社会開発調査部報告書

No. 2

国際協力事業団

モンゴル国
インフラ開発省

アルタイ市地下水開発計画調査

モンゴル国

最終報告書

要　約

JICA LIBRARY
J 1150477 [6]

1999年3月

株式会社　パシフィックコンサルタンツインターナショナル

三　井　金　属　資　源　開　発　株　式　会　社

株式会社　パシフィックコンサルタン
5
8
S
ARY

社調二
J R
99－057

国際協力事業団

モンゴル国インフラ開発省

アルタイ市地下水開発計画調査

モンゴル国

最終報告書

要　約

１９９９年3月

株式会社　パシフィックコンサルタンツインターナショナル

三　井　金　属　資　源　開　発　株　式　会　社

本報告書では、事業費を 1998 年 12 月時点の市場価格で見積り、通貨交換レートは以下の通りである。

US$ 1 = Mongolian Tugrug 890 (US$ 1 = ¥117.5)

1150477 [6]

序　文

日本国政府は、モンゴル国政府の要請に基づき、同国のアルタイ市地下水開発計画にかかるマスタープランの策定及びフィージビリティ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いたしました。

当事業団は、平成８年９月から平成 11 年２月までの間、4 回にわたり、株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルの田原輝男氏を団長とし、同社及び三井金属資源開発株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、モンゴル国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、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りました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、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す。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 11 年３月

国際協力事業団
総裁　藤田　公朗

伝　達　状

平成１１年３月

国際協力事業団
総裁　藤田　公郎　殿

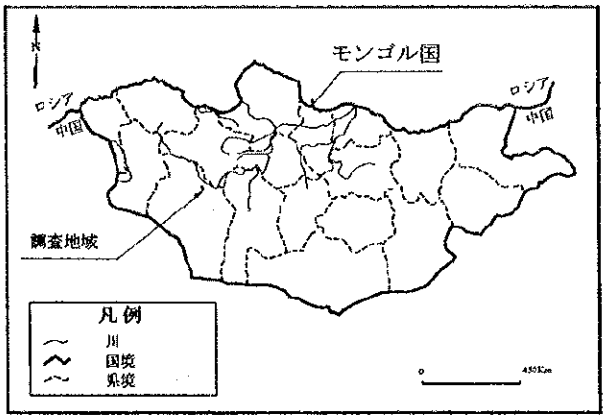
拝啓
モンゴル国アルタイ市地下水開発計画調査の報告書を提出致します。
本報告書は、貴事業団と株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルおよび三井金属資源開発株式会社との間で締結された契約にしたがって作成致しました。

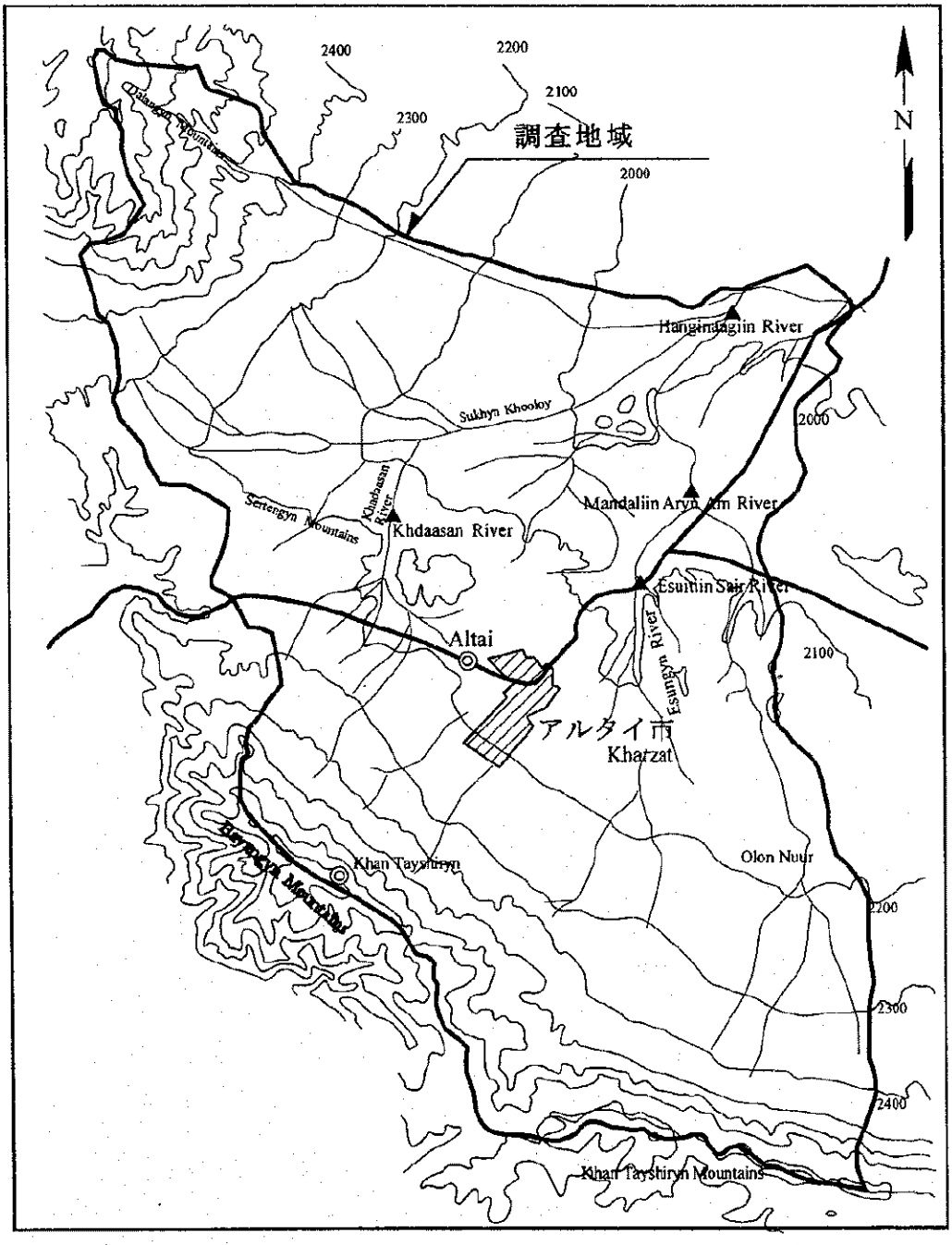
本報告書は、要約、主報告書および付属報告書によって構成されています。要約は全調査結果を簡潔にまとめ、主報告書にはアルタイ市の水資源開発および給水事業にかかる長期計画、優先プロジェクトのフィジビィリティー調査の全ての調査結果が記載されてます。付属報告書には、各種調査、検討内容および事業計画内容が詳細に記載されてます。さらにデータ集も併せて提出致します。

本報告書の提出にあたり、多大なご支援を賜った貴事業団、外務省、在モンゴル日本大使館、貴事業団モンゴル事務所の諸賢、ならびにモンゴル国政府機関の関係各位に対して、心からの感謝の意を表するとともに、本調査の成果がアルタイ市の給水事情の改善と社会経済の発展の一助となる事を希望する次第です。

敬具

業務主任
田　原　輝　男


モンゴル国
ロシア
中国
ロシア
中国
調査地域
凡例
川
国境
県境


2400
2200
2100
2300
調査地域
2000
N
Hangindagiin River
Sukhyn Khooloy
2000
Mandaliin Aryn Ain River
Khdaasan River
Khdaasan River
Esuitiin Sair River
Esungyn River
Altai
2100
アルタイ市
Kharzat
Olon Nuur
Khan Taysiiryn
2200
2300
2400
Khan Taysiiryn Mountains

調査地域

アルタイ市地下水開発計画調査
概要

（1） 計画条件

基本条件を以下のように設定した。

項　目	1997	2005 (FS)	2015 (MP)
人口	17,760	18,790	20,960
給水率 (%)			
アパート地区住民	100	100	100
ゲル地区住民	60-100	100	100
水使用原単位 (l/c/day)			
アパート地区住民	150	150	150
ゲル地区住民	8.6	20	40
給水方式＊1			
アパート地区住民	配管 / 各戸給水		
ゲル地区住民	配管 / 水販売所 1000 - 1500 人/ 1 水販売所 250m以内 / 1 水販売所		
水需要伸び率 (%/year)		1998 - 2005	2006 - 1015
公共施設	-	3	4
産業	-	4	5
有効率＊2	70	75	80
日最大水需要量 (m^3/day)	1,150	1,500	2,140
時間最大給水量 (m^3/hour)	65	133	205

