

## 7. 地下水位調査

---

---

## 7 地下水位調査

地下水位は、地下水盆中の貯留量の変化を示す重要なデータであるとともに、地下水の流動方向や流速等を把握するための基本的なデータでもある。そのため、地下水位はなるべく多くの地点で帯水層別に長期間観測されることが望ましい。このような地下水位観測データは、地下水管理の基本資料として使用されるとともに、地下水シミュレーションの検証資料としても利用される。

本調査では、トルファン盆地の既存地下水観測資料を収集・整理して解析するとともに、新規に設置した地下水観測井において地下水位連続観測を開始した。

### 7.1 調査方法

#### 7.1.1 既存観測井

トルファン盆地では、トルファン地区水利局の指導・監督の下、県・市の水利局により地下水位の長期観測が実施されてきた。このうち、現在まで継続して観測が行われている地下水観測井は、トルファン市に 10 本、シャンシャン県に 15 本、トクソン県に 7 本の計 32 本である。トルファン市、シャンシャン県、トクソン県において現在まで観測が継続されている既存観測井のリストを、それぞれ表 7.1.1、表 7.1.2、および表 7.1.3 に示す。また、これら既存観測井の位置図を図 7.1.1 に示す。

表 7.1.1 トルファン市の既存地下水観測井

#### トルファン市

井号	名称	緯度	経度	UTM-E(m)	UTM-N(m)	位置図 No.
II 1-1	胜金乡政府	42.94639	89.64194	715533	4758248	1-1
II 1-2	二堡乡水管所	42.86778	89.53806	707321	4749257	1-2
II 1-3	三堡乡卫星大队	42.87333	89.51833	705691	4749825	1-3
II 1-4	恰特喀勒乡水管所	42.86389	89.28750	686865	4748238	1-4
II 1-5	亚尔乡西沟一队	42.96222	89.02944	665520	4758618	1-5
II 1-6	亚尔乡幸福五队	42.95556	89.15083	675440	4758124	1-6
II 1-7	艾丁湖乡政府	42.85306	89.06028	668332	4746556	1-7
II 1-8	葡萄乡果酒厂供水站	42.99111	89.24444	682971	4762272	1-8
II 1-9	火焰山农业开发区	42.92333	89.32000	689338	4754912	1-9
II 1-10	煤窑沟水文站	43.19722	89.37194	692717	4785448	1-10

表 7.1.2 シャンシャン県の既存地下水観測井

#### シャンシャン県

井号	名称	緯度	経度	UTM-E(m)	UTM-N(m)	位置図 No.
II 2-1	七克台水电所	43.00500	90.52694	787465	4767409	2-1
II 2-2	电力公司	42.87833	90.21222	762349	4752311	2-2
II 2-3	连木沁 9 大队 2 队	42.87389	89.93750	739928	4750997	2-3
II 2-4	达浪坎兰江子坎	42.72722	89.64389	716456	4733914	2-4
II 2-5	迪坎尔大队 4 小队	42.57694	89.88861	737063	4717882	2-5

### シャンシャン県

井号	名称	緯度	経度	UTM-E(m)	UTM-N(m)	位置図 No.
II 2-6	县水利局	42.89528	90.21583	762572	4754204	2-6
II 2-7	七克台南湖小学	43.01889	90.62667	795527	4769298	2-7
II 2-10	金矿渔场	42.97917	90.41583	778525	4764165	2-10
II 2-11	シャンシャン园艺场	42.90028	90.28722	768380	4754985	2-11
II 2-12	迪坎尔乡水电所	42.69056	89.76750	726710	4730166	2-12
II 2-13	迪坎尔乡玉尔门	42.63444	89.78750	728554	4723989	2-13
II 2-14	鲁克沁水电所	42.74250	89.76750	726521	4735935	2-14
II 2-15	达浪坎坚丹坎	42.77333	89.57972	711046	4738872	2-15
II 2-16	吐峪沟英买里 1 队	42.83083	89.68167	719183	4745518	2-16
II 2-17	达浪坎水电所	42.70139	89.71444	722325	4731228	2-17

表 7.1.3 トクソン県の既存地下水観測井

### トクソン県

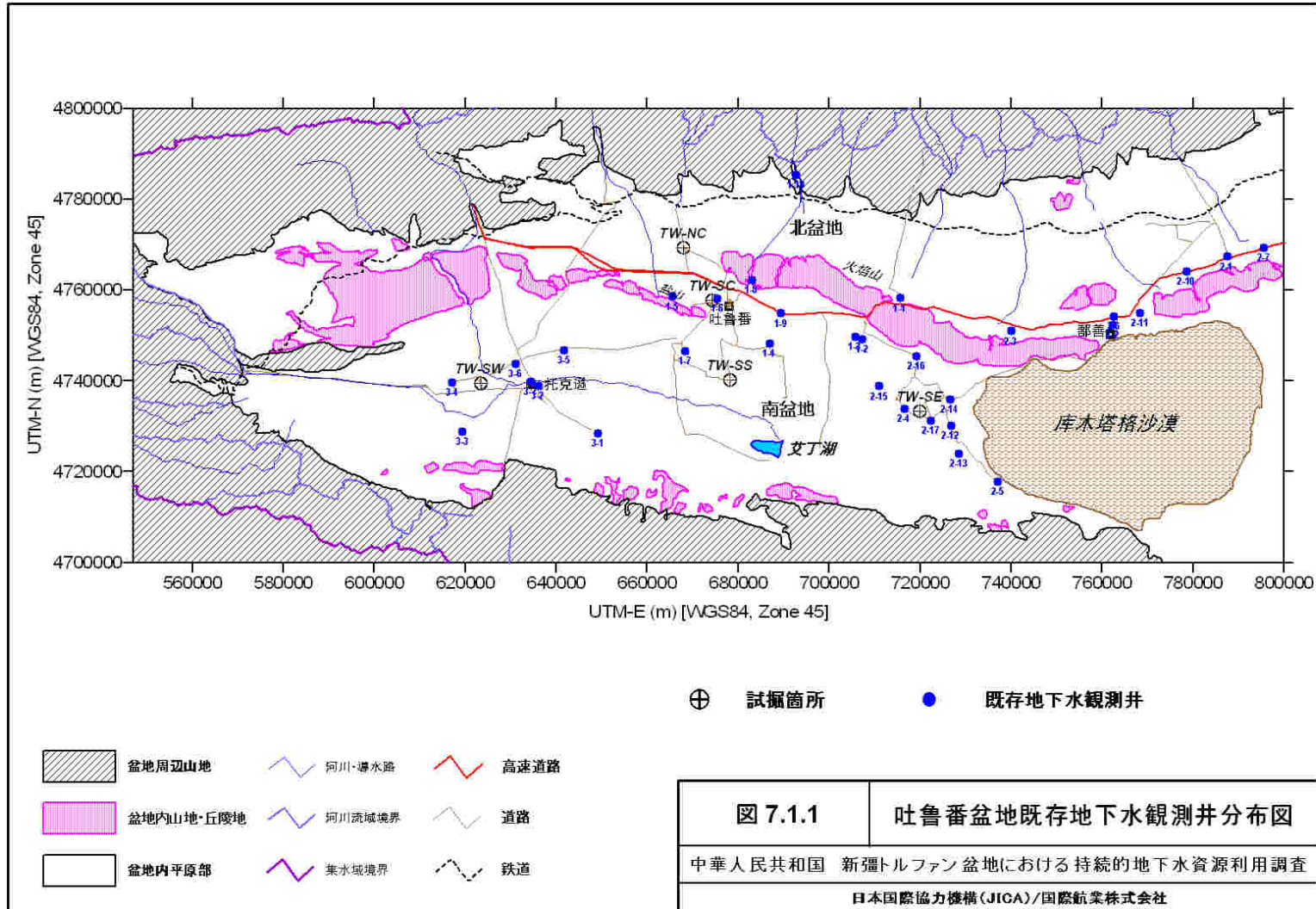
井号	名称	緯度	経度	UTM-E(m)	UTM-N(m)	位置図 No.
II 3-1	夏乡喀格恰克村	42.69444	88.82056	649126	4728491	3-1
II 3-2	夏乡托台村 3 队	42.79083	88.66278	635991	4738928	3-2
II 3-3	博斯坦乡 3 大队 1 小队	42.70278	88.45750	619370	4728839	3-3
II 3-4	伊拉湖乡 4 大队 4 小队	42.80111	88.43194	617092	4739723	3-4
II 3-5	克尔碱镇英阿瓦提村	42.86000	88.73417	641671	4746727	3-5
II 3-6	郭勒布依乡十字路口南	42.83611	88.60306	631010	4743862	3-6
II 3-7	托县民族医院家属院	42.80028	88.64333	634380	4739946	3-7

本調査では、これらの既存観測井における過去の地下水位測定記録を収集・整理した。元データは手書きの表であったり、機械式自記水位計の記録紙のままであったりしたため、本調査ではすべての記録を電子ファイル化して整理した。

一方、本調査の実施前には、既存観測井の地下水測定は月 3 回程度しか実施されておらず、しかも欠測期間が多いなどの問題があったため、本調査では再委託業務により既存観測井の地下水位を月 4 回測定した。

なお、トルファン盆地では現存する 32 本のほかに、すでに観測が中止されたり廃棄されたりした観測井が 32 本ある。本調査ではこれらの古い観測井の地下水位記録も収集・整理した。表 7.1.4には、古い観測井も含めて既存観測井の地下水位観測期間をまとめて示す。トルファン水利局からの聞き取りによると、これらの古い観測井で地下水観測が中止された理由として、井戸が破損したり破棄されたりして観測不可能となっただけでなく、予算措置や人員の問題から観測が継続できなくなったとのことである。

7-3





### 7.1.2 JICA観測井

本調査ではすでに第5章で詳述したように、トルファン盆地の南盆地で4箇所、北盆地で1箇所の計5箇所を試掘調査を実施し、合計9本の新規地下水観測井を設置した。このうち、南盆地の試掘箇所では、浅層部の地下水と深層部の地下水のそれぞれについて地下水位と水質を観測するために、1箇所あたり2本の観測井を設置した（表7.1.5参照）。

表 7.1.5 JICA 観測井一覧表

試掘地点名	観測井番号	掘削深度 (m)	井戸深度 (m)	スクリーン深度 (m)	スクリーン総延長 (m)
TW-SE	TW-SE-1	245.9	216.0	190.0-210.0	20.0
	TW-SE-2	70.0	70.0	54.0-66.0	12.0
TW-SC	TW-SC-1	409.3	391.0	345.0-354.0 376.0-385.0	18.0
	TW-SC-2	130.0	130.0	110.0-124.0	14.0
TW-SS	TW-SS-1	253.4	221.0	191.0-215.0	24.0
	TW-SS-2	50.0	50.0	30.0-48.0	18.0
TW-SW	TW-SW-1	301.4	288.0	268.5-282.0	13.5
	TW-SW-2	66.0	66.0	42.0-60.0	18.0
TW-NC	TW-NC-1	400.4	390.0	360.0-384.0	24.0

#### a. 水位測定方法

9本のJICA観測井のうち、南盆地南部に設置したTW-SS-1観測井と西部のTW-SW-1観測井は自噴井であり、被圧地下水頭が観測井の管頭よりも高い。一方、北盆地中央部に設置したTW-NC-1観測井では、掘削時の地下水位が地表面より約290mときわめて深い位置にある。そこで、JICA観測井については次の3種類の方法で地下水位を観測することとした。

##### a.1 自記水位計による観測

上記の3本の観測井を除く6本の観測井には、中国の宝鸡河山水資源智能儀器研究所が生産しているSJY-3型自記水位計を設置した（写真7.1.1参照）。これはフロート式の自記水位計で、設定した時間間隔で自動的に地下水位を記録することができる。本調査

では、1日あたり6～8回（3～4時間間隔）で自動的に水位を測定するように設定した。



写真 7.1.1 JICA 観測井に設置した自記水位計

#### a.2 自噴井における水位観測

TW-SS-1 観測井および TW-SW-1 観測井では、掘削直後から地下水が自噴しており、自記水位計による地下水観測ができないことから、ケーシングパイプの管頭を密封し、そこから水位観測用のパイプを立てて水頭を測るようにした。

TW-SS-1 観測井では、建設直後（2004年10月18日）の地下水位が地表面よりも1.41 m 高く、その後も冬季に水位が上昇すると予測されたことから、写真 7.1.2のように観測小屋の中に水位観測用のパイプを設置し、設置場所の221 団5 連に依頼して2日に1回の間隔で地下水位を測定することにした。



写真 7.1.2 TW-SS-1 観測井(自噴井)における地下水位の測定

一方、TW-SW-1 観測井では、揚水試験実施前（2005年1月8日）の地下水頭が地表面より6.97 m も高く、TW-SS-1 観測井と同じような方法では地下水位を測定できないため、写真 7.1.3のような水銀式圧力計（マノメータ）を設置して、水銀柱の高さを測定して水圧に換算することとした。水銀柱の高さの測定は、地元の博斯坦郷の技術員に依頼して2

