

5. 水資源利用実態調査

5 水資源利用実態調査

トルファン盆地では水資源問題が深刻化していて、地域の社会経済の安定と発展に関係する大きな問題となっている。しかし、これまで水資源の利用実態がはっきり把握されていないため、水資源量の計算と評価、問題の確認、対策案を含む将来利用計画の作成に当たって大きなネックとなっている。

水資源利用量調査は地表水資源量・利用量調査と地下水資源量・利用量調査のように2つに分けて実施した。地表水資源に関連する調査結果は第6章水文調査にまとめており、地下水資源量評価は第1年次の基礎調査を基に第2年次に地下水シミュレーションによって解析するが、地下水利用量は水資源利用実態調査により把握した。

5.1 調査方法

5.1.1 調査対象の区分

トルファン盆地内の降雨量は極めて少なく、水資源の形成はできない。利用可能な水資源は山区からの流入河川と山区地下水からの涵養によるものであり、河川水の流入量が主となる。

盆地内の水資源利用は地表水の利用と地下水の利用とに分けられ、地表水の利用は導水路による河川水の直接利用が主であり、第6章にまとめられている。地下水の利用は、自然水源である泉の利用と取水施設による利用に分けられる。さらに取水施設による利用はカナートによる利用と井戸による利用とに分けることができる。トルファン盆地内水資源の形成及び利用状況は図5.1.1に示している。この水循環フローチャートの各項目を把握することが水資源開発・利用・管理計画の作成に大きく影響する。

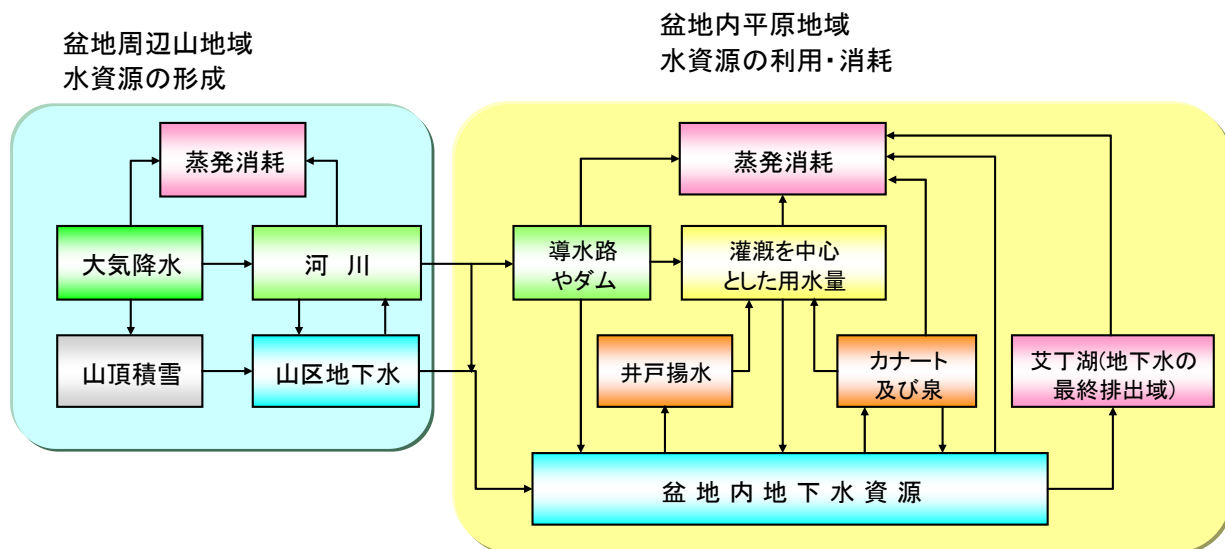


図 5.1.1 トルファン盆地での水循環

トルファン盆地内地下水資源の現況利用状況を把握するために、既存の水源の性格、利用方法及び管理方法の違いを考慮し、地下水の水源を泉、カナートと井戸の、大きく3種類に分けて実施した。基本的には地下水水源調査であるので、水源位置、水量、水質等の共通調査項目を設定するとともに、それぞれ水源の性格に合わせた調査項目や方法

を設定した。

5.1.2 資料収集

地下水源に関連するすべての類似調査結果、記録、報告書、観測データ等を収集対象とした。主要な資料収集元はトルファン民政局・電力局等の政府機関、新疆ウイグル自治区測量院等研究機関、トルファンカナート研究会等民間組織、トルファンーハミ石油探査開発指揮部給電処等関連企業である。

5.1.3 実測調査

実測調査は各調査対象地点を訪問して実施するが、そこでは聞き取り調査と現場測定調査を行った。

a. 聞き取り調査（アンケート調査）

a.1 共通項目

共通項目には次の内容が含まれている。

- 行政単位区分（村まで）
- 所有者或いは管理者の有無、有の場合は管理者名或いは管理組織名
- 現況利用目的（農業、生活、工業、その他。多目的で利用する場合、各セクターの利用量の割合）
- 灌漑に利用されているか（灌漑面積）
- 飲用水および生活用水として利用されているか（給水人口）
- 畜産業に利用されているか（家畜種類、数量）
- 水質感触（飲用に適するか、美味しいか、飲用に適さない場合はその原因、異色、異臭があるか、水質による利用障害（飲用時の違和感、灌漑利用時の作物成長障害等）があるか

a.2 泉調査項目

泉調査では次の内容を調査項目とした。

- 泉水を有効に利用するためのタンクや貯水池等の施設があるか、ある場合にはその諸元、スケッチと写真。
- 下流に導水路の有無（ある場合には導水路の主要指標（名前、長さ、幅、材質、作成年、作成者等））
- 下流に繋がる河川名
- 年間変化及び季節変化（年間流量変化があるか、年内流量変化の大きさ、水温変化が感じられるか）

a.3 カナート調査項目

カナート調査では次の内容を調査項目とした。

- カナートから導入された水の貯水施設（ポンドを含む）および取水部構造（写真およびスケッチ）
- 作成日、作成者（および関連資金源）

- 流量の季節変化
- 作成時の延べ距離、縦井戸数、流量（灌漑面積、用水人口等間接指標）
- 現況の延べ距離、縦井戸数、流量（実測以外の季節）
- 維持・管理組織があるか、（ある場合は活動状況、資金源）
- 管理（浚渫や延長等）の実施状況（定期的に実施されているか、最近の浚渫や延長は何時実施したか）
- カナートの保護措置を取ったことがあるか（例えば、涵養域での井戸作成制限等）
- 枯渇したカナートなら、その時期および推定される原因
- 枯渇したカナートの代替水源として何を利用しているか

a.4 井戸調査項目

- さく井年及びさく井者（投資者）
- さく井業者名
- 井戸諸元：深さ、口径、管径、スクリーン位置（00m～00mまで）
- 遮水工の有無、ある場合は遮水方法
- ポンプの様式（パワー、動力（電気か発電機か）、揚程、設計揚水量）
- さく井時静水位
- 現在静水位
- 灌漑面積及び給水人口
- 過去10年間揚水量（直接記録がない場合は、電力代、燃料代）
- 井戸水の利用に関連するタンク、パイプライン、浄水施設等の付加施設の有無と内容
- 廃棄した井戸に関しては廃棄した年、原因

b. 実測調査

実測調査の内容は次の通りである。

- (1) 水源位置：行政区分は地図および聞き取り調査によって確認する。また、地理座標はGPSを用いてWGS84座標系での経緯度を測る。
- (2) 水量：泉、カナートは流量を実測する。泉、カナートの流量は河川流量観測の方法に準じ、中国国家標準「河川流量測驗規範」（GB 50179-93）の規定に従う。井戸揚水量は管流量計で測定する。ただし、ハンドポンプ付き井戸については揚水量を測定しない。
- (3) 水質：現地で現場水質簡易測定を行う。測定項目および測定方法は下記のとおりとする。
項目：水温、pH、電気伝導度(EC)、計3項目。
測定方法：携帯式水質測定計器による。
- (4) 井戸水水位（測定できる井戸に限る）：携帯式水位計による測定を行う。

5.1.4 調査実施体制及び調査実施期間

本調査の資料収集、現地実測は新疆ウイグル自治区現地企業に委託した。主要な資料収集及び現地実測調査の実施期間は表 5.1.1に示すとおりである。

表 5.1.1 水資源利用現況調査調査実施期間

調査項目	6月	7月	8月	9月	10月
泉	△	(7/23)		(9/8)	
カナート	△			(9/18)	(10/17)
井戸	△	(7/1)		(9/21)	

△ : 6月27日～29日の3日間で調査前トレーニングを実施した。

5.2 泉

昔は泉水源があったので、トルファンオアシスが形成され今日まで存続してきたわけである。最初のオアシスは泉の周辺及びその下流に形成された。現在でも、トルファン盆地において泉の周辺及び下流地域は依然としてオアシスの分布地域であり、泉はトルファンオアシスの維持のために極めて重要である。

5.2.1 泉の形成と分布

図 5.2.1に示しているようにトルファン盆地内の泉は大部分が北盆地に分布していて、山区と平原区の境に沿うか、火焰山-塩山の北縁に沿うものが多い。泉の分布は形成原因と密接な関連があり、2つの形成原因に分けることができる。

a. 天山山脈の南縁、トルファン盆地の北境界周辺の降下泉（タイプ1）

山区区での降雨は一部が浸透して地下水になり山地形に従って谷に流れ出る。山区帯水層が谷川に繋がる場合、山区地下水は河川水の涵養源になる。山区帯水層と河川の間には難透水層や難透水岩体が存在する場合、地下水の流れが阻まれ、河川に到達する前に地表へ露出し、泉となる。このタイプの泉は主にトクソン県とトルファン市の山裾に分布し、トルファン盆地西側の柯尔碱川流域から東側の二塘溝河の間、トルファン市の大河沿河～黒河の間に多い。代表的な泉或いは泉群として大河沿河東側の一碗泉と煤窑溝東側の泉群があり、測定できる程度の流量を有する泉は31ヶ所ある。

b. 火焰山北縁の泉群（タイプ2）

山区からの河川水や地下水がトルファン盆地内に入ってから、盆地内の地下水に転化し、北盆地の地形に従って北から南へ流れる。トルファン盆地の地下水消耗域である艾丁湖に到達するまでには南北盆地間の不透水体である火焰山に阻まれ、火焰山の北縁に沿って地表に露出し泉となる。この盆地内平原区で形成された泉の多くはトルファン市とシャンシャン県内に分布する。その代表的なものは大草湖泉、柳樹村泉、木頭溝泉等があり、測定できる流量を有する泉は40ヶ所ある。泉からの湧水は火焰山を横切り南盆地に流下して貴重な水資源となっている。

トルファン盆地内の水資源利用の観点から見て、タイプ1の泉は山口周辺オアシスの水源として使われ、蒸発や地下浸透で消耗される。そのうち、流量の大きい一碗泉や中草湖泉等はトルファン盆地内の重要な水源であり、導水路で下流に導かれている。タイプ2の泉は盆地内にあるので、泉周辺だけでなく、泉群の水量によって盆地内河川が形成され下流にある火焰山南部のオアシスをも支えている。

上述の2タイプ以外に1ヶ所の泉が庫木塔格砂漠の南端にある。この泉はトルファン盆地南部丘陵地域の地下水によって涵養されている。この泉の水温は他の泉と同じ約15度であるが、迪坎温泉と名づけられている。泉は約0.5 l/sの流量を有し、小さくはないが、水質が極めて悪く、溶存イオン含有量(TDS)が30 g/l以上である。飲用には勿論、灌漑にも利用できない。

5.2.2 泉流量

泉タイプ別の地点や流量を表 5.2.1と表 5.2.2にまとめた。タイプ1の31ヶ所の観測地点で流量合計が1,637.7 l/sで、タイプ2の40ヶ所で流量合計は3,049.8 l/sであり、両方合わせて4,687.5 l/sである。年間流量に換算すれば1.478 億 m³/年であり、通年河川流量多年平均流量9.175 億 m³の約16%に相当する。

表 5.2.1 タイプ1の泉地点と流量一覧

縣市	郷(鎮)	村	泉名	流量 (l/s)	
トクソン	克尔碱鎮	克尔碱村	克尔碱 1#泉	2.28	
			同 2#泉	0.625	
			同 3#泉	2.1	
			同 4#泉	0.85	
			同 5#泉	30	
	通溝	通溝 1#泉	16.68		
		同 2#泉	5.62		
	夏郷	大地村	中草湖泉	116	
			小草湖泉	64	
小計			9ヶ所	238.2	
トルファン	園芸場	1 队	園芸場一碗泉 1#	324	
			同 2#	238	
			桃樹園泉	566	
	七泉湖鎮	煤窑溝村	煤窑溝観光区 1#泉	10	
			同 2#泉	1.429	
			同 3#泉	4.8	
			同 4#泉	0.47	
			同 5#泉	0.145	
			同 6#泉	0.35	
			同 7#泉	0.35	
			同 8#泉	0.24	
			同 9#泉	0.165	
			同 10#泉	0.44	
			同 11#泉	0.21	
			同 12#泉	4.5	
			煤窑溝牧畜 1#泉	0.1	
			同 2#泉	0.05	
			第 1 居委会	七泉湖 1#泉	168
				同 2#泉	38
	同 3#泉	32			
	同 4#泉	0.27			
	同 5#泉	10			
小計			22ヶ所	1,399.5	
合計			31ヶ所	1,637.7	

表 5.2.2 タイプ2の泉地点と流量一覧

県(市)	郷(鎮)	村	泉名	流量 (l/s)
トルファン	葡萄溝	オアシス	葡萄溝休暇村葡萄泉	0.12
			葡萄溝阿凡提泉	0.19
			葡萄溝葡萄園泉	0.03
			葡萄溝口の大泉	16.00
			葡萄溝口側の小泉	0.03
			葡萄溝観光センター1#泉	0.02
			同 2#泉	0.03
			同 3#泉	0.06
	艾丁湖郷	也木什	大漢溝泉	231.00
			坑坑泉	140.00
			大草湖泉	1,110.00
			大漢溝泉(合成)	263.00
	亜尔郷	ゴビ村	桃尔溝 1#泉	68.00
			同 2#泉	3.40
			柳樹泉	13.00
		亜尔乃孜村	亜尔乃孜泉	254.00
	胜金郷	排孜阿瓦提	勝金 1#泉	8.50
			同 2#泉	0.55
		木頭溝	木頭溝 1#泉	0.52
			同 2#泉	0.21
			同 3#泉	0.51
			同合成泉	427.00
		愛西亜村	同 4#泉	183.00
小計		23ヶ所	2,719.15	
シャンシャン	七克台鎮	七克墩村	七克墩布拉克泉	0.00
		台孜村	台孜泉	2.18
	土峪溝郷	蘇巴什村	蘇巴什土峪溝泉	76.00
	連木沁鎮	巴扎	巴扎 1#泉	1.10
			同 2#泉	5.62
			同 3#泉	5.00
		漢墩村 2 队	漢墩金泉	0.78
			漢墩新泉	7.32
			托乎提依馬木泉	70.00
			扎洋乃買提泉	90.00
			沙吾提阿卡泉	28.00
	鄯善鎮	沙漠公園	迎客泉	0.71
			2#泉	21.00
			3#泉	19.00
		柯克亞觀光区	沙沙泉	3.00
			同 2#泉	0.47
			同 3#泉	0.51
小計		17ヶ所	330.68	
合計		40ヶ所	3,049.8	

タイプ1とタイプ2の泉流量を合わせて、行政区別に比較すると表5.2.3の通りである。盆地内泉流量全体の約88%がトルファン市に分布している。

表 5.2.3 縣市別泉流量集計表

縣市	泉ヶ所数	流量(l/s)	流量(m ³ /年)
トクソン	9	238.16	751,046
トルファン	45	4,118.67	12,988,635
シャンシャン	18	331.24	1,044,583
合計	72	4,688.06	14,784,263

トルファン水利局が2000年に実施した統計(1.9億m³/年)と比較して、今回の泉流量は約25%少なくなっている。それは今回調査実施年(2004年)の気候条件や水利用条件に関連していると考えられる。今年度はトルファン地区の降水量が少なく、山区から盆地内地下水への涵養量が減少していると同時に、農業灌漑のために盆地内の揚水量は例年より多い。従って、泉特に盆地内泉の涵養量が少なくなり、泉流量が例年と比較して減少する傾向にある。表5.2.2に示されたシャンシャン県七克台鎮七克墩村の布拉克泉は調査を実施した1ヶ月前には湧水があったが、調査実施時点では流量測定は既にできなくなっていた。

5.2.3 泉の聞き取り調査結果

a. 利用目的区分

聞き取り調査で得られた結果をまとめると、全部で72ヶ所の泉は7つの主要目的に利用されている。目的別の利用泉数と泉流量を縣市別に集計し、表5.2.4に示す。

全部で72ヶ所の泉の約1.48億m³流量のうち、生活用水だけに利用されているのは1ヶ所トルファン市七泉湖鎮にある4#泉であり、年間流量は約8,515m³である。灌漑に利用されているのは最も多く3縣市合わせると41ヶ所の泉で、合計流量は1.45億m³であり、泉流量全体の約98%を占める。

表 5.2.4 縣市別泉利用量集計表

県(市)	トクソン		トルファン		シャンシャン	
	ヶ所	年流量(m ³)	ヶ所	年流量(m ³)	ヶ所	年流量(m ³)
生活飲用			1	8,515		
灌漑及び生活飲用			6	7,843,634	2	255,284
農業灌漑	9	7,510,456	13	97,287,614	12	8,889,210
農業及び林木灌漑			2	17,723,232		
牧畜			2	4,730		
林業灌漑			1	5,771,088		
観光			20	1,247,536	4	1,301,365
合計	9	7,510,456	45	129,886,349	18	10,445,858

b. 泉利用施設

泉水を便利にまた効率的に利用するため一部泉の下流に利用施設が作られている。

b.1 貯水池施設

6ヶ所の泉で貯水池施設が建設されている。それぞれの場所、泉流量及び主な利用目的は表 5.2.5にまとめた。

表 5.2.5 泉利用するための貯水池施設

県(市)	泉名	流量 (m ³ /s)	貯水池	利用目的
トルファン市	煤窑溝畜牧 1#泉	0.0001	3×5 [*]	畜牧
	勝金 2#泉	0.00055	20×10	農業灌漑
	柳樹泉	0.013	12×24	農業灌漑
	木頭溝 2#泉	0.00021	3×5	農業灌漑及び生活飲用
	七泉湖 5#泉	0.01	56×15	農業灌漑及び生活飲用
	七泉湖 1#泉	0.168	20×30	農業灌漑及び生活飲用
合計	6ヶ所	0.19186		

※：推測値

b.2 導水路施設

72ヶ所の泉のうち流量の大きい泉を中心に導水路が建設されている。トルファン盆地内では泉を利用にした導水路の延べ長は約120キロ、泉の流量は約9千7百万m³であり、調査地域内泉流量全体の約65%を占める。

表 5.2.6 泉利用するための導水路施設

泉名	利用目的	流量 (m ³ /年)	水路長(m)	水路材料
中草湖泉(トクソン)	農業灌漑	3,658,176	3,400	石積みモルタル
大草湖泉	農業灌漑	35,004,960	37,300	石積みモルタル
桃尔溝 1#泉	農業灌漑	2,144,448	3,200	コンクリート・ブロック
同 2#泉	農業灌漑	107,222		
桃樹園泉	農業灌漑	17,849,376	4,800	石積みモルタル
柳樹泉	農業灌漑	409,968	1,000	石積みモルタル
大漢溝泉	農業灌漑	7,284,816	5,500	土渠
同(合成泉)	農業灌漑	8,293,968	24,500	土渠
坑坑泉	農業灌漑	4,415,040	6,000	土渠
園芸場一碗泉 1#	農業及林木灌漑	10,217,664	9,000	石積みモルタル
開発区一碗泉 1#	農業及林木灌漑	7,505,568	25,000	石積みモルタル
合計		96,891,206	119,700	

5.2.4 泉の水質

a. 水温

実測調査においては、水温、pHと電気伝導度(EC)の現場測定を実施した。泉の水温調査結果を県市別、タイプ別にまとめ、表 5.2.7に示す。山区降下型泉でも平原区の泉では温度の変化幅は約 13 °Cから約 26 °Cの間にあり、地形、帯水層など泉の形成に関与する諸条件の相違を示している。しかし、山区降下泉の平均水温は 13.5 度で、平原区泉の平均水温より 5 度ほど低い。この相違は山区降下泉の涵養源である山地区の帯水層が比較的深く、変温帯以下にあることを示唆している。それに対して、平原区泉の涵養帯水層は変温帯付近にあるので、調査実施時の夏季節では、泉の水温が高くなったと考えられる。

表 5.2.7 泉の水温調査結果

単位:°C

県(市)	温泉	山区降下泉			平原区泉		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
トクソン	--	20	11	14.9	--	--	--
トルファン	--	25	8	12.9	22.6	14.8	18.3
シャンシャン	18.6	--	--	--	26	15.6	19
合計	18.6	25	8	13.5	26	14.8	18.5

b. 電気伝導度と水質適性

電気伝導度項目は飲用水水質基準には含まれていない。しかし、水の電気伝導度の変化はその水に溶けている無機塩類を主とする電解質の含有量と密接に関係して、塩分濃度の高さを検討するには役立つので、水質調査の中でよく利用される指標である。

泉だけではなく、今回の水資源利用現況調査と平行に実施された第 1 回目の水質分析調査において採取したカナート、河川および井戸のサンプル 248 試料の分析結果を利用して、トルファン盆地の電気伝導度と塩分濃度(TDS)及び電気伝導度と盆地の大きな水質問題である硫酸イオン濃度との関係を検討した。図 5.2.2と

図 5.2.3に示されるように相関係数がそれぞれ 0.995 と 0.921 で、かなり高い相関関係があると認められる。

図に示した相関関係を中国の水質基準と照合して見ると、TDS と SO₄ の水質基準 1,000 mg/l と 250 mg/l に対応する電気伝導度(EC)の値はそれぞれ 116.2 S/m と 104.4 S/m である。すなわち、116.2 S/m を超える電気伝導度値が測定された場合、その水の TDS 含有量が 1,000 mg/l を超える可能性があり、また、104.4 S/m を超える電気伝導度が測定された場合、その水の硫酸イオン含有量が 250 mg/l を超える可能性がある。

