

タンザニア国
ダルエスサラーム市給水施設整備計画調査
事前調査報告書

平成元年 6 月

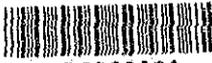
国際協力事業団

社 関 二

89 - 100

20104

JICA LIBRARY



1078039131

タンザニア国

ダルエスサラーム市給水施設整備計画調査

事前調査報告書

平成元年6月

国際協力事業団

国際協力事業団

20104

マイクロ
フィルム作成

序 文

日本国政府は、タンザニア連合共和国政府の要請に応え、同国ダルエスサラーム市給水施設整備計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することとなった。

当事業団は、平成元年5月30日から同年6月13日まで、岩堀春雄 国際協力専門員を団長とする5名からなる事前調査団を同国へ派遣し、本格調査の範囲、内容及び実施方法について十分協議した結果、Scope of Work に合意した。

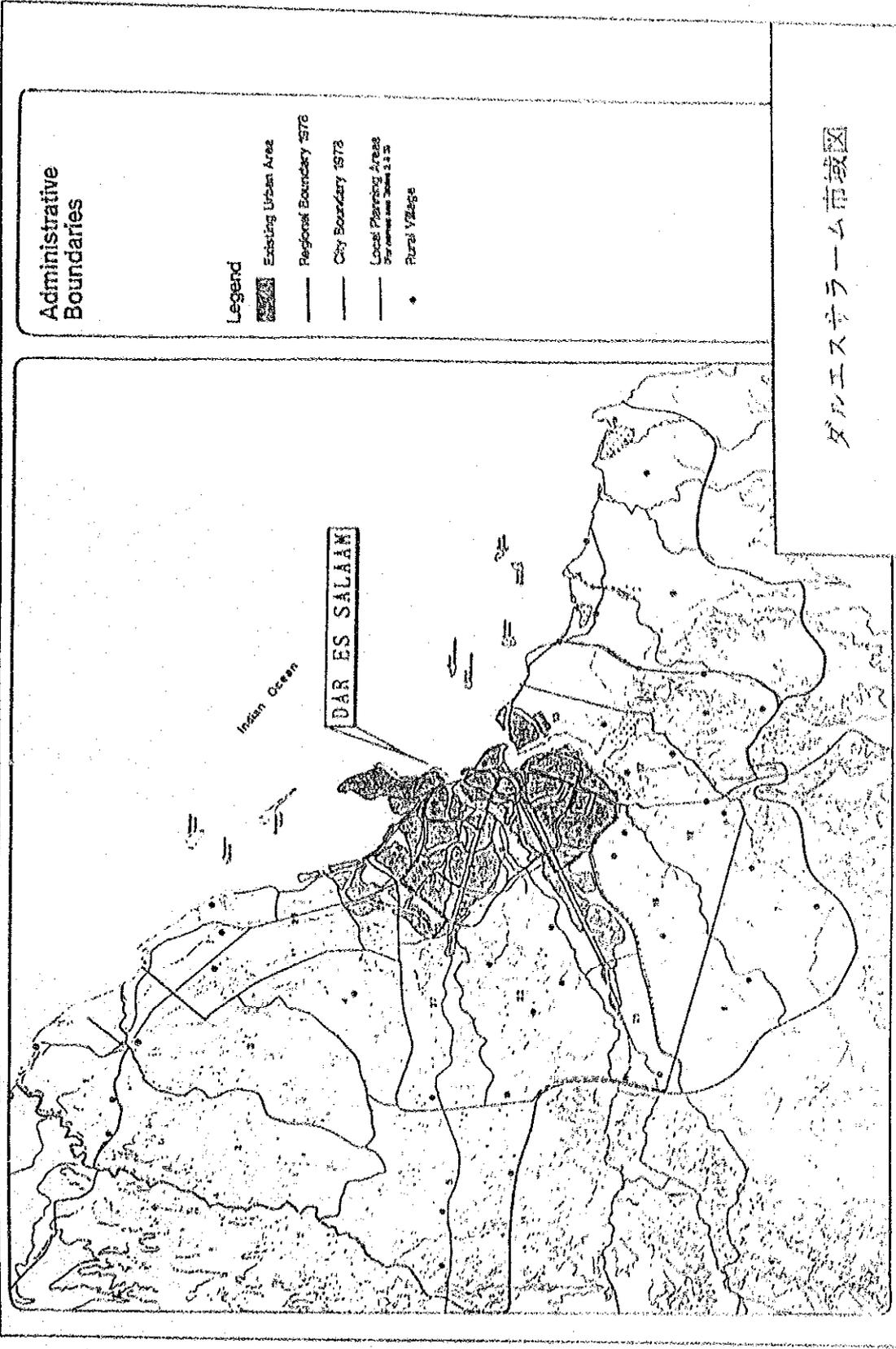
本調査報告書は、事前調査団の調査結果の概要を取りまとめたものであり、今後の本格調査の立案、検討及び実施に際し、参考となることを期待するものである。

本件の調査実施にあたり多大のご協力をいただいたタンザニア政府、全国都市給水公社、在タンザニア大使館並びに関係各位に対し厚く御礼を申し上げます次第である。

平成元年6月

国際協力事業団

理事 玉 光 弘 明



Administrative Boundaries

Legend

-  Existing Urban Area
-  Regional Boundary 1976
-  City Boundary 1973
-  Local Planning Area
(For names see Tables 1.1.2)
-  Rural Village

ダルエスサラーム市域図

調査写真



ダルエスサラーム港と市街地



郊外の住民の生活状況



NUWAのDSMB事務所前での関係者と調査団

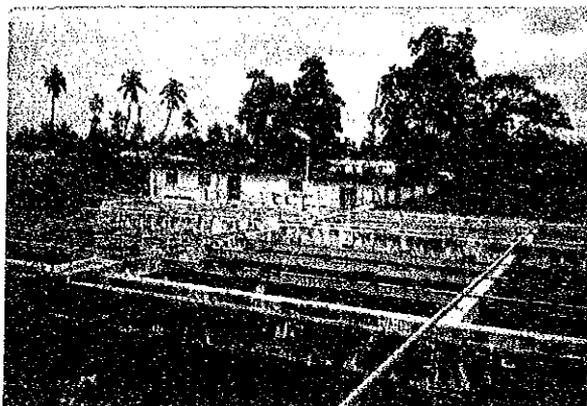


水売り(Water Vendor)が公共栓から無料で水を取り、1缶当たり(18ℓ)10シリングで街の中を売り歩く。



ダルエスサラーム郊外の水道のない所では、子供が頭にバケツをのせて水を運んでいる。

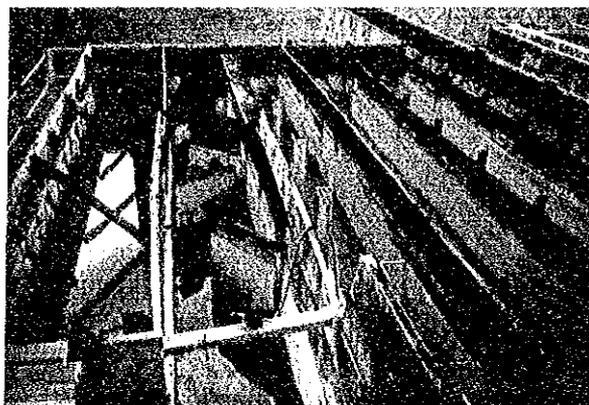
〈MTONI浄水場〉



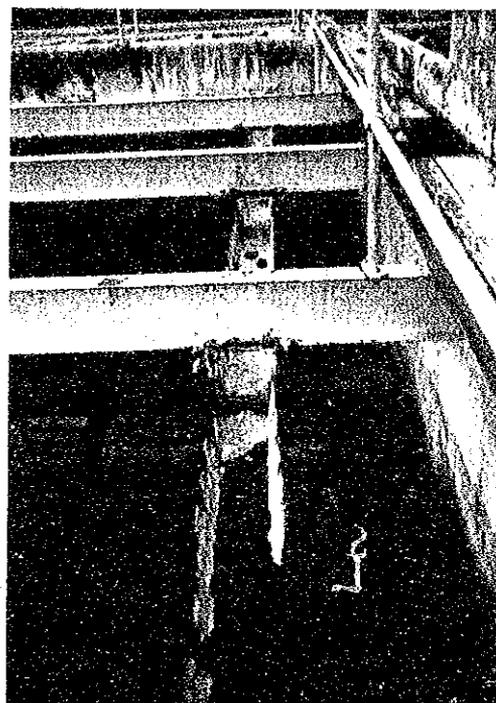
沈でん池。施設の老朽化が著しく、維持管理不足が目立つ。現在、取水ポンプ故障のため処理プロセスは運転停止中である。



流水管取付部。構造物の腐蝕、老朽化、配管類のメンテナンス不足が見られる。

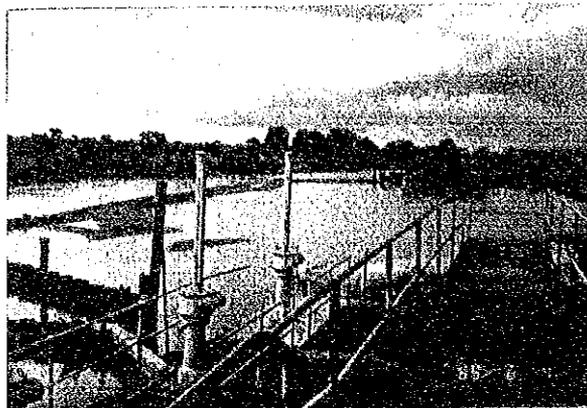


混和・フロック形成池（水平迂流型）。
鋼板製プレキャスト壁及び阻流壁の腐蝕が目立つ。

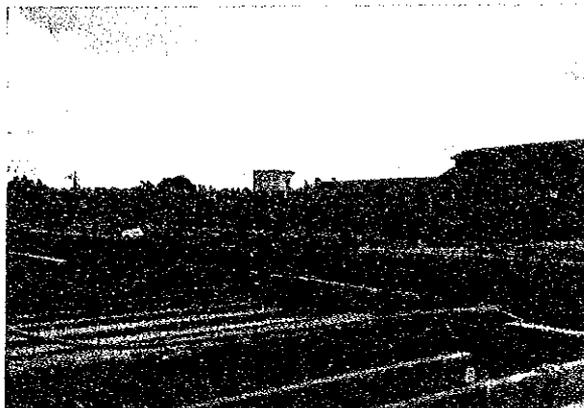


沈でん池流水トラブの腐蝕欠損が見られる。

〈UPPER RUVU浄水場〉



取水施設。手前にあるのは既存の取水口。後方に新設中の取水施設が見られる。中間の滞水しているところに沈砂池の建設計画がある。



フロック形成池及び沈でん池。手前が改修改善プロジェクトにより拡張されたフロック形成池。



水質試験室。試験器具類は限られており、故障中のものが多い。ガラス器具、薬品類の不足が見られる。

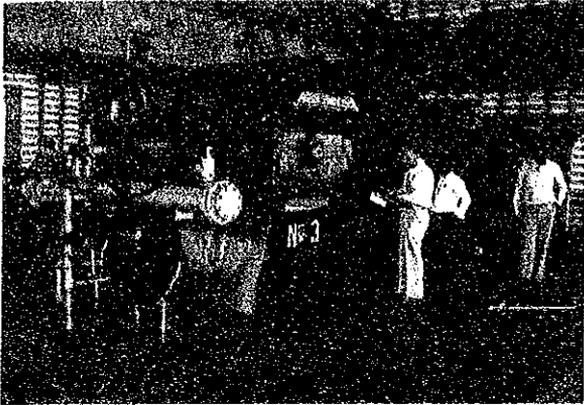


UPPER RUVU浄水場より敷設のためのφ900mm鋼管。

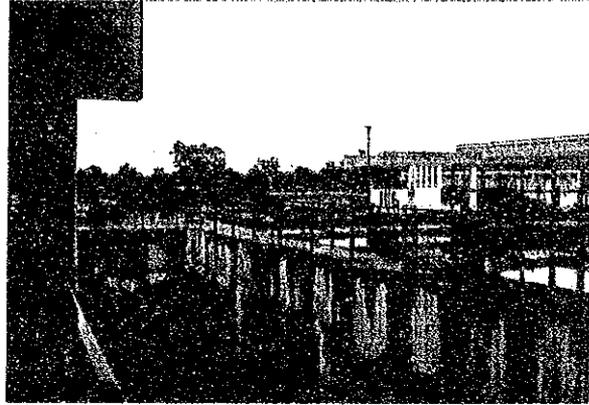
〈LOWER RUVU浄水場〉



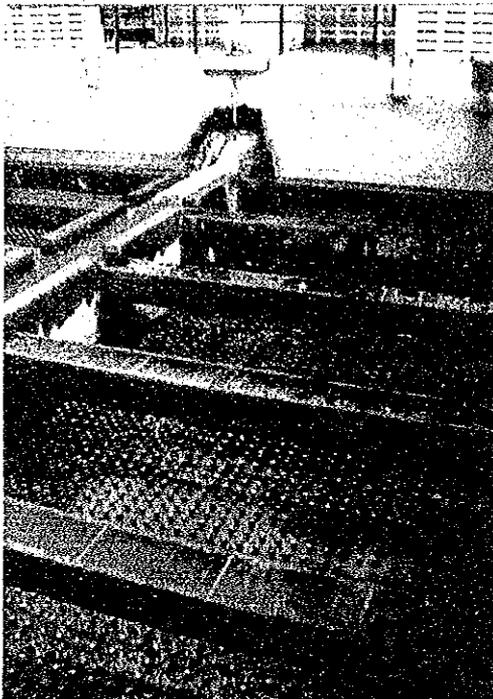
取水施設



取水ポンプ施設



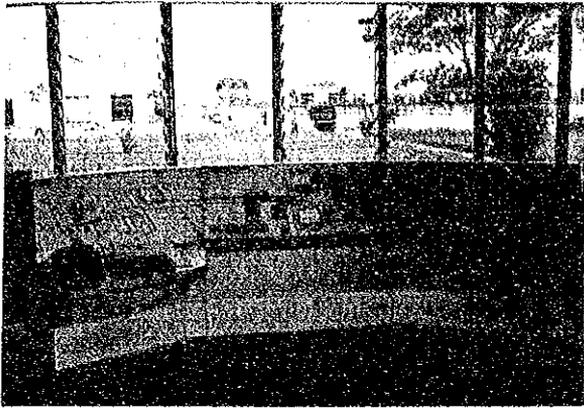
ろ過池側から見た沈でん池。半地上式構造物。



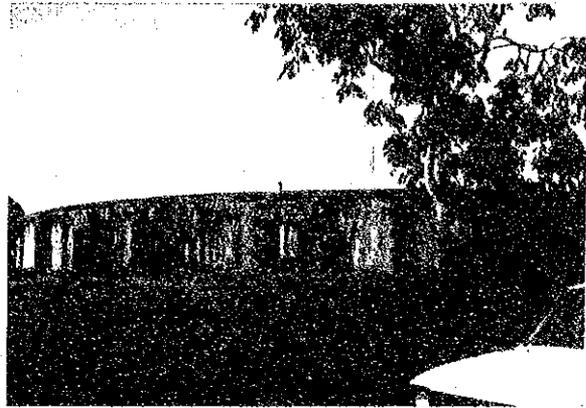
ろ過池下部集水装置(ストレーナー)及び
洗淨排水トラフ。全ろ過池が故障中であり、
ろ過砂の流出も多い。



ろ過池配管、弁類が故障中である。



コントロールセンターにある監視パネル。
故障中である。



キマラ配水場。3池のうち1池は底版沈下及び
漏水のため、貯留不可能。



TEMEKE配水事務所にある野ざらしにされた
パイプ。



古くなって掘り出した配水管。腐蝕と同時に
多量の沈積物が見られる。



Ministry of Financeを表敬訪問



Scope of Workの署名・交換

タンザニア連合共和国概要

1) 面積	積	945千km ² (日本の2.5倍) (首都:ドドマ)
2) 人口 (1988年央)	口	23,174千人(人口増加率2.8% 1978~1988年)
3) 政 元	体 首	立憲共和制 大統領:アリ・ハッサン・ムウイニ
4) 人 種 構 成		バンツー系を主とするアフリカ人98.6%, インド・パキスタン系0.9%, アラブ・ヨーロッパ人他0.5%
5) 言 語		スワヒリ語(国語), 英語(公用語), その他部族語
6) 宗 教		イスラム教, キリスト教, 伝統宗教がそれぞれ約3分の1
7) 教 育		成人識字率(1983年):79% 義務教育は, 7~14歳の7年間(初等教育) 就学率(標準就学年齢に対する総就学者の比率) 初等教育(1985年):72% 中等教育(1985年):3% 高等教育(1985年):0%
8) 通 貨 (1989年6月現在)	貨	タンザニア・シリング(1米ドル=135タンザニア・シリング:TSh)
9) 貿 易 (1986年)	易	貿易額(輸出入総額):1,393百万米ドル 輸出額(FOB):343百万米ドル 主要相手国:西ドイツ, 英国, オランダ, スイス, イタリア 輸入額(CIF):1,050百万米ドル 主要相手国:ア首連, 英国, 西ドイツ, 日本, インド
10) 外 貨 準 備 高 (1986年)		61百万米ドル
11) 対 外 公 的 債 務 残 高 (1986年)		3,650百万米ドル
12) 債 務 返 済 比 率 (1986年)		対GNP比:1.5% 対輸出比:15.3%
13) G N P		6,150百万米ドル(1985年) 1人当たり230米ドル(1986年)
14) イ ン フ レ 率		21.5%(1980~86年平均)
15) 会 計 年 度		7/1~6/30
16) 気 候		大部分は高度1,000~1,400mの高原 乾期と雨期(10~11月の小雨期, 3~5月の大雨期)があるが年により 雨量が変動する。 海岸地帯及び湖水地帯:高温多湿 高原地帯:気温変化大
17) 給 水 人 口 (1988年)		8,300千人
18) 給 水 都 市 部		3,200千人
19) 給 水 農 村 部		5,100千人

20) 医師 1 人当たり人口 (1984年)	21,840人
21) 病 院 数	129
22) 水 系 伝 染 病 (1978年)	24,130件 water-bone : 11% water-washed : 9 water-based : 2 water-related : 24 all other : 54(52,456件)

