

中国

西安市上水道整備事業(1)、(2)

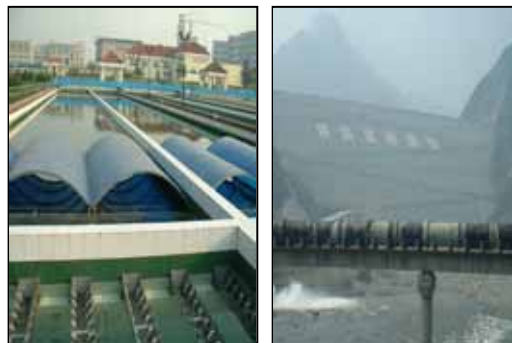
評価者：OPMAC（株）三島光恵

現地調査：2004年9月

1. 事業の概要と円借款による協力



事業地域の位置図（陕西省西安市）



南効浄水場と黒河ダム

1.1 背景：

西安市は中国北西部随一の大都市であり、古来より産業、文化面で中国において重要な位置を占めてきた。特に、本事業の審査時点（1993年）では、西安市総合開発計画に基づき、新技術開発、電子工業の発展等を計画・実施しており、産業開発が急速に進展していた。また、同市は古くは長安と呼ばれた古都であり、その文化遺産は非常に多く、観光都市としても有名であり、毎年多くの観光客が同市を訪れている。

しかしながら、同市は中国の他の主要都市と比較しても生活用水、工業用水が不足しており、地下水の過剰くみ上げが地盤沈下と地表ひび割れを加速させる要因となっていたことから、人口増加、経済発展に伴い、水不足と地盤沈下の問題はさらに深刻化するものと予測されていた。

1.2 目的：

西安市において、上水道整備と多目的ダム建設を行うことにより、逼迫している水需要への対応および地下水の過剰なくみ上げの抑制を図り、もって住民の衛生水準の向上と地域の経済発展に寄与する。

1.3 借入人／実施機関：

中華人民共和国政府／建設部

1.4 借款契約概要：

案件名	西安市上水道整備事業(1)	西安市上水道整備事業(2)
円借款承諾額 / 実行額	45 億 8,700 万円 / 45 億 8,700 万円	25 億 5,200 万円 / 25 億 5,100 万円
交換公文締結 / 借款契約調印	1993 年 8 月 / 1993 年 8 月	1995 年 10 月 / 1995 年 11 月
借款契約条件	金利 2.6% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 一般アンタイド	金利 2.1% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 一般アンタイド
貸付完了	1998 年 9 月	2002 年 12 月
本体契約	-	
コンサルタント契約	-	
事業化調査 (フィージビリティ・ スタディ：F/S) 等	中国政府 (1984 年) 国際協力銀行 (JBIC) 事前調査 (1992 年)	

2 . 評価結果

2.1 妥当性

中国の第八次国家5カ年計画 (1991～95年) では、上水施設の整備が重点項目の一つと位置付けられ、西安市を含む全国450カ所程度の上水道を整備することが計画されていた。また、陝西省第八次および九次5カ年計画において、黒河引水事業 (本事業) は重点事業とされていた。本事業は、西安市において上水道整備と多目的ダム建設を行うもので、上記計画に対応するための優先度・緊急性が高かった。

第十次国家5カ年計画 (2001～05年) では、都市給水能力の向上および老朽化した給水施設の改良による供給量の増加と水質の向上が課題とされている。また、西部大開発計画のなかでの水資源開発の強化が目標として掲げられているほか、陝西省第十次5カ年計画においても黒河ダムの利用により地表水利用増をさらに進め、供給増と安全な水の確保をめざすことが述べられており、本事業の目的と合致している。

