

タンザニア国  
ザンジバル政府水・エネルギー・建設・国土省

# タンザニア国 ザンジバル市街地給水計画 第2次事業化調査報告書

平成20年11月  
(2008年)

独立行政法人 国際協力機構  
(JICA)

株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ

資金
CR(1)
08-111

## 序 文

日本国政府は、タンザニア国政府の要請に基づき、同国の第2次ザンジバル市街地給水にかかる事業化調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成20年7月16日から7月30日まで事業化調査団を現地に派遣しました。

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

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

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成20年11月

独立行政法人国際協力機構  
理事 黒木 雅文

## 伝 達 状

今般、タンザニア国における第2次ザンジバル市街地給水計画事業化調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴独立行政法人国際協力機構との契約に基づき弊社が、平成20年6月より平成20年11月までの3.5ヶ月に亘り実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、タンザニア国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成20年11月

株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ

タンザニア国  
第2次ザンジバル市街地給水計画事業化調査団

業務主任 藤原 廣輝

要約

---

## 要 約

タンザニア連合共和国（以下「タ」国という）はインド洋上の島々からなるザンジバル共和国と大陸部のタンガニーカ共和国から構成されている。ザンジバル共和国は人口約 98 万人を擁し、人口の約 3 割がザンジバル市に集中している。ザンジバル共和国は主要輸出生産物であるクローブ価格の暴落に加えて、1995 年以降の政治的不安定に起因して各国ドナーからの援助が停止したことにより経済回復が立ち遅れ、本土との格差が拡大している。

ザンジバル都市／西部行政区における給水事業は、1920 年代に地下水・湧水を水源とした給水施設が建設され、1990 年までに 100km におよぶ送配水管、送水場及び 7 ヶ所の配水池が整備されたが、財政難により施設の改修や拡張が行われず老朽化して水の需要に対して供給能力が極端に不足している。本計画対象地域の平均給水率は約 90% 程度であるが、既存の水道施設から供給を受けている住民も給水量は不十分であり時間給水や断水が余儀なくされている。また、配水管の老朽化及び管内負圧の発生のため配水管網に汚水が流入し水質が悪化していることが水因性疾病の罹患率を高くしており、生活環境の改善が緊急の課題となっている。

これらの状況の下、「タ」国政府は経済回復計画を策定し、重点分野である BHN 分野の改善の為、安全かつ安定した飲料水の供給を確保することを目的とし、日本政府に対し無償資金協力を要請した。

同要請に対し、日本国政府は 2002 年予備調査団を派遣した。同調査において、本計画の必要性は確認されたものの、現在の給水施設の運営維持管理にかかる問題として、使用者からの水利用料金の徴収が殆ど行なわれていないことが指摘され、適正な運営維持管理を行なう為の水利用料の徴収を行なうことが無償資金協力の前提との提言が行なわれた。同指摘を受け 2004 年に水基本法がザンジバル議会を通過し、我が国による無償資金協力の実施の前提が整ったことを受け、日本国政府は基本設計の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構は基本設計現地調査団を 2004 年 10 月 23 日～11 月 26 日に派遣し、現況給水状況調査、水需要量調査、水質調査、水源調査、上水道施設及び料金徴収に係る調査を通じて基本設計を行った。

本プロジェクトは、ザンジバル都市圏の水不足を解消するために水源開発を行うとともに老朽化した施設の改良、配水本管の敷設等給水施設の改善を行い、同時にこれら施設の円滑な運営・維持管理、料金徴収の開始に伴う組織強化・住民理解に資する技術指導・管理職研修・住民担当職員研修等に対処するソフトコンポーネントの実施を通じて、水道施設の安定した運転、水道経営の健全化を図るものである。

要請内容と基本設計内容を表 1 に示す。

表 1 要請内容と基本設計の比較

番号	項目	要請内容	基本設計	第1次事業化調査	備考
A	施設				
A1	配水ステーション				
A1-1	サテニステーション				
(1)	地下配水池建設	4,000 m <sup>3</sup> ×1 池	—	—	
(2)	既存高架タンク改修	450 m <sup>3</sup> ×2 池	—	—	
(3)	高架タンク建設	450 m <sup>3</sup> ×2 池	—	—	
(4)	既存送水ポンプ更新	540 m <sup>3</sup> /hr×2 台 250 m <sup>3</sup> /hr×2 台	約 400 m <sup>3</sup> /hr×2 台 約 200 m <sup>3</sup> /hr×2 台	同左	
(5)	消毒施設建設	1 式	1 式	1 式	
A1-2	ウエレゾステーション				
(1)	配水池建設	4,000 m <sup>3</sup> ×1 池 3,000 m <sup>3</sup> ×2 池	約 4,000 m <sup>3</sup> ×2 池	同左	
(2)	消毒施設建設	1 式	1 式	1 式	
A1-3	ドーレステーション	—			
(1)	配水池建設		約 1,200 m <sup>3</sup> ×1 池	同左	
(2)	消毒施設建設		1 式	1 式	
A1-4	キヌニステーション	—			
(1)	配水池建設		約 2,700 m <sup>3</sup> ×1 池	同左	
(2)	消毒施設建設		1 式	1 式	
A2	井戸建設	100 m <sup>3</sup> /hr×6 井	58.4 m <sup>3</sup> /hr×11 井 (含予備1井)	同左	
A3	管路建設				
A3-1	送水管布設	総延長約 20km	総延長約 24km	同左	
A3-2	配水管布設	総延長約 35km	総延長約 20km	同左	
B	機材				
B1	水質試験機材	1 式	—	—	
B2	ワークショップ機材	1 式	ピックアップトラ ック 4 台	—	

2005年3月には基本設計概要説明調査団を現地に派遣し、基本設計の概要説明を行った。しかし基本設計調査終了時点で我が国が案件実施の前提としていた水政策関連法案が成立する見込みが得られなかったため実施は見送られた。

その後2006年1月にザンジバル政府から同年3月に水政策関連法案を国会に提出し、これを基に水道利用者から料金を徴収することを表明した書簡が我が国大使館へ提出された。これを受け、我が国は本案件実施のための前提条件が整ったものと判断し、2006年3月に事業化調査を実施した。その後両国間で本件を実施することに合意がなされ、2006年に第1期工事が開始、2008年3月に竣工した。

表2に第1期工事の内容を示す。

一方、第2期分について、引き続き実施する予定であったところ、その後の資機材価格の上

昇に伴い、その実施が困難であると判断された。案件名を「第2次ザンジバル市街地給水計画」とし、事業化調査によって事業費を再考することとなった。

第2期工事の詳細設計及び表3に示すソフトコンポーネントは第2期分として実施した。

表2 建設内容（ザンジバル市街地給水計画 第1/2期）

施設区分	名称	仕様	数量	備考	
(1) 井戸ポンプ場	井戸	井戸径：φ250mm 井戸深度：60～70m	6本	新設	
	井戸ポンプ	水中モータポンプ 58.4m <sup>3</sup> /hr x 80～110m	6台		
	電気設備	受電変圧器、配電・制御盤、計装機器	6式		
	井戸ポンプ小屋	電気盤用	6棟		
(2) 配水施設	サテニ	送水ポンプ	横軸両吸込渦巻ポンプ 400m <sup>3</sup> /hr x 40m 200m <sup>3</sup> /hr x 40m	2台 2台	更新 内1台予備 内1台予備
		電気設備	計量器盤、低圧配電盤、送水ポンプ盤、形装機器、等	1式	更新
		消毒施設	粉末塩素剤溶解タンク・注入機	1式	更新
	ウエレンゾ	配水池	RC製角形 4,000m <sup>3</sup>	2池	新設
		消毒施設	粉末塩素剤溶解タンク・注入機	1式	新設
(3) 送水管		DCIP φ150～φ600	約13km	新設	
(4) 配水管		DCIP φ300～φ700	約9.6km	新設	

表3 ソフトコンポーネント実施内容（ザンジバル市街地給水計画 第2/2期）

(1)	施設の運転管理に関する技術指導
(2)	組織強化に関する指導(管理職研修)
(3)	ザンジバル市民への衛生面での啓蒙活動

我が国は事業化調査団を2008年7月17日～29日に派遣し、サイト状況の再確認、施工計画調査、積算関連調査及び先方実施事項の確認などを行った。

本プロジェクトにおいて調査を行い、以下の結果を得た。

- 積算において市場動向に変化が生じたため、市場動向を考慮した単価見直しを行う。
- 荷役作業及び通関業務に係る状況を調査した結果、ダル・エス・サラーム港の既存施設能力に限界があり、荷役作業及び通関業務に要する日数が増加傾向にある。よって、タンザニア港湾局に対するヒアリング調査を行い、通関に必要な日数を25日見込む。

「タ」国政府の要請内容と第2次事業化調査における現地調査及び協議の結果を踏まえた基本計画内容を表4にまとめた。

表 4 計画内容（第2次ザンジバル市街地給水計画）

施設区分	名称	仕様	数量	備考	
(1)	井戸ポンプ場	井戸	井戸径：φ250mm 井戸深度：60～70m	5本	新設 内1本予備
		井戸ポンプ	水中モータポンプ 58.4m <sup>3</sup> /hr x 80～110m	5台	
		電気設備	受電変圧器、配電・制御盤、計装機器	5式	
		井戸ポンプ小屋	電気盤用	5棟	
(2)	配水施設				
		キヌニ	配水池	RC製角形 2,700m <sup>3</sup>	1池
		消毒施設	粉末塩素剤溶解タンク・注入機	1式	新設
	ドーレ	配水池	RC製角形 1,200m <sup>3</sup>	1池	新設
	消毒施設	粉末塩素剤溶解タンク・注入機	1式	新設	
(3)	送水管	DCIP φ150～φ400	約11km	新設	
(4)	配水管	DCIP φ300～φ400	約10.3km	新設	

施設の運営維持管理については、水・建設・エネルギー・国土省水開発局(DWD)の所掌であったが、その後、前述の水政策関連法に基づき2006年8月に設立されたザンジバル水道公社(ZAWA)に移管され（実態としては、水・建設・エネルギー・国土省からDWDがZAWAとして公社化された）、2008年9月より水道料金徴収が行われている。

本プロジェクトは、安全な水の供給を通じて住民の生活環境改善を図るものであり、「タ」国が推進している「ザンジバル・ビジョン2020 (ZANZIBAR VISION 2020)」の基本方針である、「良好な水に経済的にアクセスできること、また適切な水資源により全ての人およびセクターに継続的に水が供給されること」に資するものである。

本プロジェクトの実施により、給水可能量の増加と老朽化した施設の一部更新が行なわれ、人口急増による水需要の増加に対応できるとともに、安全で安定した水供給が可能となる。

直接および間接効果は次の通りである。

#### (1)直接効果

- ・ 水供給能力が40,100m<sup>3</sup>/dayから54,100m<sup>3</sup>/dayに増加し、現在の水不足および目標年の給水量増加に対処できる。
- ・ 既存給水区域において、水源不足等により時間給水や断水が余儀なくされていたところで、給水時間の延長が可能となり、給水の安定性ならびに安全性が確保される。

#### (2)間接効果

- ・ 下痢あるいはコレラといった水因性疾病が減少し、市民の健康が増進される。安全な飲料水が供給されることによって、観光産業振興の一助となり、ザンジバルの経済を活性化し、住民の経済的基盤の安定に資する。

## 目次

---

# タンザニア国 第2次ザンジバル市街地給水計画 事業化調査報告書

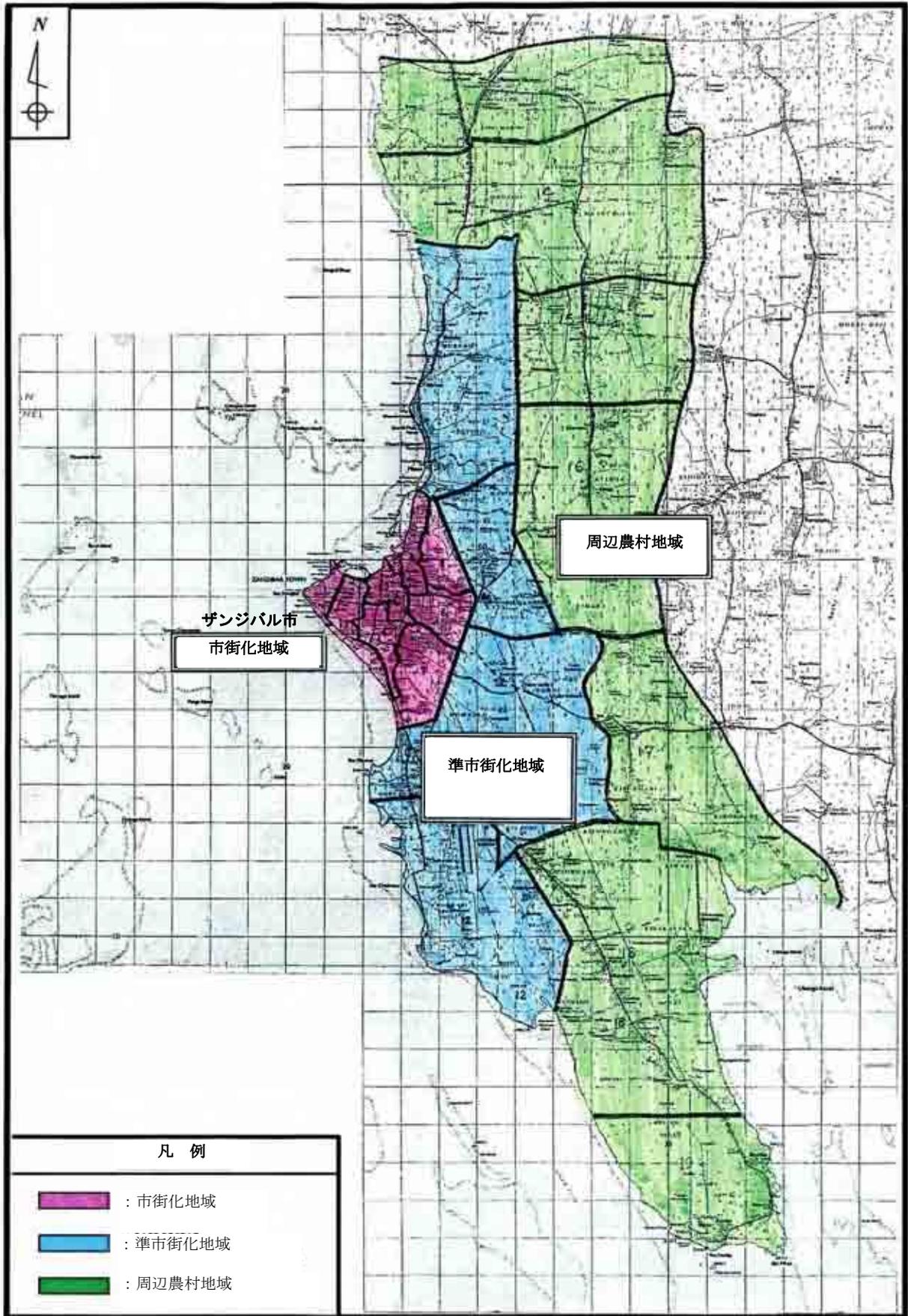
## 目 次

序文	
伝達状	
要約	
目次	
調査対象地域図/現場写真	
図表リスト	
略語集	
1. プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-2 上位計画	1-1
1-1-3 社会経済状況	1-1
1-2 要請内容	1-2
1-3 我が国の援助動向	1-5
1-4 他ドナーとの関連	1-5
2. プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1 プロジェクト実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-7
2-1-3 技術水準	2-9
2-1-4 既存の施設・機材	2-9
2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況	2-22
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-22
2-2-2 自然条件	2-24
2-2-3 下水道・廃棄物及び環境衛生の状況	2-36
3. プロジェクトの内容	3-1
3-1 プロジェクトの概要	3-1
3-2 協力対象事業の基本設計	3-2
3-2-1 設計方針	3-3
3-2-2 基本計画	3-4
3-2-2-1 水道整備計画基本事項	3-4

3-2-2-2	水源開発計画.....	3-10
3-2-2-3	送配水施設計画.....	3-27
3-2-2-4	機材調達計画.....	3-38
3-2-3	基本設計図.....	3-39
3-2-4	施工計画／調達計画.....	3-50
3-2-4-1	施工方針／調達方針.....	3-50
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項.....	3-51
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分.....	3-52
3-2-4-4	施工監理計画.....	3-54
3-2-4-5	資機材等調達計画.....	3-54
3-2-4-6	実施工程.....	3-55
3-3	相手国側分担事業の概要.....	3-57
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-58
3-4-1	組織能力強化計画.....	3-58
3-4-2	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-59
3-5	プロジェクトの概算事業費.....	3-63
3-5-1	協力対象事業の概算工事費.....	3-63
3-5-2	運営・維持管理費等.....	3-64
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3-65
3-6-1	水源保全.....	3-65
3-6-2	水源施設の運用.....	3-65
3-6-3	消毒剤の注入.....	3-66
3-6-4	配水水圧調整.....	3-66
3-6-5	水運用上の留意点.....	3-66
3-6-5-1	ウェレゾ配水区とキヌニ配水区.....	3-66
4.	プロジェクトの妥当性の検証.....	4-1
4-1	プロジェクトの効果.....	4-1
4-2	課題・提言.....	4-3
4-3	プロジェクトの妥当性.....	4-3
4-4	結論.....	4-4

## 資 料

資料-1 調査団員氏名、所属.....	A-1
資料-2 調査日程.....	A-1
資料-3 関係者リスト.....	A-2
資料-4 当該国の社会経済状況.....	A-3
資料-5 討議議事録(M/D).....	A-5
資料-6 事前評価表.....	A-16
資料-7 収集資料リスト.....	A-18
資料-8 水法.....	A-19



計画対象地域図



第1期工事で改修された、サテニ・ステーション敷地内の送水ポンプ棟建屋。



第1期工事で設置された、サテニ・ステーションの送水ポンプ。  
(横型両吸込渦巻ポンプ：  
400m<sup>3</sup>/hr×40m×2台、200m<sup>3</sup>/hr  
×40m×2台)



