

## 中国「青島開発計画（上水道・下水道）」

評価報告：平成 11 年 3 月

現地調査：平成 10 年 11 月

評価実施者：東京市政調査会

山 縣 昱氏

### 事業概要

借 入 人 ： 中華人民共和国对外贸易經濟協力部（当時）

実 施 機 関 ： 青島市人民政府

交換公文締結 ： 1993 年 8 月 24 日

借款契約調印 ： 1993 年 8 月 25 日

貸 付 完 了 ： 1998 年 9 月 30 日

貸付承諾額 ： 2,513 百万円

貸付実行額 ： 2,512 百万円（チャージ含む）

調 達 条 件 ： 一般アンタイト

貸 付 条 件 ： 金利 2.6%

償還期間 30 年（うち 10 年据置）

# 事業地



第三者評価報告書

財団法人 東京市政調査会  
山縣 昱

## 1. 評価の概要

本報告は、海外経済協力基金（以下、「OECF」という）の依頼により、財団法人東京市政調査会<sup>1</sup>が、円借款により実施された中華人民共和国「青島開発計画（上水道・下水道）」（以下、「本事業」という）の事業効果について、第三者としての評価結果と所見を述べるものである。

## 2. 事業の背景と概要

### (1) 計画に至るまでの経緯と計画の概要

青島市は山東半島の南端、膠州湾を抱き、軽工業、紡績工業、対外貿易業などを主とする港湾都市であり、中国において特別な発展計画を認められた 10 の計画独立都市<sup>2</sup>、14 の技術開発区の一つであり、省クラスの経済管理権限をもっている。総面積は 10,654km<sup>2</sup>、行政区としては七つの青島市街区(市南、市北、台東、四方、滄山、沿口、黄島)と 5 市(膠州、即墨、萊西、平渡、膠南)から成り、総人口は 1995 年現在 684.6 万人に達している。地域内生産額は、1985 年～1995 年の 11 年間で名目 698%の伸びを示し 642 億元、とくに第二次・第三次産業の伸びが顕著である(『青島統計年鑑』1996 年)。1997 年の中国の経済成長率(実質)は 8%であるのに対して、青島市の経済成長率は 12%、国内各市の中で最高であった。

この発展に大きく寄与したのが、1984 年 10 月に国務院の承認を受け、1985 年 3 月から開発が開始された青島経済開発区(膠州湾を挟んだ市術区の対岸)の設立である。開発は 2 段階に分けられ、北区(約 9km<sup>2</sup>)を 1995 年までに、南区(約 7km<sup>2</sup>)を 2000 年までに建設するという計画である。北区には工業地区、住居地区、商業地区等が建設される計画となっており、開発区管理委員会では最終的に 30 億元の生産額と居住人口 4.5 万人を目標としている(1992 年末時点、119 企業・居住人口 1.7 万人)。しかし、上・下水道を中心とした都市基盤整備が予定より遅れていたため、上水道については暫定的に約 1 万 m<sup>3</sup>/日の用水供給を膠南市より受けて、開発区内の企業・住民に供給している状態であった。また、下水道も未整備であったため、汚水についても未処理で膠州湾に放流されていた。

このような状況から、開発区の基盤整備を円滑に進めるため、中華人民共和国政府は 1992 年 11 月、日本政府に対し青島開発計画事業について円借款の要請を行った。この要請に基づき、海外経済協力基金(OECF)では、中国および日本国内で 1992 年 11 月から 1993 年 2 月にかけて、円借款事業として形成するために必要な調査を実施した。これらの調査結果を踏まえ、上水道は開発計画において必要不可欠であり、早急の整備が必要とされること、下水道についても自然環境と調和した開発という観点から、緊急かつ重要事業として位置

<sup>1</sup> 地方自治・都市問題に関する調査を行っている機関

<sup>2</sup> 省レベルの経済管理権限を付与されている。95 年時点では全部で 14 都市あり、日本では政令指定都市に相当する。

づけられ、円借款対象事業として実施された。

対象事業は、開発区(約 16km<sup>2</sup>)を 2 段階に分けたうちの北区(約 9km<sup>2</sup>)の上・下水道を 1995 年末までに建設・整備するというもので、総事業費は 62 億 7,100 万円、うち円借款額 25 億 1,300 万円である。

## (2) 計画事業着工後における開発区全体計画の変更と開発区の現状

1993 年 5 月、北区と黄島区の行政区の合併により経済技術開発区は大きく拡大され、本開発区の面積は 220km<sup>2</sup>、総人口は 22 万人、青島市全体の重要な構成部となり、国際的な新しい都市を目指している。

旧開発区(北区、南区)は行政商務中心区となり、その他の開発区域は重化学工業区、臨港工業区、国際貿易区、食生活供給拠点区および観光区等に分けられることとなった。円借款対象は第 2 期として<sup>3</sup>前湾港(コンテナ・雑貨バース:315 万トン/年)を建設中である。黄島石油港は 2 バースの埠頭が併設されており、原油、精製油の年間輸送量は 3,000 万トンに達している。黄島から青島旧市区までの陸路は円借款による高速道路(膠州湾高速道路)が開通しており、全長は 67.7km、空港までの距離は 63km ある。海路は貨客両用フェリーと高速客船が航行しており、フェリーが 30 分、高速客船が 12 分で青島市街区内に到着する。また、円借款で新たに建設された膠州市から黄島までの膠黄鉄道全長 40km は、青島から済南までの膠済鉄道と接続し、国内各地に乗り入れ可能となっている。

企業をとりまく経済環境については、その条件整備が図られており、開発区域に立地する外国企業に対する企業所得税の減免など各種優遇措置がとられ、とくに開発区内の保税区域においては、輸出入許可証が不要のうえ関税も免除されるなどの優遇施策が推進されている。

## (3) 開発区の上・下水道の現状と問題点

黄島区併合後における開発区の全常住人口は、1997 年現在で 17.1 万人、DID(人口集中地区)における人口密度は 5,700 人/km<sup>2</sup> である。このうち上水道利用者は約 15 万人で、水道普及率は 88.2%となっている。浄水施設能力 110,000m<sup>3</sup>/日である。下水道施設は、今回の円借款による北区の汚水排水施設(35,000m<sup>3</sup>/日)以外は、ほとんど未整備の状況である。

開発区の上水道未整備地区は、各戸とも未だ汲み上げ式井戸(浅層地下水・地下 5~10m)に依存している状況にある。一方、開発区全体では、水道水源として本事業以外に、40,000m<sup>3</sup>/日を黄島区の取水貯水池である小珠山ダムに、5,000m<sup>3</sup>/日を地下水に、20,000m<sup>3</sup>/日を北区の

