

10.9 水資源利用管理施策と事業の展開

10.9.1 計画の基本目標

トルファン盆地の地下水は、地区に居住する 55 万人の農業用水と生活用水や各種の産業用水を賄い、地下水を源とするカナートの数は減少したがトルファンを特徴づける伝統的水源として現在も地区の水利用・環境に潤いを与えている。しかし、トルファン市やシャンシャン県南部では過剰な地下水揚水により地下水位の低下が激しく、カナートがほぼ全滅するとともに砂漠化に伴う住民移転の問題が発生している。トルファン地区の住民は、現在はまだ豊かさが残る地域もある地下水を次の世代へと受け継いでいき、持続的に利用していく責任がある。また、天山山脈から流れ出た表流水は地下水とともにトルファン地区の命の水とも言える。今後は、トルファン盆地とその流域を一体として地表水・地下水を統合して開発・管理し、将来に向かって水を守っていく必要がある。そこで、本計画では基本目標を次のように設定する。なお、第 4 章では帯水層を A 層・B 層・C 層の 3 層に区分しているが、これら 3 層に明瞭な地質境界が存在するわけではない。また、広域 3 次元シミュレーションも検討を行った現在の主要な取水層である 17 層、18 層でトルファン地区の帯水層を代表させることができ、両層の地下水位と他の層の地下水位が著しく異なるものでもない。水資源利用管理基本計画（マスタープラン）においては、帯水層を連続する一つの層としてとらえて許容揚水量を設定する。

目標となる指標	目標年度・目標値	基準年・現在値
許容揚水量	2010年：5.48 億 m^3 2015年：4.58 億 m^3 2020年：3.79 億 m^3	2003年：6.42 億 m^3
節水灌漑による 節水量	2010年：0.98 億 m^3 2015年：2.29 億 m^3 2020年：3.80 億 m^3	2003年：0 億 m^3

*節水灌漑量は既存計画に基づく試算値（表 10.9.7参照）

図 10.9.1 水資源利用管理計画(マスタープラン)の目標

10.9.2 基本方針

水資源利用管理基本計画（マスタープラン）の方針を以下の 4 項目とする。

a. 節水対策を推進する

トルファン盆地の水利用の 97 %は農業用水及びそれに関連する用水である。また、農業及び関連用水の地下水依存率はカナートや泉を含めると 61.4 %にも達している。地下水資源の現状を踏まえると、今後は地下水揚水量を一方向的に増加させることは出来ない。限りある水資源を出来るだけ有効に利用するため、農業用水、とくに圃場での施設導入による節水を主なターゲットとした節水灌漑を推進する。

b. ダム開発により水源を増強するとともに、かん養促進により水源を保全する

トクソン 2 河流域の阿拉溝河では阿拉溝ダム、トルファン・シャンシャン 7 河流域では大河沿ダム及び二塘ダムの建設により水源を増強する。しかし、その開発水量の配分については、トルファン地区全体の社会経済発展の動向を踏まえ合理的に行うこととする。

トルファン盆地への流入河川は、山地部における春期の融雪や夏季の豪雨により、盆地内に洪水氾濫が発生して、山口における取水堰や導水路が破壊されることがあり、2005 年夏にはこのような事象が現実が発生して大きな被害を与えた。地下水の保全の観点から、洪水流は適切に配置した遊水池に導き積極的に地下水かん養を行うことを方針とする。

また、上記と併せトルファンの伝統的水源であるカナートについて保護区を設定し、カナート周辺での地下水位低下や水質汚染防止対策を行い、貴重な伝統を将来に渡り守り伝える。

なお、水源増強の究極的手段はトルファン盆地へのウルムチ地区からの導水が考えられる。これについては、まずは節水対策を推進するとともに、ダム建設による新規開発水量の流域内配分や盆地西部での地下水開発動向を見極めつつ必要に応じて構想を具体化するものとする。

c. 住民参加による流域協議会を設立し、流域内での水資源開発管理の連携を計る

水資源事業や環境保全事業では近年、ステークホルダー（stakeholder：利害調整者）が計画の当初から話し合いのテーブルにつき合意を形成するという手法が一般的になりつつある³。現在の流域管理あるいは水資源管理とは「治水・利水、生態系保全をより少ない環境負荷、資源消費、リスク及びコストで社会的に公正になるように達成し、永らく維持できるようにする」ための水とそれに関連する資源の管理と定義づけることができる⁴。

古くからある流域管理計画は、一地域だけの便益だけでなく流域全体の便益を最大化するよう資源を配分しようとする配分方法の最適化といった技術的な計画論が鍵であったが、現在は限られた資源、経済的・社会的制約の中でより効果的かつ効率的に複数の問題を解決し、その上で利害関係者の紛争を最小限に抑えることが必要となっている。

トルファン地区における水資源管理は自治区水利庁、水文水資源局及び地区水利局により実施されており、それに都市計画、土地利用、農業・工業生産等の各部局が関連しており、一気にステークホルダーによる流域協議会を設立し水資源管理計画の意志決定に突き進むことは現状では困難が予想される。しかし、一方でトルファン盆地の地下水賦存・利用状況や地表水の開発余力をみると、盆地東西での水資源利用の調整や両地域の連携が今後は緊要な課題となることは明白である。

そこで、将来トルファン地区では水利局などの行政・事業者だけではなく住民（農民及び都市住民）代表者を加えた協議会を設立し、水資源開発・管理について同じテーブルについて話し合いを行い、合意を形成していくことが望ましい。従って本計画では、地表水を含めた流域協議会の設立を将来展望しつつも、当面の設立目標として、地下水資源が危機にある現状に鑑みて、地下水資源管理を主テーマとしたサブコミッティとしての「地下水協議会」設立を目指すことを方針とする。

³吉谷純一（1998）：米国の水資源事業にみる合意形成、土木学会誌、1998年1月号

⁴楠田哲也（2000）：日本における流域管理研究—都市の水資源—（日米流域管理ワークショップ）、土木研究所資料第3682号

d. 法制度を拡充整備し適正に施行する

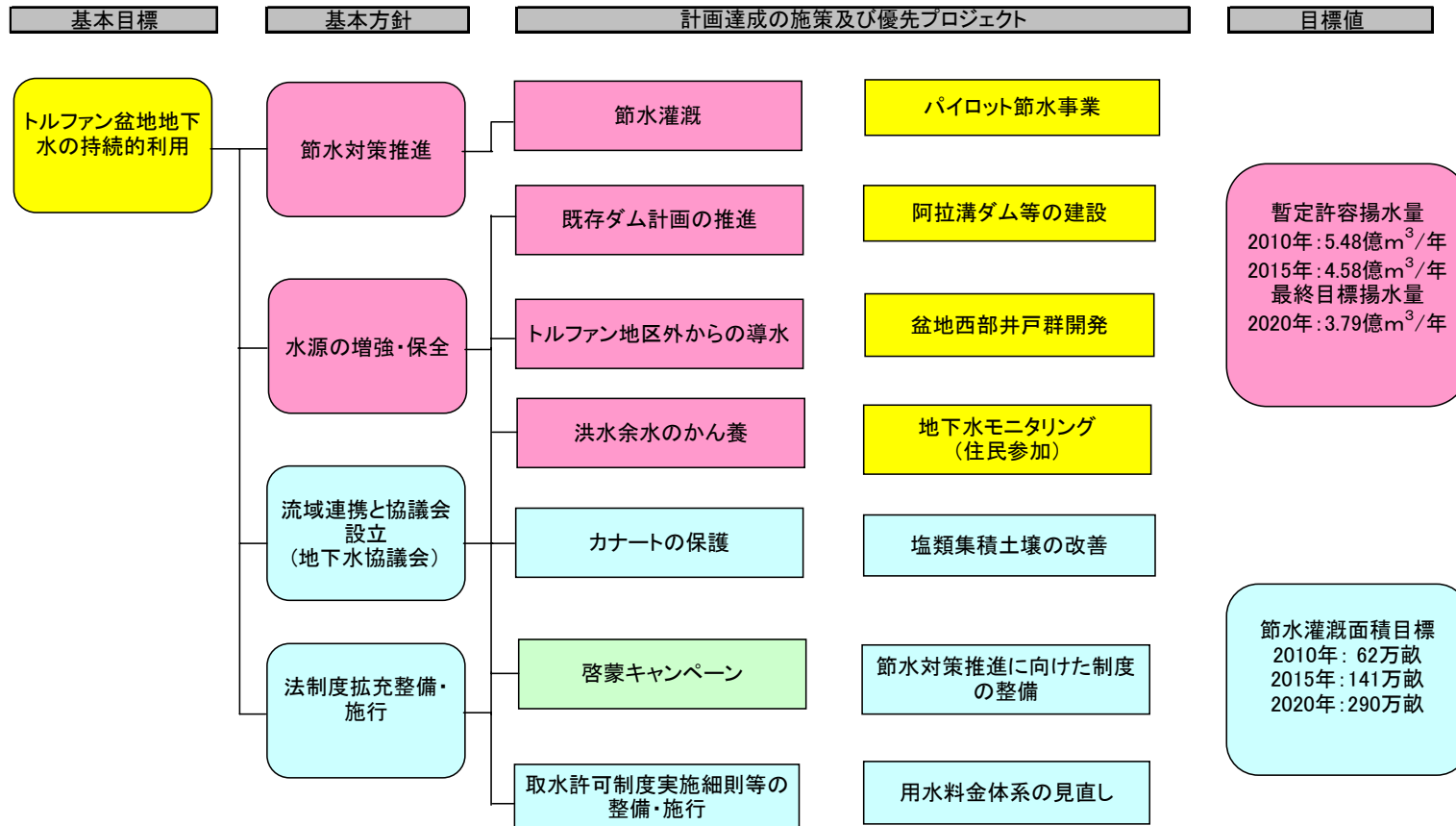
中国水法（2002年10月改訂施行）は「第4章水資源、流域と水利施設の保護」第36条において「地下水採取過剰地域では、県級以上の地方政府が適切な措置を取り、地下水採取を厳格に制御しなければならない。地下水採取特別過剰地域では、省、自治区、直轄市地方政府の認可により、地下水採取禁止区域あるいは地下水採取制限区域を決定できる。沿海地域での地下水採取は科学的な論証を行い、地盤沈下と海水侵入を防ぐ措置を取らなければならない」としている⁵。

一方、旧水法（1988年7月施行）のもと、井戸水の利用に関しては1990年代初期までにはとくに規定はなかった。1993年中国中央政府が国務院第119号令として「取水許可制度実施方法」を發布し、それに従って1994年に自治区人民政府は第42号令として「新疆ウイグル自治区取水許可制度実施細則」を發布した。この細則では地下水の取水権に関し種々の規定を設けているが、地下水採取禁止区域あるいは制限区域に関しては現在まで適用された地域はない。本計画では、中国水法の下、とくに取水許可制度実施細則の整備を行い、適正な施行を行うことを方針とする。

以上の方針に基づいた水資源利用管理基本計画の見取り図を図10.9.2に示す。

⁵ 松浦茂樹、唐頌軍(2004)：中華人民共和國水法、水利科学、No. 278

水資源利用管理基本計画の概要



10-126

図 10.9.2 水資源利用管理計画の概要

10.9.3 目標達成への施策とその展開

a. 住民・事業者・行政の役割分担

普段の生活や農業生産活動において、水は最も基本的な機能と役割をもっている。換言すれば、トルファン地区住民はあらゆる場面で常に水に関わっているということである。

このように貴重な水、とくに地下水を守り、そして持続的に利用し、次世代に伝えていくために、水利庁、水文水資源局、水利局は水資源開発事業者であると同時に、水資源行政において総合的かつ主導的な役割を果たしている。しかし、水資源問題が複雑化し、多くの政府関連機関や事業者が多様に関わるという現在では、行政のみが水資源管理において全ての役割を担うことは困難であり、成果を上げることには限界があると言わざるを得ない。

従って、将来にわたってトルファン地区の発展を計る中で、農業用水と生活用水や各種の産業用水を確保することはもちろん、カナートなど最もトルファンらしい水環境を守っていくためには、住民、兵団や鉱工業などを含む事業者もマスタープランの実施においてそれぞれの役割を担う必要がある。前項の基本方針で述べた「地下水協議会設立」の意義はこの点にある。

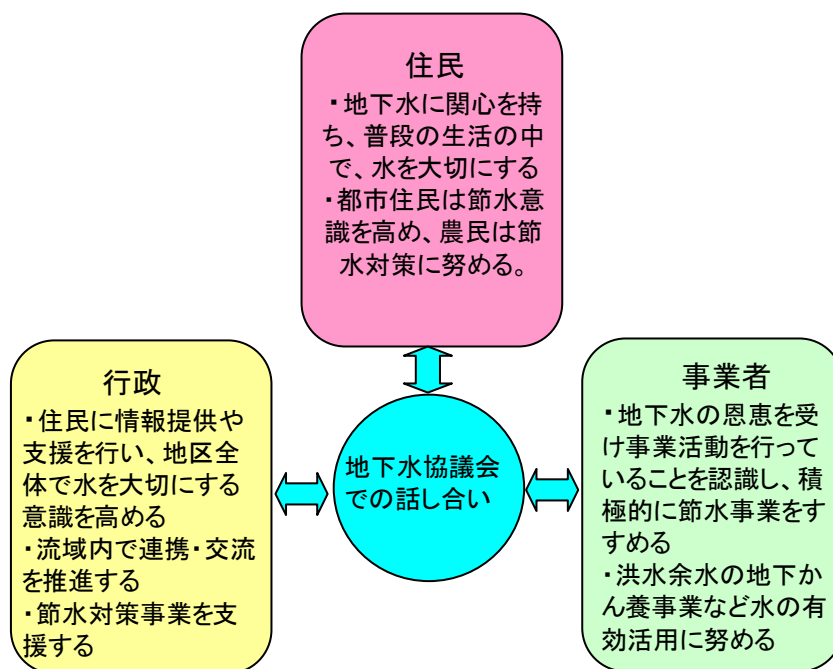


図 10.9.3 住民・行政・事業者の役割分担

b. 節水対策の推進

b.1 節水施策の展開方針

限りある水資源を大切にしていくためには「水の無駄使いをやめる」というルールを、特に農業灌漑において根付かせることが必要である。このことは、現状では、農業生産者にとって農産物の育成やその品質の保持について大きな不安をもたらすことが考えられる。従って、節水対策の推進に当たっては、それが科学的かつ合理的であり、農産物の育成や品質の改良を通じて、結果として節水対策に投じたコストが回収されるばかりでなく、高品質の農産品により灌漑面積の増加は必要なく、むしろ付加価値の増大や水

利費の減少をもたらすものであることを実証的に示していく必要がある。このため、節水対策は、以下の方針に沿って展開するものとする。

1. 農業用水の圃場における節水を主なターゲットとする。
2. 農業灌漑節水パイロット事業を行い節水の費用と効果を明らかにし、節水を広く普及させるためのモデルとする。
3. 節水対策へ誘導するための制度的な仕組みづくりを進める。

しかしながら、パイロット事業を待つまでもなくトルファン地区では一刻も早く節水対策をしていくことが必要であり、すでに漏水防止導水路や灌漑水路（幹線）の浸透防止対策はほぼ完了している。すなわち 2000 年現在のトルファン地区全水路の総延長は 5,197km であり、この約 80%に当たる 4,160km がライニングされている。また幹線水路 357km は、ほぼ 100%ライニングが完了し、水路からの浸透防止に貢献している。しかしながら、視点を変えれば水路からの浸透は地下水のかん養に寄与するものであることも留意しなければならない。水路は全て開水路であり、実際は蒸発散による損失が極めて大きいことも考慮が必要である。管路による取水地点から灌漑地までの導水は極めてコストが高く、現在の開水路を管路に変更することはほとんど不可能である。従って今後、節水対策の上で必要とされるのは、農地・圃場での節水であり、農民意識の向上と具体的節水対策を効果的に展開しなければならない。

そこで、住民代表も交えた地下水協議会の中で、水の重要性や節水に関して住民自らが考え行動する仕組み（住民参加地下水モニタリングなど）を企画立案し、トルファン地区全体で節水実践運動を展開する。また、学校や地域団体、マスコミなどと連携し、地域に根ざした運動により、節水意識の高揚を図る。同時に、節水対策を推進するための制度的な仕組みを検討する。

b.2 導入済み節水技術とその問題点

中国政府は「中国節水技術政策の要綱」を制定し、節水社会実現をより高いレベルで達成するには社会全体の節水意識を向上させる必要があり、また全てのセクターに節水技術導入を促進することが望ましいと考えている。

トルファン地区ではすでに滴灌、低圧管道灌など節水施設を導入した灌漑地が 8 箇所ある。8 箇所中、企業により運営されている節水灌漑事業地が 1 箇所、葡萄の温室栽培で年 2 回の収穫を実現している事業地が 1 箇所、日本の円借款により建設された事業地が 1 箇所含まれる。建設費は 12～246 万元、栽培面積（露地のみ）は、260～5,000 畝と幅広い。葡萄栽培が多く、綿花、棗、メロンが栽培されている。水源については、井戸利用 4 箇所、井戸と河川水の併用 2 箇所、河川水及び泉水利用が各 1 箇所である。滴灌の実施状況として 4 箇所が利用中、2 箇所が建設中、2 箇所が利用を止めていた。利用を中止した理由は、水係りの悪さ及び収量減少であった（表 10.9.1）。

これらのうち、既存資料で確認可能であった滴灌（葡萄栽培）の抱える問題点をまとめると表 10.9.2に示すようであり、研究、計画・設計、材料、施工、維持管理、運営制度、啓発・技術移転、コストの各項目で様々な問題点がある。

表 10.9.1 節水灌漑実施地概要

所在地（県/市、鎮/郷、村）	建設費及び建設費負担	灌漑方法	栽培作物	栽培面積（畝）	水源	灌漑運営体制	水利費	水利費徴収システム	現在の状況	問題点
1 トクソン県イホ郷 (紅棗滴灌節水プロジェクト)	総投資額246万元 国負担:123万元 シャンシャン県負担:123万元 (トクソン県イホ郷3,000畝紅棗滴灌節水工程可行性研究報告2002.7より)	滴灌 (河川水利用、加圧ポンプ付)	棗	第1期:700 (計画:3000)	河川水(阿拉溝渠)	郷が建設、運営責任者。	-	-	建設中	-
2 トクソン県イホ郷ナホ村	県農業局の園芸場が建設。建設費は全て政府による投資。	滴灌	綿花(採取用)を主体にその他1年生作物	550	井戸 井戸深さ:80m、ポンプ深さ:30m、WL:40m、吐水量:40m ³ /h	県農業局が管理。運営は農民。	パイプラインを使用すれば15元/畝・年。 従来の土水路を使用すれば100元/畝・年を井戸管理人に払う。	園芸場の井戸管理人(村内に在住)に支払う。	現在、施設はほとんど使われていない。	圃場上部の水掛かりが悪い。これまで4回ポンプが壊れた。
3 シャンシャン県七克台鎮 明珠開発基地	シャンシャン金鉱開発公司により建設・運営。栽培面積5000畝のうち2500畝分の灌漑設備資器材をシャンシャン県水利局が提供。	滴灌	棗	5000	井戸 管道(パイプライン)による配水	明珠開発基地。農民は関係ない。	-	-	使用中	-
4 シャンシャン県ダランカ郷 インカス村6大隊	総投資額:11.7万元(ただし、パイプライン敷設工事費のみ) 農民負担:3.5万元 郷政府負担:8.2万元	低圧管道灌 井戸より鋼管のパイプラインで各耕区へ配水する。給水口からは通常の溝灌が行われている。	主に綿花(メロンとの混植)	260	井戸 管道(パイプライン)による配水。 井戸深さ:120m、ポンプ深さ:80m	年に1回2月に村の農民と村長が会議を開き、輪番を決めている。灌漑についての問題が生じ、灌漑区内農民で解決できない場合は、大隊の書記に相談する。	電気料金:20元/畝・回 低圧管道灌漑導入により30元/畝・回の水利費が20元/畝・回になった。	井戸管理人が電気代として徴収し、井戸管理人は徴収した電気代を電力局へ支払う。	使用中。	なし。
5 シャンシャン県ダランカ郷 (日本海外経済協力基金貸付節水灌漑事業)	日本の円借款により建設。 68万元。	低圧管道灌 井戸より鋼管のパイプラインで各耕区へ配水する。給水口からは通常の溝灌が行われている。	綿花+メロン及び葡萄	400	井戸 管道(パイプライン)による配水。	年に1回、2月に村の農民と村長が会議を開き、輪番を決めている。灌漑についての問題が生じ、灌漑区内農民で解決できない場合は、大隊の書記に相談する。	電気料金:20元/畝・回	井戸管理人が電気代として徴収し、井戸管理人は徴収した電気代を電力局へ支払う。	400畝のうち約1/3は建設途中である。	なし。
6 トルファン市アル郷ゴビ村 (滴灌モデル地区)	総投資額230万元 国家負担:113万元 農民負担:117万元	滴灌	葡萄	1,200	井戸 (滴灌:通常灌水) 河川水 (溝灌:開株水、埋水)	郷が指導、運営は農民	74元/畝・年	-	使われていない。 隣接して建設されたラオチャントン村の1300畝葡萄滴灌モデル地区の滴灌施設も使われていない。	幼齢期は滴灌でも可能だが、生長するに従い水不足となり収量が減少する。(農民へのインタビュー結果)
7 シャンシャン県レンカシ鎮 (農科所科技モデル基地)	総投資額:70~100万元(シャンシャン県負担。試験用温室10棟、0.7畝/棟。ただし、道路整備費等含む) 農民自身による温室建設費:6~7万元/棟、0.7畝/棟)	滴灌:冬期 溝灌:夏期	葡萄(年2回収穫)	35畝 (50棟x0.7畝/棟)	井戸:冬期 河川水:夏期	鎮では4人の専属スタッフを当地に割り当てている。 1名は技術者、残り3名は技術者(栽培)を補助する管理人である。水管理については同技術者が管理している。	河川水は0.05元/m ³ 井戸水は農民の実費(電気代)負担。	管理人が徴収。	2001年に試験用温室が建設され、葡萄の出荷結果が非常に良かったことにより試験用温室に隣接して農民が独自に温室を建設している。	なし。
8 トルファン市紅柳河園芸場 (国家農業総合開発3000畝葡萄滴灌プロジェクト)	前期総投資額:90万元(国家負担:45万元、園芸場負担:45万元) 後期総投資額:100万元(国家負担:60万元、園芸場負担:40万元)	滴灌	葡萄	1,040畝 (計画:2000畝)	泉水	水管理は園芸場で行い、末端圃場レベルの管理は農民が行う。園芸場の滴灌区(第5大隊)には、吐魯番地区水科所により訓練された運営管理技術者チームがある。	26元/畝	-	使用中。 滴灌の伝統栽培だけでなく密植栽培も実施している。	-

表 10.9.2 節水灌漑の抱える問題点

問題点の分類	問題点
研究	伝統的な栽培モデルを変えずに滴灌を導入すると生産量が減少する
研究/計画・設計	幼齢葡萄(2,3 年齢まで)の根圏は深さ:0.5m、半径:0.9-1.0m であり、この程度であれば滴灌で対応できるが、成齢葡萄(5 年齢以降)では根圏が拡大(6 年齢では根圏の半径は 2.4m,吐魯番市 亜尔郷戈壁村滴灌示范区運営管理報告書 P.17(2000.11)) し水分要求度が高まることから滴灌による灌水では不十分となる。
研究/計画・設計	滴管は灌水量が少ないことから 6 月 20 日以降は、蒸発量に対応するために溝灌が実施される。
研究/啓発・技術移転	農民は、灌水量が多く頻繁に灌水できる溝灌を好んで用いる。このため、4 月 23 日から 6 月 19 日の短期間のみ滴灌が実施された。
研究/啓発・技術移転	葡萄の根圏は 10 年余りの溝灌に適応しているために農民が滴灌に懐疑的であり、より多くの灌水をしたがる。
研究/啓発・技術移転	末端組織幹部の滴灌知識が欠如しており、農民への教育がなされていない。
研究/啓発・技術移転	農民は葡萄の成長段階にあった灌水量を認識していない。
研究/啓発・技術移転	農民は節水意識が低いため、過剰な灌水を行っても気にしない。
研究/啓発・技術移転	伝統的な水利用方法が農民の頭に残っており、滴灌による節水灌漑を短期間に受け入れることは難しい。
研究/啓発・技術移転	滴灌はあまり良くないという農民の認識がある。
研究/啓発・技術移転	滴灌による灌水量が少ないために、農民による滴下管の切断、穿孔、エミッターの取り外しが起こり滴灌の正常な運営に影響を与えた。農場政府が対策を決めたが、実行されなかった。))
研究/啓発・技術移転	灌水量は多ければ多い程よいと農民が伝統的に考えている。
研究/啓発・技術移転	農民たちには灌水量が多ければ多いほど良いという考え方を持つものが多い。
計画・設計	設計図書がないことにより不適切に施設が配備され、運営に支障を来たしている。
計画・設計	成齢葡萄に対するパイプからの給水量が足りない。
計画・設計	2002 年付設のエミッターからの灌水量が少ないため、数を増やす必要がある。
計画・設計	量水計が付設されていない。
計画・設計	濾過器が付設されていない。
計画・設計	肥料混入装置が付設されていない。
計画・設計	肥料混入装置が付設されていない。
計画・設計	肥料混入装置が付設されていない。
計画・設計	配管は農民により付設されたが、配管材料が不足していたことによる追加購入の出費が必要であった。
計画・設計	滴灌設備と井戸の保護及び盗難を防止するための井戸小屋と管理室がない。
計画・設計	滴灌は溝灌に比べて湿潤面積が狭い。
計画・設計	灌漑区内の農民の数が多く(滴灌区内に村人の 90%の土地がある)、維持管理制度がうまく実行されない。
計画・設計	井戸深さが浅く、地下水の水位が上昇したときのみ揚水できる。このため地下水位の上昇を待つ灌漑することから、灌漑時期が遅れる。また、灌漑面積を拡大できない。
計画・設計/コスト	モデル地区井戸の水深が深く(動水位:125m)、ポンプ揚水の費用が高い。
材料	エミッターが不良品である。
材料	制水弁の品質が悪く漏水する。
材料	毛管(滴下管)の材質が悪い。
施工	農民による施工のために漏水が大きい。
施工	エミッターと滴下管の接続が困難かつ接続状態が悪い。
施工	パイプとパイプの接合が悪く漏水する。
施工	施行不備による漏水(配水管路は工場により設置、給水管路及び滴下管は農民により設置)
維持管理	取り外したパイプを砂の多い水で洗浄したために量水計が破損した。
維持管理	取り外し後の配管の保管状態が悪い。
維持管理	灌漑区内のバルブの開け閉めを自由に行っているため、管道とポンプに負荷を与えている。
維持管理	管理状況が記録されていない。
運営制度	有効な賞罰措置が欠けている。
啓発・技術移転	滴灌の特徴が知られていない。
啓発・技術移転	農民による滴灌技術習得が難しい。
コスト	運営管理費用が高く農民の負担が大きい。

b.3 パイロット節水灌漑事業

前項でまとめたように、現状では節水施設の導入に関して様々な問題があり、これらの諸課題を解決せずして、本計画の基幹施策である節水対策の推進は困難である。そこで本計画では、節水技術の開発、検証及び技術移転と普及を目指したパイロット節水事業を実施する。詳細については10.9.5dで述べる。

b.4 農民との協働

節水灌漑は農民の個人意識に強く依存する面があり、真に節水対策の成果をあげるには行政が事業者、農民とともに考え実践していく仕組みが必要となる。そこで、地下水協議会の中に節水小委員会を設置し、そこでトルファン地区全域での節水運動やモデル地域の設定などを協働により推進する。活動計画として以下をあげる。

- ① 節水技術・効果についての広報・啓発（マスコミ、掲示板等）
- ② 郷、鎮レベルでの技術普及ワークショップ（他地域の成功例に学ぶ）
- ③ 学校教育

b.5 節水対策推進に向けた制度の整備

節水対策推進のためには、現在の水管理制度のもとで以下の事項について整備していくことが望まれる。

- ① 個々の農家あるいは郷、鎮の水利組合、その他事業者の地下水利用や節水灌漑施設の導入に関する事業計画書の提出と許認可
- ② 節水事業計画に対する利子補填融資制度の創設
- ③ 経済合理的な観点を考慮した水使用を促すための水資源費の設定

c. 水源の増強と保全

現在のトルファン地区の置かれている状況では盆地中央部から東部の地下水過剰揚水を直ちに禁止することは困難な情勢にある。そこで、本マスタープランではシミュレーション結果に基づき、2010年及び2015年までに達成すべき暫定許容揚水量と2020年における最終目標を提示した。これらはいずれも地下水採取の制限または禁止を伴うとともに節水対策が推進されることを前提としている。一方、トルファン地区では再々述べたように、地表水についての開発余力が残されており、盆地西部ではまだ地下水の豊富な地域がある。そこで、本マスタープランはこれらの水源開発により水供給を増加させる一方で、洪水余水の地下水かん養を積極的に行い、水を造り出すとともに、東部地域を中心とした地下水採取規制やカナート保護施策を展開する。

c.1 既存ダム計画の推進

トクソン2河流域の阿拉溝ダム、トルファン・シャンシャン7河流域の大河沿ダム及び二塘ダムの建設計画を推進する。これらのダムにより新規に開発された水量は、本マスタープラン構想として設立を検討する「トルファン地区流域協議会」（仮称）を通じて、その合理的・経済的配分を検討することが望ましい。トルファン地区東部のシャンシャン県では現状においても水需要を満たすための水源が不足している。盆地には天山山脈から南へ流入する河川に導水路が建設されている。これらの水路を東西に横断連結

する水路により盆地西部から東部へ振替導水することも可能と考えられる。こうした観点での流域内水資源配分について検討することも必要であろう。なお、ダム建設計画は本マスタープランの優先プロジェクトとなるので詳細は後述する。

c.2 ウェルフィールド（群井）地下水開発

トルファン盆地西部 TW-SW 地点で行った試掘結果によると、盆地西部は地形標高も高く、最上部に堆積する A 層は層厚 150 m に達し、比較的層厚の大きい砂礫層が 3 層準あり、いずれも良好な帯水層であることが判明している。地下水は阿拉溝河、白楊河の伏流と灌漑用水により涵養されている。シミュレーション結果によれば 10～20 年の期間では、阿拉溝ダム建設が下流に及ぼす影響はほとんど認められない。一方、この地域の耕地では一般に地下水位が 1 m 未満であり、扇状地末端では自噴帯も見られる。このため現在 3～4 万ムーが塩類集積の被害を受けており、全域的に地下水位制御を行うことが求められている。従って、盆地西部のトクソン県を中心とした地域での新たな水需要は、深度 150m 未満の A 層を対象としたウェルフィールドによって実施する。今後は盆地西部においても東部地域と同様に鉱工業、発電等の水需要が計画されることを想定すれば、10 年程度の中期的な水資源対策のオプションになると考えられる。この案を優先プロジェクトとした検討結果は後述する。

c.3 洪水余水の地下水かん養

トルファン地区では山地部における春季の融雪や夏季の豪雨による洪水がしばしば発生する。この洪水時の余水を遊水池に導いて地下水かん養を行う。

遊水池は、高さ 1 m、幅 2 m の堰堤をおよそ 500 m 間隔で地形等高線沿いに建設するものである。また、白楊河にあるような貯留ダムでは非灌漑期の余水を北盆地に導き地下水かん養を行っている。このような堰堤はトルファン・シャンシャン 7 河流域の下流においても建設して積極的に地下水かん養を行い、地下水の保全を計画すべきである。



写真 10.9.1 地下水かん養堰堤(トクソン県)

2005 年 8 月には 7 河流域の煤窰溝などでは上流の取水施設や水路が破壊されるほどの洪水が発生し、氾濫した洪水流は火焰山の峡谷を抜けて、アイディン湖近くにまで達した。洪水については、トルファン盆地の場合、北盆地の大半は土漠、砂漠であり、人家はほとんどないが道路や送電線、水路に被害が及び、結果的には盆地の農業水利に甚大な損害を与えている。さらに取水地点の水利構造物が破壊されるなど被害が大きいため、その対策としても優先プロジェクトで提案するように大河沿、二塘溝における洪水制御ダムや地下水かん養効果も含めた遊水池の建設が必要と思われる。

c.4 トルファン地区外からの導水

トルファン地区の水不足に対する究極的な解決策として、新疆ウイグル自治区北部の俄尔齐斯河（エ-アルシ）からの導水が構想されている。俄尔齐斯河は年間流量が 110 億 m^3 /年あり、現状では俄尔齐斯から克拉瑪依（カマイ）の導水路が完成し 4.5 億 m^3 /年が導水

されている。そこで、都市化の進むウルムチへクラ瑪依から計 8.5 億 m^3 /年を導水する計画であるが、最近この案は決定された。俄尔齐斯河の導水限界量は 30 億 m^3 /年あるとされているため、ウルムチからさらにハミ及びトルファンへ導水する案が構想に上っている。しかし、仮にこの導水構想が実現するとしても、相当の費用がかかる上、実際に導水されるまでの期間はかなり長期にわたると予想される。従って、本計画では将来のオプションとして残すことにして、本計画の中心施策である節水対策を推進することとする。

d. 流域連携と協議会設立

d.1 地下水協議会設立と運営

将来構想としては前述したようにトルファン地区の地表水・地下水を統合した流域協議会の設立を目指すこととするが、当面は地下水利用者（利害関係者：ステークホルダー）を中心とした地下水協議会を設立し、地下水に関する諸問題を討議する場を設ける。

