

제15장 수질보전

홍길표

수질보전문제를 논함에 있어서는 우선 인류의 특수성을 살펴볼 필요가 있다. 인류는 지구생태계가운데 다른 생물과 같이 긴 시간의 진화과정을 밟아온 생물종의 하나에 지나지 않으나, 모든 면에서 다른 생물과 차별화할 수 있는 특수성이 형성되어 왔다. 즉, 개체수(인구)가 현저한 속도로 증가하고, 현저히 다량의 에너지나 자원을 소비하고 있는 점 등이다. 특히, 근년의 급속한 산업발전은 다량생산, 다량소비, 다량폐기라는 형태의 문명이 형성되면서 관리가 어려울 정도의 공해문제가 야기되고 있으며, 수질오염문제도 이 가운데의 하나라고 말할 수 있다.

일반적으로는 지구 생태계내에서 수질등이 오염되면 별다른 조치없이도 짧은 기간에 원상으로 되돌아가는 자정능력이 충분했지만, 근대문명의 소산으로 인한 환경오염으로 지구 생태계 내에서의 자정 작용이 점차 상실되기에 이르렀으며, 이러한 현상은 최근 30년 동안에 급격히 증가되고 있다. 그럼에도 불구하고 물문제에 대하여는 1960년대까지만 하더라도 수질오염의 관리보다는 생활용수, 농업용수, 수력발전등 이수위주의 수자원관리가 중심이었다.

1960년대의 수질오염관리는 건강과 직결되는 보건·위생계획의 일부로서 수립되었으며, 1963년 공해방지법이 제정되면서 수질오염에 대하여 하천을 오염시키는 공장폐수·사업장폐수·일반하수로 정의하고, 이 법에서 공장이나 사업장폐수와 하수처리장의 방류수 수질기준을 공해안전기준으로 제시함으로써 수질오염을 관리하기 위한 법적근거는 마련되었으나, 수질보전사업을 수행할 수 있을 정도의 행정기구는 미비된 상태였다.

또한 1977년 환경보전법이 제정되면서 처음으로 수질환경기준이 마련되었고, 배출허용기준도 19개 업종에 대해 3개 수역으로 구분하여 각기 달리 설정되고 대상물질도 확대되었다. 그러나 이러한 법제도를 제대로 집행할 만한 행정기구는 아직 확대되지 못한채, 1980년 환경청이 신설되면서 수질관리를 위한 행정기구가 정비되기에 이르렀다. 따라서 1980년대부터는 수질오염의 실질적인 관리가 이루어지기 시작했으며, 1989년 정수장에서 중금속이 검출된 1차 물파동, 1990년 수질오염도를 조작하여 가정에 수도물을 공급한 2차 물파동, 1991년 1,2차에 걸친 낙동강 폐놀사고로 인하여 수질오염의 심각성이 커다란 사회문제화되면서 수질오염방지와 수질보전사업이 본격적으로 실시되기에 이르렀다. 여기에서는 이와 같은 최근의 수질보전사업을 요약하고 향후 수질보전사업 계획에 대하여 기술코자 한다.

15.1 수질보전사업 연혁

15.1.1 1960~1970년대

수질보전문제는 근대산업의 발전에 수반된 것으로, 일반적인 정수방법만으로는 음용수의 수질을 충분히 얻기 어려움에 따라, 상수원의 수질확보를 중심으로 하천 및 호소의 수질을 관리하기에 이르렀고, 그 수단으로서 오·폐수의 방류수 수질기준을 정하고 하·폐수처리장을 건설하도록 하였다.

수질보전사업의 시작은 1963년 11월 공해방지법이 제정되면서 법률적 근거가 마련되었다. 이때부터 1980년 환경청이 발족되기 이전까지는 1967년 당시 보건사회부의 환경위생과에 공해계가 신설되고, 1970년에 환경위생과 위생관리관 승격, 1973년 위생국으로 개편, 공해과가 신설되면서 수질관리를 위한 본격적인 행정기구가 확충되었다. 또 다음해인 1974년에는 각 시·도의 보건연구소에서 수질오염측정망을 설치·운영하여 하천·호소의 수질실태를 과학적으로 정리할 수 있게 되었다.

1977년에는 드디어 환경관리관 밑에 수질보전담당관이 생겼으며, 같은 해에 환경보전법 및 해양오염방지법이 제정되고, 수질관리를 체계화한 법령이 제정되기에 이르렀다.

15.1.2 1980년대

1980년 1월 15일 환경청이 발족함으로써 환경업무가 본격적으로 수행되기 시작했고, 6개 지방환경측정관리사무소를 설치하였으며, 환경청 및 시·도에서 “수질측정망”을 설치·운영하였다.

한편, 1981~1983년 사이에 3개년간 하천유역조사사업으로서 기초연구자료의 수집, 유역 현황조사, 발생오염 부하량 조사, 수질관리 현황, 경제성 조사, 하천의 자정능력 평가, 수리·수문학적 조사 등을 실시하여

- 장기수질 목표 및 연차별 달성목표 설정
- 수질관리 모형에 의한 수질관리 최적방안을 제시한 바 있다.

또한, 이 시기(1982~1984년)에는 중랑천 환경정화시범사업을 실시했으며, 1982~1986년까지 한강유역, 낙동강유역, 서남해권(금강, 영산강)의 환경보전 장기종합계획을 수립한 바 있다.

1983년에는 배출허용기준 적용을 정비하면서 수질오염이 우심한 공업단지에 폐수종말처리장을 설치하여 본격적인 수질보전사업을 실시하였다. 이 사업의 일환으로 1984년부터 착수한 대구 공단폐수종말처리시설을 비롯하여 이리, 청주, 진주, 여천공단 폐수종말처리시설을 설치하였다. 1988년에는 환경보전 장기종합계획이 수립되었으며, 1989년에는 “맑은물 공급 종합대책”이 확정되고, 팔당·대청호 유역을 수질보전특별대책지역으로 지정고시하여 특별관리를 시작하였으며, 상수원으로 이용되거나 만수면적이 10Km² 이상인 40개의 대형 호소에 대하여 환경기준을 설정하였다.

15.1.3 1990년대

1990년 1월 3일 환경청이 환경처로 승격되었으며, 수질관리에 관한 법령 및 제도가 정착되기에 이르렀다. 같은 해에는 수질관리의 기본이 되는 근거법인 수질환경보전법이 공포되었고, 1991년에는 동법의 시행령 및 시행규칙이 공포되고, 4대강 수질개선종합대책이 발표되었다.

또한, 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률이 제정·공포되고, 해양오염방지법이 개정·공포되었으며, 하수처리장 건설업무가 당시 건설부에서 환경처로 이관되는 등 중앙정부의 수질보전사업의 관할이 조정되기 시작하였다.

한편, 이 시기에는 폐수종말처리시설이 준공·가동되고, 축산폐수, 분뇨, 오·폐수 처리시설의 설치가 시작되었으나, 1989년 1차 물파동을 시작으로 1990년 2차 물파동, 1991년에 1,2차에 걸친 낙동강 폐놀사고, 1994년 낙동강 수질사고 등 각종 수질사고가 빈발하였으며, 모든 국민들이 수질오염에 깊은 우려를 나타내기 시작했다. 드디어 정부에서는 물관리의 효율성을 높이는 방안을 실시했으며, 1994년 5월에는 건설부의 상하수도국이 환경처로 이관되었고, 이후 환경업무의 중요성에 따라 1995년에는 환경처가 환경부로 개편되었다. 따라서 수질보전사업의 효과적인 수행을 위한 모든 법령과 행정기구가 대폭 정비된 시기라고 말할 수 있다.

15.2 수질오염 및 오염물질 배출원 추이

15.2.1 1960~1970년대

가. 수질오염 추이

1967년 한강유역에서 검출된 일반세균 및 대장균 오염도는 1963년도에 비하여 무려 150배나 증가하였다. 1969년 보건사회부가 작성한 보건계획중 환경위생 부문에서는 도시의 공해는 공해안전기준을 상회하고, 그 위험도가 증가추세에 있기 때문에 공해는 국민보건의 위협과 위생적 생활환경 조성을 저해하는 큰 요인으로 작용할 것으로 전망했다.

우리나라 주요하천의 수질오염도는 생물화학적 산소요구량(BOD)에 있어 한강, 낙동강, 영산강등 유역에 공업단지와 같은 산업시설이 밀집돼 있거나 대도시가 있어서 산업폐수 또는 도시하수 등으로 인한 수질이 악화되고 있었다.

1975~1977년도 4대강 하류 수질오염도(BOD)를 보면 표 15.1과 같이 금강을 제외한 나머지 하천의 수질은 일본의 상수도원수 3급 기준치인 6ppm을 훨씬 상회하고 있어 하류지역은 상수도용으로는 부적합한 오염도를 나타내고 있었다.

나. 오염물질 배출원

1970년 당시에는 전국적인 하천수질 조사가 없었고, 각 도 위생시험소와 일부 대학에서 연구목적으로 조사된 보고가 있었다.

표 15.1 4대강 수질오염도(1975~1977)

(단위 : mg/ℓ)

수계별	항목별 연도별	생물화학적 산소요구량(BOD)			수소이온 농도(PH) 1977.7	용존산소 (DO) 1977.7	비 고
		1975	1976	1977.7			
한 강 (서울근교)	평균	(1.2~8.5) 5.4	(1.3~8.5) 4.8	(1.2~9.4) 4.2	3.8~7.3	3.6~8.0	WHO : 상수원수 권장치 6mg/ℓ 일 본 : 상수원수 기준치 5mg/ℓ
낙동강 (부산근교)	평균	(1.8~3.1) 2.4	(1.8~2.6) 2.1	(4.1~5.4) 3.6	7.0~7.6	6.1~6.5	
금 강(신탄진, 부여근교)	평균	(1.9~7.9) 4.0	(1.8~4.0) 2.7	(1.8~2.0) 1.9	7.2~7.3	5.2~6.0	
영산강 (나주근교)	평균	(2.2~4.3) 3.4	(3.4~6.8) 3.7	(4.5~5.9) 5.2	7.6~7.7	6.1~6.7	

학술원 공해문제연구회(1972.12)에서 실시한 각 하천 수질조사결과를 보면 다음과 같다. 일반적으로 모든하천이 상류부터 전 구간에 걸쳐 오염도가 심한 반면 낙동강의 하류는 비교적 낮았다.