第1期工事で建設された、ウェレゾ配水池(No.1:4,000m<sup>3</sup>×1池、RC造、矩形)。



第1期工事で建設された、ウェレゾ配水池(No.2:4,000m<sup>3</sup>×1池、RC造、矩形)。



第1期工事で各配水池に設置された消毒設備。(粉末塩素剤溶解タンク、注入機一式)



第1期工事で建設された井戸施設。(写真はN-13)



ZAWA事務所内の料金徴収窓口。(2008年9月より徴収開始)



第2期工事、井戸建設予定地。工事に支障となるものは無い。(写真はN-12)



第2期工事、キヌニ配水池の建設予定地。ココナツ林内の高台地域を予定。工事に支障となるものは無い。



第2期工事、ドーレ配水池の建設予定地。ザンジバル職業学校の敷地内を予定。工事に支障となるものは無い。



第2期工事、送水管布設ルート。このような道路脇の舗装部を避けて布設する計画である。(写真はドーレ地区)



第2期工事、配水管布設ルート。このような道路脇の舗装部を避けて布設する計画である。(写真はドーレ地区)

## 図表リスト

図 2-1	組織図 .....	2-3
図 2-2	漏水補修管路 .....	2-17
図 2-3	地形概念図 .....	2-26
図 2-4	塩水浸入模式図 .....	2-29
図 2-5	地盤と地下水位の関係.....	2-30
図 2-6	水道用既存水源分布図.....	2-31
図 2-7	A-A' 地質断面図 .....	2-34
図 2-8	B-B' 地質断面図.....	2-35
図 3-1	人口の予測 .....	3-6
図 3-2	プロジェクト井戸建設予定地点と電気探査箇所.....	3-20
図 3-3	本計画による開発対象地下水流動域.....	3-23
図 3-4	配水区域図 .....	3-28
図 3-5	送配水管整備計画 .....	3-30
図 3-6	給水制限による断水／出水不良地域.....	3-34
図 3-7	既存送配水管網の解析結果（2004年需要ピーク時） .....	3-36
図 3-8	計画実施後の送配水管網の解析結果（2010年需要ピーク時） .....	3-36
図 3-9	水道計画一般図 .....	3-40
図 3-10	施設水位関係・系統図.....	3-41
図 3-11	井戸掘削標準図.....	3-42
図 3-12	井戸設備図 .....	3-43
図 3-13	ドーレ ステーション一般図.....	3-44
図 3-14	ドーレ ステーション配水池構造図.....	3-45
図 3-15	キヌニ ステーション一般図.....	3-46
図 3-16	キヌニ ステーション配水池構造図.....	3-47
図 3-17	送配水管平面図 .....	3-48
図 3-18	消毒小屋構造図 .....	3-49
図 3-19	事業の実施体制 .....	3-50
図 3-20	実施工程 .....	3-56

表 1-1	要請内容、基本設計及び事業化調査内容比較	1-4
表 2-1	ZAWA 本社（ウングジャ）の組織と業務内容	2-3
表 2-2	ZAWA の収入と収支予測（単位：Tsh）	2-7
表 2-3	収入予測の内訳（単位：Tsh）	2-8
表 2-4	支出予測の内訳（単位：Tsh）	2-8
表 2-5	建設内容（タンザニア国ザンジバル市街地給水計画 1/2 期）	2-10
表 2-6	既存水源の運転状況(2004 年)	2-12
表 2-7	既存送水管(2004 年)	2-13
表 2-8	既存配水池(2004 年)	2-14
表 2-9	既存高架水槽(2004 年)	2-14
表 2-10	漏水補修箇所(2004 年)	2-16
表 2-11	水質試験結果 (1/2) (2004 年) (旧 DWD より)	2-19
表 2-12	大腸菌群、及び一般細菌検査結果	2-21
表 2-13	ウングジャ島の地質	2-25
表 2-14	ウングジャ島の月別降雨量（単位：mm）	2-27
表 2-15	ウングジャ島の月別最高気温（単位：）	2-27
表 2-16	ウングジャ島の月別最低気温（単位：）	2-28
表 2-17	既存水道用水源緒元	2-32
表 2-18	既存水道用水源緒元	2-33
表 2-19	水に起因する主な疾病	2-37
表 3-1	建設内容（ザンジバル市街地給水計画 第 1/2 期）	3-1
表 3-2	ソフトコンポーネント実施内容（ザンジバル市街地給水計画 第 2/2 期）	3-2
表 3-3	計画内容（第 2 次ザンジバル市街地給水計画）	3-2
表 3-4	人口予測	3-5
表 3-5	区域別の人口分布	3-6
表 3-6	各戸接続の家庭用水量原単位	3-7
表 3-7	都市形態別家庭用水量の比率	3-7
表 3-8	用途別水量比率	3-7
表 3-9	一人一日あたり計画給水量	3-7
表 3-10	計画給水量	3-9
表 3-11	管種の選定	3-10
表 3-12	代表的な電探結果解析例（キジンバニ地区:2004 年調査）	3-12
表 3-13	代表的な電探結果解析例（キアング地区:2004 年調査）	3-12
表 3-14	代表的な電探結果解析例（キマラ地区:2004 年調査）	3-12
表 3-15	地下水開発の制約条件	3-13

表 3-16	井戸建設予定地域に近い内陸部の既存給水井の井戸仕様	3-14
表 3-17	計画井の想定地下水位	3-15
表 3-18	井戸建設予定地と計画井戸本数	3-18
表 3-19	(旧)DWDによる井戸建設失敗率とその理由	3-18
表 3-20	要請計画と本施設計画との比較表	3-19
表 3-21	井戸仕様一覧	3-21
表 3-22	地下水開発可能量と既存水源井・計画井による地下水揚水量の水収支	3-24
表 3-23	第1期竣工井施設の実揚水量(参考)	3-25
表 3-24	井戸ポンプ場施設概要	3-26
表 3-25	配水区需要量(日最大)と給水人口	3-27
表 3-26	計画送水管の管径と延長(m)	3-29
表 3-27	新規配水池容量	3-31
表 3-28	配水池施設概要	3-32
表 3-29	計画配水管の管径と延長(m)	3-35
表 3-30	配水管施設概要	3-37
表 3-31	施工区分	3-52
表 3-32	両国政府の主な分担事項(一般事項)	3-53
表 3-33	調達区分	3-55
表 3-34	工事内容	3-56
表 3-35	プロジェクトの目指す成果(PDMより)	3-58
表 3-36	取水施設の増員	3-59
表 3-37	送配水施設の増員	3-60
表 3-38	料金体系(フラットレート)	3-61
表 3-39	料金体系(従量制)	3-61
表 3-40	収支予想	3-62
表 3-41	日本側負担費用	3-63
表 3-42	本プロジェクト実施に伴う維持管理費増加分	3-64
表 4-1	プロジェクト実施による効果と現状改善の程度	4-1
表 4-2	配水管整備の必要性と改善効果	4-2

## 略語集

A/P	支払授權書	Authorization to Pay
AfDB	アフリカ開発銀行	African Development Bank
B/A	銀行取極	Banking Arrangement
BHN	ベーシック・ヒューマン・ニーズ	Basic Human Needs
CEC	欧州共同体委員会	Commission of the European Communities
DWD	ザンジバル政府水建設省水開発局	Department of Water Development, Zanzibar
E/N	交換公文	Exchange of Notes
EAC	東アフリカ共同体	East African Community
EIA	環境影響評価	Environmental Impact Assessment
FINNIDA	フィンランド国際開発機構	Finnish International Development Agency
GDP	国内総生産	Gross Domestic Product
GNI	国民総収入	Gross National Income
GNP	国民総生産	Gross National Product
IMF	国際通貨基金	International Monetary Fund
JICA	国際協力機構	Japan International Cooperation Agency
KfW	ドイツ復興開発銀行	German Bank for Reconstruction and Development
LWL	計画低水位	Low Water Level
MFEA	財務経済省	Ministry of Finance & Economic Affairs
MIS	経営情報システム	Management Information System
MOF	財務省	Ministry of Finance
M/P	マスタープラン	Master Plan
MWCEL	水・建設・エネルギー・国土省	Ministry of Water, Construction, Energy and Lands
MSRALG	国家・地方自治・地方政府省	Ministry of State, Regional Administration and Local Government
NGO	非政府組織	Nongovernmental Organization
OAU	アフリカ統一機構	Organization of African Unity
ODA	政府開発援助	Official Development Assistance
OECD	経済協力開発機構	Organization for Economic Cooperation and Development
OJT	実務訓練	On-the-job training
QC	品質管理	Quality Control
UNDP	国連開発計画	United Nations Development Program
UNICEF	ユニセフ	United Nations International Children's Emergency Fund
ZMC	ザンジバル市役所	Zanzibar Municipal Council
ZAWA	ザンジバル水道公社	Zanzibar Water Management Authority

## 地名和英対応表

日本語表記	英語表記
ウェレゾ	Welezo
ウングジャ	Unguja
カブリキコンベ	Kaburi Kikombe
カミスアリスブレイマン	Khamis Ali Suleiman
キアング	Kianga
キエンベサマキ	Kiembe Samaki
キジトウペレ	Kijito Upele
キジンバニ	Kizimbani
キトサニ	Kitosani
キヌニ	Kinuni
キブリキコンベ	Kabri Kikombe
キマラ	Kimara
キリマニ	Kilimani
キワンチプラ	Kiwantipura
クワアリナト	Kwaalinato

## 地名和英対応表（続き）

日本語表記	英語表記
クワムチナ	Kwa Mchina
ゴンゴニマスジット	Gongoni Masjid
サテニ	Saateni
ザンジバル	Zanzibar
シャンガニ	Shangani
ジュンビ	Jumbi
ストーンタウン	Stone Town
セムソ	Semuso
ダルエルサラーム	Dar El Salaam
チュクワニ	Chukwani
チュンガ	Chunga
チュンブニ	Chunbuni
テウングイ	Tungui
ディマニ	Dimani
ドーレ	Dole
ドンゲ	Donge
ハイタジワ	Haitajwa
ハمامニ	Hamamni
ブブブ	Bububu
ブンブウィ	Bumbwi
ブンブウィスディ	Bumbwi Sudi
ベガモジャ	Begamoja
ペンバ	Pemba
マウガニ	Maungani
マクリナジニ	Maklinazini
マゴゴニ	Magogoni
マシンジニ	Masingini
マリンド	Malind
ミゴンバニ	Migombani
ミレングニ	Milenguni
ムウエラ	Mwera
ムウエンベ・マクンベ	Mwembe Makumbe
ムウエンベ・ムチョメケ	Mwembe Mchomeke (M. Mchomeke)
ムクウワ	Mkuuwa
ムシキットワメヤ	Msikit Wa Meya
ムセレムスレイマン	Msellem Suleiman
ムチャンガニ	Mchangani
ムチョメケ	Mchomeke
ムトニ	Mtoni
ムナラワムバオ	Mnara wa Mbao
ムピャ	Mpya
ムフェネシニ	Mfenesini
ムブウェニ	Mbweni
モンバサ	Mombasa
ラフィジ	Rufiji

## 1. プロジェクトの背景・経緯

# 1. プロジェクトの背景・経緯

## 1-1 当該セクターの現状と課題

### 1-1-1 現状と課題

ザンジバルにおける給水事業は、1920年代に地下水・湧水を水源とした給水施設が建設され、1990年までに100kmにおよぶ送配水管、送水場及び7ヶ所の配水池が整備されたが、財政難により施設の改修や拡張が行われず老朽化して水の需要に対して供給能力が極端に不足している。対象地域の平均給水率は約90%程度であるが、既存の水道施設から供給を受けている住民も給水量は不十分であり時間給水や断水が余儀なくされている。また、施設の老朽化のため配管網等に汚水が流入し水質が悪化していることが水因性疾病の罹患率を高くしており、生活環境の改善が緊急の課題となっている。

2007年度に「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画（1/2期）」が竣工されたことにより給水量は増加したものの、対象地域の給水量は十分に確保されていない。

### 1-1-2 上位計画

本計画の上位計画として、財務経済省が2000年1月にザンジバル・ビジョン2020（ザンジバルVISION2020）を国連開発計画（以下UNDP）の支援を受けて策定した。これによる水に関する政策目標は、社会経済インフラとして次のように記述されている。

水に関する基本方針は、良好な水に経済的にアクセスできること、また適切な水資源管理により全ての人、セクターに継続的に水が供給されることであり、これによって社会経済の成長と発展を図る。このための水施策は次のものである。

- a. 効率的な水供給・運営システムを整備し、適切なコストで信頼性の高い水供給を行う。
- b. 飲料水源涵養地域として雨水集水域を指定して保護する。
- c. 水供給の権利に関するコミュニティ形成促進
- d. 都市と地方への公平な、持続的な水供給の増進
- e. 水供給施設の適正な維持管理
- f. 井戸、ダム、ポンプ、配管等の水供給に係る様々な技術の強化
- g. 雨水涵養技術の確立
- f. 効果的で有効な料金徴収制度の確立

また、世銀などの支援により2002年に策定された貧困削減対策(Zanzibar Poverty Reduction Plan)に沿って貧困撲滅に取り組んでいる。この1つの重要な戦略の柱として、住民への安全な水の供給も重要視されている。

### 1-1-3 社会経済状況

タンザニアは1964年、タンガニーカとサンジバルの合併により成立した連合国家であり、86年以

降、構造調整、経済自由化を推進し、一定の成果を上げた。92年に複数政党制を導入、95年の複数政党制初の選挙でムカパ大統領が選出され、2000年の選挙でも再選された。2005年からはキクウェテ大統領が着任している。ザンジバルではカルメ・ザンジバル大統領が再選された。

タンザニアの外交基本方針としては、非同盟政策を基調としつつ、アフリカの統一と未解放地域の独立を強く唱え、アフリカ連合（AU）、国連等の国際場裡においてリーダーシップを発揮している。近隣諸国との関係は良好であり、コンゴ（民）紛争を中心とした大湖地域情勢の安定化、ブルンジ問題の解決に向け尽力している。また、ケニア、ウガンダとの三国間協力を推進しており、99年11月、東アフリカ共同体（EAC）設立条約が署名され、2001年1月に同共同体が正式に発足している。2004年3月には、EAC 関税同盟議定書が署名された。また南部アフリカ開発共同体（SADC）のメンバーで、2003年8月より議長国となっている。このように、外交的にも安定していて、かつ、東アフリカでは重要な役割を担っている。

主要産業は農業（GDP の約 45%を占める）であり、メイズ、キャッサバ、米、豆類、コーヒー、綿花等が主要作物である。また、規模は小さいが、鉱業では金やダイヤモンド生産、工業ではサイザル麻・タバコ等、農産物加工がある。観光業も年々伸びており、有望視されている。

2006年の統計（Tanzania in Figures 2006）によれば人口は3,870万人（2006）、GDPは14,995十億Tsh（タンザニア・シリング）（2006）であり、一人当たりGDPは319米ドル（2006）、実質経済成長率6.2%（2006）となっている。同統計によれば、ザンジバルは2006年の人口114万人、GDPは512.4十億Tsh（2006）、一人当たりGDPは390米ドル（2006）、実質経済成長率6.1%（2006）となっている。GDPの内訳は2004年のものであるが、農林水産業21%、工業13%、サービス業52%、商品課税14%となっている。（The National Account of Zanzibar 2/E, Office of Chief Government Statistician, June 2004、p1-3）

ザンジバルの貧困削減戦略の1つの重要な柱として、住民への安全な水の供給が重要視されている。このため給水政策を担当している水建設省の水道事業関係の予算も2002年度より増加し、同省の給水政策関連の予算もほぼ要求通り承認されている。

対象地域である、都市／西部（Urban and West）地区は、世界遺産であるストーンタウンを有し、うち人口は2006年で46.1万人（2002年では39.0万人）となっている。（Tanzania in Figures 2006）

ザンジバルを訪れる年間の外国人観光客は約8万人（2001年）で、平均4日間滞在する。しかしながら、観光インフラの整備が進まないために、年間の産業成長率は1%となっている。（The National Accounts of Zanzibar, Second Edition, June 2004, Office of Chief Government Statistician による。）

## 1-2 要請内容

調査対象地域においては、既存給水施設の老朽化、水需要増に対する給水能力（水源能力）の不足、

それらに伴う低水圧および給水水質の悪化等の問題が生じている。このことが高い水因性疾患率等の一因となっている。これらの状況の下、タンザニア国政府は経済回復計画を策定し、重点分野であるBHN分野の改善の為、安全かつ安定した飲料水の供給を確保することを目的とし日本政府に対し無償資金協力を要請した。

同要請に対し、日本国政府は①要請内容の確認、②協力の妥当性、効果、適切な協力範囲の確認及び③実施機関の体制を含む現状の把握を主な目的として、2002年予備調査団を派遣した。同予備調査において、本計画の必要性は確認されたものの、現在の給水施設の運営維持管理にかかる問題として、受益者からの水利用料金の徴収が殆ど行なわれていないことが指摘され、適正な運営維持管理を行なう為の水道使用料の徴収を行なうことが無償資金協力の前提との提言が行なわれた。同指摘を受け、2004年に水道料金徴収の為の基本方針が議会を通過し、我が国による無償資金協力の実施の前提が整ったことを受け、日本国政府は基本設計調査を実施したが、水道料金徴収法案が成立しなかったためプロジェクトの実施は見送られた。その後2006年に料金徴収に向けたロードマップがタンザニア側から提出されたため、日本国政府は事業化調査を実施した。このロードマップに沿って2006年3月に水道公社法（Bill for an Act of Zanzibar Water Supply Authority）が国会承認され、4月には大統領の署名を得て、法案が発効したため2006年に第1期工事が開始、2008年3月に竣工した。

一方、第2期分について、引き続き実施する予定であったところ、その後の資機材価格の上昇に伴い、その実施が困難であると判断された。案件名を「第2次ザンジバル市街地給水計画」とし、事業化調査によって事業費を再考することとなった。

