

国際協力事業団
ケニア共和国
水道公社

国際協力事業団

ケニア共和国

カプサベット市給水計画
基本設計調査報告書

平成5年11月

日本上下水道設計株式会社

ケニア共和国

カプサベット市給水計画

基本設計調査報告書

平成5年11月

日本上下水道設計株式会社

無調一

CR (5)

93-175

107
618
GRF

2792⁰

JICA LIBRARY



1120236(31)

国際協力事業団

27920

国際協力事業団
ケニア共和国
水道公社

ケニア共和国
カプサベット市給水計画
基本設計調査報告書

平成 5 年 11 月

日本上下水道設計株式会社

序 文

日本国政府は、ケニア共和国政府の要請に基づき、同国のカプサベット市給水計画に係る基本設計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5年6月15日から7月12日まで外務省経済協力局無償資金協力課外務事務官の森本康裕氏を団長とし、日本上下水道設計株式会社の団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

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

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

終りに、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5年11月

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

伝達状

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介 殿

今般、ケニア共和国におけるカプサベット市給水計画基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約により、弊社が、平成5年6月3日より平成5年11月15日までの5ヵ月に亙り実施してまいりました。今回の調査に際しましては、ケニアの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

尚、同期間中、貴事業団を始め、外務省、厚生省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、ケニアにおいては、水道公社関係者、JICAケニア事務所、在ケニア日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

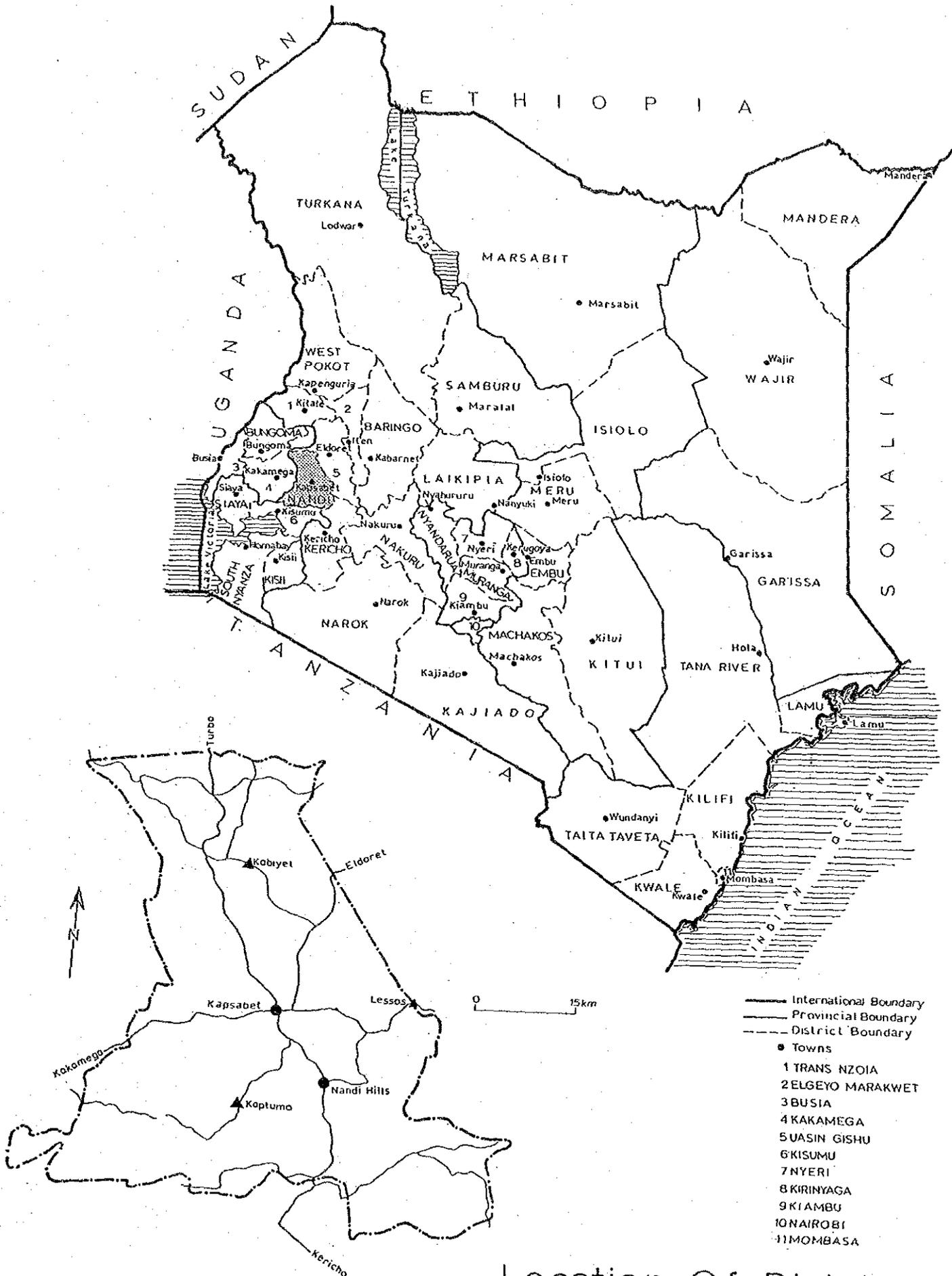
貴事業団におかれましては、計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成5年11月

日本上下水道設計株式会社

カプサベット市給水計画基本設計調査団

業務主任 美和 或男



Location Of District

要 約

要 約

カプサベット市は西部地方ナンディ県の行政の中心地であり、また、酪農及び紅茶栽培の中心地として急速に発展しており、1992年の推定人口は10,900人となっている。

市の既存の水道施設は1948年に建設され、その後1960年と1980年の2回の拡張を経て、給水能力は820m³/日まで高められたが、現在、すでに創設時の1系列は使用不能となっており、給水能力は620m³/日へと低下している。また、他の施設の老朽化も著しく、とりわけ比較的寿命の短い機器類は財政上の制約もあり、十分な更新・補修が行われておらず、給水はたった1台のポンプと破裂事故が絶えず発生している送水管を使って行われており、不安定な給水状況が続いている。水道事業所は、水需要の増大に対処するため、浄水場の処理能力を遙かに上回る水を生産する一方、給水区域を4つに分け区域別に時間給水を行って急場を凌いでいるが、配水管の機能上完全に給水区域を区分できないため、東部では24時間給水を受けているのに対し、西部では給水時間になっても満足な給水が得られないなど、良質の安全な水を安定供給するという水道事業本来の使命を全うし得ない水道に対する住民の不満は高まっている。

このような劣悪な状況の下で、ケニア国政府は2012年を計画目標年次とするカプサベット市水道施設の改善及び拡張計画を策定し、その実施についてわが国に無償資金協力を要請越したものである。

日本国政府は、ケニア国政府の要請に基づき、カプサベット市給水計画に係る事前調査及び基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が平成4年8月31日から9月20日まで事前調査団を、また、平成5年6月15日から7月12日まで基本設計調査団を現地に派遣して調査を実施した。

本件に係る先方実施機関は、水資源省 (Ministry of Land Reclamation, Regional and Water Development) の監督下にある水道公社 (National Water Conservation & Pipeline Corporation : NWCPC) で、水道公社は1988年に水資源省から分離独立したもので、地方都市水道事業の運営及び維持管理に要する費用を全て水道料金で賄い、政府からの補助金を必要としない独立採算の事業経営を行うことになっている。水道公社はナイロビの本部の下に、全国に5つの地域管理事務所を置いて、それぞれの地域の水道事業所を管轄させており、カプサベット市の水道事業所は西部地域管理事務所の管轄下にある。

基本設計現地調査においては、事前調査で明らかになったケニア国側の要請事項についてその内容を確認するとともに、ケニア国側の協力の下に詳細な調査・検討を行い、改善・拡張計画案を策定した。

調査の結果、以下の4点を基本方針とした。

- ① 取水は既存水道システムが依存しているカプティエ川では流量的に将来の需要水量に対応することができないので、キモンディ川に変更する。
- ② 既存の浄水場は処理能力が小さく、老朽化が著しいためそのリハビリテーションは考えない。
- ③ 浄水場の位置が変わるので、既存の送水管の使用は取り止め、新たに送水管を布設する。
- ④ 既存の配水池は容量的に小さく高さ（標高+地盤からの高さ）も計画給水区域をカバーするには不十分であるため使用を取り止め、新たに2か所配水池を建設する。

本計画は目標年次を2002年、給水能力を4,011m³/日とし、システムは取水、浄水、送水、配水施設より構成されている。原水は先ずキモンディ川に建設される取水堰より取水され、取水ポンプにより川沿に600m離れた浄水場まで圧送される。浄水場で処理された水は送水ポンプによりカプサベット市とキモンディ川の間で建設される増圧ポンプ所に圧送され、そこで増圧されて、水道事業所とバイブル・スクールに建設が予定されている地上式配水池まで圧送される。計画給水区域は高地と低地に区分され、高地については地上式配水池に隣接して建設される高架タンクまで揚水ポンプにより揚水されてから自然流下で配水され、低地については地上式配水池より直接自然流下で配水される。本計画で布設される配水本管を介して、既存水道施設は始めて新しいシステムと結ばれる。

表1、表2に無償資金協力に含まれる主要施設・設備の概要を、表2に同主要機材の概要を示す。

本計画の全体事業費は25.29億円で、そのうち日本側負担分は25.14億円、ケニア国側負担分は0.15億円（KShs. 7,010,000、ただし、土地収用費、私有地借地補償費及び修復費、建設予定地内諸物撤去費、既設配水管補修費及び拡張費、メーター取付費等を除く）。なお、本計画完成後にケニア国側は運転維持管理費を含むカプサベット水道事業所の運営費として年間11.9百万円（KShs. 5,700,000）を負担しなければならない。

また、全体工期は22ヶ月、うち6ヶ月は実施設計及び入札・契約に要する期間で、16ヶ月が建設（製作、輸送、工事、試運転・調整）期間である。運転管理の技術指導を伴う場合はこれに3ヶ月が附加される。

本計画の効果は下記の通り。

- ① 浄水場の生産水量は現況の960~1,090m³/日から4,011m³/日へと約4倍になり、裨益人

口は現在の想定45%から2002年には94%（約30,200人）にまで高まると予想される。これにより、現在、時間給水の行われている区域では、24時間の安定給水が実現し、また、十分な給水が得られないためにその他の代替水源に依存していた潜在的需要者に対しても、その欲求を満たすことが可能となる。これまでカプサベット市にとって、最も大きな隘路であった給水問題は本計画の実施によって解決され、市の更なる発展への基礎が築かれると言っても過言ではない。

- ② 現行の給水は、水質よりも水量の確保に重点を置いた運転がなされており、水質については必ずしも十分な配慮がなされていなかった。本計画の実施によって施設は一新され、適正な薬品注入を行うための設備も用意されるので、十分な運転管理がなされるならば、ケニア国飲料水水質基準に適合する清澄で安全な飲料水の供給が可能である。また、これまで不衛生な代替水源に依存していた住民の健康も確保される。
- ③ 安定給水の確立により、水道使用水量は増加し、水道の料金収入は増加する。また、これまでの不十分な給水に対する不満は一掃されるため、水道使用料金の徴収が円滑になり、このことも収入の増加に好影響を及ぼすと期待できる。

本計画はケニア国の国家開発計画の目標にも合致し、広く住民の生活向上、保健衛生の改善等に寄与するものであり、前述したようにその劣悪な給水状態を勘案すると、日本の無償資金協力により実施されることは妥当であると判断される。

しかし、水道公社は現在下記の問題を抱えている。

- ① 収益性が低いため財政事情が逼迫している、
- ② 浄水場の運転管理に携わる運転員の技術レベルが低い、
- ③ 各水道事業所の料金収入は一旦本部に納められ、人件費・電力費については必要に応じて支出され、薬品については要請数量を査定して本部で一括購入して配分され、工事については同公社内の優先順位に従って配分されるようになっているため、水道事業所の収入が増えても、それを独自の目的に使用することができない、

カプサベット市では、本計画の実施によって運転維持管理費が増大し、更には既存配水管網からの漏水防止のための修復工事及び既存配水管網の拡張工事が今後必要となるが、前述の状況から十分な予算が確保されるという保証はない。これらの問題について、同公社は現在、世銀の支援を受けて、同公社の財務状況改善、組織・制度の改革、要員の訓練等に関する計画を策定しているところであり、これらの計画に基づいて同公社の実施体制が整備されることが、本計画の効果を確実にするための前提条件となる。

本計画の目標を達成し、その効果を最大限に発揮するため、本計画が実施される場合にはケニア国側は次の措置を取る必要がある。

(1) 本計画実施前

- ① ケニア国側負担分の事業費を確保すること。
- ② 建設用地の土地取得を確実に行うこと。
- ③ 浄水場予定地までの電源供給を確保すること。
- ④ プロジェクト・チームを組織し、本計画の円滑な進捗に努めること。
- ⑤ 既存配水管の漏水防止対策、拡張計画を策定すること。
- ⑥ 中断している下水道工事を早急に再開し、2期工事まで完成させること。
- ⑦ 水道公社の諸改善計画が適切な成果をあげること。

(2) 本計画実施中

- ① 本計画の設計段階より、技術者数名を本計画に専任で参画させて、内容の習熟、技術の習得に努めさせるとともに、完了後のシステムの運転維持管理に参加させること。

(3) 本計画実施後

- ① 維持管理費のための予算を確保すること。
- ② 既存配水管の修理・拡張工事のための予算を確保すること。
- ③ 施設の運転・維持管理の財源である水道料金を確実に徴収する方策を確立すること。
- ④ 要員の質的向上を図るため計画的な研修・訓練を行うこと。
- ⑤ 施設の正常な機能を維持するため、予防的維持管理を計画的に実施すること。
- ⑥ 各施設の管理責任を明確にすること。
- ⑦ 原水水質に対応して適正に運転管理するために必要な水源水質監視を行うこと。
- ⑧ 予備品等の機材の保管を確実にすること。

なお、議事録については、先方負担事項のカプサベット市下水道事業を含む予算措置が確約できないというケニア国側の理由により、署名されていない。

表1 主要施設の概要

施設、設備の名称	内 訳		
取水施設	取水堰 1式 取水管 1式 沈砂池 2池	取水ポンプ棟 1棟 取水ポンプ 3台 導水管 1式	管理用道路 1式
浄水施設	着水井 1池 急速攪拌池 1池 フロック形成池 2池 沈殿池 2池 急速ろ過池 4池 浄水池 2池	送水ポンプ棟 1棟 送水ポンプ 3台 汚泥乾燥床 5池 高架タンク 1池 管理棟 1棟 電気設備 1式	薬品棟 1棟 薬品注入設備 1式 運転員公舎 7棟 場内配管 1式 場内道路 1式 場内照明設備 1式
送水施設	管理用道路 1式 水管橋 1式 送水管 No. 1 1式	調整池 2池 増圧ポンプ棟 1棟 増圧ポンプ 3台	送水管 No. 2 1式
配水施設	配水池 No. 1 2池 高架タンク No. 1 1池 揚水ポンプ棟 No. 1 1棟 揚水ポンプ No. 1 3台	配水池 No. 2 2池 高架タンク No. 2 1池 揚水ポンプ棟 No. 2 1棟 揚水ポンプ No. 2 2台	高地用配水本管 1式 低地用配水本管 1式

表2 主要機材の概要

機材の名称	内 訳		
水道メーター	水道メーター 700個		
水質試験室機材	残留塩素用 1基 pH用 1基	濁度用 1基 アルカリ度用 1式	ジャーテスター 1基 上皿天秤 1基
工作室機材	一般工具 1式	管用工具 1式	
スペアパーツ類	ポンプ用 1式 モーター用 1式 バルブ用 1式	薬品注入装置用 1式 操作盤用 1式 流量計 1式	水位計 1式

ケニア共和国カプサベット市給水計画基本設計調査

調査報告書

目次

序文

伝達状

位置図

要約

目次

表目次

図目次

第1章 緒論	1
1-1 要請の経緯	1
1-2 調査団の派遣	1
1-3 調査の内容	2
1-4 ミニッツ未署名の経緯	3
第2章 計画の背景	5
2-1 水道セクターの概況	5
2-1-1 水道セクターの現況	5
2-1-2 水道セクター開発計画の概要	11
2-2 関連計画の概要	14
2-2-1 国家開発計画	14
2-2-2 ナンディ県開発計画	14
2-3 要請の経緯と内容	16
2-3-1 要請の経緯	16
2-3-2 要請の内容	16

第3章 計画地の概要	17
3-1 計画地の位置及び社会経済事情	17
3-1-1 位置及び交通	18
3-1-2 社会	18
3-1-3 経済	19
3-2 自然条件	19
3-2-1 気候	19
3-2-2 地形	22
3-2-3 地質	22
3-3 社会環境	23
3-3-1 衛生施設	23
3-3-2 ゴミ処理	23
3-4 水道事業の概要	24
3-4-1 経営状況	24
3-4-2 施設状況	26
3-4-3 給水状況	31
3-4-4 管理体制	39
3-5 下水道事業の概要	40
3-5-1 下水道整備の経緯	40
3-5-2 下水道計画の概要	40
3-5-3 計画上の問題点	42
3-5-4 建設工事の状況	44
3-5-5 放流先の状況	45
第4章 計画の内容	47
4-1 目的	47
4-2 要請内容の検討	47
4-2-1 計画の妥当性、必要性	47
4-2-2 実施・運営計画	49
4-2-3 類似計画及び国際機関等の援助計画との関係	51
4-2-4 計画の構成要素	52
4-2-5 要請施設、機材の内容	55
4-2-6 技術協力の必要性	61

4-2-7	協力実施の基本方針	62
4-3	計画の概要	63
4-3-1	実施機関及び運営体制	63
4-3-2	事業計画	64
4-3-3	計画地の位置及び状況	65
4-3-4	施設、機材の概要	66
4-3-5	維持・管理計画	66
4-4	技術協力	70
第5章 基本設計		73
5-1	設計方針	73
5-2	設計条件の検討	73
5-2-1	計画目標年次	73
5-2-2	計画給水区域	73
5-2-3	計画人口	73
5-2-4	計画給水量	74
5-3	基本計画	77
5-3-1	システムの構成	77
5-3-2	施設計画	77
5-3-3	機材計画	88
5-3-4	基本設計図	90
5-4	施工計画	91
5-4-1	施工方針	91
5-4-2	建設事情及び施工上の留意事項	91
5-4-3	施工・管理計画及び運転管理技術指導	92
5-4-4	資機材調達計画	93
5-4-5	実施工程	95
5-4-6	概算事業費	98
第6章 事業の効果と結論		101
6-1	効果	101
6-2	結論	101
6-3	必要事項	102

資料編

1. 調査団氏名	105
2. 調査日程	107
3. 相手国関係者リスト	109
4. 討議議事録	111
5. 付属資料	119
6. 基本設計図	129
7. ケニアの概要	171