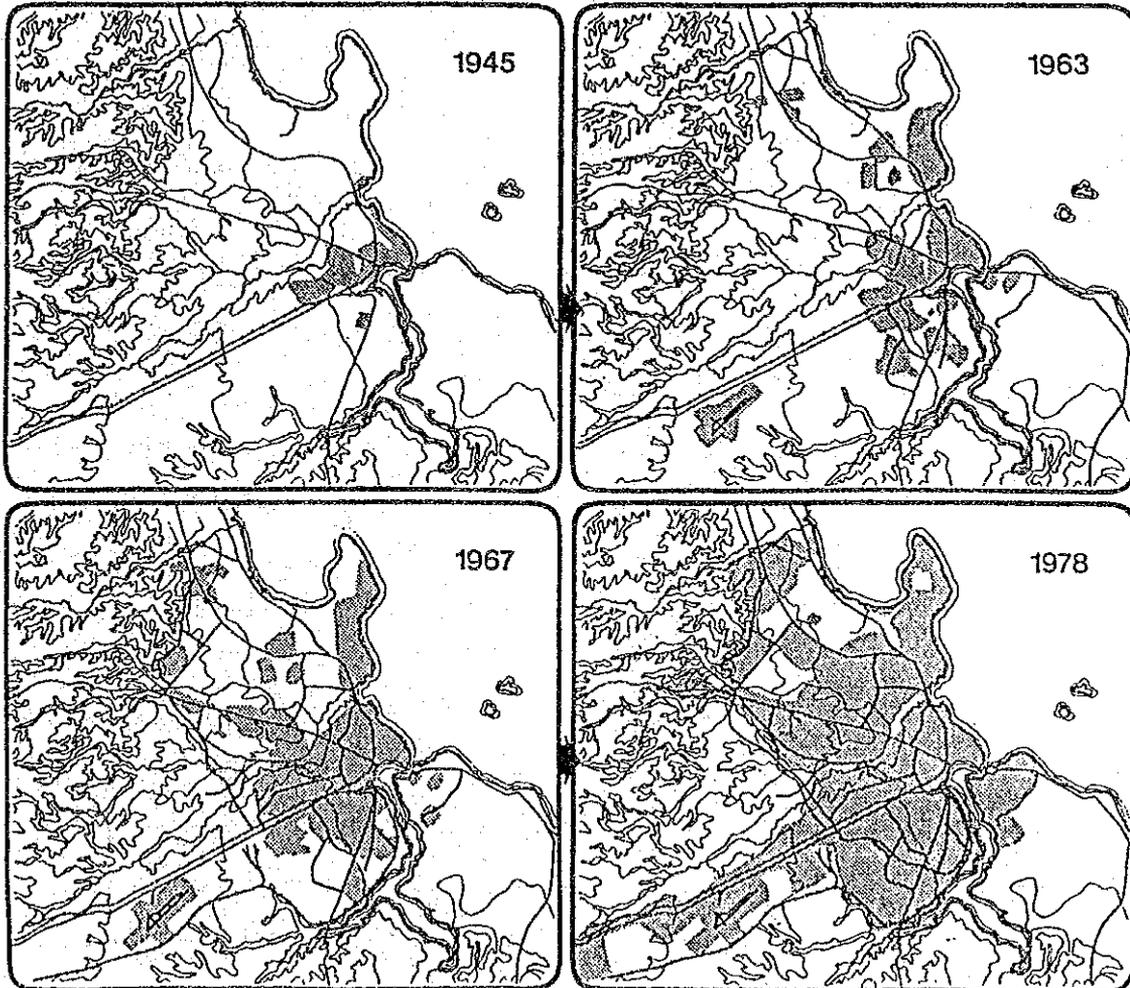
ダルエスサラーム市概要

1) 面積	1,121km ²
2) 人口 (1988年センサス)	1,360千人
3) 給水人口 (1986年)	1,196千人
4) 道路延長	1,146km

5) ダルエスサラームの気温と雨量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均最高気温 (°C)	31.6	32.1	32.2	30.5	29.8	29.1	28.7	29.3	30.0	30.9	31.2	31.6
平均最低気温 (°C)	23.3	23.1	22.7	22.4	21.1	19.0	18.3	18.0	18.4	19.7	21.4	22.7
平均降雨量 (mm)	75.1	65.2	131.5	265.6	164.0	39.4	29.8	25.3	28.4	60.3	126.8	110.9

6) ダルエスサラーム市の発展状況



目 次

序 文

タンザニア位置図

ダルエスサラーム市域図

調査写真

タンザニア連合共和国概要

ダルエスサラーム市概要

第1章 事前調査の概要	1
1-1 事前調査の目的	3
1-2 事前調査団の構成	3
1-3 要請の背景及び経緯	3
1-4 要請の内容	4
1-5 日本側の調査対処方針	4
1-6 S/W 協議の経緯及び結果	5
第2章 タンザニア国の水道行政と援助動向	9
2-1 水道行政組織	11
2-2 水道の基本方針	13
2-3 他機関によるプロジェクト援助の動向	13
第3章 対象地域・水道事業の概要	15
3-1 対象地域	17
3-2 水道事業の現状と課題	22
3-3 水道システムの現況と課題	32
第4章 本格調査の概要	59
4-1 目 的	61
4-2 対象地域及び範囲	61
4-3 調査の基本方針	61
4-4 調査項目及び内容	62
4-5 調査工程等	66

4-6	報告書	67
4-7	要員計画	67
4-8	本格調査必要機材リスト（事前調査団案）	68
	添付資料	69
1.	要請書	71
2.	Scope of Work	85
3.	議事録（M/M）	95
4.	面談者リスト	103
5.	収集資料リスト	107
6.	関連資料の収集状況	133
7.	調査日程	151

第1章 事前調査の概要

第1章 事前調査の概要

1-1 事前調査の目的

タンザニア連合共和国（以下タンザニア国）の要請に基づき、次の目的により事前調査を実施した。

- 1) 相手国の要請内容の確認（現行「経済復興計画」における位置付け）
- 2) 相手国の調査の実施体制の確認（実施機関、投資規模）
- 3) 既存調査、既存資料の確認、収集・予備解析
- 4) 現地の状況調査
- 5) 調査内容（対象地域、重点分野、調査期間）の意向確認
- 6) 実施調査のS/W協議、署名
- 7) その他、本格調査の実施方針を検討するのに必要なデータ、資料の収集、調査

1-2 事前調査団の構成

下記の構成により5月30日から6月13日の15日間、事前調査団が派遣された（調査日程は添付資料参照）。

団 長(総 括)	岩 堀 春 雄	国際協力事業団国際協力専門員
団 員(維持管理)	大 森 功	久留米広域上水道企業団浄水課
団 員(調査監理)	古 川 光 明	国際協力事業団社会開発協力部開発調査第二課
団 員(水源・水質)	与 田 博 恭	(株)日水コン 海外事業部
団 員(施設計画)	新 倉 孝 之	(株)日水コン 海外事業部

1-3 要請の背景及び経緯

ダルエスサラーム市は、インド洋に面した東アフリカの港湾都市の1つであり、人口約136万人を擁するタンザニア国の最大の都市であり、政治、経済、文化の中心となっている。タンザニア政府は、首都をドドマ市に移す計画を実施しているが、近年の財政逼迫により、遷都計画は遅々として進まず、主要官庁はいまだにダルエスサラーム市に置かれている。

タンザニア国政府は、民生の安定、工業生産の増大の観点から、水供給を「経済復興計画」(1986/87～1988/89)における重要分野の1つに位置付けている。しかしながら、人材、データ、資金の不足等が包括的な戦略をたてるに当たり、大きな障害となっている。ダルエスサラーム市は、給水施設設備については古い歴史を持ち、統計上は高い普及率を示しているものの、経営管理面の問題、水道供給システムの老朽化、スペアパーツ不足等が原因で現有施設の機能が低下している。現況は設計容量をかなり下回り、給水状況は劣悪となっている。

さらに、給水水質は水質規準を満たしておらず、衛生的とはいいかねる状態である。

これに対し1984年日本政府は、無償資金協力として緊急性の高い一部施設の整備を行っている(8.99億円)。その後の施設の老朽化や人口分布の変化等を考慮した緊急改善計画策定及び将来人口の増加に対応した給水拡張計画の策定につき、タンザニア政府は、さらに同市の給水施設整備計画調査協力を1988年10月日本政府に要請越したものである。

1-4 要請の内容

本件要請の概要は次の通りである(英文要請書は資料編参照)。

1. 緊急改善計画 (Immediate Improvement Programme)
 - 1) データ、情報の収集・分析, 2) 現地調査及び各種調査, 3) 漏水防止計画及び費用効果の高いシステム改善策の提示, 4) 既存施設の改修計画, 5) 緊急改善計画の効果の評価
2. 20年後を目標年次とする長期開発計画 (Long-term Development Plan)
 - 1) 水源調査 (代替水源の確保), 2) 人口, 水需要量等の予測, 3) 給水区の決定, 4) 代替案の選定, 5) 最適案の選定
3. 短期開発計画のフィージビリティ調査 (Short-term Development Plan)
 - 1) 予備設計, 2) 積算, 3) 経済・財務分析, 4) 料金徴収システム, 5) 後続プロジェクトの準備
4. 機材供与 (流量測定機材, 漏水探査機材, 車輛)

1-5 日本側の調査対処方針

事前調査団の派遣に先立ち、先方要請については次のように分析するとともに、協議の対処方針を確認した。

1. 日本の無償援助〔リハビリテーション (以下リハビリ)〕実施、さらに現在イタリア政府のソフトローンによる援助が着手されている状況を考えると、M/Pの必要性を感じるも、
 - 1) 技術者の不足
 - 2) 水道料金が適正に徴収されておらず財政状態が逼迫している
 - 3) 維持管理体制が整備されていない
 - 4) 維持管理費用が確保できない
 - 5) 既存の水道システムが十分機能されていない

等から、マスタープランの要件を満たす状況ではないのでM/P, F/Sを行うとしても、将来、実施体制・資金のメドからみても有効に活用されない恐れが多い。

2. 将来の M/P 達成のための新規プロジェクト実施には、多額の費用を要し、既存の組織、財政状況水道システムの機能を回復した後でなければ対応できない（リハビリにしてもかなりの費用を要すると見込まれる）。
3. 1979年のカナダにより作成された M/P が存在するが、2000年以降を対象とした都市計画がないことから M/P の作成は困難である。
4. 現状の Ruvu 川の濁水流量では、将来人口増に伴う水需要に対応する取水量の確保が保証できない。そのため、将来、Ruvu 川の上流において流域全体の水資源開発が必要となり、そのためには、関係機関が多岐にわたることが予想される。従って、水源の調査を本調査に含めることは困難である。
5. 従って、今回調査では上記事由を先方に説明し、既存の組織、財政・維持管理能力の強化を図り、また、既存の水道システムのリハビリの F/S を行うことが当面の課題であり、これを調査内容とする。目標年次は、調査後の実施期間を考慮すれば1995年が妥当である。
6. ダルエスサラーム市都市部の水道事業経営は、DSMB (National Urban Water Authority Dar es Salaam Branch) が行っており、カウンターパートとして適当である。ただし、技術者のレベル、数、または市域を越えるプランとなる場合は、NUWA (National Urban Water Authority : 公国都市給水公社) と連携を考える。
7. 調査内容は、次の項目とする。
 - 1) 既存データ収集
 - 2) 既存施設設計内容調査
 - 3) 浄水場改善計画調査
 - 4) 配水施設改善計画調査
 - 5) 給水施設改善計画調査
 - 6) 有収率改善計画の提言
 - 7) 維持管理計画の提言
 - 8) 技術者訓練計画の提言
 - 9) 緊急改善計画の基本設計
 - 10) 財務評価

1-6 S/W 協議の経緯及び結果

事前調査団は、前述の対処方針及び S/W (案) を基に6月2日、5日及び6日の計3回にわたって全国都市給水公社 (NUWA) と S/W 協議を行い、6月7日、NUWA スウェーラ総裁、水資源省ムシンピラ総裁、大蔵省キブワナ外資局長と岩堀春雄事前調査団長との間で、

S/W 及び S/W 協議に係るミニッツの署名、交換を行った。

主な協議内容は、以下の通りである。

1. S/W (案) の変更点

1) 実施機関

実施機関については、NUWA DSM Branch (DSMB) としていたが、実際のダルエスサラーム市水道事業経営は NUWA が行っていることから、NUWA を実施機関とすることとした。従って、S/W の DSMB 部分をすべて NUWA に変更した。

2) 調査対象地域：SW III

調査対象地域についてはダルエスサラーム市に限定していたが、浄水場が同市外に位置することより、“The Study shall cover the city of Dar es Salaam”を“The Study shall cover the water supply system for the city of Dar es Salaam”とすることとした。

3) 調査内容：SW IV

① 1. “Data collection and analysis を Data をレビューすることから Data collection and review とすることとした。

② 5.(1)“Distribution pump”には、調査項目に配水池が含まれていなかったことから、reservoir を加えた。

③ 8.“Formulation of maintenance and training”については、maintenance と training を同じ項目で扱わないでほしいというタ側の要望により、“Formulation of training plan”の項目を新たに作り、8.(7)の Overall training program”を9(1)に移し、8を“Formulation of maintenance plan とした。また、8.(5)“Leakage prevention”を当S/Wの本来の目的が有収率向上を旨とすることから“Leakage prevention strategy”とした。

4) 調査工程

調査工程については、第1回目の現地調査は調査開始後5カ月までとしていたが、本調査の目的達成のために調査の範囲・内容を変更させる必要があり、7カ月までとした。

2. M/M 記載事項及び経緯

1) 調査件名：M/M 1

調査件名を“The Study on Rehabilitation of Dar es Salaam Water Supply”とした。

2) リハビリの定義：M/M 2

① 既存の水道システムのリハビリ

② 既設計画給水能力を最大限有効利用を確保するため配水管システムの必要な改善

3) 将来拡張計画：M/M 3

夕側は、ダルエスサラーム市内水道給水の将来拡張のために新規水源開発を要請した。調査団は必要ならば、別の協力要請をするよう夕側にアドバイスした。

4) 送水管路線地域の除外：M/M 4

夕側は送水管路沿いの分水地区も調査対象地域に含めるよう要請したが、本調査のダルエスサラーム水給水地区から遠隔にあり、市域からはずれるため除くこととした。

5) 組織・運営・財政調査：M/M 5

組織・運営・財政調査については、基本的に DSMB を対象とする。また、夕側の NUWA についても調査に含めて欲しいとの要請には、ダルエスサラーム水道事業に係わる範囲で NUWA について調査することとした。

6) 浄水場リハビリ調査：M/M 6

浄水場リハビリ計画策定の対象は、イタリア政府援助で進行中の Upper Ruvu 浄水場及び、その送水管を除外した。

7) 給配水システム及びサービスシステム調査：M/M 7

給配水システムの調査範囲及びその調査方法は次の通りとした。

- ① 聞き込み調査と水量・水圧調査により、給水区域の流量パターン給水状況を把握する。
- ② 上記①の調査結果に基づき、2箇所をモデル地区（1地区 25ha/地区）として選び、配管・弁類布設状況を調査するとともに、その地区の配管図を作成する。
- ③ 上記モデル地区より、さらに10箇所（約20栓/箇所）を選択し（3箇所を JICA 及び NUWA の共同作業で、残り7箇所 NUWA により）、地区流入量、夜間流量を測定し現況の水使用パターンを把握する。さらに、各戸の専用栓にメータを取りつけ同様な調査を行い、メータ設置による有収水量の増分、使用水量の変更を分析する。
- ④ 上記①②③の結果から、リハビリの範囲と規模を決定する。

8) 事務室及び人員の提供：M/M 8

夕側 NUWA は本格調査のために必要な機材及び設備、机、いす、キャビネット等を含む約150m²の事務室、フィールド調査、データ収集、レビュー及び解析に際し3人の技術者、15人のテクニカルスタッフ、現地調査に15人の労務者、タイピスト1人、秘書1人、さらにドライバーの人員を10カ月間提供することに合意した。

9) 車輛及び機材の供与：M/M 9

調査団は、本格調査のために必要車輛2台と必要機材の手配を要望した。これに対し、夕側は、これらについては日本側で用意あるよう強く要望し、その旨回答した。

10) 研修員受入れ：M/M 10

技術移転に関し、日本における技術の研修に C/P を受け入れてほしい旨夕側は要請

し、調査団はこれを持ち帰り関係部局に伝達する旨回答した。

11) 関連資料の準備：M/M 11

調査団滞在中に、収集できなかった資料については、本格調査開始時までに夕側にて準備することとする。

12) S/W の発効：M/M 12

S/W は、夕側大蔵省の承認後、効力を発することとする(調査団は夕側がミニッツ及び S/W 署名後ただちに大蔵省に回付し、承認を取り付けた旨確認済である)。

第2章 タンザニア国の水道行政と援助動向

第2章 タンザニア国の水道行政と援助動向

2-1 水道行政組織

タンザニア国における水に関する行政機関としては、当初、都市水道は“Ministry of Works”，下水道は“Ministry of Local Government”，地方水道及び水源については、“Ministry of Agriculture”がそれぞれ所管していた。しかしながら、1969年にこれらが“Ministry of Water Development and Power”として1つの省に統合され、さらに鉱業部門を加えて“Ministry of Water, Energy and Minerals”となった。その後、鉱業部門が分離され、“Ministry of Water and Energy (MWE, Maj Na Nishati Wizara Ya, 通称 MAJI—水のこと)となり、さらに、エネルギー部門が分離されて1987年3月24日“Ministry of Water” (MOW) となった。

1987年3月までは、MWEが都市水道 (Urban Water Supply), 地方水道 (Rural Water Supply) の所管、都市衛生 (Urban Sanitation) は、“Ministry of Land, Water, Housing and Urban Development (ARDHI—MAJI), 地方衛生 (Rural Sanitation) は、“Ministry of Health and Social Welfare” (AFYA) の所管となっていたが、MOWの設立後、すべての水道及び衛生はMOWで所管することとなり、また、水に関するすべての行政権限も与えられている。

タンザニア国は、本土とザンジバル島、ペンバ島とからなっており、本土は20のRegion (州) と称する地方行政区域に分割されている。また水道事業は、都市水道についてはNUWAが、その他の地方水道についてはMOWが経営しているが、現在NUWAが経営している都市水道はダルエスサラーム市しかない。

各Regionには、MOWから派遣されたRegional Water EngineerとDistrict Water Engineerが、その地域の水道全般にわたって責任をもっている。各Regionの水道業務は、そのRegionの能力の範囲内で設計、施工及び維持管理が行われているが、大規模な計画はMOW本庁が取扱い、また特定地域については財政等を含めたMOW本庁が指導及び援助を行っている。

しかしながら、地方においては水道料金が無料であったり、共用栓による利用はすべて無料であることなどによって水道財政が圧迫されていることから、MOWはこれらを段階的に改善していくことを検討している。さらに都市部における水道については、NUWAにその事業を移管し、都市水道として独立採算によって経営されることを望んでいる。