日に1回行うこととした。



写真 7.1.3 TW-SW-1 観測井(自噴井)における地下水頭の測定

### a.3 手動による水位観測

北盆地に設置した TW-NC-1 観測井では、地下水位は地表面から約 290 m ときわめて深い  
が、中国国内にはこのような大深度の地下水位を測定できる自記水位計はない。そこ  
で、本調査団は再委託業者に依頼してこのような大深度の地下水位を測定できる手動式  
水位計を作成し、2 日に 1 回の間隔で地下水位を手動で測定することとした。

### b. JICA 観測井の保護

JICA 観測井は今後長期間にわたりトルファン地下水盆の地下水位を連続的に測定する  
重要な観測井となるので、観測井および観測機材の保護は重要である。すでに述べたよ  
うに TW-SS-1 と TW-SW-1 観測井については、観測小屋を設置して水位観測装置を設置  
したが、それ以外の観測井については写真 7.1.4 に示すような観測箱を設置した。

この観測箱は、内側からネジで井戸口元のコンクリート土台に固定することができ、  
扉の鍵は二重式で盗難防止など安全性に十分配慮している。また、密封性や保温性に優  
れ、トルファン盆地の高温、強風、砂塵など過酷な気候にも十分に耐えられる構造とな  
っている。



写真 7.1.4 JICA 観測井の保護箱(TW-SC 地点)



## 7.2 既存観測井

トルファン盆地における長期地下水観測は、シャンシャン県で最も早く 1986 年 1 月から開始され、その後トルファン市では 1987 年 10 月から、トクソン県では 1988 年 1 月から始まった。以下に、各市・県における既存観測井の地下水位記録について述べる。

### 7.2.1 トルファン市

トルファン市における既存観測井による地下水位測定記録を、図 7.2.1 に示す。トルファン市では 1987 年末から現在まで継続して地下水位が測定されている観測井は 3 本あるが、このうち II-1-6-1 観測井と II-1-6-2 観測井は同じ場所に設置された深度別観測井である。これら 3 本の地下水変動をみると、長期的には比較的安定しているものの、詳細にみると 2000 年以降地下水位が徐々に低下している。

トルファン市街地に近い II-1-6 地点の 2 本の観測記録によると、地下水位は地表面から 20～28 m の範囲で変動している。1990 年から 1992 年にかけて地下水位が年々低下したが、1993 年から 1995 年にかけては水位低下が止まり、地下水位はほぼ同じ範囲で変動していた。そして 1996 年にはやや水位が上昇した。しかし、1997 年から 1999 年にかけて再び地下水位は徐々に低下し、2000 年および 2001 年の冬季には地下水が大きく上昇したものの、2001 年夏季には水位が大きく低下し、翌 2002 年も水位が低い状態が続いた。2003 年は地下水位が高いまま推移したが、2004 年の夏季には水位が大幅に低下している。

トルファン市では 2002 年後半から新たに 5 本の観測井が設置され地下水観測が行われるようになった。地下水位は場所により大きくことなり、とくにトルファン市東部の火焰山南側地域では地下水位は地表面から 45～60 m と深い。一部の観測井記録は不規則な地下水位変動を示し、局所的な地下水揚水の影響を受けていると推測されるほか、測定方法にも問題があると判断される。

### 7.2.2 シャンシャン県

シャンシャン県における既存観測井による地下水位測定記録を、図 7.2.2 に示す。シャンシャン県では 1986 年初頭から現在まで多くの観測井で地下水位が測定されているが、1994 年および 2000 年のデータは所在が不明で収集することができなかった。

シャンシャン県では、多くの観測井で 1996 年頃から地下水位が大きく低下している。とくに、シャンシャン県南西部の南盆地に位置する観測井では 1996 年以降地下水位が年々低下し、2004 年夏季には水位が異常に低下していることが観測された。II-2-4 観測井をはじめ II-2-16、II-2-17 観測井では 2004 年夏季に地下水位が地表面から 45 m 付近まで低下している。シャンシャン県南西部では、1996 年から 2004 年までの地下水位低下量は 15 m 近く低下している。

一方、シャンシャン県市街地からシャンシャン県東部にかけての北盆地南縁部においても、1990 年代後半から水位が低下しはじめ、2000 年以降はその傾向が顕著になっている。この地域では、過去 10 年間に地下水位が 5～10 m 低下している。

シャンシャン県の多くの観測井でみられる地下水位の低下は、地下水位の変動パターンや低下量の地域性からみて、近年地下水揚水量が大幅に増加しているためと判断される。

### 7.2.3 トクソン県

トクソン県における既存観測井による地下水位測定記録を、図 7.2.3に示す。トクソン県では 1988 年初頭から地下水位が観測されているが、それから現在まで継続して観測されているのは II-3-1 観測井 1 本だけであり、そのつぎに長期的に水位が観測されているのは 1996 年から観測が開始された II-3-2 観測井である。残りの 5 本の観測井では 2002 年後半から観測が開始された。

トクソン県の長期的な地下水位変動をみると、シャンシャン県のような大幅な地下水位低下はみられないが、1996 年頃から地下水位が徐々に低下している傾向が認められる。II-3-1 観測井では 1995 年までは地下水位が深度 6 m 以内であったが、1996 年以降になると 6 m から 8 m まで低下し、2004 年の夏季には 9 m まで水位が低下した。II-3-2 観測井においても、地下水位は年々徐々に低下しており、過去 10 年間で約 1 m 水位が低下した。

最近設置された観測井のうち、トクソン市街地よりも上流側に位置する II-3-3 や II-3-4 観測井では地下水位の変動幅が 4 m 程度と大きく、しかも 2003 年の夏季に比べて 2004 年の夏季には水位が 2~3 m 低下した。