1) 도시하수

1971년의 도시인구 1일 1인당 하수량은 평균 150ℓ, BOD배출량은 54g이다. 1971년 도시하수량은 4.12×10^8 톤, 1일 평균 BOD배출량은 407.6톤이다(학술원, 1971.12).

2) 농경배수

1971년 130만ha의 논에는 연간 약 102억톤의 용수가 필요하며 이중 약 100억톤이 하천, 저수지 또는 지하수에서 공급되어야 했다. 이 100억톤의 농업용수는 하천유출량 630억톤의 약 16%에 해당된다. 당시까지 농경배수에 의한 수질오염은 그다지 큰 문제가 되지 않았다. 농약·비료사용의 증대와 그 부주의한 사용에 따른 수서생물의 피해, 수은등 미량성분의 축적에 따른 각종 피해에 대해서는 각별한 주의가 필요하다는 인식이 대두되기 시작했다.

3) 공장폐수

전국 공업용수 연간 수요량은 1968년 5.32억t에서 1971년에는 8.63억t, 1976년에는 19.37억t으로 증가되었다. 전국 17개 주요 산업별 공업용수 수요량과 BOD배출량을 추계한 바에 의하면 용수량은 1966년에 연간 3.4억톤에서, 1981년에는 19.83억톤으로 약 5.2배로 증가하고 BOD배출량은 1966년에 1일 평균 1,485.7톤에서 1981년에는 7,902.9톤으로 약 5.3배로 증가할 것으로 전망되었다. BOD부하량과 폐수량이 가장 많은 것은 지류·식료품·음료공업이고, 이들은 높은 신장률을 보이는 산업부문으로 폐수가 더욱 많이 배출된다는 것은 수질오염의 중요한 과제가 되었다(학술원, 1971).

다. 하천오염

전국 하천의 수질오염상태를 조사한 것은 1960년대 후반이다. 그 이전에는 보건사회부 중앙화학연구소에서 한강(제1한강교 부근)수영장을 위생학적 목적으로 조사한 내용이 있을 뿐이다. 이 조사수역은 한강의 하류이며 이미 도시하수 등에 의한 오염이 심각함을 대장균 군수에서 엿볼 수 있다. 1967년 이후에 보건사회부, 국립화학연구소와 서울시 토목시험소에서 매년 한강유역의 수질조사를 실시하였다. 그 결과를 종합하면 표 15.2와 같다.

표 15.2 한강수질오염도(1967~1970)

측정항목	측정지점	구의수원지 취수장부근	뚝도수원지 취수장부근	보광동수원지 취수장부근	노량진수원지 취수장부근	제2한강교 부 근
BOD(ppm)	1967	14.2	29.7	26.3	23.2	
	1968	18.0	17.9	44.3	26.9	29.2
	1969	20.3	24.2	34.9	30.7	34.6
	1970	6.2~18.6	6.3~19.2	18.8~50.6	15.6~39.5	36.7
	1971			40.2	30.2	29.2
대장균군 (10 ⁴ /100ml)	1967	1.46	1.87	1.07	5.8	
	1968	1.16	6.00	3.00	1.5	
	1969	6.70	7.00	15.00	14.0	
	1970	0.18~1,970	2.4~3,670	30~650	154~5,400	

한강수질은 도시상류에 있는 구의수원지 취수장부근에서 1967년에 BOD 14.2ppm을 나타내고, 1969년에는 BOD 20.3ppm로 상승하였으며, 보광동수원지 취수장부근에서도 1968~1969년에는 BOD 44.3~34.9ppm을 나타내어 고도로 오염되어 있는 것을 알 수 있다.

1968년에 실시한 한강상류 및 한강지류의 수질조사 결과에서도 일반적으로 높은 BOD를 보여 오염이 심했던 것을 알 수 있다. 한강이외의 전국 하천에 대하여 각도 위생시험소에서 1968년도에 조사한 수질은 표 15.3에서 나타나듯이 예외없이 극단적으로 오염되어 있음을 알 수가 있다.

표 15.3 전국 주요 지천의 연평균 수질(1968)

구 분	BOD(mg/ℓ)	COD(mg/ℓ)	대장균군(MPN/100ml)
부 산·낙동강	185.3	35.3	9,200
부 산·수영강	253.3	45.5	16,000
춘 천·소양강	-	3.2	540
청 주·금 강	132	-	10,000
충 주·한 강	124	-	10,000
전 주·전주천	-	63.0	470,000
이 리·만경강	-	21.8	680,000
광 주·극낙강	18.5	-	10,400
대 구·금호강	8.3	-	9,200

15.2.2 1980년대 이후

가. 수계별 수질오염원

전국 수자원의 대부분을 점하고 있는 주요 4대강 유역권의 오염원과 오·폐수 발생 추이를 보면 다음과 같다.

1) 한강유역

한강은 남한강, 북한강, 한강본류등 총 705개 하천으로 구성되어 있으며, 유로연장은 5,890km이고, 유역면적은 32,947km²에 이른다.

한강유역에는 1991년 인구 1,877만명, 가축 188만두(소 50만두, 돼지 137만두), 폐수배출업소 4,385개소, 양식장 303개소 등이 산재하여 오·폐수가 1일 7,010천톤이 발생하고 있다. 유역내에는 소양, 충주, 팔당호등 주요 호소 8개소가 있으며, 우리나라 댐공급량의 약 60% 정도를 차지하고 있다.

2) 낙동강유역

낙동강본류, 금호강등 총 805개 하천으로 구성되어 있으며, 유로연장이 6,440km, 유역면적은 총 23,817km²이다. 유역내에 인구 722만, 가축 122만두(소 40만두, 돼지 82만두), 폐수배출업소 4,080개소, 양식장 159개소가 입지하고 있으며, 유역내 1일 오·폐수발생량 3,000천톤중 1,932천톤이 94개소의 환경기초시설에서 처리되고 있다. 유역내에 안동, 임하, 합천댐등 7개소의 주요 호소가 있으며, 전국 수자원댐 공급량의 약 28%를 저수하고 있다.

산업구조는 상류지역에 구미전자공업공단, 중류지역에 섬유공업 중심의 대도시인 대구시가 위치하고 있다. 특히 영천댐 건설로 인한 유지용수 부족으로 금호강의 수질오염이 심화되어 하류지역 부산시 지역주민의 약 90%가 이용하는 물금·매리 취수장의 안전한 상수원수 확보에 위협이 되고 있다.

3) 금강권역

금강권역은 금강본류, 삽교천, 만경강, 동진강 및 서해 직유입하천으로 구분되며, 유로연장은 396km, 유역면적은 9,810km²이다. 금강유역 상류에는 중부권의 최대 상수원인 대청호가 위치하고 있고 중하류에 대전권이 위치하고 있다.

유역내에 인구 461만, 가축 83만두(소 17만두, 돼지 66만두), 폐수배출업소 1,972개소와 양식장 12개소 등이 위치하고, 1일 오·폐수발생량 1,831천톤중 567천톤을 환경기초시설 91개소에서 정화하고 있다.

4) 영산강권역

영산강권역은 크게 탐진강을 포함한 영산강과 섬진강으로 구분되고, 영산강은 유로연장이 177km, 유역면적 4,896km²이다. 유역내에 인구 235만, 가축 400만두, 폐수배출업소 692개소가 있으며, 1일 오·폐수발생량 869천톤을 환경기초시설 53개소에서 정화처리

하고 있다.

전국 폐수배출량중 생활하수와 산업폐수의 비중을 비교해보면 1995년에는 생활하수는 62.7%이며, 산업폐수는 36.5%인데, 오염부하량은 생활하수가 BOD 43%, 산업폐수가 BOD 48%를 차지하여 수량으로는 산업폐수가 생활하수보다 적게 발생하나, 오염부하는 생활하수보다 큰것을 알 수 있다.

1995년 전국 폐수배출업소는 28,012개소로서 종별로는 1종업소가 전체업소수의 1.0%에 불과하나 배출량은 전체배출량의 65.7%를 차지한다.

나. 4대강의 수질변화

1994년은 연초부터 낙동강 하류지역의 경북달성, 경남마산, 부산 등의 수돗물에서 악취가 발생되었는데, 이 사고는 소위 “낙동강 수질오염사고”로 불리우게 되었다. 이어서 1994년 3월과 6월중 낙동강 본류의 수질에서 디클로메탄의 농도가 WHO 권고기준 20ppb를 초과하는등 휘발성 유해화학물질에 의한 수질오염사고가 연이어 발생하였다. 아울러 1994년 6월부터 9월의 전국 평균강수량이 390mm로 평년의 46% 수준에 불과하여 전국의 중하류 수계의 오염도가 커졌다. 낙동강수계는 대구시의 생활하수 및 공단폐수가 유입되는 금호강 합류이후 고령과 남지지점에서 가장 높은 오염도를 나타내고 있다. 낙동강 하구언은 축조 후 시기에 따라 농업용수 수질을 상회하여 용수사용에 문제가 되고 있음에 반해 조간대의 생산성이 떨어지고 철새도래가 감소되고 있다. 금강수계중 대전을 비롯한 중부권의 광역상수원인 대청호는 1990년 이래 같은 수준으로서 상수원수 II급수 이내로 비교적 양호한 수질이나 중류수계인 청원이후 하류까지는 오염지천인 갑천과 무심천의 합류로 상수원수 II급 수질에 못미치고 있다.

