

6. 衛生改善計画

6.1 衛生改善活動

(1) 衛生改善計画策定の必要性

本調査の現地調査の結果、キファ市の衛生状態は劣悪であることが明らかとなった。

このような状況を改善するため、地下水開発事業によって給水施設を整備し、水質基準に合うような衛生的に安全な飲料水の供給を行う必要がある。給水施設整備により、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。

一方、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、市内浅層地下水の利用を考慮した給水計画を検討する。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も考慮する。

(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を考慮する。

(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、本計画の緊急整備計画においては下水道施設の整備まで行われないため、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。

また、より長期的整備計画として、2015年を目標年次とした本格的な下水道計画を提案する。

(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。以下のような住民による自主的衛生活動の実施計画を提案する。

- 1) 塩素系漂白剤による飲料水の消毒
- 2) 硝酸性窒素による乳児への影響の防止
- 3) 水運搬・貯留設備の改善
- 4) 自家用井戸の保護

(5) 衛生教育

衛生教育により、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、上述し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。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。

6.2 市内浅層地下水保全計画

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) 井戸構造改善による市内井戸の汚染防止
- 2) 下水排水による地下水汚染防止
 - ① 家庭用簡易浄化槽と浸透槽
 - ② 集合住宅用イムホッフタンク（Imhoff tank）と浸透トレンチ

(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 6.1 に、また、下水道施設計画図を図 6.2 に示す。

