

# 中華人民共和国

## 烏魯木齊地下水開発計画調査

### 最終報告書

#### 要約

1990年7月

国際協力事業団

105  
618  
333

社調二

90-097(1/4)



JICA LIBRARY



1087414171

21914



中華人民共和國

烏魯木齊地下水開發計畫調查

最終報告書

要 約

1990年7月

國際協力事業團

国際協力事業団

21914

## 序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国の烏魯木齊地下水開発計画に係る開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、1988年 6月より1988年11月まで、1989年 5月より 6月まで及び同年 9月より11月まで、八千代エンジニアリング株式会社 高橋彦治氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、中華人民共和国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

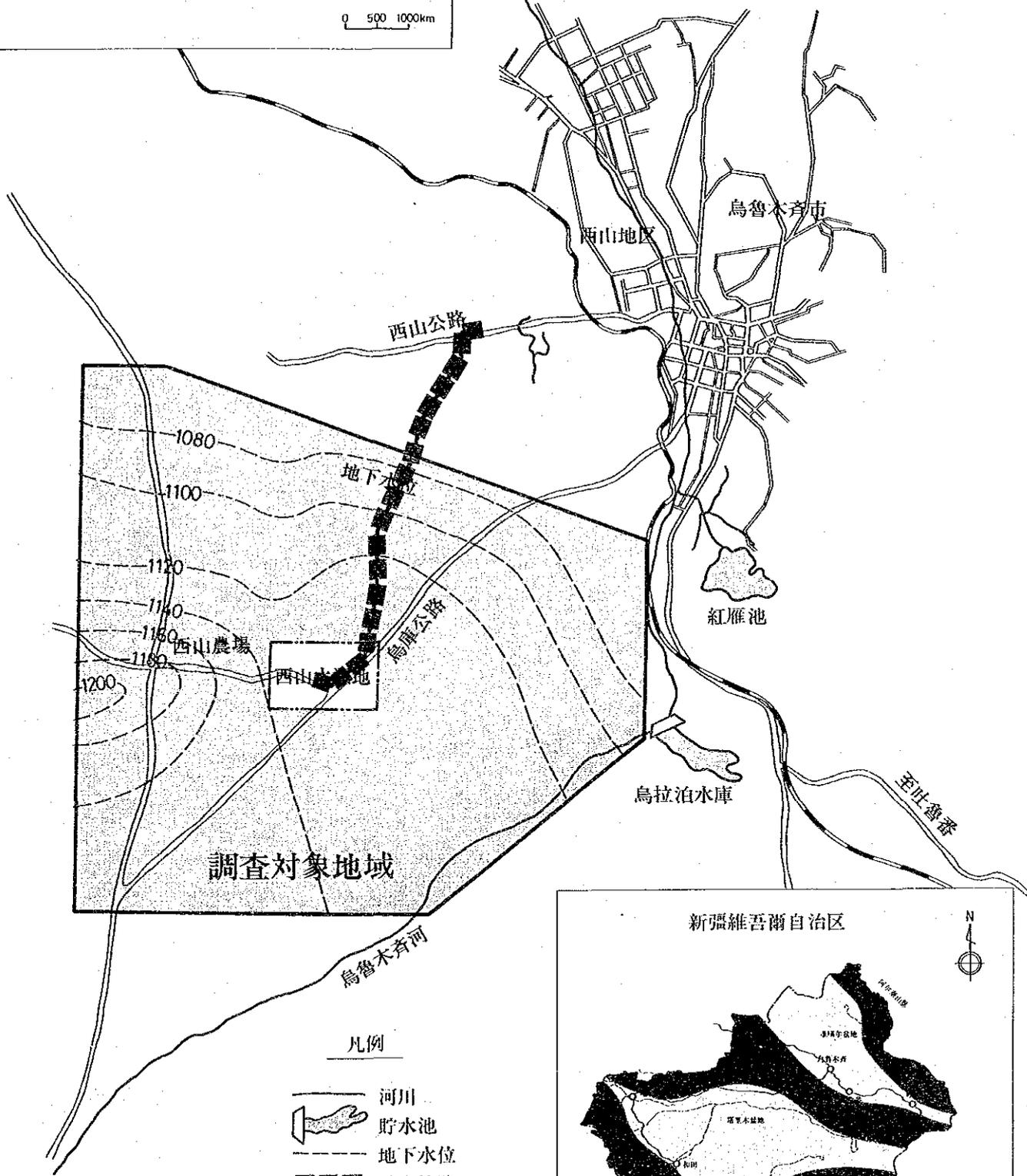
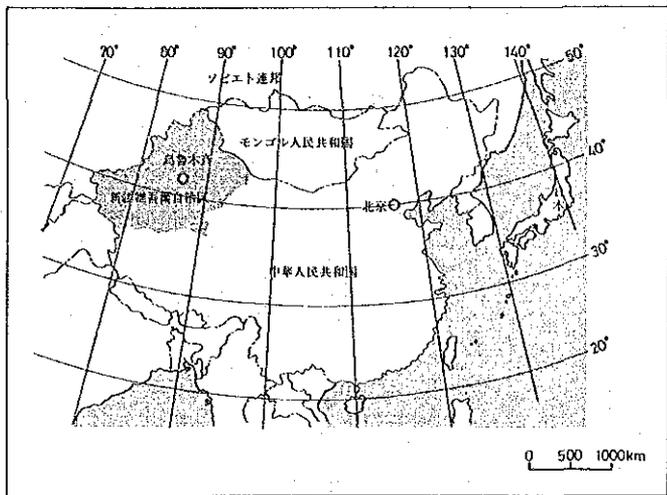
終りに、本件調査に御協力と御支援をいただいた両国の関係者各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

1990年7月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介





凡例

- 河川
- 貯水池
- 地下水位
- 導水管路
- 鉄道





## 目 次

	頁
1. 調査の概要	1
(1) 調査の背景および経緯	1
(2) 調査の目的および方針	1
(3) 調査地域	2
(4) 調査内容	2
(5) 調査体制	4
(6) 報告書の構成	6
2. 主な調査結果	7
2. 1 水文地質	7
2. 2 水文	12
2. 3 水収支シミュレーション	14
2. 4 水質	15
3. 地下水開発計画	16
3. 1 烏魯木斉市給水事業の現況	16
3. 2 西山水源地地下水開発	18
3. 3 西山地区給水事業概要	20
3. 4 事業の評価	22
4. 結論および提言	23
4. 1 結論	23
4. 2 提言	24



## 1 調査の概要

### (1) 調査の背景および経緯

烏魯木齊市は、新疆維吾爾自治区の区都であり、近年急速に発達した中国西域最大の都市である。新疆維吾爾自治区は豊富な地下資源の存在が知られ、他に農業の潜在的なポテンシャルも高いものと予想され、21世紀へ向けての中国の発展は新疆の開発にかかっているとさえ言われている。

