

6.3	組織・制度管理 .....	53
6.4	水配分・水輸送管理 .....	53
6.5	水資源管理計画の問題と課題 .....	71
7	水資源管理マスタープラン .....	73
7.1	計画の骨子 .....	73
7.2	計画の構成プロジェクトと実施工程 .....	82
8	水資源管理マスタープランの評価 .....	88
8.1	計画評価 .....	88
8.2	環境評価 .....	90
8.3	経済・財務評価 .....	92
8.4	総合評価 .....	95
9	提言 .....	96
9.1	水資源の統一的・総合的かつ持続的な管理 .....	96
9.2	残された水資源の戦略的開発 .....	99
9.3	水資源管理におけるリスクマネジメント .....	100
10	プレ・フィージビリティ調査のための優先プロジェクトの選定 .....	102
<b>III</b>	<b>第二部 プレ・フィージビリティ・スタディ .....</b>	<b>105</b>
1.	既設下水処理場処理水再利用 .....	105
1.1	事業の目的 .....	105
1.2	事業の概要 .....	105
1.3	プロジェクト評価 .....	107
1.4	実施計画 .....	110
1.5	問題と課題 .....	110
1.6	結論 .....	111
2.	ワジ・ザルカ下水処理施設 .....	112
2.1	事業の目的 .....	112
2.2	事業の概要 .....	112
2.3	プロジェクト評価 .....	114
2.4	実施計画 .....	115
2.5	問題と課題 .....	115
2.6	結論 .....	115

3. 全国水利用管理センター .....	116
3.1 事業の目的 .....	116
3.2 事業の概要 .....	116
3.3 プロジェクト評価 .....	118
3.4 実施計画 .....	119
3.5 問題と課題 .....	119
3.6 結論 .....	119
4. 都市用水配水管網のリハビリテーション .....	120
4.1 事業の目的 .....	120
4.2 事業の概要 .....	120
4.3 プロジェクト評価 .....	122
4.4 実施計画 .....	123
4.5 問題と課題 .....	123
4.6 結論 .....	124
5. ワハダダム - イルビット送水幹線 .....	125
5.1 事業の目的 .....	125
5.2 事業の概要 .....	125
5.3 プロジェクト評価 .....	129
5.4 実施計画 .....	130
5.5 問題と課題 .....	130
5.6 結論 .....	130

## 巻末資料

## 9. 提言

ジョルダン国は降雨量が絶対的に少なく（国土の70%以上が100mm/年以下）、開発可能な水資源は非常に限られている。その中でも循環性の地下水はすでに大幅な過剰揚水により枯渇、水質悪化の危機に瀕している。

他方、近年同国では人口は増加の一途を辿っており（1990年代は平均年率3.9%）、高等科学技術院の報告書(2000年)によれば、1990年に327m<sup>3</sup>/年であった一人あたりの水資源賦存量は、1999年には170m<sup>3</sup>/年（一人あたりの賦存量が1000m<sup>3</sup>/年以下の場合水資源ストレス指数では、絶対的不足に分類される）に減少している。1990年代と同程度に人口が増加した場合、一人あたりの賦存量は2025年には121m<sup>3</sup>/年にまで減少すると予想されており、適切な水資源管理がなされなければ危機的な状況に陥るものと判断される。

このため、持続的な水資源管理を行うためには、水資源の有効利用、節水及び循環利用を推進することにより、水の需要量と供給量を抑制し、かつ、環境への負荷が少ない循環型水利用社会へ移行することが将来的に必要となる。

本調査においては、循環型水利用社会への移行を将来目標として念頭に置いた上で、2020年までに取り組むべき課題として「水資源の統一的・総合的かつ持続的な管理」及び「残された希少な水資源の戦略的開発」を目指した水資源管理マスタープランを策定した。

また、マスタープランの策定に関しては、水資源分野におけるジョルダン国固有の課題である「持続可能な水資源の管理と開発」、「水資源の地域平和利用」及び「地球規模の気候変化」の観点からの考察を加えた。

本マスタープランの中では、水資源の有効利用及び水質保全のための主要施策として、水需要量全体の抑制、用途別の水配分の見直し、及び地下水揚水量の適正水準までの削減計画を策定した。一方、灌漑農業用水の補完水源として、非従来型水資源である下水処理水の循環再利用の促進を提案している。

ジョルダン国政府が、本マスタープランを実現するために、前述の施策を踏まえて、アクションプランとして早急に取り組むべき事項について以下に述べる。

### 9.1 水資源の統一的・総合的かつ持続的な管理

#### (1) 持続的な水利用のための管理

##### 1) 循環性淡水地下水揚水削減

現在、ジョルダン国で利用されている循環性地下水の揚水量（420MCM/1998年）は持続可能な開発量（275MCM/年）を遥かに超えている。貴重な水資源である循環性地下水の枯渇防止は水資源管理上の最優先の課題であることから、本調査で提案した2020年に向けた地下水揚水削減計画に基づき、都市用水および農業用水の両セクターにおいて35%の地下水揚水の削減を実施すべきである。

都市用水の揚水削減については代替水源の準備を含め実行は可能と考えられるが、農業用水については、監督官庁のみではなく農業者の参加による対応が不可欠である。削減の対策としては灌漑用井戸の買い上げが最も受け入れられやすい手段であると考えられるが、それを含め、削減対策の予算措置や実施のための組織や制度について、具体的な計画を早期に立案・整備すべきである。

また、その一方で高原地域では依然として循環性地下水の開発が進められている。循環性地下水の開発は渇水年等に生じる水不足に対応するための緊急的手段として捉えるべきであり、本調査の削減計画に基づく総合的な揚水計画を立案することが必要である。

## 2) デイシ化石地下水の農業用水から都市用水への転換

ジョルダン国における国家レベルの水配分政策では、都市用水（生活・工業・観光用水）に水資源を優先的に配分し、農業用水については現状の水準を維持させる（約 620MCM/年）という基本方針をとっている。この方針に従い、首都圏での都市用水需要を満たすため、現在大部分が南部高原地域の農業用水として利用されているデイシ化石地下水を全面的に都市用水へ転換するべきである。また、そのための首都圏への導水プロジェクトを、早期に実施すべきである。

ただし、非循環性の化石地下水開発であるために慎重な地下水変動の監視が不可欠であり、次世代への資源の共有というサステナブルな配慮も必要であろう

また、1998 年現在のデイシ化石地下水の農業用水利用は 51MCM/年に達しておりその転換においては段階的な転換を考慮するとともに、この転換に伴う社会的影響を最小限とする施策に留意する必要がある。

## 3) 下水処理水の農業・工業用水への再利用

首都圏で発生する下水処理水は人口増に伴い増大する（約 100MCM/年規模）。農業用水・工業用水として、この下水処理水の大規模な再利用の実現に向けた取り組みを実施するとともに、本調査においてプレ-F/S を実施した 5 カ所の既設下水処理場における再利用計画は、いずれも経済的・技術的に実施が容易である。これらを含め、下水処理水再利用プロジェクト実施に向けた準備を早急に開始すべきである。

なお、1978 年にサウジアラビアで開催された最高イスラム学者会議(Council of Leading Islamic Scholar)において、適正に無害化された下水処理水の再利用には問題がないとの見解が出されており、再利用についての宗教上の制約も解消している。

ただし、下水処理水の農業用水への再利用に当たっては、処理水中に含まれる糞便性大腸菌等に起因するバイオハザードによる人体の健康上の問題や、作物の生育に影響を与える微量元素の問題等が発生する恐れがある。したがって、複数機関による下水処理水水質の管理・監視、下水処理水利用の法規制の適正運用、利用促進の情報公開・啓蒙活動を同時に実施する必要がある。

## 4) 水資源管理計画に伴う農業開発計画のリストラクチャリング

### a. 農業開発計画の見直し

農業セクター（農業省（MOA）及びジョルダン渓谷公団（JVA））では、セクター間における水需要調整の枠外で農業開発計画が策定されている。これらの計画による農業用水の目標需要は現況の 600MCM/年に対し 900MCM/年を越え、現実には直面している構造的な水不足の状態では実現不可能である。したがって、本調査のマスタープランでの水配分計画に基づき、MOA/JVA と農業開発計画に係る需要調整を図る必要がある。さらに、需要調整の影響を直接受ける農民への説明も同時に進めなければならない。

### b. 農業用地の移転

本調査では水源の保全のため、高原地域における循環性地下水の揚水削減計画を提案し、同時にデイシ化石地下水の都市用水の転換を提案した。これらの計画により、高原地域における灌漑農業は縮小せざるを得ない。

一方、ジョルダン渓谷では、首都圏で発生した下水処理水を流下させて利用することが可能であり、この下水処理水を非従来型水資源として利用することにより、同地域では農業拡大の可能性もある。循環性地下水の揚水を削減し、デイシ化石地下水を都市用水に転換しながら、現状の農業用水需要を維持するためには代替水源を利用する必要があり、農業地の高原地域からジョルダン渓谷への転換を図るべきである。水灌漑省では本調査の水

配分計画に沿って“ Digital Master Plan ” ツールを用い、行政区単位での農業水利用計画を策定している。これにより、農業地域、水源、及び作物を適切に選定することで、この転換の実施が可能であることが示されている。ただし、農業地の転換には、高原地域の農民の生活保障、ジョルダン渓谷の農民の受け入れ意思等、重大な社会的問題をはらむものであるため、農業開発計画の見直しには、社会環境に及ぼす影響を軽減するための対策に配慮すべきである。

