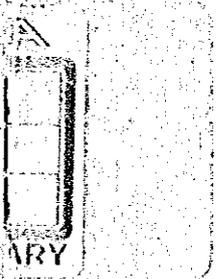


タンザニア国  
ダレサラム上水道整備計画  
事前調査報告書

昭和58年7月

国際協力事業団





タンザニア国  
ダレサラム上水道整備計画  
事前調査報告書

JICA LIBRARY



106359815

昭和58年7月

国際協力事業団

國際協力事業団	
給 584.18.83	4160
登録No.1 (13762)	61.81
	SDS

## 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、同国ダレサラム上水道整備に関する調査を国際協力事業団により実施することを決定した。

事業団は、神奈川県内広域水道企業団工事部設計課長・青木秀之氏を団長とする6名からなる事前調査団を、昭和58年5月23日から6月1日(一部6月29日)まで現地に派遣し、タンザニア政府と要請内容について協議し、ダレサラム上水道の現状及び要請案件について現地調査を行なった。

本調査報告書は、これらの事前調査の結果をとりまとめたものであり、今後の実施調査及び事業の実施に際して参考となることを期待するとともに、調査にあたり多大の御協力をいただいたタンザニア政府、ダレサラム水道公社、在タンザニア大使館ならびに関係機関各位に対し厚くお礼申し上げる次第である。

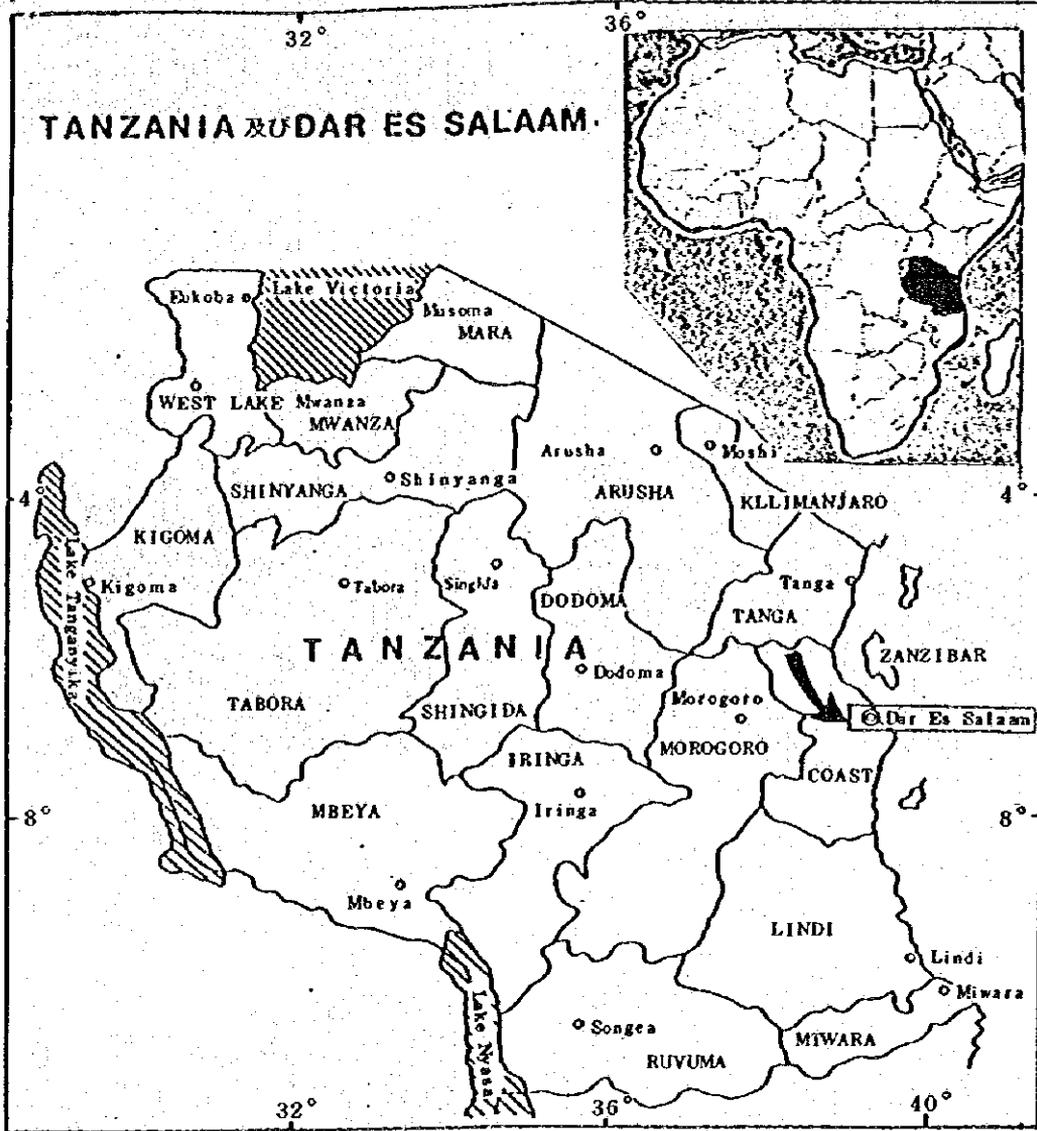
昭和58年7月

国際協力事業団

理事 中澤 弼 仁



位置圖





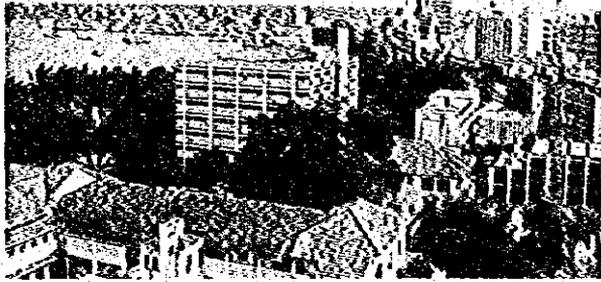


写真-1  
Der es Salaam 市内  
(MVE Office から眺む)



写真-2  
DSM Water Supply  
Corporation Sole Office

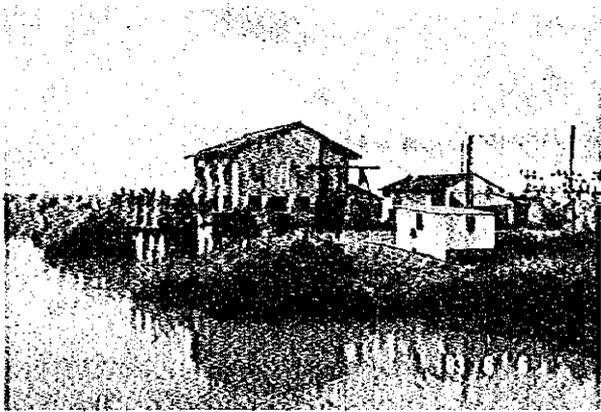


写真-3  
Upper Ruvu 浄水場取水口

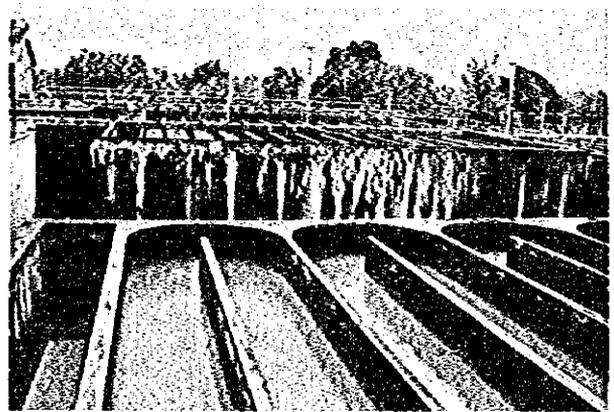


写真-4  
Upper Ruvu 浄水場  
凝集地 (手前), 沈殿池 (後方)

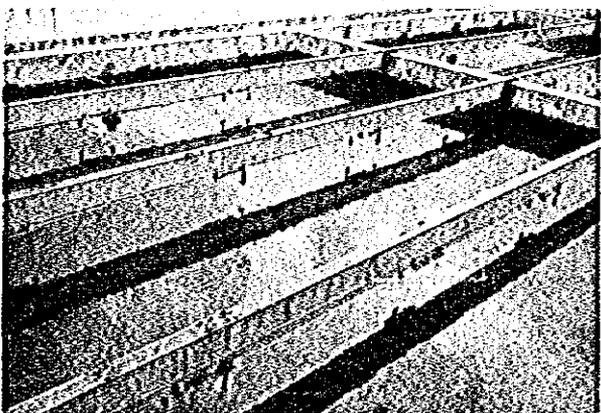


写真-5  
Upper Ruvu 浄水場  
沈殿池 (集水トラフが欠落している)

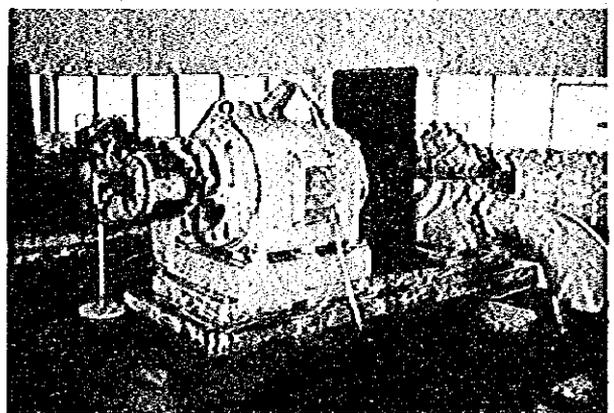


写真-6  
Upper Ruvu 浄水場  
送水ポンプ (モーターを扇風機で冷却している)



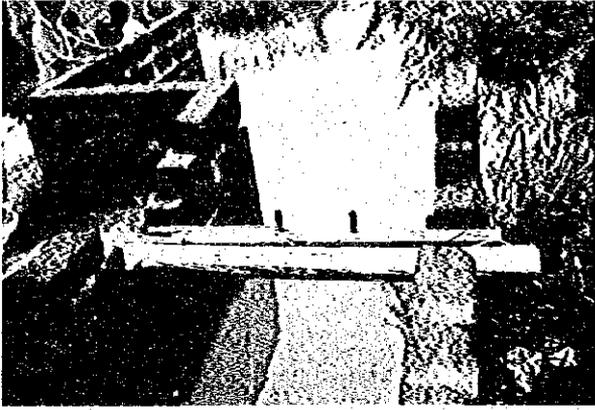


写真-13  
Mtoni 浄水場 取水口

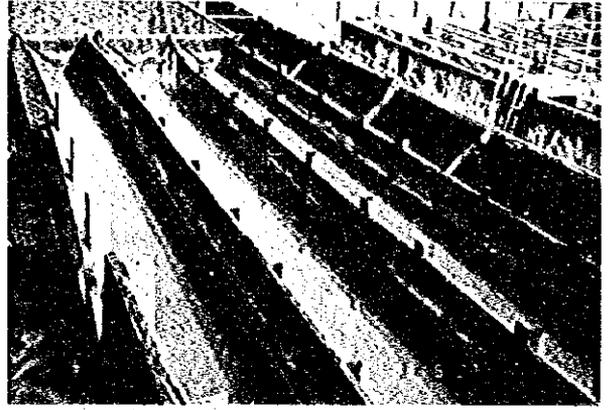


写真-14  
Mtoni 浄水場  
凝集池(左), 沈殿池(右)

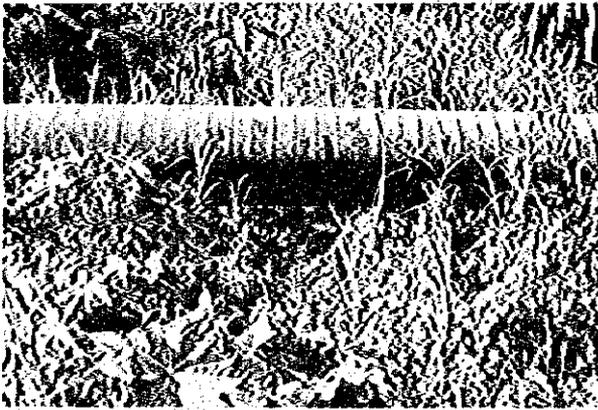


写真-15  
φ1350(54') 配水管  
(外面に補修が見られる)

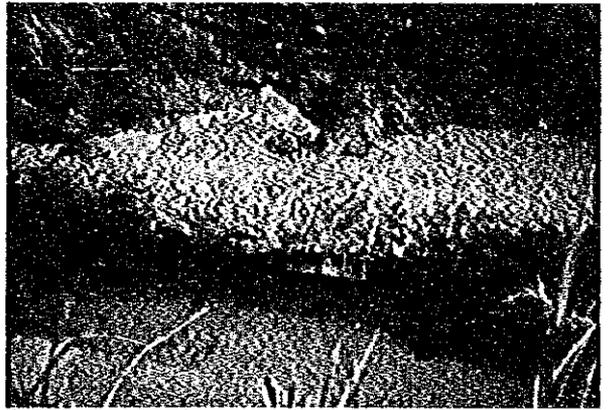


写真-16  
φ700(28') 配水管



写真-17  
Kimara 配水池

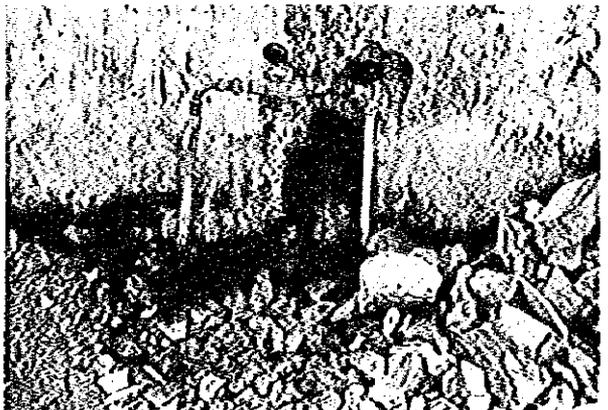


写真-18  
給水装置



# 目 次

1. はじめに .....	1
1-1 要請の背景 .....	1
1-2 事前調査団の派遣 .....	1
2. 協議の概要 .....	3
2-1 タンザニア政府の要請内容 .....	3
2-2 協議の内容 .....	4
3. 調査結果 .....	5
3-1 タンザニア国の水道行政及び運営等 .....	5
3-2 調査地域の概要 .....	9
3-3 ダレサラム水道の現況 .....	10
(1) 概 況 .....	10
(2) 組 織 .....	14
(3) 給水状況 .....	14
(4) 水 源 .....	17
(5) 水道施設の現況 .....	19
(6) 維持管理状況 .....	29
(7) 財政状況 .....	33
(8) 将来計画 .....	34
4. ダレサラム水道の問題点と対策 .....	45
5. 調査団の見解 .....	48
6. 調査団の構成及び日程等 .....	49
添付資料	
付-1 Request for Assistance the Government of Japan .....	54
付-2 水質試験結果 .....	63
付-3 土壌試験結果 .....	64
付-4 収集資料リスト .....	67
付-5 新聞記事 .....	68
付-6 管網計算結果(試算) .....	69



### 通貨

単位	= タンザニア・シリング ( T Sh )
1 T Sh	= 0.0823 米ドル = 20 円
	( 1 米ドル = 240 円, 1983 年7月 )

### 単位

1 inch	= 2.54 cm
1 feet	= 0.305 m
1 gallon(英)	= 4.536 L
1 MG	= 4,536 m <sup>3</sup>

### 略語

MWE(MAJI)	= Ministry of Water and Energy
NUWA	= National Urban Water Authority
DSM	= Dar es Salaam
DSM水道公社	= Dar es Salaam Water Supply Corporation Sole
会計年度	: 7月1日 ~ 6月30日



# 1. はじめに

## 1-1 要請の背景

### (1) 一般的状況

タンザニア連合共和国(以下タンザニア国)は、南緯1度から11度45分、東経29度21分から40度25分に位置し、東側はインド洋に面し、北はケニア、ウガンダ、南はザンビア、マラウイ、モザンビーク、西はルワンダ、ブルンディ、ザールと国境を接している。国土面積は約94万5,000 Km<sup>2</sup>で東アフリカ諸国中最大である。

全人口は約17,540千人(1980年)で都市部に12%、農村部に88%が居住し、国民1人当りGNPは270米ドルである。

給水普及率は都市部で82%、農村部で28%であって、全国的には34%である。都市部のうち25%の人々が各戸給水で、57%の人々が共用水栓で給水を受けている。

水道整備については、第3次5カ年計画(1976~1981年)におけるNational Water Master Planに基づいて実施され、給水普及率についてみると、全国平均で1975年の23%から1980年の34%へと向上している。しかしながら、これらの整備開発事業は約80%を先進工業国および国際金融機関の経済援助に頼っている。現在は、第4次5カ年計画(1982~1987年)を実施中であり、「国際水道と衛生の10年計画」(Water Decade)に合わせて、都市部の水道の普及を図るため、全国にある水道事業の指導、監督、財政的援助を行うことを目的としたNational Urban Water Authority (NUWA)を1983年7月1日に発足させた。

### (2) 日本政府への要請

ダレザラム(以下DSM)市はインド洋に面した東アフリカの港湾都市の一つであり、タンザニア国の旧首都(現首都はドドマ)であって、現在でもほとんどの政府機関は当地に存在し、同国の政治経済の中心地である。

DSM水道は現在1日約22万m<sup>3</sup>を給水しており、その水源のほとんどを市の約70Km西方を北に向って流れているRuvu川表流水に求めている。しかしながら、給水量の約25%を占める高区給水区域の給水状況は悪く、しばしば断水が発生している。このためタンザニア政府は、この給水不良の解消を目的とした整備事業の実施を1982年12月15日付をもって、日本政府に要請して来たのである。

## 1-2 事前調査団の派遣

タンザニア政府の要請に対して、日本政府は外務省、厚生省及び国際協力事業団(JICA)との協議に基づき、その要請の具体的な内容を明確にするために必要な調査を実施することとし、事前調査団を派遣することとした。同調査団は昭和58年5月23日から6月1

日（一部6月29日）までの間、タンザニア国に派遣され、タンザニア政府の要請内容の確認、DSM水道の給水状況並びに施設の調査、改良計画についての意見交換及び現地調査を行って、要請案件の実施の妥当性、DSM水道の改良計画等を検討した。

事前調査団の構成、日程及び面会者一覧表は「6. 調査団の構成及び日程等」を参照されたい。

## 2. 協 議 の 概 要

### 2-1 タンザニア政府の要請内容

DSM水道の給水は、Ruvu川を水源とするUpper Ruvu浄水場（施設能力  $82,000 m^3$  /日 = 1.8 MGD）系とLower Ruvu浄水場（施設能力  $182,000 m^3$  /日 = 4.0 MGD）系及び市内のMzinga川を水源とするMtoni浄水場（施設能力  $6,800 m^3$  /日 = 1.5 MGD）系とで行われている。このうちUpper Ruvu浄水場系は  $33,800 m^3$ （7.5 MG）の容量を持つKimara配水池を擁し、DSM市西部の高区給水地域への給水を受持っており、Lower Ruvu浄水場系は  $45,400 m^3$ （1.0 MG）の容量を持つUniversity配水池を擁し、DSM市中心部の低区給水地域への給水をMtoni浄水場系とともに受持っている。

これらの施設について、タンザニア政府から日本政府へ要請する整備事業の案件は次の3案である。

- (1) University配水池からの内径  $1,350 mm$ （ $\phi 5.4''$ ）配水管の新設（延長1.8 Km）。
- (2) Kimara配水池から配管されている内径  $500 mm$ （ $\phi 2.1''$ ）配水管（Ubungo地点）とUniversity配水池間の内径  $700 mm$ （ $\phi 2.8''$ ）連絡管の新設（延長約5 Km）。
- (3) 新設内径  $700 mm$ 配水管における加圧ポンプの新設。

#### (1) 内径 $1,350 mm$ 配水管の新設

現在、University配水池から  $\phi 1,350 mm$ 配水管（鋼管、内外面共アスファルト塗装、延長  $1,851 m$ ）が1975年に布設され使用されているが、2年程前から内面塗装の不備から管内面（特に接合溶接部）に腐食がおこり、多数の個所でしばしば漏水が発生しており、給水に支障が生じ、近い将来において市の約75%を受持っているLower Ruvu系の給水が麻痺する危険がある。この配水管の取換え工事には、管材料の輸入等も含めて工期が15カ月も必要であるので、給水に与える影響も大きい。そのため、既設管の使用が不能となる前に、 $\phi 1,350 mm$ 管を新設して、併用するものである。

#### (2) 内径 $700 mm$ 連絡管の新設及び加圧ポンプの新設

現在、Kimara配水池から出ている  $\phi 500 mm$ 配水管のUbungo地点と、University配水池とを連絡している  $\phi 700 mm$ 管（鋼管、内外面共アスファルト塗装、延長5 Km）は、自然流下によってLower Ruvu系からUpper Ruvu系への給水を目的として布設されているが、内外面からの管の腐蝕によって、まったく使用することはできない。

一方、現在のUpper Ruvu浄水場は老朽化しており、外貨の不足からスペア部分の入手ができないという、様々の問題から、しばしば停止しがちである。このため、高区給水地域にあるDSM国際空港、Ukonga、Pugu Road及びUbungo工場地域、Tabata地域及びDSM大学等では断水が発生している。

現在は、Lower Ruvu系からKimara配水池すなわち高区給水地域へ送水できる手段は皆無である。従って、計画している  $\phi 700 mm$ 管に加圧ポンプを設置することによって、