MOWの組織図を2-1に示す。

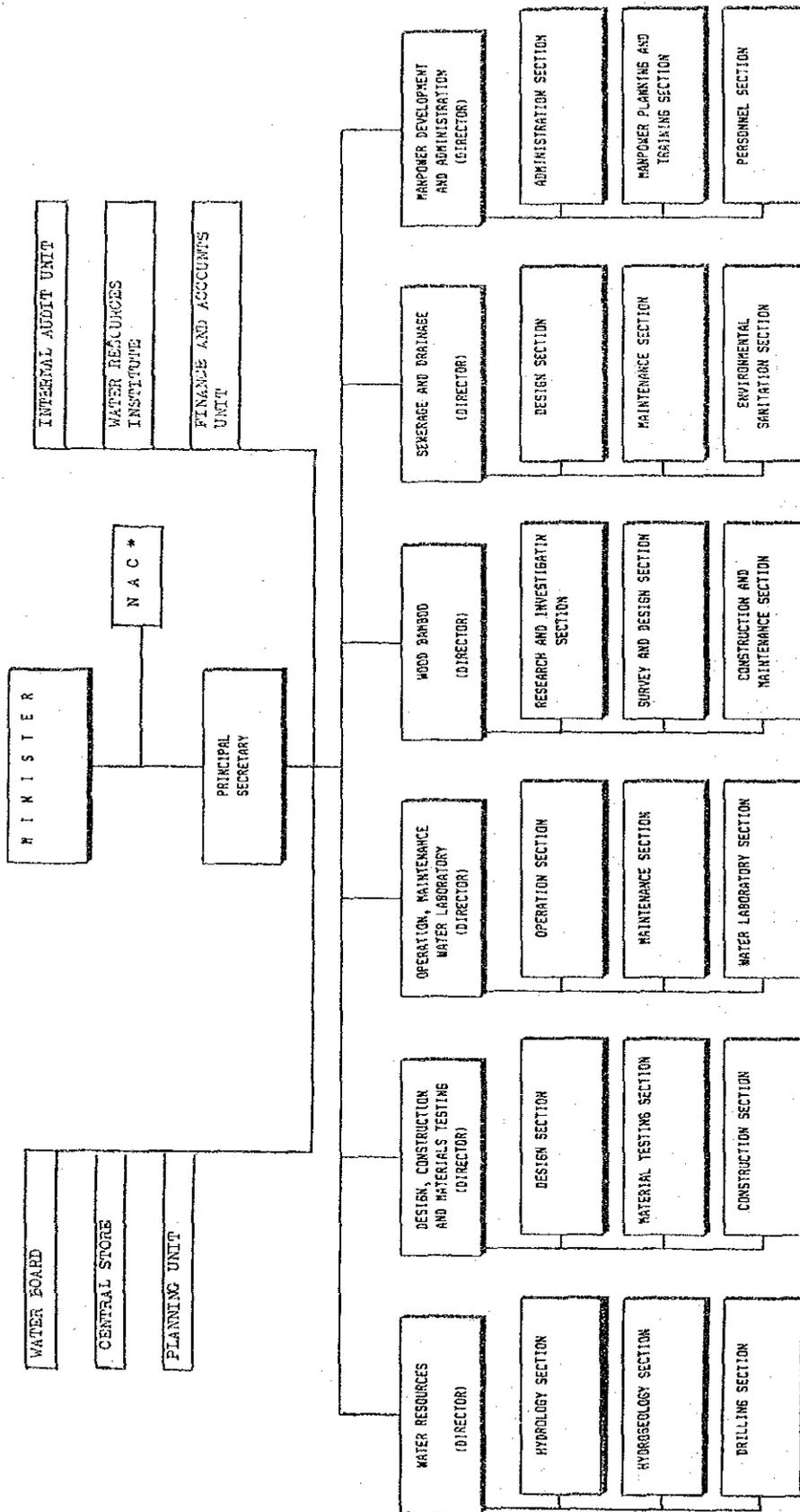


图 2-1 水资源省組織図

2-2 水道の基本方針

タンザニア国の水道の基本方針は、1982年に設立された National Action Committee (NAC) が立案しており、基本方針を要約すると次の通りである。

1. 適正な組織の設立、もしくは既存組織の強化。
2. 地方共同体 (Local Community) の水道・衛生への参加を促進すること。
3. 独立採算性 (費用回収による運営、維持管理、返済) を実施すること。
4. すべての人に低料金による水供給をすること。
5. 政府プライオリティによるセクターへの投資。

現在のところ、1987年に MOW が設立されたことや、セクターの目標年次が1991年から2000年に変更されたこと等、いくつかのアクションがすでに取りられている。

1986年 Arusha で行われた地方水道供給セミナーで26の提案事項がなされており、この提案に基づき、NAC は Sector Strategy と Action Plan を作成した。要約は以下の通りである。

1. 水道と衛生処理施設が相互補完的であること。
2. 水道と衛生処理の恩恵に浴していないすべての人々を対象とすること。
3. コミュニティの参加と衛生教育、婦人の役割の強化、村落単位での運営・維持管理の強化及び計画の各段階でのコミュニティとの連携。
4. 維持管理とリハビリの改善による費用回収。
5. 教育と情報伝達の充実。
6. 最適技術の選択及び機材・材料・手続きの標準化。
7. 脱中央化の促進。

MOW は、

1. セクターの運営・発展に必要な人材の確保、研修、費用回収及び投資計画の立案等を行うこと。
2. 国家計画に沿った財政及び物的目標の達成を遂行すること。
3. セクターに関する国家予算の配分及び外国援助を含め、セクターでの投資のプライオリティ付け、また、財政の立て直しを行うこと。

を目的に設立されており、MOW の基本方針の骨格をなしている。

2-3 他機関によるプロジェクト援助の動向

水道整備開発事業については、技術的にも経済的にも先進工業国あるいは国際金融機関の援助に頼っている。1986年のタ国政府報告書によると、全投資のうち80%は国外援助で占められている。

1988年9月のWHO Country External Support Information (CESI) によれば、タンザニアの水道セクターの受けた援助国及びその投資額の総計は以下の表の通りであり、援助国及び機関はスウェーデン、デンマーク、カナダ、西ドイツ、ノルウェー、フィンランド、オーストラリア、日本、スイス及び世界銀行などである。

Past and Present Investments
(in thousands of U.S. \$)

Sweden (SIDA)	49,270.8
Denmark (DANIDA)	48,357.5
Canada (CIDA)	42,304.9
Germany (KfW)	37,827.9
Norway (NORAD)	33,046.0
WB/IDA	26,500.0
African Development Bank	21,975.4
European Community (CEC)	19,950.0
Finland (FINNIDA)	16,069.1
UNCDF	11,115.0
Australia	9,336.8
UNDP	4,398.0
Japan (JICA)	3,751.6
African Development Fund	2,767.5
Switzerland (SDC)	1,112.3
Germany (GTZ)	419.2
TOTALS	\$328,202.0

ダルエスサラーム水道整備開発事業での国外援助状況は、以下の通りである。

(単位：US千ドル)

Italy	Rehabilitation and improvement of Upper Ruvu system	Dec'87~ on going	23,000
Canada(CIDA)	Spare Parts-Phase II	Oct'86~ Mar'93	2,175.0
Canada(CIDA)	Residual Equipment Lower Ruvu System	'76~'77	342.3
Canada(CIDA)	Dar es Salaam, Water Supply -Lower Ruvu System	'72~'83	34,833.0
Japan(JICA)	Dar es Salaam Water Supply Improvement Project	'84	3,751.6
World Bank (IDA)	Dar es Salaam Sewerage	Sep'83	22,500.0
Total			86,601.9

第3章 対象地域・水道事業の概要

第3章 対象地域・水道事業の概要

3-1 対象地域

ダルエスサラーム市は、タンザニア国東部海岸部に位置する。南緯7°と赤道に近いわりに、6月から10月にかけての気候は雨量も少なく、比較的温暖で過ごしやすい。3月～5月の大雨季、11月～12月の小雨季の2つの雨季には高温多湿の気候となる。年間降雨量は、日本平均よりやや少ない1,000mm程度である。

1988年人口センサス(速報版)によると、市の人口は136万人である。1978年の84万人から年平均増加率4.8%で増加したことになる。1967-1978年の増加率7.8%より大幅に減少したものの、いまだ同国の最高レベルにある。国の平均人口増加率が2.8%であることから、人口の増加要因は自然増のほかに、他地域からの人口流入による社会増が大きいと考えられる。表3-1及び表3-2に1988年人口センサス結果の一部を提示する。

ダルエスサラーム市からドドマ市に首都が変遷された後も、主要官庁の移転は進んでいない。国会開催を除く主要な行政活動はダルエスサラーム市で行われており、同市が実質上、タンザニア国の行政・社会・経済・教育の中心都市である。良港にも恵まれており、輸入・輸出のほとんどが、この港を通じて行われる。市の主要産業は、国の農業優先政策のもとで、農産品加工業・飲料品製造業・織物業等の軽工業を中心として発展している。近年は、外国製品を取り扱う種々の代理店・販売店が市内の各所に見られる。

市の電気事情は1984-1988年の日本政府による無償資金協力を境に改善されており、停電回数は少なくなったとのことである。また、資金不足のため補修が追いつかない舗装道路も、日本政府の技術協力で調査が開始されており、その効果が期待される。

ダルエスサラーム市には1960-1970年代建設の下水道処理施設が運転されているものの、処理区域は市街地の一部区域に限られており、市民の大半は Cess Pit により地下浸透させているとのことである。ごみは、市が収集車で収集することになっているが、対象区域の広さに比べて台数が少なく、十分な作業は行われていない状態である。

ダルエスサラーム市域の土壌は、粘性土に近いカオリナイト赤土と石灰質を含まない灰色のカテーナから成っており、地下水賦存量も限られる。このため沿岸部での井戸利用はほとんど見られず、内陸の標高がやや高い工場地域で深井戸で数本掘削され利用されている現状である。市民の大半は、水道に依存せざるを得ない状況であり、これは市水道の高普及率*(80%程度)からもうかがえる。しかしながら、給水区域の西部・南部では配水量が不足し、夜

*……NUWAの資料によれば、1986年時点で行政人口1,496,000人のうち、給水人口は1,196,000人で約80%の普及率としている。

表3-1 地域別人口と増加率（センサス）

Region	Population (Number)			Annual Average Intercensal Growth Rate	
	Census 1967	Census 1978	Census 1988	1967-78	1978-88
Dodoma	709,380	972,005	1,237,819	2.9	2.4
Arusha	610,474	926,223	1,351,675	3.8	3.8
Kilimanjaro	652,722	902,437	1,108,699	2.9	2.1
Tanga	771,060	1,037,767	1,283,636	2.7	2.1
Morogoro	682,700	939,264	1,222,737	2.9	2.6
Coast	428,041	516,586	638,015	1.7	2.1
Dar es Salaam	356,286	843,090	1,360,850	7.8	4.8
Lindi	419,853	527,624	646,550	2.1	2.0
Mtwara	621,293	771,818	889,494	2.0	1.4
Ruvuma	395,447	561,575	783,327	3.2	3.4
Iringa	689,905	925,044	1,208,914	2.7	2.7
Mbeya	753,765	1,079,864	1,476,199	3.3	3.1
Singida	457,938	613,949	791,814	2.7	2.5
Tabora	502,068	817,907	1,036,293	4.4	2.4
Rukwa	276,091	451,897	694,974	4.5	4.3
Kigoma	473,443	648,941	854,817	2.9	2.8
Shinyanga	899,468	1,323,535	1,772,549	3.5	2.9
Kagera	658,712	1,009,767	1,326,183	3.9	2.7
Mwanza	1,055,883	1,443,379	1,878,271	2.8	2.6
Mara	544,125	723,827	970,942	2.6	2.9
Mainland	11,958,654	17,036,499	22,533,758	3.2	2.8
Kaskazini-Unguja	56,360	77,017	97,028	2.3	2.3
Kusini-Unguja	39,087	51,749	70,184	3.1	3.1
Mjini-Magharibi	95,047	142,041	208,327	3.7	3.8
Kaskazini-Pemba	72,015	106,290	137,399	3.6	2.6
Kusini-Pemba	92,306	99,014	127,640	0.6	2.6
Zanzibar	354,815	476,111	640,578	2.7	3.0
Tanzania	12,313,469	17,512,610	23,174,336	3.2	2.8

NUWA 提供資料

間の比較的需要量の少ない時間を利用して給水を受けている現状である。なかには、ほとんど水量が得られず、Water Vendor（石油かんを利用してリヤカーにより水を売り歩いている）から水を買う人々も多いようである。

表3-2 ダルエスサラーム市地区別人口と世帯数(1)
(1988年人口センサス速報値)

Ward/Branch Name	Population			Household	
	Total	Male	Female	Number	Average Size
Magomeni	16,944	9,087	7,857	4,361	3.8
Makurumla	53,991	28,493	25,498	12,987	4.1
Ndugumbi	32,736	17,341	15,395	7,933	4.1
Tandale	58,413	30,738	27,675	13,380	4.3
Mwananyamala	72,508	37,611	34,897	16,943	4.2
Msasani	51,293	27,164	24,129	10,839	4.7
Kinondoni	42,387	22,088	20,299	9,526	4.4
Mzimuni	23,985	12,606	11,379	5,807	4.1
Kigogo	21,222	11,530	9,692	4,693	4.5
Mabibo	45,963	24,389	21,574	10,761	4.2
Manzese	54,499	28,639	25,860	12,834	4.2
Ubungo	46,980	25,030	21,950	9,521	4.9
Kibamba	16,751	8,823	7,928	3,875	4.3
Goba	4,753	2,479	2,274	1,186	4.0
Kawe	44,085	23,398	20,687	10,527	4.1
Kunduchi	22,743	12,632	10,111	5,452	4.1
Mbweni	2,159	1,217	942	551	3.9
Bunju	9,977	5,152	4,825	2,493	4.0
District Total	621,389	328,417	292,972	143,669	4.3

NUWA 提供資料

表3-2 ダルエスサラーム市地区別人口と世帯数(2)

Ward/Branch Name	Population			Household	
	Total	Male	Female	Number	Average Size
Ukongu	45,203	24,707	20,496	10,127	4.4
Pugu	6,226	3,427	2,799	1,178	5.2
Msongola	13,351	6,607	6,744	3,058	4.3
Tabata	18,465	9,721	8,744	3,780	4.8
Kinyerezi	3,048	1,556	1,492	730	4.1
Ilala	35,048	17,787	17,261	8,241	4.2
Mchikichini	15,040	7,835	7,205	3,372	4.4
Vingunguti	33,690	17,643	16,047	8,731	3.8
Kipawa	36,910	19,589	17,321	9,282	3.9
Buguruni	48,247	25,514	22,733	13,198	3.6
Kariakoo	12,569	6,668	5,901	2,499	5.0
Jangwani	15,320	8,219	7,101	2,908	5.2
Gerezani	7,487	3,730	3,757	1,557	4.8
Kisutu	8,358	4,328	4,030	1,699	4.9
Mchafukoge	8,547	4,463	4,084	1,604	5.3
Upanga East	9,807	5,107	4,700	752	13.0
Upanga West	11,020	5,354	5,666	1,633	6.7
Kivukoni	5,372	2,887	2,485	781	6.8
District Total	333,708	175,142	158,566	75,130	4.4

表3-2 グルエスサラーム市地区別人口と世帯数(3)

Ward/Branch Name	Population			Household	
	Total	Male	Female	Number	Average Size
013 Kigamboni	26,078	13,786	12,292	6,197	4.2
021 Yijibweni	2,557	1,314	1,243	520	4.9
031 Kibada	3,003	1,442	1,561	752	3.9
041 Kisarawe II	2,821	1,494	1,327	697	4.0
051 Somangira	6,730	3,443	3,287	1,596	4.2
061 Kimbiji	6,465	3,192	3,273	1,457	4.4
073 Mbagala	40,866	21,009	19,857	9,539	4.2
081 Chamazi	5,452	2,602	2,850	1,261	4.3
091 YomboVituka	13,408	7,012	6,396	2,876	4.6
103 Charambe	18,624	9,290	9,334	3,974	4.6
111 Toangoma	6,652	3,292	3,360	1,553	4.2
122 Miburani	72,892	38,403	34,489	16,793	4.3
132 Temeke 14	91,144	47,754	43,390	22,271	4.0
142 Mtoni	39,417	20,562	18,855	9,745	4.0
152 Keko	42,868	23,261	19,607	10,493	4.0
162 Kurasini	26,776	14,510	12,266	5,781	4.6
District Total	405,753	212,366	193,387	95,505	4.2
Region Total	1,360,850	715,925	644,925	314,304	4.3

3-2 水道事業の現状と課題

3-2-1 事業の概要

現在ダルエスサラーム市内は、NUWA が経営する水道事業によって給水され、その水道施設の運転管理等の現場作業は、NUWA の組織下である DSMB が担当している。

1986年のデータでは、市内人口1,496千人のうち80%に当たる1,196千人に対し、1日平均約187,000m³を配水している。

また、それらをまかなう水源、浄水場は Mzinga 川より取水する Mtoni 浄水場(施設能力6,800m³/日=1.5MGD)、Ruvu 川より取水する Upper Ruvu 浄水場(施設能力82,000m³/日=18MGD)及び Lower Ruvu 浄水場(施設能力182,000m³/日=40MGD)である。

本項では、事前調査期間内で収集したデータ及びヒヤリングを通じて得られた情報をもとに、NUWA 及び DSMB の体制・組織、運営方法及び財務状況について紹介し、その課題を検討する。

3-2-2 組織・体制

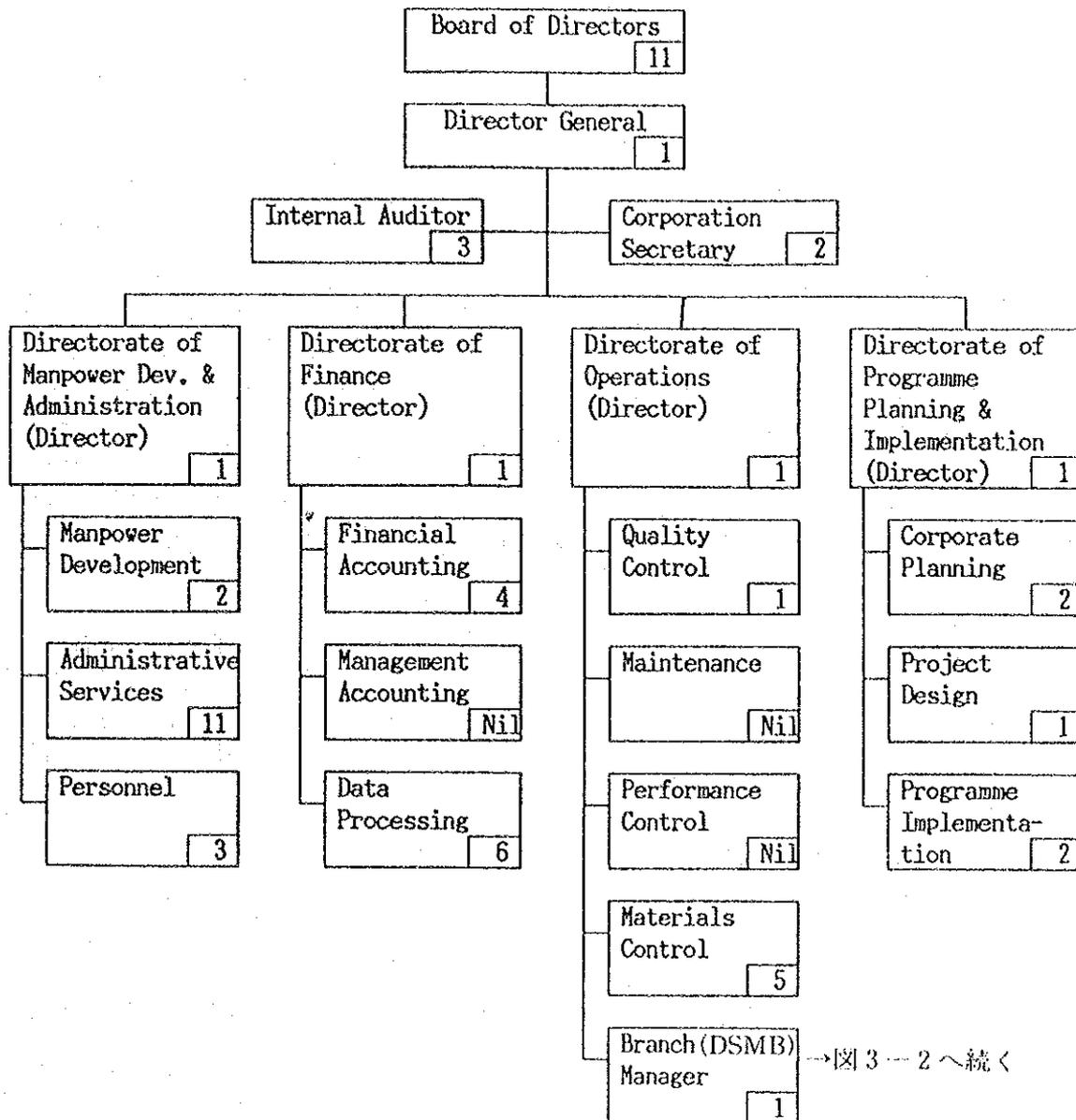
タンザニア国では、都市部の水道事業の統合経営を行うために NUWA が1983年7月1日に設立された。その後 NUWA は1984年7月1日にそれまでダルエスサラーム市内の水道事業を経営していたダルエスサラーム水道公社を吸収し、新たに NUWA DSMB (DSM Branch) と称したセクションが現在ダルエスサラーム市内の水道を運転管理している。現在 NUWA のブランチは DSMB しかないが、将来は他の都市部の水道事業を吸収しブランチとする意向である。