日本では法律上の規定はないが、地域の地下水利用と保全に関して種々の問題を話し合う場として、大口の水利用者（水道、工業、農業用水等）が参加する地下水協議会が設けられている地方自治体（県、市町村）がある。これらの協議会では、貴重な地下水資源を枯渇や汚染の危険から守るため、各利用者が地下水位、水量の観測と報告を行い、それらをもとに必要な場合（例えば、渇水により地下水位が異常に低下した場合など）自主的に地下水揚水の規制を行う。協議会では、行政側による地下水保全対策事業（例えば、地下水かん養や水質汚染対策など）や市町村条例の新設や改正について話し合われることもある。一方、このような自主的な地下水協議会ではなく、地方自治体（行政）がその機構の中に地下水対策委員会等の組織をつくり、外部の大学・研究所・コンサルタント等の学識経験者を委員として、井戸の新設・廃止や揚水量の許認可を含めた地下水利用・保全対策全般について審議する場を定期的に設けている例もみられる。

トルファン地区で地下水協議会を設立・運営するに当たっては次のようなステップを踏むことが望ましい。

- ① 地下水協議会設立の公示と参加者（ステークホルダー）の募集・選定
- ② 協議会議長の選任、運営規則の審議と決定
- ③ 具体的な地下水問題の討議
- ④ 地下水利用・保全対策の検討
- ⑤ 協議結果の公開

地下水協議会議長は会議を円滑に運ぶためのファシリテーター (facilitator) であり、全てのステークホルダーに対して中立の立場をとるべきである。地下水や水利に関する専門的知識をもつことが必要であるため、日本や米国では大学教授や現役を離れた元行政部門長が選ばれることが多い。

トルファン地区のステークホルダーは、行政側としてトルファン地区及び各県・市政府（農業、鉱工業、商業等関連部門を含む）が、また事業者として地区水利局、県・市水利局、兵団、水道会社、工鉱業事業者、農業事業者、商業事業者（ホテル・レストランなど）、住民として農民代表、都市住民代表等が考えられる。

当面の地下水問題としては、本調査結果をもとに以下の事項を討議することが必要であろう。

- ① 水資源の現状
- ② マスタープラン
- ③ 節水対策事業の推進
- ④ 地下水の揚水規制とカナート保護

- ⑤ 地下水モニタリング
- ⑥ 農業灌漑用水料金、水資源費、水道水料金

d.2 住民参加による地下水モニタリング

地下水モニタリングは地下水盆管理の基本であり、その手法の詳細は「e. 住民参加地下水モニタリング」で述べるが、ここでは住民参加による地下水モニタリングについての考え方を述べる。住民参加によるモニタリングとは地下水利用者である住民自身が地下水資源についての知識を持ち、地域の共通の課題として地下水管理が必要であることを認識し、実践するものである。モニタリングの実践は、前項で述べたステークホルダー間の協議により実施されるべきであり、行政や他の事業者はこれを支援する。協議会の話し合いに基づき、行政主導により以下の手順を踏んでモニタリングを開始する。

- ① モニタリング地域・グループの選定：住民参加によるモニタリングは、郷、鎮あるいは村単位で地域を決定し、住民の合意により実施する。
- ② モニタリング地域では、既存井戸から観測井を選定する。この数は地域に均等に分布するよう複数の既存井戸を選定する。
- ③ 前項と平行して、地域の社会経済、水利用についての詳細な調査を行う。
- ④ 地下水モニタリングに必要な機材（水位計、水質計、量水計、掲示板など）を購入する。
- ⑤ トルファン地区水文水資源局が住民を指導して、機材を既存井戸に設置するとともに水位、水質、水量等の測定方法、記録の付け方、掲示の仕方等を訓練する。
- ⑥ モニタリングの結果は住民グループで評価し、地域住民全体が理解できるように掲示板にして発表する。

以上の一連の地下水モニタリングを住民自身が実践する。これに伴い、農業用水の節水対策推進のため、行政側の支援により下記の点について住民（農民）の能力強化を図る。

- ① 水利用量、水質、灌水量、農作物に関するデータ収集
- ② 作物水収支の検討（水使用量、収穫、価格、品質など）
- ③ ワークショップの開催
- ④ 運営維持管理及び機材の修理

d.3 啓蒙キャンペーン

地下水協議会では、地下水を中心とした水利用の現状や節水対策推進のキャンペーン計画を策定し、行政の主導で実施する。「b.3 節水技術促進」でも述べたように、トルファン地区の小・中学校では節水教育が行われており、トルファン節水日も設けられている。こうしたキャンペーンはさらに改良を加えつつ進めるべきである。さらに TV、ラジオ、新聞などマスメディアを通じた啓蒙や広報誌の発行、インターネットホームページの作成など、節水啓蒙キャンペーンを強化する必要がある。

また、各県、市及び郷、鎮の中心部には、地域内の既存井戸の水位について広く住民に知って貰うために、掲示板（水位情報板など）を設置する。



図 10.9.4 地下水情報板(日本、熊本市)

トルファン地区内でも、東部と西部では水利用や産業構造が異なる。農業においても、西部のトクソン県では綿の栽培が多いが西部のシャンシャン県南部ではメロンや葡萄が多い。同じトルファン地下水盆地の中でも、水利用に関する住民意識は異なっている。啓蒙キャンペーンの一環として、トルファン地区内での住民交流、双方の地域の見学ツアー、節水技術ワークショップの持ち回り開催などを実施することを計画する。

e. 法制度の拡充整備・施行

e.1 取水許可制度実施細則の整備と施行

「新疆ウイグル自治区取水許可制度実施細則」によると地下水管理制度の骨子は次のようになっている。

- ① 県レベル以上の水利局は、主として地下水資源評価の結果に基づき、流域或いは行政区画毎の地下水資源開発利用及び保護計画を策定し、国や自治区の定めた技術基準に基づき地下水開発の適宜区、制限区、過剰揚水区及び開発禁止区を区分する。地下水の許可揚水量、井戸位置及び取水帯水層の設定等は水利局が地質鉱山部門と協同して行う。
- ② 井戸建設時の投資者や利用者とは関係なく、全ての地下水の揚水は水利局から許可を得てから実施しなければならない。許可揚水量に対して水資源費の納付が義務付けられる。ただし、家庭生活・家畜飲用水及び人力（畜力）取水井戸は、許可を申請しなくてもよい。
- ③ 取水許可証は井戸所在地の県レベル水利局によって発行するが、県、地区、自治区は取水量に応じた許可権限を有している。

表 10.9.3 許可権限機関

揚水量(万m ³ /年)	許可権限機関 (水利局の行政レベル)
<500	県
500-1,000	県から書面意見書を作成、地区による許可
>1,000	県や地区から書面意見書を作成、自治区による許可

また、地下水のモニタリングや情報公開に関する規定は次のようである。

- ⑦ 県レベル以上水利局は地下水資源の動態観測ネットワークの建設を強化し、地下水位・水質・水温を観測して、定期的に公表する。
- ⑧ 取水許可制度に違反した場合の罰則は次の通りである。
- ⑨ 無許可で井戸を建設し地下水を汲み上げた場合、県レベル水利局は違法停止令を出し、1,000元以上10,000元以下の罰金が課せられる。他の利用者に損失を与えた場合、賠償させる。
- ⑩ 地下水の過剰揚水区において、井戸位置と取水帯水層について違反した場合、県レベル水利局から違法停止令を出し10,000元以上50,000元以下の罰金が課せられる。
- ⑪ 地下水取水禁止区で井戸を建設し地下水を取水した場合、県レベル水利局から違法停止令を出し、井戸建設前の状況に戻すとともに、50,000元以上100,000元以下の罰金が課せられる。地下水取水禁止区で既存井戸の取水停止計画及び水源代替案に従わない場合、期限付きの改正命令を出すとともに、10,000元以上30,000元以下の罰金が課せられる。

以上の規定に基づけば、本計画目標を達成するために地下水開発の適宜区、制限区、過剰揚水区及び開発禁止区を区分することが可能である。これらの区分は、「10.8.7 予測結果の評価と評価」により定めた計画目標水位（許容限界水位）及び計画目標揚水量（持続的揚水量）に照らして各区分の定義や適用範囲について検討を行い、「地下水協議会」での合意形成を計る。とくに、カナート保護については、トルファン地区政府はカナートの上流地域及びカナート両側 400m の範囲内では新規井戸、上流地域では土堤の建設を制限している（5.3.1e 参照）。本計画では、さらにカナート保護地域を設定しているので、本細則を整備し、一層厳格に施行することが望まれる。

e.2 用水料金体系の見直し

トルファン地区のダム、水路、堰など水利資産の大部分は 1960 年代～1970 年代の間に建設され、利用されてきた。水利資産の建設費には国からの予算が大きな割合を占めている。これに加え、地方の予算や、農民の労力提供等も行われた。過去の計画経済体制下では、水利は福祉の一部に位置付けられ、極めて低い料金で農民に給水していたため、施設完成後に十分な維持管理費が確保できず、施設の老朽化も進み、管理部門はほとんど赤字予算であった。低い料金体系のもとでは、関係者の間に、水資源を大切に利用しようとする意識が薄く、水資源の利用効率が低かった。

1990 年代から市場経済へ転換していくなかで、水利資産は経営資本である、との意識が強まった。特に、1995 年中国水利部が「水利工程供水生产成本、費用核算管理规定」を策定して以来、地表水の供給には給水コストを見込み、料金が徴収されることになった。さらに都市用水や工・鉱業用水では 6 % の利潤を上乗せる方針が実施された。その結果、水利施設の維持管理は経営の軌道に乗り、水利局及び関連部門の赤字が減少または消滅した。用水料金の向上により、水資源に対する商品意識が強まるとともに、農民の節水意欲が高まり単位耕地面積当たりの灌水量も減少した。

e.2.1 従来の給水管理

1990年代中頃までは、水利局の配水・費用徴収による管理は郷或いは村までであった。すなわち、郷或いは村までの水路（支線水路まで）整備は水利局が主として行い、給水も料金徴収も郷や村まで実施した。しかし、水利関連施設の整備資金が不十分で、水料金は低いため、水量測定設備は十分でなく、水量勘定は正確に行われなかった。

さらに、水利局の末端管理機構である水管理所は郷あるいは村単位で送水し料金徴収をしているが、実際の水料金は最終ユーザーである農民から集めている。郷や村が農民から料金を集め水管理所に収める過程で、水料金以外の費用を上乗せすることが少なくないようである。その結果、低料金で給水をしているが、農民の負担は小さいものではなかった。

e.2.2 現在の給水管理

1990年代まで存在した水資源管理上の問題を解決するために、新疆ウイグル自治区は1990年代後半に地表水の管理方法を改革する方針を打ち出した。その主な内容は1990年代後半まで実施された郷や村までの管理範囲を最終ユーザーの農家まで拡大する“給水到戸（農家）”という管理方法である。具体的には“直接農家まで配水、直接農家から水料金を徴収し、水利用料金関連バランスシートを農家にまで公表”することである。

この改革は1990年代の後半から考案され、2001年から一部の郷鎮で試験的に実施、2002年から調査地域の全ての郷鎮で全面的に実施された。この末端まで管理する制度を実施するために、水量測定設備や施設の整備、水管理所の職員補充、関連水料金公表フォームや給水カード、給水証の作成等により作業環境を整える準備を行った。

この改革を2年間実施した結果、管理者と利用者両方とも水に対する商品意識が高められ、特にユーザーである農民の方は節水意欲が高められた。平均して1ヘクタール当たりの灌漑用水量が改革実施前と比較して約1,800 m³減少した。さらに、過去に村や郷が水料金を集めていた時代にあったような料金の上乗せができなくなった。これらの効果を総合すると、ヘクタール当たりの灌水料金は60-75元/回減少した。トルファン市の一部の郷では農民が払った用水料金が改革実施前より半減したこともあった。

現行の農家までの給水管理は水資源の節約には大きなメリットがあったが、水利局の直接管理範囲の増大に伴う管理職員の増員、水量勘定を向上させるための施設や交通通信等資機材の整備等により、水利局の支出が増加したが、それに相応した収入の増加がないので、水利局の財政が悪化している。これへの対処は、政府予算の増額か用水料金の増額等が必要となるが、いずれも実現するにはまだ時間を要する状態である。

e.2.3 水資源利用関連費用

節水対策として水資源関連費用の増加が農民にとって大きな動機となることは既に述べた。本節では、トルファン地区の水資源に関連する費用について概観してみる。水資源利用関連費は次の3種類がある。

- ① 農業灌漑用水料金（河川水のみ）
- ② 水資源費（地表水、地下水両方を含む）
- ③ 水道水料金

水道水料金は都市部と農村部に分けて設定されている。

I. 灌漑用水料金

農業灌漑用水料金は河川水或いは泉水を取水堰や水路等の水利施設によって導入した水量だけを徴収対象としている。1980年代中期に中国国務院により「水利施設用水料金計算徴収管理方法」が發布されてから徴収し始め、1990年代中期に中国水利部によって制定された「水利工事給水生産コスト、費用計算管理規定」に従い、1996年に再計算、再設定され現在まで実施されている。

1996年までとそれ以降の灌漑用水料金を次表に示す。

表 10.9.4 農業灌漑用水(河川水)料金設定及びその変化

単位：元/m³

年	トクソン県		トルファン市		シャンシャン県	
	河川水	泉水	河川水	泉水	河川水	泉水
～1996年	0.004	—	0.0082	0.0067	0.017	—
1997年～	0.035	—	0.05	0.03	0.043	—

注：2県1市水利局へのアンケート調査により作成

農業灌漑用水料金の徴収は水利局の下部機関である水資源管理総所が担当している。徴収された料金の10%は県(市)人民政府に納め、90%は水利工事の建設、維持管理、職員の給料等に使用する。

II. 水資源費

水資源費は水利局が建設・管理している取水・給水施設以外に事業者単位で建設・管理している取水施設に対する費用がある。トルファン地区では「水法」に従って、1991年から徴収し始めた。

「水法：2002年施行」第5章「水資源配分と節約利用」の第48条、第49条、第55条は水資源有償使用制度について規定し、とくに第55条では「水資源施設から供給される用水の使用には、国家规定により供給者に費用を支払わなくてはならない」と規定している。旧水法の第34条にも同趣旨の規定があり、これを根拠にして、2000年に新疆ウイグル自治区は人民政府令で「自治区水資源費徴収管理方法」を發布した。

- ① 水資源費は県レベル以上の人民政府水行政主管部門或いはその部門から委託された流域管理機構によって徴収する。取水許可証を審査する部門が水資源費の徴収を担当することを原則とし、行政レベル別に管理する。
- ② 農村家庭生活・家畜飲用水等少量取水の場合と法律・法規・規定によって免除が認められる場合は、水資源費は免除する。
- ③ 取水する事業者単位や個人は、水行政主管部門が決定した取水制限量で取水するべきである。許可を得てからその許可量を超えて取水したときの水資源費は、許可量内水資源費の2倍とする。

水資源費は地表水と地下水に分けているだけでなく用水目的に従って、次のとおり設定されている。

表 10.9.5 水資源費の設定

単位：元/m³

用水目的	地下水	地表水
農業灌漑	0.005	0.001
工業・鉱産業・交通運輸業	0.1	0.04
石油採掘	0.25	0.15
生活・社会福祉関係	0.05	0.03
養殖・建築業	0.06	0.03

注：シャンシャン県では農業灌漑用地下水の水資源費は徴収していない。

上表に含まれている用水目的の他、水力・火力発電による水資源の消費は工業標準に従い、0.003 元/kwh のレートで徴収する。

水資源費の徴収は水利局の下部機関である水政弁公室が担当し、徴収した費用の全額は各縣市人民政府に納める。

水資源費の使用範囲は次の通り規定されている：

- ① 水資源の調査・評価・計画・観測
- ② 水資源の開発・利用・保護の研究
- ③ 総合節水措置の普及及び地下水涵養
- ④ 水資源管理に掛かる経費
- ⑤ 節水や水資源管理及び科学技術研究の面で業績の優れた部門や個人への褒章

調査地域においては水資源費を含む各種用水関連料金の設定は県（市）レベルで行われており、トルファン市は 1991 年から水資源費を徴収し始めたのに対して、トクソン県とシャンシャン県は水資源費の徴収は 2001 年から開始した。現在、水資源費の最も大きな徴収源は工業用水である。

III. 水道料金

水道料金は都市部と農村部で、管理担当部門、料金設定、料金の使途が異なる。

都市生活用水の供給と管理は水道会社（自來水公司）によって行われている。トルファン市の水道水源は泉であり、水道水コストが比較的安い。1991 年までの水道料金は 0.002 元/m³ に設定されていたが、1992 年から 0.096～0.12 元/m³ に調整し、現在まで維持されている。徴収された水道料金は、全部を市人民政府に納める。シャンシャン県の水道水料金は生活用水と工業用水に分けて設定され、それぞれ 1.2 元/m³ と 2.5 元/m³ 元である。

農村部では水道が全部に普及していない。水道の整備されていない地域では生活用水の水源は井戸やカナートであり、コストが比較的高い。農村水道の管理は水利局の下部機関である農村水道水管理総所が担当している。トルファン市の農村水道水料金は 1991 年まで 0.5 元/m³ に設定されていたが、1992 年から 0.75 元/m³ に調整し、現在まで維持されている。徴収された水道料金は市人民政府に納めず、水道施設の建設・維持管理及び職員の給料等に充当する。

トルファン市では農村給水料金が一律に設定されているに対して、シャンシャン県では各農村給水場の整備投資や維持管理費用等に基づき、給水場毎に料金が設定されている。

以上、水料金体系について詳しく述べてきたが、今後はそれらについて見直しが必要である。「10.9.1 水利局の財務現状分析と評価」では、各県・市水利局における将来の水料金計画について述べている。農業用水水料金の改定は農民の経済合理性の範囲内で実施されれば、節水効果につながり、積極的な節水施設導入へのインセンティブになると考えられる。

10.9.4 節水対策事業

本計画の目標である持続的揚水量（許容揚水量）を達成するには、現在の地下水揚水量を削減していくほかないが、代替水源は阿拉溝河ダムの開発による導水以外、当面の間は実現が難しいと考えられる。従って、本計画では節水対策事業を計画の根幹に置かざるを得ない。具体的には、許容揚水量を節水により如何にして達成するかであり、本節ではその方策について検討する。

a. 既存の節水灌漑計画案による節水量試算

トルファン地区水利局では将来の節水灌漑計画案を検討している。この既存計画案に関する同局水利水電観測设计院資料をもとに節水量を試算する。

節水灌漑方法は表 10.9.6に示すように、滴灌、低圧管道灌と高標準地面灌漑の組合せ、高標準地面灌漑の3通りを計画している。

高標準地面灌漑は、溝畦灌漑の畦区画を小型化し、溝を短くして畦と溝の規格を合理化することにより節水効果を図る節水灌漑方法であるが、現在当地区では導入されていない。トルファン地区水利局によれば近々導入し、面積を拡大していく意向である。高標準地面灌漑は農民自身による節水灌漑方法であり、当地区において効果が実証されれば急速に普及することが期待される。また、低圧管道灌と組み合わせることにより節水効果と灌水のための農作業労働時間短縮を図ることが可能である。

表 10.9.6 将来の節水灌漑面積

ターゲット年	節水灌漑方法	トルファン地区		トクソン県		トルファン市		シャンシャン県	
		(累計)	(累計)	(累計)	(累計)	(累計)	(累計)		
2010	滴灌	9.00	9.00	2.00	2.00	5.00	5.00	2.00	2.00
	低圧管道灌 +高標準地面灌	8.00	8.00	2.50	2.50	3.00	3.00	2.50	2.50
	高標準地面灌	14.00	14.00	2.50	2.50	5.70	5.70	5.80	5.80
	計	31.00	31.00	7.00	7.00	13.70	13.70	10.30	10.30
2015	滴灌	12.50	21.50	3.00	5.00	5.00	10.00	4.50	6.50
	低圧管道灌 +高標準地面灌	10.00	18.00	2.00	4.50	4.00	7.00	4.00	6.50
	高標準地面灌	17.00	31.00	0.00	2.50	11.00	16.70	6.00	11.80
	計	30.50	70.50	5.00	12.00	20.00	33.70	14.50	24.80
2020	滴灌	10.00	31.50	2.00	7.00	4.00	14.00	4.00	10.50
	低圧管道灌 +高標準地面灌	11.00	29.00	3.00	7.50	5.00	12.00	3.00	9.50
	高標準地面灌	53.50	84.50	21.90	24.40	17.10	33.80	14.50	26.30
	計	74.50	145.00	26.90	38.90	26.10	59.80	21.50	46.30

出典：トルファン地区水利局水利水電観測設計院資料

本調査団は、上表に示された節水灌漑面積及び節水灌漑による作物別畝当り節水量資料に基づき、2010、2015、2020年の節水量試算を行った。結果は表 10.9.7に示す。

表 10.9.7 節水量試算結果

市/県	項目	万m ³		
		2010年	2015年	2020年
トクソン県	節水未実施	8,059	14,285	42,562
	節水実施	4,987	7,814	30,848
	節水量	3,072	6,471	11,714
	節水率(%)	38	45	28
トルファン市	節水未実施	13,051	31,481	55,227
	節水実施	8,823	22,235	40,706
	節水量	4,228	9,246	14,521
	節水率(%)	32	29	26
シャンシャン県	節水未実施	9,790	23,954	43,999
	節水実施	7,254	16,775	32,203
	節水量	2,536	7,179	11,796
	節水率(%)	26	30	27
合計	節水未実施	30,900	69,720	141,788
	節水実施	21,064	46,824	103,757
	節水量	9,836	22,896	38,031
	節水率(%)	32	33	27

b. 重点的節水灌漑計画

ここでは、既存計画案を参考として、現実的に本計画で目標とする許容揚水量まで地下水揚水量を削減するため、とくに節水が必要な地域に重点をおいた節水灌漑計画を検討する。もちろん、これは全域的な節水計画を必要としないという意味ではない。

本調査のシミュレーション予測結果により求めた許容揚水量は次表に示す。

表 10.9.8 地域別の許容揚水量

許容揚水量・現況揚水量・目標削減量：百万m³

予測区分	許容揚水量	現況揚水量	目標削減量 (2020年まで)	削減率
トクソン県	91	91	0	0%
トルファン市	107	225	118	52%
シャンシャン県 北部	107	107	0	0%
シャンシャン県 南部	74	219	145	66%
地区合計	379	642	263	41%

表 10.9.8に示しているように、トルファン地区内では社会経済条件の違いにより、地域ごとに目標となる地下揚水量削減量も大きく異なっている。トルファン盆地で水資源が比較的豊富なトクソン県及びシャンシャン県北部では農地面積を現況以上に増加させない条件下で許容地下水位が守られる。これに対して、トルファン市、シャンシャン県南部地区では農地面積を増やさないだけでは許容地下水位が守れない。これらの地域については重点的に節水対策事業を推進する必要がある。

b.1 シャンシャン県南部

シャンシャン県南部の地下水揚水量目標削減量 1.45 億トンを達成するためには、灌漑用水量原単位の削減、水資源利用効率の向上、節水灌漑施設の普及、阿拉溝ダムからの導水など全てを計画通りに実施する必要がある。本調査の灌漑用水予測に当たりこれら関連因子を検討した結果に基づき、各因子の揚水削減量とその全体への寄与率を求めると次表のようになる。

表 10.9.9 シャンシャン県南部揚水量削減目標と寄与率(第1案)

単位：百万m³

関連因子	揚水量削減量	寄与率
節水施設普及	52	36%
水資源利用効率向上	45	31%
導水（阿拉溝ダムから）	35	24%
灌漑原単位減少	13	9%
合計	145	100%

各因子の寄与率を見ると節水施設の普及が最も有効であり、目標削減量の 36%を占める。導水事業の実施も重要であり、目標削減量の 24%を占める。すなわち、阿拉溝ダムからシャンシャン県への導水を実施しない限り、揚水量削減の目標達成は極めて困難に

なる。

一方、前述したシャンシャン県全体の節水灌漑事業計画案が実現された場合、当該計画ではシャンシャン県全体の節水量は 98 百万 m^3 が見込まれる。表 10.9.8に示したように、シャンシャン県南部と北部とを比較すれば、揚水量削減目標は全く異なり、地下水揚水量を現況にとどめるならば、節水灌漑を取入れなくても、許容地下水位が守られる。従って、シャンシャン県内の水資源の南北不均衡を考慮し、政策的にシャンシャン県南部での節水灌漑施設普及を強力に推進すれば、地下水位の低下を緩めるだけでなく、2015年頃から回復基調に転じさせることをも可能である（理想案評価の結果を参照）。その場合の揚水量削減量は揚水最大削減可能量として表 10.9.10にまとめている。

表 10.9.10 シャンシャン県南部揚水量最大削減可能量(第2案)

単位：百万 m^3

関連因子	揚水量削減量	寄与率
節水施設普及	98	68%
水資源利用効率向上	45	31%
導水(阿拉溝ダムから)	35	24%
灌漑原単位減少	13	9%
合計	191	132%

b.2 トルファン市

トルファン市ではカナートの保護を最優先して設定された許容地下水位を守るために、現況揚水量の半分以上を削減しなければならないので、やはり十分な節水対策を実施する必要がある。灌漑用水量原単位削減、水資源利用効率向上、節水灌漑施設普及を実施するには技術面での難易度、投資金額の多少等によって実現可能性が変化する。特に節水灌漑施設の普及には多額の投資が必要であるので、可能な限り施設に頼らず、他の因子のウェイトを高めることで削減目標の達成を現実的なものに行うことが出来ると考えられる。そこで、トルファン市については次の2案の節水対策案を検討した。

b.2.1 節水関連因子を均等に達成する案

既存節水計画案を基にした場合の揚水量削減量は 1.90 億 m^3 と計算され、許容揚水量を達成するために必要な 1.18 億 m^3 を上回り、揚水量削減目標値の 1.6 倍ある。表 10.9.11には既存計画に基づく値と、揚水量削減に必要な最小値及び各影響因子の寄与率をまとめた。

表 10.9.11 トルファン市における節水対策計画値と最小必要値(第1案)

単位：百万 m^3

関連因子	既存計画値	最小必要値	寄与率	計画達成率
節水施設普及	119	74	63%	62%
水資源利用効率向上	40	25	21%	63%
灌漑原単位減少	31	19	16%	61%
合計	190	118	100%	-

b.2.2 節水灌漑施設普及以外の因子の計画目標を達成

節水灌漑施設の普及は各種対策案の中最もコストのかかる対策であり、全ての必要な投資予算が確保されていない。また、今後それだけの予算を確保するのも簡単なことではない。そこで、極力、投資額の小さい他の対策因子による節水を実現させ、節水灌漑

設備に関連する投資を減少するための節水計画を検討した。結果は表 10.9.12にまとめている。

表 10.9.12 トルファン市における節水灌漑施設投資を最小化する揚水量削減計画(第2案)

単位：百万m³

関連因子	既存計画値	最小必要値	寄与率	既存計画案に対する達成率
節水施設普及	119	47	40%	40%
水資源利用効率向上	40	40	34%	100%
灌漑原単位減少	31	31	26%	100%
合計	190	118	100%	--

トルファン市の揚水量削減計画を実現するための 2 案を比較すれば、節水施設の普及計画に対して、それぞれ 62%と 40%であり、約 20%の差が生じることが分かる。揚水量削減計画に向かって、この 2 案の間で節水事業計画を実現し、揚水量を削減することが最も現実的であると考えられる。

c. 各案の評価

シミュレーション結果ではシャンシャン県南部節水の第 1 案と第 2 案を比較すると、第 1 案では地下水位回復が遅く、2020 年に目標水位を達成することは難しい。第 2 案の最大削減可能な理想案に近づけることが必要である。

一方、トルファン市では前述のように第 1 案と第 2 案の中間案とすることが現実的であろう。

10.9.5 優先プロジェクト

水文地質学的調査・解析と地下水シミュレーション解析によれば、トルファン盆地東部では今後地下水揚水の削減が必至となる。一方、盆地西部では第四紀地下水盆は深く、地下水は自噴する地域もあり地下水開発余力がある。本計画では、地表水と地下水資源量の地域的不均衡を考慮し、トルファン地区全体としての水資源の適正な開発管理を行うため、施策の一環として、いくつかの優先プロジェクトを提案する。

a. ダムによる地表水資源開発

トクソン 2 河流域では、阿拉溝河の利用率は現状で約 60 %であり、阿拉溝ダム建設計画を早期に推進することにより毎秒平均 1 m³ 以上の水資源開発が可能と考えられる。トルファン・シャンシャン 7 河流域ではダム建設により地表水資源を有効に利用する計画がある。地表水の開発には限界があるとはいえ、これらのダム建設により地表水資源の利用効率を極限まで高めることは、今後のトルファン地区の水需要増や地下水揚水を削減した場合の代替水源対策として極めて重要である。開発水量の配分は地域内での調整を必要とするのは当然であるが、本計画では、これら 3 ダムの建設計画を優先プロジェクトとして、後述の実施計画に示される目標年次までの建設達成を提言する。

本節では、中国側で既に実施されている両流域における 3 つのダム建設の概要をダム建設に関する研究報告書の情報を用いて以下に各ダムの計画諸元、計画位置図を図 10.9.5に示す。

a.1 阿拉溝ダム

a.1.1 ダム諸元

阿拉溝ダムは計画中の3ダムの中では、最も重要で、実施有望なダムである。現在詳細設計が既に完了し、水利部からの許可も得て、中国の計画関連機関への手続き取っている。

阿拉溝ダムは阿拉溝河の河川水を水源とするダムである。現在2種類の計画案があり、それぞれ河川の山口から3.8km(案1)と7.5km(案2)の地点で建設する計画である。2002年12月に水利部・湖南省水利水電観測設計研究院より発行された「阿拉溝ダム建設に関する研究報告」によると計画内容は以下のとおりである。この両案のダム諸元を表10.9.13に示す。

表 10.9.13 阿拉溝ダム諸元

項目	単位	数量	
		案1	案2
常時満水位	m	940	945
総貯水量	万m ³	3,308	3,983
最低水位	m	910	910
最低貯水量	万m ³	761	774
調節容量	万m ³	2,546	3,221
制限水位	m	930	936.4
洪水調節容量	万m ³	1,105	1,105
設計洪水位	m	941.15	946.08
総容量	万m ³	3,510	4,150
湛水面積	km ²	1,283	1,420
堤頂長	m	332	401.4
堤高	m	94.3	90.1
総事業費(RMB)	万元	26,700	29,336
工事期間	ヶ月	48	48



写真 10.9.2 阿拉溝ダム建設予定地(案1)

a.1.2 年度別建設事業費及び事業費負担割合

「阿拉溝ダム建設に関する研究報告」によると年度別建設事業費は表10.9.14のとおりである。

表 10.9.14 年度別建設事業費

単位: 万元

工事あるいは費用名称	合計	第1年次	第2年次	第3年次	第4年次
I 工事費					
1 建設費	17,492	5,532	6,027	4,077	1,856
1) ダム本体工事	10,234	205	4,912	3,582	1,535
2) 洪水吐工事	5,011	4,760	251		
3) 取水設備工事	1,224	245	612	367	
4) 道路整備工事	110	95	15		
5) 建築工事	272	163	109		
6) その他付帯工事	641	64	128	128	321
2 電気設備工事	114		34	57	23
3 金属機械工事	713		143	499	71
4 仮設工事費	1,534	1,120	298	116	0
1) 転流工工事	534	481	53		
2) 仮設道路工事	45	45			
3) 工事に用電力設備工事	17	17			
4) 仮設建物工事	360	288	72		
5) その他付帯工事	578	289	173	116	
5 設計監理費	3,341	1,003	1,670	668	0
1) 建設管理費	1,270	381	635	254	
2) 準備費	110	33	55	22	
3) 設計費	1,808	542	904	362	
4) 仮施設用地費	1	1			
5) その他	152	46	76	30	
小計	23,194	7,655	8,172	5,417	1,950
予備費	2,319	765	817	542	195
建設費合計	25,513	8,420	8,989	5,959	2,145
II 補償費、用地買収費	1,187	593	475	119	
総合計	26,700	9,013	9,464	6,078	2,145

また、総事業費の各事業者負担割り当ては、国家負担が全体の80%の21,360万元、自治区人民政府が10%の2,670万元、該当県の負担が10%の2,670万元となっている。

a.1.3 建設工程

阿拉溝ダム建設は48ヶ月間を想定しており、第1年次は仮設工事、洪水吐工事を実施、第2年次よりダム本体工事に着手する計画となっている。概略工事工程を表10.9.15に示す。

表 10.9.17 二塘溝ダム諸元

項目	単位	数量	
		案 1	案 2
常時満水位	m	1,478	1,229
総貯水量	万m ³	2,494	2,507
最低水位	m	1,435	1,192.5
最低貯水量	万m ³	137	150
調節容量	万m ³	2,357	2,357
制限水位	m	1,472.5	1,229
洪水調節容量	万m ³	1,000	643
設計洪水位	m	1,481	1,232.2
総容量	万m ³	3,000	3,150
堤高	m	68.8	—
総事業費 (RMB)	万元	16,247	—
工事期間	ヶ月	36	—



写真 10.9.3 二塘溝ダム建設予定地(案1)