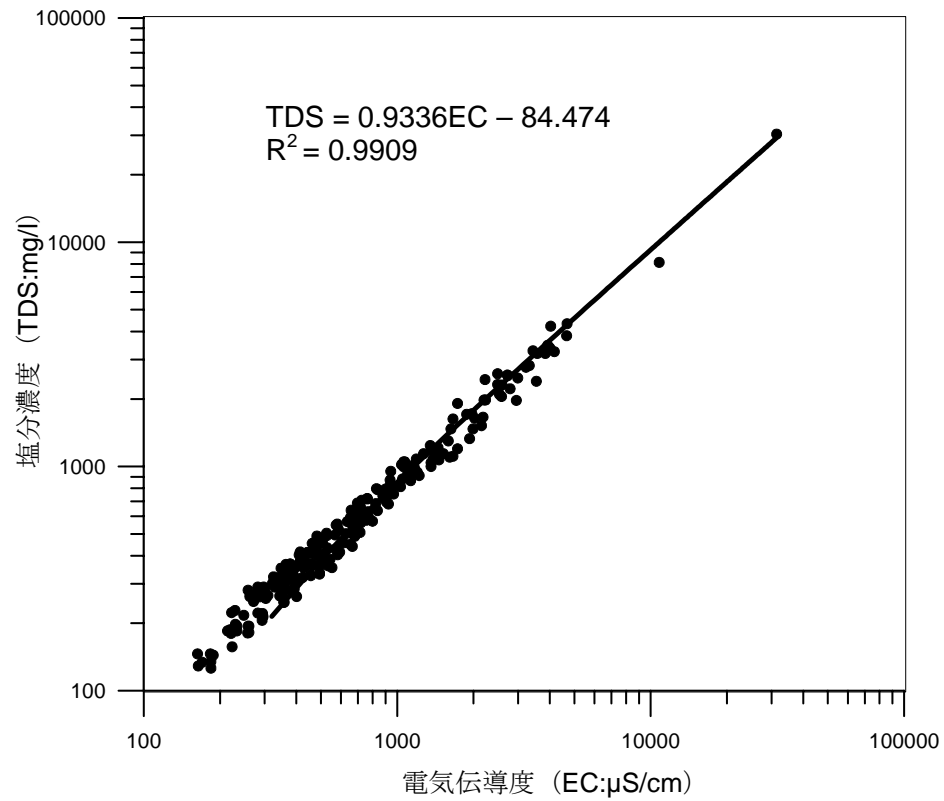


図 5.2.2 電気伝導度(EC)と塩分濃度(TDS)との関係

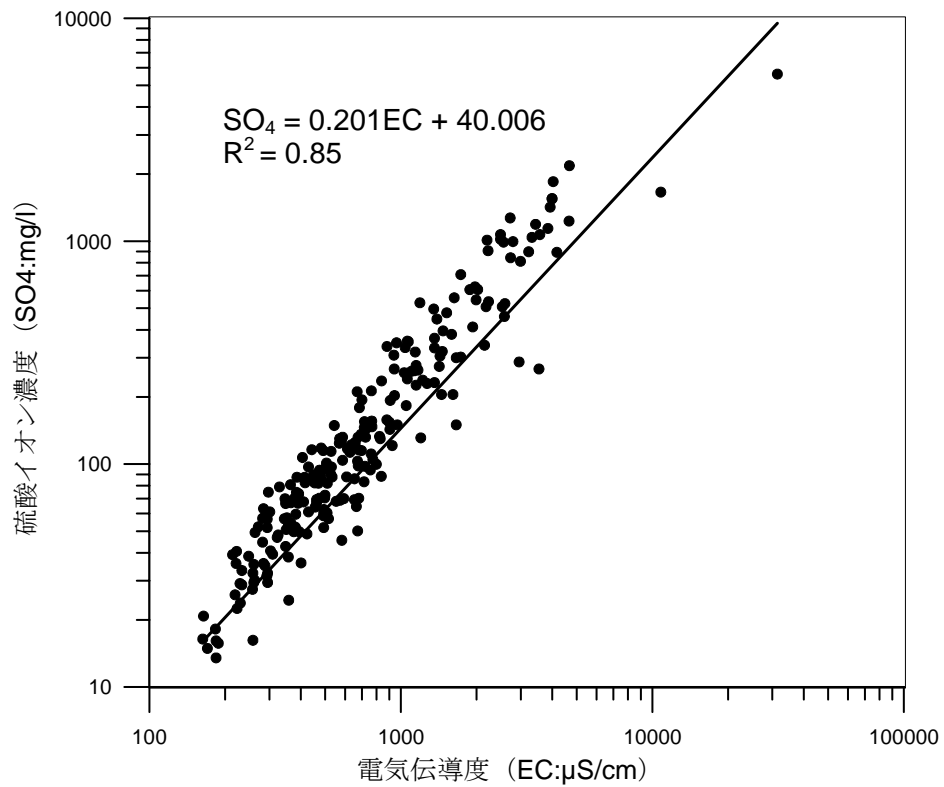


図 5.2.3 電気伝導度(EC)と硫酸イオン(SO₄)濃度との関係

表 5.2.8は今回の調査において測定した泉の電気伝導度を縣市別、泉タイプ別にまとめている。

表 5.2.8 泉の電気伝導度(EC)の調査結果

単位:S/m

県(市)	温泉	山区降下泉			平原区泉		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
トクソン	--	72.4	10.7	34.0	--	--	--
トルファン	--	272.0	29.4	60.0	139.0	16.4	43.8
シャンシャン	3,140.0	--	--	--	403.0	10.6	88.6
合計	3,140.0	272.0	10.7	52.4	403.0	10.6	64.8

シャンシャン県にある温泉と呼ばれる塩泉の電気伝導度極めて高く、31 mS/cm で、30 g/l 以上の塩分濃度に対応している。その泉の水質は飲用水としても、灌漑用水としても利用できない。

山区降下泉も平原区泉も電気伝導度が 10.6~400.0 S/m の間で変化し、泉水質のバラツキが大きいことを示している。特に一部の泉で測定した電気伝導度は 104.4 S/m と 116.2 S/m を超え、飲用水水質基準にある硫酸イオンと TDS の基準値を超えている可能性を示唆している。すなわち、トルファン盆地においては泉の利用率が高いが、その一部は TDS 或いは硫酸イオン濃度が高いので飲用に適していない。

電気伝導度が 100.0 S/m を超えた泉の水質を確認するため水質調査のサンプリング地点の泉の場所、電気伝導度値、推測塩分濃度及び硫酸イオン濃度と室内分析結果をまとめて、表 5.2.9に示した。

表 5.2.9 高電気伝導度の泉の塩分と硫酸

EC 単位:S/m、TDS と SO₄ 単位:mg/l

県(市)	泉名	EC	TDS	TDS	SO ₄	SO ₄	利用目的
トルファン	勝金 2#泉	135.0	1,240	1,176	496	311	灌漑
	大漢溝泉(合成)	139.0	1,090	1,213	447	319	灌漑
	煤窑溝観光区 5#泉	249.0	2,320	2,240	1,070	540	観光
	煤窑溝畜牧 2#泉	272.0	2,560	2,455	1,270	587	畜牧
シャンシャン	漢墩金泉	166.0	1,110	1,465	150	374	灌漑
	蘇巴什土峪溝泉	343.0	3,280	3,118	1,190	729	灌漑・飲用
	台孜泉	403.0	4,220	3,678	1,850	850	農業灌漑
	迪坎温泉	3,140.0	30,340	29,231	5,620	6,351	生態観光

※：電気伝導度からの推測結果

これらの泉の TDS は全部飲用水水質基準を超え、漢墩金泉を除いて硫酸の基準をも大幅に超えている。従って、飲用には適しない。

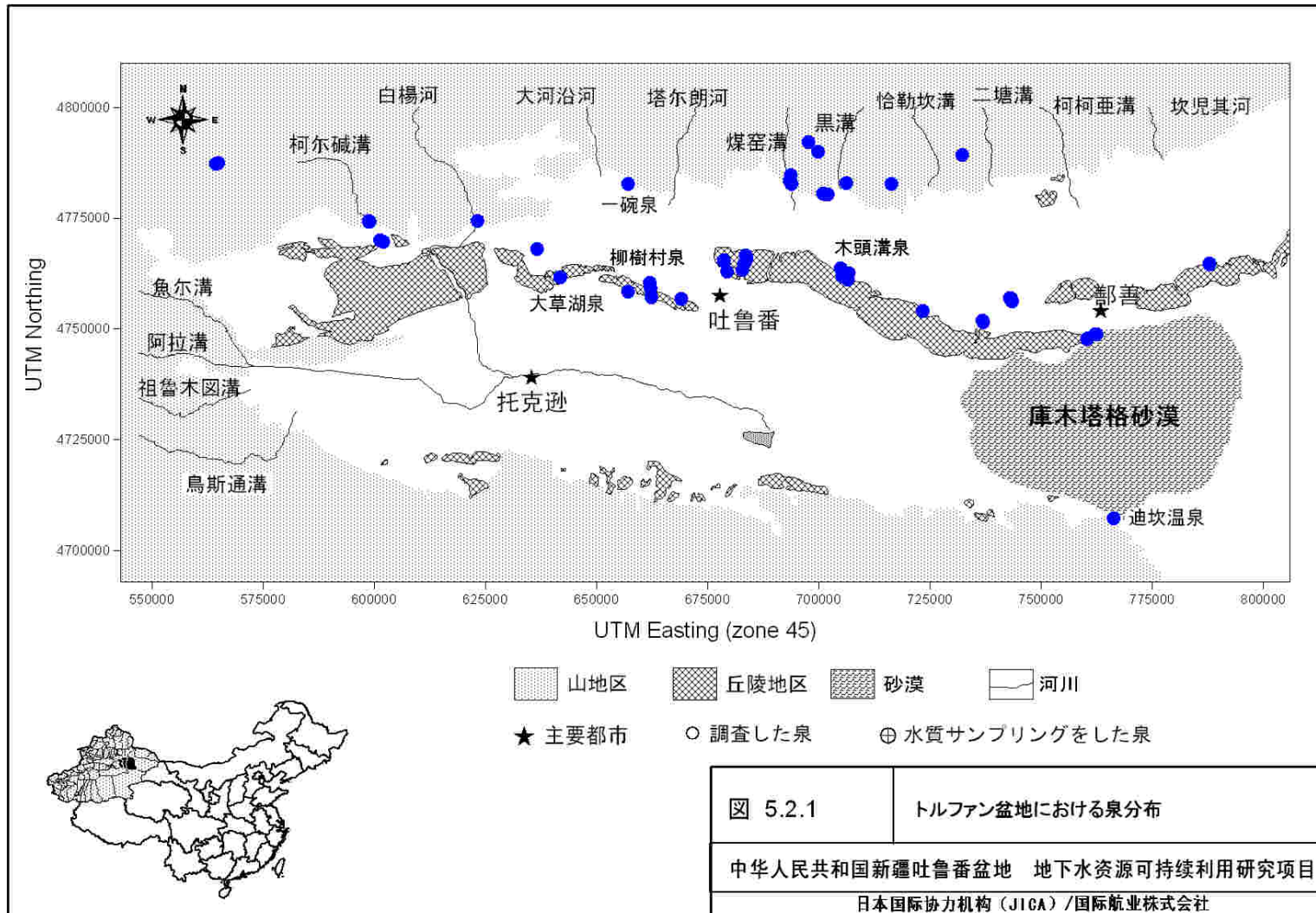
泉の水質はその涵養源である地下水の水質によって決められる。地下水の水質は帯水層を構成する岩質、地下水位、帯水層内或いは付近の鉱床等の地質因子によって変わる。従って、水質が悪い場合にその原因は以上の諸因子を総合的に検討した上でしか推測・判断できない。

山区降下泉の水質汚濁は石炭採掘等の鉱業に関連があると推測できる。煤窑溝という名前は炭鉱谷と言う意味を持つ中国語の地名であり、その近辺には炭鉱があることも確認された。

平原区泉の汚濁原因についてはその涵養源である帯水層が盆地内の強い蒸発によって塩分集積が進んでいるためと推測される。

c. 利用者の水質感覚

聞き取り調査では水質の味、臭い、美味しさ等の項目が含まれている。味、臭い項目に対して、問題があると答えられた地点はなかった。塩分濃度の極めて大きい迪坎温泉以外に、美味しくないと答えられたのは煤窑溝畜牧 1#泉だけである。その泉の電気伝導度は 40.0 S/m 未満で、高くはないが煤窑溝周辺の他の水質の良くない泉と同様に炭鉱の影響を受けていると推測される。



5.3 カナート

カナートは縦井戸を掘り井戸と井戸の間を暗渠でつなぎ上流から下流に向けて地下水を集水し流下させる古代からの地下水路であり、泉と同様昔からトルファンオアシスの形成及び存続には重要な役割を果たしてきた。カナートは人工構造物ではあるが、他の取水施設と比較して次の特徴を持っている。

- 自流灌漑が出来るので、灌漑のための動力設備が要らない。
- 水量が比較的安定。
- 蒸発損失が少ない。
- 風に運ばれた砂により埋められることがない。
- カナートの作成は簡単で、複雑な設備が不要。

トルファン盆地は中国においてカナートの最も多く利用されてきた地域である。トルファン盆地にあるカナートは現在取水するための実用上の目的以外に観光名物にもなっている。トルファン市内にはカナート博物館は2ヶ所もある（写真 5.3.1）。



写真 5.3.1 トルファンカナート博物館

昔、カナートはトルファン地域で人工的に作られた唯一の水利施設であり、“トルファンの生命の泉”と称された。特にトルファン盆地の東部地域では河川地表水の直接利用ができるまで水源のほとんどはカナートであった。しかし、1950年代からの河川水資源の開発、特に1970年代からの地下水開発によって、トルファン盆地内水資源利用量にカナートの占める割合が著しく減少しただけでなく、多くのカナートは枯渇し、カナートそのものの存続が問題になってきた。

今回の水資源利用現況調査ではカナートの現況(2004年)での利用状況だけでなく、カナートの利用歴史についても調査した。

5.3.1 カナートの現況

2003年にトルファン地区水利科学研究所が新疆ウイグル自治区水利庁の委託を受けてカナートの実態調査を実施した。その結果によれば、2003年時点ではトルファン盆地で利用できるカナートが420本ある。従って、今回のカナート利用現況調査の実測調査はそれら420本のカナートを中心に実施した。

a. カナート流量

a.1 実測結果

調査した420本のカナートは既に一部が枯れていた。本調査年の2004年に利用できるカナートの分布は図5.3.1に示す。今回調査したカナートの郷鎮別に集計した結果は表5.3.1に示す。

表 5.3.1 既存カナート数及び流量

県(市)	郷(鎮)	2003年	2004年	減少数	流量 (m ³ /s)
トクソン	伊拉湖郷	11	11	0	0.09714
	夏郷	15	12	3	0.2325
	郭勒布依郷	23	19	4	1.2311
	博斯坦郷	1	1	0	0.019
小計		50	43	7	1.57974
トルファン	恰特卡勒郷	80	65	15	0.85052
	葡萄溝郷	33	29	4	0.3635
	艾丁湖郷	62	31	31	1.25212
	亜尔郷	68	55	13	0.7277
	勝金郷	18	15	3	0.1377
小計		261	195	66	3.33154
シャンシャン	七克台鎮	36	26	10	0.59215
	城鎮	7	4	3	0.1075
	吐峪溝郷	4	4	0	0.186
	辟展郷	8	8	0	0.193
	迪坎郷	29	26	3	0.2132
	東巴扎郷	1	1	0	0.28
	連木沁鎮	22	22	0	1.084
	魯克沁鎮	2	2	0	0.0646
小計		109	93	16	2.72045
合計		420	331	89	7.63173

調査時点(2004年9月~10月)では、トルファン盆地内において、流量の測定できるカナートは331本ある。県市別にはトルファン市で一番多く195本、トクソン県では最も少ない43本、残る93本はシャンシャン県にある。流量もカナートの本数に同じトルファン、シャンシャン、トクソンの順で変わり、それぞれ3.33、2.72と1.58 m³/sである。年間で換算すれば1.05、0.85と0.50億 m³/年で、合計流量2.4億 m³である。

このカナート流量は年間山区河川からの流入量(9.175億 m³)と泉の湧水量(1.478億 m³)と比較すれば、それぞれ26%と162.8%に相当する。

本調査で得られたカナート流量を評価する場合、調査時の水文条件や水利用条件を考える必要がある。今回の実測調査を実施した2004年は渇水年である。それに実測の実施

期間 2004 年 9 月中旬から 10 月中旬までの約 1 ヶ月間は、トルファン盆地内での農業用水ピーク期を乗り越え、用水量が減少し始めた時期であった。カナート実測調査直前の農業用水ピーク期の影響、特に大量に地下水を汲み上げることによる地下水位の低下は止まりつつあるとは考えられるが、まだ回復期に入らない。すなわち、今回の調査は地下水位の比較的低い年の比較的低い時期に実施したので、調査結果としてのカナート流量は年内流量変化のうち少ない方にあると考えられる。

この調査年の水文条件や調査前の地下水利用条件の影響で、実測した 420 本カナートの内、35 本は水が溜まってはいるだけで、流れていないために流量測定ができない。これらのカナートは非灌漑期で地下水の汲み上げが止まると、回復する可能性が考えられるし、訪問調査で今回はカナートの渇水期で、豊水期では流れるとの回答もあった。

a.2 豊水年／渇水年との比較

実測時の流量とカナートの平均流量との差を検討するため、豊水年・渇水年、それに豊水期・渇水期の流量変化についても調べた。表 5.3.2は「調査年(2004 年)のカナート流量と比較して豊水年の流量増加が大きいか」との質問に対する解答をまとめたものである。全体的には大きいと答える方がやや多いが、こういう訪問調査自身の精度を考慮すれば、両者の差は有意ではないと考えられる。

表 5.3.2 調査年流量と比較して豊水年流量の増加量

県(市)	郷(鎮)	大きくない	大きい	無回答	全部
トクソン	伊拉湖郷	11			11
	夏郷	15			15
	郭勒布依郷	3	18	2	23
	博斯坦郷	1			1
トルファン	亜尔郷	1	67		68
	恰特喀勒郷	80			80
	勝金郷	16		2	18
	葡萄郷	2	29	2	33
	艾丁湖郷		50	12	62
シャンシャ	七克台鎮	19	11	6	36
	城鎮	2	2		4
	吐峪溝郷	7			7
	連木沁鎮		22		22
	辟展郷	4	2	2	8
	迪坎郷	11	14	4	29
	東巴扎	1			1
	魯克沁鎮		2		2
合計		129	164	18	311
割合		44.0%	56.0%	--	--

表 5.3.3は調査年(2004 年)のカナート流量と比較して渇水年の流量減少が大きいかの質問に対する解答をまとめたものである。大きいと答えたのは約 8 割を占め、調査年より流量の小さい年があると推測される。

表 5.3.3 調査年流量と比較して渇水年流量の減少量

県(市)	郷(鎮)	大きくない	大きい	無回答	全部
トクソン	伊拉湖郷		11		11
	夏郷		15		15
	郭勒布依郷	5	16	2	23
	博斯坦郷		1		1
トルファン	亜尔郷	1	67		68
	恰特喀勒郷	54	26		80
	勝金郷		16	2	18
	葡萄郷	2	29	2	33
	艾丁湖郷		50	12	62
シャンシャン	七克台鎮		30	6	36
	城鎮	2	2		4
	吐峪溝郷	7			7
	連木沁鎮		22		22
	辟展郷	5	1	2	8
	迪坎郷	11	14	4	29
	東巴扎	1			1
	魯克沁鎮		2		2
合計		88	302	30	420
割合		22.6%	77.4%	--	--

a.3 豊水期と渇水期の変化

表 5.3.4には調査時期(2004年9月～10月)のカナート流量と比較して豊水期の流量増加が大きいかの質問に対する解答をまとめている。大きいと答えたのは約7割を占め、流量の少ないカナートの流量回復が可能か等の質問とを合わせて考えれば、調査時の流量は豊水期流量より小さいと認められる。

表 5.3.4 調査時期の流量と比較して豊水期流量の増加量

県(市)	郷(鎮)	大きくない	大きい	無回答	全部
トクソン	伊拉湖郷	11			11
	夏郷	15			15
	郭勒布依郷	3	18	2	23
	博斯坦郷	1			1
トルファン	亜尔郷	1	67		68
	恰特喀勒郷	54	26		80
	勝金郷		16	2	18
	葡萄郷	2	29	2	33
	艾丁湖郷		50	12	62
シャンシャン	七克台鎮	19	11	6	36
	城鎮	2	2		4
	吐峪溝郷	7			7
	連木沁鎮		22		22
	辟展郷	4	2	2	8
	迪坎郷	7	18	4	29
	東巴扎	1			1
	魯克沁鎮		2		2
合計		127	263	30	420
割合		32.6%	67.4%	--	--

a.4 カナート流量の豊水期と渇水期

1年以内では、涵養量・利用量などの変動によって地下水位が上下し、カナート流量が影響を受け変動する。地下水位の長期観測結果に示されたように、トルファン盆地では地下水位の年内変動は数種類のパターンに分けられ、必ずしも盆地内では同じではない。トルファン盆地内では、カナート流量の多い時期（豊水期）と少ない時期（渇水期）は年内でどう分布するかについても聞き取り調査を実施した。

豊水期分布の調査結果は表 5.3.5にまとめている。各種関連因子の影響を受けた結果として、カナートの豊水期分布は1月から12月まで年中あるが、11月～3月の非灌漑期に集中している傾向が明らかである。灌漑期の3月～9月の間ではカナートの豊水期となる調査結果も一部あるが、比較的トクソン県に集中している傾向にある。夏季の灌漑期は地下水が多く汲み上げられる時期ではあるが、降雨量が多い時期でもある。地下水利用量が比較的少ないトクソン県及びトルファン市の一部地域では、地下水位は灌漑期の揚水量による低下と河川地表水からの浸透量増による上昇の両方が考えられる。結果としては、影響の大きいほうに従って地下水位が上下するので、河川地表水の浸透量が卓越している地域では、カナート流量の豊水期は雨季に現れると推測できる。

表 5.3.5 トルファン盆地内カナートの豊水期分布

豊水期 (月)	シャンジャン							トクソン				トルファン					合計	割合(%)	
	七克台鎮	城鎮	吐峪溝郷	連木沁鎮	辟展郷	迪坎郷	东巴扎	鲁克沁鎮	伊拉湖郷	夏郷	郭勒布依郷	博斯坦郷	亜尔郷	恰特喀勒郷	勝金郷	葡萄郷			艾丁湖郷
1~3	1																1	2	0.5
1~4										1							2	3	0.8
1~5											2						12	14	3.8
1~6										1							1	2	0.5
2~3										2	1							3	0.8
2~4	1																	1	0.3
2~5						1				2	8					5	16	4.3	
3~5					1					3	4					3	11	3.0	
3~6										1	1							2	0.5
4~5											2					3	5	1.4	
5~7											1							1	0.3
6~8					1					1								2	0.5
6~9										4					7			11	3.0
7~10														1				1	0.3
7~8										1								1	0.3
8~10											1							1	0.3
8~9										1								1	0.3
9~11																1		1	0.3
9~12	2																	2	0.5
9~5					1													1	0.3
10~1	1																	1	0.3
10~2		1													1			2	0.5
10~3	1														5			6	1.6
11~1										1								1	0.3
11~2																	5	5	1.4
11~3	23			22		17		2	11	15		1	47	80	18	13	10	259	70.2
11~5																	1	1	0.3
12~2															1	3		4	1.1
12~3										1					3			4	1.1
12~4										1						1		2	0.5
12~5																3		3	0.8
合計	29	1	0	22	3	18	0	2	11	15	20	1	67	80	18	31	51	369	100.0