영산강은 하천 유로연장(136km)이 4대강중 가장 짧고 유역면적(3,371km²) 역시 가장 작아 근본적으로 수량이 작은데다 농업용수 확보를 위해 나주호, 장성호, 광주호등 인공호소의 축조로 하천유지용수가 절대 부족하고, 또한 광주시의 생활하수, 공단폐수가 유입되어 나주대교까지는 오염도가 극심하나 그 이하에서는 희석과 자정으로 무안지점의 유기오염도는 비교적 낮다.

표 15.4 4대강 주요지점의 오염도(BOD) 추이

(단위 : mg/ℓ)

수계명	지점명	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
한 강	가 양	19.3	11.4	11.6	7.4	9.9	6.0	4.7	4.8	4.3	4.0	4.3	4.4
낙동강	구 포	3.0	4.2	4.0	3.7	4.4	3.7	3.3	3.7	3.5	3.9	4.6	4.7
금 강	부 여	2.9	2.5	3.0	2.9	3.2	3.5	3.1	3.0	3.2	3.1	3.7	4.3
영산강	무 안	2.9	1.9	1.9	1.8	1.4	1.2	1.2	1.5	2.1	1.5	1.9	2.6

다. 호소의 부영양화

특히 1980년에 들어서면서 전국에 수자원확보를 위해서 주요하천에 댐이 건설되고 이것을 주요도시의 상수원으로 이용하면서 저수지에 부영양화가 심하게 나타나기 시작하였다. 그 원인이 폐·하수와 농지에서 유입하는 질소와 인성분이라는 것이 알려졌으나, 이것을 규제화하는 것이 거의 불가능한 상태에서 1980년에 들어서서 호소의 부영양화방지 대책을 연구하기에 이르렀다.

한국에는 천연의 호소는 거의 없고 수자원 확보를 위해서 많은 저수지가 건설되었다. 국토에 대한 저수지의 면적비는 한국이 세계에서 가장 크다. 저수량 100만 m^3 이상의 다목적댐, 발전겸용, 생·공업용수 겸용등 저수지는 32개소가 있으며, 그밖에도 농업용과 기타 용 댐이 22개가 있다. 그중 소양, 충주, 대청, 홍천, 안동, 임화, 화천댐 등의 저수용량은 10억 m^3 이상이다.

주요 저수지의 1986~1988간의 수질은 상당히 오염되어 있었고 특히, 소양, 팔당, 아산, 삽교호의 부영양화가 심하다. 아산, 삽교호의 수질은 특히 오염이 심하며 이것은 하구댐으로서 수도수원으로 이용되지 않고 있다. 소양호는 북한강의 상류에 있고 담수적조가 발생하고 있다. 또 충주호는 남한강 상류에 있고 녹조가 발생하고 있다. 팔당호는 클로로필 a의 양이 약 $50\mu g/l$ 로 상당히 높은 값을 나타내는 일이 있으며, 1986년 이후에는 최고치 $10\mu g/l$ 정도였다.

전국의 주요 호소 특히 상수원보호구역으로 지정된 7개 호소는 대부분의 1980년부터 이미 중영양상태이며, 1993년 이후에는 6~8월사이에 남조류가 번성하여 상수원 정수처리에 지장을 초래하는 경우도 있었다.

이 조사에서 전국 각 수역 376개 지점과 48개 호소를 조사하여 BOD $3.0mg/l$ 를 초과하는 하천수역은 125개 지점(33.2%)이고, 호소 20개소(41.7%)가 2급수 이상으로 오염되어 있었다. 또 전국 각 하천, 호소의 질소·인이 수질기준을 초과하여 하절기에 심각한 부영양상태를 발생시키고 있다.

15.3 수질오염방지시설 설치 개요

15.3.1 하수처리장

1974년에 서울시에 똑도 하수처리장을 건설했고 1976년에 준공되어 서울시 하수 25만 m^3 을 처리하면서 1994년까지 전국 51개 도시에 57개의 하수종말처리장이 건설되어(총 939.1만 m^3 의 처리용량) 총 3,335만 인구(전국 인구의 73%)의 하수를 처리하고 있다.

1980년말 이전에 가동하고 있는 하수처리장은 11개소이고 대부분은 1990년초에 준공된 것이다. 비교적 빠른 기간에 착공되고 1980년초에 가동한 하수처리장은 제주도 서귀포 중문하수처리장이었고, 다음은 달서천·과천 하수처리장 등이다. 1994년이후에 40개소의 하수처리장을 건설하였고 12개소의 하수처리장을 증설하게 되었다.

표 15.5 가동중인 하수처리장(1995)

(단위 : m³)

처리도시명	하수처리장수	분뇨처리장수(개소)	분뇨처리시설 용량(m ³ /일)
서울	4(3,710)	4	4,600
부산	2(616)	3	4,200
대구	2(750)	2	1,200
인천	2(430)	3	1,050
광주	1(300)	2	750
대전	1(300)	1	300
경기	24(1,709)	31	2,295
강원	2(175)	20	1,107
충북	8(273)	15	820
충남	3(113)	22	957
전북	3(203)	18	1,380
전남	5(38)	21	940
경북	5(255.5)	29	1,348
경남	7(685.5)	22	1,768
제주	2(65)	6	290
합계	71(9,653)	199	23,005

주 : ()안은 처리시설 용량임.

이들 가동중인 하수처리장은 대부분(49개소)이 활성슬러지법(Activated sludge process)을 사용하고 있고, 일부는 장기폭기법(2개소), 회전원판법(2개소), 산화구법(1개소)을 사용하고 있다. 1차 처리시설만을 갖춘 곳이 3개소가 있다.

1995년말 기준으로 전국 71개 하수처리장에서 하루에 965만톤의 하수를 처리하여 수 치상으로는 45%의 하수처리를 기록하고 있으나, 하수관거 불량등으로 실질적인 하수 처리율은 28% 수준이다.

15.3.2 공단 폐수종말처리시설

전국 27개 공단에 폐수종말처리시설을 건설 운영하고 있다. 이중 경남 양산공단은 1980년에 착공하였고, 상평공단, 대구남천공단 그후 청주공단(1988), 이리공단(1985), 여천공단(1986) 등이 1980년대, 기타는 1990년이후 설치된 것이다.

표 15.6 전국 공단 폐수종말처리장

1) 국가부담 공단 폐수종말처리시설 가동현황(1995)

처 리 장	계	여천공단	진주공단	청주공단	이리공단	달성공단	대구남천
시설용량 (천 ³ /일)	275	70	35	31	41	28	70

주 : 진주공단(5천³/일), 대구남천(33천³/일)은 원인자부담 증설

2) 원인자부담 공단 폐수종말처리시설 가동현황(1995)

처 리 장	시설용량 (천 ³ /일)	처 리 장	시설용량 (천 ³ /일)
계	224	현 도 공 단	14
양 산 공 단	20	전 주 3 공 단	27
동 광 양 공 단	7	성 서 공 단	40
대 전 3 공 단	30	만 승 공 단	11
다 산 주 물 공 단	0.8	천 흥 공 단	2.5
조 치 원 공 단 3 지 구	2.5	부 용 공 단	3.5
문 막 공 단	1.5	대 풍 공 단	2.5
대 소 공 단	3	소 이 공 업 지 역	2.2
송 탄 공 단	13	안 성 공 단	12.5
칠 서 공 단	30.0	영 암 삼 호 공 단	1.5

15.3.3 농공단지 폐수처리시설

농공단지개발에 의한 환경오염영향을 최소화하기 위하여 1988년부터 전체 농공단지에서 발생하는 오·폐수를 BOD 30ppm이하로 처리하여 방류토록 하였으며, 오·폐수처리에 따른 개별기업의 비용부담을 경감하기 위하여 오·폐수발생량 150³/일등 일정규모이상의 농공단지를 대상으로 폐수종말처리시설을 국고보조사업으로 설치하고 있다.

전국 각지에 농공단지가 증가하면서 농공단지에서 배출되는 폐수가 그 지역 소하천은 물론 대하천에까지 영향을 미쳐 하천오염을 유발하자 환경부와 농수산부는 주요농공단지 86개소에 농공단지 폐수종말처리시설을 설치하였다.

표 15.7 수계별 농공단지 폐수종말처리시설(1995)

권 역 별	개소수	시설용량 (³ /일)	사 업 비 (백만원)		
			계	국 고	업체부담
합 계	82	45,730	32,602	16,325	16,277
한 강 권 역	6	4,660	3,030	2,121	909
낙 동 강 권 역	30	14,150	7,829	2,088	5,741
금 강 권 역	28	15,680	11,348	6,419	4,929
영 산 강 권 역	18	11,240	10,395	5,697	4,698

15.3.4 기타 오·폐수처리시설

기타 오·폐수처리시설에는 간이축산폐수처리시설, 축산폐수공동처리시설, 간이오수처리시설, 오수·분뇨 및 축산폐수처리시설 등이 여기에 속한다.

소규모 간이 축산폐수처리시설은 19개소가 설치되어 축산업자들에 의하여 운영되고 있다(시설용량 1,335m³/일).

비교적 큰 규모의 축산폐수공동처리시설은 1991년부터 경기, 경남 2개소에 건설 축산업자조합에서 운영되고 있다.

상수원보호구역내 소도시의 하수를 처리하기 위한 간이 오수처리시설 20개소가 '91~'92에 건설되어 군·면단위에서 운영되고 있다. 처리방법은 대부분이 장기폭기법이며, 활성오니법과 접촉산화법이 일부 이용되고 있다.

사람의 일상생활과 관련하여 나오는 오수는 각 가정 또는 산업체에 설치된 오수정화시설(32천개소) 또는 정화조(1,726천개소)에서 처리되고 있으며, 하수종말처리시설(71개소), 폐수종말처리시설(73개소) 또는 농공단지 오·폐수처리시설(86개소)의 처리구역내에서는 동 처리시설 등에서 최종처리되고 있다. 우리나라의 경우 하수종말처리시설에서 최종처리되는 오수는 전체 오수발생량의 약 42%에 불과하다.

