

## 第2章 調査対象地域の概要

### 2-1 一般概要

#### 2-1-1 中国の一般概要

中華人民共和国は、国土面積 960 万 km<sup>2</sup> (日本の約 26 倍)、人口 12 億 6583 万人を有する。漢民族が人口のおよそ 92%を占め、残りはモンゴル族、回族、チベット族、ウイグル族などの 55 の少数民族が占めている。GDP は約 1 兆 2300 億ドル (2002 年、10 兆 2398 億元) で、一人あたりの GDP は、911 ドル (2002 年)、一人あたりの所得は、農村家庭で 2,475.6 元/年 (純収入)、都市家庭で 7,702.8 元/年 (可処分所得) である。

2001 年の中国における水資源量は 26,867.77 億 m<sup>3</sup>、一人あたりの水資源量は、2,162m<sup>3</sup> である。

#### 2-1-2 国家組織と行政区分

政治体制は、人民民主共和制をとり、立法権を行使する最高の国家権力機関として、全国人民代表大会が存在する (日本の議会に相当)。国家主席はこの全国人民代表大会により選出され中華人民共和国を対外的に代表する資格をもつ。国家権力の執行機関として、国務院 (すなわち中央人民政府) が存在する。実際の行政は、部・委員会 (水利部、財政部など)、国務院部署直下の国家局、国務院直属機関などが行なう。

中央人民政府直轄の省級の行政組織は、全国に 31 (省 22、自治区 5、直轄市 4) にわかれる。各省・自治区は、市・自治州、地区等にわかれ、さらに県、市などに、最終的には、郷、鎮などに細分される。行政区間のそれぞれに、人民代表大会および人民政府が置かれている。

#### 2-1-3 新疆ウイグル自治区の一般概要

新疆ウイグル自治区の面積は、約 165 万 km<sup>2</sup> と中国の国土面積の 1/6 を占める。人口 1,905 万人でウイグル族、漢族、カザフ族、回族、キルギス族、モンゴル族、オロス族、シボ族、タジク族、ウズベク族、タタール族、満州族などの民族が住む。農牧業が主要な産業で、石油、非鉄金属、玉石などの産地でもある。自治区の GDP は 1,598.3 億元で、一人あたりの GDP は 8,365 元 (約 1,011 ドル) であり、一人あたりの所得は、農村家庭で 1,863.3 元/年、都市家庭で 6,899.6 元/年である。

新疆ウイグル自治区には、14 の地区・市、州が存在し、本調査対象地域のトルファン地区は、その一つに数えられる。また、新疆ウイグル自治区には、14 の地区・市、州のほかに、新疆生産建設兵団が存在し、師団 (開墾地区) 14 カ所、農場・牧場 (団場) 174 カ所が存在し、工業・建築・運輸・商業企業 4,391 社を抱える。兵団には、科学研究、教育、文化、衛生、体育、金融、保健などの社会事業機関や司法機関も整備しており、新疆の経済・農業の発展と国境防衛に大きな役割を果たしている。トルファン地区にも、兵団管轄の農場が 1ヶ所存在 (221 団場) している。

新疆ウイグル自治区の水資源量は 1,024.48m<sup>3</sup>、一人あたりの水資源量は 5,550m<sup>3</sup> となっている。

## 2 - 2 自然状況

トルファン(吐魯番)地区は東経 87°16' ~ 91°55'、北緯 41°12' ~ 43°40' に位置し、1975 年に国务院の批准を経て成立し、一市(トルファン市)二県(トクソン県、シャンシャン県)からなる。また行政公署所在地トルファン市は自治区の首府ウルムチ市から 183km の距離にあり、新疆の中にあつて、北疆から南疆への通里道の要衝をなし自治区の中心に位置する。また東側に隣接するハミ(哈密)地区と合わせて東疆と呼ばれる。トルファン地区は南北約 240km、東西約 300km で総面積が 69,713km<sup>2</sup>、新疆ウイグル自治区総面積の 4.42%を占める。ただしトルファン盆地の平原域面積は 1.5~2 万 km<sup>2</sup> しかなく、北~西側の高山域の面積が約 1 万 km<sup>2</sup>、残りが南側の丘陵~低山域である。

トルファン盆地は天山山脈東部の東西に伸びた船底状山間盆地で、中国国内で最も低い盆地であり、海拔 0m 以下の面積は合わせて 4,000km<sup>2</sup> あまりに達する。最低標高はアイディン(艾丁)湖の -155m で、世界的にみても死海に次いで 2 番目の低さである。

北側は有名なボゴダ(博格达)山で最高峰標高 5,445m、西側にも 4,000~5,000m 級のカラニョチュン(喀拉·成)山がある。この両山系合わせて面積 140km<sup>2</sup> にわたる氷河があり、万年雪を頂いている。南側にはクルクタク(··克塔格)山があり、また東側のクムタク(·姆塔格)山とクムタク砂漠がトルファン盆地と東側のハミ(哈密)盆地と境している。このクムタク砂漠はシャンシャン県の南部(鄯南盆地)に位置し、南北約 40km 東西約 80km に渡って広がっている。

盆地の中央には火焰山及び塩山が東西方向に細長く横たわり(最高点は 851m、一般標高が 300~600m)、盆地を北側(北盆地)と南側(南盆地)に分けている。主として北~西部の氷河融雪水等によつてもたらされた地表水は山地裾で大部分が浸透する。浸透した地下水は北盆地内を流れた後、火焰山によつてせき止められ、地表に湧水し泉流を形成し南盆地の方に流れ出る。これら泉流は通·連木沁、吐峪溝、葡萄溝、桃兒溝、大草湖、小草湖として流れ出ており、乾燥した土地を湿らせ肥沃なトルファンオアシスを形成している。

降水量の比較的豊富な天山山区の天然林は約 5 万·(ムー)(1ム=1/15ha、約 3,300ha)、またこれから供給される水資源によつて盆地内の緑地面積は約 1,000 万·{約 67 万 ha}程度広がっており、豊富な熱量及び日照資源を利用して綿花·瓜·葡萄を中心とする農業が盛んに行われている。

トルファン盆地は中国で最も暑い所と言われ、夏季には通常 40 以上の猛暑となる日が続き、中国気候区分では暖温帯干旱荒漠気候に属する(多日照量、高温、気温較差大、少雨、強風、夏季は酷暑乾燥)。夏季の平均気温は 35~37 となり、盆地中心の年最高気温平均は 47.6 で、これまでの最高気温は 49.6 である。地表面温度に限ると、夏季は 70 以上に登り、これまで最高 82.3 を記録、このため“火州”と呼ばれている。日最高気温 35 を越える日が年 100 日以上、また 40 を越える日も年 40 日前後ある。また夏季と冬季の気温較差は大きく、冬季は -10 前後まで降下する(これまでの最低気温は -29.9)。春は 3 月頃から始まり、冬季の酷寒から平均気温 8 前後まで上がり比較的過ごしやすく、緑がよみがえる。秋は 9 月頃から始まり、夏の酷暑から開放され平均気温 10 前後まで降下し、さわやかな季節となる。

また風が強く年平均 8 級(7 級以上は台風)の強風は 31 回、最大風速が 40m/秒に達し“風庫”としても知られている。

降水量は極めて少なく、一方蒸発量は非常に多い。気象統計資料によると、年平均降水量はトルファン(吐魯番)市 16.6mm、トクソン(托克·)県 13.9mm、シャンシャン(鄯善)県 25.5mm となっている。昨年(2002 年)は通常より若干多く、トルファン市 25.6mm、トクソン県 25.1mm、シャ

ンシャン県 48.7mm となっている。年平均蒸発量はトルファン市 3,003mm、トクソン県 3,822mm、  
 シャンシャン県 2,879mm と非常に多い。

トルファン盆地周辺山地部を見ると、最高峰標高 5,000m 以上に達する北部及び西部天山山脈  
 は万年雪(氷河)に覆われ、降水量は比較的多い。一方南部山地はトルファン盆地と同様に降水量  
 が少なく、植生もなく露岩している。

トルファン地区における天然地下資源は豊富で、主な鉱山産品は石油・石炭・鉄・金・銅・硝石な  
 どであり、特に石油は年産原油 300 万トン、天然ガス 7 億 m<sup>3</sup> を産出し、地区の鉱工業の中心と  
 なっている。石炭も炭層厚 40m 以上のものが浅部に埋蔵し採掘が盛んに行われており、世界十大  
 炭田のひとつに数えられている。また硝石も世界第二の産出量を誇っている。その他金も年産約  
 1 トンある。

域内では盛んに地下水利用が行われているが、近年の過剰利用により地下水位が低下する傾向  
 にあり、これにより砂漠化が徐々に進行している状況にある。特にクムタク砂漠周辺地域では  
 以前葦等の親水性植物や駱駝刺等の野生植物が繁茂し流砂の侵入を防いでいたが、地下水位低  
 下のためこれらの植生が減少し流砂が直接人家に押し寄せる状況となり、深刻な砂漠化問題を  
 抱えている。

またアイディン湖周辺や上流側では、以前地下水位が高かったため葦等の十分な植生があっ  
 たが、近年地下水位低下のためこれらの植生が全滅状態である。この周辺の土壌はシルト粘土が主  
 体で浸透性が悪く、一度供給された水分はほとんどが浸透せずその場所にたまった状態である。  
 以前は植生によってこれらの水分が消費されていたものと思われるが、植生がなくなり蒸発によ  
 り塩分が濃縮されつづけ土壌の塩アルカリ化が進行している状態である。またこの地下水位低下  
 によってカナートが枯渇崩壊し利用されなくなっている。一部ではこの地下水位低下対策のため  
 地下水涵養促進を行っているが、それにもかかわらずカナートの修復はなされないため、これら  
 の下流側では逆に地下水位上昇による塩害が発生している地域もある。

## 2 - 3 社会・経済

### 2-3-1 行政区画

調査対象地域が位置するトルファン地区は、中国北西部の新疆ウイグル自治区東部に位置して  
 いる。トルファン地区は、トルファン市(吐魯番市)、シャンシャン県(鄯善県)、トクソン県(托  
 克遜県)からなり、これらの市や県は以下に示すように、26 の郷・鎮、さらにその下の行政組  
 織である 221 の村から構成されている。

表 2-3-1 トルファン地区の行政区画

市・県	郷	民族郷	鎮	弁事処	園芸場	兵団	地区	大隊	場	村
トルファン市	7	0	2	2	1	1	0	0	0	93
シャンシャン県	4	1	5	0	0	0	1	1	0	83
トクソン県	4	0	3	0	0	0	0	0	1	45
計	15	1	10	2	1	1	2	1	1	221

2003 年トルファン統計年鑑より

以上の郷や鎮と同じレベルの行政単位として、弁事処(街道事務所)、園芸場、兵団(221 兵

団、地区、大隊、場などがある。これらの単位は、もともとは人民開放軍や旧地質鉱産局などの政府組織により個別に形成された地域集団であるが、現在では市や県の管轄下に入っており、行政上郷・鎮と変わりが無い。

### 2-3-2 人口

2002 年末のトルファン地区の人口は 566,854 人であり、人口増加率は 1.36%である。2002 年末のトルファン地区の人口の内訳は、以下の表に示すとおりである。この表に示すように、トルファン地区の人口の 76%を少数民族が占め、少数民族の 90%以上をウイグル族が占める（2002 年のウイグル族の人口は 391,352 人）。つまり、トルファン地区の人口の約 7 割を、ウイグル族が占めている。ウイグル族に次いで人口の多い民族は回族であり、2002 年の人口は 37,014 人である。他に満州族やカザフ族などの少数民族もトルファン地区に居住するが、それらの人口はそれぞれ数百人程度と少ない。また、農業に従事する人口は全体の 74%を占めている。

表 2-3-2 2002 年末のトルファン地区の人口の内訳（人）

市・県	総人口	漢族	少数民族 <sup>a</sup>	戸数(戸)	農業人口	非農業人口
トルファン市	250,232	53,398	196,834	67,803	174,966	75,266
シャンシャン県	210,122	65,877	144,245	59,598	164,275	45,847
トクソン県	106,500	17,658	88,842	28,052	82,192	24,308
トルファン地区合計	566,854	136,933	429,921	155,453	421,433	145,421

a：少数民族の 91%をウイグル族が占める

2003 年トルファン統計年鑑より

1975 年から 2002 年にかけての、トルファン地区の人口の推移を、農業人口と非農業人口に区分し次の図に示す。この図に示されるように、1998 年以降人口の伸びは多少鈍化しているものの、トルファン地区の人口は継続して増え続けており、人口の増加率は非農業人口よりも農業人口の方が高い傾向がうかがえる。

便事処、園芸場、兵団、地区、大隊、場の単位の 2002 年の人口は、63,305 人であり、トルファン地区の全人口の 11%を占める。ちなみに、人民解放軍を出身母体とする 221 兵団の 2002 年の人口は、5,470 人である。

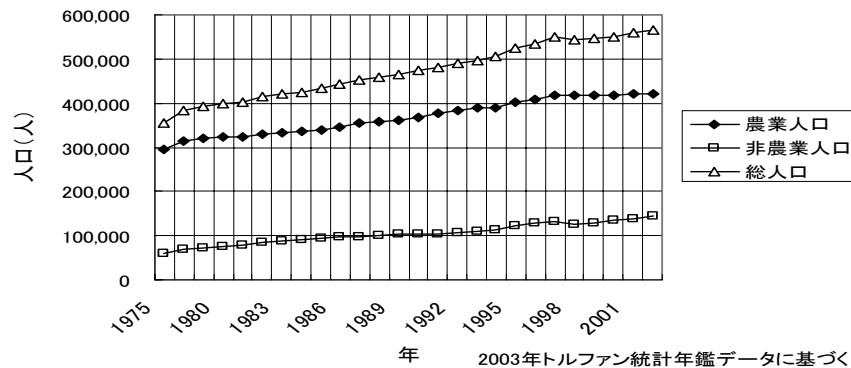


図 2-3-1 トルファン地区の人口の推移

### 2-3-3 産業

2002年のトルファン地区における国内総生産額（GDP）は735,233万元であり、その内訳は次図に示すように、第一次産業が11%、第二次産業が66%、第三次産業が23%を占めている。

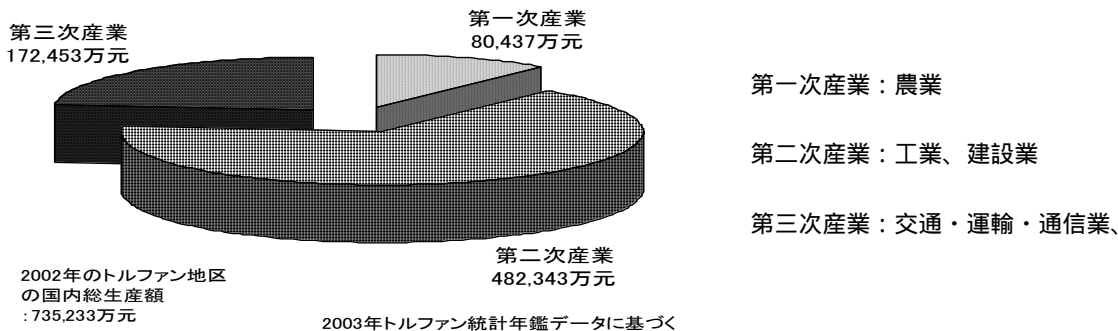


図 2-3-2 2002年のトルファン地区の国内総生産額の内訳

1978年から2002年にかけての、トルファン地区の国内総生産額の推移を以下の図に示す。この図に示されるように、1990年頃から急速に国内総生産額が増大しており、その牽引役は主に石油産業を含む第二次産業が担っている。第一次産業は、近年ほとんど横ばいの状況にある。