＊1：給水地区は次の4地区；中央地区（アパート地区）、ゲル地区G-1, G-2, G-3
＊2：推定漏水量から算定

2. 開発計画

水資源

既存のハルザト水源を拡張する。この水源は、他の水源に較べて水質が良く、しかも地下水に対する函養量は4,780m^3/日と推定され2015年の最大水需要量2,140m^3/日を十分に賄える。

開発水量　(Unit: m^3/day)

	項目	生産水量	
		2005 (FS)	2015 (MP)
A	最大水需要	1,500	2,140
B	既開発水量	1,150	1,150
C	開発水量 (=A-B)	350	990

水道施設

２０１５年の施設開発計画

対策	施設
既存施設の改修	1,既存生産井戸の改修：４井（１井は予備） 2,水中揚水ポンプの交換、遠隔操作設備: 0.42m^3/min x 60m x 4台
新設	1,貯水池の水位計設置: 2台（井戸ポンプ遠隔操作用） 2,給水車購入; 3台 3,水運搬器具: 2792（世帯）台 4, G-1,G-2,G-3ゲル地区への主配水管設置: 径150－250mm x 11.0km 5,ゲル地区へ給水キオスク設置:G-1（6カ所）,G-2（3カ所）,G-3（5カ所） 6,生産井戸掘削：１井　既存井戸の１００m上流側に 7,送水管設置（新・旧井戸から貯水池へ）：径200mm x 3.5km x 2本 8,貯水池建設（G-1ゲル地区の南東）：500m^3 x 2池 9,ポンプ場の建設: 1.5m^3/min x 65m x 2台

３、事業費概算

マスタープランの実施に必要な建設費、用地費、設計施工管理費、予備費を合計した事業費は、US$3,031,061である。

事業費　　(単位: US Dollar)

項目	2000-2005 (FS)	2006-2015(MP)	合計
a. 建設費	787,635	1,608,460	2,396,095
b. 用地費	0	0	0
c. 設計施工管理費　(a x 10%)	78,764	160,846	239,610
d. 予備費 ((a+c) x 15%)	129,960	265,396	395,536
合計	996,359	2,034,702	3,031,061

Exchange rate: 1998年12月；US$ 1.0 = yen117.5 = Tg.890

４、維持管理費

2000年から2005年までの年間の維持管理費を次に示す。

年間維持管理費　　(unit: US Dollar)

項目	2000 – 2005	US$/年
a. 電気代	202,160	33,693
b. 薬品代	5,847	975
c. 人件費	73,335	12,223
d. 修理費	20,235	3,372
合計	301,577	50,263 $/year

次表のように各機器は定期的に更新する。

施設更新費 (単位: US Dollar)

施設	2000–2005	10年毎	15年毎	25年毎	40年毎
a. 取水施設	246,635	0	220,788	15,783	10,065
b. 配水施設	541,000	66,000	183,294	227,881	63,825
合計	787,635	66,000	404,081	243,664	73,890

5、事業評価

経済評価

社会的に効果の高いプロジェクトと評価できる。

- 2015年マスタープランのEIRR: 14.5 %
- 2005年優先プロジェクトのEIRR: 16.3 %

財務評価

- 2015年マスタープランのFIRR: マイナス %;

  マスタープラン実施にあたっては、政府の助成金が必要である。

-2005年優先プロジェクトのFIRR: 4.6 %

FIRR の算定にあたっては次の水道料金を設定した。

水道料金 (unit: Tg/m^3)

項目	現在	2005	2015
ゲル	1250	566	283
アパート	56	64	86
工場・公共施設	900	900	900

目次

1. 序論 1
2. 現状 1
2.1 社会・衛生教育 1
2.2 アルタイ市の経済 4
2.3 気象・水文 4
2.4 地形・地質 6
2.5 水理地質 6
2.6 生態系と環境 8
2.7 水質 10
2.8 水道施設 10

3 マスタープラン 12
3.1 基本方針 12
3.2 水資源 12
3.3 人口・水需要予測 13
3.4 開発計画 15
3.5 維持管理計画 17
3.6 モニタリング計画 19
3.7 事業費概算 20
3.8 実施計画 21
3.9 衛生改善計画 22
3.10 マスタープラン評価 22
3.11 優先プロジェクトの選定 24

4 フィジビリティー調査 25
4.1 設計条件 25
4.2 開発計画 25
4.3 維持管理計画 26
4.4 モニタリング計画 27
4.5 事業費概算 27
4.6 実施工程 29
4.7 年次別実施計画と事業費 30
4.8 維持管理費 31
4.9 衛生改善計画 31
4.10 優先プロジェクトの事業評価 32

5 結論と勧告 34

図表目次

表－1　試掘井戸結果
表－2　水道施設の水質

図－1　水源地位置図
図－2　気象・水文観測所位置図
図－3　調査地周辺の地質図
図－4　模式地質断面図
図－5　地下水変動図
図－6　水理地質図
図－7　アルタイ市の水道施設
図－8　アルタイ市の成長目標
図－9　給水施設拡張計画　（２０１５年）
図－10　ゲル地域へのパイプライン拡張計画　（２００５年）

要　　約

1　序論

モンゴル国政府は、１９９３年にゴビアルタイ県を含む西部５県開発計画を、また１９９５年７月にはゴビアルタイ県開発計画を策定した。しかし、水不足、水質の悪いことが西部５県およびゴビアルタイ県の発展を阻害していると問題提起している。モンゴル国政府は、ゴビアルタイ県の県都であるアルタイ市の水問題の改善を優先し地域開発の促進を目指している。

近年、アルタイ市は施設の老朽化に伴う断水にしばしば見舞われ、この改善を中央政府に要請している。しかし、中央政府はこれに対処出来ず、日本国政府に技術協力を要請してきた。

本調査は、国際協力事業団（ＪＩＣＡ）の調査団がモンゴル国インフラ開発省および関連機関と協力して１９９６年９月から１９９９年３月にかけて実施したものである。

調査の目的

① 2015年を目標年とした、アルタイ市の水資源開発のＭ／Ｐを策定する。

② Ｍ／Ｐで抽出された優先プロジェクトに対して2005年を目標年としたＦ／Ｓを実施する。

③ モンゴル側カウンターパートに対する技術移転を行う。

　セミナー（2回）、日本での研修（3人）

その他：水質に関する正しい認識、衛生意識の改善を目的とした教育等を実施する。

調査地域

調査対象地域は約６００km^{2}で、Kharzat、Sukhyn Khooloyの２地域について詳細に検討するとともに、代替水源としてTsagaantkhoy、Taishyrの２地域について概略検討を行う。図－１に調査地域の位置を示す。

2　現状

2.1　社会・衛生教育

（1）　社会状況

・アルタイ市では人々は文化的、民族的に均質で社会的な格差はないものの、給水を含む社会サービスの低下が問題となりつつある。この背景にはモンゴル国政府とゴビアルタイ県の財政難がある

・対面面接による聞き取り調査では、アルタイ市の人々の平均月収は Tg.24,995 (US$28.1 ：1US$=Tg.890;1998年12月)であった。一方平均支出はTg.44,500(ゲル住人) Tg.58,810 (アパート住人) (US$=50.0 ～ 66.1)であった。

・水道サービスに関して、アパート住民は断水の解消、水質の改善、老朽化した施設の改善を望んでいる。ゲル地区住民のうち５３％は、ほしい時に水が使えないこと、水質が悪いことおよび水供給所まで遠いことを問題視している。

・一般にアルタイ市の住民は水道料金に対する支払い意志を有しており、水道サービスが改善されることを前提として現在の料金からアパート住民が 35%、一部のゲル地区住民が161%の値上げを認めている。

・ゲル地区住民の７１％が共同水栓(yard connection) を望み、Kiosk (水販売所) の設置希望２６％を大きく上回る。ゲル地区住民が選択肢の中で各戸給水を第１位としなかったことは、現実的な改善を望んでいることが伺える。ただし、共同水栓(yard connection)は冬場に凍結するなど技術的な課題もある。このような説明は、質問の中に含まれていなかった。