University配水池からKimara配水池へ送水することが可能となって、高区給水地域の給水不良を解消できるものである。

このプロジェクトの実施は、DSM市民と国家経済に多大な効果をもたらすこととなるが、中でも次のものに対する効果は大きい。

1) 工業に対して

上記の工場地域では、断水による操業停止のため、年間数百万Shs.の損失が生じている。

2) 国際空港に対して

国際空港の断水は外国人旅行者に対して不便をもたらし、また、空港の拡張及び近代化も実施できない。

3) 衛生状態に対して

断水は多くの診療所、病院の機能を麻痺させており、DSM大学を始め住民の衛生状態も悪化し、伝染病の発生にもつながっている。

(3) 工事費と援助要請

以上の工事の費用は約86,300千Shs(1,726,000千円)である。これを無償援助で実施されることを要請する。

## 2-2 協議の内容

### (1) Treasury及びMWE(MAJI)

TreasuryではCommissioner for External FinanceのM. Kibwana氏とMWEではPrincipal SecretaryのA.S.M. Janguo氏と面談したが、要請内容にとらわれず専門家の目でDSM水道の現状を良く調査して、DSM水道にとって効果のある実行可能なプロジェクトを計画するよう依頼される。

### (2) DSM水道公社

DSM水道公社では、主としてWater Engineer(同公社のトップ)のSethuraman氏(インドの派遣専門家)とNUWAのDirector GeneralのSenguo氏(前DSM水道公社Water Engineer)に、タンザニア国の水道全般及びDSM水道の現況について質問するとともにUpper Ruvu, Lower Ruvu及びMtoni浄水場、Kimara及びUniversity配水場、配水管布設状況を調査し、要請案件について協議した。その結果、同公社ではØ700mmの連絡管の布設と加圧ポンプの設置にPriorityを置いていることが判明した。

調査団では高区給水区域の給水不良はUpper Ruvu浄水場の老朽化による能力不足だけでなく、配水システムの不備によることも原因であることを突き詰めたが、今回の調査団の性格として、整備事業のプロジェクトの形成はすべて帰国後とした。

### 3. 調 査 結 果

#### 3-1 タンザニア国の水道行政及び運営等

##### (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”及び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”として一つの省に統合され、さらに鉱業部門を加えて“Ministry of Water, Energy and Minerals”となり、最近鉱業部門が分離されて“Ministry of Water and Energy (Maji Na Nishati, Wizara Ya)”となった(通称MAJI-水のこと)。現在、都市水道(Urban water supply)、地方水道(Rural water supply)ともにMWEの所管となっているが、都市下水(Urban sanitation)は“Ministry of Land, Housing and Urban Development (ARDHI)とLocal councils、地方下水道(Rural Sanitation)は“Ministry of Health”の所管となっている。

MWEはMinister及びPrincipal Secretaryの下にAdministration, Finance, Planning, Project Preparation, Construction & Maintenance及びManpowerの6 Divisionからなっており、各Divisionの下にSection, Sub Sectionがおかれているが、Divisionと同格のSupply Sectionは中央と地方のプロジェクトの進行の調整を行っている(図3-1参照)。

さらに「国際水道と衛生の10年計画(The International Drinking Water and Sanitation Decade)」の目標達成のため、都市部の水道の普及率の向上を図るため、水道事業体の指導、監督、財政援助等をするために、1981年5月22日公布の法律によって、“National Urban Water Authority”(NUWA)が1983年7月1日から発足している。

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おり、それぞれのRegionにRegion's Water Departmentがおかれ、Regional Water EngineerがRegion内の水道全般に亘って責任をもっている。Regionの水道組織はRegion毎に異っているものの、一般的にはAdministration and Accounting, Planning and Design, Construction, Operation及びMaintenanceのSectionからなっている(図3-2参照)。Region's Water Departmentの職員数は300~500名である。

##### (2) 法体系

タンザニア国における水道に関する法律としては、1974年に制定された“Water Utilization Act(Control and Regulation)”(1981年5月改定)が存在し、

この法律によって、すべての水に関する権限は政府に与えられている。また、この法律は“Water Utilization Regulation”及び“Waterworks Ordinance”の二つの法令によって内容が補足されている。また、前述のようにNUWAの設立のため“Urban Water Supply Act”が1981年5月に制定されている。

### (3) 運 営

MWEはタンザニア国の水に関するすべての行政権限を与えられており、各Regionの水道はMWEの監督下にある。各Regionの水道計画は、そのRegionの能力の範囲内で設計、施工及び維持管理を行っているが、大規模な計画はMWEが扱い、また特定地域については財政等をも含めて指導及び援助がなされている。

しかしながら、国の政策によって地方部において水道料金が無料であったり、共用水栓による利用は全て無料であることなどが水道財政を圧迫しているため、政府はこれらを段階的に改善していくことを検討している。さらに都市水道事業において独立採算性がなされるよう政府は考えているが、現在、独立採算性を採っているのは、DSM水道会社のみであって他の水道事業は国の援助を受けて運営されている。

### (4) 水道整備の現状

1980年の統計では全人口は約17,540千人で都市部に12%、農村部に88%が居住している。給水普及率は都市部で82%、農村部で28%であって、都市部のうち25%の人々が各戸給水（house connection）で、57%の人々が共用水栓（public standpoint）で給水を受けている。

第3次5カ年計画（1976～1981年）におけるNational Water Master Planに基づいて実施された水道整備事業によって、給水普及率は全国平均で1975年の23%から、1980年の34%へと向上している（表3-1参照）。

表3-1 Community water supply—comparison of services 1975 & 1980

	Urban population served						Rural population with reasonable access to service		TOTAL	
	By house connections		By public standposts		Total urban		Number '000	%	Number '000	%
	Number '000	%	Number '000	%	Number '000	%				
1975	264	14	1,054	54	1,308	68	2,416	17	3,734	23
1980	546	25	1,274	57	1,820	82	4,500	28	6,320	34

（The International Drinking Water Supply and Sanitation Decade Directoryによる）

### (5) 水 源

1975年の調査によると、水道水源の内訳は次のとおりである。

図 3-1 Ministry of Water and Energy 組織図

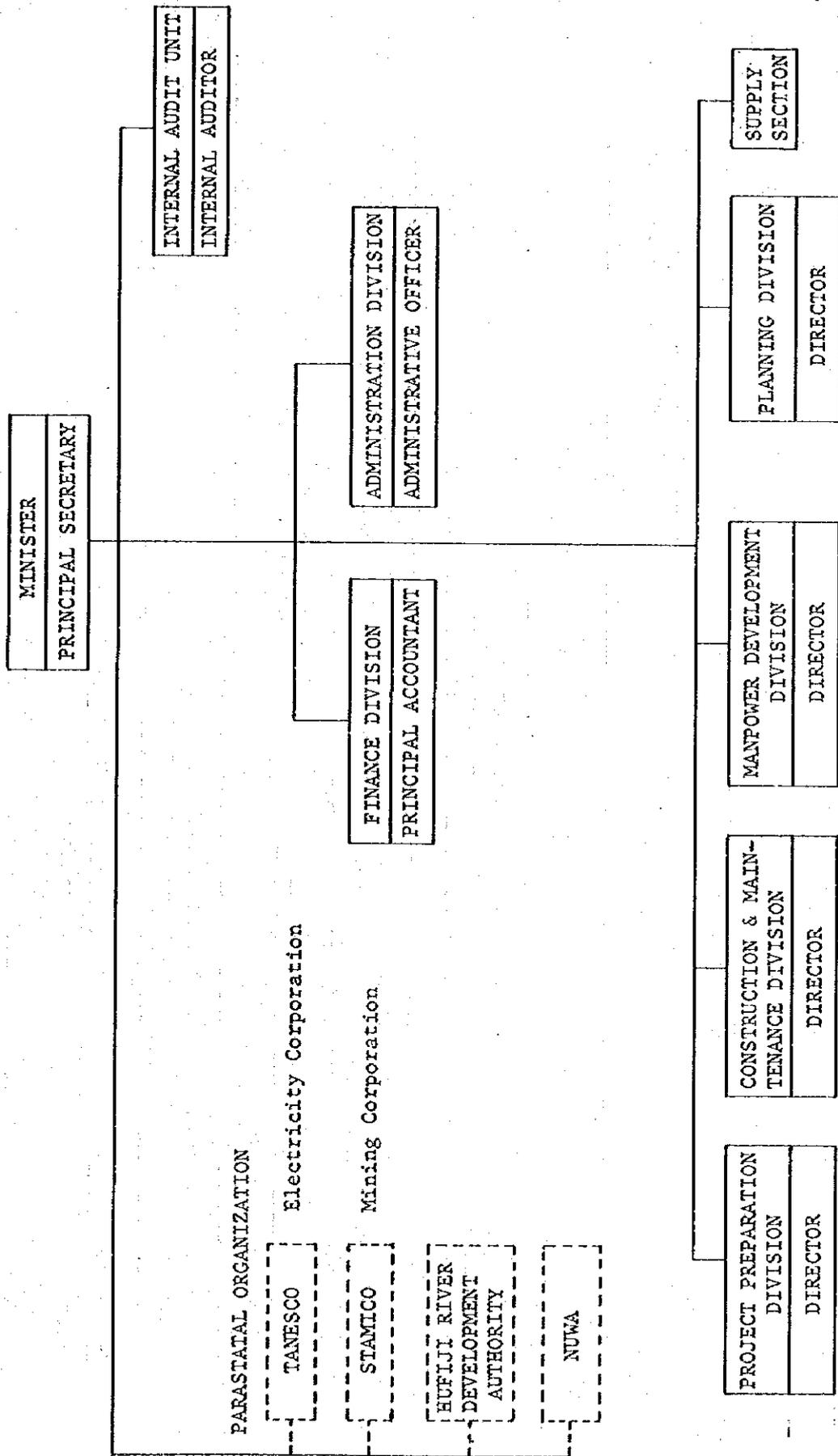
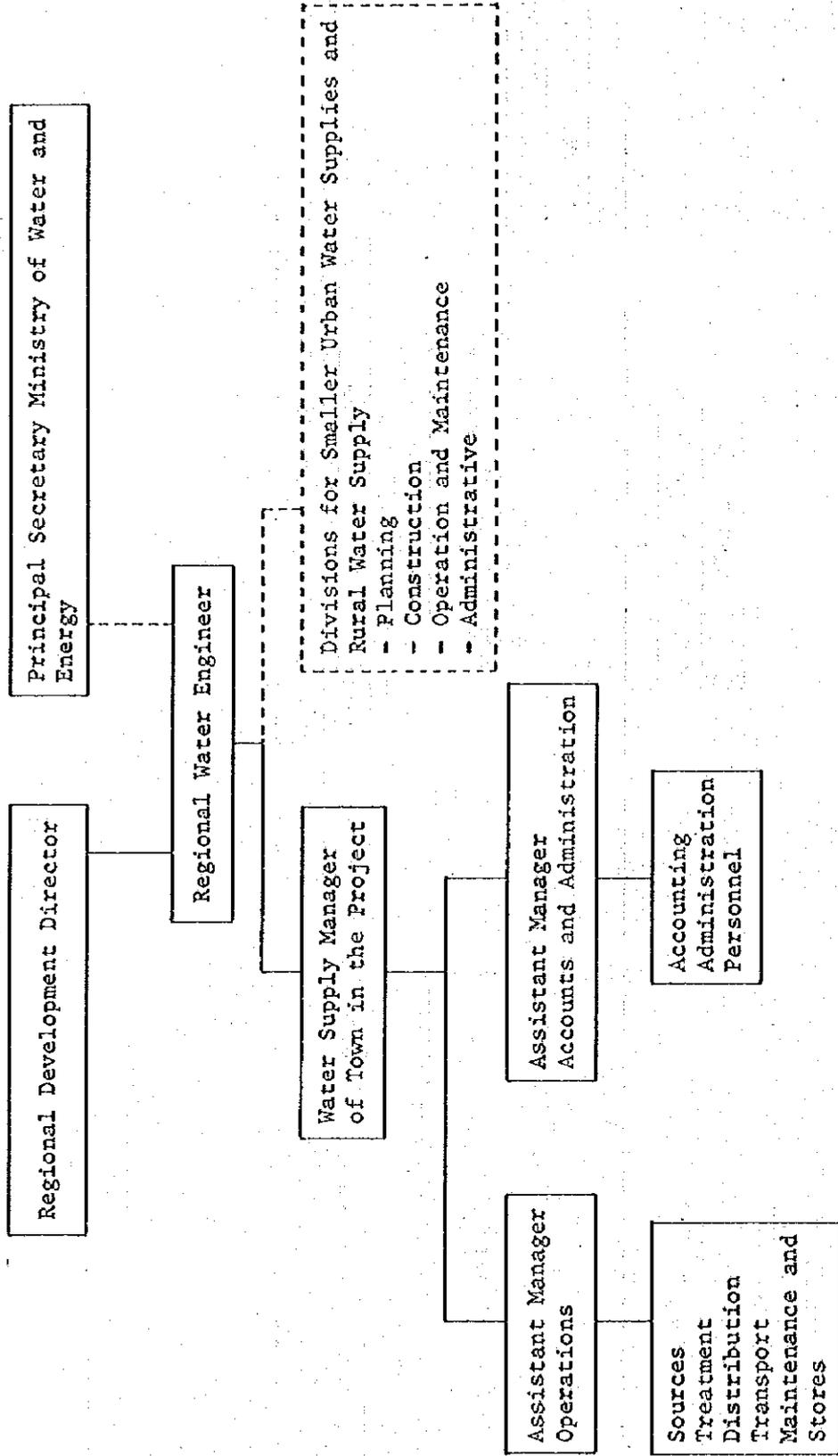


図 3 - 2 地方都市水道の組織図

Urban Water Supply Unit - Organization Chart



Boreholes : 33%, Well : 9%, Spring : 16%,

River streams : 28%, Lake and dams : 14%

#### (6) 外国からの援助

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。1981/82年度の地方水道開発費1.44億Shs.のうち80%、都市水道開発費1.06億Shs.のうち75%の国外援助を受けている。援助国及び機関はスウェーデン、ノールウェイ、フィンランド、デンマーク、西ドイツ、オランダ、カナダ、アメリカ、オーストラリア及び世界銀行などである。

### 3-2 調査地域の概要

#### (1) 自然条件

タンザニア連合共和国の首都DSM市は、概ね東経39度、南緯7度地点にあり、インド洋に面する同国東部沿岸地域のほぼ中央に位置している。

当市の住居地の大部分は標高約200MのPugu丘陵を境とする沿岸平坦地にあり、その地層は、主として砂、砂利及びシルトといった河岸堆積物からなっている。

DSM市の気候は、熱帯の海岸地帯に位置する関係上、年間を通じて高温多湿である。当市の気温、湿度及び雨量については表3-2に示す如くで、1年のうち3月下旬から5月中旬にかけての大雨季と、11月末から12月中旬にかけての小雨季の2度の雨季があるのが特徴であり、それらの雨季の谷間にあたる6月～9月が雨が少なく、気温も比較的低いことから凌ぎ易く、それに対して12月～3月は最も気温が高く蒸し暑い。

表3-2 DSM市の気温、湿度及び雨量

月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
温度(℃)	平均	27.3	27.6	27.6	26.7	25.5	24.3	23.3	23.8	24.2	25.3	26.4	27.4
	最高	30.3	30.8	31.1	30.6	29.6	29.1	28.4	28.5	28.6	28.9	29.7	30.0
	最低	24.8	24.4	23.5	22.9	21.8	19.7	18.7	18.7	18.8	20.3	22.2	24.0
平均湿度(%)	72	78	81	82	81	78	78	75	76	76	79	79	
雨量(mm)	48	71	94	294	211	26	23	23	40	6	60	67	

(資料:「最新世界各国要覧」、東京書籍(株)、その他)

#### (2) 社会条件

DSM市はタンザニア国の首都として、政治・経済・文化の中心的な役割を果たしてきた当国最大の都市である。同国は近年首都を内陸部の中央にあるDODOMAに移す予定となっているが、その作業は昨今の社会情勢や財政の逼迫等の理由で宙に浮き、主要省庁は依然としてDSM市に集中していて、機能的には現在も政治・経済・文化の中核都市である。

また、DSM市は陸、海、空における同国の交通の要所であり、道路はもちろんのこと、

鉄道在来線 3,700 Km は DSM 市を起点として国内の三方に走り、自然の地形を利用した良港は同国最大の商業港としての機能を持ち、世界各国との貿易はこの DSM 港を中心に行われている。一方、郊外にある DSM 国際空港には毎日 SAS, LH, KLM といった各国の航空会社の定期便が発着していて、同国の空の窓口となっている。

このように、あらゆる面でタンザニア国の中心的な機能を有する DSM 市の人口は、1979 年の公式発表では 870,000 人とされ、その後の公式発表はないが、近年の経済情勢の悪化に伴って、職を求めた地方人口の移入が激しく、現在 (1983 年) では、1,200,000 人程度まで (DSM 水道公社推定) まで膨れ上がっている。

### 3-3 ダレサラム水道の現況

#### (1) 概況

DSM 市の水道は 20 世紀の初期に、浅井戸と簡単なパイプ給水方式の水道システムが出現した時点から始まったとされる。以後水需要の増大に伴い、水源が深井戸、さらには市内の小河川の表流水といった如く変革し、20 世紀の中頃に市域の南部に位置する Mtoni 地区に凝集沈澱—急速砂濾過方式の本格的な浄水施設と配水池を建設することによって現況の水道システムの基盤が築かれた。

この Mtoni 浄水場の水源は附近を流れる Mzinga 川水系に取水堰等、複数の取水施設を設け水量を確保しているが、その絶対量が少なく、急増する水需要に対応できないため、新規水源を DSM 市の西方約 60 Km 地点を北に向って流れる Ruvu 川に求め、現在その河川水を水源とした Upper Ruvu 浄水場 (1959 年第 1 期工事完了)、Lower Ruvu 浄水場 (1976 年第 1 期工事完了) が DSM 市への主たる生活用水供給源の役目を担っている。これらの歴史的な推移は表 3-3 に記した。

現在稼働している 3 浄水場の施設能力については以下に示す如くで、併せて約 271,000  $m^3$ /日 (約 60 MGD) の浄水能力を有している。しかしながら、Mtoni 浄水場、Upper Ruvu 浄水場の施設の老朽化が目立ち、とりわけ水量確保の命綱ともいえるポンプの故障が原因で十分な取水、送配水が行われていないのが現状であり、給水区域によっては慢性的な

浄水場名	施設能力	
MTONI	6,800 $m^3$ /日	(1.5 MGD)
UPPER RUVU	82,000	(18.0)
LOWER RUVU	182,000	(40.0)
	270,800	(59.5)

断水に悩まされている地域もある。

各浄水場、送水ルート、配水区域の位置関係は図 3-3 に示すとおりであるが、Upper Ruvu 浄水場、Lower Ruvu 浄水場は配水区域から遠く離れているため、いずれも送水管

延長が極めて長いことが当水道の特徴である。配水方式は、配水系統別に配水池を有し、それら配水池から自然流下による配水が行われているが、2つの配水系統は一部で連絡されている。

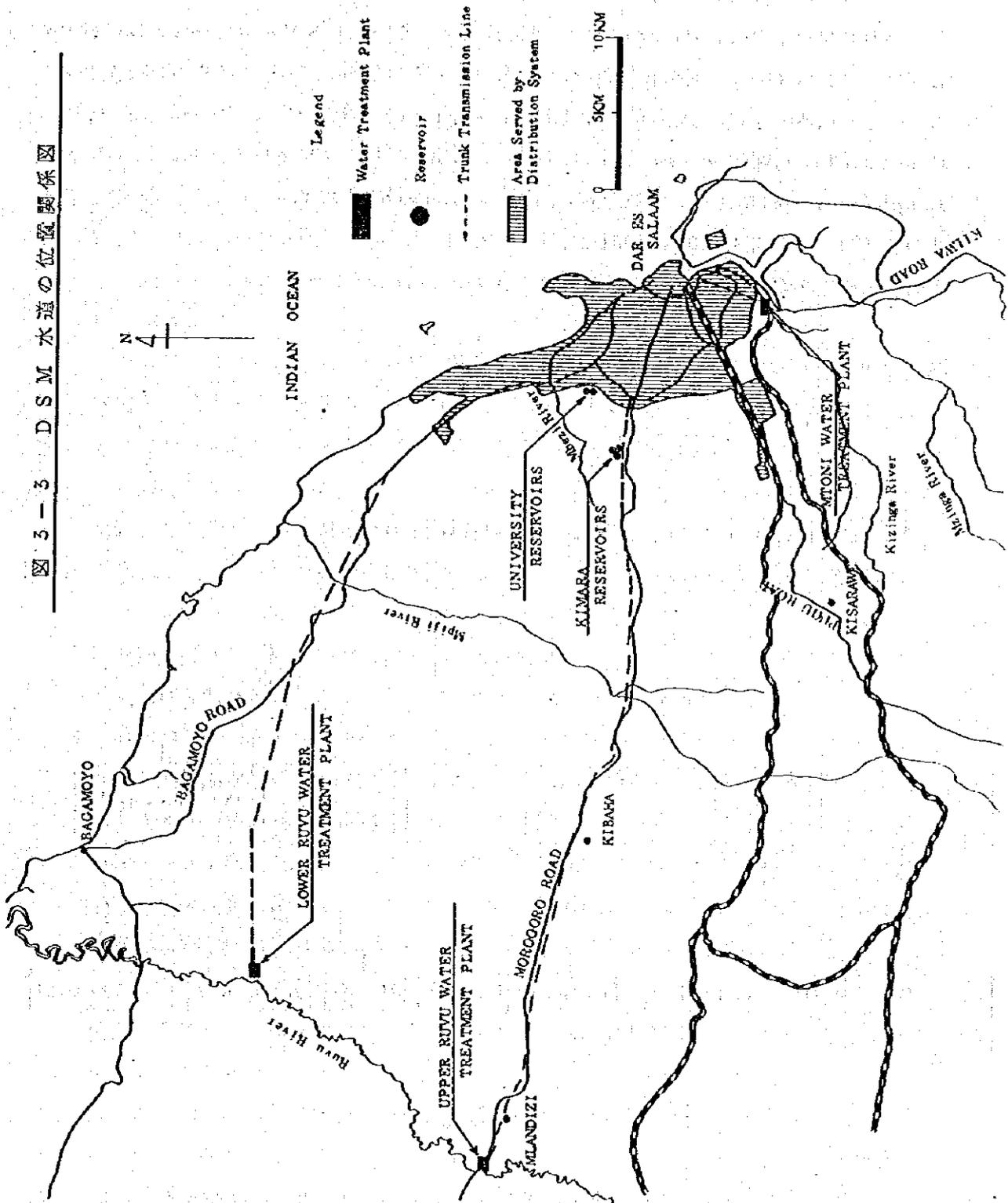
D S M水道は概して量及び質的に満足とは言えず、量的には区域によるアンバランスが目立ち、年間を通じて十分給水されている区域もあれば、全く逆の給水状況下に置かれている区域もある。また、配水管よりの漏水問題も深刻で、それらも水量不足に輪をかける結果となり、D S M水道公社当局もこれらの対応に苦慮している。一方、質的には原水濁度が非常に高いこと、除濁に用いる凝集薬品の不足、浄水施設の維持管理の悪さ等から、年間を通じて一般に濁りの高い水が給水され、生活用水として不適であるが、現地の人々はそれを飲用に供している。

