

国名	：大韓民国
事業名	：下水処理場建設事業・インパクト調査 (関連案件計8件)
借入人	：大韓民国(韓国)
実施機関	：韓国中央政府(建設部)及び地方自治体である市
借款調印	：1980年～1988年
貸付承諾額	：63,759百万円
通貨単位	：ウォン(Won)
報告日	：1994年11月(現地調査1994年6～7月)



ソウル中浪処理場

【用語説明】

① BOD (mg/l) Biochemical·Oxygen Demand (生物化学的酸素要求量)

水中の有機物が微生物によって分解されるときに必要なとされる酸素量のこと、河川の汚染状況を示す指標の一つ。

② SS (mg/l) Suspended Solid (浮遊物質)

水中での固形物の浮遊の量によって、河川の汚染状況を示す指標の一つ。

③ 遮集管

下水が河川に放流される前に、それを遮る形で管を埋設し、下水を処理場へ送るもの。韓国では往々にして河川敷に敷設することが多い。

④ 活性汚泥法

好気性微生物（活性汚泥）の働きで有機物の分解を行うことにより下水を処理する方法（日本でも一般的な方法）。

⑤ 普及率

市街地人口に対する処理人口（利用人口）の割合、或いは市街地面積に対する処理区域面積の割合などがあるが、何をもって普及率とするかは、国によって異なる。本報告書では人口比を用いている。

⑥ 消化ガス

活性汚泥法で生じた余剰汚泥を嫌気性条件のもとで微生物により分解、低分子化して生成したメタンガス等のこと。

⑦ 合流式

汚水と雨水を同一の管渠で流す方式。

⑧ 分流式

上記合流式に対し、汚水と雨水とを別々の管渠で流すものを指す。

調査対象基金借款案件

No.	事業名 [設備能力、遮集管長、都市名]	貸付承諾額 (貸付実行額)	借款契約 締結年	事業 完成年
1	都市下水施設建設事業 [25万m ³ /日, - km,大邱] [15万m ³ /日, 24km,大田] [10万m ³ /日, 14.4km,全州]	5,000百万円 (4,184 ")	1980年	1990年 [1987年] [1990年] [1990年]
2	下水処理場建設事業 (ソウル炭川) [50万m ³ /日, 58km]	11,500百万円 (7,060 ")	1982年	1987年
3	下水処理場建設事業 (ソウル中浪) [70万m ³ /日, 92km]	16,700百万円 (9,999 ")	1984年	1988年
4	下水処理場建設事業 (釜山水営) [23万m ³ /日, 33km]	6,300百万円 (2,673 ")	1984年	1988年
5	下水処理場建設事業 (釜山長林) [33万m ³ /日, 40km]	9,260百万円 (4,235 ")	1985年	1990年
6	下水処理場建設事業 (光州) [30万m ³ /日, 52.6km]	7,560百万円 (3,843 ")	1985年	1991年
7	下水処理場建設事業 (春川) [7.5万m ³ /日, 22.3km]	3,280百万円 (2,769 ")	1985年	1990年
8	下水処理場建設事業 (済州・清州) [6万m ³ /日, 19.5km,済州] [15万m ³ /日, 21km,清州]	4,159百万円 (2,730 ")	1988年	1993年 [1993年] [1992年]
	総額	63,759百万円 (37,493 ")		

I. 本調査の背景と目的

韓国経済は1960年代以降、目ざましい発展を遂げたが、他方で産業・人口の都市集中化を招き、その結果、公共水域の深刻な汚染を引き起こしていた。そのため、韓国政府は下水道事業の整備を国民生活関連資本の中の重要課題の一つとして位置づけ、1980年代以降、同事業への投資を積極的に進めた。

基金も現在までに、この下水道事業に対して計8件（11処理場）、承諾ベースで総計638億円の融資を貸し付けており、これは同国への融資総額の約11%にのぼっている。

今回の調査の目的は、基金関係の韓国の下水処理場建設事業をまとめて評価し、その効果を把握することによって、今後増大するであろう途上国の環境案件、特に下水道事業へのフィードバックを得るためである。

II. 韓国の下水道の概略

1. 韓国の下水道の歴史

(1) 国家計画との関わり

韓国の治水・下水道の歴史は古く、朝鮮王朝時代の1412年にソウル市内を流れる清溪川の浚渫と改修をしたのが始まりとされている。また、20世紀前半には、同市で総長225kmの下水管が浸水防止等の目的で敷設されている。しかし、1976年に同市の清溪川処理場（150千 m^3 /日）が完成するまで、韓国では下水は管渠から河川にそのまま放流されていた。

同国が本格的に下水道事業に取り組みはじめたのは、第4次5ヵ年計画（1977～81）からで、ここでは「経済先進化と国民福祉の増進」を基本目標として、主要6都市（ソウル、釜山、大邱、大田、全州、光州）に下水処理場を建設することになっていた。

次の第5次5ヵ年計画（1982～86）では処理能力を1981年の822千 m^3 /日から1986年には4,679千 m^3 /日へ、普及率は同じく8%から25%へ向上することを目標としていた。さらに、第6次5ヵ年計画（1987～91）では12,448億ウォンを投じて、新たに4,671千 m^3 /日の処理場を建設し、普及率を35%まで向上することを目指した。

1993年末現在、韓国全体で38カ所（7,043千 m^3 /日）の処理場が稼働しており、普及率（処理人口率）は全国で37%、ソウル市で98%（沈殿池だけの、いわゆる一次処理のみも含む）と、ここ10年で飛躍的に増加している（注1）。

一方、下水発生量も1980年の8,534千 m^3 /日から1992年の19,675千 m^3 /日へと大幅に増えており、今後も下水道への投資は欠かせない状況である。

(2) 事業投資規模

韓国の下水道事業の年間投資実績は1981年の805億ウォンに比べて、1990年には8倍の6,379億ウォンと急増している。対GNP比でみると1981年から83年までは年平均0.13%、その後は平均0.38%の水準であり、他の環境事業とともに、この方面への積極

的な取り組みをみせているものの、その水準は日本と比較すると必ずしも高いとはいえない（注2）。

【表Ⅱ－1 韓国下水道事業総投資実績】

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
投資額（10億ウォン）	80.5	57.4	61.7	519	398	278	456	480	553	638
対GNP比（％）	0.18	0.11	0.10	0.74	0.51	0.30	0.43	0.38	0.39	0.38

（出所）「下水道行政」金永煥、他

【表Ⅱ－2 韓国中央政府の水環境事業投資実績】

（億ウォン）

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
水質保全	152	286	278	406	476	1,846	125	183
地方譲与金	—	—	—	—	—	—	2,125	2,500
都市下水道*1	226	322	484	449	789	—	—	—
工団排水処理*2	227	301	225	256	240	170	180	185
合計	605	909	987	1,111	1,505	2,016	2,480	2,868
対環境予算比	29.4％	31.6％	34.3％	44.2％	47.4％	47.0％	47.4％	48.3％
対政府予算比	0.44％	0.57％	0.54％	0.50％	0.59％	0.64％	0.74％	0.75％
対GNP比	0.068％	0.085％	0.079％	0.080％	0.090％	0.099％	0.11％	0.11％

（出所）環境白書（1994）、他

（注）*1：1991年は、水質保全に含まれ、1992年以降は地方譲与金に含まれる。

*2：工団は工業団地の略。1991年以降、一部の事業費は水質保全、地方譲与金に含まれる。

（注1）日本の下水道普及率は、全国で47％、東京区部で98％である（1993年度）。

（注2）日本の下水道事業投資額の対GNP比は、1980年以降で平均0.6％前後を維持している。

(3) 今後の下水道事業整備計画

最も新しい経済計画である「新経済5ヵ年計画(1993~97年)」において、政府は総額4兆ウォンを投資して下水普及率を73%(1997年)まで改善するという意欲的な目標を掲げている。この中では、下記のような水環境、下水道関連の項目を挙げている。

- ・市級以上の全ての地方自治体に下水処理場を設置する。
- ・1997年までに4大主要河川の水質を現在のⅡ~Ⅳ級を、上水源として十分使用できるⅠ級ないしⅡ級に改善する(等級は本報告書Ⅳ-1「韓国の環境行政」参照)。
- ・特に下水管渠に2兆7千億ウォンを投資し、新たに15,658kmを敷設し、管渠敷設最終目標に対する達成率を56%(1993)から77%(1997)に改善する。

【表Ⅱ-3 下水処理場建設事業計画 [新経済5ヵ年計画(1993-97)]】

	1992まで	1993	1994	1995	1996	1997	累計*
投資額(億ウォン)	64,309	7,186	7,979	8,422	8,207	8,296	40,090
施設容量(千 m^3 /日)	7,043	844	1,930	928	3,707	3,033	10,442
処 理 場 数	38	12	9	9	28	34	92 (130)
下水道普及率(%)	37	+5	+1	+2	+9	+8	+36(73%)

(出所)「国内下水処理施設現況と今後の推進方向」柳枝栄

(注)*1993~97年の5年間の累計。

2. 基金融資案件

韓国下水道事業への基金の融資は借款契約の調印が1980年の「都市下水処理施設建設事業」から同1988年の「下水処理場建設事業(清州・済州)」まで計8件11カ所にのぼり、それらは1987年から1993年に相次いで運転開始している。基本的な事業範囲は下水処理場と遮集管である。

韓国では1988年末までに着工した処理場が20カ所(除く一次処理)なので、その時点で基金融資案件はその5割以上を占めていたことになる(注)。また、基金融資事業の処理場の合計処理能力(2,845 m^3 /日)は、同国の総処理能力の40%以上になる(1993年末現在)。

(注)1988年時点で基金以外にはADBが仁川市など5件、USAID、KFW、英国銀行が1件ずつ処理場建設事業に融資している。なお、基金は1990年を最後に韓国に対して新規借款は行っていない。