また、図 7.2.4には吐魯番盆地において比較的長期間にわたり観測が実施されている主要な地下水位観測井の地下水位変動記録を示す。

7-10

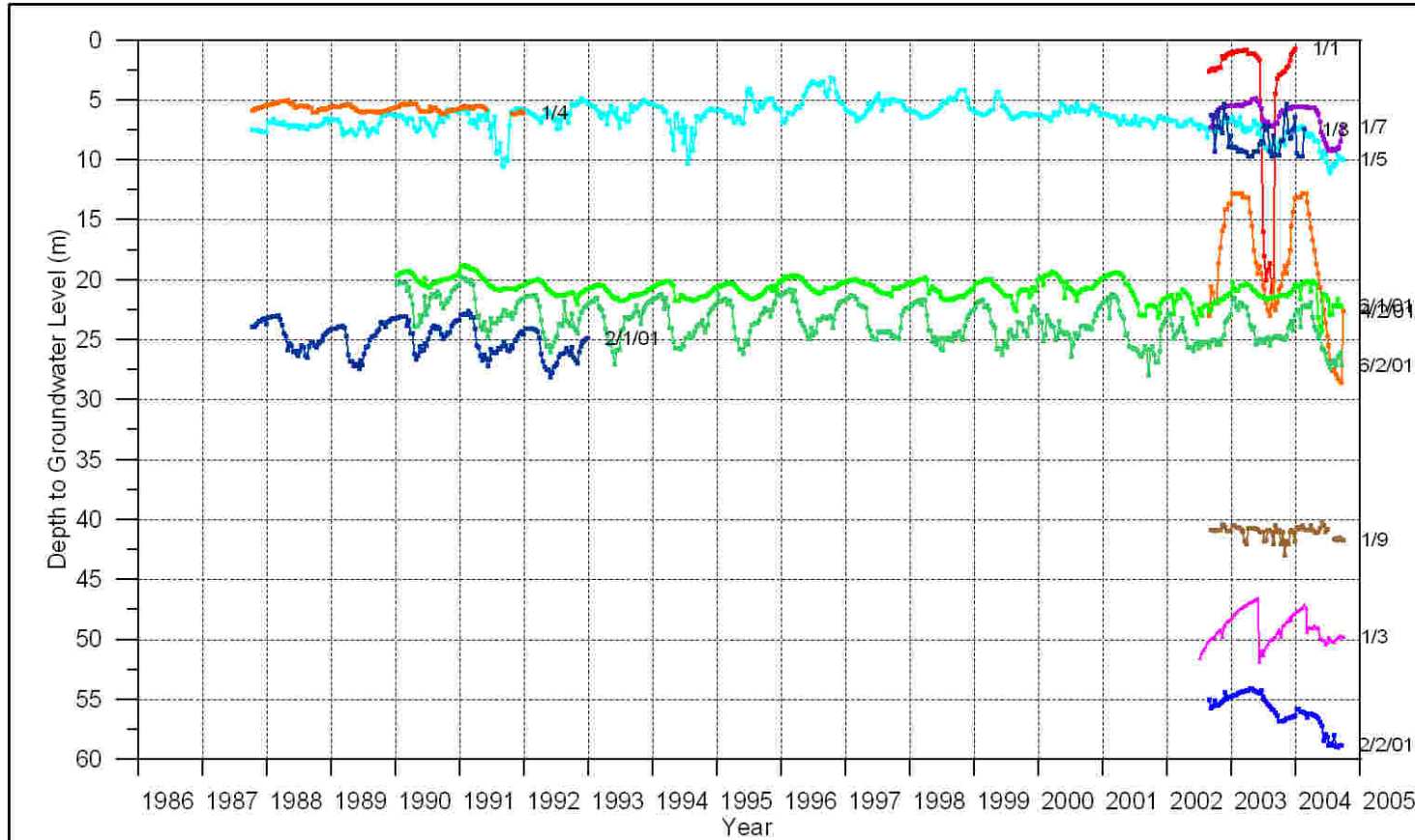


図 7.2.1	吐鲁番市長期地下水観測記録
中華人民共和国 新疆トルファン盆地における持続的地下水資源利用調査	
日本国際協力機構(JICA)/国際航業株式会社	

7-11

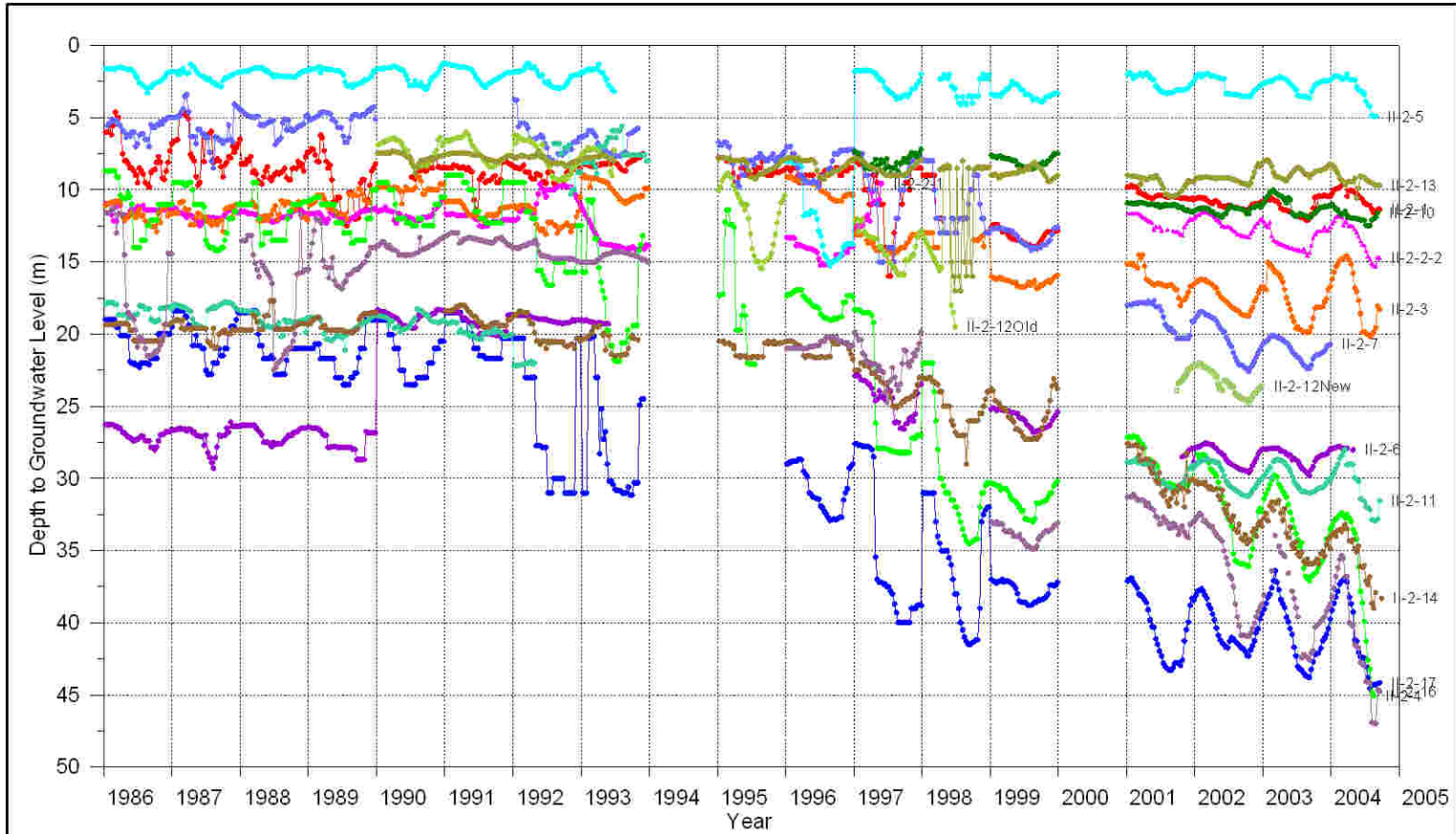


图 7.2.2	鄯善县长期地下水观测纪录
中华人民共和国新疆吐鲁番盆地 地下水資源可持續利用研究項目	
日本国際協力機構 (JICA) / 国際航業株式会社	

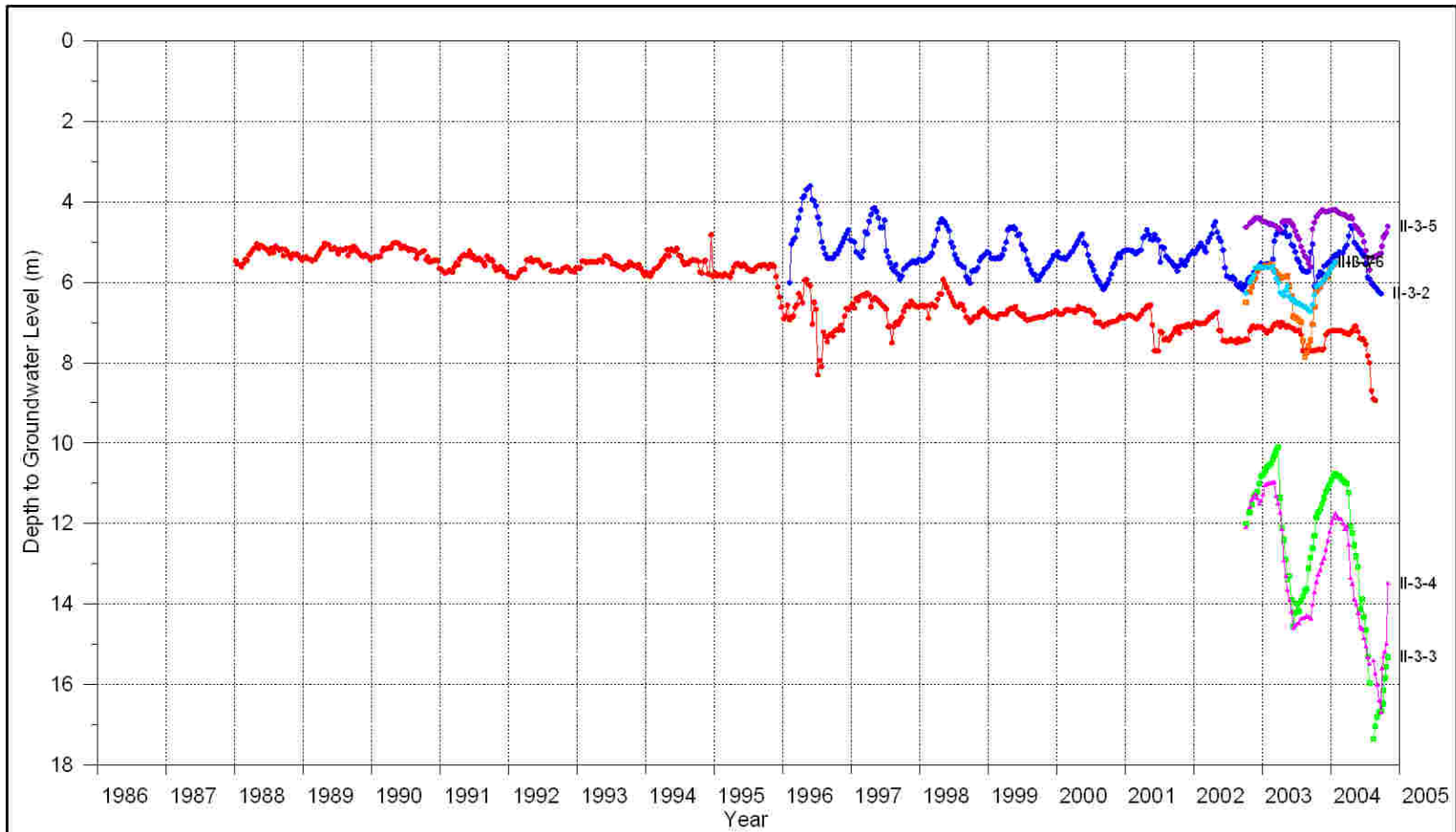


図 7.2.3	托克遜県長期地下水観測記録
中華人民共和国 新疆トルファン盆地における持続的地下水資源利用調査	
日本国際協力機構(JICA)/国際航業株式会社	

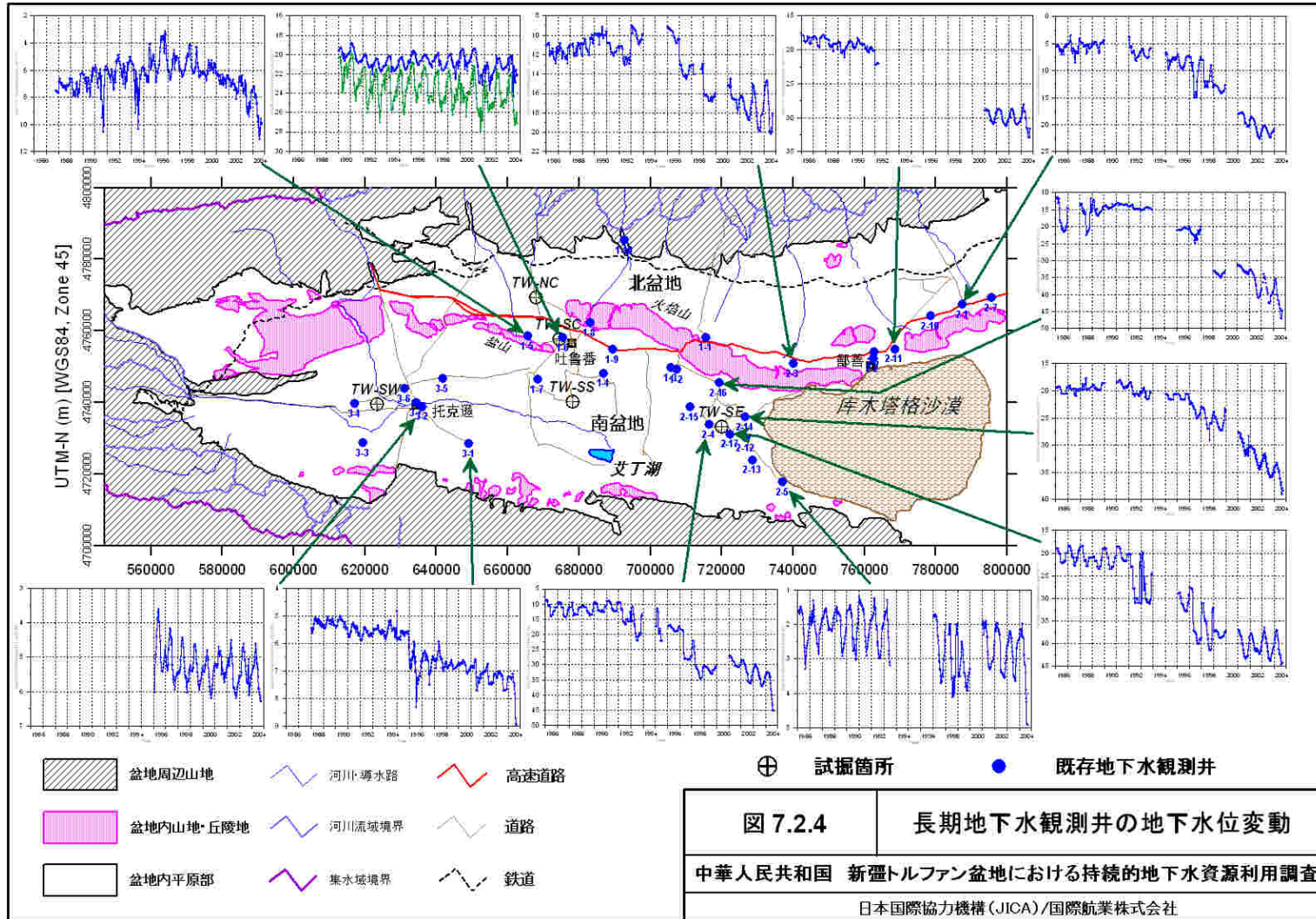


図 7.2.4

長期地下水観測井の地下水位変動

中華人民共和國 新疆トルファン盆地における持続的地下水資源利用調査

日本国際協力機構 (JICA) / 国際航業株式会社

### 7.3 JICA 観測井

本調査で設置した JICA 観測井では、井戸建設および揚水試験が終了した後、地下水位観測を開始した。観測開始時期は、早いもので 2004 年 11 月からである。

図 7.3.1には、トルファン市街地近郊の TW-SC-2 観測井で自記水位計により記録した地価水位変動記録を示す。この観測井では、2004 年 9 月に揚水試験を行った時点では、周囲の既存井戸の揚水によると思われる水位変動が観測されたが、2004 年 12 月からの自記水位計による観測開始後にはそのような変動は現れていない。

本調査では、引き続き第 2 年次にも既存観測井および JICA 観測井における地下水位観測を継続して実施することになっている。

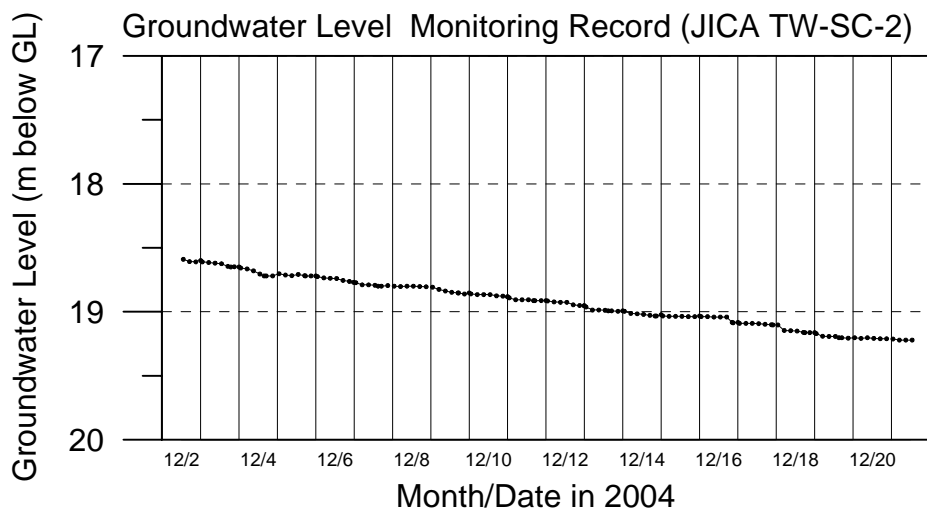


図 7.3.1 JICA 観測井 TW-SC-2 における地下水位自記記録

## 7.4 地下水位の平面分布

前述したように、本調査開始後の2004年夏季には、トルファン盆地の南盆地東部を中心に前年の夏季よりも地下水位が大幅に低下し、シャンシャン県達朗坎地区では水位の異常低下により地下水障害が発生した。

そこで、本調査で実施した既存観測井の地下水位測定結果をもとに、2004年8月16日時点での地下水位深度分布図と地下水位標高分布図を作成した。

### 7.4.1 地下水位の深度分布図

図7.4.1には、既存観測井の地下水位測定結果をもとに作成した地下水位深度分布図を示す。これによると、南盆地では南から北に向かって地表面から地下水位までの深度が大きくなり、火焰山の南縁部では地下水面深度が40 m以上となる。とくに、シャンシャン県南西部の達朗坎地区では地下水位深度が40 m以上の部分が多く、火焰山近くの吐峪沟付近では70 mと大きくなる。

北盆地では、既存観測井のデータはシャンシャン県東部など盆地南縁部に偏って分布しているため、北盆地中央部の地下水位深度はTW-NC-1観測井の記録やTEM法物理探査結果による推定地下水面深度を参考にして水位分布等値線を作成した。北部盆地では地形面が北に向かって上昇するのに対し、地下水面は地形面よりも緩い傾斜で徐々に上昇するため、地下水位までの分布深度は北盆地中央部から北部で大きくなる。

