

中国「観音閣多目的ダム建設事業() () ()」

評価報告：2000年3月

現地調査：1998年5月

事業要項

借入人： 中華人民共和国対外貿易経済協力部(現在の借入人は財政部)
実施機関： 遼寧省水利電力庁(現在は「遼寧省水利庁」)
交換公文締結： ()1988年7月 / ()1989年5月 / ()1990年11月
借款契約調印： ()1988年8月 / ()1989年5月 / ()1990年11月
貸付完了： ()1995年8月 / ()1996年5月 / ()1997年12月
貸付承認額： 18,225百万円 (3借款契約合計)
貸付実行額： 18,062百万円 (同上)
調達条件： 一般アンタイト
貸付条件： 金利 2.5%
償還期間 30年 (うち据置 10年)

参 考

(1) 通貨単位：元(Yuan)

(2) 為替レート：(IFS 年平均市場レート)

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
ドル / =	0.2687	0.2118	0.1915	0.1840	0.1739	0.1724	0.1184	0.1202	0.1205	0.1208
円 / =	33.81	30.35	25.74	23.04	21.69	21.79	11.81	12.36	13.98	15.70

出所：IMF「IFS」

(3) 会計年度：1月1日～12月31日

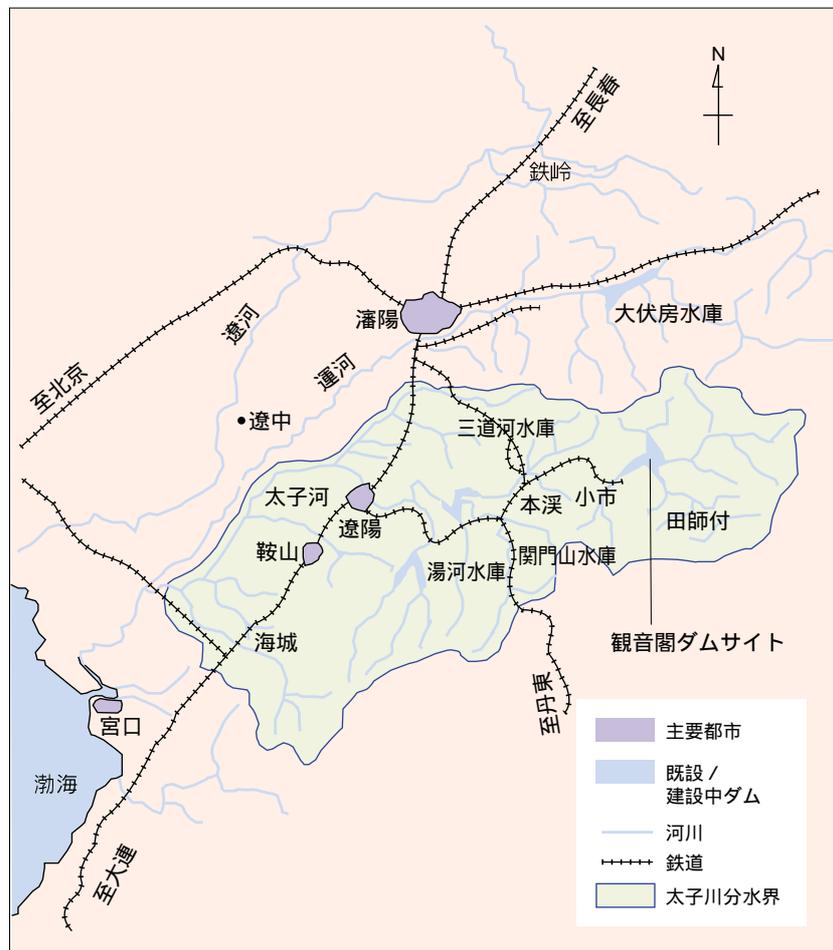
(4) 用語説明：

RCD 工法 : Roller Compacted Dam concrete 工法 (コンクリートを締め固める時にバイブレータを用いず、ローラーで機械式に行う工法)

グラウティング : 地下での漏水を止めるため地中に作るカーテン状の防水幕

ジャンカ : 骨材とコンクリートがまざっていない部分

事業地



1. 事業概要と主要計画 / 実績比較

1.1 事業概要

本事業は、中国遼寧省を流れる太子河の本溪市上流約 40km の小市・観音閣に、総貯水量 21.68 億 m³ を持つコンクリート重力式ダムを建設するものである（実施機関：遼寧省水利電力庁（当時、現在は遼寧省水利庁））。本事業は、1985 年 4 月に国の第 7 次 5 カ年計画において承認され、1986 年に建設が開始された。このダム建設の最大の目的は洪水制御であり、併せて都市・工業用水供給、灌漑用水供給、発電、水産養殖などの目的を持つものである。

円借款対象は、本事業に必要な外貨資金全額である。

1.2 本事業の背景

1.2.1 遼寧省の概況

(1) 遼寧省の地勢

遼寧省は、黒龍江省、吉林省とともに中国東北 3 省を構成しており、3 省の中では最南部に位置する。渤海湾に突き出た遼東半島は大連、營口など天然の良港を有するため、東北地方への玄関口として重要な位置を占めてきた。省の東西の両端は山岳地で、中央部が遼河平野である。この平野は東北地方の大河である遼河水系が沖積してできたもので、省面積の約 3 分の 1 を占めている。

気候は温暖・湿潤のモンスーン気候であり、東北地方の中では降雨量が一番多い省である。

省の面積は中国全体の約 1.5%、人口は約 3.4% を占める（表 1 参照）。山地が省面積の 62% を占め、耕地面積は 3.76 万 k m² と土地面積の約 26% に過ぎず、また、耕地面積のうち灌漑されているのは約 20% に過ぎない。このため、省内での食糧の自給はできていない。

省都は瀋陽であり、他に大都市として鉄鋼産業が集積している鞍山と本溪などがある。交通は陸上交通とともに海上交通も発達しており、大連と營口の 2 大港湾を有している。民族的には、漢民族が 92% を占め、他民族は 8% に過ぎない。なお、遼寧省は清王朝を建てた満州族の発祥の地であり、現在も約 200 万人の満州族がいる。

表 1 遼寧省の面積、人口、1 人当たり GDP

	面積 (万 k m ²)	人口 (万人、1996 年)	1 人当たり GDP (元、1995 年)
遼寧省	14.57	4,116	7,730
中国合計	960.00	122,389	5,634
対全国比	1.5%	3.4%	137.2%

出所：中国年鑑

(2) 遼寧省の産業

遼寧省には、石炭、鉄鉱石、石油などの地下資源が豊富であり、これらの資源を生かして、中国における重化学工業の中心として発展してきた。1988 年当時、省の農工業生産総

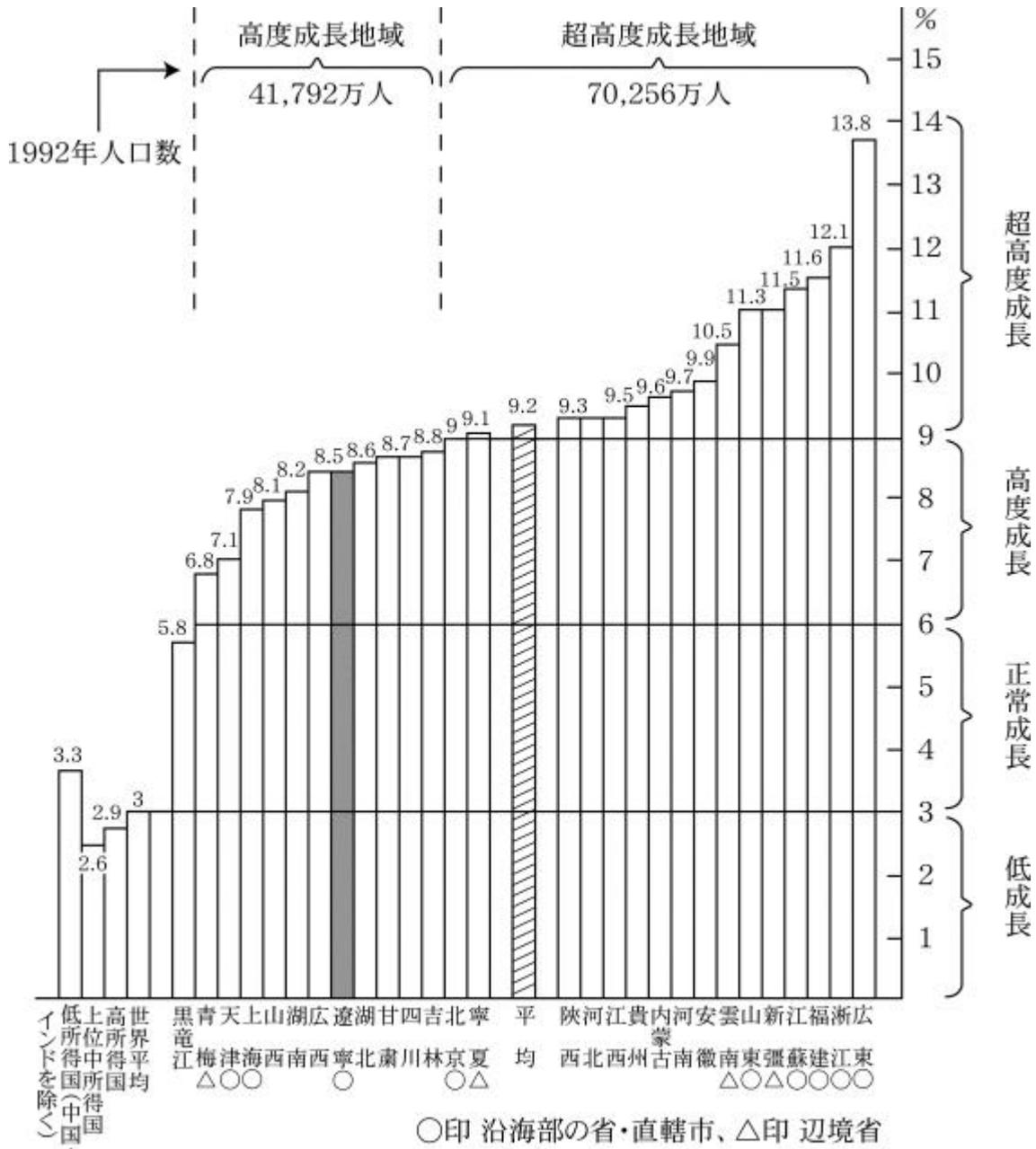
額の 85%を工業生産が占め、その工業生産総額の対全国シェア (5.4%) は江蘇省 (8.9%)、山東省 (6.0%) に次ぐものであった。主な工業は、鉄鋼、エネルギー関連、石油化学、機械工業など重工業が中心であり、重工業のみで見ると全国の約 10%を占めている (粗鋼生産に限れば 22%)。特に、本溪の鉄鋼、セメント、遼陽の石油化学、繊維、鞍山の鉄鋼、化学、そして営口の製糸、各種軽工業が有名である。ただ、これらの産業は国有産業が多く、設備の老朽化が目立ち、近代化の足を引っ張ると言う「東北現象」が現れていると言われる。

この結果、1980 年～1992 年の中国の省別の実質 GNP 成長率をみると、全中国の平均が 9.2%であるのに対して遼寧省は 8.5%と平均を下回り、省別順位では第 21 位に止まっている。こうした状況を打破するために、大連が「経済技術開発区」、瀋陽が「経済体制総合改革実験都市」となるなど、各種の改革が進められている。

主な改革の動き	1984 年	大連が沿岸開放都市の 1 つに指定される (「経済技術開発区」の建設)
	1986 年	中国全土における破産制度の試行
	1987 年	瀋陽が「科学技術体制改革実験都市」になる
	1988 年	遼寧半島が「沿岸開放地帯」に指定される (省人口の 3 分の 2 をカバー)
	1992 年	営口と瀋陽で、「経済技術開発区」の設置が認可される

