

水質保全上の問題と對策

柳 在 根

國立環境研究院 水質工學研究擔當官

Problems and their Counter-measures in Water Quality Preservation

Jae Keun, Ryu

Wastewater Engineering Division

National Institute of Environmental Research

Abstract

Due to the increase of population and development of industry, the demand of available water resources increased. Many reservoirs have been constructed in large scales to meet this urgent need, resulting in the increased amount of water resources. After the constructions, however, serious pollution-especially eutrophication-in some reservoirs become a social affair. Therefore, water quality control in these resources should be considered more intensively than any other environmental preservation policies. It also seems to be imminent to prepare the precautionary steps. Most water pollution in Korea—73 percent — can be traced to domestic sewage. It may come as a surprise to some, industry is responsible for just 27 percent of Korea's water pollution. What he calls "non-point" Sources, which may include agricultural chemicals, create only negligible amount of water pollution.

Up to 15% of domestic sewage is treated in Korea, which is quite low when compared with the waste processing in developed countries. So it is the most urgent matter to control the pollution sources. One of the precautionary plans, more urban domestic sewage treatment plants must be installed and operated efficiently. It is known that nutrients such as nitrogen and phosphorous are the major factors in the process of eutrophication, which can be removed majorly by the tertiary or advanced treatment process.

I. 緒 論

우리나라의 主要 河川은 都市化 및 工業化의 展望 過程에서 人間과 自然環境에 有害한 汚染物質이 繼續的으로 主要河川에 問題點을 던져주고 있는 실정이다.

특히 河川 汚染의 程度는 該當水域의 有害 汚染物質의 流入量에 따라 決定되며 主要 汚染源으로서는 都市下水, 畜産廢水와 工場廢水 그리고 農作物에 撤有한 제조제 殺蟲劑와 肥料에 依한 殘留物 等を 들 수 있을 것이다.

現時點에서 볼 때 漢江流域에 汚染問題는 人口와 産業施設이 全國 어느 곳보다 密集하게 分布되어 있는 漢江下流地域과 서울 仁川地域內的 漢江交流에서 發生하고 있다.

首都圈을 貫流하는 漢江本流의 汚染은 惡化一路에 있어 汝矣島下流, 安養川과 幸州大橋 區間的 溶存酸素는 $1.0\text{mg}/\ell$ 로써 夏秀 干潮時에는 거의 嫌氣性을 나타내고 있으며 서울시의 BOD와 大腸菌群 濃도가 環境保全法上的 2,3級 上水取水의 許容基準을 超過한 것으로 나타났다.

首都圈의 廢水量은 1982年 2,980千CMD에서 1991年과 2001년에는 各各 3,678千CMD, 4,410千CMD이 發生할 것으로 推定된다.

現在 5個의 湖水로 連結되어 있는 北漢江은 春川市로 부터 流入되는 下水로 隣의 濃도가 높아 富榮養化의 徵候를 보이고 있다.

한편 全國 主要河川에 生活下水 및 工場廢水가 지속적으로 河川水나 湖水에 流入되어 마침내 水資源의 質的汚染(Pollution) 이라는 새로운 社會問題가 제기되기에 이르렀다.

일찌기 工業化 過程을 거친 先進外國에서

체험한 바 水質汚染의 의미는 자연수역이 物理, 化學, 生物學的 要因에 의하여 淨化됨으로써 기대되는 이수목적에 부합되지 아니한 상태로 되는 것을 말하는데, 즉 물이 물로써의 제구실을 상실하게 됨을 뜻하는 것으로 그간 어려운 경제사정에도 불구하고 水質汚染의 對策으로 下水處理場 보급率이 1986年 現在 15%가 1988年 올픽림경기전에는 25%까지 되어 주요하천의 汚染源인 生活下水 汚染을 저감시킬 것이며 한편 工業團地의 廢水를 共同綜合處理場을 南川, 淸州, 진주, 여천, 이리 등에 設置하여 汚染物質 管理對策을 수립하여 處理함으로써 앞으로 많은 汚染量의 저감이 이루어질 것으로 판단된다.