#### 5) 表流水の水質保全のための水質モニタリング

1998 年にアンマン首都圏で水道水の水質汚染問題（異臭騒ぎ）が発生した。これに代表されるような表流水の水質悪化問題を事前に察知し、適切な予防措置がとれるようにするため、ヤルムーク川及び KAC の常時・連続水質監視システムを可能な限り早急に設立すべきである。

ただし、このシステムを有効に機能させるためには、水質化学のみならず水界生態系(プランクトン等)のモニタリング項目を追加すること、ならびにデータベースの統一化などを含めた総合的な水質環境管理体制を水灌漑省(MWI)の下で一元的に整備する必要がある。

#### (2) 節水型水利用社会の形成

##### 1) 給・配水事業の効率化

###### a. 不明水改善

水資源の有効利用は水資源管理の基本施策であり、1998 年時点で送水量の 50% 以上にも及んだ不明水を改善することは重要である。不明水は物理的な原因による漏水 (Physical Loss) の部分と業務管理上の不収水 (Administrative Loss) の部分に分けられ、それぞれ 25% 程度とされているが実態は明確でない。配水管網に対するリハビリテーション・改善事業は、首都圏を中心として、最終目標を 23% としてかなり推進されてきた。しかし、基本的な開発・供給・送水量の実態を把握するための管理体制については、水灌漑省内に近年、UFW 部・PMU 部が整備されたところであり、まだ緒に就いたばかりである。これらの組織を活用し、漏水検知のみならず、不収水（例えば盗水や生活用水の農業用水への不正利用等）を解明するための調査や、不正利用に対する基本的な法制度整備を含む包括的な対策の策定へ展開すべきである。

あわせて、水輸送の統一的・統合的管理を行うため、本調査で提案している全国水管理センターの整備も行う必要がある。

###### b. 都市用水給水事業経営の改善

生活用水の水道料金を含め、現行の農業用水及び下水道料金は、非常に低い水準に留まっているため、その料金により維持・管理費用を回収できておらず、また、限られた維持・管理予算のため給配水サービスの低下をきたしている。さらに、新規の水資源の開発や拡充においては、単位水量あたりの維持・管理費用が増大せざるを得ない状況にあり、それぞれの水料金を根本的に引き上げるべきである。なお、本調査の結果によれば、現行水道料金は家計の負担可能な上限額との比較において、まだ余裕があると推定される。

アンマンの給水事業は民間委託がなされ、不明水改善等業務の効率化が進んでおり、水道料金収入が 2 年間で 1920 万 JD (2740 万ドル) から 2230 万 JD (3190 万ドル) に改善される等の成果が上がった。この成功例にならい、ジョルダン水道公団 (WAI) が管轄する上下水道施設に関して、その維持管理と経営管理は民間セクターに委譲すべきである。その場合、制度の改正を通じて、現在各行政区に存在する WAI の地方組織をそのまま民営化するという形をとることが、移行を容易にするために重要である。このような民間活力の導入により、WAI が直面している経営管理における財務状況の悪化及び業務実施の非効率

性からの構造的な脱却を図る必要がある。

## 2) 農業用水利用の効率化

農業用水利用についても、都市用水と同様に、限られた水資源を有効活用するために効率化を促進する技術を導入する必要がある。具体的な手段としては水利用効率の高い灌漑施設の導入及び水消費量の少ない作物への転換が挙げられる。なお、水灌漑省の農業開発計画においても作物の転換及び灌漑方式の改善によって効率化が図られることが示されている。

## 3) 節水の啓蒙

### a. 都市用水

ジョルダン国の国家水戦略では、まず都市用水（生活・工業・観光用水）に水資源を優先配分することとされており、本調査もこの方針に従い、総使用量に占める都市用水の割合は1998年の34%から2020年には51%へと増加する。都市用水の計画供給量への抑制には、その方法としては計画給水制限を実施することとなる。都市用水に優先的に水配分がなされるとは言え、利用可能な水資源には限りがあることから、住民・企業者に対し水資源の希少性及び重要性、下水処理水の水資源としての重要性、節水・循環利用の必要性等を啓蒙する活動を継続的に実施すべきである。

### b. 農業用水

農業用水については、ジョルダン渓谷を中心に水消費量の少ない作物への転換・農業用水利用の効率化を図るための灌漑施設の導入の技術指導が広範囲に展開されており、その成果が上がってきているところである。今後はジョルダン渓谷だけでなく、高原地域においても下水処理水再利用の促進を含めた同様の技術指導及び啓蒙活動を展開していくべきである。

## 9.2 残された水資源の戦略的開発

### (1) 新規水資源開発

本水資源管理マスタープランでは2020年に向けて、技術的・経済的妥当性の高い水資源開発計画は全面的に実施することとしている。しかし、同時に次世代国民への水資源に対する配慮をしておくことが重要であることから、今後、中長期的視野に立った開発として以下の2つの計画において詳細な検討が必要である。

#### 1) 砂漠地域における表流水開発（Water Harvesting 計画）の促進

砂漠地域（Badia Region）では、まれではあるが局地的に大量の雨が降り、洪水が発生することがある。この洪水流を堰で貯留し、地域住民のために利用するWater Harvesting 計画があり、開発可能量は15MCM/年程度と想定される。残り少ない水源を有効に活用するため、このWater Harvesting 計画を推進していくべきである。

#### 2) 地下汽水（Brackish Groundwater）の調査と開発

ジョルダン国において、まだ開発されずに残っている水資源のひとつが地下汽水であり、かなりのポテンシャルがあるものと推定されている。本調査で策定した水資源管理計画では、地下汽水を将来の水需要をまかなう重要な水資源として捉えており、特に経済性の高い工業開発での水需要の水源として地下汽水の淡水化利用を当てている（例えばLajoun Oil Shale Project）。

しかし、汽水の淡水化利用は現時点ではサステナビリティと経済性に課題があり、適用技術である逆浸透膜処理技術及びコストダウンの進展を見極め、長期的なタイムスケジュールを考慮した開発とする必要がある。他方、ジョルダン国での地下汽水に関する詳細調査は限られており、ポテンシャル/水質/サステナビリティを正確に評価するに十分なデータがあるとは言えず、次世代での有力水資源として、ポテンシャルが高いと想定される死海東岸地域で、継続して本格的な地下汽水の調査を行うべきである。

### 9.3 水資源管理におけるリスクマネジメント

#### (1) 気候変動

ジョルダン国では近年（1998年以降）、年間降雨量が長期平均値を大幅に下回っている。この原因としては、これまでしばしば発生してきた長期的な渇水現象と、近年指摘されている地球規模の気候変動による影響とが考えられる。そのいずれであるか本調査では断定できないが、水資源管理における利用可能水資源量の変動に対するリスクマネジメントはジョルダン国では特に重要であり、その二面から課題を述べる。

##### 1) 異常渇水への対応

本水資源管理計画はマスタープランとして、平水年における水資源量を基本として計画を策定しているが、実際の運用上では、近年の渇水状況に見られるように、利用可能水資源量が少なくなることと予測される。また、渇水のみならず水資源量に短期的な影響を与える要素は他にもいくつかある。水資源開発計画実施時期の遅れ、和平条約水の変更等が想定され、それらのリスクへの対応が必要となる。

本水資源管理計画では近い将来の2005年に大規模な渇水（表流水が25%減少）が生じた場合を設定し、具体的な需要抑制、水配分計画において取りうる需要管理の対応策を検討した。渇水はその発生する時期及び場所あるいは減少量など不確定な要素が多いため、ジョルダン水道公団（WAJ）はできる限り数多くのパターンを想定した渇水対策を事前に準備しておく必要がある。

##### 2) 地球規模の気候変動への対応

英国の研究機関によると、地球規模の気候変動により中東地域においては2050年までに降雨量が10～15%減少し、平均気温が1.5～2.5℃上昇すると予測されている。本調査の結果からは、ジョルダン国における近年の降雨量の減少が気候変動によるものかどうか断定できない。しかし、水資源管理上、降雨量の減少は重要な問題であり、国家のリスクマネジメントの観点から対応が必要である。

###### a. 広域気象変動のモニタリング

地球規模の気候変動としては、気温の上昇と降雨量の地域格差の増大を伴う。特にこのような気候変動に伴う降雨量の減少傾向を把握するには、国内での通常の気象・水文観測の継続・分析に加え、広域的な気候変動を捉えるために、近隣諸国を含む他国との気象・水文観測データの交換や共同調査・研究を実施する体制の整備が必要となる。

###### b. 管理計画及び水配分計画の修正

モニタリングの結果を踏まえ、降雨量が明確に継続的な減少傾向にあると判断されるような場合には、本調査での長期平均水資源量を見直し、需要抑制と適正な水配分の観点から、減少率に応じてマスタープランの修正を行う必要がある。

(2) ジョルダン国を取り巻く国際情勢の変化への対応

現在ジョルダン国は水資源の平和利用の一環として、ヤルムーク川とサイドワジの二つの開発計画を進めている。これらの計画の実施に関しては、以下に示すような点に留意すべきである。これらの計画では周辺国との協調の必要があり、交渉過程における不測の変化に対応できるリスクマネジメントに配慮すべきである。これらの計画が実行されない場合には、MWI が保有する GTZ が開発した「Digital Water Master Plan」を用いて、水配分計画等を見直し、水資源管理計画を変更する必要がある。

1) ヤルムーク川の表流水開発

今後の表流水開発の中で最大のプロジェクトは、ヤルムーク川に建設されるワハダダムである。しかし、ヤルムーク川の上流部にあたるシリアにおいて水資源開発が進んでいるため、ヤルムーク川の基底流量は減少し、予定の水量の開発を危ぶむ報道もなされている。ワハダダム建設によって開発される表流水は、ジョルダン国にとっても重要な水源であり、ヤルムーク川の水利用に関してシリア側と十分な協調体制を築く必要がある。

