

社会開発調査部報告書

№ 221

国際協力事業団

ハレスチカ暫定自治政府
計画・国際協力省

ハレスチカ

ハン・ユーニス市下水道整備計画

最終報告書

要約編

平成9年12月

JICA LIBRARY



J 1140431 (6)

株式会社 ハンブイック コンサルタンツ インターナショナル
株式会社 日 水 コ

社 庫 二

S O

97-128





1140431 (6)

国際協力事業団

パレスチナ暫定自治政府

計画・国際協力省

パレスチナ

ハン・ユーンニス市下水道整備計画

最終報告書

要約編

平成9年12月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
株式会社 目 水 コ ン

本報告書において、費用算定用の為替レートは以下の 1997 年 8 月現在のものを使用した。

US\$ 1.00 = NIS 3.3 = Yen 120

序 文

日本国政府は、パレスチナ暫定自治政府の要請に基づき、同地区のハンユーニス市下水道整備計画調査に係わる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成8年9月から平成9年10月までの間、4回にわたり、株式会社パシフィック コンサルタンツ インターナショナルの野田典宏氏を団長とし、同社および株式会社日水コンから構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、パレスチナ暫定自治政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

また日本下水道事業団理事 古澤實氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

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

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

平成9年12月

国際協力事業団

総 裁 藤 田 公 郎

ハン・ユーンニス市下水道整備計画調査

伝 達 状

1997年12月

国際協力事業団

総裁 藤田公郎 殿

パレスチナ ハン・ユーンニス市下水道整備計画調査の最終報告書を提出いたします。本報告書は、1996年9月11日（変更1996年10月24日）及び1997年5月12日に国際協力事業団と株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル及び（株）日本水コンとの間で締結された契約に基づいて結成された調査団によって作成されました。

本報告書には、ハン・ユーンニス市の衛生施設・下水道のマスタープラン及びフィージビリティ調査の調査結果が述べられています。

本報告書は、英文、和文の要約報告書、英文の主報告書、英文の付属報告書及び英文の付属図がそれぞれマスタープラン調査とフィージビリティ調査について報告されています。更に報告書の内容を収めたディスクも添付しています。英文及び和文の要約報告書は調査全体を簡潔明瞭にまとめ、主報告書には調査の背景、調査地域の状況、衛生施設・下水道のマスタープラン、緊急事業計画のフィージビリティ・スタディならびに提言を記述しております。付属報告書及び付属図には、各種調査、検討内容及び事業計画内容の詳細を記述致しました。さらに資料集も併せて作成しております。

本報告書の提出にあたり、全調査期間に亘り多大な御支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、日本下水道事業団、在イスラエル日本国大使館の諸賢ならびにパレスチナ自治政府諸機関の関係各位に対し心から感謝の意を表するとともに、本調査の成果がハン・ユーンニス市の下水道事業の実施を促進し、ハン・ユーンニス地域の健康と衛生環境の向上の一助となること、合わせて両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを希望する次第であります。

調 査 団 長

野田典宏

プロジェクト概要

目 次

第1章	前書き	1
1.1	調査の背景	1
1.2	調査の目的	1
1.3	調査対象地域	2
1.4	調査の範囲	2
第2章	下水道施設計画M/P	3
2.1	下水道計画対象区域	3
2.2	人口予測	3
2.3	地域開発計画	4
2.4	施設計画の基本	4
2.5	地域下水道整備計画	5
2.6	事業実施順位	7
2.7	下水道施設計画	7
2.8	下水道施設整備計画	10
2.9	建設費・維持管理費	11
第3章	雨水排水施設計画M/P	13
3.1	雨水排水の現況	13
3.2	雨水計画対象区域	13
3.3	雨水収集方式	13
3.4	計画諸元の決定	13
3.5	雨水排水施設計画	15
3.6	雨水施設計画	15
3.7	雨水施設実施計画	16
第4章	M/Pの評価	17
4.1	技術的評価	17
4.2	社会・環境評価	17
4.3	組織・制度評価	17
4.4	経済・財務評価	18
4.5	初期環境影響評価	19

第5章	下水道施設計画F/S.....	21
5.1	下水管渠施設.....	21
5.2	ポンプ場施設.....	22
5.3	下水処理場施設.....	22
5.4	建設費・維持管理費.....	22
第6章	雨水排水施設計画F/S.....	25
6.1	第1期雨水排水施設計画.....	25
第7章	F/Sの評価.....	26
7.1	下水道施設.....	26
7.2	雨水排水施設.....	26
7.3	衛生施設.....	26
7.4	経済性ならびに財務能力.....	27
7.5	機構組織.....	29
7.6	環境影響評価.....	31
第8章	勧告.....	33

表-1	行政区域別下水道計画対象区域面積.....	3
表-2	行政区域別現在、将来人口推定.....	3
表-3	用途地域別面積.....	4
表-4	計画汚水水質（2015年）.....	5
表-5	汚水処理区別計画人口と計画汚水量（2015年度）.....	5
表-6	処理区別事業実施優先順位.....	7
表-7	計画汚水水質.....	8
表-8	地域下水道整備施設.....	8
表-9	年次別計画主要施設.....	10
表-10	建設費.....	11
表-11	維持管理費（年間）.....	12
表-12	借入金ベースでの経済・財務評価.....	18
表-13	無償ベースでの経済・財務評価.....	19
表-14	第一期実施下水道施設内容.....	21
表-15	建設費 (F/S).....	23
表-16	維持管理費（年間）.....	24
表-17	無償ベースの第1期工事の経済・財務評価.....	27
表-18	地域経済での経済感度分析.....	28
表-19	ハンユーニス市での財務感度分析.....	29
図-1	ハン・ユーニス下水道マスタープラン.....	6
図-2	下水道処理場レイアウト(M/P).....	9
図-3	ハン・ユーニス市雨水排水マスタープラン.....	14

第1章 前書き

1.1 調査の背景

調査対象となったパレスチナ・ガザ地区内の第2の都市ハンユーンニス市は、その地区の南部に位置し、周辺村落を含めた面積は4,458ヘクタールで現在の人口は、難民キャンプの人口約5万人も含め、20万人以上である。人口密度は1平方キロメートル当たり約5千人であり、難民キャンプでは1平方キロメートル当たり3万人を超える過密状態である。

一方で重要な都市インフラの一つである下水道整備には今まで全くと言っていいほど計画も投資も行われてこなかった。トイレの排水は浄化槽から地下へ浸透させ、その他の雑排水は室屋の周辺の側溝、道路、空地などへ放流するという方式をとっている。このため、地下水の汚染と住居地区は極めて劣悪な環境下であり、多くの水系伝染病の原因ともなり、特に硝酸塩過多による乳幼児のブルーベビー病などが発生している。

雨水排除施設としては、3基の小さなポンプによる道路面排水以外の施設はなく、乾燥地帯とは言え、冬期4ヶ月の雨期には、地形的な不利な条件もあり、毎年数回の洪水、冠水があり、中心部の商業活動に重要なマーケット地区が被害を受けてきた。

こうした状況の中、中等和平は世界の大きな関心事となり、関係各国の努力もあり1993年より95年までに和平の大きな枠組みが出来「オスロ合意」として結実した。我が国もこうした和平活動を支援する目的で、マルチラテラル機関やバイラテラル機関による援助を行って来た。

その中でパレスチナ選考自治政府は1995年3月に我が国に正式に「ハンユーンニス市下水道整備計画調査」の協力を要請して来た。これを受けて国際協力事業団では1996年3月に事前調査団を派遣し、S/Wに合意し署名交換した。

1.2 調査の目的

- (1) 衛生状況劣化の著しいガザ地区ハン・ユーンニス地域(44.58 km²)における衛生環境の改善のため、下水道整備にかかるマスタープラン(M/P)を策定し、同計画の中で選定された優先プロジェクトについてフィージビリティ調査(F/S)を実施した。
- (2) 本件調査を通じて、パレスチナ側カウンターパートに技術移転を行なった。

1.3 調査対象地域

本件調査の計画対象地域は、ハン・ユーニス市および周辺市町村の衛生状態に直接影響を及ぼしているハン・ユーニス地域である。

なお、調査の過程において必要に応じて、ガザ市、ラファ市など下水道施設を有するガザ地区の他都市やテル・アビブなどのイスラエル都市も調査対象とした。

1.4 調査の範囲

(1) 本件調査は、1996年3月11日に合意された実施細則(S/W)および同協議に関する議事録(M/M)に基づき、以下の2段階に分けて実施した。

第1段階：下水道整備計画マスター・プランの策定

2015年を目標年次とするハン・ユーニス地域における衛生環境改善のための下水道整備マスター・プランの策定

第2段階：優先プロジェクトに関わるフィージビリティ調査

マスター・プランから選定された優先プロジェクトに関するフィージビリティ調査の実施

(2) 調査対象排水は生活排水、し尿、産業排水、雨水とした。

第2章 下水道施設計画マスタープラン

2.1 下水道計画対象区域

調査対象区域面積 4,458 ヘクタールのうち 2015 年を計画目標年次とする下水道計画対象区域は、パレスチナ側の地域開発計画、帰還者定着計画等に基づき 3,632 ヘクタールとした。各行政区別下水道計画対象区域面積は次のとおりである。