遼寧省では、今後、石油化学、鉄鋼業だけでなく、機械工業、電子工業も加えた 4 大支柱産業を中心に経済発展を推進する方針である。

図1 中国の省別の経済発展



出所：小島麗逸「現代中国の経済」岩波新書（1997年）

岡部達味「中国研究ハンドブック」岩波書店（1996年）

(3) 太子河流域の概況

遼寧省には、東北部の山脈から南西の渤海湾に向かって省を斜めに横断する形で、3本の大河が流れている。北から遼河、渾河、太子河の3大河である。このうち、渾河と太子河は鞍山と営口の間中部の平野で1本に合流して営口に至る。太子河は総延長413km、流域の総面積は、遼寧省全体の10.9%を占める。また、流域の総人口は省人口の16%にあたる

645 万人 (1995 年) で、人口密度は 407人 / km²である。流域内には、本溪、遼陽、鞍山、および河口に営口の 4 大工業都市を擁し、都市人口は 329 万人と流域人口の半数以上を占める。

流域の農業は、自然・地理条件に大きく規制されており、特に上流域は山地が支配的で、表土が薄く土壌には礫が多く混入している。良好な農業用地としては主として遼陽の上流に限られ、長大鉄道(長春一大連)の西部域に農業人口の約 70%が集中している。また、太子河の水資源量の省全体に占める割合は、地表水 25.3%、地下水 51.6%である。

このように、遼寧省の経済開発において、太子河流域の水資源開発はきわめて重要な位置を占めている。

表 2 太子河流域の基本データ

		単位	(1)遼寧省	(2)太子河	(2)/(1) %
面積	総面積	km ²	145,900	15,845	10.9
	森林面積	"	52,242	6,886	13.2
	耕地面積	"	44,085	3,882	8.8
	有効灌漑面積	"	12,038	1,180	9.8
総人口	合計	万人	4,034	645	16.0
	都市部	"	3,419	329	9.6
	農村部	"	615	316	51.4
総取水量	合計	億	436	139	32.0
	地表水	"	325	82	25.3
	地下水	"	111	57	51.6

出所：『中国自然資源叢書 遼寧巻』中国環境科学出版社 1995 年、
『中国水利年鑑 1996』中国水利水電出版社 1997 年 (1995 年データ)
『遼寧年鑑 1997』遼寧省人民政府 1997 年 (1995 年データ)
遼寧省水利庁資料 (1995 年)

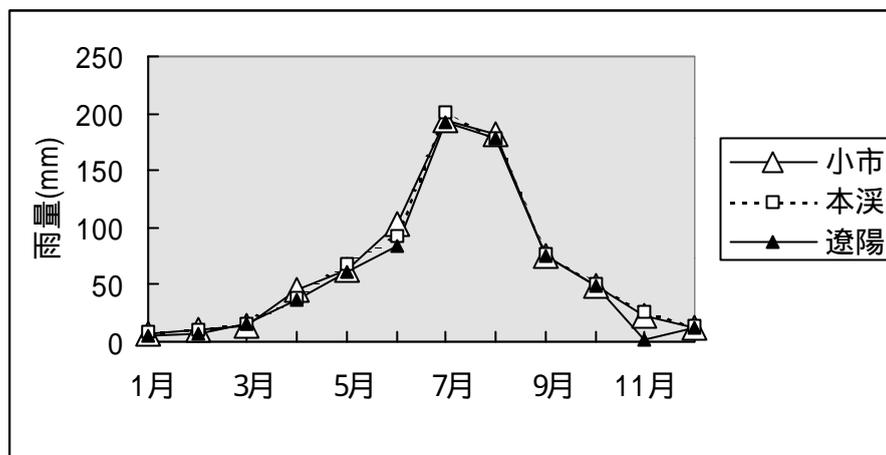
1.2.2 遼寧省における多目的ダムの建設目的

(1) 多目的ダムの必要性

前述のように、本事業がカバーする太子河流域には本溪、遼陽、鞍山、営口などの重要工業都市が集中しており、また下流の平地部では農業も発達している。このため、同流域は遼寧省における工業および農業中心地として重要な地位を占めている。太子河流域の年平均降雨量は約 800mm (最大 1,100mm、最小 500mm) と多くはないものの、6~8 月に集中的に雨が降るために洪水の被害が発生しやすかった。また、都市・工業用水および農業用水および農業用水需要の増大に対応するためには、用水供給を年間を通して平均化していく必要がある。すなわち、利水および治水を主目的とした本事業の重要性がここにある。

太子河には多数の支流が流れ込んでおり、既に主な支流ごとに湯河ダム、三道河ダム、参窩ダムなどが建設されているが、本事業は本流の最上流部である本溪县小市に、観音閣多目的ダムを建設するものである。

図2 太子河流域の年平均降雨量



出所：遼寧省水利庁資料

なお、遼寧省全体では貯水容量 1 億 m^3 以上の大型多目的ダムが 21 あり、ほとんどが洪水制御、灌漑、発電、養殖の多目的ダムである。遼寧省の第 7 次 5 年計画 (1986 ~ 1990 年) では本事業以外にも関門山ダム、碧流河ダム、松樹ダムが計画された。さらに、第 8 次 5 年計画 (1991 ~ 1995 年) では白石ダム (国際協力銀行 (以下、「本行」) 資金で現在建設中)、錦凌多目的ダムが計画されている。

1.3 事業目的

本事業にて建設される観音閣多目的ダム (以下「観音閣ダム」) は、本溪市上流約 40km の小市・観音閣に位置し、総貯水量 21.68 億 m^3 を持つコンクリート重力式ダムである。前述のとおり、このダムは洪水制御を最大の目的としており、併せて都市・工業用水供給、灌漑用水供給、発電、水産養殖の目的を持つものである。

1.3.1 洪水制御 (治水)

太子河流域では 1870 年以來、毎秒 10,000 m^3 を超える洪水が 7 回発生した。このうち最大のものが 1960 年の洪水で、毎秒 18,100 m^3 の流量があり、150 年来の大洪水と言われた。その後も 1975 年、1985 年に洪水が発生した。このように、近年は 10 ~ 15 年間隔で洪水が発生しており、その被害からして、洪水制御を主目的とするダムの建設は急務であった。

表3 太子河の洪水被害

1960 年	本溪市の浸水 7.6 km^2 、浸水深 0.5-3.0m、2 鉄道と道路橋が流出、工場浸水 39、農地浸水 1512.7 km^2 交通、電力、通信での被害	被害額 17.64 億元
1975 年	未造成地での冠水	被害額
1985 年	遼陽、鞍山での浸水面積 491 km^2 家屋破壊 1.86 万戸	被害額 7.65 億元

出所：遼寧省水利庁資料

1.3.2 都市、工業用水供給

この地域での都市、工業用水の需給は逼迫しており、完成前には年間で4ヶ月の給水制限が行われ、また水不足のために工業生産に支障が生じていた。当初の計画によると、観音閣ダム年平均給水量は9.47億 m^3 にまで達し、下流の参窩ダム、湯河ダムとの連携により、総給水量は11.73億 m^3 まで上げることができる。うち、都市用水と工業用水量は7.9億 m^3 で、ダム給水量の70%を占め、中下流にある4大工業都市、すなわち、本溪、遼陽、鞍山、営口における給水の逼迫状態を大幅に緩和することができる。

1.3.3 灌漑用水供給

遼寧省での年間の米消費量は400万トンであるが、このうち100万トンは他省からの移入に頼っている。省内の自給率を高めるために、営口市および盤錦市において、水田17,600haを新規に開拓する計画であり、農業用水として年間取水総量3.83億トンを新たに確保する必要が生じた。このうち、本事業から2.8億トンを供給する計画となっていた。完成後の見直しでは、新規水田が16,500ha開拓され、その穀物収穫量は約60万トンに達しているとのことである。

1.3.4 発電

中国は世界最大の水資源国であり、開発可能な包蔵水力は3億7900万Kw(1994年)とされるが、このうち開発されているのは10%程度にしか過ぎない。このため、全国的に水力発電所の建設が進められており、計画の全てを合計すると1億5600万kW(包蔵水力資源量の約40%)になると言われる。

遼寧省は発電量の90%近くを火力発電が占めているが、省内のエネルギー資源活用の観点から、水力発電の開発にも力を入れている。観音閣ダムにおいては、上水・灌漑用供給のため放流される水量を利用して、最大出力19,500kW(6,500kW×3台)、年間約170MWhを発電する計画であった。

1.3.5 水産養殖

ダム建設後、常時満水位において、約60k m^2 (最高水位時では77.8k m^2)の湛水面積が出現することから、淡水魚の養殖を計画し、年間700トンの生産が予想されていた。渾河の上流にある大か房ダムではすでに40年の長い養殖の歴史があり、この経験を観音閣ダムに伝えるため、大か房ダムの水産養殖チームからの技術指導が行なわれることになっていた。

1.4 本事業の経緯

本事業の経緯は表4に示したとおりである。

表4 本事業の経緯

1984年 6月	中国側・遼寧省水利電力庁勘測設計院のF/S完成
1985年 4月	国家計画委員会が上記F/Sを承認 第7次5ヶ年計画の対象事業に指定
1986年 9月	JICA F/S実施契約締結
1987年 4月 5月 8月 12月	JICA F/S開始 遼寧省水利電力庁勘測設計院の初歩設計完成 経済貿易部、本事業を含む第3期候補31事業を 日本政府に提示 経済貿易部、本事業を含む第2期残枠利用10事業 を正式要請
1988年 3月 3月28日～4月10日 7月26日 8月3日 8月25日～8月30日 9月	F/S中間レポート完成 本行アプレイザルミッション 88年度借款(第2次円借款)交換公文締結 88年度借款(第2次円借款)借款契約調印(本事業(I)) 竹下総理訪中、42案件、8,100億円の協力意図表明。 JICA F/S完成
1989年 5月16日 5月23日 6月4日 7月14日～7月16日	89年度借款(第2次円借款)交換公文締結 89年度借款(第2次円借款)借款契約調印(本事業(II)) 「天安門事件」が起る アルシュサミットにおいて、中国政府高官その他の ハイレベルの接触禁止を採択。
1990年 1月19日 1月19日 4月 5日～6月24日 7月 4日 7月 9日～7月11日 7月31日～8月 1日 8月 9日～8月21日 8月30日 9月19日 11月2日 11月19日	中国側、90年度事業(17事業)正式要請 外務省経済協力局長訪中。90年度事業について、 「予備的準備を進める旨、中国側に表明。 本行、90年度事業(「北京十三陵揚水発電」を除く16事業) に係わる事前調査実施。 事前調査結果対政府報告 海部総理、ヒューストンサミットにおいて第3次円借款に つき中国の民生向上・開放に資することを目的として、 緊急度が高く準備が整った事業から徐々に実施していく ことを表明。 政府ミッション 本行アプレイザルミッション アプレイザル結果対政府報告 事前通報 90年度借款(第3次円借款)第1回分交換公文締結 90年度借款(第3次円借款)第1回分借款契約調印(本事業(III))

2. 分析と評価

2.1 事業実施にかかる評価

2.1.1 事業範囲

(1) 事業範囲の概要

事業範囲は表5に示したとおりであり、第1フェーズの2年、第2フェーズの1年の合計3年間にわたっている。これらについては、特段の変更なく、おおむね計画どおりに実施された（観音閣ダムは本節(4)にて詳述）。

表5 本事業の事業範囲

全体計画	第1フェーズ(第2次円借款残枠)		第2フェーズ(第3次円借款)
	'88年度借款対象	'89年度借款対象	'90年度借款対象
ダム建設	施工機械	ダム堤体工事 ・上記工事に係わる 資材調達	カーテングラウト工事 ・メタルワーク工事 ・上記工事に係わる 資材調達
発電設備			発電設備
洪水予警報システム			洪水予警報システム
コンサルタント雇用	・コンサルタント雇用		