・人々はアルタイ市の水道水は硬度が高いと信じ、水道水の軟水化装置の導入を希望している。

・基本的データ

（１９９８年１０月）

居住形態	世帯数 (世帯)	人口 (人)	1996年支出 (Tg./月)	給水人口 (人)	水使用原単位 (l/c/d)
アパート	488	3,245	58,810	3,245	150.0
ゲル	2,661	14,516	44,500	9,000-14,516	8.6
合計	3,419	17,761		12,245-17,761	-

1 US$ = Tg.750 (1996), 1 US$ = Tg.890 (1998年,12月)

(2) 水質と健康

アルタイ市の約６０％の住民は水道の水質、とくに水の硬度と肝障害や心臓病など慢性的な病気と因果関係があると信じている。アルタイ市および中央の公衆衛生専門家の中にはCaとMg(Mgが多い)の比が健康障害の原因としている。

水道水の水質分析の結果では、マグネシウムの含有量がモンゴルの水道水質基準を僅かに越えているのみで硬度も含め他はすべて基準値以下である。マグネシウムの含有量は大半の国、組織が基準値を定めていない。調査団による文献調査では、CaとMgの比が健康に負の影響を与える報告は見当たらなかった。

硬度、カルシウム、マグネシウムの各国・各機関の水質基準と指標

水質基準/ 指標	総硬度	Calcium	Magnesium
アルタイ水道水	199 mg $CaCO_3$/l	28 mg l	31 mg /l
Mongolian Std.	350 mg $CaCO_3$/l (7 m eq/l)	100 mg l	30 mg /l
EU (1995)	-	-	-
WHO health	-	-	-
WHO complaint	500 mg $CaCO_3$/l	-	-
Japanese standard	300 mg $CaCO_3$/l	-	-
US standard	-	-	-
Bulgarian standard	600 mg $CaCO_3$/l	150 mg/l	80 mg/l

・“水と健康”と題してアルタイ市で４７名の参加者を得てセミナーを実施した（1998 年 10 月 29 日）。世界の水質基準を紹介しながらアルタイの水が飲料水として適正を欠く理由が見当たらないことを説明した。また水の硬度と慢性的な病気との因果関係については単に水質だけでなく喫煙、飲酒、食生活、性別、年齢、遺伝子等に影響を受けるので水質と健康を結びつけるのは困難で、また不適切であることを説明した。

・アルタイ社会保健センターの主催で Trainer に対する衛生教育を７回実施した。参加者は合計９０９名にのぼった。１９９７年度に作成したポスター、教材は有効に配布された。

衛生教育教材の配布

配布先	配布数
学校	143
健康ボランティアー	100
薬学士、その他保健専門家	183
合計	426

（3） 社会分析結果

・ゲル地区住民の内、高所得者層は現在の水道料金から１６１％の値上げを認めているが、低所得者層は８０％の値上げを認めるに留まっている。過去２年間で 100%の値上げが行われており、低所得者層の値上げへの認識は、それを超えるものではない。また、低所得者層は値下げを望んでいる人も存在するので水道料金の設定に際してはこれらを考慮すべきである。

・水道サービスの改善による便益：ゲル地区における水販売所の設置は、住民の水入手に対する時間と距離を短縮させ、加えて汲み置き水の長時間放置が少なくなり汚染の機会も少なくなる。

・ただし、約２０％のゲル地区住民は水販売所から２５０メートルより遠く、婦女子の水汲み労働負担の解消にはならないので、キャリアーの普及など付随した施策が必要である。

・ゲル地区住民とアパート地区住民の水道料金の差を公表し、当面はゲル地区住民の収入に対する水料金の比率を下げる必要があろう。

2.2 アルタイ市の経済

(1) 人口

アルタイ市の人口は17,761人で居住形態別の人口は以下に示す。

アパート地区:	3,245	(18%)
ゲル地区 :	14,516	(82%)

(2) 経済

アルタイ市はゴビアルタイ県の工業、農業および農産物の物流の中心である。工業生産においては、1991年以来アルタイ市はゴビアルタイ県全体の８０－９６％を占めている。ゴビアルタイ県におけるアルタイ市の農業生産額は小さいものの、農産物の加工、物流、消費の面で大きな役割を果たしている。

社会主義時代から操業してきた大規模工場の多くは、1990年から1992年にかけて極端な不振に見舞われ、それ以来生産が停滞している。しかしながら、アルタイ市全体の経済をみると、農業関連、小規模工業、商業活動等の拡張により少しずつ成長しているようである。

2.3 気象、水文

(1) 観測所

<u>気象観測所</u>

観測所の位置は図－２に示す。

観測所	設置年	標高 (m)	観測項目
アルタイ市空港	1954	2,180.7	気温、降雨量、湿度、大気圧、風、蒸発量
Khan Tayshiryn (山岳地)	1978	2,890.0	気温、降雨量、湿度、大気圧、風、

水文観測所

観測所	河川名	設置年	流域 (km^2)	観測項目
Guulin	Zavkhan 川	1971	12,200	水位、水量
Durveljin	Zavkhan 川	1977	---	水位、水量

(2) 気象

降雨量

観測所	月平均降水量 (mm)												計
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	(mm)
空港	1.1	2.1	5.8	10.5	13.2	29.2	48.2	41.8	17.1	7.3	3.1	2.2	181.6
Khan Tayshiryn	1.1	2.3	7.3	10.8	13.8	31.5	39.1	55.4	22.4	11.1	4.0	1.6	200.4

注) 資料 アルタイ市；1955－1996年8月、 Khan Tayshiryn； 1978－1989年

JICA 調査

降雨量、蒸発量の観測結果を下記に示す。

月平均蒸発量、降雨量（単位 mm）

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
蒸発量												
1997	-	-	-	-	-	-	238.7	179.2	136.2	-	-	-
1998	-	-	-	-	182.2	217.0	166.5	146.5	136.1	68.1	-	-
降雨量												
1997	-	-	-	-	-	-	83.7	1.2	11.6	-	-	-
1998	-	-	-	-	15.9	10.6	113.7	13.1	7.1	-	-	-

1997年、1998年は例年の7月の降雨量に比べて、非常に多かった。

(3) 水文

河川流量

観測所	月平均流量(m^3/s)												平均
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	(m^3/s)
Guulin	-	0.01	0.22	7.27	16.1	13.82	24.08	21.38	18.62	9.61	2.52	0.21	9.4
Durveljin	1.09	0.95	2.44	13.66	16.7	23.23	32.48	28.52	29.30	15.23	4.81	1.62	14.1

注) 資料Guulin ；1971－1981、Durveljin ；1977 －1986 (1981年と1985年は欠測)

Guulin と Durveljin 観測所 では、年間流量がそれぞれ299,000,000、および447,000,000 m^3 である。 年平均流量のうち約５２％が雨季の6月から8月に集中している。

調査地域内の小河川の流量

Khadaasan川, Mandaliin Aryn Am 川, Esuitiin Sair 川, Hanginaagiin Khooloy 川の４河川で流量観測を実施した。

調査地域内の河川は常時水は無い。降雨中あるいは降雨数日後に0.57-62.5 liter /秒と僅かな流量が観測されるのみである。

2.4 地形・地質

- アルタイ市はアルタイ山脈の北側の山麓丘陵地で標高 2,040－2,180mに位置する。
- アルタイ市南部は第４紀扇状地堆積物が分布し、ここに胎胚する不圧帯水層を現在の水道水源としている。
- 扇状地堆積物の下位には新第三紀の湖沼性の粘土質堆積物が分布している。これは帯水層になり得ない。
- 基盤岩はアルタイ山脈では先カンブリア紀の超塩基性岩であるかんらん岩、蛇紋岩が分布し、アルタイ市近辺では先カンブリア紀の片麻岩、珪岩などが主に分布している。図－３、図－４に地質図、地質断面図を示す。
- 基盤岩には東西性および北西－南東性の断層が形成され、一部の断層破砕帯はその割れ目に地下水を胚胎している。

2.5 水理地質

アルタイ市周辺は1956年より地下水調査が開始され、９９本の調査井があるものの地下水賦存量等は公表されていない。今回の調査で新たに10本の調査井を掘削し帯水層を評価した。試掘井戸結果は表－1に示した。