烏魯木齊市は天山山脈の水河を源とする烏魯木齊河、市内の井戸などを主な水源としてきたが、現在、同市の人口は120万人を突破し、都市化に伴って急増する水需要を満たせなくなってきている。また、ビルの高層化に伴い、給水圧が不十分であるといった問題も生じている。特に、西山地区では一日の給水時間が僅かに2時間という場所も出現するに至り、住民8000人が遠隔地から水運びをせざるをえない状況にまで追い込まれている。

このような状況から中華人民共和国政府は日本国に地下水開発計画にかかる開発調査を要請したものである。日本国政府はこの要請に基づき、烏魯木齊地下水開発計画調査を行うこととし、国際協力事業団（以下、JICAと言う）がこれを実施した。

JICAは事前調査団を編成し、1987年8月に中華人民共和国に派遣し、中国側担当部局である地質矿产部と協議後、実施細則を締結した。この実施細則に基づき、JICAは調査団を編成し、1988年6月から1990年3月に亘り、調査を行った。

### (2) 調査の目的および方針

調査の目的は次のとおりである。

- ① 本調査は中国新疆維吾爾自治区烏魯木齊市の生活用水不足に対処するため同市西山地区における地下水源開発基本計画を策定する。
- ② 日本側は、本調査の期間中、調査に参加する中国側専門家に対し、現地調査業務を通じて技術移転を行う。

現地調査の実施では、調査対象地域は玉石を主とする扇状地礫層からなり、地下水位までの深さも深く、さく井、揚水試験などは困難が予想されたので、高能力の掘削機と高揚程の水中ポンプなど十分な資機材を現地に持込み、調査を行った。地下水源開発計画の策定に際しては、地下水資源の評価を量及び質の両面から行うために、次の点を重

視して解析を行った。

- 1) 水収支の把握
- 2) 地下水質変化機構の解析
- 3) 地下水シミュレーションによる予測

(3) 調査地域

新疆地質礫産局が新しい地下水開発候補地域に選定した西山地区は烏魯木齊市の南側約20kmに位置し、調査地域は図-1.1に示す計画対象地域と調査対象地域からなる。

- ① 計画対象地域 : 烏魯木齊市西山地区、約30Km<sup>2</sup>
- ② 調査対象地域 : 上記計画対象地区の周辺、約300Km<sup>2</sup>

(4) 調査内容

調査は第1次調査と第2次調査からなる。調査内容は表-1.1に示すとおりである。

表-1.1 主な調査内容

調査項目	第 1 次 調 査 (1988年6月～1989年4月)	第 2 次 調 査 (1989年5月～1990年7月)
水文地質	地質踏査 地質判定 水文地質解析	地質踏査 地質判定 水文地質解析
電気探査	垂直探査：概査3測線 精査7測線 水平探査：8測線	
さく井	観測井：10本、掘削長 1737 m 検 層：全孔	観測井：8本、掘削長 1145 m 揚水井：5本、掘削長 832 m 検 層：全孔
水 文	水文データ収集・整理・分析 現地踏査／湧水測定 地下水位データの分析	水文データ収集・整理・分析 地下水位データの分析 土地利用、水利用等の資料整理
水 収 支	パラメータの検討 地下水面形状再現 地下水開発可能量試算	地下水面形状再現 群井揚水試験再現 地下水位低下の将来予測
水 質	簡易水質測定 詳細水質分析	孔内水質測定 詳細水質分析 環境同位元素分析
給水計画	聞込み調査	現地踏査 収集資料の整理、分析 施設の概略設計

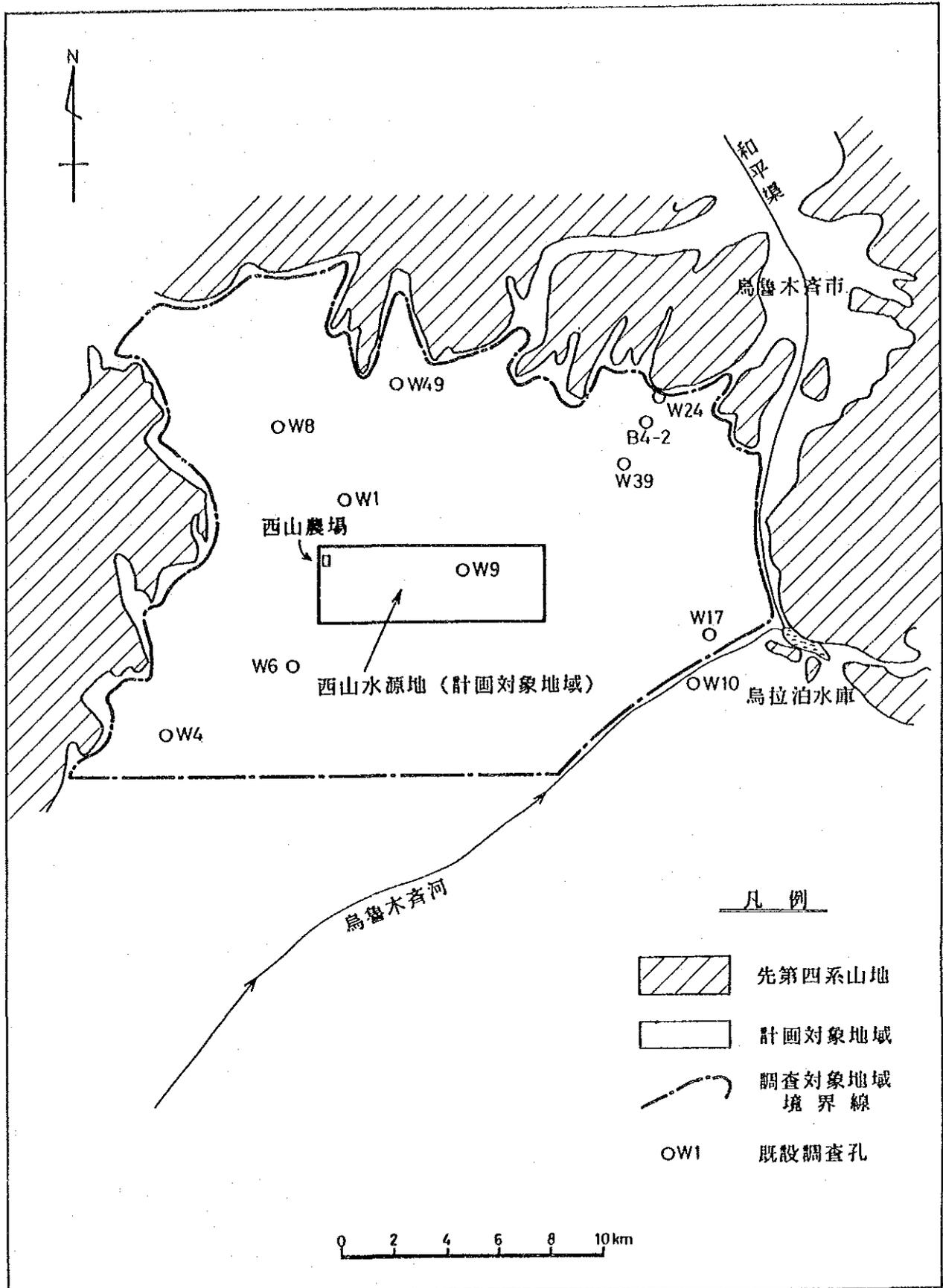


図-1.1 調査対象地域

(5) 調査体制

JICAは本調査を進めるにあたり、調査団を編成し、調査団は調査・解析作業を行った。一方、中華人民共和国政府はJICA調査団との協同調査を実施するため、西山プロジェクトチームを新疆地質矿产局の下に設置した。

