

国際協力事業団

イ ラ ン 国
エ ネ ル ギ ー 省
テ ヘ ラ ン 水 利 庁

イ ラ ン 国

テヘラン西部首都圏水資源開発・管理計画調査

最 終 報 告 書
和 文 要 約

平成 13 年 11 月

株式会社 三祐コンサルタンツ

為替レート

US\$ 1.0 = Rls 8,000

(2000年5月～2001年3月)

序 文

日本国政府は、イラン・イスラム共和国政府の要請に基づき、同国の西部首都圏水資源管理計画にかか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いたしました。

当事業団は、平成12年5月から平成13年8月までの間、2回にわたり、株式会社 三祐コンサルタンツの樋口昭一郎氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

また平成12年4月から平成13年9月の間、国際協力事業団国際協力専門員大井英臣氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、イラン・イスラム共和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。

終わりに、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13年11月

国際協力事業団
総裁 川上 隆朗



国際協力事業団

総裁 川上 隆朗 殿

伝達状

今般、イラン・イスラム共和国における「テヘラン西部首都圏水資源開発・管理計画調査」が終了し、ここに最終報告書を提出できる運びとなりましたことを喜びとするものであります。この最終報告書は、日本国政府関係省庁や貴事業団の計画策定に関する助言や提言、ならびにテヘランでもたれたイラン国政府関係省庁との会議におけるドラフト・ファイナル・レポートに対するコメント等を反映して取りまとめたものであります。

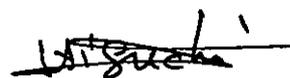
本調査は、テヘラン西部首都圏における慢性的な水不足問題の重要性に鑑み、イラン国政府のエネルギー省が既に実施に移していた全国・地域水資源マスタープラン調査を補強・補完するものでした。

テヘラン西部首都圏においては表流水源、地下水源ともに開発・利用が可能な量には制限があり、しかもその利用はすでに上限に達しようとしております。アルムート川は恐らく地域近傍に残された最後の表流水源であるともいえましょう。地下水源もすでに減少の傾向を呈してきており、解析結果によると年間約7億 m^3 超の資源の食いつぶしが生じている状況であることが判明いたしました。適切な措置を行わない限り、近い将来に地下水資源が枯渇化することが予想されます。有限な表流水・地下水資源量の範囲内で地域が持続的に発展するためには、それら水資源は適切かつ有効に管理されなければなりません。そのための手段として、1)水不足のリスクを最小にするような水源施設の管理手法の設定、2)用水を効果的かつ合理的に配分するための表流水源と地下水源の連携利用、3)地下水資源の適切な評価と有効な管理、4)水利用者間で公正かつ妥当な水配分を行うためのルールの設定、及び 5)水利用の損失を最小にするための水利用の最末端での施設やマナーの改善が緊急的に必要であることが判明いたしました。

本調査は、上記に述べたテヘラン首都圏における逼迫した水需給状況と、その状況下での流域の持続的開発を勘案した場合の水資源開発・管理の重要性に鑑み、イラン国政府が今後関連する事業実施に係る意思決定をする際に必要な情報を技術面のみならず経済面での評価を添えて提供するものです。なお、本調査に含まれるアルムート導水計画が惹起するであろう環境面での影響については、さして重要なものはないことも判明いたしました。

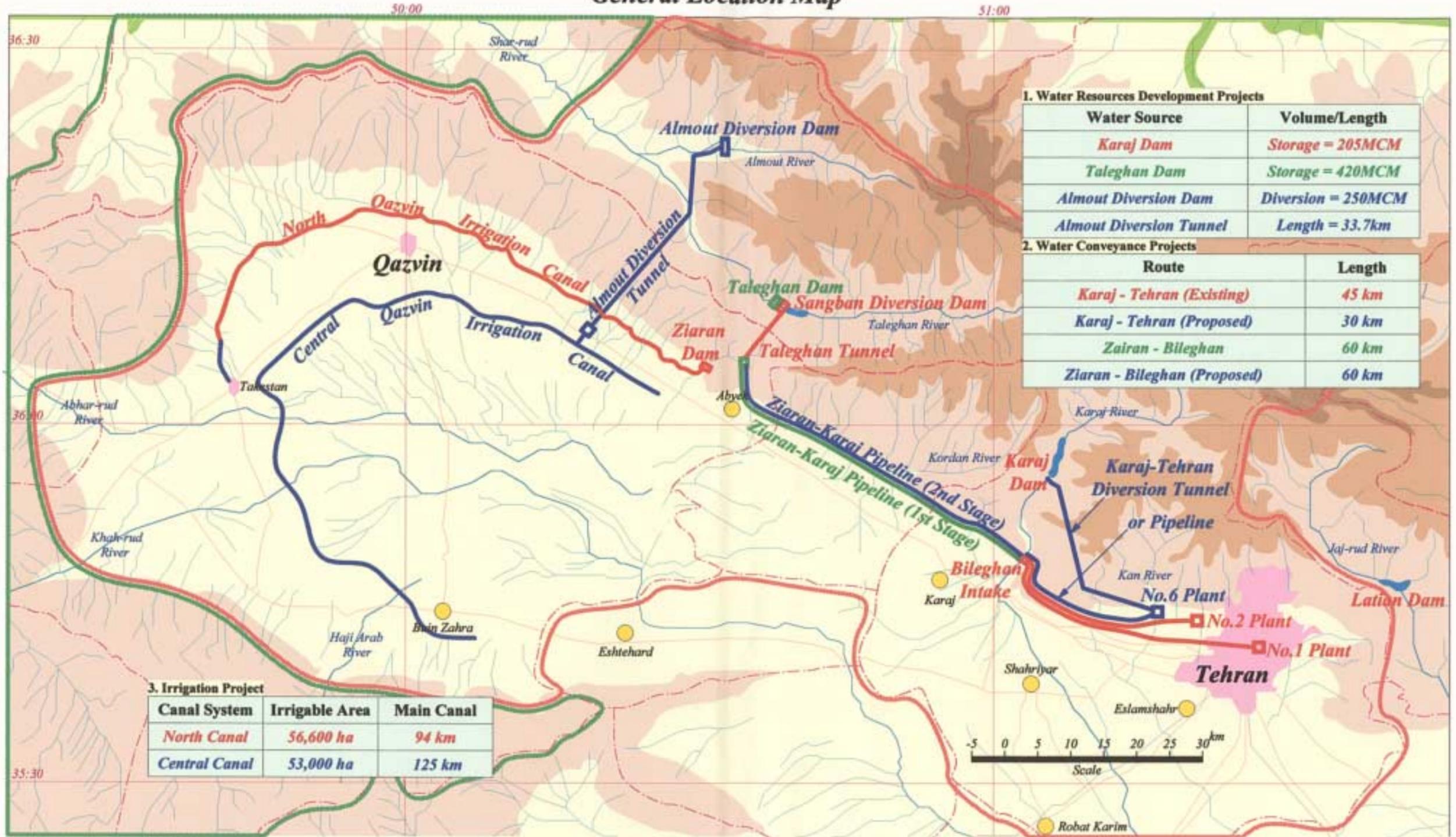
最後に、本調査の実施に際し、積極的なご支援とご協力を賜った貴事業団及び日本国政府関係省庁、ならびにイラン国政府のテヘラン水利庁をはじめとする関係機関の担当諸官に対し、ここに深甚な謝意を表する次第であります。