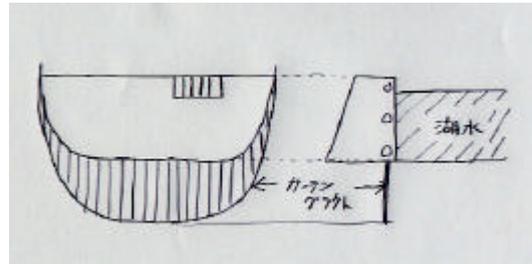
(2) ダムの建設地と基本設計

観音閣ダムのサイトは、図3に示したように、非対称のU字谷である。左岸斜面（写真の右側）は斜度50度から60度の急な崖であり、右岸は全体的になだらかな山様を呈している。川幅は最大で540mで、雨期以外は徒歩で渡れる程度の浅い川である。ダムサイト周辺の地質は、石灰石が主体であり、透水性が大きい。このため、当初はダムの建設に困難が予想されたが、グラウティング（地中に張ったカーテンのような防水幕、図4参照）によって漏水を防ぐことが可能であることが分かり、この場所に決定されたものである。幸いなことに、湛水区域内には漏水の重大な原因となる大規模な断層や鍾乳洞がなく、貯水池の周囲は非可溶性の岩層が取り巻いているので、漏水の心配はないと考えられている。

図3 観音閣多目的ダムの建設予定地



図4 カーテングラウトの概念図



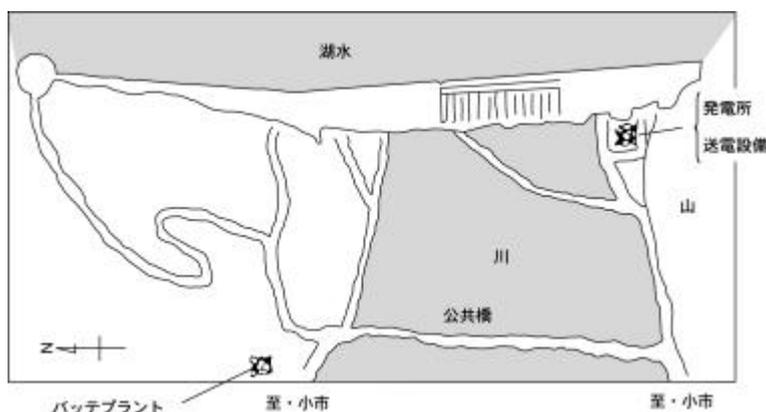
注：カーテングラウトは、ダムの上流面付近から下方の岩盤深くにボーリングせん孔して、セメントを圧入して左右両岸からダム上流面に沿ってダム下方にかけて垂れ下がったカーテン状の遮水幕を作る工事。この幕によって貯水池からの浸透流を防止することができる。

ダムの平面図と横断面図は図5と図6に示したとおりである。ダムサイト周辺はほぼ平坦地であり、ダムの堤長が長く(1,040m)、幅も広く(堤頂幅10m)、機械化工法に適していることから、後述するRCD工法が中国としては初めて採用された。

なお、図3に示されている副ダムは、後に本格的なダムではなく、カーテングラウトによる処理だけで充分であることが分かり、ダムは建設されなかった。この分カーテングラウトの総延長は長くなり、171,000mから197,800mとなった。

観音閣ダムの建設に当たっては、ダムの川下にコンクリートのバッチャープラントを建設し、ここで作られたコンクリートをダンプカーで運ぶためのダム堤体上に登って行くための道路が作られた(図5右岸、図の左手)の道。なお、左岸(右)側の道はダムの下で行き止まりとなっている。ダム堤体で、右岸(図の左)側が狭く左岸(右)側が広がっているのはダムに傾斜がついているためであり、堤体上は10m幅の道路である。左岸(右)側は急な崖であり、右岸(左)側はゆるやかな丘になっている。左岸(右)側の急な崖の下には発電所と送電設備があり、川の中央部分に位置するダム部分に放水路が設けられている。ダムの堤長さ1,040mのうち、左岸(右)側の672mと、右岸(左)側の368mは10度の角度で曲がっているが、これは断層などの条件のためである。

図5 観音閣多目的ダムの位置図



図の上側が川上、左手はなだらかな山

ダムは基礎部からの高さ 82m (標高 267m)、放水部の高さ 71.2m (同 256.2m)、ダム堤体の幅は上部 10m、下部は最大 61.2m である。ダムは 16m の長さのブロックを 65 個 (16m × 65 個 = 1,040m) つないだ形となっており、ブロックの外側は一般のコンクリート、内部は RCD 工法のコンクリートという「金含銀」(中国側による、金で銀を包み込むといった意味の二層式コンクリート) 方式が採用されている。

図6 観音閣多目的ダムの横断面図

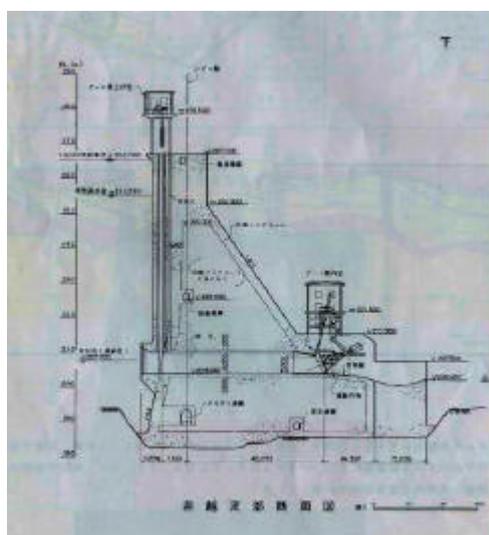
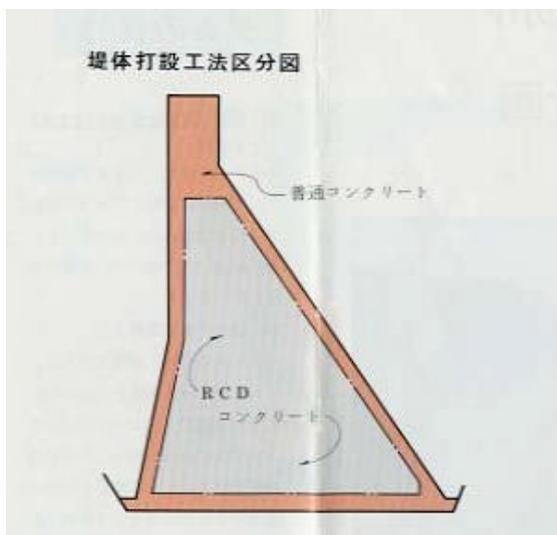


図7 「金包銀」方式



(4) その他のダムの規格

その他のダムの主要な規格は表 6 に示したとおりであるが、正常水位は基礎岩盤から 70.2m であり、最高水位 (1 万年確率) は 80.7m である。ダム上流は岩が多く砂を含む量が極めて少なく堆砂が少ないと予想されること、ダムの貯水池容量が非常に大きいことなどから、本ダムにおいては計画堆砂年を 50 年とした堆砂容量を確保する以外の特別な土砂対

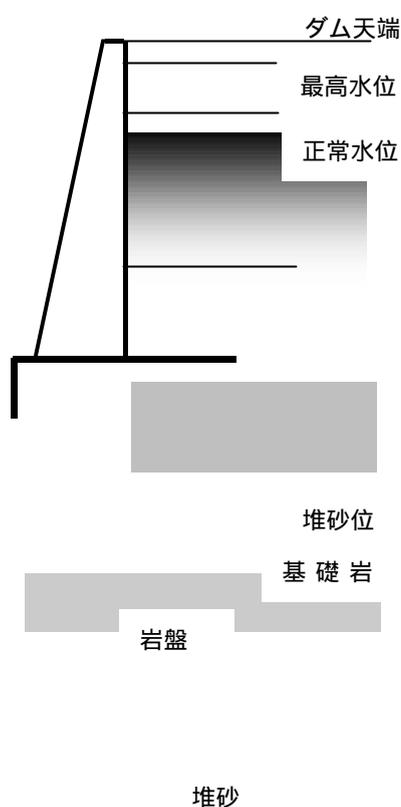
策はとられていない。

表6 観音閣多目的ダムの主要規格

		単位	海拔 差	
主ダム	ダム天端標高		m	267.0
	最高水位 10,000年確率	m	265.7	80.7
	設計洪水水位1,000年確率	m	263.9	78.9
	500年確率	m	263.5	78.5
	正常高水位	m	255.2	70.2
	堆砂位	m	207.7	22.7
	基礎岩盤標高	m	185.0	0.0
	提頂長	m	1,040.0	
	提頂幅	m	10.0	
	提体積	m ³	1,970,000.0	
貯水量	総貯水量	m ³	2,168,000	
	利水容量	m ³	1,385,000	
	調洪容量	m ³	748,000	
年間総流出量	m ³	1,110,000		
発電所	形式		ダム直下流、地上式	
	定格出力	kw	19,500	
	水車形式		立軸フランシス式	

注：計画と実績には差はない。

図8 貯水池容量配分図



(5) 洪水予警報システム

ダム関連の設備として、洪水予警報システムが導入された。これは、観音閣ダム周辺を中心に、広く下流の遼東、遼中、営口などの地域を対象に、雨量測定と予警報発出を行うものである。

本システムは、当初は地上波（VHF）を利用したデータ通信を行う計画であったが、地形上の制約や維持管理費用削減の観点から、実施機関はその方式を再検討し、最終的には衛星通信を利用するシステムに変更された。

衛星としては「東方紅2号」が1996年から1997年にかけて、ほぼ1年間利用されたが、

この衛星の寿命による退役と、後継となるべき衛星「東方紅 3 号」の打ち上げ失敗という予想外の出来事が生じた。このため、現在では自己資金により設置した VHF によるデータ通信を利用している。新たに打ち上げられた「アジア 2 号衛星」を利用して衛星通信を再開することも検討されたこともあるが、衛星利用料が高額なうえに衛星通信（地上）施設の補修に費用がかかること、VHF による通信で特に問題がないことから、当面は VHF の利用を続ける方針である。

(6) コンサルティング・サービス

コンサルティング・サービスの業務範囲は表 7 に示すとおりであるが、事業開始後、実施機関は、カーテングラウト、メタルワーク、洪水予警報システムに関する施工管理を自身で行うこととし、コンサルタントの業務範囲からこれらの業務を削減した。この結果、コンサルタントの業務量は 10% 程度削減された。実施機関によれば、この変更による技術的問題は発生しなかったとのことであるが、契約内容の大きな変更は、場合によっては問題を生じさせるおそれもあり、今後、この種の変更については、本行側でも監理を強化していく必要がある。

表 7 コンサルティング・サービスの業務範囲

	当初		変更後	
	T/D	S/V	T/D	S/V
ダム本体				
カーテングラウト				×
メタルワーク				×
発電設備		×		×
洪水予警報システム				×

注 : 1) はサービス実施、×は範囲外

2) T/D は入札書類作成・入札補助。S/V は施行管理。

なお、洪水予警報システムの T/D にはシステムの詳細設計を含む。

(7) RCD(Roller Compacted Dam concrete)工法の採用

本事業の技術面で特筆されるのは、中国のダムとしては初めて RCD 工法を採用したことである。RCD 工法は日本の建設省が開発した新しい工法で、コンクリートの打設を機械化することによって、工期の短縮と工費の削減(本事業では約 20 億円の節減が可能とみられた)を図る工法である。

この工法の手順は次のとおりである ((財)国土開発技術研究センター「写真で見る RCD 工法によるダム施工」「遼寧省水利庁・観音閣水庫管理局資料」による)。

骨材と混合した固練りのコンクリート(この工法で用いるコンクリートはセメントの配合比率の低い、貧配分/超硬練りコンクリートである)をダンプカーなどで運ぶ。

ブルドーザーで厚さ 50~75cm に均一にならす。これが基本の 1 層(レイヤ)となる。

振動目地切り機により横継ぎ目の造成(縦方向の目地切りはしない)を行う。

振動ローラーによって締め固める。一般のコンクリートで用いられるようなバイブレータは使わない。

重ね合わせ部分に薄くモルタルを敷き詰め、次のレイヤとの結合をよくする。

工程 1 ダンプでコンクリートを下ろす



工程 2 ブルドーザーで均一にならす



工程 3 目地きり機によって横継ぎ目を造成



工程 4 ローラーによる締め固め



工程 5 締め固めの検査



工程 6 モルタル打ち



水利庁の報告によると、本事業の施工は、特に以下の点に留意して実施された。

レイヤ上にダンプが直接乗り入れるときに接合面を破壊したり汚したりしないように、ダンプが乗り入れる前に池を通過することでタイヤを洗浄し、また鉄板またはゴム・シートを敷いて破壊を防いだ。