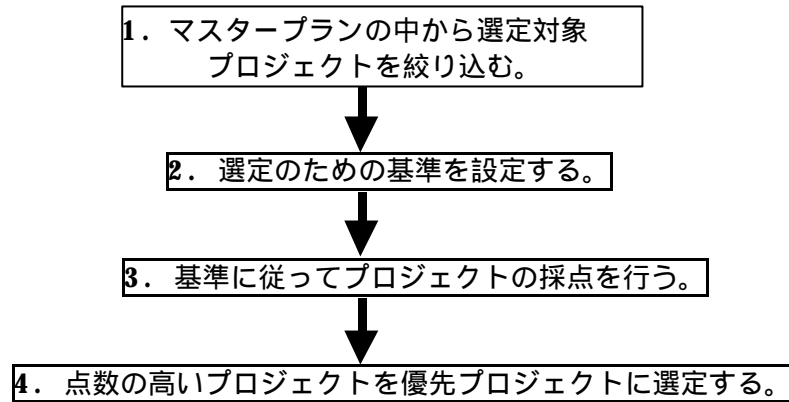
2) イスラエルからの和平条約水

和平条約水プロジェクトの 1 つである「ジョルダン川、サイドワジ貯水計画」の開発水量は 30MCM/年と大きく、水資源管理マスタープランの中で重要なプロジェクトの 1 つに挙げられる。しかし、本計画についての調査はほとんど実施されていない状況であり、早急に本格調査を行い、その開発量や実行可能性を確認する必要がある。



## 10 プレ・フィージビリティ調査のための優先プロジェクトの選定

プレ・フィージビリティ調査(プレ-F/S)のための優先プロジェクトの選定は、以下に示す手順で行った。



### (1) 選定対象プロジェクトの絞り込み

選定対象プロジェクトは、135 の「投資計画 2000-2010」で実施が計画されているプロジェクトや調査団が提案したプロジェクトの中から、以下の条件に合うものを選び出した。

- プレ・フィージビリティ調査や詳細設計がまだ実施されていないプロジェクト
- 構想段階のプロジェクトは除外

以上の結果、20 のプロジェクトが、プレ-F/S 実施の候補プロジェクトとして絞りこまれた。

### (2) 選定基準の設定

以下に示す 4 つの条件を選定基準とした。基準毎に 5 段階のランク付けを行い、その総合ランクの高いものを優先プロジェクトとした。

- 技術的実行可能性
- 経済的実行可能性
- 環境面での実行可能性
- 行政面での実行可能性

なお、ランク付けの基準については、メインレポート パート-A 第 10 章 「優先プロジェクトの選定」を参照されたい。

### (3) 優先プロジェクトの最終選定

以上の基準に基づき、20 のプレ-F/S 候補プロジェクトを採点した。その結果、10 のプロジェクトで高得点が得られ、これらをプレ-F/S のための優先プロジェクトとして選定した。選定された優先 10 プロジェクトの得点の内訳を表 10.1-1 に示す。

表 10.1-1 選定されたプレ - F/S 対象優先プロジェクトの得点の内訳

プロジェクト No.	プロジェクト名	実施時期	技術的 実行可能性	経済的 実行可能性*	環境面での 実行可能性	行政面での 実行可能性	総合 得点
	下水処理水再利用						
58	マアン下水処理場 拡張計画	短期および 中期	5 通常の技術で 対応可能	4 他の下水処理事業に 比べ投資コストがかなり 低い。(4JD/m <sup>3</sup> )。	5 環境改善に直接貢献 する。	5 適切な下水処理は国家 戦略、政策で明確に述 べられている。緊急を要 する。	19
58'	マアン下水処理場 下水処理水再利用 計画	短期、中 期および 長期	5 通常の技術で 対応可能	4 投資コストが他 の灌漑用水より 低い。(0.1JD/m <sup>3</sup> )	4 影響は少ないが注 意深く行う必要あ り。	5 下水処理水の再利用は 国家戦略、政策で明確 に述べられている。緊急 を要する。	18
W4	アブヌシール下水 処理場下水処理水 再利用計画	短期、中 期および 長期	5 通常の技術で 対応可能	4 投資コストが他 の灌漑用水より 低い(0.1JD/m <sup>3</sup> )。	4 影響は少ないが、 高原地域での農業 は慎重に行うべき	5 下水処理水の再利用は 国家戦略、政策で明確 に述べられている。緊急 を要する。	18
W5	フハイス下水処理 場下水処理水再利 用計画	短期、中 期および 長期	5 通常の技術で 対応可能	5 投資コストが他 の灌漑用水より かなり低い。 (0.02JD/m <sup>3</sup> )	4 影響は少ないが、 高原地域での農業 は慎重に行うべき	5 下水処理水の再利用は 国家戦略、政策で明確 に述べられている。緊急 を要する。	19
W6	タフィーラ下水処 理場下水処理水再 利用計画	短期、中 期および 長期	5 通常の技術で 対応可能	3 投資コストが他 の灌漑用水より 多少低い。 (0.2JD/m <sup>3</sup> )	4 影響は少ないが、 高原地域での農業 は慎重に行うべき	5 下水処理水の再利用は 国家戦略、政策で明確 に述べられている。緊急 を要する。	17
W7	ワジ・エシール下 水処理場下水処理 水再利用計画	短期、中 期および 長期	5 通常の技術で 対応可能	5 投資コストが他 の灌漑用水より かなり低い。 (0.02JD/m <sup>3</sup> )	4 影響は少ないが、 高原地域での農業 は慎重に行うべき	5 下水処理水の再利用は 国家戦略、政策で明確 に述べられている。緊急 を要する。	19
	下水処理施設建設						
W13	ワジ・ザルカ下水 処理場建設計画	中期	4 通常の技術で 対応可能だが、 大規模建設プロ ジェクトとなる	5 他の下水処理事業 に比べ投資コストが 非常に低い。 (1.1JD/m <sup>3</sup> )	5 影響が少なく、環 境改善に直接貢献 する。	4 適切な下水処理は国家 戦略、政策で明確に述 べられている。しかし建 設費用は非常に高い。 (約9千万 USドル)	18
	不明水対策						
M1	全国水利用管理セ ンター	短期およ び中期	4 最新技術を要 するが、困難で はない	3 直接的な便益 は無いが不明 水削減に必要 不可欠である。	5 影響はほとんど無 し、不明水の削減 により地下水揚水 削減の貢献が期待 される。	5 モレタガの重要性は 国家戦略で強調、不 明水削減は国家政策 で強調されている、 緊急を要する。	17
8	都市用水配水管網 リハビリテーショ ン計画 (5都市)	中期	5 通常の技術で 対応可能	3 投資コストは他 の水プロジェクト に比べそれほど 低くない。	4 影響はほとんど無 い	5 不明水削減は国家 政策で強調されてい る、緊急を要する。	17
	水配分対策						
69	ワハダダム-イル ビット送水幹線計 画	中期	5 通常の技術で 対応可能	4 投資コストが 他の給水事業 より低い。 (1.4JD/m <sup>3</sup> )	4 影響はほとんど無 い。ただしダム軸 の決定後にEIAの実 施が必要である。	5 イルビット都市圏は 将来水不足になるこ とが確実視され、多 数の住民が影響を受 けると予想されてい る。	18

\*:「投資コスト」とは、初期投資額を開発水量で除したもので、水価ではない。

前表に示されたプレ-F/S 対象として選定された 10 プロジェクトは、各々のプロジェクトの性格上、次のように 5 つのグループにまとめられる。

## I. 水資源開発プロジェクト

### 1) 下水処理水再利用

既設下水処理場近傍における下水処理水再利用計画

- マアン下水処理場（既設下水処理場の拡張も含む）
- アブヌシール下水処理場
- フハイス下水処理場
- タフィーラ下水処理場
- ワジ・エシール下水処理場

### 2) 下水処理施設建設（環境保護対策）

ワジ・ザルカ下水処理場建設計画

## II. 水資源管理プロジェクト

### 3) 不明水対策

全国水利用管理センター建設計画

5 都市の給水管網リハビリテーション計画（カラク、タフィーラ、マアン、マダバ、南部アンマン）

### 4) 水配分対策

ワハダダム - イルビッドト送水計画

### III 第二部 プレ・フィージビリティ・スタディ

#### 1 既設下水処理場処理水再利用

##### 1.1 事業の目的

着実に増加する人口のための都市用水及び、成長する社会経済のための水源の確保が、管理計画での水資源分野における課題であり、非従来型の新規水資源の開発が不可避の施策となっている。非従来型の水資源としては下水処理水再利用、地下汽水淡水化利用、海水淡水化利用が考えられるが、その中でも下水処理水の農業用水への再利用の詳細調査が重要と考えられる。第一部の水資源管理マスタープランで明らかとなったように、2020年における下水処理水の発生量は年間200MCM/年を超えるものと推定され、総水需要の15%を賄うものである。

当該事業は、既設下水処理場で再利用計画のない5カ所の施設において、処理場周辺での灌漑農業への処理水給水を行うものである。

##### 1.2 事業の概要

アブヌシール、フハイス、ワジ・エシール、タフィーラ、マアンの5カ所を計画対象地とし、下水処理施設排水口以降の再利用施設（小規模ポンプ設備、水路構造物）整備を行う。ただし、マアンでは2005年には処理量が既設施設の容量を超えることが明らかのため、処理施設そのものの増設も含む。（処理場位置は図1.2-1）。2010年での目標処理水量は3.93MCM/年となる。

