

# 우리나라 수질관리와 개선방안 현황

연세대학교 보건환경대학원

환경공학전공

김 상 한

# 우리나라 수질관리와 개선방안 현황

지도교수 정 형 근 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함




2006년 12월 일

연세대학교 보건환경대학원

환경공학전공

김 상 한

김상한의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 정 형 근   
심사위원 차 기 철   
심사위원 김 성 헌 

연세대학교 보건환경대학원

2006년 12월 일

## 감 사 의 글

무더운 여름날 전투복을 입고 신입생 면접을 본지가 엇그제 같은데 벌써 시간이 흘러 어느덧 대학원 생활의 마침표를 찍게 되었습니다. 바쁜 부대업무로 인해 중간 중간 휴학을 할 수 밖에 없어서 동기들하고 떨어져 2년이 늦은 시점에서야 논문을 작성할 수가 있었습니다. 그럼에도 불구하고 아무것도 모르는 저를 하나하나 꼼꼼히 체크해주시고 방향을 제시해 주시어 논문이 완성 될 때까지 지도편달을 해주신 정형근 교수님께 진심으로 감사드립니다. 또한 바쁘신 와중에도 세심한 심사를 해주신 김성현 교수님, 차기철 교수님께도 진심 어린 감사의 말씀을 드립니다.

특히 바쁜 군생활에도 불구하고 학업을 전념할 수 있도록 적극적으로 도와주신 이종석님, 변기종님, 이충일님, 김용규님과 저를 대학원의 길로 이끌어주신 정용권님, 그리고 드러내지 않아도 꾸준히 저를 응원해주고 밀어주신 여러분들께 이 자리를 빌어 감사드립니다.

힘들고 방황 할 때마다 조언과 충고를 아끼지 않았던 친구들 도현아, 성균아 고맙다. 그리고 효석이와 3명의 현수에게도 항상 고맙다는 말을 하고 싶다.

언제나 삼촌의 귀염둥이인 너무나도 예쁜 세빈이 유진이와, 매형과 누나!! 감사합니다. 마지막으로 서른이 넘도록 한결같은 마음으로 늘 곁에서 기도해주고, 응원해 주시며 부족한 아들을 위해 평생을 헌신하신 존경하는 부모님께 이 논문을 바칩니다.

제가 아는, 저를 성원해 주신 모든 분들의 앞날에 항상 건강과 행복이 충만하기를 기원하며, 이제 새로운 모습으로 새로이 성장하는 사람이 되겠습니다.

2006. 12. 金相漢

# 차 례

List of Tables	iv
List of Figures	v
국문 요약	vi
제 1장 서론	1
제 2장 이론적 고찰	3
2.1. 수질기준	3
2.1.1 지하수 수질기준	3
2.1.2 먹는물 수질기준	4
2.1.3 수질오염이 미치는 영향	6
2.1.3.1 인체에 미치는 영향	6
2.1.3.2 용수에 미치는 영향	9
2.1.3.3 수중생태계에 미치는 영향	9
2.2. 수질오염	11
2.2.1 수질오염의 역사	11
2.2.2 수질오염의 원인	13
2.2.3 수질오염의 형태	15
2.2.3.1 수질오염의 유형	15
2.2.3.2 수질오염의 형태·범주	16
2.2.4 수질오염 현황	17
2.2.4.1 하천수질현황	17
2.2.4.2 호소 등 수질현황	18

2.2.4.3	지하수	19
2.2.4.4	연안해양	20
2.3.	지하수 오염	22
2.3.1	지하수 부존 특성 및 개발가능량	22
2.3.1.1	우리나라 수자원	22
2.3.1.2	지하수 부존 특성	24
2.3.1.3	지하수 개발 가능량	26
2.3.2	지하수 이용현황	28
2.3.2.1	지하수 이용현황	28
2.3.2.2	지하수 관련법령에 의한 개발·이용현황	34
제 3장	수질관리 현황	35
3.1.	수질관리 체계	35
3.1.1	수질관리의 법적체계	35
3.2.	수질관리 정책	36
3.2.1	수질관리의 행정체계	37
3.2.2	수질환경기준	38
3.2.3	수질규제기준	39
3.3.	지하수관리 기본계획	40
3.3.1	지하수관리 기본계획의 기초	40
3.3.1.1	지하수관리 기본계획의 의의와 성격	40
3.3.1.2	기존 지하수관리 기본계획의 평가	42
3.3.1.3	지하수관리 기본계획 보완의 배경	43
3.3.1.4	지하수관리 기본계획의 목표와 특징	44
3.3.1.5	지하수관리의 기본원칙	45

3.3.1.6 지하수 관리 현황	45
제 4장 수질관리의 개선방향	47
4.1. 우리나라 수질관리의 문제점	47
4.2. 수질관리 대책	50
4.2.1 수질감시체계의 확립	50
4.2.2 상수원의 안정적 확보와 관리의 체계화	51
4.2.3 지하수관리의 체계화	52
4.2.4 오염자 부담원칙의 강화	53
4.2.5 오염된 생태계의 복원	53
제 5장 결    론	55
참고 문헌	58
ABSTRACT	59

## List of Table

Table 1.	지하수 수질기준 . . . . .	3
Table 2.	먹는물 수질기준 현황 . . . . .	4
Table 3.	오염물의 인체에 미치는 영향 . . . . .	7
Table 4.	수질오염의 유형 . . . . .	15
Table 5.	수질오염의 형태·범주 . . . . .	16
Table 6.	지하수 수질오염 초과현황 . . . . .	19
Table 7.	4대 권역의 장래 용수수급 전망 . . . . .	23
Table 8.	유역별 지하수 함양량 및 개발 가능량 . . . . .	27
Table 9.	지하수 개발·이용 현황 . . . . .	28
Table 10.	지역별 지하수 이용량 . . . . .	28
Table 11.	5대강 및 해안 지하수 이용량 . . . . .	30
Table 12.	지역별 지하수 개발·이용 시설 수 . . . . .	30
Table 13.	연도별 담수 지하수 개발·이용현황 . . . . .	31
Table 14.	단위 면적당 연간 지하수 이용량 . . . . .	32
Table 15.	지하수 개발밀도 . . . . .	34
Table 16.	지하수법에 의한 허가·신고 시설현황 . . . . .	34
Table 17.	물관리 정책의 시대적 특징 . . . . .	36
Table 18.	계획의 추진경위 . . . . .	41
Table 19.	지하수 관련 법령 현황 . . . . .	46



## List of Figures

Fig. 1.	4대강 주요지점 수질오염도 . . . . .	17
Fig. 2.	주요연안 수질오염도 추이 . . . . .	20
Fig. 3.	수자원 이용현황 . . . . .	23
Fig. 4.	지역별 지하수 이용현황 . . . . .	29
Fig. 5.	단위면적당 지하수 이용량 . . . . .	33
Fig. 6.	담수관리 조직체계 . . . . .	37
Fig. 7.	지하수관리 기본계획과 다른 관리계획과의 관계 . . . . .	41
Fig. 8.	계획의 목표 . . . . .	44

## 우리나라 수질관리와 개선방안 현황

본 논문은 우리나라의 수질 오염 현황 및 수질관리 방안에 대하여 살펴보았으며, 구체적인 개선 방안을 제시하였다.

우리나라는 1970년대 경제성장을 중요시하여 1980년 이후 경제성장률이 연평균 9.6%인데 비하여 산업폐수는 연 13%씩 증가하였다. 우리나라 연평균 강우량은 1,283mm로 양호하나 강우가 지역적, 계절적으로 편중되며, 경사가 급한 산악지형의 특성으로 유량변동이 매우 커 수자원 관리에 불리한 특성을 지니고 있다. 최근 2000년대에 들어 각종 제도 및 규제, 정책 등으로 인하여 수질의 상태가 전체적으로는 점차 나아지는 추세를 보이고 있기는 하나 수질 오염 진행 속도를 정화 속도가 따라가지 못하고 있는 실정이다.

수질보전을 위해, 현재 우리나라에서는 수질관리기능을 통합하고 있으며, 지하수관리 기본계획 등의 많은 개선 및 관리방안을 도출되고 있다. 특히 수질감시 체계의 확립, 상수원 관리의 체계화, 오염물질 배출 억제 및 오염된 생태계 복원을 위한 노력이 지속되고 있다. 이러한 노력은 매우 긍정적으로 평가할 수 있다.

더 나은 수질보전을 위해서는 산업 폐수 및 생활하수에 대한 더욱 체계적인 정책 방안이 마련되어야 할 것이다. 기업에 대한 수질배출부과금제도의 강화, 배출되는 수질오염물의 효과적인 처리 체계의 정비, 물 사용량의 감소 유도는 정부 차원의 핵심적이고 우선적인 정책 방안이 되어야 할 것으로 판단한다. 또한, 지방자치단체의 수질 관리 및 감독이 매우 중요한 것으로 판단한다.

---

핵심되는 말 : 수질오염, 환경오염, 수자원, 수질관리정책, 지하수

# 제 1 장 서 론

물은 바다, 강, 호수, 하천 등으로 지구표면의 약 71%를 덮고 있으며, 지표 아래인 지층 속에도 지하수가 있으며, 모든 생물체는 물론 우리의 인체도 약 70%의 물로 구성되어 있다. 마시는 물과 섭취하는 음식물 속의 물은 영양분을 각 기관이나 세포 등 몸 속의 구석구석까지 운반해 주고 분해와 생리작용으로 발생하는 노폐물을 몸밖으로 내보내는 일을 할 뿐만 아니라 체온을 일정하게 유지시켜주는 역할까지 하며 생명을 지켜주고 있다. 또한 식생활, 목욕, 청소, 세탁, 화장실 등 생활용수로써 다량 소모하며 우리의 문화수준이 향상될수록 물의 수요량은 많아지고 있으므로 물은 곧 생명의 원천이요, 영원한 자원인 것이다.

오늘날 환경오염은 급속한 경제 성장과 과도한 인구의 집중화로 인하여 자연정화 작용을 초과한 자원의 개발을 야기하게 되었다. 이러한 행위들은 일차적으로 주변환경을 오염시키고 수질, 토양, 대기환경 등을 오염시켜 인류의 생존 자체를 위협하기도 한다.

또한, 자원의 개발이라는 명목으로 자연의 보고인 아프리카 원시림이나 아마존 등의 수림을 대책 없이 마구 훼손하여 생태계의 파괴와 이상기온 현상을 가중시키는 원인의 하나로 인류 전체에 심각한 문제로 등장하게 되었다.

환경문제는 인간의 생존에 직접적인 연관이 있으므로 단지 환경 그 자체를 보전하고 유지하는 것에만 국한되는 것이 아니라 빈번한 사고나 재난에도 큰 영향을 주었다. 과거에 낙동강 폐놀 사건과 두산 전자 군산 TDI 배출사건 등으로 환경오염 문제가 우리의 생존과 직결된다는 사실을 체험한바 있다.

환경오염에서 가장 고질적인 오염이 수질오염이다. 물은 지구상에서 3/4을 차지하고 있지만 여러 가지 조건을 따져볼 때 실제로 사용 가능한 것은 0.2%정도라고 한다. 그나마도 오염물질 유입 등으로 오염도가 심각해져 세계적으로 많은 관심의 대상이 되고 있다. 수질은 한번 오염되면 회복시키기는 많은 비용과 장기간이 소요되고 때로는 회복이 불가능하게까지 되는 경우를 볼 수 있다. 하지만 그것이 정부의 예산과 인력으로만 해결할 수 있는 문제는 아니다. 생화폐수 등 많은 부분을

차지하는 것들은 모두 관리하고 지도, 단속할 수는 없기 때문이다.

우리나라는 최근 정부가 수립한 수자원 장기 종합계획과 UN에서 지정한 '물 부족' 국가이다. 전문가들은 인구증가에 따른 물 사용량의 급증과 물 자원의 지역적 편재에 따라 앞으로 20년 후에는 상당수 국가들이 물 부족사태에 직면할 것이라고 예상하고 있다. 이로 인해 대체 수자원의 하나로 지하수가 중요하게 인식되어 졌다.