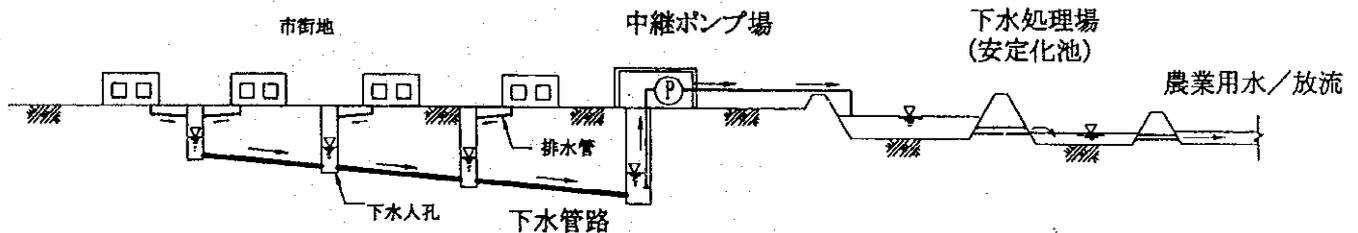


図 6.1 下水道整備の概念図

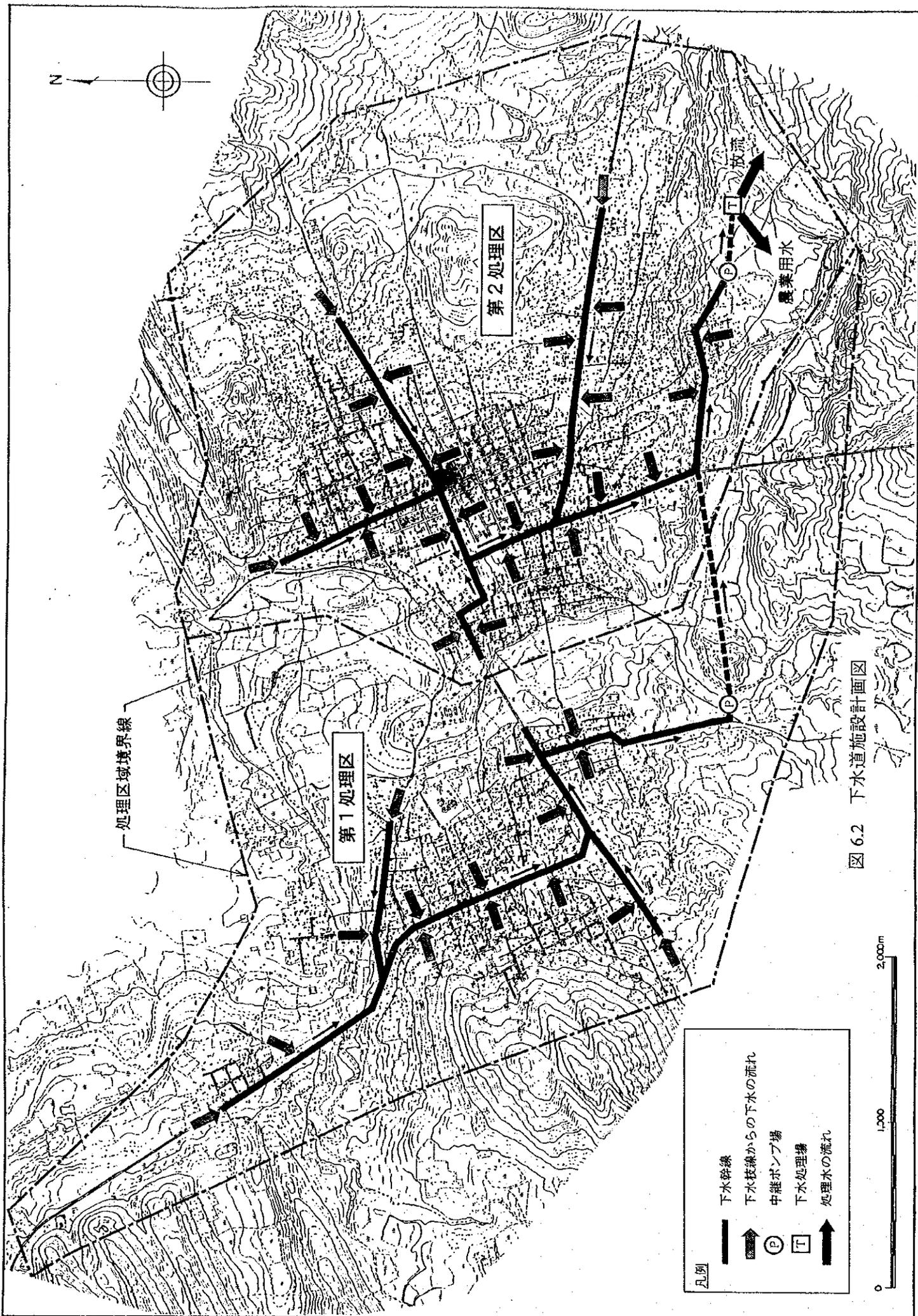


図 6.2 下水道設計画図

- 凡例
- 下水幹線
 - 下水枝線からの下水の流れ
 - ⬆ 中継ポンプ場
 - Ⓟ 下水処理場
 - ➡ 処理水の流れ

7. 事業評価と実施計画

7.1 事業評価

(1) 経済評価

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。

1) 経済費用

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支払う財務費用に対し、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ように財務費用を経済費用に換算している。

表 7.1 経済費用と財務費用

費用	(unit: UM. thousand)		
	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）	19,030	20,619	92%

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。

- 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。
 - a. 治療費の軽減額
 - b. 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・推計を行ったが、有意な結果が得られず、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、特に給水事業の分野で一般的に行われているのと同様に、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。

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。ちなみに現在キファ市民が水の確保にかけている費用は世帯収入の 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) 指標の推計と評価

上記の便益および費用の推計から計算すると、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。

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実施すべきものであるといえる。また、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 20%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。

(2) 財務評価

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、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。

そこで水道事業とし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 (Profit/Loss) および資金繰り (Cash Flow) を推計し、健全な運営を検討・検証する。

1) 財務的内部収益率の推計

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。すなわち、想定する料金体系からすれば、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。

以上の検討から、本プロジェクトの初期投資を借財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。

この経済分析と財務分析での収益率の差は、経済便益とした現在水に使っている費用 UM3,800/人/年と、財務収入とした想定料金 (現行 SONELEC 水道料金) 約 UM700/人/年の差によるものである。一方、住民が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 UM1,100/月、すなわち約 UM2,000/人/年となる。この額は想定料金の約 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。したがって、今後この程度までの料金値上げを検討する余地は十分あるものと考えられる。

2) 損益計算書・資金繰り表の推計

本財務分析では、資金調達の選択肢の一つとして、1999年からの実施が提案されている優先事業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年から必要となる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。

まず、水道料金を想定している現行水道料金に保った場合は、初期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、拡張工事を借財で行うことは困難である。ただし拡張工事で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。

本給水事業計画では限られた水資源のため給水量を抑制している。それに伴い、料金収入も低く留まっており、給水費用と水道料金にアンバランスが生じている。水道料金をキファ市だけ特別の設定す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、想定料金が支払い意志額に比べかなり低いことこともあり、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。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。