우리나라의 1994년도 분뇨처리 형태를 보면 수세식 변소를 통하여 정화조, 오수정화시설 및 하수처리종말철시설 등에서 수세화 처리되는 분뇨가 33.4%이고, 수집되어 분뇨처리시설에서 처리되는 양이 46.6%이며, 나머지는 부숙탱크처리, 해양투기 등으로 처리하거나 농경지 등에 퇴비로 이용되고 있다. 축산폐수의 적정관리를 위해 1981년부터 환경보전법에서 대규모 축산시설을 축산폐수배출시설로 규제하였고, 1987년부터는 폐기물관리법을 제정하여 중규모 축산시설에 대하여도 축산폐수정화시설을 설치토록 의무화하였으며, 1991년에는 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률을 제정하여 이원화되어 있던 축산폐수 관련규정을 일원화하였다.

15.4 하·폐수 처리사업

15.4.1 하수처리사업

가. 하수도법 연혁

하수도는 도시의 공공시설 개념으로 발달하기 시작하였으며, 서울시의 경우 청계천의 홍수범람방지 목적으로 1412년에 치수 및 준설공사를 시행한 기록이 있고, 대한제국시대에는 청계천의 개수이외에 6,800여개소의 암거가 건설되었다.

1918년부터 1943년 사이에는 서울의 간선 및 지선하수도 건설과 개량이 이루어졌으며, 1954년에는 전후 복구사업으로 하수도 개수사업이 재개되었다.

1960년부터 1966년 사이에는 하수도 업무를 이원화시키는 개발계획으로 하천오염문제가 제기되고 도시계획법에서 하수도사업의 실시계획을 건설부장관이 인가했고, 공해방지법에

의하여 공해문제로서 공장폐수, 사업장의 폐수, 하수 등이 포함되어 하수종말처리시설을 보건복지부장관이 인가 또는 승인을 했다.

1966년 8월 하수도법이 제정되어 도시의 공공하수도 설치 및 관리 등에 관한 사항을 규정하면서 하수도 업무가 체계화되었다.

하수도 사업이 계획적으로 추진될 수 있는 근거가 마련된 것은 1982년말 하수도법에 시장·군수가 하수도정비기본계획 수립을 하도록 규정하는 등의 개정이 있는 후부터이다. 이후 하수도법은 몇 회의 개정과 1994년 5월 건설부로부터 환경부로 이관되면서 하수도 업무가 산업폐수업무와 함께 환경부에서 관리하여 오고 있다.

나. 하수도정비기본계획

하수도정비기본계획의 내용으로는 이 계획의 수립자는 원칙적으로 시장·군수가 되며, 공중위생 및 생활환경의 개선과 수질환경기준의 유지를 위하여 관할구역내의 하수의 유역별로 설치하는 것이나, 하수도가 2개이상의 자치단체에 걸리거나 특별한 사유가 있을 때에는 해당 지자체가 협의하여 결정하거나, 환경부장관 또는 도지사가 지정하는 자, 또 지자체가 공공하수도를 설치할 능력이 없을 때에는 관할 도지사가 수립토록하여 하수도 사업을 원활히 수행토록 하고 있다.

이 계획의 수립절차는 그림 15.1과 같다.

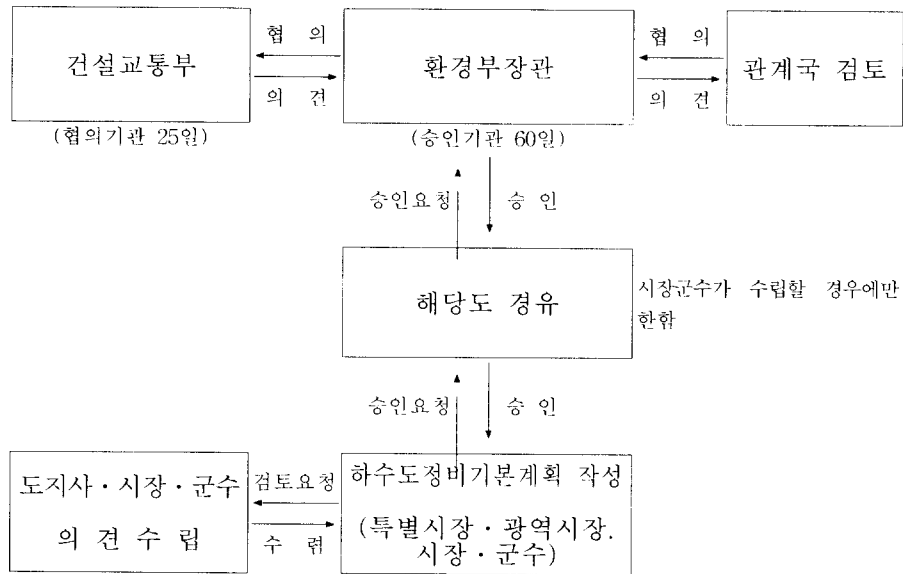


그림 15.1 하수도정비기본계획 수립 절차

하수도정비기본계획에 포함하는 사항으로서는

- 하수도의 정비에 관한 기본방침
- 배제 또는 처리하는 구역에 관한 사항
- 하수도 시설의 배치, 구조 및 능력에 관한 사항

- 실시 순위에 관한 사항
- 기타 필요한 사항이며,
수립주기는 20년 단위로 수립하고 5년마다 타당성 여부를 검토·반영토록 되어 있다.

다. 하수도 현황

하수발생량은 1995년기준 1일 23,900,000m³으로서 생활하수는 총하수량의 62.7%이고, 오염기여도는 44% 정도이다. 최근의 연평균 하수증가량은 7~8% 정도이다.

표 15.8 하수 발생량

(단위 : 천m³/일)

구 분	1980	1990	1995	구 성 비
생활하수	6,759	12,323	14,985	62.7
산업폐수	1,962	4,106	8,724	36.5
축산폐수	73	128	191	0.8
계	8,794	16,557	23,900	100.0

또 1995년 기준 하수도 보급율은 전국 인구대비 처리인구율로서 약 45%이며, 하수도관거 보급율은 계획연장대비 시설연장으로 약 62%이며, 이것의 계획연장은 85,742km이고, 시설연장은 52,784km이다. 하수관거는 2005년까지 총 100,043억을 투자하여 34,970km의 관거를 새로이 설치하고, 8,816km를 개·보수하여 하수도관거 보급율을 80%로 제고할 계획이다.

하수종말처리시설은 총 71개소의 처리장에 970만m³/일 규모의 처리능력을 갖추었으며, 처리수의 방류수 허용기준을 주요 선진국과 비교해 보면 표 15.9와 같으며, 이들 값 가운데 우리나라의 값은 최대 허용치이나 미국과 독일의 값은 평균 허용치이다.

표 15.9 방류수 수질기준

국 가	PH	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	대장균군수 (MPN)
한 국	-	20	40	20	60	8	-
미 국	6.0~9.0	30~45	-	30~45	-	-	-
일 본	5.8~8.6	20	-	70	60	8	3,000
독 일	-	20~45	100~180	0.5	-	-	-

라. 하수종말처리시설

하수종말처리시설은 2005년까지 14조5,145억원을 투자하여 244개 처리장을 새로 건설하여 하수도 보급율을 관거보급율과 같이 80%로 올릴 계획이다. 연도별 하수종말처리시설 설치계획을 정리하여 표 15.10에 나타낸다.

표 15.10 하수종말처리시설 설치계획

구분	계	'95까지	'96	'97	'98	'99	2000이후	
처리장수(개소)	315	71	8	20	25	29	162	
용량(천 ³ /일)	30,359	9,653	1,541	2,792	2,618	1,514	12,241	
투자계획	총사업비(억원)	193,122	47,977	9,935	14,784	13,494	13,603	93,329
	국고보조	86,038	15,425	2,541	3,922	4,262	4,902	54,986
	기금용자	19,029	2,141	2,582	4,638	3,296	2,895	3,477
	지방비	88,055	30,411	4,812	6,224	5,936	5,806	34,866
하수도보급율(%)	80	45	50	55	58	61	80	

15.4.2 산업폐수처리사업

가. 산업폐수의 관리

우리나라의 하·폐수발생량은 1995년말 현재 2,390만³으로서 생활계가 62.7%, 산업계가 36.5%, 축산계가 0.8%이다. 여기에서 생활계는 인구 4,595만명이 배출하는 하수이고, 산업계는 25,299개소의 공장등 폐수배출시설로부터의 산업폐수이며, 축산계는 960여만두의 가축의 배설물이다.

이와 같은 폐수배출량을 오염부하량으로 보면 BOD의 경우, 1일 6,100톤으로 생활계가 43%, 산업계가 48%, 축산계가 9%가 되어 오염에 미치는 기여율은 산업계 및 축산계가 57%로서 절반이상을 차지하고 있다.

따라서, 우리나라의 수질오염관리의 초기라고 할 수 있는 1980년대에는 1980년도 환경청이 발족함과 동시에 시작된 환경보전법에 의한 환경보전정책의 일환으로 수질관리는 주로 산업체의 폐수배출규제등 제한적인 영역에 국한되었다.

1990년도 환경처 승격과 함께 환경보전법을 6개의 분야로 나뉘어 분법이 되었는데, 수질환경보전법도 이중의 하나이다. 이 법에서는 주로 수질관리기능만을 담당하고 있으며, 폐수배출허용기준과 방류수 수질기준을 정하여 폐수배출시설에서 배출되는 오염된 폐수를 처리하여 배출토록 규정하고 있다. 법체제로 보면 궁극적으로 수질오염물질의 총량을 관리하여 물환경용량을 보전하는 것이나, 현재까지는 배출허용기준에 따른 농도로서 관리를 하고 있다.

산업폐수의 처리는 환경분야의 원칙의 하나인 오염자 처리원칙에 따라 각 사업자가 자가부담으로 처리를 하고 있으며, 공업단지 등의 다량 폐수배출지역에서는 배출허용기준보다 강화된 기준인 방류수 수질기준을 정하여, 이 기준에 적합토록 처리하여 배출토록 하고 있다. 이를 위한 처리시설은 폐수종말처리시설로서 수질환경보전법 제25조에서 규정하고 있다.

