

中華人民共和国

陝西省水環境整備事業（陝西省）

アイ・シー・ネット株式会社 青木 憲代

0. 要旨

本事業は、陝西省 13 地方都市において、上水道設備を整備することにより、安全性の高い水の安定的供給を図り、生活環境の改善に寄与することを目的としている。

本事業は、中国の開発政策や日本の援助政策における重点分野と整合しており、開発ニーズも高いことから、事業の妥当性は高い。給水人口、水道普及率、漏水率などの主要な運用効果指標の計画値をほぼ達成しており、本評価調査で行った受益者調査でも水供給の改善への認知度も高いことが確認されたことから、事業の有効性は高い。本事業の事業期間は時間を要しているものの、事業費は計画内に収まっており、効率性は中程度である。運営・維持管理の体制や技術力の維持に問題がなく、一部の浄水場の財務の課題は改善の方向性に向かっていることから、本事業によって発現した効果の持続性は高いといえる。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



案件位置図



銅川市浄水場のろ過池

1.1 事業の背景

中国では1990年以降、人口増加と都市化、工業化が急速に進行し、生活用水、工業用水など水需要の急増によって、多くの地方都市では水不足が進んだ。そのため経済が停滞するだけでなく、一部地域では地下水の過剰汲み上げによって地盤沈下が発生するなど、深刻な被害がもたらされた。老朽化した管路網の中に汚水が入り水源が汚染され、安全な飲用水を確保できない地域も出てきたため、管路網の補修や新たな浄水施設の拡張が求められた。

中国西北部に位置する陝西省は、政府による西部大開発¹と都市化政策の実施に伴って急速な発展を遂げていたが、特に地方都市において基盤インフラの整備が遅れており、水供給の必要性が高まっていた。

1.2 事業概要

本事業は、陝西省 13 地方都市において、上水道設備を整備することにより、安全性の高い水の安定的供給を図り、もって生活環境の改善に寄与することを目的としている。

円借款承諾額／実行額	7,700 百万円／7,699 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2005 年 3 月 29 日／2005 年 3 月 30 日
借款契約条件	・ 金利: 1.5% 、研修のみ 0.75% ・ 返済: 30 年（うち据置 10 年）、研修のみ返済: 40 年（うち据置 10 年） ・ 条件: 一般アンタイド
借入人／実施機関	中華人民共和国政府／陝西省人民政府
貸付完了	2010 年 7 月 26 日
本体契約 （契約額 10 億円以上）	China National Chemical Construction Corporation（中国） / China Henan International Cooperation Group.Co.,Ltd.（中国） / Sinohydro Engineering Bureau 15 Co.,Ltd（中国）
コンサルタント契約	なし
関連調査	F/S, Shaanxi Survey & Design Institute of Water Conservancy and Hydropower（陝西水利電力勘測設計研究院） 2003 年 6 月
関連事業	陝西省水環境整備事業（西安市）

¹ 中国において東部沿海地域の経済発展から取り残された内陸西部地域を開発するための計画。陝西省は、その基点となる重要な省とされた。2000 年 3 月全国人民代表大会で決定された。

本事業は 13 地方都市のサブプロジェクトにより構成されているため、サブプロジェクトの略称で記載する。各サブプロジェクトの報告書中の略称と事業概要は以下の通り。

表 1 サブプロジェクト事業概要

	所在市	サブプロジェクト略称 ²	事業概要			
			計画時給水能力 (万 m ³ /d)	導・配水管敷設	水源	浄・配水場 ³ 建設
1	咸陽市	咸陽市	34.50	導水管	地表水	浄水場×1
2	銅川市	銅川市	4.00	配水管	地表水	浄水場×1
3	榆林市	榆林市	5.00	導水管 配水管	地表水	浄水場×1
4	西安市	藍田県	2.00	導水管 配水管	地表水	浄水場×1
5	宝鶏市	鳳翔県	1.50	導水管 配水管	地表水	浄水場×1
6	宝鶏市	隴県	1.00	導水管 配水管	地表水	配水場×1
7	宝鶏市	陳倉区 (宝鶏県)	2.95	導水管 配水管	地下水	配水場×2
8	宝鶏市	扶風県	2.35	導水管 配水管	地下水	浄水場×1 配水場×3
9	宝鶏市	千陽県	1.00	導水管 配水管	地下水	配水場×1
10	渭南市	華県	1.90	導水管 配水管	地下水	配水場×2
11	渭南市	合陽県	2.00	配水管	地下水	配水場×1
12	渭南市	富平県	3.00	配水管	地下水	配水場×1
13	渭南市	白水県	1.30	導水管 配水管	地下水	配水場×2

² 宝鶏県サブプロジェクトは、事後評価時に陳倉区サブプロジェクトと改称された。

³ 浄水場は、貯水池や河川などの表流水などを浄化・消毒し、水道へ供給するための施設であるが、ここでの配水場は、地下水を直接汲み上げ、消毒したのち、水道へ供給するための施設を指す。

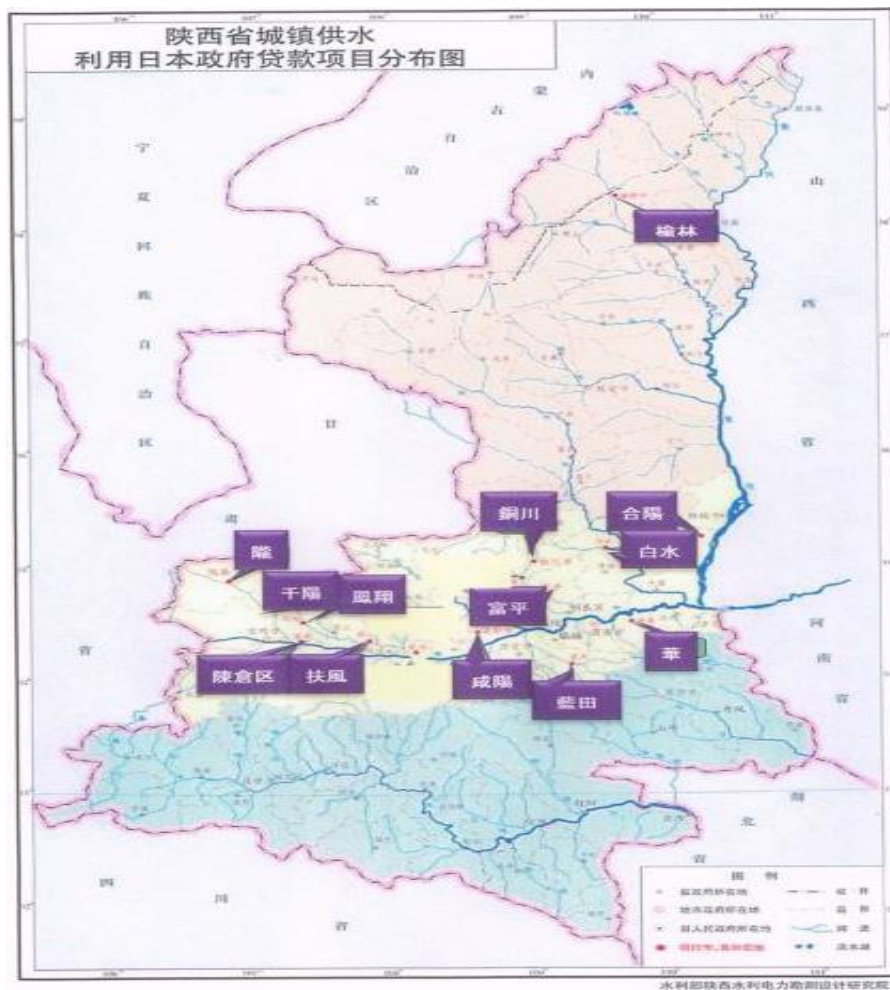


図1 サブプロジェクトの13地方都市の分布図

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

青木 憲代 アイ・シー・ネット株式会社

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2012年8月～2014年1月

現地調査：2013年2月24日～4月4日、2013年5月28日～6月8日

3. 評価結果（レーティング：A⁴）

3.1 妥当性（レーティング：③⁵）

3.1.1 開発政策との整合性

3.1.1.1 審査時の開発政策

(1)第 10 次国家 5 カ年計画（2001～2005 年）

中国政府は第 9 次国家 5 カ年計画以降、地方都市上水インフラ整備を重点課題として位置づけており、第 10 次国家 5 カ年計画においても、水不足が深刻な大規模・中規模都市の水資源確保と並んで、地方都市上水道インフラ整備を重点課題として位置づけた。具体的には、地方都市において、水道設備の新設あるいは 1950 年代から 70 年代の設備の更新を通じて、給水能力の強化、安全な飲用水の確保、漏水率の減少による水資源の節約などを達成するとした。