NUWA の主要業務は、1981年策定の都市水道条例に示されているように、1)指定都市への給水義務、2)都市水道の経営管理及びその持続的発展、3)都市水道にかかる水源の保全及び有効利用、4)新規プロジェクトの計画・実施等である。

上記業務を遂行するための NUWA の組織を図3-1に示す。最高機関 Board of Directors の下に、Director General を長として、Manpower & Administration 部、Finance 部、Operations 部、Programme Planning & Implementation 部の4つの部があり、それぞれに部長が配属されている。

Board of Directors は、定員14名(現在は11名)であり、監督官庁である Ministry of Water (MOW) をはじめ、他の関係省庁・機関において各大臣から任命された職員から構成されている。また、このメンバーの1人に Director General が含まれている。

Manpower & Administration 部は職員数17名で、NUWA 内部の人事・会計事務手続き、他機関との連絡調整を行う。Finance 部は職員数11名で、ブランチから上がってくる料金収入にかかる経理業務及び NUWA 全体の予算・決算を主に担当している。Operations 部には、



Note [3] : Number of Staff

NUWA 提供資料

図 3 - 1 ORGANIZATION STRUCTURE OF NUWA (NUWA の組織図)

4 課の他 Branch Manager を長とするブランチ (DSMB) があり、DSMB の職員数845名を加算すると、この部の下に852名が属している。Programme Planning & Implementation 部は職員数6名で、新規事業の計画・設計及び施工を担当している。

以上 NUWA 全体の職員数は計892名であり、このうち大学出のエンジニアは13名で技術系ポストに配属されている。なお、各部の担当業務の詳細については、NUWA 作成の「NUWA FUNCTION AND JOB DESCRIPTION」(収集資料14番)を参照されたい。

Operations 部の一課である DSMB の組織を図 3-2 及び図 3-3 に示す。ブランチの長である Branch Manager の下に、Operation (施設の運転、維持管理) 課、Project (プロジェクトの監理・設計) 課、Administration (事務) 課、Accounts (検針・経理) 課の4課がある。職員数はそれぞれ621名、28名、77名、47名である。そして Operation 課の下には、3つの浄水場と5つの配水区ごとに設置された配水事務所があり、実際の現場業務を担当している。

1985年の調査時点では、NUWA の職員数は1,040名であったが、事業経営の効率改善のため、職員数の削減を行っているようである。

3-2-3 運営方法

政府の水道に対する基本方針は第2章でも示されたように、経営の独立採算性、安価な水道料金による水道普及の促進である。NUWA はこの方針を基に、今後ブランチをダルエスサラームの一都市から、Arusha, Dodoma 等の地方都市へも拡大させる方針である。

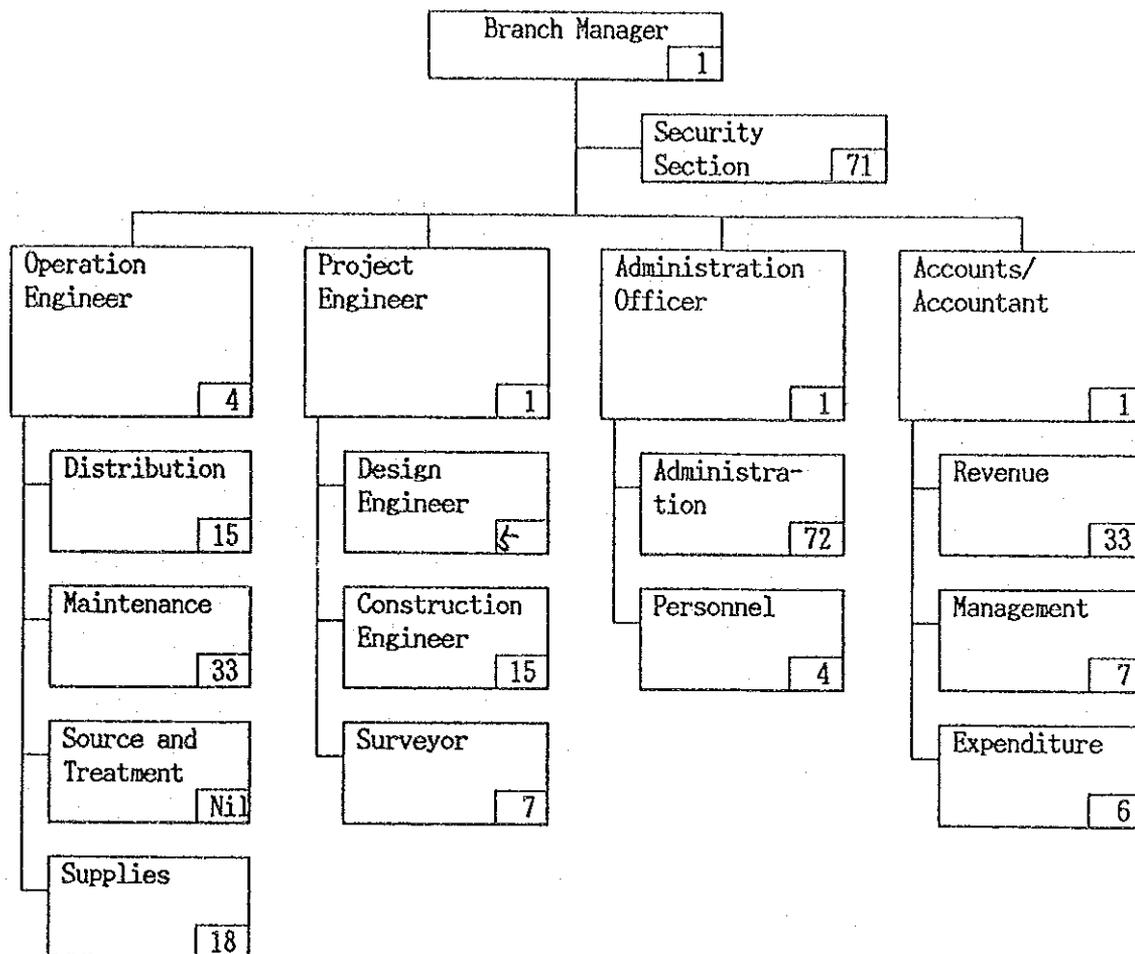
NUWA は、組織としては直接国や自治体とは関係がなく、独立採算方式で経営されているが、最高機関である Board of Directors のメンバー構成でもわかるように、その運営に関しては国の施策が反映されることとなっている。また Board of Directors には MOW 大臣の権限が最も大きく影響しており、特に、1)水道料金の設定、2)外国援助プロジェクトの主要決定事項、3)地方水道から都市水道への移行に関する承認・手続き等においては MOW 大臣の認可が必要となっている。

以下、NUWA 内部の予算・決算の手続き、検針・経理・料金徴収手続き、監査及び資機材調達方法等の概要を紹介する。

1) 予算・決算手続き

入手した資料によれば、NUWA 全体の予算作成の手続きは以下の通りである。

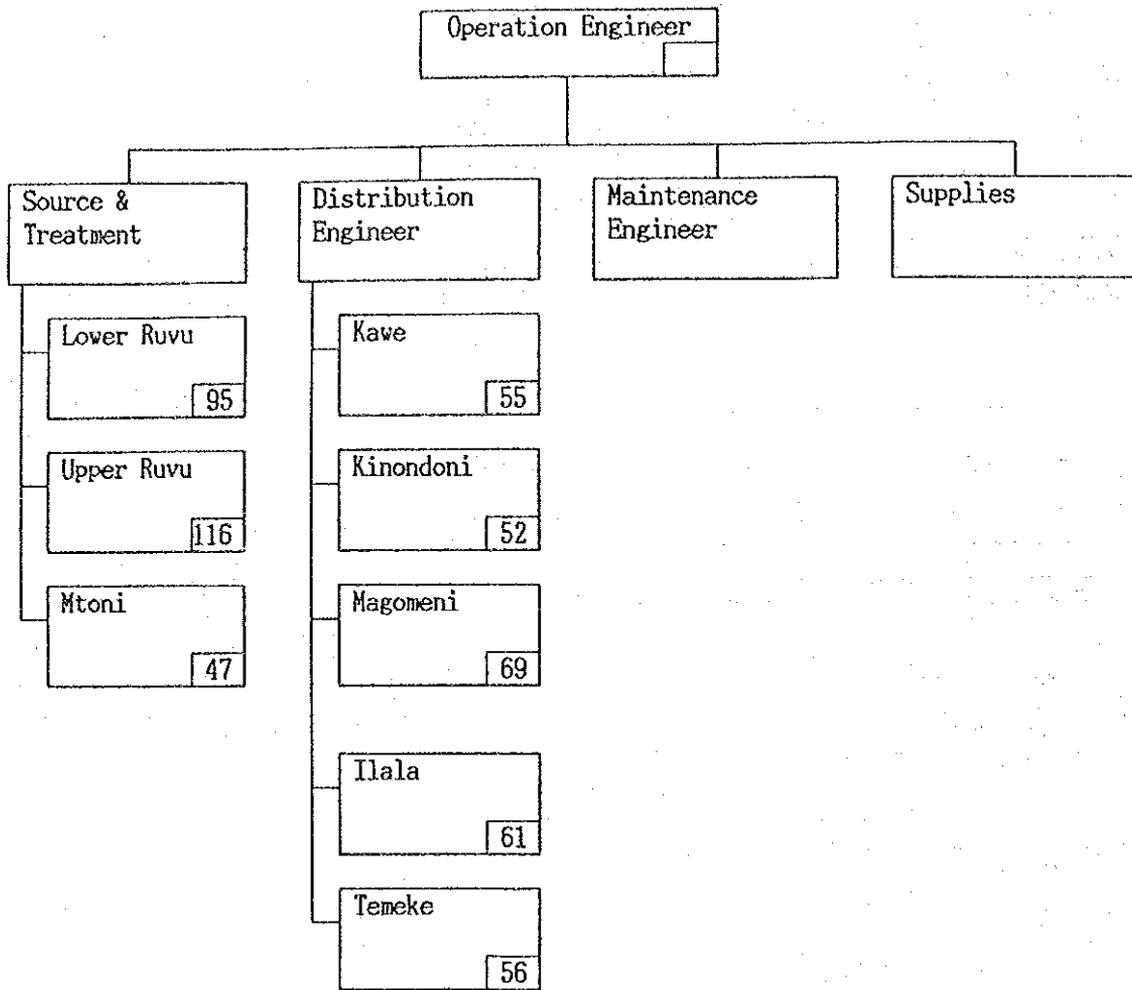
- ① Finance 部がまず作成方法・手順を NUWA の関係部所並びにブランチ (DSMB) へ提示する。
- ② 各ブランチは事業計画書を作成し、収入予定表とともに NUWA の関係部所へ提出する。



Note [3] : Number of Staff

NUWA 提供資料

図 3—2 ORGANIZATION OF BRANCH MANAGER FOR NUWA (DSMB の組織図)



Note 3 : Number of Staff

NUWA 提供資料

圖 3 — 3 ORGANIZATION OF OPERATION DIVISION, DSMB

- ③ Programme Planning & Implementation 部は、各ブランチで作成した資料をもとに NUWA 全体の事業計画書・資料計画書を取りまとめる。この資料は Finance 部へ配布される。
- ④ Finance 部は配布された資料の最終チェックを行い、Director General に提示する。本庁の Council の助力のもとに、個々の事業の適否、プライオリティが判断され、事業計画書(案)が作成される。
- ⑤ 最終の事業計画書・資金計画書は、ブランチの Council へ戻されると同時に、最終承認を得るため Board of Directors に提出される。

決算手続きも上記の手続きに沿うものと思われる。実際の流れについては、個々の資料、計画書のレビューを行い、また各担当者とのヒアリングを通じて確認していく必要がある。

2) 検針、経理、料金徴収手続き

検針業務は DSMB で行われている。現在25人の検針員が、毎月244個の正常メータの検針を行っている。検針結果に基づき、DSMB の Accounts 課で使用水量、水道料金を料金表を基に計算する。しかし、専用栓の大半にメータが設置されていないか故障しているため、この場合は次の3通りの方法で算定している。

- ① メータが正常に作動していた時の平均使用水量を適用する方法
- ② 3カ月間テストメータを設置し、その平均値を適用する方法
- ③ 水量・水圧が不足し、水量に基づく料金算定が不可能な場合、一律200Tsh/月の最低料金を適用する方法

水道加入金は、専用栓布設にかかる資材、労賃費に32%の諸経費と10%の予備費を上乗せして、加入時に全額徴収している。メータ設置費用は現在のところ徴収していない。この他、3カ月間料金滞納が続いた場合、給水停止処置をとる規則となっており、一旦この処置を受けた利用者が再度加入する場合、600TSh の罰金を課すことになっている。

このようにして算定した水道料金は MOW の電算処理により請求書の形式で打ち出され、毎月各利用者へ郵送される。そして利用者は請求書に基づき、各配水事務所へ支払いに行っている。特に大需要者である23工場については、徴収員が直接訪問して徴収している。

しかしながら、最近数カ月の情報では、毎月平均99百万 TSh の請求額のうち、実際支払われるのは約60%の55百万 TSh 程度とのことである。

また、市内に設置されている共用栓についてはグルエスサラーム市がその水道料金を支払うことになっているが、実際は支払われていない。

3) 監査

1981年策定の都市水道条例の中で、NUWA の財務手続き、財務表の監査を外部機関である Tanzania Audit Corporation が毎年行うよう義務付けている。この際、監査報告

書が作成され、監査後の損益収支表、貸借対照表及びその監査方法が詳述される。収集資料18番は1986年の監査報告書の一例である。

4) 資機材調達方法・その他

配管資材、建設用資機材、薬品、工具等の資機材調達は、DSMB Operation 課 Supplies 係の業務である。しかしながら、200,000TSh 以下の国内取引に限定されており、多額取引及び海外からの調達の場合、NUWA 本庁の Materials Control 課が担当する。通常、3社以上から見積書を取り寄せ、所要手続きを済ませて資機材購入が行われる。

その他、水道利用者からの苦情が DSMB に一日平均25件が寄せられている。大半は水の出が悪いことに起因しており、DSMB はその対応に苦慮している。

3-2-4 財務状況

1) 料金体系

タンザニア国では料金体系は全国均一を原則とするため、現在 NUWA の料金体系（表3-3）も中央政府で決定されたものであり、用途別一律料金制となっている。この体系が確立された1988年7月以前は、22.95TSh/1,000ガロン（5.1TSh/m³）の単一料金制を採用していた。

表3-3 料金体系（1988年7月より）

用途	料金 (TSh/1,000ガロン)	備考
家庭用&教会用	57.25	最低料金:200TSh/月*
事務所用	90.00	
営業用	192.00	
工業用	248.40	

*メータのない場合、顧客の所得状況、水使用状況（水圧、水使用機器の多少）に応じて450TSh/月まで、最低料金を上げている。

2) 損益収支

NUWA の会計は、本庁の Finance 部が行い、DSMB での料金収入もここで一括処理されている。会計処理には電子計算機が導入されている。

NUWA における1987年度（1986年7月～1987年6月）1988年度（1987年7月～1988年6月）の収支は表3-4の通りである。

営業収入のほとんどが水道料金であり、1988年度は前年度より増加しているが、収入増加に対して支出も同様に増加しており、収支は依然大幅な赤字である。主要な支出項目は、薬品・ろ過砂費と動力費であり、とくに前者は前年に比べ一挙に3倍ほど増加している。現在の薬品注入状況から察して、薬品費よりもろ過砂の購入に伴う支出増と推

表3-4 損益収支表

単位:Tsh

	項目	1987年度	1988年度
収入	営業収入	143,395,280	198,046,808
	その他	514,651	1,136,939
	計	143,909,931	199,183,747
支出	人件費	36,691,952	47,362,722
	動力費	143,972,184	127,681,931
	薬品・汚過砂費	53,416,294	153,729,258
	原価償却費	37,920,755	37,777,326
	修繕費	4,690,528	10,906,950
	その他	35,704,222	51,786,241
	計	312,395,935	429,246,531
収支		△ 168,486,004	△ 230,062,784
累積赤字		△ 368,034,893	△ 536,520,897

測される。

なお、表3-4は旧水道料金体系時のものであり、水道料金体系が導入された1989年度の収支を調査する必要がある。

3) 貸借対照表

NUWAの1987年度及び1988年度における貸借対照表を表3-5に示す。この表から明確な結論を出すことは困難であり、より詳細な調査が必要であるが、ここでは調査に際しての留意点を以下に提示するにとどめる。

- ① Assetsが1988年で大幅に減少しており、NUWAで採用している減価償却費算定方法のレビュー
- ② Stocksの量がNUWAの財政規模からみて、妥当なレベルかどうかの確認
- ③ 未収金の有無とその対応策
- ④ 利益率の高低並びにプロジェクト実施可能性に対する財政面からの考察
- ⑤ Government Control AccountsとGovernment Development Grantsの中身と実情