本工法は材料分離の危険性が高いため、これを防ぐための専任の人材を配置し、またダンプから材料をおろす際に一気に下ろさず小分けして分散させる方法を採用した。

枠板が不均一に変形しやすいため、強度が高く形状が均一な枠板を用い、かつ均一に転圧するように留意した。

施工面が広く、気象条件によってひび割れやむらが発生しやすいため、散水とむしろによりそれらの防止に留意した。

この工法は中国側としては初めての施工法であったが、コントラクターが本工法に経験のある日本人技術者を雇用して技術移転につとめた結果、全体としては問題なく実施されたと判断される。水漏れなどの問題も報告されていない。



ダム近くの RCD 工法の成功を記念する塔

(8) 発電所設備

発電所設備については、ダム直下流を使う中国国産の立軸フランシス式発電機と、変電設備、送電設備がダムの下流側に隣接して建設されている。

2.1.1 工期

(1) 主要準備工事(円借款対象外)

工事用道路 (小市からダムサイトに通じる南回り道路と北回り道路の2本、図5参照) : 1989年8月完成

工事用資材専用引込線および資材ヤード (小市からダムサイトへの工事用資材の輸送のための鉄道引込線と100,000 m²の資材ヤード) : 1989年7月完成

既存鉄道路線の付け替え (ダム建設により水没する川沿いの鉄道の代替線路建設) : 1993年1月完成。この鉄道(溪田鉄道: 本溪 - 田師付)の付け替え工事は、地質不良(中央部に170mの断層がある)によるトンネル工事の遅延により約3年遅れ、グラウディングなどの工事にも影響した。このため、当初は鉄道の付け替えが全て完了してからダム堤体工事に着手する予定を変更し、ダムサイト内の部分のみ仮付け替え完了後にダム堤体工事に着手している。

変電所 (10,000KVAの工事用変電所と6,600Vの配電線路4.5km) : 95年7月完成

その他 バッチャープラント2基 : 1989年9月完成

骨材プラント : 1989年5月から生産開始

図9 鉄道路線の付け替え図



(2) ダム本体工事

本事業の当初計画（1985年からの第7次5ヶ年計画）では1994年6月にダム本体完成の予定であったが、本行によるアプレイザルの時点（1988年3月）で1995年末と修正された。実績では、修正後の計画と同じ95年12月にダム関係の主要工事が完了した（完成式典は95年9月に先行挙行されている）。準備工事が8ヶ月遅れたのは、鉄道付け替え用のトンネル工事が難工事だったためである。その他の工事については、ほとんどが予定より工期を短縮して完工している。ただ、カーテングラウト工事では、工事予定地の一部が鉄道付け替え工事地区と重なったため、工事中断を余儀なくされた結果、1年近い遅れがあった。

また、洪水予警報システムにおいて、前述のように方式の比較検討を行っており、この問題で調達の開始が2年近く遅れた。この影響で、同システムの据付工事は、計画より2年近く遅れて98年6月に完了した。総合的にみて、洪水予警報システムの遅れを除き、工期について大きな問題はないと考えられる。

図10 実施スケジュール

(-----計画、==== 実績)

(月)

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
準備工程	7-----12 7=====4												
ダム工事	堤体工事	7-----12 7=====10											
	土木工事	10-----10 10=====10											
	カーテングラウト	7-----9 7=====7											
	メタルワーク	7-----12 7=====9											
発電 送変電設備	4-----12 4=====7												
洪水予警報システム	2-----9												
コンサルティング	8-----12 8=====10												

表8 実施スケジュール

	計 画		実 績		差異*
準備工事	86/7	92/12	86/7	92/4	8
ダム堤体工事	89/7	95/12	89/7	95/10	2
土木工事	89/10	95/10	89/10	95/10	0
カーテングラウト	91/7	95/9	91/7	96/7	10
メタルワーク	91/7	95/12	91/7	95/9	3
発電・送変電設備	92/4	95/12	92/4	95/7	5
洪水予警報システム	91/2	96/9	95/1	98/6	21
コンサルタント	88/8	95/12	88/8	95/10	2

(*)単位 = 月、 は計画より早い完了、プラスは遅れを示す。

2.1.3 事業費

(1) 事業費

観音閣ダムの総事業費は内貨 1,205.3 百万元、外貨 18,061.6 百万円で、本行アプレイザル時の元の換算レート（1 元 = 34.44 円）で換算すると総額 595 億 7209 万円になる。計画と実績との比較を行うと、内貨分は計画の 1,064 百万元に対して実績は 1,205 百万元と 13% のオーバーラン、外貨分は計画の 18,225 百万円に対してほぼ同額の実績となっている。内貨でのオーバーランは、ダム本体工事におけるインフレによるセメントなどの資機材価格アップ、当初計画よりも移民補償単価が上昇したことによる移転補償費総額の増大、を主因とする。うち、については、同時期の中国における円借款事業でも発生しており、不可避なものであったと考えられる。また、については、より手厚い補償のための費用であり、問題はない（補償内容および単価については、2.2.4 住民移転で詳述）。

表9 事業費の内貨・外貨別予算と実績額

	内 貨			外 貨			合 計		
	計画	実績	差	計画	実績	差	計画	実績	差
	(百万元)	(百万元)	(百万元)	(百万円)	(百万円)	(百万円)	(百万円)	(百万円)	(百万円)
準備費用	226.48	247.93	21.45				7,799.97	3,064.41	4,735.56
間接費	199.39	167.17	32.22	1,036.00	925.51	110.49	7,902.99	2,991.73	4,911.26
設備費				1,810.00	1,810.00	0.00	1,810.00	1,810.00	0.00
材料費				5,141.00	6,189.74	1,048.74	5,141.00	6,189.74	1,048.74
主土建	198.70	271.27	72.57	5,418.00	5,689.66	271.66	12,261.23	9,042.56	3,218.67
カーテングラウト	53.30	58.90	5.60	1,787.00	1,786.15	0.85	3,622.65	2,514.15	1,108.50
金属品	1.50	1.50	0.00	501.00	325.30	175.70	552.66	343.84	208.82
電機設備	1.47	1.47	0.00	777.00	490.35	286.65	827.63	508.52	319.11
観測系統	20.88	19.66	1.22	1,169.00	844.84	324.16	1,888.11	1,087.84	800.27
埋没補償	237.15	437.40	200.25				8,167.45	5,406.26	2,761.18
予備費	124.90		124.90	586.00		586.00	4,887.56	0.00	4,887.56
合計	1,063.77	1,205.30	141.53	18,225.00	18,061.55	163.45	54,861.24	32,959.06	21,902.18

注：1)内貨の外貨への換算は、計画時 1 元 = 34.44 円、実績時 1 元 = 12.36 円

(2) 資金計画

本事業の資金のうち、外貨分は全て円借款で、内貨分は国内予算により手当てされた。なお、円借款は中国人民共和国政府・対外経済貿易部が借入人となっているものであるが、対外貿易経済合作部から、100% 出資の中国進出口銀行経由で、遼寧省水利庁に転貸されている。転貸条件は円借款と同一である。

内貨分で発生した 142 百万元のコスト・オーバーランについては、中国建設銀行からの借款によって追加的に手当され、事業の実施には影響はなかった。

表 10 年度別貸付実行実績

年度	内貨 (百万元)	外貨 (百万円)
1986	25.00	
1987	45.00	
1988	58.00	
1989	77.00	905.00
1990	100.00	987.00
1991	111.50	1,451.00
1992	127.00	3,028.00
1993	254.50	2,911.00
1994	234.60	3,051.00
1995	146.30	5,375.00
1996	26.40	353.55
合計	1,250.30	18,061.55

2.1.4 実施体制

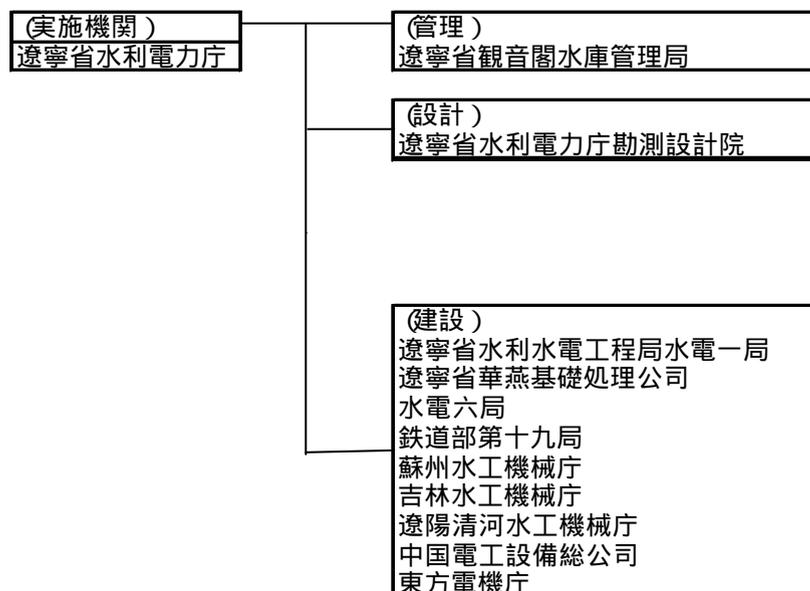
(1) 調達方法・施工方法

調達方法・施工方法の概要は次のとおりである。

調達方法は国際競争入札。資機材およびサービス（除くコンサルタント）の調達条件は一般アンタイド。

施工方法は限定請負（一部施工機械を貸与。資材は事業実施者から支給）。

図 11 プロジェクト関連組織一覧



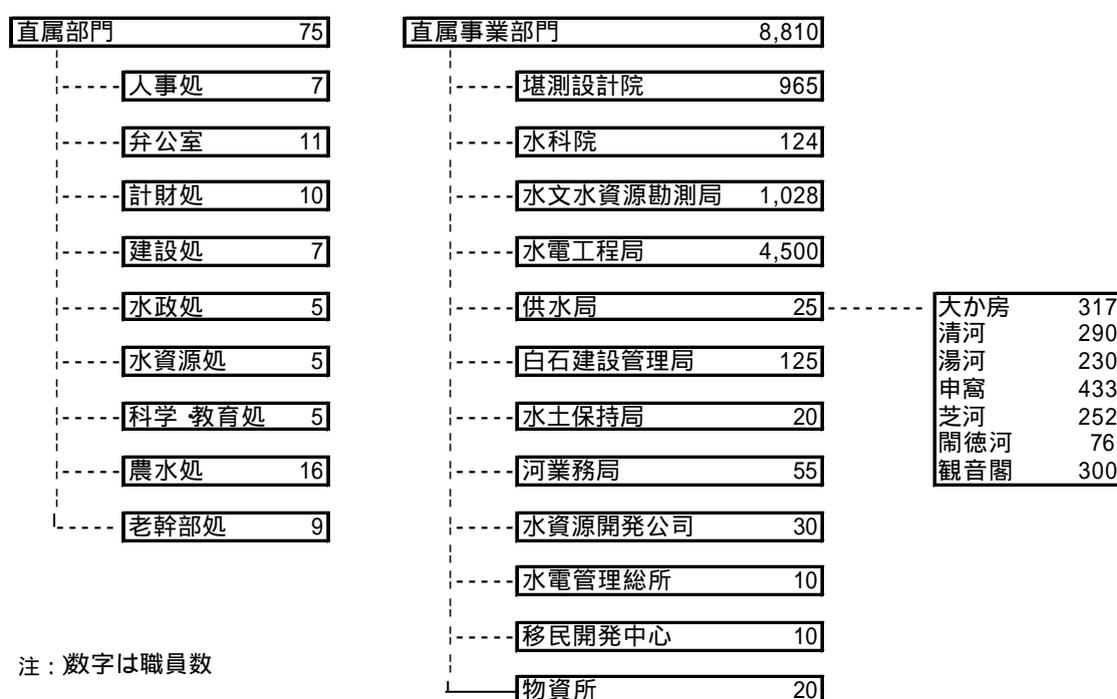
(2) 実施機関

本事業の事業実施機関は遼寧省水利電力庁である。同庁は、現在は「遼寧省水利庁」と

名称変更されている。これは、国の組織である国務院・水利電力部が2つに分割（1988年）され、水利部と電力部になったことに合わせたものである。しかし、国レベルでは仕事が別れたが、遼寧省では名称だけの変更で、中身には一切変更がないとのことである。元々、この組織は、1954年に遼東、遼西の両省が合併したことに伴い、遼寧省人民政府水利局が誕生、ついで1958年に大型工事の建設を担当する遼寧省水利電力建設局が設けられ、この両組織が1961年に合併したものである。