<sup>3</sup> 第 1 期事業として黄島地区に木材・雑貨・砂・鉱石各 1 バース、石炭 2 バースを建設(94 年 11 月完成済)。

旧高家台浄水場(今回の円借款対象とは別事業)を通じて鉄山ダムから、5,000m<sup>3</sup>/日を殷家河浄水場を通じて殷家河ダムからの給水でまかなっている。しかしながら、これらの水源は貯水率が悪く、たとえば小珠山ダムの通常の水取能力は10,000m<sup>3</sup>/日程度である。このため小珠山ダムへの黄河からの導水(約150km)計画が発案されている。また、開発区の中で黄島区は下水道施設が未整備のため、各工場はそれぞれ工場排出基準(1979年制定・1989年施行)に従って汚水を処理したうえ、膠州湾に直接排水している。居住者の生活排水も、一定の住居単位ごとに集中して処理したうえ、直接膠州湾へ排出しているのが実状である。2000年以降、最終的には270,000m<sup>3</sup>/日の汚水処理場の新設が計画されているが、国家計画委員会の批准は行われていない。

今後、重化学工業・臨港工業など多数の企業の立地が予定されている黄島区においては、膠州湾を中心とする公共水域の水質維持・向上など環境保全の面からも、黄島地区の下水処理施設の整備が早急に望まれる。

### 3. 計画と実績の比較に基づく考察

今回の円借款事業は、開発区の中の北区を対象とした地域に限定して、計画化され実施されてきた。しかるに、前述のように計画実施の途上において、黄島区との合併により開発区が統合拡大されたのにもない、従来の北区の行政的概念は事実上不明確となっている。このため、統計上の数値も北区に限定して捉えることが困難なものもあるが、計画当初の数値と比較ができるように、可能な限り北区の数値として明確化することに努めた。

#### (1) 外資系企業の誘致状況と人口動向

1992年末の計画当初は約119企業が立地し、居住人口は1.7万人であった。本事業では、1995年末までに、総面積9km<sup>2</sup>に、250~300企業を誘致、居住人口4.5万人、生産総額30億元となる計画であった。

その後の実績をみると、1993年末で企業数は173(香港系69、台湾系27、米国系22、韓国系10、日系9)、1995年末で220企業、1998年現在では350企業(推計値)となっている。当初計画と比較して、新規参入外資系企業数の伸びがやや鈍化してはいるが、近年の世界的な不況を勘案すると、止むを得ないものと思料される。

一方、1995年における居住人口は約3万人と計画よりかなり下回っているものの、1998年現時点では約4.5万人、域内生産総額約28億元に達したものと推計されている。

#### (2) 上・下水道整備の計画と実施状況

開発区の都市基盤整備の一環として、水の安定供給と公共水域の環境保全を図るため、上・下水道を 1995 年末までに建設整備(北区、9km<sup>2</sup>)するという計画である。これまで北区内の企業・住民に対する給水は、膠南市からの約 10,000m<sup>3</sup>/日の暫定的な原水供給のみに依存していた。需要量の増大に対応するためにも、上水道の整備が緊急の課題であった。このため、上水道施設の建設を優先的に行い、1995 年 6 月、予定よりも半年早く完成している。

これに対して、下水道は約 2 年半遅延し、1998 年 7 月に完成したが、これは上水道の優先的整備により内貨手当が遅れたためである。泥布湾污水处理場は 7 月から稼働しているが、集中処理コントロール・システム(ドイツ製)による自動化は、プログラムの設定などの遅延から 12 月の予定であるため、現在は手動で操作しているものの、処理上の支障は生じていない。

#### [ 上水道 ]

開発区の地域変更のため、高家台浄水場を中心とする給水区域が、計画当初より拡大されたのにもなう若干の計画変更が行われている。

#### ダムからの取水と導水路

##### 主要計画と実績比較

	計画	実績	差異
取水施設	ポンプ 4 台(660-950m <sup>3</sup> /h)	ポンプ 5 台 (内訳) 4 台(900-1,300m <sup>3</sup> /h) 1 台(550-750m <sup>3</sup> /h)	1 台増加
導水施設	13,000m × D 1,000m 21,000m × D 800m	同左 同左	無

(注) D = Diameter : 直径(以下も同じ)

(出所) 審査時資料、開発区管理委員会報告資料

当初計画では、吉利河ダムに 4 台(うち 1 台は予備)のポンプを設置し、42,000m<sup>3</sup>/日の取水を行う予定であったが、鉄山ダムの代替水源としての利用を顧慮しポンプを 1 台追加、計 5 台設置し、取水能力は 55,000m<sup>3</sup>/日にまで高められた。98 年の取水量は、本事業の高家台浄水場で使用する 42,000m<sup>3</sup>/日であるが、2000 年以降旧高家台浄水場(20,000m<sup>3</sup>/日)の水源としての利用とあわせ、55,000m<sup>3</sup>/日まで拡大される予定である。

現在、数多くの高層住宅が建設中であり、水洗トイレの普及など生活様式の向上にともなう水需要量も、かなり増大するものと予想される。計画段階での需要予測では、生活用

水の原単位を 125 ㍉/人・日として計算されていたが、すでに 133 ㍉/人・日に達している。吉利河ダムの最大貯水量は 7,000 万 m<sup>3</sup>、しかも黄河をその源流としているため、常時 3,000 万 m<sup>3</sup> 以上貯水されている。このため、取水量の増大には十分に対応できるものと考えられる。

吉利河ダムから高家台浄水場までの導水管は、総延長 95km、その中のダムからの 34km 部分を本事業で建設し、既設の導水管に接続させた。中国側の当初計画では、管種はプレストレストコンクリート管となっていたが、OECF 側は施工性・信頼性を考えて、ダクティル鑄鉄管を提言しこれを実施させた。地形的にも起伏があり、ダムからの導水は、ポンプによるかなりの圧送であるので、導水管を強固なダクティル鑄鉄管としたことは、非常に適切な対応であったと評価できよう。

#### 浄水施設と配水施設

浄水施設(計画浄水量 40,000m<sup>3</sup>/日)と配水施設(配水ポンプ 4 台：3×890m<sup>3</sup>/h、1×450m<sup>3</sup>/h、ダクティル鑄鉄配水管：32,080m×D200～1,000mm)については、計画どおり実施されている。