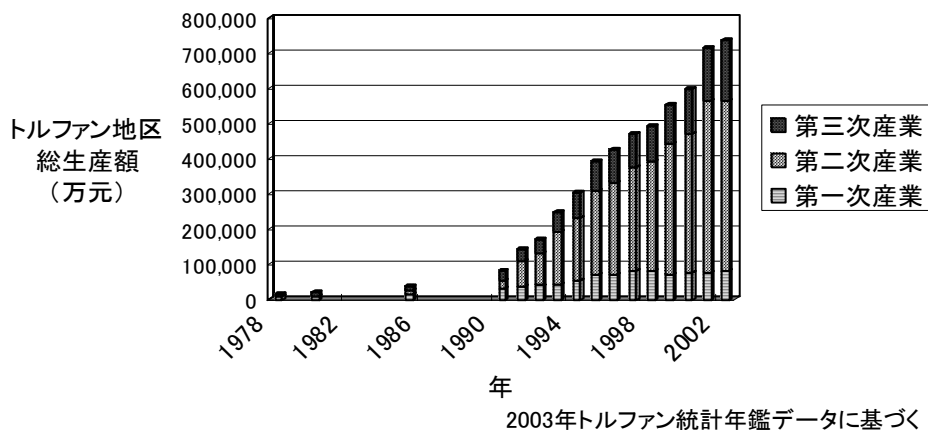


図 2-3-3 トルファン地区の国内総生産額の推移

トルファン地区の2002年の国内総生産額の内訳を市・県別にまとめると、次のようになる。

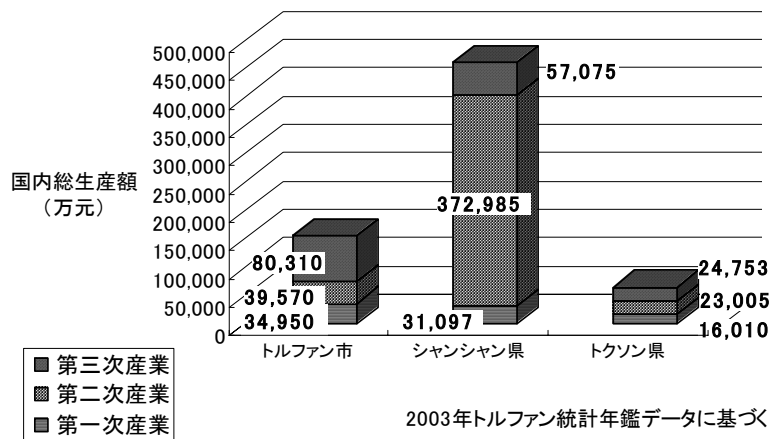


図 2-3-4 2002 年の市・県別の国内総生産額の内訳

この図に示されるように、国内総生産額の多い県はシャンシャン県であり、トルファン市とトクソン県を大きく引き離している。これは、シャンシャン県に石油・天然ガス産業があるためである。2002 年の工業生産額のなかでは、石油・天然ガス採掘業が最も多く、第二次産業全体の 53%を占めている。これの後に、非金属鉱物製品業の 9%、紡績業の 8%、化学原料及び化学製品製造業の 7%が続く。

2002 年の作物別生産額の割合は、小麦や果物などの食料農産物の割合が第一次産業全体の 78%を占める。この中でも特産品である瓜と葡萄の生産額が高く、第一次産業全体の 53%を占める。

#### 2-3-4 労働人口

2002 年のトルファン地区の労働者の総数は 278,681 人であり（トルファン市：111,691 人、シャンシャン県：118,143 人、トクソン県：48,847 人）その内政府機関や企業に勤務している労働者数は 66,159 人である。残りの 212,522 人は自営の農業従事者と想定される。2003 年のトルファン統計年鑑では、政府機関や会社に勤務している労働者数を女性、少数民族に分類し、総計している。これを以下の表に示す。

表 2-3-3 2002 年の政府機関・企業勤務者数の内訳

産業	勤務者総数	女性勤務者		少数民族勤務者	
		勤務者数	割合	勤務者数	割合(%)
第一次産業	3,493	1,422	41%	1,664	48%
第二次産業	29,129	7,998	27%	2,513	9%
第三次産業	33,537	15,467	46%	19,771	59%
合計	66,159	24,887	38%	23,948	36%

2003 年トルファン統計年鑑より

以上の表に示すように、政府機関や企業の勤務者の 38%を女性が占め、36%を少数民族が占め

る。このように、女性の社会進出はかなり進んでいると考えられる。一方、トルファン地区の人口の76%を占める少数民族の社会進出は進んでおらず、特に地区の産業の根幹を成す第二次産業への就職率が非常に低い。少数民族の多くは、零細な自営の農業に従事しているものと想定される。

### 2-3-5 1人あたりの国内総生産額と年間支出額

2002年の一人当たりの国内総生産額は、以下の表に示すとおりである。この表に示すように、一人当たりの国内総生産額においても、シャンシャン県が最も多くなっている。

表 2-3-4 2002年の一人当たりの国内総生産額（元/人）

トルファン地区平均	トルファン市	シャンシャン県	トクソン県
13,059	6,213	22,171	6,027

2003年トルファン統計年鑑より

また、2002年の一人当たりの年間支出額を以下に示す。この表に示されるように、農業住民の年間支出額は、非農業住民のその40%以下と非常に低い水準となっている。

表 2-3-5 2002年の一人当たりの年間支出額（元/人）

職業	トルファン地区平均	トルファン市	シャンシャン県	トクソン県
農業住民	3,132	1,905	3,908	2,857
非農業住民	7,832	6,049	10,175	3,814
平均	4,352	3,144	5,345	2,864

2003年トルファン統計年鑑より

### 2-3-6 トルファン地区の財政

2002年のトルファン地区の財政収入と支出を、市・県の単位で次の表に示す。

表 2-3-6 2002年のトルファン地区の財政収入と支出（万元）

収入/支出	トルファン地区合計	トルファン市	シャンシャン県	トクソン県	地区全体
収入	63,721	17,587	26,046	8,171	11,917
地方税収	42,978	10,718	21,660	2,960	7,640
自治区補助金	24,705	8,876	3,601	8,341	3,887
前年度繰越額	-4,792	-2,337	285	-3,130	390
その他収入	830	330	500	0	0
支出	63,721	17,587	26,046	8,171	11,917
インフラ建設	3,874	945	901	234	1,794
農村生産支援	1,006	232	639	45	90
部門事業費 <sup>a</sup>	3,917	988	1,598	646	685
教育事業費	15,966	5,807	5,278	3,774	1,107
社会保障補助金	1,077	130	161	110	676

行政管理費	10,717	2,184	3,930	1,623	2,980
司法・警察	3,908	1,223	1,197	648	840
その他支出	27,339	7,661	9,562	4,308	5,808
市・県内部支出		1,266	2,931	2	-4,199
次年度繰越	-4,083	-2,849	-151	-3,219	2,136

a：農林、水利、気象などの監視/観測にかかる費用

2003年トルファン統計年鑑より

この表に示されるように、2002年のトルファン地区の収入は63,721万元であり、その内の約40%が自治区からの補助金である。2002年の財政収入は前年に比べ増えており、111.95%の増となっている。

一方、支出はその他支出が最も多く（その内容は企業改造費、農業総合開発費、工業・交通部門事業費、衛生経費、都市維持管理費などである）次いで教育事業費、行政管理費が続く。

### 2-3-7 教育

トルファン地区全体の2002年末における小中学・高校の学校数は231校であり、在校児童・生徒は105,594名である。その内、中学・高校の学校数は103校であり、在校生は45,640名である。小学校の学校数は128校であり、在校児童数は59,954名である。そのほかに、各種中等専門学校が3校あり、その在校生は1,429名である。

2002年の小学校への入学率は93.05%で、中学校への入学率は85.7%であり、それぞれ前年に較べて、6.5%および7.9%減少している。

### 2-3-8 保健・衛生

トルファン地区全体の2002年末における衛生期間の数は214箇所であり、その内診療施設が整っている病院や衛生院は41箇所である。衛生防疫ステーションや母子保健ステーションは8箇所、外来診療所が161箇所（その内個人経営の診療所が157箇所）その他衛生医療機関が4箇所ある。地区内で保健・衛生関連の業務に従事している職員の数は3,411名であり、総ベッド数は1,963である。このことは、平均して200人に1人の保健・衛生関連職員、287人に1つのベッドがあることを示す。

2002年に地区内で診療をうけた病人の数は、延べ2,216,800人である。現地でのカウンターパートへの聞き取りによると、水因性疾病は特に発生してないとのことであったが、具体的な資料は得ることができなかった。

## 2 - 4 水文・地質

### 2-4-1 地形分類

新疆ウイグル自治区周辺はかつて海の底にあったが、三千万年前の造山運動によって周辺山地が上昇し、陸地に変わったものとされている。トルファン盆地周辺に限れば、北西部が高く(海拔3,500~5,000m)、南東部が低い(海拔600~2,500m)構造であり、新疆ウイグル自治区全体で見ると、南高北低で、西側が広く東側が狭い、中間にいくつもの非対称の盆地を形成するような構



造となっている。

トルファン盆地の地形をその生成過程から大別すると、1. 上昇する剥蝕中高山区、2. 低山丘陵区及び低山剥蝕山原区、3. 山麓緩傾斜平原、4. 洪積-湖沼堆積平原、5. 塩湖堆積平原及び砂丘平原など海水準より低い窪地、というように5つに分けられる。

1は北側及び西側の山岳地帯、2は中央の火焰山と南側山地、3は主として北盆地及び西側アラゴー及びパイヤン河扇状地域で全体に砂礫層が厚く堆積している(ゴビ地域)。また4は主として南盆地オアシス地域(緑州帯)を示し、大部分中～細粒土質の堆積物からなり、土地が肥沃である。5はアイディン湖周辺とクムタク砂漠地域周辺を指す。

シャンシャン県の盆地に限って言えば、火焰山を境にして北側がゴビ地域(鄯北盆地)、南側が砂漠地域(鄯南盆地)と明瞭に異なっている。

砂漠地域が約3千km<sup>2</sup>前後の面積を占める。また人間の生活生産活動の場としてのオアシス地域は6,400km<sup>2</sup>弱でトルファン地区全体の1/10弱である。

上記の地形分類はその生成過程から考えたが、単純に標高分布とその位置関係から考えて以下の3つに分ける考え方もある。

1. 侵食構造地形(ボゴタ・カニョチュン山：北側及び西側山地～山麓部) 中高山区
2. 構造剥蝕地形(ククヤ・クムタク・火焰山：中央及び南側丘陵部) 低山区
3. 剥蝕堆積地形(洪積～沖積平原区、砂漠区)

これらの状況を目視するため、巻末にランドサットによる衛星画像を添付した(巻末資料2)。

## 2-4-2 河川・水文

トルファン盆地における大部分の地表水は北部ボゴダ(博格达)山及び西部カラニョチュン(喀拉・成)山の天山水系からもたらされる。山地の年平均降水量は山腹100～500mm、更に高所では800～900mmに達し、頂上周辺の万年雪(氷河)は天然ダム役割を担っている。ボゴタ山には183条(面積約122km<sup>2</sup>)、カラニョチュン山には42条(面積は18km<sup>2</sup>)、合わせて225条(140km<sup>2</sup>)の氷河がある。

北部～西部天山水系の規模は比較的大きく、カルチ(坎尔其)河、ククヤ(柯柯・)河、アルタン(二唐)河、ハルカゴー(哈勒坎沟)河、ヘイゴー(黒沟)河、メイヤオゴー(煤窑沟)河、タルラン(塔尔朗)河、ダーフエン(大河沿)河、パイヤン(白楊)河、アラゴー(阿拉沟)河等14本の水系があり、比較的豊富な流水が存在する。夏季は雨と融雪水によって洪水があり、年流量の50～80%がこの時期に流出し、冬季の流量は非常に少ない。カラニョチュン山からは本地域で最大の集水域を持ちアイディン湖に直接流れ込むアラゴー河が流れ、ボゴダ山からは残り13条の中小規模水系が流れ出ている。

天山水系と火焰山水系とは相互に密接に関連している。天山水系は、山麓が高透水性地盤であることもあって山地出口でかなりの部分が浸透してしまうが、火焰山は天然の地下ダムの役割をなし、浸透した地下水はここでせき止められ湧水し、火焰山水系河川または泉流を形成する。火焰山水系の泉流は大小26条あり、年平均流量は約1.8億m<sup>3</sup>と算出されている。また1,000本以上の横穴取水暗渠カナートは、ほとんどが火焰山裾まで延びており、この地域の豊富な地下水を下流の畑地まで導水している。カナートは農業・家畜・家庭用水として主要な水源であり、一般に水質良好で、水量安定しており、理想的な水源の役割を担っていたが、近年地下水位の低下に伴い、流出量が大幅に減少している。現在地下水流出の認められるカナートは400本あまりまで

減少している。

現在トルファン地区には15箇所(トルファン市7、シャンシャン県7、トクソン県1)にダムが築造され、総貯水量 8,000 万 m<sup>3</sup>弱である。このうち中規模ダムは3個でカルチ河(カルチダム)、ククヤ河(ククヤダム)及びパイヤン河支流(ホンシャン{紅山}ダム)にある。他はいずれも小規模ダムで平地部に築造されている。また現在、アラゴー河、アルタン河、メイヤオゴー河に中規模ダム築造が計画されている。

既存のカルチダム、ククヤダム及び計画のアラゴードムの聞き取りによる貯水量等は以下の通りである。

- ・ カルチダム

貯水量 : 1,180 万 m<sup>3</sup>

ダム高 : 51.3m

農業用水、石油鉱業用水、家庭用水に利用

ダム地点 : 海拔 1,000m

カルチ河川流量 : 2,800 万 m<sup>3</sup>/年

2 年前竣工、昨年から使用、明渠で送水(農業及び石油工業用 1 万 m<sup>3</sup>/日・飲料用 8,000m<sup>3</sup>/日)

- ・ ククヤダム

貯水量 : 約 1,000 万 m<sup>3</sup>

- ・ 計画ダム(アラゴードム)

貯水量 : 4,750 万 m<sup>3</sup>

建設予定額 : 3 億元

年間河川流出量 : 1.3 億 m<sup>3</sup>

域内に分布する湖沼は、最も大きなものがアイディン(艾丁)湖で、アラゴー河及びパイヤン河が直接ここに注ぐ。またトルファン盆地の地下水はすべてここに露頭し、ここで蒸発する構造となっている。火焰山水系によって形成される湖沼としては東湖・伊拉湖・大草湖・黄草湖・小草湖・杜興湖・南湖などがあるが、いずれも面積が小さく、貯留量変化著しい。

巻末にトルファン地区の水系分布図を添付した(巻末資料4)。

### 2-4-3 地質

トルファン盆地周辺の地質図を巻末に示す(巻末資料3)。(縮尺 1 : 700,000{本来 100 万分の 1 地質図を 142%拡大})地質図に示される記号に合わせて、トルファン盆地周辺の地質層序を示すと下表のようなものとなる。

トルファン地区周辺地質層序

地質年代	記号	地 層	備 考 (層相他)
第四紀	Qh	主として風成層及び湖成層	砂・シルト・粘土
	Qp3-Qh	沖積・洪積層	砂礫・砂・シルト(山麓部は砂礫、盆地中央部は中~細粒土)
	Qp2	層群酒泉層	氷河堆積、洪積及び湖成層
	Qp1	西域層	氷河堆積物
新第三紀	N2	独山子層、葡萄沟層	

	N	未区分新第三紀層	褐色砂岩・礫岩・泥岩
(新第三紀) 古第三紀	E3-N1	桃園層、怡層、博依層	
	E	未区分古第三紀層	
(古第三紀) 白堊紀	K2-E1	鄯善層群	
	K1	吐谷層群、克孜勒層群	
ジュラ紀	J3	古層+喀拉扎層、紅其拉甫層	
	J1-2	八道湾層+三工河層+西山窑層+屯河層	
	J1+2	水溪沟層群、叶生羌河群	
三疊紀	T2+3	小泉沟層群	
(三疊紀) 二疊紀	P2-T1	下房沟層群+上房沟層群	
	P2	禾層群、駱駝沟層群、達里層群	
	P1	喀拉托洛蓋層群+喀交層群	
石炭紀	C3	層群、孔雀屏層群	
	C2	弧形梁層群+石錢層群+六層群	
	C <sub>1</sub> <sup>3</sup>	巴塔依内山層群、雅滿層群	
	C <sub>1</sub> <sup>2-3</sup>	阿克沙克層群	
	C1	野云沟層群+干沙河層群、托孜达坂艘層群	
デボン紀	D3	朱魯木特層群、哈希翁層群、提孜那甫層群	
	D2	魯木迪層群	
(デボン紀) シルル紀	S3-D1	阿彼什木布拉克層群、阿騰柯斯層群	
	S2-3	依勒山層群、紅柳峡層群、科克鉄克达坂層群	
原生代	Ch	城系	
貫入岩類		花崗岩類	地質図では左記記号に数字の添え字により各岩を更に細かく分類している。
		閃緑岩類	
		塩基性岩類	
		超塩基性岩類	

