

国際協力事業団

ケニア共和国
地方自治省
キスム市

ケニア国
キスム市上下水道整備計画調査

最終報告書

要 約

JICA LIBRARY



J 1145183 (8)

平成10年 9月

株式会社日水コン

日本工営株式会社

407
61.8
SSS
BRARY

社調二

JR

98-095



1145183 {8}

国際協力事業団

ケニア共和国
地方自治省
キスム市

ケニア国
キスム市上下水道整備計画調査

最終報告書

要 約

平成10年 9月

株式会社日水コン

日本工営株式会社

社調二

JR

98-095

序文

日本国政府は、ケニア共和国政府の要請に基づき、同国のキスム市上下水道整備計画にかか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9年7月から平成10年7月までの間、3回にわたり、株式会社日水コンの横田一郎氏を団長として、同社及び日本工営株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。また、国際協力事業団国際協力専門員の大村良樹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。

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

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

終わりに、調査にご協力とご支援を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10年9月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

国際協力事業団
総裁 藤田公朗 殿

伝達状

ケニヤ共和国のキスム市上下水道整備計画調査に関する最終報告書をここに提出いたします。この報告書は日本政府の関係機関及び貴事業団から頂いた貴重な助言と、最終報告書草案説明協議のために現地ナイロビで開催された調査監理・政策決定委員会における地方自治省、キスム市及びその他ケニヤ政府関係者のコメントに基づいて作成したものであります。

最終報告書は、以下の5分冊で構成されております。

第1分冊：要約書

第2分冊：マスタープラン

第3分冊：フェーズ1事業に係るフィージビリティ調査

第4分冊：補完資料その1

第5分冊：補完資料その2

この報告書は、上記5分冊の内の第1分冊で、第一段階調査及び第二段階調査の全調査期間において実施した調査の結果を要約しております。第一段階調査の主な内容は、現況調査、マスタープランの策定及び優先プロジェクトの選定でありました。第二段階調査では、第一段階調査で選定された優先プロジェクトに係るフィージビリティ調査を中心とした調査を実施しております。

ここに、調査を進めるに当たり貴重な御助言と御指導を賜りました貴事業団及び日本政府外務省及び厚生省の関係各位に対し深甚なる感謝の意を表すとともに、調査機関中、特段の御協力を頂いたケニヤ政府、地方自治省、キスム市その他の関係機関及び日本大使館に対し、深く御礼を申し上げます。

平成10年9月

ケニヤ国キスム市上下水道整備計画調査
調査団長 横田 一郎

調査結果要旨

1. 背景

日本国政府は、ケニア共和国政府の要請に基づき、同国のキスム市上下水道整備計画にかか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した。

事業団は平成9年7月から平成10年7月までの間、3回にわたり、調査団を現地に派遣するとともに、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・審議が行われてきた。

調査団は、ケニア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、最終報告書としてとりまとめたものである。。

2. 調査の目的

本調査の目的は次の通りである。

- 1) キスム市における 2015 年を目標年次とする上下水道マスタープランの策定
- 2) 優先プロジェクトの選定
- 3) 調査を通じたケニア側カウンターパートに対する技術移転

3. 調査期間

1997年7月21日～1998年8月15日

4. 調査対象地区

ケニア国キスム市

5. カウンターパート機関

地方自治省とキスム市

(Ministry of Local Authorities & Kisumu Municipal Council)

6. 調査内容

上下水道基本計画 (目標年次：2015年)

第一期計画に係るフィジビリティスタディ (目標年次：2005年)

7. 現状

(1) 一般

- ・キスム市では、水不足・衛生施設の不備等から、コレラ、チフス等水系伝染病が頻繁に発生しており、また経済の発達、雇用機会を阻害している。

(2) 経営

- ・上下水道料金の徴収率は、月によってバラツキが大きい。
- ・上下水道部の重要ポストに空席がある。
- ・上下水道会計は独立採算制が採用されておらず、徴収した料金の一部は市の一般会計に移行されている。その結果として職員給与の遅配、電気代や薬品費の未払いが起きている。また財源不足のために健全な維持管理ができないでいる。

(3) 上水道

- ・給水区域面積 : 40 km²
- ・一日平均使用水量 : 12,000 m³/日
- ・施設能力 : 18:000 m³/日
- ・総人口 : 363,157 (1997年)
- ・給水人口 : 224,455 (1997年)
- ・普及率 : 62 %
- ・給水状況 :
 - 24時間連続給水可能人口 : 17,838 (8%)
 - 制限時間給水人口 : 76,220 (34%)
 - 供用水栓・水売り業者からの人口 : 130,397 (58%)
- ・漏水率 : 30% (平均水圧5 m)

(4) 下水道

- ・収集・処理水量 : 8,500 m³/日
- ・中継ポンプ所 : 全て故障

8. 主な対策

(1) 普及率の向上

- ・高人口密度地域、単位当たり水使用水量は少ない低所得者層を給水対象に組み込む。
- ・キスム市経営上水道（パイプシステムによる水道）と村落水道を設定する。
- ・水供給手法として、各戸給水手法と供用水栓給水手法を導入する。

(2) 既存施設を最大限活用する。

(3) 適正技術/システム・適正な維持管理手法を導入する。

- ・自然流下方式を最大限活用する。
- ・上水道において送配水分離方式とする。
- ・現地入手可能な管材を採用する。

(4) 上下水道会計は独立採算制を導入する。

(5) 住民の支払い能力を考慮した上下水道料金を確立する。

(6) 経営機能の向上策、研修計画、無収水量削減対策に必要な経費をプロジェクトコストとして見込む。

9. 上下水道基本計画および優先プロジェクト（第一期事業計画）

(1) 上水道

- ① 水源 : ヴィクトリア湖およびキボス/アワチ川

② 上水道需給計画 :

年		現状 1997	潜在的状況 1997	第一期事業 計画：2005	第二期事業 計画：2015
行政区域	km ²	296.5	296.5	296.5	296.5
給水区域	km ²	40.0	87.7	87.7	87.7
総人口		363,157	363,157	526,195	869,166
給水人口		224,455	280,844	414,530	690,628
普及率	%	62	77	79	80
一日平均需要水量	m ³ /day	12,000	27,462	41,865	72,252
一日平均給水量	m ³ /day	18,000	39,233	59,174	96,336
一日最大給水量	m ³ /day	18,000	43,156	65,091	105,970
施設能力	m ³ /day	18,000	44,000	67,000	107,800

③ 上水道施設計画

			既存 1997	第一期事業 計画：2005	第二期事業 計画：2015
浄水場	Kajulu	m ³ /d	1,400	2,800	2,800
	Lake	m ³ /d	16,600	25,000	25,000
	Kibuye	m ³ /d	-	40,000	80,000
	Total	m ³ /d	18,000	67,800	107,800
配水池	Kibuye	m ³	6,300	33,300	52,300
	Kanyakwar	m ³	-	5,000	8,000
	Kogony	m ³	-	3,500	7,500
	Kajulu	m ³	-	700	1,400
	Total	m ³	6,300	42,500	69,200
導水管	φ 200-φ 900mm	km	0.6	20.6	27.0
送水管	φ 150-φ 550mm	km	16.0	35.2	35.2
配水本管	φ 150-φ 800mm	km	63.0	112.4	139.9
配水小管	φ 80-φ 100mm	km	49.0	379	611

(2) 下水道

① 下水道基本計画

		現状 1997	第一期事業計 画：2005	第二期事業計 画：2015
下水道整備区域	ha	599	1,795	5,036
上水道給水区域内人口		224,455	414,530	690,630
下水道計画人口			133,270	373,850
人口普及率	%		32	54
発生汚水量	m ³ /day		38,890	66,665
収集処理水量	m ³ /day	8,500	23,220	55,070
下水処理率	%		60	83

② 下水道施設計画 (第一期事業計画)

リハビリ計画

- ・ 幹線管渠 布設換え (φ 375 L = 4 2 0 m)
- ・ 中央処理区のポンプ場 3ヶ所 (サンセットホテル、ケンドウレーン、ムニアスロードポンプ場)
- ・ 下水処理場 コンベンショナルおよびニャレンダ処理場

拡張計画

- ・ 中央処理区幹線管渠 φ 375~400mm L = 2.6 k m
- ・ 東部処理区幹線管渠 φ 125~1,000mm L = 23 k m
- ・ 面整備 (枝管) φ 200mm L = 123 k m
- ・ シャロースロー φ 100mm L = 91 k m
- ・ ポンプ所 レーバーカレッジ、ニャレンダポンプ所
- ・ 下水処理所 コンベンショナルおよびニャレンダ処理場

(3) プロジェクト費用 (フェーズIプロジェクト)

直接工事費		1,000 US \$
リハビリ工事費	上水道	7,952
	下水道	1,388
小計		9,340
拡張工事	上水道	40,178
	下水道	12,846
小計		53,024
計		62,364
コンサルティング費用		7,844

