ザンビア共和国

ルサカ市浄水場改善計画

基本設計調査報告書

昭和61年6月

国際協力事業団

ザンビア共和国

ルサカ市浄水場改善計画

基本設計調査報告書

昭和61年6月

国際協力事業団

序　文

日本国政府は、ザンビア共和国政府の要請に基づき、同国のルサカ市浄水場改善計画にかかる基本設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和６１年３月９日より３月３１日まで、国際協力事業団無償資金協力計画調査部基本設計調査第一課課長代理中村三樹男を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、ザンビア共和国政府関係者と協議を行なうとともに、プロジェクト・サイト調査及び資料収集等を実施し、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った。

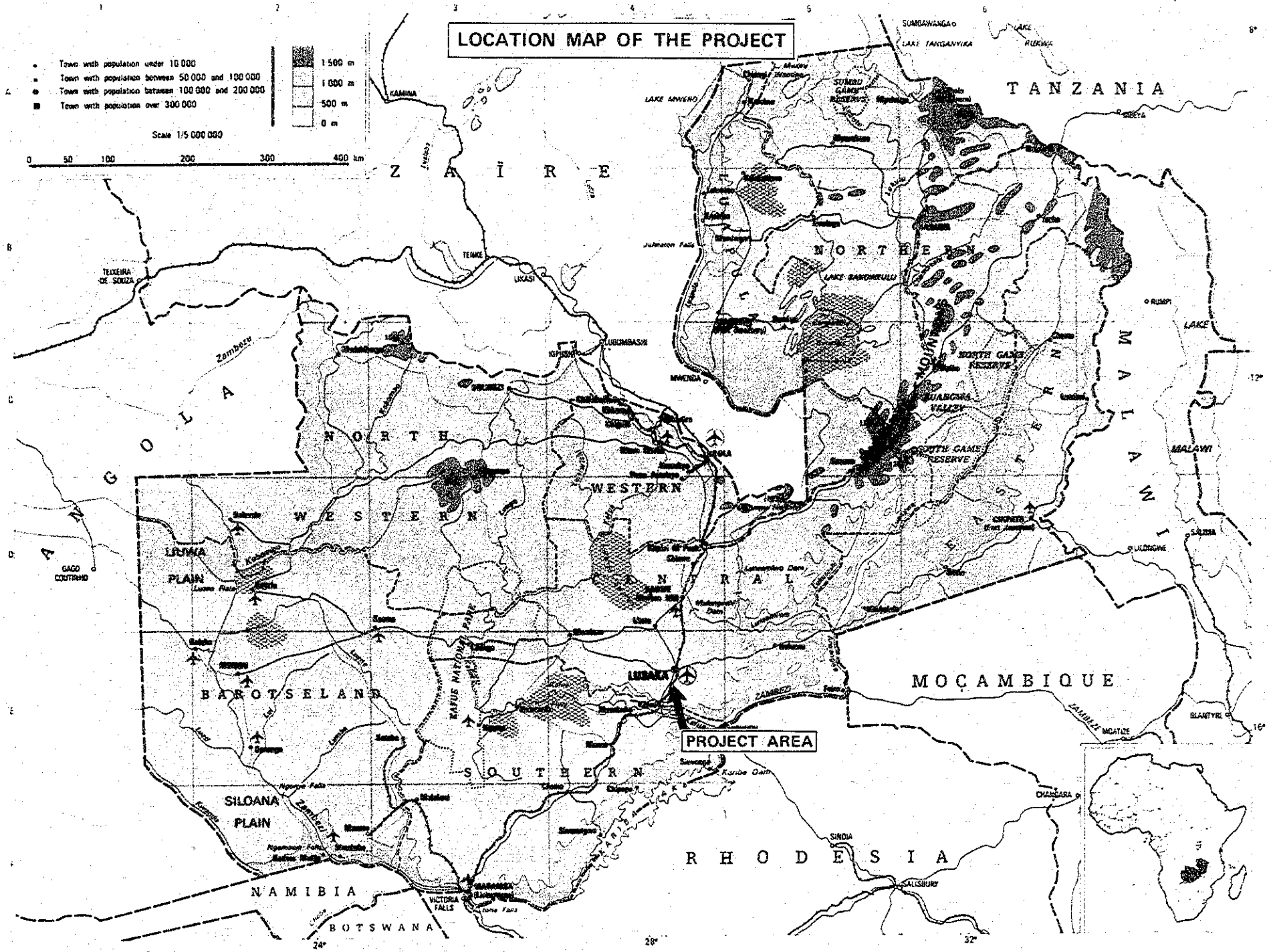
本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともにザンビア共和国の水道技術の向上に成果をもたらし、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、心より感謝の意を表する次第である。

昭和６１年６月

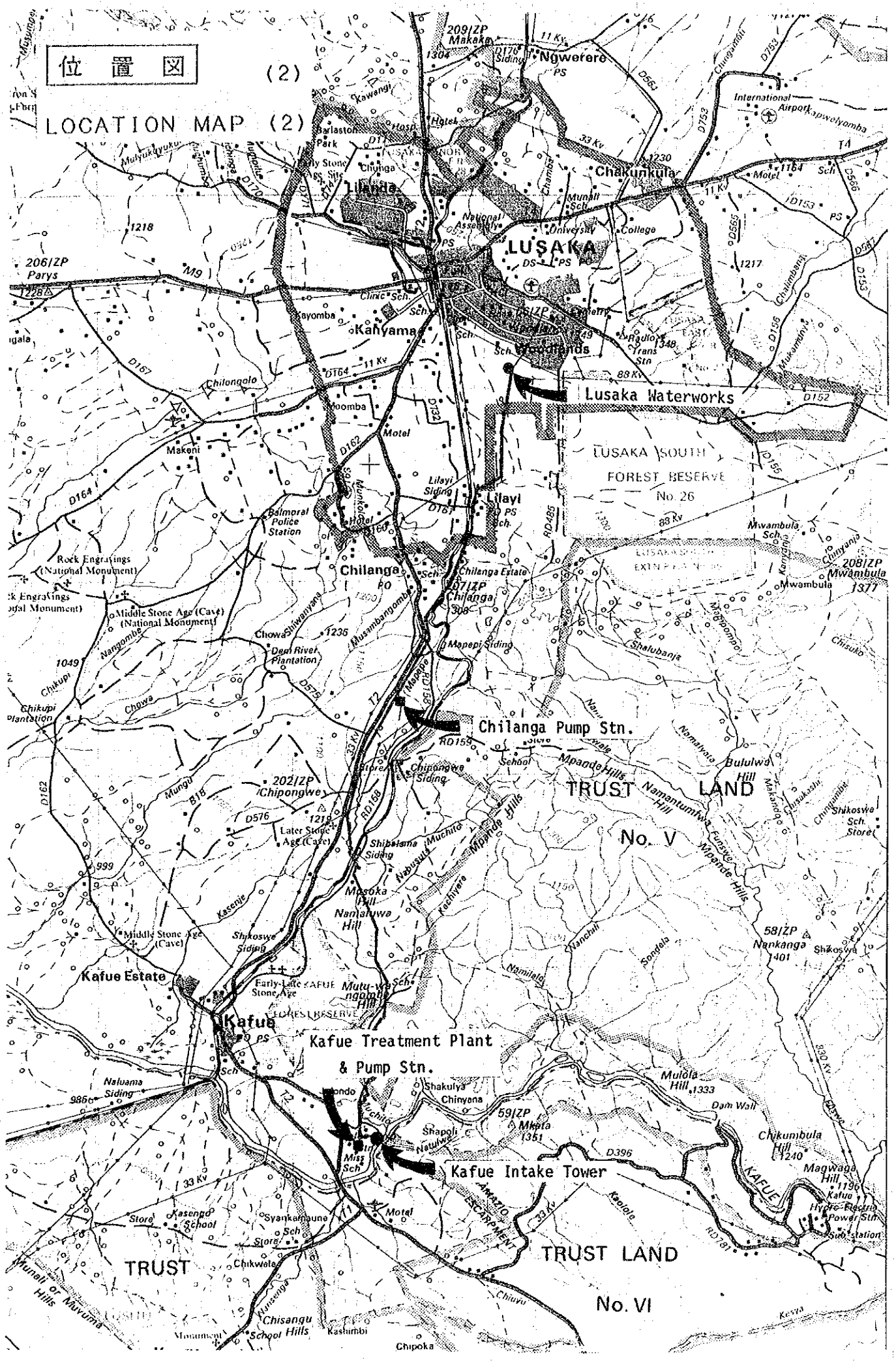
国際協力事業団
総裁　有　田　圭　輔

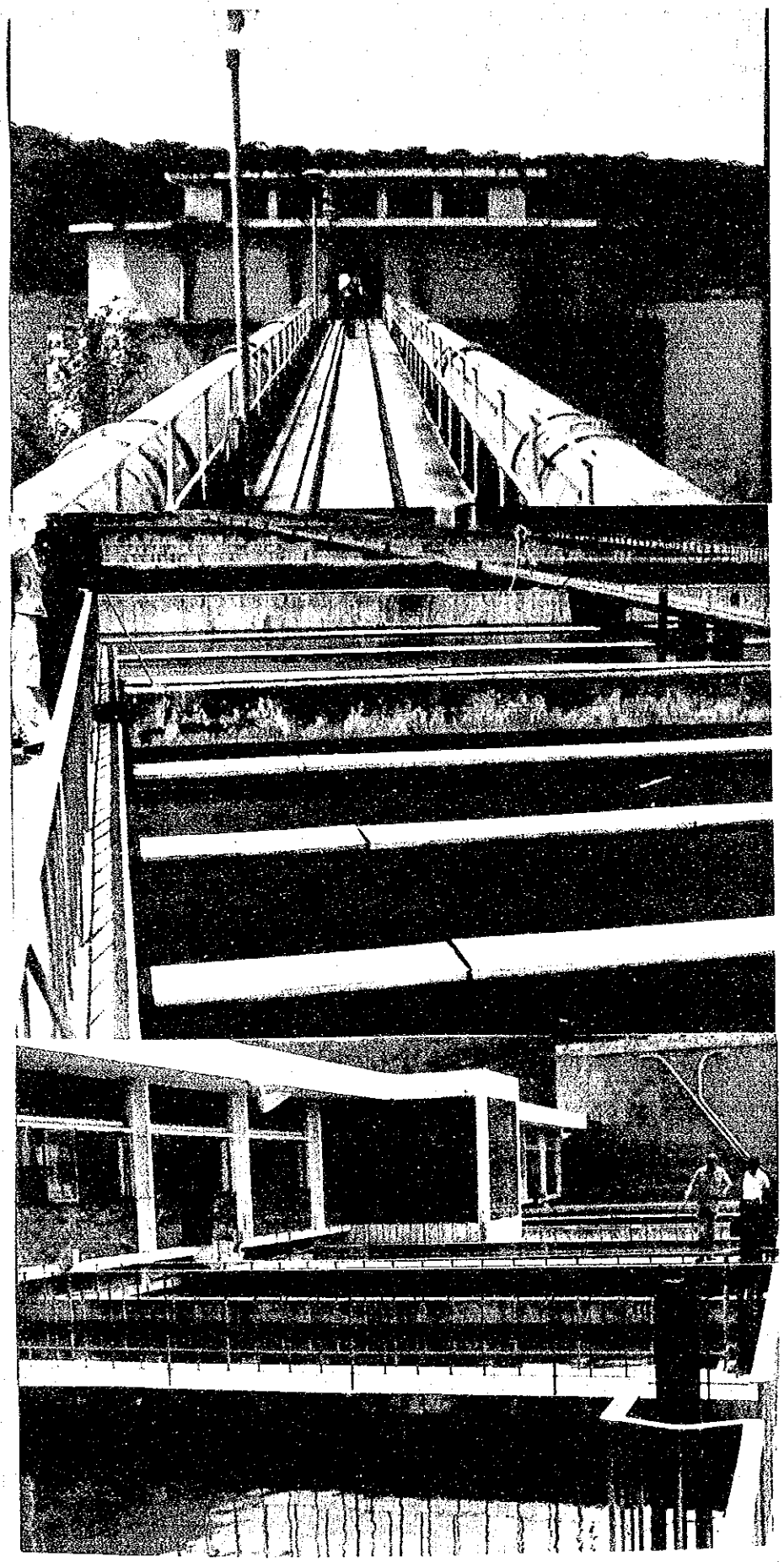
LOCATION MAP OF THE PROJECT



位 置 図 (2)

LOCATION MAP (2)

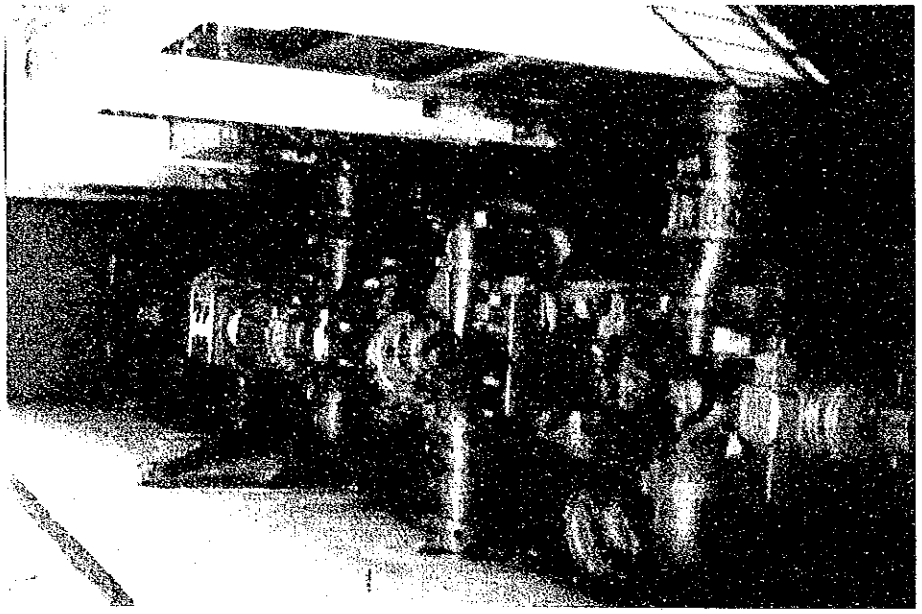




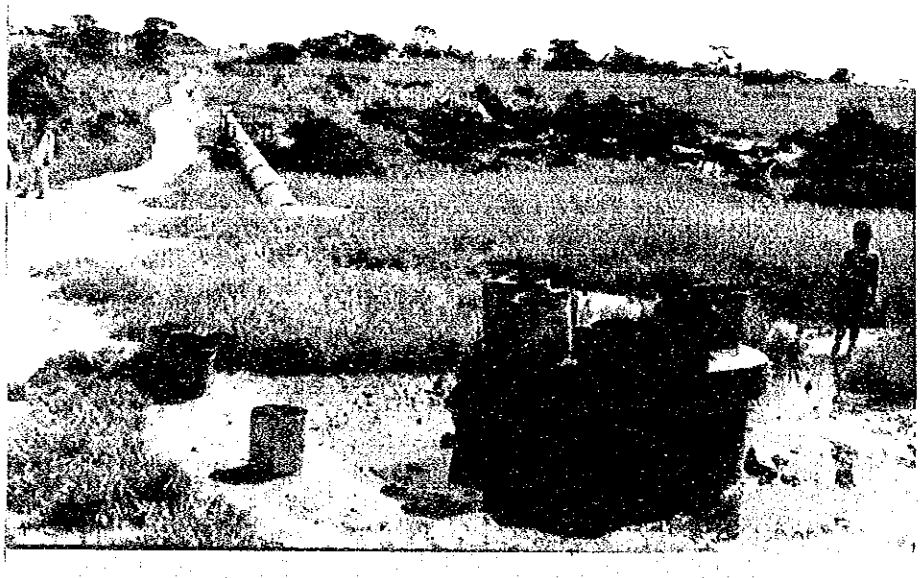
Kafue Intake Site
カフェ取水場

Sedimentation Basin at Kafue Treatment Plant
沈でん池（カフェ浄水場）

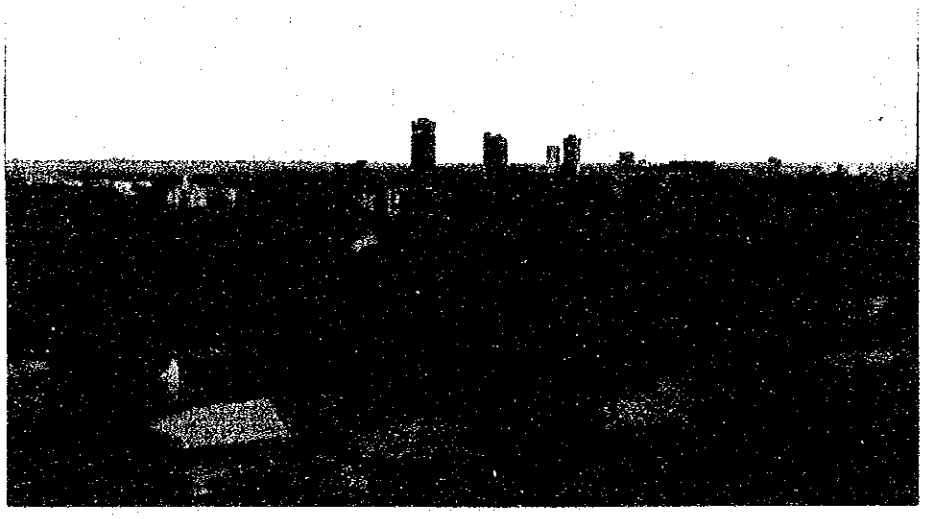
Rapid Gravity Filter at Kafue Treatment Plant
ろ過池（カフェ浄水場）