平成13年10月15日



イラン国テヘラン西部首都圏水資源開発・管理計画調査
調査団長 樋口 昭一郎

General Location Map



1. Water Resources Development Projects

Water Source	Volume/Length
Karaj Dam	Storage = 205MCM
Taleghan Dam	Storage = 420MCM
Almout Diversion Dam	Diversion = 250MCM
Almout Diversion Tunnel	Length = 33.7km

2. Water Conveyance Projects

Route	Length
Karaj - Tehran (Existing)	45 km
Karaj - Tehran (Proposed)	30 km
Zairan - Bileghan	60 km
Ziaran - Bileghan (Proposed)	60 km

3. Irrigation Project

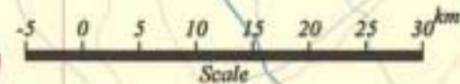
Canal System	Irrigable Area	Main Canal
North Canal	56,600 ha	94 km
Central Canal	53,000 ha	125 km

LEGEND OF PROJECTS

—	Existing Project
—	Project under Construction
—	Proposed Project

LEGEND OF BOUNDARIES

—	Study Area (Part)
—	Related River Basins (Part)



目 次

General Location Map

目次

概要

第1章 背景	1
第2章 調査対象地域の現況	5
2.1 調査対象地域	5
2.2 国家及び社会経済	7
2.3 人口	8
2.4 水需要の現況	8
第3章 西部首都圏の水資源	10
3.1 表流水源	10
3.2 地下水減	12
第4章 水需要予測	14
第5章 用水操作及び水配分計画	16
5.1 表流水操作	16
5.2 地下水操作	18
5.3 水配分計画	18
第6章 水源開発及び水利用施設計画	22
第7章 水管理の改善	25
第8章 アルムート導水事業	26
第9章 アルムート川流域の環境調査	28
第10章 ガズビン灌漑農業開発計画	31
第11章 地下水涵養構想	35
第12章 水資源開発、水管理計画の実施工程	35
第13章 結論と勧告	35
13.1 結論	36
13.1 総合水管理プログラム	36
13.2 表流水資源の開発	37
13.3 地下水管理	38
13.4 情報公開の促進	38
添付図面	巻末

概 要

テヘラン西部首都圏

テヘラン西部首都圏はテヘラン市とその西方に展開する 4 つの地域、すなわちテヘラン、カラジ、ハシュトゲルド及びガズビンによって構成されている。イラン国の首都であるテヘラン市はイラン国における政治、社会経済の中心地である。テヘラン及びカラジの両地域はテヘラン市に隣接して多くの衛星都市群と農業地帯を擁している。ハシュトゲルドはカラジとガズビンの間に位置し、政府によって新都市開発地域に指定され、現在大規模な都市開発と工業開発が実施されている。ガズビン州に属するガズビン地域には 35 万 ha もの大規模な農地が展開し、首都圏への重要な食料供給基地の役割を果たしているほか、近年工業地帯も立地しつつある。

人口及び水需要量

イラン国政府の水資源開発に関するマスタープランによれば、西部首都圏の現在(2001 年)の総人口は 1,170 万人であるが、2021 年には 1,740 万人に増加することが予測されている。一方、地域における人口の急増と都市、工業及び農業開発の促進によって、現在の水需要量 46.75 億 m³は 2021 年には 56.3 億 m³に増加することが予想されている。すなわち、上工水需要量は現在の 15.95 億 m³が 2021 年には 23.2 億 m³に、農業用水需要量は現在の 30.8 億 m³が 2021 年には 33.1 億 m³に増加する。テヘラン市においては、現在の 9.1 億 m³の都市用水消費量が 2021 年には 12.3 億 m³に増加することが予想されている。

水資源の賦存量と利用可能量

(1) 表流水源量

調査対象地域における主要な表流水源は現在運用中のカラジダム及びラールダムと連結したラチアンダム（これはテヘラン市東方域に位置する）、さらには将来開発が予定されるタレガンダム及びアルムートダムである。タレガン山脈から流下する幾多の小河川も地域の灌漑用水源として機能している。これら表流水源の賦存量は 24.6 億 m³と評価されており、このうち 13.9 億 m³(57%)が現在利用されている。将来の水資源開発によって利用可能になると考えられる水源量は、現在の利用量を含めて 19.65 億 m³(80%)であり、首都圏における水需要量 56.3 億 m³に対しては絶対的に不足する。しかも、将来における賦存量の 80%にも及ぶ表流水源利用は、厳正な水資源管理なくしては成り立たない。

(2) 地下水源量

調査対象地域にはテヘラン市南部からガズビン平野に渡る、8,200km²の地下に総貯水量420億m³にも及ぶ広大な地下水帯水層が横たわっている。現在この帯水層から26,000本の浅井戸、深井戸によって年間33億m³に達する地下水が揚水され、上工水及び農業用水として利用されている。降水や表流水からの地下水への涵養量はこの利用量に見合ったものではなく、現在多くの場所で地下水の過剰取水の影響が地下水位の急激な低下として顕在化しつつある。地下水源の適正な管理が地域における重要課題である。

水配分計画

人口の急激な増加や都市・工業・農業開発に伴う水需要量増に対応して、2006年を目標とする水配分の短期計画、2011年を対象とする中期計画、2021年を目標とする長期計画が樹立された。下表に現況(2001年)と長期計画(2021年)を比較する。

(単位：MCM)

水利用区分	現況 (2001年)			長期計画(2021年)		
	表流水	地下水	計	表流水	地下水	計
上工水	640	955	1,595	980	1,340	2,320
農業用水	750	2,330	3,080	1,335	1,975	3,310
計	1,390	3,285	4,675	2,315	3,315	5,630

注：長期計画の表流水には下水再利用水3.5億m³が含まれている。

現在の表流水利用量13.9億m³は将来下水再利用水3.5億m³を含めて23.15億m³に増加するが、その増分9.25億m³の大部分タレガン及びアルムートからの導水とテヘラン市域からの下水の再利用によって賄われる予定である。地下水の利用については、現在の地下水利用の極限的な状況と将来の地下水源保全を考慮し、将来の利用量も概ね現況のレベルに止める計画である。