2.2 効率性

2.2.1 アウトプット

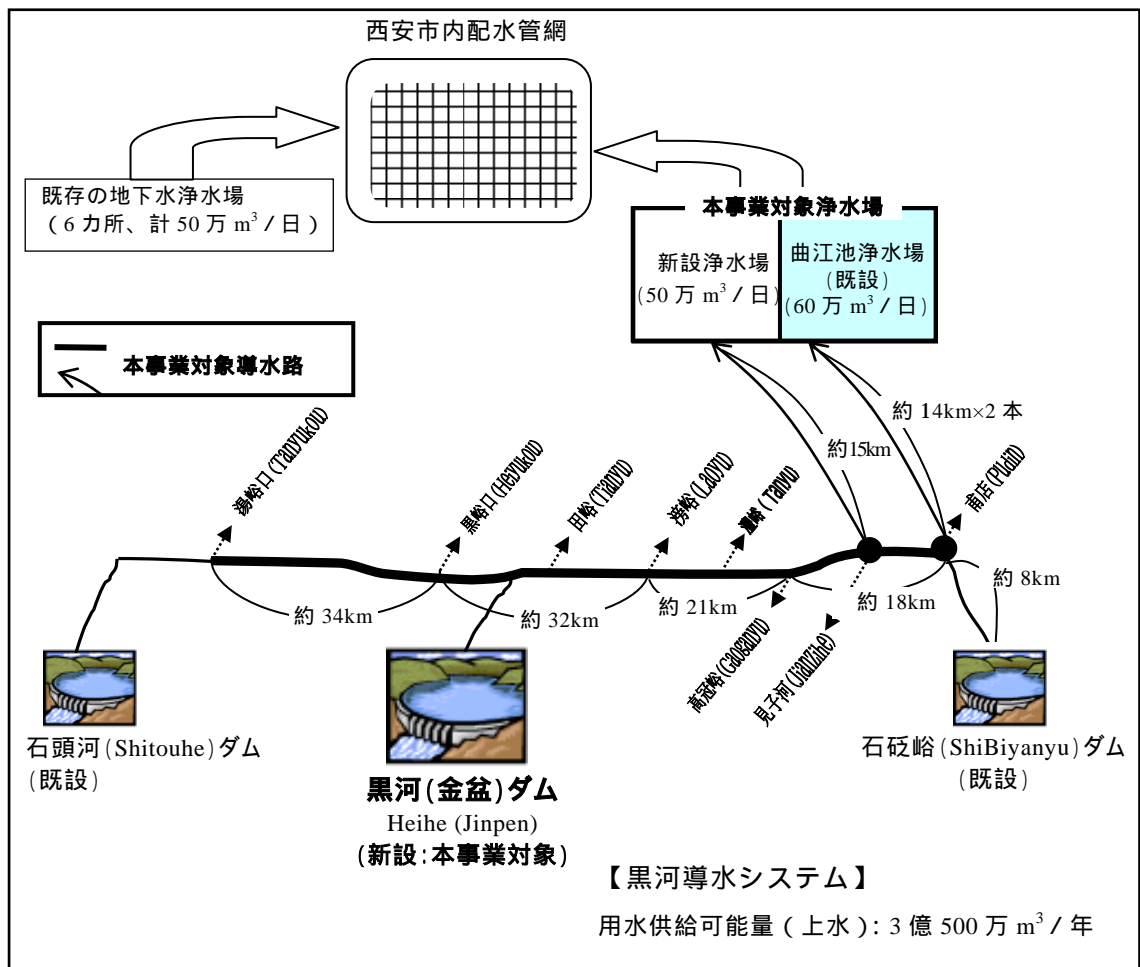
上水道施設部分 (導水、浄水、送配水施設) と黒河ダム部分の両方ともほぼ計画通りのアウトプットであった (表1参照)。曲江池浄水場は、地面にひび割れがあり拡張工事に適さないことが判明したため、拡張はキャンセルされたが、拡張分の

処理量(20万 m^3 /日)は新規浄水場の施設能力増加(30万～50万 m^3 /日)で対応し、浄水場の処理能力全体に変更はなかった。また、発電所の最大出力についてはダムの水量を考慮し発電効率を最大にするため、15MWから20MWへ変更された。コンサルティング・サービスについては、ダム建設の施行監理は自己資金にて行われ、実施機関の職員の海外研修は必要性が再検討された結果、実施が見送られた。

表1 アウトプット比較(計画/実績)

計 画	実 績
1. 導水施設：約 156km	1. 計画通り
2. 浄水施設： 曲江池浄水場拡張(60万～80万 m^3 /日) 浄水場新設(30万 m^3 /日)	2. 曲江池浄水場拡張はキャンセル、20万 m^3 /日拡張分は新規浄水場の処理能力変更で対応(30万～50万 m^3 /日)
3. 送配水施設：総延長 105,070m	3. 計画通り
4. 黒河ダム：総貯水量 2億 429万トン	4. 計画通り
5. 発電設備：最大出力 15MW	5. 最大出力：20MW
6. コンサルティング・サービス(ダム建設の施工監理、実施機関の職員の海外研修)：12M/M	6. キャンセル

