

なければならない（後出表5-19参照）が、マラウイ国中央政府からの資金援助が必要である
と考える。地方自治省およびリロンゲ市の財政状況を表4-3に示す。

表4-3 地方自治省およびリロンゲ市の財政

会計年度	地方自治省 歳出	リロンゲ市	
		歳入	歳出
1988/89	US\$ 2,203,582	US\$ 3,773,000	US\$ 3,453,500
1989/90	2,378,055	4,620,000	4,939,300
1990/91	1,924,517	5,038,000	3,701,000
1991/92	2,863,555	5,585,000	5,306,000
1992/93	—	7,359,000	6,822,000

4-2-3 類似計画および国際機関等の援助計画との関係

前述したように、マラウイ国政府はUNDPおよびIDAの資金援助により2005年を目標年次とする上水道および衛生設備に関するM/Pを1983年に策定し、1986年に見直しを行っている。

上水道については、このM/Pを基にF/Sが1986年に策定され、第二次拡張事業として1997年までの予測人口に対応できる施設がIDAの融資により建設され、1992年までに完工した。引き続き、1993年より第三次拡張事業の計画策定作業に着手したところである。この第三次拡張事業の事業資金にはアフリカ開発銀行からの融資を適用することを予定しているが、その実施にあたっては上水道整備に伴う排水量増加に対する下水道施設整備が必須条件となっている。

一方、衛生施設については、F/Sが1992年に策定されたが、これまでに実施されてきたものは、IDAの資金援助による低所得者住居地区における堅穴便所の建設の一部と、2期3次にわたる下水道整備計画のうちの緊急整備計画にあたる第1期第1次整備事業の一部にすぎず、抜本的な改善事業である第1期第2次整備事業に対する資金確保が困難であるために本計画の実施を日本国政府に要請してきたものである。

上水道拡張による排水量増加が河川水質を悪化させ、また、下水道事業を進展させることが、上水道の次期拡張事業に対する融資の必須条件となっていることから、下水道施設の早急なる整備が期待されている。

4-2-4 計画の構成要素

(1) 事前調査協議内容

マラウイ国政府の要請内容は、下記のとおりリロンゲ市の下水道施設の全面的な整備、拡張を行うものであった。

① 第1期 (1992-1997)

ア) 下水幹線の建設

- ・ No. 1 $\phi 600\text{mm} \times 4.2\text{km}$
- ・ No. 2 $\phi 600\text{mm} \times 5.1\text{km}$
- ・ No. 3 $\phi 800\text{mm} \times 8.5\text{km}$

イ) 枝線管網の建設

ウ) 下水処理場の建設

- ・ カウマ処理場 (安定化池)
- ・ 同ポンプ場

② 第2期 (1997-2007)

ア) 下水処理場の建設

- ・ エリア51処理場 (安定化池)
- ・ カウマ処理場増設
- ・ 同ポンプ場増設

イ) 枝線管網の拡張

国際協力事業団が実施した事前調査において、上記要請内容について協議した結果は以下のとおりである。

- ① エリア51処理場は要請内容から除外する。
- ② ポンプ場はカウマ処理場内水処理施設への揚水ポンプである。
- ③ カウマ処理場の要請上の処理能力 $12,900\text{m}^3/\text{日}$ はF/Sの結果によるものでF/S最終目標年次2005年の下水量である。現在、F/Sの計画どおりに事業が進んでいないことから、F/Sのとおりにより計画する必要はなく、2000年と2005年の必要処理水量を考慮する必要がある。
- ④ 処理方式は安定化池法がF/Sで提案されているが、コスト、処理効率、維持管理の難易度等の観点から、いくつかの代替処理方式を検討する必要がある。
- ⑤ 下水処理場用地の候補地はM/Pで提案され、F/Sで検討した結果、最適と判断されたものであるが、より適当なサイトがないかさらに検討する必要がある。
- ⑥ 枝線管網の整備範囲は基本設計調査で検討する。
- ⑦ F/Sでは既存下水処理場の一部を改修し、新下水処理場の完成後は、既存下水処理場の一次処理水を新設下水処理場で最終処理することになっていたが、既存下水処理場は廃止するという方針に変更する。

(2) 本調査における検討結果

本調査では、要請内容およ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 計画整備区域（含下水管網）の範囲と計画汚水量の見直し
- ② 処理場建設位置
- ③ 処理方式の検討
- ④ ポンプ場の必要性の有無
- ⑤ 幹線ルートとの位置
- ⑥ 必要な維持管理機器の検討

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4-4のようになる。

表4-4 施設構成と調査結果

施設名	目的	要請内容	調査結果
①下水処理場	下水処理	2005年を計画目標年次とする汚水量に見合う処理施設の建設。 カウマ地区に建設する。 処理方式は安定化池法とする。	将来の下水管網整備量が不確定のため、計画目標年次を2000年として、その時点で整備が確実とみられる下水管網からの汚水を処理対象とする。施設配置計画は2005年の汚水量を考慮したものとする。カウマ地区を最適用地と考える。安定化池法を採用する。
②ポンプ場	下水処理施設への下水の揚水	下水処理場内に下水揚水ポンプ場を設ける。	幹線管底高および処理場水位計画を検討した結果ポンプ場は必要ない。
③幹線管渠	既存および新設下水管網と新設下水処理場との連結	リロンゲ川とリンガジ川に沿って、管径600mmと800mmの石綿セメント管およびダクタイル鋳鉄管を総延長17.8kmにわたり建設する。	ルートはほぼF/S通りとするが、管底高を若干高くする。管径は500mmから800mmとし、埋設部は石綿セメント管、露出部はダクタイル鋳鉄管を使用する。総延長は約17.5kmとなった。
④枝線管網	各使用者からの下水の下水幹線への流下	新下水処理場計画処理区域内の2000年までの整備予定区域内の下水管網。	計画処理区域内で、現在既に住居等が建設されており最も優先度が高い区域（エリア1、2、エリア6連絡管）の枝線管網を整備する。総延長は約25.3kmとなった。
⑤維持管理用機器 (現地調査時に追加要請)	本事業完了後の下水道施設の維持管理	水質分析機器、管渠清掃機材、処理場維持管理用車両等	左記機器は下水道システムを適切に維持管理するために必要と考える。

4-2-5 要請施設、機材の内容

(1) 下水処理場

① 処理場用地

新設下水処理場用地についてはM/Pで提案され、F/Sで検討された結果、カウマ集落の近くのエリア44/4が最適の候補地と判断されている。同地区に処理場を建設することによる問題点として以下の事項があげられる。

- ア) 中心市街地から離れているため幹線の延長が長くなる。
- イ) アクセス道路、電気、電話、上水道等のユーティリティ確保に費用がかかる。
- ウ) 貧困住民の集落が隣接している。
- エ) 比較的傾斜している土地であるため土工量が多くなる。

上記の問題点を念頭に置き、カウマ地区の用地を現地確認し、他の用地選定の可能性を検討した結果、以下の理由により同地区を選定することが適当であると判断した。

- ア) 流入幹線がリロンゲ川沿いに敷設されるためリロンゲ川沿いの用地であることが望ましい。
- イ) 候補地の1.5km 上流にエリア12の住宅地があり、それより上流側では本計画の実施に必要な面積がまとまっていて、さらに周辺住宅地と十分な距離を保てるという適地がない。
- ウ) 国有地であるため用地取得上の問題がない。
- エ) 放流先水位と流入幹線管底高の関係からポンプ場設置の必要性がない。
- オ) 電力、電話の確保が比較的容易である。

処理場用地としてカウマ地区を選定するにあたり、前述の問題点について以下の対応が必要となる。

- ア) 幹線はリロンゲおよびリングジ川沿いに敷設することとし、処理場用地までの延長は約17.5kmとなる。
- イ) アクセス道路はエリア12内の舗装道路末端から約3km必要である。上水も同じくエリア12内の配水管網末端から約2km必要である。また、電力および電話については用地近傍を通過する配線からそれぞれ約1kmおよび約2kmの引込線を架設する。
- ウ) 処理場用地に隣接して2ヶ所の集落がある。これらの集落は国有地の不法占拠者として日干しレンガの家に居住している。本事業は集落内に建設用地が入らない計画となるが、嫌気性池等の悪臭発生施設に集落の1つがかなり接近せざるを得ない。マラウイ側はこの点について、不法占拠者であることから何ら配慮は要らない、としているが、景観上の観点からも処理場周辺部の植栽は必要と考える。植栽以外の覆蓋設置等による悪臭防止策は施設の水面積が広大なため実際的に実施不可能である。したがっ

て、植栽を悪臭発生施設周囲に施す他には、適切な堆積汚泥の排除等、維持管理面で適宜対応していくことが望ましいと判断する。

エ) 用地が比較的傾斜しているため、処理施設の水位計画および配置計画を工夫する事により可能な限り土工量を少なくする。

なお、放流先のリロンゲ川の高水位が不明であるが、処理場用地で測量調査および現地踏査を行い、近傍の大統領官邸用取水施設の標高と同施設職員および地域住民への聞き取り調査結果を基に、海拔 1,007m 以上に施設を計画すれば雨季の高水位にも対処できるものと判断した。

② 処理方式

要請された新設下水処理場の処理方式は安定化池法である。本事業で採用する下水処理場の処理方式は施設完成後の維持管理を主体に考慮すべきであり、

ア) 運転、維持管理が容易である。

イ) エネルギー消費量が少ない。

ウ) 建設費、維持管理費が安い。

等の条件を満たすことが求められる。このため、機械を用いなければならない処理方式の採用は好ましくない。このことは既存の処理場の機械設備が故障したまま修理できないという現状から判断すれば当然のことといえる。したがって、水処理過程で機械を一切使用しない安定化池法の採用は妥当といえる。同方式は滞留日数が長期間であるため小規模な下水処理場で問題となる負荷変動に対する処理効果の安定という面からも好ましいものといえる。詳細検討の結果を第 5 章に示す。

③ 計画処理水量

要請書では、新設下水処理場の計画処理水量を F/S の結果を基に、2000年では約 8,400 m^3 /日、2005年では約 12,900 m^3 /日としている。しかし、本計画が無償資金協力案件であることを考慮すれば、長期にわたる先行投資は好ましくない。また、リロンゲ市およびマラウイ国政府の財政状況を見れば、自己資金により既存市街地で下水管網を拡張整備することは難しく、新たに国際機関等からの資金援助を仰ぐ必要があると判断されるが、今のところマラウイ国政府はそれに関する措置をとっていない。計画処理水量としてそれらの管網整備をあらかじめ見込むことは無償資金協力事業として適当ではないと考える。したがって、無償資金協力事業として日本政府の資金援助が順調に進んだ場合の工事完了年次を 1997年とし、その 3年後の 2000年を目標年次として本事業における計画処理水量を算定する。また、2005年の計画処理水量に対し、本下水処理場を拡張することで対処可能となる配置計画を行うものとする。詳細検討の結果を第 5 章に示す。

(2) 幹線管渠

① 幹線ルート

要請書では、F/Sを基に、エリア2処理場およびエリア18処理場を上流端としてリロンゲ川およびリングジ川沿いに幹線ルートを設定し、その総延長を約17.8kmとしている。本基本設計調査において実施された測量調査および現地踏査の結果、下水道整備計画区域の汚水をポンプ施設を設けずに新設されるカウマ下水処理場へ流下させるためには、域内で最も地盤高が低くなる川沿いのルートつまりF/S案に準ずることが最も適切であると判断した。ただし、カウマ下水処理場の設置標高を考慮し、ポンプ場の設置を必要としないような高さまで管底高を高くすることが望ましい。F/Sの計画では既存処理場を補修して継続使用しその放流水を幹線に流入させることとなっていたが、本計画では既存処理場を廃止する計画に変更したため、幹線の管底高をかなり上げることが可能となった。

なお、リングジ川沿いに計画されている延長約4kmの幹線については、地形の制約から自然保護区(Nature Sanctuary)内を通過せざるをえない。同保護区内は一切の開発行為が原則として禁止されているため、現地調査時に同保護区管理事務所および所轄官庁の森林・天然資源省(Ministry of Forest and Natural Resources)の担当者と協議し、その結果、次の見解を得た。

ア) 詳細設計における測量について事前に許可を得ること。

イ) 本計画による下水道施設整備は、保護区内を貫流するリングジ川の水質浄化につながるもので原則的には望ましい。

ウ) 工事の実施許可は、詳細な工事内容(工法、掘削断面、樹木伐採規模等)が明らかにされ、それに対するアセスメント(マラウイ側が実施。3ヶ月間程度が必要。)が行われた上で検討されることになる。

以上の状況から、本事業の実施にあたっては、早急に工事内容を確定し、関係当局と協議する必要がある。

② 計画流量

F/Sにおいては2005年の計画汚水量を基に幹線管渠の設計流量を算定している。管渠の断面積は管径の二乗に比例することから、流下能力増加に対して管渠敷設費用の増加は少なく、そのため、ある程度の先行投資はかえって経済的となることが多い。また、本計画においては幹線管渠を等高線に沿った形で川沿いの傾斜地に敷設せざるをえないため、当初流量に見合う管渠をとりあえず敷設し、流量増加を待って管渠を追加敷設するというような段階的投資は技術的に難しい。したがって、幹線管渠の設計流量は2005年の計画汚水量を基に算定することは妥当と考える。時間最大/日平均流量比はF/S計画値の2.3を適当な値として採用する。

(3) 枝線管網

① 設計対象

要請では枝線の設計対象が明確に示されていなかったため、現地調査実施時にマラウイ側と協議した結果、下水本管については本資金協力の範囲に含め、取付管についてはマラウイ側負担工事とすることで合意したが、以下の理由から、下水本管から各家庭敷地境界までの取付管についても本資金協力の範囲に含めるものとした。

- ア) 下水本管工事後に改めて取付管工事を実施すると掘削・埋戻工事の一部が二重投資となる。
- イ) 本管工事と同時に取付管工事を施工しないと、マラウイ国の建設業者の施工能力では下水本管の破損および不良取付工事による流下障害や侵入水量の増加が発生する恐れが多大である。
- ウ) 公道下に敷設される取付管は一般に公有財産として取り扱われ、日本においても下水道事業者が敷設している。
- エ) ア) およびイ) の理由から本管工事と同時に取付管工事を同一業者が施工することが望ましいが、その場合マラウイ側の予算措置に支障がある時は本管工事の進捗が滞る恐れがある。
- オ) 取付管工事を実施することにより、本工事完了後に各家庭がその敷地内の排水管を整備するだけで、本事業の効果が現れる。

② 整備範囲

当初の要請では枝線の整備範囲は2000年までの計画整備区域全域であったが、まだ市街化されていない区域や一般住民が住んでいない商工業地区も含まれているため、現地調査時に改めて候補地区を現地踏査し、以下の理由からエリア1およびエリア2を枝線管網整備地区に選定した。

ア) エリア1

オールドタウンの中心市街地に隣接する比較的密度の高い住居地区であり、一部の職員住宅に対し下水道が整備されている。また、比較的大規模な集合浄化槽が整備されている区域もある。その他は4～5戸を対象とした共同浄化槽や竪穴便所が用いられている。

浄化槽の処理水はすべて土壌浸透されているが、現場で確認したところ集合浄化槽からは汚水が溢水していた。また、土壌浸透が困難になり、浄化槽汚泥の清掃を、繁に行わなければならない地域である。

上記事情を考慮し、また、リロンゲ川沿い幹線の最上流に位置し幹線への取り込みも容易なことから、整備対象とすることは妥当と判断する。

イ) エリア2

オールタウンの中心市街地で、マーケットやインド人の商店が立ち並ぶ商業地区と中密度な住居地区および病院から構成される。

病院およびマーケット周辺部は既に下水道が整備されている。下水道未整備の商業地区および住居地区は浄化槽を設置している。公衆便所が域内にあるが、土壌浸透の状態が思わしくなく頻繁に汚泥搬出を必要としている。

商業地区については汚水の発生密度が高く、小さな商店が多いため、整備対象とすることは妥当と考える。また、F/Sで2005年までの整備対象としている住居地区については、リロンゲ川沿いのNo.1幹線に流下させることが容易で、発生下水水量も多いことから、本計画の整備対象に含めることが適当であると考えられる。

ウ) エリア6 連絡管

枝線管網の整備はしないが、既存のエリア6処理場とリングジ川沿いのNo.2幹線を連絡し、エリア6の汚水を幹線に流下させる管渠である。

以上、枝線管網についてはエリア1、2およびエリア6連絡管を整備計画の対象とする。各エリア毎の管渠延長はおおよそ以下のようになる。

エリア	管径	延長
エリア1	150 ~ 450 mm	約 14.8 km
エリア2	150 ~ 200 mm	約 9.3 km
エリア6	250 mm	約 1.2 km
合計	150 ~ 450 mm	約 25.3 km

(4) 維持管理機器

当初要請には記載されていなかったが、以下の機材および車両が維持管理のために必要であり無償資金協力の対象に含めるよう、現地調査時にマラウイ側から要請を受けた。

- ①水質分析機器：処理施設の維持管理に最低限必要な水質分析を実施するために必要な機器
- ②管渠清掃機器：下水管渠、特に枝線管渠の閉塞事故の復旧と未然防止に必要な機器車両
- ③処理場維持管理車両等：汚泥搬出用ダンプトラック、ボート

上記要請についてその妥当性について検討し、以下のように判断した。

① 水質分析機器

現在、エリア13処理場において3名の職員により水質分析を行っているが、購入後5年以上の月日が経過している機器が多く、機器の老朽化と故障、試薬の不備、試料運搬車両の不備により、各処理場の処理水のBODとSSを不定期に分析している状況である。表4-5に既存の水質分析機器の状況を表す。

表4-5 エリア13処理場既存水質分析機器の状況

機 器 名	供用年数	状 況	機 器 名	供用年数	状 況
BOD分析器	3年	稼働中	電気炉	5年	稼働中
分析天秤	3年	稼働中	コロニーカウンター	5年	稼働中
ふらん器	5年以上	稼働中	マグネツクスケー	5年	故障
pHメータ	5年以上	稼働中	滅菌器	4年	稼働中
導電率メータ	5年	稼働中	蒸留器	5年以上	故障
真空ポンプ	3年	稼働中	分光光度計	3年	稼働中
電子天秤	5年以上	稼働中	乾燥機	3年	稼働中
DOメータ	1年	稼働中	ハカリ	5年以上	稼働中
湯浴器	5年以上	故障	乾燥機	5年以上	稼働中
湯浴器	2年	稼働中	pHメータ	5年以上	稼働中

下水処理場を良好に維持管理するためには、必要最低限の水質分析を継続的に実施しその結果を維持管理方法にフィードバックすることは必要不可欠なことである。この点から本要請は妥当であり、稼働中の機器の供用年数を考慮すると、本事業による水質分析機器の供与は適当と判断される。供与内容については、処理方式が安定化池法であるため、気温、水温、透視度、pH、BOD、COD、SS、DO、ORP、大腸菌群数、汚泥堆積高を分析できる機器一式と必要な器具一式があれば十分であると判断する。既存の機器は本計画の工事完了時にはかなり老朽化が進むと思われるため、原則として必要機材は全て供与するものとする。

② 管渠清掃機器

現在、下水道整備区域、特にエリア18内の既存下水管網で、マンホール蓋が無いことに起因する異物の混入、設計の不備、施工不良等による閉塞事故が多発しているが、効果的な清掃機材がないため復旧に時間がかかり、閉塞管理設地点を掘削して復旧することもある。このような事情を考慮すると、ウィンチ、バケット等から構成される手作業を主体とする清掃機器一式、および機器と要員を運搬するための小型トラックを供与することは適当と考える。また、閉塞事故を未然に防止するため定期的な管渠清掃作業を、容易に、効果的に、迅速に行えるよう高圧洗浄車および汚泥吸引車の供与は妥当といえるが、その仕様についてはいたずらに大きなものにならないように配慮すべきである。また、その運用体制についても整備する必要がある。汚泥吸引車については、現在2台（1台は故障中）しかない浄化槽汚泥回収車両に対する補強策としても活用できる。

③ 処理場維持管理車両等

下水処理場が稼働すると定期的な汚泥搬出は必須の作業となる。このためのダンプトラックの導入は必要である。なお、処理場内の各池内の水は各池間の水位差を利用してある程度は排出できるが、堆積汚泥を天日乾燥出来る程度まで水位を低下させるためには、ポ