한편 水資源開發事業의 일환으로 多目的 댐이 建設되어 農產物의 增加, 生活用水量의 增加 및 관광지의 개방이 이루어져 가고 있으나 각종 汚染源에 의하여 水質이 훼손되어 무용지물이 된다면 이는 汚染源의 막대한 손실을 초래하는 것일 뿐만 아니라 직접적으로 우리의 生存에도 크나큰 위험이 아닐 수 없다.

이러한 時點에서 水資源의 効率的 管理對策을 통한 安全한 用水供給體係의 確立은 매우 重要하며 특히 人間生活에 必要不可缺한 水質保全의 質的 確保는 水質管理에 最優先 課題가 된다.

II. 經濟成長과 水資源開發

우리나라의 年間 降水量은 表1에서 보는 바와 같이 平均 $1,159\text{mm}$ 로서 우리國土上에 내리는 水量은 約 $1,140$ 億 ton이 되는 것으로 計算되고 있는데 이 중에서 42%인 478億

ton은 다시 蒸發되거나 地下에 스며들고 있어 實際 賦存 水資源量은 河川 流出量의 58.1%인 662億 ton에 지나지 않는다. 더우기 우리나라의 降水量은 6月~9月間에 年間 降雨量의 60%가 集中되기 때문에 賦存水資源量 662億 ton의 61.2%인 405億 ton이 洪水로 바다에 流出되어 버리고 나머지 257億 ton 만이 平時에 우리나라에 河川등을 흐르게 되는데 이 平時河川 流出量 가운데 에서도 直接 利用되고 있는 量은 114億 ton으로서 賦存水資源의 17.2%에 不過하며 143億 ton은 非利用水量이 되고 있다.

1980年 全國의 各種 用水利用量은 그림 1, 表2에서 보는 바와 같이 161億 m^3 *[댐]에서 19億 m^3 (施設容量 33億 m^3)이며 그 用途別 內容에 있어서는 生活用水 13.6%, 工業用水

4.3%, 農業用水 64.0%, 그리고 河川維持用

<表1>. 流域別 年平均降水量 및 總降水量

流域	流域面積 (km ²)	年平均降水量 (mm)	降水總容量 (10 ⁸ m ³)
漢江	26,219	1,200	310
洛東江	23,852	1,110	260
錦江	9,886	1,200	120
蟾津江	4,897	1,280	63
榮山江	2,798	1,270	35
安城川	1,722	1,280	22
插橋川	1,619	1,260	20
萬頃江	1,502	1,240	20
兄山江	1,167	1,020	12
東津江	1,034	1,220	13
全國	98,955	1,159	1,140

資料: 建設部, 「韓國河川調查書」, 1974.

(單位: 億 m^3 /年)