폐수종말처리시설은 수질오염 우심지역에 대한 특별대책사업으로 1995년에 국고 581억원을 투자하여 대구남천, 달성, 여천, 익산, 진주, 청주의 6개 폐수종말처리장을 설치하는등 1996년까지 113개소가 완공되었다.

이들 폐수종말처리시설은 공단 폐수종말처리시설이 27개소로서 시설용량은 548,420m³/일이며, 사업비는 2,540억원을 투입하였다. 또, 농공단지 폐수종말처리시설은 86개로서 시설용량은 54,230m³/일이며, 사업비는 436억원을 투입하였다.

현재, 폐수종말처리율은 67%로서 2005년까지 90%로 제고하기 위하여 63개 시설의 1,503,000m³/일 처리용량을 6,855억원을 투자할 계획이다. 그 내용으로서는 공단 폐수종말처리시설 40개소(용량 1,491,400m³/일)와 농공단지 폐수종말처리시설 23개소(용량 11,600m³/일)로서 물관리종합대책에 포함되어 있다.

15.4.3 축산폐수처리사업

우리나라의 하·폐수발생량의 0.8%, 수질오염기여율 9% 정도의 축산폐수처리사업은 초보단계에 있으며, 더우기 관련법령으로 규제할 수 없는 소규모 축산농가에서 발생하는 축산폐수가 축산폐수 전체발생량의 50% 이상을 차지하고 있다.

축산폐수 발생현황을 보면 표 15.11과 같이 1일 168,000m³ 으로서 이중 법규제 대상미만 축산폐수가 전체의 52%를 차지하고 있다.

표 15.11 축산폐수 발생현황

구 분	계	허가대상	신고대상	규제미만
농 가 수 (호)	370,146 (100%)	2,437 (0.6%)	16,552 (4.5%)	351,158 (94.9%)
마리수(소·돼지, 천두)	9,447 (100%)	2,578 (27.3%)	3,214 (34.0%)	3,655 (34.7%)
폐 수 량 (천m ³ /일)	168 (100%)	34 (20.0%)	46 (27.6%)	88 (52.4%)

또, 규제미만 축산폐수처리 현황을 보면

- 축산폐수처리시설(6개소) : 2,260m³/일
- 간이 축산폐수처리시설(19개소) : 1,335m³/일
- 간이 축산정화조(74,734개소) : 47,493m³/일

로서 대부분 소규모의 축산농가가 많으며, 소운동장의 경우 평소에 지표면에 축적된 분뇨가 강우시 빗물에 섞여 다량의 축산폐수가 하천으로 유입되고 있으나, 축산폐수배출시설로서 관리가 어려운 실정이다.

현재, 축산폐수처리시설을 설치하여 가동하는 곳은 6개소이며, 51개소가 설치중에 있으며 내용을 보면 표 15.12와 같다.

표 15.12 축산폐수처리시설 추진현황

구 분	사업지역	시설용량 (m ³ /일)	총사업비 (백만원)	투 자 계 획 (백만원)		
				'96까지	'97계획	'98이후
계	57	10,060	296,948	195,207	35,651	66,090
가동중	6	2,260	28,347	28,347	-	-
설치중	51	7,800	268,601	166,860	35,651	66,090

하천 및 호소의 수질개선을 위하여 규제미만의 축산농가에서 배출되는 축산폐수를 수거·처리하기 위하여는 축산폐수처리시설을 확충할 필요성이 있으며, 2005년까지 사업비 7,026억원을 투입하여 100개소를 설치할 계획이며, 내용을 보면 표 15.13과 같으며 사업비는 국고 또는 지방양여금 70% 보조와 지방비 30%를 부담케하여 사업을 추진한다.

표 15.13 축산폐수처리시설 확충계획

구 분	총 계	'96까지	추진 계획 ('97~2005)					
			소	'97	'98	'99 ~2001	2002 ~2005	비 고
사업소 (개소)	100	52	48	5	4	17	22	
시설용량 (m ³ /일)	17,570	9,410	8,160	650	1,000	3,400	3,110	
사업비 (억원)	7,026	1,952	5,074	356	557	1,791	2,375	

15.5 하천 및 호소의 수질관리

15.5.1 물환경 여건

환경여건에 가장 영향을 많이 미치는 요소는 인간의 개체수(인구)이다. 우리나라는 총 22.1만km²로서 남한만은 전체의 45%인 약 10만km²가 되며, 이안에 4,595만명의 인구가 집중되어 인구밀도가 매우 높다. 더우기 좁은 국토안에서 국민총생산이 세계 10위권에 육박하는 경제활동으로 인하여 다량 생산과 소비는 환경에 극심한 악영향을 가져오고 있으며, 물환경도 같은 범주로서 날로 수질오염이 증가하고 있다.

우리나라의 하천은 풍수기와 갈수기가 현저하게 차가 나고 있어 갈수대책이 매우 어려운 실정으로 수질관리는 더욱 심각한 문제점이 되고 있다.

우리나라의 대하천 유역의 사회경제적인 여건을 보면 인구의 39%가 한강유역에 거주하고 있으며, 한강유역 거주인구중 89%는 서울등 수도권에 집중되어 하류집중형 유역구조를 이루고 있다. 낙동강유역은 유역인구의 63%가 대구·경북지역에 거주하고 있어 중류집중형으로 분류할 수 있으며, 금강유역은 65%가 대전 상류에, 영산강유역은

80%가 광주 상류에 집중되어 있어 각 수계의 중하류부에 큰 영향을 미치고 있다.

산업구조를 살펴보면 1차산업이 7.5%, 2차산업이 27.1%, 3차산업은 65.4%이며, 산업의 지역적 분포를 보면 총생산액 순위에 의하면 서울, 경기, 경남 순으로 서울지역은 금융·서비스업등 부분이 총생산액의 85%, 경기지역과 경남지역은 각각 광공업부분이 총생산액의 53%와 52%로써 1위로 나타났다.

유역별 산업구조 및 유역내 집중도는 유역의 물환경을 좌우하는 중요한 요인으로 4대강 유역은 각각 다음과 같은 특징을 갖고 있는 것으로 분석되어 이에 적합한 하천의 수질관리 방안이 추진되고 있다.

- 한 강수계 : 서비스산업형, 하류집중형
- 낙동강수계 : 제조업형, 중류집중형
- 금 강수계 : 혼합형, 분산형
- 영산강수계 : 혼합형, 상류집중형

가. 하천의 수질

하천의 수질은 유역별 특징에 따라 상·중하류의 수질오염도가 나타나고 있다. 그림 15.2는 4대강의 수질유하곡선으로 각 하천 모두 상류에서는 수질이 좋은 편이다.

한강은 대부분의 구간이 아직은 양호한 상태이나, 서울 도심을 거치면서 급격히 악화되고 있고, 낙동강은 금호강 합류 후, 금강은 대전권이하, 영산강은 광주권 이하가 오염이 심화되고 있다.

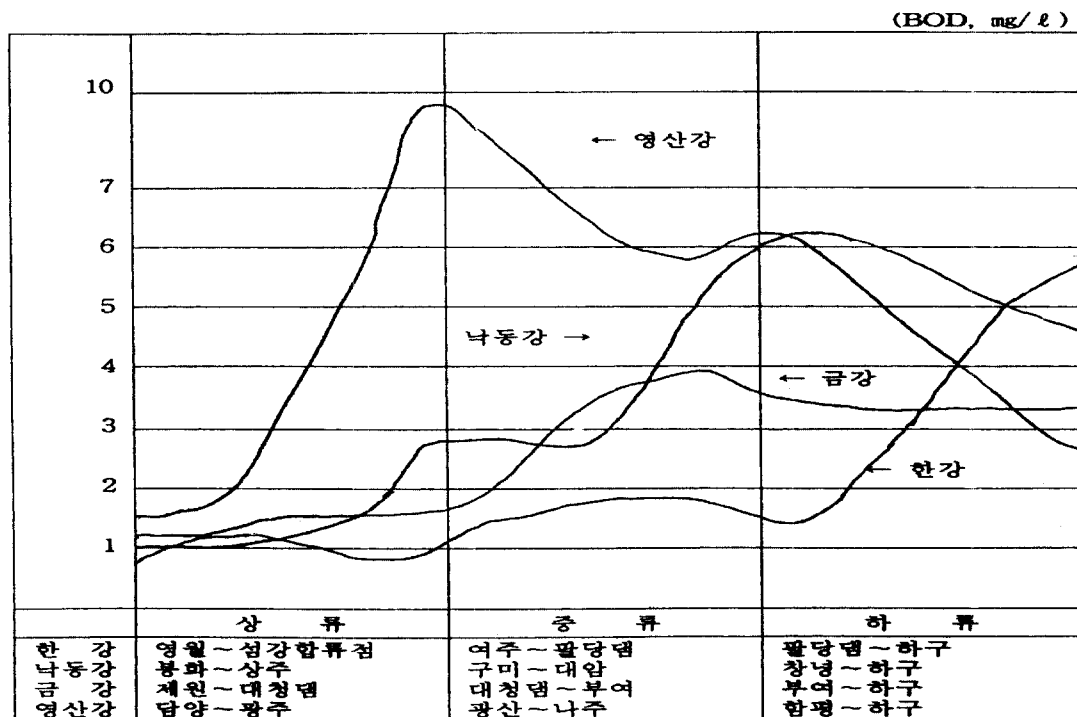


그림 15.2 4대강의 수질유하 곡선

나. 호소의 수질

환경기준이 지정된 40개 호소중 20개 호소는 중영양, 16개 호소는 중부영양, 4개 호소는 부영양상태에 있어, 계절적 영향을 고려하면 약 50%가 부영양단계에 접어들 우려가 있다.

상수원 원수로 사용되는 호소의 수질현황을 보면 표 15.14와 같다.