현재 우리나라의 수질환경기준은 하천, 호소 및 지하수로 나누어 기준을 정하고 있다. 하천·호소의 경우 공통적으로 적용되는 건강항목(9개항목)과 하천(5개항목)·호소(7개항목)에 달리 적용되는 생활환경항목으로 구분하며, 생활환경항목은 수질상태에 따라 5등급으로 구분하고 있다. 수질환경기준은 다시 수역별로 용수이용상황 및 수질상태등을 고려하여 적용등급을 정하고 있다.

우리나라의 수질오염 현황은 1997년 이후에 전반적으로 수질이 개선되고 있기는 하나 일부 주요하천에 국한되어 있으며, 수질규제기준 자체가 외국의 기준보다 전반적으로 완화되어 있고 용수 공급량증가에 치우친 다소 무차별적인 개발·계획으로 인하여 오히려 자원의 훼손과 더 큰 자연재해를 증가 시켰다는 비판도 있다. 또한 정책적으로 경제개발을 위해 환경오염을 등한시하여 수질개선보다 환경오염 억제수준에서 머물렀던 것도 사실이다.

앞으로는 한정된 수자원 범주내에서 용수사용량의 증가폭을 고려한다면 적극적인 수질개선과 함께 장래 물부족에 대비한 대체수원으로서 지하수의 개발을 더욱 안정적으로 확보할 필요가 있다.

본 논문에서는 수질(지하수) 관리 개선을 위해 현재의 각 주요 강 및 지하수 오염현황에 대해 인식하고, 수질관리 정책에 대한 분석을 통하여 차후 우리가 나아가야 할 바를 정립해 보고자 한다.

## 제 2 장 이론적 고찰

### 2. 1. 수질기준

#### 2. 1. 1. 지하수 수질기준

Table 1에 지하수의 용도(이용목적)에 따른 수질기준을 나타내었다.

Table 1. 지하수 수질기준 (단위 : mg/ℓ)

이 용 목 적 별		생활용수	농업·어업용수	공업용수
일 반 오염물질 (5개)	수소이온농도(pH)	5.8~8.5	6.0~8.5	5.0~9.0
	대장균 군수	5,000 이하 (MPN/100ml)	-	-
	질산성질소	20 이하	20 이하	40 이하
	염소이온	250 이하	250 이하	500 이하
	일반세균	1ml중 100CFU이하	-	-
특 정 유해물질 (15개)	카드뮴	0.01 이하	0.01 이하	0.02 이하
	비소	0.05 이하	0.05 이하	0.1 이하
	시안	불검출	불검출	
	수은	불검출	불검출	불검출
	유기인	불검출	불검출	불검출
	페놀	0.005 이하	0.005 이하	0.01 이하
	납	0.1 이하	0.1 이하	0.2 이하
	6가크롬	0.05 이하	0.05 이하	0.1 이하
	트리클로로에틸렌	0.03 이하	0.03 이하	0.06 이하
	테트라클로로에틸렌	0.01 이하	0.01 이하	0.02 이하
	1.1.1-트리클로로에탄	0.15 이하	0.3 이하	0.5 이하
	벤젠	0.015 이하	-	-
	톨루엔	1 이하	-	-
	에틸벤젠	0.45 이하	-	-
	크실렌	0.75 이하	-	-

먹는물 관리법, 농업·농촌기본법시행령, 수질환경보전법

생활용수는 가정용 및 가정용에 준하는 목적으로 이용되는 경우로서 음용수·농업용수·어업용수·공업용수 이외의 모든 용수를 포함한다. 농업·어업용수는 농업·농촌기본법시행령 제2조의 규정에 의한 농업 및 농어촌 발전특별조치법 시행령 제2조 제3호의 규정에 의한 어업의 목적으로 이용되는 경우를 말한다. 공업용수는 수질환경보전법 제2조제5호의 규정에 의한 폐수배출시설을 설치한 사업장에서 사업활동 목적으로 이용되는 경우를 말한다. 어업용수 및 지하수의 이용목적상 염소이온의 농도가 인체에 해가 되지 아니하는 것으로 환경부장관이 인정하는 용도로 지하수를 이용하는 경우 염소이온의 기준을 적용하지 아니한다. 농업용수·어업용수·공업용수일지라도 생활용수의 목적으로도 함께 이용되는 경우에는 생활용수의 수질기준을 적용한다.

## 2. 1. 2. 먹는물 수질기준

먹는 물 수질기준은 수돗물, 먹는 샘물 및 먹는 물 공동시설로 나누어져 있다. 그중 먹는 물 공동시설의 경우 종전 46개 항목에서 48개 항목으로 증가하였고 항목에 대한 기준도 강화되고 있다(Table 2). 1995년 10월말에 개정하여 시행해 왔으며 2002년 6월말에 신설 4개, 강화 1개, 삭제 2개 항목을 부분개정 하였다.

Table 2. 먹는물 수질 기준 현황(환경부, 2002)

구분	수 질 항 목	종 전	개 정	비 고
미생물	일반세균(Total Colony Counts)	100CFU/ml	100CFU/ml	
	총대장균군(Total Coliforms)	ND/100ml	ND/100ml	
	분원성대장균군(Fecal Coliforms)	-	ND/100ml	신설
	대장균(Escherichia Coli)	-	ND/100ml	신설
	여시니아	ND/2ℓ	ND/2ℓ	
유해영양 무기물질	납(Pb; Lead)	0.05mg/L	0.05mg/L	
	불소(F; Fluoride)	1.5mg/L	1.5mg/L	
	비소(As; Arsenic)	0.05mg/L	0.05mg/L	
	세레늄(Se; Selenium)	0.01mg/L	0.01mg/L	
	수은(Hg; Mercury)	0.001mg/L	0.001mg/L	
	시안(Cn; Cyanide)	0.01mg/L	0.01mg/L	
	6가크롬(Cr <sup>+6</sup> ; Hexachromium)	0.05mg/L	0.05mg/L	

구분	수 질 항 목	종 전	개 정	비 고
유해영양무기질	암모니아성 질소(NH <sub>3</sub> -N; Ammonium Nitrogen)	0.5mg/L	0.5mg/L	
	질산성 질소(NO <sub>3</sub> -N; Nitrate Nitrogen)	10mg/L	10mg/L	
	카드뮴(CD; Cadmium)	0.01mg/L	0.01mg/L	강화
	보론(붕소, B; Boron)	-	0.3mg/L	신설
유해영양유기물질	페놀( Phenol)	0.005mg/L	0.005mg/L	
	1,1,1-트리클로로 에탄(1,1,1-Trichloroethane)	0.1mg/L	0.1mg/L	
	테트라클로로에틸렌(PCE; Tetrachloroethylene)	0.01mg/L	0.01mg/L	
	트리클로로에틸렌(TCE; Trichloroethylene)	0.03mg/L	0.03mg/L	
	디클로로 메탄(Dichloromethane)	0.02mg/L	0.02mg/L	
	벤젠(Benzene)	0.01mg/L	0.01mg/L	
	톨루엔(Toluene)	0.7mg/L	0.7mg/L	
	에틸벤젠(Ethylbenzene)	0.3mg/L	0.3mg/L	
	크실렌(Xylene)	0.5mg/L	0.5mg/L	
	1,1 디클로로 에틸렌(1,1 Dichloroethylene)	0.03mg/L	0.03mg/L	
	사염화탄소(Tetrachlorocarbon)	0.002mg/L	0.002mg/L	
	총트리할로메탄(THMs; Trihalomethanes)	0.1mg/L	-	삭제
	다이아지논(Diazinon)	0.02mg/L	0.02mg/L	
	파라티온(Parathion)	0.06mg/L	0.06mg/L	
	말라티온(Malathion)	0.25mg/L	-	삭제
	페니트로티온(Fenitrothion)	0.04mg/L	0.04mg/L	
카바릴(Carbaryl)	0.07mg/L	0.07mg/L		
1,2-디브로모-3클로로프로판(1,2-Dibromo-3-Chloropropan)	-	0.003mg/L	신설	
심미적영양물질	경도(Hardness)	300mg/L	300mg/L	
	과망간산칼륨 소비량(Consumption of KMnO <sub>4</sub> )	10mg/L	10mg/L	
	냄새(소독외의 냄새)(Odor)	ND	ND	
	맛(소독외의 맛)(Taste)	ND	ND	
	동(Cu; Cooper)	1mg/L	1mg/L	
	색도(Color)	5도	5도	
	세제(ABS; Alkyl Benzene Sulfate)	0.5mg/L	0.5mg/L	
	수소이온농도(pH)	5.8~8.5	5.8~8.5	
	아연(Zn; Zinc)	1mg/L	1mg/L	
	염소이온(Cl <sup>-</sup> ; Chloride)	250mg/L	250mg/L	
	증발잔류물(Total Solids)	500mg/L	500mg/L	
	철(Fe; Iron)	0.3mg/L	0.3mg/L	
	망간(Mn; Manganese)	0.3mg/L	0.3mg/L	
	탁도(Turbidity)	1NTU	1NTU	
	황산이온(SO <sub>4</sub> <sup>+</sup> ; Sulfate)	200mg/L	200mg/L	
	알루미늄(Al; Aluminium)	0.2mg/L	0.2mg/L	

### 2. 1. 3. 수질오염이 미치는 영향

사람의 먹는 물에 대한 욕구와 수질에 대한 관심도가 높아지면서 먹는 물 수질 현황에 대한 관심을 갖기 시작했으며 좋은 물이 나오는 곳은 먼 거리라도 찾아가서 먹는 노력을 보이고 있다. 먹는 물 수질 기준은 사람 신체에 악영향을 줄 수 있는 유기물 및 중금속 등으로 규제하고 있다.

#### 2. 1. 3. 1. 인체에 미치는 영향

생물은 먹이 사슬에 의하여 체내에 들어 있던 유독 물질이 다른 생물로 이전되어 축적되는데, 이를 생물 축적이라고 한다. 독성 물질이 생물에 미치는 영향은 여러 가지 조건에 따라 다르지만 어떤 경로를 통하여 체내에 들어오면 어느 정도는 배출되어 균형이 유지된다. 그러나 계속 섭취하는 경우에는 섭취와 배설의 균형이 깨져 주요 장기를 중심으로 발병하게 되어 심지어는 죽기까지 한다. 이렇게 볼 때 마시는 물도 중요하지만 음식에 더 많은 관심을 가져야겠다. 민물이나 연안에서 잡히는 물고기나 조개 등을 먹을 때에는 세심한 주의가 요청된다. 물을 마심으로 사람의 몸에 오염 물질이 축적되는 양보다 오염된 물고기 등을 섭취함으로써 사람의 몸으로 이동되어 축적되는 양이 훨씬 크기 때문이다.

수질오염이 인체에 미치는 영향은 직·간접적인 것과 급성·만성적인 것이 있다. 직접적인 것은 유해화학물질과 중금속 및 병원성 미생물 등으로 오염된 물을 음용 함으로써 급, 만성 중독, 수인성 질병 및 기생충 감염 등의 영향을 받는 경우이고, 간접적인 것은 수중의 오염물이 어패류나 농작물에 흡수되어 그 오염된 동식물을 인간이 섭취해서 생기는 것이다. 급성피해로는 수인성 질병(Waterbone Disease - 장티푸스, 콜레라, 소아마비, 전염성 간염 등)과 기생충 질환이 있으며 만성피해로는 미나마타병, 이따이 이따이 병, DDT 중독, Dioxin 중독, PCB 중독 등이 있다. Table 3 에서는 먹는 물 수질 항목에 따른 인체에 미치는 영향을 나타내었다.