ンプを用いて排水する必要がある。このため、エンジン駆動のポンプを供与内容に追加することが望ましい。

また、各池の水面積が広大であるため水草の除去作業等に使用するボートの供与は妥当である。現地調査期間中にもエリア35の処理場において軍の工兵の協力によりゴムボートを用いた水草除去作業を行っていた。

4 - 2 - 6 技術協力の必要性

これまでマラウイ側から本計画に関する技術協力の正式要請はなされていないが、本計画の要請書では、本計画に対する無償資金協力の実施が決定すれば、土木、機械、電気の短期（3ヶ月程度）専門家各1名、プロジェクト管理の長期（2ヶ年程度）専門家1名、土木、機械、電気の青年海外協力隊隊員各1名、そして土木分野の研修員2名に係る正式要請を行う予定としている。

本計画処理施設には複雑な機械設備は設置されないため、処理場の維持管理のための機械、電気専門家の派遣の必要はないと判断する。

本計画施設の完成時には、施工業者による施設運転、設備取扱い等の現場指導が十分に行われることが期待される。本計画施設は、リロンゲ市内で実績があり、また、運転管理が簡易な処理方式を採用しており、衛生工学専門家等による運転管理指導などの技術援助については、実施されることが望ましいものの、当面はその必要性はないと判断する。しかし、リロンゲ市には処理場の運転管理について指導できる技術者が配属されていないため、国際協力事業団の実施する下水道中期研修コースにおいて予め処理場管理者に対し下記のような事項について指導・研修を行うことが望ましい。

- ① 基礎的な下水処理理論について
- ② 下水処理場運転管理に必要な水質分析法について
- ③ 適正な使用池数の決定方法について
- ④ 処理場の処理状況の良否の判定について
- ⑤ 堆積汚泥の排出・清掃方法について
- ⑥ その他運転・維持管理の実務について
- ⑦ 運転・維持管理の記録簿について

また、安定化池法は運転管理が簡単であるものの、流入水量・水温・気象（日照・気温）等の要素がかなり処理効果に影響を与える処理方式であるため、本計画施設の運転状況を長期的に観測し改めて専門家派遣の必要性の有無を判断すべきである。

4 - 2 - 7 協力実施の基本方針

要請内容を検討した結果は、以上に述べたとおりであるが、概略次のようにまとめられる。

計画の目的 …… 本計画はリロンゲ市の下水道施設を拡張することにより、リロンゲ川とリンガジ川の水質浄化を図り、ひいては流域住民の生活および衛生環境を改善するものである。

計画の効果 …… 本計画の実施により、既存の処理場から放流される処理水の水質が著しく改善され、BOD換算で64kg/日の汚濁負荷量が削減され、浄化槽処理から下水道による処理へ転換する人口分を含め、全体では104kg/日の河川流入汚濁負荷量の削減を可能にし、河川水質と流域住民の衛生環境が改善される。また、リロンゲ川流域で下水処理人口が約9,000人増加し約22,000人が快適な生活環境を享受できる。さらに、本計画の実施によりリロンゲ市の下水道システムの骨格ができることから、今後の下水道整備を容易にすることが期待される。なお、下水道整備が融資の条件とされている上水道拡張事業に着手できるため、間接的にも住民の衛生環境を改善する効果が期待できる。

計画実施能力 …… 本計画の実施機関はリロンゲ市である。リロンゲ市は財務状況が脆弱なため下水道整備に十分な投資ができない。本事業を実施するためには、リロンゲ市側負担工事に対するマラウイ国政府の資金援助が必要と思われる。また、本事業遂行のためのプロジェクトチームを編成することが望ましい。本事業の実施後は、下水処理人口の増加に伴い下水道料金徴収増が期待でき、運転維持管理費も減少することから、下水道に関する財務状況は改善される。

本計画の実施に当たっては、事業の推進・維持管理について中央政府の資金援助やリロンゲ市の管理体制の強化等の必要性はあるものの、以上に述べたように事業効果が確認され、また本計画の効果が無償資金協力の趣旨、制度に合致していること等から、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断される。よって、日本の無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施するものとする。

4-3 計画の概要

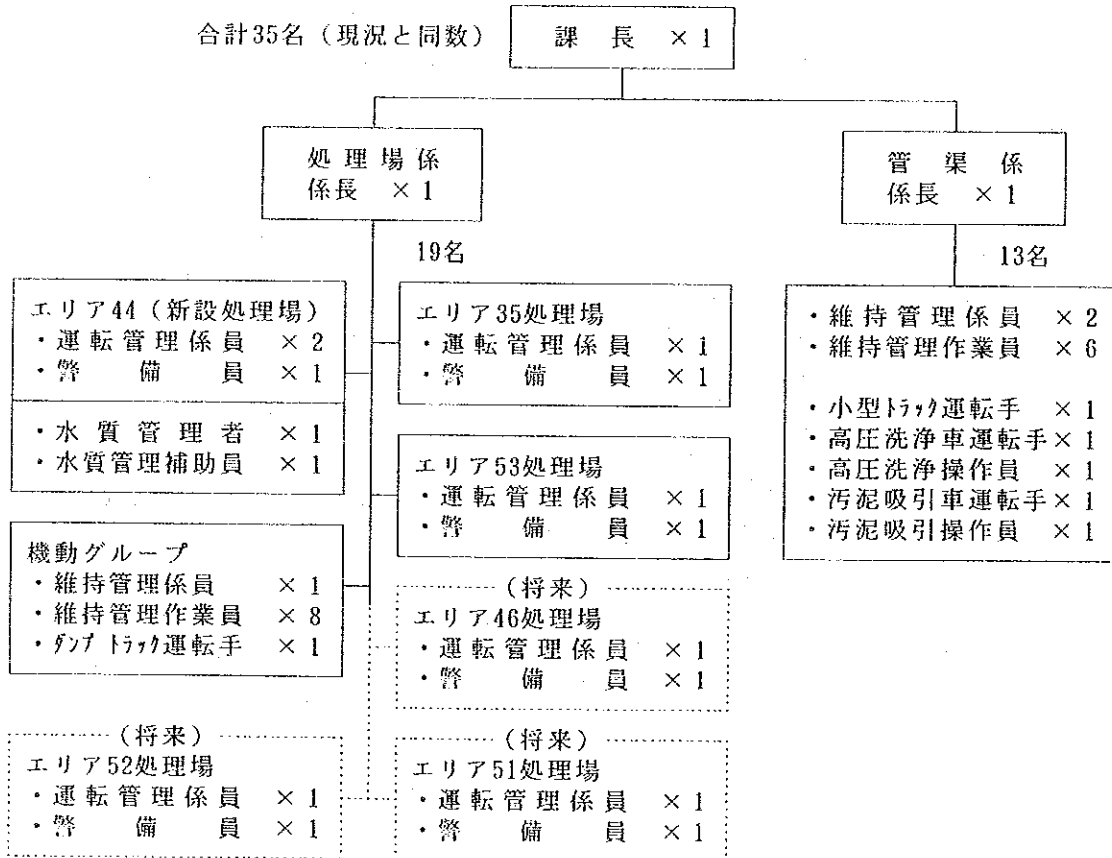
4-3-1 実施機関および運営体制

本計画の実施機関はリロンゲ市である。リロンゲ市は地方自治省の管轄下であり、実質的に助役が7部局を監督して行政サービスを行っている。下水道事業は建設部土木・下水道課が管轄しており、この下水道課が本計画実施後の運営にもあたる（図3-11、3-12参照）。

新下水処理場の完成に伴い既存の処理場のうち4ヶ所を廃止するとともに、管渠清掃に専ら従事するグループを編成しなくてはならない。したがって、現在下水道課に配置されている人員を

本計画の実施に合わせて再配置する必要がある。これらを考慮した人員配置計画を図4-1に示す。また、本計画の対象外であるが、将来エリア52処理場が建設省から移管され、またエリア46および51処理場が新設されたときは増員が必要となるが、当面の間は増員する必要はない。

図4-1 下水道課再配置案



4-3-2 事業計画

本計画はリロンゲ市の下水道システムを抜本的に改善するもので、既存枝線管網を除き、施設は全て新設され、既存下水処理場は一部を除き廃止される。既存枝線管網は新しい下水道システムの幹線に接続され、新下水道システムの一部となる。

本計画で建設される施設および供与される機器は以下の通り。

- ① 下水処理場（土木、機械、建築設備共）
 - ア) スクリーン
 - イ) 沈砂池
 - ウ) パーシャル・フリューム（量水器）
 - エ) 分配槽—1
 - オ) 嫌気性池

- カ) 浄化槽汚泥池
 - キ) 分配槽—2
 - ク) 分配槽—3
 - ケ) 通性池
 - コ) 熟成池
 - サ) 場内配管
 - シ) 場内管理道路
 - ス) 管理棟(事務室、水質試験室、休憩室、倉庫)
- ② 幹線管渠
- ア) 下水幹線(エリア2、6、13、18A、18B、33と新設処理場の連絡管)
 - イ) 水管橋
- ③ 枝線管網
- ア) 枝線管網(エリア1、2、エリア6連絡管)
- ④ 維持管理用機器
- ア) 水質分析機器
 - イ) 管渠清掃機材、車両
 - ウ) 処理場維持管理用車両、ボート、エンジンポンプ

4-3-3 計画地の位置および状況

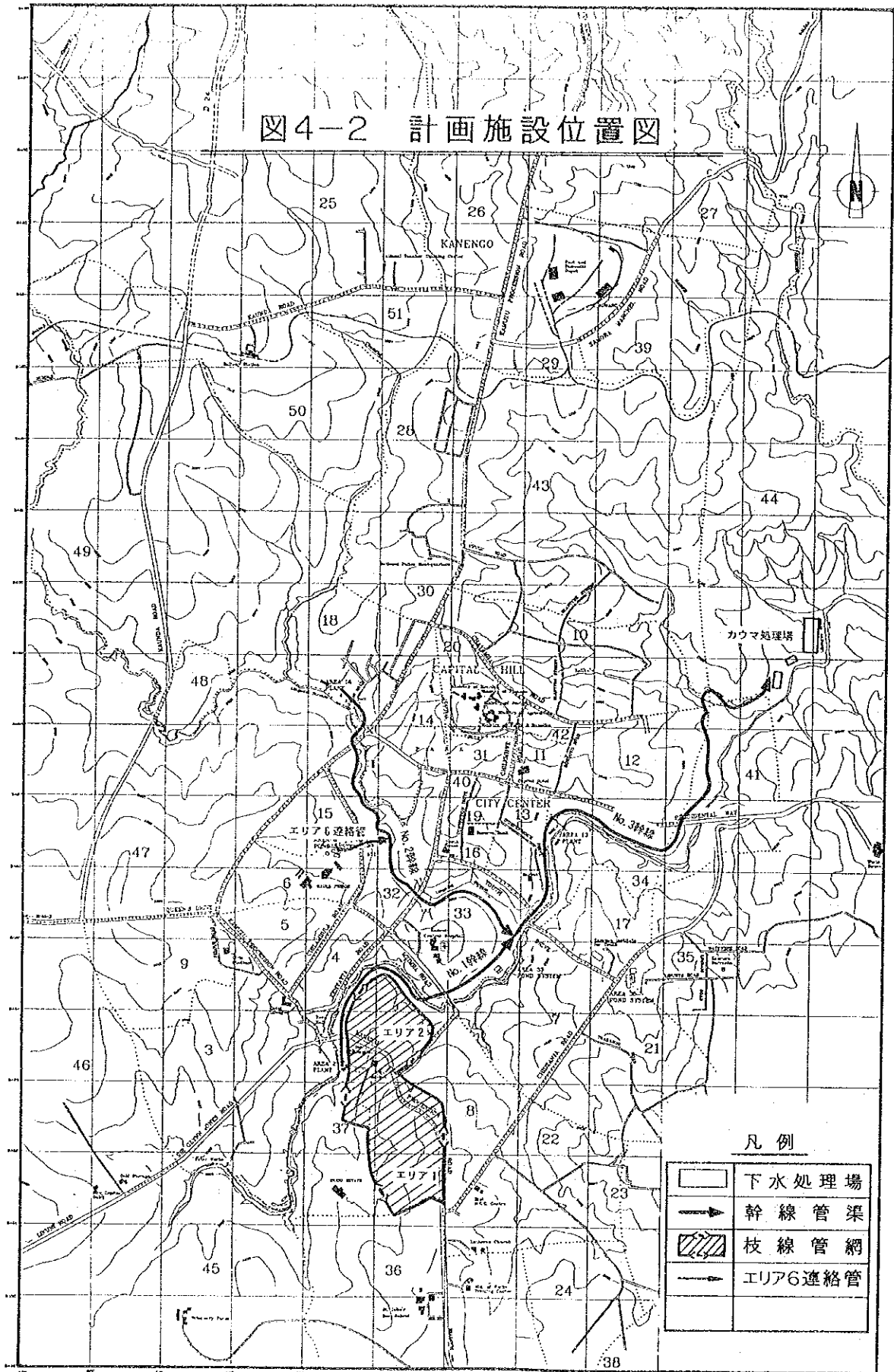
新設する下水処理場、幹線管渠、枝線管網整備区域を図4-2に示す。

(1) 施設建設位置周辺の状況

① 下水処理場

新設する下水処理場は、市中心部のオールドタウンにあるM1道路橋から約11km、リンガジ川との合流点からリロンゲ川を約7km下った左岸に位置する。処理場予定地は、周辺地域と共にマラウイ国有地である。しかしながら、処理場予定地周辺に不法居住者が集落を形成し、予定地内において不法な開墾作業を行っている。この集落を通過し、処理場と既存道路を結ぶ、約3kmのアクセス道路の建設が必要となる。処理場予定地の対岸には大統領官邸の雑用水用の取水ポンプ施設があり取水堰が設けられているが、その他は畑地と林である。

図4-2 計画施設位置図



凡例

	下水処理場
	幹線管渠
	枝線管網
	エリア6連絡管

② 幹線管渠

幹線管渠は3区間に分けられる。

No.1の区間は既存のエリア2処理場への流入管を上流端として、リロンゲ川右岸を流下し、ムジンバ道路橋手前でエリア33へ水管橋で横断し、リロンゲ川左岸をリングジ川合流点まで流下する。敷設予定地は市街地の後背地の川岸の傾斜地で灌木が繁っており、現状では車両の立ち入りは出来ず、工事実施にあたっては伐開が必要である。

No.2の区間は既存のエリア18処理場への流入管を上流端として、リングジ川左岸を流下し、M1道路橋手前で対岸へ水管橋で横断し、リングジ川右岸のエリア32、33を流下してリロンゲ川合流点に至る。No.2区間の大部分を占めるM1道路から合流点までの約4kmの区間は自然保護区を通過しており、樹木が密生し、野性動物が棲息している。自然保護区内の工事にあたっては、環境影響評価を含めた関係当局の審査を受けなくてはならない。

No.3の区間はNo.1幹線とNo.2幹線の合流点から、リングジ川を水管橋で横断し、そのままカウマ処理場までリロンゲ川左岸の灌木が生えた川岸の傾斜地を流下する。

③ 枝線管網

枝線管網はエリア1、2の2ヶ所の地区で整備される。また、エリア6の既存処理場からNo.2幹線への連絡管を敷設する。

ア) エリア1

比較的高密度な住居地区で一部に学校、教会が点在しているエリアである。殆どの下水管渠は道路下に埋設されるが、それらの道路の大部分は舗装されていない。枝線管網は大きく南北の2系統に分けられ、中間部に集合浄化槽に接続する下水管網が既に整備されている地区がある。この集合浄化槽は廃止され、既存下水管網の末端にて南側系統に接続される。

南側系統の下流部は、エリア37地区内をリロンゲ川に向かって北行する排水路に沿ってリロンゲ川の近くまで流下し、リロンゲ川右岸を300 m程流下した後、既存のエリア2処理場敷地内で新設のNo.1幹線に流入する。エリア37地区内のルート上には灌木が茂っており、伐開工事が必要である。北側系統の下流部はエリア2のマーケット南側100 m付近を東行する排水路に沿って流下し、南側系統の下流部管渠に流入する。

M1道路の反対側のエリア8にある学校の汚水を受け入れるため、M1道路を1ヶ所横断しなければならないが、交通量は比較的少なく、工事期間中は安全工事のため片側交通による規制は必要となるが、特に交通遮断の必要はないと考える。その他の道路は域内道路であり工事に支障はない。

イ) エリア2

エリア2はM1道路両側の商店が密集する商業地区とその後背地でリロンゲ川に囲まれた形の住居地区から構成される。M1道路南側の病院、マーケット、商店が密集する

地区については既に下水道が整備され、その下水はエリア2処理場に流入している。

新規枝線管網はM1道路北側地区の商店、学校、住宅等に対して整備される。この地区は新設されるNo.1幹線に囲まれる形になり、地形を考慮し枝線管網は7ヶ所でNo.1幹線に接続する。殆どの管渠は舗装道路に埋設される。

M1道路沿いの商店街では交通が混雑しているため、工事の際は安全に配慮する必要がある。M1道路については側道に埋設するため交通を阻害する恐れはない。他の道路については住宅地であるため交通障害に対する配慮は必要ない。

ウ) エリア6連絡管

エリア6のマウラ刑務所に隣接する処理場の流入管から水路に沿ってリングジ川沿いのNo.2幹線まで連絡管を敷設するもので、その沿線は比較的平坦な荒地である。

(2) インフラ整備の状況

① 電力

処理場への電力はマラウイ電力供給委員会(ESCOM)により供給される。計画作業停電の他は、雨季の豪雨時に架空線で断線事故が起きた例があるが頻度は少なく、当該地域への供給能力も問題ない。現在、建設用地まで電力の供給設備がないため、工事実施にあたっては近隣の11kV幹線から引込工事を実施する必要がある。引込工事は幹線から11kVの送電線を引き込み、途中変圧器、遮断器、避雷器等を設置し処理場用地まで約1kmの距離を電柱上に架線することになるが、工事はESCOMが行い市が費用を負担しなければならない。

② 道路

市の中心部は舗装道路が整備されているが、処理場用地の近辺までは道路が整備されていない。処理場用地に隣接する集落までは辛うじて車両の通行が可能な自然道ができているが、そこから用地までは乗用車の通行は困難である。

③ 電話、通信

市内の電話事情は比較的良好であるが、処理場用地へは近隣の幹線から引込線を約2km程敷設しなければならない。

4-3-4 施設、機材の概要

本調査で計画された施設、機材の概要をそれぞれ表4-6、表4-7に示す。

表4-6 主要施設の概要

施設、設備の名称	数量	施設、設備の構造、仕様等	設計諸元等
カウマ下水処理場 沈砂池	1池	構造：鉄筋コンクリート製2水路（含予備）	水面積負荷 1,800 m ³ /m ² /日
スクリーン	2式	仕様：手掻き	
量水器	1式	型式：パーシャル・フリューム 構造：鉄筋コンクリート製	
嫌気性池	3池	構造：土堰堤式矩形池（予備1池）	容積負荷 160g-BOD ₅ /m ³ /日 滞留時間 2日以上
浄化槽汚泥池	2池	構造：土堰堤式矩形池	容積負荷 200g-BOD ₅ /m ³ /日 滞留時間 20日以上
通性池	4池	構造：土堰堤式矩形池 2池1系列	容積負荷 192kg-BOD ₅ /ha/日
熟成池	6池	構造：土堰堤式矩形池 3池1系列	滞留時間 3日/池
放流管	2条	石綿セメント管	
バイパス放流管	1条	石綿セメント管	
場内配管	1式	石綿セメント管	
管理棟	1棟	構造：1階建	
幹線管渠 No.1幹線	1条	内径500-600mm x 延長4.2km x 1条	マンニング流速公式 粗度係数0.013 最大流速3.0m/秒 最小流速0.5m/秒
No.2幹線	1条	内径500-600mm x 延長5.4km x 1条	
No.3幹線	1条	内径800mm x 延長7.9km x 1条	
枝線管網 エリア1	144 ha	取付管共	マンニング流速公式 粗度係数0.013 最大流速3.0m/秒 最小流速0.5m/秒
エリア2	140	取付管共	
エリア6連絡管	—	内径250mm x 延長1.2km	