図1 アウトプット概念図



2.2.2 期間

上水道施設部分の工期は、審査時計画の1993年8月～99年1月（66カ月）に対し、実績では93年8月～2001年12月（101カ月）と遅延し（計画比53%増）、黒河ダム部分も審査時計画の95年11月～01年1月（63カ月）に対し、実績では95年11月～04年5月（103カ月）と計画を大幅に上回った（計画比63%増）。

これは、ダムの地質に粘土質が多く含まれていたこと、土壌を入れ替える必要があったこと等から、ダム建設工期に遅延が生じ、ダム工期に合わせ工事開始・進捗が予定されていた浄水場、発電所建設の工期にも影響が及んだものである。さらに、発電所については売電先の電力会社と価格面等の調整に時間を要し、実際に運営を開始したのが04年5月となった。なお、ダム自体の運用は02年12月から開始されている。

2.2.3 事業費

総事業費は審査時計画216億1,200万円に対し、実績333億3,700万円と約54%増加した。これは、主に政策変更に伴う物価上昇（統制価格から市場価格へ移行）を反映し、審査時に事業費を見積もった積算基準を実際の価格が大幅に上回ったことによるものと考えられる。

2.3 有効性

2.3.1 水需要への対応

(1) 給水人口

本事業対象地域（西安市都市部6区）の給水人口は、審査当時の179万人（1992年）から約250万人（2003年）へと約40%増加しており、審査時計画の220万人を上回っている。

(2) 給水量

表2によれば、1日平均および最大給水量は95年以降、全体で大きな変化はなく、事業完成時に想定されていた審査時計画（1日平均143万 m^3 /日、最大172万 m^3 /日）を下回っている。これは、従来からの地下水利用を取り止めたこと（01年以降は本事業による浄水場からの給水のみ）¹および事業実施中に国家政策の変更により水の消費量が多い紡績業等が生産を縮小し、工業用水利用が予測より減少したことによるものである（西安市上水会社によると販売水量のうち、工業用水のシェアは95年の33.1%から03年の19.9%へと大きく減少）。しかしながら、後述のとおり（(4)参照）黒河導水システムからの供水量が増える見通しであることから、西安市内への給水量も今後増加する見込みである。

¹ 2004年の平均給水量80.0万 m^3 /日は審査時計画の地表水の平均給水量91.6万 m^3 /日に近い値となっている。

工業用水に代わって生活用水のシェアは大きく増加し、95年の32%から03年には41%へと増えおり、本事業は生活用水需要増に対応したことが認められる。受益者調査²の結果においても、以前から上水会社を利用していた家庭の過半数が事業実施後に水利用量が多くなったと回答している。また、事業完成前には給水制限があり、95年夏には水不足のため7日間断水となって西安市民約7万人に影響が及んだことがあったが、事業完成後はこうした給水制限は行われていない。

本事業についてみれば、新設浄水場と既設の曲水江浄水場の合計処理能力110万m³/日に対し、04年実績では最大102万m³/日であり、施設稼働率は約93%と高い。

表2 西安市上水会社の運用・効果指標

年		1995	1998 (導水管 完成)	1999 (送配水管 布設完成)	2000	2001 (浄水場 完成)	2002 (ダム 完成)	2003	2004
給水人口 ¹⁾		205.6	210.1	213.5	227.7	235.1	245.9	249.7	n.a.
給水普及率 ¹⁾ (%)		82.0	86.0	84.0	85.0	84.0	86.0	85.0	n.a.
平均給水量 ²⁾ (万 m ³ /日)	全体	74.0	83.7	81.2	78.4	77.1	77.8	78.8	80.0
	本事業	49.8	52.8	52.8	52.8	77.1	77.8	78.8	80.0
最大給水量 ²⁾ (万 m ³ /日)	全体	91.6	94.4	94.4	96.5	95.4	94.8	104.3	102.0
	本事業	55.8	57.0	58.2	58.2	95.4	94.8	104.3	102.0
施設利用率 ²⁾ (平均, %)	全体	71.2	80.5	78.1	75.4	74.1	50.5	51.2	51.9
	本事業	83.0	88.0	88.0	88.0	70.1	70.7	71.6	72.7
施設利用率 ²⁾ (最大, %)	全体	88.1	90.8	90.8	92.8	91.8	61.6	67.7	66.2
	本事業	93.0	95.0	97.0	97.0	86.8	86.2	94.8	92.7

出所：西安市上水会社

注 1)：2004年現在、西安市上水会社が運用を行っている西安市都市部6区（うち3区については農村部を含むので、それら農村部地域除く）の給水人口および普及率である。同6区について上水供給を行っているのは、西安市上水会社のみ。