(2)第 10 次陝西省 5 カ年計画（2001～2005 年）

陝西省政府は、第 10 次陝西省 5 カ年計画、第 10 次陝西省水資源開発利用 5 カ年計画を打ち出し、2010 年の水需要に対応できる水資源開発と水供給設備の整備を行い、同省で現在飲用水の確保が困難な 200 万人に対し、安全な水を提供するとした。

3.1.1.2 事後評価時の開発政策

(1)第 12 次国家 5 カ年計画（2011～2015 年）

第 12 次国家 5 カ年計画においても、地方インフラ整備を進めて供給能力を強化し、年供給能力を 400 億 m³に増加させ、安全な水供給を図るとしている。老朽化した設備や管路網を更新して漏水率を減少させ、節水型社会⁶の創設により水資源の有効利用を促進するとしている。

(2)第 12 次陝西省 5 カ年計画（2011～2015 年）

陝西省政府は第 12 次陝西省 5 カ年計画、第 12 次陝西省水資源開発利用 5 カ年計画において、都市部の給水施設の改修事業と拡張事業によって、効果的な給水能力の向上を図るとともに、大規模・中規模都市や新しく建設された開発区（新区）の給水事業を強化し、水消費の多い業界の節水や廃水の資源化を徹底するとしている。具体的には、第 11 次陝西省 5 カ年計画（2006～2010 年）で強化された節水型社会の創設に向けて、引き続き節水を促進して地域の給水事情に合わせた水道料金制を導入し、地域や業界の分野により料金制を差別化することなどが掲げられた。また第 12 次陝西省環境保全産業発展 5 カ年計画では、2015 年までに工

⁴ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」。

⁵ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」。

⁶ 節水型社会とは、節水意識の啓発、節水型家庭用品の普及、水道の漏水対策、工業用水の回収率の向上などを推進し、限りある水資源を節約していく社会のこと。

業用水量を 2011 年比で 20%減少させ、工業用水リサイクル率を 70%以上にすると設定している。第 12 次陝西省水資源開発利用 5 ヶ年計画によれば、給水インフラの開発のため、新しい水源の開発（主にダム）、下水道整備による水の再利用の推進を計画している。

以上のことから本事業は、国家、陝西省レベルの開発計画の中でも重点分野とされる水供給の改善を目的としたものであり、審査時、事後評価時ともに開発政策との整合性は高い。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

西部大開発と都市化政策により陝西省の地方都市は急速に発展していたが、需要に対して供給が低く、乾期においては水不足が顕著となっていた。特に地方都市の水不足は乾期に深刻で、浅い地下水を水源とする場合、水質が劣る水を飲用水に使っていた。

既存の上水道設備のほとんどは 1970 年代に建設されたもので、老朽化による水質低下や漏水⁷が著しく、早急な対処が課題となっていた。

事後評価時においても、政府は、西部大開発の拠点として陝西省地方都市を發展させるため、年間を通じた量質ともに安定した水供給の強化を進めている。水資源に限られる陝西省において安定的な水供給を確保するため、陝西省政府では給水インフラの整備と節水政策を進めている。各種の節水政策により、工業用水、生活用水における節水⁸が進み、水需要の伸びも、本事業計画時と比べると低いものとなっている。表 1 は陝西省の水需要の変遷と供給実績を比較したものである。

表 2 陝西省の水需要・供給と水道普及率の変化

	2005 年 需要予測	2005 年 供給実績	2010 年 需要予測	2010 年 供給実績
水需要予測・供給実績 (億 m ³ /年)	87.4	78.7	144.4	83.3
農業用水 ⁹	60.6	53.8	86.7	57.4
工業用水	14.5	13.8	38.7	11.7
生活用水	12.3	11.1	19.0	14.2
水道普及率：(%)				
都市部	85	90	95	92
農村部	60	45	75	65

（出所）審査時資料、陝西省水資源公告より引用。

注）事後評価時の質問票回答から得られた需要予測では、2015年100.35億 m³/年、2020年113.98億 m³/年となっている。

水需要全体の傾向は事業計画時から変化しているが、依然として供給能力を上回る需要があり、水供給インフラ整備のニーズそのものには大きな変化はない。

⁷ 漏水率の定義は、管網の漏水率すなわち物理的漏水率。

⁸ 陝西省水資源管理条例に基づき、陝西省業界別水利用容量が「陝西省工業用水定額に関する通知 2004 年 4 月」「陝西省用水節約方法 2003 年 9 月」により詳細に決められている。

⁹ 本給水事業は、工業用水と生活用水を対象としている。

本事業の計画は、これらのニーズに応えるためのものであり、供給側と需要側の両方の観点から、本事業実施のニーズが確認された。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

日本の対中国経済協力計画、JICA（旧 JBIC）の海外経済協力業務実施方針や 2004 年度国別業務実施方針は、「環境保全」に重点を置いていた。

この国別業務実施方針では、水質悪化や設備老朽化に伴う水不足が深刻化する状況において、安全な飲用水を確保して公衆衛生の観点から感染症対策にも役立つ上水道事業を促進し、そのための人材育成などを支援するとした。

以上より、本事業は中国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 有効性¹⁰（レーティング：③）

本事業の目的は、上水道設備を整備することにより、安全性の高い水の安定的供給を図ることであり、達成度を測る主な指標として、表 2 に示すような運用効果指標を設定した。

3.2.1 定量的効果

3.2.1.1 運用効果指標

本事業によって整備された給水設備の主要な運用効果状況は表 2 のとおり。各浄・配水場の詳細な運用効果指標の実績については、別添 1 を参照のこと。

事後評価時、本事業対象地における給水人口は、計画比で 84.3%であり、後述する通り、水質の改善が図られ、24 時間給水が実現されている。その他の指標についても計画比で水道普及率 98.9%、漏水率 91.9%、無収水率 94.8%を達成しており、安定的供給が図られていると判断する。給水量については、陝西省の水需要について事業計画時と比較して変化が生じており、特に給水人口の伸びの停滞や、生活用水、工業用水とも節水対策が進み、水需要自体の伸びが当初想定より低くなっているが、上述の状況から需要に対し、「安全性の高い水の安定供給」は達成されていると判断できることから有効性は高いと評価できる。通常給水事業の評価では給水量の伸びを重要な指標として位置づけているが、水資源の限られた陝西省において、節水等が進んだことにより、結果水需要が低く推移していること自体は、将来的な資源の持続性の観点から、望ましいことであり、またクリーナープロダクション¹¹と生態環境保護を進める陝西省の環境保護政策とも合致している。

¹⁰ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

¹¹ クリーナープロダクションとは、低環境負荷型の生産システムの構築を目指すことの総称。中国では 2003 年 1 月に、クリーナープロダクション促進法が施行された。