カナート流量渇水期分布の調査結果は表 5.3.6にまとめている。7割以上のカナートの渇水期は5月～9月にある。すなわち灌漑用水による地下水の汲み上げに大きく影響されている。一方、今回調査においては大部分のカナートが渇水期にあり、カナートの平水期流量は今回調査結果より高い可能性が強いことを認められる。

表 5.3.6 トルファン盆地内カナートの渇水期分布

渇水期 (月)	シャンシヤン							トクソン				トルファン					合計	割合(%)	
	七克台鎮	城鎮	吐峪溝郷	連木沁鎮	辟展郷	迪坎郷	東巴扎	魯克沁鎮	伊拉湖郷	夏郷	郭勒布依郷	博斯坦郷	亜尔郷	恰特喀勒郷	勝金郷	葡萄郷			艾丁湖郷
1~3	1																	1	0.3
2~4	2																	2	0.5
3~5															8			8	2.2
4~10						1						1					2	4	1.1
4~8												1						1	0.3
4~9												1						1	0.3
5~10																1	1	1	0.3
5~7															1		1	1	0.3
5~8						8						14			1		23	6.3	
5~9		1				7						31				4	43	11.8	
6~10	19			22			2	11	15		1	6	80	18		7	181	49.6	
6~7										2					1		3	0.8	
6~8	5									4					20	17	46	12.6	
6~9					1	1				2		9				18	31	8.5	
6~11																1	1	0.3	
7~9										5							5	1.4	
7~10												1				1	2	0.5	
8~10												1					1	0.3	
9~10												1					1	0.3	
9~11										1							1	0.3	
10~1						1											1	0.3	
10~11											3						3	0.8	
10~12											2						2	0.5	
11~12												1					1	0.3	
12~3										1							1	0.3	
合計	27	1	0	22	1	18	0	2	11	15	20	1	67	80	18	31	51	365	100.0

b. カナート利用量

トルファン盆地ではカナート水源は主として農業（灌漑・畜産）と生活に利用されている。そのうち農業利用量が多い。表 5.3.7には各調査したカナートの農業関連利用率をまとめている。8割以上のカナートでは農業関連利用量はカナート水量の80%を超えている。

表 5.3.7 トルファン盆地内カナートの農業利用率一覧

県(市)	郷(鎮)	50%	80%	90%	95%	98%	100%	合計
トクソン	伊拉湖郷						11	11
	夏郷	1					14	15
	郭勒布依郷	9	2	8			3	22
	博斯坦郷	1						1
トルファン	亜尔郷				2		63	65
	恰特喀勒郷		50				30	80
	勝金郷						18	18
	葡萄郷	1	7	2		1	18	29
	艾丁湖郷		7	2			39	48
シャンシヤン	七克台鎮		24				8	32
	城鎮						4	4
	吐峪溝郷						7	7
	連木沁鎮						22	22
	辟展郷						6	6

県(市)	郷(鎮)	50%	80%	90%	95%	98%	100%	合計
	迪坎郷			1	11		10	22
	東巴扎						1	1
	魯克沁鎮						2	2
合計		12	90	13	13	1	256	385
割合(%)		3.1	23.4	3.4	3.4	0.3	66.5	100

トルファン盆地における利用目的別のカナート水源利用量は表 5.3.8に示している。農業関連利用量は2.16億m³であり、カナート流量全体の約90%を占める。農業利用では農地面積5,800ha以上の灌漑、家畜の羊6.4万匹、牛約9,000頭の給水に利用されている。生活関連利用量の内飲用と洗濯等の利用を含めて給水人口は約51,000人であり、トルファン地区人口全体の約1割に相当する。

表 5.3.8 トルファン盆地における目的別カナート水源利用量

県(市)	郷(鎮)	農業 利用量 (万立m ³)	灌漑面 積(ha) [※]	羊(匹)	牛(頭)	生活 利用量 (万立m ³)	給水 人口(人)
トクソン	伊拉湖郷	306	52.0				
	夏郷	723	204.7			10	2,550
	郭勒布依郷	2,643	538.0	6,140	1,100	1,240	5,528
	博斯坦郷	30	6.7	6,000	1,000	30	2,000
トルファン	亜尔郷	2,291	669.2			4	700
	恰特喀勒郷	2,412	1892.5	27,940	1,633	271	16,784
	勝金郷	434	37.0				
	葡萄郷	1,027	316.7	2,000	382	75	2,565
	艾丁湖郷	3,877	297.8	870	110	59	2,058
シャンシャン	七克台鎮	1,470	418.0	13,540	4,178	340	10,458
	城鎮	587	168.0				
	吐峪溝郷	339	177.3				
	連木沁鎮	3,419	641.7				
	辟展郷	319	94.7	7,000	550	290	7,000
	迪坎郷	642	284.0			30	1,740
	東巴扎	883	12.0				
	魯克沁鎮	204	48.0				
合計		21,606	5,858	63,490	8,953	2,349	51,383

※：一部灌漑面積不明なカナートもある。

c. カナートの構造

カナートは暗渠で地下水を集水・送水する施設であり、暗渠の作成や維持管理をするために暗渠に沿って多くの縦井戸が作られている。暗渠の長さ、縦井戸の本数及び深さはカナート構造上の基本的指標であり、実測調査したカナートの延べ距離、縦井戸数、井戸深および井戸を保護するための蓋の設置状況等を表 5.3.9～表 5.3.11にまとめている。

表 5.3.9 カナートの延べ距離の調査結果集計

単位：km

県(市)	郷(鎮)	最大	最小	平均
トクソン	伊拉湖郷	3.3	0.2	1.3
	夏郷	5.2	1	3.1
	郭勒布依郷	5.5	0.9	3.4
	博斯坦郷	10	10	10.0
小計		10	0.2	3.0
トルファン	亜尔郷	10	0.4	2.6
	恰特喀勒郷	12	2.5	5.4
	勝金郷	1.5	0.1	0.4
	葡萄郷	7	0.3	3.5
	艾丁湖郷	12	0.2	3.0
小計		12	0.1	3.6
シャンシャン	七克台鎮	10	0.8	4.9
	城鎮	3.5	2	2.8
	吐峪溝郷	6	3	4.4
	連木沁鎮	8	0.15	2.4
	辟展郷	2	0.06	1.1
	迪坎郷	4.1	0.7	1.8
	東巴扎	1.5	1.5	1.5
	魯克沁鎮	7	5	6.0
小計		10	0.06	3.1
合計		12	0.06	3.4

トルファン盆地では利用されているカナートの平均延べ距離は3.4 kmである。県市別には少しだけの差が見られ、トルファン市では3.6 kmで最も長く、シャンシャン県とトクソン県ではそれぞれ3.1と3.0 kmである。盆地内で最も長いカナートはトルファン市の恰特喀勒郷にあり、12 kmである。それに対して、一番短いのはシャンシャン県の辟展郷にあり、僅か60 mである。

表 5.3.10 カナートの縦井戸数調査結果の集計

単位：本、本/km

県(市)	郷(鎮)	最大	最小	平均	距離に対する平均
トクソン	伊拉湖郷	80	7	42.1	32.2
	夏郷	135	30	66.9	21.5
	郭勒布依郷	280	26	126.1	37.4
	博斯坦郷	166	166	166.0	16.6
トルファン	亜尔郷	450	18	139.3	48.9
	恰特喀勒郷	470	102	250.8	46.1
	勝金郷	60	5	38.2	86.1
	葡萄郷	347	10	153.4	44.3
	艾丁湖郷	450	15	155.9	51.1
シャンシャン	七克台鎮	700	37	182.7	37.6
	城鎮	68	40	54.0	19.6
	吐峪溝郷	630	350	471.4	107.5

県(市)	郷(鎮)	最大	最小	平均	距離に対する平均
	連木沁鎮	187	7	70.8	30.0
	辟展郷	70	5	30.6	27.5
	迪坎郷	350	50	132.6	62.3
	東巴扎	30	30	30.0	20.0
	魯克沁鎮	85	68	76.5	12.8

カナート 1 本あたりには縦井戸が 5 本から 700 本まで作られ、カナートの長さだけでなく、深さによっても変化する。トルファン盆地全体で平均すると、45 本/1km との結果であり、すなわち、縦井戸の間隔は平均して約 22 m である。

縦井戸の深さもカナート構造に関連する指標の一つである。縦井戸が深ければ深いほど、カナートの作成には困難度や労力が掛かる。また、縦井戸は集水及び送水暗渠の作成及び浚渫等の維持管理に必要なものであるが、風の多いトルファン盆地では縦井戸から土砂がカナートに入れば、暗渠の送水能力を弱める。従って、カナートシステムを保護するために縦井戸には木の枝や草等で蓋を作って覆う。表 5.3.11には縦井戸の深さに関連する調査結果を郷鎮別にまとめ、縦井戸を保護するための蓋の設置状況も記入した。

表 5.3.11 カナートの縦井戸深及び保護に関連する調査結果

単位：m、%

県(市)	郷(鎮)	最大深	平均深	縦井戸の蓋による保護			
				全部無	一部分	大部分	全部
トクソン	伊拉湖郷	43	20.7				100
	夏郷	87	47.5				100
	郭勒布依郷	65	40.4				100
	博斯坦郷	60	60.0	100			
トルファン	亜尔郷	90	36.4			27.9	72.1
	恰特喀勒郷	100	49.6	1.3			98.8
	勝金郷	45	9.2				100
	葡萄郷	70	39.5	3.2	3.2		93.5
	艾丁湖郷	75	22.7		1.9	3.8	94.2
シャンシャン	七克台鎮	90	61.7			10.0	80.0
	城鎮	35	25.0				100
	吐峪溝郷	50	42.9			14.3	85.7
	連木沁鎮	95	39.4				100
	辟展郷	30	22.1	25.0	12.5	12.5	50.0
	迪坎郷	30	19.0	7.1		3.6	89.3
	東巴扎	20	20.0				100
	魯克沁鎮	56	50.5				100
合計		100	45.4	1.8	1.8	6.5	90.0

トルファン盆地では縦井戸の最大深度は 100 m に達している調査結果があった。人力で 100 m もの深い井戸を掘るのはとても簡単にできるものとは考えられないので、回答者の深さ感覚は問題があると思われる。それを無視してもトルファン盆地全体で平均して、縦井戸の深さは 45.4 m もあるので、カナート作りはいかに大変かが伺われる。

縦井戸を保護に関する蓋の設置については、全部しているのは 90 % で、大部分が設置したのとあわせれば 96.5 % に上る。

d. カナートの枯渇と廃棄原因

カナートはトルファン盆地での水利用には重要であるが、地表水や揚水井戸の利用によって、年々減少している。調査時に水が出なくなり、一時枯渇したカナートの例は写真 5.3.2に、豊水期や豊水年でも水が出ず、完全に廃棄されたカナートの例は写真 5.3.3に示す。



写真 5.3.2 涸れたカナート



写真 5.3.3 廃棄されたカナート

カナートが廃棄された最大の原因は取水量が極端に減少するか断流して、実際に利用できなくなることである。今回の調査で訪問した 420 本のカナートのうち、87 本が枯れ

ていた。カナートが涸れた原因の調査結果は表 5.3.12に示す。86 本の涸れたカナートのうち、夏季の農業灌漑のために地下水の集中揚水量によって一時的に断水し、冬季には回復する可能性のある季節性カナートは 12 本で、約 14 %を占める。完全に放棄された 74 本のカナートのうち、流量が完全になくなり回復することもないため放棄されたのは 69 本で、約 80 %を占める。それ以外にカナート暗渠が崩れて放棄したのは 2 箇所、洪水や砂嵐で埋められたのは 1 ヶ所ずつあった。

表 5.3.12 涸れたカナートの調査結果集計

県(市)	郷(鎮)	調査数	季節性 断水	枯渇	洪水 埋め	砂嵐 埋め	崩れ	原因 不明
トクソン	夏郷	3		3				
	郭勒布依郷	3		1	1		1	
トルファン	恰特喀勒郷	15	2	12		1		
	勝金郷	3		3				
	亜尔郷	13		12			1	
	葡萄郷	4		4				
	艾丁湖郷	29	10	18				1
シャンシヤン	七克台鎮	10		10				
	城鎮	3		3				
	迪坎郷	3		3				
合計		86	12	69	1	1	2	1

e. カナートの維持管理

カナートは実用的な用途以外に、水利用やトルファンの生活、歴史に係わる文化財として重要視されている。カナートが枯渇した主な原因はその水源である地下水の水位低下で、暗渠による集水ができなくなることである。揚水井戸による地下水位の低下からカナートを保護するために、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 400 m の範囲内では新規井戸の作成制限、カナートの上流地域に土堤の建設制限等を決定した。

一方、カナートの水量を維持するためには頻繁な維持管理が必要である。よく維持されたカナートは概ね年に 1 回点検や拡張を実施する。維持管理の主な内容は暗渠に溜まった土砂を浚渫し、上流の方へ縦井戸 1 個か 2 個分延ばして、集水域を拡大する等である。写真 5.3.4はカナートの維持管理活動の現場の様子を示している。

浚渫や拡張・延長には暗渠の長さ・縦井戸の深さ等によって労働力や費用が異なる。労働力はカナートの利用者である農民が主体ではあるが、作業を効率的に実施するために、一部の郷ではカナートを維持管理するためのチームを設立し、専門的にカナートの管理を実施している。それらチームに関わる資金の大部分は農民から集めたもので、国からも小額の補助金が出ている。

カナートの維持管理にかかる費用についても調べた。表 5.3.13にはその調査結果をまとめている。1 回の浚渫や拡張・延長を実施するためにかかった費用は場所によりかなり異なり、人民元 1,000 元未満から 100,000 元までである。



写真 5.3.4 カナートの維持管理(浚渫)作業現場

表 5.3.13 カナートの維持管理費に関連する調査結果

郷(鎮)	シャンシャン							トクソン				トルファン				割合(%)		
	七克台鎮	城鎮	吐峪溝郷	連木沁鎮	辟展郷	迪坎郷	東巴扎	魯克沁鎮	伊拉湖郷	夏郷	鄯勒布依郷	博斯坦郷	垂尔郷	哈特喀勒郷	勝金郷		葡萄郷	艾丁湖郷
<1000										2							1	0.8
1000	1			2					1	1					6	2	4	4.8
2000				3					3	2						2	4	3.9
3000	1					2							3			2	4	3.4
4000						1			1	2	1		5				5	4.2
5000	1			2	1	9			2	3	1		8	1	6	5	6	12.6
6000	1					3			1		1		5				3	3.9
7000						3				1			3			2	1	2.8
8000			1		1	2				1			5	1		1	1	3.6
10000	6		3	2	1	1	1		3	1	4		11	11		5	5	15.1
11000											1					2		0.8
12000						1							3			1	2	2.0
13000					1													0.3
15000	3		1			1				1	1		8	19		3	2	10.9
16000	1										1			1			1	1.1
17000														2				0.6
18000	1			2									1	3				2.0
20000	3	1		2	2	1					1		8	19	3		1	11.5
22000				1									1					0.6
25000	2									3				12			2	5.3
28000		1																0.3
30000	3		2	1	1	1			1			1	5					4.5
35000	2													2				1.1
40000				1					1	1								0.8
50000				3						1	1			2				2.0
60000														1				0.3
70000				1														0.3
100000				2														0.6
合計	16,960	24,000	16,143	28,455	15,143	7,880	10,000	35,000	5,182	17,200	7,625	50,000	10,581	19,899	6,400	7,520	7,071	100

地域全体の費用累計曲線は図 5.3.2に示す。トクソン県では8割以上のカナートの維持管理費は15,000元以下であり、相対的に安い。トルファン市では管理費が15,000元以下のカナートは全体の約71%を占める。シャンシャン県では管理費が15,000元以下のカナートの全体に占める割合は60%である。他の2県市と比較して、シャンシャン県での維持管理費が高い。

毎年1回カナートの浚渫を実施することは、カナートの機能維持、水量保障には望ましいが、高価な維持管理費用は年に一度の浚渫を実施するネックになっている村もある。一部放棄されたカナートは、修復用資金の確保さえできれば、復活できると言われている。

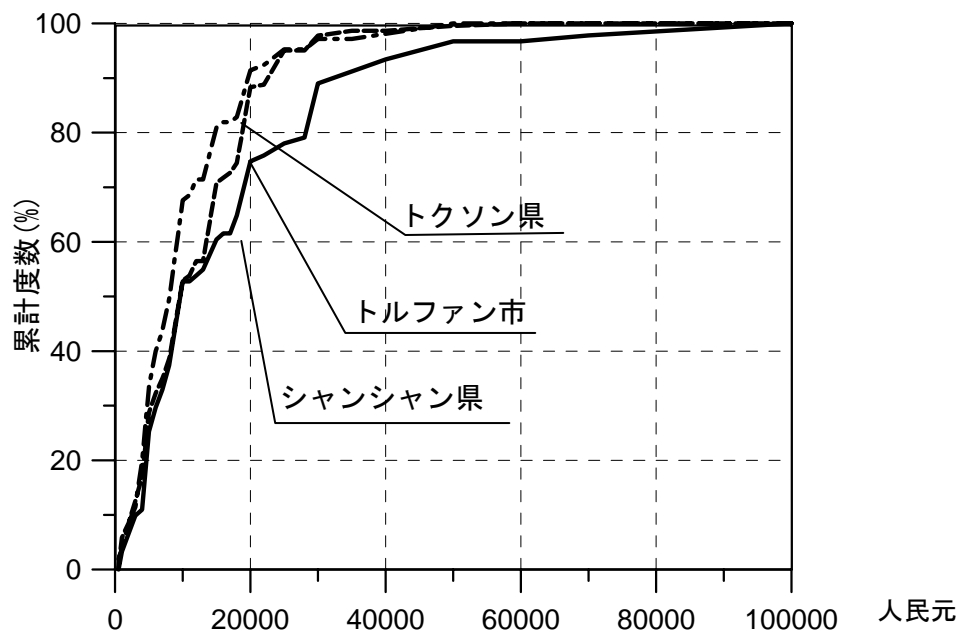


図 5.3.2 カナートの維持管理にかかる費用の累計曲線

浚渫等の維持管理活動は毎年実施するカナートがあれば、費用がかさむため数年間に1回のペースで実施する所もある。その実態を把握するため、最近実施された浚渫作業の実施年を調べた(表 5.3.14と図 5.3.3を参照)。

表 5.3.14 最近実施された浚渫年の調査結果

最近の浚渫実施年	シャンシャン						トクソン				トルファン					合計
	七克台鎮	城鎮	吐峪溝郷	辟展郷	迪坎郷	東巴扎	伊拉湖郷	夏郷	郭勒布依郷	博斯坦郷	亜尔郷	恰特喀勒郷	勝金郷	葡萄郷	艾丁湖郷	
1973															1	1
1992									1							1
1996									1							1
1997	1														1	2
1998													1			1
1999													1			1
2000												1	1	1		3

最近の浚渫実施年	シャンシャン						トクソン				トルファン					合計
	七克台鎮	城鎮	吐峪溝郷	辟展郷	迪坎郷	東巴扎	伊拉湖郷	夏郷	郭勒布依郷	博斯坦郷	亜尔郷	恰特喀勒郷	勝金郷	葡萄郷	艾丁湖郷	
2001	1											1		4		6
2002					1		1		2			29	2	2	1	38
2003	19	1	7	6	23	1	9	14	3	1	53	41	5	11	33	227
2004	4	1		1			1	1	11		6	1	8	8	6	48
合計	25	2	7	7	24	1	11	15	18	1	59	73	15	28	43	329

調査を実施した 2004 年に浚渫を実施したカナートが 48 ケ所あり、当該項目回答数 329 に対して、約 15 % を占める。調査実施完了後の冬時期にさらにこの数字が増えると推測できる。1 年間隔で、2003 年に実施した浚渫数は最も多く、227 ケ所であり、全体の約 69 % を占める。3 年以内 1 回浚渫を実施したカナート数を合わせて、313 ケ所となり、全体の 95 % を占める。

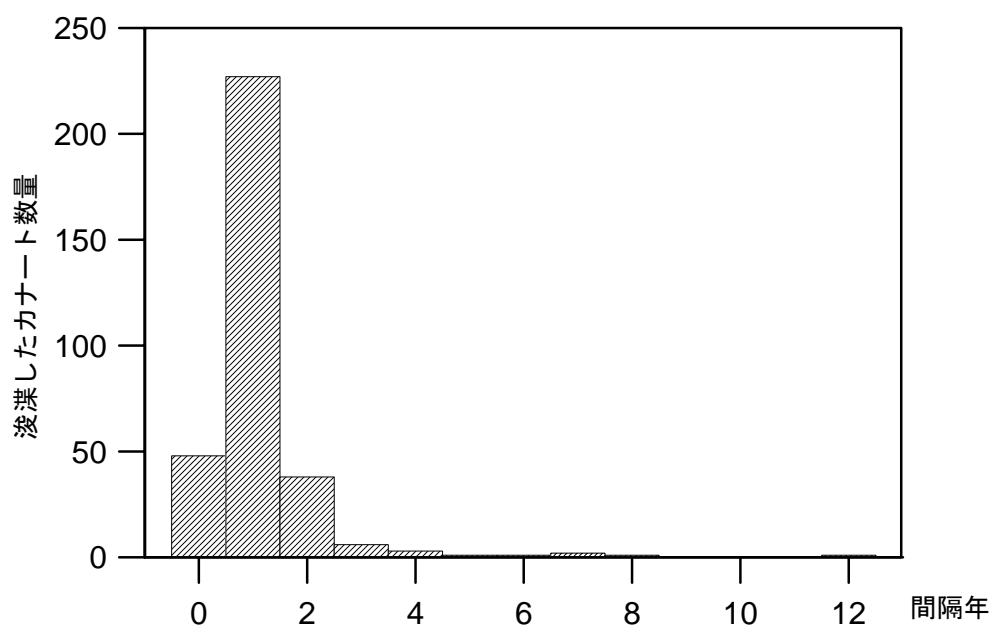


図 5.3.3 2004年までの浚渫作業を実施した間隔年

5.3.2 カナートの水質

カナートは重要な水源であり、灌漑だけでなく飲用水としても多く利用されている。しかし、カナートの水質が飲用目的に対して適しているかどうかの検討は少なかった。今回の調査で測定できるすべてのカナートにつき、水温、pH と電気伝導度を現場で測定した。

a. 温度

水温調査の結果は表 5.3.15にまとめている。水温の変動幅が比較的大きく、平均気温より高い 33.5 °Cから常温帯の温度に相当する 12.4 °Cまでである。平均して 16.8 °Cである。

