

## 7.6 事業費積算

### 7.6.1 FSレベルの概算事業費

前述した(7.3)施設計画において計画された給水施設建設事業の内容(代替案 CASE-1)は表 7.6-1 に示すとおりである。

また、これらの施設建設に必要なFSレベルの事業費を表 7.6-2 に示す。なお、事業費は日本の国内業者施工ベースで積算されたもので、直接工事費、間接費、設計監理費等を含めた全ての費用を含んでいる(なお、事業費の内訳はサポーターリング・レポート S-6 を参照)。

表 7.6-1 給水施設建設事業の内容

工種	仕様	単位	数量	備考
1. 井戸・揚水ポンプ場 ・揚水ポンプ	Q=0.1m <sup>3</sup> /分、H=50m	台	1	
	Q=0.2m <sup>3</sup> /分、H=50m	台	1	
	Q=0.3m <sup>3</sup> /分、H=50m	台	1	
	Q=0.5m <sup>3</sup> /分、H=45m	台	1	
	Q=0.5m <sup>3</sup> /分、H=70m	台	2	
2. 導水管路 ・ダクタイル鋳鉄管	口径200mm	m	2,800	
	口径150mm	m	9,500	
	口径100mm	m	4,500	
3. 送水ポンプ場 ・送水ポンプ ・受水槽	Q=0.7m <sup>3</sup> /分、H=45m V=40m <sup>3</sup> 、RC造	台	3	2006年以降、ポンプ1台増設用のスペース確保
		基	1	
4. 送水管路 ・ダクタイル鋳鉄管	口径250mm	m	11,000	
5. 配水池 ・配水池(地上置)	1000m <sup>3</sup> 、RC造	基	1	設置レベル EL=165m
6. 配水施設 ・配水管路  ・公共水栓 - 水栓 - 取付管(PVC管) ・浅井戸ポンプ ・高架水槽 ・ハンドポンプ付井戸	口径300mm	m	800	
	口径250mm	m	2,450	
	口径200mm	m	3,850	
	口径150mm	m	3,600	
	口径100mm	m	8,750	
	口径 63mm	m	21,600	
	口径 50mm	m	52,000	
	キオスク型、蛇口 6 個	個	39	
	口径32mm	m	8,200	
	Q=0.2m <sup>3</sup> /分、H=20m V=10m <sup>3</sup> 、H=10m	台	1	
ポンプ 1 台付	個	9		
ポンプ 2 台付	個	3		
7. 電気配線工事 ・市内～送水ポンプ場 ・送水ポンプ場～揚水ポンプ場		m	14,000	変圧器含む
		m	15,500	

表 7.6-2 給水施設建設事業費

工 種	金 額 (UM)
1. 井戸・揚水ポンプ場	150,898,000
2. 導水管路	441,600,000
3. 送水ポンプ場	86,310,000
4. 送水管路	605,000,000
5. 配水池	75,647,000
6. 配水施設	577,250,000
7. 電気配線工事	147,500,000
合 計	2,084,205,000

## 7.6.2 BD レベルの概算事業費及び工事工程 (案)

### (1) 概算事業費

第2次及び第3次現地調査における資機材単価調査、並びに第2次国内作業における施設の概略設計に基づいて事業費積算を実施した。

事業費積算にあたっては、本計画が日本の無償資金協力による実施を前提にしていることから、「無償資金協力案件に係わる概算事業費積算ガイドライン」(国際協力事業団 無償資金協力調査部編、平成10年11月)に従った。

前述した「7.3 施設計画」において策定された給水システムの概算事業費は、第3次現地調査において収集した資機材単価を用いて積算した。

表 7.3-8 に示した給水システムの各代替案に対する概算事業費は、表 7.6-3 のとおりである。

代替案のうち CASE-1 についての積算の詳細は、データ集「BD レベル事業費積算書」のとおりである。

表 7.6-3 給水システムの各代替案に対する概算事業費

	各代替案の内容	概算事業費 (億円)
CASE-1	送水管路 1 連。配水池は西側高台に 1 ヶ所。自然流下方式による配水。	20.1
CASE-2	送水管路 2 連。配水池は西側高台に 1 ヶ所。自然流下方式による配水。	21.5
CASE-3	送水管路 1 連。配水池は西側平地に 1 ヶ所。ポンプ加圧方式による配水。	20.2
CASE-4	送水管路 2 連。配水池は西側平地に 1 ヶ所。ポンプ加圧方式による配水。	20.8

(交換レート：1 US ドル=125 円、1 US ドル=205UM)

(2) 工事工程

給水施設建設のための工事工程は、資機材の調達先、入手難易、輸送方法・期間、現地労働者の歩係り等を勘案し、決定する必要がある。現時点で想定される工事工程（案）（CASE-1 の場合）は、図 7.6-1 のとおりである。

これによれば、工期は工事着工から 26 ヶ月と想定されることから、日本の無償資金協力として実施される場合は、国債案件となる。

図 7.6-1 給水施設建設 工事工程表 (案)

工 種	単 位	数 量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
準備・仮設工事	式	1	■																									
施工図作成・承認	式	1	■																									
資機材製作・調達	式	1	■																									
資機材輸送	式	1	■																									
井戸・揚水ポンプ場建設	箇所	6				■																						
導水管路布設(φ100~200)	m	16,800						■																				
送水ポンプ場建設	箇所	1						■																				
送水管路布設(φ250)	m	11,000							■																			
配水池建設(1,000m <sup>3</sup> )	基	1							■																			
配水本管布設(φ63~300)	m	41,050																										
公共水栓建設	箇所	39																										
公共水栓取付工事(φ32)	m	8,200																										
送電線布設工事	m	15,500																										
配水支管調達(φ50)	m	52,000																										
検査・試運転・OJT	式	1																										
片付け・引渡	式	1																										

(モータリニア調布設工事)



## 第8章 衛生改善計画

### 8.1 衛生改善活動

#### 8.1.1 衛生改善計画策定の必要性

本調査の現地調査で、キファ市の衛生状態について詳しく調査した結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 水道施設と呼べるものは皆無であり、衛生上、安全な飲料水の供給が保証されていない。
- (2) 住民の生活用水になる市内における浅層地下水はかなり汚染が進んでいる。大腸菌がほとんど全ての井戸水から検出され、し尿汚染が原因となる硝酸性窒素濃度が WHO の飲料水基準値を超えた井戸は約半数にも上った（第3次現地調査で行った水質調査の結果）。
- (3) 下水道施設は全く整備されておらず、組織的な清掃、ごみ収集活動はほとんど行われていない。そのため町のいたる所でごみが堆積、或いは散在している。乾燥した砂漠地帯で蒸発と地下浸透が速いため、下水の停滞水は地上に見えないが、雨が降ると町中にすぐ臭気が充満するようになる。
- (4) 住宅のトイレのほとんどは土壌浸透式の便槽であるが、遊牧民の生活習慣で戸外活動が多く、随所に排便するのは普通である。放牧されている牛や羊の糞も至る所にある。これも3) に述べた臭気の発生の原因となっている。
- (5) 住民は飲料水の衛生および水源地保護の意識があまりない。Javel という塩素系漂白剤を少々水槽に入れれば大腸菌が死滅することを調査団が確認したが、使用する人はほとんどない。市内の井戸は現在、飲料水の水源であるが、井戸口の保護、井戸周辺家畜立ち入りを防ぐ対策を取ることもあまり行われていない。現在のところ避けられないことかもしれないが、ロバ引き水売りは井戸汚染の要因の一つとなっている。水利局前の井戸を例にとれば、早朝から夕方までロバ引き給水車が井戸周辺に集まっているから、こぼれ落ちた水とロバの糞便とが混じり、井戸の周りは非常に汚い状態になる。また、水を引くロープとバケツ、または運搬用ドラム缶も常に清潔な状態とは言えない。
- (6) 高温・乾燥の気候で紫外線の滅菌作用が強く、衛生状況の割には疾病の発生が多くないともいえるが、腸炎、赤痢と一般下痢、または腸管性寄生虫病の発生が目立つ。これらの病気はすべて飲料水の不衛生に起因するものである。

地下水開発事業によって水道施設が整備され、水質基準に合うような衛生的に安全な飲料水の供給が保証できるようになる。その結果、キファ市の衛生状況の改善、特に水因性疾病の発生率の低減が期待できる。しかし、新たに開発する予定の水源地のポテンシャルが限られていることが本調査で判明しているため、市内の浅層地下水を含む複数水源で給水する計画が検討されなければならない。その場合には、市内における地下水の汚染防止と水質保全を考慮しなければならない。上述した現状から、キファ市内の衛生状況を改善しなければ浅層地下水の水質保全は不可能と思われる。したがって、衛生改善計画の策定は本計画の重要な一環になる。

### 8.1.2 水源地の保護策

水源地の保護については、新規の北西部地下水源と市内の浅層地下水の二つが考えられる。

#### (1) 新規地下水水源地の保護

本事業で新たに開発する地下水水源地の保護は、言うまでもなく非常に重要なことである。水中ポンプ付きの取水井戸になるため、井戸口からの直接汚染を防ぐことは難しくないが、地域的な面的（Non-Point）汚染を防ぐため取水井戸およびその周辺半径 200m 以内を水源地の範囲とし、人畜の立ち入りを禁止する対策を提案する。水があると人が集まり、新規居住地域を作る傾向はモーリタニアでは一般によくみられる。地下水資源をきちんと管理する仕組みになっていないため、住民が勝手に井戸を掘るのはよくあることである。