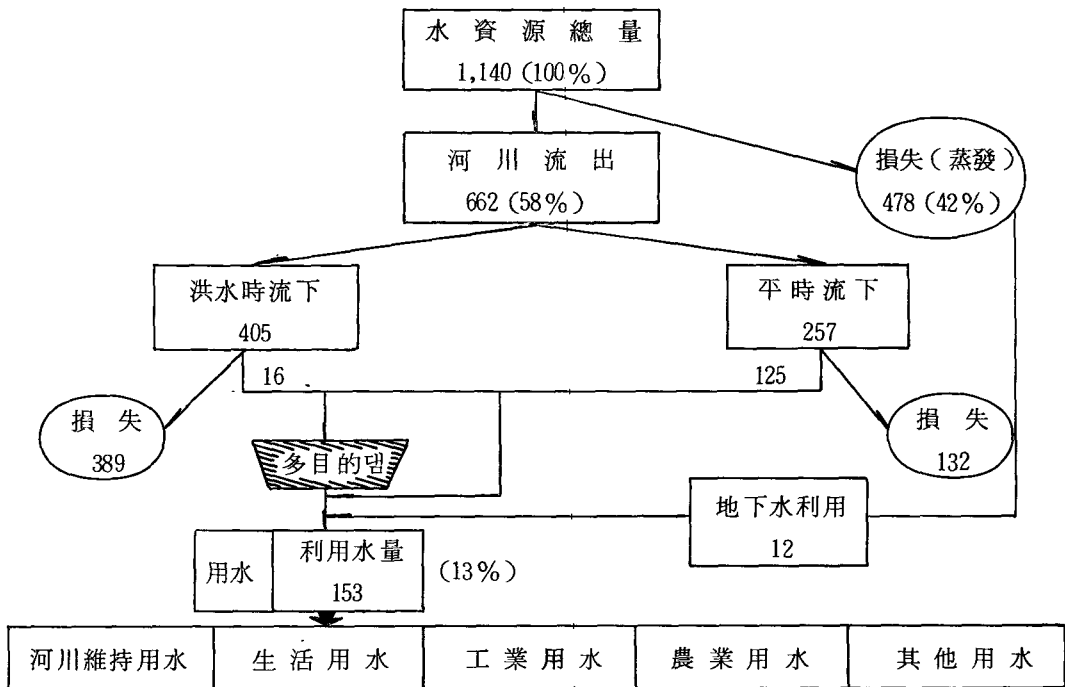


그림 1. 水資源利用現況圖

<表 2> .

全國 用水需給計劃

(單位：百萬 m^3 ，%)

	1980		1986		1991	
	用水量	構成比	用水量	構成比	用水量	構成比
總用水需要	16,875	100.0	21,727	100.0	24,277	100.0
生活用水	2,302	13.6	3,871	17.8	5,201	21.4
工業用水	717	4.3	1,689	7.8	2,289	9.4
農業用水	10,807	64.0	13,118	60.4	13,738	56.6
維持用水	3,049	18.1	3,049	14.0	3,049	12.6
總用水供給	17,498	100.0	25,871	100.0	29,735	100.0
河川水	12,821	73.3	14,118	54.6	14,944	50.3
地下水	1,363	7.8	1,683	6.5	1,691	5.7
「댐」	3,314	18.9	10,070	38.9	13,100	44.0
過不足	623	-	4,144	-	5,458	-

註：'86. 4과 '91年은 計劃量
資料：建設部

水 18.1%로 構成되어 있다.

한편 세계 각국 降水量分布 比較를 보면 表 3에 나타났다.

産業構造의 高度化는 工業用水 需要增加를 促進시켰으며, 人口增加에 따른 都市化率의 增加는 生活用水 및 農業用水의 需要를 增加시켰다.(그림 2, 表 4)

<表 3> . 世界主要國 降水量分布比較

國名	面積 ($10^3 km^2$)	年平均降水量 (mm)	總降水量 ($10^8 m^3$)
美國	9,363	830	77,716
英國	245	800	1,959
佛蘭西	551	760	4,188
西獨	248	810	2,009
瑞典	450	700	3,149
伊太利	301	980	2,952
印度	3,268	1,220	39,870
日本	370	1,820	6,730
韓國	98	1,159	1,140

資料：日本河川協會，「水資源開發計劃과 水利用」, 1978.

<表 4> .

6大都市化 展望

(單位：千人)

區分 \ 年度	1960	1970	1980	1990	2000
全國人口 (A)	24,989	31,434	38,124	44,757	50,714
都市人口 (B)	8,947	15,652	25,428	33,730	40,700
6大都市 (C)	5,230	10,063	15,879	20,250	22,890
都市比率 (B/A)	35.8%	49.8%	66.7%	75.4%	80.3%
6大都市 (C/B)	58.5	64.3	62.4	60.0	56.2