遼寧省水利庁は、図12に示したように直属部門は75人と小人数であるが、直属事業部門に8,810人を有する大きな組織である。省内のほとんどのダムを直接手がけており、経験が豊富であり、本事業におけるRCD工法の成功によって、水利庁は河北省のRCD工法による桃林口ダムの受注にも成功している。

図12 遼寧省水利庁の組織図(1998年)



水利電力庁(当時)は、工事の時点では、水資源開発利用、水防、冠水排水、都市・工業用水、灌漑用水、発電等に係る水利観測、企画、設計、施工、工程管理および人材育成等を担当し、職員として2,051名のエンジニアをかかえており、その内訳は高級(主任)技師が260名、中級技師が850名、技師助手が941名となっている。職種別には水工800名、農田水利800名、水文300名、土木50名、機械・電気50名、その他51名であった。

本事業のF/S(1984年6月)、初步設計および詳細設計は、全て遼寧省水利電力庁勘测設計院が担当した。同院は、1954年に水利部北京勘测設計院瀋陽分院として設立されたが、1958年に遼寧省に移管され、現在の名称となったものである。職員は965名であり、このうちエンジニアは高級技師120名、中級技師170名、技師助手100名の合計390名である。業務は 省の水資源総合利用の企画とコンサルタント業務、 各種水利水電工事の計画、F

/S 踏査設計およびコンサルタント業務などであり、国内外にわたり 100 余りの踏査設計の経験がある。

(3) コントラクター

本事業の建設は、図 12 に示したように、遼寧省水利水電工程局水電一局以下の 9 局・会社がコントラクターとなり実施された。コントラクターの選定は、表 12 の基準に基づいて、2 段階評価方式の事前資格審査 (P/Q) が行われた。第 1 次アプレイザルでは、水電一局は参加した 9 社 (フランス 1 社、イタリア 2 社、日本 1 社、中国 5 社) のうち第 8 位と低い順位であったが、第 2 次アプレイザルを通過している。これは、大規模なコンクリート建設の経験がある、所在地がプロジェクト・サイトに近い、人材、設備、資金の面で十分な調達が可能である、第 1 次評価で点数が低くなった主因である RCD 工法に経験のある技術者がいないことに対しては、新たに技術者を雇用する方針である、などといった点が評価されたためである (引き続き実施された入札の結果、水電一局が落札した)。

水電一局は、結果的には満足のいくパフォーマンスを示したものの、この P/Q 過程には不透明感が残る。本件は、コントラクター選定の過程においては透明性を旨とすべきという意味では、適切な選定であったとは言い難い。

表 11 コントラクターの事前資格審査(P/Q)基準

項 目	評点	内 容
一般的な経験	15	法的立場 登録年 得意分野 資本金 従業員数 技師 (経験15年以上) 専門家 (経験15年以上) プライム施工数 国際的活動 技術者数 年間施工額 有限、株式、国有 中国 その他
類似プロジェクトでの経験	45	コンクリートダム RCD工法での建設 発電所 グラウテイング 川の付け替え工事
職員の経験	15	
建設設備の適切さ	10	
財務的能力	15	年別工事受注額 授權資本金 払い込み資本金 資産合計 負債総額 純資本 現在の受注済み工事額 ボンディングの能力
合計	100	

(4) コンサルタント

本事業で採用された RCD 工法は、中国では初めての工法であり、また事業実施の緊急性が高いことから、本行の借款手続きや RCD 工法などに経験の豊富な優秀なコンサルタントの雇用が不可欠である。このため、実績のある本邦コンサルタントを随契により雇用することになった。随契の理由は、 JICA の F/S を実施したことから本事業に習熟していること、 事業の緊急性が高いこと、 中国での経験が豊富であること、の 3 点である。

このコンサルティング・サービスとして 333M/M、対価として 1,036 百万円が予定されたが、実際には洪水予警報システム関係のコンサルティングは不要として、1 割程度の M/M と費用が削減された (2.1.1 (6) 参照)。

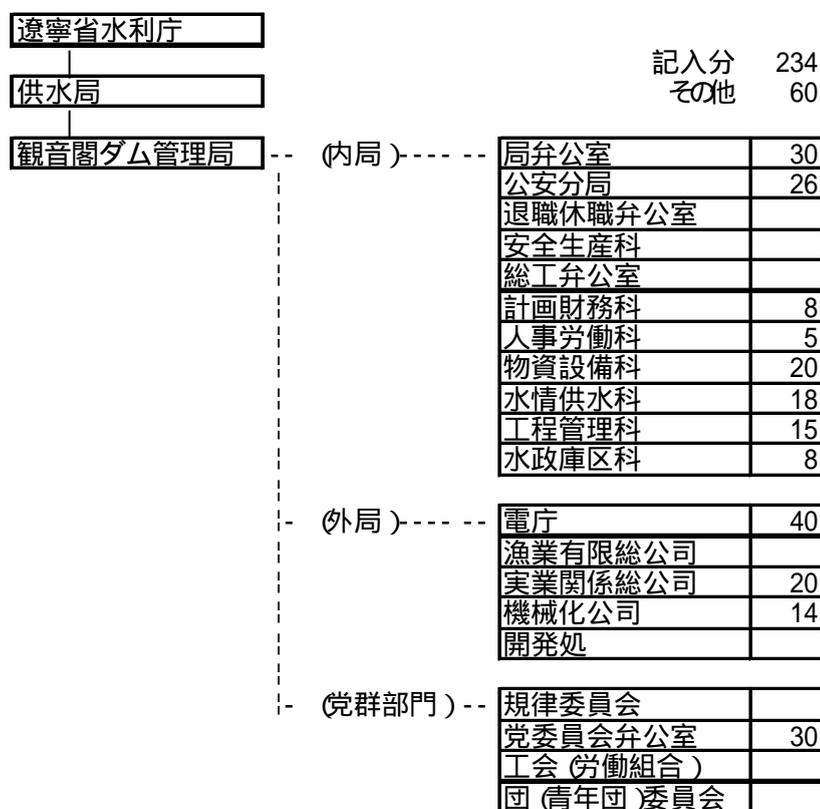
2.2 運営・維持管理にかかる評価

2.2.1 運営体制・状況

(1) 組織

本事業完成後は、遼寧省水利庁供水局に1989年2月に設置された観音閣ダム管理局（以下「ダム管理局」）が管理・運営を担当している。この局の人員はアプレイザル時には約350人が予定されていたが、実際には約300人である（洪水予警報システムについてのみ、ダム管理局ではなく、省の機関である太子河流域洪水防御調度中心（コントロールセンター）が管理している）。

図13 観音閣多目的ダム管理局組織図(1997年)



(2) トレーニング

ダム管理局では、職員のトレーニング・教育をOJTで行うことはほとんどなく、水利庁付属の学校などもない。OJTの概念自体も余りなじみがないようである。このため、トレーニングの中心は、職員を外部の学校などに派遣して勉強させたり、通信教育を受けさせることにある。また、国家資格や大学の修士号を取らせるための学費面での援助もしているとのことである。ダム管理局としては、総合的にみて、従業員の能力については満足しているとのことであった。

(3) 技術者数

ダム管理局職員約 300 人のうち、エンジニア（大学卒業の技術者）が 95 人と、技術者の必要数は充足されている。エンジニアのうち、高級エンジニアが 17 名、中級エンジニアが 31 名、初級エンジニアが 47 名である。このように、業務の性格上、技術者のウエイトが高いことにダム管理局の特徴があり労務者は 50 名程度にしか過ぎない。

2.2.2 維持・管理体制と状況

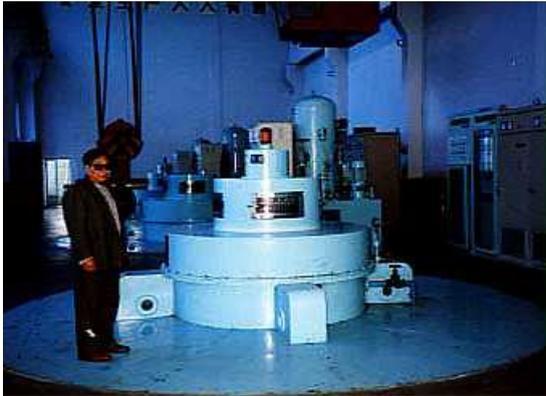
遼寧省水利庁ではダム毎に管理局を設置しており、観音閣ダムの維持・管理は、供水局の下にある観音閣ダム管理局が行っている。この管理にかかる費用は、年間約 5,000 万元(減価償却費を含む)である。これら費用の大半は、観音閣ダムの用水、発電、水産養殖からの直接的な収入でまかなわれ、不足分は省政府からの補填によっている。また現在のところは設備が新しいために、スベアパーツなどの費用は余り負担となっていないとのことである。本事業の維持・管理は、メカニカル 8 人、電気 8 人の専門家が担当しており、問題はないとのことである。漏水については、2 人の専門員を置いており、自動計測を行っている他、月 2 回のチェックをしている。漏水量は 1996 年の 106 リットル/分が、1997 年には 95 リットル/分へ、1998 年には 79 リットル/分と減少しており、良好な成績を示している。

表 12 観音閣ダムの収支

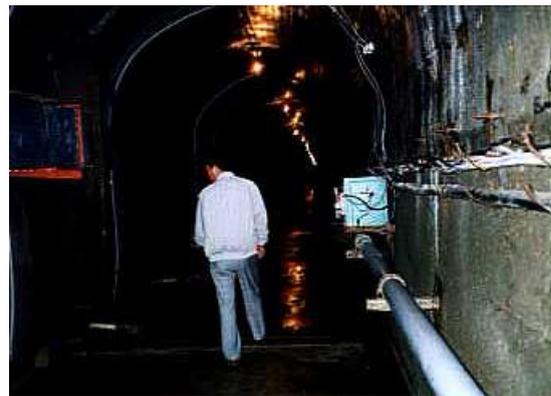
単位：百万元

		1995	1996	1997	1998
発電量(百万KWH)		60.00	86.00	102.00	104.20
電力単価(元/kwh)		0.18	0.18	0.18	0.18
収入	電力		15.48	18.36	18.76
	水		9.80	10.56	14.27
	養魚、観光		13.86	14.89	15.01
	合計		39.14	43.81	48.04
支出	償却費		28.00	32.00	33.00
	発電費用		3.24	3.42	3.35
	修理費		1.00	1.05	1.10
	維持費		11.59	12.00	12.14
	労務費		0.10	0.11	0.13
	退職者年金		0.41	0.48	0.45
	その他		2.20	2.31	2.14
合計		46.54	51.37	52.31	
収益			7.40	7.56	4.27

出所：観音閣水庫管理局



発電機 3 台



ダム内部を走る監査路(ダムのゆがみや漏水などを検査する装置が置かれている)

また、環境問題専任が 1 人置かれ、農工場発生源からの排水の管理を中心に監視を行っている。排水の管理は、「中国人民共和国地表水質基準」に従って行われている。

ダム管理局としては、公有企業の通例である余剰人員対策のために、近くの温泉や水洞(鍾乳洞)の観光開発を検討中だが、資金の問題もあり、実施に移すに至っていない。ただ、この一環として、元々はダム管理局の付属の宿泊設備であった水庫賓館を改装して、一般観光客も泊まれるようにするなどの努力をしている¹。

2.2.3 環境をめぐる問題

(1) 環境評価の規範

中国でのダム・プロジェクトは、国務院水利部および地方人民政府の水利部門が主管する。ダム建設に先立つ環境アセスメントは、プロジェクトの規模に応じて、国務院水利部または地方人民政府の水利部門が、「水利水电工程環境影響評價技術規範」(1986 年施行)の基準に従って環境影響評価報告書を作成し、環境保護部門(中央 = 国家環境保護総局、省 = 環境保護局)の審査・承認を受ける。

