.0m (high rate)
Final sedimentation tank	8-φ18m
Disinfection channel	2-2m×24×2.1m
Gravity Sludge Thickener	2-5.0m × 5.0m
Mechanical Sludge Dehydrator	2-2,201 kg DS/ d
Required land area (ha)	5.1

3) 水処理方式

処理水は海域へ放流されるため、放流水質条件から標準活性汚泥法程度の処理効率求められる。処理場が区画整理区域に隣接していることから、最初沈殿池が必要ないODや長時間エアレーション法が悪臭問題を解決しやすいため、これらの検討を行う。

建設費では長時間法が若干安い、維持管理を含めると差がなくなるため、より安定的な運転が可能なODを提案する。

表 9.5.13 処理方式の比較

項 目	OD	長時間 エアレーション法	標準活性汚泥法
Possibility of layout	+	+	+
nitrification	+	++	
de-nitrification	++		
Correspondence to load fluctuation	++	++	+
Sludge Reduction	+	+	
Offensive odor Problem	+	+	
Simple equipment	++	+	
Easiness of operation	++	+	
Construction cost		+	
Maintenance cost	++	+	
Evaluation	14 points	11 points	2 points

4) 汚泥処理方式

将来の市街地の一角に位置すること、発生汚泥が重力では濃縮できないことが条件として挙げられる。以上の条件から近隣住民の臭気問題にならないように汚泥は速やかに処理する必要があり、重力濃縮 + 機械脱水とする。

5) 施設計画の留意事項

- 将来は周辺を市街地に囲まれるため臭気対策に考慮した個々の施設設計と配置計画を行なう必要がある。
- 汚水は場外中継ポンプ場からダイレクトに処理場に送られてくる。中継ポンプ場能力は日平均の 2.2 倍もあり、処理場の状態にかかわらず時間最大汚水を間欠的に送ってくる可能性がある。よって着水井あるいは分水槽の水位変動が大きいいため溢れないようフリーボードや容量に余裕をもつことを配慮したい。

Banias の下水道マスタープランを図 9.5.7 に示す。

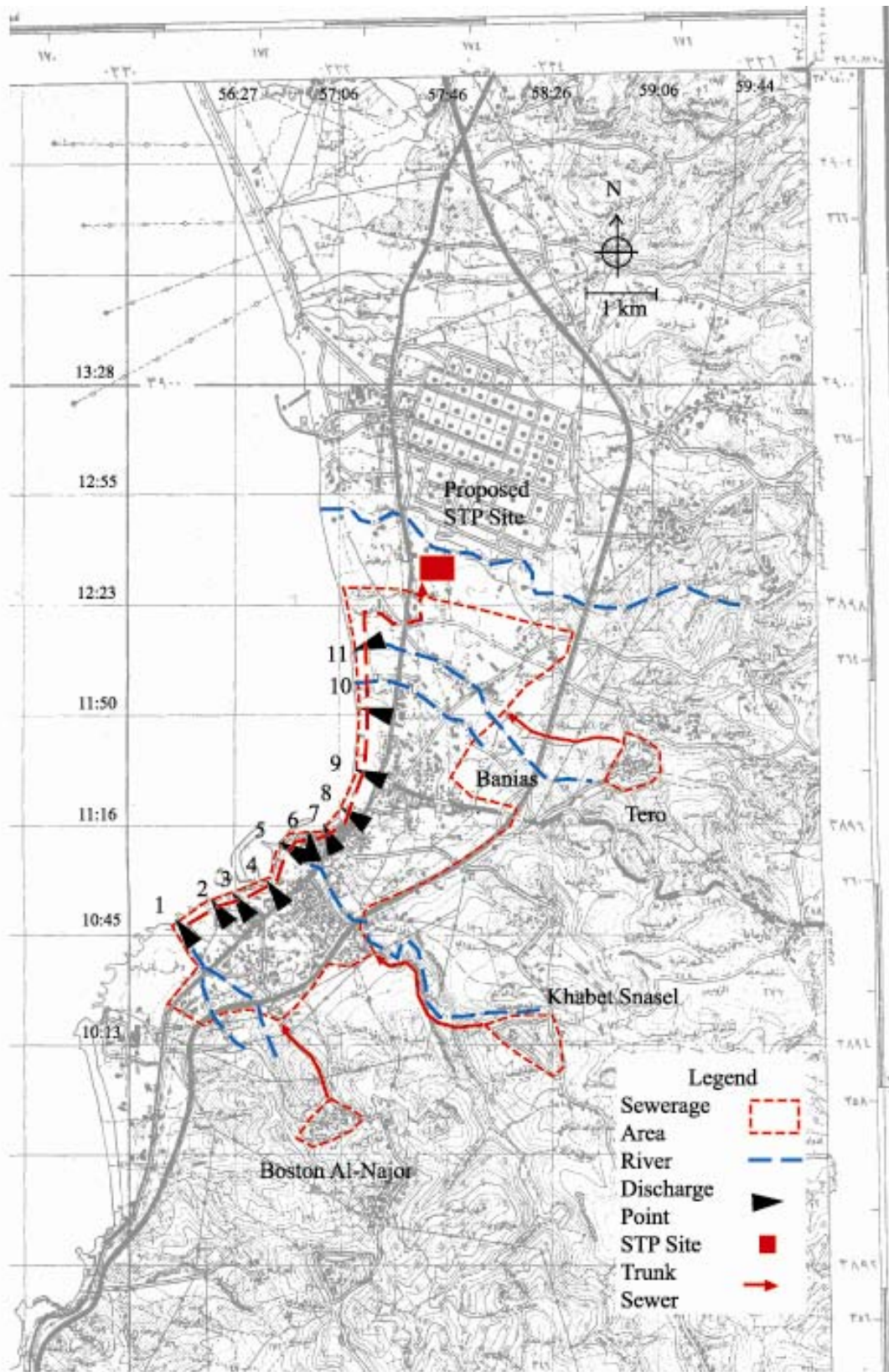


図 9.5.7 Banias の下水道マスタープラン

9.5.3 Mayadin, Deir-Ez-zor Governorate

(1) 計画区域

Deir-Ez-zor Governorate はユーフラテス川の下流に位置している。県人口は約 100 万人である。Deir-Ez-zor Governorate には Deir-Ez-zor、Al-Bukamal、Mayadin の 3 つの district がある。



図 9.5.8
マスタープラン対象区域の位置図
(Mayadin District)

Mayadin には Mayadin、Zeban、Ashara の 3 つの sub-district がある。Mayadin sub-district の人口は約 86,000 人であるが、Mayadin の人口はその過半数となる約 44,000 人である。Mayadin sub-district の中には Al-Mayadin を初めとして、8 の community がある。

マクロプランでは、Taiba、Makhan は検討されていないが、以下の理由によりそれらを計画区域に加えることとする。

- Taiba は、Mayadin の下流に隣接した都市である。その放流点は Mayadin の放流点から 1km しかはなれていない。従って、統合して処理するべきである。
- Makhan の放流点 Taiba の放流点からはさらに、3.5km 下流にある。その放流点の高さはほとんど同じであり、Makhan の放流点にポンプを設けることにより、容易に汚水を送ることができる。
- Mayadin の技術者も Taiba、Makhan を統合した処理施設を設けることについて了承している。

(2) 計画人口及び汚水量

Mayadin の人口及び汚水量の計画諸元を以下に示す。2025 年における Mayadin、Taiba、Makhan の汚水量はそれぞれ 13,974、1,323、2,187 m³/day となっている。

表 9.5.14 Mayadin の計画諸元

	項目	単位	2004	2010	2015	2020	2025	
Mayadin	人口	人	44,028	60,200	72,400	82,400	90,300	
	汚水量	日平均	129	135	142	148	155	
	原単位	日最大	LCD	150	157	165	172	180
		時間最大		250	262	275	287	300
	夏季/冬季	%	100	100	100	100	100	
	汚水量	日平均	5,678	8,152	10,270	12,220	13,974	
		日最大	m ³ /day	6,594	9,466	11,927	14,191	16,228
		時間最大		10,989	15,777	19,878	23,652	27,047
	Taiba	人口	人	6,061	7,600	8,700	9,500	10,100
		汚水量	日平均	109	115	120	125	131
原単位		日最大	LCD	127	133	139	146	152
		時間最大		211	222	232	243	253
夏季/冬季		%	100	100	100	100	100	
汚水量		日平均	661	871	1,044	1,192	1,323	
		日最大	m ³ /day	768	1,011	1,213	1,384	1,536
		時間最大		1,280	1,685	2,021	2,307	2,560
Makhan		人口	人	10,086	12,600	14,300	15,700	16,700
		汚水量	日平均	109	115	120	125	131
	原単位	日最大	LCD	127	133	139	146	152
		時間最大		211	222	232	243	253
	夏季/冬季	%	100	100	100	100	100	
	汚水量	日平均	1,101	1,444	1,716	1,970	2,187	
		日最大	m ³ /day	1,278	1,677	1,993	2,288	2,539
		時間最大		2,130	2,794	3,322	3,813	4,232
	Total	人口	人	60,175	80,400	95,400	107,600	117,100
		汚水量	日平均	7,440	10,466	13,031	15,383	17,483
		日最大	m ³ /day	8,640	12,154	15,133	17,864	20,303
		時間最大		14,400	20,257	25,222	29,773	33,839

(3) 放流点の調査

主な放流地点は、以下のとおりである。No.2 放流点は、近くまで住宅が迫ってきたため、Mayadin city では No.3 の位置へ変更するよう計画している。現在 No.2 から No.3 へ接続する管渠を建設中である。その管渠の管径は 1.5m である。それが完成すれば、No.2 の放流点は閉鎖されることになっている。

No.4 は Taiba の放流点である。それは、最近建設されたもので、ネットワーク管が接続し

ていないため、汚水は流れていなかった。わずかにきれいな水が流れていた。

No.5 は Makhan の放流点である。この放流点では、比較的多くの汚水が流れていた。その中には灌漑施設から浸出した水も含まれていると考えられる。

表 9.5.15 Mayadin の放流点

Location	Latitude	Longitude	Level	Remarks
1	35:01:37.3	40:27:01.8	188	Mayadin
2	35:01:30.5	40:27:47.1	191	Mayadin
3	35:01:15.4	40:28:40.1	189	Mayadin D 1.0m
4	35:00:21.8	40:29:10.3	186	Taiba D 1.0m
5	34:59:06.7	40:30:32.8	185	Makhan 1.5×1.0 water depth=8cm

(4) 処理場の位置選定

Mayadin の技術者によると、No.4 放流地点の近くを処理場用地として考えているということであった。その理由は以下のとおりである。

- 処理場予定地は Mayadeen 及び Taiba の放流点の間に位置しているため、それらの都市の汚水を集めやすい。
- 処理場予定地は公共用地であり、容易に入手することができる。即ち、用地費は必要ない。
- 周囲には、住宅はなく環境対策は必要ない。

処理場予定地の概要を表 9.5.16 に示す。

表 9.5.16 処理場予定地の概要 (Mayadin)

北緯	東経	高さ	面積	土地単価	所有区分	住宅地からの離隔
35:00:22.1	40:29:09.1	186	More than 6ha	-	Public	100m

No.4 から更に下流に下り Makhan の近くに STP を設け、3 都市の汚水を処理することも考えられるが、以下の点で上記位置の方が有利である。

- Mayadin 及び Taiba を加えた汚水量は Makhan のそれに比べると圧倒的に多い。STP は汚水量の多い方に造る方が、接続する幹線が小さくなるため一般的に経済的である。
- No.4 の放流点の管底高は、河川水位程度となっている。それを更に下流に延伸すれば、管渠の埋設位置は河川水位より下になる。そのため、河川水の管渠への浸入が懸念される。また工事に際しても、河川水の排除を考慮する必要がある。

幹線と河川水位の関係を図 9.5.9 に示す。

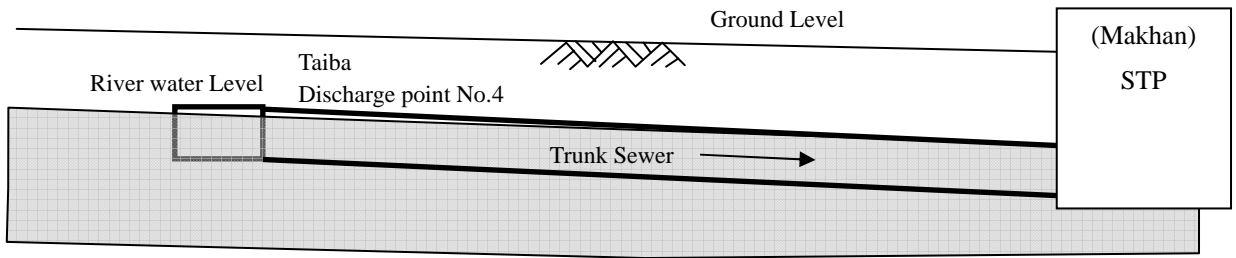


図 9.5.9 河川水位と放流点の高さ関係

(5) 汚水収集計画

1) 管渠計画

No.3 放流地点から STP までは、自然流下で送ることとする。

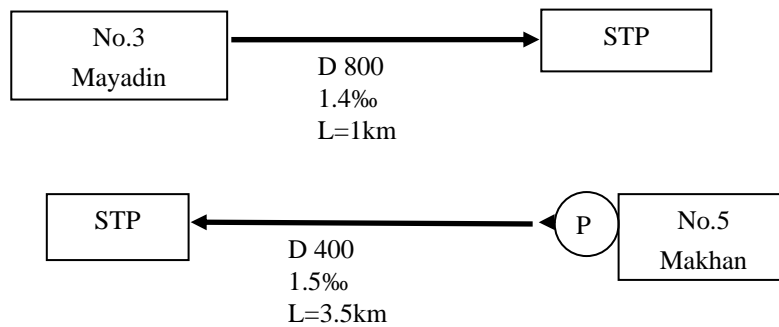


図 9.5.10 幹線計画

表 9.5.17 幹線計画

Item	Flow rate		Capacity m ³ /s	Dia. mm	I ‰	v m/s	Q m ³ /s
	m ³ /day	m ³ /s					
Mayadin (No.3 - STP)	27,047	0.313	0.626	800	1.4	1.28	0.643
Makhan (No.5 - STP)	4,232	0.049	0.098	400	1.5	0.83	0.105

No.3 放流点に集められた汚水は、自然流下で STP まで送られる。

No.5 放流点にはポンプを設け、揚水した後、自然流下で STP まで汚水を送る。直接 STP まで圧送しないのは、以下の理由による。

- 区間延長が、約 3.5km と長いため、圧送する場合には圧送先で硫化水素が発生する。この硫化水素は、コンクリートを劣化させる作用があるため、その対策が必要である。
- No.4 と No.5 の放流点の間には、管渠とクロスする水路等の障害物がない。管渠は

ユーフラテス川に沿って河川岸に埋設するため、自然流下管を浅く埋設することができる。

2) ポンプ計画

計画汚水量 4,232 m³/day=2.9m³/min

ポンプ揚水量 = 3.0 m³/min

(6)処理場計画

1) 流入水質と放流基準

処理水はユーフラテス川に放流する。流入水質及び放流基準を表 9.5.18 に示す。

表 9.5.18 流入水質と放流基準

	(放流先・再利用)	放流基準					
		BOD	SS	NH ₃ -N	NO ₃ -N	T-N	T-P
Influent		310	360			74	24
Effluent Standard	Proposed effluent standard (River)	40	30	5	50		

2) 計画条件と提案施設の概要

計画条件と検討結果を表 9.5.19 に示す。Makhan については、発生下水量が小さく計画下水処理場から 3.5 km 離れているため「将来計画」にて取り込むこととし、今回計画には含めないものとした。

表 9.5.19 計画条件と提案施設の概要

項目	内容
Average wastewater (m ³ /d)	15,300
Hourly max wastewater (m ³ /d)	29,610
Sludge (kgDS/d)	3,787
Sludge (m ³ /d)	9.5
Moisture content (%)	60
Treatment method	OD + Mechanical Thickening + Drying Bed
Grit chamber (No.-w×L)	2-1.4m×6m
Main P (No.-D×power)	5-φ200mm×11kw
Reactor (No.-W×L×H)	8-4.5m×140m×3.0m(high rate)
Final sedimentation tank	8-φ15m
Disinfection channel	2-2m×21×1.9m
Mechanical Sludge Thickener	2-1,893kg/d
Drying Bed	24-15m×43m
Required land area (ha)	5.9

3) 水処理方式

処理場用地は河川沿いの農地を利用できる。

農地は官地ではあるが現在営農しており優良農地であり、必要最小規模を確保するものとする。

農業用水が豊富、かつ放流先の環境容量の大きな当地においては、放流基準を考えなければ簡易処理の採用が可能であるが、上流から下流に向かって下水の放流と水道の取水を繰り返している水利用形態において、感情的なレベルでの市民の拒否反応があると考えられる。よって、高級処理を行う。

水量規模から長時間エアレーション法や OD、Wet-land との比較となるが、処理場用地は経済的価値が高い土地であるため大きな用地が要求される Wet-land はやめ、比較対象に標準活性汚泥法を加える。なお窒素除去を目的としない OD は、BOD-SS 負荷を長時間エアレーション法と同等程度とする。評価では農地保全を挙げた。

長時間エアレーション法と規模が同等でありより維持管理が容易であるという観点、土地が河川の後背地（氾濫源）にあるため基礎荷重が小さい OD を提案する。

表 9.5.20 処理方式の比較

	OD	長時間 エアレーション法	標準活性汚泥法
Possibility of layout	+	+	+
Preservation of farm land	+	+	++
Correspondence to load fluctuation	+	+	
Sludge Reduction	+	+	
Offensive odor Problem	+	+	
Simple equipment	++	+	
Easiness of operation	++	+	
Construction cost		+	
Maintenance cost	++	+	
Evaluation	11 points	9 points	3 point

4) 汚泥処理方式

用地は十分あり、どんな処理方法でも収容できるが、汚泥は重力で濃縮できない。よって、機械濃縮+ Drying Bed とする。

5) 施設計画の留意事項

- 処理場用地は河川の氾濫源にあり、護岸と盛土が必要である。
- また、堤内にあるため軟弱地盤である可能性が高い。よって、ディッチ構造はエアレーター部分のみ基礎杭を施し、ディッチは巢掘りにゴムシートで覆う構造を検討し軽量化を図るといい。
- Mayadin はスケールメリットを狙って将来周辺の都市を取り込んで処理と管理の一元化を行なうため規模が大きくなる可能性がある。しかし現時点では不確定であるから、配置計画では余分の土地を見込んでいない。周辺に十分な土地があるためである。Appendix 参照。

Mayadin の下水道マスタープランを図 9.5.11 に示す。

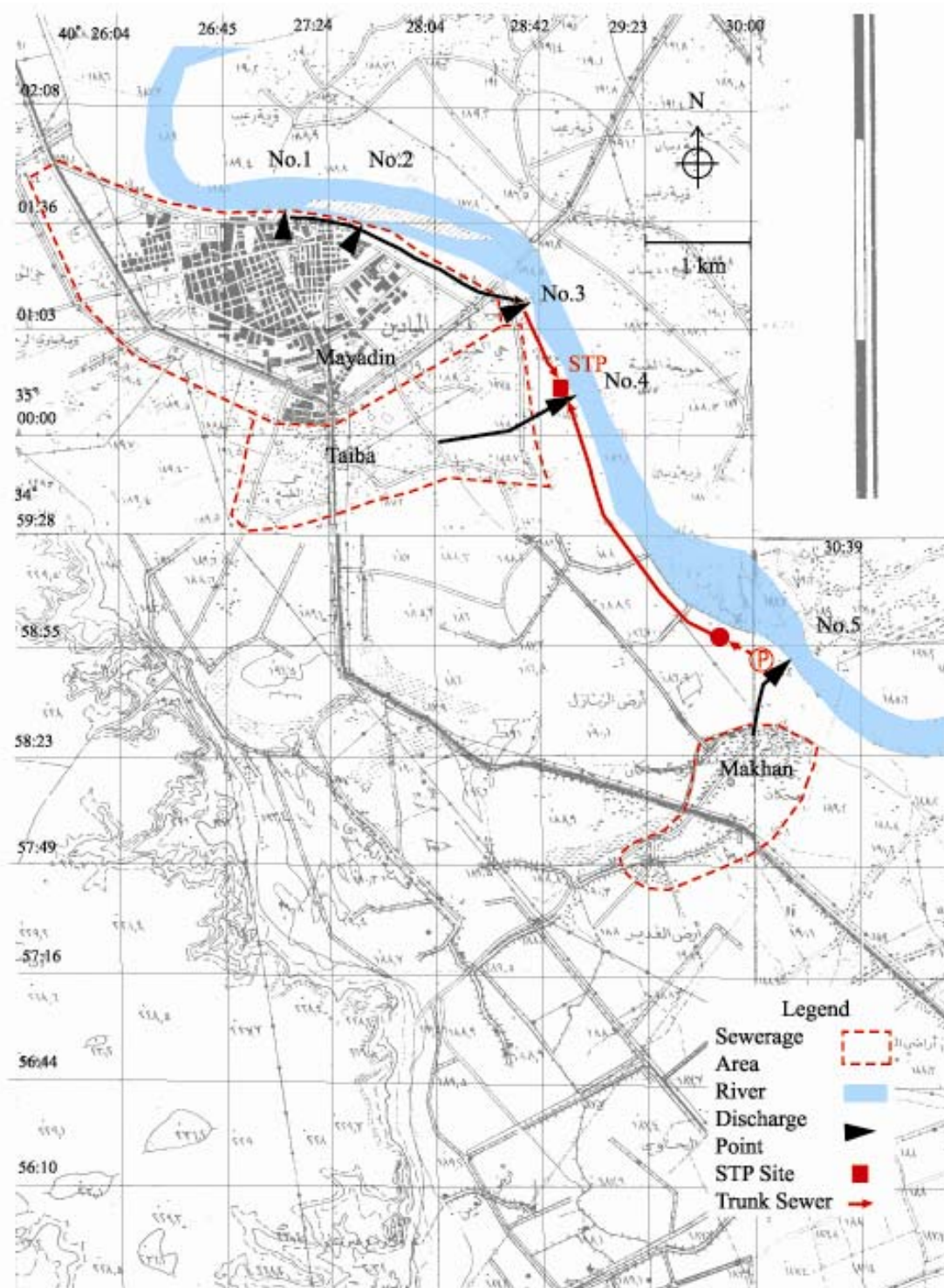


図 9.5.11 Mayadin の下水道マスタープラン

9.5.4 Malkieh, Hassakeh Governorate

(1) 計画区域

Hassakeh Governorate は Euphrates 川の北部に位置している。Governorate は大部分が Al-Khabour River の流域である。東部の Malkieh を含めた一部地域は Tigris 川の流域である。県人口は約 130 万人である。Hassakeh Governorate には Hassakeh、Al-Qamishli、Malkieh 及び Ras Arain の 4 つの district がある。

Malkieh district には Malkieh、Jawadieh 及び Yarubieh の 3 つの sub-district がある。Malkieh sub-district には Malkieh を含めて 108 の community がある。Malkieh が約 26,000 人、Al-Mabadeh が約 16,000 人の都市である。それ以外は人口 3,000 人以下の集落である。

Malkieh 市は、丘陵部に開けた都市である。市の中央部を河川が流れているため、水はけは非常によい。河川はその下流に造られたダムへ接続している。ダムの水は農業用水として利用されている。

市内の污水管は、ほぼ整備されている。ダムへの汚水の流入を防止するため、污水管は河川へ排水していない。以前はダムの上流に排水していたが、ダムの水質が悪化したため、ダムの下流まで放流管を敷設している。

汚水は、流下して Tigris 川へ注いでいる。その河川の途中には、井戸水を水道水源としている小さな集落が多数ある。それらの井戸水が上流に位置する Malkieh の汚水により汚染されていることが近年問題となっている。そのため、Malkieh の下水処理が急がれている。

(2) 計画人口及び汚水量

Malkieh の人口及び汚水量の計画諸元を以下に示す。



図 9.5.12
マスタープラン対象区域の位置図
(Malkieh District)

表 9.5.21 Malkieh の計画諸元

項目	単位	2004	2010	2015	2020	2025
人口	人	26,311	29,100	31,200	33,000	34,500
汚水量 原単位	日平均	109	115	120	125	131
	日最大	LCD	127	133	139	146
	時間最大		211	222	232	253
夏季/冬季	%	100	100	100	100	100
汚水量	日平均	2,871	3,334	3,745	4,141	4,518
	日最大	m ³ /day	3,334	3,872	4,349	4,809
	時間最大		5,557	6,453	7,248	8,744

(3) 放流点の調査

市街地からの汚水は、閉鎖された放流点からダム下流の河川へ放流されている。その位置は処理場予定地の近傍である。放流地点は、市街地から約 40m 低い位置にある。その管径は 800mm である。

(4) 処理場の位置選定

現在、市内の全ての汚水は、ダムを迂回してその下流へ放流されている。市では、処理場位置をその放流地点の近傍に考えている。その位置は以下の点で処理場位置として適切である。

- 住宅地から離れており、環境対策が必要ない。
- 住宅地より低い位置にあるので汚水を集めることが容易である。
- 地形は平坦ではないが、造成は可能である。
- 放流水路は近くにある。

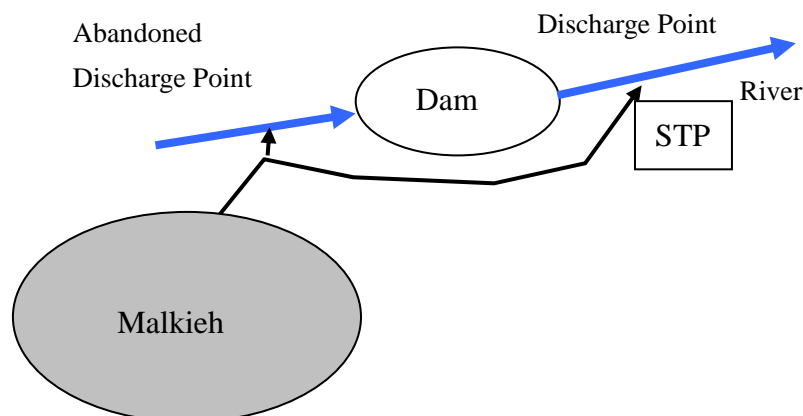


図 9.5.13 放流点の模式図

表 9.5.22 処理場予定地の概要

No	N	E	Height	Area	Land Cost	Land Owner	住宅地からの離隔
1	37:11:02.0	42:09:56.5	444	More than 2ha	-	Public	1,500m

(5) 管渠計画

既設汚水幹線の中途に分水施設を設け、汚水を処理場へ送ることとする。幹線計画を表 9.5.23 に示す。

表 9.5.23 幹線計画

Flow rate		Capacity	Diameter	Inclination	v	Q
m ³ /day	m ³ /s	m ³ /s	mm	‰	m/s	m ³ /s
8,744	0.101	0.202	500	1.7	1.03	0.202

管渠延長は、分水施設から処理場まで約 100m である。

(6) 処理場計画

1) 流入水質と放流基準

処理水は河川に放流する。流入水質と放流基準を表 9.5.24 に示す。

表 9.5.24 流入水質と放流基準

	(放流先・再利用)	放流基準					
		BOD	SS	NH ₃ -N	NO ₃ -N	T-N	T-P
Influent		310	360			74	24
Effluent Standard	Proposed effluent standard (River)	40	30	5	50		

農業利用の対象は綿花や動物用飼料であり河川放流のほうが厳しいので目標処理水質は河川放流で決定した。

2) 計画条件と提案施設の概要

計画条件と検討結果を表 9.5.25 に示す。

表 9.5.25 計画条件と提案施設の概要

項目	内容
Average wastewater (m ³ /d)	4,518
Hourly max wastewater (m ³ /d)	8,744
Sludge (kgDS/d)	1,119
Sludge (m ³ /d)	2.8
Moisture content (%)	60
Treatment method	OD + Mechanical Thickening + Drying Bed
Grit chamber (No.-w×L)	1-1.3m×4.0m
Main P (No.-D×power)	3-φ150mm×3.7kw
Reactor (No.-W×L×H)	4-4.5m×140m×3.0m
Final sedimentation tank	4-φ11m
Disinfection channel	1 0.9×3.5×0.8m (UV)
Mechanical Sludge Thickener	1-1,119 kg/d
Drying Bed	8-15m×38m
Required land area (ha)	2.6

3) 水処理方式

処理水量規模から長時間エアレーション法や OD、Wet-land との比較となるが、放流先の河川の容量が小さいのと下流に井戸があり井戸汚染の危険性、綿花栽培への処理水利用の要望があるため、現段階で実績が多く確実な長時間エアレーション法と OD の比較になる。

地下水汚染が懸念される地域であり窒素の確実な除去と維持管理の容易性から OD を提案する。

表 9.5.26 処理方式の比較

	OD	長時間エアレーション法
Possibility of layout	+	+
nitrification	+	++
de-nitrification	++	
Correspondence to load fluctuation	++	++
Sludge Reduction	+	+
Offensive odor Problem	+	+
Simple equipment	++	+
Easiness of operation	++	+
Construction cost		+
Maintenance cost	++	+
Evaluation	14 points	11 points

4) 汚泥処理方式

用地は十分あり、どんな処理方法でも収容できるが、汚泥は重力で濃縮できない。よって、機械濃縮 + Drying Bed とする。

5) 施設計画の留意事項

処理場位置は道路から低く、比較的低位にあることから、水没の危険を避けるため、大規模な造成・盛土が必要であるが、基礎は大きな岩が点在している。OD は盛土上に建設さ

れるから、盛土の材料に注意すると共にディッチは単掘りにゴムシートで覆う構造を検討し軽量化を図るといい。Malkieh の下水道マスタープランを図 9.5.14 に示す。

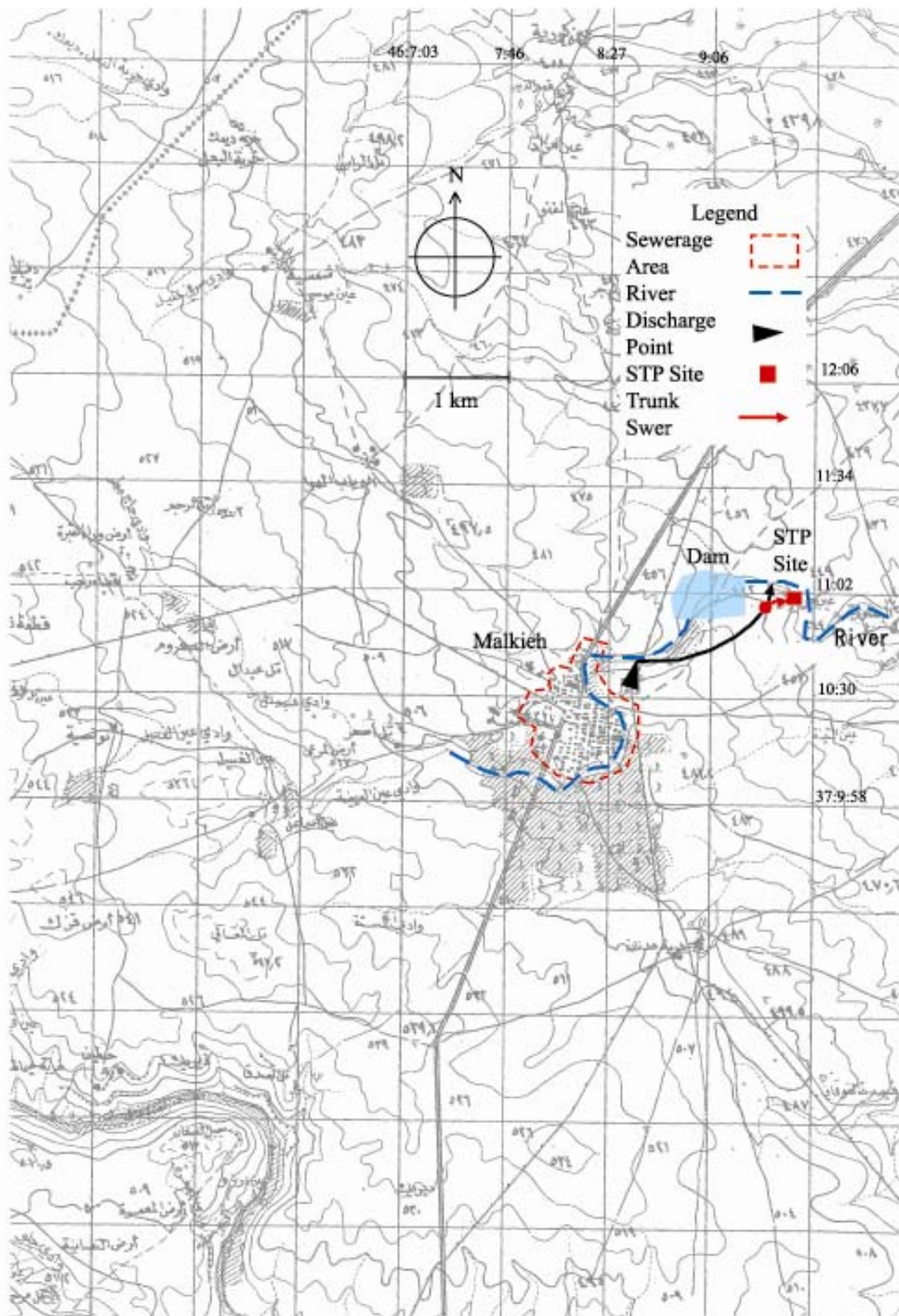


図 9.5.14 Malkieh の下水道マスタープラン

9.5.5 Thawra, Raqqa Governorate

(1) 計画区域

Raqqa Governorate はシリアの北部に位置しており、県の中央を Euphrates 川が流れている。河川水は上水道水源及び農業用水として利用されている。県人口は約 80 万人である。Raqqa Governorate には Raqqa、Tal Abyad、Thawra の 3 つの district がある。

Thawra には Thawra、Al-Mansorah、Al-Jameah の 3 つの sub-district がある。Thawra sub-district には Thawra 市一つしかなく、その人口は約 70,000 人である。Thawra は、二つの地区に分かれている。即ち、南部の旧市街地と、北部の Asad 湖に面した新市街地である。新市街地は、Asad 湖を造成したとき新たに開発されたものである。



図 9.5.15 マスタープラン対象区域の位置図
(Thawra District)

Thawra の市街地は、丘陵部に位置している。生活排水は、その市街地の間にある谷に排出されている。管渠は谷まで整備されている。汚水は谷にある自然水路の中を流れている。即ち汚水がオープンな状態で流下しているため、悪臭が発生し、地域の環境を悪化させている。

汚水は自然水路を流下し、広大な湿原を通過している。この湿原による浄化効果により Euphrates 川の放流点では臭いのないきれいな水が流れている。現状では、下水処理施設は必要ないものと考えられる。しかし、以下の点で、適正な下水道計画を策定する必要がある。

- Al-Thawra は人口増加率が大きく、発生汚水量が、湿原の浄化能力を超えることが懸念される。
- 汚水がオープン水路で流下しているため、環境が悪化している。

Thawra district におけるマスタープラン対象区域の位置図を図 9.5.15 に示す。

(2) 計画人口及び汚水量

Thawra の人口及び汚水量の計画諸元を表 9.5.27 に示す。

表 9.5.27 Thawra の計画諸元

項目	単位	2004	2010	2015	2020	2025	
	人口	人	69,425	80,300	90,700	102,400	115,600
汚水量 原単位	日平均		129	135	142	148	155
	日最大	LCD	150	157	165	172	180
	時間最大		250	262	275	287	300
夏季/冬季	%	100	100	100	100	100	
汚水量	日平均		8,953	10,873	12,866	15,186	17,889
	日最大	m ³ /day	10,397	12,627	14,942	17,636	20,775
	時間最大		17,328	21,045	24,903	29,393	34,625

(3) 放流点の調査

現地調査によると市街地からの放流点は 3 箇所である。それぞれの放流点の状況を表 9.5.28 に示す。ただし、No.3 放流地点は、明確ではなかった。No.1 放流管は最近設置されたものであり、まだ、ネットワーク管が接続されていないため、汚水は流れていなかった。No.2 放流点は水没していたので、流量は推定できなかったが、相当な汚水量が流れていた。

表 9.5.28 Thawra の放流点の概要

Location	Latitude	Longitude	Level	Remarks
1	35:50:34.2	38:34:13.3	275	D 1,000mm
2	35:50:28.5	38:33:37.1	292	D 700mm
3	-	-	-	Unidentified

(4) 処理場の位置選定

処理場は、No.1 放流点の近くの土地が Raqqa Gov.のエンジニアにより予定されていた。その土地は地形的に最も低いところにあるため、農地としての利用もされていなかった。従って、その土地の入手は容易であると考えられる。また、周囲に住居は全くないため、処理場に対する厳しい環境対策は必要ない。以上の点で、処理場用地として適正な位置と考えられる。処理場予定地の概要を表 9.5.29 に示す。

表 9.5.29 Thawra の処理場予定地の概要

No	北緯	東経	高さ	放流点	面積	土地単価	所有区分
1	35:50:38.7	38:34:19.8	278	More than 1 ha	-	Public	1,300m

(5) 汚水収集計画

1) 管渠計画

管渠は、各放流地点から STP まで設けることとする。No.1、2 放流点の汚水量は全体の 4

割、No.3の汚水量は2割と推定する。

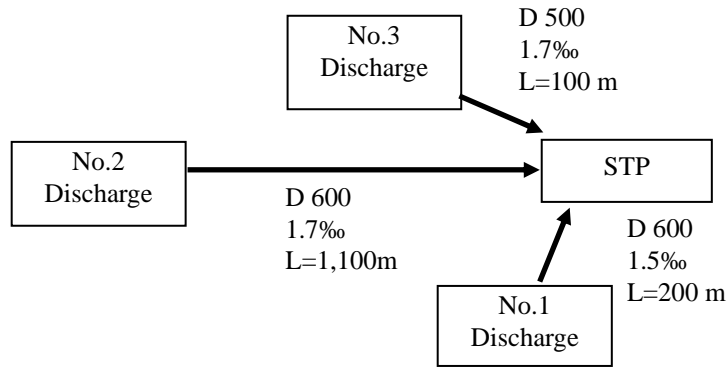


図 9.5.16 Thawra の污水幹線計画

表 9.5.30 Thawra の污水幹線計画

Item	Flow rate		Capacity m ³ /s	Dia. mm	I ‰	v m/s	Q m ³ /s
	m ³ /day	m ³ /s					
No.1、 2	13,850	0.160	0.320	600	1.7	1.13	0.329
No.3	6,925	0.080	0.160	500	1.5	0.97	0.190