高家台浄水場の平均給水実績(北区：1995～1998 年) (単位: m<sup>3</sup>/日)

	1995	1996	1997	1998
北区	30,000	31,000	34,000	36,000

(出所) 青島経済技術開発区自來水公司

計画では、高家台浄水場の給水区域は北区のみであったが、開発区の拡大にともない、開発区全域に給水できるよう配水管網が整備された(北区以外の管網の整備は内貨分で実施)。1998 年では、黄島区の重化学工業地域等に 2,000m<sup>3</sup>/日配水しているため、高家台浄水場の全給水実績は 38,000m<sup>3</sup>/日となっている。これにより、現在、稼働率は 95%、2000 年では平均給水量 40,000m<sup>3</sup>/日、稼働率 100%になるものと推計されている。

合併後における開発区全体の平均水需要量は、1998 年で 50,576m<sup>3</sup>/日であるが、現在旧黄島区で大型事業が進行中であるため、2000 年には 92,000m<sup>3</sup>/日に達するものと見込まれている(精油関連企業 20,000m<sup>3</sup>/日、発電所 18,000m<sup>3</sup>/日)。

これに対して、開発区全体の浄水場供給能力は、1998 年の時点で 110,000m<sup>3</sup>/日(小珠山 40,000m<sup>3</sup>/日、段家河 5,000m<sup>3</sup>/日、旧高家台 20,000m<sup>3</sup>/日、地下水源 5,000m<sup>3</sup>/日、高家台 40,000m<sup>3</sup>/日)であり、浄水場の設備能力に関する限り、ここ数年は対応できるものと考えられる。しかし、開発区管理委員会では、将来、重化学工業・石油化学工業等の水大量消費型企業の増加により、開発区の水需要量は、2010 年には 210,000m<sup>3</sup>/日に達するものと予測している。



このため、新たに 100,000m<sup>3</sup>/日の供給能力を持つ管家楼浄水場を建設する計画があるが、現時点では未確定である。また、ダムなどの水源の確保も、今後の最大課題の一つとなっている。

北区内の配水管については、計画どおり実施されている(鑄鉄管・総延長 32,080m、D200mm～1,000mm)。埋設は地下 50cm の深さとしているため、厳寒期にも凍結の恐れはないものと思われる。漏水率は、8%(開発区全体では 12%)で、1992 年の 20.95% からみると大いに改善されているといえよう。漏水率を低減させた要因として、開発区自来水総公司では、従来のコンクリート管から鑄鉄管への切替・新設(円借款)のほか、漏水検査の回数増と水道メーターの検査の徹底をあげている。

[ 下水道 ]

下水道は、内貨手当が遅れたため、予定より約 2 年半遅延して 1998 年 7 月に完成したが、ほぼ計画どおりの内容で実施されている。

下水道の主要計画と実績比較

	計画	実績	差異
雨水排除施設	鉄筋コンクリート管: 15,705m 石材暗渠: 3,215m 洪水防止溝: 925m	同左	なし
汚水排除施設	汚水暗渠:鉄筋コンクリート管 18,225m × D 300-800mm 汚水圧送管 (鋼套筒式コンクリート管) 6,800m × D 200-800mm 汚水圧送ポンプ 2 台(3-7m <sup>3</sup> /分・4,000mm <sup>3</sup> /日) 5 台(7m <sup>3</sup> /分・35,000m <sup>3</sup> /日)	同左	なし
汚水処理施設	二次処理施設: 処理能力 35,000m <sup>3</sup> /日・ 半回分式オキシデションディッチ法 汚水放流管: 陸上 1,500m × D 800mm 海上 150m × D 800mm	同左  陸上 同左 海上 180m × D800mm	なし  + 30m

(出所) 審査時資料、開発区管理委員会説明資料

汚水放流管は、計画では海上沖合 150m 地点で処理水を排出する予定であったが、干潮時

に管が海面に露出する恐れが生じたため、180m 地点まで延長することとなった。この結果、干潮時に 1m、満潮時には 4m の水深を保つことができるようになった。この二次処理後の放流水の水質は、中国環境基準を満たしてはいるが、干潮時の水泳や養殖への影響(水泳や養殖の一般的範囲は水深 2～3m)を配慮して、放流口 1km<sup>2</sup> の範囲内では遊泳や養殖は禁止されている。なお、放流管 30m 延長部分については、内貨分で予算措置をしている。

#### 汚水処理場の稼働状況

汚水処理場(処理能力 35,000m<sup>3</sup>/日)は、北区全域の汚水を処理(日平均 20,000m<sup>3</sup>)しているが、北区以外の開発区は処理場がないため、各工場は工場排水基準(1 級基準)に基づき各自で処理するとともに、居住者は一定の場所で集中して処理して、それぞれ膠州湾へ直接排出している。このため、現在、汚水処理場(40,000m<sup>3</sup>/日)をもう 1 か所設置することを計画中である。最終的には、2000 年以降汚水処理能力を全体で 270,000m<sup>3</sup>/日にまで高めることが検討されている。

#### 計画汚水量と実績

用途地区	面積(ha)	一日最大汚水量(m <sup>3</sup> /日)	
		計 画	実 績(1998 年)
居住区	285	6,328	7,215
商業・公共区	58	5,625	7,096
工業区	355	14,555	16,078
小 計	698	26,508	30,389
地下水等侵入水量 <sup>4</sup>		7,952	1,054
合 計		34,460	31,443

(出所) 市政公司(下水道維持管理担当)作成

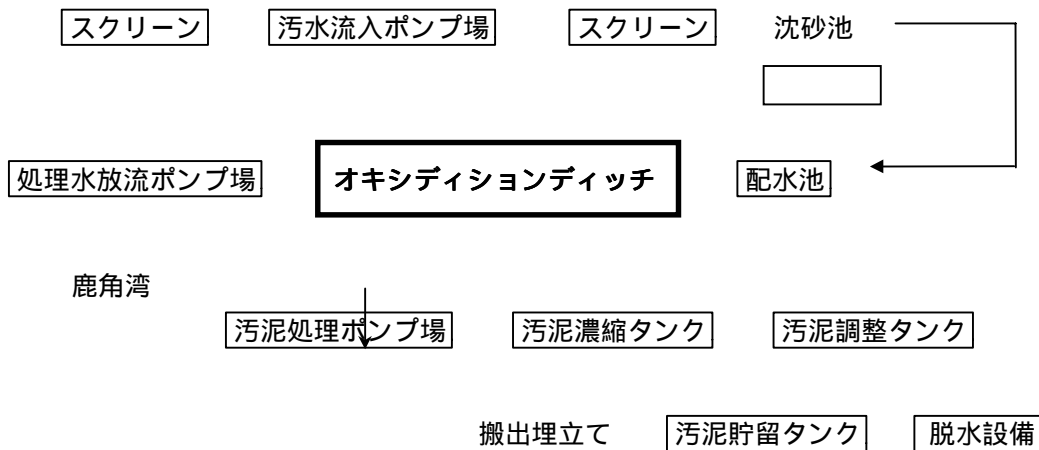
地下水等侵入水量は、計画段階においては、現地の地下水位(雨期 GL-1m～乾期 GL-6m)からみて各汚水量の 30%として推計されたが、実際は新管・建設技術の向上等により大幅に低減することができたとのことである。