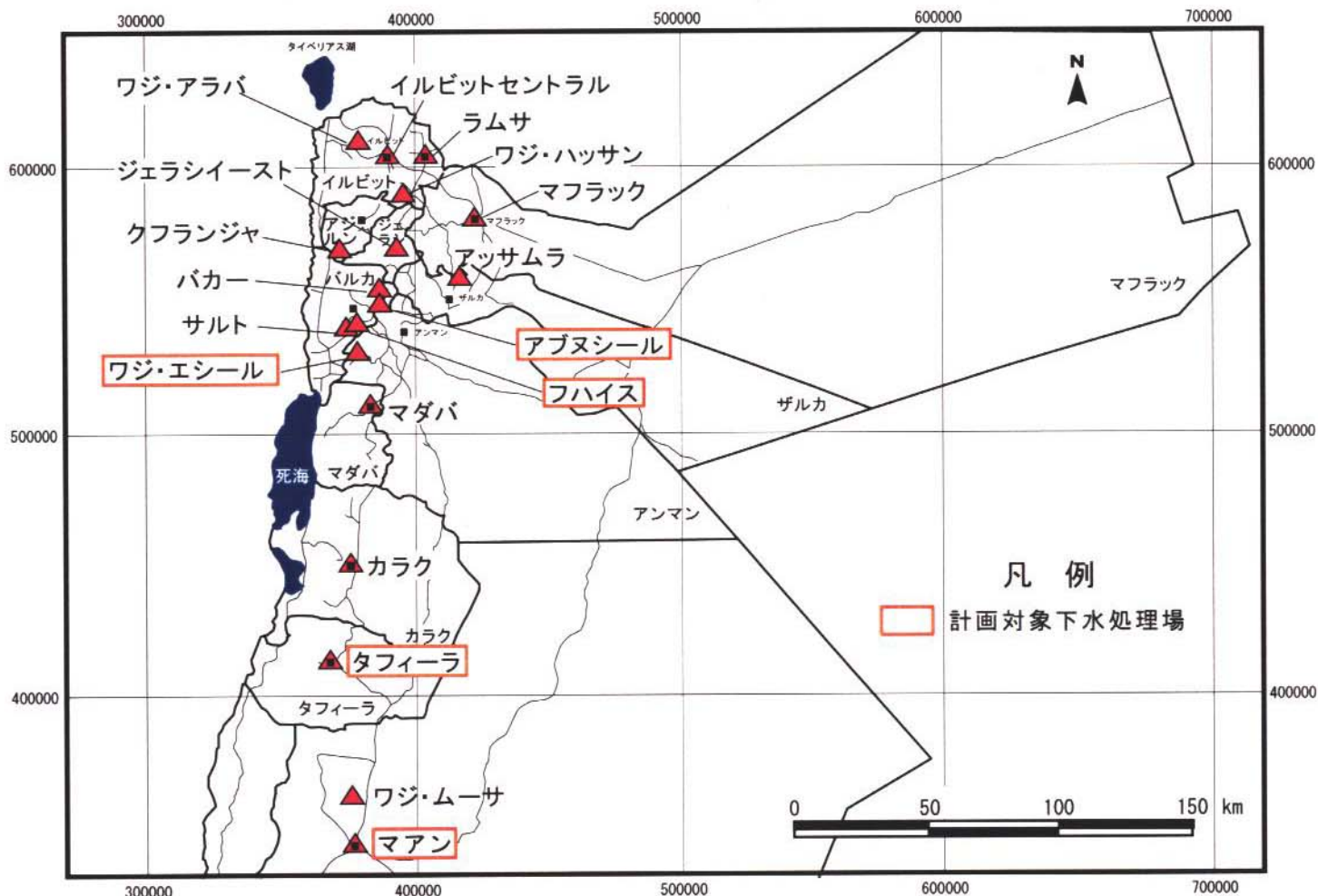


図 1.2-1 既設 5 カ所下水処理水再利用計画位置図

(1) 既設5カ所下水処理水再利用計画

計画の目標年度は2010年を想定しており、年間の再利用量は5カ所の合計で3.9MCM/年を予定している(表1.2-1参照)。なお、計画5カ所の内、ワジ・エシールは過去に地滑りで被害を受けており、今後もその進行の恐れがある。そのため、下流のナウル処理場計画と合体させる方向で整備を行う計画が進行しており、本計画には含めないこととなった。

表 1.2-1 既設5カ所下水処理水再利用計画 (2010年目標値)

処理場	行政区	対象人口	処理水量	備考
		人	MCM/年	
アブヌシール	アンマン	27,000	1.06	
フハイス	バルカ	25,000	0.74	
ワジ・エシール	アンマン	16,000	(0.53)	ナウルと合体
タフィーラ	タフィーラ	25,000	0.84	
マアン	マアン	27,000	0.76	
合計		120,000	3.93	

施設の内容はマアンの例に示されるように、処理水を送水するポンプ場、灌漑農業地点での貯水槽で構成される。各施設の建設費(貯水槽以降の灌漑施設は含まない)及び運転維持管理費は表1.2-2のとおりである。

表 1.2-2 計画地点別建設費及び運転・維持管理費

	建設費		運転・維持管理費		単位維持管理費	
	JD	(USD)	JD/年	(USD/年)	fls/m <sup>3</sup>	USCent/m <sup>3</sup>
アブヌシール	227,068	(324,300)	4,326	(6,100)	4.1	(0.59)
フハイス	141,680	(202,400)	4,000	(5,700)	5.4	(0.77)
タフィーラ	434,275	(620,300)	5,080	(7,200)	9.7	(1.39)
マアン	373,428	(533,400)	9,918	(14,100)	11.4	(1.63)
合計	1,176,451	(1,680,400)				

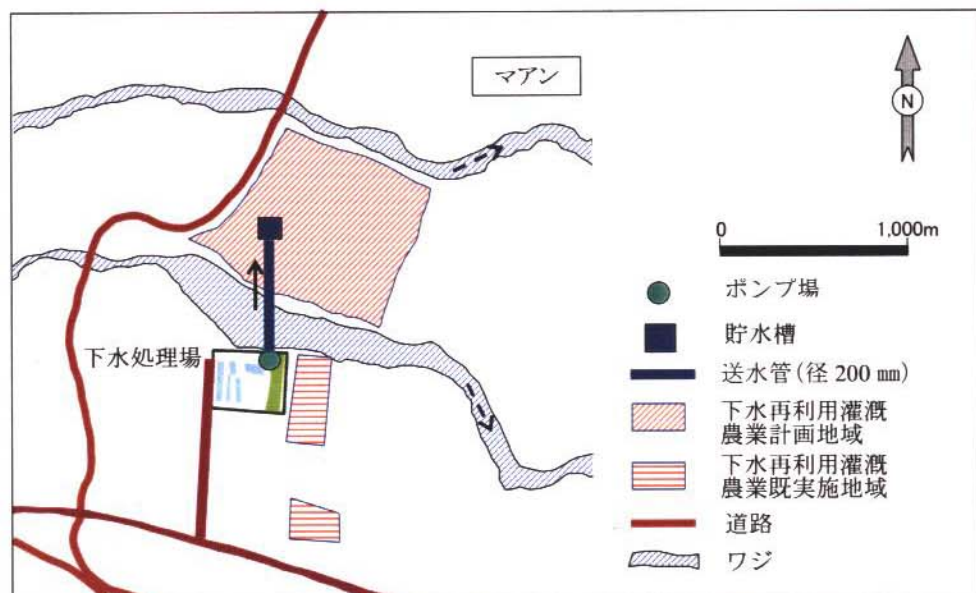


図 1.2-2 マアン下水処理水再利用計画例

(2) マアン下水処理場増設計画

マアン下水処理場は 2005 年に既存処理施設の容量を超えるため、2015 年を目標年次とする水処理能力を持つ施設を 2004 年に完成させる。増設用地は既設処理場内に確保されている。

表 1.2-3 マアン下水処理場増設計画概要

嫌気性処理池	単位	既設 (2000 年)	増設後 (2015 年)
処理池	-	2	4
処理池面積計	ha	0.320	0.690
処理池容量	m <sup>3</sup>	24,000	48,000
好気性処理池			
処理池	-	3	7
処理池面積計	ha	1.740	7.787
処理池容量	m <sup>3</sup>	43,500	93,450
最終処理池			
処理池			
直列配置	-	1	3
平行配置	-	1	1
処理池面積計	ha	0.750	1.483
処理池容量	m <sup>3</sup>	9,400	18,500

表 1.2-4 建設費及び運転維持管理費

	2004	2015
処理施設増設費用	JD 671,000 (USD 958,500)	-
運転・維持管理費 (JD/年)	JD 76,970 (USD 109,900)	JD 95,300 (USD 136,100)

1.3 プロジェクト評価

本プロジェクトは、マアンにおいて既設下水処理場の増設プロジェクトを含んでいるが、「下水処理水の農業再利用の妥当性」を評価するため、下水処理場出口から再利用農作地までの施設について評価を行うこととする。

なお、下水処理施設増設部分についての評価も実施しており、他の下水処理プロジェクト同様の結果を得ている（主報告書参照）。

(1) 水資源管理計画上の位置づけ

下水処理水の再利用の課題は、水質問題の他、送水費用が問題であり、首都圏からの下水処理水では自然流下による送水が可能なジョルダン渓谷での再利用がかるうじて経済的妥当性を持つとの結果となっている。従って、地下水揚水削減が求められている高原地域 (Upland) において、地方下水処理場からの下水処理水を処理場周辺で経済的に活用することが、重要な課題となる。水資源管理マスタープランでは、この地方の下水処理水は約 45MCM/年であり、その効果も大きいと推定している。