Table 3. 오염물의 인체에 미치는 영향

구분	수질 항목	주요 오염원	인체에 미치는 영향
미생물	일반세균, 대장균 등	사람, 동물의 배설물 등	세균, 병원성 미생물의 존재가능성 지표
유해 무기 물질	납	안료, 도료 등의 폐수 및 납관	만성중독(정신착란, 심근마비)급성
	불 소	천연지질 및 방부제 등	만성중독(신장기능저하)
	비 소	천연지질 및 광산제련공업, 비소계살충제, 안료 및 도료	만성중독(수족지각장애, 빈혈, 모발위축) 급성중독(구토 및 설사)
	셀 레 늬	전기부품(광전지), 정유기제조	위장장애, 피부황달성, 치아장애, 혈운증
	수 은	폐건전지, 도료공장, 수은정제	만성중독(언어장애, 지각장애, 신경쇠약, 생식선자극, 돌연변이) 급성중독(위장병, 구내염, 신장장애)
	시 안	도금, 코크스, 정유공장	세포호흡 저해, 질식성경련, 의식장애
	6 가크롬	염색, 피혁제조, 석유화학, 도금공장	만성중독(피부궤양, 폐염) 급성중독(미각장애, 위장염)
	암모니아성 질 소	가정하수, 산업폐수, 동물배설물, 비료 등	인체에 별다른 피해 없으나, 분노등의 배출수 의심
	질산성질소	가정하수, 산업폐수, 동물배설물, 비료 등	유아에게 청색증 유발
	카 드 뮴	광산, 광제련 공정중 가용성염의 용출, 도금공장	만성중독(내분비, 칼슘대사, 신장, 위장장애, 골연화증) 이따이이따이병
유해 유기 물질 ~ 휘발성 ~	폐 늘	석탄, 석유정제, 폐늘계합성수지	맹독성 물질, 만성중독(중추신경계 마비)
	1,1,1-트리클로로 에탄	전기장비 및 가구의 세척용매, 내약제와 광택제	눈점막자극, 고농도에서 마취
	테트라클로로 에틸 렌	드라이크리닝용매, 금속탈지공업, 염소화생산공장	중추신경억제, 불쾌감, 마취, 의식불명, 반사신경저하, 간종양
	트리클로로 에틸 렌	드라이크리닝용매, 식품추출용매, 흡입마취제	중추신경억제, 두통, 간장애, 관절이상, 간종양유발
	디클로로 메 탄	화학공장과플라스틱, 페인트 경화제 합성의 중간물질	급성중독(사지 지각이상, 혼수, 마취상태) 만성중독(신경계와 점막자극)
	벤젠	화학공장과플라스틱, 페인트 경화제 합성의 중간물질	만성중독(빈혈, 백혈구감소, 면역기능저하)
	톨루엔	화학공장과플라스틱, 페인트 경화제 합성의 중간물질	중추신경계기능저하
	에틸벤젠	화학공장과플라스틱, 페인트 경화제 합성의 중간물질	현기증, 호흡곤란
	크실렌	화학공장과플라스틱, 페인트 경화제 합성의 중간물질	메스꺼움, 구토, 의식불명, 신장 및 간장손상
	1,1-디클로로 에틸렌	메틸클로로폼과 1,1,1-트리클로로에탄 등 유기용매합성	위장, 폐 피부 등에 흡수되어 간, 신장, 폐 등에 축적
사염화탄소	페인트 및 플라스틱 제조, 금속세척의 유기용매	황달, 간의 손상	

구분	수질 항목	주요 오염원	인체에 미치는 영향
유해 유기물질 (농약)	다이아지논	유기인계농약, 살충제, 석유제품축매	맹독성 발암물질, 신경마비, 근육경련
	파라티온	유기인계농약, 살충제, 석유제품축매	맹독성 발암물질, 신경마비, 근육경련
	말라티온	유기인계농약, 살충제, 석유제품축매	맹독성 발암물질, 신경마비, 근육경련
	페니트로티온	유기인계농약, 살충제, 석유제품축매	맹독성 발암물질, 신경마비, 근육경련
	카바릴	제초제(카바메이트)농약	구토, 설사 기관지수축, 경력, 시력감퇴, 호흡곤란
심미적 영향 물질	경도	칼슘, 마그네슘 이온 등의 양이온	세탁, 보일러, 용수장애, 다량존재 시 불쾌한 맛
	과망간산칼륨소비량	폐기된 유기물	유기물 오염지표
	냄새	급수관의 화학적부식, 용수원의 수질변화	심미적 혐오감
	맛	급수관의 화학적부식, 용수원의 수질변화	심미적 혐오감
	구리	구리제력, 도금, 급수용 동관	간장장애
	색도	미생물과 플랑크톤의 번식, 오수의 혼입 등	심미적 나쁜 영향
	세제	합성세제	기름있고, 생선냄새, 거품유발
	수소이온농도(pH)	자연지질과 알칼리폐수, 산폐수	낮은 pH(부식) 높은 pH(쓴맛, 미끈한 느낌)
	아연	천연지질, 광산제력, 급수용 배관	급성중독(구토, 탈수, 육조절불능, 전해질불균형)
	염소이온	세균소독의 위한 염소투입	불쾌한 맛, 부식 유발
	중발잔류물	맛, 경도, 부식성에 영향	급수시설부식, 스케일 형성
	철	지하수나 저수지 심층수에 존재	설사, 구토, 혈액증
	망간	지하수나 저수지 심층수에 존재	흑색, 갈색을 띠어 심미적영향 금속성 맛
	탁도	가정, 산업용수에 일반적 수질오염 지표	살균소독방해, 유기체에 의한 질병 감염우려, 부유물질 함유
	황산이온	산업폐수와 대기방출, 화석연료의 연소	설사유발, 급수시설 부식
	알루미늄	산업폐기물, 광물, 토양, 침출 응집처리	경구섭취시 거의 배설되나, 뼈에 축적가능

### 2. 1. 3. 2. 용수에 미치는 영향

첫째로 음용수에 미치는 영향으로 수질오염에 의한 상수원수의 수질 악화는 매년 증가하여 전국적으로 확장되고 그 원인도 다양화 되어가고 있다. 상수원수가 오락 된 때는 여과지의 폐색, 정수처리에 요하는 약품의 양이나 종류의 증가 등 정수기술상의 문제에서, 침전지나 여과지의 구조 혹은 취수기점의 부여양화에 의한 조류 등의 이상 발생에 기인한 문제 등 정수기술상 곤란한 문제가 증가되고 있다. 둘째로 공업용수에 미치는 영향을 보면 전체 공업용수 보급량 중 약 60%를 하천수 등의 지표수, 복류수에 의존하고 있으며, 그 용도는 원료용, 제품처리용, 세정용 등으로 사용되기 때문에, 하천수 등의 수질오탁은 특히 그 영향이 크다. 오염물질의 농도와 정도가 높을 경우, 관의 부식과 찌꺼기 부착 등으로 송수 및 배수능력과 냉각능률의 저하를 일으킬 수 있고, 염색 및 합금공정에 있어 제품의 품질저하를 야기시킬 수 있다. 이 때문에 공업용수로 사용할 경우에는 수처리가 필요하고, 그 비용이 증대되는 문제가 있다. 셋째로는 농업용수에 미치는 영향을 살펴보면 농업용수의 오락은 작물에의 직접피해 외에 토양의 이화학성질의 악화에 따른 토지 생산성의 저하, 농촌의 노동환경의 악화 등을 가져온다. 도시오수나 펄프공장, 전문공장 등의 배수에서는 유기물의 과다 및 질소분의 과잉 등에 의한 피해가 발생하고 화학공장이나 광산에서 배출된 무기배수에서는 산성 또는 알칼리성에 의한 고농도염류나 중금속의 과잉축적의 피해가 발생한다.

### 2. 1. 3. 3. 수중생태계에 미치는 영향

제일먼저 부영양화 현상을 들 수 있다. 하천이나 호소에 유기물 또는 질소, 인 등 영양염류가 적당히 존재하면 회석, 침전, 생물분해에 의해 자연정화 되지만, 과잉 공급되면 식물성 플랑크톤 즉, 조류의 이상 번식을 촉진하여 물 색깔의 변화와 투명도 저하를 초래한다. 또 이들의 사멸에 의한 잔해는 하부에 침적하여 부패되거나 또는 유해하여 댐의 배후나 하구부근에 침전하여 하천의 수질을 악화시킨다. 이러한 현상을 부영양화라 한다. 부영양화가 형성된 호수에서는 각종 취기를 주며

녹, 갈색으로 착색되어 소위 물꽃이 발생한다. 이러한 물꽃은 정제된 담수에서 플랑크톤이 폭발적으로 이상 증식하여 수면에 피막상이나 환상으로 뜨는 것을 말하는데, 대개는 식물성 플랑크톤이고 계절적으로는 여름에서 가을에 걸쳐 많이 발생한다. 이와 같은 물을 원수로 하는 상수에서는 정수작업에 의해서도 완전히 처리될 수 없다. 부영양화의 주요 원인으로는 합성세제에 함유된 보강제로써 이 물질이 물 속의 녹조류나 적조류의 성장과 미생물의 번식을 촉진하여 부영양화를 유발해서 용존산소가 고갈되어 물이 썩게 된다. 또한 직접적인 피해로는 물을 상수로 이용할 경우 여과를 방해하고 악취를 수반하기 때문에 정수작업에 지장을 초래한다.

그 다음은 적조현상이 있다. 해수 속으로 유기, 인등의 영양염류가 과다하게 유입되고 해수의 온도가 섭씨 21-26도를 나타내면, 해수 중에 특정 조류가 이상 증식하여 바닷물의 색깔이 빨간색으로 변하게 되는데 이를 적조현상이라 한다. 적조현상의 원인으로는 해수 속의 조류가 과잉번식하여, 이들이 호흡하는 과정 중 용존산소를 고갈시켜 해수중의 동식물의 사멸을 초래할수도 있고, 또한 이들 조류들이 물고기의 아가미에 침착되어 호흡곤란을 유발시켜 죽게 할수도 있으며, 이상 증식한 조류들이 성장하면서 방출해낸 치명적인 독소에 의해 어패류의 사멸이 초래된다.

마지막으로 용존산소의 고갈이 초래된다. 여러 가지 유기질이 하천에 유입될 때, 그 오염효과는 다양하다. 예컨대 유류는 하천의 미관상 좋지 못한 뿐만 아니라, 수상에 퍼져서 얽은 막을 형성함으로써 공기중의 산소가 물 속에 용해되는 것을 방해한다. 그러므로 기름의 양이 과다하면 물고기는 질식사한다. 만일 유기오염물이 대량일 때는 그 중 일부의 유기물에 의하여 용존산소는 전부 소비되게 되는데 이러한 용존산소의 고갈은 산소를 필요로 하는 동물 및 식물이 사멸하게 되어 궁극적으로 수중생태계의 파괴를 가져온다.

## 2. 2. 수질오염

### 2. 2. 1. 수질오염의 역사

현대적 개념의 수질오염이 문제화된 것은 19세기 후반 영국의 경우가 처음이다. 당시 런던에서는 거듭되는 콜레라 유행에 대한 대책으로 1855년 오물배제법(汚物排除法)을 정하고 하수도에 의한 오물배출을 촉진시켰다. 그 결과 처리되지 않은 하수가 템스강에 다량으로 방류되어 급속하게 오염되기 시작하였다. 그 대책으로 1876년 하천오염방지법이 공포되었고, 수질보전을 위한 노력이 계속되었다. 기타 선진 각국에서도 산업혁명 후 대단위 공장의 출현과 인구의 도시집중에 따르는 공장폐수·도시폐수 등의 배출 때문에 자연수역이 오염되기 시작하였고, 19~20세기에 걸쳐서 수질보전을 위한 노력이 경주되어 오고 있다.

특히 제2차 세계대전 후에는 급속한 인구증가와 공업성장에 따르는 환경파괴, 오염물질 배출 등이 범지구적으로 확대되면서 지구환경보전을 위한 국제적 협력이 필요하게 되었다. 그리하여 1972년 스톡홀름에서 인간환경문제에 관한 유엔회의가 있었는데 수질보전문제도 이 회의에서 거론되었다. 특히 유조선의 기름 누출로 인한 해양오염은 국제적 문제로서 정부간 해사협약기관 등의 국제기구를 통하여 규제조약이 조인되고 있다.