3-2-5 水道事業の課題

今回の調査からNUWAの組織・経営面等での考えられる問題点は以下の通りである。

- 1) 独立採算を前提としているにもかかわらず、表3-5の通り1987年度、1988年度とも

表 3 - 5 貸借对照表

	30th June 1987 Tshs	30th June 1988 Tshs
FIXED		
ASSETS (NET)	345,820,244.00	309,708,749.00
WORK IN PROGRESS	0.00	21,973,143.00
SINZA LINK PROJECT	1,104,747.00	1,562,865.00
GODOWN PROJECT	1,382,000.00	1,593,994.00
LOWER RUVU TRANSMISSION LINE	13,214,539.00	22,409,949.00
DSM WATER SUPPLY REHABILITATION	0.00	10,380,984.00
	361,521,530.00	367,629,684.00
CURRENT ASSETS		
STOCKS	132,141,998.00	21,999,370.00
TRADE DEBTORS	118,660,300.00	182,080,676.00
SUNDRY DEBTORS & PREPAYMENTS	689,024.00	1,027,284.00
STAFF DEBTORS	19,273,317.00	10,724,799.00
CASH AND BANK	21,517,856.00	11,307,097.00
	283,282,494.00	227,139,226.00
LESS: CURRENT LIABILITIES		
PROJECT DEPOSITS	3,478,212.00	3,264,986.00
CREDITORS & ACCRUALS	361,736,726.00	495,544,101.00
OTHER CURRENT LIABILITIES	(1,830,151.00)	(3,462,858.00)
	363,384,787.00	495,346,229.00
NET CURRENT LIABILITIES	(80,102,293.00)	(268,207,003.00)
NET ASSETS	281,419,237.00	99,422,681.00
REPRESENTED BY:		
GOVERNMENT FUNDS & LONG TERM LIABILITIES		
GOVERNMENT CONTROL ACCOUNT	418,393,746.00	418,398,163.00
GOVERNMENT DEVELOPMENT GRANTS	169,483,604.00	217,545,415.00
ACCUMULATED DEFICIT	(306,458,113.00)	(536,520,897.00)
	281,419,237.00	99,422,681.00
NOTES TO THE ACCOUNTS		
NUWA 提出資料		

収入の倍以上の赤字となっている。これは水道料金体系及び低い有収率に起因していると考えられる。

- 2) タンザニア国では、水道料金は全国均一の考えが原則となっているため、NUWA 独自で収支に見合った水道料金を設定することが現在不可能となっている。今後、独立採算を目指す以上、必要な財源を確保できる料金を設定する必要がある、これはタンザニア国を含めた問題である。ただし、1989年度から料金体系が変更されたので、その後の収支の確認が必要である。
- 3) 漏水等の無効水量及び不明確な使用水量等による無収水量が多く有収率が低くなっている。今後漏水の防止、メータ設置による正確な使用水量の算定及び確実な料金徴収体制の確立を行うことが必要と考えられる。
- 4) 赤字による資金不足が水道施設の機能を低下させていると考えられる。参考までに日本の水道事業との費用構成比率を表3-6で比較してみる。

表 3-6 費用構成比率 単位; %

費用区分	NUWA	日 本
人件費	11.0	22.1
動力費	29.8	4.7
薬品・ろ過砂費	35.8	0.8
修繕費	1.5	7.4
原価償却費	8.8	15.8
支払利息	—	21.9
受水費	—	13.1
その他	12.1	14.2
計	100.0	100.0

備考 1) NUWAは1988年度の数值。日本は1987年度の全水道事業体の平均。

2) 日本の薬品・ろ過砂費にはろ過砂費は含まれない。

日本とは、物価やその他の諸条件が異なるため厳密な比較はできないが、現場の運転状況、施設の現況、薬品注入状況から以下のことが推察される。

- ① 職員数は892名で人件費は日本の半分程度だが、職員の生産能力を1人当たりの日平均給水量 (NUWA は配水量) で日本と比較してみると、日本の614m³に対し NUWA は34%程度の210m³となっている。本格調査では、人員計画・職員トレーニング計画等を検討する必要がある。
- ② 動力費は、Upper Ruve, Lower Ruve 浄水場ともグルエスサラーム市給水区域から離れており、遠距離送水しているため大きな割合を占めている。

- ③ 薬品・ろ過砂費は、これらを外国からの輸入に依存しているため割高であり、また納入までに時間がかかっている。また全体的に薬品が不足しており、塩素や凝集剤等は適正に注入されておらず、水質に問題が生じている。
- ④ 修繕費の著しい不足により、水道施設を十分に維持管理することができず、施設の老朽化が激しくなっている。
- ⑤ 仮に水道施設が適正に運転・管理された場合、支出は現在よりさらに増加すると考えられる。

以上から、NUWA が安全かつ安定した給水を行い、持続的発展を実現するためには、料金収入の増加により必要な薬品費、修繕費等を十分賄うことができる安定した経営基盤を確立することが重要であり、このことから本格調査はリハビリを中心とした内容で実施することが妥当であると考えられる。

3-3 水道システムの現況と課題

ダルエスサラームの水道システムは、市南部を流れる小河川 Mzinga 川から取水する Mtoni 浄水場(計画処理水量、6,800m³/日=1.5MGD)、また市の北方内陸部約60km に位置する Ruvu 川から取水する Upper Ruvu 浄水場(計画処理水量、82,000m³/日=18MGD)と、この浄水場取水地点より約20km 下流に取水地点を持つ Lower Ruvu 浄水場(計画処理水量、182,000m³/日=40MGD) の3浄水場からの浄水処理水に依存している。

これら浄水場の建設は、Mtoni 浄水場が1949-1952年完了と最も古く、以後 Upper Ruvu 浄水場は、1959年第1期工事完了後、第2, 3, 4期を経て1975年第5期工事完了をもって一連の拡張を終り今日に至っている。各系統別の建設経過を表3-7に示す。一方 Lower Ruvu 浄水場は、1975年に第1期工事分182,000m³/日(40MGD)規模の施設が竣工し、現在運転されている。Mtoni 浄水場は、この中で最も諸施設の老朽化が顕著であり、その処理能力が著しく低下している。本調査時は、取水ポンプ施設が稼働できる状況になっていないことから浄水処理は運転停止されていた。

各浄水場からは送水ポンプによって給水区域へ直送(Mtoni系)、または給水区域に隣接する地区に建設された2配水池 Kimara 配水池(Upper Ruvu系)、University 配水池(Lower Ruvu系)へ送水されている。

送水管は、Lower Ruvu系では University 配水池までの約55km に $\phi 54''$ ($\phi 1,350\text{mm}$) のプレストレス・コンクリート管が布設されており、Upper Ruvu系では、Kimara 配水池までの約51km に $\phi 30''$ ($\phi 750\text{mm}$) ~ $\phi 20''1/2$ ($\phi 500\text{mm}$) 及び $\phi 24''1/2$ ($\phi 600\text{mm}$) ~ $\phi 21''1/2$ ($\phi 550\text{mm}$) の2条のアスファルト塗装鋼管が布設されている。また、Mtoni系については10''~15''の鋳鉄管で直送されており、これら送水管はその後布設されたPVC管とともに、配

表3-7 ダルエスサラーム水道の歴史

YEAR	経 緯	Upper Ruvu T/P	Lower Ruvu T/P	Mtoni T/P	Remarks
1900	<p>Start of Water Supply System (A few wells & piped distribution) 浅井戸採集</p> <p>Drilling of Boreholes</p> <p>(Network piped distribution) 水需要の伸びに伴い Salinity Hardness が上昇、やがて使用不能</p> <p>Exploitation of Gerezani Creek (Including infiltration galleries)</p> <p>Mtoni Project Start</p>	<p>Source: Ruvu River Total Capacity C=82000m³/d (18MGD)</p>	<p>Source: Ruvu River Total Capacity C=182000m³/d (40MGD)</p>	<p>Source: Mzinga River Total Capacity C=68000m³/d (15MGD)</p>	
1930					
1950	<p>Upper Ruvu Project Start</p>	<p>1955 (Design Start)</p> <p>1957 第1期工事 C=4MGD</p> <p>1963/64 第2期工事 C=6MGD</p> <p>1966 第3期工事 C=8MGD</p> <p>1970/71 第4期工事 C=12MGD</p> <p>1975 第5期工事 C=18MGD</p>		<p>1949 (Construction Start)</p> <p>1952 工事(完) C=1.5MGD</p>	<p>1953 Mtoni T/P full operation</p>
1960					
1970	<p>Lower Ruvu Project Start</p>		<p>1972 (Survey & Design Start)</p> <p>1976 第1期工事 C=40MGD</p>		<p>1967~1972 種々の F/S 調査の結果 Lower Ruvu T/P の 建設決定</p> <p>1972 Lower Ruvu の建設、資金面で遅延、そのため西 独に Upper Ruvu の第5 期建設工事依頼</p>
1980					

水管としても利用されている。なお Upper Ruvu 系については、現在さらに約21kmの $\phi 900$ mm 鋼管布設工事が実施中であり約15kmが布設済みである。末端に計画している貯留施設も含め1990年末を竣工目標としている。

水送施設の位置関係を図3-4に示す。

配水区域は南北に25km、東西に15kmに及び、その給水区域は約18,250haの広大な地域に及んでいる。給水地域は、低区及び高区給水区域に分けられて給水計画が立てられており、全体の55%に当たる10,000haからなるインド洋に面した東側に位置する標高0~50mの低区給水区域と、45%に当たる8,250haからなる内陸につながる40~110mの丘陵地帯の高区給水区域からなっている。

低区給水区域は、市の西北約10kmの標高70mの丘陵地帯に位置する University 配水場、貯水合計45,400m³ (10MGD)を有する2基の配水池によって主に給水されている。高区給水区域は市の西方約5km、標高130mの丘陵に位置する Kimara 配水場の貯水合計33,800m³ (7.4MGD)を有する3基の配水池より主に給水されている。

低区及び高区配水区域は、配水本管網内でバルブにより分離することを基本に計画されているが、現在水需要量に対する給水量不足から、両給水区域は連絡管及びバルブによって相互に連絡融通を図っており、必ずしも明確な区域分離はなされていない。

配水本管は Upper Ruvu 系で口径12"~24"、総延長約31km Lower Ruvu 系で $\phi 8$ "~54"、総延長約47kmと言われている。管種はプレストレス・コンクリート管、鋼管、鋳鉄管、塩ビ管とからなっている。また、配水管総延長は $\phi 250$ mm以上の配水本管で、約140kmという報告もある(表3-14参照)。

3-3-1 水 源

ダルエスサラーム市の水道水源は、前述したように Ruvu 川及び Mzinga 川の水系に依存している。調査時の取水量は、Ruvu 川系の Lower Ruvu 取水量は2.72m³/sec(52MGD)、Upper Ruvu の取水量は0.4m³/sec(7.6MGD)であった。Lower Ruvu では、Upper Ruvu の浄水処理不足を補い処理負荷を上げて運転しているとのことである。また、Upper Ruvu は取水ポンプの取替え、保守点検中のものがあり、取水量は浄水場計画処理水量を大幅に下回っている。両取水量合計272,000m³/日(96MGD=3.15m³/sec)と推定される。

MOW の推定(1987年)によると、水源の可能取水量は435,000m³/日(96MGD)と報告されている。これについては、CIDA の調査報告書(1978年4月)及び添付資料(1953-1975年)などがある。

水源の水質について NUWA の水質試験結果を表3-8に示す。

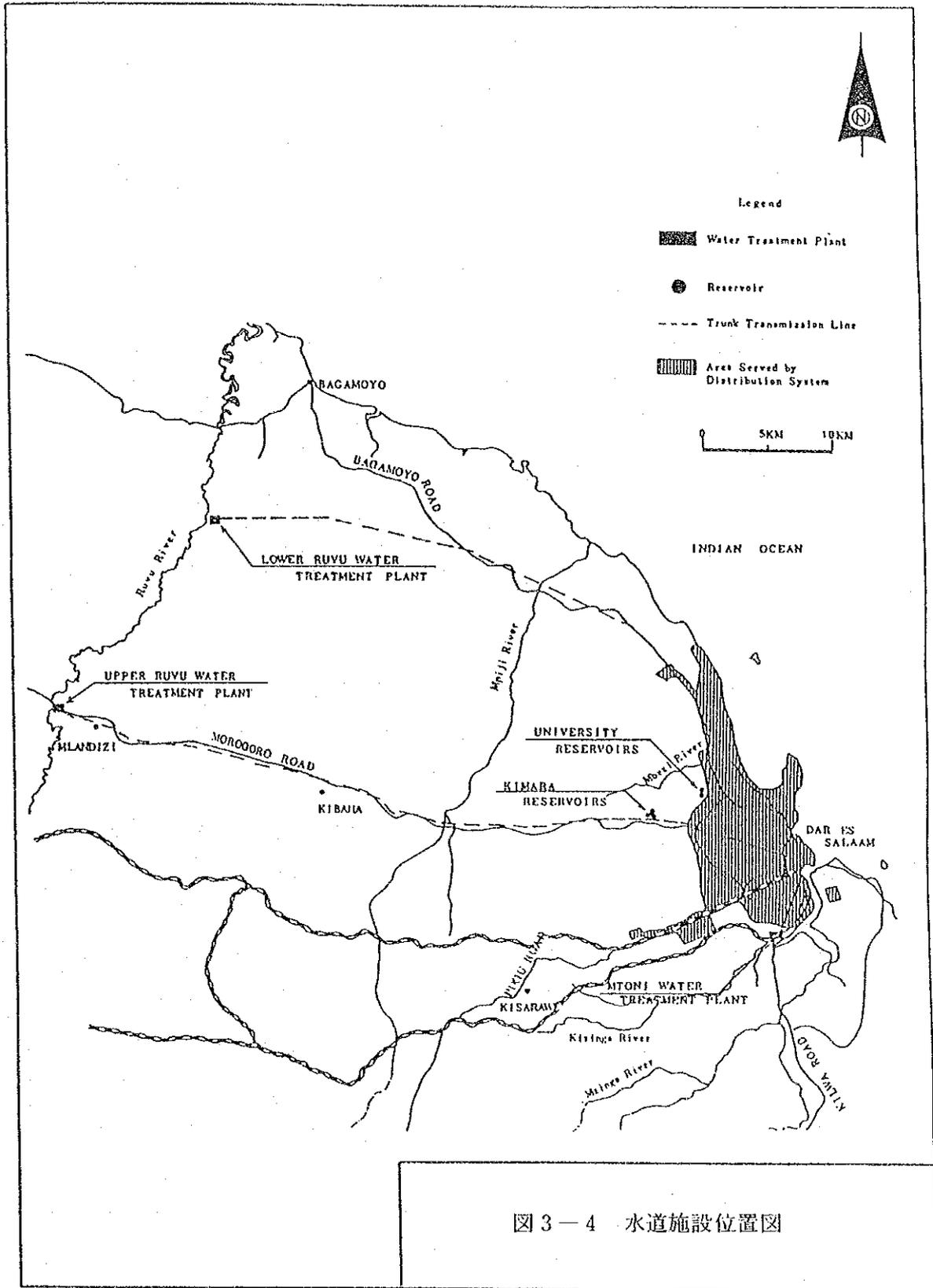


图 3—4 水道施設位置图

表 3-8 RUVU RIVER RAW WATER CHARACTERISTICS

PARAMETER	UNITS	DRY SEASON	RAINY SEASON
Color	Units	14	400
Turbidity	JTU	100	830
Conductivity	$\mu\text{S}/\text{cm}$	210	338
pH		7.2	7.8
Total Salinity	mg/l	147*	236*
Alkalinity	mg/l	35	120
Chloride	mg/l	26	44
Sulphate	mg/l	3.8	5.8
Nitrate	mg/l	2	2
Nitrite	mg/l	0.01	0.01
Phosphate	mg/l	0.32	1.0
Ammonium	mg/l	0.4	0.1
Bicarbonate	mg/l	43	146
Calcium	mg/l	13	34
Magnesium	mg/l	7	16
Manganese	mg/l	0.07	0.46
Iron	mg/l	2	15
Total Hardness	mg/l CaCO_3	62	135
Aggressive Free Carbon Dioxide	mg/l	5	15

NOTE : * Calculated

SOURCE : NUWA

Mtoni 浄水場は Mzinga 川水系より取水している。現在取水している Mzinga 川からは、
 渇水期で取水可能量は浄水場計画処理水量1.5MGD に対して0.5MGD 程度であると言われ
 ている。

3-3-2 MTONI 浄水場 (計画処理水量 $6,800\text{m}^3/\text{日} = 1.5\text{MGD}$)

1) 取水施設

Mzinga 川水系の Yombo River 伏流水, Buza Dam からの導水, 及び Mzinga River
 取水堰からの3箇所から取水していたが、伏流水及び Dam 系統は取水ポンプ場までの
 導水施設のシルト推積などにより難かしくなり、現在は Mzinga 川取水堰からのみ取水
 可能である。現在伏流水系統及び Dam 系統の取水場は使用されていない。

取水ポンプ場はポンプの老朽化により、すべてのポンプは運転しておらず取水を停止
 している。取水ポンプ3台のうち2台は新規に据付中であるが、他の1台分については
 受台のコンクリート打設が終了しており、今月中(1989年6月)に Lower Ruvu 浄水場
 のポンプを設置するとのことである。

Mtoni 浄水場を運転開始するためには、据付中の取水ポンプの早急な運転開始と、他
 のポンプが設置されることが望まれ、取水施設の改修及び護岸工事も同時に進める必要

がらう。

2) 浄水施設

取水ポンプが運転できないことから、浄水プロセスも運転を停止している。浄水施設は薬品混和池、フロック形成池、沈でん池、急速ろ過池からなっているが、施設の現況は建設後40年近く経過していることもあって、各施設の構造物、機器類を含め全般的にその老朽化が見られる。施設概要、及び本調査時点での現場調査結果から見た施設の現況/運転状況の概要を表3-9に示す。また、浄水処理フローを図3-5に示す。

浄水場施設を今後とも活用するためには、全施設に対して機器類の取替えを含めた抜本的な改修、改善工事が必要である。しかしながら、小河川からの取水量に限度があること、浄水処理量1.5MGDと小規模であること、投資に対する経済性を考慮して、改修・改善計画及びその妥当性、効果を調査検討する必要がある。

NUWAは本浄水場から給水していた地域で水需要量増加し、水供給状況が年々悪化していることから、将来にわたって本浄水場からの給水の必要性を強調している。可能な限り処理水量の増量も図りたい意向であるが、上記のような技術面、経済面での調査検討結果を踏まえた提言及び計画が必要である。

3) 送水施設

現在、浄水場が運転していないため、1989年4月からLower Ruvu浄水場より約1MGDの送水を受けている。

新設のポンプ2台によって給水地区へ送・配水している。他に2台のポンプが据付中である。

送水管は口径10"~15"、鋳鉄管約10km、口径8"、塩ビ管約5kmと報告されている。

3-3-3 UPPER RUVU 浄水場 (計画処理水量82,000m³/日=18MGD)

Upper Ruvu 浄水場は、ダルエスサラーム市より西方に走る Morogoro 道路に沿って約70kmのところの位置し、付近を流れる Ruvu 川の表流水を水源としている。この浄水場施設は英国及び西独からの援助によって建設されたものであり、現在は両国の機器が混在した状況下で運転されている。

計画処理水量は82,000m³/日(18MGD)であるが、取水ポンプ、送水ポンプの故障、浄水処理施設が改修工事中などの理由により、調査時点での送水量は6.4MGDであり、計画処理能力を大幅に下回っている。また、取水量は約34,000m³/日(7.6MGD)程度と推定される。