### 7.4.2 地下水位の標高分布図

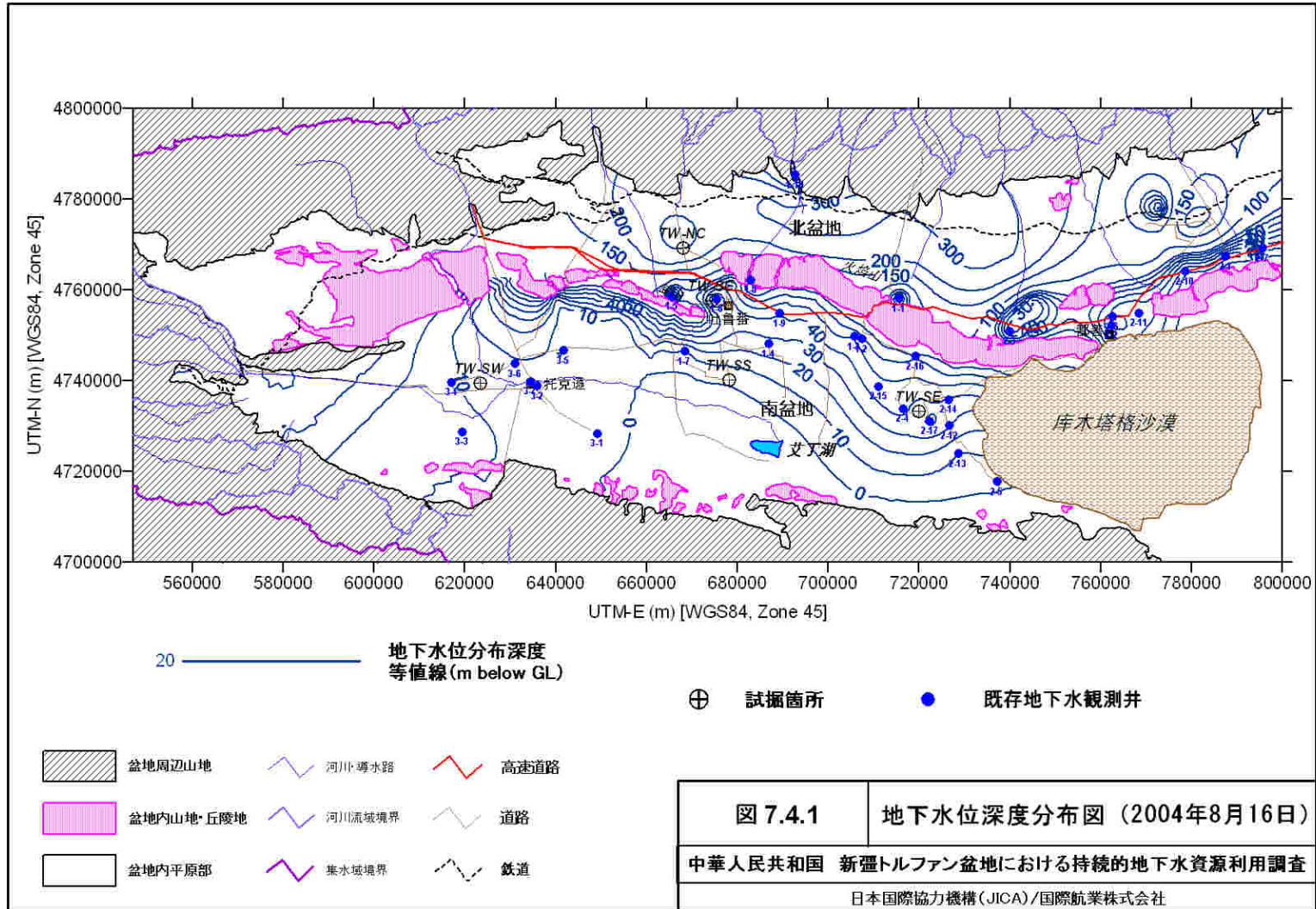
図7.4.2には、既存観測井の地下水位測定結果をもとに作成した地下水位の標高分布図を示す。これは、地下水位を標高に換算したもので、この図面からトルファン盆地の地下水流動状況を把握することができる。

これによると、南盆地では艾丁湖を中心に地下水位標高が-150 m以下と低く、そこから同心円状に地下水位標高等値線が分布している。したがって、南盆地では艾丁湖付近の地下水位標高低下部に向かって地下水が流動していることになる。地下水位標高が-100 m以下の地域には、TW-SS試掘地点やTW-SE試掘地点付近が含まれ、トルファン市街地付近での地下水位標高は0 mである。

地下水位標高はトルファン市街地付近から北盆地に向かってさらに高くなるが、地形面標高の勾配に比べて地下水面標高の勾配は小さい。

本調査では、今後帯水層別および時期別の地下水位標高分布図を作成し、過去および現在の地下水流動状況を把握するとともに、地下水シミュレーションモデルの検証資料を作成する。





7-17

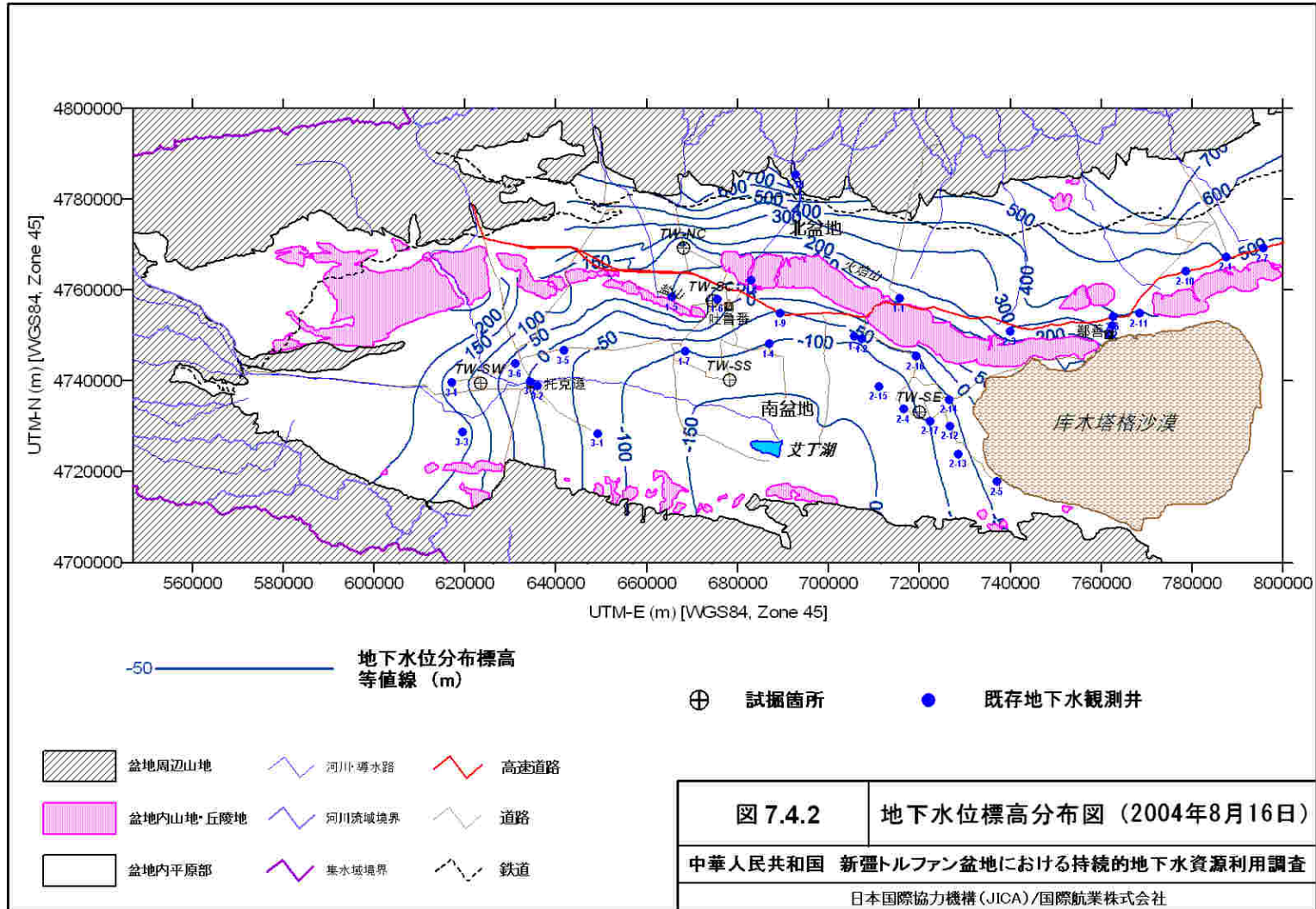


図 7.4.2 地下水位標高分布図 (2004年8月16日)  
中華人民共和国 新疆トルファン盆地における持続的地下水資源利用調査  
日本国際協力機構(JICA)/国際航業株式会社

## 8. 地表水資源量の評価

---

---

## 8 地表水資源量の評価

### 8.1 評価方法

#### 8.1.1 地表水資源の評価方法

トルファン盆地での水資源利用は現時点では地下水を主としているが、盆地内水資源の大部分は天山山脈からの河川水が盆地内に流入してから形成されている。従って、河川地表水の直接利用も盆地内水資源利用において重要な部分である。

地表水資源の評価は水文調査で明らかにした盆地内河川流量分布や変動結果に従って、資源量、利用可能量及び現況利用量をそれぞれ検討した上、今後の開発可能量を検討する。

#### 8.1.2 地下水資源の評価方法

トルファン盆地の地下水資源を評価するためには、トルファン地下水盆の水文地質構造や帯水層特性を把握した上で、地下水盆に流入する水量と地下水盆から地下水揚水や蒸発により失われる水量のバランスを検討して、地下水位の過剰な低下や地下水障害を発生させないための許容揚水量を地域別、帯水層別に設定する必要がある。

地下水資源は地表水資源と異なり直接水量を測定することは困難であるが、地下水シミュレーション技術を利用して地下水盆への流出入量をいくつかのサブシステムに分解し、それぞれのサブシステムにおける水収支をモデル解析により検討することにより、地下水盆全体の水収支を把握・評価する。その際、盆地内に流入する河川水からの地下水かん養量を地表水モデルによる解析をもとに精度よく算出して地下水シミュレーションモデルに適切に入力することが重要なポイントとなる。

地下水盆の流出入量のバランスの結果は、地下水観測井における地下水位として実測することができるので、地下水資源の評価にあたっては地域別・帯水層別・時期別の地下水位が重要な指標となる。

## 8.2 地表水資源量

トルファン地表水資源は流域の河川分布の特徴に従って 4 つの大流域に分けることができる。すなわち、トクソン“2 河”流域、トルファン・シャンシャン 7 河流域、坎尔其河流域及び庫木塔格砂漠地域である。4 大流域の区分は図 8.2.1 に示す。今回の地表水資源評価はこの 4 大流域別を実施する。

### 8.2.1 流域別地表水資源生成量

水利権等の観点から、ある地域の水資源量はその地域の中で生成した水量でしか計算できない。従って、まずトルファン盆地を囲むトルファン地区における水資源量の生成量を検討した。

トルファン地区では盆地内の降雨量は完全に蒸発に消耗されるので、地表水資源の形成は盆地周辺の山地である。山地には数多くの河川が分布し、比較的大きな通年河川があれば、小さい季節性河川もある。通年河川の流量は既存水文観測所の観測資料に基づいて求められるが、季節河川の流量は流出高曲線を利用して求めるのが通常の方法である。水文解析においては、周辺地区の流量調査結果を参考にしながら、河川の流量実測結果に基づき、トルファン盆地の多年降雨量等値線図及び流出高等値線図を作成した。それらを用いて、トルファン盆地周辺山地の標高ゾーン別の面積に流出高を乗じて当該各ゾーンの表流水量を算出した。表 8.2.1 にはトルファン地区の行政区画範囲内で生成した水資源量をまとめた。

表 8.2.1 トルファン地区内で生成した地表水資源量

面積単位：km<sup>2</sup>；流出高単位：mm；流量単位：10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>

流域	面積	地表水資源量		割合 (%)
		年流出高	年流量	
トクソン 2 河流域	9,688	6.9	0.6663	10.9
ト・シャン 7 河流域	12,838	38	4.873	79.4
坎尔其河流域	8,035	6.8	0.5454	8.9
庫木塔格砂漠地域	36,178	0.1	0.0529	0.8
全 区	66,739	9.2	6.137	100

大流域別に見ると、トルファン盆地内で生成した水資源量の分布の不均一性が大きい。トルファン・シャンシャン 7 河流域は流量生成区と平原区を合わせた流域面積が約 1.3 万平方キロで、トルファン面積全体の約 19 %しか占めないが、地表水資源量は約 4.9 億立方米/年であり、トルファン地区地表水生成量（6.13 億立米/年）の約 79 %を占める。地表水生成量の面ではトルファン・シャンシャン 7 河流域がトルファン地区で最も多い流域である。それに対して、庫木塔格砂漠やトルファン盆地南部の広大な砂漠や丘陵地域はトルファン地区総面積の半分以上を占めているが、地表水資源生成量は僅か 5 百万立方米/年であり、トルファン地区地表水資源生成の 0.9 %しか占めない。