우리나라는 전통적으로 유럽과는 전혀 다른 태도로 물을 지켜왔다. 우리나라에서는 예전부터 땅의 소산은 땅으로 순환시켜야 한다는 것을 윤리로 삼아서, 분노를 거름 자원으로 아껴서 물이나 길에 버리는 것을 죄악시하여 철저히 금하여 왔다. 생활에서 발생하는 쓰레기들도 정말 아무 쓸모가 없어서 버려야 할 물건이라는 사고방식은 가지지 않았었다. 음식 찌꺼기는 주로 가축에게 먹이고 재나 분노나 나머지 대부분의 폐기물은 유용한 거름자원으로 인식되어져 왔다. 이러한 생활문화는 생태학적으로 보아도 자연스럽고 건전한 것이다. 따라서 우리나라에서는 1960년대에 이르기까지도 수질오염문제나 쓰레기 문제가 제기된 적이 없었다.

그러다가 현재와 같은 수질오염문제를 겪게 된 것은 1960년대 특히 70년 이후부

터이다. 그 전에 재래식 변소에서 논·밭에 비료로 가던 분뇨가 수세식 변소가 보급되면서부터는 하천으로 흘러들게 되었다. 그 전 재래식 변소를 쓸 때 가정에서 한 사람이 하루 50 liter 정도 쓰던 물을 수세식 변소로 바꾸고 나서부터는 200 liter 씩 쓰게 되었고 BOD 부하량도 한 사람이 하루 10 그램 정도에서 50 그램으로 늘었다. 특히 산업폐수의 증가가 두드러지는데 1980년 이후 경제성장률이 연평균 9.6 % 인데 비하여 산업폐수는 연 13 % 씩 증가하였다. 결과적으로 총 물 사용량이 크게 늘었다. 우리나라의 물 사용량이 현재 535 lpcd(liter/capita-day) 에 이른다. 미국의 물 사용량이 625 lpcd, 북중미 평균은 465 lpcd, 유럽이 200 lpcd, 아시아 144 lpcd, 남미 130 lpcd, 아프리카 67 lpcd 등에 비하여 우리의 물 사용량이 너무 많은 편이다.

그리고 그 동안에 농업방식이 바뀌었다. 화학비료와 농약이 사용되면서 이들이 수계로 흘러 들게 되어 부영양화와 농약오염의 위험이 어느 수계를 막론하고 상존하게 되었다. 그리고 좁은 곳에 가두어 놓고 수입 사료로 기르는 축산도 그 폐기물을 생태학적으로 처리해 줄만한 땅이 없기 때문에 수질오염의 큰 원인으로 등장할 수밖에 없게 되었다.

하천 자체도 수질을 정화하는데 상당한 기여를 할 수가 있다. 그러나 그 동안에 우리나라의 하천들은 그 형태가 많이들 부정적인 모습으로 바뀌었다. 하수관을 묻는 대신에 도시의 많은 지천들을 아예 하수도로 삼아 버렸고, 이런 하수도 같은 하천들은 복개가 되어 물 관리가 포기된 상태이다. 하수관을 통하지 않고 비가 올 때 하천으로 흘러 들어가는 비점오염원<sup>1)</sup>은 약간의 수변 지역만 잘 관리해도 꽤

---

1) 수질 오염원은 방지와 관리의 편의를 목적으로 점 오염원과 비점 오염원으로 구분한다.

① 점 오염원은 공장, 폐수 처리장, 발전소, 폐광, 석유 탱크, 유정 등과 같이 특정 위치에서 하수관이나 도랑을 통하여 오염 물질이 포함된 폐수가 배출되는 오염원을 말한다.

① 비점 오염원은 여기저기 산재해 있는 넓은 지역에서 오염 물질이 배출되는 장소를 말한다. 경작지, 목장, 삼림 벌채 지역, 도시 지역, 공사장, 주차장, 도로 등의 지역을 지나 온 빗물의 지표 유출수 또는 땅으로 스며드는 물에 포함된 오염 물질이 비점 오염원에 의한 오염 발생의 사례들이다.

처리할 수가 있다. 그러나 하천의 수변들은 식생이 잘려 나가고 물은 콘크리트 제방 안에 갇히고 제방 옆은 도로나 위락시설이나 주거단지 등으로 개발되었다.

그래서 우리는 유럽이 지난 150여 년 간 겪어오던 수질오염의 역사를 단지 2, 30년이란 짧은 기간에 증폭시켜 반복하고 있는 셈이다. 르완다나 소말리아에서 전쟁이 나면서 수많은 사람이 죽는 이유는 총알이나 포탄에 맞아 죽는 것이 아니라 오염된 물을 마시고 병들어 죽기 때문이다. UN의 보고에 의하면 매년 약 6천만명의 인구가 오염된 물을 마셔서 병이 들거나 영양실조로 죽어간다고 한다<sup>2)</sup>. 만약 우리나라에 전쟁이나 재해가 닥쳐서 수도물이 끊어지게 된다면 우리 대다수 국민이 마셔야 할 물은 바로 하천이다. 지금 우리의 형편은 결코 르완다나 소말리아보다 낫다고 할 수 없다. 지금과 같은 우리의 물로는 결코 전쟁도 치를 수 없고 천재지변을 감당할 수도 없을 것이다.

## 2. 2. 2. 수질오염의 원인

수질오염의 주원인은 생활하수, 공장폐수, 축산폐수이며 그 중에서도 가정에서 버려지는 생활하수가 크게 문제되고 있다. 생활하수에는 음식 찌꺼기, 합성세제, 분뇨까지 포함되어 있어 이런 물질들은 탁도의 저하, 부영양화, 물 속 산소량 부족 현상 등을 일으키며 미생물의 혐기성 분해작용에 의한 유해물질까지 발생시키므로 실질 적으로 하천이나 강물을 오염시키고 있어 생활하수에 의한 오염화 현상은 인구가 증가하는 한 계속 악화될 수밖에 없다. 즉, 수질오염의 원인행위자는 사람이다.

물은 끊임없이 순환되면서 자체적으로 정화되고 있으나 오늘날은 극심한 오염으로 자정의 한계를 넘고 있는 실정이다.

물은 지구상에서 증발→구름→비·눈→하천·호수→강물→바닷물→증발 등의 상태변화와 이동을 하면서 계속 순환되고 있으며 순환하는 동안 미생물, 산소, 햇빛, 토양 등에 의해 물을 정화시키는 자정작용이 일어나게 된다.

---

2) World Commission on Environment and Development, *Our Common Future*, Oxford University Press, 1987.

선진국이나 개발도상국을 불문하고 모든 강물은 대부분 오염되어 가고 있다. 인구가 도시로 집중되면서 상수사용량의 증가와 인구증가로 인한 분뇨의 증가로 다량의 오물이 좁은 지역에 유출됨에 따라서 하천이나 호소의 자정능력을 초과하여 오염을 유발하고 있다.

도시 생활하수량은 상수사용량으로 추정하면, 우리나라의 상수사용량은 가정용수가 53.3%, 영업용수가 27.5%, 공업용수가 4.7%로서 생활하수량이 산업폐수량보다 월등히 많다.

특히 우리나라의 경우 외국에 비해 하천의 경사가 급한 편 이어서 7-8월의 우기가 지나면 10월에서 다음해 2월까지의 하천유량이 줄어들어 하천의 자정능력과 희석작용이 부족하여 오염현상이 심화된다.

한편 산업화에 따라 계속적으로 증가하고 있는 산업폐수는 생활하수와는 달리 일반적으로 고농도의 중금속 등 유해성 물질을 많이 함유하고 있으며 공업의 발달로 종류의 다양화를 가져왔을 뿐 아니라 공장의 규모가 커짐에 따라 용수사용량과 화학약품의 사용량도 크게 증가하였다.

그 결과 각종 산업폐수가 자연환경으로 배출되어 생태계에 피해를 주고 있다. 공업의 발달은 새로운 무기물질 및 유기물질을 생산하게 되었고 이로 인하여 해마다 많은 폐수량이 수역으로 배출되고 있다.

이와 같은 산업폐수 배출량의 증가는 수질오염에 상당히 큰 영향을 주고 있다. 산업체는 일정한 곳에 모여 있으므로 일시에 다량의 폐수를 한 지역에 계속 배출시키기 때문이다.

1차 산업에 속하는 농 축산업의 발달도 수질오염에 있어 작지 않은 비중을 차지하고 있다. 최근에는 육류소비가 증가함에 따라 가축사육두수가 점차 늘어나는 추세에 있으며, 특히 기업축산이 증가하고 있다. 이로 인한 축산폐수는 그 발생량 면에서는 산업폐수에 비해 많지는 않으나 고농도 유기물질을 함유하고 있어 수질오염 부하량이 매우 높다는데 문제의 심각성이 있다.

농업배수도 예외는 아니다. 인구의 급격한 증가와 함께 빈곤으로부터 탈피하려는 인간의 노력은 한정된 농경지에서 최대의 수확을 얻으려는 일념으로 각종 농작물의 품종개량과 더불어 광범위한 살충 살균력이 있는 농약개발에 주력하게 되



었다.

병충해 방제를 위한 농약사용은 식량생산의 안정화를 가져왔으나 병충해의 저항력 증대와 수입농산물에 의한 해충증대로 농약의 종류도 다양화되고 농약사용량은 계속 증가되어 농약의 과오용으로 인한 생태계 위협 및 식품 중의 농약잔류가 우려되고 수원오염에도 영향을 미치고 있으며 화학비과의 저수지 유입 등으로 인한 저수지 부영양화 현상으로 수질을 크게 오염시키고 있다. 이상과 같은 수질 오염은 인간이 필요로 하는 용수의 부족현상을 심화시키고 있으며 자연생태계를 파괴하고 인간의 생활을 위협하고 있다.

그러나 생활하수, 축산 폐수, 공장 폐수 등에 의한 오염물질이 많아 자정한계를 넘으면 썩은물이나 해로운 물로 변해 생태계의 파괴는 물론 생물이 살 수 없게 된다.

### 2. 2. 3. 수질오염의 형태

#### 2. 2. 3. 1. 수질오염의 유형

Table 4에서는 수질오염의 유형으로서 각 오염원 및 주요 물질을 나타내었다.

Table 4. 수질오염의 유형

수질오염물질	오염원 및 주요 원인물질
산소요구 물질	가정하수, 동물 분뇨 등 미생물에 의해 분해될 때 산소를 소모하는 물질
질병유발 인자	세균, 바이러스, 원생동물, 기생충
수용성 무기 화합물	산, 염기, 독성 중금속과 그 화합물질
무기 영양소	수용성 질산염과 인산염
유기 화합물	유류, 플라스틱, 세제
부유 물질	부유성 토양 입자 등
방사능 물질	
열	

### 2. 2. 3. 2. 수질오염의 형태 · 범주

수질오염의 형태를 구분하여 각각의 중요한 범주(특성)를 Table 5에 나타내었다.