(3) 社会分析

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建設されることによって、同市に人が集まる「危険性」という社会的な問題が考えられる。

1968年以降モーリタニアで荒れ狂った旱魃の激化にともない、都市化現象が急激に進行している。既存市街化地域の急激な拡大、及び数多くの市街化地域の新たな出現は、この気候の異変により生じている。こうして、モーリタニアの都市部の人口は1950年代初頭の全人口に対して、約3%から現在の41%以上へと大きく変化した。

新市街化地域はすべて、水源の周辺に生じたことは事実である。しかし、既存の町の拡大や、新しい人口密集地の出現を、水源の存在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定住者の決め手となったし、今でもそうあり続けている。交通の要路、特に「希望の道」と呼ばれる道路は、キファ市がちょうどその中央に位置するが、移動するときに重要な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域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が居住地を選定する際の要因となっている。

我々の知る範囲では、モーリタニアの1都市における人口の伸びを示す曲線に、飲料水供給施設の改善が明確な影響を与えている例はない。要約すれば、キファの給水施設建設によって、同市の人口増加の速度が大幅に変わるというようなことは、ほとんど心配する必要はない。その人口増加速度は、他の様々な要因の複雑な組み合わせによって決まる。

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)、給水計画の対象とはなっていないが社会的公平を欠く恐れがあった。

これらの村落における給水事情は、中で最も大きい Hassi Bekaye と Kendra にはソーラー・ポンプが備わり、生産能力が、それぞれ 20m³/日、30m³/日のものが既に整備されている。他の村落では、単純に浅井戸から水を供給しており、当面の給水はまかなえているが、今後、ソーラー等の揚水設備を持った独立系の設備を整備して行く必要がある。

3) 水の料金、管理システム及び社会的な不均衡

キファ市に建設予定の給水施設の規模及び、現在すでに SONELEC が実施中の電気部門の管理にこれらの施設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担い手であると考えられる。

水を最も安く手に入れる方法である戸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施設建設によって利益を受けるようなことがなく、できる限り多くの住民が各戸給水を手に入れるようにするため、その接続費用を検討することは望ましいが、地区あるいは申請者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戸別配水支管の接続料金は、約 2,000UM であるが、社会福祉的政策から決められており、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、この料金を見直して、値上げすることも可能だろう。

また、輸送費用や水売り人による中間費用を避けるため、限られた数の世帯 (5~20) で構成される住民組織が管理する〈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、住民間から合意で責任者を指名し、費用を徴収するために組織を形成する。このような複数家族集団による運営方法、規模及びこれらの集団が施設管理者から受けることができる便宜についてもっと詳細に規定するには、調査及び特別な指導が必要になる。

いずれにしても、施設管理者が、実際にかかる費用の料金を適用した場合には、その額によってはキファ市の住民のごくわずかな人たちだけしか最も利点の多い方法、すなわち戸別水栓を使って水を取得できるような状況にならないことが懸念される。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貧しい住民との間の格差を広げる恐れがある。

4) 荷車引きの水売り人

水の料金に関する問題は、現在キファ市における給水の主要な担い手となっている荷車引きの水売り人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。

これに対して、荷車の所有者にとっては未開拓の給水市場の損失あるいは減少による利益の喪失があるが、同時に、この荷車による水売りは、依然として、最も質素な住民や、キファの中心から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。

荷車は水以外の荷物の輸送に極めて頻繁に利用されており、キファ住民の一部はタクシーとしても利用している。所有者がやる気になれば、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）、あるいは、荷車を今までよりも衛生的に安全な構造（密封性、プラスチックのバケツではなく、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改造するなど、荷車引きの水売り業を再構成するための援助を検討することも可能である。

(4) 技術評価

1) 水源開発

一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、掘削位置及び深度の決定が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。

一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、既存井戸の保護から下水道整備まで段階的な整備が可能である。

2) 給水計画／給水施設計画

一安全な水の供給

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、衛生環境は全面的に改善される。

一適正技術

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。

- ・計画給水量の抑制
- ・公共水栓
- ・維持管理の容易な給水システム構成

－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。

7.2 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考えられる。

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。

7.3 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7.1 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、北西部水源において第二次の水源開発を行い、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。

7.4 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 7.1 キファ市給水事業実施計画に示されるとおりである。

図 7.1 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 ³)				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

7.5 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が勧告したい。

－水源保護

北西部の水源地区は現在住民は住んでおらず、水質は良好である。したが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。

－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5章水源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