水源及び水資源開発計画

現在稼動中及び将来開発されるであろう水源、水資源開発計画は下表のように要約される。

既存及び計画の水源・水資源開発事業の概要

事業	段階	事業概要
1. 水源開発事業		
カラジダム	運用中	Arch dam H=180m, V=205MCM, A.W 4.35MCM
タレガン導水	同上	Sangban weir, Tunnel 9km, Ziaran dam A.W 200MCM
タレガン貯水ダム	建設中	Fill dam H=104m, V=420MCM, A.W 450MCM
アルムート導水	計画	Almout weir, Tunnel 33.8km, A.W 250MCM
2. 導水事業		
カラジ-テヘラン No.1, No.2	運用中	L=40km, Q=2.7m ³ in No.1, 8.0m ³ in No.2
カラジ-テヘラン No.6	計画	L=24km, Tunnel or Pipeline Q=15m ³ /sec
ジアラン-カラジ, Stage 1	完了	Steel Pipeline L=60km, Q=5m ³ /sec
ジアラン-カラジ, Stage 2	計画	- do - L=60km, Q=5m ³ /sec
3. テヘラン市給水網		
第1～第4浄水施設	運用中	No.1～No.4 Capacity 18.7m ³ /sec, Annual Yield 535MCM
第5浄水施設	建設中	Capacity 6.75m ³ /sec
第6浄水施設	計画	Capacity 12.0m ³ /sec
下水処理施設	同上	No.1 Capacity 9.5m ³ /sec, No.2 Capacity 13.9m ³ /sec
4. 灌漑農業開発事業		
カラジ灌漑システム	運用中	Area 20,000ha, Main Canal L=38km,
コルダン灌漑システム	同上	Area 5,000ha, Weir, Main canal L=12km,
ガズビン北部灌漑システム	同上	Area 48,200ha, Main Canal L=94km,
ガズビン中央灌漑システム	計画	Area 53,000ha, Main Canal L=125km,
5. 地下水開発事業		
浅井戸、深井戸	運用中	Shallow well 15,000, Deep well 11,000 A.W 3,300MCM
地下水涵養	計画	Recharging pond/dam, underground dam
6. 各種改修事業		
ガズビン北部灌漑システム	計画	Concrete structure and gates in canal system
タレガン導水施設	同上	Taleghan tunnel, Ziaran dam and telemeter system
テヘラン市給水網	同上	Prevent of water leakage through pipeline of 8,000km

Note: V=貯水容量, A.W=利用可能水量, H=高さ 及び L=延長

ここで、計画された水配分を実現するためには、次に述べる事業に関する調査と実施が早急に計画されなければならない。

- ・ 既存のタレガン導水トンネル及びガズビン北部灌漑システムは運用開始以来既に25年以上が経過しており、老朽化のために部分的に破損しており、改修工事が必要である。
- ・ 2011年時点で1.5億m³、2021年には3.1億m³のタレガン用水がテヘラン市に導水される計画となっており、これを実現するためにはカラジ川のカラジダム下流地点とテヘラン市に新設が予定されている第6浄水場を結ぶ導水施設の新設が必要であり、しかも緊急である。
- ・ アルムート導水計画とガズビン中央平野灌漑農業開発計画は互いに密接な関連があり、両者に係るF/S調査が実施される必要がある。
- ・ 既存の浅井戸、深井戸に関するインベントリ調査を実施し、個々の生産井戸の揚水能力、揚水量、改修の必要性等を明らかにすると共に、改修と新規掘削の計画を樹立する必要がある。

水管理の改善

調査対象地域では表流水源、地下水源ともに開発・利用が可能な量には制限があり、しかもその上限に達しようとしている。アルムート川は恐らく地区近傍に残された最後の表流水源であろう。地下水源もすでに減少の傾向を呈しており、解析結果によると年間約 7 億 m^3 超の資源の食いつぶしが生じている。適切な措置を行わない限り、近い将来資源は枯渇化しよう。有限な資源量の範囲内で地域が持続的に発展するためには、資源は適切かつ有効に管理されなければならない。そのための手段としては、1)水不足のリスクを最小にするような水源施設の管理手法の設定、2)用水を効果的かつ合理的に配分するための表流水源と地下水源の連携利用、3)水利用者間で公正かつ妥当な水配分を行うためのルールの設定、及び 4)水利用の損失を最小にするための水利用の最末端での施設やマナーの改善が挙げられる。西部首都圏で重要と思われる水管理業務は 1)流域管理、2)河川管理、3)水源管理、4)水配分管理、5)地下水管理、6)灌漑用水管理、及び 7)上工水管理に大別される。

アルムート導水事業

将来のテヘラン都市用水の増加量を満足させるためには、タレガン貯水池より 3.1 億 m^3 の用水供給を必要としている。しかし、タレガン用水は今日までガズビン平野の灌漑農業に利用されており、また将来も利用されるので、その転用にはタレガン用水の代替水源としてアルムート導水事業によるガズビン平野への灌漑用水供給を必要としている。換言すれば、アルムート導水事業なしには将来のテヘラン都市用水の確保は困難で、首都圏の社会、経済の発展及び首都機能に大きな支障をきたすことになる。従って、本事業についてブレ F/S レベルでの調査を技術、経済、環境の観点より行った。本事業は 34km の長距離トンネルを有するものの事業の実現可能性は高い。

事業施設の主要諸元と工事費は下記の通りである。

- アルムート取水堰：コンクリート堰、堤高 10m、堤長 56m
- アルムート送水管路：鉄管路、延長 6.0km、通水容量 $22.5m^3/sec$
- アルムート導水トンネル：径 4.0m、延長 33.8km
- 事業費： US\$123,600,000、水価 US\$0.05/ m^3

ガズビン灌漑計画

ガズビン平野における既存の灌漑面積は総農地面積の 23%に相当する 81,000ha であり、そこには年間 2.0 億 m^3 のタレガン用水が配水されている。アルムート導水事業、小河川の開発及び地下水涵養計画などによって平野における灌漑面積は将来拡大される。現況との比較は下表に示すとおりである。

現況及び将来の灌漑受益面積

Unit: ha

区分	灌漑受益 面積 (ha)	現況		将来計画		増加 面積 (ha)	水源
		面積 (ha)	灌漑率 (%)	面積 (ha)	灌漑率 (%)		
1. 既存北部地区							
北部高位部	38,600	24,200	63	28,900	75	4,700	Taleghan
北部低位部	38,100	24,000	63	28,500	75	4,500	Almout
小計	76,700	48,200	63	57,400	75	9,200	
2. タケスタン地区	9,000	6,000	67	6,700	75	1,700	Taleghan
3. 中央平野部	60,900	27,000	44	45,500	75	17,500	Almout
計	146,600	81,200	55	109,600	75	28,400	

既存の北部灌漑システム及び新設の中央灌漑システムの概要を下表に取りまとめる。

ガズビン平野灌漑システムの概要

項目	既存北部灌漑システム	計画中央灌漑システム
1. 灌漑面積 (ha)	北部高位部 38,600 タケスタン 9,000 計 47,600	北部低位部 38,100 中央平野部 60,900 計 99,000
2. 純灌漑面積 (ha)	北部高位部 28,900 タケスタン 6,700 計 35,600	北部低位部 28,500 中央平野部 45,500 計 74,000
3. 灌漑率 (%)	75	75
4. 灌漑用水供給量 (MCM)		
タレガン用水	140	-
アルムート用水	-	210
地下水	260	610
計	400	820
5. 地下水涵養量	-	40
6. 灌漑水路		
幹線水路	Q=30m ³ /sec, L = 94km	Q=22.5m ³ /sec, L=125km
支線水路	12 units, L = 220km	10 units, L=150km
7. 地下水生産井戸	800units	1,600units

事業評価

ガズビン平野灌漑計画の事業費は、US\$41,500,000 でアルムート導水事業の費用を加えた全事業費は US\$165,100,000 である (123,600,000+41,500,000)。事業便益は灌漑農業の拡大による農業生産増からもたらされ、Financial で 810 億リアル (約 1 千万ドル)、Economic で 1,470 億リアル (約 1,840 万ドル) と評価される。事業費と事業便益に基づき算定した EIRR は 14.5% と高い値を示す。なお、ha 当たりの投資額は 5,900 ドル/ha である。財務評価としては、ガズビン平野の農家の世帯当たりの収入が現在の 480 万リアルから事業後は 680 万リアルと、1.4 倍に改善される。