(6) 処理場計画

1) 流入水質と放流基準

処理水は河川に放流する。流入水質及び放流基準を表 9.5.31 に示す。

表 9.5.31 流入水質と放流基準

	(放流先・再利用)	放流基準					
		BOD	SS	NH ₃ -N	NO ₃ -N	T-N	T-P
Influent		310	360			74	24
Effluent Standard	Proposed effluent standard (River)	40	30	5	50		

2) 計画条件と提案施設の概要

計画条件と検討結果を表 9.5.32 に示す。

表 9.5.32 計画条件と提案施設の概要

項 目	内 容
Population	115,600
Daily Average Sewage Flow (m ³ /d)	17,889
Hourly Maximum Sewage Flow (m ³ /d)	34,625
Sludge (kgDS/d)	2,361
Sludge (m ³ /d)	5.9
Moisture content (%)	60
Treatment processes	Existing Wet-land + Primary Settling Tank +Drying Bed
Grit chamber (No.-w×L)	2-1.3m×7.5m
Main P (No.-D×power)	5-φ250mm×11kw
Primary Settling Tank	4-φ10
Drying Bed	20-15m×32m
Required land area (ha)	2.4

3) 水処理方式

放流河川が環境容量の大きな Euphrates River であること、既存の自然システムである Reed Bed が現況で非常によく機能していることから、将来の人口増に備えて、Reed Bed に前処理施設（最初沈殿池）を導入し、処理方式を Wet-land と位置づけシステムを確実にする。

なお、Wet-land の代替案(フルスケールの標準法など)は、Thawra City と河川との間に Reed Bed を保全した状態で 15,000m³/日規模の STP を配置する土地を確保し、ポンプ場を建設し河岸段丘上の Safsafe と Thawra との間に建設することになり困難な計画である。現況 Reed Bed の保全のために処理水を再度元に戻す必要があり、代替案としての合理性に欠ける。

4) 汚泥処理方式

既存の Reed Bed を利用し前処理施設として最初沈殿池を採用するため、生汚泥が発生する。

未消化汚泥ではあるが Drying Bed が経済的である。

将来は広域汚泥処理によるコンポスト化事業が望まれる。

5) 施設計画の留意事項

今回は以下の点を勘案しながら reed beds の補完施設としての Primary settling tank を計画し M/P とする。実施に向け施設計画を行なう上で多くの課題があるので以下に記述する。

Thawra における下水道整備は自然の浄化機能を上手に利用し低コストで下水道事業を行うことにある。2007 年の現時点では下水量が自然の浄化機能を越えていないように見受けられるため、緊急的事業の必要はないが、将来、reed beds の拡張や、沈殿池等の補完施設を建設する可能性がある。今回、現存するデータを基に長期計画としての M/P 案を作成する。よって、今後の Raqqa Governorate の課題は、将来の人口増による下水量増と自然の浄化能力との関係を明確にすることであり、将来の reed beds の能力を超える下水の流入があったときに効果的な補完施設を設計することにある。そこで以下のような基本的なデータ整備を計画的に行うことが重要となる。これを Raqqa governorate に期待する。

- ・ 幹線の位置
- ・ Reed Beds と氾濫源の範囲
- ・ Reed Beds への汚濁負荷量
- ・ 処理水質のモニタリング

4) 将来に向けての調査の提案

調査 1 幹線の位置

Reed beds までの Main Trunk のルートが明確ではないので測量を行い、Map 上に位置を記載し、縦断図を作成しなければならない。現状では処理施設を配置しようにも pipe の位置や level がわからないので施設計画ができない。

調査 2 Reed Beds と氾濫源の範囲

下水の浄化に寄与する reed beds の面積や形状がわからない。将来の補完施設の設計に当たっては required area が必要になる。同時に氾濫原の面積と区域も特定する必要があり、この中で、下水の浄化に寄与する reed beds がどこに位置しているか特定するための地形測量が必要である。

調査 3 Reed Beds への汚濁負荷量

現在、reed beds は現状の汚濁負荷に対して十分な浄化能力を持っていると考えられるが発生汚濁負荷量の実測値がない。7本の排水管から排出される現況の汚濁負荷量と人口を明確にする調査が必要である。

調査 4 処理水質のモニタリング

Reed beds から流出する水は清澄そのものである。この水質のモニタリングが必要である。同時に前述の汚濁負荷量調査もあわせて継続して調査する必要がある。

今後の負荷量増によって reed beds の能力が落ちてくると考えられるが、対策が必要な時期は水質モニタリングを継続することによって知ることができる。

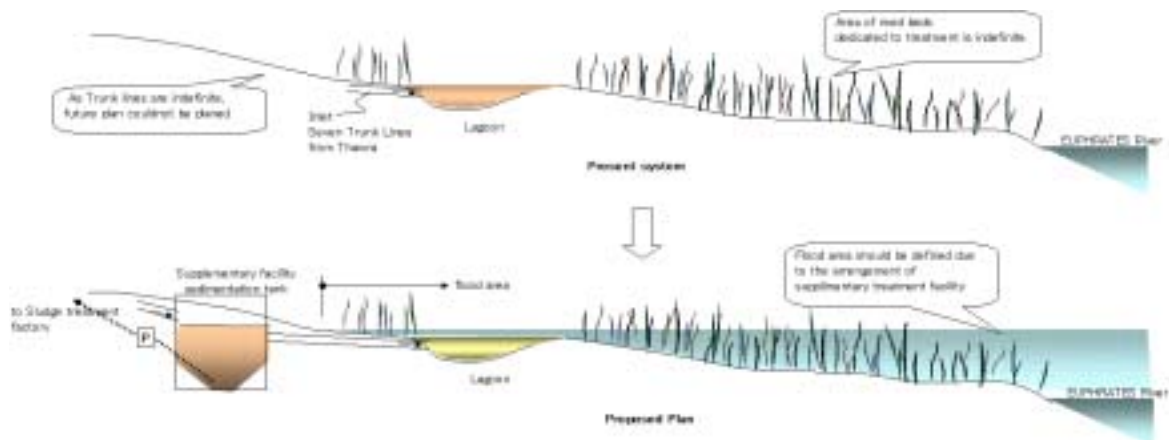


図 9.5.17 Reed Beds の現況と将来計画の模式図

Thawra の下水道マスタープランを図 9.5.18 に示す。

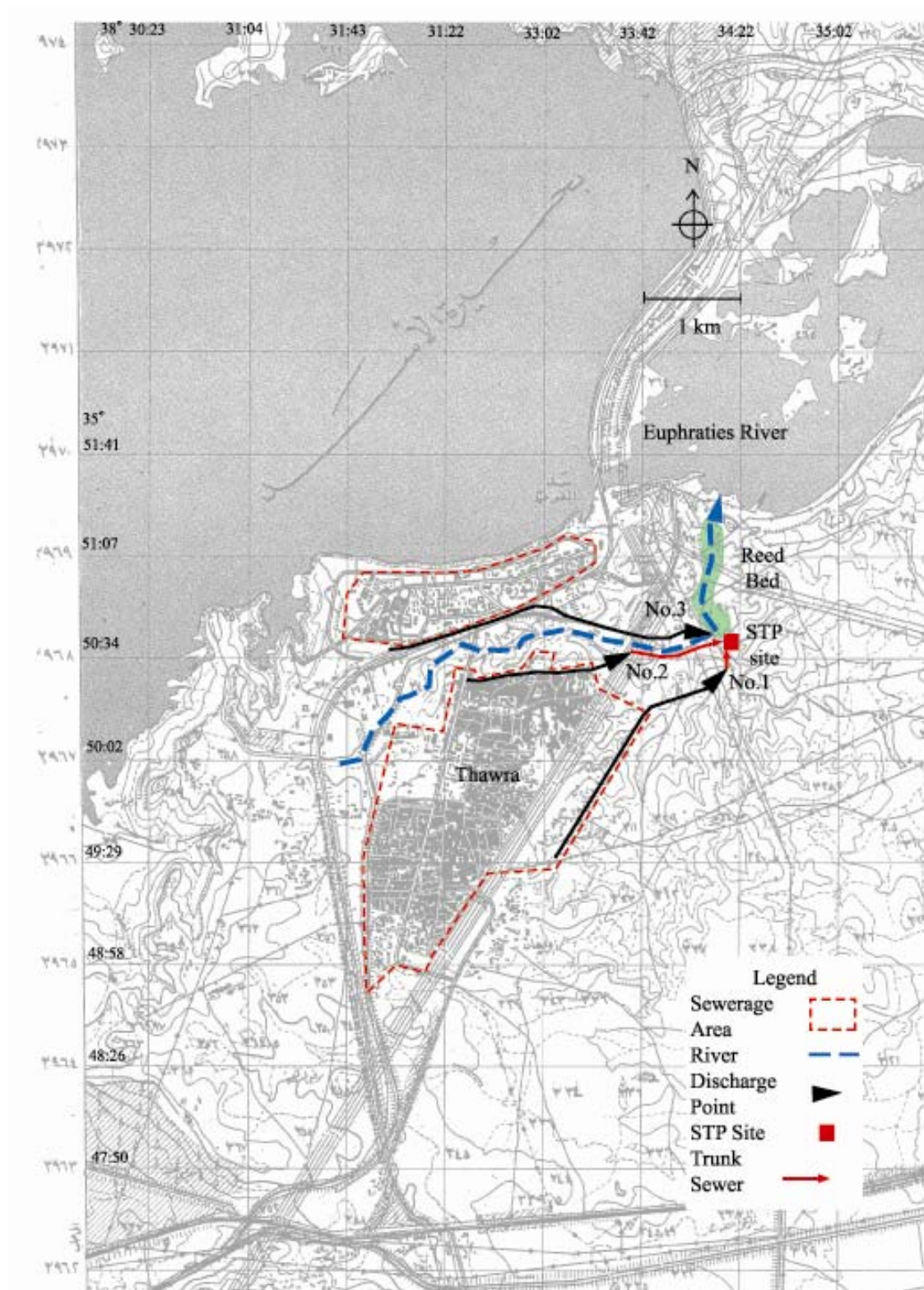


図 9.5.18 Thawra の下水道マスタープラン

9.5.6 Muzerib, Dar'aa Governorate

(1) 計画区域

本計画区域については、GCEC による Study が既に完了している。その Study では Muzerib、Yaduda、Atman の 3 つの市の汚水を一つの STP で処理することとしている。処理場用地は、5 箇所について比較検討した結果、Muzerib と Yaduda の間の農地と設定している。



図 9.5.19

マスタープラン対象区域の位置図
(Muzerib District)

3 つの市は、人口 8,000 人以上ある中都市である。上流から Atman、Yaduda、Muzerib の順で並んでいる。最大の市は最下流に位置する Muzerib である。Atman から Yaduda までの直線距離は約 6km、Yaduda と Muzerib までの直線距離は約 5km ある。

マクロプランにおける検討で Atman は単独で処理し、Yaduda と Muzerib は統合して処理するよう結論付けられている。本 M/P では、新たに加わった処理場予定地を含めた処理場位置の決定が主な検討事項である。

Muzerib district におけるマスタープラン対象区域を図 9.5.19 に示す。

(2) 計画人口及び汚水量

計画区域の人口及び汚水量を表 9.5.33 に示す。

表 9.5.33 Muzerib の計画諸元

	項 目	単 位	2004	2010	2015	2020	2025	
Muzerib	人口	人	12,640	14,200	15,500	16,700	17,900	
	汚水量	日平均	109	115	120	125	131	
	原単位	日最大	LCD	127	133	139	146	152
		時間最大		211	222	232	243	253
	夏季/冬季	%	100	100	100	100	100	
Muzerib	汚水量	日平均	1,379	1,627	1,860	2,096	2,344	
		日最大	m ³ /day	1,602	1,889	2,161	2,434	2,722
		時間最大		2,670	3,149	3,601	4,056	4,537
Yaduda	人口	人	8,967	10,000	10,900	11,800	12,600	
	汚水量	日平均	109	115	120	125	131	

表 9.5.33 Muzerib の計画諸元

	項 目	単 位	2004	2010	2015	2020	2025	
Yaduda	原単位	日最大	LCD	127	133	139	146	152
		時間最大		211	222	232	243	253
	夏季/冬季		%	100	100	100	100	100
	汚水量	日平均		978	1,146	1,308	1,481	1,650
		日最大	m ³ /day	1,136	1,331	1,519	1,720	1,916
		時間最大		1,894	2,218	2,532	2,866	3,193
Atman	人口	人	8,929	11,400	13,200	14,600	15,700	
	汚水量	日平均	109	115	120	125	131	
	原単位	日最大	LCD	127	133	139	146	152
		時間最大		211	222	232	243	253
	夏季/冬季		%	100	100	100	100	100
	汚水量	日平均		974	1,306	1,584	1,832	2,056
		日最大	m ³ /day	1,131	1,517	1,840	2,128	2,387
		時間最大		1,886	2,528	3,067	3,546	3,979
	Total	人口	人	30,536	35,600	39,600	43,100	46,200
		汚水量	日平均	3,332	4,079	4,753	5,409	6,050
日最大			m ³ /day	3,870	4,737	5,520	6,281	7,025
時間最大				6,449	7,895	9,200	10,468	11,709
Total	人口	人	21,607	24,200	26,400	28,500	30,500	
Muzerib	汚水量	日平均	2,357	2,773	3,168	3,577	3,994	
Yaduda	日最大	m ³ /day	2,738	3,220	3,680	4,154	4,638	
	時間最大		4,564	5,367	6,133	6,922	7,730	

(3) 放流点の調査

GPS 調査による Discharge Point の位置は、以下のとおりである。

表 9.5.34 Muzerib の放流点の概要

名 称	N	E	Diameter
Yaduda Discharge Point	32°40'38.1"	36°02'59.6"	
Muzerib Discharge Point	32°42'22.5"	36°00'34.1"	Dia= 1,000 mm

(4) 処理場の用地選定

処理場の用地は、現在 2 箇所が検討対象となっている。処理場用地は、経済性の観点から考えると Muzerib の放流点に近いところが理想的である。しかし、2 箇所とも Muzerib の放流点から 4km も離れており、処理場位置としては好ましいものではない。ここでは、2 箇所の処理場位置について比較検討するものである。表 9.5.35 から表 9.5.39 に比較資料を示す。

どちらのケースとも処理場予定地内には住宅はない。従って、住居移転は発生しない。

表 9.5.35 下水処理場用地の特色

ケース	用地の特色
Case 1	Dara'a Governorate のエンジニアが提案している用地である。Muzerib 放流地点から 4km 下流に下った位置である。
Case 2	GCEC が 5 箇所の用地を比較検討した結果、最適であるとして提案した用地である。Muzerib 放流地点から約 4km 上流の位置である。

表 9.5.36 下水処理場用地位置と土地利用

No	北緯	東経	高さ	放流点	面積	土地単価	所有区分
No.1 STP Site	32°42'03.3"	35°58'42.1"	420	Farm land	500	Private	150m
No.2 STP Site	32°41'00.0"	36°02'02.6"	461	Farm land	1,000	Private	300m

ケース 1、2 の説明図を図 9.5.20、9.5.21 に示す。

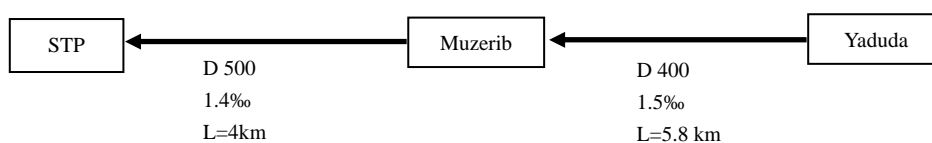


図 9.5.20 Case 1 説明図

表 9.5.37 Case 1 建設費

Facility	Number	Unit cost	Cost
Dia 500	4,000 m	6,000SP/m	24.0 Mil.SP
Dia 400	5,800 m	4,500SP/m	26.1 Mil.SP
Total			50.1 Mil.SP

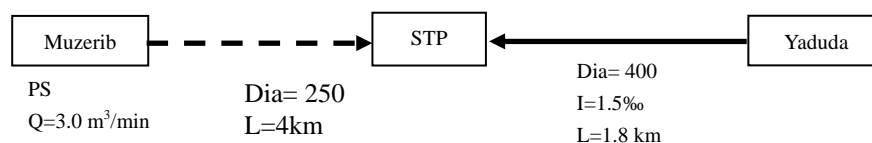


図 9.5.21 Case 2 説明図

表 9.5.38 Case 2 建設費

Facility	Number	Unit cost	Cost
Dia 400	1,800 m	4,500SP/m	8.1 Mil. SP
Dia 250	4,000 m	3,000SP/m	12.0 Mil. SP
PS	3.0 m³/min	15 Mil.SP	15.0 Mil. SP
Maintenance	30 Year	0.5 Mil.SP	15.0 Mil. SP
Total			50.1 Mil. SP

ポンプの揚程

実揚程 = 461-441=20 m

管損失 = 0.006 × 4000=24m

全損失 = 20+24=44m

日平均汚水量(2004)= 1,112 m³/day

電力量 = 1112 × 44 × 0.0045 × 365= 80,000 kwh/Year

ポンプ電力費用 = 80,000 kwh × 2.5 SP/kwh=200,000 SP/Year

ポンプ場は、Muzerib の全汚水を送水する施設であるから、マンホールポンプ場のような簡易なものではなく、通常のポンプ場とする必要がある。また、ポンプ場に備えるべき施設は以下のとおりである。

- ポンプ場の重要度を考慮すると非常用発電設備を設ける必要がある。
- 圧送距離が長いので、硫化水素の発生を抑制するため、空気注入設備が必要となる。
- 圧送距離が長いのでサージングタンクが必要となる。
- ポンプは高揚程ポンプとなる。
- 沈砂及びし渣除去設備が必要となる。
- 住宅が近くにあることを考慮すると防臭対策が必要となる。

電力量は、1m³の水を 1m 揚水するのに必要とする電力量を、0.0045kwh/m³/m として算定した。その結果、年間の電力料金は約 200,000SP となった。ポンプ場維持管理費は、人件費等を含めて 500,000SP/Year と設定した。

1m³/min の水量を 1m 揚水する電力量は次式で求めることができる。

$$P = \frac{0.163 \times r \times Q \times H}{\eta} \times (1 + \alpha) = \frac{0.163 \times 1 \times 1 \times 1}{0.7} \times (1 + 0.15) = 0.27 \text{ kwh}$$

1 時間運転すれば、60m³ 揚水することができるので、1 m³ 当たりの電力料はこれを 60 で割ることによって求めた。(0.27/60=0.0045)

表 9.5.39 下水処理場用地の比較

項目	Case1	Case 2	摘要
1.建設費			Case1 が 50.1 Mil.SP であるのに対し、Case2 は 35.1 Mil.SP である。
2.維持管理費			Case 2 では年間 0.5Mil.SP の維持管理費が必要となる。
3.管渠延長			Case1 は Case2 より 4km 管渠延長が長く、しかも管径が大きくなる。
4.ポンプ場			Case2 はポンプ場が必要である。高揚程ポンプが必要である。
5.地下水に対する影響			Case2 は処理場位置が Muzerib の井戸群の上流に位置するので、それへの影響が考えられる。
6.農業用水への利用			Case2 は水路の上流部に処理水を放流するので、農業用水へ利用することができる
7.周囲の状況			Case2 では周囲に住宅は全く無い。Case1 では約 500m 離れて集落がある。
8.集落の処理			Case1 では Muzerib の下流に位置する 3 つの集落の汚水を処理することができる。
9.用地費			Case1 の用地の値段は 500SP/m ² であるのに対し、Case2 の用地は 1000 SP/m ² である。

以上の検討によると、 の数は 4 と 5 で同等である。ということは、一方的にどちらが有利ということはいえない。この計画では、以下の理由で Case 1 を選択することとする。

- 精度の粗い比較ではあるが、建設費と維持管理費を含めた費用は同等である。
- この地区は、シリアでもまれな農業用水に恵まれた地域であり、下水処理水の農業利用を考える必要がない。
- Case 1 では集落が STP 用地から 500m 程度離れたところにあるが、適正な対策を採ることにより、STP の影響を抑制することができる。
- ポンプ場による長距離圧送は、硫化水素の発生、送水管路の維持管理等の課題がある。
- ポンプ場には、空気注入設備、サージングタンク、防臭設備等が必要である。
- ポンプを使って長距離圧送で処理場へ汚水を送ることは、技術的には可能である。

ただし、このような手法は、処理場用地がそのような位置にしか確保できない場合に限って採用すべきである。

(5) 汚水収集計画

1) 管渠計画

管渠の必要口径を表 9.5.40 に示す。圧送管の流速は、1.0m/s で設定した。

表 9.5.40 汚水幹線計画

Item	Flow rate		Capacity m ³ /s	Dia. mm	I ‰	v m/s	Q m ³ /s
	m ³ /day	m ³ /s					
Yaduda-Muzerib	3,193	0.037	0.074	400	1.5	0.83	0.105
Muzerib-STP	7,730	0.089	0.178	500	1.4	0.94	0.184
Muzerib-STP(Case2)	4,537	0.053	0.053	250	6.0	1.03	0.05

(6) 処理場計画

1) 流入水質と放流基準

処理水は Waji に放流する。

地下水が豊富なため現段階で処理水の農地還元のニーズはないが、河川に放流する水質であれば、柑橘類や穀物などに使える。流入水質と放流基準を表 9.5.41 に示す。

表 9.5.41 流入水質と放流基準

	(放流先・再利用)	放流基準					
		BOD	SS	NH ₃ -N	NO ₃ -N	T-N	T-P
Influent		310	360			74	24
Effluent Standard	Proposed effluent standard (River)	40	30	5	50		
Reference : Irrigation (Grain)		100	150	5	25		

2) 計画条件と提案施設の概要

計画条件と検討結果を表 9.5.42 に示す。

表 9.5.42 計画条件と提案施設の概要

項 目	内 容
Population	30,500
Daily Average Sewage Flow (m ³ /d)	3,994
Hourly Maximum Sewage Flow (m ³ /d)	7,730
Sludge (kgDS/d)	527
Sludge (m ³ /d)	1.3
Moisture content (%)	60
Treatment processes	Wet-land + Drying Bad
Grit chamber (No.-w×L)	1-0.9m×5m
Main P (No.-D×power)	3-φ150mm×5.5kw
Primary settling tank	2-φ6.5m
Reed Bed	24-21m×37m
Drying Bed	8-12m×22m
Required land area (ha)	4.9

3) 水処理方式

Waji (潤川) は汚れているが、現況で地下水汚染はないため環境容量は現況人口に対して十分あると考えられるが、portable water が井戸に依存している現状から、将来の負荷増に対応し地下水汚染の原因にならないように高級処理を行う。もって現状の Waji の水環境改善を図る。

水量規模から長時間エアレーション、OD、Wet-land が対象。

この中でもっとも事業費が安く維持管理が容易な Wet-land を配置する土地が入手できれば、Wet-land が望ましい。周辺の町から処理場が見える位置にあるため景観上も望ましい。

Wet-land は、窒素除去に関するデータ蓄積が十分ではないため採用に当たっては慎重を期さなければならないが、目視では処理水が非常に清澄であり、現在のところ農業利用の要望がないこともあり、Waji に放流するのであれば Wet-land で十分である。

以上から総合的に判断し、国民の財政負担が小さく維持管理が容易であることから本方式を提案する。

今後、Harran Al Awameed や Raqqa でデータを蓄積し、将来の設計に盛り込むことを期待する。

表 9.5.43 処理方式の比較

	OD	Extended Aeration	Wet-land
Possibility of layout	+	+	+
nitrification	+	++	+
de-nitrification	++		
Re-use for Irrigation	++	+	+
Correspondence to load fluctuation	+	+	+
Sludge Reduction	+	+	
Offensive odor Problem	+	+	
Simple equipment	++	+	+++
Easiness of operation	++	+	+++
Construction cost		+	+++
Maintenance cost	++	+	+++
Evaluation	15 points	11 points	16 points

4) 汚泥処理方式

Wet-land の発生活泥が生汚泥であるため、Dar'aa STP まで汚泥を送る方法が考えられるが、パイプで送るには汚泥濃度が高い（4%）こと、汚泥量が少ないこともあり Drying Bed で処理する。

将来は Dar'aa 県で多くの処理場が建設されると考えられるので最終処分は、農業県でもあり、農地還元に適したコンポスト化事業を積極的に行なうことを提案する。なお、シリアの Primary Sludge は濃度が高いため濃縮工程は省略する。

5) 施設計画の留意事項

Appendix に配置計画を示したが、Wet-land は今後緒言を改善されつつシリアで信頼あるよい処理方式になるものと考え将来の条件変更に配慮して、増設用地を確保した。

Muzerib の下水道マスタープランを図 9.5.22 に示す。

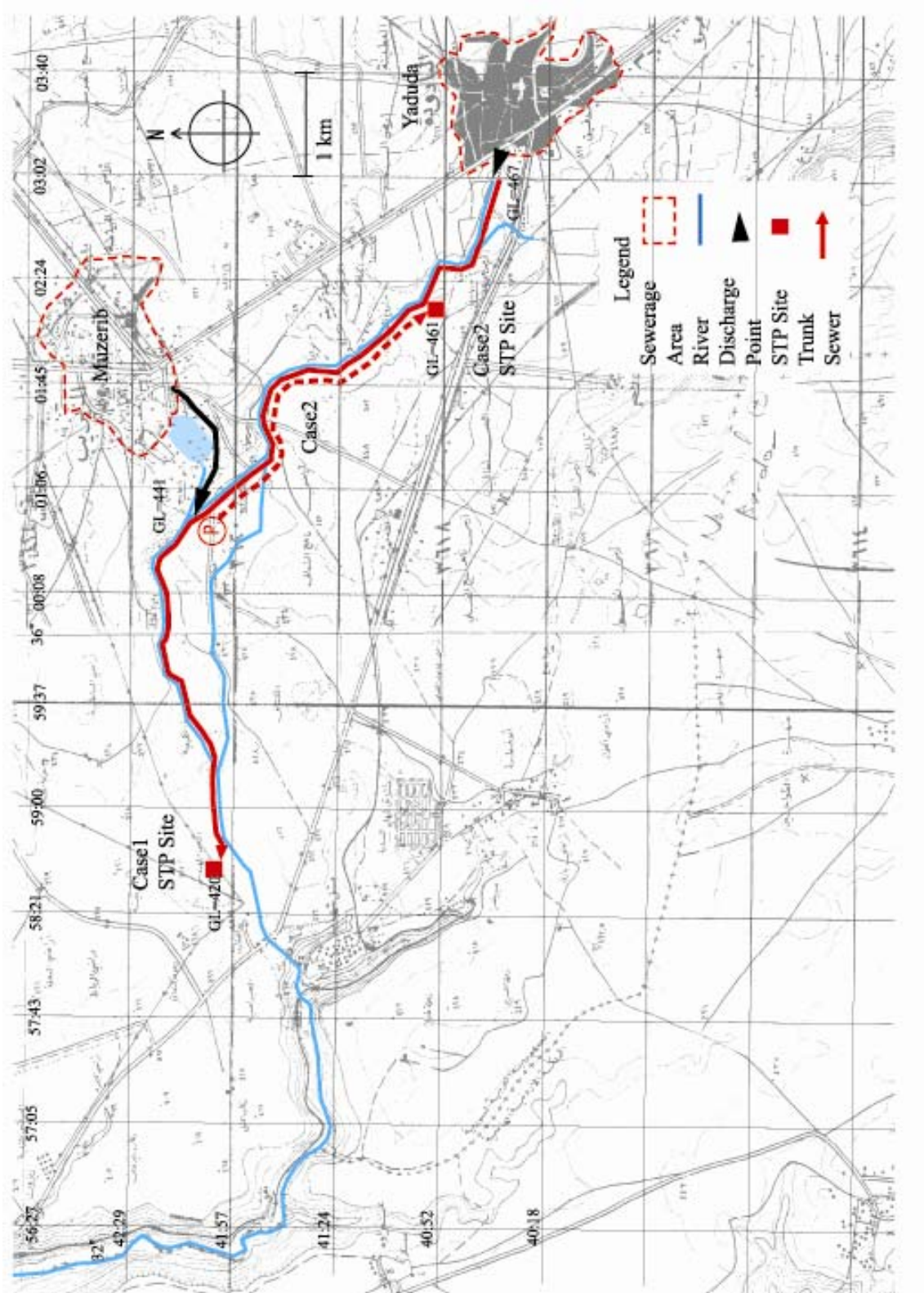


図 9.5.22 Muzerib の下水道マスタープラン

9.5.7 Zabadani, Rural Damascus Governorate

(1) 計画区域

Zabadani は、ダマスカス市の北西、Barada 川の最上流部に位置する。中心都市は、Zabadani、Bludan、Bukein、Madaya の 4 つの町である。地形的には、V 字谷になっており、西に Zabadani、東に他の 3 市が位置する。住宅地は、丘陵部に位置しているため、排水機能には恵まれている。その約 5km 上流に Ain Hour がある。また、下流約 6km には Hosh Bujed、Raudah が位置している。

この地域については、EIB により Pre-F/S が行われている。それによると、これら 7 つの都市の汚水を一つの処理場で処理するよう計画されている。今回、マクロプランにより計画を見直した結果、主要 4 都市群から大きく離れている小さな 3 都市 Ain Hour、Hosh Bujed、Raudah はそれぞれ単独処理をすることと決定された。



図 9.5.23
マスタープラン対象区域の位置図
(Zabadani District)

Barada River は Barada Spring を源流としてきれいな水が流出している。しかし、その下流約 2km の位置で Zabadani からの生活排水が合流しているため、一挙に汚濁している。Barada River は下流で 5 つの河川に分岐しており、その水は農業用水として利用されている。しかし、河川水は生活排水により汚濁しているため、その利用に対して大きな障害となっている。

また、Barada River は下流で Damascus 市を貫流している。上流での下水道整備が進めば、河川の水質が改善されそれに伴って Damascus 市の都市環境が大幅に改善される。このように、本地区の下水道整備による環境の改善効果は非常に高いものがある。

本地区は、Fijeh、Barada Spring、Bukein 等多くの湧水が湧き出している。これらは、レバノン国境付近の山地に積もった積雪が地下浸透した後、湧き出しているものである。その水質は、適度のミネラルを含む飲料水として最高のものである。それぞれの、湧出地は丘陵部に位置しており、生活排水による汚濁の影響は全く受けていない。即ち、湧水の水脈へは、生活排水は浸入していないと考えられる。

Zabadani の上流域は広く Ain Hour では沢が形成されている。しかし、その沢は Zabadani の南側では消滅している。即ち、Zavadani の南側には河川はない。このことは、上流の沢の水は農業用水として全量利用され、地下に浸透しているものと考えられる。また、雨水の大部分は地下に浸透しているものと考えられる。Zabadani は洪積地層であり、非

常に透水性のよい地層である。

Zabadani district におけるマスタープラン対象区域を図 9.5.23 に示す。

(2) 計画人口及び汚水量

Zabadani Area の人口及び汚水量を表 9.5.44 に示す。Zabadani は夏季には多くの観光客が集まるため汚水量は夏季の水量を算定している。

表 9.5.44 Zabadani の計画諸元

	項 目	単 位	2004	2010	2015	2020	2025
Zabadani	人口	人	26,285	30,000	32,800	35,200	37,300
	汚水量 原単位	日平均	129	135	142	148	155
		日最大	LCD 150	157	165	172	180
		時間最大	250	262	275	287	300
	観光客	%	300	300	300	300	300
	汚水量	日平均	m ³ /day	10,169	12,187	13,959	15,661
日最大		11,809	14,152	16,210	18,187	20,110	
時間最大		19,682	23,587	27,017	30,311	33,516	
汚水量 原単位	日平均	109	115	120	125	131	
	日最大	LCD 127	133	139	146	152	
	時間最大	211	222	232	243	253	
Bloudan	人口	人	3,101	3,300	3,400	3,500	3,600
	観光客	%	400	400	400	400	400
	汚水量	日平均	m ³ /day	1,354	1,512	1,632	1,757
日最大		1,572	1,756	1,896	2,040	2,190	
時間最大		2,620	2,927	3,160	3,400	3,650	
Bukein	人口	人	1,866	1,900	2,000	2,000	2,000
	観光客	%	350	350	350	350	350
	汚水量	日平均	m ³ /day	713	762	840	878
日最大		828	885	976	1,020	1,064	
時間最大		1,379	1,475	1,626	1,700	1,774	
Madaya	人口	人	9,371	9,800	10,100	10,400	10,600
	夏季/冬季	%	150	150	150	150	150
	汚水量	日平均	m ³ /day	1,534	1,684	1,818	1,958
日最大		1,781	1,956	2,112	2,273	2,418	
時間最大		2,969	3,260	3,520	3,789	4,030	
Rawdah	人口	人	4,536	6,000	7,100	8,000	8,700
	観光客	%	100	100	100	100	100
	汚水量	日平均	m ³ /day	495	687	852	1,004
日最大		575	798	990	1,166	1,323	
時間最大		958	1,331	1,649	1,943	2,205	
Hosh	人口	人	604	700	800	900	1,000
Bujet	観光客	%	100	100	100	100	100

表 9.5.44 Zabadani の計画諸元

項 目		単位	2004	2010	2015	2020	2025	
	汚水量	日平均	66	80	96	113	131	
		日最大	77	93	112	131	152	
		時間最大	128	155	186	219	253	
Ain Hour	人口	人	1,974	2,300	2,500	2,700	2,900	
	観光客	%	100	100	100	100	100	
	汚水量	日平均	215	264	300	339	380	
		日最大	250	306	348	393	441	
		時間最大	417	510	581	656	735	
Grand Total	人口	人	47,737	54,000	58,700	62,700	66,100	
	汚水量	日平均	14,545	17,177	19,498	21,709	23,851	
		日最大	16,891	19,947	22,643	25,211	27,698	
	時間最大		28,152	33,245	37,738	42,018	46,163	
		人口	per.	40,623	45,000	48,300	51,100	53,500
		汚水量	日平均	13,769	16,145	18,250	20,254	22,201
日最大	15,990		18,749	21,193	23,520	25,782		
時間最大	26,650		31,249	35,322	39,201	42,970		

*) Sub-total of four major cities, namely Zabadani, Bloudan, Bukein and Madaya

(3) 放流点の調査

Zabadani、Bludan、Bukein、Madaya の汚水は一つの水路で Barada River へ放流されている。GPS 調査による Discharge Point の位置を、表 9.5.45 に示す。

表 9.5.45 Zabadani の放流点の概要

名 称	N	E	Diameter
Discharge Point	33°40'43.9"	36°04'33.8"	Dia 0.8mm × 2

(4) 処理場の位置選定

処理場の候補地は、表 9.5.46 に示すように 3 箇所ある。処理場は、放流地点の近くに設ける方が幹線延長は短くなるので、経済的である。その意味で JICA Study Team は、放流点に最も近い Case 3 の位置を処理場予定地として提案する。これは、以下の理由による。

- 処理場予定地周辺には住宅はない。
- 処理場へ送る幹線管渠の延長が短くなることは、それだけ経済的になることである。
- 長い汚水幹線は、管から汚水が浸出する可能性が増加することになる。
- ポンプによる汚水の長距離圧送は、硫化水素の発生、固形物の管内堆積という問題が発生する。
- 汚水はできるだけ発生源に近い位置で処理するべきである。遠くになれば、処理をするまでの時間が長くなり嫌気性が進行し、処理しにくくなる。
- Barada Spring は処理場予定地の上流にあるので、処理場放流水の影響を受けること

はない。

表 9.5.46 Zabadani の処理場予定地の比較

Item	Case 1	Case 2	Case 3
1. 提案者	EIB が提案している。	MHC が提案している。	JICA Study team が提案している。
2. 位置	Study area の下流部 Barada river 右岸近傍の果樹園用地	Study area の下流部 Barada river 右岸 Barada River から約 800m 離れた丘陵地 Case 1 より放流点に近い。	Zabadani 等の汚水の Barada River への放流地点の手前約 400m の位置
3. 汚水の輸送方法	放流地点から更に 6km の幹線と河川を横断するためのポンプ場が必要	Case 1 に比べて、幹線延長は更に 1.8km 短くなる。処理場用地のレベルは高いため、ポンプ場が必要である。	放流地点近傍のため、幹線延長は短い。中継ポンプ場は必要ない。
4. 周辺環境	周囲は果樹園であり、住宅はほとんど無い。 Barada River の近傍であり、地下水が高く地盤がやや軟弱である。	周囲に住宅は全くない。地盤は、非常に強固である。地形は起伏が激しいため、整地が必要である。	幹線道路が近く、近くに住宅がある。また、その西側約 2km の位置に Barada Spring がある。

処理場予定地の概要を表 9.5.47 に示す。

表 9.5.47 処理場予定地の概要

No	北緯	東経	高さ	放流点	面積	土地単価	所有区分
No.1 STP Site	33°38'39.9"	36°04'13.0"	1093	Farm land	2,000	Private	150m
No.2 STP Site	33°37'37.9"	36°04'17.0"	1149	Not used	500	Private	200m
No.3 STP Site	33°40'39.9"	36°04'37.5"	1110	Ministry of Irrigation	-	Public	100m

(5) 汚水収集計画

1) 管渠計画

現在、Zabadani 市では汚水幹線を建設中である。Zabadani 市の受け持ちは、市の境界までで、それ以降は下流の市である Bukein 及び Madaya city が建設するということであった。従って、汚水幹線は概ね完成していると考えることができる。汚水幹線の放流点手前に分水施設を設け、汚水を処理場へ送ることとする。幹線計画を表 9.5.48 に示す。

表 9.5.48 Zabadani の幹線計画

Flow rate		Capacity	Diameter	Inclination	v	Q
m ³ /day	m ³ /s	m ³ /s	mm	‰	m/s	m ³ /s
42,970	0.497	0.994	800	3.4	1.99	1.002