### 8.2.2 トルファン地区地表水の流出入量

河川流域と行政区とは必ずしも一致しないので、行政区画間の地表水流出入量が生じる。トルファン地区への流入量は表 8.2.2 にまとめている。

表 8.2.2 トルファン地区への地表水流入量

流域	流入河川	流入水量 ( $10^8\text{m}^3$ )	流入元
トクソン2河流域	魚尔溝	0.4522	ウルムチ市
	祖鲁木凶溝	0.0486	和碩県
	烏斯通溝	0.1392	和碩県
	阿拉溝河	1.275	和静県
	白楊河	1.355	ウルムチ市
トルファン・シャンシャン7河流域	大河沿河	0.2366	ウルムチ市
合計		3.507	

トルファン地区に流入した河川水量と比較して、トルファン地区からの地表水流出量は少ない。トクソン県にある 67.5 平方キロの山区で生成した表流水約 8 百万立米がウルムチ河水系に属する板房溝に流出するが、これは流入水量の約 2% にしか相当しない。

河川別の流入水量の大きさを見ると、白楊河と阿拉溝河の流入水量はトルファン地区流入水量全体の 75% を占めている。流入した地表水量の地域分布を見ると、殆ど（約 93%）西部のトクソン2河流域に限られていて、東部への流入量はない。

トルファン地区は地区内で生成した地表水資源の水利権を持っているが、流入水量の水利権はそれが形成された行政区域が所有している。従って、流量調査結果で明らかにしたように、夏の豊水期で農業用水の最も多い灌漑期には白楊河の流量が少なく、冬の渇水期には逆に流量が大きい。すなわち、豊水期にはその流量の主要生成地域であるウルムチでは灌漑用水等のため河川水を取水し、トルファン地区への流入量は渇水期の冬季よりも小さくなっている。同じことは大河沿河でも発生している。今年度の流量調査では、大河沿河でも上流域の水利用の影響を受け、トルファン地区内の豊水期の河川流量は渇水期の河川流量より小さかった。

このように、流入水量はトルファン地区で利用できる水量ではあるが、水量の時期的配分等は盆地内生成した水資源量とは異なる。

### 8.2.3 トルファン地区の河川流量

トルファン盆地で生成した地表水資源量と流出入量を合計して、トルファン地区での河川流量が形成される。流域別の河川流量は表 8.2.3 に示す。

表 8.2.3 トルファン盆地における水資源量及び河川流量

面積単位： $\text{km}^2$ ; 資源量及び流量単位： $10^8\text{m}^3/\text{年}$

流域	面積	地区内 資源量	外からの 流入量	外への 流出量	河川流量
トクソン2河流域	9,688	0.6663	3.2704	0.0786	3.8581
ト・シャン7河流域	12,838	4.873	0.2366	--	5.1096
坎尔其河流域	8,035	0.5454	--	--	0.5454
庫木塔格砂漠地域	36,178	0.0529	--	--	0.0529
合計	66,739	6.137	3.507	0.0786	9.566

トルファン地区内で生成し、水利権がある地表水資源量の約 8 割がトルファン・シャンシャン 7 河流域で生成しているが、河川流量分布を見るとトクソン 2 河流域の面積当たりの河川流量がトルファン・シャンシャン 7 河流域を上回る。

一方、河川流量の利用性を見ると、庫木塔格砂漠地域では洪水期しか地表水が生成しないので、多年平均流量が小さいわりに、変動が大きく利用しにくい。他の各流域にある季節河川も同様に集水域が小さく、また集水域内には海拔標高の高い山地もないので、洪水期以外に水が流れることが殆どない。実用性から見て、現況では、通年河川の流量しか利用できない。

トルファン地区にある通年河川は 14 本あり、トルファン盆地に対して最も重要な地表水資源である。14 河川の流量をまとめて、表 8.2.4 に示す。

表 8.2.4 トルファン盆地内 14 本通年河川からの流量

大流域区分	河川名	集水面積 (km <sup>2</sup> )	平均流量 (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> /年)	確率別年間流量 (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )			
				20%	50%	75%	95%
トクソン 2 河流域	白楊河	2,423	1.36	1.67	1.16	0.96	0.87
	柯尔碱溝	646	0.21	0.25	0.18	0.15	0.13
	魚尔溝	628	0.45	0.56	0.41	0.34	0.28
	阿拉溝	2,503	1.26	1.57	1.17	0.96	0.79
	祖魯木図溝	257	0.05	0.06	0.04	0.04	0.03
	烏斯通溝	617	0.14	0.17	0.13	0.10	0.09
	小計	7,074	3.91	4.82	3.49	2.87	2.46
ト・シャン 7 河流域	柯柯亜河	707	1.12	1.31	1.06	0.92	0.80
	二塘溝	501	0.82	0.97	0.81	0.70	0.55
	恰勒坎河	100	0.09	0.10	0.09	0.08	0.06
	黒河	185	0.33	0.39	0.32	0.28	0.22
	煤窑溝	481	0.81	0.95	0.80	0.68	0.54
	塔朗河	443	0.77	0.91	0.76	0.65	0.52
	大河沿河	724	1.04	1.22	1.02	0.87	0.69
	小計	3,141	4.98	5.86	4.86	4.18	3.37
坎尔其河 流域	坎尔其河	548	0.29	0.34	0.27	0.24	0.21
合計		10,763	8.723	10.47	8.22	6.97	5.78

トルファン地区の地表水流量 9.57x10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>/年のうち 8.72x10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>/年は 14 本の通年河川によるもので、盆地内流量全体の約 91 % を占めている。残りの約 9% は、庫木塔格砂漠や南部盆地南部の小流域である。

## 8.2.4 表流水資源の特徴

### a. 河川流量の形成

トルファン地区の河川は急な河床勾配、短い河道、水量が比較的小さいことなどが特徴である。特に乾燥地域に属するトルファン地区の河川は地形標高への依存性が強く、集水域の標高が高く、万年雪や氷河の多い河川は比較的流量が大きく、河道も長い。例えば柯柯亜河や煤窑溝河、集水域がトルファン地区外にある阿拉溝河と白楊河等である。このように比較的大きな河川は流量が融雪水、降雨と地下水によって構成される。それに対して、トルファン地区にある比較的小さい河川、例えば恰勒坎河等は融雪水からの

涵養量が少なく、河川流量構成は主に降雨と山地地下水によるものである。

### b. 河川流量の地域分布

トルファン地区の河川は山地で形成され、流出し、平原区で消耗される。各河川流域の山地では谷頭から河道に沿って流量が増加し、山口で最大流量となる。山口を出てから、一部の河川（白楊河等）を除いて、河川流量は短い流路を流れるうち平原区の広大で厚い沖積層に浸透して、地下水に転化する。水路等の水利施設が整備された現在では河川流量の大部分は山口を出てから、盆地内の農耕地まで導かれる。いずれにしても、平原区に入ってから河川流量が減少する。

トルファン地区内の東西、南北での分布上の不均一性も強い。地形の特徴に従い、降水量も山地に積もった万年雪の量も、西から東へ、さらに北から南へと減少する傾向にある。従って、地区内で形成された地表水資源量は東より西が多く、南より北が多い。なお、トルファン地区外からの流入水量は西部に集中しているため、水資源量及び河川流量の東西の差はより大きくなっている。

### c. 河川流量の時間分布

河川流量の時間分布は河川流量の組成に関連する。トルファン地区における主要河川の涵養源は降雨、氷河・融雪水及び地下水であり、降雨と融雪水の占める割合が大きい。従って、夏季には河川流量が集中し、最大4ヶ月間の流量は年間全流量の60～80%を占め、ピークは6月～9月或いは5月～8月に現れる。流量の季節変動が大きく、最大月流量と最小月流量の比は10～78の間にあることが多い。

河川流量の季節変動を見ると、春季の3～5月の3ヶ月間の流量は年間流量の約10～20%に相当する。夏季、5月下旬から各河川は豊水期に入り、8月か9月まで続く。冬季、12月～2月の3ヶ月間流量は一年中で最も小さく、年間河川流量の僅か2～7%を占めるに過ぎない。

大きな季節変化がありながら、年間変化は比較的小さい。各河川の75%確率の流量は多年平均流量の71～84%の間にあり、河川流量の年変動係数Cvは0.21～0.31の間で、最大年間流量が最小年間流量の2.5～3.5倍の間にある。

## 8.2.5 地表水資源量の評価

トルファン地区の地表水資源量をまとめると次の特徴がある。

- 1) トルファン地区年平均降水量  $31.87 \times 10^8 \text{ m}^3$  により、多年平均で  $6.137 \times 10^8 \text{ m}^3$  の水資源量が形成される。これは、降水量の19.3%を占める。盆地内では地表水資源の生成ができず、トルファン地区の地表水資源は盆地周辺の山地で形成される。トルファン盆地周辺の山地の面積はトルファン地区面積全体の15.0%しか占めないが、山地地表水資源量は地区全体の地表水資源量の9割以上を占める。
- 2) トルファンは表流水資源の欠乏している地域である。トルファン地区の流出高は  $0.92 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$  であり、新疆自治区平均流出高  $4.8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$  の約1/5に過ぎない。2000年の1人当たりの水資源量を見るとトルファン地区では  $1,114 \text{ m}^3/\text{人}$ 、新疆平均値  $4,272 \text{ m}^3/\text{人}$  の約1/4である。同様に、2000年の耕地面積当たりで計算すると、トルファン地区では  $8,476.5 \text{ m}^3/\text{ha}$  であり、新疆ウイグル自治区平均値 ( $23,085 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) の36.7%に過ぎない。



- 3) トルファン地区は水利権を有する地区内で生成された水資源が限定されていて、その量は年間 6.14 億  $m^3$  である。
- 4) トルファン地区から他地区への流出量は無視できるほど小さいが、他地区からの流入量は約 3.5 億  $m^3$  で大きく、地区内で生成した水資源量の半分以上に相当する。従って、トルファン盆地での河川表流水利用は流入元の影響を大きく受ける。
- 5) 流入水量を含むトルファン地区内での河川表流水資源量の 91 %が 14 本の通年河川による。
- 6) トルファン地区内河川流量の季節変動が大きい。豊水期の 4 ヶ月間には主要河川年間流量の 60~80 %が集中しているが、季節性河川の流量は洪水期にしかない。それに対して、最大と最小年間流量の差は 4 倍以内であり年間変動が小さい。

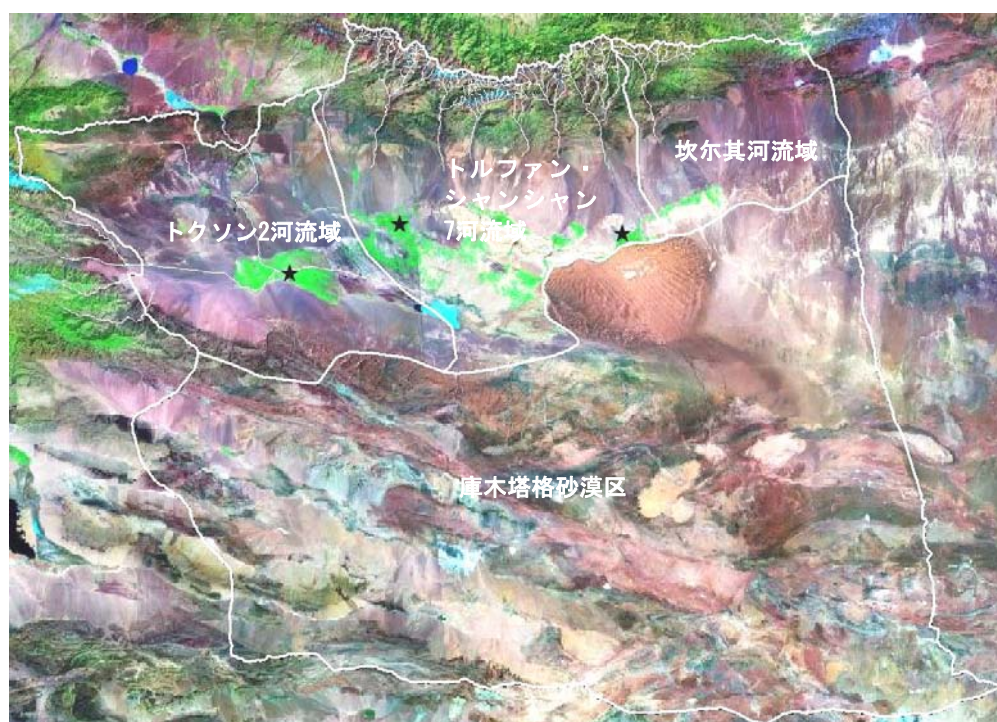


図 8.2.1 4大流域区分

### 8.3 地表水利用現況

トルファン地区の地表水利用は 14 本通年河川を主として行なわれている。河川水を利用するにはダムと水路によって、水量の調節や配分を実施している。

#### 8.3.1 ダム

トルファン盆地における 14 本の通年河川の全てには水路が建設されている。3 本の河川にダムも建設され、河川水量の利用率が高い。平原区内にも 10 数箇所ダムが建設されているが、容量が小さいので、水資源利用は限られている。