以上の関係者は、下記のとおりである。

① 地質矿产部

農	開清	水文地質工程地質司副司長
李	烈榮	水文地質工程地質司副司長
卢	金凱	地質環境管理司主任
李	紹武	水文地質工程地質司
許	天福	地質環境管理司
孫	人一	外事局副局長
徐	先忠	外事局処長
葉	永霞	外事局処員
鮑	道崇	国際合作司副処長
丁	志俊	物化探研究所（通訳）

② 新疆維吾爾自治区地質矿产局

蔣	承崧	局長
陳	哲夫	副局長
蘇	榮生	副局長
張	良臣	総工程師
楊	志勲	副総工程師
潘	孔釗	総工程師
祁	国運	副総工程師
殷	玉監	副総工程師
邓	振球	副総工程師
刘	徳权	地礦処処長
王	宝華	探鉱処副処長
張	鴻义	水文地質第一大隊大隊長

宋 風玉 水文地質第一大隊副大隊長

③ 西山プロジェクト チーム

劉 恩隆	工区主任	総括／水文地質
康 斌	工区主任	地形、地質
兰 青彦	工区主任	さく井計画
董 礼奎	揚水試験	
延 景雨	さく井計画	
武 振	水文観測	
崔 文秀	水文観測	
文 国発	水文地質	
吳 開強	水文地質	
顔 薇	水文地質計算（電算）	
苟 新華	水文地質計算（電算）	
馮 紀芳	検層	
王 建輝	物理探査	
王 文昌	物理探査	
魯 才興	水質分析	
孟 凡江	水質分析	

④ JICA調査団

志戸本佳孝	団長／総括	（調査開始～1989.11）
高橋 彦治	後任団長	（1989.11より終了時）
佐々木洋介	水文地質	
植村 嘉之	水文／水収支	
本間 真	水収支解析	
中村 浩	物理探査	
大塩 敏樹	水質分析	
塚本 靖	さく井指導	
佐伯 昇	給水計画	
林 洋子	通訳	

## (6) 報告書の構成

本報告書は次の4分冊により構成される。

- 1) 要約
- 2) 主報告書
- 3) 補助報告書
- 4) 資料集

各報告書の内容は次のとおりである。

### ① 要約

要約は調査結果、地下水開発計画、結論および提言の要点を取りまとめたものである。

### ② 主報告書

主報告書は、本プロジェクトの成果を総合的に取りまとめたものであり、その内容は、序論、調査地域の概要、地下水資源、地下水開発計画、結論および提言から成る。

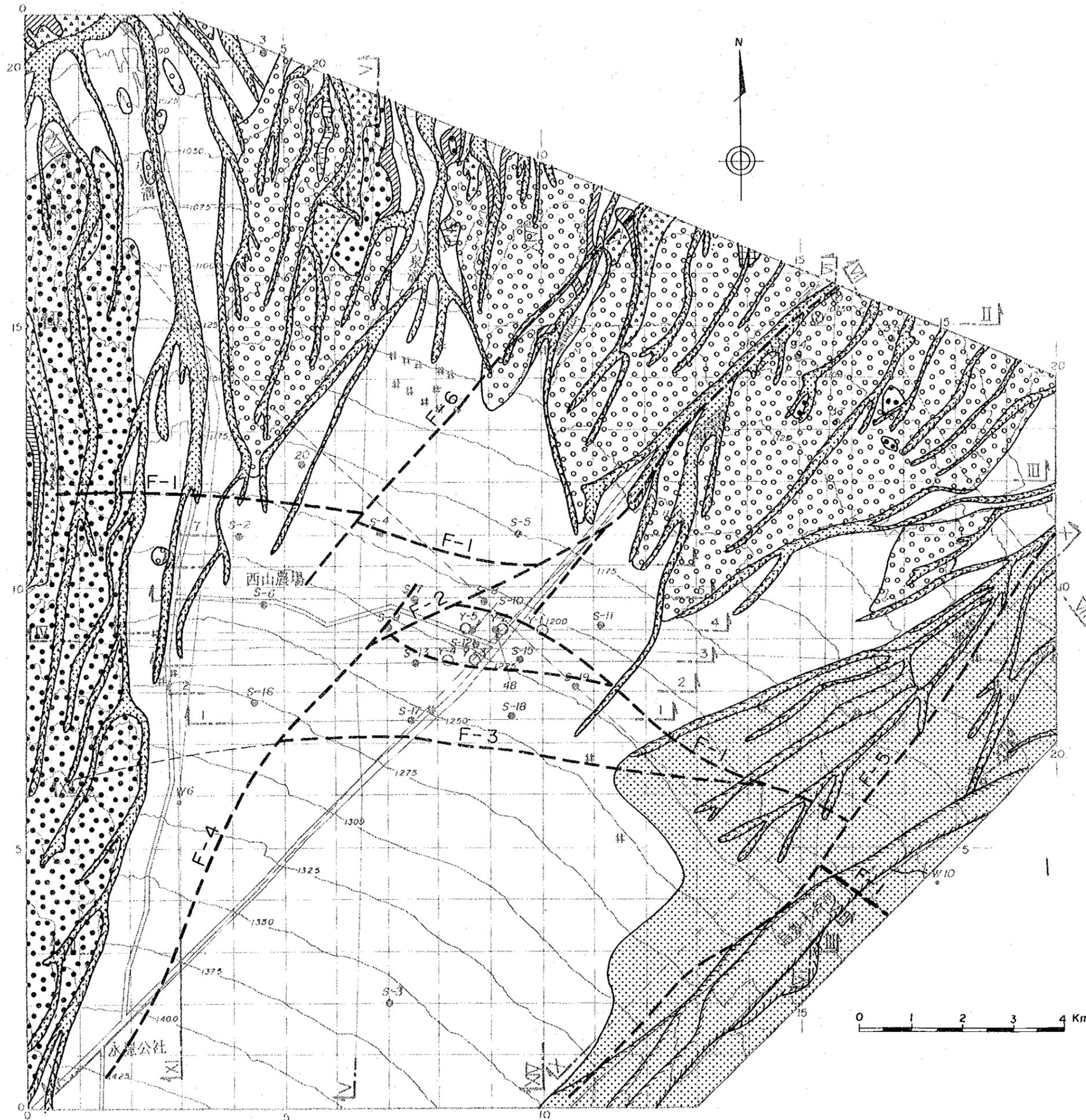
### ③ 補助報告書

補助報告書は、各調査の実施方法、解析手法、調査解析結果、結果を得るまでの過程等について詳述したものであり、その内容は、A. 水文地質、B. 電気探査、C. さく井調査、D. 水質、E. 水文、F. シミュレーション、G. 給水計画から成る。