表3 運用効果指標

指標名	基準値 2003 年	目標値 2012年 ¹²	実績値 2012 年	計画比
施設供給容量 (万 m ³ /日)	不明	62.50	62.50	100%
給水人口 (人)	805,727	1,727,122	1,455,580	84.3%
給水量 ①日最大 (m ³ /日) ②日平均	208,600 161,100	830,400 684,540	372,697 305,010	44.9% 44.6%
施設 利用率 ①日最大 (%/日) ②日平均 ¹³	100 77	100 82	64.3 52.6	64.3% 64.1%
水道普及率 (%)	44	92	91	98.9%
一人当 り ¹⁴ 給水量 (m ³ /日) ①日最大 ②日平均	0.259 0.200	0.481 0.395	0.256 0.210	53.2% 53.2%
漏水率 (%) ¹⁵	15	8	8.7	91.9%
無収水率 (%) ¹⁶	19	11	11.6	94.8%

(出所) 陝西省水利庁の質問票回答。

各指標について、サブプロジェクトの傾向は以下のとおり。

(1)給水人口

給水人口は、目標値の 84.5%に達している。各都市で計画達成状況に違いがみられる。達成状況が良好なのは、鳳翔県、隴県、扶風県、千陽県、富平県、合陽県、白水県である。給水人口の達成率が低い都市は咸陽市、銅川市、榆林市、陳倉区、華県などである。理由は以下のとおりである。

- 銅川市、榆林市、華県は、開発区（新区）を対象としているが、開発区の人口は計画時想定ほど伸びていないためである。ただし、浄・配水場への聞き取り調査によれば、年ごとに給水人口は増加しており、開発区や都市部の人口増加は進んでいる。

- 陳倉区の場合は、自動車製造工場と工場従業員団地の建設が計画されていたが、他の県に建設したためである¹⁷。

- 咸陽市は、本事業外の配水管網整備の遅れのためである。

(2)給水量や設備利用率

各都市の給水設備の給水能力はほぼ計画どおりの能力が維持されているが、実

¹² 事業の完成3年後。

¹³ 総給水量÷総容量×100。

¹⁴ 一人あたり給水量には、生活用水量のみならず、工業用水量も含まれている。

¹⁵ 物理的漏水量÷総給水量×100。

¹⁶ 無収水量÷総給水量×100。

¹⁷ 陝西省水利庁の質問票回答と浄・配水場への聞き取り調査結果。

績は計画比の約 5 割前後にとどまる。給水量が計画より少ない理由は、上述した節水政策の促進と供給人口の減少による需要量の伸びの低さが大きな要因と考えられる。

事業対象の各都市は節水型社会モデル都市に指定されており、コミュニティ、学校、産業の各レベルで節水を進め、世帯レベルでも節水器具、節水便座の利用、入浴時の節水等、水の再利用が励行されている。これらの取組みの結果、住民の生活習慣の変化を通じて、生活用水の抑制が進んだ。

実際に、一人当たりの給水量の 2012 年目標値と実績値を比較すると、事業計画時に算出された給水量は $0.395 \text{ m}^3/\text{日}$ 平均だが、実際には $0.21 \text{ m}^3/\text{日}$ 平均となっている。このことは本事後評価で実施した受益者調査でも裏付けられており、節水行動の有無について、回答者の 8 割近くが節水を意識して実施していることを認めている。

工業用水についても節水が進められている。陝西省水利庁関係者の情報によれば、陝西省政府が設定した拘束性の高い節水基準の厳格な適用が進み節水基準に適合しない技術や設備の淘汰が進められた結果、産業活動あたりの水需要が抑制されていることが確認された。各分野の節水量に関わる詳細なデータは得られなかったものの、陝西省節水推進室によれば、工業分野では、2009 年には工業付加価値 1 万元あたりの水使用量は 52 m^3 まで低下しており、全国基準値の 163 m^3 の 1/3 以下に達している。

(3)漏水率、無収水率

漏水率、無収水率の改善の理由としては、配管網整備が挙げられる。本事業のみならず、省、市、県の予算による配水管網整備事業も同時に実施されているため、本事業のみの効果ではないものの、一定の効果をあげたと判断できる。

3.2.1.2 水道水質

現地調査時に各浄水場で水質検査の状況を確認したところ、対象 13 か所の処理水はいずれも 2007 年 7 月より実施された国家生活飲用水衛生基準をクリアしており、水質面の問題はないことが確認された。運営・維持管理機関への聞き取り調査によれば、千陽県、咸陽市など一部都市では以前は自家井戸（浅井戸）を使用していたため水質に問題があったが、水道水供給開始により、大幅に改善された。そのほか藍田県では、事業前、農業用水を水源としていたが、秦嶺山脈からの水源に転換したことにより、水質が顕著に改善されたことが報告されている。

水質管理の強化の観点からは、本事業により、各浄・配水場はいずれも 21 項目を測定できる水質実験室が整備された。水質検査の頻度と項目を増やし、水質のモニタリング体制が強化された。各浄・配水場のみならず、各市衛生局がモニタリング水質検査を定期的に行っている。各浄・配水場では、測定可能な項目につ

いて処理前後の水質検査を行い、県と市へ四半期 1 回に報告している。市衛生局は給水地域の任意の地点で抜き打ち検査を行っている。

参考として、鳳翔県上水場の水質検査結果のサンプルの一部を以下に記す。

表4 鳳翔県浄水場処理後における水質基準と処理水の実績水質水¹⁸

代表的項目のみ	国家基準	処理後水質
pH 値	6.5-8.5	8.14
濁度 (NTU)	≤1	0.88
色度 (度)	≤15	2
肉眼可視物	なし	なし
総硬度 (mg/l)	≤450	232.4
鉄 (mg/l)	≤0.3	<0.05
銅 (mg/l)	≤1.0	<0.02
亜鉛 (mg/l)	≤1.0	<0.02
マンガン (mg/l)	≤0.1	<0.02
塩化物 (mg/l)	≤250	12.45
鉛 (mg/l)	≤0.01	<0.0005
硝酸塩 (mg/l)	≤20	0.48
化学的酸素消費 (mg/l)	≤3	1.62

(出所) 陝西省城市供水水質観測宝鶏モニタリングステーション検査結果、
陝西省水利庁から入手。

注) 2012年12月12日採取の処理水、代表的項目のみ。

3.2.1.3 安定的供給

各浄・配水場関係者への聞き取り結果と受益者調査結果によれば、管路網整備と浄・配水場建設により水圧と水量の観点から安定した給水が確保されるようになった。ピーク時の水圧不足や断水が改善され、24 時間給水が確保されるようになった。

3.2.2 定性的効果

本事業では、水供給インフラを整備することで、安定した水の供給の効果も期待されていた。これらの効果を確認するために、住民を対象とした質問票調査を実施した。以下にその回答結果をまとめる。