具体的な評価項目は、水文変化、洪水防止、生態環境、局部気候、水温・水質・富栄養化、セメントの質、環境地質、土壌・土地利用、貴重な生物種、健康・疾病、文物保護、施工中の環境影響、などである。なお、現行の「技術規範」は、過去 10 年間の実施経験と教訓を踏まえ、さらには外資プロジェクトの増加という趨勢の中で国際的基準との整合性も図るべく、現在改訂作業が行われている。

また、環境評価については各実施機関により随時行われている。国務院・水利部では、これまでに黄河流域の三門峡ダムと湖南省東江ダムについて事後評価を行っており、ダムによる環境影響や移転住民の衛生環境、生活・生産面などの諸問題に関する調査を行い、必要な対策を講じている。

本事業は遼寧省水利庁が主管する地方プロジェクトであり、環境アセスメントの審査・

¹ 中国でも、大都市などの富裕層に名所・旧跡を回る観光が盛んとなっており、今回の評価の現地調査期間中にも団体が宿泊していた。

承認は、遼寧省環境保護局により行われている。また、円借款実施前においては国際協力事業団が事業の F/S の中で環境調査を行い、『観音閣ダム建設計画調査』にその結果がまとめられている。本行によるアプレイザル時のチェック項目を整理すると、(1)施工期間中の影響、(2)自然環境への影響、(3)貯水池および下流の水質・水温変化、(4)歴史的文化的遺産への影響、(5)既設インフラへの影響、(6)住民移転の 6 項目になる。以下に、本事業の環境的社会的影響に関する上記 6 項目について、遼寧省水利庁の報告をもとに概述するが、住民移転については、節を改めて 2.2.4 で説明する。

(2) 工事期間中の影響

工事期間中は、工事過程で発生する排水や工事チームの生活排水、また工事の諸過程で発生する大量の固形微粒子の水中への流入などにより、河川水質が悪化するおそれがあった。そのため、現地の地形と汚染源の分布状況を十分考慮した上で、臨時的・永久的処理施設として、堰下のいくつかの浄水池が改修・建設された。その結果、工事期間中の汚水 4,000 万トン余りが浄化され、工事地域における各排水口の水質を国家规定の基準値内に収め、下流域の都市・農村住民の用水需要を満たすことができた。

(3) 自然環境への影響

ダム建設に伴う自然環境への直接的な影響として、植生の破壊があげられる。ダム建設により破壊された植生面積は 187 ムー（約 12.5 ヘクタール）であった。これらの部分の土地の植生をできるだけ早く回復するため、1992 年にダム管理局が省の園林規劃設計院に委託して植林計画を作成し、1993 年にダム地域の緑化が進められた。その結果、1997 年末までの緑化面積は 7.9 ヘクタールに達し、破壊された面積の 63.4% が回復した。また、観音閣ダム地域はすでに本溪市旅遊局により観光地域として正式に指定されている。

ダムの完成に伴って、農地 2.320ha、林 990ha が水没し、この他に、49 工場、35km の鉄道、52.3km の送電線、135km の国道なども水没した。

ダムの周辺には保安林や自然環境保全地域などの保護区域はない。また動物については、保護すべき種として指定された種や絶滅の危機に瀕している種あるいは学術上貴重とされる種などの生息・分布は報告されておらず、地域の生態系に対する深刻な影響を与えることもないと判断された。本事業の実施による著しい負の影響は報告されておらず、他方、貯水が進むにつれ、ダム湖に多くの水鳥が訪れるようになったことが報告されている。

(4) ダムの水質と衛生環境

ダムの水質検査は、隔日に 2 回行われ、測定地点は、流入地点、貯水池、ダム周辺、放水地点の 4 箇所である。現在のダムの水質は国家基準第 Ⅰ 種の水質にあり、生活飲用水の水源保護、貴重な魚類の保護などに適する良好な状態を保持している。ただ、上流での人口の増加と耕作地の増加から、アプレイザル時の水質が第 Ⅱ 種であったことから比べると、ダム建設後の水質は 1 ランク下降していることになる。

現在、ダム・サイトにおいてホテル建設など観光開発が進められており、今後の水質保全対策の強化が必要である。また、観音閣ダム上流域は、8 割が森林に覆われているが、ところどころで採鉱や建築材料の掘削により山地が削られ、土壌流出がみられる。現在のところ土壌流出がダムの水質やダムの機能そのものに大きな影響を与える心配はないと考え

られているが、今後とも適切な土地利用と土壌保全が求められる。

ダム建設後における疾病の増加など衛生環境面での影響については、現在のところ特に報告されていない。

表 13 中国の地表水質基準(例示)

単位：mg/l、ただし pH は無単位

		第 種	第 種	第 種	第 種	第 種
pH	<	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9
硫酸塩	<	250	250	250	250	250
塩素化合物	<	250	250	250	250	250
溶解性鉄	<	0.3	0.3	0.5	0.5	1.0
マンガン	<	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
銅	<	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
亜鉛	<	0.05	1.00	1.00	2.00	2.00
硝酸塩	<	10	10	20	20	25
亜硝酸塩	<	0.06	0.10	0.15	1.00	1.00
窒素	<	0.5	0.5	1.0	2.0	2.0
リン	<	0.02	0.10	0.10	0.20	0.20
COD	<	15	15	15	20	25
BOD	<	3	3	4	6	10

出所：中華人民共和国地表水質基準(1988年4月公布、6月施行)

注：第 種 源流地域、国家自然保護区など

第 種 集中的生活飲料水のための水源地など第1級保護区

第 種 集中的生活飲料水のための水源地など第2級保護区

第 種 工業用水区、娯楽用水区など

第 種 農業用水区など

(5) 既設インフラへの影響

ダム水没地域周辺の交通、配電設備などの移転、改修、建設は、すべてダムの住民移転事業とあわせて行われ、ダム建設前の水準にまで回復したとされている。また、ダム建設と周辺地域の整備は、今後の観光産業の発展に期待を与えている。

(6) 遺跡の問題

ダムの水没地域は悠久な歴史文化を持つ地域を擁し、古代の多数の民族の発祥の地域である。水没地域の文物古跡の保護と管理を強化するため、遼寧省の考古学調査チームにより、水没地域内の文物に対する調査、計測、発掘、整理、移転事業が行われた。3年の調査を経て、遼東地域の戦国時代以前の文化の空白を埋め、貊族と高句麗満族の原始文化の研究を進める上で重要な史学的価値のある貴重な考古学的資料が得られたとされている。

本事業のサイト周辺には、新石器時代および青銅時代の史跡が 9 ヶ所あり、その他青銅時代の洞穴、火葬墓 200 ヶ所余等があるが、史跡 9 ヶ所については移転済、古墳については「遼寧省観音閣ダム文化財考古工作隊」により調査の上必要に応じて保全対策が進められる予定であった。もっとも、今回の調査によるヒアリングでは、それほど価値の高いものがなかったとのことで、4,000 年前の化石の移転が行われた以外、ほとんど保全対策は取られなかったようである。

2.2.4 住民移転

(1) 過去の住民移転

中国では、1950 年以降、86,000 もの貯水池が建設され、1,220 万人余りの住民が移転を余儀なくされた。中国のダム・プロジェクトにおける住民移転は 3 つの時期に区分できる。

建国から大躍進以前の時期 (1949 ~ 57 年) : 移転の規模がさほど小さくなく、移転後の住民生活にも大きな問題は生じなかった。

大躍進から文化大革命にいたる政治の大変動期 (1958 ~ 77 年) : とりわけ大躍進の時期には、労働力の大量動員による大型ダム建設が行われ、住民移転の規模も大きくなった。また、移転地域の環境容量への配慮も足りず、移転住民の生活再建が困難になる場合も少なくなかった。

文化大革命終了から現在に至る改革・開放期 (1978 年 ~) : これまでの住民移転の経験と教訓にもとづいて法体系が整備され、移転後の住民の生活水準の向上に配慮がなされるようになってきている。

1991 年に国務院より公布された「大中型水利・水力発電事業建設に伴う土地収用・補償および住民移転に関する条例」では、開発型住民移転（「開発性移民」）の方式を国家が提唱・支持することが明記された。開発型住民移転とは、水没地域の住民を移転させ、生活水準を以前のレベルまで回復させるだけでなく、移転後の生活状況にも配慮し、移転住民による生産振興を積極的に援助するという政策である。

(2) 本事業での住民移転

観音閣ダム建設により影響を受ける住民は、計画段階での 5,405 戸 (23,446 人) に対して、実際にはこれを戸数で 38.8%、人数で 21.9% 上回る 7,501 戸 28,580 人となった。

住民移転は、本溪県および新賓県人民政府により実施され、1991 年から移転を開始し、1997 年までに完了した。1995 年までの移転住民は 2 県、5 郷鎮、23 村、184 企業、54 事業単位におよび、この段階での移転総数は 6,981 戸、26,744 人であった。またダム貯水後、ダム地域の本溪県南甸鎮溝口村と清河城前央村における大部分の耕地が水没線以下になるという実際状況を考慮し、1997 年になって 49 戸、187 人を移転させた。さらに住民の実際の生活状況などを考慮して、再度移転を行っており、最終的に移転総数は 7,501 戸、28,580 人となった。移転総数につき計画と実績に差異が出た理由については、遼寧省水利庁および県移民弁公室によると、(1)人口増加があった、(2)南甸鎮滴塔村および清河城前映村において、住民の所有農地が一部水没し、収入維持のために移転せざるを得なくなった、とのこ

とであるが、中国側の計画立案時の調査が不十分であったと言わざるを得ない。

また、移転に際しては住宅の確保、代替農地の確保（移転前とほぼ同じ1人当たり0.1ha）、各種補償費の支給（家屋補償等 - 表15参照）が行われる他、農業を止める移転住民の各戸から少なくとも1人が雇用されるように従業員5,300人分相当の各種工場を建設する計画であったが、これらも計画をかなり下回っている。すなわち、農地面積が8割程度に減っており、また工場での雇用数も新規400人（既存の工場への勤務を含めると、1,200人）程度に止まっている。

移転補償費の概算は380,777千元であり、このうち既に359,961千元が、遼寧省人民政府から県移民弁公室に支払われた。遼寧省水利庁によると、残額についても予算手当て済みとなっている。この移転補償費概算のうち、移転住民に直接支払われた補償・補助費は9,740万元であり、一人当たりの単純平均は約3,408元である。

表14 観音閣多目的ダム建設に伴う住民移転および用地取得

影響範囲	計画	実績
戸数 (戸)	5,405	7,501
人口 (人)	23,446	28,580
耕地 (ha)	2,783	2,320
山林 (ha)	1,188	990
雇用 工場従業員	5,300	1,200

出所：遼寧省水利庁資料

表15 移転補償金の単価表

	単位	旧概算	新概算	差異	差異の原因
土地の補償費	元/畝	698	1,806	1,108	政策 739、物価 369
移転補助金	元/人	272	719	447	政策 298、物価 149
林地の補償費	元/畝	306	1,675	1,369	政策 1,027、物価 342
個人の樹木	元/木	5	20	15	物価
果樹	元/木	48	78	30	"
養魚池	元/畝	800	1,600	800	"
煉瓦積家屋	元/m ²	45	110	65	"
葦葺家	元/m ²	37.5	80	43	"
納屋	元/m ²	12	48	36	"
移転費	元/戸	350	560	210	"