### ④ 資料集

資料集は、各調査で得られた基礎資料を取りまとめたものであり、その内容は、A. ボーリング柱状図、B. 電気探査結果、C. 揚水試験結果、D. 水質分析結果、E. 水文観測資料、F. 水収支シミュレーション計算結果から成る。





凡例

- 揚水井 (今回の調査でさく井)
- ・ 観測井 (S番は今回の調査でさく井)
- 井 既設井戸
- ◎ 湧水地点
- ┌─┐ 断面線
- ▨ 崖錐堆積物
- ▨ Q<sub>4-2</sub>層、泥質土、腐植土
- ▨ Q<sub>4-1</sub>層、砂礫層およびシルト粘土層
- ▨ Q<sub>3-2</sub>層、砂礫層およびシルト粘土層
- ▨ Q<sub>3-1</sub>層、砂礫層およびシルト粘土層
- ▨ Q<sub>2</sub>層、砂礫層およびシルト粘土層
- ▨ 新第三系、泥岩および砂岩
- ▨ ジュラ系、砂岩および頁岩、炭層挟在
- ▨ 三疊系、砂岩、頁岩およびチャート
- ┌─┐ 推定断層
- ~ 地質境界



図-2.1.2 調査対象地域の表層地質図



## (2) さく井調査結果

今回の調査で実施したさく井数量は観測井18本、延長2,882.0m、揚水井5本、延長831.6mである。

調査対象地域の地下水盆の地質は、さく井調査結果によると地表面から①砂礫層、②粘土／砂礫互層および③基盤岩の順に層構造をなしている。

## (3) 揚水試験

揚水試験は、単井揚水試験を5試験、4本の揚水井から同時揚水する群井揚水試験を1試験実施した

群井揚水試験は1989年9月27日22時から10月9日15時までの期間に亘り、Y-2、Y-3、Y-4、Y-5の4本の揚水井を同時に揚水をすることによって行われた。

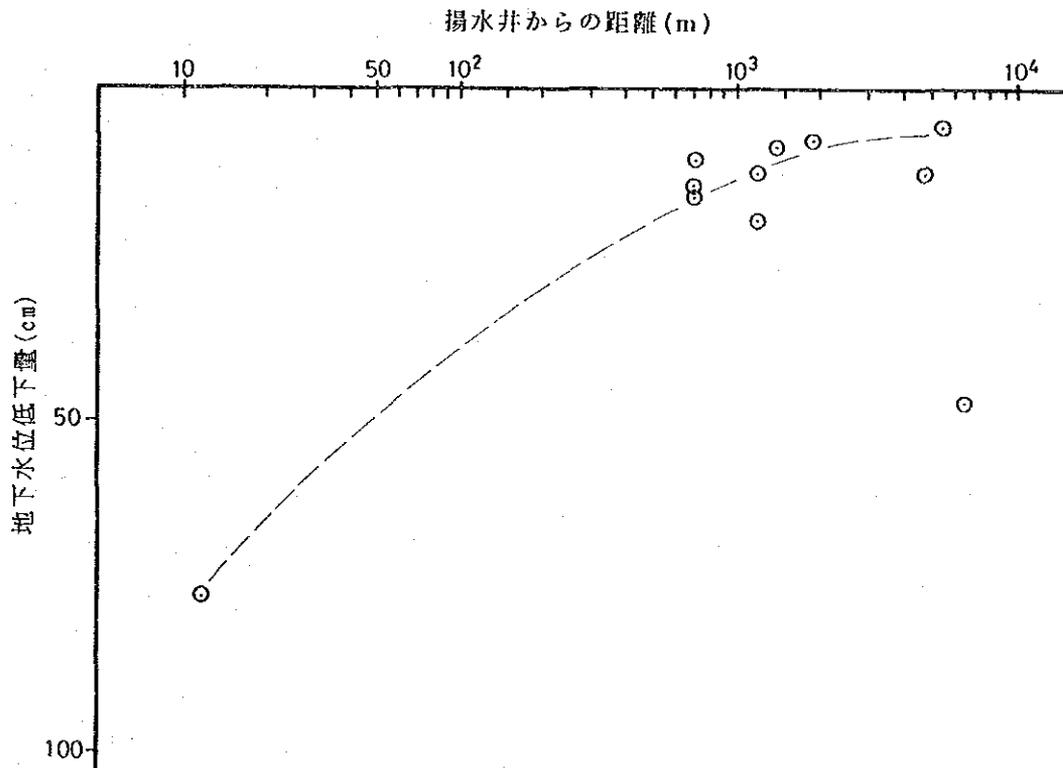


図-2.1.2 群井揚水井からの距離と地下水位低下量との関係

(4) 帯水層の水理常数

	帯水層	揚水試験結果	シミュレーション採用値
透水係数	砂礫主体層	100~360 m/日 ( $1.2 \sim 4.2 \times 10^{-1}$ cm/秒)	地下水面形状再現計算 10~100 m/日 (4段階評価)
	粘土/砂礫互層	10~120 m/日 ( $1.1 \times 10^{-2} \sim 1.4 \times 10^{-1}$ cm/秒)	地下水面形状再現計算 5~10 m/日 計算結果への影響少ない
貯留係数	砂礫主体層	$3 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^{-1}$	群井揚水試験再現計算 0.12
	粘土/砂礫互層	$1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-2}$	群井揚水試験再現計算 0.0015 計算結果への影響少ない

(5) 水文地質的評価

図-2.1.1に調査対象地域の模式的な水文地質図を示す。

① 地下水盆の構造

調査地域南部には、深さが400m以上にも達する基盤面の作る盆状構造が大きな地下水盆を形成している。この地下水盆は、北側で東-西ないし北西-南東方向に延長する基盤岩の高まり（尾根）と、西側で台地状の基盤岩の高まりにより画され、全体として南側に大きく開いた形状を呈する。