（1） 地下水位

地下水位の観測結果は図－５に示した。

観測井戸は大きく３つに分けられ、深井戸の“A”、浅井戸の“B”、Sukhyn Khooloyに位置する浅井戸“C”である。“B”,“C”は雨季後（1997年、1998年は7月）地下水位が低下し始めるが、“A”は11月まで水位が上昇する。地盤温度が上昇し始める2月には“B”の水位が上昇し始めるが、“A”は4月中旬まで水位が低下し続ける。

（2） 水理地質特性

第四紀帯水層

JICA試掘井戸B-6はOlon Nuurに位置し透水量係数は1,000m^3/day/m以上、硬度は２７５mgCaCO$_3$/lで、またJICA試掘井戸B-5は、Kharzat とOlon Nuurの境界付近に位置し透水量係数は39m^3/day/m以上、硬度は２２５mgCaCO$_3$/lである。KharzatからOlon Nuurにかけては良好な帯水層と思われる。

アルタイ市中心部から北東部において実施した試掘井戸B-1からB-4は、透水量係数が小さく、硬度が高いので、この付近は水道水源として向いていない。

第４紀層中の水源地	比湧出量 Sc (m^3/day/m)	透水係数 K (m/day)	透水量係数*1 T (m^3/day/m)	揚水量 Q (liter/sec.)
Kharzat	1-864	0.07-9.4	157-565 (av.360)	0.01-12.4 (av.3.15)
Olon Nuur	1-93	0.1-16.3	—	1.2-7.1 (av.2.51)
Sukhyn Khooloy*2	187max	4.57-8.3max	—	0.18-10.6 (av.3.59)

*1:比湧出量から算定

*2:大半は帯水層として不適。一部の水理常数である。

第三紀帯水層

第４紀帯水層の下位に伏在し、特にSukhyn Khooloy地区では広く分布する。 揚水量は0.2-0.4 liter/秒とされ、水源としては不適格である。

裂カ水

既存調査で1.6-14.4 liter/秒の揚水量があるとされているが詳細は不明である。JICA試掘井戸ではアルタイ市北東部のA-4で透水量係数は２０５m^3/day/m以上、揚水量は１６liter/秒だが、硬度は１８７５mgCaCO$_3$/lと高い。その他の試掘井戸は、透水量係数、硬度がそれぞれA-1孔で1.3 m^3/day/m（１,000 mgCaCO$_3$/l）、A-２孔で 10.4 m^3/day/m（372.5 mgCaCO$_3$/l)、 A-3孔で7.4 m^3/day/m（362.5 mgCaCO$_3$/l）と良好な裂カ水たり得ない。

（3） 地下水源

調査地周辺の水源候補地として以下の場所が掲げられる。

① Kharzat：現在の水道水源。水源の拡張可能性あり

② Olon Nuur：地下水の開発の可能性あり

③ Sukhyn Khooloy：水量、水質ともに悪い

④ Khadaasan：裂カ水の開発：水質やや悪い（硬度；363 mg$CaCO_3$/l）

⑤ Altai 北東地域：裂カ水の開発：量は十分、水質悪い（硬度；1876 mg$CaCO_3$/l）

⑥ Tsagaantokhoy 地域：水量、水質ともに問題は少ない。

水質：(Mg=7.3-24.9 mg/l 等飲料水水質基準をすべて満たす）ただし、アルタイ市から遠く（98 km)、 標高が 280m も低いため 3～5 カ所の加圧ポンプが必要となる。

⑦ Taishyr 地域の Zavkhan 川河川敷の地下水開発：量的な問題は少ない。

ただし、アルタイ市から遠く（45 km)、 標高が 470m も低いため 5～6 カ所加圧ポンプが必要となる。

（3） 優先開発水源地

水理地質状況から判断して、Kharzat水源を優先的に開発すべきである。

（4） Kharzat 水源の帯水層評価

地下水賦存量：26,900,000 - 40,300,000 m^3（貯留係数 0.1～0.15）

地下水涵養量：4,870 m^3/day（1,778,000m^3/year）雨量の１４％が地下水を涵養。

既存揚水量　：平均 960 m^3/day、最大 1,150 m^3/day

開発余力　　：3,000 m^3/day 以上（安全揚水量）

2.6 生態系と環境

（1） 概要

北半球の温暖帯において、モンゴル国は他に比べようのない、広大さ、多様性、生態系の健全性を有している。モンゴル国は中央アジア砂漠の北端で広大なシベリア針葉樹林帯の南端に位置する。これが生物の多様性をもたらしているものの、これらの生態系は近年過放牧と乱伐で悪影響が出始めている。

（2） アルタイ市の生態環境

動物

アルタイ市の発展は大型哺乳動物の生息地を狭めているものの、次に示すいくつかの動物は調査地域内にいまだに生息している。

哺乳動物：ハタネズミ、野兎、シベリアマーモット、赤狐、コサック狐、

鳥類：　北極うぐいす、つばめ、白せきれい、つのひばり、北ワタリガラス、岩バト。

Khadaasan川には、えさを啄ばむ多種の鳥が見られる。春、夏には湿地に水鳥が時々訪れる。また、半乾燥ステップ地帯特有のイナゴ、バッタの昆虫類が生息している。

植物

アルタイ市周辺は広く牧草地として利用されている。しかし、過放牧と無秩序に広がった道路が、植生と土壌に悪影響を及ぼしている。

アルタイ市周辺の植生は、大きく乾燥砂漠と砂漠－ステップの２種類に分類される。

環境関連法

モンゴル国は２０以上の環境関連法規を制定し、また多くの国際条約および協定を批准している。

実施機関

自然環境省が、社会環境および自然環境の調査、モニターリング、自然環境保護を担当する。

初期環境調査（IEE）

IEEは、１９９８年1月２２日に議会で承認されたモンゴル環境影響評価の中の環境審査として位置付けられている。

本調査に対しては自然環境省の上級検査官がIEEを実施し、１９９８年5月２２日に勧告書がJICAの調査団に出された。

環境影響評価（EIA）

EIAは、次の法規のなかで規定されている。

- EIA法　１９９８年2月２０日実施
- EIA法付属書
- 自然環境省　政令６６号の付属書
- 自然環境省　政令６６号の付属書Ｉ
- 自然環境省　政令６６号の付属書II

自然環境省および地方自治体は環境審査（スクリーニング）を実施し、次のようなEIAの調査程度を決定する。

- EIAは不要
- 分野別EIA実施
- EIAの本格調査が必要

EIA調査は自然環境省監督のもと、政府の承認を受けた会社が実施する。EIAの調査結果は公開される。政府は、調査結果をもとにプロジェクトの実施あるいは中止を決定する。

2.7 水質

試料採取

既存井戸： SW-6、SW-8（1998年5月30日）
水道施設： DR-1、 DR-2、 DT-1、 DT-2、 DT-3、 DT-4、 DT-5、 DW-1、 DW-2
JICA試掘井戸：A1、 A2、 A3、 A4、 B1、 B2、 B3、 B4、 B5、 B6

既存井戸の水質

SW-6を除いたすべての井戸の水質は、硬度が高くマグネシウム、硫酸塩が多く飲料水の水源に適さない。

JICA試掘井戸の水質

B-5,B-6を除いたすべての井戸の水質は、硬度が高くマグネシウム、硫酸塩が多く飲料水の水源に適さない。

水道水の水質

マグネシウム含有量がモンゴル国水道水質基準をやや上回り、また大腸菌が貯水池、蛇口、給水車、ゲル内の汲み置き水で基準を上回っている。それ以外の項目はすべて基準値以内であった（表－２参照）。

2.8 水道施設

給水地域

中央地域である９０haのアパート地区はパイプ給水で給水され、２２４haのゲル地区は給水車で給水されている（図－７、図－9参照）。

給水地区の人口

（単位：人）

居住形態	人口（人）	世帯数（世帯）	世帯構成数（人）
アパート居住者	3,245	488	6.6
ゲル居住者	14,516	2,661	5.5
合計	17,761	3,149	5.6

既存設備容量

現在の給水可能な設備容量は生産井戸が1,200m³/日（現在送水量:日最大1,150m³/日）、配水ポンプが90m³/時（現在配水量:時間最大65m³/時）である。

給水施設および給水可能設備容量　　(1998年10月)