水資源開発・管理の事業実施計画

上記に述べてきたよう、西部首都圏の将来の水需要を満足させるためには、種々の水資源開発と水管理を実施していく必要がある。主な開発、管理に関し、実施工程案を策定すると下表の通りである。

テヘラン西部首都圏水管理事業の実施工程表（案）

項目	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
1.新規事業											
タレガンダム		■	■	■							
アルムート導水		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
カラジ-テヘラン No.6 送水施設		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ジアラー-カラジ 第2期送水管				■	■	■	■	■	■	■	■
テヘラン No.6 浄水プラント		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
テヘラン下水システム		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ガズビン中央部灌漑		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2.水管理事業											
タレガン導水リハビリ		■	■	■							
ガズビン北部水路リハビリ		■	■	■							
カラジ用水運用		▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
タレガン用水運用		▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
アルムート用水運用								▨	▨	▨	▨
テヘラン上下水運用		▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
ガズビン灌漑運用		▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
地下水運用		▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨

注: F/S 及び D/D

通水テスト期間



建設

水管理

結論と勧告

テヘラン西部首都圏では 2001 年現在 46.75 億 m³/年の用水が消費されており、イラン国政府の首都圏への人口吸収政策に基づけばそれが 2021 年には 56.3 億 m³にまで増大する計画である。一方、地域内では表流水源、地下水源ともに開発・利用が可能な量には制限がある。タレガン及びアルムートの両河川を含んで年間 24.6 億 m³の表流水源賦存量に対して現在の利用は 13.9 億 m³ (57%) に達しており、将来更に開発されるとしても 19.65 億 m³ (80%) が最大限度であると考えられる。一方、現在 32.85 億 m³/年消費している地下水源も既に減少の傾向を呈しており、年間約 7 億 m³の資源の引き出しが生じていると判断される。水源管理上の適切な措置を講じない限り、近い将来資源は枯渇化しよう。有限な資源量の範囲内で地域が持続的に発展するためには、資源は適切かつ有効に管理されなければならない。

テヘラン市の都市用水はカラジダムとラチアンダム(ラールダムからの導水を含む)からの導水(共に流域変更導水)及び地下水に依存しているが、表流水源の供給可能量は 1993 年以降限界に達しており、地下水への過剰な依存が深刻化してきている。テヘラン西部首都圏

近傍に残された表流水源は既にその一部が利用されているタレガン川とその北に隣接するアルムート川しかなく、イラン国政府は首都圏の水不足に緊急的に対応するため、タレガン用水の一部をテヘラン市に導入すべく、タレガン貯水ダム建設が現在既に着工され、既存のタレガン導水トンネルの出口とカラジ川を結ぶパイプライン(第1期)の建設も完了したばかりである。しかしながらタレガン、アルムート両河川ともガズビン州に属しており、しかも現在ガズビン平野の灌漑に供給されているタレガン用水の一部といえどもテヘラン首都圏に導水するためには、アルムート用水を開発することによってその代替がなされなければならない、またアルムート用水の一部を利用してガズビン平野における灌漑農業を拡大する必要がある。このことは導水事業の実施による社会的便益を広く公平に分配するためにも必要である。幸い、アルムート導水計画のプレ F/S によれば計画の実施は技術的に可能であり、経済的にも妥当である。

さらに、2021年の計画目標年に向けて増大する水需要量にタイムリーに対処するためには、既存導水施設のリハビリ、カラジ～テヘラン間の導水施設、タレガントンネルとカラジを結ぶパイプラインの第2期工事などが適宜に計画、実施されなければならない。このため、以下に述べる総合水管理プログラム、表流水資源の開発、地下水管理が実施されなければならない。また、2021年以降をより長期的に展望した場合、首都圏地域への人口流入の抑制等、水需要量を抑制する方策が視野に入れられなければならない。

西部首都圏の将来の水資源利用可能量は、表流水 23 億 m^3 、地下水 33 億 m^3 、計 56 億 m^3 と評価されたが、この量は将来の種々の水需要量に必ずしも満足を与えるものではない。首都圏の人口一人当たり換算すると利用可能量は僅かに 320 m^3 で世界の平均に比べると著しく少ない。従って開発された水資源を有効かつ持続的に利用する総合水管理計画を緊急に実施する必要がある。総合水管理計画の実施にあたっては、1)貯水池の運用と運用された水の有効利用方法、2)表流水と地下水の組み合わせによる春期、夏期の有効水利用方法、3)地下水資源の適正評価と管理のためのモニタリング及びデータ管理方法の改善、4)適切かつ公平な水配分基準の設定とそれに基づく水配分の実施方法及び 5)ロスを少なくするような受益レベルにおける水利用方法その利用に十分な考慮を払う必要がある。

調査対象地域の表流水資源は 24.6 億 m^3 と評価されており、このうち 2021年には 19.65 億 m^3 が開発・利用される見込みである。将来に向けて増加する地域の水需要を満足させるには、以下の表流水資源開発が計画されたスケジュール(実施工提案)通りに完成されることが前提である。

- (1) テヘラン市に新規に計画されている No.6 浄水プラントとカラジ間を結ぶ導水事業の調査設計と建設が緊急課題であり、第 1 優先である。導水計画案としては導水トンネル 24km もしくはパイプラインと高圧ポンプの組み合わせ案が考えられる。
- (2) 建設中のタレガン貯水ダムを工期通りに完成し、その水配分計画を確定することが必

要である。また既存のタレガン導水トンネルの改修が必要である。

- (3) アルムート導水事業及びガズビン中央部灌漑事業の調査設計と建設を計画通りに実施することが必要である。

調査対象地域で現在生活用水、工業用水、或いは灌漑用水として利用されている地下水は 33 億 m^3 に達しており、表流水利用の 19.65 億 m^3 と比較してきわめて大きい。この地下水利用量は、地域における降水量、河川水、各種水利用等からの涵養量を考慮すれば上限に達していると考えられる。したがって地下水を将来に向けて効率的かつ持続的に利用する地下水管理計画を策定し実施することが必要である。その際、下記の諸点を十分に配慮する必要がある。

- ・ 地下水の監視、評価システム、方法を強化すること
- ・ 特に Hashtgerd 地区のコルダン川やガズビン平野の Khah-rud 川における地下ダムによる地下水涵養計画を検討し、実施すること。

地域資源の開発・管理には、特に当該地域のように資源量の需給の関係が逼迫している場合には地域の枠を超えた取り組みが要求される。ドナー流域と受益者との間の相互の理解と信頼がない限り地域内で最も有効な資源管理には到達できない。その相互の理解と信頼には、事業に対する正確な認識が必要である。事業に対する情報公開を促進し、濃度のある議論の中から合意の形成を促すことが最も早道であり、本調査が示した情報公開の手法を今後も大いに活用してもらいたい。