予備費	21,015
合計	91,223

(4) 財務分析

内部収益率 (全コストをローンで賄う場合) 6.45 %

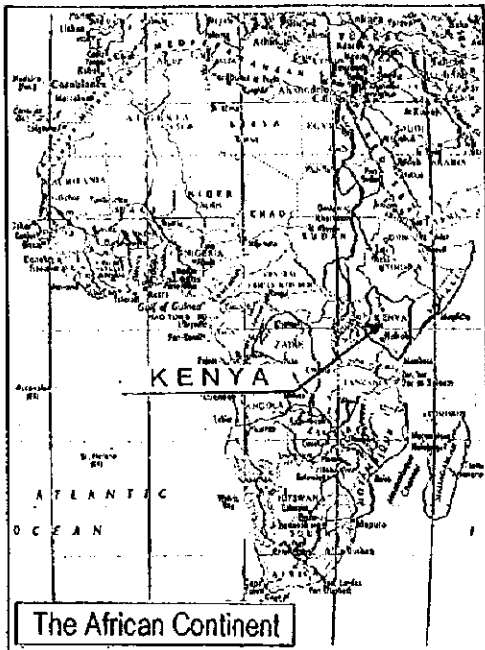
感度分析

プロジェクトコストが 20%上昇した場合 4.98 %

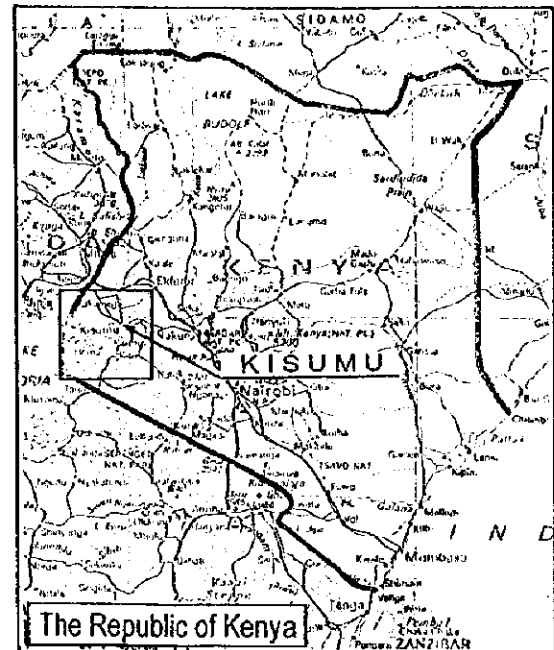
料金収入が予測に対して 80%となった場合 3.95 %

供用開始が 2 年遅れた場合 5.18 %

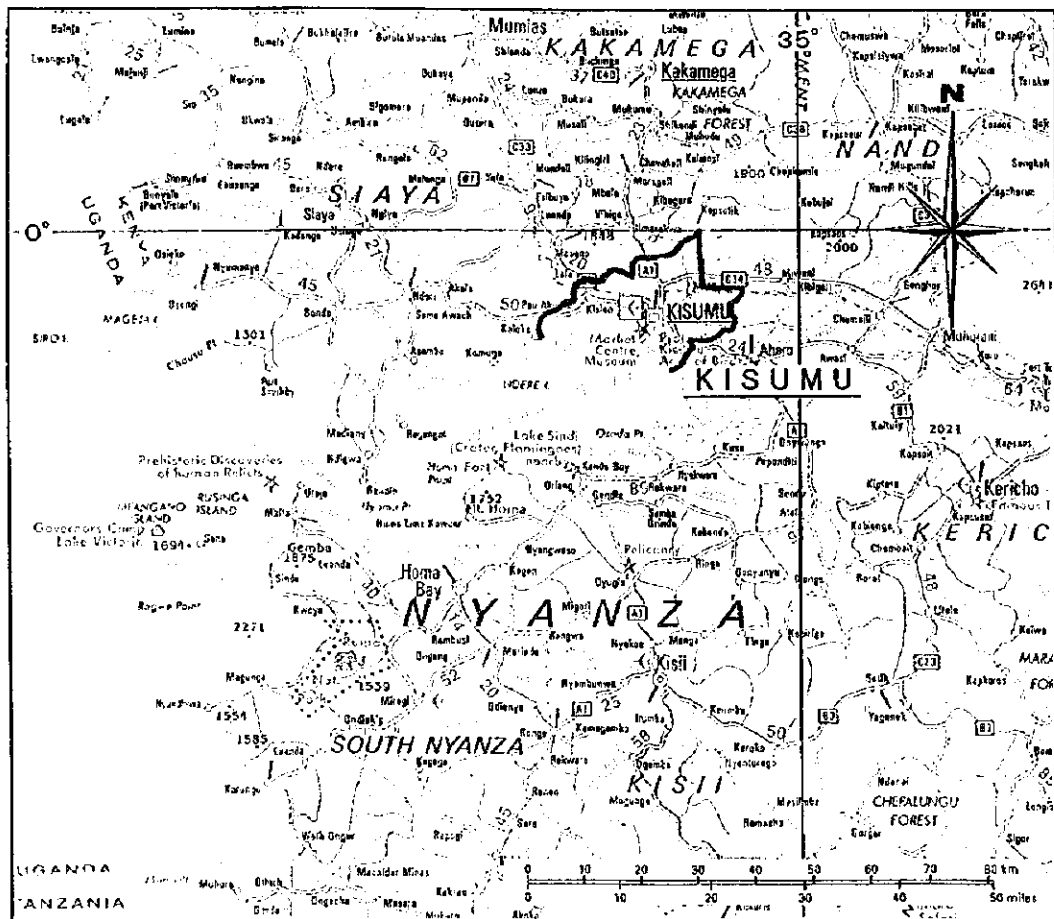
リハビリ工事を無償プログラムで実施した場合 7.69 %



The African Continent



The Republic of Kenya



Location Map : Kisumu Municipality in the Republic Kenya

THE REPUBLIC OF KENYA
 THE MINISTRY OF LOCAL
 AUTHORITIES
 KISUMU MUNICIPAL COUNCIL

THE STUDY
 ON KISUMU WATER SUPPLY
 AND SEWERAGE SYSTEM
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION
 AGENCY

TITLE :
 位置図

ケニア国キスム市上下水道整備計画調査

目 次

第1章 序章	1
1.1 調査の背景及び目的	1
1.2 報告書の構成	2
1.3 調査の実施体制	2
第2章 マスタープラン	3
2.1 調査対象地域	3
2.2 水源	6
2.3 既存の水道、下水道システム	6
2.4 計画基本方針と仮定条件	8
2.5 上水道及び下水道整備長期計画	11
2.6 初期環境調査(IEE)	15
第3章 第一期事業計画のフィージビリティ調査	16
3.1 フィージビリティ調査区域	16
3.2 人口、上水道水需要、下水排水量	16
3.3 上水道整備計画およびその建設費	17
3.4 下水道改善計画とその概算事業費	21
3.5 組織強化	23
3.6 事業実施計画	25
3.7 プロジェクト費用及び財務分析	28
3.8 環境影響評価	29
3.9 プロジェクト評価	29
3.10 結論と提言	30

第1章 序章

1.1 調査の背景及び目的

キスム市は、ケニア第三の都市であり、ニャンザ州及びキスム県における行政の要となっている。さらに、東アフリカ三国（ケニア、ウガンダ、タンザニア）間の経済交流の重要拠点でもある。

キスム市は、近年深刻な水不足に見まわられてきている。過去10年間、人口が年率5%以上の割合で増加したにもかかわらず、水道供給能力は増強されていない。このため、水不足ならびにそれに附随する水系伝染病の発生が極めて深刻な社会問題であり、産業の発展や雇用問題にも大きな負の影響を及ぼしている。

このような状況に鑑み、ケニア政府は日本政府に対して技術協力を要請した。この要請を受け、JICAは1997年1月18日から同月31日にかけて事前調査団をケニアへ派遣した。事前調査団の任務は、「Study on Kisumu Water Supply and Sewerage System」の調査範囲・内容につき、ケニア政府と協議することであった。

事前調査団は、ケニア政府機関、特に Ministry of Local Authorities (MOLA) や Kisumu Municipal Council (KMC) との間で数回にわたる協議を行った。その結果、1997年1月30日、ケニア政府とJICAとの間で「Scope of Work (SW)」が締結された。このSWに基づき、JICAは株式会社-日水コンを代表とし同社と日本工営-株式会社からなる共同企業体に調査を委託した。

調査の目的は、(1)キスム市における2015年を目標年次とする上下水道マスタープランの策定、(2)優先プロジェクトの選定、及び(3)調査を通じたケニア側カウンターパートに対する技術移転、である。

調査は、2段階で実施された。第一段階は1997年、第二段階は1998年に完了した。

第一段階調査の主内容は、1)ケニア国及び調査地区における上下水道セクターに関する既往資料及び情報の収集・解析、2)上下水道の現況把握、3)現地踏査、4)マスタープラン策定、及び5)優先プロジェクトの選定、である。

第一段階調査において、優先プロジェクトが選定され、その内容についてフィージビリティ

イ調査を行うことがケニア政府との間で合意に達した。これを受け、第二段階調査では、プロジェクト環境影響評価、組織・運営改善計画、実施計画、概算費用の算定、財政分析、プロジェクト総合評価等を含むフィージビリティ調査を作業内容の中心とした。

1.2 報告書の構成

本調査の最終報告書は、以下の5分冊で構成されている。

第一分冊：要約報告書

第二分冊：マスタープラン

第三分冊：Phase I プロジェクトのフィージビリティ調査

第四分冊：補完資料その1

第五分冊：補完資料その2

第一分冊の要約報告書は、調査の全般にわたって、その要約と結論を述べている。第二分冊及び第三分冊は、それぞれ独立して編集されており、個別に利用可能である。第四分冊及び第五分冊には、第二分冊と第三分冊の内容を補完する検討書、計算書、データ等を収録した。

1.3 調査の実施体制

調査全般を通じ、重要な意志決定及び調査方針の確認は、調査監理・政策決定委員会 (Project Steering Committee) の主導のもとに行われた。この委員会は、ケニア政府機関の代表者から構成され、調査の基本方針を定めるとともにケニアの他機関との調整を行った。

ケニア側は、主に MOIA 及び KMC の職員からなるカウンターパート・チームを編成し、調査団の各団員との共同作業に当たさせた。これは、調査団からの技術移転を促進するため、及び調査団の現場調査を補助する目的で行われた。

JICA 作業監理委員会 (JICA Advisory Committee) は、調査全般を通じて調査団に対する助言を行った。この委員会は、主に調査団に対して技術的助言を行う目的で、JICA が設置したものである。

第2章 マスタープラン

2.1 調査対象地域

キスム県は南側を Kendu-Nyabondo 断層崖、北側を Nyando 断層崖に挟まれている。キスム市の行政区域の北側は Nyando 断層崖にほぼ一致している。南西部には山麓地帯の狭い平野がヴィクトリア湖の Winham 湾まで続いており、東部は Kano 平野に続いている。キスム市の旧市街地域は、ヴィクトリア湖の東、小高い丘陵地帯に位置している。

キスム市は、赤道からわずかに南、東経 35 度、海拔 1,150 メートルに位置する。年間を通して気温の変化は少なく、日間最高及び最低気温は、それぞれ摂氏 30 度と 17 度程度である。年間降雨量は平均 1,500 mm 程度であり、そのほとんどが三月から五月にかけて降っている。蒸発率も極めて高い。

国勢調査結果によると、キスム市の人口は 1969 年において 112,613 人、1979 年は 158,053 人、1989 年は 258,923 人であり、この 20 年間の人口増加率は、最初の 10 年間で 3.45%、その次の 10 年間で 5.06% である。キスム市の行政区域面積は、1992 年にそれまでの 268.2 km² から 297 km² に増加している。これは、周辺部の村落を行政区域に取り込んだためであり、現在市行政区域全体に占める村落部の面積の割合は 80% に達している。1989 年における平均人口密度は、村落部で 170-680 人/km²、都市部で 1,500-3,000 人/km²、都市部周辺の Nyalenda A や Manyatta A といった人口集中地帯では約 10,000 人/km² である。

土地利用の現状から判断すると、現在のキスム市の産業は農産物加工と飲料が中心であり、近年産業の発展速度は鈍化傾向にある。将来発展する可能性が大きい産業分野は漁業とソーブストーン関連である。キスム市は位置的にタンザニアやウガンダとの交易の戦略拠点となり得ることから、商業分野の発展は一途に東アフリカ自由貿易・経済圏の復活にかかっている。また、キスム市は Nyanza 州の州都であることから、行政機能の中心として、行政機関による土地使用が今後も増加することが予測される。

過去において計画された住宅開発や商工業開発は、同市の北部及び東部を中心とするものであった。これに対し、KMC が作成した 2013 年の土地利用計画では、北部、東部に加え西部にも発展する計画となっている。

