

6. 水質調査

6 水質調査

6.1 調査方法

6.1.1 背景

水質は水資源の利用に対して大きく影響する因子の一つである。特に生活用水や灌漑用水を確保する観点から見て、水があるだけでは十分でなく、利用目的に合った水質を有しなければならない。

生活用水や灌漑用水の水質基準から見ると、トルファン盆地においては山地域から盆地の中心部である艾丁湖に向かって、水質が悪くなる傾向がある。また、深層地下水より浅層地下水の水質が悪い傾向が従来の調査や研究によって報告されている。1989年に新疆地質鉱産局第1水文地質大隊によって、トルファン盆地全体の水質調査を実施し、盆地内水質変化の全体傾向が明らかされた。しかし、この調査では水源別の水質分布や帯水層の深さによる水質変化に関する検討は行われていない。1999年には、新疆ウイグル自治区水文水資源局によりシャンシャン県地下水開発利用計画等が実施され、トルファン地区の地下水の水質は悪化する方向に進んでいるとの報告がなされた。

以上の背景を踏まえ、本調査は水源別の水質分布の実態を把握し、水質面からも正確に水資源を評価することを目的とした。特に、地下水の水質調査はこれまで欠けていた浅層帯水層と深層帯水層の相違を明らかにすることに留意して実施した。水質の季節変化をみるため、調査は豊水期（7月～10月）と渇水期（11月～1月）の2回実施した。

6.1.2 調査対象・数量及び実施期間

水質調査は次のように3種類の水源別に実施した。

- 1) 地表水：主に河川
- 2) 浅層地下水：カナート、泉、浅井戸
- 3) 深層地下水：深井戸

地表水の水質調査は河川調査に合わせて実施した。地表水のサンプリング数量は河川調査の数量とほぼ一致し、1回の調査では山区から14ヶ所、流入河川の全部と盆地内河川・水路観測断面18ヶ所の内16ヶ所合計30ヶ所でサンプリングした。

水質調査は水資源利用現況調査の結果を基にサンプリング地点を選定する必要があるため、第1回のサンプリングは河川水の調査時期より遅く、2004年9月～10月の間に実施した。浅層地下水の代表として泉とカナートからサンプリングをした。井戸はさらに3種類に分け、灌漑用井戸、既存観測井戸及び試掘調査で作成した新規観測井戸からサンプリングした。

新規観測井戸は水文地質調査及び地下水観測の目的に合わせて設計した。5ヶ所の調査地点の内、北盆地では1ヶ所に深井戸1本だけであるが、南盆地では4ヶ所にそれぞれ深井戸と浅井戸を1本ずつ作成した。また、今回の試掘調査で作成した新規観測井戸は、調査地域においては初めての観測専用井戸であり、井戸の設計・仕上げ・観測機材の設置等はトルファン盆地ではこれまでなかった高い水準で実施した。これらの観測井戸は本調査終了後も観測井戸として利用されるが、水質調査は他の調査対象より多く実施し、調査期間内には季節別に年4回サンプリングする予定である。

5ヶ所9本の新規観測井戸でのサンプリング時期及び数量は表6.1.1に示すとおりであ

り、水源別のサンプリングの数量と実施期間は表 6.1.2と表 6.1.3にまとめている。

表 6.1.1 新規観測井戸でのサンプリング実施期間

調査地点	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
TW-SE	2004年8月	2004年11月	2005年3月	2005年6月	(2005年9月)
TW-SC	2004年9月	2005年1月	2005年5月	(2005年8月)	
TW-SS	2004年10月	2005年2月	2005年5月	(2005年8月)	
TW-SW	2004年12月	2005年3月	2005年6月	(2005年9月)	
TW-NC	2004年11月	2005年2月	2005年5月	(2005年8月)	

※ TW-NC 以外の地点では観測井戸 2 本ずつある。
括弧はサンプリング予定。

表 6.1.2 水源別サンプリングの数量一覧

調査対象	数量
河川(水路)	30+31=61
カナート	63+69=132
泉	32×2=64
既存一般井戸	51+52=103
既存観測井戸	31×2=62
新規観測井戸	4×2+7×3=29
合計	451

表 6.1.3 水源別サンプリングの実施期間

水源	第1回サンプリング	第2回サンプリング
地表水	2004/07/25～2004/08/09	2004/11/20～2004/12/09
泉	2004/10/01～2004/10/03	2005/01/05～2005/01/11
井戸	2004/09/25～2004/10/03	2005/01/14～2005/01/27
カナート	2004/10/16～2004/10/29	2005/01/06～2005/01/30

6.1.3 調査項目及び調査方法

a. 調査項目

今回の水質調査は、地下水および地表水の水質の実態を明らかにし、飲料水基準や灌漑用水水質基準との比較により飲料水としての安全性や灌漑用の水質適合性の評価を行うとともに、水質組成から地表水と地下水の交流関係や地下水流動機構を検討するために実施する。調査目的に合わせ、中国の関連水質基準、地下水調査での基本調査水質項目及び従来の調査・研究から報告された問題がありそうな水質項目に基づいて、水質分析の項目を選定した。

選定した項目を中国の飲用水水質基準に合わせて、表 6.1.4に示している。

表 6.1.4 中国の飲用水水質基準と本調査の調査項目

中国飲用水水質基準（1985年8月）		本調査での分析項目
項目	基準値(mg/l)	
色	無色、15度以内	--
汚濁度	3度以内	--
臭いと味	無し	--
懸濁物	無し	--
pH	6.5-8.5	◎※
硬度(CaCO ₃ で計算)	450	◎
鉄	0.3	◎※
マンガン	0.1	◎※
銅	1.0	--
亜鉛	1.0	◎
フェノール	0.002	◎
陽イオン合成洗剤	0.3	--
硫酸イオン	250	◎
塩化物	250	◎
TDS	1000	◎
フッ素	1.0	◎※
青酸化物	0.05	--
砒素	0.05	◎※
セレン	0.01	--
水銀	0.001	◎
カドミウム	0.01	◎
クロル	0.05	--
鉛	0.05	◎
銀	0.05	--
硝酸態窒素	20	◎※
クロロホルム	50	--
フェニキシン	3.0	--
3,4-ペンソツピレン	0.01	--
DDT	1.0	--
ヘキサドー	5.0	--
細菌総数	100	◎※
大腸菌	3	◎※
遊離塩素	0.05	--
α	0.1	--
β	1	--
水温	--	◎※
酸化還元電位	--	◎※
電気伝導度	--	◎※
ナトリウム	--	◎
カルシウム	--	◎
マグネシウム	--	◎
カリウム	--	◎
COD	--	◎
遊離炭酸	--	◎
炭酸イオン	--	◎
重炭酸イオン	--	◎
亜硝酸イオン	--	◎
アンモニアイオン	--	◎※
項目数	35	28

※ : 室内分析と現場測定両方とも実施した項目。

表 6.1.4に示しているように、本調査の水質分析項目の大部分は中国の飲用水水質分析を参照して設定したが、異なる部分もある。中国の水質基準にあり、今回の調査項目に入れなかった項目は主に水の物理特性関連項目、鉱工業汚染関連項目、農薬汚染関連項目及び放射能汚染関連項目である。その代わりに、中国飲用水水質基準には含まれていないが、水質調査の基本項目として水温と酸化還元電位(ORP)を加えた他、地下水調査の基本項目及び人間活動の汚染指標としての項目である電気伝導度、カルシウム、ナトリウム、重炭酸イオン、亜硝酸イオン、アンモニアイオン等を加えた。

b. 調査方法

室内分析は新疆水環境観測センターで実施した。現場測定に必要な資機材の中、水温、電気伝導度、pHメーター以外の大部分は中国国内で販売されていないので、調査団が日本から携行した機材を使用した。

サンプリングは1996年に制定された「地下水観測規範」(SL/T183)に従って実施し、次のことを原則とした。

- 1) 新疆水環境観測センターで洗浄された容器しか使わない。
- 2) 流れている水体或いは揚水中の井戸から取水する場合、水流の中心部で試料を取る。
- 3) 揚水していない井戸からサンプリングをする場合、井戸内停滞水体積の3倍に相当する地下水を揚水してから取水。
- 4) 分析項目に従って、同じ地点で4本のサンプル瓶等の容器で試料を採取し、それぞれ異なる方法でサンプルの固定等の前処理を現場で実施する。

室内分析用水質サンプルの固定方法は表 6.1.5に示す。

表 6.1.5 室内分析用水質サンプルの固定方法

容器	現場での試薬添加	分析項目
1000ml ガラス瓶	硫酸	アンモニア、砒素、COD
1000ml ガラス瓶	水酸化ナトリウム	フェノール
250ml プラスチック瓶	硝酸	鉄、マンガン、鉛、水銀、カドミウム、ナトリウム、カリウム
2,500ml プラスチック水筒	無添加	その他安定性のある成分

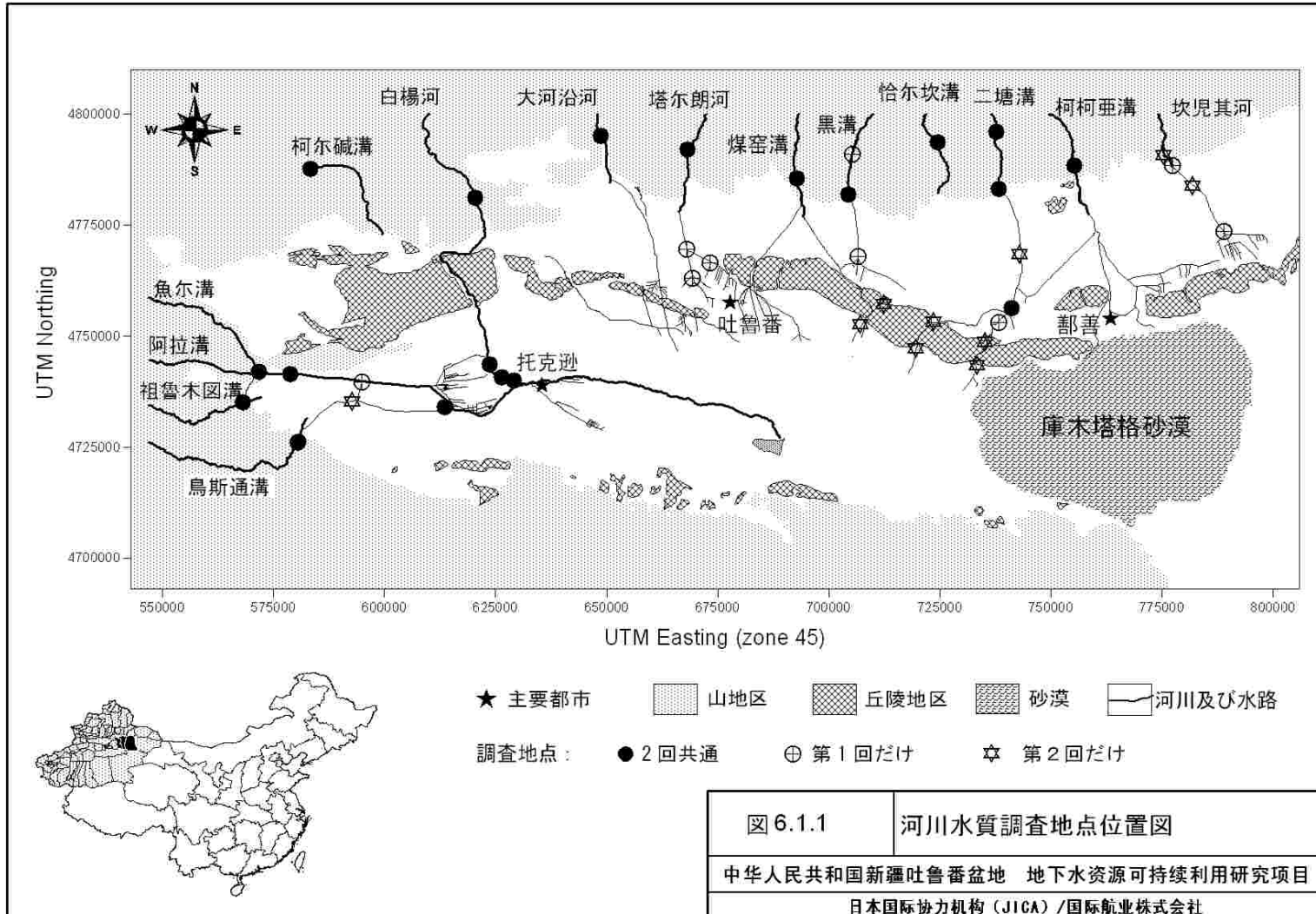
c. 調査地点の選定

既存観測井戸と新規観測井戸は調査地点はそれぞれの観測目的で決められているが、その他の調査対象のサンプリング地点は次の原則で選定した。

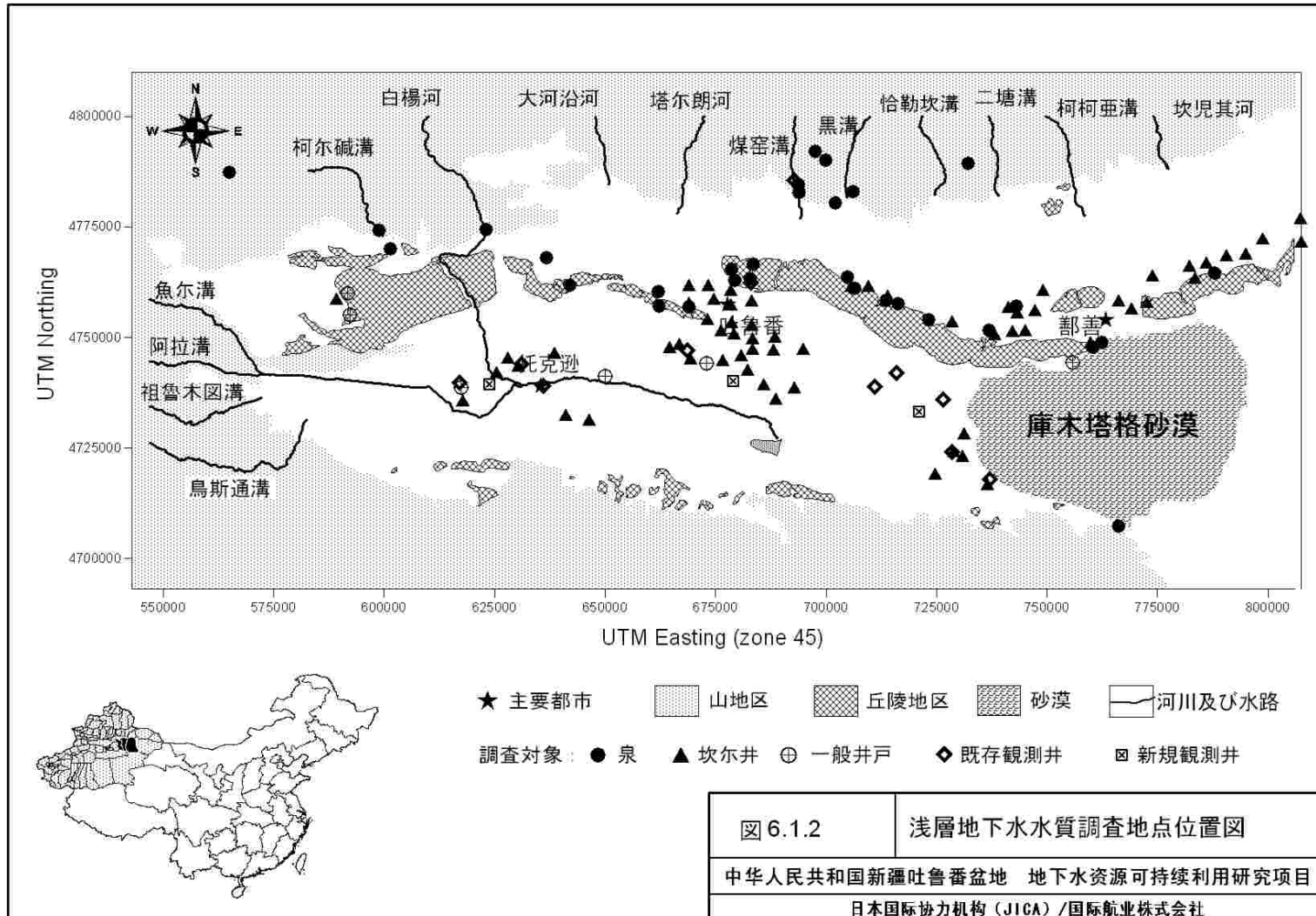
- 1) 地表水のサンプリング地点は河川流量調査地点と一致する。
- 2) 泉の調査地点は泉の分布を見てできるだけ調査地域で均一に分布するように選定した。
- 3) カナートと一般井戸の調査地点は地域分布の均一性を考慮するほか既存水質測定結果から水質問題の有無、土地利用パターン、水資源利用強度を総合判断して選定した。
- 4) 既存資料や水文地質調査の経験から、深さ方向での水質の差があり、100 m 未満の浅い帯水層が汚染された地域でも、深層帯水層の水質はまだ飲用できるほど