我が国は事業化調査団を2008年7月17日～29日に派遣し、サイト状況の再確認、施工計画調査、積算関連調査及び先方実施事項の確認などを行った。

要請内容、基本設計及び事業化調査内容を以下の表 1-1 に示す。

表 1-1 要請内容、基本設計及び事業化調査内容比較

番号	項目	要請内容	基本設計 (2004年度) 第1次事業化調査 (2005年度)	第2次事業化調査 (今回)	備考
A	施設				
A1	配水ステーション				
A1-1	サテニステーション				*1
(1)	地下配水池建設	4,000 m <sup>3</sup> ×1 池	—	—	
(2)	既存高架タンク改修	450 m <sup>3</sup> ×2 池	—	—	
(3)	高架タンク建設	450 m <sup>3</sup> ×2 池	—	—	
(4)	既存送水ポンプ更新	540 m <sup>3</sup> /hr×2 台 250 m <sup>3</sup> /hr×2 台	約 400 m <sup>3</sup> /hr×2 台 約 200 m <sup>3</sup> /hr×2 台	—	
(5)	消毒施設建設	1 式	1 式	—	
A1-2	ウエレゾステーション				*1
(1)	配水池建設	4,000 m <sup>3</sup> ×1 池 3,000 m <sup>3</sup> ×2 池	約 4,000 m <sup>3</sup> ×2 池	—	
(2)	消毒施設建設	1 式	1 式	—	
A1-3	ドーレステーション	—			
(1)	配水池建設		約 1,200 m <sup>3</sup> ×1 池	同左	
(2)	消毒施設建設		1 式	1 式	
A1-4	キヌニステーション	—			
(1)	配水池建設		約 2,700 m <sup>3</sup> ×1 池	同左	
(2)	消毒施設建設		1 式	1 式	
A2	井戸建設	100 m <sup>3</sup> /hr×6 井	58.4 m <sup>3</sup> /hr×11 井 (含予備 1 井)	58.4 m <sup>3</sup> /hr×5 井	*2
A3	管路建設				
A3-1	送水管布設	総延長約 20km	総延長約 24km	総延長約 11km	*3
A3-2	配水管布設	総延長約 35km	総延長約 20km	総延長約 20km	
B	機材				
B1	水質試験機材	1 式	—	—	
B2	ワークショップ機材	1 式	—	—	

\*1：第1期にて実施済

\*2：第1期にて6井を実施済

\*3：第1期にて約13kmを実施済

### 1-3 我が国の援助動向

我が国のザンジバルにおける水供給関連セクターに対する援助は、草の根無償資金協力および研修員受入れである。さらに2007年度から料金徴収に向けての技術協力プロジェクトが開始された。

#### ①草の根・人間の安全保障無償資金協力

- ・ 案件名：ザンジバル地方給水計画 I～IX
- ・ 実施年度：平成15年度(2003年度)
- ・ 対象地区：ウングジャ島およびペンバ島内の9地区
- ・ 概要：本件はUNDPとの共同プロジェクトで、全9件の地方給水プロジェクトであり、各地区において井戸建設、ポンプ・電気設備設置および配管布設が行なわれた。当該地区では深刻な水不足の状況となっており、本件実施により対象住民の生活用水が質的・量的に改善されることによって、生活水準の向上および不衛生な水に起因する水系疾病などの保険衛生環境の改善が見込まれる。

#### ②技術協力プロジェクト

- ・ 案件名：タンザニア国ザンジバル水公社経営基盤整備プロジェクト
- ・ 実施年：平成19年～22年(2007～2010年)
- ・ 概要：本件はザンジバル水公社（以下ZAWAとする）に対して、顧客満足度の高い料金徴収業務体制の確立を支援し、水道事業体としての独立採算に向けた基盤が整備されることを目標とする。

### 1-4 他ドナーとの関連

ザンジバルにおける給水分野の各ドナーからの援助は、1995年以降の政治的混乱に起因して一時停止されたが、大半の上水道施設整備は第3国による国際機関によって実施された。フィンランド政府（FINNIDA）による「都市水供給計画」（ザンジバル都市給水計画のベースとなっている）、アフリカ開発銀行（AfDB）により作成された「地方水供給計画」（ザンジバル地方給水計画のベースとなっている）、ドイツ開発銀行（以下KfW）による「ザンジバル都市部下水・雨水排水・廃棄物整備計画」、わが国による草の根無償「ザンジバル地方給水 I～IV」及びUNDPの協力等の主要な案件のほかに、国連児童基金（UNICEF）、米国国際援助庁（USAID）、イギリス、ドイツ、中国等多数のドナーにより援助が実施されてきた。

UNDPは欧米ドナーが対ザンジバル援助を停止した後も、政治的中立を掲げて引き続き援助を継続してきた。UNICEF、UN ジョイントプログラム、USAID、EU/ACRAも合わせて、地方給水の改善、手押しポンプ井戸の建設、自家発電機、ポンプの援助等が行われている。自家発電機は、2008年5月20日～2008年6月18日に停電があったことにより、UNICEFより12台支援された。これに加え、AfDB/UN HABITATの支援によりStrategic Planが策定され、これを基にしたAfDBローンによる施設整備についても検討されている。

KfWは前述の「ザンジバル都市部下水・雨水排水・廃棄物整備計画」に基づき、Phase I (1994年～1995年)でオールドストーンタウン内の既存下水管網の清掃・補修を行い、Phase IIでザンジバル市街地化地域における下水管網の拡張、雨水排水施設の整備および廃棄物収集処分システムの改善等を実施している。

## 2. プロジェクトを取り巻く状況

## 2. プロジェクトを取り巻く状況

### 2-1 プロジェクト実施体制

#### 2-1-1 組織・人員

本プロジェクトの実施機関である ZAWA (Zanzibar Water Authority: ザンジバル水公社) は、2006 年に制定されたザンジバル水法 (Water Act No. 4 of 2006) に基づき、ザンジバル政府によって設立された公営企業体 (Body corporate Authority) である。ZAWA は 2004 年のザンジバル水政策 (Zanzibar National Water Policy) の提言をうける形で設立され、ウングジャ島、ペンバ島を含むザンジバル全土の水道事業を実施するとともに、水源開発と排水の放流に関する管理・規制の権限も有している。ZAWA の機能と権限は水法に規定されており、以下の 11 項目からなっている。

1. ザンジバル全流域の水を規制、管理、保全し、これに反する行為をとる者に対し、法的手段を講ずる。
2. 全土に対する継続的水供給を実施する。
3. 水道事業を運営管理し、水供給のための計画やプロジェクトを推進する。
4. 水源の保全と適切な利用を促進する。
5. 水の生産と配水を持続的に管理する。
6. 水の開発と保全に関する政策立案に際し、政府に助言する。
7. 水の利用者から料金を徴収する。
8. 定められた規則 (Water Regulations 2007) に法り、水質、排水、水道設備の基準を設定する。
9. 理事会の同意のもとで、自らの機能の適正な遂行を可能とするためのあらゆる処置を講ずる。
10. 必要に応じ、理事会に水道料金改訂を具申する。
11. 水法が定めるその他の機能を実施する。

施設の運営維持管理については、水・建設・エネルギー・国土省水開発局(DWD)が所掌であったが、その後、前述の水政策関連法に基づき 2006 年 8 月に設立されたザンジバル水道公社(ZAWA)に移管され (実態としては、水・建設・エネルギー・国土省から DWD が ZAWA として公社化された)、2008 年 9 月より水道料金徴収が行われている。

ZAWA は、組織的にはザンジバル政府水・建設・エネルギー・国土省 (Ministry of Water, Energy, Construction and Land: MWCEL) の管轄下に置かれており、ザンジバル大統領が指名した総裁 (Director General: DG) が経営の最高責任者となっている。ZAWA の総裁は、同じく大統領が指名した理事長と MWCEL 大臣が指名した 3 人の理事からなる理事会 (Board of Directors) の監督下にある。

ZAWA の本社はウングジャ島にあり、ペンバに支部が置かれている。2008 年 7 月現在の総職員数は 791 人で、そのうちウングジャ本社の職員数は 438 人である。ZAWA の組織は総裁と、総裁を補佐する

4人の部長（Director: 技術部長、商業・顧客サービス部長、財務・総務部長、ペンバ支部長）、3人の専門官（Officer: 広報官、監査官、秘書・法務官）からなり、それぞれの部門・専門官が所轄する業務管理を行っている。

ZAWA の組織図及びウングジャ本社の組織と業務内容を図 2-1、表 2-2 に示す。

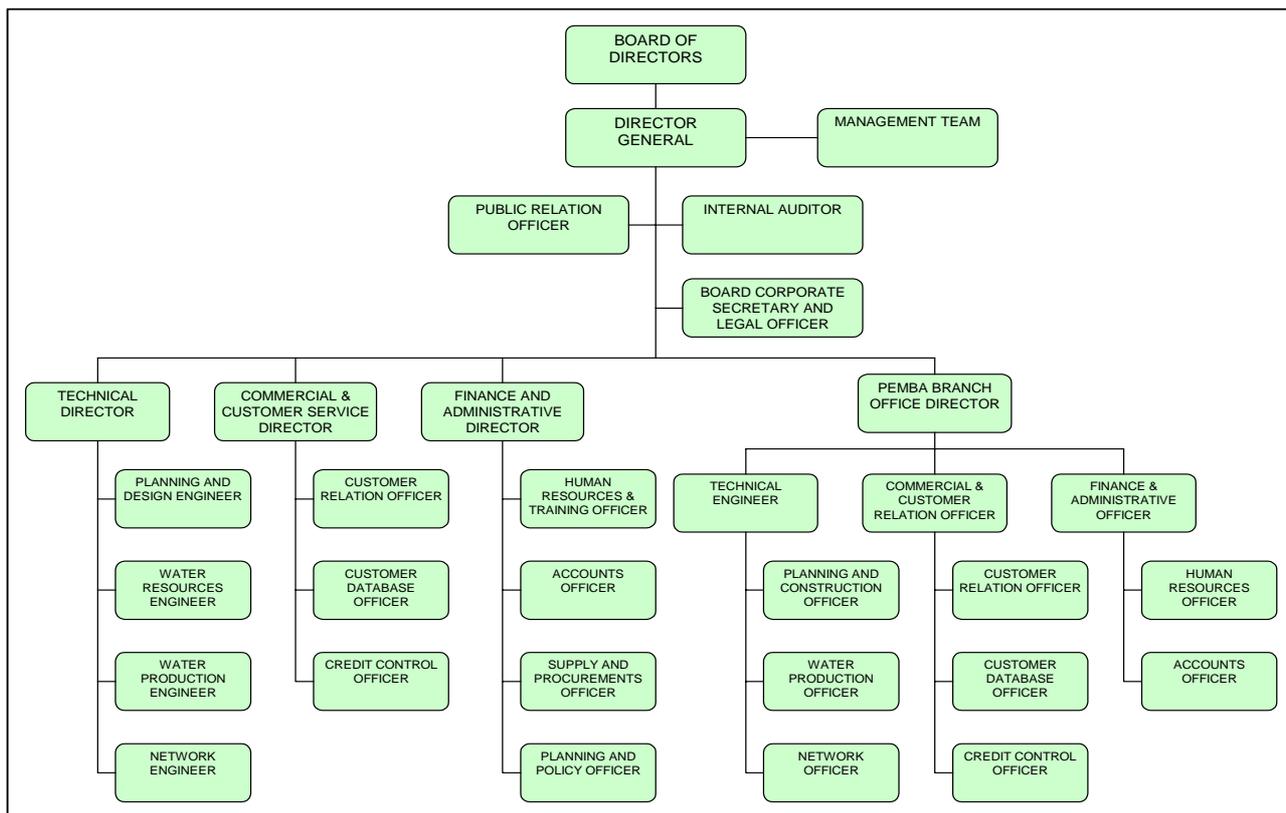


図 2-1 組織図

表 2-1 ZAWA 本社（ウングジャ）の組織と業務内容

部または室	課	人数	業務内容
Director General		1	業務全体の指揮・監督
Board Cooperate Secretary and Legal Office		1	理事会における秘書業務、業務遂行・契約行為における法的書類の作成・確認・助言
Public Relations Office		2	P R活動、P R関連広報の作成、メディア担当
Internal Audit		1	ZAWA の事業成果に関する評価・監査担当
Technical Directorate (Director 1)	Planning & Design	23	水道施設全般の計画・設計、工事契約・実施に際する技術的評価・レビュー・管理、土木工事担当
	Water Production	239	水源施設、配水池及びポンプ施設の運転維持管理、設備工事、ワークショップ運営、水質管理担当
	Water Resources	11	水源の開発・保護に関する調査・監視、井戸掘削・建設、揚水試験に係る監督担当
	Network	56	配水管の新設・修繕・更新、漏水の検知と防止担当
Commercial and Customer Service Directorate (Director 1)	Customer Service	12	水道サービスに係る利用者への広報、KIOSK の運営、苦情処理担当
	Customer Database	1	顧客管理システム及び顧客情報の管理、IT 担当
	Credit Control	12	新規顧客登録、料金請求書の発行・配布、メータ読み取り、債権回収担当
Finance and Administration Directorate (Director 1)	Procurement and Supply	5	資機材の調達手続き・各セクションからの要望調整・調達・在庫管理・資金管理を担当
	Human Resources and Training	25	雇用・就業に関する諸規定作成、人事データベース・人事考課結果の管理、職員の能力開発計画作成担当
	Accounts	9	収入・支出会計、銀行取引、現金出納、財務諸表作成担当
	Planning and Policy	37	ZAWA の政策・各種プランの策定・実施に際するセクション間調整、就業環境保全担当
Total		438	

## (1) エンジニアリング及び給水設備運転維持管理

計画・設計課、水生産課、水源管理課、配水管課の4課が給水施設の計画、設計、維持管理、配水などの業務を行っている。

計画・設計部門は、給水施設や配水ネットワークの計画及び設計、工事契約・実施に際する技術的評価・レビュー・管理及び土木工事を担当している。水生産部門は、水源施設、配水池及びポンプ施設の運転維持管理、設備工事を担当しており、Mabluu と Saateni にあるワークショップや水質検査を行うラボラトリーもここに所属している。水源管理部門は、井戸や湧水などの水源の管理及び水源調査や井戸の掘削を担当している。給水管部門はパイプラインの管理を行っており、漏水の検知と防止も担当し、主に巡回によりパイプの状態を確認している。

## (2) 顧客サービス業務

給水事業が ZAWA に移行されるまでは、約 230 の業務顧客から水道料金を徴収しているのみで、約 5.9 万世帯の一般家庭顧客からは水道料金を徴収していなかった。しかしながら、2006 年の水法をうけて 2007 年に水道規則 (Water Regulations) が制定され、これにより ZAWA の給水を受ける全ての顧客は水道料金を支払うことが義務づけられた。

これに基づく新水道料金表は 2008 年 4 月 20 日に ZAWA の理事会の承認を受け、2008 年 8 月に大臣によりこれを発効することが宣言された。新料金表は、一般家庭、公共施設、商業・工業施設、農業用、KIOSK に区分され、それぞれ従量料金表 (メータがある場合) と固定料金表 (メータが無い場合) が併記されている。新水道料金表は表 3-7 に示した。

顧客サービス部 (Commercial and Customer Service Directorate) は、部長 1 名と 25 名のスタッフからなり、当部は顧客サービス、顧客データベース (IT)、料金請求管理 (Credit Control) の 3 つの課に分かれている。しかし、部長と顧客データベース担当課長以外の多くは、技術部門から配置換えされたスタッフであり、顧客サービス業務に対応できる能力強化が課題である。現在、各課の業務は、本格的料金徴収に向けての準備・訓練段階にあるが、これが開始されれば、各課は次のような活動を実施することになる。

顧客サービス担当課は、12 名のスタッフからなり、顧客への広報、接続サービス、苦情処理、KIOSK の運営などの業務を実施する。

顧客データベース担当課は現在 1 名しか配属されていないが、顧客管理システム及び顧客情報の管理を担当する。従来、顧客情報の保管・更新、請求書発行、窓口での支払い確認・領収書発行など一連の作業はすべて手作業と紙ベースで行われていたが、JICA が実施中の技術協力プロジェクトにより、コンピューターシステムと顧客管理ソフトウェアが供与され、これらの作業はすべて電算化された。既存の商業顧客約 600 件のデータも全てシステムに入力され、現在はこのシステムを用いて料金徴収作業を実施している。

料金請求管理（Credit Control）担当課は現在 12 名のスタッフであるが、新規顧客登録、料金請求書の発行・配布、メータ読み取り、債権回収などの業務を担当する。プリンタで印刷された請求書の配布は、スタッフが各顧客に配送し、請求書を受け取った顧客は ZAWA 本社の窓口へ直接支払いに来る仕組みとなっている。現在この課では、これから料金徴収の対象となる一般家庭顧客約 5.9 万世帯の顧客確認作業（給水接続の有無、給水状況等の確認）を実施中である。なお、本格的料金徴収開始時には、定められた期間で請求書の配布ができるよう、スタッフの数を増員する必要がある。

### (3) 財務・総務部門

かつての DWD の時代には、財務・総務部門は一つのセクションの限られたスタッフが担当していたが、ZAWA への移行に伴い、これらを全体的に所轄する財務・総務部を設置し、その下に調達課、人事課、会計課、政策・計画課の 4 つの課を置き、スタッフ数も増員され、公営企業体として必要な組織構造に変更された。しかし、部長や一部の課長は政府機関の専門的部署から移ってきた人材であるが、顧客サービス部門と同様、他の多くのスタッフは、技術部門からの所属替えであり、専門的知識と経験に乏しいことから、業務に対応できるだけのスタッフの能力強化が課題となっている。

#### 1) 財務・会計業務

ZAWA の財務・会計業務は会計課が担当している。会計課では、収入・支展会計、銀行取引、現金出納、財務諸表作成等の業務を実施する。顧客から窓口で料金を徴収する Cashier もこの課に所属している。

財務関係では、これまで ZAWA はキャッシュフローに基づく、収入と支出だけの管理を行い、損益計算書や貸借対照表といった財務諸表は作成されていなかった。しかし、07/08 会計年度においては、企業会計方式に従い、これらの財務指標が初めて作成された。

今後、予算管理、原価分析など、求められる会計業務の範囲が広がり、会計部門の能力強化が求められる。これに対応するため、技術協力プロジェクトでは、会計ソフト Pastel の調達と、その操作をスタッフに習熟させるためのトレーニングを計画している。