北部及び西部の天山山脈は、石炭系の C2 層が大部分を占め、一部 C3 層が分布する。北部山地では二疊系～三疊系 P1・P2-T1・T2+3 層、及びジュラ系 J1-2 層もわずかに認められる。西部山地ではジュラ系も比較的広く分布する。山麓部には古第三系及び新第三系が分布する。また塩基性岩類を主とする貫入岩が点在し、一部花崗岩類の貫入岩も認められる。

南側山地は天山山脈貫入岩帯の一部(天喀瓦布拉克・帯)を形成している。この貫入岩帯は西北西-東南東方向に延び、花崗岩類が大半を占める。また超塩基性岩貫入岩類が構造線周辺に分布する。堆積岩はトルファン盆地側にジュラ系及び石炭系が広く分布するが、山地側ではデボン系～シルル系及び先カンブリア紀(原生代)が WNW - ESE 方向の構造線に切られながら、この構造に沿って分布する。盆地側山麓部の一部では、北部山地と同様に古第三系～新第三系が僅かながら分布する。

盆地中央をほぼ東西に走る火焰山は、ジュラ系 白堊系 古第三系 新第三系と南側から北側方向に順次新しい地層が露出する。火焰山西方の塩山は古～新第三系のみが露出し、シャンシャ

ン南のクムタク山は火焰山とほぼ同様の分布を示すが、ジュラ系は露出しない。

クムタク砂漠基盤はクムタク山及び火焰山から連なり、基本的に古第三系～ジュラ系からなるものと思われる。この基盤のアンジュレーションによって風の勢いが乱され、風成流砂が周辺に堆積し、クムタク砂漠が形成されているものと推定される。

盆地内平地では、北部及び南部山地裾に氷河堆積物が分布し、また北盆地大部分と南盆地西部に粗粒堆積物からなる洪積～沖積堆積層、南盆地のトルファン盆地オアシス帯は中～細粒土からなる沖積堆積物が主として分布する。

盆地の最も標高の低い地域であるアイディン湖周辺は湖成堆積物からなり、シルト～粘土からなる。

#### 2-4-4 水理地質・地下水

水理地質上から見ると、北部～西部山地は基本的に中生代～古生代の一部塩基性貫入岩類を有する堆積岩基盤岩地域であり、また南部山地も盆地側は主として堆積岩基盤岩、背後は花崗岩類貫入岩を主とする基盤岩から構成される。この地区では地下水としては岩盤裂隙水あるいは空隙水として分布が考えられるが、全体的にみれば地下水よりも地表水の方がはるかに優勢であり、トルファン盆地平原域地下水への涵養のための集水域である。

北部～西部の高山山地域は、年間降水量が山腹で100～500mm、頂上部で800～900mmと見込まれ、氷河の融雪水等によりトルファン盆地への比較的豊富な水資源供給地帯として見込まれるのに対し、南部の低山山地～丘陵地における降水量は少なく、氷河もなく、蒸発散によってかなり失われてしまうと見込まれることから、トルファン盆地平原域に対する水資源供給量はかなり少ないものと考えられる。

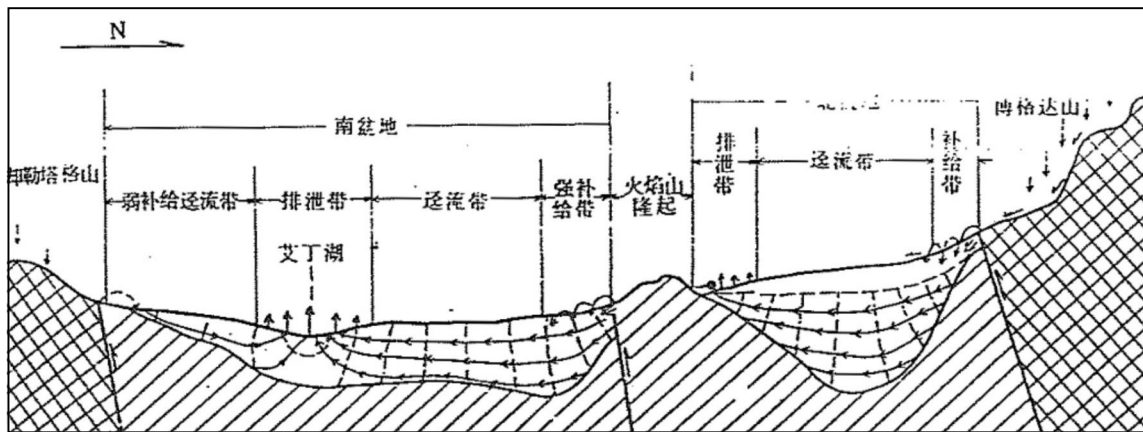
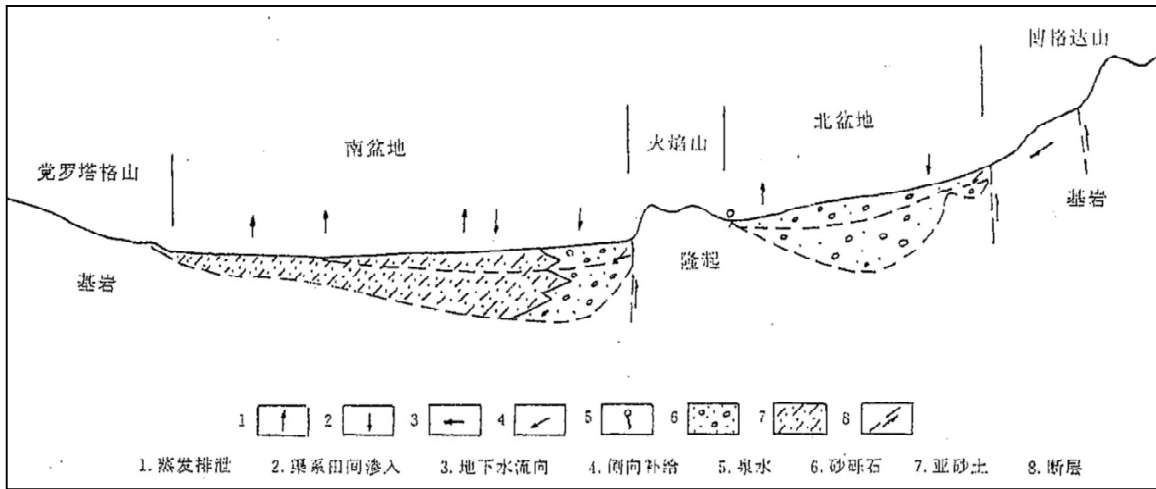
盆地内部は中央にほぼ東西方向に走る火焰山が走り、この基盤はジュラ紀～第三紀の泥岩等の難透水性基盤岩から構成される。

盆地内低地はこの火焰山山列によって北盆地と南盆地に分けられ、北盆地は全体に砂礫層主体の洪積・沖積堆積物であり高透水性である。北部山地からの流出水は本盆地で浸透し洪積・沖積層地下水となって分布する。これら地下水は中央の火焰山列によってせき止められ泉流として流出するが、南盆地側火焰山裾でまたかなりの部分が地下水として浸透し、未固結堆積物中地下水として最も標高の低いアイディン湖方面へ流れこむ形となる。南盆地中下流側は中～粗粒土層と細粒土層が何層も互層する未固結層多層型地下水となり、地下水は相対的に透水性の高い中～粗粒土層中に分布し、上部は不圧地下水、下部は多層被圧帯水層地下水を形成する。

西部山地山麓も北盆地と同様に粗粒の砂礫層堆積物から構成され高透水性のため、西部山地から流出した地表水はここでかなり浸透し、洪積・沖積層地下水となる。更にここから下流側アイディン湖方面に向かうにつれ、中～粗粒土層と細粒土層が互層する多層型地下水層分布域となる。

未固結堆積層全体層厚は300～400m前後であるが、アイディン湖周辺では1,000m弱程度になるものと推定されている。

模式的な水理地質断面図及び流水網図を以下に示す。



したがって北部～西部天山山脈からの表流水は、表流水 山麓で浸透 不圧地下水 火焰山裾で泉流 南盆地側で再度浸透 不圧・被圧地下水 アイディン湖に流出 蒸発、という地下水の流れとなっている。

南部丘陵地では基盤が浅く未固結堆積層が薄い。この地域でも、表流水&地下水 アイディン湖という流れが考えられるが、蒸発散量が大きいいため、かなりの部分が消失するものと見込まれる。

水質は北盆地平原区及びアラゴー・白楊河沿いは重碳酸塩型を示すが、南盆地の大半は硫酸塩型で、下流側に向かうにつれ蒸発により濃縮され土層に集積しやすくなる。

盆地内地下水位の計測は以前から何度か行われていたが、精度・連続性に問題あり、整理がされていない。トルファン地区水利局が系統的に測定をはじめたのは昨年であり、データの蓄積は僅かである。観測井設置箇所は31あるが、そのうち29箇所は揚水井と併用しており、地下水位変動を細かに観測するには問題がある状態である。

## 2 - 5 水利用状況

### 2-5-1 水利用に関する上位計画と政策

## (1) 国家計画

中国の水資源量の年間総量、つまり中国全土に降る雨・雪の量は約 2.8 兆 m<sup>3</sup>/年と非常に多く世界第 6 位ではあるが、人口が約 12 億人と世界で最も多いため、一人当たりの水量に換算すると約 2,200m<sup>3</sup>/人/年と世界の平均の約 1/4 の量となる。また、これに加え降水量の地域格差が激しく、水資源の偏在が著しい。

以上のような水資源の状況から、中国の国家計画では次のような水利用に関する政策が掲げられている。

### 1) 第 10 次 5 カ年計画 (2001～2005)

第 10 次 5 カ年計画では、水資源の偏在を解消するための「南水北調」(南の豊富な水資源を水資源の少ない北部に送水する一大事業)、「水資源が少ない西部地域中小都市の水源確保」、「村落部の飲料水確保」、「水質を含む水資源管理の強化」などが掲げられている。

### 2) 水利 10 次 5 カ年計画 (2001～2005)

第 10 次 5 カ年計画をうけて、国家発展計画委員会が 5 つの戦略目標を発表した。その内容は、「洪水防御と安全」、「節水」、「水資源の開発と合理的配分」、「農村の水供給改善」、「土壌保全(水土保持)・水資源保護」である。

この中で、地下水資源については合理的な開発とモニタリングの強化が挙げられており、過剰揚水の場合は揚水制限を行うとしている。また、貧困削減の一環として、農村部の飲用水と家畜用水の不足問題の解決も重要課題として挙げられており、劣悪な条件の場合は住民移転も対策の一つとして考慮されている。

## (2) 新疆ウイグル自治区の計画

新疆ウイグル自治区の水利用に係る計画としては、つぎのようなものがある。

### 1) 新疆ウイグル自治区地下水資源管理条例 (2002 年)

2002 年に発布された「水法」に基づき、新疆の実態に合った地下水管理強化や合理的地下水開発と保全について定めた条例。

### 2) 新疆地下水資源開発利用計画

これは、市・県レベルで地下水資源の開発利用計画を策定するもので、自治区水利庁が数年前から各市・県に策定を指導している。この計画が無いと、新規の水資源開発事業は、自治区水利庁の水政処から認可されないこととなっている。しかし、技術不足や資金不足のため、これを策定した市・県は非常に少なく、この計画が無いために申請が却下された水資源開発事業が幾つか存在する。

調査対象地域が位置するトルファン地区においては、シャンシャン県のみが地下水資源開発利用計画を策定済みであり、他のトルファン市やトクソン県ではまだ策定されていない。

### 3) 給水到戸

「給水到戸」とは、灌漑地区の農村において各戸給水を実現しようとする自治区の政策である。調査対象地域が位置するトルファン地区でもこの計画が展開されており、「量水到村、

収費到戸（十分な水が村々にいきわたり、全ての家庭が水道料金を支払う）」を 100%達成する目標を掲げている。

## 2-5-2 水利用に関係する行政組織

表流水の観測、評価、開発計画策定、監視・監督、水資源開発の許認可など、水資源の監理を行う部門は、自治区水利庁である。自治区水文水資源局は、自治区水利庁内の組織には属してはいないが、水利庁の直属機関として位置付けられており、主に水資源の観測、評価、開発計画策定、監視・監督を担当している。地下水源については、観測、評価、開発計画策定、監視・監督を自治区地質鉱産局が担当してきたが、1998年の機構改革に伴い、それらは全て水利局が担当することになっている。

水源開発事業や給水事業などの水利用に関係する行政組織は多岐に亘っており、基本的に各利用分野を管轄する行政組織がこれを管轄する。つまり、都市給水ならば市・県や郷・鎮の建設局が、村落給水ならば衛生局、灌漑用水ならば農業局などである。しかし、これらの事業については、幾つかの組織が関係する場合があり、例えば国務院直属の愛国衛生運動委員会に属する改水弁公室が、フッ素などに汚染された地区の村落給水事業を行っている場合もある。実際タリム盆地ではこの事業が行われているとのことであるが、調査地域においては無いとのことであった。

村落給水については、水利部の「村鎮の給水事業管理強化に関する意見」（2003年11月）によると、村落給水事業は市・県の水行政主幹部門（水利局）と郷政府の水管理ステーションの指導の下、村落住民代表からなる水管理委員会を形成し、給水事業の運営と施設の維持管理を行うようにしている。水道料金は、各水管理委員会が独自に定めるが、市・県の水行政主幹部門の審査・許可が必要である。村落給水ではあっても、維持管理費だけでなく施設建設費用も水道料金でカバーすることが原則となっている。

次に、自治区水利庁、カウンターパート機関である自治区水文水資源局、調査地域の行政組織であるトルファン地区の組織図を次に示す。



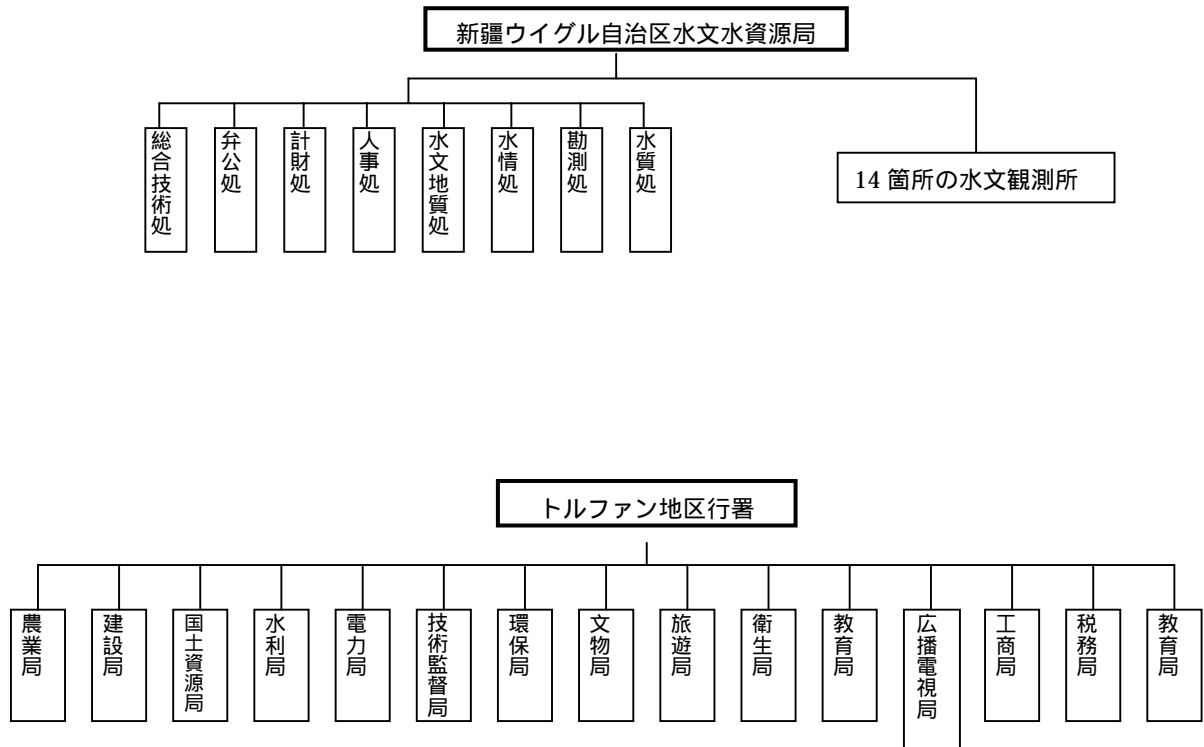


図 2-5-1 水利用に関する機関の組織図（自治区水文水資源局からの情報による）

カウンターパート機関である自治区水文水資源局の人員は約 980 名であり、その内大学や専門学校卒以上の学歴保持者が 40%から 50%を占めている。エンジニア（エンジニア）以上の資格を有する者は全体の約 40%、熟練技師およびその他の専門業務に従事することができる職員は全体の約 30%を占める。