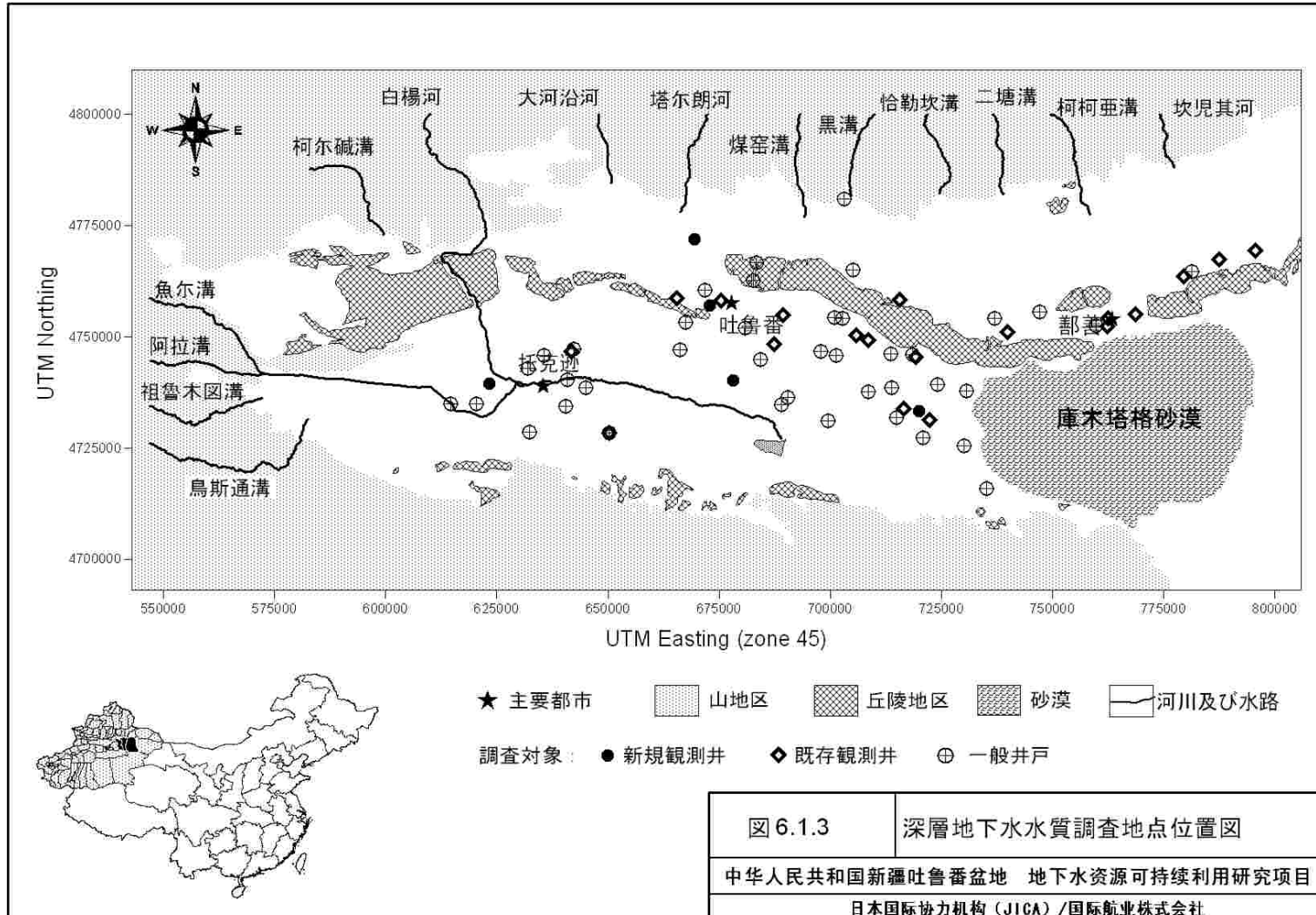
の水質を有する。また、100 m 以深の井戸の水質のほとんどは水質基準を満たしている。従って、今回の調査ではカナート、泉、一部の既存観測井戸と新規観測井戸を浅層帯水層の代表とし、一般井戸から調査地点を選定する場合、できる限り深さが 100 m 前後の井戸を選定するようにした。

河川水と浅層地下水（泉、カナート、一部の既存・新規観測井戸）の調査地点分布は図 6.1.1と図 6.1.2に、深層帯水層の調査地点分布は図 6.1.3に示す。



6-7





6.2 地表水の水質

6.2.1 山区から流入河川

河川流入量はトルファン盆地内では最も重要な水資源である。河川水が直接に利用されることが多いだけでなく、トルファン盆地内の水資源の大部分は河川水の流入量によって涵養されている。従って、河川水水質の良否はトルファン盆地に対して決定的な影響があると言える。

今回の調査では、盆地内すべての通年河川の水質サンプリングを豊水期と渇水期に分けて2回実施した結果、水質が良いことが確認できた。流入河川の水質は類型が重炭酸-カルシウム型(図 6.2.1を参照)である。水質の総合指標としてよく利用されている溶存イオン含有量(塩分、TDS)は全体的に低く100~600 mg/lの間で変化する。豊水期と渇水期の変動を見ると、渇水期のTDSがやや高くなっている(表 6.2.1を参照)。

表 6.2.1 山区流入河川 TDS 分析結果

河名	豊水期河川調査	渇水期河川調査
阿拉溝河	248	352
柯尔碱溝	415	460
恰勒坎溝	398	363
祖魯木図溝	404	506
大河沿	284	290
塔朗河	194	352
二塘溝	134	268
煤窑溝	135	279
白楊河	361	416
坎尔其河	326	458
柯柯垂河	157	262
黒河	214	366
烏斯通河	508	606
魚尔溝	248	490
平均	288	391

豊水期では流入河川のTDSは100~500 mg/lの範囲にあり、平均して288 mg/l、大部分は(14河川中の8河川)300 mg/l以下である。渇水期のTDSは260~600 mg/lの範囲にあり、平均391 mg/lで、豊水期より20%以上高くなっている。これは豊水期では河川流量を形成する山区地下水涵養量の割合によるものと推測できる。豊水期では、山区融雪水および降雨の直接流出は河川流量の主な成分であるが、渇水期では融雪水量と降水量が少ないので、河川流量に占める山区地下水からの涵養量の割合が高い。

河川間の水質を比較すると、烏斯通河がやや高いTDSを示したが、地域間の差がみられなかった。

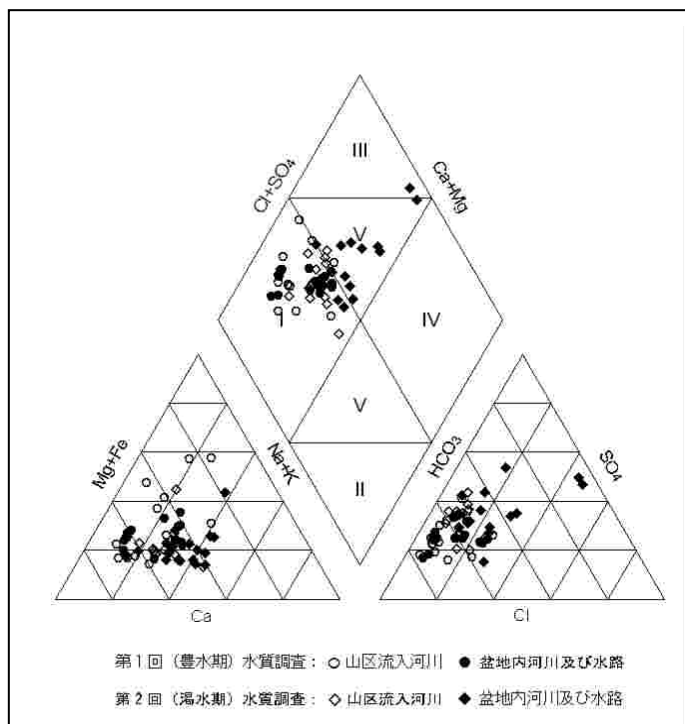


図 6.2.1 地表水水質の主成分分布図

6.2.2 盆地内の河川及び水路

盆地内河川及び水路の水質調査は 2 つの目的をもって実施した。一つは山地からの流入河川が盆地内を流れる途中で、地下水の流入や蒸発等の作用により受ける影響を把握することである。もう一つは、盆地内の泉を涵養源として形成された河川の水質を確認することである。図 6.2.1 に示されているように、山地からの流入河川を源とする盆地内河川や水路の水質は流入河川の水質と基本的には一致して、重碳酸—カルシウム型である。TDS の変動範囲も一致し、流れる途中で水質変化にははっきりした差が現れなかった。

しかし、盆地内の泉を源とした河川及び水路の水質は山地河川の水質と明らかに異なる。水質類型は硫酸—カルシウム型を主としていて、TDS も表 6.2.2 に示すように 440～3,190 mg/l と高くなり、半分以上の調査地点では飲料水水質基準 (1,000 mg/l) を超えている。盆地内河川の水質は基本的にそれら河川の涵養源—泉の水質により定まる。また、下流断面では TDS が上流断面より高くなる傾向が明らかである。これは流れる途中で TDS の高い地下水の涵養を受けていることを示唆している。

TDS 項目自身は必ずしも健康に関連するとは一義的には言えない。高い TDS の水質は主成分が塩素とナトリウムであり、他の健康関連項目が水質基準値以下の場合、飲用水質基準値を超えても、健康上での大きな被害をもたらすことはほとんど考えられない。しかし、TDS が高い原因は塩素やナトリウム等健康上には害の少ない成分ではなく、硫酸イオン等成分が高いことにある場合、その水質の健康被害は無視することができない。表 6.2.2 には TDS と一緒に、盆地内河川の各調査断面での硫酸イオン含有量の分析結果をも示している。火焰山上流の泉水が主要涵養源である 3 本盆地内河川のうち、連木沁河だけ水質が良好であり、後の 2 本の河川木頭溝と吐峪溝の硫酸イオンが当該項目の水質基準値の約 1.4 倍～4 倍ほど高いので、飲用水としての利用は適当ではない。

表 6.2.2 盆地内河川 TDS と硫酸イオン調査結果

河川名	上流断面		中流断面		下流断面	
	TDS	SO ₄	TDS	SO ₄	TDS	SO ₄
連木沁	568	122	--	--	598	136
木頭溝	440	118	1,050	354	1,050	356
吐峪溝	2,820	1,040	--	--	3,190	1,070

6.2.3 地表水の安全性評価

a. 第1回河川水質調査

流入河川や盆地内河川の形成条件から推測すると、両者の水質にはっきりとした差があるのは当然だと考えられるが、従来の調査や研究では一部の河川水にフッ素やフェノール汚染の報告があるので、その確認も今回河川水質調査の目的とした。

表 6.2.3は第1回河川水質調査の分析結果から、中国飲用水水質基準を超えた項目、値、調査地点等を県市別にまとめたものである。第1回河川水質調査は山地からの流入河川及びそれらの河川から導水している水路を中心に実施した。山地からの流入河川の水質が比較的良好なので、飲料水水質基準を超えた項目は鉄(Fe)とマンガン(Mn)に限られる。

表 6.2.3 第1回地表水水質調査における超過地点一覧

所在県市	河川名	地点名	Fe	Mn
			飲用水水質基準値 (mg/l)	
トクソン	白楊河	盆地内上流断面	1.82	0.13
		盆地内上中流断面	2.15	0.15
		盆地内下流断面	2.51	0.3
	魚尔溝	魚尔溝	1.2	
トルファン	黒溝河	水路下流断面	0.33	
	塔朗河	塔朗水路 (三角)	1.01	
		塔朗水路	0.8	
		塔朗水路 (道路橋)	0.76	
	煤窑溝	煤窑溝	0.37	
大河沿	大河沿	2.58		
シャンシャン	坎尔其	水路下流断面	0.37	
超過数量合計	7 河川(水路)	11 地点	11 地点	4 地点
全体調査数量合計	20 河川(水路)		30 地点ずつ	

鉄は地殻中で4番目に多い元素であり、人の栄養に必要な元素として体内にも多く含まれている。しかし、水中の鉄含有量が 0.3 mg/l 以上で黄褐色～赤褐色を呈し洗濯物への着色障害が起きることがあり、0.5～1.0 mg/l では金属臭味を感じるようになる。鉄濃度が高いと茶が紫色になる、コーヒー・紅茶等がまずくなる。その他、鉄とマンガン含有量が多い工業用水では製品の製造に種々の障害をもたらす。また用水の配管が鉄の水酸化物で詰まる問題もある。健康の視点では、人間の最小必要量は 10～50 mg/day であり、飲み水による鉄の過剰摂取はほとんど考えられない。場合によってはむしろ鉄分補助剤を服用するケースが多い。

従って、WHO ガイドライン及び中国の飲用水水質基準では鉄に対する基準値は 0.3 mg/l と設定しているが、それは健康に基づくものではなく、洗濯物等に染みがつかない

ための基準である。トルファン盆地の地表水における全鉄含有量が 3 mg/l 以下であり、飲料水としてそのまま利用しても健康上の問題はない。鉄分は健康上の障害が小さいが、飲めることと洗濯等他の面での利用でも適用できる視点からは除去する必要がある。取水してから利用するまでに十分な時間をかけて曝気させる等の簡単な処理で鉄分の除去ができる。

マンガンは全元素中で 12 番目、遷移金属元素の中では鉄、チタンに次いで 3 番目の存在量で比較的豊富な金属である。マンガンは水道の配管内に蓄積して黒い水の原因となることがあり、不快な外観を与え、器物や洗濯物を汚すので家庭用水として嫌われる。しかし、マンガン塩による中毒については不明である。また、マンガンによる職業的中毒の例は比較的少ない。