Ⅲ. 下水処理場建設事業に係わる分析・評価

1. 事業実施

基金の融資で建設された11ヵ所の下水処理場建設事業の実施状況概略は以下の如くである。

【表Ⅲ-1 基金融資の下水道事業の実施状況】

	工 期 (事業開始～ 運転開始)	計画時との差異		総事業費(百万ウォン)	
		(期間)	(遅れ)	計画時との差異	
ソウル炭川	1982.8～1987.12	+12ヵ月	+18ヵ月	84,900	-64,400 (-43%)
ソウル中浪	1983.12～1988.6	+23ヵ月	+22ヵ月	167,200	-58,700 (-26%)
釜山水営	1984.6～1988.5	0ヵ月	0ヵ月	50,100	-10,525 (-17%)
釜山長林	1985.10～1990.12	+17ヵ月	+17ヵ月	79,600	-11,733 (-13%)
大 邱	1981.2～1987.7	+20ヵ月	+32ヵ月	32,600	+11,295 (+53%)
大 田	1981.2～1990.4	+51ヵ月	+65ヵ月	32,255	+17,153 (+114%)
全 州	1980.12～1990.3	+64ヵ月	+64ヵ月	17,200	+6,951 (+47%)
光 州	1986.5～1991.1	+15ヵ月	+26ヵ月	73,314	-9,053 (-11%)
春 川	1985.10～1990.1	+9ヵ月	+9ヵ月	25,770	-7,597 (-23%)
済 州	1987.11～1993.12	+2ヵ月	+24ヵ月	34,487	-2,251 (-6%)
清 州	1988.3～1992.4	-4ヵ月	+16ヵ月	35,871	-7,829 (-18%)

(出所) 韓国中央政府(建設部)及び地方自治体である市からの資料、現地ヒアリング環境白書(1994)

(1) 事業範囲

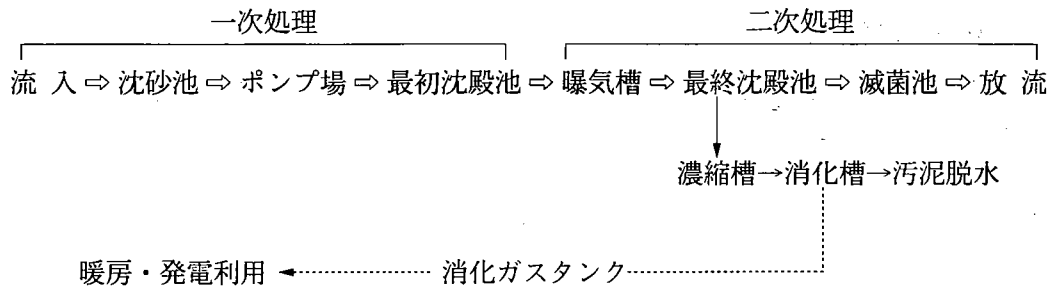
処理場に関しては、基本的な部分において、どの事業もほぼ計画通りであった。処理場の設備能力は各事業で異なっているが、処理フローは全て次頁の図の如く曝気槽を備えた二次処理まで含んでいる。また、汚泥処理には消化工程も設けており、消化ガスはボイラー用燃料として暖房などに活用され、一部の処理場では発電用エンジンの燃料としても用いられている。

一方、遮集管の方は敷設長に若干の変更が見られるが、これは事業実施中の現地地形等による調整あるいは内貨手当ての不足による計画縮小と思われる。

(2) 工 期

事業完了時期は、計画通りに完了した事業もあれば、5年以上遅れた事業もある。特に遅れの目だつ大田・全州は内貨予算の確保が十分にできなかったことが原因とされている。また、大邱や全州でも国庫補助金の交付遅れが工期遅延を引き起こしており、事業遂行における最大の障害要因は内貨の財源不足によるものが多い。これは、まず実施機関である地方自治体の財政基盤がそれほど強くないこと、さらに国からの補助の割合が低いことなどが原因と思われる。

【図Ⅲ-1 基金融資事業の下水処理場フロー】



(注) ただし、釜山水営と釜山長林は、沈砂池とポンプ場の位置が逆。

(3) 事業費

ほとんどの事業で総事業費はコストアンダーランであった。これは、激しい競争入札の結果と、当時の円高により入札参加企業（特にローカル会社）が円ベースで低い価格で入札してきたことによるものと思われる。

しかし、内貨の予算確保に苦勞した実施機関は多く、大邱市は国庫補助が計画の98億ウォンから83億ウォンに減額された不足分を市費で賄っている。また、光州市では事業実施中に同市が直轄市（1986年11月）に昇格したことによって国庫補助金が減額されたことから、財源不足を補うために基金の内貨融資分の増額依頼を提出した。基金もその状況に鑑み計画の2,260百万円から2,856百万円への増額を認めている。

(4) 事業実施体制

①実施機関

どの事業も実施機関は中央政府の建設部（基本計画・策定）および地方自治体である市（建設）が担当している。ほとんどの市が基金融資事業は初めてにもかかわらず手続き上の問題も特になく、また、内貨不足の事態にも適切に対応して事業遅延を可能な限り防ぐなど良好な事業実施能力を示している。

②コンサルタント／コントラクター

ほとんどの事業において、コンサルタントはショートリストによる日本と韓国コンサルタントのJ/V（ジョイントベンチャー）が選ばれている。ただし、最後の基金借款下水道事業である清州と済州は自国の力で事業遂行したいとする韓国側の強い希望により、随意契約で韓国コンサルタントが選ばれている。

一部の実施機関からは日本コンサルタントに対して不満の声もあったが（注）、全体的なパフォーマンスは概ね良好と思われる。

（注）具体例として、寒冷地仕様の設計になっていないため冬季に配管の氷結破損などが生じたこと、あるいは機器の入札評価が不十分であることなどが挙げられた。

コントラクターは、どの事業も国際競争入札によって選ばれている。大田などの初期の基金融資事業では土木工事は韓国業者が、機器供給は主に日本企業（一部、仏やベルギー）と韓国企業のJ/Vが落札する例が多かったが、清州などの後期の融資事業では、工事と機器とも韓国勢が選ばれている。このように、80年代後半においては、韓国勢が工事、機器供給を自力で遂行できる体制になっている。これは、韓国自身の技術力の高さと共に、J/Vなどによる、外国からの技術移転の効果も見逃すことはできないだろう。

(5) 資金計画における課題

本事業関係の事業実施体制は概ね良好であるものの、資金調達関係でいくつかの課題を残したと言える（本報告書Ⅲ-4「財政」参照）。

まず、韓国国内の事情であるが、一連の基金融資事業は、ソウル市のように1千万人都市から春川市のように15万人都市までさまざまな規模の地方自治体を実施機関となり、中～大規模処理場の建設を行ったものであるが、ほとんどの自治体が財源確保に苦勞している。これは、当時の国庫補助の割合が相対的に低く、自治体自身の財政負担が過度に大きかったことによるものと思われる。しかし、1990年には、国と地方の財源分担率が見直され、1992年の地方譲与法による社会間接施設財源などにより、現在はかなり改善されているが、日本などに比べると未だ不十分である。

次に、基金借款についてであるが、直接の借入人である韓国政府は、すべての市に為替リスクも含めて借款と同一条件で転貸（ただし、管理手数料として政府は0.05%を徴収している）しているため、各市が最近の円高による内貨換算の返済額の増加が相当な負担となってしまうている。そのため、多くの都市の下水道事業会計において、為替差損が発生し、それが、そのまま経常損として計上されている状況となっている。特に春川市のような中都市における財政への圧迫は無視できない。

このような現状をみると、円借款の為替リスクは、韓国政府が負うなどの工夫が、もう少しあってもよかったと思われる。

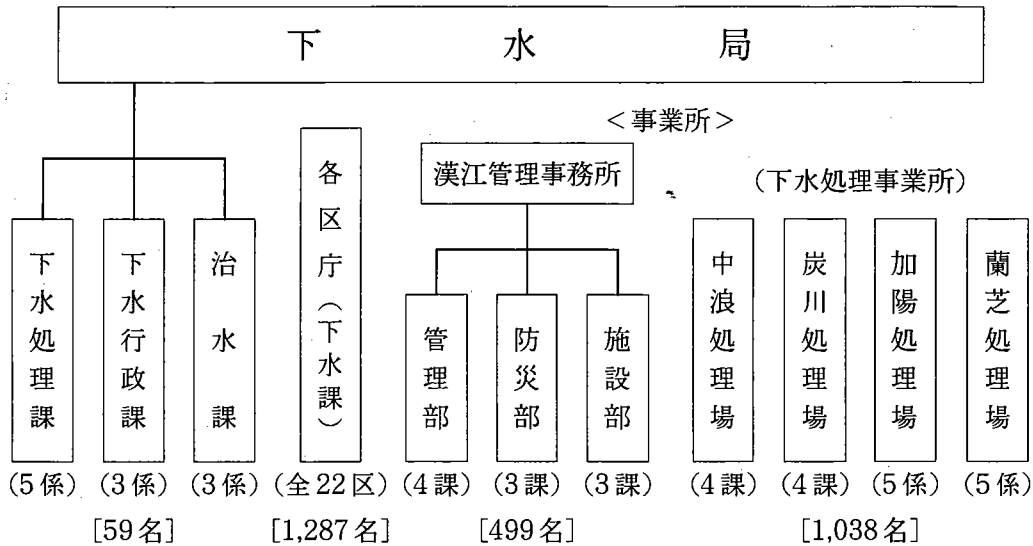
2. 運営・維持管理状況

(1) 運営・維持管理体制

① 運営・維持管理組織

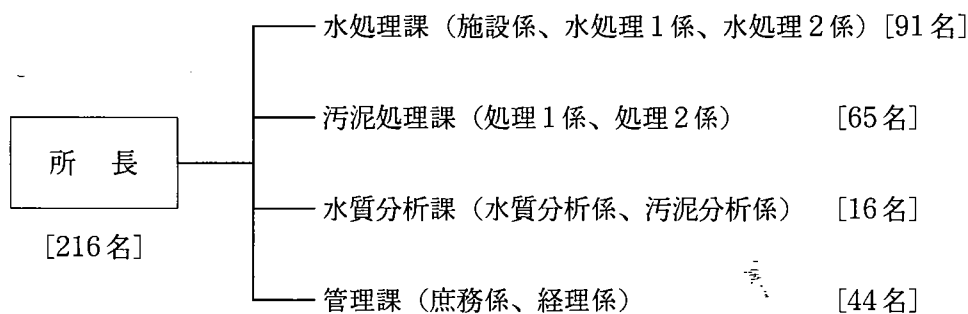
各下水処理場の運営・維持管理は各都市の下水道局（または建設局）が担当している。一例としてソウル市および同市の炭川下水処理場の組織を以下に示した。