自治区水文水資源局の年間の総予算は、約 2,300 万元である。

### 2-5-3 給水に関する基準

#### (1) 給水計画量

都市給水については、各都市の水資源状況に応じて給水計画量が定められているが、村落給水については、衛生部および全国愛国衛生運動委員会の主導で規定されている。基準は全国の気候区分により 5 つに区分されているが、本調査の調査地域のような乾燥地域（第一区分）に適用される村落給水計画量は以下のとおりである。



表 2-5-1 村落給水計画量基準（単位：lit/人・日）

給水条件	類型及び最高日生活用水量		
	集中給水栓方式	各戸給水方式	
		洗濯場無し	洗濯場・シャワー有り
計量・有料給水	20 - 35	30 - 40	40 - 70
無料給水		40 - 60	85 - 120

注 1 ) 洗濯場とは中国の農村住宅で一般的に使用される固定式の洗い場を意味する

注 2 ) 以上の用水量には羊などの家畜用水量を含む

## (2) 水質基準

都市用水の国家水質基準としては、「生活飲用水水源水質基準」があり、これは次に述べる村落生活飲料水衛生基準の一級に該当する。

村落の生活用水に関する水質基準は、衛生部および全国愛国衛生運動委員会が定めた「村落生活飲料水衛生基準」と、国家技術監督局により批准された「地下水質量標準」がある。村落生活飲料水衛生基準は、全国の多様な村落給水源の水質に応じて、希望値（一級）、一般許容値（二級）、および水源が限られている地域に適用する特別許容値（三級）が設定されている。

地下水質量標準も用水目的に応じてⅠ類からⅤ類の5種類の基準が設定されており、Ⅰ類からⅢ類までが飲用水に適用できる水質とされている。

また、地表水に関しては国家環境保護局が定めた「地面水環境質量標準」と、水利部が定めた「地表水資源質量標準」がある。灌漑用水については、「農田灌漑水質標準」が全国に適用する基準となっている。

### 2-5-4 水利用に関する法・規制

水利用に関する法律としては、2002年に修正された「中華人民共和国水法（水法）」がある。水法では、水資源の開発、利用、節約、保護、および洪水防御のためには、総合的な計画策定、計画実施手順の統一、水資源の総合利用、便益の評価などを通じ、水資源の最も有効的な活用と、人民の生活向上と環境保全の両立を果たしていく必要があるとしている。水法では、水資源は国家の所有物であり、所有権の行使は国务院が国家を代表して行使することが定められている。なお、水法修正に伴い、取水許可制度など関連する制度の見なおし、修正作業が行われている。

また、上記の水法と「中華人民共和国価格法」に基づき、2004年に水利部から「工事給水価格管理弁法」が公布された。工事給水価格管理弁法では、処理前の原水の価格についての査定の方法について規定している。

### 2-5-5 調査地域における水利用の歴史

調査地域の位置するトルファン地区の水源は、中華人民共和国成立前は主として火焰山北縁の

湧水やカレズの水であった。1949年時点での泉の数は36箇所、総流出量約3億 $m^3$ /年であり、カレズの総数は1,084条、総流出量約5億 $m^3$ /年、灌漑面積は約300,000haであった。

中華人民共和国成立から1968年までは、社会の発展、特に農業の発展に伴う水需要量の増大を、カレズの改修や新規建設、泉の開発、表流水の導水などで補ってきた。1960年代後半までに、カレズの総数は1,200本以上となり、表流水の導水量は2.6億 $m^3$ /年、灌漑面積は600,000haに拡大した。

しかし、1968年ころから春の早魃が深刻化し始め、綿花や春小麦の栽培に支障をきたすようになった。これは、河川からの表流水の導水によるものと言われている。このような水不足を解消するため、1968年ころから本格的な地下水開発が開始された。本格的な地下水開発前の井戸の本数は、約1,000本程度と言われている。

1968年から現在に至るまで、地下水開発が継続して行われ、現在の井戸本数は5,177本と言われている。また、地下水開発と並行して中小規模ダム建設による表流水の開発が行われてきている。その結果、カレズの多くは枯渇し446条を残すのみとなり、総流出量も1億 $m^3$ /年以下まで減少している。湧水も同様に枯渇し、その湧出量は2億 $m^3$ /年以下まで減少している。また、地下水位の低下も顕在化してきているとのことである。

#### 2-5-6 水利用の実態

トルファン地区2000年の水利用の状況は、自治区水利庁の資料によると次のようである。

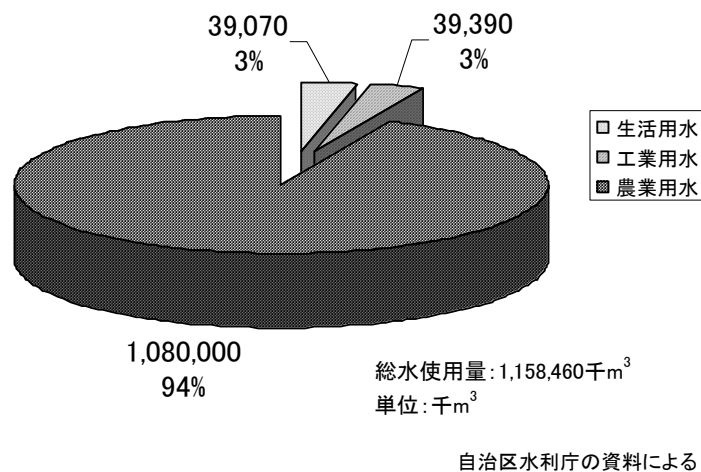


図 2-5-2 2002年のトルファン地区の水使用量の内訳

上図に示すように、2002年の総水使用量は1,158,460千 $m^3$ /年であり、その94%を農業用水に使用している。

水利用に関する質問表に対して、カウンターパートから、上図とは別に、次の表に示す回答を得た。

表 2-5-2 現況の水利用と将来予測に関する中国側からの回答

市・県	人口	1人当たりの水使用量	現況の水使用の内訳(千 m <sup>3</sup> /年)					将来の水需要量
			主要水源	生活用水	農業用水	工業用水	合計	
トルファン市	250,232	不明	不明	10,000	414,990	1,000	424,990	不明
シャンシャン県	210,122	不明	不明	7,000	290,470	7,100	297,570	不明
トクソ県	106,500	不明	不明	不明	310,000	不明	不明	不明
合計	566,854	不明	不明	不明	1,015,460	不明	不明	不明

中国側からの質問表への回答による

この表に示されるように、農業用水については図 2.5-2 と近似した値が示されているが、一人当たりの水使用量は不明であり、現況の生活用水量、工業用水量についても不明な部分がある。また、将来の水需要についても全く把握されていない。また、上表に示された数字自体も推定値であり、更なる調査が必要であるとのただし書きが添えられている。

水源についても、地下水が 2~3 億 m<sup>3</sup>/年、カナートの水が約 1 億 m<sup>3</sup>/年、泉の水が約 2 億 m<sup>3</sup>/年、表流水が約 6 億 m<sup>3</sup>/年程度とされているが、その実態は明らかになっていない。また、どの水源がどのような目的で使用されているのかについても、詳しく把握されていないとのことであった。なお、質問表への回答によると、シャンシャン県では日量約 1 万 m<sup>3</sup> (年間約 365 万 m<sup>3</sup>) の処理下水が、灌漑用水として再利用されているだけで、処理下水の再利用はまだ進んでいないが、今後積極的に取り組んでいくとのことであった。

トルファン地区の水利局から出された説明資料によると、灌漑に使用する表流水や地下水の開発量は約 12 億 m<sup>3</sup>/年であるが、末端水路にたどり着くのは約水量 7 億 m<sup>3</sup>/年であり、用水路からの漏水を含む不明水の率は 40%以上にも達するとのことである。

### (1) 生活用水

カウンターパートからの聞き取り調査によると、トルファン地区の平均給水量は約 20 lit/人/日であり、生活用水に困窮しているとのことであった。しかし、図 2-5-2 に示されるように生活用水が 0.39 億 m<sup>3</sup>/年であるとすれば、トルファン地区の人口が約 57 万人であることから、単純に計算すると一人当たりの水使用量は 189 lit/人/日と非常に大きな値となる。また、表 2-5-3 からトルファン市の一人当たりの水使用量は 109 lit/人/日、シャンシャン県のそれは 91 lit/人/日となる。また、2003 年のトルファン統計年鑑によると、トルファン地区の 2003 年の水道水 (自来水) の生産量は約 0.19 億 m<sup>3</sup>/年と記されている。水道水が全て生活用水に使用されているとは限らないが、水道水のほとんどが生活用水に使用されているとした場合、一人当たりの水使用量は 90 lit/人/日となる。以上のようなデータが正しいのであれば、トルファン地区の生活用水の需要は十分に満たされていることになる。ただし、データの出所により大きく値が異なることから、今後十分な調査が必要である。

### (2) 工業用水

質問表への回答によると、石油採掘に使用する水量が約2,000万m<sup>3</sup>/年とのことであるので、工業用水の約半分は石油採掘に使用されていることになる。しかし、表 2-5-2 によると、石油採掘が行われているシャンシャン県の工業用水の使用量は710万m<sup>3</sup>/年となっており、数値に矛盾が生じている。工業用水についても、今後十分な調査が必要である。

### (3) 農業用水

質問表への回答によると、水利用の94%を占める農業用水では、1畝(0.0667ha)あたりの平均必要灌漑水量は約1,000m<sup>3</sup>/畝/年であるとのことであり、作物別の必要灌漑水量については次のような回答を得た。

表 2-5-3 作物別の必要灌漑水量(単位:m<sup>3</sup>/畝/年)

作物	ブドウ	綿花	小麦	コウリヤン	トウモロコシ	マクワウリ
必要灌漑水量	1,200~ 1,300	700~ 800	500~ 600	300~ 500	400~ 600	700~ 800

質問表への回答による

作物別の灌漑水量についての資料は得られなかったが、トルファン統計年鑑によると、2002年の農業生産額の内訳は図 2-5-3 に示す通りである。

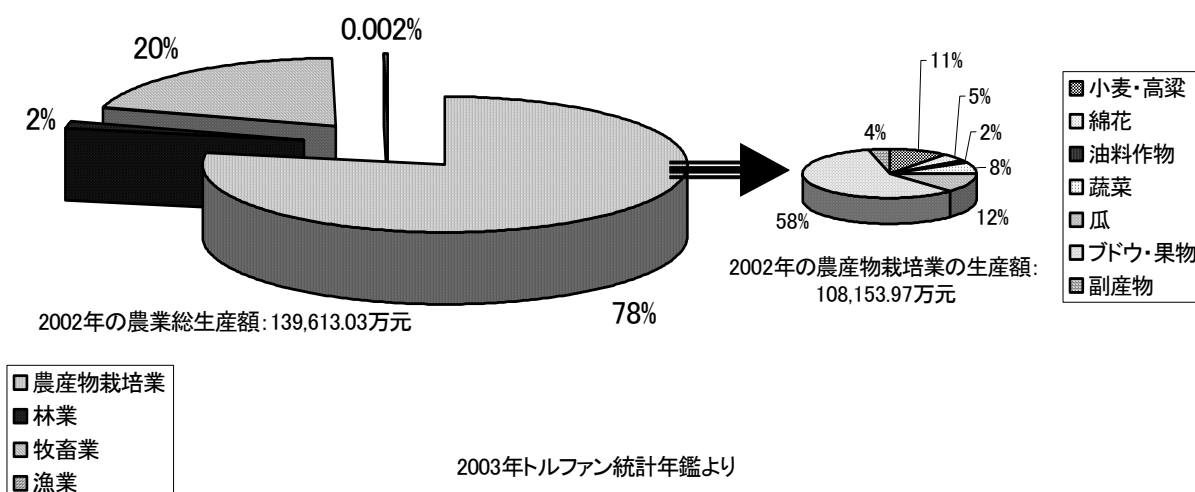


図 2-5-3 2002年のトルファン地区における農業生産額の内訳

この図に示すように農業生産額のなかで農産物の生産額が全体の78%を占め、農産物の中でも果物を含むブドウの生産額が圧倒的に多く、全農産物生産額の58%、全農業生産額の45%を占めている。生産額の高い作物が必ずしも水を多量に消費しているとは限らないが、表 2-5-3 に示すようにブドウの必要灌漑水量が他の農産物よりも多いことから、農業用水の多くをブドウ栽培で使用していると推測される。

農業用水の使用量やその利用状況についての情報は十分ではなく、今後十分な調査が必要である。

### 2-5-7 水利用の課題

トルファン地区における水利用の課題としては、以下の項目が挙げられる。

水利用の実態が十分に把握されていない

地区の国内総生産額の僅か 11%を占めるにすぎない第 1 次産業（農業）に水資源の 94%が使用されている

水資源の 94%を使用する灌漑用水の漏水を含む不明水率が 40%以上と非常に高い

水資源の更なる開発や水利用の増大により、自然環境が悪化しつつある

#### 水利用の実態把握

水利用の実態で述べたように、現在どの分野でどの程度の量の水資源を利用しているかの資料が不備である。水利用の実態は、水資源管理計画の策定にとって最も基本的でかつ重要な情報であり、これなくしては計画の立案はできないし、政策決定もできない。したがって、水利用実態調査を早急に実施し、これらの結果をデータベース化する必要がある。

#### 水資源の再配分と節水灌漑

産業と水利用の実態で述べたように、トルファン地区の国内総生産額の僅か 11%を占めるにすぎない第 1 次産業（農業）に水資源の 94%が使用されており、地区の国内総生産額の 66%を占める第 2 次産業（工業、建設業）には、わずか 3%しか配分されていない。また、第一次産業の国内総生産額がほぼ横ばいであるのに対し、第二次産業は急速に拡大しつつある。

他方、食料の自給、農村の社会環境保全、農民の生活保護、伝統農業文化の保全（カナート文化の継承）などを考慮した場合、生産性重視の観点から一概に農業用水を工業用水に転用することには問題がある。

しかし、トルファン地区の水資源は限られており、他地域からの導水も困難な状況では、現状の水利用を継続して行った場合、将来の社会発展は望めず、貴重な水資源の枯渇にもつながる恐れもある。このため、農業用水の削減と水資源の再配分について考慮せざるを得なくなる事態が、いずれ起きるものと予想される。

したがって、水資源を有効かつ持続的に利用することを主目的として、水資源配分計画を含む水資源管理基本計画を策定するが、農村社会環境の保全についても、計画の中で十分に配慮する必要がある。このためには、農村の社会・経済調査を行い、農民の意向、生活環境、農村経済、農村の社会環境、伝統文化などを把握しなければならない。農村の社会・経済調査の結果はデータベース化し、保存していく必要がある。

また、トルファン地区では節水灌漑が進んでおり、日本の円借款により節水灌漑のプロジェクトが実施されており、これらの節水灌漑の方法をとりいれながら、農業用水の節水をより一層図っていく必要もある。

#### 不明水の解明と削減対策

約 11 億 m<sup>3</sup>/年と言われている農業用水の内、その 40%にもあたる約 4 億 m<sup>3</sup>/年が水路で導水される途中で失われているとされる。それが漏水なのか盗水なのか、あるいは料金不払いによ