表 5.3.15 カナート調査における水温測定の結果

県(市)	郷(鎮)	最大温度	最小温度	平均温度
トクソン	伊拉湖郷	19.4	16.4	17.8
	夏郷	22.2	18.4	21.0
	郭勒布依郷	18.2	15.6	16.5
	博斯坦郷	16.4	16.4	16.4
トルファン	亜尔郷	19	12.6	15.9
	恰特喀勒郷	19.6	13.2	16.4
	勝金郷	17.6	14.2	15.9
	葡萄郷	18	14.1	16.0
	艾丁湖郷	17.8	14	16.1
シャンシャン	七克台鎮	18.4	13	16.8
	吐峪溝郷	18.6	12.4	16.1
	葡萄開発公司	17	16.6	16.8
	連木沁鎮	17.6	13.6	15.5
	辟展郷	18	13.8	16.2
	迪坎郷	33.5	16.7	21.6
	東巴扎	15.6	15.6	15.6
	魯克沁鎮	16.2	15.8	16.0
合計		33.5	12.4	16.8

b. pH

pH は中国の飲用水水質基準にある項目であり、6.5~8.5 と規定されている。それに対して、トルファン盆地内のカナート水の数ヶ所が高い方の 8.5 を超えている。また、全体を見ると、カナート水はアルカリ性が強い傾向にある。

表 5.3.16 カナート調査における pH 測定の結果

県(市)	郷(鎮)	最大 pH	最小 pH	平均 pH
トクソン	伊拉湖郷	8.5	8	8.2
	夏郷	8.1	7	7.4
	郭勒布依郷	7.7	7	7.5
	博斯坦郷	8.2	8.2	8.2
トルファン	亜尔郷	8.9	7.3	7.8
	恰特喀勒郷	8.2	7	7.5
	勝金郷	8.2	7.1	7.6
	葡萄郷	7.8	7	7.1
	艾丁湖郷	8.2	7	7.6
シャンシャン	七克台鎮	8.2	7	7.5
	城鎮	7.3	7.1	7.2
	吐峪溝郷	7.9	7.4	7.5
	連木沁鎮	8.5	7.2	7.7
	辟展郷	7.6	7.2	7.3

県(市)	郷(鎮)	最大 pH	最小 pH	平均 pH
	迪坎郷	8.1	7.2	7.6
	東巴扎	7.4	7.4	7.4
	魯克沁鎮	8	7.6	7.8
トルファン盆地全体		8.9	7	7.6

c. 電気伝導度(EC)

トルファン盆地では電気伝導度が水の塩分濃度 (TDS) と硫酸イオン濃度と高い相関関係があるので、電気伝導度の値から調査した水の塩分濃度や硫酸イオンを推測できる。電気伝導度の調査結果はまとめて表 5.3.17に示す。

表 5.3.17 カナート調査における電気伝導度測定の結果

単位: S/m、本

県(市)	郷(鎮)	最大 EC	最小 EC	平均 EC	EC 観測数	EC>104.4 (硫酸評価)		EC>116.2 (TDS 評価)	
						本数	%	本数	%
トクソン	伊拉湖郷	234.0	78.7	137.2	11	9	81.8%	5	45.5%
	夏郷	178.0	33.3	93.6	12	4	33.3%	4	33.3%
	郭勒布依郷	213.0	51.8	88.4	20	4	20.0%	4	20.0%
	博斯坦郷	44.9	44.9	44.9	1	0	0.0%	0	0.0%
小計		234.0	33.3	101.0	44	17	38.6%	13	29.5%
トルファン	亜尔郷	209.0	24.8	103.3	53	31	58.5%	29	54.7%
	恰特喀勒郷	312.0	11.5	62.4	65	10	15.4%	9	13.8%
	勝金郷	368.0	16.6	142.8	15	10	66.7%	9	60.0%
	葡萄郷	627.0	86.1	248.1	27	22	81.5%	20	74.1%
	艾丁湖郷	868.0	83.6	295.4	31	30	96.8%	25	80.6%
小計		868.0	11.5	144.1	191	103	53.9%	92	48.2%
シャンシャン	七克台鎮	182.0	14.4	62.9	25	4	16.0%	4	16.0%
	城鎮	171.0	6.3	126.1	3	2	66.7%	2	66.7%
	吐峪溝郷	264.0	34.2	107.8	4	1	25.0%	1	25.0%
	連木沁鎮	195.0	12.0	56.5	22	4	18.2%	3	13.6%
	辟展郷	114.0	21.8	68.4	7	1	14.3%	0	0.0%
	迪坎郷	531.0	38.3	177.8	24	12	50.0%	11	45.8%
	東巴扎	1,088.0	1,088.0	1,088.0	1	1	100.0%	1	100.0%
	魯克沁鎮	87.4	80.2	83.8	2	0	0.0%	0	0.0%
小計		1,088.0	6.3	109.3	88	25	28.4%	22	25.0%
合計		1,088.0	6.3	128.8	323	145	44.9%	127	39.3%

電気伝導度の変化幅は 6.3 S/m~1,088.0 S/m まで大きい。トルファン盆地全体の平均値を見ると、128.8 S/m であり、危険指標である 104.4 と 116.2 S/m を超えている。すなわち、トルファン盆地内における多くのカナートは飲用水としての利用はできないと考えられる。そのうち、東巴扎郷ではただ 1 本のカナートしか残されていないが、その電気伝導度が極端に高く 1,000.0 S/m を超えて、飲用目的だけでなく、灌漑にも利用できない。

項目別に検討した結果、電気伝導度が 104.4 S/m を超え、硫酸イオンが飲用水水質基準値を超える可能性が高いカナートは 145 本で、調査したカナートの約 45 % を占める。電気伝導度が 116.2 S/m を超え、TDS が同基準を超える可能性の高いカナートは 127 本で、カナート全体の約 39 % を占める。

電気伝導度の調査結果によると、カナート水の半分弱は飲用に対し不適である。その他の水質項目を確かめた上、飲用水水源としての利用を続けるかを検討する必要がある。今回の調査結果に基づいて作成した電気伝導度分布は図 5.3.4に示す。

水質項目を確かめるためにカナート水の味と臭いに関する感覚も調べた。臭いについては感じたという答えがなかった。味に対しては回答が得られた 323 箇所の内、美味しくないと答えられたのは5ヶ所があり、表 5.3.18にまとめている。5本のカナートのうち、電気伝導度の最小値が 125.0 S/m であり、塩分濃度と硫酸イオン濃度が高いことを示唆している。さらに、電気伝導度が 531.0 S/m までのカナートについては、塩辛さが感じられるが、トルファン盆地で電気伝導度の最も大きい 1,088.0 S/m の値を有するカナート水の味は苦い。

表 5.3.18 美味しくないと確認されたカナート一覧

県(市)	郷(鎮)	村	カナート名	EC(S/m)	異味
トルファン	葡萄郷	布拉克	阿洪	156.0	やや塩辛い
	亜尔郷	琼克瑞克	馬泰	125.0	塩辛い
シャンシャン	迪坎郷	五尔蒙	琼長毛孜	128.0	塩辛い
	東巴扎	東巴扎	卡格吐尔	1,088.0	苦い
	迪坎郷	塔什塔判村	莫吐素甫	531.0	塩辛い

5.3.3 カナートの歴史

昔からカナートがトルファン盆地で利用されてきたが、歴史資料が少ないので、ここでは、既存資料特に 2003 年トルファン水利科学研究所によって実施されたトルファン盆地内カナートの調査結果（以後、水科所調査と記す）に基づいて検討する。検討期間は今回調査の地下水シミュレーションモデルの検討期間と一致させ、1994 年から 2003 年の 10 年間を検討する。

a. カナートの最大可能出水量

a.1 既存資料

今回の調査では 420 本のカナートを現地調査し、2004 年時点で利用できた 331 本のカナートの流量を明らかにした。2003 年の水科所調査の報告には今回調査した 420 本のカナート以外に 707 本の 2003 年時点で既に涸れたカナートの調査結果が含まれている。そのうち最大流量の欄に 364 本のカナートの流量値が記入されている。これらの結果を合わせると、検討が可能なカナートの資料は 1,127 本であり、そのうち、流量データのあるカナートは 695 本である。

a.2 不足資料の補間

最大可能出水量を算出するには、既存資料にあるすべてのカナートに流量データを補間する必要がある。そのためにまず流量資料のあるカナートの地域的分布の特性を算出し、郷単位でカナートの平均流量を求め、それをその郷にある流量資料のないカナートの流量とする。

過去 10 年間のカナート流量を検討するには、カナートの作成年と枯渇年資料が必要である。全部で 1,127 本カナートのうち、作成年資料のあるのは 764 本のカナートであり、

そのうち検討期間の開始年以後に作成されたカナートは 1 本だけであるので、すべてのカナートは検討期間開始前に作成されたと仮定しても、誤差が小さいと判断できる。

作成年に対して枯渇年の影響が大きく、計算年までには枯渇したカナートの流量はその計算年の流量集計からはずさなければならない。全部のカナート資料のうち、枯渇年資料のあるカナートは 972 本で、約 86 % を占める。枯渇年データのないカナートは 145 本ある。論理的には、近い時期に枯渇したカナートなら、そのデータが取れた可能性が高いなので、枯渇したデータのないカナートは比較的過去の時点で枯渇したと仮定して、その 145 本のカナートは全部今回の計算から省くことにした。

b. カナート流量の経年変化

補完されたデータを利用して、2003 年までに枯渇したカナートの流量を図 5.3.5 に示したフローチャートにより算出した。計算対象年のカナート流量計算に入れるカナートは枯渇したかの判断によって選出し、流量データのないカナートに所在郷のカナート平均流量を与えた。

計算結果は表 5.3.19 に示している。10 年間県市別カナート流量変化は図 5.3.6 に示す。

1994 年～2004 年の 11 年間では、トルファン盆地でのカナート流量は $14.0 \text{ m}^3/\text{s}$ (4.4 億 $\text{m}^3/\text{年}$) から $7.63 \text{ m}^3/\text{s}$ (2.4 億 $\text{m}^3/\text{年}$) までほぼ半減した。年減少量は 1,110 万 $\text{m}^3/\text{年}$ から 2,900 万 $\text{m}^3/\text{年}$ であり、平均して約 2,000 万 $\text{m}^3/\text{年}$ である。特にシャンシャン県の達浪坎郷では、1994 年には $0.42 \text{ m}^3/\text{s}$ (4,800 万 $\text{m}^3/\text{年}$) の流量があったが、1990 年代の後半に急激に減少し、2001 年では既に全滅した。

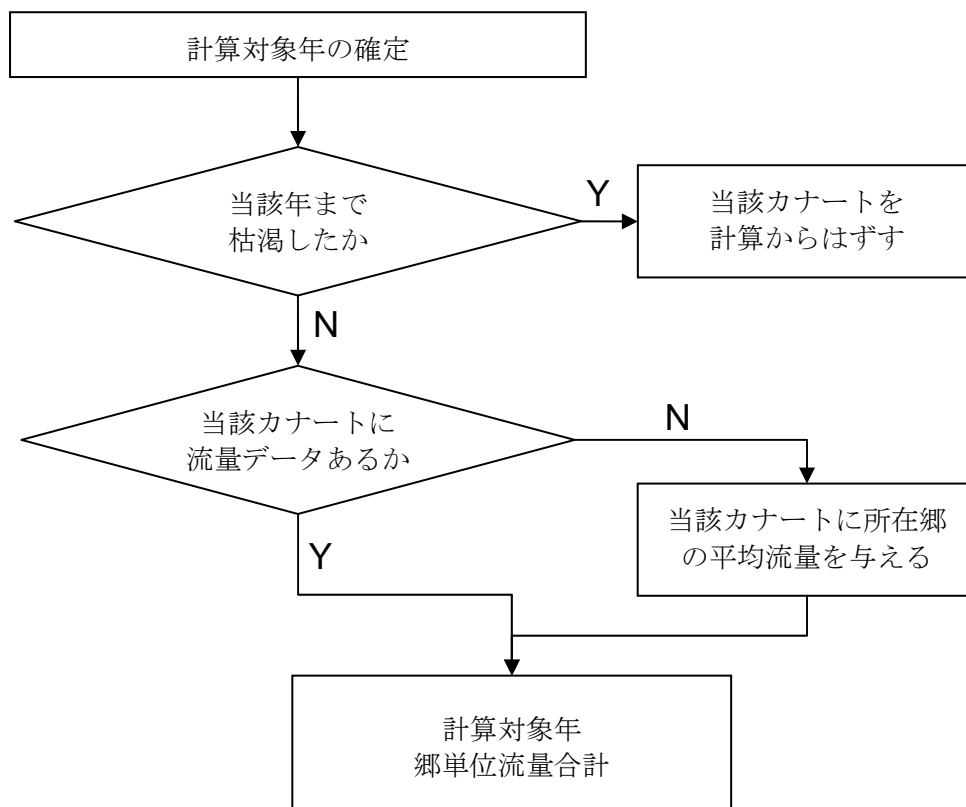


図 5.3.5 カナート過去流量の計算手順

表 5.3.19 過去 10 年間トルファン最大可能カナート流量計算結果

県	郷鎮	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
トクソン	伊拉湖郷	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	夏郷	0.37	0.31	0.31	0.31	0.31	0.29	0.29	0.28	0.25	0.25	0.23
	郭勒布依郷	1.68	1.59	1.25	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
	博斯坦郷	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	小計	2.17	2.02	1.67	1.66	1.66	1.64	1.64	1.62	1.60	1.60	1.58
トルファン	亜尔郷	1.48	1.47	1.46	1.37	1.35	1.33	1.17	1.02	0.98	0.98	0.73
	恰特喀勒郷	1.59	1.59	1.57	1.36	1.29	1.28	1.27	1.25	1.14	1.08	0.85
	勝金郷	0.31	0.29	0.29	0.29	0.25	0.23	0.21	0.21	0.19	0.18	0.14
	葡萄郷	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.38	0.38	0.38	0.36	0.36	0.36
	艾丁湖郷	2.42	2.26	2.20	2.18	2.09	1.77	1.58	1.40	1.31	1.28	1.25
	小計	6.22	6.04	5.94	5.61	5.41	4.99	4.60	4.26	3.99	3.89	3.33
シヤンシヤン	七克台鎮	0.95	0.94	0.94	0.94	0.86	0.74	0.67	0.63	0.62	0.62	0.59
	城鎮	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
	達浪坎郷	0.42	0.39	0.35	0.22	0.07	0.07	0.07	0	0	0	0
	吐峪溝郷	1.07	0.82	0.82	0.66	0.62	0.50	0.50	0.27	0.23	0.11	0.19
	連木沁鎮	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.20	1.08	1.08
	辟展郷	0.50	0.38	0.38	0.38	0.38	0.31	0.31	0.31	0.19	0.19	0.19
	迪坎郷	0.85	0.67	0.58	0.53	0.43	0.37	0.36	0.35	0.24	0.22	0.21
	東巴扎	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
	魯克沁鎮	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	小計	3.03	2.73	2.64	2.59	2.49	2.36	2.35	2.34	1.98	1.85	1.83
	合計(m ³ /s)	14.00	13.07	12.50	11.79	11.22	10.40	9.94	9.23	8.52	8.16	7.63
	合計(10,000m ³ /年)	44,135	41,230	39,410	37,191	35,370	32,807	31,341	29,120	26,870	25,748	24,067

c. カナート本数の経年変化

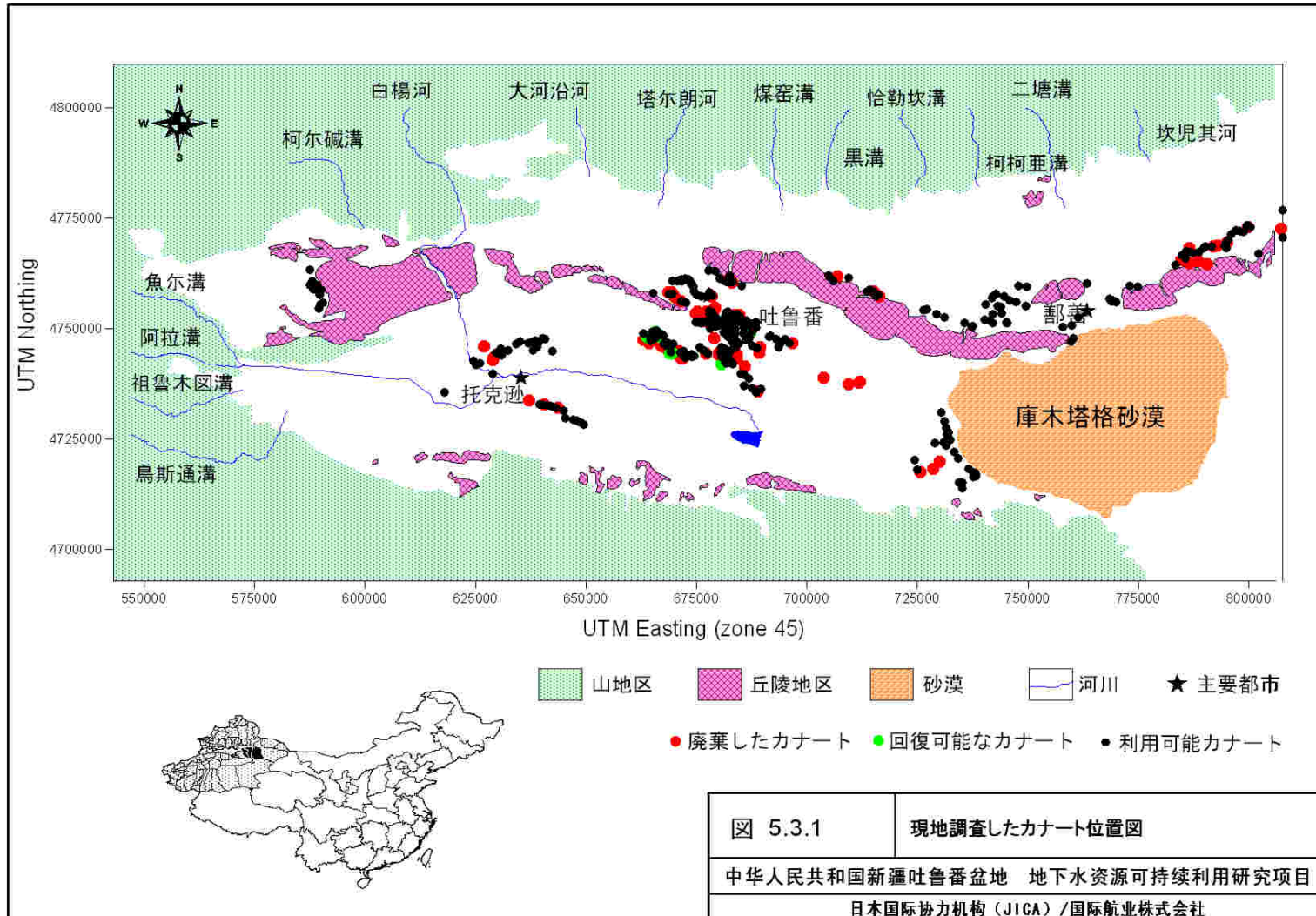
1994 年～2004 年の郷単位カナート数の変化は表 5.3.20に示す。県市別過去 10 年間のカナート本数変化は図 5.3.7に示す。1994 年トルファン盆地においては 586 本のカナートがあった。過去 10 年間では年間 10 本から 40 本の速度でカナートが減少し、平均して年間 25.5 本で減少した。

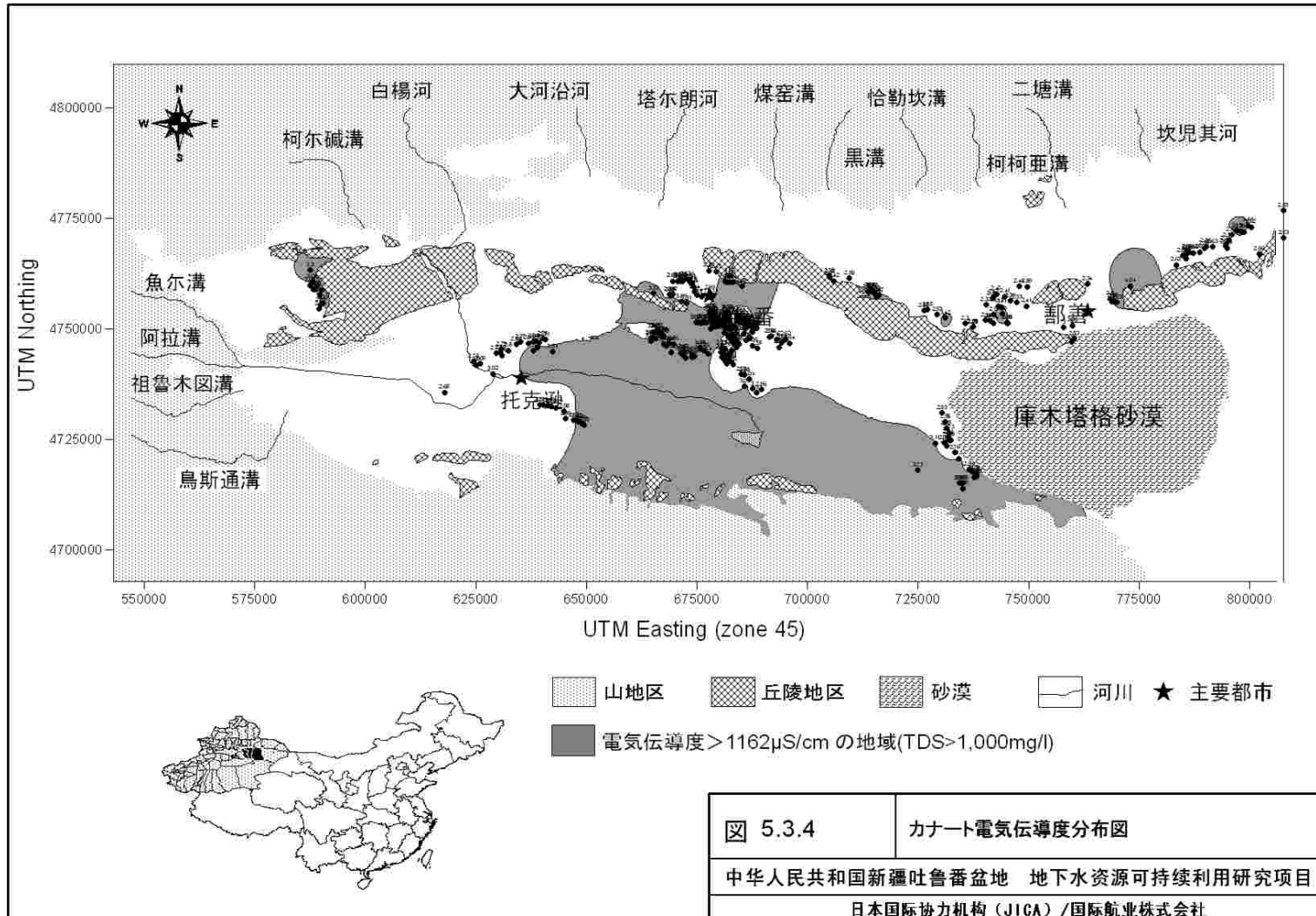
表 5.3.20 過去 10 年間トルファン郷別のカナート本数変化

県	郷鎮	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
トクソン	伊拉湖郷	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	夏郷	18	16	16	16	16	15	15	14	13	13	12
	郭勒布依郷	28	27	21	20	20	20	20	20	20	20	19
	博斯坦郷	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	小計	58	55	49	48	48	47	47	46	45	45	43
トルファン	亜尔郷	91	90	89	85	84	82	76	70	67	67	55
	恰特喀勒郷	94	94	93	88	87	86	85	83	80	77	65
	勝金郷	24	23	23	23	21	20	19	19	18	17	15
	葡萄郷	33	33	33	33	33	30	30	30	29	29	29
	艾丁湖郷	77	70	68	66	62	51	44	38	34	33	31
	小計	319	310	306	295	287	269	254	240	228	223	195
シヤンシヤン	七克台鎮	41	40	40	40	36	31	29	28	27	27	26
	城鎮	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	達浪坎郷	10	9	7	4	1	1	1	0	0	0	0