【表Ⅲ－2 ソウル市の下水道関連組織図】



(注) [] 内は定員。区庁を除く全部署の定員の内訳は一般職 354 名、技能職 803 名、その他 439 名。

【表Ⅲ－3 ソウル炭川下水処理場の組織図】



ソウル市では下水処理課が下水道事業全般を統括しており、下水行政課は料金徴収等を、各区庁は管渠工事関係を担当している。春川市のように直轄市でない中都市では区制もなく、もっと小所帯の組織となっている。

②運転・職員

下水処理場に従事する職員数は日本と比べると多い（注）。韓国では下水道事業に本格的に取り組み始めた時期が最近であるため、少人数で効率よく施設運営するノウハウがまだ十分取得していないことなどが理由と思われる。しかし、今後は運営効率化を進め、人員合理化を図る必要がある。なお、ほとんどの処理場において職員の構成は技術学校（短大）卒以上が全体の4割を占めており、日本と比較しても相当高学歴である。

また、処理場の運転開始に伴って必要となる運転員は新卒と他部所からの配転で賄っているが、特に問題はないとのことである。今回の調査では、一部の処理場で誤差動している計器を直せずそのまま使用しているなど、必ずしも完璧とは言えない部分もあるように見受けられたが、今後、このような点は運転経験を通じての技術力向上により解決されると思われる。全般的に見て行政員、運転員の技量については概ね良好である。

③スペアパーツ

一カ所の処理場で取り扱うスペアパーツは約3千種にも及ぶ。ソウルではパーツは外国品、国産特殊品、国産汎用品の3つのカテゴリーに分類し、調達指針に応じて公開入札で購入しており、納入に時間の掛かるパーツは事前購入して不意の故障に対応できるようにしている。スペアパーツに関しては、基本的には大きな問題もなく管理・調達されているが、一部の処理場では外国品の入手に時間が掛かるなどの不満があった。

(2) 運営状況

①処理状況

基金の融資で建設された11ヵ所の下水処理場は概ね良好に運転されている。放流水の水質も後述するソウルを除けば、設計値（BOD 20~28mg/l, SS 25~30mg/l）以下の値まで処理されており問題はない（表Ⅲ-4参照）。

②ソウルの地下水流入問題

ソウルの中浪、炭川の両処理場は、流入水量が設計値よりかなり多い。これは施工不良による管渠の接合部からの多量の地下水流入が原因と想像されている。中浪では流入水 200万m³/日のうち 170万m³/日を二次処理施設へ送り（設計処理量は 146万m³/日）、残り 30万m³/日は一次処理のまま放流しており、二次処理した分と合わせた全体処理水の水質はBOD 23mg/l程度と設計値（20mg/l）を若干上回っている。炭川でも同様の運転を実施している。

ソウル市としては、市内全地域を4カ所に分けて、それぞれの地域の管渠を一年掛けて詳細に調査する作業を1993年度から開始しており、その結果のまとまる1997年度から適宜パイプの更新を進める予定である。

（注）ソウル中浪処理場（146万m³/日）の職員は453名であるが、同規模の東京芝浦処理場（159万m³/日）の職員は106名、東京新河岸処理場（139万m³/日）では86名。

韓国では、このソウルに限らず、管渠の重要性が指摘されており、今後の下水道事業の重点施策として、管渠の整備が挙げられている。具体的には、施工技術の向上や管の材質向上などが課題であろう。

なお、両処理場は過負荷運転に対応できるステップ式で設計されており、全量を二次処理設備へ送ることも可能と思われるが、現在のところ実施されていない。この点は、施設の機能を十分理解し、使いこなすには、まだ運転技術に未熟な部分があるものと思われる。

【表Ⅲ-4 基金融資の下水処理場の運転状況】

処理場名	処理 (千m ³ /d)		処理水量 (千m ³ /d)	流入水質 BOD SS (mg/l)		放流水質 BOD SS (mg/l)		処理人口 (千人)	職員数 (人)
	能力	うち基金分							
ソウル炭川	600	500	772	97	118	23	24	1,497	216
ソウル中浪	1,460	700	1,976	106	112	22	19	3,643	453
釜山水管	286	230	273	137	149	11	4	1,040	81
釜山長林	330	同左	293	97	180	13	19	639	89
大邱	250	〃	240	127	158	13	12	571	64
大田	150	〃	-	99	146	17	15	404	57
全州	100	〃	105	95	345	12	14	242	44
光州	300	〃	367	125	126	14	9	860	88
春川	75	〃	70	111	106	10	6	212	56*
済州	60	〃	55	150	180	<15	<15	227	55
清州	150	〃	135	100	130	20	16	536	59

(出所) 韓国中央政府(建設部)及び地方自治体である市からの資料、現地ヒアリング

(注) データは1992~1994年(都市ごとに異なる)

*併設しているし尿処理場の職員も含む。

③汚泥処分

下水処理場で発生した多量の汚泥は、その処分が大きな問題になることが多い。

韓国では汚泥の98%は脱水後埋め立て処分されており、それ以外では釜山市が汚泥の一部を、大邱市が全量を海洋投棄している。また、春川市のように堆肥として近隣の花農園などに売っている例もあるが稀である。

日本では焼却処分も相当行われているが、韓国は埋め立てよりコストが掛かるとして実施されていない。しかし、埋め立て地の減少等により将来の焼却処分を検討している市も多い(ソウル、釜山等)。堆肥も汚泥処分問題を解決する有効な手段であるが、ソウル市のように流入排水の半分近くが産業廃水のところは重金属等の問題もあり十分な注

(注) ヨーロッパの堆肥の有害物質基準は日本などより緩く、この基準を適用すればソウルの汚泥も堆肥利用可能といわれている(第11回韓・日都市開発協力会議'93)。

意を要する。今後は韓国では、埋め立て利用地も限られてくると思われ、都市ゴミ問題の一部として汚泥の焼却処分の検討・実現化を進めていくことになる。

④悪臭対策

ソウル中浪、炭川など、住宅地近くに建設された処理場は、悪臭防止のため曝気槽等に蓋を被せている。また、炭川では近隣住民の苦情に対応して最近、さらなる防止策として最初沈殿池の蓋に排臭気管を設けるなどの対策を独自に施している。

3. 事業効果

(1) 河川水質の向上

これら処理場の運転開始によって、関連河川の水質向上が期待されていたが、多くの河川でその効果が確認されている。特に処理場建設された都市を流れる支流河川は限定地域を集中的に下水処理していることもあり、その改善効果は極めて高い。

【表Ⅲ－5 都市支流河川の水質】

都市	河川名	BOD (mg/l)					処理場 運転開始年	注
		1988	1989	1990	1991	1992		
大邱	琴湖江(洛東江支流)	98.7	47.5	31.6	29.3	17.8	87年8月	*1
大田	甲川(錦江支流)	31.9	28.2	15.5	9.7	8.8	90年5月	
光州	光州川(榮山江支流)	35.8	33.3	25.0	17.7	16.6	89年12月	
春川	孔之川(漢江支流)	27.2	17.3	5.2	5.7	6.1	90年1月	

(出所) 環境年鑑(1993)

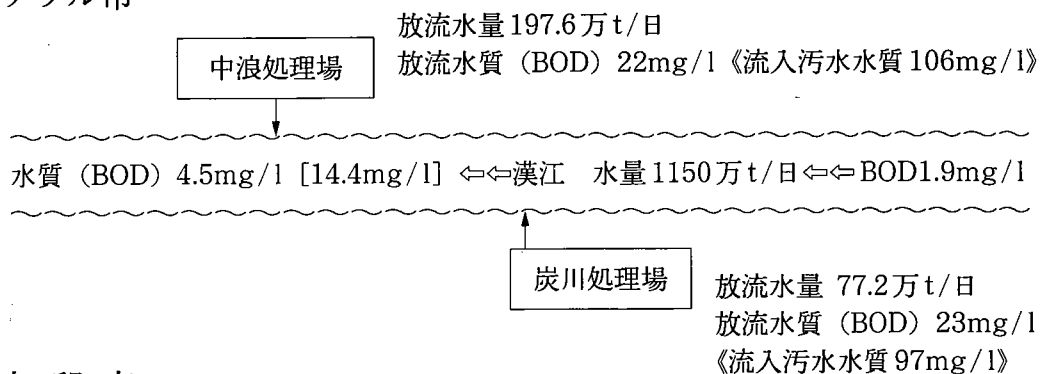
(注1) 処理場の運転開始前はBODが140mg/l以上であった。

一方、主要河川における改善効果は、都市支流河川ほどの劇的な効果は見られないものの、確実に改善されていることが環境処のモニタリング結果から得られている。

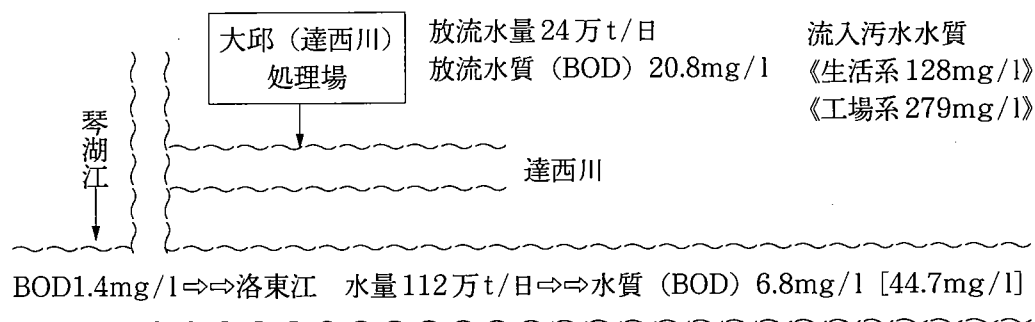
主要4河川のうち代表的な漢江と洛東江の水質を、基金融資の処理場が有る場合、無い場合でシミュレートした結果を下記に示す。