注 2)：「全体」とは、西安市上水会社が所有する全ての浄水場（8カ所：本事業関連2カ所＋本事業外6カ所）の指標。「本事業」とは、新規建設の南郊浄水場と既存の曲水江浄水場合計の指標（曲水江浄水場への導水管が本事業に含まれるため）。

(3) 漏水率

漏水率は審査時計画が7.9%であったのに対し、近年は約13%前後で推移している。これは、本事業対象外の配水管の老朽化が主要因とみられている（なお、04年度L/A調印済の「陝西省水環境整備事業」には西安市の配水網整備が含まれているため、数値の改善が見込まれる）。

(4) 黒河導水システムからの用水供給量³

ダムは順調に湛水し、現地調査時の04年9月に貯水池はほぼ満水位に到達した。黒河導水システムからの上水供給可能量3億500万m³/年に対し、04年実績では2億

² 2004年9～10月にかけて、本事業対象地域の都市部6区の一般家庭の水利用者から各25人ずつサンプル数を均等割当てして無作為抽出した他、10件ほど組織（学校、病院、会社等）も無作為抽出し、本事業の効果やインパクト等についてインタビューを行ったもの。

³ 石頭河（Shitouhe）ダム（図1参照）を含む黒河沿いの地表水の大部分が本事業による導水施設を通じて利用されているため、黒河導水システム全体からの用水供給量を分析しているもの。

700万 m^3 / 年であったが、これは前述のとおり、工業用水利用が予測よりも減少したためである。また、灌漑用水については供給可能量1億2,300万 m^3 / 年に対し、03年実績では2,412万 m^3 / 年にとどまっており、これは計画されていた新規灌漑施設の未整備によるものである。

以上のように現在は施設利用に余裕があるが、西安市によれば、現在のところ市内の長安区浄水場（5万 m^3 / 日）、戸県浄水場（2.5万 m^3 / 日）は黒河導水システムを通じて運転を行っている他⁴、上水供給地区を拡大するための送配水管延長工事を実施中であり、今後用水利用がさらに増える見込みである。

中国国務院が認可した西安市のマスタープラン（95～10年）においては、10年までに西安市区内で自家用井戸の閉鎖を行うことや、郊外区の開発促進で都市用水が増加することが見込まれており、これらの一部は西安市上水会社の給水システムと一体化される。

2.3.2 地盤沈下の緩和

西安市によると、1984～95年には地盤沈下の最大値が80～100mm / 年であったのに対し、2003年実績では最大28.33mm / 年となり大幅に緩和した。これは本事業実施中、井戸による地下水利用の低下が進み（99年から調査時点までに422カ所の井戸が閉鎖）、本事業による上水供給が改善に寄与したものと考えられる。その他、00年の陝西省政府による井戸水利用制限政策（新規に配水管が整備された地域では井戸による地下水汲み上げを禁止）も改善に影響していると思われる。また、地盤沈下の緩和に伴い、95年以前は最大55mm / 年のひび割れが観測されたのに対し、95年以降は最大20mm / 年に減少した。

2.3.3 発電量

2004年5月に発電所が完成した後、04年6月から05年5月までの発電量実績は65,600MWh/年と審査時計画の年間発電量65,930MWh/年をほぼ達成し、順調に運転されている。

2.3.4 内部収益率の再計算

審査時の財務的内部収益率（Financial Internal Rate of Return: FIRR）は10.8%であった。本評価時点で将来的な利用増の予測を加味したうえで再計算したところ、9.6%となった。