限られた地下水源を持続的に利用するためには量規制の問題があるが、水質保護のことを考えても給水計画用水源井戸の周囲に、居住すること及び自家用井戸を掘ることを禁止しなければならない。キファ市内における多くの既存井戸水質の現状から判断して、適切に管理・保護されていない井戸が汚濁物質の混入源として、地下帯水層の水質汚染を招いていると言える。したがって、上述した各々の取水井戸の周辺だけでなく、さらに広い雨水の集水地域全体を水源保護地に指定することも必要である。

#### (2) 市内浅層地下水水源地の保護

キファ市内における浅井戸は 1,000 本以上もあることから、全部保護することは事実上不可能である。特に多くの井戸は量的にも質的にも利用する価値がないことが本調査で判明しているため、浅層地下水が更に悪化することを防ぐため、給水施設の整備に伴い、まず、一部の井戸を閉鎖することを提案したい。例えば水質調査で硝酸性窒素だけでなく、アンモニア性窒素濃度も高い井戸は、明らかに地表からの直接汚染を受けているので、閉鎖すると周辺地域における地下水の水質が徐々に改善されることが期待できる。

新規水源地からの給水を開始すれば、新規水源の質の安全な水を飲料水として利用し、市内の浅層地下水を雑用水として使用することとなるが、市内の浅層地下水で飲料水の水質基準を満たす井戸が存在することを考えると、質と量とも利用可能な浅井戸を選び、飲

料水として供給することが可能である。その場合、飲料水供給に使う井戸は水中ポンプ付きの水源井戸として (1) に述べたような水源保護対策をとることとする。現在市の給水車の水源になっている No.127 井戸の水質は他の井戸より良いこと（特に大腸菌群数）は、井戸口が保護されているポンプ取水方式が水質保全に有利であることを示している。

### 8.1.3 汚水処理

地下水開発および上水道施設建設の結果、生活用水の取得が便利になる一方、用水量の増加に伴う下水の発生量が増加する。しかしキファ市内には下水道施設がなく、本計画実施の第一段階で下水道施設の整備まで行われなため、住民が自主的に行える家庭排水処理策及び地方自治体と住民組織で行える簡易下水道処理策を提言する。

下水道を整備しなければ、市街地で発生した下水に含まれる汚濁物質の他区域への排出、または減量ができない。下水道整備以外に根本的な対策がないのは事実であるが、キファ市の実態を考慮すれば、下水より町中に散在している家畜の糞便の方が有機物と窒素の汚濁負荷量が大きいと考えられる。降雨時に発生するし尿の臭気がこの家畜の糞便の地表集積を示している。給水量が増加し、生活污水が市街地に排出されると、汚水自身に含まれる汚濁物量のみでなく、地表の家畜糞便に含まれる汚濁物をも溶かして、地下への浸透を加速し、地下帯水層まで汚濁物質を運んでいく。

このような事態を低減するため、8.2.1 に述べるような簡易処理施設の設置を提案する。

### 8.1.4 住民の自主的衛生改善活動

衛生状況の改善は、施設関連のハード面の整備が重要であるが、衛生的な環境を作るためキファ市住民全員の自覚と努力が欠かせない。8.1.1 に述べた衛生現状について言えば、施設が整備されていないことはあくまでも原因の一つであり、住民の衛生への理解と習慣を変える努力をすれば、衛生状況を改善する余地がかなりあると思われる。以下のことについて住民の自主的衛生活動の実施計画を提案する。

#### (1) 飲料水の消毒

水の消毒は本世紀の初頭に塩素消毒剤が発明されてから、衛生的に安全な飲料水を保証するもっとも重要な水処理手段として世界中で使用されている。WHO は表流水だけでなく、バクテリア汚染の発生がありうる地下水（特に浅層地下水）に対して塩素処理を行う必要性を強調している。キファ市内全部の浅井戸から大腸菌が検出されたが、簡単な塩素消毒を行えば水質が改善される。モーリタニアでよく使われている塩素系漂白剤 Javel の消毒効果について調査団がチェックした結果、バケツ一杯（約 15 リットル）の水に Javel 数滴を加えれば大腸菌が検出されなくなった。Javel は安価な薬品であり、家計にほとんど影響がないほどの金額で無菌の飲料水を作れる。モーリタニア人は水を煮沸せずそのま



ま飲むことが多いので、飲料水の消毒が絶対に必要である。

#### (2) 硝酸性窒素による乳児への影響の防止

硝酸性窒素による人間の健康への影響に関する住民教育を徹底しなければならない。発癌性があるとの説もあるが、今のところはっきり分かっているのは硝酸性窒素と methaemoglobinaemia 血症との関連であり、WHO の水質基準もこれに関わる健康影響に基づいて提案された。成人への影響がないわけではないが、3ヶ月未満の乳児に対する影響がもっとも大きい。現在キファ市内浅井戸の半数近くの井戸水は硝酸塩濃度 50mg/L という基準値を上回ると推定されているので（水質調査の結果より）、将来上水道が整備された後も、無知からそういう水を飲料水として使用し、健康を害する人が出てくる恐れがある。ここで強調したいのは、乳児たちに絶対に硝酸性窒素濃度の高い水を飲ませないことである。これは 8.1.5 に述べる衛生教育とも関係がある。

#### (3) 水運搬・貯留設備の改善

第5章に述べたが、キファ市内の水運搬・貯留設備中水の衛生状況を調べたところ、水源である地下水より多い大腸菌群数が検出された。このことから、たとえ水質の良い水道水を供給しても、清潔でない貯水槽に入れることで、二次汚染の問題が起こる恐れが考えられる。給水施設を整備した他都市の状況を見ると、共同水栓を整備した地域にも、ロバ引き給水車が相変わらず存在しており、各戸給水の家庭も慣習的に先ず水を水槽に貯えて、そこから水を取って使用しているのが実態である。この場合には、水道事業を実施した後も飲料水の二次汚染の問題が存在する。これを防ぐための対策は、水運搬の方法を改善し、手での汲み上げを止め、利用者が貯留設備を定期的に清掃し、常に清潔の状態に保つことである。また、(1) に述べた漂白剤 Javel による滅菌も有効である。

#### (4) 自家用井戸の保護

公共給水用井戸について、8.1.2 に述べたように水道事業管理部門によって水源地として保護策をとるが、数多くの自家用井戸については、たとえ飲料水として使わなくても、浅層地下水の保護および非常時給水のため、井戸所有者が自主的に井戸を保護するよう呼びかける。対策としては地表の汚水が井戸に流れないように井戸口を地面より高くすること、ゴミや砂が井戸に落ちないように井戸蓋を付けること及び井戸の周辺がこぼれた水で湿り汚れることを避けるための「たたき (apron)」を備えることを提案する。

### 8.1.5 衛生教育

衛生教育の目的は、生活環境と人間の健康との関係、飲料水の衛生条件、水源保護の重要性等を含む衛生知識を始め、上記 8.1.2～8.1.4 に述べた施設面の対策を取るときの実施方法等を含む技術的内容を住民に教えることによって、住民の衛生改善に対する自覚を喚起することである。モーリタニアでは、UNICEF および他の NGO がさまざまな活動をしているが、ここで提案する衛生教育をこれらの組織と連携しながら行うことを薦める。特に UNICEF が行っている住民組織結成、衛生的便所の普及等の活動は本事業と直接関連がある。衛生教育の計画について下記の内容を提案する。

#### (1) 水質衛生教育

人の健康に関わる主な水質指標、例えば大腸菌、硝酸性窒素について基本的な知識を住民に教える。これは講義の形で簡単な絵などを通じて分かりやすく説明する。大腸菌、窒素の発生源や、地表および地下水を汚染する経路や、汚染された水を飲むとどのような病気が発生するかなどについて常識的なことを教えれば良い。人々に水に目で見える汚れがなく、異臭味がなければ飲めるわけではなく、目に見えない汚染物質があること、われわれが使っている地下水が既に汚染されていること、水源の保護が大事であることなどを理解してもらうのが目的である。

#### (2) 生活衛生教育

生活衛生というと、個人的な衛生習慣と家庭生活の衛生習慣に関わることである。前者は常に手を洗うことや、定期的に入浴することなどがあり、後者は食器をきれいにすること、洗濯をきちんとすること、便所を清潔にすることなどを含む。地下水開発と上水道事業の実施によって、飲料水のみでなく、衛生的な生活を過ごすための最低限以上の水需要量が確保できるようになるから、水道水を有効に利用して生活水準と衛生水準を向上させることが生活衛生教育の目的である。これを水道による給水を開始する時期に行う。水道の普及によって生活が確実に改善された実感を住民に与えることができれば、自ずから、水道事業を支持する、水源を保護する住民の自覚も出てくる。

#### (3) 衛生活動の技術的指導

8.1.4 で提案した住民の自主的衛生活動を順調に実施するため、技術的な指導が必要である。特に飲料水の消毒、水運搬・貯留設備の定期的清掃、自家用井戸の保護、簡易浄化槽の設置について各種の講座を開き、実施方法と注意事項を各家庭に説明することを提案する。