ちなみに、第 1 回河川及び水路水質調査地点 30 ヶ所の内、17 ヶ所では大腸菌数は中国の水質基準を超えて、約 56 % である。これは明らかに河川水が流れる途中で汚染されたことに原因がある。すなわち、河川水を利用する場合、特に盆地の中では消毒してから飲用水として利用する必要がある。

b. 第 2 回河川水質調査

第 2 回河川水質調査の結果、中国飲用水水質基準を超えた項目、値、調査地点等を県市別表 8.2.4 にまとめている。そのうち、山地からの流入河川及びそれら河川に繋がる水路では、超過項目は鉄とマンガンを絞られているが、1 項目多く、砒素 (As、WHO 基準) を加えた。盆地内の泉によって生成・涵養された河川では飲用水水質基準を超えた項目が多く、鉄とマンガンの他には溶存イオン (TDS)、ナトリウム (Na)、塩素 (Cl)、硫酸イオン (SO₄) と硬度 (CO₃ で計算) 等 5 項目があった。

鉄分やマンガンと似て、TDS、ナトリウム、塩素、硬度のいずれも健康影響が小さく、水を飲用目的で利用する場合の味、美味しさ等、或いは洗濯等他の生活利用目的に対する適性を考えて水質基準に入れられたが、砒素と硫酸イオンの健康影響は無視できない。

砒素は地球上の半金属 (metalloid) の中で 20 番目に存在量の多い元素である。砒素元素は水に溶けないが、砒素塩の大部分は水溶解性である。砒素単体あるいは砒素化合物ともに猛毒である。砒素は人間の必須元素ではない。すなわち、人体に対して、砒素そのものは何か良い機能が働くものは今まで報告されていない。人体への損害としては胃腸の刺激、神経、心臓、血管機能の低下、皮膚の障害、過度の色素沈着、各種の内臓ガン等が確認されている。砒素は胃腸や肺から吸収される。体内から砒素の排泄は速やかであるが、毛髪や爪には何年も残る。

砒素は人体に全然必要もないのに、地球上の砒素存在量が多いだけでなく、水から砒素を完全に除去するのは極めて困難であるので、砒素関連の水質基準は Nd (No detected) としか設定できなかった。しかしながら、砒素関連水質基準はどう設定すればいいかと言う問題はまだ完全に解決されていない。1996 年までに 0.05 ppm という値は中国を含む多くの国で飲料水に関する砒素基準値に設定しているが、1996 年 WHO の水質基準を改定する際、その基準値を 0.01 ppm に変えた。アメリカでは EPA により 2001 年 1 月に WHO と同じ改定を実施した。医学的な根拠として、この改定によりアメリカでは年間肺ガンと腎臓ガンの発患者数はそれぞれ 19~25 及び、19~31 人減り、同死亡者数は 16~22 人及び 5~8 人減ると US・EPA によって推定されている。

硫酸イオンの濃度が 600 mg/l 超える水を飲むと吐瀉することがあり、また、硫酸塩を大量摂取すると脱水することがある。1999 年 US・EPA の研究によって硫酸イオンの悪い味やにおいが感じられる限界濃度は 250 mg/l と報告され、EPA はそれを基にして、アメリカの飲料水水質基準を WHO の欧州水質基準と同じ 250 mg/l に設定するよう提唱している。

ちなみに、第2回調査地点の31ヶ所内、21ヶ所では大腸菌数は中国水質基準を超え、約68%である。

表 6.2.4 第 2 回地表水水質調査における超過地点一覧

所在県市	河川名	站名	TDS	Na	Cl	SO ₄	硬度	Fe	Mn	As(WHO)
	飲用水水質基準値 (mg/l)		1,000	200	250	250	450	0.3	0.1	
トクソン	白楊河	白楊河上流断面						0.61	0.11	
		白楊河上中流断面						0.48	0.1	
		白楊河下流断面						0.52	0.1	
	烏斯通溝	烏斯通水路上流断面								(1)
シャンシャン	吐峪溝	盆地内河川上流断面	2,820	430	695	1,040	1,400			
		盆地内河川下流断面	3,190	558	797	1,070	1,470			
	木頭溝	盆地内河川上流断面	1,050			354		0.34		
		盆地内河川下流断面	1,050			356		0.38		
超過数量合計	3 河川	地点数:7 ; 項目数 21	4 地点	2 地点	2 地点	3 地点	2 地点	5 地点	3 地点	(1 地点)
全体調査数量合計	21 河川(水路)		31 地点ずつ							

6.3 地下水の水質

6.3.1 泉

泉は昔からトルファン盆地で重要な水源であり、トルファン・オアシスを維持するには大きな役割を果たしてきたし、現在でも重要な水源として利用されている。

トルファン盆地内では 32 箇所の泉を対象に 2 回サンプリングをした。それぞれの調査結果に基づいて、水質主成分を表すトリリニアダイアグラムを作成し、図 6.3.1と図 6.3.2 に示す。

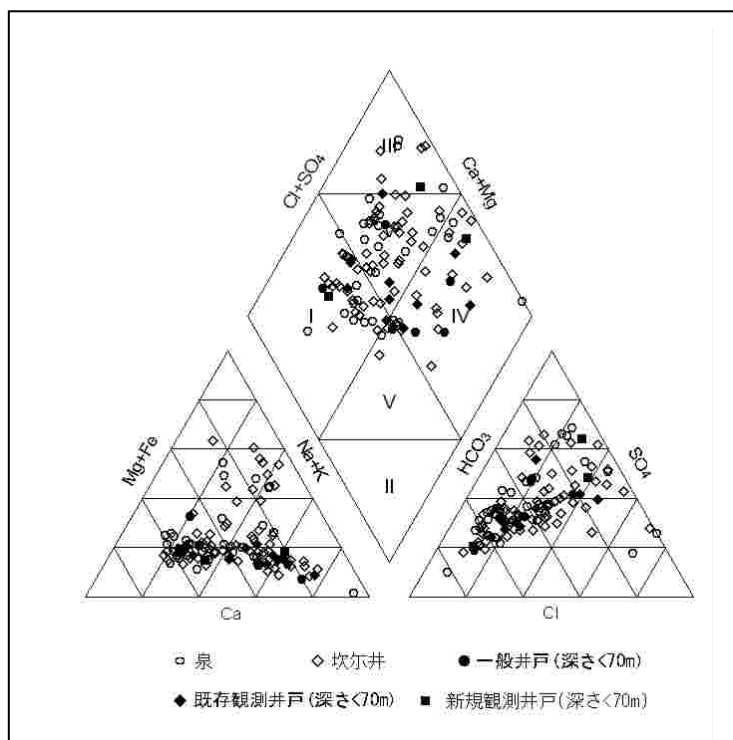


図 6.3.1 浅層地下水の水質主成分分布(豊水期)

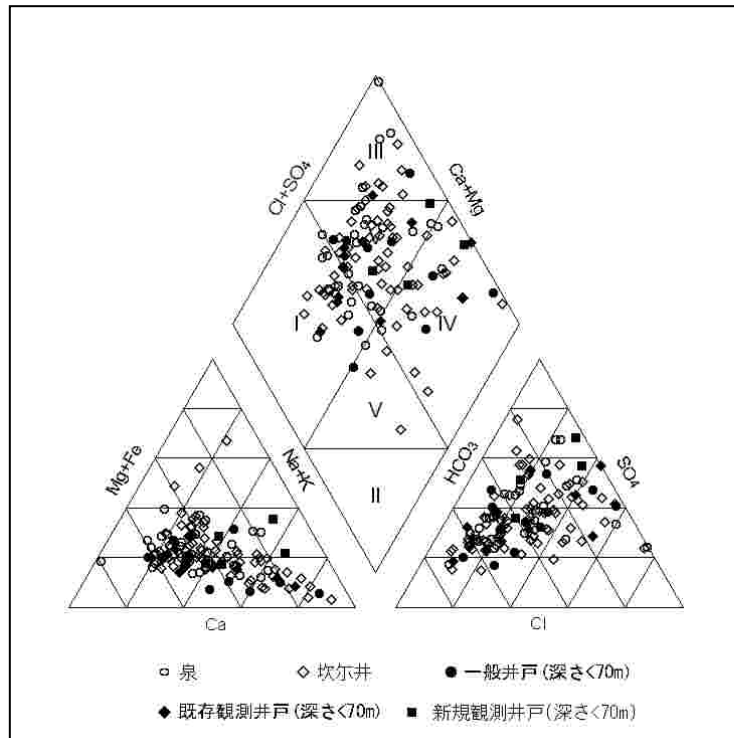


図 6.3.2 浅層地下水の水質主成分分布(渇水期)

a. 泉の水質類型

図 6.3.1と図 6.3.2に示されているように、泉水の水質類型にはバラツキが大きく、重炭酸-カルシウム型から硫酸-ナトリウム型に変化していて、豊水期と渇水期による水質類型の変化が認められない。泉の大部分は北盆地にあり、山地からの降下泉と平原区泉に分類される。

北盆地では基盤岩構造をはじめ、地形、地質等の条件変化によって、泉の涵養条件が異なり、流量が変わると共に、水質も異なる。基本的には、トルファンのような乾燥地域では、地下水位が浅い地域で、土壌水の蒸発量が大きくなり、土壌中の塩分濃度が増える方向に進む。こういう原因で艾丁湖を中心とした塩分濃度の高い地下水水質ゾーンが形成されている。泉も同様に、涵養域の帯水層が全体的に浅く、流れが遅い地域では、長い地質時代の中で蒸発作用によって塩分集積が進み水質が悪くなる。

泉の水質が悪化すれば、泉に涵養された河川の水質も悪くなるので、盆地内河川の水質は流入河川の水質と相違する結果になっている。

b. 泉の安全性評価

中国飲用水水質基準を超えた項目、測定結果の変動幅、平均値超過個数等を県市別にまとめ、表 6.3.1と表 6.3.2に示している。

表 6.3.1 第1回(豊水期)泉水質調査結果集計

項目	飲用水 水質基 準値	トクソン県(5ヶ所)			トルファン市(20ヶ所)			シャンシャン県(7ヶ所)		
		範囲	平均	超過 数	範囲	平均	超過 数	範囲	平均	超過 数
EC(us/cm)	--	258-724	467.2	--	164-2,720	747.6	--	288-31,400	5,950	--
pH	6.5-8.5	7.5-8.3	8.0	0	7.8-8.4	8.1	0	7.2-8.3	7.8	0
TDS	1000	281-706	456.4	0	129-2,560	676.0	4	266-30,340	5,705	4
Na	200	19.4-113	59.0	0	14.9-530	89.1	2	29.7-17,000	2,643	3
Ca	--	19.6-60.5	41.2	--	12.3-208	72.5	--	24.5-785	286.7	--
Mg	300	4.96-21.8	18.9	0	5.45-139	33.1	0	8.43-139	63.6	0
K	--	1.42-2.54	1.9	--	0.94-5.33	2.2	--	1.82-63.3	15	--
COD	--	ND-16.7	8.5	--	5-22.2	6.9	--	ND-481	86.0	--
Cl	250	9.43-67	35.2	0	5.46-310	74.0	0	24.8-11,900	1,951	4
F	1	0.33-1.43	0.7	1	0.1-3.35	0.5	2	ND-1.26	0.3	1
SO ₄	250	16.2-132	79.0	0	20.8-1,270	239.7	5	35-5,620	1,286	3
CO ₂	--	0-8.66	3.8	--	0-13.5	6.0	--	ND-33.6	9.2	--
CO ₃	--	0-6.16	1.2	--	0-3.08	0.2	--	ND-6.16	0.8	--
HCO ₃	--	141-275	199.0	--	62.6-250	149.8	--	84.5-470	167	--
Hardness	450	123-229	181.0	0	65.3-1,020	317.2	4	96-2,530	977	4
NO ₃ -N	20	0.24-2.11	1.3	0	0.19-7.59	1.9	0	0.66-139	22.9	1
NO ₂ -N	3	ND-0.027	0.01	0	ND	0.0003	0	ND-0.018	0	0
NH ₃ -N	1.5	ND-0.1	0.1	0	ND	0.0165	0	ND	ND	0
Fe	0.3	ND-0.12	0.02	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Mn	0.1	ND-0.08	0.02	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Pb	0.05	ND	ND	0	ND	ND	0	ND-0.1	0.016	1
Hg	0.001	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
As	0.05 (0.01)	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Zn	1	ND	ND	0	ND	0.0115	0	ND	ND	0
Cd	0.01	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Phenol	0.002	ND	ND	0	ND-0.027	0.0	2	ND	ND	0
ORP	--	50-126	75.0	--	70-175	145.5	--	58-144	121.4	--
大腸菌	3	0-1	0.3	0	0-0	0	0	0-0	0	0
一般細菌	100	0-1	0.5	0	0-10	1.8	0	0-0	0	0

※ : WHO水質基準勧告値。

※※ : 日本の水質基準値。

表 6.3.2 第2回(渇水期)泉水質調査結果集計

項目	飲用水水質基準値	トクソン県(5ヶ所)			トルファン市(20ヶ所)			シャンシャン県(7ヶ所)		
		範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数
EC(us/cm)	--	258-724	481.0	--	164-2,720	731.6	--	288-31,400	1,592	--
pH	6.5-8.5	8.0-8.2	8.1	0	7.6-8.5	8.0	1	7.7-8.3	8	0
TDS	1000	281-706	477.2	0	12.4-2,560	661.5	4	266-30,340	5,704	3
Na	200	19.5-98.3	52.1	0	12.4-506	87.9	2	10-523	103	1
Ca	--	22.7-58.3	43.1	--	14.6-206	72.5	0	25.1-810	212.5	--
Mg	300	6.9-20.6	14.8	0	4.4-157	32.0	0	8.3-113	42.5	0
K	--	1.2-2.5	1.8	--	1.1-5.7	2.2	0	1,7-20.1	6.5	--
COD	--	ND-21.4	9.6	--	ND-21.6	8.5	0	ND-128.5	31	--
Cl	250	17.9-67	42.3	0	7.0-323	76.5	2	26.3-12,000	1,883	3
F	1	0.15-1.24	0.6	1	0.1-2.28	0.5	2	ND-1.1	0.3	1
SO ₄	250	50.1-138	96.7	0	16.6-1,240	232.8	4	37.8-5,230	965	3
CO ₂	--	ND-6.5	4.5	--	ND-20.5	5.2	--	ND-7.01	3.9	--
CO ₃	--	ND	ND	--	ND-7.76	0.6	--	ND-5.17	0.7	--
HCO ₃	--	139-266	196.4	--	88.1-355	154.3	--	84.2-356	143	--
Hardness	450	84.9-230	168.8	0	54.6-1,030	312.9	3	97-2,490	706	3
NO ₃ -N	20	0.1-2.1	1.4	0	ND-12.8	2.3	0	ND-5.9	2.3	0
NO ₂ -N	3	ND-0.004	0.0	0	ND-0.01	0.002	0	ND-0.019	0.005	0
NH ₃ -N	1.5	ND-0.06	0.0	0	ND-0.15	0.02	0	ND-0.08	0.0	0
Fe	0.3	ND-0.03	0.0	0	ND-0.12	0.015	0	ND-0.3	0.0	1
Mn	0.1	ND	ND	0	ND-0.04	0.0045	0	ND-0.06	0.0	0
Pb	0.05	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Hg	0.001	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
As	0.05 (0.01)	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Zn	1	ND-0.1	0.058	0	ND-0.09	0.034	0	ND-0.11	0.1	0
Cd	0.01	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Phenol	0.002	ND	ND	0	ND-0.019	0.0	2	ND	ND	0
ORP	--	142-164	149.2	--	123-355	172.9	--	146-200	140.1	--
大腸菌	3	0-28	5.8	0	0-6	1.4	0	0-7	2.7	0
一般細菌	100	1-12	5.2	0	0-26	5.9	0	7-65	16.3	0