生産井戸　4本	1,200 m^3/day	25 m^3/hr x 24hrs x 4台（1979・1995,常時2本稼働、うち1本予備、1本は修理中）
送水パイプ	-	径150mm　x2本、3.4km x 2 = 6.8km
貯水池	2,000 m^3	1,000 m^3 x 2池
配水ポンプ　3台	180 m^3/hr	90 m^3/hr　x　24hrs x 3台（うち1台予備、現在1台稼働）
配水管	-	径200mm x 5600m + 径125mm x 135m　鉄管
給水車	Max. 78m^3/day	4台（4m^3 x 3台 + 4.75m^3 x 1台）

・生産井戸4井のうち2台のポンプは1979年製で交換時期にきている。

・配水施設に併設した貯水池の容量は十分でマスタープラン目標年である2015年でも十分である。

実給水量

季節	給水量 (m^3/d)	備考
夏季	860	深夜：6.5 m^3/hour (漏水?)
冬季	1,060	深夜：35-38 m^3/hour (漏水?) 最大流量:：午前9-10時(金曜日), 午前10-11時（土曜日） 日給水量：平日、週末とで差はない

夏季：5月中旬から9月一杯
冬季：10月から5月中旬

流量観測の結果、冬季に夜間でも34-38m^3/hrの給水量が配水ポンプ場で観測された。

水使用量

生活用水　　(単位: m^3)

居住形態	月間使用量（1997-1998）												年間使用量
	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	
アパート	4950	4950	4950	5202	5202	5202	5202	5202	5202	5202	5202	5202	61,668
ゲル	940	980	988	1194	1301	1331	1108	1259	1663	1378	1213	1734	15,089

アパート　：日平均：169.0 m^3　，　日最大 185.3 m^3
ゲル　　：日平均：41.3 m^3　，　日最大 57.8 m^3

公共用水

区分	年平均使用量 (m^3/day)		月間最大使用量 (m^3/day)	
1. 公共施設	136	93.8%	229	94.2 %
CHC	(16)	(11.0)%	(140)	(57.6)%
2. 産業	9	6.2%	14	5.8%
総　計	145	100%	243	100%

CHC：温水供給センター

3.　マスタープラン

3.1　基本方針

- マスタープランにおける水源は既存の Kharzat 水源を拡張し地下水位、水質をモニタリングしながら揚水する。
- ゲル地区の給水事業を優先する。
- 水使用原単位：アパート住人；日量 150 l/人/日、ゲル住人；日量 40 l/人/日
- 公共用水、産業用水の伸びはそれぞれ経済成長率（3－4%）、産業成長率（４－５%）に従う。
- 送配水管からの漏水を 2015 年までに段階的に減らす。
- 住民に対して節水意識の向上を図る。
- 水道料金は水道メータを設置して従量制に変える。
- 水道事業者であるアルタイ市水道局は、水道料金から維持管理費が捻出できるような体制にもっていく。

3.2　水資源

（1）　水資源評価

水理地質的には、水量的にも水質的にもKharzat水源がもっとも有望な水源で，しかも下記の経済性をも考慮すると、アルタイ市の将来の水源はKharzat水源の拡張が最適である。

各水源の優劣

水源	帯水層	距離* (km)	標高 (m)	賦存量	硬度 ($mgCaCO_3/l$)	建設費	OM 費	優先順位
Kharzat	沖積	4-6	2180	大	良(225)	安	安	1
Olon Nuur	沖積	8-9	2190	大	良(256)	安	中	2
Sukhyn Khooloy	沖積、三紀	8-10	2050	中	悪 -	中	高	-
Khadaasan	裂カ水	6-7	2150	小	中(363)	中	高	-
Altai 北東部	裂カ水	2-3	2120	中	悪(1875)	安	中	-
Tsgaantoghoy	沖積	98	1890	大	中(406)	高	高	-
Tayshir	沖積	45	1700	大	-	高	高	-

＊：知事公舎からの距離(標高： 2170 m)
Sukhyn Hooloy: 送水のためブースターポンプが２台程度必要。
Khadaasan： 送水のためブースターポンプが１台程度必要。
Tsagaantokhoy： 送水のためブースターポンプが３台程度必要。
Taishyr： 送水のためブースターポンプが５台程度必要。

（2） Kharzat 水源の開発可能量

地下水資源は、帯水層の賦存量と降雨等からの涵養量の範囲内で使われるべきである。

地下水賦存量；26,900,000 - 40,300,000 m^3
地下水涵養量；4,870 m^3/day (1,778,000m^3/year) 雨量の１４％が地下水を涵養。

現在1998年時点での既存揚水量は平均960 m^3/day、最大1,150 m^3/day であり開発余力（安全揚水量）が3,000 m^3/day以上ある。たとえ渇水年で涵養がまったくなく、日量3,000 m^3/dayで6ヶ月使うと仮定した場合でも総量は約540,000 m^3 で賦存量の２％から1.3％に過ぎない。しかも、通常は4月中旬から地下水位面は毎年順調に回復しているので今後とも問題は少ない。

3.3 人口・水需要予測

（1） 社会経済

水需要予測の基本条件のひとつとなる経済・産業成長率を次のように設定した。

(%/year)

	1996-2005	2006-2015
経済全般	3.0	4.0
産業	4.0	5.0

図－８に示したように2005年までは、計画経済から市場経済への移行期として、2006年以降を市場経済体制の定着期とみなす。モンゴル国政府は、経済成長を促すための各種の施策を実施しており、これらの成長率は達成可能と判断できる。

（2）　人口予測

アルタイ市の人口を自然増加と社会変動の二つの要因に基づき予測した。

居住形態別の人口分布は大規模なアパート建設計画が現実的に実現の可能性が低いので、将来も現状の配分で推移していくと判断できる。

アルタイ市の人口増加

年	ゲル地区	アパート地区	合計
1997	14,516	3,245	17,761
2005	15,357	3,433	18,790
2015	17,711	3,830	20,961

（3）水需要予測

水需要予測は、人口増加、水使用原単位および水道施設からの漏水率を考慮した。2005年の漏水率は25%、2015年のそれは20%に押さえる。また公共用水の増加率は経済成長率に一致させ、産業用水の増加率は産業成長率に一致させた。結果を以下に示す。

水使用量および水需要予測

	用途	人口	給水率 (%)	水使用原単位 最大(l/c/d)	水需要量 (m^3/d) 平均	最大	備考
現在 1997 - 1998	アパート	3,245	100	150	487	487	
	ゲル	14,516	62 (100)	8.6 (5.2)	41	78	
	公共	(31)	-	-	136	229	1998 年実測値
	産業	(3)	-	-	9	14	1998 年実測値
	パイプ漏水	-	-	-	287	324	30%
	合計	17,760			960	1,150	実測値
2005	アパート	3,433	100	150	515	515	
	ゲル	15,357	100	20	163	307	平均=最大x (41/78) =0.53 最大
	公共	(38)	-	-	167	282	成長率　3%/年
	産業	(4)	-	-	12	19	成長率　4%/年
	パイプ漏水	-			283	377	25%
	合計	18,790			1,140	1,500	
2015	アパート	3,830	100	150	575	575	
	ゲル	17,131	100	40	363	685	
	公共	(56)			248	417	成長率　4%/年
	産業	(7)			20	31	成長率　5%/年
	パイプ漏水				294	432	20%
	合計	20,960			1,500	2,140	

3.4 開発計画

(1) 計画条件

基本条件を以下のように設定した。

項　目	1997	2005 (FS)	2015 (MP)
人口	17,760	18,790	20,960
給水率 (%)			
アパート地区住民	100	100	100
ゲル地区住民	60-100	100	100
水使用原単位 (l/c/day)			
アパート地区住民	150	150	150
ゲル地区住民	8.6	20	40
給水方式*1			
アパート地区住民	配管 / 各戸給水		
ゲル地区住民	配管 / 水販売所 1000 - 1500 人/ 1 水販売所 250m 以内 / 1 水販売所		
水需要伸び率 (%/year)		1998 - 2005	2006 - 2015
公共施設	-	3	4
産業	-	4	5
有効率*2	70	75	80
日最大水需要量 (m^3/day)	1,150	1,500	2,140
時間最大給水量 (m^3/hour)	65	133	205