Table 5. 수질오염의 형태 · 범주

형 태	범 주
분해성 유기물질	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 탄소를 비롯한 여러 가지 원소로 구성된 물질</li> <li>· 미생물에 의해 쉽게 분해</li> <li>· 물속의 산소를 소모</li> <li>· 메탄, 황화수소 등의 가스 발생</li> <li>· 음식 찌꺼기, 분뇨, 쓰레기와 축사에서 나오는 폐수</li> </ul>
합성세제	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물에 녹은 상태에서 미생물에 의한 분해가 어려움</li> <li>· 거품생성으로 산소가 물속으로 녹아 들어가지 못함</li> <li>· 햇빛을 차단시켜 플랑크톤의 정상적인 번식 방해</li> <li>· 세제에 포함된 '인'은 인산염이 되어 부영양화 현상 초래</li> </ul>
중금속	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 비중이 4.0 이상</li> <li>· 동식물의 체내에 농축</li> <li>· 카드뮴, 수은, 크롬, 구리, 납, 니켈, 아연, 비소</li> </ul>
유독물질	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 독성이 심하여 아주 적은 양으로도 해를 끼치는 화학물질</li> <li>· 현재 우리나라에서 사용되는 화학물질은 대략 1만여 종</li> </ul>
유류	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 비중이 물보다 낮아 수면에 유막형성</li> <li>· 빛의 투과율을 감소시켜 용존산소의 양을 감소시킴</li> <li>· 어패류의 호흡에 지장을 줌</li> <li>· 기름냄새</li> </ul>
영양염료	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 식물의 생장에 필요한 영양소를 제공해 주는 염류</li> <li>· 플랑크톤이 많이 번식하여 물을 오염</li> <li>· 물의 빛깔이 검붉게 변하고 썩은 냄새 유발</li> <li>· 부영양화 현상</li> <li>· 암모니아, 질산염, 아질산염, 인산염 등</li> </ul>

## 2. 2. 4. 수질오염 현황

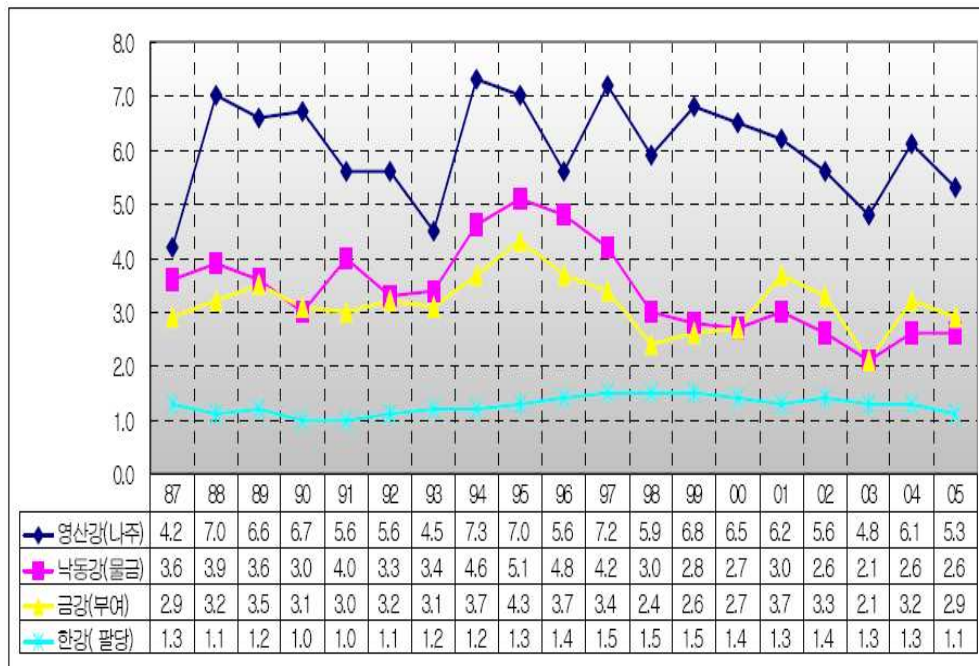
### 2. 2. 4. 1. 하천 수질현황

1990년 이후 연이어 발생한 대형 수질오염사건을 계기로 각종의 수질보전 대책이 추진되면서 4대강의 수질악화에 큰 영향을 주었던 주요 지천들의 오염이 점차 개선되고 있다. 전국을 수계영향권별로 관리하기 위하여 전국 수계를 4개 대권역 및 11개 중권역으로 구분하여(수질환경보전법 제28조 제2항에 의거), 1992년부터 수계영향권별 관리대책을 수립하여 시행하고 있다.

Figure 1에 환경부가 발표한 “2006 환경백서”중 4대강 주요지점의 수질오염도를 나타내었다. 이 자료에 따르면 4대강 주요지점의 수질오염도가 지난해 같은 시기에 비하여 대부분 개선된 것으로 분석되었다.

Figure 1. 4대강 주요지점 수질오염도

(BOD, mg/L)



이와같이 4대강의 수질이 지난해 같은 시기에 비해 좋아진 원인으로 전문가들은 우선 강수량 증가에 따른 상류수계로부터의 댐 방류량 증가를 들고 있으며 지난 1998년부터 정부에서 지속적으로 추진해 오고 있는 4대강 수질보전대책의 가시적 성과에 의한 것으로 분석하고 있다. 다만 식수원이 되고 있는 4대강과 주요 하천의 중·상류지역에 인구와 산업이 집중되어 있는 것은 물관리의 큰 장애요인으로 작용하고 있다. 한강의 경우 잠실수중보하류의 서울시 구간부터 Ⅲ급수로 악화되고 있고, 낙동강은 대구시를 경유하면서 Ⅲ급수로 악화되며 금강의 경우에도 대전시를 경유하면서, 영산강도 마찬가지로 광주시를 통과하면서 수질이 크게 악화되고 있는 것이 이러한 사정을 반영하고 있다. 또한 해빙기에 도로나 농경지 등으로부터 빗물과 함께 쓸려 나오는 비점오염물질이 늘어남에 따라 한강하류 등 일부 지점의 수질이 나빠진 것으로 지적됨에 따라, 환경부에서는 앞으로 관계부처와 합동으로 비점오염물질 관리 종합대책을 수립·추진해 나갈 계획임을 밝히고 있다.

#### 2. 2. 4. 2. 호소 등 수질현황

현재 우리나라에는 18,797개의 호소가 있으며 이들 대부분은 댐 등을 건설하여 조성된 인공호소로서 농업용 저수지가 대부분이다. 호소는 대부분 폐쇄성 또는 준폐쇄성 수역공간이라는 구조적 특성 때문에 하천에 비해 자체정화 능력이 떨어지며 영양염류의 축적이 용이하여 일단 오염이 되면 부영양화(eutrophication) 등 2차 오염이 유발될 우려가 크다는 특성을 지니고 있다. 특히 우리나라의 호소는 호소면적에 비하여 유역면적이 넓고 호소의 형태도 폭에 비하여 길이가 긴 하천형 호소가 많으며, 평균 수심이 얕고 체류일수가 길어 호소에 유입되는 오염물질 등 영양염류의 양이 많아 부영양화 발생 등 오염에 매우 취약한 구조적 특성을 지니고 있다.

따라서 부영양화를 방지하는 것이 중요하며, 체류일수 35일을 넘는 호소에 대해서는 BOD 대신 COD를 환경기준으로 사용하고 있으며, 총인 및 총질소에 대한 환경기준도 두고 있다. 현재 40개 주요 호소에 대해 수질적용 등급과 목표수질 달

성기간을 설정하여 관리하고 있다.

호소의 대부분을 차지하는 농업용 저수지의 수질도 I급수는 전무하며, 특히 대규모 간척사업으로 조성된 담수호의 경우에는 접수구역내 주변 환경기초시설의 부족 등으로 수질이 더욱 악화되고 있는 실정이다. 또한 국내 호소에서의 조류 발생은 갈수해였던 1994년을 경계로 상승하고 있는 추세이며, 특히 여름철 장마 이후 조류의 대량증식에 의한 녹조현상의 심화로 정수처리과정에서의 여과장애 유발 등 용수이용상의 어려움이 증대되고 있는 실정이다.

#### 2. 2. 4. 3. 지하수

지하수는 지표수에 비해 환경변화에 대한 반응이 느리지만 일단 오염되면 회복이 매우 어렵다. 지하수는 다양한 요인에 의해 오염이 발생한다. 지하수 오염의 요인으로는 해수의 침투와 같은 자연적 요인, 생활하수·산업폐수·쓰레기 매립지의 침출수 등에 의한 오염, 그리고 비료·인분·제초제·축산 등 농업활동에 의한 오염과 온천개발 등 각종 레저·위락시설에 의한 오염 등 인위적인 요인들이 있다. “2006 환경백서”중 지하수 수질오염 초과현황을 Table 6.에 나타내었다.

Table 6. 지하수 수질오염 초과현황

연 도	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
조사시료(A)	3,419	3,890	3,861	3,882	3,934	3,865	4,760
기준초과(B)	180	184	189	143	142	212	230
초과율(B/A)	5.3%	4.7%	4.9%	3.7%	3.6%	5.4%	4.8%

주요수질기준 초과항목은 공단지역의 경우 금속세정제인 트리클로로에틸렌(TCE)이며 폐기물매립장 인근 및 도시지역은 생활오수로 인한 질산성질소(NO3-N)가 주 항목이었다.

특히 지하수 개발을 위한 관정이 폐공 상태로 방치되면 지상의 오염물질이 그대로 지하수에 유입됨으로써 심각한 오염문제를 일으킨다. 1980년부터 지하수 개발이 본격적으로 이루어져 1997년 말 현재 지하수개발을 위한 총 관정수는 무려 946,181량에 달한다.

지금까지의 물 공급을 주로 지표수에 의존하였으나 지표수의 오염과 댐에 의한 용구공급의 한계 및 물 소비량의 증가로 인한 물에 대한 수요·공급의 불균형을 해소하기 위하여 지하수의 이용이 증가하기 시작하였다.

건교부의 1998년도 지하수 조사연보에 따르면, 1997년말 기준 우리나라의 연간 지하수 개발가능량 133억 톤에 비하여 총 이용량은 245%(33.8억 톤)에 머물러, 장래 물 부족에 대비한 대체수원으로서 지하수의 가치가 매우 높음을 알 수 있다.

#### 2. 2. 4. 4. 연안해역

원래 연안해역은 육지로부터 흘러온 담수가 해수와 만나거나 육지와 인접한 수역으로 생물종이 다양하고 생산성이 높은 곳이다. 그러나 내륙지방에서 생활하수와 공장폐수가 하천을 따라 해역에 유입되면서 연안해역의 수질이 악화되고 있다.

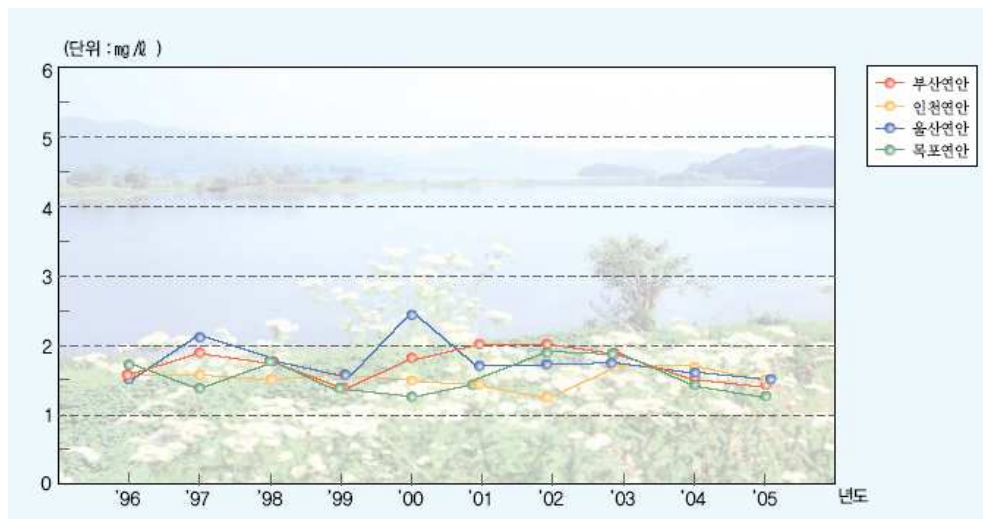


Figure 2. 주요연안 수질오염도 추이

(COD, mg/L)

“2006 환경백서”중 주요연안 수질오염도를 Figure 2에 나타내었는데 연안해역의 평균오염도는 대체로 개선되고 있으나, 적조발생의 원인물질인 총질소(total nitrogen)·총인(totalphosphorus)등의 영양염류의 농도는 많은 해역에서 해수 수질기준을 초과하고 있어 질소·인 제거시설을 갖춘 하수처리장·축산폐수처리장 등 환경기초시설의 신·증설이 시급한 과제로 대두되고 있다. 연안의 평균 수질상태를 보면, 제주도 연안이 가장 양호한데 이는 해류의 흐름이 원활하여 오염물질의 정체가 일어나지 않고, 제주도의 인구분포와 산업구조상 다른 해역과 비교할 때 비교적으로 오염 부하량이 많지 않기 때문이다. 이에 비해 동해 연안은 평균오염도가 높은 것으로 나타나는데 이는 동해안 전체 해역의 오염이 심하다기보다 청초호 등 특정 해역의 오염도가 매우 높기 때문이다. 최근 들어 환경기초시설이 확충되면서 연안해역의 수질은 전체적으로 2등급(COD : 2mg/l)의 상태를 유지하고 있으나, 마산만·부산연안·진주만·여수만·광양만 등 연안에서 거의 매년 적조가 발생하고 있다.