（FIRR計算の前提）

プロジェクトライフ：投資開始から30年間

便益：本事業による水道料金収入、電力料金収入

⁴ 黒河導水システムは、2001年に長安区浄水場、2005年に戸県浄水場への給水を開始（両浄水場ともに西安市上水会社の管轄外）。

費用：本事業投資費用 + 関連事業投資費用（既存ダムリハビリ + 既存浄水場建設費用） + 運営・管理費用

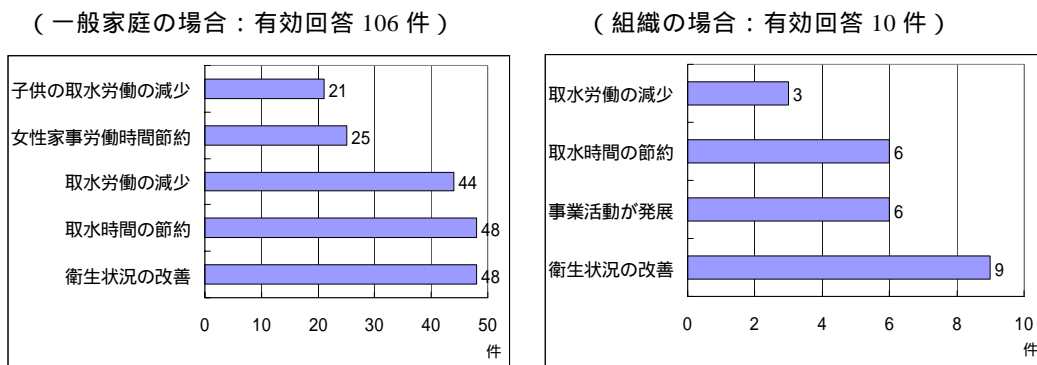
2.4 インパクト

2.4.1 衛生 / 生活水準の向上

本事業による新規浄水場の水質は、中国環境保護総局の基準値を満たしており、受益者調査によると、水圧や水質（味、匂い、色）の改善は回答者全体の約6割以上が認識している。これは地下水の利用が減少し、良質な地表水供給が増大したことによるものと考えられる（ただし、水系伝染病の改善等の具体的なケースは挙げられていない）。

受益者調査の結果によると、一般家庭では過半数の人（回答者106人中62人）がプラスのインパクトがあったと回答しており、うち約80%が「衛生の改善」や「水くみ時間の節約」を、うち約70%が「水くみ労働の減少」をそのインパクトとして挙げている（図2参照）。その他、回答者「安定した水供給により生活が安定して精神的に楽になった」といった声も聞かれた。組織（会社、病院、学校等）への受益者調査においても「衛生状況の改善」（10件中9件）や「水くみ時間の減少」（10件中6件）がインパクトとしてあげられた。

図2 受益者調査結果（複数選択式）



2.4.2 地域の経済発展への貢献

組織（会社、病院、学校等）に対する受益者調査においては、本事業が事業活動へ貢献したとの回答は10件中6件あった。また、西安市発展改革委員会からは本事業が観光業、商業、工業の事業活動の安定や外資投資拡大につながり、産業発展へのインパクトがみられたとの意見が聞かれた。実際、本事業完成前は給水制限期間が設けられ、製造業や観光サービス業の多くの企業が全面的あるいは部分的な生産（営業）停止を余儀なくされていたが、事業完成後はそのような事態が解消された。

また、1995年～2003年の中国のGDP年平均成長率は8.4%、西安市のGRDP年平均成長率は約13.5%であり、中国全体を上回る成長率であった。西安市における直接

投資額も95年の1億8,853万US\$から03年の2億5,557万US\$へと増加の一途をたどっている。

以上のことから、本事業は企業活動の活発化、ひいては地域の経済発展に貢献したといえる。

2.4.3 住民移転および環境へのインパクト

ダム建設に伴い、1,318人の住民移転が計画されていたが、実際は1,537人の住民が移転した。移転手続きは計画通りに、移転住民の同意を得て行われ、以前の住居より条件のよいところに移転した。移転先居住地先3カ所を視察し、移転住民数名にインタビューを行った範囲では、問題は見受けられなかった⁵。

ダムの自然環境への影響については、国家環境保護総局の検査のうえ、認定を受けている。植林等、通常ダム建設に伴う環境への悪影響を回避する措置はとられていることから、深刻な問題は確認されなかった。

2.5 持続性

2.5.1 実施機関

2.5.1.1 技術

浄水場については、本事業同様の浄水場の運営・管理に長年の経験があり、技術レベルに問題は見受けられない。ダムについては、職員に対して専門技術試験、人事考課を行って業務の質を確保している。研修は定期的に職員を学校へ派遣、あるいは外部講師を招聘した現場での講義等を逐次行っていることから、運営・管理技術の習得がなされていると判断される。