るものなのか、その実態は不明である。

4 億  $m^3$ /年にも及ぶとされる不明水の削減は、給水事業の運営などを含む水資源管理にとって極めて重要であり、不明水の実態解明を行い、削減対策計画を早急に策定する必要がある。このためにも、水利用実態調査と結果のデータベース化が必要となる。

#### 自然環境の保全

水源の開発や水利用の拡大に伴い、野生植物の枯死（地下水位の低下による）砂漠の拡大（野生植物の枯死による）湖の縮小（地下水位の低下や河川水開発に伴う流入量の減少による）地下水の水質悪化、土壌の塩類集積などの環境問題が、現在発生していると言われている。

しかし、水資源開発や水利用と自然環境悪化との因果関係は明らかにされておらず、推測の域を出ていない。例えば、地下水の水質悪化や土壌の塩類集積などの問題は、水源開発によるものではなく、灌漑方法に起因する可能性が高いと思われる。

したがって、水資源開発や水利用と環境悪化との因果関係を、明らかにすることが重要である。このためには、既存資料に基づき、現在までの砂漠化の進行状況（衛星写真画像による）塩害化土壌の分布の変化、湖面積の変遷履歴などの環境変化の履歴を調査し、これらをデータベース化しなければならない。これらのデータと水資源開発や水利用の履歴を比較することにより、自然環境悪化との因果関係が明らかになる。

因果関係が認められた自然環境目については、それらの保全を水資源開発計画や水資源管理計画に反映させる必要がある。

## 2 - 6 水資源の現状と課題

### 2-6-1 既存井戸の現状

地下水位観測用の井戸は現在 31 本（トルファン市 9 本、トクソン県 7 本、シャンシャン県 15 本）あるが、そのうち 29 本は農業用地灌漑のための揚水用井戸として併用している。

地下水位の観測はこれまで事業毎にバラバラに行っており、統一したものではなかった。これら観測井戸において定期的に計測を行うようになったのは昨年からである。計測はほぼ 10 日に 1 度実施している。揚水用井戸と併用の場合、方法は各井戸によって異なるが、シャンシャン県とトルファン市境界付近で農家が使用している井戸の場合は、農業灌漑用のための井戸揚水は 1 週間に 1 日 24 時間だけとし、それを貯水池に貯留して灌漑するというように利用限定し、地下水位が安定した時期に計測するという方法をとっていた。

トルファン盆地における地下水利用は、以前は伝統的な方法であるカナートの利用が主体であったが、農地面積の増加に伴い灌漑用水が不足し、これを補うため 1960 年代後半以降井戸が普及し始めた。井戸の本数は 1968 年時約 2,000 本となり、その後更に増加を続け、2000 年現在では 5,577 本に至っている。揚水総量は約 4 億  $m^3$ /年で農地面積 118.55 万・（約 79,000ha）に灌

溉を行っている。またシャンシャン県周辺には吐哈(トハ)油田と呼ばれる大きな油田があり、石油鉱業用として各地に水源地を設けている。本事前調査では七克台(チークーダイ)の南湖水源地を訪問したが、そこでは深度 120m の深井戸 8 本を設け、136kwh のポンプにより  $Q=200\text{l/s}$  ( $155\text{m}^3/\text{hour}$ )の水量で一日 7 ~ 8 時間の揚水を行っている。

2000 年現在、盆地内では深井戸からの地下水揚水量は用水量全体の 3 割強を占めている。

このように盆地内では井戸による地下水揚水は非常に重要な位置を占めるが、井戸台帳の整備は行っておらず、農業用井戸の場合上記のように概略の揚水量は算出しているが、計測による正確な測定データではない。石油鉱業用井戸の場合は石油会社がそれぞれの水源地を系統的に管理しており、揚水量及び地下水位の経時データも水源地の創設時よりきちんと計測している。

域内では地下水利用が過剰な状態にあり、中国側の説明によると、最近では毎年 1m 前後の地下水位低下が見られるところもある。井戸の深度も 1960 年代には 30 ~ 40m 程度で十分水が得られたものが、現在 100 ~ 150m の深度まで掘削しないとまらない状態に至っているとの説明である。

農業及び家庭揚水として利用している井戸の現状を調査するため、事前調査ではアイディン湖近くの庄子坎(チャンズカー)村を訪問した。この村では家庭用水としては、村の中に井戸を 2 本設け利用している。一本は井戸深度 150m で上部帯水層の不圧地下水を利用しているが、地下水位が深いために電動ポンプによる揚水を行っている。この水もやや塩分が高いため家畜用水として利用しているのみである。飲料用水を確保するために、井戸深度 220m の下部被圧帯水層のものを利用している。この井戸は地下水位が深度 10m 前後と浅く、ハンドポンプにより揚水している。また、この村にはカナートが一本あり、 $15 \sim 20\text{l/s}$  の流量がある。以前はこの流出水も飲料用として使っていたようであるが、現在はやや塩分含有量が多くなり灌漑用のみ使っている。

## 2-6-2 カナートの現状

トルファン盆地における地下水利用は本来 2000 年以上の歴史があるといわれる伝統的方法のカナートによるものである。農業・家畜・家庭用水としての主要な水源として使われ、一般に水質は良好で、水量も安定しており、理想な水源の役割を担っていた。

1950 年代の農地灌漑の拡大に伴い、カナートを改修し、カナートによる水利用が促進されてきた。1957 年にはトルファン盆地に 1,237 本のカナートがあり、その総流出量約 5 億  $\text{m}^3/\text{年}$  により 64 万・(43,000ha)の農地に灌漑を行っていた。

しかしその後更に灌漑必要面積が増え井戸による地下水利用を進めたこともあって、地下水位の低下が著しく、カナートが枯渇する状況が続き、利用可能なカナートは 1990 年には 725 本、流出量約 3 億  $\text{m}^3/\text{年}$ 、2000 年には 446 本にまで減少し全カナートの 2/3 が枯渇し、総流出量も約 1 億  $\text{m}^3/\text{年}$ と著しく減少している。流出量の大幅な減少に伴い、その維持管理に支障をきたしている。トクソン県の伊拉湖には 70 本のカナートがあったがすべて枯渇し、現在は井戸を利用している。またアイディン湖周辺では地下水流量の減少に伴い、表層地下水の塩分がやや上昇しているようである。

トルファン盆地では近年井戸の利用を進めているが、井戸による揚水量とカナートから流出す

る水の利用量を合わせると、盆地内用水量全体の半分以上を占める。北側の天山山脈から緑地まで平均約 60km 前後の距離があるが、火焰山裾に母井戸を設けているカナートが多く、長いものは全長 20km 前後にまで及ぶ。

トルファン地区のカナートの現状を述べたカナート台帳は、現在存在せず、概略はつかんでいるが、全体の正確な流出量測定データはない。トルファン地区では、カナートの現状調査を検討しており、調査の結果、各カナートを 文化的に保存する、 継続して使用する、 放棄するの 3 種類に分類したいとのことであるが、事前調査実施時では、予算手当がなされておらず、まだ調査実施には至っていない状況である。

事前調査団で訪問したカナートの状況は、以下のとおり。

#### トルファン市

- ・ トルファン市では、この伝統的価値の高いカナートを観光用に展示していた{観光用カナート：現在流出量 79ℓ/s(以前は最大 93ℓ/s)、母井戸深度 75m で、カナート全長 4km}。
- ・ 庄子坎(チャンズカー)村にある一本のカナートは流量 15~20ℓ/s あり、以前は飲料にも利用していたようであるが、現在は灌漑用にししか利用していない。

#### トクソン県

トクソン県には、アラゴー河・パイヤン河からの豊富な浸透地下水を利用するために、多数のカナートが存在する。1962 年には 192 本のカナートがあり、これらの総流出量は最大 5.5m<sup>3</sup>/s を誇っていた。

アラゴー・パイヤン両河川の河川流量は現在 4.9 億 m<sup>3</sup>/年ある。近年、天山山脈一帯における年平均気温が 1980 年代後半に較べると 0.6 上昇しているという報告があり、そのため天山氷河の融雪量が増加し、この両河川の流量は 1987 年に較べると 20%ほど増加している。それにもかかわらず河川に表流水開発の利水構造物築造を進めているため、地下水浸透量が減少し、また 70 年代以後井戸揚水による灌漑が普及したため、アラゴー・パイヤン河近傍のカナートの枯渇が進んだ。現在はカナートの本数 110 本まで減少している。

行政当局はパイヤン河近傍で河川水による地下水涵養により、カナートの積極利用を推進している。冬期間の灌漑量は少ないため、パイヤン河はこの時期約 700ℓ/s の水が余るため、これを地下水涵養に利用している。しかしアラゴー河では豊富な表流水利用を優先に考えているためこのような対策を考えていない。

郭勒布依(旧名河東)という村の全長 1.7km サイカナートの上流では、冬季にパイヤン河流水を人工的に洪水氾濫させ、下流にブルで土を押し盛り上げた程度の涵養ダムを造り、ここで氾濫水をせき止め涵養を行っている。結果として近年効果が出始めているようである。

#### ・ネシムディバイカナート(トルファン地区で一番大きいカナート)

現在の流量 :207ℓ/s(これまでの最大流量 260ℓ/s:1996年)  
裨益人口 :900人  
灌漑面積 :2,400・(150ha)  
築造 1825年、全長 3.3km



#### ・メルザムカナート

現在の流量 :76l/s

灌漑面積 :約 1,000・(約 70ha)

このカナートは近傍の井戸で揚水をはじめると流量が極端に減少する。

このカナートの管理は水利管理処が行っており、受益者から料金の徴収を行い、カナートの維持管理に使用している。徴収料金は1・につき1回2人民元(年に1・1,200~1,300m<sup>3</sup>の水を使用、この水を10回ぐらいで使うため一回の水利用量は120~130m<sup>3</sup>)

メルザムカナートの場合は水管理処が管理を行っているが、農民グループが自分たちだけで管理している場合もあり、その場合の水利用料はそのグループで決める。このとき各農民はそれぞれ水利権をもっており、これは売買可能である。

#### シャンシャン県

シャンシャン県にも多数のカナートが分布する。ククヤ河・アルタン河などから豊富な涵養があり、カナートはこの地下水を利用している。アルタン河では融雪時に最大2,000m<sup>3</sup>/sの洪水流量があり、洪水氾濫した水をこのような施設によってせき止めながら地下水涵養を進め、カナートの利用を進めているようであるが、本地区も他地区と同様に地下水位の低下のため、枯渇しているカナートが多数ある。

#### 2-6-3 地表水の現状

北部ボゴダ山及び西部カラニョチュン山の天山水系に分布する氷河は天然ダム役割をなし、この融雪水からもたらされる地表水流出量は年平均5.7億m<sup>3</sup>と見積もられている。これと河川水量や湧水量など合わせて盆地における水資源量は全部で約11億m<sup>3</sup>と見積もられ、この内約1億m<sup>3</sup>が河川伏流水として流れ、約1億m<sup>3</sup>が地下水に涵養される。季節的に見ると、夏季には雨と融雪水によって洪水があり、年流水量の50~80%がこの時期に流出し、冬季の流量は非常に少ない。

天山水系と火焰山水系とは相互に密接に関連し、天山山地出口で浸透した地下水は、自然の地下ダムの役割をなしている火焰山によってせき止められ湧水し火焰山水系河川及び泉流を形成している。火焰山水系の年平均流量は1.8億m<sup>3</sup>と見積もられている。

トルファン地区では地表水利用施設の築造を進めており、ダムや導水路により、地表水の利用率がすでに60%に達している。

初期の地表水開発時(1957~1967年)に12の頭首工、幹線水路340km、支線水路850kmを建設し、年間2.6億m<sup>3</sup>の導水を行っている。これにより1967年次には灌漑面積92万・(約61,000ha)に達している。以後はダム建設を進めて現在に至っており、現時点で15のダム(3個は中規模ダム、12個が小規模ダム)が築造されている。中規模ダム3箇所約7,000万m<sup>3</sup>、小規模ダム12箇所約800万m<sup>3</sup>の貯水総量を持つ。頭首工は現在14箇所となり、水路は幹線・支線・小用水路・農地水路合わせて6,000kmに達し、この内4,700kmについてはライニングが施され漏水防止を行っている。

またアラゴー河・パイヤン河には合わせて4.9億m<sup>3</sup>/年の流量があるが、このうち流量の多いアラゴー河にダムを築造する計画がある。その他にもアルタン河及びメイヤオゴー河にも計画があり、これら合わせて3個の中規模ダム築造計画がある。現地で聞き取った2つの既存ダム及び

1つの新規ダムの規模については2-4-2で述べた通りである。

水文観測所は5箇所(アラゴー河、ククヤ河、アルタン河、メイヤオゴー河、ダーフーエン河)に設置されており、河川流量等地表水に関しては長年の観測資料が蓄積されている。これら以外の主要河川及び南側クルクタク山地水系には全く水文データがないため、解析のためには既存データからの推定が必要となってくる。

#### 2-6-4 水資源に関する課題

本調査はトルファン盆地において主として利用している地下水を中心とした水資源について解析し、その資源量を把握した上で、持続的な水利用を考えるマスタープランを考察する必要がある。

まず地下水解析を行うためには、以下のような流れにもとづいて実施する方法がある。

#### 地下水を中心とする水資源調査フロー

- 1、 既存資料データ収集・整理
- 2、 モデルの構築（第一段階：概略）
- 3、 現地調査（踏査、ボーリング、物理探査）
- 4、 モデルの再構築（第二段階：リモートセンシングにより補足 最終）
  - 2次元断面図作成
  - ブロックダイヤグラム作成
  - 水理地質諸定数の決定
- 5、 解析領域の決定
  - モデルの三次元もしくは準三次元化
  - 水理地質諸定数不足要素の推定及び最適化
  - 境界条件の整理
- 6、 河川流出解析
- 7、 降雨量、河川流出量、浸透量・地下水涵養量及び蒸発量相互の水収支解析
- 8、 地下水解析プログラムへの入力
- 9、 内挿検定による水理パラメータの検証
- 10、 地下水流動解析
- 11、 地下水資源量及び水資源総量の把握
- 12、 水利用要素（家庭用水、農業用水、鉱工業用水他）の把握
  - 現況（リモートセンシングにより補足）
  - 国家プラン(短期及び長期)及び地域開発計画(水セクター)
  - 節水利用
  - 経済性

- 13、 以上のデータベース化 (GIS)
- 14、 水利用ケース分けによる将来予測
- 15、 社会経済状況を考慮した水資源開発保全の為にマスタープラン計画  
事業評価・財務評価・環境評価

これら水資源解析を行う際に、まず河川流出解析(水文解析)を行う必要がある。トルファン地区に設置されている水文観測所は 14 本の北部～西部主要河川のうち 5 箇所のみである。また南側山地河川のデータは全く存在しない。解析にはこれらの値も入力する必要があるが、存在しないデータは既存の水文データを利用しながら相互に関連させて推定する必要がある。

また水利用量を把握するために、地表水と合わせて井戸・カナート・湧水等の地下水利用の現状をできるだけ正確に把握する必要があり、そのためにはこれらの台帳が必要である。しかし現在これらの台帳は全く存在せず、このための調査が必要となってくる。

地下水解析の際の水理地質モデル構築のためには、できるだけ多くの既存地下水・水理地質調査データを収集し概略のモデルを構築した上で、本格調査ではその不足分を補う形で実査を行い最終的にできるだけ実情にあった解析可能なモデルを作成する必要がある。このモデルは地下水資源を解析する際の基本となり、これが異なると現状に合わなくなる可能性が高い。これまでトルファン地区では比較的多くの調査実績があるようであり、これらのデータを効率的に収集し有効に活用する必要がある。

地下水解析を行うためには、これまでの地下水涵養量と地下水位の経時変化を把握する必要があるが、トルファン盆地で実際に系統的に地下水位測定をはじめたのは昨年度からであり、それまではプロジェクト毎に実施されているのみで整理されていなかった。これらを整理し、地下水位の変化と地下水涵養量とを相互に関連付けて系統的に考慮できるようにしておく必要がある。またトルファン地区において、地下水位観測井専用として用いられているのは 2 本のみのみで、他の 29 本は揚水井と併用しているものであり、将来的に長期の地下水モニタリングを実施するためには、新たに地下水位観測井を設置する必要がある。