註：6大都市, 서울, 釜山, 仁川, 大邱, 光州, 大田

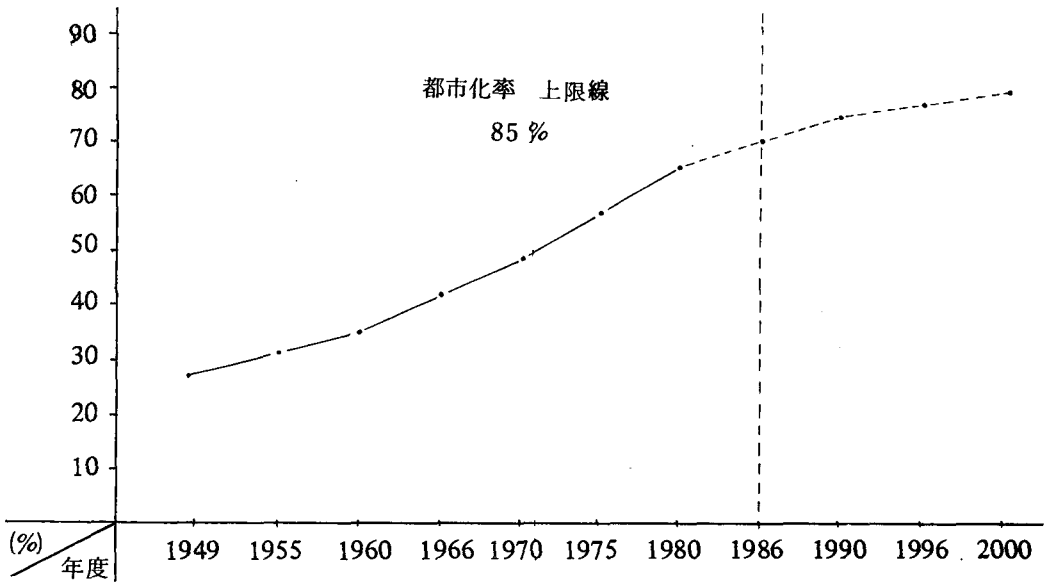
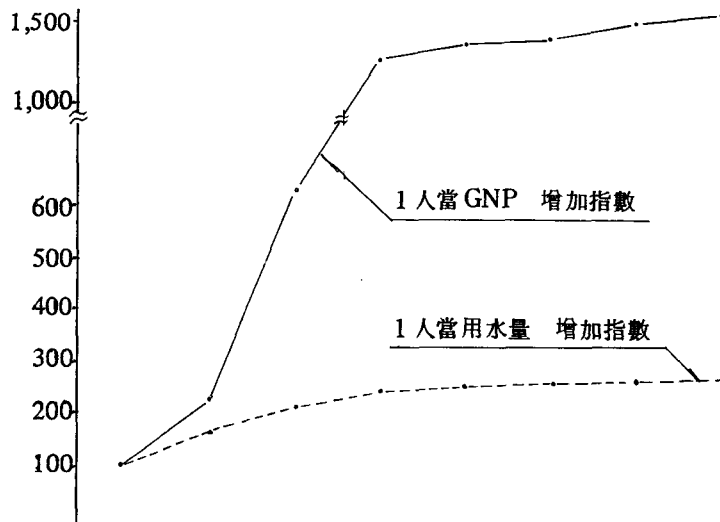


그림 2. 都 市 化 展 望



年 度	'65	'71	'76	'80	'81	'82	'83	'84
1人當 GNP (指 數)	125 (100)	285 (228)	800 (640)	1,605 (1,284)	1,735 (1,388)	1,800 (1,440)	1,884 (1,507)	1,998 (1,598)
1人當用水量 (指 數)	104 (100)	173 (166)	220 (211)	256 (246)	264 (254)	270 (260)	273 (263)	280 (269)

資料：1) 經濟企劃院, 主要經濟指標, 1985.

2) 建設部, 建設統計便覽, 1985.