管渠延長は、分水点から処理場内ポンプ場までで約 100m である。

(6) 処理場計画

1) 流入水質と放流基準

処理水は水路を經由して Barada 川に放流される。

放流基準は、灌漑か、河川に放流する場合のどちらか厳しい数値を用いる。

なお、灌漑の場合、基準が最も厳しい野菜栽培の値とした。本地域の地下水汚染が懸案となっているからである。流入水質及び放流基準を表 9.5.49 に示す。

表 9.5.49 流入水質と放流基準

	(放流先・再利用)	放流基準					
		BOD	SS	NH ₃ -N	NO ₃ -N	T-N	T-P
Influent		310	360			74	24
Effluent Standard	Irrigation (vegetable)	30	50	3	20		
	River	40	30	5	50		
	Proposed effluent standard	30	30	3	20		

2) 計画条件と提案の概要

計画条件と検討結果を表 9.5.48 に示す。

表 9.5.50 計画条件と提案の概要

項目	内容
Daily Average Sewage Flow (m ³ /d)	22,201
Hourly Maximum Sewage Flow (m ³ /d)	42,970
Sludge (kgDS/d)	5,495
Sludge (m ³ /d)	27.5
Moisture content (%)	80
Treatment processes	OD Gravel Thickener + Mechanical dewatering
Grit chamber (No.-w×L)	2-1.6m×8m
Main P (No.-D×power)	5-φ250mm×15kw
Reactor (No.-W×L×H)	10-5.5m×150m×5m
Final sedimentation tank	8-φ18m
Disinfection channel	3-1.5m×3.5m×0.8m (UV)
Gravity Sludge Thickener	2-6.0m×6.0m
Mechanical Sludge Dehydrator	2-2,747kg/d
Required land area (ha)	5.5

3) 水処理方式

対象となる処理方式は、シリアで推奨する処理方式から、処理規模にあった処理方式を選定すると長時間エアレーション、標準法、OD となる。これらは与えられた用地に収まる。

処理水の農業利用の可能性を担保することや、地形的に地下水が閉鎖水域の観を呈する Damascus の地形に配慮し、窒素が地下水に蓄積する地形であることを勘案しなければなら

ない。

長時間エアレーションは、硝化を促進させアンモニアが減るが T-N は減らないため確実に地下水の窒素濃度が増える。

標準法も同様である。

よって、OD を配置できる用地が確保できるので脱窒が期待できることや維持管理が容易であるという観点から OD を提案する。

ちなみに、表 9.5.51 で、これらをその他の留意事項も含めて評価すると OD が極めて優れていることを示している。

表 9.5.51 処理方式の比較

	OD	長時間エアレーション法	標準活性汚泥法
Possibility of layout	+	+	+
nitrification	+	++	+
de-nitrification	++		
Re-use for Irrigation	++	+	
Correspondence to load fluctuation	++	+	
Sludge Reduction	+	+	
Offensive odor Problem	+	+	
Simple equipment	++	+	
Easiness of operation	++	+	
Construction cost		+	
Maintenance cost	++	+	
Evaluation	16 points	11 points	2 points

処理水を灌漑用水として利用するのであれば、消毒は UV とするのが望ましい。

4) 汚泥処理方式

与えられた土地において Drying Bed を配置するスペースがない。

観光地や水源に近い場合、臭いの発生源である Drying Bed を採用することは望ましくないことから重力濃縮+機械脱水を提案する。

汚泥処理は技術革新の早い分野である。一例として、日本におけるオキシレーションディッチ法等の小規模処理場において、反応タンクから低濃度汚泥を直接引抜くことで連続的かつ効率的な処理を可能とした「多重板型スクリーンプレス脱水機」等の採用が一般化されている。この脱水機は濃縮工程や貯留施設を省略でき、維持管理が容易となるなどメリットも多い。

設計段階においては、汚泥処理技術の動向をよく見定め、経済性・維持管理性及び市場性等を勘案し、汚泥処理フローを選定することが重要である。

5) 施設計画の留意事項

この計画においていくつかの課題がある。

- 本計画の問題として観光人口の実態が不透明であるということ、観光地における水利用

実態も不透明であること、下水に農業排水や湧水が混入している可能性が高いこと、何度か現地に行ったのであるが目視だけで水質の変化が大きいことが観察され、短期間の調査で全体を把握するのは難しい現状から、Appendix の配置計画では、原計画下水量で建設し、その後、状況に応じて増設できるように空地を用意した。

- Appendix の配置計画では、 $\text{NH}_3\text{-N}$ の要求が厳しいので安全のため空気を供給するための安定池を配置した。魚等を放流し、景観池としても、環境教育に対してもモデル的な役割を果たすものとする。

Zabadani の下水道マスタープランを図 9.5.24 に示す。

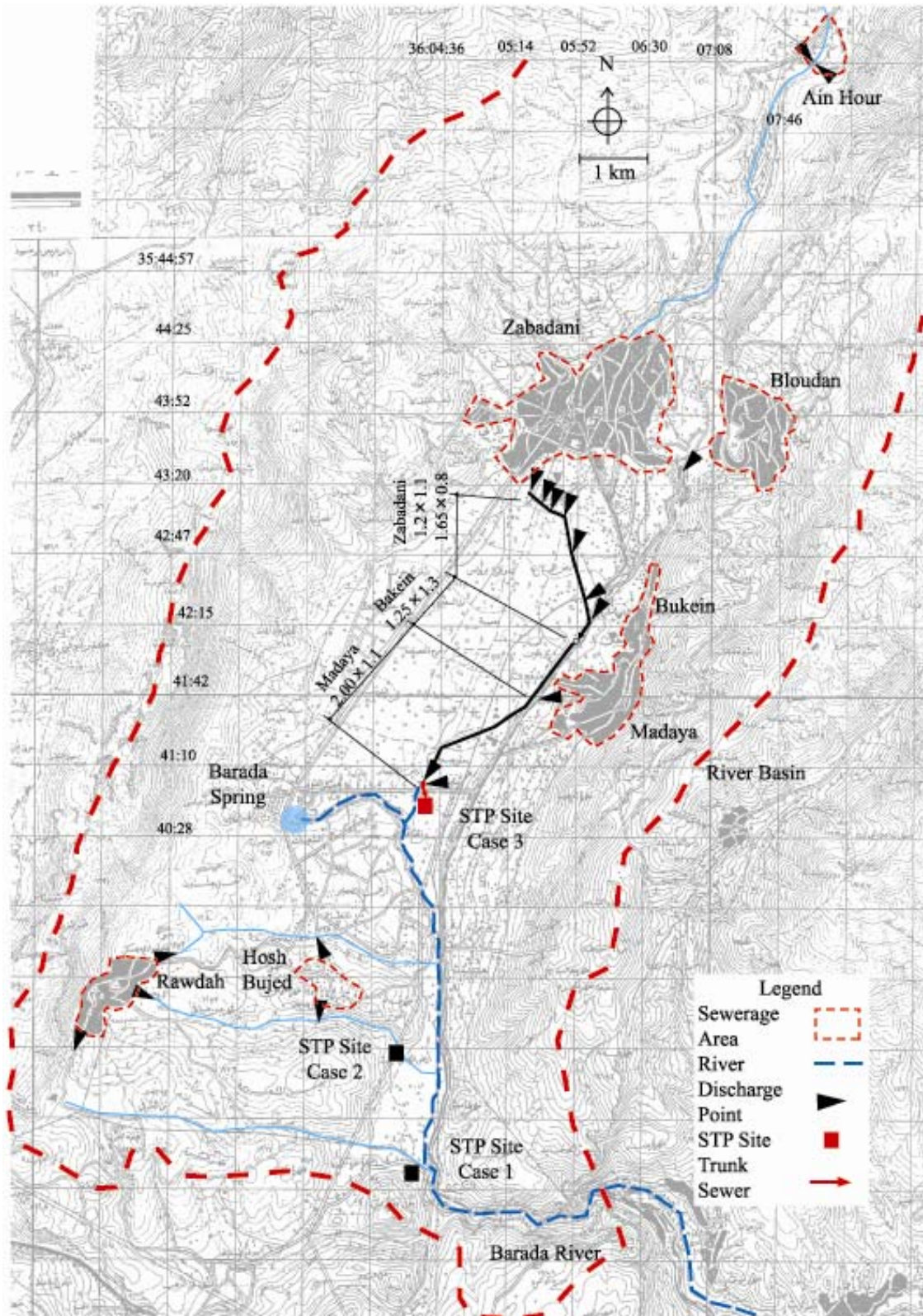


図 9.5.24 Zabadani の下水道マスタープラン

9.6 計画下水道施設の概要

9.6.1 計画下水道施設

調査団はマスタープラン作成優先 7 地区につき、それらの既存下水道施設・地形条件・処理場用地の有無・現地運転・維持管理技術レベルを十分勘案し、下水道施設計画を行った。計画下水道施設の概要を表 9.6.1 に示す。幹線管渠は放流点から処理場までの施設である。

表 9.6.1 マスタープラン対象 7 都市の計画下水道施設

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

注) D : Diameter (mm), DP : Discharge Point

9.6.2 処理方式と主要な放流基準

表 9.6.2 は 7 対象地区処理場で採用された下水・汚泥処理方式を示す。放流先の公共用水域種類・処理下水再利用用途によるシリアの放流基準も記述した。

表 9.6.2 処理方式と放流基準

M/P地区	処理場用地状況及び下水処理方式	汚泥処理方式	放流基準 (mg/l)		
			BOD	NH ₃ -N	NO ₃ -N
Slunfeh/ Lattakia	山間地に3箇所の処理施設を計画した。各処理場計画汚水量が500 m ³ /日と小さいので、日本のオンサイト施設で一般的に採用されており、煩雑な日常運転・維持管理作業が必要ない「接触酸化法」を採用した。週1回程度の運転・維持管理作業は必要である。処理汚水は谷川に放流され、それぞれ20 km、28 km下流にあるダムに達する。現在ダム水に富栄養化の兆候はない。	生物膜から剥れた少量の汚泥をバキューム車でLattakia処理場に運搬・処理を行う。	河川に放流		
			40	5	50
Banias/ Tartous	区画整理中であり、処理場用地は将来市街地になる。市街地にあつて臭いが少ないことや維持管理の容易性などから「OD」を採用。	将来の市街地の一角に位置することから、近隣住民臭気問題を回避するため、速やかな処理が必要。「重力濃縮 + 機械脱水」を採用した。	海に放流		
			60	10	50
Mayadin/ Deir-Ez-zor	処理場用地周辺は官地（優良農地）で放流水域の環境容量も大きい。目標水質の達成・維持管理の容易性から「OD」を採用、負荷を高めにし、優良農地を保全する。	土地が十分にあり、汚泥が重力で濃縮できないことから、「機械濃縮 + 汚泥乾燥床」とする。	河川に放流		
			40	5	50
Malkieh/ Hassakeh	どのような処理方式も収まる広い官地（荒地）。目標水質を達成することと、下流の水源に配慮、維持管理の容易性・処理水の灌漑利用条件から「OD」を採用。	同上	河川に放流/ 綿花灌漑利用		
			40	5	50
Thawra/ Raqqa	総延長約2kmの既存Reed bedがある。放流水域の環境容量も大きい。既存Reed Bedの処理実績が良好なためこれを活用し、将来の負荷増に対しては前処理（沈殿池）で対応する。「Wet-land」を採用。	未消化汚泥ながら、経済的観点から「乾燥床」を採用。	河川に放流		
			40	5	50
Muzerib/ Dar'aa	処理場用地は民地、周辺は農地。水源汚染が顕在化していない。既存水路における水環境改善のため、財政負担が小さい「Wet-land」を採用。	同上	河川に放流		
			40	5	50
Zabadani/ Rural Damascus	処理場用地は約5.5haの官地、周辺は農地。Baraba川流域の窒素対策と処理水の灌漑利用、維持管理の容易性などから「OD」を採用した。	「乾燥床」は、悪臭問題・処理場用地面積からも採用できない。「重力濃縮 + 機械脱水」を採用した。	灌漑利用/河川に放流		

9.6.3 計画諸元と主要施設

表 9.6.3 に設計諸元、主要施設の構造寸法及び主要設備の仕様を示す。

表 9.6.3 主要施設の設計諸元及び仕様

	Slunfeh	Banias	Mayadin	Malkieh	Thawra	Muzerib	Zabadani
Average flow (m ³ /d)	1,833	19,556	15,300	4,518	17,889	3,994	22,201
Hourly max (m ³ /d)	3,548	37,851	29,610	8,744	34,625	7,730	42,970
Sludge (kgDS/d)	224	4,401	3,787	1,119	2,361	527	5,495
Sludge (m ³ /d)	2.7	22.0	9.5	2.8	5.9	1.3	27.5
Moisture content (%)	92	80	60	60	60	60	80
No. of STP	3	1	1	1	1	1	1
Treatment method	Submerged attached growth	OD	OD	OD	Wet-land	Wet-land	OD
Grit chamber (No.-w×L)	Each 1-1×1m	2-1.5×7m	2-1.4×6m	1-1.3×4.0m	2-1.3×7.5m	1-0.9×5m	2-1.6×8m
Main P (No.-D×power)	-	-	5-φ200mm ×11kw	3-φ150mm ×3.7kw	5-φ250mm ×11kw	3-φ150mm ×5.5kw	5-φ250mm ×15kw
Primary settling tank					4-φ10	2-φ6.5m	
Reed Bed						24-21m×37m	
Reactor (No.-W×L×H)	Each 2-5.5×12×5m	12-4.5 ×140×3.0m/ high rate	8-4.5 ×140×3.0m/ high rate	4-4.5 ×140×3.0m			10-5.5×150 ×5m
Final sedimentation tank	Each 2-5.5×3m	8-φ18m	8-φ15m	4-φ11m			8-φ18m
Disinfection channel (No.-W×L×H)	Each 1-φ0.9m	2-2×24×2.1m	2-2×21×1.9m	1-0.9×3.5×0.8 m (UV)			3-1.5×3.5×0.8 m (UV)
Gravity Thickener (No.-kg/d)		2-5.0×5.0					2-6.0×6.0
Mechanical Thickener (No.-kg/d)			2-1,893	1-1,119			
Mechanical Dewatering (No.-kg/d)		2-2,201					2-2,747
Drying Bed (No.-W×L)			24-15×43m	8-15×38m	20-15×32m	8-12×22m	
Required land area (ha)	Each 0.1	5.1	5.9	2.6	2.4	4.9	5.5
Land Owner	Public/Private	Private	Public	Public	Public	Private	Public

出典) 汚泥含水率は日本の下水道施設設計指針を参照した。

9.6.4 下水道基本計画図

本調査では、7 県の M/P 策定優先都市 7 箇所につき下水道整備マスタープランを作成した。しかしながら、各県には他にも M/P を優先的に策定すべき多数の都市があり、今後はシリア側が、本調査で示された設計手順を踏襲し、各都市の下水道整備マスタープランを作成することが望まれる。そこで、調査団は、「将来の下水道整備を検討するための参考資料」として、下水道基本計画図を作成した。本計画図は計画の目標年次である 2025 年にある程度の人口があり（相当量の排出汚濁負荷量があり）、既に下水管網が整備されている都市につき作成したものである。

下水道基本計画図を図 9.6.1~ 9.6.7 に示す。準地区毎の人口規模を色別表示し、下記のとおり下水処理場位置及び下水処理場リスト（提案中、既設、建設中、調査中等整備状況別に記載）を記載している。

LEGEND	
Proposed STP	
Existing STP	
STP under Construction	
STP under Study	

No.	Name of STP	Population to be served in 2025	Design Plant Capacity (m ³ /day)	Current Status
1	A STP	20,000		Proposed
2	B STP		1,000	Existing
3	C STP		2,500	Under Construction
4	D STP		1,400	Under Study

調査団は以下の図面を作成した：

- 下水処理場位置及びリストを示した県別図面 サイズ=A2
- 下水処理区域を示した詳細市域図 サイズ=A4

調査団が使用した「下水処理場計画優先順位付け基準」は以下の通り：

表 9.6.4 下水処理場計画優先順位付け基準（案）

基準	優先順位
(既存下水処理場)	順位付けから除外する
建設中の下水処理場	第 1 最優先順位。もし複数の建設中下水処理場がある場合は、計画処理能力で判定する（大きい方が高順位）。
調査中の下水処理場	第 2 最優先順位。もし複数の調査中下水処理場がある場合は、計画処理能力で判定する（大きい方が高順位）。
計画下水処理場	第 3 最優先順位。もし複数の計画下水処理場がある場合は、計画処理人口で判定する（多い方が高順位）。

なお、最終的な優先順位付けに関しては、下記の要素も考慮する必要がある：

Table 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

要素	優先順位
下水道整備対象地区の衛生状態（悪臭問題、飲料水水質、水系伝染病罹患率、等）	劣悪であるほど高順位
公共用水域水質	悪いほど高順位

詳細市域図については、詳細な地形図が入手できなかったため、「Google Map」を用いて作成した。図示された下水処理場位置は、地形条件・既存下水道幹線位置・下水放流口位置・下水処理場用地確保の可否、等を勘案のうえ、計画策定時に再度、調整が必要なのは言うまでもない。

これらの図面は、将来的にシリア側が自ら下水処理場計画を行うための「参考資料」として作成したものであるから、正規報告書以外の「別冊」とした。英文報告書に添付されている Sewerage Master Plan Maps を参照されたい。

以下が詳細市域図のリストである：

表 9.6.6 詳細市域図リスト

県名	地区名	人口	摘要
Lattakia	No 1: Jableh	54,500	
	No 2: Al Qurdaha	10,100	
Tartous	No 1: Banias	85,600	
	No 2: Drekiesh	13,800	
	No 3: Al Shiekh Bader	9,800	
Deir-Ez-zor	No 1: Mo Hasan	12,400	No 1+No 2 (統合処理)
	No 2: Al Bu-Lail	13,100	
	No 3: Abu Kamal	64,900	
	No 4: Hajeen	51,100	
	No 5: Gharaneej	15,500	
	No 6: Sha'afah	14,600	
	No 7: Bogros Tahtani	12,100	
	No 8: Mhagan	15,800	No 8+No 12 (統合処理)
	No 12: Mayadin	14,100	
	No 9: Asharah	21,900	No 9+No 11 (統合処理)
	No 11: Qorieh	35,200	
No 10: Sbekhan	25,600		
Hassakeh	No 1: Al-Shadadi	22,500	
	No 2: Qamishli	214,400	
	No 3: Amoda	24,700	
	No 4: Al-Kahtanieh	10,900	
	No 5: Al-Moua'abadeh	18,900	
	No 6: Al Derbasieh	11,600	
	No 8: Malkieh	34,500	
Raqqa	No 1: Thawra	115,600	
Dar'aa	No 1: Tafas	43,100	
	No 2: Al Ghariya Al Sharkiya	14,600	
	No 3: Al Harah	16,400	

表 9.6.6 詳細市域図リスト

県名	地区名	人口	摘要
	No 4: Enkhel	29,800	
	No 5: Kherbet Ghazal	33,000	
	No 6: Al Jyza	24,200	
	No 7: Harrak	36,100	
Rural Damascus	No 4: Saieda Zeinab	238,500	
	No 34: Daria	167,800	No 34+No 35+No 37+No 43 (統合処理)
	No 35: Modamiet Al Cham	84,300	
	No 37: Ashrafiet Sahnaya	35,200	
	No 43: Artouz	40,000	
	No 46: Kanaker	19,200	No 46+No 47 (統合処理)
	No 47: Sasa	12,200	
	No 49: Al Qotifeh	32,200	No 49+No 51+No 53 (統合処理)
	No 51: Mo'damiet Al Kalamout	18,200	
	No 53: Al Rhaibe	47,000	

7 県の下水処理場リストを表 9.6.7 から表 9.6.13 に示す。これらの表に記載された「優先順位」は、表 9.6.4 に示す「下水処理場計画優先順位付け基準(案)」に基づき、調査団により提案されたものである。

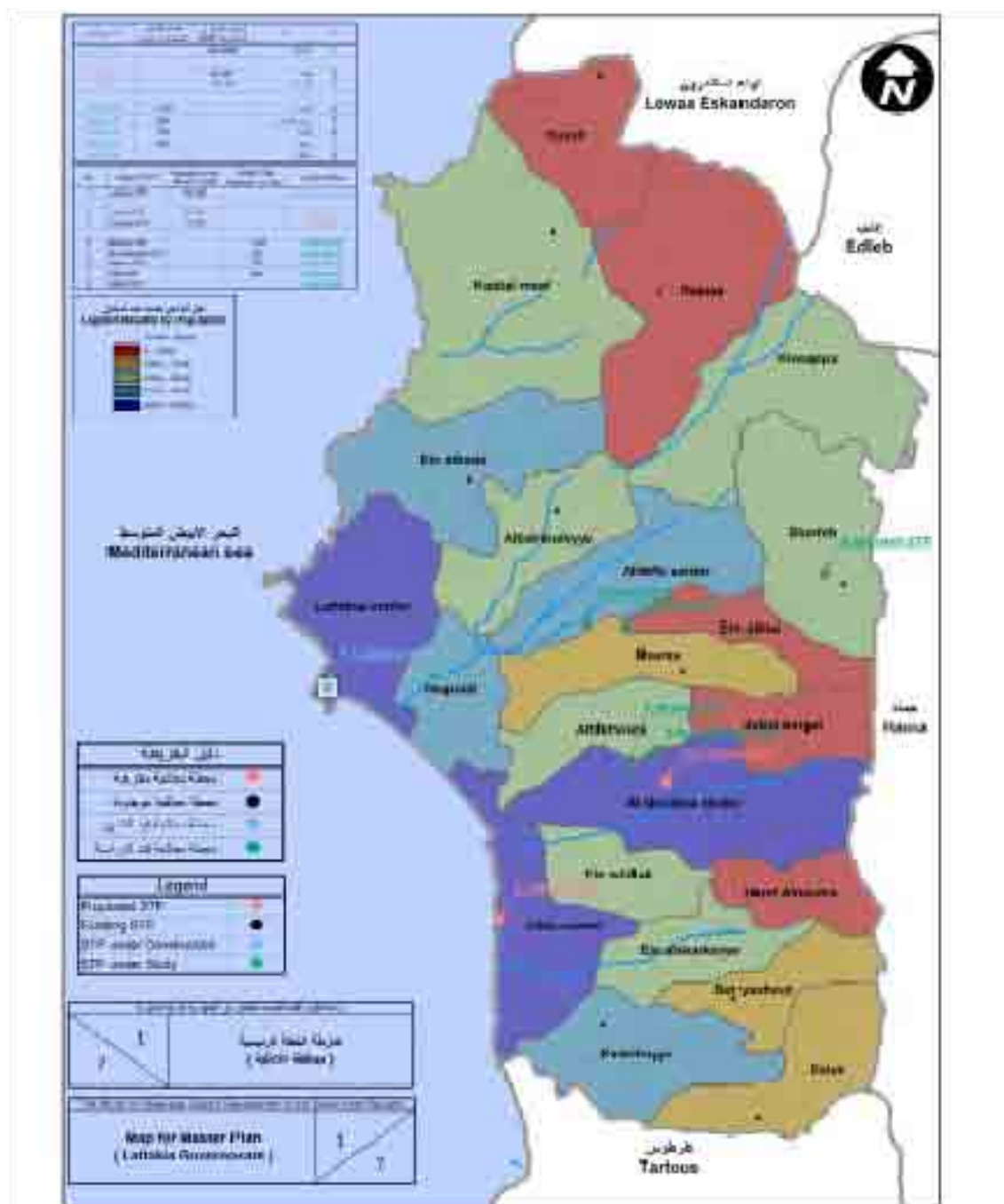


図 9.6.1 下水道基本計画図 (Lattakia)

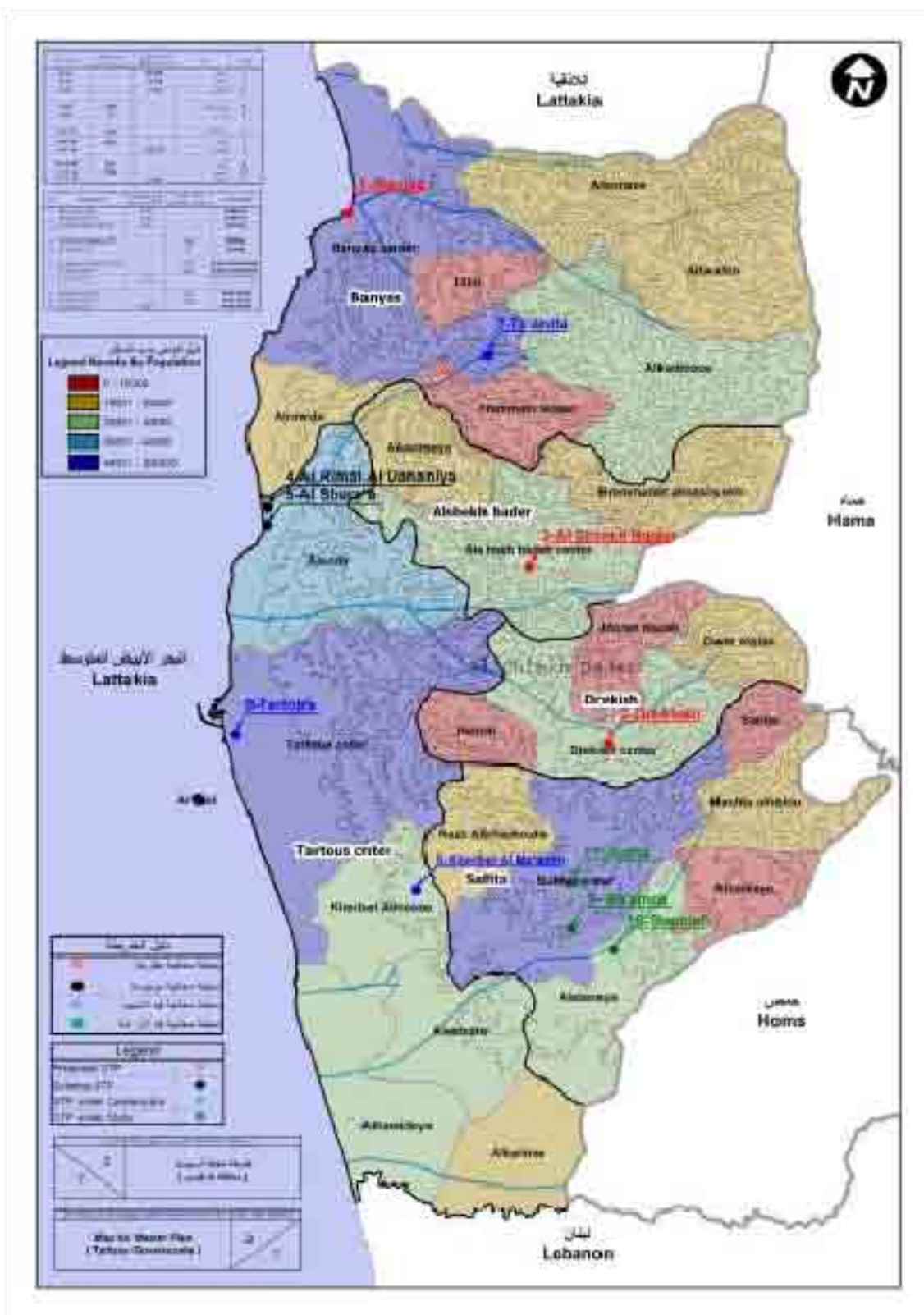


図 9.6.2 下水道基本計画図 (Tartous)

表 9.6.8 Tartous 県下水処理場リスト

処理場 番号	優先順位	処理場名	2025年の 計画処理人口	計画処理能力 (m ³ /day)	現 況
1	4	Banias STP		19,556	Studied by this Study
2	8	Dreikiesh City STP	13,783		Proposed by Study Team
3	9	Al Shiekh Bader City STP	9,769		Proposed by Study Team
4	-	Al Rimal Al Dahabiya STP		1,400	Existing
5	-	Al Shera'a STP		70	Existing
6	2	Kherbet Al Ma'azeh City STP		1,000	Under Construction
7	3	Ta'anita STP		1,000	Under Construction
8	1	Tartous STP	180,210		Under Construction
9	7	Alharra STP		625	Under Study by Syrian side
10	6	Habeet STP		1,680	Under Study by Syrian side
11	5	Slunfeh STP		5,360	Under Study by Syrian side

注 1) 「処理場番号」は図面に記載されている番号のこと。

注 2) 処理場計画の「優先順位」は以下の優先順位付け基準に従い判断した。

既存下水処理場	順位付けから除外する
建設中の下水処理場	第1優先順位。もし複数の建設中下水処理場がある場合は、計画処理能力で判定する(大きい方が高順位)。
調査中の下水処理場	第2優先順位。もし複数の調査中下水処理場がある場合は、計画処理能力で判定する(大きい方が高順位)。
計画下水処理場	第3優先順位。もし複数の計画下水処理場がある場合は、計画処理人口で判定する(多い方が高順位)。

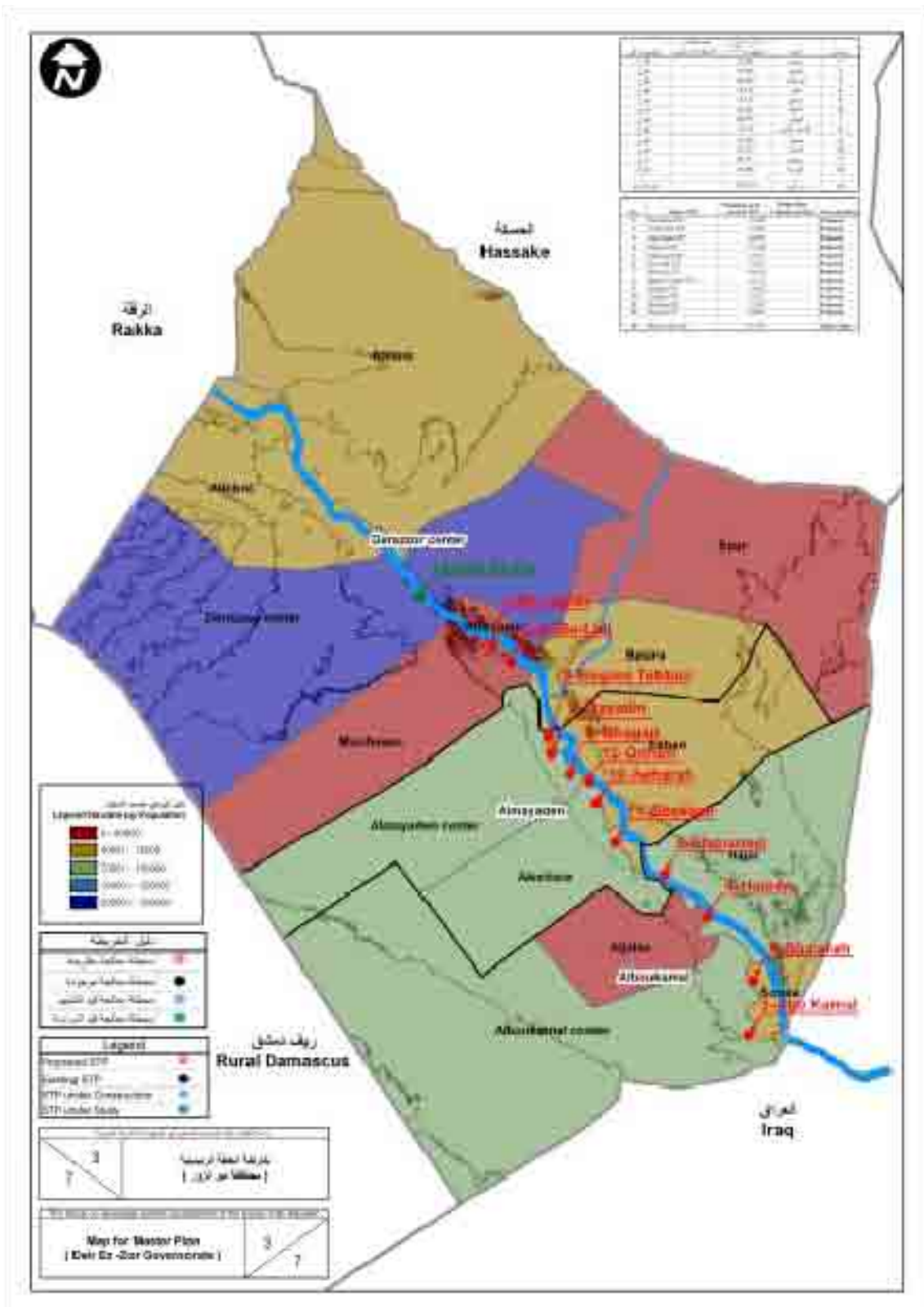


図 9.6.3 下水道基本計画図 (Deir-Ez-zor)

表 9.6.9 Deir-Ez-zor 県下水処理場リスト

処理場 番号	優先順位	処理場名	2025年の 計画処理人口	計画処理能力 (m ³ /day)	現 況
1	12	Mo Hassan STP	12,425		Proposed by Study Team
2	11	Al Bu-Lail STP	13,102		Proposed by Study Team
3	3	Abu Kamal STP	64,935		Proposed by Study Team
4	4	Hajeen STP	51,145		Proposed by Study Team
5	9	Gharaneej STP	15,511		Proposed by Study Team
6	10	Sha'afah STP	14,551		Proposed by Study Team
7	13	Bogros Taftani STP	12,125		Proposed by Study Team
8	8	Mhagan STP	15,802		Proposed by Study Team
9	7	Asharah STP	21,917		Proposed by Study Team
10	6	Sbekhan STP	25,567		Proposed by Study Team
11	5	Qorieh STP	35,209		Proposed by Study Team
12	2	Mayadin STP		15,300	Studied by this Study
13	1	Deir-Ez-zor STP		67,850	Under Study by Syrian side

注 1) 「処理場番号」は図面に記載されている番号のこと。

注 2) 処理場計画の「優先順位」は以下の優先順位付け基準に従い判断した。

既存下水処理場	順位付けから除外する
建設中の下水処理場	第1優先順位。もし複数の建設中下水処理場がある場合は、計画処理能力で判定する(大きい方が高順位)。
調査中の下水処理場	第2優先順位。もし複数の調査中下水処理場がある場合は、計画処理能力で判定する(大きい方が高順位)。
計画下水処理場	第3優先順位。もし複数の計画下水処理場がある場合は、計画処理人口で判定する(多い方が高順位)。

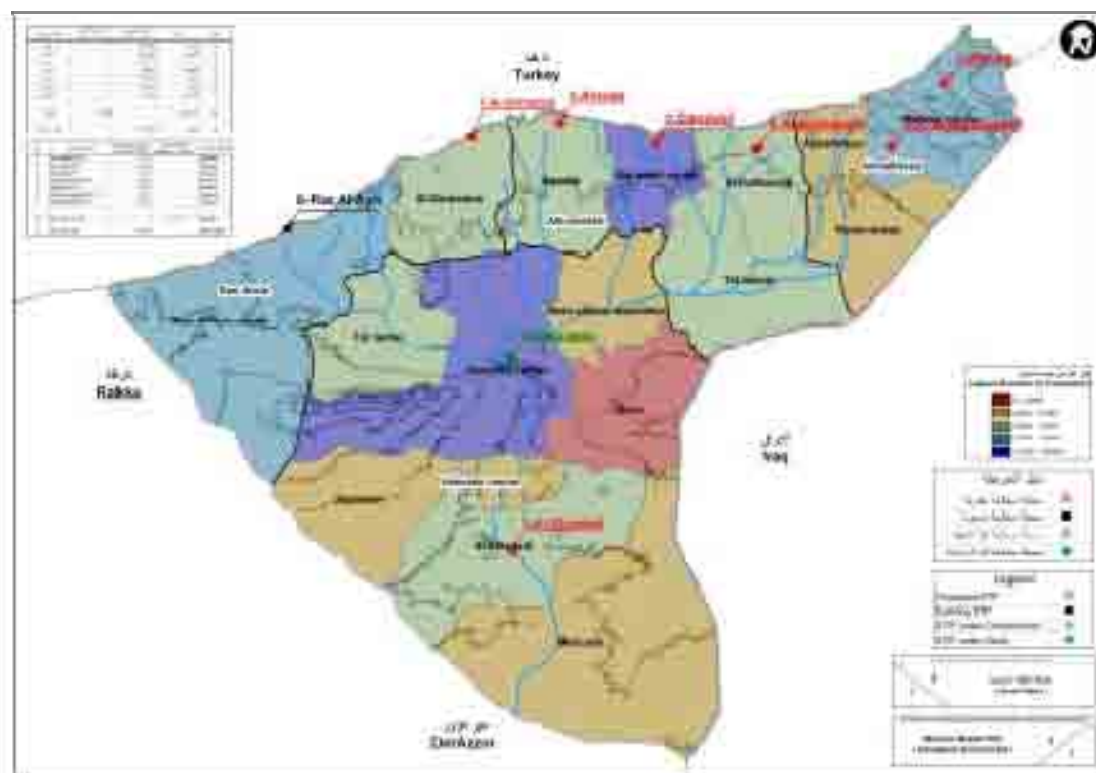


図 9.6.4 下水道基本計画図 (Hassakeh)

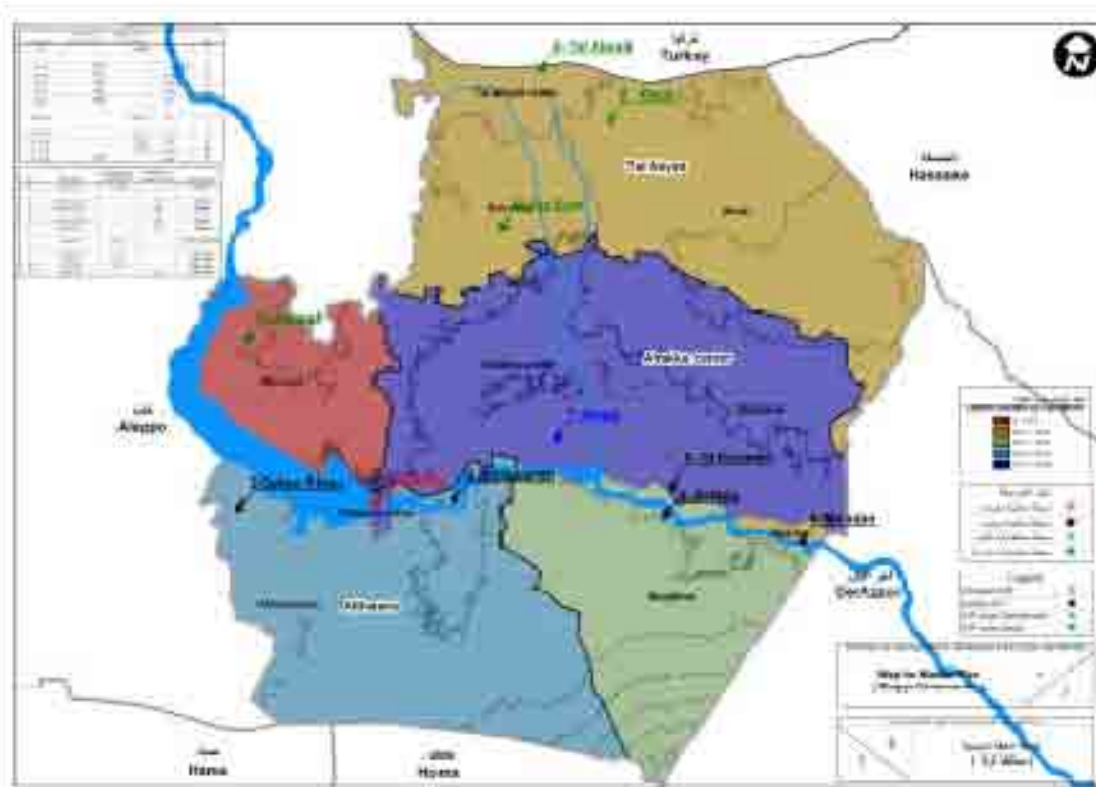


図 9.6.5 下水道基本計画図 (Raqqa)