地域住民の状況、社会経済性を把握し、住民が水利用を行う際の今後の動向を推定する必要がある。

河川流出解析の結果、住民調査の結果、上記のモデル構築の補足及び水利用量調査の結果、また以前アイディン湖の湖面面積 55km<sup>2</sup> あったものが今年 9 月は 7km<sup>2</sup> まで減少しているとされており、また砂漠化も進行しているといわれており、これまでの環境状況の変遷を把握するためにリモートセンシング調査を実施し、上記のデータ類と合わせてすべてをデータベース化し、最終的にはこれと地理情報とを合わせて GIS データベースを作成する必要がある。

水資源量と過去・現在及び将来の水利用を比較し、マスタープランを構築する必要があるが、そのためには社会経済調査を実施する必要がある。その上で適切な地下水涵養方法、水利用方法を構築し、適切な水資源開発及び保全を考える必要がある。

水利用では、農業の水利用量が最も大きく、灌漑用水は用水量全体の 9 割を占めている。2000 年までにトルファン地区全体でドリップ灌漑普及面積が 1 千 ha を越え、2010 年まで 7 千 ha まで普及するように計画されている。これらの計画を踏まえた上で、計画の妥当性、適切な節水農

業、また適切な作付けパターンを考え、水資源の有効利用を考えなければならない。

この他にもトルファン地区では石油採掘等鉱工業に多くの水を必要とし、今後この産業が発展し、工業用水の増加が著しいものと思われ今後の 10 年間で水利用量が倍増するものと見込まれている。これらの利用量も十分に把握する必要があり、また管理する必要がある。

現在、地下水の過剰利用により、本地区カナートの 2/3 が涸れてしまっているが、カナートはその文化的価値も高く、旱魃等に対する調整機能は少ないものの、地下水資源量と調和の取れた水利用をするのに優れた施設である。これの保存と他の水利用施設とのバランスを考えた水利用を考えながら水資源量の保全を考える必要がある。特に近年は地下水位の低下が著しくすべての地下水取水施設に影響を与えているが、この地下水位の低下を食い止めることができれば、少なくとも現状のカナートは保全することが可能である。

今回の調査は地下水を中心とした水資源調査であるが、地下水(カナート・井戸・湧水)の開発及び地表水(ダム・堰)の開発を比較し水利用効率及び経済性を考えて、どちらを優先すべきが考察する必要がある。また水不足を補うため他地区からトルファン地区への導水への可能性も考慮する必要がある。

1950 年代から地下水基本調査が中国水文地質工程地質勘察院、地質鉱産部蘭州水文地質工程地質センター、成都地質学院等有力研究機関も参加して実施されており、これらの調査研究も十分に取り入れることが必要であり、中国の基本政策「給水水文地質調査規範」「農地給水水文地質調査規範」「地表水資源調査と評価に関する技術詳細規則」も十分組み入れる必要がある。

## 2 - 7 環境予備調査結果

中国では、環境影響評価に先立つスクリーニングやスコーピングの規定がないため、JICA 開発調査環境配慮ガイドライン「VIII 地下水開発」に準じて、スクリーニング及びスコーピングを行った。

### 2-7-1 環境管理に関する先方政府の組織及び制度

中国の環境管理を担当する国家機関は、国家環境保護局である。自治区レベルには、自治区環境保護庁が設置され、地区、市、県にはそれぞれの地域の環境保護を担当する環境保護局が設置されている。

中国では、水資源開発や水資源管理に係る法規定として、以下のものが公布されている。

- 飲用水水源保護区污染防治管理規定、1987  
飲用水となる地表水と地下水の水源地の汚染防止に関する規定
- 中華人民共和国環境保護法、1989  
環境保護全般に関する基本的な法律で、これ以降に公布される環境保護法の基本となっている。
- 環境影響評価技術導則、1993  
上記環境保護法の実施のため、建設事業の環境影響評価の一般原則、方法、内容、要求事項

について規定している。

- 中華人民共和国水污染防治法、1996  
河川、湖沼、運河、水路、貯水池などの地表水の水質汚濁防止に関する法律
- 中華人民共和国水污染防治実施細則、2000  
上記の水污染防治法を施行するにあたっての実施計画を定めたもの
- 中華人民共和国環境影響評価法、2003  
開発計画策定や建設事業実施の際の環境影響評価の内容について定めた法律

なお、水利事業を計画する際には、事業規模により、水利部の「技術導則（ガイドライン）」が定める環境影響評価手続きに従う必要がある。

## 2-7-2 環境影響評価の手続き

上述の「中華人民共和国環境影響評価法、2003」では、開発計画策定や建設事業実施に際し、環境影響評価を行うことを義務づけている。環境影響評価は、計画の環境影響評価と建設事業の環境影響評価に分かれている。

本格調査においては、トルファン地区の水資源管理の基本計画（マスタープラン）を策定することから、計画の環境評価を行うこととなる。その手続きを以下に記す。また、以下に述べる承認機関は、本格調査では「自治区水利庁水政処」となる。

國務院関係部門、行政区を設置する市レベル以上の地方人民政府およびその関連部門は、それらが策定する工業、農業、牧畜業、林業、エネルギー、水利、交通、都市建設、観光、天然資源開発の計画について、これらの計画を計画の承認機関に上申・承認受理する前に環境影響評価を行い、当該計画の承認機関に対して、計画報告書と合わせて、環境影響評価報告書を提出しなければならない。

環境影響報告書には、以下に記す内容が含まなければならない。

- 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、予測および評価
- 環境への悪影響の防止と軽減についての対策と措置
- 環境影響評価の結論

計画の策定機関は、計画を計画の承認機関に上申・承認受理する前に、論証会、公聴会、あるいはその他の形式により、関係機関、専門家、地域住民などの環境影響評価報告書（案）に対する意見を聴取しなければならない。計画の策定機関は、これらの意見を尊重すべきであり、不採択の意見についても、承認機関に提出する環境影響評価報告書に併記し、不採択の理由を明記しなければならない。

行政区を設置する市レベル以上の地方人民政府の承認機関は、計画を承認し政策決定を行う前に、人民政府が指定する環境保護行政主幹部門（環境保護局）あるいはその他の部門の代表者および専門家から構成される審査小組を結成し、環境影響報告書の審査にあたら

せる。審査小組に参加する専門家は、國務院の環境保護行政主幹部部門（国家環境保護局）が作成した専門家データベースの中から無作為に選出する。

行政区を設置する市レベル以上の地方人民政府あるいは省レベル以上の人民政府關係部門が計画を承認する際、環境影響報告書の結論および審査意見を製作決定の重要な根拠にしなければならない。

環境に重大な影響が出ると予測された計画については、その計画の実施後、計画の作成部門は速やかに環境影響の監視・評価を行い、その結果を承認機關に報告しなければならない。顕著な環境への悪影響が生じたことが発見された場合、計画の作成部門は速やかに改善措置を提起しなければならない。

以上の手順を単純化してフロー図に示すと、以下のようになる。

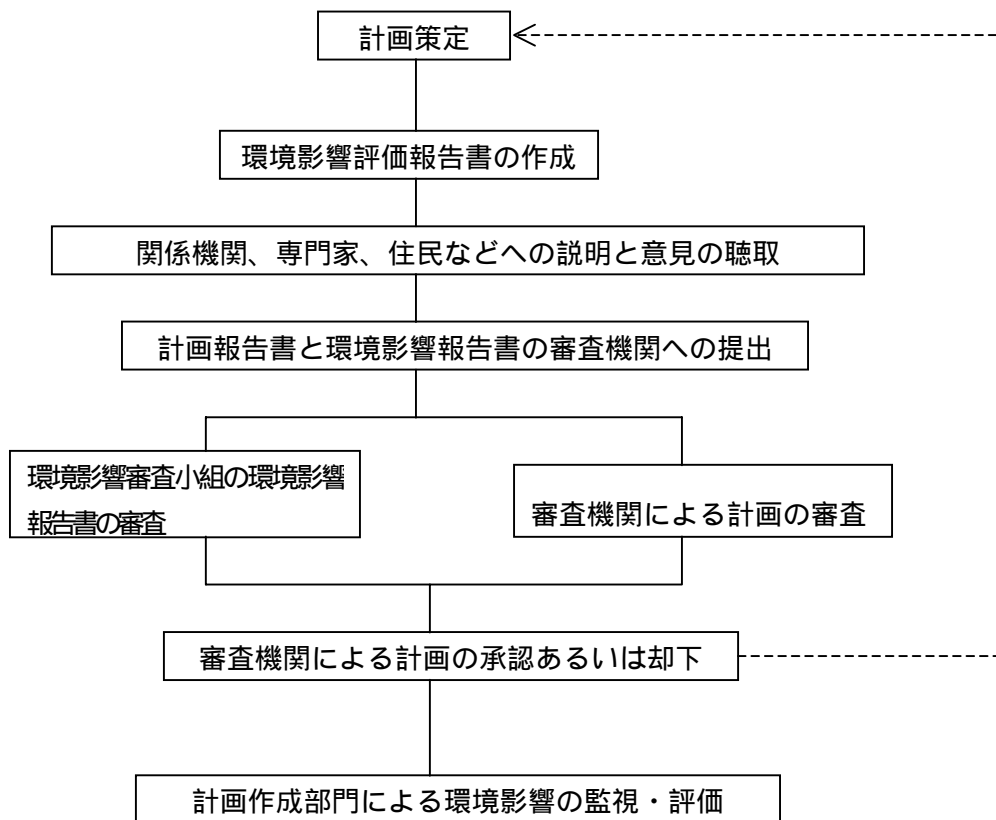


図 2-7-1 計画認可と環境影響評価の手順

### 2-7-3 スクリーニング及びスコーピングの結果

スクリーニング及びスコーピングは、本格調査で策定される水資源管理基本計画（マスタープラン）の内容が現時点では不明であるため、想定に基づいて行った。

#### (1) プロジェクトの概要とプロジェクト立地環境

表 2-7-1 プロジェクト概要

項 目	内 容
プロジェクト名	トルファン地区における地下水を主体とした水資源管理基本計画
背 景	中国西部のトルファン地区は水資源の極めて乏しい地域であるが、近年の工業の発展に伴い水不足が一層深刻化するとともに、地下水位の低下や湖の縮小といった環境問題も発生してきている。
目 的	トルファン地区の水不足と環境問題を解決する
位 置	トルファン地区の1市2県
実施機関	新疆ウイグル自治区水文水資源局
裨益人口	約57万人
計画諸元	
計画の種類	新設/改良、水資源管理
計画の性格	飲料水・農業・工業用水 / 環境改善 / 水資源配分
水源深度 / 水質	地下水（深度300m～400m）、河川水、泉 / 一部の地下水で塩分濃度が高くなっている
主要計画 / 構造物	井戸掘削：数百本？、導送水管：数十キロメートル？
貯水施設	配水用貯水槽（必要な場合）
浄水施設	塩素消毒装置（必要な場合）
付帯設備	管理施設
その他特記すべき事項	水資源の再配分も検討する

表 2-7-2 プロジェクトの立地環境

項 目		内 容
プロジェクト名		トルファン地区における地下水を主体とした水資源管理基本計画
社 会 環 境	地域住民 (居住者/先住民/計画に対する意識)	地方村落住民、少数民族が住民の7割以上、生活用水、灌漑用水、工業用水の安定供給を切望
	生活関連施設 (井戸・貯水池・水道/電気)	水道施設がある程度整備されている、電化は100%。既存井戸は5千本以上
	保健衛生 (伝染病・疾病/病院/習慣等)	水に起因する疾病は少ないといわれる
自 然 環 境	地形・地質 (急傾斜地・軟弱地盤・湿地・断層等)	平原、北部は砂漠地帯、堆積層
	地下水・湖沼・河川・気象 (水質・水量・降雨量等)	年間降水量が20mm以下の乾燥地帯、水源の全ては天山山脈からの河川水とそれに由来する地下水、一部の地下水の塩分濃度が高くなっている
	貴重な動植物・生息域 (自然公園・指定種の生息域等)	調査地域内に火焰山が位置する
公 害	苦情の発生状況 (関心の高い公害等)	石油パイプラインの破損による地下水汚染、地下水位の低下、湖の縮小、砂漠の拡大、土壌への塩類集積(塩害)
	対応の状況 (制度的な対策/補償等)	特になし
その他特記すべき事項		地区の国内総生産額の11%を占めるにすぎない農業が水資源の94%を使用している

## (2) スクリーニングの結果

スクリーニングの結果を表 2-7-3 に示す。このスクリーニングの結果により、環境配慮が必要な項目がいくつか確認された。



表 2-7-3 スクリーニング

環境項目		内容	評定	備考(根拠)	
社会環境	1	住民移転	用地占有に伴う移転(居住権、土地所有権の転換)	有	砂漠化の進行のため、一部の住民を移転させる必要がある
	2	経済活動	土地等の生産機会の喪失、経済構造の変化	有	限られた水資源の有効配分のため農業用水を減らすことも考えられる
	3	交通・生活施設	渋滞・事故等既存交通や学校・病院などへの影響	無	村落である。
	4	地域分断	交通の通行優先による地域社会の分断	無	井戸は点状構造物で、送水管は地下埋設である
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少	有	水資源の開発によりカレーズが涸れ特有の農業文化が廃れる可能性あり
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権の阻害	有	水資源の有効利用のため農業用水配分を減少させる可能性あり
	7	保健衛生	ゴミや衛生害虫の発生等衛生環境の悪化	無	逆に保健衛生が改善される。
	8	廃棄物	建設廃材・残土、汚泥、一般廃棄物等の発生	無	工事管理で防止可能
	9	災害(リスク)	地盤崩壊・落盤、事故等の危険性の増大	無	平坦地で大規模な造成工事はない
自然環境	10	地形・地質	掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変	無	大規模な造成工事はない
	11	土壌浸食	土地造成・森林伐採等の雨水による表土流出	無	大規模な造成伐採はない
	12	地下水	掘削工事の排水等による枯渇、浸出水による汚染	有	水資源開発に伴い地下水位の低下が発生する
	13	湖沼・河川流況	埋め立てや排水の流入による流量、河床の変化	有	水資源開発に伴い湖の面積が減少する
	14	海岸・海域	埋め立てや海況の変化による海岸侵食や堆積	無	内陸地
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅	不明	水資源開発に伴い地下水位が低下し、植物が枯れる恐れあり
	16	気象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化	無	気象に影響を与えるような大規模な施設はない
公害	17	景観	造成による地形変化、構造物による調和の阻害	無	景観を害するような大規模な構造物はない
	18	大気汚染	車両や工場からの排出ガス、有害ガスによる汚染	無	工事中の排気は少ない
	19	水質汚濁	ボーリング掘削時の泥水、油脂などの流入	無	工事管理で防止
	20	土壌汚染	排水。有害物質などの流出・拡散等による汚染	無	土壌汚染源はない
	21	騒音・振動	井戸掘削、用水などによる騒音・振動の発生	無	工事管理で防止
	22	地盤沈下	揚水による地盤変形	不明	帯水層は未固結の第四紀層である
	23	悪臭	排気ガス・悪臭物質の発生	無	工事中の排気は少ない
総合評価：IEEあるいはEIAの実施が必要となるプロジェクト			要	影響が出る項目や不明な項目が存在する	

(3) スコーピングの結果

スコーピングチェックリストを表 2-7-4 に示す。本格調査において初期環境影響評価を実施すべき、インパクトが見込まれる環境配慮項目を表 2.7-5 の総合評価に示す。