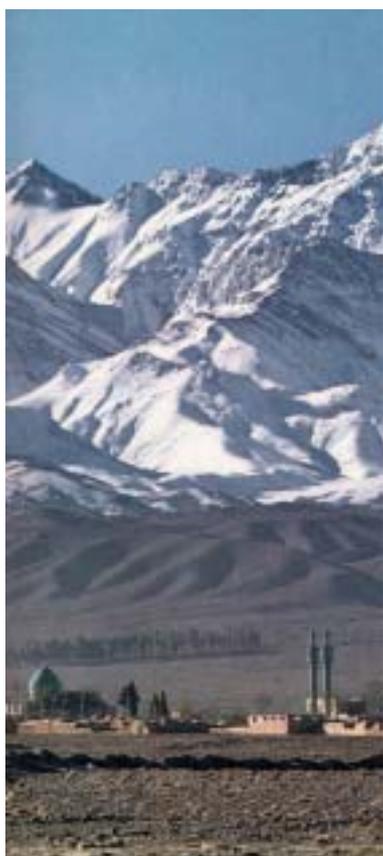
第1章 背景

テヘラン首都圏は 1979 年のホメイニ革命後急速に発展・拡大し、革命当時約 500 万人であったテヘラン市の人口は 2001 年現在 750 万人と急増し、2021 年には更に 1,070 万人とこの 40 年間で 2 倍に達することが予測されている。またテヘラン市の西方に位置するテヘラン、カラジ及びバシトゲルド地域は、現在テヘラン市の衛星都市として拡大しつつあり、革命当時約 50 万人であった人口は既に 340 万人と急増し、2021 年には更に



全体計画位置図

550 万人に増加する予想である。これら人口増に対する電力供給、高速道路網、鉄道、ガス供給、通信網整備等のインフラ整備及び住宅建設は着々と完備しつつあるが、水供給施設の整備は著しく遅れ、首都圏の存続にかかわる大きな問題となってきた。

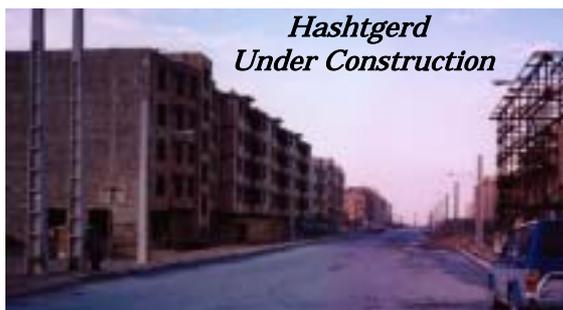


Taleghan Mountain near Abyek

2001 年現在、テヘラン市では約 9.1 億 m^3 /年の水が都市用水として消費されているが、これらは 3.4 億 m^3 /年がテヘラン市の東部に位置するジャジ川に建設されたラチアンダムから、3.0 億 m^3 /年が西部のカラジ川に建設されたカラジダムから、残りの 2.7 億 m^3 /年は地下水によって供給されている。両ダムとも都市用水と農業用水供給を目的とした多目的ダムであるが、人口の急増に伴う都市用水需要の伸びは年々農業用水を圧迫し、しかもその表流水の供給も 1993 年には飽和状態に達した。1993 年以降の都市用水不足量は必然的に地下水に依存することとなり、1993 年当時は高々 1.0 億 m^3 /年に過ぎなかった地下水揚水量は 1997 年には 3.0 億 m^3 /年にも達し、明らかに過剰揚水の状況を呈している。これに伴い、テヘラン市南部及びラチアンダム、カラジダムの下流に展開する農業地域では農業用水不足に陥り、灌漑面積の縮小を余儀なくされると同時に、灌漑用水の地下水への依存が進展した。その結果、地下水の水位・揚水量は低下し、供給能力が急激に減少しつつあり、都市廃水による地下水汚染の拡大とも合わせて大きな社会問題となってきた。



Tehran City

Hashtgerd
Under Construction

カラジやハシトゲルド等の新都市への用水供給は今日まで主として地下水で賄われてきたが、急速な人口増に伴う都市用水需要量増により、過剰な地下水揚水が行われており、これら新都市の南部に展開する農業地域における地下水利用と合わせて、テヘラン市近郊におけると同様な地下水の水位低下や揚水量減少が観測されるに至っている。テヘラン市の2021年における予測人口1,070万人に対する都市用水需要量は約12.3億 m^3 /年と推定されており、現在値9.1億 m^3 /年よりも更に3.2億 m^3 /年増加する。しかしながら、この需要増加量に対する水源開発・

供給計画は確固としたものが樹立されておらず、本調査結果が待たれている。

テヘラン州の西部に隣接するガズビン州のガズビン平野には約35万haに及ぶ大農地が展開しており、多様な作物の栽培と畜産が盛んでテヘラン首都圏の最重要な食糧基地の機能を果たしてきている。ガズビン平野の北部平野約8万haの農地には1970年初めにタレガン川よりの流域変更による表流水と平野の地下水の組み合わせ利用による灌漑農業開発事業が完成し、それ以来今日までこの平野では30年以上に亘って灌漑農業が行われ、安定かつ豊かな農村社会を形成してきている。現在、1.5億 m^3 /年～2.0億 m^3 /年のタレガン用水と地下水の組み合わせにより、純灌漑面積は約5万haに達している。



Existing North Qazvin Irrigation System

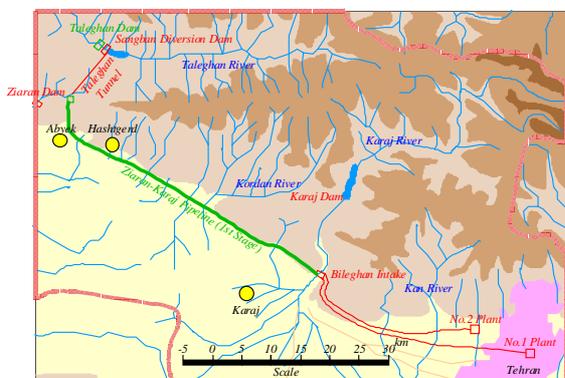


Existing Taleghan Diversion Dam

テヘラン西部首都圏の都市用水の不足に鑑み、イラン政府はタレガン用水の一部を西部首都圏へ利用する以下のような計画を策定し、現在この計画は国家政策として進められつつある。

- タレガントネルの出口に都市用水取水施設を設け、総延長約60kmのパイプラインでタレガン用水の一部をテヘラン市へ向けて送水する。この事業は2001年現在完成して

おり、近くテヘラン市の都市用水不足をカバーすることになっている。但し、この事業によるガズビン灌漑用水とカラチダムからのテヘラン都市用水及びカラチ平野灌漑用水との間の正確な水配分・管理計画は策定されておらず、緊急的な課題となっている。



Ziaran-Karaj Pipeline

ン下流の河川維持用水に配分する計画となっている。しかしながら、現在及び将来のテヘラン市における急激な都市用水需要量増に対処するため、政府はカラジダム貯水量の全量をテヘラン市へ供給し、カラジ地区の都市用水や農業用水をタレガン用水で補償しようとする水配分変更計画を考慮中であり、その検討も緊急的な課題である。

タレガンダムにより開発された水をカラジやテヘラン市に導水することは、ガズビン平野の農業に大きな損失を与えることになるので、新規にアルムートの水資源を開発し、ガズビン平野に供給する計画がテヘラン水利庁（TRWB）で計画されている。

上記のように、テヘラン西部首都圏の逼迫した水需給に対応するためには、適切な水需要量の評価、需要量に対する水供給の可能性とバランス、逼迫する水資源量等を十分に把握した上で、適切かつ時宜に応じた水資源開発、有効かつ持続的な水利用管理、合理的かつ公平な水配分計画を骨子とする総合的な水管理