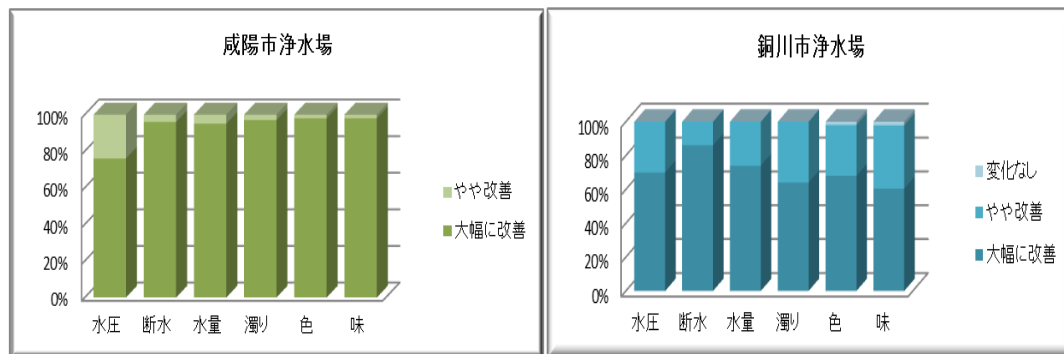
3.2.2.1 水圧や水量や水質の改善

受益者調査¹⁹は、対象都市から咸陽市、銅川市を選定、咸陽市住民 100 サンプル、咸陽市事業所 10 サンプル、銅川市住民 50 サンプルに対して実施された。

¹⁸ 事業前の鳳翔県浄水場処理水のデータは得られなかったが、事業後も地下水源であるため、鳳翔県浄水場の場合は、基本的に水質に大きな変化はないが、水質検査自体は強化されたと鳳翔県浄水場関係者から回答を得た。

¹⁹ 調査方式は、住民と企業ともに訪問形式を取った。住民対象の調査回答者は、性別で男性 58%、女性 42%であった。年齢別では、20～29 歳が 10.7%、30～39 歳が 22.0%、40～49 歳が 29.4%、50～59 歳が 22.6%、60 歳以上が 15.3%を占めた。調査対象者の現地平均居住期間は 6.4 年。咸陽の事業所に対する調査は、雇用者数が 300 人から 1500 人までの事業所を対象とした。紡績機械工場、咸陽市第一人民医院、藍馬啤酒有限公司など 10 社である。

水圧や水量、水質については、事業実施以前と比較して、改善を認める回答が大半を占めている。特に以前は地下水中心の給水だった咸陽市では、濁度、色、味の点で大幅に改善された。銅川市の一部住民からは、以前の居住地の旧市街²⁰と比較して、水圧や水量、水質が改善されたという回答が得られた。



(出所) 受益者調査結果。

図2 水圧や水量や水質の改善

表5 各浄・配水場の給水状況に関わる聞き取り結果の概要²¹

	水源	浄・配水場建設	聞き取り結果概要
咸陽市	地表水	浄水場×1	地下水利用と配水管網の整備の遅れのため水量不足により断水が頻繁に生じていたが、改善された。
銅川市	地表水	浄水場×1	水量、水圧の両方が改善された。
榆林市	地表水	浄水場×1	水圧、水量不足、断水が改善された。
藍田県	地表水	浄水場×1	農業用水の下流を水源としていたため、水質は劣っていた。また、夏のピーク時には、午後に断水するなどの問題が起こっていたが、事後評価時には24時間給水となり、水質と水圧も改善した。
鳳翔県	地表水	浄水場×1	水質の改善が見られるとともに、水量も増えた。
隴県	地表水	配水場×1	夜間断水と水圧の面で問題があったが、改善された。
陳倉区	地下水	配水場×2	ピーク時の水量不足が改善された。
扶風県	地下水	浄水場×1 配水場×3	水圧、水量ともに改善された。老朽化した配水管網が改善され、安定した供給が可能となった。
千陽県	地下水	配水場×1	計画時には断水が生じ、計画給水をしていた。以前の水道普及率は60%で、多くの世帯が自家井戸を使用していた。事後評価時には、水道普及率が98%となり、水量、水質ともに改善された。
華県	地下水	配水場×2	計画時には夜間給水停止の状態であったが、事後評価時は24時間給水が可能となった。
合陽県	地下水	配水場×1	水量と水質ともに改善した。
富平県	地下水	配水場×1	水量不足が大幅に改善した。
白水県	地下水	配水場×2	計画時水圧・水量不足のため、断水が生じ、古い配管が度々破裂するなどの問題があったが、事後評価時にはこれらの状況が改善された。

(出所) 浄・配水場関係者への聞き取り結果。

²⁰ 旧市街の給水の水源は、貯水池を水源とする表流水である。本事業の浄水場の水源とは異なる。

²¹ 現地調査時各浄・配水場への聞き取りによる結果。

3.2.2.2 効率化の促進

咸陽市、藍田県、鳳翔県、銅川市、榆林市の浄水場では、自動化システムと情報管理システムが整備されて浄水管理の効率化が図られ、人件費の削減などによりコスト低減につながった²²。

3.2.2.3 本邦研修の効果

本事業では、実施各機関関係者と浄・配水場関係者の能力強化のため、京都府（地方自治体）との連携により本邦研修が実施された。現地での聞き取り調査から、研修の参加者がその成果を生かして、表 5 のような具体的な取組みにつながっていることが確認できた。陝西省水利庁の意思決定に関わる職員、各県・市レベルの水利局職員、浄・配水場の運営維持管理の責任者と技術者が共に参加し、本邦研修で学んだことがすぐに実践に活かされた。課題点を共有する意識を持ったことが、研修員の帰国直後の実践につながった。

表 6 研修で学んだ取組みの実践とその効果

取組みの種類	具体的な内容	取組みによる具体的な効果
水質管理	・活性炭や無煙炭を使用（銅川市、榆林市） ・水質検査の厳格な実施（合陽県、榆林市、陳倉区）	・水質向上（味や臭いの除去） ・水質検査に関わる人員の研修強化、人員の採用
事業運営	・浄水場システムの自動化（藍田県） ・使用量メーターの世帯外設置（扶風県）	・人員の削減 ・料金徴収率の向上、料金徴収の効率化
水源管理	・水源に屋根を設置（合陽県） ・緊急水源池の整備（銅川市）	・水源の保護 ・非常時の水源確保
管路対策	・管路網の漏水対策（富平県、合陽県） ・円型铸铁管の取り付け方法の取得（扶風県）	・漏水率の減少 ・施工期間の短縮化
運営・維持管理	・浄水場の処理施設に建屋を設置（銅川市、榆林市）	・節電効果、自動化設備の故障の軽減、黄砂に関わる清掃などの人件費削減

本邦研修により今後課題として改善されなければならない点も明確になった。研修を受けた職員への聞き取り結果では、水処理技術の自動化による人員削減、料金徴収システムの効率化、管材の質的改善が今後の課題とされた。

以上のことから、本事業により、給水人口が拡大し、水量、水質は改善され、24 時間給水の安定的供給が可能となっており、管路網整備による漏水率・無収水率の改善により、給水サービス全体が改善しており、総合的に判断して有効性は

²² 浄・配水場への聞き取り調査結果。

高いと評価する。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

3.3.1.1 生活環境の改善

表6と表7が示すとおり、咸陽市と銅川市では、洗濯や清掃の回数が増え、世帯内の衛生状況が改善された。銅川市では、水の汲み置きをしなくてもよくなったと74%が回答している。咸陽市と銅川市のいずれの都市でも、水因性疾病の変化については横ばい状態であり、特に変化が見られなかった。

表7 咸陽市における水供給の改善による変化

	(複数回答可)
洗濯の回数が増えた。	83%
世帯内の衛生状況が改善した。	45%

(出所) 受益者調査結果。

表8 銅川市における水供給の改善による変化

	(複数回答可)
水の汲み置きをしなくてもよくなった。	74%
水汲み時間が減った。	56%
洗濯の回数が増えた。	62%
掃除の回数が増えた。	64%
世帯内の衛生状況が改善した。	50%

(出所) 受益者調査結果。

銅川市の住民に対しては、水汲み時間が減ったため、その時間をどのような活動に使用するようになったか質問（複数回答）を行った。これに、仕事を一層するようになった（41%）、休息をとるようになった（62%）、家族の世話をするようになった（41%）、その他の家事をするようになった（51%）としている。

3.3.1.2 生産活動への寄与、投資環境改善への貢献

咸陽市で行われた事業所調査では、給水事情の改善により、表8のような結果が得られている。咸陽市の場合、断水時間が長く、水を多量に使用しない部門の製造業においても、生産に影響がでていた。