キスム市の公衆衛生状況を示す資料によると、同市ではマラリアが蔓延しており、水系伝染病の発生も日常的に起きている。キスム市では、水質的に安全な水の不足、排水路や家

庭汚水処理施設等の未整備から、コレラ発生の危険性が極めて高い。

キスム市は、法律で定められた上下水道事業監理者である。しかしながら、キスム市は過去長期間にわたり、上水道や下水道といった基本的なサービスを市民に対して十分提供することができなかった。その間、上下水道施設も老朽化が進み、今となっては新規施設の構築とともにこれら既存施設のリハビリが重要な課題となってきている。この問題を改善するため、ケニヤ地方自治体リフォームプログラム（Kenyan Local Governments Reform Programme — KLGRP）の基に KMC レベルでの取り組みが現在進行中である。しかしながら、そのための具体的な予算措置がともなっていないことから、KMC は引き続き上下水道部（Water and Sewerage Department — WSD）からの収入に大きく依存することで上下水道以外の公共サービスを運営している。このような状況下において過去数年間、国策に沿うべく「WSD の独立採算制の確立」に向けての努力がなされてきたが、未だ実現されるには至っていない。

KMC の財務状況は極めて脆弱である。これは、ケニヤの他の地方自治体の場合と同様、基本的に収入基盤が脆弱なためである。最大の収入源は、「Rate」と呼ばれる固定資産税であり、他の全ての歳入、歳出を計算した後、不足分に当たる部分を Rate 徴収額として定めている。

予算作成に対する取り組み方法は改善されてきているが、未だに過剰な歳出計画が作成されている。過去において Rate 以外の特別な資金源は中央政府からの借入金であり、地方政府融資機関（Local Government Loan Agency）を通じて融資が行われていた。融資金はほとんど返済されることなく、この融資機関は現在活動を停止している。

現在、中央政府の方針は地方自治体に対する融資の再開・拡大を図ることではなく、地方自治体の収入基盤を強化することである。「公共サービスの提供」という観点からの地方自治体のありかたやそのための資金手当等について、現在 KLGRP の基で検討が進められている。

WSD に関しては、地域状況や住民の支払能力を十分勘案した上で適正な上下水道料金を設定し、独立採算性の確保を図ることを中央政府は奨励している。この観点に立てば、キスム市の場合、維持管理費はもちろん、建設費用についても長期的に回収可能な上下水道料金を設定することが必要となる。

キスム市 WSD の場合、生産水量や料金徴収水量の記録には不備が多く、改善の余地が大きい。それにもかかわらず、WSD はキスム市の上下水道以外の運営に使われている費用（主

に保健衛生費用と総務費用)の大部分を賄うほどの収入をあげている。この収入は、上下水道料金の徴収システムを改善することにより、さらに増大させることが可能である。

キスム市の上下水道計画に関連して、以下のプロジェクトが現在進行中であり、本調査においても必要に応じそれらのプロジェクトの内容との整合性を図っている。

- **Urban Water and Sanitation Management (UWASAM) Project**—援助機関：GTZ
マネジメント能力強化を主目的とする。キスム WSD の場合、職員研修と料金設定研究等の限られた範囲で恩恵を得ている。
- **Kenya Local Government Reform Programme (KLGRP)**—援助機関：世銀
財務、運営、組織等を含む総合的リフォームの段階的実施計画。キスム市はプログラム対象に選ばれた 11 都市の内の一つである。
- **Lake Victoria Environmental Management Programme**—援助機関：世銀
ヴィクトリア湖のエコシステム保全を主目的とする。
- **Partnership Approaches to Meeting the Needs of the Urban Poor**—援助機関：DFID
キスム市の都市部貧困層に対する緊急生活改善対策。
- **Kenya/France Development Cooperation Task Force for Human Resource Development in the Water Sector**—援助機関：フランス政府
全国の地方自治体 WSD 職員 556 名の研修。

2.2 水源

将来のキスム市の水需要を賄う可能性を有する主要水源は 6 個所である。以下にその水源の特徴を記す。

水源	取水点 標高 (m)	Kibuye までの 距離 (km)	ポンプの 必要性	水質
ビクトリア湖	1,134	5	有	良好
キボス川	1,273	11	無	良好
アワチ川	1,300	11	無	良好
ソンドゥ川				
(1)	1,210	55	有	良好
(2)	1,460	55	無	良好
ニヤンドゥ川	1,150	21	有	不良
ヤラ川	1,778	22.7	無	良好
		Kibosu 川まで		

ソンドは有望水源のひとつではあるが、ミリウ地点に建設予定のダムサイトから下流で取水する場合は過大なポンプ施設が必要となるため、このケースについては調査初期段階でふるいにかけ不採用とした。他の理由として、ある期間のソンド川からの全有効水量はダムで使用され取水できないこと、またダム上流から取水する場合はと発電量が減少するという問題が生じる。

ニヤンドはすべての川のうち最も汚染されている川である。したがって、キボス/アワチ川が最有力候補水源であると推測される。この両河川の流量と水源としての信頼性を詳細に分析した結果、96%確率でキボス川から 38,900 m³/d、アワチ川から 27,200 m³/d 取水できることの結果が得られた。この96%という確率は1年間でたった2週間だけ上記水量を取水できない可能性があるということであるが、ヴィクトリア湖水を補完的に利用できる所以对応可能である。

2.3 既存の水道、下水道システム

キスム市の水道は二つのシステムからできている。一つはKMCによって運営されているシステムで市の中心街を含む地域を給水している。他方は小規模水道で市内村落部を給水

するものである。

市水道はキボス川を水源とするカジュウル浄水場とビクトリア湖を水源とするレイク浄水場から給水を行っている。浄水場は古く、カジュウル浄水場は 1922 年、レイク浄水場は 1953 年に建設された。また両浄水場においてはその後 1980 年に至るまで改修、拡張工事が実施された。

水需要の増大に伴いカジュウル浄水場からの自然流下給水はキプエ配水池まで到達しなくなり、同様な理由でレイク浄水場からの圧送給水はキプエ配水池にほとんどとどかず、直接給水区域に配水されている。

配水管網は古く、既存管路は口径が 80 から 350 mm で延長は約 112 km である。また 1970 年以前に布設された管路は総延長の 81% を占める。管路布設区域は市地域の広範囲（約 40 km² に及ぶが、連続給水区域は非常に狭く、他区域は水が届かないことから、間歇給水か断水区域である。またキオスクや水売業者は、水道水や井戸水、近くの河川水を水源とする水を買っているが、容器で水を購入している人口の数は極めて多い。これらキオスク/水売業者は低所得者層にとって過大な高料金を設定する傾向にあり、これらを効果的に取り締まる手だてではない。

維持/管理の機材は不十分であり、水質検査機材にいたっては基本的なものまで不足している。例えば、日常維持管理業務で必要となる漏水検査用タンク、緊急時用ポンプは不足しているし、カジュウル浄水場取水点での浚渫も行われていない。漏水調査の結果、平均漏水率は約 30 % に達しているにもかかわらず、対策は講じられていない。最近のメーター調査によれば正常が 32 % で、故障あるいは異常が 32 % 以上で残りの 36 % はメーターが取り付けられていない。蛇口での水質は給水区域全域で一定しておらず、ケニア国の水質基準を満たすため改善の必要がある。キスム市の用途別使用水量の記録は存在しない。そのため、現地調査、聞き取り調査や他の信頼おける記録の解析により原単位量を検討した。その結果はケニア国の水道設計指針にある原単位に近い数値となった。

小規模な村落部水道は市水道給水区域外の数箇所の村落に給水しており、コミュニティ、政府機関、教会組織等で運営されている。調査結果によると水源は泉、小川、浅井戸、井戸、ビクトリア湖である。水質は一般的に飲料水として不適合であり、乾季に枯渇する水源も多い。

既存下水道はキスム市の中心部をカバーしているだけで、その他の地域では個別衛生施設が使用されている。下水道は中央処理区と東部処理区の二つから構成される。中央処理区

は旧市街地の北西部から自然流下で、またビクトリア湖に面している低地域から圧送で下水を収集している。中央処理区面積は 390 ha で、8.5 km の幹線を用いて収集した下水をコンベンショナル処理場で処理している。三つの中継ポンプ場があるが、その全部が現在運転されておらず、その結果、人孔からの越流やビクトリア湖への直接放流等の問題が生じている。また雨水や地下水の下水管侵入により、雨期には処理能力を超える水量がコンベンショナル処理場へ流入し、過負荷運転となっている。さらに無規制で工場排水を受け入れているため処理場の負荷が大き過ぎるため、同処理場からの放流水質は基準以下である。

東部処理区は旧市街地の東南地区から下水を収集し、ニヤレンダ処理場で処理している。、処理区面積は 214 ha で幹線延長は 8 km である。この地区では水道整備の遅れのため、現在処理場設計能力の 20% しか稼動していない。その他の問題としては下水管の破損や閉塞に起因する汚水越流がある。

個別衛生施設としては主にセプチックタンクとピットラトリンが使用されている。セプチックタンクは低人口密度住宅地域や学校、病院等で使用されており、十分機能している。市衛生部は一台のパキュウム車でタンクの汲み取りを行っている。ピットラトリンは都市部周辺地域で一般的に使用されているが浸水被害が生ずる地域では壊れ易い。地下水位が高い地域ではピットの有効容量が減少するという問題もある。また汲み取りも作業車がピットに近づけないなどの問題で十分行われておらず、その結果近隣の地下水汚染の原因となっており、浅井戸の水質を悪化させている。人口密度の低い村落部では、地盤条件が良好である限り、個別衛生施設は概して有効に機能している。

2.4 計画基本方針と仮定条件

本事業は上下水道を持続的に運営することが目的であり、そのために以下の 4 つを目標とする。

- a) 緊急の水不足に対して早急に効果を発現すること
- b) 現地事情に適合した適切な技術を使用すること
- c) 現地の組織、運営管理能力を改善すること
- d) 全てのキスム市住民に対して水を供給すること

キスム市の将来人口予測は同市の過去 20 年間の実際の人口増加率を考慮して行った。また人口分布はキスム市ストラクチャープランの方針に若干の修正を加えて決定した。その結果、1997 年の人口は 363,157 人で 2005 年には 526,196 人、2015 年で 869,166 人に増加するものと推計される。1989 年から 2015 年までの年平均人口増加率は 4.44 % と見込まれる。

キスム市水道は2015年時点で人口密度40人/ha以上の区域になるよう設定した。その結果、都市部及びその周辺部の全サブロケーションが給水区域となった。また前述の区域に隣接しているルーラルのサブロケーション（コニヤ、チガ、ニヤルニヤ、カデロ、オコック）の一部も給水区域に含まれた。各サブロケーションを住居、商業、工業、農業、湿地、傾斜地、空港の7つの土地利用形態に分類し、湿地、傾斜地、空港の3種については非居住地域と仮定した。設定した給水区域の総面積は87.7 km²である。

上記給水区域以外の地域は五つの村落水道システムで給水する計画である。各地域毎に村落水道システムを提案している。

マスタープランの給水量を決定する第二のポイントはサービスレベルである。目標サービスレベルは以下に示すケニア国設計規準に準拠した。

給水形態	一人一日当り原単位 (l)	
	都市部	都市部 周辺地域
各戸給水 高所得	200	120
各戸給水 中所得	120	60
各戸給水 低所得	60	50
公共栓	20	15

村落部での原単位は基本的に都市部周辺地域の場合と同一とした。所得階層毎の人口配分は調査団の行ったアンケート調査の結果に基づいて行った。

2005年時点で給水区域内の全人口の約70%（289,728人）は各戸給水（原単位50～200 l/日）で給水され、残り30%は公共栓（原単位15～20 l/日）で給水される見込みである。またその時点で、各戸給水の比率は都市部で92%、都市中心部周辺では63%となる見込みである。