このように、当D S M水道は全体的に非常に多くの問題点を抱えていて、緊急的な対応と長期的な展望に立った施設の改善整備が必要と思われるが、それらを推進するための財源が全くない状態である。それらに加えて施設の運営維持を図る上で必要とされる技術者の不足、需要・供給両者の生活用水の質に関する意識の欠如等、今後の改善を要する課題は多い。

表 3-3 D S M水道の歴史

YEAR	経 緯	緯	Upper Ruvu T/P	Lower Ruvu T/P	Mtoni T/P	Remarks
1900	<p><b>Start of Water Supply System</b> (A few wells &amp; piped distribution) 浅井戸構築</p> <p><b>Drilling of Boreholes</b> (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><b>Exploitation of Gerezani Creek</b> (Including infiltration galleries)</p> <p><b>Mtoni Project Start</b></p> <p><b>Upper Ruvu Project Start</b></p>	<p>Source: Ruvu River { Total Capacity C=82000 m<sup>3</sup>/d (18MGD)</p>	<p>Source: Ruvu River { Total Capacity C=182000 m<sup>3</sup>/d (40MGD)</p>	<p>Source: Mzinga River { Total Capacity C=6800 m<sup>3</sup>/d (15MGD)</p>		
1930						
1950						
1960			<p>1955 (Design Start)</p> <p>1959 第1期工事完了 C=4MGD 1963/64</p> <p>1966 第2期工事完了 C=6MGD</p> <p>1970/71 第3期工事完了 C=8MGD</p> <p>1975 第4期工事完了 C=12MGD</p> <p>第5期工事完了 C=18MGD</p>	<p>1949 (Construction Start)</p> <p>1952 工事(完) C=15MGD</p>	<p>1953 Mtoni T/P full operation</p>	
1970				<p>1972 (Survey &amp; Design Start)</p> <p>1976 第1期工事完了 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 先に Upper Ruvuの第5 期拡張工事依頼</p>
1980			<p>(1983) Actual C=11MGD</p>	<p>(1983) Actual, C=38MGD</p>	<p>(1983) Actual, C=1MGD</p>	

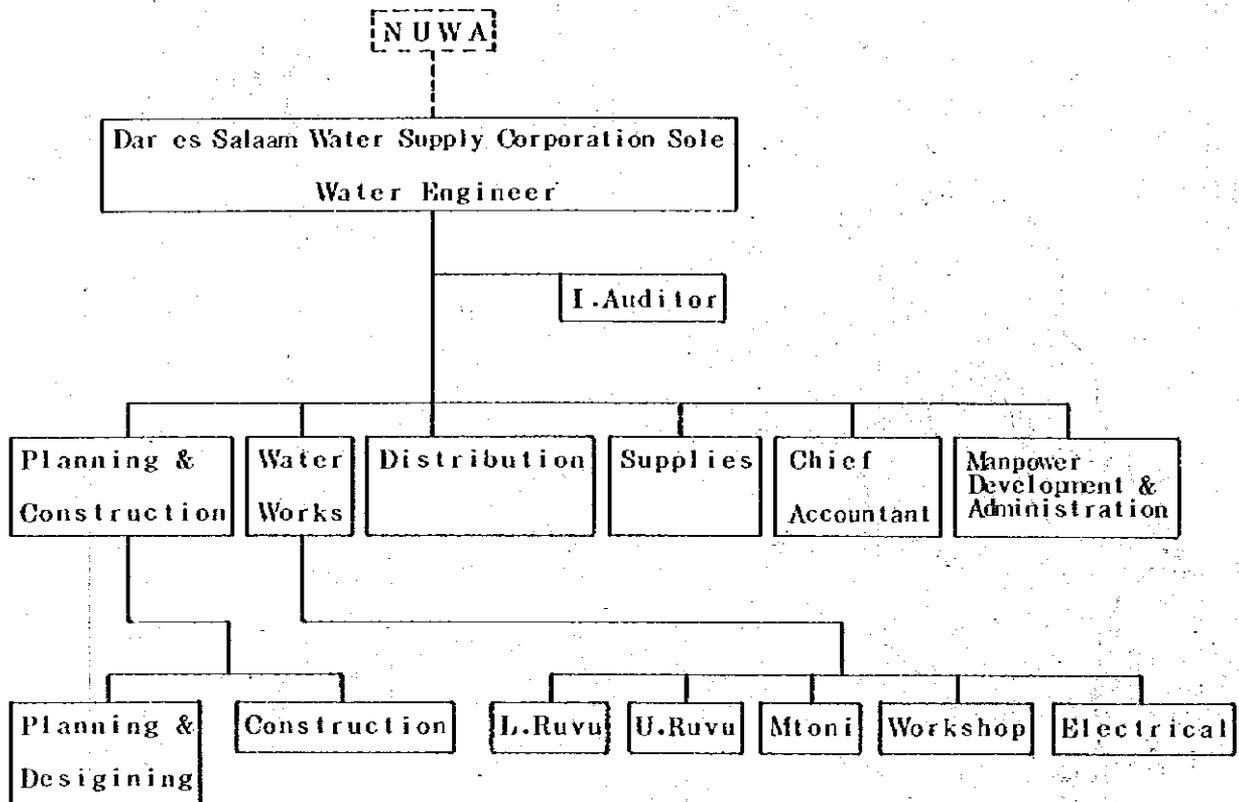
図 3-3 DSM 水道の位置関係図



(2) 組織

DSM水道公社(DSM Water Supply Corporation Sole)はMWEの監督下にあるものの独立採算性による公社方式をとっている水道事業体である。DSM州(Region)およびDSM市(City Council)とは直接関係はない。DSM水道の施設の開発はMWEが直接実施しており、同公社は施設の運転、維持管理及び経営を行うのが主たる業務である。組織は図3-4に示すとおりで、Water Engineerを長として、Planning and Construction, Waterworks, Distribution, Supplies, Chief Accountant及びManpower Development and Administrationの6 Divisionから成っている。同公社の職員数は現在1,400人であるが、上級職はEngineer14名(土木:10名, 機械:2名, 電機:2名)、Administration 2名、Accountant 2名である。

図3-4 DSM水道公社の組織図



(3) 給水状況

1) 給水区域

給水区域は、南北に2.5 Km、東西に1.5 Kmに及び、その給水面積は18,250 haの広大な地域を対象としている。

これらの地域は、大きく二つに分けられ、全体の5.5%に当る10,000 haからなる

インド洋に面した東側に位置する標高0～50 mの低区給水区域と、全体の45%に当る8,250 ha からなる内陸につながる標高40～110 mの丘陵地帯の高区給水区域からなっている。

## 2) 給水人口

25年前の1958年における14万人から20年間でDSM市の人口は、4倍の84万人と増大し、その後、年間約7%の増加を続け、現在1,240,000人と推定されている。そのうち現在の給水人口は、空港、新工業団地、大学等比較的、近年発展した高区に全体の約7%に当る9万人が居住し、古くから港湾都市として発展して来た低区に81%に当る101万人が居住している。この残りの12%に当る約12万人は、給水区域外のバナナ、ココナッツ、カシューナッツ等を産する丘陵部に居住している。

## 3) 給水量

DSM水道公社の資料によれば、現在の一人一日平均給水量を130ℓとしており、給水対象人口110万人に対し約15万 $m^3$ /日、これに工業施設、公共施設の使用する8万 $m^3$ /日を加え、合計約23万 $m^3$ /日が必要とされている(図3-14参照)。

一方、三つの浄水場はこの1年間で停電、機械故障等を除き一日20万 $m^3$ から23万 $m^3$ を供給しており、DSM市全体としてはほぼ需要量を満している筈であるが、国際空港、国立大学、工業団地を含む高区給水区域において、断水が連続して数日続く水不足状況を含め一部分の市内を除いて市内各所で給水不良に悩んでいる。また、本調査団がDSM市において調査している短期間内に、水不足によって工場生産が低下もしくは停止しているとか長期にわたる断水に対する不満とかが、深刻な社会問題となっている。

## 4) 給水状況

現在の給水量は約22万 $m^3$ /日であるが、これは浄水場からの送水量であって、配水量、使用量などは把握されておらず、従って有効率、有収率などは不明である。

給水不良状況を判断するために断水区域と断水時間等に関する資料をDSM水道公社より入手し実情を把握せんとしたが、これに関する記録もなかったため、本調査団は、アンケート用紙を作成し出来るだけ広い範囲かつ多くのデータ収集に努めたが、対象範囲が広大であることと限られた日数と人数でこれを実施しなくてはならなかった状況のため、統計的な把握こそ出来なかったが以下に示すとおりDSM市の給水を受けている利用者の状況が判明した。

- ① 高区給水区は、低区給水区に比べ圧倒的に断水が頻発し、断水時間も長く通年水不足に悩まされている。
- ② 低区に於いても全く断水が無い地区もあるかと思えば、夜間だけ水が十分な区域があり、現状に合わない配水施設となっていることが伺われる。
- ③ 季節による断水頻度の変化は無く、通年同じである。

④ 水質について「にどり」を訴える回答が多かったが、これに特に不満はなく、住民の水質に対する認識の低さが伺い知れる。

⑤ 水道料金は、一般住民については一戸45 Shs./月、工場は規模にもよるのであろうがメーターの無いもので7万 Shs./月、メーターのある場合13.5 Shs./1,000 ガロンである。

以上がアンケート調査結果であるが、水不足が最も顕著であった国営工場 Tanganyika Dyeing and Weaving Mills Ltd. について述べる。

この工場は、高区の最も標高の高くかつ配水管の末端に位置して居り、通称 Sunguralex とも言われアフリカ婦人が主として着用する木綿服地の染色工場で、1967年創業を開始し1972年まで順調に生産されていたが、1973年頃から断水が多くなった為、工場が1日に使用する900 m<sup>3</sup>の約4倍に当る4,000 m<sup>3</sup>の貯水槽を建設し操業時間(AM8:00~PM5:00)外に貯水をして操業してきた。1980年代に入り昼間はほとんど受水できず、夜間貯水した水量に合せ操業時間を短縮し工場を運営して来ている。我々がアンケート調査を依頼した6月3日には、工場の貯水槽は一杯であったが夜間給水量(通常午後6:00~明朝6:00)が減少し始め、6月9日にはほとんど給水されなくなったため13日には貯水もなくなり、我々がアンケート回収した6月21日にはすでに1週間操業をストップし、町からタンクローリーで運んだ水で4台あるボイラーのうち工場の管理のために1台を運転しているだけであった。このような事態は年間数度に及ぶとのことであった。

##### 5) 給水不良の現況と原因

D S M水道の給水は、高区給水区域には Upper Ruvu 系統の Kimara 配水池から、低区給水区域には Lower Ruvu 系統の University 配水池から行われているが、近年、高区給水区域は極端な給水不良に見舞われている。高区給水区域における多量水使用者は、国際空港、工場地帯、D S M大学であって、これらによって同地域の必要水量の50%以上使用される筈であるが、現在はほとんど給水されていない。一方高区給水地域の水需要量は約3,400 m<sup>3</sup>/日と推定されるが(参考-1 給水量予測参照)、Upper Ruvu 浄水場からは、ほとんど毎日4,500 m<sup>3</sup>/日を Kimara 配水池まで送水しており、仮りに漏水が25%あったとしても給水量は3,370 m<sup>3</sup>/日となって、水需要量のほぼ全量を給水していることになるが、上記の3カ所の多量使用者が給水を受けていないということを見ると、Upper Ruvu 浄水場からの水が高区給水区域にすべて供給されているとは考え難い。

従って、今回タンザニア国からの援助要請において「Lower Ruvu 系統から補給することによって高区給水区域の給水不良を解消する」とあるが、この方法のみで同地域の給水不良が解消するとは考えられない。なぜならば、D S M水道配水系統は高区給水区域と

低区給水区域とに分けられている筈であるが、竣工図によって制水弁の配置を調査した結果、高区給水区域に配水されるべきKimara配水池の水が低区給水区域に流出している可能性が高く、その結果、高区に於いて水圧の低下を起し、断水の発生になっているものと予想される。

従って、先ずKimara配水池から低区に向う水の流出を防ぐための制水装置を設置した上で他の有効な対策を行うことが必要である(参考-2 高区と低区の接続図参照)。

#### 6) 水 質

水質については、まず給水栓水の濁度が高いというのが在住日本人の一般的な意見であり、アンケート調査結果においても様に給水水質に対する項での濁りへの指摘が多い。これらの原因としては、市内の給水量の大半を受け持つRuvu川の原水濁度が年間を通じて高く、それを処理する浄水管理能力の低さや、凝集剤(硫酸バンド)、アルカリ助剤の不足、さらには沈殿池、濾過池等の機器の損傷等により、濁質が十分に処理されない状態で消費者に供給されているといったことが考えられる。

一方、水道システムにおいては一応、塩素注入は各浄水場での濾過処理後に行われている。しかしながら、各浄水場とも液体塩素注入設備は稼動しておらず、現在では、ドラム缶を縦方向にカットし、次亜塩素酸ソーダもしくは次亜塩素酸カルシウム(さらし粉)を用いてホースによる雑拙な方法による塩素注入が行われているが、注入量は定かでない。

因みに、ホテル及びJICA・DSM事務所での水道水の残留塩素測定結果からは残留塩素は検出できず、浄水場での注入塩素は消費者の水道蛇口に来るまでの間の施設内で消費され、結果として衛生的に安全な水が供給されていない状況にある。

参考までに、DSM市の水需要の約75%をカバーするUniversity配水池での採水の分析結果を付-2に示した。

#### (4) 水 源

DSM水道の水源は図3-3に示したように、Ruvu川及びMuzinga川の2つの水系に依存している。このうち前者はDSM水道の水量の大部分をカバーし、Upper Ruvu浄水場及びLower Ruvu浄水場は、このRuvu川本流に水源を求めている。それらの取水量は現在併せて約230,000  $m^3$ /日(2.66  $m^3$ /秒)であり、施設能力(18MGD+40MGD=58MGD)どおりの取水を行う場合は263,000  $m^3$ /日(3.05  $m^3$ /s)である。

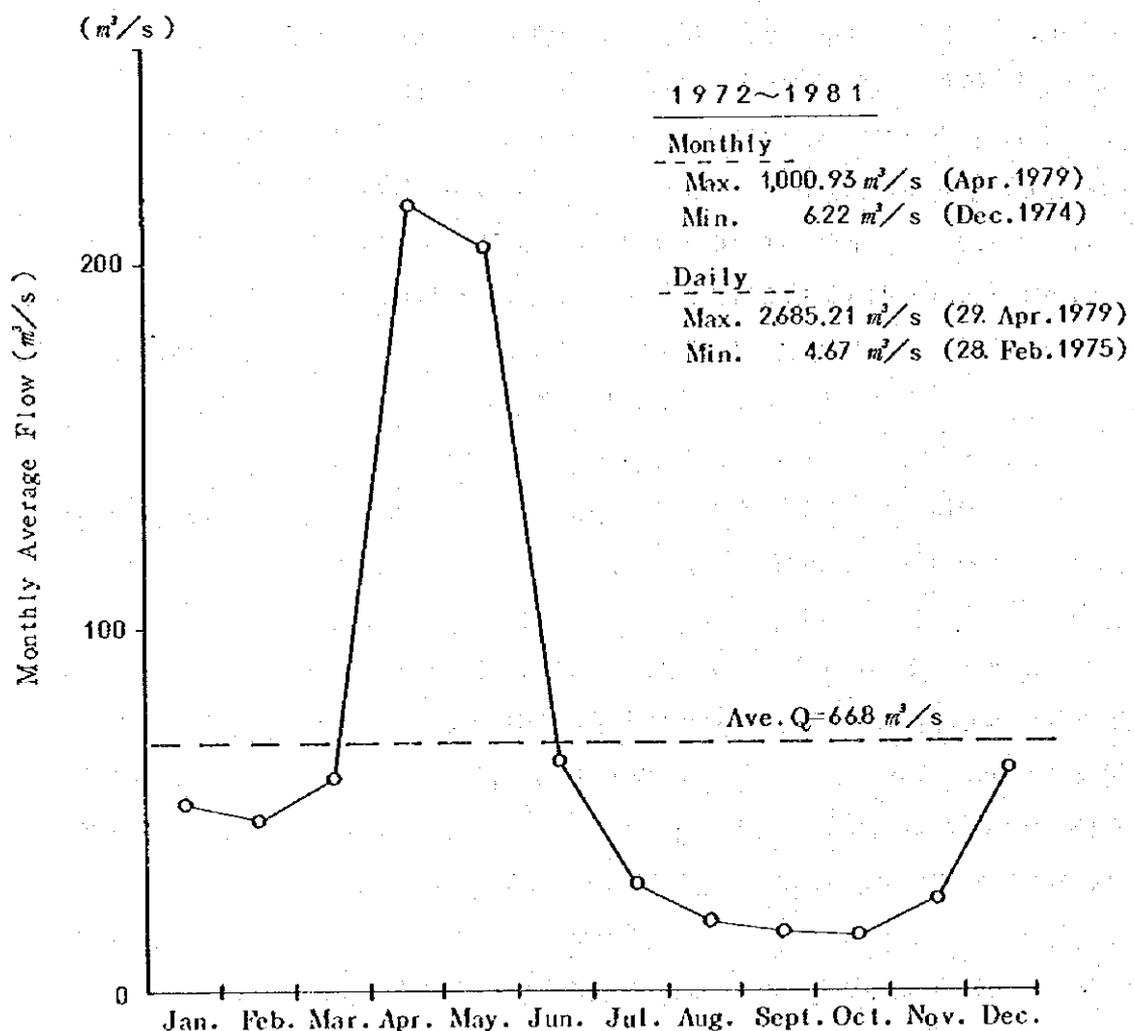
これら両浄水場の取水量に対して、Ruvu川(Catchment Area:15,190  $km^2$ )のUpper Ruvu取水地点での流量を1972~1981年の10年間データを基にみてみれば、図3-5に示す如くで、その間の平均流量は6.68  $m^3$ /s、渇水期(10月)の月平均流量15.4  $m^3$ /s、日最小流量4.67  $m^3$ /sという結果となっている。これらのうち、日最小流量と取水量との比較からも判断できる如く、渇水期のある期間においては、必ずしも安全な取水が保証されているとは言えず、DSM市の将来の水道計画においても、その水源を現状

以上にRuvu川に依存していることを考えれば、本川の上流においてダム建設等水利用計画にのっとった水量調整機能を備えることが今後必要である。

Ruvu川の水質については、Upper Ruvu 浄水場での測定データの各月15日の値を表3-4に示すが、原水々質及び硬度が年間を通じて高く、このうち原水濁度の高さが浄水管理上種々の問題を誘起している。また、日々の分析記録にはないが、高濁度時には鉄及びマンガンがかなり含有している。

また、参考までに本調査期間中にUpper Ruvu 浄水場で採水した原水々質の分析結果を付-2に示した。

図3-5 Ruvu川の月平均流量(1972~1981年)



一方、Mtoni 浄水場はMzinga川に水源を求め、本川及び支川の併せて3ヶ所の取水地点より、浄水場処理能力に応じた水量を確保しているが、渇水期には施設能力の1/3程度

の水量確保しか期待できないとのことである。本浄水場は規模としても小さく、その配水区域の配水管も Upper Ruvu 浄水場系及び Lower Ruvu 浄水場系の配水管と連絡されているため、例え、渇水期での取水量の減少があっても当水道に与える影響はそれ程ないものと判断される。

表3-4 Ruvu Riverの原水々質 (Upper Ruvuの浄水場)

月 日	水 温 (℃)	P H	アルカリ度 (ppm)	濁 度 (Unit)	硬 度 (ppm)
'82. 3. 15	27	7.5	51.3	600	300
4. 15	27	7.8	51.3	800	340
5. 15	27	7.8	51.3	340	340
6. 15	27	7.8	51.3	210	308
7. 15	28	7.8	68.4	270	307
8. 15	28	7.5	51.3	240	307
9. 15	27	7.8	51.3	180	307
10. 15	27	7.8	51.3	400	300
11. 15	27	7.8	51.3	409	300
12. 15	27	7.5	51.2	600	300
'83. 1. 15	28	7.2	51.2	500	300
2. 15	28	7.5	68.4	180	300
3. 15	28	7.5	51.3	750	200
6. 15	28	7.6	68.4	290	300

- (注) 1. アルカリ度は  $\text{CaCO}_3$  換算値  
 2. 濁度は Candle Unit.  
 3. 硬度は  $\text{CaCO}_3$  換算値

(5) 水道施設の現況

1) 取水及び浄水施設

a. Upper Ruvu 浄水場

Upper Ruvu 浄水場は D S M 市より西方に走る Morogoro 道路に沿って約 70 Km 離れた地点に位置し、付近を流れる Ruvu 川の表流水を水源としている。この浄水場は 1959 年に第 1 期工事が完了し、その後 1974 年まで数次の拡張工事を経て、現在の処理能力 18 MGD (82,000  $m^3$ /日) の規模を有するに至っているが、取水ポンプ、送水ポンプに故障が多く、現在 11 MGD (50,000  $m^3$ /日) 程度の運転状況である。