## (2) 環境影響評価

自然環境と下水処理水の利用者である処理場周辺の農業者に対する社会的影響を含めた環境影響評価を実施した。この結果、地下水汚染や土壌の塩類集積を含む自然環境に対する重大な影響、および集団間の争いなどを含む社会環境に対する重大な影響は引き起こさないと判定された。

また、本調査においてアンケート調査を含む下水再利用プロジェクトに関する環境影響評価を実施しているが、アブヌシール、フハイス、ワジ・エシール、タフィーラ、マアンの5下水処理場の近傍で、100戸の農家を対象として行ったアンケート調査の結果、90%から100%の農民が下水処理水を農業用に使用することを支持していることが判明した。ただし、野菜栽培に対する使用については、ほとんどの農民が否定的であった。果樹栽培や飼料栽培に対する使用については、大半の農民が受け入れられるとしている。

ただし、ジョルダン国では希釈しない下水処理水を使用した農業の実績がほとんど無く、下水処理水の農業用再利用にあたっては、きめの細かい監視が必要であろう。

## (3) 経済・財務評価

### a. 下水処理水再利用プロジェクト

本調査において実施した5つのプレ-F/Sでは、経済分析の割引率を10%としたのに対し、財務分析については、割引率を5%とした。これは、一般的なプロジェクト借款における金利より低めだが、ジョルダン国では公共性の高い事業の実施に際し、ソフトローンが提供されていることから、水灌漑省との協議により設定されたものである。

本プロジェクトの評価に当たっては、以下の前提条件を設定した。

現行の農業用水は水処理を行なっておらず、また水輸送も農場の給水地点までであり、農場内での灌漑は農民の責任により行なわれている。一方、本調査でプレ-F/Sを行なった下水処理水再利用プロジェクトでは、下水処理施設および農場内の灌漑設備の検討も行なっており、下水処理水再利用にかかるコストには、これらの施設のコストが含まれている。従って、下水処理水再利用料金と現行の農業用水料金とを同一条件で比較するため、下水処理水再利用にかかるコストには、下水処理費用および灌漑設備費用を含まないものとした。

経済評価では、便益の原単位として、下水処理水により耕作が可能な作物に使用される下水処理水1m<sup>3</sup>当たりの農業粗収益(142フィルス/m<sup>3</sup>)を適用した。

財務評価では、事業主体であるWAIについて、利用者から徴収した料金を収入としてキャッシュフローを作成し評価にあたった。この料金は、目標年次である2010年時点で38フィルス/m<sup>3</sup>と想定した。

現行料金は10フィルス/m<sup>3</sup>だが、施設の維持・管理費用は年間約9フィルス/m<sup>3</sup>要する。したがって、現行料金水準での収入では、初期投資費用及びこの借入金にかかる利払い額を支払うことができず、プロジェクト期間中のキャッシュフローは常にマイナスになるためFIRRの算定は不可能である。そこで、財務分析を行うに当たってはマスタープランで示したように、財務的な健全性が保てることを前提として、農業用水料金を毎年漸次引き上げていき、2010年には38フィルス/m<sup>3</sup>になるように設定した。この料金水準は農業粗収益額から見ても、他の用水料金との比較の上でも、利用者にとって支払いが可能で妥当なものである。この水準であっても処理水が持つ本来の経済価値との隔たりはあるが、この料金設定は、少なくとも事業を実施するのに必要な費用は利用者によってカバーさせるという受益者負担の原則に基づいたものである。

上記のように、技術、経済、財務の各前提条件の下、本プロジェクトの経済・財務評価を

実施した。その結果は、4 プロジェクト合計で EIRR が 12.1%、FIRR が 6.4% となり、経済・財務の両面において妥当性の高いプロジェクト群であることがわかった。

評価	便益 / 収入原単位		内部収益率(%)
経済	農業粗収益	142 フィルス/m <sup>3</sup>	12.1
財務	農業用水料金	38 フィルス/m <sup>3</sup>	6.4

#### b. 下水処理施設増設プロジェクト

ここでは、マアンにおいて下水処理水の再利用と同時に計画されている下水処理施設増設のプロジェクト評価について説明する。評価の前提条件は以下のとおりである。

経済分析では、下水道料金の家計収入からの支払可能額（368 フィルス/m<sup>3</sup>）を事業便益とした。これは、世界銀行をはじめとする援助機関で一般に採用されている概念であり、世帯当りの可処分所得の 1-1.5% と想定されている。本調査では、プロジェクト終了年次までには経済成長による家計収入の増加も見込まれる等の検討を水灌漑省と行い、現在の家計収入の 2% を採用した。

財務分析では、下水処理水再利用プロジェクトと同様に、事業実施主体である WAI のキャッシュフローを作成し評価にあたった。事業費用には増設にかかる建設費用と施設の運転・維持管理費用を適用した。収入には利用者から徴収される下水道料金 468 フィルス/m<sup>3</sup>（2010 年時点）を設定したが、この料金水準は、予備的評価を行った結果から得たものである。現行の下水道料金（147 フィルス/m<sup>3</sup>）のままで事業を行うというケースでは、事業期間中のキャッシュフローが常に赤字となり、FIRR の算定ができないほど財務的妥当性は低い。このため、この事業をフィージブルなものとするために、第一部第 8 章でも示したように現行料金を漸次値上げし、2010 年に向けて 468 フィルス/m<sup>3</sup> とすることにした。

これらの前提条件の下で分析を行った結果、EIRR が 4.5% に留まる一方、FIRR は 5.3% と規定基準である資本の機会費用（5%）を超えるという結果を得た。

評価	便益 / 収入原単位		内部収益率(%)
経済	世帯支払能力（下水）	368 フィルス/m <sup>3</sup>	4.5
財務	下水道料金	468 フィルス/m <sup>3</sup>	5.3

ここで、この評価結果について留意すべき点が 2 つ挙げられる。プロジェクトの経済的內部収益率が割引率（10%）を下回ることで、財務分析での下水道料金が支払可能額を超えて設定されていることである。

まず、経済評価の結果である EIRR が所定の水準に達しなかった理由としては、プロジェクトの初期投資費用が大きく、定量可能な経済便益では事業の妥当性を示すことができなかったためと考えられる。しかし、下水処理事業の実施により、以下のような定性的な便益が得られる。

- 都市環境の改善、特に水因性疾病の削減等
- 重要な飲料水の水源である地下水の汚染防止
- 絶対的な水資源不足の状況下での新規水源である下水処理水の生産

このように、下水処理事業は地下水汚染の問題を緩和するという重要な役目を担い、またその他の衛生環境の改善を行うという定性的な便益を考慮すれば、その公共性は高く、事業として成立させるべきものと言える。

2 つ目の留意点は、FIRR を 5% 以上に保つために必要な下水道料金（468 フィルス/m<sup>3</sup>）が世帯の支払能力（368 フィルス/m<sup>3</sup>）を超えるため、プロジェクトの実施可能性が危ぶまれ



ることである。しかし、上述のように経済的観点からは本プロジェクトは非常に重要な位置を占めており、何らかの対策を講じて事業の実施を推進していく必要がある。そこで、生活用水料金（提案：382 フィルス/m<sup>3</sup>）に対する支払能力（世帯所得の4%が上限：735 フィルス/m<sup>3</sup>）には余裕があるため、上下水道料金を一括して徴収する等の対策が考えられる。この場合、一括徴収される料金は世帯あたり 850 フィルス/m<sup>3</sup> となり、世帯収入に占める割合は約 4.6%に留まる。つまり、一括徴収することにより、家計に占める上下水道料金は世帯当りの支払能力である収入の 6%（1,103 フィルス/m<sup>3</sup>）より低く抑えられることとなる。

上述の地下水汚染の深刻さ、この問題に対する下水処理事業の貢献度を考えると、支払可能額範囲内の負担を国民に課すことは正当な料金政策と言える。また、現行制度のもとでは、既に上水と下水の料金は一括して徴収されていることから、この徴収方法の実施可能性は高いと判断できる。

ただし、首都圏のアッサムラ下水処理プロジェクトと同様に、料金の値上げが困難と判断される場合には、政府からの補助金や外国からの援助金等、その他の資金調達源を確保する必要がある。例えば、運営の効率化、民間資金の活用等を目指すために BOT 方式を採用することも考えられるが、この場合にはより高い収益率（10%程度）が求められることとなり、値上げ後の料金水準での事業収入に加え、さらに何らかの政府財政補助が必要となる。当然ながら、健全な事業キャッシュフローを保証する十分な収入なくしては事業の実施・継続は不可能である。

#### 1.4 実施計画

4カ所の施設は再利用の条件が揃っており、整備の実施が即可能である。また、それぞれの計画は独立した計画であるため、資金の状況により一つないし二つを選び先行することも可能である。

表 1.4-1 既設処理場 4カ所の実施計画

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
アブヌシール		■	■							
フハイス		■	■							
タフィーラ		■	■							
マアン（再利用）		■	■							
マアン（処理場）		■	■	■						

#### 1.5 問題と課題

各計画地点での環境調査の結果では支障となる事項はないことが明らかとなっているが、実施に際しては、複数機関による下水処理水水質の管理・監視、下水処理利用の法規制の適正運用、利用促進の情報公開・啓蒙運動を同時に実施する必要があるものと考えられる。