表-1 行政区区域別下水道計画対象区域面積 (単位ヘクタール)

行政区域名	行政区区域面積	施設計画区域面積
Khan Yunis	1,660	1,640
Kizan	1,270	519
Bani Sohaila	404	404
Abassan Kabera	424	404
Abassan Saghera	128	89
Qarrara	443	443
Khuzaa	129	129
合計	4,458	3,632

2.2 人口予測

ハンユーニス地域の現在人口・将来人口については、MOPIC と統計局による予測があるが両者の推定値にはかなりの差があるため、計画区域全域にわたる人口分布現況調査を行い、更に、近い将来に予想される海外からの大量帰還者、地域開発計画等の影響も考慮し、MOPIC 予想の将来人口を一部改定した将来人口を推定した。区域内人口は年率 3.5% から 6.5% の割合で増加し、1996 年度の計画区域内人口 188,700 人が 2015 年には 487,400 人に増加するものと予想される。各年度別予想人口は以下の通りである。

表-2 行政区区域別現在、将来人口推定 (単位人)

行政区域名	1996 年	2015 年
Khan Yunis	132,700	299,988
Kizan	4,700	62,335
Bani Sohaila	16,900	38,205
Abassan Kabera	11,600	26,224
Abassan Saghera	5,500	12,434
Qarrara	11,100	34,197
Khuzaa	6,200	14,016
合計	188,700	487,439

2.3 地域開発計画

急増する人口の吸収を目的として各行政区域の将来計画を検討し、パレスチナ側と協議の上、Kizan 地区内農業用地一部の住宅地への転換、Qarrara 工業地域の住宅地への変更等を考慮し、2015 年時点の用途地域を以下のように決定した。

表-3 用途地域別面積

用途地域	面積 (ヘクタール)	比率 (%)
農業用地	1,736	38.93
商業用地	266	5.97
住居地域(A)	937	21.01
住居地域(B)(C)	1,415	31.74
難民キャンプ	104	2.33
合計	4,458	100.00

2.4 施設計画の基本

2.4.1 汚水収集方式

汚水・雨水の収集は別々の管路収集する分流式による。汚水、雨水ともに原則として自然流下で収集するが、管路深度が 6 ないし 7メートルに達した場合は、施工の難易、経済性等を考慮し必要に応じて中継ポンプ施設を設ける。各家庭からの汚水は各戸取り付け管から集め、枝管、準幹線、幹線、ポンプ場を経て、最終的に下水処理場へ送る。

2.4.2 計画諸元の決定

将来の汚水量・水質の計画値は、現存水道施設の内容、将来計画を考慮し、更に水量・水質の現地調査を行い、その結果に基づいて次のように決めた。

(1) 2015 年度計画汚水量

一人一日平均汚水量	112	リッター
一人一日最大汚水量	170	"
一人一日時間最大汚水量	280	"

(2) 2015 年度計画水質

表-4 計画汚水水質(2015 年)

項	一人一日排出量 (g/day)	濃度(mg/l)
BOD	55	500
SS	70	620
COD	100	900
T-N	14	130
T-P	3	30

(3) 2015 年度計画汚水量

2015 年度の各汚水排水区別計画人口と計画汚水量は次の通りである。

表-5 汚水処理区別計画人口と計画汚水量(2015 年度)

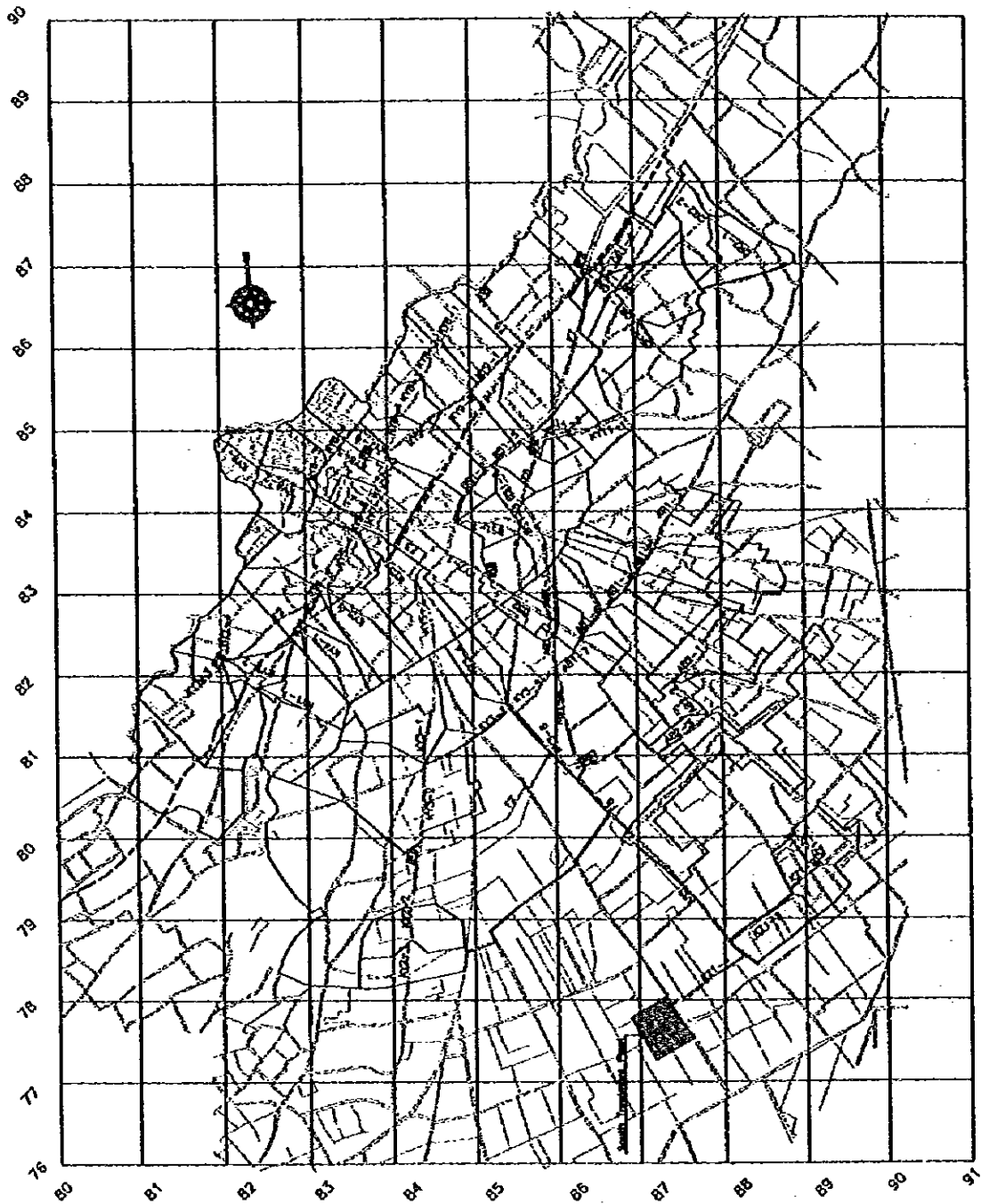
処理区	計画人口 (人)	日平均汚水量(m ³)
Khan Yunis	300,000	33,600
Kizan	52,000	5,824
Bani Sohaila	38,000	4,256
Qarrara	34,000	3,808
Abassan Sagehera	12,000	1,344
Abassan Kabera	26,000	2,912
Khuzaa	14,000	1,568
合計	476,000	53,312

2.5 地域下水道整備計画案

各計画処理区域を単位とする下水道施設計画 8 代替案を策定、各代替案の処理効率、建設費、維持管理費、社会・経済特質、環境条件などについて優劣を比較・検討し、パレスチナ側と打ち合わせの結果、下記の 3 案を選び更に詳細な検討を行った。

- 第 1 案 全域の汚水をハンユーニス北側の処理場に送り処理する。
- 第 2 案 全域の汚水を南部地区の処理場に送り処理する。
- 第 3 案 計画区域を南部と北部の 2 処理区に分割、各処理区毎に処理場を設け処理する。

上記 3 代替案の技術的、社会・経済的特質について検討の結果、北部処理場用地確保が困難であること、現在進行中の開発計画との関連性、処理水有効利用法等について考慮し、更に、パレスチナ側の処理水再利用等の強い要望もあり、第 2 代替案を採択した。地域下水道計画では、2010 年までに下水道計画対象区域 3,632 ヘクタールの整備を計る。選択最適案は図-1 に示すとおりである。