Pumping Station at Kafue Treatment Plant
カフェポンプ場



Transmission Line between Kafue and Lusaka
カフェ～ルサカ間の送水管



Lusaka City
ルサカ市

目　　次

資　料　編

要　　約

要　約

ザンビア国は独立前の１９６３年の総人口は約３４９万人であったが、独立後、その人口は急激に増加し１９８０年には約５６６万人に達した。また都市人口比率も約２０％から５０％へと増加してきている。ザンビア国は独立後、直ちに、国家開発計画を実施してきたが、農業部門に重点を置いてきたため都市整備がたちおくれ、同国の全国水道普及率（１９８０年）は４６％、１０大都市の普及率７０％と低水準に止まり、サービスレベルは低く、各戸給水の割合は１０大都市においてすら４８％に過ぎない。また商工業の発展、人口の都市集中化及び生活水準の向上等により、都市の水需要が急増してきたにも拘らず１９８０年以降の水道拡張事業が実施されなかったため全国各地で、断水等の慢性的水不足に悩まされる一方、水系伝染病の多発にも悩んでいる。

本計画の対象地域であるルサカ市はザンビア国の首都であり、同国の政治・経済・文化・交通の中心都市として、またアフリカにおける最も近代的な都市の１つとして発展してきている。１９６３年に約１２万人であった同市の人口はザンビア国の人口増加率をはるかに上廻る率で増大し、１９８５年には約６７万人となった。同年におけるルサカ市の需要水量は２７２,０００㎥／日と推定されるが、同市上水道の現況公称能力はカフェ川を水源とする表流水系（カフェ系）の１１０,０００㎥／日と４９ケ所の深井戸等の１１０,０００㎥／日を合計した２２０,０００㎥／日であり、需要水量に対し５２,０００㎥／日の水不足となっている。しかも、実際には老朽化した浄水場の浄水機器、ポンプ、送水管等により、カフェ系の供給可能量は８４,０００㎥／日に低下しており、水不足量は７８,０００㎥／日にも達していると想定される。

ルサカ市は給水事情を改善するため１９７４年より数次にわたりアフリカ開発銀行、西ドイツ政府等の援助により水道総合計画、長期計画、短期計画、緊急改善計画を樹立してきた。その主な内容は、カフェ系統の改修、地下水開発、配管網の整備、事業運営の強化等であり、その一部を実施してきたが、未だに顕著な成果を挙げていない。

このような背景から、ザンビア国政府は１９８５年に、緊急改善計画のうち中心部に当るカフェ系の浄水施設、送水施設の改修につき、日本国政府に無償資金協力の援助要請を行なってきた。これを受けて、日本国政府は国際協力事業団を通じ基本設計調査団を昭和６１年３月９日から31日までザンビア国に派遣した。

調査団はザンビア国政府及びルサカ市の関係者と要請内容について協議するとともに、給水事情、水道施設、水源、水質、水道機材等について、現地調査及び資料収集を行なった。この結果、現地の給水事情は極めて深刻であり、市民は水の汲みおき、自家製地下水揚水ポンプの設置等の自衛策を構じていることが判明し、この現状を改善するためには、緊急整備計画の中核となって

いる本計画の実施によりカフェ系の供給量を２６,０００ ㎥／日増加させ、不足水量を５２,０００㎥／日に縮少させることが有効であると確認された。

帰国後の国内解析の結果、ルサカ市上下水道局の進めている職員の技術のレベルアップ対策と並行して、本計画を実施しルサカ市の深刻な水不足の解消、水質の改善を図ることが妥当と判断された。このため、同市の供給水量の約５０％を占める表流水系（カフェ川系）の以下に示す箇所の改善及び車輛の供与を行なうこととした。

(1) 浄水施設

施設名	改善対象	改善機器
硫酸ばん土注入設備	一式	溶解槽，同撹拌機，循環ポンプ，注入ポンプ，配管等
混和池	2池	急速撹拌機
沈でん池	30池	スラッジポケット，排泥装置
急速ろ過池	20池	補充ろ材，洗砂装置，集水装置，排水トラブ，流量調節弁，空気作動式弁，空洗ブロワー，逆洗ポンプ等
消石灰注入設備	一式	溶解槽，同撹拌機，注入ポンプ，配管等

(2) 送水施設

施設名	改善対象	改善機器
カフェ送水ポンプ	4台	ポンプ，電動機，吐出弁，排気ダクト床排水ポンプ，逆止弁，配管等
ﾁﾗﾝｶﾞ中継ﾎﾟﾝﾌﾟ	4台	同上
ﾁﾗﾝｶﾞ・ﾘﾝｸｪｲｻｰｼﾞﾀﾝｸ	2池	サージタンク（RC）

(3) 電気・計装・通信施設

施設名	改善対象	改善機器
カフェ送水ポンプ	一式	受変電設備，動力設備，監視計装装置，無線電話装置
ﾁﾗﾝｶﾞ中継ﾎﾟﾝﾌﾟ	一式	同上
送電線	1,200 m	ケーブル等
ルサカ浄水場	一式	無線電話装置

(4) 車　輛

3トントラック1台及び4輪駆動ワゴン2台

上記機器の日本からルサカ市の各現場までの海上輸送と内陸輸送及び据付工事が日本側負担分工事であり、負担額は約17.6億円と見込まれる。一方、ザンビア側負担工事分は、変圧器及び送電線用ケーブルの据付・配線が主である。

本計画を実施するために必要とされる期間は交換公文（E／N）締結後27.5ケ月で、そのうち機器類の製作及び据付期間は21.5ケ月と予想される。本計画のザンビア国側担当機関は地方分権省（Ministry of Decentralization）であり、実質的な実施機関はルサカ市上下水道局である。

本計画の実施により、カフェ系の水量を安定してしかも水質を向上して供給することが可能になり、ルサカ市の抱える深刻な水量不足の緩和を図ることができる。また、本計画の実施により民生の安定と市民の生活向上に寄与すると共にザンビア国の水道技術の進歩にも寄与することが期待できる。以上のことから、本計画を日本政府の無償資金協力により、実施することは妥当であると判断する。

なお、本計画は、既存施設の機能回復であるため、維持管理に際し組織の大きな変更や人員増の必要はないと考えられる。完成後の維持管理組織は従来通りルサカ市となる。また、運転操作に手動操作方式を採用し管理し易くしているため、操作員が新設機器の運転管理に習熟し、良好な維持管理を保つことができれば本計画の効果が容易に発揮できることが期待される。そのためには、ルサカ市が維持管理要員の技術水準の向上に努め、長期的な水道技術者の養成訓練をする必要がある。また、維持管理費用に関しては、料金徴収が確実に実施されれば、給水量の増加による料金収入が維持管理・運営費用の増額を上廻ることが予想されるため、安定した健全な経営を維持することができる。

本計画が完成した後は緊急改善計画に計上されている他の既存施設、とくに配水施設の改善を速やかに実施すべきである。これにより、はじめて市民に対する水の緊急供給体制が完全に整備されたことになる。さらに、今後ますます都市人口が増加し、生活水準の向上と共に需要水量が増大し、水不足状況が深刻化していくことが予想されるため、速やかに長期整備計画を具体的に策定し、計画的、効率的に実施してゆくことが肝要である。

第1章　緒　　論

第1章　緒　　論

英国の保護領であった北ローデシアは１９６４年、統一国民独立党（UNIP）の指導者 Dr.ケネス・カウンダを初代大統領におき、ザンビア共和国として独立した。同大統領は、一党共和制を打ち出す新憲法のもと、党首であると同時に軍最高司令官として今日までその地位を確保している。

政治的独立の達成と同時に、経済的自立は国家の最重要政策となっている。その基本的方針は、銅への過度の依存から脱却し、産業の多様化を図ることであり、１９６４年から７０年代前半にかけて好調に推移した銅産業とそれに伴う政府の財政支出の拡大の結果、国内需要に依存した産業部門（農業、製造業、建設業等）が活発化したが、１９７４年後半の石油危機による世界経済の不況で、銅の需要が減り価格が低下したため、経済活動が停滞し、頼みの外貨の蓄積も底をつき現在に至っている。

この様な経済状況の中で人口の都市集中が進み、首都ルサカ市の人口は、独立当時わずか２０万人にすぎなかったが１９８５年時点で７０万人に増え、これに伴い、水需要量も増加した。同市の水道水源は市の南方５０kmを流れるカフェ川と地下水（４７ケ所の深井戸と２ケ所の砂利採石跡の湧水）である。カフェ川は安定した水源であるが、同川を水源とし１１0,0００㎥／日の処理能力を有するカフェ浄水場、同ポンプ場、チランガポンプ場等から成るカフェ系施設は老朽化し、また適切な維持管理がなされていない為、８4,0００㎥／日に供給能力が低下している。一方、地下水源の揚水量は不安定であり、１９８５年の例では雨期には１１5,0００㎥／日であったが、乾期には１割ほど減少し１０8,0００㎥／日であった。両者をあわせたルサカ市の供給能力 192,000～１９9,0００㎥／日は、同市の需要水量を２７2,0００㎥／日を、はるかに下廻っているため、現在慢性的水不足に直面している。

このため、既存施設の改善と施設の拡張を同時に図る必要があるが、財源等の面で困難であるため、ルサカ市は、まず既存施設の改善を主とする「緊急整備計画」を１９８５年に策定した。この中で、同市水道にとって重要な位置を占めるカフェ系施設の浄水施設、送水施設を改善する事業について、ザンビア国政府は我が国の無償資金協力を要請越した。

日本国政府はこの要請に応えるため、昭和６１年3月９日から同年３月３１日まで、国際協力事業団無償資金協力計画調査部基本設計調査第一課課長代理中村三樹男を団長とする基本設計調査団をルサカ市に派遣した。調査団は基本設計のため、ザンビア国政府及びルサカ市の関係者と要請内容について協議を行なうとともに、給水事情、水道施設、水源、水質、水道機材等について、現地調査ならびに資料収集を行なった。

ザンビア国政府ならびにルサカ市関係者との協議の結果得られた基本的な合意事項は、議事録としてとりまとめザンビア国と日本国の代表者が署名交換した。調査団の構成、現地調査の工程、訪問機関及び面接者、協議議事録、収集資料リスト等は付属資料として巻末に添付した。

本報告書は調査団が帰国後、国内作業において協議内容、現地踏査内容、情報、資料を解析し、本件協力の妥当性を検討のうえ、カフェ系施設の最も適切な規模と施設内容をもつ基本設計を策定したものである。

第2章　計画の背景

第2章　計画の背景

2.1　一般事情

ザンビア共和国はアフリカ南部中央（南緯８～１８°、東経２２～３４°）に位置し、北はタンザニアとザイール、東はマラウイとモザンビーク、南はジンバブエとボツワナ、西はアンゴラとナミビアの８カ国に囲まれた内陸国である。

北部タンザニア国境周辺のハイランド地域（ 2,000ｍ級）を除けば、国土総面積７５２,６１４㎢の大半は海抜９００～1,５００ｍのなだらかな台地となっており、丈の高い草や灌木などの繁るサバンナにおおわれている。一方、西部から国を取り囲むように南部国境を流れモザンビークからインド洋に注ぐザンベジ川と、それに合流するカフェ、ルアンガ両川と点在する湖沼群は肥沃な堆積土や氾濫土をもたらし、農業と牧畜業に貢献してきた。

ザンビア国は、熱帯地域に位置するが、標高が高いので年間を通して比較的涼しい快適な気候である。１１月から４月にかけて雨をもたらす赤道偏西風は、この国の農業・牧畜業にとって重要な意味を持ち、時には穀物の大収穫で国家経済を潤すが、偏西風の弱い場合には雨が降らず旱魃、飢饉をもたらす。

ザンビア国のＧＤＰは４７億Kwacha（１９８４年）であり、一人当りでは７６５Kwachaである。最近の換算レート6.5 Kwacha／ＵＳドルを用いると、上記は各々７億ＵＳドル（邦貨約1,２００億円）、１２０ＵＳドル（邦貨約２万円）になる。ザンビア国政府は産業の多様化を図っているが依然として銅資源に代表される鉱業部門の割合は高く、ＧＤＰの３０％を占め、これに続く農業、工業は各々１０％にすぎない。このため、国内経済は銅価格の世界的変動に大きく影響されており、近年の世界経済不況に伴う価格低下により輸出額が減少し、他面輸入額は増加しており経済的に苦境に立たされている。

鉱工業に代表される近代産業は北部のコッパーベルト州から首都ルサカ市を経て南部のリビングストン市に至る鉄道沿いに発達し、この地域に人口が集中している。この沿線を除くザンビア全土では農業が盛んである。鉱工業と農業間にみられる所得格差は、地方から都市への人口流入を促進し、全人口に対する都市人口の比率は１９６３年には２０.５％であったが、１９８０年には４３.０％に増大し、１９８５年には５０.０％に達した模様である。なお、全国の人口は５６６万人（１９８０年）であり人口密度は８人／㎢である。

2.2　国家開発計画

ザンビア国は、１９６４年の独立後、緊急開発計画（１９６４年１月～１２月）と、暫定開発計画（６５年１月～６６年６月）を実施した後、第１次開発計画（６６年７月～７０年１２月）を策定した。主要目標は、経済の多様化、都市と農村地域の地域格差の是正、人材養成（人材のザンビア化）におかれ、実質経済成長は年平均１０.６％を達成した。

第１次計画とほぼ同じ目標を掲げた第２次国家開発計画（７２年１月～７６年１２月）は、当初の予定より１年遅れて開始されたが、実質経済成長はわずか3.4％にとどまった。これは、銅の国際価格の変動や南ローデシア（現ジンバブエ）との国境封鎖といった外部要因に加えて、ザンビア化による熟練労働者の不足といった内部要因が大きく影響したことによる。

第２次計画終了後、すぐに第３次国家開発計画が開始される予定であったが、ザンビアの引続く経済停滞、国際収支の悪化の中で実施は大幅に延期され、８０年１月からようやく第３次計画（８０年１月～８４年１２月）が開始されることになった。基本目標は、これまでの第１次、第２次計画と大きく異なるものではないが、地域開発、特に農業開発により重点がおかれている。主な目標は、具体的には、①公平な社会主義型経済を確立するための経済開発の推進、②労働集約型技術の採用による雇用機会の増大、③銅依存から脱却するための経済構造の多角化、④農村・地域開発の推進、⑤国内原材料を用いた工業生産の拡大、⑥銅以外の鉱産物の開発、⑦所得格差の縮少、⑧ザンビア化の促進、⑨教育・訓練設備の拡充による人材育成、⑩物価の安定などである。

なお、第３次計画に次ぐ第４次国家開発計画は、１９８５年１月に開始されるはずであったが、同初より遅れて、１９８７年当初に発表される予定である。

緊急開発計画から第３次計画に至る全ての国家計画に共通する水道部門の目標は、水道普及率を向上させることであるが、銅価格の低迷を主要因とする国家経済の不況と農村部門への多額の投資の結果、満足すべき成果を得ていない。

2.3　水道事業

2.3.1　組　　織

ザンビア人は、言語・習慣などにより７３種の部族に分けられる。こうした多部族を抱える政府は" One Zambia One Nation "を国家標語に、部族の統一、国家の統一を呼びかけ

ている。しかしその中央集権制度にも弊害があらわれてきたため、１９８０年に改正された地方行政法（Local Decentralization Act，１９８０）は地方自治の強化を提唱している。これを促進するため、中央政府のMinistry of Provinicial and Local Governmentは名称も１９８１年にMinistry of Decentralizationに改称された。なお、同省の組織は図2.1に示すとおりである。