#### 汚水処理場の処理工程

当初の計画どおり、維持管理が比較的容易であり発生汚泥量が少ないなどの利点をもつ「半回分式オキシデーションデイツ法」による処理方法である。

<sup>4</sup> 地下水等侵入水は土質・地下水位・管渠断面・接手・材質・距離・施工の良否など様々な要因により流入する。一日最大汚水量の 10～20%を見込むのが一般的である。

## 下水処理システム



下水処理場への流入汚水の水質は、1998年9月時点でCOD208～369mg/ℓ、月平均285mg/ℓ、BOD107～179mg/ℓ、月平均140mg/ℓである。これに対して、同時点での放流水の水質(処理水)は、COD35mg/ℓ、BOD14mg/ℓとなっている。これを除去率からみると、下表のように、計画数値をやや下回っているものの、水質そのものは中国環境基準(COD60mg/ℓ、BOD20mg/ℓ)を満たしており、全く問題はないと思われる(参考：東京都公害防止条例による処理場からの放流水の水質基準 = COD35mg/ℓ、BOD25mg/ℓ)。

また、この下水処理場における流入汚水には、とくに大腸菌がかなり混入している場合が多いので、上水道と同じように常時塩素滅菌をして環境衛生への配慮がなされている。下水処理にともなう汚泥量は約10t/日、そのうち4～5tを肥料化して農家に譲渡、その他の汚泥は天日乾燥して、一般ごみ処分場で埋立て処分をしている。最終処分地である埋立地(黄島区)では、汚泥を投棄した後、一般土砂で被覆しており、多少蠅の発生は見られたものの、環境衛生の面からみてあまり問題はないものと思われる。将来的には、一般ごみとともに焼却処分、あるいは煉瓦状に加熱加工して道路の敷石等に再利用することも検討されてよい。

## 汚水処理場のCOD等除去率

項目	計画	実績
COD	89%	90%
BOD	93%	92%
SS	81%	80%

(注) 実績は1998年9月の数値である。

(出所) 市政公司(下水維持管理担当)回答資料

(3) 工期と事業費

工期

工期は前述のように、上水道については、緊急度が高いとして優先的に整備され、予定より約半年早く完成した。一方、下水道は、内貨手当の遅延から約2年半遅れて完成している。

予定工期と完了状況

	予定工期	実施期間	差
(上水道)			
基本設計	1991/09 ~ 1992/03 (6ヶ月)		
詳細設計	1992/06 ~ 1993/06 (12ヶ月)		
土地取得	1993/03 ~ 1993/10 (8ヶ月)		
入札 ~ 契約	1993/07 ~ 1994/02 (8ヶ月)	1993/08 ~ 1994/05 (9ヶ月)	
船積 ~ 据付	1994/01 ~ 1995/07 (19ヶ月)	1994/01 ~ 1994/12 (12ヵ月)	
建設工事	1993/10 ~ 1995/07 (22ヶ月)	1993/10 ~ 1995/03 (18ヵ月)	
検査・試運転	1995/07 ~ 1995/12 (6ヶ月)	1995/01 ~ 1995/05 (5ヶ月)	
竣工・運転開始	1996/01	1995/06	- 7ヶ月

	予定工期	実施期間	差
(下水道)			
基本設計	1991/09 ~ 1992/07 (11ヶ月)	同左	
詳細設計	1992/10 ~ 1993/07 (10ヶ月)		
土地取得	1992/01 ~ 1992/03 (3ヶ月)		
入札 ~ 契約	1993/07 ~ 1994/02 (8ヶ月)		
船積 ~ 納入完了	1994/01 ~ 1995/07 (19ヶ月)	1994/01 ~ 1997/12 (36ヶ月)	
土木・据付工事	1993/10 ~ 1995/07 (22ヶ月)	1997/03 ~ 1998/07 (17ヵ月)	
検査・試運転	1995/07 ~ 1995/12 (6ヶ月)	1997/12 ~ 1998/09 (10ヶ月)	
竣工・運転開始	1996/01	1998/07	+ 30ヶ月

(出所) 開発区建設環保局説明資料

## 事業費

当初計画における総事業費は、外貨分・内貨分を合わせて円換算で 62 億 7,100 万円であった。総事業費の最終決算額は、46 億 8,800 万円であり、差引 15 億 8,300 万円の減となっている。これは、内貨手当の対象となっていた土地収用費、技術費用および管理費等が予定より低く抑えることができたことと、為替レートの変動によるものと説明される。なお、計画時の 1993 年における為替レートは 1 元 = 20.9 円、執行時の 1996 年の為替レートは、1 元 = 13.04 円であった。

### 総事業費計画実績対比

	計 画	実 績	増 減
総事業費	6,271 百万円	4,688 百万円	1,583 百万円
外貨(円借款)	2,513 百万円	2,512 百万円	1 百万円
内貨	17,977 万元	16,688 万元	1,289 万元
上水道施設事業費	3,822 百万円	3,042 百万円	779 百万円
外貨(円借款)	1,843 百万円	1,842 百万円	1 百万円
内貨	9,466 万元	9,200 万元	266 万元
下水道施設事業費	2,449 百万円	1,646 百万円	802 百万円
外貨(円借款)	670 百万円	670 百万円	なし
内貨	8,511 万元	7,488 万元	1,023 万元

(出所) 開発区管理委員会

#### 4. 事業の運営・維持管理状況

##### (1) 組織等管理体制

計画時点では上・下水道の担当部局は、青島経済技術開発区の下部機構 9 局 1 室の中の 1 つである公用事業局であった。その後、組織改正が行われ公用事業局と従来の環境保全分局が統合、新たに建設環保局として発足し、現在その担当部局となっている。