#### 2) 人事管理業務

人事管理は、人事・教育課において、主としてスタッフの個人情報管理、雇用・退職に関する辞令の発行、毎月の給与計算等の業務を実施している。従来、これらの情報は、紙ベースと簡易なソフトを利用して管理していたが、技術協力プロジェクトにおいて、Aruti という人事管理ソフトを調達し、各種人事関連情報がデータベースとして一元的に管理できるようになった。

また、人材育成システムに関しては、これまで人材計画や育成計画はなく、ドナーの提供するトレーニングを使ったものしか行われていなかった。これは、限られた財源下で人材育成にまで予算を回す余裕がなかったことに起因するが、来年度以降は、この分野に対しても予算を配慮していく方針で

ある。

### 3) 政策立案・企画

職務分掌の上では、これらは政策・計画課がコーディネートすることになっているが、担当スタッフの能力的制約もあり、この課では行われていない。実務上は、総裁、部長、秘書・法務官で構成されるマネジメント・チームと呼ばれる組織がこれを実施している。

政策・計画課は、ZAWA の就業環境の保全（清掃、安全、輸送等）も担当しており、主としてこの分野で活動している。

### 4) 調達業務

調達課がこれを担当するが、現時点では具体的な活動がまだ行われていない。現在、各セクションで必要な資材・備品の請求手順と請求フォームが検討されている。

## (4) その他

上記の3部以外に、総裁直属の専門官として、広報官、監査官、秘書・法務官が配置されており、これらはいずれも独立した企業体として運営していく上で、必要となる機能である。特に、料金徴収を開始するに当たり、住民に対して事前に広報活動を行うことは不可欠となるが、これらについては技術協力プロジェクトの支援のもとで、広報官がこれを担当して住民集会の開催や、PR用ステッカーやチラシ、テレビドラマの作成等の活動を実施中である。

## 2-1-2 財政・予算

タンザニアの会計年度は、7月から翌年6月までとなっている。ZAWAの2007/2008の決算と2008/2009の収支予測を表2-2に示す。

2007/2008の料金収入は数少ない産業顧客からの356百万Tshにとどまり、政府から補助金1,607百万Tshを得て総収入2,025百万Tshとなっている。一方支出については、減価償却前で2,306百万Tshとなっており、281百万Tshの赤字である。減価償却4,451百万Tshを含めると4,731百万Tshの赤字となる。支出のうち給与関連が1,083百万Tshを占める。

一方2008/2009の料金収入は一般家庭からの徴収も含んだ2,719百万Tshが見込まれ、接続費等を含めて補助金なしで4,203百万Tshとなっている。支出については、減価償却前で6,430百万Tshとなっており、2,227百万Tshの赤字である。減価償却費2,750百万Tshを含めると4,977百万Tshの赤字である。支出のうち給与関連は1,522百万Tshである。

表 2-2 ZAWAの収入と収支予測（単位：Tsh）

		2007/2008	2008/2009	比率
収入	料金収入	356,625,715	2,719,000,000	762%
	接続費	58,545,300	204,000,000	348%
	補助金	1,606,835,637		
	その他	2,809,300	1,280,000,000	45563%
	計	2,024,815,952	4,203,000,000	208%
支出	給与関連支出	1,083,476,673	1,522,000,000	140%
	一般支出	1,222,269,668	4,908,000,000	402%
	小計	2,305,746,341	6,430,000,000	279%
	償却前利益	-280,930,389	-2,227,000,000	793%
	減価償却	4,450,785,783	2,750,000,000	62%
	計	6,756,532,124	9,180,000,000	136%
利益/余剰		-4,731,716,172	-4,977,000,000	105%
		決算	見通し	

出典 2007/2008：ZAWA 内部資料

2008/2009：Strategic Plan Final Draft

## (1) 収入予測の評価

ZAWAの収入は2008/2009では家庭からの料金徴収が開始されることから、前年度に比べて約2倍の収入見通しを立てている。収入の2007/2008実績と2008/2009予測の内訳を表2-3に示す。

家庭からの収入は新規に1,354百万Tshが見込まれている。これを達成するためには4000Tsh/世帯のフラットレートで12ヶ月徴収したと仮定して、約28,000世帯からの徴収が必要である。これは現在顧客調査を行ったアーバン及びアーバンウエスト地域の約59,000世帯の50%であり、初年度は料金開始の遅れもあって達成できないかもしれないが近い将来的十分可能と考えられる。一方2008/2009には商業等から657百万Tsh、Institutionから288百万Tshが見込まれており、両者を併せると2007/2008の収入（商業等）の約3倍となる。現時点で既に主要な商業顧客からは料金を徴収しているため、料金徴収の対象顧客の拡大と従量料金への移行を速やかに行うことが課題である。またKIOSKからの

収入として420百万Tshが見込まれているが、2008年現在、要望調査、パイロットプロジェクト等を計画している準備段階である。その他として計上されている1,280百万Tshは2008年から開始される登録料、メータのデポジット、罰金等で構成されており、これについても過去の実績はない。補助金は2007/2008に1,606百万Tshが計上されていたが、2008/2009にはこれが廃止される見込みである。

このように予測された収入増加のうち確実なものはわずかであり、2009年度収入の下方修正は避けがたいものと考えられる。

表 2-3 収入予測の内訳（単位：Tsh）

	2007/2008	2008/2009
料金収入	356,625,715	2,719,000,000
家庭		1,354,000,000
KIOSK		420,000,000
Institution		288,000,000
商業等	356,625,715	657,000,000
接続費	58,545,300	204,000,000
補助金	1,606,835,637	
その他	2,809,300	1,280,000,000
計	2,024,815,952	4,203,000,000

## (2) 支出予測の評価

ZAWAの支出は2008/2009から家庭からの料金徴収が開始されることから、適正な顧客サービスを実現するための必要な費用を見込んだ6,430百万Tshが計画されている。支出の2007/2008実績（期初予測及び決算）と2008/2009予測の内訳を表2-4に示す。

ZAWAは前年度までわずかな商業等顧客からの収入しかなかったため、過去の政府機関時代と同様給与と電力費（の一部）を政府が支払っていたと言われていた。決算書だけでは明確でないが、期初や予測と比較すると決算での支出は小さすぎると思われ、2008/2009予測から新規支出以外を除いた4,300百万Tsh程度の支出が2007/2008の実態だと考えられる。

2008/2009から新規に計上された補修費、営業、管理費等は総額2,130百万Tshと大きいですが、これまでの支出は人件費と電力費がほとんどを占め適正な維持管理が行われていなかった。施設が老朽化しているため補修や更新は必須であり、相応の支出は必要である。

表 2-4 支出予測の内訳（単位：Tsh）

	2007/2008		2008/2009	摘要
	期初	決算	予測	
支出計	3,709,709,603	2,305,746,338	6,430,671,203	
給与関連	1,752,846,720	1,083,476,673	1,522,190,828	基本給、手当
給水コスト	1,956,862,883	1,222,269,665	2,777,500,000	電力、薬品費等
新規支出	0	0	2,130,980,375	補修費、営業、管理費等

## (3) 収支

2008/2009の収入は予測を下回るが、ザンジバルの人口は約120万人なので、一般家庭からの料金収入だけでも9,600百万Tsh\*ものポテンシャルがあり、料金徴収率の向上、徴収対象区域のザンジバ

ル全土への拡大、KIOSKの整備及び料金徴収体制の整備、商業顧客の増加及び従量料金制への移行等を早期に行って収入の増加に努めることが必要である。

\*: 9,600 百万 Tsh = 4000Tsh/世帯/月 x 12 月 x 1,200,000 人 / 6 人/世帯

### 2-1-3 技術水準

前述のように ZAWA の維持管理体制は相応の組織構造・人員体制となっており、独自で給水施設や配管網のメンテナンス、新規井戸の掘削等を行っている。個々のメンテナンス技術についてはある程度のレベルを有していると思われるが、財政的な問題等もあり適切かつ十分なメンテナンスは行なわれていない。

技術的なメンテナンス面での現状の課題は次のとおりである。

- ・故障箇所や漏水箇所を把握しているにも係らず、部品等資材の調達が十分でないために放置されているものがある。
- ・施設管理人は、人数は配置されているが専門的な知識はなく、機器や管損傷時には管理人から通報を受けて修理班が駆けつけるといった状態であり、予防保全的な保守点検は行なわれていない。
- ・水質試験室を有するが、定期的な水質分析は行なわれていない。
- ・流量計の不備、故障等により、実際の生産水量や配水水量が把握されておらず効率的な水運用が行なわれていない。

そのため、2007 年度に「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画（第 2/2 期）」において、水道施設の運転管理に関する技術指導を行った。既存施設を対象とすることにより、実践的な技術指導を行うことができた。また、運転管理に係る知識及び技法の理解度を確認するテスト結果から、研修性は指導内容を概ね理解したものと判断した。今後は ZAWA により、引き続き施設の効率的かつ適切な運営管理に関する技術指導および人材教育が必要と認められる。

### 2-1-4 既存の施設・機材

#### (1) 水道施設の概要

ザンジバル首都圏の給水は、3つの湧水源及び20を越える井戸から取水した水を、主にサテニ及びウエレゾにある配水池/高架水槽を通して配水している。一部の送水管及び取水施設は都市給水が始まった1920年代に建設されたものが現在も利用されている。サテニの配水池から都市地区へ延びる配水本管は口径200mmから300mmの鑄鉄管(Cast Iron Pipe: CI)及び石綿管(Asbestos Cement Pipe: AC)で1950年前後に建設されたものである。井戸水源の開発に伴い、西部地区に配水管が拡張されたが、主に150mm以下の小口径管が敷設された。1990年代にFINNIDAの援助により、西部地区の中でUrban地域に隣接し急速に人口が増加した地域の口径100mmから150mmの塩ビ(PVC)配水管、口径90mm以下のポリエチレン(PE)配水管が敷設された。

また、2007年度に行われた「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画(1/2期)」において建設さ

れた施設を以下の表 2-5 に示す。

表 2-5 建設内容 (タンザニア国ザンジバル市街地給水計画 1/2 期)

施設区分	名称	仕様	数量	備考	
			1 期		
(1)	井戸ポンプ場	井戸	井戸径 : $\phi$ 250mm 井戸深度 : 60~70m	6 本	
		井戸ポンプ	水中モータポンプ 約 58.4 m <sup>3</sup> /hr x 80~110m	6 台	
		電気設備	受電変圧器、配電・制御盤、計装機器	6 式	
		井戸ポンプ小屋	電気盤用 ブリック製 50m <sup>2</sup> /棟	6 棟	
(2)	サテニ	送水ポンプ	横軸両吸込渦巻ポンプ 400m <sup>3</sup> /hr x 40m	2 台	更新 内 1 台予備
			200m <sup>3</sup> /hr x 40m	2 台	
		電気設備	計量器盤、低圧配電盤、送水ポンプ盤、計装機器、等	1 式	更新
	消毒施設	粉末塩素剤溶解タンク・注入機	1 式	更新	
	ウェレゾ	配水池	RC 製角形 4,000m <sup>3</sup>	2 池	新設
		消毒施設	粉末塩素剤溶解タンク・注入機	1 式	新設
(3)	送水管	DCIP $\phi$ 150~ $\phi$ 600	約 13km	新設	
(4)	配水管	DCIP $\phi$ 300~ $\phi$ 700	約 9.6km	新設	

## (2) 既存水源の状況

対象区域の既存水源は井戸取水施設と 3ヶ所の湧水施設で構成されている。これら既存水源の運転状況を表 2-6、位置を図 2-6 に示す。

既存水源の運転状況に係るコメントは次の通りである。

### 1) 現況給水量について

現況の日最大給水量は湧水の日最大給水量と井戸ポンプの 24 時間運転分を合計したものである。しかしながら、現在 ZAWA では全給水量が把握・記録されていない。既存水源で生産水量が把握・記録されているのはブブブ湧水源とムトニ湧水源からのサテニステーションへの流入量のみである(ステーション流入部に簡易流量計がある)。既設井戸ポンプの大部分に目視型積算流量計が設置されているが、故障しているものが多く稼動しているのは少なかった。

よって、基本設計時に携行した超音波式流量計にて可能なところは流量測定を行い、既設井戸ポンプ設計能力の妥当性を確認した。その結果、実測値は設計容量と前後するが概ね設計容量が満足されているものと考えられる。

これより、現況日最大給水量は湧水の日最大給水量と井戸ポンプ設計容量の 24 時間運転分水量の合計値とする。その結果、表 2-6 に示すように、現況日最大給水量=40,100m<sup>3</sup>/日となる。

## 2) 湧水施設

既存3ヶ所のうち、ブブブとムトニが稼働しており、ディマニ(洞窟)は取水ポンプ故障のため休止している。水質試験(大腸菌、一般細菌のみ)によると、ブブブは検出されなかったが、ムトニでは検出された。

ブブブ：集水井上盤は地上レベルにあり、雨期の洪水時期には表流水が点検用マンホール及通気口から流入してしまう構造となっているため、この時期には汚染される。取水量は季節変動が大きい。

ムトニ：取水口は構造物で保護されている。以前、周辺に住居が増えたため、その汚水や廃棄物による汚染が指摘されていたが、1996年に周辺家屋の立ち退きが実施され、その後水質は改善された。ただし、今回調査でも大腸菌等が検出された。この水源も取水量は季節変動が大きい。

ディマニ：水質は良好とされているが、取水部の構造はオープンであり雨水等外部からの浸入水に対して何ら保護されていない。また、規定量以上取水すると塩水が浸入することがある。

## 3) 井戸取水ポンプ

稼働中の井戸ポンプ施設は一部機器の老朽化が見られるものの概ね順調に運転されている。一部井戸が廃棄されているが、その理由は土砂の流入、井戸底部の崩壊、水位低下による揚水不能等である。

井戸の故障理由は、雷害による異常電流、電圧変動(特に低電圧)および井戸内水位低下(検知器故障)による空運転時オーバーロード等によるパネルの焼損やモーターの損傷が多い。故障機器は適時ZAWA 独自で機器の調達および補修工事を行っている。2008年8月にも12台の井戸ポンプが納入される予定で、そのうち4台が当該対象区域の既設井戸ポンプに設置される。また、第1期工事で6カ所の井戸取水ポンプを設置したが、順調に稼働している。

なお、基本設計調査時水質調査結果では一部の井戸で大腸菌等が検出されたが、将来再検査が必要である。

### 水源施設の課題

- ①適切な運転管理を行うために各施設の生産水量を把握・記録する必要がある。
- ②雷害および低電圧保護装置および井戸内低水位検知器の設置。
- ③水源汚染、特に湧水水源が汚染されていることから配水ステーションでの消毒を確実に行う。
- ④取水可能量、水位季節変動を考慮した適切な井戸位置の選定。
- ⑤停電時のための非常用自家発電設備設置(既設井戸の一部には設置済である)。

表 2-6 既存水源の運転状況(2004年)

No.	水源名称	種類	状況	日最大 給水量 (m <sup>3</sup> /日)	井戸ポンプ		備 考
					設計 容量 (m <sup>3</sup> /hr)	流量 実測値 (m <sup>3</sup> /hr)	
1	ブブブ 湧水源	湧水	稼動中	5,218	—	—	サテニステーションへ
2	ブブブ 増圧ポンプ 1	湧水	稼動中	960	40		
3	ブブブ 増圧ポンプ 2	湧水	稼動中	576	24		
4	チュンガ U-008	井戸	稼動中	2,400	100	130	
5	チュンガ U-009	井戸	稼動中	1,920	80	87	
6	チュンガ U-26	井戸	稼動中	1,440	60	81	
7	キブリキコンベ U-002	井戸	廃棄	—	—	—	底部損傷、低水位
8	キブリキコンベ U-003	井戸	廃棄	—	—	—	底部損傷、低水位
9	キブリキコンベ U-014	井戸	稼動中	720	30	45	
10	キブリキコンベ U-027	井戸	稼動中	1,440	60		泥水吸引時あり
11	キブリキコンベ U-035	井戸	故障中	960	40		(旧)DWD 補修予定
12	キアング U-004	井戸	稼動中	1,920	80	80	
13	キアング U-032	井戸	故障中	1,608	67		(旧)DWD 補修予定
14	ミゴンバニ U-047	井戸	稼動中	48	2		
15	キリマニ(増圧ポンプ)	配水	稼動中				
16	ムウェラ警察署 U-007	井戸	廃棄	—	—		低水位
17	ムウェンベ・ムチョメケ U-001	井戸	稼動中	2,400	100		
18	ムウェンベ・ムチョメケ U-005	井戸	廃棄	—	—		底部損傷
19	ムウェンベ・ムチョメケ U-006	井戸	廃棄	—	—		底部損傷、低水位
20	ムウェンベ・ムチョメケ U-019	井戸	稼動中	1,320	55	36	現況仮設、更新予定
21	ムウェンベ・ムチョメケ U-033	井戸	稼動中	720	30	43	
22	ムウェンベ・ムチョメケ U-050	井戸	稼動中	1,104	46	37	
23	ムウェンベ・ムチョメケ U-051	井戸	稼動中	1,104	46	64	
24	ディマニ(洞窟)	洞窟					
	ディマニ(ポンプ)		故障中	1,440	60		(旧)DWD 補修予定
25	ディマニ U-044	井戸	稼動中	1,680	70		
26	マウガニ U-034	井戸	稼動中	1,200	50		
27	ムブウェニ U-012(TRW)	井戸	稼動中	—	7	7	ワークショップ内のみ
28	ムブウェニ U-041	井戸	稼動中	1,152	48	60	既存流量計
29	モンバサ	井戸	稼動中	240	10		
30	ムトニ(湧水源)	湧水	稼動中	5,958	—		サテニステーションへ
31	ムトニ(増圧ポンプ)	湧水	稼動中	240	10	10	
32	セムソ U-039	井戸	稼動中	480	20		UNDP 援助
33	セムソ(増圧ポンプ)		稼動中				UNDP 援助
34	キトサニ U-037	井戸	稼動中	960	40	66	既存流量計
35	ムフェネシニ U-011	井戸	稼動中	—	60		対象区域外へ配水
36	キジトウペレ U-013	井戸	廃棄	—	—		低水位
37	ムバオ ステーション	井戸	稼動中	120	5	5	
38	ドーレ	井戸	稼動中	720	30	24	
	総生産水量			40,048			約 40,100m <sup>3</sup> /日
	漏水量(約 30%)			12,014			
	予想実給水量			28,034			