調査地域の北部には、基盤岩中に地下水盆から北方に向かう切り込みが何本か認められる。これらの下流部には湧泉が多い。したがって、これらの切り込みは埋積された旧河道と推定され、地下水の流動経路となっている可能性が高い。

② 基盤岩の透水性評価

西山農場付近のS-6井で確認されたように、新第三系の中には局所的に被圧地下水が存在するが、その規模は小さいと判断されることから、基盤岩類は巨視的に不透水性基盤であると見なすことができる。

③ 帯水層

調査地域の主要帯水層は砂礫、シルト・粘土層から成る第四系であり、上位の砂礫主体層と下位の粘土/砂礫互層の二層に区分される。これらの帯水層は不圧地下水と考えられるが、揚水試験および孔内水質測定結果から、下位の粘土/砂礫互層の

地下水に局所的に被圧性を示す事象が認められる。

#### ④ 地下水面

調査地域の地下水面勾配は、調査地域北側では基盤岩の高まりがあって、そこで、地下水の流路が狭められるため地下水面の勾配は10/1000～25/1000と急であるが、基盤岩の高まりの上流側では、地下水が堰上げられて3/1000～6/1000と非常に緩い水面勾配となっている。

一方、西山農場からその西方にかけて認められる地下水面の高まりは、基盤岩である新第三系中に挟在する被圧帯水層から、第四系帯水層に地下水が供給されることにより形成されたものと考えられる。

## 2. 2 水 文

### (1) 調査地域の気象条件

表-2.2.1 調査対象地域の気象条件

①気候区分	温帯大陸性の半乾燥気候
②降水量	年降水量165～340mm
③気 温	最高は7月23.9℃、最低は1月の-11.5℃、平均は7℃前後 日平均温度格差10.7℃
④蒸 発 量	年蒸発量1907～2227mm、4月から9月にかけての蒸発量が多い。
⑤相対湿度	最高は12月の78.5%、最低は8月の35.5%、平均は57.4%

### (2) 河川および湧水の流況

表-2.2.2 調査対象地域の近隣河川の流出特性

河 川	烏魯木齊河	東白楊溝	西白楊溝	干 溝
源 流 標 高	4481 m	3465 m	3530 m	3078 m
流 域 面 積	924 km <sup>2</sup>	18 km <sup>2</sup>	71 km <sup>2</sup>	72 km <sup>2</sup>
年 間 流 出 量 (百万ト)	235.	1.89	8.83	6.28
流 出 係 数	0.65	0.22	0.25	0.22
比 流 量 (%/秒/km <sup>2</sup> )	3.07	3.33	3.93	2.76
年 平 均 流 量 (m <sup>3</sup> /秒)	7.390	0.060	0.306	0.199

注、東白楊溝と西白楊溝が烏魯木齊河の支川で、常時水が流れている。  
干溝は別水系の河川で雨のあった時にのみ流れる涸れ川である。

### (3) 烏魯木齊河からの取水流量

表-2.2.3(1) 知青干渠取水堰年取水量  
単位：万m<sup>3</sup>

年度	知青干渠 (左岸側)	黄草梁子干渠 (右岸側)
1985	1957	(1508)
1986	1700	2200
1987	1962	2174
1988	なし	なし

表-2.2.3(2) 青年渠取水堰年取水量  
単位：億m<sup>3</sup>

年度	大西溝 河川流量	青年渠 取水流量
1985	1.69	1.44
1986	1.43	1.35
1987	2.12	1.79
1988	1.77	1.59

烏魯木齊河左岸の扇状地の最上流部（調査地域の上流側）を灌漑している知青干渠からの取水量は約2000万 $m^3$ であり、この下流に位置する青年渠取水堰での農業用水としての取水量（太平渠、幸福渠、団結渠に分水）は約6500万 $m^3$ であり、合計8500万 $m^3$ が農業用水として使用される。

#### （４） 調査対象地域での地下水揚水量

調査対象地域内およびその周辺部での地下水の汲み上げは農業用水、砂利採取の選別用水、生活用水等の用途で行われている。農業用水の使用は5月～6月の2ヶ月間に集中し、この時期の月揚水量は30万 $m^3$ 程度に及び、それ以外の時期の月揚水量は13万 $m^3$ 程度である。年間揚水量は400万 $m^3$ 程度と推定される。

#### （５） 土地利用

調査対象地域内での土地利用は、表-2.2.4に示すように、大西溝からの導水される農業用水路の周辺に点在する小麦、とうもろこし、ひまわり等の耕地である。耕地以外は羊の放牧地ないしは裸地である。

表-2.2.4 調査対象地域の土地利用

生産単位	人口 人	土地面積 ha	耕地 %	放牧地 %
104団	14292	216091	1.6	91.4
西山農場	3964	8386	39.0	23.3
CHAN DABAN	1500	980	66.7	33.3
畜産場	1100	7187	4.7	
永豊町	7600	5293	5.2	

#### （６） 地下水位の変動特性

計画対象地域および周辺での地下水位の季節的変動の状況は、下流側では水位上昇が早期に発生し、その上昇高が大きい。一方、これらの上流側に位置する観測井での水位上昇は時期も遅く、上昇高も小さい。

地下水位の季節的変動の要因は農業用水が耕地に導水された農業用水が地下へ涵養されることにより引き起こされるものと推定される。

## 2.3 水収支シミュレーション

### (1) 計算手法

調査対象地域の地下水の場合、帯水層の構造が2層からなっていることと、この帯水層での地下水が基本的に不圧地下水として取り扱えること等から、有限要素法による準3次元浸透流解析モデルを採用した。

### (2) 地下水面形状の再現および水収支結果

烏魯木齊河から大東溝に向う流れが地下水の主流である。南側境界西側より流入してくる地下水は計画対象地域を経て、大泉溝、苜宿溝、長勝大隊の方向に流出する。南側境界中央部から東側の流入地下水の一部は大東溝、大東溝北側の谷および長勝大隊に向う。小泉溝流域の地下水は南側から流入する地下水とは別系統の地下水に区分される。