＊1：給水地区は次の4地区（図－9参照）；中央地区（アパート地区）、ゲル地区 G-1, G-2, G-3
＊2：推定漏水量から算定

(2) 水源開発計画

Kharzat 水源の開発水量と最適開発計画

2015年の開発水量は最大で2,140 m^3/日で、現在1998年での最大利用水量は1,150 m^3/日である。

したがい、2015年に向けて開発する水量は990 m^3/日である。

Kharzat水源の帯水層の水理地質条件および井戸1本あたりの揚水量、干渉による水位の低下を考慮して次表の検討を行った。諸条件は次に示す。

- 透水量係数：平均　360 m^3/日/m（比湧出量；104 m^3/日/mから432 m^3/日/mより換算）
- 貯留係数：0.005　(Kharzat帯水層は不圧帯水層と被圧帯水層を併せた性質を示し、安全側の数値を採用した。)
- 揚水期間は10年とした。

この結果、井戸1本あたりの安全揚水量を400 m^3/日から500m^3/日として、2005年には3本、2015年には4本の井戸で必要とされる給水量を賄える。

2005 年および 2015 年の井戸水位低下量の検討

	年	1997-98	2005	2015	*参考：2015最大*
	水需要量（平均）	960	1,140	1,500 (m^3/day)	*2,140 (m^3/day)*
井戸本数					
2	揚水量 (m^3/day)		570x2	750x2	*1,070x2*
	水位低下　(揚水による)	-2.63 m	-3.12 m	-4.11 m	*-5.87m*
	水位低下　(干渉による)	-1.17 m	-1.38 m	-1.82 m	*-2.6m*
	合計水位低下量	-3.80 m	-4.50 m	-5.93 m	*-8.47m*
3	揚水量 (m^3/day)		380x3	500x3	*714x3*
	水位低下　(揚水による)		-2.08 m	-2.74 m	*-3.91m*
	水位低下　(干渉による)		-0.92x2 m	-1.21x2 m	*-1.73x2m*
	合計水位低下量		-3.92 m	-5.16 m	*-7.37m*
4	揚水量 (m^3/day)			375x4	*535x4*
	水位低下　(揚水による)			-2.06 m	*-2.93m*
	水位低下　(干渉による)			-(0.91x2+0.79)m	*-(1.3x2+1.03)m*
	合計水位低下量			-4.67 m	*-6.56m*
5	揚水量 (m^3/day)			300x5	*428x5*
	水位低下　(揚水による)			-1.64 m	*-2.35*
	水位低下　(干渉による)			-(0.73+0.64)x2m	*-(1.04+0.91)x2m*
	合計水位低下量			-4.38 m	*-6.25m*

（3）　**水道施設計画**

比較検討

マスタープランでの給水施設計画としてはいくつかの方法があるが、ここではハルザト(Kharzat)を水源とし、配水方法の相違による下記の3つのケースについて比較検討した。

ケース１：　高標高ゲル地区（G-1地区）と低標高ゲル地区とで配水区を分ける。

ポンプ１（G-2,G-3低地区用）；1.3 m^3/min x 35m x 18kw x 3 unites (予備１台)

ポンプ２（G-1区高地区用）；0.9m^3/min x 55m x 18kw x 2 unites(予備１台)

ケース２：　配水区を区分せず、同一配水ポンプにて給水区域全域に給水（配水ポンプ3台）

ポンプ；1.8 m^3/min x 55m x 30kw x 3 unites (予備１台)

ケース３：　配水区を区分し、高標高ゲル地区(G-1地区)へは加圧給水、低配水区は自然流下給水（送・配水兼用ポンプ2台、低区用配水池2池）

ポンプ；1.5 m^3/min x 65m x 30kw x 2 unites (予備１台)

南東ゲルの最標高部に500m^3の配水池2池を建設

技術的、経済性、財務性を比較・検討すると下表のようにケース３が最も優れている。

各案の比較

Case	技術	環境配慮	事業費	OM費	財務	優先順位
1	安易	問題なし	安	中	中	2
2	中	問題なし	安	高	中	3
3	安易	問題なし	安	安	安	1

（３）　最適計画

最適のケースは、ハルザト水源を拡張し、給配水施設はケース3とする。

２０１５年の施設開発計画

対策	施設
既存施設の改修	1, 既存生産井戸の改修：４井 2, 水中揚水ポンプの交換、遠隔操作設備：0.42m^3/min x 60m x 4台
新設	1, 貯水池の水位計設置：２台（井戸ポンプ遠隔操作用） 2, 給水車購入；5m^3x3台 3, 水運搬器具：2792（世帯）台 4, G-1, G-2, G-3 ゲル地区への主配水管設置：径150－250mm x 11.0km 5, ゲル地区へ給水キオスク設置:G-1（6カ所）, G-2（3カ所）, G-3（5カ所） 6, 生産井戸掘削：１井　既存井戸の１００m上流側に 7, 送水管設置（新・旧井戸から貯水池へ）：径200mm x 3.5km x ２本 8, 貯水池建設（G-1 ゲル地区の南東）：500m^3 x ２池 9, ポンプ場の建設：1.5m^3/min x 65m x ２台

既存施設は2015年には老巧化するので更新する

3.5　維持管理計画

（１）　組織強化策

水道料金

アルタイ市の市民は、水道サービスが改善されることを前提として、水道料金の値上げを認めている。したがって、維持管理費が捻出できる水道料金の設定を行う。

水道メータの設置

従量制料金設定のために水道メータを設置する必要があるが、水道局はメータの検査と徴収法を確立しなければならない。

漏水の低減

水道局は水道施設からの漏水を防止する対策を講じるとともに、住民は節水意識の向上に努める。

財務管理の導入

水道局は施設の拡張、改修を中央政府に頼っているが、財務管理を行い自主管理が出来るようにする。

組織

水道メータが設置されると料金徴収の担当者が必要になるとともに、資機材の調達部門の設置も必要となる。また、ゲル地区の水消費量の増大に伴い下水が増加するので下水道部門の拡充も必要となる。

（2） 法制度の整備

水道局は、使用製品の規格化を促進するとともに、アルタイ市から分離・独立して自主管理運営を目指す。

（3） 訓練制度

水道局の職員は長年同じ業務を行っており、配置転換して新しい部門の技術・管理の習得が困難である。したがって、特に機械、電気設備の維持管理のための手引書を作成してから、訓練にあたらねばならない。

（4） 衛生教育計画

飲料水の汚染を防ぐためには水道技術面の改良もさることながら、飲料水を使うゲル住民も飲料水の汚染を防ぐ責任の一端を担うことである。つまり、ゲルまで運びこまれた水を彼ら自身が汚染や不衛生な状態に置かないよう汲み置き水の管理責任があることを知らしめることにある。

アルタイ市社会健康センターがゲルの汲み置き水の微生物検査をたびたび行うことによって、

ゲル住民へ警鐘を鳴らすことも必要である。
そのためには、水道局と社会健康センターが情報交換するのみならず、水質分析の重要性を消費者に理解させることが重要である。

アルタイ市民の衛生教育や衛生教育者の訓練の機会を増やすため、次の方法を提案する。

衛生訓練と水消費

対　　象	：	全アルタイ市民
内　　容	：	地元のラジオ、テレビを通じての衛生教育の実施
期待される成果	：	全市民が衛生教育の知識を日々の生活に取り入れるようになる。
推 進 機 関	：	ゴビアルタイ社会健康センターおよび県知事事務所。

汲み置き水の適切な管理と水消費

対　　象	：	全アルタイ市民
内　　容	：	健康ボランティアによる衛生普及活動
期待される成果	：	水消費量の増加と適切な汲み置き水の管理により、 水系疾患の発生を低下させる

水と健康

対　　象	：	小学校生徒
内　　容	：	正規授業への衛生教育の組み込み
期待される成果	：	衛生の基礎知識を習得させ生活に生かす

3.6　モニタリング計画

地下水は、適切な管理のもとで住民と経済活動のために持続に利用されるべきである。そのために、既存の気象・水文観測所、JICA試掘井戸および水道施設で継続的観測が必要である。

- 既存の気象・水文観測所
- B-5 孔：Kharzat 沖積帯水層
- B-6 孔：Olon Nuur 沖積帯水層
- A-3 孔：Khadaasan 裂力水
- A-4 孔：アルタイ市北東部裂力水
- 水道施設