水道事業は地方行政法で明確に規定されており、地方政府すなわち５７の district council(注)の責任であり、水道事業を含む地方政府はMinistry of Decentralization の監督下にある。しかし、地方政府職員の質・量とも不十分なため、（水道整備に係る１０ケ年計画報告書による）大都市といくつかのdistrictを除く、地方の多くは、実際には農業・水開発省の水資源局の技術的・資金的援助をあおいでいる。水資源局の活動は、水利権の調整を主とした水資源法（Water Act，１９６４）に基づいているが、組織（図2.2参照）の比較的しっかりしている水資源局ですら独立以来、各役職、特に水道技術者のポストは満たされなかった。１９８３年1月現在、水資源局水道課の定員２２名の内、課長職を始め８名が欠員である。同局は、慣例的に、地方政府水道事業に対して行なってきた資金的、技術的援助を同局の事業として明確化するため１９８１年同法の改正案を国会に提出しており、同改正案によって、水道整備計画の認可権の獲得と地方政府の技術支援を行なう事を計画中である。

なお、ザンビア国は水道整備に係る１０ケ年計画（2.5節参照）を実施しているが、同計画の実現を図るためには地方政府であるdistrict councilの組織の強化が必須であることが指摘されている。図2.3と図2.4は、同計画で提案されているdistrict councilの上下水道局の組織図である。図2.3は、人口１５万人のLarge Urban Areas(LUAs)の上下水道局の組識図であるが、上下水道局は計画（Project）、財務（Accounts）、維持管理（Operation and maintenance）に分けられている。人口に比例して、職員数が必要とすると仮定すると、１０ケ所のＬＵＡｓで１９９０年までに養成しなければならない職員数は大学卒のProfessional ６５名、専門学校卒のSub-Professional あるいはTechnician １８０名、熟練工７００名と推定している。一方、図2.4に示す４７ケ所のdistrict councilの組

（注） ザンビア国は、図2.5に示すように9 Province（州に相当）に分けられるが、各Provinceはさらに、図2.6に示すようにDistrictに分けられる。全国には５７のDistrictがあり、５７のDistrict Councilが５７箇所のdistrictの行政を各々行なっている。５７のdistrictの中で市街化の進んでいる１０ケ所は、ＬＵＡｓ（市に相当）と呼ばれ図2.5に示すように鉄道沿いに集中して分布しており、全国人口の３３％を占める。残りの４７ケ所のDistrict(郡に相当)は大半が村落であるが、この中で市街化が進んだ７５ケ所の村落をSmall Urban Townships（ＳＵＴｓ、町に相当）と呼び全国人口の７％を占めている。なお、ＬＵＡｓとＳＵＴｓの１ケ所当り平均人口は、１９８０年で各々１９万人、５千人である。

図 2.1 地方分散省組織図

Fig.2.1 Organization Chart
Ministry of Decentralization
Proposed in 1985

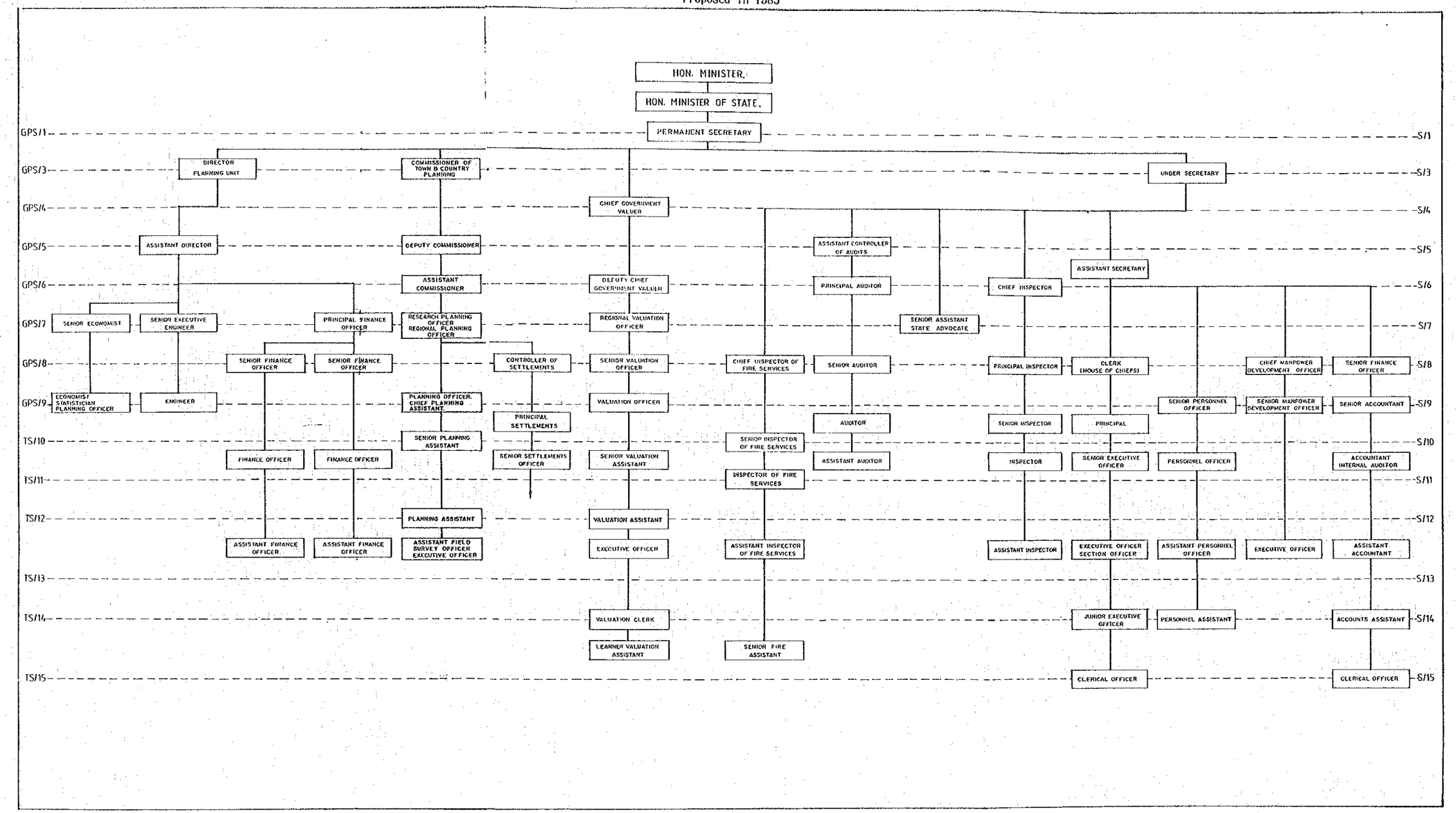


図 2.2　水資源局組織図
Fig.2.2 GENERAL ADMINISTRATION CHART, DEPARTMENT OF WATER AFFAIRS

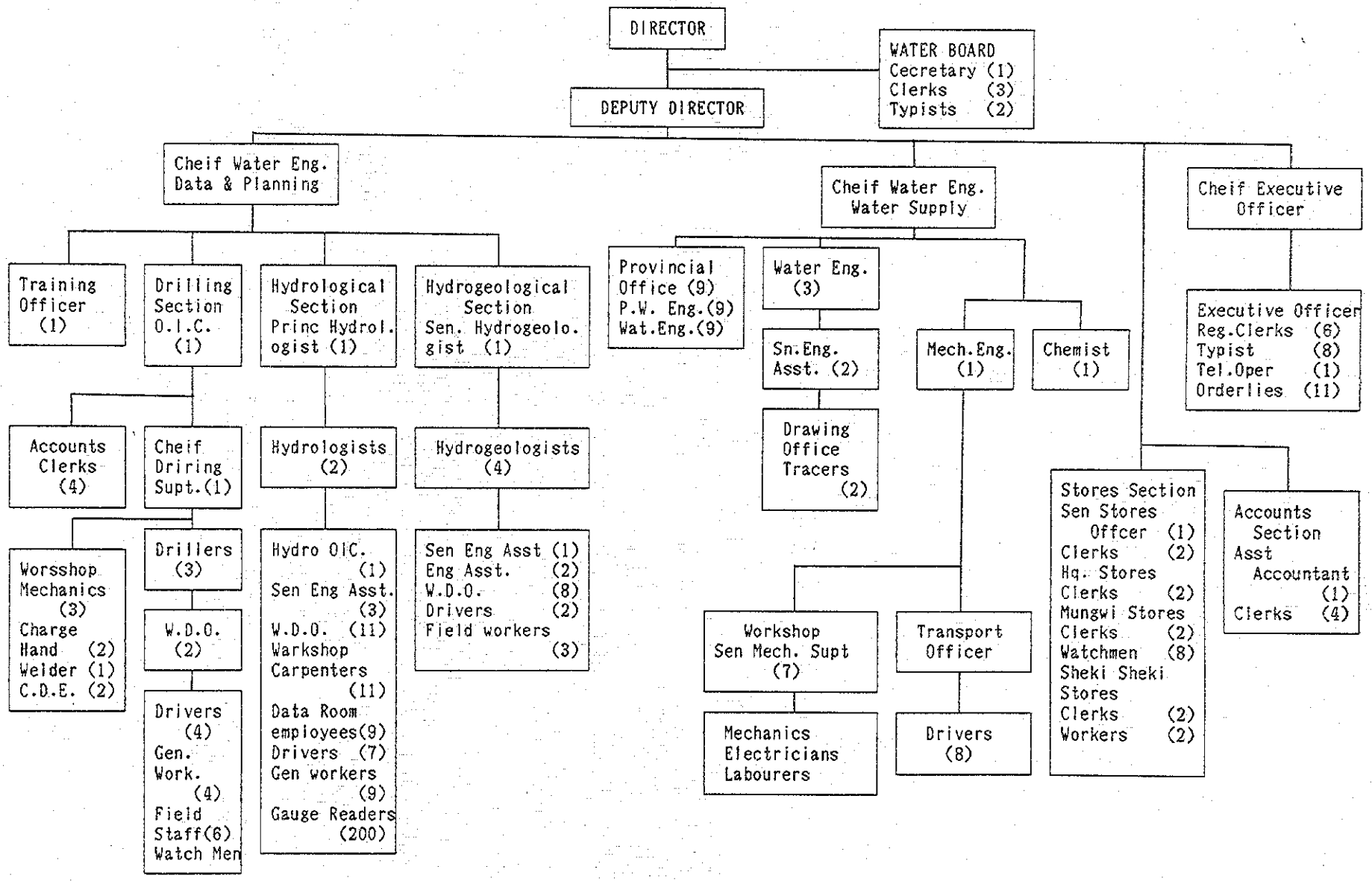
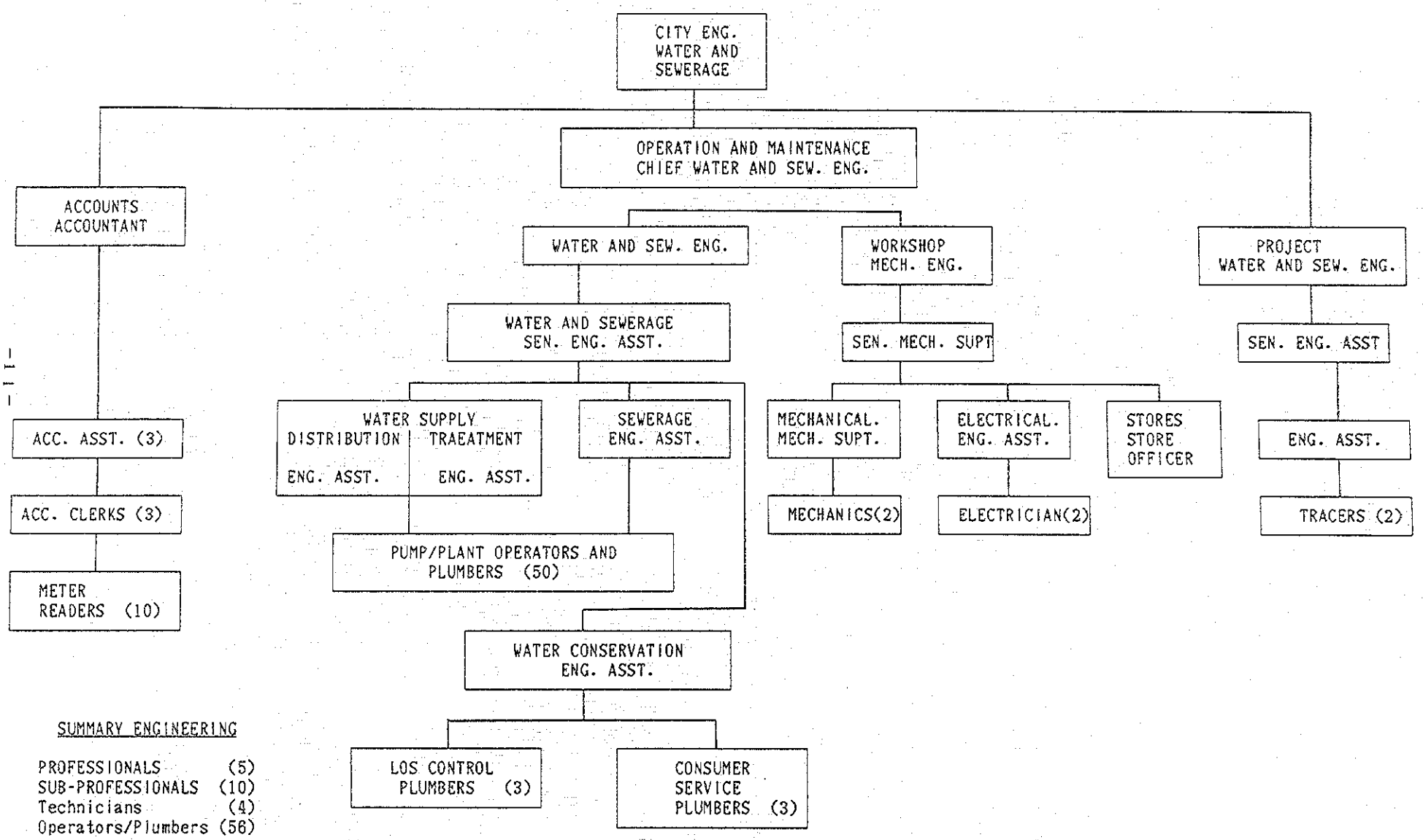


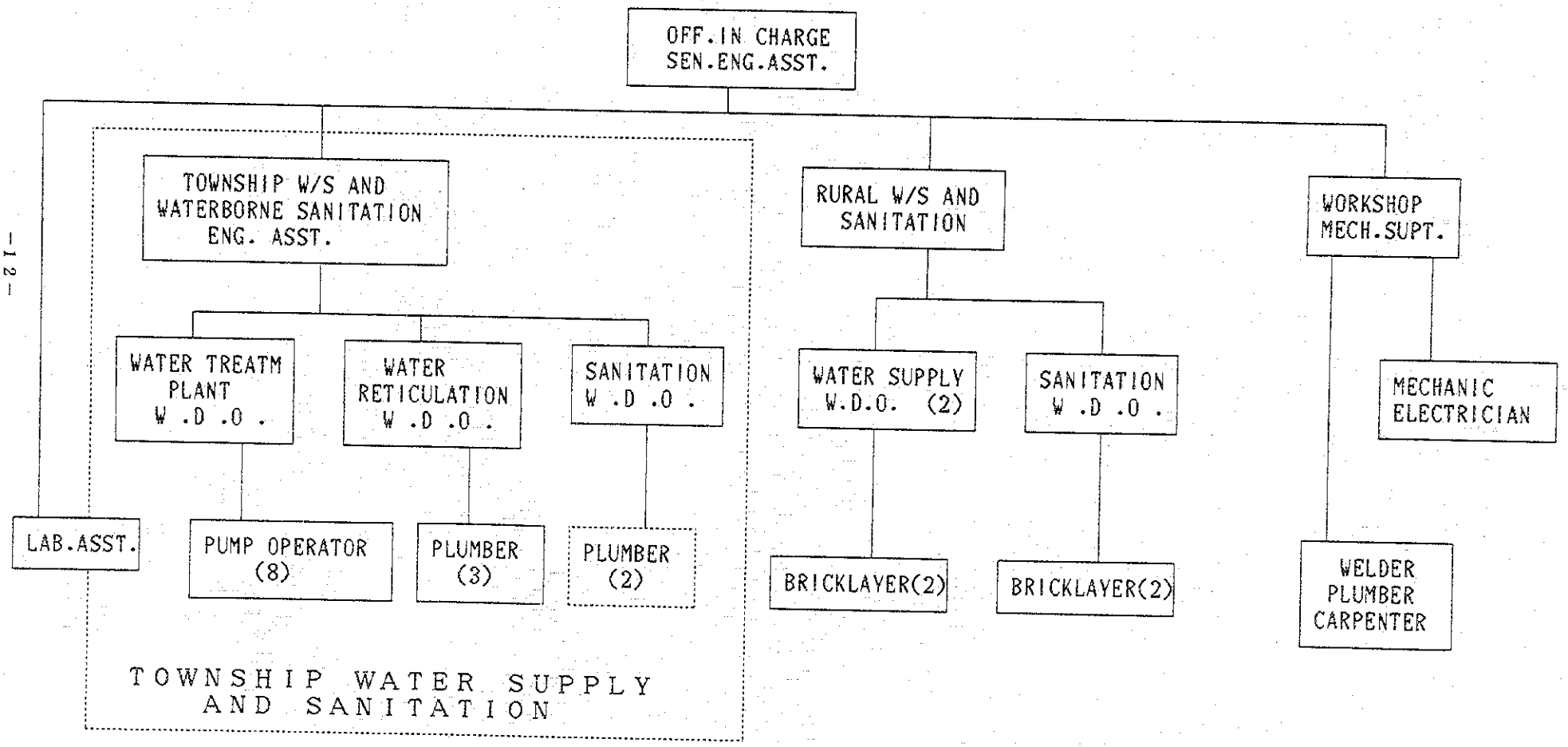
図 2.3　ＬＵＡｓの上下水道局組織図（案）
Fig. 2.3　PROPOSED ADMINISTRATION OF WATER AND SEWERAGE SECTION OF A TYPICAL LARGE URBAN AREA