2.5.1.2 体制

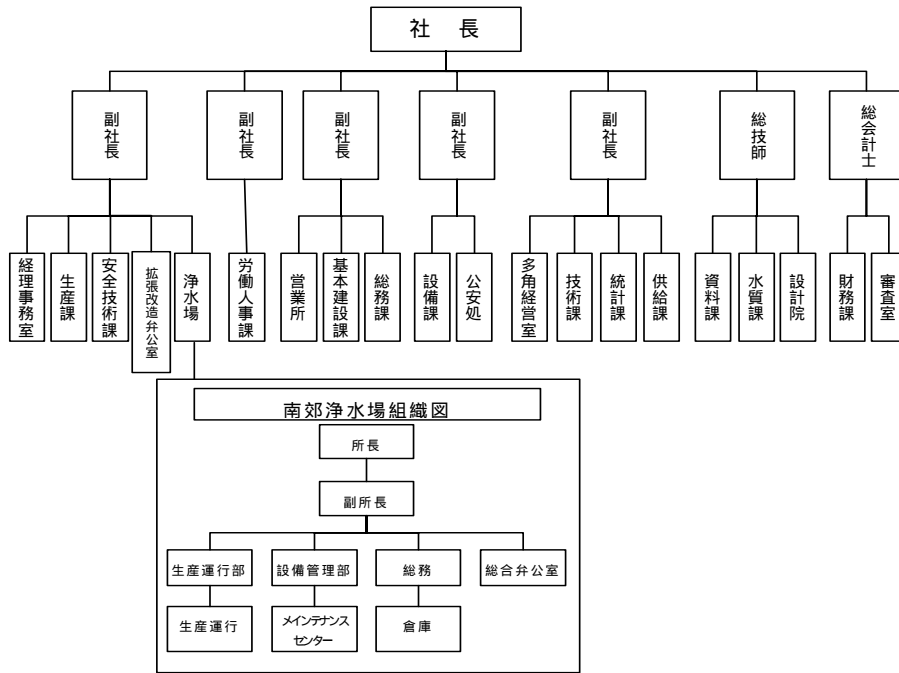
2004年現在、西安市内の水供給は西安市上水会社のみが行っている。同社は西安市市政管理委員会に所属し、独立採算制の国有会社である。職員数約2,700人と陝西省内の上水会社としては最大規模で組織図は図3のとおりである。04年現在、既存の曲江浄水場の職員数は246人である一方、本事業により新規に建設された南郊浄水場の職員数は87人（管理職19人、技術職12人、浄水処理担当56人）であるが、これは施設のオートメーション化の違いによるものであり⁶、施設の運営・管理を行ううえで特に支障はないと考えられる。

⁵ 移転地の電気・水等のインフラは整っており、受益者調査からは、農産物の収穫量向上等により収入が増えた、交通の便もよくなって学校も近くなったとの声が聞かれた。

⁶ 「中華人民共和国建設部年給水プロジェクト建設基準」（1994年9月）の基準からみると、30～50万m³/日の地表水源浄水場の施設の人員配置の基準は150～180人程度。ただし、新規の南郊浄水場は施設のオートメーション化水準が高く、曲江浄水場は1990年に建設されたため同水準が低いことを考慮すると、必ずしもこの基準に合致しなくともよいと考えられる。

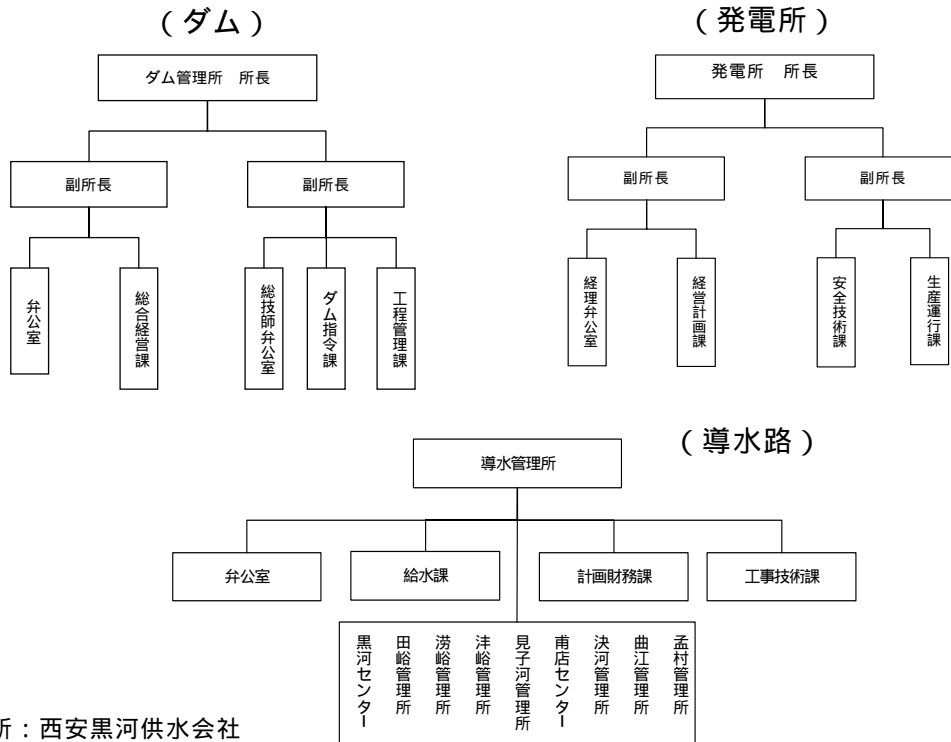
ダム、発電所、導水路部分の運営・管理については、西安黒河供水会社（以前の西安市黒河引水管理局）が担当しており、図4のとおり組織体制となっている。職員配置は、浄水場同様に人数が少ない傾向だが、浄水場と同様、技術水準（オートメーション化度）および管理水準が向上した現在においては、適正な水準といえる。