注) 管理棟は電気設備、ガレージ棟を含む。

4-3-5 維持・管理計画

本計画の実施にあたって、マラウイ側の負担で実施すべき事項および施設完成後の運転維持管理費については以下のように推定される。

(1) 事業実施前及び実施期間中に必要とする事項

- ① 事業実施体制の確立
- ② 管渠の横断工事に伴う河川および道路関係当局の許可取得
- ③ 幹線の自然保護区通過に伴う関係当局の許可取得
- ④ 施設建設に必要とする土地収用
- ⑤ 管理用道路建設に必要とする土地収用
- ⑥ 枝線管網敷設工事に伴う私有地の補償
- ⑦ 輸入資機材に係る租税公課の減免措置
- ⑧ 処理場アクセス道路の建設
- ⑨ 処理場フェンス工事
- ⑩ 幹線ルート伐開工事
- ⑪ 上水道引込工事
- ⑫ 電力引込工事
- ⑬ 電話線引込工事

上記に係る費用は必要によりマラウイ側において見積の上予算措置をしなければならない。
なお、上記項目のうち工事期間中にマラウイ側で準備すべき臨時直接経費については後出の表5-23に示す。

(2) 事業実施後の維持管理費

① 人件費

処理場建設後の水質管理を適確に行い、維持管理を適切に行うために、廃止される既存の処理場の管理要員の再配置を行わなければならない。当面の間、下水道関係職員を増員する必要はないが下水道課長を専任とするための費用を要する。

② 運転費

処理場では動力及び薬品を必要とする運転操作はないため、日常の運転費用は不要である。

③ 維持管理費

維持管理費に関しては、適正な維持管理が実施できるよう次の事項に留意して予算計上

すべきである。

・堆積汚泥の搬出・処分費：

沈砂池	沈砂	1回/15日、0.9 m ³ /回、	22 m ³ /年
	スクリーンかす	1回/15日、0.9 m ³ /回、	22 m ³ /年
嫌気性池		1回/5年、660 m ³ /回、	132 m ³ /年
浄化槽汚泥池		1回/1月、270 m ³ /回、	3,240 m ³ /年
通性池		1回/5年、495 m ³ /回、	99 m ³ /年
合 計			3,515 m ³ /年

・水質試験費；月1回の各池の水質試験のための試薬、光熱費

以上の条件に基づき、本計画処理場の維持管理費を概算すると、表4-8に示すとおりMK145,000/年となる。

表4-8 計画処理場維持管理費概算

人件費：	
技術員	1人×21,000 MK/年 = 21,000
運転員	1人×7,200 MK/年 = 7,200
警備員	1人×7,200 MK/年 = 7,200
水質管理員	1人×21,000 MK/年 = 21,000
同 助手	1人×7,200 MK/年 = 7,200
小計	MK63,600/年
下水道課長	1人×31,000 MK/年 = 31,000 (専任に伴う人件費増)
合計	MK94,600/年
堆積汚泥搬出費：	
①トラック燃料費	182PS 0.040 ℓ/PS-h 3.1MK/ℓ
汚泥量	3,515 m ³ /年 ≒ 3,500 t/年
	3,500t ÷ 4 t/回 × 1時間 × 182PS × 0.040 ℓ/PS-h × 3.1MK/ℓ
	= 19,747 MK/年
②エンジンポンプ燃料費	9kW、3 m ³ /分、0.584 ℓ/kW-h、3.1MK/ℓ
嫌気性池	13,000 m ³ /5年
浄化槽汚泥池	2,000 m ³ /1月
通性池	87,500 × 1/2(自然流下) m ³ /5年
熟成池	9,200 × 3池 × 1/2(自然流下) m ³ /5年
排水量合計	38,110 m ³ /年
	38,110 m ³ /年 ÷ 180 m ³ /時 × 9kW × 0.584 ℓ/kW-h × 3.1MK/ℓ
	= 3,450 MK/年
③人件費	
技術員	1人×7,200 MK/年×9/12(9ヵ月分) = 5,400
作業員	8人×2,400 MK/年×9/12(9ヵ月分) = 14,400
運転手	1人×2,400 MK/年×9/12(9ヵ月分) = 1,800
人件費合計	MK21,600
堆積汚泥搬出費 =	19,747 + 3,450 + 21,600 ≒ 44,800 MK/年
水質試験費その他：	5,000 MK/年
維持管理費合計	94,600 + 44,800 + 5,000 = 144,400 ≒ 145,000 MK/年

また、2000年における下水道事業全体の維持管理費はおおよそ次のように予想される。

人件費 (31,000x1+21,000x5+7,200x29=)	MK344,800/年
車両燃料費 (MK20,000/年 x 5台=)	MK100,000/年
ポンプ燃料費その他	MK 50,000/年
施設補修費 (F/S計画事業費累計の0.5%)	MK236,000/年
合計	MK730,800/年

一方、2000年の下水量は下記のとおり約12,000m³/日と想定されている。

家庭排水量	1,172 m ³
商業その他排水量	4,939 m ³
本計画対象区域外下水量	5,987 m ³ (F/Sより)
合計	12,098 m ³ /日

従って、単位下水量あたりの維持管理費は次に示すように、MK0.17/m³と算定される。

$$\text{MK730,800/年} \div (12,098 \text{ m}^3/\text{日} \times 365\text{日/年}) = \text{MK0.17/m}^3$$

(3) 下水道料金

前出の4-2-2に述べたように、リロンゲ市の下水道料金については業種による一律料金制が採用されているが、表4-2に示されるように、その料金水準は下水道関連事業支出の全額を賄うまでに至っていない。

F/Sでは下水道料金に関して次のように検討している。

- ① 補修費用を含めた維持管理費は工事費用累計額の1%である。
- ② 一律料金制に替わり従量料金制を導入する。
- ③ 現在の下水道料金 (MK12.00/月/戸) は月平均下水量 (99lpcd × 7人 × 30日 = 20.79m³) で割り戻すと1m³あたりMK0.58となり、水道料金と同程度である。
- ④ 水道料金と下水道料金の合計額は1戸あたりの月収 (MK200)の12%に達しており、資本費と維持管理費を全額賄うための適正料金水準 (MK1.12/m³) の設定はできない。
- ⑤ 従って、一般家庭用はMK0.58/m³、商業その他用はMK1.12/m³とし、MK400の接続料金を新規利用者から徴収する。
- ⑥ 一般家庭における適正料金水準との差額 (MK0.54/m³) は政府が補助する。
- ⑦ 接続料金を導入しないときには一般家庭用はMK0.58/m³、商業その他用はMK1.15/m³とし、一般家庭における適正料金水準との差額 (MK0.57/m³) は政府が補助する。

この検討は、F/S計画事業の工事費用を自己資金および借入金で賄うことを条件としており、本計画が無償資金協力事業として実施されれば、借入金の返済に要する費用が不要となるため、料金水準は低く設定できることになる。しかし、本計画で予定されている処理施設は全体計画の40%程度の処理能力を持つに過ぎず、枝線管網の整備も緊急性のある地区のみを対象

としている。これはF/S計画の全事業のうち事業費換算で3割程度の事業を実施したに過ぎない。従って、これからも枝線管網と処理施設の拡張事業を実施する必要があり、また、最近の人件費の上昇が著しいこと、単位下水量あたりの想定維持管理費 (MK0.17/m³) がF/S計画値 (MK0.14/m³) より大きいことから、少なくともF/Sで提唱している料金水準を確保することが望ましい。

F/Sにおける為替交換レートは1MK=0.3612US\$であるため、F/Sの推奨料金は、一般家庭用がUS\$0.21/m³、商業その他用がUS\$0.40/m³、接続料金はUS\$144.48となる。これは最近の為替交換レート(1MK=0.2321US\$)を適用すれば一般家庭用がMK0.90/m³、商業その他用がMK1.74/m³、接続料金はMK622となる。

後出の表5-7に示す用途別排水量にこの料金を適用すると、本計画の目標年次2000年の下水道料金の総額は、

家庭排水量	1,172 m ³ × MK0.90/m ³ =	MK1,055
商業その他排水量	4,939 m ³ × MK1.74/m ³ =	MK5,013
本計画対象区域外下水量	5,987 m ³ × MK0.90/m ³ =	MK5,388
合計	12,098 m ³ /日	MK11,456/日

となる。これは年額にすると418万MKであり、現在の約14倍の料金収入を見込むことになる。

4-4 技術協力

本計画が実施された場合に問題となるのは、①処理施設の運転維持管理が期待したように行われるか、②下水管網の清掃が予定通り実施されるか、という2点である。

採用された処理プロセスは維持管理が容易であり、4-2-6で述べたように、専門家による実際の施設を用いた下水処理場管理のトレーニングは、当面実施する必要がないと判断する。

国際協力事業団専門家の派遣は1年間程度の運転状況を基に判断して決定されるべきである。

処理場の維持管理のためには、水質分析に関わる職員の訓練は是非とも必要であり、建設省中央試験所の場合と同様に、水質分析を専門とした青年海外協力隊員の派遣が望まれる。

また、国際協力事業団の実施する下水道研修コース等において、リロンゲ市の下水道課職員に下水道施設の維持管理に関する知識を予め習得させておくことが望ましい。

第 5 章 基本設計

第 5 章 基本設計

5 - 1 設計方針

基本設計は以下の方針に基づき行うものとする。

- ① 処理方式の決定に当たっては、流入水質条件、放流水質基準のほか施設の補修・維持管理の容易さ、建設費・維持管理費の経済性、将来増設への対応性等を考慮の上決定する。特に既設の処理場の運転状況を勘案し、日常的な維持管理が必要で動力費もかかる機械・電気設備の導入は避けて極力簡易な処理法とする。
- ② 管渠の敷設位置については公道に限定せず、土被りが浅く経済的な工事ができるようルートを選定する。
- ③ 枝線を整備する区域は緊急性の高い住宅地区・商業地区を中心に選択する。整備の優先順位は下水処理場・幹線管渠を優先する。
- ④ 管渠の設計に用いる水量は全体計画時汚水量とするが、処理場の設計についてはある程度確実な汚水量が見込める中間年次の水量で設計を行い過大な先行投資を避ける。
- ⑤ 工事に当たっては可能な限り現地資機材を採用するものとする。
- ⑥ 工期分けは行わない方針とする。その理由は、本計画施設が最低限既設処理場の汚水を取り込む幹線管渠と新設処理場が完成しないと下水道としての機能を発揮しないため、工期を分けてもそれぞれの期の効果が具体的に上がってこないことによる。

5 - 2 設計条件の検討

5 - 2 - 1 計画目標年次

全体計画の計画目標年次はリロンゲ市の上水道・衛生基本計画（M/P）が2005年を目標年次としていることから整合をとり2005年とする。一方、今回計画の目標年次は今回設計する施設の完成見込み時期から数年先をにらみ2000年とする。

F/Sにおいても計画を緊急性の高い1999年までの第1期とそれ以降2005年までの第2期に分けて、それぞれ2000年および2005年の水量に基づき計画している。

5 - 2 - 2 計画処理区域

(1) 全体計画

F/Sの計画は以下のとおりである。

市内の55のエリアのうち今回新設するカウマ処理場で処理する区域は地形、河川流域範囲、既設処理場の運転状況よりリロンゲ・リンガジ両河川沿いの地区で幹線に自然流下で取り込める人口密集地区とする。

エリア52および53はそれぞれ既設の処理場（今回検討対象外）を持っており、中心市街地からも遠く離れているため、そこで処理することとし、エリア25、26、29および51は今回検討する処理場への自然流下が困難であるため、これらの地区の汚水はエリア51に新設される処理場（今回検討対象外）で処理する。またエリア35についても既設の処理場で今後も処理し、エリア46についても工場排水が主であり計画幹線からかなり上流にあるため取り込みは考えない。

以上の区域設定の考えに基づき現地の地形、将来とも稼働を考えている各処理場の処理状況を調べた結果、F/Sの区域設定は妥当と判断できた。なお、F/Sではエリア33の処理場については、将来とも稼働を続けることにしていたが、市との協議により本計画完了後は廃止し、新設幹線に直接接続するものとする。現地調査時に新たにリロンゲ市側から全体計画区域に追加を要請された区域として、エリア47のM1道路沿いの区域（宅地開発計画）とエリア44の処理場対岸の大統領府職員用住宅区域があり、具体的な計画もあることから計画区域に追加した。これらの区域も今回計画のカウマ処理場の処理区域内である。以上の考えで決定したカウマ処理場に係わる全体計画区域を図5-1に示す。全体計画の面積は表5-1のとおりである。なお、この値はF/Sの計画図をもとに求積した値である。

表5-1 カウマ処理場流入区域（単位:ha）

177	全体計画	今回計画	177	全体計画	今回計画
1	144	144	19	28	7
2	140	140	20	37	37
3	32	—	28	113	—
4	129	—	30	271	9
5	29	—	33	93	15
6	67	10	36	25	—
8	23	—	37	95	1
11	39	2	40	12	—
13	43	43	44	(-)*	—
16	12	12	47	613	—
18	208	80	計	2,153	500

* 大統領府職員住宅

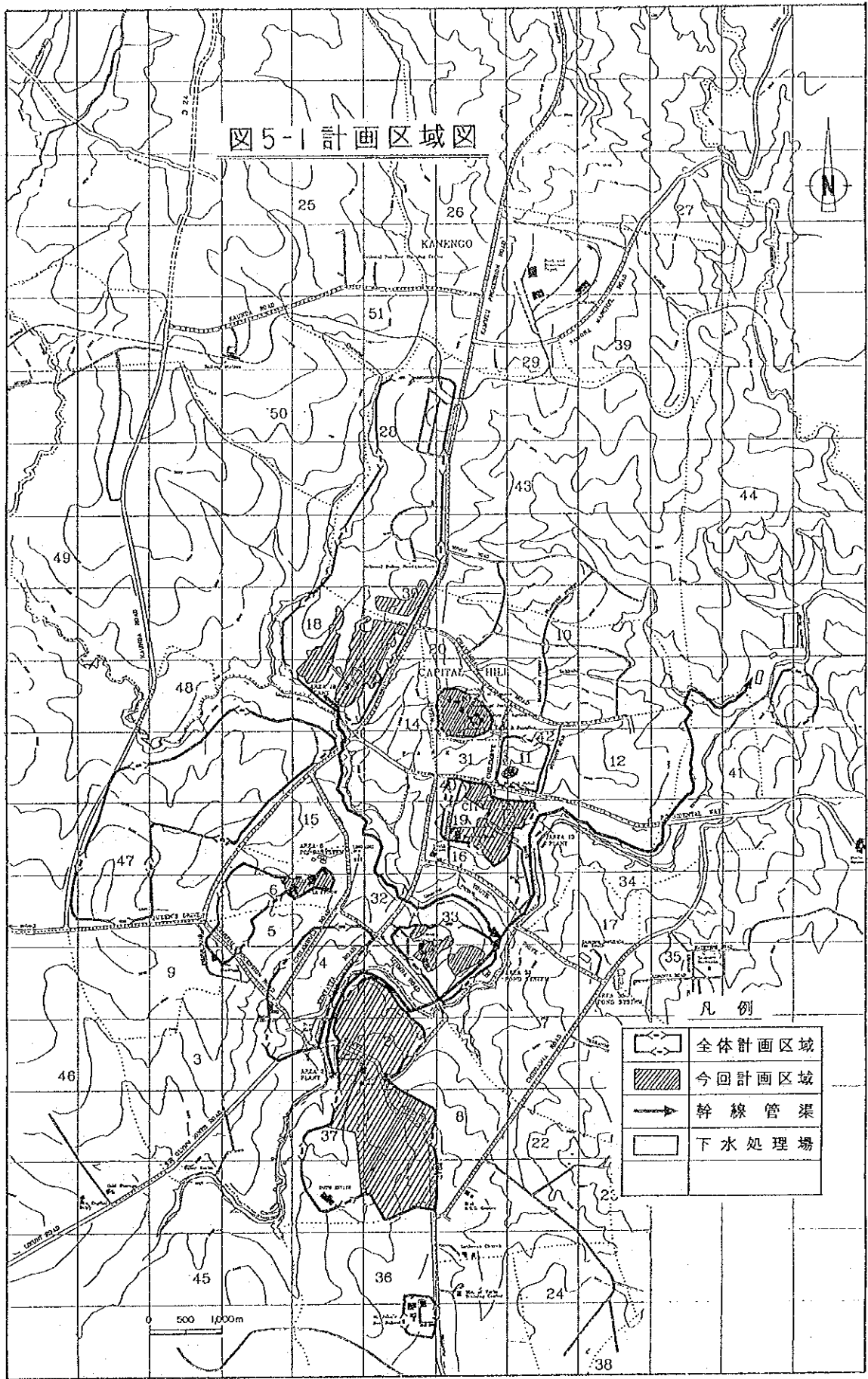






図5-1 計画区域図

凡例

	全体計画区域
	今回計画区域
	幹線管渠
	下水処理場

(2) 今回計画

今回計画で見込む区域は、既設の処理場に流入している下水道既整備区域と2000年までに枝線管網の整備が見込める区域とする。区域の概要については既述のとおりである。

今回計画の区域を合わせて図5-1に示す。今回計画の面積は表5-1のとおりである。

5-2-3 計画対象人口

計画対象人口は目標年次の市全体の人口を過去の人口の伸びから推計し、それを地区毎に配分し計画区域内の人口を集計して求める。

(1) 行政人口の予測

将来人口を推定した資料としてはM/Pで推定した値がある。この値は1983年までの人口データを基に将来推計を行っており1983年以後の人口の伸びを年6%（自然増3.6 + 社会増2.4）として以下の人口を採用している。

1983年	142,400 人
1985年	160,300 人
1990年	214,200 人
2000年	384,100 人
2005年	444,100 人

一方、1987年に行われた国勢調査で人口が233,973人とM/Pの予測値を上回る伸びをみせたため（年平均増加率13%）、F/Sでは将来人口の見直しを行い、1987年人口を基にそれから年6%の割合で人口が増加するとして以下の数値を採用した。

1989	263,000 人
1995	373,000 人
2000	500,000 人
2005	668,000 人

現地調査において統計局から最新の人口推計値(1993)を収集したが、分析の結果約271,000人と依然として高い人口の伸び率を示しているが、1987年からの伸び率はF/Sで想定した年6%を下回っている。しかし、この値は各エリア一律に想定伸び率を適用したもので根拠に乏しいと判断された。また、今後もマラウイ国の首都として、宅地、道路、上下水道等のインフラストラクチャーの整備を続けていくことにより高い人口の伸びが続くと考えられ、F/Sの将来推計値を基に設計することは妥当と判断した。