表9 給水事情の改善による変化（事業所回答）

	(複数回答可)
生産量が増加した。	100%
稼働時間が増加した。	80%
収益が拡大した。	20%
安定した生産活動が可能となった。	20%
同地域での投資が増大した。	10%

(出所) 受益者調査結果。

給水事情の改善による投資環境への影響について、定量的に裏付けられるような投資件数や投資総額のデータは得られていない。実施期間中、各部門で節水基

準が厳しくなり、水を多用するような生産部門は投資が不可能となったものの、陝西省統計年鑑と陝西省工業発展情況によれば、金属加工、工作機械、自動車組み立て、原油加工などの水使用の少ない製造業には、24 時間給水により投資を促進する要因となっていることが確認されている。特に政府水利担当者への聞き取りによれば、天然ガス、石油などの資源をもつ銅川市や榆林市においては、開発区を対象に都市上水道が整備されたことは、企業投資の促進要因の 1 つとなっているとの回答を得た。

3.3.2 その他、正負のインパクト

3.3.2.1 自然環境へのインパクト

環境影響評価報告書により²³、浄・配水場の騒音処理過程を経た騒音が、国家基準に適合するように求められた。計画時に騒音防止の基準を満たすように設計されたが事後評価時にも、浄・配水場による騒音は国家基準に適合していた²⁴。

工事中の環境モニタリングが義務付けられていた。工事現場や取水口設置付近の水質汚濁、工事により発生する土埃、工事車両のエネルギー燃焼などによる空気の汚染、工事に関わる騒音について、指定された場所、頻度、方法でモニタリングが行われた。問題がある場合は必要な措置が取られた²⁵。取られた具体的な措置の例としては、取水施設の工事の際には、シートパイルによる仮締め切りと水替え工事が行われ、水質汚濁の防止がなされた²⁶。

また、供用後の環境モニタリングについては、観測者、観測個所、観測項目・頻度などに関して環境保護部門が決めており、地下水位に関しては、各県水利局や自来水会社がモニタリングを実施し、結果は年に 1 回、各県水利局から陝西省水利庁へ報告されている。これまでの環境モニタリング報告によれば、本事業による地盤沈下などの負の影響は生じていない。地下水を使用する配水場は、地下水層が 850m（富平県、合陽県）、355m（華県）、200m（扶風県）と深いため、現時点では揚水に関わる影響は報告されていない。正の影響として、一部浄水場で地下水水源を表流水としたことにより、地盤亀裂の進行が軽減された（咸陽市）²⁷。

浄水場の排泥後の汚泥処理方法は、天日乾燥してごみ処理場や埋め立て処理場へ搬送する浄水場（藍田県、咸陽市）と、下水管を通して下水処理場で処理する浄水場（榆林市、銅川市）の 2 種類がある。環境に対しての負荷が最小限となるような策が採られている。

²³ 審査時資料。

²⁴ 浄・配水場関係者からの聞き取りによる。

²⁵ 陝西省水利庁関係者への聞き取り。

²⁶ 浄・配水場関係者からの聞き取りによる。

²⁷ 陝西省水利庁関係者からの情報。

3.3.2.2 住民移転・用地取得

国務院の「大・中規模水利及び水力発電建設プロジェクトの土地収用補償と移転住民の再定住に関する条例²⁸⁾」に従い、各地方政府の国土資源局²⁹⁾が本サブプロジェクトの用地取得を行い、特段の問題は発生せず、係争などはなかった。取得用地の面積は196ha、取得に要した価格は2724万元³⁰⁾であり、住民移転は発生していない。計画時に約35ha 必要とされていたが、実際には、用地取得は、計画より広く取得されている³¹⁾。咸陽市浄水場の場合、計画は10.8ha であったが、92.264ha 取得している。

3.3.2.3 工事による周辺住民への影響

本事業は、都市給水の浄・配水場ではあるものの、浄・配水場は農村部に所在し、敷地周辺は一般耕作地で、周辺に住民が住んでいないため、周辺住民への影響はなかった。工事中に浄・配水場関係者によりモニタリングが実施されたが、特に工事中、周辺地域に対する影響はなかった³²⁾。

以上より、給水事情は改善し、給水人口、水道普及率、漏水率などの指標も達成しており、本邦研修の良好な効果も確認された。受益者調査の結果からも生活環境の改善や企業の生産活動への正のインパクトも認められることから、本事業の実施により計画どおりの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高いと判断できる。

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1 アウトプット

施設設備については、計画どおり実施された。本邦研修については、計画より 3 コース増やして行われた。地方都市の人材育成のニーズがあり、予算上もその実施が可能であったために研修コースの増加が可能となった。

(1)施設・設備

本事業により整備・提供されたアウトプット（計画と実績）を表 9 に示す。計画どおり施設が整備・提供された。

²⁸⁾ 大中型水利水電工程建設征地補償和移民安置条例。

²⁹⁾ 事後評価時には土地資源局。

³⁰⁾ 各浄・配水場による情報を元に算出した。

³¹⁾ これらの用地取得には将来的に拡張する給水設備用地も想定して取得されている。本事業用地と将来的に使用する用地の面積を分けた情報は得られなかった。

³²⁾ 浄水場関係者による情報。

表 10 アウトプット（計画と実績）

地名	給水能力 (万 m ³ /d)	水源	導・配水管敷設	浄・配水場建設	実績 ³³
咸陽市	34.50	地表水	導水管 73km	浄水場×1	計画どおり
銅川市	4.00	地表水	配水管 228km	浄水場×1	計画どおり
榆林市	5.00	地表水	導水管 3km 配水管 25km	浄水場×1	計画どおり
藍田県	2.00	地表水	導水管 1km 配水管 17km	浄水場×1	計画どおり
鳳翔県	1.50	地表水	導水管 24km 配水管 31km	浄水場×1	計画どおり
隴県	1.00	地表水	導水管 19km 配水管 7km	配水場×1	計画どおり
宝鶏県	2.50	地下水	導水管 16km 配水管 7km	配水場×2	計画どおり
扶風県	2.35	地下水	導水管 18km 配水管 43km	浄水場×1 配水場×3	計画どおり
千陽県	1.00	地下水	導水管 5km 配水管 30km	配水場×1	計画どおり
華県	1.90	地下水	導水管 13km 配水管 24km	配水場×2	計画どおり
合陽県	2.00	地下水	配水管 22km	配水場×1	計画どおり
富平県	3.00	地下水	配水管 24km	配水場×1	計画どおり
白水県	1.30	地下水	導水管 6km 配水管 33km	配水場×2	計画どおり
合計	62.50	—	—	—	

（出所）陝西省水利庁のデータ。

(2)研修

地方自治体（京都府）との連携により本邦研修が 11 コース実施され、陝西省水利庁関係職員、各浄・配水場の職員、各県・市の水利担当者が計 142 人参加した。計画時 8 コースが実施されることになっていたが、施設設備、予備費の予算が多少余り、かつ地方都市人材を中心に強化する研修ニーズがあったため、3 コースがさらに増された。研修グループは、事業マネジメントコースと技術コースに分かれ、約 14 日間の研修であった。研修を受けた職員は、現在も各浄・配水場の水利関係の職に就いている³⁴。

³³ 導管、配水管にわずかに長短の変更がある。

³⁴ 浄・配水場の職員で県や市や省の水利関係部局へ異動した職員や退職者が数名ずついる。

表 11 研修実績

研修内容	研修回数	研修人員数
事業マネジメントコース	4	43
技術コース	7	99
合計	11	142

(出所) 陝西省水利庁のデータ。

表 12 本邦研修の研修内容

	実績
研修先	自治体（京都府）との連携による日本での研修
研修内容	事業マネジメントコース：事業マネジメント、調達マネジメント、財務マネジメント、運用維持管理マネジメント、モニタリング評価 技術コース：給水システム上級管理、配管網に関する GIS、施設設備の維持管理