LEGEND:

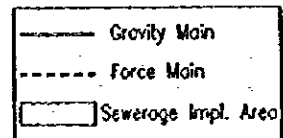


図-1

ハン・ユニス下水道マスタープラン

THE STUDY ON SEWERAGE DEVELOPMENT PLAN IN THE AREA OF KHAN YUNIS
IN PALESTINIAN INTERIM SELF-GOVERNMENT AUTHORITY

2.6 事業実施順位

各処理区毎の汚濁排水量、投資効果などを比較検討した結果、除去単位 BOD 当たり費用、一人当たり建設費用ともにハンユーニス市が低く、次いで Bani Sohaila の順となった。これらの結果に基づき、投資効率、裨益者数等を考慮し排水区毎に実施優先順位を決めた。各排水区別事業実施順位は次のとおりである。

表-6 処理区別事業実施優先順位

事業実施順位	処理区名
1	KHAN YUNIS DISTRICT
2	BANI SOHAILA
3	ABASSAN SAGHERA DISTRICT
4	KHUZAA DISTRICT
5	KIZAN DISTRICT
6	QARRARA DISTRICT
7	ABASSAN KABERA DISTRICT

2.7 下水道施設計画

2.7.1 管渠施設

下水管渠施設計画・設計諸元の概要は次の通りである。

- (1) 計画年次 : 2015 年
- (2) 設計基準 : 管最小口径、200mm、
管水深 60%で時間最大汚水量の容量
最低流速、毎秒 60cm
最大流速、毎秒 3m
管最大土被り、7m

2.7.2 ポンプ場施設

管渠埋設深が 7メートルを超える場合には、それぞれ建設費、運転費等から経済性を十分に検討し、中継ポンプ場を計画した。ポンプ場流入汚水は、沈砂池、粗目・細目スクリーン施設で予備処理後ポンプ井に流入し、ポンプ圧送管経て下流の管路へ送る。小口径の枝線ではマンホール型水中ポンプにより汚水の中継する。

2.7.3 下水処理場施設

2015年度計画日平均処理汚水量 53,400m³は、灌漑あるいは地下水涵養への再利用が計画されているため2次処理以上の処理方式が必要である。最適処理方式の選定には、現在広く利用されている2次処理方式の内、採用事例が豊富で信頼性の高い次の5方式を選び、それぞれの利害得失について比較・検討した。

- (1) 標準活性汚泥法
- (2) 回転円板法
- (3) オキシデーション・デイツ法
- (4) 曝気ラグーン法
- (5) 酸化池

上記5方式それぞれの建設費、維持管理費、処理効率、単位汚水量当たり処理費用、処理の難易、社会環境影響、更に、窒素化合物などの栄養源除去効率等を考慮し、信頼性があり維持管理が容易であることからオキシデーション・デイツ方式(OD法)を選定した。ただし、高濃度汚水の流入が予想されるため、デイツに先行して嫌気性池を設け、負荷の軽減と処理効率の向上を計った。なお、この方式は新たに開発したものである。処理場流入・流出汚水の計画水質は次の通りである。下水処理場のレイアウトは、図-2に示す。

表-7 計画汚水水質

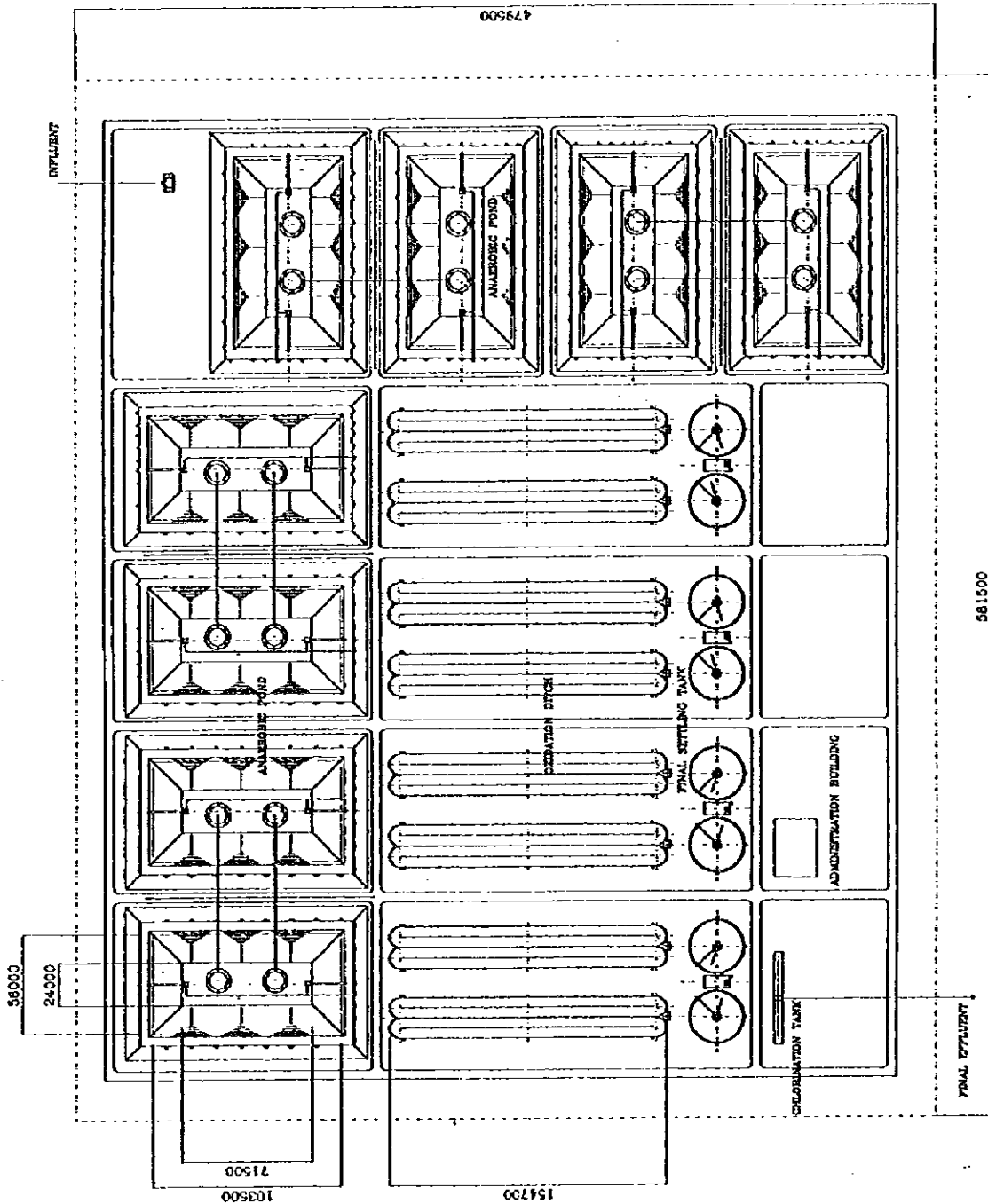
項目	一人一日当り 汚濁量(g/day)	流入汚水水質 (mg/l)	流出汚水水質 (mg/l)
BOD	55	500	25
COD	100	900	45
SS	70	620	31
T-N	14	130	39
T-P	3	30	30

2.7.4 地域下水道施設

2010年度建設完成目標の地域的下水道整備計画は次の施設を含む。

表-8 地域下水道整備施設

施設	寸法、口径(mm)	延長、数量、容量
1.汚水枝線	200- 250	544,800 m
2.汚水幹線、準幹線	200- 1350	79,297 m
3.ポンプ場		8ヶ所
4.処理場	1ヶ所	54,000 m ³ /day



(unit : mm)

図-2 下水処理場レイアウト(M/P)

THE STUDY ON SEWERAGE DEVELOPMENT PLAN IN THE AREA OF KHAN YUNIS
IN PALESTINIAN INTERIM SELF-GOVERNMENT AUTHORITY

2.8 下水道施設整備計画

2.8.1 段階的实施計画

1998年から2010年までの13年間の建設優先順位に従い三期に分け、下水道整備計画区域3,632ヘクタールに対する段階的整備を計画とした。

(1) 第1期計画(1998-2002)

第1期計画では、ハンユーニス市中央部とバニソヘラ処理区の一部を含む874ヘクタールの5処理区に下水施設敷設し、収集汚水全量を処理場に送り処理する。第一期施設完了後は約205,000の受益人口(2015年時点)の日平均汚水量16,100m³を二次処理し農業利用、地下水涵養等の再利用を計る。

(2) 第2期計画(2003-2006)

第2期計画では、ハンユーニスの一部とカララ地区を含む8処理区、総面積1,451ヘクタールの区域に施設を建設する。第二期建設計画完了後には122,460人(2015年時点)の受益人口が予想され、日平均量22,400m³の汚水を処理する計画である。

(3) 第3期計画(2007-2010)