## (3) 送水管の状況

既存送水管の概要を表 2-7 に示す。総延長は約 26.8km、主要な管路はムトニ及び ブブブ 湧水からサテニ ステーションへの口径 450mm 及び 600mm 铸铁管、及び各井戸からウエレゾ配水池への口径 200～300mm 石綿管である。これらの管はいずれも老朽化しており、特にチュンガ井戸からウエレゾ配水池への送水管は折損等による漏水事故が頻発している。

表 2-7 既存送水管(2004 年)

区間	管種、口径 x 延長	備考
ブブブ湧水～サテニ ステーション	CIP, 450mm x 6.6km	
ムトニ湧水～サテニ ステーション	CIP, 600mm x 2.4km	
キアンガ井戸 (U-004, U-032)～ウエレゾ配水池	ACP, 300mm x 3.6km	
ムチョメケ井戸(U-001, U-019, U-033, U-050, U-051)～ウエレゾ配水池	ACP, 300mm x 3.7km	
チュンガ井戸(U-008)～ウエレゾ配水池	ACP, 200mm x 5.4km	漏水が顕著
チュンガ井戸(U-009, U-019)～Fuoni 地区	ACP, 200mm x 3.0km	漏水が顕著
カブリキコンベ井戸(U-027, U-014)～ムナラワムバオ ステーション内配水池	ACP, 150mm x 1.1km	漏水が顕著
ディマニ湧水～ハイタジワヒル高架水槽	ACP, 150mm x 1.1km	
ドーレ井戸～ドーレ配水池	PVC, 150mm x 1.0km	
計	150～600mm x 27.9km	

## (4) 配水施設の状況

## 1) 配水池

既存配水池の概要を表 2-8 に示す。主要な配水池はサテニ ステーション内の No.1～No.3 地下式配水池（総容量 6,500m<sup>3</sup>）、及びウエレゾ ステーションの地下式配水池(2,250m<sup>3</sup>)である。いずれも老朽化しているが、目立った漏水は無く継続使用が可能である。乾期には水源不足のため、配水池が満水になることはほとんど無く、送水された水が通過するのみとなっている。第1期工事では、ウエレゾステーションに 4000m<sup>3</sup> x 2 池の配水池を増設した。

表 2-8 既存配水池(2004年)

施設	建設年	有効容量 (m <sup>3</sup> )	形状・寸法 (m)	地盤高	HWL	LWL
(1) サテニ ステーション						
No.1 地下式配水池	1923~1954年	1,000	RC造、円形配水池、 直径 28.3 x 水深 2.1	+7.74m	6.732	5.214
No.2 地下式配水池		1,000	RC造、矩形配水池、 30.6 X 18.3 X 水深 2.0	+7.3m	7.312	5.414
No.3 地下式配水池		2,250	RC造、矩形配水池、 24.2 x 28.0 X 水深 3.5	+8.17m	7.43	4.06
(2) ウェレゾ ステーション						
地下式配水池	1975年	2,250	RC造、円形配水池、 直径 22.2 x 水深 6.6	+75.47m	74.912	69.46
地上タンク	1961年(2001 年改修済み)	420	鋼板製、 10.96 x 10.96 x 水深 3.65	+70m	75	71.5
(3) ムナラワ ムバオ ステーション						
地下式配水池	1954年(2002 年改修済み)	90	RC造、 9.56 x 12.36 x 水深 2.33	+25m	22.67	20.84
(4) ドーレ						
ドーレ配水池	-	80	RC造、円形、 直径 4.6 x 水深 2.4 x 2 基	+105m	106.0	103.6

## 2) 高架水槽

既存高架水槽の概要を表 2-9 に示す。主要な高架水槽はサテニ ステーション内の No.1、及び No.2 高架水槽であるが、いずれも老朽化が著しかったが、(旧)DWD により 2004 年~2006 年にかけて改修工事が実施され、現在順調に稼働している。ムナラワムバオ ステーション高架水槽はポンプ故障のため、現在稼働を停止している。ハイタジワヒル高架水槽は、主水源のディマニ湧水の取水ポンプが故障中のため、ディマニ井戸のみからの送水を受けているが、水量不足のため貯水されず、水は通過するのみとなっている。

表 2-9 既存高架水槽(2004年)

施設	建設年	有効容量 (m <sup>3</sup> )	形状・寸法 (m)	地盤高	高水位 HWL	低水位 LWL
(1) サテニ ステーション						
No.1 高架水槽	2004年改修	450	鋼板製、12.2 x 10.98 X 水深 3.75	+7.5m	34.7	31.2
No.2 高架水槽	2006年改修	450	鋼板製、12.2 x 10.98 X 水深 3.75	+7.5m	34.7	31.2
(2) ムナラワ ムバオ ステーション						
高架水槽	1954年(改 修 2002年)	50	FRP製、 4.87 x 3.65 x 水深 2.43	+25m	38	35.7
(3) ディマニ						
ハイタジワヒル高 架水槽	1976年	250	鋼板製、 8.53 x 8.53 x 水深 4.87	+105m	106.0	103.6

## 3) 送水ポンプ場

サテニ ステーションに 4 台の送水ポンプが設置され、需要量に応じて交互に運転されているが、約 30 年以上前に設置されたものであり、老朽化に伴う劣化および漏水が著しく補修困難な状況にな

っている。当ポンプ場は都市部中心部であるオールドストーンタウンをカバーしている重要な施設でもあり、更新の必要が認められたので、2007年度に行われた「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画（1/2期）」にて全台更新した。現在、順調に稼働している。

#### (5) 配水管網の現状と課題

敷設されている配水管の総延長は約 200 km に及び、管種は 1950 年以前に主に湧水源からサテニさらにストーンタウンにおいて敷設された鋳鉄管が約 15% を占め、1950 年代から 1970 年代にかけて拡張する都市部に敷設された石綿管が約 50%、1990 年代以降に主に West 地区に敷設された PVC 管が約 20%、小口径管として利用された PE 管が約 10% を占める。現在の配水量は漏水量を含めて約 40,000 m<sup>3</sup>/d であるが、このうちサテニ配水池を通して主にストーンタウンを含んだ Urban 地域の西部に配水される水量が約 30%、残りの 40% は井戸及び湧水源から直接もしくは小規模の配水池を通して水源の周辺地区に配水されている。

予備調査時に実施された配水管の圧力調査結果が示す通り、比較的水圧が高い都市地区においても夜間の最高水圧が 5 m 程度であり、昼間の水利用のピーク時には 2-3 m 程度の水圧しか得られていない。西部地区には、時間給水もしくは水圧が不足して給水が出来ない時間がある場所が多数存在する。このため、多くの需要者が個別に 1 m<sup>3</sup> 程度のタンクを設置し、夜間の比較的水圧の高い時間にタンクを満たし、昼間の断水に対処している。未給水地域及び水圧の不十分な地域には、ZAWA が給水車による給水を行っている。

現状の配水管網の課題は以下のようにまとめられる。

##### ① 給水圧の不足

現在利用されている幹線となる配水管は主に 1970 年以前に建設されたものであり、その後の急速な人口増加による需要増加によって流量が増加し、管内の圧力損失が大きくなり配水管の末端において十分な給水圧が確保できない状況にある。

##### ② 配水池容量の不足

サテニ及びウェレゾの配水池を經由して配水される水量は全体の約 60% に過ぎず、残りの水量は主に井戸からの直接給水になっている、直接給水地域では、昼間の需要のピーク時に対応する水量を配水池に貯水することが出来ず、水量が不足して給水が出来ない地域が存在する。

##### ③ 計画的な配水管の整備・更新の欠如

資金不足から計画的な管路の更新が行われず、増加する需要に対処するため、同一路線に複数の小口径管が敷設されているものが多く見られる。これは、漏水個所の特定、補修を困難にするだけでなく、水圧の不足に対する適切な対処を困難にしている。

#### (6) 漏水状況

2004 年の 1 月から 9 月の間の(旧)DWD による漏水補修箇所を図 2-2 に示す。漏水は、主に石綿管

と PVC 管において見られ、鋳鉄管では数箇所にとどまっている。石綿管と PVC 管について漏水補修箇所数を表 2-10 にまとめた。石綿管の補修箇所数は合計で PVC 管の約 3 倍であり、日平均 10 箇所程度の補修が行われている。漏水補修箇所は比較的水圧が高い井戸からの送水管、高所(標高約 70 m)にあるウェレゾ配水池からの配水管及び井戸周辺の配水管に多く見られている。これらの配管は大部分が敷設から 30 年以上経過した石綿管であり、今後計画的な敷設替が必要と考えられる。

表 2-10 漏水補修箇所(2004 年)

配水管口径	漏水補修件数							
	200 mm		150 mm		100 mm		75 mm	
月	石綿管	PVC 管	石綿管	PVC 管	石綿管	PVC 管	石綿管	PVC 管
1	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	2	1	1	2	0	2
3	1	0	1	1	3	1	1	1
4	5	0	5	0	2	2	1	1
5	5	0	7	1	3	3	2	1
6	3	0	3	1	10	0	2	0
7	2	0	3	0	1	0	1	1
8	5	0	5	0	2	5	2	2
9	3	0	4	0	7	5	0	3
10								
11								
12								
合計	24	0	31	4	29	18	9	11

石綿管合計： 93 件 (74%)、PVC 管合計： 33 件 (26%)

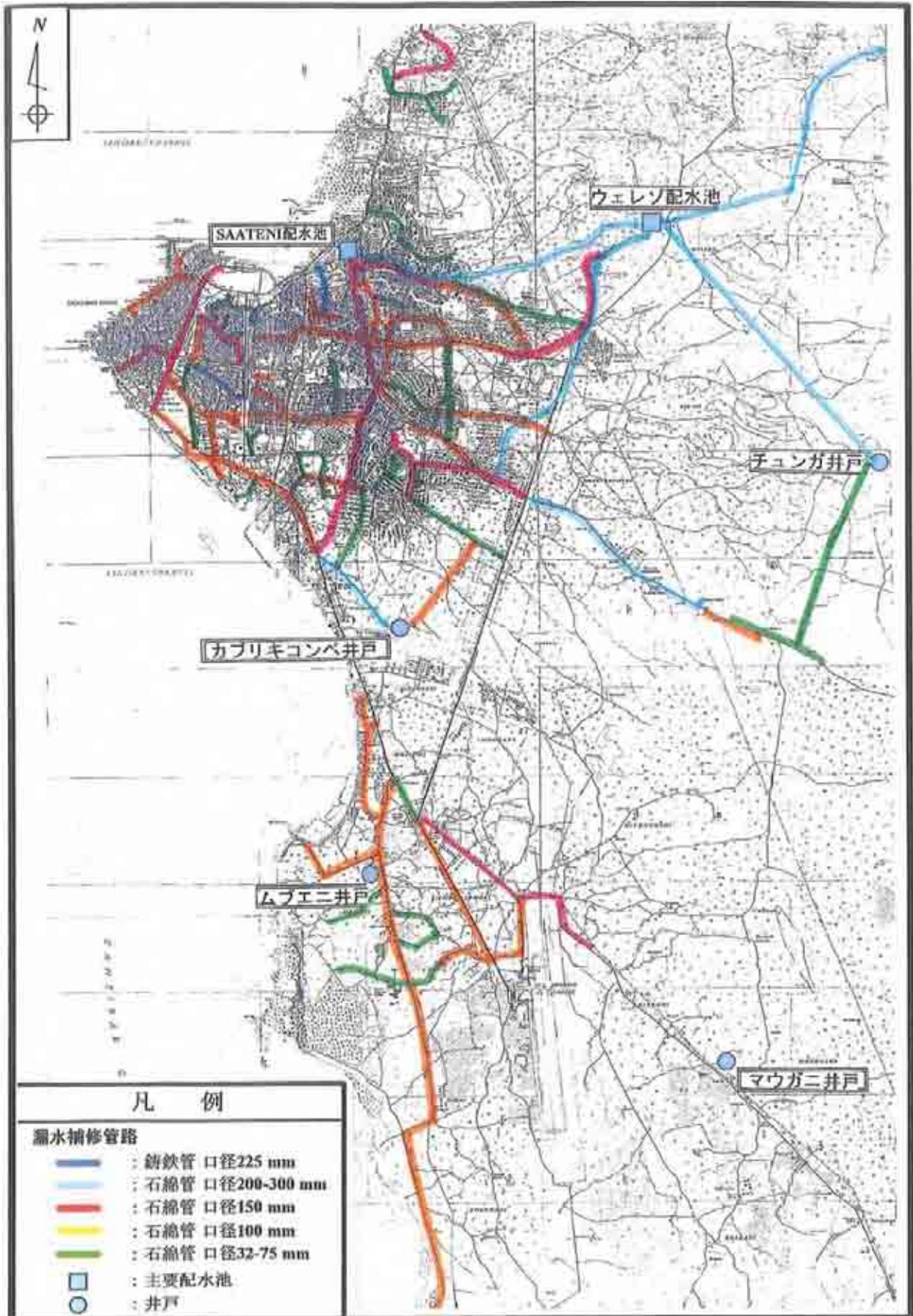


図 2-2 漏水補修管路

漏水量は、FINNIDA のマスタープラン（1991）で 30%と推定されているが、各戸メータが一部の大口利用者を除いて設置されていない現状では正確な把握が困難である。夜間の最低流量から漏水量を推定する方法があるが、多くの需要者が水需要が低下し比較的高い水圧が得られる夜間に貯水する各戸タンクを設置しており、この方法を用いることも出来なかった。漏水発見時には、速やかに漏水補修作業を実施しており、管の老朽化は見られるが漏水率は上記 FINNIDA のマスタープランで推定された 30%程度を維持しているものと考えられる。

## (7) 水質状況

水質試験所では、過去 2 ヶ年の検査実績（表 2-11）に示されるように、主として水源不足解消のため、応急的に建設された井戸や利用者からの要請に応じて水質検査を行っているのみで、定常試験は行われていない。

予備調査において実施した水質試験では、ブブブ及びムトニ湧水、またこれらの湧水が流入するサテニ配水池の他、市内の給水栓において大腸菌、一般細菌が検出されているため、本調査において、簡易検査を行った結果、表 2-11 に示すとおり、水源（井戸、及び湧水）、配水池、給水栓水の大腸菌群、及び一般細菌の有無を確認した。サテニステーションでは消毒剤（さらし粉）を使用しているものの、注入量が大幅に不足しているものと見られる。また市内の給水栓水の水質不良は、配水管内の低水圧、及び給水制限による断水時に老朽化した管からの汚水の引き込みに起因していると考えられる。

表 2-11 水質試験結果 (1/2) (2004年)

(旧 DWD より)

採水場所	種別	採水日	濁度 (NTU)	水温 (°C)	pH	電気伝導度 ( $\mu$ s/cm)	全蒸発残留物 (mg/l)	全硬度 (mg/l) as CaCO <sub>3</sub>	塩化物 (mg/l)	亜硝酸性窒素 (mg/l)	硝酸性窒素 (mg/l)
ムウェンベマクンベ	公共井戸	2004/9/4	0	29.0	7.1	683	341	50	74	0.02	0.03
チュンブニ	公共井戸	2004/9/3	0	27.0	7.5	506	253	80	53	0.04	0.14
モンバサ	公共井戸	2004/8/8	0	29.6	7.4	758	379	165	85	0.34	0.21
キエンベサマキ	公共井戸	2004/8/23	1	30.1	7.2	678	339	135	62	0.26	0.33
キエンベサマキ (空港)	公共井戸	2004/8/23	0	30.0	7.1	452	226	95	35	0.05	0.01
ムシキットワメヤ	公共井戸	2004/7/23	0	31.2	7.7	740	370	150	163	0.05	0.88
モンバサ (クワムチナ)	公共井戸	2004/7/22	0	27.2	7.3	509	254	82	57	0.20	0.04
キリマニ	公共井戸	2004/8/11	-	31.7	6.9	272	137	65	43	0.12	0.08
モンバサ(Better Limited)	公共井戸	2004/7/11	0	32.0	7.1	56	282	125	48	0.26	0.09
モンバサ(SOS Children Village)	公共井戸	2004/7/2	-	31.5	7.7	537	268	95	57	0.20	0.41
キリマニ	公共井戸	2004/2/13	-	33.3	-	474	238	120	102	0.44	0.35
ディマニ 洞窟	湧水源	2004/3/14	-	35.8	-	650	325	105	118	0.37	0.06
マクリナジニ	集落井戸	2003/10/17	-	32.6	7.7	902	452	-	67	0.05	0.04
ゴンゴニマスジット	集落井戸	2004/2/6	-	30.0	7.7	1,769	885	160	496	0.35	0.79
マゴゴニ	集落井戸	2004/3/3	-	29.0	6.3	485	243	50	89	1.16	0.66
カミスアリスレイマン	集落井戸	2004/3/4	0.5	30.5	7.2	841	421	150	80	0.32	0.44
キリマニ (Al-Rahma 病院)	集落井戸	2004/9/7	0	29.0	7.2	782	391	80	128	0.08	0.11
ムブウェニ	集落井戸	2004/3/24	-	32.9	7.2	679	340	86	112	0.37	0.06
マゴゴニ	集落井戸	2003/5/6	-	33.7	<6.8	307	153	65	83	0.70	0.09
ハمامニ	集落井戸	2003/6/30	-	30.8	-	235	711	456	109	0.97	1.53
ムブウェニ	集落井戸	2003/7/22	-	25.1	7.7	360	280	735	46	0.08	0.04
ムセレムスレイマン	集落井戸	2003/9/1	0	29.3	8.0	734	368	120	66	0.08	0.30
ブブブ	集落井戸	2003/9/1	1	29.4	7.8	640	321	106	40	0.09	0.08
キエンベサマキ(ムクウワ警察署)	集落井戸	2003/9/25	3	32.2	8.0	540	270	150	46	0.26	0.19
チュクワニ	集落井戸	2003/10/2	-	31.4	8.3	510	250	90	40	0.09	0.01
テウングイ (大学)	集落井戸	2003/10/6	-	30.1	8.8	390	85	102	39	0.04	0.16
チュクワニ	集落井戸	2003/10/13	-	33.7	7.8	1,055	528	200	603	0.09	0.01
WHO ガイドライン			5		7.0-8.5		500 (1,500)	500	200 (600)	0.10	10.0
タンザニア水道水質基準			30		6.5-9.2		2,000	600	800		1.0
ザンジバル水道水質基準			30		6.5-9.2		2,000	600	800		1.0