## 8.2 市内浅層地下水保全計画

### 8.2.1 浅層地下水保全計画

前述した(8.1)衛生改善活動において提言された、市内浅層地下水保全のための方策を以下に詳述する。

キファ市における今後の緊急及び長期給水整備計画においては、本計画の緊急整備計画で策定される給水システムから供給される30ℓ/人・日と、現在利用されている浅井戸から供給される10ℓ/人・日が確保される必要がある。

本調査の第1次現地調査において、市内約1,000箇所の浅井戸の水位観測並びに水質検査を実施し、さらに第2次現地調査で、200箇所の井戸について詳細な水質検査を実施した結果、今後、管路給水による給水と合わせて、飲料水としても塩素系殺菌剤の注入により利用可能な比較的水質の良い浅井戸は、図7.3-8に示す13箇所の井戸であることが判明した。

その他の生活雑用水として利用できる浅井戸についても、将来にわたってその水質を維持し利用し続けるには、調査で明らかとなった浅層地下水の人為的及び家畜による糞便性汚染を防止し、水質保全に務める必要がある。

前述したように(8.1.1)、キファ市内の浅層地下水の保全を行うためには、各整備計画において以下のような衛生改善計画を実施する必要がある。

#### (1) 緊急整備計画(目標年次:2005年)

##### 1) 市内井戸の汚染防止

市内井戸の汚染防止を図るために、図8.2-1に示すような井戸構造の改善を行う。

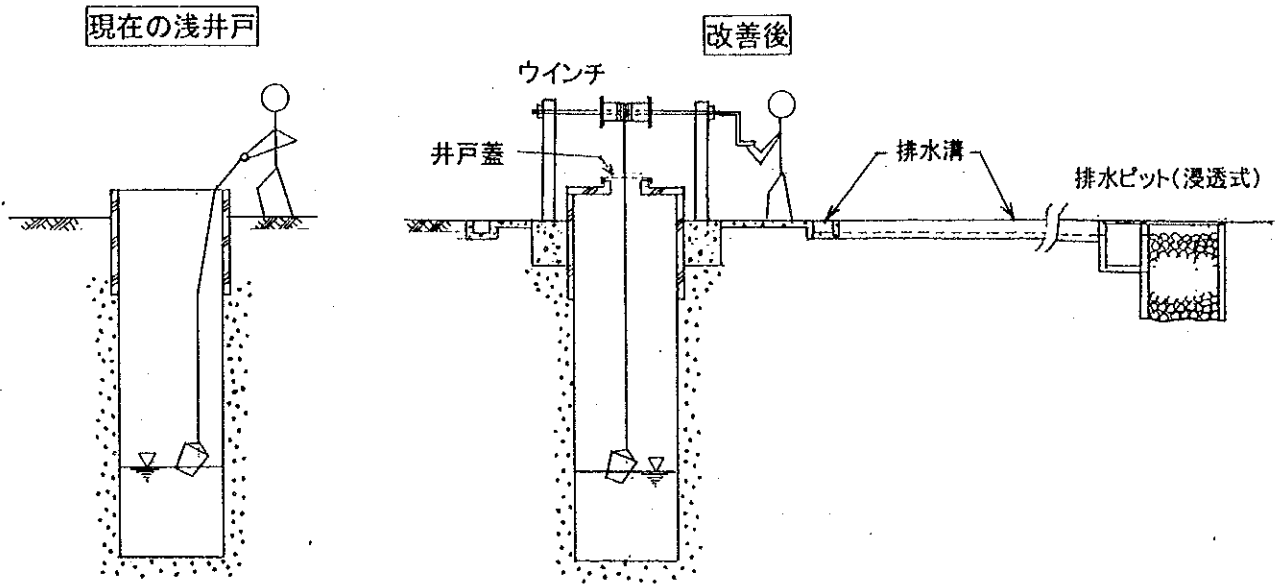


図 8.2-1 井戸構造改善の一例

## 2) 下水排水による地下水汚染防止

前述 (8.1.3) したように、生活污水の地下浸透による浅層地下水汚染防止のため、本格的な下水道整備前の仮対策として、以下の簡易処理施設を設置することを提案する。

### ① 家庭用簡易浄化槽と浸透槽

浄化槽は各住宅に使われる便槽と同様な形で良いが、現在の便槽を浄化槽兼用にしても差し支えない。むしろ便槽と兼用すると汚水の流入によって槽内に水がある程度溜まるようになり、嫌気性細菌の繁殖による有機物の分解作用が期待できる。溜まった水は最終的に地下へ浸透するが、直接浸透よりははるかに衛生的と言える。

図 8.2-2 に家庭用簡易浄化槽と地下浸透施設の一例を示す。これは、二槽式浄化槽 (Two-compartment septic tank) と浸透槽 (Disposal tank) に構成される。浄化槽の壁と底がセメントなどにより止水処理が必要であるが、浸透槽は処理水を地下へ浸透させるため、素土のもので良い。

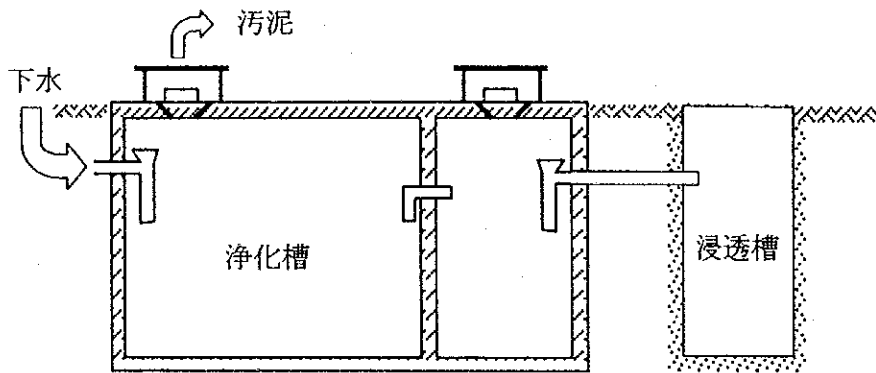


図 8.2-2 家庭用簡易浄化槽の一例

② 集合住宅用イムホッフタンク (Imhoff tank) と浸透トレンチ (Disposal field trench)

商業及び住宅密集地域に、簡易下水管渠で家庭下水と営業排水を収集して、浄化槽より規模の大きいイムホッフタンクで下水の沈殿と嫌気性分解処理を行い、その処理水を浸透トレンチへ導いて地下へ浸透させる簡易システムの一部を図 8.2-3 に示す。また、浸透トレンチの概要を図 8.2-4、イムホッフタンクの概要を図 8.2-5 に示す。

同システムの整備は、家庭用簡易浄化槽より費用が掛かるが、処理効果が良いため、経済能力のある地域に適している。そして、キファ市のような乾燥地域にある都市では、下水道の最終的整備も簡易処理+地下浸透方式が取られる可能性が大きいので、提案したシステムは、将来の下水道の雛形であろうと考えられる。

キファ市には雨水が市外に流出する地形になっていないため、自然排水路としてのワジにより水は市内何箇所かの低い場所に集められ、そこで雨季の時期だけに発生する池を作る。これらの池の水は飲料水目的以外の農業水源として利用されているので、市街地からの生活污水をそこまで流さないことが大事である。上述した下水処理対策は、この目的で提案されたものである。