図3 西安市上水会社 組織図 (2004年9月)



出所：西安市上水会社

図4 西安黒河供水会社の本事業関連の組織図 (2004年9月)



出所：西安黒河供水会社

2.5.1.3 財務

表3および表4をみると、西安市上水供給会社の財務は、本事業完成後の2002年以降、上水販売収入増とともに純利益が赤字から黒字になっている。03年から法人税を支払っているために、02年の数値と比較して、売上高純利益率はやや下がっているが、総資本回転率は若干上がっており、施設利用が進んで利益を生み出していることが確認できる。現在さらに新規配水管網の整備を進めつつあることから、今後も顧客増による増収が見込まれている（図5参照）。また、02年以降、自己資本比率は50%以上を確保しており、安全性にも問題はみられない。

表3 西安市上水会社主要営業収支 (単位：万元)

項目	2001年	2002年	2003年	2004年
上水販売収入	21,758	30,597	36,421	41,146
上水販売費用	19,916	24,994	29,998	33,024
その他業務収入	98	244	706	1,369
管理・財務費用	2,650	4,800	5,719	7,459
営業利益	-710	1,059	1,191	1,162
税引前利益/損失	-668	1,046	1,139	1,324

出所：西安市上水会社

表4 西安市上水会社主要財務実績・指標 (単位：万元)

項目	2001年	2002年	2003年	2004年
財務実績				
総資本	110,057	136,617	148,164	153,093
流動資産	19,711	22,794	23,459	28,099
流動負債	16,753	19,917	21,797	20,966
資本	53,554	75,037	77,228	80,113
売上	21,857	30,823	36,827	42,739
純利益	-668	1,046	360	870
財務指標				
総資本利益率(%) /	-0.6%	0.8%	0.2%	0.6%
総資本回転率(回) /	0.20	0.23	0.25	0.28
売上高純利益率(%) /	-3.1%	3.4%	1.0%	2.0%
流動比率(%) /	117.7%	114.4%	107.6%	134.0%
自己資本比率(%) /	48.7%	54.9%	52.1%	52.3%

出所：西安市上水会社

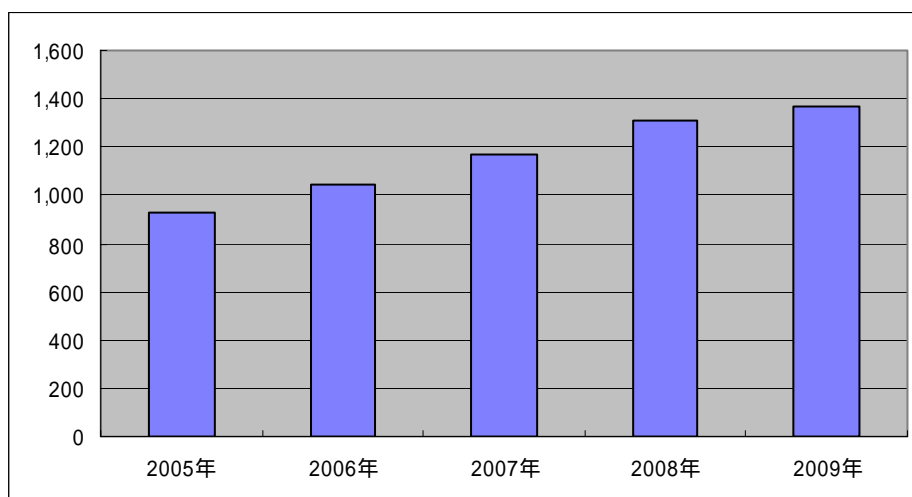


図 5 西安市上水会社純利益見込み (単位：万元)