표 15.14 호소의 수질현황(1995)

수 계	호 소	환경기준	COD	T N	T P	등 급	영양상태
한 강	충 주 호	I	2.1	1.806	0.024	Ⅱ	중 영 양
	팔 당 호	I	3.0	2.377	0.053	Ⅱ	중부영양
낙 동 강	합 천 호	I	2.0	1.060	0.018	Ⅱ	중 영 양
	진 양 호	I	2.6	2.446	0.036	Ⅱ	중부영양
	영 천 호	I	3.6	1.944	0.028	Ⅲ	중 영 양
	가 창 호	I	2.0	0.987	0.010	Ⅱ	중 영 양
	임 하 호	I	2.9	1.075	0.042	Ⅱ	중부영양
금 강	대 청 호	I	2.2	1.217	0.021	Ⅱ	중 영 양
영 산 강	담 양 호	I	2.7	1.698	0.032	Ⅱ	중부영양
섬 진 강	옥 정 호	I	2.6	1.930	0.037	Ⅱ	중부영양
	주 암 호	I	2.5	0.836	0.022	Ⅱ	중 영 양
	동 북 호	I	2.8	-	0.021	Ⅱ	중 영 양
기타수계	사 연 호	I	3.3	1.426	0.028	Ⅲ	중 영 양
	대 암 호	I	6.1	3.791	0.057	Ⅳ	중부영양
	회 야 호	I	6.8	3.237	0.310	Ⅳ	부 영 양
	상 사 호	I	2.1	0.779	0.021	Ⅱ	중 영 양
	수 어 호	I	1.8	0.607	0.017	Ⅱ	중 영 양

다. 상수원의 수질

상수원의 수질은 표 15.15에서 보는 바와 같이 유기물질오염을 기준으로 연평균 Ⅲ 등급 이상을 유지하고 있으나, 갈수기에 일부 취수장의 오염도가 심화되고 있으며, 주변유역 산업시설의 밀집 등으로 부영양화, 안전사고 등의 위협요인이 상존되고 있다.

표 15.15 표류수의 상수원 수질등급

구 분	계	I 등급	Ⅱ 등급	Ⅲ 등급	Ⅲ급 초과
취 수 장	440개소	236	155	46	3
구 성 비	100%	53.6%	35.2%	10.5%	0.7%

15.5.2 하천의 수질관리

가. 수질환경기준 및 규제기준

하천의 수질관리는 하천관리의 일부로서 하천에 오염물질이 유입되지 않도록 하천법과 수질환경보전법에서 규제하고 있다. 하천의 수질관리는 목표가 되는 수질환경기준을 설정하고, 이 설정된 하천의 수질을 확보하기 위하여 규제수단으로서 배출허용기준과 방류수질 기준을 두고 있다.

1) 수질환경기준

우리나라는 수역별, 항목별로 수질환경기준이 설정되어 있는데 수역별로는 하천, 호소, 해역으로 구분하고 항목별로는 생활환경기준인 pH, BOD, COD, SS, DO, 대장균군수, 총질소, 총인 등 8개 항목과 사람의 건강보호기준인 Cd, As, CN, Hg, 유기인, Pb, Cr⁶⁺, PCB, 음이온계면 활성제 등 9개 항목으로 구분되어 있다. 또한 등급별로는 하천·호소에 5개 등급(I ~ V), 해역에 3개 등급(I ~ III)으로 구분하여 각각 기준을 차등설정하여 관리하고 있다.

한편, 환경기준 달성을 위해 하천주변의 오염원 분포, 지형, 수리현황, 수역의 동질성 등을 고려, 전국 195개 하천구간을 대상으로 수질목표등급과 목표달성기간을 설정하여 수질관리 목표를 삼고 관리하고 있으며, 1995년도에는 극심한 가뭄으로 수질이 전반적으로 악화되어 I 급수 16개, II 급수 88개, III 급수 이하가 91개 구간이다.

2) 배출허용기준

배출허용기준은 개별배출업소에 적용하는 규제기준으로서 환경기준과 하천의 자정능력을 감안하여 설정하고 있다.

우리나라는 수질환경보전법 제8조 및 동법시행규칙 제8조에서 28개 항목에 대하여 폐수배출허용기준을 설정하고 있고, 지역별로 4단계(청정, 가, 나, 특례지역)로 구분하여 적용하고 있으며, 또한 BOD, COD, SS의 경우 폐수배출량 2,000m³/일 이상과 미만으로 구분 설정함으로써 폐수배출허용기준을 지역별, 규모별로 차등 적용하고 있다.

따라서, 폐수배출량 2,000m³/일 이상의 폐수 다량배출시설은 더욱 엄격한 배출허용기준을 적용받게 되어 농도규제방식에 양적규제방식을 부분적으로 병행하고 있으며, 특례지역에 해당되는 공단이나 농공단지내에서 종말처리시설에 폐수를 유입시키는 배출업소에 대하여는 별도의 기준을 고시할 수 있도록 되어 있어 이리공단등 16개 공단과 울대 농공단지등 10개 농공단지내 배출업소는 별도로 완화된 배출허용기준을 적용받고 있다. 또한 1997년부터는 호소의 부영양화 방지를 위하여 환경부장관이 지정고시한 팔당댐, 대청댐, 낙동강하구연 유역에 대하여는 총질소, 총인의 배출허용기준을 적용하도록 하고 있다.

3) 방류수 수질기준

폐수배출허용기준이 개별배출시설에 적용되는 규제기준이라고 볼 때 방류수 수질기준이란 하·폐수 및 분뇨처리시설과 같은 종말처리시설에 적용되는 기준으로 BOD,

COD, SS등 3개 항목을 적용하며 1996년부터는 총질소, 총인 항목을 추가로 적용한다.

표 15.16 1996년부터 추가로 적용되는 수질기준

(단위 : mg/ℓ)

구 분	배출허용기준	방류수 수질기준
총 질 소	60(30)	60
총 인	8 (4)	8
음이온계면활성제	5 (3)	-

주 : ()는 청정지역의 배출허용기준

4) 규제기준의 강화

① 폐수배출허용기준의 강화

폐수배출허용기준의 단계별 강화를 위하여 표 15.17에서 보는 것과 같이 BOD, COD, SS에 대한 배출허용기준을 1996년 1월 1일부터 최고 40%까지 강화하였으며, 표 15.18에서와 같이 폐수배출허용기준 적용지역중 “청정” “가”지역을 확대 상향조정하여 1996년부터 적용하도록 예고하였다. 또한 1991년 페놀오염사고를 계기로 페놀의 배출허용기준을 “가” “나”지역에 대해 5mg/ℓ에서 3mg/ℓ로 강화하여 1993년 1월 1일부터 적용하고 있으며, 음이온계면활성제도 1992년 8월 8일 개정시 추가하여 1996년부터 적용하고 있다.

표 15.17 강화되는 오염물질 배출허용기준

(단위 : mg/ℓ)

폐수배출량 지역 \ 항목	2,000m ³ /일 이상			2,000m ³ /일 미만		
	BOD	COD	S S	BOD	COD	S S
청 정	50→30	50→40	50→30	50→40	50유지	50→40
가	80→60	80→70	80→60	100→80	100→90	100→80
나	100→80	100→90	100→80	150→120	150→130	150→120
특 례	30유지	50→40	70→30	30유지	50→40	70→30

주 : 1996.1.1부터 시행

표 15.18 배출허용기준 적용지역 조정내역

지 역	1995년까지		1996년부터	
	면 적(km ²)	%	면 적(km ²)	%
청 정	28,719	29	42,129	42
가	42,972	43	41,810	42
나	27,571	28	15,323	16

② 종말처리시설의 방류수 수질기준 강화

하수종말처리시설 방류수 수질기준에 COD항목을 1993년에 추가로 설정했고, 1996년부터는 BOD의 경우 30mg/ℓ에서 20mg/ℓ로 강화하고 총인·총질소 항목을 새로이 추가하였다.

나. 권역별 수질보전대책

쾌적한 환경보전 및 사람의 건강을 보호하기 위하여 수질환경기준제정등 목표수질을 설정하고 이에 따른 제도와 행정조치를 취해 왔다. 그러나 그간 시행된 제도는 수계별 특성을 고려하지 못한 행정구역별 환경관리체계로 운영되어 수계별 행정구역간 원활한 수질관리가 이루어지지 않았다.

이에 1992년부터 수질개선사업이 효율적 추진을 위하여 전국을 4개의 대권역과 11개의 중권역으로 구분하여, 각 권역에 대한 오염원을 파악하고 이를 토대로 수질개선 목표달성을 위한 오염물질 삭감계획을 수립하여 추진하고 있다. 이 계획은 두번의 여건변화에 의하여 수정되었는데, 첫번째는 1993년부터 신경제 5개년 계획에 의하여 계획기간과 투자규모가 조정되었으며, 두번째는 1994년도 수질관리개선대책에 의하여 일부사업이 앞당겨 시행되거나 새로운 사업이 추가되어 시행되게 되었다.

표 15.19 권역별 수질보전계획

구 분	당 초 계 획	1차 수정계획	2차 수정계획
계획연도 계획동기	1992('92~'96) 최초의 수질개선 종합사업계획 수립	1993('93~'97) 신경제 5개년 계획	1994('93~'97) 수질관리개선대책
계획목표	수계 중·상류의 수질을 Ⅰ~Ⅱ급수, 하류를 Ⅲ 급수화	수계 중·상류의 수질을 Ⅰ~Ⅱ급수, 하류를 Ⅲ 급수화	수계 중·상류의 수질을 Ⅰ~Ⅱ급수 하류를 Ⅲ 급수화
투자소요 (억원)	49,222	56,191	61,320
사업물량 (신·증설)	567/108	597/83	602/88

전국 주요하천의 중·상류의 수질을 Ⅰ~Ⅱ급수로, 하류의 수질을 Ⅲ급수로 개선하는 것을 목표로 한 권역별 수질보전계획은 전국을 한강, 낙동강, 금강, 영산강의 수계 영향권에 따라 4개 대권역, 11개 중권역으로 구분하여 1993~1997년까지 총 6조 1,320억원을 투자하여 하수종말처리시설등 환경기초시설 602개소를 신설하고 88개소를 증설할 계획이다.