観測項目と解析

水源地

① 気象・水文：気温、降雨量、蒸発量、風向・風力

② 地下水位

③ 地下水水質

④ 地下水利用量

⑤ 観測結果の台帳とデータベースの作成

⑥ 地下水管理計画の作成

水道施設

① 原水と配水された水の水質

② 蛇口における残留塩素量

③ ポンプ場の配水圧力

④ パイプ末端あるいはポンプ場より最も遠いパイプの給水圧力

これらのすべての情報は公開し、地下水は有限の資源であり住民および地下水利用者の節水意識を向上させ、環境保全、持続的開発に努める。

地下水は政府のみならず利用者による管理と保全が必要である。さもないと、乱開発を防止できない。

3.7 事業費概算

マスタープランの実施に必要な建設費、用地費、設計施工管理費、予備費を合計した事業費は、US$3,031,061である。

事業費 (単位: US Dollar)

項目	2000-2005 (FS)	2006-2015(MP)	合計
a. 建設費	787,635	1,608,460	2,396,095
b. 用地費	0	0	0
c. 設計施工管理費 (a x 10%)	78,764	160,846	239,610
d. 予備費 ((a+c) x 15%)	129,960	265,396	395,536
合計	996,359	2,034,702	3,031,061

Exchange rate: 1998 年 12 月 ; US$ 1.0 = yen117.5 = Tg.890

3.8 実施計画

建設工事は次表の予定にしたがって段階的に進める。

実施工程表（2015年まで）

建設項目	数量	年 (2000-2015)															
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
(1) 取水施設																	
・既存井戸の更新（水中ポンプを含む）	4 井			▬	▬				▬								
・取水井戸の新規掘削）（水中ポンプを含む）	1井									▬							
(2) 送水施設																	
・新規送水管設置（径200mm x 2本）	3.5Kms								▬	▬							
(3) 配水施設関連																	
・水位計	2 台			▬													
・給水車購入	3 台		▬														
・水運搬器具購入	2,792 台		▬														
・給水キオスク設置	14 ヶ所				▬	▬					▬						
①G-1 ゲル地区	(6)				(2) ■■■						(4) ■■■						
②G-2 ゲル地区	(3)				(3) ■■■												
③G-3 ゲル地区	(5)					(5) ■■■											
・貯水池	2 池										▬						
・配水管（径150～250mm）	11Kms				▬	▬				▬	▬	▬	▬	▬	▬		
①G-1 ゲル地区（Φ150～200）	(3.6)				(0.7) ■■■					■■	(2.9) ■■■						
②G-2 ゲル地区（Φ150）	(1.3)				(1.0) ■■■										(0.3) ■■■		
③G-3 ゲル地区（Φ150）	(3.7)					(1.8) ■■■								(1.2) ■■■	(0.7) ■■■		
④Central area（Φ150～250）	(3.4)										(2.0) ■■■	(0.8) ■■■	(0.6) ■■■				
・ポンプ小屋（ポンプ本体を含む）	1 ヶ所									▬	▬						
・塩素消毒装置	1 台										▬						
・水位計	1 台										▬						

■■■ 工程の内訳

3.9 衛生改善計画

飲料水の水源を守るために、将来下水道システムが完備されるまでの間次の衛生改善計画の実施を提案する。

① 中央アパート地区：既存下水処理場の改善
② ゲル地区：各戸あるいは共同浄化槽の設置

また水源保護対策として次のゾーンを設定し、水質分析を継続的に実施する。

Ⅰ：禁止帯、水源から 100m；汚染源となるいかなる活動、計画、建設の禁止
Ⅱ：保護帯、水源から 300 m
Ⅲ：モニタリング帯、水源から 1000 m

3.10 マスタープラン評価

（1） 経済評価

ケース	EIRR (%)	B/C	NPV ($)
標準	14.5	1.23	591
事業費１０％増	12.4	1.12	339
利益 10% 減	12.2	1.11	280
事業費１０％増、利益 10% 減	9.3	1.01	29

EIRR:経済内部収益率,
B/C:便益費用比率,
NPV: 純現在価値

標準ケースの経済内部収益率は 14.5%でマスタープランは社会的に高い効果を示す。
経済評価は次の算定条件に基づいた。

① 配管材の耐用年数は 25 年
② 総事業費 US$3,031,000
③ 維持管理費 US$ 82,000（2015 年 1 年間）
④ 施設更新費 US$2,396,000
⑤ 便益は、現在の料金から住民の支払い意志をもとに算出した。

水道事業の便益

項目	単位	最低条件	商用
価値	Tg/m^3 $/m^3	1,875 2.11	67 0.08
2015年の水使用量 アパート住人 ゲル住人	 l/c/d l/c/d	 20 20	 130 1.2
2015年の人口 アパート地区 ゲル地区	 人 人	 3,830 17,131	
2015年以降の経済便益	10^3 $/year	322	14

⑥ 公共用水および工業用水の経済便益は、現行の水道料金、水供給サービス改善に対する追加的支払い意志額及び、経済、工業部門の成長率をもとに以下のように算出した。

2005年： US$112,000/年

2015年およびそれ以降： US$174,000/年

(2) 財務評価

財務分析の目的は、以下である。

- 費用回収と住民の負担能力限度の観点からの適性料金の算出
- 適正料金に基づくAPSDにとっての収益性の評価

適正料金は以下のように算定された。

適正水料金 (Unit : Tg/m^3)

	現在	2005	2015
ゲル	1,250	566	283
アパート	56	64	86
工場・公共施設	900	900	900

これらの水料金を徴収することにより、維持管理費の回収が可能である。住民の負担能力においては、住民1人当たりの月収がTg10,000以下の住民にとって、水関連支出が月収の5%に収まる。ゲル住民の80%、アパート住民の40%がこの所得階層に属する。

工場と公共施設については、現行の料金水準を維持するという前提である。

適正料金に基づき、財務内部収益率を算定したところ、マイナスのFIRRが得られた。
マスタープランの実施に当たっては、政府の補助金など導入が必要となろう。

（3）　社会評価

本計画は、おもにゲル地区住民の給水事情の改善を目的に実施される。ゲル地区住民は共同水栓の設置を希望していたが、技術的、経済的な課題が大きい。Kiosk（水販売所）のタイプの給水と料金徴収はウランバートルなどで実際に行われており、アルタイ住民にとっても受け入れられやすいと思われる。

本計画は宗教、社会慣習、用地取得、水販売人に対する否定的要素はない。

（4）　受益者分析

ゲル住人の内高所得者層は、現在の水道料金にくらべて161％の値上げを認めているが、低所得者層は80％の値上げに留まっており、消極的である。社会調査の結果では、低所得者層の水消費量は高所得者層に比べて低く未だに彼らの必要量に達していない。

失業者や寡婦世帯などの低所得者層に対する水道料金の減免、据置制度は貧困評価に基づいて毎年修正されるべきである。

本計画の中で、ゲル地区に水販売所を設けることはゲル住人が欲しい時に水が買える事になり、水消費量の増加にもつながる。ゲル内の汲み置き水の減少は、汚染の機会を減らす可能性がある。しかし、約20％のゲル住民は水販売所から２５０m以上離れることになるので水道局は水運搬機の普及など、軽減の施策を講じるべきである。

（5）　初期環境調査（IEE）

IEEは、1998年1月22日に内閣によって承認された“モンゴル国環境影響評価”の一環として環境審査として行われる。

本計画に対する審査は1998年5月に実施され、EIAに向けて次の勧告が出された。

“EIAでは、国が認めた会社が水、土壌、動植物、歴史・文化的遺跡を調査し、その評価書を自然環境省に提出すること”が義務づけられた。調査団は1998年9月にＥＩＡを実施し、評価書を自然環境省に提出している。

3.11 優先プロジェクトの選定

地下水賦存量、水需要量、経済性を考慮して次の優先プロジェクトを選定した。

水 源 地：Kharzat 水源の拡張

施設改修：井戸、揚水ポンプ

施設新設：貯水池の水位計設置、水運搬車・水運搬機の購入、配水管の設置、水販売所の設置

詳細はフィジィビリティー調査に示した。

4　フィジビリティー調査

4.1　設計条件

① 目標年：　2005 年
② 2005 年の人口：　18,790 人（アパート地区；3,433 人、ゲル地区；15,357 人）
③ 給水人口：　18,790 人（アパート地区；3,433 人、ゲル地区；15,357 人）
④ 給水地域：　全てのアパート地区とゲル地区（G-1,G-2,G-3）（図－１０参照）
⑤ 水需要：　日最大；1,500m^3/日
⑥ 追加水資源開発量：　日最大；　350m^3/日
⑦ 水源地：　Kharzat、開発可能量 3,000m^3/日以上