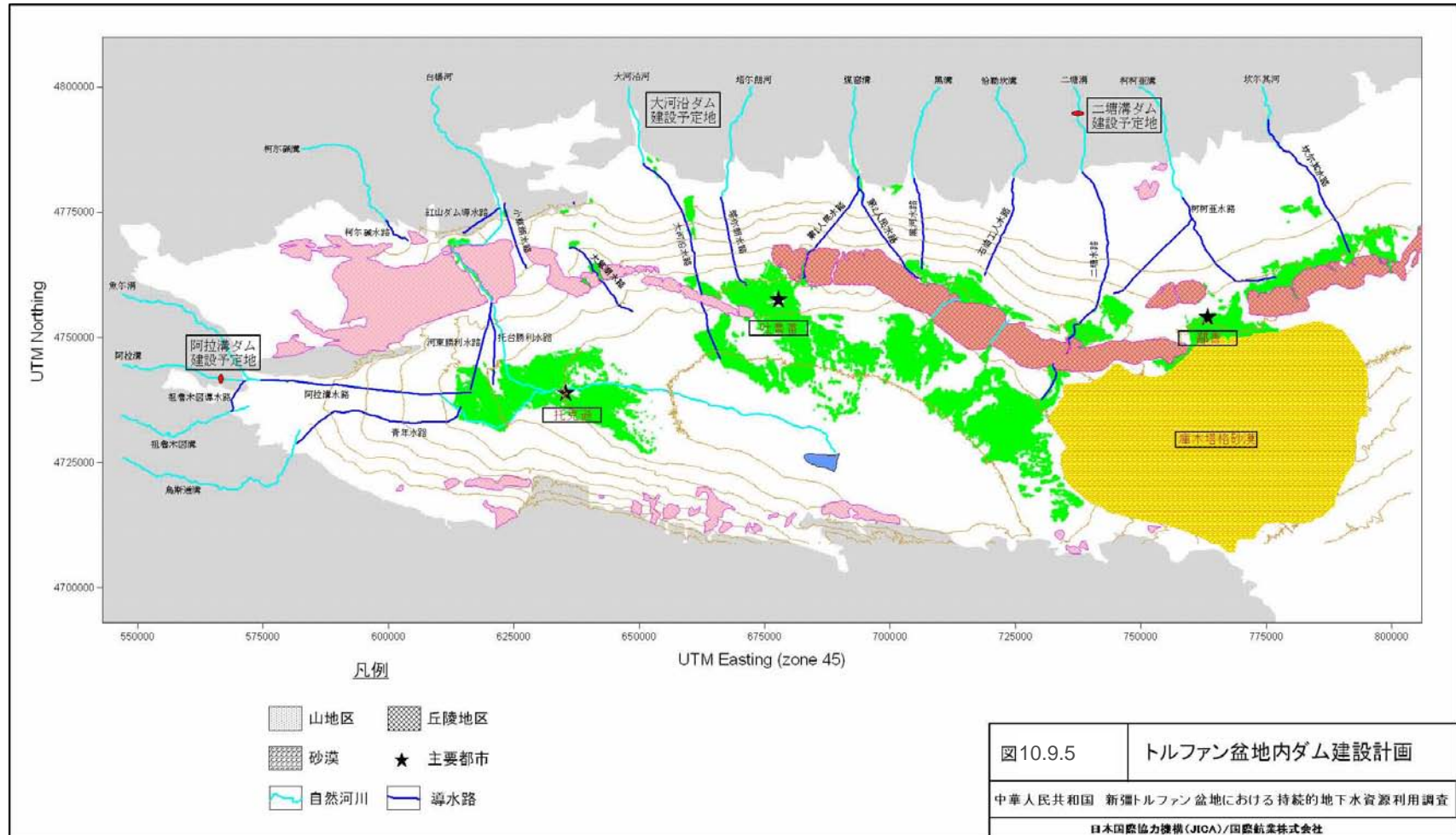
a.3.2 年度別建設事業費及び事業費負担割合

総事業費は 16,247 万元、建設は 36 ヶ月で実施される予定で第 1 年次投資額は 4,926 万元、第 2 年次 5,325 万元、第 3 年次 5,996 万元と計画している。

また、事業費の負担割合は、国家が総事業費の 30% の 4,874 万元、石油事業公団が 60% の 9,748 万元、地方自治体が 10% の 1,624 万元と計画されている。

a.3.3 建設工程

二塘溝ダム建設は 36 ヶ月間を想定しており、阿拉溝ダム同様に第 1 年次は仮設工事、洪水吐工事を実施、第 2 年次よりダム本体工事に着手する計画となっている。概略工事工程を表 10.9.18 に示す。



b. トルファン地区内への導水

前述の阿拉溝ダム、大河沿ダム、二塘溝ダム計画を実施することにより相当量の水資源開発が可能に、また、地表水の利用効率を最大限に向上させることが可能になる。建設に掛かる費用の地区負担、関連施設の整備、用地収容などは該当地区には大きな負担になるものも多く、また、水利権についても考慮する必要がある。このためこれらのダムにより得られた水資源は、基本的には地域内に配分されるべきものであると考えるが、トルファン地区内の水資源涵養量の地域的不均衡、将来の経済発展を考えた場合、合理的に整備された既存導水路、あるいは新規建設導水路を整備し、トルファン地区内他県・市へ導水を実施しトルファン地区の総合的水資源利用計画を検討する余地があると考え

ここで一例として阿拉溝ダムが建設されることによる導水増加量を、シャンシャン県に導水した場合の建設費を下記に示す。

b.1 既存導水路現況

調査対象地域内には 11 箇所の導水路が現在建設されている。各導水路の諸元を表 10.9.19に、現況図を図 10.9.6に示す。

表 10.9.19 既存導水路現況

	導水路名	導水路構造	延長 (km)	導水量 (万m ³ /年)	上流河川名
1	阿拉溝導水路	モルタル石積み、開水路	34.6	10,914	阿拉溝
2	大草湖導水路	モルタル石積み、開水路	14.2	3,000	白楊河
3	紅山ダム導水路	モルタル石積み、開水路	45.4	5,057	河沿子
4	塔尔朗導水路	モルタル石積み・空石積み、開水路	24.9	5,573	塔尔朗
5	第1人民導水路	モルタル石積み、開水路	19.2	5,467	煤窑溝
6	第2人民導水路	コンクリート、開水路	12.6	1,279	煤窑溝
7	黑溝導水路	モルタル石積み、開水路	13.1	2,578	黑溝
8	石油工導水路	モルタル石積み、開水路	20.6	828	恰勒坎
9	二塘溝導水路	モルタル石積み、開水路	31.3	7,730	二塘溝
10	柯柯亜導水路	モルタル石積み、開水路	33.5	10,007	柯柯亜
11	坎尔其導水路	モルタル石積み、開水路	24.0	2,000	坎尔其

基本的に既設導水路はよく整備されているが、導水路延長が必要延長に対して不足している部分が見受けられる。下の写真は黒溝導水路であるが、北部より敷設されてきた黒溝導水路が導水先である三堡地区の手前の火焰山北側で寸断されている。

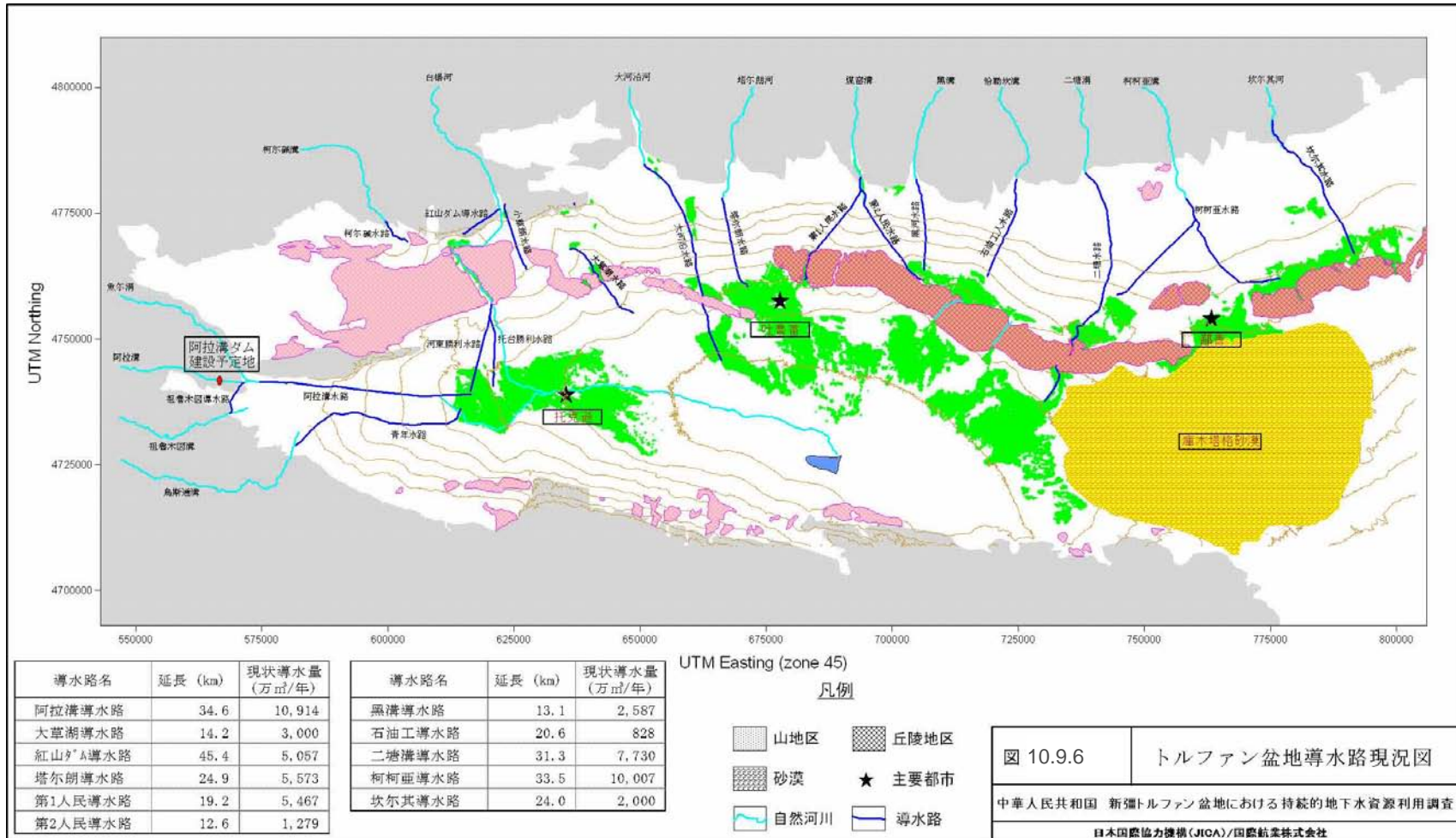
このような状況は、導水量の低下及び導水に多くの土砂を混入させ、下流水路の劣化を招いている。



写真 10.9.4 黒溝導水路～火焰山



写真 10.9.5 黒溝導水路～火焰山



b.2 既存導水路建設費

既存導水路の聞き取り調査による建設費を以下に示す。

表 10.9.20 既存導水路建設費

導水路名	完成年	延長 (km)	現状導水量 (万 m ³ /年)	導水路形式	工事費 (万元)	概算工事単価 (元/km/万 m ³)
アラ溝導水路	1953	37.0	11,336	モルタル石積み	2,056	49
人民導水路	1957	64.0	6,749	モルタル石積み	1,384	32
石油工導水路	1963	28.0	828	モルタル石積み	-	-
塔尔朗導水路	1965	8.0	5,356	モルタル石積み・空石積み	25	6
黒溝導水路	1968	30.0	2,112	モルタル石積み	916	145
白楊河導水路	1972	21.7	9,797	モルタル石積み	3,294	155
柯柯亜導水路		36.5	10,578	モルタル石積み	-	-
坎尔其導水路		28.3	2,892	モルタル石積み	-	-
二塘溝導水路		31.3	7,730	モルタル石積み	-	-

それぞれの導水路は 1950 年から 1970 年に建設されており、これらの年代単価での施設建設は不可能であり、物価上昇を考慮する必要がある。図 10.9.7 に中国における物価動向を示す。

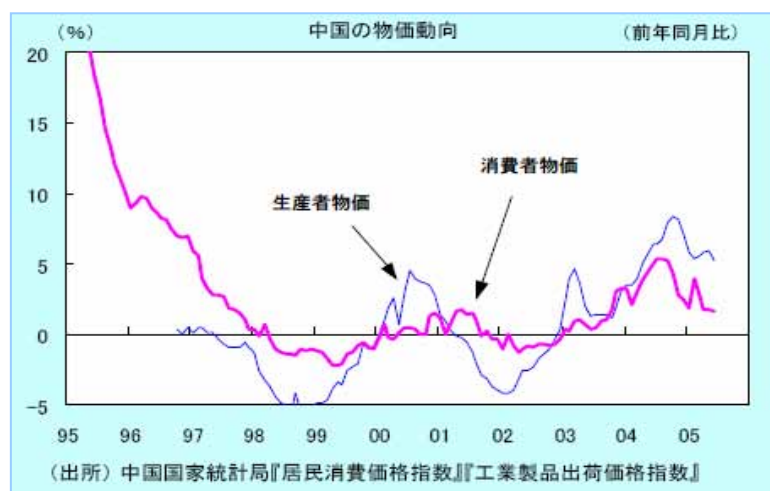


図 10.9.7 中国における物価動向

この表より過去 10 年間における中国国内における物価上昇率は 0 % から 5 % と読み取ることができ、過去における物価上昇率を平均の 2.5 % と仮定すると、モルタル石積み導水路の（取水設備、道路横断等付帯施設を含む）概算工事平均単価は

$$150 \text{ 元/km/万 m}^3 \times (1 + 0.025)^{(2005 - 1970)} = \underline{\underline{356 \text{ 元/km/万 m}^3}} \text{ となる。}$$

b.2.1 新設導水路

I. 導水流量

阿拉溝ダム建設により増加する導水量は1969年から1998年の流入より試算すると約3,500万m³が見込まれる。

表 10.9.21 阿拉溝ダム建設による導水増加量

単位: 万立米

年	流入量	ダム導水量	蒸発量	洪水排出量	ダム導水率	ダムなし導水量	ダムなし放流量	ダムなし導水率	ダムによる導水増加
1969	13,350	11,106	104	1,133	83.2%	7,131	6,220	53.4%	3,975
1987	10,778	10,993	100	95	102.0%	6,698	4,080	62.1%	4,294
1988	11,722	11,570	92	0	98.7%	7,873	3,849	67.2%	3,697
1989	16,179	12,714	108	1,994	78.6%	9,083	7,096	56.1%	3,631
1990	12,011	11,360	91	1,353	94.6%	7,852	4,159	65.4%	3,509
1995	11,636	9,906	86	1,018	85.1%	7,171	4,464	61.6%	2,735
1998	22,898	12,641	115	9,663	55.2%	9,475	13,423	41.4%	3,166
合計	98,573	80,290	697	15,256	81.5%	55,282	43,291	56.1%	25,008
平均	14,082	11,470	100	2,179	85.3%	7,897	6,184	58.2%	3,573

b.2.2 新設導水路形式

水路建設において以下の形式が適応可能である。

I. 開渠形式

- 素掘り 排水経路に沿って掘削し、掘削面の保護は行わない形式。
- 空石積み 掘削後玉石を積み上げ掘削面を保護する形式。
- モルタル石積み 玉石積み上げ時に空隙をモルタルによって充填する形式。
- 鉄筋コンクリート 掘削面を鉄筋コンクリートによって保護する形式。
- 柵渠 鉄筋コンクリート製の枠に沿って鉄筋コンクリート版を側面にはめ込む形式。



写真 10.9.6 コンクリート柵渠

II. 暗渠形式

- コンクリートパイプ コンクリート製ヒューム管を埋設する形式
- ポリエチレンパイプ 形式はコンクリートパイプ同様、パイプ材質はポリエチレン。

■ 鉄管 形式は同様、パイプ材質は鉄製。
ボックスカルバート 矩形断面の鉄筋コンクリート暗渠を埋設する形式
にそれぞれの水路形式の機能性、維持修理、建設費等の特性示す。

表 10.9.22 水路形式対比表

導水タイプ	形式	保水性		導水性		維持管理		地形対応性		経済性		※ 総合評価
開渠	素掘り	ライニングが無い為地中への浸透水量が大きい	×	水流により側面、底面が浸食され導水抵抗が増大し、導水性が低下する	×	浸食による水路補修が頻繁に必要である	×	どのような地形に対しても対応可能	◎	安価である	◎	×
	空石積み	積み上げた石材間より地中へ浸透する。	△	表面に凹凸が多く、導水性が悪い。大きな水路断面が必要となる	△	浸食による水路補修が必要である	△	どのような地形に対しても対応可能	◎	原材料である石材は比較的安易に入手できる為安価である	◎	○
	モルタル石積み	石材間の空隙をモルタルにより充填しているため浸透量はほとんど無い	○	空積みより凹凸は少ない	○	浸食による水路補修が多少必要である	○	どのような地形に対しても対応可能	◎	空積みと比較し、モルタルを使用する分コスト高	○	◎
	鉄筋コンクリート	表面を均一な鉄筋コンクリートで覆っている為浸透しない	◎	平滑であり、導水性は高い	◎	ほぼ必要が無い	◎	どのような地形に対しても対応可能	◎	材料費の面で比較的高コスト	×	○
	橋渠	コンクリート版の縦目より地中へ浸透する	△	側面は平滑であるが、底部に凹凸があり導水性は鉄筋コンクリートに比べやや劣る	○	浸食による水路補修が多少必要である	○	大曲線には対応できるが小曲線には対応できず、他の形式と併用することが必要	△	材料費の面で比較的高コスト	×	△
暗渠	鉄筋コンクリート管	併合された計上の為浸透しない	◎	平滑であり、導水性は非常に高い	◎	定期的に管内に溜まった土砂の排砂が必要	×	曲線には管路では対応できず、人孔を設ける必要がある	×	人孔を多く設置しなくてはならず高価である	×	×
	ポリエチレン管	同上	◎	平滑であり、導水性は非常に高い	◎	定期的に管内に溜まった土砂の排砂が必要	×	大曲線には対応できるが小曲線には対応できず、人孔を設ける必要がある	△	大口径(Φ2m)以上の管路は非常に高価である	×	△
	鉄管	同上	◎	平滑であり、導水性は非常に高い	◎	定期的に管内に溜まった土砂の排砂が必要	×	曲線加工した管路である程度は対応できるが小曲線には人孔を設ける必要がある	△	原材料(鉄)が非常に高価。また口径が大きくなると管路の敷設に大型掘削機が必要となる。	×	△
	ボックスカルバート	同上	◎	平滑であり、導水性は非常に高い	◎	定期的に管内に溜まった土砂の排砂が必要	×	どのような地形に対しても対応可能	◎	大断面になる場合は大きくなるにつれ安価(コスト÷断面積)になる傾向はあるが小断面の場合高価である	×	△

※ 実施機関の財政状況を考慮し、経済性の評価点に重点を置いて評価した。

総合評価をするに当たって、実施機関の財政状況を考慮し、経済性を最重要項目として評価した。最終的には開渠タイプの空石積み、モルタル石積み、鉄筋コンクリート形式の3方式となったが、経済性に優れ、維持管理の容易なモルタル石積み形式を採用することとした。

b.2.3 導水経路

アラ溝ダム建設によって新たに確保された 3,500 万 m³ の揚水を現況水路状況、地形状況を考慮し、図 10.9.8に示すルートによってシャンシャン県南部に導水する。

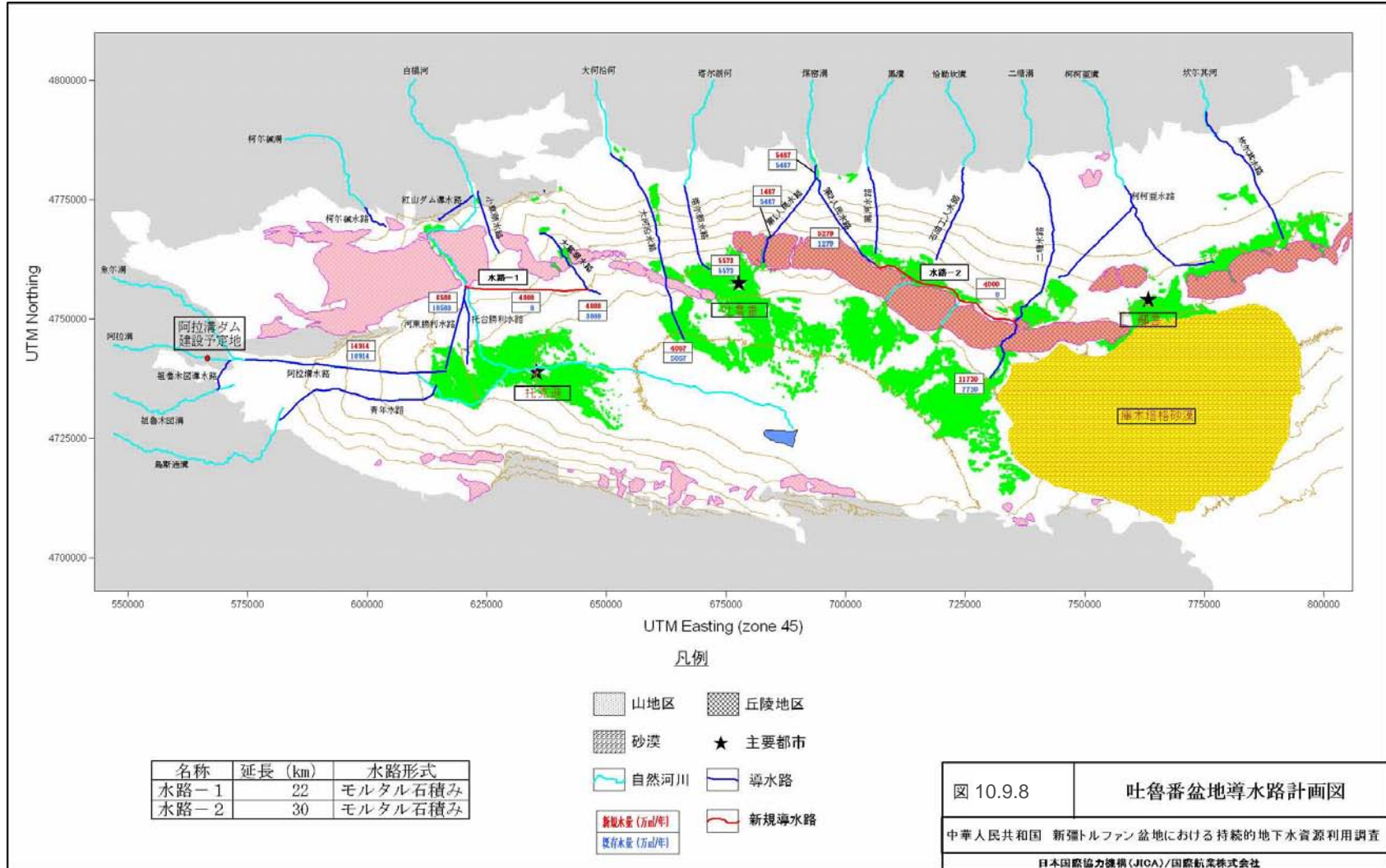
b.3 導水計画事業費

b.3.1 導水路事業費

既存導水路建設費より算出した概算工事単価を用いて算出した新設導水路概算工事費は表 10.9.23のとおりである。

表 10.9.23 新設導水路概算工事費

名称	延長 (km)	現状導水量 (万m ³ /年)	水路形式	単価 (元/km/万m ³)	工事費 (万元)
水路-1	22	3,500	モルタル石積み	356	2,800
水路-2	30	3,500	モルタル石積み	356	3,800
合計					6,600



c. 盆地西部井戸群開発

盆地西部のトクソン県では地下水位が高く、これに伴い土壌の塩分集積が深刻な問題となっているため、ある一定の範囲で塩害を防止するための地下水位制御が必要と考えられる。本計画では、地下水位の制御と併せその地下水を将来の盆地西部地域で利用するため、井田 (Well Field) 建設による地下水開発を検討する。なお、同地域内でのカナートの暗渠排水としての利用可能性についても提案を行う。

トクソン県の塩山北西側の天山山脈山麓付近には炭田が分布している。将来、この地域において、豊富な地下資源を利用した事業が展開される可能性が考えられる (図 10.9.9 参照)。また、その際には、表流水による水資源の確保が困難なため、地下水開発により事業に必要な水量を得ることも推測される。

この地下水開発を盆地西部井戸群開発と称して、以下の条件によって地下水開発が実施された場合の周辺地域への影響を考察する。

- 井戸群位置(Row,Column) : (46,26)、(47,26)、(48,26)、(46,27)、(47,27)、(48,27)
- 井戸深度 : 200m (第7層より取水)
- 揚水量 : $5,000\text{m}^3/\text{day}/\text{グリッド} \times 6 \text{グリッド} = \text{合計 } 30,000\text{m}^3/\text{day}$
- その他条件 : 10.8 章で記した第1案 (現況維持案)
- 計算年 : 2004 年から 2020 年まで

井戸群の開発を行った場合と現況維持の場合の井戸群周辺の地下水頭分布の比較を、図 10.9.10に示す。この地域で井戸群開発を実施しても、周辺地域への影響はほとんどなく (地下水頭低下量 1cm 以下)、図 10.9.9に示した周辺で新たな地下水開発は十分に可能であると考えられる。

また、前記してきたようにトルファン地区 (特に地下水位の高いトクソン県) では、塩類集積の問題が発生している。トルファン地区のような乾燥地の土壌は、湿潤地の土壌と異なり、塩類を溶脱せずに保持しているために、土層中に多くの塩類を含んでいる。このようところで灌漑を行うと地下水位が上昇し、土壌中の毛管上昇により塩類集積が進行する (10.2.4 節参照)。一般に地下水位の深さの限界点は土壌の性質、作物の根群の深さと地下水の塩分濃度に左右されるが 1.5~3.0mの範囲にあるといわれている (鈴木、1977⁶)。

塩類化の防止のためには、地下水の上昇移動 (地下水位の上昇・毛管上昇移動) を抑えることが必要である。今回の検討は 1km メッシュで検討を行っているために計算結果の地下水頭の低下量は僅かであるが、取水井近傍では低下量はより大きなものになる。取水地点選定に自由度がある場合には、塩害地域との位置関係をも考慮した地下水解析を行い、取水地点を決定することも可能であろう。また、本解析は塩山北西側で行ったが、塩山南側 (トクソン県中心部西側) でも同様の水理地質条件を有している。このように、トクソン県においては、地下水開発と塩害対策の二重の効果が期待できる井戸群開発を提案する。

⁶ 鈴木 清 (1977) : 塩類化、「土の環境圏」第4編第8章第1節、(株)フジ・テクノシステム

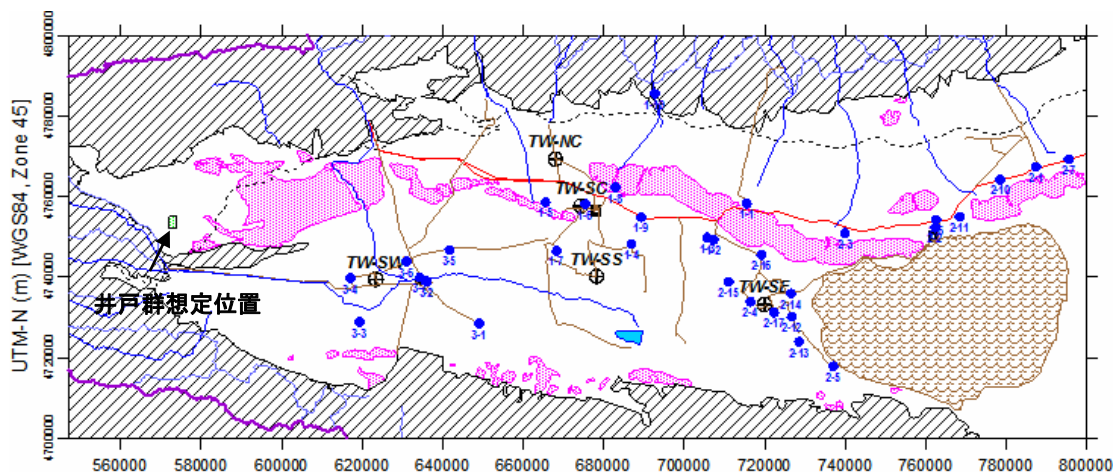


図 10.9.9 盆地西部井戸群位置

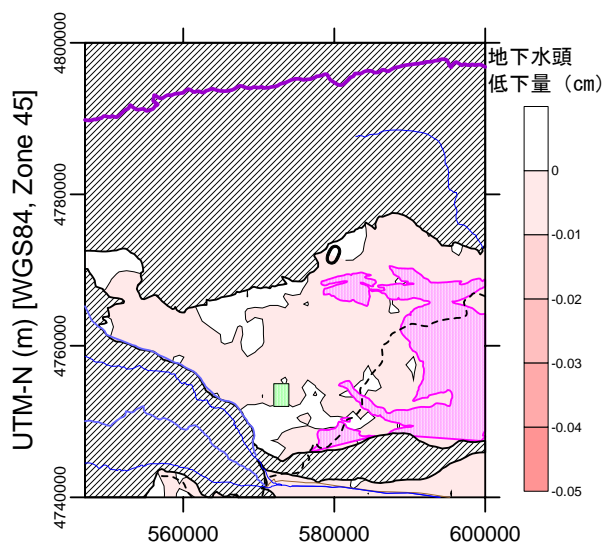


図 10.9.10 井戸群周辺の地下水頭分布の比較(第1案との差分、2020年12月)

井戸群開発にかかる事業費は以下の仮定の下に算出した。

井戸掘削事業費については JICA 調査団の実施した試掘調査費単価を採用した。井戸掘削は泥水循環方式により掘削し、井戸の仕上がり口径は 6 インチとしている。また、以下に示す事業費に含まれているのは井戸掘削工事費、揚水施設（水中ポンプ設置）までとし、水中ポンプ稼動に必要な電力供給、揚水の井戸元よりの送水設備は含んでいない。

表 10.9.24 盆地西部井戸群開発概算事業費

工種	単位	数量	単価	合計(元)
井戸掘削工事				
井戸掘削費	m	1,200	600	720,000
孔内物理検層	箇所	6	19,000	114,000
観測井仕上げ	箇所	6	37,000	222,000
揚水試験	箇所	6	20,000	120,000
水中ポンプ設置	箇所	6	40,000	240,000
成果品作成、その他	式	1		100,000
合計				1,516,000

d. パイロット節水事業

d.1 設立目的

各種対策条件下のシミュレーション結果から分かるように、水資源管理計画（M/P）に定められた許容地下水位を維持し、調査地域の水環境、特に地下水環境をこれ以上悪化することを防ぐには、各種の対策措置、特に農業用水関連の各種対策を実施しなければならない。

M/P中の農業関連節水対策には、主に4つのコンポーネントが含まれている。農地面積拡大の制限、灌漑用水量原単位の低減、節水灌漑事業の実施、及び水資源利用効率の向上である。

調査地域での人口変動傾向は、当分の間増加傾向と推測され、食糧消費量及び農家1軒当りの収入が増加することができなければ、生活レベルは低下する結果となる。この食糧生産量及び農業収入の増加は、今まで農地面積増加に大きく依存してきた。しかし今後は、農地面積の増加を厳しく制限しながら農作物の収量及び農民の収入が維持ないし向上を図るには、新品種の導入、栽培方法の改善などにより、単位面積あたりの収穫量を改善し、単位収穫量あたりの収入を増加させる必要がある。そこで新品種及びその栽培方法の開発、確立、普及は不可欠になる。

灌漑用水量原単位の低減、灌漑用水効率の向上を実現するには関係施設を整備するようなハード面での対策、若しくは、極力施設の導入を行わず栽培方法を改善するようなソフト面での対策がある。何れの対策実施でもトルファン地区の自然及び社会経済条件にあった技術体系を早急に確立することが前提となる。

なお、トルファン地区では紅柳河園芸場、七克台明珠開発基地等の試験圃場では一部ドリップ灌漑によって成功を収めた例があるが、他地域では失敗した例も散見できる。これら成功した経験を普及し、同時に失敗した教訓も共有することは、今後の節水対策を取り組む中で極めて重要である。

以上のような技術体系の確立と情報共有、成功例での経験普及を実施し、効率よく対策を推進するには、農民一人一人の努力は不可欠ではあるが、それ以上にトルファン地区の水利部門、農業部門及び他関連部門の保有する人的資源、財的資源、農業技術を体系的に管理し、実験・開発・普及計画を策定し、計画的且つ精力的に対策を実施していく必要がある。

トルファン地区で既に実施されている節水対策技術の技術面での最適な利用方法や改善点、未だ実施されていないが実施可能と認められ実験を通じて実証・確立する必要がある技術や方法は表 10.9.25まとめている。

表 10.9.25 農業節水関連する実験項目

分類	実験項目名	概要内容及び予想目標等
ミニ灌漑（ドリップ灌漑）		
	ドリップラインの適応性	ドリップ灌漑は幾種の節水灌漑施設の中で、節水効果の最も優れた施設である。イスラエルやアメリカを始め先進国において長期間研究され、実践された結果を基に各種のドリップラインが開発された。灌漑タイプは、利用目的や使用材料、加工技術等によって分類されている。トルファン地区の主要作物栽培適合度、灌漑揚水量削減効果、コスト削減効果、操作具合等の評価指標に基づいて実験し、ドリップラインの選定及びその利用方法等を確立する必要がある。