(WHO 最大許容濃度)

表 2-11 水質試験結果 (2/2) (2004 年)

採水場所	カルシウム (mg/l)	フッ素 (mg/l)	鉄 (mg/l)	マンガン (mg/l)	マグネシウム (mg/l)	クロム (mg/l)	銅 (mg/l)	ナトリウム (mg/l)	硫化物 (mg/l) as SO <sub>4</sub>	大腸菌群 (数/ml)	一般細菌 (数/ml)
ムウェンベマクンベ	20	-	-	-	8.7	-	-	-	-	0	-
チュンブニ	-	-	痕跡	-	痕跡	-	-	-	-	2	-
モンバサ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
キエンベサマキ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
キエンベサマキ (Airport)	38	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
ムシキットワメヤ	-	不検出	0.01	0.002	-	-	-	-	-	5	-
モンバサ (クワムチナ)	33	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
キリマニ	26	0.25	0.40	0.005	11.3	-	-	-	-	2	-
モンバサ (Better Limited)	50	0.35	0.07	0.016	-	-	0.51	-	-	2	-
モンバサ (SOS Children Village)	38	-	0.21	0.018	-	-	1.18	-	-	12	-
キリマニ	48	-	0.04	-	-	-	-	-	-	8	-
ディマニ 洞窟	42	-	-	-	18.3	-	-	-	-	-	-
マクリナジニ	52	-	0.05	-	-	-	-	-	57.0	0	-
ゴンゴニマスジツ	64	-	0.01	-	27.8	-	-	-	-	28	-
マゴゴニ	20	不検出	不検出	-	-	-	0.03	-	-	28	-
カミスアリスレイマン	60	-	Neglegible	Neglegible	-	-	2.96	-	-	56	-
キリマニ (Al-Rahma 病院)	-	-	Neglegible	痕跡	-	-	-	-	-	18	-
ムブウェニ	34	0.40	0.01	-	15.0	-	-	-	24.0	0	-
マゴゴニ	26	-	0.05	-	-	-	-	-	8.0	-	-
ハمامニ	78	-	0.68	33.93	-	-	-	-	75.0	0	-
ムブウェニ	56	-	0.03	-	23.5	-	-	-	-	1	-
ムセレムスレイマン	48	-	0.23	-	-	-	-	-	26.0	20	-
ブブブ	-	-	0.20	-	18.4	-	-	-	17.0	18	-
キエンベサマキ(ムクウワ警察署)	60	0.00	0.15	-	26.1	-	-	-	16.0	20	-
チュクワニ	36	-	0.04	-	15.7	-	-	-	-	8	-
テウンガイ (大学)	41	0.65	0.01	0	17.8	-	0.63	-	10.0	-	-
チュクワニ	80	-	0.00	-	34.8	-	-	-	46.0	34	-
WHO ガイドライン	75 (200)	(0.8)	0.30	0.05 (0.5)	30 (50)	0.05	0.05 (1.5)	200	350.0	不検出	不検出
タンザニア水道水質基準		8	1.00	0.5	150	0.05	3.0		600.0		
ザンジバル水道水質基準		1.0	1.00	0.5	150	0.05	3.0		600.0		

(WHO 最大許容濃度)

表 2-12 大腸菌群、及び一般細菌検査結果

採水場所*	採水日	大腸菌群	一般細菌	備考
1.水源井戸(U-051)	11/17/2004	陰性	陰性	
2.水源井戸(U-008)	11/17/2004	陰性	陽性	
3.水源井戸(U-026)	11/17/2004	陰性	陰性	
4.水源井戸(U-004)	11/17/2004	陰性	陰性	
5.水源井戸(ドーレ)	11/17/2004	陽性	陰性	
6.水源井戸(U-050)	11/17/2004	陽性	陽性	
7.水源井戸(U-009)	11/17/2004	陰性	陰性	
8.水源井戸(U-027)	11/17/2004	陽性	陰性	
9.水源井戸(U-041)	11/17/2004	陰性	陰性	
10.水源井戸(TRW)	11/17/2004	陽性	陽性	
11.水源井戸(K-1)	11/17/2004	陰性	陰性	
12.水源井戸(ミゴンバニ)	11/19/2004	陰性	陽性	
13.湧水(ムトニ)	11/23/2004	陽性	陽性	
14.湧水(ブブブ)	11/23/2004	陰性	陽性	
15.配水池(サテニ)	11/17/2004	陽性	陽性	水質試験所内給水栓
16.共同水栓(ウェレゾ)	11/17/2004	陰性	陽性	ウェレゾ配水池直下
17.共同水栓(ドーレ)	11/19/2004	陽性	陽性	
18.共同水栓(ムチョメケ)	11/19/2004	陰性	陰性	
19.共同水栓(旧 DWD)	11/17/2004	陽性	陽性	
20.共同水栓(ムチャンガニ)	11/17/2004	陽性	陽性	
21.共同水栓(マリンド)	11/17/2004	陽性	陽性	
22.共同水栓(モンバサ)	11/17/2004	陽性	陽性	
23.共同水栓(シャンガニ)	11/17/2004	陽性	陽性	

\* 共同水栓(キワンチブラ、チュンブニ、ブブブ、クワアリナト、ミレングニ地区)は給水制限による断水のため採水できず。

## 2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

### 2-2-1 関連インフラの整備状況

#### (1) 交通・運輸の状況

##### ・道路

ザンジバルの道路網延長は約 1,150km に及び、全道路の約 50% は良好な状態であるが、残りは補修が必要である。ザンジバル政府は自己資金や外国ドナーの援助によりウングジャ島の都市道路の建設や補修を実施している。対象区域内においても幹線的な道路の補修工事が行われている。

##### ・空港

ウングジャ島には都市部南方にザンジバル（キサウニ）空港がある。ダルエスサラームーザンジバル等の国内線は週 40 便程度、国際線はナイロビ、モンバサなどが直接結ばれている。また最近では欧州からの団体観光客用チャーター便も増加している。同空港は 1974 年の改造および 1991 年の滑走路延長により中型ジェット機が運行可能であるが、観光事業の発展や貿易の自由化が著しい便数増加をもたらしており、滑走路の慢性的な機能低下やターミナルビル等空港施設の内容不十分が見受けられる。これより本年度から滑走路の補修・拡張工事が行われていたが、工事上のトラブルにより現在中断している。

##### ・港湾

ザンジバルの港の運営や開発はザンジバル港湾会社(Zanzibar Port Corporation:ZPC)が行っており、ウングジャ島都市部にマリンディ港がある。同港は 1925 年に築造され、1991 年に EU の援助で岸壁が建設された。同港はザンジバルの貿易の 90% を取り扱っている。また、本島への資機材搬送の大部分は本土のダルエスサラーム港経由であるが、マリンディ港の岸壁能力に制約があるため、ダルエスサラーム港にて荷を小船舶に積み替えて搬送される場合が多い。今回調査で、両港の現況についてヒヤリングを行った。その結果は次のとおりである。

#### a. ダルエスサラーム港 (Tanzania Ports Authority; TPA)

TPA に現況の通関状況及び諸費用等について確認した。その結果、港湾設備上の特別な問題はないが、輸出入ともその取扱量は年々増加しており、貨物総量で 1.1 倍 (2007/2006、tons)、車両数で 1.15 倍 (2007/2006、台) 等の実績が報告されている。それに伴い、既存設備能力に限界があることから、通関に要する日数が増加傾向にあり、先方からは平均で 20~25 日と回答を受けた。その他、保管料金も公表されている。(2008.6.30 SUMATRA)

#### (例) Transit traffic (輸入)

1~15 日 (無料) → 変更無し

16 日 ~ US\$50<sup>※1)</sup>/TEU/Day

※1) TUE : Twenty-foot Equivalent Units

#### b. ザンジバル港 (Zanzibar Ports Corporation; ZPC)

ZPC へのヒヤリング結果は次頁のとおりである。

- ・既設吊上装置：クレーン(25t)×1基、コンテナリフト(30t)×2基  
(老朽化による故障が多く、第1期工事では荷揚げに相応の時間を要した)
- ・通関手続きの所要日数：48時間
- ・コンテナ保管料：48時間内は無料
- ・ストックヤード：600コンテナ
- ・現在、改修拡張工事が進行中であり、栈橋改修(2008.11~12月完成)、吊上装置更新(2009.1~2月完成)が含まれている。よって、当該工事実施時期には、港湾状況のさらなる改善が見込まれる。

尚、改修後の入港制限は、13,000DWT(船トン数)、180m\_LOA(栈橋長)、8m\_MaxDraft(船喫水深)であり、日本及び他国からの直行便も入港可能である。

上述のとおり、日本及び第3国調達資機材の輸送ルートについて、輸送貨物船の入港条件を満たせばダルエスサラーム港を経由せず、直接ザンジバルへの入港が可能であることを確認した。

また、ダルエスサラームーザンジバル(マリンディ港)間に高速船(所要時間120分、一日3便)やフェリーが運航している。

## (2) 電気・通信の状況

電力事業は本計画実施機関と同じ水・建設・エネルギー・国土省(MWCEL)の管轄下にある電力会社(ZECO: Zanzibar Electricity Corporation)が運営している。ウングジャ島の電力は本土から供給されており、約20数年前に海底ケーブルで接続され、ケーブル容量は40MWに対し、現在の需要は約38MWである。ウングジャ島の電力使用増加率は年間約9%と見込まれていること、および既存施設の老朽化等から新規ケーブルの敷設が計画されている。一方、現在のウングジャ島の予備電源(ディーゼル自家発電)は現況需要量の約20%程度とされており、大きなホテル等にも設置されている。

これより電力事情は良くなく、ZAWA管轄の施設における停電頻度は、ヒアリングによると雨期で4~6回/日(1回あたり2~3時間)、乾期で2~3回/月とのことである。ザンジバルの現行電気料金は需要種別および月別使用量によって分類されており、今のところ水道事業用料金としてTSH141(USドル0.12)/kWhが適用されている。

一方、2008年5月に送電施設事故による全島大規模停電(5月20~6月18日)が発生した。その間の水道施設は、島内民間企業施設から借用した自家発電機およびUNICEF支援による仮設自家発電機により必要最小限の給水運転を行っていた。大規模停電後の状況および今後の計画に関するZECOへのヒアリング結果は次のとおりである。

- ・大規模停電(5/20~6/18)復旧後は、短時間の作業停電を除いては安定した状況が続いている。但し、使用電力量が多い時間帯には、電圧降下が生じており、これによりポンプ停止することがある。
- ・USAIDによる海底ケーブル増設(メインランド~ウングジャ島)計画が2008年10月から3年間

の予定で実施される。これにより、現況ケーブル能力 40MW が 100MW に増強される。

一方、ZAWA は安定給水を確保するため、全土において非常用自家発電設備設置を進めており、現在、UNICEF 支援 12 台、先方自己調達 4 台が設置されている。その内、本件対象区域内には、既設井戸の一部、及びサアテニ送水ポンプ場を含め 4 箇所を設置されている。

今回計画施設への電力引込について、新設井戸は 33kV あるいは 11kV の高压電線にて引込まれ井戸ポンプ場にて低圧に変圧する。サテニステーションの送水ポンプ場については敷地に隣接して電力会社の変電所があり、これより低圧ケーブルにて引込まれている

対象地域内の加入電話はあるが、最近になり携帯電話が急速に普及してきており、地域内あるいはダルエスサラーム等地域外においても問題なく通信可能となっている。

## 2-2-2 自然条件

### (1) 地形

ウングジャ島は、NNW-SSE 方向に細長い周囲を珊瑚礁によって囲まれた面積 1,464 km<sup>2</sup> の島であり、NNW-SSE 方向に 83 km、EW 方向に 24 km の幅を有している。タンザニア本土とは、35 km 程のザンジバル海峡を挟んで隣接している。ウングジャ島は、ほぼ NS 方向に連なる緩やかな丘陵が、2 列平行に並んで、海岸から内陸へ約 3 km の部分と 8 km の部分に存在する。これらの丘陵は約 4 km の幅をもち、その上部は主として NS 方向に支配された小規模の谷を伴い、多少凹凸がある。その最も高い部分は、標高 70 m である。西側の丘陵をマシンジニ丘陵、東側の丘陵をドンゲ丘陵と称する。

これらの丘陵の間に、幅 1.5~3.5 km のブンブウィ縦走地形と称する平らな低地が存在する。その標高は、約 40 m であり、ブンブウィステディ付近を分水界として、それより、河川は、南北にそれぞれ流出する。これらの河川は、普段、流水がほとんどなく、雨季の降雨時に流水が発生する。また、河川水が流送の過程で、地下に浸透してしまうために、河川の流路は、海岸に達せず、途中で消失してしまうことが多い。図 2-3 に地形概念図を示す。ブブブ湧水、ムトニ湧水などの湧水は、海岸に近い低地の部分の石灰岩層に生じている。

### (2) 地質

現在、タンザニア国本土にその痕跡が残るラフィジ川のデルタによって新生代第三紀中新世に形成された堆積物が基盤となっている。この堆積物は、浅海性の細砂、シルト、粘土や泥灰岩である。もともとのデルタ地帯では、河川水流はダルエルサラームの方角から北へ向かって蛇行して流れていた。この流路に沿ってさんご礁が形成され、現在、有力な地下水帯水層となっている。その後、更新世に構造性断層によるブロック運動によって、ウングジャ島・ペンバ島が上昇した。一部の残されたブロックは、ザンジバル海峡を形成する浅い海洋底となった。

ウングジャ島の地質は、下部より、中新世の M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>、M<sub>3</sub> 層より構成されており、その地層を第四紀堆積物 Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>、Q<sub>3</sub> が被覆している。これらの地層の性質を下記に示す。

表 2-13 ウングジャ島の地質

地質時代		地層記号	地質	水理地質
新生代	第四紀	Q <sub>1</sub>	各種土壌とラテライト性土壌、最大層厚：25 m	表層土壌
		Q <sub>2</sub>	多孔質礫性石灰岩、最大層厚：30～35m	縦走地形帯では Q <sub>3</sub> と共に主要な帯水層
		Q <sub>3</sub>	海成/河成砂層、最大層厚：25m	縦走地形帯での主要な帯水層
	第三紀	M <sub>1</sub>	固結/礫性石灰岩	多くの井戸、湧水に供給
		M <sub>2</sub>	砂/砂岩	重要な帯水層ではない。
		M <sub>3</sub>	泥灰岩、砂質粘土、粘土質砂	重要な帯水層ではない。

上表に示したように、ウングジャ島では、第三紀の M<sub>3</sub>、M<sub>2</sub> の基盤層の上に、地下水帯水層となる第三紀 M<sub>1</sub>（礫性石灰岩）、Q<sub>3</sub>（砂層）、Q<sub>2</sub>（石灰岩）が存在し、その上部に場所々で層厚は異なるが、赤色のラテライト土壌、黒色土壌が被覆している。帯水層となる石灰岩の分布・層厚は各井戸位置によって異なる。

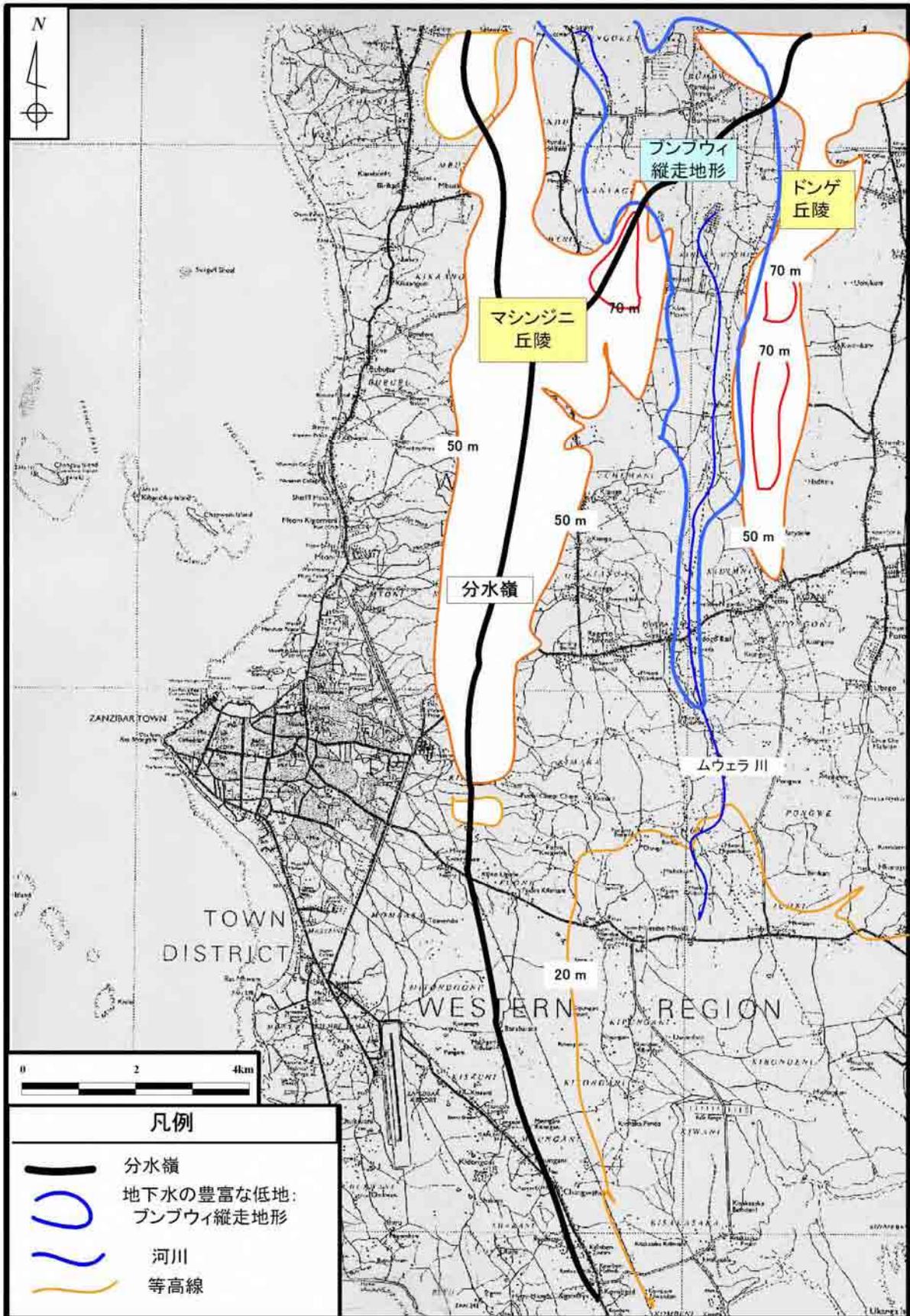


図 2-3 地形概念図

## (3) 気象

ウングジャ島の年平均降雨量は1,649 mm (1995-2004の10年間平均)である。年間を通じて、3月～5月(平均月雨量269mm)と10月～12月(平均月雨量156mm)の2つの多雨期があり、それ以外の月の平均月雨量は62mmである。表2-14にウングジャ島の月降雨量を示す。