【図Ⅲ-2 主要河川の汚染状況のシミュレーション】

ソウル市



大邱市



(注) 数字は現在の値。[] 内の数値は処理場が無い場合の推定値。
河川の水量は渇水期の値。

この結果から見ると、ソウル市内における漢江は処理場が無い場合、BODが14.4mg/lと一般住民が不快を感じる汚染状況となり、大邱市近辺の洛東江に至っては44.7mg/lと死の川の様相を呈することになる(注)。このことから、処理場建設による河川水質改善効果は極めて高いと言える。

(2) 技術移転

下水道に係わる基金最初の融資案件である大邱、大田処理場などは、韓国において本格的に処理場建設を始めた時期の施設である。コンサルタントは全て日本・韓国のJ/V

(注) 日本の環境基準によると、河川の状況をBODで示すと以下の類型となる。

- ・ 2mg/l 以下-----清浄な川で、ヤマメ・イワナが棲める。
- ・ 3mg/l 以下-----普通の川で、鮎が棲める。
- ・ 5mg/l 以下-----汚れていない河川で、鯉・フナが棲める。
- ・ 10mg/l 以下-----環境保全の目標値(住民が不快を感じない限度)。

参考として日本の隅田川(小台橋付近)のBODは4.3mg/l、荒川(堀切橋付近)は同3.4mg/lである(1992年)。

という形で、日本からの技術者派遣による技術移転が行われ、また、ポンプ等主要機器もほとんど日本から調達された。しかし、最後の融資案件である済州、清州処理場においてはコンサルタント業務は韓国のみで実施し、調達された機器もほとんどが韓国製（日本企業との技術提携による生産）であった。

さらに、現在進められている処理場建設事業では、計画から設計、調達、工事、そして資金調達まで全て韓国自国内で実施している。このように、基金融資が行われた80年代を通じて韓国は下水処理場建設事業および運転までを自力で完徹できる体制になった。これは、韓国の行政・技術レベルの高さとともに、基金融資事業を通じての日本からの技術移転効果を見逃すことはできないだろう。

また、現在のところ既に処理場を持つ自治体と、これから処理場を設ける自治体との交流はあまり活発に行われていないようであるが、今後は両者が密接に連絡を取り合い、事業監理や運転管理のノウハウが韓国国内で効率的に広がっていくことが望まれる。

(3) 下水道普及率

基金融資事業によって、各都市の下水道普及率は大幅に向上している。また、ソウルを除く対象都市すべてが、基金融資事業前は処理場を一カ所も持たなかったことから、これら事業により、下水道処理率はゼロから数十％へと上昇したことになる。この結果、都市住民の生活環境は大きく改善されたといえる。

【表Ⅲ－6 各都市の下水道整備現況】

	人口 (千人)	処理面積 (%)	処理人口 (%)	処理場能力 (千m ³ /日)	管渠長さ (km)
ソウル	10,930	99.3	98.1	3,560 [1,200]	8,723
釜山	3,868	33.5	51.1	616 [560]	1,437
大邱	2,335	15.3	26.1	600 [250]	1,681
大田	1,191	25.1	32.6	150 [150]	869
光州	1,250	50.6	67.1	300 [300]	973
春川	183	62.3	78.0	75 [75]	301
全州	539	23.5	21.3	100 [100]	221
済州	238	—	—	60 [60]	231
清州	472	107.2	91.7	150 [150]	545
全国	44,569	26.5	38.8	7,043 [2,845]	26,258

(出所) 下水道 (1993)、質問状回答、他

(注) 処理面積は計画汚水排水区域面積に対する普及率。済州は運転開始間もないためデータ無し。

[] 内は、基金融資事業分の値。

(4) 上水道の水源保護

韓国が下水道事業を積極的に推進した最大の理由の一つに、水道水源の水質保全が挙げられていた。これは河川の上流に位置する都市からの汚水が下流の上水取水地点の水質を汚すことを防ぐのを目的としていたが、今回の調査でも、一連の処理場建設により上水取水地点の水質改善効果が確認されている。

しかし、80年代後半から徐々に都市住民は飲料水を上水道からミネラルウォーターへと切り換えており、特に最近では工場排水などによる突発的な水源汚染が頻繁にしかも大きく報道されており、それに伴う行政担当者の罷免も多いことから、市民の上水道の水質に対しての不信感が増幅しつつある。

このように安全な水道水を供給するという目標に対して、下水道事業は河川の水質改善で貢献していると言えるが、実質的には他の要因等により、さらなる市民の水道水離れを引き起こしてしまっている（注）。

5) 水系伝染病の抑制

コレラなど水系伝染病は、飲食と排泄によって伝染のサイクルができる。よって、適切な上水道、下水道の普及と日常生活の清潔性の保持により、その発生数は大幅に減少させることができる。

ソウル、釜山、光州の3市で1988年と1993年の水系伝染病等の患者発生数を調査したところ下表のように大きく減少しているのが認められた。この間は各都市で相次いで下水処理場が運転を開始し、下水道処理率が大幅に上昇した時期である。もちろん発生率の減少は衛生観念の向上や医学の進歩なども重要な要因であるが、この表からは下水道普及による排泄物の最終的な無害化の効果がある程度あったことが伺える。

【表Ⅲ-7 上下水道普及率と水系伝染病等患者数*1の推移（1988年⇒1993年）】

	上水道普及率 (%)	下水道処理率 (%) *2	コレラ (人)	腸チフス (人)	赤痢 (人)	回虫 (%)
ソウル	98.8 → 99.9	9.9 → 98.1	0.38 ⇒ 0	8.0 ⇒ 5.2	不明	不明
釜山	97.0 → 98.1	0.0 → 51.1	0 ⇒ 0	40 ⇒ 4	0.26 ⇒ 0.25	〃
光州	86.9 → 91.5	0.0 → 67.1	0 ⇒ 0	5.4 ⇒ 0	0.8 ⇒ 0	0.12 ⇒ 0.02

(出所) 質問状回答

(注1) 患者数は人口百万人当たりの発生患者数。ただし、回虫のみ全住民あたりの%

(注2) 下水が処理場へつながっている人口の割合

(注) 韓国は、1994年後半から国内でのミネラルウォーターの輸入・製造・販売を解禁する予定。これまで、韓国政府が国内販売を禁止してきたのは、許可することによって、政府が水道水の水質保証義務を果たしていないと受け取られるのを恐れていたためと言われているが、実際にはミネラルウォーターの市販は年々盛んになっており、その流れに押されての解禁である。同国では、1993年の売上げが237千トン、324億ウォンを記録しているが、その製品の中には有害物質が検出されたものもあり、行政の対応の遅れを指摘する声強い。

(6) 下水道のPR効果

日本の下水処理場は、一般市民に下水道や水環境保全の重要性を理解してもらう恰好の施設として多くの見学者を受け入れている。韓国でも同様であり、どの処理場でも市民、学生、他都市の公務員などが毎年数百人から数千人訪れており、このPR効果は小さくないものと思われる（注）。

4. 財 政

(1) 財 源

下水道事業に関する建設、運営・維持管理は直轄市などの地方自治体が担当している。財源は下水道料金収入と地方一般会計、国庫補助などである。中央政府の負担比率が年々増加しているが、日本（公共下水道で27.4% [1991年]）などと比較すると、かなり少なく、その分、地方自治体の負担が大きいといえる。

【表Ⅲ－8 下水道事業の負担者別割合】

（単位：％）

	中央政府	地方自治体	利用者料金	その他*	合 計
1987	9.0	39.1	29.3	22.6	100
1988	12.4	41.5	33.4	12.7	100
1989	14.7	32.1	32.2	20.1	100
1990	17.3	43.1	32.0	7.6	100

（出所）「下水道財政」金永煥

（注）*：基金借款等

(2) 事業投資

地方自治体（都市）の規模ごとの下水道事業建設に対する財源は以下の様になっている。1990年に財源負担の割合を見直して、国庫補助の割合を上げているが、これは80年代における処理場建設事業において、自治体の資金不足による事業遅延が多く発生したことの対応策と思われる。なお、この見直しで直轄市の国庫補助率が減っているのは財源の一つである煙草税が国から市・地方へ移管されたためである。基金の融資はこの表中の市費に組み込まれている。

（注）見学者数；ソウル中浪5～600人/年、釜山水営・長林各々3000人/年

【表Ⅲ－9 下水道事業建設投資財源比率】（ ）内は1990年以前

	国庫補助	道 費	市費・郡費	基金融資を受けた都市
ソウル特別市	0% (0%)	0% (0%)	100% (100%)	ソウル
直轄都市	0% (30%)	0% (0%)	100% (70%)	釜山、光州、大邱、大田
道庁所在地	60% (50%)	20% (0%)	20% (50%)	春川、清州、済州、全州
中小都市	80% (70%)	10% (0%)	10% (30%)	該当都市なし

(注) この表は下水処理場・遮集管に関してのみ。支管などは全て自治体負担。

このうち国庫の財源は1992年から導入した地方譲与法による社会間接施設の拡充財源から充てている。これは酒税、電話税、土地超過利得税をソウル市と直轄市を除いた都市の道路や下水道などに割り振って補助するもので、1992年度では約1兆6千億ウォン（このうちソウル市からは約1兆ウォン）の徴収がなされている。