以上より計画行政人口はF/Sの値を採用する（図5-2参照）。

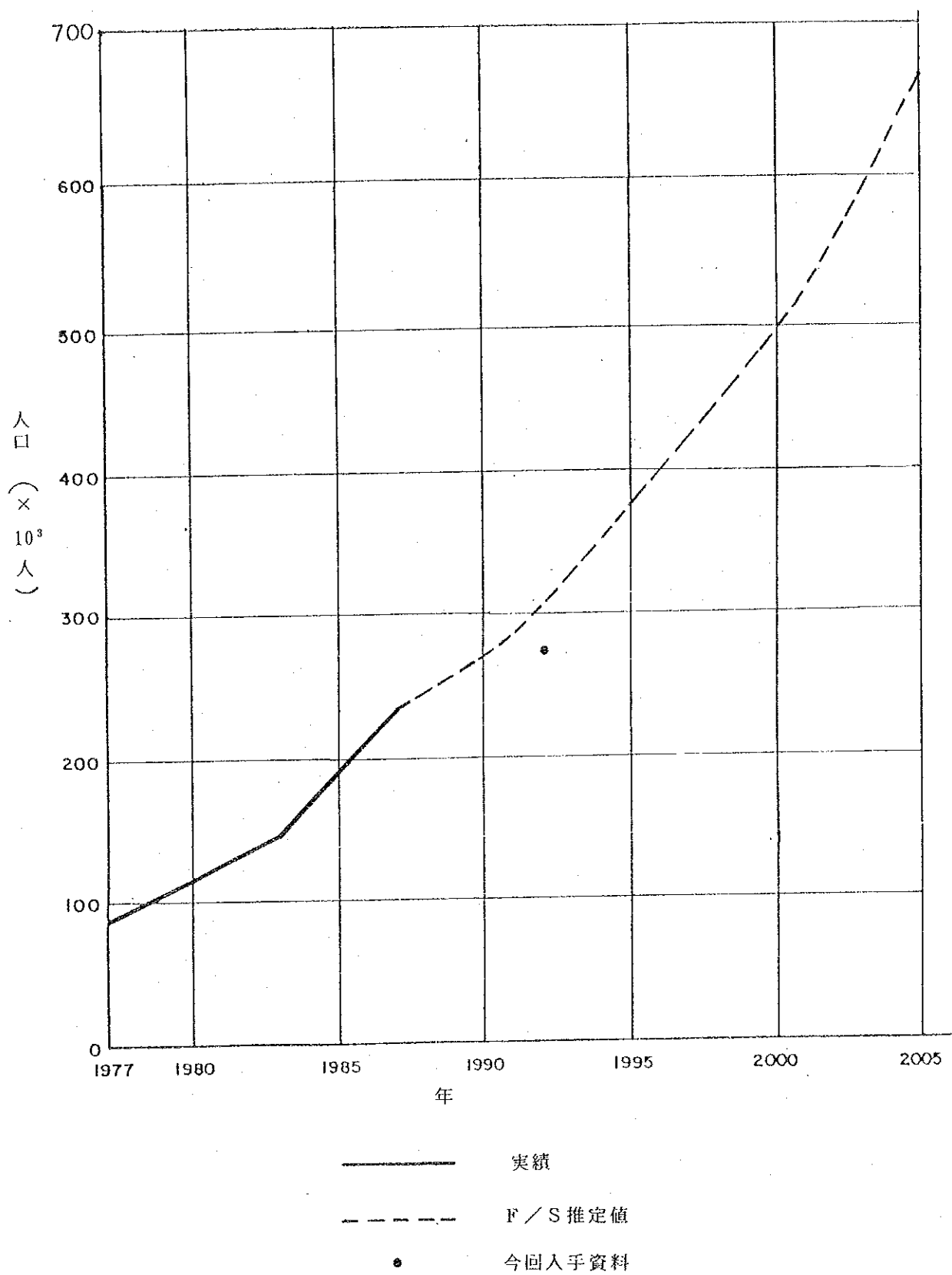
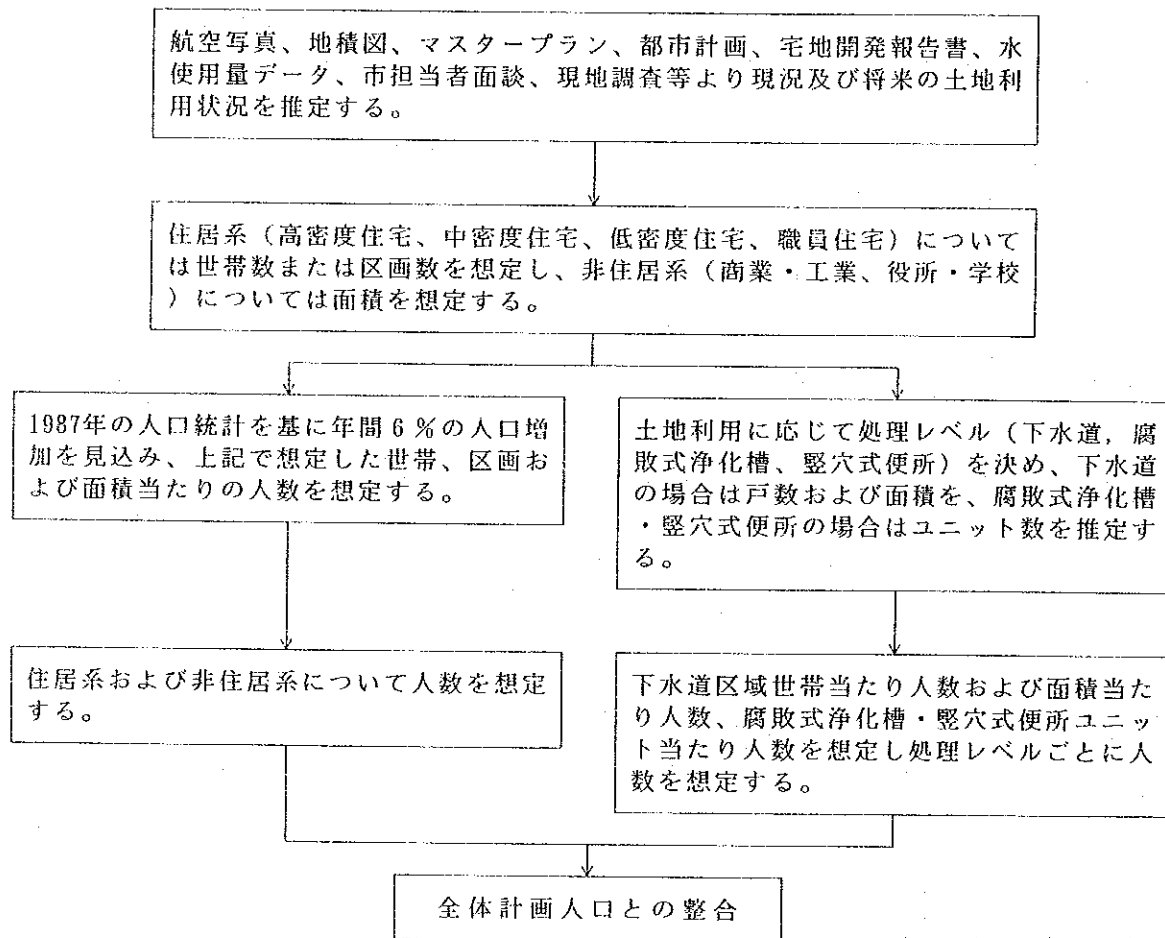


図5-2 将来人口推定図

(2) 下水道計画区域内人口の予測

下水道計画区域内の人口についてもF/Sの計画人口を再検討し、今回計画人口を算定する。F/Sの計画人口の算出方法を図5-3に示す。F/Sではこのフローに従い人口を算出し、下水道区域内人口（今回計画対象区域から除いた35他のエリアも含む市全域）を、2000年で約70,000人、2005年で約80,000人としている（表5-2）。

図5-3 F/Sによる計画人口の算定方法



この値はそれぞれの年の行政人口に対して14%および12%にあたり、1989年の下水道の普及率が約10%であることを考慮すれば、2000年までに相当な努力をしないと達成は困難と思われるが、下水道整備の有無を問わなければ各エリア内の人口は概ね妥当なものと判断する。この値をもとに今回新たに要請のあったエリア44および47の人口を加算し、2005年におけるカウマ処理場の処理区域内の人口を算定した。計算結果を表5-3に示す。また、今回計画の目標年次2000年の計画人口は、枝線の整備が既に終わっている区域および本基本設計で枝線管網の整備を考えている区域内の人口とし、2005年と同様にF/Sを参考に算出した（表5-3）。

表5-2 F/S計画区域人口

(単位:人)

工7	2000年	2005年	備考	工7	2000年	2005年	備考
1	8,626	8,635	カウマ	26.7	5,788	7,014	51処理場
2	253	3,039	カウマ	28	460	920	カウマ
3	219	253	カウマ	29	989	1,150	51処理場
4	748	805	カウマ	30	4,389	5,670	カウマ
5	69	92	カウマ	33	1,943	2,011	カウマ
6	115	138	カウマ	35	7,000	7,000	35処理場
8	46	69	カウマ	36	115	138	カウマ
11	939	1,015	カウマ	37	1,633	2,080	カウマ
13	345	460	カウマ	40	138	138	カウマ
16	58	69	カウマ	44	345	345	カウマ
18	15,050	15,190	カウマ	47	10,419	11,927	カウマ
19	150	184	カウマ	51	0	460	51処理場
20	173	207	カウマ	52	1,185	1,230	52処理場
25	930	1,045	51処理場	53	7,184	7,819	53処理場
				計	69,309	79,103	

≒70000 ≒80000

2000年 2005年

年次	2000年						2005年							
	COM	INS	STA	HDP	MDP	LDP	計	COM	INS	STA	HDP	MDP	LDP	計
1		175	2,061	6,390			8,626		176	2,114	6,345			8,635
2	212	218			2,570		3,000	212	220			2,608		3,039
3								100	153					253
4								805				92		805
5		520 ^{*2}	131				651		550 ^{*1}	138				92
6									69					688
8									23					69
11	23						23	43	23					1,015
13	345						345	460				949		460
16		58					58		69					69
18	88	191	127	7,090 ^{*6}			7,496	92	198	126	14,774			15,190
19	81	173					81	161	23					184
20							173		207					207
28								798			122			920
30		429	257				686		442	1,357	3,871			5,670
33		347	444				791		360	1,651				2,011
36									138					138
37		12					12	411	206	229	1,234			2,080
40									138					138
44								66		2,856 ^{*3}			4,600	2,856
47									72		11,789	5,727 ^{*4}	4,600	22,254
計	749	2,123	3,020	13,480	2,570		21,942	3,147	3,044	8,471	38,135	9,376	4,600	66,773

*1、*2 エリア6の水量は刑務所から公共施設排水として流入することになっているがF/Sでは人口が計上されていないため
2000年 520人、2005年 550人を計上する。

*3 市の要望により大統領府職員用住宅 420戸×6.8人/戸 = 2,856人を追加した。

*4 市の住宅計画より 中密度住宅 (380+327)×8.1人/戸 = 5,727人を追加した。

*5 市の住宅計画より 低密度住宅 400×11.5人/戸 = 4,600人を追加した。

*6 2000年のエリア18の汚水量を1,000m³/日と想定して算出。

COM:商業地区、INS:公共施設地区、STA:職員住宅、HDP:高密度住居地区、MDP:中密度住居地区、LDP:低密度住居地区

5 - 2 - 4 計画下水道量

(1) 住居系汚水量原単位

住居系の汚水量は、高密度住居地区(H. D. P)、中密度住居地区(M. D. P)、および低密度住居地区(L. D. P) 毎に1人当たりの汚水量原単位を求め、計画人口に掛けて算出する。M/PおよびF/Sにおける汚水量原単位の算定方法を以下にまとめる。

① M/Pの考え方

M/Pにおいては1983年の給水量・給水人口調査を基に高密度・中密度・低密度住居地区の給水量原単位を求め、一定の増加率を考慮して将来の給水量原単位を決定している。

汚水量原単位は下水道既整備区域で下水道への排出率を調査し、給水量の60%を実績値として算定している。目標年次の汚水量原単位は表5-4に示すとおりである。

表5-4 M/P汚水量原単位の予測 (単位: ℓ/人/日)

年度	給水量											汚水量= 2005年給 水量×0.6
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	2000	2005	
H. D. P	126	135	142	147	152	157	162	167	192	217	242	150
M. D. P	128	137	144	149	154	160	166	172	202	232	262	160
L. D. P	203	217	228	237	245	251	258	264	294	324	354	215

注) H. D. P; 高密度住居地区、 M. D. P; 中密度住居地区、 L. D. P; 低密度住居地区

なお、1986年のM/P追加報告書では給水量原単位の伸び率の低い給水計画を提案しており、2005年の給水量原単位として、H. D. P 176 ℓ/人/日、M. D. P 185 ℓ/人/日、L. D. P 263 ℓ/人/日という値を提案している。

② F/Sの考え方

F/Sにおいては1983年のデータの他に1989年にリロンゲ水道公社の行った同種の調査を用い、両方のデータの伸びを使い将来の給水量原単位を推定している。汚水量原単位は給水量を基に地区別に、給水量のうち下水道への排出率(散水、洗車等污水管に入らない量を除いたもの)を決め給水量に掛けて決定している。

なお、高密度住居地区については1989年実績値が1983年の実績値より下がっているため、1989年より毎年2 ℓ/人/日程度の増加を見込んでいる。

表5-5にF/Sの値を示す。

表5-5 F/S汚水量原単位の予測 (単位: ℓ/人/日)

年度	給水量					汚水量	
	1983 実績	1989 実績	1983~1989 平均伸び率	2000 推定	2005 推定	汚水量/給水量 比率	2005汚水量 推定値
H.D.P	126	110	-2.7ℓ/年	130	140	0.90	125
M.D.P	128	145	2.8ℓ/年	175	190	0.80	150
L.D.P	203	220	2.8ℓ/年	250	270	0.75	200

注) H.D.P; 高密度住居地区、 M.D.P; 中密度住居地区、 L.D.P; 低密度住居地区

③ 今回計画値

本計画にあたり最新のデータとして1989年以降の給水実績を収集したが、給水量・給水栓数共に順調に増加しているものの、1人当たりの給水量に換算すればM/P予測値程には増加しておらず、F/Sの予測値程度を見込むことが妥当と考えられる(表5-6、図5-4参照)。また、M/P1986年報告書の値ともF/S値は比較的近い。

表5-6 実績給水量原単位

年度		1989	1990	1991
H ・ D ・ P	給水栓個数 (カ所)	7,447	8,326	9,203
	給水栓当たり人口 (人/カ所)	6.1	6.1	6.1
	給水人口 (人)	45,436	50,789	56,138
	給水量 (m ³ /日)	4,998	5,725	6,310
	一人一日給水量 (ℓ/人/日)	110	113	112
M ・ D ・ P	給水栓個数 (カ所)	1,489	1,526	1,614
	給水栓当たり人口 (人/カ所)	13.3	13.3	13.3
	給水人口 (人)	19,871	20,296	21,466
	給水量 (m ³ /日)	2,881	2,883	2,770
	一人一日給水量 (ℓ/人/日)	145	142	129
L ・ D ・ P	給水栓個数 (カ所)	1,460	1,513	1,575
	給水栓当たり人口 (人/カ所)	17.0	17.0	17.0
	給水人口 (人)	24,891	25,721	26,775
	給水量 (m ³ /日)	5,476	5,105	6,498
	一人一日給水量 (ℓ/人/日)	220	198	243

注) 給水栓当たり人口を1989年実績より推定し、この値は変化していないと仮定した。

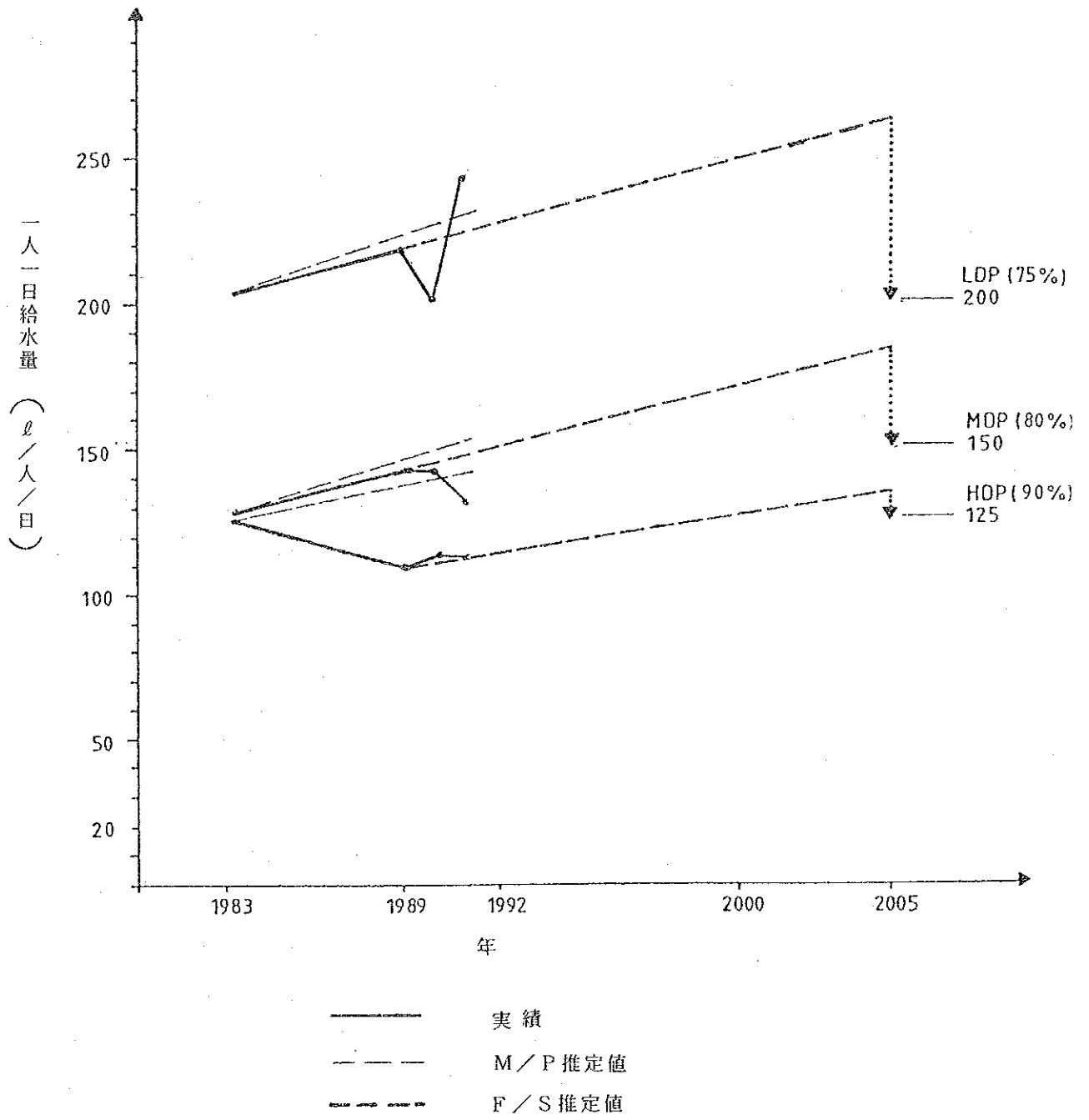


図5-4 原単位推定図

給水量と汚水量の差分は、散水・洗車等で直接污水管に流入しない量の比率であり、日本国内では1割未満の場合が多い。現地ではこの割合が比較的高く、特に1宅地当たりの敷地面積の広い低密度住居地区でスプリンクラーによる散水が日常的に行われており、污水管に入らない水を多く使用する傾向がある。

このことから、F/Sのように污水管に流入しない量の比率を低密度住居地区で給水量の25%、1宅地当たりの敷地面積の狭い高密度住居地区で10%、中間的な中密度住居地区で20%とすることは適当と考えられる。

以上、検討の結果、本計画の汚水量原単位はF/Sと同様とした。

なお、職員住宅（スタッフハウス=STA）については高密度住居地区と同じ汚水量原単位と考えた。

(2) 非住居系汚水量

非住居系汚水量（商業系・工業系排水=COM、役所・学校・研究所=INS）についてはM/P、F/Sとも類似施設の給水実績を基に5～20m³/ha/日の汚水量原単位を使用しており、本計画もそれに準じた。

(3) 計画汚水量（本計画採用値）

計画汚水量は表5-7に示すとおりである。なお、2000年の汚水量原単位も2005年の値に準じた。

5-2-5 計画流入水質、処理水質

(1) 計画流入水質

計画流流入水質はF/Sの値と既設処理場の水質検査の結果から決定する。F/Sでは流入水質について、世界銀行テクニカルレポートNo.7を参考に1人当たりBOD 40g/日、汚水量125ℓ/日（高密度住居地区住人相当）の負荷を持つものとしており、逆算すると、

$$40 \div 0.125 = 320\text{g/m}^3 (= \text{mg}/\ell)$$

となる。一方、水質分析結果は表5-8のとおりであるが、処理場間で差が大きく、通日観測もしていないため、計画処理施設において日間平均でどの程度の水質になるか明確な判断はできない。

表 5 - 7 計画汚水量内訳 (単位: ㎥/日)

年次	2000年							2005年						
	COM	INS	STA	HDP	MDP	LDP	計	COM	INS	STA	HDP	MDP	LDP	計
1		104	260	800			1,164		110	270	800			1,180
2	350	667			390		1,407	390	720			400		1,510
3								160	60					220
4								1,400	80			20		1,400
5		100	20				120		120	20				100
6									60					140
8												150		60
1 1	250						250	280						430
1 3	300						300	400						400
1 6		100					100		120					120
1 8	14	84	16	886			1,000	16	92	20	1,850			1,978
1 9	420						420	520	100					620
2 0		150					150	800	180					180
2 8											20			820
3 0		470	40				510		600	170	490			1,260
3 3		600	60				660		700	210				910
3 6									120	30	160			120
3 7		30					30		50					240
4 0									170					170
4 4										360	1,480	860	920	360
4 7									150					360
計	2,634	2,305	396	1,688	390		6,111	3,966	3,432	1,080	4,800	1,430	920	15,628