SUMMARY ENGINEERING

PROFESSIONALS	(5)
SUB-PROFESSIONALS	(10)
Technicians	(4)
Operators/Plumbers	(56)

図 2.4　District Council（LUAsを除く）の上下水道局組織図（案）
Fig.2.4　Proposed Administration of Water and Sewerage Section for a Typical District Council



POPULATION BY PROVINCES AND URBAN AND RURAL AREAS

	1980 census	1974 Sample Census Final Results	1969 Census	1963 Census	1969-1980 Average annual growth rate (%)	1969-1974 Average annual growth rate (%)	1963-1969 Average annual growth rate (%)
Total Zambia	5,661,801	4,677,000	4,056,995	3,490,170*	3.1	2.9	2.5
Provinces:							
Central	511,905	397,000	358,655	309,407	3.3	2.1	2.5
Copperbelt	1,251,178	1,046,000	816,309	543,465	3.9	5.1	7.0
Eastern	650,902	570,000	509,515	479,866	2.3	2.3	1.0
Luapula	420,966	321,000	335,584	357,018	1.9	−0.9	−1.0
Lusaka	691,054	522,000	353,975	195,757	6.3	8.1	10.4
Northern	674,750	584,000	545,096	563,995	2.0	1.4	−0.6
North-Western ...	302,668	242,000	231,733	211,189	2.4	0.8	1.6
Southern	671,923	534,000	496,041	466,327	3.0	1.5	1.0
Western	486,455	460,000	410,087	362,480	1.6	2.3	2.1
Large Urban Areas:							
1 Chililabombwe ...	61,928	56,000	44,862	34,165	3.0	4.7	4.6
2 Chingola	145,869	134,000	103,292	59,517	3.2	5.3	9.6
3 Kabwe	143,635	99,000	65,974	39,522	7.3	8.4	8.9
4 Kalulushi	59,213	41,000	32,272	21,303	5.7	4.7	7.2
5 Kitwe	314,794	251,000	199,798	123,027	4.2	4.6	8.4
6 Livingstone	71,987	58,000	45,243	33,026	4.3	5.0	5.4
7 Luanshya	132,164	121,000	96,282	75,332	2.9	4.6	4.2
8 Lusaka	538,469	401,000	262,425	123,146	6.8	8.9	13.4
9 Mufulira	149,778	136,000	107,802	80,609	3.0	4.7	5.0
10 Ndola	282,439	229,000	159,786	92,691	5.3	7.4	9.5
Total Urban (including small urban areas) ...	2,258,519	1,663,000	1,192,116	715,020	6.7	6.9	8.9
Total Rural	3,403,282	3,014,000	2,864,879	2,774,484	1.1	1.0	0.5
Percentage Urban ...	39.9	35.6	29.4	20.5			

*Includes 666 railway travellers.

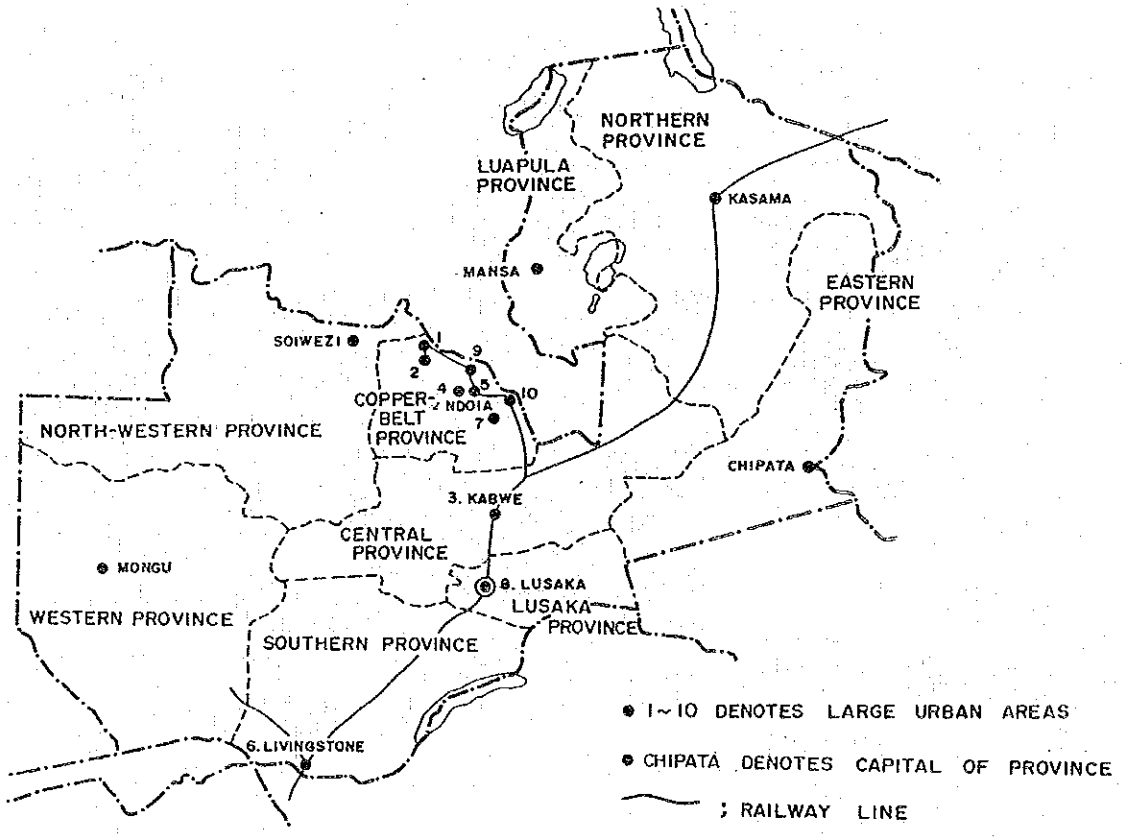


図 2.5 LUAs位置図

Fig.2.5 Location of LUAs

織は、ＬＵＡｓの上下水道局の組織と異なり、施設の維持管理に重点を置いている。さらに維持管理組織は表流水を主水源とする水道施設を有するSmall Urban Townships（SUTs）と地下水源を主とし、ポイント給水を中心とする村落とに分かれている。

2.3.2　事業主体

５７のdistrict councilの内、首都ルサカを含む１０箇所（図2.5参照）はLarge Urban Areas（LUAs、市に相当）と呼ばれ、全人口の３３％を占めているが、この水道事業は表2.1及び図2.6に示すように名実ともにLUAsの責任であり、その経営も中央政府からの援助はなく、独立採算制を原則としている。残りの４７district は全人口の７％を占める７５のSmall Urban Townships（SUTs）と、面積的には国土の大半を占めるその他の村落（全人口の６０％）に分かれる。ＳＵＴｓに係る水道の建設・維持管理は、表2.1に示すようにdistrict councilが１９ケ所、鉱山会社あるいは公益事業の行なっているのが７ケ所であるが、残りの４９ケ所はdistrict councilに充分な人員と事業費がないため水資源局がdistrict councilの代りに事業を行なっている。村落の水道の建設はdistrict councilに余力がないため、水資源局が代りに行なっているが、維持管理はdistrict councilが行なっている。なお、自力で水道事業を行なっているdistrict council、鉱山会社等でも、人的資源が充分でないため、随時、水資源局の技術指導を受けている。

2.4　水道施設と給水の現状

ザンビア国で水道に使用されている水源は表流水と地下水に分けられるが、国土の大部分がザンベジ川とその支川であるカフェ川、ルアンガ川の流域に属しているため表流水源の大半はザンベジ川水系である。しかし、一般的には、都市のある高原と河川の標高差は３００ｍ程度あり、両者の距離も離れているため、表流水の利用に際しては、取水ポンプの使用を余儀なくされる。このため、水需要量の多い大都市の場合には、高揚程のポンプと遠距離導水管の施設等の建設、維持管理を行なう必要がある。大都市の場合には経済的・技術的にこれの対応が可能であるが、町村の場合には難かしいため、不安定かつ不衛生ではあるが、町村に近い小河川あるいは浅井戸・深井戸等の地下水に依存する傾向が強い。地下水は国全体で賦存状況が良好であるが、ルサカ市近辺にみられるような石灰岩地域を除けば、その揚水量は少ない。しかし、需要量の少ない村落給水には充分である。

ザンビアの水道普及率は、表2.2に示すように１９８０年で４６％である。同率は、大都市ほど高く、Large Urban Areas(LUAs)では７０％、Small Urba Townships（SUTｓ）では４５％であるが、村落では３２％にすぎない。

表 2.1　水　道　事　業　体

分　類	数	Major Piped Scheme	Small Piped Scheme	Point Supply (Well)
Large Urban Areas (市)	10	市に相当する District Council (建設・維持管理)	----	----
Small Urban Townships (町)	75	郡に相当する District Council (19) 鉱山会社あるいは公益事業(7) 水資源局(49) (建設・維持管理)	----	水資源局 (建設) 郡に相当する District Council (維持管理)
Rural Area (村落)	*	----	水資源局 (建設) 郡に相当するDistrict Council あるいは 水資源局 (維持管理)	水資源局 (建設) 郡に相当する District Council (維持管理)

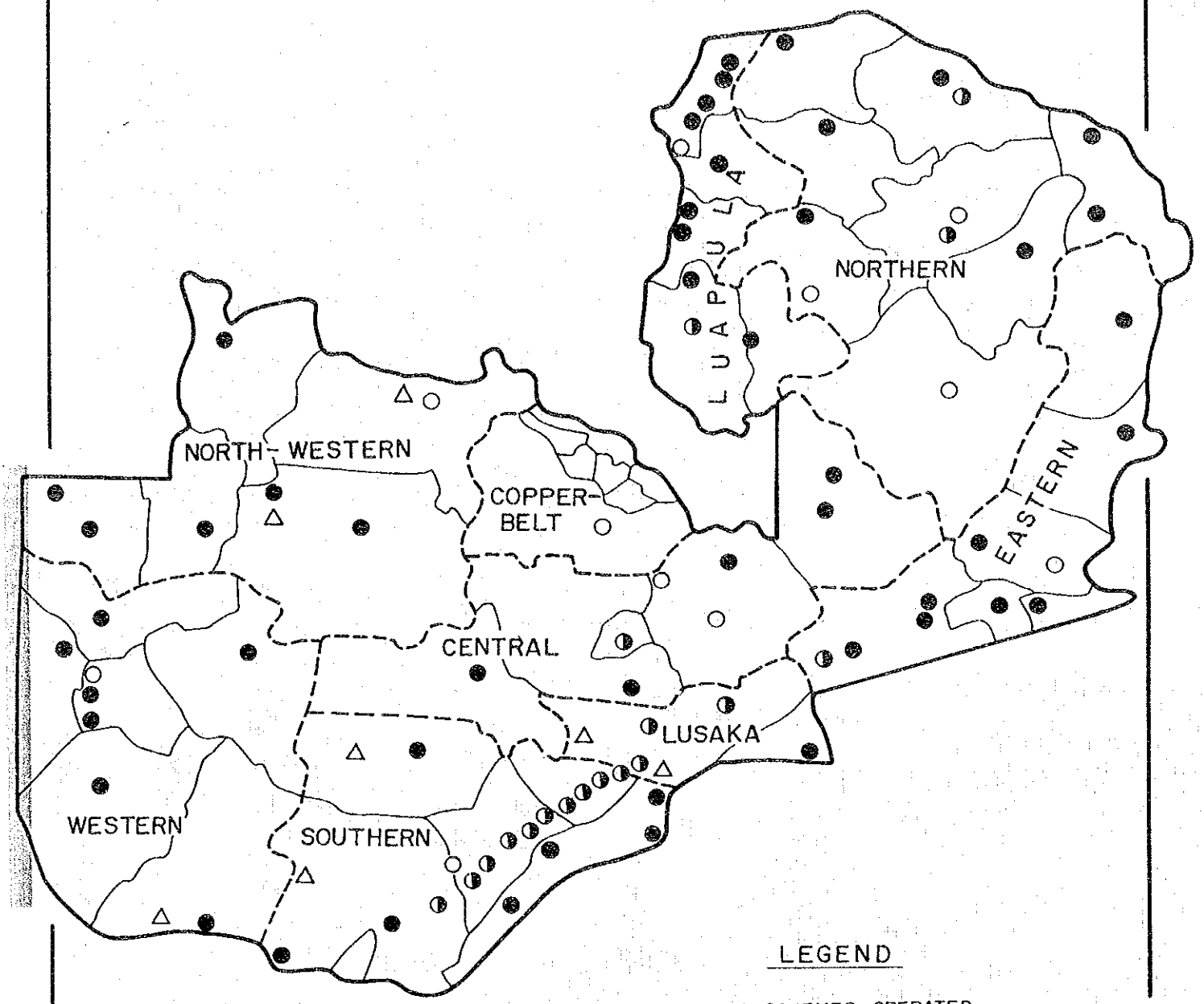
〔Source: Decade Report, 1983〕

*：47 district のうち、75ケ所の町 (Small Urban Townships, SUTs) を除く地域。 なお、75 ケ所の町と、村落は District Council に属している。

表 2.2　給水普及率と水源 (1 9 8 0 年)

分　類	数	総人口 (万人)	給水人口 (万人)	給水普及率 (%)	水源 (%) 表流水	水源 (%) 地下水
Large Urban Areas	10	190	133	70	90	10
Small Urban Townships	75	54	24	45	75	25
Rural Area		324	104	32	22*	78
合　計		568	261	46		

* piped supply system であり、水源が地下水の場合もある。
(Decade Report, 1983)



LEGEND

○ ------ COUNCIL SCHEMES OPERATED, CONSTRUCTED OR TO BE UNDER DWA (水資源局)

● ------ SCHEMES COMPLETELY UNDER DWA (水資源局)

◑ ------ SCHEMES COMPLETELY UNDER DISTRICT COUNCILS

△ ------ SCHEMES UNDER PARASTATALS (公益法人) OR MINING COMPANIES (鉱山会社)

NATIONAL BOUNDARY 国境

DISTRICT BOUNDARY 市、郡境

PROVINCIAL BOUNDARY 州境

図 2.6 水道事業主体

Fig. 2.6 Water Supply Undertakings

この図には示していないが
10 の LARGE URBAN AREAS の水道事業は
DISTRICT COUNCILS ◑ が行なっている。

[SOURCE : DECADE REPORT, 1983]

水需要量の多いＬＵＡｓ、ＳＵＴｓの水源は表流水が多く、沈でん、ろ過、塩素滅菌等の浄水処理を行なって給水している。これら都市部では、各戸給水の割合が高くなり、ＬＵＡｓでは全人口の約半分の４８％、ＳＵＴｓでは全人口の約４分の１の２７％である。これに対し、村落では表流水を水源とする水道施設は２２％に下り、残りの７８％が地下水源（浅井戸３６％、深井戸４２％）である。地下水源の水道は、手押しポンプによるスポット給水である。このため、水使用者は１００ｍ～数kmの水運搬を余儀なくされている。

なお、全国の水道の普及率が４６％と低く、国民の半数以上が不衛生な小川等の水を消毒もせず使用せざるを得ないため、表2.3に示すようにザンビア国では水系伝染病も多く発生している。