表目次

表2—1	サービス・センターにおける水道、下水道、ゴミ処理の整備状況	5
表2—2	水道公社の職種別構成	8
表2—3	水道公社の損益計算書	10
表2—4	水道公社のバランス・シート	10
表2—5	水道公社財務改善計画	12
表2—6	ケニア全体の潜在的需要水量	13
表2—7	10大都市の人口と需要水量	13
表2—8	国家開発計画	14
表2—9	第6次国家開発計画における開発重点課題	15
表3—1	カプサベット圏を構成する各地区の面積、人口、世帯数	18
表3—2	カプサベット市の主要工場	19
表3—3	カプサベット市チェバット製茶工場降雨量データ	20
表3—4	エルドレット地方気象台気象データ	21
表3—5	水道販売実績及びメーターの状態の経年変化	24
表3—6	カプサベット市水道事業所における 月間販売水量、生産水量及び徴収金額	27
表3—7	西部地域管理事務所管轄水道事業所における 生産コストと販売コスト	28
表3—8	送配水管破損事故記録	32
表3—9	給水栓種別による給水量	33
表3—10	Zone別調査件数	34
表3—11	Zone別給水栓の種別	34
表3—12	Zone別給水栓の漏水状況	36
表3—13	Zone別給水時間	36
表3—14	Zone別使用水量	37
表3—15	Zone別使用目的	37
表3—16	Zone別家畜用水使用比率	38
表3—17	Zone別水道事業所に対するクレーム	38
表3—18	Zone別代替または補完水源	38
表3—19	下水道計画の概要	40
表3—20	計画人口及び計画下水水量	42

表 3—21	下水道工事中断時点における工事の進捗率	44
表 3—22	チェバルバル河の水質	45
表 4—1	無償及び有償資金協力	51
表 4—2	技術協力（開発調査）	51
表 4—3	施設構成と調査結果	54
表 4—4	取水候補河川の概況	55
表 4—5	カプティエ川及びキモンディ川に関する河川流量データ	56
表 4—6	カプティエ川及びキモンディ川の濁度・水位測定結果	57
表 4—7	カプティエ川及びキモンディ川の水質比較	58
表 4—8	カプサベット市浄水場運転状況（1993年）	59
表 4—9	ビーカーテスト結果（1993年）	59
表 4—10	カプサベット市浄水場年間薬品使用量	60
表 4—11	ナクル広域水道事業ツラシャ浄水場運転状況	60
表 4—12	主要施設の概要	67
表 4—13	主要機材の概要	69
表 4—14	運転費（動力・薬品費）	72
表 5—1	計画人口の比較	74
表 5—2	計画給水人口	74
表 5—3	計画給水量の予測	75
表 5—4	下水道計画区域内における年次別計画給水量	76
表 5—5	水道システムの比較	80
表 5—6	日本工業規格照度基準（JISZ9110）	87
表 5—7	概算事業費	98
表 5—8	事業実施に必要とされるケニア側臨時経費	99
表 5—9	カプサベット市水道事業所水道施設運転・維持管理費	99
表 6—1	事業の効果	103

目次

図2-1	水道公社 (NWPC)の組織	7
図2-2	水道公社西部地域管理事務所の組織	9
図3-1	カプサベツト圏とカプサベツト市	17
図3-2	カプサベツト市の気候	20
図3-3	既存水道施設の配置及びゾーン	29
図3-4	アンケート調査地点	35
図3-5	カプサベツト市水道事業所の組織	39
図3-6	カプサベツト市下水道計画一般図	41
図3-7	カプサベツト市下水処理場計画平面図	43
図4-1	カプサベツト市水道事業所人員配置計画	64
図5-1	水道システム代替案	78
図5-2	水道システム計画一般図	79
図5-3	配管布設位置	83
図5-4	事業実施工程	96

第1章 緒 論

第 1 章 緒 論

1-1 要請の経緯

カプサベット市はリフト・バレー地方ナンディ県の行政の中心地であり、また、酪農及び紅茶栽培の中心地として急速に発展しており、1992年の推定人口は10,900人となっている。

市の既存の水道施設は1948年に建設され、その後1960年と1980年に拡張され、給水能力は 820 m³/日まで高められたが、現在すでに創設時の 1 系列は使用不能となっており、給水能力は 620 m³/日へと低下している。施設の老朽化及び水需要の増大に対処するため、現在、給水区域を 4 つに分け、区域別に時間給水を行って急場を凌いでいるが、配水管の機能上完全に給水区域を区分できないため、東部では24時間給水を受けているのに対し、西部では給水時間になっても満足な給水が得られないなど、水不足は深刻化し、住民の水道に対する不満は高まっている。

このような劣悪な状況の下で、ケニア国政府は2012年を計画目標年次とするカプサベット市水道施設の改善及び拡張計画を策定し、その実施についてわが国に無償資金協力を要請越したものである。

1-2 調査団の派遣

日本国政府は、ケニア国政府の要請に基づき、同国のカプサベット市給水計画に係る事前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。同事業団は、平成4年8月31日から9月20日まで、国際協力事業団 無償資金協力調査部 基本設計調査第1課 課長代理 藤田雅史を団長とする事前調査団を現地に派遣した。同調査団はケニア国政府関係者と協議を行うとともに要請に係る既存の取水、浄水、送水、配水施設、及び新規の取水、浄水、送水、配水施設建設予定地の調査、ならびに資料収集を行い、今回実施の基本設計調査の大綱をまとめ事前調査報告書を作成提出した。

同事業団は、これを受け、平成5年6月15日から7月12日まで外務省 経済協力局 無償資金協力課 外務事務官 森本康裕氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。同調査団は事前調査の結果に基づいてケニア国政府関係者と更に詳細な協議を行うとともに、カプサベット市において関連施設の詳細な調査、ならびに資料収集を行い、帰国後の国内作業を経てその結果を本報告書としてまとめたものである。

なお、基本設計調査調査団の構成、調査日程、相手国関係者リスト、討議議事録等は別添資料 1、2 および 3 に示すとおりである。

1-3 調査の内容

(1) 基本事項の確認

要請の背景、目的、内容、ケニア国側の実施体制（要員、予算措置、維持管理計画）、ケニア国側負担工事範囲等を確認した。

(2) 既存水道システム調査

既存水道システムはカプティエ川表流水を水源として、取水施設、導水施設、浄水施設、送水施設、配水施設より構成されている。これら個々の施設の状況及びシステム全体としての機能を調査した。

既存の浄水場は3系列より構成されているが、①1系列はすでに使用不能の状態にあり、②処理能力に限界がある、③系列によって構造が異なるため運転がしづらい、④老朽化が著しい、⑤浄水方式も旧式である、ことからリハビリテーションしても効果をあまり期待できないので、拡張分も含めて新たに浄水場を建設することが望ましいと判断される。

(3) 既存浄水場運転管理状況調査

既存浄水場における運転管理の実態、運転管理体制、適正薬品注入率を調査した。

(4) 給水状況調査

住民に対するインタビュー調査により、給水栓の種別、給水栓の漏水状況、給水時間、使用水量、使用目的、水事事業所に対するクレーム、補完水源の実態を調査した。

(5) 水源調査

水源として考えられるカプティエ川、キモンディ川、モコン川の水量、水質の調査を行い、水源の選定を行った。

調査の結果、既存の水道システムはカプティエ川に水源を求めているが、流量的に将来の水需要増加に対応できないため、水源をキモンディ川に変更する必要があることが判明した。

(6) 新規水道施設予定地調査

本計画で新たに建設される取水施設、浄水場、増圧ポンプ場、配水池の予定地、及び送水管、配水管ルート进行现场踏査によって選定した。他の施設との位置関係、利用可能な広さ、用地取得の容易さ、システム構成上の要件等を勘案し選定した。

(7) 下水道整備状況調査

計画給水区域内では現在下水道工事が進行中であるが、これと水道計画との関わりを明らかにするために、下水道計画の概要、下水道工事の進捗状況、放流先河川の状況、問題点等を調査した。

1-4 ミニッツ未署名の経緯

「カプサベット市給水計画基本設計調査」に係るミニッツ作成のための協議は、1993年6月21日～23日までの3日間、ケニア国側実施機関である水道公社（NWCPG）と基本設計調査団の間で行われた。協議においては、特にケニア側負担工事である電源供給、建設予定地の整地、及び計画実施の前提条件としての下水道工事の完成、NWCPG の実施体制の整備が議論の対象となったが、22日までに大枠において合意を得て、23日午前は合意内容のミニッツ案のとりまとめを行った。

6月23日午後、NWCPG の総裁より「ミニッツには予算措置を必要とする事項が含まれており、現段階においてNWCPG が予算措置にコミットするミニッツへの署名の可否について、23日付けでNWCPG を所管する水資源省を通じて大蔵省に照会したところであり、24日のミニッツ署名は困難である。」旨を書面にて通知越した。

そのため基本設計調査団はNWCPG に対して書面にて、(1)ケニア側関係省庁間を調整してミニッツに署名し、7月15日までにJICA事務所に提出すること、(2)署名が困難な場合は、署名が困難である理由を付して7月15日までにJICA事務所に書面にて回答するよう申し入れおいた。

これを受けて水資源省は7月6日に大蔵省及び自治省と協議を行ったが、大蔵省から否定的反応を得たため、水資源省は大蔵省に対し7月15日付けの書面にて本件に係る予算措置を行い、NWCPG が署名できるよう申し入れを行った。その後、水資源省は大蔵省に対し9月2日付けの書簡にて、本年度ケニア政府予算から本件への支出が困難であり、ミニッツ署名は困難である旨をJICA事務所宛に回答すること及び水道施設だけでなく、現在工事が中断している下水道工事の完成も日本側に無償要請したい旨申し入れた。

こうした状況に対し日本側は、たとえ本件の本年度実施が困難であっても、今後本件実施に必要な諸条件がクリアされた場合に本件を実施することを考慮し、ミニッツに署名するよう引き続き申し入れを行っている。

第2章 計画の背景

第 2 章 計画の背景

2-1 水道セクターの概況

2-1-1 水道セクターの現況

(1) 水道事業の概要

ケニアでは現在、水資源省、水道公社、ナイロビ市、Municipal Council、Town Council、Urban Council、County Council、学校・刑務所等の公共施設、ケニア鉄道公社、宗教団体、水道組合（自助組織）、民間が水道事業に関わっている。

同国では市街地を形成している地区をサービス・センターと称し、全国で 1,783か所ある。これらのサービス・センターにおける水道、下水道、ゴミ処理の整備状況を表 2-1 に示す。

表 2-1 サービス・センターにおける水道、下水道、ゴミ処理の整備状況
(単位：か所)

組織名	水道	下水道	ゴミ処理
水資源省	579	6	3
水道公社	188	0	9
コミュニティ	339	55	85
自助組織	243	26	0
地方自治体	164	287	607
非政府開発援助 (NGO)	53	3	2
寄贈	4	0	0
計	1,570	377	706

このうち 1,011 の水道施設について、水源、水質、施設の状況が調査されている。これによれば、水源については、表流水 40%、地下水 29%、ダム 19%、湖 9%、その他 1%、不明 2%、水質については、良い 25%、普通 40%、悪い 28%、不明 7%、また、施設の状況については、良い 29%、普通 47%、悪い 12%、不明 12% となっている。

1988 年に実施された保健調査によれば、ケニア女性の 46.7% は戸別水栓、共用水栓、ポンプ付き井戸あるいはポンプなし井戸へのアクセスを有しているが、残りの 53.3% は水源まで行って水を汲み運搬することを余儀なくされている。

ケニア国政府は独立以来一貫した基本政策の一つとして、国民に安全で十分な水を供給するという目標を掲げている。この目標の下に政府は、「大都市給水計画」と「地方給水計画」を策定し事業を実施している。

1) 都市給水計画概要

大都市圏での給水プロジェクトは、世銀の援助の下に「第 1 次ナイロビ給水計画」

(1972～1976年)、「第2次ナイロビ給水計画」(1979～1984年)及び「拡張計画」(1987～1988年)が実施され、現在「第3次ナイロビ給水計画」が進行中である。

モンバサ及び周辺地域での給水計画が世銀の援助の下に計画されたが、建設費の高騰のため縮小され、その後日本のOECD、ドイツのKfW等の援助により給水施設の拡張が行われた。

大都市圏であるナイロビ、モンバサ、キスム、ナクル、エルドレット等の大都市における給水状況は、住民の約70%が給水管より給水を受け、約8%の住民が共同水栓及び水売り所より給水を受けている。しかしながら、人口増加率が年7%にも及び膨張する人口増加に対して給水量が不足しており、残り22%の住民の内、限られた人々しか給水を受けられないのが実情である。

モンバサを除くその他の大都市では市独自の水道セクターを設け、独立採算制による給水事業を営んでいる。大都市圏住民の給水原単位は、ナイロビ、モンバサでは180ℓ/人/日、その他の大都市では70～160ℓ/人/日となっている。

2) 地方給水計画概要

ケニア国政府は、地域開発の早期実現のため地方給水状況を改善する必要から、1970年に「第1次地方給水計画」(Rural Water Supply Project)に着手し、現在「第5次地方給水計画」が進行中である。

1974年に策定された「全国水資源マスタープラン」に基づき、全ての家庭が4km以内で給水を受けられるという目標を掲げ、同年水資源省(Ministry of Water Development)を設立し、「地方給水計画」を強力に推進した。水資源省の設立以来1979年までの5年間に、2,500万US\$が投資されたが、その後、農産物、特にコーヒーの国際取引価格の下落等により国家財政が逼迫し、計画された347件の地方給水プロジェクトのうち約50%しか実施されていない。

このため、水資源省は地方給水計画を更に推進するため、ケニア国内及び外国からの資金援助により事業の実施を図っている。水資源省の給水計画の60%以上が欧米の援助機関、すなわち、スウェーデン(SIDA)、ノルウェー(NORAO)、デンマーク(DANIDA)、フィンランド(FINNIDA)、オランダ(NIO)、ドイツ(KfW)、カナダ(CIDA)の援助により実施されている。しかし、外国援助機関により急速に地方給水施設が拡張されたものの、浄水場の操作及び維持管理に対する資金及び技術が追いつかず、満足できる水質、需要量を満たすことができないという問題が生じた。このため政府は地方給水事業の運営を解決するため、1988年に水道公社(National Water Conservation & Pipeline Corporation: NWPC)を設立した。水道公社は、後述するように政府からの補助金を必要としない独立採算制を目指して、水資源省の所管機関として水道事業運営の委譲を受けたもので、地方都市の給水事業を分掌しており、本プロジェクトのケニア国側実施機関である。

地方給水事業の財源不足をカバーするため、各国の援助機関は新たに水道公社を実施機

関とする開発プロジェクトに投資を行っており、また、資金援助のみでなく維持管理に必要な技術者の養成も行い、水道公社の地方事業所職員のレベル・アップを支援している。

水道公社では、事業経営改善の一つとして水道料金体系の見直しと徴収の徹底を図ることにより、財源不足をカバーしようとしており、1992年に行ったJICAの「ケニア国全国水資源マスタープラン」にもこのことが指摘されている。

(2) 水道事業の組織

前述の如く、ケニア国政府は1988年6月水道公社を設立して事業運営を委譲し、水資源省は給水計画の総合基本政策の立案と地方農村地域の給水計画並びに事業運営を担当する組織に再編成された。

世銀の「職員評価レポート」(1991年12月)によると、水道公社の組織は、総裁の下に5つの運営部門より構成され、全国5ヶ所に地域管理事務所 (Office of Regional Manager) を置いて、42ヶ所の水道事業所 (Office of Scheme Manager) を管轄している。図2-1に水道公社の組織図を示す。

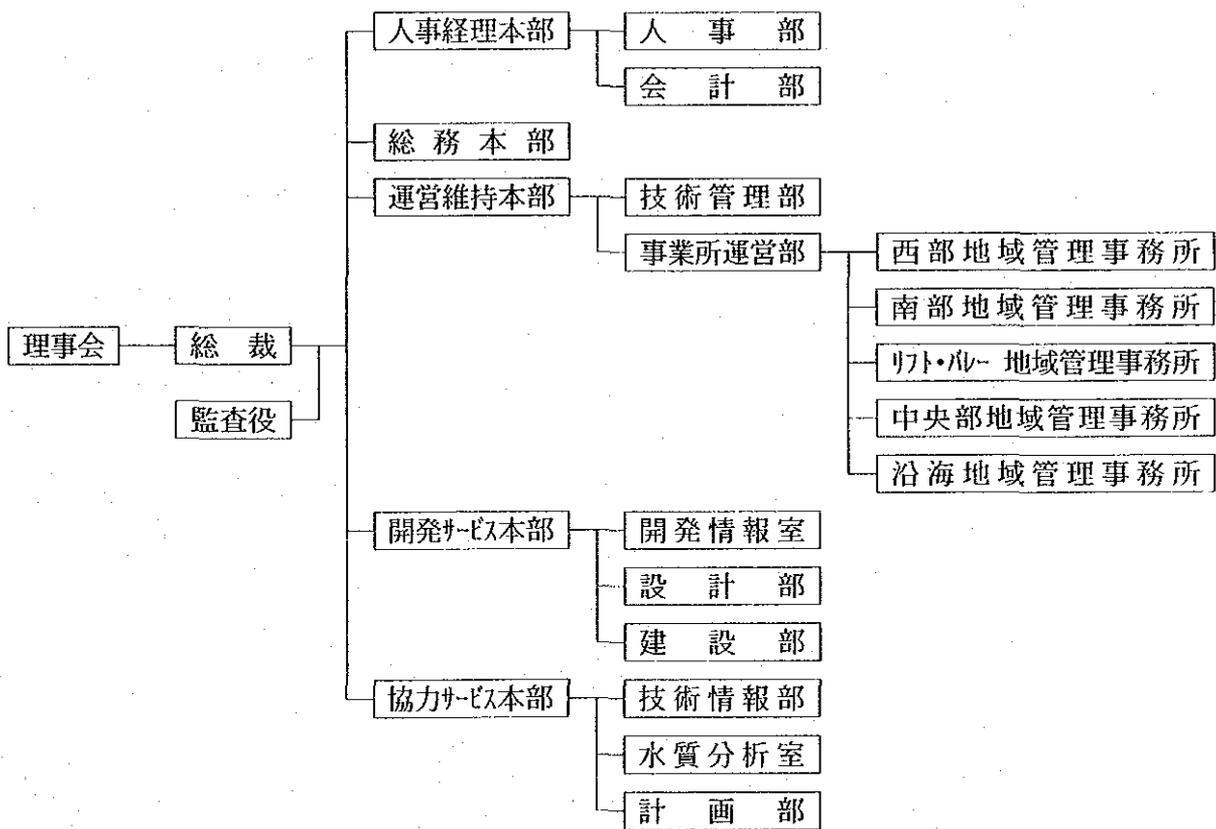


図2-1 水道公社 (NWPC)の組織

各部の職務は以下の通り。

人事経理本部： 財政及び経理、人事及び人材育成

総務本部： 総務、管理
 運転維持本部： 水道事業所運営及び技術
 開発サービス本部： 設計、施工管理
 協力サービス本部： 計画、水質分析、技術情報

水道公社の構成人員は、1993年度において 1,391名であり、各地域管理事務所毎の配置は以下の通り。

ナイロビ本社	134名
西部地域管理事務所	264名
南部地域管理事務所	182名
リト・バルー地域管理事務所	107名
中央部地域管理事務所	147名
沿海地域管理事務所	557名

水道公社の職種別構成は次の通り。

表 2-2 水道公社の職種別構成

	ナイロビ本社	沿海地区	その他の地区
上級専門職：管理職、地方事務所長、技師、会計	24%	1%	5%
中間専門職：技工、技師及び会計補、上級事務員、水道事業所長、監督	16%	9%	12%
熟練作業員：	46%	26%	32%
準熟練及び未熟練作業員：	14%	64%	51%

なお、水道公社にはモンバサを除く大都市、例えばナイロビ、キスム、ナクル、エルドレッド等は含まれておらず、各都市はそれぞれ独立した水道事業体として経営されている。

キムスにある西部地域管理事務所 (Office of Western Regional Manager) は、カプサベット水道事業所を含む10ヶ所の水道事業所を管轄し、その構成人員は 200名である。主な職員構成は技師 4名、監督者12名、電気主任技術者 1名、電気工 1名、水質管理技術者 1名、一般事務員20名、浄水場操作員30名、プラント機械工 1名、その他作業員 130名である。