※ : WHO水質基準勧告値。

※※ : 日本の水質基準値。

表 6.3.1及び表 6.3.2に示されているように、泉水の中で問題のある項目は、溶存イオン(TDS)、ナトリウム(Na)、塩素(Cl)、フッ素(F)、硫酸(SO₄)、硬度、硝酸態窒素(NO₃-N)、鉛(Pb)とフェノールである。そのうち、健康に関連する項目としてはフッ素、硫酸、硝酸態窒素、鉛及びフェノールがある。

フッ素は岩石・土壌で平均 625 mg/kg の含有量があり、第 13 番目に多い元素である。フッ素は人体に対して必要元素であり、欠乏すれば歯と骨の病気が生じる。しかし、フッ素を多く摂取した場合も歯と骨の病気が生じる。フッ素の人体影響はフッ素含有量以外に気候や飲食習慣等にも関連し複雑である。アフリカの熱帯地域では、国の飲用水基準におけるフッ素の基準値を 8 mg/l に設定している国もある。従来の研究結果によると、2 mg/l 以上のフッ素を含有する水を長期飲用すれば、病気が発生する可能性が高くなる。トルファン盆地の泉水には中国のフッ素基準を超えたサンプルがあるが、それは 1.26

mg/l の値であり、WHO の勧告値 (1.5 mg/l) より小さいので、大きな問題にならないと判断できる。

硝酸態窒素の健康障害は主に乳幼児に対するものであり、硝酸態窒素の含有量の高い水を長期間飲むと、乳幼児が呼吸系統や血液系統の病気が生じやすいとの報告がある。トルファン盆地内泉水には 139 mg/l の硝酸態窒素が検出された地点があり、この地点では明らかに飲用には不適當である。

鉛は人体の必須元素である。しかし、鉛及び鉛化合物は有害物質として古くから知られている。過剰に摂取すると、造血機能を営む骨髄神経を害し、貧血、血液変化、神経障害、胃腸障害、身体の衰弱等をおこし強度の中毒では死亡する。トルファン盆地で中国水質基準値(0.05 mg/l)の倍ほどの濃度が 1ヶ所で検出されたので、この地点では飲み水として適しない。ちなみに、WHO の鉛に関連する水質基準の勧告値は 0.01 mg/l である。

フェノールは毒物であり、1g を飲用すれば即死になる。しかし、普段それほど高い濃度のフェノールは自然界では存在しない。フェノールの最も大きいと思われる影響は水の消毒に塩素を使う場合、フェノールと反応して、悪臭が生じることであるので、その観点から水質基準値を 0.002 mg/l に設定されている。その他、フェノールの濃度が大幅に水質基準を超えれば、中枢神経系に刺激を生じるとともに麻痺症を起こし、嘔吐、チアノーゼ、血圧降下などの急性中毒症状が現れることもある。トルファン盆地の泉 1ヶ所では基準値を 10 倍も超える 0.027 mg/l (豊水期) のフェノールが検出されて、飲用上では適していない。

泉水質調査で縣市別に水質基準を超えた項目数とサンプル数をまとめて、表 6.3.3 に示している。

表 6.3.3 縣市別泉水質調査における超過数集計

縣市	サンプル数		超過項目のあるサンプル数			超過項目数	
	豊水期	渇水期	豊水期	渇水期	平均(%)	豊水期	渇水期
トクソン	5	5	1	1	20%	1	1
トルファン	20	20	7	7	35%	21	20
シャンシャン	7	7	4	3	50%	24	15
全 体	32	32	12	11	36%	46	36

トクソン県では泉の数も調査した数量も少ないが、調査した 5ヶ所の泉のうち、水質基準を超えた項目が検出されたのは 1ヶ所で、サンプル数に対する割合は 20% である。それに対して、トルファン市の 20 調査地点から 7 地点で水質基準を超えた項目が検出され、約 35% を占める。シャンシャン県の 7 調査地点から 4 地点 (豊水期) と 3 地点 (渇水期) で超過項目が検出され、平均約 57% の超過率である。従って、泉の水質はトルファン盆地内において西から東へ問題が多くなる傾向にある。

6.3.2 カナート

カナートは泉と同様昔からトルファン盆地では重要な水源であり、現在の水利用量及び水資源の利用パターンにより、カナートの多くは枯渇したが、盆地内では数万人が依然としてカナートを飲用水源として利用している。

水資源利用現況調査ではトルファン盆地における利用可能なカナートをすべて調査した。流量が測定可能なカナート 366 本の内、約 2 割に相当する 63ヶ所で第 1 回目の水質調査 (豊水期) を実施した。第 2 回目の水質調査 (渇水期) ではさらに 6 本を加えて計

69本のカナートから水質サンプリングをした。

a. カナートの水質類型

図 6.3.1と図 6.3.2はそれぞれ豊水期と渇水期の浅層地下水の主成分構成を示している。これらの図に示されているように、カナート水の水質類型は泉水よりもバラツキが大きい。カナートは暗渠を通じて浅層地下水を集め導水する施設であるので、カナートの水質は集水域や送水途中の地下水質の影響を受ける。その意味では、カナートの水質はそのカナートの集水及び送水域の浅層地下水の水質の代表として考えることができる。

b. カナートの安全性評価

中国飲用水水質基準を超えた項目、測定結果の変動幅、平均値超過個数等を県市別にまとめ、表 6.3.4、表 6.3.5に示している。

表 6.3.4 第1回(豊水期)カナート水質調査結果集計

項目	飲用水水質基準値	トクソン県(8ヶ所)			トルファン市(29ヶ所)			シャンシャン県(26ヶ所)		
		範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数
EC(us/cm)	--	394-736	561.5	--	164-3,220	1,120	--	183-10,800	1,288	--
pH	6.5-8.5	7.6-7.9	7.7	0	7.7-8.3	8.1	0	7.3-8.3	8	0
TDS	1000	303-561	448.6	0	146-2,770	963.4	8	146-8,130	1,026	8
Na	200	17.9-115	61.0	0	13.1-480	127.6	5	8.9-2,167	198	5
Ca	--	22.9-76.9	47.1	--	6.54-450	93.8	--	18.8-981	109	--
Mg	300	6.94-17.8	12.3	0	4.46-136	50.3	0	3.47-368	36	0
K	--	1.83-5.21	3.3	--	0.71-4.44	2.0	--	1.31-7.9	3	--
COD	--	ND-20.1	10.0	--	ND-36.5	12.2	--	ND-500	33	--
Cl	250	29.8-79.4	52.8	0	6.45-596	127.8	0	7.94-3,130	248	3
F	1	ND-1.01	0.3	1	ND-1.36	0.2	3	ND-1.02	0	1
SO ₄	250	49.7-124	94.9	0	16.4-1,020	302.5	11	18.2-1,660	269	8
CO ₂	--	2.17-6.5	4.2	--	ND-17.3	7.3	--	ND-18.4	6	--
CO ₃	--	ND	ND	--	ND	ND	--	ND-7.7	0.3	--
HCO ₃	--	127-368	183.1	--	59.5-504	217.1	--	67.3-457	166	--
Hardnsee	450	85.8-253	168.2	0	55.1-1,380	437.3	0	75.5-3,270	385	5
NO ₃ -N	20	1.76-3.52	2.2	0	0.8-12.8	4.5	0	0.5-67.8	6	2
NO ₂ -N	3	ND-0.004	0.0	0	ND-0.01	0.0	0	ND-0.062	0.00	0
NH ₃ -N	1.5	ND-0.08	0.0	0	ND-0.14	0.0	0	ND-0.31	0.1	0
Fe	0.3	ND-0.015	0.0	0	ND-0.29	0.0	0	ND-0.2	0.0	0
Mn	0.1	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Pb	0.05	ND	ND	0	ND	0.0	0	ND-0.02	0.0	0
Hg	0.001	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
As	0.05 (0.01)	ND	ND	0	ND-0.03	0.0	0(20)	ND-0.02	0.01	0(16)
Zn	1	0.11-0.22	0.153	0	ND-0.12	0.0	0	0.07-0.36	0.2	0
Cd	0.01	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Phenol	0.002	ND	ND	0	ND-0.006	0.0	2	ND-0.003	0.001	1
大腸菌	3	0-3	2.1	4	0-10	4.7	18	0-8	1.7	5
一般細菌	100	--	--	--	--	--	--	--	--	--

項目	飲用水水質基準値	トクソン県(8ヶ所)			トルファン市(29ヶ所)			シャンシャン県(26ヶ所)		
		範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数
ORP	--	106-135	117.8	--	70-175	145.5	--	104-210	150	--

※ : WHO水質基準勧告値。

※※ : 日本の水質基準値。

表 6.3.5 第2回(湯水期)カナート水質調査結果集計

項目	飲用水水質基準値	トクソン県(10ヶ所)			トルファン市(31ヶ所)			シャンシャン県(28ヶ所)		
		範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数
EC(us/cm)	--	245-751	454.7	--	151-2,370	909	--	175-9,890	1,121	--
pH	6.5-8.5	7.6-8.2	8.1	0	7.8-8.5	8.2	2	7.5-8.7	8	3
TDS	1000	229-620	400.1	0	166-2,260	856.1	9	153-7,990	933	4
Na	200	13.7-117	48.0	0	13.4-359	101.6	3	10.1-1397	158	4
Ca	--	21.9-71.2	43.7	--	12.1-389	107.9	--	19.8-385	66	--
Mg	300	8.84-28	15.6	0	1.47-108	33.0	0	4.66-160	24	0
K	--	1.77-5	3.2	--	0.86-5.46	2.1	--	1.24-8.06	2	--
COD	--	ND-15.7	2.6	--	ND-27.9	14.0	--	ND-89.6	13	--
Cl	250	11.9-99.3	47.9	0	5.96-362	110.3	4	10.9-3,330	237	2
F	1	0.17-0.48	0.3	0	ND-1.07	0.4	2	ND-1.26	0	1
SO ₄	250	20.7-109	72.6	0	22.2-849	266.0	13	19.1-1,430	216	5
CO ₂	--	2.16-4.31	2.9	--	ND-18.3	3.6	--	ND-17.8	3	--
CO ₃	--	ND	ND	--	ND-5.17	0.3	--	ND-15.5	1.7	--
HCO ₃	--	107-201	147.5	--	57.9-513	199.2	--	60.5-450	149	--
Hardnsee	450	111-259	173.4	0	36.4-1,310	405.4	12	76.8-1,620	265	4
NO ₃ -N	20	0.53-3.79	1.8	0	ND-61.8	4.3	1	0.38-67.8	5	2
NO ₂ -N	3	ND-0.005	0.0	0	ND-0.018	0.0	0	ND-0.049	0.01	0
NH ₃ -N	1.5	ND	ND	0	ND-0.08	0.0	0	ND-0.1	0.0	0
Fe	0.3	ND-0.09	0.0	0	ND-10.7	0.4	5	ND-0.19	0.0	0
Mn	0.1	ND-0.02	0.0	0	ND-0.07	0.0	0	ND-0.06	0	0
Pb	0.05	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Hg	0.001	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
As	0.05(0.01)	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Zn	1	ND-0.1	0.014	0	ND-0.2	0.1	0	0.04-0.46	0.1	0
Cd	0.01	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Phenol	0.002	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
大腸菌	3	ND-1	0.2	0	ND-29	2.26	0	ND-29	5.1	0
一般細菌	100	2-125	33.0	8	ND-169	23.7	21	ND-47	15	25
ORP	--	123-204	153.2	--	61-208	137.7	--	112-347	176.4	--

※ : WHO水質基準勧告値。

※※ : 日本の水質基準値。

カナートの分布域は泉より広く、火焰山の北縁周辺だけではなく、南盆地でも多い。一方、カナートは泉水と同様に浅層地下水の涵養を受けて形成されたので、水質の特徴も泉と似ている。

飲用水水質基準を超えた項目として、溶存イオン、ナトリウム、塩素、フッ素、硫酸、硬度、硝酸態窒素、砒素とフェノールがある。泉と異なるのは鉛項目に関しては水質基

準を超えたサンプルがない。すなわち、トルファン盆地内では鉛の汚染は限定的であると考えられる。

しかし、中国の水質基準を満たしているものの、砒素関連項目は WHO、日本及び欧米諸国で採用された水質基準値 0.01 mg/l で測ると、第 1 回（豊水期）調査で採取した 63 サンプルのうち、約半分に当たる 36 サンプルが基準値を超えた。第 2 回（渇水期）調査で採取した 69 サンプルのうち、1/4 弱に相当する 15 サンプルの砒素含有量が WHO 基準を超えた。中国の水質基準はいつ改定されるかは不明であるが、現基準を満たしたとしても健康上の問題がないと間違った認識を持たない方が良いと考えられる。それに対して、

カナート水質調査で県市別に水質基準を超えた項目数とサンプル数をまとめて、表 6.3.6 に示している。

表 6.3.6 県市別カナート水質調査における超過数集計

調査時期	サンプル数		超過項目のあるサンプル数			超過項目数	
	豊水期	渇水期	豊水期	渇水期	平均(%)	豊水期	渇水期
トクソン	8	10	5	8	72%	5	8
トルファン	29	31	28	28	93%	61(20)	72
シャンシャン	26	28	20	26	85%	38(16)	50
全 体	63	69	53	62	87%	104 (36)	130

泉水の調査結果と似ていて、トルファン盆地内の 3 県市では、トクソン県での水質問題が比較的小さい。大腸菌項目以外の水質項目では、健康上の被害が大きく、且つ除去処理が困難な無機塩類の中、水質基準を超えたのは 1 サンプルのフッ素だけであり、しかも基準値を僅かに超えている。すなわち、トクソン県におけるカナートの水は消毒するだけで飲用できる。

それに対してトルファン市とシャンシャン県では調査地点の半分を超えるカナートには硫酸イオン或いは砒素の問題があるので、飲用水利用する場合十分に注意する必要がある。

水質調査の時期区分は降水量を元として、豊水期と渇水期に分けている。地下水の変動から見て、降水の多い時期（豊水期）は農業灌漑用水の多い時期と重なっている。其上、降水による山地地域形成された地表水資源と地下水資源が盆地内に流入し、盆地内の地下水を涵養するには水資源が形成されてから数ヶ月かそれ以上の遅延があるので、降水量の多い時期は地下水の揚水が多く、水位が低下している時期である。

また、盆地内地下水水質の中、TDS と硫酸イオンに関連する問題が大きいので、カナート水の TDS と硫酸イオンの季節による変化を表 6.3.7 表 6.3.7 と表 6.3.8 にまとめて比較した。季節による TDS および硫酸イオンの分布特徴は一致し、調査地域の 3 県市の中、トクソン県の水質が良好で、トルファン市とシャンシャン県では県市単位で平均する場合、2 割～3 割のカナートが TDS あるいは硫酸イオンが水質基準を超える問題がある。豊水期と渇水期と比較すれば、豊水期より渇水期の超過率がやや低下した。