表 2-14 ウングジャ島の月別降雨量 (単位: mm)

観測年	観測月											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1995	52.9	136.7	232.0	372.5	386.5	2.1	30.7	83.8	42.5	54.8	95.2	171.1
1996	61.4	62.7	207.6	311.1	544.8	13.5	10.4	11.6	4.8	34.5	76.1	29.9
1997	TR	5.9	425.0	271.7	245.7	199.8	18.9	7.5	0.7	512.7	334.2	389.3
1998	311.2	177.4	81.4	595.7	208.4	44.4	25.9	3.8	95.5	318.4	354.7	44.2
1999	69.1	51.1	204.0	316.0	186.2	162.1	55.5	80.9	25.2	17.9	241.3	178.5
2000	1.4	TR	269.0	352.3	86.9	156.9	40.6	47.3	7.3	6.2	193.3	217.4
2001	88.2	47.0	63.4	642.8	290.3	34.6	26.8	16.2	17.3	9.7	31.4	64.2
2002	123.1	144.6	109.6	705.4	78.3	19.4	87.6	104.6	77.7	133.8	204.9	176.4
2003	4.1	3.0	43.4	32.0	209.7	38.4	42.3	15.3	23.7	108.7	98.2	83.5
2004	165.0	257.6	204.9	549.2	31.6	53.0	22.8	22.3	20.8	177.3	-	
平均	97	98	164	415	227	72	36	39	32	137	181	151

(原資料: Tanzania Meteorological Agency, ザンジバル Zonal Office, 2004)

(TR: 痕跡程度、月降雨量0.1mm以下)

ウングジャ島の平均月最高気温は28.6℃～32.7℃の範囲にあり、平均月最低気温は19.2℃～23.2℃の範囲にあり、年間を通じて比較一定である。そのうちでも、比較的気温の高い月は、10月～4月であり、その平均最高気温は31.4℃である。その他の月の平均最高気温は、29.1℃であり、海風があるために比較的涼しい。

表 2-15 ウングジャ島の月別最高気温 (単位: °C)

観測年	観測月											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1995	31.9	32.7	32.1	30.3	28.8	29.3	29.2	28.9	30.6	31.3	31.3	32.4
1996	33.2	32.9	31.8	29.8	28.9	29.3	28.7	29.3	30.3	30.5	30.8	33.1
1997	33.8	33.4	31.6	30.5	29.4	28.1	28.3	29.8	30.7	31.0	30.3	30.5
1998	31.3	33.3	32.8	31.0	30.5	29.5	29.5	30.3	30.4	30.8	30.4	32.0
1999	32.3	33.1	31.7	29.9	29.1	31.8	28.0	28.2	29.9	30.8	30.8	30.5
2000	32.9	33.9	31.5	29.9	29.4	28.4	28.1	28.7	30.5	31.5	31.2	31.3
2001	31.6	32.1	32.4	30.5	29.6	28.6	28.3	29.3	30.1	31.6	32.0	32.7
2002	32.2	32.7	31.9	29.1	30.0	29.3	28.7	28.2	28.8	30.2	30.6	31.4
2003	32.5	33.6	32.8	32.9	30.9	29.1	28.4	29.5	30.8	31.1	31.1	32.6
2004	32.6	31.1	31.9	30.1	30.5	29.3	29.0	29.6	30.3	30.6		
平均	32.4	32.9	32.0	30.4	29.7	29.2	28.6	29.1	30.2	30.9	30.9	31.8

(原資料: Tanzania Meteorological Agency, Zanzibar Zonal Office, 2004)

表 2-16 ウングジャ島の月別最低気温 (単位 : °C)

観測年	観測月											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1995	24.1	23.7	23.9	24.1	23.0	21.5	21.6	20.1	19.9	21.3	21.1	24.0
1996	24.0	24.1	23.8	24.0	23.3	22.4	20.9	18.6	19.8	20.4	21.4	23.1
1997	24.4	23.5	23.7	24.3	23.2	22.7	21.9	20.3	19.4	22.1	23.2	23.2
1998	24.1	25.1	24.5	24.9	23.3	22.9	22.3	20.7	20.8	20.1	21.5	22.7
1999	23.7	23.3	23.9	23.9	23.3	22.1	21.5	20.0	20.8	20.4	21.9	22.5
2000	23.9	23.0	23.3	23.7	23.3	22.6	21.3	20.8	19.3	20.9	23.0	24.2
2001	24.2	23.4	24.1	24.3	24.0	22.9	20.7	20.6	19.4	21.2	22.0	24.2
2002	24.7	23.9	24.6	24.1	23.5	23.1	21.3	21.1	20.7	21.9	23.0	24.3
2003	24.3	24.2	24.8	25.3	24.3	23.6	22.4	20.8	21.2	21.8	22.8	24.4
2004	24.8	23.9	24.4	24.2	24.3	23.0	21.7	20.2	20.7	22.6		
平均	24.2	23.8	24.1	24.2	23.5	22.6	21.5	20.3	20.2	21.2	22.2	23.6

(原資料 : Tanzania Meteorological Agency, Zanzibar Zonal Office, 2004)

## (4) 地下水

## 1) 地下水特性

ウングジャ島は、西側をザンジバル海峡、東部をインド洋に囲まれた島の特性として、海岸付近では、塩水浸入が見られる。わが国のように、同じ島国でも中心部に火山噴出物があり、その侵食・堆積物が海岸付近に厚く堆積している場合には、地下水の被圧帯水層が存在し、その水圧により、塩水浸入の仕方も様々な様相を呈するが、ここウングジャ島では、内陸まで固結した石灰岩層及び一部に砂岩層・粘土層が見られるが、その大部分を占めるのは、石灰岩層である。そのため、自然現象として塩水浸入が海岸から内陸に向かって生じている。この範囲は、UNDP(1987)の調査により、明らかになっており、ザンジバルタウン付近においては、海岸から1～4 kmとなっている。

地下水の塩水化は、島上に降った降雨が地下に浸透し、淡水レンズを形成し、その地下に塩水が潜る形で存在する。その塩水化の模式図を図 2-4 に示す。塩水浸入は、海水と淡水の密度差に基づいた Ghyben-Hertzberg 式によって、支配されており、砂層・粘土層からなる帯水層が本邦のように発達しているところでは、必ずしもそのまま、適用できないが、砂層・石灰岩層からなる地下水の浸透性の高い地層が一様に分布している所では、本式に支配される。ウングジャ島での地層は、大部分石灰岩層であるので、この理論通りの塩水浸入の仕方で、地下水が支配されていると考えられる。

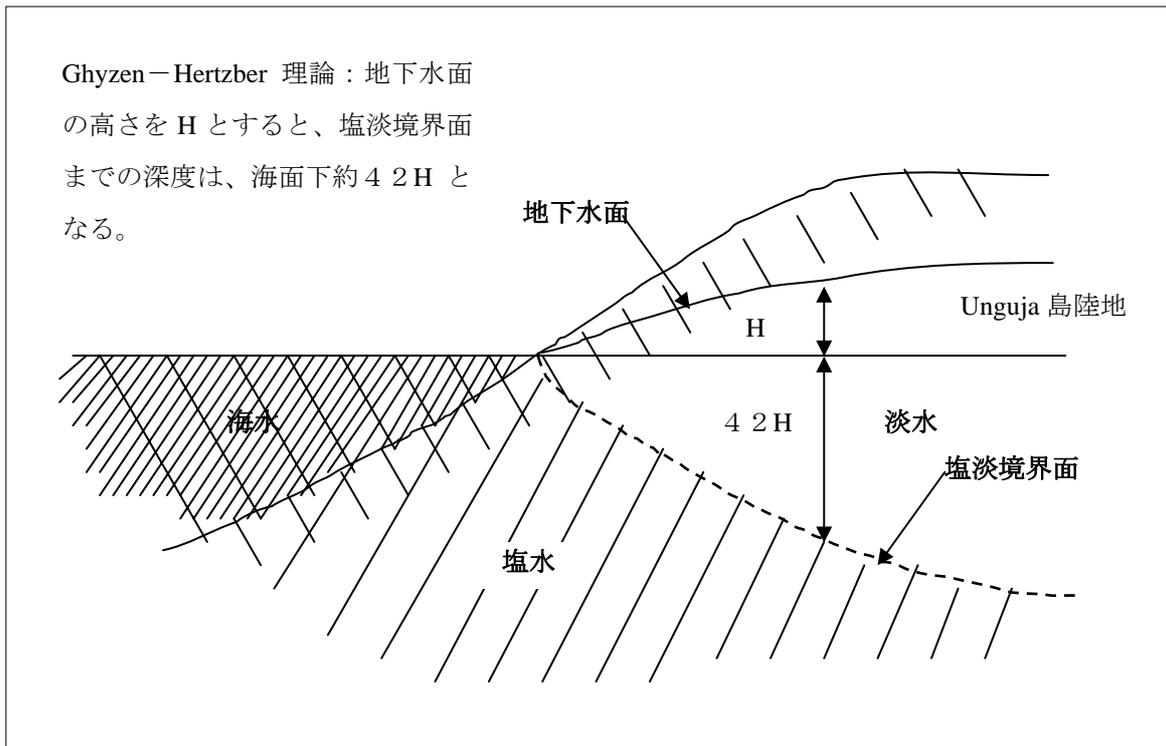


図 2-4 塩水浸入模式図

ウングジャ島の大部分を占める石灰岩層は、地下水の保水性が少なく、降水は、大部分が地下に浸透するか、植物・地表面からの蒸発散により失われ、河川への流出は、第四紀の土壌層によって被覆された地域で大部分降雨期にみられるのみである。したがって、地下に浸透した地下水は海岸に向かって徐々に流失しているものとみられる。内陸部には東西方向に伸びる標高 70m ほどの 2 つの丘陵があり、その間の Bwmbi 縦走地形 と称される低地帯があり、地表面は第四紀の土壌層により被覆されているために、雨季には、膝下まで地表水が湛水する。このような内陸部で地下水面は高く、海岸に向かって緩やかに傾斜した形状をとっている。

## 2) 水道水源用既存井及び湧水

ザンジバル市内及びその周辺部に、ザンジバル市内水道水源として、約 30 本の深井戸が建設され、湧水が利用されている。図 2-6 に既存水道水源分布図を示す。表 2-17、表 2-18 に既存水道水源諸元を示す。このうち、湧水は 3 箇所であり、ブブブ湧水とムトニ湧水には、コンクリート製取水施設があり、周囲を金網で囲み、重要水源施設であるため、軍によって検問・管理が行われている。湧水流量は、SATENI ポンプ場で流入水量が測定されている。これらの既存井の柱状図を基にした地質断面図 (A-A' 断面図、B-B' 断面図) を、図 2-8 に示す。地質断面図によれば、井戸位置によって一部砂質粘土層や砂層を挟在するが、大部分は石灰岩層であり、既存井は、石灰岩層中にスクリーンを挿入して地下水を取水している。石灰岩層には、破碎部分の多い部分と固結した部分があり、既存井は、例外なく石灰岩層中の破碎部分の多い部分にスクリーンを設置して採水している。即ち、破碎部分の多い石灰岩層が帯水層となっている。また、砂質粘土層や砂層は不連続で、層相の変化が激しい。こ

のため、UNDP(1987)等の報告書にも記載されているように、地下水は、不圧ないし、被圧されていても不圧に変化しやすい条件となっている。また、各所で、浅い深度に分布する砂質粘土層や砂層中の宙水を利用する浅井戸が存在し、すぐ傍に存在する深井戸とは地下水面が異なっていることを経験した。既存井の地下水位は、石灰岩地域特有の状況を示し、海岸に近い標高+20 m 付近（既存チュンガ井戸 U-008）では、地下水位は、海面上+11.35m と低く、その後内陸側になるにつれて、地盤の標高は高くなるが地下水位はそれほど上昇せず、なだらかな地下水面を描く。例えば、ムウエンベ・ムチョメケ地区の既存井(U-019)付近では標高が+42 m に対し地下水位は 23.33m であり、チュンガ井戸 U-009 との標高差は 23 m 高くなっているにもかかわらず、地下水位は約 12 m 上昇するのみである。この概念を図 2-5 に示す。なお、ここで例として示した既存井の地下水位は、実測データに基づいている。