表 2.3　病名と被治療人員
（１５才以上、１９８０年）

病　名	治療人員	全人口に対する割合(%)
呼吸器系疾患	1,110,000	18
下　痢	749,000	12
負　傷	584,000	9
マラリヤ	523,000	8
眼系疾患	337,000	5
ﾋﾞﾙﾊﾂﾂ住血吸虫	201,000	3
耳系疾患	149,000	2
疥　癬	141,000	2
歯科系疾患	137,000	2
潰　瘍	69,000	1
合　計	4,000,000	63

〔Source: MOH/Bulletin of Health Statistics (Vol.2) 1980〕

2.5　水道施設整備計画

2.5.1　概　要

第３次国家開発計画（１９８０～１９８４年）では、水道整備計画の目標として次のものを掲げている。

(1) 清浄で豊富な水を多数の人々に供給する。

(2) 水質汚染防止対策を講ずる。

(3) 多くの水使用者が満足できるよう、水使用権の調整を図る。

(4) 国と地域毎の"水機関"を設立する。

一方、国連は１９８０年代を「水と衛生の１０年」と提唱した。これらを受けてザンビア国政府は１９８３年に、給水普及率を１００％にすることを目標として同国の水道整備に係る１０ケ年計画を発表した。この実現に向けて、実施スケジュール（１９９０年と２０００年の２ケース）とサービスレベル（高レベルと低レベルの２ケース）をパラメータとした４つの代替案が策定された。５６８万人（１９８０年）の人口は、１９９０年には１７８万人増加して７４６万人に達し、さらに２０００年には２０５万人増加し９５１万人に達すると予想しているが、これらの増加人口と１９８０年の未給水人口３０７万人に水道を供給する計画である。

同計画では、サービスレベルに応じて人口一人当りの水道施設整備単価を用いて、各代替案を実施するための費用を表2.4に示すように算出している。オークション実施前の価格で総額2.９５～6.２４億Kwacha、年当りでは3,１００万～6,５００万Kwachaである。一方、現在ＬＵＡｓ、ＳＵＴｓ、村落が、水道に投資している金額は年当り1,６００万Kwacha程度であり、計画実現のためには、２倍～４倍の投資が必要となる。このため、同計画を実現するためには、財源の確保を図るとともに、人材の養成・組織の強化を図る必要のあることが強調されている。

一方、毎年の国家年次計画の水道に関する目標は、水道整備に係る１０ケ年計画に沿ったものであり１９８６年の年次計画の目標は次のとおりである。

(1) 清浄な飲料水の供給をふやす。

(2) 表流水、地下水をコントロールする。

(3) 料金徴収を改善する。

表 2.4　水道普及率を１００％にするための所要資金

Table 2.4　Capital Expenditure for Water Supply

(Unit: million kwacha)
(1 kacha = 26 円)

Alterative	1	2	3	4
Service Level	High	Low	High	Low
Implementation Period	1984 ～ 1990	1984 ～ 1990	1984 ～ 2000	1984 ～ 2000
LUAs	131	97	247	200
SUTs	137	103	236	187
Rural Area	122	95	141	111
Total	390 (101億円)	295 (77億円)	624 (162億円)	498 (129億円)
Per Year	65 (17億円)	49 (13億円)	39 (10億円)	31 (8億円)

(Source: Decade Report, 1983)

これらの諸目標は、その達成のための努力にもかかわらず水道施設の拡張は、経済事情の悪化により、投資額が表 2.5 に示すように近年増加しているとはいえ少額であったため、充分満足されなかった。

表 2.5　市・郡の水道等への投資額

(単位：kwacha)

1982	1983	1984	1985	合　　計
410,000	4,445,588	8,392,555	14,049,000	27,297,143

(Source: Economic Review and Annual Plan 1986)

2.5.2　整備計画

前節にのべたとおり、水不足は全国的に生じているが、なかでも人口増の激しい都市部において著しい。このため、少ない投資で効果のあげやすい既存水道施設の改善に、当面の重点がおかれている。１９８６年の年次計画では給水普及率を１９９０年までにすくなくとも５０％にする予定である。

このため、水道整備に要する財源は、大部分が外国からの援助なしでは進展しない状況である。その具体的内容は表2.6（地方分散省主管：主に市街部水道整備）及び表2.7（水資源局主管：村落水道整備）に示す。１９８６年予算の例でみると、地方分散省所管のdistrict council の水道投資予算（表2.6参照）2,４６９万Kwacha の７２％が外国のローンである。ここにある１０の水道は市・町の責任で行なっているものであり資金源も無償でなくローンが多い。１０市町の所在地は、Chipata 州を除けば、Copperbelt 州から Lusaka 、Central 州を経て Southern 州に至る鉄道ぞいである。一方、表2.7に示す事業は村落給水が主であり、先にも述べたように地方政府の能力が不足しているため、水資源局が事業を実施しているものであり、資金源も無償の割合が増えてくる。水資源局の投資予算3,７５８万 Kwacha の８６％が外国のローンあるいは贈与資金である。

表　2.6 District Council の 1986 年度水道事業計画，地方分散省扱い

Table 2.6 General Loans to District Councils from Ministry of Decentralization

[unit: thousand kwacha]

Project Name	District	Province	Total	Zambia	Foreign	Aid Organization
1. Township, Council's Site and Services	7 townships	—	5,590	—	5,590	EEC Loan
2. Kafue Sewerage Treatment Plant	Lusaka Rural	Lusaka	200	50	150	ADB/ADF Loan
3. Ndola Water Supply & Sewerage Services	Ndola Urban	Copperbelt	7,200	1,800	5,400	ADB/ADF Loan
4. Livingstone Water Supply & Sewerage Services	Livingstone	Southern	7,000	1,750	5,250	ADB/ADF Loan
5. Chipata Water Supply	Chipata	Eastern	10	10	—	—
6. Kabwe Underground Water Supply and Sewerage Treatment Plant	Kabwe Urban	Central	1,789	1,789	—	—
7. Choma Water Supply	Choma	Southern	1,500	375	1,125	ADB Loan
8. Kalomo Water Supply	Kalomo	Southern	300	75	225	ADB Loan
9. Monze Water Supply	Monze	Southern	1,000	1,000	—	—
10. Kasama Water Supply	kasama	Southern	100	100	—	—
Total			24,689	6,949	17,740	

(Source: Economic Review and Annual Plan, 1986)

表 2.7　District Council の 1986 年度水道事業計画，農林・水開発省扱い

Table 2.7　Expenditure of Department of Water Affairs for Water Supply Programme

[unit: thousand kwacha]

Project Name	Province	Total	Zambia	Foreign	Aid Organization
1. Provincial Water Works	All	2,190	2,190	—	—
2. Water Supply	Western	7,563	—	7,563	NORAD Grant
3. Township Water Supply Programme	Northern Sector	9,400	2,350	7,050	IDA Loan
4. Township Water Supply Programme	Southern Sector	6,500	—	6,500	EEC Grant
5. Township Water Supply Programme	Northern-Western	8,000	—	8,000	KFW Loan
6. Office and Service Buildings	—	900	900	—	—
7. Canal Development	(Mongu/Kalabo)	1,000	—	1,000	Netherland Grant
8. Public Stand Post Water Supply Project	All	223	—	223	International Reference Centre Grant
9. Water Supply	Central	1,562	—	1,562	KFW Loan
10. Operational Training Course	—	240	—	240	EEC Grant
Total		37,578	5,440	32,138	

(Source: Economic Review and Annual Plan, 1986)

第3章　計画地の概要

第3章　計画地の概要

3.1　一般事情

ザンビア共和国の首都ルサカ市は、１９０５年鉄道駅の開業に伴い歴史の幕を開けた。当時英国保護領であったザンビアは、北東ローデシアと北西ローデシアに分割されていたが、１９１１年北ローデシアに統一され、新しい首都として、標高1,2６０～1,3００mの亜カルスト地形上に位置しているルサカ市が国土の中心である点と、快適な気候の点から選定された。４～９月が乾期、１０～３月が雨期であり、年間雨量は８００mm程度である。月平均気温は６、７月が最も低く１６℃、１０月が最も高く２４℃である。

同市の人口は１９５４年、５4,7９3人であったが、１９６４年独立以降、急速な経済成長とそれに伴なう地方からの人口流入により、１９６９年には２６2,4２５人に増加した。その後も人口は伸びつづけ１９８０年には５２６,0００人（人口密度は１５人／ha）とザンビア国人口の１０％を占めるに至った。近年の人口伸び率を勘案すると１９８５年には約700,000人に達しているものと思われる。

ルサカ市の行政区域は１９７０年に周辺地区を併合してGreater Lusaka となり、その面積は９０Km²から３６０Km²に拡大した。駅周辺が商業地域であり、駅の西側に工業地域が発達している。駅の東部の官庁街に続き、人口密度４０人／ha以下のHigh Cost住居が拡がっている（図3.1参照）。なお、生活の向上、人口の都市集中化により住宅建設が需要に追いつかないため、住宅が不足がちであり、住居の３割がSquatter と推定される。

一方、国内の発電には水力、火力の両方が用いられているが、豊かな水量に恵まれ、水力発電の割合が高く、国内需要をまかなうにとどまらず、近隣諸国にまで売電しているため、ルサカ市の電力事情は良好である。

3.2　水道事業

3.2.1　組　織

ルサカ市の上下水道局は、表3.1及び図3.2に示すように８課に分かれているが、Sewerage Section（下水道課）を除く７課が上水道業務に関わっている。本計画と密接な関係があるカフェ系すなわち、カフェ川を水源とする取水、浄水場、送水ポンプ場、中継ポンプ場、導水管（施設の現状は3.5節参照）等各施設の管理運転は、Kafue Water Works Sectionが担当している。同課の組織は、図3.3に示すとおりであり、総定員は１２９名となっている

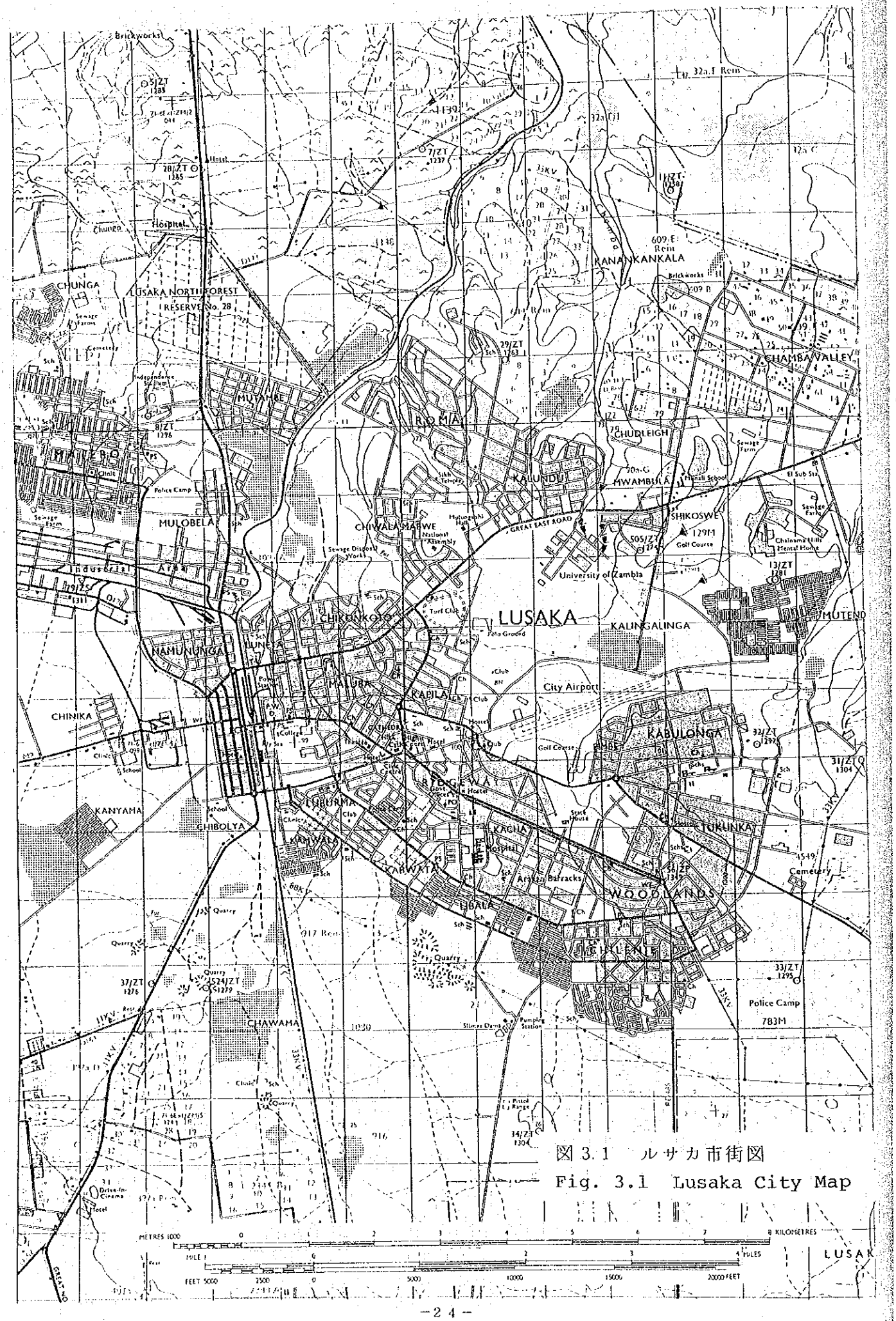


図 3.1　ルサカ市街図

Fig. 3.1 Lusaka City Map

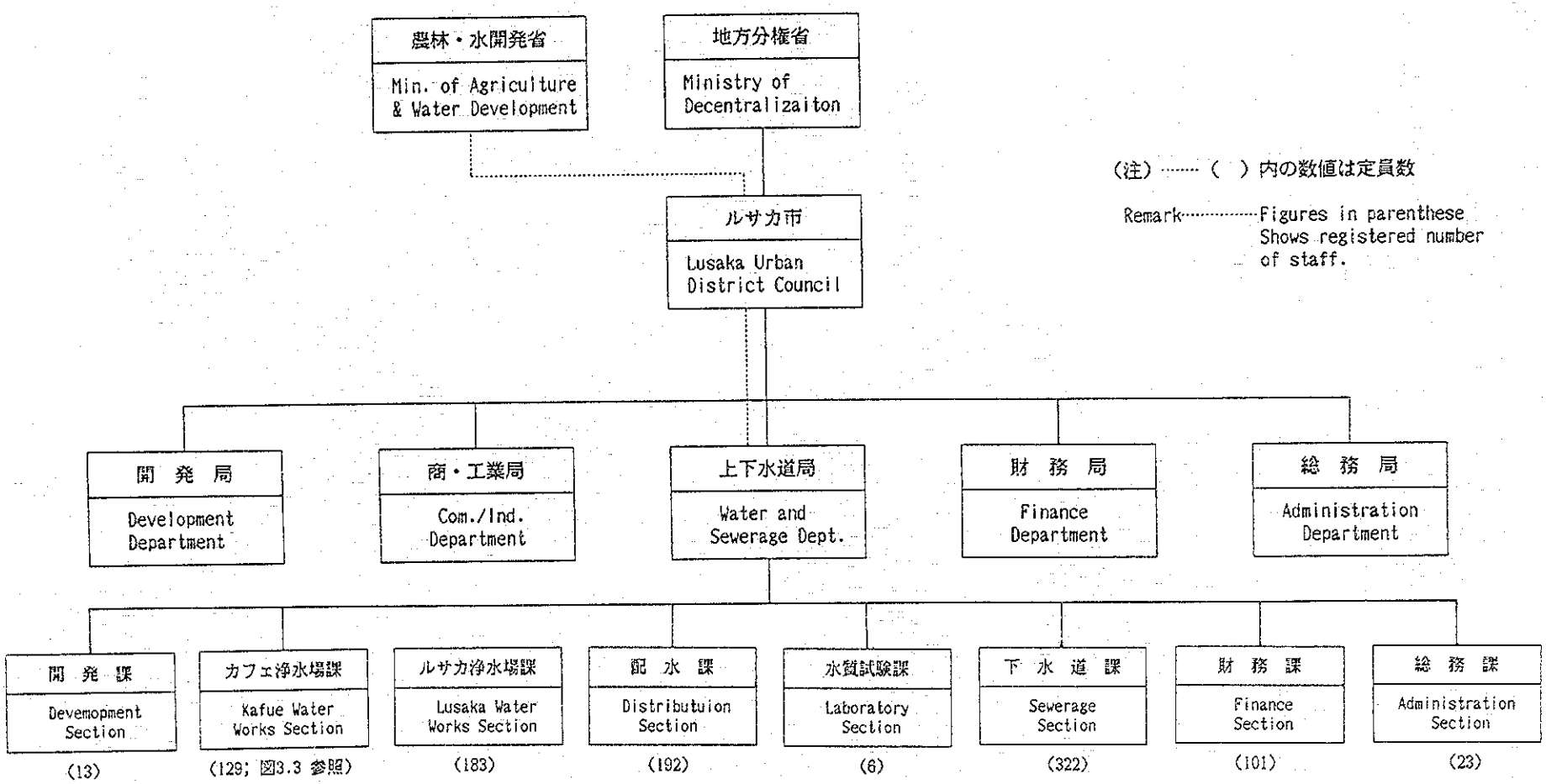


図 3.2　ルサカ市と同市上下水道局の組織図

Fig. 3.2　Organization of Water and Sewerage Department, Lusaka Urban District Council