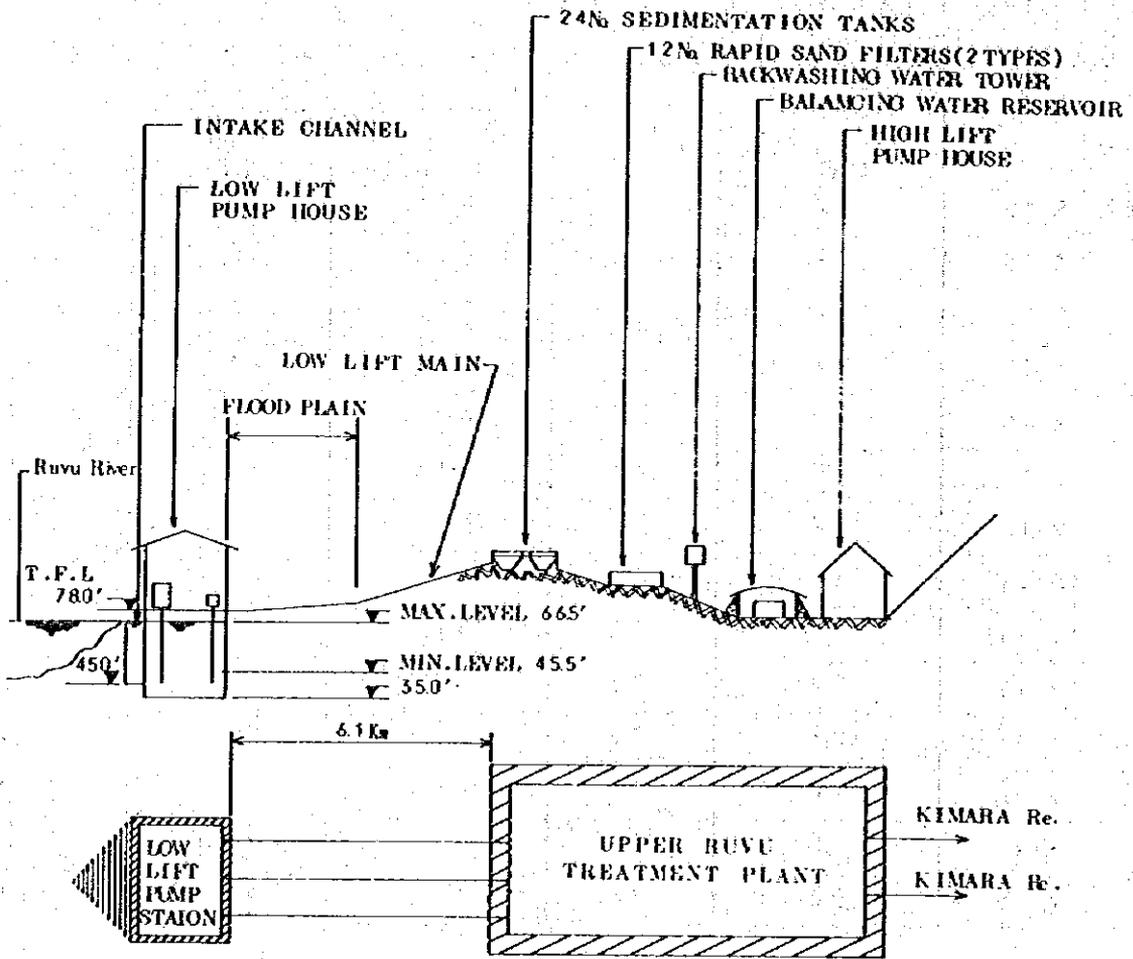
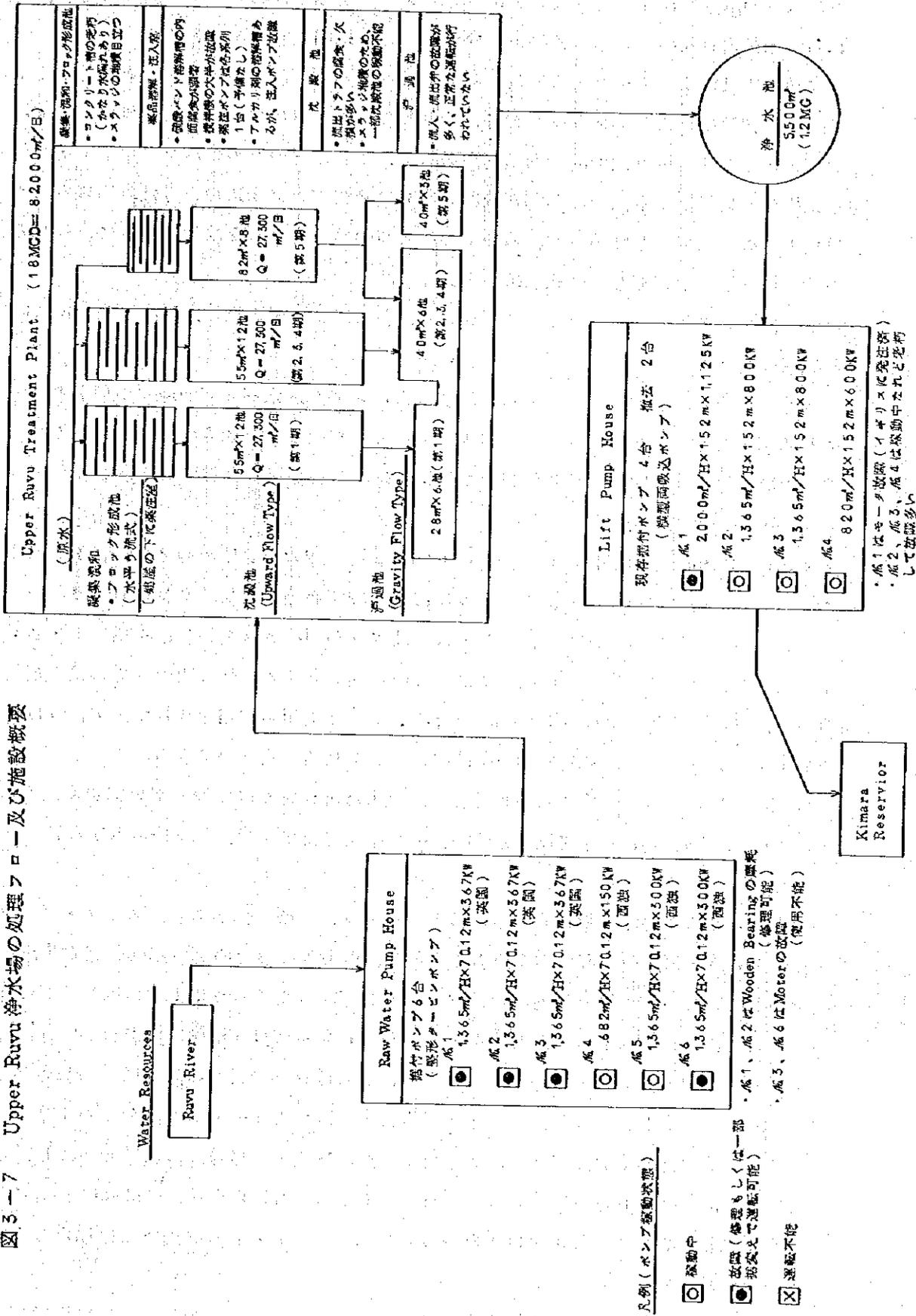


図3-6 UPPER RUVU浄水場の取水・浄水・送水のフロー

図 3-7 Upper Ruvu 浄水場の処理フロー及び施設概要



本浄水場の取水、浄水、送水といった一連のフローを示せば図3-6の如くであり、これらの施設内容及びそれらの概略運転状況については図3-7にまとめた。

本浄水場は図3-7をみても判明する如く、取水ポンプ、薬注ポンプ、薬品溶解ミキサー、沈澱池の越流トラフ及び汚泥弁、濾過池の流入・流出弁、塩素注入装置、送水ポンプといった機器装置類の故障や損傷が顕しく、水量確保のためのポンプ類や、その他浄水場機能を維持する上での必要な機器（例えば薬注ポンプ）については、修理もしくは購入等の手立てをしているが、他のものは故障→放置といった状態にあって、満足な取水、浄水、送水が期し難い状況にある。

また、コンクリート建造物の老朽も目立ち、各所において漏水し、外観上非常に古い浄水場に見える。

当浄水場の緊急課題は、水量確保の為に取水ポンプ、送水ポンプの増強が何より優先される事項であり、次いで濾過池の流入・流出弁の交換が必要視される。これらを含めて、本浄水場の機能回復には各種施設の改修並びに新設が順次必要であろう。

#### b. Lower Ruvu 浄水場

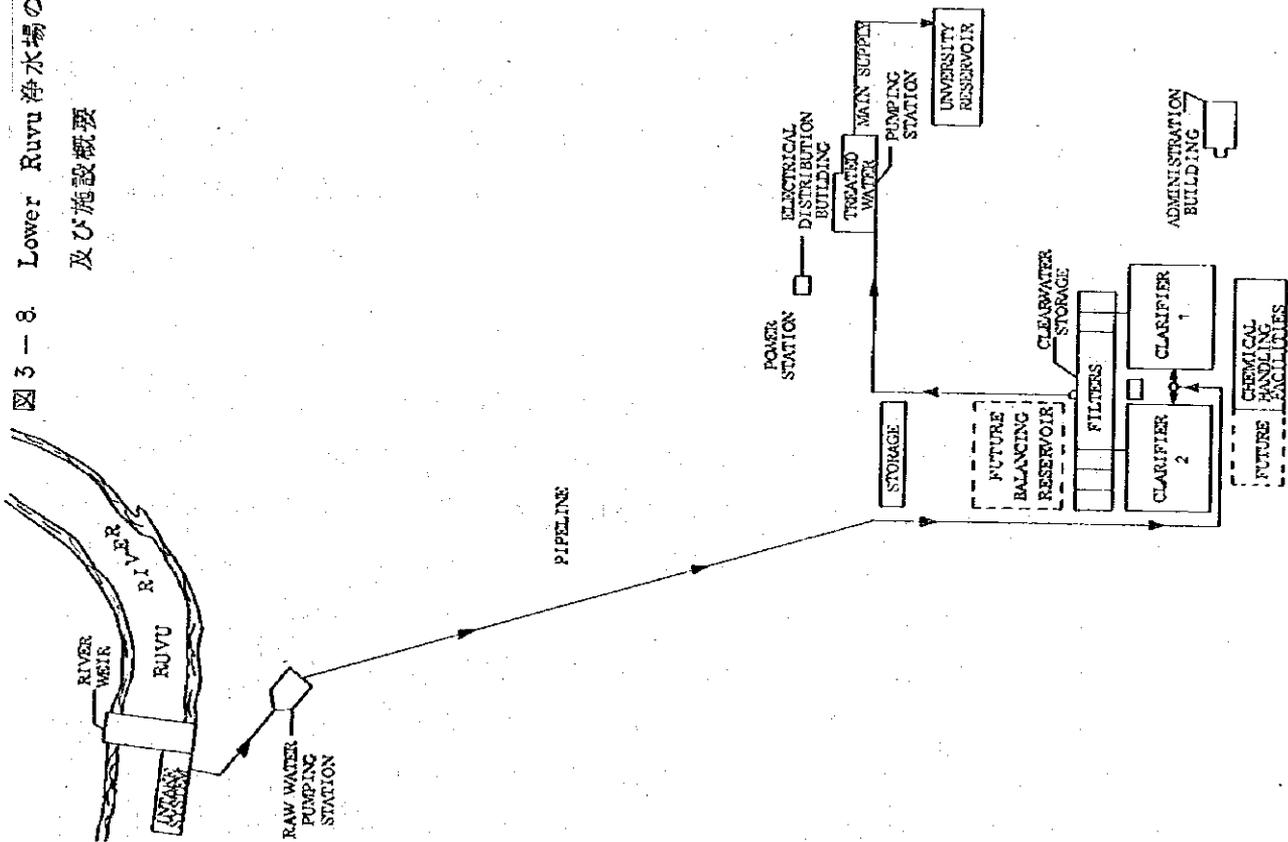
Lower Ruvu 浄水場は、Upper Ruvu 浄水場の取水点の下流約20 Km、DSM市の北西約60 Kmの地点にあり、1976年に第1期工事分として40MGD(182,000  $m^3$ /日)の規模の施設が竣工し、同年9月には送水が開始された。当浄水場は1989年に向けて、60MGD(270,000  $m^3$ /日)の規模を有する全体計画のうちの第1期工事分で、場内には20MGD(90,000  $m^3$ /日)の拡張用地が用意されていて、既設送水管(PVC管、 $\phi 54'' = \phi 1350^{mm}$ )は将来計画を見込んだものである。

取水地点には本格的な取水堰が設けられ、原水は導水路を経て取水ポンプ場に流入し、ポンプ・アップ後、薬注、急速攪拌を受け、接触型高速凝集沈澱、急速砂濾過工程にて浄水される。

現在のところこの浄水場は濾過池のストレーナーに一部損傷があり、スペア・パーツがないため運転休止中のものが1池あることと、中央管理室での集中制御装置が故障し用を為していないこと以外は施設に目立ったトラブルはなく、ますます稼働状況にある(ただし、急速濾過池の設計濾速が大きく(280  $m^3$ /日)継続時間が短い)。付-2に本浄水場の濾過水の水質を示す。なお、この浄水場の最大の難点は、主要道路(Morogoro道路)から分岐し浄水場へ通ずる約20 KmのAccess道路が全くの悪路であるため、水処理薬品(硫酸バンド、アルカリ助剤、塩素ポンベ等)の輸送に苦慮し、悪天候のときには輸送不能の場合もあるとのことである。特に塩素ポンベは輸送途上での事故を憂慮し、現在注入設備を備えながらも使用せず、さらし粉を用いた稚拙な方法で塩素消毒を行っている。

当浄水場の取水、浄水、送水に関するフロー及びそれらの施設内容、運転状況は図3

図 3-8 Lower Ruvu 浄水場の処理フロー  
及び施設概要



Lower Ruvu Treatment Plant (40MGD=182000m <sup>3</sup> /D)		運 転 状 況
<b>Raw Water Pump House</b> 取水ポンプ ( 型形解流ポンプ ) 960m <sup>3</sup> /H×2.4m×37.5KW×3台 ( 内 1 台予備 )	施設 概 要	1 基保守点検中
<b>Rapid Mixer</b> In-Line 脱機攪拌機 × 2 基		
<b>Clarifier</b> 接触型高速脱機沈殿池 鉄筋コンクリート造 □ 58.1m × H 5.5m × 2 池		
<b>Filter</b> 重力式急速砂ろ過 (Air/Water 逆洗) 鉄筋コンクリート造 6.0m × 6 池 ( 伊 逆 : 280m <sup>3</sup> /d )		下部集水装置 ( ストレナー ) の故障のため 1 池運転 休止、但し予備品なし
<b>Clear Well</b> 鉄筋コンクリート造 2,800m <sup>3</sup> × 1 池		
<b>Life Pump House</b> 送水ポンプ ( 型形両吸込ポンプ ) 5760m <sup>3</sup> /H × 1.8m × 14.25KW × 3 台 ( 内 1 台予備 )		
<b>Chemical Facilities</b> 硫酸バンド、アルカリ剤溶解槽、薬注ポンプ 塩素注入装置、薬品倉庫一式		搬入道路不良のため塩素ポンプへの搬送できない

8に示した。なお、この浄水場での現況の浄水生産量は38MGD(173,000 $m^3$ /日)で、ほぼ施設能力に近い状態で運転されている。

なお、当浄水場の職員数は127人で、1人のMechanical Engineer及び3人のElectric Technicianの下に3交替制をとっている。

#### c. Mtoni 浄水場

Mtoni 浄水場はDSM市内の南にあるMtoni 地区にあり、1949年より工事が始まり、1952年に完成、運転が開始された。

本浄水場は当水道の3浄水場中、歴史的には最も古い浄水場であるが処理能力が1.5MGD(6,800 $m^3$ /日)と小さく、3浄水場の1日当りの全供給量の3%程度の生産力しかない。

浄水場の取水、浄水、送水に係るフロー及びその施設内容は図3-9の通りである。また、場内での浄水工程及びそれを構成する薬品混和池、フロック形成池、沈澱池、急速濾過池の形式、形状はUpper Ruvu 浄水場のものと全く同様である。

施設の現況は、建設後30年経過していることもあって、各施設の構造物、機器類の老朽化が目立ち、特に取水、送水ポンプはそれぞれ運転可能台数は各1基といった状況にあって、それらのいずれが停止してもMtoni 浄水場の機能は麻痺することとなる。

本浄水場は規模の小さいこともあって、薬品溶解室や濾過池の弁室等は比較的清浄に保たれ、機器類もUpper Ruvu 浄水場のものより古いにもかかわらず、正常に作動しているものが多く、維持管理に対する姿勢が3浄水場中最も優れている。また、処理水も原水濁度がRuvu川のそれと比較してかなり低いこともあり、清澄度が高い。

しかしながら、本浄水場は規模的にあまりに小さく、今後、施設を増強し、機能を維持する意義は少ない。

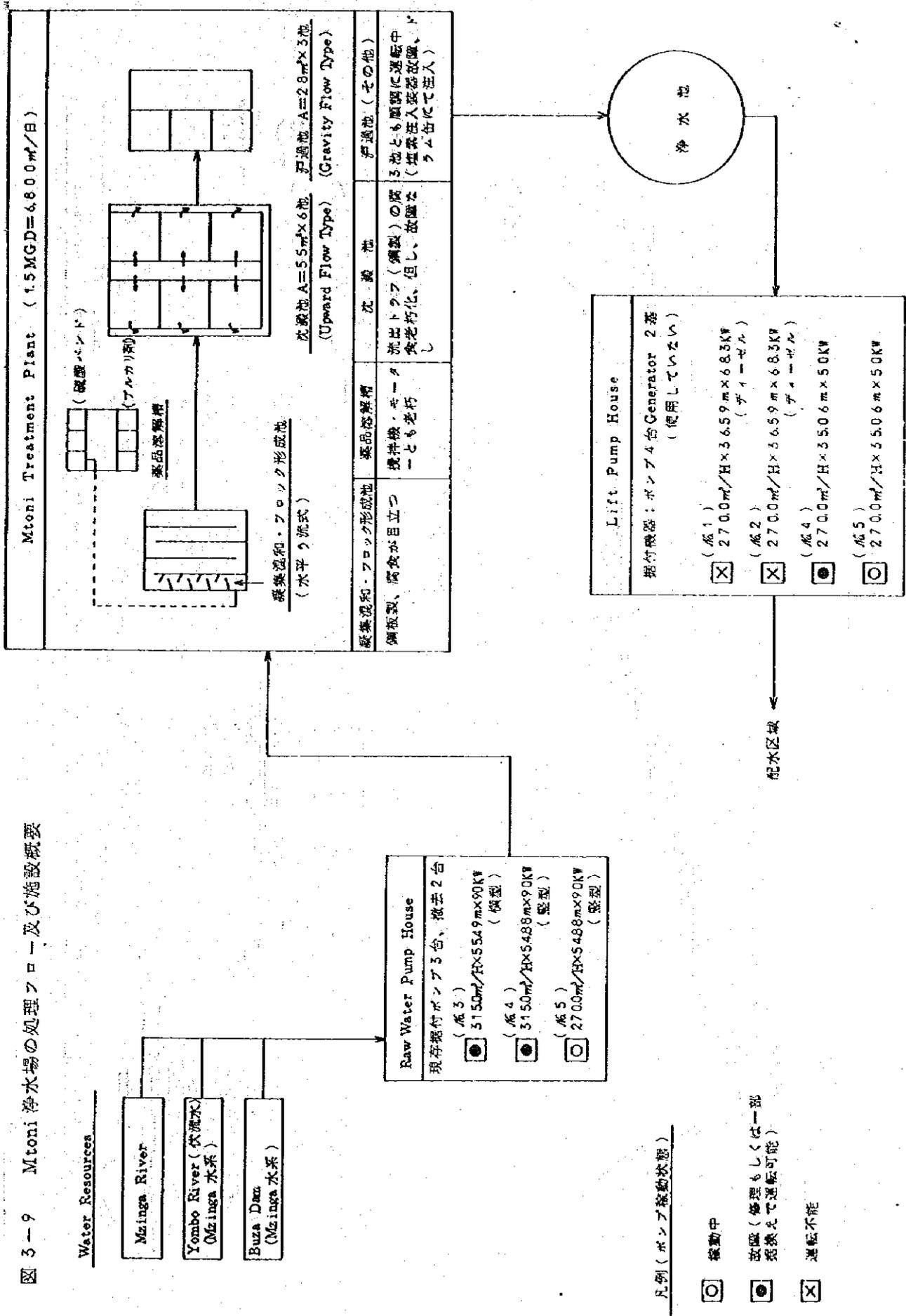
### 2) 送水施設

#### a. Upper Ruvu 系統

Upper Ruvu 浄水場からKimara 配水池まで、約5.1Kmの間に $\phi 30''$ ( $\phi 750$ mm)~ $\phi 20''\frac{1}{2}$ ( $\phi 500$ mm)及び $\phi 24''\frac{1}{2}$ ( $\phi 600$ mm)~ $\phi 21''\frac{1}{2}$ ( $\phi 550$ mm)の2条のアスファルト塗装鋼管が布設されている(西独施工)。この送水管路の通水能力を送水ポンプの揚程から検討すると、この系統の計画給水量82,000 $m^3$ /日を送水することはできない。表3-3のDSM水道の歴史のRemarkにあるとおり、Upper Ruvu 浄水場の第5期分(27,300 $m^3$ /日)は、Lower Ruvu 浄水場の建設が遅れたために拡張されたものであり、その際、送水管路の増強が行われていないのではないかと推定される(この点はDSM水道公社の関係者からは確答は得られなかった)。