表 2-7-4 スコーピングチェックリスト

環境項目		評定	根拠	
社会環境	1	住民移転	B	砂漠化の進行のため、一部の住民を移転させる必要がある
	2	経済活動	A	限られた水資源の有効配分のため農業用水を減らすことも考えられる
	3	交通・生活施設	D	村落である
	4	地域分断	D	点状構造物、地下埋設構造物である
	5	遺跡・文化財	A	水資源の開発によりカレーズが涸れ特有の農業文化が廃れる可能性あり
	6	水利権・入会権	A	水資源の有効利用のため農業用水配分を減少させることも検討される
	7	保健衛生	D	逆に保健衛生が改善される
	8	廃棄物	D	工事管理で防止可能
	9	災害(リスク)	D	平坦地で大規模な造成工事はない
自然環境	10	地形・地質	D	大規模な造成工事はない
	11	土壌浸食	D	大規模な造成伐採はない
	12	地下水	A	水資源開発に伴い地下水位の低下が発生する
	13	湖沼・河川流況	B	水資源開発に伴い湖の面積が減少する
	14	海岸・海域	D	内陸地
	15	動植物	C	水資源開発に伴い地下水位が低下し、野生植物が枯れる恐がある
	16	気象	D	気象に影響を与えるような大規模な施設はない
	17	景観	D	景観を害するような大規模な構造物はない
公害	18	大気汚染	D	工事中の排気は少ない
	19	水質汚濁	D	工事管理で防止
	20	土壌汚染	D	土壌汚染源はない
	21	騒音・振動	D	工事管理で防止
	22	地盤沈下	C	帯水層は未固結の第四紀層である
	23	悪臭	D	工事中の排気は少ない

注：評定の区分 A：重大なインパクトが見込まれる  
B：多少のインパクトが見込まれる

C：不明(検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分に考慮に入れておくものとする)

D：ほとんどインパクトは考えられないため IEE あるいは EIA の対象としない

表 2-7-5 総合評価

環境項目	判定	今後の調査方針	備考
住民移転	B	住民社会調査を行い、現在の生活状況、住民の意向、既に移転している住民の生活状況などを把握し、住民の生活を重視した移転計画を検討する	砂漠化進行や水資源枯渇により既に住民移転が行われている
経済活動	A	住民社会調査や灌漑調査を行い、社会環境、住民の意向、家計収入、灌漑作物、水使用量、灌漑効率などを把握し、水配分計画に反映させる	農民の受け皿となる産業の有無が重要となる
遺跡・文化財	A	カレーズを使用している農民について住民社会調査や灌漑調査を行い、社会環境、住民の意向、家計収入、灌漑作物、水使用量、灌漑方法、灌漑効率、固有文化などを把握し、伝統的なカレーズ文化が廃れないよう、これらの結果を水源開発計画や水配分計画に反映させる	既にかかなりの数のカレーズが枯渇している
水利権・入会権	A	住民社会調査や灌漑調査を行い、社会環境、住民の意向、家計収入、灌漑作物、水使用量、灌漑効率などを把握し、水資源配分計画に反映させる	経済活動と共通する部分がある
地下水	A	水文地質解析、地下水シミュレーションを行い、新規水資源開発によりどの程度の地下水位低下が発生するのかを予測し、この結果を水資源開発計画に反映させる	既に地下水位の低下が発生している
湖沼・河川流況	B	水文地質解析、地下水シミュレーションを行い、新規水資源開発によりどの程度湖の面積が減少するのかを予測し、この結果を水資源開発計画に反映させる	既に湖の面積が減少してきている(アイディン湖)
動植物	C	地下水低下と野生植物の因果関係を調査し、因果関係がある場合は、新規水資源開発によりどの程度の地下水位低下が発生するのかを予測し、これが野生植物に与える影響を評価し、この結果を水資源開発計画に反映させる。	地下水低下と野生植物の枯死との間に因果関係がなければ、影響は無視できる

地盤沈下	C	現状の地盤沈下の状況を確認し、地下水開発に伴い将来大規模な地盤沈下が起きる可能性がある場合には、水文地質解析、地下水シミュレーションを行い、地盤沈下予測を行い、この結果を水資源開発計画に反映させる	不同沈下でなければ、影響はほとんど無視できる
------	---	--	------------------------

## 第3章 本格調査への提言

### 3-1 調査の目的および基本方針

#### 3-1-1 調査の目的

- (1) トルファン地区の水資源状況を把握し、地下水を中心とした水資源開発利用・管理基本計画を策定する。
- (2) 参加する中国側専門家に対し現地調査業務を通じ、技術移転を行う。

#### 3-1-2 調査の基本方針

##### (1) 調査の実施方針

調査の実施にあたっては、調査後もカウンターパート(C/P)が継続的に水資源利用計画を補足修正し管理を行う能力を身に付けることができるよう、C/Pに対する技術移転・能力開発を重視する。調査期間中の地下水調査及び水資源利用計画策定等の共同作業を通じ、効果的に技術移転及びC/Pの能力開発が行われるよう十分に配慮する。

また、調査全期間を通じて、新疆ウイグル自治区トルファン盆地の経済・社会・自然状況を十分に考慮の上、中国側カウンターパート、関係者、その他有識者との議論を密に行いながら、調査・整理・検討を実施する。マスタープランの策定および各種報告書の作成にあたっては、ドラフト段階からC/Pおよび関係者との十分な検討および協議を行う。

さらに、新疆ウイグル自治区トルファン盆地の状況を十分反映した報告書を作成するため、最終報告書の校正、印刷・製本作業を除き、基本的には中国において作成する。

##### (2) 対象とする水資源について

トルファン盆地では、地下水と地表水の関係が密であるため、地下水だけでなく地表水を含めた水資源全体の把握および開発利用・管理計画の策定を行うことが必要である。

地表水に関しては、観測内容として完全ではないものの、5ヶ所の地表水観測所で対象地域の地表水量全体の60%を観測した過去17年分のデータが中国側にあるとしている。本調査では補足的に流量観測、水文解析等を行う。また、地下水以外の水資源の利用計画・水利施設計画は基本的には中国側の既存計画及び既存資料に基づき作成するものとする。

なお、対象地域ではウイグル族住民がこれまで水源として活用してきたカナートという文化的資産があるので、住民の水利用に係る意向を確認するとともに、計画策定にあたってはこれら住民の伝統的な水文化についても十分に配慮の上カナートの取扱いについて考察する。

##### (3) 自然環境(中文:生態環境。以下、生態環境)に配慮した基本計画策定

対象地域では、砂漠化の進行、土壌のアルカリ化、油田開発による水質汚染などといった生態環境問題が深刻であり、また、極度の欠水地区では住民移転が行われている。中国側も生態環境を重視していることから、生態環境についても十分情報収集・調査を行い、

基本計画の検討の際には生態環境用水の確保等、生態環境に係る問題点とその対策についても調査内で可能な範囲で考察するものとする。

#### (4) M/Pの目標年次について

最終目標年次を2020年とし、更に最終目標年次までを段階的に設定した、地下水を中心とした水資源開発利用・管理基本計画(M/P)を策定する。

#### (5) データベース/GISの整備

本格調査で構築されるGISデータベースは、将来的には新疆ウイグル自治区水文水資源局に設置され、同自治区水文水資源局内のネットワークに接続したいとの意向である。現在新疆ウイグル自治区水利庁で、表流水のデータベースがネットワーク化されており、テレメータでデータが送られてくるシステムとなっている。本調査において構築する水資源GISデータベースシステムは、中国側の将来的なモニタリング構想、管理体制、メンテナンス体制を確認した上で、整合性を持たせる必要がある。また、C/Pがデータベースを適切に維持管理し、更にはM/P作成後に、具体的な実施計画をデータベースを利用して策定することが可能になるよう、集中的に技術移転を図るものとする。

#### (6) 中国側の関連資料・データの提供

新疆ウイグル自治区水利庁、同自治区水文水資源局、トルファン地区水利庁の保有するデータ・資料については無償提供されるが、気象などの水利・水文以外の部門が保有する資料については無償提供されない。トルファン地区では、新疆地質工程公司(前自治区地質鉱産局第一水文地質工程大隊)が700点以上の電気探査、20本以上の試掘調査を行っている他、これまで調査地域において「トルファン地区全体の地下水資源評価業務」、「シャンシャン県油田丘陵地地下水資源調査業務」、「南湖水源地調査業務」、「シャンシャン県丘東油田地区井戸揚水調査業務」などの数々の水文地質調査業務が行われており、既存資料や既存調査・解析結果を有している。本格調査においては、これらの関連資料・データ等の有用性を確認の上、調査で使用するものとする。(なお、新疆地質工程公司の他に、調査地域の水文地質資料を保有している民間企業および政府関係機関はない。)

#### (7) 環境社会配慮ガイドラインの留意

本年4月より新JICA環境社会配慮ガイドラインが施行される。本件調査は基本的にはガイドラインの対象となっていないが、調査実施に際しては、本ガイドラインの主旨に従ったものとなるよう十分配慮する。

#### (8) 中国内リソースの有効活用

事前調査の結果、相当部分の初歩的調査・分析は中国内で実施可能であることを確認した。また、自立した現地事情に応じた人的リソース等を活用することが、成果の本質を高める上で有効であることも確認している。以上の事前調査の結果および中国側の計画策定の能力向上のためにも、再委託等による調査の効率的な実施を積極的に検討するものとする。

### 3 - 2 調査対象地域

本件の調査地域は、トルファン盆地のうち、概ね 25,000 平方 km を対象とする。(冒頭の調査対象地地図参照。)

### 3 - 3 調査項目と内容

#### 3-3-1 フェーズⅠ：基礎調査

- (1) 既存資料、情報の収集・分析による現状の把握(自然状況(地形・地質、気象、物理探査、水文、水質)、社会・経済状況、水資源利用現況、土地利用状況、その他関連情報)
- (2) 実地調査(水利用実態調査、流量観測、既存井戸調査、地質・地形調査等)

#### 3-3-2 フェーズⅡ：水資源開発可能性の分析評価

- (1) 物理探査
- (2) 試掘調査(ボーリング)
- (3) 揚水試験
- (4) 水位観測、水質分析
- (5) 地下水モニタリング
- (6) 水理地質図の作成
- (7) GISデータベースの作成
- (8) 地下水シミュレーションモデルの作成と解析
- (9) 水文解析
- (10) 水資源量の評価および開発可能量の解析

#### 3-3-3 フェーズⅢ：地下水を中心とした水資源開発利用・管理基本計画の策定

- (1) 水資源開発利用・管理の課題の抽出
- (2) 社会・経済フレームの設定
- (3) 水需要予測・需給バランスの検討
- (4) 水資源開発利用・管理の基本政策と戦略の策定
- (5) 水資源開発利用・管理基本計画の策定
- (6) 概算事業費の積算
- (7) 事業評価
  - a. 財務評価
  - b. 社会・経済評価
  - c. 技術評価
  - d. 初期環境調査(IEE)
- (8) 実施計画の策定
- (9) 緊急地域、優先プロジェクトの選定

### 3-3-4 技術移転セミナーの開催

新疆ウイグル自治区内の地下水関係者の技術と知識の向上、および調査成果の普及のため、以下のセミナーの開催を開催する。

- ・ トルファン地区と同様の問題を抱えている地域（新疆ウイグル自治区および中国の他の地域）の地下水関係者を対象としたセミナー
- ・ トルファン地区の水資源利用者に対するセミナー

### 3 - 4 相手国調査実施体制

新疆ウイグル自治区水利庁が実施機関となり、新疆ウイグル自治区水文水資源局、トルファン地区水利局および水文水資源局が実際の調査実施を担当する。

### 3 - 5 計画対象年次

水資源開発利用・管理基本計画の策定は、短期・中期・長期等の段階的計画とするが、その目標年次は、最終年次を2020年とする。

### 3 - 6 調査工程と要員構成

#### 3-6-1 調査工程案

以下のとおり、全体で約24か月とする。

時間 事項	平成16年度												平成17年度											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
実施調査	← フェーズIおよびフェーズII →												← フェーズIII →											
現地調査	■												■											
国内作業	■												■											■
報告書		▲										▲					▲						▲	▲
		IC/R										P/R					IT/R					DF/R	F/R	

注) IC/R:インタビューレポート P/R:プロダクトレポート IT/R:インテリレポート DF/R:ドラフトファイルレポート F/R:ファイルレポート

#### 3-6-2 要員構成案

本格調査団の要員構成案は次のとおりである。

- 総括/水資源管理計画
- 水利用/地下水開発計画
- 水理地質/水質
- 水文/施設計画・積算
- 試掘調査・物理探査
- 農業・灌漑計画



### 3 - 7 現地再委託業務と内容

現地再委託が可能な業務と、その内容等を以下の表に示す。

表 3-7-1 現地再委託可能業務

再委託項目	再委託業務の内容案	想定再委託期間	備考
社会・経済調査(村落社会・経済調査)	給水実態、水使用実態、社会環境、問題点の把握などを目的とする、家庭への訪問調査、村長や村落責任者への聞き取り調査(人口、男女比、収入、主要農作物、用水量水価、水価支払能力) 調査対象戸数：1,000戸	約4ヶ月	ウイグル語を話せる現地の事情に詳しいコンサルタントが必要
水利用実態調査	調査対象：井戸 5117、カナート 446、取水堰、泉水 26 流。 調査内容： ・井戸等水源施設の現地調査および台帳作成 ・既存資料を基に、必要に応じて補足的に現地調査を行い、水利用施設の台帳作成 ・簡易水質分析(うち、カナート・泉流等のサンプルを室内分析へ。)	約5ヶ月	同上
流量観測(地表水調査)	・調査対象：天山水系河川 14、必要に応じ火焰山水系泉流、南側山地水系等。 ・調査内容： 河川の補足流量観測、河川水の水質分析、降水量の観測、既存の流量・水質資料の取りまとめ(うち、5ヶ所の水文観測所での観測、1ヶ所の新規水文観測所を設置しての観測) ・自記水位計、自記雨量計を設置を含む。	約12ヶ月 (1水文年)	現地の河川流量データを有し、水文解析ができるコンサルタントが必要
物理探査	垂直電気探査あるいは電磁探査、探査深度は500m程度、点数は最大200点程度	約2ヶ月	現地での調査経験がある業者が必要
試掘調査	深度は400m程度、本数は5本程度、井戸検層、コアリングによる地質試料採取、揚水試験・解析、井戸完成時の水質分析、観測井としての仕上げ工事(観測小屋の建設も含む)、柱状図作成、試掘調査報告書作成など、関連する試験・工事1式を含む	約6ヶ月	同上

水文地質解析	既存データのとりまとめ 他調査（物理探査、試掘調査）結果解析 水理地質図、各種コンター図、断面図、水利 定数分布図、地下水涵養量分布図の作成	約3ヶ月	現地の水文地質資料 を有し、水文地質解 析ができるコンサル タントが必要
GIS データベース 作成	GIS を含むデータベースのシステム構築、ハ ードウェアの構成計画立案、ソフトウェアの 購入とハードウェアへのインストール、各種 データのデータベースシステムへの入力作 業	約6ヶ月	将来にわたってシス テムのメインテナン スができる現地研究 機関が必要
初期環境影響評価 支援	持続可能な地下水揚水量の提示、有害な地盤 沈下が起こらない許容最大地下水位低下量 の提示、水質評価、生態環境への影響等を含 み、中華人民共和国環境影響評価法、2003 に規定される“計画の環境評価法”に基づく 初期環境影響評価の実施。	約1ヶ月	中国の環境影響評価 手続きに詳しいコン サルタントが必要
水文解析	流量観測の結果を受け、水文解析、表流水ポ テンシャル評価を行う。	約1か月	
地下水モニタリン グ	中国側の実施している地下水位モニタリン グ状況を確認する。必要に応じ、本調査で建 設した試掘調査井に加え、既存観測井のモニ タリング(水位観測、水質観測)を実施する。	約12ヶ月 (1水文年)	
生態環境調査	・環境問題（砂漠化、土壌のアルカリ化、油 田開発による水質汚染、水不足による住民移 転）の基礎調査 ・マスタープラン作成時、環境問題として取 り上げられるべき問題点の発掘とその対策 の考察	約4.5ヶ月	中国の生態環境に詳 しいコンサルタント (企業/個人)が必要

### 3 - 8 調査用資機材

本格調査で必要とされる資機材は以下のとおりである。

表 3-8-1 本格調査資機材の参考銘柄

(1) 中国側から要請のあった機材のうち、必要と認められる機材

項目	参考銘柄	タイプ	数量
4WD車	トヨタランドクルーザー	4.7ℓAT,VX	2
		4.5ℓ,GX	
		ブラド4.0ℓGX	
	三菱パジェロ		
パソコン	IBMThinkpad	R 系列 J4C	1
ソフトウェア	Microsoft	Office2003	1