第3期計画では、下水道整備計画対象区域内の全区域に下水道施設を完備することを計り、未整備地域のアバサン・カベラ、クザー、ハンユーニス等6処理区、総面積1,333ヘクタールの地域に管路を敷設する。これら地域の下水道受益者は122,500人で、新たに日平均汚水量14,300m³が施設へ流入する。

各期別の下水道整備計画概要は下表のとおりである。

表-9 年次別計画主要施設

計画年次	計画面積 (ha)	累計裨益人口 (ha)	管渠延長 (m)	汚水処理施設容量 (m ³ /day)
第1期計画(2006)	874	158,500	200,400	16,100
第2期計画(2010)	1,423	292,600	309,700	31,100
第3期計画(2015)	1,335	476,600	284,200	54,000
合計(2015)	3,632	476,600	794,300	54,000

注) 管渠延長には枝線を含む。ポンプ場数は拡張工事の場合も1ヶ所として含む。

2.9 建設費・維持管理費

マスタープランの建設費を、衛生施設、下水の個別処理、雨水排水施設も含めて、表-10に示す。ここで上述のように、建設工期を3期に分けたそれぞれの内訳についても示す。全体のプロジェクトコストは約208百万ドルとなり、内第1期は約36%、第2期は約33%、第3期は約31%となっている。

維持管理費は各項目に分けて、2025年までに渡って表-11に示す。

表-10 建設費

(単位：US\$)

No	項 目	建設工期			合 計
		第1期 1998~2002	第2期 2003~2006	第3期 2007~2010	
1	下水道施設	65,923,913	65,537,822	65,076,127	196,537,862
1.1	直接工事費	53,969,157	53,792,156	55,599,254	163,360,566
1.2	土地取得費	2,780,000	2,601,000	25,000	5,406,000
1.3	設計・施工監理費	5,396,916	5,379,216	5,559,925	16,336,057
1.4	予備費	3,777,841	3,765,451	3,891,948	11,435,240
2	衛生施設	585,000	0	0	585,000
2.1	直接工事費	500,000	0	0	500,000
2.2	土地取得費	0	0	0	0
2.3	設計・施工監理費	50,000	0	0	50,000
2.4	予備費	35,000	0	0	35,000
3	雨水排水施設	9,080,276	2,500,677	0	11,580,954
3.1	直接工事費	7,658,356	2,137,331	0	9,795,687
3.2	土地取得費	120,000	0	0	120,000
3.3	設計・施工監理費	765,836	213,733	0	979,569
3.4	予備費	536,085	149,613	0	685,698
	合 計	75,589,189	68,038,499	65,076,127	208,703,816
	合計(日本円)	9,070,702,734	8,164,619,931	7,809,135,257	25,044,457,922
	合計(日本円) = 直工費 + 設計・施工監理費	8,200,831,630	7,382,692,243	7,339,101,523	22,922,625,396

[Note]

1. 設計・施工監理費 : (直接工事費) x 0.10
2. 予備費 : (直接工事費) x 0.07
3. 積算 : 1997年6月時点.
4. 為替レート : 3.3 NIS/US\$, 120 円/US\$.

表-11 維持管理費 (年間)

(単位 : US\$)

No	年	建設 工期	下水管	ポンプ場 (P/S)	下水処理場 (WWTP)	雨水排水施設	衛生施設	人件費	合計
1	1999	第1期	0	0	0	0	0	0	0
2	2000	"	0	0	0	0	0	0	0
3	2001	"	0	0	0	0	0	0	0
4	2002	"	0	0	0	0	0	0	0
5	2003	第2期	178,351	229,070	529,889	44,951	59,700	213,000	1,254,961
6	2004	"	178,351	238,521	531,723	44,951	59,700	213,000	1,266,246
7	2005	"	178,351	248,478	533,655	44,951	59,700	213,000	1,278,135
8	2006	"	178,351	257,754	535,455	44,951	59,700	213,000	1,289,211
9	2007	第3期	413,384	457,632	913,378	60,914	59,700	354,000	2,259,009
10	2008	"	413,384	479,179	917,197	60,914	59,700	354,000	2,284,374
11	2009	"	413,384	502,096	921,241	60,914	59,700	354,000	2,311,335
12	2010	"	413,384	526,087	925,451	60,914	59,700	487,500	2,473,036
13	2011	完了	622,567	620,202	1,470,829	60,914	59,700	487,500	3,321,712
14	2012	"	622,567	651,025	1,477,199	60,914	59,700	487,500	3,358,904
15	2013	"	622,567	685,036	1,484,199	60,914	59,700	487,500	3,399,916
16	2014	"	622,567	721,513	1,491,669	60,914	59,700	487,500	3,443,863
17	2015	"	622,567	762,829	1,499,947	60,914	59,700	487,500	3,493,458
18	2016	"	622,567	762,829	1,499,947	60,914	59,700	487,500	3,493,458
19	2017	"	622,567	762,829	1,499,947	60,914	59,700	487,500	3,493,458
20	2018	"	622,567	762,829	1,499,947	60,914	59,700	487,500	3,493,458
21	2019	"	622,567	762,829	1,499,947	60,914	59,700	487,500	3,493,458
22	2020	"	622,567	762,829	1,499,947	60,914	59,700	487,500	3,493,458
23	2021	"	622,567	762,829	1,499,947	60,914	59,700	487,500	3,493,458
24	2022	"	622,567	762,829	1,499,947	60,914	59,700	487,500	3,493,458
25	2023	"	622,567	762,829	1,499,947	60,914	59,700	487,500	3,493,458
26	2024	"	622,567	762,829	1,499,947	60,914	59,700	487,500	3,493,458
27	2025	"	622,567	762,829	1,499,947	60,914	59,700	487,500	3,493,458

[Note]

- 1) 為替レート : 3.3 NIS/US\$, 120 円/US\$.
- 2) 積算 : 1997年6月時点.
- 3) 修繕費 : 直工費 x 0.5%/年
- 4) 施設の耐用年数 : 土木構築物及び下水管 : 50 年, 機械及び電気設備 : 25 年

第3章 雨水排水施設マスタープラン

3.1 雨水排水の現況

ハンユーニス市中心部約423ヘクタールの地域はすり鉢状の低地を形成し、地形上地域内の降雨は自然排水が不可能である。現在の雨水排除施設が不十分であるため、毎年12月から4月にわたる雨期には、中央市場とその周辺地に流下する大量の雨水により平均4、5回の頻度で広範囲に及ぶ浸水が発生する。その結果、市中心部の交通遮断、中央市場の閉鎖等、経済活動に大きな支障を来している。その他市街地の雨水も市北部エル・カティバの低地に流下、停滞し、深刻な浸水を引き起こしている。

他方、南部の村落は高地にあるため雨水排水の状況は比較的良好であり、市街地での深刻な浸水などは殆ど生じていない。市街地雨水の殆どが周辺農耕地へ排除され、直接あるいは農業貯水池を経て、農業灌漑、地下水の涵養等に広く再利用されている。

3.2 雨水計画対象区域

調査対象区域の内、2015年を目標年次とする雨水計画対象区域としては、高地にある比較的排水状況の良い南部地域を除き、主として低地で自然排水の不可能なハンユーニスの中心部を含む423ヘクタールの地域を選定した（図-3参照）。

3.3 雨水収集方式

雨水の収集方式は現地で広く採用されている“路面排水方式”とする。各家庭敷地あるいは公共用地からの流出雨水は路面に排除し、幹線水路を経て近隣の農業用地へ灌漑用水あるいは地下水涵養のため直接排除する。ハンユーニス市中央部は低地で自然排水が不可能であるため、ポンプ場を設け近隣の砂丘へ雨水を排除し地下水の涵養を計る。ポンプ場の容量を軽減するため、用地取得が可能な限り雨水滞水池を設けることとした。

3.4 計画諸元の決定

対象区域の長期間にわたる降雨観測データが無いため、雨水流出量の算定にはイスラエルの記録、近隣都市の雨水施設計画の状況等を考慮し、雨水排水施設計画諸元を次のように設定した。