施設概要、現況及び運転状況の概要を表3-10、浄水処理フローを図3-6に示す。

表 3-9 MTONI TREATMENT PLANT (DESIGN CAPACITY : 6,800m³/日)
(1.5MGD)

施設概要	施設の現況/運転状況等
<p>1. Intake Structure 取水堰/柵 鉄筋コンクリート造り</p>	<p>--堰及び柵構造物に欠落, 欠損箇所 --Dam系統及び伏流水系統はシルト堆積により現在使用されていない。現在はMzinga川系統の取水のみ</p>
<p>2. Raw Water Pump 取水ポンプ 315.0m³/H×55.49m×90kw 315.0m³/H×55.88m×90kw 270.0m³/H×55.88m×90kw</p>	<p>--現存全ポンプ (3台) が運転されていない うち2台は新規据付中 うち1台はポンプ支台のみであり据付計画は未定</p> <p>--旧取水場は老朽化のため使用されていない</p>
<p>3. Coagulation/Flocculation 水平迂流型 Basins 鋼板プレキャスト板製</p>	<p>--鋼板製プレキャスト板の腐蝕, 損傷が著しい --水平迂流阻流壁の腐蝕</p>
<p>4. Up Flow Type Sedimentation Basins 沈でん池 鉄筋コンクリート造り A=5.5m²×6池</p>	<p>--鋼製流出トラフの腐蝕, 欠損, 欠落 --吊下げビーム, アングルのさび, 腐蝕 --弁類の開閉困難, 機能低下 --壁貫通部からの漏水 --サイホンシステムの機能低下</p>
<p>5. Filter ろ過池 鉄筋コンクリート造り A=2.8m²×3池</p>	<p>--損失水類計損傷 --逆洗システムの圧力不足 --ろ過層管理不備, 不可 --弁管類の老朽化</p>
<p>6. Chemical Solution Tank 薬品溶解, 注入設備</p>	<p>--攪拌機, モーター使用不可 バッチ槽を別に設け補っている --コンクリート溶解槽の損傷が著しい (一部骨材露出, 防蝕不備) --注入機器の老朽化著しい</p>
<p>7. Lift Pump House 送水ポンプ</p>	<p>--新設ポンプ2台運転中 -- " 2台据付中 --予備ポンプ無し</p>

Water Resources

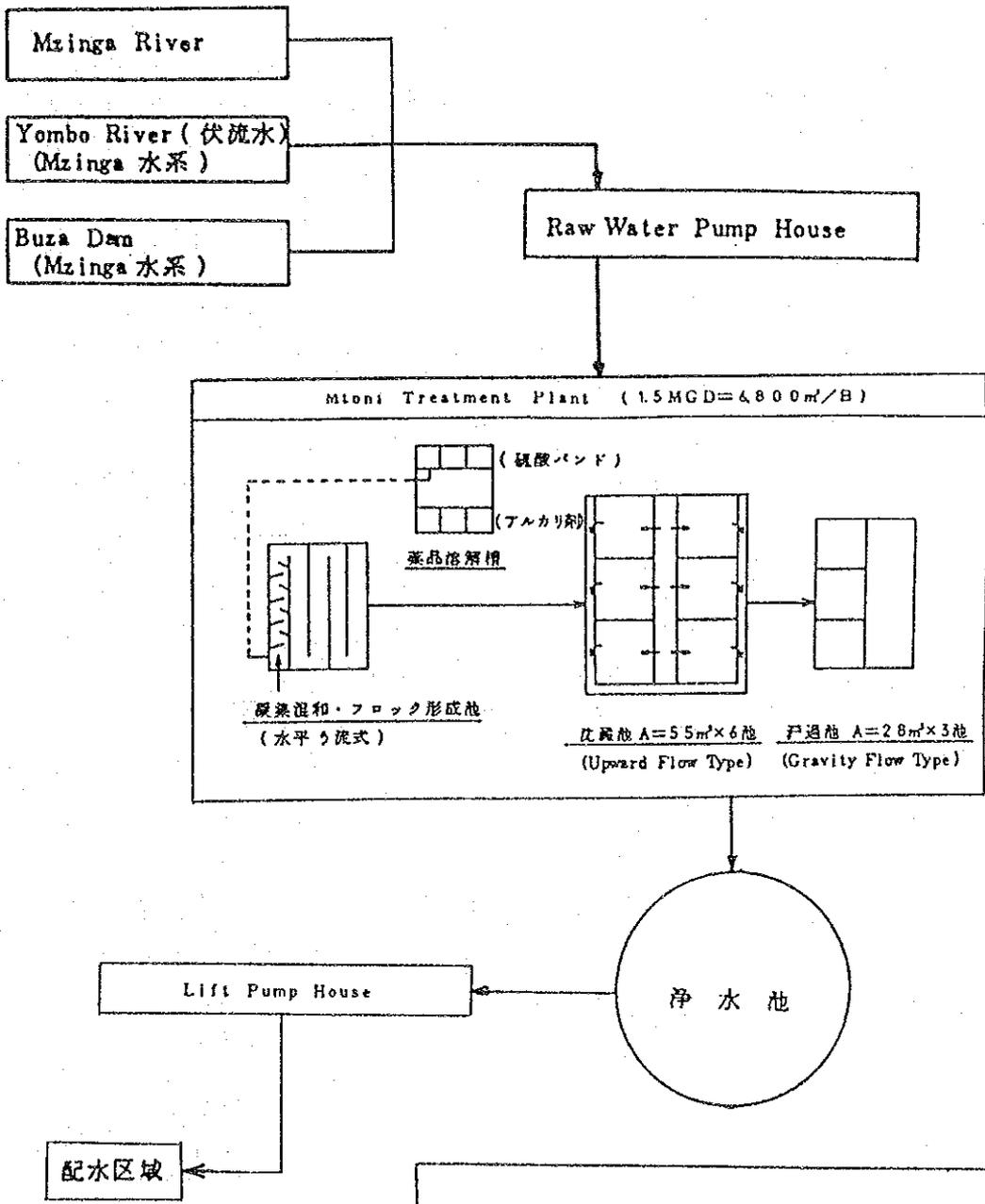


図 3-5 Mtoni 浄水場の処理フロー

表 3-10 UPPER RUVU TREATMENT PLANT
(DESIGN CAPACITY : 82,000m³/日) (18MGD)

施設概要	施設の現況/運転状況等
<p>1. Intake Structure/Raw Water Pump 取水及び取水ポンプ 鉄筋コンクリート造取水口及び取水ポンプ場 取水ポンプ 22.8m³/min×70.2m×380kw×5台 11.4m³/min×70.2m×190kw×1台</p>	<p>—取水口付近の堆砂により取水が困難となった 現存新設取水施設築造中、下流に沈砂池の建設計画あり</p> <p>—うち2台は日本政府の無償資金協力で設置済 運転状況良好。また水撃対策圧力タンク・コンプレッサー設置済 (うち1台、ベアリング取替え中)</p> <p>—うち1台、運転中</p> <p>—うち1台 保守点検中</p> <p>—うち1台、故障 スペアパーツ待ち</p>
<p>2. Coagulation/Flocculation Basins 凝集、フロック形成池 鉄筋コンクリート造り</p>	<p>—新設凝集池築造中 (イタリア援助)</p> <p>—フロック形成池既設に接続して拡張中 (イタリア援助)</p>
<p>3. Upward Flow Type Sedimentation Basins 沈でん池 鉄筋コンクリート造り</p>	<p>—流出トラフの腐食</p> <p>—スラッシュ引抜管からの漏水 (壁面)</p> <p>—排泥設備機能低下</p>
<p>4. Filter ろ過池 鉄筋コンクリート造り</p>	<p>—弁類開閉機能低下</p> <p>—洗浄効果不良による砂面閉塞</p>
<p>5. Lift Pump 送水ポンプ 34.1m³/min×152.2m×1120kw-1 22.8m³/min×152.2m×800kw-3 11.4m³/min×152.2m×400kw-1</p>	<p>—うち2台は日本政府の無償資金協力で設置済 運転状況良好。また水撃対策圧力タンク・コンプレッサー設置済</p> <p>—うち1台、保守点検中</p> <p>—うち2台、モーター故障中</p>
<p>6. 薬品溶解・注入室</p>	<p>—薬品溶解槽コンクリート面腐食</p> <p>—攪拌機損傷、使用不可</p> <p>—薬注ポンプ老朽</p>

Water Resources

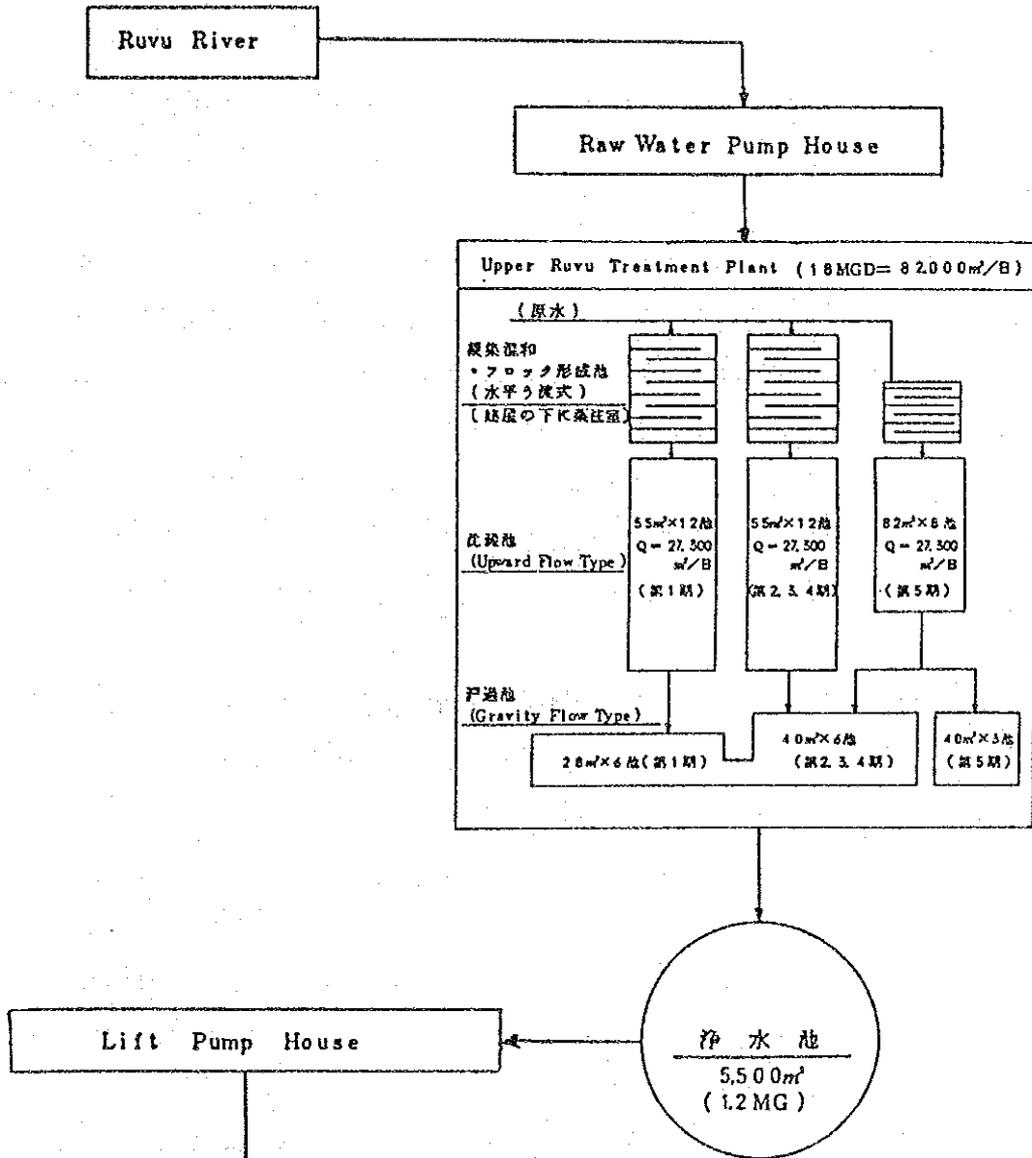


図3-6 Upper Ruvu 浄水場の処理フロー

こうした状況下で、現在、イタリア政府の援助によって Upper Ruvu System の改修、改善計画 (Rehabilitation And Improvement of Upper Ruvu Water Supply System) が実施されている。完成目標は1990年末としており、ほぼスケジュール通りに進んでいるとのことである。浄水場管理責任者 (Plant Engineer) によれば、この計画の完成によって必要な改修・改善項目は概ねカバーされるとのことである。

1) 取水施設

取水口 (取水ゲート) より取水ポンプ場に流下した原水を、6 台の取水ポンプ (うち予備 1 台) によって約 6 km 下流にある浄水場へ導水している。取水ポンプは日本政府の無償資金協力により、新設した 2 台及び既存の 1 台、計 3 台が運転可能であるが、他の 3 台は故障または保守点検中であり、スペアパーツ待ちの状態であった。

取水口付近には砂、シルトの推積があり、また特に高濁度時における砂、シルトの流入が著しい。このため現在、イタリア政府の援助により、取水施設及び沈砂池を隣接する下流側に新設する計画があり、現在取水施設の工事中である。これら施設の完成後は、既存取水口は予備として使用されることになっている。

日本政府の無償資金援助による取水ポンプ 2 台のうち 1 台はベアリングの取替え中であったが、近日中に完了する予定とのことであった。また、同協力による水撃圧対策用圧力タンク及びコンプレッサーについては運転状態にある。

2) 浄水施設

浄水施設は、凝集・混和・フロック形成池、沈でん池、急速ろ過池からなり、その処理フロー及び施設概要と現況及び運転状況の概要は図 3-6 及び表 3-10 に示した通りである。

フロック形成池は滞流時間が短いという判断から現在、既設の上流側に接して拡張工事中である。

全体の施設を概観するとコンクリート構造物の損傷、漏水などが随所に見られ、また鋼製金物類の損傷、腐蝕、機器類の故障損傷が著しい。水面下の構造物、機材についても同様な状況であると推察される。

イタリア政府の援助計画はこうした現況に対応して策定されていると思われ、その内容は、1)凝集池/分水井の新設、2)フロック形成池・沈でん池、土木・機器改修改善、3)急速ろ過池、土木・機器改修改善、4)塩素注入設備改修改善、5)水質試験室改良、6)その他必要な機器類の改修・改善、7)電気設備の改修・増設、等々広い範囲にわたっている。この計画は1987年に策定され、これを基本にして改修改善計画が進められており、計画立案時の完成目標年次は1990年である。

3) 送水施設

送水施設は送水ポンプ及び約51km 2条の送水管路からなっている。送水ポンプ5台のうち2台は日本政府の無償資金協力によるもので、うち1台は軸受け部からの漏水が見られるが、近日中に修理の予定である。

送水管は前述したように Kimara 配水池までの約51km に2条のアスファルト塗装鋼管が布設されている (図3-7参照)。

また、現在イタリア政府の援助によってφ900mm鋼管延長、約21kmの布設が計画され、このうち約15kmが布設済みと報告されている。これは既存の送水管添いの Off take が相当量あるため送水施設の容量を捕強し、末端には貯留設備を新設し、管路添い及び附近への給水に対応するためのものである。設計仕様によると鋼管厚8mm、内面瀝青塗装、外面瀝青塗装及びファイバーグラス二重巻瀝青塗覆装及び石灰塗付となっており、接合方法はスリーブタイプでポリエチレンシート巻としている。水管橋部はエポキシペイント塗りとしている。

送水施設は日本政府の無償資金協力によるポンプ2台及び水撃圧対策施設、空気タンク、コンプレッサーが運転可能な状況にある。

取水ポンプ施設と同様、送水ポンプの修復または新設による増強が急務と言える。特にスペアパーツの不足、調達に時間がかかること、維持管費予算の不足が問題となっている。

こうした状況を踏まえイタリア政府の援助内容は、1)既設送水ポンプ場、土木、機器改修、2)送水ポンプ場増設、3)機械電気工事、4)送水本管改修、5)φ900mm送水管新設、6)500m³配水池及び1,500m³配水池の新設、7)Kimara配水池の改修・改善などとなっている。

なお、この計画には配水管φ600mm約7.7km、φ400mm約3.6kmの布設計画も含まれている。

3-3-4 LOWER RUVU 浄水場 (計画処理水量182,000m³/日=40MGD)

Lower Ruvu 浄水場は Upper Ruvu 取水地点の下流約20km、ダルエスサラーム市の北西約60kmの地点より取水している。この浄水場は現在ある3浄水場のうち最も新らしく、1976年第1期事業として182,000m³/日(40MGD)分が完了している。約12年を経過したにすぎないが、予算不足などの理由で維持管理が十分に行われていない状況である。特に施設機器材の故障損傷に対し、対応することが難しい。その理由としては、スペアパーツの調達難、修理施設の不備、不足、修理機材の不足及び技術スタッフ、熟練技能者の不足が考えられる。

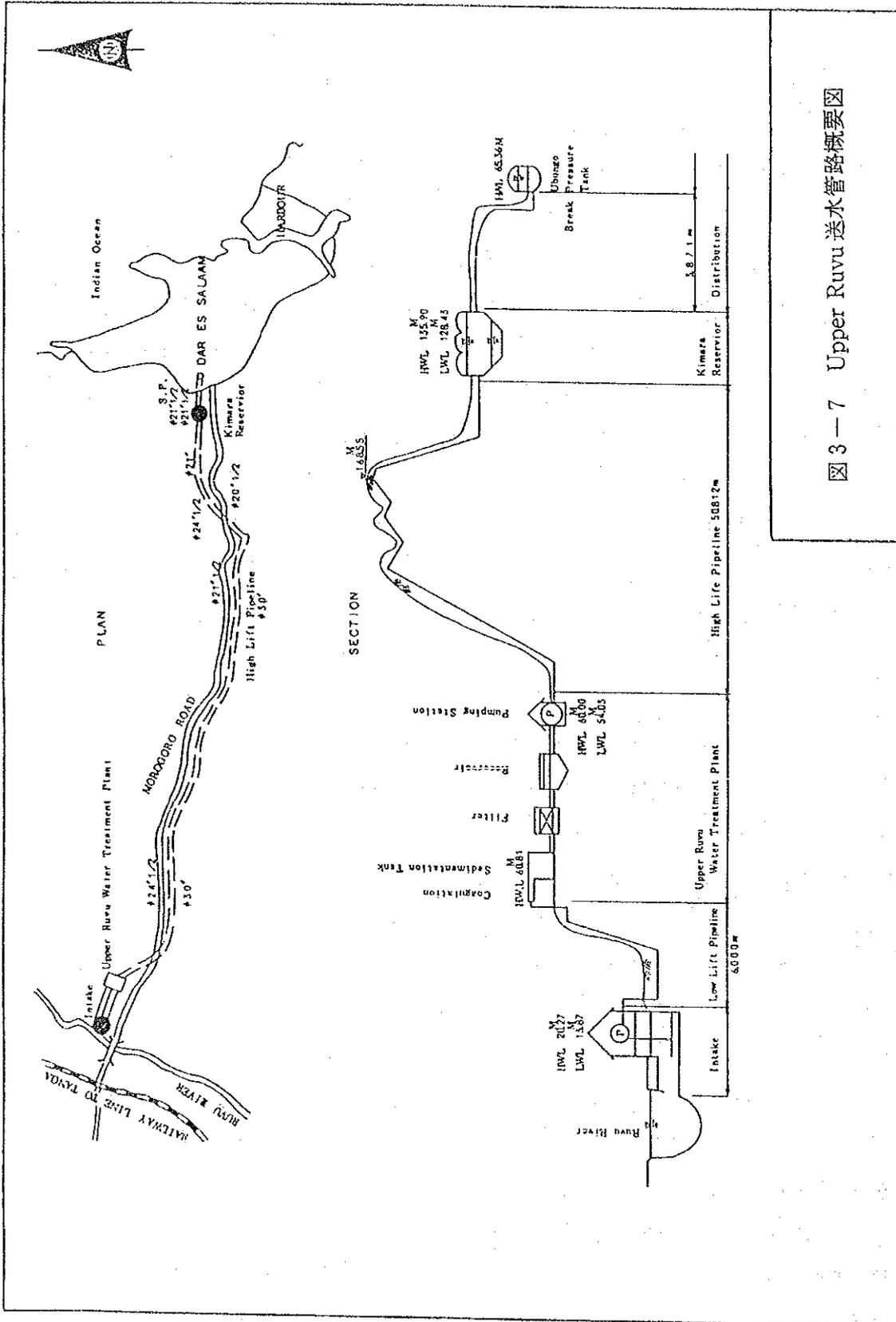


图 3—7 Upper Ruvu 送水管路概要图

設計処理水量は182,000m³/日(40MGD)であるが、調査時点では前述したように、Upper Ruvu 浄水場の処理水不足を補なうべく処理水量を増量して運転している。取水量2.72m³/sec(52MGD)で、浄水処理水量2.36m³/sec(45MGD)と記録されている。計画処理能力の12.5%増で運転されていることになる。