表 6.3.7 豊水期と渇水期カナーン別カナーン TDS 比較

県	郷鎮	豊水期(2004年10月)					渇水期(2005年1月)				
		調査数	最大値	平均値	超過数	超過率	調査数	最大値	平均値	超過数	超過率
トクソン県	伊拉湖郷	1	558	558	0	0%	1	426	426	0	0%
	夏郷	2	456	413	0	0%	2	469	453	0	0%
	郭勒不依郷	4	561	476	0	0%	6	620	398	0	0%
	博斯坦郷	1	303	303	0	0%	1	282	282	0	0%
トクソン県小計		8	561	449	0	0%	10	620	400	0	0%
トルファン市	恰特喀勒郷	9	2,770	1,413	5	56%	9	2,150	785	2	22%
	葡萄郷	3	911	733	0	0%	3	1,860	1,182	2	67%
	艾丁湖郷	4	1,470	964	2	50%	5	1,510	1,065	3	60%
	亜尔郷	10	996	566	0	0%	11	1,580	673	1	9%
	勝金郷	3	2,590	1,170	1	33%	3	2,260	1,069	1	33%
トルファン市小計		29	2,770	963	8	28%	31	2,260	856	9	29%
シャンシャン県	七克台鎮	8	1,120	648	3	38%	9	1,060	555	1	11%
	吐峪溝郷	1	222	222	0	0%	1	196	196	0	0%
	辟展郷	3	694	516	0	0%	3	652	499	0	0%
	迪坎郷	5	3,830	1,322	2	40%	6	4,230	1,166	1	17%
	東巴扎郷	1	8,130	8,130	1	100%	1	7,990	7,990	1	100%
	連木沁鎮	7	1,210	591	2	29%	7	1,140	555	1	14%
	魯克沁鎮	1	683	683	0	0%	1	564	564	0	0%
シャンシャン県小計		26	8,130	1,019	8	31%	28	7,990	933	4	14%
トルファン地区合計		63	8,130	921	16	25%	69	7,990	821	13	19%

表 6.3.8 豊水期と渇水期郷鎮別カナーン硫酸イオン含有量比較

県	郷鎮	豊水期(2004年10月)					渇水期(2005年1月)				
		調査数	最大値	平均値	超過数	超過率	調査数	最大値	平均値	超過数	超過率
トクソン県	伊拉湖郷	1	124	124	0	0%	1	60	60	0	0%
	夏郷	2	117	92	0	0%	2	109	83	0	0%
	郭勒不依郷	4	113	100	0	0%	6	107	76	0	0%
	博斯坦郷	1	50	50	0	0%	1	46	46	0	0%
トクソン県小計		8	124	95	0	0%	10	109	73	0	0%
トルファン市	恰特喀勒郷	9	995	494	6	67%	9	849	239	2	22%
	葡萄郷	3	238	155	0	0%	3	670	361	2	67%
	艾丁湖郷	4	557	269	2	50%	5	553	331	4	80%
	亜尔郷	10	350	139	1	10%	11	754	202	3	27%
	勝金郷	3	1,020	465	2	67%	3	809	375	2	67%
トルファン市小計		29	1,020	302	11	38%	31	849	266	13	42%
シャンシャン県	七克台鎮	8	396	188	3	38%	9	357	149	2	22%
	吐峪溝郷	1	45	45	0	0%	1	28	28	0	0%
	辟展郷	3	193	129	0	0%	3	189	131	0	0%
	迪坎郷	5	1,230	426	2	40%	6	1,260	316	1	17%
	東巴扎郷	1	1,660	1,660	1	100%	1	1,430	1,430	1	100%
	連木沁鎮	7	318	137	2	29%	7	282	120	1	14%
	魯克沁鎮	1	133	133	0	0%	1	120	120	0	0%
シャンシャン県小計		26	1,660	263	8	31%	28	1,430	216	5	18%
トルファン地区合計		63	1,660	260	19	30%	69	1,430	218	18	26%

6.3.3 井戸水

トルファン盆地では水資源の利用量に占める地下水の利用量は既に河川地表水と超えている。しかも、地下水利用の中、井戸水の利用量は一番多い。

トルファン盆地には、北盆地のように広く厚い単一不圧水帯水層が発達する地域と南盆地のように数層の帯水層が存在して、不圧地下水と被圧地下水に分けられる地域がある。泉とカナートの水質調査によって明らかにしたように、浅層地下水では硫酸、フッ素、砒素、鉛等の汚染問題が存在している。帯水層間に粘土層等の不透水層や難透水層が存在する場合、汚染された帯水層の水質が他の帯水層に対する影響を極く小さく抑えることが期待できる。しかし、粘土層に合わせて井戸孔壁を遮水しなければ、井戸そのものが帯水層間の通路となり、水質の良い帯水層がその井戸によって汚染される心配がある。

しかしながら、トルファン盆地では調査時点(2004年)で利用されている井戸、特に農業灌漑用井戸で遮水したものは0.16%しかない。これは将来地下水資源を保護する立場からは是正しなければならない問題である。

井戸による水質調査は主に深さ100mの井戸を対象に実施した。一部の既存観測井戸、試掘地点で作成した浅井戸及び一部の深井戸が存在しない村では、浅井戸からも水質サンプリングを実施した。

a. 浅井戸

ここで浅井戸というのは、井戸の深さが70m以内の井戸と定義している。浅井戸の水質類型を検討するには、浅井戸の主成分を浅層地下水の代表とする泉、カナートの調査結果と一緒に図6.3.1と図6.3.2にプロットした。水質類型は硫酸-カルシウム型と硫酸-ナトリウム型が多く、重炭酸-カルシウム型が比較的少ない。

中国の飲用水水質基準を適用し浅井戸の水質評価を実施した結果を表6.3.9と表6.3.10に示す。

表 6.3.9 第1回(豊水期)浅井戸水質調査結果集計

項目	飲用水水質基準値	トクソン県(9ヶ所)			トルファン市(5ヶ所)			シャンシャン県(6ヶ所)		
		範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数
EC(us/cm)	--	262-1,730	850.9	--	390-2,760	1,084	--	675-4,170	1,835	--
pH	6.5-8.5	7.1-8.1	7.7	0	7.4-8	7.6	0	7.2-8.3	8	0
TDS	1000	263-1910	836.6	3	327-2,440	962.8	1	495-3,250	1,379	4
Na	200*	13.8-288	122.4	2	25.1-467	159.1	1	107-854	262	1
Ca	--	27-298	90.2	--	49.1-139	77.2	--	22.9-307	160	--
Mg	300**	6.87-66.9	26.5	0	11.4-74.4	27.9	0	7.93-112	43	0
K	--	2.33-14	4.9	--	1.02-2.07	1.6	--	1.97-6.28	4	--
COD	--	11.8-24.1	17.1	--	13.9-27.7	20.8	--	10.6-31.8	19	--
Cl	250	14.4-216	84.4	0	24.8-347	107.9	1	79.4-769	244	2
F	1	0.16-1.11	0.5	1	0.12-1.19	0.6	1	0.025-0.64	0	0
SO ₄	250	30.1-708	210.8	3	66.7-1,070	306.3	1	132-891	381	3
CO ₂	--	3.25-43.3	13.2	--	5.41-15.2	11.0	--	0-23.8	13	--
CO ₃	--	ND	ND	--	ND	ND	--	0-6.16	1.0	--
HCO ₃	--	138-667	266.6	--	138-307	230.4	--	78.3-404	264	--
Hardness	450	111-1,000	334.4	2	169-653	307.4	1	89.8-1,230	576	4
NO ₃ -N	20	0.2-2.84	1.6	0	1.38-3.94	2.4	0	1.54-9.74	4	0

項目	飲用水水質基準値	トクソン県(9ヶ所)			トルファン市(5ヶ所)			シャンシャン県(6ヶ所)		
		範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数
NO ₂ -N	3*	ND	0.0	0	ND-0.058	0.0	0	ND-0.015	0.01	0
NH ₃ -N	1.5**	0.025-0.11	0.1	0	0.11-0.13	0.1	0	0.07-0.19	0.1	0
Fe	0.3	ND-0.26	0.1	0	0.1-0.11	0.1	0	ND-0.87	0.3	2
Mn	0.1	ND-0.25	0.1	1	0.005-0.005	0.0	0	ND-0.23	0.05	1
Pb	0.05	ND	ND	0	ND	0.0	0	ND	ND	0
Hg	0.001	ND	ND	0	ND	0.0	0	ND	ND	0
As	0.05 (0.01**)	ND	ND	0	ND	0.0	0	ND	ND	0
Zn	1	ND	ND	0	ND2-0.06	0.0	0	ND-0.06	0.03	0
Cd	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	0	ND	ND	0
Phenol	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	0	ND	ND	0
大腸菌	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--
一般細菌	100	1-20	8.8	--	0-7	1.75	0	0-16	3.2	0
ORP	--	29-118	76.6	--	123-347	194.8	--	90-406	180	--

※ : WHO水質基準勧告値。

※※ : 日本の水質基準値。

表 6.3.10 第2回(湯水期)浅井戸水質調査結果集計

項目	飲用水水質基準値	トクソン県(9ヶ所)			トルファン市(5ヶ所)			シャンシャン県(6ヶ所)		
		範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数
EC(us/cm)	--	203-8,280	1,325	--	289-3,170	1,069	--	222-2,650	1,173	--
pH	6.5-8.5	7.7-8.8	8.2	3	7.6-9.1	8.2	1	7.6-8.5	8.0	1
TDS	1000	143-7,930	1,305	2	374-2,370	945	2	198-2,542	1,082	5
Na	200*	15.3-6,514	646	1	22.9-483	151	1	23.3-544	171	2
Ca	--	13.9-668	136	--	38.5-89.9	71.4	--	21.9-215	109	--
Mg	300**	3.68-227	39.9	0	7.61-74.4	29.0	0	1.96-56.4	27.7	0
K	--	2.41-8.92	4.5	--	0.96-2.8	2.0	--	1.15-5.57	2.7	--
COD	--	ND-56.5	13.9	--	ND-44.9	15.2	--	ND-90.1	27	--
Cl	250	11.9-2,380	271	1	11.9-340	97.7	1	24.3-447	197	3
F	1	ND-1.19	0.4	1	0.18-2.2	0.7	1	ND-0.68	0.2	0
SO ₄	250	25-2,340	354	3	59.3-1,100	310	3	21.5-806	314	4
CO ₂	--	ND-15.1	5.2	--	ND-9.7	4.8	--	ND-20.5	9.1	--
CO ₃	--	ND-10.5	2.1	--	ND-17.5	2.9	--	ND-7.03	0.8	--
HCO ₃	--	46.2-418	190	--	67.5-418	183	--	4.68-375	145	--
Hardness	450	61.3-2,600	502	3	127-531	296	2	62.7-768	386	4
NO ₃ -N	20	ND-50.4	5.8	1	0.84-2.35	1.4	0	0.88-12.9	3.6	0
NO ₂ -N	3*	ND-0.011	0.003	0	ND-0.02	0.01	0	ND-0.028	0.01	0
NH ₃ -N	1.5*	ND-0.93	0.1	0	ND-1.25	0.3	0	ND-1.19	0.2	0
Fe	0.3	ND-2.45	0.9	7	0.06-25.5	5.3	4	ND-17.2	2.3	4
Mn	0.1	ND-0.18	0.02	1	ND-0.26	0.1	1	ND-0.84	0.10	1
Pb	0.05	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Hg	0.001	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
As	0.05 (0.01**)	ND	ND	0	ND-0.007	0.0	0	ND	ND	0
Zn	1	ND-0.57	0.14	0	0.11-0.28	0.18	0	0.12-1	0.26	1
Cd	0.01	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0

項目	飲用水水質基準値	トクソン県(9ヶ所)			トルファン市(5ヶ所)			シャンシャン県(6ヶ所)		
		範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数
Phenol	0.002	ND	ND	0	ND-0.082	0.01	3	ND-0.071	0.01	2
大腸菌	3	ND-4	0.9	2	ND-2	0.5	0	ND-5	1	1
一般細菌	100	ND-5	1	0	ND-88	19	0	ND-8	1.2	0
ORP	--	-601-150	44.3	--	-195-183	67.5	--	-14-199	113	--

※ : WHO水質基準勧告値。

※※ : 日本の水質基準値。

浅井戸における水質問題は溶存イオン、ナトリウム、塩素、フッ素、硫酸、硬度、鉄とマンガン の 8 項目がある。そのうち、フッ素は中国の水質基準 (1 mg/l) を超えたが、WHO の水質基準(1.5 mg/l)に満たしているため、健康上には問題がないと考えられる。硫酸イオンが 1,070 mg/l であり、中国水質基準値の 4 倍以上であり、浅層地下水における最も大きい問題である。他の超過項目は健康項目ではないので、それらの検討はここで省く。

浅井戸の水質評価結果をまとめて表 6.3.11 に示している。問題のある井戸数の分布を見るとトクソン県では約 60 %、トルファン市では 73 %、シャンシャン県では 87 % という結果になる。しかし、一番問題の深刻化している硫酸イオンの超過数を見ると、トクソン県、トツファン市及びシャンシャン県ではそれぞれ 30%、36%と 46%である。

表 6.3.11 県市別浅井戸水質調査における超過数集計

調査時期	サンプル数		超過項目のあるサンプル数			超過項目数	
	豊水期	渇水期	豊水期	渇水期	平均(%)	豊水期	渇水期
トクソン県	9	11	3(3)	9(3)	60%	12	25
トルファン市	5	6	2(1)	6(3)	73%	6	19
シャンシャン県	6	9	6(3)	7(4)	87%	17	28
全体	20	26	11	22	72%	35	72

注：括弧内の数字は硫酸イオンの超過数である。

b. 深井戸

ここで、深井戸というのは深さ 70 m を超える井戸と定義している。調査した井戸のうちには一般井戸、既存観測井戸と新規観測井戸が含まれている。深井戸の水質主成分は季節別に図 6.3.3 と図 6.3.4 に示している。深井戸の水質類型変化が多く重炭酸—カルシウム、硫酸—カルシウム、硫酸—ナトリウム型が存在し、硫酸—カルシウム型が多い。

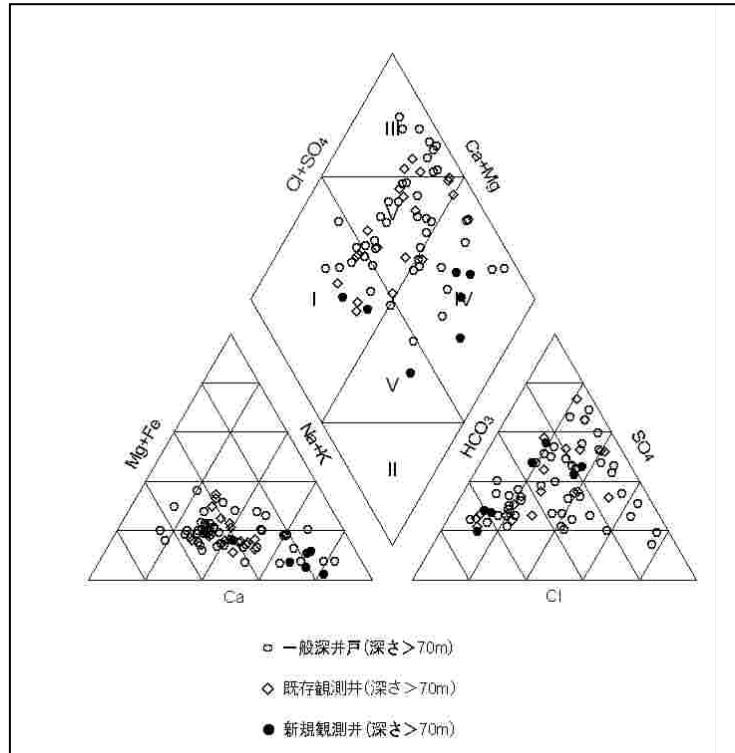


図 6.3.3 深層地下水の水質主成分分布(豊水期)