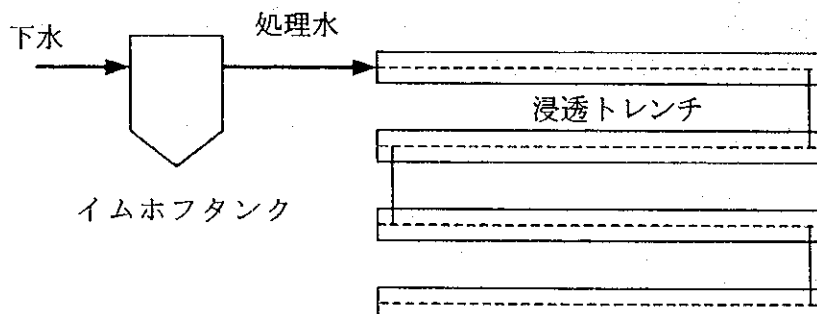


図 8.2-3 集合式簡易下水処理・地下浸透システムの概要

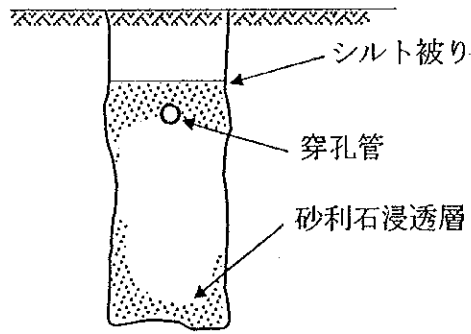
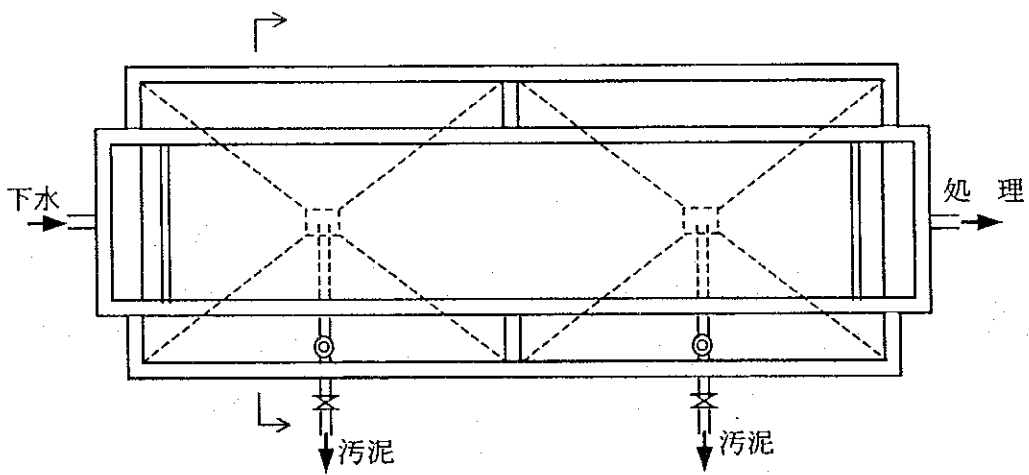
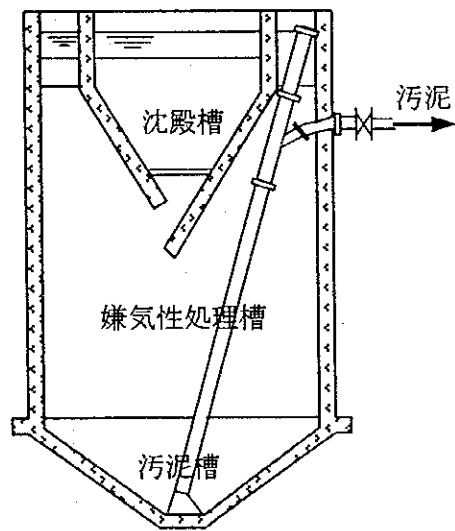


図 8.2-4 浸透トレンチの概要 (断面図)



平面図



断面図

図 8.2-5 イムホフタンクの概要

(2) 長期整備計画（目標年次：2015年）

① 市内井戸の汚染防止策の推進

緊急整備計画において実施した、井戸構造改善事業をさらに推進する。

② 下水道施設の整備による地下水汚染防止

長期整備計画においては、下水浄化槽を発展させ、管路及び簡易下水処理施設の整備により下水による地下水汚染防止を図る。

下水道整備の概念図を図 8.2-6 に、また、下水道施設計画図を図 8.2-7 に示す。

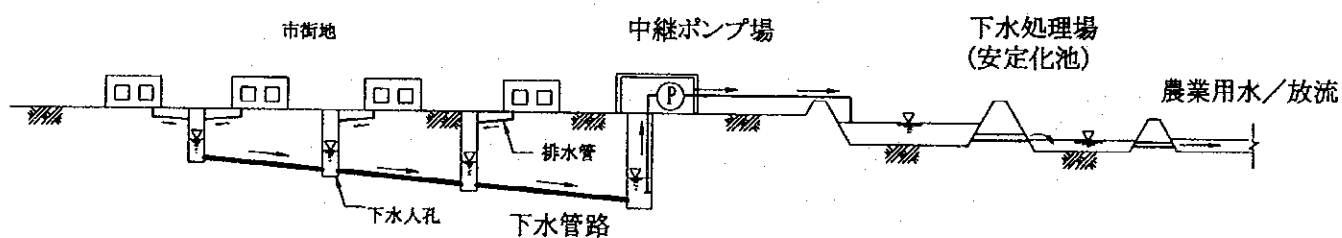
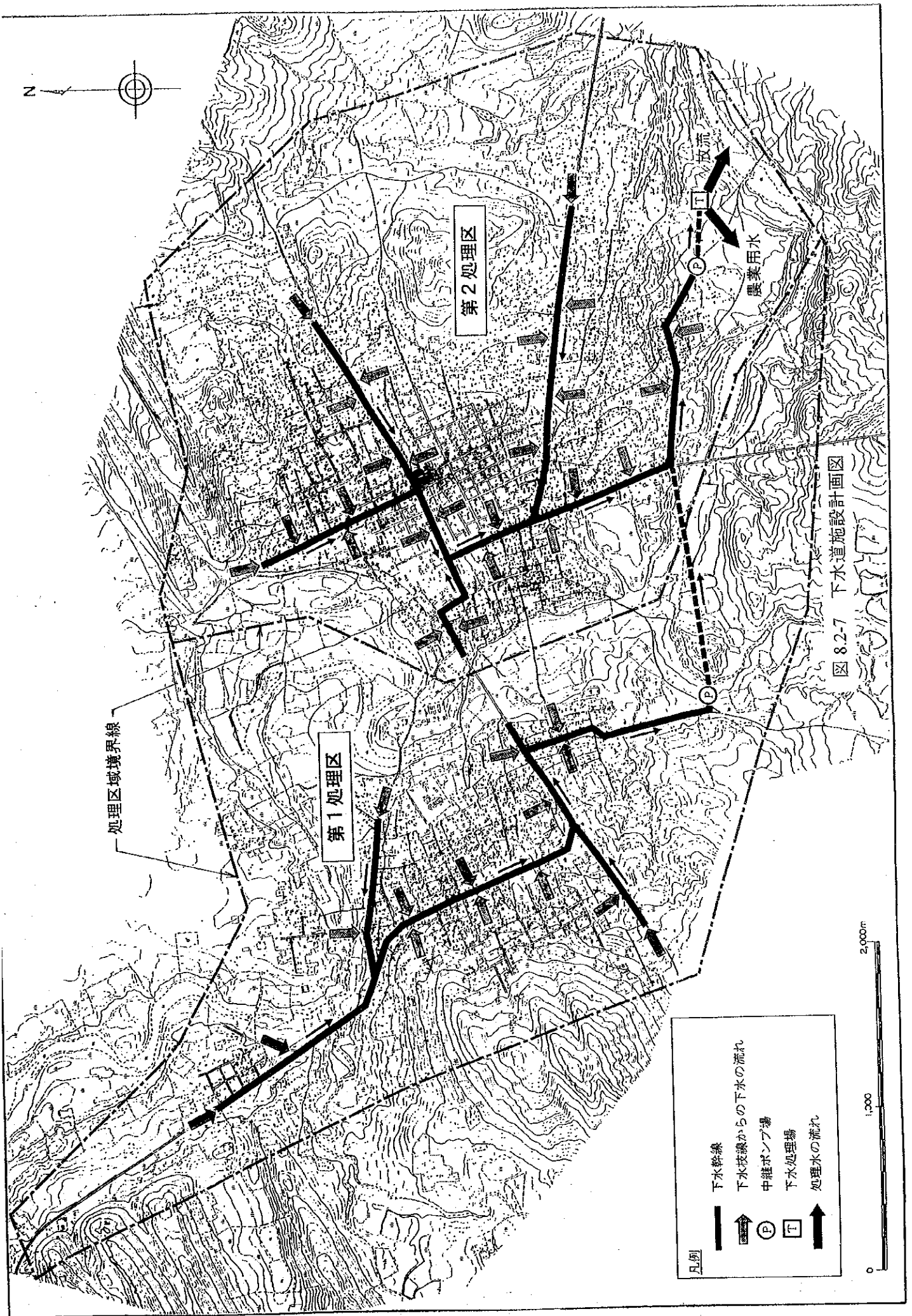


図 8.2-6 下水道整備の概念図







## 第9章 事業評価・実施計画

### 9.1 経済・財務評価

#### 9.1.1 経済評価

経済評価の目的は、本プロジェクトの国民経済にとっての妥当性を検証することである。

本プロジェクトは給水施設建設・運転維持の他に、衛生教育支援のためのコンポーネントを含むが、衛生教育はギファにおいてもUNDP、UNICEF等の支援も含め、既に行われており、それらには栄養、家族計画等水因性疾病防止以外の要素も含んでいる。したがって、水因性疾病の防止、あるいは水の利用に関する教育のコストのみを推計するのは困難であるため、本経済評価では、衛生教育については、便益（効果）・費用ともに含めない。

#### (1) 方法論

##### 1) 分析指標

経済評価においては経済的な費用・便益を推計の上、費用便益分析を行う。経済的内部収益率（EIRR）、純現在価値（NPV）および便益／費用比（B/C）を推計し、これらを指標として評価する。NPV、B/Cを算出する際の割引率ならびにEIRRと比較される資本の機会費用はモーリタニアの10都市の水道整備マスタープランで用いられている数値と同じ10%とする。

費用・便益ともに1998年価格を用い、評価期間は施設供用後20年間（1999年～2021年）とし、評価期間直後の施設の残存価値は、2021年のマイナスのコストとして計上している。

##### 2) 経済費用

第6章で積算されている費用は財務費用である。財務費用は事業実施する際に実施者が施設建設および運営のために実際に支払う費用であるのに対し、経済費用は事業の実施のために投入する資源（材料・労働力・土地等）のモーリタニア国家経済にとっての価値であり、経済価格に基づく計算費用である。経済評価にあたっては以下の点を考慮して財務費用を経済費用に換算している。

- 一 財務費用に含まれる税金（関税、国内消費税等）は経済的な価値に含まれない移転項目として控除する。
- 一 財務費用の内、非貿易財（内貨部分）については、通常は下式で求められる標準変換係数（SCF）により国境価格を推計するが、モーリタニアの近年の関税統計によれば輸出税が輸入税を大幅に上回っているため、本分析ではSCFを1とする。

$$SCF = \frac{(\text{輸入額}(CIF) + \text{輸出額}(FOB))}{(\text{輸入額}(CIF) + \text{輸入関税} - \text{輸入補助金} + \text{輸出額}(FOB) + \text{輸出補助金} - \text{輸出関税})}$$