## 2. 3. 지하수오염

### 2. 3. 1. 지하수 부존특성 및 개발가능량

#### 2. 3. 1. 1. 우리나라 수자원

연평균 강수량은 1,283mm이나 강우가 지역적, 계절적으로 편중되며, 경사가 급한 산악지형의 특성으로 계절적 하천 유량 변동이 매우 커 수자원 관리에 불리한 자연적 조건을 가지고 있다. 또한 강수량의 지역적 편중 및 오염으로 수자원의 지역 간 불균형 초래하며 연 강수량의 2/3가 홍수기인 6~9월의 장마와 태풍기간에 집중되고, 갈수기인 11월부터 익년 4월까지 6개월간은 연 강수량의 1/5에 불과하여 연중 고른 강수량을 갖는 외국과는 다르게 홍수와 가뭄이 빈발한다.

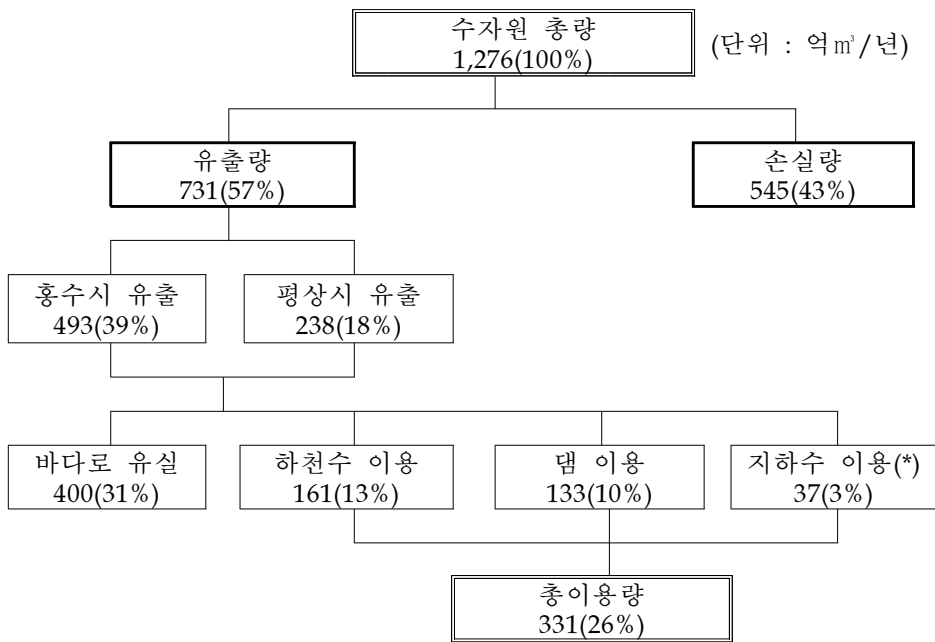
연간 수자원 총량은 1,276억 $m^3$ 으로 이중 43%에 해당하는 545억 $m^3$ 은 증발산으로 손실되고, 이용 가능한 수자원인 유출량은 731억 $m^3$ 으로서 수자원 총량의 57%에 해당한다. (홍수시 유출량 : 493억 $m^3$ , 평상시 유출량 : 238억 $m^3$ )

'98년 현재 전국의 용수 총 이용량은 331억 $m^3$ 으로 연간 수자원 총량의 26%를 이용하며 그중 생활용수 73억 $m^3$ , 공업용수 29억 $m^3$ , 농업용수 158억 $m^3$ , 유지용수 71억 $m^3$ 이다. 동년 현재 제주도 염지하수 이용량을 포함한 총 지하수 이용량은 37억 $m^3$ 으로 수자원 총량의 3%에 해당하고 용수 총 이용량의 11%를 차지하고 있고 염지하수 이용량을 제외한 담수지하수 이용량은 연간 31억 $m^3$ 이다.

제주도를 제외한 4대 권역은 물 수요관리를 적극 추진(2011년 연간 22억 $m^3$  절감)하더라도 2011년 용수수요가 370억 $m^3$ 에 이르는 반면 용수공급량은 352억 $m^3$ 으로서 18억 $m^3$ 의 물 부족 발생이 예상된다. 한편 용수공급량 352억 $m^3$ 중 지하수 공급량은 약 35억 $m^3$ 으로 늘어나 용수 공급량중 지하수가 차지하는 비중은 10% 수준으로서 현재보다 약간 늘어날 것으로 예상된다.

수자원 이용현황을 Figure 3에 나타내었으며 Table 7 에는 4대권역의 장래 용수수급 전망을 나타내었다.





주) 자료 : 수자원장기종합계획(2001.7, 건설교통부)

지하수이용(\*) : 제주도 지하염수 이용량 620백만 $m^3$ 이 포함된 양임

Figure 3. 수자원 이용현황(건교부. 2001)

Table 7. 4대 권역의 장래 용수수급 전망 (단위 : 백만 $m^3$ /년)

구 분	2006	2011	2016	비고
○ 용수 수요량	34,728	36,998	37,437	
- 생활용수	7,550	8,644	8,815	
- 공업용수	3,695	4,031	4,299	
- 농업용수	15,746	15,955	15,955	
- 유지용수	7,737	8,368	8,368	
○ 용수 공급량	34,626	35,162	35,169	
- 하 천 수	16,110	16,481	16,314	
- 지 하 수	3,311	3,476	3,650	
- 댐공급량	15,205	15,205	15,205	
○ 과 $\Delta$ 부족량	$\Delta$ 102	$\Delta$ 1,836	$\Delta$ 2,268	

주) 1. 자료 : 수자원장기종합계획(2001.7, 건설교통부)

2. 제주도 및 울릉도 제외

### 2. 3. 1. 2. 지하수 부존 특성

지하수의 부존 특성은 지층의 투수성과 저류성에 따라 정해지며, 지층의 고결도에 따라 충적층 지하수와 암반 지하수로 구분된다. 충적층지하수는 한강, 금강 등 10대 강의 하천연안에 넓게 분포하며 분포면적은 27,390km<sup>2</sup>(전 국토 면적의 약 28%)이다. 대수층 두께는 2~30m으로서 산출량은 공당 30~800m<sup>3</sup>/일이다. 대수층의 특성상 지표수의 함양 등 지하수 보충조건이 암반층 지하수에 비하여 양호한 반면, 지표수와 연결되어 있어 하천의 수량변화와 수질오염에 민감하다. 암반 지하수의 지하수 부존성은 최초 암석이 형성될 당시에 만들어진 공극과 그 후 지각변동에 의하여 형성된 균열 및 파쇄대의 발달정도에 따라 결정되는데 우리나라의 지층은 대부분 오래된 결정질암으로 구성되어 있어 주로 단층, 균열, 절리 등에 의해 지하수 부존성이 결정된다. 암반지하수는 지층의 풍화도에 따라 풍화대 지하수와 순수 암반지하수로 세분할 수 있다. 풍화대 지하수는 암반층이 심한 풍화를 받아 고결암과 미고결 암편이 혼재된 상태에 있는 대수층으로 우리나라 전 암반층의 상부에 비교적 고르게 분포하며 충적층 지하수에 비하여 지표수의 수량 및 수질변화의 영향을 상대적으로 적게 받는다는 장점이 있는 반면, 지하수 충전이나 유동속도가 느려 일단 오염되면 원상회복이 어려움이 있다.

지역별 지하수 부존성을 평가해보면 지형적으로 우리나라는 태백산맥을 중심으로 동고서저의 지형 특성을 보이며 하천이 발달하여 서향하는 관계로 동부 고지대에서는 지하수의 함양이, 서부 저지대에서는 배출이 우세하게 이루어지고 경상계 퇴적암이 분포하는 영남지방은 전반적으로 타 지역에 비하여 지하수의 산출이 양호하게 나타나며 특히 동해안의 태화강 하구-형산강 하구 지역은 지하수 부존성이 양호한 신기 퇴적암의 분포가 넓어 유역 전체에 지하수 부존성이 높다. 남한강 상류지역과 동해, 삼척 등 동해안 일부 지역은 석회암층이 분포하여 다량의 지하수가 용출되는 등 지하수의 산출 상태가 양호하다. 영서 지방을 비롯하여 서부 저지대에 위치한 경기, 충청, 호남 지방은 대부분 변성암과 화강암 등 결정질암으로 구성되어 있어 암반 지하수의 부존과 산출이 불규칙하게 나타나며, 부분적으로

하천을 따라 분포하는 충적층과 두꺼운 암반 풍화대가 있는 지역은 지하수 산출이 비교적 양호하다. 제주도는 투수성이 높은 다공질의 현무암으로 구성되어 있어 지표수의 발달이 미약한 반면 지하수의 부존과 산출이 매우 양호하여 용수공급량의 대부분을 지하수에 의존하고 있다.

지하수 수위 현황을 알아보면 우리나라의 지하수 수위는 지형표고와 밀접한 상관성을 가지며 대부분이 지표하 10m 이내에 분포하며 국가 지하수 관측소의 관측 자료에 의하면 전반적으로 충적층지하수에 비하여 암반지하수의 지하수심도가 깊고 연간 변동폭이 다소 큰 것으로 나타난다.

한강권역중 암반지하수층은 지하수심도는 지표로부터 평균 5.8 m이며 최대 25.9 m, 연간 수위 변동폭은 0.5~13.5 m로서 평균 3.1 m로 나타나며 충적층지하수층은 지하수 심도는 지표로부터 평균 5.0 m이며 최대 10.9 m, 연간 수위 변동폭은 0.8~5.0 m로서 평균 2.1 m로 나타난다.

낙동강권역중 암반지하수층은 지하수심도는 지표로부터 평균 7.9 m이며 최대 54.9 m, 연간 수위 변동폭은 0.6~36.4 m로서 평균 5.3 m로 나타나며 충적층지하수층은 지하수심도는 지표로부터 평균 4.3 m이며 최대 9.4 m, 연간 수위 변동폭은 0.6~7.7 m로서 평균 2.3 m로 나타난다.

금강권역중 암반지하수층은 지하수 심도는 지표로부터 평균 6.1 m이며 최대 16.5 m, 연간 수위 변동폭은 0.9~7.9 m로서 평균 2.6 m로 나타나며 충적층지하수층은 지하수 심도는 지표로부터 평균 5.8 m이며 최대 12.5 m, 연간 수위 변동폭은 0.8~8.7 m로서 평균 2.4 m로 나타난다.

영산강·섬진강 권역중 암반지하수층은 지하수 심도는 지표로부터 평균 5.0 m이며 최대 15.5 m, 연간 수위 변동폭은 0.8~8.8 m로서 평균 2.7 m로 나타나며 충적층지하수층은 지하수 심도는 지표로부터 평균 4.0 m이며 최대 7.3 m, 연간 수위 변동폭은 0.7~4.9 m로서 평균 2.4 m로 나타난다.