県	郷鎮	199 4	199 5	199 6	199 7	199 8	199 9	200 0	200 1	200 2	200 3	200 4
	吐峪溝郷	25	19	19	16	14	12	12	8	7	4	4
	連木沁鎮	25	25	25	25	25	25	25	25	23	22	22
	辟展郷	17	13	13	13	13	11	11	11	8	8	8
	迪坎郷	83	67	59	54	44	40	39	38	27	26	26
	東巴扎	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	魯克沁鎮	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	小計	209	181	171	159	140	127	124	117	99	94	93
	合計	586	546	526	502	475	443	425	403	372	362	331

5-35





5-37

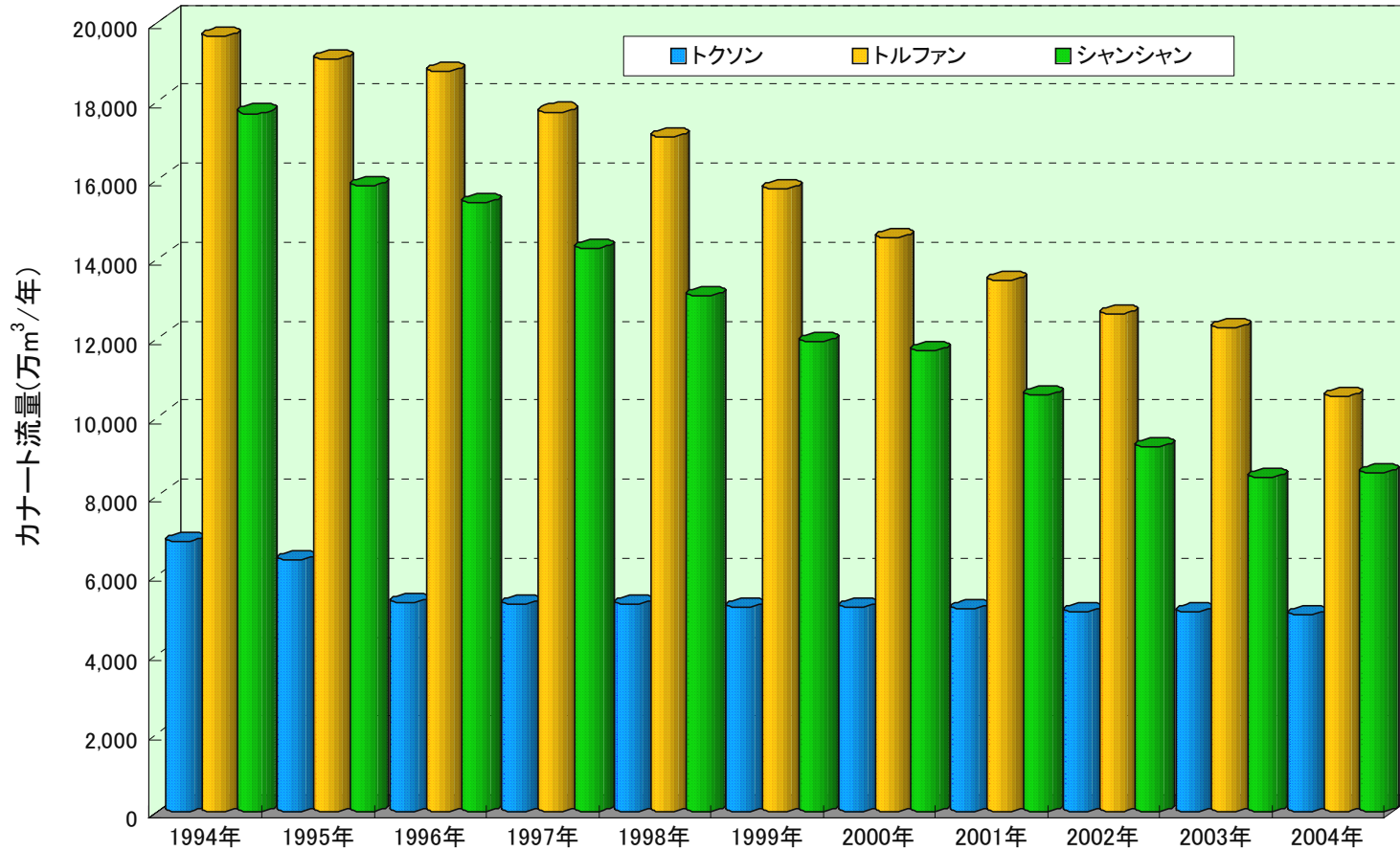


図 5.3.6 10年間縣市別カナート流量変化

5-38

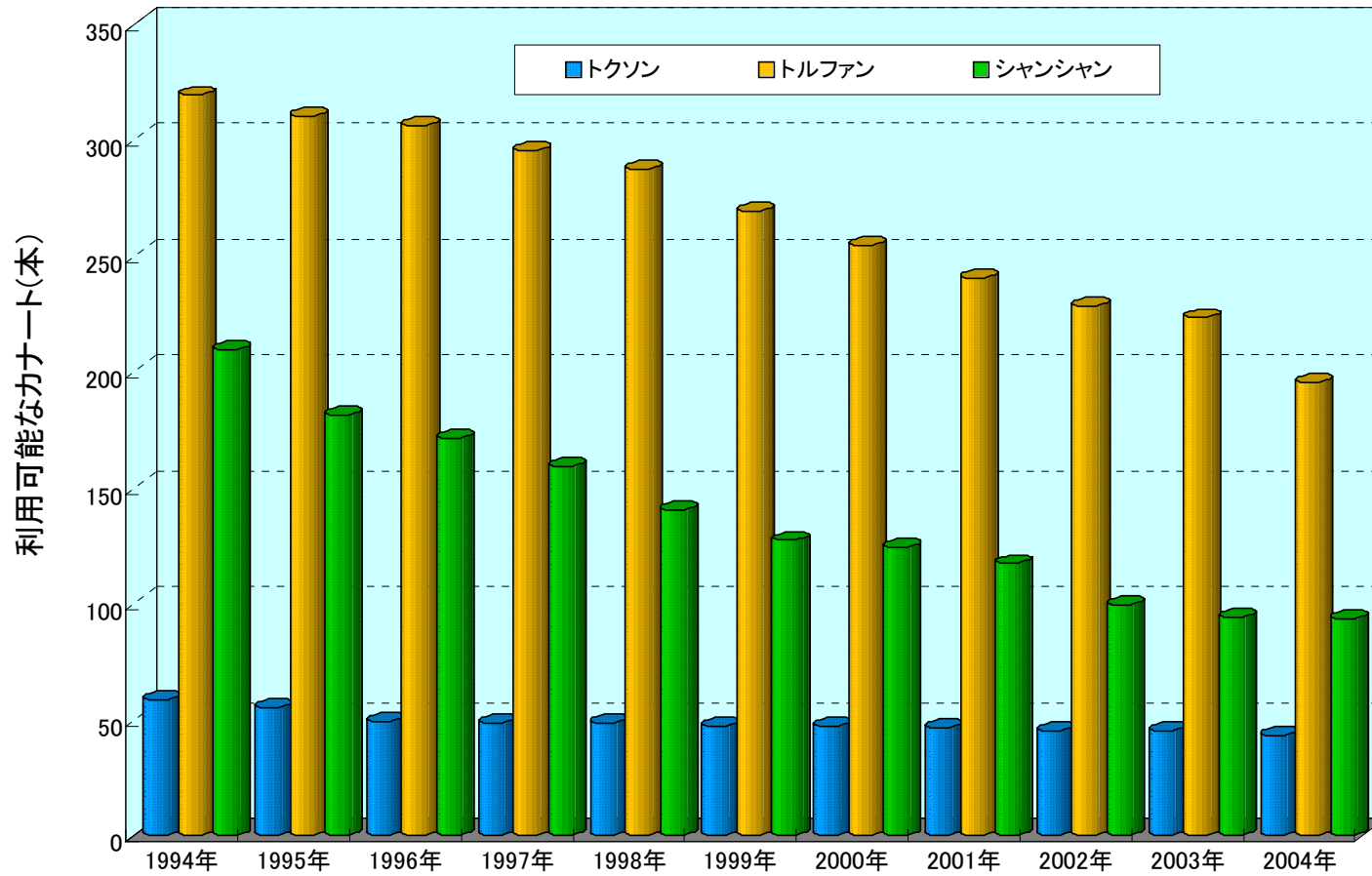


図 5.3.7 縣市別過去 10 年間カナート本数変化

5.4 井戸

1950年代までトルファン盆地ではカナート以外に、一般的な意味での揚水井戸はなかった。今回の調査ではトルファン盆地における既存井戸だけではなく、かつて作成されたがすでに廃棄された井戸の資料をも全部収集した。トルファン盆地で最も古い井戸は1954年にトルファン市三堡郷で作成された60m深さの井戸であり、この井戸は2001年に廃棄された。

現在トルファン盆地において利用している井戸数は5,000本以上で、揚水量は6億m³/年を超え、各種水源の中で利用量の一番多い水源となっている。地下水の利用によって農業生産、生活給水、工業や他の産業活動が発展した反面、カナートの枯渇、地下水位低下、砂漠化の進行等様々な環境問題も引き起こされた。

5.4.1 井戸数

a. 現況井戸数

井戸の訪問及び実測を行うため、各郷で調査を実施する前に、当該郷の水管理所、電力管理所等井戸の作成・利用・管理に係わった関連機関を訪問し、既存の井戸や農業用電力消費量に関連する資料を収集した。さらに、各村では村長に調査目的を説明し、各井戸の現場まで案内してもらった。すなわち、現在の水管理所の記録にあった全ての井戸、各村の村長や井戸管理担当者の知っている全ての井戸の資料収集及び実測調査が実現した。結果として、ほとんどの郷、鎮では既存の井戸記録よりも調査した井戸数が多かった。

今回の調査で井戸の利用状況に拘らず、廃棄された井戸も、埋められていなければ、井戸の現場を訪問して、位置の確定や水位測定等を実施した。調査した井戸総数は5,664本であり、そのうち、調査時点(2004年)で利用されている、或いは、利用可能な状態にある井戸は5,254本である。トルファン盆地内各縣市単位での利用可能井戸数分布は図5.4.1に示している。

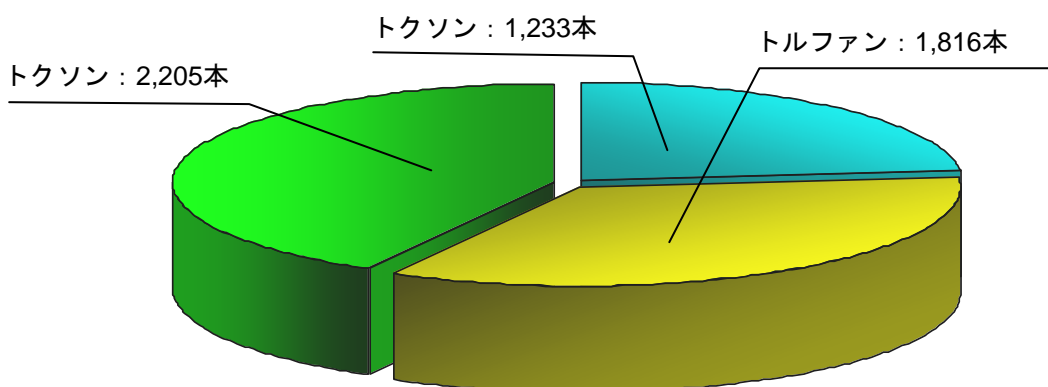


図 5.4.1 トルファン盆地内現況(2004年)利用可能な井戸分布

b. 井戸数変化歴史

表 5.4.1はトルファン盆地内における井戸作成数量の経年変化を示す。

表 5.4.1 1950年から5年間隔で郷別に作成された井戸の数量

県市	郷	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	合計
トクソン	伊拉湖	0	0	1	1	8	20	50	28	54	26	30	218
	夏郷	0	1	1	9	24	44	44	66	62	158	67	476
	郭勒布依	0	2	1	9	31	37	34	73	75	93	26	381
	博斯坦郷	0	0	2	3	13	20	49	60	87	48	53	335
	小計	0	3	5	22	76	121	177	227	278	325	176	1,410
トルファン	221 団	0	0	0	0	0	0	0	14	11	0	2	27
	恰特喀勒郷	0	0	0	2	18	24	28	48	71	179	75	445
	雁木西基地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	三堡郷	1	0	0	0	5	2	13	48	107	114	38	328
	七泉湖鎮	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9	0	10
	二堡郷	0	0	0	0	0	0	2	11	43	97	70	223
	葡萄郷	0	0	3	1	16	15	12	7	6	25	15	100
	艾丁湖郷	0	0	0	0	9	15	15	20	37	41	30	167
	亜尔郷	0	1	0	4	14	34	31	51	56	120	62	373
	勝金郷	0	0	2	10	13	27	24	44	26	86	29	261
	小計	1	1	5	18	75	117	125	243	357	673	321	1,936
シャンシャン	駅鎮	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	4
	七克台郷※	0	0	0	4	15	15	22	24	47	55	59	209
	吐峪溝郷	0	0	0	0	2	1	3	9	79	214	181	489
	辟展郷	0	0	1	17	32	26	23	21	22	71	78	291
	迪坎郷	0	0	0	6	4	5	3	4	28	125	75	250
	達浪坎郷	0	0	0	0	1	0	16	15	40	225	147	444
	連木沁鎮	0	0	0	2	4	6	30	27	21	35	22	147
	魯克沁鎮	0	0	0	9	27	19	19	18	83	168	83	426
	小計	0	0	1	38	85	72	116	118	322	893	648	2,293
	合計	1	4	11	78	236	310	418	588	957	1,891	1,145	5,639

※：七克台郷の井戸数には油田関係の井戸(33本)を含んでいる。

5年間間隔での井戸作成数量の変化は図 5.4.2に示す。1970年代までトルファン盆地において、井戸数は100本未満であった。1970年代の後半から井戸数が本格的に増え始め、1980年代の後期から新規井戸の増加速度は100本/年に達し、1990年代の後半で最大の井戸増加期となり、年間平均約400本の速度で増加した。しかし、2000年に入ってから増加速度は1990年代の後半と比較して遅くなった。

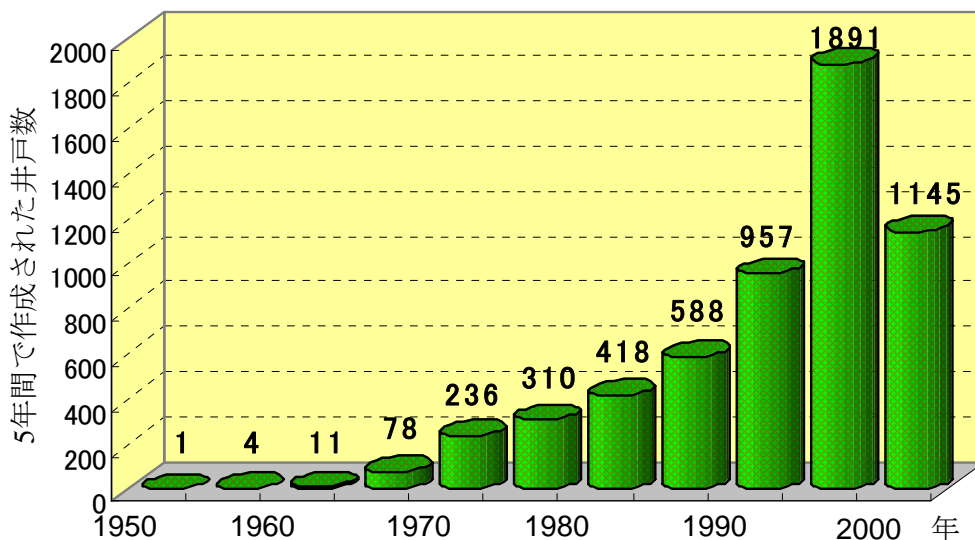


図 5.4.2 トルファン盆地内揚水井戸作歴史変化

2003年から過去10年間に於いて、毎年郷別に利用できる井戸数量の変化は表5.4.2に示す。

表 5.4.2 過去10年間井戸数量変化の郷別集計

縣市	郷鎮	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
トクソン	夏郷	268	279	297	331	355	380	399	402	405	415	409
	博斯坦郷	226	250	262	277	282	287	293	300	304	315	301
	伊拉湖	152	171	177	187	190	192	196	199	198	203	203
	郭勒布依	236	255	272	293	312	320	324	323	323	329	320
小計		882	955	1,008	1,088	1,139	1,179	1,212	1,224	1,230	1,262	1,233
トルファン	221団	27	26	26	26	25	25	24	24	23	22	22
	艾丁湖郷	83	85	90	93	106	115	116	122	128	135	134
	亜尔郷	284	297	317	340	357	393	417	426	446	362	363
	恰特喀勒郷	180	201	232	276	320	359	375	388	393	403	426
	三堡郷	144	178	207	226	244	279	287	290	295	302	308
	勝金郷	142	150	157	172	197	225	232	242	247	250	247
	二堡郷	56	70	89	116	141	154	164	177	189	193	213
	葡萄郷	65	66	70	74	80	85	88	92	95	98	99
七泉湖鎮	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
小計		982	1,074	1,189	1,324	1,471	1,639	1,707	1,765	1,820	1,769	1,816
シャンシャン	辟展郷	154	156	169	179	200	208	225	243	264	285	286
	達浪坎郷	81	100	134	195	235	278	323	355	371	397	431
	迪坎郷	56	70	81	117	144	172	186	196	208	218	228
	連木沁鎮	83	94	101	106	111	124	129	134	138	142	138
	魯克沁鎮	158	187	241	277	301	332	354	378	396	411	418
	七克台郷	103	112	122	131	139	148	155	165	184	195	189
	吐峪溝郷	105	136	168	227	261	313	350	383	415	447	479
	駅鎮	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
油田水源	18	20	28	28	28	29	29	33	33	33	33	
小計		759	877	1,046	1,262	1,421	1,606	1,753	1,889	2,012	2,131	2,205
合計		2,632	2,906	3,243	3,674	4,031	4,424	4,672	4,878	5,062	5,162	5,254

トルファン盆地では井戸数量が今まで止まらず増加してきたが、1990年代に入って以来毎年のように、一部の井戸が何かの原因で使えなくなり、廃棄される。過去10年間県市別に新規作成された井戸と廃棄された井戸の数をまとめて表5.4.3に示す。

表 5.4.3 県市別過去10年間新規作成された井戸と廃棄された井戸の集計

年	トクソン			トルファン			シャンシャン		
	新規	廃止	正味増	新規	廃止	正味増	新規	廃止	正味増
1994	78	2	76	99	8	91	118	0	118
1995	65	7	58	118	7	111	170	0	170
1996	84	10	74	138	3	135	220	1	219
1997	61	6	55	155	3	152	163	4	159
1998	58	14	44	179	8	171	191	5	186
1999	40	12	28	79	6	73	149	5	144
2000	26	8	18	65	14	51	141	3	138
2001	23	11	12	68	7	61	142	6	136
2002	42	17	25	62	13	49	130	20	110
2003	38	12	26	54	13	41	129	11	118

井戸が廃棄された原因についても調査したが、それに関する記録がほとんどなく、現地訪問の聞き取りによって調べた結果をまとめて、図5.4.3に示す。廃棄された井戸のうち、地下水位の低下により、井戸作成時の深さから揚水ができなくなったのは最も大きな原因である。その他の原因は井戸崩壊、等があり、1本の井戸はカナートの保護制限にかかったため、使用が禁止された井戸もある。