プリンター	三星	MJC-6000 カラー	1
大型コピー機 (A0 サイズ)	施楽	シートフィーダ なし	1
		オートシートフィーダ 付き	
GPS	桂冠、傳奇など		4
電導度計	Hydrolabo		1
溶存酸素計			1
PH 計			1
濁度計			1
流速計	南京水利水文自動化研究所	LS20B プロベラ式	1
		LD15-1 電波式	
水位計	徐州仏思	WFG フロート式	1
雨量計	長春供水設備場	FDY-05/FDY-02	1
自記記録用付属品(太陽電池、蓄電池、端末)			1

## (2) その他、調査に必要な資機材

項目	参考銘柄	数量
管路用超音波流速計	インテクノス・ジャパン	4
地下水解析プログラム	VisualMODFLOWPro 英語版 ver3.1	1
GISデータ入力用機材	コンピューター、ソフトウェア、プリンター等	1
ランドサット画像	10m分弁率	
気象データ		1

## 3 - 9 調査実施上の留意点

### 3-9-1 地下水開発計画関連調査実施の留意点

- 地下水開発を含む水源開発や水利用といった基本的な実態が明らかになっておらず、資料によって大きく数値が異なる。このため、水利用実態調査を慎重に行う必要がある。
- 限られた水源しかなく、他地域からの導水も不可能な地域であるため、水資源の再配分が水資源管理基本計画の重要な対策になると想定される。このためには、水資源の 94%を使用している農業用水の再配分や伝統的農業手法の改変などについて検討せざるを得ないが、これらの計画を実施した場合、様々な社会問題が発生することが予想される。このため、村落社会・経済調査を慎重に行う必要がある。
- 水資源の有効利用にとって、節水灌漑が重要な対策の一つとなると想定される。このため、現在日本の円借款で行われている、節水灌漑プロジェクトと協調して調査を行う必要がある。

地下水解析及び水資源解析の留意点は 2-6-4 項のフローにも述べられている通りであるが、河川流出に関しては天山氷河の融雪水が大きく貢献していることから、気温と融雪量の関係は非常に重要である。この両者のデータを注意深く整理し、これを水文と結びつける必要がある。

トルファン地区には、自治区・省と対等の立場を有する兵团(221 兵团)があり、灌漑等に多量の水を利用している。これらの実態調査も必要である。またトルファン地区は石油産業など鉱工業が盛んであり、水利用の大部分は農業であるが、農業以外の水利用も比較的大きいし、将来更に水需要が増すことが考えられる。これらについても十分に調査を行う必要がある。

### 3-9-2 基礎調査実施上の留意点

#### (1) 地形図

本格調査実施にあたって、調査地区の地形図が必要となるが、中国では基本的に大縮尺の等高線の入った地形図は関連規定に基づいて管理されており、特に外国の組織・個人への提供は厳しく制限されている。調査地区全体をカバーする大縮尺地形図としてあるのは存在するのは1/25万及びのものであり、一部地区に1/5万や南側1/1万がある。

本事前調査では、自治区水文水資源局の名目で調査地区をカバーするように1/10万縮尺の地形図を入手済み(全32枚)である。本格調査ではこの地形図を使用することが可能である。ただし、使用には慎重な配慮が必要である。

#### (2) 気象データ

気象データはトルファン地区内に気象局の観測所が3箇所あり、このデータを入手できる。また5箇所の水文観測所で気温・降雨量に関して簡易的に計測しているため、これも入手できる。使用する場合は購入が必要である。

#### (3) ボーリング

ボーリングの目的としては、既存データで足りない地区の水理地質分布状況を確認することの他に、今後の長期地下水モニタリングを実施する際の専用観測井を設置することがある。トルファン盆地の帯水層は南盆地の中下流側は多層型であり、したがって上部の不圧地下水と下部の被圧地下水の両方を観測できるような構造とする必要がある。ボーリングを実施できる業者は複数ある。

#### (4) 物理探査

本格調査における実査としての物理探査地点も同様に既存データで不足する地域に重点的に配備する必要がある。本調査は地下水資源調査と言うことであり、物理探査は基本的に電気探査もしくは電磁波探査を考える。トルファン地区の場合、乾燥地帯であり、電気探査ではその接地抵抗を軽減するために特殊な装置及び技術が要求される。中国側にも一部の技術者にそのような技術があるものと思われるが、今回は安全のため電磁波探査を主体に考えることとする。また電磁波探査の方が電気探査にくらべ作業効率が高くなる。

現地業者で、本探査を実施できる能力を有するのは地球物理地球化学探査大隊(新疆地質局物化探大隊)と上記の新疆地質工程会社の2社である。



## 巻末資料 1 水循環の説明資料（水利庁総工師提供資料）

乾燥地域における平原オアシスの水循環の特徴は以下の通り：

降水が少ないため、大部分が直接蒸発・蒸散し、その他の3つの水転化への関わりは極めて少ない。

各種形式の蒸発・蒸散は平原のオアシスエリアにおける水資源の最終的な消費ルートである。内陸乾燥地域の蒸発は強烈であり、消費量も最も大きく、かつ、その蒸発・蒸散の組成は複雑である。うち、生態の蒸発による消費が大きな比率を占める。故に、様々な地表（大気の下と地表との接触面）における蒸発・蒸散の法則及び蒸発・蒸散量の研究が内陸乾燥地域の水資源利用と合理的な配置をめぐる研究の重点となる。

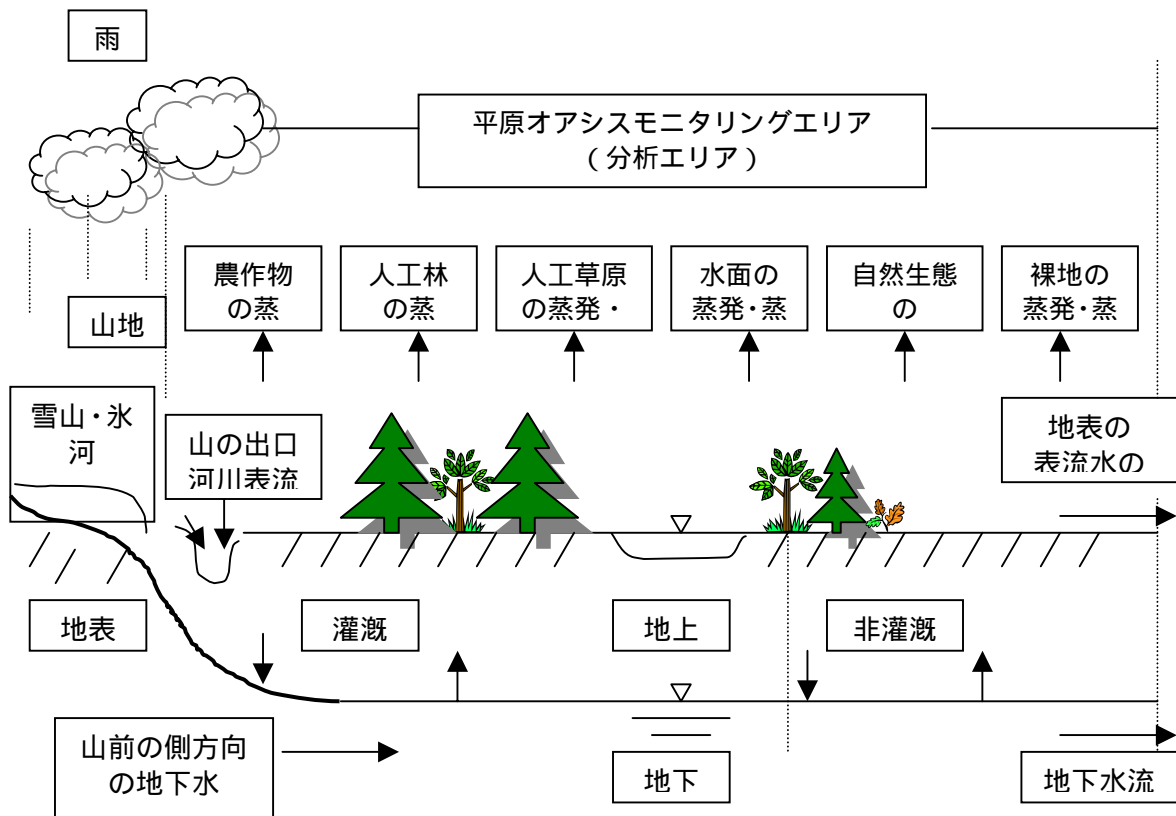
農業灌漑用水の総量は多く、地表水と地下水の転化量及びその複雑性はいずれも比較的大きい。

4つの水の転化関係は垂直方向の水分の移動・転化が中心となっており、水平方向に移動・転化、或いは拡散する水量は多くなく、かつ、その過程は比較的緩慢である。

乾燥平原地域のオアシスの水消費は農業エリアの水消費と、非農業エリアの水消費に分けることができる。農業エリアの水消費は主に、各種作物の栽培地及び農地周辺に随伴する植生の蒸発、防護林及び人工林地の蒸発、人工草原の水消費などを含む。非農業エリアの水消費は主に自然の生態による水消費及び裸地の地下水の蒸発などである。このほか、農業エリアと非農業エリアにはいずれも、水面蒸発（川、水路、ダム、水たまりなど）が存在する。

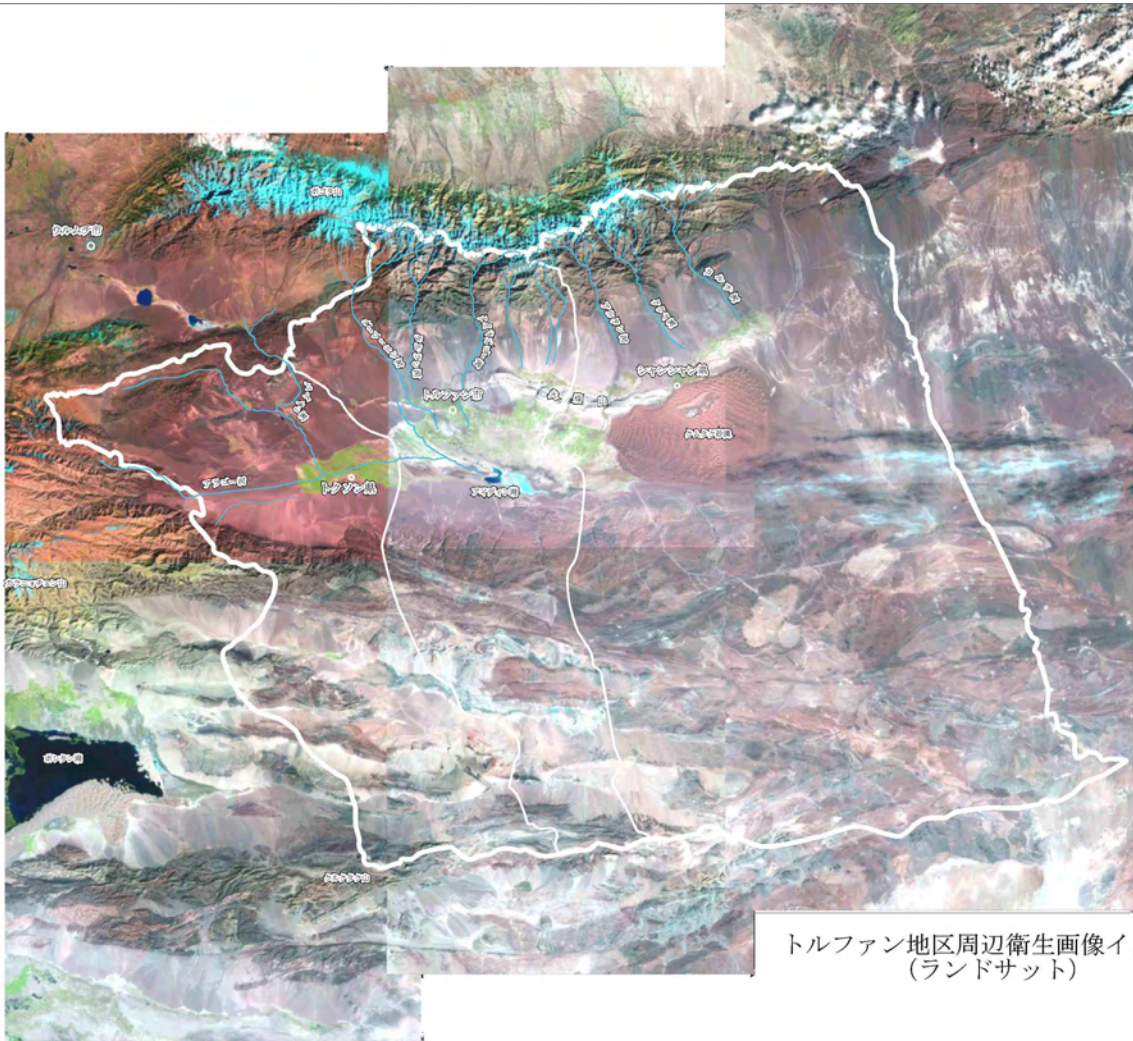
河川の水消費及び地表水の流れの変化プロセス、人工用水路と地下水及びダムの送水調節プロセス、農業用及び各種天然植生の水消費プロセス、退水・排水と塩分の移動プロセスが灌漑区の水循環における主なプロセスである。

上述の内容をまとめると、乾燥地域の平原オアシスの「2つのエリア」の「4つの水循環主要プロセス」は水資源の利用と消費の主体となる枠組みを構成しており、同時にまた、平原オアシスの水循環における要素の確定、及び点、線、面が相互に結び付いた水循環モニタリングシステムの構築に科学的な根拠を提供している。詳細は図2参照のこと。



平原オアシスの水分消費・転化図

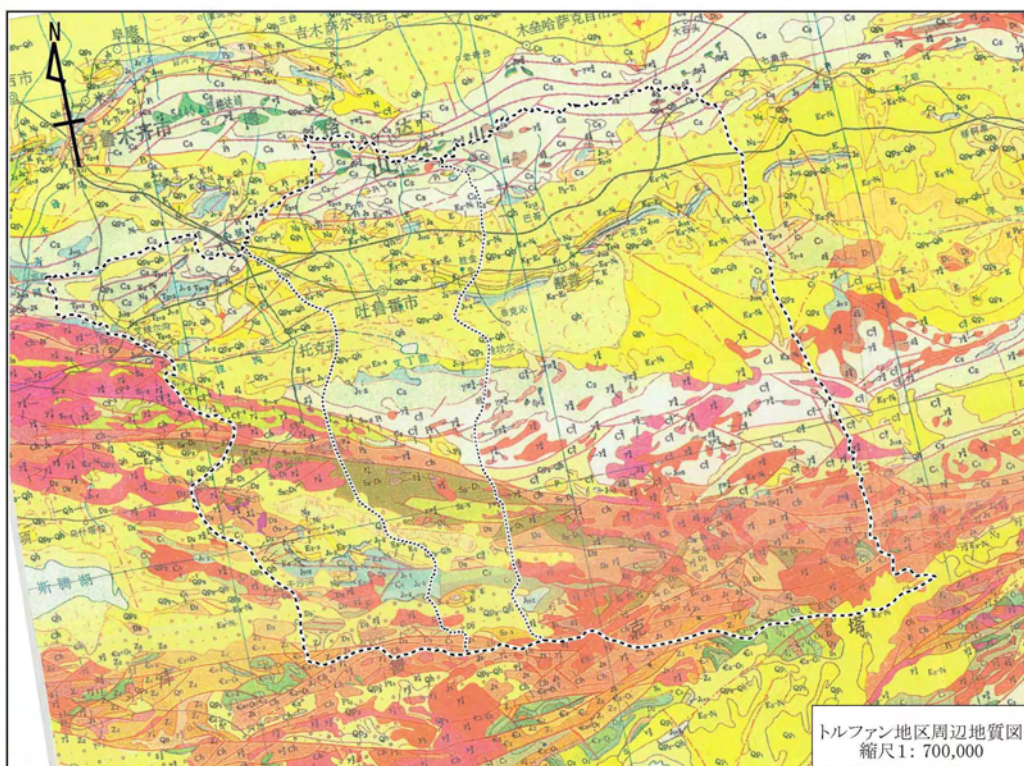
巻末資料 2 : トルファン地区周辺衛星写真



トルファン地区周辺衛星画像イメージ  
(ランドサット)



巻末資料 3 : トルファン地区周辺地質図





卷末資料4：トルファン地区水系分布図