- キファにおける高い失業率から、未熟練労働者の希少性は低いと考えられるため、未熟練労働者に対する潜在賃金（経済費用）は財務費用の50%とする。
- プロジェクト実施のために収用される土地は、現在経済活動に使用されておらず、生産に寄与していないため経済的価値は0とする。

## (2) 経済便益

本プロジェクトの経済便益としては以下のものが挙げられる。経済便益は以下の各項目について、プロジェクトが実施される場合とされない場合の差額を計算して求めている。

- 1) 安全な水の供給により水に起因する病気発生が減少するために起こる。
  - ① 治療費の軽減額
  - ② 治療、静養、看病に要する時間の減少により生産活動への就業時間が増加することによる生産額の増加（または減少時間の価値）
- 2) 水を確保するための時間・労力の軽減による生産額の増加または水を購入する費用

上記各項目について便益額を限られた情報に基づいて概算・推計した結果はサポーティング・レポートに述べられているが、ここではキファ市民の水に対する支払い意志額（willingness-to-pay）を推計することにより、それを経済便益とする。本分析では、特に給水の分野で一般的に行われていると同様に、キファ市民が現在水に対して支払っている金額を支払い意志額とする。

## (3) 分析結果

### 1) 経済費用の推計

方法論で述べた手法に基づき建設費および運転維持管理費について財務費用を経済費用に変換した結果はサポーティング・レポートに示されているが、主な結果をまとめると、次表のとおりである。

表 9.1-1 経済費用と財務費用

(unit: UM. thousand)

費用	A. 経済費用	B. 財務費用	A/B
建設費（初期）	1,506,140	2,084,000	72%
運転維持管理費（2005年）	19,034	20,619	92%

## 2) 経済便益の推計

世帯アンケート調査によれば、現在、家庭用水の確保に対して平均で UM.25,174/世帯・年を支払っている。アンケート対象となった世帯の家族数は平均で6.6人/世帯であるため、一人当たりの費用は約 UM.3,800/人・年である。経済便益はこの一人当たりの単価に給水人口をかけることにより求められる。2005年での給水人口が77,000人とされていることから、同年における本プロジェクトの経済便益は約 UM.294百万と計算できる。2002年から2012年の経済便益の計算結果はサポーティング・レポートに示されている。

ちなみに現在キフ市民が水の確保にかけている費用は世帯収入（年間世帯当たり UM.338,500 と推定される）の7.4%にあたる。水に対する支払い意志額は一般的には世帯収入の3~5%といわれていることから考えればかなり高い数値である。しかし、逆に言えば、水は人間が生活に不可欠なものであり、現在のキファ市民が水に対して高い費用を払わざるを得ない状況、すなわち生活用水確保に困窮している様子を示しているといえる。

## 3) 指標の推計

上記の便益および費用の推計から経済すると、経済的内部収益率 (Economic Internal Rate of Return) は14.0%、便益/費用比 (Benefit/Cost Ratio) 1.27、純現在価値 (Net Present Value) はUM440百万となる。評価期間の便益・費用、およびこれら3つの指標の経済結果はサポーティング・レポートに添付されている。

## 4) 評価

経済的内部収益率が10%を超えていることから、このプロジェクトはモーリタニア国の経済に良いインパクトをもたらすと判断でき、このプロジェクトは国家経済の観点からは是非実施すべきものであるといえる。このプロジェクトの実施がモーリタニア国の経済にもたらす利益を現在の価値で表すと UM.440百万である。

感度分析を行った結果、仮に評価期間の全ての年の便益が21%減少したとしても、あるいは建設コストが30%増加したとしても、経済的内部収益率は10%を保持し、このプロジェクトの経済的な妥当性は失われないことが判明した。

## 9.1.2 財務評価

財務分析は運営維持管理組織にとっての事業の財務的健全性を検討・検証する目的で行われている。すなわち、プロジェクトの実施がもたらす新たな収入と支出が SONELEC の財政にとってどのような影響を与えるのかを分析する。

### (1) 方法論

経済分析の結果はこのプロジェクトの国家経済における経済的な妥当性を示していることから、モーリタニア国政府にとっては、あるいは、公共的な事業体である SONELEC にとって経済発展と国民の福祉向上のために本プロジェクトは実施すべきものである。したがって、資金の調達、料金政策等現行の枠組みの中で取りうる選択肢の中で、どれをとれば事業が健全に運営し続けられるかを検討・検証する。

まず、SONELEC にとっての収入と支出に基づき、財務的な内部収益率 (Financial Internal Rate of Return) を推計する。その上で、資金調達・料金政策等想定できる選択肢を設定し、その条件の下での本プロジェクトの損益計算書 (Profit/Loss Statement) および資金繰り表 (Cash Flow Statement) を推計し、健全な運営を検討・検証する。

なお、接続費は各世帯が負担することとなるため、SONELEC にとっては収入とも支出ともならない。したがって、本財務分析の中には現れてこない。また資金繰りでは、余剰資金は他事業で運用され、10%の受取り利息が発生するものと仮定している。

### (2) 分析結果と評価

#### 1) 財務的內部収益率の推計

本プロジェクトの財務的な内部収益率 (FIRR) は負の値となる (サポーテング・レポート参照)。すなわち、現行の料金体系からすれば (本分析は1998年の固定価格で行っているため、インフレーションに合わせて上げることは現行の料金体系を保っているから見なしていることになる)、本プロジェクト実施のための投資資金調達は借財で行うことは好ましくない。また、SONELEC の貸借対照表等、現行の財務状況から判断すると自己資金で行うことはほぼ不可能である。

仮に借財で行うとすれば、モーリタニア国内では長期融資の可能性が低いと見られ、海外からの借財によることとなる。代表的な借財先であるアラブ・ファンドの金利は3.5%である。しかしながらFIRRを3.5%とするためには現行料金を3.7倍とする必要がある。

世帯アンケート調査で水道料金に対する支払い意志額を問う設問に対しての回答から

推計すると、世帯当たりで平均約UM.1,100/月、すなわち約UM.13,000/年となる。この額は現行料金の約2.8倍となる。この額は平均世帯収入の3.8%のあたり、水への支払い意志が一般的に3~5%といわれていることから、妥当な数字である考えられる。しかしながら、仮に料金を現行の2.8倍に上げたとしてもFIRRは1.6%にしかない。

以上の検討から、本プロジェクトの初期投資を借款で行うことは好ましくないと結論づけられる。したがって海外からもしくは政府からのグラントが必要である。

本財務分析では1999年から2001年にかけて行われることが提案されている初期投資についてはグラントを想定し、この想定のもとで本プロジェクトについての損益計算書、資金繰り表を推計し、2006年から2008年までの拡張工事および設備更新のための資金調達がいかなる方法で可能かを検討する。

## 2) 損益計算書・資金繰り表の推計

まず、水道料金を現行の全国平均レベルに保った場合は、たとえ初期優先事業工事をグラントで行ったとしても2006年までの累積資金は少額に留まり、また、拡張工事の収益性も初期投資と同様に低いため、2006年の拡張工事を借款で行うことは困難である。拡張工事もグラントで行った場合は、20年後の設備更新については累積資金で賄っていけると推測される。

料金を現行ブロックの一段階上を適用し（インフレーションによる上昇に加えて）、実質レベルで2倍にすると仮定すれば（この場合でも2021年の水道料金は、仮に実質の平均世帯収入が現行と同じとしても、平均世帯収入の3%以下である）、累積資金で不足する部分を、金利3.5%、返済期間30年（金利・元本ともに猶予される5年間の据え置き期間を含む）条件の借款（アラブ・ファンドの条件）で行うことが可能となる。また、設備更新のための資金も累積資金で十分賄えると推計される（以上の2ケースの損益計算書および資金繰り表の推計結果はサポーティング・レポートに添付されている）。

水道料金をインフレーションに加えて2倍に上げるという施策をとることは政治的にも困難を伴うことが想定されるが、現行料金が支払い意志に比べかなり低いことこともあり、将来の水道事業の健全な運営の観点からも、考慮すべき政策と考えられる。また、今後水道事業が、人口が少なく、また、平均収入が低く、水に対する支払い意志額が低いと思われる中小としに拡大されるとすれば、都市毎に世帯収入の3%程度となるような料金を徴収し、大都市での余剰資金を中小都市の補填に充てることも含め、料金値上げは推奨できる。

もちろん、料金値上げに伴い、貧困世帯を考慮してミニマムの量の使用者に対しては低料金で、多量の水の利用者に対しては高い料金を課し、全体で世帯収入の3%とするような政策を伴う必要がある。また、公社としての性格上、収益性の高い都市のみの事業を推進し、収益性の低い地方への拡大を怠るようなことがあってはならない。なお、収入の増加により、不要な支出増を招くことも決してあってはならない。そのため、水道普及の目標の設定、また、水道事業についての経営・生産性のモニタリング実施のための方策も不可欠である。