上記人口、原単位に基づき推計される家庭用水需要量は日平均水量で2005年で24,873 m³/d、2015年で41,952 m³/dである。非家庭用水としては工業用水、商業用水、公共施設用水があるが、修正ストラクチャープランの土地利用より需要水量を推定した。推定された非家庭用水需要量は以下のとおりである。

都市部上水道需要量 (m³/day)

年	家庭用水 需要量	非家庭用水需要量				全需要量
		公共	商業	工業	小計	
2005	24,873	2,860	5,680	8,480	17,020	41,893
2015	41,952	6,500	8,300	15,500	30,300	72,252

日最大給水量、時間最大給水量は上記日平均需要水量から算定した。時間最大流量は配水ポンプ場や配水管の設計に用い、日最大給水量は配水池や送水ポンプ場、送水管の設計に用いた。浄水場の設計には浄水場での損失を考慮して5%を日最大給水量に加えた。取水施設、導水管の設計には損失をみて設計浄水能力に3%~5%を付加した。

下水道の計画は良好な生活環境の達成を目的とする。提案する計画では2015年時点で給水区域から発生する汚水の80%以上を回収する予定である。

提案する下水道計画区域は中央処理区、東部処理区、西部処理区の3つからなり、地形条件、既設施設(幹線、処理場)の位置、提案された給水区域/土地利用計画を考慮して決定した。

下水道の家庭汚水原単位は上水道家庭用水原単位を基に定めた。両者は基本的には同じであるが唯一例外として上水道で200lcd使用する家庭の場合、190lcdすなわち水道原単位の95%を排出するものと仮定した。

非家庭汚水は公共施設、商業、工業から排出される汚水からなる。前者の2つの汚水量は水道のそれぞれの需要量に0.8と0.85をかけて推定した。一般工業排水は工業用水需要量の80%として推定した。大規模工場については聞き取り調査と既存調査の結果より推定した。提案する下水道は給水区域内から発生する非家庭汚水の大部分を収集する計画とした。

処理場からの放流水質は流入水質に大きく依存するため、調査団は工場排水の水質基準を提案した。

将来、処理場に流入する工場排水の水質が提案した排水基準の水質を満たすことを前提に処理場負荷を推定した。一般に工場排水はBOD 500 mg/l以下、SS 600 mg/l以下、生物処理に悪影響を及ぼす物質は含まない必要がある。提案した排水基準はそれらを反映している。

処理水の最終放流先はビクトリア湖である。湖水及びその他公共水域の水質保全のため、処理場からの放流水質は以下の条件を満たす。

- BOD 濃度 20 mg/l 以下
- SS 濃度 30 mg/l 以下
- 糞便性大腸菌（酸化池の場合のみ適用） 5,000 CFU/ 100 ml 以下

2.5 上水道及び下水道整備長期計画

上水道及び下水道整備の長期計画策定にあたっては、現況の把握・分析、将来の需要予測、障害要因など様々な検討を行った上で、計画の基本方針に基づいてマスタープランが作成された。マスタープランでは上下水道の整備計画について述べるとともに、上下水道事業経営方針についても考察し、予定された投資が財務的に健全な経営を破綻させることのないように計画されている。マスタープランの中で第1段階として実施される優先プロジェクトは、ケニア政府側と協議を行って策定された基準に基づき、調査の結果を反映させた上で選定された。

上水道整備計画

2015年における水需要は96,300m³/dayと予測され、この需要を満たす浄水場施設能力は108,000m³/dayである。第一期事業計画のもとで、既存の浄水施設能力は約18,000m³/dayのみであり、リハビリテーションとして約10,000m³/dayの拡張を含む施設改修が計画された。また40,000m³/dayの新浄水場が建設され、総供給能力は約68,000m³/dayに達する事になる。第一期事業での工事は2003年までに完了する計画であるその後さらに第二期事業における40,000m³/dayの施設拡張を経て、最終的に2015年の需要を満たす108,000m³/dayとなる計画である。

これらそれぞれ40,000m³/dayの拡張については、その水源候補としてビクトリア湖、ソンドゥ川、キボス川/アワチ川、ヤラ川があり、これらの水源の組み合わせ（代替案）がその投資規模、水源の施設拡張に対する柔軟性、信頼性、水質、管理の難易、環境に対する影響などから評価された。

これら代替案の比較検討においては、浄水場の位置は現在のキブエ配水池に隣接して建設することとし、浄水場より下流の送・配水系統については、どの代替案についても同様であるとの前提のもとに行われた。この代替案の比較検討の結果、最適案として、第一期事業においてはキボス川/アワチ川に取水堰を建設し取水する計画、第二期事業においては、ビクトリア湖から取水する計画とした。

基本計画における主要な施設規模については下記の表に示す。

項目		現況	第一期 事業計画	第二期 事業計画
目標年度		1997年	2005	2015
調査地域内総人口		363,157	526,195	869,166
給水人口		224,456	414,530	690,628
給水普及率		%	61.8	78.8
給水区域		Km ²	88.0	88.0
需要水量	日平均	m ³ /d	11,900*	59,174
浄水場	カジュール	m ³ /d	1,400	2,800
	レイク	m ³ /d	16,600	25,000
	キプエc	m ³ /d	-	40,000
	合計	m ³ /d	18,000	67,800
配水池	キプエ	m ³	6,300	33,300
	カニャクワール	m ³	-	5,000
	コゴニイ	m ³	-	3,500
	カジュール	m ³	-	700
	合計	m ³	6,300	42,500
原水導水管	ø 200 mm - ø 900 mm	km	0.6	20.6
送水管	ø 150 mm - ø 550 mm	km	16.0	35.2
配水本管	ø 150 mm - ø 800 mm	km	63.0	112.4
配水枝管	ø 80 mm - ø 100 mm	km	49.0	379

* 現況給水量を示す。潜在的需要水量は 39,233 m³/d である。

上述した市の中心部をカバーする水道計画に加え、5 周辺地域の給水についてもこのマスタープランの中で考慮された。この中では、2つのオプションが検討されている。オプション1は深さ約50mの井戸を削井し、ハンドポンプにより地下水をくみ上げる方法。オプション2はハンドポンプではなく水中ポンプを用いて地下水をくみ上げ、いったん高架水槽に貯留した上で給水する方法である。いずれの方法においても、井戸はポイントソースとして利用され、配水管は設置しない。いずれのオプションについても給水単価はほぼ同じであり（オプション2はコストがかかるが給水量が多いため給水コストはオプション1と同レベル）村落の状況、地下水の状況によって、好ましいオプションを選択すべきであるとした。

また、これら周辺部の給水事業の実施においては住民の参加が不可欠であり、それについての具体的な方策を提示している。

下水道整備計画

下水道整備計画においては、通常の下水道とシャロースワローの組み合わせにより、2005年

で総汚水量の60%を回収し、2015年においては83%を回収する計画となっている。通常の下水道で回収されるのは主に使用水量が一人当たり100 lcd以上の家庭排水及びほとんどの非家庭排水（商業、工場、事業所排水）である。一方シャロースワローでは水使用量が50から60 lcdの家庭排水を回収し、それ以下の家庭排水については個別衛生処理が提言されている。

下水の収集・処理区は、中部、東部、西部処理区の3つに分かれている。現在では中部及び東部処理区が存在しており、その下水収集システムの改修が第一期事業において計画されている。西部処理区は第二期事業において設定されるが、下水の回収率は第一期事業の完了時点で60%、2015年においては83%となる計画である。

3つの既存ポンプ場の改修についてはリハビリテーションとしてマスタープランの中で計画に取り込まれており、さらに、3つの新しいポンプ場が、Kombedu、Labour College、Nyalenda 処理場に建設される計画である。

下水道整備において、キスムの現況に鑑み、まず第一に整備を行わなければならないのは処理場である。コンベンショナル下水処理場は過負荷で運転されている。よってその処理水水質は排水基準を大幅に超える状況になっている。そこで、まず既存の処理場の効率をあげるためのリハビリテーション計画が策定され、それがまず最初に実施される計画とした。それと同時に予測されている汚水量を処理する事が可能となるよう、処理場各施設について拡張も行われる計画とした。

第二期事業では、新しい下水処理区（西部WTD）が設定され、この処理区における新処理場はOlongoleに建設される計画となっている。この新しい西部WTDはKnyakwar、Korando、Kogonyに広がる住宅地域並びに、キスム空港付近のKibuye及びOlongoleの工場地帯の一部をカバーする事になる。Olongole新処理場は空港西部に建設され、この西部WTDの下水を収集・処理することになる。

運転維持管理計画

計画された施設が実際に有効に機能するためには、適切な運転・維持管理が行われなければならない。水道施設に関しては、水量・水質コントロール、機器類の維持管理、漏水防止対策、水道メーター改善計画などについて維持管理の指針が示されている。また下水道施設については、ポンプ場、処理場についてそれぞれ独立した維持管理指針を示している。

投資規模及び投資計画

マスタープランに含まれている施設整備計画に必要な直接工事費は、1997年価格で約112.4百万米ドルである。施設整備計画の全体計画に示されている投資期間を考慮に入れ、価格予備費及び物的予備費を投資額に上乘せしている。その他のコストについても別途積算を行い、総投資コストに含めており下記の表に示す通り、総投資規模は164.2百万米ドルとなった。

	(千米ドル)		
	第一期事業	第二期事業	計
直接工事費			
水道整備計画	48,476	26,735	75,211
下水道整備計画	14,234	23,001	37,235
コンサルタントサービス	7,844	6,221	14,065
予備費			
価格予備費	11,096	8,900	19,896
物的予備費	8,130	6,448	14,576
プロジェクト実施経費	1,789	1,419	3,208
総投資額	91,596	72,624	164,193

投資計画の策定にあたっては総投資額の85%は外国からの開発援助資金（借款）を導入するものと仮定し、残り15%についてはケニア国内借款によって賄われるものとした。この仮定に基づき投資計画を策定したが、建設期間中の利子を支払う能力が無い場合、この利子分を元金に加算するものとし、借款によって準備されなければならないコストは171.4百万米ドルとなり、その内外国からの借款総額は148百万米ドルとなる。

組織・運営

計画された施設の健全な運営には、上下水道局の適切な運営体制の確立並びにそれに携わる職員の能力開発が不可欠である。そのために、上下水道局の新しい組織体制を提示し、現状の空席となっている職掌を充補する事を提言している。

職員の能力開発については、職制別にどのようなトレーニングが必要か、またそれを実施するために利用出来る施設について言及している。

住民参加

計画された施設の維持管理のため、また効率の良い施設運営のために、住民と上下水道局との関係は非常に重要である。住民参加の機会を増やし、積極的に住民が上下水道に係る

事で、上下水道の社会に対する信頼性を向上させる事が可能となる。水系伝染病や環境破壊についての知識を住民に広めるだけでは、十分とは言えず上下水道局は新たなキャンペーンを実施していく必要がある。