【表Ⅲ－10 地方譲与税収入による社会間接資本施設投資比率】

道路整備事業	70.5%	}	下水処理場	72%
水質汚染防止事業	17%		下水管渠	11%
農漁村開発事業	11.5%		糞尿処理	10%
青少年育成事業	1%		汚染河川浄化	7%
	(100%)			(100%)

(出所)「下水道の投資及び隘路要因」(金甲守著)

(3) 料 金

韓国では日本と異なり、多くの都市において下水処理場を利用していない住民でも、水道料金と同時に下水道料金を徴収され、実質的には、ほぼ全市民が料金を払っている(注1)。この下水道料金は上水使用量をベースに決められており、上水道料金と必ずしもリンクしていないが上水道料金のおよそ3~4割である。しかし、ソウル市や釜山市などのように、もともとは5割程度に設定していたところが多く、その後の水道料金値上げに対して、下水道料金が追いついていないため低めになってしまっているのが現状である。東京都のそれは約76%であるように、韓国も下水道事業の財源確保のためにも、料金水準を現状より上げるべきである。なお、料金改定はソウル市などは市議会の承認を必要としている。

料金回収率に関しては極めて良好であり問題はない(注2)。

【表Ⅲ－11 釜山市の下水道料金体系】

1 ヶ月基本料金			超過使用料	
一般用	基本量	基本料金	使用量	超過料金
	0～10 m ³	540 ウォン	11～30 m ³	65
			31～50	88
			51～100	121
			101～300	220
			301～500	235
			500 m ³ 以上	248 ウォン/m ³
産業用	98 ウォン/m ³			
公共用	88 ウォン/m ³			
公衆用	44 ウォン/m ³			
一時使用	128 ウォン/m ³			

(出所) 釜山市

(注1) 下水処理場を全く持っていない都市でも、下水道料金を徴収しており(全国で67市)、将来の下水道投資への財源の一部に充てている。

(注2) 料金回収率(1993年); 釜山市—97.9%、大邱市—99.0%、大田市—98.9%

(4) 各都市の下水道事業財政

基本的には料金収入で、少なくとも下水道事業の（減価償却費を含めた）運営・維持管理費を賄えることが望ましいが、実際のところ大田市や光州市のように料金収入だけでは、賄えない都市もある（注）。

なお、下水道事業の会計報告によると、どの都市も外貨為替損失が大きく（これはほとんど円借款の債務に係わる分である）市財政にとって円高による為替差損が大きな負担になっているのが読み取れる。

【表Ⅲ－12 各都市の下水道事業運営の損益計算書 [1993年度]】 （単位：百万ウォン）

	釜山市	大邱市	光州市	大田市
料金収入	29,612	17,710	8,794	7,867
運営費用 （うち減価償却）	-22,487 (-14,480)	-15,679 (-9,944)	-9,256 (-5,292)	-8,811 (-5,689)
営業損益	7,125	2,031	-462	-944
営業外損益 （うち利子支払い） （うち外貨為替損*）	-3,515 (-2,571) (-5,928)	-3,542 (-2,546) (-1,496)	-3,515 (-1,538) (-3,396)	-48 (-602) (-212)
経常利益	3,610	-1,511	-3,977	-992

（出所）各市の会計報告書、本調査での収集資料、（大田のみ1992年度）

（注）*：この差損は、その年度に実際に返済した分が被った差損だけでなく、未償還債務の評価換え損も含む。

上の表中で、釜山市は健全な財務状況を示しているように見える。しかし、同市は予定処理場数13に対し、現在3カ所しか運転開始しておらず、今後、新たな処理場完成に伴い、維持管理費が大きく膨らむ一方、収入は、すでに処理場未利用者からも料金徴収していることから、増収はあまり期待できないため、将来は料金収入で運営費用を賄えない事態が十分予想される。

(5) まとめ

一般的に下水道の投資額は大きく、地方自治体だけでは負担が大きすぎる。しかし、国庫補助は処理場と遮集管の建設にのみ与えられるので、下水道事業の総支出に対する国庫補助の割合は10数%に過ぎない。

実際、各都市は必要資金を基金借款などによって調達してきたが、それらの為替差損や利子払いの負担が膨らみ、現時点の各都市の下水道財政を圧迫しているのが、財務表からも十分読み取れる。

（注）日本は、料金収入だけでは運営・維持管理費の36%（1992年度）しか賄えていない。不足分のほとんどは一般会計で賄われている。

また、今後、新たな処理場が完成するに伴い運転費用が増加すること、さらには、地方中小都市においても、処理場建設や管路整備が益々増えていくことなどから、限られた地方自治体の財源で適切に投資・運営ができるか、韓国下水道全体の問題として料金設定・国庫補助の配分先なども含めた十分な検討をする必要があると思われる。

IV. 韓国の水質環境保全

1. 韓国の環境行政

(1) 下水処理行政体制

現在の韓国における下水処理関係の担当行政は以下の如くである。

- (a) 環境基準・ガイドライン策定……環境処 水質保全局下水処理施設課
- (b) 下水処理場の建設に係わる……建設部 上下水道局下水課
施設・設備の基準策定
- (c) 下水処理場の建設計画策定……各地方自治体担当部局
- (d) 予算化後の建設推進主体……各地方自治体建設本部
- (e) 建設発注・契約……外貨導入の場合——調達庁
内貨のみの場合——各自治体
- (f) 完成後の処理場運営……各地方自治体傘下の下水処理事業所
- (g) 公共水域の水質モニター……環境処 水質保全局下水処理施設課

従来、韓国では下水道事業は中央政府の建設部が一括して管轄し、地方自治体が運営・維持管理していた。しかし、80年代後半から水道水源の汚染問題が大きくクローズアップされるようになり、上水も含めた水行政を一元的に行うべきとの考えが広まった結果、1991年6月に環境基準・ガイドライン策定を建設部から環境処に移した。環境処は下水道だけでなく上水道事業や河川事業、さらには環境モニターについても担当しており、水行政が一省庁で効率よく管理できる体制となっている。

(2) 工場/畜産排水

河川の水質改善のためには、下水道事業に代表される生活排水を中心とする都市排水処理だけでなく、産業排水の適正な処理も重要である。

韓国の場合、生活排水以外の主要な汚染源として、工場排水と畜産排水が挙げられており、これらに対しても環境処を中心とする行政の取り組みが行われている。

韓国では現在、14,300カ所の排水放流施設と95カ所の工業団地が存在しているが、団地でも10カ所しか排水処理施設が設置されていないなど、処理されている排水量が300千 m^3 /日（全体の10.4%）とかなり不備が目立つ。一方、特例地域（注）外の排出工場に対する規制値はかなり緩いものとなっている。

また、韓国では畜産業からの有機排水の量は少なくなく、また水道水源の近くに立地しているものもあるなど、その存在を無視することはできない。しかし、畜産業者は小規模農家が多いため、適切な排水処理施設を設けている所は少なく、50%弱の農家は全く排水処理設備を設けていない。そのため、政府は集中処理施設建設への援助（注）を進めているが現在21カ所（1,600 m^3 /日、全体の1.6%）のみ運転開始しているにすぎず、

（注）環境処長官あるいは市長、郡首が指定する工場団地等の特別地域。

今後はさらなる整備を必要としている。

今後の方策として、1993年7月に政府の環境保全委員会が発表した環境基礎施設設置計画によると、1997年までに、下水処理場の建設推進とともに、工業排水処理施設14カ所と農工団地共同排水処理場126カ所（両者の合計投資額1,916億ウォン）、畜産排水処理設備78カ所（同、3,561億ウォン）を新たに建設することとしている。

(3) 水質基準

①河川環境基準

韓国における河川の環境基準を下記する。

【表Ⅳ-1 河川環境基準（韓国水質環境保全法）】

等級	基準			用水目的
	PH (-)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	
I	6.5 - 8.5	1以下	25以下	上水原水1級：自然環境保全
II	6.5 - 8.5	3以下	25以下	上水原水2級、水産用水1級、水泳用水
III	6.5 - 8.5	6以下	25以下	上水原水3級、水産用水2級、工業用水1級
IV	6.0 - 8.5	8以下	100以下	工業用水2級、農業用水
V	6.0 - 8.5	10以下	ゴミ等浮遊なし	工業用水3級：生活環境保全上限

水道水源の水質はI、II級を要求されているが、1980年代では、この基準を満たせなかったり、近い将来にクリアできなくなる恐れのある水道水源が多く存在し、それが下水処理場建設を強力に推進する原動力となった。

また、生活排水や産業排水量が年々増加している現状では、これからも排水処理設備を鋭意整備していかなければ、主要水源全てがIII級以下に転落し、水道水源としての機能を喪失する懸念があるとされている。

②排出基準

なお、各事業者ごとの公共用水域に対する排出基準を示すが、この基準は1996年1月から、より厳しい値に改正されることが決定している。

(注) 環境処では、産業排水処理設備を新たに設置する企業（含む畜産業）に、一件あたり最大2億ウォンを市中金利の約半分の6%で貸し付けている。1990年は総額で約200億ウォンが貸し付けられた。

【表IV-2 排出基準（韓国水質環境保全法）】

(単位：mg/l)

	保全 水質 目標*	規 制 内 容					
		排水量 3,000 m ³ /日以上			排水量 3,000 m ³ /日以下		
		BOD	COD	SS	BOD	COD	SS
清浄地域	I	50(30)	50(40)	50(30)	50 (40)	50 (50)	50 (40)
—	II	80(60)	80(70)	80(60)	100 (80)	100 (90)	100 (80)
—	III~V	100(80)	100(90)	100(80)	150(120)	150(130)	150(120)
特例地域	—	30(30)	50(40)	70(30)	30 (30)	50 (40)	70 (30)