(出所) 陝西省水利庁のデータ。

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

本事業の総事業費は、12,630 百万円の計画に対して、実績は、12,647 百万円である。計画に対する実績比は 100.13%である。1,700 万円増加しているのは、内貨分の計画事業費 4,930 百万円が、実績では 4,947 百万円となったためである。内貨総額は、為替レートの変動により増加が抑えられているものの、物価上昇のため結果的に増加している。

3.4.2.2 事業期間

本事業の事業期間は、計画によれば 2005 年 3 月～2007 年 12 月（34 カ月）³⁵、実績では 2005 年 3 月～2010 年 6 月（63 カ月）である。アウトプットの増減はないが、29 カ月の延長のため計画比で 185%である。全般的に資機材の調達に時間を要し、特に富平県、華県では 63 カ月かかった。一方、比較的早い時期に運転開始した浄・配水場は、榆林市 46 カ月、千陽県 45 カ月、合陽県 46 カ月である。

3.4.3 内部収益率

本事業の審査時の資料では、事業の内部収益率（FIRR）について、対象となる浄・配水場の FIRR の平均値のみが記載されており、計算の詳細や、各浄・配水場の個別の計算結果については確認できなかった。本事後評価でも審査時同様、全浄・配水場の FIRR の平均値の算出を試みたが、十分なデータを回収することができなかった。このため参考として、データを得ることができた浄・配水場のうち、それぞれ 1 つずつを選定し、FIRR を算出した。この結果を審査時の FIRR の平均値と単純

³⁵ 完成の定義は全サブプロジェクトの正式運転の開始。

比較することはできないものの、浄水場の財務面の事業性がどのように変化したかを確認するための参考情報としては活用できるものと考えた。計算の前提条件、結果は以下の通り。

表 13 財務的内部収益率(FIRR)の計算結果

前提条件	計画（2004年）	実績（2012年）
プロジェクトライフ：30年 費用 ³⁶ ：建設コスト、運営・維持管理費 便益：上水道料金収入	FIRR：6.01%	銅川市浄水場 FIRR:3.15% 富平県配水場 FIRR:マイナス

（出所）審査時資料、事後評価時資料。

以上より、事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

3.5.1.1 実施機関

本事業の計画時と比較して組織の変更はない。実施監督機関は陝西省水利庁である。

3.5.1.2 運営・維持管理機関

13 浄水場の運営・維持管理機関は、計画時と基本的に変更されていないが、2つの運営機関については組織名が変更された³⁷。いずれも各運営・維持機関は地方政府が出資し管理を行う国営企業または国営持ち株会社である。今後の民営化などの計画はない。13 の運営・維持機関はどれも独立採算制を採用している。運営維持会社には、自来水公司（水道会社）と供水公司（浄水会社）の2種類があり、自来水公司は、水供給のみならず水の販売などにより、収益向上のために他の有料事業を行うことができるが、咸陽浄水場のような供水公司は、浄水のみを担当し、自来水公司会のような有料事業ができずに、財務上の補填が限られている。基本的に公司ごとに運営・維持管理は任されている。各公司は所属する県・市の水利局の監査を受ける。

³⁶ 諸税、用地取得費、建中金利は費用項目に含めていない。運営・維持管理費に人件費を含む。

³⁷ 宝鶏県自来水公司は、行政名が宝鶏県から陳倉区に変更されたため、水道会社名も変更された。榆林ハイテク区給排水有限責任公司が、有限公司化する際に、榆林西沙区供配水有限公司から現在の名称に変更された。

表 14 事後評価時の運営・維持機関と組織形態

	運営・維持管理機関名	組織形態	営業形態
咸陽市	咸陽市石頭河供水公司	国営企業	浄水会社
銅川市	陝西銅川供水有限公司 ³⁸	国営持ち株会社	浄水会社
榆林市	榆林ハイテク区給排水有限責任公司★	国営持ち株会社	水道会社
藍田県	藍田県自來水公司	国営企業	水道会社
鳳翔県	鳳翔県自來水公司	国営企業	水道会社
隴県	隴県自來水公司	国営企業	水道会社
宝鶏県	陳倉区自來水公司★	国営企業	水道会社
扶風県	扶風県自來水公司	国営企業	水道会社
千陽県	千陽県自來水公司	国営企業	水道会社
華県	華県自來水公司	国営企業	水道会社
合陽県	合陽県申都城郷供水有限責任公司	国営持ち株会社	浄水会社
富平県	富平県城区供水公司	国営企業	浄水会社
白水県	白水県自來水公司	国営企業	水道会社

(出所) 陝西省水利庁のデータ。

(注) ★付けのある機関は、運営・維持機関名が変わった機関。

3.5.2 運営・維持管理の技術

3.5.2.1 各浄・配水場の人材の技術レベル

技術レベルについての質問票回答と視察時の聞き取り調査結果によれば、各浄・配水場は、設備と施設の運営・維持管理に適したレベルである。現場における技師への聞き取り内容、次項に述べるような研修への取組みなどから、技術レベルの向上に努めていると判断できる。

各浄・配水場では、内部研修として、新入社員研修、持ち場研修、経験を持つ技術者との勉強会などを行い、外部専門家やメーカーによる水道の水処理や測定技術の研修会を開催している。各浄・配水場における水質検査に関わる人材は、採用の際に技術レベルの高い有資格の人員を採用している。他の幾つかの浄水場を訪問し、浄水場の維持管理を学んでいる浄水場もあった（銅川市、榆林市）。水質検査の質の向上については、水質測定センターに協力してもらい、技術の向上に努めている（銅川市、扶風県、隴県、鳳翔県、千陽県）。

省レベルで水利協会があり、陝西省の給水維持管理関係者が参加する年 1 回の研修を実施している。この研修において浄水処理、水質管理、維持管理について経験を共有している。

³⁸ 有限会社と有限責任会社は、各株主が出資した分に応じて、会社に対し限られた責任を負い、会社はその総資産を以て債務返済の責任を負う。



図3 自動制御室の濁度記録
(銅川市)



図4 二酸化塩素³⁹発生室
(富平県)



図5 水質検査室（隴県）

3.5.3 運営・維持管理の財務

3.5.3.1 各浄・配水場の収支状況

浄・配水場の財務面の運営については、原則として、各運営維持会社による独立運営の方針が立てられている。各運営維持管理会社の責任者へのインタビューでは、水道事業の収支が悪化する場合は、地方政府が補助金の形で支援することになっており、財務的には安定していると考えられる。事実、咸陽市では、省や市からの補助金で運営が成り立っている。

次に各浄・配水場の収支状況について、現地調査時に収集したデータ⁴⁰によれば、鳳翔県、銅川市、榆林市のように自動化の進んだ浄水場は黒字を維持している⁴¹。本業による収支がマイナスの浄・配水場については、給水関係の請負事業などにより収支の改善を試みているほか、人員削減や業務の効率化等の取組みを進めている。なお、収支報告上赤字が計上されている浄・配水場は、税制優遇を受けている⁴²。地方政府による財政支援を受けている咸陽市浄水場では、事業収支の改善のため人員整理等の合理化を進めている。元々咸陽市の場合、浄水コスト（1.27 元/m³）に対して給水単価（1.04 元/m³）が低く設定されていることに加え、浄水以外の収入源を有していないため、財務的な収益性改善が独力では困難な状況であった。このため咸陽市では人員整理、資産整理等を進め、複数存在した水道会社と運営・維持管理機関を統合し、咸陽水務集团有限公司として一元化した。同水務集团有限公司には特別な経営権が付与され、現在、使用している地下水源の閉鎖命令などの権限が与えられ、水道料金の構成は、給水業務のコストと収益に税金を加味して、決定し申請ができるようになった⁴³。これらの一元化の動きは 2014 年に完了する予定で、これらの組織改革が今後収益性の改善に一定の効果を挙げることが期待できる。