実施計画及び総合評価

上下水道整備の緊急性、並びに外国からの借款の準備期間などを考慮に入れ、実施計画を策定した。外国からの借款の手配は1999年中に完了させ、それに引き続いて実施設計が行われ、工事の着手は2000年末となる予定である。

このプロジェクトの財務・経済的な評価結果は、このプロジェクトの実施が可能かつ健全な財務状況を維持出来るものとしている。マスタープランにおける財務的内部収益率は3.6%となっている。フィージビリティ調査においてはさらに詳細に収益・支出の検討が行われており、優先プロジェクトについてはこの内部収益率が5.15%となっている。また、考えうる不利な状況、例えば料金の値上げ率の低下、コストの上昇、実施時期の遅れなどを考慮に入れた感度分析においても内部収益率は負の値とならない事が確認された。

2.6 初期環境調査(IEE)

提案されたマスタープランの潜在的な影響を確認するために、またフィージビリティ調査の中で認定した第一期事業に対する環境影響評価(EIA)のための情報を準備するために、初期環境調査(IEE)を実施した。潜在的影響を確認するために、チェックリストとして、JICA環境ガイドラインによって定められた23の環境項目を適用した。

IEEについては、建設期間中の影響及び上下水道施設の運転期間中について調査するとともに、水利権・慣行水利、湖沼・河川の水質汚染、植生、汚水排水、地下水、土壌汚染、悪臭の広い範囲への影響の評価を含んでいる。プロジェクト実施段階では、例えば経済活動や衛生環境といった、人間や社会活動に何らかの影響が及ぼすことが予測される。

IEEの結果にもとずいてさらに詳しく調査すべき項目については、フィージビリティ調査における、環境影響評価(EIA)の中で実施した。

第3章 第一期事業計画のフィージビリティ調査

3.1 フィージビリティ調査区域

フィージビリティ調査区域は、面積的には市の行政区域(297km²)の約30%を占めるに過ぎないが、人口面から見ると、2005年には、市の総人口の約80%を包含することがマスタープランで予測されている。また、その場合の平均人口密度は47人/haとなると見込まれている。

さらにマスタープランでは、フィージビリティ調査区域の外側の村落地域へ市の上水道を拡張した場合、これらの村落部の低い将来人口密度に鑑みて、きわめて非経済的であると評価している。この理由から、市の外側の区域である村落部には、市の上水道とは切り離して主として地下水を水源とする村落上水道供給施設で給水することを提案している。

3.2 人口、上水道水需要、下水排水量

キスム市の2015年までの人口は、ケニアにおいて過去3回行われている国勢調査結果および関連の人口統計を用いて予測した。市の総人口は、1997年には363,157人、フィージビリティ調査の目標年次である2005年には、526,195人に上昇すると予測される。フィージビリティ調査対象区域の人口は、キスム市総人口の79%に当たる414,531人と予測される。

「少数の人にもっと多くより、全ての人に少しでも」の基本方針に基づき、調査区域内人口の100%に対して水を供給することとした。70%の家庭は各戸給水、残る30%の家庭は、キオスクの中に設置された供用水栓から水を購入する仕組みとした。家庭用水以外の需要水量については、官公所・商業・工場の土地利用計画を基に予測した。2005年における総需要水量は、41,898 m³/日と予測される。

2005年時点では家庭での使用水量のほぼ総量が下水発生量になるものとし、その46%を下水道システムで回収・処理する計画とした。その他、官公所用水の80%、商業用水の85%、工業用水の80から100%の排水を下水道で取り込む計画であり、2005年に予測される総排水量・38,900 m³/日の約60%を市の下水道に受け入れる計画である。

3.3 上水道整備計画およびその建設費

調査団は、過去の水源調査を見直して様々な水源について評価を加え、キボス川／アワチ川については水源としての有効性について、過去の観測値をもとに水文解析を行なった。その結果、優先プロジェクトに対して、キボス川／アワチ川とヴィクトリア湖を最も適する水源として選定した。

両河川の水源解析の結果、96%の確率で45,000 m³/日の取水が出来ることが判明している。マスタープランの第二期事業で必要となる水源量につき、渇水期にヴィクトリア湖からの取水で一部補うことにより、基本的に両河川から取水できることが判明している。

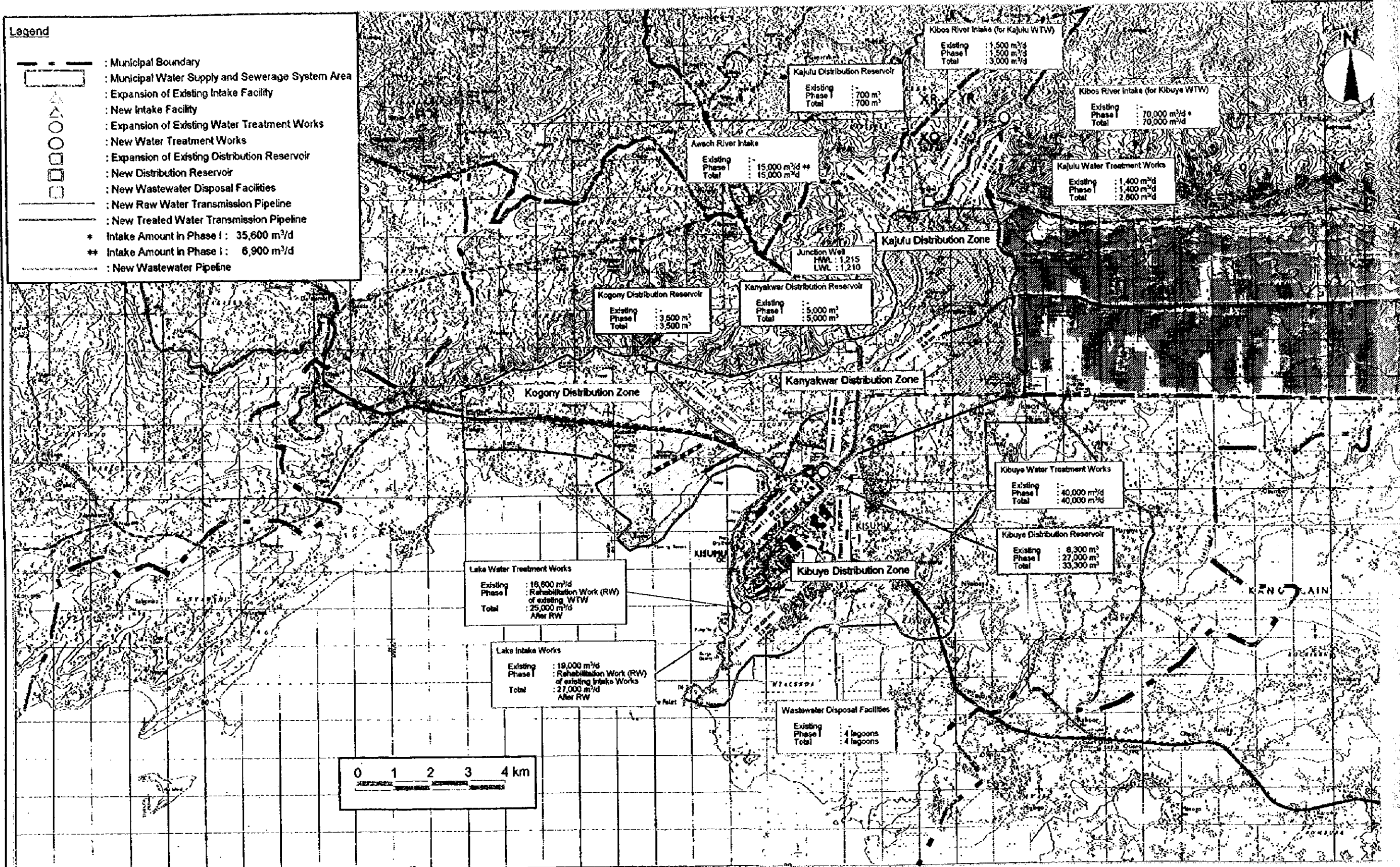
現在の給水施設容量は18,000 m³/日であるが、優先プロジェクトの中の改造計画によって、これが27,800 m³/日に上昇する。さらに必要な施設容量40,000 m³/日については、拡張計画として建設される。第一期事業が完成する2002年には、総施設容量は67,800 m³/日に達し、2003年当初に供用開始の予定である。

上水道整備計画の主な構成は、図-1に示す。レイクおよびカジュール浄水場に加えて、第3の浄水場はキプエに建設される。既設レイク浄水場の施設容量は、16,600 m³/日から25,000 m³/日に、既設カジュール浄水場は1,400 m³/日から2,800 m³/日に増強される。レイク浄水場からの浄水は約5.2 km離れたキプエ配水池にポンプ揚水によって、新設の550 mmのパイプラインを通して送水される。カジュール浄水場からの浄水は、約3.6 km離れたカジュール配水池に新設の200 mmのパイプラインを通して自然流下により送水される。

施設容量40,000 m³/日の新設浄水場は、既設キプエ配水池の敷地に隣接して建設される。新設キプエ浄水場の水源は浄水場の北約15 kmにあるキボス川とアワチ川から取水する。新取水施設はジョプロップ川とケップケレル川との合流地点の下流約1.3 kmのアワチ川に建設される。新設アワチ取水施設からの水源は、南東6 kmに建設する接合井まで400 mmの鋼管によって導水する。キボス川にある既存の取水施設は改造し、キプエ浄水場に送水するために35,600 m³/日の原水を取水する。取水した原水は、上記接合井に700 mmの鋼管を通して自然流下により導水し、アワチ川からの原水と接合井にて合流し、そこから5.9 km先にあるキプエ浄水場にむけて900 mmの原水導水管をとおして自然流下により導水する。両取水施設とキボス川・アワチ川からキプエ浄水場への原水導水管は、Phase Iの時点において、Phase IIにおける必要水源量に対応できる容量を計画している。

Legend

- : Municipal Boundary
- : Municipal Water Supply and Sewerage System Area
- : Expansion of Existing Intake Facility
- : New Intake Facility
- : Expansion of Existing Water Treatment Works
- : New Water Treatment Works
- : Expansion of Existing Distribution Reservoir
- : New Distribution Reservoir
- : New Wastewater Disposal Facilities
- : New Raw Water Transmission Pipeline
- : New Treated Water Transmission Pipeline
- * Intake Amount in Phase I : 35,600 m³/d
- ** Intake Amount in Phase I : 6,900 m³/d
- : New Wastewater Pipeline



THE REPUBLIC OF KENYA
THE MINISTRY OF LOCAL AUTHORITIES
KISUMU MUNICIPAL COUNCIL

THE STUDY ON KISUMU WATER SUPPLY
AND SEWERAGE SYSTEM
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

TITLE
Water Supply Improvement Plan Proposed
under Phase I Project

配水については、全給水区域をキプエ、カニャクワール、コゴニー、カジュールの4給水区域に分ける。それぞれの給水区域へは、各給水区域内に設置した配水池から自然流下により配水する計画になっている。