COM:商業地区、INS:公共施設地区、STA:職員住宅、HDP:高密度住居地区、MDP:中密度住居地区、LDP:低密度住居地区

表 5 - 8 流入水質分析結果

処理場	BOD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)
エリア2	145	270
エリア6	80	343
エリア13	102	163
エリア18A	288	480
エリア18B	260	260
エリア33	147	220

本計画においてはBODは水質試験の最大値に若干の余裕を見込み 300mg/ℓとし、SSについては 350mg/ℓとした。また、大腸菌群数は下水処理計画で一般的に用いられている 2.0×10^7 MPN/100mℓを採用した。

(2) 処理水質

処理水質はマラウイ国水資源委員会の規制値である下の値を目標値として採用した。

BOD 20mg/ℓ

SS 30mg/ℓ

大腸菌群数 1.0×10^3 MPN/100mℓ

大腸菌群数については世界銀行テクニカルレポートNo. 7で推奨されている水質基準のうち、処理水を灌漑に利用する場合の推奨値とした。

5-3 処理方式の選定

処理方式の選定にあたって考慮した事項は次のとおりである。

- 1) 下水流入水量、水質およびそれらの変動
- 2) 放流水域の状況および水利用形態
- 3) 処理施設規模
- 4) 用地および環境条件
- 5) 運転管理体制
- 6) 運転管理コスト

これらの諸条件について調査・比較検討の上、処理方式を選定した。

5-3-1 代替案の選定

(1) 処理方式選定に関わる諸条件

①計画下水水量および流量変動

5-2における検討から、計画下水水量は表5-9に示すとおりとする。

表5-9 計画下水水量

計画下水水量 (m ³ /日)	全体計画	今回計画
日 平 均	15,600	6,100
時 間 最 大	35,880	14,030

既存下水処理場の流量実測によれば流量変動は次のとおりであった(3-4参照)。

表5-10 下水処理場流入量変動率

処 理 場 名	流量測定結果	最小流入量	最大流入量	対日平均流量変動率
エリア2	230.4m ³ /日	1.41ℓ/S	3.88ℓ/S	52.8 ~ 145.4%
13	521.5	4.17	10.56	69.0 ~ 174.9
18A	58.3	0.08	1.73	12.4 ~ 256.9
18B	736.5	1.11	22.50	13.0 ~ 264.0
33	471.6	2.90	9.10	53.1 ~ 166.7
(53)	(132.8)	(0.00)	(2.78)	(0.0 ~ 180.9)
計(除53)	2,018.3	9.67	47.77	41.4 ~ 204.5

本計画処理施設は各処理区を集約する処理施設となるので、流量変動は緩和され75～200%程度になると予想されるが、本計画では安全のため幹線管渠計画と同様にピーク時流入量を日平均流量の2.3倍とする。

②流入水質

5-2-5における検討から流入水質は次のとおりに設定する。

BOD ₅	300mg/ℓ
SS	350mg/ℓ
大腸菌群数	2.0×10 ⁷ MPN/100mℓ

③立地条件、自然条件

- ・処理場位置はリロンゲ市郊外のリロンゲ川沿いの国有地であるが、現在主に農地として利用されている。
- ・用地西方に集落がある。
- ・放流先は市内を流下してくるリロンゲ川であり、乾季においても相当の水量がある。また、乾季、雨季の水位変動が大きい（約 +1,000m～約 +1,006m）。
- ・用地付近では河川水が周辺住民の洗濯に利用されている。
- ・地形は緩やかな勾配（約 6.5%）がある。
- ・雨季の期間は11月～4月で年間降雨量の殆どがこの期間に降る。気温、降水量等については、3-2-1を参照のこと。

④目標処理水質

5-2-5における検討から目標処理水質は次のとおりに設定する。

BOD	20m/ℓ
SS	30m/ℓ
大腸菌群数	1.0 × 10 ³ MPN/100mℓ

⑤経済事情および建設資材

- ・当市の財政事情は緊迫している。
- ・電力事情は良い。
- ・セメントは国内産であるが、主要な二次製品は輸入に頼っている。

⑥既存処理施設の運転状況

市内には、11ヶ所の処理施設があるが（3-4参照）、いずれも小規模施設である（200～1,900m³/日）。これらを処理方式と規模別に分類すれば表5-11のようになる。

表5-11 リロンゲ市内処理方式別既存下水処理場数（1993年）

処理規模 (m ³ /日)	500 未満	500 ～1000	1000 ～2000	不明	計
長時間エアレーション法	2			1	3
オキシデーションディッチ法			2	1	3
安定化池法	2	1	1	1	5
計	4	1	3	3	11

施設の運転管理は市あるいは設置者により行われているが、このうち数カ所は運転を休止している。運転状況からみて相応の機器を必要とする長時間エアレーション法やオキシデーションディッチ法の場合、機器の運転操作、トラブルへの対応に苦慮しているのが実情である。機器を必要としない安定化池法は比較的良好な処理が行われている。

⑦その他

市当局は、使用機器が少なく、運転管理が容易な方式の採用を要望している。

(2) 処理方式選定の基本方針

本処理場の処理方式選定にあたり、前述(1)の諸条件から勘案すべき事項は下記のとおりとする。

- ・ 経済上の理由により、電力使用量の極力少ない方式、又、維持管理費のできるだけ低い方式とする。
- ・ 資機材を輸入に頼らざる得ないことから、それらの使用が少ない方式とする。
- ・ 維持管理および運転保守管理ができるだけ容易で高度な技術を必要としない方式とする。
- ・ 処理水質目標は高級処理とする。
- ・ 処理水質の悪化があった場合、処理レベルのグレードアップが容易な方式とする。

(3) 代替案の選定

下水処理方式にはこれまで数多くのプロセスが発表され、使用されているがこれらを分類すると表5-12のとおりである。これらの処理方式のうち、前述(2)基本方針から、次の3処理方式を代替案の対象として検討する。

- ・ 安定化池法
- ・ エアレーテッドラグーン法

- ・ オキシデーションディッチ法

表 5 - 12 下水処理方式と処理グレード

処 理 方 式 の 分 類		処 理 グ レード	
		中 級	高 級
活性汚泥法	標準活性汚泥法		○
	活性汚泥変法		
	ステップエアレーション法		○
	コンタクトスタビリゼーション法		○
	長時間エアレーション法		○
	モディファイドエアレーション法	○	
	高速エアレーション法	○	
	オキシデーションディッチ法		○
	純酸素法		○
	完全混合法		○
	テーパードエアレーション法		○
固定膜法	標準散水水泥床法		○
	高速散水水泥床法	○	
	回転円板法		○
酸化池法	安定化池	○	○
	嫌気性池		
	通性池		
	好気性池		
	仕上池		
	エアレーテッドラグーン		
	好気性ラグーン	○	○
	通性ラグーン	○	○

5 - 3 - 2 代替案の比較検討

(1) 検討条件

代替案の比較検討に関わる条件としては前述の要件に加え、次のことが上げられる。

- ① 本処理場においては施設の段階的建設を原則とし、全体4系列とする。
- ② 浄化槽汚泥池流出水が、反応槽に流入するものとする。
この場合の流入 BOD負荷量は 345kg-BOD₅/日である。
- ③ 滅菌施設について、本処理場においては消毒用塩素剤の入手が困難である。

(2) 代替案の概要

各代替案のフロー、主要施設の概要を表5-13に示す。

① 安定化池法（SP法）

- ・ 通性池容量の縮小化を図るため、嫌気性池を設けた。
- ・ 滅菌効果および処理水質のグレードアップを図るため、熟成池は3池×1系とした。
- ・ 池内堆積汚泥は、約5年に1回程度、池排水の後、天日乾燥し搬出処分する。
- ・ 電動機器は全く不要である。

② エアレーテッドラグーン法（AL法）

- ・ 機器動力の低減化と処理効果の向上を図るため、好気性ラグーン+通性ラグーンとした。
- ・ 滅菌は、SP法と同様に熟成池で行うものとした。
- ・ 池内堆積汚泥は、SP法と同様に数年に1回、池排水の後天日乾燥し搬出処分する。
- ・ 電動機器はエアレーターのみであるが台数が多い。

③ オキシデーションディッチ法（OD法）

- ・ 滅菌はSP法と同様に熟成池で行うものとした。
- ・ 汚泥処理方式は、機器数および維持管理費の低減化を図るために、機械脱水は行わず重力濃縮の後、天日乾燥方式とした。
- ・ 機器数、必要動力とも3方式中最も多い。

(3) 代替案の比較

各代替案の要素別比較を表5-14、維持管理費および所要用地面積を表5-15に示す。

- ・ 処理特性面：それぞれ長短があるものの、適切な維持管理が期待できれば、処理の安定性、確実性から見てOD法が最も有利である。
- ・ 運転管理面：3方式とも運転管理が容易な方式ではあるが、AL法はエアレーター数が多く、その分保守に手間がかかり、OD法は機器管理の他に生物管理が必要である。機器のないSP法が最も有利と言える。
- ・ 維持管理費：電動機器がないこと、維持管理人員が少ないことからSP法が最も低廉と

表 5-13 代替案の主要施設概要 (1/4)

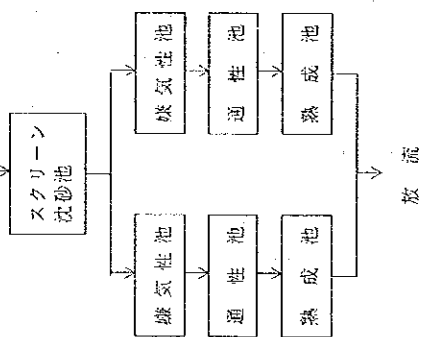
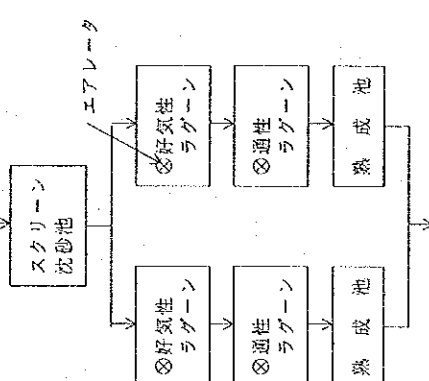
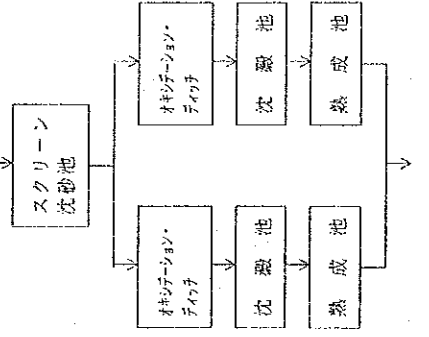
項目	安定化池法 (S.P)	エアレーテッドラグーン法 (A.L)	オキシデーションディッチ法 (O.D)	備考																
(1) 計画諸元	<p>・計画日平均下水量 $Q_{dmean} = 15,600 \text{ m}^3/\text{d}$ ・計画時間最大下水量 $Q_{hrmax} = 35,880 \text{ m}^3/\text{d}$ ・計画水質</p> <table border="1" data-bbox="443 1384 651 1792"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>流入</th> <th>放流</th> <th>除去率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BOD (kg/ℓ)</td> <td>300</td> <td>20</td> <td>93.3</td> </tr> <tr> <td>SS (mg/ℓ)</td> <td>350</td> <td>30</td> <td>91.4</td> </tr> <tr> <td>FC (MPN/100ml)</td> <td>2×10^7</td> <td>1×10^6</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table> <p>・浄化槽汚泥ラグーン流出水BOD負荷 = $345 \text{ kg BOD}/\text{d}$</p>	項目	流入	放流	除去率 (%)	BOD (kg/ℓ)	300	20	93.3	SS (mg/ℓ)	350	30	91.4	FC (MPN/100ml)	2×10^7	1×10^6	---	同左	同左	・今回計画 $Q_{dmean} = 6,100 \text{ m}^3/\text{d}$ $Q_{hrmax} = 14,030 \text{ m}^3/\text{d}$ ・放流水質は目標平均水質とする。
項目	流入	放流	除去率 (%)																	
BOD (kg/ℓ)	300	20	93.3																	
SS (mg/ℓ)	350	30	91.4																	
FC (MPN/100ml)	2×10^7	1×10^6	---																	
(2) 概略フロー	<p>流入 ↓</p>  <p>放流</p>	<p>流入 ↓</p>  <p>放流</p>	<p>流入 ↓</p>  <p>放流</p>	・全体計画 4 系列																

表 5-13 代替案の主要施設概要 (2/4)

代替案 項目	安定化池法 (S.P.)	エアレータードラグーン法 (A.L.)	オキシデーションディッチ法 (O.D.)	備考
①主要施設内容	<p>①沈砂池 型 式 : 平行流矩形タンク 構造寸法 : 中1.3m×長6.0m×有効水深 0.6m×2池 水面積負荷 : 1,800m²/m²・日</p> <p>②嫌気性池 型 式 : 土堰堤式矩形池 構造寸法 : 0.3ha×有効水深4.0m×4池 有効容積 : 34,800m³ 有効滞留日数 : 2.2日 BOD容積負荷 : 185gBOD₅/m³・日</p> <p>③選性池 型 式 : 土堰堤式矩形池 構造寸法 : 1.95ha×有効水深1.5m×4池 1.55ha×有効水深1.5m×4池 有効容積 : 210,000m³ 有効滞留日数 : 13.5日 BOD水面積負荷 : 192kgBOD₅/ha・d</p> <p>④熟成池 型 式 : 土堰堤式矩形池 構造寸法 : 0.84ha×有効水深1.5m× 3池 / 1系×2系 0.72ha×有効水深1.5m× 3池 / 1系×2系 有効滞留日数 : 3日 / 1池×3池 / 1系</p>	<p>①沈砂池 同 左</p> <p>②好気性エアレータードラグーン 型 式 : 土堰堤式矩形池 構造寸法 : 0.28ha×有効水深3.0m×2池 0.24ha×有効水深3.0m×2池 有効容積 : 31,200m³ 有効滞留日数 : 2.0日 必要酸素量 : 5,025×1.5=7,538kgO₂/日 必要動力 : a. 必要酸素量から P=7,538×1/2.1×1/1.0=157kW b. 必要攪拌動力 P=31,200×6W/m³×1/1,000=187kW</p> <p>③選性エアレータードラグーン 型 式 : 土堰堤式矩形池 構造寸法 : 0.14ha×有効水深3.0m×2池/ 1系×2系 0.12ha×有効水深3.0m×2池/ 1系×2系 有効容積 : 31,200m³ 有効滞留日数 : 1日 / 1池×2系 / 1系 必要動力 : P=31,200×1W/m³×1/1,000 =31kW</p> <p>④熟成池 同 左</p>	<p>①沈砂池 同 左</p> <p>②オキシデーションディッチ 型 式 : 循環水路型 構造寸法 : 中6.0m×長280m×有効水深2.5m ×4池 中6.0m×長188m×有効水深2.5m ×4池 BOD・SS負荷 : 0.05kgBOD/kgSS・日 BOD容積負荷 : 0.2kgBOD/m³・日 有効容積 : 25,140m³ 有効滞留時間 : 35時間 必要動力 : 5,025×2.0×1.3×1/2.1× 1/1.0=272kW</p> <p>③沈殿池 型 式 : 円形放射流式汚泥吸器機付 構造寸法 : 13.4mφ×有効水深3.0m×4池 12.4mφ×有効水深3.0m×4池 有効容積 : 3,140m³ 沈殿時間 : 4.8時間 水面積負荷 : 15m²/m²・日</p> <p>④熟成池 同 左</p>	<p>・流入BOD負荷 全体計画 : 15,600×300×10⁻³ = 345=5.025kgBOD₅/日 今回計画 : 6,100×300×10⁻³ = 240=2.070kgBOD₅/日 ・エアレーター動力効率 =2.0kgO₂/kW</p>

表 5 - 13 代替案の主要施設概要 (3/4)

項目	代替案	安定化池法 (SP)	エアレーテッドドラグーン法 (AL)	オキシデーションディッチ法 (OD)	備考
(3) 主要施設内容 (続き)				<p>⑤汚泥濃縮タンク 余剰汚泥固形物量： $15,600 \times (350-30) \times 0.7 \times 10^{-3} = 3,495 \text{ kgDS/日}$ 余剰汚泥量：wt = 99.2% $3,495 \times 100 / (100-99.2) = 10^{-3}$ $= 437 \text{ m}^3/\text{日}$</p> <p>型式：円形放射流式汚泥濃縮機付 構造寸法：7.5mφ × 有効水深 3.5m × 2池 有効容積：309m³ 濃縮時間：17時間 固形物負荷：40kgDS/m²・日</p> <p>⑥汚泥乾燥床 濃縮汚泥量：3,495 × 100 / (100-97) × 10⁻³ $= 117 \text{ m}^3$</p> <p>型式：天日乾燥床 構造寸法：巾 17m × 34m × 20床 乾燥日数：20日 水深：0.2m</p>	
(4) 合計滞留時間	嫌気性池 2.2日 活性池 13.5日 熟成池 3 × 3 = 9.0日 計 24.7日	好気性エアレーテッドドラグーン 2.2日 活性エアレーテッドドラグーン 1 × 2 = 2.0日 熟成池 3 × 3 = 9.0日 計 13日	オキシデーションディッチ 39時間 法池 4.8時間 熟成池 3 × 3 = 9.0日 計 (9.0 + 1.8) = 10.8日		

表 5-13 代替案の主要施設概要 (4/4)

項目	安定化池法 (SP)	エアレータードラグーン法 (AL)	オキシデーションディッチ法 (OD)	備考
⑤必要用地面積 ①合計水面積	嫌気性池 1.2 ha 通性池 14.0 ha 熱成池 9.36 ha 計 24.56 ha 約 50 ha	好気性エアレータードラグーン 1.04 ha 通性エアレータードラグーン 1.04 ha 熱成池 9.36 ha 計 11.44 ha 約 23 ha	オキシデーションディッチ 10,056m ² 沈降池 1,047m ² 熱成池 9.36ha 濃縮タンク 88m ² 汚泥乾燥床 11,560m ² 計 9.36ha + 22,751m ² = 11.64ha 約 24 ha	
②必要用地面積				
⑥必要動力負荷		エアレーター (好気性) 15.0kW × 16台 = 240.0kW エアレーター (通性) 2.2kW × 16台 = 35.2kW 計 275.2kW	エアレーター 22.0kW × 16台 = 352.0kW 沈降池攪拌機 1.5kW × 8台 = 12.0kW 返送汚泥ポンプ 3.7kW × 16台 = 59.2kW 余剰汚泥ポンプ 2.2kW × 8台 = 17.6kW 濃縮タンク攪拌機 0.75kW × 2台 = 1.5kW 濃縮汚泥ポンプ 2.2kW × 2台 = 4.4kW 計 448.7kW	・主要機器のみ

表 5-14 代替案の要素別比較

項目	安定化池法 (SP)	エアレーテッドラグーン法 (AL)	オキシデーションディッチ法 (OD)	備考
1) 処理特性 ① BOD除去率	<ul style="list-style-type: none"> 嫌気性池-通性池+熟成池 (3池×1系) の組合せにより、94~95%の除去率が期待される。 	<ul style="list-style-type: none"> エアレーテッドラグーン+熟成池 (3池×1系) の組合せにより、93~95%の除去率が期待される。 	<ul style="list-style-type: none"> 高級処理方式であり、目標処理水質は充分に達成される。 	<p>*1: Horrid Bank Technical Paper No.7による。 ただし、流入負荷、気温等に対し、所要地容量が十分に確保できる場合である。</p>
② 処理の安定性	<ul style="list-style-type: none"> 流入負荷変動に強い。 水面積大のため、処理効率は気候条件の影響が大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 流入負荷変動に強く安定している。 		
③ 発生源泥量及び汚泥性状	<ul style="list-style-type: none"> 発生源泥量は少なく安定している。 汚泥処理施設不要。 	<ul style="list-style-type: none"> 発生源泥量は少なく安定している。 汚泥処理施設不要。 		
2) 運転管理・維持管理 ① 運転管理要員	少	SPシステムよりやや多い。	3方式中最も多い。	
② 技術レベル	低	低	他方式に較べレベルは高い	
③ 汚泥生物管理	必要ない。水草類の除去。	必要ない。	生物管理が必要。	
④ 保守点検	少ない。	少ない。ただし、エアレーターの台数多。	機器数が多く、点検も多い。	
⑤ 機器の運転操作	ない。	エアレーターの運転操作のみ。	各機器の適切な運転操作必要。	
3) 環境影響特性 ① 臭気	嫌気性池にて臭気発生。	少ない。	汚泥天日乾燥床にて臭気発生。	
② 害虫の発生	蚊が発生。	蚊が発生。		