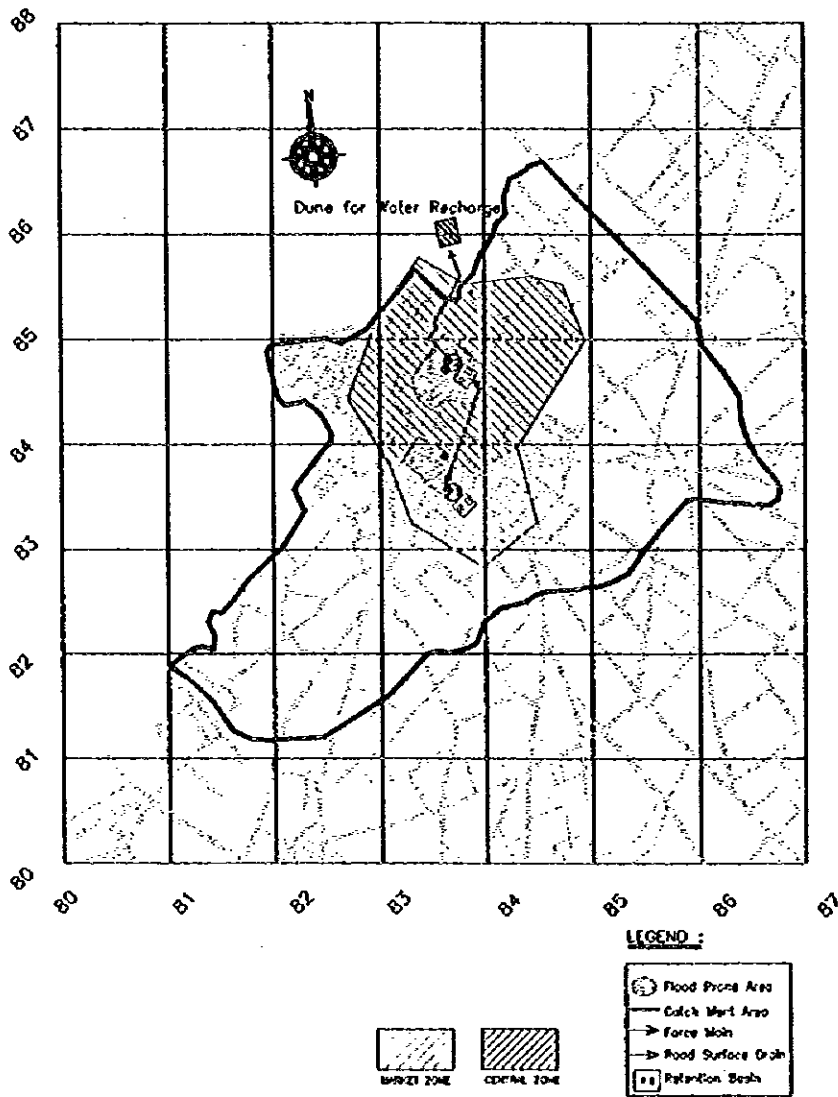


図-3 ハン・ユーンニス市雨水排水マスタープラン

THE STUDY ON SEWERAGE DEVELOPMENT PLAN IN THE AREA OF KHAN YUNIS
IN PALESTINIAN INTERIM SELF-GOVERNMENT AUTHORITY

- (1) 降雨確率 : 5 年
- (2) 降雨強度式 : $I = 2002 / (t + 28)$
- (3) 降雨損失量 : 7 mm
- (4) 雨水流量算定式 : ハイドログラフ、ダイナミック・モデルの各式

3.5 雨水排水施設計画

ハンユーニス市中心部 423 ヘクタールの地域に雨水排水施設計画を決定するため、次の 3 代替案について比較・検討を行った。

- 第 1 案 中央市場の排水区とエル・カテイバ排水区それぞれに独自のポンプ場と滞水池を設置し、雨水を直接近隣砂丘へ排出、地下水涵養を計る。
- 第 2 案 中央市場の排水区を管路でエル・カテイバへ導き、滞水池を経てポンプ場から近隣砂丘へ排出、地下水涵養を計る。
- 第 3 案 中央市場とエル・カテイバの両排水区にそれぞれポンプ場と滞水池を設ける。中央市場からの雨水は、ポンプ圧送の後自然流下で水路を流下しエル・カテイバに送り、ポンプで近隣砂丘へ排水する。

上記 3 代替案のそれぞれについて、ポンプ施設建設費、管路建設費、用地取得費を算定、比較した。その結果、市場地区のポンプ場と雨水滞水池が必要でなく、他案に比べ建設維持管理費が大幅に低いことから第 2 案を採用した。

3.6 雨水施設計画

3.6.1 道路面排水網

原則として、既存道路網を利用し雨水を収集排除する。ただし、一部道路を横断する必要がある箇所では適切な暗渠を設け収集雨水を遅滞なく排除する。新設道路では道路排水が容易となるよう計画で考慮する。

3.6.2 雨水渠

市場地区の雨水は口径 1,650 mm の円形管に直接流下し、途中流入区域の雨水を受け入れつつ、約 1,580 m 下流の地点で口径 2,100 mm x 2,100 mm の矩形渠をとおり、全て自然流下でエル・カテイバ地区の滞水池に排除する。

3.6.3 雨水滞水池

エル・カテイバ地区の滞水池容量は約 14,000 m³でその寸法は次の通りである。

水面幅	:	56.4m
水面長さ	:	100.6m
有効水深	:	3.5m
法面勾配	:	縦1 x 横 2

3.6.4 雨水ポンプ場

流入雨水量全量をポンプ場から近隣の砂丘に排除する。施設概略は以下の通りである。

ポンプ場施設	:	鉄筋コンクリート構造
ポンプ設備	:	ディーゼルエンジン駆動・縦型斜流ポンプ
		口径 800mm x 1.5 m ³ /sec x 15.5m x 490kW x 2 台
		口径 1,200mm x 3.0 m ³ /sec x 15.5m x 940kW x 1 台
スクリーン施設	:	目幅 100 mm

3.6.5 圧送管

延長約 1km、口径 1,350 mm 綱管 2 条により雨水を砂丘へ圧送する。

3.7 雨水施設実施計画

雨水施設建設は、その緊急性から第一期計画で実施することを計る。ただし、市街地の開発状況などから判断し、第一期計画では計画年次での雨水流出量に見合ったポンプ容量を設置し、開発の進行状況に応じて将来ポンプ増設を行うこととする。

第4章 マスタープランの評価

4.1 技術的評価

下水道・雨水排水計画では、地域に適合し、経済的かつ単純で、維持運営管理の容易な施設計画を心がけ、主要な施設計画については複数の代替案を比較し、技術的、経済的に最適なものを選択した。

下水道施設建設に伴う様々な環境インパクト軽減のため、施設の構造、建設位置の選定等に留意した。臭気発生の予想される施設、特に下水処理場施設の位置選定については、周辺に人家が存在せず将来においても市街化の可能性のない遠隔地を選び、施設配置、気象条件等についても十分な配慮を行い、マイナスのインパクトを最小限に止めることを計っている。

下水道施設建設に伴う騒音・振動などにもついても、深夜、休日などの作業制限と処理場、ポンプ場等の騒音防止構造などにも十分考慮を払った。また、管渠敷設にともなう掘削等による交通阻害などについては、十分な環境評価を行い対応することを計る。このように、本提案の施設建設は環境へのマイナス・インパクトを最小に止めることが可能と判断される。

4.2 社会・環境評価

今回提案の下水道、雨水、衛生施設改善計画の実行により、深刻な環境の悪化と地下水汚染の防止、環境衛生改善が期待される。さらに、処理水の灌漑あるいは地下水涵養等への利用を計り、2015年時点で日量53,300m³の処理水が供給されることになり、安定した水資源としてその広範囲な再利用が期待される。

4.3 組織・制度評価

新下水道施設運営管理のための新組織を提案した。地域的な範囲にまたがる新施設の運営管理を効率的に進めるために、国家レベルの新機構が必要であり、パレスチナ水資源庁(PWA)が中核となる新組織を樹立し、これと緊密な関係を保ちながらハンユーニス州と市の必要組織を新設ないし改革する。

4.3.1 ハンユーニス地区

ハンユーニス地区の中心はハンユーニス市であり、面積的にも人口も最大である。当

市の周辺に5つの町村がある。それぞれの自治体にはそれぞれ評議会があり、それぞれの長のもとで行政を行なっている。

ところで本件調査の期間中である1996年10月にPLOのアラファト議長の指示で、中央政府と地方政府(市町村)との間に州とも言うべきGovernorateが制定された。この州政府の長は知事(Governor)であり、議長より指名された。このような州政府はガザ地区に5つ成立し、ハンユニス地区をカバーするのがハンユニス州である。この新たな行政体は、成立したばかりで組織的にも財政的にも脆弱であるが、今後は中央と地方のパイプとして、広域地域開発の中心として重要になり、充実してゆくものと考えられる。

4.3.2 新組織の方向性

下水道マスタープランはハンユニス地区の3,632ヘクタールをカバーするものであり、現在のハンユニス市の2倍以上である。しかも処理場予定地は当初から約7キロメートル東南へ向ったイスラエルとの国境に近い所にある。新たな施設である下水道を管理する組織を作る場合、当面ハンユニス市を核として周辺町村は、これに委託・協力してゆく形で考え、パレスチナ側とも協議を進めていた。ところが上述のようにハンユニス州政府がつくられ、これが対象地区全体をカバーするので、州政府を核として組織作りをすることが賢明だと考えられる。この方向に対してパレスチナ側も賛同している。