図 2-2 に1993年 6月現在の西部地域管理事務所の組織図を示す。

(3) 水道公社の経営状況

1) バランス・シート

世銀の「職員評価レポート」(1991年12月)によると、最近 2ヶ年の水道公社の財務状況の概要は以下の通りである。

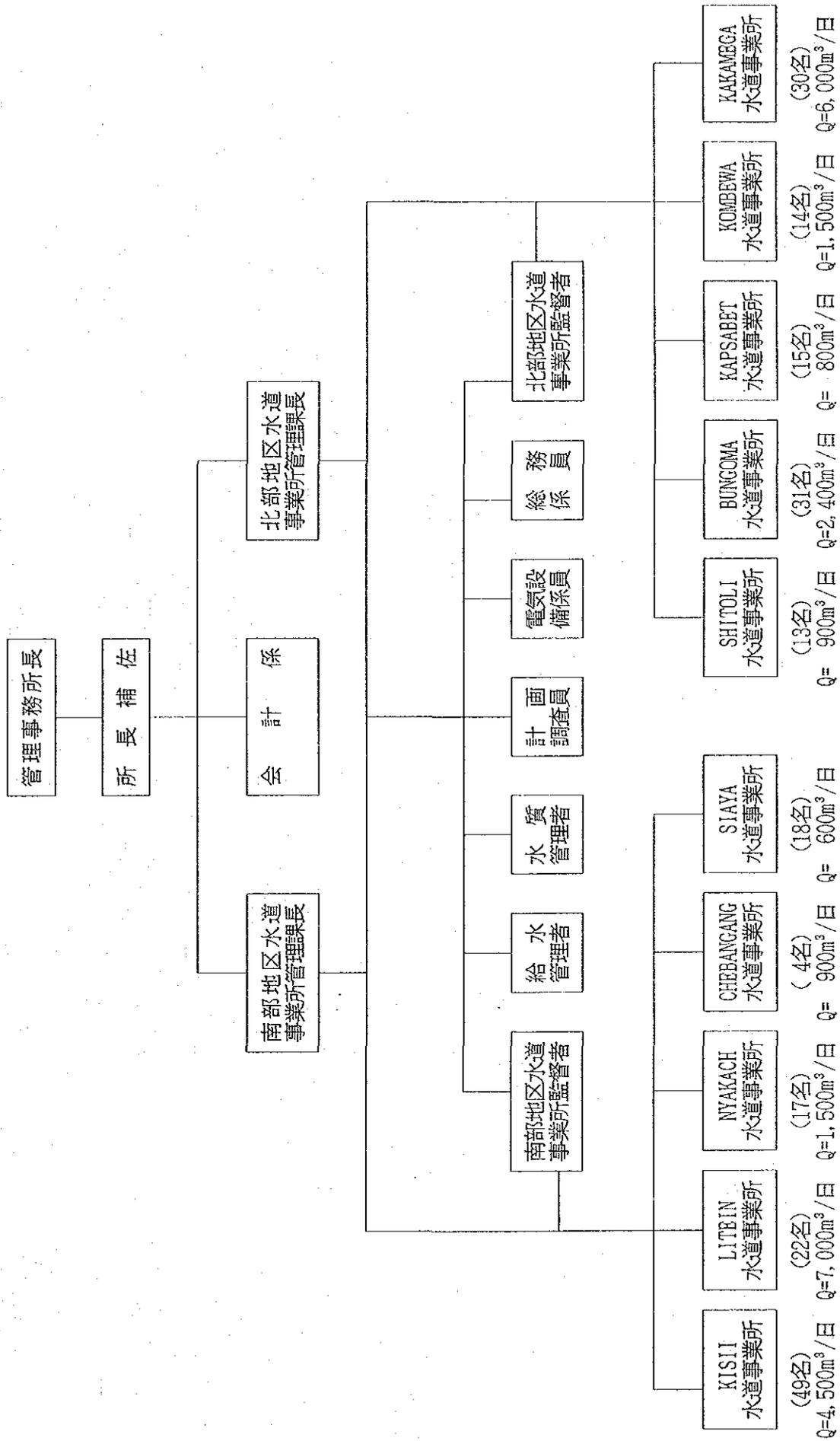


図2-2 水道公社西部地域管理事務所の組織

(a) 損益計算書

表 2-3 水道公社の損益計算書

(単位：千ksh)

	1989/90	1990/91
モンバサ地域営業収入	193,120	254,373
その他の地区営業収入	12,482	25,084
雑収入	406	1,998
営業支出	113,063	191,423
減価償却及び金利支払前の営業利益	92,945	90,032
減価償却	1,599	2,065
金 利	0	0
純営業利益	91,346	87,967
開業時の政府助成金	0	12,657
純利益	91,346	100,624

(b) バランス・シート

表 2-4 水道公社のバランス・シート

(単位：千ksh)

	1989/90	1990/91
固定資産	216,294	448,052
純固定資産	11,190	14,453
建設仮勘定	205,104	433,599
流動資産	69,259	145,776
現金及び預金	6,590	2,570
その他の流動資産	62,669	143,206
純資産	285,553	593,828
内部留保金	273,907	490,561
長期借入金	0	0
流動負債	11,646	103,267
総資本と自己資本	285,553	593,828

水道公社の2期の財政報告によれば、給水からの収入が非常に低いため、水道公社に負債として譲渡された水資源省からの借入金利息の支払いができないばかりでなく、施設の減価償却さえもできない状態である。

水道公社の歳入は、沿海地区が全体の90%を占め、その内65%が家庭給水で占められている。ケニア国内では過去13年間インフレーションが220%に及んだにもかかわらず、1978年以来水道料金の改訂がなされていないため収入が増えず、各施設の操業及び維持管理が十分に行えない状況にあった。

水道公社は、この状態を改善するため財政改善計画を作成し、この計画のもとに1991年に料金改訂を行い、更に毎年水道料金改訂による増収と水資源省からの借入金金の減免及び各地方の給水施設の拡張を行うことにより維持管理、管理業務の充実を図るとともに、現在棚上げされている金利支払い並びに減価償却は、1994/95 までには100%支払うことが

できるようになるとしている。

水道公社が発表した財務改善計画を表2-5に示す。

2) 水道料金体系

1991年に改訂された水道条令による都市部の新水道料金体系は以下の通り。

(a) メーター使用料金 (月額)

口径20mm	5 Ksh
口径25mm	7 Ksh
口径38mm	15 Ksh
口径50mm	20 Ksh
口径63mm	30 Ksh
口径75mm	45 Ksh

(b) 水道料金 (月額)

メーター取付なし、一律	30 Ksh
基本料金、10 ^m まで	30 Ksh
超過分 10 ^m ～ 30 ^m	3.5 Ksh/ ^m
超過分 30 ^m ～ 50 ^m	7.5 Ksh/ ^m
超過分 50 ^m ～ 100 ^m	10.0 Ksh/ ^m
超過分 100 ^m 以上	12.5 Ksh/ ^m

なお、モンバサ地域では基本料金は48Ksh/月、地方農村部では15Ksh/月となっている。

前述の如く、今後の料金改訂が水道公社の財務改善の大きな要素となることから、水道公社は世銀の援助の下で水道料金改訂率、使用者階層別の料金負担率、改善計画目標年度、職員構成等経営改善調査を開始した。調査は1994年9月末に完了の予定である。

2-1-2 水道セクター開発計画の概要

JICAが行った「ケニア国全国水資源マスタープラン」(1992年7月)は、

- ・水道セクターの現状を明らかにする、
- ・家庭及び産業の将来の潜在的な水需要を予測する、
- ・全国の水道整備のために考えられる対策を調査する、

ことを目的とし、特定の水道計画を包含することを意図したものではない。

ケニア全体の需要水量は表2-6に示すように2010年で4,200千^m/日と予測されている。人口が2000年に10万人を越えると予想される10都市について、表2-7に示すように人口、需要水量の予測がなされているが、これによればナイロビがずば抜けて大きく、これにモンバサ、ナクルと続いている。これら10都市の需要水量は2000年にケニア全体の需要水量の38%を占めると予想されている。

同調査ではさらに、Urban Centerと呼ばれる町、及び2000年に人口が5,000人を越える町をケニア全国から158か所抽出し、その各々について給水計画(計画給水区域の設定、計画人口の予測、計画給水量の予測、給水システムの策定、建設費の算出、水の現在価値の算出)を策定して

表 2 - 5 水道公社財務改善計画

(単位：千KShs.)

	1988/89	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97
モンバサ地域									
水需要量 (m ³ /日)	196,000	209,960	217,309	224,915	224,915	224,915	232,787	240,934	249,347
供給水量 (m ³ /日)	66,500	66,500	66,500	80,500	80,500	94,500	108,500	108,500	108,500
年間給水量 (千m ³)	24,273	24,273	24,273	29,383	29,383	34,493	39,603	39,603	39,603
平均給水量 (KShs./m ³)	7.96	10.48	6.28	9.42	9.42	14.13	19.78	28.68	38.72
給水戸数	66,000	68,310	70,701	73,175	73,175	75,737	78,387	81,131	83,970
その他の地域									
年間給水量 (千m ³)	33,110	48,533	48,533	58,140	58,140	58,140	58,140	58,140	59,140
年平均料金 (KShs./m ³)	0.38	0.52	0.88	1.32	1.32	1.98	2.77	4.01	5.42
インフレーション率 (%)	11.60	12.05	10.50	8.50	8.50	7.50	7.50	7.50	7.50
全平均料金 (KShs./m ³)	3.50	3.84	2.68	4.04	4.04	6.50	9.66	14.01	18.91
収入									
モンバサ地域	193,120	254,376	152,431	276,783	276,783	487,379	783,417	1,135,954	1,533,538
その他の地域	12,482	25,084	42,643	76,626	76,626	114,939	160,914	233,325	314,989
その他収入	406	1,998	2,038	2,079	2,079	2,120	2,163	2,206	2,250
合計	206,008	281,458	197,112	355,488	355,488	604,438	946,493	1,371,486	1,850,778
支出									
人件費	213	31,161	50,000	60,000	60,000	72,000	86,400	103,680	124,416
管理費	702	12,118	21,408	23,549	23,549	25,904	28,494	31,344	34,478
運賃	94	7,958	7,200	8,640	8,640	10,368	11,403	12,545	13,800
電力費	0	23,656	50,400	60,480	60,480	72,576	87,091	104,509	125,411
燃料費	0	1,522	4,400	4,840	4,840	5,324	5,856	6,442	7,086
薬費	0	15,118	33,601	48,472	48,472	61,563	77,650	93,540	112,248
修繕費	879	14,567	7,829	9,395	9,395	11,273	13,528	16,234	19,481
負債返済	0	6,963	(7,444)	5,371	5,371	6,468	5,806	2,285	9,940
合計	1,888	113,063	167,395	220,746	220,746	265,476	316,532	370,580	446,860
減価償却前の営業利益	(1,348)	92,946	29,717	134,741	134,741	338,962	629,962	1,000,906	1,403,917
減価償却	467	1,590	325,456	342,456	342,456	365,343	388,021	391,246	413,056
金利前利益	(1,815)	91,346	(295,717)	(207,714)	(207,714)	(26,381)	241,941	609,660	990,862
金利	0	0	1,163	23,210	23,210	62,752	194,928	531,420	865,770
純営業利益	(1,815)	91,346	(296,880)	(230,924)	(230,924)	(89,133)	47,013	78,240	125,092
補助金	0	0	12,657						
純利益	(1,815)	91,346	100,627	(296,880)	(230,924)	(89,133)	47,013	78,240	125,092

出典：“Staff Appraisal Report” (1991年10月) World Bank

いるが、それらの事業実施の優先順位を次のように与えている。

- ① 現在進行中のプロジェクト（ほとんどが1993年までに完成見込み）
- ② 観光地のUrban Center
（ナイロビ、マリンディイ、ラム、ナクル、ケリチョ、キスム、マルサビット）
- ③ District Center
- ④ 残りのUrban Center

表2-6 ケニア全体の潜在的需要水量

(単位：千 m^3 /日)

		1990	2000	2010
農村部	居住	376.2	560.2	932.6
	非居住	155.9	189.1	229.1
	計	532.1	749.3	1,161.8
都市部	居住	491.2	1,004.5	1,642.8
	非居住	82.2	164.4	263.2
	計	573.4	1,168.9	1,906.0
家畜		326.7	426.5	621.4
	工業	218.7	377.5	494.0
計		1,650.9	2,722.2	4,183.2
1人1日当たり (ℓ)		73	89	104

表2-7 10大都市の人口と需要水量

	人口 (千人)			需要水量 (m^3 /日)		
	1990	2000	2010	1990	2000	2010
ナイロビ	1,413	2,261	3,465	333	553	802
モンバサ	480	673	904	100	152	203
ナクル	172	470	870	35	87	152
キスム	176	376	579	26	55	89
エルドレット	113	273	487	20	48	84
ニュエリ	97	219	371	16	35	60
マチャコス	91	215	356	14	34	56
メル	79	193	320	13	32	53
キタレ	56	142	249	9	23	41
チカ	59	136	218	11	25	39
計	2,736	4,958	7,819	577	1,044	1,579
対全国比 (%)	12	16	19	35	38	38

2-2 関連計画の概要

2-2-1 国家開発計画

ケニア国政府は1963年の独立以来、6回にわたり国家開発計画を策定している。1次から5次の国家開発計画で設定された目標は、オイルショック、農産物国際価格の下落、天候不順、人口増加、雇用問題等の諸要因のため変更を余儀なくされた。また、目標GDPも達成されていない。

表2-8 国家開発計画

計 画 名	計 画 期 間	基 本 目 標	GDP 実質成長率	
			目 標	実 績
第1次国家開発計画	1966～1970	高成長の達成	6.3%	6.3%
第2次国家開発計画	1970～1975	高成長の達成	6.7	6.5
第3次国家開発計画	1975～1979	所得配分の公平	7.4	4.7
第4次国家開発計画	1979～1983	国民の貧困の軽減	6.3	5.0
第5次国家開発計画	1983～1988	都市と農村の均衡のとれた発展	4.9	4.2
長期構造調整検討計画	1986～2000	①雇用の確立 ②食料自給体制の達成 ③人間の基本的欲求の充足 ④都市と農村の格差の解消	5.6	
第6次国家開発計画 (現行)	1989～1993	①高い人口増加率に見合う経済成長率の達成 ②雇用の創出 ③食料の確保 ④都市と農村の均衡のとれた発展 ⑤農業生産の増加と工業化政策の推進による経済成長 ⑥稀少資源の効率的配分を目的とする政府予算の合理化と民間部門の重視	5.4	

第6次国家開発計画における開発重点課題の概況を表2-9に示す。

2-2-2 ナンディ県開発計画

第6次国家開発計画に沿ってナンディ県開発計画は、人口増加に対して基本的なニーズと雇用を用意することを目的としている。この目的より、部門別の優先順位が明確にされている。

表2-9 第6次国家開発計画における開発重点課題

重点分野	主要政策	開発推進上の問題点
(1)産業生産拡大	①食料自給の確保 ②乾燥・半乾燥地の開発 ③生産意欲向上－生産者価格の引き上げ	①生産資材の輸入依存 ②干ばつの影響を受け易い ③林業、水産、牧畜の振興必要 ④消費者物価の上昇
(2)工業化の促進	①生産中間材の生産 ②外国企業に対する投資環境の整備 ③地方農村での中小企業開発 ④輸入代替から輸出振興	①外貨不足 ②人口の都市集中 ③人的資源の不足 ④資本の慢性的不足 ⑤輸出振興政策の不備
(3)財政赤字削減	①民間部門の活性化による税収増 ②政府直轄部門の民営化 ③公共サービス分野における受益者負担制度の拡大	①経営資金の不足 ②汚職の恒常化 ③貧困層の負担増 ④公共投資計画不備
(4)人的資源開発	①高等教育の充実 ②職業訓練学校の拡充 ③中等教育における理数教育の充実	①教育者の質・量の不足 ②教育予算の不足 ③初等・中等教育の軽視
(5)社会開発	①地方農村開発 ②運輸部門の整備 ③水道・電気分野の整備 ④住宅供給の促進 ⑤医療施設の整備	①実行計画の不備 ②開発資金の不足 ③権限の中央集中 ④人的資源の不足
(6)雇用促進	①インフォーマルセクターの重視 ②地方工業の振興	①初等技能訓練施設の不足 ②地方への定住策の欠如

出典：JICA国別協力情報（ケニア編）

- ・農業及び畜産サブセクターにおける面積と生産性の増大
- ・農業、製造、建設及び商業における投資の増加を通じて雇用機会の創出
- ・教育の質の改善
- ・防止と衛生に力点を置いた十分な保健施設及びサービスの整備
- ・水道整備
- ・環境保護
- ・通信、輸送社会基盤施設の整備
- ・都市開発及び小規模産業の推進
- ・再生可能エネルギーに重点を置いた利用可能エネルギー資源の適正な有効利用

県は産業用穀物の増産及び小規模製造工場数の増加を通じて、支配的な農業経済から、農産物加工業経済へ農業構造を変えようとしている。これには水が足りなくなるという予測の下で、カプサベットとナンディヒルで水道拡張計画を実施することにより補完されることになっている。これらの水道事業はもともと飲料目的での小規模な給水しか考えていなかった。

都市部と農村部の均衡を図るため、県は電気、水道、道路、貯蔵施設、市場といった社会基盤

施設の整備に関しては、農村部センターを最優先させている。

2-3 要請の経緯と内容

2-3-1 要請の経緯

カプサベット市はリフト・バレー地方ナンディ県の行政の中心地であり、また、酪農及び紅茶栽培の中心地として急速に発展しており、1992年の推定人口は10,900人となっている。

市の既存の水道施設は1948年に建設され、その後1960年と1980年に拡張され、給水能力は820 m^3 /日まで高められたが、現在すでに創設時の1系列は使用不能となっており、給水能力は620 m^3 /日へと低下している。施設の老朽化及び水需要の増大に対処するため、現在、給水区域を4つに分け、区域別に時間給水を行って急場を凌いでいるが、配水管の機能上完全に給水区域を区分できないため、東部では24時間給水を受けているのに対し、西部では給水時間になっても十分な給水が得られないなど、水不足は深刻化し、住民の水道に対する不満は高まっている。

このような劣悪な状況の下で、ケニア国政府は2012年を計画目標年次とするカプサベット市水道施設の改善及び拡張計画を策定し、その実施についてわが国に無償資金協力を要請してきたものである。

この要請に応じて、日本国政府は事前調査を実施することを決定し、国際協力事業団は事前調査団を平成4年8月31日から9月20日までの21日間現地に派遣した。

2-3-2 要請の内容

要請の内容は、2012年を計画目標年次としてカプサベット市水道施設の給水能力を現在の820 m^3 /日から7,240 m^3 /日に拡充するため、以下の施設の改善及び新設を行うものである。

(1) 既存水道施設の改善

- ① 取水堰改修と導水管の交換
- ② 浄水場の改善と送水ポンプの交換
- ③ 配水本管の交換

(2) 水道施設の新設（6,420 m^3 /日）

- ① 浄水場（フロック形成池、沈殿池、急速ろ過池、薬品注入設備）の建設
- ② 送水ポンプ（揚程120m）の設置
- ③ 送水管（給水区域内最高地点にある施設まで送水）の布設
- ④ 配水管網（配水本管、配水枝管）の整備