下水道料金の値上げを可能にするため、水道料金と下水道料金の一括徴収を提案したが、上下水道料金の値上げには利用者の理解を得る事が重要である。したがって、下水処理場の拡張工事と平行して、国民に対し上下水道事業の必要性、現行の上下水道事業の財務状況、上下水道料金値上げの必要性につき、啓蒙運動を行う必要がある。

灌漑地のリーチング水について、洪水流を貯留するウォーターハーヴェスティングの利用を各計画地点で地形条件や降雨条件等を予備的に考慮したが、未だ適地が見出せていない。実施に際してはこの点の詳細な検討が必要となる。

## 1.6 結論

下水処理の再利用は、水資源管理の重要な課題であり、実施の条件の整ったこれらの計画地点から、再利用開発灌漑用地の取得を行い、すぐに、実施されるべきである。ただし、ジョルダン国では希釈しない下水処理水を使用した農業の実績がほとんど無く、下水処理水の農業用再利用にあたっては、特に以下の点で注意が必要である。

### a. 土壌の塩類集積

今回調査を行った 5 ヶ所の下水処理場からの下水処理水の電気伝導度は、1.52dS/m から 2.05dS/m であった。最大の電気伝導度である 2.05dS/m (マアン処理場) に基づいて、土壌リーチング要求量を推定すると、大麦や小麦では 5% から 7% であるのに対し、ナツメヤシで 11%、飼料のアルファルファでは 26%、果樹では 10% から 52% である。また、畝間灌漑やスプリンクラー方式による灌漑に比べ、ドリップ方式による灌漑の方がはるかに塩類集積が少ないように、灌漑方式によってリーチング要求量が変わってくる。また、土壌それ自体の特性によってもリーチング要求量は変わることから、リーチング計画は作付け作物や灌漑方式が決定されてから考慮されるべきではある。しかし、高原地域では電気伝導度が 2dS/m 以上の地下水で灌漑を行っている農地が多いため、現在高原地域で行われているリーチングを含む通常の灌漑管理を行うことで、土壌の塩類集積は防げるものと予想される。リーチングは可能であれば雨水等の清水を使用した方が良いが、5 つの処理場近傍には雨水や洪水を溜め込むのに適した地形が見当たらず、リーチングも下水処理水で行うこととなる。

### b. 農民の健康への影響と農作物の生育への影響

調査団が実施した環境影響評価では、フハイスを除く 4 つの下水処理場からの下水処理水から糞便性大腸菌が検出されている。このような下水処理水を農業用に使用することは、農民の健康上極めて危険なことである。従って、処理場から排出される下水処理水は、塩素滅菌されなければ、再利用してはならない。また、塩素滅菌された処理水であっても、農民の肌に直接接触れる機会の多いスプリンクラー方式の灌漑は行うべきではない。

農作物にとって有害な物質であるナトリウム、塩素、ボロン、重金属類については、5 ヶ所の処理場からの下水処理水は FAO の農業用水基準を満足している。ただし、フハイス処理場の下水処理水のセレン濃度が FAO 基準の上限値に近いなど、決して河川水のような良好な水質ではない。今後都市化が進むことにより、下水処理水の水質が変化することも予想される。

以上の理由から、下水処理水を農業用に使用するに際しては、農民の健康についての監視・管理体制を整えるとともに、作物の生育状況の監視と作物にとって有害な物質についての水質分析をきめ細かく実施して行く必要がある。分析項目としては、SAR (ナトリウム吸着率)、塩素、ナトリウム、重金属類、全窒素、全リン、糞便性大腸菌が挙げられる。

## 2 ワジ・ザルカ下水処理施設

### 2.1 事業の目的

アンマン首都圏の下水処理は、現在アッサムラ処理場に全て集中しているため、同処理場は当初計画処理量を大幅に越えて運転されている。その結果、下水処理水は不完全な処理のままザルカ川に放流され大きな環境問題を引き起こしている。これに対し、1997年に首都圏の下水処理マスタープランがUSAIDの協力で策定された。これによれば、首都圏は大きく東西に二つの集水区域を分け、まず、アッサムラの処理場の改善が実施に移され、引き続きワジ・ザルカの処理場の新規建設が行われることになっている。アッサムラ処理場プロジェクトはUSAIDの資金協力により、BOTベースの民間委託のための業者選定が行われているところである。

一方、ワジ・ザルカ処理場建設プロジェクトは2005年までに完成する必要があるが、現時点で、資金手当等の計画実施の目途が立っていないため、最短でも2007年頃になるものと考えられる。今後の実施に向けて、アッサムラ処理場の詳細計画進展に伴う流入下水量の変化等のワジ・ザルカ処理場への影響を考慮したマスタープランのアップデートを行い、計画内容を明確にする必要がある。

アッサムラ下水処理施設建設に続き、2010年以降の首都圏東北部の下水処理に必要となる集水幹線及び処理施設の建設を新規に行う。

### 2.2 事業の概要

ワジ・ザルカ処理施設の概要及び既設アッサムラとの集水域の分担・集水幹線位置は以下のとおりである。

対象集水地区	ハシミヤ、ザルカ、ルセイファの3地区
人口	1,188,000人
下水流入量	113,000m <sup>3</sup> /日 (41.4 MCM/年)
処理容量	150,000m <sup>3</sup> /日
建設予定地	アッサムラ処理場のザルカ川沿いの下流約20km
処理方式	活性汚泥法

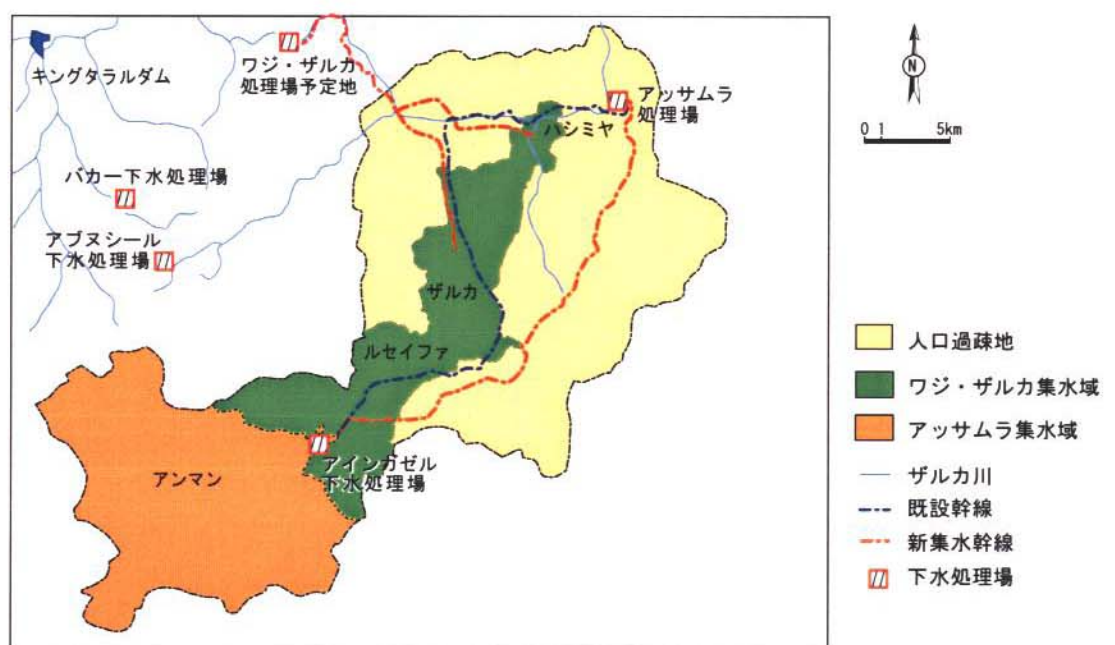


図 2.2-1 ワジ・ザルカ下水処理場位置図

2020年の計画人口は173万人、収集率は100%を予定しており、流入量は日178,000m<sup>3</sup>となる。また、施設の汚濁負荷量は表2.2-1に示すとおりである。

表 2.2-1 流入下水量と汚濁負荷の予測

	単位	2005	2010	2015	2020
人口	c	976,217	1,187,717	1,438,106	1,732,916
接続 (sewerage)	c	976,217	1,187,717	1,438,106	1,732,916
未接続(sewerage)	c	0	0	0	0
下水発生量					
タリク及びマルカ	m <sup>3</sup> /d	11,493	14,538	18,274	22,830
ルセイファ	m <sup>3</sup> /d	25,713	32,913	41,824	52,776
西ザルカ	m <sup>3</sup> /d	28,260	36,173	45,968	58,004
東ザルカ及びハシミヤ	m <sup>3</sup> /d	18,441	23,547	29,856	37,597
スクナ	m <sup>3</sup> /d	1,276	1,633	2,076	2,619
工業廃水	m <sup>3</sup> /d	4,500	4,500	4,500	4,500
下水合計	m <sup>3</sup> /d	89,683	113,305	142,498	178,326
	m <sup>3</sup> /month	2,690,489	3,399,140	4,274,942	5,349,772
	MCM	32.7	41.4	52.0	65.1
汚濁負荷					
生活污水	kgBOD <sub>5</sub> /d	63,454	77,202	93,477	112,640
工業	kgBOD <sub>5</sub> /d	550	550	550	550
負荷合計	kgBOD <sub>5</sub> /d	64,004	77,752	94,027	113,190
濃度	mgBOD <sub>5</sub> /l	714	686	660	635

ワジ・ザルカ下水処理場の処理プロセスについては、新アッサムラ下水処理場で計画されているものと同じ窒素除去設備付きの活性汚泥法による処理が考えられている（図2.2-2参照）。