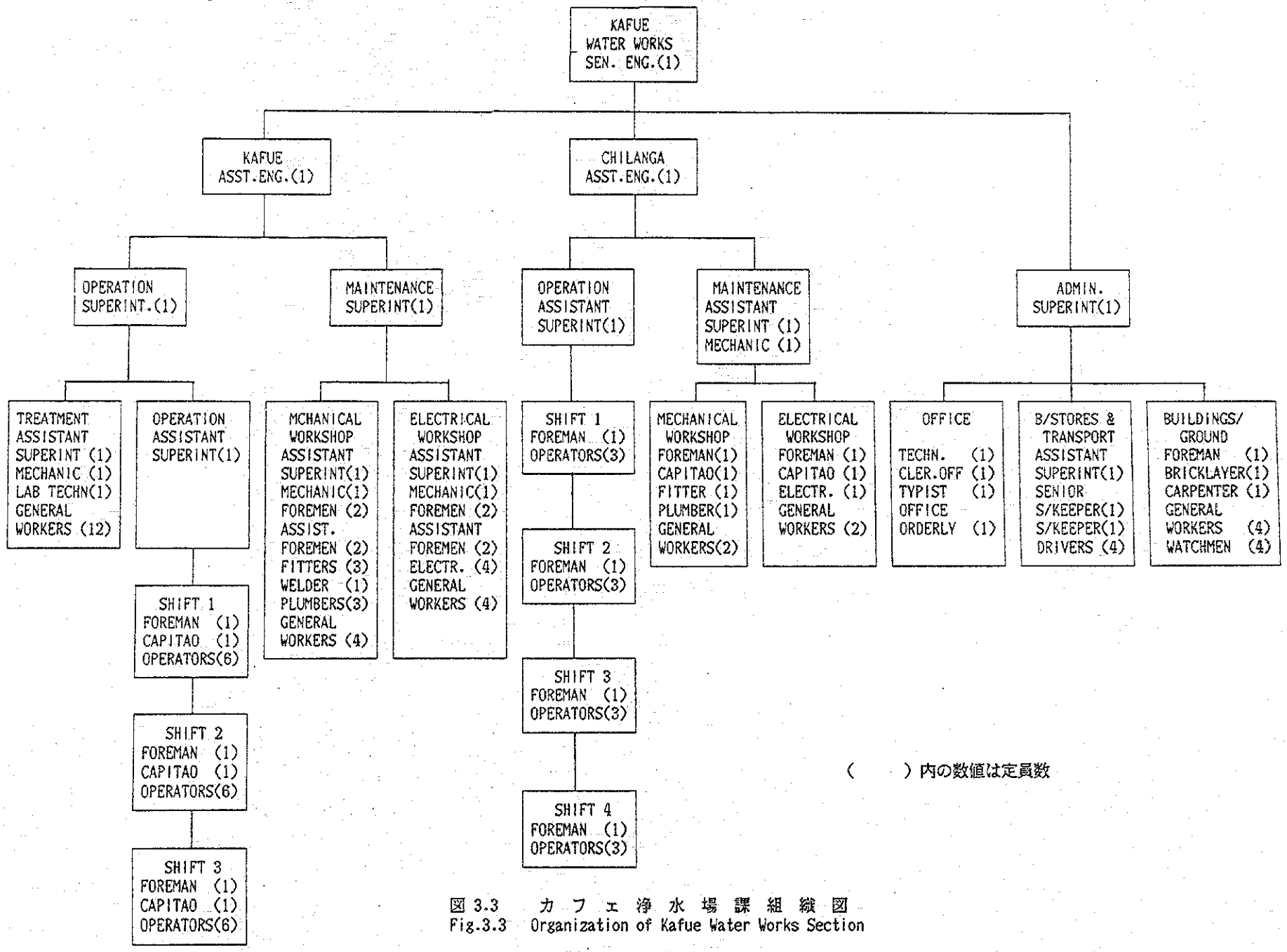


図 3.3　カ フ ェ 浄 水 場 課 組 織 図
Fig.3.3　Organization of Kafue Water Works Section

ものの、Assistant Superintendent, Foreman等の中・下級管理層を中心として１６名の欠員が生じている。

表3.1　ルサカ市上下水道局の定員と現在人員
Table. 3.1　Legally Fixed Number and Presently Employeed Number of Water and Sewerage Department

(1985年12月13日現在)

Class / Section	Senior Managem.	Middle Managem.	Lower Managem.	Official Clerks.	NJC	Total
Management	3 (3)	—	—	—	—	3 (3)
Development	—	10 (-)	—	3 (-)	—	13 (-)
Kafue Water Works	1 (1)	12 (7)	26 (18)	2 (2)	88 (85)	129(113)
Lusaka Water Works	1 (1)	8 (6)	27 (20)	3 (3)	144(139)	183(169)
Distribution	1 (1)	15 (8)	22 (16)	3 (2)	151(134)	192(161)
Sewerage	1 (1)	6 (6)	30 (22)	6 (6)	279(271)	322(306)
Laboratory	1 (1)	2 (2)	—	4 (1)	—	6 (4)
Finance	2 (1)	8 (2)	32 (24)	59(36)	—	101 (63)
Administration	2 (2)	2 (2)	2 (2)	9 (8)	8 (6)	23 (20)
Total	12(11)	63(33)	139(102)	89(58)	670(635)	973(839)

(　　): staff presently employed

NJC : National Joint Council employee, consisting of mainly artisans and laboures

４７ケ所の井戸と２ケ所の湧水に係るポンプはLusaka Water Works Sectionの担当であり、市内に点在する配水池、配水ポンプの運転管理はDistribution Section の担当である。なお上記の３課は、現業部門を抱えているため配置人員は多い。カフェ系、地下水、配水系等全ての水質監視はLaboratory Sectionが行なっている。上下水道局の事務管理、法制面はAdministration Section の担当、料金徴収等の財政面はFinancne Sectionの担当、水道計画（計画、設計、施行等を含む）はDevelopment Sectionの担当である。

上下水道局の定員は、９７３名であるが、１９８５年１２月現在の職員数は、８３９名と定員に１３４名不足している。労働者階級（表のＮＪＣ）は、ほぼ充実しているものの、中・下級管理層の職員数が不足している。

なお、現状の組織になったのは１９８３年であり、それ以前の水道事業はルサカ市の３部門（Town Clerk's Department, City Engineer's Department, City Treasure's Department）の共管であった。しかし、この体制は責任体制が不明確であったため、ルサカ市の要請にもとづき１９８１年、水道事業運営の改善計画調査が西ドイツ政府の技術協力により実施された。同調査は、水道事業体を一元化して責任体制を明確にし、独立採算を目指すことを提言した。この提言を受けて、それまでの共管体制は現在の新組織に改編された。また１９８２年に６名の西独専門家が派遣されており、上下水道局の局長、総務、財務、開発の各課長（３名）及び課長補佐（２名）の中枢ポストにおいて同局の運営と技術レベルの向上に関し技術協力を行なっている。

3.2.2 財　務

ルサカ市上下水道局の財務状況は悪く赤字を重ねてきた。この原因は、計量器の故障、破損により使用量の把握が難しかったため、使用量は推計に頼ることが多いが、この推計使用量が実際の使用量より少なめであったこと、また事務手続が充分でないため水道料金の請求が滞りがちであったこと、さらに使用者の料金納入率が低かったことによるものである。しかし、西ドイツ政府の援助により６名の専門家が派遣された結果、１９８４年以降これらの状況が改善され始め、例えば表3.2に示すように１９８４年には、前年と供給能力はほとんど変らないにもかかわらず料金請求額は倍増したため、財務状況は大幅に改善され１９８５年には黒字に転換した。この結果、ルサカ市のケースは全国の注目するところとなり、赤字に悩む他都市のモデルケースとなっている。しかも、１９８５年１０月以降、マスコミを通じての料金納入キャンペーン、料金未納入者に対する停水措置等をも行なった。その結果、料金納入件数は一層増加し、さらに大口使用者である空軍、陸軍、警察、大学病院からの料金納入が行なわれ、財務状況はさらに改善された。

次に、収支の現況をみると表3.3に示すように、収入の大半は料金収入であり、中央政府からの補助金は３％未満にすぎない。一方、支出の大半は維持管理費であり全体の２５％が人件費、６０％が薬品、電力費等である。過去に充分な投資ができなかったこともあり、支出に占める償還費の比率は低く全体の８％である。なお、１９８５年の投資額は支出の２％、２３万kwacha（邦貨６００万円）である。

水道料金は、このところ毎年改訂されている。商業・工業用１ケ月３６㎥未満の水道料金は、１９８４年には１１kwacha、１９８５年には１３kwachaであった。３６㎥を越す料金については、１㎥当り各々0.３４～0.４２kwachaと0.３９～0.４９kwachaであった。しかし、漏水及び浪水防止を目指して、表3.4に示す逓増料金制の導入を図っており、現在市当局の許可を待っているが、本年4月には実施予定である。これによれば商業・工業用は１６㎥を使用しただけで、１４kwachaに値上がりし、従来どおり３６㎥を使用すれば3倍弱値上がりし３３kwachaとなる。また、1件当り使用水量の多い低密度住居用の料金を例にとると、1ケ月当り３６㎥未満の水道料金は１９８４年で９kwacha、１９８５年で10.5kwachaであったが、新料金制度では、2倍以上の24.2kwachaとなる。

表3.2　ルサカ市上下水道の年別料金

Table. 3.2　Annual Debit Raised and Cash Received

[単位：thousand kwacha]

年	Total Debits Raised (水道料金請求額)	Actual Cash Received (水道料金領収額)	B／A (%)
1978	7,138	3,092	43.3
1979	6,816	4,167	61.1
1980	5,195	5,491	105.7
1981	5,047	4,733	93.8
1982	6,089	4,703	77.2
1983	6,545	4,940	75.5
1984	13,769	7,275	52.8
1985	−	9,542	−

〔1 kwacha = 26 円〕

表 3.3 上下水道局の損益計算表 （1985年12月31日現在）

Table 3.3 WATER AND SEWERAGE DEPARTMENT CASH PLOW STATMENT FOR THE YEAR ENDING 31 DECEMBER 1985

	JANUARY	FEBRUARY	MARCH	APRIL	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPT.	OCTOBER	NOVEMBER	DECEMBER	TOTAL
Balance b/d		167393	226232	50519	-243144	-152444	-33457	279034	180810	151689	413133	247924	
RECEIPTS 収 入													
Cash Income	692899	563520	476998	638175	754160	864095	875215	698390	884515	1071379	1106880	916702	9542928
investment Income												20000	20000
Government Grant	22525	22525	22525	22525	22525	22525	22525	22525	22525	22525	22525	22525	270300
Recharges												207000	207000
Total Cash 収入合計	715424	753438	725755	711219	533541	734176	864283	999949	1087850	1245593	1542538	1414151	10040228
PAYMENTS 支 出													
Employee Costs 人件費													
-Salaries	68892	69068	63812	92101	66915	74990	73761	76795	73395	75429	90466	91000	916646
-Wages	120760	109069	122422	222466	140565	140065	140527	147770	142955	149220	170873	170873	1777565
-Training Costs							1800		656	740			3196
-Appointments													
Supplies & Services 薬品・電力費等													
-Purchases (direct)	80535	88621	111217	162687	64915	130473	59040	103794	262923	162283	457298	150951	1834737
-Purchases (storees)	16617	18881	126317	230154	98809	94785	75780	129905	107895	188997	266369	177354	1531863
-Telephone	4083	4145	4239	4360	3036	6141	5035	4260	4645	4528	5073	5041	54586
-Electricity	107838	115006	113674	119388	172510	189155	108220	203259	108004	112751	131073	236176	1717054
Capital Expenditure					13050	8360		29512	111000	12185	52694	5805	232606
Establishment Exp. 事務費													
-Postage	1540	1650	0	1600	5120	2898	0	3078	3024	3114		3460	25484
-Insurance	27000												27000
-Travelling			12789	841	299		300		898	2447		1576	19150
-Central Admin.	11166	11166	11166	11166	11166	11166	11166	11166	11166	11166	11166	11174	134000
- cost of Collect	45850	45850	45850	45850	45850	45850	45850	45850	45850	45850	45850	45850	550200
Debt Charges 償還費													
-Principle Only	63750	63750	63750	63750	63750	63750	63750	63750	63750	63750	63750	63750	765000
Total Expenditure 支出合計	548031	527206	675236	954363	685985	767633	585249	819139	936161	832460	1294614	963010	9589087
Surplus / Deficit(-) for the month 損 益	167393	226232	50519	-243144	-152444	-33457	279034	180810	151689	413133	247924	451141	451141
Cumulativative Balance 累加損益													451141

NOTES:

1. The statement includes all cash income and payments including debt(principle only) support.
2. all amounts are in Kwacha.

表 3.4　　ルサカ市の水道料金

[単位：kwacha/m^3]

分類 1 ： 商業・工業用		
	16 m^3 未満	14.00 kwacha
	16 m^3 以上 100 m^3 未満	0.95
	100 m^3 以上 170 m^3 未満	1.20
	170 m^3 以上 240 m^3 未満	1.50
	240 m^3 以上 280 m^3 未満	2.10
	280 m^3 以上	3.00
分類 2 ： 高密度住居 (Low Cost Housing), 個別水栓		
	15 m^3 未満	3.00 kwacha
	15 m^3 以上 20 m^3 未満	0.33
	20 m^3 以上 25 m^3 未満	0.45
	25 m^3 以上	0.60
分類 3 ： 高密度住居 (Low Cost Housing), 共同水栓		
	20 m^3 未満	2.00 kwacha
	20 m^3 以上 40 m^3 未満	0.30
分類 4 ： 低密度住居 (High Cost Housing),個別水栓		
	20 m^3 未満	13.00 kwacha
	20 m^3 以上 40 m^3 未満	0.70
	40 m^3 以上 60 m^3 未満	0.90
	60 m^3 以上 80 m^3 未満	1.10
	80 m^3 以上	1.40

[注； 1 kwacha = 26円]

3.2.3　技術者のレベル

「水道整備に係る１０ケ年計画」報告書（2.5節参照）で述べたザンビア国の水道技術者のレベルの実態は、ルサカ市でも変らない。3.2.1節のルサカ市の水道事業組織の項でも述べたように、労働者階級は別として、中堅技術者以上の専門家が不足している。このため、独立後、ザンビア大学で自国のProfessional技術者の養成を図っているがまだ十分に育たず、依然、外国人技師に依存している。

これら技術者の質、量を反映して既存施設は有効に管理されなかった。しかし、近年Manpower and Development Study（後述）の提言を受け、西ドイツ国政府より派遣された専門家が技術者の訓練を行なっており、将来的には充分な維持管理が行なわれることが期待できる。

3.3　給水の現状

3.3.1　水　　量

ルサカ市水道は１９5,０００㎥／日（１９８５年）の供給能力を有しているが、同市の給水状況、特にピーク時の状況は良好ではない。なかでも、標高の高い市東部の高級住宅地（低密度住居、図3.1参照）では水圧が不足し給水状況が悪い。また、市西部に拡がる商業、工業地区においても標高は相対的に低いものの、多量の需要量に対して配水管の容量の不足と漏水により水圧が低い。その原因は、停電あるいは機器の故障による断水を別にすれば、水道施設からの漏水、水使用者の浪費である。最近の詳しいデータはないが、1976年、1979年の有効率は各々７１％、６４％であった。すなわち漏水率は各々２９％、３６％であった。その後も、漏水防止対策はほとんど行なっていないため詳しいことは不明であるが、現在の漏水率はもっと高くなっていると思われる。

水使用量の実態調査は、１９７０年代に表3.5に示すように実施されたが、最近は行なわれていない。最近の水使用量の実態は上下水道局の発行する料金請求書が有益であるが、料金徴収事務が不充分なため給水しているにもかかわらず計量されていないことと、メーターの故障が多く使用量を推定していることが多く信頼性に欠ける。