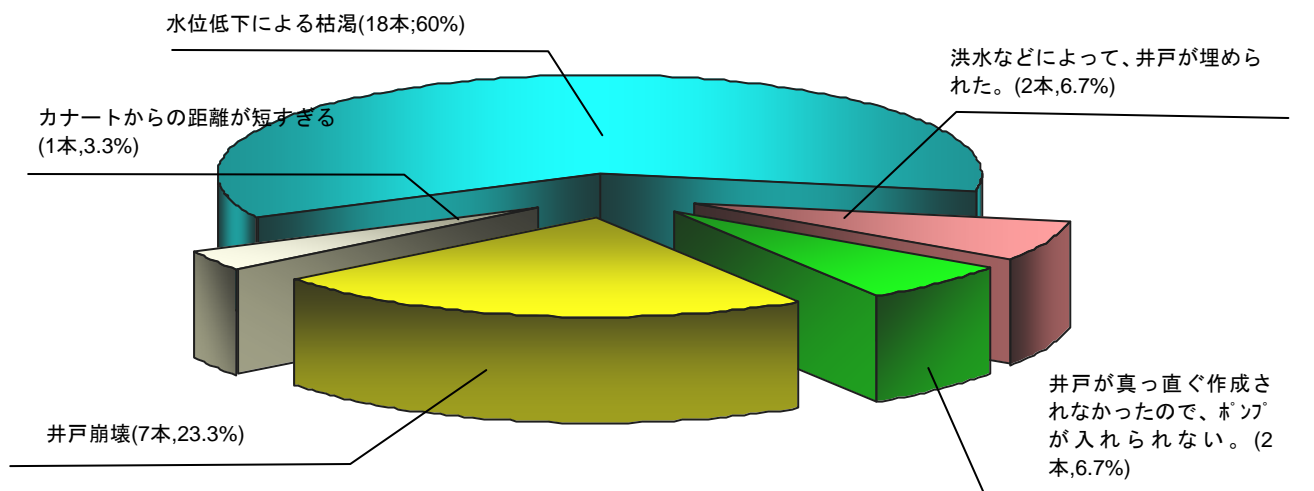


図 5.4.3 トルファン盆地で井戸が廃棄された原因

5.4.2 井戸揚水量

a. 現況(2004年)揚水能力

今回の調査では管口流速計を用いて、揚水できるすべての井戸の流量を測定しようとした。しかし、井戸の管理者が不在、石油工業用井戸を含む一部の工業用井戸及び水道会社が管理している生活給水用井戸がパイプ・システムに繋がっている等の原因で、全部の井戸の流量測定はできなかった。流量測定を実施した井戸は4,701本であり、利用可能井戸5,254本の約90%である。測定した井戸のほとんどは農業灌漑用井戸であり、その管口流量を郷別に集計し、表5.4.4に示す。

表 5.4.4 郷鎮別に農業用井戸管口流量集計

縣市	郷	流量合計
トクソン	伊拉湖	17,711
	夏郷	19,322
	郭勒布依	22,285
	博斯坦郷	23,039
小計		82,357
トルファン	221団	1,172
	恰特喀勒郷	31,936
	三堡郷	22,334
	七泉湖鎮	232
	二堡郷	15,373
	葡萄郷	7,345
	艾丁湖郷	10,011
	亜尔郷	31,064
	勝金郷	23,606
小計		143,074
シャンシャン	七克台郷	13,782
	吐峪溝郷	34,913
	辟展郷	29,523
	迪坎郷	20,891
	達浪坎郷	26,970
	連木沁鎮	18,008
	魯克沁鎮	32,255
小計		176,342
合計 (m ³ /h)		401,773

トルファン盆地における3縣市での井戸数量分布と対応して、井戸流量分布もトクソン県、トルファン市、シャンシャン県の順で、盆地の西部から東部へ大きくなっている。縣市別の流量分布をまとめて図5.4.4に示す。トクソンと比較して、シャンシャン県での井戸流量は倍以上になっている。それに油田開発関連井戸の9割以上がシャンシャン県にあることを考慮すれば、トルファン盆地において東西部の井戸流量の差は図に示された数値より、もっと大きいと考えられる。

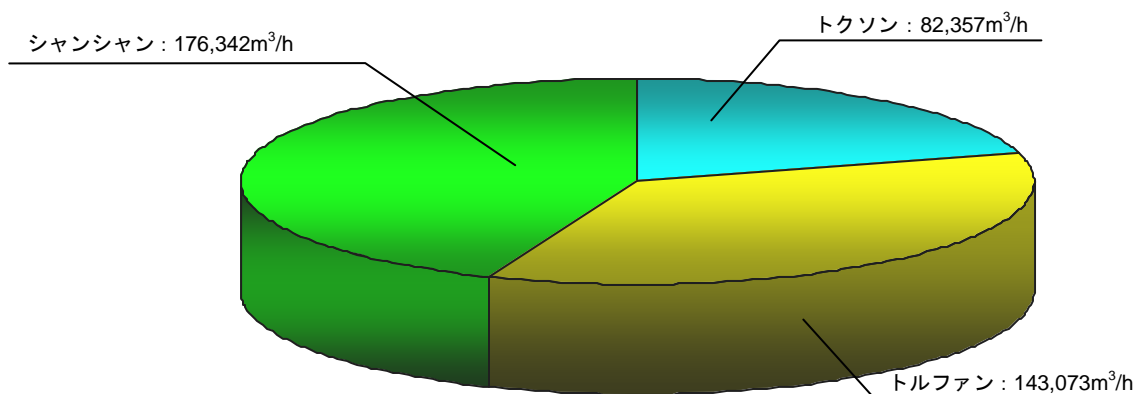


図 5.4.4 縣市別の灌漑用井戸流量分布

b. 井戸揚水量計算

井戸の管口流量は井戸の取水或いは井戸からの出水能力を反映しているが、井戸の揚水量そのものではない。揚水量を正確に把握するために流量計を井戸毎に装着する必要がある。トルファン盆地では、油田関連の井戸など極く一部の井戸を除いて、流量計を据え付けた井戸はほとんどない。

流量計の装着されていない井戸の揚水量把握には、当該井戸の管口流量に揚水時間をかけて求める方法が考えられる。今回トルファン盆地の全部の井戸の管口流量を測定したのは盆地内では初めてである。これまで、トルファン盆地内の井戸揚水量については経験的に推測した結果が多く、井戸の流量や揚水時間で計算された結果はなかった。

管口流量と揚水時間から井戸揚水量を正確に求めるには、揚水時間データが必要である。しかし、農業灌漑用井戸の管理はまだ揚水時間を記録するほど厳密ではない。従って、揚水時間をまず求めなければならない。大部分の井戸には電力ポンプを装着しているので、揚水する場合電気を使用し、そして電気代が発生する。電気消費量から井戸ポンプのパワー数を割ると、当該井戸の揚水時間が求められる。従って、トルファンの現在の諸条件を踏まえ、現場で測定した管口流速、聞き取り調査や現場確認等で得られたポンプの動力特性資料を基に、電力管理所を中心とした各関連機関から収集した農業用電力消費量等の資料と合わせて、図 5.4.5に示されたフローで郷単位月別に井戸揚水量を計算した。

すべて井戸の流量と揚水時間データが揃えば、各井戸の揚水量を算出してから、簡単に集計できる。しかし、一部の井戸の流量は測定できなかった。井戸流量は多くの因子に影響されて変化する。まず帯水層の能力、それから井戸の作成方法・構造、地下水位、関連施設の維持管理状況等が挙げられる。一方、帯水層能力等は時間的変化が小さく、主に地域によって異なるので、ある限られた地域では近似的に一定だと考えられる。従って、郷単位ごとに井戸の管口流量平均値を算出し、当該郷における管口流量測定のできなかった井戸に与えた。

同じく、揚水時間を求めるには電力消費量を当該井戸のポンプパワーで除する必要があるが、一部の井戸のポンプパワーデータが得られなかった。井戸作成や電力等ポンプの据え付けは、郷単位で管理しているので、各郷のポンプパワーの平均値を算出し、当該郷におけるポンプパワーの確認できなかった井戸に与えた。

このように平均管口流量あるいは平均ポンプパワーが与えられた井戸の割合は 10%未満である。

ポンプ付き農業灌漑用井戸の揚水量はこうして算出できるが、自噴井戸はポンプが必要でないので、以上のフローと別に集計し、実測された管口流量に集計単位の時間をかけて求めた。それに、工業や生活用水井戸、特に石油工業等大口の用水部門では流量計で測った用水量データが揃っているため、やはり図 5.4.5に示されたフローとは別に、直接流量計で記録された揚水量データを集計に入れた。

c. 電気利用量変化

一部の自噴井戸を除けば、9割以上の井戸にはポンプが据え付けられている。従って、現場調査で得られた管口流量及びポンプパワー等のデータだけでなく、電気消費量も井戸揚水量計算に必要である。

農業用水の場合、農業生産の季節性に従い、年内変化が大きい。耕作期の3月から11月の間にはポンプからの揚水が盛んに行われるが、12月に入ると、トルファン盆地内の大部分の農業用井戸のトランスやヒューズが外され、全然揚水しない。

表 5.4.5 トルファン地区過去10年間農業電気消費量変化

単位：10⁶Kw・Hr

県市	郷	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
トクソン	伊拉湖	3.020	3.133	2.137	3.121	3.052	3.203	6.315	6.315	3.337	3.607
	夏郷	1.026	1.179	1.941	2.082	2.388	2.038	2.742	2.742	1.709	1.557
	郭勒布依	3.572	3.987	3.704	5.239	4.995	5.731	6.512	6.512	4.443	3.873
	博斯坦郷	3.801	3.996	2.715	3.937	3.723	4.472	8.733	8.733	4.824	5.270
	小計	11.419	12.296	10.496	14.379	14.159	15.444	24.302	24.302	14.314	14.307
トルファン	221 団	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.121	0.121	0.109	0.153
	恰特喀勒郷	7.993	9.255	11.106	13.041	14.681	15.397	18.224	18.224	15.627	16.252
	三堡郷	9.223	10.601	11.555	12.615	14.470	14.894	17.298	17.298	13.833	15.937
	二堡郷	2.335	3.074	4.163	5.136	5.681	6.031	8.883	8.883	6.121	6.474
	葡萄郷	1.909	2.065	2.222	2.409	2.566	2.660	3.649	3.649	2.578	2.691
	艾丁湖郷	2.924	3.119	3.184	3.574	3.834	3.802	4.690	4.690	4.058	3.892
	亜尔郷	4.224	4.673	5.190	5.594	6.381	6.875	9.040	9.040	7.023	7.437
	勝金郷	5.104	5.349	5.873	6.712	7.726	8.041	9.713	9.713	8.230	8.067
	小計	33.835	38.260	43.417	49.206	55.463	57.823	71.618	71.618	57.579	60.902
シャンシャン	七克台郷	3.850	4.242	4.596	4.910	5.264	7.021	7.065	7.065	6.209	5.205
	辟展郷	4.072	4.445	4.732	5.363	5.592	5.164	7.909	7.909	7.886	8.260
	吐峪溝郷	5.448	7.226	10.437	12.330	15.369	17.478	23.248	23.248	22.657	25.216
	達浪坎郷	4.503	6.629	10.444	12.946	15.635	21.271	0.000	24.702	20.693	22.276
	迪坎郷	2.136	2.588	4.190	5.299	6.458	7.044	8.198	8.198	8.333	8.719
	連木沁鎮	4.254	4.548	4.743	4.988	5.623	6.966	7.262	7.262	6.757	4.994
	魯克沁鎮	7.773	10.189	11.770	12.824	14.185	15.151	17.040	17.040	17.986	17.981
	小計	32.036	39.867	50.912	58.659	68.127	80.095	70.722	95.424	90.521	92.651
	合計	18.666	23.953	31.147	36.056	41.901	50.432	32.500	57.202	53.769	53.971

調査前年(2003年)の県市別農業用電気消費量を県市別に集計し、図 5.4.6に示している。トクソン県には灌漑用井戸数が少ないだけでなく、自噴井戸のほとんどがトクソン県に集中しているため、農業用電気消費量は他の県市と比較して著しく小さい。農業用電気消費量の最も大きいのはシャンシャン県であり、井戸数が多いことと帯水層の能力が低

く、また地下水位が深いなどの原因が考えられる。

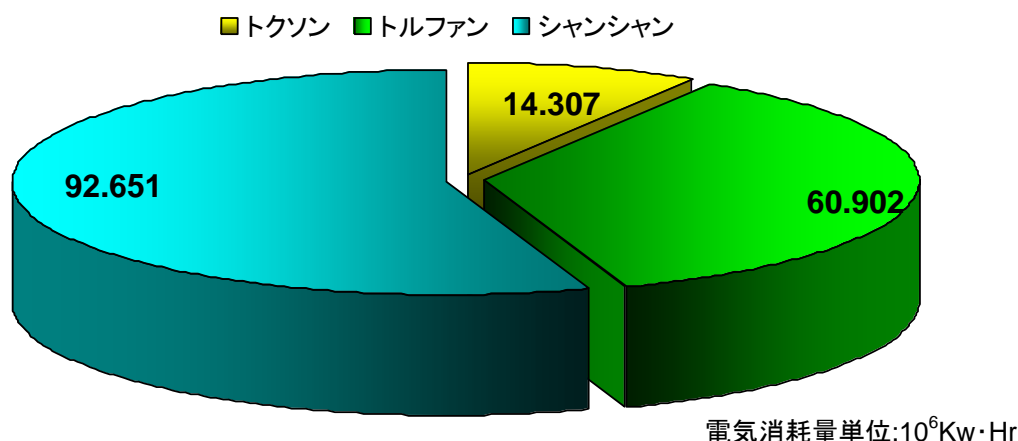


図 5.4.6 2003 年トルファン盆地における县市別農業用電気消費量

現時点では各井戸の諸性質により決まる管口流量と電気消費量を用いて井戸からの揚水量を計算するのは実行可能で最適な方法だと判断される。井戸毎の流量やポンプパワーが実測されたが、井戸毎の電気消費量データが存在しない。電気消費量に関連する資料は基本的に郷単位で保存されているので、揚水量集計の最小単位は郷レベルに設定した。一つの郷の範囲では気候、土壌、農作物の種類及び耕作方法ないし井戸や電気の管理方法等が比較的一致しているので、当該郷にあるすべての灌漑用井戸の揚水時間は同じであると仮定した。

d. 過去 10 年間井戸揚水量

過去 10 年間（1994 年～2003 年）について、ポンプによる井戸からの灌漑用揚水量、工業・生活用水を供給するための揚水量、さらに自噴井戸の揚水量をそれぞれの方法で集計してから郷別に合計した（表 5.4.6）。

表 5.4.6 郷別過去 10 年間井戸揚水量集計結果

単位：百万 m³/年

县市	郷	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
トクソン	伊拉湖	15.97	16.98	11.68	17.15	16.78	17.54	17.86	34.34	18.25	19.86
	夏郷	12.87	13.72	16.94	18.28	19.62	18.85	16.53	21.80	18.00	17.59
	郭勒布依	16.46	18.30	17.55	23.63	23.33	26.81	20.06	31.31	22.82	20.39
	博斯坦郷	24.33	26.02	18.58	26.24	25.12	29.84	25.87	53.95	30.86	33.60
小計		69.6	75.0	64.8	85.3	84.9	93.0	80.3	141.4	89.9	91.4
トルファン	221 団	0.23	0.24	0.24	0.24	0.26	0.26	0.27	0.26	0.25	0.38
	恰特喀勒郷	27.05	31.47	37.74	44.50	50.60	53.04	55.22	63.64	55.22	57.57
	三堡郷	23.39	28.77	31.99	34.35	40.00	42.78	43.66	50.71	40.94	47.37
	七泉湖鎮	0.22	0.14	0.14	0.14	0.14	0.58	0.54	0.54	0.53	0.52
	二堡郷	6.97	8.99	11.79	15.54	17.90	18.85	20.55	27.54	19.44	21.03
	葡萄郷	4.56	4.94	5.39	6.27	6.75	7.02	7.40	9.50	6.85	7.10
	艾丁湖郷	12.23	12.93	13.16	15.31	16.51	16.35	17.40	20.62	17.96	17.32
	亜尔郷	19.95	22.27	24.80	26.32	30.14	32.51	33.04	42.39	32.68	34.78

県市	郷	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	勝金郷	23.89	24.89	27.37	31.18	35.70	38.32	39.77	46.33	39.16	38.54
	小計	118.5	134.6	152.6	173.9	198.0	209.7	217.8	261.5	213.0	224.6
シャンシャン	駅鎮	0.14	0.29	0.06	0.29	0.29	0.29	0.27	0.27	0.40	0.39
	七克台郷	13.47	14.83	16.26	16.88	18.66	24.15	25.51	25.33	22.53	18.84
	油田水源	7.47	8.59	9.64	12.67	12.47	11.91	11.00	10.44	10.84	10.24
	吐峪溝郷	19.75	22.75	30.20	37.29	45.14	50.64	51.07	68.79	66.42	74.32
	辟展郷	18.42	20.21	21.81	24.97	26.72	24.62	31.66	37.66	36.74	38.65
	迪坎郷	10.55	12.64	20.81	23.43	28.07	29.90	29.47	34.51	35.90	37.64
	達浪坎郷	10.36	15.56	23.20	30.24	36.09	48.88	46.40	56.12	48.56	52.17
	連木沁鎮	22.70	24.68	26.11	27.52	30.88	39.09	32.14	41.13	37.59	28.21
	魯克沁鎮	25.23	32.45	39.35	42.71	48.69	55.11	58.32	62.11	64.17	65.07
	小計	128.1	152.0	187.4	216.0	247.0	284.6	285.8	336.4	323.1	325.5
	合計	316.2	361.6	404.8	475.2	529.9	587.3	584.0	739.3	626.1	641.6

すべての郷では過去10年間の間には井戸からの地下水揚水量が増える傾向にはあるが、トクソン県にある4つの郷では1割か3割が増加し、年間平均すると1~3%増であった。トルファン市での増加率はトクソン県より大きく、すべての郷では10年間の間に地下水揚水量は4割以上増加し、特にトルファン市東部にある二堡郷では1994年と比較すれば、2003年の揚水量は2倍以上増えた。シャンシャン県は過去10年間地下水揚水量の増加幅が最も大きかった。県全体として1.5倍以上増加し、県内では迪坎郷、吐峪溝郷と達浪坎郷での増加量がそれぞれ2.6倍、2.8倍と4.4倍であった。ちなみに、達浪坎の井戸揚水量が急速に増加した結果として、かつて利用されたカナートは全部枯渇した。

県市別の過去10年間における地下水揚水量の変化は図5.4.7に示す。1994年当初、トルファン盆地内の地下水揚水量もまだ小さいし、3県市間の地下水揚水量にも大きな差がなかった。しかし、1994年~2003年の10年間では各県市ともに地下水利用量が増加している傾向の中、シャンシャン県が最も高い増加率を示して、他の2県市との差が大きく広がった。

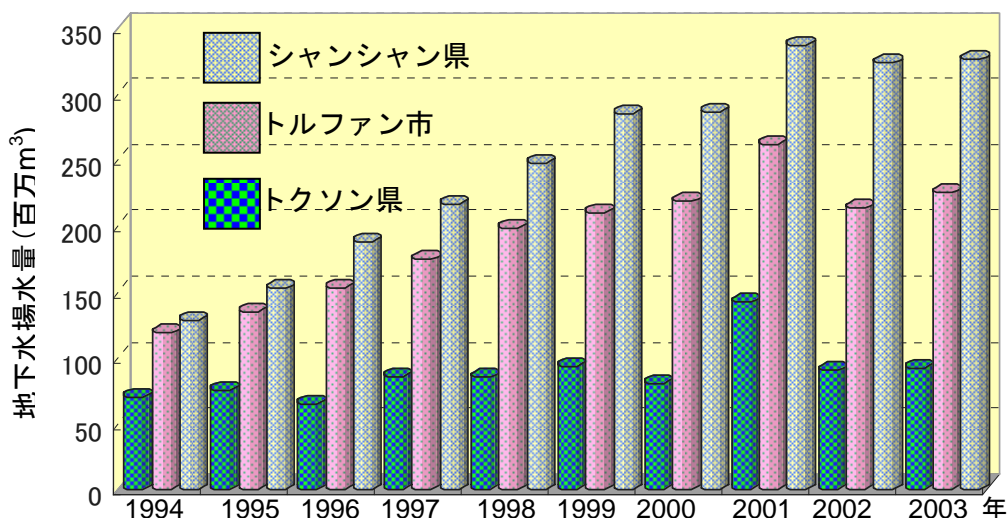


図 5.4.7 過去10年間県市別地下水揚水量変化図

トルファン盆地全体の地下水用水量の変化状況は図 5.4.8に示す。盆地全体では 1994 年の地下水揚水量は 3 億 m³ 単位であったが、10 年間に倍以上増加した。増加速度から見ると 1999 年までは高い増加率で増え続けたが、2000 年から横ばいとなった傾向に入ったように見える。盆地内資源別の利用から見ると、2003 年では地下水の揚水量は既に他の各種水源の利用量を超え、最も多く利用された水源となっている。

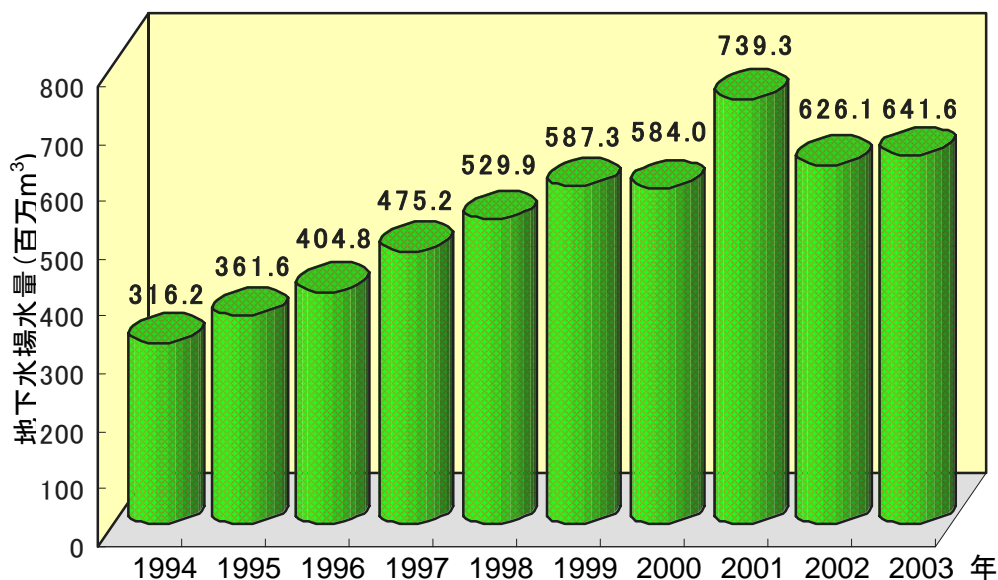


図 5.4.8 過去 10 年間トルファン盆地における地下水揚水量変化図

e. 揚水量の季節変化

表 5.4.7は吐魯番盆地過去 10 年間において地下水揚水量の月変化を示した。そのうち 2003 年の地下水揚水量月変化は図 5.4.9に示す。

表 5.4.7 トルファン盆地における過去 10 年間地下水揚水量の月変化

単位：百万 m³

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1 月	1.70	1.83	1.93	2.26	2.26	2.37	2.28	2.25	2.36	2.32
2 月	1.70	1.83	1.93	2.26	2.26	2.37	2.28	2.25	2.36	2.32
3 月	15.35	17.35	17.44	27.82	27.94	30.31	30.97	30.01	23.60	20.07
4 月	38.00	43.44	45.66	57.37	62.56	72.19	79.85	84.53	75.85	73.47
5 月	49.19	56.18	58.16	72.39	82.17	92.07	88.76	107.12	103.75	104.99
6 月	57.08	65.48	67.95	86.26	97.96	107.82	97.46	151.10	108.86	122.28
7 月	51.24	58.97	68.18	78.99	88.15	95.91	98.10	126.78	100.12	105.27
8 月	45.59	52.26	63.19	67.30	75.32	81.46	82.87	107.16	96.44	96.42
9 月	27.83	31.94	39.24	39.59	45.53	51.60	50.86	66.68	56.69	61.91
10 月	19.21	21.98	26.71	28.32	31.53	34.10	37.59	42.81	41.81	37.53
11 月	7.64	8.56	12.48	10.35	11.92	14.77	10.71	16.35	11.92	12.66
12 月	1.70	1.83	1.93	2.26	2.26	2.37	2.28	2.25	2.36	2.32
合計	316.22	361.65	404.83	475.16	529.86	587.31	584.02	739.29	626.12	641.56