TRWB



Existing Bileghan Intake from where Karaj dam water is Conveyed to Tehran City

計画が必須であり、その樹立が緊急に求められてきた。

イラン国では、全国及び地域水資源マスタープラン（マスタープラン）の策定がエネルギー省によって 1996 年から進められてきており、2000 年に一応完成の運びとなった。しかしながらこのマスタープランは 1993/94 までの社会・経済、水文データ

に基づき、1996 年を現況と定義しているなど、やや時期遅れの感があるのに加えて、検討の内容が水の需要と供給可能量の間の配分に全力を注いでおり、それら配分計画を現実のものにするための事業計画等の具体案に欠けるきらいがある。

このような状況下、イラン国政府の要請に基づいて日本政府はアルムート導水計画を含む西部首都圏の合理的かつ実現可能な水管理計画調査のための技術協力を行うこととし、国際協力事業団（JICA）の専門家を派遣した。事前調査に基づく S/W が 1999 年 12 月に両国政府間で締結され、2000 年 3 月に JICA は樋口昭一郎を団長とする総員 11 名の調査団を派遣し、「テヘラン西部首都圏水資源開発・管理計画調査」を開始した。

本調査の目的はテヘラン首都圏西部地域においてイラン国が作成した全国水資源開発マスタープラン（2000 年 12 月時点における最新版に基づく）に示された水政策の効果的かつ円滑な実施を可能にするための、合理的かつ実行可能な水資源開発・管理計画を策定することである。本調査は全体としてマスタープランレベルの調査であるが、アルムート導水計画に関しては、計画に長距離導水トンネルが含まれており、その実施可能性を評価するためにプレ F/S レベルの調査を実施した。また、ガズビン平野の灌漑農業開発計画については基本構想段階の調査（Conceptual Plan）である。本調査は以下の範囲を含むものである。

- ・ 表流水及び地下水の賦存量及び利用可能量の評価
- ・ 水需要量の予測値と水源別の配分計画を含む水利用計画の策定
- ・ 短期、中期及び長期の水資源開発及び水配分シナリオの策定
- ・ アルムート導水計画のプレ F/S 及びガズビン平野灌漑開発の基本構想レベルの調査計画の実施
- ・ 水資源開発・管理計画の事業実施プログラムの策定

第2章 調査対象地域の現況

2.1 調査対象地域

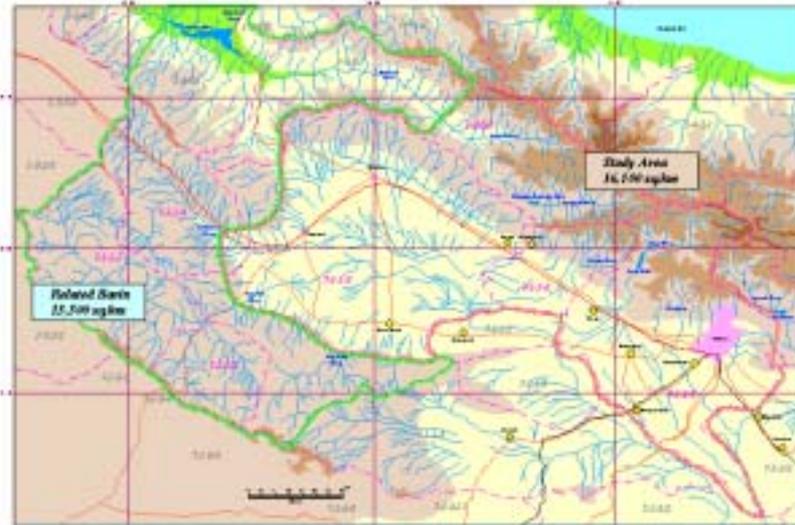


Fig- 1 及び 3 に示すように、調査対象地域は 16,100km² であり、受益地域として 1) テヘラン市、2) テヘラン市周辺地区、3) カラジ地区、4) ハシュトゲルド地区及び 5) ガズビン平野を、また水源地域としてタレガン及びアルムート流域を含む。また、本調査はこの他に

1) ガズビン南部平野に流入する Abhar-rud、Khah-rud 及び Haji Arab の 3 河川流域と 2) タレガン川及びアルムート川からの導水が影響するであろう Sefid-rud 流域の一部を関連流域 (15,500km²) として取り扱う。

本調査の受益地域は概ね標高 1,100m ~ 1,500m に位置しているが、北部の一部は標高 2,000m ~ 2,500m の高地を擁している。これは標高 2,000m ~ 4,000m のエルプレス山脈の一部であってカラジ川、タレガン川及びアルムート川の水源地帯がここに形成されている。これら地域の位置関係を下図に、また面積内訳を下表に示す。



地域	平野部 (km ²)	山地部 (km ²)	計 (km ²)
タレガン及びアルムート流域	-	2,450	2,450
西部首都圏域	3,540	2,860	6,400
ガズビン平野	5,290	1,960	7,250
計	8,830	7,270	16,100

テヘラン市は調査対象地域の東端に位置しており、2001年現在750万人の人口が年間9.1億m³の都市用水を消費しているが、この用水はカラジダム、ラチアンダム及び地下水によって供給されている。将来に向けて急増していく都市人口に対し深刻な水不足が懸念される地区である。

テヘラン市周辺域はテヘラン市を取り巻く地区であって、エスラムシャー市やバラミン、レイ、シャリヤールの一部を含む。この地域はかつてはテヘラン市の食料を支える広大な農地であったが、近年はテヘラン市の衛星都市や工業地帯が拡大されてきており、将来農業用水と共に都市、工業用水も増加する地区である。用水の水源は大半が地下水である。

カラジ地区もかつてはテヘラン市の都市近郊農業地帯であったが、近年カラジ市のほか多くの都市がテヘラン市の衛星都市として発展、拡大し、農業地域が減少してきている地区である。2001年現在の人口は210万人で、そのうち都市人口は185万人に達している。カラジダムからの給水により灌漑農業を過去30年に亘って続けてきたシャリヤールやロバットカリム地区は、カラジダムの水をテヘラン市の都市用水に優先的に供給する政策によって、現在は水不足にさらされている。この結果、農業用水に対する地下水の過剰揚水が続けられ、地下水の枯渇化現象が起きつつある。

ハシュトゲルド地区は新都市、工業地帯として政府によって現在開発が進められている。現在人口の29万人は2021年には82万人に拡大すると予測されているが、地下水源のみに頼っているこの地区においても近年地下水源の減少傾向が顕著である。地区の東端、カラジ地区との境界近くをコルダン川が南下しているが、この表流水は近辺の中規模な灌漑に利用されているだけであり、洪水期の流量の大半はSalt Marshに利用されずに流されている。

ガズビン平野はガズビン、タケスタン、ブインザーラの3つの行政区に分割されるが、全体として約35万haの広大な農地を有している。平野北部にはタレガン川からの導水と地下水により灌漑される7.7万haの農地が横たわっているが、用水の不足で現在の灌漑面積は5万haに止まっている。この面積は将来タレガン貯水ダムやアルムート川からの用水が追加されれば6万haに拡大されることが期待されている。ガズビン平野全域では従来より深・浅井戸による地下水開発が進められてきており、現在年間約12億m³の地下水が主として灌漑用に消費されている。平野南部の比較的高位部では、将来、Abhar-rud、Khah-rud及びHaji Arabの3河川を水源とする地下水涵養計画の進展によって開発されることが望