施設的には、浄水場附近の水圧の最も高くなる地点において漏水があって補修することはあるが、送水管の不良による断水はほとんど無い(図3-10参照)。

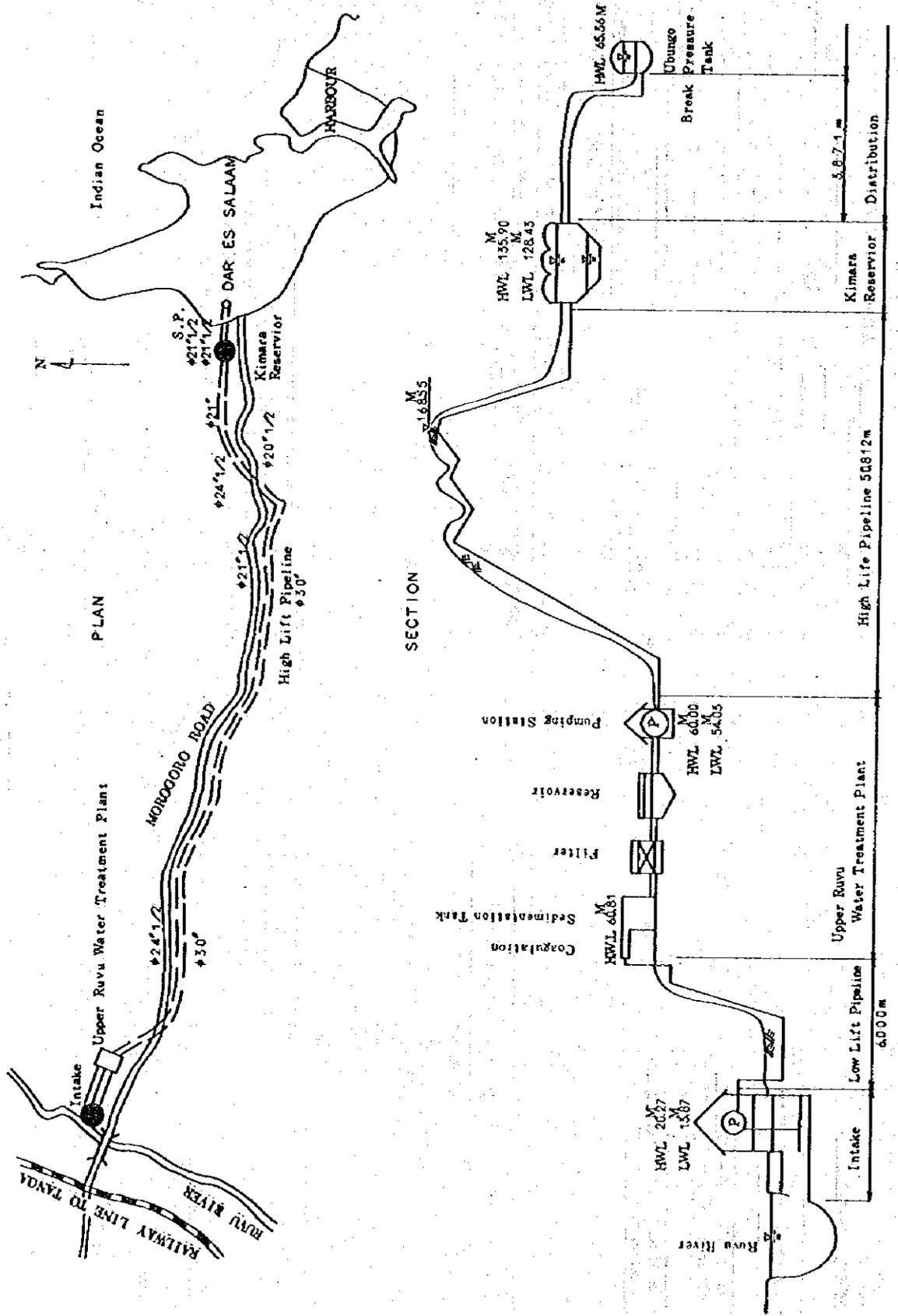
図 3-9 Mtoni 浄水場の処理フロー及び施設概要

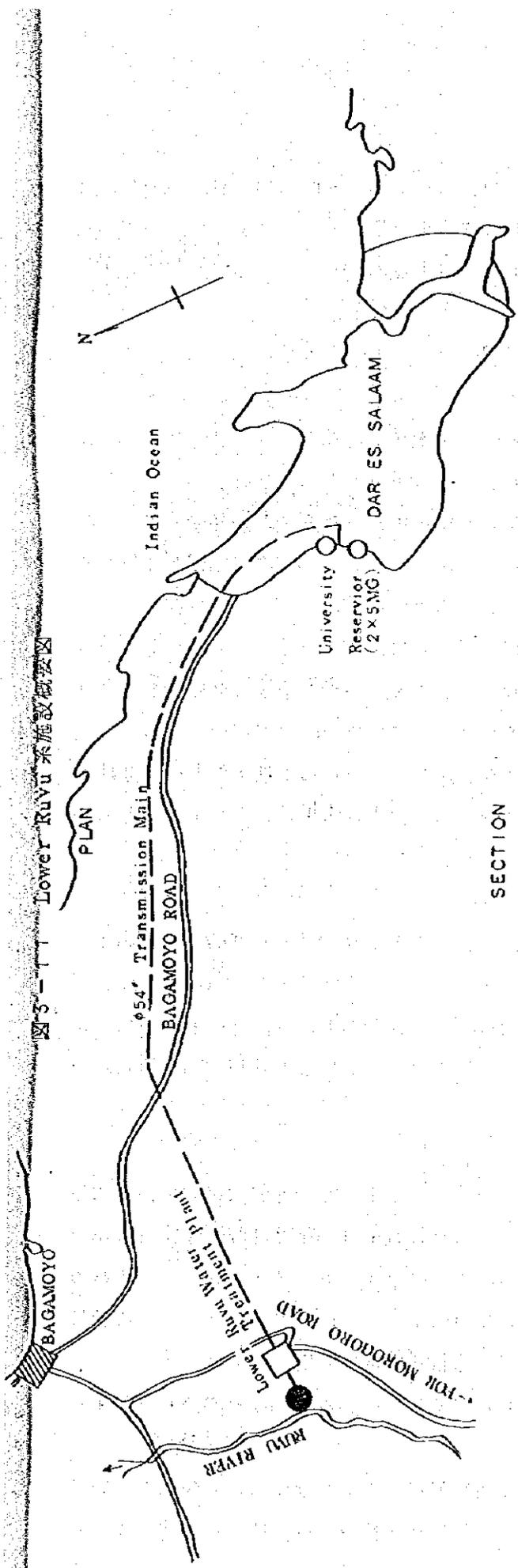


凡例 (ポンプ稼働状態)

- 稼働中
- 故障 (修理もしくは一部交換えて運転可能)
- × 運転不能

圖 3 - 10 Upper Ruvu 系統施設概要圖





SECTION

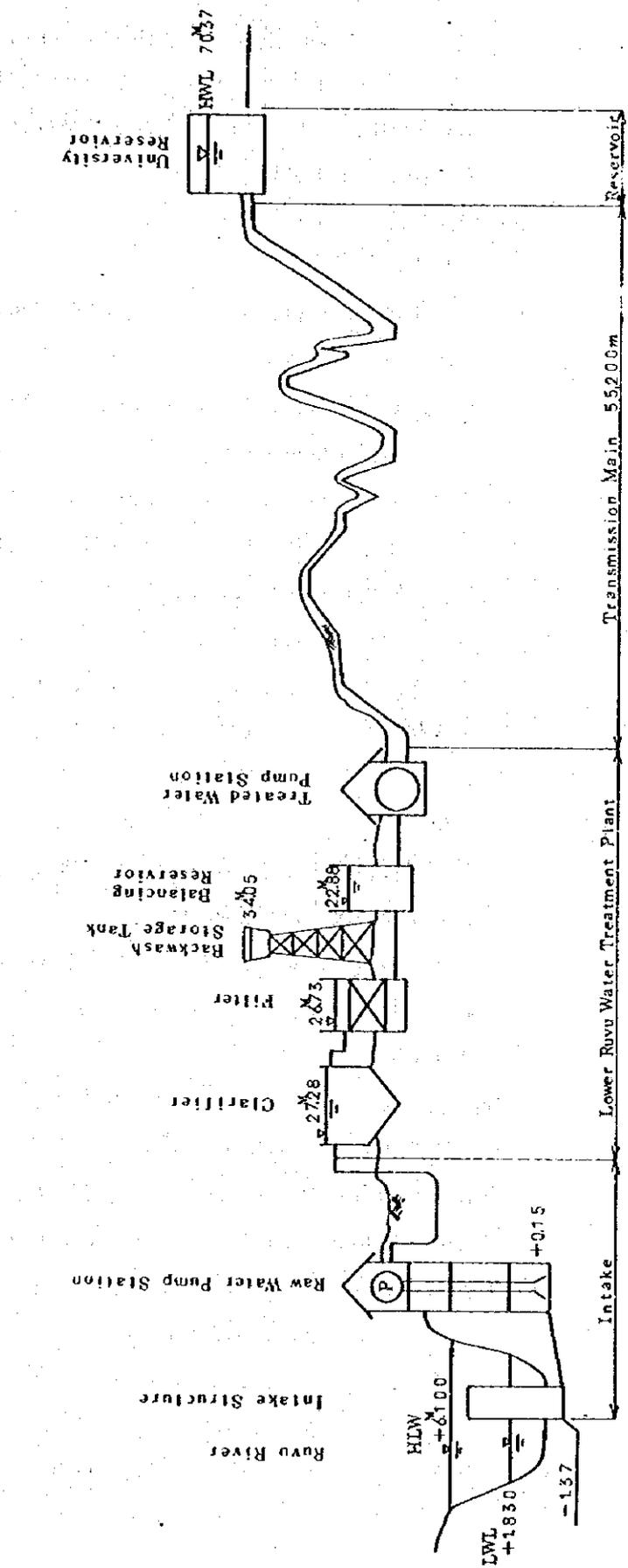


图 3-1-1 下鲁夫水施设计概图

## b. Lower Ruvu 系統

Lower Ruvu 浄水場から University 配水池まで約 5.5 Km の間に  $\phi 54''$  ( $\phi 1,350$  mm) のプレストレスト・コンクリート管が布設されている (カナダ施工)。この管路は Lower Ruvu 浄水場の拡張分 20 MGD ( $90,000 m^3$ /日) を見込んで計画されている (図 3-11 参照)。

## 3) 配水施設

### a. 配水池

高区給水区域は、DSM 市西端に位置する標高 130 m の丘陵地帯にある Kimara 配水池の貯水合計  $33,800 m^3$  ( $7,880 m^3$  が 2 基と  $18,000 m^3$  が 1 基) を有する 3 基の配水池に貯留されることとなっているが、そのうち  $7,880 m^3$  の 1 基は、底版沈下による漏水のため現在使用不可能な状況である。よって有効貯水量は  $25,900 m^3$  となり、現在の 1 日最大送水量  $50,000 m^3$  に対し 12 時間分が貯水可能である。

低区給水区域においては、DSM 市西北に位置する標高 70 m の丘陵地帯のダレサラム大学に隣接した University 配水池に貯水合計  $45,400 m^3$  を有する 2 基の配水池を持ち、現在の 1 日最大送水量  $170,000 m^3$  に対し約 7 時間分の貯水が可能である。

低区、高区における配水池容量は、現在日本の基準で定められる最小の 6 時間分は確保されており、当面これらの施設で使用量の時間的変化に対応することができると思われる。

### b. 配水管

高区は、 $\phi 750$  mm の幹線で始まり、低区は、 $\phi 1,350$  mm の幹線で始まっている。 $\phi 250$  mm 以上の配水本管は約 140 Km に及び、これらの管種はプレストレスト・コンクリートパイプ、鋼管、鋳鉄管、塩ビ管 (最大  $\phi 200$  mm) からなり、管径と管種に一定の基準をもたず、建設時点の材料調達、経済性等の建設状況により管種が選定され布設されている。

### c. 連絡管

1976 年 Lower Ruvu 浄水場の稼働に合せた配水管の布設と相前後して、給水量に余裕のある低区から高区へ配水すべく、低区の University 配水池と高区の Ubungo 減圧槽間約 5 Km に西独により  $\phi 700$  mm のアスファルトコーティング鋼管の連絡管が布設されたが、漏水が頻繁に発生し補修の連続に至るに及び 1981 年以來この管は使用されていないため、低区から高区への補給水は現在皆無となっている。

なお、本調査団は、この漏水原因を確かめるべく各種の調査、試験を実施した結果から次の様に判断される。

アスファルトコーティング鋼管を DSM 水道公社は、1950 年代から使用しているが漏水が頻発しているのは、西独により施工された当連絡管及び同時に施工された、 $\phi$

1,350mmアスファルトコーティング鋼管だけであることから、この地域の特殊性によるものと考え、電蝕、周辺土壌の酸による腐蝕等を調査したが、漏水原因となるような結果は得られず、逆に当管と3m離れて平行にカナダにより施工された被覆鋼管が何ら漏水履歴が無いことを考えてみると、例えUpper Ruvu 浄水場処理水のPHの低さが鉄の腐蝕速度を助長する傾向にあったにしても、水質による決定的理由は認められず、材質の不良もしくは施工上の不良によるものと判断せざるを得ない(付-3に土壤試験結果を示す)。

## (6) 維持管理状況

### 1) 取水・浄水施設

DSM水道の現存の3浄水場の取水・浄水の施設管理及び浄水管理状況については、大略次の様なことが言える。

#### a. 施設管理

##### ① 保守点検

施設を構成するコンクリート槽、機械、その他諸設備に対する定期的な保守点検は行われておらず、故障もしくは損傷が生じた時点で点検し、修理できない場合はそのまま放置するといった管理状況である。ただし、取水ポンプや送水ポンプといった水量確保上、不可欠な機器に対しては修復への努力がなされ、修理の不可能なものは新しく据え換えを行い(この場合すべて輸入)、何とか最小限の水量の確保に腐心しているが、資金難のためStand-byにまで手が届かない。

Upper Ruvu 浄水場、Mtoni 浄水場は、まさにそのような運転状況下に置かれ、薬注ポンプも含めて現在の処理量を維持するためのStand-byがなく、現在稼働中のポンプに支障が起れば、直ちに現況の浄水量に影響が出る状況下にある。

##### ② Spare Parts の不足

施設の保守点検に対する意識の欠如、技術者の不足もさることながら、保守点検に必要な資材や各機器の故障を修理するためのSpare Parts が極度に不足している。

これらは、自国生産品がなく、すべて外国産品に依存するといった開発途上国に共通する問題が内在しており、この点と管理レベルとはあながち無関係ではないようである。

Lower Ruvu 浄水場を調査したとき、現場技術者は特にこの点を指摘し、Spare Parts さえあれば施設の維持管理は、自らの力で十分に可能であることを強調していた。

##### ③ 技術者の不足

浄水場の機能の維持、機械の修理等に明るい技術者は不足している。技術者を育成する大学及び専門学校が非常に少ない。

b. 浄水管理

① 薬品注入状況

DSM水道の各浄水場においては、凝集剤としては固体硫酸バンドが使用されているが、これも全量輸入もしくは他国からの援助品であり、時として不足する。現場では固体バンドを10%濃度に溶解し、薬注ポンプにて注入している。

市内への給水の大半を賄う、Upper Ruvu, Lower Ruvu 両浄水場の水源であるRuvu川の原水は、濁度が年間を通じて非常に高く(平均濁度300~400度)、アルカリ度も高い(70~90 ppm as CaCO<sub>3</sub>)のが特徴である。

従って、硫酸バンドの注入制御が難しいものと想定される。調査期間中の両浄水場の硫酸バンド注入率は、原水濁度100~200度、アルカリ度70~80 ppm、PH7.6~7.8の原水に対して、40 ppm であるとのことであったが、この注入量はいささか低いものと判断される。浄水場のこの点に係る技術者は、凝集コントロールに関する知識は持っているが、実際には原水濁度が高くなっても、それに即応した凝集剤注入量の増量やそれによるPH低下を防ぐためのアルカリ剤の添加は為されていないようである。これらも薬品の絶対量の不足が一因となっているように思える。

試みに、6月15日Upper Ruvu 浄水場での調査団が行ったJar Test結果を表3-5に示した。Jar Testの結果から固体バンド換算で70 ppm 程度が最適であるという結果を得ている。また、参考までに実施したPAC(ポリ塩化アルミニウム)でのJar Testの結果は、Ruvu River の原水には非常に効果的であるという知見を得た。

表3-5 Jar Test 結果 (Upper Ruvu T/P)

Jar tester	: 4 連式 (内1基使用不能)
容 器	: 500 cc ビーカー
操 作	: Rapid (120 rpm)..... 3分
	Slow (40 rpm)..... 10分
	Settling ..... 10分
Sample	: 500 cc ビーカーの上澄水約200 cc 使用



また、50～60 Kmの送水管を経て市内に水を供給するUpper Ruvu及びLower Ruvu浄水場での塩素の注入は、その目的からして能率的でない。

(Lower Ruvu系の給水区域での残留塩素の測定結果から、残留塩素は検出できなかった。)

#### ④ 濾過池の洗浄

各浄水場とも濾過池の洗浄方式は「空気洗浄」+「水洗浄」で、その洗浄は時間を定めて行われていて、施設機能の正常時で48時間に1回を目途に行っているとのことである。

このうち、Upper Ruvu浄水場は、流入弁、流出弁の故障が多く、運転可能な濾過池の流量負荷が大きいため、稼働中の濾過池の濾層閉塞が早く、洗浄間隔が8時間から1回といった短いインターバルで行われている実状にある。また、洗浄時間は空気洗浄及び水洗浄とも5分程度であり、濾過池内に捕捉された濁質が十分に洗浄除去されているとは言えない。

このように、Upper Ruvu浄水場における濾過池の維持管理状況は満足なものとは言えず、濁質のリークも見受けられることから、機器の交換等を含めた機能回復を図らなければ、清澄な処理水の確保が困難な事態が早晚訪れることが予想される。

#### ⑤ 沈殿池の排泥

Ruvu川系の浄水場は、高濁度原水を処理する関係上、場内での発生スラッジは多量であり、スラッジの堆積を防ぐための制御が非常に大切である。しかしながら、Upper Ruvu浄水場は沈殿池のみならず、凝集混和、フロック形成の役目を果たす水路も含めて、各施設ともスラッジの堆積が目立ちそれぞれの施設機能を損っているのみならず、一部の沈殿池はスラッジの堆積のため使用不能となっている。

これらの維持管理は、定期的なスラッジ引抜バルブの開閉のみで可能であり、この点は明らかに浄水技術の未熟さに帰着すると判断される。

### 2) 送・配水施設

#### a. 送水

送水については、一部の水漏れを除いて送水上問題となるようなトラブルは発生していない。従って定期的な土砂吐き作業と漏水点検作業が維持管理作業として実施されている。

#### b. 配水

DSM水道の配水管は老朽化により各所で漏水を頻繁している。補修材料、補修工具の調達がままならない状況のため、これらの漏水は長期間放置され、ロス率の増加に伴う水圧低下をもたらしている。

一方、本来、土砂吐き作業や水量コントロール作業をすべき立場にある水道公社職員

は、漏水対策に追われているため、配水管に泥を貯め、ひいては小径管の閉塞をもたらすこととなり、断水後に濁水を給水することとなっている。

また、地域的水不足に対してはバルブ操作により流量調整すべきところであるが、配水本管にほとんどバルブは設置されておらず、管径と使用量にまかせたたれ流し状況となっている。また、これら数少ないバルブもほとんどがパタフライバルブである。

慢性的な水不足に対処するため資金に余裕のある工場、住宅等は数日分に相当する大容量の受水槽を設置し、常時水を受けている。

その結果、かつて夜間は水圧上昇によって給水を受けることができる地域も次第にその範囲をせばめつつある。

すなわち全体に均等な水が配分されるのではなく、一部には多く一部にはほとんどないという給水状況によって給水不良は発生している。

すなわち維持管理条件を改善したにしても、現状施設のままで給水不良を解決できない状況である。

## (7) 財政状況

### 1) 概況

DSM水道公社の財政は、水道料金により運営されて居り、実収入に合せた支出を行っているので、ここ数年間収支バランスは均衡している。

昨年度 (July '81 ~ June '82) の料金収支は、約 67,000 千 Shs. であった。この料金収支は組織運営費と運転経費に充てられ、予定した新プロジェクトに対する財源を確保できなかった事を始め、維持管理上、最低必要と思われる材料購入費さえ賄えなかった逼迫した財政状況下にあった。この状況は、ここ数年、何ら変わっていない。

### 2) 料金

料金は、タンザニア政府による統制価格になっていて、現在 1,000 ガロン当り 13.5 Shs. (約 60 円/m<sup>3</sup>) となっている。現在、水道料金を徴収できる約 46,000 個所の住宅への給水管接続 (house connection) がされており、そのうち水道メーターが設置されているのは、全体の約 10% に当る 4,500 個所である。しかも、そのほとんどのメーターは破損しており、使用量に合せた料金徴収を出来ない状況にある。極く一部の工場、公共施設において水道メーターが作動しており、使用量に応じた料金徴収がわずかに行われているだけである。

現在、やむなく給水管が接続した住宅については、均一に毎月 45 Shs. (約 900 円 15.0 m<sup>3</sup> に相当する料金) を徴収し、工場、公共施設等の大口需要者に対しては、水道メーターがついていた数年前の使用量が変らないものとして料金を徴収している。従って工場の拡張とか人口の増大とかに伴う料金徴収の増加を見込めない状況にある。

なお、現在、有収水量は送水量のわずか 28% であるが、仮りに 40% のロスを見込ん

でも送水量の60%は、料金収支が得られるべきものとDSM水道公社では考えている。

タンザニア政府による政策と統制価格のために、当分、水道料金の値上げを見込めない。DSM水道公社が安全にして豊富な水を供給する使命を果たすために逼迫財政状況を改善するには、この有収水量の比率を増大させる事が唯一、同公社独自で出来る方法と思われる。