出所：西安市上水会社

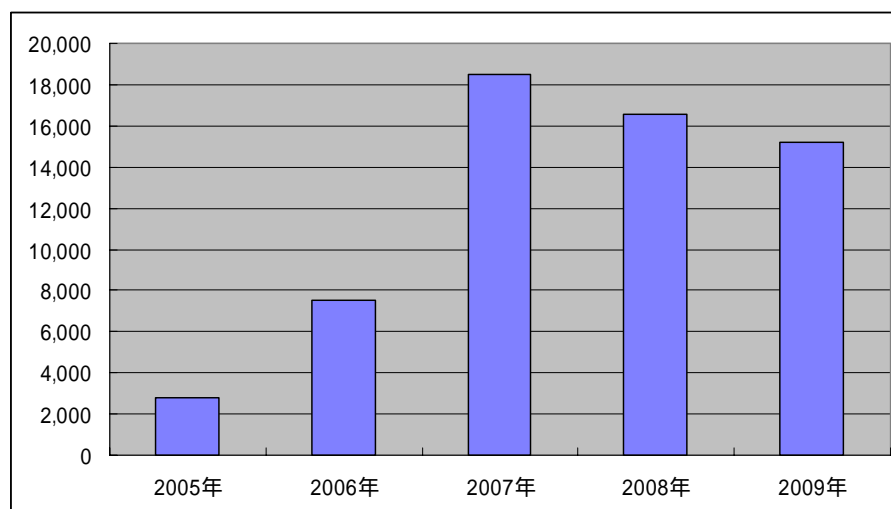
西安黒河供水会社については、前述のとおりダムの水利用が十分に進んでいない状況であることから 03 年実績で赤字となっているが、04 年実績では黒字に転じており、前述のとおり黒河導水システムからの供水量が増加する見通しであることから、今後はさらなる増収が見込まれている（表 5・図 6 参照）。

表 5 西安黒河供水会社主要営業収支 (単位：万元)

項目	2003年	2004年
(1)主要業務収入	10,463	11,153
(2)主要業務支出	5,575	5,065
(3)管理・財務費用	8,351	5,924
(4)営業利益	-3,464	164
(5)税引前利益/損失	-3,464	164

出所：西安黒河供水会社

図 6 西安黒河供水会社税引前利益見込み (単位：百万元)



出所：西安黒河供水会社

2.5.2 運営・管理

施設稼働は正常で、修理が必要な故障の報告はなく、運営・管理は適切に行われているとみなされる。

3 . フィードバック事項

3.1 教訓

なし

3.2 提言

なし

主要計画 / 実績比較

項 目	計 画	実 績
アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> ・ 導水施設：総延長約156km ・ 浄水施設：曲江池浄水場（既設）拡張（60万 80万m³/日）、浄水場新設（30万m³/日） ・ 送配水施設：総延長105,070m ・ 黒河ダム：総貯水量2億429万トン ・ 発電設備：最大出力15MW ・ コンサルティング・サービス（ダム建設中の施工監理、実施機関の職員の海外研修）：12M/M 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同左 ・ 曲江池浄水場（既設）拡張はキャンセル、20万m³/日拡張分は新設浄水場の処理能力変更で対応（30万 50万m³/日） ・ 計画通り ・ 計画通り ・ 最大出力：20MW ・ キャンセル
期間 1. 用地取得・住民移転補償 2. 黒河ダム (1)詳細設計 (2)ダム建設 (3)発電所建設 (4)コンサルティング・サービス 3. 導水施設建設 4. 浄水場拡張 5. 浄水場新設 6. 送配水管布設 事業完成	1987年 4月～1997年 9月 1992年10月～1994年 3月 1994年10月～2000年12月 1996年 7月～2000年12月 1996年 4月～1999年 9月 1987年 6月～1998年12月 1993年 7月～1996年12月 1996年 4月～1998年12月 1989年11月～1998年12月 (1) 上水道施設部分：1999年1月 (2) 黒河ダム部分：2001年1月	1990年 4月～2000年4月 1992年10月～1997年12月 1996年 1月～2002年12月 1999年 1月～2004年 5月 キャンセル 1987年 6月～1998年12月 キャンセル 1999年 6月～2001年12月 1989年11月～1999年12月 (1) 上水道施設部分：2001年12月 (2) 黒河ダム部分：2004年5月
事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	71億3,900万円 144億7,300万円 (12億3,700万円) 216億1,200万円 71億3,900万円 1元 = 11.7円 (1995年10月)	71億3,800万円 261億9,900万円 (20億800万円) 333億3,700万円 71億3,800万円 1元 = 13.05 円 (1994年～1999年平均)