4.4 経済・財務評価

本プロジェクトの全工事は三段階からなっており、第2部に述べるとおり1999年に着手して2010年に工事は完了する。このマスタープランのレビューにおいては、EIRR(経済的内部収益率)及びFIRR(財務的内部収益率)は下表に示すとおり、借款を想定した場合でそれぞれマイナス5.11%及びマイナス7.57%と算出された。このことは本プロジェクトは経済的にも財務的にも借款による事業実施にはなじまないことを意味している。

表-12 借款ベースでの経済・財務評価

	EIRR/FIRR(%)	B/C	B-C(US\$1,000)
経済評価	-5.11	0.23	-78,545
財務評価	-7.57	0.19	-96,789

一方、無償を想定した場合のEIRRとFIRRの計算結果は下表の通りとなった。

表-13 無償ベースでの経済・財務評価

	EIRR/FIRR(%)	B/C	B-C(US\$1,000)
経済評価	5.57	0.74	-8,356
財務評価	1.58	0.56	-17,445

一般的には、世銀などの国際金融機関等が提言しているように、たとえ開発途上にある国のプロジェクトにあっても、基本的な人間生活の要請という観点から、EIRR は最低 5% のハードルをクリアすることが期待されている。本プロジェクトはこの期待値を越えて 5.57% という値を示したわけで、グラントを想定した場合には基本的な人間生活の要請という観点から十分経済性があると認められる。

一方、FIRR は 1.58% という、わずかにゼロパーセントを越える値が算出された。かりに FIRR がゼロであるような場合、それは便益(収入)のプロジェクトライフ全期間の累積実額が据替え費を含む維持管理費用の同じくプロジェクトライフ全期間の累積実額に等しいことを意味している。つまり、プロジェクトライフ全期間中の据替え費を含む維持管理費用の累積実額を、新規の下水道施設に対して本報告書で提案する一世帯・月当たり平均 35 シェケル(NIS.35/月/世帯)という料金による収入で、丁度まかない得る点が FIRR ゼロパーセントということになる。ただし一世帯の構成員は、調査の結果約 9 名であった。

主報告書によれば、便益(収入)の累積実額が 1 億 3,290 万 3,000 ドル(US\$132,903 thousand)、費用の累積実額が 1 億 1,980 万 7,000 ドル(US\$119,807 thousand)となっており、累積余剰実額(キャッシュバランスの計)は 1,309 万 5,000 ドル(US\$13,095 thousand)となっている。つまり、FIRR が 1.58% であるということは、提案する一世帯・月当たり NIS.35 を適用することによって得られる収入がハンユーニス市が負担しなければならないプロジェクトライフの全期間 30 年間に生じる全費用をあがなって余りあることを意味しているわけである。

4.5 初期環境影響評価

M/P では初期環境影響評価 (IEE) を実施し、本プロジェクトで環境に影響を及ぼす可能性のある項目の有無を調査し、環境に影響を及ぼす可能性のある項目について詳細に F/S で環境影響評価 (EIA) を実施した。

IEE において、取り上げられた主な環境に影響を及ぼす可能性を列挙すると以下の 8 項目である。1) 処理場用地確保に関わる調査、2) 遺跡・文化財調査、3) 災害に係る調査、4) 処理水の排水に係る調査、5) 汚泥の処分に関する調査、6) 動植物に関する調査、7) 臭気を含む大気に係る調査、8) 交通量・騒音振動に係る調査

本プロジェクトにおいて特徴的なのは、処理場予定地がハンユーニス市の中心から内陸側に約 7km 離れた所に位置し、そこには河川はなく処理水の再利用分を除けば処理水の排水は地下へ浸透させる点である。当初、調査団は処理場の排水先を確保するために、またポンプ揚程を下げて維持管理費の低減を目指して、処理場予定地としてハンユーニス市の北方の海岸に近い空地に予定していた。しかし、ここは既に将来の都市計画上の予定があり、また水不足に悩まされている当地においては下水処理水の再利用をしたいという現地の政治的判断から処理場予定地は内陸に決定した。

処理水の再利用に係る事業を実施する場合は、本格的な再利用事業を始める前に試験的にパイロット事業を行いその適性を確認する必要がある。

第5章 下水道施設フイージビリテイ・スタデー

5.1 下水管渠施設

第1期下水管渠施設計画では、ハソユーニス市中心部とパニソヘイラ北西部区域を含む下水道建設優先区域 874 ヘクタールを計画対象区域とし、マスタープランで設定した設計諸元に基づき施設の計画を行った。

フイージビリテイ・スタデーでは、既存2万分の1地形図に基づく下水道施設マスタープランを、縮尺5000分の1最新地形測量図に基づいて見直し、汚水分区割り面積の一部を除き現況に合致していることを確認した。ただし、下水処理場位置が原案より300m程度西寄りに選定されたことから、幹線経路の一部を変更、当初これら幹線への流入を計画された緊急度の低い一部南地域汚水を第2期以降実施計画区域に切り替えることにした。

第1期敷設の管渠断面は、枝線などの小口径管については原則として2015年計画流入量に基づいて算定したが、幹線・準幹線など大口径管路については、段階的建設計画を考慮し経済的な計画を行うため二条管路を採用する。

各家庭・事務所等からの汚水管取付けを容易にし下水道施設の早期利用を計るため、各戸取付け管のマンホールへの直接取付け、必要な箇所でのサービス管設置等公共下水道への接続を容易にする事を計った。

第1期計画の汚水施設は表に示す通り KY5, KY6, KY7, BSI, BS2 の5処理区を含む874ヘクタールの区域に、管敷設総延長約119,700m、中継ポンプ場2カ所、マンホール型ポンプユニット6ヶ所等を設置する。

表-14 第一期実施下水道施設内容

施設	施設内容
1. 下水道整備区域	874 ha
2. 計画処理人口	158,500人 (2006年)
3. 日平均汚水量	16,100 m ³ /day (2006年)
4. 汚水管渠敷設	内径 200 - 1350mm x 延長 119,700m
5. ポンプ場施設	中継ポンプ場 PST3 17.2 m ³ /min.
〃	中継ポンプ場 PST8 17.5 m ³ /min.
〃	マンホール型中継ポンプ場 6ヶ所

5.2 ポンプ場施設

第1期計画では、中継ポンプ場2ヶ所（PST3、PST8）とマンホール型水中ポンプ場6ヶ所を設置する。土木関連構造物は目標年次2015に対応した規模とするが、ポンプ台数、排水能力などについては、原則として第1期完了後の2006年時点での状況を考慮し決定した。ポンプ施設能力は将来必要に応じ増強する。

5.3 下水処理場施設

第1期建設の下水処理場施設は、第1期管渠敷設区域 874ヘクタールからの平均一日汚水量 16,100m³を処理するため、流入ポンプ場、嫌気性池3池、オキシデーション・デイチ5連、塩素混和池1池、管理棟1棟、付帯施設等を建設する。ただし、処理水非需要期間あるいは需要減少時の処分の確保、灌漑等への再利用が確定するまでの暫定措置として、処理済み下水の地下浸透を行うための浸透池を処理場敷地内に設置する。

処理場施設設置についてはイスラエルの承認が必要であり、その前提としてEIAの提示が要求され、さらに、敷地を横断する Security Perimeter（イスラエル国境より1kmの緩衝地帯）からイスラエル寄りには原則として遮蔽構造物の建造は許可されない。このような制約から、処理場内のポンプ場、管理棟等主要な地上建造施設は北側に配置することとした。

5.4 建設費・維持管理費

マスタープランから選定されたプロジェクトの建設費を表-15に示す。これよりプロジェクトのトータルコストは約66百万ドルであり、直工費・設計・施工監理費のみを見ると日本円で約71億円であることがわかる。

一方表-16で示した維持管理費を見ると、約120万ドル前後で、漸増していることがわかる。

表-15 建設費 (F/S)

(単位 : US\$)

No	項 目	建 設 費
1	下水道施設	56,357,894
1.1	直接工事費	45,023,440
1.2	土地取得費	2,780,000
1.3	設計・施工監理費	5,402,813
1.4	予備費	3,151,641
2	衛生施設	550,000
2.1	直接工事費	500,000
2.2	土地取得費	0
2.3	設計・施工監理費	15,000
2.4	予備費	35,000
3	雨水排水施設	8,958,656
3.1	直接工事費	7,461,055
3.2	土地取得費	80,000
3.3	設計・施工監理費	895,327
3.4	予備費	522,274
	合 計	65,866,550
	合計(日本円)	7,903,985,996
	合計(日本円) = 直工費 + 設計・施工監理費	7,115,716,231

- [Note] 1. 設計費の設定は次の通り
- 1) 下水道施設及び雨水排水施設 : (直接工事費) x 0.12
 - 2) 衛生施設 : (直接工事費) x 0.03
2. 予備費 : (直接工事費) x 0.07
3. 積 算 : 1997年8月時点.
4. 為替レート : 3.3 NIS/US\$, 120 円/US\$.