具体的には、給水区域内にある比較的使用水量の多い工場、公共施設等に水道メーターを設置し使用料に見合った料金を徴収することと、公共的サービスなるが故に料金収入を見込めない共用水栓を各戸接続にして、一戸当たり45 Shs./月を徴収することである。

しかしながら、水道メーター購入費用、各戸接続の工事費用の確保の見通しがたえない状況のため、スペアパーツ切れによる大断水を恐れつつ、なんとか送水量だけを確保しているというのが現状である。

タンザニア国は、国連が促進している「国際水道と衛生の10ヶ年計画」に合せ、地方都市における水道普及率を向上させるため、本年7月1日より全国都市水道公社(NUWA)を発足させたが、この組織の発足費用として世銀は200万米ドルの融資を6月24日合意した。その中に500個の水道メーターの購入を認めているものの、これは全国に対してであり、当DSM水道公社の料金収入の増加に直接結びつくものではない。

この世銀調査団と本調査団は、調査時期、タンザニア国担当省が同一であったため、2度にわたり意見交換をした。世銀による今後2年間の融資金額200万ドルは、主にNUWAの発足費用であるため、世銀担当者は日本を含めた諸外国からのプロジェクトに関する協力を希望しており、特にダレスラーム市の水道施設改善に関する日本国による協力実現を期待するとの発言があった。また、NUWAの担当者は出来ることなら日本国によってメーター設置のための経済技術協力が実現することを希望していた。

## (8) 将来計画

### 1) DSM水道のマスタープラン

DSM水道に対する将来計画については、1979年にCanadaのコンサルタント会社であるMarshall Macklin Monaghan社の手によって計画されたマスタープランがある。

このマスタープランは土地・住宅・都市開発省(Ministry of Lands, Housing and Urban Development)の管轄下で作成されたもので、1999年(20年計画)を目標年次として、土地利用、交通網整備、環境衛生施設整備等DSM市の都市計画に関するものであり“Dar es Salaam Master Plan”と称せられている。水道計画はそれらの一環として計画されているもので、その骨子は以下に示すとおりである。

#### a. 計画人口

1999年に到るまでの都市区域内の計画人口は、下記の如く設定されている(1978年のCensusにより過去の伸び率85%を使用)。

1984年.....1,284,000人  
 1989年.....1,931,000人  
 1999年.....4,365,000人

b. 水需要量

DSM水道の将来水需要量については、居住者、工業用水、公共機関等への給水を考慮して、それぞれについて表3-6に示す水使用量の原単位を定め、それらに10%の余裕を見込んで需要量を予測している。図3-12は推定されたDSM市の将来水需要量であり、これらから各年次の概略水需要量は次の通り読みとれる(表3-7)。

表3-6 PROJECTED WATER CONSUMPTION RATES

Year	Residential House Connections	Residential Standpipes	Industrial	Institutional
1979	185 1pcd	94 1pcd	50,000 1phd	9,000 1phd
1984	205 1pcd	100 1pcd	50,000 1phd	13,000 1phd
1989	225 1pcd	107 1pcd	50,000 1phd	17,000 1phd
1999	270 1pcd	120 1pcd	50,000 1phd	25,000 1phd

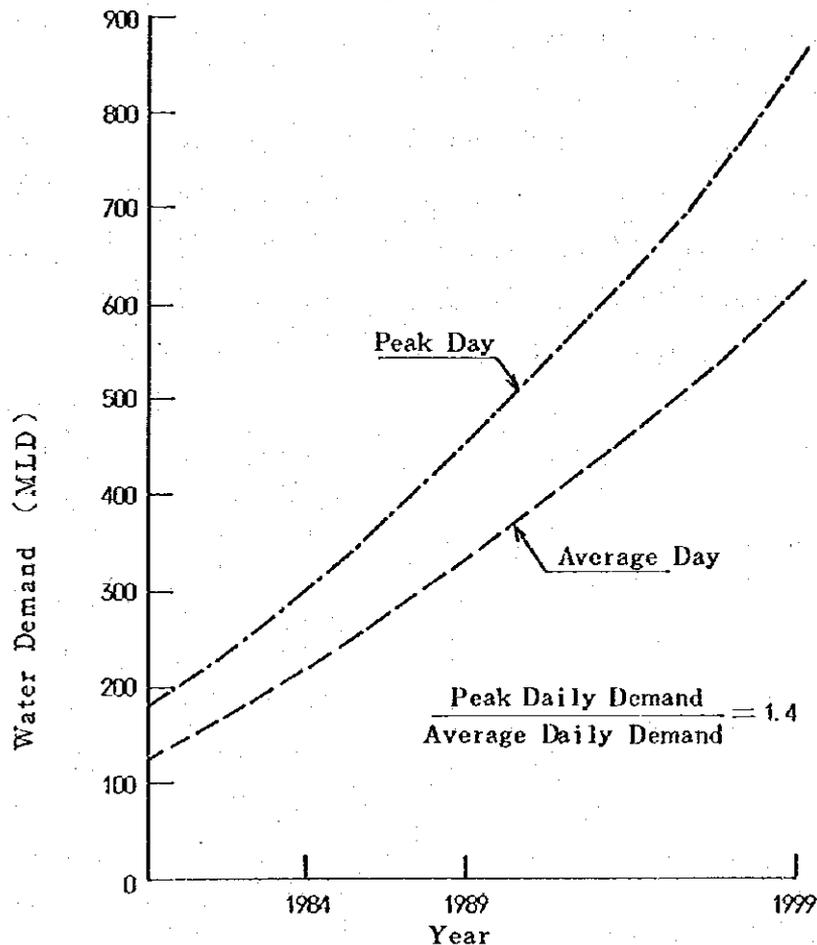


図3-12. DSM水道の将来水需要量

表3-7 年次別水需要量

年 次	日平均需要量 ( $m^3$ /日)	日最大需要量 ( $m^3$ /日)
1984	210,000	295,000
1989	330,000	460,000
1999	630,000	880,000

c. 将来水源

DSM水道の将来計画においては、その水源を現況と同じくRuvu川の表流水に求めている。しかしながら、Ruvu川の渇水流量から考えて、1989年には水需要量に対応する確実な取水量の確保が保証できなくなるため、それ以降の水需要量の増加に備えてRuvu川上流に水量調整用のダムの建設を提案している。

d. 施設拡張計画及びコスト

水需要の伸びに対応する水道施設の拡張計画は、以下の如く3段階にフェーズ分けし計画されている。

- 1) Five Year Programme to Year 1984.
- 2) Ten Year Programme to Year 1989.
- 3) Total Programme to Year 1999.

これらの構想に基づき、計画されたもののうち、浄水場の拡張計画を示せば図3-13の如くであり、各フェーズにおける施設整備項目及びそれらの概算コストを示せば表3-8～表3-10の通りであり、目標年次(1999年)に対する全体施設整備額は、2,477,260千Shs. (約495億円)となっている。

なお、これらの施設整備費の中には水源開発費は含まれていない。

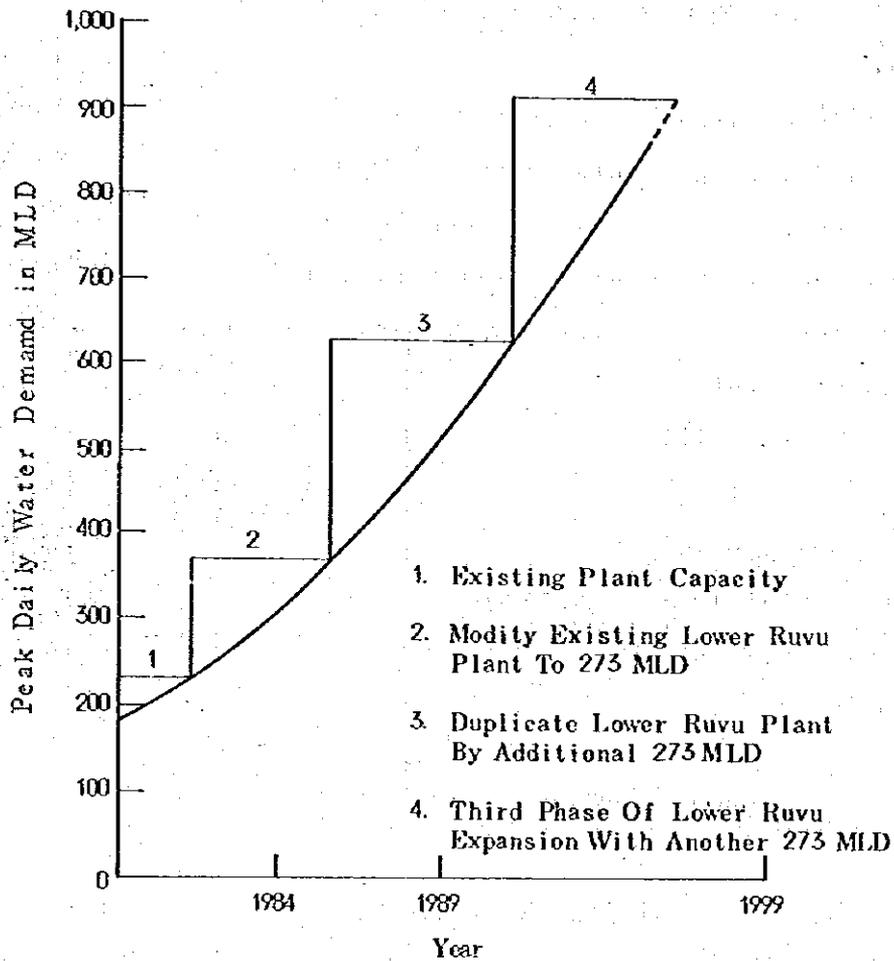


图 3 - 13. 浄水場拡張計画

表 3 - 8 FIVE YEAR DEVELOPMENT PROGRAMME COSTS

Item	Cost
Valves to create pressure zone #2	40,000
Upgrade distribution system	32,990,000
New mains for Mbezi	24,930,000
Water supply for Tabata East	11,870,000
New mains for Mbagalla	39,170,000
Water supply for Mikocheni	3,470,000
Modify Lower Ruvu Plant	15,000,000
University Reservoir	23,000,000
Kigamboni Trunk	4,600,000
Local Servicing	5,643,000
<b>TOTAL</b>	<b>211,500,000</b>

表3 - 9 TEN YEAR DEVELOPMENT COSTS

<u>Item</u>	<u>Cost</u>
Modify existing Treatment Plant	15,000,000
Expand treatment plants by 273 MLD	464,100,000
Transmission main to downtown Dar es Salaam	330,000,000
Upgrade existing distribution system	32,990,000
Further expand University Booster Station	10,000,000
New Reservoirs:	
University(1)	23,000,000
Mdagalla(2)	18,750,000
Kigamboni(1)	20,000,000
Trunk distribution system	215,830,000
Local servicing	133,120,000
<b>TOTAL</b>	<b>1,352,790,000</b>

表3 - 10 CAPITAL COSTS - 1999

<u>Item</u>	<u>Cost</u>
Expand treatment plants by 614 MLD	1,058,800,000
Transmission main to Dar es Salaam	330,000,000
Upgrade existing distribution system	32,990,000
University Booster Station	55,200,000
New Reservoirs:	
University(2)	43,000,000
Pugu(1)	54,000,000
Kigamboni(2)	45,000,000
Mbagalla(2)	18,750,000
Trunk Distribution System	462,670,000
Local Servicing	37,685,000
<b>TOTAL</b>	<b>2,477,260,000</b>

2) D S M水道公社の水需要予測

前述したマスタープランに対して、D S M水道公社はマスター・プランの見直しを兼ねて、以下に示すような水需要予測を行っている。これらの予測結果は人口、水需要量ともに大幅にマスター・プランを下回るものであるが、D S M水道公社では、これらの予測結

果を用いた水道の将来計画を策定している形跡はない。

a. 人口予測

DSM市の将来人口は、タンザニア国の統計事務局 (Bureau of statistics) の情報をもとに表3-11の如く予測している。

表3-11 DSM市の将来人口

Year	Population
1948	48,000
1958	141,570
1968	293,772
1978	843,090
1984	1,284,000
1988	1,382,668
1998	2,267,576
2008	3,718,824

Master Plan

* 1984	-	1,284,000
* 1989	-	1,931,000
* 1999	-	4,365,000

b. 水需要予測

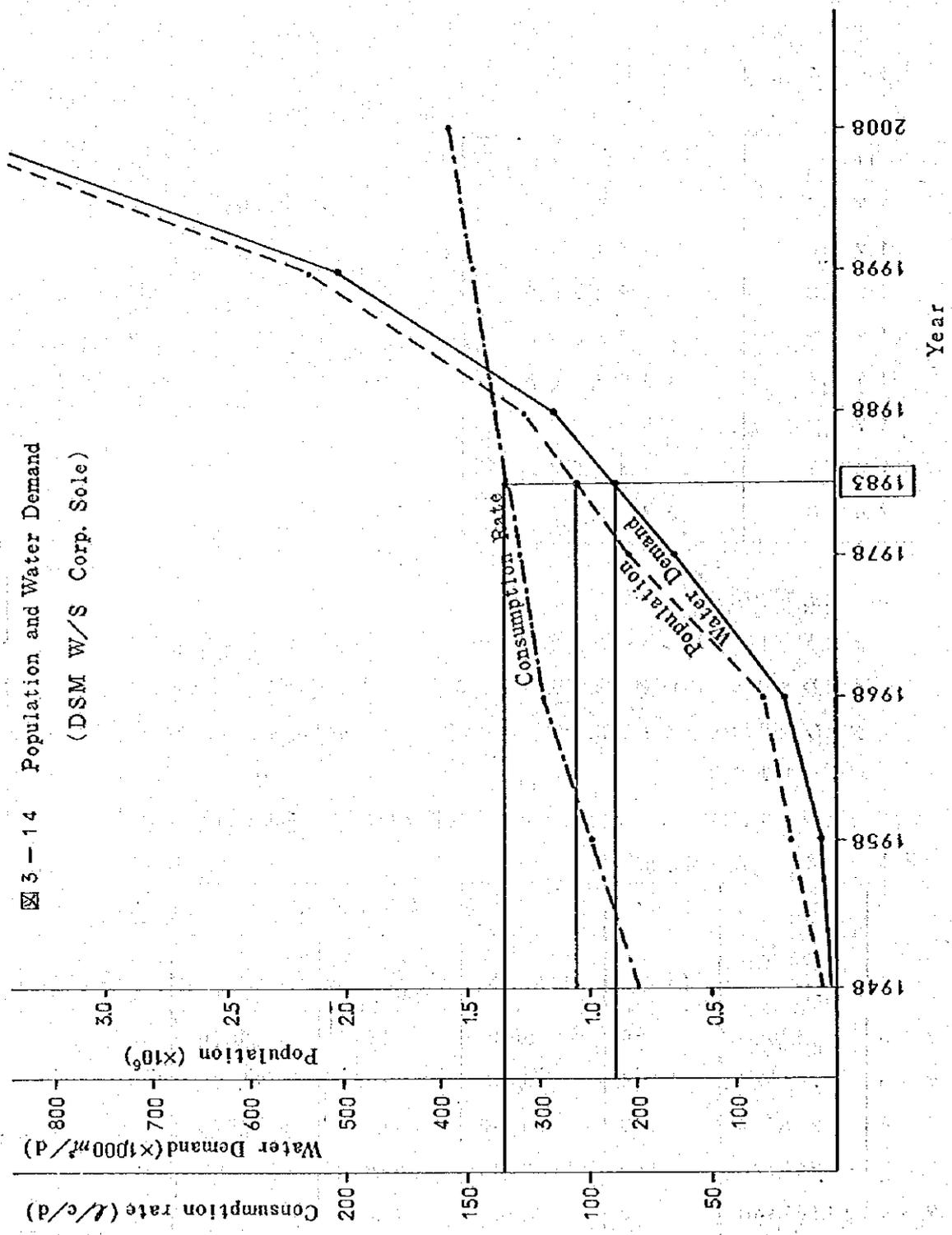
表3-11の推定人口と、各年次の1人1日当りの水需要量を設定し、それらに基づいたDSM水道の将来の水需要量を表3-12の如く推定している。このうち、工業用水及び公共機関に要する水量は、生活用水の50%と定め、全体需要量を求めている (図3-14参照)

なお、調査団が行った給水量予測 (試算) を参考-1に挙げておく。

表3-12 DSM水道の将来水需要 (DSM水道公社推定)

年次	人口	原単位 ( $l/c.d$ )	水需要量 ( $m^3/d$ )			Master Plan
			生活用水	工業用水 公共用水	計	( $m^3/d$ )
1948	48000	80	3840	1420	5240	
1958	141570	100	14140	7080	21220	
1968	293772	120	35260	17630	52890	
1978	843090	130	109600	54800	164400	
1988	1,382,668	140	193,580	96,790	290,370	460,000 (1989)
1998	2,267,576	150	340,140	170,070	510,210	880,000 (1999)
2008	3,718,824	160	595,030	297,520	892,250	

3-14 Population and Water Demand  
(DSM W/S Corp. Sole)



参考-1 給水量予測(試算)

(1) 給水量の算定根拠

算定基準量 ① 計 画 一日平均給水量はDSM水道公社の基準量とし、次の通りとする。

1979年 130ℓ/人

1983年 135ℓ/人

1988年 140ℓ/人

② 工場地域 50m<sup>3</sup>/h (M/Pによる)

③ 公共地域 9m<sup>3</sup>/h (M/Pによる)

人口推定 1979年の地区別人口集計を基準に、DSM水道公社で予想した1983年度における予想を使用する。なお、区域別は給水不良の激しい高区と、比較的給水良好な低区とに分けて推定する。

① 1979年の各地域別人口(別紙区域別人口表より)

高区給水対象人口 64,295人 (7%)

低区 " 734,472人 (82%)

全市給水外人口 105,528人 (11%)

合 計 900,000人 (100%)

② 工場地域

高区工場地域 220ha (40%)

低区 " 330ha (60%)

合 計 550ha (100%)

③ 公共地域

高区公共地域 860ha (60%)

低区 " 570ha (40%)

合 計 1,430ha (100%)

(2) 給水量予測

1979年計画給水量

種別	単位水量	高 区		低 区		計
		人	m <sup>3</sup> /日	人	m <sup>3</sup> /日	
人口	0.13 m <sup>3</sup> /日	64,300人	8,400 m <sup>3</sup> /日	734,000人	95,400 m <sup>3</sup> /日	103,800 m <sup>3</sup> /日
工場	50 m <sup>3</sup> /ha	220ha	11,000 m <sup>3</sup> /日	330ha	16,500 m <sup>3</sup> /日	27,500 m <sup>3</sup> /日
公共	9 m <sup>3</sup> /ha	860ha	7,700 m <sup>3</sup> /日	570ha	5,100 m <sup>3</sup> /日	12,800 m <sup>3</sup> /日
計			27,100 m <sup>3</sup> /日		117,000 m <sup>3</sup> /日	144,100 m <sup>3</sup> /日

1983年計画給水量

種別	単位水量	高 区		低 区		計
		人	m <sup>3</sup> /日	人	m <sup>3</sup> /日	
人口	0.135 m <sup>3</sup> /日	88,700人	12,000 m <sup>3</sup> /日	1,012,900人	136,700 m <sup>3</sup> /日	148,700 m <sup>3</sup> /日
工場	52 m <sup>3</sup> /ha	240ha	12,500 m <sup>3</sup> /日	360ha	18,700 m <sup>3</sup> /日	31,200 m <sup>3</sup> /日
公共	10 m <sup>3</sup> /ha	950ha	9,500 m <sup>3</sup> /日	627ha	6,300 m <sup>3</sup> /日	15,800 m <sup>3</sup> /日
計			34,000 m <sup>3</sup> /日		161,700 m <sup>3</sup> /日	195,700 m <sup>3</sup> /日