分類	実験項目名	概要内容及び予想目標等
	エミッター形式及び適応性	土壌粒子等でエミッターが詰まってしまうことはドリップ灌漑を実施する際によく発生する問題である。その解決方法がうまく解決できていない現状のため、トルファン地区の一部の試験圃場で行われているドリップ灌漑法に対する農民たちの信頼性低下を引き起こしたと報告されている。それ故、ドリップ灌漑普及させる前に、エミッター形式の選択、維持管理方法、問題時の対応等を実証且つ明示しなければ、農民が従来の灌漑方法からドリップ灌漑に転換する意欲が高まることは期待しにくい。
	最適給水圧調節	ドリップ灌漑の灌水均一度、効率、エネルギー消費及び使用寿命等はドリップシステムを構成する資材及び灌漑実施時の給水圧力と関係する。最小圧力で最大灌水効果を得ながら簡単な管理方法が実現できる圧力の設定及び調節方法の確立は、施設機材試験と同時に実施する必要がある。
	ドリップラインの配置	作物の栽培密度等の栽培方法や農民に受け入れられるコスト等の因子に合わせたトリップラインの配置方法の確立。
	エミッター使用	作物の栽培密度等の栽培方法及びトリップラインの配置計画を基にエミッターの選定及び使用基準の作成。
	パイプ材質や施工法等の確立	コンクリートパイプからPVC、スチールパイプ等各種のパイプが灌漑送水に利用されている。パイプの材質によって、まずコストが異なり、その上、浸透防止効果、施工の難易、使用寿命等の面でそれぞれ特性が異なる。パイプ自身だけでなく、地中に埋めたメインパイプと支線パイプ及び地表で使用する移動パイプ等各レベルのパイプ間の連結方法、パイプ送水用のパイプの材質、規格、施工方法等を総合的に評価し、確立する必要がある。
	農場でのバルブシステム	末端出水口を含めて、メインパイプから支線パイプ、そして移動パイプ間の連結に必要なソフトバルブパイプやハードバルブパイプ等バルブシステムの確立。
	マルチフィルム灌漑技術 (地膜穴灌技術)	マルチフィルム灌漑技術は現在中国で発展されつつある技術である。種蒔き後、各畝面にマルチフィルムを敷き、土壌水分の蒸発損失を防ぐと同時に、地温を高める。また、作物が芽吹いた後、芽吹いた位置や灌漑水を導入する位置に穴を開け灌水を行う。灌水が必要ない部分での灌漑水浸透を抑え、ドリップ灌漑のように特定な場所で集中灌漑が可能となる方法である。低温地域では、節水と保温両方の効果がある有効な技術ではあるが、材料、工法、コスト、廃棄したフィルムの処理等でまだ解決する必要がある問題が多くある。
	地中ドリップ灌漑 (地中暗管灌漑)	パイプラインもエミッターも全部地中に埋めて行うドリップ灌漑方法である。パイプやエミッターの風化を防ぎ、物理的な障害を農作業に与えることがなく、またパイプやエミッターを農機具で壊しにくい。さらに灌漑器具の盗難にあうことが少ない。作物に対して十分な水分を供給すると同時に、土壌が常に非飽和状態にあるので、水分、通気、熱の良いバランスが保ちやすく、収量の向上に望ましい等の利点が紹介されている。一方、エミッターが詰まり易い、詰まった後の点検や掃除等の対応が難しい、土壌の塩類集積を引起ししやすいなどの欠点も報告されている。トルファン地区で利用実証試験を行い利用方法の確立などが必要である。

分類	実験項目名	概要内容及び予想目標等
	サイホンドリ ップ袋	簡易ドリップ灌漑施設として中国で開発されている灌水装置である。集中給水施設の代わりに10～20リットルのビニール袋を水源とし、ポリホースを通して灌漑目的作物に灌水するような小規模のドリップ灌漑システムとなる。通常のドリップ灌漑システムよりコストが数分の1から10分の1まで削減できる。また、極めて簡単な導入等の特徴があるが、ビニール袋には人力で水を補充しなくてはならず、手間がかかる欠点がある。トルファン地区では未だ使用した例がないが、利用の可能性を実験で検証し、利用方法等を確立する必要がある。
伝統的畝灌漑技術の改良		
	水路漏水防止 技術	練石積ライニング、コンクリートライニング、プラスチック製の薄膜等の方法による防滲処理により浸透ロスを減らし、配水速度及び灌漑効率を高めることができる。
	浸透防止材料 の比較	各種ライニングや漏水防止工法の中では、土壌を利用して漏水を防止する方法は材料コスト面で最も安く簡単な工法である。水路の底や壁を土壌を用いて固締めることにより透水係数を低減させ、漏水量を抑える。しかし、単なる土壌ではなく土壌材質によって一定量の砂や石灰を混ぜた方がより漏水防止効果を高められる。
	畝や溝の規格 設定	中国「節水栽培技術規格」には伝統的畝灌漑を実施する場合、畝長が75 m以内、畝幅が3 m以内、溝灌漑をする場合、灌水溝の長さが100 m以内にする等の規定がある。単なる節水の視点から見て、従来の長い畝を短くし、広い畝幅を狭くし、畝灌漑を溝灌漑に切替える等の方法である程度灌漑水量を低減することは期待できる。しかし、トルファンの農作物品種等の条件によって、最も効率的な畝や灌漑水路の規格を決める必要がある。
	畝（溝）間隔交 替灌漑法	隣接する畝と溝に交互に灌漑する方法で、植物根が深度方向での吸水能力が向上し深いところの地下水も利用することが出来るようになる」と報告され、灌漑用水量を節約すると同時に収穫量を向上されることが期待できる。
	コントロール 性根系交替灌 漑	畝（溝）間隔交替灌漑法と似た灌漑方法である。人為的に植物根の一部分（水平方向或いは鉛直方法）を乾燥状態にすることにより、植物根から葉の気孔に水分不足している信号を伝達させ、気孔の開口具合を調整させる。と同時に植物根の給水能力を高める効果もある。最大30 %を超える節水効果があると報告されている。
	間隔灌漑法 （波涌灌漑法）	一回の灌水が初めから終わるまで途切れなく続く伝統的灌漑方法を10分から数10分間隔で灌水したり、停止したりすることにより灌漑水の流速を高め、灌漑水が地下深く浸透することを低減し、節水灌漑効果が向上する報告されているが、実証試験を行う必要がある。
節水栽培技術の開発		
	レーザー測量 を利用した農 地均平	アメリカを始め先進国ではレーザー測量を農地平滑化に利用している。中国でも国産レーザー測量機を利用し農地平滑化が実用されつつある。農地の平滑レベルは灌水時間、灌水量及び灌漑地からの灌漑水漏れ等に大きく関係し、農地の平滑レベルの向上によって灌漑用水を大幅に低減する効果が期待できる。
	節水種播 （抗旱坐水種 技術）	厳寒の冬季後、春季の初頭では、山区地表水が未だ豊水期に入っておらず、土壌の水分含有量が比較的少ない状態で播種が行われる。水分が少ないために発芽率が悪い。そこで、土壌中に穴を掘り、少量の灌水を行った後に播種し、覆土することで土壌水分を増やし発芽率が向上する。この一連の作業を行う農業機械が開

分類	実験項目名	概要内容及び予想目標等
		発され、播種溝作成、注水、播種、施肥、覆土が一工程で完了し、効率が上がった。
	土壤水分保持技術	<ul style="list-style-type: none"> 吸水型保水剤を利用する場合、灌漑すれば保水剤自身の重さの数百倍ないし数千倍の水分を吸収し、非灌漑期では徐々にそれを放出し、作物に利用される。 被膜型保水剤、例えば土面増温保水剤を利用すれば、土壤表面に薄い膜が形成され、土壤水分の蒸発損失を軽減する効果がある。 植物葉の調節用農薬（黄腐酸等）を利用し、葉の気孔の開き方を制御し、蒸発散を減少させる。 休耕期には農地を麦わら等で覆うと、土壤改善と土壤含水量保持両方の効果がある。 農地を深く耕すことによって、土壤の構造を改善、有効間隙率を増加させ、灌漑用水を多く保持する効果がある。 農地を耕してから表面を一回軽く固めた方がより保水効果が高いと報告されている。
優良作物品種の導入や育種		
	優良品種の利用	葡萄を初め、メロン、綿等の主要作物について、耐旱魃、耐塩性、高収量、高品質の優良品種の導入と育種。
灌漑用水量関連		
	不十分灌漑（制限灌漑）	方法名に定義されているように、作物成長に必要な十分な水分を与えられない時の技術。コスト削減或いは水源不足時の対策として利用される。特徴としては植物が最も灌漑用水を必要としている時期とそうではない時期を分けて、有限な水分を必要としている時期に集中させ、水資源の利用効果を最大化にする技術である。
	水不足調整灌漑	必要に応じて十分な水を灌水する灌漑方式や不十分灌漑とも違う灌漑理念で生まれた節水灌漑方法である。植物の耐旱魃性を強めること、根系の吸水能力を向上することに着目して、適当な時期には人為的に水分不足状態を作り、植物根の発達を促進、逆に茎や葉の生育を押さえながら植物の環境耐性を強化できる。節水効果があるのと同時に環境耐性が強くなるので収穫量増加が期待できる。
	作物品種・年齢に適した灌水指標の確定	作物品種によって灌漑用水量が大きく変わるだけでなく、同じ作物の生育年齢によっても灌漑指標が異なる。用水量が大きく、栽培面積の広い葡萄等を中心にドリップ灌漑を実施する場合の灌水指標を確立する必要がある。
予備技術		
	観測システム	気象、土壤水分、地下水位、植物成長状態を観測するシステムの開発。
	PCによる水分管理システム	コンピューター技術を応用し、専門的な灌漑制御プログラムを作成する。このプログラムを利用し気象、水文、土壤、作物状況等のデータを分析し、科学的な灌漑用水計画を作成し、灌漑揚水量を調整する。
	代替水源の確保	塩水と淡水の交替灌漑や、工業・生活排水を灌漑用水として利用する等、安全で利用可能な水源を拡大する技術。
	その他の関連技術	テンションメーターや中性子水分計で土壤水分を観測する技術、GISやRS（リモートセンシング）によってサポートされる灌漑計画決定システム等。

d.2 灌漑圃場整備

d.2.1 地点選択

パイロット圃場にて各種の研究開発を実施するにはテーマの選択から、実験計画、実験実施及び実施指導、実験中の各種観測及びデータ収集等は農民からの協力は不可欠ではあるが、それよりトルファン地区の水利・農業関連研究機関の研究者が主体となり実験を実施しなければならない。実験を実施しやすくするためにはパイロット圃場はトルファン地区で節水農業に関連する研究・普及機関が最も集中しているトルファン市から遠く離れず、数キロ以内の範囲で主要道路に隣接し、アクセスの良い場所に置くことが望ましい。

トルファン市は調査地域の中心部に位置しているため、トルファン市の近辺でパイロット圃場を設けると、実験担当者の実務遂行上の便だけでなく、主要道路を通るその他多くの人々が車窓から実験を眺めることができ、宣伝効果も期待できる。特に、実験結果を見学する技術者や農民が、パイロット圃場へアクセスしやすいのでユーザーフレンドリーな地点選定になる。

d.2.2 圃場設計

I. 地点選択

パイロット圃場にて各種の研究開発を実施するにはテーマの選択から、実験計画、実験実施及び実施指導、実験中の各種観測及びデータ収集等は農民からの協力は不可欠ではあるが、それよりトルファン地区の水利・農業関連研究機関の研究者が主体となり実験を実施しなければならない。実験を実施しやすくするためにはパイロット圃場はトルファン地区で節水農業に関連する研究・普及機関が最も集中しているトルファン市から遠く離れず、数キロ以内の範囲で主要道路に隣接し、アクセスの良い場所に置くことが望ましい。

トルファン市は調査地域の中心部に位置しているため、トルファン市の近辺でパイロット圃場を設けると、実験担当者の実務遂行上の便だけでなく、主要道路を通るその他多くの人々が車窓から実験を眺めることができ、宣伝効果も期待できる。特に、実験結果を見学する技術者や農民が、パイロット圃場へアクセスしやすいのでユーザーフレンドリーな地点選定になる。

II. 圃場設計

i. 圃場区分

パイロット圃場は実験と展示・訓練両方の役割を担わなければならないので、それらの目的に合わせて、パイロット圃場を実験区及び展示区に分ける必要がある。

実験を行う場合、実験結果の代表性を確保するためある程度大きな面積が必要となる。しかし、実験には最小灌漑用水量（灌漑指標或いは作物用水量原単位）と収穫量や品質の関係を調べる実験などでは、必ずしも全部の実験結果は収量増加と品質の向上につながらない。通常の栽培方法より収穫量或いは品質が落ちる時のリスクを軽減するため、まず限られた面積で初期実験を実施し、得られた良い初期実験結果に従って、実験面積を拡大し、中期実験を実施する。中期実験でさらに確実性を実証された良い実験結果を展示区に移して実験を継続しながら、展示する。従って、実験区はさらに初期実験区と中期実験区に分ける。

ii. 面積

以上のパイロット圃場の区分に従って、圃場全体の面積と区毎の面積を設定し、表 10.9.26にまとめる。

表 10.9.26 パイロット圃場の区分と面積構成

圃場区分	小区分	面積(ha)	説明
初期実験区	節水灌漑施設	5	節水灌漑用器具、材料等を中心に5種類の実験を同時に実施できる。
	栽培方法	5	新品種導入、畑地灌漑方法等に関連する実験を5種類同時に実施できる。
中期実験区	節水灌漑施設	15	3種類の中期実験を同時に実施。
	栽培方法	15	3種類の中期実験を同時に実施。
展示区	節水灌漑施設	30	3種類の実験結果を同時展示。
	栽培方法	30	3種類の実験結果を同時展示。
面積合計(ha)		100	

初期実験区は節水灌漑施設実験区と栽培方法実験区に分ける。

節水灌漑施設実験区では水資源管理計画に必要な節水灌漑実施の対策内容を確実にするために実験を行う。現行のパイプ送水、ドリップ灌漑の他には、サイホン灌漑法等の実験項目を取り組む必要がある。実験項目は表 10.9.25に示されたものを中心に、中国国内外の節水灌漑の研究・開発の進捗とトルファン地区の自然環境及び予算経費の確保等の因子を合わせて設定する。一つの実験が 1 ha の実験面積を利用して、同時に 5 種類の実験を実施できるように実験面積を 5 ha とする。

栽培方法実験区では各種類作物成長の最適用水量或いは最小用水量等灌漑用水量と直接に関係する作物生理的研究や実験を初め、畑地灌漑方法改良に関連する実験、土壌保水性に関連する実験施設等を利用しない栽培方法の改良によって節水する方法の実験を行い、水資源管理計画に含まれた作物品種別の灌漑用水量原単位の削減の対策内容に対応する。節水灌漑施設実験と同じように一つの実験が 1 ha の実験面積を利用して、同時に 5 種類の実験を実施できるように実験面積を 5 ha とする。

中期実験区は初期実験区に対応して、多く実施された初期実験の中から良い結果が得られた実験の確実性を実証するために設ける。節水灌漑施設に関連する実験結果と栽培方法に関連する実験結果を 3 種類ずつ同時に実施し、1 種類の実験で 5 ha の実験面積を利用するように設計する。

展示区は中期実験の結果と節水灌漑技術の普及計画に従って、6 種類の実験結果を同時に展示できるように 60 ha にする。

なお、ここで計画している圃場区分及び表 10.9.25に示した実験項目分類は厳格に分けられているものではない。例えば、節水施設に関連するパイロット圃場では、新品種の導入実験、作物の灌水指標関連実験を同時に実施すること或いは節水灌漑施設に関連する実験と送水方法改良の実験を同時に実施することは実験設計者の工夫によって十分可能である。

iii. 圃場設計

試験圃場を整備するには、次のコンポーネントが必要である。

◆ 圃場

初期実験区 10 ha、中期実験区 30 ha、展示区 60 ha で、合計 100 ha 見学者アクセスの利便性と宣伝の効果を考えて、道路に面する地点には展示区に、道路から離れた地点には

実験区を配置する。100 ha のパイロット圃場は道路の延伸方向を長さ方向、それに垂直方向は幅方向とし、長さ方向と幅方向の長さはそれぞれ 1200 m と 850 m とする。パイロット圃場の配置案は図 10.9.11に示す。

◆ 農道

展示区には見学者のアクセス、実験者のアクセス、農耕作用資機材や実験器具類の運搬及び収穫物の運出等のために、道路が必要である。見学者のアクセスに必要な道路が、道路の代わりに見学者がパイロット圃場の中期実験結果を見やすいところで集まることができる場所としての役割をも果たす必要があるので、展示区を中心とする農道は村内の道路の建築基準に準じて、アスファルト舗装道路とし、パイロット圃場内の一級道路とする。長尺方向で 400 m 間隔に 1 級道路が 2 本、短尺方向で同じく約 400 間隔で 1 本 2 級道路を設ける。2 級道路の設計基準は大型農作機械が支障なく走行できることを基準にして設計し、砂利道か簡易舗装した道路とする。3 級道路は農作業の便利さのために設け、設置工事や改修工事が行い易いように無舗装か簡易舗装道路とし、圃場の実験項目計画を具体化すると同時に決める。

◆ 水源施設

水源施設はパイロット圃場内での実験及び展示のための栽培作業に必要な水を供給するとともに水源施設自身も実験の一部となる場合がある。図 10.9.11に示したように、水源は地下水を利用し、2 箇所深さ 200 m の揚水井戸を設置する。パイロット圃場の地形条件に従い、地形標高の高い所にある井戸は水路送水の水源とし、もう一箇所の水源はパイプ送水の水源とする。各水源井戸につき、ポンプ、タンク、電気コントロール箱、流量計を基本設備とし、パイプ送水に給水する水源ではさらに、フィルター、圧力計、肥料注入器、圧力調整器、コントローラー等の設備が追加される。

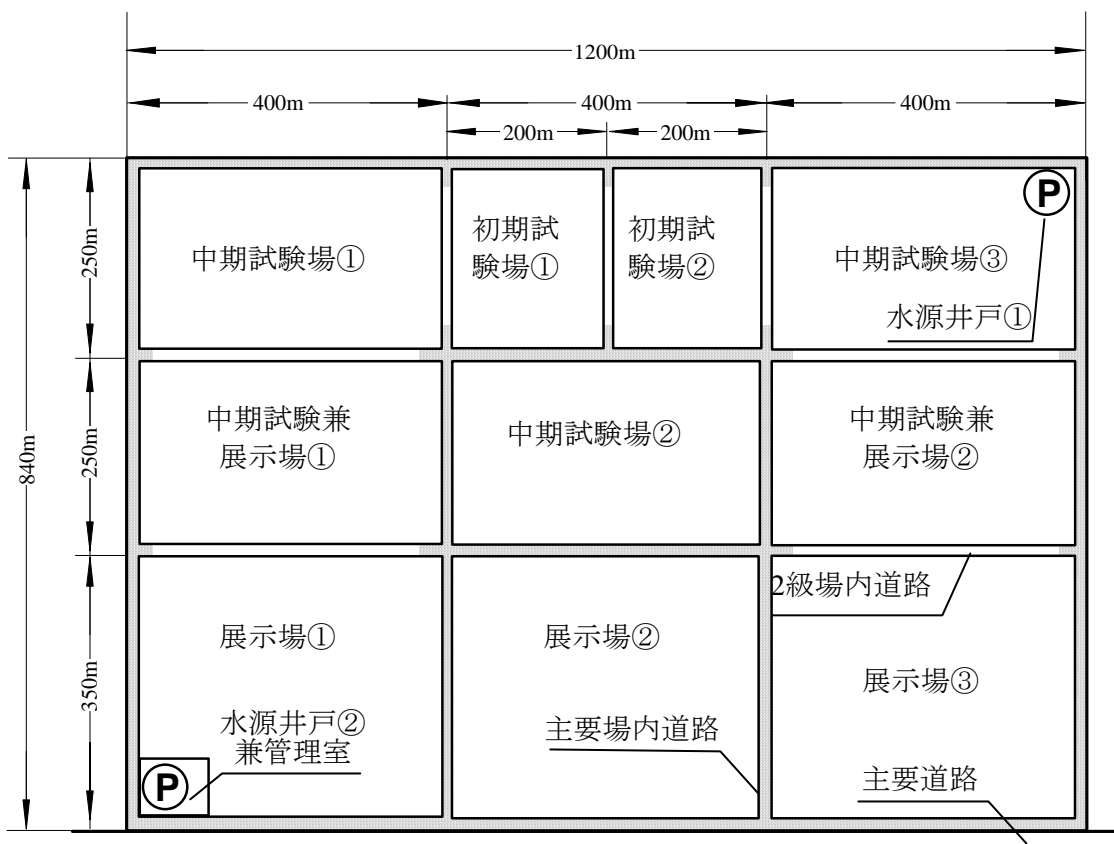


図 10.9.11 パイロット圃場概要配置図

◆ 送水施設

メイン水路は1級2級道路の脇に平行して設置する。開水路はメイン水路総長の約1/4及び25 haパイロット圃場面積の給水ができるように、地形標高の高い所にある井戸を中心に設計し、畑地灌漑に関する実験や展示に供する。パイプ送水は開水路と重ねた部分を含めて、メイン水路総長の約4/5及び80 haパイロット圃場面積の給水ができるように設計する。メイン送水パイプは地下に埋設する。ただし、50 m間隔で取水口（メインパイプから取り出された分水口、バルブ、流量計、必要に応じて圧力計等を含む）を地表に出す。支線水路の配置はパイロット圃場の詳細計画を策定する段階で決定する。しかし、中国の水路設計基準に従って、水路を片側に配置する場合には間隔を75 mより小さく、両側に配置する場合の間隔は支線水路間隔は150 m小さいことを原則とする。

◆ 管理室及び倉庫

道路側ポンプ場を中心に試験器具、農機具及び農業生産関連肥料、農薬等資材、種、収穫物等を一時保存するための臨時倉庫が必要である。それに、各種資機材の管理、井戸揚水管理及び実験管理等の必要に応じて、倉庫側には管理室と宿泊施設を設置する。

d.3 管理体制

パイロット圃場は水資源管理目標の実現には必要不可欠であり、それを実施運営するにはトルファン地区、及びトルファン地区内の2県1市の担当部門間の協力が大事である。

パイロット圃場は地区行政機関のプロジェクトとして、トルファン地区の行政機関担当長官がプロジェクトのリーダーを務め、プロジェクト全体の組織、調整、予算及び要人確保、運営監督を行う。実験担当者は地区水利・農業関連研究・技術指導担当機関の研究者と技術者を主として、各県市の関連研究者・技術者及び管理者の協力を得る。

パイロット圃場で各種の研究・実験を行い、その結果の所有権はプロジェクトの実施主体であるトルファン地区行政機関にあり、トルファン地区内での灌漑用水の改善に利用することを目的とする。末端のユーザーは比較的に経済レベルの低い農民が主体であるので、研究成果の利用は基本的に無料にする。利用方法として、研究結果に基づく新方法、新品種、新技術等を紹介するためにポスターやパンフレットの作成と配布、トレーニングコースの実施、見学者への案内等である。

d.4 概算事業費

当該パイロット節水事業にかかる概算事業費は以下のとおりである。

概算事業費算出は、以下の仮定の下に算出した。

1級道路	アスファルト10cm + 路盤（碎石）30cm + 路床整正
2級道路	路盤（碎石）30cm + 路床整正
3級道路	路床整正

水源施設工事費についてはJICA調査団の実施した、試掘調査費単価を使用
管理室は2名分の事務スペース+1名分の宿泊スペースを考え50 m²とした。

倉庫 肥料等の収納スペースとして200 m²とした。

表 10.9.27 パイロット節水事業概算事業費

工種	単位	数量	単価	合計(元)	備考
圃場整備					
区画整理	m ³	50,400	10	504,000	10cm x 500,000m ³ =50,000m ³
農道整備					
1級道路	m	5,680	300	1,704,000	840m x 2 + 1200m x 2 + 600m x 2 + 400
2級道路	m	2,350	120	282,000	400m x 4 + 250 x 3
3級道路	m	1,250	40	50,000	250m x 5
水源施設工事					
井戸掘削費	m	400	600	240,000	200m x 2本
孔内物理検層	箇所	2	19,000	38,000	
観測井仕上げ	箇所	2	37,000	74,000	
揚水試験	箇所	2	20,000	40,000	
水中ポンプ設置	箇所	2	40,000	80,000	
その他機器	式	1		500,000	
送水施設					
送水管	m	3,240	50	162,000	840m + 1200m x 2
管理室及び倉庫					
管理室	m ²	50	6,500	325,000	
倉庫	m ²	200	2,000	400,000	
合計				4,399,000	

e. 住民参加地下水モニタリング

現在、トルファン地区で実施している既存観測井 32 箇所及び本調査で作成した JICA 観測井 5 箇所（9 本）の地下水モニタリングは原則として本計画期間中継続する。また、トルファン盆地西部井戸群による地下水開発が具体的に実施される場合は、その周辺に深度 100m～250m（B 層及び C 層）の地下水観測井を新設することが必要となろう。これらは、トルファン水文水資源局が業務の一環として実施する。しかし、本計画ではさらに水利用者である住民（農民）自身が地下水資源についての知識をもち、それを管理して節水対策を行うことが本計画の目標、すなわち持続的利用、へ到達するための重要なステップとなると考えられることから、優先プロジェクトとして住民参加地下水モニタリングを提案する。

e.1 モニタリング地域の設定

住民自身が実施する事業であるため行政（水利局、水文水資源局）はそれを支援する。モニタリング地域は、県・市それぞれにおいて郷、鎮単位でそれぞれ 1～2 地域を選定する。現状の地下水位低下分布を検討して下記地域から選定する。

トルファン市： 中心部及び南部の 2 地域（南盆地内）

シャンシャン県： 火焰山北麓（北盆地）及び火焰山南麓（南盆地）の 2 地域

トクソン県： 中心部 1 地域

具体的な地域は設立される地下水協議会において話し合いの上で選定する。

e.2 観測井戸の選定と機器の設置

地域毎 5～6 箇所の既存井戸を選定する。井戸は、地域内で偏らないようなるべく均等に配置する。既存井戸は揚水するため観測用の細い塩ビ管を井戸管内に挿入する（右図の④）。



e.3 地下水位と水量の測定

井戸の揚水管は右図⑫のようにバルブを取り付け、それを閉めると⑥の接続管から水が出るようにする。地下水位は、携帯式地下水位計を作成または市販のものを購入する。住民自身が自作する場合は電線、テスター、巻き取り用リールがあればよい。水量はバケツとストップウォッチで計ることができる。また⑥の部分に水量計を取り付けても良い。これらの機器作成、購入、取り付け、測定指導は水文水資源局が行う。

写真 10.9.7 既存井戸の水位・水量測定位置

e.4 記録の整理と公表

井戸毎に利用者住民グループを形成して、毎日の自然水位（ポンプ稼働前）と動水位（ポンプ稼働後）及び揚水量を測定する。測定結果は記録・整理して文書として残すとともに、月 1 回はその結果を住民グループ内で閲覧し地下水利用と水位について協議を行う場とする。また、結果を郷、鎮の中心部で水位表示板として公表する。

右写真はインドの農村地域における地下水位と水量測定の実践例を示したものである。この地域でもトルファン地区と同様に灌漑用水のために多量の地下水をくみ上げており、水の有効利用や節水、農民の能力開発の一環として住民による地下水管理が行われている。



写真 10.9.8 インド農民の地下水モニタリング実践

（資料提供：META）

e.5 事業費

このプロジェクトには住民指導に当たる水文水資源局の person 費と車両費以外は、機材購入費がかかるだけであり、その 1 地域当たりの内訳は下表に示す。

表 10.9.28 機材購入費内訳

費目	単位	数量	単価 (元)	金額 (元)	備考
塩ビ管 (VP50)	m	250	21	5,250	小口径1箇所当たり50m
揚水管バルブ	個	5	350	1,750	50A
接続管(チーズ)	個	5	70	350	口径50A
テスター	個	5	200	1,000	
電線	m	500	3	1,500	1箇所当たり100m
リール	個	5	70	350	
雑品	式	5	500	2,500	掲示板、ノート、ストップウォッチ、バケツ等
合計				12,700	

よって、トルファン地区 5 地域で実施する場合の機材費総額は 63,500 元である。

10.9.6 計画の運営・維持管理

本計画の目標を達成するには不断の水資源モニタリングを実行するとともに、施策・事業を運営管理するための予算措置とともに維持管理体制を確立することが必要である。

a. 水資源のモニタリング計画

a.1 地表水のモニタリング

トルファン地区では通年河川 14 本の内、国レベルの水文観測所が 3 箇所設置されているが現在まで継続観測されているのはそのうち 2 箇所である。また、河川流量の定期または不定期観測所が 7 箇所ある。水文観測所はトルファン 7 河流域では全ての河川に設置されていないため、本調査では恰勒坎河に新設した。これらの 7 河川では春季及び夏季の洪水によりたびたび水文観測所が破壊されることがあり、その維持には難しい面がある。しかしながら、地表水資源量は出来るだけ実測結果に基づき評価することが精度の向上に資するわけであり、長期間での変化を把握し、適切な水資源対策を実行するためにも必要なことである。本計画では、現在欠測中の基本観測所、専用観測所等について観測を再開または継続することを提言する。

a.2 地下水位のモニタリング

地下水盆管理の基本は地下水位と水質のモニタリングである。本調査で作成された GIS システムと観測井及び既存観測井をリンクして将来的に地下水資源管理を行っていくためには、継続的に地下水位と水質のモニタリングを行う。

a.2.1 既存観測井のモニタリング

現在は 32 箇所の既存観測井において観測が継続されているが、これらを将来にわたり続けていくことが必要である。過去には予算措置がないため廃止された観測井もある。現在のオアシス分布範囲やトルファン盆地の水文地質構造から見て、現在の観測井戸は適切に配置されていると考えられる。帯水層別に見た場合、現在の地下水開発は深度 50～150m の A 層～B 層帯水層を主な対象としており、周辺状況から見てこれらの既存観測井は概ねそれら主帯水層（広域三次元モデルの第 17～18 層に相当）の水位を観測してい

ると推定される。ただしこれらの既存観測井には掘削記録がなく深度が不明である。今後、計画として地下水位の現状を維持するように、地下水揚水量の目標に向かって諸施策を進めて行く過程では、観測井戸の老朽化により新たな既存井戸を観測井とする必要が生じることも考えられるが、その際にはできるだけ掘削記録があり、単一の帯水層水位を測定できる観測井とする。

a.2.2 JICA 観測井によるモニタリング

本調査で5箇所を設置した観測井は、北盆地に設置した TW-NC 井を除き、既存井戸が多数掘削されている深度である 50～70m の A 層、深度 110～124m の B 層、深度 190～380m の C 層を対象としている。JICA 観測井は単一带水層にスクリーンを設置し、他の帯水層との地下水混合が起きないようにしているため、その観測結果は帯水層本来の水頭変化を正確に捉えることが出来る。観測井の記録は自動記録されるシステムとなっているので、今後は定期的に記録を回収し、既存観測井記録とともにデータベースに入力し、本計画による地下水位目標管理の指標として活用していくものとする。

a.2.3 深層地下水観測井のモニタリング

近年は、井戸深度が深層化して 150～250m 深度が増加する傾向がある。その増加はトクソン県で多くみられ、水文地質基盤が西部に比べて浅く地層も細粒質な盆地東部のシャンシャン県南部では少ない。優先プロジェクトで述べたように井戸群開発はトルファン盆地西部のトクソン県では開発可能性が高く、実際の水需要に応じることが出来ると考えられる。井戸群は、盆地西部の第四紀 (A、B、C 層) の分布層厚の大きい地点では、粗粒堆積物が良好な帯水層を成すものと推定されることから、どの地点でも井戸掘削は可能である。本計画の推進の過程で、こうした深層井戸群の開発については地下水協議会で十分な検討を行った上で実施計画を進めるものとし、その際には C 層の水位観測を主目的とした深層地下水観測井の併設を同時に進めるものとする。

a.3 地下水質のモニタリング

地下水質調査の結果、トルファン市の南部を中心に硫酸イオン濃度などの水質健康項目が基準値を超える地域があることが明かとなった。盆地内では全般的にアイディン湖に向かって地下水が流動しているが、その流動速度は極めて緩慢であり、局所的には地層岩石との反応により水質の悪化や地表からの人為による汚染が発生する場合がある。しかしながら、本調査ではこの原因を特定することは出来ない。地下水のうちカナート水等は生活用水として飲用にも利用されているので、今後は計画の中で数年に 1 回程度の水質モニタリングを行うものとする。モニタリングは、第 6 章の図 6.4.2 等に示した水質項目基準超過地域で実施することが望ましい。

b. 組織及び人材育成

本計画を推進していく中核となるのはトルファン水利局及びその傘下にある県・市水利局である。また、水資源モニタリングの実施組織は新疆ウイグル自治区水文水資源局傘下にあるトルファン地区水文水資源局である。

b.1 トルファン地区水利局

トルファン地区水利局は、水利局本部の他に研究院、設計院等をもつ組織である (図

10.9.12) 。トルファン水利局の下には各県、市水利局がある。どの県、市水利局も同様の組織形態をもっている。トルファン市を例にとると、その構造は水利局本部、水管理総所、農村水道水供給総所からなり、水管理総所、農村水道供給総所等が郷、鎮単位で給水管理を実施している。

トルファン地区水利局の基本的な職責は法律、規定等により以下の 9 項目に要約される。

- 1) 国、地方の法律規定、上級水利主管部門や上級人民政府の方針、政策等を管轄域内に伝達し、実施させる。
- 2) 管轄行政区画内の水資源開発利用・保護等関連方針、政策、規定、方法等の作成。
- 3) 当該レベル行政区画内の水資源開発・利用計画及び管理。
- 4) 当該レベル行政区画内の灌漑関連水利事業整備の計画、実施。
- 5) 既存大型水利施設の維持管理。
- 6) 管轄行政区画内の水事関連紛争の解決。
- 7) 水資源費等水資源関連費用の徴収。
- 8) 洪水防止・旱魃対策・土壌流失防止・節水灌漑。
- 9) 農村飲料水の供給及び改善。

以上のような職責から見て、本計画の推進母体となるのはトルファン地区水利局であることは明かである。これまでは、水資源管理においては地表水管理中心とした組織運営であったが、今後は地下水管理を強化するとともに節水対策の推進機構としても機能する必要がある。