表 9.6.10 Hassakeh 県下水処理場リスト

処理場番号	優先順位	処理場名	2025年の 計画処理人口	計画処理能力 (m ³ /day)	現 況
1	5	Al Shadadi STP	22,536		Proposed by Study Team
2	3	Qamishli STP	214,446		Proposed by Study Team
3	4	Amoda STP	24,707		Proposed by Study Team
4	8	Al Kahtanieh STP	10,866		Proposed by Study Team
5	6	Al Moua'abadeh STP	18,897		Proposed by Study Team
6	7	Al Derbasieh STP	11,639		Proposed by Study Team
7	-	Ras Al-Ayn STP		2,130	Existing
8	2	Malkieh STP		4,518	Studied by this Study
9	1	Al Hassakeh STP		37,315	Under Study by Syrian side

注 1) 「処理場番号」は図面に記載されている番号のこと。

注 2) 処理場計画の「優先順位」は以下の優先順位付け基準に従い判断した。

表 9.6.11 Raqqa 県下水処理場リスト

処理場番号	優先順位	処理場名	2025年の 計画処理人口	計画処理能力 (m ³ /day)	現 況
1	-	Debse Afnan STP		1,000	Existing
2	-	Mansourrah STP		1,000	Existing
3	-	Sabkha STP		1,000	Existing
4	-	Al Karameh STP		1,000	Existing
5	-	Ma'adan STP		1,000	Existing
6	1	Raqqa STP		90,900	Under Construction
7	2	Thawra STP		17,889	Studied by this Study
8	6	Tal Abyad STP		2,500	Under Study by Syrian side
9	4	Slouk STP		4,100	Under Study by Syrian side
10	5	Ain Eisa STP		3,100	Under Study by Syrian side
11	3	Jarneh STP		4,600	Under Study by Syrian side

注 1) 「処理場番号」は図面に記載されている番号のこと。

注 2) 処理場計画の「優先順位」は以下の優先順位付け基準に従い判断した。

既存下水処理場	順位付けから除外する
建設中の下水処理場	第1優先順位。もし複数の建設中下水処理場がある場合は、計画処理能力で判定する(大きい方が高順位)。
調査中の下水処理場	第2優先順位。もし複数の調査中下水処理場がある場合は、計画処理能力で判定する(大きい方が高順位)。
計画下水処理場	第3優先順位。もし複数の計画下水処理場がある場合は、計画処理人口で判定する(多い方が高順位)。

表 9.6.12 Dar'aa 県下水処理場リスト

処理場番号	優先順位	処理場名	2025年の 計画処理人口	計画処理能力 (m ³ /day)	現 況
1	10	Tafas STP	43,078		Proposed by Study Team
2	16	Al Ghariya Al Sharkiya STP	14,555		Proposed by Study Team
3	15	Al Harah STP	16,376		Proposed by Study Team
4	13	Enkhel STP	29,808		Proposed by Study Team
5	12	Kherbet Ghazal STP	32,982		Proposed by Study Team
6	14	Al Jyza STP	24,203		Proposed by Study Team
7	11	Harrak STP	36,121		Proposed by Study Team
8		Naseeb STP		200	Existing
9	2	Da'el STP		16,000	Under Construction
10	1	Dar'aa STP		21,800	Under Construction
11	8	Muzerib STP		3,994	Studied by this Study
12	4	Bosra Al Cham STP		7,800	Under Study by Syrian side
13	5	Jasem STP		6,500	Under Study by Syrian side
14	7	Nawa STP		5,500	Under Study by Syrian side
15	6	Shiek Mskeen STP		6,500	Under Study by Syrian side
16	9	Tseel STP		3,000	Under Study by Syrian side
17	3	Al Sanameen STP		8,500	Under Study by Syrian side

注 1) 「処理場番号」は図面に記載されている番号のこと。

注 2) 処理場計画の「優先順位」は以下の優先順位付け基準に従い判断した。

既存下水処理場	順位付けから除外する
建設中の下水処理場	第1優先順位。もし複数の建設中下水処理場がある場合は、計画処理能力で判定する(大きい方が高順位)。
調査中の下水処理場	第2優先順位。もし複数の調査中下水処理場がある場合は、計画処理能力で判定する(大きい方が高順位)。
計画下水処理場	第3優先順位。もし複数の計画下水処理場がある場合は、計画処理人口で判定する(多い方が高順位)。

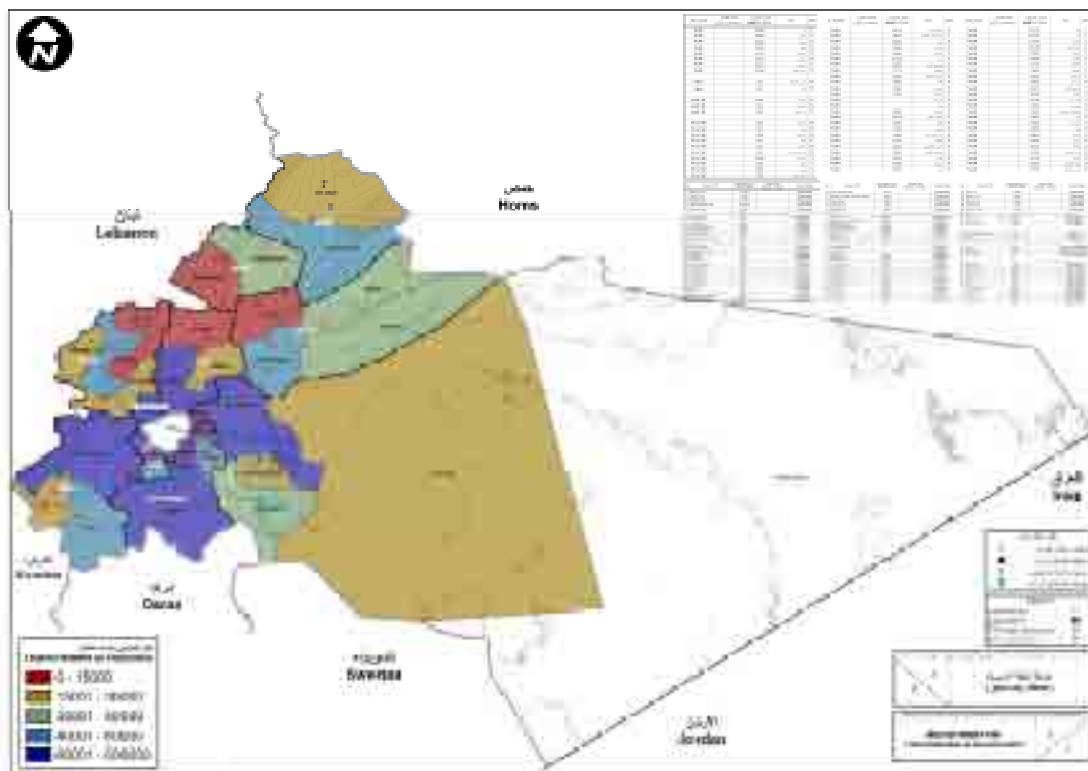


図 9.6.7 下水道基本計画図 (Rural Damascus)

表 9.6.13 (1/2) Damascus 郊外県下水処理場リスト

処理場 番号	優先順位	処理場名	2025年の 計画処理人口	計画処理能力 (m ³ /day)	現 況
1	21	Babyla STP	89,420		Proposed by Study Team
2	32	Yalda STP	44,900		Proposed by Study Team
3	48	Hajeera STP	21,670		Proposed by Study Team
4	16	Saieda Zeinab STP	238,490		Proposed by Study Team
5	22	Sbene STP	87,890		Proposed by Study Team
6	20	Keswe STP	116,500		Proposed by Study Team
7	61	Mkilbieh STP	12,790		Proposed by Study Team
8	67	A'deliya STP	11,900		Proposed by Study Team
9	75	Darkhabien STP	10,500		Proposed by Study Team
10	68	Adlieh STP	11,900		Proposed by Study Team
11	56	Dyer Ali STP	16,660		Proposed by Study Team
12	45	8th of March STP	25,470		Proposed by Study Team
13	39	Zakieh STP	30,340		Proposed by Study Team
14	76	Bait Sawa STP	10,140		Proposed by Study Team
15	52	Hammoura STP	17,860		Proposed by Study Team
16	58	Sabrin STP	15,450		Proposed by Study Team
17	66	Hazzwh STP	12,060		Proposed by Study Team
18	26	Ain Tarma STP	57,950		Proposed by Study Team
19	34	Sabkba STP	41,680		Proposed by Study Team
20	18	Jaramana STP	134,910		Proposed by Study Team
21	27	Arbeen STP	57,360		Proposed by Study Team
22	30	Zamalka STP	48,010		Proposed by Study Team
23	77	Htietet Al-Turkman STP	6,820		Proposed by Study Team
24	63	Dier Al-Asafir STP	12,530		Proposed by Study Team
25	57	Zabdin STP	16,130		Proposed by Study Team
26	28	Htietet Al-Turkman STP	52,820		Proposed by Study Team
27	43	Housh Al-Soltan STP	27,750		Proposed by Study Team
28	25	Adra Suburb STP	68,710		Proposed by Study Team
29	41	Basel Al Asad laborers STP	28,870		Proposed by Study Team
30	29	Adra Town STP	50,950		Proposed by Study Team
31	62	Mesraba STP	12,560		Proposed by Study Team
32	72	Nashabieh and Jerba STP	11,140		Proposed by Study Team
33	42	Dhmeer STP	28,390		Proposed by Study Team
34	17	Daria STP	167,830		Proposed by Study Team
35	23	Mo'damiet Al Cham STP	84,280		Proposed by Study Team
36	53	Sehnaya STP	17,710		Proposed by Study Team
37	36	Ashrafiet Sehnaya STP	35,240		Proposed by Study Team
38	24	Qatana STP	78,980		Proposed by Study Team
39	59	Al Drousha STP	14,150		Proposed by Study Team
40	70	Meneh STP	11,380		Proposed by Study Team
41	38	Al Saboura STP	31,860		Proposed by Study Team
42	71	Al Rawda STP	11,330		Proposed by Study Team
43	35	Artouz STP	39,990		Proposed by Study Team
44	74	Arneh and Reemah STP	10,690		Proposed by Study Team
45	19	Jdaidet Artouz STP	124,150		Proposed by Study Team
46	49	Kanaker STP	19,240		Proposed by Study Team
47	65	Sa'sa STP	12,190		Proposed by Study Team
48	69	Mazra'et Beit Jien STP	11,640		Proposed by Study Team
49	37	Al Qotifeh STP	32,170		Proposed by Study Team
50	47	Military House STP	22,620		Proposed by Study Team
51	51	Mo'damiet Al Kalamoun STP	18,240		Proposed by Study Team
52	40	Jairoud STP	29,230		Proposed by Study Team
53	31	Al Rhaibe STP	47,000		Proposed by Study Team
54	33	Mnien STP	42,820		Proposed by Study Team
55	46	Bada STP	22,690		Proposed by Study Team
56	55	Halboun STP	16,850		Proposed by Study Team
57	44	Ma'raba STP	26,940		Proposed by Study Team
58	60	Talfita STP	12,830		Proposed by Study Team
59	73	Sydnavya STP	11,020		Proposed by Study Team
60	50	Rankous STP	18,670		Proposed by Study Team

表 9.6.13 (2/2) Damascus 郊外県下水処理場リスト

処理場番号	優先順位	処理場名	2025年の 計画処理人口	計画処理能力 (m ³ /day)	現 況
61	54	Dimas STP	16,910		Proposed by Study Team
62	64	Ras Al Ma'rra STP	12,390		Proposed by Study Team
63	-	Harran Al Awameed STP		300	Existing
64	-	Qara STP		600	Existing
65	3	Maydaani STP		500	Under Construction
66	2	Tawani and Jaba'den STP		2,000	Under Construction
67	1	Deir Atteih STP		2,400	Under Construction
68	5	Nashabieh and Jerba STP		7,500	Under Study by Syrian side
69	14	Maida'a STP		500	Under Study by Syrian side
70	15	Marj Al Sultan STP		500	Under Study by Syrian side
71	9	Hajianeah STP		1,500	Under Study by Syrian side
72	10	Arneh and Reemah STP		850	Under Study by Syrian side
73	11	Bait Saber STP		500	Under Study by Syrian side
74	12	Dyer Maker STP		500	Under Study by Syrian side
75	13	Bait Jin STP		500	Under Study by Syrian side
76	4	Zabadani STP		22,201	Studied by this Study
77	7	Nabek STP		3,250	Under Study by Syrian side
78	6	Tawani and Jba'den STP		3,900	Under Study by Syrian side
79	8	Assal El Ward STP		1,500	Under Study by Syrian side

注 1) 「処理場番号」は図面に記載されている番号のこと。

注 2) 処理場計画の「優先順位」は以下の優先順位付け基準に従い判断した。

既存下水処理場	順位付けから除外する
建設中の下水処理場	第1優先順位。もし複数の建設中下水処理場がある場合は、計画処理能力で判定する(大きい方が高順位)。
調査中の下水処理場	第2優先順位。もし複数の調査中下水処理場がある場合は、計画処理能力で判定する(大きい方が高順位)。
計画下水処理場	第3優先順位。もし複数の計画下水処理場がある場合は、計画処理人口で判定する(多い方が高順位)。

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

GCEC による Regional Plan を見直してみると、県全域を集合型下水道システム（長大な幹線と下水処理場）でカバーする計画になっている。しかしながら前述したように、集合型下水道システムによる処理が有利になるのは、人口が集中し、住居等が高密度で建設されている市街地である。市街地近隣の集落については、集落汚水を市街地下水管渠に送水管渠で接続し、市街地下水処理場で統合処理を行うというオプションも可能であるが、この条件にも当てはまらない市町村が非常に多いと思われる。

これら市町村については「集合型下水道システムによる処理が有利でない」と判断されたため、他の下水道オプションによる処理を考えなければならない。他の下水道オプションとは以下の3つである：

- Pit Latrine（オンサイト施設）
- Septic Tank（オンサイト施設）
- 分散型下水道システム

対象地区の地形条件・人口規模・土質条件・下水量及び水質等の諸条件を総合的に分析し、その地区に最適な下水道オプションの選択を行う。

(1) オンサイト施設

a) オンサイト施設の定義

オンサイト施設とは、各戸の汚水、し尿はもちろんのこと、し尿よりも負荷量の高い雑排水も同時にタンクに集めて処理し地下浸透や水路に安全に放流するための施設であり集合処理を補完する水質汚濁対策施設を指す。

b) オンサイト施設の必要性と適用地域

公共用水域の汚染は総合的な対策によって汚染を解消するものである。汚染の進んでいる地域では下水処理場建設のほか、ネットワークで拾えない集落はオンサイト施設を導入し汚濁負荷削減に努力しなければならない。

シリアでは下水管網が整備されている都市が多く、これらは下水処理場の建設で下水道システムが完成するが、次のような条件の都市の下水道整備においては、オンサイト施設の事業効果が高い場合がある：

- ・ 民家やホテル、学校等がまばらにあり、下水道ネットワークの建設費用が高い場合
- ・ 地形の高低差が大きな集落の場合
- ・ 地下水汚染が懸念される地域や、ダム周辺集落にあってダムの汚染が懸念される地

域で地形的に集合処理で集めることが困難な集落の場合。

c) オンサイト施設の概念

基本的に個人が管理するため管理が不要な施設計画を目標にユニット化する。無人化施設であり、1年に1回程度の汚泥やスカムの除去作業を専門業者に委託する。構内に配置する関係上、日本ではコンパクトで臭いがなく汚泥の発生が少ない好気方式の接触酸化法が一般的である。オンサイト施設の一例として、日本の合併処理浄化槽を図9.7.1に示す。

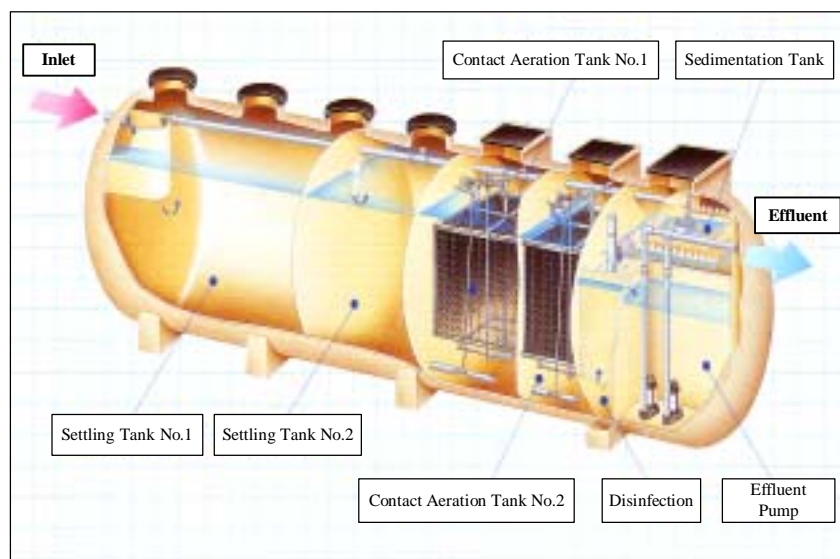


図 9.7.1 日本の合併処理浄化槽

d) 導入に対する助成制度

水質汚濁防止の緊急性の高い地域を指定し建設費や維持管理費の一部を補助することで事業効果を上げることができる。例を挙げれば Rural Damascus の場合、地下水が閉鎖性水域になっておりこれまでの穴を掘っただけの浸透性 Pit Latrine では地下水汚染が進行する。こういう地域は、全域を指定し助成制度を導入する。この区域ではオンサイト施設の受益者が全域の不特定多数に及ぶため、建設費と維持管理費の一部を助成することを提案する。

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

10.1.1 積算項目

概算事業費は、下記項目を積み上げるものとする。

- 建設費
- 用地費
- 設計/施工監理費
- 事務管理費
- 組織整備費
- 物理的予備費
- 価格予備費

10.1.2 積算条件

(1) 物価水準

物価水準は、調査時点である 2007 年 11 月を基準とする。

(2) 為替レート

2007 年 11 月時点での、為替レートを下記に示す。

2007	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Average
SP/ Euro	71.583	72.020	72.117	71.599	74.335	75.291	72.82

(3) プロジェクト期間

プロジェクト実施期間は、2008~ 2025 年とする。

10.1.3 積算方法

(1) 建設費

建設費の積算は、下記方法による。

下水処理場

下水処理場の積算には費用関数（過去の建設費の実績値をもとに数学的処理を施して単位水量当りの単価を設定し、計画施設の概算工事費を算出することが目的）を用いる。費用関数は、日本における費用関数をベースにして、現地調査期間中に収集したデータ及び情報をもとにシリアにおける費用関数として補正した。処理場の費用関数には、1)土木・建築工事費、2)機械・電気設備工事費、3)間接費が含まれる。費用関数の詳細は付属資料に添付する。

ポンプ場

本プロジェクトで計画されているポンプ場はすべて小規模ポンプ場であり、マンホールタイプポンプ場の建設を前提に、1箇所あたりの建設費を設定した。

管渠

管渠の敷設費は、シリアにおける管渠施工実績をもとに、m当たりの施工単価を設定した。

(2)用地費

用地費は、建設予定地における市場価格をベースとした。

(3)設計/施工監理費

設計/施工監理費として、建設費の10%を見込む。

(4)事務管理費

円滑な事業実施のために必要となる事務管理費として、建設費の5%を見込む。

(5)組織整備費

下水道公社の設置等、施設建設後の適正な事業運営のために必要となる組織整備費として建設費の3%を見込む。

(6)物理的予備費

軽微な計画見直しや施工段階における数量の変更、また建設予定地の状況変化等、予測し得ない不測の事態を考慮し、物理的予備費として建設費の10%を見込む。

(7)価格予備費

物価上昇を考慮した物価予備費を見込む。上記費用合計に年間物価上昇率7.2%（国際通貨基金データ,2005）を乗ずる。

上記項目における率計上の数値は、他国下水道プロジェクトにおける実績及び経験値をもとに設定した。

10.2 プロジェクト費用の算出

各県におけるプロジェクト費用算出結果を以下に示す。詳細な算定表は付属資料に添付する（価格予備費については、表10.3.1~10.3.7の中で算定）。

(1) Lattakia (Slunfeh)

対象施設

処理場： 3箇所(Q=610 m³/日/1箇所当たり, 合計 Q=1,830 m³/日) (接触酸化法)

ポンプ場： 2箇所(Q=0.5 m³/分)
 管渠： 口径 250mm 7,900 m
 口径 100mm 1,000 m

表 10.2.1 プロジェクト費用 (Slunfeh)

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

(2) Tartous (Banias)

対象施設

処理場： Q=19,560 m³/日 (オキシレーションディッチ法) 1箇所
 ポンプ場： 8箇所(Q=3.0 m³/分)
 10箇所(Q=1.0 m³/分)
 管渠： 口径 600mm 4,620 m
 口径 500mm 3,640 m
 口径 400mm 1,540 m
 口径 300mm 1,680 m
 口径 250mm 4,980 m

表 10.2.2 プロジェクト費用 (Banias)

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

(3) Deir-Ez-zor (Mayadin)

対象施設

処理場： Q=15,300 m³/日（オキシレーションディッチ法） 1 箇所ポンプ場： 2 箇所(Q=3.0 m³/分)

管渠： 口径 800mm 1,000 m

口径 400mm 3,500 m

表 10.2.3 プロジェクト費用（Mayadin）

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

(4) Hassakeh (Malkieh)

対象施設

処理場： Q=4,520 m³/日（オキシレーションディッチ法） 1 箇所

管渠： 口径 500mm 100 m

表 10.2.4 プロジェクト費用（Malkieh）

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

(5) Raqqa (Thawra)

対象施設

処理場： Q=17,890 m³/日 (ウェットランド法) 1箇所

管渠： 口径 600mm 1,300 m

口径 500mm 100 m

表 10.2.5 プロジェクト費用 (Thawra)

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

(6) Dar'aa (Muzerib)

対象施設

処理場： Q=3,990 m³/日 (ウェットランド法) 1箇所

管渠： 口径 500mm 4,000 m

口径 400mm 5,800 m

表 10.2.6 プロジェクト費用 (Muzerib)

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

(7) Rural Damascus (Zabadani)

対象施設

処理場： Q=22,200 m³/日 (オキシレーションディッチ法) 1箇所

管渠： 口径 800mm 100 m

表 10.2.7 プロジェクト費用 (Zabadani)

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

10.3 維持管理費用

各年における維持管理費用は、下記項目を想定している。

(1) 処理場及びポンプ場運転管理費

- 人件費
- 電力費
- 薬品代
- メンテナンス及び補修費
- 汚泥処分費

等の費用として、処理場及びポンプ場建設費の 2~ 3%を見込む (3%は計画処理能力運転時の値)。

(2) 管渠管理費

- 清掃費
- 浚渫費
- 補修費

等の費用として、管渠建設費の 0.5%を見込む。

(3) データベース

下水道施設のデータベース作成費用として、管渠調査 (既設管渠も含む) 及びデータ構築費用を、毎年 500,000 SP を見込む。また 5 年ごとにパソコン並びにソフトウェアの購入・

更新費用を考慮し 1,000,000 SP を見込む。各価格は市場価格を考慮し推定した。

(4)その他

関連調査費、事故対応等、その他費用として上記維持管理費の 10%を見込む。

上記項目における率計上の数値は、他国下水道プロジェクトにおける実績及び経験値をもとに設定した。

毎年の維持管理費用を、表 10.3.1~ 10.3.7 に示す。

10.4 事業実施スケジュール

事業実施スケジュールの設定は、下記条件に基づき行った。

プロジェクト期間 :	2008~ 2025
建設準備段階 :	2009~ 2010
建設段階 :	2011~ 2013
維持管理段階 :	2014~ 2025

本マスタープランは、事業実施効果の高い地域を対象に策定されており、選定された地域は枝線管渠が既に整備済みである。すなわち、本プロジェクトの対象施設である幹線管渠が整備されると、2015 年には計画水量の 80%以上が処理場に流入してくるため、流入水量にあわせた処理場の段階的建設は考慮しないものとする。

なお、F/S 対象であり、早期に事業が実施される可能性が高い Zabadani については、F/S レポートとの整合を図り、段階的整備を計画した。

事業実施及び各年の投資スケジュールを、表 10.3.1~ 10.3.7 に示す。

表 10.3.2 事業費及び事業実施スケジュール (Banias : Tartous)

Implementation Schedule		Year																		
Code	Description	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Pre-Construction Stage																				
010	Preparation of Project (Feasibility Study, Financial Arrangement)																			
020	Pre-Construction (Detailed Design, PQ and Tender)																			
Construction Stage																				
100																				
110	STP																			
120	PS																			
130	Pipes																			
500	Organizational Development																			
Operation & Maintenance Stage																				

Investment Schedule																				
	Total Cost (SP 1000)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
100	Construction Cost	564,204		127,500	167,736	221,382	175,086													
200	Land Acquisition Cost																			
300	Engineering Service Cost			28,210	9,403	9,403	9,403													
400	Government's Administration Cost				8,387	11,069	8,754													
500	Organizational Development Cost				5,642	5,642	5,642													
600	Physical Contingency			17,220	16,774	22,138	17,509													
700	Price Contingency				39,624	74,493	79,669													
Total of Annual Disbursement				172,931	247,566	344,127	296,064													

285.477
849.081.1

Operation & Maintenance Cost																				
	Total Cost (SP 1000)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
1100	Running Cost of STP and PS	133,743						9,553	9,553	9,553	9,553	9,553	9,553	9,553	9,553	14,330	14,330	14,330	14,330	14,330
1200	Running Cost of Pipes	4,760						433	433	433	433	433	433	433	433	433	433	433	433	433
1300	Data Base	9,000						1,500	500	500	500	500	1,500	500	500	500	500	500	500	500
1400	Others	14,750						1,105	1,049	1,049	1,049	1,049	1,149	1,049	1,049	1,526	1,526	1,526	1,526	1,526
1500	Price Contingency	210,238						5,674	6,601	7,907	9,306	10,807	13,599	14,140	15,988	26,156	29,248	34,696	36,116	36,116
Total of Annual Disbursement								17,832	18,135	19,441	20,841	22,341	26,234	25,674	27,523	42,944	46,036	52,585	52,904	52,904

表 10.3.6 事業費及び事業実施スケジュール (Muzerib : Dar'aa)

Code	Description	Year																	
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Pre-Construction Stage																			
010	Preparation of Project (Feasibility Study, Financial Arrangement)																		
020	Pre-Construction (Detailed Design, P/Q and Tender)																		
Construction Stage																			
100																			
110	STP																		
120	PS																		
130	Pipes																		
500	Organizational Development																		
Operation & Maintenance Stage																			

Investment Schedule

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Total Cost (SP 1000)																			
100 Construction Cost	108,736		24,500	48,504	60,232														
200 Land Acquisition Cost																			
300 Engineering Service Cost	10,874		5,437	2,718	2,718														
400 Government's Administration Cost	5,437			2,425	3,012														
500 Organizational Development Cost	3,262			1,631	1,631														
600 Physical Contingency	10,874			4,850	6,023														
700 Price Contingency	35,107		3,311	11,458	20,338														
Total of Annual Disbursement	198,789		33,248	71,587	93,954														

54,946
163,682.0

Operation & Maintenance Cost

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Total Cost (SP 1000)																			
1100 Running Cost of STP and PS	17,591					1,173	1,173	1,173	1,173	1,173	1,173	1,173	1,173	1,173	1,759	1,759	1,759	1,759	
1200 Running Cost of Pipes	3,006						251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251	
1300 Data Base	9,500					1,500	500	500	500	500	1,500	500	500	500	500	500	500	500	
1400 Others	3,010					267	192	192	192	192	292	192	192	192	251	351	251	251	
1500 Price Contingency	39,572					1,082	987	1,211	1,450	1,707	3,013	2,277	2,593	2,932	4,301	6,726	5,354	5,938	
Total of Annual Disbursement	72,679					4,022	3,103	3,326	3,566	3,822	6,228	4,393	4,709	5,048	7,061	10,586	8,115	8,699	

10.5 組織及び運営計画

10.5.1 概況

前述したように、シリアにおける上下水道事業は、住宅・建設省管轄の政府機関である上下水道公社により運営されている。また、住宅・建設省は、下水処理場を有する県に対して、下水道施設の維持管理を目的とした下水道公社を設立してきた。一方、地方行政機関には、給水事業に関する権限は一切無く、下水道事業についても、下水処理場ができるまでの期間、下水幹線に対する設計/施工の権限を持つだけである。このことは、地方自治体における下水道整備の目的が、下水の排除のみを優先させる結果となっているだけでなく、下水道事業運営の責任区分を複雑にしている。

現在、下水道公社は 5 つの県において、下水道施設の管理・運営を目的として設立されている。下水道公社は住宅・建設省の直轄機関であるが、組織上は、上下水道公社に属している。最近では、Damascus 郊外県において下水道公社の設立が予定されている。

10.5.2 事業実施及び維持管理体制

下水道プロジェクトは、以下に示す 3 つのフェーズに区分される。

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

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

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

(1) プロジェクト実施段階

プロジェクト実施段階は、プロジェクト準備、建設準備及び建設段階から成る。プロジェクト準備段階では、フィージビリティスタディ及び予算確保が実施され、建設準備段階では、基本/詳細設計、入札事前審査及入札図書の作成、並びに入札が実施される。また建設段階には、施工監理、予算管理並びに施設譲渡（引渡し）が含まれる。

対象 7 県におけるプロジェクトは、これらの実施期間が 5-8 年と想定される。プロジェクト準備段階に 1 年、建設準備段階に 2 年、また施設規模に応じて、建設期間が 3-6 年となっている。

これらのプロジェクト実施に当たり、上下水道公社は、実施機関として、その組織下に PMU（プロジェクト・マネジメントユニット）を設立する。既存の調査、設計部門並びに工事部門の責任者が PMU メンバーに任命される。また円滑なプロジェクト実施のため、必要に応じて、他の関連部門（企画・調査、維持管理、財務、料金等）の責任者も配属される。PMU はプロジェクト毎に設置される一時的な組織であるが、将来的には、他のプロジェクト実施にも対応するため、永続的な組織とすることが望ましい。

また、PMU をサポートするために、海外コンサルタントの雇用が有用である。設計・入札図書作成、必要備品の調達、施工監理、予算管理並びに施設譲渡（引渡し）のサポートが期待できる。

(2) プロジェクト運営段階

原則として、下水道施設の維持管理は、各県に設置される下水道公社により実施される。下水道施設を移管するために、プロジェクト開始後、できるだけ早期に下水道公社を設置する必要がある。

しかし、新たな下水道公社の設置は、自治体からの既存下水道管路の移管作業及び多くの技術スタッフの雇用等を必要とするため、短期間では難しい。Damascus 郊外県の上下水道公社によれば、新たな下水道公社の設置には、5年程度の期間を要するとのことである。

このことから、新たな下水道公社が設置されるまでの間、上下水道公社内に設置された PMU が施設の維持管理を実施することも、ひとつの方法である。この場合、建設契約の中に、請負業者による数年間（2年以上が望ましい）の維持管理期間を明記しておくことが必要である。

また、DBO 型発注（設計・施工・運転管理の包括発注方式）も選択肢の一つである。

一方で、施設の維持管理を実施するうえで求められる課題や、膨大な作業量に対処するためには、関連技術スタッフの能力強化も不可欠である。

さらに、日常的な維持管理だけでなく、下水道システム全体の計画や施設計画/整備/改築といった、総合的な事業運営を行うために、下水道公社の経営・管理能力を強化し、上下水道公社のもと、自立した組織となる必要がある。

以上の観点から、下水道公社（関連スタッフも含む）に対する技術協力プログラムの実施を提案する。詳細は、10.6 章で述べる。

図 10.5.1 に下水道事業の実施及び維持管理のための組織体制（案）の概要を示す。

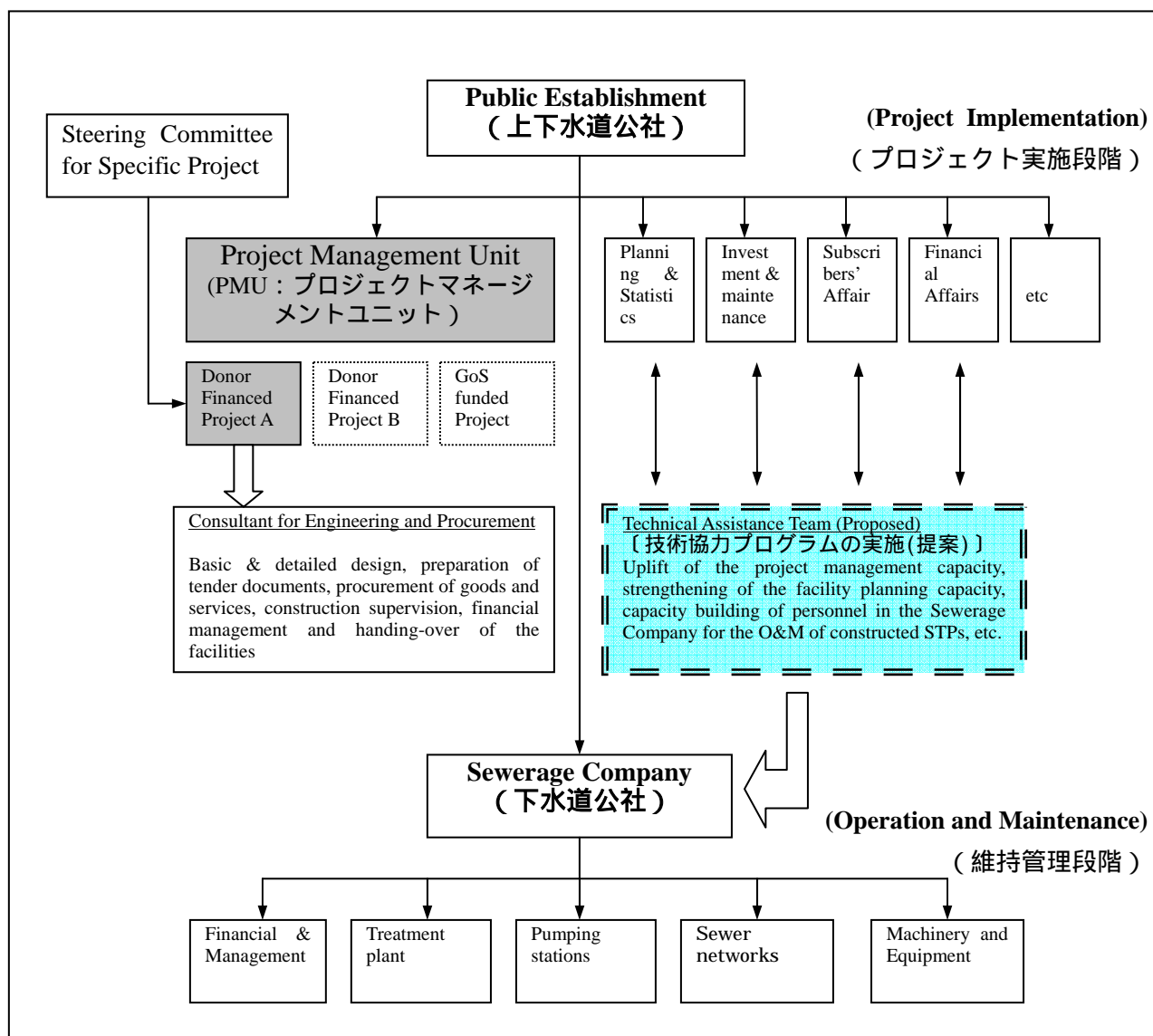


図 10.5.1 下水道事業の実施及び維持管理のための組織体制（案）

10.5.3 対象 7 県における下水道事業運営計画

下水道事業の運営計画については、対象 7 県に関して共通している。施設の維持管理は、各県に設置される下水道公社により行われる。ここでは、下水道施設の維持管理に関する主要なポイントについて述べる。

1) 維持管理業務概説

下水道施設の維持管理業務は、その頻度と業務規模により、大きく 2 つに分類される。すなわち、機械設備の更新等のように発生頻度は低いが業務規模の大きいものと、施設の清掃や簡易な補修等のように、作業規模は小さいものの定期的な作業が必要とされるものに区分される。大規模な維持管理作業は、発生頻度は低いが特殊な（高価な）機器設備や相当な労力を必要とする。このような稼働率の低い特殊な機器設備や労働力を下水道公社

が保持することは、下水道公社の維持管理能力の低下につながるものである。原則的には、作業規模が小さく定期的な作業は下水道公社自らが行き、発生頻度が低く大規模な作業については、民間セクター等、外部委託を活用すべきである。