지금까지 지하수 수질조사는 대부분 수질기준 초과 여부에 초점을 두어 조사가 이루어졌으며, 특히 환경부 수질측정망은 측정지점이 주로 오염우려지역에 편중된 관계로 전반적인 수질특성 파악과 오염지시항목 등 주요 성분의 함량 변화 추세 분석은 곤란한 실정이다. 지하수법에 의해 개발·이용자가 자체적으로 수질검사기관에서 수질검사한 결과에 의하면(지하수조사연보, 2001, 건설교통부), 전체 17,314건 중 적합 16,722건, 부적합 592건으로 부적합률은 3.4%이다. 환경부 수질측정망의 1996~1999년도까지 자료에 의하면 전체적으로 수질 기준을 초과한 관측정의 비율은 약 7% 정도로 나타나며 지하수의 점오염원으로 인식되는 오염우심 지역에 위치한 관측정에서는 전체 평균인 7%를 넘어 약 10% 이상의 관측정에서 수질기준이 초과된 것으로 나타난다. 국가 지하수 관측망에서 1997~2000년까지 매년 2회 지하수 생활용수 기준으로 수질을 분석한 결과에 의하면 암반관측정의 부적합률은 평균 6%, 충적관측정에서의 부적합률은 13% 인 것으로 나타나 충적층지하수의 수질이 상대적으로 오염정도가 큰 것으로 나타나며 연도별로 부적합률의 증가 또는 감소 추세를 보이지는 않으나 2000년 하반기 충적관측정의 부적합률이 18%로 높게 나타난다.

### 2. 3. 1. 3. 지하수 개발가능량

우리나라의 지하수 개발가능량은 지하수의 함양과 유출이 평형을 이루는 상태에서 지속적으로 채수 가능한 최대 수량을 의미한다. 국가 지하수관측소 125개소의 지하수위 관측자료를 활용하여 지하수위 수문곡선 분석방법으로 관측소별 지하수 함양율을 산정하고, 지하수 함양율에 토양 및 지질, 토지이용이 미치는 영향을 분석하여 제주도를 제외한 전국 78개 소유역별 지하수 함양량을 산정하였다. 제주도를 제외한 전국의 지하수 함양량은 평년의 경우 연간 153.5억 $m^3$ 으로 산정된다. 금번 분석된 지하수 함양량에는 하천 기저유출 외에 해안으로의 직접 지하수 유출이 포함됨에 따라 '96년 5대강 유역 28개 지점의 하천 수위 또는 유량 자료로부터 기저유출분리기법에 의하여 산정된 지하수 함양량(기저유출량) 126.4억 $m^3$ /년보다 약 20% 높게 나타난다.

한편, 국가 지하수관측소가 설치되어 있지 않은 제주도 지역은 물수지분석방법에 의한 기존 함양량 분석성과를 인용하였으며, 이수 안전측면을 고려하여 10년빈도 가뭄시 지하수 함양량 116.7억 m<sup>3</sup>/년을 지하수 개발가능량으로 산정하였다.

유역별 지하수 함양량 및 개발가능량은 Table 8과 같다.

Table 8. 유역별 지하수 함양량 및 개발가능량

구 분	계	한강	낙동강	금강	섬진강	영산강	서해안	남해안	동해안	제주*
면 적 (천km <sup>2</sup> )	99.2	22.8	23.7	9.8	4.9	3.4	16.1	7.6	9.1	1.8
지하수함양량 (억m <sup>3</sup> /년)	168.4	36.6	35.0	15.3	8.7	5.7	24.4	14.2	13.6	14.9
개발가능량 (억m <sup>3</sup> /년)	116.7	25.9	25.6	11.2	6.1	3.9	17.6	9.8	10.4	6.2

주) \* : 제주도 종합개발계획 수립 중간보고서(2001.8, 제주도)

지하수는 수문순환계상 지표수와 직·간접적으로 연결되어 있어 서로 영향을 주나, 아직까지 지표수와 지하수의 상호 기여도, 지하수 채수가 지표수 유량에 미치는 영향 등 관련 조사·연구가 미흡함에 따라 개발가능량 산정에서는 이를 고려하지 않았으며, 지하수를 인위적으로 개발·이용할 경우에는 수문순환계의 기존 평형상태에 변화를 일으켜 지하수의 함양과 유출 등이 달라질 수 있으나 아직까지 국내에서 이에 대한 조사연구가 이루어지지 않은 관계로 상기 지하수 개발가능량 산정에는 이의 반영이 이루어지지 않았다. 따라서 이번에 산정된 지하수 개발가능량은 지표수와 분리된 별도의 수자원량으로 볼 수 없으며 이를 기준으로 지하수를 개발·이용하는 경우 지표수인 하천 유량이 줄어들 수 있으므로, 지속적인 수자원 이용을 위해서는 인근의 지표수 개발과 연계하여 지하수 개발·이용계획을 수립하는 것이 바람직하다.

## 2. 3. 2. 지하수 이용 현황

### 2. 3. 2. 1. 지하수 이용 현황

2000년말 현재 전국의 지하수 개발·이용현황은 1,078천여 개소에서 약 31억<sup>m<sup>3</sup></sup>/년을 사용하고 있으며 Table 9 에 나타내었다.

Table 9. 지하수 개발·이용현황('00)

구분		용도				
		계	생활용수	공업용수	농업용수	기타
이용량	연간이용량 (백만 <sup>m<sup>3</sup></sup> /년)	3,096.2	1,540.0	184.6	1,311.9	59.7
	비율(%)	100	49.7	6.0	42.4	1.9
시설수	갯수	1,077,697	671,427	12,014	389,892	4,364
	비율(%)	100	62.3	1.1	36.2	0.4

주) 자료 : 지하수조사연보 2001(건설교통부, 한국수자원공사)  
기타 : 온천수, 먹는 샘물 및 기타 분류가 곤란한 경우

제주도에서 수산양식용 등으로 개발·이용되고 있는 염지하수(총고형물 1,000mg/ℓ 이상인 지하수)를 포함할 경우 지하수 이용량은 42억<sup>m<sup>3</sup></sup>/년에(제주도 염지하수 이용량 : 758공, 1,125백만<sup>m<sup>3</sup></sup>/년) 이른다.

지역별로 지하수를 가장 많이 이용하는 지역은 전라남도로서 전체의 15.3%인 4.7억<sup>m<sup>3</sup></sup>/년을 사용하며 서울 등 7대 도시에서는 전국의 8.7%에 해당하는 2.7억<sup>m<sup>3</sup></sup>/년의 지하수를 사용한다. Table 10에 지역별 지하수 이용량을 나타내었으며 Figure 4에서는 전국적 현황을 나타내었다.

Table 10. 지역별 지하수 이용량('01)

구분	전국	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
이용량 (억 <sup>m<sup>3</sup></sup> /년)	30.96	0.41	0.60	0.45	0.25	0.27	0.40	0.30	3.81	1.39	2.44	4.19	2.80	4.72	3.43	4.29	1.21
비율 (%)	100	1.3	1.9	1.4	0.8	0.9	1.3	1.0	12.3	4.5	7.9	13.5	9.0	15.3	11.1	13.9	3.9

주) 자료 : 지하수조사연보 2001(건설교통부, 한국수자원공사)

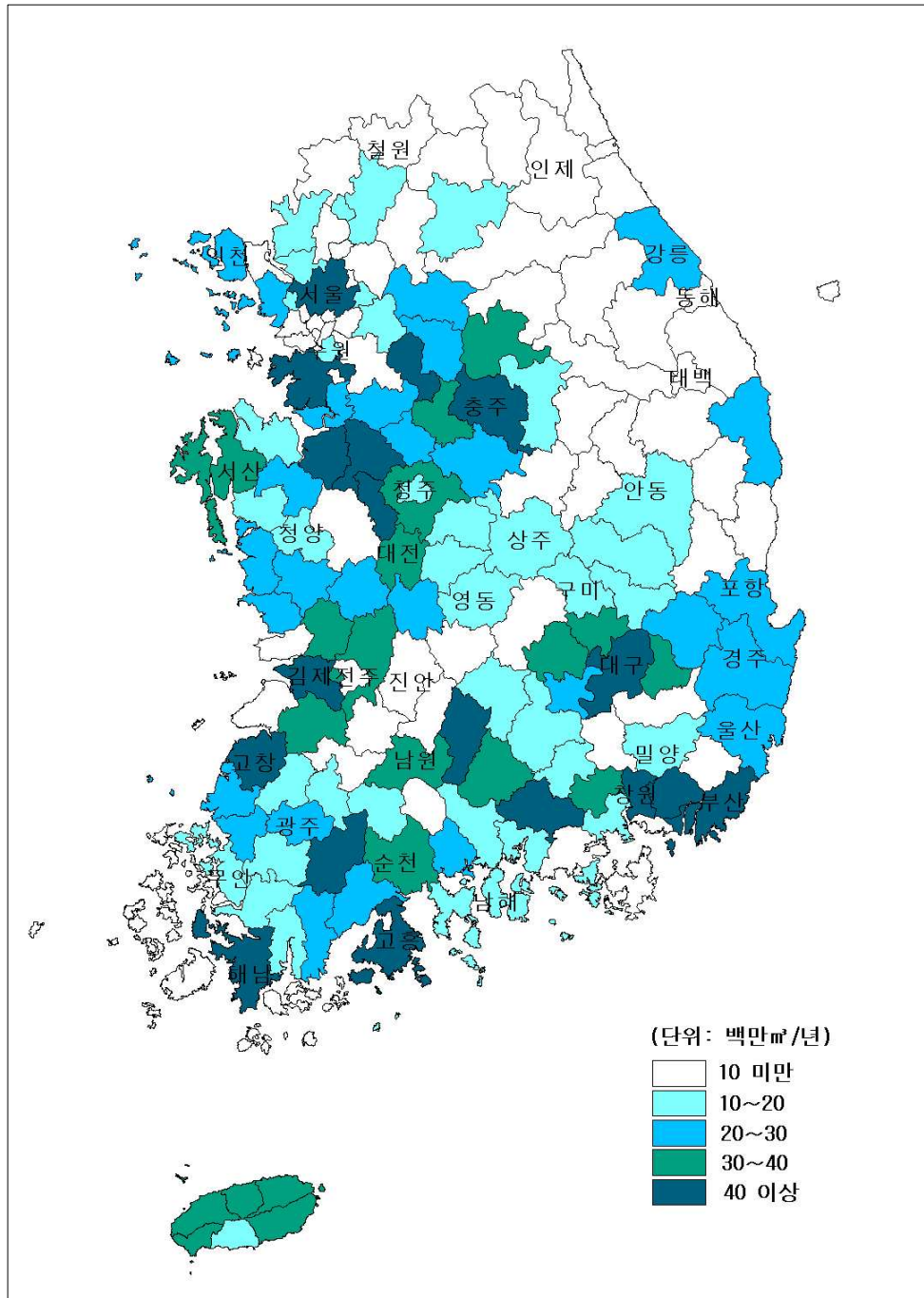


Figure 4. 지역별 지하수 이용현황('01)

5대강 유역(국토 면적의 65%)의 지하수 이용량은 전국의 56%인 약 17.4억 m<sup>3</sup>을 이용하며 서해안을 비롯한 해안지역은 전국의 44%인 13.6억 m<sup>3</sup>을 이용한다. Table 11에서는 5대강 및 해안 지하수 이용량을 도표화 하였다.

Table 11. 5대강 및 해안 지하수 이용량

구 분	전국	한강	낙동강	금강	섬진강	영산강	서해안	남해안	동해안	제주도
이용량 (억 m <sup>3</sup> /년)	30.96	4.44	6.43	3.77	1.15	1.56	7.03	3.31	2.06	1.21
비 율 (%)	100	14.4	20.7	12.2	3.7	5.0	22.7	10.7	6.7	3.9

지하수개발·이용시설 수는 충남이 229천 개소로서 전국의 21.2% 점유하고 있으며 7대 도시의 지하수개발·이용시설은 전국의 6.1%인 약 66천 개소로 Table 12에 나타내었다.