人口 1983年人口 124万人  $1983/1979=1,240,000/900,000=1.38$

工場、公共面積  $1983/1979=1.1$  とする。使用量増  $135/130=1.04$

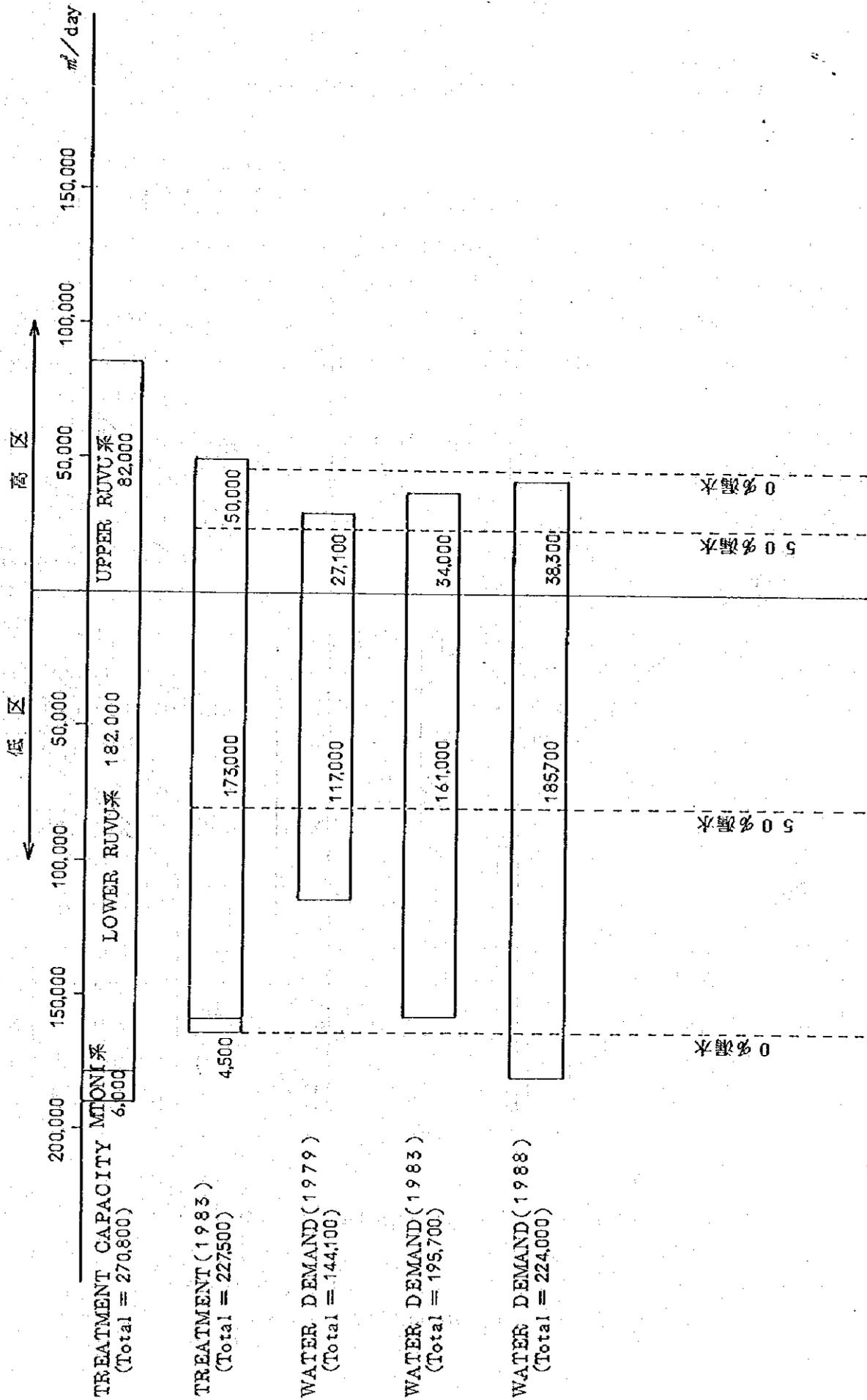
1988年計画給水量

種別	単位水量	高 区		低 区		計
		人	m <sup>3</sup> /日	人	m <sup>3</sup> /日	
人口	0.140 m <sup>3</sup> /日	98,400人	13,800 m <sup>3</sup> /日	1,123,000人	157,200 m <sup>3</sup> /日	171,000 m <sup>3</sup> /日
工場	54 m <sup>3</sup> /日	260ha	14,000 m <sup>3</sup> /日	400ha	21,600 m <sup>3</sup> /日	35,600 m <sup>3</sup> /日
公共	10 m <sup>3</sup> /日	1,050ha	10,500 m <sup>3</sup> /日	690ha	6,900 m <sup>3</sup> /日	17,400 m <sup>3</sup> /日
計			38,300 m <sup>3</sup> /日		185,700 m <sup>3</sup> /日	224,000 m <sup>3</sup> /日

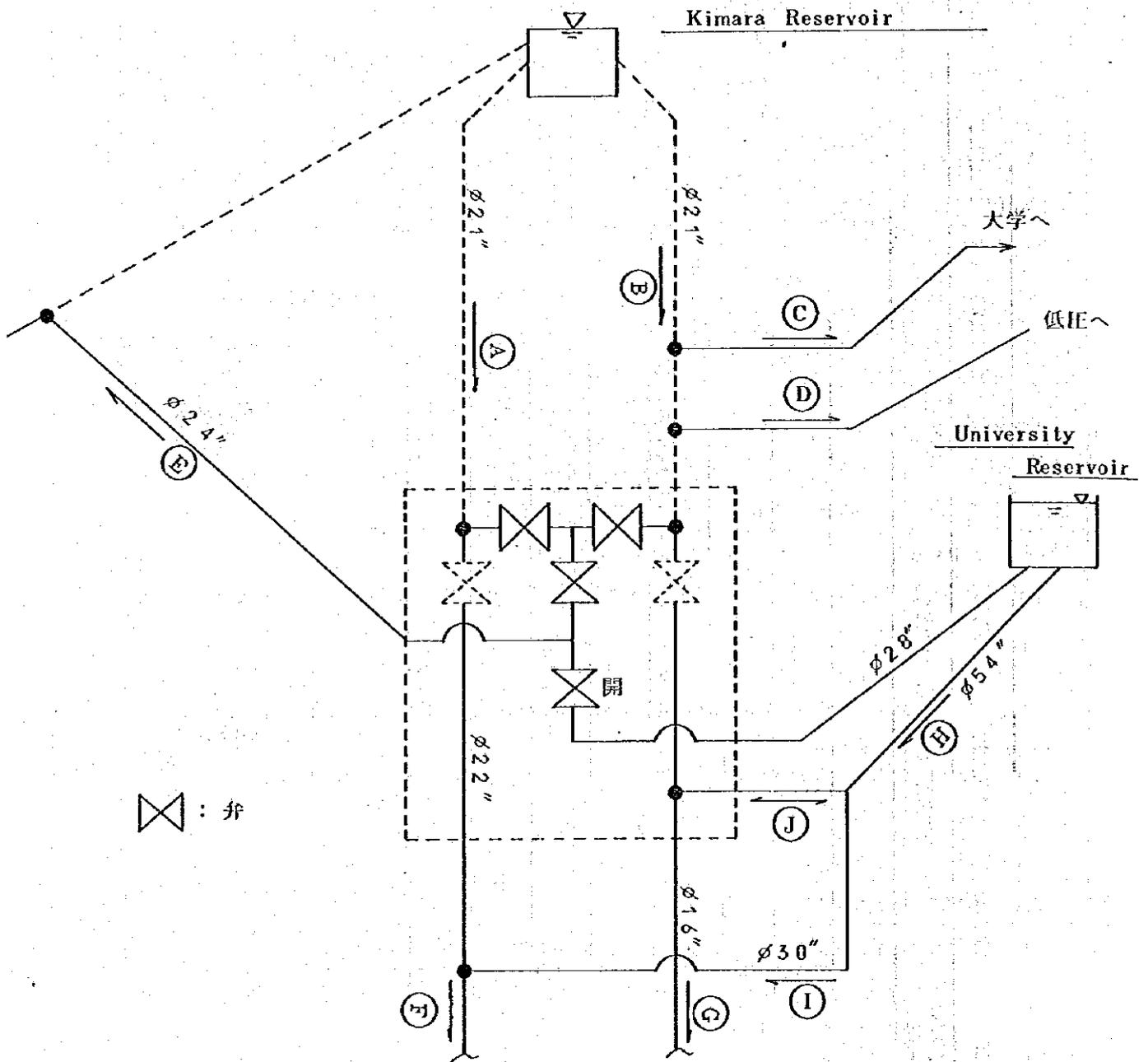
人口 1988年人口 138万人  $1988/1979=1,380,000/900,000=1.53$

工場、公共面積  $1988/1983=1.1$  とする。使用量増  $140/135=1.04$

水需要と送水量



高圧、低圧の接続図 (Ubungo 地区)



- 説明
1. Kimara 配水池から流出する水は現在(F)(I)方向へ流出している。
  2. (C)(D)方向は(F)(E)(I)方向への流出のため、圧力減となっている。
  3. 既存のバルブ操作のみでは(F)方向に十分な水量が確保できない。
  4. バルブインサートにより(F)方向の水量が確保できる。

## 4. ダレサラム水道の問題点と対策

### 4-1 高区給水区域の給水不良問題

DSM市の西部の丘陵部は、全給水区域の約45%ほどであるが(給水量は約25%) Upper Ruvu 浄水場系のKimara配水池から給水する区域であって、高区給水区域(high pressure zone)と称している。しかし現在、この地域にあるDSM国際空港、Ukonga、Pugu Road及びUbungo工場地帯及びDSM大学附近等では断水がしばしば発生している。

タンザニア政府からの要請書あるいはDSM水道公社の関係者は、この地域の給水不良の原因は、この地域の給水を受持っているUpper Ruvu 浄水場系の諸施設の老朽化と修理に必要なスペア部品の不足が惹起している、この系統の給水能力の低下にあるとしている。確かに、現在Upper Ruvu 浄水場からは、全給水能力82,000 $m^3$ /日(18MGD)の約60%の約50,000 $m^3$ /日(11MGD)しか給水されていない。しかしながら今回の調査によって高区給水区域に給水されるべきKimara配水池からの水が、低区給水区域へ流出しているという配水系統に欠陥があるということが判明した。このことは①高区給水区域の断水状況の調査(アンケート、聞き込み調査による)、②同地域の需要量の推定、③配水管布設状況調査などから、Upper Ruvu 系現給水量が確実に同地域へ給水されているならば、多少の給水不良はあるとしても、恒常的に断水が発生することはあり得ないということからも推察される。

このための対策としては、Kimara配水池から出ている配水管の適切なる位置に制水弁を設置することである。なお、この制水弁を設置することによる制水弁下流側の給水対策は当然考慮しなければならない。

### 4-2 Upper Ruvu 浄水場系統の施設の老朽化問題

Upper Ruvu 浄水場は1959年に給水開始して以来、数次の拡張を重ね、現公称給水能力は82,000 $m^3$ /日(18MGD)であるが、施設が老朽化していることと、修繕・改良が殆んど行われていないことなどから、施設全般に亘って不備があって、現在給水能力の約60%しか稼動していない。施設の不備の主なものは次のとおりである。

- ① 取水施設
  - ㉠ 取水口附近の堆泥のため、渇水期に所定の水量が取水できない。
  - ㉡ 取水ポンプ6台のうち2台しか稼動していない。
- ② 浄水施設
  - ㉢ 薬品注入ポンプが1台しかない(予備がない)。
  - ㉣ 急速攪拌装置が存在していない。
  - ㉤ 凝集池(水平迂流式)がスラッジで埋まっている。
  - ㉥ 沈殿池(上向流式)の表面集水渠が欠落している。排泥装置が故障している。
  - ㉦ 急速濾過池の流量調節機構が故障している。

- ⑤ 液体塩素注入装置が故障している。
- ③ 送水施設 ⑦ 送水ポンプ6台のうち3台しか稼動していない。
- ④ 送水管 (Ø750mm及びØ600mm)の通水能力が不足している怖れがある。
- ④ 配水施設 ⑧ Kimara 配水池の1池 (7,800 m<sup>3</sup>)は底盤にき裂が入って使用していない。

以上のように、この系統の施設には問題が多すぎ、これを改良するには多額の費用と日時を要することは必至であるので、当面の対策として要請のあった、この系統の給水能力不足を、Lower Ruvu 系統の水で補給するために、両系統を結ぶ連絡管の布設と加圧ポンプの設置は有効な手段である。

さらに現在、稼動している取水及び送水ポンプも故障しがちであるので、現給水量を確保するために最小限のポンプを新設することが望ましい。

#### 4-3 Lower Ruvu 浄水場系統の問題点

この系統の施設は比較的新しいので大きな欠陥はない。しかしながら、Morogoro 道路から Lower Ruvu 浄水場に至る Access 道路 (約20km)の状況は極めて悪く、雨期には水が溜って薬品の搬入が困難となるので、可及的速やかに補修を行うべきである。

施設の不備としては、取水口ゲートの巻き上げワイヤーが破損していること、浄水場の集中管理装置が全く稼動していないこと、急速攪拌装置が故障していること、急速濾過池の集水装置 (ストレーナー)に破損がみられること、塩素注入装置が稼動していない (液体塩素が入手できないため)ので、サラン粉を幼稚な方法で注入していることなどが挙げられるが、これらはDSM水道公社の手で速やかに修繕・改良すべきものである。

University 配水池から出ているØ1,350mm (Ø54")配水管の漏水は水質または土壤によるものではなく、内外面のアスファルト塗装の不備によるものと考えられる。要請のあった、この既設管に併行して新設することは、既設管の補修が容易にできるようになるので効果があるが、当面は既設管を補修して使用し Lower Ruvu 系統の拡張とともに行うべきである。

Lower Ruvu 浄水場は拡張の余地を持って計画されている。DSM水道の将来計画は、同浄水場の拡張を中心として考慮すべきであるので、長期的な施設整備計画の確立によって、この系統の施設の拡張を計画する必要がある。

#### 4-4 配水管整備計画

DSM市内には延長140kmに及ぶ配水管 (Ø250mm以上)が布設されているが、市域の拡大とともに布設されたため、完全な配水管網を形成しているとはいえず、管の経年年数、管種も様々である。このため、給水不良地域の解消と漏水を少なくなどの観点から、配水管整

備計画の作成と実施が必要である。

#### 4-5 給水水質の問題

凝集用薬品（固形硫酸バンドは輸入品）の不足から、水処理が十分に行われないうまま給水されているため、給水栓からしばしば濁水が出ている。また、消毒剤の不足と注入点が市内から約60Kmも離れた浄水場であることから、給水栓水には残留塩素は全くみられない。市民の健康管理と衛生の保持等の面から、適切なる水処理を実施する対策を考えるべきである。

#### 4-6 量水器の設置

DSM水道公社は独立採算制を採っているが、財政的基盤が弱く、施設の修理・改良が殆んど行われていない状況である。これは、現在、全各戸給水件数のうち約10%しか量水器が設置されていないので、適切なる料金収入が得られないためでもある。国の経済施策などにも関連するが、少なくとも大口使用者には量水器を設置して料金収入を従量的に徴収することを推奨する。しかしながら、単に量水器を設置するのみでなく、量水器の検定、水量の測定、検針算の制度の確立も必要である。

#### 4-7 技術者養成の問題

DSM水道公社の職員数は1,400人といわれているが、いわゆる Engineer と称する技術者は14名（土木：10，機械：2，電気：2）である。同公社の長である（Water Engineer と称している）Mr. Sethuraman はインド政府派遣の専門家であるような状態である（なお、6月中旬に同氏は5年の任期を終えて帰国し、現在はタンザニア人の Mr. Tem が MWE から就任している）。浄水場は Technician と称する中級技術者が中心となって運転している。MWE には Manpower Division があるが、技術者の養成機関は存在しないようである。このような状態から、中級技術者を養成する Training Center のような機関の設立が必要である。

## 5. 調査団の見解

### 5-1 長期的施設整備計画の必要性

これまでに記述したとおり、DSM水道の公称給水能力は $271,000\text{ m}^3/\text{日}$ (59.5 MGD)であるが、Upper Ruvu 浄水系及びMtoni 浄水場系施設の老朽化によって、実際には給水能力は低下している。現在、給水量は約 $220,000\text{ m}^3/\text{日}$ と称しているが、これは浄水場からの送水量であって、需要量は確実には把握されていない。

DSM市の都市施設について、1979年に1999年を目途としたマスタープランが作成されている("Master Plan, Technical Supplement 1.2.3&4" Marshall Mocklin Ltd. Canada)。これによると、1989及び1999年のDSM水道の1日最大給水量をそれぞれ $450,000\text{ m}^3/\text{日}$ 、 $850,000\text{ m}^3/\text{日}$ と推定しているが、これはあまりにも過大であるとして、DSM水道公社では1988年及び1998年の給水量をそれぞれ、 $290,000\text{ m}^3/\text{日}$ 、 $510,000\text{ m}^3/\text{日}$ と推定しているが、この根拠も乏しい。

タンザニア政府の都市人口抑制政策(Decentralization)、経済政策などによって、DSM水道の将来水需要の推定には困難な点もあるが、現在のDSM水道にとって、現実に沿った水道計画を立案して、長期的な施設の整備計画によって、年次毎に施設を整備することが必要である。また、これらを作成するには財政計画も折り込んだFeasibility Studyの策定も行うべきである。

### 5-2 緊急的施設整備計画

DSM水道にとって、現在最も問題となっている点は、高区給水区域の給水不良とUpper Ruvu 浄水場系統の給水を停止させないことである。従って、緊急的な施設の整備として次の対策を実施することを提案する。

- ① Kimara 配水池から高区給水区域へ確実に給水ができるよう、同配水池から出ている $\phi 525\text{ mm}$ ( $\phi 21"$ )管及び $\phi 300\text{ mm}$ ( $\phi 12"$ )管の適当な位置に制水弁を設置すること。
- ② Lower Ruvu 系からUpper Ruvu 系へ補給するためUniversity 配水池からUbungo 地点まで連絡管( $\phi 700\text{ mm}=\phi 28"$ ,  $L=4.5\text{ Km}$ )を布設すること及び加圧ポンプ場( $420\text{ kw}\times 3$ 台)を設置すること。
- ③ Upper Ruvu 系の現在の給水量を確保するため取水ポンプ( $490\text{ IP}$ ,  $300\text{ IP}$ 各1台)及び送水ポンプ( $1,070\text{ IP}$ ,  $680\text{ IP}$ 各1台)を設置すること。

なお、以上の整備計画を実施するため、基本計画作成のための調査団を派遣することが望ましい。

## 6. 調査団の構成及び日程等

### 6-1 調査団の構成

事前調査団の構成は次のとおりである。

団 長	青 木 秀 之	神奈川県内広域水道企業団工事部 参事兼設計課長
(総括及び水道計画)		
団 員	富 森 幸 昭	厚生省環境衛生局水道環境部 計画課
(導送配水計画)		
団 員	伊 藤 昇	神奈川県内広域水道企業団計画部 計画課主査
(施設計画)		
団 員	石 塚 準 次	国際協力事業団社会開発協力部 開発調査二課
(業務調整)		
団 員	進 藤 昌 明	協和コンサルタンツ(株)
(施設全般)		
団 員	阪 口 享	協和コンサルタンツ(株)
(維持管理・財務)		

### 6-2 調査日程

日順	月日	曜日	場 所	内 容
1	5/23	月	J I O A 事務所	( 8 : 5 0 D S M 着 ) 日程, 調査事項等打合せ
2	5/24	火	日本大使館 Treasury M W E D S M 水道公社	石原参事官, 古市一等書記官, 武藤二等書記官と協議 Mr. Kibwana (Commissioner for External Finance) と協議 Mr. Janguo (Principal Secretary) と協議 Mr. Senguo (Director General of NUWA) 及び Mr. Sethurman (Water Engineer) と協議
3	5/25	水	Upper Ruvu 浄水場	取水施設, 浄水場, 送水ポンプ場等調査
4	5/26	木	Lower Ruvu 浄水場	取水施設, 浄水場, 送水ポンプ場等調査
5	5/27	金	Mtoni 浄水場 University 配水池 Kimara 配水池 配水本管	施設調査

日順	月日	曜日	場 所	内 容
6	5/28	土	DSM水道公社	Mr. Senguo, Mr. Sethuraman 及び関係者と協議
7	5/29	日	Hotel	調査団内打合せ, 資料整理等
8	5/30	月	DSM水道公社 市 内 JICA事務所	Mr. Sethuraman 及び関係者と協議 配水管, 制水弁, 泥吐弁等調査 調査団内打合せ
9	5/31	火	JICA事務所 MWE	調査団内打合せ(調査結果のとりまとめ) Mr. Nkoma(Director of Construction and Maintenance)へ調査報告(武藤書記官同席)
10	6/1	水	Treasury 日本大使館 JICA事務所	Mr. Byabato(Assistant Commissioner for External Finance)へ調査報告(武藤書記官同席) 浅羽大使, 古市, 武藤書記官へ調査報告 調査結果報告及び補足調査日程等協議
11	6/2	木	JICA事務所	7:20 DSM発 青木, 富森, 伊藤, 石塚帰国 補足調査予定表作成, 資料整理
12	6/3	金	DSM市内	工場, 一般家庭へ給水状況アンケート調査表配布
13	6/4	土	JICA事務所	資料整理
14	6/5	日	Hotel	資料整理
15	6/6	月	Upper Ruvu 浄水場	浄水施設詳細調査
16	6/7	火	DSM水道公社	Upper Ruvu 浄水場設計図書調査
17	6/8	水	同 上	Lower Ruvu 浄水場設計図書調査
18	6/9	木	同 上	DSM水道配水幹線図書調査
19	6/10	金	同 上	同 上
20	6/11	土	JICA事務所	資料整理
21	6/12	日	Hotel	同 上
22	6/13	月	MWE	行政, 組織, 予算等調査
23	6/14	火	MWE	同 上
24	6/15	水	Upper Ruvu 浄水場	ジャーテスト他浄水試験
25	6/16	木	MWE, DSM水道公社	資料入手
26	6/17	金	JICA事務所	資料整理
27	6/18	土	JICA事務所	資料整理
28	6/19	日	Hotel	同 上
29	6/20	月	Hotel	同 上
30	6/21	火	DSM市内	アンケート回収, 土壌サンプリング



古 市 正 敏

一等書記官

武 藤 一 郎

二等書記官

( J I C A 事務所 )

谷 川 和 男

事務所長

高 畑 恒 雄

## 添 付 資 料

付－1 Request for Assistance from the Government of Japan

付－2 水質試験結果

付－3 土壌試験結果

付－4 収集資料リスト

付－5 新聞記事

付－6 管網計算結果（試算）

付 - 1 Request for Assistance from the Government of Japan

15 December, 1982

H.E. the Ambassador  
Embassy of Japan  
P.O. Box 2577  
Dar es Salaam

Dear Sir,

Re: REQUEST FOR ASSISTANCE FROM THE  
GOVERNMENT OF JAPAN TO CONDUCT  
FEASIBILITY STUDIES IN RESPECT  
OF CHALINZE - SEGERA - MKUMBARA  
ROAD AND DAR ES SALAAM WATER  
SUPPLY PROJECT

This is to confirm the discussions hold last week at the Treasury in respect of the above mentioned project.

As already intimated, both the Chalinze - Segera - Mkumbara Road and the Dar es Salaam Water Supply are existing projects which unfortunately require immediate rehabilitation in order to avert any further interruptions particularly on the latter one.