第3章 計画地の概要

第 3 章 計画地の概要

3-1 計画地の位置及び社会経済事情

カプサベット市はリフト・バレー地方ナンディ県の県庁所在地であるが、行政的にはKapsabet TownとKapsabet Municipality と呼ばれる区分がある。Kapsabet Municipality というときは図3-1に示すようにKapsabet Town を含むもっと広い地域を指す。

本報告書でいうカプサベット市はKapsabet Town を指しており、Kapsabet Municipality に言及するときはカプサベット圏という言葉で表現している。

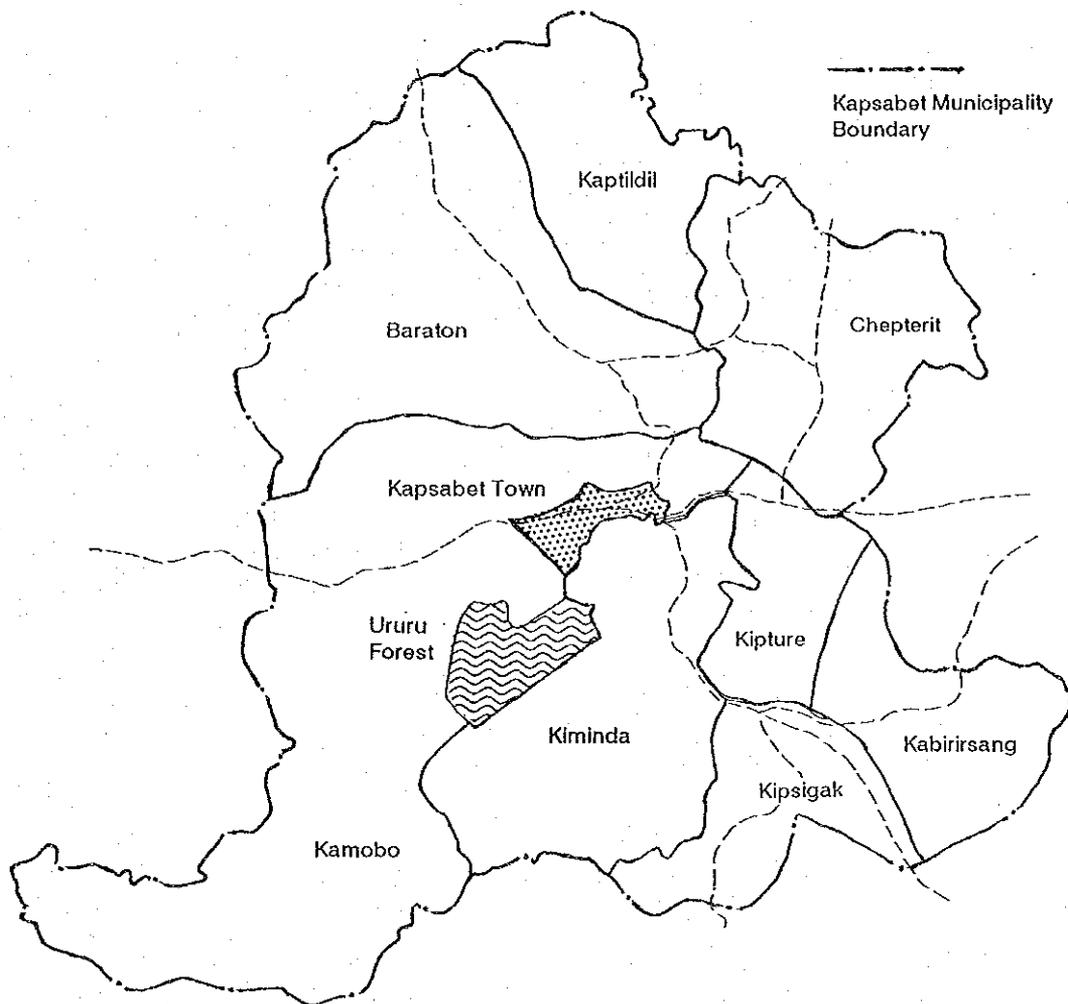


図3-1 カプサベット圏とカプサベット市

3-1-1 位置及び交通

カプサベット市は東経35° 06'、北緯 0° 12' とほぼ赤道直下に位置している。首都ナイロビからはナクル(Nakuru)、ティムボロア(Timboroa)、レッソス(Lessos)、すなわち、国道 104号線、36号線、37号線経由で約 350km、北東のエルドレット(Eldoret)からは国道39号線経由で約50km、西のカカメガ(Kakamega)、キスム(Kisumu)からは国道1号線、39号線経由でそれぞれ約69km、79kmの距離にある。これらの都市とカプサベット市を結ぶ鉄道、空路はなく陸路のみに依存している。鉄道はエルドレット、キスムを通過しており、空港はキスムにある。

3-1-2 社会

カプサベット市は他のケニアの町と同様にイギリスの植民地時代に町としての形態を整え、1985年ナンディ県を中心地として定められた。以降、エルドレットに本拠を置くSirikwa County Councilに併合された時期を含む幾つかの変遷を経て、ようやく1983年7月にUrban Center Council、1986年4月にTown Council、さらに現在はMunicipal Councilを持つに至っており、絶えず発展を遂げてきた。

カプサベット圏を構成する各地区の面積、人口、世帯数を表3-1に示す。

カプサベット市の人口は国勢調査によると1969年 2,298人、1979年 2,945人、1989年10,000人となっており、年間平均人口増加率は1969~1979年が 2.5%、1979~1989年が13.0%で、とくにここ10年間の人口の伸びが著しい。しかし、後述するように平坦地が少なく起伏に富んでいるため、カプサベット市の発展には限界があり、むしろカプサベット市外側の国道沿いあるいはカプサベット市に隣接した僅かの平坦地に人々は展開し始めている。したがって、カプサベット市とその周辺地区で捉えると、人口規模はその倍近くになる。

表3-1 カプサベット圏を構成する各地区の面積、人口、世帯数(1989年センサス)

地区名	面積		人口		世帯数	
	(km ²)	(%)	(人)	(%)	(世帯)	(%)
1. カプサベット市	14	7.4	10,000	22.2	2,828	32.2
2. キブシガク	11	5.8	2,700	6.0	438	5.0
3. カビリルサン	10	5.3	2,300	5.1	406	4.6
4. キプチュア	12	6.3	2,700	6.0	449	5.1
5. チェプテリット	18	9.5	4,750	10.5	746	8.5
6. キミンダ	25	13.2	7,100	15.8	1,148	13.1
7. カモボ	45	23.7	6,500	14.4	1,263	14.4
8. バラトン	36	18.9	6,500	14.4	1,104	12.5
9. カプティリディル	19	10.0	2,500	5.6	403	4.6
計	190	100	45,050	100	8,785	100

出典：統計局カプサベット

カプサベット市はナンディ県の県庁所在地として県庁の他に、中央政府の出先機関がオフィスを構えており、行政の中心地として賑わっている。また、教育施設の充実もカプサベット市の特徴の一つに挙げられる。すなわち、カプサベット市及びその周辺には通常の全日制小中学校の他にカプサベット女子中学校、カプサベット男子中学校、バイブルスクール、AIC カレッジ、養護学校といった全寮制の学校群と看護学校があり、1990年7月現在の就学生徒数は9 幼稚園 497人、4 小学校 2,483人、3 中学校 1,089人を数え、これにバイブルスクール、AIC カレッジ、養護学校生徒を加えると全体で約 4,500人にも及ぶ。

これに加えて経済的には、カプサベット市は物資の集散地として発展を遂げている。すなわち、紅茶、ミルク等周辺地域で生産される農業製品の集荷と非農業製品の県内他地域への発送拠点となっている。工業としては、前述した紅茶、ミルクの一次農業製品の加工が小規模に行われている。

現在、カプサベット圏の面積は 192km²に及んでいるが、カプサベット市の面積は2.26km²に過ぎない(表3-2)。

表3-2 カプサベット市の主要工場

工場名	創立	内容	年間製造能力	雇用人数
1. チェバット製茶工場	1972	紅茶加工	3,000,000kg	200
2. フラハ工場	1985	パン製造	1,200斤	22
3. KCC ミルク冷却工場	1985	ミルクの集荷冷却	不明	32

3-2 自然条件

3-2-1 気候(図3-2)

カプサベット市ではカプサベット女子中学校とチェバット製茶工場で降雨量の測定が行われているが、気温、湿度の測定は行われていない。このため、降雨量についてはチェバット製茶工場の過去7年間(1986年6月~1993年5月)のデータ(表3-3)に基づいて、気温、湿度については約50km離れたエルドレット地方気象台の過去5年間(1988年1月~1992年12月)のデータ(表3-4)に基づいて述べる。

カプサベット市はほぼ赤道直下でありながら、1,970mという標高のため気候は穏やかである。年間気温は平均16.9℃、最高26.6℃、最低8.1℃で、月間気温もこの年間値を挟んで、いずれも2~3℃の範囲で変動しているに過ぎず、年間を通じてほぼ安定している。しかし、日間気温で

表3-3 カブサベット市チェバット製茶工場降雨量データ

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1986						41.6 11	107.5 16	121.6 12	116.6 10	49.9 8	50.5 9	39.5 6	
1987	60.1 10	36.1 6	137.4 14	120.4 12	159.9 17	123.6 12	70.8 12	121.1 16	61.0 10	50.3 17	164.2 16	38.7 4	1,143.6 146.0
1988	72.2 10	60.3 7	203.1 10	444.5 21	146.5 10	219.0 14	185.2 16	291.9 20	189.1 17	87.9 15	65.4 8	40.8 3	2,005.9 151.0
1989	59.2 7	144.0 6	183.3 12	364.6 18	413.0 16	167.0 12	171.8 19	466.4 22	259.8 19	170.9 12	61.0 11	120.1 8	2,581.1 162.0
1990	92.3 4	378.9 13	262.9 12	371.3 19	163.2 15	166.0 13	233.0 16	319.5 25	154.9 13	168.5 10	58.7 5	173.1 8	2,542.3 153.0
1991	85.9 6	44.9 5	214.9 10	366.0 11	361.9 16	237.4 13	258.8 17	228.3 16	184.9 12	370.4 14	56.3 8	65.8 6	2,475.5 136.0
1992	9.5 3	95.5 9	51.7 8	291.1 12	250.4 16	283.2 22	271.5 21	321.6 21	451.5 16	329.5 17	41.6 5	80.7 7	2,477.8 157.0
1993	205.4 13	90.8 10	15.9 6	189.1 14	403.2 21								
Mean	89.5	121.5	152.7	306.7	271.2	176.8	185.5	267.2	202.5	175.3	71.1	79.8	2,093.8
Max.	205.4	378.9	262.9	444.5	413	283.2	271.5	466.4	451.5	370.4	164.2	173.1	466.4
Min.	9.5	36.1	15.9	120.4	146.5	41.6	70.8	121.1	61.0	49.9	41.6	38.7	9.5

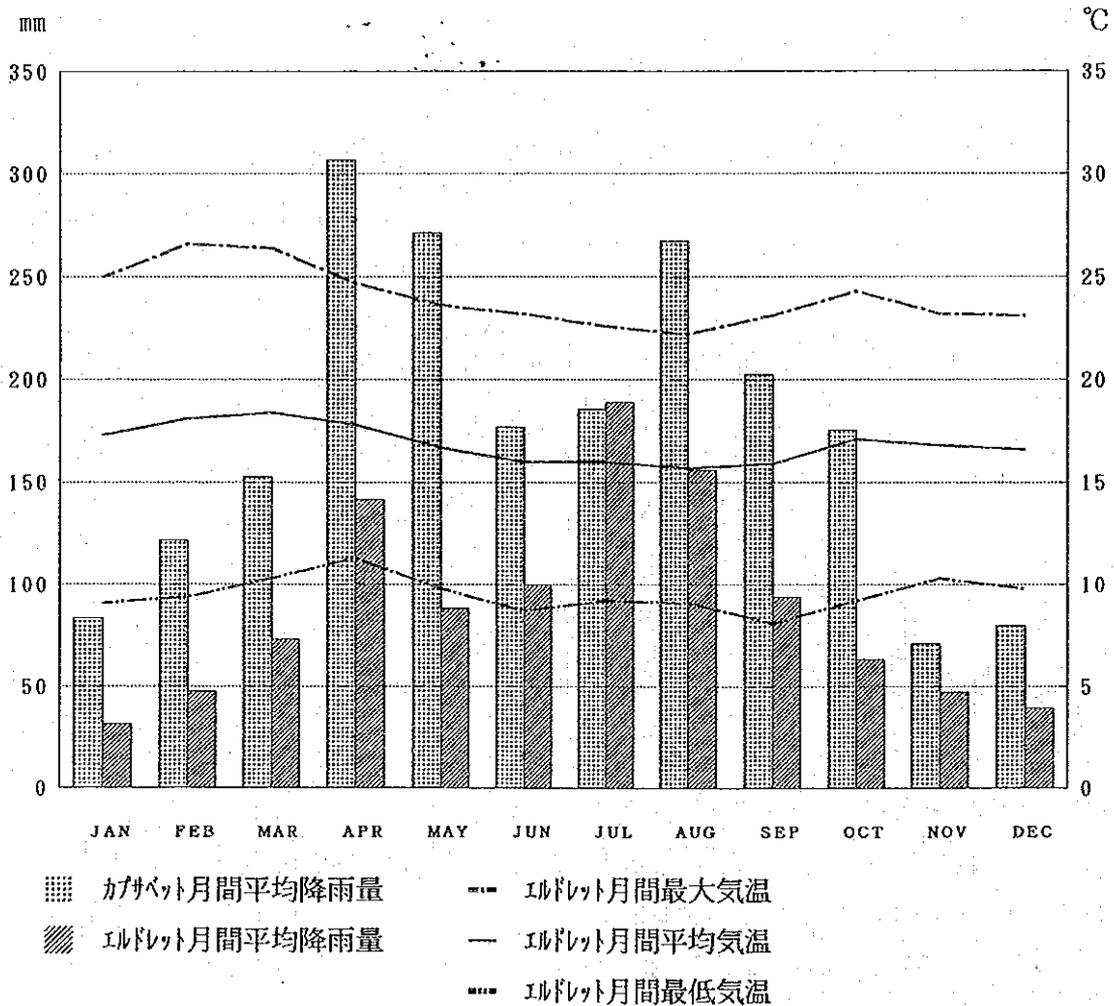


図3-2 カブサベット市の気候

表3-4 エルドレット地方気象台気象データ

Year		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
A. TEMPERATURE														
1988	Mean	17.9	19.6	19.2	18.8	16.3	16.6	16.5	16.0	16.1	16.9	16.9	16.2	17.3
	Max.	24.3	26.6	26.0	23.8	22.8	22.6	21.3	21.6	22.2	22.5	22.5	22.5	26.6
	Min.	10.5	12.5	12.4	13.7	9.6	10.5	11.7	10.4	9.9	11.2	11.2	9.9	9.8
1989	Mean	16.8	17.1	17.8	17.0	16.5	15.6	15.4	15.5	16.2	17.0	17.2	17.0	16.6
	Max.	24.3	24.3	25.3	22.2	22.2	22.3	20.4	21.9	22.2	22.8	22.6	23.1	25.3
	Min.	9.2	9.8	10.3	11.7	10.8	8.9	10.3	9.1	10.1	11.1	11.8	10.9	8.9
1990	Mean	16.9	18.1	17.4	17.3	17.2	16.0	15.8	15.8	15.6	17.2	16.8	16.7	16.7
	Max.	23.8	24.5	23.4	23.2	23.6	23.2	22.1	22.2	23.0	24.3	23.2	23.1	24.5
	Min.	9.9	11.7	11.4	11.3	10.7	8.7	9.5	9.3	8.1	10.0	10.3	10.3	8.1
1991	Mean	17.1	17.5	18.7	18.0	17.3	15.5	17.1	15.7	16.0	16.2	16.7	16.3	16.8
	Max.	25.0	25.5	25.6	23.8	23.1	20.9	22.6	21.6	23.1	23.2	22.6	22.8	25.6
	Min.	9.1	9.4	11.6	12.2	11.5	10.0	11.5	9.7	8.8	9.2	10.7	9.8	8.8
1992	Mean	17.7	18.0	19.0	18.0	16.2	16.2	15.3	15.4	15.6	18.4	16.4	16.9	16.9
	Max.	24.9	25.9	26.4	24.7	22.2	22.3	21.3	21.1	22.3	22.3	22.2	22.6	26.4
	Min.	10.4	10.1	11.5	11.3	10.2	10.1	9.2	9.7	8.8	14.5	10.5	11.1	8.8
Mean	17.3	18.1	18.4	17.8	16.7	16.0	16.0	15.7	15.9	17.1	16.8	16.6	16.9	
Max.	25.0	26.6	26.4	24.7	23.6	23.2	22.6	22.2	23.1	24.3	23.2	23.1	26.6	
Min.	9.1	9.4	10.3	11.3	9.8	8.7	9.2	9.1	8.1	9.2	10.3	9.8	8.1	
B. RAINFALL														
1988		55.7	8.7	35.5	192.1	40.5	146.4	170.2	107.9	134.2	58.8	24.8	16.3	991.1
		6	2	11	18	10	12	16	16	18	5	5	5	124.0
1989		15.0	46.0	121.3	159.1	151.8	101.2	206.9	125.7	110.0	58.9	41.2	116.2	1,253.3
		4	4	13	13	11	8	19	10	12	8	8	8	118.0
1990		45.3	156.3	65.8	128.1	113.3	21.2	164.7	107.8	88.1	21.4	62.0	35.5	1,009.5
		4	10	8	14	9	4	18	11	7	4	7	4	100.0
1991		38.0	11.6	129.3	50.7	48.7	130.8	222.7	192.5	41.8	48.9	68.6	15.7	999.3
		5	4	11	6	9	17	18	24	4	12	3	6	119.0
1992		2.6	14.1	13.3	177.6	87.1	100.0	179.8	244.7	95.8	127.8	39.4	12.4	1,094.6
		1	4	5	10	12	15	21	18	11	14	6	4	121.0
Mean	31.3	47.3	73.0	141.5	88.3	99.9	188.9	155.7	94.0	63.2	47.2	39.2	1,069.6	
Max.	55.7	156.3	129.3	192.1	151.8	146.4	222.7	244.7	134.2	127.8	68.6	116.2	244.7	
Min.	2.6	8.7	13.3	50.7	40.5	21.2	164.7	107.8	41.8	21.4	24.8	12.4	2.6	
Max. (daily)	26.0	49.2	41.0	53.9	48.3	43.5	39.4	81.2	30.3	25.7	61.3	22.0	81.2	
C. HUMIDITY														
1988		50	43	46	62	62	64	74	71	69	61	57	53	59
1989		49	43	47	64	65	63	71	67	61	60	60	60	59
1990		52	56	61	67	61	65	67	54	50	49	55	52	57
1991		44	39	47	58	60	71	73	74	60	56	57	55	58
1992		45	47	43	56	59	70	70	73	63	63	54	63	59
Mean	48	46	49	61	61	67	71	68	61	58	57	57	57	59
Max.	52	56	61	67	65	71	74	74	69	63	60	63	63	74
Min.	44	39	43	56	59	63	67	54	50	49	54	52	52	39

みると夜から早朝にかけてと日中の気温との間に10℃位の変動がある。一般には6月から8月にかけて寒く霧が発生し易い。

降雨量については、エルドレットとカプサベット市の間には大きな違いが見られる。すなわち、年間降雨量はエルドレットで1,070mm、カプサベット市で2,090mmと約倍の開きがある。年間降雨日数は150日で1月が最も少ないが、降雨は年間を通じて見られる。一般に、3～9月の長雨期と10～12月の短雨期に分けられており、長雨期には主に夕方から夜間にかけて、雷を伴って激しく降ることがある。一方、短雨期には通常日中に降り、降り方も比較的穏やかで霧雨状であることが多い。年間の既往最高降雨量は3,965mm、既往最低降雨量は293mmで、月間の既往最高降雨量は11月の508mm、24時間の既往最高降雨量は4月の100mmとなっている。