本調査で作成された水資源 GIS データベースシステムは調査団による技術移転の後、2005 年 6 月からトルファン水利局において運営を開始している。今後の計画では、以下の分野を考慮した組織新設とその人材育成を同時に行うことが必要であろう。

b.1.1 節水対策推進室

水利局本部の下に、本計画の中心施策を推進するための節水対策推進室を設置する。当初は 5～6 名程度のスタッフで以下の任務を主とし、本格的節水対策の実施までにさらに増員を行っていく。

- ① 既存節水灌漑地の節水事業統括
- ② 節水対策推進制度の研究及び制度案の策定
- ③ 中国内外の先進節水対策地域における調査、研修
- ④ 節水事業の審査、許認可
- ⑤ パイロット節水事業の準備
- ⑥ 節水啓蒙活動の立ち上げ

b.1.2 地下水管理室

地下水管理室も水利局本部の下で 5～6 名程度のスタッフで、本計画の地下水開発管理目標を達成するため、以下の任務を行う。

- ① 地下水取水許可制度実施細則の整備
- ② 地下水取水、改廃の許認可

- ③ 洪水余水による地下水かん養事業の計画検討
- ④ GIS データベース運用・維持管理、総括、広報
- ⑤ 地下水協議会の立ち上げ及び運営
- ⑥ 地下水利用に係るステークホルダーの調整

b.1.3 プロジェクト管理室

既存ダム計画の推進等の水源増強・保全に係る事業の実施はプロジェクト管理室を新設して推進する。事業認可、予算措置に対応して逐次組織を新設しスタッフを雇用する。

b.2 トルファン地区水文水資源局

トルファン地区水文水資源局は新疆ウイグル自治区水文水資源局の傘下にある一地方局である。新疆ウイグル自治区水文水資源局は法律と規定によりその職責は次の 8 項目にまとめられる。

- (1) 水文関連業務を発展させるための政策法規の立案、水文発展計画の作成及び実施。
- (2) 水文関連技術基準や規範の策定、自治区内の水文水資源観測ネットワークの計画、建設及び管理。
- (3) 水文・水資源関連調査、水文予報・分析及び計算並びに水文・水資源評価の実施。
- (4) 洪水情報の収集、処理と分析、重要な洪水予報の発布。
- (5) 川、湖、ダム及び他地表水、地下水の量と水質のモニタリング、分析、評価、水域に対する汚濁物質の全体排出量の監視・測定。
- (6) 水文資料の整理、審査、まとめ、自治区における水文水資源情報システムの開発・建設及び管理。
- (7) 関連法律や規定に基づく水文観測・予報用施設の保護、自治区における水文関連資機材や設備の統一管理。
- (8) 水資源に関連する紛争や裁判に必要な水文資料の審査、水行政主管部門との協力による水資源管理、保護。水資源、地下水及び水質公報の作成。

以上の職責を実施するため、自治区水文水資源局は 949 名の職員を抱えている。この内、助理エンジニア以上の資格を持つ技術者は 390 名で、職員全体の 1/3 強を占める（2004 年現在）。トルファン水文水資源局の職責は上記からも明かなように、川、湖、ダム等の地表水及び地下水の量と質のモニタリングが主任務であり、現在の組織体制は図 10.9.13 に示すように技術科、測整科のほか各水文観測所にスタッフを配置した職員約 30 名の組織である。

トルファン盆地における地下水観測の重要性に鑑み、本計画では技術科、測整科の業務とは別に 2~3 名のスタッフからなる地下水観測室を新設する。

地下水観測室の任務は次のとおりである。

- ① 既存観測井の水位観測及びデータ整理
- ② JICA 観測井の記録収集整理及び機器の維持管理
- ③ 地下水質モニタリング
- ④ 観測井の改廃、新設の検討

- ⑤ 住民参加地下水モニタリング立案と支援
- ⑥ 水利局地下水管理室との連携

上記の任務達成に当たっては各部局に新設されたスタッフについて中・長期的観点から人材育成を行っていかねばならない。本計画では、新設のトルファン水利局 2 室から各 1 名、またトルファン水文水資源局から 1 名、毎年最低 3 ヶ月間、中国内外で研修を行う。また、そのほか 3 室から交互に 1 名を選抜し、先進的節水灌漑実施地域、地下水管理計画実施地域（日本、米国、西ヨーロッパ、イスラエルなど）での長期研修を行い、人材を同時平行的に育成する。

c. 運営維持管理費

本計画の優先プロジェクトで提案している既存ダム計画の推進のうち、優先度において実現性が高く、水利費徴収による償却が見込めるアラ溝ダムの運営維持管理については後述する。すなわち、計画した施策及び事業の内最も多額の投資が必要な事業はアラ溝ダム他 2 ダムの建設事業であり、維持管理費用が投資コストを含めて如何に償還されるかはそこで検討している。その他の計画上の施策や事業は実際に要する投資コストの概算は可能と思われるので、別項で述べた。しかし、これら諸施策の維持管理費用について、本計画段階で論ずることはほとんど不可能であるため、ここでは計画の推進に当たって必要な計画推進組織の運営維持管理費用について述べる。

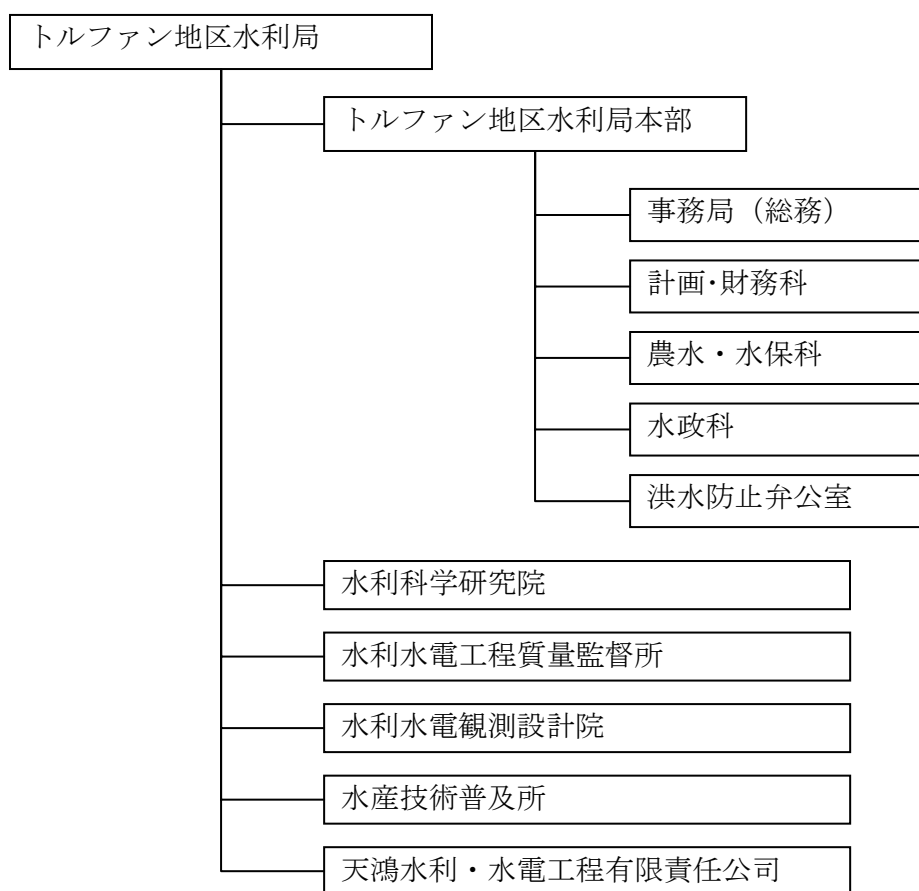


図 10.9.12 トルファン地区水利局組織図

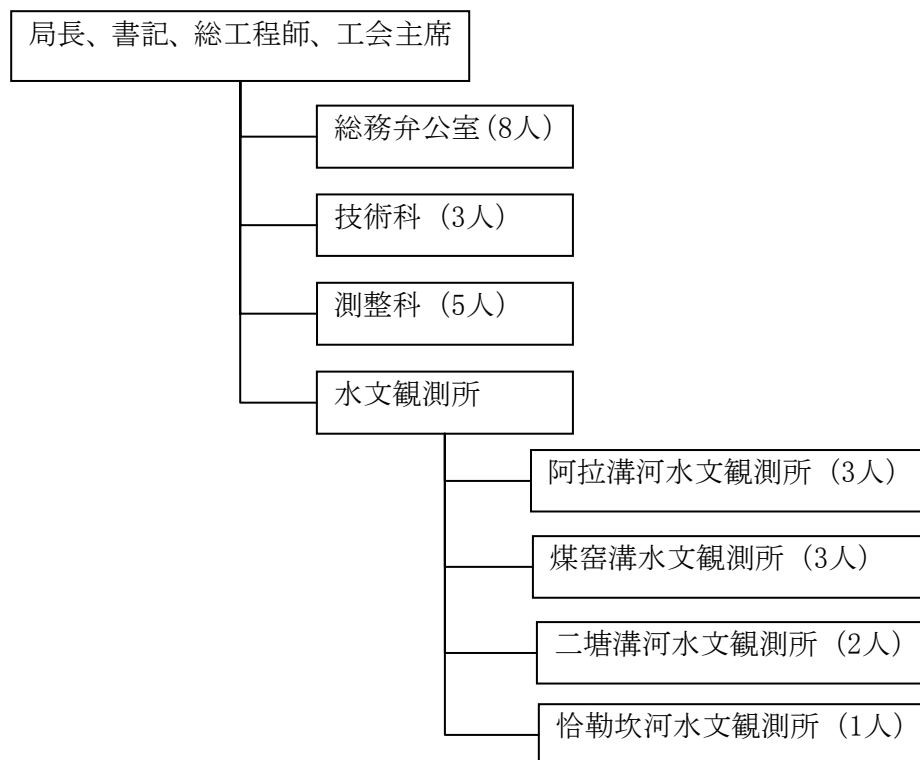


図 10.9.13 トルファン地区水文水資源局組織図

10.9.7 総事業費

a. 既存節水計画案の事業費

既存節水灌漑計画案のうち滴灌及び低圧管道灌の二つを実施した場合の事業費（建設費+維持管理費）を5ヶ年毎の総額で示すと、表 10.9.29に示すとおりである。事業費は約23億元と計算される。

b. 重点節水計画案の事業費

トルファン市とシャンシャン県南部を重点とした節水対策事業費は、各案の組み合わせにより事業費が異なるが、表 10.9.30にまとめて示す。既存節水計画の滴灌及び低圧管道灌事業費は、両地区合計で17.0億元であるが、それぞれの重点対策案では、各案の組み合わせにより、9.7億元～13.3億元まで変化する。

c. 総事業費

本計画の内最も多額の費用がかかるダム建設及び節水灌漑事業（重点節水計画）を合計すると、表 10.9.31に示すように、重点節水計画案の組み合わせにより、13.1億元から16.7億元の投資が必要となる。

表 10.9.29 既存節水灌漑計画案に基づいた事業費

節水灌漑方式	地域	2010			2015			2020			総合計 (万元)
		建設費	維持管理費	合計	建設費	維持管理費	合計	建設費	維持管理費	合計	
滴灌	トクソン県	4,800	1,930	6,730	8,100	5,460	13,560	6,100	8,640	14,740	35,030
	トルファン市	8,800	3,570	12,370	13,500	9,500	23,000	12,200	15,680	27,880	63,250
	シャンシャン県	2,900	1,170	4,070	12,100	6,240	18,340	12,200	12,000	24,200	46,610
	計	16,500	6,670	23,170	33,700	21,200	54,900	30,500	36,320	66,820	144,890
低圧管道灌	トクソン県	5,400	2,410	7,810	4,800	2,730	7,530	8,200	3,080	11,280	26,620
	トルファン市	3,300	1,840	5,140	9,700	2,060	11,760	13,700	2,330	16,030	32,930
	シャンシャン県	3,400	1,770	5,170	9,700	1,950	11,650	8,200	2,210	10,410	27,230
	計	12,100	6,020	18,120	24,200	6,740	30,940	30,100	7,620	37,720	86,780
合計		28,600	12,690	41,290	57,900	27,940	85,840	60,600	43,940	104,540	231,670

表 10.9.30 重点節水対策案の事業費

シャンシャン第1案+トルファン第1案

節水灌漑方式	地域	計画事業費 (万元)	計画達成値 (%)	目標達成事業 費(万元)
滴灌	トルファン市	63,250	62.0%	39,215
	シャンシャン県	46,610	51.3%	23,889
	計	109,860		63,104
低圧管道灌	トルファン市	32,930	62.0%	20,417
	シャンシャン県	27,230	51.3%	13,956
	計	96,920		34,373
合計		206,780		97,477

シャンシャン第2案+トルファン第1案

節水灌漑方式	地域	計画事業費 (万元)	計画達成値 (%)	目標達成事業 費(万元)
滴灌	トルファン市	63,250	62.0%	39,215
	シャンシャン県	46,610	100.0%	46,610
	計	109,860		85,825
低圧管道灌	トルファン市	32,930	62.0%	20,417
	シャンシャン県	27,230	100.0%	27,230
	計	96,920		47,647
合計		206,780		133,472

シャンシャン第2案+トルファン第2案

節水灌漑方式	地域	計画事業費 (万元)	計画達成値 (%)	目標達成事業 費(万元)
滴灌	トルファン市	63,250	40.0%	25,300
	シャンシャン県	46,610	100.0%	46,610
	計	109,860		71,910
低圧管道灌	トルファン市	32,930	40.0%	13,172
	シャンシャン県	27,230	100.0%	27,230
	計	96,920		40,402
合計		206,780		112,312

注) トルファン第1案 : 既存節水計画案を基にした揚水量削減計画
 トルファン第2案 : 節水灌漑施設投資を最小化する揚水量削減計画
 シャンシャン第1案 : 既存節水計画案を基にした揚水量削減計画
 シャンシャン第2案 : 南部で節水灌漑施設を普及させる揚水量削減案

表 10.9.31 総事業費(ダム建設+節水重点対策)

シャンシャン第1案+トルファン第1案

対象事業	金額(万元)
ダム建設事業費(アラ溝ダム)	26,700
導水路建設事業費	6,600
節水灌漑事業費	97,000
パイロット節水事業	440
合計	130,740

シャンシャン第2案+トルファン第1案

対象事業	金額(万元)
ダム建設事業費(アラ溝ダム)	26,700
導水路建設事業費	6,600
節水灌漑事業費	133,000
パイロット節水事業	440
合計	166,740

シャンシャン第2案+トルファン第2案

対象事業	金額(万元)
ダム建設事業費(アラ溝ダム)	26,700
導水路建設事業費	6,600
節水灌漑事業費	112,000
パイロット節水事業	440
合計	145,740

- 注) トルファン第1案 : 既存節水計画案を基にした揚水量削減計画
 トルファン第2案 : 節水灌漑施設投資を最小化する揚水量削減計画
 シャンシャン第1案 : 既存節水計画案を基にした揚水量削減計画
 シャンシャン第2案 : 南部で節水灌漑施設を普及させる揚水量削減案

10.10 事業評価

10.10.1 水利局の財務現状分析と評価

a. トルファン市水利局

a.1 資産保有状況

2002年におけるトルファン市の固定資産総額は、29,805.3万元である(表 10.10.1参照)。

表 10.10.1 トルファン市水利局の資産保有状況(2002年)

単位(万元)

資産種別	小項目	保有額	
支渠以上固定資産		15,673.8	
	水利事業		15,406.1
	管理固定資産		192.5
	設備その他		75.2
農渠固定資産		14,131.5	
計		29,805.3	

a.2 支出入状況

支渠以上の施設にかかる年間管理費は、1996年に215.16万元、2002年に468.69万元となっており、1996～2002年の6年間で約2.18倍に増加している。また、減価償却、保険、大規模修理の各費用を含めたコスト総額は、2002年現在で、1,854万元に上っている。

一方、1996～2002年におけるトルファン市の農業用水料金徴収状況は、表 10.10.2のとおりである。7年間の年平均徴収率は、75.7%に留まっており、慢性的な赤字収支が続いている。

表 10.10.2 トルファン市の農業用水料金徴収状況

単位(万元)

年	収入		
	理論値	実際値	徴収率
1996	656	360	54.9%
1997	821	433	52.7%
1998	702	661	94.2%
1999	775	715	92.3%
2000	725	606	83.6%
2001	665	477	71.7%
2002	803	645	80.3%
累計	5,147	3,897	75.7%

近年、固定資産ならびに運営管理費が増加を続ける中、水料金はそのコストをはるかに下回っている。水管理部門の財務管理制度による算定では、新規投資はもとより、固定資産の減価償却分、大型改修費を捻出する余裕もない状況である。

a.3 将来の水料金計画

トルファン市水利局が予定している改定水単価一覧は、表 10.10.3のとおりである。

表 10.10.3 トルファン市水利局が予定している改定水単価一覧

水源	用途	水単価 (元/m ²)
地表水	農業(支渠)	0.1250
	農業(農渠)	0.0250
	鉱工業/交通運輸業	0.3000
	油田	0.8000
	生活/社会公益事業	0.2500
	養殖業	0.2500
	建築業	0.3000
	サービス業	0.4000
	水力発電	0.0023
	地下水	農業
鉱工業/交通運輸業		0.6000
油田		1.6000
生活/社会公益事業		0.5000
養殖業		0.5000
建築業		0.6000
サービス業		0.8000

1995 年給水原価徴収資料によれば、現在の料金は、河川水が 0.05 元/m³、湧水が 0.03 元/m³、ダム水が 0.05 元/m³である。新料金を現在の料金と比較すると、農業（支渠）で、(0.1250/0.05 =) 2.5 倍となっている。

農業（支渠）用水改定単価の計算根拠は、表 10.10.4のとおり、コスト総額を配水量で除して得られる 0.1245 元/m³を基本として計画されている。これに水資源費 0.001 元/m³を加算すると、単価は 0.1255 元/m³となる。

表 10.10.4 トルファン市における農業(支渠)用水改定料金の算出根拠

年	配水量 (万m ³)	給水コスト					単位(万元)		単位(元)	
		減価償却	保険	大修理	運営管理	コスト計	欠損	灌漑用水単価	灌漑用水単価	
2002	14,882.8	852	313	219	469	1,854	1,209	※水資源費除く 0.1245	※水資源費含む 0.1255	

報告書によれば、生産額に占める水料金（農地 1 亩当たり）を料金改定前後で比較すると、改定前が 1~7.7 %であるのに対し、改定後も 3.77 %程度に留まるとの予想がなされている。すなわち、当該水料金改定は、農民にとって受け入れがたいものとはならないとの想定に基づいて立案されている。

また、料金改定を行うメリットとしては、節水意識の向上による水使用量の減少、それにとともなう支払い総額の減少、土壌の改善、単位収量増加による農民の利益増加等が挙げられている。

b. トクソン県水利局

b.1 資産保有状況

2002年におけるトクソン県の固定資産総額は、9,328.0万元である（表 10.10.5参照）。

表 10.10.5 トクソン県水利局の資産保有状況(2002年)

単位(万元)

資産種別	小項目	保有額	
固定資産		9,328.0	
	水利事業		9,236.9
	管理固定資産		69.6
	設備その他		21.5

b.2 支出入状況

1996～2002年におけるトクソン県の水料金徴収状況は、表 10.10.6のとおりである。7年間の年平均徴収率は、54.6%に留まっており、慢性的な赤字収支が続いている。

表 10.10.6 トクソン県の水料金徴収状況

単位(万元)

年	収入		
	理論値	実際値	徴収率
1996	312	157	50.3%
1997	557	188	33.8%
1998	382	177	46.4%
1999	297	89	30.0%
2000	248	138	55.8%
2001	288	249	86.5%
2002	331	320	96.8%
累計	2,413	1,318	54.6%

b.3 将来の水料金計画

現在の水料金は、表流水で0.035元/m³であるが、これを0.095元/m³改定する案が提出されている。この数字は、2000年の総コストを総配水量で除した値に、水資源費0.001元を加えたもの根拠をその根拠としている。表 10.10.7に示すとおり、この改定料金であれば、現在のコストをまかなうのにほぼ十分であるといえる。

表 10.10.7 トクソン県における改定水料金の算出根拠

年	配水量 (万m ³)	給水コスト						欠損	灌漑用水単価	
		賃金	減価償却	保険	大修理	運営管理	コスト計		※水資源費除く	※水資源費含む
1996	13,002.0	59	211	117	109	63	558	401	0.0429	0.0439
1997	16,372.0	62	210	121	113	88	593	405	0.0362	0.0372
1998	11,224.0	71	209	121	113	80	594	417	0.0529	0.0539
1999	8,754.3	60	209	122	113	160	664	575	0.0758	0.0768
2000	7,279.1	73	253	147	138	70	681	543	0.0936	0.0946
2001	8,228.0	140	251	148	138	117	794	545	0.0965	0.0975
2002	9,394.6	130	248	148	138	180	844	524	0.0899	0.0909
累計	74,254.0	595	1,592	923	862	758	4,729	3,411	0.0637	0.0647

c. シャンシャン県水利局

c.1 資産保有状況

2002 年におけるシャンシャン県の固定資産総額は、41,483.77 万元である（表 10.10.8 参照）。うち、国家投資は 26,875.6 万元、民間投資分は 14,608.2 万元である。

表 10.10.8 シャンシャン県水利局の資産保有状況(2002 年)

資産種別	小項目	保有額	
固定資産総額		41,483.8	
	国家投資		26,875.6
	民間投資		14,608.2

c.2 支出入状況

1996～2002 年におけるシャンシャン県の水料金徴収状況は、表 10.10.9のとおりである。7 年間の年平均徴収率は 87.0 %で、トクソン県、トルファン市と比較して高い徴収率となっているものの、慢性的な赤字収支が続いている点では同様である。

表 10.10.9 シャンシャン県の水料金徴収状況

年	収入		
	理論値	実際値	徴収率
1996	580	403	69.5%
1997	473	376	79.5%
1998	547	437	79.9%
1999	468	457	97.6%
2000	419	395	94.3%
2001	363	362	99.7%
2002	406	404	99.5%
累計	3,256	2,834	87.0%

c.3 将来の水料金計画

現在の水料金は、河川水で 0.043 元/m³、地下水で 0.0001 元/m³となっている。報告書によれば、これを改定し、地下水価格を 0.0050 元/m³ とすることが計画されている（表 10.10.10参照）。

表 10.10.10 シャンシャン県の水料金改定計画

	単位(元)	
	現在価格	改定価格
表流水	0.0430	-
地下水	0.0001	0.0050

表流水の改定価格は具体的に示されていないが、トルファン市の例に倣って試算してみると、表 10.10.11のとおりとなる。すなわち、単位水量当たりの灌漑用コストが、2001年以降 0.14 元を超えてきているため、改定後の水価格としては、少なくとも 0.14 元/m³程度（水資源費を含まない）を検討する必要であろう。

表 10.10.11 シャンシャン県における改定水料金の算出根拠

年	導水量 (億m ³)	配水量 (億m ³)	給水コスト						単位(万元)	単位(元)
			賃金	減価償却	保険	修理	製造	コスト計	欠損	灌漑用水単価
1996	1.6000	1.3500	91	349	27	62	24	553	150	0.0410
1997	1.4000	1.1000	82	357	27	111	23	600	224	0.0545
1998	1.5000	1.2000	92	359	27	166	32	676	239	0.0563
1999	1.5000	1.0900	112	368	27	66	24	597	140	0.0548
2000	1.3000	0.9440	43	610	282	200	30	1,165	770	0.1234
2001	1.2100	0.8460	190	615	282	68	37	1,192	830	0.1409
2002	1.2400	0.9460	200	731	282	63	48	1,324	920	0.1400
累計	9.7500	7.4760	810	3,389	954	736	218	6,107	3,273	0.0817

d. 評価

3市県（トルファン市、トクソン県、シャンシャン県）水利局は、いずれも慢性的なマイナス収支となっており、仮に上記の水料金改定を実現しても、当面はこれまでの赤字運営を克服するのが精一杯である。したがって、新規事業を実施する場合、各自治体が独自の資金で事業費をまかなうのは困難であり、何らかの外的資金が必要になる。

10.10.2 優先プロジェクトの財務及び社会経済評価

ここでは、現在建設計画が検討されている 3 ダム中、最も緊急性が高く、かつ計画案の具体化している阿拉溝ダム建設の財務評価について記述する。

a. 優先プロジェクトの財務評価

a.1 前提条件

既存資料（アラ溝ダム建設に関する研究報告）によれば、最も好ましいとする想定（以降「原案」とする）投資分担は、表 10.10.12のように設定されている。

表 10.10.12 想定投資分担

	洪水防止	灌漑		合計
		国・自治区	トクソン県	
固定資産投資	10,680.0	16,020.0		26,700.0
分担比率	40.0%	60.0%		100.0%
固定資産投資	—	6,408.0	9,612.0	16,020.0
分担比率	—	40.0%	60.0%	100.0%

(万元)

出典（アラ溝ダム建設に関する研究報告）

また、財務評価の前提条件は、表 10.10.13のとおりである。

表 10.10.13 財務評価の前提条件(原案)

項目	内容
工事期間	4年
償還期間	40年
事業総コスト	26,700万元
トクソン県負担分	9,612万元
年事業運営費	修理費・材料費・労働対価・水資源費・その他から算出
水価格 (m ³ 当たり)	灌漑用水：0.070元、南山鋳区用水：0.450元
給水量	灌漑用水：3,688万m ³ 、南山鋳区用水：700万m ³

出典（アラ溝ダム建設に関する研究報告）

事業総コストの根拠は、表 10.9.14に示すとおりである。また、年事業運営費の算出根拠は、表 10.10.14に示すとおりである。

表 10.10.14 年事業運営費の算出根拠

費用項目	計算方法	費用
修理費	固定資産価値×修理費率 (=1.0%)	160.2
材料費	固定資産投資×0.1%	16.0
労働対価	18名 (給与+複利厚生(=給与×40%))	19.7
水資源費	0.001元/m ³	3.7
その他	(修理費+材料費+労働対価) ×10%	19.6
計		219.2

(万元)

出典（アラ溝ダム建設に関する研究報告）

a.2 財務内部収益率（FIRR）推定値

前提条件を元に、財務内部収益率（FIRR）推定値を算出したところ、1.84%という値が得られた。算出根拠の詳細は、表 10.10.15に示すとおりである。

表 10.10.15 阿拉溝ダム建設事業・原案・財務分析・財務内部収益率(FIRR)

(万元)

	年数	建設コスト (a)	収入 (b)	操業費 (c)	減価償却 (d)	金利 (e)	税引前利益 (f) (b-c-d-e)	税金 (g)	純流入 (h) (b-a-c-g)
建設期	1	3,244.7							-3,244.7
	2	3,407.0							-3,407.0
	3	2,188.1							-2,188.1
	4	772.2							-772.2
生産期	5		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	6		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	7		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	8		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	9		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	10		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	11		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	12		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	13		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	14		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	15		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	16		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	17		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	18		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	19		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	20		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	21		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	22		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	23		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	24		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	25		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	26		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	27		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	28		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	29		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	30		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	31		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	32		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	33		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	34		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	35		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	36		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	37		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	38		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	39		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	40		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	41		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	42		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	43		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	44		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
								FIRR =	1.84%

a.3 感度分析

建設コスト負担額、または需要の変化が財務内部収益率（FIRR）に与える影響を調べるため、表 10.10.16に示す 4 通りの場合、すなわち、建設コスト負担額が 10%、20%それぞれ増加する場合、また、需要が 10%、20%それぞれ減少する場合を想定し、感度分析を行った。

表 10.10.16 投資額・便益変化の想定内容

	変化項目	増減量
1	建設コスト負担額	10%増加
2	建設コスト負担額	20%増加
3	需要	10%減少
4	需要	20%減少

4 通りの場合にしたがって、財務内部収益率を算出すると、表 10.10.17のとおりとなる。各々の場合の算出根拠詳細は、表 10.10.18～表 10.10.21に示すとおりである。

表 10.10.17 建設コスト負担額・需要変化に対応した財務内部収益率

	項目		財務内部収益率 (FIRR)	純現在価値 (NPV)
			(%)	(割引率1%)
	推定値		1.84	1,769
1	建設コスト	+10%	1.36	818
2	負担額	+20%	0.94	-133
3	需要	-10%	0.97	-57
4		-20%	-0.02	-1,884

(出典：JICA 調査団)

原案の場合、建設コストの増額で、純現在価値はすぐにマイナスとなってしまふ。10%総額では以前プラスであるが、20%増加した場合は、マイナスである。また、需要が減少した場合は、10%減、20%減、いずれの場合も、純現在価値はマイナスとなる。

原案による投資分担は、トクソン県が灌漑固定資産投資の 60%を負担することを想定しているため、感度分析結果はいずれもこの前提条件下では意味のある結果を導くことが出来ない。このことは、同県の水利財務の現状から見て、負担割合が過大であり、一県だけの灌漑利用とそれによる水利費収入だけで本事業計画の財務的妥当性を確保することはほとんど不可能であることを意味している。従って、トクソン県の負担割合を減少させ、かつ大幅に水価格を値上した場合に、どの程度にまで財務内部収益率が向上するかを見るため、次節では既存資料（アラ溝ダム建設に関する研究報告）中に示されている投資分担比率の異なる別案を検討する。

表 10.10.18 阿拉溝ダム建設事業・原案・財務分析・財務内部収益率(FIRR)・感度分析 1=コスト変化(増加 10%)

(万円)

	年数	建設コスト (a)	収入 (b)	操業費 (c)	減価償却 (d)	金利 (e)	税引前利益 (f) (b-c-d-e)	税金 (g)	純流入 (h) (b-a-c-g)
建設期	1	3,569.1							-3,569.1
	2	3,747.7							-3,747.7
	3	2,406.9							-2,406.9
	4	849.4							-849.4
生産期	5		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	6		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	7		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	8		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	9		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	10		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	11		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	12		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	13		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	14		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	15		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	16		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	17		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	18		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	19		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	20		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	21		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	22		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	23		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	24		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	25		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	26		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	27		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	28		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	29		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	30		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	31		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	32		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	33		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	34		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	35		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	36		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	37		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	38		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	39		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	40		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	41		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	42		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	43		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	44		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
									FIRR =

表 10.10.19 阿拉溝ダム建設事業・原案・財務分析・財務内部収益率(FIRR)・感度分析 2=コスト変化(増加 20%)

(万元)									
	年数	建設コスト (a)	収入 (b)	操業費 (c)	減価償却 (d)	金利 (e)	税引前利益 (f)	税金 (g)	純流入 (h)
							(b-c-d-e)		(b-a-c-g)
建設期	1	3,893.6							-3,893.6
	2	4,088.4							-4,088.4
	3	2,625.7							-2,625.7
	4	926.6							-926.6
生産期	5		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	6		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	7		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	8		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	9		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	10		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	11		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	12		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	13		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	14		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	15		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	16		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	17		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	18		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	19		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	20		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	21		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	22		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	23		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	24		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	25		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	26		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	27		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	28		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	29		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	30		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	31		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	32		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	33		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	34		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	35		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	36		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	37		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	38		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	39		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	40		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	41		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	42		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	43		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
	44		573.2	219.2	352.4	0.0	1.6	0.0	354.0
									FIRR =

表 10.10.20 阿拉溝ダム建設事業・原案・財務分析・財務内部収益率(FIRR)・感度分析 3=
需要変化(減少 10%)

(万元)									
	年数	建設コスト (a)	収入 (b)	操業費 (c)	減価償却 (d)	金利 (e)	税引前利益 (f) (b-c-d-e)	税金 (g)	純流入 (h) (b-a-c-g)
建設期	1	3,244.7							-3,244.7
	2	3,407.0							-3,407.0
	3	2,188.1							-2,188.1
	4	772.2							-772.2
生産期	5		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	6		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	7		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	8		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	9		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	10		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	11		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	12		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	13		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	14		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	15		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	16		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	17		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	18		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	19		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	20		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	21		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	22		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	23		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	24		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	25		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	26		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	27		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	28		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	29		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	30		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	31		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	32		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	33		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	34		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	35		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	36		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	37		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	38		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	39		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	40		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	41		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	42		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	43		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
	44		515.8	219.2	352.4	0.0	-55.7	0.0	296.7
									FIRR =

表 10.10.21 阿拉溝ダム建設事業・原案・財務分析・財務内部収益率(FIRR)・感度分析 4=
需要変化(減少 20%)

(万元)									
	年数	建設コスト (a)	収入 (b)	操業費 (c)	減価償却 (d)	金利 (e)	税引前利益 (f)	税金 (g)	純流入 (h)
							(b-c-d-e)		(b-a-c-g)
建設期	1	3,244.7							-3,244.7
	2	3,407.0							-3,407.0
	3	2,188.1							-2,188.1
	4	772.2							-772.2
生産期	5		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	6		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	7		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	8		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	9		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	10		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	11		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	12		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	13		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	14		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	15		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	16		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	17		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	18		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	19		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	20		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	21		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	22		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	23		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	24		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	25		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	26		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	27		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	28		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	29		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	30		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	31		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	32		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	33		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	34		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	35		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	36		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	37		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	38		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	39		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	40		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	41		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	42		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	43		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
	44		458.5	219.2	352.4	0.0	-113.1	0.0	239.4
									FIRR =

a.4 その他の前提条件による財務内部収益率 (FIRR)

原案では、FIRR 値が 1%程度であり、財務的に過小な値となっている。したがって、ここでは、前出資料中の別案を検討する。別案の投資分担条件は、表 10.10.22に示すとおりである。

表 10.10.22 別案の投資分担

	国・自治区	トクソン県	計
固定資産投資	24,030.0	2,670.0	26,700.0
分担比率	90.0%	10.0%	100.0%

出典 (阿拉溝ダム建設に関する研究報告)

また、別案における財務評価の前提条件は、表 10.10.23のとおりである。すなわち、原案と比較して、県の負担分が少なくなり、水価格が高めに設定されている。

表 10.10.23 財務評価の前提条件(別案)