表-16 維持管理費 (年間)

(単位 : US\$)

No	年	下水管	ポンプ場 (P/S)	下水処理場 (WWTP)	雨水排水施設	衛生施設	人件費	合計
1	1999	0	0	0	0	0	0	0
2	2000	0	0	0	0	0	0	0
3	2001	0	0	0	0	0	0	0
4	2002	0	0	0	0	0	0	0
5	2003	128,775	203,533	545,234	43,604	59,700	213,000	1,193,846
6	2004	128,775	212,089	547,963	43,604	59,700	213,000	1,205,131
7	2005	128,775	221,103	550,837	43,604	59,700	213,000	1,217,019
8	2006	128,775	229,501	553,516	43,604	59,700	213,000	1,228,096

[Note]

- 1) 為替レート : 3.3 NIS/US\$, 120 円/US\$.
- 2) 積算 : 1997年8月時点.
- 3) 修繕費 : 直工費 x 0.5 %/年
- 4) 施設の耐用年数 : 土木構造物及び下水管 : 50 年, 機械及び電気設備 : 25 年

第6章 雨水排水施設フェージビリティ・スタディ

6.1 第1期雨水排水施設計画

フェージビリティ・スタディでは、原則としてマスタープランに基づき施設計画を行う。ただし、第一期計画では、2006年時点での雨水流出量を考慮し、最終年次で3台のポンプの内2台を設置する。

マスタープランで計画した中央市場雨水排水については、計画高低測量、ダイナミックモデルによる水理解析等の結果から、自然排水が可能であることが確認された。また、中央市場付近で滞水池用地が入手困難で高価格であることから、市場にポンプ場を設けず、自然流下により約1km下流のカテイバ地区に送り、貯留池にためた雨水をポンプ排水することにした。

第1期計画では下記の施設を建設する。

- (1) 雨水排水渠 : 管渠 内径 1,650 から 2,100 x 2,100mm、延長 1,580 m
- (2) 雨水滞水池 : 滞水容量 14,000 m³ 1 池
- (3) 雨水ポンプ場 : デーゼル・エンジン駆動縦型斜流ポンプ 2 台
口径 800mm x 排水量 1.5 m³/sec x 総揚程 15.5 m x 490kW
- (4) 雨水送水管 : 口径 1,350 mm 鋼管 x 延長 930m x 1 条

第7章 フィージビリティ・スタディの評価

7.1 下水道施設

計画対象区域に近代的下水道は存在せず、汚水の排除の殆どが不完全な腐敗槽あるいは浸透式便槽等により行われ、地下水の汚染、環境衛生の破壊が急速に進んでいる。更に、これらの衛生施設の多くは頻繁にくみ取りを行う必要があり、その費用も市民の大きな負担となっている。今回の下水道事業が実施され、家庭汚水、商工業廃水の全てを収集し安全処理することで、これらの問題の解決が期待できる。

ガザ地域は地中海型乾燥地帯に属し、年間降雨量は300mm程度であり、更に近年の過大な地下水汲み上げによる地下水位の低下、塩分濃度の増加などの現象が急速に進み、飲料水のみならず地域の主要産業である農業活動にも多大な被害が生じている。全ての汚水を下水道施設で収集・処理する事で、このような被害を防止するのみならず、地下水の涵養あるいは農業灌漑への新たな水資源として再利用される可能性が期待できる。

第1期計画の下水道施設の完成により、新たに全区域人口の約40%にあたる158,500人(2006年)の受益人口が生じ、環境衛生の改善に伴う水系伝染病の減少、医療費と疾病による所得損失の軽減等、下水道施設建設に伴う便益は多大なものと予想される。

7.2 雨水排水施設

第一期雨水排水計画では、ハンユーニス市中心部423ヘクタールの区域の排水施設をテルカテイバ地区に建設するが、地価が高く土地の狭小な中央市場付近でのポンプ場・滞水池が不要となり、建設、維持管理費の大幅な削減が可能となった。施設は5年確率の降雨に対して十分な排除能力があり、市中心部の雨水を自然流下で北西部のカテイバ地区へ送り、滞水池、ポンプ場を通して近隣の砂丘へ排除する。

雨水流集区域内には約100,000人の居住者、商業従事者が存在し、この浸水を解決することによる利益はまことに大きく、更に収集雨水を近接の砂丘に排水することで地下水の涵養も期待できる。

7.3 衛生施設

第1期事業では、現在公私併せて合計6台の汚泥くみ取りバキューム車を追加し、更に、下水道施設のポンプ場、処理場、管路に収集汚泥投棄所を設け、現在不法投棄されている汚泥を全て下水道施設に収集し処理する事になる。このように、第1期計画区域

以外の地域に発生する汚泥も完全に処理することになり、公衆衛生、環境の改善に大きく寄与出来よう。

7.4 経済性ならびに財務能力

7.4.1 プロジェクトの経済・財務評価

本プロジェクトは日本政府からの無償資金（グラント）を意図したものであることを享けて、その評価は経済・財務の両面についてグラントを想定した場合について行った。分析の結果、算出されたグラントを想定した場合の EIRR(経済的内部収益率)及び FIRR(財務的内部収益率)を下表に示す。

表-17 無償ベースの第1期工事の経済・財務評価

	EIRR/FIRR(%)	B/C	B-C(US\$1,000)
経済評価	7.44	0.83	-2,870
財務評価	2.88	0.60	-8,412

EIRR 及び FIRR は上表に示すとおり、それぞれ 7.44% 及び 2.88% となった。一般的には、第 4 章でも述べたが世銀などの国際金融機関等が提言しているように、たとえ開発途上にある国のプロジェクトにあっても、基本的な人間生活の要請(BHN)という観点から、EIRR は最低 5%のハードルをクリアすることが期待されている。本プロジェクトはこの期待値を十分に余裕をもって越えた 7.44%という値を示したわけで、グラントを想定した場合においては基本的な人間生活の要請という観点から十分経済性があると認められる。

一方、FIRR 2.88% はゼロパーセントを大幅に越えている。ここで、本プロジェクトは公共の施設として調査地域内に居住する住民に下水処理施設を供与しようとするもので、営利事業を企図しているわけではない。かりに FIRR がゼロであるような場合、それは便益(収入)のプロジェクトライフ全期間の累積実額が据替え費を含む維持管理費用の同じくプロジェクトライフ全期間の累積実額に等しいことを意味している。つまり、プロジェクトライフ全期間中の据替え費を含む維持管理費用の累積実額を、新規の下水道施設に対して本報告書で提案する一世帯・月当たり平均 35 シェケル(NIS.35/月/所帯)という料金による収入で、丁度まかない得る点が FIRR ゼロパーセントということになる。この観点から、上記の結果はハンユーニス市が自力で施設を維持運営していかなければならない自治体としてみた場合、財務的に十分実現可能性があることを示している。

パレスチナの現在の国家経済を考えた場合、ハンユーニス市はパレスチナ自治政府か

らの本プロジェクト実施に対する何らかの助成金を受けることは期待できない。従って、本報告書で提案する上記の料率よりも高い料率を設定する方がよいことは自明のことである。しかし、一世帯・月当りNIS.35という料率は、現在汲取りサービスに対して住民が支出している料金ならびに彼らの所得水準を考えた場合、まさに限界的な料率といえることができる。この料率よりも高い料率の設定は将来の彼ら自身の努力に待たざるをえない。

ここで、調査団としては、工事完了後の最初の段階においては固定料金制をしくことを提案したい。調査地域内の現状を考えた場合、その方が域内住民の本施設への接続意思を鼓舞することになるとと思われるからである。

7.4.2 プロジェクト評価結果の感度分析

(1) 地域経済における本プロジェクトの感度

経済的内部収益率は計算に用いた各種のパラメータによってその値を変える。それらのパラメータのうち、プロジェクトに要する費用ならびにプロジェクトによって生み出される便益は経済分析にあつてはもっとも重要な決定要因となっている。

そこで、便益と費用の変動を考慮して、経済・財務分析を行ったもともとの場合(ベースケース)に加え、便益が5%低下した場合、10%低下した場合、ならびに費用が5%増加した場合、10%増加した場合の、合計9組の組み合わせについて感度分析を行った。

下表は経済面に対する感度分析の結果を示したものである。

表-18 地域経済での経済感度分析

Cost	(EIRR : %)		
	Benefit		
	Base case	-5 %	-10 %
Base case	7.44%	6.78%	6.08%
+5 %	6.81%	6.15%	5.45%
+10 %	6.21%	5.55%	4.86%

上述のとおり、便益、費用ともベースケースにおいては7.44%である。しかし、費用が10%増加し、便益が10%低下した最悪の場合でも、EIRRは4.86%という値が出た。これはベースケースに比べれば低い値であるが、この種のプロジェクトに対して国際金融機関等が期待している5%にほぼ等しい高率といえることができる。