(注) 括弧なしの数字は現在適用されている規制値。括弧内の数字は1996年1月1日から適用される値。

* 地域ごとに保全すべき河川水質環境基準（I～V等級、前頁）が定められ、その地域ごとに異なる産業排水の規制値が設けられている。

③下水処理場放流基準

下水処理場の処理水々質のBOD設計値は、20～30mg/lと施設ごとに異なるが、基本的な基準は30mg/lである。これも1996年1月1日から全て20mg/lに強化されることになっている。

2. 河川の水質測定体制

(1) 河川の水質測定

河川の水質測定業務は1974年から各道・各都市の保健研究所で実施してきたが、測定業務の効率向上のため、これらは1983年7月から環境処に移管された。また、1992年からは環境処、および、それ以外で水質測定を実施している機関（水資源公社、農漁村振興公社等）の測定結果を全国電算機網で統合することによって、より詳細、かつ迅速なデータ処理を進めている（注1）。さらに、河川ごとに水質測定を統括する国立分析センターを、主要4河川（注2）各々に1ヵ所ずつ建設中である。また、要員不足が指摘されている水質分析者の養成、充実も鋭意進める予定である。

なお、測定結果は毎年、環境処発行の「環境年鑑」で発表されている。

(2) 水質測定地点と頻度

水質測定地点は1989年の457カ所から1993年には1,348カ所へと拡充しており、目的により河川、湖沼、水道水源、農業用水源、工場団地排水、都市貫流等に分類して調査している。測定頻度も主要4河川の主要19カ所は4回/月、湖沼も1回/月、となっている。

(注1) 現在、環境処は水質測定体制の整備・構築を進めており、一部ではJICAの協力を得ている。

(注2) 漢江、洛東江、錦江、榮山江

【表Ⅳ－3 水質測定網内訳】

計	河 川		湖沼水	水道水源	農業用水	その他
1,348	324 (環境処)	248 (その他機関)	134	480	50	112

(出所) 環境白書 (1994)

(3) 地方自治体の産業排水監視体制

水質測定は河川が中心で、特定業者の排水のモニター体制は未だ十分とは言い難い。しかし、各都市では独自の検査システムで測定を実施している。産業廃水に対する規制は「水質環境保全法」により規制しており、規制重点項目 (BOD,SS,重金属等) の行政指導は各地方自治体が、取り締まりは中央政府の環境処が行っている。

①釜山市

- ・特別監視 監視周期 (月1 - 2回)、監視人員 (2名)
- ・常時監視 監視方法: 週間および特定時間帯 (22:00 - 07:00) 状況により調整
監視人員: 管理要員 4名 (監視人員 15名)

②大邱市

- ・下水処理場が月1回主要下水道幹線の水質を検査して上流側の産業廃水排出業者の代表者会議を通じて放流水質改善と対策を協議している。

③春川市

- ・排出業者に対する技術指導: 年2回定期点検実施

④光州市

- ・毎月1回産業廃水遮集管渠の水質を調査して管轄行政機関に調査結果を通報して指導取締りを依頼する。

〔まとめ〕

基金融資による11ヵ所の下水処理建設事業は、事業費の財源確保に若干の課題を残したものの、特段の問題もなく完成することができた。現在、これら処理場は概ね順調に運転しており、人材・技術・財政の面においても大きな問題は見当たらない。

また、事業効果として、下水道の普及、河川の水質向上など、大きな改善効果が確認された。さらに、これら事業を通じての技術移転・蓄積も図られ、もともとの韓国の技術レベルの高さと相まって、現在では、ほぼ自国で計画・設計から建設まで完遂できる体制になっている。

以上、述べてきたように、基金の韓国における下水処理場建設事業は期待された効果を十分挙げ、良好な結果を得られたと言えるが、今後の同国の下水道事業の課題としては以下の項目が挙げられる。

①韓国は下水道の整備を鋭意進める計画であり、その対象地域も大都市から地方の中小都市へと広がりつつある。それらを成功裏に導き、その効果を持続させるためには、今までに得た事業監理や運転管理のノウハウが、大都市から、新たに下水道事業を始める中小都市に十分に伝授されることが望まれる。

②今後、新たな処理場建設、運転に伴い膨らんでいく投資・運転費用に対して、現在の料金設定・国庫補助の配分で十分な財源確保ができるかを検討する必要がある。

研究レポート

開発途上国における下水道事業の留意点

—— 大韓民国「下水処理場建設事業」インパクト調査を通じて ——

池 邊 弘 昭

I. 途上国における下水道事業の留意点

途上国、特にその大都市においては今後、下水道は都市環境改善の最重要課題の一つとして取り組むべき事業である。この章では、80年代に大きく下水道事業を発展させた韓国の現状を踏まえつつ、途上国が同事業を推進にあたっての留意すべき項目を、人材・技術・組織・財政の4つに分類して検討した。

1. 人 材

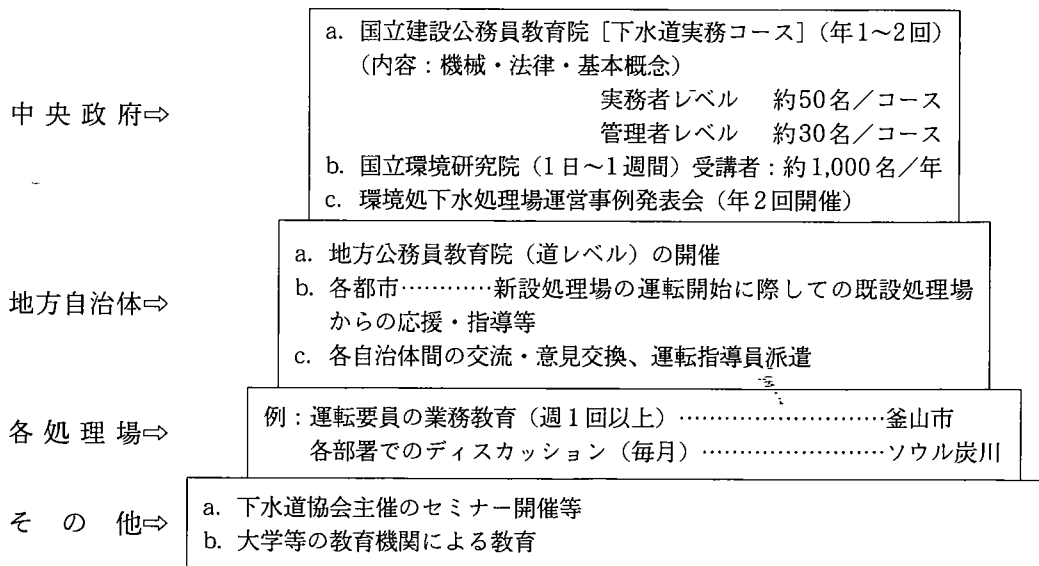
(1) 必要とされる人材

下水道事業で必要とされる人材としては、一般的な行政員とともに、(a) 処理プロセスに精通した運転員、(b) 下水管敷設など土木技術者、(c) 機械や電気を中心とするメンテナンス要員、さらには、(d) 水質分析員などが必要となる。下水道部門の規模を短期間に拡大する必要のある途上国などは、新卒だけで人員を賄うことは難しく、人材確保の方策として、既存の上水道や河川管理部門などからの異動による補充などが有効であろうと思われる。

(2) 教育／訓練

韓国、日本、中国などのように下水道事業は地方自治体の所管の場合が多いが、処理場を一カ所しか設置しない中小都市もあり、処理場の運転・維持管理のレベル向上・維持のためには中央政府等による取りまとめ機関の存在および自治体間の交流が重要と思われる。参考として韓国における、各機関レベルでの主な教育体系等を下記する。

【図 I - 1 韓国の下水道に関する教育体系】



このように、各レベルでの教育システムが存在し、これが韓国全体の下水道に関する裾野の拡大、レベル向上に大きく寄与していると思われる（注1）。一方、中国やインドネシアなどでは、中央レベルでの、このような教育システムは存在していないようで、今後の課題であろう。

また、下水道特有の技術ではない一般的な機械・電気設備の運転員や整備員の技術レベルは、各国の経済・工業発展過程において差異があろうが、一定レベル以上の人材を確保するためには下記のように福利厚生面の優遇などを図る必要がある。

(3) 福利厚生

下水道事業は一般的に敬遠される職業といわれている。そのため、特別手当等々の福利厚生の充実を図る運営機関が多い。東京都では下水道関連に従事している職員は月給の約7%相当の特別手当が支給されている（注2）。韓国でも同様で、月当たり例えば大邱市では12~15万ウォン、春川市では16万ウォンの手当が与えられているとのことである（注3）。それ以外にも処理場敷地内に職員住宅を設けるなどしており、さらに、同国では1995年から交通警察や山林監視とともに下水処理場従事者は兵役免除となる予定である。なお、北京市でも月給の約10%の特別手当を支給しているとのことである。このように下水道関連の人材レベルを持続的に高く維持するためには、福利厚生面への特別な配慮を欠かすことはできない。

2. 技 術

(1) 海外との技術交流・技術移転

韓国で下水道事業計画を策定・実施していた韓国建設技術研究院では、日本のJICA専門家を1987年から継続的に受け入れている。また、基金融資の処理場建設事業では日本と韓国のコンサルタントがJ/Vで参加し、日本の設計技術が韓国側に移転され、現在では韓国コンサルタントのみで設計業務が可能となっている。

北京市では処理場完成後も、友好都市の関係にある東京都の処理場へ実務運転員を派遣するなどして、運転・維持管理技術の修得に努めており、かなりの効果が得られているとのことである。