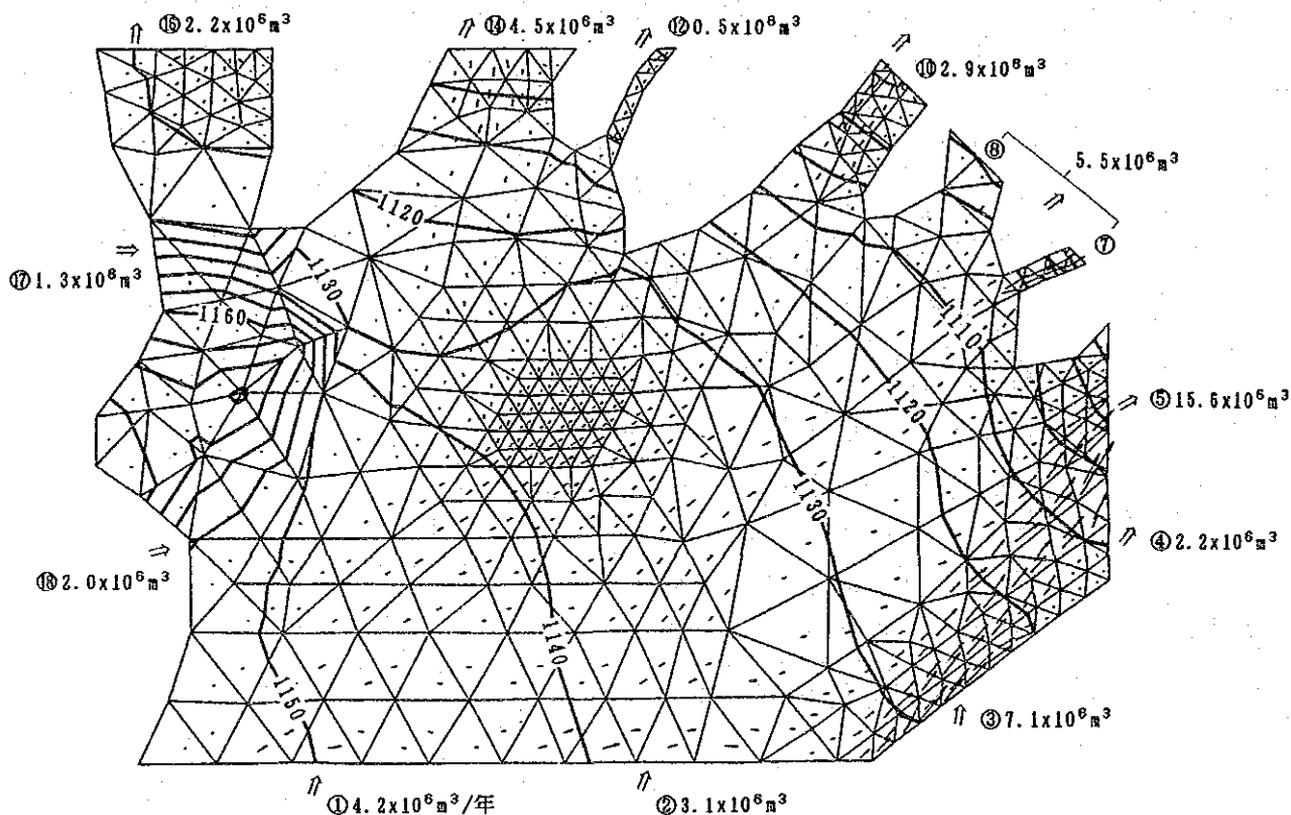


図-2.3.1 地下水面形状再現結果

## 2. 4 水質

### (1) 地表水の電気伝導度測定

現地調査での簡易水質測定結果から、烏魯木齊河の地表水は非常に良好である。湧水については、調査地域北側は電気伝導度が高く、水質が悪い。一方、大東溝を経て和平渠に流入してくる地下水は良好である。

### (2) 地下水の水質分布

調査対象地域の地下水の代表的な水質は次の3つに分類される。

- ①硫酸ナトリウム型：主に、調査地域北西側の小泉溝流域に分布する。
- ②カルシウム塩型：調査地域の東側および北東側の地域に分布する。
- ③中間組成型：主に、計画対象地域から大泉溝流域にかけての地域に分布する。

計画対象地域の第四系中の地下水の大半は中間組成型とカルシウム塩型である。

### (3) 飲料水としての適性

揚水井で採取された地下水の水質分析値を取りまとめると、西山水源地の地下水資源としての利用価値は下記のとおりであり、飲料水として利用可能と判断される。

- a) 水源が少ない烏魯木齊市の実情を勘案とすると、西山水源地は水質的にみて優れた水質とは言えないが、健康に悪影響を及ぼす成分は特に検出されていないので、今後の水道水源として開発を進めていくことが可能であると思われる。
- b) 今後地下水開発に伴い西山水源地の水質が悪化し（特に硫酸塩濃度）、WHOの給水基準の最大許容値\*を満たさなくなる場合には、硫酸塩の除去処理にはコストが非常にかかるので、三通碑水源地の原水と混合して、飲料水の水質基準を満たすように配慮して給水することも将来の対策の一つとして考えられる。

\*）硫酸塩濃度のWHO給水基準（最大許容値）は400mg/lである。

### 3 地下水開発計画

#### 3.1 烏魯木齊市給水事業の現況

##### (1) 烏魯木齊市の利水状況

表-3.1.1 1987年烏魯木齊市利水状況総括表

項 目	地表水	地 下 水		合 計
		水道公司	個別揚水	
人 口 (万人)				120
給水人口 (万人)		86.78	17.32	104.1
給水能力 (万m <sup>3</sup> /年)		5110.00	2505.60	7515.60
実給水量 (万m <sup>3</sup> /年)		4771.64	2505.60	7277.24
生活用水 (万m <sup>3</sup> /年)	1403	3835.00	1050.00	6288.00
緑化用水 (万m <sup>3</sup> /年)	931	21.85		952.85
工業用水 (万m <sup>3</sup> /年)	4698	914.79	1455.60	7068.39
合 計 (万m <sup>3</sup> /年)	7032	4771.64	2505.60	14309.24
(%)	49.1	33.4	17.5	100.0

出典：地質礦産局提供資料

##### (2) 給水事業の現況および給水事情の悪い地区

烏魯木齊市の給水施設は1958年に建設され、当時の給水能力は7200t/日であった。以来、同市の発展と共に給水事業も急速に拡大され都市建設局水道公司により運営されている。1989年現在、5つの水源地で16万m<sup>3</sup>/日（内、地下水10万m<sup>3</sup>、表流水6万m<sup>3</sup>）の給水能力を持つが、同市の給水の水準は中国の他の都市に較べて低いレベルにある。

同市の人口は124万人で、その内の85万人（共同水栓の利用者を含む）が水道公司からの給水を受けている。1人当りの給水量は80ℓ/日である。一般に、さく井された井戸は場所により水質が大きく変化し、飲料水の基準に適合しない給水地域がある。特に、条件の悪い烏魯木齊河左岸の西山地区では水運搬車により給水を実施している。この地区は地形的に標高の高い区域であり、配水本管が布設され、また、給水圧の増圧施設も設置されているにも拘らず、市全体の給水量が少ないことから、満足に給水されずにいる。

(3) 給水事業に関連する機関の業務分担

表-3.1.2 給水事業関連部門の業務分担

給水事業関連部門		都市計画	開発計画	開発調査	建設工事	管理運営
新疆 維吾 爾 自 治 区	地質矿产局	-	◎	地下水	◎	-
	建設庁	自治区	◎	-	◎	-
	水利庁	-	◎	河川水	◎	◎
烏魯 木 齊 市	都市計画局	市内	-	◎	◎	-
	都市建設局	-	◎	-	-	-
	水道公司	-	-	-	◎	◎