## 9.2 社会評価

### 9.2.1 人口集中

計画されているような給水施設がキファ市に設置された時点から、同市に人が集まる危険性に関して問題が提起される。また、キファのような市街化地域、あるいは同市が恩恵に浴するはずの設備と同等の給水施設が設置された場合の他の市街化地域において、水資源の推移と住民数の間に潜在する相関関係について、最近あるいはそれより以前の状況の観察から明らかになった結論についても考察した。

過去における或る町の消滅と水資源の急激な減少について因果関係を推測できる情報はあがるが（特に Tamchaket 近くのかの有名な Tegdaoust/Awdaghust の例）、モーリタニアの或る町における給水施設の設置と同市の人口増加とが明らかに関係する事実が認められるデータはない。

最終的に廃墟と化した市街化地域を除き、モーリタニアの都市化の歴史に関して概略的に3つの段階に区別することができる。

第1世代の小さなオアシスの町は11～15世紀に出現したが（Ouadane、Oualata、Tichit、Chingueti）、これらオアシスの資産は主としてサハラ砂漠を横断して行われていた商いに関連していた。これらの集落は、最も人口が多いものでも恐らく5,000人を越えることはなかったが、本報告書の枠内では列挙しきれない様々な理由から大きく衰退し、現在ではほとんど廃墟と化している。時として70年代初頭に遡る（Chingueti など）給水施設の新設（ディーゼル設備、ソーラー設備及び風力設備、あるいはそのいずれかを利用をした設備）をもってしても、この衰退傾向を打ち破れなかった。

キファや地方中心都市の大部分を含む第2世代のモーリタニアの町は、フランスによる植民地化（1902～1960年）から生まれた。多くの場合、これらの町には1950年代の終わりころから小規模な給水施設が備わっていたが、小さな行政上の中心地にすぎず、大半が遊牧民である周辺の地方住民を引きつける魅力はなかった。

特に、1968年以降の旱魃の激化とともに、都市化現象が急激に進行した。大半の既存市街化地域の急激な成長、及びその他数多くの市街化地域の出現は、このような気候に因る危機から発している。こうして、モーリタニアの都市部の人口は1950年代初頭の約3%から現在の41%以上へと変化した。



新市街化地域はすべて、取水源の周辺に作られた。しかし、既存の町の拡大や、新しい人口密集地の出現を、取水源だけを唯一の要因とすることはできない。定住や離村を希望する者は生計を立てる手段（あらゆる種類の援助）、医療、子供を就学させる場所、仕事などを求めている。個人の主体性を主張し、特に部族を基盤として集まることが彼らの決め手となっていたし、今でもそうあり続けている。交流の要路、特にキファが中央区間に位置するく希望>と呼ばれる道路は、移動するときにはかなりの役割を果たしてきた。家族の一部が放牧や農業という生活様式を保ち続けていた地方の後背地との関係を維持するという要素も、移住や定住化の希望者による居住地の選定に介在した。

本調査の範囲内では、モーリタニアの1都市における人口の伸びに関して、飲料水供給設備の改善が識別可能な役割を果たしたことを示すデータは得られなかった。

モーリタニアの他の町同様にキファでも、何よりもまず前述したように気候に因る危機が人口増加の原動力となった。残念ながら、1年間の降雨量の推移と人口推移の間の相関関係を明らかにすることができる統計資料はない。

求められているデータを所有していると思われた Agrhymet 計画（国連開発計画／サヘル旱魃対策国家間常設委員会／OMM）には、降雨量に関する情報しかないことが明らかになった。

全体的に見て、この降雨の記録では、その時期に先立つ30年と比較して降雨量が明らかに減少していることを示している。同じように Agrhymet からの情報であるが、実際、1年あたりの平均降雨量は1950～1967年の384.2mmから、上記の235.5mmになった。

最も降雨量が少なかった時期は、'70年代から'80年代初頭にかけての10年間だった。我々が保有しているいくつかの人口統計学的規準によれば、キファの人口増加が加速したのはこの時期からだ。

表 9.2-1 キファにおける人口の推移

年度	1924	1946	1962	1972	1977	1985	1988
人口	197	1,807	4,359	7,300	10,703	18,390	29,292

しかし前節からの情報によれば、ほとんどアッサバ地方という（限られた）人口供給源のみに左右されるキファの人口増加率は伸び悩んでいる。なお、同地方の住民はヌアクッショトやモーリタニア北部の鉱山の町へも移住している。

要約すれば、キファの給水施設建設によって、同市の人口増加のリズムが大幅に変わるといようなことは、ほとんど心配する必要はない。その人口増加リズムは、他の様々な要因の複雑な組み合わせ次第である。

## 9.2.2 給水施設建設の周辺村落への影響

給水施設建設の問題の1つとして、キファ市の一部である周辺の6村落、すなわち Kendra、Kreikett、Wed Rodha、Meissah、Hassi Bekaye 及び OumEchgag への給水問題が挙げられる。

これらの村落は、市の中心部から比較的離れているために（7～18km）独自の個性を備えているが、アッサバの中心都市に関する前述の人口算定及び人口の将来的な推移の評価に際して、考慮の対象外となった。

これらの地区のうち5ヶ所に関しては、中央人口調査局が1987年に出した比較的正確な概算値があるが、現在のデータはない。現在のデータについては住民の代表及び地域責任者のもとで大体の数値が得られた。それらのデータを下記に示す。

表 9.2-2 キファ周辺の村落人口の概算

村落	Hassi Bekaye	Wad Rodha	Oum Echgag	Kendra	Kreiket	Meisah
1987年の人口	230	353	319	722	291	?
1997年の人口	2,000	430	472	1,200	483	397

キファに最近設置された電気網は、厳密な意味で市街化地域のみ限定されており、これらの村落は対象外となっている。

これらの村落の中で最も大きい Hassi Bekaye と Kendra にはソーラー・ポンプが備わり、理論上の1日あたりの生産能力は、Hassi Bekaye の場合は 20m<sup>3</sup>、Kendra の場合は 30m<sup>3</sup> となっている。

富裕な近郊区域である Kendra では、5ヶ所の給水栓で給水しているが、3つの個別配水支管も存在する。居住者の収入がもっと少ないように思われる Hassi Bekaye では、個別配水支管はまったくなく、ソーラー・ポンプで揚水した水を4ヶ所の給水栓で供給している。他の村落では、単純に浅井戸から水を供給している。

将来的な給水設備に関する見積では、キファ住民の飲料以外の需要の一部をカバーするために、続けて浅井戸の水を使用することを予定している。Kendra 村、及び同村より小さな規模ではあるが、Hassi Bekaye 村では今後、備わっているソーラー設備によって、日常の水消

費量のかなりの部分を満たすことができる。

付け加えておけば、これらの設備は、水利局と契約を結んだ管理者が管理し、(原則として) 同局が推奨する料金、すなわち給水栓使用料金、80UM/m<sup>3</sup>を適用する。

いずれにしても、調査の前段階で行われた算定で明らかになった水の使用可能量から見ると、キファから遠く離れた周辺部に、使用開始予定の掘削井戸から給水できるとは考えにくい。タンク車で水を輸送しなければならない場合、その費用は高くなりすぎる恐れがあり、市当局が以前タンク車を管理していた経験から見ると、その先行きはあまり明るいものではない(保守や交換部品などの問題)。

ソーラー・ポンプが備わっていない4部落に関して考察対象となる方法はむしろ、少なくとも最も利点のある取水点を特定し、衛生面で保護するという措置を含む地域的な方法となるだろう。

### 9.2.3 水の料金、管理システム及び社会的な不均衡

キファに設置予定の設備の規模、及びすでに SONELEC の手中にある電気部門の管理にこれらの設備を結びつけた場合の管理上の利点を考えると、SONELEC が将来的な給水施設管理の最適なパートナーであるように思える。

水を最も安く手に入れる方法である個別配水支管を設置することができる運の良い人たちだけが設備によって利益を受けるようなことがないようにするにはどうしたら良いのか?

キファの最も裕福な住民と最も貧しい住民の間には収入の面で大きな不均衡があるようだ。非常に大まかに言って、一部の地区(Jedida、行政地区など)は他の地区(Debai、Seif、Timichaなど)よりも裕福であると考えることができるが、残念ながら、質問状によるアンケート調査の結果や入手可能な文献では、この推測に関する正確な内容を示すことはできない。

我々が有している唯一の情報、モーリタニア及びキファにおける貧困の全体的な影響に関連するものである。

恐らくキファにおける仕事の3分の2以上を占める分野である都市部の非公式分野に関する調査(ONS—国立統計局、1997年1月)によれば、モーリタニア全域を通じて、同分野の労働者の35.5%の報酬は5,000UM/月未満である(アンケート調査時の全産業一律最低保証賃金—SMIGは5,312UMだった)。これらの賃金労働者のうち、報酬2,500UM/月未満しかもらっていない者の割合が5.1%であり、その中でも1,000UM/月未満しか受け取ってい

ない者の割合は89%に達する。

世界銀行がその構造調整政策により及ぼされる社会的な悪影響を抑えるために行った貧困に関する分析からも、キファにおける収入の問題に間接的にも接近することができる。

この枠内で行われたアンケート調査では、世帯の支出を算定し、それを基盤として貧困の状況を明確にしようと試みている。貧困と極貧を定義するために2つの貧困閾値に対応する1年あたりの支出額を決め(1995年)、各々53,841UMと40,709UMとした。