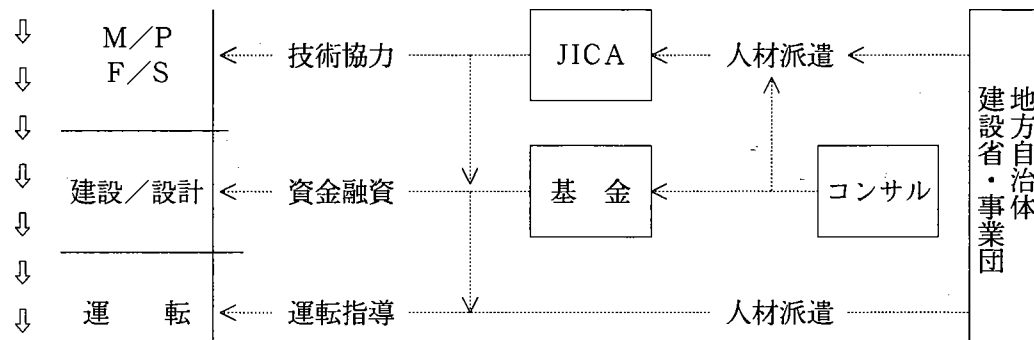
このように、事業計画から運転開始後まで、幅広く日本など先進国からの技術交流・移転を実施することは事業を成功に導き、その持続性を確保するために重要なことである。基金も下水道事業に関して、JICA・建設省・日本下水道事業団・地方自治体・コンサルタントなどと連携し、各時期に適切な人材を派遣するなど密接な協力をすべきと考える。

(注1) なお、韓国の大学では「環境」の冠が付く学科が40以上あるといわれ、この充実した教育体制が、下水道事業で活躍できる人材を育成している。

(注2) 1970年代はおおよそ15%位であったが、徐々にその比率が低下してきている。

(注3) 月給に占める割合はおおよそ2割弱。

【図 I - 2 技術・資金協力の望ましい例】



(2) 技術導入

①処理場設備

基金融資で建設した韓国での処理場は、全て曝気槽を持つ二次処理施設まで備えており、釜山水管では当時の日本でも数カ所しかなかった卵形消化槽を採用するなど最新の設備も導入しているが、これらが設計通りの性能を発揮するには運転に関する高い技量と豊富な経験が必要である。韓国は人材のレベルが高いので特段の問題もなく運転されているものの、途上国においては、期待通りの性能がでるか予断を許さない。

このような点を勘案すれば、下水処理場を計画するに当たって、その導入設備について十分な検討が必要であろう。例えば、予め広い敷地が確保できていれば散水ろ床やラグーンなどの簡易なプロセスをまず導入し、将来の処理量増加に伴って曝気槽等を建設することも一案である（注1）。このような設備はメンテナンスにあまり手が掛からず、従業員も運転を通じて下水処理への理解を深めることができ、将来の曝気槽などの運転への対応も容易になると期待される。

②地域の特性・気候

処理場のタイプ・仕様の選定の際には、地域の特性・気候を十分、考慮に入れる必要がある。例えば、熱帯地方などの温かい地域では、ラグーンでも十分その性能を発揮できるし、逆に韓国や中国東北部などでは凍結防止や活性汚泥のための暖房などの配慮が求められる（注2）。また、北京市のように水資源に限りのある地域では、処理水の再利用を前提とした処理場建設が計画されることが多く（注3）、必要に応じて高度処理も検討すべきであろう。

さらに、韓国大邱の様に、生活排水と産業排水を別々に受入れ、それぞれの水質に応じた処理設備を設けたり、ソウル炭川の様に、民家が近くにある場合は各槽の蓋や排臭気管の設置による悪臭対策を施すなどの、きめ細かい配慮も求められる。

（注1）日本で最初に建設された二次処理は、散水ろ床である（1922年）。また、基金融資事業「ジャカルタ下水道整備事業（第1期）、1992年借款契約調印」ではラグーンを採用している。

（注2）韓国春川処理場では、冬季の凍結問題が発生した。実施機関によると有効な防止策を考慮していなかった設計に原因があるとしている。

（注3）北京下水処理場では、処理水の60%を灌漑用水、16%を発電所冷却水として再利用する計画である。

③計画・立案

都市における下水道事業は、汚水処理だけでなく、治水、さらには主要河川全体をカバーした広い範囲の流域における汚染改善などの目的があり、それに関連して、処理場、管渠、集水方法（合流又は分流）の検討が行われる。例えば、下流地域の上水源の水質保全を目的とした場合、どの地区に処理場を建設すれば最も高い効果が期待できるか、などのシミュレーションが必要である。

このように下水処理場はその施設単体でなくかなり広い地域における、その存在意義をしっかりと捉えることが重要であり、その分野における計画・策定の重要性は高い。JICAは韓国、インドネシア、マレーシアなどに下水道全般に関するマスタープランの作成補助のための専門家を派遣しているが、このような技術協力は今後もより多くの国に対して実施することが望まれる。

(3) 汚泥の最終処分

二次処理設備から発生する汚泥は通常、脱水され焼却か埋め立て処分されている。都市の周辺に十分な埋め立て地があれば、それを利用することになるが、無ければコストは掛かるが焼却を考慮する必要がある。埋め立てに関しては、汚泥だけでなく都市ゴミの処分方法との関連で検討する必要がある（注1）。

なお、処理場への流入排水が生活排水のみであり、都市周辺に農村（需要）があるときは堆肥としての利用を積極的に推進すべきであろう（注2）。

3. 組織

下水道事業を担当する組織は、政府・地方自治体・公社など、国情によって様々であり、また、計画から運営部門までの段階でも担当組織が異なる場合が多い。

韓国では、上下水道・環境保全・河川開発など水部門を一括管理している中央政府の環境処が中心となって計画し、それ以降の業務を地方自治体が受け持っている。日本は韓国とほぼ同じであるが、下水道の統括官庁は建設省であり、上水道（厚生省）や環境保全（環境庁）は管轄が異なる。

英国では、次章“民営化”で述べているように、従来は地方自治体や行政区域と関係なく、10の水公社が流域ごとに下水道を含む水関係を一括して管理していたが、1989年に、これらを事業ごとに分割し、下水道部門は上水とともに民営化された。

中国の北京市では、市政工程局の中の下水道部が管理を担当している。同工程局は下水道以外には、道路等を担当している。

次頁で、途上国の下水道事業に関する組織のあり方について考察してみた。

(注1) 参考；大邱処理場（250千 m^3 /日）の汚泥発生量は約120トン/日。東京都では排出される全ゴミの約1/5は脱水汚泥である。

(注2) 処理場の汚泥を堆肥として利用することの一番の問題点は工場廃水に含まれる重金属等の有害物質である。日本では地方での実施例が多い。東京でも南多摩処理場が生活排水のみを受け入れていることから、汚泥の一部を堆肥利用している。一方、フランスは汚泥中の有害物質を定期的に分析調査しながら、工場廃水を含んだ汚泥を堆肥利用している。中国の北京も同様である。

①上水道部門との関連

下水道が初期段階の小規模組織の時期には、上水道と下水道は以下の観点から、組織上なるべく近い位置にあるのが望ましいと思われる。

- (a) 上水道部門は浄水場や管渠など、下水道と類似した設備が多く、それらの建設・維持管理の知識を持っている。
- (b) 下水道料金は上水道使用量をベースに決められている例が多く、料金徴収システムも統一できる。
- (c) 上水道部門は、一般的に下水道より設立が古く、経験の豊富な人材が多い。下水道の歴史が浅い国では、人材活用の面でのメリットが大きい。

②政府の役割

前述のような英国式の流域管轄は珍しく、一般的には地方自治体が建設から運営管理まで担当する例が多い。この場合、下水処理場運転の未経験の都市では、財源の確保、運転・維持管理、さらには下水道事業の経営能力の伝承、向上をどのように図るかが問題点となろう。そのためには、中央政府などが財政面の補助はもとより、とりまとめ役として各自治体間の交流を活発に進めるべく努力することが期待される。また、河川流域のマスター・プランの作成、および下水道整備の優先順位検討などにおいても中央政府の役割は大きい。

③環境保全部門

下水道事業の大きな目的の一つは、公共水域の環境保全である。その観点から行政一般として、河川の水質モニター体制の充実が求められる。また、工場排水の監視だけでなく、操業停止権限も自治体に与えるべきであろう。

添付表に、下水道事業の組織分担、さらには途上国における理想型をまとめた。

【表 I - 1 下水道事業執行体制の形態】

	計 画	設 計	施 工 管 理	運 転 管 理
日 本	政府・公・自**	政府・公・自**	地方自治体	地方自治体
タ イ	地方自治体	地方自治体	〃	〃
韓 国	政府・地方自治	地方自治体	〃	〃
中 国*	政 府	政 府	〃	〃
マレーシア	政 府	地方自治体	〃	〃
ヨルダン	政府系公社	政府系公社	政府系公社	政府系公社
フィリピン	政府系公社	政府系公社	政府系公社	地方自治体

(出所) 基金セクター研修資料、「中国の水質汚濁と下水道 (奥野長春)」、他

(注) * 北京のような直轄市は政府に含まれる。

** 公 (=政府系公社)、自 (=地方自治体)。

4. 財 政

下水道は、都市排水による下流域への汚染拡散を防止するという目的から、費用負担者と受益者が異なる場が多い。また、電気や上水と異なり、ユーザーが“使用している”という意識を持ちにくいいため、使用料金を高く設定することが難しい。そのため、利用者からの料金収入だけで、下水道事業の運営・維持管理から投資まで全て賄うことは極めて困難であり、必ずしも合理的とは言えない。

また、下水道は排水処理だけでなく治水・排水という公共施設の側面も持っていることから、投資や維持管理費の一部を国あるいは自治体が負担することは決しておかしいことではない。特に、途上国のように下水管などの基本施設が貧弱な国では、下水道事業の財源確保は重要な検討課題である。

(1) 料 金

下水道料金を徴収している国は上水道使用量をベースにしているところが殆どであり、概ね上水道料金の3～6割程度を下水道料金として徴収している例が多い（注1）。韓国のように、下水処理場に繋がっていない家庭からも下水料金を徴収しているのは財源確保の観点からも大いに参考になると思われる。なお、料金レベルは住民の家計に及ぼす影響を十分考慮のうえ設定する必要がある（注2）。