(4) 給水事業の将来展望

表-3.1.3 給水量目標値

計画年度	給水人口	1人当り消費水量	必要水量
1990年	108万人	120 ㇿ/日	21万m <sup>3</sup> /日
2000年	130万人	180 ㇿ/日	33万m <sup>3</sup> /日

注、烏魯木齊市（都市建設局、水道公司）試算

(5) 開発の対象となる水源

西山水源地は柴窩堡盆地あるいは達板城の水源地に較べると、烏魯木齊市からも近く距離的にも有利であり、柴窩堡からの送水が山越えになるのに対して、西山からの送水は地形的に自然流下となる。西山水源地は開発水量の面では他の水源候補値より劣るが、詳細調査の結果、同水源地の帯水層は量的に極めて良好であり、質的にも相対的に良好であるので、開発計画上、緊急の水源地として位置づけられる。他の2つの水源候補値は詳細な調査がまだ実施されていないので将来の開発地域として位置づけられる。

したがって、西山水源地の開発は現在最も有力な開発候補地と判断される。

表-3.1.4 地下水開発候補水源地

地点名	位置	予測開発水量
1 西山水源地	南西 1.5 km	3万m <sup>3</sup> /日
2 柴窩堡盆地	南東 3.5 km	8万m <sup>3</sup> /日
3 達板城	南東 9.5 km	10万m <sup>3</sup> /日

出典：地質矿产局の推定

### 3. 2 西山水源地地下水開発

#### (1) 給水対象地域

西山水源地からの給水地域は、現在、烏魯木斉市内で最も給水事情の悪い西山地区を対象とする。この地区は水源地から最短の給水先に当たる。

なお、同じ西山の名称が用いられているので、それぞれの位置関係について補足する。西山水源地は市中心部から西南方向、約20kmの郊外にある本地下水開発計画調査の調査地域であり、西山地区は市内を南北に流れる烏魯木斉河左岸（西側）に位置し、西山公路、陶器工場、老満城、九家湾一帯を含む市街地を指す。

#### (2) 西山地区の給水量の中・長期的展望

表-3.2.1 給水量目標値

計画年度	計画対象人口	総給水量
1990年	100,000人	2.0万m <sup>3</sup> /日
2000年	140,000人	4.0万m <sup>3</sup> /日

注、1) 給水対象人口は水源地より西山地区に至る送水管路周辺の集団農場・工業の人口を含む。  
2) 総給水量には工業用水・緑化用水を含む。

#### (3) 地下水開発に伴う地下水位低下の将来予測

##### ① 揚水井掘削の範囲

井戸配置計画では、基盤標高が高くなる西側および北側はその影響を受けて揚水効率が下がる。また、南側は地表面から地下水面までの深さが深いので揚程が大きくなり、東側は硫酸イオンの高い地下水が存在する。したがって、井戸配置に適した区域は今回揚水井を掘削した区域の近傍に限定される。

##### ② 開発規模

群井用水試験の結果、井戸1本当りの揚水量は3000~3500m<sup>3</sup>/日であり、井戸間の干渉による影響は少ないと判断される。

本計画では水収支計算結果（烏魯木斉河左岸側での農業用水が8500万m<sup>3</sup>/年であり、その40%にあたる3400m<sup>3</sup>/年が地下水に涵養されること）と中国側技術者との協議結果を踏まえ、地下水開発可能量を3万m<sup>3</sup>/日とした。

### ③ 将来予測計算結果

西山水源地開発が、北東側下流に位置する烏魯木斉市の主要水源である三通碑水源地（大東溝から和平渠）に与える影響は少ない。計画対象地域の北側下流に位置する大泉溝、首宿溝、長勝大隊では流量が少なくなる。また、小泉溝への影響はほとんどない。

地下水の供給源は南側から供給されることが推測され、地下水の水質が現在よりも良くなる可能性がある。

### 3.3 西山地区給水事業概要

#### (1) 送水管布設ルート

西山水源地から烏魯木斉市内への送水管の布設ルートについては、①烏庫公路を利用する南側ルートと②首宿溝を經由し西山公路を利用する西側ルートの2つのルートと比較した結果、後者の西側ルートの方が有利であり、中国側関係者との協議の上、このルート（図-3.3.1に示す）を採用することとした。

#### (2) 送水管からの分岐および接続先の基本的条件

計画送水量	30,000 m <sup>3</sup> /日
既設配水管 接続条件	- 鑄鉄管の管種及び管径：A種、径300 mm - 埋設深さ：2 m - 計画送水量時残存水頭：30 m
その他	送水管路途中より分岐弁を設け、水源地近隣農家への給水を考慮する。 本計画で開発する地下水を灌漑用水として利用することは現時点では基本的に利用は考えない。

#### (3) 給水施設の概要

項目		設備の内訳	建設費 (百万元)
揚水ポンプ設備	生産井	150～190 m 10本	28, 2
	揚水ポンプ	揚程110 m 75 kw 15台	
	集水設備	集水配管 4, 372 m	
	運転管理・水質監視センター	1箇所	
導水管路	管路	ダクタイト管 16, 000 m	23, 6
	減勢工	絞り弁・減勢水槽	
	支障構造物対策	小河川横断等	
配水池	配水池	6000 m <sup>3</sup> 1箇所	3, 8
	塩素注入設備	貯留及び注入設備 1台	
		計	55, 6