湿度は月間平均で見ると1～3月が46～49%と低く、4～12月は57～71%と高くなり、とくに6～8月は67～71%と最も高い。しかし、月間最高でも74%に過ぎず、月間最低は39%まで下がることある。

3-2-2 地形

標高1,970mの高地にあるカプサベット市は、南北1.9km、東西3.2kmと東西に細長く、国道39号線がほぼ稜線を東西に走る形で縦断し、カプサベット市を南北に分断している。この東西を走る稜線に南北に幾つかの小さな稜線が連なり、カプサベット市及びその周辺地区の地形を起伏に富んだ複雑なものにしている。国道北は国道と並行して流れるカプティエ川に向かって深く広い幾筋もの谷間を形成し、国道南はチェバルバル川に向かって起伏の大きい谷間を形成している。カプティエ川、チェバルバル川周辺にはいずれも湿地帯が形成されている。

カプティエ川は西に流れてキモンディ川に、チェバルバル川は南に流れてモコン川に合流した後、さらにキモンディ川は南に、モコン川は西にそれぞれ流れて広大な南ナンディ森林内で合流し、ヤラ川となって西に流れてヴィクトリア湖に注いでいる。

3-2-3 地質

地質学的には、基礎の地質層を形成しチェバルバル谷の一部に露頭を見せているカヴィロンディアンシステムの前カンブリア紀変成岩の上を、全域厚い一続きの赤褐色の土壤が覆っている。

3-3 社会環境

3-3-1 衛生施設

カプサベット市で用いられている衛生施設は、腐敗槽と堅穴便所に大別される。後述するように、現在、カプサベット市の大半で下水管の布設が終わっているが、下水処理場が未完成のため下水管への接続はまだ行われていない。

腐敗槽ではし尿はコンクリート槽内で沈殿、嫌気性処理され、処理水は土壤中に浸透する。コンクリート槽内に蓄積されていく汚泥は本来定期的に除去されなければならない。堅穴便所は通常素掘りであり尿中の液体部分は土壤中に浸透し、固体部分は堅穴に蓄積されていく。堅穴が固体部分で満杯近くなると土壤を被せて塞いでしまい、別の場所に新たに堅穴便所が造られる。

1990年の現地調査によればタウンでは、家庭の約15%が腐敗槽を、残りの85%が堅穴便所を使用していると推定されている。前者は高級住宅及び商業地区の一部店舗で、後者は低級住宅で用いられ、一般に屋内給水栓を持つ住宅はすべての排水を処分できる腐敗槽を持ち、屋外給水栓を持つあるいは給水栓を持たない住宅は堅穴便所に依存している。大半が堅穴便所を使用しているのは周辺地区で、バスターミナルの反対側、カモボ、ショーランド周辺、及びクワワンジが挙げられている。これらの地区の堅穴便所は衛生的に受け入れ難いか、または水質的に不十分である。土壤浸透能力の高い地区の腐敗槽は上手く機能しているが、カプサベット市スーパーマーケットに近い業務住宅地区のような高人口密度地区では問題になっていると報告されている。

腐敗槽の汚泥処分は個別にエルドレット市役所の収集人に頼んでいるが、最低費用は1回当たりKShs. 1,500で安くはない。収集汚泥は穴に捨てられている。

3-3-2 ゴミ処理

家庭ゴミの収集処分は市役所の業務であり、すべての収集人は市役所に雇用されている。現在、すべてのゴミはトラックターで収集され直接処分地に運ばれているが、対象は家庭、店舗からのものに限定されている。

カプサベット市におけるゴミの収集処分に関する問題は、①収集トラックターが不足しているため市街地周辺地区での収集が不安定になっている、②さまざまな開放型ゴミ容器が使用されている、③ゴミは道路脇に投棄されており、不衛生な状態にある、ことに集約されている。

3-4 カブサベツ市水道事業の概要

3-4-1 経営状況

(1) 水道販売実績

カブサベツ市水道事業所における 1989/90~1992/93 年の過去4か年の年間水量を1日平均ベースで見ると 960~1,090 m³/日生産し、870~920 m³/日販売している。この販売実績をさらに詳しく見てみると、劇的な変化が見られる。

表3-5 水道販売実績及びメーターの状態の経年変化*

分 類	1989/90* ¹	1990/91* ¹	1991/92* ¹	1992/93* ¹
メーターによる従量料金				
年間使用水量 (m ³)	229,926	222,524	192,601	238,115
同 上 比 率 (%)	71.3	57.2	53.2	81.3
所 帯 数 (戸)	691	671	666	766
メーター故障による査定料金				
年間使用水量 (m ³)	82,071	99,533	57,871	25,665
同 上 比 率 (%)	26.1	36.5	12.8	7.1
所 帯 数 (戸)	* ²	* ²	* ²	* ²
メーターなしの一律料金				
年間使用水量 (m ³)	16,693	14,946	63,930	56,929
同 上 比 率 (%)	2.6	6.3	34.0	11.6
所 帯 数 (戸)	9	64	65	165
メーターの状態				
配水管網で使用	2	2	1	1
各戸給水で使用	671	671	666	666
使用可能だが保管	10	9	9	0
使用不能だが保管	91	46	46	46
修理のため発送	165	210	211	211
計	939	938	933	924

*¹ 数字は各年度末のものを示す(例えば、1989/90は1990年6月)。

*² 所帯数は「メーターによる従量料金」の所帯数に含まれる。

* 詳細は付属資料-1、-2参照。

メーターによる従量料金適用水量は1991/92年に53.2%と最低を記録し、その後1か年で81.3%と28.1%も回復している。このためにはメーターの修理が伴わなければならないが、付属資料-2の過去4か年のメーターの状態を見てもほとんど変化しておらず(1992/93年でメーターの個数が増加しているが、変化が現れたのは1992年3月であり4か月の影響しか与えていない)、強いて解釈すれば、修理に出されたメーターと修理が済んで直ちに交換されたメーターの数が同じであったということになる。しかし、付属資料-3に示すように口径25mm以上のメーターを有する14の大口使用者の内1つは現在使用しておらず、1つは一律

料金適用に移行し、残る12の内6つが査定料金の適用を受け、1つは過去1年間に査定料金の適用を受けた月があることを考えると、急速にメーターの修理が進んだとは思われない。

メーター故障による査定料金適用とは、メーター故障のため過去の実績に基づいて使用水量が想定され料金が賦課されるものをいい、その水量は台帳に記帳され記録として残される。したがって、1989/90年、1990/91年に査定料金適用の比率が高まったのはメーター故障が多発したことを暗示している。

メーターなしの一律料金適用水量は1991/92年に34.0%と最高を記録し、翌年には11.6%まで低下している。一律料金適用者の数は1990/91年と1991/92年の間でほとんど変わらず、1992/93年で100戸増えているということは1戸当たりの使用水量が急激に増加し、そして減少したということになる（各月で一律料金適用者の数は変動しているため、加重平均による1戸当たり月間使用水量で見ると1990/91年は21.4 m^3 、1991/92年は82.0 m^3 、1992/93年は44.8 m^3 となる）。もともと一律料金適用者にはメーターがついていないので、このような変化をどうやって把握したのか疑問である。

一律料金適用者は使用水量がいくら増えてもそれに見合うだけの料金徴収の増加とはならないため、漏水率を予め設定して（漏水率の調整に一律料金適用水量が）逆算されたのではないかという疑いが持たれる。

(2) 漏水率（付属資料-1）

浄水場からの送水元メーターは1991年12月に故障しており、以降の浄水場からの送水量は推定である。元メーターが作動していた1989/90年、1990/91年の漏水率を見ると、年間平均で約13%、ピーク時で27.6%を記録している。同じく元メーターが作動していた1991/92年には年間平均は7.5%に下がり、元メーターが作動しなくなった時期を含む1992/93年には6.4%まで下がっている。1991/92年は前述したように以上に一律料金適用水量が伸びた年に対応している。

これらはいくまでもメーターが故障しているあるいはメーターを持たない給水栓からの給水量を推定した上で求められたもので、時間給水及び給水圧力の低さなど現在の給水状況を考慮してもかなり低い値と推定され、実際は20%程度の漏水があるものと考えられる。なお、本計画の完成後は、給水条件は大幅に改善され配水管内圧力は上昇するので、現在の給配水施設が改善されない場合は30%台の漏水率になることが予想されることから、ケニア側で実施される給水区域の拡張にさきがけて、既設給配水管の漏水防止対策の立案とその計画的な実施が必要である。

(3) 料金徴収（表3-6）

料金徴収の状況を見ると滞納が多くみられる。徴収額/請求額が100%を上回っているのは、滞納者の支払いが多かったことを示している。原則として、料金支払い滞納が3か月を

越えると給水停止の措置が取られる。季節的な傾向は認められず、総じて徴収額は請求額を下回っており、70～90%のレベルにある。

(4) 支出／収入（表3-7）

カプサベット市水道事業所における料金収入は、事業所内で必要とされる経費を賄っていない。これはカプサベット市水道事業所だけに係わる問題ではなく、キスムにある西部地域水道管理事務所が管轄するすべての水道事業所についても言え、また、NWCPG 管轄下にあるほとんどの水道事業所についても言える。極言すれば、モンパサ及び沿岸水道事業所で上がる収益がその他の一般水道事業所の赤字穴埋めに充当されているというのが実情である。カプサベット市の支出／収入比率は1993年5月時点で1.96であり、これは西部地域水道管理事務所管内の平均である2.02よりは若干良い程度である。

3-4-2 施設状況

既存施設の位置及び主要配水管を図3-3に示す。

(1) 取水施設

既存の水道施設はカプティエ川を水源とし、取水堰を設置している。取水堰はカプティエ川に露頭している岩に固着しているとみられるが、左岸側の堰下部から相当量の漏水が生じている。堰の基礎となっている岩の一部が転石のように見られ、この部分から漏水が生じている。この状況を見ると、堰自体の強度的安全性、安定性に疑問がもたれる。今後も利用するのであれば、堰の現況調査として、強度面、安定性等の調査を行う必要がある。

取水管の取り付け部分については土砂に埋没しているため定かではないが、取水管の土砂による閉塞も懸念され、今後も利用する場合には、取水管の取り付け部分の構造変更が必要と思われる。

取水場から浄水場までは自然流下で導水されている。

(2) 浄水施設

カプサベット市の既存浄水場は1948年に建設され、その後1960年、1980年に拡張され、計画配水量は3系統で820 m^3 /日であったが、この内第1系統は老朽化のためすでに運転を停止しており、現在の計画配水量は2系統で620 m^3 /日となっている。しかし、実際には960～1,100 m^3 /日で運転されており、過負荷の状態になっている。

浄水施設全般は次に示すような状況にあり、維持管理が正しく行われていない。

- ・各池の清掃が行われていない。
- ・薬品、特に凝集剤（硫酸バンド）、pH調整剤（ソーダ灰）の注入率及び注入量の調

表3-6 カブサバット市水道事業所における月間販売水量、生産水量及び徴収金額

Year	Item	Unit	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Total
1989/90	A. Produced	cu.m	30,480.00	30,743.00	29,008.00	29,546.00	32,908.00	31,154.00	31,449.00	33,923.00	33,072.00	33,589.00	33,271.00	34,425.00	383,568.00
	B. Sold	cu.m	28,492.00	28,839.00	24,574.00	23,729.00	28,500.00	27,794.00	29,763.00	29,896.00	26,258.00	25,611.00	27,361.00	29,940.00	328,754.00
	C. Billed	ksh	59,560.00	56,054.00	51,404.00	49,834.00	59,376.00	57,956.00	61,876.00	61,876.00	52,640.00	51,290.00	53,593.00	40,187.00	553,583.00
	D. Collected	%	17,945.50	23,240.80	31,338.00	19,376.50	55,214.35	27,174.10	30,019.00	30,019.00	20,000.50	40,188.00	54,383.00	40,187.00	31,678.25
	D/C	%	30.13	52.17	60.96	38.88	92.99	46.89	48.51	37.99	78.35	101.47			71.67
1990/91	A. Produced	cu.m	33,681.00	35,128.00	33,014.00	32,530.00	33,613.00	33,731.00	31,878.00	31,616.00	29,795.00	34,258.00	32,616.00	37,219.00	399,021.00
	B. Sold	cu.m	26,075.00	24,937.00	29,165.00	29,216.00	26,560.00	28,395.00	29,243.00	27,058.00	25,628.00	31,233.00	26,824.00	32,057.00	336,391.00
	C. Billed	ksh	52,150.00	49,874.00	58,330.00	59,216.00	53,560.00	56,790.00	61,876.00	61,876.00	52,640.00	51,290.00	57,863.50	56,740.00	500,562.50
	D. Collected	%	54,574.50	47,948.00	93,353.40	90,562.50	38,670.50	35,978.00	46,882.00	46,882.00	40,958.50	53,346.00	40,869.50	56,740.00	543,122.90
	D/C	%	104.65	96.14	160.04	152.94	72.20	63.35	70.63						108.50
1991/92	A. Produced	cu.m	32,713.00	25,180.00	30,247.00	31,428.00	29,988.00	29,552.00	30,209.00	30,002.00	25,718.00	24,913.00	27,065.00	32,754.00	350,749.00
	B. Sold	cu.m	27,898.00	23,914.00	27,583.00	28,846.00	27,634.00	26,521.00	27,698.00	27,698.00	24,754.00	23,560.00	22,585.00	30,407.00	319,402.00
	C. Billed	ksh	38,686.50	37,748.00	32,440.50	108,905.50	147,022.50	92,314.00	88,548.00	88,040.00	88,040.00	74,013.00	82,684.50	92,160.50	974,833.00
	D. Collected	%	33,497.00	28,867.50	45,988.00	34,783.10	44,916.50	50,232.00	67,833.00	67,833.00	116,708.00	41,734.00	60,016.00	76,017.00	699,059.80
	D/C	%	86.59	76.47	141.76	31.94	30.55	54.41	73.48	111.20	132.56	56.39	72.59	82.48	71.71
1992/93	A. Produced	cu.m	28,926.00	28,475.00	26,162.00	28,381.00	26,938.00	27,418.00	31,405.00	33,130.00	24,700.00	33,600.00	31,500.00	32,250.00	352,883.00
	B. Sold	cu.m	27,897.00	25,463.00	23,685.00	24,749.00	24,749.00	25,318.00	27,842.00	28,775.00	32,000.00	31,000.00	30,000.00	29,250.00	330,529.00
	C. Billed	ksh	83,331.00	76,323.00	80,322.50	220,065.50	57,239.00	63,990.00	66,988.50	66,988.50	85,319.50	67,430.50	75,618.00	82,027.00	1,025,251.00
	D. Collected	%	101,444.50	86,411.00	81,344.50	162,327.00	40,325.50	45,146.50	70,905.00	70,905.00	84,949.00	72,478.50	85,655.00	58,232.00	41,876.50
	D/C	%	121.74	115.84	101.27	73.76	70.45	70.55	105.85	127.56	84.95	127.03	77.01	51.05	91.01

表 3 - 7 西部地域管理事務所管轄水道事業所における生産コストと販売コスト

水道事業所名	生産水量 ^{**} 不明水量		収入						支出 ^{**}				生産水量	生産水量 ^{**} 販売水量	
	(m ³) A	(m ³) B	目標金額 (Kshs) C	賦課金額 (Kshs) D	徴収金額 (Kshs) E	未収金額 (Kshs) ^{**} F	通転管理費 ^{**} (Kshs) G	電力費 (Kshs) H	給 (Kshs) I	与 (Kshs) J	計 ^{**} (Kshs) J	当 (Kshs/m ³) J/A	当 (Kshs/m ³) Dx0.9/A	当 (Kshs/m ³) J/(A-B)	当 (Kshs/m ³) J/(A-B)
BUNGGOMA	72,000	6,000	250,000.00	250,389.30	342,936.85	382,037.30	154,425.00	105,527.85	114,925.00	393,621.7	5.5	3.1 ^{**}	6.0		
LITEIN	248,400	82,031	330,000.00	325,477.20	207,865.50	290,729.20	90,885.00	296,864.35	72,825.00	483,603.1	1.9 ^{**}	1.2	2.9		
SUITORI	14,070	5,591	200,000.00	41,048.00	16,243.00	266,761.05	108,221.75	42,193.05	48,195.00	208,540.3	14.8	2.6	24.6		
KAKAMEGA	131,682	43,734	410,000.00	584,216.40	775,800.50	2,285,995.45	215,100.00	199,110.50	96,055.00	535,778.8	4.1 [*]	4.0	6.1		
CHERANG'ANG	36,000		50,000.00	10,790.00	7,226.00	83,262.35	4,000.00	.00	19,370.00	24,538.5	0.7	0.3	0.7		
NYAKACH	42,960	18,902	160,000.00	31,771.00	18,310.00	190,870.05	25,841.80	54,920.00	74,285.00	162,799.1	3.8	0.7	6.8		
KISII	103,734	38,156	250,000.00	331,928.60	405,925.00	939,499.50	169,610.00	229,198.45	168,315.00	555,479.6	5.7	2.9	9.1		
SIAYA	23,240	1,519	150,000.00	96,135.00	218,699.00	592,536.90	40,495.00	42,605.10	63,565.00	153,998.4	6.6	3.7	7.1		
M/KOMBWA	54,202	41,736	160,000.00	36,230.00	42,144.00	193,446.45	106,250.70	.00	53,955.00	168,216.0	3.1	0.6	13.5		
KAPSABET	32,400	6,966	160,000.00	75,618.00	58,892.00	217,180.00	30,640.00	45,000.00	51,640.00	133,644.0	4.1	2.1	5.3		
R/OFFICE							148,374.30	.00	218,855.00	385,590.8					
TOTAL	758,688	244,695	2,120,000.00	1,783,603.50	2,093,981.85	5,382,318.25	1,093,843.55	1,015,419.30	981,985.00	3,245,810.2	4.3	2.1	6.3		