2) 管渠施設の維持管理

既存の下水道公社における管渠に対する維持管理作業は、利用者から通報される管渠のつまり等に対する、対応処置として行われている状況である。下水道公社の無い県においては、これらの作業は自治体が行っている。しかし、管渠施設の健全な状態保持のためには、予防的処置が必要不可欠である。管渠施設は、汚泥の堆積により必要な流下機能を失い、悪臭及び有毒ガスの発生といった問題も生じる。このため、管渠の適正な状態を維持するために定期的な清掃は不可欠である。少なくとも5年に1回程度実施されるべきである。一般的に、管渠の清掃は高圧洗浄車や汚泥吸引車により行われる（図 10.5.2 参照）。

- 高圧洗浄水により、管内の汚泥は下流側マンホールに集められる。
- 集められた汚泥は、汚泥吸引車により搬出される。

ダマスカス下水道公社においては、JICA による技術協力プログラムとして、管渠維持管理専門家が派遣され管渠維持管理に関する技術指導を行った。これらの技術は、トレーニングを通じて他の下水道公社に技術移転されることが望ましい。

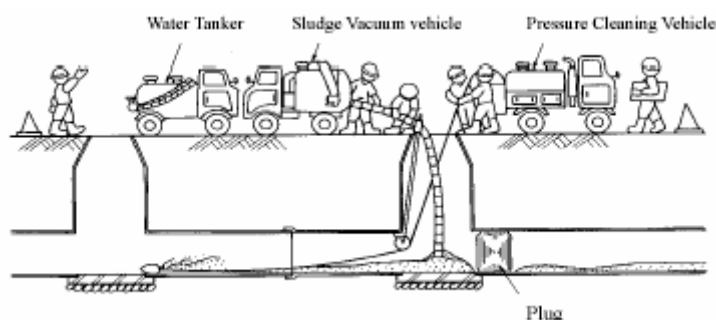


図 10.5.2 高圧洗浄車を用いた管渠清掃

3) ポンプ場の維持管理

ポンプ場施設を適正に機能させるために、関連セクションは日常的な維持管理作業に注力し、主要な機械/電気設備のオーバーホールのような大規模な維持管理作業は外部に委託するなどの作業区分が重要である。ポンプ場の維持管理作業は、1) 日常点検、2) 定期点検、3) 清掃業務に区分される。主な業務内容を以下に示す。

a. 日常点検

- 稼働状況の確認
- ポンプピット及び操作盤等の目視点検
- 回路遮断機等、保護装置の試運転

b. 定期点検

- 水中ポンプの着脱確認
- レベルスイッチによる動作確認
- 電気設備の絶縁抵抗試験
- オーバーホール（外部委託）
- 定期的な部品交換

c. 清掃/保守

ポンプピット、スクリーン等に堆積した、土砂、しご、ごみを除去・処分し、清掃する。

4) 下水処理場の維持管理

下水処理場は、水処理施設及び汚泥処理施設が共に、適正に機能するよう管理されなければならない。維持管理作業には、施設の運転・調整・点検・保守並びに水質管理、汚泥処分等の作業が含まれる。処理場施設の適正に機能させ、また事故を防止するためには維持管理計画を策定し、予防的処置を実施することが不可欠である。維持管理計画は、作業の実施に合わせてレビューし、必要に応じて見直しするとともに、将来における施設改築等の際に活用できるよう、作業記録を整理・保管しておくことが重要である。

維持管理計画の概要を図 10.5.3 に示す。

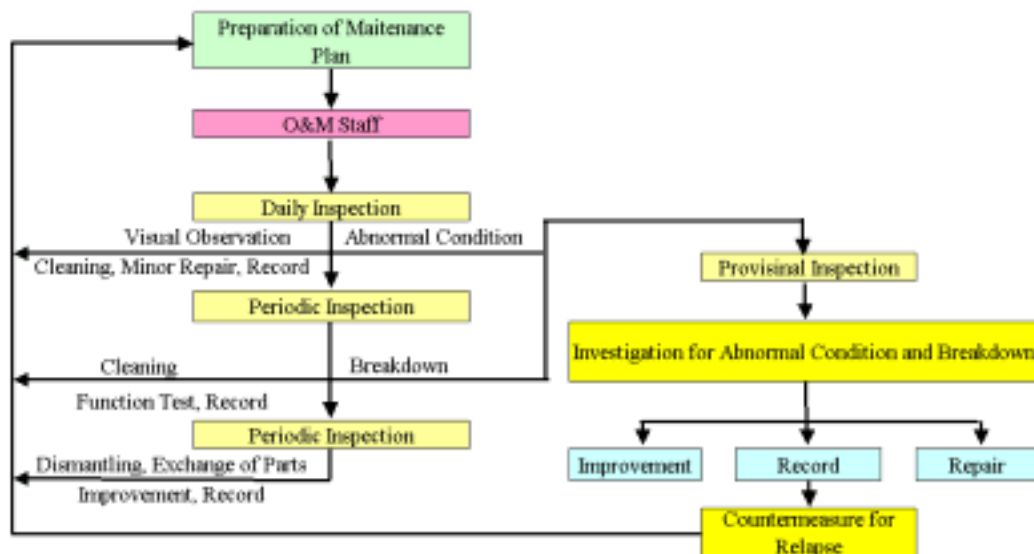


図 10.5.3 維持管理計画の概要

5) 水質管理

処理施設の処理効果を確認するため、処理施設への流入水質並びに処理施設からの放流水質に対する点検、検査が必要である。定期的な水質検査は、流入水質が処理施設に対して許容値以内かどうか、また放流水質が規制値以内かどうか確認するために重要な作業である。また水質を監視することは、処理施設の運転状態を確認するうえでも重要である。

10.5.4 提言

施設の維持管理を担当するスタッフは、維持管理に関する知識及び技術力が要求される。下水道公社は、施設を効率的に稼働させるために各施設に対して専門家を配置しなければならない。しかしシリアにおいては、そのような要求を満たす技術者が不足しており（特にポンプ場・処理場に精通した技術者）人材の確保は困難である。このことから、トレーニングプログラムを通じた関連スタッフの能力強化及び設備操作法の習得が求められる。以下の提言は、下水道公社の能力強化を目的とするものである。

1) トレーニング

下水道公社のスタッフには、担当作業に関する基礎的な知識が求められる。スタッフの知識及び能力向上のために、トレーニングプログラムには以下の内容を含むものとする。

- 下水道及び下水処理に関する一般知識
- 下水道施設の維持管理

これらの項目に対するトレーニングプログラムは室内講習と現場研修で構成される。下室内講習で下水道及び下水処理に関する一般知識を習得した後、現場研修で既存の施設/設備を実際に操作しながら維持管理技術を習得する。これらのトレーニングの講師として、関連する豊富な知識と経験を有する日本人専門家の活用は効果的である。

2) 記録の保管

前述したように、維持管理業務を効果的に実施するためには、維持管理記録を活用することが重要である。過去に発生した問題点の原因を分析することで、将来起こりうる事故に備えることもできる。このことから維持管理作業記録の整理・保管を重要課題のひとつとして提言する。維持管理作業記録として整理・保管しておくべき内容を以下に示す。

- 管渠の点検/保守記録（改築履歴も含む）
- 接続家屋数
- 処理場の調査・点検及び運転管理記録
- ポンプ場の調査・点検及び運転管理記録
- 水質調査/検査記録
- 必要備品管理記録
- 維持管理用資機材保守記録

10.6 技術援助プログラム適用に関する提言

10.6.1 技術協力の必要性

本調査結果に基づき、シリアの下水道セクターに求められる技術協力内容について以下にまとめる。

(1)組織・経営的側面

シリアにおける下水道セクターは、より効果的・効率的に機能するために改革が求められている。このため第10次5ヵ年計画では、上下水道事業の管理組織は住宅・建設省に一元化されることが明記されており、住宅・建設省は、その機能ごとに監督機関（本省）と執行機関（上下水道公社）に分離されることになっている。さらに、上下水道事業のより効率的な実施のため、自立した経営を目指した上下水道公社自身の組織改革にも言及している。

こうした背景のもと、現在、住宅・建設省に対してGTZによる技術協力が実施されている。技術協力は、1)モニタリングと評価、2)経済/財務的マネージメント、3)戦略的計画及びコミュニケーションマネージメント、4)プロジェクト開発及びマネージメント、5)人材育成の5つの内容から構成されている。

これらの内容から、組織・経営的側面に関して必要と考えられる技術協力内容は既に網羅されているため、組織・経営的側面に関する支援は必要ないものと判断する。

(2)技術的側面

1)施設の計画・設計

これまで、下水処理場及びポンプ場並びに下水幹線等の下水道施設に対する計画・設計はすべて住宅・建設省により管轄されてきた。しかし多く場合、実質的な作業は、政府系コンサルタントであるGCECにより実施されている。そのため住宅・建設省の職員には下水道施設の計画・設計に関する知識の蓄積がほとんど無い。またGCECにより実施された設計図書が住宅・建設省に保管されていないこともある。一方、GCECにおける計画・設計手法は、画一的で旧式であるものが散見された。例としてマスタープランの策定において、分散型下水道等、他のオプションと比較することなく中央集中型の大規模処理施設を計画する傾向にあった。またGCECには計画・設計に関する標準化された指針・基準/ガイドラインといったものがなく、以前、ロシアの専門家が技術協力の際に使用していたロシアのガイドラインが参考とされている。最近ではアメリカの技術書等も参考にしているようである。

このような状況から、将来的に、シリアの下水道セクターが自らの手で、下水道事業を推進していくためには、技術者の計画・設計に関する能力強化が不可欠である。

2)維持管理

Damascus、Aleppo、Hama並びにHomsといった、既に稼働している下水処理場を有する県においては、下水道公社並びに住宅建設省に貴重な経験が蓄積されている。しかし、維持管理作業に携わる技術者の知識並びに技術力の欠如のため、体系的かつ予防的な維持管理が行われているとは言えず、改善されるべき点も多い。例として、Damascus下水道公社では、下水管渠の詰まり等、クレーン処理対応に年間4,800回もの機会を割いている。彼らは下水管渠におえる定期的な点検や清掃作業も実施していない。こうした状況を改善するため、Damascus下水道公社に対し、JICAによる技術協力プログラムとして、管渠維持管理専門家が派遣され管渠維持管理に関する技術指導を行った。

一方、Adraa処理場においては、維持管理スタッフは日常業務における問題点は認識して

いないものの、維持管理マニュアルの整備、またトレーニングシステムについて不満を持っている。また下記事項に対する能力開発の必要性を認識しており、技術協力プログラムの実施を望んでいる。

- 処理水再利用を目的とした、窒素・りん除去技術
- 寄生虫卵除去技術
- 機械脱水設備に関する維持管理

処理場の維持管理作業は、処理効果（処理水質）へ直接的に影響するため、継続的かつ適正に実施されるべき重要な技術的課題のひとつである。シリアでは、現在稼働している処理場が少なく、処理場の維持管理業務に関する十分な知識・経験を持つ技術者が国全体に不足している。このため、将来、維持管理に関する指導者となる人材を育成することが急務である。加えて、地下水質汚染の防止、灌漑利用を目的とした処理水再利用の観点から“窒素除去”がひとつの重点課題となるが、窒素除去に係る維持管理は、現在 Adraa 処理場で用いられている標準活性汚泥法に比べ、より技術的な熟練を要する。

窒素除去を目的とした処理方式は、日本等では多くの自治体で採用されているため、それらの知識と経験を、技術協力プログラムを通じて、処理場で維持管理作業に携わるスタッフに対しトレーニングを実施し、技術移転を図っていくことが有効である。

3)水質管理

地方行政・環境省に対する、「全国環境モニタリング能力強化プロジェクト」が、JICAにより実施中である。このプログラムの中で、14 県にモニタリングセンターを設置し、環境に関する検査・解析技術の能力開発を図っていくものである。

環境セクターにより実施されている環境モニタリングとは別に、処理場における水質管理業務の目的は、大きく2つに区分される。1つは潜在的な汚染源である工場排水について監視・指導するとともに処理場の運転状況を確認するため、2つめは処理水質が放流規制値を遵守しているかどうか確認するためである。現在シリアでは、処理場における流入・放流水質のモニタリングは完全に実施されており、工場排水の採取・検査についても散発的に実施されている。これらの作業は処理場の水質管理部門の定期的作業として行われている。しかし水質管理に携わる技術者は、生物学的な下水の浄化機構、すなわち水質や汚泥指標と各処理施設における処理機能との相関関係に関する知識が十分でないため、水質試験結果を処理場の効果的な運転管理に活用出来ていない。このことから、前述したトレーニングプログラムの中に、水質に関するカリキュラムも取り入れるべきである。

10.6.2 技術支援プログラム（案）

シリアにおける下水道セクターの現状及び前項までの検討を踏まえ、技術支援プログラムの活用が有効であると考えられる。

(1)プロジェクト名

シリア国 下水処理場管理改善プロジェクト

(2)背景及び目的

シリアでは、地方における小規模な処理場を除くと、人口の集中している 4 大都市（Damascus、Aleppo、Homs、Hama）において下水処理場が稼働している。その他の都市、地域は下水管渠が整備されているにも関わらず処理施設が整備されていない。このため、未処理下水が公共水域（河川、海域、地下浸透）へ放流され、生活環境及び公衆衛生悪化の原因となっている。最近では、未処理下水による地下水汚染が顕在化しつつある。

生活環境及び衛生環境を改善するために、国家政策のひとつとして、全国の下水道整備を推進することが第 10 次五ヵ年計画にも宣言されており、これらは主として、住宅・建設省並びに地方行政・環境省により推進されている。下水道整備の促進は、水質汚濁改善並びに水源保全等に対して極めて有効な政策のひとつである。本プロジェクトはシリアにおける下水道整備の効率的、効果的な実施を支援することを目的とする。

(3)支援内容

既存下水処理場の維持管理状況改善という目的に照らし、現状において、パイロットプラントとして、その機能を十分に発揮できていない Adraa 処理場をプロジェクト対象施設とする。プロジェクト内容は、1)機能不良の状態にある施設の補修・修繕、2)施設維持管理作業内容の改善、3)処理場維持管理マニュアルの整備、4)職員の能力開発 等を含むものとする。講習及びトレーニング内容は実施設を用いた実務的な内容とし、将来において、他の処理場に対しても適用できる内容とする。また、関連スタッフが、下水道施設の計画段階から維持管理段階にいたるまでの総合的な技術を習得するため、技術移転する内容は、維持管理に関する技術だけでなく、施設の計画・設計に関する内容も含むものとする。

(4)プロジェクト期間

3 年間：2009 年 4 月～ 2012 年 3 月

(5)シリア国 カウンターパート

Damascus 下水道公社

(6)プロジェクト実施場所

Adraa 下水処理場

既存トレーニング施設を利用する。

(会議室：30 席、コンピューター室：10 台、視聴覚室：10 席)

(7)専門家アサインメント

1. 総括/下水処理専門家
2. 維持管理専門家（機械設備）
3. 維持管理専門家（電気設備）

4. 水質管理専門家
5. 施設計画専門家（土木）
6. 施設計画専門家（機械・電気）

(8)裨益者

- 直接的裨益者：Damascus 下水道公社スタッフ 800 人
間接的裨益者：Adraa 下水処理場の処理人口 1.5 百万人

(9)トレーニング内容

1) 現場研修（On the Job Training）

a. 一般事項

処理場の維持管理に関する全般的なトレーニングを行う。専門家は、日常の作業を通じて、維持管理に関する下記項目について指導を行う。

- ・維持管理マニュアルの整備
- ・常時及び非常時の管理体制の構築
- ・設計/竣工図書の整理
- ・運転管理及び日常点検・調査の記録
- ・電気代・燃料代の把握
- ・関連法規制の遵守

b. 改築・修繕

- ・改築・更新計画の策定
- ・簡易な設備修繕及び更新の実施

c. 処理施設のトラブルシューティング

d. 機械・電気設備に関する維持管理

e. 水質管理

- ・処理場の運転状態確認の監視・分析
- ・放流水質規制に対する監視・分析
- ・違法水質流入下水の監視・分析
- ・水質管理記録の保管

2) 室内講習

室内講習に先立ち、専門家は講習教材を準備する。講習は主に 4 つのコースから構成され、トレーニング期間内のスケジュールに基づき実施される。室内講習には、下記内容を含むものとする。

a. 下水処理場の計画・設計

- 下水道施設基本計画
- 下水処理の原理
- 下水処理場の設計
- 設計演習

b. 機械・電気設備の計画

- 下水道施設基本計画

- 下水処理の原理
 - 下水処理の機械設備
 - 下水処理の電気設備
 - 設計演習
- c. 下水処理場の維持管理
- 下水処理の原理
 - 下水処理施設の運転管理
 - 機械設備の運転操作
 - 電気設備の運転操作
 - データコントロールと管理
 - 安全規則
 - 実地演習
- d. 水質管理
- 下水処理の原理
 - 下水処理に関する生物学及び化学
 - 水質分析の概要
 - 処理施設における検査と評価
 - 放流水質試験
 - 放流許可手続き
 - 実地演習

(10) プロジェクトスケジュール

プロジェクトスケジュール(案)を表 10.6.1 に示す。

表 10.6.1 プロジェクトスケジュール(案)

トレーニング内容	2009				2010				2011				2012			
1. 現場研修	■															
a. 一般事項	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
b. 改築・更新			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
c. トラブルシューティング			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
d. 機械/電気設備の維持管理			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
e. 水質管理				■	■	■	■	■	■	■	■	■				
2. 室内講習					■											
講習教材の準備				■	■											
a. STP の計画/設計					■	■	■	■	■	■	■	■				
b. 機械/電気設備の計画						■	■	■	■	■	■	■				
c. STP の維持管理						■	■	■	■	■	■	■				
d. 水質管理						■	■	■	■	■	■	■				
3. 評価とレビュー				■					■				■			

以上の記述は、シリア下水道セクターの活性化・効率化に寄与すべく、技術協力内容を示唆したもので、また日本の協力に限定されるものではない。

11 経済財務分析

11.1 経済分析の方法論

11.1.1 序論

マスタープランにおける下水道プロジェクトは公共の福祉に貢献することを第一義にしており、それゆえ事業の収益性はその事業使命という観点から非常に考慮しづらい。下水道事業は財務的には費用の回収に困難を伴う傾向があるが、地域社会に様々な経済的便益をもたらす。従って経済的内部収益率 (EIRR) を用いて事業の正当性を検討するものとする。EIRR の算定は7つの優先プロジェクト各々について行うと共に、マスタープラン全体としての算定も行うこととする。

11.1.2 経済分析における全般的な前提条件

EIRR の算定において、プロジェクトライフの期間は目標年次に到達するまで、すなわち2025年までとした。

国内物価水準における国内通貨(Syrian Pound: SP)を経済分析に用いる基本数値とした。

経済的コストと便益の数値は、まず名目価格を用いて算定し、これに基づきプロジェクトコストの積算と同様に年率7.2%の物価上昇率を想定して算定した。

経済的コストとしては、プロジェクトコストから税金相当分と想定される5%を差し引き、これにプロジェクトライフ全期間におけるO&Mコストの増加分(プロジェクトありと無しの場合との差額)を加えてを計上した。

EIRR 算定において、数値化できる経済的便益のみを考慮した。下水処理、処分の改善に伴う潜在的便益は多くあり、特に経済的便益の数値化が試みられているものの、多くのものはまだ定量化ができていない。こうした項目は、定量化していないので、ここで算出するEIRRは安全側の推計ということになる。

11.1.3 観光の振興による経済便益

シリア全般、あるいはマスタープラン対象地域の一部はシリアを訪れる観光客の重要な到着地と考えられる。マスタープラン対象地域に関するデータは入手できないため、観光省計画局が行った推計に基づき、観光客数を表11.1.1のように算定した。

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

Governorate	Existing number of tourists per Governorate	Percentage relating to M/P priority area	Existing number of tourists per M/P priority area
Latakia	660,000	70%	462,000
Tartous	440,000	50%	220,000
Deir-Ez-zor	30,000	40%	12,000
Hassakeh	10,000	60%	6,000
Raqqa	10,000	60%	6,000
Dar'aa	200,000	100%	200,000
Rural Damascus	1,900,000	60%	1,140,000

観光省はマスタープランプロジェクト実施後には、各地域とも観光客数は現在の 50% 程度増加するものと期待している。しかし、新しい観光客の誘致は他の事業や地域の誘致活動等との総合的成果として期待できるものであり、他の施策のサポートがなければ、下水道整備だけでこの数値に到達できるものではない。従って、下水道整備による効果としては、現在の 5% 増加を想定することとした。

更に観光省によれば、シリアに滞在した観光客は平均で約 500 US ドルすなわち 25,000 SP を使うとされている。従って観光人口が 5% 増加することによる国家経済に与える便益は一人当たり 1,250 SP と推計した。

11.1.4 健康に関する経済便益

健康に関する便益は、水系伝染病（例：チフス、肝炎、赤痢、胃腸炎、コレラ等）の罹患によってもたらされる経済的損失の減少とした。経済的損失の減少は、2 種類のものがあげられる。(1) 生産時間の損失に伴うコスト損失の減少及び(2)医療費の減少である。

(1) 生産時間の損失

健康省によれば、シリアにおける 2006 年の水系伝染病罹患件数は、肝炎 2,574 件、サルモネラ菌中毒 4,029 件、溶血性 / 非溶血性下痢 171,422 件、急性下痢 7,628 件が公式に登録されている。肝炎とサルモネラ菌中毒の治療に 1 ヶ月、下痢の治療に 1 週間要するものと仮定すれば、年間約 3,800 人・年の生産時間が水系伝染病の公式登録者だけで喪失していることになる。この公式登録者に加えて、シリアの就労者へのヒアリングによれば、一人当たり少なくとも 1 年に 3 日は水系伝染病の感染により仕事を休むとのことであり、これは公式には登録されていない。すなわち更に 173,100 人・年の損失 (21,061,000 × 3 / 365) が見込まれ、合計 176,900 人・年の損失がシリア全体で想定される。

これら水系伝染病に起因する就労機会の損失はシリア全土に均等に発生するものと仮定する。従って、マスタープラン対象地域のシェアはシリア総人口 に対する当該地域の人口割合により算定した。生産時間の損失による経済コストはシリアの一人当たり総家計収入を用いた。2005 年の世銀調査によれば一人当たりの総家計収入は 1,380 US ドル、すなわち

70,000 SP である。

また、マスタープランプロジェクトによる下水道整備により、水系伝染病の 40% が減少するものと想定し（従って 60% は下水の未整備以外の原因で発生していると想定）、経済便益も前述した数値の 40% を計上した。この下水道整備によって達成される 40% は、「World Development Report: Investing in Health (World Bank, 1993)」に基づいた。

(2) 医療費

WHO の統計によれば、シリアにおける一人あたりの総医療費は 2004 年で 108.8 US ドル、すなわち 5,500 SP である。健康省と協議した結果、他に有用なデータがないため、総医療費の 15% すなわち 820 SP が水系伝染病の治療に要する一人当たりの医療費であると想定した。従って、この数値をマスタープラン対象地域の人口に適用して水系伝染病に対する医療費の総額を算定した。また、生産機会の損失と同様に、その 40% が下水道の未整備に起因するものとして、経済便益を算定した。

11.1.5 処理水再利用の経済便益

マスタ - プラン対象プロジェクトが実施されると、下水処理水を灌漑用水として再利用することが考えられる。現在、灌漑用水は殆どが地下水または表流水が使われているが、多くの対象地域は地下水水源が量的に逼迫している。従って対象地域において再利用できる処理水は、逼迫した水資源を節約する機会費用、すなわち地下水の経済価値として算定されなければならない。地下水節約の経済価値付けには様々な手法が考えられるが（この議論は本調査の範囲を超える）、消費者の支払い意思額を用いる手法がよくある。シリアの消費者の水道水への支払い意思額は現在の最低水道料金 3 SP/m³ と大きく異なるものと想定される。従って、3 SP/m³ を処理水の経済価値として適用した。ただし、この数値は過小であるかも知れないことを付記しておく。

対象地域のうち、地下水が灌漑用水として使われていない地域（すなわち河川水が使われている Deir-ez-sor, Hassakeh and Raqqa）においては、処理水の経済価値として河川水をポンプアップする費用に置き換え、シリアにおける他の調査結果に基づき 0.5 SP/m³ と想定した。

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

ダマスカスの下水処理場での経験により、消化下水汚泥は農業用の肥料として売却できることが解っている。現在汚泥は 200 SP/m³ で売られており、これは経済便益算定のための市場価格として想定することができる。発生汚泥量の半分が売却できるものと想定した。

11.1.7 定量化していない経済便益

多くの他の経済便益が EIRR 算定時に考慮されなかった。例えば水質改善された地下水、下流側の水道事業の便益、環境改善に伴う便益、土地・不動産の価値上昇、事業活動機会の上昇（観光事業以外の）等であり、これらは定量化しなかった。

11.2 マスタープランの経済分析結果

11.2.1 EIRR の算定結果

マスタープランで対象とした7優先プロジェクトそれぞれの EIRR 算定結果及びその平均を表 11.2.1 に示す。

表 11.2.1 EIRR 算定結果

Area	EIRR
Lattakia M/P priority area	25.5%
Tartous M/P priority area	3.2%
Deir-ez-zor M/P priority area	14.7%
Hassakeh M/P priority area	11.4%
Raqqa M/P priority area	24.1%
Dar'aa M/P priority area	26.1%
Damascus Rural M/P priority area	18.0%
Master Plan Average	15.0%

すべてのマスタ - プランプロジェクトを対象に、割引率 10%とした場合の NPV は 764.6 百万 SP となった。

EIRR 計算及びその前提条件の詳細は「Appendix for Chapter 11 Economic Analysis for Master Plan Priority Area」に示す。これらの計算結果は資本費、維持管理費の概略積算金額をベースにしており、また、経済的コストと便益は物価上昇率 7.2%/年を考慮後の国内通貨を基準としていることを付記しておく。

11.2.2 経済分析の結論

前記の EIRR 計算結果に見られるように、安全側の前提条件を採用しているにも拘らず、マスタ - プランプロジェクトは経済的観点から全体としてフィージブルであり、NPV はプラス 764.6 百万 SP、EIRR は平均 15.0%となった。特に Damascus 郊外県の対象地域は 18.0%となっており、平均値を上回っている。

観光の振興、生産時間の損失の減少、医療費の減少がもたらす経済便益はマスタープラン対象の地域全体としては大きな割合を占めている。しかし、個々の地域の人口、観光の魅力性、水資源の逼迫度等の条件によって状況が大きく異なっている。例えば、処理水再利用の経済便益は、水資源が逼迫している対象地域においては、より大きな割合を占めている。

11.3 マスタープランプロジェクトの財務計画の概要

11.3.1 財務計画の目的と前提条件

対象プロジェクトの財務計画の目的はそのプロジェクトが財務的に実現可能であることを確かめることである。特に、財務計画はプロジェクトへの必要融資額を決定すべきであり、これには資本費、維持管理費、財務的経費及びその財源内訳が含まれる。

詳細な財務計画は F/S ステージでダマスカス郊外県の優先プロジェクトを対象に実施することになるが、本節においては、マスタープラン対象地域全体に適用できる財務計画への配慮事項について整理する。

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

下水道プロジェクトの資本費を利用者の料金でまかなうことは、国際的にみても非常にまれなことであり、これは今後のシリア政府の方針にも適合しない事項である。

例えば、マスタープラン対象7プロジェクトのフルコストリカバリーの可能性について、次のような概略検討ができる。M/P プロジェクトの総事業費は約 3,300 百万 SP と積算される。プロジェクトライフ期間中の受益人口が平均約 42 万人なので、一世帯あたり人口を 5.5 人 (2004 年センサス) とすれば、一世帯あたりの資本費は 43,000 SP となる。維持管理費の平均値は物価上昇を除いて年間約 55 百万 SP であるから一世帯あたりの維持管理費は 720 SP となる。従って、資本費の回収期間を最大限の 20 年と仮定しても、一世帯あたりの資本費と維持管理費の負担金額は年間約 2,870 SP (43,000 SP / 20 年 + 720 SP) である。一方、受益者は現行の下水道料金表に従えば、年間固定料金として 120 SP、水量に基づく使用料として 33 SP (平均原単位 110 lpc / 1000 × 365 日 × 5.5 人 × 5% × 3 SP)、合計 153 SP の使用料である。これは、資本費を使用料で賄おうとすれば、物価上昇を除いても現行料金を 19 倍 (2,870 SP / 153 SP) 以上値上げしなければならないことを意味している。また、この資本費は施設の更新費用や財務的経費を含んでいない。このような急激な値上げは全く実現可能性がない。

こうしたことから、本プロジェクトの財務計画の立案に際しては、投資コストと料金収益のバランスに着目した財務的内部収益率 (FIRR) に基づいてプロジェクトのフィージビリティを評価することは適切ではない。したがって、財務的実現性の検討に関しては FIRR の指標を用いるのではなく、プロジェクトをフィージブルとするため、国の補助金と料金の適正なレベルはどうあるべきかという観点からアプローチする。

これに対して国際的なベストプラクティスに従えば、少なくとも維持管理費は使用料で賄うべきである。従って、維持管理費のコストリカバリーはプロジェクトの財務的実現性を評価する上で欠かせないことである。

11.3.2 維持管理費のコストリカバリー

第10次5カ年計画では、下水道事業のコストリカバリーは徐々に上げていき維持管理費に対して2006年の25%から2010年には50%にすべきであるとしている。この根拠はよくわからないが、現在の維持管理費のコストリカバリーは、Damascus 下水道公社では既に50%に到達している。従って、財務的健全性という見地から、維持管理費を100%回収すべきという前提に立つものとする。維持管理費の100%回収は財務計画において非常に重要なことであるが、同時にプロジェクトライフ全期間にわたりプロジェクトの財務的持続性のための達成可能な目標でもある。

表11.3.1はマスタープラン7プロジェクトの処理水量1m³当たりの維持管理費である。このコストは2014年から2025年間の平均値であり、物価上昇を考慮していない。

表 11.3.1 M/P プロジェクトの単位維持管理コスト

M/P Priority Area	Average O&M cost per one m ³ of wastewater (in constant prices)
Lattakia	4.8
Tartous	2.2
Deir-ez-zor	1.7
Hassakeh	2.5
Raqqa	1.0
Dar'aa	1.9
Damascus Rural	2.6
M/P Average	2.0

表に見られるように、M/Pプロジェクトの1m³当たり維持管理コストはRaqqaの1 SP/m³からLattakiaの5 SP/m³までの範囲で変動しており、他は概ね2 SP/m³ (物価上昇除く)である。この維持管理コストは、シリアで既に処理場が稼働している地域と対比できる。Damascusで3.7 SP/m³、AleppoとHomsで3.5 SP/m³となっている。単位維持管理コストのプロジェクト間の違いは、採用した技術の違い、規模、その他の要因による。例えば、単位維持管理コストが最も高いLattakiaは、規模が最も小さい。

11.3.3 下水道プロジェクトの財務計画の概要

前述したように、M/Pプロジェクトの財務計画においては、資本費は政府予算、あるいは公共債、国際金融機関の融資等を利用した補助金という形で実施機関へ供与され、その返済は政府予算から充当される、もしくは援助機関の無償資金が供与されるという前提に立つものとする。従って、資本費の償却はこの財務計画では範囲外となる。

同時に、M/Pプロジェクトの健全な財務マネジメントには、プロジェクトから得られる収入(下水道使用料)は少なくとも維持管理費をカバーできることが要求される。

これに必要な下水道料金は、概略次のように計算できる。M/P プロジェクト完了後の平均維持管理費を 2 SP/m^3 とする。一人当たり水使用量を 110 lpc 、一世帯当たり人口を平均 5.5 人 (2004 センサス) とすれば、一世帯 1 月当りの水使用量は約 18 m^3 ($110 \text{ lpc} / 1000 \times 30 \text{ 日} \times 5.5 \text{ 人}$) となる。従って維持管理費に見合う下水道使用料は 1 月当たり約 36 SP ($18 \text{ m}^3 \times 2 \text{ SP}$)、すなわち約 7.2 US ドル となる。このうち 10 SP/月 は固定料金として既に支払われており (120 SP/年 の一月分)、変動部分の料金は 1.44 SP/m^3 (物価上昇除く) となる。従って、維持管理費を 100% 回収するためには、仮に、現行の水道料金のパーセンテージで下水料金が規定され、かつ 3 SP/m^3 という水道料金体系が維持される場合、水道料金に対するパーセンテージは 50% ($1.44 / 3$) ということになる。

水道料金から幾分かクロスサブシディとして補填することも考えられるが、これは遠い将来のこととなる。現状では水道事業も補助金を必要としているからである。

国の平均下水道料金に関する詳細な検討は、地域性の違いや、間もなく改訂される料金表の料金内訳の情報がないために、現時点で行うことは早計である。F/S ステージにおいて実施されるダマスカス郊外県を対象にした F/S 調査において、より詳細に再検討するものとする (F/S 調査報告書 7 章 7.2.4(2)参照)。

11.3.4 財務計画から得られた知見

上述した M/P プロジェクトに関する財務計画の概要に基づき、以下の結論が導かれる。

- プロジェクトの資本費はシリア政府あるいは他のドナーからグラントという形で事業実施機関へ供与されると想定される。
- 下水道プロジェクトの財務的持続性確保のため、将来にわたり維持管理費を下水道料金で回収することが推奨される。
- 維持管理費を 100% 回収するためには、下水道料金を少なくとも 1.44 SP/m^3 (物価上昇除く)、すなわち、最低水道料金の約 50% の水準とすることが必要である。
- 下水道料金は物価上昇を考慮して定期的に調整する必要がある。
- 維持管理の実態が地域的に異なることから、下水道料金を地域的に変えてもよいと考えられる。
- 水道事業からのクロスサブシディは将来考えがたい。

12 小都市・村落下水道データベースの策定

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

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

12.1 各省庁における GIS の利用状況

表 12.1.1 示す省庁において GIS が利用されている。しかし、各省庁間のデータ共有等の連携はない。

表 12.1.1 GIS 利用省庁とその利用状況

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

12.2 小都市・村落下水道データベースの策定（現地再委託）

12.2.1 GIS ソフトウェアの選定及び購入計画

シリアにおいては、Geomedia 及び ArcGIS が利用されている。しかし、これら米国製 GIS ソフトは、米国による「対シリア制裁法案」(2003年12月)により購入ができない。

しかし、現状調査によると、シリア内 GIS ソフトウェア販売業者は上記法案施行以前にライセンスを大量購入・取得しており、それを販売しているとのことであった。

本調査では ArcGIS を購入・利用することとした。この理由として GIS ソフトウェアの操作性、GIS ソフトウェアの販売会社の状況、各省庁における GIS ソフトウェア使用状況、将来における各省庁内の使用ソフトの傾向又は計画及び入手予定の基本地図データのファイルフォーマットを考慮して決定した。その結果を表 12.2.1 示す。

表 12.2.1 GIS ソフトウェアの選定結果

選定項目	ArcGIS	Geomedia
GIS 販売会社	ESRI 社	Intergraph 社
GIS ソフトウェアの操作性	図形及びその属性をシェイプファイルで作成するため、ファイル管理が簡易である。このシェイプファイルの新規作成及び変更方法を理解すれば基本的な操作は可能である。	図形及びその属性は、MS-Access,Oracle 等データベースで管理されている。操作に関しては Geomedia のワークスペース内での操作を理解すれば、基本的な操作は可能である。
評価	○	○
シリア内での GIS ソフトウェアの販売会社の状況	販売会社：HI-TECH HOUSE 社 ESRI 社の代理店として登録されている HI-TECH HOUSE 社が販売している。最新版(9.1)は、米国経済制裁の影響で購入する事はできない。但し、バージョン 8.3 については購入が合法的に購入できることが確認できた。	販売会社：Modern & Technologies 社 Intergraph 社の代理店としては登録されておらず、ドバイの代理店の出張所である。但し、日本 Intergraph 社に本出張所の有無について問い合わせたと所、不明との回答を得た。さらに、Geomedia の購入については直接 Intergraph 社からの承認を得られないことが判明した。
評価	○	×
GIS ソフトウェアのライセンス管理	ArcGIS は、そのソフトウェアがインストールされたパソコンに dongle を付けないと利用できない。よって、ライセンス管理が適切に実施できることから違法コピーの流出を防ぐ事ができる。	上記販売会社から購入予定の Geomedia は、dongle といったハードウェアキーが無い。違法コピーの流出が心配されライセンス管理も適切に実施できない。
評価	○	×
各省庁における GIS ソフトウェア使用状況	住宅・建設省内地方計画局、測量局、リモートセンシング公団、ダマスカス市上下水道公社、水資源情報センター、ダマスカス市下水道公社での使用を確認した。	地方行政・環境省の Decision Support Center のみで使用していることを確認した。
評価	○	
将来における各省庁内の使用ソフトの傾向又は計画	ArcGIS を利用している部署は、今後も同様のソフトを利用するとの回答を得た。また、都市計画省においては現在 Geomedia を利用しているが、今後 ArcGIS に移行するとの情報を得た。	地方行政・環境省の Decision Support Center のみで今後も同様のソフトを利用するとの回答を得た。
評価	○	

表 12.2.1 GIS ソフトウェアの選定結果

選定項目	ArcGIS	Geomedia
入手予定の基本 地図データのフ ァイルフォーマ ット	現在、事前調査に示されている通り地方行政・環境省の Decision Support Center で実施中のプログラム「包括的災害削減プログラム」において作成中の GIS データを入手する予定である。しかし、この基本地図データは元々測量局から入手したものであり、そのファイルを Geomedia 用に変換している。よって、ファイル変換による誤差が心配される。よって、Decision Support Center が最初に入手したオリジナルのシェイプファイルを手渡し、本下水道データベースの構築において品質を保持する。	
評価	○	
総合評価	12 点	5 点

備考：○：2 点、△：1 点、×：0 点

GIS ソフトウェアの購入については、当初計画していた Geomedia の購入計画を踏まえ、同様の仕様を備えたソフトウェア購入を計画した。表 12.2.2 にその計画を示す。

表 12.2.2 GIS ソフトウェアの購入計画の変更

当初の資機材購入計画	変更後の資機材購入計画
Geomedia Professional : 7 ライセンス	Arc View: 7 ライセンス
Geomedia PublicWorks: 1 ライセンス	Arc Editor: 1 ライセンス

12.2.2 基本地図データの選定

最初に事前調査においても利用可能性が示されていた地方行政・環境省内の Decision Support Center の実施プロジェクト「包括的災害対策プログラム」(Comprehensive Disaster Reduction Programme)の構築データを検証することとした。