まれている。

2.2 国家及び地域経済

イラン国は現在第3次国家開発5カ年計画（2000/01～2005/06）を実施中であるが、その政策的支柱は公営事業と政府行政の改革、自由主義経済への移行、安全社会の構築である。また、その結果として年率6%のGDP成長と76.5万人の新規雇用の創出を目論んでいる。

GDP 成長率（1982/83 Constant Prices）

分野	1991/92 (10億リアル)	1996/97 (10億リアル)	1998/99 (10億リアル)	Growth Rate (%) 1991/92 - 1998/99
石油	2,517	2,566	2,410	-0.61
非石油	9,308	12,128	13,034	4.93
計	11,825	14,694	15,445	3.89

水資源政策としては、1) 持続可能な水資源の開発、2) 農業振興のための表流水源の開発と既存の灌漑システムのリハビリ、3) 下水の再利用と水資源保全のための流域環境の整備、及び4) 水利用者間の適正な水配分を柱とする水需要管理が盛り込まれている。また農業開発関連としては、1) 国内資源の最有効利用に基づく食糧自給の達成、2) 農業の持続的発展、3) 農業投資と農産加工の促進、4) 農業における雇用の拡大、及び5) 都市部における人口増、失業者増、用水の過剰使用を吸収するための農村域の開発促進がうたわれている。

上記のように、水資源開発政策、農業開発政策ともに地下水への過剰な依存を脱却して表流水への転換を目論んでおり、本計画調査もその趣旨に沿うものである。

GDP の分野別構成比（1982/83 Constant Prices (%)）

分野	1986/87	1991/92	1996/97	1997/98	1998/99
石油	14.2	21.3	17.5	16.0	15.6
非石油	85.5	78.7	82.5	84.0	84.4
- 農業	26.9	26.4	26.0	26.1	27.7
- 製造	11.6	16.4	15.8	16.5	17.1
- 建設	6.6	4.3	4.8	4.5	4.0
- 貿易	10.6	10.6	10.0	10.3	10.4
- 不動産	12.7	11.7	12.3	11.4	11.0
- その他	17.4	9.3	13.6	15.2	14.2

工業分野では少数であるが大規模な公営企業が製造分野におけるGDPの70%を独占している。逆に私的企業は労働力に依存した生産活動に主に従事しているに過ぎない。工業部門の成長率は4.9%（1998/99）であり、GDPの17.1%を占めている。建設部門は現在最も活力のある部門であり、1996/97の成長率は10.6%にも達したが、これは主にテヘラン首都圏における住宅建設ブームによるものである。調査対象地域における工業生

産高は 12.538 兆リアル (1996/97) に達成し、全国の 15.1% を占めている。

農業は GDP の 27.7% (1996/97) 及び就業者人口の 23.1% を擁しており、依然としてイラン国経済の重要な位置を占めている。調査対象地域の農業においては、継続的な用水不足と小規模な営農形態 (カラジやハシュトゲルドで 2.5ha、ガズピンで 3.0ha) が顕著である。農業は企業化されておらず、生産性は低い。収入と雇用機会の偏在が農村部に行き渡っている。灌漑施設が整備され、用水が利用できる場所では多様な作物が栽培され、食料の自給も達成されているが、そういう立地条件に恵まれていないところでは状況は悲惨である。近年、カラジやコルダンの既存灌漑システムの一部では用水源枯渇のためそうした立地条件を失っている。

2.3 人口

西部首都圏の 2001 年現在の総人口は 1,175 万人であり、イラン国政府の種々の機関が討議し、イラン政府によるマスタープランで決定した将来人口は計画目標年 (2021) 年には 1,737 万人に増加すると予測されている。各地区の人口増加状況を Fig-4 に示す。

現在及び将来の人口

	テヘラン市	テヘラン地区	カラジ地区	ハシュトゲルド地区	ガズピン地区	計
現在 (2001) (千人)	7,500	1,010	2,100	290	810	11,750
将来 (2021) (千人)	10,730	1,420	3,240	820	1,160	17,370
増加率	1.43	1.41	1.54	2.83	1.43	1.48

(イラン国マスタープランによる。メインレポート 4.1.1 に詳細を示す)

2.4 水需要の現況

(1) 上水

西部首都圏の 2001 年における上水需要量をまとめると下表の通りで約 16 億 m^3 に達し、そのうちテヘラン市の都市上水需要量は 9.1 億 m^3 と 57% を占めている。

上水需要量の現況(2001 年)

	テヘラン市	テヘラン地区	カラジ地区	ハシュトゲルド地区	ガズピン地区	計
上水需要量 ($10^6 m^3$)						
現在 (2001)	910	150	415	30	90	1,595

(2) 灌漑用水

西部首都圏には 54 万 ha という広大な農地が横たわっているが、殆どが小麦、大麦等の冬作物を栽培する Dry Farming が多い。2001 年の現在の灌漑農地は 27.7 万 ha で全農地面積の 50% を占めている。灌漑農地では砂糖大根、油脂作物、豆類、飼料作物、果樹、野菜等が栽培され首都圏の市場に出荷されている。1998 年の灌漑面積は渇水年で 21.6 万 ha とやや少な

いがその各地区の作物別灌漑面積をまとめると下表の通りで、穀類、果樹の灌漑面積が多い。

各地区の作物別灌漑面積（1998年）

単位: ha

	穀類	工芸作物	飼料作物	野菜	果樹	計
1. テヘラン地区	19,340	100	7,180	7,090	7,220	40,940
2. カラジ地区	16,270	370	5,680	5,390	10,080	37,790
3. ハシドゲルド地区	10,830	850	3,380	850	5,550	21,460
4. ガズビン地区	51,810	5,290	14,170	11,390	33,200	115,860
計	98,250	6,610	30,410	24,720	56,050	216,040

現在（2001年）の各地区の灌漑面積及び灌漑用水の需要量をまとめると下表の通りである。また面積、用水量変化を Fig-5 に示す。

現在（2001年）の灌漑面積及び用水需要量推定値

	テヘラン地区	カラジ地区	ハシドゲルド地区	ガズビン地区	計
灌漑面積（ 10^3 ha） 現在 2001	64.5	51.4	29.1	132.3	277.1
用水需要量（ 10^6 m ³ ） 現在 2001	710	565	350	1,455	3,080

(3) 西部首都圏の総水需要量と水源

西部首都圏の総水需要量及び水源についてまとめると下表及び Fig-6 に示す通りである。

西部首都圏の総水需要量と水源

単位: 10^6 m³

	テヘラン市	テヘラン地区	カラジ地区	ハシドゲルド地区	ガズビン地区	計
現在（2001）						
上工水						
表流水	640	-	-	-	-	640
地下水	270	150	415	30	90	955
小計	910	150	415	30	90	1,595
農業						
表流水	-	170	135	60	385	750
地下水	-	540	430	290	1,070	2,330
小計	-	710	565	350	1,455	3,080
計						
表流水	640	170	135	60	385	1,390
地下水	270	690	845	320	1,160	3,285
計	910	860	980	380	1,545	4,675