施設概要と現況及び運転状況の概要を表3-11に、また処理フローを図3-8に示す。

浄水場の改修計画調査は、カナダ政府の援助により実施されており(1986年)、また、そのフォローアップ調査も行われている(1988年)。現在、別のProjectとしてこの調査結果を参考にし、また実際に現場での必要に応じて修理のための機材・スペアパーツを予算規模に合わせてプライオリティを付けて調達し、改修を計画している(Tanzania & Canada Spare Parts Projectの一環として実施)。しかし、予算の制約もあり、年々の実施規模も比較的小さく、現在、浄水場が持つ問題点の抜本的解決に対応し得ないことがうかがわれる。

浄水場管理責任者(Plant Engineer)によれば、改修改善計画の中で緊急性の高いものとして急速ろ過池を上げており、以下取水及び導水施設、薬品注入設備、他の処理施設となっている。

1) 取水施設

Ruvu 川に幅33.7m、高さ約4mの取水堰を築造し、原水は口径54"のコンクリート管を経て取水ポンプ場に流入している。取水堰には、その一部に水位制御及び余水吐きのための回転式ゲート(Radial Gate)が設置されている(2基)。現在、このゲートは開閉装置のウォームギヤが故障し、また回転式ゲート自体も損傷しており、その駆動が困難となっていると報告されている。

管理責任者によれば、保守点検のための吊上げ装置をも含めて改修・改善が必要とのことであった。

54"コンクリート導水管は貝類"Snail"の付着がみられ、推積シルトの排水とこれら貝類の除去作業が必要となっているとのことである。導水管は1条のみであり、上記作業時には取水停止となる。

こうした問題点について調査を実施し、適切な提言及び計画を行う必要がある。

取水ポンプの運転状況は、調査時点は良好であった。ポンプ2台稼動時で、取水量は2.72m³/日(52MGD)であった。DSMBは現在の予備1台に対して、さらに第4ポンプの必要性を具申している。

取水ポンプの安定的運転の見地から、スペアパーツの供給を含め、改修・改善の調査が必要であろう。

表 3-11 LOWER RUVU TREATMENT PLANT
(DESIGN CAPACITY : 182,000m³/日) (40MGD)

施設概要	施設の現況/運転状況等
1. Intake Structure 取水堰 鉄筋コンクリート造り 幅33.7m×高4.3m	一回転式ゲート(水位制御, 余水吐)が駆動困難 一開閉台ウオームギヤが機能しない
2. Raw Water Pump 取水ポンプ 1.16m ³ /sec×3台 (うち1台予備)	一運転稼動中
3. Rapid Mixer In-Line型攪拌機×2基	一グラウンドの損傷 一駆動部の故障が多い
4. Clarifier 接触型高速凝集沈でん池 鉄筋コンクリート造り 口38.7m×H5.8m×2池	一運転稼動中 一クラリファイヤーNO1と急速ろ過池間の連絡部で 漏水がある。不等沈下または継手部損傷 一排泥管にヒビ割れ等あり, その他損傷箇所あり
5. Filter 急速ろ過池(空気/水逆洗) 重力式急速ろ過池 鉄筋コンクリート造り 80.3m ² ×8池×2	一下部集中装置(ストレーナー)の損傷及び脱落 一ろ過材未設置, ろ過機能をはたさず沈でん処理水は 通過するのみ 一弁類(流入, 流出, 空気, 逆洗等)及び配管類の腐 蝕, 機能低下, (外気に露出する配管) 一損失水頭計欠損
6. Lift Pump House 送水ポンプ 3,780m ³ /H×3台 (うち1台予備)	一1台修理中
7. Chemical Facilities 硫酸バンド, アルカリ溶溶解槽 塩素注入設備, 薬品倉庫等一式	一塩素ガス設備に運転休止中(塩素入手困難) 一塩素ガス中和装置なし 一検知装置休止中, 警報装置不備 一コンクリート薬品槽防蝕不備 一注入ポンプ損傷(スペアパーツ待ち)

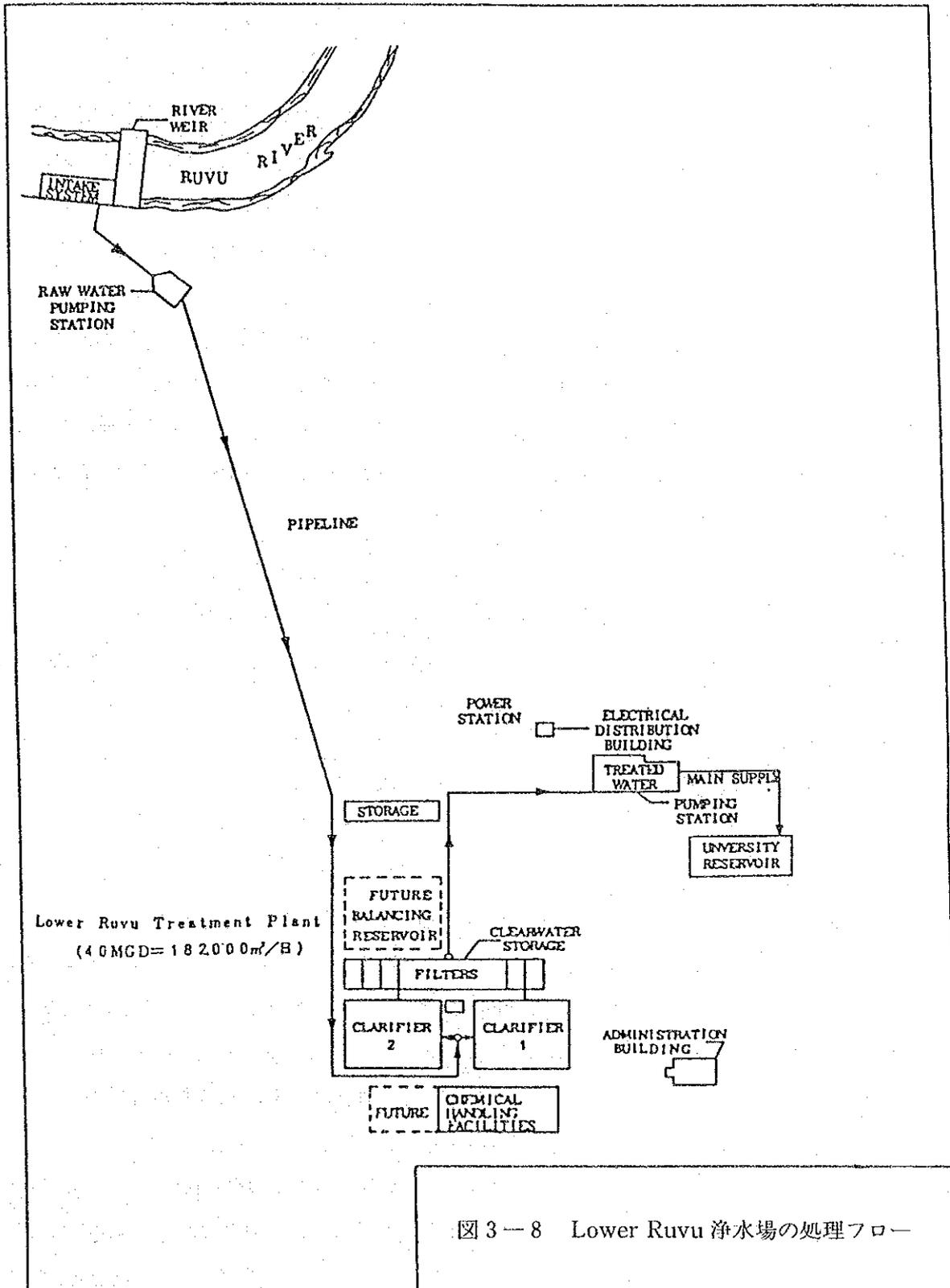


図 3-8 Lower Ruvu 浄水場の処理フロー

取水ポンプの損傷の原因は、ポンプ井水位計の不備、低水位での運転によるキャビテーション、振動によるとの見方もあり調査が必要である。ポンプ井には圧力水による排泥のための配管設備があるが、十分に機能していないことがうかがわれる。

2) 浄水施設

取水ポンプ場から浄水場に導水された原水は分水井に着水し、薬注、攪拌後2基のクラリファイヤーに分水されている。沈殿処理水は急速ろ過池を経て浄水池に送られ、送水ポンプによって市内にある配水池 (University Reservoir) に送水されている。施設概要、現況及び運転状況の概要と処理フローは、表3-11及び図3-8に示した通りである。

クラリファイヤーは概観するに良好に稼動している。水面下の装置については確認していないが、排泥管にヒビ割れ等損傷箇所があると報告されている。表3-12に示す沈殿処理水の濁度は平均的なものであり、高濁時及び水温変化による影響があると言われている。詳細な資料は得られなかったが一部記録によると、1985年4月時では濁度は8~11度である。

表 3 - 12 LOWER RUVU PLANT
TREATED WATER CHARACTERISTICS

PARAMETER	UNITS	DRY SEASON	RAINY SEASON
Turbidity	JTU	5.5	6.5
pH		6.8~7.2	6.8~7.2
Alkalinity	mg/l	80~92	80~92
Total Hardness	mg/l	50~65	70~80
Calcium	mg/l	12~15	20~25
Magnesium	mg/l	3.0~4.5	6.0~8.5
Chloride	mg/l	18~21	22~25

SOUCE : DSMB

急速ろ過池は本部集水装置の損傷のため、ろ過砂を入れることができず現在素通しの状態であり、ろ過池としての機能をはたしていない。ろ過池配管の大部分は、直接外気に接しているか地下に埋設されている。外観するに管類のサビ、弁類の損傷が目立ち、メンテナンスも十分とは言えない。洗浄方式は空気洗浄+水洗浄である。操作台は半自動操作系統が故障しており、手動のみ可能である。

浄水場施設の運転状況は、管理棟にあるコントロールセンターに指示され、運転は現地操作が基本となっている。トランスミッター等故障のため現在使用されていない。部品をカナダに発注している。

契約受電容量は4,500KVA、停電は平均して月に3~4回の頻度で約5分間とのことであった。

薬注は凝集に硫酸バンド、pH 調整にソーダ灰が使われている。消毒設備、塩素ガス設備は塩素ガスが調達困難であるため現在使用されていない。また、塩素ガス設備には中和装置は設置されていない。ガス検知機はあるが警報装置は設置されていない。現在は、現地調達可能な次亜塩素酸ナトリウムを少量注入している。また、凝集補助剤は調達困難、予算上の制約から使用していない。現在使用されている薬品、仕様、調達先、消費量、平均貯蔵量等について表 3-13 に示した。なお、この表 3-14 にも示すように、他の 2 浄水場についても同様な薬品が使用されている。

Ruvu 川の水質については前述の表 3-8 に示した。また、浄水処理水水質については、DSMB がまとめたものを表 3-12 に示した。

水質試験室は管理棟にあり、限られたしかも古い機器機具類を使用している。内容は、1)濁度計、2)pH メータ、3)ジャーテスター、4)オープン、5)ビュレット(硬度、アルカリ度測定)程度であり、そのうちジャーテスター、オープン、ビュレットのみが使用可能状態であった。ガラス器具類の不足も見られる。濁度は、ローソクを使用した測定(JTU)を行っている。細菌試験については、必要に応じて MOW の水質試験室で行うか、市内の病院に依頼して実施している。

Lower Ruvu 浄水場に関しては前述したように、Tanzania & Canada Spare Parts Project の一環として、プライオリティをつけてスペアパーツの調達をし、改修工事を行っている。この Project は水道の他に鉄道、農業、道路、その他のインフラストラクチャーに係わる機器及びスペアパーツの調達に関するもので、その実施期間は 1986-1990 年(予定)としている。資金、予算が限られていることから、年々実施する改修内容は限られている。調査期間中の実施項目、スケジュール等について詳細な資料の入手はできていない。

沈でん処理については、高濁時の処理状況を調査するとともに、低濁時についても調査し、必要に応じて排泥方法、必要な薬品注入等についての調査が必要である。

ろ過池については、木部集水装置改修または改善が急務であろう。過去に逆流時にストレーナーの損傷を経験したとのことであり、運転管理の問題もあろうが、集水装置の方式、構造、強度についての調査も必要である。また、これと平行してろ過材、ろ層厚、洗浄方式についても水理上の与条件を考慮して幅広い調査、検討が必要である。配管、弁類についても同様である。

薬品注入設備については、一部攪拌機、注入ポンプ設備が故障しておりスペアパーツ待ちであるが、維持管理面での問題もあり、資機材、維持管理を含む調査が必要である。

表 3 - 13 CHEMICALS USED FOR WATER TREATMENT
AT. UPPER, LOWER AND MTONI TREATMENT PLANTS

CHEMICALS	PURPOSE OF USE	FORM OR SOLUTION (%)	AVAILABILITY LOCAL OR IMPORT (COUNTRY)	DAILY CON.	APPROX. AMOUNT	EFFECTIVENESS OF CHEMICALS (IN %)	NOTE
				SUMPTION (TON)	OF CHEMICALS STORED (INDAY)		
		DOSAGE	FORM				SOURCE:
1. UPPER RUVU							DSMB
1) ALUMINUM SULFATE	COAGULATION	20~40%	GRANUL-AR	ITALY, SWEDEN, CA-NADA, INDIA, KENYA	3.5	14	17~18%Al ₂ O ₃
2) LIQUID CHLORINE	DISINFECTION	1.5~3.0ppm	GAS	W.GERMANY	0.1	3	100%
3) CALCIUM HYPOCHLORITE	DISINFECTION	1.5~3.0ppm	POWDER	ITALY, CANADA	0.15	0.5	75%
4) SODA ASH	pH CONTROL	10~15%	POWDER	CANADA	1.0	14	>99%Na ₂ CO ₃
5) SODIUM HYPOCHLORITE	DISINFECTION	1.5~3.0ppm	LIQUID	LOCAL	0.54	2	10%
2. LOWER RUVU							
1) ALUMINUM SULFATE	COAGULATION	20~40%	GRANUL-AR	ITALY, SWEDEN, CA-NADA, INDIA, KENYA	15	45	17~18%Al ₂ O ₃
2) LIQUID CHLORINE	DISINFECTION	1.5~3.0ppm	GAS	W.GERMANY	0.3	6	100%
3) CALCIUM HYPOCHLORITE	DISINFECTION	1.5~3.0ppm	POWDER	ITALY, CANADA	0.6	1	75%
4) SODA ASH	pH CONTROL	10~15%	POWDER	CANADA	6	30	>99%Na ₂ CO ₃
5) SODIUM HYPOCHLORITE	DISINFECTION	1.5~3.0ppm	LIQUID	LOCAL	1.02	2	10%
3. MTONI							
1) ALUMINUM SULFATE	COAGULATION	20~40%	GRANUL-AR	ITALY, SWEDEN, CA-NADA, INDIA, KENYA	0.3	2	17~18%Al ₂ O ₃
2) LIQUID CHLORINE	DISINFECTION	1.5~3.0ppm	GAS	W.GERMANY	0.015	1	100%
3) CALCIUM HYPOCHLORITE	DISINFECTION	1.5~3.0ppm	POWDER	ITALY, CANADA	0.05	1	75%
4) SODA ASH	pH CONTROL	10~15%	POWDER	CANADA	0.1	1	>99%Na ₂ CO ₃
5) SODIUM HYPOCHLORITE	DISINFECTION	1.5~3.0ppm	LIQUID	LOCAL	0.24	0.5	10%

表 3 - 14 DISTRIBUTION PIPELINES

ITEMS	NORMAL DIAMETER (IN INCH)	LENGTH (IN M)	YEAR INSTALLED	PIPE MATERIAL	PIPE STANDARD	LINING & COATING	NOTE
1. UPPER RUVU SYSTEM							
1) KIMARA - TABATA	24"	(TOTAL 31 KM) 5,000	(1955 - 1975)	STEEL	BS	BITUMEN	
2) KIMARA - UBUNGO	21"	5,500	-	STEEL	BS	BITUMEN	
3) KIMARA - UBUNGO	21"	5,500	-	STEEL	BS	BITUMEN	
4) KIMARA - KIMANGA	30"	3,000	-	STEEL	BS	BITUMEN	
5) KIMANGA - TABATA	18"	2,000	-	STEEL	BS	BITUMEN	
6) TABATA - KIPAWA	16"	2,000	-	STEEL	BS	BITUMEN	
7) KIPAWA - GONGOLAMBOTO	16"	4,000	-	STEEL	BS	BITUMEN	
8) KIMANGA - LIKONGA	12"	4,000	-	D.I.	BS	CEMENT	
2. LOWER RUVU SYSTEM							
1) UNIVERSITY - KUJITONYAMA	54"	(TOTAL 47 KM) 5,000		PREST. CONC.	-	NONE	
2) KUJITONYAMA - MOROKO RD.	48"	2,500		PREST. CONC.	-	NONE	
3) MOROKO - MAGOMENI	42"	3,600		PREST. CONC.	-	NONE	
4) MAGOMENI - PUGU RD.	42"	4,000		PREST. CONC.	-	NONE	
5) CLOCK TOWER - KURASINI	16"	5,000		STEEL	-	BITUMEN	
6) UBUNGO - BUGURUNI	21"	4,000		STEEL	-		
7) BUGURUNI - PUGU RD.	14"	1,000		STEEL	-		
8) UBUNGO - MAGOMENI (BRIDGE)	15"	5,000		STEEL	-		
9) MAGOMENI - UWET RD.	16"	3,000		D.I.	JIS		
10) KURASINI - KIGAMBONI	8"	3,000		PVC	BS		
11) TAZARA - CLOCK TOWER (PUGU RD.)	22"	2,000		STEEL	BS		
12) UBUNGO - MANZESE	16"	1,500		STEEL	BS		
13) KILWA RD. (BENDERATATU TO KURASINI)	8"	500		PVC	BS		
14) MORCCO RD. - KENYATA DRIVE	18"	1,500		STEEL	BS		
15) HAILE SELCASIE - SELANDER BRIDGE	16"	1,000		STEEL	BS		
16) SELANDER BRIDGE - UNITED NATION RD.	16"	400		D.I.	JIS		
17) KUJONTAMA - UBUNGO	21"	2,000		STEEL	BS		
18) MLIMANI PARK - UBUNGO	28"	2,000		STEEL	BS		