出所：遼寧省水利電力庁資料

注：単価表は90年に見直された。差異の原因で政策とは物価以外の配慮による見直し分

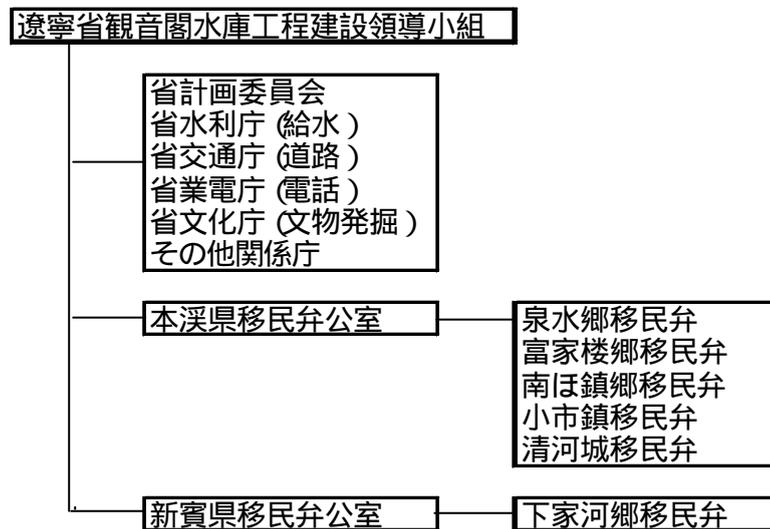
(3) 本溪县における住民移転の状況

本事業で発生した住民移転の大部分（96%）は本溪县においてのものである。ここでは、本溪县の状況について分析する。

本溪县の移転住民総数 27,333 人（7,175 戸）のうち、21,660 人（5,791 戸）が県内移転、残り 5,673 人（1,384 戸）が県外移転と、ほぼ 8 割が県内移転を占める。県内移転はさらに上部移転、すなわちその土地後方の水没線上部への移転（「就地後靠」）と、ダム周辺の他の土地への近隣移転（「近遷」）という二つのタイプに分けられる。表 17 に示したように、上部移転 6,486 人（1,665 戸）、近隣移転 15,174 人（4,126 戸）というように、ほぼ 3 対 7 の割合で近隣移転の方が多くなっている。この県内移転は、県移民弁公室により計画的に行われたものである。

本事業における住民移転担当組織を以下に示す。

図 14 住民移転のための組織



(出所) 遼寧省水利庁

住民移転の計画段階では、県 鎮 村で「工作隊」を組織して、土地調査や移転地域の割り当てなどを行い、その過程で個々の住民の要望を聞くと同時に、住民の説得工作を行った。観音閣ダムの移転事業は、一方で、ダム周辺に整備した新しい土地や既存の村で再配分した土地への移転（「近遷」）を進め、一方で、住民の要望と土地整備のフィージビリティを考慮して、水没線上部への移転（「就地後靠」）を認めるという方法で行われた。この地域での水没線上部への移転は、土地条件が悪く、交通が不便など、生活条件の悪化につながりやすい。それでも、資産を多く持たなかった等の理由で補償額が少なく移転費用を節約したいもの、体力がないもの（特に老人）、土地への愛着が強いものなどが上部移転を希望するケースが多いとのことであった。

なお、県外移転は親類などを頼って自ら転出を希望した人々で、省内のみならず、黒龍江省、河北省、山東省にまで及ぶ。

また、移転の組織形態についてみると、集団移転 9 村 (12,216 人)、部分的集団移転 6 村 (11,316 人)、完全分散移転が 7 村 (3,801 人) であり、人数で見ると、集団移転または部分的集団移転が圧倒的多数を占め、86%にのぼる。このような移転形態は、移転地域での土地・施設の整備に便利だけでなく、特に近隣関係をベースにした農村コミュニティにおいては移転地におけるコミュニティ再建にとってもより有利であり、分散型の移転をできるだけ回避するという住民移転の原則が実行されている。

部分的集団移転の場合、移転地において旧住民と新住民との協力関係をどうつくっていくかが、新しいコミュニティ形成の課題になる。中国では、村民委員会という村民の自治組織の形態が存在するが、県移民弁公室によると、新住民の規模が大きい場合は、新住民だけで村民組という組織を村民委員会の下に設け、その組長が、村民委員会の副組長を兼任するというケースがあるという。このケースでは、新住民の意向が委員会活動に反映しやすくなる。

表 16 住民移転のタイプ(本溪县)

	移転地域			組織形態		
	県内 水没線上	県内 近隣	県外	部分的 集団移転	集団 移転	完全分散
村	-	-	-	9	6	7
戸	1,665	4,126	1,384	2,947	3,316	912
人数	6,486	15,174	5,673	11,316	12,216	3,801

出所：本溪县移民弁公室

(4) 移転地域の整備状況

まず住宅については、都市・農村計画行政部門による一定の基準に基づき、移転住民自身が、支給された移転補償・補助費と自己資金を使って建設する。敷地の面積は 3 タイプあり、小さいものから順に、15×18メートル四方(270平方メートル)、18×20メートル四方(360平方メートル)、20×30メートル四方(600平方メートル)である。一般に前2タイプのものが多い。このうち、40平方メートル以上を家屋が占め、残りの大部分を畑として利用することができる。畑を行う場合は、元の土地からこれまで耕してきた土を運んで客土することができる。

なお、移転地域の新村では、従来の自然村とは異なり、土地面積の制限や、水道、電気などの整備の便などを考慮して、密集型の住居群になっているのが特徴である。

次に、水、電気、通信、道路の整備も進められている。まず、給水面の問題を解決するため、簡易水道が計 76ヶ所に設置された。時には河川まで水汲みにいかなければならなかった上流域から、簡易水道の整った新村に移った住民にとって、労力が大幅に削減できる。

電気については、高圧配電線 150km、低圧配電線 250km が設置された。また、4,612 戸の家庭まで電気が通じており、これは県内で移転した戸数の約 8 割にあたる。さらに、光ファイバー通信線 64km の敷設と電話の設置(計 113 台)、ケーブル・テレビの設置など、新村での生活の便がよりよくなるよう配慮されている。

道路については、公路(国・県道)だけでなく(86.7km)、公路と移転住民の新村とをつなぐ

連絡道路（66.5km）も整備された。

学校校舎の改築・新築もなされ、改築・新築数は13校（小学校12校、中学校1校）、延べ面積は2万平方メートル余りに達する。また、病院1院を建設したほか、各新村で簡易治療が受けられる衛生所が設けられている。

他に社会福祉施設として「養老院」（老人ホーム）が建設されている。泉水鎮の養老院は総面積2,000平方メートルで40人が生活できるよう設計されている。ここには、食堂、トイレ、娯楽施設など生活に最低限必要な施設があるだけでなく、農地40ムー（約2.7ヘクタール）や畜産場が併設され、比較的身体の丈夫な老人が農作業に従事できるようになっている。また1年当たりの入園料は6元で、現在18人（うち移転住民16人）がここで生活している。

以上のように、おおむね移転地域での必要な施設は順調に整備されつつある。

その一方で、現地調査時にヒアリングを行ったところ²、ダム水没地域の最上流の上部移転地域に住む住民から、次の問題点が提出された。

まだ住宅の建設が完了していない住民が一部みられる。ダムの竣工間際に暴雨にみまわれ、緊急措置として、水利庁側でダムを堰き止めた際に、最終段階に移転が計画されていた最上流のある村では、移転の準備が整わないまま住民は避難せざるを得ず、多くの資材が浸水してしまった。これに対して、政府は新たな資材の確保や運送面で必要な援助を行ったものの、いまだ資金不足などの理由から、住宅建設が一部間に合っていないためである。（ただし、その後追加的に実施機関にヒアリングを行ったところ、資金不足分については、省政府が98年度末の予算で補填し、残りの住宅建設も行ったとのことであった。）

雨になると村と公路を結ぶ土道がぬかるみ、外出が困難になる。（上部移転により耕地面積が減少し、その分を出稼ぎに頼る生活を強いられている住民にとって、道路整備への要求は、移転以前よりいっそう高まっている。）

（5）移転住民の生活・生産活動への適応状況

上述のように移転地域での基礎インフラ西部はおおむね順調に進んでいるが、一部の移転住民、特に水没線上部への移転住民、あるいはもともと生活基盤が脆弱であった移転住民のなかには、以前より生計を立てにくくなったケースがある。

県移民弁公室は、1997年に、住民移転が行われた代表的な10ヶ村において、820戸、約3,300人を対象に移転後の生活状況について聞き取り調査を行った（表18）。その結果、約50%の住民から収入が増加したとの回答が得られたが、一方で減少したという回答も約20%存在した。移転住民の約6割が引き続き農業に従事しているが、収入減少の大きな原因として耕地面積の減少があげられる。特に上部移転の場合、耕地面積の減少に加え、土地生産性も低下するケースが多い。また、遼寧省水利庁によると、家族の構成メンバーに老人・子供が多い世帯や、補償対象となる資産を多く持たず、補償の絶対額が少なかった世帯など、社会的弱者は特に移転による影響を強く受けているとのことである。一方、水道の普及、電化、道路、教育設備などについての満足度は高い。

2 1998年5月27日に、南甸鎮馬村において、本溪県移民弁公室および南甸鎮政府関係者のアレンジにより開催。南甸鎮馬城から3名（うち1名が上部移転）、南甸村から1名（上部移転）、北甸村から2名（うち1名が上部移転）の計6名（うち3名が上部移転）が参加。

現地調査時のヒアリング³によると、南甸鎮北甸村は平均して従来1戸当たり1.5ムー(0.1ヘクタール)の耕地が、上部移転により0.5~0.6ムー(0.033~0.04ヘクタール)まで減少した(およそ3分の1)。村民は、耕地面積減少の分、少なくなった収入を、炭坑、運送業、建設業などに従事して補っている。しかし、最近では景気がよくなり、例えば炭坑で従事しても賃金が遅配されることもしばしばあり、出稼ぎ生活も決して安定しているとはいえない。

また、今回の現地調査において、車窓から水没線以下の耕地の多くが作付けされていることが認められた。県移民弁公室の話によると、実際に水没線以下の耕地も、全ての移転住民により利用されている。この耕地は、上部移転の場合は村、近隣移転の場合は郷鎮でそれぞれ請負登記を行うことで使用できる。もちろん、水没リスクは以前に比べてはるかに大きく、既に移転の際に水没補償をしているため、たとえ浸水して作物が被害を受けたとしても補償はもはやない。それでも、移転による耕地減少分を補うべく、多くの移転住民が、雨期の合間に種まきから収穫までが可能な作物(ジャガイモ、小麦など)を栽培している。その場合、耕作人は、年間1ムー当たり12元支払うほか、収穫分はすべて自己処分できる。

なお、村人はこれまでは河川で自由に漁をしてきたが、河川が水没するため、漁業法に基づき補償を受けた上で、その後はダム管理局からチケットを購入し時間と場所を定められた中で漁をすることになった。県移民弁公室によると、一部にはこのような管理に納得できない村人もいるが、最近ではチケットを買って漁をする村民も増え、この方式が定着しつつある。

表 17 移転住民の移転後の状況調査

移転への満足度	満足・やや満足	80%	変わらない	10%	不満・やや不満	10%
収入の変化	増えた	50%	変わらない	30%	減った	20%
職業の変化	農業		工業		商業・その他	
移転前		70%		20%		10%
移転後		60%		10%		30%
水道の普及	改善された	70%	変わらない	20%	悪くなった	10%
電化の進展	改善された	90%	変わらない	10%	悪くなった	0%
道路事業	改善された	70%	変わらない	15%	悪くなった	15%
教育設備	改善された	80%	変わらない	20%	悪くなった	0%

農業を継続した人

収入	増えた	50%	変わらない	30%	減った	20%
農地面積	増えた	20%	変わらない	30%	減った	50%
主要農作物	第一位		第二位		第三位	
移転前	コーン		米		豆	
移転後	コーン		豆		米	

出所：遼寧省水利庁資料

³ 脚注 2 を参照。

2.2.5 移転住民の生活再建の実例

(1) 生活再建のための方策

ダム水没地域の多くの住民は農業を主として生計を営んでいたが、移転により、1戸当たり耕地面積は平均して1.5ムーから1ムー以下に減少しており、これが移転住民の生活再建の足かせとなっている。特に上部移転した農民の場合、耕作条件の悪化の度合いが多い。この問題に対処するために、県共産党委員会と県政府は、1991年より移転住民を組織して、個人用に計560ムー（約37.3ヘクタール）、集団用に計1,200ムー（約80ヘクタール）余りの土地の造成を行い、あわせて生産性の低い農地の土地改良を行ってきている。

また、工場の新設により310人の移転住民の雇用を確保したほか、多角経営型農業生産への援助も行っており、移転住民による養鶏、養鴨、養兔、養豚などの事業を組織し、1997年時点では、養鶏40万羽、養鴨7,000羽、養兔1,200羽を生産したほか、換金性の高い野菜・果樹の作付け支援等を行っている。