그림 3. 1人當 GNP對 1人當 用水量

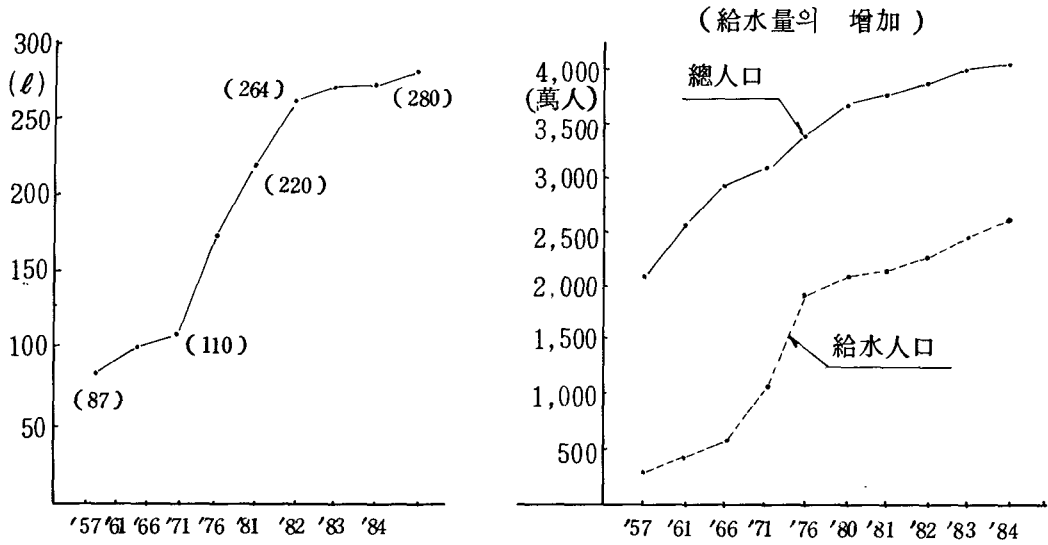


그림 4. 給水量 및 給水率의 増加

Ⅲ. 水資源管理의 展望

經濟成長과 用水需要增加는 1960年代 以後 經濟開發計劃에 의한 産業의 發達과 人口增加에 의한 都市化率의 增加로 用水需要는 每年 增加추세를 보여왔다.

1人當 用水 供給量을 年度別로 分析 하면 經濟開發計劃施行 以前인 1961년까지만 해도 1人當 100 l 水準에 머물렀으나 以後 移後 특히 1970年代 國土綜合開發 以後 用水의 給水量은 急激한 增加를 보이고 있다.(그림 3 參照)

1966年度 *173 l, 1976年度 220 l, 1982年度 270 l, 1980年度 280 l로 年年이 增加를 계속하여 왔다.(그림 4 參照)

그러나 主要外國과 比較한 表 5에 나타난 바와 같이 給水量 및 普及率面에서 아직 미흡한 實情이다.

美國, 日本은 普及率面에서 90%以上이며 1人當 給水量은 日本이 370 l ('82) 美國이 678 l ('84)以上이며, 대만도 上水道給水 普

及率 86%, 給水量 365 l ('80)이나 된다.

이러한 現狀은 우리나라가 賦存用水量의 開發 및 利用에 있어서 아직 不足한 實情이고 年間開發投資 側面에서 他部門의 投資에 比하여 低調함을 나타내고 있다.

<表 5>. 各國別 上水道開發 現況

區 分	韓國 ('84)	臺灣 ('80)	日本 ('82)	美國 ('84)
上水道普及率 (%)	64	86	93	98
1人1日給水量(l/日)	280	365	370	678

資料: 1) 建設部, 「上水道」, 1985

2) 日本, 「'85水資源便覽」

3) 「臺灣省自來水事事」, 1984

Ⅳ. 水質汚染의 發生源과 現況

1. 汚染發生源

水質汚染의 發生은 根本的으로 生活下水, 産業廢水의 放流, 農藥과 肥料의 過監用, 쓰

레기의 투기 등으로 水資源의 利用을 制限하는데 이의 實態와 이로 因한 汚染狀況 그리고 汚染低減에 對하여 分類하면 다음과 같다.