*1 元メーターがないので生産水量は推定である。

*2 未収金額は累計である。

*3 固定資産の減価償却は戻込んでいない。

*4 電話料金を含む。

*5 本部経費分担金として総費用の5%をプラスしている。

*6 10%の未収金を戻込む。

*7 LITEINの生産コスト見直しは実際よりもかなり高めと思われる。

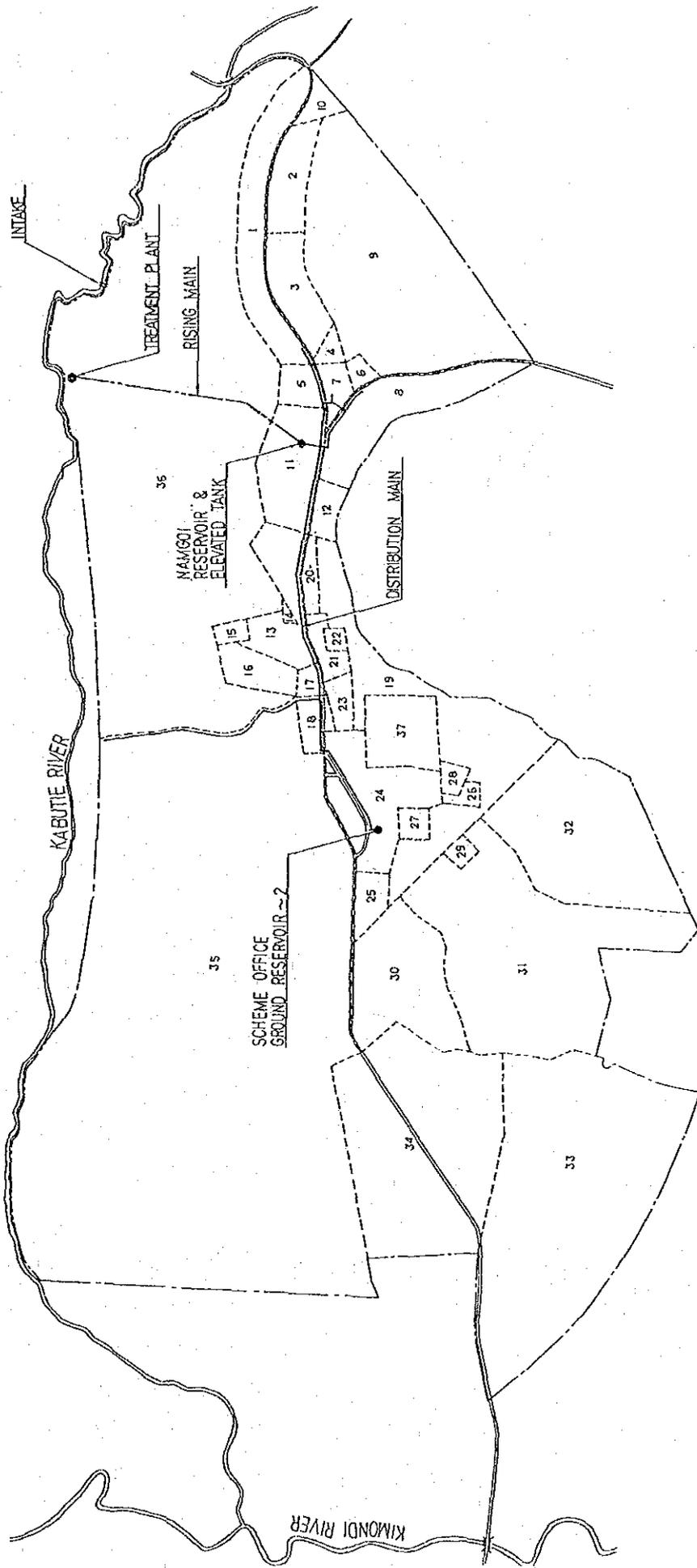


図 3-3 既存水道施設の配置及びびゾーン

整が、原水水質の変化に対応せず、一定量注入となっている。

現地調査期間中の浄水施設における薬品注入率は、硫酸バンド40ppm、ソーダ灰10ppm、塩素1ppmであり、原水水質が比較的安定している乾期の注入率としては適正量を注入していると言える。しかし、運転記録によれば雨期の原水水質の変化に対して、薬品注入率の変更はほとんど行われておらず、適正な薬注管理が行われているとは言い難い。

- ・原水用流量計がなく、適正薬注量を定められない。
- ・薬品溶解槽に投入する薬品量が正確に計量されず、目分量で行われている。
- ・水質試験室内に水質試験器具がなく、原水水質、浄水水質の把握がなされていない（水道事業所長が残留塩素計を持っているのみ）。

前述の如く、浄水施設は老朽化が著しいため、施設本来の機能を十分に発揮することができず、また水不足を補うために施設能力以上（約160%）で処理しており、処理水濁度及び色度はそれぞれ10～20度程度で、WHOの定める濁度5度、色度15度という飲料水水質基準に適合していない。本計画の実施に当たっては実務研修により水処理技術の基礎的な理論を身に付けた技術者養成が必要である。

- ・各施設の運転、洗浄作業等について、目的並びに操作内容及び操作手順について十分に理解しないままに操作している。
- ・各設備が故障していても修理がなされない（例えば、池の排水バルブが開かない、予備ポンプが故障したままになっている、送水用流量計が故障したままになっている等）。
- ・各施設に歩廊、トラップ等維持管理に必要な設備がほとんど整備されていないため、浄水の状況、洗浄の状況を確認しつつ操作を行うことができない。

各施設の状況は以下の通り。

急速混和池は第2系統では三角ノッチによる水流攪拌を用いているのに対し、第3系統は水平う流水路による攪拌を行っている。両系統とも、凝集剤の硫酸バンドのみを注入し、pH調整のソーダ灰は配水池流入前に行っている。このため、原水がpH7前後であるのに対し、凝集剤注入後の急速混和池流出部でpH5.7～6.0、沈殿部流出部でpH5.3～5.9と低い値を示している。これは硫酸バンドの適正注入の範囲を逸脱していると言え、硫酸バンド注入点でソーダ灰を注入しpHを適正にすることにより、沈降し易い良好なフロックを造ることが必要である。

沈殿池では沈降しにくいフロックとともに、計画配水量の2倍に近い水量で処理しているため、池内流速も2倍近くになり、フロックはほとんど沈降せずろ過池へ流出している。

第2系統及び第3系統のろ過池は表洗はなく、逆洗を高地水槽からの水で行っている。しかし、逆洗速度が遅く、洗浄が十分になされていない。第3系統ではろ過砂がほとんどなく、下部集水装置のパイプが見える状況にあり、ろ過がなされていない。表面にはフロックと見られる泥状のものが堆積している（第2系統は排水バルブが開かず、砂面の状況は確認でき

ない)。

浄水池は常に満水の状態にあり、送水ポンプの能力以上の浄水量が確保されているものと思われる。

(3) 送水施設

ポンプ室に受電及び運転操作スイッチ類を集合、または分散して設置しているが、維持管理が不十分で、受電用電圧計、電流計は破損し、スイッチ類は老朽化している。また、ポンプNo.2の起動盤は破損したまま放置されている。

送水ポンプは1台の連続運転であるので、故障が発生すると送水ストップとなる状態にある。さらに、送水用流量計が故障していて送水量が把握できない状況にある。また、管理月報には送水ポンプの不調を懸念する報告が散見される。

送水ポンプの揚程は10kg/cm² (100m)以上であり、送水本管の破裂による漏水が頻繁に発生している(表3-8)。

(4) 配水施設

浄水場からポンプ送水された浄水は、ナムゴイに設けられた地上式配水池及び高架タンクに流入し、地上式配水池からは自然流下で低区給水区域に配水されている。高架タンクからは自然流下でタウンの中心部及びその周辺に配水されるとともに、水道事業所敷地内に設けられた2つの地上式配水池に流入し、その周辺の低区給水区域に自然流下で配水される計画になっている。しかし、この内1池は建設時より漏水が激しく一度も利用されていない。また、残り1池は利用可能な状態にあるが、配水量が不足しているためか流入がなく遊休状態にある。このため、給水を十分に受けられない付近の住民からは水道料金の支払いを拒否されるという事態が発生している。

また、ナムゴイに近いパイブル・スクールに給水するため、高架タンクの流出側に単相240Vの小容量増圧ポンプを設置し、スクールの高架タンクにポンプ送水しているが、連続運転の状態にある。運転スイッチ類は老朽化している。

なお、ナムゴイの高架タンクからの配水によりタウンの東部は24時間給水を受けているが、それ以外の区域は時間給水を受けており、バルブの開閉に2人の職員が従事している。

3-4-3 給水状況

(1) 概況

カプサベット市水道事業は、浄水施設の老朽化と急速な市街地人口の増加によって、現有施設の給水能力と給水区域内の需要水量との間にはかなりの差があるので、給水状況は極めて劣悪な状況にある。この水不足に対する対応策として現在、

表 3 - 8 送配水管破損事故記錄

Year	Month	Contents of Burst (Estimated Loss)
1989	7	burst on 6" PVC rising main (50 cu.m)
	8	bursts on 6" PVC rising main (200 cu.m) and line (50 cu.m)
	9	bursts on 6" PVC rising main, 4" line and the other (290 cu.m)
	10	bursts on 4" main (250 cu.m) and 1" line (20 cu.m)
	11	leakage on 6" PVC rising main
	12	frequent bursts on 6" PVC rising main mainly (1,100 cu.m)
1990	1	repair on 6" PVC rising main (300 cu.m) and burst on 3" line (50 cu.m)
	2	burst on 6" PVC rising main (300 cu.m)
	3	burst on 6" PVC rising main (260 cu.m) and 2" PVC line (280 cu.m)
	4	burst on 4" line (80 cu.m)
	5	burst (180 cu.m)
	6	burst on 3" line (60 cu.m)
1990	7	burst on 6" PVC rising main (200 cu.m)
	8	bursts on 6" PVC rising main (250 cu.m), and on 4" main and 1" line (250 cu.m)
	9	two bursts on 6" PVC rising main (450 cu.m)
	10	burst (550 cu.m)
	11	damage by grader (250 cu.m) and burst on 3" line (80 cu.m)
	12	two bursts on 6" PVC rising main (500 cu.m) and burst on line (300 cu.m)
1991	1	
	2	burst on 6" PVC rising main (300 cu.m)
	3	two bursts on 6" PVC rising main (600 cu.m)
	4	
	5	two bursts (1,200 cu.m)
	6	burst (600 cu.m)
1991	7	three bursts (900 cu.m)
	8	two bursts on 6" PVC rising main (140 cu.m)
	9	burst on 6" PVC rising main (900 cu.m)
	10	burst on 6" PVC rising main (300 cu.m)
	11	burst on 6" PVC rising main (300 cu.m)
	12	burst on 6" PVC rising main (300 cu.m)
1992	1	burst on 6" PVC rising main (600 cu.m)
	2	
	3	
	4	
	5	burst on 6" PVC rising main (300 cu.m)
	6	two bursts (600 cu.m)
1992	7	
	8	burst on 6" PVC rising main (500 cu.m)
	9	burst on 6" PVC rising main (600 cu.m)
	10	frequent bursts on 6" PVC rising main
	11	burst on 6" PVC rising main (600 cu.m)
	12	frequent bursts on 6" PVC rising main (900 cu.m)
1993	1	
	2	frequent bursts on 6" PVC rising main (1,000 cu.m)
	3	bursts on 6" PVC rising main (700 cu.m)
	4	frequent bursts on 6" PVC rising main (500 cu.m)
	5	
	6	

- ① 給水区域の制限
- ② 浄水施設の24時間連続運転
- ③ 浄水施設は処理能力以上の過負荷で運転（約160 %）
- ④ 給水時間の制限

等を実施しているが、給水区域にもかかわらず満足な給水を受けられないなど、水道事業に対する住民の不満は深刻化している。

1993年6月現在の給水実績は次のとおりである。

- 1) 給水世帯数： 931 世帯

この内訳を給水栓の種別により分類すれば以下のとおりである。

- ① メーター取付 720
- ② メーター取付（故障中） 46
- ③ メーターなし 165

- 2) 給水量： 29,250 m³/月

この給水量を上記の給水栓の種別分類で見れば次表のようになる。

表 3 - 9 給水栓種別による給水量

給水栓種別	世帯数	給水量 (m ³ /月)	1世帯当りの使用水量 (m ³ /月)
① メーター取付	720	23,780	33.0
② メーター取付（故障中）	46	2,080	45.2
③ メーターなし	165	3,390	20.5
計	931	29,250	31.4

本水道事業の水道料金には水道公社の料金規程が適用される。上表で見ればメーター取付がない場合は一律料金の適用を受けるが、使用量の確認ができないので、本プロジェクト完成後の正常な水道経営を期待するためにはメーターの取付は不可欠な要件であると考えられる。

なお、メーターは取付けられているが故障中のものについては過去の使用水量実績に基づいて料金徴収が行われる。

- 3) 水道普及率

1989年センサスによると、カプサベット市域内の総世帯数は 2,828世帯であり、これをベースに現在の世帯数を推定すれば約 3,200世帯となる。

カプサベット市水道事業所では普及率に関する調査を行った実績はなく、普及率を求めるには、給水栓数が唯一の手掛となる。いま、給水栓数の半数が2軒共同で利用されていると仮定すれば、水道普及率は約45%と想定される。

水不足が深刻な現在でも、新規給水申込者に対してはその8~9割の申込者について給

水を行っている。新規給水申込者の内訳を比率の大きい順からみると、①現在給水区域内居住者で共用水栓使用から専用水栓に変更する者、②新規に給水区域内に転入して来た者、及び③給水区域外であるが給水を希望する者となっている。

このように新規給水申込者による需要増加及び生活様式の向上による水使用増加等によって、水需要は増加する一方であるため、配水管の末端地区では水圧低下により満足に給水を受けられない状況が生じている。このような状況からこれまでに給水申込を取消した者は約 200件を越えるといわれており、水不足の深刻さを物語っている。

現在の給水区域内で給水が満足に行われていない地区を図3-4に示す。これらの地区は、水道事業所技術者の意見も参考にして、次に述べるインタビュー調査と並行して実施した給水栓の水圧調査結果を基に作成したものである。

(2) インタビュー調査

計画対象区域内の給水状況を把握するために、現地調査期間中に一般家庭・ホテル等を直接訪問してインタビュー調査を実施した。調査はできるだけ平均的な調査結果が得られるようにするため、水道施設管理上4分割されている給水区域毎に現在給水世帯と未給水世帯を対象に実施したものである。調査データとして、給水世帯58、未給水世帯25、計83の資料が得られた。調査結果の概要を以下に示す。

1) 調査件数

表3-10 Zone別調査件数

Zone	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV	計
給水世帯	18	12	18	10	58
未給水世帯	6	4	10	5	25
計	24	16	28	15	83

2) 給水栓の種別

給水栓の種別を分類すると以下のようなになる。

表3-11 Zone別給水栓の種別

	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV	計
① 戸別水栓 (メータ付)	15	10	15	9	49
② 戸別水栓 (メータなし)	0	1	2	0	3
③ 共用水栓 (メータ付)	3	1	1	0	5
④ 共用水栓 (メータなし)	0	0	0	1	1
計	18	12	18	10	58

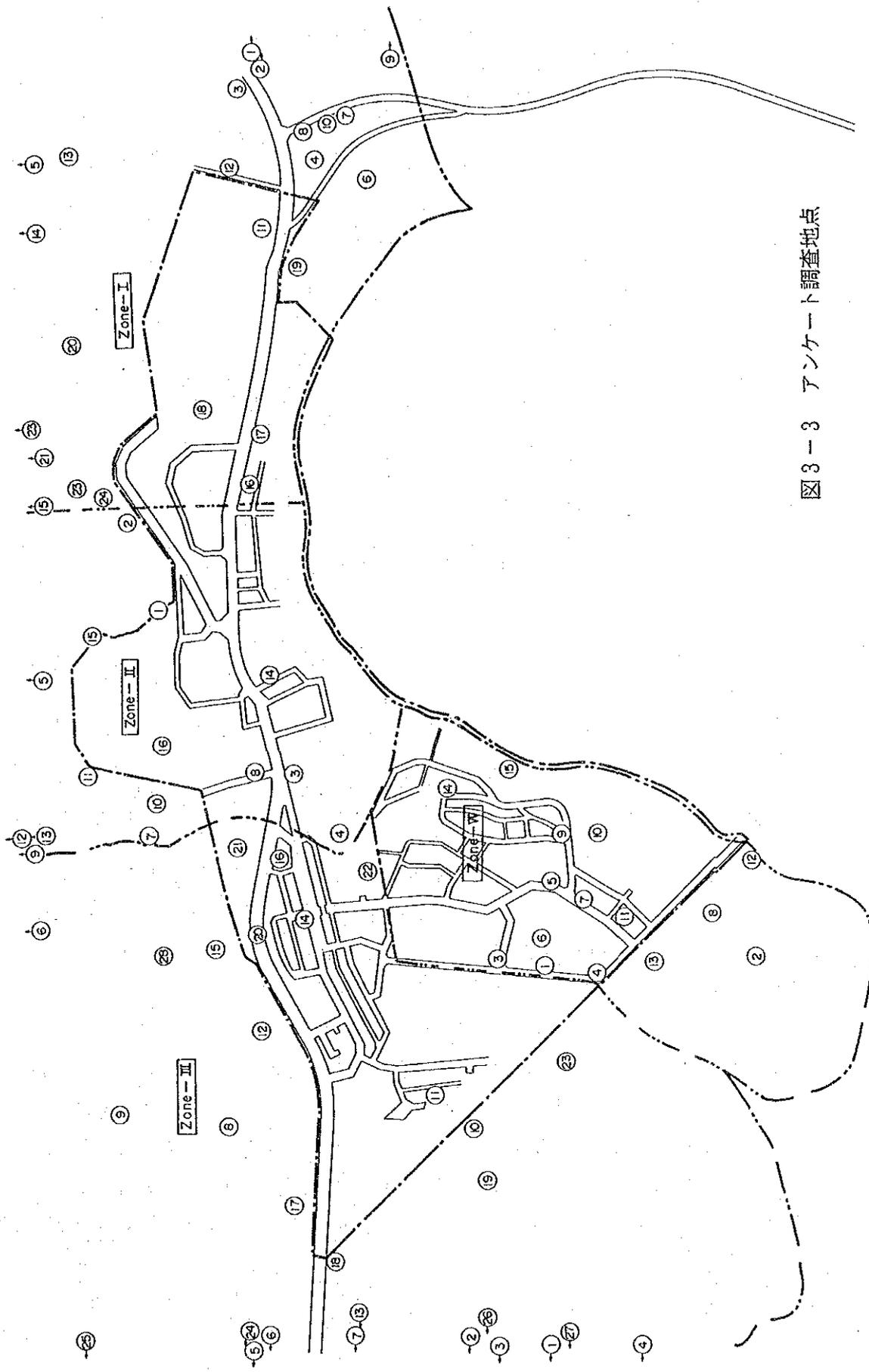


図3-3 アンケート調査地点

3) 給水栓の漏水状況

給水栓、メータ等給水設備からの漏水状況を分類すると以下のとおりである。

表 3 - 1 2 Zone別給水栓の漏水状況

	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV	計
① 漏水なし	6	1	2	1	10
② やや漏水がある	10	9	10	8	37
③ 漏水がある	2	2	6	1	11
計	18	12	18	10	58

この調査結果より、給水設備から漏水がみられるのは83%あり、給水事情が改善され給水圧力が高くなれば、漏水率は更に高くなることが予想される。

4) 給水時間

1日のうち、給水栓から給水を受けられる時間は以下のとおりである。

表 3 - 1 3 Zone別給水時間

	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV	計
① 6時間以下	1	2	8	0	11
② 6～10時間	2	5	6	0	13
③ 10～12時間	4	0	2	0	6
④ 1日中	11	3	0	0	14
⑤ 給水ほとんどなし	0	2	2	10	14
計	18	12	18	10	58

この調査結果より、Zone I 及び II は、配水池及び高架タンクに最も近い地域であり給水状況は比較的良好である。これに反し、Zone IV は標高が低いにもかかわらず、配水枝管が小さいまたは管網の末端地区であることから、給水時間帯にもほとんど給水を受けられない状況にあることがうかがえる。

5) 使用水量

1ヶ月間の水使用量を給水区域内及び区域外で分類すると以下のようになる。なお、給水区域内であっても水道より満足な給水を受けられない場合は河川水、湧水又は屋根から集めた雨水などを使用している世帯もありこれらの水量も使用水量として加算した。

この調査結果より給水区域内で基準水量の30^m3/月以下の水使用世帯数は39で、調査世帯数の67%に相当する。本計画の実施により給水状況が改善されれば、使用水量は更に増加するものと考えられる。