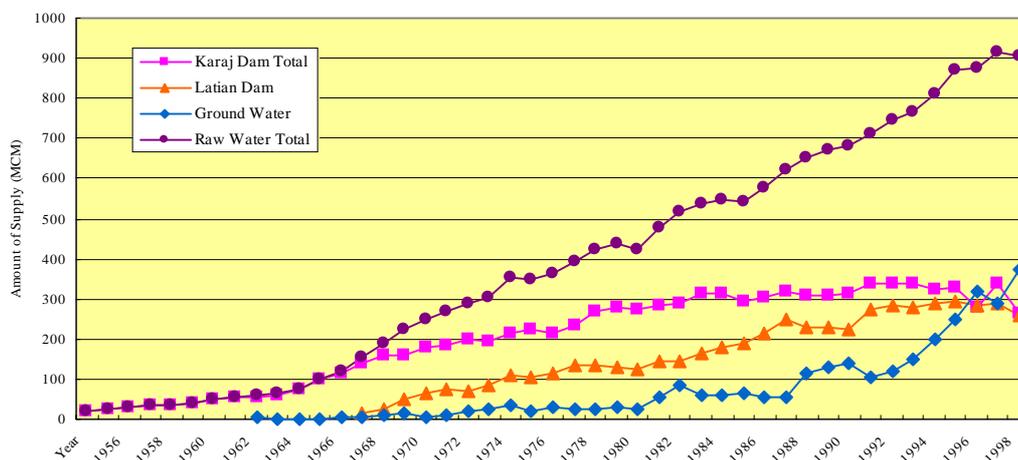
テヘラン西部首都圏では地表水、地下水ともにその賦存量は極めて限られており、しかもその利用は既に限界に達しつつある。地下水資源量は低下の一途をたどっており、JICA調査で実施した利用可能データに基づく予備的評価によれば、年間7億m³以上の減少を呈している。今ここで何らかの水資源保全・管理の方策を実施しないと資源の枯渇化はごく近い将来のこととなる。

上記の理由で、テヘラン市への都市用水の供給も表流水は既に頭打ちに達しており、地

下水への依存が急激に高まっている。地区別の水需給の特性は下記のように取りまとめられる。

- 全地域の利用量 46.8 億 m^3 の中、地下水利用は 32.9 億 m^3 で 70% と大きな率を占めている。
- テヘラン市の上水には Latian, Lar, Karaj ダムより 6.5 億 m^3 と多くの表流水が利用されているが、他 4 地区の上水は全て地下水利用となっている。
- 農業用水もガズビン平野の表流水利用 3.85 億 m^3 を除いては地下水利用が多く、全域では表流水利用、7.5 億 m^3 、地下水利用 23.3 億 m^3 で、地下水利用が表流水の 3.2 倍に達している。

Water Supply to Tehran City by Source of Water



テヘラン市の都市用水の水源別供給量の経年変化を上図に示した。表流水源からの供給量は 1993 年以降頭打ちに達しており、地下水の用水量が急激に増加しつつある。

第 3 章 西部首都圏の水資源

3.1 表流水源

西部首都圏における主要河川の流量観測点、流出特性を Fig-7 に示す。西部首都圏では降雨は 11～3 月の冬期に多く、4～10 月の春期、夏期には殆どない。しかし冬期の降雨は積雪に変わり、春期の高温によって春期洪水となって現れてくる。即ち、何れの河川も流出量の 70～80% は春期の 4～6 月に集中している。

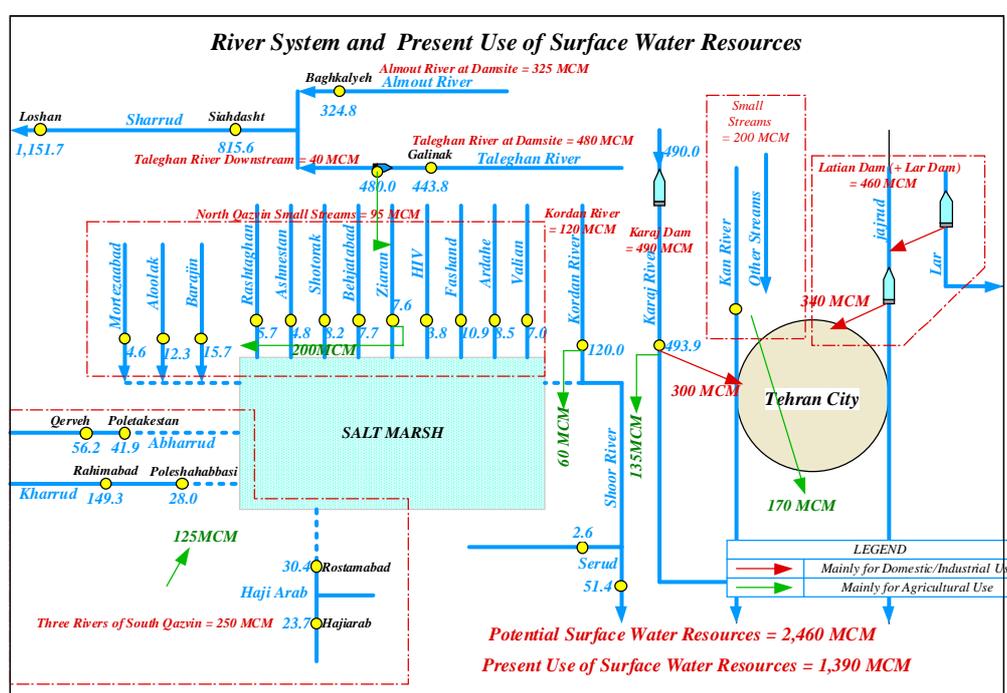
主要河川の賦存量と利用可能量をまとめると下表及び Fig-8 に示す通りである。

表流水水源の賦存量及び利用可能量

単位: 10^6m^3

	Latian & Lar	Karaj Bileghan	Kordan	Taleghan dam	Almout	Taleghan 下流	Tehran North	Qazvin North	Qazvin South	計
賦存量	460	490	120	480	325	40	200	95	250	2,460
現在利用量	340	435	60	200	0	0	170	60	125	1,390
将来利用可能量	400	435	60	450	250	0	170	60	140	1,965

なお、調査対象地域の河川システムの概要と表流水水源の賦存量及び現在の利用量を下図に示した。



- 西部首都圏は、半乾燥地域に属し、平野部の年平均降雨量は 200～300mm と少なく、平野部の表流水源は Karaj 川を除くと小河川群で水資源量は 6.5 億 m^3 と少ない。従って、テヘラン市の現在の都市用水源は東部山岳地域のラチアン及びラルダムと上記カラジ川に建設されたダムよりの流域変更による導水で供給されており、その量は 6.4 億 m^3 と大きな量に達している。また、増大する将来のテヘラン市の都市用水及びガズビン灌漑用水に対応するタレガン川、アルムート川の水資源も流域変更により導水する計画となっており、その利用可能全量は約 7 億 m^3 と算定されている。
- 将来の表流水水源の利用可能量は 19.65 億 m^3 で現在のそれに比べると 5.75 億 m^3 増加する。増量の中 5.0 億 m^3 はタレガン及びアルムートの水源で、この両者の水源開発が西部首都圏の水需要を左右する。