トルファン盆地内の 20 万立方メートル以上のダムをまとめて、表 8.3.1 に示し、ダムの位置は図 8.3.1 に示した。

表 8.3.1 トルファン盆地におけるダム一覧

容量単位：万立方メートル

ダム名	東経	北緯	分類	設計容量	建設年	備考
紅山	88°22.87'	43°01.24'	注入式	5,300	1980	死水位
坎尔其	90°24.32'	43°12.47'	堰きとめ	1,180	2002	
柯柯亜	90°08.83'	43°11.20'	堰きとめ	1,052	1985	
亜尔乃孜	89°04.58'	42°56.00'	平原	463	1998	死水位
葡萄溝	89°15.13'	42°58.83'	平原	250	1976	死水位
勝金	89°37.27'	42°56.19'	平原	141	1953	枯渇
紅旗	88°46.85'	42°46.43'	平原	139	1967	死水位
勝金台	89°35.85'	43°05.16'	平原	89.7	1959	枯渇
洋沙	89°14.35'	43°08.86'	平原	70	1976	枯渇
上流	89°17.35'	43°03.86'	平原	70	1976	枯渇
魯克沁	89°45.27'	42°44.95'	平原	60	1962	死水位
高潮	89°31.35'	43°03.86'	平原	30	1976	枯渇
連木沁	89°69.24'	43°53.77'	平原	30	1961	死水位
建設	89°18.35'	43°03.86'	平原	20	1976	死水位

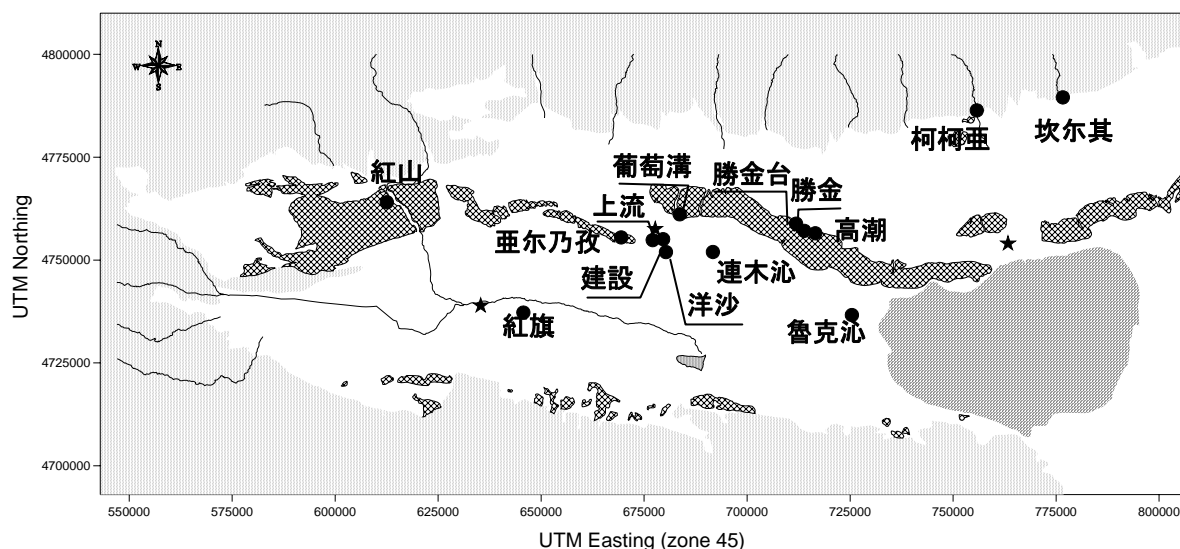


図 8.3.1 トルファン盆地におけるダム位置

表 8.3.1に示すように、トルファン盆地には 14 箇所のダムがあるが、山地にある 3 箇所の中型ダムの設計容量はトルファン盆地内ダム設計容量全体の約 85 %を占めている。平原区にある小型ダムは、容量が小さいだけでなく、本調査実施年（2004 年）のような渇水年には死水位まで水位が下がっているか枯渇してしまい、水資源の利用・調整ができない。従って、ここでは、山地に建設された中型ダムの利用現況を検討する。

表 8.3.2 坎尔其、柯柯壩、紅山ダム最近 3 年間利用状況

流量及利用量単位：万 m<sup>3</sup>

年		2001	2002	2003	合計
坎尔其	流量		2,339	3,356	5,695
	利用量		1,477	1,879	3,356
	利用率		63.2%	56.0%	58.9%
柯柯壩	流量	10,821	9,639	11,257	31,717
	利用量	10,007	10,007	10,007	30,021
	利用率	92.5%	103.8%	88.9%	94.7%
紅山	流量	14,513	18,018	17,325	49,856
	利用量	4,375	4,405	4,325	13,105
	利用率	30.1%	24.4%	25.0%	26.3%

トルファン盆地の河川地表水利用に大きな影響を与えるダムは中型の柯柯壩、坎尔其及び紅山ダムである。そのうち、柯柯壩と坎尔其ダムは河川水を堰きとめて建設されたダムで、紅山ダムは注入式ダムである。坎尔其、柯柯壩及び紅山ダムの利用現況をまとめて表 8.3.2に示す。

なお、紅山ダムの水源は白楊河であり、白楊河集水域のほとんどはトルファン地区外にある。すなわち白楊河の流量は基本的にトルファン地区外からの流入量による。

a. 坎尔其ダム

山地にあるダムのうち、坎尔其ダムが一番新しく、2002 年に建設された。しかし、河

川流量に対する利用率はまだ 60 %であり、ダム機能が十分発揮されていないような値である。現地訪問によると、坎尔其ダムが建設されてからまだ一度もダムの設計貯水容量に達したことがない、とのことであったが、今後は、河川水を合理的に調節・利用できるものと思われる。貯水池の蒸発や池底への浸透により、どのダムでも実際の利用量と河川流量との間には差が生じるが、40～50 %もの蒸発や浸透損失は考えにくい。

坎尔其ダム管理所によれば、年間平均蒸発・浸透損失は約 884 万立米、総流量 2,684 万立米の約 33 %となっている。従って、坎尔其ダムの利用率は 67%にした方がより合理性があるように考えられる。

#### b. 柯柯壘ダム

柯柯壘ダムは約 1000 万立米の設計貯水容量があり、中型より、小型に分類するべきである。表 8.3.2にある利用量は幹線水路末端の水量から推測した値なので、やや大きくなった可能性が排除できないが、トルファン盆地におけるダムの中では利用率が一番高いと言える。

一方、高い利用率が得られる原因の一つとしては、ダム付近には柯柯壘石炭の炭鉱があり、炭鉱から貯水池内に相当量の漏水があり、その量ははっきり把握できないが、ダムからの蒸発損失量に相当する量ではないかとの推測もある。

#### c. 紅山ダム

前述の 2 箇所山地ダムとは異なり、紅山ダムは堰きとめ式ではなく、注入式（導水式）である。すなわち、毎年秋、冬期の農業用水がほとんど必要ない時期に白楊河の河川水をダムに導水して、翌年の灌漑期に放流して農業用水の不足を補う。ダムに直接繋がる幹線水路は無く白楊河へ放流される。

夏季には白楊河からの導水量がほとんどないので、1年単位でダムの利用量と河川水量と比較すると利用率が約 26%と低くなっている。

### 8.3.2 幹線水路

トルファン盆地内 14 本の通年河川のすべてにはダムか導水路が建設されている。導水路の幹線（幹線水路）の分布は図 8.3.2に示し、概要は表 8.3.3にまとめている。

幹線水路の利用時期は 3 月～11 月の間が多く、二塘溝、塔朗水水路だけ 4 月～11 月である。冬季には幹線水路を利用しない理由は二つある。まず、冬季に河川水量が小さく、幹線水路に到達するまでに地下に浸透してしまうため。二つ目は、冬季に幹線水路に到達できる流量があっても、水路内に河川水を入れずに自然河道に放流するためである。これは、冬季に凍結により水路に損傷を与えることを防ぐためである。

表 8.3.3 幹線水路概要

幹線水路名	取水河川	水源河川水量	導水量 (万 m <sup>3</sup> )	導水率 (%)
青年幹線水路	烏斯通河	1,392	800	57.5
阿拉溝総幹線水路*	阿拉溝	22,098	11,336	51.3
柯尔碱水路	柯尔碱溝	2,057	823	40
白楊河水路	白楊河	13,550	9797	72.3
紅星水路	大河沿河	10,350	5,061	48.9
塔朗水水路	塔朗河	7,728	5,356	69.3
人民水路	煤窑溝	8,083	6,749	83.5

幹線水路名	取水河川	水源河川水量	導水量 (万 m <sup>3</sup> )	導水率 (%)
黒溝水路	黒溝河	3,300	2,112	64
石油工人水路	恰勒坎河	890	828	93
二塘溝水路	二塘溝	8,235	7,733	93.9
柯柯壘水路	柯柯壘河	11,170	10,578	94.7
坎尔其水路	坎尔其河	2,892	2,892	100

※：アラ溝幹線水路によってはアラ溝河、魚尔溝、祖魯木図溝の河川水を合わせて導水する。

表 8.3.4と表 8.3.5は 1990 年～2000 年の 10 年間の全ての水路と幹線水路の変化状況を示す。

表 8.3.4 トルファン盆地内支線を含む全水路変化状況一覧

単位：km

年	トクソン		トルファン		シャンシャン	
	水路延べ	ライニング長	水路延べ	ライニング長	水路延べ	ライニング長
1990	1,063	350	1,586	790	1,811	710
1991	1,068	358	1,838	1,022	1,852	740
1992	1,072	370	1,921	1,100	1,895	784
1993	1,075	382	2,035	1,210	1,936	859
1994	1,079	392	2,035	1,353	1,978	915
1995	1,082	400	2,035	1,541	2,018	976
1996	1,084	410	2,035	1,671	2,063	1,085
1997	1,086	420	2,035	1,842	2,074	1,264
1998	1,088	430	2,035	1,880	2,074	1,412
1999	1,088	430	2,035	1,930	2,074	1,545
2000	1,088	430	2,035	1,970	2,074	1,760

表 8.3.5 トルファン盆地内幹線水路変化状況一覧

単位：km

年	トクソン		トルファン		シャンシャン	
	延べ	ライニング長	延べ	ライニング長	延べ	ライニング長
1990	107	106	138	138	110	110
1991	107	106	138	138	110	110
1992	107	106	140	140	110	110
1993	107	106	140	140	110	110
1994	107	106	140	140	110	110
1995	107	106	140	140	110	110
1996	107	106	140	140	110	110
1997	107	106	140	140	110	110
1998	107	106	140	140	110	110
1999	107	106	140	140	110	110
2000	107	106	140	140	110	110

トルファン盆地の水利施設は 1950 年代から取水堰や幹線水路等の建設が始まり 1970 年代まで続いた。1980 年代からは新規取水堰や幹線及び支線水路の建設よりも、既存水路の維持及びライニング率の向上に整備の重点を移した。

水路全体の整備状況を見ると、1990 年に延べ 4,460 km の水路が 2000 年までに 5,197 km

に増えた。増加率は 16.5 % である。それに対して、1990 年のライニング率は 41.5 %、ライニング延べ 1,850 km から 2000 年のライニング率 80 %、ライニング延べ 4,160 km まで増え、10 年間でライニング長の増加率は 125 % であった。

1990 年～2000 年まで幹線水路の延長もライニング率もほとんど変化しなかった。2000 年時点では幹線水路が 358 km 延び、99 % ライニングしている。ライニングは石グラウティングを主としているが石空積み、コンクリートもある。

トルファン盆地の乾燥気候のため、水路で送水する間の蒸発損失が大きい。またライニングタイプによって地下浸透量は異なる。流量観測調査の結果によると、コンクリート水路では最も小さく、1 km 当たりの流量損失率は 0.15～0.21 % である。

それに対して、石空積みと石グラウティング水路の間には流量損失率の差がほとんど見られないが、両方とも 1 km 当たりの流量損失率は 0～2 % である。

### 8.3.3 地表水利用現況

2001 年からトルファン地区では新疆ウイグル自治区の水資源管理政策に従って、農家単位の給水管理（給水到戸）が実施された。農家単位の給水管理というのは水利用の末端まで管理するというもので、各農家の農地面積を元に、水量を配分し、用水料金を徴収する管理方法である。この管理法は地表水を対象として徹底されている。地下水は電気代等のコストが高いため、用水料金を徴収しない地域が多いので、実質的にこの管理方法からはずされている。

末端用水管理を実施すると、各農家が実際の利用水量によって料金を払うので、水量勘定には細心のチェックをしている。従って、用水量の勘定は従来の郷鎮単位の管理方法よりずっと厳密になり、地表水利用量の把握には良い条件ができています。

各水管理所の用水料金帳を元に、郷鎮単位までの灌漑用水量をまとめて、表 8.3.6～表 8.3.8 に示している。河川から各地までの河川水量配分ルートは図 8.3.3～図 8.3.5 に示す。