表3-14 Zone別使用水量

給水区域	Zone I		Zone II		Zone III		Zone IV		計	
	内	外	内	外	内	外	内	外	内	外
現給水区域内・外										
① 10m ³ /月以下	6	3	7	1	5	2	4	1	22	6
② 10~20m ³ /月	1	2	3	2	4	0	1	1	9	4
③ 20~30m ³ /月	2	0	0	0	3	2	3	1	8	3
④ 30~40m ³ /月	6	1	1	0	4	2	2	1	13	4
⑤ 40~50m ³ /月	2	0	1	0	2	3	0	0	5	3
⑥ 50m ³ /月以上	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
⑦ 不明	0	2	0	1	0	0	0	1	0	4
計	16	8	12	4	18	10	10	5	58	25

6) 使用目的

水使用目的について分類すると以下のとおりである。

表3-15 Zone別使用目的

給水区域	Zone I		Zone II		Zone III		Zone IV		計	
	内	外	内	外	内	外	内	外	内	外
現給水区域内・外										
① 家庭生活用のみ	6	1	8	0	12	3	4	1	30	5 (42%)
② 生活用+家畜用	11	5	4	4	6	6	6	4	27	19 (56%)
③ 生活用+家畜用 +その他	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1 (2%)
計	18	6	12	4	18	10	10	5	58	25(100%)

この調査の結果、生活用水のみに使用している世帯数は35で、調査世帯数の42%に相当する。これを現給水区域内及び区域外でみると、それぞれ52%及び22%となり、本プロジェクトで拡張される給水区域（現給水区域外）では、約80%の家庭で家畜及びその他の目的にも使用されることがうかがえる。

7) 家畜用水使用比率

上記の水使用目的で家畜用として使用していると回答した世帯について、その使用水量の比率を求めた結果は以下の通り。

以上より現在の家畜用水量を参考までに試算すれば、全使用水量の17% (58%×30%)と推算されるが、この値は給水状況改善によって生活用水量が増加すると予想されるので、本プロジェクト完成後の比率は多少低下するものと考えられる。なお、F/Sでは1990年の家畜用水量を366 m³/日 (13.7%)と予想している。

表3-16 Zone別家畜用水使用比率

給水区域	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV	計
① 20%以下	4	3	6	1	14
② 20~40%	10	3	2	5	20
③ 40~60%	2	2	3	2	9
④ 60%以上	1	0	2	2	5
計	17	8	13	10	48

8) 水道事業所に対するクレーム

調査では、水道事業所に対する給水サービスの現状について需要者の不満、要望についても質問を試みた。水道事業所に対するクレームや不満等をまとめると以下のようになる。

表3-17 Zone別水道事業所に対するクレーム

給水区域	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV	計
① 特に不満はない	5	0	0	0	5
② 現状に不満である	11	12	18	10	51
・絶対量が不足	6	9	17	10	42
・低水圧	9	6	15	10	40
・給水時間帯にもかかわらず水が出ない	1	3	15	10	29
・濁、色度がある	4	2	1	0	7
・給水の時間制限	1	3	0	0	4
・漏水その他の事故	1	1	0	1	3

給水世帯のうち90%の家庭では現状の給水状況に不満を示す結果が得られた。不満の内容には水質に関するクレームもみられるが、水量不足に対する強い不満がみられ水道施設の拡張が緊急課題であることを示している。

9) その他の水源

給水区域外で生活用水の水源としている者、及び給水区域内で給水不足を補うために依存している者の水源についての調査結果を分類すると以下の通り。

表3-18 Zone別代替または補完水源

給水区域	Zone I		Zone II		Zone III		Zone IV		計	
	内	外	内	外	内	外	内	外	内	外
① 河川水	1	3	0	2	1	0	0	0	3	5
② 湧水	0	2	1	2	4	3	2	3	7	10
③ 河川水または湧水+雨水	0	1	0	0	12	7	8	2	15	10
計	1	6	1	4	17	10	10	5	25	25

給水不足を補うために河川水又は湧水を使用している家庭は、給水区域内及び区域外では、それぞれ10及び15世帯である。これらの水源の他に屋根からの雨水も使用している人は、それぞれ15及び10世帯である。現給水区域内の世帯でも給水不足をその他の水源に求めている家庭は25世帯、約43%とほぼ半数に及んでいる。

3-4-4 管理体制

水道公社の組織・職権に基づき、各水道事業所は給水サービス及び料金徴収を分掌している。カプサベツ市水道事業所では、浄水施設及び配水施設の運転維持管理、配水管網及びメーター等設備の維持管理、並びに水道給水申請受付及び料金徴収等の業務を行っている。

図3-5に現在のカプサベツ市水道事業所の組織を示す。

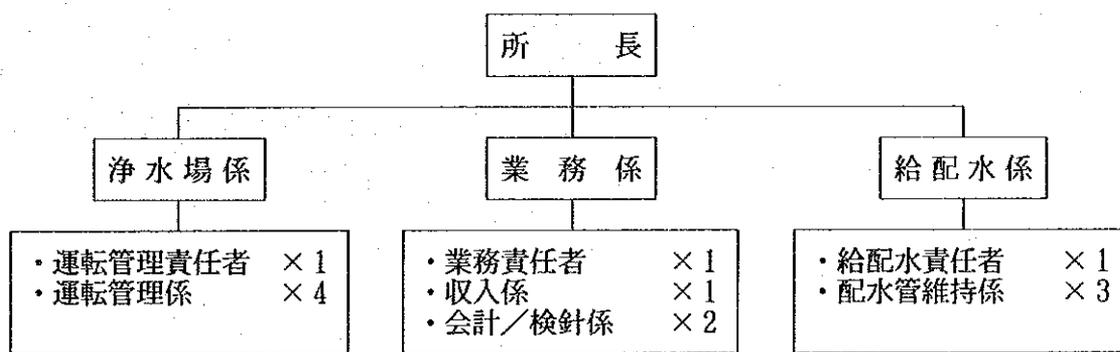


図3-5 カプサベツ市水道事業所の組織

3-5 カプサベット市下水道事業の概要

3-5-1 下水道整備の経緯

カプサベット市の下水道整備は次のような経緯を辿っている。

- 1981.09 水資源省水道技師長(chief engineer water)よりAfrican Consulting Engineer に対し基本設計の内示。
- 1985.07 African Consulting Engineer、自治省に「カプサベット市下水道事業基本設計最終報告書案」提出。
- 1989.12 African Consulting Engineer、自治省に「カプサベット市下水道事業基本設計最終報告書案」提出。
- 1990.04 Intex Construction Ltd. 工事着手(工期2か年)
Intex Construction Ltd. の工期を1992.11.30までに延長。
- 1992.04 資材高騰が当初の50~60%にも及んだが、予備費には10%しか計上されていなかったため、Intex Construction Ltd. の請求を認めて工事中断。

3-5-2 下水道計画の概要

下水道はカプサベット市とこれに隣接して発展している地区を対象に計画されており、東はカプサベット女子中学校、西はチェバット紅茶工場西側の隣接地、北は国道北側の隣接地、南はショークランドまでを含んでいる(図3-6)。

計画は表3-19に示されるように、全体を2期に分けている。

表3-19 下水道計画の概要

	計画目標年次	計画人口(人)	計画下水水量(m ³ /日)
1期計画	1995	5,226	1,290
2期計画	2005	7,480	1,820

カプサベット市はもともと丘のほぼ稜線を走る国道沿いに発展した東西に細長い町であり、下水道計画は地形的に北と南に分断されることは避けられない。このため、処理場の位置をカプサベット市の主要な施設が集まる南側に求めている。国道南側の汚水は自然流下で処理場まで至り、国道北側の汚水は自然流下で汚水中継ポンプ場に集められてから国道上を走る南側幹線まで圧送されている。下水管渠の整備は、1期計画では南側の自然流下区域を、2期計画ではポンプ場流入区域とカプサベット市外側南のショークランド周辺を対象としている。管渠は、1期計画では道路上に計画されているが、2期計画では道路がないため等高線に沿って私有地内に計画さ

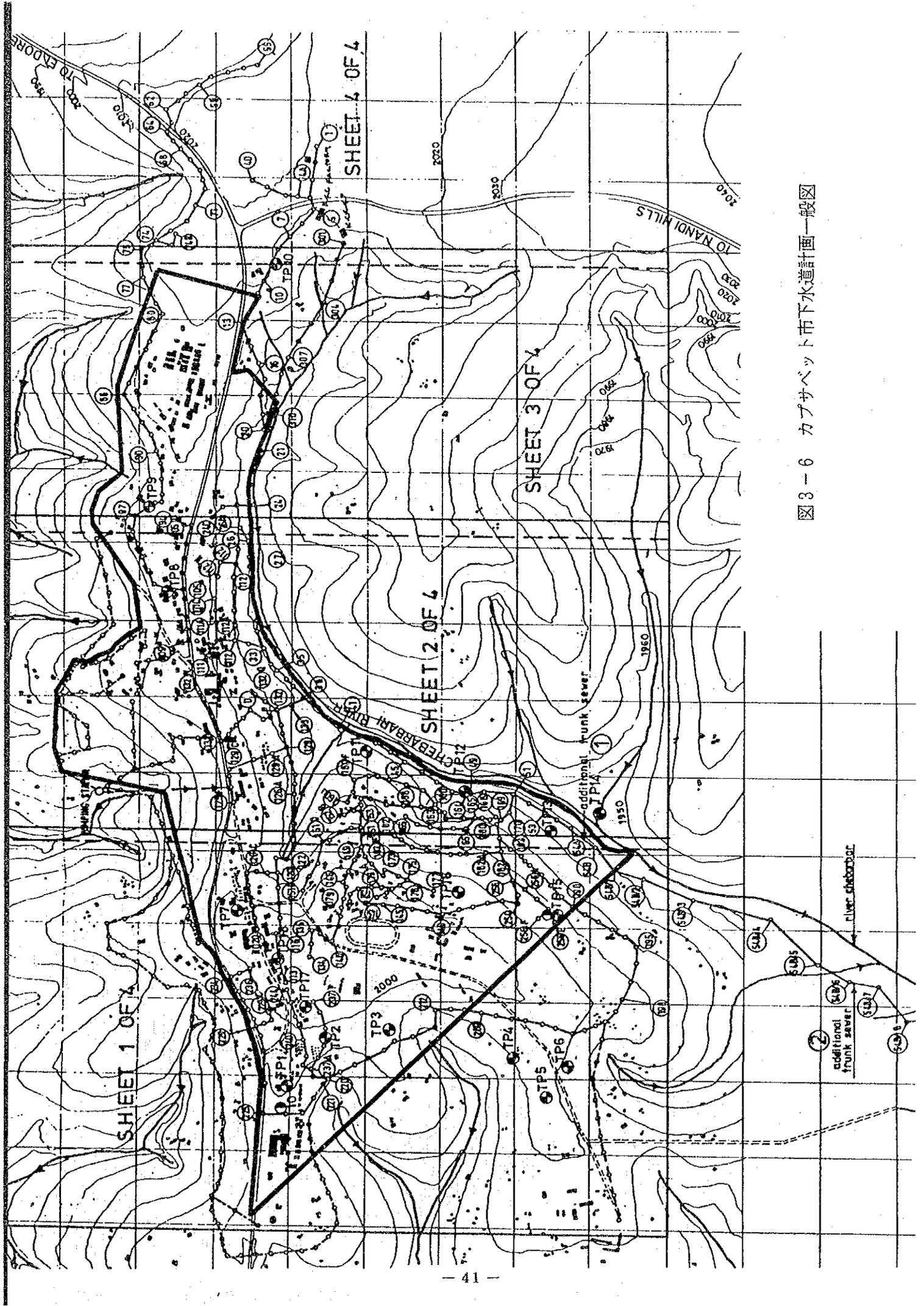


図 3-6 カブサベット市下水道計画一般図

れている。

1期計画の処理場の位置は基本設計では、カプサベツ市東南の境界を形成しているチェバルバル川沿いに予定されていたが、施工段階で2 km南に下ったウルル森林内のチェバルバル川沿いに変更されている(図3-7)。2期計画の処理場予定地は一応1期計画の処理場の隣接地とされているが、代替案としてカプティエ川に求めることも示唆されている。1期計画の処理場の隣接地となる場合には、1期計画と同様に傾斜地を切り崩して前面の湿地帯を埋め立てることが必要となる。計画人口及び計画下水量は表3-20のように予測されている。

表3-20 計画人口及び計画下水量

年 度	1976	1985	1995	2005
計画人口 (人)		3,652	5,226	7,480
計画下水量 (m ³ /日)				
住 居	272.000	375.571	518.289	715.238
商 業	178.330	255.222	365.268	522.763
工 業	-	146.500	209.667	300.070
公 共	99.600	137.448	196.712	281.530
計	549.930	914.741	1,289.936	1,819.601

しかし、処理場の容量計算書(1期計画)を見ると計画下水量は次式で求められているにも係わらず、公称処理能力は1,000 m³/日とされている。しかし、表3-20に示される1995年の計画下水量は1,290 m³/日であり、整合性が取れていない。

$$\text{計画下水量 (m}^3\text{/日)} = \text{計画人口 (人)} \times \text{計画1人1日下水量 (} \ell\text{/人日)} + \text{工場排水量 (m}^3\text{/日)}$$

$$723.36 \text{ m}^3\text{/日} = 5,226 \text{ 人} \times 100 \ell\text{/人日} / 1,000 + 209.63 \text{ m}^3\text{/日}$$

3-5-3 計画上の問題点

水道計画と下水道計画における計画人口、及び計画下水量に大きな違いの見られることが指摘されている。その原因を辿ってみると、計画人口の予測に帰着する。計画人口を算定する基準年次を水道計画では1979年に、下水道計画では1990年にとっている。前述したように水道計画は1981年に始まっており、報告書の提出はずっと後になるが、主たる作業は1982~83年になされたとされている。その時点で利用可能な人口統計は1979年センサスであり、これに基づいて人口予測を行っている。1979年のカプサベツ市の人口は2,945人であり、1969年センサスの2,298人と比較するとこの間の年間平均増加率は2.5%である。これに対し、1989年センサスの人口は10,000人であり、1979年から年間平均増加率13.0%となっている。しかし、水道計画で用いられ

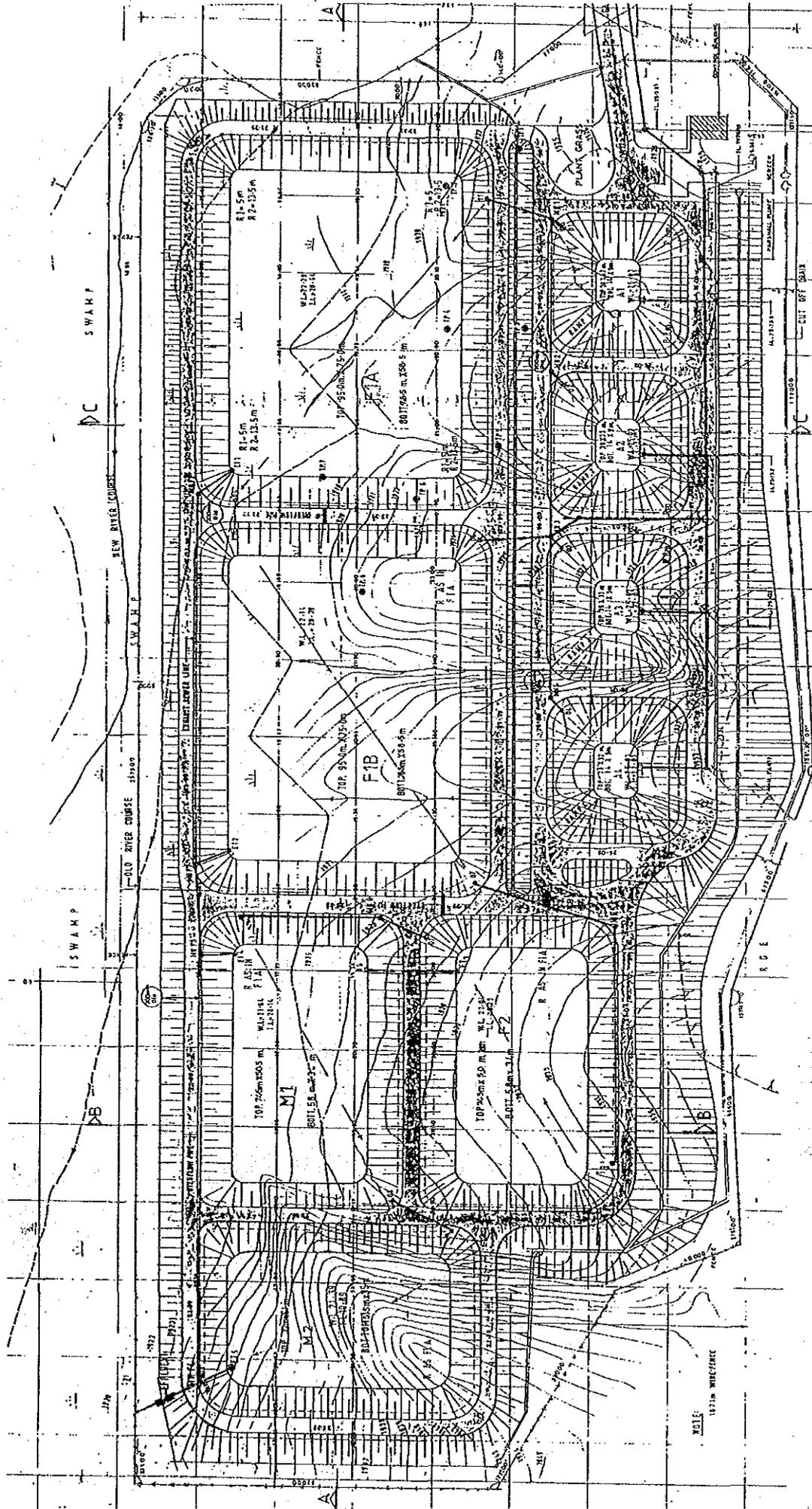


図3-7 カプサバット市下水道処理場計画平面図

た年間平均増加率は3.65%で、1989年の予測人口は4,369人となり、この時点ですでに実際人口を大きく下回っている。国全体あるいは都市部全体の年間平均増加率と比較してもカプサベット市の人口の伸びは異常であり、問題は7年前の計画内容を見直すこともなく1990年に事業に着手し、結果的にその間のカプサベット市の発展を反映させなかったことにあると言える（報告書には、1983年11月の水資源省との会議で年間平均増加率を3.65%とすることが決まったと記されている）。計画下水量の算出過程を見ると、住宅地区については高級、中級、低級の3段階に分け、計画1人1日給水量を300、150、75ℓとし、これが下水量に変換する割合をそれぞれ75、80、85%としている。ケニアの水道基準では計画1人1日給水量を250、150、75ℓとしており、計画1人1日給水量については妥当な値を設定している。

したがって、人口予測に問題があったと認識される。

3-5-4 建設工事の状況

下水道工事中断時点における工事の進捗率は表3-21に示す通りで、下水道工事全体の進捗率は75.8%と報告されている。

表3-21 下水道第1期工事中断時点における工事の進捗率

	計画	完成	進捗率	備考
下水管渠	18.085km	17.221km	94.4%	土工事を含めた下水管渠、マンホールの進捗率は93.9%とされている。
マンホール	422個	411個	97.4%	
下水処理場			55.4%	

実際、下水管渠は下水処理場の直前まで布設が終わっている。日本の下水道と比較して特徴的なのは、①マンホールが地面から飛び出している、②一部の下水管が民有地を通っている、③マンホールが一般的に大きいことで、計画図では道路保有地内に計画されていたものが、工事段階で民有地内を通るように変更された模様である。