表 12.2.3 「包括的災害対策プログラム」の構築データの概要

項 目	内 容
対象地域	シリア全土
データベース	市町村名の行政境界 都市計画 土地利用、地形、地質図、植生率 気温、雨量 観光施設（遺跡） 保健指標（病院） 道路網 下水道カバー率
使用 GIS ソフト	Intergraph 社 Geomedia

基本地図データ（ 、 、 ）の入手に関しては、同様のデータを保持している住宅・建設省地方計画局から提供を受け、このデータを本調査で利用することとした。他の情報（ 、 、 ）については、GIS 地図内における各地域の中心部にデータを配置させて

いるため、緯度経度を基に場所を特定する事が出来ない。このことから、GIS データベースとして利用する事が難しい。

12.2.3 データベースの策定

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

(1) 調査対象施設とその属性データ項目

住宅・建設省地方計画局から入手した基本地図データを基に下水道データベースを構築する。データベースの対象施設及び属性データ項目は、表 12.2.4 の通りである。対象施設は、住宅・建設省との協議で選定された。対象施設は以下の理由で選定された。

➤ 下水道システムの基幹施設；下水処理場、ポンプ場及び下水道幹線

下水道施設の運転・維持管理や将来計画策定時に下水道システムの基幹施設に関する情報が利用される。従い、本情報の収集を優先的に実施する。

➤ 公共用水域の水質に影響を与える汚濁負荷源；家畜、工場

排水基準や排水管理の実施時に特定可能な汚濁負荷源の情報が必要となるため調査対象とする。

➤ 水質汚濁時に影響を受ける水源；河川、井戸及び湧水

下水処理場や汚濁負荷源からの放流や水道原水取水に関する地点選定の際にこの情報が利用されるため、調査対象とする。

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

調査項目		単位	データ形式
1-1. 水源	(1) 緯度経度	-	° ' " N ° ' " E
	(2) 地名	-	
	(3) 取水方式	-	1:□ 表流水 2:□ 地下水 3:□ 湧水 4:□ その他 ()
	(4) 取水量	m ³ /日	計画： m ³ /day 実績： m ³ /day
2-1. 工場	(1) 緯度経度	-	° ' " N ° ' " E

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

調査項目		単位	データ形式	
	(2)	工場名	-	
	(3)	工種	- 1: <input type="checkbox"/> オリーブ 2: <input type="checkbox"/> 食料 3: <input type="checkbox"/> 化学 4: <input type="checkbox"/> 建設資材 5: <input type="checkbox"/> 繊維 6: <input type="checkbox"/> その他()	
	(4)	除外施設	m ³ /日 計画: _____ m ³ /day 実績: _____ m ³ /day	
	(5)	放流量	m ³ /日 計画: _____ m ³ /day 実績: _____ m ³ /day	
	(6)	放流量	mg/L BOD _____ mg/L	
	(7)	放流先の緯度 経度及び 放流先	-	_____ ° _____ ' _____ " N _____ ° _____ ' _____ " E
				1: <input type="checkbox"/> 排水溝又は河川 (名前: _____) 2: <input type="checkbox"/> 管渠 3: <input type="checkbox"/> 農業利用 4: <input type="checkbox"/> その他 (_____)
2-2. 畜産	(1)	緯度経度	_____ ° _____ ' _____ " N _____ ° _____ ' _____ " E	
	(2)	地名	-	
	(3)	種別	- 1: <input type="checkbox"/> 羊 2: <input type="checkbox"/> 牛 3: <input type="checkbox"/> その他 (_____)	
	(4)	頭数	頭	
	(5)	放流先の緯度 経度及び 放流先	-	_____ ° _____ ' _____ " N _____ ° _____ ' _____ " E 1: <input type="checkbox"/> 排水溝又は河川 (名前: _____) 2: <input type="checkbox"/> 管渠 3: <input type="checkbox"/> 農業利用 4: <input type="checkbox"/> その他 (_____)
3-1. 下水道管・管渠	(1)	地名	-	
	(2)	排水区域面積	m ²	
	(3)	対象人口	人	
	(4)	延長	m	
	(5)	管径	mm	
	(6)	建設年	年	
	(7)	維持管理履歴	-	
4-1. 下水処理場	(1)	緯度経度	_____ ° _____ ' _____ " N _____ ° _____ ' _____ " E	
	(2)	処理場名	-	
	(3)	敷地面積	m ²	

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

調査項目		単位	データ形式
	(4) 処理方法	-	1: <input type="checkbox"/> 標準活性汚泥法 2: <input type="checkbox"/> 長時間曝気 3: <input type="checkbox"/> ウェットランド(植生浄化) 4: <input type="checkbox"/> オキシデーションディッチ 5: <input type="checkbox"/> ラグーン 6: <input type="checkbox"/> その他
	(5) 処理容量	m ³ /日	計画: _____ m ³ /day 実績: _____ m ³ /day
	(6) 対象人口	人	
	(7) 建設年	年	
	(8) 維持管理履歴	-	
	<図面>		
	(1) 位置図	-	
	(2) 一般平面図	-	
4-2. ポンプ場	(1) 緯度経度	-	_____ ° _____ ' _____ " N _____ ° _____ ' _____ " E
	(2) ポンプ場名	-	
	(3) ポンプ数	no.	計画: _____ 実績: _____
	(4) ポンプ容量	年	計画: _____ m ³ /day 実績: _____ m ³ /day
	(5) 建設年	年	
	(6) 維持管理履歴	年	
	<図面>		
	(1) 位置図	-	
(2) 一般平面図	-		

(2) 調査対象数

本調査対象7県における調査対象施設数が膨大な数となるため、本調査期間中に全て調査を完了させる事は不可能である。調査対象施設及び調査対象数は、以下の方法で決定することとした。

- 各県において最低15箇所を調査する。Damascus 郊外県については、他県と比較して工場数が多いことから、調査対象数を増加させる。
- 主要幹線の踏査については時間的制約から困難である。よって、収集図面を利用してその位置をデジタイズする。
- 調査対象箇所の選定は、各県の推薦箇所及び JICA 調査団の選定箇所とする。

(3) GIS データの座標系・測地系の選定

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

あるため公開されていない。よって本調査では、世界標準の GCS_WGS_84 及び WGS_1984_UTM_Zone_37N を採用する。

12.2.4 下水道データベース

(1) フォルダ構成

シェイプファイルのフォルダ構成を以下に示す。このフォルダ構成は県毎に作成される。

表 12.2.5 各シェイプファイルのフォルダ構成

メインフォルダ名	サブフォルダ名	レイヤー名
BASEMAP	MAP	このレイヤーは GES によって定義されている。
	ADDITION	ORGAN_PLAN
		BOUND_VILLAGE
SW_DATABASE	WR	WR
		WPS_I
		WPS_L
	SF	SEWER
		STP
		PS

* GES; General Establish Survey (測量局)

(2) 属性データ

各シェイプファイルに含まれる属性データ内容を以下に示す。各属性データの定義については付録に示す。さらに、測量局による基本地図データのレイヤー定義及び住宅・建設省から入手した基本地図データのレイヤー有無についても付属資料 12.1 に示す。

表 12.2.6 各シェイプファイルに含まれる属性データ内容

No	レイヤー名	種別	データ内容	主属性データ
1	ORGAN_PLAN	ポリゴン	将来市街地計画のポリゴン	id, name, Pop, Remark
2	BOUND_VILLAGE	ポリゴン	小都市及び村の境界	id, name, Pop, Remark
3	WR	ポイント	水道水源のポイント	id, LAT_DEG, LAT_MIN, LAT_SEC, LON_DEG, LON_MIN, LON_SEC, Name, I_Method, Amount_D, Amount_A, Remark
4	WPS_I	ポイント	工場のポイント	id, LAT_DEG, LAT_MIN, LAT_SEC, LON_DEG, LON_MIN, LON_SEC, Name, I_Sector, Capa_TD, Capa_TA, Dis_D, Dis_A, Dis_LAT_DEG, Dis_LAT_MIN, Dis_LAT_SEC, Dis_LON_DEG, Dis_LON_MIN, Dis_LON_SEC, WQ_BOD, Type_Dis, Remark
5	WPS_L	ポイント	家畜のポイント	id, LAT_DEG, LAT_MIN, LAT_SEC, LON_DEG, LON_MIN, LON_SEC, Name, S_Live, Num_H, DDis_LAT_DEG, Dis_LAT_MIN, Dis_LAT_SEC, Dis_LON_DEG, Dis_LON_MIN, Dis_LON_SEC, WQ_BOD, Type_Dis, Remark
6	SEWER	ポリライン	下水管及び管渠の線	id, Name_L, C_Area, S_Pop, Length, Diameter, C_Year, R_Year, Remark
7	STP	ポイント	下水処理場のポイント	id, LAT_DEG, LAT_MIN, LAT_SEC, LON_DEG, LON_MIN, LON_SEC, Name, S_Area, T_Method, Capa_D, Capa_A, S_Pop, C_Year, R_Year, Remark
8	PS	ポイント	ポンプ場のポイント	id, LAT_DEG, LAT_MIN, LAT_SEC, LON_DEG, LON_MIN, LON_SEC, Name, Num_PD, Num_PA, Capa_D, Capa_A, C_Year, R_Year, Remark

(3) 各県の下水道 GIS データベースの結果

シリア全土及び各県における現地調査地点を GIS 上で示した図を次ページより示す。なお、本 GIS データにおける各調査地点は属性データが入力されている。

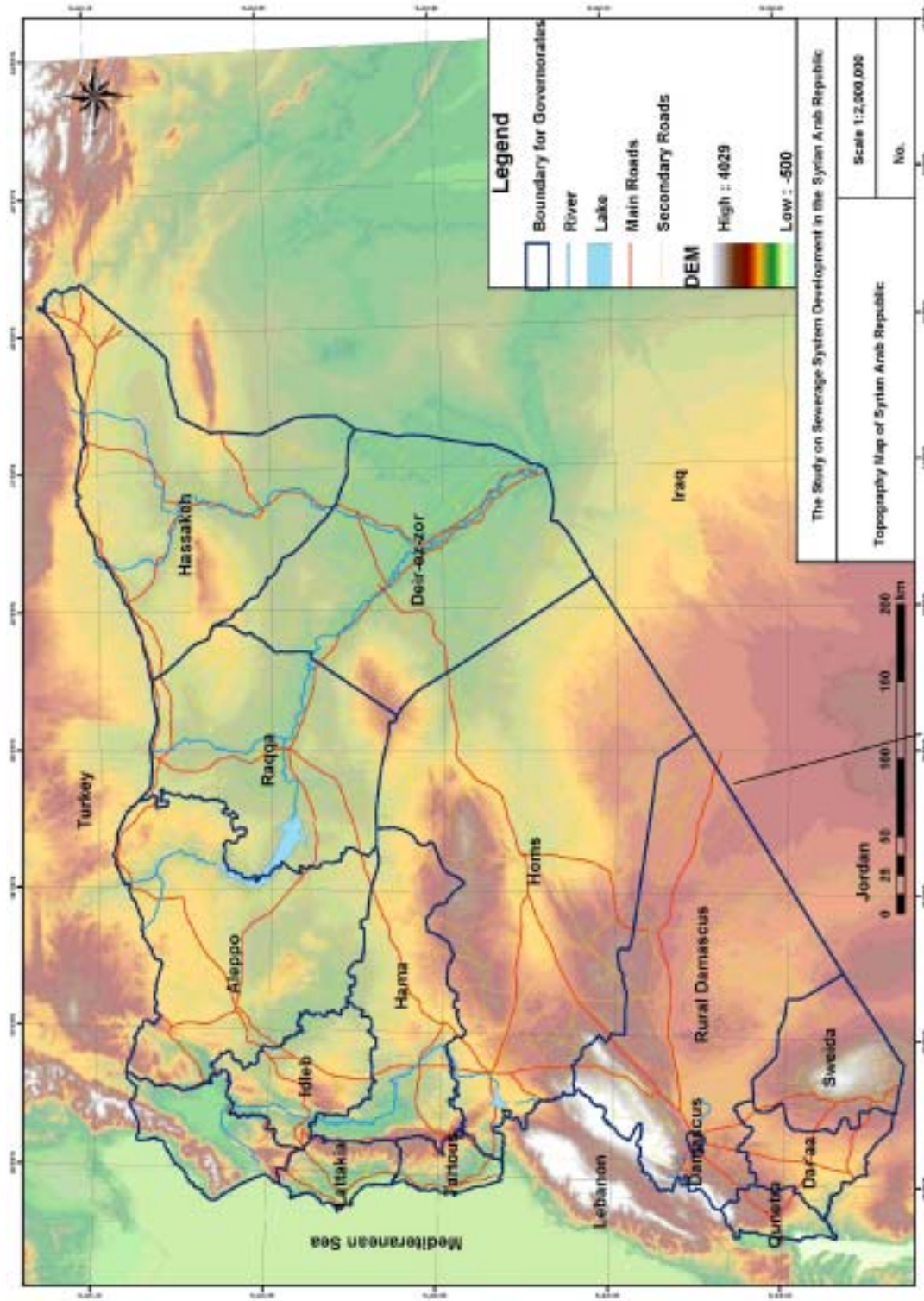


図 12.2.1 シリア地形図

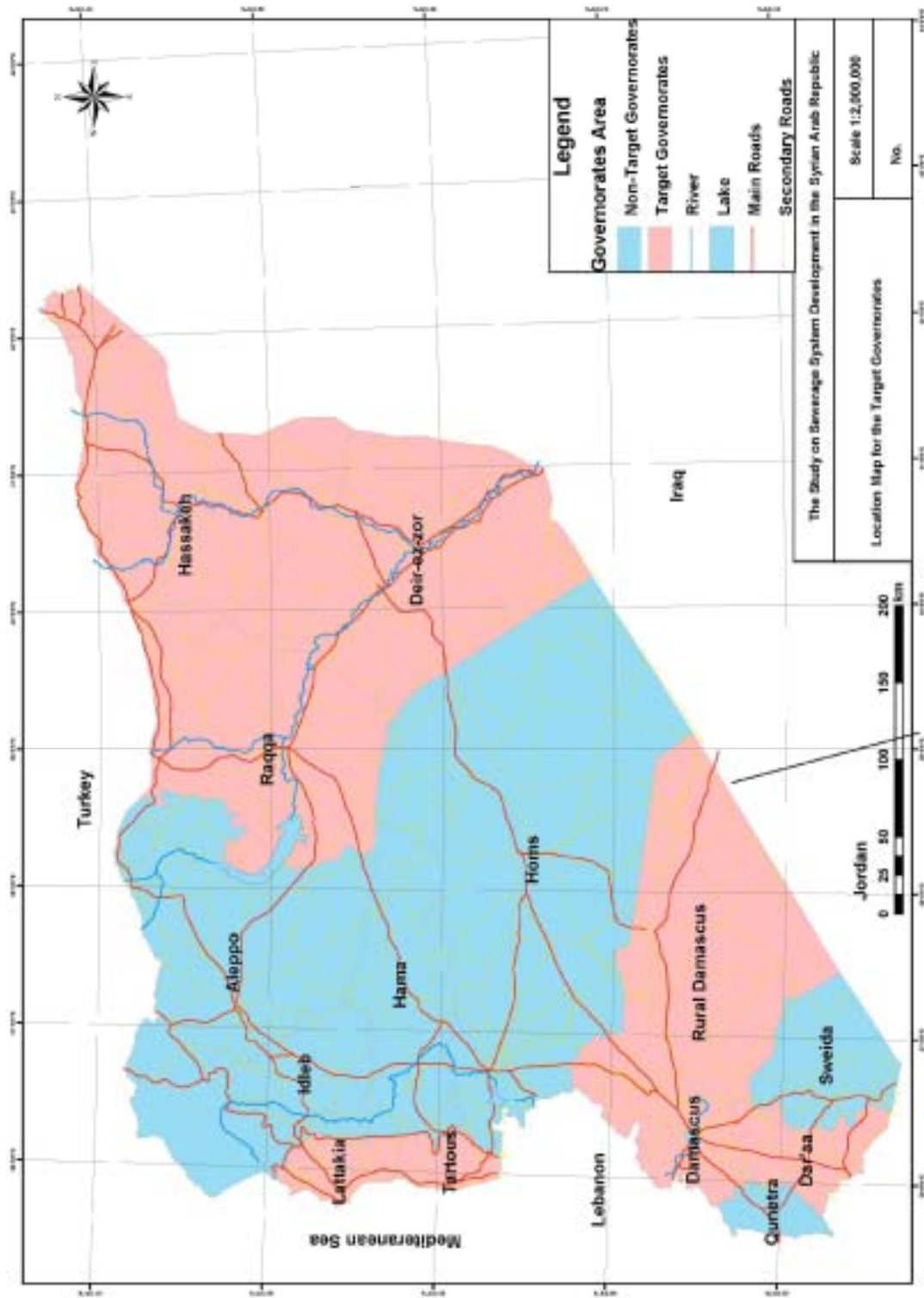


图 12.2.2 対象 7 県位置図

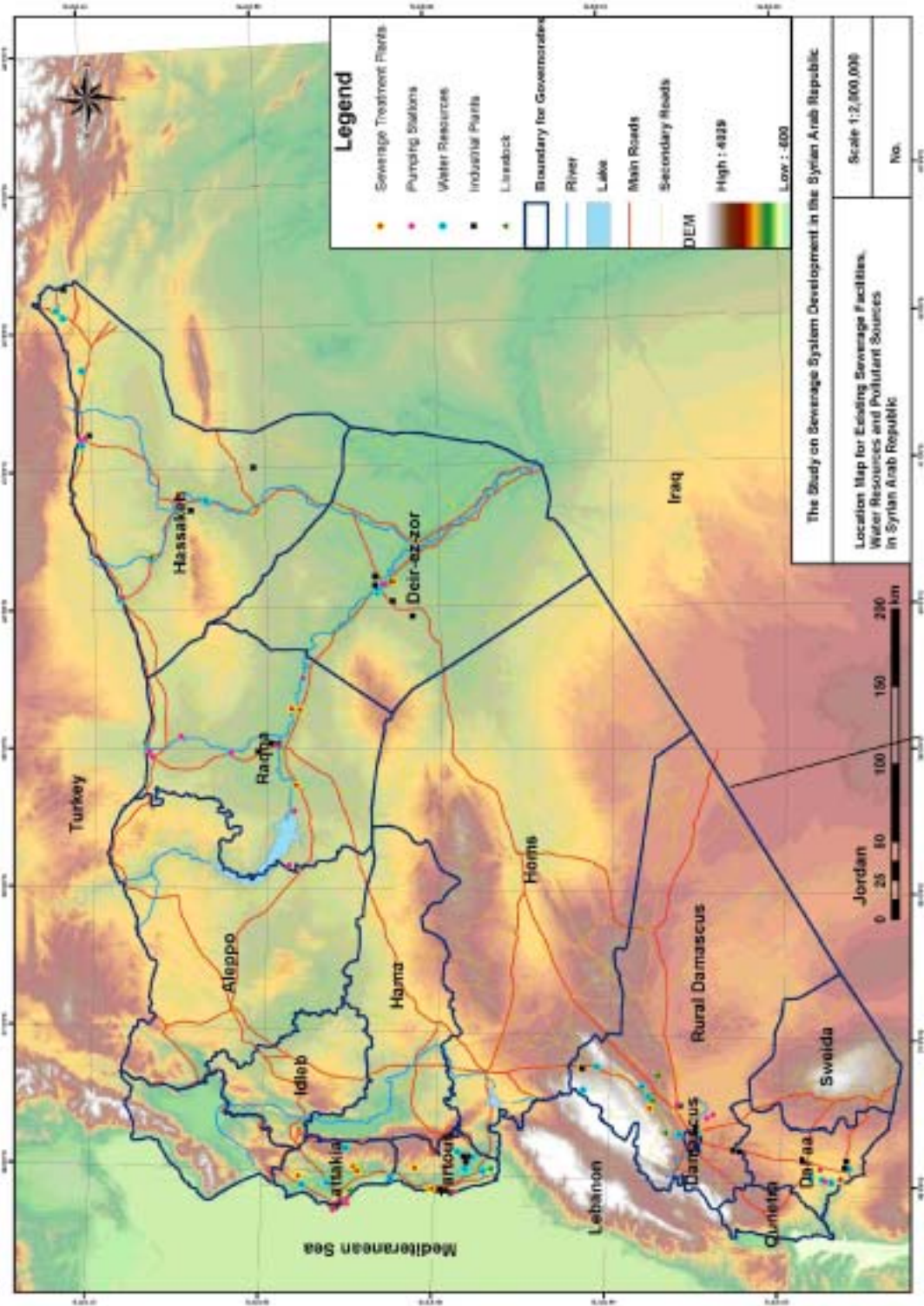


図 12.2.3 既存下水道施設位置図（シリア全土）

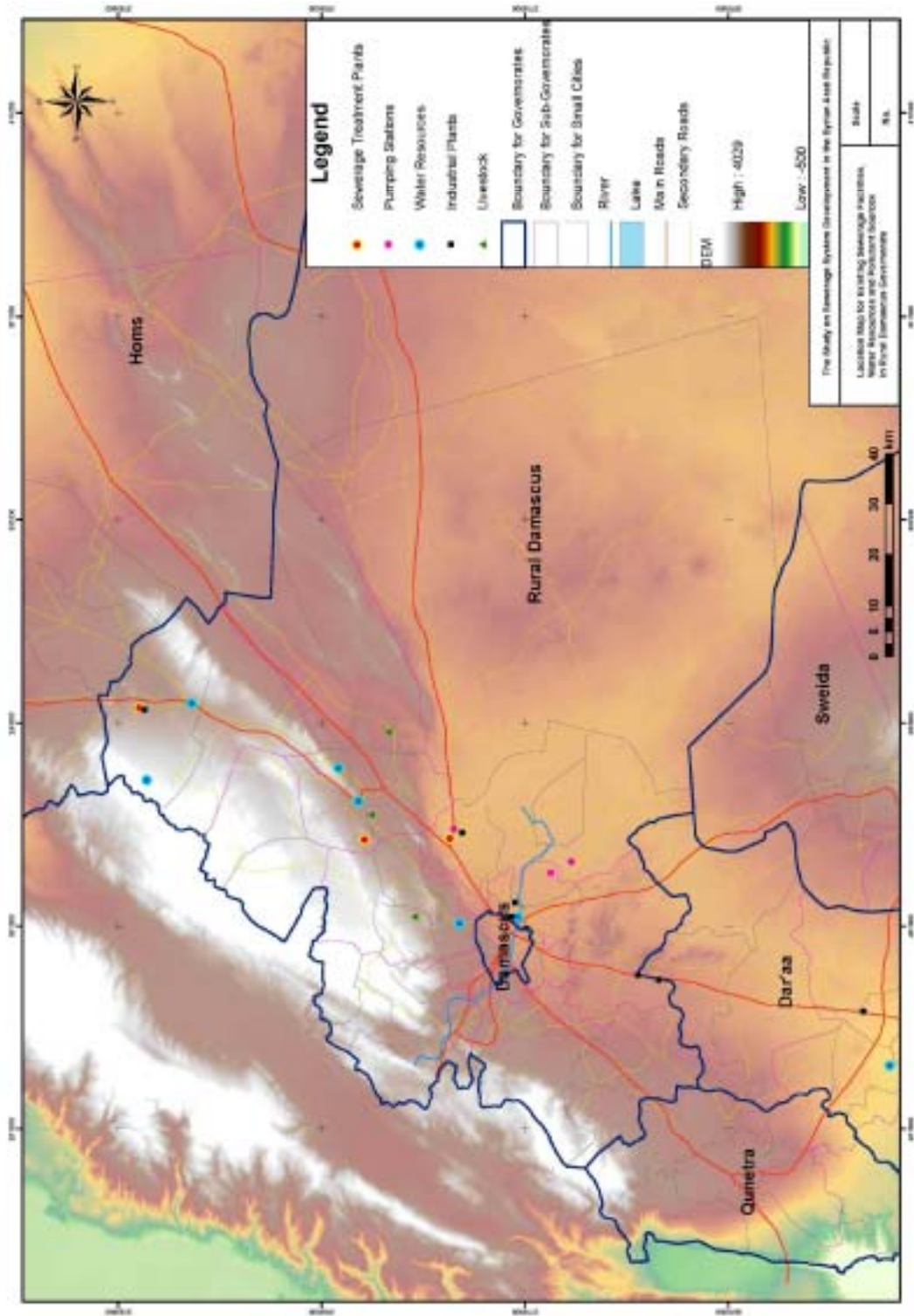


図 12.2.4 既存下水道施設位置図 (Damascus 郊外県)

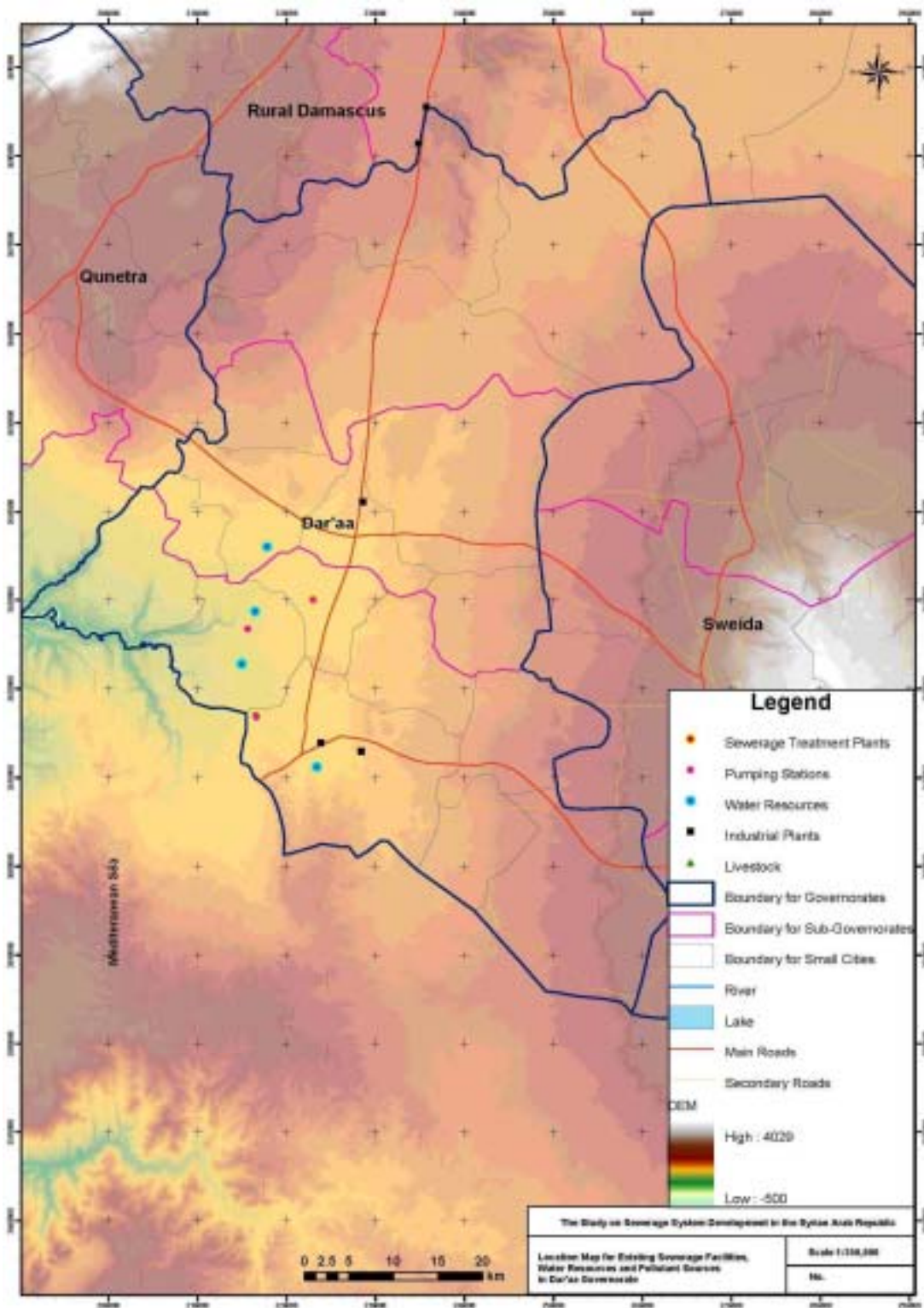


図 12.2.5 既存下水道施設位置図 (Dar'aa 県)

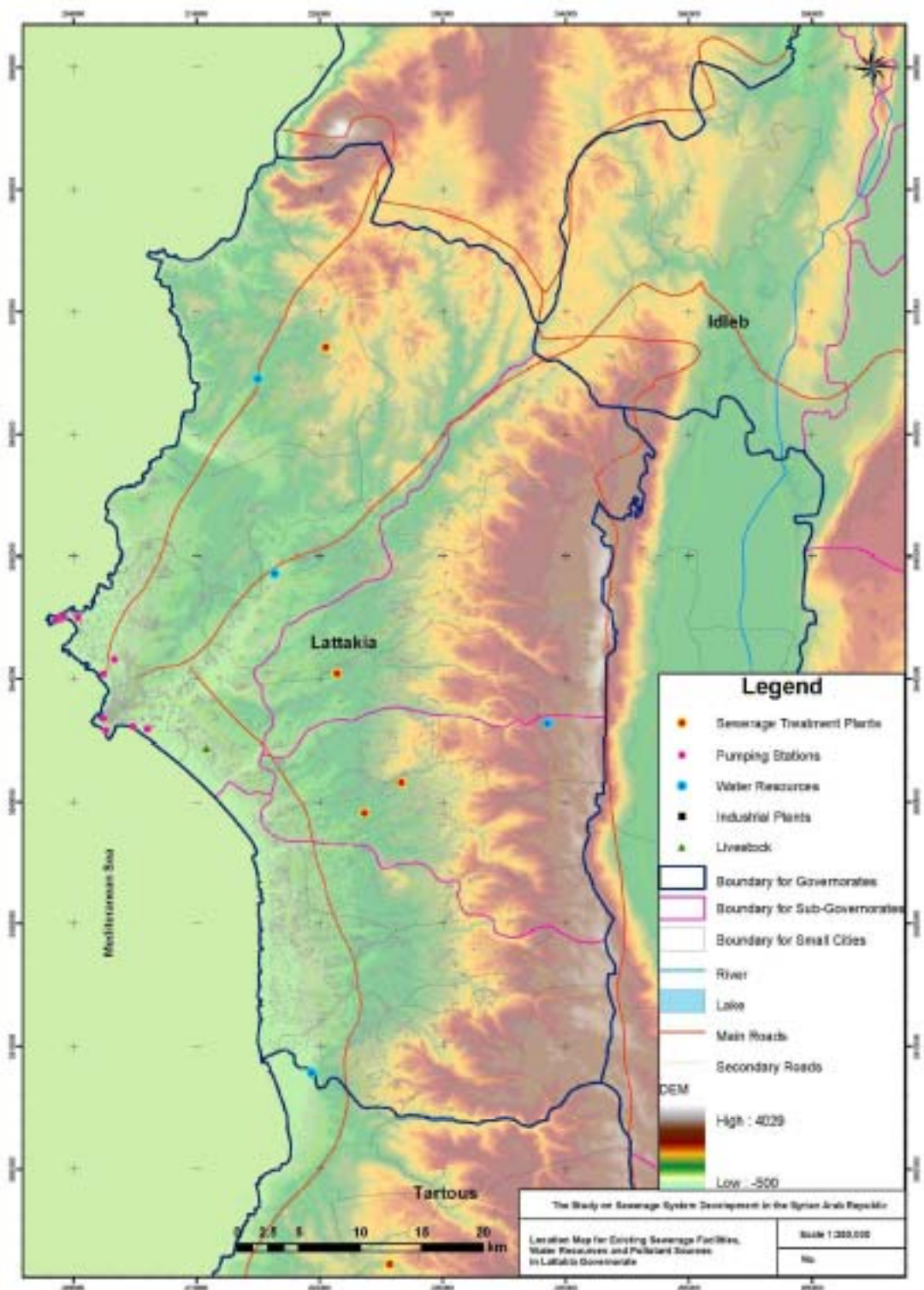


図 12.2.6 既存下水道施設位置図 (Latakia 県)

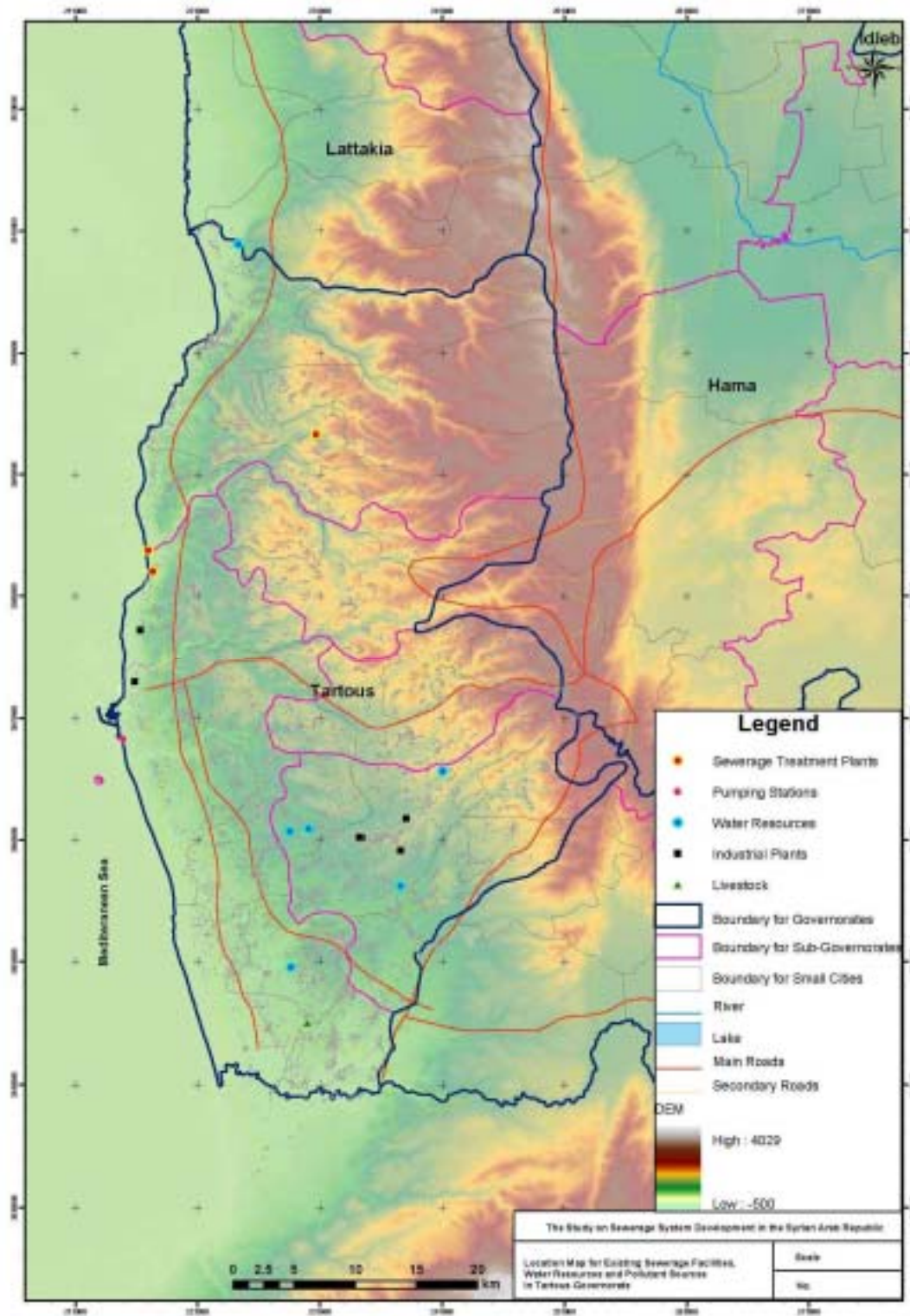


図 12.2.7 既存下水道施設位置図 (Tartous 県)

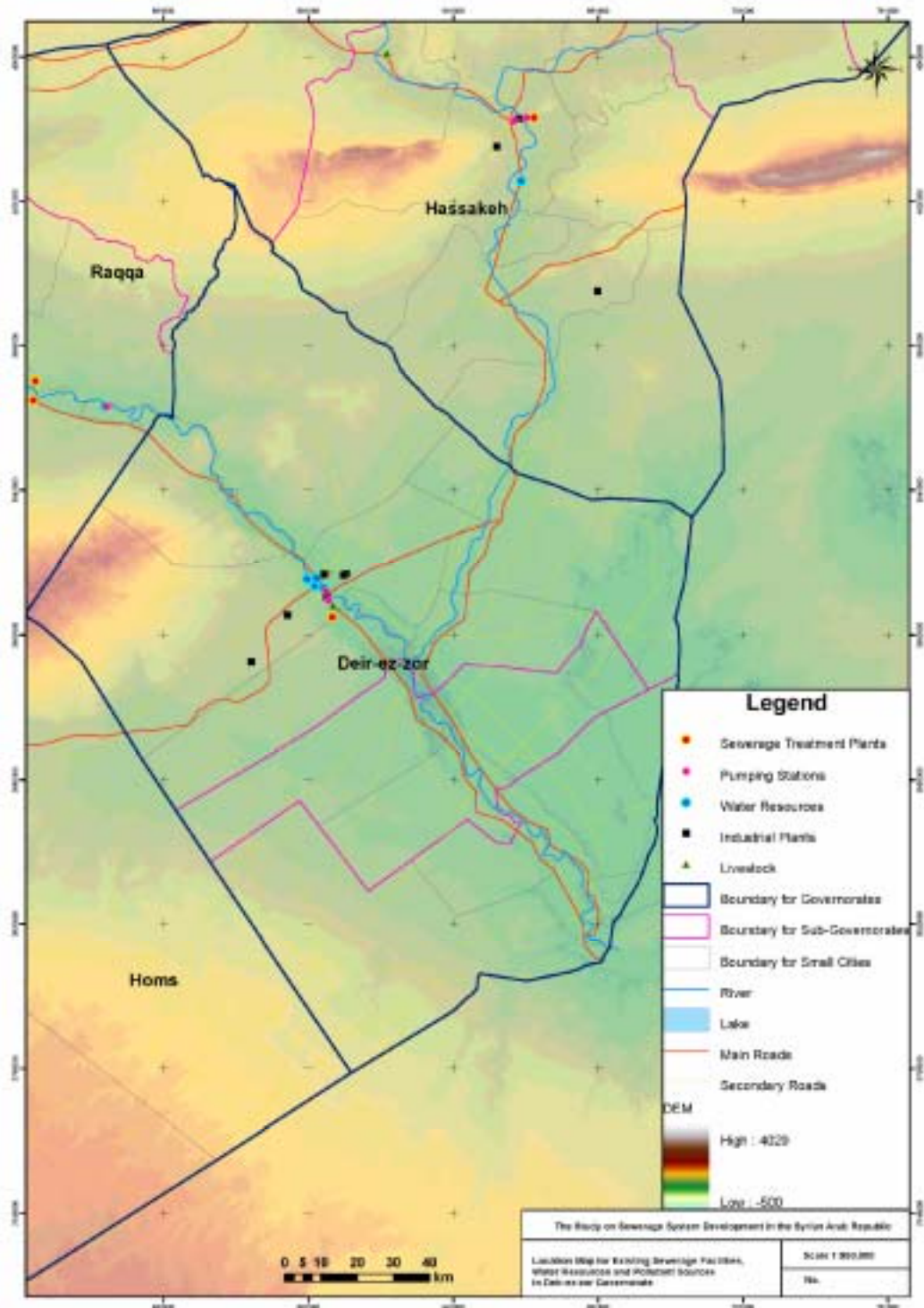


図 12.2.8 既存下水道施設位置図 (Deir-Ez-zor 県)