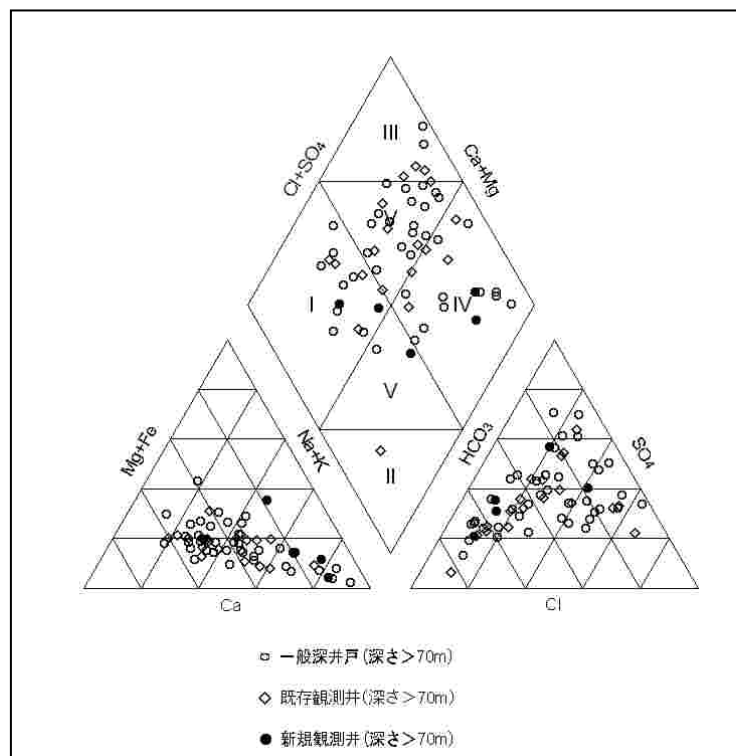


図 6.3.4 深層地下水の水質主成分分布(渇水期)

山地河川水は重炭酸—カルシウム型であり、盆地内に流入して地下水の涵養源となる。一旦地下に浸透し、地下水になってから、蒸発による濃縮、岩石・土壌からの溶脱、塩基交換等の作用を受け、地下水の濃度が流れ方向に沿って、或いは滞留時間に従って、高くなる傾向にある。それと同時に卓越したカチオン（陽イオン）がカルシウムやマグネシウムからナトリウムやカリウムになり、アニオン（陰イオン）が重炭酸から硫酸—塩素になる。従って、硫酸—カルシウム型や硫酸—ナトリウム型の地下水は蒸発で濃縮された地下水か、長い滞留時間のある地下水であることを示唆している。特別の場合、鉱床の影響によって、滞留時間の短い地下水も硫酸が卓越したアニオンを多く含むようになる。トルファン盆地では幾つかの鉱床が発見されているが、その影響は比較的限定的で、水質の形成は主として蒸発や滞留時間に影響されていると考えられる。

中国飲用地下水質基準により測定結果の変動幅、平均値及び超過個数等を県市別にまとめ、表 6.3.12と表 6.3.13に示している。

表 6.3.12 第1回(豊水期)深井戸水質調査結果集計

項目	飲用地下水質基準値	トクソン県(15ヶ所)			トルファン市(30ヶ所)			シャンシャン県(25ヶ所)		
		範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数
EC(us/cm)	--	259-3,990	1305.1	--	221-3,540	1,143	--	229-4,680	1,365	--
pH	6.5—8.5	7.4-8	7.7	0	7.2-8.6	7.9	2	7-8.6	8	1
TDS	1000	246-3,380	1167.5	5	180-2,480	930.8	11	194-4,330	1,106	9
Na	200*	22.5-781	194.1	4	14.2-756	140.4	5	14.2-563	148	5
Ca	--	30.7-245	104.2	--	11.4-409	98.3	--	11.3-531	133	--
Mg	300**	7.85-124	47.2	0	0.99-104	29.3	0	3.44-124	31	0
K	--	3.63-11	6.7	--	0.87-5.34	2.3	--	1.31-6.53	3	--
COD	--	10.6-31.4	21.4	--	ND-49	13.2	--	10.2-43.5	22	--
Cl	250	14.4-496	153.5	4	9.93-1,040	187.8	8	11.9-794	222	7
F	1	0.08-1.02	0.4	2	0.09-3.5	0.5	1	0.07-0.94	0	0
SO ₄	250	29.9-1,550	398.1	6	35.8-1,010	266.9	12	28.7-2,180	342	8
CO ₂	--	2.51-22.7	10.1	--	ND-24.9	6.7	--	ND-19.5	7	--
CO ₃	--	ND	ND	--	ND-8.62	1.16	--	ND-8.62	0.7	--
HCO ₃	--	128-507	228.9	--	43.8-582	140.6	--	38.5-418	161	--
Hardness	450	117-1,120	454.0	5	32.7-1,400	366.4	9	42.5-1,840	459	6
NO ₃ -N	20	0.72-7.31	2.7	0	0.54-12.4	2.8	0	0.21-12.1	3	0
NO ₂ -N	3*	ND-0.134	0.0	0	ND-0.144	0.0	0	ND-0.003	0.00	0
NH ₃ -N	1.5*	ND-0.14	0.1	0	0.025-0.24	0.1	0	0.05-0.5	0.1	0
Fe	0.3	ND-0.85	0.1	2	ND-2.98	0.2	2	ND-3.28	0.2	3
Mn	0.1	ND-0.03	0.0	2	ND-0.005	0.0	0	ND-0.02	0.00	0
Pb	0.05	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Hg	0.001	ND	ND	0	ND	0.0	0	ND	ND	0
As	0.05 (0.01*)	ND	ND	0	ND-0.01	0.0	3	ND	ND	0
Zn	1	ND-0.02	0.00	0	ND-0.02	0.0	0	ND-0.02	0.00	0
Cd	0.01	ND	0.0	ND	ND-0.005	0.0	0	ND-0.005	0.0	0
Phenol	0.002	ND-0.004	0.0	4	ND-0.001	0	0	ND-0.023	0.0	1
大腸菌	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--
一般細菌	100	0-20	5.3	--	0-160	21.3	1	0-56	8.6	0
ORP	--	25-138	90.5	--	0-370	144	--	-16-710	155	--

※ : WHO水質基準勧告値。

※※ : 日本の水質基準値。

表 6.3.13 第2回(湯水期)深井戸水質調査結果集計

項目	飲用水水質基準値	トクソン県(15ヶ所)			トルファン市(30ヶ所)			シャンシャン県(25ヶ所)		
		範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数	範囲	平均	超過数
EC(us/cm)	--	223-3,940	1,176	--	153-2,690	660	--	194-2,680	910	--
pH	6.5-8.5	7.8-8.3	8.0	0	7.5-9.1	8.3	7	7.8-8.6	8.1	1
TDS	1000	196-4,810	1,242	6	160-1,850	583	5	225-2,200	807	6
Na	200*	15.1-620	176	3	12.2-696	101	2	10.8-550	128	3
Ca	--	30-526	133	--	6.1-235	56.6	--	9.8-381	91.2	--
Mg	300**	4.2-233	48.1	0	1.72-88.4	19.6	0	2.95-88.4	20.3	0
K	--	1.1-50.07	8.1	--	0.67-3.64	1.6	--	1.12-3.85	2.2	--
COD	--	ND-31.8	11.7	--	ND-56.7	11.0	--	ND-36.6	14.5	--
Cl	250	11.4-360	123	3	6.95-831	95.5	2	8.93-732	183	8
F	1	0.11-0.65	0.3	0	0.17-0.84	0.5	0	ND-2.16	0	1
SO ₄	250	18-2,340	468	5	7-614	153	5	28-715	194	5
CO ₂	--	ND-24.8	6.1	--	ND-21.6	3.8	--	ND-10.8	5	--
CO ₃	--	ND	ND	--	ND-17.6	2.58	--	ND-10.5	0.7	--
HCO ₃	--	122-626	243	--	24-385	126	--	39-232	134	--
Hardness	450	96-2,280	529	6	22-849	222	4	41-1,310	311	5
NO ₃ -N	20	0.45-6.59	2.4	0	ND-10.8	1.8	0	0.19-54	4.6	1
NO ₂ -N	3*	ND-0.014	0.004	0	ND-0.12	0.02	0	ND-0.022	0.005	0
NH ₃ -N	1.5*	ND-0.08	0.02	0	ND-0.5	0.1	0	ND-0.31	0.05	0
Fe	0.3	0.03-2.0	0.7	7	ND-60	3.2	14	ND-4.79	0.9	17
Mn	0.1	ND-1.0	0.1	1	ND-2.61	0.1	2	ND-0.08	0.01	0
Pb	0.05	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Hg	0.001	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
As	0.05 (0.01*)	ND-0.01	0.001	0	ND-0.01	0.001	0	ND	ND	0
Zn	1	ND-0.3	0.12	0	0.1-3.3	0.3	1	ND-0.7	0.19	0
Cd	0.01	ND	ND	0	ND	ND	0	ND	ND	0
Phenol	0.002	ND-0.01	0.0	4	ND-0.02	0.002	10	ND	ND	0
大腸菌	3	ND-3	0.5	1	ND-7	0.96	4	ND-5	1.1	3
一般細菌	100	ND-21	3.8	0	ND-80	4.7	0	ND-10	1	0
ORP	--	-40-182	79.8	--	-4-206	146	--	20-197	110	--

※ : WHO水質基準勧告値。

※※ : 日本の水質基準値。

飲用水水質基準を超えた項目として、pH、溶存イオン、ナトリウム、塩素、フッ素、硫酸、硬度、鉄、マンガン、砒素とフェノールがある。そのうち健康関連項目を検討してみると、硫酸イオンは2,180 mg/l (豊水期)と2,340 mg/lまで達したサンプルがあり、中国水質基準値の8倍~9倍の含有量であり、大きな問題になっている。フッ素に関しては、中国の水質基準で測ると3ヶ所(豊水期)と1ヶ所(湯水期)の調査地点で超過したが、2回の調査とも中国の水質基準を超える地点はなかった。2回の調査結果を平均すると、221団3連にある100m深さの井戸1本であり、他の4井戸とも水質基準値より小さかった。従って、調査地域ではフッ素がとくに大きな問題ではないと考えられる。

すべてサンプルの砒素含有量は中国の水質基準に満たしたが、トルファン市の3ヶ所(豊水期)ではちょうどWHOの水質基準値に当たる0.01 mg/lである。湯水期の調査ではその3ヶ所での砒素含有量がともに0.01 mg/l以下であったので、問題は大きくないと

思われるが、やはり注意する必要がある。

フェノール項目が超過したサンプルは季節別に5ヶ所（豊水期）と14ヶ所（渇水期）ある。その中2回の調査とも中国の水質基準を超えた地点は3ヶ所である。なお、フェノールに関連する水質基準の設定目的と今回水質基準を超えたサンプルのフェノール含有量変化から見て次のことが考えられる。フェノール項目、調査地域において重要視すべく項目の一つではあるが、今回の調査で検出された調査地点の大部分は悪臭の発生を防ぐことを主として設定された水質基準値の近辺にあるので、健康上の被害を引き起こす可能性が大きい。ただし、一部水質基準値より10倍も高い井戸（シャンシャン県達浪坎郷4大隊1小隊：0.023mg/l）の水は飲用すれば健康上の被害を引き起こす可能性が高い。

深井戸の水質調査で基準値を超えた項目数とサンプル数を県市別にまとめ、表6.3.14に示している。問題のある井戸数の分布を見るとトクソン県では約61%、トルファン市では約65%、シャンシャン県では約59%という結果になる。しかし、一番問題が深刻化している硫酸の超過数を見ると、トクソン県、トルファン市とシャンシャン県ではそれぞれ40%、30%と25%である。

表 6.3.14 県市別第1回深井戸水質調査における超過数集計

調査時期	サンプル数		超過項目のあるサンプル数			超過項目数	
	豊水期	渇水期	豊水期	渇水期	平均(%)	豊水期	渇水期
トクソン県	15	13	6(6)	11(5)	61%	33	36
トルファン市	30	27	17(12)	20(5)	65%	55	56
シャンシャン県	25	26	11(8)	19(5)	59%	35	50
調査地域全体	70	66	34(26)	50(15)	62%	123	142

注：カッコ内では硫酸イオンの水質基準を超えたサンプル数。

6.4 地下水水質の地域分布

6.4.1 浅層地下水

地下水水質の総合的指標としての TDS の地域的分布を明らかにするため、中国の飲料水水質基準値 1,000 mg/l を境界として浅層帯水層内の TDS 等値線図を作成し、図 6.4.1 に示した。この分布図を作成するために、浅層帯水層から涵養された泉、カナート及び浅井戸の調査結果を利用した。

数個 TDS の高いゾーンが各県市に現れているが、影響範囲が小さい。それに対して艾丁湖を中心にトルファン南盆地、特にトルファン市の南からシャジャン県の南西部に TDS の高い地域が広く分布している。

TDS 分布図の他に、浅層帯水層では最も深刻化している水質問題としての項目である硫酸イオンの分布図も作成し、図 6.4.2 に示した。中国飲用水水質基準値 (250 mg/l) を境界線として、安全区と危険区を区分した。硫酸イオンの分布は TDS 分布とかなりよく一致する。すなわち、蒸発や地下水の滞留時間の長さにより、地下水の塩分濃度 (TDS) が増大すると共に硫酸イオンが増大したと考えられる。

浅層地下水における他の健康関連項目の問題地点を明確にするため、基準を超過したサンプルの位置図を作成した (図 6.4.3)。図では項目別に表示するマークが異なり、分析結果の値も標示している。ただし、砒素項目については、WHO の水質基準で測る場合、超過項目数が多く、個別で点的に現れているより小範囲で面的に分布している特徴がある。従って、WHO の基準値を境界に問題地域を明確にすると同時に、砒素濃度の高さにより、マークのサイズを変化させ、最も小さいマークは 0.01 mg/l の水質調査地点を示し、最も大きいマークは 0.03 mg/l の地点を示した。

6.4.2 深層地下水

浅層地下水の分布図と同様、深層地下水の TDS 分布図、硫酸イオン分布図及び水質基準超過サンプルの位置図を作成し、図 6.4.4～図 6.4.6 に示している。浅層地下水と同じ分布パターンが示され、艾丁湖を中心に TDS も硫酸イオンも高くなっている特徴が明らかである。

しかし、浅層地下水の水質基準超過サンプルの位置図と異なり、深層地下水のそれには砒素関連超過点は 0.01 mg/l の値で 2 点しかないし、その 2 点の間及び周辺には砒素濃度が 0.01 mg/l より小さい点もあるので、砒素濃度が 0.01 mg/l の範囲が確定できない。従って、砒素汚染域の代わりに、砒素が問題になっている井戸を点として表示している。図にある島状に分布している領域は鉄分の高い地域である。