表5-15 代替案の維持管理費・所要用地面積の比較

項目	安定化他法 (SP)	エアレテラードラダグーン法 (AL)	オキシゲーションディッチ法 (OD)	備考
1) 維持管理費 a) 使用電力量 b) 電力費	----- -----	$3,158\text{ kWh/日}$ $= 1,132,670\text{ kWh/年}$ $1,132,670\text{ kWh/年} \times *0.044/\text{kWh}$ $= *50,717/\text{年}$	$5,067\text{ kWh/日}$ $= 1,849,455\text{ kWh/年}$ $1,849,455\text{ kWh/年} \times *0.044/\text{kWh}$ $= *81,376/\text{年}$	電力料金はESCOMの料金 (1992年8月)による。 $*0.044/\text{kWh}$
2) 人件費	場長 $1人 \times *31,000/\text{年} = 31,000$ 技術員 $1人 \times *21,000/\text{年} = 21,000$ 運転員 $1人 \times *7,200/\text{年} = 7,200$ 計 $*59,200/\text{年}$	場長 $1人 \times *31,000/\text{年} = 31,000$ 技術員 $1人 \times *21,000/\text{年} = 21,000$ 運転員 $2人 \times *7,200/\text{年} = 14,400$ 計 $*66,400/\text{年}$	場長 $1人 \times *31,000/\text{年} = 31,000$ 技術員 $2人 \times *21,000/\text{年} = 42,000$ 運転員 $3人 \times *7,200/\text{年} = 21,600$ 計 $*94,600/\text{年}$	
3) 補修費その他	$*4,000/\text{年}$	$*20,000/\text{年}$	$*40,000/\text{年}$	軽微な補修、部品交換を対象として一律計上。
4) 維持管理費計 電力費 人件費 補修費その他	----- $*59,200$ $*4,000$ 計 $*63,200/\text{年}$	$*50,717$ $*66,400$ $*20,000$ 計 $*137,117/\text{年}$	$*81,376$ $*94,600$ $*40,000$ 計 $*215,976/\text{年}$	
(2) 所要用地面積 (概略)	約50ha	約23ha	約24ha	

なる。

- ・所要敷地面積：A L、O D法とも熟成池を付加したため、比較的大きな用地を必要とするが、3方式とも用地内に配置可能である。

(4) 処理方式の決定

前述の比較検討から、本処理場における処理方式として安定化池法を次の理由により採用する。

- ① 本計画は緊急的改善計画であることから、運転当初から十分な処理能力を発揮させる必要がある。このためには運転員が習熟している処理システムが望ましい。この意味から、既存施設で良好な処理効果が得られている安定化池法が有利である。
- ② 現状の運営体制では、運転・維持管理費のできるだけ低廉な方式が優先される。
- ③ 長時間エアレーション法やオキシデーションディッチ法を採用している既存の処理場で補修・更新費用の確保に苦慮していることを考慮すれば、機器を必要としない、あるいは機器数のできるだけ少ない方式が望ましい。
- ④ 安定化池法の場合、季節変動に伴う処理効率の不安定、藻類流出が懸念されるが、①で述べたように、本方式の運転管理の知識があるので、大きな支障とはならないと判断する。また、問題となるようであれば、曝気装置、循環水ポンプ、ろ過施設等の付加施設を将来設置することにより容易に対応が可能である。
- ⑤ 将来の流入量増大および処理システムの高級化が求められた場合、曝気装置やろ過施設等の付加施設を設置することにより対応が容易に行える。
- ⑥ 本法では嫌気性池および浄化槽汚泥池から悪臭が発生する恐れがあるが、池周囲に植樹帯を配すとともに、適宜な堆積汚泥搬出等の維持管理を適切に行うことにより対応可能と考える。

5 - 4 基本計画

5 - 4 - 1 管渠計画

(1) 幹線管渠ルート

幹線管渠は、エリア2の既設処理場からエリア33の既設処理場までのNo.1幹線、エリア18の既設処理場からエリア33の既設処理場付近のNo.1幹線との合流点までのNo.2幹線、およびNo.1幹線とNo.2幹線との合流点から新設の(仮称)カウマ処理場までのNo.3幹線からなる。

敷設位置については、F/Sルートの見直しを以下の観点から行った。

- ① 面整備を行う区域からの汚水を自然流下で受けることができる。
 - ② 幹線途中および処理場場内においてもポンプアップの必要がないような勾配がとれる。
 - ③ 公道に敷設する必要はなく、自然の地形勾配に合わせて敷設し極力浅い土被りとする。
- 以上の条件を基に検討した結果、概ねF/Sの平面ルートに準じることとした。その理由として以下の点があげられる。

① リンガジ、リロンゲ両河川とも河床勾配が0.1~0.2%の勾配で流下しており、河川沿いに勾配に沿って管渠を敷設できれば経済的である。

② 処理場の放流先の河川水位を考慮してもF/Sルートであればポンプ場の必要はない。幹線管渠のルートは後述図5-5に示す。幹線管渠の施工に当たってはそのルートがほとんど灌木の生い茂った荒地であり、工事用重機の通行が可能な仮設道路が必要である。このため最初に数m幅で樹木の伐開を行い、その範囲内に管渠を敷設した後、そこを管理用道路として利用することを考える。

また幹線の露出部分については、長い河川横断の場合は鋼材でトラスを組み、その上にダクタイル鋳鉄管を固定するものとし、小さな水路横断の場合は管の支持コンクリートのみでダクタイル鋳鉄管を渡す。

幹線管渠は土被りが浅いため山留めは不要で法勾配をとった開削工法で施工する。掘削は機械掘削とし、管の敷設についても重量があるため機械敷設を原則とするが、自然保護区内については監督官庁と協議のうえ詳細設計時に決定する。

(2) 枝線位置

枝線のルートは地形勾配に沿って極力浅く布設することを念頭に置き、資料7に示すとおり計画した。枝線については各戸の汚水を収集すること、点検・補修等の維持管理が必要なことから一般には公道下に埋設するが、経済性も考慮し公道以外にも敷設を考えた。

公道に敷設する場合、交通量の多い道路や幅の広い道路は両端に、その他の道路は基本的に

道路中央への敷設を計画した。

水管橋については幹線管渠と同様に計画した。

枝線についてもほとんどが土被りの浅い路線で山留めをせずに施工できる。

(3) 管渠設計基準

①計画対象汚水量

管渠の設計に用いる下水量は時間最大汚水量とする。日平均汚水量に対するピーク率は上水道における時間最大給水量と日平均給水量の比率に準じる。M/Pにおいては使用実績を参考にパイプの設計には2.5～3.0を使うように記述しており、一方、F/Sにおいては幹線では2.3、枝線は2.5～3.0と使い分けている。今回設計においてもそれを参考にし、以下のとおりとする。

幹線管渠	2.3
その他枝線	3.0

②管種

下水道本管（幹線、枝線共）は石綿セメント管（ACP）を使用する。これはリロンゲ市においては水道管として実績が多いこと、材質が安定していて、入手も比較的容易なことが理由である。現地で取扱いに馴れている石綿セメント管の使用は、今後の維持管理を考慮しマライ側からも強く要請されている。

ただし、水管橋等で管が露出して破損の危険性の高い箇所についてはより強固なダクタイル鋳鉄管（DCIP）を使用する。

また、本管から各家庭敷地境界までの取り付け管については施工が容易なことからポリ塩化ビニル管（PVC）を使用する。

なお、現地コントラクターへの聞き取りにより近隣諸国より輸入できる石綿セメント管は英国規格（BS）であり、それによればF/Sで採用しているパイプ口径のうちの幾つかについては規格から外れている。このため今回設計においてはBS規格に適合した以下の口径のパイプを採用する。

口径(mm) 100, 150, 200, 250, 300, 375, 450, 525, 600, 825

注) ϕ 350, 400, 500, 800は規格外

③最小管径

下水管の最小管径は150mmとする。ただし、取り付け管は100mmとする。

④平均流速公式

管渠施設の流下能力を算定する公式として日本国内においては Manning 公式とクッター公

式が用いられており、近年はマンニング公式が多く採用されている。本計画においても以下のマンニング公式を使用する。

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

ここに、V:流速(m/s)

n:粗度係数、石綿セメント管、鋳鉄管とも0.013 とする。

R:径深(m) (=A/P)

A:流水断面積 (m²)

P:潤辺長 (m)

I:勾配 (-)

⑤流速及び最小勾配

日本の下水道施設設計指針では污水管渠の場合、流速を 0.6～ 3.0m/秒の範囲で設計するよう記述してある。一方、F/Sでは 0.5～ 3.0m/秒の範囲を取っており今回はF/Sに準じる。また、最小勾配については施工の精度を考慮し、0.1% (1 m/1 km) とする。

⑥管渠施設の余裕率

管渠施設においては、地下水・雨水等の浸入水に対応するため管渠断面に余裕をとるが、通常、日本国内では小口径管 (φ600程度以下) では流下能力で100%程度、それ以上の管では50～100%としている。F/Sにおいては計画流量流下時に管径に対する水深比を幹線では70% (流下能力余裕率は約20%) までに抑え、枝線においては50%以下 (流下能力余裕率は100%以上) とするよう提案している。

本計画ではF/Sに準じ、計画流量流下時に管径に対する水深比を幹線管渠では70%、枝線においては50%以下として余裕を確保する。

⑦最小土被り

車両の通る道路下に敷設する管渠については概ね 1.5m以上の土被りを確保し、それ以外の場所では 1.0m以上とする。最小土被りのとれない箇所ではコンクリート巻き立てによる渠の防護を施す。また、交通量の多い道路の横断工も同様の防護を施す。

⑧管渠の接合

原則として管頂接合とし、マンホールでの段差は見込まない。

⑨マンホール最大間隔

マンホールの最大間隔は、管渠閉塞の可能性、清掃車の施工性等を考慮しF/Sに準じ以下のとおりとする。

管径 φ500mm 以下 60m
 管径 φ600mm 以上 80m

(4) 幹線断面の見直し

5-2で検討した発生汚水量をもとに、F/Sで定めた幹線断面の見直しを行う。各エリアからの幹線への流入水量、流入位置はF/Sにあわせて表5-16および図5-5に示すとおりとする。流量計算(表5-17)の結果、管径は図5-5に示すとおりとなった。

表5-16 幹線流入位置別汚水量(2005年)

位置	エリア・種別	水量(日平均)	位置	エリア・種別	水量(日平均)
A	エリア1	1,180 m ³ /日	D	エリア20	180 m ³ /日
	2(COM)	390		40	170
	2(INS)	720		計	1,920
	8	60	E	エリア5	100 m ³ /日
	36	120		6	140
	37	240		47(一部)	680
	計	2,710	計	920	
B	エリア2(MDP)	400 m ³ /日	F 上流	エリア18	1,978 m ³ /日
	3	220		28	820
	4	1,400		30	1,260
	計	2,020	計	4,058	
C	エリア33	910 m ³ /日	F 下流	エリア47(一部)	2,730 m ³ /日
	計	910		計	2,730
D	エリア11	430 m ³ /日	合 計		15,268 m ³ /日
	13	400			
	16	120			
	19	620			

注) COM:商業地区、INS:公共施設地区、MDP:中密度住居地区

(5) 枝線管網流量計算

枝線管網の流量計算(資料5)の結果、枝線のエリア別管径別延長は表5-18に示すとおりとなった。

(6) 管渠計画のまとめ

以上、幹線管渠および枝線管網の施設計画をまとめると表5-19に示すとおりである。

図5-5 幹線計画図

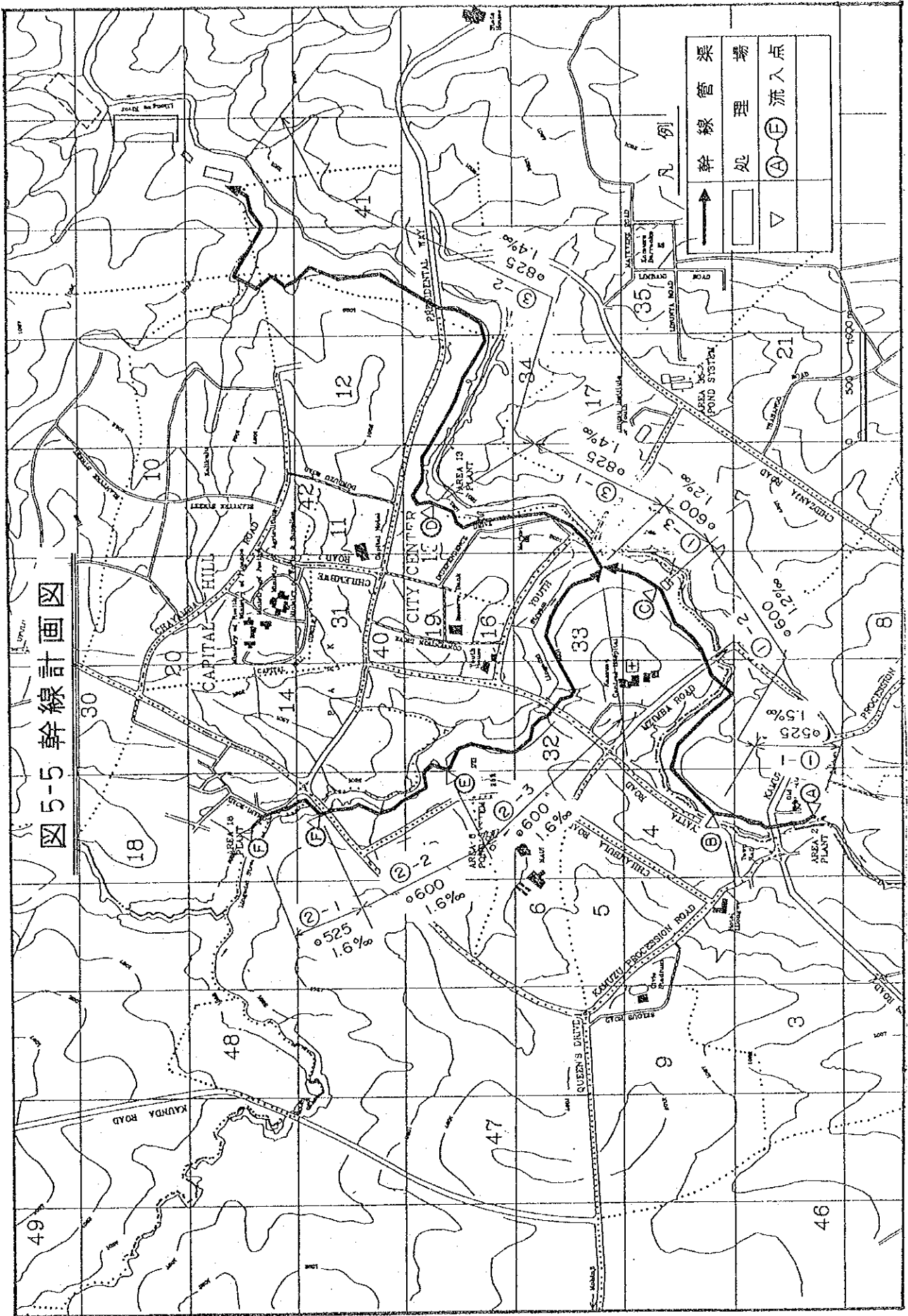


表 5 - 17 幹線流量計算表

管記号	流入点	上流部流入量 (m ³ /日)	総汚水量 (m ³ /日)	ピーク 変動率	管渠設計 対象汚水量 (m ³ /秒)	計 画 管						
						管 径 (mm)	勾 配 (1/1000)	延 長 (m)	満管流速 (m/秒)	満管流量 (m ³ /日)	流量比 (%)	水深比 (%)
① - 1	A	2,710	2,710	2.3	0.072	525	1.5	950	0.768	0.166	43	46
① - 2	B	2,020	4,730	2.3	0.126	600	1.2	2,790	0.752	0.213	59	55
① - 3	C	910	5,640	2.3	0.150	600	1.2	480	0.752	0.213	70	62
	③-1~											
② - 1	F	4,058	4,058	2.3	0.108	525	1.6	800	0.794	0.172	63	58
② - 2	F	2,730	6,788	2.3	0.181	600	1.6	1,480	0.869	0.246	74	64
② - 3	E	920	7,708	2.3	0.205	600	1.6	3,130	0.869	0.246	83	69
	③-1~											
③ - 1			13,348	2.3	0.355	825	1.4	2,060	1.004	0.536	66	59
③ - 2	D	1,920	15,268	2.3	0.406	825	1.4	5,810	1.004	0.536	76	65
	STP ~											
STP	177 44	360	15,628	2.3	0.416							
カウマ処理場に直接流入												

表 5 - 18 枝線延長 (単位 : m)

管種	エリア	1	2	6 連絡管	計
	ACP	φ 150	10,680	8,728	
φ 200		2,478	570		3,048
φ 250		165		1,200	1,365
φ 300		1,100			1,100
φ 375		250			250
φ 450		150			150
ACP管計		14,823	9,298	1,200	25,321
DCIP	φ 150		10		10
	φ 300	10			10
DCIP管計		10	10		20
合 計		14,833	9,308	1,200	25,341

表 5 - 19 管渠施設の概要

施設、設備の名称	数量	施設、設備の構造、仕様等	設計諸元等
幹線管渠 No.1 幹線	1 条	内径525-600mm x 延長4.2km x 1 条 石綿セメント管、一部ダクタイル鋳鉄管 水管橋 1 箇所	マンニング流速公式 粗度係数0.013 最大流速3.0m 最小流速0.5m
No.2 幹線	1 条	内径525-600mm x 延長5.4km x 1 条 石綿セメント管、一部ダクタイル鋳鉄管 水管橋 1 箇所	
No.3 幹線	1 条	内径825mm x 延長7.9km x 1 条 石綿セメント管、一部ダクタイル鋳鉄管 水管橋 2 箇所	
枝線管網 エリア 1	ha 144	内径150-450mm x 延長14.8km 石綿セメント管、一部ダクタイル鋳鉄管	マンニング流速公式 粗度係数0.013 最大流速3.0m 最小流速0.5m
エリア 2	ha 140	取付管PVC管 内径150-200mm x 延長9.3km 石綿セメント管	
エリア 6 連絡管	1 条	取付管PVC管 内径250mm x 延長1.2km 石綿セメント管	

5-4-2 処理場計画

(1) 施設規模の決定

5-3で決定した安定化池法の設計諸元に基づき処理場の容量計算を行い、各施設の規模を決定した。容量計算(資料6)の結果、本計画の主要施設の規模は以下のとおりとなった。