項目	内容
工事期間	4年
償還期間	40年
事業総コスト	26,700万元
トクソン県負担分	2,670万元
年事業運営費	修理費・材料費・労働対価・水資源費・その他から算出
水価格 (m ³ 当たり)	灌漑用水：0.100元、南山鉱区用水：0.832元
給水量	灌漑用水：3,688万m ³ 、南山鉱区用水：700万m ³

出典 (阿拉溝ダム建設に関する研究報告)

別案の条件にしたがって、財務内部収益率 (FIRR) を算出したところ、16.6%という値が得られた。この財務内部収益率は十分に高い数字である。算出根拠の詳細は、表 10.10.24に示すとおりである。

このようにトクソン県の負担割合を 10%まで減少させ、かつ水価格を上昇させた場合には、財務内部収益率 (FIRR) は十分高い値を得られることが分かった。しかしながら、このためには多額の国・自治区からの投資が必要となるとともに、トクソン県受益者農民の水利費負担が増大する。国・自治区の負担割合が増加するのであれば、公共事業の観点からはトルファン盆地内他県への配慮が必要となるものと思われる。また、急激な水価格の上昇は受益者農民に与える経済的ダメージが大きく、事業の運営が困難になる恐れもある。そこで次節の総合評価においてさらにこの点について検討する。

表 10.10.24 阿拉溝ダム建設事業・別案・財務分析・財務内部収益率(FIRR)

(万元)									
年数	建設コスト (a)	収入 (b)	操業費 (c)	減価償却 (d)	金利 (e)	税引前利益 (f) (b-c-d-e)	税金 (g)	純流入 (h) (b-a-c-g)	
建設期	1	901.3						-901.3	
	2	946.4						-946.4	
	3	607.8						-607.8	
	4	214.5						-214.5	
生産期	5		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	6		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	7		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	8		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	9		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	10		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	11		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	12		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	13		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	14		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	15		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	16		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	17		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	18		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	19		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	20		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	21		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	22		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	23		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	24		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	25		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	26		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	27		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	28		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	29		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	30		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	31		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	32		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	33		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	34		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	35		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	36		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	37		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	38		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	39		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	40		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	41		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	42		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	43		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
	44		951.2	348.4	587.4	0.0	15.4	0.0	602.8
							FIRR =	16.55%	

a.5 総合評価

水料金の未回収部分が大きいこともあり、トクソン県の現状財務は、非常に逼迫している（10.10.1b参照）。このような財務現況を考慮すれば、県としては、その事業費負担割合が10%程度であったとしても、即時実施に向けて動き出すためには何らかの外的資金が必要になる。すなわち、銀行等からの融資を検討しなくてはならない。しかし、融資に頼ればその返済のために、さらに財務状況が悪化することになる。従って、トクソン県水利局は、現況の低い水料金徴収率を上げるための対策を講じることで、早期に財政の建て直しを行うことがまず肝要である。

原案の財務内部収益率（FIRR）は非常に低い（1.84%）ことから、条件の細部の再検討が必要と思われる。別案は、16.6%と十分に高い数字が得られているが、現況の水価格に比べて、灌漑用水で（ $0.100/0.035=$ ）2.86倍、南山鉱区用水で（ $0.832/0.035=$ ）23.8倍というかなり高い値上げが条件となっていることから、裨益者が値上げ後の水価格を受け入れるかどうかの十分な検討を要する。さらにこの場合でも、国・自治区の投資額が増大することを考慮すれば公共事業の観点からトルファン地区内他県への水利配分が検討されるべきであろう。水需要が旺盛なトルファン市やシャンシャン県への配分により投資負担の偏りを避け、適正な水価格を設定することで財務的な妥当性が確保できるか検討を要すると思われる。

以上のように、財務的には種々の検討課題を有する本アラ溝ダム建設事業であるが、次の10.10.2節で記述するとおり、社会経済的には十分な内部収益率を得ているため、全体としては、上記の検討を踏まえた上で実施可能であるといえる。

b. 優先プロジェクトの社会経済評価

ここでは、アラ溝ダム建設に係る経済評価について記述する。

b.1 前提条件

前出資料によれば、経済評価の前提条件は、表 10.10.25のとおりとなっている。

表 10.10.25 経済評価の前提条件

項目	内容
工事期間	4年
償還期間	40年
事業総コスト	26,700万元×補正率（=80%）
年事業運営費	修理費・材料費・労働対価・水資源費・その他から算出
流動資金	年事業運営費の15%
便益	洪水防止・灌漑利用・工業利用
基準経済内部収益率	12%

出典（アラ溝ダム建設に関する研究報告）

工事期間は4年間、償還期間は40年間、総事業コストは26,700万元であり、基準となる経済内部収益率（EIRR）は12%とされている。

費用（=C:Cost）の算出根拠ならびに便益総括表（=B:Benefit）は、表 10.10.26ならびに表 10.10.27に示すとおりである。

表 10.10.26 費用(=C)算出根拠

				(万元)
	費用項目		計算法	費用
建設期	資本費用	計		26,700.0
償還期	流動資金	計	年運営費×15%(初年度のみ)	52.3
	運営費	修理費	固定資産価値×修理费率(=1.0%)	267.0
		材料費	固定資産投資×0.1%	26.7
		労働対価	18名(給与+複利厚生(=給与×40%))	19.7
		水資源費	0.001元/m ³	3.7
		その他	(修理費+材料費+労働対価)×10%	31.3
		小計		348.4
	計		(初年度)※2年目以降は運営費のみ	400.6

出典 (阿拉溝ダム建設に関する研究報告)

表 10.10.27 便益(=B)総括表

(万元)		
洪水抑止		1,959.0
灌漑農業増産		3,326.5
工業増産		700.0

出典 (阿拉溝ダム建設に関する研究報告)

なお、各便益の算出根拠は、以下のとおりである。

b.1.1 洪水抑止

阿拉溝流域では、洪水が頻繁に発生し、経済的、物質的、人的に様々な被害が生じている。そして、こういった洪水被害は、地域の持続的な経済発展を阻害する主たる要因のひとつとなっている。阿拉溝ダム建設計画が実現すれば、下流地域は、20～50年確率の洪水基準に対応した安全度を保証されることになる。歴年の洪水被害統計資料を元に、洪水防止投資費用等を勘案すると、年平均直接便益は1,767万元となる(阿拉溝ダム建設に関する研究報告書)。

また、損失関係係数をそれぞれ、①農業損失：10%、②工業損失：30%、③交通損失：25%、④住宅損失：15%とすると、間接便益の合計は、192万元となる(阿拉溝ダム建設に関する研究報告書)。

したがって、洪水防止の総便益は、(1,767万元+192万元)=1,959万元となる。

b.1.2 灌漑農業増産

灌漑農業部門については、ダム開発によって農業生産額が増大することが主たるインパクトとなる。新規灌漑地開発ならびに低生産性農地改善に伴い、野菜、クミン、葡萄等の農作物生産量が9206.4万元増加する。便益は、これら各作物の増減額にそれぞれの係数をかけて算出する。

新規灌漑地開発で2623.9万元、低生産性農地改善で702.6万元、計3326.5万元の便益がもたらされる。

表 10.10.28 農業部門便益(=B)総括表

	生産値 (万元)	便益 (万元)
新規灌漑地開発	7612.4	2623.9
低生産性農地改善	1594.0	702.6
計	9206.4	3326.5

出典（阿拉溝ダム建設に関する研究報告）

b.1.3 工業増産

工業増産については、ウルムチ市南砦地区へ給水量が 700 万 m³ となることから実現されうるものである。2010 年における工業用水原単位を 200m³/万元とすれば、700 万/200 = 35,000 万元の工業増産が望める。これに国民経済便益率 10 %、水利分担係数 20 % を乗じて、ダム建設による工業用水便益 700 万元が算出される（阿拉溝ダム建設に関する研究報告書）。

b.2 経済内部収益率（EIRR）推定値

前提条件を元に、経済内部収益率（EIRR）推定値を算出したところ、18.8 % という値が得られた。算出根拠の詳細は、表 10.10.29 に示すとおりである。

表 10.10.29 阿拉溝ダム建設事業・社会経済分析・経済内部収益率(EIRR)

	費用-Cost				便益-Benefit				純価値	現在価値			現在価値			
	資本費用 *	流動資金	運営費	費用合計	洪水抑止	灌漑農業増産	工業増産	回収流動資金		便益合計	割引係数 12%	費用	便益	割引係数 20%	費用	便益
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1	7,210.4			7,210.4						-7,210.4	1.000	7,210.4		1.000	7,210.4	
2	7,571.2			7,571.2						-7,571.2	0.893	6,760.0		0.833	6,309.3	
3	4,862.4			4,862.4						-4,862.4	0.797	3,876.3		0.694	3,376.7	
4	1,716.0			1,716.0						-1,716.0	0.712	1,221.4		0.579	993.1	
5		42.6	283.8	326.3	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,659.2	0.636	207.4	3,803.9	0.482	157.4	2,886.5
6			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.567	161.0	3,396.3	0.402	114.0	2,405.4
7			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.507	143.8	3,032.4	0.335	95.0	2,004.5
8			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.452	128.4	2,707.5	0.279	79.2	1,670.4
9			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.404	114.6	2,417.4	0.233	66.0	1,392.0
10			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.361	102.3	2,158.4	0.194	55.0	1,160.0
11			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.322	91.4	1,927.2	0.162	45.8	966.7
12			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.287	81.6	1,720.7	0.135	38.2	805.6
13			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.257	72.8	1,536.3	0.112	31.8	671.3
14			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.229	65.0	1,371.7	0.093	26.5	559.4
15			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.205	58.1	1,224.8	0.078	22.1	466.2
16			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.183	51.8	1,093.5	0.065	18.4	388.5
17			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.163	46.3	976.4	0.054	15.3	323.7
18			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.146	41.3	871.8	0.045	12.8	269.8
19			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.130	36.9	778.4	0.038	10.7	224.8
20			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.116	32.9	695.0	0.031	8.9	187.4
21			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.104	29.4	620.5	0.026	7.4	156.1
22			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.093	26.3	554.0	0.022	6.2	130.1
23			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.083	23.5	494.7	0.018	5.1	108.4
24			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.074	20.9	441.7	0.015	4.3	90.4
25			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.066	18.7	394.3	0.013	3.6	75.3
26			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.059	16.7	352.1	0.010	3.0	62.7
27			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.053	14.9	314.4	0.009	2.5	52.3
28			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.047	13.3	280.7	0.007	2.1	43.6
29			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.042	11.9	250.6	0.006	1.7	36.3
30			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.037	10.6	223.8	0.005	1.4	30.3
31			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.033	9.5	199.8	0.004	1.2	25.2
32			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.030	8.5	178.4	0.004	1.0	21.0
33			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.027	7.6	159.3	0.003	0.8	17.5
34			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.024	6.7	142.2	0.002	0.7	14.6
35			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.021	6.0	127.0	0.002	0.6	12.2
36			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.019	5.4	113.4	0.002	0.5	10.1
37			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.017	4.8	101.2	0.001	0.4	8.4
38			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.015	4.3	90.4	0.001	0.3	7.0
39			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.013	3.8	80.7	0.001	0.3	5.9
40			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.012	3.4	72.0	0.001	0.2	4.9
41			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.011	3.0	64.3	0.001	0.2	4.1
42			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.010	2.7	57.4	0.001	0.2	3.4
43			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,701.7	0.009	2.4	51.3	0.000	0.1	2.8
44			283.8	283.8	1,959.0	3,326.5	700.0	42.6	6,028.1	5,744.3	0.008	2.2	46.1	0.000	0.1	2.4
	21,360.0											20,760.2	35,121.8		18,730.5	17,307.4

* 資本費用補正値 = 財務分析資本費用値×80%

純現在価値 14,361.6

純現在価値 -1,423.1

EIRR 18.8%

b.3 感度分析

投資額、または便益の変化が経済内部収益率（EIRR）に与える影響を調べるため、表 10.10.30に示す 4 通りの場合、すなわち、投資額が 10%、20%それぞれ増加する場合、また、便益が 10%、20%それぞれ減少する場合を想定し、感度分析を行った。

表 10.10.30 投資額・便益変化の想定内容

	変化項目	増減量
1	投資額	10%増加
2	投資額	20%増加
3	便益	10%減少
4	便益	20%減少

4 通りの場合にしたがって、経済内部収益率を算出すると表 10.10.31のとおりとなる。各々の場合の算出根拠詳細は、表 10.10.32～表 10.10.35に示すとおりである。

表 10.10.31 投資額・便益変化に対応した経済内部収益率

	項目		経済内部収益率 (EIRR)	純現在価値 (B-C)	便益・費用比率 (B/C)
			(%)	(割引率 12%)	(割引率 12%)
	推定値		18.8	14,362	1.69
1	投資額	+10%	17.4	12,301	1.54
2		+20%	16.2	10,240	1.41
3	便益	-10%	17.3	10,849	1.52
4		-20%	15.7	7,337	1.35

(出典：JICA 調査団)

投資額が 20%増加した場合でも、経済内部収益率は 16.2% (>12%)である。また、便益が 20%減少した場合でも、経済内部収益率は 15.7% (>12%)である。

また、割引率 12%の場合で、純現在価値 (B-C) はいずれも正の値を、また、便益・費用比率(B/C)はいずれも 1 以上の値を取っている (※B: Benefit = 便益、C: Cost = 費用)。

したがって、投資額もしくは便益にそれぞれ最大で 20%増、20%減の変動があっても、阿拉溝ダム事業実施の経済的妥当性は保持される。

b.4 総合評価

既存資料を基に行った上記分析によると、阿拉溝ダム建設事業については、感度分析を含めて経済内部収益率（EIRR）は十分に高い値が得られた。しかし、10.10.1節で記述したとおり、県・市水利局の財務状況については課題解決が必要である。また、同時に、a.5で述べたような財務的検討を踏まえる必要がある。

表 10.10.32 阿拉溝ダム建設事業・社会経済分析・経済内部収益率(EIRR)・感度分析 1=投資変化(増加 10%)

	費用-Cost				便益-Benefit				純価値	現在価値			現在価値			
	資本費用 * (1)	流動資金 (2)	運営費 (3)	費用合計 (4)	洪水抑止 (5)	灌漑農業増産 (6)	工業増産 (7)	回収流動資金 (8)		便益合計 (9)	割引係数 12% (11)	費用 (12)	便益 (13)	割引係数 20% (14)	費用 (15)	便益 (16)
1	7,931.4			7,931.4						-7,931.4	1.000	7,931.4	1.000	7,931.4		
2	8,328.3			8,328.3						-8,328.3	0.893	7,436.0	0.833	6,940.3		
3	5,348.6			5,348.6						-5,348.6	0.797	4,263.9	0.694	3,714.3		
4	1,887.6			1,887.6						-1,887.6	0.712	1,343.6	0.579	1,092.4		
5		46.4	309.6	356.1	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,629.4	0.636	226.3	3,803.9	0.482	171.7	2,886.5
6			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.567	175.7	3,396.3	0.402	124.4	2,405.4
7			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.507	156.9	3,032.4	0.335	103.7	2,004.5
8			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.452	140.1	2,707.5	0.279	86.4	1,670.4
9			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.404	125.0	2,417.4	0.233	72.0	1,392.0
10			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.361	111.6	2,158.4	0.194	60.0	1,160.0
11			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.322	99.7	1,927.2	0.162	50.0	966.7
12			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.287	89.0	1,720.7	0.135	41.7	805.6
13			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.257	79.5	1,536.3	0.112	34.7	671.3
14			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.229	71.0	1,371.7	0.093	28.9	559.4
15			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.205	63.4	1,224.8	0.078	24.1	466.2
16			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.183	56.6	1,093.5	0.065	20.1	388.5
17			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.163	50.5	976.4	0.054	16.7	323.7
18			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.146	45.1	871.8	0.045	14.0	269.8
19			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.130	40.3	778.4	0.038	11.6	224.8
20			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.116	35.9	695.0	0.031	9.7	187.4
21			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.104	32.1	620.5	0.026	8.1	156.1
22			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.093	28.7	554.0	0.022	6.7	130.1
23			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.083	25.6	494.7	0.018	5.6	108.4
24			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.074	22.8	441.7	0.015	4.7	90.4
25			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.066	20.4	394.3	0.013	3.9	75.3
26			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.059	18.2	352.1	0.010	3.2	62.7
27			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.053	16.3	314.4	0.009	2.7	52.3
28			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.047	14.5	280.7	0.007	2.3	43.6
29			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.042	13.0	250.6	0.006	1.9	36.3
30			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.037	11.6	223.8	0.005	1.6	30.3
31			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.033	10.3	199.8	0.004	1.3	25.2
32			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.030	9.2	178.4	0.004	1.1	21.0
33			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.027	8.2	159.3	0.003	0.9	17.5
34			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.024	7.4	142.2	0.002	0.8	14.6
35			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.021	6.6	127.0	0.002	0.6	12.2
36			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.019	5.9	113.4	0.002	0.5	10.1
37			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.017	5.2	101.2	0.001	0.4	8.4
38			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.015	4.7	90.4	0.001	0.4	7.0
39			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.013	4.2	80.7	0.001	0.3	5.9
40			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.012	3.7	72.0	0.001	0.3	4.9
41			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.011	3.3	64.3	0.001	0.2	4.1
42			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.010	3.0	57.4	0.001	0.2	3.4
43			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,675.9	0.009	2.7	51.3	0.000	0.1	2.8
44			309.6	309.6	1,959.0	3,326.5	700.0	46.4	6,031.9	5,722.3	0.008	2.4	46.1	0.000	0.1	2.4
	23,496.0											22,821.1	35,121.8		20,596.1	17,307.4

* 資本費用補正値 = 財務分析資本費用値 × 80%

純現在価値	12,300.7	純現在価値	-3,288.7
EIRR	17.4%		

表 10.10.33 阿拉溝ダム建設事業・社会経済分析・経済内部収益率(EIRR)・感度分析 2=投資変化(増加 20%)

	費用-Cost			便益-Benefit					純価値	現在価値			現在価値			
	資本費用 *	流動資金	運営費	費用合計	洪水抑制	灌漑農業増産	工業増産	回収流動資金		便益合計	割引係数 12%	費用	便益	割引係数 20%	費用	便益
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1	8,652.5			8,652.5						-8,652.5	1.000	8,652.5		1.000	8,652.5	
2	9,085.4			9,085.4						-9,085.4	0.893	8,112.0		0.833	7,571.2	
3	5,834.9			5,834.9						-5,834.9	0.797	4,651.5		0.694	4,052.0	
4	2,059.2			2,059.2						-2,059.2	0.712	1,465.7		0.579	1,191.7	
5		50.3	335.5	385.8	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,599.7	0.636	245.2	3,803.9	0.482	186.0	2,886.5
6			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.567	190.3	3,396.3	0.402	134.8	2,405.4
7			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.507	170.0	3,032.4	0.335	112.3	2,004.5
8			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.452	151.7	2,707.5	0.279	93.6	1,670.4
9			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.404	135.5	2,417.4	0.233	78.0	1,392.0
10			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.361	121.0	2,158.4	0.194	65.0	1,160.0
11			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.322	108.0	1,927.2	0.162	54.2	966.7
12			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.287	96.4	1,720.7	0.135	45.1	805.6
13			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.257	86.1	1,536.3	0.112	37.6	671.3
14			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.229	76.9	1,371.7	0.093	31.4	559.4
15			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.205	68.6	1,224.8	0.078	26.1	466.2
16			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.183	61.3	1,093.5	0.065	21.8	388.5
17			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.163	54.7	976.4	0.054	18.1	323.7
18			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.146	48.9	871.8	0.045	15.1	269.8
19			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.130	43.6	778.4	0.038	12.6	224.8
20			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.116	38.9	695.0	0.031	10.5	187.4
21			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.104	34.8	620.5	0.026	8.8	156.1
22			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.093	31.0	554.0	0.022	7.3	130.1
23			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.083	27.7	494.7	0.018	6.1	108.4
24			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.074	24.8	441.7	0.015	5.1	90.4
25			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.066	22.1	394.3	0.013	4.2	75.3
26			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.059	19.7	352.1	0.010	3.5	62.7
27			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.053	17.6	314.4	0.009	2.9	52.3
28			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.047	15.7	280.7	0.007	2.4	43.6
29			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.042	14.0	250.6	0.006	2.0	36.3
30			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.037	12.5	223.8	0.005	1.7	30.3
31			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.033	11.2	199.8	0.004	1.4	25.2
32			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.030	10.0	178.4	0.004	1.2	21.0
33			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.027	8.9	159.3	0.003	1.0	17.5
34			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.024	8.0	142.2	0.002	0.8	14.6
35			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.021	7.1	127.0	0.002	0.7	12.2
36			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.019	6.4	113.4	0.002	0.6	10.1
37			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.017	5.7	101.2	0.001	0.5	8.4
38			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.015	5.1	90.4	0.001	0.4	7.0
39			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.013	4.5	80.7	0.001	0.3	5.9
40			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.012	4.0	72.0	0.001	0.3	4.9
41			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.011	3.6	64.3	0.001	0.2	4.1
42			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.010	3.2	57.4	0.001	0.2	3.4
43			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0		5,985.5	5,650.0	0.009	2.9	51.3	0.000	0.2	2.8
44			335.5	335.5	1,959.0	3,326.5	700.0	50.3	6,035.8	5,700.4	0.008	2.6	46.2	0.000	0.1	2.4
	25,632.0											24,882.1	35,121.8		22,461.6	17,307.4

* 資本費用補正値=財務分析資本費用値×80%

純現在価値	10,239.8	純現在価値	-5,154.2
EIRR	16.2%		

表 10.10.34 阿拉溝ダム建設事業・社会経済分析・経済内部收益率(EIRR)・感度分析 3=便益変化(減少 10%)

	費用-Cost				便益-Benefit					純価値	現在価値				
	資本費用*	流動資金	運営費	費用合計	洪水抑止	灌漑農業増産	工業増産	回収流動資金	便益合計		割引係数 12%	費用	便益	割引係数 20%	費用
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
1	7,210.4			7,210.4						-7,210.4	1.000	7,210.4		1.000	7,210.4
2	7,571.2			7,571.2						-7,571.2	0.893	6,760.0		0.833	6,309.3
3	4,862.4			4,862.4						-4,862.4	0.797	3,876.3		0.694	3,376.7
4	1,716.0			1,716.0						-1,716.0	0.712	1,221.4		0.579	993.1
5		42.6	283.8	326.3	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,060.6	0.636	207.4	3,423.5	0.482	157.4
6			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.567	161.0	3,056.7	0.402	114.0
7			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.507	143.8	2,729.2	0.335	95.0
8			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.452	128.4	2,436.8	0.279	79.2
9			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.404	114.6	2,175.7	0.233	66.0
10			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.361	102.3	1,942.6	0.194	55.0
11			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.322	91.4	1,734.5	0.162	45.8
12			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.287	81.6	1,548.6	0.135	38.2
13			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.257	72.8	1,382.7	0.112	31.8
14			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.229	65.0	1,234.5	0.093	26.5
15			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.205	58.1	1,102.3	0.078	22.1
16			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.183	51.8	984.2	0.065	18.4
17			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.163	46.3	878.7	0.054	15.3
18			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.146	41.3	784.6	0.045	12.8
19			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.130	36.9	700.5	0.038	10.7
20			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.116	32.9	625.5	0.031	8.9
21			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.104	29.4	558.4	0.026	7.4
22			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.093	26.3	498.6	0.022	6.2
23			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.083	23.5	445.2	0.018	5.1
24			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.074	20.9	397.5	0.015	4.3
25			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.066	18.7	354.9	0.013	3.6
26			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.059	16.7	316.9	0.010	3.0
27			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.053	14.9	282.9	0.009	2.5
28			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.047	13.3	252.6	0.007	2.1
29			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.042	11.9	225.5	0.006	1.7
30			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.037	10.6	201.4	0.005	1.4
31			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.033	9.5	179.8	0.004	1.2
32			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.030	8.5	160.5	0.004	1.0
33			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.027	7.6	143.3	0.003	0.8
34			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.024	6.7	128.0	0.002	0.7
35			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.021	6.0	114.3	0.002	0.6
36			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.019	5.4	102.0	0.002	0.5
37			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.017	4.8	91.1	0.001	0.4
38			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.015	4.3	81.3	0.001	0.3
39			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.013	3.8	72.6	0.001	0.3
40			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.012	3.4	64.8	0.001	0.2
41			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.011	3.0	57.9	0.001	0.2
42			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.010	2.7	51.7	0.001	0.2
43			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0		5,387.0	5,103.2	0.009	2.4	46.2	0.000	0.1
44			283.8	283.8	1,763.1	2,993.9	630.0	42.6	5,429.5	5,145.7	0.008	2.2	41.5	0.000	0.1
	21,360.0											20,760.2	31,609.6		18,730.5

* 資本費用補正値=財務分析資本費用値×80%

純現在価値	10,849.4
EIRR	17.3%

純現在価値

表 10.10.35 アラ溝ダム建設事業・社会経済分析・経済内部収益率(EIRR)・感度分析 4=便益変化(減少20%)

	費用-Cost				便益-Benefit					純価値	現在価値		現在価値			
	資本費用 *	流動資金	運営費	費用合計	洪水抑止	灌漑農業増産	工業増産	回収流動資金	便益合計		割引係数 12%	費用	便益	割引係数 20%	費用	便益
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1	7,210.4			7,210.4						-7,210.4	1.000	7,210.4		1.000	7,210.4	
2	7,571.2			7,571.2						-7,571.2	0.893	6,760.0		0.833	6,309.3	
3	4,862.4			4,862.4						-4,862.4	0.797	3,876.3		0.694	3,376.7	
4	1,716.0			1,716.0						-1,716.0	0.712	1,221.4		0.579	993.1	
5		42.6	283.8	326.3	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,462.1	0.636	207.4	3,043.1	0.482	157.4	2,309.2
6			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.567	161.0	2,717.1	0.402	114.0	1,924.4
7			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.507	143.8	2,426.0	0.335	95.0	1,603.6
8			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.452	128.4	2,166.0	0.279	79.2	1,336.4
9			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.404	114.6	1,934.0	0.233	66.0	1,113.6
10			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.361	102.3	1,726.7	0.194	55.0	928.0
11			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.322	91.4	1,541.7	0.162	45.8	773.4
12			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.287	81.6	1,376.6	0.135	38.2	644.5
13			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.257	72.8	1,229.1	0.112	31.8	537.1
14			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.229	65.0	1,097.4	0.093	26.5	447.5
15			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.205	58.1	979.8	0.078	22.1	373.0
16			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.183	51.8	874.8	0.065	18.4	310.8
17			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.163	46.3	781.1	0.054	15.3	259.0
18			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.146	41.3	697.4	0.045	12.8	215.8
19			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.130	36.9	622.7	0.038	10.7	179.9
20			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.116	32.9	556.0	0.031	8.9	149.9
21			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.104	29.4	496.4	0.026	7.4	124.9
22			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.093	26.3	443.2	0.022	6.2	104.1
23			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.083	23.5	395.7	0.018	5.1	86.7
24			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.074	20.9	353.3	0.015	4.3	72.3
25			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.066	18.7	315.5	0.013	3.6	60.2
26			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.059	16.7	281.7	0.010	3.0	50.2
27			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.053	14.9	251.5	0.009	2.5	41.8
28			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.047	13.3	224.5	0.007	2.1	34.9
29			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.042	11.9	200.5	0.006	1.7	29.0
30			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.037	10.6	179.0	0.005	1.4	24.2
31			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.033	9.5	159.8	0.004	1.2	20.2
32			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.030	8.5	142.7	0.004	1.0	16.8
33			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.027	7.6	127.4	0.003	0.8	14.0
34			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.024	6.7	113.8	0.002	0.7	11.7
35			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.021	6.0	101.6	0.002	0.6	9.7
36			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.019	5.4	90.7	0.002	0.5	8.1
37			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.017	4.8	81.0	0.001	0.4	6.8
38			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.015	4.3	72.3	0.001	0.3	5.6
39			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.013	3.8	64.6	0.001	0.3	4.7
40			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.012	3.4	57.6	0.001	0.2	3.9
41			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.011	3.0	51.5	0.001	0.2	3.3
42			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.010	2.7	45.9	0.001	0.2	2.7
43			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0		4,788.4	4,504.6	0.009	2.4	41.0	0.000	0.1	2.3
44			283.8	283.8	1,567.2	2,661.2	560.0	42.6	4,831.0	4,547.2	0.008	2.2	37.0	0.000	0.1	1.9
	21,360.0											20,760.2	28,097.5		18,730.5	13,845.9

* 資本費用補正値=財務分析資本費用値×80%

純現在価値 7,337.3
EIRR 15.7%

純現在価値 -4,884.6

10.10.3 技術評価

a. 節水対策技術

圃場レベルでの節水施設導入に関して現状では多くの技術的問題点があり、優先プロジェクトで提案したパイロット節水事業において実験と検証を行い、節水技術の本格的普及を図ることが重要である。このパイロットプロジェクトでは、滴灌（ドリップ灌漑）、畝灌漑、節水栽培、灌漑用水関連の各技術について実験を行い、下表に示すような技術的効果を得ることが期待できる。

表 10.10.36 節水対策技術の評価

実験技術項目	技術開発の進捗	技術の普及性	総合的効果
ドリップ灌漑	先進国を中心に開発が行われ中国でも応用されつつあり、技術開発は進捗している。	コスト低下により普及拡大が期待できる。	葡萄、メロン栽培などの高品種化により農業生産額の増収と節水効果が期待できる。
マルチフィルム灌漑	現在中国での応用が拡大しつつある。材料、工法、コスト、廃棄物処理が課題。	中国では普及しつつある	ドリップ灌漑と同様に集中灌漑が可能。低温地域では節水と保温が可能。
畝灌漑	中国の伝統的畝灌漑方法の変更を行うもので実験段階にある。	コスト面よりも技術の有効性を実証し、普及するには時間がかかる。	作物品種によっては灌漑水量を節水でき、収穫量を上げることが期待できる。
栽培技術	レーザーによる農地平滑化技術は先進国で開発され、中国でも実用化が進んでいる。農業機械や保水材の開発も進んでいる。	各種の農業機械や保水材料などの応用についてコスト及び時間を要する。	農地平滑化による灌漑用水の大幅な節減と土壌保水の改良による節水効果が期待できる。
灌漑用水関連	コスト削減と水不足を補う制限灌漑や調整灌漑による耐干魃性の調整灌漑は実施されている。	他の節水技術と組み合わせた広範な普及が必要である。	水利用効果を最大にするとともに収穫量増加が期待できる。
その他（観測システム等）	灌漑地水収支や作物生育管理を把握する技術は先進国において開発されつつある。	コストが低下し手法が簡便化されれば一般農地農民への普及が期待できる。	科学的、合理的な水管理、作物生育管理の実施が期待できる。

b. 水資源開発利用技術

b.1 ダム・水路等の建設・維持管理技術

トルファン地区では1960年代からダム・水路等の地表水資源開発利用技術は発展しており、建設技術及び維持管理技術能力は高い。今後は、節水対策関連として、灌漑地への導水量制御の機械化や節水管理技術について前項で述べたパイロット節水事業の成果を利用し技術開発を進める必要がある。

b.2 洪水余水のかん養

洪水余水の地下水へのかん養のためには、洪水時に如何に既存水利施設（堰、灌漑用

水路)を保護しつつ、余水を遊水池へ放流するか、余水吐きや放水路の構造について技術的に詳細な検討が必要である。遊水池は先に述べたように、等高線沿いに堰堤を築造することで実施でき、技術的には比較的容易であると考えられる。

b.3 地下水開発利用

今後本計画が実施されると、トルファン盆地における井戸の新規建設は厳重な審査の元で許可されることとなる。トルファン地区では水利用実態調査結果が示すように、井戸ケーシングと孔壁との間はセメントや粘土等による遮水が施されていない。スクリーン設置位置も帯水層の水質を考慮せず多層スクリーンとなっている。このため、今後もこのような井戸建設方法をとると、水質の悪い浅層帯水層の地下水と比較的水質の良い深層帯水層の地下水が混合し、結果的に深層地下水の汚染が拡大することが考えられる。したがって、今後の井戸建設許可に当たっては井戸の構造基準を設けて、事業者には掘削地質柱状図、検層図、スクリーン設置計画等を提出させ、それらを厳格に審査する体制を構築する必要がある。新疆ウイグル自治区全域の井戸掘削工事業者は水利庁、水文水資源局、水利局の指導により、井戸建設技術に関するセミナー・ワークショップ等を行い、井戸建設技術を評価・検討・改善し、井戸建設工事規準を業界自身で策定し提案していくことが望まれる。

トルファン盆地西部において B 層以深の深層地下水開発に当たってはケーシング材、スクリーン位置、帯水層の能力把握、水質の評価の点で水文水資源局の指導的役割は大きくなる。先に述べた、人材育成と平行しつつ技術評価を行う体制を整備することが必要である。

c. モニタリング技術

水資源のモニタリングは新疆ウイグル自治区水文水資源局においては自治区内主要河川についてテレメーターシステムにより監視し、データベースを構築して管理している。本計画では、河川水、地下水を統合した GIS データベースを作成し、トルファン水利局は運用しつつある。本計画では、当面、GIS のデータ収集、整理を継続するが、将来は各水文観測所及び地下水観測井のテレメーターシステム化を考慮する必要がある。また、モニタリングの結果は、できるだけ広報板や水位掲示板で、県・市の中心部や、郷・鎮の中心部で表示し、住民の水についての関心を高め啓発に役立てることが望ましい。技術評価の観点からはとくに難しいことはないと思われるので、まずは、モニタリング技術に強い人材育成を一步一步進め、予算措置がなされた場合に先進的な機器導入を行っていくものとする。