建設環保局には企画営業課、会計課等 6 課 1 室 1 処および 7 公司があり、その中の自来水総公司在上水道、市政公司在下水道の維持管理を担当している。

自来水総会社の職員は、1998 年現在その総数 398 人、管理部門の職能処室(45 人)と事業(現場)部門である生産処室(本庁 164 人・出先 165 人)に分けられている。生産処室の本庁組織は課・かかる相当の 6 つの所から構成されている。その中の化驗処(11 人)は化学検査、校表処(15 人)はメーターの定期検査・修正、材料処(17 人)は資材・部品の配送、建安処(50 人)は建設・安全対策などをそれぞれ担当している。供水一処(34 人)の出先事業所として小珠山浄水場(60 人)等、供水二処(37 人)の出先として高家台浄水場(59 人)および吉利河ポンプ場(19 人)があり、浄水場あるいはダムのポンプ場の維持・管理を行っている。

とくに注目されることは、事業の管理・運営の効率化を図るため、自来水総会社の外部団体として第三セクターともいふべき三産公司を新たに設置したことである。現在、三産公司には、浄水公司・商貿公司・修繕公司の 3 団体があり、総公司からの派遣職員総数は 25 人、それぞれ修繕業務などこれまで総公司在直営で行ってきた業務の一部を請け負っている。事業の効率化、さらには人件費の抑制等にも取り組む方向へ進むのではないかと思料される。

下水道維持管理担当の市政公司是、職員総数 280 人、組織機構は計画時点と全く同じである。すなわち、市政公司の下部機構である事務室、会計課、資材課、工事課、汚水処理場等 2 室 6 課 1 場から構成されている。汚水処理場は、資材室、検査室、技術室、会計室、機械修理室、守衛室の 6 室、職員数は 1998 年現時点では 60 人であるが、来年度以降 24 名増員して 84 人となる予定とのことである。

また、工場等の排水検査・泥布湾の水質検査等は、同じく建設環保局の下部出先機関である環保処(30 人)で実施している。

##### (2) 運営・維持管理状況

###### 職員の能力開発・業務執行体制

適正に業務を執行するため、職員の実務対応能力の向上と作業の安全性の確保についての取り組みも、かなり配慮されているように見受けられた。

賃金・労働時間・職場衛生安全の確保等は、基本的には『中国労働法』の各条項に定められてはいるが、具体的かつ詳細な運用等については、組織単位で定められている。例えば、汚水処理場では、作業の安全性と業務の適正化の確保を図るため、29項目からなる「安全生産管理規約」、あるいは24時間稼働に対応する職員の4班編成3部制に関する「生産交番班規定」等を設けている。また、「生産統計工作管理要綱」では、日報・月報・年報の記録、データ・資料の作成管理等事務処理方法についても、それぞれ明示されている。

職員の育成・能力開発については、職場研修等を通じて実施するとともに、学習テストも行われている。とくに、機械等諸施設の適切な維持管理を図るため、マニュアル(中・英両国語)にしたがって、熟練技術者による技術指導が行われているとともに、毎月定期的に設備の点検・操作状況のチェックがなされている。

また、上水道と下水道との緊密な連携を保つため、自来水会社と市政会社の職員の定期的協議の場を設け、職員間の意思疎通を図っている。会議は毎月1回、半年ごとに問題点の具体的検討、年度末に最終的検討を行っている。

建設環保局が職員の資質としてもっとも重視しているのは、「専門性(熟練度)」と「仕事への責任感」である。このため、各種資格の取得・能力の向上などの実績を重視し、これを達成した職員は、昇給・昇格面で優遇しており、この人事施策は非常に効果を上げているとのことである。

今後、中国においても、情報化・OA化の一層の進展、地球環境問題を中心とする環境の変化など、高度化・多様化する行政需要に取り組む必要性がますます高まるであろう。そのためには、長期的視点に立ち、現在および将来にわたって事業を安定的に推進させるため、新たな課題への対応能力をもつ人材を育成する必要があると考える。

#### 財務運営状況

水道料金は、1998年時点で生活用水1.20(0.10)元/m<sup>3</sup>・工業用水1.50(0.15)元/m<sup>3</sup>・商業公共用水2.00(0.20)元/m<sup>3</sup>で設定されている。下水道料金は括弧内の数字で、(上)水道料金の中に組み込まれている。この(上)水道の利用量に応じて下水道料金を一緒に徴収する方法は東京都の場合も同様である。

当初計画では、下水道整備後の1997年時点で、生活用水料金を0.3元/m<sup>3</sup>から3元/m<sup>3</sup>へと大幅に引き上げる予定であったが、このように値上げ率が低く抑えられることとなった。北区に限定した上下水道の財務的内部収益率(FIRR)の計算によると、審査時と同様にマイナス値を示している。このため、青島人民政府では開発区財務局を通じて、上下水道の維持管理費用の1/3を補助金として支出している。将来、料金を上げれば補助金の必要はなくなるので、青島人民政府は少なくとも1.8元/m<sup>3</sup>に設定したい意向ではあるが、当面は据え置く方針であるとのことである。

たしかに、生活用水料金を円換算すると約 15.7 円/m<sup>3</sup> であり、東京都の一般家庭を想定した水道料金(下水道料金を含む)240 円/m<sup>3</sup> と比較すると利用者にとって安いように見受けられる。しかしながら、青島市民所得 2.9 万円/年人(『青島統計年鑑 1996』)と東京都民所得 439.5 万円/年人(1996 年)との格差、あるいは消費者物価(米 = 北京 : 16 円/kg・東京 : 493 円/kg・・・『現代中国データブック』古今書院、1994 年)などを考慮すると、支払う市民側としてはむしろ割高感があるだろう。

工業用水についても、世界的不況から外資企業の参入が予定より遅れていること、および現在立地している工業が比較的小規模企業であることなどから、当初の収入見込みをやや下回っているとのことである。

しかし、上下水道の維持管理費は、租税である一般会計からの繰り入れが制度的に保障されており、現在のところはとくに問題はないものと思われる。ただし、その繰り入れ額は、地方議会での協議で各年度ごとに決定されている。

水道料金については、個別徴収や銀行振込みが制度的に行われていないので、各企業、マンションの管理組合、地区自治会等が、それぞれ自来水会社の料金受入所に行って納付している。このように、納入手続きが煩雑ではあるが、料金未納者には直ちに給水を停止する強行手段が採られているので、料金の滞納はほとんど見られないとのことである。

上水道の維持管理費の現状と推計

(単位 : 万元)