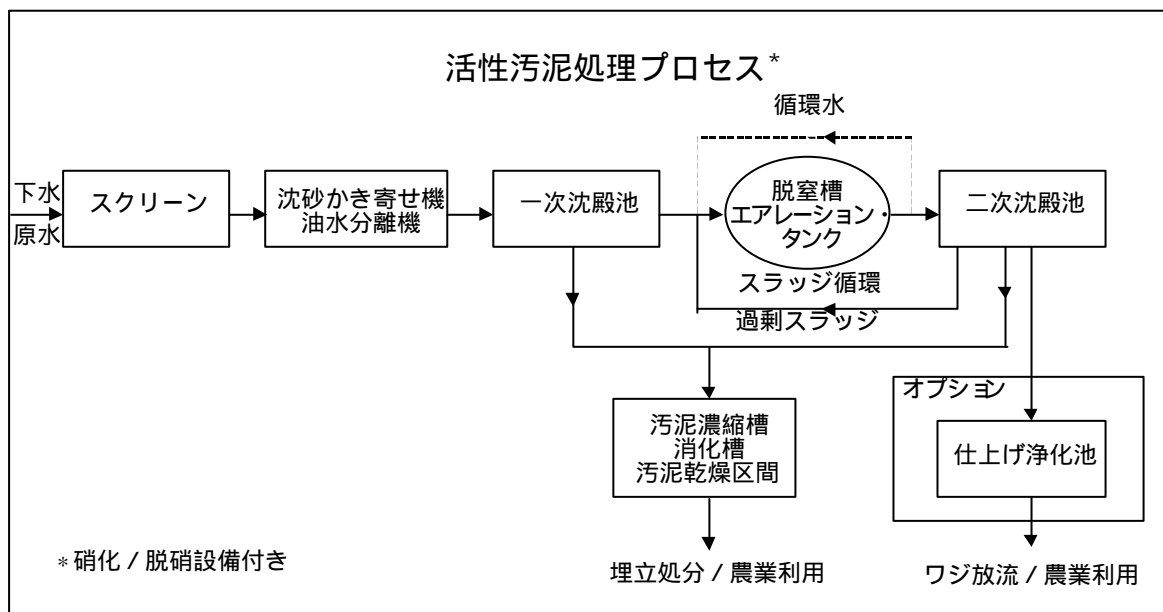


図 2.2-2 ワジ・ザルカ下水処理場の処理プロセス

## 2.3 プロジェクト評価

### (1) 水資源管理計画上の位置づけ

本下水処理プロジェクトは、アンマン首都圏の都市下水を包括的に集水、処理するマスタープラン（1997年）に基づくものであり、処理効率の点から、アッサムラとワジ・ザルカの二つの集水域を設定している。マスタープランでの計画事業はアッサムラ処理場の建設をはじめとして、集水管網・送水幹線整備が進んでおり、本処理施設は2007年完成を必要とする。

### (2) 環境影響評価

マスタープランでの環境影響評価を見直すことにより、初期環境影響評価を実施した。特に著しい環境影響は見られなかったが、軽微な影響はいくつか見られる。建設時点では、遺跡・考古物の調査は本格的に実施されなければならない。交通量の増大、建設廃棄物等のその他の事項については、軽減措置が可能である。運転・維持管理の面では処理水の水质が、表流水の汚染、灌漑水の再利用への影響について重要となるが、適正な処理システムの確保が必要である。

### (3) 経済・財務評価

現在、本プロジェクトと同じ首都圏で整備が進められているアッサムラ下水処理場の建設過程では、現行下水道料金のもとでは財務的に成立しないことが明らかとなっており、政府からの建設費補助の考慮、民間委託による効率的な運転・維持管理の採用等の施策が採られている。これと同様に、本プロジェクトも現行の下水道料金の下では財務的に成立しないという分析結果が事前に出ている。つまり、初期投資費用等をカバーするための下水道料金の大幅な引き上げなど何らかの形で収入源を確保しなければ、事業は財務的に成り立ち得ない。したがって、本プロジェクトの評価にあたり、以下の前提条件を設定した。

経済評価では、前章と同様に下水道料金の支払可能額（368 フィルス/m<sup>3</sup>）を便益とする。

財務評価では、前章と同様に、下水道料金を現行の147 フィルス/m<sup>3</sup>から目標年次である2010年に向けて468 フィルス/m<sup>3</sup>に漸次引き上げるケースを想定した。分析の対象は事業主体であるWAJとし、下水道利用にかかる料金徴収を唯一の収入源、支出は増設にかかる建設費用と施設の運転・維持管理費用という前提で将来のキャッシュフローを予測した。

これらの条件の下で評価を行った結果、下表に示すようにEIRRは6.5%と10%を下回った。しかし、衛生改善の効果やジョルダン国での主要水源である地下水への汚染の防止効果など定量化が困難な便益を考慮すれば、事業の公共性は十分に高く、経済的観点から実施するに値する事業であると評価できる。

評価	便益 / 収入原単位	内部収益率(%)	備考
経済	世帯支払能力(下水) 368 フィルス/m <sup>3</sup>	6.5	別途、定性的便益の考慮が必要
財務	下水道料金 468 フィルス/m <sup>3</sup>	7.4	-

財務評価の結果は、FIRRが7.4%と資本機会費用を上回りプロジェクトの財務的妥当性を担保できる。値上げ後の料金が世帯の支払可能額を超えるものの、経済的観点から事業の公共性が非常に高いものと判断されるため、前章で示したのと同様の対策および配慮をした上で、事業収入を確保し、財務的に持続可能な実施・運営へとつなげていく必要がある。

## 2.4 実施計画

アッサムラの抜本的改善計画は USAID の協力で 2005 年完成を目指し進行中であるのに対し、本ワジ・ザルカ処理場は今後、資金計画を含め、2003 年着工を目指した実施計画を策定することになる（図 2.4-1 中の概略投資額は下水集水管網整備を含む）。

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
アッサムラ	■									
ワジ・ザルカ			■							
			JD124,500,000 (約 US\$177,900,000)							

図 2.4-1 アッサムラ/ワジ・ザルカ首都圏下水処理場建設実施計画

## 2.5 問題と課題

本計画における課題は、建設・維持管理に係る財務上の問題であるが、現在進行中のアッサムラ処理場建設プロジェクトで採用された、政府からの資金補助（グラントエレメント）の供与及び上下水道料金の見直しを考慮した、財務・資金計画の策定が必要となる。

特に、前章でも述べたとおり、現行の下水道料金では本事業は財務的に成り立たない。したがって、上下水道料金の値上げが本事業実施の前提条件となっている。上下水道料金の値上げには利用者の理解を得る事が重要であり、下水処理場の建設工事と平行して、国民に対し上下水道事業の必要性、現行の上下水道事業の財務状況、上下水道料金値上げの必要性につき、啓蒙運動を行う必要がある。

今後、1997 年 USAID 調査及び本プレ-F/S による検討の結果に基づく、詳細設計調査を要するが、事業形態をアッサムラ・プロジェクトで採用されている BOT 方式とする場合には、運営会社により詳細設計が実施されることとなる。

## 2.6 結論

首都圏の下水処理という都市環境政策に基づくプロジェクトであり、マスタープランに示されるように技術的には最適な実施計画と考えられる。さらには、処理水の灌漑用水及び工業用水への再利用が計画されており、処理水の水質改善が期待されるところである。

### 3 全国水利用管理センター

#### 3.1 事業の目的

水資源の有効利用計画は水資源管理の基本施策であり、対策の実施により約 10%程度の水資源の確保が可能と考えられる。水資源管理マスタープランでは、不明水削減対策として、給水管網リハビリテーション及び送水管理システム構築が計画されており、水灌漑省では、それぞれについて国際援助機関の協力を得て、具体的な事業計画を策定し、実施している。その内、送水管理システム構築については、水灌漑省本部でのデータベースの整備に留まり、最も重要な開発地点、及び消費地での流量の把握・管理が欠落したままである。1998年の全国ベースで 50%を越える不明水率は、水灌漑省内の JICA 長期専門家による不明水対策においても指摘されているところであり、全国送水幹線の管理システムとして全国に水利用管理センターを整備し、流量管理を行うことにより不明水対策を実施する。

#### 3.2 事業の概要

全国の行政区間を超えて送水される水資源開発・流量・配水を管理するメイン・コントロール・センターと地方の水資源・配水管網を管理するサブ・センターから構成される（表 3.2-1 参照）。管理センターのシステム概念図は次ページ図 3.2-1 に示される。

表 3.2-1 水利用管理センター施設計画内容

センター 事項	メイン・コントロール・センター	サブ・センター
設置場所	アンマン 水灌漑省	12 行政区内 WAJ (水公団) 支社
監視・測定箇所	全国 主要 34 カ所	行政区内主要水源・配水管網 114 カ所
備考	キングアブドラ運河については、ジョルダン渓谷公団 (JVA) において、イルビットとバルカの行政区界を越えて流域内の流量集中管理システムが完成しており、それからの流量管理データをアンマンのメイン・コントロール・センターに統合するものとする。	

第 1 期 (メイン・コントロール・センターと 4 行政区のサブ・センター) と第 2 期 (8 行政区のサブ・センター) の二段階整備を考慮し、メイン・コントロール・センターは 7.314MJD と想定している。