10.10.4 環境影響評価

本調査では、基本計画で提案する優先プロジェクトの実施によって調査地域の環境に対する影響の有無を予測、分析を行い、影響が発生する可能性がある場合、その影響に対する対策及びモニタリングの方法・制度等必要措置を検討した。そして、この基本計画が実施された場合、環境に対する影響を総合的に評価した。

調査実施にあたっては JICA 環境社会配慮ガイドライン (2004 年 4 月) と中華人民共和國環境影響評価法 (2002 年 10 月) の示す評価目的、手順や関連する法律等の違いを研究し、効果的に調査を実施することに留意した。IEE 支援は、現地再委託業務により行った。

中華人民共和國環境影響評価法上では、工業、農業、牧畜業、林業、エネルギー、水利、交通、都市建設、観光、自然資源開発の関連セクターの基本計画策定の場合、国務

院関係部門、行政区を設置する市級以上の地方人民政府及びその関係部門が、基本計画のドラフトを上申・承認する前に環境影響評価を行い、当該基本計画を承認する機関に対して環境影響評価報告書を提出すると規定されている。また、道路、通信施設、発電所等のインフラストラクチャー整備を行う場合、建設事業と位置付けられ、事業の環境影響規模により異なる方法で評価を行う必要がある。

a. 環境影響予測及び対策

本調査結果から明らかなようにトルファン盆地の東部シャンシャン県やトルファン市では地下水の過剰揚水が確認され、揚水量と涵養量のバランスを保ち持続的な地下水利用を実践するために現在の揚水量を減らすことが必要である。一方、盆地西部では地下水開発の余力があることが判明した。その様な結果を基に10.9章では、水資源利用管理基本計画（以下、基本計画）の目標値と4つの優先プロジェクト実施を提案している。

基本計画実施による全体的な影響と各優先プロジェクト実施による個別の影響についての評価結果を以下に記す。

a.1 水資源利用管理基本計画

基本計画では、トルファン地区の産業の発展を維持しながら、過剰揚水による地下水位低下やカナート減少等の環境問題改善を実現するための要素を取り入れつつ各目標値を設定している。基本計画目標値は、10.8章に示されているように広域三次元モデルによる予測結果を基に設定させている。

a.1.1 基本計画の環境影響概況

優先プロジェクト実施を前提とした基本計画の環境影響概況を以下に記す。個々の影響詳細や影響防止対策に関しては、後節の優先プロジェクトの環境影響評価で述べる。

表 10.10.37 基本計画の環境影響概況

No.	環境項目	評価	理由
社会環境			
1	住民移転	A	ダム建設に伴い水没する地域の住民や土地を収用される住民は他の地域への移転が予測される。2002年時の中国側の予測では住人179名（アラ溝ダム100名、二塘溝ダム79名）とされているが、調査団の現地踏査によるとアラ溝ダム建設予定地の周辺住民の大半は、既に転居しており、住民の話によると現在は20人以下であった。また、二塘溝ダムの建設予定地周辺では住人や住居を確認できず住民移転は必要ないと考えられる。
2	経済活動	D	基本計画実施によりトルファン地区の水資源が効果的に利用されることが達成されるならば、安定的に経済活動を計画することが出来るようになる。切迫する中国エネルギー問題を背景に石油等の鉱産資源豊富なトルファン地区の重要性は、今後益々高まることが明らかで、それらの産業育成を行う上でも基本計画に沿った水資源管理はベンチマークとして利用されることが予想できる。 節水技術導入や法整備等の一連の節水事業実施により単位面積あたりの農業用水量が減少し、農業生産物育成コストが軽減されることが予想される。これにより農民（トルファン地区人口の約75%）への負担が減る。また、用水料金の値上げが実施されると農業用水量の削減に対する農民の経済的インセンティブとなり農作物の生産活動に正の影響を与える。

No.	環境項目	評価	理由
3	交通・生活施設	B	ダム施設建設により農地、荒廃地、森林、道路、牧草地や通信施設等が水没する。また、ダム建設に伴う永久土地収用も行われる。
4	地域分断	D	基本計画実施により地域分断は発生しない。
5	遺跡・文化財	D	カナート保全を策定要素として基本計画目標値は設定され、三次元モデルにて検証されている。その結果、トルファン市とシャンシャン県のカナート保護区では、地下水位が現状維持または回復することが予想されている。このことによりトルファンの伝統文化財でもあるカナートが保存される。
6	水利権・入会権	D	ダム建設や井田群建設により既存用水量が減ずることは無く、地域内での水利権・入会権に抵触するような事項は無い。 アラ溝ダムの水を他地域に導水する場合、水利権を管轄する当該地区の水利庁が水利権の調整を行うことが必要となる。しかし、基本計画中に示されている流域協議会がトルファン市、シャンシャン県、トクソン県で形成され、トルファン盆地流域の統合的な管理概念が確立した場合、利害関係者（ステークホルダー）の合意のもとで水資源の分配が行われるようになる。
7	保健衛生	D	節水事業の一環で下水処理施設が拡充されることで都市部の保健衛生状況の改善が期待できる。
8	廃棄物	B	ダム建設や井戸掘削工事により発生する建設廃材や労働者からの生活ごみが廃棄物として発生する。
9	災害（リスク）	D	ダム建設や洪水余水の地下水涵養施設により当該地域の洪水防止機能が向上する。
自然環境			
10	地形・地質	B	ダム建設に伴う地形構造の改変がある。
11	土壌浸食	B	表流水及び土壌損失は主にダム建設工事期間におきる。基礎調査や建設資材収集などにより表層植物群が破壊され、表土が大気に晒される事により当該地の粗密な土壌は強い風や降雨により流されてしまう。
12	地下水	C	トルファン地区の経済発展や農業用地面積拡大により地下水揚水量の増加が予測される。中国側では、地下水揚水の規制、農業用水料金値上等の対策を行う計画であるが、どの程度地下水の揚水量を抑制できるかは未知である。それ故、地下水揚水量を間接的に示す地下水位の変動は、今後継続的にモニタリングすることが必要となる。
13	湖沼・河川流況	D	ダム建設に先立ち、現況河川に取水口、取水路を設けるので建設期間中の河川流量は通年流量と変化は無い。建設後、ダム湛水は、渇水期（冬期）に実施され豊水期（夏期）の必要水量は取水路を通じて下流に放流されるためダム建設に伴う下流側への影響は無い。
14	海岸・海域	D	アイディン湖の湖面面積は増加すると予想されるが、他に負の影響は見込まれない。
15	動植物	C	トルファン地区では降雨量が極端に少ないため、植物は地下水から水を得ている。そこで地下水位が目標値に維持される場合、現況の植生に影響を与えることは無いと予想できる。生態環境調査結果によると基本計画や優先プロジェクトの対象地であるトルファン盆地内には、絶滅が危惧される動植物は存在しないことが判明しているが、土壌塩類集積が進行する地域では植物に影響が発生する可能性があり、土壌塩類集積の防止・改善対策の必要性がある。
16	気象	D	ダム貯水により周辺微気候が改善される。
17	景観	B	ダム建設によりダム周辺の地形的な景観が変化する。
18	大気汚染	B	ダム建設や井戸群建設中に工事車輛等により排気ガスが排出される。しかし、建設後は排気ガスが発生する可能性は無い。

No.	環境項目	評価	理由
19	水質汚濁	B	ダム建設中に発生が予想される土壌流出により河川水の濁度が高くなる。また、ダム建設や井戸群工事中に発生する掘削残土による水質汚濁が発生する。
20	土壌汚染	B	ダム建設や井戸群建設中に発生する汚染物質を含む残土や廃水により土壌汚染が発生する。
21	騒音・振動	B	ダム建設や井戸群工事の際に騒音・振動が発生する。しかし、建設後は騒音・振動が発生する可能性は無い。
22	地盤沈下	D	基本計画実施により地盤沈下は発生しない。
23	悪臭	D	特に影響は見込まれない。
特記: 評価区分 A: 深刻な負の影響が予期される。 B: 負の影響が予期される。 C: 影響の範囲が不明確である。(引き続き調査必要。今後影響範囲が明確になる。) D: 負の影響は予期されない。EIA実施必要無し。			

a.1.2 初期環境影響評価

基本計画が策定・実施されず社会経済フレーム（10.4章参照）や水需要予測（10.5章参照）で示された人口増加や各種の水利用量が増加する場合、三次元モデル予測結果中の第3案や第5案に相当する地下水低下が予想される。その場合、トルファン地区全域で地下水位低下が拡大すると予測されている。特にシャンシャン県南部地域では60mを超える地下水低下が予想されており自然環境や社会環境へ多岐に渡り多大の影響が予想される。当該地域は、北部に位置する火焰山が地形的に河川の流入を阻害しており表流水資源量が少なく地下水に強く依存している。更にクムタク砂漠の拡大方向前方に位置し、一部の地域では集落が砂漠に埋もれてしまう事態となっている。その様な自然状況を有する当該地域において有効な施策を実行しないで地下水位低下を招いてしまうことは、人間生活の営みに大きな障害を与え、究極的には生活の場を失うことに繋がると考えられる。また、トルファン地区全域においてもカナートや緑地の衰退が進み生態環境が悪化することは避けられないであろう。

前述の中国環境影響評価法上では、本基本計画はセクター計画と位置付けられ、計画のドラフトを承認機関である省級以上の人民政府関係部門に上申する前に環境影響評価を行う必要がある。本基本計画の場合（優先プロジェクトを除く）、実施機関は新疆ウイグル自治区水利庁であるので、水利庁が以下の点に留意しながら環境影響評価の手続きを行う必要がある。

中国環境評価法に規定される環境影響評価報告書は、以下の構成で作成されなければならない。

- 当該計画実施により発生する可能性のある環境影響の分析、予測及び評価
- 環境への悪影響の防止と軽減の対策と措置
- 環境影響評価の結論

本調査で行った環境影響評価は、上記の構成に沿い、表 10.10.37に示されている環境項目についての影響を予測・評価を行った。この環境項目に関して調査実施前の C/P 機関との協議では中国での環境影響評価でも妥当性が高いとの判断を得ている

しかし、予測・評価の具体的な項目と範囲は、国务院の環境保護行政主管部門が国务院関係部門と共に策定し、実施機関である水利庁に通知されることになっている。

中国国务院の環境保護行政主管部門と国务院関係部門が決定した評価項目が本調査で行った影響評価の項目と異なる場合或いは追加評価項目がある場合、水利庁は、本報告書の環境影響評価結果を参考にしながら決定された評価範囲について報告書を作成する

ことが望まれる。

また、本調査結果より幾つかの環境項目で負の影響が発生する可能性や公衆の環境権益に直接関わると予測されるため、水利庁は計画ドラフト上申・承認の前に関係者への公聴会の実施、或いは関係機関や専門家との協議を経て広く意見を聴衆し計画策定に反映させる必要がある。本基本計画で提案されている流域協議会を早急に設立し、協議を行う事が肝要と考えられる。

準備された環境影響評価報告書は、市級以上の人民政府が指定する環境保護行政主管部門或いはその他の部門の代表者や専門家で構成される審査グループへ提出され審査される。環境影響評価が承認された後、基本計画は省級以上の人民政府関係部門で承認される。

本基本計画中には優先プロジェクトとして建設事業が含まれる。この場合、中国の環境影響評価法上、建設事業の環境影響評価は、原則的に個別で実施する必要がある点は注意しなければならない。

a.2 阿拉溝ダム等の建設

a.2.1 阿拉溝ダム、二塘溝ダム環境影響概況

両ダム建設により表流水の利用率、河川流量の季節変動量が改善され、農業活動が安定的に行える。また同時に洪水防止機能や微気候調整等の役割も期待される。更に表流水利用率が向上することで間接的に地下水依存状況が改善され当該地域の地下水水位低下などの問題も改善することが期待できる。

ダム建設は、多方面での利益が見込まれる反面、自然・社会環境に少なからぬ影響が見込まれる。本調査では、両ダム建設に関する報告書中の環境影響評価を以下にまとめた。

表 10.10.38 ダム建設の環境影響概況と詳細

環境項目	影響概況	影響詳細	
		阿拉溝ダム	二塘溝ダム
住民移転	ダム建設に伴い水没する地域の住民や土地を収用される住民は他の地域への移転を余儀なくされ、家屋、土地、職業といった生活基盤を失うことになる。	100名の住民と20棟の家屋（面積1700 m ² ）が影響を受けると「阿拉溝ダム建設に関する研究報告」（2002年）には報告されているが、調査団による現地踏査では阿拉溝ダム建設予定地の周辺住民の大半は、既に転居しており、住民の話によると2005年8月現在は20人以下であることが判明した。	79名の住民と15棟（面積1700 m ² ）が影響を受けると「二塘湖ダム建設に関する研究報告」（2000年）には報告されているが、調査団による現地踏査では二塘溝ダムの建設予定地周辺では住人や住居を確認できず住民移転は必要ないと考えられる。
生活施設損失	農地、荒廢地、森林、道路、牧草地や通信施設、遺跡等が水没する。	総水没面積は、1.28 km ² となる。その内訳は、農地45.3畝、荒廢地1,400畝、木3673本、道路4.1 km、橋1条、通信ケーブル3.6 km、電線2.75 km、遺跡10箇所、給水管1,500 mが水没地域に存在する。	総水没面積は、0.97 km ² となる。その内訳は、農地130畝、ポプラ木10,000本、果樹600本、雑木3,600本、道路2.5 km、自然牧草地560畝が水没地域に存在する。

環境項目	影響概況	影響詳細	
		阿拉溝ダム	二塘溝ダム
土地収用	ダム施設建設に伴い永久土地収用が行われる。	永久土地収用面積は189畝、一時土地収用面積は201畝となる。	永久土地収用面積は210畝となる。
ダム周辺地域の生態環境への環境影響	水辺植物や水生植物が浅い水位で群を形成するようになり、水圏生態環境が変化する。	トルファン盆地は砂漠気候である。貯水ダム周辺では、ダムからの湿度供給により限定的に周辺気候が変化する。また、ダム上流の河川では、流速が緩くなり水生生物の分布に影響が考えられる。	
地形・地質	ダム建設に伴う地形構造の改変がある。	ダム建設予定地周辺には、景観地や地質的に重要な地域は無く地形改変に伴う影響は無い。	同左
土壌浸食及び景観	表流水及び土壌損失は主に工事期間におきる。基礎調査や建設資材収集などにより表層植物群が破壊され、表土が大気に晒される事により当該地の粗密な土壌は強い風や降雨により流されてしまう。また、それらの過程を経て景観が悪化する。	表流水及び土壌流出による損失量は266,500トンと予想される。	
下流域洪水防止への影響	ダム建設により、河川流量を調節することが可能となり、下流域への洪水防止が期待できる。	洪水防止対策が強化され、洪水発生率が20年周期から50年周期に改善され、阿拉溝、青年水路、南疆鉄道、南疆路、国道312号、省道307号等の公共施設や托克遜県伊拉帖等の3つの郷（人口43,400人）、112,100畝の農地が洪水から保護されると予想される。	洪水防止対策が強化され、洪水発生率が5年周期から50年周期に改善され、二塘溝、蘭疆鉄道、油田施設、国道312号、達浪坎郷の連木沁鎮、魯克沁鎮（合計人口77,200人）が洪水から保護されると予想される。
農業用水への影響	ダム建設により下流域への農業用水配水量が安定化する。また、地表水資源利用率が向上する。	農業用水水量は54.892百万 m^3 、計画灌漑面積は112,100畝、地表水利用率は75%に向上される。	農業用水水量は65.69百万 m^3 、計画灌漑面積は112,100畝、地表水利用率は75%に向上される。また、2010年までには低生産農地50,000畝、廃農地27,100畝、一般農地100,000畝が改善あるいは再生される。
下流域給水への影響	ダムによる表流水管理により下流域の灌漑地や生態環境維持用ダムやその周辺への影響が懸念される。	7百万 m^3 の水を下流域の鉏山地帯へ給水することが計画されている。しかし、河川流量や通年流量は安定的に放水される計画となっており、	ダム周辺の石油工場に年間4.16百万 m^3 の給水を行うが、河川流量や通年流量は安定的に放水される計画となっており、影響は無い。

環境項目	影響概況	影響詳細	
		阿拉溝ダム	二塘溝ダム
		影響は無い。	
地下水、カナート、アイディン湖への影響	計画的な地表水利用により地下水揚水量を減少させ、相対的に涵養量を向上させる。	シミュレーション予測によりダム建設による下流域への影響は極めて軽微であるため湖への影響は無い。	地表水は、灌漑水路等の過程から地下水へ還元され、最終的にはアイディン湖へ流入する。これによりアイディン湖やその周辺の生態環境向上が期待できる。
汚染（大気、水質、土壌）、廃棄物および騒音・振動	ダム建設中には様々な廃棄物（水、排気ガス、騒音等）が排出され、周辺環境に負の影響を与えることが予測できる。	長期にわたる工事が計画されており、建設工事から排出される廃棄物（水、排気ガス、騒音等）が排出される。また、工事労働者の生活廃棄物（水、ごみ等）も排出される。	同左
社会経済への影響	ダム建設により水資源として表流水を有効活用することが可能、下流域の農業、工業等の生産性や生産量を計画的に向上させることが期待できる。	農業灌漑用水改善、南天山山脈の鉱山への給水、気候改善、洪水減少が期待でき、地域経済の発展に繋がる。	シャンシャン県南部の春季旱魃軽減、石油関連工場と他工場の水利権対立緩和、洪水防止が期待できる。

a.2.2 影響防止・軽減対策

予想される影響に対する軽減・防止対策を以下にまとめる。

表 10.10.39 ダム建設の影響軽減・防止対策

環境項目	防止・軽減対策
住民移転	移住を余儀なくされる住民に対し彼らの現状を十分に把握し方針を策定する。また、様々な社会的軋轢を防ぐため保証金の支払いを行い、その保証金を利用した新住居建設を行う。農民に対しての保証金は、阿拉溝ダム建設地で1,700,300元、二塘溝ダム建設では1,911,300元と試算されている。
生活施設損失	全ての回復可能な施設及び回復が絶対な施設は、元の規模や仕様を持って再建築し、住民生活に必要な同様の施設を移転地に建設できなければ、同等機能を有する代替施設を建築することが必要である。また、必要ではない施設であっても公共資産として保障されなければならない。公共施設として以下の建設が必要である。 1：阿拉溝ダム周辺道路：6.5 km 2：通信ケーブル：4 km 3：電力ケーブル：3 km 4：給水パイプ：2 km 以下の施設は、移設後必要のない施設であるが保障対象にならない。 5：衛星放送受信施設 6：洪水防止ダム 7：橋 上記の建築・保障金額の合計は、阿拉溝ダム建設で3,814,400元、二塘溝ダム建設では250,000元必要であると推計されている。
ダム建設に伴う土地収用	阿拉溝ダム建設に伴う恒久土地収用面積は189畝で所有者への保障金額は5,780元と試算されている。臨時土地収用面積は210畝（廃棄物保管：36畝、建築廃材保管：50畝、建設用道路：27畝、その他：16畝）、これらの土地は生産性がない荒廃地であるために所有者への保障は必要ない。二塘

環境項目	防止・軽減対策
	溝ダム建設に伴う恒久土地収用面積は210畝でこれに対する保証金は6,200元と試算されている。
土壌浸食及び景観	<p>ダム建設に伴う土壌損失防止対策は、植樹に適当な法面を確保し、植生回復を行うことで土壌流出を防止し景観を改善する。これにより阿拉溝ダムでは80%、二塘溝ダムでは90%の土壌流出が防止できる。</p> <p>阿拉溝ダム建設に伴う土壌・表流水損失防止対策の仕様は以下のとおりである。</p> <p>土壌掘削：3,800 m³ 埋め立て：25,700 m³ グラウティング：8,270 m³ コンクリートライニング：373 m³ 地均し：7.8hm² 傾斜地保護（樹木）：13,500 m² 傾斜地保護（蔦類）：7.8 hm² 傾斜地保護（藁類）：1.42 hm² 傾斜地保護（芝類）：0.55 hm²</p> <p>二塘溝ダム建設では土壌・表流水損失対策予算は項目化されているが、具体的な計画は発表されていない。</p>
水温の階層構造による灌漑地への影響	<p>阿拉溝ダムと二塘溝ダムへ集まる水の多くは、上流の氷河に起源を持つ。それ故、両河川水温は相対的に低い。ダム貯留水は水平方向への動きが少ないため、ダム建設後、貯留水は温度によって階層構造が発達すると考えられる。もし、下流域への灌漑用水取水口がダムの低位置に取り付けられた場合、灌漑用水の水温が非常に低く大気温度よりかなり低いため、下流域の育成穀物に低温障害がおきる可能性が懸念される。</p> <p>そこで、取水口をダム上部に取り付けることで用水温度を大気温度に近付けることが可能であり、水路を流れる間に用水温度が十分上昇することが期待できる。</p>
汚染（大気、水質、土壌）、廃棄物および騒音・振動	<p>ダム建設中には様々な廃棄物（水、排気ガス、騒音等）が排出され、周辺環境に負の影響を与えることが予測できる。そこで、建設中には厳格な環境管理を行い、周辺環境に与える環境負荷を出来るだけ防止する必要がある。以下に防止対策計画を記す。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 建設廃水や下水処理を行うための施設に300,000元を投資する。 2) 土壌粉塵対策には水を撒くことで対応し、騒音対策には、建設機械や車輛に騒音防止装置導入を積極的に勧める。これらの対策には200,000元が必要と試算されている。 3) 建設労働者の衛生・健康管理対策を実施する。管理者は、定期的な検疫を行い建設労働者中での疫病蔓延防止に努める。衛生・健康管理対策には、200,000元が必要と試算されている。 4) 生活ごみ管理実施のため200,000元の投資を行い、生ゴミ収集箱設置、仮設トイレ設置、消毒作業を行う。 5) 800,000元を投資し、ダム建設中の環境保全管理と検査を実施する。

表 10.10.40 建設前と建設後の作付面積・工業生産量比較表

比較農産物項目	阿拉溝ダム灌漑面積		二塘溝ダム灌漑面積	
	建設前 (2000)	建設後 (2010)	建設前 (1999)	建設後 (2010)
葡萄 (10,000畝)	1.23	2.48	7.61	8.44
綿花及び換金作物 (10,000畝)	3.44	1.90	3.82	3.82
春小麦 (10,000畝)	2.75	1.61	2.70	2.70
メロン (10,000畝)	0.56	0.86	3.71	3.99
果樹園 (10,000畝)	0.11	0.39	0.26	0.40
葉野菜 (10,000畝)	0.10	0.19	0.24	0.36

比較農産物項目	阿拉溝ダム灌漑面積		二塘溝ダム灌漑面積	
	建設前 (2000)	建設後 (2010)	建設前 (1999)	建設後 (2010)
人工林及び牧草地 (10,000畝)	1.31	2.97	2.16	2.99
クミン (10,000畝)	0.20	0.42	/	/
単子葉穀物 (10,000畝)	0.82	0.00	/	/
双子葉穀物 (10,000畝)	2.69	1.44	5.36	5.71
アルファルファ (10,000 畝)	0.01	0.15	0.081	0.234
落花生 (10,000畝)	0.00	0.25	/	/
小計 (10,000畝)	10.53	11.21	25.94	28.64
農業人口 (10,000人)	3.47	4.02	7.33	8.46
非農業人口 (10,000)	0.27	0.32	0.39	0.45
家畜頭数 (10,000頭)	21.66	25.66	16.46	21.91
魚養殖面積 (10,000畝)	0.00	0.02	0.0015	0.0230
石油工業 (10,000トン)	/	/	0	60
工業生産高 (10,000元)	6877.18	21359.50	4147	9754.65

a.2.3 初期環境影響評価

阿拉溝ダム及び二塘溝ダム建設は、本地域の洪水対策、農業灌漑、給水、生態環境保護等の諸問題を根本的に解決することを目的としているが、更に両河川下流地域の季節毎の不均一な灌漑用水の分布も解決し、当該地域の経済発展を促進することも期待されている。また、両ダムが周辺に湿度を供給することでオアシス地域の微気候を調整する二次的な正の影響や安定的な灌漑用水供給でオアシス保護林の育成促進も視野に入れている。計画が実施され主目的が達成されるならば、結果的にダム建設で表流水利用率が向上すると考えられる。そして、最終的にトルファン地域の生態環境状況は良いサイクルへ移行・発展することが期待され、阿拉溝ダム下流地域において灌漑用水が増加すれば地下水位がさらに上昇し、水量の減ったカナートでも水量の回復が期待できる。しかし、ダム下流域のトクソン県では地下水の自噴地帯も未だ存在し、地下水位が浅いことから農地の塩害が発生している。このため、阿拉溝ダム下流域よりも、新規開発水量は盆地東部へ導水して同地域の地下水位低下による砂漠化防止などの環境を改善し、阿拉溝ダム下流域では適正な地下水開発により地下水位を低下させるとともに、同地域の水需要を満たすことを検討する必要がある。この点については次節で詳述する。

上記のように地域住民の生産性向上と生活環境の向上が達成されたとするならば、トルファン地域の社会経済状況や生活基準も確実に向上されるはずである。

阿拉溝ダム及び二塘溝ダム建設は、周辺自然環境を減退させる効果より環境調整機能がより強く働く可能性を示しており、特に前述したような導水の検討や井戸群による適正な地下水開発行えば、負の影響は十分防止または軽減できる。主な負の影響は、ダム建設中に起こると想定され、これらの影響は非常に限定的な影響であり、影響の程度も小さい。それ故、適切な対策を講じることでほとんど影響がないと結論付けられる。

阿拉溝ダム等の建設は、中国の環境影響評価法上では、建設事業に該当する。阿拉溝ダムと二塘溝ダムの2つのダム建設は、既に環境影響評価が実施され、中央政府水利部にて承認されている。それ故、今後建設予算が認められるのであれば、建設が着工される状態である。しかし、大河沿ダム建設に関しては、事業者が今後環境影響評価（EIAレベル）を実施し、環境影響報告書を作成することが必要となる。その際には、以下の点を考慮し報告書を作成する必要がある。

- 建設事業の概況

- 建設事業の周辺環境の現状
- 建設事業の環境影響分析、予測及び評価
- 建設事業の環境保護措置及びその技術、経済の論証
- 建設事業の環境に対する影響の経済損益分析
- 建設事業の実施に対する県境モニタリングの提案
- 環境影響評価の結論

また、計画の環境評価と同様に建設ドラフトの上申・承認前に関係者への公聴会の実施、或いは関係機関や専門家との協議を経て広く意見を聴衆し設計・実施計画に反映させ、建設ドラフトを国務院環境保護行政主管部門や関係機関に提出する必要がある。

a.3 盆地西部井戸群開発

a.3.1 計画プロジェクト概要

トルファン盆地西部トクソン県では、地下水位が高いために土壤塩類集積が進行する地域が存在する。それらの状況を改善するために当該地域で積極的に地下水揚水を行い、地下水を土壤塩類集積化限界水位以下に地下水位を抑制する。また、地下水位の抑制と併せその地下水を将来の盆地西部地域で利用するため、井田（Well Field）建設による地下水開発を行う。なお、同地域内のカナートは、暗渠排水としての塩類集積防止に利用する。

a.3.2 盆地西部井戸群開発実施に伴う環境影響概況

本計画実施による予想される環境影響を項目毎に以下の表にまとめる。

表 10.10.41 井戸群開発による環境影響概況

影響項目	影響概況
住民移転	以下の理由により当該地域の地下水開発による地域住民の他地域への移転は必要としない。 1) プロジェクト対象地域は農地であり移住の必要がない。 2) 対象地域の地層は第四紀層が主であるため、地下水は水平に分布していると考えられる。その為、井田建設には地理的な制限が無い。
経済活動	井田建設により以下の影響が予想される。 1) 土壤塩類化集積地の塩類濃度が改善され農業生産性が向上される。 2) 地下水資源の偏在が緩和され、農業活動が広い地域で活発化する。
文化遺産	以下のカナートへの影響が予想される。 トルファン地域の地下水開発規則によるとカナートの上流地域での新規井戸掘削は原則的に禁止されている。また、下流域での掘削もカナートより最低でも 400 m 離さなければならない。井田建設ではこれらの規則を遵守しながら計画されているのでカナートへの影響は少ないと考えられる。
地下水	本計画実施後の予想される影響を以下にまとめる。 1) 年間を通して不圧地下水位を蒸発限界水位に管理すれば、土壤塩類集積化を効果的に防止することが出来る。 2) 地下水位モニタリングを行う必要があり、同時に水質モニタリングを行えば水質悪化等の環境問題にも対応できる。効果的にモニタリングを行うことが出来れば地盤沈下やカナート保全にも応用できる。
湖沼・河川流況	シミュレーション予測によれば井田による地下水位低下は軽微と予測され湖沼・河川に与える影響はほとんどない。

影響項目	影響概況
動植物	基本計画実施によりトクソン県では地下水位の上昇が見込まれる。その為、一部の地域では土壤塩類集積が進行し動植物への影響が懸念される。しかし、本計画実施により土壤塩類集積は改善される場合、逆の影響が同地域の動植物に対して予測される。
地盤沈下	以下の理由により本計画実施に伴う地盤沈下の可能性はないと考えられる。 1) 試掘井の結果では、当該地域には第四系軟弱粘土層が存在しない。 2) 地下水位の低下は軽微である。

a.3.3 環境影響の詳細

環境影響概況で予想される影響を以下に詳述する。

表 10.10.42 環境影響詳細

環境項目	環境影響詳細
地下水	トルファン地域の住民移転の主な影響因子である地下水位低下は、様々な要因によって規制されている。本調査で行った三次元モデルでの検証は、農業用水や生活用水などの利用量と地下水への涵養量を予測しながら行っている。その為、利用量予測値が実際値と異なる場合、地下水位変動予測値と実際値が異なることが予想される。特に農業用の地下水揚水等、末端での利用量は把握が難しく、目標地下水位を維持することが達成できない可能性があり、その場合には砂漠化や土壤塩類集積の進行・拡大が懸念される。
動植物	三次元モデル検証では、トクソン県で地下水位の上昇が予想され、土壤塩類集積が同地域で進行した場合、米や麦等の穀物類の栽培から塩類に比較的強い綿花などへの転作が必要となる可能性がある。また、植生に関しても耐塩性の強い低樹木や草類の進出が予測される。しかし、本計画等の対策が行われ土壤塩類集積が改善される地域では、以下に示す逆の影響が見込まれる。 1) 地下水位低下に伴い土壤塩類化が軽減されると塩類化土壤を好むコロハ(fenugreek)、フトイ(bulrush)、コケ類(mosses)等が減少する。 2) 反対に改善地域において塩類に弱い植物の回復が予想される。

a.3.4 影響防止・軽減対策

環境影響概況で影響が予測された項目について今後実施すべきである対策の案を記述する。

表 10.10.43 井戸群開発の影響防止・軽減対策

環境項目	防止・軽減対策
地下水	環境影響詳細で述べた影響を防止するには利用量把握を試みるより地下水位の変化を基に対応策を講じることが肝要であると考えられる。その為、地下水モニタリングにて地下水位変化を適切に把握し、本調査で提案されている節水事業等の対応策を実施することで目標水位を維持しなければならない。実施には優先プロジェクトにて提案する地下水モニタリングの予算、人員及体制が必要となる(10.9.5e.5参照)。
動植物	トルファン地域の場合、動植物への影響は土壤塩類集積が関係する。本計画においても地下水モニタリングや井戸群開発による地下水位管理等の塩類集積防止対策を一部含むが、総合的な土壤改善事業を新たに計画する必要がある。

a.3.5 初期環境影響評価

中国北西部の乾燥地帯では、水位 2 m 以浅の不圧水は大気への蒸発量が非常に多く、

土壌塩類集積が進行している。これらの地域での植物の生育が塩類で阻害され生態環境が悪化している状況を改善させる方法は、地下水水位を安全水位まで低下させることが効果的であることは多くのプロジェクト報告からも明白である。トクソン県では、県面積に対する農地面積が 28.39 %にもなり土壌改善対策の実施は、農業収入が多い同県で特に重要である。

対策が実施され当該地域での土壌塩類集積化が改善されることで、農地面積が増大し、農業生産規模が拡大する。このことによりトクソン県の地域経済状況向上が期待できる。

地下水水位が低下することや土壌塩類化が改善することで数種の耐塩性植物が減退する可能性があるが、反対に土壌塩類化が改善することでトルファン地区に一般的な植生が当該地に復活することが見込まれる。また、塩類に弱い農作物や樹木の育成も可能となり生態環境保全や砂漠化防止等にも波及効果が大きいと期待できる。

トルファン盆地の地下水及び表流水は、最終的にトルファン盆地の最低標高地であるアイディン湖へと流入する。近年、水使用量の増加に伴いその流入量が減少しアイディン湖湖面面積の減少報告があり、本調査でもアイディン湖の湖面面積変化を衛星写真解析によって捉えている。

当該地域の地下水を集中的に汲み上げることによって地下水水位は低下し、今までアイディン湖に流入していた地下水量が減少することが考えられるが、土壌改善対策の一環として農地の暗渠排水を実施すれば、それらは最終的にアイディン湖へ流入する。この点において暗渠排水は効果的であり、全体的なアイディン湖水収支を考える上で負の影響を及ぼすことは無いと考えられる。

上記で詳論したように本計画における負の影響は非常に小さく、トルファン地域の自然・社会条件を巧みに考えた方法であると科学的な見地から結論付けることが出来る。

盆地西部井戸群開発は、本調査の環境影響評価によると極軽微な影響が見込まれるので中国環境影響評価法に照らし合わせると事業者が環境影響報告表 (IEE レベル) を作成し、発生する環境影響について分析或いは特定の項目に関する IEE レベルの評価を行う必要がある。具体的な環境影響評価の手続きは、ダム建設の場合と同じ手順が求められる。

a.4 パイロット節水事業

a.4.1 初期環境影響評価

事業として提案されているパイロット節水圃場の規模は、100 ha とトルファン地区の農地面積と比べ小規模である。また、事業目的でもある節水農業技術研究や普及は、トルファン地区の環境と調和することを目指すものでありこの事業自体が周辺環境へ負の影響を及ぼすことは予想できない。むしろ、環境調和型の農業を具体的に地域に示すものであり、自然環境及び社会環境に良い影響を与えるものと予想できる。このように結論付けられる背景には、本調査で分析された以下の社会状況変化が存在している。