表 8.3.6 トクソン県にける各郷鎮の地表水利用量と導入量

単位：万立米

郷鎮	導水元	導水水路	年用水量※	年導水量※※
郭勒布依郷	白楊河	河東勝利幹線水路	2,612	3,483
	アラ溝河	河東支線水路	1,332	1,558
	小計		3,944	5,041
夏郷 (含城鎮)	白楊河	托台勝利水路及び河道からの直接導水	4,619	7,106
	アラ溝河	托台支線水路	1,082	1,407
	小計		5,701	8,513
博斯坦郷	アラ溝河	阿博支線水路、伊拉湖南支線水路	1,745	2,492
	烏斯通溝	青年幹線水路	400	800
	小計		2,145	3,292
伊拉湖郷	アラ溝河	(2)河東支線水路	1,332	1,558
		(3)托台支線水路	1,082	1,407
		(4)阿博支線水路、伊拉湖南支線水路	1,745	2,492
	小計		3,486	5,457
柯尔碱鎮	柯尔碱溝	泉水	300	330
合計			12,090	17,176

※：料金支払い分

※※：実際の導水量（測定の推定値）

表 8.3.7 トルファン市にける各郷鎮の地表水利用量と導入量

単位：万立米

郷鎮	導水元	導水水路	年用水量	年導水量
七泉湖鎮	黒河	1、2 居委會導水路	318	381
三堡郷	恰勒坎	三堡支線水路	536	643
二堡郷	恰勒坎	二堡支線水路	466	559
勝金郷	恰勒坎	石油工人水路	596	745
		黒溝干水路	1,627	2,034
	煤窑溝	第 2 人民水路	921	1,151
		二、三堡支線水路	1,033	1,343
		小計	2,111	2,588
恰特卡勒郷	煤窑溝	葡萄支線水路、解放支線水路	1,788	2,145
葡萄郷	煤窑溝	7324 導水路	124	149
		第 1 人民水路	4,920	5,467
		恰特卡勒郷導水路	1,788	2,145
	桃尔溝泉	—	184	214
		小計	3,072	3,256
都市部	泉	—	132	152
亜尔郷	塔尔朗河	1.4 管理区	1,086	1,304
	塔尔朗河	2.3 管理区	2,808	3,370
	桃尔溝泉	—	184	214
	亜尔乃孜泉	—	689	801
		小計	4,768	5,689
艾丁湖郷	大草湖泉	大草湖幹線水路	2,700	3,000
	中草湖泉	—	267	315
	大汉溝泉	—	606	713
	小草湖泉	小草湖幹線水路	311	366
	大河沿河	紅星幹線水路	3,287	5,057
		小計	7,172	8,811
大河沿鎮	泉	—	410	483
園芸場	塔尔朗河	園芸場支線水路	1,016	1,219
	桃樹園泉	—	1,305	1,535
			小計	2,321
合計			23,094	27,461

表 8.3.8 シャンシャン県にける各郷鎮の地表水利用量と導入量

単位：万立米

郷鎮	導水元	導水水路	年用水量	年導水量
七克台鎮	坎尔其河	黄家坎取水堰以下水路	237	296
		八大隊水路	209	262
		坎尔其幹線水路	518	647
	柯柯亜河	連合水路	375	500
		柯柯亜幹線水路	702	878
		小計	2,041	2,582
駅鎮	坎尔其河	鉄道導水路	250	315
園芸場	柯柯亜河	柯柯亜幹線水路	137	164

		園芸場五連水路	83	100
		園芸場支線水路	927	1,113
		小計	1,147	1,377
辟展郷	柯柯亜河	辟展郷導水路	531	637
		新水路	523	628
		莫牙孜取水堰東水路	1,009	1,211
		小計	2,064	2,476
連木沁鎮	柯柯亜河	連木沁支線水路	1,615	1,937
	二塘溝	二塘溝水路	57	62
	二塘溝	連木沁鎮支線水路	580	725
		小計	2,251	2,724
魯克沁鎮	二塘溝	魯克沁幹線水路	833	1,083
迪坎郷	二塘溝	迪坎水路	49	64
達朗坎郷	二塘溝	二塘溝幹線水路	842	1,010
吐峪溝郷	二塘溝	二塘溝幹線水路	947	1,230
東巴扎郷	柯柯亜河	東巴扎導水路	108	129
都市部	柯柯亜河	莫牙孜閘西水路	355	426
合計			10,885	13,416

### 8.3.4 地表水利用パターン

トルファン盆地における地表水利用パターンは3種類に分けることができる。

#### a. パターン1: ダム調節 → 水路導水 → 利用

このパターンで地表水を利用している河川は山地ダムが建設された坎尔其河と柯柯亜河と白楊河である。ダムがあるので、冬季—非灌漑期の河川水をダムに貯留し、翌年春季と夏季の灌漑期に利用できる水量を増加させることができる。

一方、ダムで河川水を溜めるため、河川から地下への浸透は水路の浸透だけとなり、地下水の利用可能量を減少させるマイナス面での影響をも考えられる。さらに、ダムで貯水する場合、水面からの蒸発量が蒸発能と等しくなり、河川地表水を地下浸透させる場合より、水資源の正味損失量が大きくなる欠点も考えられる。

#### b. パターン2: 取水堰 → 開水路導水 → 利用

坎尔其、柯柯亜河と白楊河以外の主な河川のほとんどはこのパターンを採用している。

このパターンでの水資源利用は夏季の豊水期しかも灌漑用水期には地表水資源を便利に、有効に利用できるが、秋、冬季の非灌漑期の河川水量を貯留して春期の水資源不足を緩和することはできない。しかも洪水流量調節機能が無いので、夏季の河川水を100%使用することはできない。

一方、この方法はダム利用と比較して、水面蒸発量が小さいので、地下水涵養を保障、するから長い目で見ると水資源の最大限有効利用には有利である。

#### c. パターン3: ダム → パイプ送水 → 利用

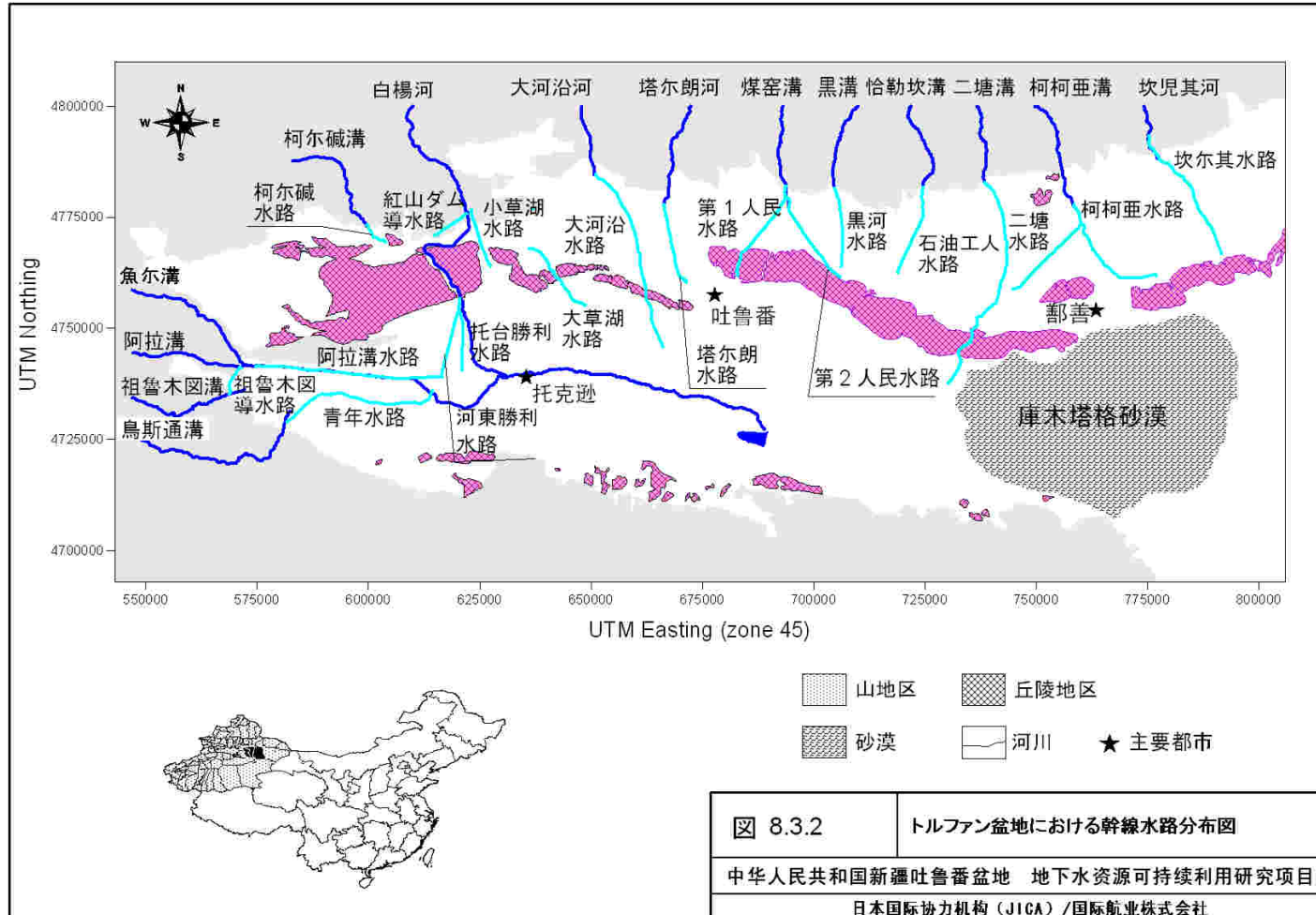
トルファン盆地ではこのパターンで地表水を利用しているのは坎尔其ダムから鉄道関



係の用水を確保するために建設された小規模水路 1 本だけである。このパターンは送水途中の蒸発と水路浸透を防ぐことができ、その分だけ水資源の利用効率を高めることができる。