4.2　開発計画

（1）施設計画

次の施設を段階的に整備する（図－１０参照）。

施設	対応	数量
取水施設	既存井戸の更新	井戸掘削：３本　（１本は予備）1995 年製井戸は更新しない。 水中ポンプ更新：３台　（１台は予備）1995 年建設井戸のポンプは更新しない。
配水施設	貯水池の水位計設置 給水車購入 水運搬器具購入 主配水管設置 給水キオスク新設	２台　（井戸ポンプ遠隔操作用） ５m^3 x ３台 2792（世帯）台 G-1（一部）、G-2,G-3 ゲル地区: dia.150-250mm x 3.9km, 10 カ所（G-1;２ヶ所、G-2;３ヶ所 G-３;５ヶ所）

取水井戸は1979年に2本、1986年に1本、1995年に1本建設された。このうち前3本は老朽化しているので再建設が必要。1995年建設井戸は2005年にもそのまま利用する。

水中揚水ポンプは、井戸同様古い3台は老朽化しているので交換する。なおこれには、夜間や水消費量が少ないときの揚水量を抑制するため制御システムを加える。

貯水池に水位計を設置し取水井戸の制御に利用する。

2005年までにはG－2、G－3地区およびG－1の一部の地域に、配水管および水販売所が設置される。しかしG－1の一部の地域は設置されないので、2015年までの間は給水車が必要となる。配水施設計画の概要は図－9に示した。

（2）用地補償

パイプライン、水販売所の建設に建設用地は必要となるが、土地は公共のものなので補償の必要性はない。

4.3 維持管理計画

（1）組織強化策

拡張された水道施設はやはりアルタイ市水道局によって維持管理されることとなり、次の組織強化策が必要である。

① 適切な水道料金の設定
② 水道メータ設置に伴い計量制度の実施
③ 漏水量の減少
④ 財務管理制度の導入
⑤ 機能的組織の設立

（2）水道事業関連法の整備

水道施設の構造および衛生安全を保証するために、設計および維持基準を確立する。
消費者に合理的なサービスを提供するためにの法律も整備する。

（3）資料整備

毎日、毎月の水道施設運営資料となる水消費量、電力使用量、化学薬品使用量、その他必要な資料を機能的に管理することが必要である。

（4）訓練制度

現在アルタイ市水道局には45名の職員がおり、長い間同じ部門で働き日常の業務を通して運営維持管理方法を学んでいる。しかし、水道局の他の部門での経験はない。施設の拡張に伴って

配置転換あるいは新設部門への配属に伴い適切な訓練制度の導入が必要となる。

（5）衛生教育計画

飲料水の汚染を防ぐためには水道技術面の改良もさることながら、飲料水を使うゲル住民も飲料水の汚染を防ぐ責任の一端を担うことである。つまり、ゲルまで運びこまれた水を彼ら自身が汚染や不衛生な状態に置かないよう汲み置き水の管理責任があることを知らしめることにある。

アルタイ市社会健康センターがゲルの汲み置き水の微生物検査をたびたび行うことによって、ゲル住民へ警鐘を鳴らすことも必要である。

そのためには、水道局と社会健康センターが情報交換するのみならず、水質分析の重要性を消費者に理解させることが重要である。

アルタイ市民の衛生教育や衛生教育者の訓練の機会を増やすため、次の方法を提案する。

衛生訓練と水消費

対　　象	：	全アルタイ市民
内　　容	：	地元のラジオ、テレビを通じての衛生教育の実施
期待される成果	：	全市民が衛生教育の知識を日々の生活に取り入れるようになる。
推進機関	：	ゴビアルタイ社会健康センターおよび県知事事務所。

汲み置き水の適切な管理と水消費

対　　象	：	全アルタイ市民
内　　容	：	健康ボランティアによる衛生普及活動
期待される成果	：	水消費量の増加と適切な汲み置き水の管理により、水系疾患の発生を低下させる

水と健康

対　　象	：	小学校生徒
内　　容	：	正規授業への衛生教育の組み込み
期待される成果	：	衛生の基礎知識を習得させ生活に生かす

4.4　モニタリング計画

水源と水道施設は次の事項について継続的にモニタリングされる必要がある。

水源地での観測項目と解析

① 地下水位

② 気象・水文：気温、降雨量、蒸発量、風向・風力

③ 地下水水質

④ 地下水利用量

水道施設

⑤ 原水と配水された水の水質

⑥ 蛇口における残留塩素量

⑦ ポンプ場の配水圧力

⑧ パイプ末端あるいはポンプ場より最も遠いパイプの給水圧力

4.5 事業費概算

2005年を目標年とした優先プロジェクトの事業費は以下に示すようにＵＳ＄996,359で、実施に必要な建設費、用地費、設計施工管理費、予備費を含んでいる。

事業費 (単位: US Dollar)

項目	2000-2005 (FS)
a. 建設費	787,635
b. 用地費	0
c. 設計施工管理費 (a x 10%)	78,764
d. 予備費 ((a+c) x 15%)	129,960
合計	996,359

Exchange rate: 1998 年 12 月 ; US$ 1.0 = y117.5 = Tg.890

4.6 実施工程

次表に示した。

実施工程表(2005年まで)

項目	数量	年 (2000-2005)					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
(1) 取水施設							
・既存井の更新 (水中ポンプを含む)	3 井						
(2) 配水施設							
・水位計設置	2 台						
・給水車購入	3 台						
・水運搬機購入	2,792 台						
・給水キオスク設置	10 ヶ所						
①G-1 ゲル地区	(2)				(2)		
②G-2 ゲル地区	(3)				(3)		
③G-3 ゲル地区	(5)					(5)	
・配水管 (径150～250mm)	3.9 Kms						
①G-1 ゲル地区 (径150～200mm)	(1.0)				(1.0)		
②G-2 ゲル地区 (径150mm)	(1.0)				(1.0)		
③G-3 ゲル地区 (径150mm)	(1.9)					(1.9)	

4.7　年次別実施計画と事業費

次表に示す。

年次別実施計画と事業費

(単位：US ドル)

項目	数量	実施年次　2000 - 2005						事業費合計
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	(2000~2005)
A. 直接建設費	-		144,936	186,038	181,815	117,320		630,108
			50,400 / 94,536	162,519 / 23,520	114,474 / 67,341	55,074 / 62,246	0 / 0	382,466 / 247,642
(1) 取水施設								197,308
・既存井の更新	3 井			131,539	65,770			197,308
				115,274 / 16,266	57,637 / 8,133			172,910 / 24,398
(2) 配水施設								432,800
・水位計								
① 電極	2 井			6,694				6,694
				6,586 / 108				6,586 / 108
② 伝送ケーブル	1 式			47,805				47,805
				40,659 / 7,146				40,659 / 7,146
・給水車	3 台		52,800					52,800
			50,400 / 2,400					50,400 / 2,400
・水運搬機	2792 台		92,136					92,136
			0 / 92,136					0 / 92,136
・給水キオスク	10 ヶ所				25,530	25,530		51,060
					0 / 25,530	0 / 25,530		0 / 51,060
・配水管 (径150～250mm)	3.9 Km							
① G-1 地区	(1.0Km)				38,540			38,540
					25,652 / 12,888			25,652 / 12,888
② G-2 地区	(1.0Km)				51,975			51,975
					31,185 / 20,790			31,185 / 20,790
③ G-3 地区	(1.9Km)					91,790		91,790
						55,074 / 36,716		55,074 / 36,716
B. 土地買収費	-	0	0	0	0	0	0	0
C. 建設費 (A X 1.25)	-	0	181,170	232,547	227,268	146,650	0	787,635
D. 設計・施工管理 (C X0.1)	-	9,059	20,686	22,991	18,696	7,333	0	78,764
・詳細設計 (C x 0.05)	-	9,059	11,627	11,363	7,333	0	0	39,382
・施工管理 (C x 0.05)	-		9,059	11,627	11,363	7,333	0	39,382
E. 予備費 {(C+D) X 0.15)}	-	1,359	30,278	38,331	36,895	23,097	0	129,960
合計 (C+D+E)	-	10,418	232,134	293,869	282,859	177,080	0	996,359

Note 1) 為替レート：US$ 1.00 = Yen 117.5　US$ 1.00= Tg 890

2) ① ② ③　① 合計　② 外貨分　③ 内貨分