キプエ配水池は、レイク浄水場と新キプエ浄水場の双方から浄水を受水する。この配水池は地盤高が1,190mの丘の上であり、キプエ配水区域の全域に対して自然流下で給水するのに十分な水圧を確保できる。さらに、この配水池は、自らの給水区域を受け持つだけでなく、カニャクワール、コゴニーの両配水池にポンプ送水することから、配水施設の中で基幹的な役割を果たすことになる。また、3ヶ所の配水池からはそれぞれの配水区域に対して自然流下により給水することが可能である。

第4の配水池としてのカジュール配水池は、1,220mの地盤高であるオコック・サブロケーションに建設される。この配水池は、カジュール浄水場から受水し、そのまま、カジュール配水系統に自然流下により配水する。

2005年におけるそれぞれの配水区域内人口と需要水量は下記に示す。

配水区域	人口	一日平均給水量(m ³ /日)			一日最大給水量
		家庭用水	非家庭用水	合計	m ³ /日
キプエ	331,632	19,742	14,271	34,013	52,846
カニャクワール	33,011	2,819	1,321	4,140	6,432
コゴニー	34,762	1,612	1,275	2,887	4,485
カジュール	15,128	702	153	855	1,323
合計	414,533	24,875	17,020	41,895	65,092

第一期事業計画には、以上のほかに、配水管網整備として49kmの配水本管と330kmの配水小管の選択を含んでいる。

第一期事業計画における上水道整備計画の直接工事費は1997年価格で4,650万米ドルであり、その内訳は、既設上水道施設の改造計画分で790万米ドル、拡張計画分で3,860万米ドルである。

キスム市上水道－改造計画

区分	計画内容	直接工事費(US\$)
RW-S1	• レイク浄水場改造工事	4,029,000
RW-C1	• カジュアル取水施設・同浄水場改造工事 • カジュアル配水池新設工事 • カジュアル取水施設、同配水池間原水導水管(口径 200 mm 鋼管、延長 3.6km)新設工事	273,000
RW-C2	• レイク取水施設・同浄水場改造工事 • レイク取水施設、同浄水場間原水導水管(口径 450 mm、延長 1.2 km)布設工事 • レイク浄水場、カジュアル配水池間送水管 (口径 550 mm、延長 5.2 km) 新設工事	3,650,000
	合計	7,952,000

キスム市上水道－拡張計画

区分	計画内容	直接工事費(US\$)
EW-S1	• キプエ浄水場電機設備工事	6,076,000
EW-C1	• キボス/アワチ川取水施設新設工事	1,680,000
EW-C2	• キボス/アワチ川取水施設、キプエ浄水場間導水管(口径 400、900mm、延長 18.8 km)新設工事	7,443,500
EW-C3	• キプエ浄水場新設工事 (浄水場本体、カニャクワール・コゴニーへのポンプ場、汚水送水管(口径 200mmPVC、延長 4.0 km)・ラグーンの新設工事)	5,491,000
EW-C4	• キプエ配水池(27,000 m ³)新設工事	1,440,600
EW-C5	• カニャクワール配水池(5,000)新設工事 • キプエ配水池、カニャクワール配水池間送水間 (口径 350 mm、延長 4.2 km) 新設工事	1,022,200
EW-C6	• コゴニー配水池 (3,500 m ³) 新設工事 • キプエ配水池、コゴニー配水池間送水間 (口径 400 mm、延長 6.2 km) 新設工事	1,488,600
EW-C7	• 配水本管 (口径 160~800mmPVC・鋼管、延長 49km) 新設工事	8,913,625
EW-C8	• 配水小管 (口径 63~110 mmPVC、延長 330 km) 新設工事	5,022,000
	合計	38,577,525

3.4 下水道改善計画とその概算事業費

下水道改善計画の第一期事業では、既存下水道施設の機能を回復させ、現施設の有効利用を図ることに主眼を置いた計画を策定した。また、下水道計画区域は、現在の市街化地域とその周辺部を含んで設定し、今回の水道計画により発生が見込まれる汚水量のかなりの部分を下水道が回収し処理する計画としている。

下水道施設の整備面積は、中央処理区では、現在普及が進んでいることから、若干の拡張を行うだけであるが、東部処理区では、現在の整備面積 214 ha を 1,358 ha へと拡大する計画である。

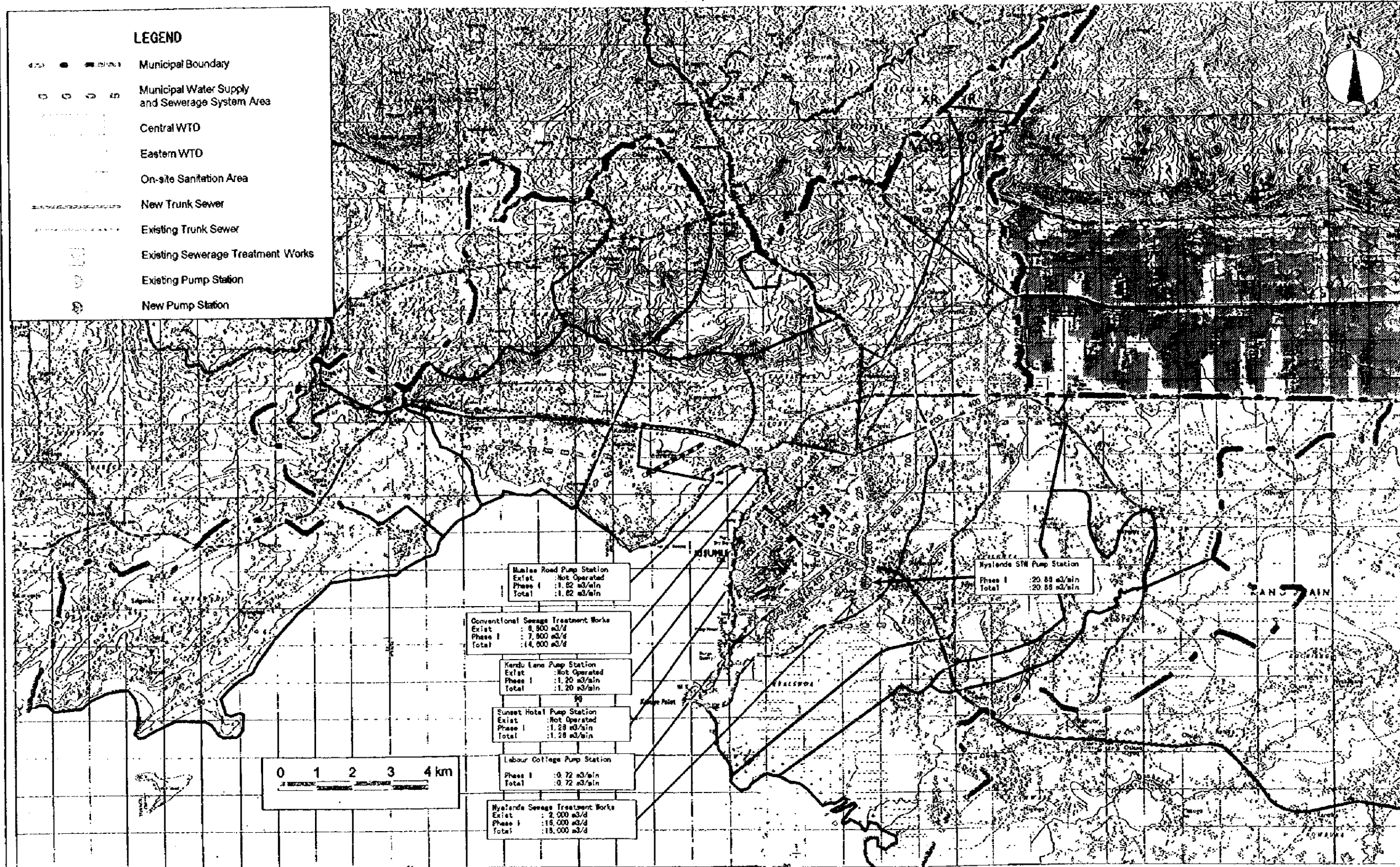
第一期事業計画では、リハビリ計画部分と拡張計画部分を以下のように設定した。まず、リハビリ計画として、東部処理区における破損した幹線管きよ（延長 420m）、および中央処理区における既存の中継ポンプ場 3ヶ所のリハビリ工事を取り上げた。これら中継ポンプ場は現在運転されておらず、汚水がマンホールから溢水したり、ビクトリア湖へ直接放流されている状況にある。

拡張計画部分としては、中央処理区では幹線管渠（延長 2.6 km）の更新、東部処理区では幹線管きよ（延長 23 km）の新設、および両処理区に対する枝線管きよ（延長 123 km）の整備を実施する。これら下水道の基幹施設の概略を図-2に示す。

この他、両処理区内に対して、シャロースワ（shallow sewer）システムを構築するために必要となる管（口径 100 mm、延長 91 km）の供給を計画の中にも含めることとした。このシステムは、人口密集地域を対象に、管を個人の敷地内に浅く埋設することにより、水使用量が 1日1人当たり 50~60 リットルと少なく、従来の下水道システムでは収集が難しい場合でも適用可能な方法である。このシャロースワシステムを普及させることにより、82,700人の住民（1家庭6人と仮定し、13,785ヶ所の家屋に相当）が下水道サービスの恩恵を受ける計画とした。

2ヶ所の既存下水処理場である、コンベンショナル処理場およびニヤレンダ下水処理場のリハビリ計画および拡張計画を策定した。

下水道計画の第一期事業計画実施に必要な直接工事費の総額は、14.2百万米ドルである。このうち、リハビリ計画に係る直接工事費は僅か 1.39百万米ドルである。残りの拡張計画に係る直接工事費（12.85百万米ドル）を4つのパッケージに分けた、その内訳を以下の表に示す。



THE REPUBLIC OF KENYA
THE MINISTRY OF LOCAL AUTHORITIES
KISUMU MUNICIPAL COUNCIL

THE STUDY ON KISUMU WATER SUPPLY
AND SEWERAGE SYSTEM
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

TITLE
Sewerage System Improvement Plan
Proposed under Phase I Project

下水道施設の拡張計画に関わる直接工事費の内訳

	内 容	直接工事費 (US\$)
I	<ul style="list-style-type: none"> コンベンショナル処理場およびニヤレンダ処理場に係る機械・電気設備機器の納入、据え付け レイバーカレッジ中継ポンプ場およびニヤレンダ処理場内ポンプ場建設に係るポンプ機器の納入・据え付け 	957,000
II	<ul style="list-style-type: none"> 幹線管きよの建設： 東部処理区 (uPVC & CP, φ 125~1000mm, L=22.7 km) 中央処理区 (uPVC & CP, φ 250~400mm, L=2.6 km) 	3,942,000
III	<ul style="list-style-type: none"> 枝線管きよの建設 東部および中央処理区 (uPVC, φ 200mm, L=123 km) シャロースワフー用の管 (uPVC, φ 100mm, L=91 km)の供給 	5,524,000
IV	<ul style="list-style-type: none"> コンベンショナル処理場およびニヤレンダ処理場の拡張工事 レイバーカレッジ中継ポンプ場およびニヤレンダ処理場内ポンプ場の建設 	2,423,000
合 計		12,846,000