3) 送水施設

送水ポンプは3台中2台稼働、1台修理中であった。送水管 $\phi 54''$ ($\phi 1350$)、プレストレスト・コンクリート管、延長55kmは過去に破損事故により約2週間送水を停止したことがある。Lower Ruvu 浄水場からの送水管は1条のみであり、リスクの高い施設となっている(図3-9)。布設時には現地プラントで管製作をしていたが、現在は撤去されている。予備の管材、異型管等配管材のストックは限られていると思われる。事故時での修理方法についても調査・提言が必要となろう。

3-3-5 給配水施設

1) 配水場

グルエスサラーム市には Kimara 及び University の2配水場がある。Kimara 配水場は Upper Ruvu 浄水場からの浄水を配水池で受け、自然流下で市南西部の高区地区へ配水している。3池の有効容量は33,800m³で、このうち底版沈下により使用不可能な1池分を差し引くと25,900m³である。しかしながら、需要量の増加により、KIMARA 配水池は4時間の制限給水を強いられている。夜間に貯留した浄水は、午前5時に配水を開始して朝方の水需要ピーク時に全量使用しつくされるため、午前9時には配水を停止しているとのことである。

一方、University 配水場は Lower Ruvu 系に属し、主に市中央部北部の低区地区を中心に配水している。Kimara と同様、自然流下による配水方法である。Kimara と比較して有効容量が45,400m³(浄水量の7時間分)と大きく、これらの施設で水需要の時間変動に十分対応できるはずであるが、配水池流入量が需要量に追いつかず、池内に貯蔵されることなく配水されている。この点については水使用の現況を詳細に調査し、水の濫用がないかどうか、1人当たりの使用量が適正かどうかの判断が必要である。

日本政府の無償資金協力で実施した University 及び Kimara 配水場の塩素注入施設は、塩素購入のための予算が十分に確保できない現状である。

各配水場からの流出量(配水量)は、University: 約180,000m³/日、Kimara: 約7,000m³/日とのことであるが、さらに綿密な調査が必要となろう。

2) 給配水管

グルエスサラーム市水道の給水区域を図3-10に示す。送水管の途中から分水される村落地域は除かれている。

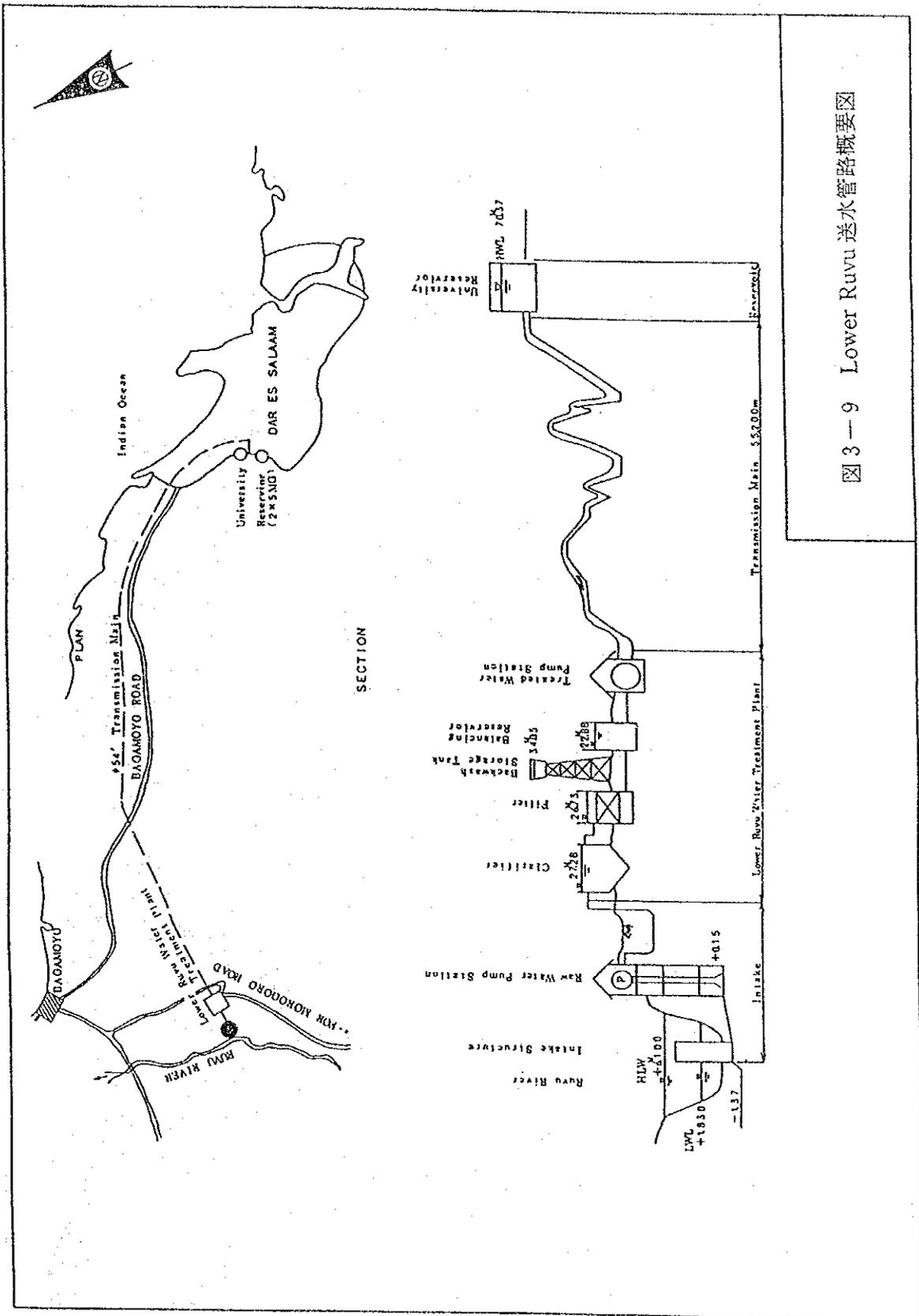


图 3—9 Lower Ruvu 送水管路概要图

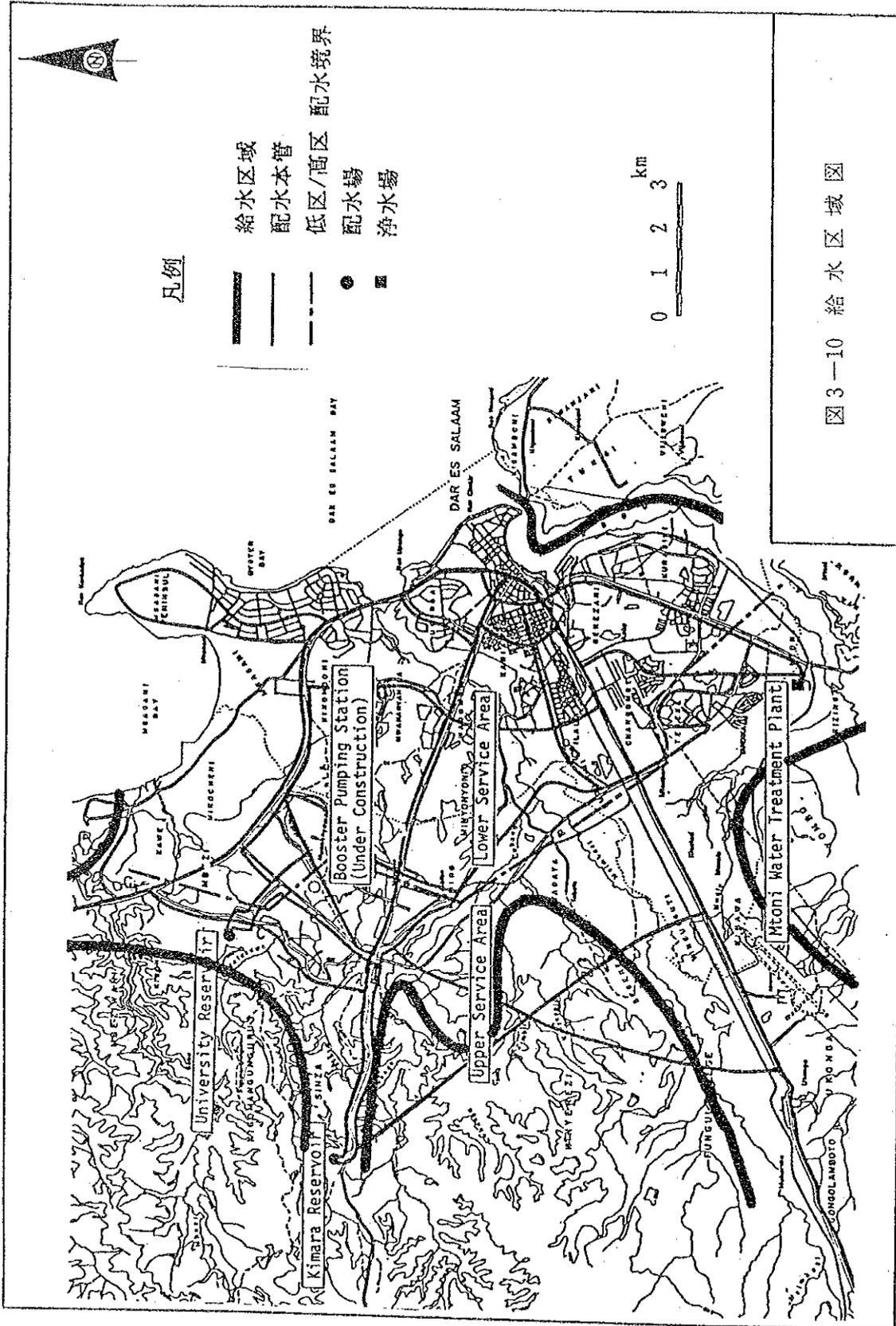


図 3-10 給水区域図

市街区域の配水管は Mtoni 浄水場建設と同時の1960年代前半に布設されたものである。つづいて、1960年代後半に Upper Ruvu 浄水場の新設と同時に配水管が布設され、新たに市南西部が給水区域に含まれた。新興住宅地の市北部の配水管が布設されたのは新しく、1970年代後半である。配水本管の延長、管径、管種、布設年度を表3-13に示す。

DSMB が保有する上記配水管の布設位置図は、送配水施設の適正な維持管理・コントロールを行うには不十分な精度で、実際の布設位置、土被り、管種、布設年度を知ることとは不可能である。とくに小口径の給水管については、図面は皆無である。

NUWA 担当職員によれば、大口径配水管での漏水は概して少なく、小口径の給配水管で顕著とのことであった。また、配水管網上の制水弁の大半は布設位置が不明であるが、制水弁の約30%に弁室・弁筐が設置されているとのことである。これらの設置位置は、配水管布設位置を知る上での基礎情報となろう。

DSMB の配水管平面図(資料リスト番号21-23)から、配水管網の各所に消火栓が布設されていることがわかる。大半が地下式(湿式)で、鉄製の蓋はほとんど粉失しており、水圧不足もあって実際には使用に供していないとのことである。

現在、イタリア政府の援助による Upper Ruvu 浄水場及び送配水管路 Rehabilitation の一環として、給水高区の配水本管 $\phi 600$ (延長7.7km) 及び $\phi 400$ (延長3.6km) の布設替えが計画されている。

本来配水システムの効率的運用、コントロールのためには、配水管詳細図の作成並びに配水量レコード、維持管理レコード等の収集・蓄積が重要であり、今後、DSMB が独自で実施する組織を早急に整備する必要があるだろう。

3) 専用栓並びに公共栓

ダルエスサラーム市水道の用途別栓数を表3-15に示す。家庭用栓の占める割合は97

表3-15 用途別栓数

用 途	栓 数
家 庭 用	57,349
専 用 栓	(57,023)
公 共 栓	(326)*
工 業 用	674
営 業 用	854
事 務 所 用	526
計	59,403

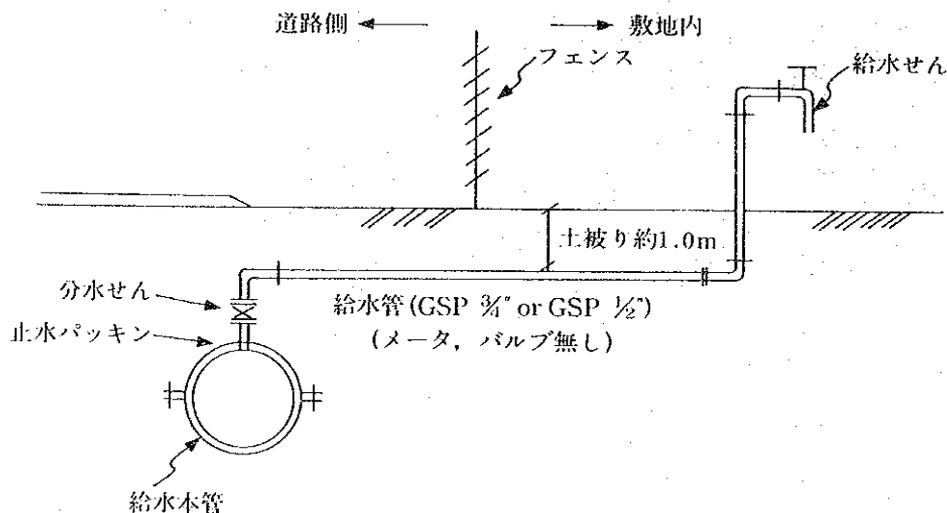
*…326栓のうち57栓は破損しており使用不可能である。

%と特に多く、その中でも専用栓がほとんどを占める。

家庭用栓布設のための標準図は用意されておらず、実際の配管状況については掘削して確認する必要があるが、DSMB 職員の情報では、下記の略図で示した布設方法がほとんどとのことである。漏水防止用ゴムパッキンをもったサドルに分水栓が取り付けられており、給水管の管種は GSP で、専用栓・公共栓*の場合、管径は3/4" もしくは1/2" であるとの情報である。分水栓・給水栓以外の弁・コック類は設置されていない。メータは全栓数の50%弱に取り付けられている (28,000個/60,000栓) とのことだが、実際に機能しているのは、工場等への給水管に設置された244個だけである。

世銀はこの状況に対し、大口径メータ (1 $\frac{1}{2}$ "-8"×206個) 及び小口径メータ (1"-1/2"×600個) の購入のための援助を実施した (IDA CREDIT NO. 1312)。このうち、大口径メータはすでに納品されているが、附属品不足で既設管との接続が不可能であり、設置していない。また、小口径メータについては1989年7月き納品される予定である。納入予定の小口径メータの型式は乾式接線流羽根車式 (Dry dial, tangential single-jet type) である。

メータの修理・点検のための工具、機器等は不足し、メータ Shop もないとのことで、今後メータ設置を推進していくには単に資機材のみならず、この面での強化も図っていかなければならない。



*……公共栓の管理主体は City Council である。しかしながら、1984年10月から料金支払いが滞納しており、その額は46,000,000Tsh (営業収入年額の約1/4) にのぼっているとのことである。

3-3-6 配水量と有収水量

配水量・有収水量は、水道事業を運営していく上での基本数値であることから、流量記録及びDSMBの情報をもとに有収率（有収水量/配水量）の試算を行う。

1) 配水量

University Reservoir 配水量 = 2.0m³/sec (DSMB 計測データ)

Kimara Reservoir 配水量 = 0.16m³/sec (情報)

Mtoni 浄水場からの配水量 = 0 " (確認)

合 計 = 2.16m³/sec

2) 有収水量

有収水量についての正確なデータは現在、見あたらない。ここでは、水道料金徴収額から逆算して有収水量を推計する。

水道料金徴収額 = 55,000,000Tsh/月 (数カ月の平均値)

平均水道料金 = 250シリング/1000ガロン (料金体系)

= 55.6シリング/m³

有収水量 = 0.38m³/sec

3) 有収率

有収水量/配水量 × 100 = 0.38/2.16 × 100 = 18%

試算ではあるが、有収率は18%と極めて低い状態にあると言える。この要因としては、メータが設置されておらず、水使用量の大小にかかわらず料金一定のため、水が濫用されていることが上げられよう。将来のグルエスサラーム市水道の運営を考える場合、この有収率をいかにして改善させていくかが最大の課題となる。

第 4 章 本格調査の概要

第4章 本格調査の概要

4-1 目的

本格調査の目的は次の通りである。

1. NUWAの持続的発展を計るため、経営・管理の観点からNUWAを強化する改善計画を作成すること。
2. 給水区域に安全な水を十分にかつ安定して供給するため、既存水道システムに対するリハビリの規模と範囲を特定し、全体リハビリに対する適正な実施計画を作成すること。
3. 2の中で提案された緊急改善事業についての概略設計を実施し、概算費用を算出するとともに、費用・便益の観点から実行可能性を確認すること。
4. リハビリの調査結果を基に、NUWAがダルエスサラーム水道事業の将来的方向について明確にするための戦略を提言すること。

4-2 対象地域及び範囲

(対象地域)

1. ダルエスサラームに対する水道システムの存在する地域、ただし、浄水場からの送水管路に沿って点在する給水区域は除く。
なお、水道の目的が住民への飲料水の供給であることを考えると、次の地区も含めることが妥当である。
2. 既存給水区域内における緊急的に必要な未給水地区。

(対象範囲)

3. DSMB及びそれに関連するNUWA本部の組織・経営を改善するための調査。
4. 既存水道施設のリハビリ、ただし、Upper Ruvu系の取水、浄水、送水施設は除く。
5. 既存浄水量を最大限有効に活用するため、配水システムの一部新設も配慮したりリハビリ。
6. 水源開発調査は本調査から除く(ただし、Mtoni浄水場の水源に対する、既存資料のレビューを含む)。

4-3 調査の基本方針

4-1に述べた本格調査の目的に照らし、下記の基本方針で望むこととする。

1. 水道事業は受益者負担の原則に従って独立採算性を維持して運営されることにより、初めて、維持管理及び建設資金の償還等に必要の費用の回収が行われ、持続的な発展をしていくことが可能になる。しかるに、いかなる援助機関も、上記の原則に沿わずに経営されたため破綻した水道事業を継続的に援助していくことが難しいことを考えれば、水道シス