年度	人件費	修理費	燃料費	電力	薬品類	その他	計
1996	59	4.0	2.1	120	23.2	20.8	229.1
1997	59	4.0	2.2	135	25.3	22.5	248.0
1998	59	4.0	2.0	80	24.4	16.9	186.3
1999	59	4.5	2.5	100	26.8	19.3	212.1
2000	59	4.5	2.5	125	29.5	22.0	242.5
~							
2025	59	4.5	2.5	156	32.5	25.5	280.0

下水道の維持管理費の現状と推計

(単位 : 万元)

年度	人件費	維持管理費	電力	薬品類	その他	計
1998	59.2/2	69/2	200/2	28/2	45/2	401.2/2
1999	59.2	69	200	28	45	401.2
2000	59.2	69	200	28	45	401.2
~						
2025	59.2	69	200	28	45	401.2

(注)その他 : 事務費・財務費等

人件費 : 上水道 = 90 人 × 6,555 元/年人、下水道 = 84 人 × 7,047 元/年人

(出所) 建設環保局提出資料



北区を対象とした本事業は、前述のように、計画当初より企業の立地が遅れているとともに、水道料金も低めに設定されているなどの理由により、事業の財務収支はかなり厳しいものがある。自来水総公司では人員の出向、漏水率の低下等の努力はなされてはいるものの、市政公司とともに財政状況そのものも、必ずしも良好であるとはいえず、将来的には水道料金の引き上げが必要となる可能性が大きい。

もっとも、地方公営企業法に基づき、企業の公共性とともにその効率性・経済性が重視され、企業会計方式が採られている東京都の水道事業と、社会経済体制の異なる中国の水道事業とを同一に論じることは無理があるかもしれない。しかも、東京都の水道事業の場合でも、料金収入で当てる対象としているのは主として営業的費用であり(収益的収支)、建設改良費などの資本的支出は、一般的に企業債・国庫支出金等で賄われている(東京都：全事業収入中料金収入の占める割合：上水道 = 60%・下水道 = 23%、1997 年度)。

上・下水道は都市の基幹的な施設であり、その効果は、生活環境の改善や公共用水域の水質保全など多方面にわたっており、その事業がきわめて公共性が高いことはいうまでもない。公営事業の公共性と経済性のいずれに重点が置かれるかは、それぞれの国・都市あるいはその時代の社会的経済的情勢によって、かなり相違があるのではなかろうかと考える。

#### 4. 事業の経済的・社会的効果

##### (1) 企業等産業に及ぼした経済的效果

近年の世界的不況の影響を受け、外資企業誘致が計画どおり進んでいないといわれるものの、開発区全体の外資企業数は、1993 年の 309 企業(外資投資額 5 億 9,008 万元)から、1997 年 12 月時点においては 432 企業(外資投資額 11 億 5,897 万元)に増加している。

これを北区についてみると、1992 年末で 119 企業であったのが、1997 年末には 350 企業に達しており、開発区の中でもとくに北区の伸びが顕著といえる。開発区における国内企業も含めた全体の企業数は 1,038 社、そのうち北区に立地している企業は、950 社(92%)を占めている。北区に立地しているこれらの企業は比較的小規模ではあるが、食品・化学工業のように水利用の依存度も消費量も大きい企業が多いことが、その特色の一つとしてあげられる。当初計画における 1995 年時点の工業用水の需要見込みは、14,555m<sup>3</sup>/日であったが、結果的には 20,300m<sup>3</sup>/日となっている。

これらの状況からみて、上水道の整備が、北区の経済・産業の発展に多大の効果をもたらしたといっても過言ではないと思われる。また、北区を給水範囲とする高家台浄水場の余剰上水を、開発区の北区以外の地域にも給水(2,000m<sup>3</sup>/日)しており、重化学工業など水需要の多いこの地域(黄島区)の産業にも大いに貢献しているといえよう。

下水道は、前述のように工期が約 2 年半の延長となり、1998 年 7 月からの稼働であるた

め、その経済的効果については多分に推測の域を脱し得ないが、企業の財務上・工場の操業上かなり負担が軽減されたものと考えられる。

これまでは、既設下水管を通して最大 10,000m<sup>3</sup>/日の未処理汚水が各企業から黄島前湾に、同様に未整備地区からの生活雑排水が唐島湾に放流されていた。両湾とも閉鎖性水域であるため、1990 年以降、企業数の増加とともに環境の悪化が進行した。これらの近隣海域には、海老等の養殖場があり漁業に少なからぬ損害を与えたので、開発区管理委員会では漁民に賠償金を払っており、最終的には企業負担となっていた一方、工場排水規制法の施行(1989 年)により、工場から直接公共水域へ排水する場合は、もっとも厳しい基準(一級基準)が設けられたため、下水処理場の整備されていない企業にとっては、かなりの財政負担を強いられていた。このようなことから、下水道の施設整備により、北区の企業は経営上非常に有利になったものと思われる。

なお、開発区管理委員会では、上・下水道を中心とする本事業が、経済発展など開発に果たした役割として、以下の説明を行っている。

1985 年、青島市に青島経済技術開発区が設置されたものの、基幹的都市基盤である上・下水道が未整備のまま、多くの面で支障を来していた。その後、日本政府(OECF)の支援により、それらのインフラが整備され、多くの企業、とくにハイテク・輸出加工業が著しい発展を遂げ、北区は青島市全体の重要な構成部となり、国際的な新しい都市となった。

これまでは、膠南市からの水の供給を受けていたが、工事の完成により独立し、給水を円滑に行なえるようになった。そのうえ、1995 年～1996 年の渇水による深刻な水不足に対応できたばかりでなく、他地域へも緊急給水し、開発区全体の企業活動や投資関係の円滑化に役立った。

施設の建設中は雇用の創出、完成後は組織・人員の活動の場の確保などの間接的効果を上げている。

## (2) 都市のアメニティ・生活改善等の社会的効果

北区の用途地域の中で、居住地区の占める面積は約 35%に当たる 280ha(計画時点では 285ha)で、住居専用・商住混在あるいは低層・中高層などの地域特性にしたがって 1～4 類に用途区分されている。

1998 年現在、家庭用給水量は 8,800m<sup>3</sup>/日、家庭汚水処理量は 7,215m<sup>3</sup>/日で、上水道普及率は 100%、下水道利用率は 88.9%となっている。上水道施設が整備されるまでは、家庭用給水量は膠南市からの給水(1992 年時点 3,755m<sup>3</sup>/日)のみに依存していたので、上水道施設の完成後は給水能力の飛躍的拡大とともに、常住人口も増加、現在 4.5 万人に達している。