3.5 組織強化

第一期事業計画を実施するにあたり、キスム市および上下水道部の組織能力を大幅に強化する必要がある。

まず、キスム市の財務および管理の能力を地方自治省の指導のもと、KLGRPにより改善する。これは緊急に実施すべきものであり、健全な歳入の確保により、市の組織力が強化されることになる。

次に、上下水道部は、経営部門および運転維持管理部門をまかせるのに十分な資格と経験をもった人材を雇用する必要がある。その上で、この2名 (Deputy Manager の格付け) が中心になってそれぞれの部門に必要な人材の確保を図る。このように、上下水道部の内部から組織強化を図れば、ブロックマッピングにより得られる情報を有効活用して、水道メータに関する情報を常に最新のものにすることも可能となる。つまり、不正確な量水器や不法接続による無収水量の削減が可能になり、料金収入が増加することになる。さらに、キプエ貯水池にレイク浄水場から直接ポンプ圧送することにより、より多くの住民に、た

とえ間欠的であっても給水でき、給水人口の増加ひいては料金収入の増加が見込めることになる。

このように組織を強化し、収入の増加を図れば、上下水道部が維持管理・財務の面で独立して運営できる基礎が築かれ、その後の進展が期待される。キスム市も上下水道部から市の一般財源への歳入が、これまで通り確保されることにより問題とならなく、また、上下水道委員会メンバー（議員や上級管理職員により構成）を通して、新しい上下水道部を監査できることになる。

上下水道部を効率化し、完全に独立して運営できるようになれば、第一期事業の実施を通じて、さらに組織強化を図れることとなる。

第一期事業の実施期間中は、ハードとソフトの両面から、ふたつの組織強化策を計画している。無収水量削減計画では、漏水探知器（修理機器付属）を調達するとともに、上下水道部内に専門部署を設立し、漏水防止を恒久的に実施する組織とする。さらに、この計画では、既存の水道メーターを取り替えるため 11,000 個のメーターを購入するのに加え、第一期事業計画実施の当初数年間にかなりの数の量水器を設置する必要があることから、メーター設置を専門に行う部署も設立する。

第一期事業では、運営面や財務面で組織を強化することを主眼に置いた計画を策定した。運営・財務改善計画では、まず第一期事業実施のための部署を設立する。この部署は、当事業に関して、キスム市内部の調整を行い、上下水道委員会に報告する役割を担う。また、当計画は、必要に応じて人材確保のためのコンサルタントを雇用し、雇用に係る給与、期間、その他の条件の原案を作成する。財務改善計画では、コンピュータ会計システムの構築・導入を図る。また、独立採算制へ移行する際の目標を設定したり、毎年の予算案や 5 ヶ年計画などを含めた目標達成のための計画策定に際して、支援と助言を行う。

運営・財務改善計画の最終段階では、上下水道公社を設立するにあたって、必要な書類の原案づくりを行う。ここでいう上下水道公社とは、キスム市が完全に所有しているが、運営は「会社法」に基づいて上下水道公社が行うといった形をとるものである。この改善計画は、地方自治省、GTZ（ドイツ国際協力事業団）、UWASAM（都市域における水と衛生に関する管理計画、GTZ の援助プログラム）が実施している計画手法を用いて、UWASAM 実施プロジェクトに参画している地方自治省の職員と綿密な連携を図って行われるものとする。

第一期事業の実施設計および建設工事段階に、訓練プログラムを集中的に実施して、組織の能力強化を図る。また、漏水防止計画や運営・財務改善計画については、OJT 訓練プログ

ラムを工事期間中も含めて実施する。技術職員に対する訓練については、運営・財務改善計画の実施中に、その内容を検討することとし、実施はKEWIで行う。上級職員に対する海外研修については、JICAのカウンターパート研修制度を利用できる可能性がある。

3.6 事業実施計画

第一期事業計画の実施スケジュールを図-3に示す。このスケジュールは、事業費の大部分を国際開発金融機関からの融資で調達する、という前提で作成している。

今回のF/S調査は1998年の9月に終了することになっている。調査終了後、本案件はケニヤ国政府に提出され、政府の承認後、融資の申請書が国際開発金融機関に提出されることになる。

コンサルタント雇用に必要な期間は、国際開発金融機関の一般的な選定手続に基づいて実施すれば、通常1年ほどである。本件の場合、その緊急性を考慮し、コンサルタントは随意契約で選定し、実施設計から工事監理まで同じコンサルタントが契約して実施すると仮定して、スケジュールを作成している。

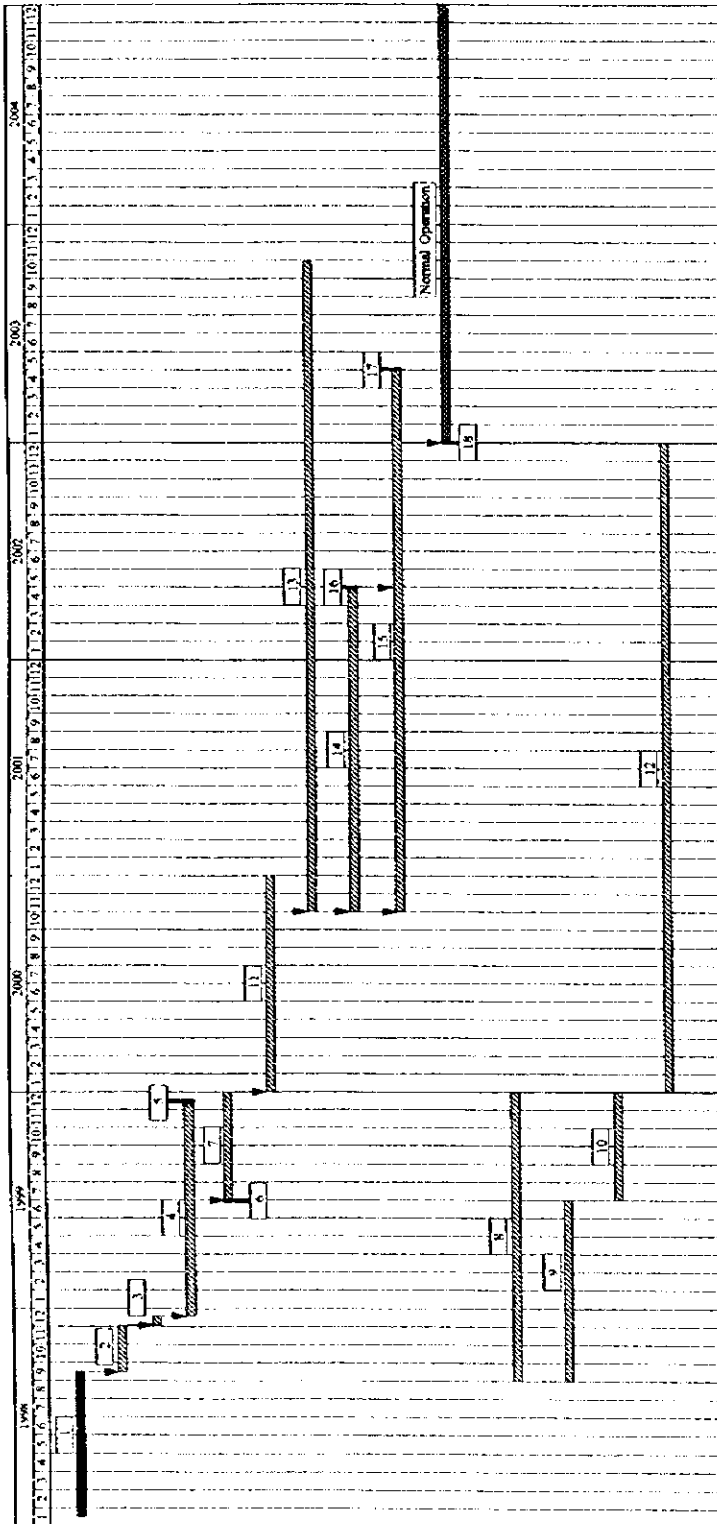
実施設計は、約1年ほどの期間が必要であり、外国コンサルタント技術者を48人月、現地コンサルタント（技術者および製図担当者）を120人月投入する計画とした。

工事監理段階では、外国コンサルタント技術者を140人月、現地コンサルタント技術者を180人月、その他現場監督者、製図担当者、および測量担当者などの現地スタッフを400人月投入する計画とした。

これらの全てのコンサルタント雇用に必要な費用は、600万米ドルと見積もった。

これらの工事に係る部分に加え、組織能力強化対策および無収水量削減対策に係るコンサルタントも雇用する。これらの対策は、実施設計から建設工事の期間を通じ2年以上に渡って実施する。その実施に必要な費用は、資機材も含めて、184万4千米ドルと見積もった。

リハビリ工事や拡張工事により給水能力を増強できるのは、早くても2003年当初である。水需要と給水能力の関係を図-4に示すが、このPhase I事業計画は2005年までの水需要を満足する計画である。