このため、Lusaka Water Supply Studyでは、水資源局がRural Water Supply Studyで用いている一人一日当り使用量（表3.6参照）を用いて、ルサカ市の理論的な水使用量を推定している。これによると、１９８０年の同量は、１５万㎥／日弱であり、このうち使用者が実際に使用した使用量（有効水量）は１２万㎥／日弱、漏水量（無効水量）は３万㎥／

日になる。有効水量の内訳は、生活水量が7.6万m³／日弱（６４％）、工業用が3.5万m³／日（３０％）、商業・官庁用が0.8万m³／日（６％）である。さらに、１９８５年の水使用量は、人口の増加と一人一日当りの使用量を年１％増加すると仮定して、１9.5万m³／日（有効水量１5.65万m³／日、無効水量3.9万m³／日）と推定している。この理論的な水使用量は、現在の水供給量と同じであり、水不足は生じないはずである。しかしながら現実にルサカ市は深刻な水不足の状態にあるので、実際の漏水を含む水使用量は上記で推定した理論値を上廻っていると思われる。一つの目安として、表3.5に示す１９７０年代の一人一日当り使用量を用い、さらに漏水率を４０％と仮定すると、１９８５年の実際の水使用量は表3.7に示すように２72,000m³／日と推定される。（このうち、有効水量は１6.3万m³／日であり、無効水量は１0.9万m³／日である。）すなわち、１９８５年には、7.8万m³／日（需要水量２7.2万－供給水量１9.4万m³）の水不足が生じていると推定される。

表3.5　ルサカ市一人一日当り水使用量

[単位：litre]

調査年		1974	1976	1979
種類	調査機関	Nicholas O'Dwyer	A.E.S.L.	Gauff
生活用	High Cost Housing	441～1,400	648	351
	Medium Cost Housing	250	208	230
	Low Cost Housing	180	73	45
	Informal	－	16	28
商業，工業，官公庁用		－	91	－
漏水		－	104	－
合計		－	353	－

表 3.6　　理論的な水使用量，1980 年

分　　類	人　口	一人一日当り使用量 (l)	一日平均給水量 (m³)	備　考
生活用				
High Cost Housing	87,138	290	25,400	散水用 40 litre を含む
Medium Cost Housing	107,247	240	25,800	同　上
Low Cost Housing	101,977	120	12,300	散水用 20 litre を含む
Informal Housing	242,107	50	12,200	
小　計	538,469	140	75,700	(A)
商業・官庁用	(538,469)	15	8,100	(B)
工業用	(538,469)	65	35,000	(C)
有効水量	(538,469)	220	118,800	(D)=(A)+(B)+(C)
無効水量	(538,469)	55	29,700	(E) X 20%
合　計	538,469	275	148,500	(E)

注：生活用の一人一日当り使用量は、水資源局が rural water supply study で使用している値である。

[Source: Lusaka Water Supply Study, 1985]

表3.7　ルサカ市需要水量、１９８５年

分　　類	人　口 （人）	一人一日当り 使用量（litre）	一日平均給水量 （m³）
生活用			
High Cost Housing	108,590	480	52,100
Medium Cost Housing	133,649	230	30,700
Low Cost Housing	127,082	100	12,700
Informal Housing	301,709	22	6,600
商業・工業・官庁用	(671,030)	91	61,100
有　効　水　量	(671,030)	243	163,200
無　効　水　量	(671,030)	162	108,800
合　　計	671,030	405	272,000

（注）Housing 別人口は、表3.6 の同人口比率が変らないものとして推定した。

3.3.2　水　　質

上下水道局が昨年１２月から本年３月にかけて行なった給水水質検査の結果は、表3.8に示すように、約半数の地点で大腸菌群がみられ、水質は汚染されている。濁度も５度前後とカフェ浄水場の処理水（図4.1参照）より悪化している。大腸菌群の発見された地点は地下水揚水ポンプ周辺が多いが、市内の一部分しか下水が処理されていない点と、地質が石灰岩であり水が浸透しやすい点を考慮すると、水源の半分を占める地下水自体が未処理下水の浸透により汚染されている可能性がある。

またカフェ浄水場の処理水では、大腸菌群が発見されていないが、チランガ中継ポンプ場まで来た処理水では発見されている点と、給水栓における濁度が５度前後と、カフェ浄水場の処理水より高くなっている点を考慮すると、埋設管路から汚染物質が侵入した可能性もある。

なお、取水場近くのカフェ川の水質、水量は、同地点が下流１８KmにあるKafue Gorgeダムの湛水域にあるため安定している。同地点の水質は表3.9（出典；Pre-Appraisal Report）に示すように濁度が低く水道水源としては充分である。

表　3.8　　水道水の細菌学試験結果

Table 3.8　Bacteriological Test Analysis for Water

年月日 場　所, Place	12/85	1/86	2/86	26/2/86	7/3/86
Civic Centre	−	−	○	○	○
Intercontinental	−	×	−	−	−
Ridgeway	−	−	×	−	−
Chelston	×	×	−	×	×
Northmead	×	×	○	−	−
Matero Police	−	×	○	−	×
Kalambo Road	○	○	−	−	−
Woodlands	−	○	−	−	×
Chunga	○	−	−	−	×
Phodes Park	−	○	−	−	−
Chawama	○	−	○	×	×
Lumuba Road	−	−	○	×	○
Distributuion Reservoir	○	−	−	○	○
Stuart Park	−	−	−	○	−
Kalingalinga	−	−	−	×	×
Chilenje	−	−	−	○	−
Kafue Treatment Plant	○	○	−	−	−
Chilanga Pumping Station	×	×	−	−	×

（注）○：水質基準に適合

×：水質基準に不適合

−：試験未実施

詳細値は 資料-7 参照。

〔Source:　ルサカ市上下水道局〕

表 3.9　WATER ANALYSES KAFUE RIVER

(Feb. 1977 ～ Apr. 1978)

Description		Range From	to
Appearance	外観	Greenish	brownish
Odour (Cold)	臭気	earthy	musty
Turbidity (JTU)	濁度	2	5
Colour (° Hazen)	色度	15	40
PH		7.2	7.9
Total Dissolved solids (dried at 180℃) mg/l		32	280
Electrical Conductivity (Micromhos/cm^3)	電導度	120	240
Alkalinity as $CaCO_3$ mg/l	ｱﾙｶﾘ度	74	134
Hardness as $CaCO_3$ mg/l Total	硬度	80	140
Calciulm	ｶﾙｼｳﾑ	50	82
Magnesium	ﾏﾝｶﾞﾝ	26	58
Chloride Cl mg/l	塩素	5	8
Nitrate N mg/l		0.0	0.3
Free Amonia N mg/l		0.0	1.1
Oxygen absorbed 4h, 27℃ mg/l		0.3	5.0
Temp ℃		22	29
Dissolved Oxygen mg/l		3.5	7.5
% Saturation		50	107
BoD_5 mg/l		0.4	1.6

〔Source: Lusaka Ground Water Supply Scheme, 1979〕

3.4　水道施設の沿革と整備計画

3.4.1　水道施設の沿革

ルサカ市の人口は、図3.4及び表3.10に示すように１９５４年には５5,０００人であったが、ザンビア国の独立（１９６４年）以来、急激に増加した。ザンビア国全体の人口増加率2.5％（１９６３～１９６９年）、3.1％（１９６９～１９８０年）に対し、ルサカ市の同率は各々１3.4％、6.8％と非常に高く、近年、増加率が低下してはいるものの依然４％の増加率である。この人口増と産業の発展、さらには生活水準の向上等により水需要も増大してきた。

表3.10　ルサカ市の人口と供給水量

年	人口（人）	人口増加率（年％）	供給水量（千m³/日）	一人一日当り供給水量(litre)
1954	54,793			
1957	72,754	9.9		
1963	123,146	9.2	30	240
1969	262,425	13.4	70	270
1974	421,000	9.9	100	240
1980	538,469	4.2	149	280
1985	671,030	4.5	195	290

この増大する水需要に対応して、下記に記すような施設整備を図ってきた結果、ルサカ市の生産水量は、図3.5に示すように増大してきたが、依然生産水量は需要水量は下廻っており日常的に水不足に悩んできた。水不足量は年々増加し、１９８５年には78,000m³／日に達したと想定されている。

ルサカ水道は１９５４年の小規模な深井戸の完成に始まる（表3.11参照）。引続き１９５４年から５９年にかけて２ケ所の大規模な深井戸が完成し、供給能力は22,800m³／日となり、さらに１９６６年、新たに１ケ所完成し、34,200m³／日に増大した。

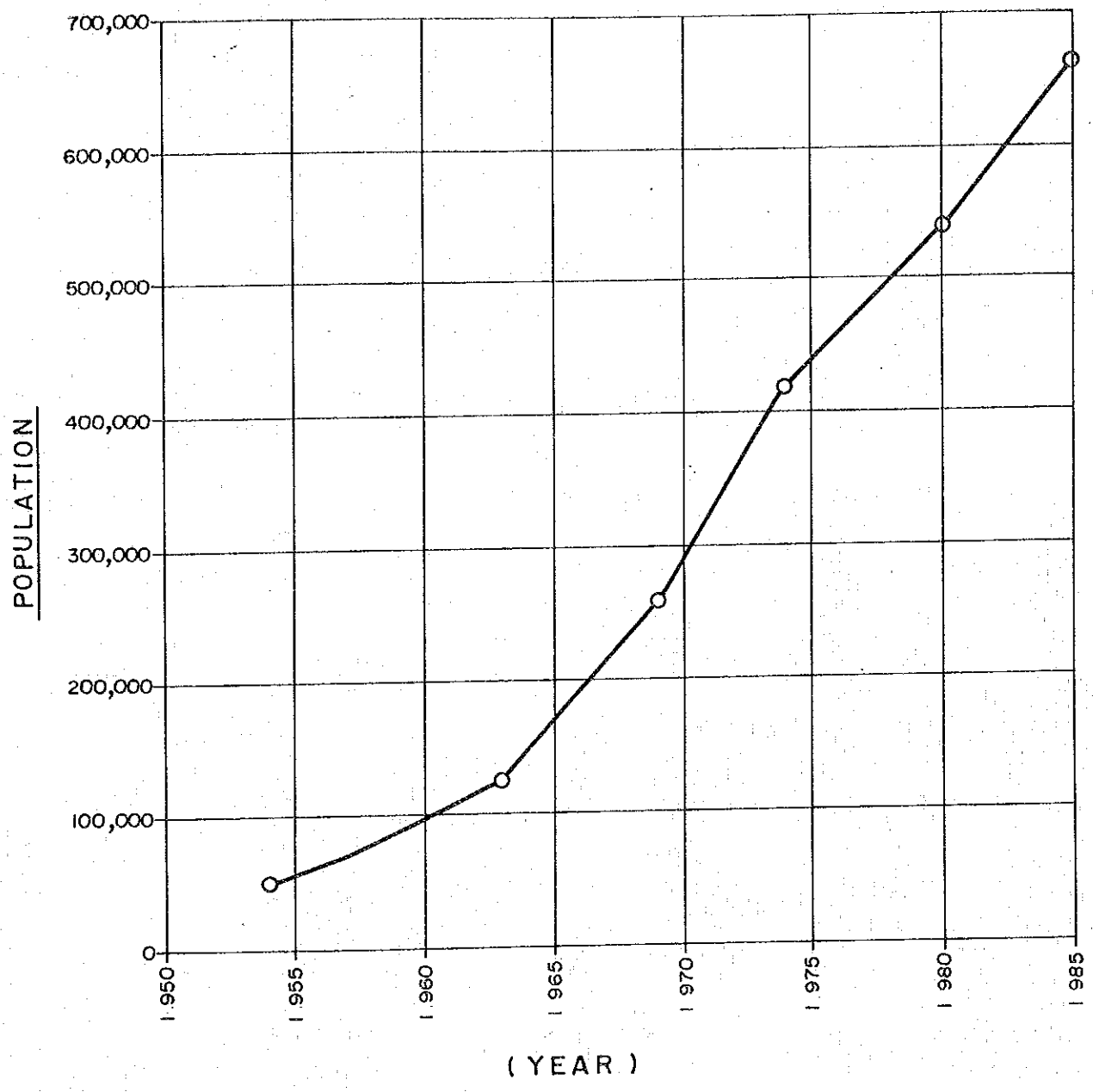


図 3.4　ルサカ市の人口
Fig.3.4　Population of Lusaka City

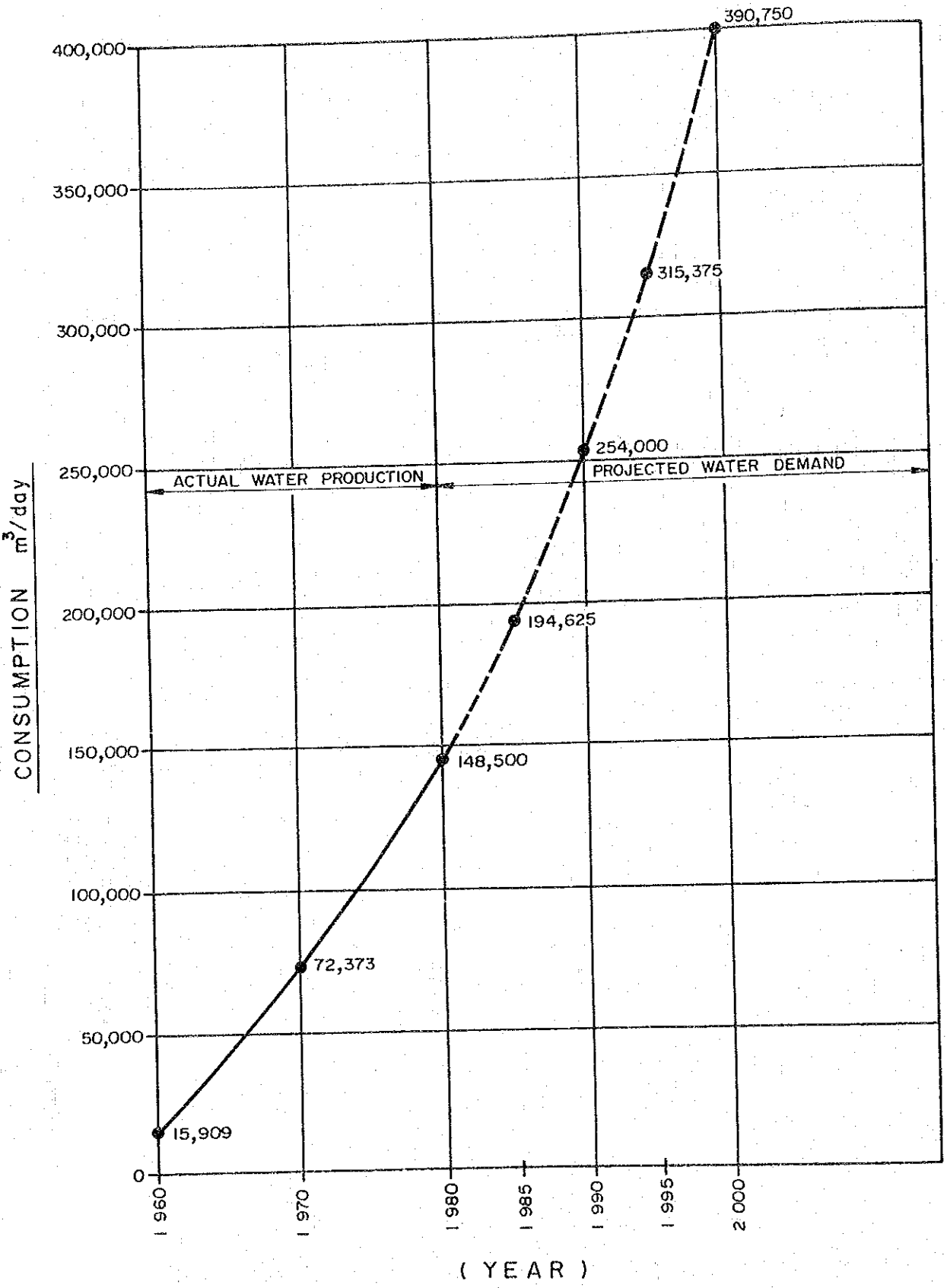


図 3.5 ルサカ水道の生産量と需要量

Fig. 3.5 Water Production and Demand

１９７０年にはカフェ川を水源とする浄水施設（取水ポンプ、浄水場、送水ポンプ、中継ポンプ、導水管等で構成され、施設詳細は次節に示す；以下カフェ系と記す）の第１期工事（４５,４５０㎥／日）が完成した。同系は、ルサカ市南方５０Kmのカフェ川から取水し、カフェ浄水場で水処理を行なった後、送水ポンプと中継ポンプでルサカ市に送水を行なうものである。しかし、この間にも水需要量は増大したため、緊急計画として多くの深井戸を設け、カフェ系と合わせて、１９７０年の供給能力は１２３,６３０㎥／日になった。