非灌漑期の12月から翌年の2月までには地下水の揚水量は自噴井戸か工業や生活用など季節性の少ない用途で利用される井戸から取水するので、比較的小さくて、2百万 m^3 単位であり、安定している。灌漑期に入ると井戸からの揚水量が一気に増加して、数百万 m^3 から億 m^3 に上がる。

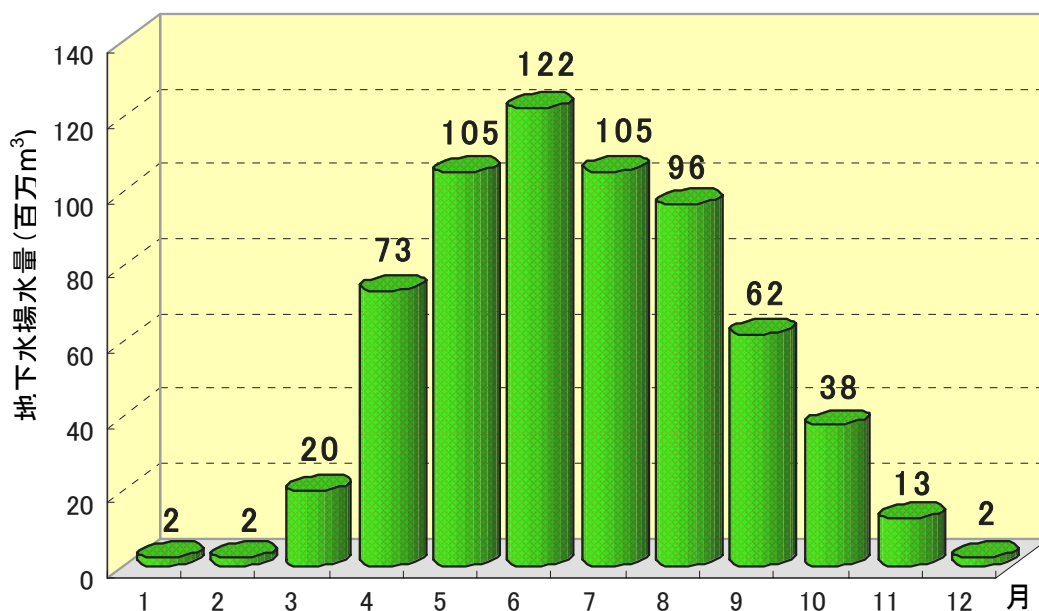


図 5.4.9 2003 年トルファン盆地における月別地下水揚水量変化

1年の中では灌漑期の地下水揚水量が最も多く、非灌漑期の10倍から数十倍ほどになるが、灌漑期の中でも、月別に差がついている。6月は用水量の最も大きい月であり、2003年6月1ヶ月間の地下水揚水量だけでは1億2千万 m^3 を超えている。それに比べると、灌漑開始期の3月と灌漑終了時の11月では、地下水揚水量は1千万 m^3 から2千万 m^3 の間にある。一方、生活用水や工業用水等、農業灌漑用水以外の分野で利用されている地下水は月に2百万 m^3 単位であり、年間では3千万 m^3 未満である。それらと比較すれば灌漑用水の利用量は約20倍も多いことになる。

f. 灌漑用水揚水強度

地下水の利用状況を評価するため、全体量を把握するだけでなく、単位農地面積に対する地下水利用量も検討した。表 5.4.8は2004年統計年鑑による耕地面積をベースにして、単位農地面積での地下水揚水量を集計した結果である。

縣市単位で見ると、トクソン県での地下水灌漑強度が比較的に低くて、畝あたり500 m^3 強である。それは、トクソン県では河川水資源が比較的豊富であることに原因があると推測される。トルファン市とシャンシャン県では畝当たりの地下水揚水量は1,700 m^3 を超えかなり大きい。

表 5.4.8 2003 年郷別単位農地面積での地下水揚水量

縣市	郷	灌漑揚水量	耕地面積(ha)	揚水強度 : m ³ /畝
トクソン	夏郷	17.59	4,045	290
	博斯坦郷	30.16	2,595	775
	伊拉湖	21.76	2,139	678
	郭勒布依	21.93	3,057	478
小計		91.4	11,836	515
トルファン	221 団	0.45	--	--
	艾丁湖郷	16.27	1,322	821
	亜尔郷	30.68	1,296	1,578
	恰特喀勒郷	54.65	2,283	1,596
	三堡郷	47.01	1,169	2,681
	勝金郷	36.56	856	2,848
	二堡郷	17.23	919	1,250
	葡萄郷	8.06	309	1,737
七泉湖鎮	0.49	13	2,575	
小計		210.96	8,168	1,722
シャンシャン	辟展郷	36.39	2,550	951
	達浪坎郷	51.21	1,658	2,060
	迪坎郷	38.95	685	3,791
	連木沁鎮	26.56	1,087	1,628
	鲁克沁鎮	53.37	1,627	2,188
	七克台郷	18.72	1,520	821
	吐峪溝郷	71.81	1,923	2,490
小計		297.02	11,050	1,792
合計		599.43	31,054	1,287

郷単位の地下水揚水強度を見ると、221 団の所有している農地面積が統計年鑑には載っていないので、地下水の利用強度の算出はできないことを除いて、畝当たりの地下水揚水量は 290 m³ から 3,790 m³ まで変化し、約 10 倍の差がついている。最も大きな値はシャンシャン県の迪坎郷から出ている。迪坎郷はトルファン盆地で地下水位低下によって、水生性植物が枯れ、砂漠化が進み、生態環境の悪化により移民を実施した村である。

5.4.3 井戸利用区分

a. 目的別利用率

表 5.4.9は聞き取り調査の結果に基づいて、井戸を利用目的によって分類し、さらに郷別に集計した結果である。トルファン盆地の井戸利用目的にまとめた結果は図 5.4.10に示す。

表 5.4.9 利用目的による井戸の郷別集計

単位：本

県	郷	農業	生活	工業	畜産	他	兼用	合計
トクソン	伊拉湖	192	0	3	0	0	8	203
	夏郷	314	32	14	0	24	25	409
	郭勒布依	312	5	1	0	0	2	320
	博斯坦郷	254	0	0	0	40	7	301
小計		1,072	37	18	0	64	42	1,233
トルファン	221 団	12	7	2	1	0	0	22
	恰特喀勒郷	397	11	0	0	1	17	426
	三堡郷	300	6	0	0	2	0	308
	七泉湖鎮	2	0	0	0	0	2	4
	二堡郷	211	0	0	0	0	2	213
	葡萄郷	79	11	0	0	0	9	99
	艾丁湖郷	131	0	0	0	2	1	134
	亜尔郷	320	13	0	1	1	28	363
勝金郷	209	22	0	0	0	16	247	
小計		1,661	70	2	2	6	75	1,816
シヤンシヤン	馱鎮	0	2	0	0	0	3	3
	七克台郷	178	11	22	0	0	6	189
	吐峪溝郷	465	6	0	1	2	5	479
	辟展郷	268	10	0	1	0	7	286
	迪坎郷	210	0	1	0	2	15	228
	達浪坎郷	424	2	1	0	0	4	431
	連木沁鎮	104	4	0	0	0	30	138
	魯克沁鎮	401	6	0	0	0	11	418
小計		2,050	41	24	2	4	81	2,202
合計		4,783	148	44	4	74	198	5,251

※：七克台郷には石油関連生産用と生活用給水井戸を含んでいる。

調査で井戸の利用目的に関する質問の回答が得られたのは5,251本の井戸であり、そのうち農業灌漑専用の井戸が4,783本で、全体の91%を占める。その次は兼用井戸であり、198本で約4%を占める。兼用井戸の大部分は8割以上の利用が灌漑用で、2割か1割の比率で生活用水として揚水している。農業専用と兼用井戸を合わせて、農業灌漑を主とする井戸はトルファン盆地内で井戸全体の約95%を占める。生活専用の井戸が148本あり、井戸全体の約3%を占める。他の分類に属している井戸は、林業・緑化灌漑用の井戸、養魚池用等が含まれている。

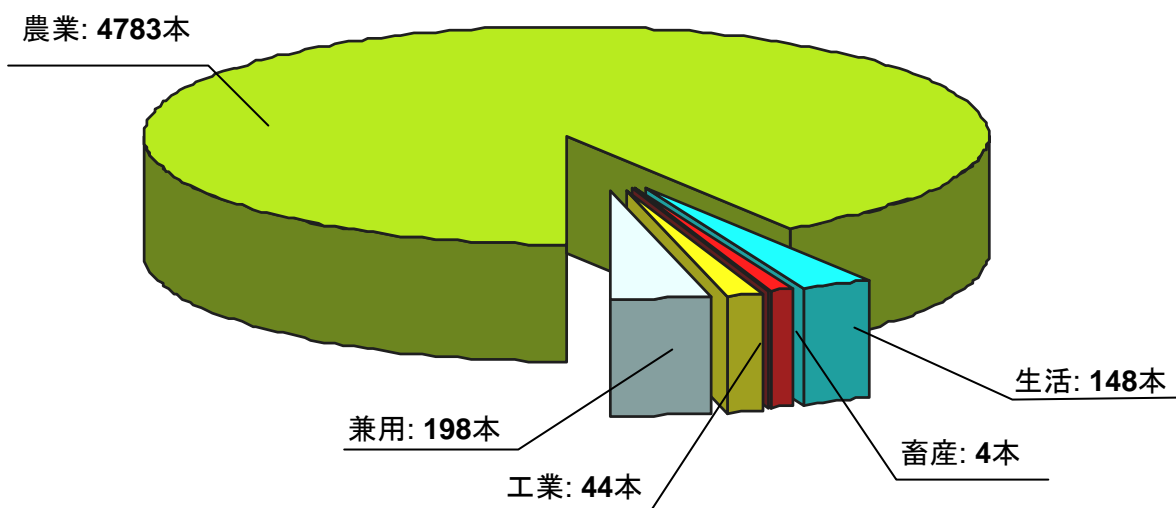


図 5.4.10 トルファン盆地における利用目的による井戸区分

b. 生活用水供給

兼用井戸を含めて、トルファン盆地で生活用水の供給に使われた井戸は 300 本を超えている。生活給水専用井戸と兼用井戸を合わせた給水人口の郷別集計結果、2004 年トルファン年鑑から得られた 2003 年郷別人口、それに家畜給水に関連する羊数、牛数等をまとめて、表 5.4.10 に示している。トルファン盆地全人口 53 万人の内、全部か一部に井戸揚水により生活用水を賄っているのは 27 万 8 千人であり、半分を超えている。すなわち、井戸による地下水揚水は農業灌漑に対して重要だけではなく、生活用水の供給にも重要なのである。

表 5.4.10 生活及び畜産用地下水量集計結果

人口単位：人；羊と牛単位：頭

県	郷	給水人口	人口	給水(%)	羊	牛
トクソン	伊拉湖	8,000	18,366	44	0	0
	夏郷	29,696	47,314	63	154	0
	郭勒布依	1,035	19,882	5	1,000	490
	博斯坦郷	2,820	21,665	13	0	0
小計		41,551	107,227	38.8	1,154	490
トルファン	221 団	535	--	--	500	0
	恰特喀勒郷	19,334	31,437	62	1,900	230
	三堡郷	3,726	13,327	28	500	500
	七泉湖鎮	300	12,401	2	0	0
	二堡郷	254	11,131	2	0	0
	葡萄郷	16,459	24,694	67	17,561	735
	艾丁湖郷	--	20,214	0	0	1,000
	亜尔郷	70,450	118,569	59	8,305	1,110
勝金郷	19,567	23,127	85	21,940	1,522	
小計		130,625	254,900	51.2	50,706	5,097

県	郷	給水人口	人口	給水(%)	羊	牛
シャンシャン	駅鎮	10,110	22,663	45	0	0
	七克台郷*	1,600	14,533	11	1,400	25
	吐峪溝郷	21,688	22,665	96	8,970	1,130
	辟展郷	13,980	26,505	53	7,701	925
	迪坎郷	--	6,792	0	0	0
	達浪坎郷	14,300	15,417	93	0	0
	連木沁鎮	15,330	29,906	51	2,000	100
	魯克沁鎮	28,975	29,870	97	20,150	3,770
小計		105,983	168,351**	63.0	40,221	5,950
合計		278,159	530,478	52.4	92,081	11,537

※：七克台郷の揚水量計算には石油関連揚水量を入れているが、石油産業関連人口は統計年鑑に納めていないので、本表に含まれていない。

※※：統計年鑑の人口とは一致しない。これは、井戸調査をしていない郷が省かれたためである。

5.4.4 井戸水質

a. 温度

表 5.4.11に調査で実測された井戸水の水温を郷別に集計した結果を示す。水温の変化幅は 8.2 °C～31.7 °Cの範囲にあり、大きい。平均値を見ると 3 県市とも 17 °C前後である。

表 5.4.11 井戸水温調査結果集計

		単位：°C		
県市	郷	最大	最小	平均
トクソン	伊拉湖郷	18.2	14	16.8
	夏郷	21.6	14.8	18.1
	郭勒布依郷	19	14.6	16.6
	博斯坦郷	25.6	10.2	16.1
合計		25.6	10.2	16.9
トルファン	221 団	20.2	16.8	18.2
	恰特喀勒郷	23	14.8	17.8
	三堡郷	21.8	12.7	17.3
	七泉湖鎮	10.2	9.7	9.9
	二堡郷	20.2	13.6	16.7
	葡萄郷	21.2	9.8	17.6
	艾丁湖郷	20	13	17
	亜尔郷	19.4	15	17
	勝金郷	23.2	14	17.8
合計		23.2	9.7	17.4
シャンシャン	七克台郷	20.4	12.6	15.7
	吐峪溝郷	22	12.2	17.8
	辟展郷	18.6	13	16
	迪坎郷	31.7	8.2	19
	達浪坎郷	20	15.4	17.6
	連木沁鎮	20	11.8	15.7
	魯克沁鎮	19.2	8.6	15.8
合計		31.7	8.2	17

b. pH

実測された井戸水の pH を郷別に集計した結果は表 5.4.12に示す。最も高い pH 値はシャンシャンの迪坎郷にある 9.1 であり、トルファン盆地全体の平均でも 7.7 ほどを示し、ややアルカリ性である。

表 5.4.12 井戸水 pH 調査の結果集計

縣市	郷	最大	最小	平均
トクソン	伊拉湖	8.2	7	7.6
	夏郷	8.5	7	7.9
	郭勒布依	8.8	6.7	7.7
	博斯坦郷	8.6	7.3	7.8
合計		8.8	6.7	7.8
トルファン	221 団	8.2	7.1	7.9
	恰特喀勒郷	9	7.1	7.7
	三堡郷	8.8	6.7	7.8
	七泉湖鎮	7.5	7.5	7.5
	二堡郷	8.1	7.2	7.6
	葡萄郷	8	7.2	7.3
	艾丁湖郷	8.7	7	7.8
	亜尔郷	8.7	7.1	7.8
	勝金郷	7.9	6.6	7.3
	合計		9	6.6
シャンシャン	七克台郷	7.9	7.8	7.8
	吐峪溝郷	8.1	7.1	7.6
	辟展郷	8.2	7.1	7.8
	迪坎郷	9.1	7.2	8
	達浪坎郷	8.4	7.2	7.8
	連木沁鎮	8.3	7	7.5
	魯克沁鎮	8.4	7.5	7.9
	合計		9.1	7

中国の水質基準では pH の基準値は 6.5~8.5 である。その下限より低い値はトルファンの井戸水から検出されなかった。全部で 4,643 個測定した水質試料のうち、飲料水基準値の上限を超えた試料は 78 個であり、約 1.7% を占める。その地域的分布を見ると表 5.4.13 に示しているようにトクソン県とトルファン市に集中している傾向にある。

表 5.4.13 郷鎮別 pH>8.5 のサンプル数

縣市	郷	pH>8.5 のサンプル数
トクソン	夏郷	1
	郭勒布依	34
	博斯坦郷	1
トルファン	恰特喀勒郷	5
	三堡郷	20
	艾丁湖郷	3
	亜尔郷	11
シャンシャン	迪坎郷	3
合計		78

c. 電気伝導度

現場で測定した3つの水質指標のうち、電気伝導度は塩分濃度やトンファン盆地での最も大きな水質問題である硫酸イオン濃度の検討に利用できるため、重要性が高い。電気伝導度調査結果の郷別集計は表5.4.14に示す。トルファン盆地内では電気伝導度の値104.4と116.2 S/mはそれぞれ硫酸イオンの飲用水水質基準値250 mg/lと塩分濃度(TDS)の水質基準値1,000 mg/lと高い相関性があるので、同じ表に示している。

全体的には井戸水の電気伝導度値が高く、郷単位で平均しても、116.2 S/mを超える郷及び鎮は11に上る。連木沁鎮と七泉鎮を除いて、大部分の郷鎮ではEC値が300.0~900.0 S/mの高い値を示す井戸水が検出された。地域分布を見ると、トクソン県では比較的安く、県全体の平均値は100.0 S/m以下である。それに対して、トルファン市とシャンシャン県での電気伝導度平均値は同じく170.0 S/mに近いほど高い。

硫酸イオンと塩分濃度の水質基準に関連する電気伝導度参考値104.4 S/mと116.2 S/mを用いて、水質を検討すれば、トクソンでは25%~30%の井戸水が不合格で、トルファン市とシャンシャン県での不合格率は50%を超えた。

表 5.4.14 トルファン井戸水の電気伝導度調査結果の郷別集計

電気伝導度単位：S/m

県市	郷	最大	最小	平均	測定 個数	個数 >104.4	%	個数 >116.2	%
トクソン	伊拉湖	374.0	18.1	81.4	139	26	18.7	23	16.5
	夏郷	946.0	11.6	102.1	310	75	24.2	66	21.3
	郭勒布依	563.0	8.8	102.9	281	115	40.9	100	35.6
	博斯坦郷	346.0	10.1	84.9	256	70	27.3	59	23.0
	合計	946.0	8.8	94.9	986	286	29.0	248	25.2
トルファン	221 団	481.0	45.2	152.5	18	7	38.9	7	38.9
	恰特喀勒郷	971.0	10.0	204.3	400	286	71.5	240	60.0
	三堡郷	921.0	26.3	228.2	276	238	86.2	224	81.2
	七泉湖鎮	56.6	53.0	54.8	2	0	0.0		0.0
	二堡郷	792.0	97.0	241.0	206	201	97.6	195	94.7
	葡萄郷	466.0	29.7	111.1	85	34	40.0	26	30.6
	艾丁湖郷	540.0	13.0	194.9	127	102	80.3	89	70.1
	亜尔郷	898.0	25.6	102.6	329	107	32.5	85	25.8
	勝金郷	381.0	29.5	83.9	237	46	19.4	37	15.6
	合計	971.0	10.0	169.6	1680	1021	60.8	903	53.8
シャンシャン	七克台郷	987.0	31.6	259.8	155	123	79.4	119	76.8
	吐峪溝郷	920.0	10.1	140.5	440	216	49.1	190	43.2
	辟展郷	987.0	10.7	222.5	254	153	60.2	146	57.5
	迪坎郷	735.0	44.5	152.5	207	96	46.4	87	42.0
	達浪坎郷	968.0	11.2	214.1	405	270	66.7	245	60.5
	連木沁鎮	97.0	10.0	39.7	114	0	0.0		0.0
	魯克沁鎮	645.0	10.7	131.3	399	260	65.2	215	53.9
	合計	987.0	10.0	169.0	1974	1118	56.6	1002	50.8

本調査で行った試掘調査で、同じ場所の深層帯水層と浅層帯水層からそれぞれ水質サンプリングをした結果、浅層帯水層より深層帯水層の水質が良いことが確認された。特にトルファン市南部やシャンシャン県の達浪坎郷など浅層地下水の水質が悪い地域では、深層帯水層から良質な地下水が取水でき、深層と浅層帯水層では水質は著しく異なる。

今回調査した井戸を深さ別に3段階に区分した。それぞれ区分は深さ<100 m、100～160 m と>160 mに設定した。各深さ区分における硫酸イオン水質指標に関連する電気伝導度参考値 104.4 S/m と塩分濃度水質指標に関連する電気伝導度参考値 116.2 S/m を超える試料数の割合について検討し、その結果を表 5.4.15と表 5.4.16に示している。

表 5.4.15 深さ区別の硫酸イオン関連水質検討結果

県	郷	深さ<100 m				100 m<=深さ<160 m				深さ>=160 m			
		井戸数	平均EC	数	超過率(%)	井戸数	平均EC	数	超過率(%)	井戸数	平均EC	数	超過率(%)
トクソン	伊拉湖郷	139	814	26	19	0	0	0	--	--	--	--	--
	夏郷	144	1522	66	46	34	1098	7	21	131	456	2	2
	郭勒布依郷	196	1298	113	58	13	754	2	15	71	348	0	0
	博斯坦郷	220	921	70	32	1	353	0	0	35	408	0	0
	合計	699	1130	275	39	48	989	9	19	237	417	2	1
トルファン	221兵団	2	1647	1	50	16	1510	6	38	--	--	--	--
	恰特喀勒郷	108	2300	88	81	270	2015	186	69	20	1109	10	50
	三堡郷	69	2118	57	83	207	2338	181	87	--	--	--	--
	七泉湖鎮	1	566	0	0	1	530	0	0	--	--	--	--
	二堡郷	105	2549	102	97	98	2265	96	98	--	--	--	--
	葡萄郷	29	1227	15	52	41	1143	14	34	15	800	5	33
	艾丁湖郷	73	2181	67	92	54	1635	35	65	--	--	--	--
	亜尔郷	97	1002	40	41	207	1054	60	29	24	903	7	29
勝金郷	128	746	18	14	109	949	28	26	--	--	--	--	
	合計	612	1721	388	63	1003	1726	606	60	59	946	22	37
シャンシャン	七克台鎮	78	2529	58	74	77	2668	65	84	--	--	--	--
	吐峪溝郷	100	1249	48	48	339	1450	167	49	--	--	--	--
	辟展郷	204	2001	124	61	49	3200	29	59	--	--	--	--
	迪坎郷	190	1510	86	45	16	1699	9	56	--	--	--	--
	達浪坎郷	171	1782	95	56	233	2386	174	75	1	6748	1	100
	連木沁鎮	89	394	0	0	25	410	0	0	--	--	--	--
	魯克沁鎮	285	1395	206	72	114	1108	54	47	--	--	--	--
	合計	1117	1570	617	55	853	1844	498	58	1	6748	1	100
	全体合計	2428	1,482	1,280	53	1,904	1,760	1,113	58	297	545	25	8