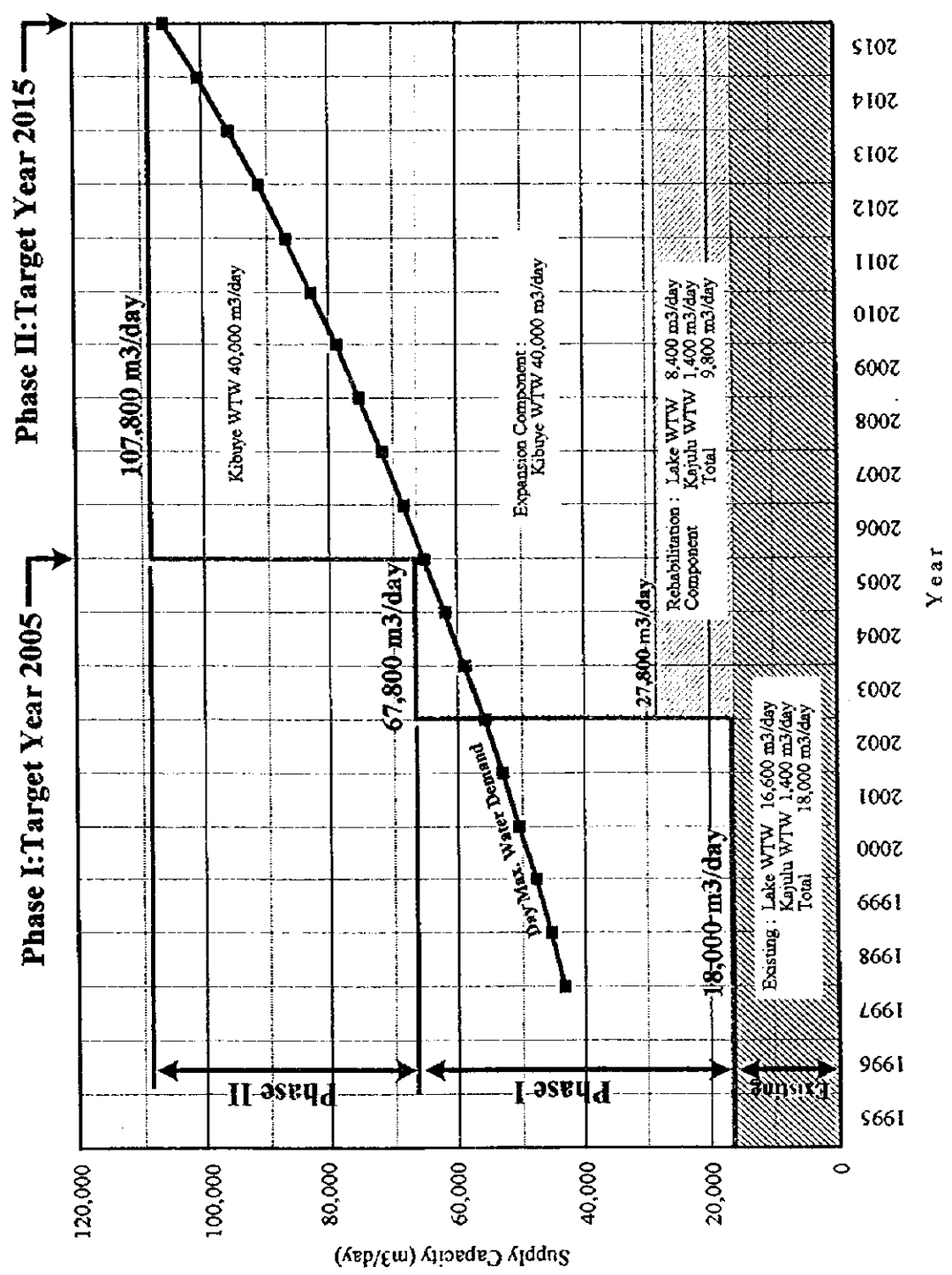
EVENTS

- | | | | |
|----------------------------|---|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> 1 | JICA Feasibility Study | <input type="checkbox"/> 10 | Employment of Consultants for UFW Reduction Programme and Management / Institutional Improvement |
| <input type="checkbox"/> 2 | Appraisal by Kenyan Government | <input type="checkbox"/> 11 | Detailed Design |
| <input type="checkbox"/> 3 | Application for loan by Kenyan Government | <input type="checkbox"/> 12 | UFW Reduction Programme & Management / Institutional Improvement
(See Figure 7-4 for more details) |
| <input type="checkbox"/> 4 | Appraisal by Lending Agency | <input type="checkbox"/> 13 | Construction Supervision |
| <input type="checkbox"/> 5 | Signing of Loan | <input type="checkbox"/> 14 | Supply and Installation of Mechanical and Electrical Equipment (Including Tendering) |
| <input type="checkbox"/> 6 | Pledge of Loan by Lending Agency | <input type="checkbox"/> 15 | Civil Works and Pipe Installation Works (Including Tendering) |
| <input type="checkbox"/> 7 | Employment of Consultants for Detailed Design and Construction Supervision and for Other Consultancy Services (Time required is base on Direct Appointment) | <input type="checkbox"/> 16 | Delivery of Mechanical and Electrical Equipment to Construction Sites |
| <input type="checkbox"/> 8 | Support to on-going institutional improvements
(See Figure 7-4 for more details) | <input type="checkbox"/> 17 | Completion of Construction Works |
| <input type="checkbox"/> 9 | Formulation of fully autonomous WSD | <input type="checkbox"/> 18 | Commissioning of Phase I Project |

THE REPUBLIC OF KENYA
THE MINISTRY OF LOCAL
AUTHORITIES
KISUMU MUNICIPAL COUNCIL

THE STUDY
ON KISUMU WATER SUPPLY
AND SEWERAGE SYSTEM
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION
AGENCY

TITLE :
Implementation Schedule
of Phase I Project



<p>THE REPUBLIC OF KENYA THE MINISTRY OF LOCAL AUTHORITIES KISUMU MUNICIPAL COUNCIL</p>	<p>THE STUDY ON KISUMU WATER SUPPLY AND SEWERAGE SYSTEM JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY</p>	<p>TITLE : Day Maximum Demand VS Supply Capacity</p>
---	--	--

一方、下水道については、第一期事業計画で、既存の下水道の基幹施設の機能回復に主眼をおいた計画を策定している。下水道施設の整備面積は Phase II で拡大する計画であり、特に市の西部地域を第二期事業計画で整備する計画としている。

3.7 プロジェクト費用及び財務分析

第一期事業計画にかかる直接工事費は、1997年価格で6,200万米ドルである。その他の費用はこの直接工事費を基に算出されており、以下のとおりである。

項目	第一期事業計画費用 (US\$ 1,000)		
	リハビリ部分	拡張部分	計
直接工事費			
上水道	7,952	40,178	48,130
下水道	1,388	12,846	14,234
小計	9,340	53,042	62,364
コンサルティング費用			7,844
予備費その他			
価格予備費			11,096
物的予備費			8,130
プロジェクト事務費			1,789
小計			21,015
計			91,223

プロジェクト収入は、提案した水道料金、将来の水需要、プロジェクトにより新たにもたらされる供給能力を基に算定している。既存施設からの料金収入を差し引いても、プロジェクトは1997年価格で年間約1,100万米ドルの新たな料金収入をもたらす。これに比べて必要となる維持管理費は3分の1程度と小さく、その差分を借入金の返済に充てることが可能である。本プロジェクトは、かかる費用の大部分が建設費用であり、かつ、完成施設の経済耐用年数が長いという、社会基盤施設整備事業の典型的なパターンに当てはまる。

上下水道料金は、現在のKMCにとって無くてはならない収入源となっているが、同市上層部は、WSDからKMC会計への繰り入れ額が、既存施設(18,000 m³/日)から発生する料金収入の一部に限られるべきであるということに同意している。したがって、新規プロジェクトによって新たに生み出される料金収入については、KMCの一般会計から完全独立した

形で処理することが可能である。

本調査では、プロジェクト総費用の85%を国際融資機関からの融資で賄うものとし、利率1.6%/年、据え置き期間10年、返済期間20年と仮定した。残り15%のプロジェクト費用については、ケニヤ政府からKMCに対するローンで賄うものとし、融資条件は上述した国際融資機関の場合と同様の条件を仮定した。

財務分析の結果、プロジェクト開始後四年目には借入金にかかる支払利息額に対し、十分な営業余剰が生じることが推測される。プロジェクトのフル稼働時には年間970万米ドルの営業余剰（借入金にかかる元金・利息支払い前の余剰）が見込まれる。一方、借入金返済額（元金及び利息の合計額）は、ピーク時に年間630万米ドルに達するものと見込まれる。

3.8 環境影響評価

マスタープラン策定時に行われた初期環境調査では、Phase Iプロジェクトが環境に影響を及ぼす可能性として、幾つかの事項が指摘されている。それらは、建設工事、河川水利権、汚水量の増大、下水処理場の運転等である。

建設工事は、あくまで一時的なものであり、事前に十分な対策を講じることで解決することが可能である。水利権については、河川の維持水量をその河川の過去一日最小水量と同じ値に設定することで解決可能である。Phase Iプロジェクトでは、給水区域内で発生が見込まれる汚水量の60%を収集・処理する計画であり、汚水処理の面からみて寧ろ現状の改善につながる。残り40%の汚水の処理には、個別衛生処理施設が使われることになるが、キスム市が適切な処理施設の選択や設置方法等について住民に指導する必要がある。下水処理場については、適切な運転、最終処理水の水質管理、スラッジ処理等を実施することなどにより、環境影響を最小限に抑えることが可能である。

3.9 プロジェクト評価

技術面での基本方針は、施設の建設、運営、維持管理において必要となる技術力が現地の技術水準に比較して妥当なものになるよう計画することであった。このため、施設計画ではキスム市の上下水道システム全体の持続性を高めるため十分配慮した。主なものは、現地調達可能資器材の使用、自然流下方式の採用、浄水場における日常の処理過程では電気エネルギーを用いないシステムの採用、事故に備えた、十分な配水池容量の確保、等である。また、下水道については既存施設の能力回復に重点を置くとともに、水道給水計画と

十分な整合性を図り過大投資を避ける整備計画とした。

第一期事業計画は、十分実行可能なプロジェクトである。基本的なケースの内部収益率（FIRR）は 6.45%である。また、想定される様々な悪条件下における感度分析も行った。プロジェクト費用算定では、十分な予備費を計上しているが、仮に総費用が 20%増加した場合を仮定すると、その場合の FIRR は 4.98%である。将来インフレ相当分の料金値上げが実現されない場合を想定すると、これは将来の料金収入を基本的なケースの場合の 80%にまで押し下げることになり、FIRR は 3.95%まで低下する。建設工事の遅れが及ぼす影響についても分析した。この場合、建設費用は計画どおり支出されるにもかかわらず、料金収入の開始が遅れることとなる。仮に計画からの遅れを 2 年間と仮定すると、この場合の FIRR は 5.18%となる。

プロジェクトの基本戦略の一つが「公平性の確保」である。プロジェクトの基本理念は、少しの人に多くより、全ての人に少しでも「Some for All Rather Than More for Some」と定められており、そのための具体的な方策としては、高い給水普及率の達成を図ることである。このため、料金設定や給水計画策定を通じて、低所得者層で使用水量が極めて少ない住民に対する特別の配慮を行った。また、各戸給水栓による給水の他、低所得者層に対する公共水栓による給水、市内村落部における個別村落水道による給水の採用等、所得水準や人口分散度に十分配慮した給水計画とした。

第一期事業計画は、その目的が水道を供給するのみでなく、汚水を収集・処理して自然界に戻すことである。その意味で上下水道それぞれに対する投資額は妥当な割合と言える。このプロジェクトは、キスム市住民の健康を守るためだけでなく、ヴィクトリア湖へ流入する汚濁量削減のためにも必要なプロジェクトである。

3.10 結論と提言

調査団は、キスム市の 2015 年までの水需要を賄うための水源を詳細に調査し、最終的に最も安定的に良質の原水を経済的に供給できる水源を選定している。

提案されている上下水道施設に関しては、技術面、財政面、組織・運営面、社会面、環境面から詳細評価を行った。その結果、本 FS プロジェクトは、社会的に極めて重要なプロジェクトであり、他の面からみても十分実行可能であると判断された。しかしながら、完成プロジェクトを現地の人的資源や運営能力で持続させることが肝要であり、プロジェクトの実施に当たっては、そのためのトレーニングの実施ならびに組織・運営面の強化が不可欠である。

調査団は、今後プロジェクト実施に先立ち確実に実施されなければならない改善案を洗い出し、ケニヤ側カウンターパートとの間で協議した。特に経営組織改善について次の点について合意に達している。

キスム市上下水道部 (WSD) を効率化し、1999 年までに維持管理・財務の面で独立して運営するようにすること、また第一期事業の中で、外部コンサルタントの雇用や職員の訓練プログラムの実施により、さらに組織強化を図る必要があること。キスム市当局は、財政面で上下水道部との関係を明確にすることが必要であり、現存の上下水道施設に関わる事業運営から得られる全収入のうち、最大で約 40 %は、市の一般会計に繰り入れ、拡張分、既存施設の増強分は、独立採算とする。

以上のことは、公社化へ向けた強力な方向付けの中で経営財務運営が強化され、また第一期事業計画の中のコンサルタンシーサービスや訓練プログラムによって引き継がれることとなる。

JICA