これにともなって、商住混在の中・高層高度地区では、6～8階建ての高層住宅ビルが林立、現在建設中の高層住宅ビルも、当該地区で十数棟見受けられた。住民生活も、水洗トイレ・内風呂・電気洗濯機の普及など、欧米型の近代的な生活様式へと急速に変化しつつある。しかし、社宅はともかく、分譲集合住宅を購入する場合は、2～3DKの標準型で約11万円(143万円)、青島市都市勤労世帯(中産の上)の平均年収(6,852元)の約18倍であり、一般市民にとっては高嶺の花である。

一方、旧低層住宅地区では、上水道は整備されてはいるものの、水洗トイレの普及率は非常に低く、未だ汲取式トイレが大多数であるとのことである。内風呂・電気洗濯機の普及率は、必ずしも明確ではないが、北区の家庭用水道の使用量が1人当たり133リットル/日(1998年)であることを見ると、かなりの普及率であろうと推測される。ちなみに、青島市の都市居住世帯における電気洗濯機の所有台数は、100戸当たり81.5台である(『青島統計年鑑』1996年)。

これまで上水道の未整備地区における居住者は、地下水の利用のみを余儀なくされており、なかには数戸で「手押しポンプ式井戸」1本という例も見受けられていた。ほとんどの世帯が、夫婦が共働きしている中国都市勤労家庭の現状から見て、上水道の完備は、主婦などの家事負担を軽減し“ゆとりある生活”へ、さらに歩を進めることになったといえよう。もっとも、今回の聞き取り調査で訪れたある家庭では、未だ井戸水を併用しており、「井戸水のほうが、料理等調理に適している」とのことであった。

自来水総会社は、住民に対する『上水道に関するアンケート調査』(1998年)を行っている。調査対象は全地域の地区委員(6～10戸に1人)、調査項目は「水圧、水質、検針、料金納付、給水申請、給水工事、職員の態度」の7項目および「その他意見」で、各項目とも「良・普通・不可」の3段階評価方式による無記名回答である。1998年11月時点では、未だ集計されていなかったため、調査表の中から任意・無作為で北区在住住民のアンケート10件をチェックしたところ、以下のとおりであった。

水圧 = 良 : 60%	水質 = 良 : 100%	検針(訪問時間) = 適切 : 100%	料金納付 = 便利 : 60%
給水申請 = 便利 : 90%	給水工事 = 良 : 100%	職員の態度 = 良 : 100%	

## 5. 事業が都市の環境保全・環境負荷低減等に果たした役割

### (1) 公衆衛生上の効果

北区の上水道の水源は吉利河ダムであり、ここのダム管理処の沈砂池で一旦浄化した後、導水管を通して高家台浄水場へポンプで圧送している。

ダムを水源とする場合は、河川等の地表水に比べて、一般的に水量・水質共に安定しているのが通常であり、本上水道においても同様と認められる。とくに、吉利河ダムの周辺は、

人家もほとんど見当らず良好な環境が保たれており、ダム水は比較的透明で水質も中国国家環境基準を満たしており、水道原水として適しているものと認識した。

配水管等の施設が新しいことなどから、末端給水管まで漏水率も8%と低く、水道蛇口から出る水は、水圧・水質いずれも良好な状態であった。

建設環保局の説明によると、ここ数年、北区のなかでコレラ・赤痢等の発生は皆無であるとのことである。

国家水質基準・水質試験結果(1997年)

項目	単位	水質基準		水質試験結果	
		地表水	生活飲料水	吉利河ダム	高家台浄水場
色	度	-	15以下	15	5以下
濁度	度	-	5以下	19	1.3
PH	mg/ℓ	6.5～8.5	6.5～8.5	7.9	7.49
総硬度	mg/ℓ		450以下		83.8
鉄	mg/ℓ	0.5以下	0.3以下	0.06	0.05以下
マンガン	mg/ℓ	0.1以下	0.1以下	未検出	未検出
銅	mg/ℓ	1.0以下	1.0以下	0.05	0.01以下
亜鉛	mg/ℓ	1.0以下	1.0以下	0.3	0.04以下
揮発性フェノール	mg/ℓ	0.005以下	0.002以下	未検出	未検出
ふっ化物	mg/ℓ	1.0以下	1.0以下	0.4	0.161
シアン化物	mg/ℓ	0.2以下	0.05以下	未検出	未検出
ヒ素	mg/ℓ	0.05以下	0.05以下	0.0025	未検出
セレン	mg/ℓ	0.01以下	0.01以下	未検出	未検出
水銀	mg/ℓ	0.1以下	0.001以下	0.0001以下	未検出
カドミウム	mg/ℓ	0.005以下	0.01以下	未検出	未検出
クロム	mg/ℓ	0.05以下	0.05以下	未検出	未検出
鉛	mg/ℓ	0.05以下	0.05以下	未検出	未検出
細菌総数	mg/ℓ	10000以下	100以下	270	0
大腸菌群数	mg/ℓ	未検出	3以下	140	0

(出所) 審査時資料・自来水総公司提出資料

## (2) 公共用水域の水質改善・環境保全等の効果

下水道の役割は、その国や時代の社会・経済情勢、環境の変化などによって若干異なっているが、今日では、汚水の排除・処理による生活環境の改善、雨水の排除による浸水の防除、公共用水域の水質保全が、重要なものとなっている。

とくに近年は、いずれの都市においても、工場のように汚水排出規制の採られていない

生活雑排水が、公共用水域の環境悪化の原因とされる事例が多く、公共用水域の水質保全のためには、下水道施設の整備が不可欠となっている。

本事業の下水道整備は、工期の遅延により完成したのが1998年7月であったため、未だ十分なデータが得られていないので、必ずしも明確ではないが、関係公共用水域の水質保全には、かなり効果があったものと思われる。

工場からの排水監視は、前述のように建設環保局の出先機関である環保処において実施しており、国家資格をもつ専門的技術者が、モニター体制を採って厳格に行っている。監視場所は、主な企業の排水口付近(約20カ所)監視項目は、BOD・CODはじめその他の主要有害物質で、定期検査は3カ月に1回、この外に臨時検査を随時実施している。違反企業に対する罰則は厳しく、罰金(平均約5,000元)あるいは営業停止処分が科せられている。1996年以降、8企業が営業停止処分を受けており、現在も停止処分中の企業もある。