다. 특별대책지역관리

1) 팔당·대청호 특별대책지역에 대한 지속적 관리

수도권 및 중부권 2,000여만 주민의 식수 공급원인 팔당·대청호는 광역상수원으로 뿐

만 아니라 사회전체적인 공익차원에서 그 중요성이 매우 커지고 있어 수질보전을 위한 조치로 1990년 7월 경기 3시, 4군, 43개 읍·면과 대전 동구 및 충북 3군, 11개 읍·면을 상수원 수질보전 특별대책지역으로 지정하여 동 지역내 오염원에 대한 각종 규제조치를 시행하고 있다.

그러나 이러한 규제에도 불구하고 규제규모 미만의 시설수가 늘어나면서 전체오염원은 점점 증가추세에 있어 이에 대한 조치로서 지역주민의 생활에 불편이 없는 범위내에서 외지인의 유입이 우려되는 숙박, 음식점 및 공장에 대한 규제강화를 내용으로 하는 개선 대책을 마련하여 관계부처 및 시·도와 협의중에 있다.

이와함께 수질개선과 지역주민의 행위제한을 최소화하기 위하여 환경기초시설 확충을 지속적으로 추진하는 한편, 지역주민 및 자치단체에 대한 지원체제를 강화하기 위한 대책으로 1996년중 연구용역을 실시하여 수질보전과 지역개발을 조화시킬 수 있는 관리방안 및 실질적인 주민지원 방안을 수립할 예정이다.

주요내용으로는 첫째, 환경기초시설운영비 부담기준을 개선하여 용수사용량에 따라 수혜지역 자치단체에서 부담토록하는 방안, 둘째, 상·하류 자치단체간 유역관리협의를 구성, 행정구역단위별로 하천유입시의 수질, 수량이 보전된 상태에서 하류의 타 행정구역으로 배출되는 범위내에서 지역개발을 협의하는 방안, 셋째, 목표수질(I 급수) 범위내에서 완벽한 오·폐수처리 가능지역에 대한 규제 일부완화, 넷째, 환경보전형 유기영농 활성화를 위하여 보조금을 지급하는 방안과 농림수산부, 수혜지역 자치단체 및 농협 등과 연계하여 생산품 판매망을 구축하는 방안과 함께 필요시 특별입법 추진도 검토하고 있다.

표 15.20 팔당·대청 특별대책지역 지정 현황

구 분	계	팔 당 호	대 청 호
계	3시7군54읍·면 1구(2,831km ²)	경기 3시 4군, 43읍·면(2,102km ²)	충북3군·11읍·면· 대전1구(729km ²)
I 권역	1,659km ²	1,223km ²	436km ²
II 권역	1,172km ²	879km ²	293km ²

2) 배출시설 허가제한지역 지정관리

공장등 배출시설로부터 배출되는 오염물질로 인하여 환경기준의 유지가 곤란할 경우에는 배출시설의 허가제한 지역을 지정할 수 있는 데, 상수원의 수질기준을 유지하기 위하여 팔당호 및 대청호 특별대책지역과 부산권을 물금·매리 상수원 주변지역을 배출시설 허가제한지역으로 지정하였다.

지정면적은 팔당권 2,102km², 대청권 729km², 부산권 571km²로 특정수질유해물질 배출시설의 입지가 금지하고 있다.

표 15.21 배출시설 설치허가 제한지역 지정현황

구 분	계	팔 당 권	대 청 권	부 산 권
대상지역	3시 11군 64읍·면 1구	경기 3시 4군 43읍·면	충북 3군 11읍·면 대전 1구	경남 4군 10읍·면
구역면적 (km ²)	3,402	2,102	729	571

15.6 향후 수질보전사업의 전망

15.6.1 수질보전사업의 개선방향

수질보전정책의 기본방향으로서는 상수원수질개선 촉진을 위한 제도정비, 오염발생원별 처리체계의 구축, 산업폐수의 총량삭감제도 기반구축 및 전국적 지하수관리를 위한 체계 정비 등을 들 수 있으며, 이를 위해 다음과 같은 역점과제를 추진해 나갈 필요가 있다.

첫째, 상수원수질개선 촉진을 위한 제도적 기틀을 마련할 계획이다. 이를 위해 “상수원수질개선특별조치법”의 제정을 추진하고 있으며, 동법의 주요내용은 다음과 같다. 우선 수질개선 및 주민지원사업에 소요되는 재원의 확보를 위해 수도사업자의 출연금, 국고, 지방비 등의 재원으로 지방자치단체에 “수질개선특별회계”를 설치·운영하고, 수계 구간별로 목표수질을 정하여 이를 달성하기 위해 집수구역별로 오염부하량을 산정하여 관리하며, 환경기초시설의 설치를 원활히 추진하기 위해 도시수용제도와 도시계획법, 도로법, 농지법, 산림법등 각종 법규에 대한 인허가 절차를 생략하는 의제제도를 도입하며, 현재 수도법상 상수원보호구역에서만 실시하던 주민지원사업을 특별대책지역등 모든 상수원보호지역까지 확대하게 된다.

따라서 동법이 제정·시행될 경우 투자재원의 부족, 님비현상 등에 따른 환경기초시설 설치 부진, 공사기간의 장기간 소요등 그간 수질개선 지연원인을 해결할 수 있는 제도적 기반을 마련하게 되는등 상수원의 수질개선촉진을 기할 수 있게 될 것이다.

둘째, 발생원별 처리체계를 강화하고 이를 위한 기반을 구축해 나갈 계획이다. 즉 하·폐수의 처리를 종말처리와 발생원처리 개념으로 양분하여, 종말처리지역내 모든 환경기초시설 운영관리체계를 하수처리장 처리체계로 일원화하고, 종말처리의 지역은 합병정화조 설치제도를 도입, 농어촌지역 생활하수 및 축산폐수의 고도처리를 도모할 계획이다. 합병정화조는 수세식변소 배출수와 일반 생활잡배수를 함께 처리하여 생물화학적 산소요구량 기준 20mg/l 이하로 고도처리하는 시설로서 수질보전특별대책지역등 특정지역은 1999년부터, 그외 지역은 2002년부터 설치가 의무화된다.

이와함께 폐수종말처리장의 방류수 수질기준을 현행 30mg/l 에서 하수종말처리장 방류수 수질기준인 20mg/l 로 강화하고 농공단지에서 발생하는 폐수의 종말처리율을 제고하기 위해 처리장을 확충해 나갈 계획이며, 농어촌지역의 미처리 생활하수 및 소규모 축산폐

수의 종말처리를 위해 마을하수도 설치제도를 도입할 계획이다. 장기적으로는 관련 법령의 개정 등을 통해 모든 하·폐수의 종말처리를 하수종말처리장으로 일원화하는 방안을 추진해 나가도록 할 것이다.

〈오·폐수 처리체계의 장기적 개선방향〉

구 분	현 행	개 선
○ 종말처리	<ul style="list-style-type: none"> · 하수종말처리장 · 폐수종말처리장 · 분뇨처리장 · 축산폐수처리장 · 오수정화시설 · 정 화 조 	<ul style="list-style-type: none"> · 하수종말처리장 · 합 병 정 화 조
○ 처리수질	20~200mg/ℓ	20mg/ℓ

셋째, 수질관리 선진화를 위한 제도를 정비할 계획이다. OECD 가입등 각종 환경질 및 기준의 선진화 추세에 대비하기 위해 수질환경기준 및 배출허용기준을 강화하고, 수계별 수질예측모델을 개발·운영하며 산업폐수 배출부과금 부과대상을 확대해 나갈 계획이다. 즉 현행 14개 항목에 불과한 수질환경기준 항목을 선진국수준으로 강화하기 위해 신규 항목을 정하여 정기수질측정 항목에 포함하여 운영할 계획이다.

또한 수계별로 오염원 발생량 및 삭감량에 따른 수질변화를 파악할 수 있는 수질예측 모델을 개발하여 오염원 및 수질관리의 과학화를 기해나갈 계획이다. 즉 수계별로 인구, 산업등 점오염원과 농경지, 산지등 비점오염원에서 발생하는 부하량을 산정하고 하천의 오염물질 유달율을 적용하여 수질을 예측할 수 있는 모델을 개발·운영할 계획이다.

넷째, 정체성수역인 호소수질관리체계 구축을 위한 제도적 기반을 정비해 나갈 계획이다. 부영양화, 녹조발생등 정체성수역의 오염특성에 적합한 수질관리를 하기 위해서 국가호소수질보전기본 계획을 수립하는등 호소수질관리 체계를 정비해 나갈 계획이다. 즉 호소의 생성원인, 이용목적별로 관리수질목표를 설정하여 2007년까지의 10개년 장기 호소수질보전계획을 수립할 계획이다.

이와함께 상수원으로 사용하는 호소등에서의 낚시행위를 규제하며, 조류발생 개체수를 기준으로 하는 녹조경보제를 실시하며, 가두리양식장에 대한 규제도 강화해 나갈 것이다. 이를 위해 1997년중 호소수질관리법의 제정을 완료하여 국내 호소관리를 위한 제도적 틀을 마련해 나갈 계획이다.

다섯째, 지하수의 체계적 보전 및 관리를 위해 전국적인 지하수관리체계를 구축할 것이다. 우선 지하수의 수질보전을 위해 지하수 수질측정망의 운영관리를 강화해 나갈 계획이다. 즉 현재 오염우심지역별로 전국에 780개 지점으로 구성되어 있는 지하수 수질측정망의 수를 토지용도별로 300개 지점을 추가할 계획이며, 지하수의 수량 및 수질통합측정망을

2001년까지 단계적으로 구축해 나갈 계획이다. 또한 지하수에 대한 수량, 수질, 폐공, 이용공동 전국차원의 지하수종합정보전산망을 구축하여 효율적이고 체계적인 지하수관리체계를 구축할 계획이다.