上記の基準によれば、諸都市の住民全体の26.8%が貧困の状況にある。その割合はヌアクシヨット以外の町(すなわちキファを含む)では38.5%となっている。

キファもその一部であるが、いわゆる中心的な都市では、貧困の率はさらに高く、住民の50.9%になっている。

極貧については、ヌアクシヨット以外の町(つまりキファも含む)の住民の21.9%がその状況にある。

上記の調査によれば、居住地別の世帯の平均支出額の構成は次のようになっている。

表 9.2-3 居住地別の世帯の平均支出額

(単位: UM)

項目	居住地				全体
	ヌアクシヨット	他の町	河川地方	その他の地方	
自家消費	104	2,189	10,565	16,632	8,773
食糧	319,775	261,191	226,239	182,639	240,362
教育	1,318	921	361	532	788
保健	8,813	3,078	2,788	2,796	4,527
住居	98,828	57,794	3,983	3,170	38,824
宝飾品	1,741	2,106	299	462	1,057
家庭用品	6,977	6,390	1,949	3,330	4,626
建設材料	7,699	5,344	2,103	2,037	4,161
衣類、布地	36,024	32,322	21,667	29,854	30,648
私物	13,945	12,417	3,638	4,840	8,414
家庭の保守	28,017	18,912	14,407	10,410	17,321
輸送、燃料	16,220	4,432	532	941	5,719
理髪、断髪	10,630	957	0	13	456
支出総額	539,469	417,753	288,870	253,456	365,323

この表によれば、キファは1年あたりの支出総額が417,753UMのグループに入る。この数値はヌアクショット以外のすべての町の平均値であるが、JICA/水利局アンケート調査による1世帯あたりの総平均支出額(353,533UM)と15.38%しか違わない。

いずれにせよ、上記2つの数値とも、進捗報告書で考慮対象となっている1世帯あたりの1年間の平均収入( $21,000 \times 12 = 252,000$ UM)をかなり上回っている。生じる差については、アンケート調査対象者が自分たちの収入を過小申告する傾向、及び移転所得や恐らく申告されていない移住した親戚からの送金が、キファにとどまっている移住者の親戚の支出をカバーする上で大きく貢献しているという事実によって、少なくとも部分的には説明されるであろう。

個別配水支管設置希望者が負担する費用に関しては、課税制度が、費用に差をつけるための手段となったかもしれない。しかし現実には、この制度は十分に明確ではない。公務員の数は200~450人と算定されるが(10都市調査により示されている数値に基づくか、wilayaから提供された大体の数値に基づくかによって異なる)、彼らが支払う税金は源泉徴収されており、公務員だけは、課税対象となる収入に応じて分類することができる。しかし結局、公務員という職種は、都市部の職種全体のわずかな一部(10都市調査によれば12%)にすぎない。それに、収入を正確に算定するのが容易ではない富裕な商人や大規模な家畜群の保有者(1972年以降、家畜に対する課税制度は廃止されている)と比べた場合、少なくとも公式の収入では、役人は特権階級ではない。

つまり、収入の観点からキファ住民を分類する上で、諸地区の概要も、職業別社会階層の概要も、信頼性のある基盤とはならない。

できる限り多くの人々が個別配水支管を入手できるようにするために、その費用を検討することは望ましいが、地区あるいは個別配水支管を希望している人の収入レベルに応じて費用を調整するという考えは、あまり現実的でないように思える。

SONELECがヌアクショット以外で適用している個別配水支管の社会福祉的性質の料金は、これまでの報告書で指摘したように、2,000UM前後だったが、キファ市の住民に比較的裕福な階層がいることを考慮に入れ(ただし、我々の保有している現状のデータでは個別化することはできない)、この料金を見直して、値上げすることも可能だろう(4,000UM前後)。

また、輸送費用や小売り商人の介在を避けるため、限られた数の世帯(5~20)で構成される近隣グループが管理する「団体管理水栓」の設置を提案することもできる。この近隣グループを形成する世帯は、合意で責任者を指名し、費用を徴収するために自ら組織する。このような複数家族集団の活動方法、規模及びこれらの集団が設備管理機関から受けることが

できる便宜についてもっと正確に規定するには、調査及び特別な指導が必要になるだろう。

いずれにしても、管理機関が「真の料金」を適用した場合には、アッサバの中心都市の住民のごくわずかな人たちだけが最も利点の多い方法、すなわち個別水栓を使って水を取得できるような状況になると懸念される。この場合、給水施設は住民全体に疑う余地のない利益をもたらすものではあるが、キファの裕福な住民と最も貧しい住民との間の格差を広げる恐れがある。

#### 9.2.4 ロバの荷車引きの水売り

水の料金に関する問題は、現在同市における給水の主要な媒介者となっている荷車引きの運命と緊密に結びついている。明らかに、荷車引きの活動の維持と、SONELEC が提案している基本料金による水の入手可能性の画一化は、矛盾する。

実際、水の料金は時として非常に高くなるが、それは、ほぼ全面的に中間に介在するサービスに起因する。また、ロバ引きによる水の輸送では、何度も水が移し換えられ、衛生面から見て水質に有害である。

しかし、町に数多くの個別水栓が設置されても、恐らく、かなりの割合の住民が荷車による運搬を基盤とした水をばら買いし続けるだろう。

かなりの数の荷車引き（もっと正確に言えば、所有者ではない荷車の引き手）はマリの季節労働者であることがわかっており、モーリタニア当局にとって、彼らの転職は優先的に扱う問題ではない。

これに対して、荷車の所有者にとっては未開拓給水市場の損失あるいは減少となる予定利益の喪失と同時に、この活動の一部は依然として、最も質素な住民や、キファの中心からもっとも遠い場所に居住する住民への給水に便利であるという事実を考慮に入れねばならない。

荷車は非常に頻繁に水以外の荷物の輸送にも利用されており、キファ住民の一部はタクシーとしても利用している。所有者が希望する場合には、一部の荷車を乗客、荷物の輸送専門とし（荷車に座席、屋根、荷台などを備える）、他の荷車を衛生的に今までよりも安全な装置（密封性、プラスチックの継ぎ手ではなく、水栓から水の移し換えを行うなど）を備えた水運搬専門車にするなど、荷車を再構成するための援助を検討することもできるだろう。

恐らく、荷車とその設備に関する小規模な事前アンケート調査が必要になるだろう（現在活動している荷車の数／投資費用／雇用している人の数／水、乗客、荷物など、実際に輸送

しているものの種類に応じて生じる収入／所有者と荷車の引き手との間での収入の配分／荷車引きと所有者の社会的な捉われ方／希望する設備の適応種類／契約に基づく適応設備の実施方法など)。

## 9.3 技術評価

### 9.3.1 水源開発

#### (1) 生産井戸掘削位置の選定方法

キファ市周辺の水理地質・帯水層の状況が明らかとなり、今後の水需要の増大に伴い水利局・水電力公社によって実施することが必要となる水源開発の手法が確立された。

すなわち、以下の掘削位置及び深度の決定であり、水利局の現有の探査機材及び技術水準で十分対応が可能である。

##### 1) 位置

市の北西部 10～15km 地区の帯水層はペライト層破碎部に集中しており、効率的な水源開発には、航空写真及び現地踏査によるリニアメントの確認及び電気探査による位置の特定が必要となる。リニアメントの位置はすでに本調査で明らかにされており、今後の開発では 主要リニアメントを横切る方向に測線を置く水平電気探査により、掘削地点を決定する。この際、本調査における一連の電気探査の結果から整理された、異常値 (anomaly) 出現のパターンによる帯水層の判定を行うことが可能である。

##### 2) 深度

この新水源地区の帯水層は深度 20～70m のペライト層破碎部に存在する。それより下部の漂レキ岩層では、地下水水質の電気伝導度が高くなる恐れがあり、飲用水の地下水開発には不適當である。

#### (2) 市内浅層地下水の水質保全

本調査で明らかとなった新水源地区の地下水賦存量が当然の事ながら、限られたものであることから、キファ市の水需要をまかなうために、市内の浅層地下水を利用する必要がある。また、市内浅層地下水は遠距離の輸送を必要としない低コストの水資源であり、汚染の進む市内地下水の水質保全是環境上の意義と同時に経済的な見地からも重要である。

市内浅層地下水の水質保全の方法としては、最終的には下水道の整備が必要となるが、キファ市の経済的な状況をふまえ、以下のような段階的な整備を提案している。

##### 1) 既存井戸の水質保全

水質が良好なサガタル地区の給水車用公共井戸周辺及び市内 5 カ所の公共水栓での水質保全及び有効利用。

##### 2) 下水浄化槽処理の促進

直接浸透処理となっている現状の下水・し尿処理を浄化槽を介することにより、浸透



水の水質を改善する。

### 3) 下水道整備

管路・排水路による下水処理・処理水再利用施設の建設。

## 9.3.2 給水計画／給水施設計画

### (1) 安全な水の供給

現在キファ市の住民が使用している、市内浅層地下水の水質汚染は深刻であり、安全な水の供給は緊急の課題である。今回の計画では、飲用水として衛生的な地下水を市外の水源地で開発、導水することにより、量的に必要最小限ではあるが全住民に対し供給する事が可能であり、問題は全面的に解消される。

### (2) 適正技術

計画された給水事業が持続的に維持運営されて行くためには、計画対象地域の社会・経済条件及び技術的水準に見合った適正技術の適用が重要である。給水計画及び給水施設計画策定において考慮されている事項は以下のとおりである。