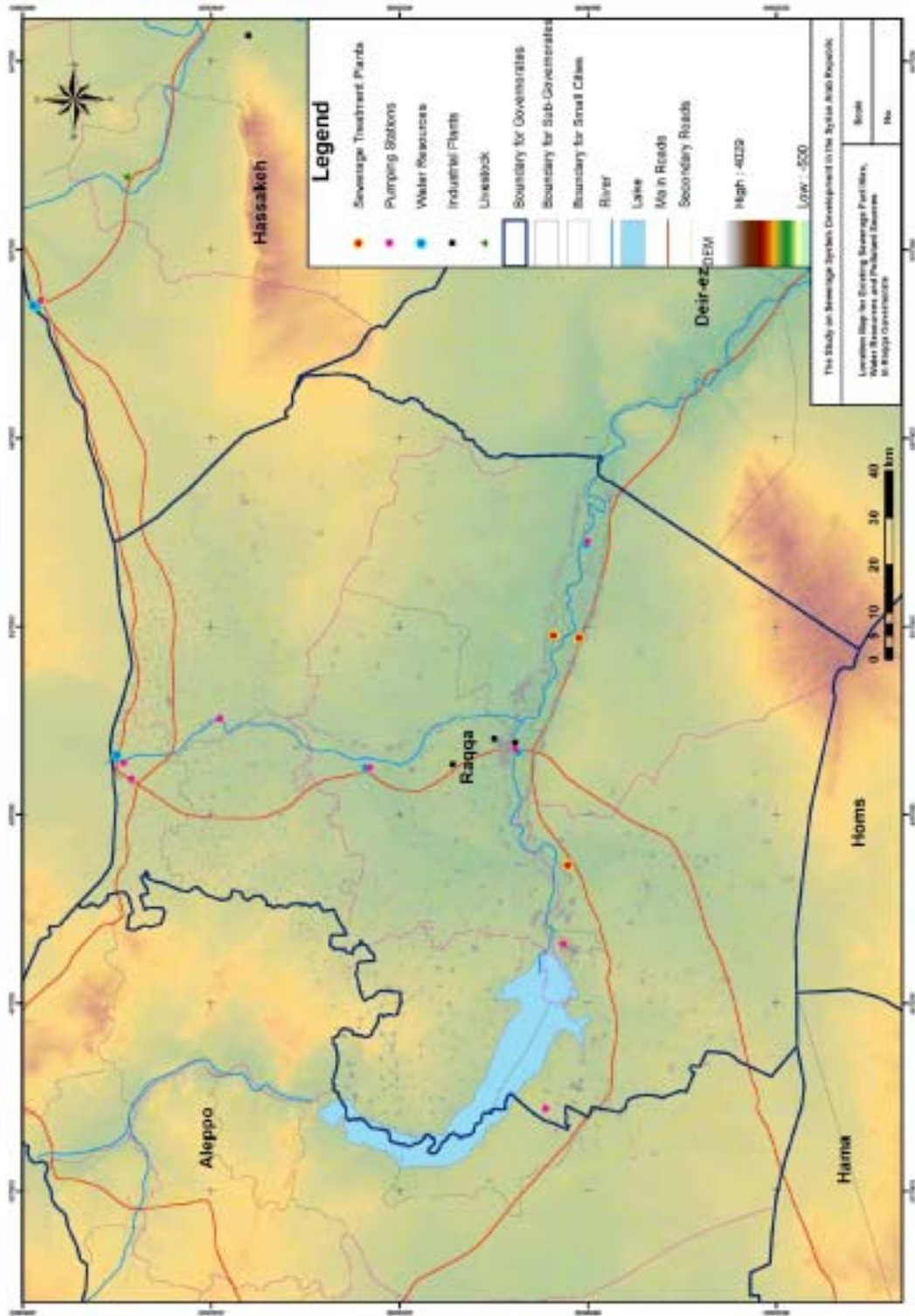


図 12.2.9 既存下水道施設位置図 (Raqqa 県)

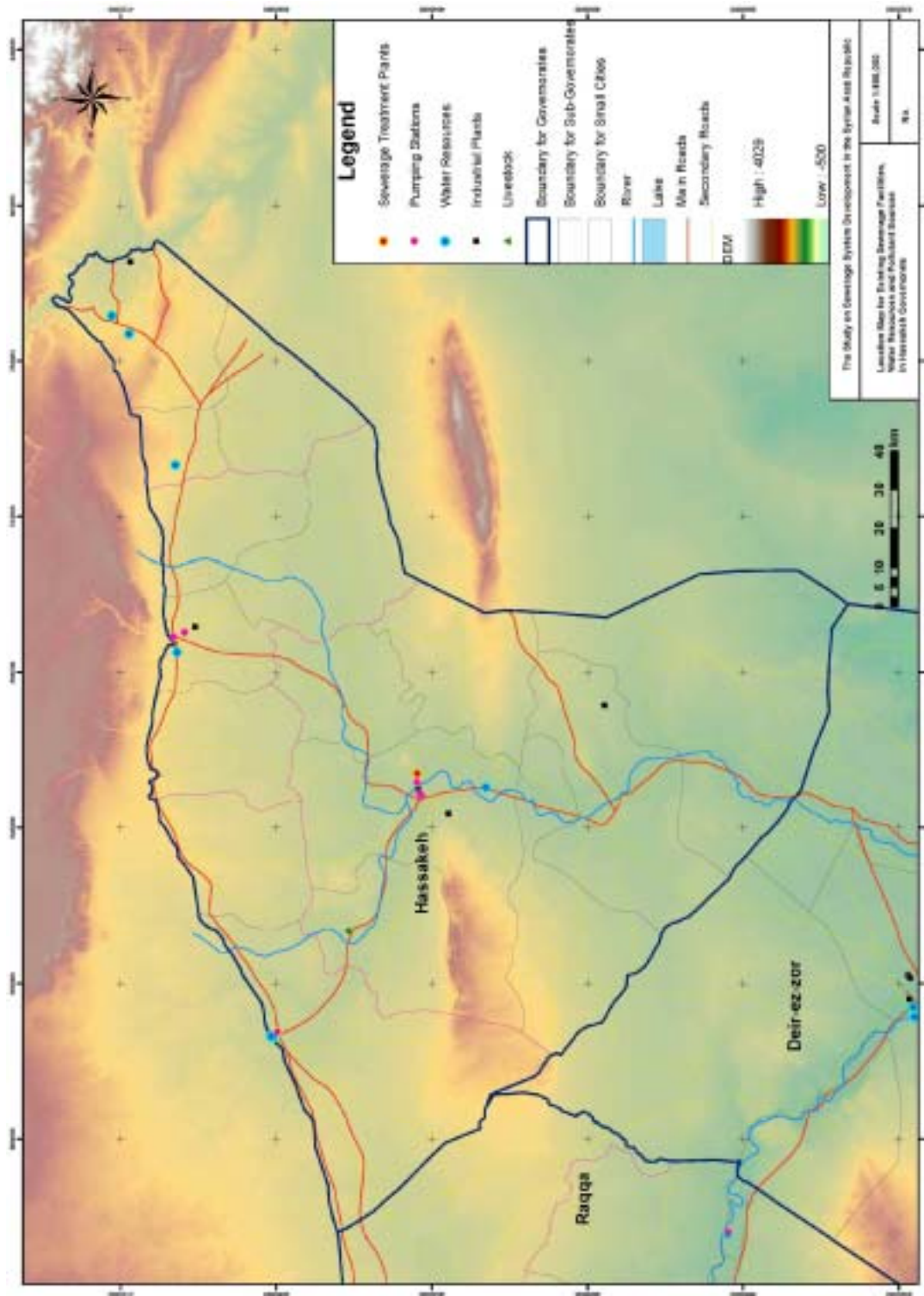


図 12.2.10 既存下水道施設位置図 (Hassakeh 県)

12.3 GIS 研修

12.3.1 初級編

本調査では、ArcGIS を現地調達機材として購入した。これと平行して JICA 調査団は、住宅・建設省及び各県の技術者を対象に GIS 研修を実施した。以下にその研修の内容及びスケジュールを示す。研修参加者は住宅・建設省及び各県から合計 13 名が参加した。研修参加者は、GIS 技術者候補として選定された。

表 12.3.1 研修内容及びスケジュール

No.	時間数	日付	研修内容
1	6	1月28日	ArcGISの紹介 (for ArcView 8, ArcEditor 8, and ArcInfo 8)
2			GISのコンセプト説明
3			データの表示
4			データのクエリ設定
5			空間情報の演習
6	6	1月29日	テーブル構築
7			データ編集
8			ジオリファレンスデータ構築
9			表示データの設定
10	6	1月30日	GISソフトのレビューとArcCatalogの説明
11			ArcGISを利用した地図作成
12			テーブル表示
13	6	1月31日	インターフェースのカスタマイズ
14			GISデータベースの設計
15			データの自動入力
16	6	2月1日	ジオデータベースの設定と定義の検証
17			空間情報と属性情報の編集
18			空間編集
19			空間分析とまとめ
計	30時間	-	-

12.3.2 応用編

本編ではトレーニングを通じ、GIS 担当者の空間及び属性データ収集方法やそのデータの入力方法の理解を目的としている。さらに、本調査対象外 7 県の下水道データベース構築計画や住宅・建設省における GIS 部署の設立計画の策定についても目的としている。

(1) 対象県

対象県は、Damascus 郊外県、Dar'aa 県、Lattakia 県、Tartous 県、Raqqa 県、Deir-Ez-zor 県及び Hassakeh 県の 7 県である。本研修は、Lattakia 県、Damascus 郊外県及び Deir-Ez-zor 県の 3 つの会場で実施された。

(2) 研修方法

GIS 研修の流れを図 12.3.1 に示す。

GIS研修の流れ

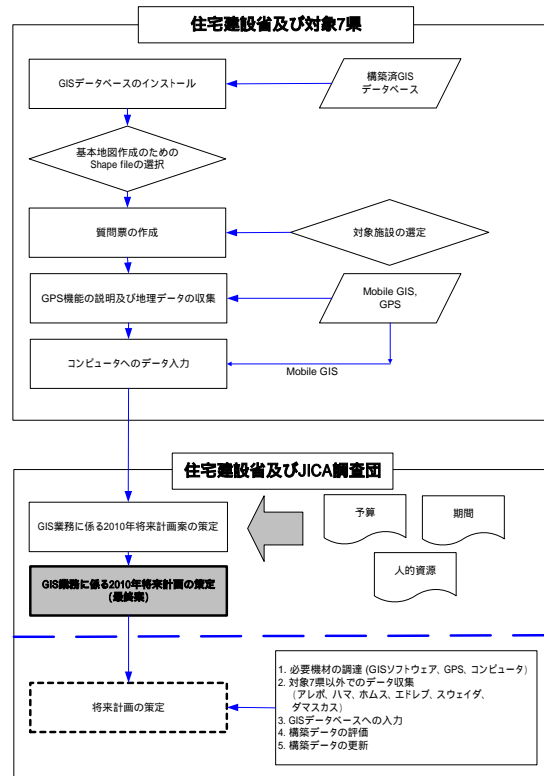


図 12.3.1 GIS 研修の流れ

➤ コンピューターへの GIS データベースのインストール

JICA 調査団は、下水道 GIS データベースを本調査対象 7 県に配布する。本研修では、研修会場となる Damascus 郊外県、Lattakia 県及び Deir-Ez-zor 県においては、コンピュータに GIS データベースがインストールされる。

➤ シェイプファイルの選定

基本地図を作成するため、住宅・建設省 GIS 担当者がデータベースからシェイプファイルを選定する。選定されたシェイプファイルは、本調査対象 7 県においても使用されることとする。

➤ GPS 及び位置情報データ収集の説明

GPS は位置情報を収集するための基本ツールである。収集された位置情報は GIS に入力

し利用できる。近年の GPS の中には ESRI フォーマットのように直接位置情報を GIS に入力することができる。本研修において受講者は、下水道関連施設に訪問し位置情報を収集する。

➤ コンピューターへの位置情報入力

GIS データベースへの位置情報入力方法を説明する。

➤ 将来計画（案）の策定

JICA 調査団は、本調査において GIS に係る現地調査及び GIS データベースの策定を行った。住宅・建設省は、そのデータベースを更新するだけでなく、本調査対象外の Aleppo 県、Hama 県、Homs 県、Idleb 県、Sweida 県及び Damascus 県の 7 県についても GIS データベースを策定する必要がある。従い、その為の将来計画が策定されその計画の基、住宅・建設省が調査を実施する必要がある。実現性のある計画を策定すべきであることから、予算配分、人的資源及び実施工程を評価する必要がある。

➤ 将来計画の策定

GIS 研修を通じ JICA 調査団及び住宅・建設省が将来計画を策定する。

(3) GIS 研修における必要機材

GIS 研修における必要機材は以下の通りである。

表 12.3.2 GIS 研修における必要機材リスト

機 材	数 量	備 考
GPS (Mobile GIS, GPS)	各 1 台	Mobile GIS は GIS 関連会社が提供
デジタルカメラ	1	JICA 調査団
本調査において策定された GIS データベース	各県 1 式	DVD
Arc View 8.3	各県 1 ライセンス	Arcview8.3 はインストール済み

(4) GIS 研修の実施工程

GIS 研修の実施工程を以下に示す。

表 12.3.3 GIS 研修の実施工程

日 時	研修開催場所	参加対象者
9月18~19日	Lattakia 県	Lattakia 及び Tartous 県の GIS 技術者
9月23~24日	Deir-Ez-zor 県	Deir-Ez-zor、Raqqa 及び Hassakeh 県の GIS 技術者
9月25日	Damascus 郊外県	Damascus 郊外及び Dar'aa 県の GIS 技術者

(5) GIS 研修の結果

GIS 研修の様子を示す写真は付録に示す。GIS 研修の参加者リストについても付録に示す。参加者は GIS 技術者として対象 7 県から選定され、前回の GIS 研修（初級編）にも参加している。

➤ GIS データ収集からデータ入力までの流れの把握

GIS 研修の内容把握についての評価結果を表 12.3.4 に示す。JICA 調査団は研修参加者の理解度を 3 項目で評価した。この中で特に座標系及び測地系の定義については、今後も継続的に GIS 研修を続けることで強化する必要がある。従い、住宅・建設省は、中級及び上級レベルの GIS 研修を計画する必要がある。

表 12.3.4 GIS 研修における参加者の評価

評価項目	評価
● ソフトウェアのライセンスに対する認識	研修参加者へのインタビューによると、正規ライセンスのない GIS ソフトウェア (ArcGIS 9) が、本調査における GIS ソフトウェアのインストール後も利用されていた。従い、ソフトウェアのライセンスに対する認識は十分でない。今後その認識を継続的に強化する必要がある。
● GPS によるデータ収集方法の把握	研修参加者は現地調査を通して GPS によるデータ収集方法を理解した。数名の参加者は GPS によるデータ収集について既に経験しているため、熟知していた。
● GIS データベースの構築についての把握	研修参加者は本調査で構築された GIS データベースの説明を通して、その方法を理解した。
● GIS データベースへの位置情報の入力方法の理解	研修参加者は GIS データベースへの位置情報の入力方法を理解した。データ入力方法は他にも幾つか方法があるので、今後住宅・建設省による研修の実施が必要である。

➤ 将来計画の策定

JICA 調査団は、住宅・建設省との協議の基、GIS 業務に関する将来計画を策定した。実現性のある計画を策定するため予算、人材及び実施工程を検討する必要がある。

1) 将来計画の内容

将来計画の内容を以下に示す。

- 本調査で構築された GIS データベースの更新
- 本調査対象県以外の 7 県における GIS データベースの構築
- 住宅・建設省及び各県における GIS 部署の設立

2) 将来計画の実施計画

- 本調査における GIS データベースの構築と更新

GIS データベースの構築と更新に係る必要業務を表 12.3.5 に示す。ここで、実施工程と必要業務に係る費用は、汚濁負荷源数及び水源数が不明確であるため示されていない。従い、委託業務を基にし、住宅・建設省が現地調査を実施した場合の必要期間を表 12.3.6 に示した。

表 12.3.5 GIS データベースの構築と更新に係る必要業務

GIS データベースの構築及び更新に係る必要業務	Target Items and Method of Formulating and Upgrading for GIS database
本調査において策定された GIS データベースの更新	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 対象項目; 収集済データの更新 (137 箇所)及び対象 7 県における未調査の下水道施設に関するデータの収集 ➢ 方法; 住宅・建設省及び各県が GPS 及び調査票を用いて実施
本調査対象県以外の 7 県における下水道データベースの構築	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 対象項目; 本調査対象県以外の 7 県における下水道施設データの収集 ➢ 方法; 住宅・建設省及び各県が GPS 及び調査票を用いて実施
住宅・建設省及び各県における GIS 部署の設立	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 対象組織; 住宅・建設省、各県の下水道公社又は上下水道公社 ➢ 方法; GIS 部署の組織、GIS 技術者の配置及び予算配分

表 12.3.6 GIS データ収集のための必要期間

業 務	数 量	必要期間
データ収集 (位置データ及び調査票)	15 箇所/ グループ 1 グループ = 2 名	1 週間
収集データの入力	100 箇所 / 2 名	2 週間

➢ 住宅・建設省及び各県における GIS 部署の設立

住宅・建設省との協議及び各県へのインタビューの結果から、GIS 部署の設立に係る内容を表 12.3.7 にまとめた。必要機材及び必要人員数は表 12.3.8 に示す。さらに、住宅建設省及び各県との GIS 関連ネットワーク (案) を図 12.3.2、図 12.3.3 及び図 12.3.4 に示す。

表 12.3.7 GIS 部署設立案

案	内容
第 1 案	<ul style="list-style-type: none"> ➢ GIS の高度な機能を利用した計画案である。 ➢ 住宅・建設省は GIS 部署の本部とし、各県に支局を設立する。各県の支局は、JICA 調査団が GIS ソフトウェア (ArcView 8.3) の調達先に設立する。 ➢ 本部では、ArcInfo (1 ライセンス)、ArcEditor (2 ライセンス) 及び ArcView (10 ライセンス) を使用し支局の業務をサポートする体制を整える。 ➢ GPS の代わりに携帯 GIS を導入する。 ➢ 本部では、Map server により全てのユーザーが GIS データを利用できる内部ネットワークを構築される。
第 2 案	<ul style="list-style-type: none"> ➢ GIS の基本的な機能を利用した計画案である。 ➢ 住宅・建設省は GIS 部署の本部とし、各県に支局を設立する。各県の支局は、JICA 調査団が GIS ソフトウェア (ArcView 8.3) の調達先に設立する。 ➢ 本部では、ArcInfo (1 ライセンス)、ArcEditor (1 ライセンス) 及び ArcView (1

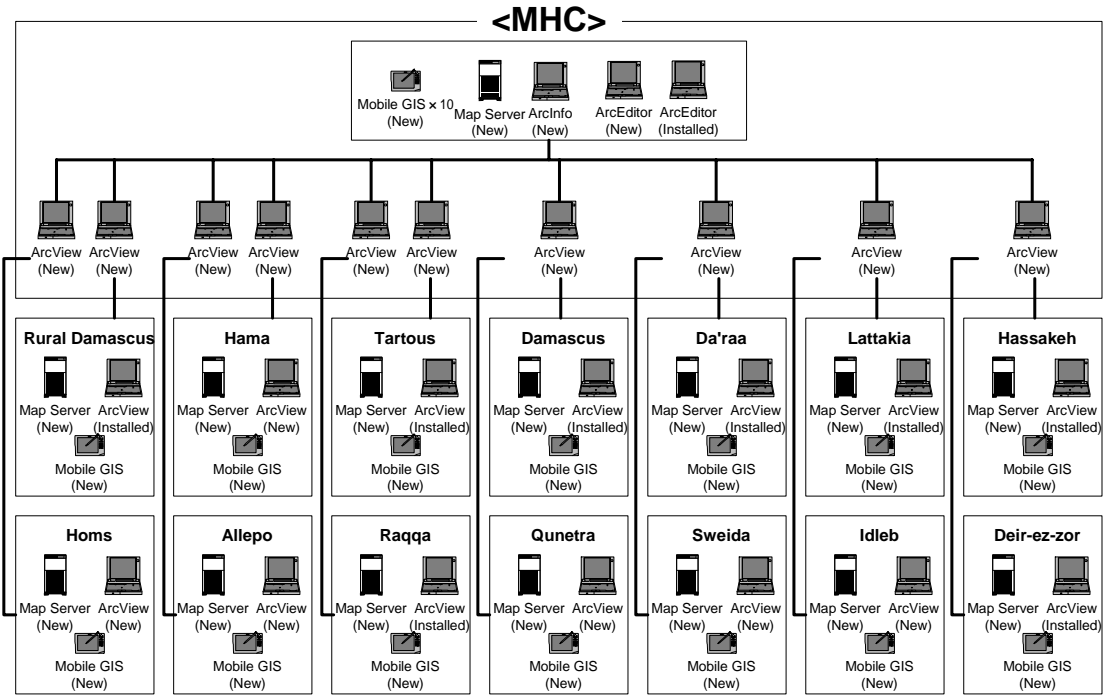
表 12.3.7 GIS 部署設立案

案	内容
	ライセンス) を使用し支局の業務をサポートする体制を整える。 ➤ 精度が 5m~10m の GPS を現地調査用として利用する。 ➤ 本部では、Map server により全てのユーザーが GIS データを利用できる内部ネットワークを構築される。
第 3 案	➤ GIS 部署の設立初期段階の計画案である。 ➤ 住宅・建設省は GIS 部署の本部とし、各県に支局を設立する。各県の支局は、JICA 調査団が GIS ソフトウェア (ArcView 8.3) の調達先に設立する。 ➤ 本部では、ArcInfo (1 ライセンス)、ArcEditor (1 ライセンス) 及び ArcView (1 ライセンス) を使用し支局の業務をサポートする体制を整える。 ➤ 精度が 5m~10m の GPS を現地調査用として利用する。

備考) 携帯 GIS は携帯用ラップトップコンピューター、コンピューター用 Arc Pad 及び GPS から構成される。Map server は意思決定者が GIS 作成データを参照するための内部ネットワークである。

表 12.3.8 各 GIS 部署設立案の必要機材及び人員

項目	第 1 案	第 2 案	第 3 案
部署構成	➤ 本部; 住宅・建設省 ➤ 支局; 14 県	➤ 本部; 住宅・建設省 ➤ 支局; 14 県	➤ 本部; 住宅・建設省 ➤ 支局; 14 県
必要人員数	➤ 本部; 13 名 ➤ 支局; 各県 2 名、合計 28 名	➤ 本部; 3 名 ➤ 支局; 各県 2 名、合計 28 名	➤ 本部; 3 名 ➤ 支局; 各県 2 名、合計 28 名
必要機材	➤ 本部; ArcInfo 1 ライセンス、ArcEditor 2 ライセンス、ArcView 10 ライセンス、携帯 GIS 14 台及び Map server 1 台 ➤ 支局 (各県); ArcView 1 ライセンス、携帯 GIS 1 台 及び Map server 1 台	➤ 本部; ArcInfo 1 ライセンス、ArcEditor 1 ライセンス、ArcView 1 ライセンス、GPS 1 台 及び Map server 1 台 ➤ 支局 (各県); ArcView 1 ライセンス、携帯 GIS 1 台 及び Map server 1 台	➤ 本部; ArcInfo 1 ライセンス、ArcEditor 1 ライセンス、ArcView 1 ライセンス、GPS 1 台 ➤ 支局 (各県); ArcView 1 ライセンス、携帯 GIS 1 台



MHC; Ministry of Housing and Construction 住宅・建設省

図 12.3.2 GIS 部署における必要機材構成 (第 1 案)

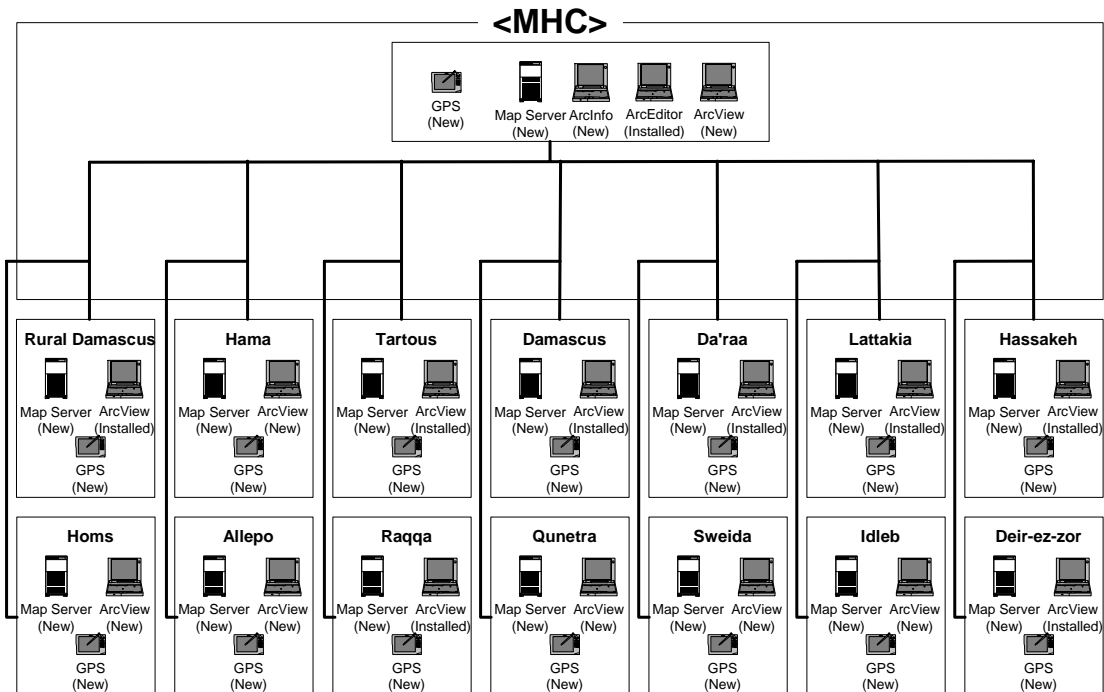


図 12.3.3 GIS 部署における必要機材構成 (第 2 案)

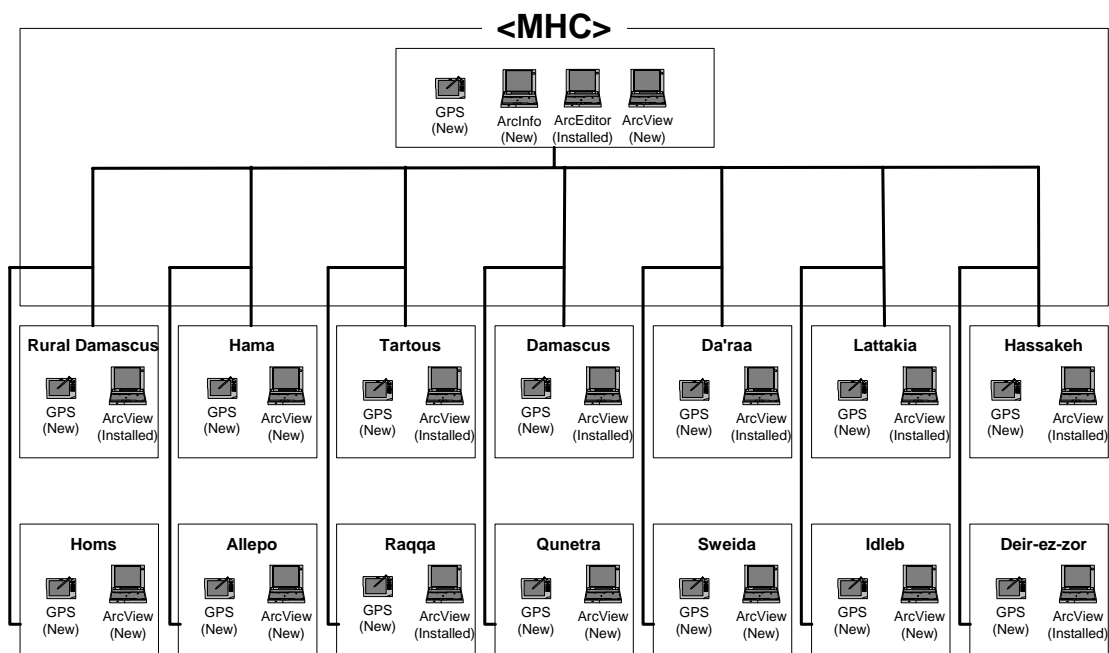


図 12.3.4 GIS 部署における必要機材構成（第 3 案）

3) 事業費評価

GIS 部署における必要機材構成について、3 つの案それぞれについて事業費を算定した。その結果を表 12.3.9 に示す。

表 12.3.9 GIS 部署における必要機材の調達費用

機 材	単価(S.P)	第1案		第2案		第3案		備 考
		数量	費用 (SP)	数量	費用 (SP)	数量	費用 (SP)	
<本部(住宅・建設省)>								
Arc Info 8.3	1,110,000	1	1,110,000	1	1,110,000	1	1,110,000	
Arc Editor 8.3	520,000	1	520,000	1	520,000	1	520,000	ライセンスが住宅・建設省に導入済
Arc Veiw 8.3	150,000	10	1,500,000	1	150,000	1	150,000	
Mobil GIS	295,000	10	2,950,000	0	0	0	0	
GPS	15,000	0	0	1	15,000	1	15,000	
Map Server	0	1	0	1	0	0	0	
小計(SP)			6,080,000		1,795,000		1,795,000	
<各県>								
Arc Veiw 8.3	150,000	7	1,050,000	7	1,050,000	7	1,050,000	ライセンスが各県に導入済
Mobil GIS	295,000	14	4,130,000	0	0	0	0	
GPS	15,000	0	0	14	210,000	14	210,000	
Map Server	0	14	0	14	0	0	0	
小計(SP)			11,260,000		3,055,000		3,055,000	
合計(SP)			17,340,000		4,850,000		4,850,000	

4) 各案の評価

各案の必要機材及び事業費評価から、第 3 案が最も現在の住宅・建設省の状況に即した計画案である。

第 1 案は GIS 業務に対して適切な機材が提案されている。また、シリア内全県からの問い合わせに即時対応が可能である。しかし、事業費が非常に高いため、現在の住宅・建設省の予算では実施が難しい。

第 2 案の事業費は第 3 案と同額であるが、第 2 案では下水道部の意思決定者が GIS データを参照できるよう Map server を採用している。従い、実際ネットワークケーブル及びコンピュータといった周辺機材を導入する必要がある。さらに第 2 案の機材の設置は、短期間で実施するには複雑である。現実的な GIS システム及び事業費を考慮すると第 3 案が GIS 部署の設立の第 1 段階として推薦される。

12.4 GIS を利用した下水道データベースの活用

GIS を利用した下水道データベースの活用することで以下の事項について運用や評価が可能となる。GIS は施設の技術的分析のサポート、維持管理記録、工程管理、解決方法の提示や問題の明確化など下水道施設に対して理想的な回答を示すツールである。ここでは、下水道技術に特化した内容と下水道業務全般に関連する内容に分類して示す。

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

(1) 下水道施設に対する維持管理や施設仕様の情報管理

GIS を利用した効率的な管理方法の初期段階として既存状況の把握が挙げられる。GIS は適切な情報管理を実施する上で有効なツールである。これを適切に実施するため下水道施設やその維持管理状況の情報を収集し、GIS データベースに入力する必要がある。GIS は災害時、事故時や老朽管の敷設替え時に必要とされる情報を即座に示すことができる。

(2) 公共用水域への汚濁負荷解析シミュレーション

下水道計画を立案する場合、汚濁負荷量の算定が必要となる。工場や家畜など汚濁負荷源の情報は汚濁負荷シミュレーションを行う際に利用される。GIS は流出解析ソフトと統合することで工場や家畜から下水道管渠や管網を通して放流される平常時及び非常時の汚濁負荷の流向や流速を示すことができる。

(3) 水質モニタリング体制の設置

様々な空間レイヤーは事業計画や施設維持管理を実施するために GIS データベース内で運用・統合される。GIS は地形と汚濁負荷源の位置関係を示し、水質モニタリングの位置決定ツールとして利用される。

(4) 下水道システムやシステム統合の水文的及び水理的評価

GIS は下水道システムの水文・水理モデルの開発に利用される。下水道管網の水文・水理的問題については明確化する必要があり、その解決方法として GIS と管網分析ソフトとの統合が挙げられる。GIS データベース内の管渠や下水管網についての属性情報を管網分析ソフトに入力することで分析が可能となる。管網分析の主な結果としては損失水頭及び流速が挙げられる。この分析結果が基準を満たさない箇所では更新が必要である。

(5) 下水道管及び管渠敷設工事の効率的な実施

効率的な管敷設工事や事故防止対策を実施するため、工事箇所の地下埋設物（水道・電気・ガス）の位置や属性情報を把握する必要がある。よって、GIS データベースには水道、電気及びガスといった地下埋設物の情報を入力する必要がある。これにより管敷設時において必要とされる情報を GIS データベースから直接入手することができる。工事終了後は、施工図面を含めた工事記録を GIS データベースに入力することで、他組織からの情報取得も可能となる。

(6) 下水道サービス及びアカウンタビリティの向上

GIS トポロジー（GIS 内の図形同士の空間的な関係を管理するモデル）は、管網間の接続方法や流向といった情報を示すことができる。この機能は下水管の事故といったサービス停止時に影響を受ける顧客の把握に役立てることができる。さらに、GIS を利用し視覚的に下水道サービスを公開することで下水道事業のアカウンタビリティの向上を図ることができる。

12.2.5 今後の提言

（1）下水道データベース構築の継続

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

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

（2）GIS データベースの共有化

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

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

(3) GIS ソフトウェアのライセンス管理

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

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

(4) 情報セキュリティー管理

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

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

13 環境社会配慮及び IEE レベル調査

13.1 環境社会配慮

1995 年、新しい環境保護法を制定することを主目的とする地中海環境技術支援プログラム METAP (Mediterranean Environmental Technical Assistance Program) により EIA の法律案が準備された。2002 年に、同じ METAP プロジェクトの下で EIA Unit は環境総局 (GCEA) 下部組織として設置された。また、2005 年から続いているドイツ技術協力公社 (GTZ) の技術協力により、EIA 法案が整備されてきている。法案は 2007 年 2 月 28 日に環境保護審議会に提出されており、今後、各関係省庁の意見を反映させた上で、首相に提出され、承認を得る予定となっている。

環境保護法 (Law No. 50、2002) の実施細則 (by law) によると、EIA が要求される業種リストには、下水道施設は指定されていない。但し、他ドナーにより実施された下水道整備案件では、多くのケースで EIA が自主的に行われている。実施協議ミニッツ (M/M) によると、JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づく環境社会配慮を本業務において実施することになっている。

環境社会配慮の手順は図 13.1.1 に示す。

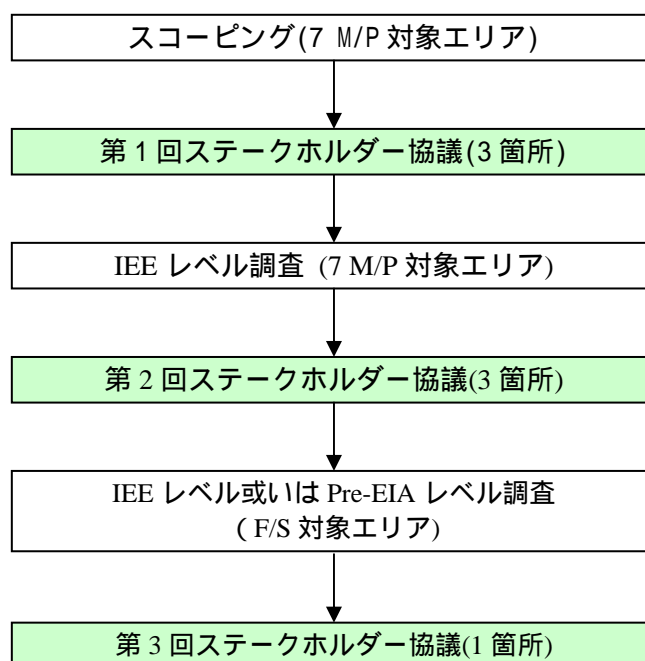


図 13.1.1 環境社会配慮手順

図 13.1.1 に示しているように、3 箇所においてシリア側との事前協議を行い、ステークホルダーのアクセスの利便性等を考慮し、3 回のステークホルダー協議を計画した。その協議内容は表 13.1.1 に示す。

表13.1.1 ステークホルダー協議内容

ステークホルダー協議	第1回	第2回	第3回
開催日時	2007年2月-3月 (Phase I)	2007年8-9月 (Phase II)	2007年11月 (Phase III)
開催地	<u>Damascus</u> : (Rural Damascus and Dar'aa) <u>Lattakia</u> : (Lattakia and Tartous) <u>Deir-Ez-zor</u> : (Deir-Ez-zor, Raqqa and Hassakeh)		<u>Damascus 郊外県</u> : (F/S 対象エリア)
参加者	中央省庁及び地方自治体政府(MHC, GCEA, governorates, DFEAs 等) や地域住民及び住民代表、NGO、メディア等 人数：約70人/開催地		同左 人数：約50人
協議内容	1) M/Pの進捗 2) JICA及びシリア環境社会配慮ガイドラインの説明 3) スコーピング案及び協議	1) M/P結果説明 2) IEE レベル調査結果の説明及び協議	1) F/S 結果説明 2) IEE レベル調査或いはPre-EIA レベル調査の結果の説明及び協議