表5-20 処理施設の概要

名称	数量	構造、寸法、仕様	設計諸元
沈砂池	1池	構造：鉄筋コンクリート製×2水路(含予備) 内法寸法：幅1.2m×長8.5m×水深0.6m	水面積負荷 1,800 m ³ /m ² /日 1水路は予備
スクリーン	2式	仕様：手掻き 30mmピッチ 構造：平鋼製 幅75mm×9mm厚 寸法：幅1.2m	
量水器	1式	形式：パーシャル・フリューム 構造：鉄筋コンクリート製 内法寸法：幅1.7m×長3.7m×水深0.8m	
分水槽-1	1槽	構造：鉄筋コンクリート製 内法寸法：幅6.0m×長1.5m×高3.5m	ゲート3基 (将来2基追加)
嫌気性池	3池	構造：土堰堤式矩形池(予備1池) 内法寸法：幅54/30*m ×長62/38m×有効水深4m (※：水面辺長/底辺長)	容量負荷 160g-BOD ₅ /m ³ /日 滞留時間 2.1日 (将来2池追加)
浄化槽 汚泥池	2池	構造：土堰堤式矩形池 内法寸法：幅28.2/10.2m×長42.2/24.2m ×有効水深3m	容量負荷 200g-BOD ₅ /m ³ /日 滞留時間 2.0日 (将来1池追加)
分水槽-2	1槽	構造：鉄筋コンクリート製 内法寸法：幅5.95m ×長4.1m×高3.6m	ゲート2基 (将来2基追加)
分水槽-3	2槽	構造：鉄筋コンクリート製 内法寸法：幅2.0m×長1.5m×高2.5m	ゲート2基 (将来2基追加)
通性池	4池	構造：土堰堤式矩形池 2池1系列 内法寸法：幅105/96m ×長144/135m ×有効水深1.5m	容量負荷 192kg-BOD ₅ /ha/日 滞留時間 16.7日 (将来4池追加)
熟成池	6池	構造：土堰堤式矩形池 3池1系列 内法寸法：幅72/63m×長95/86m×有効水深1.5m (1池あたり)	滞留時間3日/池 (将来6池追加)
放流管	2条	内径400mm×2条、石綿セメント管	(将来2条追加)

場内配管	1式	内径200-400 mm、石綿セメント管
管理棟	1棟	構造：1階建 寸法：9.0m×12.0m
車庫	1棟	構造：1階建 寸法：7.0m×間口12.0m
電気設備	1式	一次側11kV、二次側380V
場内道路	1式	仕上：砂利舗装（池周辺はレンガ被覆） 寸法：幅5m
水路横断	1式	構造：ボックス・カルバート 内法寸法：幅2.5m×高1.5m×2列
バイパス 放流管	1条	内径600 mm×1条 石綿セメント管

注) 管理棟は電気設備を含む

(2) 配置計画

下水処理場の予定地は、リングジ川との合流地点から約7km下流のリロンゲ川の左岸に位置し、地形はリロンゲ川に向かい下っている緩傾斜地である。敷地の明確な境界というものは設定されていないが、工事実施の際にいたずらに土工量を増やさず、土地を有効に利用するためには河川に沿った形で細長く施設を配置する必要がある。また、自然流下で流入から放流まで流すためには、各施設間に適当な水位差も必要であり、極力、敷地内で地形勾配を利用した配置となるように計画した。配置図を資料7に示す。

(3) 水位計画の検討

①放流先河川水位の検討

放流位置の水位（計画高水位 H.W.L.）について記録がないため、現地測量、聞取調査等より、+1,007mに設定した。

②各施設水位の設定

各水処理施設（沈砂池、嫌気性池、通性池、熟成池）の計画水位は、流入管の水位、

$$+1,016.5\text{m} + 0.8 (\text{管径}800\text{mm}) \times 0.7 (70\% \text{水深}) = 1,017.1\text{m}$$

と放流水位+1,007mの間で設定し、各池間の水位損失を見込んでも自然流下で十分に流れるように計画した。

③計画地盤高の決定

計画地盤は各池の水位より50cm程度高く設定する。

(4) 環境対策

安定化池法においては嫌気性池からの臭気は避けられない。本計画施設では嫌気性池に加え浄化槽汚泥処理池からの悪臭発生が予想される。しかし、悪臭除去のための設備を設けることは実際的な考えではなく、施設面では植栽により施設遮蔽、臭気拡散を図り、また、堆積汚泥の適宜な搬出等による適正な維持管理により悪臭の発生を極力低減させることが肝要である。周辺には集落もあるため池の周囲に植栽を行い、臭気を和らげると共に処理場の美観にも役立てるものとする。

また、処理水の吐口形状も直接河川に放流せず、フトンかごで拡散して河川に注ぎ込む形状にする。

(5) 場内整備

計画処理場の西側には大きな法面ができるため安全対策として法面の上部にフェンスを設ける。河川側のH.W.L 以下の区域には設置はしない。

各池間の通路はレンガ張りとし美観に留意するとともに雑草の発生を防止する。

処理場の山側からの雨水については法肩に設置する側溝で南北の沢に流す。

また、嫌気性池より通性池に向かう場内道路が沢を横断するが、この沢に流れる雨水は道路下に埋設するボックスカルバートでリロンゲ川に流す。

(6) 管理棟

管理棟は現地の一般家屋にみられる様な鉄筋コンクリート柱レンガ造りとし、その概略寸法については、常駐する人員、水質試験規模に見合ったものとした。また、管理棟に隣接し、供与車両等（高圧洗浄車、汚泥吸引車、汚泥搬出ダンプトラック、管渠清掃作業用小型トラック、池清掃用ボート）を格納する車庫を設置する。

(7) 建設計画

①土質条件

土質条件は現場調査、試掘、F/Sボーリング調査等より判断して、地表面から3m程度までは赤黒いシルト質の普通土、その下が1.5m程の手掘可能な風化岩でそれ以深に通常の機械掘削では困難な硬岩がでるものと考えた。表面のシルト系の土は試掘した穴が3~4m直立して掘れるほど自立性が高い。また透水係数はF/S土質調査より 10^{-4} (cm/秒)のオーダーで透水性はよいと判断できる。

地下水についてはF/Sによれば川から離れた場所では地下7m程度であり地形勾配なり

に川に向かって下がっているということで、処理場予定地についても雨季には河川水位から西側に向かい地形なりに地下水面があると考えられるが、現地調査時は地表より約4m下の風化岩層上部まで試掘したが乾季のためか地下水は確認できなかった。

②掘削・盛土方法

掘削は機械によるオープン掘削が可能であるが、硬岩に対しては火薬類の使用を考える。法面については特に防護等はせず、硬岩部分に対しては1:0.5、シルト系の表層土については1:2の緩やかな勾配で残しておく。

盛土については掘削土を利用し1:2程度の勾配とし、十分な締め固めを行う。

③構造材料

沈砂池、分水槽、各処理池の流入・流出部は鉄筋コンクリート造りとし、各池は素堀のうえに粘土で止水した構造とする。池内の法面については1:3程度の勾配とし、十分な締め固めを行う。池の水面下1.0mより上部の法面にはコンクリート防護を施す。

(8) 維持管理体制の検討

下水処理場の維持管理は、①運転管理、②水質管理、③保守管理の3つに大別される。

①運転管理

処理施設の運転操作条件の設定および運転監視を行う。また日報・月報等を記録する。

②水質管理

検体のサンプリング、分析、記録を行い、処理施設の流入条件および処理水質との関連を明らかにし、運転操作条件の設定にフィードバックする。

③保守管理

処理施設の保守点検を行う。

これら維持管理のための作業内容および採用された処理方式の維持管理の難易度を勘案し、次のような維持管理体制を提案する。

運転管理責任者（場長）	┌──┴──┐	運転管理係員	2人
1人 但し他の処理場長		水質管理者	1人
を兼ねる		水質管理補助員	1人
		警備員	1人

運転管理係員の実作業内容は以下のとおりである。

- | | |
|-------|--------------------|
| 日常的作業 | ・計量装置の点検 |
| | ・スクリーンかす、スカムの除去・搬出 |
| | ・管理棟の清掃 |
| | ・ゲート・バルブの点検・補修 |

- 定期的作業
- ・ 構造物、柵等の点検・補修
 - ・ 場内の植栽の手入れ
 - ・ 場内の清掃
 - ・ 沈砂の除去・搬出
 - ・ 流出堰の清掃

この他の維持管理要員として、主に池内の堆積汚泥の搬出等に携わる要員に他の処理場兼務で10人程度必要である。

5 - 4 - 3 機材計画

本計画で建設される土木施設および建築施設とこれらに設備される機械設備および電気設備の他に、単体でマラウイ側に引き渡されるものとして下記のものがある。

- ・ 水質試験室機材
- ・ 管渠清掃機器
- ・ 処理場維持管理用車両・ボート

(1) 水質試験機材

水質試験の目的は、結果が運転管理にフィードバックされ、適切な処理が行われることである。計画処理場は処理方式が安定化池法であり、基本的に操作因子の少ない処理場であることから最小限の水質項目の把握を目的とした水質試験用機材の供与を考える。

水質試験項目は、気温、水温、透視度、pH、BOD、COD、SS、DO、ORP、大腸菌群数、汚泥堆積高とし、その測定に必要なものとして表5-21に示す機器を供与する。

なお、薬品等の入手については、現地調査時に水質分析を依頼した市内の公共機関（建設省中央試験所）においても補充を行っており問題はないと判断する。

(2) 管渠清掃機器

管渠清掃機器は定期的な管渠の清掃を機械的に行うための高圧洗浄車・汚泥吸引車と、高圧洗浄では復旧困難な管渠閉塞や高圧洗浄車では作業困難な管渠に対する手作業中心の作業に供せられるパワードライブ、ウインチ、バケット等からなり、管渠の維持管理には不可欠と言える。供与する管渠清掃機器のリストを表5-21に示す。

機器の維持に必要なスペアパーツ等については2年間分を日本側で供与する。

(3) 処理場維持管理用車両・ボート

処理場稼働後の各池のメンテナンス業務として定期的な池内堆積汚泥の搬出と池に生える水草の除去が必要となる。堆積汚泥は池の水を抜いたのち天日乾燥させて搬出するが、この時水抜きのためのポンプと乾燥汚泥搬出のためのトラックが必要となる。ポンプはエンジン駆動の大容量ポンプとする。また、水処理に必要な太陽光エネルギーを遮り処理効率の低下を招くため各池に発生する水草の除去が必要であり、水上作業の効率化を考慮しボートを供与する。

表 5-21 主要機材の概要

名称	数量	機材の仕様	備考
水質試験機材			(測定項目)
pHメーター	1台	ポータブル用、ORPメーター兼用、5mケーブル	pH、ORP (現場)
同上	1台	試験室用	pH
DOメーター	1台	ポータブル用、5mケーブル	DO (現場)
同上	1台	試験室用	BOD、COD
ベッソール水温計	1本		水温、採水
水温計	3本	棒状温度計、アルコール 0℃~100℃	水温
温度計	1個		気温
透視度計	1台	0.5m、プラスチック製	透視度
ゾンメーター	1個	5m水深用	汚泥堆積高
ユニカウンター	1個		大腸菌群数
電子天秤	1台	最大秤量50g以上、読取限度0.001g	各種計量
顕微鏡	1台	光学式、双眼、照明内蔵型	微生物相
電気定温乾燥器	1台	100℃、30ℓ程度	SS
高圧滅菌器	1台	缶内寸法φ232mm×460mm程度	大腸菌群数
定温湯浴器	1台	電気式8連	COD
定温恒温器	1台	卓上、36℃、50ℓ程度	大腸菌群数
ふらん器	1台	卓上、20℃、50ℓ程度	BOD
純水製造装置	1台	イオン交換+蒸留、1ℓ/毎時以上	
真空ポンプ	1台		SS
電気冷蔵庫	1台	200ℓ	試料用
同上	1台	200ℓ	試薬用
ガラス器具	1式		
水質試験室設備			
中央実験台	1台	240cm×120cm	
天秤台	1台	90cm×75cm	
サイド実験台	2台	240cm×75cm	
薬品戸棚	1式	90cm×40cm	
器具戸棚	1式	180cm×40cm	
管渠清掃機器			
高圧洗浄車	1台	水タンク容量:3m ³ 程度 車長:5m程度 高圧ホース付き	
汚泥吸引車	1台	タンク容量:3m ³ 程度	
小型トラック	1台	最大積載荷重1トン程度	
ハイドライブマシン	1式	付属品共	
エアープラグ	1式	コンプレッサー、小型発電機共 管径150~825mm用プラグ各1	
マンホールカメラリフター	1式		
管渠検査鏡	1式	φ150、200mm各1、付属品共	
連動ウインチ	1式	付属品共 6"~15" スクレーパー 各1	

バックホウ 泥揚器	1式 1式	付属品共 6" ~ 15" バックホウ 各 1	
処理場維持管理用 機器 ダンプトラック プラスチック エンジンポンプ	1台 1艘 3台	最大積載荷重 4 t 程度 定員 4 名程度、救命胴衣共 自吸式、吸込揚程 5 m、全揚程 10m 吐出量 3 m ³ /分、吸入・送水ホース共 キャスター付き、可搬型	

5 - 4 - 4 基本設計図

以下の基本設計図を資料 7 に示す。

(処理場)

- No. 1. 案内図
- No. 2. 一般平面図
- No. 3. フローシート
- No. 4. 水位関係図
- No. 5. 全体平面図
- No. 6. 断面図
- No. 7. 沈砂池構造図
- No. 8. 嫌気性池・浄化槽汚泥池平断面図
- No. 9. 通性池・熟成池平断面図
- No. 10. パーシャルファーム・分配水槽(1)、(2)詳細図
- No. 11. 部分詳細図(1)
- No. 12. 部分詳細図(2)
- No. 13. 部分詳細図(3)
- No. 14. 管理棟平断面図
- No. 15. 場内整備平面図

(幹線管渠)

- No. 16. 幹線管渠平縦断図 No. 1 幹線その 1
- No. 17. 幹線管渠平縦断図 No. 1 幹線その 2
- No. 18. 幹線管渠平縦断図 No. 1 幹線その 3
- No. 19. 幹線管渠平縦断図 No. 2 幹線その 1
- No. 20. 幹線管渠平縦断図 No. 2 幹線その 2
- No. 21. 幹線管渠平縦断図 No. 2 幹線その 3

- No.22 幹線管渠平縦断面図 No. 2 幹線その 4
No.23 幹線管渠平縦断面図 No. 3 幹線その 1
No.24 幹線管渠平縦断面図 No. 3 幹線その 2
No.25 幹線管渠平縦断面図 No. 3 幹線その 3
No.26 幹線管渠平縦断面図 No. 3 幹線その 4
No.27 幹線管渠平縦断面図 No. 3 幹線その 5
No.28 幹線管渠平縦断面図 No. 3 幹線その 6
No.29 幹線管渠平縦断面図 No. 3 幹線その 7

(枝線管渠)

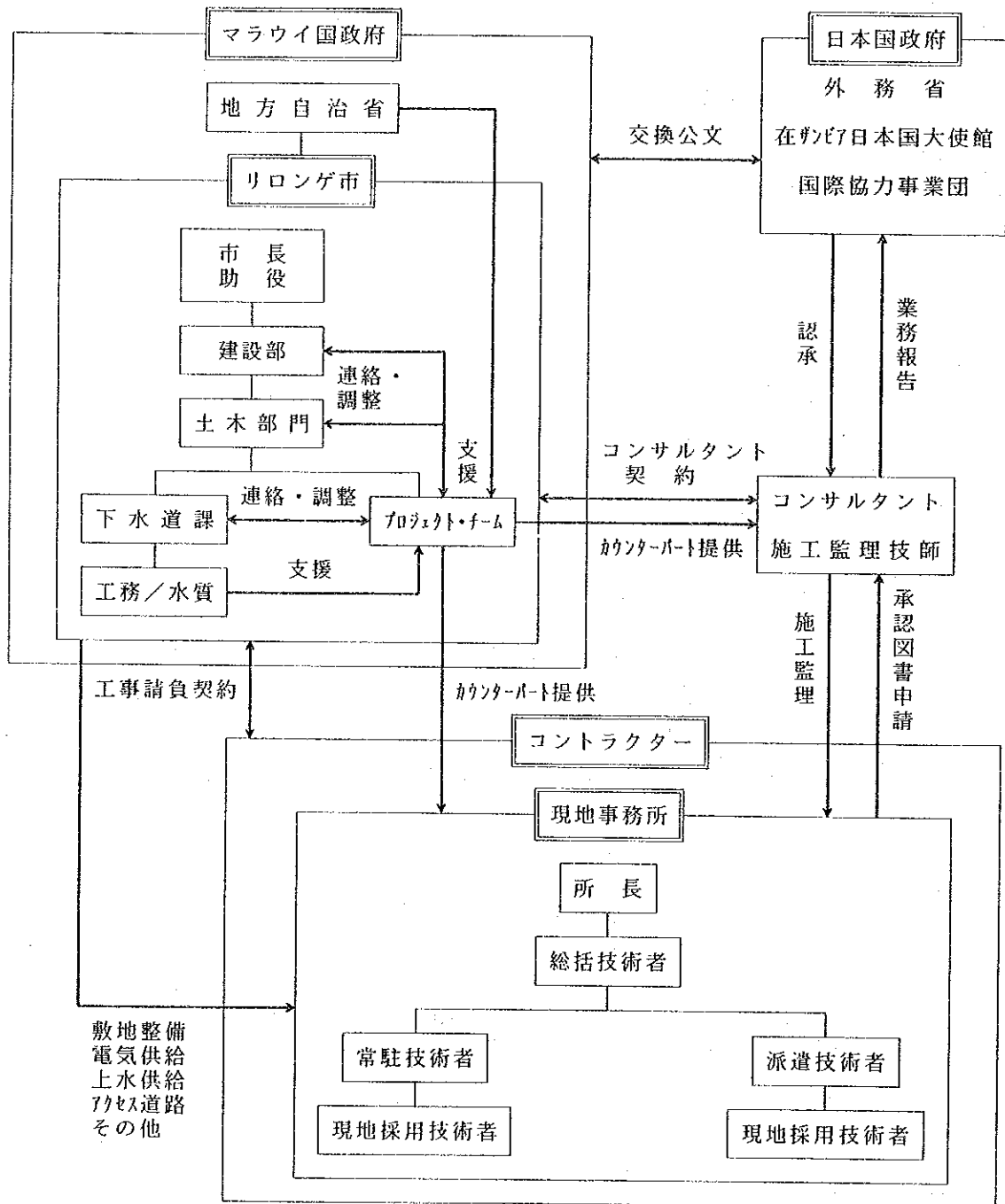
- No.30 エリア 1 施設平面図
No.31 エリア 2 施設平面図
No.32 エリア 6 接続管渠平縦断面図
No.33 マンホール標準図

5 - 5 施工計画

5 - 5 - 1 施工方針

マラウイ側の本事業の実施機関は、地方自治省監督下のリロンゲ市 (Lilongwe City Council) である。事業の実施体制を以下の図に示す。

図 5 - 6 事業実施運営体制



本事業は、詳細設計の段階から下水道課内に特別に組織されたプロジェクト・チームが終始一貫して業務を担当するものとする。プロジェクト・チームの役割りは以下に示す。

- ① 本プロジェクトに対するリロンゲ市の窓口
- ② リロンゲ市内部の関連部局との連絡・調整
- ③ 本プロジェクトに関連する外部機関との連絡・調整
- ④ コンサルタントチームのカウンターパートとして設計・入札業務のとりまとめ
- ⑤ 追加の調査・試験が必要な場合における要員の確保

日本のコンサルタントは事業を円滑に進めるために、詳細設計、入札業務、施工監理を行い、所定の期間内で事業を完了させる。そのため現地に施工監理技師を常駐させ工事全般に係るリロンゲ市の代理人として業務にあたらせるとともに、主要構造物の完成時や年度末に必要な応じて技師を派遣して監理業務を行う。

本事業は、下水管渠および下水処理場の建設事業であるが、下水処理場の機械設備はゲート、量水器等の簡易なものであり、下水処理場建設事業の実績を持つ日本の一般土木工事請負業者を以て工事にあたらすことが適当と判断する。業者選定にあたっては、一般公開入札によるものとし、このため、リロンゲ市と協議・確認の上、入札参加業者に求められる資格および選定基準を入札準備作業時に決定する。

工事実施にあたっては、日本側コントラクターからの技術者が常駐し、監督・指導にあたる。本工事の期分けについては、以下の理由で行わない。

- ① 管渠工事、処理場工事は並行して行ってもそれぞれが3ヵ年にわたる工事となる。
- ② 管渠工事、処理場工事の両方が完成して始めて下水道の機能を発揮するため期分けをしても各期ごとの具体的な効果は上がらない。