1) 廢下水 發生 및 展望

生活下水와 廢水量은 表6에 나타난 바와 같이 生活下水가 70%以上 오염부하량을 차지하고 있어 生活下水가 水質汚染 發生源의 대부분임을 알 수 있다.

그림 5에서는 漢江 流域의 産業廢水가 다른 流域에 비하여 높은 것으로 調査되었는데 이는 경인지역이 있기 때문에 판단된다.

2) 全國의 廢水 排出業所

環境保全法에서 定한 汚染物質을 排出하는 業所는 認國에 7,375個所로 이들 業所를 規模別로 보면 다음 表와 같다. 또한 1種業所數는 적지만 廢水排出은 많으며 規模가 적은 5種業所는 業所數는 많지만 廢水量은 적다.

○ 規模別 業所現況

種別 區分	計	1種	2種	3種	4種	5種
業所數	7,375	69	160	178	1,022	5,591
廢水排出量 (천 t/日)	3,109	2,494	270	125	177	43

- ※ 1種: 1日 3,000톤以上 廢水排出業所
- 2種: 1日 1,000톤以上 廢水排出業所
- 3種: 1日 500톤以上 廢水排出業所
- 4種: 1日 50톤以上 廢水排出業所
- 5種: 1日 50톤 미만 廢水排出業所

3) 廢棄物 發生 및 展望

生活廢棄物과 産業廢棄物로 區分하여 表7에서 보는 바와 같이 '82年 對比 '86年 增加는 約 30%나 된다.

〈表 6〉. 전국 폐수발생량 및 오염물부하량 ('84년 현재, 자료; 환경청¹⁾)

구분 발생량	폐하수량		오염부하량	
	천톤/일	%	BOD톤/일	%
계	11,532	100	2,262	100
생활하수	8,423	73	1,420	62.8
산업폐수	3,109 (1,291)	27	842	37.2

* ()안은 중금속 함유폐수 배출량

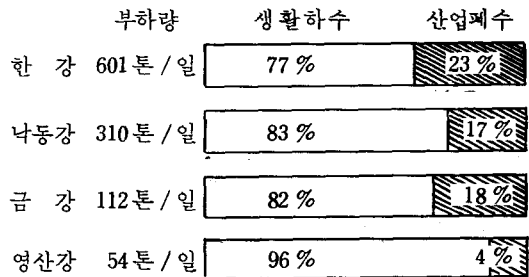


그림 5. 주요 하천 오염물 부하량 비율 (자료: 환경청¹⁾)

〈表 7〉. 廢棄物의 發生 및 展望 (單位: t / 日)

區分	年度	'82	'86
	計		72,595
生活	小計	43,260 (100)	53,444 (100)
	可燃性	13,835 (32)	17,399 (33)
	不可燃性	29,425 (68)	36,045 (67)
産業	小計	29,335 (100)	40,817 (100)
	一般	28,621 (98)	39,823 (97)
	有害	714 (2)	994 (3)

4) 農藥 및 化學肥料 使用量

'80年과 '84年の 狀況을 比較하면 表8에서 보는 바와 같이 農藥使用量은 계속 增加 되었으며 肥料는 같은 水準에 있음을 알 수

있다.

<表 8>. 農藥 및 化學肥料의 使用現況

區 分		年 度		
		'75	'80	'84
農藥	使 用 量 (成分 M / T)	8,619	16,132	17,875
	ha 當 使用 量 (成分 kg)	3.8	7.4	8.2
肥料	使 用 量 (成分千M / T)	886	828	762
	ha 當 使用 量 (成分 kg)	396	377	349

5) 水質汚染現況

위와 같은 汚染發生源에 依한 河川 汚染의 實態를 보면 다음과 같다.

1) 主要河川의 水質

4大江 本流와 그 支川의 水質을 水質汚染 指標의 하나인 BOD年 測定值를 年間平均值로 하여 살펴보면 表 9와 같으며 外國의 主要河川汚染度는 表 10에 나타났다.