さらに、県共産党委員会と県政府は移転住民の雇用確保につとめ、商業、飲食業、運輸業、サービス業などの第三次産業に従事する移転住民に対して、各種税の減免という優遇政策を実施している。その結果、移転住民の得る利益総額は毎年100万円前後にのぼるとされる。

1997年の移転後の生活状況聞き取り調査の結果、収入が減少したと回答した住民の割合が約20%にのぼったことから、本溪県政府は以下のような施策を実施し、移転住民の生活改善に努めている。

新たに2,360ムーの農地を提供すること。

商売に従事したり、新たに起業する住民を対象に税金等の減免を引き続き行うこと。

従来から実施している畜産業、野菜・果樹等の作付けを引き続き推進すること。

(2) 農業

移転に伴う耕地の減少、収量の低下を克服するため、県共産党委員会と県政府の指導で、2つの方法がとられている。

簡易技術の導入としては、ハウス栽培が典型的である。周辺の山で採れる木の枝を耕地にさして、町で購入したビニールをかぶせるとというのが最も簡単な方法である。小市鎮上堡村ではこのような簡易ビニール・ハウスを利用して、トマトとエンドウを栽培している農地があった。

新規開墾の場合は、県移民弁公室から1ムー（約6.7アール）当たり400円の補助金が出る。泉水鎮三官閣村のある村民は、もともと4ムーしかなかった農地を開墾により15ムーまで拡大し、果樹、野菜だけでなく、羊・豚の飼育も手がけていた。また開墾地域の土地改良のため、もとの耕地からトラクターで比較的肥えた土を運び客土をしていた。

以上は自留地（自家用に耕作が認められた土地）を利用した農業生産の試みであるが、鎮や村からより広い面積の耕地を請け負い、商品作物の生産を行うケースがある。小市鎮下堡村のある村民は、125ムー（約8.3ヘクタール）を鎮から請け負い、22人の移転住民を雇用して、韓国企業向けにダイコンや白菜などの野菜の種苗を栽培している。1年間の請け負い料は1.5万元であり、年産10万元（うち税込み収入4万元）にもなる。

同じく小市鎮の小市村のある村民は、32 ムー（約 2.1 ヘクタール）の果樹園を経営している。6 年間契約で鎮から農地を請け負い、ナシ、リンゴ、アンズなどの果樹を栽培している。樹苗を市場に売り、年間 6~7 万元の売り上げになる。遼寧省果樹研究所などから樹苗を導入し、研究所の技術指導のもとで、耐寒性に強い品種や早生の品種なども試験栽培している。

また、県・鎮の移民弁公室が中心になって、移転住民を組織して畜産業をはじめている。小市鎮では県移民弁公室が 20 戸を組織し、ダムの仮設備の跡地を利用して、400 頭の養豚場を経営している。1 戸 20 匹を受け持ち、元村長が 20 戸の代表として実際の経営を行っている。また、肥料、飼料は県移民弁公室を通して共同購入している。

南甸鎮では、移転住民 2 戸を組織して、養鶏場を経営している。1 年に 1,300 羽を計 4 回出荷し、年間売り上げ額は 15,600 元になる。この養鶏場の経営は、移転戸の農地半減分を補うために始められたものである。敷地や建物はダム建設に伴い使われなくなった鉄道駅の敷地跡や廃舎が使われている。



苗木の育成農地



古い民家を利用したの養鶏場



新設の養豚場



近代的設備で、仕切り毎に数匹の子豚を育てている。

また、同鎮では養鶏場経営の関連産業として、年産 200 トン前後の飼料加工工場を新設し、5 人の移転住民を雇用している。賃金は月額 1 人当たり 450 元である。

(3) 郷鎮企業

耕地の減少により発生した余剰労働力の雇用をいかに確保するかは、今回の移転事業においても課題であった。移転住民の大多数が住む本溪县では、3つの工場の新設と既存工場の規模拡大により移転住民の雇用確保を行っている。

以下、今回の調査で訪問した新旧4つの工場でのヒアリングの要点についてまとめた。

1) 本溪車軸廠・本鋼粘土礦減速機廠

小市鎮に位置する鎮企業である。総面積1,600平方メートルの同じ敷地内に建てられており、1人の工場長により管理され、県移民弁公室室長、鎮企業公司社長、賽梨塞村村長からなる理事会（「董事会」）により経営されている。総投資額は500万元であり、出資比率は、鎮企業公司40%、県移民弁公室20%、村10%である。車軸廠は、自動車用の車軸を年間5万本を生産し、年間売上額150万元、また減速機廠は自動車用の減速機を生産し、年間売上額200万元という生産規模である。これらの工場は、移転住民の雇用確保に貢献しているため、地方税免除の優遇措置を得ている。

この2つの工場の従業員数はあわせて120人、うち移転住民は110人である。ここで雇用されている移転住民の数は、賽梨塞村のおよそ半分にあたる。賃金は月額400～800元である。

雇用にあたっては、村から希望者を募り、書類選考、面接を経て、その後職業訓練で合格したものを採用している。移転住民の多くは農地を耕して生計を立ててきた農民であることを考えると、工場での職業訓練は欠かせない。職業訓練での合格率は90%である。不合格になったものは、体力、知力面で一定の水準に達しなかったもの、あるいは工場での規律正しい労働習慣になじめない者などである。



工場の入り口



加工機械

2) 泉水合金廠

工場は泉水鎮に位置する鎮企業である。1994年に竣工し、95年から操業している。マグネシウムを精錬し、年間600トン生産できるよう設計されている。生産品は本台鋼球墨鑄管廠（香港資本）に出荷しているが、去年はその廠からの注文が少なく、90トンの出荷にとどまった。一般に生産額は年間500万元、売上利益は年間70万元である。原材料は内モンゴル自治区の包頭から購入している。

工場には 5 人の事務員と、51 人の移転住民が労働者として働いている。労働者の賃金は月額平均 800 元である。労働条件が厳しいため賃金には保健手当が含まれており、その分、高賃金となっている。

3) 田納西木業有限公司

泉水鎮に位置する。香港と鎮による合同出資（合資）の家具生産工場（鎮企業）で、1996 年 11 月に工場が完成した。総投資額は 3,700 万元余りである。出資比率は香港 25%、鎮 25%、中信公司（北京）50% の割合である。年生産額は 500 万元（97 年実績、計画は 650 万元）である。製品は食卓、書斎机、椅子、洋服タンスなどが中心で、台湾、日本、イタリアなどに輸出している。

工場には十数人の事務員と、250 人の移転住民が労働者として雇用されている。労働者の賃金は月額平均 400 元である。

4) 泉水水泥廠

1984 年に建てられた鎮企業である。一時期赤字を抱えていたが、1992 年に設備改造を行い、その後管理強化によるコスト削減につとめた結果、1997 年に赤字が解消した。セメントの生産は年生産額 2,400 万元、利益額 200 万元である。

この工場では、347 人の従業員のうち、184 人の移転住民が雇用されている。移転住民の多くは、三官閣村、腰堡村から来ている。平均賃金は事務職で月額 450 元、労働者で月額 600 元である。また労働環境が厳しいことを鑑みて、保健手当が支給され（一人当たり月 50 元）、あわせて傷害保険にも加入している。

なお、移転住民を雇用するにあたっては、1 ヶ月間、安全、技術、工場内の労働規律などの教育が行われている。

2.3 事業効果

2.3.1 定性的効果

本事業の定性的な効果としては、経済・社会インフラの整備により移転住民の民生の向上に寄与したことがあげられる。ダムができる前の農民の生活は、水道水、電気、ガス、通信、道路はもちろん、学校、病院などの施設も乏しく、住宅の水準も低かった。このダムの建設に伴い多額の資金が投入された結果、社会・経済インフラの大幅な改善に寄与した。

2.3.2 定量的効果

(1) 洪水制御（治水）

本事業の最大の目的である洪水制御については、すでに具体的な効果が発現している。観音閣ダムが完成した直後の 1995 年には太子河流域で 20 年確率の洪水があったが、本ダムによる洪水調節等により、氾濫による被害は発生しなかった。水利庁設計院の試算によると、仮に本ダムがなかった場合には下流ダムからの大量放水が避けられず、8.6 億元程度の損害が発生したと考えられている。

観音閣ダム completion によって、本溪市では 50 年に 1 回の確率から、500 年に 1 回の確率に、遼陽市では 100 年に 1 回の確率から、500 年に 1 回の確率にまで安全度を高めることができた。また農地では、太子河堤防プロジェクトの改修工事とあわせて、5 年に 1 回の確率から 50 年に 1 回の確率にまで高めることができ、下流の参窩ダム大堰の洪水基準は、現状の 1000 年に 1 回から 10,000 年に 1 回にまで高めることができたとされている。

(2) 都市・工業用水、灌漑用水の供給

本ダム completion 後の都市・工業用水および灌漑用水の供給実績は表 18 に示すとおりである。これまでに最大で、1998 年には計画給水量 11.8 億 m³ の 3 分の 2 に達する 7.8 億 m³ が給水された。観音閣ダムの水は、当初は総給水量の 70% 近くを都市・工業用水に、30% を灌漑用水に配分する計画であったのが、1998 年には灌漑用水に多く配分されている。水利庁の説明によると、これは下流の 2 ダムには農業用水が必要な 4~5 月に十分な水量がなかったため、観音閣ダムからの農業用水供給を増加させた結果である。

下流域にある本溪、遼陽、鞍山、營口の 4 都市においては、これらの都市への年間給水量約 10.3 億 m³ (1998 年、遼寧統計年鑑 1999 年) のうち、観音閣ダムから 2.7 億 m³ (1998 年) が供給されている。すなわち、本事業は総給水量のほぼ 4 分の 1 を提供し、これらの都市の水不足緩和に大きく貢献している。

灌漑用水についても、観音閣ダムは太子河水系から供給される灌漑用水量の 4 分の 1 以上を担い、既に当初計画を上回る量を供給している。また、1997 年には大規模な干ばつが発生したが、観音閣ダムの水を放流することで、5 月の種まき時の水が確保されるなど、完成早々にその効果を発揮した。

なお、水利庁は 2003 年には計画給水能力 (11.79 億 m³) が達成されるとの見通しを持っている。

表 18 太子河水系からの年間水供給量(実績)

単位：億 m³

	都市・工業用水		灌漑用水		合計	
	水系全体	観音閣ダム	水系全体	観音閣ダム	水系全体	観音閣ダム
1996	4.8	2.1	10	2.6	14.8	4.7
1997	4.4	2.7	12	2.7	16.4	5.4
1998	4.9	2.7	11.7	5.1	16.6	7.8
1999	5.8	2.9	9.8	3.7	15.6	6.6

出所：遼寧省水利庁

(4) 発電

本事業での発電については、計画どおり年間 170MWh を発電しており、工場での動力源や、民家での電化のために供給されている。

(5) 水産養殖ほか

水産養殖は始まったばかりであり、現在のところではまだ計画の3分の1程度の生産にとどまっているが、大か房ダムの水産養殖チームの技術指導を受けて早急に計画の実現に努めている。



大か房ダムにおける養殖場(管理事務所と釣り堀)、水揚げ風景



養殖場付属の冷蔵倉庫

また、ダムが築堤されたことにより、貯水池の壮大な景観が作り出され、新たな観光資源を提供することになる。この点についても、既に湖畔に観光ホテルが建設中であるし、遊覧船やボート遊びの設備が計画、進行中である。

(6) 内部収益率

本事業の事業効果を分析するために、プロジェクトライフを50年として、代替施設建設、管理運営費、平均洪水被害額などを便益、本事業の建設費・管理運営費などを費用とする経済的内部収益率(EIRR)を計算した。このEIRRは、アプレイザル時には12.6%とみられていたが、これを1998年時点で見直してみると、便益を販売収入だけに限って計算した場合には、建設費用が増加したことを主因として8.1%へと4.5ポイント減少した。ただし、計算上の便益を全て含めて計算した場合には、15.5%となった。これは、1997年に生じた洪水を防いだことが大きく影響している。インフラ関連のプロジェクトとしてはその収益率は良好なレベルにある。



観音閣多目的ダムの全景



底孔からの放水



ダム堤上から発電所を見る