5-5-2 建設事情および施工上の留意事項

リロンゲ市内の建設業者は配管敷設工事には豊富な実績を持っており、下請けとして管渠工事にあたるには特に問題はないと判断される。

処理場の建設工事は大規模切土工事を中心とした土木工事が主であり、機械・電気・建築工事はわずかである。処理場建設現場には建設事務所、資材置場等の用地を確保できる。

施工上の留意点として以下のことが指摘できる。

- ① 建設予定地の地質は現況地盤高より4～5mまでが赤黒色を帯びたシルト系の土で乾季には非常に高い自立性を示すが、雨季に雨を含むと泥状になると考えられ、工事中及び完成後の法面の排水について留意する必要がある。
- ② シルト系土質の下には、リロンゲ川の河床に見られるような岩石層の存在が想定され、この層の掘削には火薬を用いた工法が必要と判断されるので、火薬類の取扱に十分な配慮が必要である。

- ③ 幹線管渠のうち一部自然保護区にかかる部分については、工事方法等に様々な制約がかかる可能性が高く、監督官庁の指導のもとに適切な工法を決定する。
- ④ 市当局は工事による多量の建設残土の処分地を見つけることを確信している。この点について、建設業者は、予定地と処分方法について市当局と協議することが必要である。
- ⑤ 雨季には河川の流量が急増するため、河川沿いの幹線敷設工事には十分な注意が必要であり、また、水管橋工事は乾季の4月から10月の間に実施する必要がある。
- ⑥ 処理場築造工事では、発破工事を実施する他、高い法面造成工事、頻繁な土砂搬出等、危険な作業が多く、処理場用地付近には集落もあるので、安全確保に十分な配慮をする。
- ⑦ マラウイ国では主要建設資機材は全て輸入品であり、内陸輸送に相当な期間を要するため、工事実施の際の資機材調達計画の策定には十分な配慮が必要である。

5-5-3 施工監理計画および運転管理技術指導

(1) 詳細設計

基本設計調査の結果に基づいて、日本国政府が無償資金協力の実施を決定した場合、マラウイ国政府との間で交換公文の署名（E/N）がなされる。その後、コンサルタントはマラウイ側と契約を結び、日本国政府の認証を得た後、詳細設計を実施する。

詳細設計の開始時に現地にて測量、土質調査を含め、詳細な現地調査を実施し、帰国後、国内にて設計作業を行い、設計図書作成、入札書類準備を行う。

(2) 入札業務

入札図書はすべてリロンゲ市の承認を得るものとし、承認取得後、直ちに入札作業を行う。コンサルタントはリロンゲ市の代理人として以下の一連の作業を行う。

- ① 入札公示から1週間の準備期間を設けて入札参加者からの入札参加申請書を受理する。
- ② 入札参加申請書を受理後、遅滞無く速やかに入札参加資格の審査を行う。
- ③ 入札参加適格者に入札図書を配付した後1ヶ月の準備期間を設け、関係者立会いの下に入札を実施する。
- ④ 入札最低価格提示業者を本案件の契約業者としてリロンゲ市に推薦し、工事請負契約締結の推進を行う。

(3) 施工監理

現地工事は土木工事、管路敷設工事が中心で機械・電気設備は少ない。日本より派遣する技

術者は、常駐監理を行う土木技術者を1名配置し、建築・機械・電気については、主要施設工事の完了時期にスポット監理として短期間技術者の派遣を行う。

施工箇所が処理場、幹線管渠、枝線管網整備と広範囲にわたることから、現地土木技術者を雇用しコンサルタント常駐管理者の補佐役に当てるものとする。

施工監理に当たっては市当局および関係機関並びに日本側施工者と綿密な打合せのもとに業務を実施すると同時にJICAマラウイ事務所への定期的報告を厳守するものとする。

(4) 運転管理技術指導

本計画施設の完成時には、施工業者により1ヵ月間の試運転を兼ねて施設運転等の技術指導が行われる。また、本計画処理施設はリロンゲ市で実績があり、また維持管理が簡易な方式を採用しているため、特別な技術指導は必要ないと判断するが、国際協力事業団の下水道中期研修コース等で下記事項について予め処理場関係者に対し研修を実施することが望ましい。

- ① 基礎的な処理理論について
- ② 水質分析法と分析結果による運転管理について
- ③ 汚泥の排出・清掃・処分方法について
- ④ 水量に応じた運転方法について（初期運転を含む）
- ⑤ 各種データの記録・活用について

5-5-4 資機材調達計画

本事業に必要な資機材は可能な限り現地調達を行うものとするが、現地調達が不可能な資機材あるいは品質仕様等が現地調達材では適合しないもの、および流通量あるいは価格の面で供給・購入が安定的に行われていないものについては、限られた期間内で工事を完了させなければならないことを考慮し、日本もしくは近隣第三国より調達する。

マラウイ国内で調達できるものは、コンクリート骨材、レンガ、小口径PVCパイプ、燃料、セメント程度であり他の主要資材は外国から輸入している。

第三国からの調達材の内、水道工事で実績の多い石綿セメント管は現在南アフリカあるいはジンバブエから輸入しており本計画でも同様とする。

また、建築工事用の鉄筋、道路工事用のアスファルトも同様に南アフリカもしくはジンバブエからの輸入であり第三国からの輸入とする。

その他の材料については、品質確保、仕様の統一、納期等、信頼性の面から日本製品を採用する。一方、建設機械については、現地調査でリースによりバックホウ、ブルドーザ、ダンプトラック、トラッククレーン、トラックの確保ができることが確認されたので、これらの機器は現地調達とする。その他の建設機器については、日本からの持ち込みとする。

日本からの持ち込みとなる資材・建設機械の陸揚港については治安の問題から南アフリカ国ダーバン港へ陸揚げしマラウイまで陸送するものとする。

主要資機材の調達国別は以下のとおりである。

(1) 現地調達資機材

① 材料

セメント、砂、砂利、レンガ、型枠材、小口径PVCパイプ、軽油、ガソリン等

② 建設機械

トラッククレーン、バックホウ、ダンプトラック、ブルドーザー、トラック等

(2) 日本調達資機材

① 材料

鉄骨加工材、ダクタイル鋳鉄管及び継ぎ手類、マンホール蓋（鍵付）、足掛金物、スクリーン、バルブ・ゲート類、特殊型枠材（人孔側塊）、特殊塗料（耐薬品用）、フトンかご、型枠用合材等

② 建設機械

プレートコンパクター（80-100kg）、鉄筋切断曲機、水中ポンプ、発電機、測量機器、試験器具(CBR他)等

③ 供与機材

水質試験機材、水質試験室設備、管渠清掃機器、処理場維持管理用機器

(3) 第三国調達材

① 材料

石綿セメント管、鉄筋、アスファルト等

5 - 5 - 5 実施工程

(1) 実施工程

工事を経済的かつ効率的に行うために、雨季（11～3月）および建設工期を勘案し実施工程を図5-7のように定める。実施設計に7ヵ月、工事に28ヶ月、その他入札等の諸手続き期間を含め、全体で38ヶ月の期間が必要である。

(2) 工事負担区分

本計画において、日本側予算で行うものは、処理場、幹線管渠および枝線管網整備に係わるコンサルタントによる実施設計、施工監理の他に、これら施設の土木工事、建築工事、機械・電気設備工事、配管工事である。

マラウイ側は建設予定地へのアクセス道路および関連インフラストラクチャの整備完成後の運転管理に責任を負うものとする。

下記は両国の責任で行う工事範囲の概要である

1) 日本国側の建設・調達範囲

(a)処理場（土木、機械・電気、建築設備）

- ①スクリーン、沈砂池設備
- ②量水器（パーシャル・フリューム）
- ③分配設備
- ④嫌気性池
- ⑤浄化槽汚泥池
- ⑥通性池
- ⑦熟成池
- ⑧場内配管
- ⑨場内管理道路
- ⑩管理棟
- ⑪車庫

(b)幹線管渠

- ①下水管渠
- ②水管橋

(c)枝線管網

- ①下水管渠
- ②汚水取付管

(d)維持管理用機器

- ①水質分析機器
- ②管渠清掃機材、車両
- ③処理場維持管理用車両、ボート

2) マラウイ国側の負担範囲

(a)処理場

- ①建設用地の土地収用
- ②処理場アクセス道路の土地収用・道路整備
- ③フェンス工事
- ④上水道引き込み工事
- ⑤電力引き込み工事（工事境界までの高圧線の引き込み）
- ⑥電話線引き込み工事
- ⑦残土処分地の確保のための費用

- (b)幹線管渠
 - ①伐開工事
- (c)枝線管網
 - ①私有地敷設時の補償
- (d)銀行手数料

5 - 5 - 6 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は約33.80億円となり、先に述べた日本国とマラウイ国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば次のとおり見積もられる。

(1) 日本側負担経費

日本側負担経費は約33.09億円である。表5-22にその内訳を示す。

表5-22 日本側負担経費

事業費区分	事業費
(1)建設費	30.05億円
ア. 直接工事費	(22.68)
イ. 共通仮設費	(1.25)
ウ. 輸送梱包費	(1.12)
エ. 現場経費	(2.78)
オ. 一般管理費	(2.22)
(2)機材費	0.90億円
(3)設計監理費	2.14億円
ア. 実施設計費	(0.89)
イ. 施工監理費	(1.25)
合 計	33.09億円

(2) マラウイ側負担経費

マラウイ側負担経費は約2,802千MK(約71百万円)である。表5-23にその内訳を示す。詳細は資料8に示す。なお、土地収用については、処理場用地と管渠敷設用地はいずれも公有地であり、費用は掛からないとしているが、私有地内に一部管渠を敷設する際の補償費についてはマラウイ側で別途試算し予算化するものとする。

表 5 - 23 マラウイ側負担経費

工 事 名	現地貨(マラウイ・クワチ)	円換算
①処理場フェンス工事	1,035千MK	(約26百万円)
②処理場アクセス道路工事	540千MK	(約14百万円)
③処理場上水道引き込み工事	162千MK	(約4百万円)
④処理場電力引き込み工事	837千MK	(約21百万円)
⑤処理場電話引き込み工事	78千MK	(約2百万円)
⑥幹線ルート伐開工事	150千MK	(約4百万円)
合 計	2,802千MK	(約71百万円)

注) 諸経費を各工事とも直接工事費の40%として見込んでいる。
 設計監理費として②③は(直工+諸経費)の8%、①⑥は5%を見込んでいるが、④⑤は各事業体直営として0%とした。
 他に下水道課長を専任とするための費用* および銀行手続き費用**が必要である。

* 技術者人件費 MK21,000/年
 技能者人件費 MK 7,200/年
 **A/P通知手数料 3,000 円/回
 支払手数料 支払額の0.1%

(3) 積算条件

- ① 積算時点 : 平成5年10月
- ② 為替交換レート : 1 US\$ = 108.80 円
 1 MK = 25.25 円
- ③ 施工期間 : 実施設計に7ヶ月、建設工事に28ヶ月を見込み、全体で38ヶ月である。
 期分けが困難であることから三ヶ年の国庫債務負担行為案件とする。
- ④ その他 : 本計画は日本国政府の無償資金協力の制度に従い実施されるものとする。

第6章 事業の効果と結論

第 6 章 事業の効果と結論

6 - 1 効果

本計画の実施はリロンゲ市に対し大略下記の効果をもたらす。

- ① 現況下水道計画区域人口約25,000人のうち、その汚水が比較的良好に処理されているのはその半分の13,000人程度であり、残りの人口の汚水は処理効率の悪いまま河川に流出している。本計画を実施することにより目標年次である2000年時点で約34,000人が良好な汚水処理を受けられるようになる。
- ② 処理人口の増加と新設処理場による安定した汚水処理により河川の水質向上が図れ、河川水を生活用水としている下流域住民約100,000人の保健衛生状態の改善・向上が期待できる。
- ③ 本計画の実施によりリロンゲ市下水道システムの骨格が形成され、幹線管渠については将来の普及率上昇を見込んだ計画になっていることから、他の資金導入による処理場の拡張と枝線管網整備により容易に下水道普及率を上げることができるようになる。
- ④ 下水道の整備を条件とした上水道拡張事業への資金の融資（アフリカ開発銀行へ申請中）を受けることが可能になり間接的にも地域住民の保健衛生状況の改善・向上に寄与できる。

6 - 2 結論

リロンゲ市の下水処理場は11ヶ所点在するが、資金不足から適切な改修、更新がなされておらず、その多くが処理効果の悪い水を放流しているため、河川の汚濁、周辺住民の衛生環境の悪化を引き起こしている。更に人口増加に対応した上水道の拡張計画も下水道の整備の遅れにより資金的な用途のたたない状況にある。

このような状況の中、本計画はリロンゲ市の下水道の整備基本計画に沿ったものであり、その効果は普及率の向上、周辺住民の衛生環境の向上のみならず将来の下水道事業の進展の礎を築くものであり、裨益効果は大きいと考えられる。現状の問題点と本事業の効果について表6-1にまとめた。

以上、本計画が広く住民の生活向上、保健衛生等に寄与することから、日本の無償資金協力により実施される意義は大きく、妥当性も高いと判断される。

表 6 - 1 事業の効果

現状と問題点	本計画での対策	計画の効果
<ul style="list-style-type: none"> ・既設の処理場の運転、管理状況が悪い ・普及人口が少ない。 ・資金不足による将来の下水道施設整備の展望の欠如 ・上水道事業への資金援助が下水道の事業停滞により進んでいない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・市街地の処理場を1ヶ所の処理場に統合し、新規の処理場で集約的に確実な管理を行う。 ・人口集中地区の枝線整備を行う。 ・幹線管渠は将来流入を見越した管径にしておく。 ・増設の容易な処理場としておく。 ・下水道事業の基盤施設ができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・良好な処理水に伴う河川水質の向上、河川流域住民の衛生環境の向上が期待される。 ・普及人口は34,000人まで増加する。 ・下水道の基幹施設である幹線と処理場の完成により、今後他の資金による面整備により容易に普及率をあげられる。 ・上水道事業の進展が図られ急激な人口増加に対応した上水道の供給が可能となる。

6 - 3 提言

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、マラウイ国側は次の措置を取る必要がある。

(1) 本計画実施前

- ①マラウイ国側負担分の事業費を確保すること。特に処理場までのアクセス道路の建設は処理場建設の前提条件であり、これに係わる費用の確保は最低限必要である。
- ②建設地付近の集落(国有地の不法占拠集落)への対応
処理場建設中の建設車両の通過、運転開始後の臭気の問題等を解決しておく必要がある。
- ③自然保護区内の工事許可取得
- ④その他関係機関との調整

(2) 本計画実施中

- ①本計画の設計の段階より技術者を参画させ、内容の理解・習熟、技術の修得に努めさせること。

(3) 本計画実施後

- ①施設の運転・維持管理の財源となる下水道料金の適正な徴収を行うこと。
- ②適正な維持管理を行うため、要員の計画的な研修・訓練を行うこと。
- ③枝線管網を拡張し、処理場流入量を増大させ、河川の水質汚濁防止に努めること。

資料編

1. 調査団員氏名
2. 調査日程
3. 相手国関係者リスト
4. 討議議事録
5. 枝線管網流量計算表
6. カウマ処理場容量計算
7. 基本設計図
8. 現地側負担工事の概要
および概算工事費

1. 調査団員氏名

資料1 調査団員氏名

- | | | |
|------------------------|-------|----------------------------------|
| 1. 総括／無償資金協力
(現地調査) | 中村 欣功 | 国際協力事業団無償資金協力調査部
基本設計調査第一課 課長 |
| (報告書案現地説明) | 宮本 秀夫 | 同上
基本設計調査第一課 課長代理 |
| 2. 技術アドバイザー | 平賀 直樹 | 大阪市下水道局建設部
建設課 主査 |
| 3. 業務主任／下水道計画 | 柳田 哲雄 | 日本上下水道設計㈱ |
| 4. 下水処理設備計画 | 木口 孝文 | 日本上下水道設計㈱ |
| 5. 下水処理施設計画 | 藤原 廣輝 | 日本上下水道設計㈱ |
| 6. 下水管敷設計画 | 大本 哲史 | 日本上下水道設計㈱ |

2. 調査日程

資料 2 調査日程

(1) 現地調査

日順	月日(曜)	中村団長	平賀団員	柳田・木口・藤原・大本
1	8/24(火)		東京→アムステルダム(平賀・柳田・木口)	
2	25(水)		アムステルダム→	
3	26(木)		→リロンゲ、JICA事務所・関係機関表敬訪問	
4	27(金)		水道公社資料収集、IC/R説明・協議	
5	28(土)		既存施設、既設区域、幹線ルート現場調査	
6	29(日)	東京→パリ	団内協議	
7	30(月)	パリ→	計画用地測量調査説明、既存処理場現場調査	
8	31(火)	→リロンゲ	団内協議、既存処理場水質調査	
9	9/1(水)	IC/R協議、幹線ルート測量調査説明、東京→アムステルダム→(藤原・大本)		
10	2(木)	団内協議、IC/R協議		→リロンゲ(藤原・大本)
11	3(金)	議事録署名、計画区域現場調査、既存処理場現場調査		
12	4(土)		空港スライ待機	団内協議
13	5(日)	空港スライ待機	空港スライ待機	リロンゲ川下流調査
14	6(月)	リロンゲ→ルサカ	リロンゲ→	既存処理場現場調査
15	7(火)		→ロンドン	資料整理、解析
16	8(水)		ロンドン→	河川現場調査、資料収集解析
17	9(木)		→東京	資料収集・解析
18	10(金)	資料収集・解析		
19	11(土)	資料収集・解析		
20	12(日)	整備対象区域・処理場用地・幹線ルート現場調査		
21	13(月)	資料収集・解析		
22	14(火)	処理場用地・既存処理場現場調査		
23	15(水)	資料解析、Nature Sanctuary協議		
24	16(木)	Technical Notes 協議、団内協議、		リロンゲ→アムステルダム(藤原)
25	17(金)	Technical Notes 協議・署名、JICA事務所に報告、	アム	→(藤原)
26	18(土)	整備対象区域・処理場用地・幹線ルート現場調査、→東京(藤原)		
27	19(日)	整備対象区域現場調査、リロンゲ→(柳田・木口・大本)		
28	20(月)	→アムステルダム→パリ(柳田・木口・大本)		
29	21(火)	パリ→(柳田・木口・大本)		
30	22(水)	→東京(柳田・木口・大本)		

(2) 報告書案現地説明

日順	月日(曜)	宮本団長	柳田・木口団員
1	11/28(日)	東京→パリ	同 左
2	29(月)	パリ→	同 左
3	30(火)	→リロンゲ、JICA事務所・関係機関表敬訪問	同 左
4	12/1(水)	報告書案説明・協議(地方自治省、リロンゲ市)	同 左
5	2(木)	報告書案説明・協議(大蔵省、リロンゲ市)	同 左
6	3(金)	報告書案説明・協議、議事録署名	同 左
7	4(土)		リロンゲ→
8	5(日)	リロンゲ→ルサカ	→ロンドン
9	6(月)	在ザンビア日本大使館に報告	ロンドン→
10	7(火)	ルサカ→	→東京
11	8(水)	→ロンドン	
12	9(木)	ロンドン→	
13	10(金)	→東京	

3. 相手国関係者リスト

資料3 相手国関係者リスト

1. リロンゲ市 (Lilongwe City Council)

Mr. Francis K. Mfune	Town Clerk / Chief Executive
Mr. R. C. Makono	Deputy Town Clerk
Mr. Alaston Kamera	City Engineer
Mr. Walker Kaulembe	Assistant Engineer

2. 地方自治省 (Ministry of Local Government)

Mr. B. S. Phangaphanga	Principal Secretary
Mr. James G. Wilson	Chief Technical Advisor
Mr. A. M. Singini	Chief Municipal Engineer
Mr. A. C. Lwanda	Principal Municipal Engineer
Mr. S. M. C. Chirambo	Economist

3. 大蔵省 (Ministry of Finance)

Mr. J. M. Mhango	Senior Assistant Secretary, Treasury
Mr. A. Mzoma	Administrative Officer (Japan Desk), Treasury

4. リロンゲ水道公社 (Lilongwe Water Board)

Mr. Eric H. Msolomba	General Manager
Mr. M. J. Mzumara	Engineering Manager
Mr. Titus C. Mtegha	Projects Engineer

5. JICAマラウイ事務所

金井 盛一 氏	所長
木村 精一 氏	次長
江頭 栄二 氏	所員
稲村 次郎 氏	所員