深層帯水層における問題地点と浅層帯水層における問題地点の比較は表 6.4.1 と表 6.4.2 に示す。豊水期では、深層および浅層帯水層からそれぞれ 70 と 116 ヶ所の調査地点に対して、安全上では何らかの問題がある地点数はそれぞれ 32 と 65 であり、約 46 % と約 56 % である。関連問題項目の数を見て、浅層帯水層には 8 項目、深層帯水層は 6 項目であり、深層帯水層の方が少ない。項目別の比較を見ると、溶存イオン、硫酸とフェノール項目については浅層帯水層より深層帯水層の方が問題地点の割合が高いが、問題地点の最大値と平均値の方は浅層帯水層の方が高い。また、大きく差がついているのは砒素関連項目であり、浅層帯水層では WHO の基準で判断する場合、問題地点の割合が 31 %、最大値が 0.03 mg/l に上がっている。それに対して、深層帯水層では問題地点の割合は 4.3 %、最大値が 0.01 mg/l に限定される。渇水期は豊水期と比較して問題地点の割合が全体的に減っている傾向の中、浅層帯水層水質の季節変動が小さいことに対して、深層帯水層水

質の季節変動が大きかった。特に調査地域においては最も問題化された TDS と硫酸イオン含有量項目を比較すると、渇水期の超過率は豊水期の約 60 % に減少した。その原因の一つとしては、豊水期中の揚水により井戸内の水位が低下し、遮水をしていなかった井戸では浅層帯水層の水が深層に混入したことにありと推測される。

表 6.4.1 深浅層帯水層安全性比較(豊水期)

問題サンプル平均、最大値単位：mg/l

項目	基準値	浅層帯水層(65/116 地点)				深層帯水層 (32/70 地点)			
		問題地点数	問題サンプル平均	最大値	問題地点割合	問題地点数	問題サンプル平均	最大値	問題地点割合
TDS	1000	32	2,862	30,340	27.6%	29	1,869	4,330	41.4%
SO ₄	250	34	807	5,620	29.3%	29	635	2,180	41.4%
As	0.05(0.01)	36	0.012	0.03	31.0%	3	0.01	0.01	4.3%
F	1	11	1.34	3.4	9.5%	3	1.84	4	4.3%
Phenol	0.002	5	0.009	0.03	4.3%	5	0.009	0.02	7.1%
NO ₃ -N	20	3	58	139	2.6%	--	--	--	--
Mn	0.1	2	0.2	0.3	1.7%	2	0.28	0.28	2.9%
Pb	0.05	1	0.1	0.1	0.9%	--	--	--	--

表 6.4.2 深浅層帯水層安全性比較(渇水期)

問題サンプル平均、最大値単位：mg/l

項目	基準値	浅層帯水層(65/116 地点)				深層帯水層 (32/70 地点)			
		問題地点数	問題サンプル平均	最大値	問題地点割合	問題地点数	問題サンプル平均	最大値	問題地点割合
TDS	1000	29	2,837	19,400	23.8%	18	1,839	4,810	25.0%
SO ₄	250	34	790	5,230	27.9%	17	656	2,340	23.6%
As	0.05(0.01)	(15)	0.012	0.02	12.2%	0	--	--	0.0%
F	1	9	1.49	2.28	7.4%	1	2.2	2.2	1.4%
Phenol	0.002	2	0.077	0.082	1.6%	1	0.02	0.02	1.4%
NO ₃ -N	20	4	51.0	67.8	3.3%	1	54.2	54.2	1.4%
Mn	0.1	3	0.48	0.84	2.5%	4	1.0	2.6	5.6%
Pb	0.05	--	--	--	--	--	--	--	--

6.4.3 新規観測井戸による帯水層水質比較

トルファン盆地では現在利用されている一般井戸のほとんどは、井戸の仕上げをする時、遮水していないし、深井戸でもスクリーンパイプを各深さに設置されているものもある。従って、例え深い井戸から採取したサンプルでも、完全に深い帯水層の水質を代表しているとは言いきれず、一応の検討でしか使えない。それに対して、本調査の試掘調査で作成した 5ヶ所 9本の新規観測井戸は調査地点の地質構造を検討した上、深層帯水層の取水位置と浅層帯水層の取水位置をそれぞれ設定し、深・浅層帯水層間の遮水方法や深さ等を決め、遮水工を実施した。従って、新規観測井戸を利用して、調査地点周辺深層帯水層と浅層帯水層の水質を区別することができる。新規観測井戸による各調査地点での溶存イオン (TDS) の比較は図 6.4.7に示している。3回の以上の観測結果に基づいて各観測地点において深井戸と浅井戸の TDS と硫酸イオン含有量平均値を表 6.4.3と表 6.4.4にまとめている。

図 6.4.7に示すように、深・浅層帯水層別に観測井戸を設置した試掘地点では、4ヶ所

の深層帯水層（深さ 200 m～380 m）の TDS 値はいずれも 300 mg/l 以下で低い。それに対して、浅層帯水層（50 m～120 m）の TDS 値は地域によって異なる。北西部の TWSW と TWSC 地点では深層帯水層との差が小さいが、南部と東部の TWSS と TWSE 地点では浅層帯水層の TDS が深層帯水層より数倍も高い。

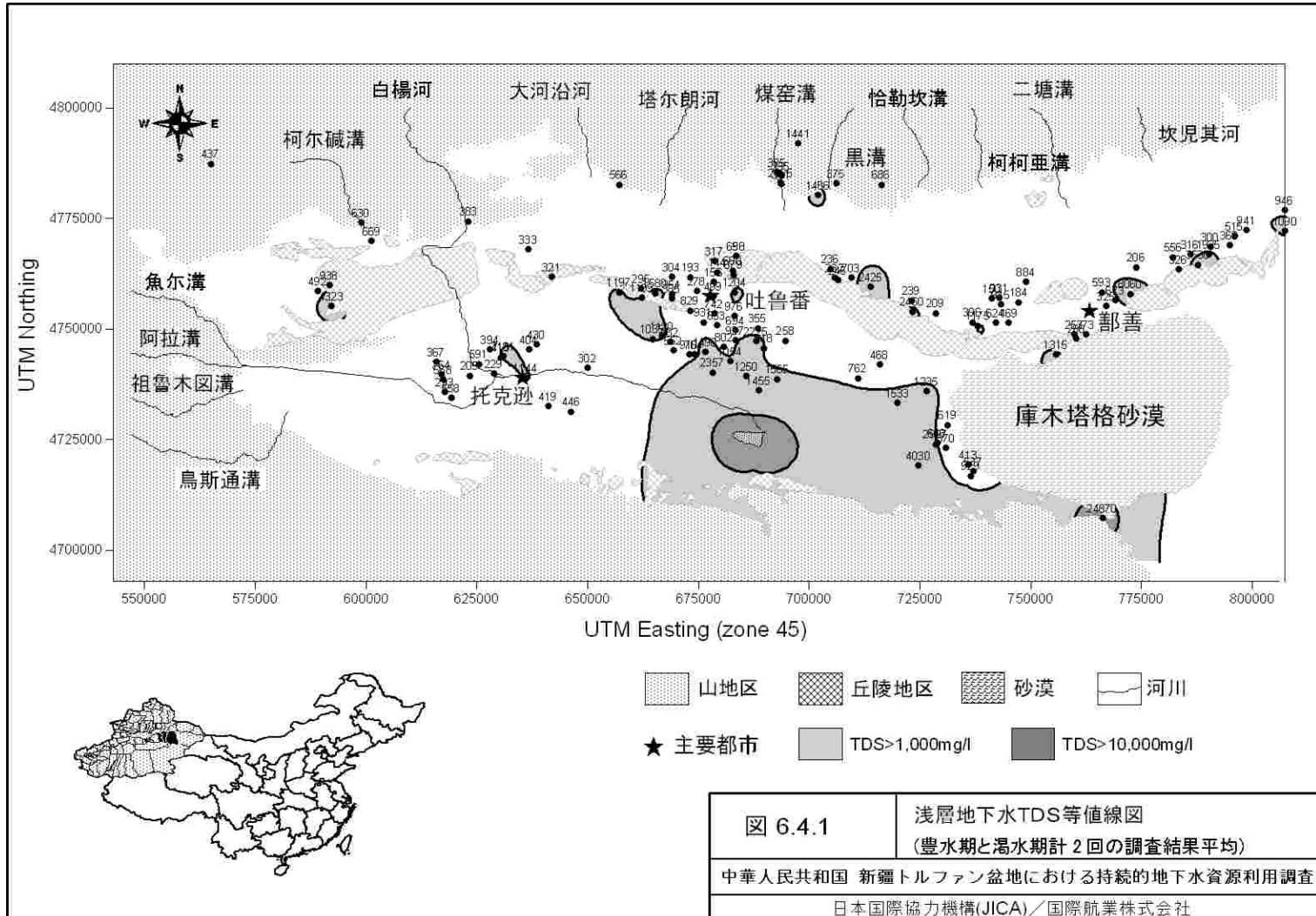
表 6.4.3 新規観測井戸による深・浅層帯水層 TDS の比較

井戸番号	井深 (m)	観測回数	超過回数	TDSmax	TDSavg	判定結果
TW-NC-1	400	3	0	307	305	良
TW-SC-1	360	3	0	248	191	良
TW-SC-2	117	3	0	352	29	良
TW-SE-1	200	4	0	276	261	良
TW-SE-2	61	4	4	1,770	1,438	否
TW-SS-1	250	3	0	298	258	良
TW-SS-2	39	3	3	2,440	2,357	否
TW-Sw-1	275	3	0	274	262	良
TW-Sw-2	51	3	0	267	181	良

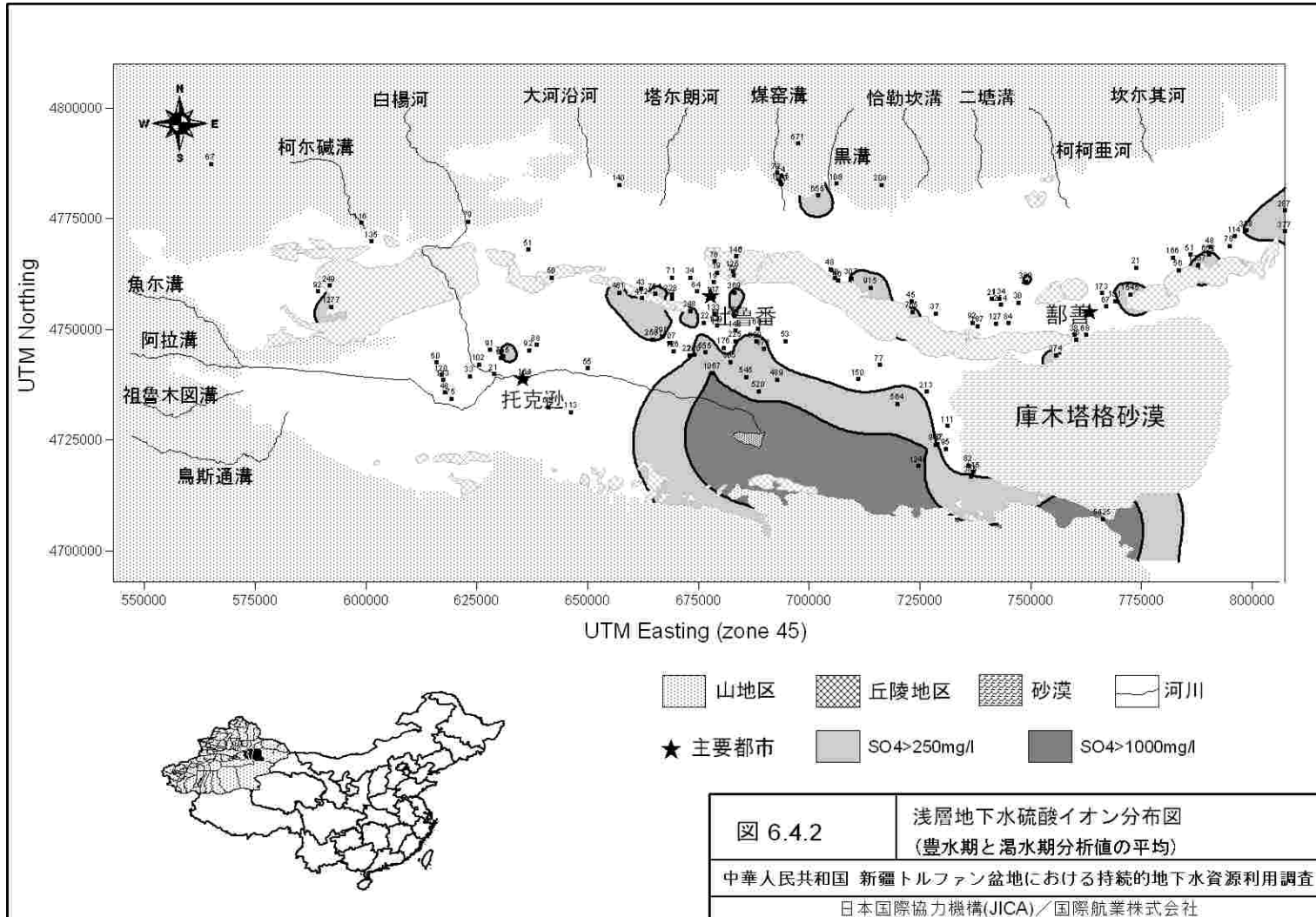
表 6.4.4 新規観測井戸による深・浅層帯水層硫酸イオンの比較

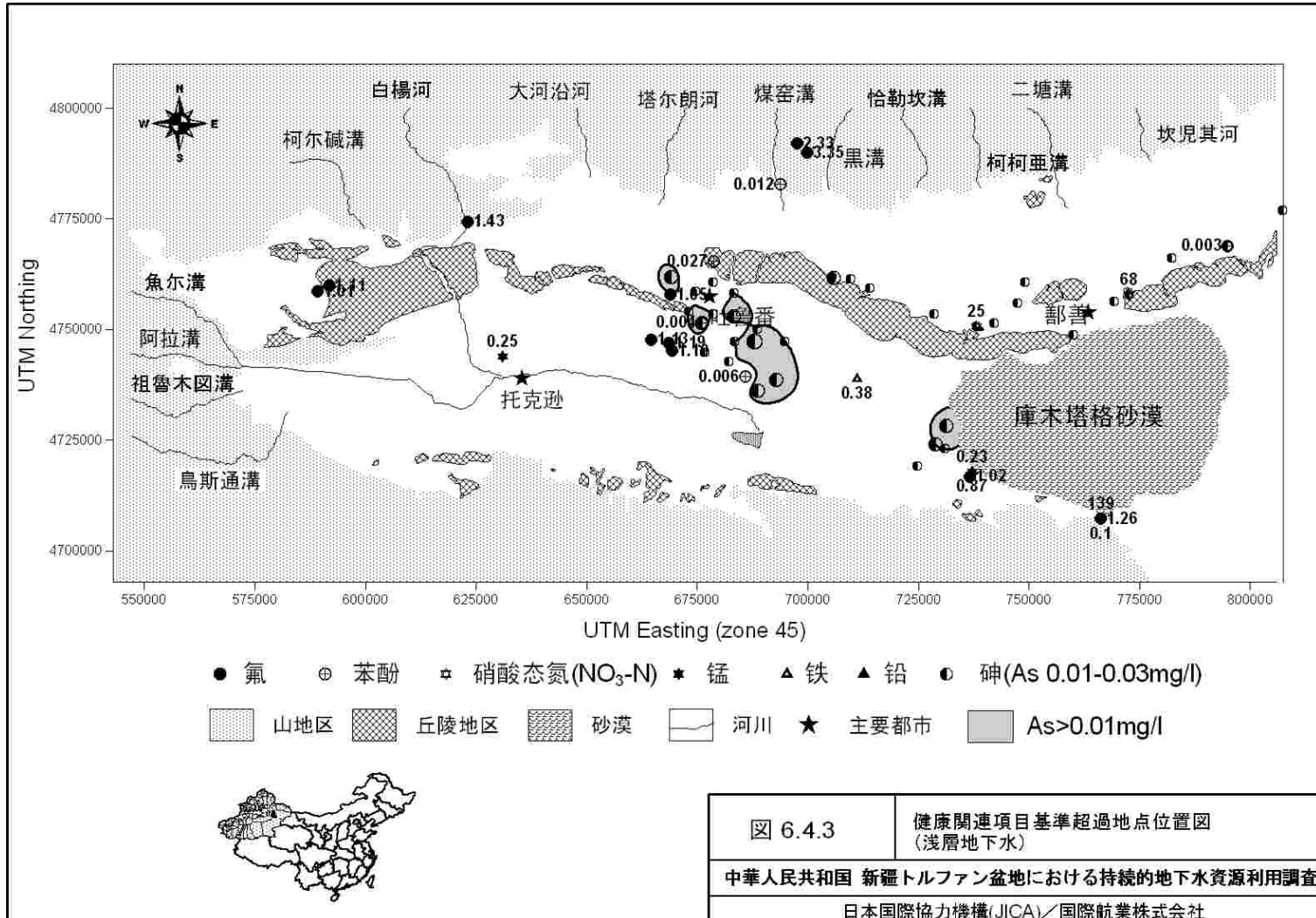
井戸番号	井深 (m)	観測回数	超過回数	SO ₄ max	SO ₄ avg	判定結果
TW-NC-1	400	3	0	67	59	良
TW-SC-1	360	3	0	70	42	良
TW-SC-2	117	3	0	99	69	良
TW-SE-1	200	4	0	79	70	良
TW-SE-2	61	4	4	658	542	否
TW-SS-1	250	3	0	105	89	良
TW-SS-2	39	3	3	1,100	1,067	否
TW-Sw-1	275	3	0	36	33	良
TW-Sw-2	51	3	0	33	29	良