各國의 '79年에서 '84年사이에서 水質汚染度 關係를 比較하면 東京을 臨한 當時 河川 汚染度(1964)를 보면 隅田川, 荒川, 中川 및

<表 9>. 河川水質 汚染度

('84 平均 : BOD PPM)

	本 流					지 천		
	召 陽	八 堂	九 宜	鷺梁津	永登浦	공지천	中浪川	安養川
漢 江	0.8	1.6	2.5	6.7	10.4	8.1	51.9	128.6
洛東江	安東	倭管	高靈	南旨	勿禁	남강	錦湖江	
	1.2	2.0	10.2	3.3	3.7	3.1	111.0	
錦 江	沃川	大清	公州	扶餘		美湖川	甲川	
	2.0	1.1	3.3	2.9		5.5	15.2	
榮山江	潭陽	金星	務安			황동강	光州川	
	1.3	6.5	2.9			1.3	56.8	

<表 10>. 外國汚染度の 比較 ('79-'80)

(BOD : PPM)

區 分	日 本		美 國	英 國	中 國	뉴질랜드	필 리 핀
河川名	요도川	다마川	포도막江	템즈江	황하江	와이카도江	팜판가江
汚染度	4.0	3.7	0.95-7.5	2.2-4.0	2.0	1.0	2.0

※ 東京을 臨한 當時 河川汚染度 (1964)

隅田川 : 20 ~ 65 PPM

荒 川 : 4.8 ~ 48.9 "

中 川 : 2.8 ~ 18.7 "

江戶川 : 2.3 ~ 7.1 "

江戸川の汚染度が 높았으나 '80年度는一部地域을 제외하고는 上水原水 3級以下를 나타내고 있고 工團이 密集한 地域의 지천 및 人口密度가 높은 地域의 水質汚染은 工業用水 II級 水質을 유지하고자 努力하고 있다.

한편 美國의 경우 포도막강의 水質汚染度는 0.95~7.5 ppm을 나타냈다.

2. 水質汚染防止對策

1) 目標水質 設定

○ 水域別로 利水目的에 相應하는 等級別 環境基準을 目標水質로 적용하여 各種 水質保全 施策의 指向目標로 活用하고 水域別 事業場의 排出廢水處理基準인 排出許容基準을 目標 水質의 維持達成에 奇與하도록 差等 適用하여 規制의 合理化를 도모하고 있다.

2) 下水終末處理施設 擴充

下水汚染의 原因이 되는 全國의 廢水排出量中 生活下水가 73%를 차지하므로 河川水質改善策은 하루 빨리 下水處理場을 많이 建設하여야 할 것이다.

'86年度 現在 15%가 下水處理率 인데 비해 各國의 下水處理率은 表 11, 12, 13에서 보는 바와 같다.

<表 11>. 現在 下水處理 稼動中인 容量

區 分	處理人口 (千人)	處理容量 (千噸/日)	備 考
稼動中	서울淸溪川	1,300	下水處理率 15%
	서울中浪川	800	
	慶 州	60	
	釜山 龍湖	1,062	
	計	3,222	

※ '86年 現在 日本 39%, 美國 75%, 英國 98%

<表 12>. 下水處理場設置計劃

(單位: 千噸/日)

區 分	計	既設置	設 置 計 劃		
			計	'88 까지	'89~'91 까지
計	10,218	822	9,396	5,181	4,215
首都圈	5,040	460	4,580	3,015	1,565
大都市	2,727	337	2,390	1,220	1,170
工 團	925	-	925	925	-
其 他	1,526	25	1,501	21	1,480

<表 13>. 水系別 設置計劃

(單位: 千噸/日)

區 分	計	既設置	設 置 計 劃		
			計	'88 까지	'89~'91까지
計	10,218	822	9,396	5,181	4,215
漢 江	5,430	460	4,970	3,015	1,955
洛東江	1,274	-	1,274	374	900
錦 江	451	-	451	151	300
榮山江	345	-	345	300	45
其 他	2,718	362	2,356	1,341	1,015

3) 工團廢水終末處理場의 設置運營

① 工團地域 또는 工場密集地域에 대한 汚染物質排出을 低減시키고, 高濃度 惡性産業廢水의 初期處理로 效率을 극대화시키고, 廢水의 個別處理方式을 共同處理方式으로 轉換시킨다.