表 3.2-2 建設費及び運転維持管理費

全国水利用管理施設		施設建設費用 (JD)	運営・維持管理費用 (JD/年) [2005 年]	運営・維持管理費用 (JD/年) [2010 年]
第 1 期	メイン・コントロール・センター+ サブ・センター (4 県)	JD 7,314,000 (US\$ 10,448,000)	JD 687,000 (US\$ 981,000)	JD 687,000 (US\$ 981,000)
第 2 期	サブ・センター (8 県)	JD 6,066,000 (US\$ 8,665,000)		JD 1,032,000 (US\$ 1,474,000)
合計		JD 13,380,000 (US\$ 19,114,000)	JD 687,000 (US\$ 981,000)	JD 1,719,000 (US\$ 2,455,000)

注： 第 1 期のサブ・センター：アンマン、イルビット、ザルカ及びマフラックの 4 県

第 2 期のサブ・センター：アジルン、ジェラシ、バルカ、マダバ、カラク、タフィーラ、マアン及びアカバの 8 県

全国水利用管理センター 概念図

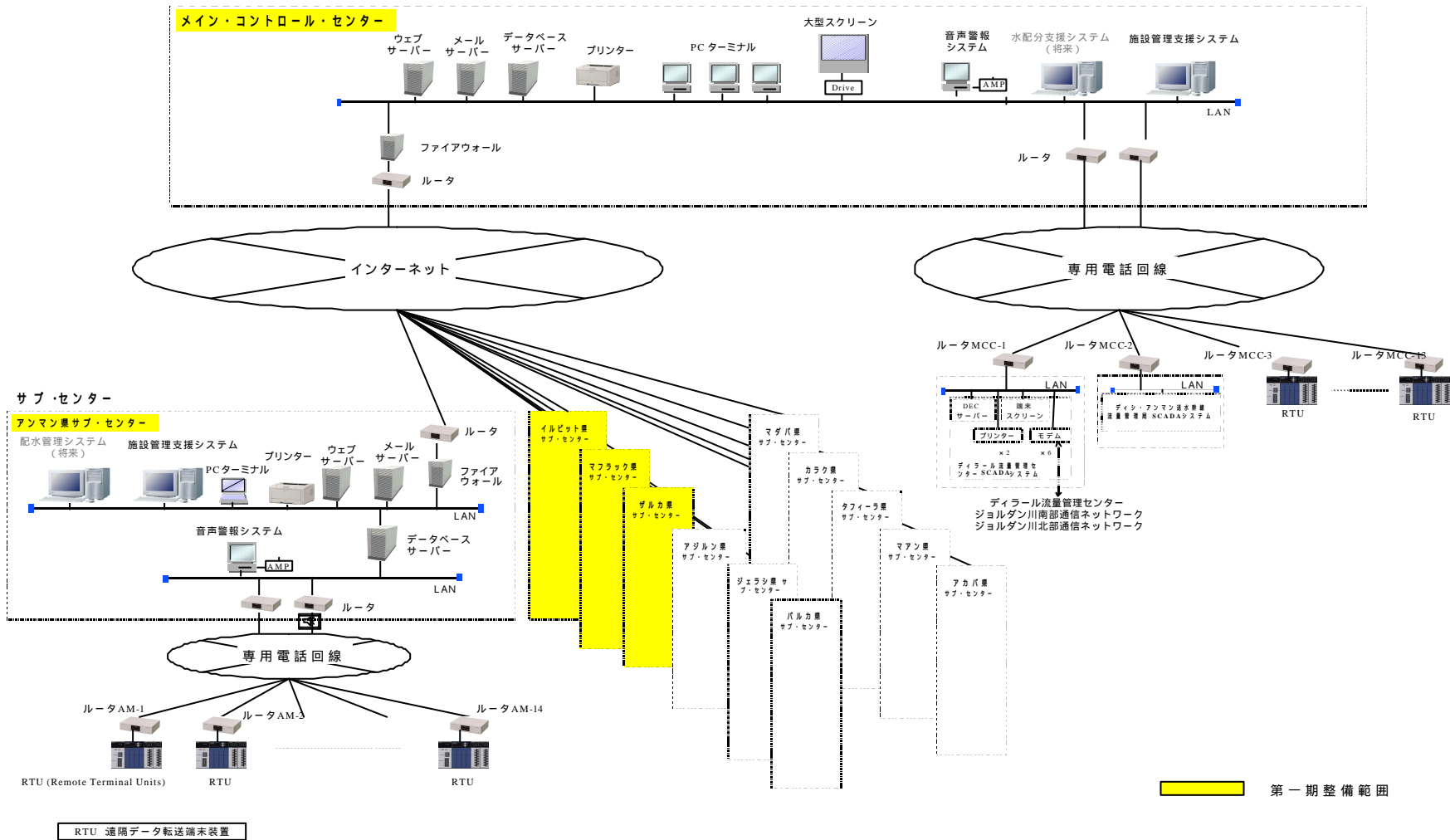


図 3.2-1 水利用管理センター概念図



### 3.3 プロジェクト評価

#### (1) 水資源管理計画上の位置づけ

本計画は、不明水対策の配水管網のリハビリによる漏水対策と並ぶ流量管理による不収水対策であり、ジョルダン国では漏水 (physical loss) と不収水 (administration loss) は、ほぼ同率とされている。流量データは、水灌漑省内に整備されている WIS (水情報システム) の基礎データとなるものである。現在、ほぼ完成したジョルダン渓谷のキングアブドラ運河の流量管理センター (デラール) と連携を保ち、最終的には全国をカバーするものとなる。

#### (2) 環境影響評価

施設としては、既設管路上の流量計 / 圧力計 / 通信装置の機器類設置と中央・地方の監視室整備がプロジェクト内容であり、環境への影響は極めて軽微である。

#### (3) 経済・財務評価

本プロジェクトの実施によりもたらされる便益としては、センターを設置して流量を管理することによって、不明水が解明・発見でき、結果として水資源の機動的・効率的配分が可能となるという効果が想定される。しかし、これらの便益を定量的に算出することは難しい。したがって、本プロジェクトの評価に当たっては、以下の前提条件を設定した。

プレ-F/S で計画された監視施設について、プロジェクト実施により不明水が 1% 削減 (約 1.7MCM) される条件を仮定した、経済・財務評価の試算を行なった。不明水は実際に使用されてはいるが料金が徴収されない業務上の損失と、給水管網からの漏水である物理的損失からなり、不明水の中で両者の占める割合はほぼ同じである。経済評価では、業務上の損失が実際に利用されることから、物理的損失のみを考慮し、不明水が 0.5% (約 0.85MCM) 削減されるケースを想定した。一方、財務評価では、業務上の損失も財務収入として回収されることから、物理的損失および業務上損失の削減を考慮し、不明水が 1% (約 1.7MCM) 削減されるケースを想定した。

経済評価では、便益の原単位として、上水道料金に対する世帯当り支払能力 (家計所得の 4%) である 735 フィルス/m<sup>3</sup> を採用した。本調査では、上水に対する家計の支払意思額を調査したが、信頼性の高いデータおよび結果が得られなかった。そのため、下水の場合と同様に、支払可能額を経済便益として適用することになっている。

財務評価では、WAI を事業主体とし、管理センターの整備にかかる投資の妥当性を検証するために、不明水の削減量に生活用水料金を乗じたものを事業収入として定義した。料金水準は現行の生活用水料金を毎年漸次引き上げていき、2010 年に全国平均で 407 フィルス/m<sup>3</sup> にするというマスタープランでの計画値を採用した。第一部第 8 章で示したように、事業収入となる生活用水料金 (現行全国平均: 341 フィルス/m<sup>3</sup>) では、全国で現在計画中の給水事業にかかる総費用の 59% しか充当できず、財務的に成立しないことがわかっている。したがって、生活用水と同様に工業用水料金についても 1,000 フィルス/m<sup>3</sup> から 1,194 フィルス/m<sup>3</sup> に引き上げることとした。これらの料金値上げ額は、世帯の支払能力 (735 フィルス/m<sup>3</sup>) 及び工業粗収入の分析値 (2,740 フィルス/m<sup>3</sup>、第一部第 8 章参照) からみて妥当なものである。

上記の前提条件の下で経済・財務分析を実施した結果、全国水利用管理センターの EIRR は 13%、FIRR は 10% となり、事業の妥当性をバックアップする結果が得られた。

評価	便益 / 収入原単位		内部収益率(%)
経済	世帯支払能力(上水)	735 フィルス/m <sup>3</sup>	13.0
	工業粗収益	2,740 フィルス/m <sup>3</sup>	
財務	生活用水料金(全国平均)	407 フィルス/m <sup>3</sup>	10.0
	工業用水料金	1,194 フィルス/m <sup>3</sup>	

### 3.4 実施計画

施設は 2 段階で整備される。すなわち全国の主要幹線を管理するためのメイン・コントロール・センターに、首都圏 4 行政区のサブ・センターを加えた第 1 期整備と、残り 8 行政区のサブ・センターを 2 年程度の準備期間を持って実施する第 2 期整備である(表 3.4-1 参照)。

表 3.4-1 全国水利用管センター整備実施計画

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
メイン・コントロール・センター			—	—						
サブ・センター						—	—	—		

— 詳細設計  
— 建設

### 3.5 問題と課題

技術的には流量計の精度維持、管理システムの維持等、要員教育・維持管理計画が重要であり、メイン・コントロール・センターによる幹線管理からスタートし、体制が整ったところでサブ・センター建設に移行する段階整備が重要と考えられる。

また、将来的には WIS(水情報システム)の一環として、水資源開発・給水データ、水質管理データと統合する必要がある。

### 3.6 結論

正確な流量データの把握及び水配分管理は、水資源管理及び不明水対策の基本施策である。近年のインターネットの普及により、ジョルダン国内の通信施設の整備は格段に進み、広域管理の条件が整ってきており、コスト的にも実施が可能な状況となっている。