表 6.4.3 と表 6.4.4 で示しているように、TDS も硫酸イオンも、トルファン盆地南部と東部の TWSS と TWSE 地点では浅層帯水層の方が深層帯水層の数倍から 10 倍も高いし、水質基準値を超えている。

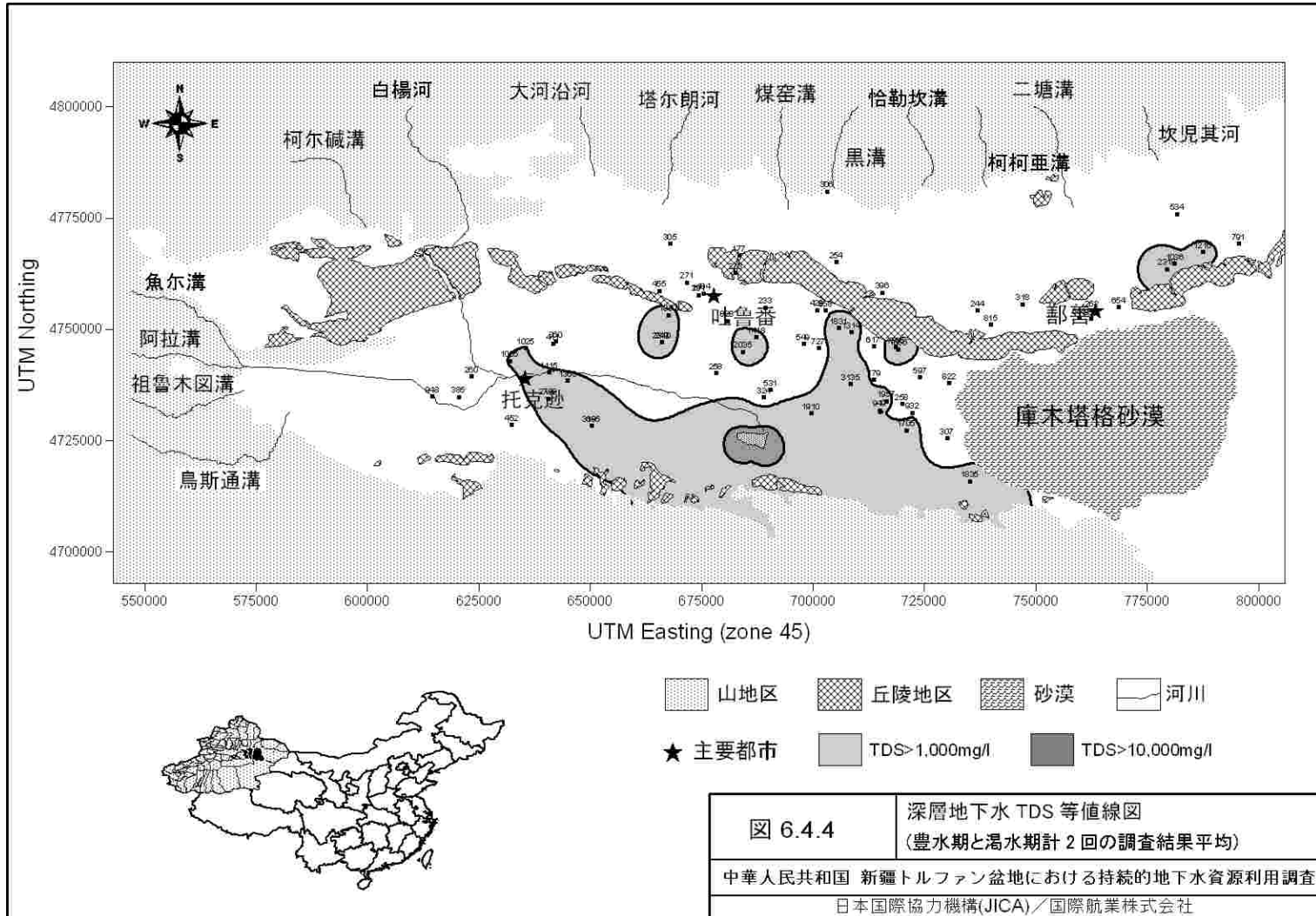


6-35

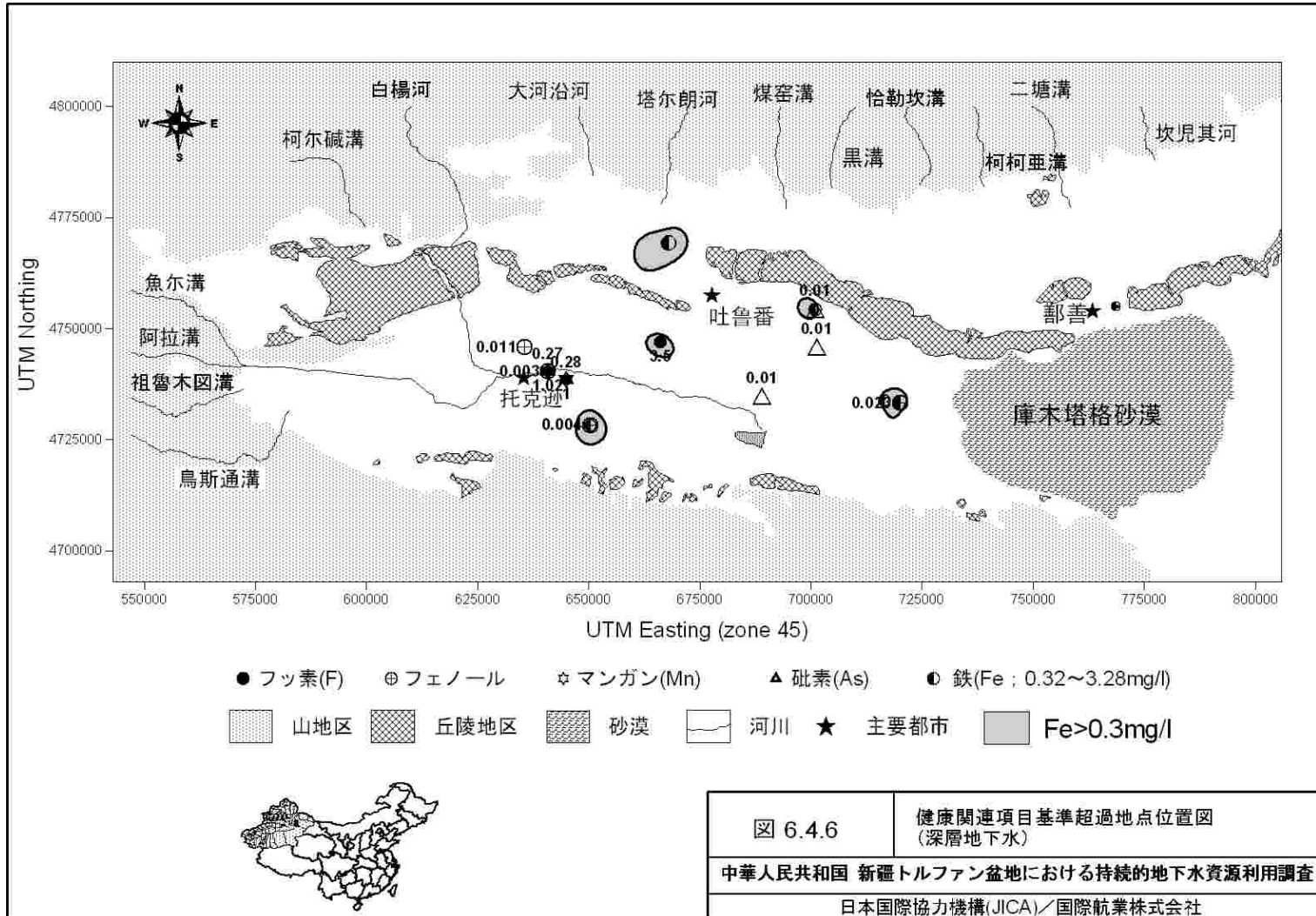


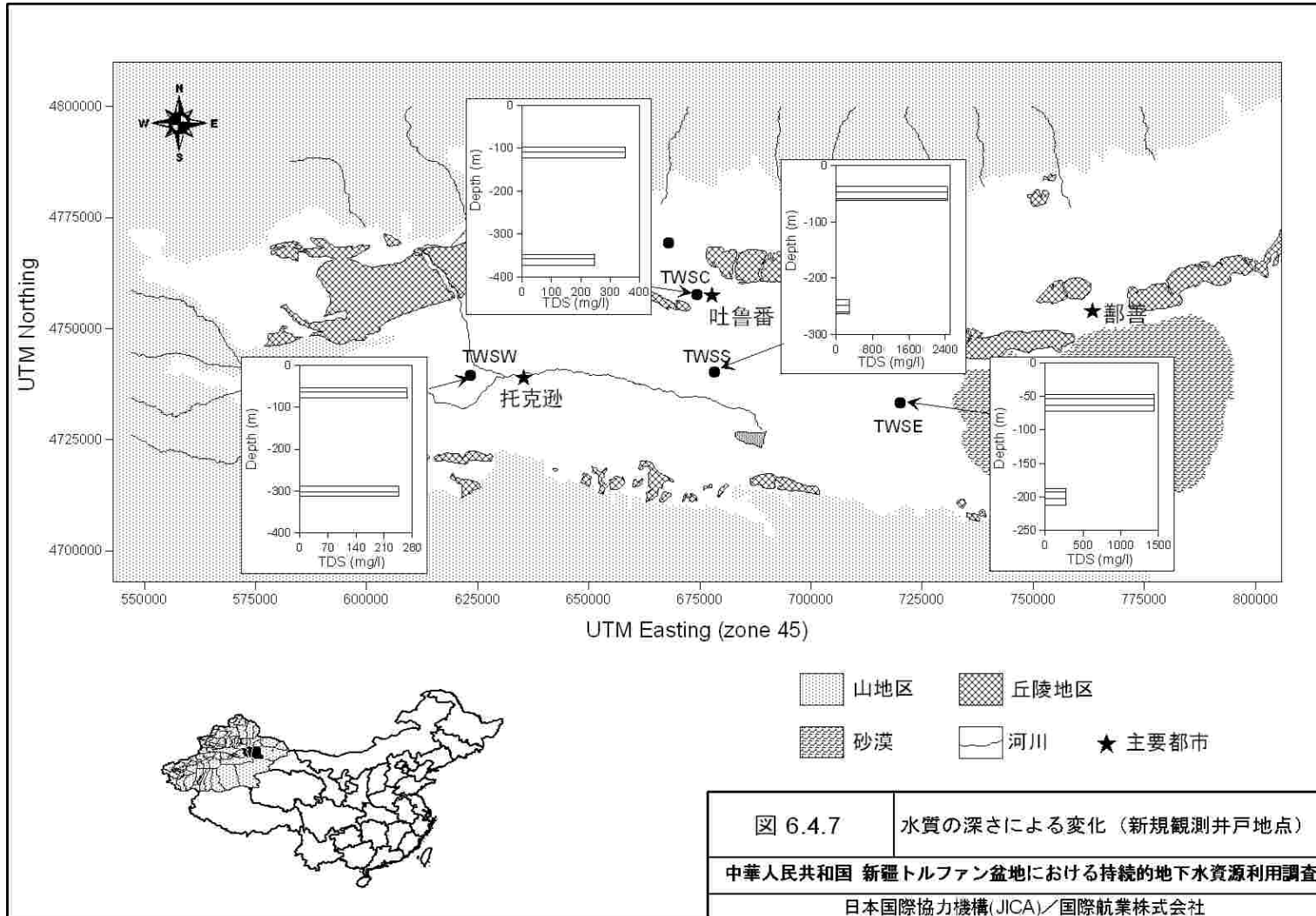


6-37



6-39





6.5 水質のまとめ

既存水質調査結果の分析と今回の調査結果を合わせて、トルファン盆地内水資源の水質分布及び変化特徴は次のようにまとめることができる。

- 1) 盆地内水資源の主要涵養源である山地から流入河川水の水質は良く、飲用にするには殺菌消毒が必要であるが、灌漑等の目的では直接利用できる。
- 2) 盆地内の湧水によって形成された河川は湧水の水質に従い、山地からの流入河川と大きく異なる。調査した3本の盆地内河川の内、2本は水質が悪く飲用には適していない。
- 3) 地下水の水質分布の特性がはっきりしており、北盆地の大部分の地域では水質が良いが、南盆地ではTDS及び硫酸イオンの高い地域が艾丁湖を中心に分布している。行政区別に比較すると、シャンシャン県では水質関連の問題が多く、トクソン県では問題が少ない。
- 4) 地下水で、飲用水質基準値を超えた健康関連無機・有機物項目は溶存イオン(TDS)、硫酸(SO₄)、砒素(As、WHO基準)、フッ素(F)、硝酸態窒素(NO₃-N)、フェノール、マンガン(Mn)、鉛(Pb)である。そのうち問題が大きく、分布の広いのはTDSとSO₄であり、Asについても注意が必要である。
- 5) 地下水で、飲用水基準を超えたが、健康関連項目でない項目は鉄(Fe)、塩素(Cl)、硬度(CO₃で計算)等があり、鉄含有量の高い地点が多く、一部の地域では個別地点でなく、ある範囲で分布している。
- 6) 深層帯水層と浅層帯水層の水質を深度70mを境にして比較した結果、TDS、硫酸及び他の健康関連項目については差がはっきり現れないが、砒素項目では、浅層帯水層より、深層帯水層の方が基準値以上を示すサンプルが少ない。
- 7) 新規観測井戸の結果をみると、200mより深い帯水層は河川水とほぼ同じ良い水質であり、浅層帯水層のTDSや硫酸等の含有量が高い地点でも深層帯水層から良質な地下水が取水可能である。