急速に発展するトルファン経済を持続的に維持するためには、有限な水資源を伸び続ける水需要と整合させることが不可欠である。トルファン地域では農業生産物売り上げも増加しているが、特に成長著しい工業生産の水需要が今後大幅に増加することが予想される。その為、農業生産に利用されていた水利用量の削減が大きな意味を持つ。逆説的には農業での水使用量を削減できない限り、工業水需要を賄えない可能性がある。

トルファン地区では、今後現状の水需要増加を満たすだけの地下水及び地表水供給量を確保することは困難である。それ故に、最も使用量が多い農業用水の節水はトルファン地区においても、中国中央政府や自治区政府方針のもと今後積極的に推進していくことが極めて重要な課題である。

パイロット節水事業については、影響が見込まれないので環境影響評価を行う必要はなく、中国環境法で規定されている環境影響登録表を事業者が作成する必要があると予想される。

a.5 住民参加地下水モニタリング

a.5.1 初期環境影響評価

水位や水質等の地下水観測は、水資源管理や環境管理を行う上で非常に大事な基礎情報を管理者に対して提供する活動であり、この活動自体が自然・社会環境へ影響を及ぼすことは通常無い。また、現状では地域住民自身が利用している地下水資源の地域的な状態を実時間で知る機会が少なく、過剰地下水揚水や節水技術普及の障害の一因になっていると考えられる。それ故、当該地域の住民に対してモニタリング参加してもらうことで住民自身がトルファン盆地の水資源状態を理解し、その保全や管理に関心を持つことができるようになることが期待できる。更に、節水事業や環境保全への関心や参加も波及的に増進すると予想できる。

住民参加地下水モニタリングについては、影響が見込まれないので環境影響評価を行う必要はなく、中国環境法で規定されている環境影響登録表を事業者が作成する必要があると予想される。

b. 基本計画評価

過去導水路や井戸の無い時期のトルファン地区では主に泉やカナートからの水が利用され盆地内地下水涵養量を超えない水資源利用量と蒸発等の自然蒸発量の総和をもって地下水資源量が平衡を保っていたと考えられる。しかし、近年の人口増加や経済活動の発展により水資源利用量が急増し、従来の取水方法では需要増加量を補う事が出来なくなり井戸から地下水を揚水するようになった。現在も地下水資源利用量は増加し続けており地下水涵養量とのバランスは平衡状態に至ってはいない。

基本計画で示される 2020 年目標揚水量が達成されると、トルファン地区の地下水利用バランスが改善し地下水位の回復が予測される。この結果と地下水状況に強く影響を受けるトルファンの自然・社会条件を総合的に考察すると基本計画は、水資源を持続的に利用するためのベンチマークとしてだけではなく生態環境保全のベンチマークとしても有効であると結論付けられる。

但し、環境影響には様々な発現形態があり、今後多くの分野で長期影響モニタリングが必要となる。その際にはトルファン地域の文化・歴史的背景を考慮し目標設定を行う事が肝要である。

c. 基本計画普及セミナー

トルファン地区の水資源の現状と地下水資源の利用、管理方法についてわかりやすく説明して流域共同体意識を向上させ、基本計画実施の重要性と役割分担について共通認識をもたせる目的で普及セミナーを実施した。また、参加者には基本計画実施に伴う環境影響について意見を求め、幅広い意見の収集に努めた。

本セミナーの位置付けは流域協議会設立の準備段階であり、今後中国側が関係者分析を行った上で関係者協議会の開催を行う必要がある。

- 開催日時：2006 年 1 月 19 日、午後 12 時より
- 開催場所：トルファン市；西洲大酒店 8 階会議場



写真 10.10.1 セミナー風景(左:参加者、右:発表者と現地語通訳)

c.1 参加者内訳

幅広い層の参加者より基本計画への意見を収集するために、参加者が一部の関係者に偏らないように留意しながら地元 C/P であるトルファン水文水資源局が参加者を選定した。参加者の内訳を以下に記す。

表 10.10.44 参加者内訳

職種		人数			合計
		トルファン市	シャンジャン県	トクソン県	
学生	大学生	9	0	0	40
	中学生	12	5	0	
	小学生	14	0	0	
退職者		16	4	7	27
有職者（水利局職員を除く）		29	17	11	57
水利局職員		24	3	9	36
町役場関係者		13	2	4	19
村役場関係者		8	1	4	13
合計		125	32	35	192

c.2 連絡方法

ステークホルダーへの参加確認等の連絡は、トルファン水文水資源局を通じて行った。

c.3 参加者からの質問・意見

質問 1：水資源管理基本計画はいつから施行されるのですか。

回答 1：この報告書は、計画案であって目標値や施行年等は中国側の決定によります。

質問 2：揚水量を目標値までに抑えた場合、三次元モデルで示されたような水位の回復や維持が本当に出来るのですか？

回答 2：地下水位は、揚水量だけではなく他の様々な要因によって変化します。それ故、揚水量のみを目標値に抑えるだけでは地下水位を維持することは出来ないかもしれません。提案されているような手段を講じても水位が維持できない場合、更に進んだ対策を実施する必要があると考えられます。つまり、水位の変化を見て対策を決定する方針が肝要であります。

質問 3：トクソン県で井戸群を開発した場合、自噴井戸は無くなりませんか。

回答 3：三次元モデルでの予測結果によると井戸群周辺では 1cm に満たない水位の低下が見込まれております。この程度の低下では自噴井戸やカナートへの影響は少ないと考えられます。

上記のように基本計画に反映されるような質問や意見は参加者より出されず、説明した内容に関する質問のみであった。

10.11 実施計画

水資源開発利用管理計画の施策と事業は図 10.11.1に示すスケジュールに沿って実施する。本計画の実施はこのスケジュール案を指針として今後中国側で検討を行うことが望ましい。

10.11.1 節水対策推進

a. 既存の節水灌漑計画の確実な継続実施及び前倒し

トルファン地区では滴灌及び低圧管道灌により 6 箇所において節水灌漑地が運営されている。本計画の目標年である 2020 年までの節水灌漑施設の普及計画は社会経済調査の中でまとめられている。将来予測シミュレーションより明らかなように、節水灌漑計画が確実に実施されることは調査地域内の水環境、特に地下水環境を保全するため欠かすことができない対策である。従って、計画を実施するための諸条件を整えて、計画通り事業を推進する必要がある。計画の実施に当たっては各地域の地下水環境を考慮して、シャンシャン南部やトルファン市南部など重点地域を中心に強力に推進することが望ましい。なお、シャンシャン県南部など地下水障害が発生した地域では、本計画だけでは地下水環境の保全目標を達成できることが保障できないので、計画の前倒し実施が必要となる。

b. パイロット節水事業と本格実施

パイロット節水施設による節水灌漑技術を如何に早く確立できるかは節水灌漑計画の成否に大きくかかわっている。従ってパイロット圃場の建設・実験及び結果の展示・普及は遅くとも 2007 年中には準備を開始し、2010 年までに前述した節水灌漑に関連する主要な技術課題に対して解答を出さなければならない。

10.11.2 水源の増強・保全

a. 既存ダム計画

阿拉溝ダムの詳細設計と環境影響評価は終了し、中央政府水利部の認可を待つだけの状況である。従って、阿拉溝ダムの建設は 2010 年以前の出来るだけ早い時期である 2007～2008 年を見込み、建設年数 4 年となることから、運用開始を 2010 年～2015 年の間に予定する。

大河沿ダムは基本設計中であるが、2015 年以降の早期に運用開始を計画する。また、すでに基本設計が完了しダム諸元が明確になっている二塘溝ダムの費用負担割合は前 2 ダムとは異なり、石油開発公社が主となっている。トルファン市、シャンシャン県での利水と洪水対策を急ぐためにも準備（詳細設計、環境調査等）は 2010 年を目処に実施し、2015 年前後に運用開始できるよう計画する。

b. 洪水余水かん養

洪水余水を涵養するための堰堤はすでにトクソン県で実施例がありカナートの水位回復などの効果が現れている。トルファン・シャンシャン 7 河の北盆地への出口から火焰山・塩山までの距離は 20～40km である。ダムや取水堰によっても制御が不可能な洪水流を、この 20～40km 区間の地形等高線に沿いに建設する堰堤内（遊水池）に導き、積極的

に地下水かん養を計る。この計画は早急に準備（基本設計）を行い、2010年以前に7河流域の幾つかについて実施する。

c. 地下水開発と塩類集積土壌改善

トルファン盆地西部は地下水開発余力があるため、農業用水または工業用水として対費用効果が認められれば、群井による地下水開発を行う。現在、周辺山地の石炭資源を利用した火力発電所の建設とその用水の水源開発が構想として上っているが、これらの検討も含め2010年までに準備（調査・試掘、基本設計、詳細設計）を行い、2010年までに運用開始を計画する。

盆地西部のトクソン県を中心とした地域は地下水位が高く塩類集積が進行している。このため、既存農地における暗渠排水や地下水揚水により地下水位制御を行うとともに、その他の土壌改善技術を応用して塩類集積土壌の改善を計画的に実施する。2006年以降準備（調査、設計）を行い、2010年以降改善事業を開始する。

d. トルファン地区外からの導水

現在、新疆ウイグル自治区では北部のカラマイからウルムチへの導水計画を立案中であるが、この水をウルムチからさらにトルファン・ハミ地区へ導水する構想がある。実現するとすれば相当の大プロジェクトとなるため、本計画には含めないが最終オプションとして2020年頃の建設を想定し、スケジュールに付記する。

10.11.3 流域連携と協議会設立

地下水協議会は2006年を設立準備期間とし、2007年には第1回会合を開催することを目指すよう準備する。この協議会では、本計画の施策・事業の一環として、カナート保護、地下水モニタリング（住民参加地下水モニタリングを含む）、啓蒙キャンペーンの実施についても協議する。協議に基づき、それぞれの施策や事業の実施主体は、2007年～2008年にかけて施策・事業を展開し、この間、適宜見直しを行いつつ2020年までの計画期間中継続的に各事業を実施する。

10.11.4 法制度拡充整備施行

a. 取水許可制度実施細則

取水許可制度実施細則等の整備施行、すなわち、具体的には地下水揚水規制地域の区分及び適用は、本計画を指針として2007年頃までに準備検討を行い、2010年以前の出来るだけ早期に施行を計画する。準備・検討は地下水協議会設立及び協議の開始と平行させ、トルファン地区内の地下水管理について合意形成を計ることとする。

b. 節水対策推進制度

節水対策事業を推進するため、パイロット節水事業の準備と平行して、推進制度の創設準備を行う。この制度の運用は、パイロット事業実施中に開始されることが望ましく、2010年以前の施行を計画する。

c. 用水料金体系の見直し

すでに、各県、市水利局で計画中であるが、用水料金体系の改訂については当面は公聴会等の中国国内手続きを経て2006年中に実施されるものとした。これら水料金については今後、設立を計画する地下水協議会における合意形成や節水事業の進展を見守りつつ、本計画期間中に継続的に検討を行うものとする。



図 10.11.1 水資源開発利用管理計画の実施スケジュール案

11. 結論と提言

11 結論と提言

11.1 結論

(1) トルファン地下水盆

トルファン盆地は北盆地と南盆地に分けられる。盆地内基盤岩分布地域を含む総面積は約 12,000 km² で、全域に第四紀層が堆積し広大な地下水盆を構成している。第四紀層の基盤深度は南盆地の西部で 600 m 近くに達するが東部では 200~300 m である。また、北盆地の基盤深度も深く 500~600 m に達すると推定される。

第四紀層は A 層、B 層、C 層に区分され、各層の砂~砂礫層が帯水層を成す。南盆地西部では砂礫層が厚く分布するが、中央部から東部では砂・シルト層が厚く分布する。北盆地の第四紀層では礫層が卓越する。

(2) 水資源利用量

トルファン地区の 2003 年時点における水資源利用量は 16.75 億 m³/年である。水源別内訳は、河川水 (6.46 億 m³/年)、泉 (1.48 億 m³/年)、カナート (2.40 億 m³/年)、井戸水 (6.42 億 m³/年) である。地下水は主に A 層帯水層から取水され、泉、カナート、井戸水を合わせた地下水利用量は 10.29 億 m³/年に達している。水資源利用の 90% 以上は農業用水が占めており、工業及び生活用水は併せて 3% 程度である。

(3) 地下水の水位と水質

1986 年からの地下水位変動記録によると、トルファン市の地下水位は長期的に比較的安定していたが 2000 年以降は徐々に低下している。シャンシャン県では 1996 年頃から地下水位が大きく低下し、とくに南盆地のシャンシャン県南西部では 1996~2004 年の低下量は 15 m 近くに達している。トクソン県では他の県・市に比べ地下水位低下量は小さい。

地下水の水質はトルファン市南部からアイディン湖にかけて一部地域で、浅層地下水 (A 層帯水層) の硫酸イオンや TDS 濃度が高く、その他の健康関連項目も基準値を超える地点が認められる。

(4) カナート

トルファン地区のカナートは 1994 年時点で 586 本存在し、その流量は 4.4 億 m³/年であったが、2004 年では 331 本に減少し、流量は 2.4 億 m³/年に低下した。カナート本数は 1994 年に比べ、トクソン県で約 20%、トルファン市で約 30%、シャンシャン県では 50% 以上減少している。

(5) 生態環境への影響

トルファン盆地の砂漠化は東西方向に広がり砂漠面積は 1986~2004 年間で 70~80 km² 増加した。一方、この期間にオアシス面積も拡大し、その増加速度は砂漠化の進行より速い。しかし、砂漠化による生態環境悪化や水不足などにより住民移転 (生態移民) が発生している。

トルファン盆地中心部のアイディン湖は気候変動や水資源の利用増加により、近年、湖水面積は縮小しつつあり 2004 年 9 月の衛星画像上では消滅した。

(6) 地表水資源の開発可能量

トルファン地区へ流入する河川流量は長年平均で 9.57 億 m^3 /年であるが、通年流量がある 14 河川の利用可能流量は 8.72 億 m^3 /年である。現況ではこのうち 6.46 億 m^3 /年が利用されており、利用率は全河川合計で 74.1 % である。14 河川のうちトクソン 2 河（アラ溝河、白楊河）の利用率は 65.5 % であり今後まだ利用率を上げる余地がある。しかし、他の河川では大河沿と二塘溝以外はほぼ限界に達しており、開発余地はない。

(7) 地下水資源の持続的利用量

地下水シミュレーション予測結果から、地下水資源（主に A 層帯水層）の持続的利用量（許容揚水量）を検討した結果、トルファン市とシャンシャン県北部では現存するカナートの維持、シャンシャン県南部では全面的な地下水の枯渇防止、そしてトクソン県では開発余力を残した現状維持を許容要件として目標水位（許容地下水位）を設定した。この目標水位のもとでのトルファン地区の持続的揚水量は、2020 年：3.79 億 m^3 /年である。

トルファン地区西部及び中部の深度 300 m までには C 層上部砂礫層に深層地下水が賦存し、水質も良好であるが、C 層下部砂礫層（深度 300～600 m）の深層地下水とともにかん養のほとんどない枯渇性地下水資源であるため、開発は慎重に実施する必要がある。しかしながら、トクソン県を中心とした西部地域の 50～150 m 深度の浅層地下水（A 層）へは、地下水かん養が多くあり、地下水位が高く開発余力がある。

(8) トルファン盆地の水収支

トルファン盆地全体の水収支は、現況では流入量（河川流入量＋地下水流入量）12.7 億 m^3 に対して、流出量（水利用蒸発量（主に灌漑地蒸発量）＋導水路蒸発量＋地下水蒸発量）が 15.2 億トンであり、2.5 億トンの赤字が生じている。

地下水の水収支は、現況維持案では 2020 年に、地下水かん養量（山側と垂直かん養）6.66 億 m^3 /年に対し、流出量は 10.2 億 m^3 /年で大幅な赤字である。しかし、持続的揚水量のもとでは地下水かん養量 6.02 億 m^3 /年に対し、流出量は 7.67 億 m^3 /年となり、赤字幅は大幅に減少すると予想される。

(9) 水資源開発利用・管理基本計画（マスタープラン）

トルファン盆地の水資源開発利用・管理計画は、トルファン盆地とその流域を一体として地表水・地下水を統合して開発・管理するため、2020 年に地下水の持続的利用量（許容揚水量：3.79 億 m^3 /年）を達成することを目標として策定した。

本計画は、①節水対策の推進、②ダム開発等による水源増強と地下水かん養、③流域協議会（地下水協議会）の設立、④法制度の拡充整備と施行、の 4 項目を基本方針とした。

本計画目標を達成するには、節水対策を強力に推進することが必要である。また、アラ溝ダム等の建設計画を推進して、河川水の利用率を極限まで引き上げることや洪水余水の地下水かん養も必要である。ダムにより開発された新規水量は、トルファン地区内で最も経済的、合理的になるよう配分されるべきである。トルファン盆地西部地域では群井による地下水開発を行い、水源増強とともに塩類集積土壌改善に役立てることが可能である。

本計画では地下水協議会を設立し、住民・行政・事業者がそれぞれの役割分担を行い、

計画を推進する。また、節水対策推進のための制度創設や新疆ウイグル自治区取水許可制度実施細則等についての整備と施行を行う。

本計画の中心となる節水対策事業は、トルファン市及びシャンシャン県南部地域での重点的な実施を計画した。節水対策事業及び阿拉溝ダム建設後の導水により、2020年を目標とした地下水揚水量の削減による目標水位（許容地下水位）の達成は可能と考えられる。重点節水対策事業及びダム建設事業等に要する総事業費は13.1～16.7億元である。

(10) 事業評価

1) 財務評価・社会経済評価

既存資料を基に行った上記分析によると、阿拉溝ダム建設事業については、感度分析を含めて経済内部収益率（EIRR）は十分に高い値が得られた。しかしながら第10章で述べたとおり、県・市水利局の財務状況については課題解決が必要である。また、同様に財務的検討を踏まえる必要がある。

2) 技術評価

優先プロジェクトの一つであるパイロット節水事業において各種節水対策技術の開発、実験を行い、節水効果及び農作物の増収効果等が検証される。この結果、節水技術の普及により本計画の中心施策である節水対策が本格的に推進される効果を生むことが期待できる。

3) 環境評価

本計画目標の達成により、地下水が枯渇に至る事態は避けられる。また、トルファンの伝統的文化遺産であるカナートが保全される。全体としてトルファン地区の生態環境が保全され、砂漠化に伴う住民移転等は最小限にとどめ得るものと評価できる。

11.2 提言

11.2.1 水資源利用について

a. 南盆地の地下水利用

シミュレーションによる地下水位の将来予測によれば、盆地西部では対策実施により地下水位の維持が期待されるのに対して、盆地東部では地下水位は低下し続け、回復することがない。したがって、シャンシャン県南部を中心とした盆地東部では地下水利用を可能な限り表流水や他地域からの導水利用に転換するとともに、重点的に節水対策を進めなくてはならないが、トクソン県を中心とした盆地西部ではまだ地下水開発が可能である。

本調査では、石炭等地下資源の豊富なトクソン県北西部の塩山北側でA層帯水層を主対象とした井戸群開発のシミュレーションを行い、大きな地下水低下量を発生させることなく取水できることが予測された。同様の地下水開発は塩山の南側地域においても可能と考えられる。従って、今後は、盆地西部の地下水新規開発について実施可能性調査を行い、表流水の新規開発コストとの比較検討を行って、トルファン盆地全体の水資源の有効利用という観点から、盆地内における表流水資源と地下水資源の適正な配分をして行くことが望ましい。

b. 深層地下水開発

本調査結果によりトルファン地下水盆の南盆地西部では第四紀層厚は 600 m に達することが明かとなった。しかしながら、試掘調査により帯水層の性状を把握できたのは深度 300 m までである (JICA-TW-SW 観測井)。TEM 法による物理探査結果は、西部地域の深度 300~600 m (C 層下部)において帯水層になり得る礫層の存在を示唆している。300~600 m の深層部に賦存する地下水は、トルファン地区の水収支から見ても、過去数万年の地質時代を経て蓄えられ、地下水揚水に伴い消耗される枯渇性地下水資源である。今後、深層部の帯水層分布と性状、地下水質等を調査することはもちろん必要であるが、その開発は慎重に行うべきである。従って、この地域における井戸掘削はとくに厳格な審査を行い、用途の優先度に応じて限定的に利用することが大切である。また、将来は 300~600 m の深層部に達する地下水観測井を設置し、モニタリングを行うことが望ましい。

一方、北盆地の第四紀層厚も 600 m 近くに達するが地下水位は JICA-TW-NC 観測井で 290 m を示し、かなり深い。北盆地は地形勾配が急であり、標高の高い地域では地下水位はさらに深くなることが予想され、地下水開発には適していない。北盆地は、火焰山と塩山の間で南盆地に繋がっており、北盆地で涵養された地下水が南盆地に流入している。北盆地の天山山麓から火焰山北麓のオアシスまでは荒涼とした土漠であり、山地からの洪水流の地下水かん養に適している。地下水かん養は、下流側のカナート保全に寄与するため、本計画の施策として d.4 に述べるような方法で地下水かん養を実施することを提言する。

c. カナートの保護

カナートの保護は水資源利用自身の価値より伝統的水文化、トルファン地区のシンボルを守る観点から見て重要である。しかし、トルファン地区の長年の社会経済発展とそれに伴う地下水開発・利用の結果から見ると、カナートの衰退は避けられない。一方、地下水が比較的豊富で地下水位低下が軽微なトクソン県やシャンシャン県北部の連木沁鎮周辺では、カナートは十分な流量を維持していて、重要な水源として農業生産や生活に利用されている。従って、カナートの保護と社会経済発展を両立させるには、本計画で示したように、保護できる可能性も利用価値も高いカナートを重点的に保護すべきである。その保護対策としては次の 2 点に留意しなければならない。

c.1 カナート保護区の指定と管理の徹底化

トルファン地区ではすでに一部の地域がカナート保護区として指定されており、カナートから 400 m 以内の範囲で新規井戸を禁止する等の条例が作成されていて、ある程度の保護効果が得られている。しかし、トルファン市やシャンシャン県では、保護地域内の新規井戸の掘削は完全になくならなかった。飲用水や灌漑用水がなければ、井戸を掘る以外に方法がない農民の立場を考えると、これまでの保護区の適用条件が十分か、保護区に指定した場合の水源確保が可能かなど、本計画で提案したカナート保護区と保護基準を参考に、再検討が必要である。一旦保護区に指定した場合は、監督管理体制を確立し、違反した場合の罰則等も確実に整備することが必要である。

c.2 カナートの保護支援

カナートはトルファンの存続・発展歴史の過程で、他に代え難い大きな役割が果たし、

古来の井戸掘り技術を最大限に発揮した取水施設の代表となっている。しかし、カナートの水量維持のためには頻繁に浚渫・延長等の作業を行う必要があり、それに適した作業機械がないので、人力作業となりかなりの重労働である。カナートを維持するための作業を確実に実施して行くためには教育・奨励政策、資金、技術等の支援が必要である。

d. 地表水利用

d.1 平原区ダムの廃棄

トルファン盆地内の地表水利用をするために、10数箇所が平原ダムが建設されている。調査実施時の2004年夏季ではそのほとんどが枯渇した。トルファンのような蒸発量の大きい地域では、水深の浅い平原区ダムでの貯水量の多くは蒸発散で消費され、水資源の無駄使いになってしまっている。従って、現在ある平原ダムの再評価を実施して、メリットよりデメリットの方が大きいダムを廃棄し、冬の余剰泉水等を地下浸透させて、地下水涵養した方が水資源の有効利用にとって有効であり、望ましいと考えられる。なお、平原ダムを廃棄する場合には利用者である農家の人々の同意・理解が必要であり、渇水年には枯渇する水源から他の水源（例えば河川からの導水）への転換や節水の強化による水利用の削減等への協力を求める必要がある。

d.2 地表水の合理的配分

全体的に水資源が不足しているトルファンでは、水資源量分布の季節性及び地域的不均一性が大きい。現況の地表水資源利用は大原則が県市及びその下の郷鎮単位のように行政区画に従って配分されることが多い。このような管理方法では水資源を最大限に有効利用することは困難である。南盆地の地下水利用で提言したように、地表水についても水資源量、社会経済状況（1人当たりの水資源量）等を総合的に評価した上、地域的配分案を決めるべきであろう。トルファン盆地の水資源分布から見て、西部で開発された地表水は東部へ送水し、その代わりに水権の概念に基づき、送水の恩恵を受けしかも比較的経済レベルの高い東部は、西部から送られた水量に応じた代償を支払うことにより、水資源の合理的利用が進むとともに東西両地域の共同発展を促進することができる。また、このことにより本計画優先プロジェクトの一つである阿拉溝ダム建設の財務収益率向上が期待できる。

d.3 水路系統の管路化

山区の地表水は水路によって盆地内に導水している。水路のほとんどは開水路であり、送水途中の蒸発損失量は大きい。送水途中の浸透損失もあるが、それは地下水の涵養量になるので、水資源の無駄な損失とは異なる。蒸発損失は水資源の最終消費であるので、それを極力減らすことは水資源の最大限の有効利用に繋がる。現在の農地では低圧パイプ送水が推進されているが、将来支線水路や幹線水路をも暗渠化、パイプ化にすることによって、送水途中の蒸発を防ぐ必要がある。

d.4 冬季河川流量や洪水等の余剰水による地下水涵養

トクソン県ですでに実施している等高線に沿った簡易土堤の建設は、地下水涵養の面では大変望ましいことであり、実施地区では地下水位を守り、カナートの流量が増えるなど効果が得られた。平原ダムの代わりに、冬季の余剰水がある場合、洪水等水路で利用不可能な地表水を直接下流に流さないように、下図に示すように簡易土堤を建設するかあるいは直接農地に灌水して地下浸透を促進し、地下水涵養量を増やすことが必要で

ある。

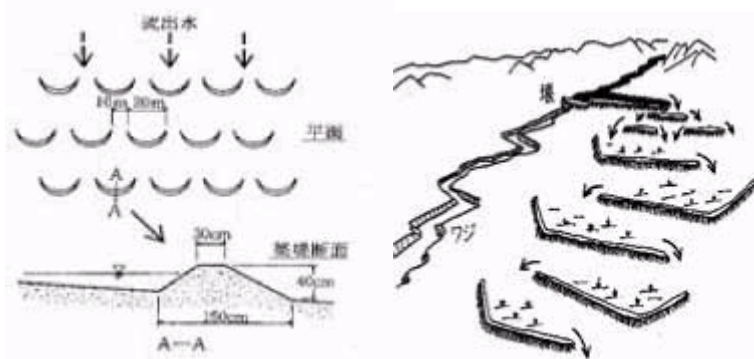


図 11.2.1 簡易土堤

11.2.2 水質について

a. 安全な飲用水の確保

水質調査で明らかになったように、トルファン地域では水質項目の中に良くないものが含まれる地域がある。カナートや泉及び一部の浅層地下水では塩分濃度が高く、また特に硫酸イオン濃度が高いなどの問題がある。フッ素やマンガン等が飲用水水質基準値を超える項目もあり、飲用に適さないものもある。そのような地域では今後水源転換が必要である。このような水質問題の多いトルファン市南部をみると、JICA-TW-SS 観測井の深度 200 m の砂層帯水層（C 層上部）の TDS と硫酸イオン濃度は低い値を示し、水質は良好である。この地域では、飲料水への利用を優先第一として、200 m 深度の深層地下水の開発利用により安全な飲料水水源を確保することが対策の一つである。

b. 帯水層の汚染防止

深層地下水は山区河川水に続き、トルファン地区における諸水源の中では 2 番目に水質の良い水源である。しかし、地下水の無秩序な開発、特に井戸掘削時に遮水工を規定どおり実施しない井戸によって、深層地下水が汚染される恐れが大いにある。深層地下水の水質を保護するには井戸作成の規制、井戸作成時の遮水工の実施を徹底する必要がある。

c. 微塩化水の有効利用

塩分濃度が飲料水基準を超えても作物の生育に利用できる水源はトルファン地区では多く存在している。そのような水に適した作物の栽培計画、塩水淡水混合灌漑や交替灌漑等微塩化水の利用方法を確立し、微塩化水の有効利用を促進する必要がある。

d. 水質観測の強化

地下水モニタリング計画の一部として、地下水の水質観測を強化する必要がある。また、地下水だけではなく、泉水や河川水についても特に飲用水として利用されている水源の水質については定期観測する体制を作成する必要がある。

11.2.3 優先プロジェクトの財務について

外部資金による優先プロジェクトを実施する際検討すべき点を次のように提言する。

a. 事業独自の会計システムの確立

特に支出の管理が不十分とならないように、事業単独の会計システムを確立し、現金の流れや資産管理の実態を常に明瞭に維持することが重要である。

b. 制度の見直し

財務の健全化のために、法制度の見直しを行いつつ、事業運営ならびに維持管理に係る関係機関の責任分担を明確にしておくことが重要である。

自治体の財源が乏しいことに鑑み、関係機関間の事業費自己負担割合の見直しも再考の必要がある。場合により、民間セクター導入に係る法整備も検討する。

さらに、料金回収率の改善のためには、住民に対する啓蒙活動実施の他、料金徴収方法（担当者・手段・計量機材の設置・頻度等）の再検討も重要である。料金を改定しても高回収率が保証されなければ、結果的に赤字財政と値上げの繰り返しを続ける羽目になることを理解し、その回避に十分な準備する必要がある。

c. 人材育成の推進

事業を管理するのは事業主体の人員である。組織や制度が整備されても、それを動かす人間の技術・管理レベルが低ければ、結果として事業推進に様々な支障をきたすこととなる。したがって、事業実施に必要な組織体制、制度の見直しと共に、事業実施に必要な人員、分野、技術・管理能力について評価し、しかるべき人材養成を行うことが重要である。

11.2.4 生態環境用水

トルファン地区はオアシスとして発展し、オアシス文化と呼ばれる生活様式や文化を有している。オアシスの水は、カナートを通じて都市まで運ばれ住民の生活、農業やオアシスを保護するため周辺の緑地整備に利用されてきた。この様な水利用形態を中国では、「生態環境用水」と呼んでいる。また、緑化や土壌への散水だけでなく、河川、湖などに補給される水をも意味している。

本計画で行った灌漑用水需要予測のうち植樹や人工草場の用水は、その意味で、生態環境用水に含まれる。一方、14本の通年河川は、ほとんどが山麓部で取水または地下浸透しており、洪水の流入を除けば、恒常的には、白楊河以外にアイディン湖に流入する河川はない。この点からするとアイディン湖の湖水面積を維持するために必要な白楊河流量も生態環境用水である。

トルファン盆地のカナートは、盆地山側の比較的浅い水位の地下水を盆地底部まで暗渠導水し、農業、生活用水として利用している。この導水方法は、蒸発量を抑えると同時に地下岩石との接触時間を短くすることで水中のイオン濃度も抑制できるなど科学的にも妥当性が高く、その形態から生態環境用水と呼ぶことができるであろう。

トルファンの伝統と文化を守るためカナートを保護し、アイディン湖の景観を存続させ、さらに、砂漠化対策を行って住民移転を防止し、地区全体として緑多いオアシスを存続させ発展させて行くには、本調査で策定された水資源利用管理基本計画を土台にして、今後改定を行う際に生態環境の維持・改善を目的とする項目を新設し、正常な生態

機能を維持するために必要な最小限度の生態環境水量を設定することを提言する。

11.2.5 「目標水位」設定と地下水盆管理

本計画では、地域ごとに「目標水位（許容地下水位）」を設定して、地下水シミュレーション予測から最も望ましいと考えられる案を組み合わせ「地下水の持続的揚水量（許容揚水量）」を求めた。現代の先進国における地下水盆管理はこのように地下水位目標値を設定し、その範囲内で地下水揚水量を制御することが主流となっている。

1960 1970 年代に先進国では地下水過剰揚水に伴う地盤沈下、塩水化など地下水公害が多く発生し、「安全揚水量」を如何に決定するかの議論が盛んに行われた。その過程で実証され定説となったのは、地下水盆では揚水量に応じて動的平衡（二次的平衡とも言う）状態が発生するということである。これは、地下水揚水量の増加や減少に応じて地下水かん養量も増加、減少し、地下水盆内に擬似的平衡状態が出現することを意味している。「擬似的」というのは、地下水の流速が極めて遅いため、地下水盆全域においてかん養量・流動量と均衡するような地下水位に達する前に、水文地質条件に応じて、揚水地域周辺では平衡状態が現れることを意味する。このような動的な考え方が本計画の目標水位と目標揚水量を決定する基本になっており、静的平衡（自然かん養量＝安全揚水量）の考え方は採用していない。

本計画で設定した目標水位（管理水位と呼んでも良い）は、計画を実行する人々の考え方次第で変更が可能であり、目標水位の設定に応じて揚水量は変化し、それに伴って、かん養量や地下水流動量も変化していくのである。問題は目標水位を何処に置くかにかかっている。トルファン盆地は巨大な地下水盆であり、その全てを汲み尽くすことは不可能であるが、膨大な水資源量であることは確かである。この巨大な地下の貯水池を出来るだけ長持ちさせながら使用していくことが次世代、そしてまたその次の世代へと水資源利用を受け継いでいくことにつながる。本計画の目標値を指標として広範な議論を行いつつ、計画実現に向けて行くことを提言する。