이와함께 무분별한 지하수 개발 및 폐공방치 등에 따른 지하수의 오염방지를 위해 일정규모이상의 지하수를 개발할 경우 허가를 받도록 하고, 지하수개발 주변지역에 대한 영향조사를 의무화하며, 폐공예치금 제도의 도입 및 원상복구의 의무화등 지하수법 관련규정을 대폭 개정하였다. 또한 현재 정확한 숫자조차 파악되지 못하고 있는 폐공에 대한 관리를 위해 주민신고기간을 설정하는 등 폐공 전수조사를 실시중에 있다.

여섯째, 산업폐수 오염부하량 저감을 위한 제도를 강화해 나갈 것이다. 산업구조 변화와 규모확대에 능동적으로 대처하기 위해 신규 유해물질에 대한 규제강화, 오염부하량 저감을 위한 배출부과금 부과대상 확대, 폐수 재이용 촉진 및 오염원 관리 리얼타임제 도입등을 실시할 계획이다. 우선 반도체등 첨단 산업규모 확대에 따라 유기용제 사용증가등 신규 유해물질의 사용증가에 따라 현재 배출량(1~5종)규모 중심의 폐수배출시설 관리기준을 유해성 및 오염물질 부하량 기준으로 전환할 계획이다.

또한 공공수역에 배출되는 오염부하량의 저감을 위해 배출 허용기준이 설정된 29가지 오염물질중 부과금을 부과하지 않고 있는 물질인 총질소, 총인등 11개 물질에 대해 배출부과금을 부과하며, 계절별 하천수량 변화에 따라 갈수기에는 높게, 풍수기에는 낮게 부과하는 계절별 부과계수를 신설해 나갈 계획이다.

한편 기업의 폐수 재이용등 처리기술 개발유인정책 활성화를 위해 기업의 오염부하량 삭감정도에 상응하여 배출부과금의 감면, 행정처분의 완화등 인센티브제를 도입하고, 폐수삭감기술의 상호교환 및 확산을 위해 산업폐수 처리기술 데이터베이스를 구축할 계획이다.

이와함께 폐수배출업소, 유해물질취급업소 및 환경기초시설 등 수질오염원관리를 위해 중앙과 시·도 및 지방청간 온라인 전산망을 구축하여 오염원의 실시간 관리를 해나갈 계획이다.

일곱째, 부영양화의 원인물질인 축산폐수의 자가처리체계 기반을 강화할 것이다. 하천·호소 등의 부영양화 물질인 축산폐수의 자가처리를 위해 규제대상의 확대, 비규제 축산폐수의 공공처리체계 정비등 축산폐수의 처리체계를 강화해 나갈 계획이다. 우선 신고대상 축산농가의 규제범위를 확대하고 방류수 수질기준을 강화할 것이다. 또한 규제미만 축산농가중 간이축산폐수 정화조 설치대상 규모도 확대할 계획이다.

〈 신고대상 축산농가의 규제범위 확대 및 방류수기준 강화 〉

	현	행	개	선
○ 규제규모 소	30두이상	→	15두이상	
	180두이상	→	60두이상	
○ 수질기준(BOD, mg/ℓ)	350~500	→	150~350	

〈 규제미만 축산농가 간이축산폐수정화조 설치대상 규모 확대 〉

	현	행	개	선
○규제규모 소	10두이상	→	5두이상	
돼 지	50두이상	→	20두이상	
○미처리 축산폐수발생량 (천m ³ /일)	108(62%)	→	30(17%)	

여덟째, 수질환경사고에 대한 대응능력 향상을 위해 노력해 나갈 것이다. 수질오염 사고의 위험성과 돌발성에 대비하여 대규모 공단, 간척조성호수, 쓰레기매립지, 상수원상류 배출업소 밀집지역등 수질환경사고 우려지역을 선정, 이들 지역에 대하여는 대기, 수질, 폐기물, 유해화학물질등 분야별 관리실시등 특별관리를 실시할 계획이다.

또한 수질오염사고시 방제능력 제고를 위해 사고발생부터 수습까지 실제와 유사한 가상시나리오를 마련하여 시·도별로 반기 1회이상씩 방제훈련을 실시토록 하며, 오염사고 방지를 위한 환경공익근무요원 300여명을 증원배치하는 등 수질오염사고 대비태세를 강화해 나갈 계획이다

15.6.2 21세기를 대비한 수질보전사업

21세기를 대비하여 향후 15년 내다본 수자원의 확보와 수질오염을 근본적으로 방지할 수 있는 수질개선사업의 필요성에 따라 정부에서는 물관리종합대책을 마련하였으며, 이계획의 수립에는 수자원학회 회원을 포함한 관련 전문가들이 직·간접적으로 참여하였다.

이계획의 내용을 보면 계획기간은 1996년부터 2011년까지이고 총투자비는 90조 6,005억원을 투입하는 것으로 되어 있다. 이 가운데 수질개선을 위한 환경기초시설에는 1996년부터 2005년까지 26조 9,398억원을 투자토록 되어 있다.

표 15.22 연차별 투자계획

(단위 : 억원)

구	분	계	'96	'97	'98	'99	'00~'05
계		269,398	18,394	22,480	23,607	24,695	180,222
○	축산폐수처리장	5,500	436	356	391	457	3,860
○	분뇨처리장	6,131	719	348	390	457	4,217
○	공단폐수처리장	6,855	701	543	570	603	4,438
○	하수처리장	145,145	10,871	12,321	12,817	13,363	95,673
○	하수관거	96,043	4,894	7,907	8,433	8,810	65,999
○	농어촌하수(오수)시설	9,724	673	1,005	1,006	1,005	6,035
-	면단위 소규모 하수처리장	2,122	196	214	214	214	1,284
-	마을단위 하수처리장	4,550	413	459	460	459	2,659
-	마을 공동오수처리장	3,052	64	332	332	332	1,992

주요과제로서는 수량과 수질을 구분하여 총 10개 과제로 분류하여 추진토록 되어 있으며, 수자원 확보와 공급대책으로서는 다음과 같은 6개 과제가 선정되었다.

- ① 다목적댐 건설등 댐 건설 중장기계획 마련
- ② 광역 및 지방상수도 시설 확충
- ③ 지하수개발과 수질관리 철저
- ④ 선진기술개발과 수계연결방안 연구
- ⑤ 상하수도 요금체계 개선 등 물자원 낭비를 방지하기 위한 대책 수립
- ⑥ 홍수통제기능과 댐 방류체계의 과학화

또 수질개선대책으로서 다음의 4개 과제가 선정되었다.

- ① 하수 및 오·폐수 처리시설의 대폭 확충
- ② 배출원 방류수 수질관리의 강화
- ③ 상수원 보호시책 강화
- ④ 수계별 수량·수질조사 정보화 추진

수질개선대책과제 4개의 내용을 요약하면 다음과 같다.

- ① 하수 및 오·폐수처리시설의 대폭 확충
 - 도시지역의 하수처리장 및 하수관로 확충
 - 2005년까지 하수처리장 244개소와 하수관로 43,786km를 신설 및 정비
 - 축산폐수처리장 설치
 - 중·대규모 축산농가는 개별정화시설을 확보토록 농특예산지원 확대
 - 소규모 축산농가는 정부예산으로 공동처리장 설치
 - 전체 축산폐수처리율을 39% → 74%로 제고
 - 분뇨처리장 완비 및 기존 노후시설 개보수
 - 기존처리장 1997년까지 완비
 - 2005년까지 5,400억 투자하여 기존노후시설 개보수
 - 공단폐수 종말처리장 확충
 - 2005년까지 68개소 확충(처리율 69% → 90% 제고)
- ② 배출원 방류수 수질관리의 강화
 - 수질환경보전기준을 2005년까지 선진국수준으로 강화
 - 개별 오·폐수처리시설에 대한 규제 강화
 - 공단폐수처리장의 수질기준 강화(BOD 30mg/l → 20mg/l)
 - 상수원영향을 주는 지역부터 방류수 수질기준 강화등
- ③ 상수원보호시책 강화
 - 하수처리시설 대폭 확충 및 의식개혁차원의 환경운동과 병행하여 범정부차원의 환경사범대책위원회 구성·운영

- 상수원보호로 인한 규제가 강화되는 지역주민의 편의를 위해
 - o 『상수원수질개선특별법』을 제정하여 해당지역 주민에 대한 지원 체계화
- 환경농업실천농가에 대한 지원 확대(1995~2004 : 3,500억원)
- ④ 수계별 수량·수질조사 정보화 추진
 - 측정대상·지정, 항목을 확대하여 수량·수질에 대한 기초조사부터 체계화
 - 기초조사자료의 정보진산화 확대, 부처간 정보의 공동활용을 통한 수량과 수질을 연계한 관리기능 제고

정부의 물관리 종합대책 가운데 포함되어 있는 전술의 4개의 과제는 모두가 하천유역에서 배출되는 오염물질을 하천의 수환경용량을 초과하지 않도록 관리하고자 하는 것으로 볼 수 있다.

하천의 수질관리의 기준이 되는 수질환경기준치는 하천 저수유량에 대한 것으로서, 우리나라하천과 같이 하상계수가 커서 갈수량이나 저수량의 관리가 어려운 경우에는 하천에 유입되는 오염물질의 총량규제가 매우 어렵다. 따라서 보다 계획적인 오염물질관리가 요구되고, 사회·경제적인 요구에 충족할 수 있도록 하기 위하여는 하천유역 개념의 저수관리가 선행되어야 할 것으로 본다. 여기에 유역내의 오염물질 발생총량과 하천의 수리·수문 특성을 종합적으로 검토된 유역별 하수도 종합계획을 조속히 수립하여 물관리종합대책을 추진하는 것이 사업의 효율성 제고에 부합될 것으로 생각한다.