しかし、このパターンで送水するには河川水の土砂含有量が小さい条件を満足する必要があるし、パイプラインの建設も開水路よりコストが高い。

8-15



8-16

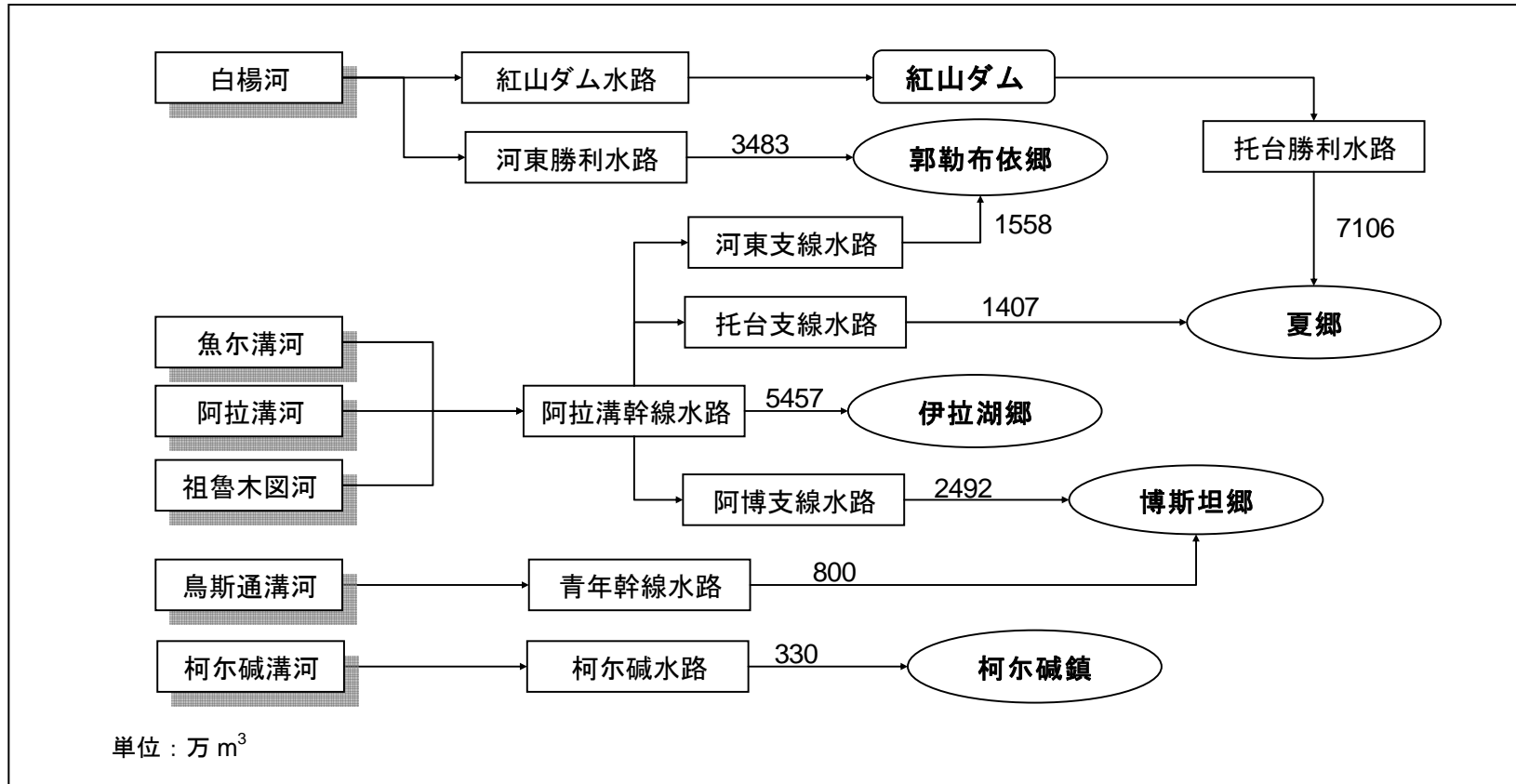


図 8.3.3 トクソン県内の河川水配分ルート

8-17

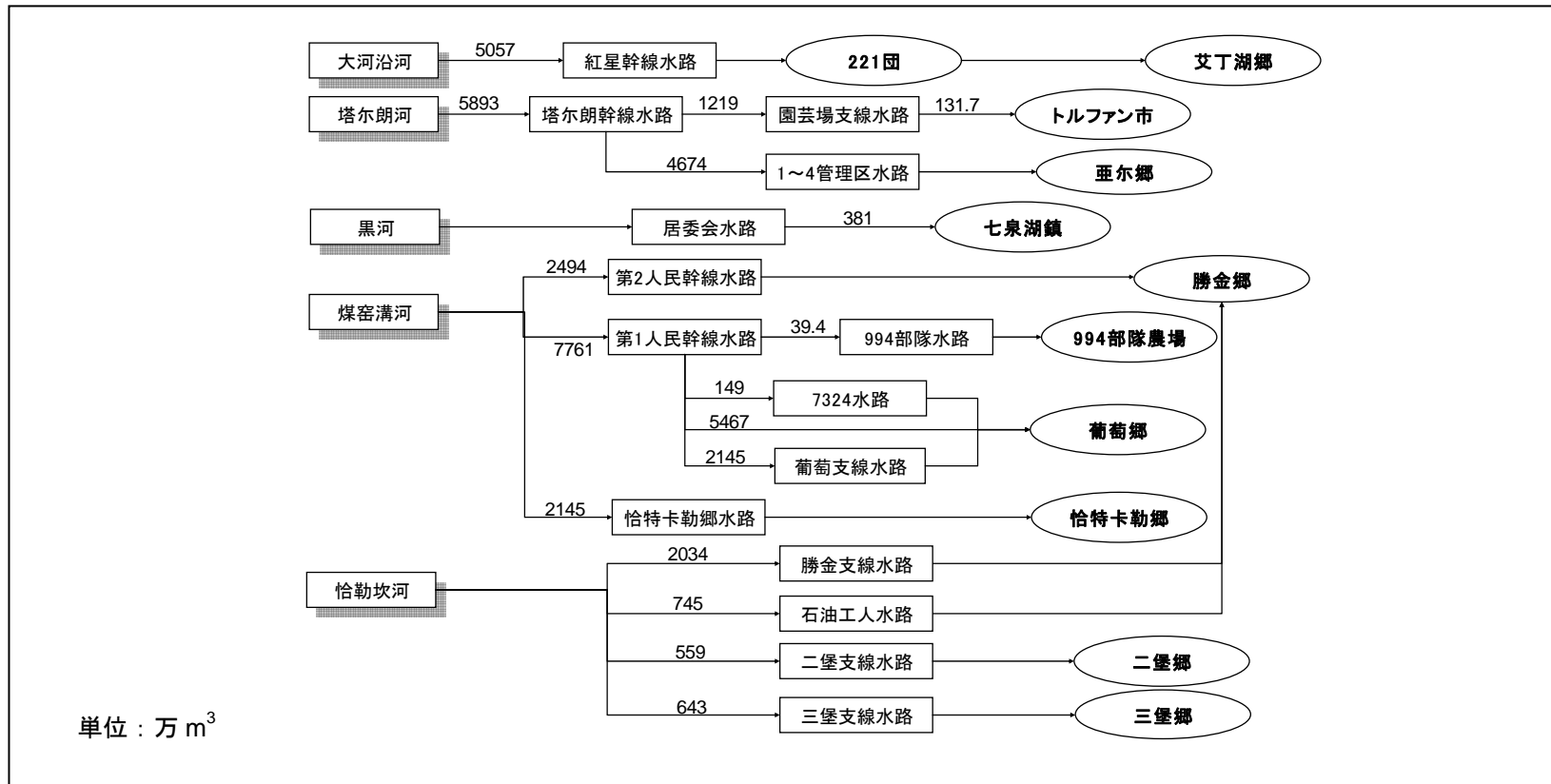


図 8.3.4 トルファン市内の河川水配分ルート

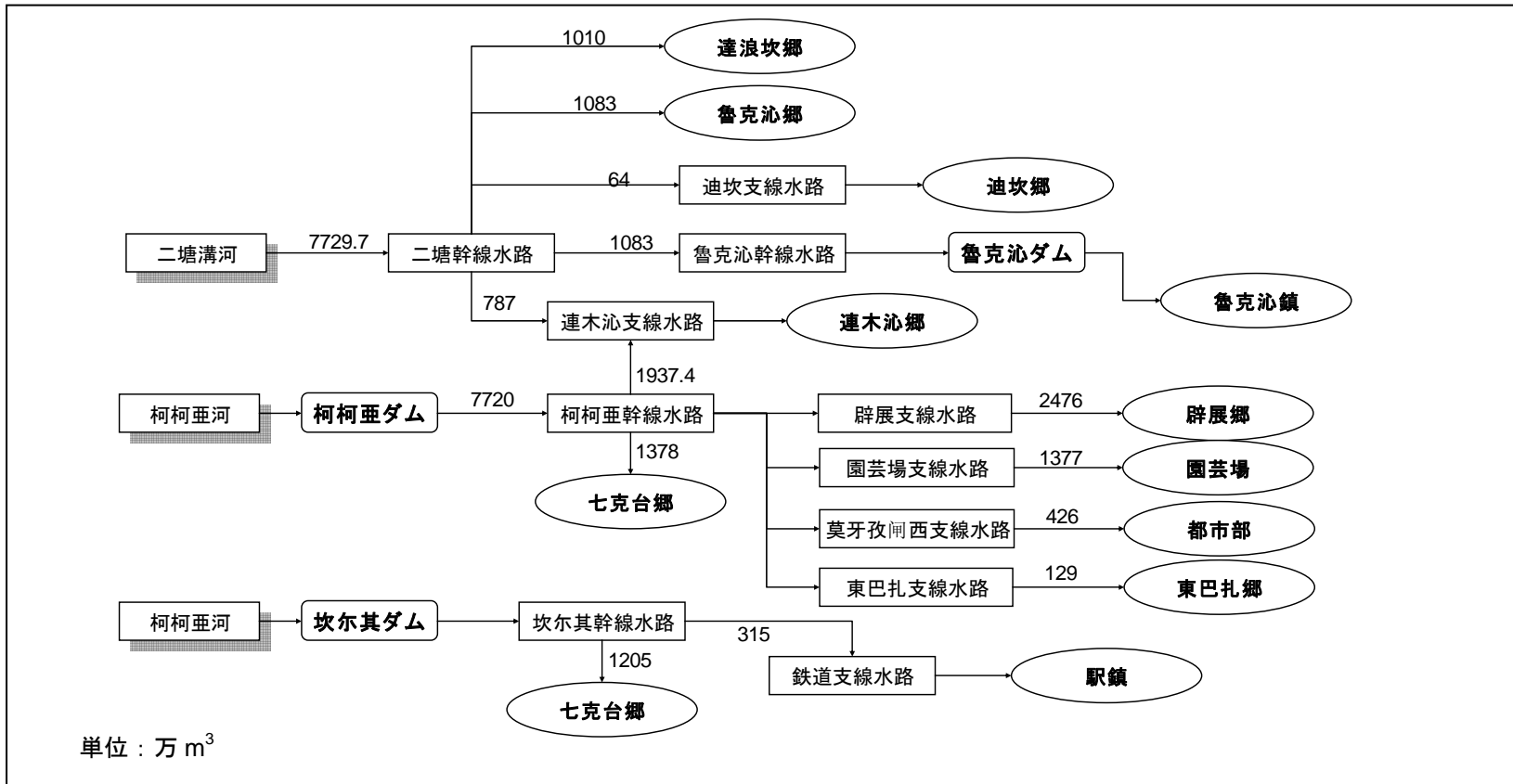


図 8.3.5 シャンシャン県内の河川水配分ルート

## 8.4 地表水開発ポテンシャル評価

トルファン盆地における地表水開発ポテンシャルはトルファン地区内の水資源量、河川流量及び利用現況によって決められる。表 8.4.1に示されているようにトルファン盆地を含むトルファン地区全体の降雨によって形成された地表水資源量は6.1億立米、流入水を含む河川流量は9.6億立米、そのうち庫木塔格砂漠地域における季節河川及び他流域における季節河川の豊水期でしか流れない洪水流量は利用可能な水資源から除外すると、利用可能な河川水流量は8.7億立米である。河川流量に対する現況利用量は6.4億立米であり、地区全体の利用可能流量の約74%を占める。

表 8.4.1 大流域別水資源量、河川流量と現況利用量

単位：10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>

流域	地表水資源量	河川流量	利用可能河川流量	現況利用量	利用率
トクソン2河流域	0.6663	3.858	3.458	2.263	65.5%
ト・シャン7河流域	4.873	5.110	4.976	3.912	78.6%
坎尔其河流域	0.5454	0.545	0.289	0.289	100%
庫木塔格砂漠地域	0.0529	0.053	0	0.000	0%
全区	6.137	9.566	8.723	6.464	74.1%

流域別には庫木塔格砂漠地域には利用可能量もないし、トルファン南部の広大な砂漠地域にはオアシスがほとんど存在しないので、水資源を開発するポテンシャルも必要性も低い。

坎尔其河流域はシャンシャン県の中にあり、石油産業の用水、駅賃の工業や生活用水それに農業用水に係わっているのが、重要性が高いが、新規建設されたダムによってすべての表流水資源がコントロールできる状態にあり、さらに開発する余地はない。

### 8.4.1 トルファン・シャンシャン7河流域

トルファン・シャンシャン7河流域にはトルファン盆地社会・経済の中心地が位置しているため、トルファン地区での最も重要な地域と考えられるが、利用可能な地表水資源量約5億立方メートルに対して、既に開発したのは4億立方メートルである。

さらに詳しく検討してみると、7河のうち多年平均年間流量が5千万立方メートルを超えた河川は西から東へ、大河沿河(10,350)、塔朗河(7,728)、煤窑溝河(8,083)、二塘溝(8,235)と柯柯亜河(11,170)である。そのうち、柯柯亜河にはダムが建設され開発する余地はない。二塘溝河の利用率も既に90%を超えたので、同じく開発する余地はない。煤窑溝河流量の利用率は83.5%であり、さらに1,000万立米あまりの河川流量を開発する可能性が残されているが、盆地全体の水資源利用量から見て極僅かの量しか残っていない。塔朗河の状況は煤窑溝と似て、残る開発可能量は約2,000万立米で小さい。一番西側にある大河沿河は河川流量約1億立米立米に対して、開発率は50%未満であり、約5,000億トンの開発可能性が残っている。しかし、大河沿河の流量は全部トルファン地区内で形成されているものではなく、上流にあるトルファン地区以外の用水利用に制限され、夏季より冬季の水量が多くなる場合がある。従って、ダム施設等の建設により、トルファン地区外の取水調整をも行い、未開発の河川流量を開発することが期待できる。

#### 8.4.2 トクソン2河流域

この流域では河川表流水の開発率は約 65.5%であり、未開発の水量は約 1.2 億立米である。そのうち年間流量が 2 千万立立方米或いはそれ以下の柯尔碱溝と烏斯通河を除いて、未開発河川水量は白楊河で約 4,000 万立立方米、阿拉溝河で約 0.66 億立立方米である。白楊河と阿拉溝河共に河川流量の大部分が地区外からの流入水によって形成されているが、白楊河の上流地域に各種の用水が多いので、夏季の水量が大幅に減る。しかし、阿拉溝河の上流には用水が少ないので、河川流量のほとんどがトルファン地区によって利用されている。一方、トルファン盆地の白楊河流域には既に注入式ダムが 1 ヶ所建設され、冬季の余剰水を入れて利用の調節をしている。さらにダムを建設する地形・地質条件がない。従って、開発ポテンシャルの高いのは阿拉溝河である。阿拉溝河ではすでにダム計画が作成され、しかも水利部からの許可を得て、計画委員会など他の関連管理部門の許可を申請している段階である。

開発可能量から見て、阿拉溝河ダムの建設が進められているが、水資源需要から見ると、阿拉溝河ダムが建設されても受益できるのはトクソン県であり、トルファン市、シャンシャン県など水資源不足がトクソン県より深刻化している地域にどう役立てるかはこれから検討しなければならない。

#### 【参考文献】

- 1) 水収支研究グループ, 1973, 地下水資源学. 共立出版, 東京, 397p.