下水処理場は安定化池方式で計画され、1期工事として嫌気性池4池、通性池3池、熟成池2池の建設が予定されている。現場では嫌気性池は中途半端な掘削のまま工事を中断しており、通性池、熟成池については形は出来上がっているものの、土堰堤の法面防護が施されていないため、法面の浸食が進んでいる。また、下水処理場用地そのものは傾斜地を切り崩して前面の湿地を埋め立てる形で造成されているが、切土面の防護がなされていないため、浸食が進んでおり、浸食された土砂が前面にある通性池に堆積し始めている。この地域の地質は表面が草木で被覆されているときは問題ないが、一度地肌を晒すと浸食を受けやすいものようである。

3-5-5 放流先の状況

放流先はチェバルバル川であるが、パピルスが一面に繁っている湿地帯であり、1/50,000の地図を見ても本川の位置が判らないままにモコン川に合流している。下水処理場用地付近は前述したように埋立のため断面の縮小を余儀なくされているが、この付近を流れる河川水には汚染の兆候が見られる。しかし、約1.5 km下流の地点では汚染されている河川では見られない藻類が水面下に成長しており、透視度も明らかに良くなっているのが観察される。このように水が浄化されている原因としては、その数を確定できない無数の小さな沢からの流入水によって希釈されているのか、あるいは湿地帯に繁茂する水性植物によって吸収されているのか、さらにはこの地点に至るまで緩やかに流れているため沈殿が生じているのか定かでないが、結果として河川の自浄能力が高いことを窺わせる。

チェバルバル川については、下水処理場の直上流（下水管が下水処理場に流入するために横断チェバルバル川を横断する地点）と前述の地点で2回採水を行いナイロビの標準局で分析を行った結果を表3-22に示す。

表3-22 チェバルバル川の水質
(単位: ppm、pHを除く)

採水日	1993年6月26日		1993年7月6日	
	上流側	下流側	上流側	下流側
pH	6.56	6.67	6.39	6.98
全溶解性物質	56.0	56.5	164.5	52.0
浮遊物質	6.5	3.0	13.0	22.5
COD	98.15	138.7	34.52	129.46
全硬度	50.0	48.0	56.00	56.00
硝酸塩	7.757	3.840	-	-
フッ化物	0.414	0.121	0.20	0.16
塩化物	17.347	10.065	16.56	13.09
硫酸塩	15.71	3.298	1.94	3.57
ナトリウム	565.0	525.0	6.65	5.30
フェノール性物質	4.41	1.046	-	-
シアン化物	0.192	0.164	-	-
砒素	N.D.	N.D.	-	-
カドミウム	N.D.	N.D.	-	-
鉛	N.D.	N.D.	-	-
セレンウム	N.D.	0.0002	-	-
クロミウム	N.D.	N.D.	-	-
バリウム	N.D.	N.D.	-	-
アルミニウム	7.0	9.0	41.75	6.8
銅	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
鉄	4.15	0.72	1.78	0.74
マンガン	0.14	0.01	-	-
亜鉛	N.D.	N.D.	-	-
マグネシウム	0.10	0.10	0.92	0.58
水銀	N.D.	N.D.	-	-

N.D. : Not Detected (検出せず)

第4章 計画の内容

第 4 章 計 画 の 内 容

4-1 目的

既存浄水場は、最初1948年に建設され、その後1960年と1980年の二度にわたり拡張されたが、現在これらの浄水施設には故障或いは老朽化した設備が多く、施設本来の機能を十分に果たすことが困難な状況にある。その上、水不足を少しでも緩和するため施設能力以上の運転が行われているが、深刻な水不足に対応することができず、水量・水質の両面において緊急な対応策の立案・実施が強く求められている。

このような背景のもとに、既存の浄水施設の機能修復・改善を行うと同時に、水不足解消のため処理能力不足分については新たに浄水場を建設し、生産増加した浄水を給水区域内既設配水管へ効果的に配水するために送水管、配水池及び配水本管等の建設をしようとするのが、本計画の目的である。

4-2 要請内容の検討

4-2-1 計画の妥当性、必要性

(1) 上位計画との整合性

ケニア国政府は地域開発を促進するためには、地方都市の給水状況を改善する必要があることから、1970年に「第1次地方給水計画」に着手し、現在「第5次地方給水計画」が進行中である。これらの基本政策に基づいて、外国援助機関により地方給水施設は漸次拡張されてきた。政府は、拡大した地方給水事業の運営と今後の開発推進並びに健全経営を目標として、1988年に水道公社を設立し地方都市給水の事業化を図ったが、水道公社の経営は現在のところ、給水からの歳入が非常に少ないために、負債譲渡された水資源省からの借入金利息の支払いができないばかりでなく、施設の減価償却さえもできない状態にある。

また、水道公社では、各水道事業所の料金収入をすべて本部に集め、人件費、電力費については必要に応じて支払い、薬品については各地域管理事務所が各水道事業所の所要薬品量を査定して本部に上げたものを集計して一括購入し、各水道事業所に配付している。さらに、各水道事業所で必要な拡張等の工事は水道公社内の優先順位に従って予算を付けている。したがって、水道事業所で料金収入が増えてもそれを水道事業所内で自由に使用できるという体制にはなっておらず、機械の修理あるいは取り替えも儘ならない状況にある。

この状態を改善するため財政改善計画を作成し、この計画の下に1991年に料金改訂を行ったが、財政状況は幾分改善はされたものの、依然苦しい状態が続いている。一方これに関連して、水道公社では現在、世銀の援助の下で、下記の一連の調査を行っている。

- ① 公社整備計画 (Corporate Development Plan)
- ② 料金徴収、財政管理及び管理情報システム改善 (Improvement of Revenue Collection, Financial Management and Management Information Systems)
- ③ 訓練計画の策定及び公社内訓練施設の整備 (Formulation of a Training Programme and Development of In-house Training Facility)

特に、①の公社整備計画は、

- ① 水分野における公社の役割をより明確に定義し、給水及び衛生サービスに責任を負っているその他の機関と区分する、
- ② 投資及び資金計画、政策を含めて、中期にわたって公社の期待される役割に基づいて、公社整備五ヵ年計画を策定する、
- ③ 公社内の計画能力を開発する、
- ④ 料金体系の調査を行う、

ことを目的としている。これらの計画が実施された暁には、公社の役割は明確になり、機能は高められ、財務状況は改善され、人的資源の確保が図られ、その結果、水道事業所レベルでは、老朽化施設の改善が進み、浄水の生産効率は上昇し、施設の運転維持管理の充実と相まって、健全経営が達成されると期待される。

本計画が実施されると、施設は一新され、給水量は現在の約4倍になることから、浄水生産効率は向上する。また、使用者への給水状況も改善されるので、現在の給水サービスに対する不満による料金不払いも減少することが予想されるので、料金徴収率も改善することが期待されることから基本施策に沿った計画であると認められる。

(2) 裨益効果

同市の現在の給水状況は劣悪な状況にあり、この水不足に対する対応策として現在、

- ① 給水区域の制限
- ② 浄水施設の24時間連続運転
- ③ 処理能力以上の過負荷運転
- ④ 給水時間の制限

等を実施しているが、給水区域にもかかわらず満足な給水を得られないなど水道事業に対する住民の不満は深刻化している。

1993年現在の計画給水区域内世帯数は約3,200世帯である。給水世帯数は、一つの給水栓から数戸の家庭が共同使用している場合もあるので正確な世帯数は把握されていないが、約1,450世帯と推定され、潜在的な水需要者に対する水道普及率は僅か45%に過ぎない。

本計画の実施によって、計画年次2002年における水道普及率は約94%に改善される。また、水量面における改善だけでなく、本格的な浄水施設の稼働により水質面の改善が行われるので、豊富で安全な給水が可能となり地域住民の健康管理、生活様式の改善・向上が期待でき

る。

4-2-2 実施運営計画

本計画の実施機関は、地方都市給水開発及び水道事業を所管する水道公社（NWPC）である。水道公社は1988年に水資源省から分離独立したもので、地方都市給水事業の運営費及び維持管理費等の浄水コストを水道料金でカバーし、政府補助金の援助を必要としない独立採算制により事業経営を行うことになっている。

水道公社は業務管理運営上全国を5つに区分し、それぞれの地区には地域管理事務所を置いている。地域管理事務所は、所轄内の水道事業所の運営、維持管理を管理している（地域管理事務所の組織については図2-2参照）。

本事業の実施は、水道公社の組織によれば、事業計画はナイロビ本社の協力サービス本部の計画部が、また、建設は開発サービス本部がその任に当たる。現場側体制については、カプサベット水道事業所を所轄する西部地域管理事務所の責任において組織される。本事業の実施に当たっては、これらの事業実施機関のうち開発サービス本部の指導・監理の下に西部地域管理事務所所長を長とするプロジェクトチームを編成し、浄水場施設建設及び配水施設整備担当責任者をそれぞれ任命する必要がある。

事業完成後の運営は、カプサベット水道事業所が運転維持管理を担当することになるが、上記プロジェクトチームメンバーを完成後は浄水場管理責任者及び給配水管管理責任者として追任することが望ましい。

現在、浄水場の運転は5名3直交代で運営されており、薬品溶解・注入及び送水ポンプの管理の他は単純作業である。また、水不足を少しでも緩和するために施設能力以上の過負荷で運転されている上に、施設の老朽化が著しいので水質に関してはなおざりにされた状況で運転されている。本計画が実施された場合は、浄水場の処理能力は現在の約4倍となるとともに本格的な浄水施設となり、薬品注入の他、沈殿汚泥の引き抜き・乾燥処分、1日1回の定期的な過池の洗浄など運転管理作業は量・質ともに増大するので、図4-1に示すように給配水サービス管理部門の係員を含め技術者、事務職員の増員が必要である。

特に、浄水場の運転は従来のポンプ、バルブの操作といった単純作業の他に、原水濁度に応じた適正な薬品注入管理が必要となるので、水処理の基礎的な理論の研修を受けた技術職員を長とする薬品注入及び水質管理グループを発足させる必要がある。

カプサベット水道事業所を所轄する西部地域事務所には水質管理技術者が1名配属されているが、水質に関する情報管理と本社への申請のため各水道事業所から要請のあった薬品量の査定を主業務としており、浄水場の運転管理を指導できる技術者は配属されていない。

したがって、カプサベット水道事業所において人材の確保を図る必要がある。前述したように水道公社では人材育成計画を現在策定中であり、その中で本格的な浄水施設の運転管理について

研修を受けた者が配属されることが本計画実施の前提となる。

1993年1月から5月までの最近5ヶ月間のカプサベット水道事業所の平均水生産単価及び販売単価（本社及び地域管理事務所経費は含まない）はそれぞれ3.8ksh/m³及び2.8ksh/m³で生産単価が販売単価の約1.4倍になっている。生産単価に占める人件費の割合が41%であることを考慮すると、本事業完成後の生産単価は低下すると考えられるので生産性は向上するものと判断される。ただし、事業の進行に伴い改善後の初年度より計画通りの運転が実施できるよう、人員配置及び薬品、電力料の増額のための予算措置を行うことが重要である。必要な維持管理費については5-4-6において詳述する。

水道公社の財務状況及び財政改善計画を表2-5に示す。これより次のようなことが分析される。

- ・1991年の水道料金改訂により、1992/93年度の営業利益は増加し、前年度比、前々年度比はそれぞれ4.5倍及び1.5倍である。なお、1992/93年度の営業利益（1.35億ksh）は全支出の61%である。
- ・水資源省より譲渡された施設の減価償却費は、1992/93年度3.42億kshで営業利益の2.5倍に相当し、このままの料金体制では経営状況は赤字が継続される。
- ・財務改善計画によれば、1992/93年度及び1993/94年度には減価償却費のそれぞれ40%及び90%が支払い可能となり、1994/95年度には金利の支払いを含め財政は黒字に転換する予定である。
- ・上記財政改善計画は、平均水道料金を1992/93年度から5年間、毎年前年度比50%アップを条件として計画されており、1991年度の料金改訂（50%アップ）まで13年間据置きされていた現状を勘案すれば、この改善計画の実現性は厳しい状況にあると考えられる。

なお、水道公社では抜本的な財政改善計画策定のため世銀の援助により調査・検討を始めたところであり、1994年9月には改善計画案が提出される予定である。

本計画の実施に伴って、事業規模が拡大するため水道事業所職員の人員増加が必要であり、また、電力費、薬品費を含む施設の運転維持管理費も著しく増大する。また、新しい水道システムの構築と並行してケニア側には既存配水管網の修理と拡張に対する投資が必要となる。給水量の増加によって料金収入の増大が期待されるが、前述したように現在の水道公社の運営システムではそれらをカプサベット水道事業所の裁量で使用できるようになっていないため、これらの必要経費、資金を確保できるという保証は現時点ではない。したがって、現在水道公社で行われている各種調査に基づいて、今後公社の財政状況、運営方式がどのように改善され、それがカプサベット水道事業所の運営にどのように跳ね返るのか見極めることが本計画実施の前提とならざるを得ない。

4-2-3 類似計画及び国際機関等の援助計画との関係

1970年以来、世銀はナイロビ、モンバサ、キスムなど大都市給水計画を端緒に、キタレ、エルドレッド、ニエリ、チカ、ナイル等の地方都市の給水計画援助を行い、引き続きナイロビ給水拡張計画を援助している。また、欧米の援助機関、すなわち、スウェーデン(SIDA)、ノルウェー(NORAO)、デンマーク(DANIDA)、フィンランド(FINNIDA)、オランダ(NIO)、ドイツ(KfW)、カナダ(CIDA)等の外国援助機関による給水援助が他の地域で行われている。

1992/93年度の水資源省の予算には、イタリア、フィンランド、スウェーデン、オーストリア、ドイツ、オランダ、デンマーク、ベルギー、フランス、及び国際機関による開発計画が計上されている(付属資料-4参照)。

わが国の地方都市給水事業援助実績としては次のものがある。

表4-1 無償及び有償資金協力

(単位：百万円)

年度	プロジェクト名	援助金額	援助形態
1977	イタンガ地区上水道建設計画	400	無償
1983	イタンガ地区上水道延長計画	35	機材供与
1986	ナクル広域給水事業	5,000	借入
1987	ナクル広域給水事業	4	借入
1988	タベタルミ給水事業	936	無償

表4-2 技術協力(開発調査)

年度	プロジェクト名	援助形態
1979	モンバサ給水増強F/S	開発調査
1989	メレワダム建設F/S	開発調査

1986年に円借款プロジェクトとして実施されたナクル広域給水事業は、1990年1月に完成し給水を開始した。同浄水場の規模は18,000m³/日で、このうち13,300m³/日をナクル市内に、4,700m³/日をギルギル市(Gilgil town)に給水する計画である。

同浄水施設の水源はマレワ川とツラシャ川の合流点から約10km上流にあるツラシャ川の取水ダムで、取水された原水は自然流下で浄水場まで導水されている。浄水方式は薬品凝集沈殿・急速ろ過方式である。本事業の完成によりナクル市の給水区域面積は従来の17.6km²から68.5km²に拡張される。

カプサベットでは現在市街地区を対象に下水道整備事業を実施中である。計画規模は最終計画(計画目標年次2005年)で計画人口7,480人、計画下水水量1,820m³/日である。処理場は市の南側境界から2km離れたチェバルバル川沿に建設される。建設工事は建設資材高騰のため1992年4月に中断されており、この時点におけるⅡ期工事までを含む全体の進捗率は約55%である(下水

道整備の規模・内容の詳細については、「3-5 カプサベット市下水道事業の概要」参照）。

本計画の計画給水区域が下水道計画区域を包含するため、下水道整備事業が未完成のうちに本事業を実施する場合は、周辺の水辺・水域環境に与える影響について検討する必要がある。本格的な環境アセスメントを実施するには関連する周辺地域の諸データ（地形、気象、流域界、河川流量・水質、工業出荷額、家畜飼養頭数、給水状況、家庭汚水の処理・処分状況、下水道整備計画等）を必要とする。

4-2-4 計画の構成要素

(1) 事前調査協議内容

ケニア国政府の要請内容は、2012年を計画目標年次とし、カプサベット市水道施設の給水能力を現在の公称 820 m^3 /日から予測水需要に見合う 7,200 m^3 /日にするため、以下の改修・拡張を行うものである。

- ① 既存水道施設の改修
 - ・取水堰の改修と導水管の交換
 - ・浄水場の改修と送水ポンプの交換
- ② 水道施設の建設(6,420 m^3 /日)
 - ・浄水場の建設
 - ・送水ポンプ及び送水管の布設
 - ・配水池・高架水槽の建設
 - ・水道管網整備（配水本管・配水枝管の布設）

JICAが実施した事前調査における上記要請についての協議内容は以下の通り。

- ① 既存水道施設の改修については、浄水場施設は建設以来約50年を経過して、構造物の至る所にクラックが発生しており、かつ水処理方法も旧式で改修効果は期待できないと判断される。ケニア側も既存施設の改修については要請から除外することを確認した。
- ② 取水河川については、ケニア側要請書では取水河川の候補地として、現在取水をしているカプティエ川の他にキモンディ川、モコング川の3河川があったが、水量、水質、立地条件等を検討した結果、キモンディ川を取水河川の第一候補と判断した。
- ③ 配水施設の建設については、基本的には要請の内容は妥当なものと判断された。なお、給水施設の構成の一つである配水管網の整備については、浄水場から配水池、高架タンクまでの送水管と配水本管の布設のみとし、他の配水管網の整備についてはケニア側で実施することを確認した。
- ④ 水道施設規模は、最終計画年次を2012年として配水量を約 7,000 m^3 /日とするが、初期の歳入不足・施設の維持管理等を考慮し、浄水場施設については、第1次目標

年次を2002年（給水量 5,000 m³/日）とする。しかし、諸施設は2012年の最終計画において拡張計画が容易に対応可能なものとし、さらに下水道整備計画・環境保護・給水区域との整合性を詳細に検討し規模の設定をする。

(2) 本調査における検討結果

本調査では、要請内容及び事前調査時の協議内容を踏まえ、計画の構成内容の妥当性について、主に下記の点に留意し検討を行った。

- ① 計画給水区域及び水需要の見直し
- ② 既存浄水施設の改修・利用の可能性
- ③ 取水河川及び浄水場建設位置
- ④ 配水池・高架タンクの規模（容量）と建設位置
- ⑤ 既存配水管網へ安定給水するための配水本管の必要性和布設位置
- ⑥ 電源供給能力と施工範囲

本計画の目的を達成するための施設構成についての検討結果をまとめると表4-3のようになる。

表 4 - 3 施設構成と調査結果

施設名	目的	要請内容	調査結果
①既存浄水場	既存浄水施設の利用	老朽化した施設を改修・改善する。	老朽化が著しく、また施設が旧式で処理能力も小さいため改善効果が低いので対象外とし、拡張給水量は全て新設する浄水施設により賄うものとする。
②取水施設	浄水場水源	候補河川として現在の取水河川であるカプティエ川その他、キモンデ川、モコング川の3河川	河川の水量・水質その他、浄水場建設用地等を考慮し、キモンデ川に決定。
③浄水施設	水処理	2012年を計画目標年次とする水需要に見合う給水施設とするために、既存浄水場の能力不足をカバーする施設能力の浄水場を建設する。	初期の維持管理費負担を少なくするため1期計画目標年次を2002年とし施設計画を行う。なお、浄水施設配置計画は2012年を考慮したものとする。
④送水施設	浄水した水を給水地域内に設置する配水池まで送水	浄水場-配水池間の送水管を布設する。	同 左
⑤配水池、高架タンク	貯水及び給水水位の確保	配水区域内に2ヶ所の配水池、高架タンクを設置する。	同 左
⑥配水本管	既設配水管網へ安定した配水	配水管の拡張	2ヶ所の配水池間の連絡及び市街地区の一部の配水本管のみとする。