³⁹ 11 カ所の浄・配水場では二酸化塩素による消毒・殺菌が行われていた。

⁴⁰ 陝西省円借款給水事業費用及び収益統計。

⁴¹ 各浄・配水場の減価償却など含めた貸借対照表などの詳細な情報は得られず、キャッシュフローベースの財務情報により判断した。

⁴² 藍田県、陳倉区、扶風県、華県、合陽県、富平県、白水県。

⁴³ 「咸陽市人民政府咸陽有限公司供水特許経営権的通知」2012 年 12 月

3.5.3.2 水道料金設定と改定

水道料金については、地方政府の物価統制局が自来水公司や供水公司の収支状況、物価上昇率、他の公共料金の水準等を勘案して決定している。料金改定の状況について、各浄・配水場を確認したところ、各市・県の水道料金はほぼ 3 年ごとに改定されている。

表 13 は、一例としての華県の水道事業収支である。1m³ あたり給水価格が供給原価を超過しているため、華県政府が渭南市物価局に水道料金の値上げ申請を行っている。

表 15 華県給水事業の給水原価と供給原価分析

(単位:元)

項目	金額
生産コスト	1,842,350.23
内訳：電気代	1,221,380.52
減価償却	124,224.10
水道ポンプ点検	85,196.00
税金	296,549.61
構造物、土地	100,000.00
塩素添加による滅菌処理	15,000.00
① 1m ³ あたりの生産コスト	1.07
販売コスト	3,081,779.69
内訳：人件費	1,676,898.00
福祉関係費用	318,715.91
財務費用	24,323.71
公務費	102,199.30
移動費（フライト、車）	167,910.40
その他の管理費	602,738.91
借款返済	90,000.00
② 1m ³ あたり販売コスト	1.80
③ 1m ³ あたり給水原価（① + ②）	2.87
④ 1m ³ あたり供給原価	2.33
1m ³ あたりの収益（④ - ③）	-0.54

(注) 料金徴収率は華県の場合 95%。水源は配水場用の地下水源を使用。
年間の水供給量は 171 万 1200m³。

(出所) 華県自来水公司のデータ。

咸陽市水務委員会への聞き取りでは、今後、水道料金を適正な価格に値上げ申請していく計画であることが確認された。受益者調査結果⁴⁴においても、現在の水道料金は妥当であるが 80%、安いと 20%を占めるため、値上げの余地が確認された。物価上昇によるコスト増で支出が収益を上回った場合や水道料金の引き上げが実施できない場合、市政府が水務集団に補助金で補填することになっており⁴⁵、財務的な持続性に関して問題はないと考えられる。

⁴⁴ 咸陽市の住民（n=100）と事業者（n=10）。

⁴⁵ 「咸陽市人民政府咸陽有限公司供水特許經營權的通知」2012 年 12 月。補助金支出の頻度は、事後評価時までに概ね 1 年に 1 回支出されていた。

3.5.3.3 水道料金徴収率

浄・配水場 13 カ所の水道料金徴収率は平均 93.4%である。なお徴収率自体は高いものの、多くの浄・配水場は使用量メーターを利用者の世帯内に設置しており、使用量確認に徴収員を多く要している。扶風県は、徴収率を高めるために使用量メーターを世帯外部に設置したことで、100%の徴収率を達成している。

上記の情報をもとに、本事業の維持管理に関わる財務状況については、以下のよう判断した。

(1)人口移動が影響しない大規模の自動化した浄水場では黒字を維持しており、独立採算での持続性が見込める。

(2)支出が収益を上回る約半分以上の浄・配水場についても、本業以外の収入で収支バランスが一定程度改善されている。これらの企業は、優遇税制措置を受けており、運営上の懸念はない。浄・配水場では収益改善のため、人員削減や業務の効率化を進めており、今後一定の収益の改善が期待できる。

(3)今後水道料金の値上げが見込まれており、本業部分の収益も一定程度改善が見込まれる。

(4)仮にこれらの対応が十分な効果を挙げない場合、地方政府による財政支援が事業運営上担保されている。

以上を総合的に判断すると、個別の浄・配水場レベルで自主努力による改善が今後期待できること、水道料金の値上げによる財務改善が見込めること、最終的には地方政府による補助金支援が担保されていることなどから、財務上の持続性は高いと考えられる。ただし今後も継続的に財務状況のモニタリングを行った方が良いと考える。

3.5.4 運営・維持管理の状況

現地調査で確認したところ、各浄・配水場には維持管理計画があり、計画に基づく保守・点検が実施されており、設備・施設の運営・維持管理の状況は良好である。日常の保守・点検については日・月・年で分類された維持管理記録が取られている。



図 6 建屋内設置の浄水場
(銅川市)

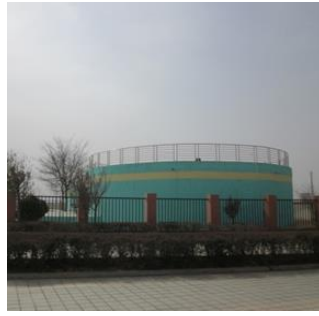


図 7 配水場（白水県）



図 8 緊急時水源保全
(銅川市)

基本的に定期的または不定期的にパーツ交換記録がなされている。ただし、一部の浄水場において、ポンプのパッキン交換に関わる管理の記録が整理されておらず、また酸化しやすい鉄素材に対する塗装などの腐食予防が徹底されていなかった。この点について第 1 次現地調査時に指摘したが、第 2 次現地調査時には既に改善されていた。今後も、現在行われている各市・県水利局担当による浄・配水場の立ち入り検査とモニタリング報告を継続的に徹底する必要がある。

定期点検の回数や方法が書かれたマニュアルがあり、必要とされるスペアパーツは確保されている。維持管理において優れた取組みの例としては、銅川市と榆林市が実施している建屋内の浄水場設置がある。浄水場に建屋を設置することの効果は大きく、黄砂などの粉塵・砂塵対策が可能となるほか、保温効果があり、節電の効果や冬期に沈澱池などが凍り、かき回せなくなることを防ぐ効果もある。また自動化している浄水場の精密機械の精度を守り、故障を防ぐことができる。建屋のない自動化浄水場は、藍田県、咸陽市、扶風県の浄水場である。現時点では、基本的に建屋自体の建築は、各浄水場の所属する県・市の予算で立てられている。

二酸化塩素反応による塩素消毒が浄・配水場 11 カ所で行われており、塩素ガスタンクによる塩素注入をしている浄水場が 2 カ所あった（鳳翔県、咸陽市）。塩素ガスタンクから塩素注入する施設の場合、塩素取扱いの訓練と緊急時の対応訓練が行われていた。

6 つのダムを水源とする浄水場については、渇水時、水源となる貯水池や貯水池までの河川に事故的に汚水等が異常発生した際などの緊急時の水源確保対策が取られている。咸陽、榆林、藍田、鳳翔、扶風の 5 カ所の浄水場については、以前使用していた地下水源の井戸を緊急時の水源としている。銅川市浄水場は、敷地内に貯水池を設置し、緊急時に約 3 日間給水が可能な貯水容量⁴⁶を確保している。

⁴⁶ 貯水容量は 8 万 m³。

以上より、本事業の維持管理については、運営・維持管理の体制や技術力の維持についてとくに問題はなく、財務状況にも特段の懸念は見られない。したがって、本事業によって発現した効果の持続性は高いといえる。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、陝西省 13 地方都市において、上水道設備を整備することにより、安全性の高い水の安定的供給を図り、生活環境の改善に寄与することを目的としている。