② 3個 終末處理場設置運營(1986.12.31 竣공운영)

○ 大邱 南川廢水終末處理場

1日 35,000 噸規模

○ 淸州 工團廢水終末處理場

1日 18,000 噸規模

○ 晉州 上坪工團廢水終末處理場

- 1日 18,000톤規模
- ③ 2個 終末處理場設置中(1986 준공예정)
- 裡理 工團廢水終末處理場
1日 20,000톤規模
 - 麗川 工團廢水終末處理場
1日 35,000톤規模
- ④ 앞으로 계속 工團廢水終末處理場을 設置하여 工團地域에서 배출되는 廢水를 綜合處理하여 高農度の 廢水를 處理淨化하도록 한다.
- 4) 産業廢水管理
- 汚染尤甚地域 集中管理
34個 工團의 1~4種業所(4,155個所:全國의 99%)를 集中하여 環境廳에서 管理
- 5) 上水源 水質保護
- 上水源 上流地域에 新規開發 및 排出施設立地를 抑制하여 上水源을 保護하고자 우선적으로 1,200萬名 서울 市民의 上水原水인 팔당수원지 보호대책을 수반하는 동시 全國的인 上水原水管理體系를 確立하여 보호하고 있다.

結 論

水質保全의 當面課題와 對策樹立에 對하여 언급함에 있어 그 一部分에 해당하는 水資源의 利用現況 및 管理, 水質汚染의 發生源과 現況 및 水質汚染防止 對策上的 問題點으로 주로 下水處理場 및 工團廢水處理에 초점을 맞추고 그 現況과 對策을 평가하였다.

1) 水資源管理對策으로 生活下水 및 廢水處理 防止對策이 시급하므로 處理施設을 完備하되 영양염류가운데 질소와 인의 부화량을

감소시키기 위하여 앞으로 3次處理와 같은 고급특수처리시설이 갖추어져야 할 것이며

2) 法的次元에서는 이미 마련된 河川法, 上下水道法, 産業基他開發促進法 등이 있기는하나 水資源의 質的 保護를 위하여 上水原水保護地域은 차집관을 설치하여 汚水의 유입을 방지, 대책을 마련되어야 한다.

3) 行政的으로는 法制度上 水資源을 量的으로 確保하는 機關과 水質을 保全하는 기관이 분리되어 있는 현실을 감안할 때 水質保全의 效率을 極大化하기 위하여 관련기관간의 유기적 협조체계가 마련되어야 한다.

4) 行政的으로는 現在 活用되고 있기는 하나 環境影響 評價制度의 실행에 있어서도 호수 및 댐建設에서는 각별히 부영양화 발생권에 대한 조사가 중점적으로 행하여져야 하며 댐 구축후에도 水文學的調查 및 水質變化에 대한 測定值도 正確히 把握하여 水資源 保護에 努力하여야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. 柳在根 水因性傳染病과 水質汚染問題 公害와 對策 Vol.14 No.6 (1983年 12月號) pp.63 ~ 73
2. 上水 및 廢下水處理 先進技術세미나 國立環境研究院 韓國水質保全學會 1985. pp.46 ~ 80
3. 建設部: 「韓國河川調查書」 1974.
4. 日本 河川協會: 「水資源開發計劃과 水利用」 1978.
5. 金基俊: 環境 建大工科大学誌 1987. pp. 6~8.
6. 韓國産業開發研究院: 高級政策水資源 Semina 資料 1986.