このことは、年間一人当たりの医療費節約額がNIS.324から10%低下してNIS.291になり、かつ賃金等の日当り逸失所得がNIS.42からNIS.38に減少した上で、下水処理施設の維持管理運営費、基幹施設の据え替え費等が10%高騰した場合でも、本プロジェクトが依

然として地域経済に対して価値があるプロジェクトであることを、つまり経済的な実現可能性を維持していることを意味する。

(2) 財務的な安定性の感度

EIRR の感度について述べたのと同じ理由から、EIRR の感度分析と同じやり方による 9 組の組み合わせについて、FIRR の感度分析を行った。

下表は財務面に対しての感度分析の結果を示したものである。

表-19 ハンユーニス市での財務感度分析
(EIRR : %)

Cost	Benefit		
	Base case	-5 %	-10 %
Base case	2.88%	2.14%	1.34%
+5 %	2.18%	1.42%	0.60%
+10 %	1.49%	0.72%	-0.12%

便益、費用ともベースケースの場合における FIRR は上述のとおり 2.88%である。ところが、便益が 10%低下し、費用が 10%増加した最悪の場合、FIRR はマイナス 0.12%と出た。

前項で述べたとおり、かりに FIRR がゼロであるような場合、それは便益(収入)のプロジェクトライフ全期間の累積実額が据替え費を含む維持管理費用の同じくプロジェクトライフ全期間の累積実額に等しいことを意味している。つまり、プロジェクトライフ全期間中の据替え費を含む維持管理費用の累積実額を、新規の下水道施設に対して本報告書で提案する料金収入で丁度まかない得る点が FIRR ゼロパーセントであることは前述したとおりである。この観点から、FIRR のマイナス 0.12%はほとんどゼロパーセントとも言える値であることを考えれば、かりに本報告書で提案している一世帯・月当り NIS.35 という料率が 10%低下して NIS.31.5 となり、施設維持管理費、基幹施設の据え替え費等の費用が 10%余計に要するようになっても、ハンユーニス市は比較的安定的に自力で施設を維持運営していくことができることを示している。それのみか、メインレポート第 3 部第 5 章でも述べた病院など大口水使用者からの下水処理費用が追加的に期待できるのである。従って、本経済分析で用いたよりも財務便益は大きなものとなる。このことから財務的な安定性は将来、もっと高くなることが期待できる。

7.5 機構組織

7.5.1 新たな組織

ハンユーニス地区には既存の 6 市町村のどこにも本格的な下水道施設を維持管理でき

る組織がない。そこで調査団としては、以下の5つの選択肢を検討した。

- (1) 各市に新組織を作る。
- (2) ハンユーニス州政府に新組織を作る。
- (3) ガザ地区全体に新たな独立組織を作る。
- (4) ハンユーニス州政府と各市政府の2つのレベルに新組織を作る。
- (5) PWA（パレスチナ水資源局）を核として、ハンユーニス州政府と各市政府の2つのレベルに新組織を作る。

2015年までのマスタープランは3期に分割して、その第1期をフィージビリティスタディとして組織作りをするのであるから、調査団としては(5)の選択を当面のベストとして提案する。

7.5.2 新組織の評価

将来的にガザ地区全体が下水整備がなされた時点では、独立した単一組織「(3)の選択肢」も考慮されるべきであるが、今だに十分な経験もなく、専門家も不足しているような現状では(5)がベストである。その利点は以下の通りである。

- 処理場、ポンプ所、幹線の維持管理には専門家が必要であるので、州政府にその部署を創設する。
- 家屋への接続や、枝線、マンホールの保守管理には身近な行政体である市政府があたる。
- 第1期でサービスが受けられない市町村であっても浄化槽管理の部門があるので、これを活用して将来下水道システムと接続に備えて準備する。

7.5.3 機構と研修

各レベルの機構としては、PWAにはガザ地区全体をカバーする統括部を設ける。ハンユーニス州政府には下水道部を、ハンユーニス市には衛生課を設ける。そして担当は大きく、維持管理と開発計画の2つの部門に分割する。前者は、処理場、ポンプ所、幹線の日常的な維持管理を行ない、後者は将来開発計画に従事する。第1期で中心となるハンユーニス市にも現状の組織を改組して下水道部を作る。パレスチナの現状をみる時、提案した下水道の維持管理を行うためには、専門家、技術者不足は明らかである。第1期のみでも142名の下水道専門家(技術、財務その他)を必要とする。現在のハンユーニス市の全職員数が約200名であるので、その約7割の新たな人員が必要となる。

7.5.4 法制度の整備

現在、浄化槽も含めて下水道に関連するパレスチナの法制度は、とても十分整備されているとは言えない。このため浄化槽を公道に設置することも排水の公共地区への放流も日常的に行なわれている。従って下水道施設整備に当っては「下水道法」をはじめ関連の法制度の整備が急務である。

7.6 環境影響評価

環境影響評価（EIA）は、M/Pで実施した初期環境影響評価（IEE）で取り上げられた環境に影響を及ぼす可能性のある調査項目について、建設前、建設中および建設後（維持管理）において、環境に影響を及ぼす可能性のある項目について環境影響の調査、予測および評価を行った。

主な調査項目を列挙すると、1) 処理場用地確保に係る調査、2) 遺跡・文化財調査、3) 災害に係る調査、4) 処理水の排水に係る調査、5) 汚泥の処分に係る調査、6) 動植物に係る調査、7) 臭気を含む大気に係る調査、8) 交通量・騒音振動に係る調査を実施した。処理場から東南方向のイスラエル国境まで約1kmしか離れていないため、臭気などについてはイスラエル国境における予測を含めて評価した。

調査の結果として処理場用地の確保については、処理場予定地は公共用地であり、また現在農業利用しているが利用者とは協議により了解を得ており問題ない。建設中については、安全管理に努めて事故の防止、また交通・振動・騒音および遺跡などに対しては影響がないように工事監理を適切に行うことで対応できる。

維持管理については、処理場からの処理水の排水の水質と水量に係る影響を検討した。水質については現況の工場排水の調査結果、重金属が含まれていた。下水処理場の処理機能を保つためにも工場廃水（含む産業医療廃水）などを下水道に排水する前に処理させる制度の確立が必要である。処理水質についてはリンを除いたBOD、COD、SS、T-Nはジョルダンの土壌浸透のための排水基準を満足している。リンについては基準値を超えているが土壌に吸着があること能力を鑑み影響はないと判断した。水量については土壌の浸透能力を鑑み土壌浸透池の面積を計画してあるので問題無いと判断した。処理場から排出される臭気に関しては、敷地境界およびイスラエルとの境界において基準内のレベルなので問題無いと判断した。

ポンプ場、処理場は、ポンプ、電源に係るバックアップ施設を備えているので施設的に問題は無いが、維持管理を適切に行うことが必要である。また、処理場から排水する

水質も定期的に分析し処理場の機能を確認する必要がある。処理場からの処理水を地下浸透するため、処理水の水質が悪い場合地下水の水質へ影響を及ぼす恐れがある。観測井戸から地下水を採集し地下水質の安全性を管理する。

また、本下水道整備プロジェクトは保健衛生水準の向上、生活環境の改善を目指したもので、生活環境面に対する貢献の度合は高いと判断できる。

第8章 勸告

本調査で提案した下水道、雨水排水、衛生施設事業計画遂行のため、以下のような中・短期にわたる行動が必要である。

- (1) パレスチナ暫定自治政府は本調査の提案を承認し、事業関連官公庁の合意を得る。
- (2) 本事業推進に必要な事業財源を確保する。このための料金制度として、次の体系を提案する。
 - a. 一般受益者： NIS 35/月/世帯 (固定)
 - b. 大口受益者： NIS 0.5/m³ (変動)
- (4) パレスチナ暫定自治政府は、本事業の推進に必要な新たな運営・管理組織を PWA (パレスチナ水資源局)、ハンユーニス州政府に設立、各市町村とも協力関係を確立する。
- (5) ハンユーニス市並びに州政府並びに PWA は、新事業に対応する組織の改編、事業関連職員の再訓練を行う。
- (6) パレスチナ暫定自治政府は、処理場、ポンプ場、雨水滞水池等の施設建設に必要な土地の購入・確保の手続きを行う。
- (7) 処理済み汚水の、農業あるいは地下水涵養等への再利用促進を計る。
- (8) パレスチナ暫定自治政府は、学校、地域社会との会合等あらゆる機会を利用し、水の有効利用等キャンペーンを行う等、地域社会の参加促進を計る。
- (9) 商業・工業廃水の地下注入制限と排水処理の促進をはかる。
- (10) 自己資金を中心として各戸の汚水取り付け管の接続促進をはかる。
- (11) ハンユーニス地域の周辺部で直ちに下水道サービスができない所は、汚泥くみ取りバキューム車の有効利用による環境改善をはかる。