本事業は、中国の開発政策や日本の援助政策における重点分野と整合しており、開発ニーズも高いことから、事業の妥当性は高い。給水人口、水道普及率、漏水率などの主要な運用効果指標の計画値をほぼ達成しており、本評価調査で行った受益者調査でも水供給の改善への認知度も高いことが確認されたことから、事業の有効性は高い。本事業の事業期間は時間を要しているものの、事業費は計画内に収まっており、効率性は中程度である。運営・維持管理の体制や技術力の維持に問題がなく、一部の浄水場の財務の課題は改善の方向性に向かっていることから、本事業によって発現した効果の持続性は高いといえる。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

- ・咸陽市における給水事業と水道事業を一体化する改革が進んでいるが、給水体制の人員削減を中心としたスリム化をさらに図り、効率的運営を徹底するよう指導する。

- ・現在行われている各市・県水利局担当による浄・配水場の立ち入り検査とモニタリング報告を継続的に強化する。

- ・各浄・配水場の財務状況については、浄・配水場の半数が、支出が収入を上回っているものの、水道料金の値上げによる財務改善が見込めること、地方政府による補助金支援が担保されていることなどから、事業運営に財務上の問題はないが、実施機関は、今後も定期的に財務に関するモニタリングを引き続き行うことが必要である。

4.2.2 運営・維持管理機関への提言

陝西省において黄砂の飛散する量は多く、浄水場の内部に蓄積して精密機材に故障が起こるばかりでなく、水質にも影響を与える。一部の浄水場では建屋を建てて、内部の浄水過程を良好に保つよう努めている。特に自動化している浄水場は、黄砂対策などを講じる必要がある。財政的に可能であれば建屋を建て、浄水場管理に役立てることが持続的な維持管理の点から望ましい。

4.2.3 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

本邦研修では、訪日した陝西省の給水関係職員が、陝西省と友好関係にある地方自治体から上水道事業の運営・維持管理の知識を学んで、自国の給水事業の改善点や課題を明確に把握し、各浄・配水場の維持管理に役立てるようになった。具体的には本邦研修から得た知識を実践の場に生かして、各浄・配水場における水質検査の厳格な実施、料金徴収システムの改善、管路網の漏水対策、水源管理の改善を行っている。円借款事業に本邦研修を組み入れたことで、給水関係者の運営維持に関わる改善の意識に顕著な効果があった。特に、本邦研修員として、陝西省水利庁の意思決定に関わる職員、各県・市レベルの水利局職員、浄・配水場の運営維持管理の責任者と技術者が、マネジメントコースと技術コースに分かれて参加し、課題を共有する意識を持ったことが、研修員の帰国直後の改善の実践に大きく寄与した。日本の地方自治体には上水道運営管理に関わる累積した豊富な経験があり、給水事業の意思決定に関わる職員や運営・維持管理の責任者を招聘し、マネジメントと技術の2コースを分けて研修を実施することは運営・維持管理の向上に有効であることが確認された。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	(a) 咸陽市、浄水場 1 ヲ所 34.50 (万 m ³ /d)、導水管 73km (b) 銅川市、浄水場 1 ヲ所 4.00 (万 m ³ /d)、配水管 228km (c) 榆林市、浄水場 1 ヲ所 5.00 (万 m ³ /d)、導水管 3km、配水管 25km (d) 藍田県、浄水場 1 ヲ所、2.00 (万 m ³ /d)、導水管 1km、配水管 17km (e) 鳳翔県、浄水場 1 ヲ所、1.50 (万 m ³ /d)、導水管 24km、配水管 31m (f) 隴県、配水場 1 ヲ所 1.00 (万 m ³ /d)、導水管 19km、配水管 7km (g) 宝鶏県、配水場 2 ヲ所 2.50 (万 m ³ /d)、導水管 16km、配水管 7km、 (h) 扶風県、浄水場 1 ヲ所、配水場 3 ヲ所、導水管 18km、配水管 43km (I) 千陽県、配水場 1 ヲ所 1.00 (万 m ³ /d)、導水管 5km、配水管 30km (j) 華県、配水場 2 ヲ所 1.90 (万 m ³ /d)、導水管 13km、配水管 24km (k) 合陽県、配水場 1 ヲ所 2.00 (万 m ³ /d)、配水管 22km (l) 富平県、配水場 1 ヲ所 3.00 (万 m ³ /d)、配水管 24km (m) 白水県、配水場 2 ヲ所 1.30 (万 m ³ /d)、導水管 6km、配水管 33m	計画どおり
②期間	2005 年 3 月～2007 年 12 月 (34 ヲ月)	2005年3月～2010年6月 (63 ヲ月)
③事業費		
外貨	7,700 百万円	7,699 百万円
内貨	4,930 百万円 (3.70 百万円)	4,947 百万円 (3.43 百万円)
合計	12,630 百万円	12,647 百万円
うち円借款分 換算レート	7,700 百万円 13.3 円＝1 元 (2004 年 9 月積算基準時期)	7,699 百万円 14.4 円＝1 元 (2005 年 3 月～2010 年 6 月 平均レート)

別添1 運用・効果に関わる実績指標 (2012 年)

運用・効果に関わる実績指標 (2012 年)

	給水人口 (人) 計画	給水人口 (人) 実績	給水人口 達成状況**	日取水量 (m ³ /d)		日給水量 (m ³ /d)		一人当たり日給水量 (m ³ /d)		漏水率	水道普及率	水料金 徴収率	無収水率
				最大	平均	最大	平均	最大	平均				
合計	1,726,000*	1,455,580	Δ	383,613	312,748	372,697	305,010	0.256	0.210	8.7%	91%	97%	11.6%
咸陽市	757,000	600,000	Δ	141,000	123,163	136,200	121,136	0.227	0.202	9%	89%	99%	9.9%
銅川市	175,000	138,000	Δ	52,000	44,000	49,200	41,000	0.357	0.297	8%	89%	95%	12.6%
榆林市	81,000	40,000	Δ	42,500	23,700	41,000	23,000	1.025	0.575	6%	100%	90%	15.4%
藍田県	80,000	83,000	○	12,000	11,000	11,000	9,800	0.133	0.118	10.8%	98%	98%	12.6%
鳳翔県	66,000	68,000	○	8,066	5,038	8,050	5,027	0.118	0.074	10.5%	92%	98%	12.3%
隴県	51,000	51,277	○	10,078	8,755	10,078	8,755	0.197	0.171	8%	98%	98%	9.8%
陳倉区	121,000	85,000	Δ	18,000	14,000	18,000	14,000	0.212	0.165	8%	70%	97.5%	10.3%
扶風県	61,000	65,000	○	29,000	24,400	28,200	23,600	0.434	0.363	10%	96%	100%	10.0%
千陽県	32,000	32,003	○	11,469	8,192	11,469	8,192	0.358	0.256	9.3%	98%	98%	11.1%
華県	66,000	56,000	Δ	7,500	7,000	7,500	7,000	0.134	0.125	7%	96%	95%	11.7%
合陽県	84,000	85,000	○	15,000	14,000	15,000	14,000	0.176	0.165	10%	92%	98%	11.8%
富平県	91,000	91,300	○	20,000	18,000	20,000	18,000	0.219	0.197	8%	95%	98%	9.8%
白水県	61,000	61,000	○	17,000	11,500	17,000	11,500	0.279	0.189	9.3%	97%	96.5%	12.5%

*各浄・配水場の計画値は千人単位である。

**達成状況 計画値に達していれば○、達していなければΔこれらの目標達成していない理由については、本文中で既述。