#### 1) 計画給水量の抑制

キファ市の地理的な条件は、サブサハラの内陸乾燥地帯にあり、水資源は絶対的に限られたものである。したがって、計画給水量について、飲用水として最低限の値を設定することはやむを得ない状況である。水電力公社は、モーリタニア全国の都市給水として給水量の目標値として 40～50 ℓ/人日をもっているが、本調査で明らかとなった、キファ市の人口増加予測と周辺での現実的な水源開発可能量を考えた場合、そのままの適用は不可能であり、下記のように計画給水量を抑制することで、水源の適正な開発及び給水事業の持続的な維持運営を可能としている。

各戸給水 : 40 ℓ/人・日

公共水栓 : 30 ℓ/人・日

#### 2) 公共水栓

キファ市は 1970 年代の干ばつが引き金となって、急激な人口集中が進み、都市としての開発は計画に沿ったものとなっていないのが現状である。従って、近年に開発が進んだ旧市街の周辺地域(2005年の人口予測で計画対象人口は全市 77,000 人の内の 27,000 人)では、道路の計画・整備が遅れており、給水事業のための幹線・支線の整備ができない。また、これらの新興地域の住民は一般的に貧しく、給水施設整備のための経済的負担に対応できない。そこで、これらの地域での給水計画では、給水方式として旧市街での各戸給水方式をとらず、既に確定している幹線道路への公共水栓設置方式を採用す

ることで解決を図っている。

### 3) 維持管理の容易な給水システム構成

給水施設計画では、キファ市での水道事業として適用が可能な技術水準及び配置可能な人的資源を考慮し、維持管理の可能な給水システムを構成する必要がある。この点から策定された施設計画をみれば、以下のような項目が考慮されている。

#### ① 機器構成

生産井からの導水、市街地までの送水、及び市内の配水システムの三系統が、バッファ機能を持つ送水ポンプ場及び配水池で分離されており、それぞれはポンプと配管という運転・維持管理が容易な構成となっている。特に、配水系統では配水池以降が自然流下方式で機械・電気機器は全くないため維持管理は容易である。

#### ② 低圧配水管路網

キファ市における給水計画対象住宅はごく一般的に平屋でかつ、給水ポイントは一契約者一ヶ所とするため、配水管路末端での最小動水圧を各戸給水部で  $1.0\text{kg/cm}^2$  に設定することが可能である。このため配水管路全体を比較的低い水圧で運転することが可能となっている。

### (3) 時間給水

本給水計画では一貫して、乏しい水資源の有効利用が課題となっており、消費量抑制のための施策が考慮され、運営面では傾斜型の水道料金の採用が提案されている。一方、施設計画においては、時間給水を前提とした配水を当初計画に織り込んでいる。当該地域では将来にわたって日計画給水量が当初計画から大きく増加することは考えられないため、消費量を確実に抑制するために、定時時間給水の実施を想定している。具体策としては配水管路網の有効利用を図るため、配水地区をブロック分けし、各配水ブロックごとに給水時刻・時間を調整出来るよう、幹線及び締め切りバルブの配置を考慮している。

## 9.4 実施計画

### 9.4.1 優先事業

キファ市での給水の現況では、本報告書で繰り返し述べてきたように、現在住民が利用している浅層地下水の汚染は、ごく一部を除き全面的に、WHO飲用水基準を大幅に越える程度まで進行していることが調査の結果、明確であり、安全な飲用水を住民に供給することが、行政上の最優先課題となることは議論の余地がないものとする。

その課題の解決方法については、次の二つが考えられ、いずれも重要である。

- － 市の外部に新規水源を探し、供給する。
- － 市内の浅層地下水の水質改善を図る。

水利地質調査の結果、市の北西部約 15km 付近に有望な帯水層が存在することが判明し、水源が確保されたこと及び一方、浅層地下水の水質改善には長期的な対策実施が必要なことが明らかとなったことから、優先事業として、

- － 北西部の新規水源で短期的な水需要を満たす地下水開発を行い、
- － キファ市に導水の上、配管網で給水する。

給水計画を策定した。

一方、長期的には人口増加に伴う需要の増加が予測されること及び新規水源も当然、量的な限度があることから、身近に存在する市内の浅層地下水の水質改善による水源の確保を目的とする衛生改善・下水道整備事業の実施が不可欠である。

### 9.4.2 実施計画

上記の優先事業及び2015年までの長期計画事業について、実施計画を年度計画で示せば、図9.4-1 キファ市給水事業実施計画のとおりである。

#### (1) 優先給水事業

優先事業として、2005年に最小限必要な衛生的で安全な水を供給するため、市北西部の新水源地における地下水開発及び給水施設建設を可及的速やかに実施する。

#### (2) 第二次水源開発及び給水施設建設

2005年以降の人口増加に伴う水需要の増加を満たすため、北西部水源地において第二次の水源地開発を行い、導水・送水設備及び市内配水設備の給水施設を2006年を目途に増設する。北西部水源地の賦存量は、2015年の水需要をまかなう程度が限界と判断されるため、それ以降の開発については別途水源対策から考慮する必要がある。

(3) 市内浅層地下水の水質保全

現在、水質が良好に保たれている貴重な浅層地下水井戸について、早急に水質保全策を講じる。

(4) 市内浅層地下水の揚水管理

策定された給水計画では、飲用水については新規開発の地下水を供給するが、生活用水の一部については、既存の市内浅層地下水の利用を考えている。この市内浅層地下水も、2005年以降は需要増のため利用を放任すれば過剰揚水となる見通しであり、これらの私有井戸についても揚水制限及び管理策を講じる必要が生じる。

(5) 浄化槽整備

市内浅層地下水の水質改善策として、家庭下水・し尿の処理が最も有効であり、本格的な下水道の整備が望まれるが、キファ市の財政的な状況から早期整備は難しいとの判断により、それまでの処置として住居ごとの浄化槽の設置を進める。

(6) 下水道管路・処理施設整備

市内浅層地下水の水質改善の抜本策として、2015年を目標に本格的な管路及び処理設備を備えた下水道施設の建設を行う。この計画では、処理水の農業への再利用を考慮し、それ以降の水資源開発の一助とする。

#### 9.4.3 資金計画

2015年までの給水事業実施計画に基づく、所要投資金額をとりまとめると、図 9.4-1 キファ市給水事業実施計画に示されるとおりである。

図 9.4-1 キンファア市給水事業実施計画

実施項目	実 施 年																
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
(給水計画)																	
水源開発																	
給水施設建設																	
新規水源開発																	
給水施設建設(増設)																	
市内井戸の水質保全																	
市内浅層地下水の揚水制限・管理																	
(衛生改善計画)																	
市内井戸の汚染防止策実施																	
浄化槽設置																	
下水道管路・下水処理施設整備																	
給水量(千m <sup>3</sup> )				336	389	450	521	605	632	661	691	723	756	791	827	865	905
給水事業の必要投資額(百万UM)	104.0	990.0	990.0					43.0	398.0	398.0							
運転・維持管理費(百万UM)				17.5	18.4	19.4	20.6	22.0	22.5	23.0	27.0	27.5	28.0	28.6	29.2	29.9	31.0

## 9.5 勧告

### (1) 水源保護、水質保全

本調査で市北西部に有力な水源地が発見された。また、市内浅層地下水井戸においても一部であるが、良好な水質を示す井戸が特定されている。これらについては、給水計画に基づく本格的な給水施設建設を待つことなく、すぐに水源保護及び水質保全の措置を講じることを勧告したい。

#### 1) 水源保護

北西部の水源地域には現在住民は住んでおらず、水質は良好である。従ってこれを長期に保全するため、5km×10kmの全域にわたり、住宅建設の禁止、農地利用の禁止といった保護策をとる。

#### 2) 水質保全

市内の水質良好な井戸についても同様に、井戸周辺の汚染防止策の実施を至急行う。

### (2) 地下水位及び水質監視

給水計画の実施の前提として、新水源地井戸及び市内浅層地下水井戸について、定期的な水位及び水質の監視を行い、データの蓄積を開始する。

監視の内容については、「第6章 地下水開発計画」を参照する。

### (3) 公共水栓の運営・管理

策定された給水計画では、一部の地域で都市開発及び経済的な状況から、公共水栓による給水が提案されている。しかし、これまでの、水電力公社による他都市での公共水栓の運営方法では、運営が個人に営利業務として委託され、結果的に高い水道料金を負担するなど利用者は社会的に不利を被っているとの指摘がある。

これを改善する方策として、地域住民組織、たとえば生活協同組合による公共水栓の運営・管理の可能性があり、事業実施の準備と共に、組織形成の具体化の指導を市に期待したい。

### (4) キファ市での水道料金設定の検討

事業評価の財務分析で指摘されているように、計画事業は、地域の限られた水資源量を持続的に利用するため給水量は最低限に抑制されており、そのため水道料金収入も限られたものとなり、給水施設は財務的に効率の悪いものとなっている。一方、住民は、現在、水道料金に比べ著しく高い水をロバの荷車水売り人から購入している。この現在の住民負担額を二分の一に削減する程度に、キファ市の給水事業において水道料金を特別に設定することは無理がないように考えられる。水道事業の健全な発展のため水道料金改訂の検討を勧告する。











JICA