引続きカフェ系の２期工事が始まり、さらに追加の２期A工事も始まった。同工事の完成した１９７９年にはルサカ市の供給能力は６３,６００㎥／日増え１８７,２３０㎥／日となった。１９７６年から現在まで多数の深井戸が設置され、現在の供給能力は２２０,０００㎥／日である（カフェ系１０９,０５０㎥／日、地下水１１０,９５０㎥／日）。しかし、機器の故障、地下水位の低下等により、２２０,０００㎥／日を供給したことは一度もなく、現在の供給可能量は最大１９５,０００㎥／日（カフェ系８４,０００㎥／日、地下水１１１,０００㎥／日）である。

3.4.2　水道施設整備計画と諸外国による援助計画

先に述べたように、西ドイツ政府は、１９７８年以降ルサカ市水道に対し技術的援助を行なってきた。特に、１９８１年に実施したManpower and Development Studyに基づき、同年以降西ドイツ政府は６名の専門家をルサカ市上下水道局に派遣し組織の強化、財務状況の改善、既存施設の改善等を図っている。

近年、組織・運営の強化の目途がついたため、ようやく施設計画の構想を樹立するに至った。当面の目標は、長期計画の必要は認識しているものの既存施設の機能を復旧する点に重点が置かれている。１９８５年７月、上下水道局は"Lusaka Water Supply Background Report and General Development Strategy"とImmediate Improvement Project"の両報告書を出し、緊急に改善を要するものを浮きぼりにした。

一方、本格的な長期計画の策定は資金、技術の両面から外国援助に頼らざるを得ないため、まだ着手していないが、１９８５年アイルランド政府の援助によりカフェ系の改善項目を明確化するために行なわれたLusaka Water Supply Studyの中で、ルサカ市水道の状況調査とともに、概略的ではあるが、中・長期の戦略は調査されている。

表3.11　ルサカ市水道の年別施設能力

〔単位：m³/日〕

年	施設能力		累加施設能力			備考
	地下水	カフェ系	地下水	カフェ系	合計	
1954	?	−	?	−	?	
1954/59	22,800	−	22,800	−	22,800	ルサカ浄水場完成
1964/66	11,400	−	34,200	−	34,200	
1968	43,980	−	78,180	−	78,180	
1970	−	45,450	78,180	45,450	123,630	カフェ系第1期完成
1972	−	15,900	78,180	61,350	139,530	カフェ系第2期（一部完成）
1974	−	29,500	78,180	90,850	169,030	カフェ系2期完成
1976/79	−	18,200	78,180	109,050	187,230	カフェ系第2期A完成
1976/85	32,770	−	110,950	109,050	220,000	

〔Source：Lusaka Water Supply Study, 1985〕

(1)　過去の整備計画

１９７０年代のカフェ系第２期Ａを最後に、暫定的に数多くの深井戸を水源とするポンプ場が建設されたのを除けば水道施設は本格的に整備されていない。しかし、この間にも水需要は伸び続け、上水道施設の拡張の必要性は認識され、現在までに、実施はされなかったが、主なものでも下記に示す計画がたてられた。なお、これらの調査は西ドイツ政府より派遣された専門家の手で近年実施されている水道改善計画に取り入れられつつあり、本計画のカフェ系の改善計画もこの一環としてとりあげられている。

1）配水系統整備計画（１９７４年）

①　職員が不足しており、新規雇用を図るとともに現職員の訓練をする。

②　水道統計資料の収集に努める。

③　配管整備を行なう。

④　5年後には水不足が生じるため、カフェ系の拡張を図る。

2）配水系統に関する緊急改善計画（１９７５年）

3）Zambian Water Wastage Study（１９７７年）

アフリカ開発銀行の援助により調査された、ルサカ市とキトウェ市を対象とした水道の総合計画である。主な内容は、水道施設から発生している多量の漏水を抑制することが最重要であるが、そのために採る対策を表3.１２に示すように組織、施設面等多岐にわたり提案している。

表3.１２　Zambian Water Wastage Studyの解析および提言内容

項　　目	解析および提言
1）職　　員	職員を増強して水の浪費の抑制に努める。
2）維持管理	同左が不充分である。
3）車　　輌	同左が不足している。
4）貯　　蔵	物品の盗難により業務に支障が生じているが、貯蔵体制を固める。
5）通信施設	維持管理が不充分なため、通信施設の稼働率が低い。
6）計　　画	浄水場等の大規模工事は関心を集めている一方、配水計画は軽視されがちである。
7）浄水場とﾎﾟﾝﾌﾟ場	ポンプ場は良好であるが、浄水場施設の状況は不充分であり、改善を図る。
8）配 水 池	いくつかの配水池で漏水が生じている。また、通信施設が作動していないため、改善を図る。
9）送・配水管	維持管理不良により配水管に漏水が生じている。浄水場からキャリーオーバーした薬品が管に付着し、送水管の能力は減少している。
10）給水状況	給水管からの漏水と使用者の不注意により水の浪費がみられる。
11）計 量 器	送水使用量の計測が不充分である。計量器の 10 ～ 15 % と配水池等にあるメーターの半数が故障している。
12）散　　水	散水使用量が多く、乾期には全使用量の 5 % に達する。散水はピーク時を避けるか、逓増料金制を導入する。
13）水の節約	浪費，漏水をへらす外、消費者，職員に水の節約の重要制を認識させる。
14）将来水使用量	統計局推定の人口を用い、Squatter 地区の住居水準が向上すると仮定して、1997年までの水使用量を予測した。もし、漏水を 15 % 減らせば、現在の供給能力は 1982 年までの需要量に対応できる。また 30 % 減らせば 1985 年まで対応可能である。
15）水使用解析	水の有効率は３分の２（67 %）にすぎない。

4) 地下水と水道運営に関する調査（１９７８年）
Institute for Geosciences and Natural Resources, 西ドイツ

① ２６ヶ所の井戸を掘削し、６０,０００m³／日揚水する。
② 硬度の高い地下水を軟化するためには、カフェ川の水と混合するのが良い。
③ ルサカ市が無秩序に発展すれば、地下水水質は汚染する恐れがあるため、秩序ある市街化の発展を図る。

5) 地下水開発に関するPre-appraisal report（１９７９年）
アフリカ開発銀行とＫＦＷ（西ドイツ）の援助により調査された。短期計画（１９８０～１９８３年）、長期計画（１９８０～２０００年）を各々、次のように提案している。

① 短期計画

a. 地下水開発（６０,０００ m³／日）を行なう。
b. カフェ系を改修して、供給水量を１１０,０００ m³／日に復旧させる。
c. 将来開発に備えて、配管網を整備する。
d. 水道事業体の運営、維持管理を強化する。
e. 料金徴収効率を改善する。
f. 料金体系を改訂する。

② 長期計画

a. 新たな水源はカフェ川であり、１９８７年頃浄水場等の拡張を図る。
b. ルサカ市が無秩序に発展すれば、地下水水質は汚染する恐れがあるため、秩序ある市街化の発展を図る。

6) Manpower and Development Study（１９８１年）
西ドイツ政府の援助により行なわれた、水道事業の組織運営調査である。

7) Lusaka Water Supply Background Report and General Development Strategy（１９８５年）
ルサカ市上下水道局が調査したものであり、同市の水不足の解消のためには既存施設の改善と拡張が必要であるが、まず、既存施設の改善を図ることが重要であることをうたっている。

9) Immediate Improvement Project（１９８５年）
ルサカ市上下水道局が調査したものであり、8）の調査に基づき、改善すべき箇所を列挙している。なお、9）に基づき、特に重要なものが日本国政府に要請され、本計画がとりあげられた。

(2) 概略の中・長期計画

Lusaka Water Supply Study では、将来の人口、水需要量を表3.13および図3.5のように予測している。

表3.13 将来人口および水需要量

年	人口（人）	一人一日当り使用量（litre）	一日平均給水量（m³/日）
1985	671,030	290	194,625
1990	836,225	304	254,000
1995	993,172	318	315,375
2000	1,179,576	331	390,750

人口は水道整備に係る10ケ年計画（Decade Report）で推定した値、すなわちLarge Urban Areasの人口増加率1980～1990年は年率4.5％、1990～2000年は3.5％を採用し、538千人（1980年）であったルサカ市の人口は836千人（1990年）、1,180千人（2000年）に増加するとしている。

一方、住居の改善（informal housing の改善）等により、一人当りの使用量も増加するとし、表3.6に示した1980年の生活用、商業・官庁用、工業用すべての用途の一人一日当りの使用量が毎年1％上昇すると仮定している。そして、有効率は80％に向上させると仮定して表3.13に示す需要量を推定している。これによると、1985年には約195,000 m³／日であるはずの需要水量（理論的な水使用量）は2000年には倍増し約390,000 m³／日になる。

このため、本報告書で提案している既存施設（後述）および配水施設等の改善を図って、供給能力を施設能力の220,000 m³／日に回復させるとともに、2000年での不足施設容量（160,000 m³／日程度）に相当する施設を拡張する必要のあることが提案されている。水源については、地下水取水量は現時点でも安全揚水量に近いため、新規水源はカフェ川を除いて外にはみあたらず、カフェ系の拡張が妥当であると提言している（図3.6および表3.14参照）。なお、参考値として、総費用を7,000万USドル（邦貨約130億円）と推定している。

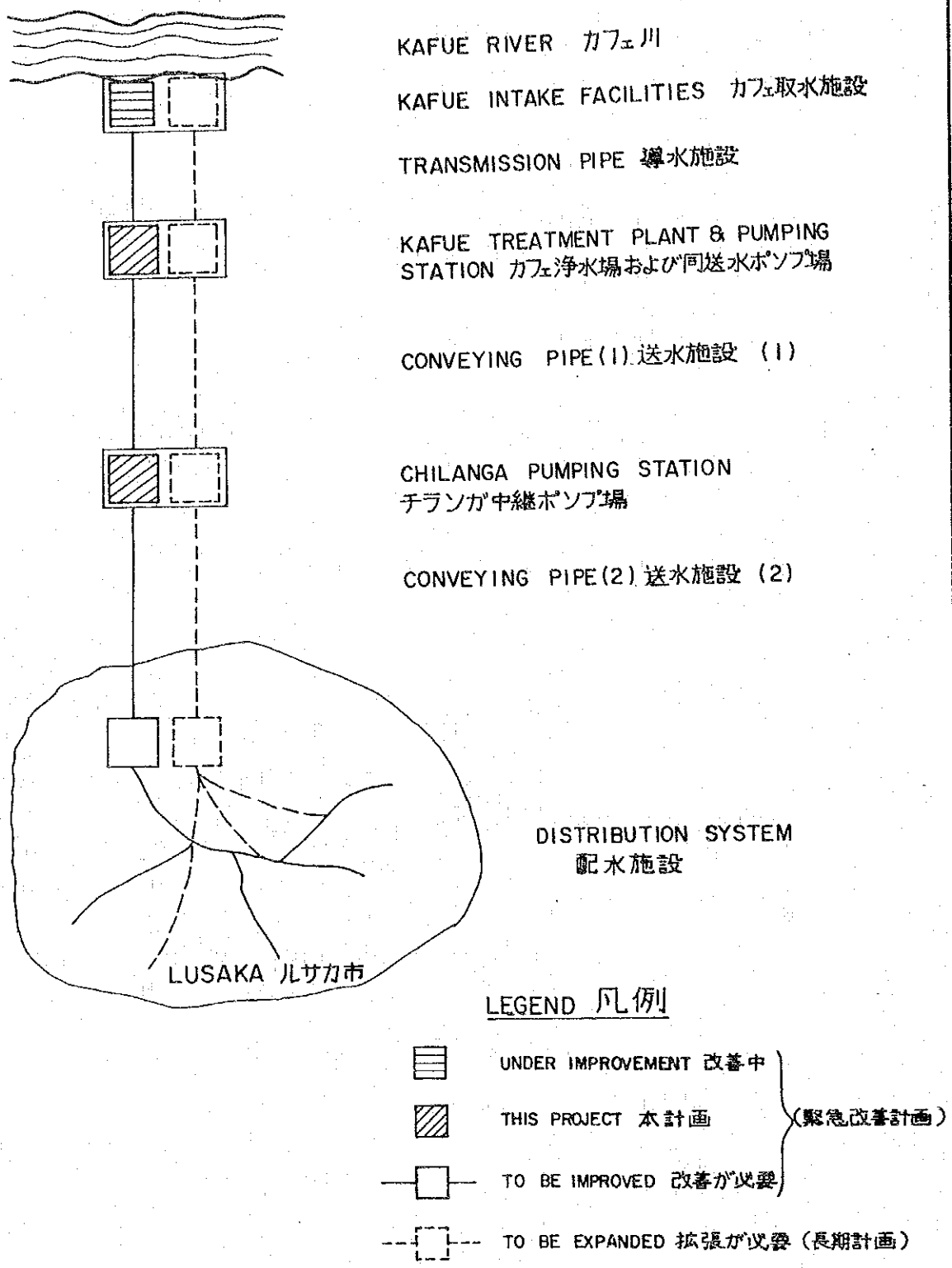


図 3.6 本計画,緊急改善計画,長期計画の関連図

Fig. 3.6 Relationship between this Project, Immediate Improvement Project and Long-term Plan

表 3.14　カフェ系施設の拡張内容

項　　目	数　量
取水施設（取水口および取水ポンプ 160,000 m³/日）の増設	1式
導水管（口径 1,200 mm，ダクタイル鋳鉄管）の増設	1,700 m
カフェ浄水場の改善	1式
下記項目の改善により既存施設の能力を 40 % 増加させる。	
1）既存の沈でん池に傾斜板設置	
カフェ浄水場の増設	
1）沈でん池	6池
2）ろ過池	12池
3）薬注設備（硫酸バンド，石灰，塩素）	1式
カフェ送水ポンプ（160,000 m³/日）の増設	1式
チランガ中継ポンプ(160,000 m³/日）の増設	1式
カフェ浄水池（3,500 m³ の増設）	1池
チランガ浄水池（3,500 m³ の増設）	1池
送水管（口径 1,200 mm，ダクタイル鋳鉄管）の増設	48 km
配水池（ルサカ市内に 135,000 m³容量）の増設	1式
配水管（ルサカ市内）整備	1式

(Source： Lusaka Water Supply Study)

注意すべき点は、上記需要量および施設計画は既存の諸施設、特に配水施設の改善を行なって漏水等を２０％に減少できた場合の値であり、改善が行なわれない場合には需要量は大幅に増加し、カフェ系の増設規模、総費用は増加する。

(3)　緊急改善計画

ルサカ市上下水道局の施設整備計画の重点は、前述したとおり当面、老朽化し、かつ資金不足、不充分な維持管理の結果機能の低下した既存施設の改善に置かれている。その改善項目は、後述するように本計画対象である表流水系（カフェ系）と、地下水系の両者を含み、さらに取水から配水、給水に至る全施設にまたがっている。これらを改善して、既存施設の能力を２２０,０００ m³／日（カフェ系１１０,０００ m³／日、地下水系１１０,０００m³／日）に復旧させることを、緊急改善計画としている。

この改善の結果、現在の需要量と供給量との格差は縮まる。しかも、配水が安定化し確実な給水ができるようになる。しかしながら、現在の需要量を充たすためおよび将来の需要量に備えるため、この緊急改善項目が完了しだい早急に長期計画を具体的に策定し、そ

の実現を図る必要があることは論を待たない。表3.15には緊急改善計画の項目を示す。

表3.15　緊急改善計画の内容

項　　目	内　　容
カフェ浄水場の浄水機器	老朽化した浄水機器を取り替え、供給能力を30%あげ設計能力まで回復させる。
カフェ浄水場の送水ポンプとチランガ中継ポンプ	老朽化したポンプを取り替え、供給能力を30%あげ設計能力まで回復させる。
導水管（直径900㎜、延長約50Km）	老朽化した管を取り替え、漏水を減少させる。
配水池と配水ポンプ	漏水箇所を修理するとともに、老朽化したポンプを取り替える。
流量測定装置（流量計、計量器を含む）	主な地点の流量を計測し、長期計画（特に配水計画）立案等の重要資料とする。
漏水の激しい鋼製配水本管	管を取り替え、漏水を減少させる。
漏水の激しい空港、軍隊、大学病院等の官庁敷地内の配管と給水設備	取り替える。
揚水ポンプ（深井戸）	老朽化したポンプを取り替える。
仕切弁、配水管	需要分布にあった仕切弁、配水管を設ける。
漏水防止課の設立	漏水防止体制を整える。
Workshop の設立、維持管理に必要な工具、車等の整備、カフェ、チランガ、ルサカを結ぶ通信設備の修繕	施設、機器の修繕体制を作り、給水の安定に役立てる。