(1) 協議開催の準備

適切なステークホルダー協議を実施するため、本格調査の初期段階において、調査団とMHCが共同でステークホルダー協議運営に係わるタスクフォース(MHC4名、JICA調査団1名)を立ち上げた。主な活動は表13.1.2の通りである。

表13.1.2 主な活動内容

活動	活動の内容
1 第1回ステークホルダー協議場所と時期の検討	ステークホルダーのアクセスの利便性を考慮して、Damascus市、Lattakia市、Deir-Ez-zor市3箇所にて実施することとした。
2 協議実施の広報の手段及び期間の検討	開催1週間-2週間前から、Fax、ポスター、電話、直接訪問等により、広く周知することとした。
3 現地ステークホルダーの範囲の検討	政府関係者や事業対象地域周辺の住民に限らず、NGO関係者や有識者等も幅広いステークホルダーを想定し、選定した。
4 協議内容及びスコーピング案の検討	協議プログラム及びスコーピング案を作成した。
5 協議資料の作成	アジェンダ、プレゼンテーション資料、コメント・シート(英語及びアラビア語)を作成した。
6 その他	会場手配、機材準備等の事前準備を行った。

(2) 協議開催の日時・場所

MHCとの協議のうえ、表13.1.3及び表13.1.4に示す通り第1回及び第2回ステークホルダー協議を実施した。

表13.1.3 第1回ステークホルダー協議開催の日時・場所

項目	Lattakia	Damascus	Deir-Ez-zor
開催日時	10:00 - 12:50 2007年2月27日	10:00 - 13:00 2007年3月1日	10:00 - 12:30 2007年3月4日
開催場所	Meridien Hotel	Sheraton Hotel	Furat Cham Hotel
対象エリア	Lattakia and Tartous Governorates	Rural Damascus and Dar'aa Governorates	Deir-Ez-zor, Raqqa and Hassakeh Governorates

表13.1.4 第2回ステークホルダー協議開催の日時・場所

項目	Deir-Ez-zor	Lattakia	Damascus
開催日時	11:00 – 15:00 2007年9月9日	11:00 – 15:00 2007年9月11日	11:00 – 13:30 2007年9月16日
開催場所	Furat Cham Hotel	Meridien Hotel	Cham Palace Hotel
対象エリア	Mayadin, Malkieh and Thawra	Slunfeh and Banias	Zabadani and Muzerib

(3) 協議参加者

第1回及び第2回ステークホルダー協議に参加したステークホルダーは表13.1.5及び表13.1.6に示すとおりである（参加者リストはAppendix 13を参照）。

表13.1.5 第1回協議に参加したステークホルダーの内訳

カテゴリ	Lattakia	Damascus	Deir-Ez-zor
中央関係省庁	4	12	3
地方自治体政府	55	30	19
非政府組織（NGOs）	3	2	2
国際機関・ドナー等	0	1	0
大学・研究機関	3	3	2
民間セクター	1	1	0
地域住民代表	14	8	4
メディア（テレビ、ラジオ、新聞社等）	12	0	8
JICA シリア事務所	0	2	0
JICA 調査団（他 JICA プロジェクト含む）	4	10	4
その他	3	4	3
合計	99	73	45

表13.1.6 第2回協議に参加したステークホルダーの内訳

カテゴリ	Deir-Ez-zor	Lattakia	Damascus
中央関係省庁	13	47	28
地方自治体政府	12	24	11
非政府組織（NGOs）	3	2	3
国際機関・ドナー等	0	0	5
大学・研究機関	0	3	2
民間セクター	3	0	1
地域住民代表	2	0	0
メディア（テレビ、ラジオ、新聞社等）	3	1	10
JICA シリア事務所	2	0	3
JICA 調査団（他 JICA プロジェクト含む）	5	5	11
その他	0	2	1
合計	43	84	75

(4) 協議内容及びプログラム

JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づき、第1回及び第2回ステークホルダー協議は表13.1.7及び表13.1.8に示すプログラムに沿って実施された。協議の際には、英語及びアラビア語の2種類の資料を用意した。

表13.1.7 第1回協議プログラム (Deir-Ez-zor, Lattakia, Damascus3ヶ所)

プログラム	発表者
開会挨拶	Lattakia 県知事; MHC 下水道局長等
Part I : プロジェクト及び調査の概要	佐野 博文、JICA 調査団長
Part II : 下水道整備に関する環境影響評価	Eng. Maher Alkhatib or Mr. Thaer Janem, MHC
Part III : JICA環境社会配慮ガイドラインの概要	松江 龍南、JICA調査団、環境社会配慮/村落調査
Part IV : ステークホルダー協議内容及びスケジュール、IEE レベル調査スコーピングの実施	
休憩	
Part V : 質疑、応答	全ステークホルダー
閉会挨拶	Dr. Wassim Fallouh and Eng. Ghassan Tarboush, MHC; Ms. Y. Honda, JICA Syrian Office

表13.1.8 第2回協議プログラム (Deir-Ez-zor, Lattakia, Damascus3ヶ所)

プログラム	発表者
開会挨拶	MHC 副大臣; Lattakia 県副知事; JICA シリア事務所長; MHC 下水道局長等
Part I : M/P 結果説明	佐野 博文、JICA 調査団長
Part II : IEEレベル調査結果説明	松江 龍南、JICA調査団、環境社会配慮/村落調査
休憩	
Part III : 質疑、応答	全ステークホルダー
閉会挨拶	JICA シリア事務所村上 真由美; Eng. Ghassan Tarboush and Dr. Wassim Fallouh, MHC.
昼食	全ステークホルダー

(5) 質疑応答内容

3箇所で実施した第1回及び第2回ステークホルダー協議においては、参加者の間で活発な意見交換がなされた。主な質疑応答内容は表 13.1.9 及び表 13.1.10 に示す。

表 13.1.9 第1回協議において主な質疑応答内容

質問 / 意見		応 答
1	排除方式に関して、現況では合流式が採用されている。M/P では分流式システムの採用を検討する予定か？	各地方の地形、気候、汚水・雨水排除システム現状を考慮したうえで排除方法を選択する。
2	下水処理システムに関して、集中処理より分散処理の方が望ましい。また、処理方式はナチュラルシステムを採用すべきである。	技術、維持管理、コスト、環境社会配慮等側面を考慮して、比較検討を行う。
3	病院排水や工場排水など特殊な事業体からの排水は前処理が必要と考える。	M/P において適切な工場排水の処理方法を提案する。
4	浄化槽の採用の可能性を検討するの？	経済性、維持管理の容易性などを総合的に考慮して検討する。
5	JICA 環境社会配慮ガイドラインと他の国際機関の環境社会配慮ガイドラインとの整合性は保たれているの？	JICA 環境社会配慮ガイドラインが改訂される際に、世銀及び ADB 等国際機関の環境社会配慮ガイドラインを参考にしているため、整合性は保たれているものと考え。
6	下水処理場の稼働に伴う臭気への配慮が必要と考える。	M/P において処理方法や臭気対策等を検討する。

表 13.1.9 第 1 回協議において主な質疑応答内容

質問 / 意見	応 答
7 処理水及び余剰汚泥を農業に再利用すべきであると考え。	処理水及び余剰汚泥を農業に再利用する可能性を検討する。また、その結果は第 2 回ステークホルダー協議の際に検討結果について議論したいと考える。
8 処理水や余剰汚泥による地下水汚染について考慮する必要がある。	処理水や余剰汚泥の再利用や処分方法について検討する。
9 技術移転について更なる協力を要請。	—

表 13.1.10 第 2 回協議において主な質疑応答内容

質問 / 意見	応 答
1 M/P では全ての県を対象をとしたか。	優先度の高い 7 県において一つのエリアを抽出して、M/P を策定した。また、将来はシリア側が引続き全ての県に対して M/P の策定を行う。
2 M/P を策定する際に対象エリアの都市計画や工場廃水等を考慮していたか。例えば Deir-Ez-zor 市では 2009 年までに新たな工業団地を建設する予定がある。	2025 年を目標年度とし、人口、都市拡張等将来計画を考慮して、各地域の下水道 M/P を策定した。もちろん工場廃水処理も含まれている。
3 シリアにおいて現況では合流式が採用されている。Malkieh のような降雨量が多い地域では、分流式システムの採用を考慮すべき。例えば既存の下水管を雨水管として利用し、新たな下水管を布設する。	既存管渠の口径や流下能力、天候（降雨量）、将来の流域面積等を総合的に検討する上で決定する。
4 処理場予定地及び処理方法を選択する際にどのような項目を考慮したのか。	地形・地質、人口密度、十分な用地有無、候補地周辺の住居、放流水域の水利用状況、建設コスト及び O/M コスト等項目を考慮した。
5 M/P を策定する際には既存情報やデータを活用すべきだ。	調査団は既存情報やデータを収集して、M/P を策定している。
6 病院排水等特殊な事業体からの排水は M/P の中に考慮されているか。	M/P において典型的な工場排水の処理方法及び前処理を提案している。
7 Zabadani を M/P 調査対象として選択された理由。	Zabadani はダマスカスの重要な飲料水源である Figh Spring の上流に位置している。地下水水質汚染を防止するため、Zabadani 地域を M/P 対象として選択した。
8 IEE レベル調査において水質調査を行われたか。	IEE レベル調査では、簡易水質分析法（Pack Test）を用いて、表流水、地下水及び排水水質調査（COD, PO ₄ , NH ₃ , NO ₃ , Coliform 等）を実施した。また、土壌及び汚泥の重金属の分析も行った。
9 処理場から排出される処理水及び汚泥の処理方法。	処理水及び汚泥の再利用方法は処理水の水質及び汚泥の有害物質の含有量によって異なる。IEE レベル調査結果によると、汚泥は農地利用、処理水は灌漑用水として再利用することを提案する。但し、モニタリングシステムを立ち上げる必要がある。
10 Zabadani は観光地であるため、処理場からの臭気問題について考慮する必要がある。	Zabadani の下水道 M/P では、臭気を低減するため、OD 法及び機械脱水システムを提案した。また、IEE レベル調査では、処理場からの臭気を更に低減するため、処理場の周辺に緑地帯及び緩衝地帯（住居禁止地帯）を設ける。更に、処理場稼働中に臭気が問題になった場合、状況に応じて他の追加対策（脱臭対策等）を講じることが出来る。

(6) 議事録とその公開

第1回及び第2回ステークホルダー協議の議事録は、JICA 調査団の協力のもと MHC が主体となって作成し（英語及びアラビア語）住民に公開する予定である。また、新聞、インターネット、テレビ及びラジオ等メディアに通じてプロジェクトの内容及び環境社会配慮に関する情報を公開した。（Appendix13 参照）

13.2 スコーピングの検討

ステークホルダー協議の前に、調査団は関連する情報の収集及び現場踏査を行い、MHC と共同で IEE レベル調査用スコーピング案を準備した。第1回ステークホルダー協議時、スコーピング案、影響項目、代替案、調査方法等について、ステークホルダーとの協議を行った。最終的なスコーピング及び IEE レベル調査方針等は表 13.2.1 及び表 13.2.2 に示す。

表13.2.1 スコーピングチェックリスト（7M/P対象エリア）

No.	環境項目	評価		備考（根拠）
		実施しない場合	実施する場合	
社会環境				
1	住民移転	D	C	下水処理場用地の取得により住民移転の可能性がある。
2	地域経済/土地所有権	D	C	農地の喪失により持ち主の収入が減少する。
3	土地利用や地域資源利用	D	D	大規模施設はないため、インパクトが限定的である。一方、プロジェクトの実施により放流先の水質が改善できる。
4	社会関係資本及び地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	マイナスのインパクトは考えられない。
5	既存社会インフラや社会サービス（交通等）	D	C	下水管の敷設工事により交通への影響がある。（一時的）
6	貧困層、少数民族	D	D	マイナスのインパクトは考えられない。
7	被害と便益の偏在	D	D	マイナスのインパクトは考えられない。
8	地域内に利害対立	D	D	マイナスのインパクトは考えられない。
9	ジェンダー	D	D	マイナスのインパクトは考えられない。
10	子どもの権利	D	D	マイナスのインパクトは考えられない。
11	文化遺産	D	C	下水管及び処理場の建設位置に遺跡・文化財等が存在する可能性がある。
12	災害（リスク等）	D	D	マイナスのインパクトは考えられない。
13	保健衛生	A	D	下水道整備により保健衛生状況が改善される。
14	水利用及び水利権	D	C	処理水の再利用に関する住民同士の対立が発生する可能性がある。
自然環境				
15	地形地質	D	D	大規模な地形改変は行わない。
16	地盤沈下	D	D	地下水を揚水しない。

表13.2.1 スコーピングチェックリスト（7M/P対象エリア）

No.	環境項目	評価		備考（根拠）
		実施しない場合	実施する場合	
17	底質	C	D	プロジェクトの実施によりBarada川の底質が改善される。
18	生物・生態系	C	D	処理水の放流先における生物・生態系に対する環境が改善される。
19	気象（地球温暖化等）	D	D	気象にインパクトを与える施設はない。
20	景観	D	D	処理場の建築物及び構造物が新設されるが、設計段階で地域景観に調和するようにできる。
公害				
21	大気汚染	D	D	マイナスのインパクトは考えられない。
22	水質汚濁	A	C	プロジェクトの実施によりBarada川の水質が改善される。但し、汚泥の埋立処分により地下水汚染を発生する可能性がある。
23	土壌汚染	D	C	下水汚泥を農地へ再利用することができるが、汚泥及び土壌の重金属濃度を確認する必要がある。
24	廃棄物	D	C	下水汚泥が発生する。
25	騒音・振動	D	C	下水管敷設及び処理場の建設に伴う工事用車両の走行により、騒音及び振動が発生する。
26	悪臭	C	C	下水処理及び汚泥処理によっては悪臭の生じることがある。従って計画の際に対策が必要である。（一方、実施しない場合、既存排水路は開渠であるため、生下水により悪臭も発生する。）

注： A：重大なインパクトが見込まれる。
C：不明（検討する必要がある）

B：多少のインパクトが見込まれる
D：インパクトがほとんどない

表13.2.2 IEEレベル調査方針（7M/P対象エリア）

No.	環境項目	評価	調査方針及び代替案検討
1	住民移転	C	土地所有権の確認、住居状況の確認等
2	地域経済/土地所有権	C	住居状況の確認（下水管及び処理場サイト）
5	交通	C	住居状況及び交通量の確認（下水管ルート及び処理場予定地周辺）
11	文化遺産	C	関係部署に訪問し、文化遺産に関する情報収集
14	水利用及び水利権	C	利用者と協議等
22	水質汚濁	C	情報収集（放流先の水質、埋立地周辺地下水水質等）
23	土壌汚染	C	情報収集（土壌及び既存下水汚泥の重金属等） 代替案検討等
24	廃棄物	C	情報収集（既存ゴミ処分場の場所、種類、規模、浸出水対策等） 汚泥最終処分代替案検討（埋立或いは農地利用等）
25	騒音・振動	C	住居状況の確認（病院、学校等）及び情報収集（処理場周辺）
26	悪臭	C	処理場周辺の住居状況の確認、既存処理場周辺の臭気レベル調査等

注： A：重大なインパクトが見込まれる。
C：不明（検討する必要がある）

B：多少のインパクトが見込まれる
D：インパクトがほとんどない

13.3 IEE レベル調査結果

JICA 環境社会ガイドラインで述べられるように、IEE レベル調査とは、既存データ等比較的容易に入手可能な情報、必要に応じて簡易な現地調査に基づき、代替案、環境影響の予測・評価、緩和策、モニタリング計画の検討等を実施する調査である。下記の方法を用いて、7M/P 対象エリアに対する IEE レベル調査を行った。

- (1) 既存データや情報の収集
- (2) 現地調査
- (3) 地域住民インタビュー
- (4) 水質分析、土壌及び汚泥の重金属分析

13.3.1 Slunfeh 下水道 M/P の IEE レベル調査

スコーピングに基づき、IEE レベル調査では社会環境、自然環境、公害に関する 10 影響項目について検討を行った。調査結果は表 13.3.1 に示す。既存情報及び現地調査により、処理場予定地において、貴重種、絶滅危惧種、国指定の保護対象地域(野生生物、湿地、国立公園、文化遺産等)等はないことが確認できた。

表13.3.1 Slunfeh下水道M/PのIEEレベル調査結果

No.	環境項目	評価	根拠
1	住民移転	D	処理場予定地には住民がいないため、住民移転が発生しない。
2	地域経済/土地所有権	C	処理場予定地の一部は私用地であるが、約 0.1 ヘクタールしか占有しないため、インパクトは小さい。
5	交通	C	交通へのインパクトは一時的であるため、インパクトは小さい。
11	文化遺産	D	遺跡・文化財は報告されていない。
14	水利用及び水利権	D	下水の再利用者がいない。
22	水質汚濁	D	下水放流先の水質は改善される。下水汚泥は農地利用する予定であるため、地下水への影響はほとんどないと考えられる。
23	土壌汚染	C	既存下水汚泥の重金属濃度は低い。
24	廃棄物	D	汚泥量は非常に少ない。(2.4 m ³ /日)
25	騒音・振動	D	処理場予定地周辺には閑静な環境を要する施設や集落的な住居地はない。
26	悪臭	C	処理場予定地から一番近い住居地は約 300m 離れているため、臭気の影響は少ないと考えられる。

注： A：重大なインパクト
C：軽いインパクト

B：ある程度のインパクト
D：無視できる程度インパクト

環境への悪影響が考えられる項目について、緩和策及びモニタリング計画等を提案した。具体的な内容は表 13.3.2 に示す。

表 13.3.2 Slunfeh 下水道 (M/P) に対する緩和策

No.	環境項目	緩和策及びモニタリング計画提案
2	地域経済/土地所有権	シリアの土地取得手続きに従い、土地所有者と協議
5	交通	適切な施工計画の作成、交通管理計画の作成及び実施
23	土壌汚染	適切な汚泥農地利用計画の準備（面積、利用方法、コストの検討等） モニタリングシステム（監視項目、頻度、コスト等含む）を導入し、 常に下水汚泥、土壌及び農作物の重金属を監視する
26	悪臭	緑地帯の設置 処理場の周辺に緩衝地帯の設置 臭気モニタリングシステムの導入と実施

13.3.2 Banias 下水道 M/P の IEE レベル調査

スコーピングに基づき、IEE レベル調査では社会環境、自然環境、公害に関する 10 影響項目について検討を行った。調査結果は表 13.3.3 に示す。既存情報及び現地調査により、処理場予定地において、貴重種、絶滅危惧種、国指定の保護対象地域（野生生物、湿地、国立公園、文化遺産等）等はないことが確認できた。

表13.3.3 Banias 下水道M/PのIEEレベル調査結果

No.	環境項目	評価	根拠
1	住民移転	D	処理場予定地には住民がいないため、住民移転は発生しない。
2	地域経済/土地所有権	C	処理場予定地の一部は私用地であるが、約 5.1 ヘクタールしか占有しないため、インパクトは小さい。
5	交通	C	交通へのインパクトは一時的であるため、インパクトは小さい。
11	文化遺産	D	遺跡・文化財は報告されていない。
14	水利用及び水利権	D	下水の再利用者がいない。
22	水質汚濁	D	下水放流先の水質は改善される。下水汚泥は農地利用する予定であるため、地下水への影響はほとんどないと考えられる。
23	土壌汚染	C	既存下水汚泥の重金属濃度は低い。
24	廃棄物	D	汚泥量は少ない。(18.4 m ³ /日)
25	騒音・振動	D	処理場予定地周辺には、閑静な環境を要する施設や集中的な住居地はない。
26	悪臭	C	処理場予定地周辺には、集落的な住居地はないので、臭気の影響は少ないと考えられる。

注： A：重大なインパクト
C：軽いインパクト

B：ある程度のインパクト
D：無視できる程度インパクト

環境への悪影響が考えられる項目について、緩和策及びモニタリング計画等を提案した。具体的な内容は表 13.3.4 に示す。

表 13.3.4 Banias 下水道 (M/P) に対する緩和策

No.	環境項目	緩和策及びモニタリング計画提案
2	地域経済/土地所有権	シリアの土地取得手続きに従い、土地所有者と協議
5	交通	適切な施工計画の作成、交通管理計画の作成及び実施
23	土壌汚染	適切な汚泥農地利用計画の準備(面積、利用方法、コストの検討等)モニタリングシステム(監視項目、頻度、コスト等含む)を導入し、常に下水汚泥、土壌及び農作物の重金属を監視する
26	悪臭	緑地帯の設置 処理場の周辺に緩衝地帯の設置 臭気モニタリングシステムの導入と実施

13.3.3 Mayadin 下水道 M/P の IEE レベル調査

スコーピングに基づき、IEE レベル調査では社会環境、自然環境、公害に関する 10 影響項目について検討を行った。調査結果は表 13.3.5 に示す。既存情報及び現地調査により、処理場予定地において、貴重種、絶滅危惧種、国指定の保護対象地域(野生生物、湿地、国立公園、文化遺産等)等はないことが確認できた。

表13.3.5 Mayadin下水道M/PのIEEレベル調査結果

No.	環境項目	評価	根拠
1	住民移転	D	処理場予定地はコーフラテス川の河岸に位置しており、住居はないため、住民移転が発生しない。
2	地域経済/土地所有権	D	処理場予定地は公用地であるため、土地所有権の転換が発生しない。
5	交通	D	処理場予定地周辺は主要道路がない。
11	文化遺産	D	遺跡・文化財は報告されていない。
14	水利用及び水利権	D	下水の再利用者がいない。
22	水質汚濁	D	下水放流先の水質は改善される。下水汚泥は農地利用する予定であるため、地下水への影響はほとんどないと考えられる。
23	土壌汚染	C	既存下水汚泥の重金属濃度は低い。
24	廃棄物	D	汚泥量は少ない。(7.6 m ³ /日)
25	騒音・振動	D	処理場予定地周辺に閑静な環境を要する施設や集落的な住居地はない。
26	悪臭	C	処理場予定地から一番近い住居地は約 500m 離れているため、臭気の影響は少ないと考えられる。

注： A：重大なインパクト
C：軽いインパクト

B：ある程度のインパクト
D：無視できる程度インパクト

環境への悪影響が考えられる項目について、緩和策及びモニタリング計画等を提案した。具体的な内容は表 13.3.6 に示す。

表 13.3.6 Mayadin 下水道 (M/P) に対する緩和策

No.	環境項目	緩和策及びモニタリング計画提案
23	土壌汚染	適切な汚泥農地利用計画の準備（面積、利用方法、コストの検討等） モニタリングシステム（監視項目、頻度、コスト等含む）を導入し、 常に下水汚泥、土壌及び農作物の重金属を監視する
26	悪臭	緑地帯の設置 処理場の周辺に緩衝地帯（200 m～ 300 m）の設置 臭気モニタリングシステムの導入と実施

13.3.4 Malkieh 下水道 M/P の IEE レベル調査

スコーピングに基づき、IEE レベル調査では社会環境、自然環境、公害に関する 10 影響項目について検討を行った。調査結果は表 13.3.7 に示す。既存情報及び現地調査より、処理場予定地において、貴重種、絶滅危惧種、国指定の保護対象地域（野生生物、湿地、国立公園、文化遺産等）等はないことが確認できた。

表13.3.7 Malkieh下水道M/PのIEEレベル調査結果

No.	環境項目	評価	根拠
1	住民移転	D	処理場予定地には住民がいないため、住民移転が発生しない。
2	地域経済/土地所有権	C	処理場予定地の一部は私用地であるが、約 3 ヘクタールしか占有しないため、インパクトは小さい。
5	交通	D	処理場予定地周辺は主要道路がない。
11	文化遺産	D	遺跡・文化財は報告されていない。
14	水利用及び水利権	D	下水の再利用者がいない。
22	水質汚濁	D	下水放流先の水質は改善される。下水汚泥は農地利用する予定であるため、地下水への影響はほとんどないと考えられる。
23	土壌汚染	C	既存下水汚泥の重金属濃度は低い。
24	廃棄物	D	汚泥量は非常に少ない。（2.3 m ³ /日）
25	騒音・振動	D	処理場予定地周辺には、閑静な環境を要する施設や集落的な住居地がない。
26	悪臭	C	処理場予定地から一番近い住居地は約 1,000m 離れているため、臭気の影響が少ないと考えられる。

注： A：重大なインパクト
C：軽いインパクト

B：ある程度のインパクト
D：無視できる程度インパクト

環境への悪影響が考えられる項目について、緩和策及びモニタリング計画等を提案した。具体的な内容は表 13.3.8 に示す。

表 13.3.8 Malkieh 下水道 (M/P) に対する緩和策

No.	環境項目	緩和策及びモニタリング計画提案
2	地域経済/土地所有権	シリアの土地取得手続きに従い、土地所有者と協議
23	土壌汚染	適切な汚泥農地利用計画の準備（面積、利用方法、コストの検討等） モニタリングシステム（監視項目、頻度、コスト等含む）を導入し、 常に下水汚泥、土壌及び農作物の重金属を監視する
26	悪臭	緑地帯の設置 処理場の周辺に緩衝地帯（200 m・ 300 m）の設置 臭気モニタリングシステムの導入と実施

13.3.5 Thawra 下水道 M/P の IEE レベル調査

スコーピングに基づき、IEE レベル調査では社会環境、自然環境、公害に関する 10 影響項目について検討を行った。調査結果は表 13.3.9 に示す。既存情報及び現地調査により、処理場予定地において、貴重種、絶滅危惧種、国指定の保護対象地域（野生生物、湿地、国立公園、文化遺産等）等はないことが確認できた。

表13.3.9 Thawra 下水道M/PのIEEレベル調査結果

No.	環境項目	評価	根拠
1	住民移転	D	処理場予定地には住民がいないため、住民移転が発生しない。
2	地域経済/土地所有権	C	処理場予定地の一部は私用地であるが、約 2.5 ヘクタールしか占有しないため、インパクトは小さい。
5	交通	D	処理場予定地周辺は主要道路がない。
11	文化遺産	D	遺跡・文化財は報告されていない。
14	水利用及び水利権	D	処理場は既存下水放流口の近辺に位置しており、下水の再利用への影響はほとんどないと考えられる。
22	水質汚濁	D	下水放流先の水質は改善される。下水汚泥は農地利用する予定であるため、地下水への影響はほとんどないと考えられる。
23	土壌汚染	C	既存下水汚泥の重金属濃度は低い。
24	廃棄物	D	汚泥量は少ない。（4.8 m ³ /日）
25	騒音・振動	D	処理場予定地周辺には、閑静な環境を要する施設や集落的な住居地がない。
26	悪臭	C	処理場予定地から一番近い住居地は約 500m 離れているため、臭気の影響は少ないと考えられる。

注： A：重大なインパクト

B：ある程度のインパクト

C：軽いインパクト

D：無視できる程度インパクト

環境への悪影響が考えられる項目について、緩和策及びモニタリング計画等を提案した。具体的な内容は表 13.3.10 に示す。

表 13.3.10 Thawra 下水道 (M/P) に対する緩和策

No.	環境項目	緩和策及びモニタリング計画提案
2	地域経済/土地所有権	シリアの土地取得手続きに従い、土地所有者と協議
23	土壌汚染	適切な汚泥農地利用計画の準備（面積、利用方法、コストの検討等） モニタリングシステム（監視項目、頻度、コスト等含む）を導入し、 常に下水汚泥、土壌及び農作物の重金属を監視する
26	悪臭	緑地帯の設置 処理場の周辺に緩衝地帯（200 m・ 300 m）の設置 臭気モニタリングシステムの導入と実施

13.3.6 Muzerib 下水道 M/P の IEE レベル調査

スコーピングに基づき、IEE レベル調査では社会環境、自然環境、公害に関する 10 影響項目について検討を行った。調査結果は表 13.3.11 に示す。既存情報及び現地調査により、処理場予定地において、貴重種、絶滅危惧種、国指定の保護対象地域（野生生物、湿地、国立公園、文化遺産等）等はないことが確認できた。

表13.3.11 Muzerib下水道M/PのIEEレベル調査結果

No.	環境項目	評価	根拠
1	住民移転	D	処理場予定地には住民がいないため、住民移転が発生しない。
2	地域経済/土地所有権	C	処理場予定地の一部は私用地であるが、約 4.9 ヘクタールしか占有しないため、インパクトは小さい。
5	交通	C	交通へのインパクトは一時的であるため、インパクトは小さい。
11	文化遺産	D	遺跡・文化財は報告されていない。
14	水利用及び水利権	D	処理場は既存下水放流口の近辺に位置しており、下水の再利用への影響はほとんどないと考えられる。
22	水質汚濁	D	下水放流先の水質は改善される。下水汚泥は農地利用する予定であるため、地下水への影響はほとんどないと考えられる。
23	土壌汚染	C	既存下水汚泥の重金属濃度は低い。
24	廃棄物	D	汚泥量は非常に少ない。(1.1 m ³ /日)
25	騒音・振動	D	処理場予定地周辺には、閑静な環境を要する施設や集落的な住居地がない。
26	悪臭	C	処理場予定地から一番近い住居地は約 300m 離れているため、臭気の影響は少ないと考えられる。

注： A：重大なインパクト
C：軽いインパクト

B：ある程度のインパクト
D：無視できる程度インパクト

環境への悪影響が考えられる項目について、緩和策及びモニタリング計画等を提案した。具体的な内容は表 13.3.12 に示す。

表 13.3.12 Muzerib 下水道 (M/P) に対する緩和策

No.	環境項目	緩和策及びモニタリング計画提案
2	地域経済/土地所有権	シリアの土地取得手続きに従い、土地所有者と協議
5	交通	適切な施工計画の作成、交通管理計画の作成及び実施
23	土壌汚染	適切な汚泥農地利用計画の準備(面積、利用方法、コストの検討等)モニタリングシステム(監視項目、頻度、コスト等含む)を導入し、常に下水汚泥、土壌及び農作物の重金属を監視する
26	悪臭	緑地帯の設置 処理場の周辺に緩衝地帯の設置 臭気モニタリングシステムの導入と実施

13.3.7 Zabadani 下水道 M/P の IEE レベル調査

スコーピングに基づき、IEE レベル調査では社会環境、自然環境、公害に関する 10 影響項目について検討を行った。調査結果は表 13.3.13 に示す。既存情報及び現地調査により、処理場予定地において、貴重種、絶滅危惧種、国指定の保護対象地域(野生生物、湿地、国立公園、文化遺産等)等はないことが確認できた。

表13.3.13 Zabadani下水道M/PのIEEレベル調査結果

No.	環境項目	評価	根拠
1	住民移転	D	処理場予定地には住民がいないため、住民移転が発生しない。
2	地域経済/土地所有権	D	処理場予定地(5.5ヘクタール)は公用地であるため、土地所有権の転換が発生しない。
5	交通	C	処理場予定地は主要道路に隣接しているが、交通量が少ない。更に交通へのインパクトは一時的(工事中)であるため、インパクトは小さい。
11	文化遺産	D	遺跡・文化財は報告されていない。
14	水利用及び水利権	D	処理場は既存下水放流口の近辺に位置しており、下水の再利用への影響はほとんどないと考えられる。
22	水質汚濁	D	下水放流先の水質は改善される。下水汚泥は農地利用する予定であるため、地下水への影響はほとんどないと考えられる。
23	土壌汚染	C	既存下水汚泥の重金属濃度は低い。
24	廃棄物	D	汚泥量は少ない。(17.2 m ³ /日)
25	騒音・振動	D	処理場予定地周辺には、閑静な環境を要する施設や集落的な住居地がない。
26	悪臭	C	処理場予定地から一番近い住居地は約 300m 離れているため、臭気の影響は少ないと考えられる。

注： A：重大なインパクト
C：軽いインパクト

B：ある程度のインパクト
D：無視できる程度インパクト

環境への悪影響が考えられる項目について、緩和策及びモニタリング計画等を提案した。具体的な内容は表 13.3.14 に示す。

表 13.3.14 Zabadani 下水道 (M/P) に対する緩和策

No.	環境項目	緩和策及びモニタリング計画提案
5	交通	適切な施工計画の作成、交通管理計画の作成及び実施
23	土壌汚染	適切な汚泥農地利用計画の準備(面積、利用方法、コストの検討等) モニタリングシステム(監視項目、頻度、コスト等含む)を導入し、 常に下水汚泥、土壌及び農作物の重金属を監視する
26	悪臭	緑地帯の設置 処理場の周辺に緩衝地帯の設置 臭気モニタリングシステムの導入と実施

14 マスタープランの評価

14.1 技術的評価

公共用水域における水質汚濁の現状は、第 3.4 章で記述しているが、まとめると表 14.1.1 のようになる。

表 14.1.1 流域別の主要な水質汚濁源

流域名	水質汚濁の問題	主要な水質汚濁源
Euphrates 川 流域	水道用水源の水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> ・家庭汚水及び営業廃水 ・公的な工場からの大量の工場廃水
	生活住環境の悪化	
Khabour 川 流域	灌漑用水源の水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> ・家庭汚水及び営業廃水 ・公的な工場からの大量の工場廃水
	生活住環境の悪化	
Barada and Awaj 川流域	灌漑用水源の水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> ・家庭汚水及び営業廃水 ・公的な工場からの大量の工場廃水
	生活用水および灌漑用水源である地下水の水質汚濁	
海岸地域	水道用水源の水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> ・散在する小規模オリープ工場からの廃水 ・地下浸透式のオンサイト処理施設からの浸透
	海域の水質汚濁	
Yarmouk 川流域	水道用水源である地下水の水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> ・家庭汚水、営業排水及び工場廃水
	灌漑用水源の水質汚濁	

水質汚濁対策のための衛生システム（下水道施設、分散型処理施設及びオンサイト施設）は、対象区域における対象人口、地形、環境及び経済状況等の条件が適正であることが求められる。

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

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

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

実施されることは、生態系保全に貢献することになる。

また、主要な汚濁源のひとつである工場排水に対しては、適正な処理を行うとともに、クリーナープロダクションの推進や、排水汚染防止管理者システムの導入等、管理・規制方法を整備していくことが重要である。

14.2 経済、財務面

14.2.1 経済評価結果

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

マスタープラン対象プロジェクトに対する算定を行った結果、EIRR は平均 15.0%、NPV はプラス 764.6 百万 SP であり、マスタープランは概して経済的観点からフィージブルであることが立証された。特にダマスカス郊外県の区域は 18.0% であり、平均値を上回っている。詳細は第 11 章に記述した。

観光の振興、生産時間の損失の減少、医療費の減少がもたらす経済便益はマスタープラン対象の地域全体としては大きな割合を占めている。しかし、個々の地域では条件の違いにより状況が異なっている。

14.2.2 財務評価結果

財務計画の詳細に関しては F/S ステージにおいて、ダマスカス郊外県の優先プロジェクトを対象に検討することとし、マスタープランにおいては、財務評価の概略検討を実施した。

M/P プロジェクトの資本費は、種々の財源、例えば公共債という形でのシリア政府からの補助金、国際金融機関のソフトローンやグラント等から供与され得る。具体的な財源はプロジェクトサイクルのもっと後の段階で決定され得る。

下水道プロジェクトの資本費を利用者の料金で賄うことは、国際的にみても非常にまれなことであり、これは今後のシリア政府の方針にも適合しない事項である。プロジェクトのフルコストリカバリーは、急激な料金値上げを必要とし、このようなことは実現可能性がない。従って、資本費は補助金という形で事業実施機関に供与されると想定し、その場合、FIRR を算定する意味がないため、この指標に基づく財務的実現可能性の評価は行わなかった。

これに対して国際的なベストプラクティスに従えば、少なくとも維持管理費は使用料で賄うべきであり、このことは非常に重要であると同時に、財務的持続可能性を確保するう

えで、将来にわたり達成可能な目標でもある。

各県により状況が異なるが、概略計算によれば、維持管理費を 100%回収するためには、年間固定料の 120 SP に加えて、下水道料金を約 1.44 SP/m³ に設定する（物価上昇除く）必要がある。

14.3 環境側面

本プロジェクトを実施するに当たり IEE レベル調査を行った。その詳細結果を表 14.3.1 にまとめた。

表 14.3.1 IEE レベル調査結果（7M/P 対象エリア）

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

Note: A: Serious impact
C: Light impact

B: Some impact
D: Negligible impact

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

14.4 優先事業（フィージビリティスタディ）の選定

優先的事業を選定するに際し、分散型下水道システムやオンサイト施設よりも下水道システムを建設する方が、下水道システムは都市部での建設が考えられ、広範囲に互る恩恵を受けられるため、有利である。下水道のフィージビリティスタディは、事業の実施能力、財政能力、水環境改善の緊急性、組織体制能力等の程度により、規模が選定される。

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

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

M/P の IEE レベル調査の結果では、Zabadani の処理場建設予定地は公用地であり、土地所有の転換、土地利用の変化等が発生しないこと。また、交通への影響、土壌汚染、悪臭についても適切な処置により緩和・最小化が可能であることから、社会環境への影響は少ない。「事業を実施する案」の検討においても、他の地域との比較で影響項目において大きな差は無いことが分かった。一方、「事業を実施しない案」の検討に当り、M/P の対象地域の中で、Zabadani は他の地域と比べて以下の影響項目において大きな差があることが分かった。

1) 衛生環境・水質汚濁

Zabadani は、Damascus 県の最重要水道用水源である Ain Fiheh 湧水池の上流部に位置しており、当地区で発生する地下水により汚染される危険性がある(影響人口約 150 万人)。また、Zabadani は非常に有名な観光地であるが、近年地下水放流により、当地区を貫流する Barada 川の水質汚染が顕在化し、観光資源への影響が顕著に発生している。

2) 水利用

Zabadani には地下水を灌漑用水として再利用している農民が、他の地域より多数いる。灌漑用水質の基準を満たさない地下水の再利用は、農作物及び土壌への影響がある。

よって Zabadani には下水道事業の緊急性が確認されたので、F/S 対象地域として選定するものとする。