I am pleased to confirm government's approval and priority accorded towards the implementation of these projects. However, Government is unable at the moment, to finance these projects from within its own resources. For this reason we are formally requesting the Government of Japan to favourably consider appraising the above two studies on a grant basis. It would be appreciated if the Government of Japan could sent the requested technical mission to Tanzania at your earliest convenience. I do realise that this office had, earlier on, requested for Government to undertake feasibility studies in respect of other two projects in the Kilimanjaro region. In this connection, I take this opportunity to review the priority order of the projects as listed are below:-

- (1) Chalinze - Segera - Mkumbara Road
- (2) Dar es Salaam Water Supply
- (3) Dar es Salaam Electricity Supply Rehabilitation
- (4) Kilimanjaro Rural Poads
- (5) Kilimanjaro Rural Water Supply

Enclosed herewith please find the project terms of reference in respect of Chalinze - Segera - Mkumbara Road, the Dar es Salaam Water Supply as well as

the Dar es Salaam Electricity Supply Rehabilitation projects for your consideration.

Thanking you in anticipation.

Yours faithfully,

A. H. Mshangama

DEPUTY SECRETARY TO THE TREASURY

JUSTIFICATION FOR PROVIDING ADDITIONAL WATERMAINS FOR FEEDING  
DISTRIBUTION SYSTEM FROM UNIVERSITY TERMINAL RESERVOIR

1. Introduction:

Dar es Salaam city the nerve - centre of Tanzania with a population of over 1 million is expanding very fast as a number of new buildings, institutions, industries etc. are coming up all around the city centre as well as along the main roads in different directions. It is therefore very essential to have a very reliable system of water supply to the entire city. At present the main source of water is Ruvu river about 70 kilometers away from Dar es Salaam and water is supplied to the city after treatment by direct pumping from Upper Ruvu treatment plant and Lower Ruvu treatment plant with designed capacities of 18 mgd and 40 mgd respectively. The university terminal storage reservoirs of 10 mg capacity are fed by Lower Ruvu plant and they supply water by gravity to medium and low pressure zones of the city. The Kimara storage reservoirs of 7.5 mg capacity are fed by Upper Ruvu plant and they supply water by gravity to the high and medium pressure zones of Dar es Salaam city.

a) The proposed project envisages:

Laying additional 54" dia. watermains or two supplement the existing 54" dia. watermain feeding the distribution system from the university reservoirs.

b) Laying additional 28" dia. watermain from university reservoirs to Ubungo to supplement the existing 28" dia. watermain which links university reservoirs with the 21" dia. water main from Kimara reservoirs.

c) Establishing a booster pump station along new 28"Ø watermain to facilitate linking of University reservoir with Kimara reservoir.

2. Problems in the Existing distribution Feeder Mains:

a) 54"Ø Feeder Main from University Terminal Reservoir  
(Length = 1851.42 Metres)

This 54"Ø steel watermain, 1851.42 metres long feeding the distribution system from University.

Terminal Reservoir was laid as a part of Lower Ruvu Extension (Phase V) in the year 1975. This watermain, unfortunately is plagued

by a series of leaks since last two years at a number of points along its length due to internal corrosion of the pipe caused by insufficient protective asphalt coating inside the pipe especially at the welded joints. The leakage points are so many and the occurrence of leaks is so frequent that it is becoming practically impossible to interrupt the water supply to the city every now and then for a considerable period to allow for repairs to be carried out. So, very often leakage is allowed to remain unattended, in the interest of continuous water supply to the city and this water loss is estimated to be about 275 million gallons/year, which amounts to Shs. 3,712,500/00/year at current rates. The problem is critical as this is the only feeder main for a length of 1851.42 metres from the University Terminal. With the deteriorating condition of this 54"Ø watermain, it is very risky to ignore this problem as this pipeline will be gradually getting weakened and give way completely in not-too-distant future which will paralyse the entire Lower Ruvu distribution system supplying water to about 75% of the city.

It is therefore proposed to lay an additional 54" watermain almost parallel to the existing one on top priority basis with suitable interconnections between them to allow continuous water supply through one of the watermains in case of maintenance or repair of the other watermain.

b) 28"Ø watermain from University Terminal Reservoir to Ubungo

The existing 28"Ø watermain which links the 21"Ø watermain from Kimara reservoir and University reservoirs has been experiencing a number of major leaks for the past three years at various points along its entire length of 5 kilometres. These leaks are attributable to both internal and external corrosion of the pipe. The protective coating of asphalt is not adequate on these pipes and the area along which the pipe is passing is at some places waterlogged resulting in water attacking the pipes easily. In fact the leaks have been so frequent and unmanageable that this entire pipeline is not being used at all for a long time to avoid unnecessary wastage of large quantity of water. As this pipeline serves as a vital link between Upper Ruvu and Lower Ruvu water distribution systems it is very very essential to keep this link line alive so that the two reservoirs i.e. Kimara and University reservoirs could be suitably linked to enable interfeeding in case of breakdown of either Upper Ruvu or Lower Ruvu plants. The extent of water loss in

the present 28"Ø line when it was being used is estimated to be 550,000,000 gallons/year, which in turn amounts to Shs.7,425,000 per year. It is therefore proposed to lay a second 28"Ø water main almost parallel to the existing 28"Ø main to facilitate maintenance of either line in case of any major problem without interruption of water supply to the storage reservoirs. The two 28"Ø pipes will be suitably interconnected at different points.

c) University Reservoir-Kimara Reservoir Link

As there are multifarious problems in the Upper Ruvu plant due to ageing of plant machines and lack of spare parts resulting from lack of foreign exchange, there are frequent breakdowns, both major and minor resulting in shortage of water in the high pressure zone of the Dar es Salaam city consisting of industrial areas, University campus, Ukonga, airport etc. At present there is no arrangement for feeding water from the Lower Ruvu system to Kimara reservoir and thereof to the entire high pressure zone. This is a serious problem warranting immediate solution. So it is proposed to establish a booster station along the proposed 28"Ø watermain to enable pumping of water from the University reservoir to Kimara reservoir to facilitate water supply to high pressure zone whenever there is a major breakdown in Upper Ruvu treatment plant and consequent depletion of Kimara reservoir. It is also possible for the water to flow the otherway (Kimara to University reservoir) whenever such a need arises.

3. Justification of the Projects for top Priority Implementation

On the face of it, this project of providing additional 54"Ø 28"Ø watermains appears to be a normal development project. But its importance can be appreciated only if we evaluate the losses, monetarily and otherwise, in case this project is not executed immediately.

a) Laying Additional 54" dia. watermain

As explained earlier, the condition of existing 54"Ø watermain is deteriorating very fast and in the very near future, a stage will come when this line will be beyond normal repairs and the whole Lower Ruvu water distribution system will be paralysed as there is no other existing watermain to feed it from the University Terminal Reservoir. This situation is very critical and serious as it is not possible to lay another 54"Ø watermain at a short notice as it is a major and

time-taking job, first to procure from overseas the required number of 54"Ø pipes, necessary fittings, valves etc. and then lay them at site in the proper alignment including construction of necessary supports/ small bridges at the river/stream crossings. By any estimate, the above job will take at least 15 months. So, if advance planning and advance action is not taken to lay the second 54"Ø watermain right from now, we may be forced to stop water distribution from Lower Ruvu system i.e. University reservoir for about 15 months. This means that 75% of the Dar es Salaam population including some industries and major institutions will be without water for 15 months! one cannot, even in the wildest of imaginations, wish such a terrible thing to happen in the capital city of Dar es Salaam. Assuming that Lower Ruvu Water Distribution is stopped for 15 months, if we start evaluating the resultant loss of productive manhours, the cost of combating the health hazards and epidemics that would result in 75% of the city, going dry and the huge financial loss due to closure of the industries etc. serve by Lower Ruvu system, the monetary value of the estimated loss will run into billions of shillings. This situation will be a national calamity. So it is our duty in the larger interest of the nation to prevent such a calamity by taking action right from now to look for funds and implement the project of laying additional 54"Ø watermain as proposed.

b) Laying additional 28"Ø watermain from University Reservoir to Ubungo

As explained earlier, the condition of the existing 28"Ø watermain is so bad that it is impossible to maintain it and nowadays it is practically not being used at all. This pipeline is a very vital link connecting the University Terminal Reservoir (Lower Ruvu System) and 21" dia. Upper Ruvu distribution main. This line can be used to feed water from Upper Ruvu System to University Reservoir by gravity and vice-versa with the help of a proposed booster pump. As the existing Upper Ruvu water Treatment Plant is old and full of problems, it is subject to frequent breakdowns. So it is very necessary to keep the 28"Ø line working to enable feeding the Kimara Reservoir from University Reservoir so that water supply to high pressure zone i.e. Dar es Salaam International Airport, Ukonga, Pugu Road and Ubungo industrial area, Tabata, University Hill etc. does not suffer. The above areas now suffer from water shortage due to problems in Upper Ruvu Plant at least for 7 days in a month on an average.

Quantity of water not supplied (approximately @ 2 mgd) = 14 mg per month. Monthly loss of revenue @ Shs.13.5/1000 gallons  
= 14,000,000 x 13.5/1000  
= Shs.189,000

Annual loss of revenue = 189,000 x 12  
= Shs.2,268,000

Say = Shs.2.5 million

Daily Loss of production in Industries

Assuming 10 major industries @ average Shs.100,000/day  
= Shs.1.0 million

Annual production loss = 1,000,000 x 7 x 12  
= Shs.84 million

Total Annual Loss = 2,500,000 + 84,000,000  
= Shs.86,500,000 (Shs.86.5 million)

From the above assessment, it is evident that there is a heavy recurring annual financial loss to the water supply Corporation Sole and to the nation due to non-working of the 28"Ø link pipeline and due to non-linking of the Kimara and Lower Ruvu Reservoirs and we cannot afford to keep our eyes closed to this grave socio - economic problems especially when this problem can be solved by laying an additional 28"Ø water main with suitable interconnections with the existing 28"Ø pipeline. So, we should make all possible efforts to find funds for implementation of this project.

c) University Terminal - Kimara link by Establishing Booster Station

As already stated the Upper Ruvu Plant is more than 20 years old and suffers frequent breakdowns, in one unit or the other. When such a breakdown occurs (in fact we have had quite a number of breakdowns lately). It will have very bad effect on the life of Dar es Salaam dwellers and economy of the Nation as a whole. The major effects are as follows:

- (i) effect in industrial area
- (ii) effect on Dar es Salaam Airport
- (iii) effect on medical and community centres

(i) Effect on Industries

Failure on Upper Ruvu may affect a large number of very important industries in Ubungo and Pugu Road industrial area. The industries to be affected are Urafiki, Chibuku, Ubungo Farm Implements Ltd.,

Coastal Diaries Ltd., Kiltex, Sunguratex, etc. From the above list it may be seen that in case of a major breakdown in Upper Ruvu system the nation will lose millions of Shillings both in local and foreign currency these losses can be avoid if there is an alternative supply during such cases. Hence this project will save millions of shillings which are lost every year resulting from shortage of water in the above industries. The value of estimated losses on this account is given under paragraph 2(b).

(ii) Effect on Airport

Airport is a very sensitive area where water supply is supposed to be very reliable, but Dar es Salaam Airport suffers frequent air-water shortage problems due to various break downs which occur at the Upper Ruvu plant, and resulting in inadequate water supply to Kimara tanks and hence to the airport, fed by Upper Ruvu system. This condition brings embarassment to all passengers especially foreign visitors to Tanzania passing through our airport. Dar es Salaam airport is being expanded and modernised and it goes without saying that water supply should be supplemented from Lower Ruvu system and the proposed link project will enable effective achievement of this purpose.

(iii) Effect on medical and Country Community Centres and Residential Areas

Major breakdown for Upper Ruvu treatment plant could paralyse various medical centres and hospitals (such as Muhimbili) and Community areas such as University of Dar es Salaam and other residential areas resulting in unhygenic conditions in the premises. Such cases could lead to outbreak of serious epidemics. This situation can easily be avoided when we have an alternative supply.

Effects in case of War

During war time, water treatment plants are among enemy's strategic targets. It is therefore good to link the two plants so that even if one plant is endangered by war, the other plant may continue to feed the city without causing a total collapse of the water supply system.

#### 4. Conclusion

The tentative total cost implementation of the above project is Shs.86.3 million/- according to current Japanese and Tanzania prices. Failure to implement this project in time will have disastrous consequences, as already explained above. Besides this, the same project will cost more if it is postponed. Taking into consideration the prime importance of this national project and the socio-economic implications due to the failure of nonimplementation of this project in time, it is imperative that we should leave no stone unturned to avail ourselves of any scope for foreign aid as the major portion of the total cost of the project (to the tune of Shs.72 million/-) is foreign component. So much so, it is requested that this project should be accorded topmost priority at National level and all efforts should be made to obtain a grant from Japanese Government for immediate implementation of this project.

水質試験結果

採水場所	原水			処理水			水
	Upper Ruvu T/P 83.5.25 83.6.6~11 神奈川県予防 医学協会	Upper Ruvu T/P 83.6.15 83.7.20 神奈川県内広域 水道企業団	Lower Ruvu T/P 83.5.26 83.6.6~11 神奈川県予防 医学協会	UR T/P(濾過水) 83.6.15 83.7.20 神奈川県内広域 水道企業団	LR T/P(濾過水) 83.5.26 83.6.6~11 神奈川県予防 医学協会	Univ. 配水池 同 左 "	
硝酸性窒素及び 亜硝酸性窒素	0.1	-	0.1	-	0.1	0.2	10mg/L以下
塩素イオン	16.6	-	21.1	-	21.1	20.5	200mg/L以下
鉄	2.19	3.6	7.63	0.27	0.16	0.15	0.3mg/L以下
溶存鉄	-	0.04	-	0.01	-	-	-
マンガン	0.10	0.072	0.19	0.012	0.14	0.02	0.3mg/L以下
溶存マンガン	-	0.002	-	0.010	-	-	-
6価クロム	0.02未検	-	0.02未検	-	0.02未検	0.02未検	0.05mg/L以下
7価クロム	0.11	-	0.12	-	0.09	0.04	0.8mg/L以下
硬度	64.0	62	62.0	68	65	64	300mg/L以下
PH値	7.2	7.1	7.1	6.9	6.9	6.8	5.8~8.6
色度	110	15	100	4	12	8	5度以下
濁度	90	68	80	1.8	6	1	2度以下
蒸発残留物 mg/L	-	198	-	161	-	-	500mg/L以下
総アルカリ度	-	62	-	32	-	-	-
電気伝導率 bs/cm	-	181	-	221	-	-	-
生物	-	(註)ア プリエロスイグマ ニチスチヤ ナイディウム スリレラ 確認	-	-	-	-	-

U.R.: Upper Ruvu, L.R.: Lower Ruvu, T/P: 浄水場

### 付-3 土壤試験結果

#### 1. 土壤の採取年月と採取場所

- (1) 採取年月 1983年5月27日  
(2) 採取場所 Dar es Salaam市内

#### 2. 調査番号と土壤の種類

- (1) 番号と土壤の種類 661 シルト質土壤

#### 3. 土壤の腐食性に関する調査項目と調査方法

提供された土壤で次の項目について調査した。

##### (1) 土壤の種類

目視にて判別した。

##### (2) 土壤比抵抗の測定

提供されたままの状態、ソイルボックス(土壤箱)法にて測定した。

尚、測定後、雨水あるいは湧水等が浸透した場合を想定し、純水で飽和含水させて再度測定した。

##### (3) Redox (酸化還元)電位の測定

飽和塩化銀複合電極と Redox メーターを用いて測定した。

ただし、土壤を採取してから日数がたち、又、現地の状況と異なるため測定結果は参考値とした。

##### (4) 含水量の測定

土壤の含水量試験方法により測定し、含水比で表わした。

$$\text{含水比} = \frac{(\text{湿潤土の重量}) - (\text{乾燥土の重量})}{(\text{乾燥土の重量})} \times 100\%$$

(含水量試験方法 : J I S A 1203)

##### (5) 硫化物の有無確認調査

ナトリウムアジドよう素溶液を用いて定性分析し、N<sub>2</sub> (チッ素)ガスの発生状況により確認した。

##### (6) 硫黄含有率の測定

導電率法により、乾燥した土壤を酸素気流中で加熱して、硫黄を酸化させて硫黄酸化物とした。これを一定量の硫酸酸性の過酸化水素水に吸収させて硫酸とし、吸収前後の酸性溶液の導電率の変化を測定して、硫黄含有率に換算した。

(金属材料の硫黄定量方法通則 : J I S Z 2616)

#### 4. 土壌抽出水に関する調査項目と調査方法

提供された土壌を乾燥後 2.5 倍（重量比）の純水で 24 時間抽出し、その上澄液を採取して試験水とした。

##### (1) 比抵抗の測定

ガラスセル（比抵抗測定専用ガラス製容器）法により測定した。

##### (2) PHの測定

PHメーター（ガラス電極法）を用いて測定した。

##### (3) $\text{SO}_4^{2-}$ （硫酸イオン）含有量の測定

工業用水試験方法の重量法により、硫酸イオンを硫酸バリウムとして沈殿させ、その質量を定量測定した。

（工業用水試験方法 : J I S K 0 1 0 1）

##### (4) $\text{Cl}^-$ （塩素イオン）含有量の測定

上水試験方法の硝酸銀法により、中性においてクロム酸カリウム溶液を指示薬として、0.01 規定硝酸銀溶液で滴定した。

##### (5) $\text{KMnO}_4$ （過マンガン酸カリウム）消費量の測定

上水試験方法の酸性法により、一定量の試験水に希硫酸と過マンガン酸カリウム溶液を加え煮沸し、硝酸ナトリウム溶液で脱色させ、再度過マンガン酸カリウム溶液を用い滴定した。

##### (6) 蒸発残留物の測定

上水試験方法により、一定量の試験水を蒸発させ、残った溶解物質の量を測定した。

##### (7) 酸度の測定

上水試験方法の総酸度法により、水中の酸分全部を中和するのに必要なアルカリ分を、これに対応する炭酸カルシウムの量で表わした。

##### (8) アルカリ度の測定

上水試験方法の総アルカリ度法により、水中のアルカリ分全部をこれに対応する炭酸カルシウムの量で表わした。

#### 5. 土壌の腐食性に関する調査結果

土壌の調査結果は次の通りである。

##### (1) 土壌の状態と土質

土壌の状態を写真 1. に示す（省略）

##### (2) 土壌調査の結果

調査結果を表 1. に示す。

表1. 土壌の調査結果

調査No	土質	比抵抗(1) Ω-cm	比抵抗(2) Ω-cm	Redox電位 mv	含水比(%)	硫化物	イオン含有率(%)
1	シルト	4180	3010	376	13.1	痕跡	0.02

注-1. 比抵抗(1)は、提供されたままの状態ですイルボックス法により測定し、(2)は(1)の測定後純水で飽和含水させて測定した。

2. Redox 電位は、メーター直読値を水素標準電極電位に換算した。

(3) 土壌抽出水の調査結果

抽出水の比抵抗と科学成分分析調査の結果を表2.に示す。

表2. 土壌抽出水の調査結果

調査No	比抵抗 Ω-cm	PH	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	KMnO消費量 mg/l	蒸発残留物 mg/l	濃度 mg/l	アルカリ度 mg/l
1	3210	8.5	31	30	38	152	1	37

6. まとめ

Dar es Salaam 市内より持ち帰った土壌の腐食性に関する調査結果をまとめると、次の通りである。

(1) 比抵抗については、提供されたままの状態です4,180 Ω-cm、飽和含水時では3,010 Ω-cm、又、土壌抽出では3,210 Ω-cmと比較的高い値を示している。

尚、硫化物についても痕跡程度であった。

(2) 分析調査の結果、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (硫酸イオン)、Cl<sup>-</sup> (塩素イオン)及び蒸発残留物等の可溶性塩類についてもその含有量は少ないものと判断される。

(3) 以上のことから、今回調査を行った土壌の腐食性に関する問題は少ないものと思われる。

付-4. 収集資料リスト

- 1) "Acts Supplement", The United Republic of Tanzania, 26th June, 1981, pp. 31...58, The Urban Water Supply Act.
- 2) "Waterworks", Chapter 281.
- 3) "Justification for providing additional watermains for feeding distribution system from university terminal reservoir".
- 4) Data on Dar es Salaam Water Supply.
- 5) Technical Supplements 1, 2, 3 & 4 Dar es Salaam Master Plan.
- 6) Dar es Salaam Water Supply (Distribution System).
- 7) Dar es Salaam Water Supply's Cooperation Organization Chart.
- 8) Implementation Schedule for Major Works.
- 9) Dar es Salaam Water Supply System - General View.
- 10) Dar es Salaam Water Supply System - Facility Flow Chart.
- 11) The Lower Ruvu Water Treatment Pamphlet.
- 12) City of Dar es Salaam Map.
- 13) Years data of D.M.F. in Ruvu River, Ministry of Water and Energy.
- 14) Newspapers item upon the project.
- 15) Questionary supplied by JICA upon the project.
- 16) List of principal authorities in Tanzania upon the project.
- 17) Report on Dar es Salaam Water Distribution System.
- 18) Distribution System Extension - 28" pipelines, Dar es Salaam Water Supply.
- 19) Lower Ruvu Water Treatment
- 20) Upper Ruvu Scheme stage V.
- 21) Water Supply Design Manual Draft.
- 22) Rural Water Supply Sector Study.
- 23) Annual Fiancial Budget for the year 1982/83.
- 24) Laws upon the engineering.
- 25) Dar es Salaam Water Supply - Upper Ruvu Low Lift, High Lift and Gravity Mains Survey Drawings.

Dar es Salaam 大学キャンパスの断水と付近住民が断水に悩まされていることを報道している(1983年6月22日 "Daily News")。



*SOME residents of Ukonga Majumba Sita queuing to draw water from small wells. (Picture by Gasper Msillo).*

## No water at Hill, Ukonga

By Staff Reporter

THE University of Dar es Salaam Main Campus is facing an acute water shortage as new students are set to start the orientation period next week.

For the past two weeks, all the taps at the Main Campus have been dry, and the situation at the dispensary as well as halls of residence is pathetic.

"The place is terrible and things are really hard here," the University Public Relations Officer, Ndugu E. Lyimo, told the *Daily News* yesterday.