また、北京では企業・学校等からのみ徴収し、一般家庭からは徴収していないが、これは住民の生活費負担を極力抑える中国の国家方針とともに、下水処理に料金を払うという考えに対して、未だ市民のコンセンサスが得られていないことも想像される（注3）。

この点からも住民への下水道事業のPR、啓蒙の重要性が伺える。

(2) 産業排水の取り扱い

ソウルの下水処理場へ流入する排水の、ほぼ半分は産業排水であるように、都市における産業排水の占める割合は大きいものがある。しかし、その取り扱いに関しては、その排出源である事業所で、ある程度まで処理してから下水あるいは公共水域へ排出すべきとの考えと、特別料金を払いさえすれば無処理のまま下水処理場へ排出してもよいとする（注4）、2つの考えがある。

（注1）他の例としては、インドネシアのジャカルタは床面積当たり、英国では固定資産税の評価額をベースにした料金体系となっている。

（注2）家計に占める下水道料金のおよその割合；日本—0.6%、韓国都市部—0.2%、ジャカルタ—1.4%。なお、マレーシアのペナン州では計画段階において、料金レベルが高いとする住民抗議運動が起り、新開発地区と既存地区のそれぞれの実情に応じた料金体制の見直しが行われた。

（注3）北京市では下水事業の維持管理費として年間2,000万元の予算が組まれている。しかし、1994年に初めての本格的な処理場が基金融資事業として完成し、その維持管理費が年間4,700万元であることから、不足分の財源の確保を現在、検討中である。運営当局としては一般市民からの下水道料金徴収を実現したい意向である。

（注4）基金融資案件の北京高碑店下水処理場では、高濃度のビール工場排水により、流入排水のBODが259mg/lと、設計値（200mg/l）を越えている。北京では、工場に対する排水規制値が存在するが、小額の追徴金を払えば、規制値以上の排水を放流しても許される制度となっている。

この点については、個々の事業所で、それぞれの水質に応じた処理を実施すれば、全体の処理システムの効率性向上が期待できることから、前者の方が合理的と思われる。そして、これを有効に機能させるためには、明確な基準と、それを遵守させるための法律等の整備、さらにそれを実行力のあるものにするためのモニタリング体制の確立が必要である。

(3) 処理場の維持管理費

下水処理場では曝気槽の大型送風機などによる電気消費量が相当あり（注1）、国によって差はあるものの、処理場の維持管理費に占める電気代の割合はかなり高い。途上国では、電気代（あるいは電気そのもの）が確保できるか要注意である。

また、人員合理化も重要であるが、途上国ではメンテナンスをしっかりと実施することによる機械の故障防止、延命のほうが維持管理費用削減の効果は高いと思われる。

【表 I - 2 処理場の維持管理費の内訳】

	中浪（韓）	大邱（韓）	北京（中国）	東京区部
電気代	20（注）	42	40	20
人件費	25	33	8.5	24
部品代	45	21	36.5	47
薬品代	10	5	15	9
合計	100%	100%	100%	100%
電気消費量	200GWH/年	55GWH/年	100GWH/年	—

（出所）現地ヒアリング、完成案件現況調査、都下水道局事業概要（H5年）、他

（注）中浪の電気代の比率が低いのは、消費量の20～30%をディーゼル油・消化ガスを利用したエンジン発電機で賅っているためと想像される。

(4) 財源の確保

全体として国・地方の財政バランスのもよるが、下水道事業の財源の一部を、料金収入以外に求めるとすると、国家補助や債券発行などに頼ることになる。日本の場合、地方自治体は処理場建設に要する費用の1割を確保できれば、残りは債券や国庫補助等で事業を開始することができる。

（注1）東京区部では、全体の電気消費量に占める下水処理場のそれは約2%に上る。

下水道建設に占める国庫補助の割合はどの国も高く（日本は3割弱）、同事業が補助金無しに成立することが困難なことを示している。そのため、途上国が80年代の韓国のように、大々的に下水道事業を展開する際には、補助金など十分な財政面の裏付けが必要である。事実、当時の韓国では財源不足で事業が遅延した例が多く発生した。韓国では、この経験をもとに1992年に地方譲与法を導入して新たな財源確保を図っている。

国家補助や債券以外に財源を得る方法として、民営化による民間からの出資も考えられるが、下水道の民営化の例は、英国に見られるくらいであり、これも実施後、まだ5年と日が浅く、試行錯誤の段階である。次章では英国の例を紹介しつつ、民営化について検討した。

【表 I - 3 国別国庫補助率】

	韓 国	日 本*	米 国	旧西独
下水処理場	35.1%**	2/3	55%	37%
下水管渠	無し	3/5	55%	28.3%

補助する範囲は国により異なる。

(出所)「下水道財政」金永煥、他

(注)* 下水道事業全体では27.4% (1991年)

** 1988 - 90年の平均

(5) ま と め

これまで述べてきた内容を整理し、財政に関しての提言を下記する。

①投 資

そもそも、下水道事業の目的は公共用水域の水質改善であり、その効果は処理場をもつ自治体のみが享受するものではないので、それに係る費用は利用者や地方自治体のみが負担すべきものではない。特に投資においては、多額の資金が必要となることから、地方自治体のみが負担するのは、現実的にも無理がある。このように考えると、投資資金に対する中央政府の支援が欠かせない。具体的には投資資金における国庫補助率そのものを高くするか、あるいは、自治体が譲許的条件で資金調達を行なえるよう政府が支援することである。後者の例として、基金借款等の援助資金の活用（但し、為替リスクは政府が負う）、政府のバックアップの下での債券発行等が考えられる。なお、これらはいずれも長期の債務を負うことであり、利用者の子孫にまで費用を分担させることを意味するが、下水道施設は、北京やイスタンブールのように数百年前に作られた管渠が今でも使用されているなど、長期にわたって存続するものであり、またその目的とする環境の保全も、正に子孫のために必要とされるものであることを考えれば、正当化されると言えよう。

一方、基金の立場から見ると、上記のように円借款の下水道事業における役割は大きく、今後、その重要性はますます高まると思われる。しかし、途上国は一般的に開発を

優先し、下水道事業のような環境事業への借款要請は低い優先順位しか与えないことも予想される。基金としては、これからの円借款の果たすべき役割と、途上国の環境と開発のバランスについて十分に検討しておくことが求められるだろう。

②運営・維持管理

一般的に、下水道の運営は地方自治体が担当しており、その費用は利用者料金と一般会計で賄われている（注）。もし、利用者負担の原則から、運営・維持管理費を全て料金収入で賄おうとしても、そもそも下水道は“使用している”という意識を持ちにくいこともあり値上げにも限界がある。また、下水道は汚水処理だけでなく治水効果もあり、その分を利用者料金でなく税金（一般会計）で負担するという考えは必ずしもおかしいわけではない。ただし、その税金を国費で負担するのは、運営組織である自治体の効率運営のインセンティブが妨げられる恐れがあり必ずしも適切ではなく、やはり運営・維持管理費は、料金収入とともにその担当部署である自治体が全額負担すべきであろう。その場合に、一般会計と利用者料金との兼ね合いや、料金レベルの設定に注意する必要がある。

（注）料金収入と一般会計の比は、ソウルで73：27、東京では50：50。

Ⅱ. 民 営 化

下水道事業は、その新規設備、管渠整備などに関わる費用が大きく独立採算が難しいことから、世界的に見ても民営化は困難とする意見が多い。実例は、下水道の歴史が古く、すでに管渠などが十分整備されている英国などで見られるくらいである（注1）。

韓国においても下水道事業の民営化は検討されておらず、一部で、処理場内の草刈り作業の外部への委託例がある程度である。途上国のように、これからも新たな処理場建設や管渠整備などを全国的に展開しなければならない国々では民営化は将来の課題と思われる。

(1) 英国での民営化の流れ

同国の下水道の歴史は古く、16世紀から下水道の整備が始まり、1810年には水洗便所が考案され、1889年には下水処理場（一次処理）が初めて運転開始した。

同国のイングランドとウェールズ地域内は従来、1963年の水資源法に基づく河川庁（River Authority）、さらには1973年の水法（Water Act '73）によって河川庁を改組して新たに設立した10の水公社（Water Authority）が、地方自治体や行政区と関係なく、流域ごとに上下水、環境保護、さらには開発計画など水関係を一括管理していた。しかし、水関係機関のあいだの争いが増えてきたことや、オイルショックの後遺症などで、下水処理場等の水保全施設に十分な投資ができなかったことから、河川汚染が進行し、水公社、さらには行政に対する世論の批判が高まった。

政府も水質保全と下水道などを一つの機関で実施することの問題、あるいは政府による水質保全関係への集中投資の難しさなどから、水公社を機能ごとに分割し、株式を公開することによって株式市場から資金を調達する方針が採択された。この方針に基づいて1989年に水法（Water Act '89）が制定された。

この法により、水関係事業を上下水道事業と河川管理（注2）などの公的事业に区分し、前者は政府許可の水事業会社（株式会社）に、後者は政府機関としての全国河川公社に委ねられた。これにより下水道の管理は、一元的に上下水道事業会社（Water Service Company）に任せられ、整備の責務は住民の要求に基づいて発生し、その際事業者は費用負担に関する条件を行政に対し付することができるようになった。

また、下水道料金の改定については5年ごとに見直すこととし、Office of Water Service という機関で、事業者の財務状況と利用者の意見を参考に、その調整を行うこととした。料金改定の基本方針としては、インフレ上昇分の値上げは原則として認めるが、投資回収のための急激な値上げは認めないこととされている。

（資料：Reorganization of water management in England and Wales 1945 - 1991 [日本下水道協会]、途上国下水道整備マスタープラン 策定 [建設省]、下水道年鑑、より）

（注1）フランスでは、施設の所有権は地方自治体が持ち、運営維持管理のみ民間に委託している。

（注2）水関連事業のうち、河川管理は民営化に馴染みにくいとされた。