このように厳しい監視体制が採られ、それぞれの排水基準が守られてはいるものの、生活雑排水などの関連もあり、最終的に汚水処理場に流入している汚水は、1998年9月の調査で、COD208～369mg/ℓ(平均285mg/ℓ)・BOD107～179mg/ℓ(平均140mg/ℓ)であった。これは、計画当初の予測値(COD422mg/ℓ・BOD249mg/ℓ)に比較して、幅はあるがほぼ同様な負荷値であり、未処理で放流した場合は、周辺海域の環境にかなりの悪影響を及ぼしたであろうと推測できる。

上記の汚水を汚水処理場で処理した結果は、COD35mg/ℓ・BOD14mg/ℓとなっており、この処理水を鹿角湾沖に放流している。

#### 下水排水口付近のCOD 海水環境影響結果

	(未処理)	計画	実績
最大値	3.3mg/ℓ	1.5mg/ℓ	2.0mg/ℓ
平均値	2.4mg/ℓ	1.28mg/ℓ	1.5mg/ℓ

(注)実績は1998年9月時点  
(出所)建設環保局提出資料

上記の海域COD調査結果を見ると、最大値・平均値ともに当初計画より上回っているが、海域環境基準(中国=水産一級:3mg/ℓ以下・水浴:4mg/ℓ以下、日本=水産一級:2mg/ℓ以下・水産二級:3mg/ℓ以下)には適合しており、問題はないものと考えられる。

また、一般的にCOD・BODともに夏期は高い数値となる傾向があるため、今後一定期間にわたって継続的に調査する必要がある。

### (3) 雨水の排除、浸水等の防除効果

本事業の下水道施設は、汚水と雨水との2系統に分けた「分流式」が採られている。工場排水・家庭排水とは別系統で、雨水は鉄筋コンクリート管・石材暗渠等の管路(今回の円借款では、その一部 19,845m)によって集められた後、自然水路を流下して唐島湾・黄島前湾に放流されている。

一般的に、下水道事業は「雨水公費・汚水私費が費用負担原則」といわれているように、雨水排除は都市型水害を防ぐ重要な事業であり、道路・河川と同じく非常に公共性の高いものである。

北区においては、雨水施設が整備されるまでは夏場の雨期には、道路等もしばしば冠水するような状況であった。とくに、北区の東部に所在する濠がん村地区では、毎年のように冠水しており、1989年には62~80cm、1993年には30cm、約60戸が床上あるいは床下浸水していた。

しかし、雨水施設が整備された後は、雨水排除が効果的に作用し、1996年以降浸水等の都市型水害は一度も発生していないとのことである。また、それまで雨水は土砂とともに周辺河川に直接流れ込んでいたために、北区の馬濠運河では、土砂の堆積により川底が上昇し、運河の流水にも支障を来していた。雨水施設の整備により、この問題も同時に解決されたとの説明があり、本事業の大きな成果の一つであるといえよう。

## 6. 今後の課題

### (1) 水道水源の確保と保全

黄島区との合併により、青島経済技術開発区は、一挙に面積220km<sup>2</sup>、総人口22万人の大開発区へと拡大された。これにともない、将来の水需給計画も大幅に改訂せざるを得ないものと考えられる。すなわち、開発区には石油化学工業など水大量消費型の企業が多数立地することが予定されているのに対し、水供給システムとくに水道水源対策が未だ十分には確立されていないのが現状である。

北区の上水道の水源である吉利河ダムは、水量が豊富で現在のところは余裕があるが、黄島区の水源となっている小珠山ダム・鉄山ダムは水量が不安定の傾向が強く、1997年の渇水時には、貯水率は25%まで下がっている。

このため、黄河からの導水による新しいダムの建設等の構想もあるが、未だ検討中の段階である。黄河も、近年は水量が必ずしも豊富ではないとも伝えられており、今後さらに十分に調査する必要があるであろう。一方、水利権・水需給の問題は、各々の自治体レベルを超えた広域的な調整が必要であり、周辺自治体の協力関係が一層重要となると思われる

また、吉利河ダムは前述のように北区市街地から約95kmの遠隔地であるため、周辺の環境も良く、水質については現状では問題はないものと思われる。しかし、公共運送手段のな

い閑静なこの地域も、将来モータリゼーションの発達により、行楽客の増加による自然環境の悪化も懸念される。砂防林の植樹も含めて、ダム周辺の環境保全対策を十分に講じる必要があると思料される。

## (2) 雨水・再生水の利用

1998年現在、開発区全体の総人口は22万人、2010年には60万人に増加するものと予測されている。これにともない、2010年の水需要は21万 $\text{m}^3$ /日に達するものと推計されている。

これに対して、1998年時点の水供給施設能力は11万 $\text{m}^3$ /日、しかも吉利河ダム以外のダムは貯水率が低く取水量が不安定な状況にある。しかも、新ダムの建設は検討されてはいるものの、未だ具体化されず構想の段階に過ぎない。

このため、ダム水源の確保と並行して、雨水及び下水高度処理(3次処理)水等による水の再利用の可能性について技術面・費用など多方面から検討していく必要がある。とくに今後の水需要の大半は工業用が占めると予測されることから、工業用水としての再生水利用の検討は、水需給対策の一つとして有効であると考えられる(現在東京都では下水処理水の7%を工業用水等として再利用している)。

また、下水は年間を通じて温度変化が少なく、一般的に外気温度に比べて夏は低く、冬は高いという温度特性を持っている。この特性を活かして、冷暖房の熱源として、現在北区の一部地域で実施している熱供給事業と合わせて利用すれば、省エネルギーの面からも役立つのではなかろうか。

## 7. 最後に

いまや環境問題は、一国一地域に止まらず全世界的な最大課題の一つとなっている。中国の一海域の汚染は、日本海から全海洋にまで広がり、環境問題には国境が存在しない。中国での環境保全の推進は、わが国のためでもあるといっても過言ではないと思われる。

所得・物価の差はあるとはいえ、邦貨25億円で本事業のような大規模な環境改善を実現できたのである(昭和60年、新宿新都心一角のビル地下4階ピット部分4,133 $\text{m}^2$ を、再利用水の貯水槽として使用するため、東京都がビル所有者に支払った利用権は28億5,750万円であった)。他の港湾・道路・通信事業と同様、本事業も円借款によって整備できたことに対して市政府から深く感謝されており、青島市民に幅広く利用されている本事業に対して、深く感銘を受けたというのが私の述懐である。

以上



高家台浄水場 ポンプ場



下水処理場  
半回分式オキシデーションディッチ法



北区家庭の水道蛇口  
メーターもよく管理されている。