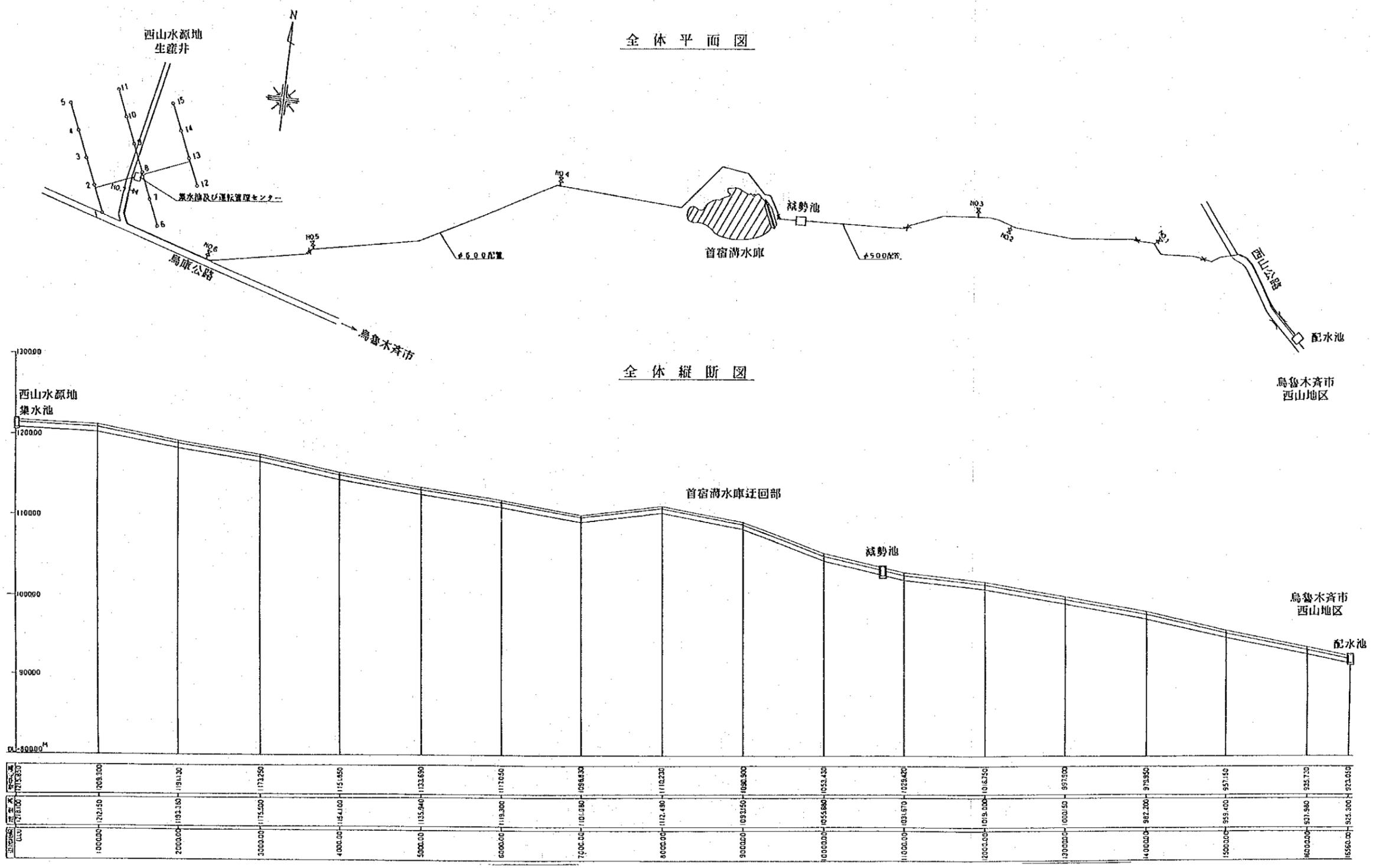


図-3.3.1 給水計画全体図



### 3.4 事業の評価

地下水開発、特に給水施設計画で比較の対象となる水価について、本施設計画においては0.67元/m<sup>3</sup>(27円)と試算され、他の中国での水価に比較し概ね妥当と判断され、さらに以下の点で事業の実施に値するものと評価できる。

- 烏魯木齊市としての将来の水需要もさることながら、現状での水不足の解消は緊要であり、本事業の実施により西山地区の約10万人が給水の恩恵を受け、烏魯木齊市の給水事情の改善に大きく寄与する。
- 烏魯木齊市の水資源開発計画の中で唯一の河川である烏魯木齊河の表流水の利用は既に100%近くに達しており、今後の水需要を満たすには地下水開発による他ない。地下水開発の候補地点のうち西山水源地は他の候補地点に比して、市までの導水距離が明確に短い。
- 西山水源地は賦存量が充分あり、水質的にも飲料水としての規準を満たしている。
- 取水量および運営状況にもよるが将来本施設の導水路を利用した小水力発電の可能性もあり、その場合便益はさらに増える。

## 4 結論および提言

### 4.1 結論

#### (1) 開発可能水量

調査対象地域周辺の地質は古生代二畳紀から新生代第三紀鮮新世にかけての地層を基盤とし、新生代第四紀の地層が埋積している。調査対象地域の地下水盆の構造は地表面から①砂礫主体層、②粘土／砂礫互層および③基盤岩の順に層状に推積し、第1層の砂礫層は透水性が高く、賦存量の大きい有望な帯水層である。

水収支解析の結果、現在烏魯木齊市の主要水源となっている三通碑水源地（大東溝から和平渠）への影響を考慮して、西山水源地では日量3万 $\text{m}^3$ 程度の地下水開発が可能と判断される。

#### (2) 飲料水としての適性

西山水源地は水質的にみて硫酸イオン濃度が高いきらいはあるものの、健康に悪影響を及ぼす成分は特に検出されていないので、今後の水道水源として開発を進めていくことで支障がない。

#### (3) 地下水開発計画

烏魯木齊市の給水施設は都市建設局水道公司により運営され、地下水10万 $\text{m}^3$ 、表流水6万 $\text{m}^3$ を利用した16万 $\text{m}^3$ /日の給水能力を持つが、給水の水準は一人一日当り給水量が80リットルと低い水準にある。特に、烏魯木齊河左岸の西山地区では条件が悪く、水運搬車により給水を実施している。この地区は地形的に標高の高い区域であり、配水本管が布設され、また、給水水圧の増圧施設も設置されているにも拘らず、市全体の給水量が少ないことから満足に給水されていない。同地区での優先的な給水施設の整備が必要である。

西山水源地の地下水開発可能量の3万 $\text{m}^3$ /日および市内西山地区への給水の必要性に基づく給水施設計画が①西山農場付近における10本の生産井(150~190m)による揚水設備、②水源地と給水先を結ぶ自然流下方式による管路(管径500mm、延長16km)、および③水消費量の日変化を吸収するための給水地点における地下式配水池(6000 $\text{m}^3$ )によって経済的、技術的に実施可能である。

## 4. 2 提言

### (1) 補足調査の実施および地下水監視体制の確立

今回行った調査の結果、計画対象地域周辺の水文地質構造は新構造運動により極めて複雑になっていることが判明したが、これをより一層明らかにするために、広域にわたる水文地質調査を行っていく必要がある。また、地下水開発後の下流域への影響を把握するための水位および水質の監視体制を確立すべきである。

### (2) 原水利水方法

今後、地下水開発に伴い西山水源地の水質が硫酸塩が増加するなどして悪化し、WHOの最大許容値を満たさなくなる場合には、硫酸塩の除去処理には非常にコストがかかるので、この基準を満たすことを目的として三通碑水源地の原水を混合、給水することも将来の対策の一つであると考えられる。

### (3) 水源地の保全

今回の水収支検討の結果、地下水の主な涵養源が農業用水であると考えられるので、水源地として開発利用するに際し、地下水汚染を防ぐため、これらの農地を水源保全地区に指定して、農業等を使用する場合には事前にその対策を十分に検討する必要がある。









JICA