深さ区分の第1段と第2段には硫酸イオン関連水質指標の電気伝導度参考値 104.4 S/m を超えるサンプルの比率には差が見られなかった。それに対して、第3段の深井戸ではトルファン市とシャンシャン県では少ないので、比較する意義が小さくなったが、トクソン県では 237 個のサンプルがあり、浅層地下水と比較して水質が著しく改善された結果がはっきり現れた。同じ結果は表 5.4.16にも示されている。

表 5.4.16 深さ区分別の塩分濃度関連水質検討結果

県	郷	深さ<100 m				100 m<=深さ<160 m				深さ>=160 m			
		井戸数	平均EC	数	超過率(%)	井戸数	平均EC	数	超過率(%)	井戸数	平均EC	数	超過率(%)
トクソン	伊拉湖郷	139	814	23	16.5	0	0	0	--	--	--	--	--
	夏郷	144	1,522	59	41.0	34	1,098	6	17.6	131	456	1	0.8
	郭勒布依郷	196	1,298	99	50.5	13	754	1	7.7	71	348	0	0.0
	博斯坦郷	220	921	59	26.8	1	353	0	0.0	35	408	0	0.0
	合計	699	1,130	240	34.3	48	989	7	14.6	237	417	1	0.4
トルファン	221兵団	2	1,647	1	50.0	16	1,510	6	37.5	--	--	--	--
	恰特喀勒郷	108	2,300	72	66.7	270	2,015	161	59.6	20	1,109	5	25.0
	三堡郷	69	2,118	54	78.3	207	2,338	170	82.1	--	--	--	--
	七泉湖鎮	1	566	0	0.0	1	530	0	0.0	--	--	--	--
	二堡郷	105	2,549	97	92.4	98	2,265	95	96.9	--	--	--	--
	葡萄郷	29	1,227	10	34.5	41	1,143	13	31.7	15	800	3	20.0
	艾丁湖郷	73	2,181	60	82.2	54	1,635	29	53.7	--	--	--	--
	亜尔郷	97	1,002	32	33.0	207	1,054	47	22.7	24	903	6	25.0
	勝金郷	128	746	11	8.6	109	949	26	23.9	--	--	--	--
合計	612	1,721	337	55.1	1,003	1,726	547	54.5	59	946	14	23.7	
シヤン	七克台鎮	78	2,529	56	71.8	77	2,668	63	81.8	--	--	--	--
	吐峪溝郷	100	1,249	42	42.0	339	1,450	147	43.4	--	--	--	--
	辟展郷	204	2,001	118	57.8	49	3,200	28	57.1	--	--	--	--
	迪坎郷	190	1,510	77	40.5	16	1,699	9	56.3	--	--	--	--
	達浪坎郷	171	1,782	86	50.3	233	2,386	158	67.8	1	6,748	1	100.0
	連木沁鎮	89	394	0	0.0	25	410	0	0.0	--	--	--	--
	魯克沁鎮	285	1,395	173	60.7	114	1,108	42	36.8	--	--	--	--
合計	1,117	1,570	552	49.4	853	1,844	447	52.4	1	6,748	1	100.0	
全体合計	2,428	1,482	1,129	46.5	1,904	1,760	1,001	52.6	297	545	16	5.4	

d. 水質感覚

水質感覚は個人差があり、気候や生活習慣等にも影響される。しかし、著しく水質が悪い場合、場所と対象人間と関係なく、どこでも、誰でも感じるには違いない。表 5.4.17 には水質感覚に関する聞き取り調査の結果をまとめている。回収できた当該項目の回答数 4,916 に対して、美味しいと答えたのは 4,681 サンプルで、全体の約 95% を占める。

表 5.4.17 水質感覚に関する調査結果の集計

県	郷	水質感覚	
		美味しい	不味い
トクソン	伊拉湖郷	202	1
	夏郷	403	1
	郭勒布依郷	311	0
	博斯坦郷	297	3
	合計	1,213	5
トルファン	221 団	19	3
	恰特喀勒郷	413	11
	三堡郷	274	34
	七泉湖鎮	3	1
	二堡郷	209	1
	葡萄郷	99	
	艾丁湖郷	103	27
	亜尔郷	289	60
勝金郷	247		

県	郷	水質感覚	
		美味しい	不味い
合計		1,656	137
シャンシャン	駅鎮	3	
	七克台郷	135	53
	吐峪溝郷	452	22
	辟展郷	242	41
	迪坎郷	228	
	達浪坎郷	431	
	連木沁鎮	138	
	魯克沁鎮	418	
合計		2,047	116
地区全体合計		4,916	258

水質感覚の良くないと答えた井戸について、どの味が含まれ美味しく感じなくなったかの原因によって分類した結果を表 5.4.18にまとめている。塩辛さが水質上の一番大きな問題であり、平均電気伝導度との対応を見ると、電気伝導度の増加に従って塩辛さの感覚が強くなっている。その他に苦いと渋い井戸水があった。

表 5.4.18 水質感覚が良くない原因による分類

最大 EC、最小 EC、平均 EC の単位 : S/m

味感覚	微咸	略咸	咸	微苦	略苦	苦	渋
最大 EC	987.0	787.0	987.0	480.0	669.0	881.0	488.0
最小 EC	31.6	222.0	40.0	293.0	669.0	231.0	30.5
平均 EC	310.9	398.8	511.6	386.5	669.0	561.8	140.1
サンプル数	48	4	77	2	1	4	90

5.4.5 井戸所有権

トルファン盆地では井戸の大部分、特に農業灌漑用井戸の大分は村や昔の生産隊単位の農業生産組織によって作成されている。その他、都市部の給水や各地方政府関係の機関・部門によって作成された井戸があれば、石油関連企業を中心とする各種企業によって作成された井戸もある。表 5.4.19は郷別に井戸の所有権による分類結果をまとめている。現在、個人で作成した井戸も強い勢いで増えている。

表 5.4.19 トルファン盆地における井戸の所有権による分類

県	郷	国	組合	学校	企業	個人
トクソン	伊拉湖	2	204	3	3	4
	夏郷	67	228		5	181
	郭勒布依	14	264			103
	博斯坦郷	1	308			26
小計		86	1,004	3	8	314
トルファン	221 団	27				
	恰特喀勒郷	20	360			66

県	郷	国	組合	学校	企業	個人
	三堡郷	9	99			222
	七泉湖鎮	6	4			
	二堡郷	1	29			196
	葡萄郷		99			2
	艾丁湖郷	1	132		2	5
	亜尔郷	9	349			15
	勝金郷	2	248			11
小計		75	1,320	0	2	517
シャンシャン	駅鎮	4				
	七克台郷	9	156		30	44
	吐峪溝郷	7	343			141
	辟展郷	3	282			7
	迪坎郷	5	144			104
	達浪坎郷	13	377	4		52
	連木沁鎮	1	131			15
魯克沁鎮		391			35	
小計		42	1,824	4	30	398
合計		202	4,148	7	40	1,229

5.4.6 井戸深と水位

井戸の深さは井戸水質に関連し、取水帯水層の利用及び保全等の面で重要である。表 5.4.20は井戸深の郷別に集計した結果を示す。井戸の深さは 50-100 m の間に集中し、その次は 100-150 m である。

表 5.4.20 井戸深の郷別に集計した結果

県市	郷	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	>350
トクソン	伊拉湖	25	177	1					
	夏郷	18	199	32	103	48	4	2	
	郭勒布依	44	187	10	67	9	2		
	博斯坦郷	18	233	3	42	5			
小計		105	796	46	212	62	6	2	0
トルファン	221 団		2	19	1				
	恰特喀勒郷	7	108	242	52	5	6	3	1
	三堡郷		79	217	12				
	七泉湖鎮	1	1	2					
	二堡郷		109	96	5				
	葡萄郷	8	24	34	22	10			
	艾丁湖郷	7	69	57	1				
	亜尔郷	7	93	203	45	14			
	勝金郷	12	120	84	31				
小計		42	605	954	169	29	6	3	1
シャンシャン	駅鎮							3	
	七克台郷	20	77	89	3				
	油田水源	0	9	0	16	2	4	2	

県市	郷	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	>350
	吐峪溝郷	1	107	367	3				
	辟展郷	89	131	63	2				
	迪坎郷	42	168	17					
	達浪坎郷	2	182	245	2				
	連木沁鎮	7	101	30					
	魯克沁鎮	5	298	114	1				
小計		166	1,073	925	27	2	4	5	0
合計		313	2,474	1,925	408	93	16	10	1

今回の調査では井戸作成時の地下水位をも調べた。極く一部作成時の記録が残された井戸を除いて、作成時の地下水位の大部分は聞き取りで調べた。それらの結果と今回調査で測定した地下水位をまとめて、表 5.4.21に示す。現況地下水位と井戸作成時の水位と比較すれば、トルファン盆地内の 3 県市とも地下水位が低下していることが明らかである。県市別の低下量を比較すれば、トクソン県は約 5 m で、トルファン市で 10 m に近づき、シャンシャン県では 10 m を超えた結果になる。

表 5.4.21 現況地下水位及び 1994 年以前の地下水位と比較する時の水位低下量

県	郷	現況地下水位	低下量
トクソン	伊拉湖	14.9	5
	夏郷	6.7	3.8
	郭勒布依	7	0.7
	博斯坦郷	15.5	6.5
平均		10.9	5.3
トルファン	221 団	17.8	0
	恰特喀勒郷	29.7	11.2
	三堡郷	47.6	20.5
	七泉湖鎮	30.1	0
	二堡郷	48.8	24.1
	葡萄郷	37.5	9.9
	艾丁湖郷	15.3	5.5
	亜尔郷	22.2	7.3
	勝金郷	22.8	5.6
平均		31.8	9.3
シャンシャン	駅鎮	7.2	0
	七克台郷	16.3	8.1
	吐峪溝郷	42.5	10.2
	辟展郷	15.7	5.5
	迪坎郷	23.7	0
	達浪坎郷	53	23.3
	連木沁鎮	18.5	3.9
	魯克沁鎮	41.9	17.5
平均		35	11.9
全体平均		28.9	9.1

井戸の水位低下によって古くて浅い井戸が使えなくなることは井戸を廃棄する主な原

因となっている。揚水量を確保するために、新規井戸は古い井戸より深く掘らなければならない。その影響を確かめるため、過去 10 年間に新規に作成された井戸の平均深さを集計し、表 5.4.22 にまとめた。しかし、郷単位で平均すると過去 10 年間で新規井戸の深さは増える傾向が認められなかった。

表 5.4.22 新規井戸の深さ変化

県市	郷鎮	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
トクソン	夏郷	83	74	78	91	81	74	87	94	86	88	81
	博斯坦郷	57	59	60	63	66	75	69	73	56	69	73
	伊拉湖	56	57	59	57	47	58	65	50	63	64	63
	郭勒布依	62	81	67	70	72	80	66	66	85	80	63
	小計	64	68	66	70	67	72	72	71	73	75	70
トルファン	221 団	--	--	--	--	--	--	--	--	--	100	--
	艾丁湖郷	95	111	98	92	111	93	96	110	103	98	110
	亜尔郷	121	120	121	111	121	130	106	141	116	153	120
	恰特喀勒郷	115	119	115	118	121	129	125	129	124	123	136
	三堡郷	101	98	106	104	106	114	114	95	117	124	124
	勝金郷	93	88	100	96	90	97	93	93	115	80	116
	二堡郷	85	94	92	97	98	98	109	100	104	107	111
	葡萄郷	150	134	124	147	176	163	150	164	173	162	170
	七泉湖鎮	--	--	--	--	102	--	--	--	--	--	--
	小計	109	109	108	109	116	118	113	119	122	118	127
シャンシャ	辟展郷	62	47	63	63	90	63	91	90	80	89	45
	達浪坎郷	89	99	93	104	94	103	106	105	100	103	107
	迪坎郷	59	63	64	69	71	75	75	71	80	72	77
	連木沁鎮	76	88	90	59	74	93	82	95	92	91	130
	魯克沁鎮	83	77	84	78	81	86	90	90	95	96	97
	七克台郷	90	75	96	98	97	101	112	110	105	106	100
	吐峪溝郷	95	103	97	100	102	101	100	105	104	106	107
	馱鎮	333	--	--	--	--	--	--	320	--	--	300
	石油水源	299	67	--	--	250	160	216	--	--	--	--
	小計	111	79	84	81	87	89	94	123	94	95	120

5.4.7 井戸構造及び関連施設

井戸の湧水能、効率、寿命、水質等は井戸の構造に密接な関連がある。深さ別に井戸の水質を比較しても水質の差が 160 m の深さまではっきり現れていない原因の一つも井戸構造にあると考えられる。今回の調査で明らかになった井戸構造関連事項は次の通りである。

a. パイプの材質

トルファン盆地では、主として費用の面から、揚水井戸の井戸管には各種の材料が使われている。表 5.4.23 は井戸パイプ材質による分類を示す。4,707 本井戸の中、コンクリート管を井戸パイプとして使うものが最も多く、約 79 % を占める。コンクリート管は写真 5.4.1 に示しているように、開孔率が小さく、帯水層からの集水効率が悪く、結果として電気消費量が大きくなる。コンクリート管を利用することは初期投資を節約する効果

があるが、全体としての合理性について検討する必要があると思われる。表 5.4.23の分類にあるその他欄に PVC パイプ、木材及びレンガ積等が含まれている。

表 5.4.23 井戸パイプ部の材質による分類

県	郷	コンクリート	アスベスト	鉄	その他
トクソン	伊拉湖	123	80	--	--
	夏郷	317	23	7	1
	郭勒布依	266	36	--	1
	博斯坦郷	299	1	--	--
合計		1,005	140	7	2
トルファン	221 団	16	--	--	--
	恰特喀勒郷	348	21	17	1
	三堡郷	282	12	4	1
	七泉湖鎮	1	--	--	--
	二堡郷	208	--	--	--
	葡萄郷	28	5	27	--
	艾丁湖郷	101	8	--	--
	亜尔郷	109	22	113	1
	勝金郷	29	99	82	--
合計		1,122	167	243	3
シャンシャン	七克台郷	107	8	15	--
	吐峪溝郷	456	19	--	--
	辟展郷	252	3	11	--
	迪坎郷	171	1	--	--
	達浪坎郷	217	204	--	--
	連木沁鎮	138	--	--	--
	鲁克沁鎮	245	166	5	--
合計		1,586	401	31	0
地区合計		3,713	708	281	5



写真 5.4.1 井戸パイプに使われるコンクリート管

b. 遮水の有無

水質の良くない地域、特に異なる帯水層間の水質が違う地域では帯水層間の汚染拡大を防ぐために遮水工が重要である。表 5.4.24に示されているように、農業灌漑用井戸4,897本のうち、遮水工を実施しているのはわずか8本であり、0.16%しかない。水質問題の大きいトルファン盆地ではこうした帯水層間の汚染拡大が非常に心配される。

表 5.4.24 トルファン盆地における井戸の遮水工実施状況

県	郷	なし	有り
トクソン	伊拉湖	203	0
	夏郷	145	0
	郭勒布依	305	0
	博斯坦郷	300	0
小計		953	0
トルファン	221 団	8	14
	恰特喀勒郷	409	17
	三堡郷	307	1
	七泉湖鎮	4	0
	二堡郷	213	0
	葡萄郷	99	0
	艾丁湖郷	134	0
	亜尔郷	358	2
	勝金郷	247	0
	小計		1,779
シャンシャン	駅鎮	3	3
	七克台郷	185	1
	吐峪溝郷	478	1
	辟展郷	286	0
	迪坎郷	228	0
	達浪坎郷	429	1
	連木沁鎮	138	0
	鲁克沁鎮	418	0
小計		2,165	6
合計		4,897	8

c. ポンプ型式及び動力

自噴井戸でなければ、ポンプで揚水する必要がある。表 5.4.25には井戸に付けたポンプの分類を示す。農業灌漑用井戸が多いので、ほとんどの井戸には深水ポンプが付けられている。

表 5.4.25 トルファン盆地における井戸のポンプ分類統計

	ハンドポンプ	深水ポンプ	遠心ポンプ
トクソン		881	41
トルファン	3	1,792	1
シャンシャン		2,162	1
合計	3	4,835	43

表 5.4.26はポンプの動力源調査で得られた結果をまとめている。99 %以上のポンプは電力ポンプであり、極く一部のディーゼルエンジンを動力とするポンプも使われている。

表 5.4.26 ポンプ動力源による分類

	ディーゼルエンジン	電力
トクソン	35	896
トルファン	0	1,786
シャンシャン	1	2,167
地区合計	36	4,849

d. 他の関連施設

井戸関連他の施設の保有状況は表 5.4.27にまとめている。生活用水や工業用水を供給するためにはタンクが必要であるが、タンクの保有率は約 1.8 %である。給水管の設置率は約 3.2 %、ポンプ小屋の設置率は比較的高く約 40 %である。

表 5.4.27 井戸関連タンク・給水パイプ及びポンプ小屋の設置状況

県	郷	タンク		給水用パイプ		ポンプ小屋	
		無し	有り	無し	有り	無し	有り
トクソン	伊拉湖	203	--	201	2	201	2
	夏郷	398	11	393	16	287	122
	郭勒布依	319	1	320	--	169	151
	博斯坦郷	301	--	299	2	245	56
	小計	1,221	12	1,213	20	902	331
トルファン	221 団	22	--	22	--	3	19
	恰特喀勒郷	424	2	418	8	295	131
	三堡郷	300	8	299	9	303	5
	七泉湖鎮	3	1	2	2	2	2
	二堡郷	212	1	213	--	208	5
	葡萄郷	79	20	82	17	10	89
	艾丁湖郷	134	--	134	--	11	123
	亜尔郷	337	23	332	28	21	339
	勝金郷	241	6	233	14	197	50
小計	1,752	61	1,735	78	1,050	763	
シャンシ	駅鎮	--	3	--	3	--	3
	七克台郷	183	6	165	24	53	136
	吐峪溝郷	477	2	462	17	428	51
	辟展郷	285	1	273	13	80	206

県	郷	タンク		給水用パイプ		ポンプ小屋	
		無し	有り	無し	有り	無し	有り
ヤン	迪坎郷	225	2	226	2	221	7
	達浪坎郷	430	1	427	4	429	2
	連木沁鎮	138	--	138	--	138	--
	魯克沁鎮	413	5	414	4	410	8
	小計	2,151	20	2,105	67	1,759	413
	合計	5,124	93	5,053	165	3,711	1,507

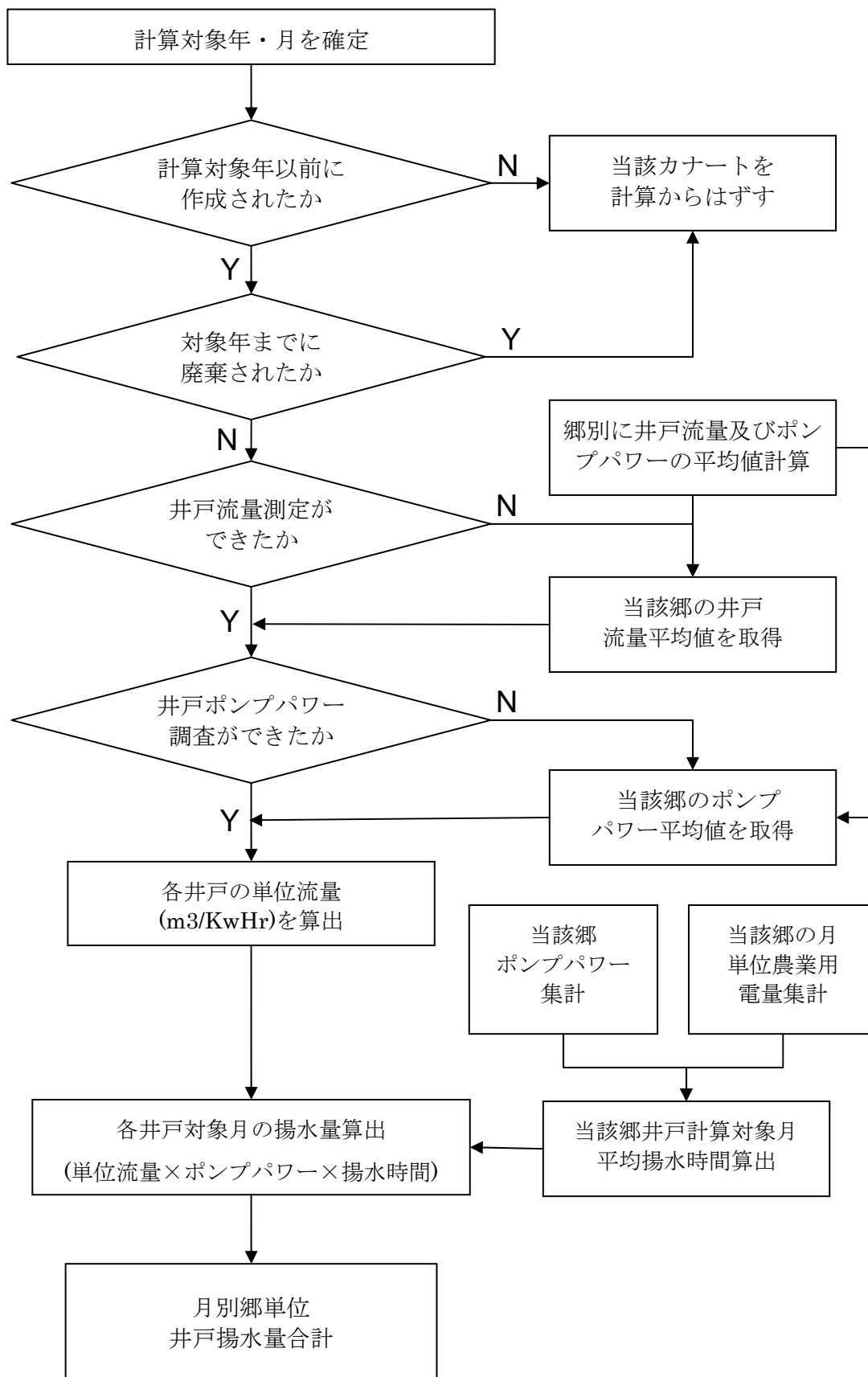


図 5.4.5 郷単位月別井戸揚水量計算フロー