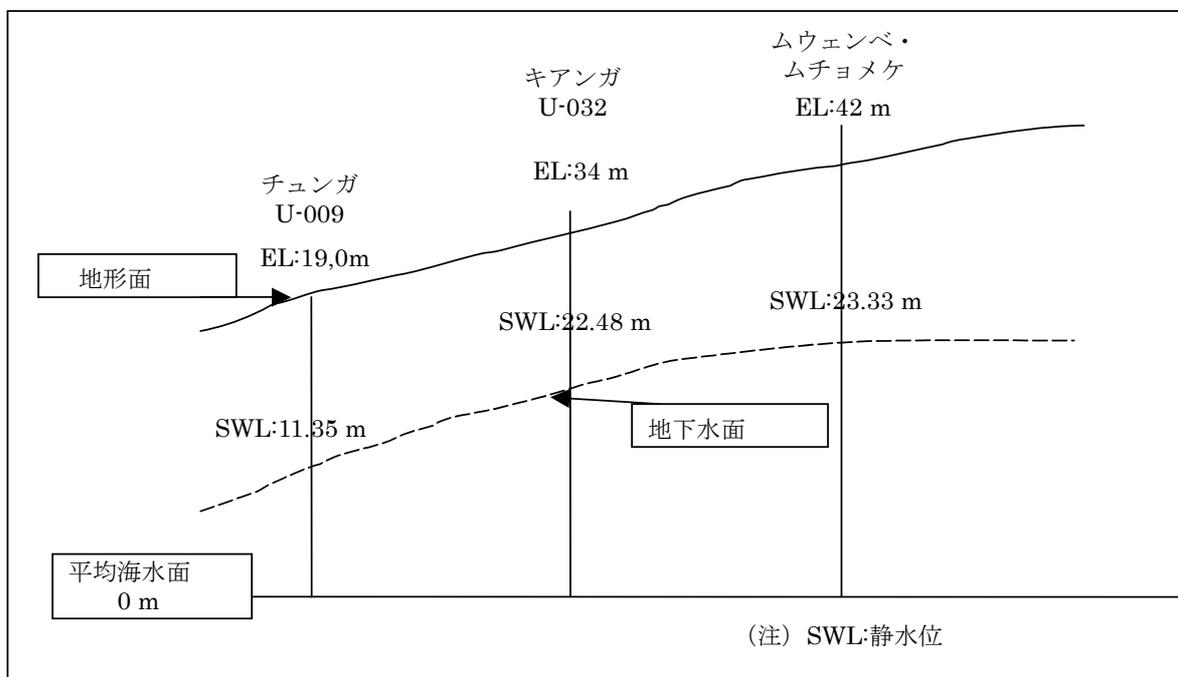


図 2-5 地盤と地下水位の関係

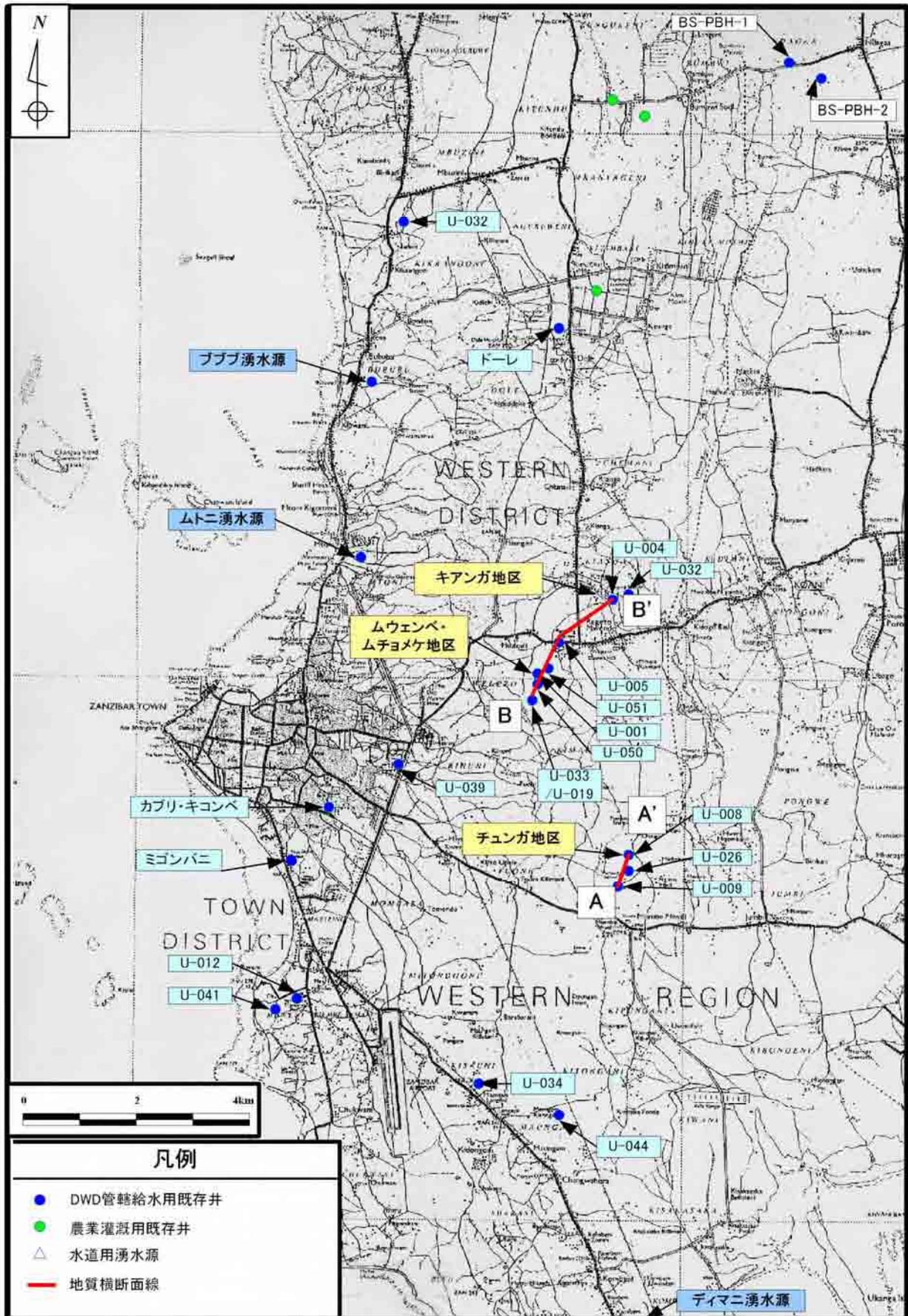


図 2-6 水道用既存水源分布図

表 2-17 既存水道用水源緒元

No	水源の名称 (場所)	水源番号	井戸深度 (m)	ケーシング径 (mm)	DWL (m)	SWL (m)	標高 (m)	揚水量 (m <sup>3</sup> /hr)		井戸建設年	水 質				
								設計	実際		p H	水温 (°C)	EC (μ S)	TDS (mg/L)	Cl (‰)
1	ブブブ湧水														
2	チュンガ	U-008	45.20	250	7.22*	11.86	20.00	100		1974	7.8	27.8	466	221	0.2
3	チュンガ	U-026	46.00	250	5.86*		20.00	60		1995	7.7	28.3	503	242	0.2
4	チュンガ	U-009	45.20	250	13.86*	11.35*	20.00	80	88	1979	7.3	27.9	545	259	0.3
5	カブリキコンベ	U-002	27.50	250				AB		1982					
6	カブリキコンベ	U-003	28.50	250				AB		NA					
7	カブリキコンベ	U-014	42.10	250				30		1988					
8	カブリキコンベ	U-027	50.00	250				60		1996					
9	カブリキコンベ	U-035	48.00	200		15.75		40		2000					
10	キアング	U-004	37.00	200	NM	12.70	32.08	80	80	1994					
11	キアング	U-032	49.00	200	NO	11.52*	34.0			2000					
12	ミゴンバニ	U-047	38.40	150						2002					
13	ムウェラ警察署	U-007								NA					
14	M.ムチョメケ	U-001	70.03	250	29.43*	25.52	40.00	100		1961	7.8	28.0	417	198	0.2
15	M.ムチョメケ	U-005	50.90	250		23.72	40.56	AB		1961					
16	M.ムチョメケ	U-006	46.43	300			41.17	AB		1962					
17	M.ムチョメケ	U-019	64.50			18.70	42.00	55	36	1993					
18	M.ムチョメケ	U-033	52.97		17.84*					2000	7.8	28.5	392	183	0.2
19	M.ムチョメケ	U-050	63.00	200	31.32*	21.32		46	37	2002					
20	M.ムチョメケ	U-051	69.00	250	28.40*	26.25*		46	84	2002	7.6	28.2	523	248	0.2
21	M.ムチョメケムピヤ							30	43						
22	ディマニ (湧水)									NA	7.3	28.0	735	351	0.4

(注)DWL (動水位) \*、SWL (静水位) \* : 調査時実測 ; 揚水量 (実際は、超音波流速計又は既存流量計での測定値、AB : 廃棄井 ; 井戸建設年、NA : データなし ; NM水位測定不可 ; NO : 休止) (2004年調査)

表 2-18 既存水道用水源緒元

No	水源の名称 (場所)	水源番号	井戸深度 (m)	ケーシング径 (mm)	DWL (m)	SWL (m)	標高 (m)	揚水量 (m <sup>3</sup> /hr)		井戸建設年	水質				
								設計	実際		pH	水温 (°C)	EC (μS)	TDS (mg/L)	Cl (‰)
23	ディマニ	U-044	NA	200	7.66*			70		NA	7.4	29.2	961	464	0.5
24	マウガニ	U-034	30.00	200	20.84*			50		2000					
25	ムブウェニ (TRW)	U-012	22.00	300	15.08*			48		NA	7.6	31.0	459	214	0.3
26	ムブウェニ	U-041	38.20	200	13.15*			48	60	2001	7.3	30.8	637	302	0.3
27	モンバサ														
28	ムトニ湧水														
29	セムソ	U-039	37.87	250	14.19*					2000	7.6	28.4	483	232	0.2
30	キトサニ	U-037	40.00	200				40	66	2000	7.6	28.7	580	275	0.3
31	ムフェネシニ	U-011	46.36							1963					
32	キジトウペレ	U-013						AB		NA					
33	ムバオステーション							5							
34	ドーレ	U-52	56.00	200	7.03*	6.45*	55.0	30	24	2003	8.0	27.9	464	221	0.2
35	Ndagaa														
36	Ndagaa														

(注)DWL (動水位) \*、SWL (静水位) \* : 調査時実測 ; 揚水量 (実際は、超音波流速計又は既存流量計での測定値、AB : 廃棄井 ; 井戸建設年、NA : データなし ; NM水位測定不可 ; NO : 休止) (2004年調査)

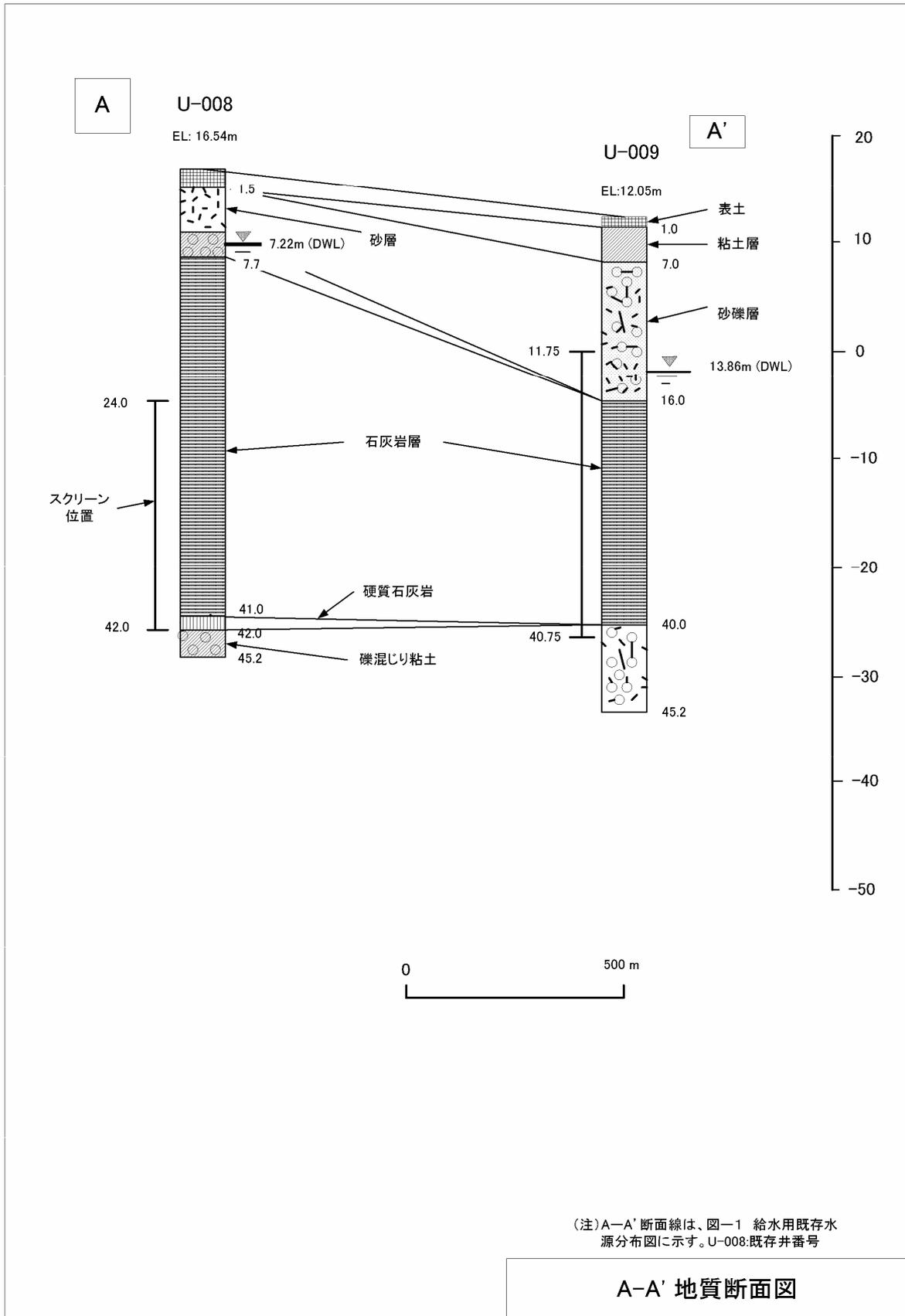


図 2-7 A-A' 地質断面図

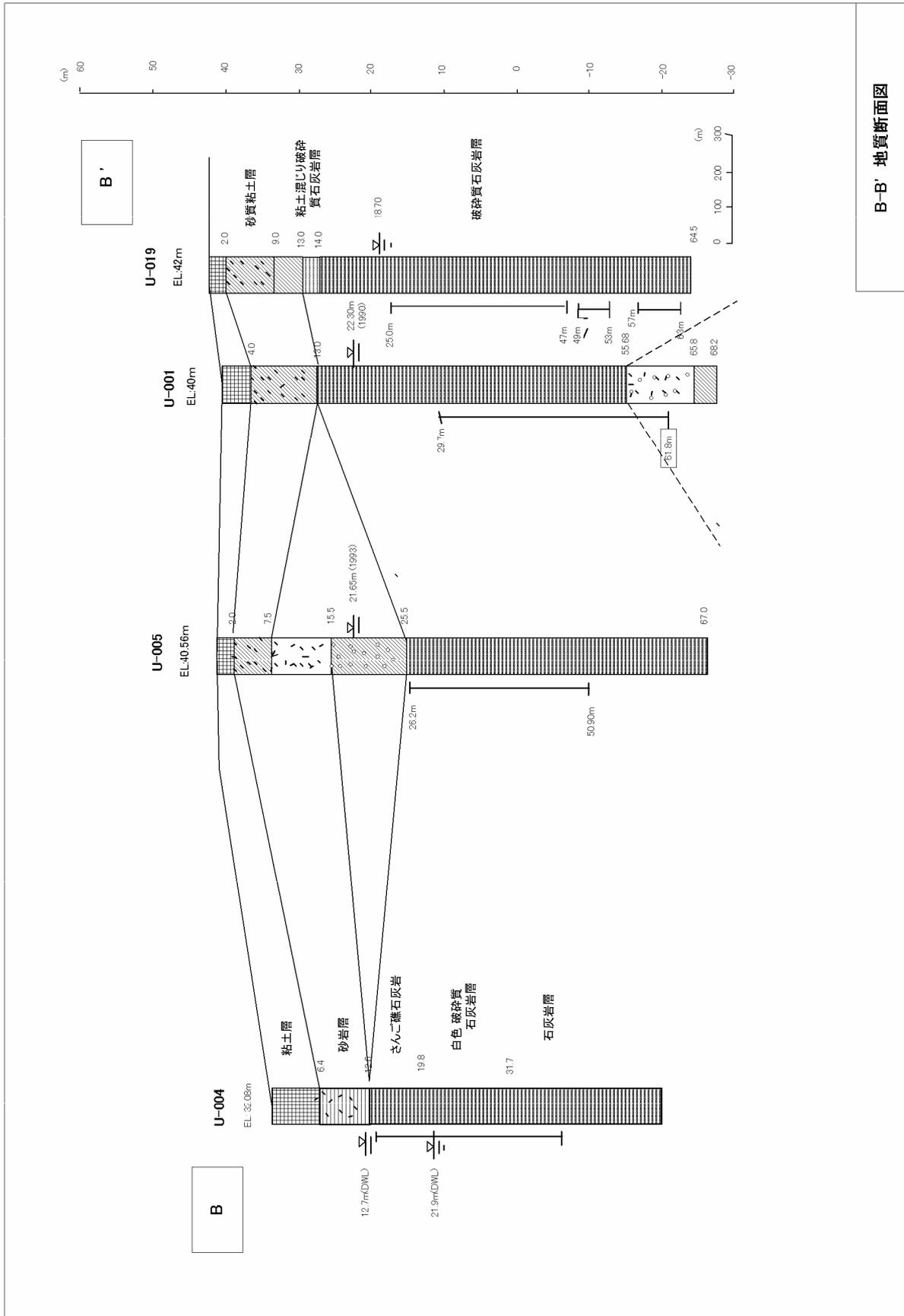


図 2-8 B-B' 地質断面図

## 2-2-3 下水道・廃棄物及び環境衛生の状況

### (1) 下水道・廃棄物

計画対象地域における下水道事業は国家・地方自治・地方政府省（Ministry of State, Regional Administration and Local Government: MSRALG）とザンジバル市役所（Zanzibar Municipal Council: ZMC）が所管している。各地域の下水道に係わる状況は次の通りである。

#### 1) 市街地

下水道が整備されているのはストーンタウン内のみである。

- a. 下水道方式： 合流式
- b. 対象人口： ストーンタウンの約 90%
- c. 既設下水管：  $\phi 150 \sim \phi 450$ 、L=約 25.3km
- d. 下水処理： 未処理で直接海中放流であり、ストーンタウン周辺に既設放流管は現在 17 本ある。海岸線から 50~170m 沖合で放流されている。このため最近沿岸部での水質汚濁が問題となっており、市役所は空港南方に処理場建設を考えているが資金不足のため実施のめどは立っていない。
- e. 建設年： 当初 1930 年代に建設され、その後 1994~1995 年にかけて KfW の援助により既設管の補修が行われた(Zanzibar Sanitation and Solid Waste Programme-Phase I)。この補修は管閉塞部のクリーニングや破損部の更新のみで管の延長および処理区域拡大は行われていない。
- f. 料金徴収： KfW の上記の Programme -Phase II で料金徴収システムが構築され実施されている。

この他では、一部集合アパートに単独の下水道システムが整備されており、これも直接海中放流である。下水道が整備されていない地区では殆どが腐敗槽式である。腐敗槽の汲み取り費用として Tsh13,000/1 回(頻度数年に 1 回)が徴収されている。汲み取りされた腐敗槽汚泥はムトニ地区にある汚泥処分場で埋立てられているが、ここは満杯状態なので Programme-Phase II で計画される新廃棄物処分場で共同処分を行う計画である。

今回計画で上水給水量が増加するとその分下水量が増えることになるが、ヒアリングによると既存下水道管網能力で支障ない。

#### 2) 準市街地及び周辺農村地域

下水道施設は整備されておらず、概ね 20%が腐敗槽であり、残り 80%が堅穴式便所である。これらからの浸出水が地下水汚染の要因の一つとなっている。

- ・市街化地域及び準市街化地域で廃棄物収集処分が行われている。概要は次の通りである。

- a. 廃棄物収集処分量： 現況約 200Ton/日
- b. 分別の有無： 無し
- c. 収集回数・収集ポイント： 1 回/1 日、70 箇所
- d. 保有車両： 収集車 6 台、コンテナスキッパー 2 台
- e. 廃棄物処分場： 現在、ジュンビ地区にあり埋立処分されている。ここは近いうちに満杯となるので新規処分場が計画される予定である。

・ Zambibar Sanitation and Solid Waste Programme-Phase II の内容

2003年6月にMSRALG、ZMC および KfW で合意された内容は下記の通りであり、2005年度から実施される計画である。

a. 下水システムの改善・補修：

- ・ 新市街地に新規下水管(L=3,500m)の建設（オールドストーンタウン内の既設下水管に接続する）
- ・ 腐敗槽および縦穴式便所汲み取り汚泥処分場の設置

b. 雨水排水システムの改善・補修

- ・ 新市街地にオープン式石張り排水路(L=5,500m)の建設
- ・ コンクリート排水路(L=200m)の建設
- ・ マーケット反対側バスターミナルの雨水対策用舗装(4,000m<sup>2</sup>)

c. 既存廃棄物除去システムの改善

- ・ コンテナを含む収集ポイントの補修及び拡張(50ヶ所)
- ・ 既存ジュンビ 処分場の改善；現状の不法投棄サイトの閉鎖

d. 下水、排水、廃棄物システム及び事務所に係る機器と支給品

e. 設計・工事入札・評価・工事監理に係るコンサルティングサービスと新規処分場の調査

f. 組織・財務・料金徴収・トレーニング等に係る支援

(2) 疾病

ザンジバルにおける疾病は、熱帯地方の途上国において一般的に顕著なものであり、水に起因する主な疾病を表 2-19 に示す。これらは社会経済状態、栄養状態、気候および生活環境などに起因するものである。

表 2-19 水に起因する主な疾病

	病 名
水系伝染病	①コレラ ②赤痢 ③腸チフス
水がベースとなるもの	①回虫 ②十二指腸虫 ③せん毛虫
水接触によるもの	①皮膚病 ②結膜炎 ③トラコーマ
水が介在するもの	①マラリア ②住血吸虫病 ③糸状虫

これらのうちマラリアは深刻な状況であり、年間の患者数 43～81 万人に対して 45～50%をマラリアが占めている。(2000～2004 年：Zanzibar Strategy for Growth and Reduction of Poverty)