Table 12. 지역별 지하수 개발·이용 시설 수

구 분	전 국	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산
시설수 (천개소)	1,077.7	14.9	8.6	4.5	5.3	8.4	21.5	3.0
비율 (%)	100	1.4	0.8	0.4	0.5	0.8	2.0	0.3

구 분	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
시설수 (천개소)	111.5	58.5	126.1	228.9	157.3	187.1	73.4	64.0	4.7
비율 (%)	10.4	5.4	11.7	21.2	14.6	17.4	6.8	5.9	0.4



지하수 개발·이용 추이는 지하수법 제정시행에 따라 '94년부터 공식적으로 실시된 지하수 이용실태조사자료에 의하면 지하수개발·이용시설 수는 매년 증가 추세를 나타내는 반면, 지하수 이용량은 '97년을 정점으로 다소 감소하다가 2000년에 증가 추세로 전환하였다. 담수지하수개발·이용시설의 수는 '94년부터 2000년까지 연 평균 9.2%씩 증가하였으며 2000년말 기준 총 시설 수는 '94년 63만여 공에 비해 70% 증가한 107만여 공에 이른다. 연도별로는 '94년부터 '97년까지 급격한 증가추세를 나타내다가 '98년 이후에는 증가추세가 둔화되었다. 담수지하수 이용량은 '94년부터 2000년까지 연 평균증가율은 시설 수의 증가율보다 낮은 3.1%를 나타내며, 개소당 이용량은 지속적인 감소 추세를 보였으며 2000년 기준 이용량은 '94년 25.7억 m<sup>3</sup>에 비해 20% 증가한 31억 m<sup>3</sup>이다. 연도별로는 '94년부터 비교적 높은 증가추세를 나타내다가 '97년을 정점으로 감소 추세를 보인 후 2000년에 증가 추세로 전환되었다. Table 13에 연도별 담수지하수 개발·이용현황을 나타내었다.

Table 13. 연도별 담수지하수 개발·이용 현황

연 도	시설 수(천개소)	이용량(백만 m <sup>3</sup> /년)	1개소당 이용량(m <sup>3</sup> /년)
1994	637.3	2,571.3	4,034.8
1995	764.6	2,623.0	3,430.4
1996	787.9	2,864.9	3,636.0
1997	946.1	3,243.4	3,428.2
1998	973.5	3,088.9	3,173.1
1999	989.0	3,083.5	3,117.9
2000	1,077.7	3,096.2	2,873.0
연평균 증가율	9.2%	3.1%	Δ 5.5%

주) 자료 : 지하수조사연보(1995~2001, 건설교통부·한국수자원공사)

'98년 이후 이러한 지하수 개발·이용의 증가 둔화는 '97년 허가제 도입을 통한 지하수개발·이용규제 강화, 상수도 보급 확대, 근래의 경제난 등에 기인한 것으로 사료된다.

단위 면적당 연간 지하수 이용량을 Table 14에 나타내었으며 전국 평균 31.2천 m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>로서 지역별로는 부산, 대전, 서울, 제주, 광주 및 대구 등의 순서로 높으며, 강원, 경북지역은 비교적 낮다. Figure 5에서는 단위면적당 일일 지하수 이용량을 전국적 현황으로 나타내었다.

Table 14. 단위 면적당 연간 지하수 이용량

(단위 : 천 m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>)

구 분	전 국	서 울	부 산	대 구	인 천	광 주	대 전	울 산	경 기	강 원	충 북	충 남	전 북	전 남	경 북	경 남	제 주
단 위 면적당 이용량	31.2	67.6	80.3	50.8	26.2	53.5	73.5	28.4	37.5	8.4	32.8	50.1	34.8	39.8	18.0	40.8	66.3

주) 자료 : 지하수조사연보(2001, 건설교통부·한국수자원공사)

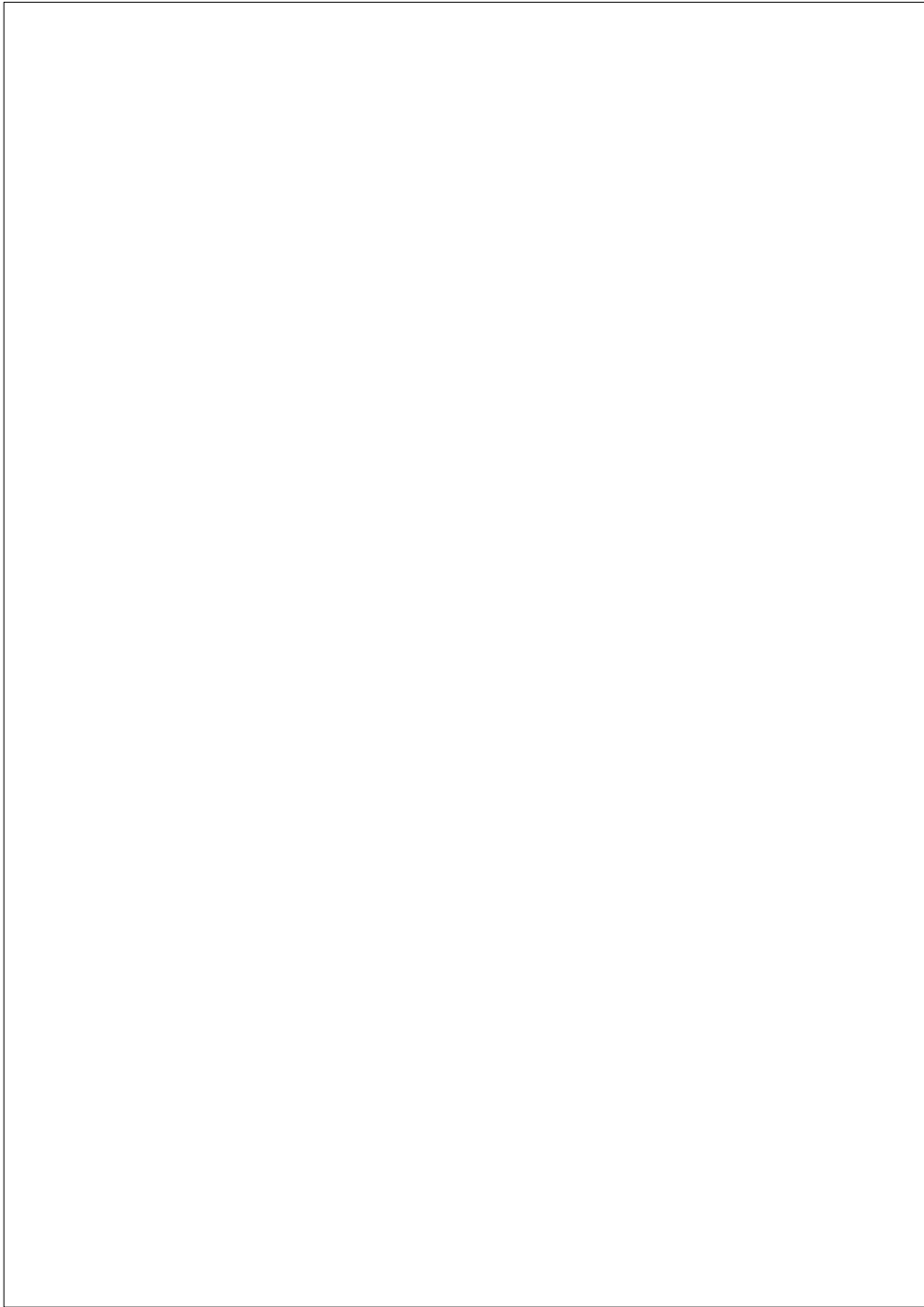


Figure 5. 단위면적당 지하수 이용량

지하수 개발밀도는 전국 평균 10.9공/km<sup>2</sup>로서 지역별로는 대전, 충남, 서울, 전북 등의 순서로 높으며, 제주, 울산, 강원지역은 비교적 낮다. Table 15에서 지하수 개발밀도를 나타내었다.

Table 15. 지하수 개발밀도

(단위 : 공/km<sup>2</sup>)

구 분	전국	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
지하수 개발밀도	10.9	24.6	11.5	5.1	5.5	16.7	39.8	2.9	11.0	3.5	17.0	27.3	19.6	15.8	3.9	6.1	2.6

주) 자료 : 지하수조사연보(2001, 건설교통부·한국수자원공사)

### 2. 3. 2. 2. 지하수 관련 법령에 의한 개발·이용 현황

2000년말 현재 지하수법 또는 온천법 등 관련 법률에 따라 인허가를 받은 시설은 총 시설의 약 17.1%인 185천 개소로서 연간 이용량은 전체의 54%에 해당하는 16.8억 m<sup>3</sup>/년 이다. 이중 지하수법에 따라 허가 또는 신고시설로 관리되는 시설은 총 시설의 약 17%인 179천 개소이며 연간 이용량은 15.2억 m<sup>3</sup>/년으로서 전체의 49%에 해당한다. 한편 지하수법 및 기타 관련법의 관리대상에서 제외되는 경미시설은 약 893천개소로서 연간 이용량은 전체의 46%인 약 14억 m<sup>3</sup>/년이다.

지하수법 개정('01.1)에 따라 이러한 경미시설도 2002년 11월부터는 대부분 신고대상에 편입되어 제도권 내에서 관리가 이루어질 것이다.

Table 16에 지하수법에 의한 허가·신고 시설 현황을 나타내었다.

Table 16. 지하수법에 의한 허가·신고 시설 현황

구 분	총 계	지하수법			*타법률에 의한 인허가시설	경미 시설	
		소 계	허가시설	신고시설			
시설수	개소	1,077,697	179,228	13,802	165,426	5,518	892,951
	비율(%)	100	16.6	1.3	15.3	0.5	82.9
이용량	백만 m <sup>3</sup> /년	3,096.2	1,520.6	313.2	1,207.4	161.2	1,414.4
	비율(%)	100	49.1	10.1	39.0	5.2	45.7

주) \*타법률에 의한 인허가시설 : 온천법, 먹는물관리법 및 제주도개발특별법에 의한 인허가를 받은 시설

## 제 3 장 수질관리 현황

물의 수요가 적었던 과거에도 큰 한발에 대비하여 보를 만들어 물을 가두어 두었다 쓰거나 물이 풍부한 먼 곳에서 끌어다 사용하였다. 물의 수요가 급증한 현대에는 물의 공간적 · 시간적 분포의 불균등성을 극복하기 위하여 대규모의 저수지를 건설하거나 장거리에 걸친 도수로를 만들어 물 수요를 충족시키고 있다. 그러나 계속되는 수질오염의 확대와 이상기후로 인한 한발 및 홍수 등으로 깨끗하고 값싼 물을 적기에 충분히 공급하기가 더욱 어렵게 될 것이다.

특히 수질오염의 확대는 넘쳐흘러도 못 먹는 물이라는 아이러니를 낳게 되고 나아가 인간생존의 기본적인 문제를 야기시킬 것이다. 더욱이 지가 상승 · 주민의 반발 등 저류를 위한 새로운 댐의 개발이 제한되어 있어 급증하는 물 수요를 만족시키기 어려울 것이다. 이러한 물의 양적 · 질적인 문제는 결국 물의 위기로 귀착될 것이므로 이에 대한 지속적인 대책이 모색되어야 한다

### 3. 1. 수질관리체계

#### 3. 1. 1. 수질관리의 법적 체계

우리나라의 경우 물에 관련되는 현행법으로는 수자원의 개발 · 이용 및 보전과 수해의 방제에 관한 기본계획을 규정하는 국토건설종합계획법(1963년 법률 제1415호), 하천관리에 관한 기본법으로서 하천법(1961년 법률 제892호) 및 이에 대한 특별법으로서 다목적댐의 건설 및 운영관리에 관한 사항을 규정하는 특정다목적댐법(1966년 법률제1785호), 하천법이 적용되지 아니하는 공유수면의 관리에 관한 기본법으로서 공유수면관리법(1961년 법률 제848호), 풍수해에 관한 종합대책법으로서 풍수해대책법(1967년 법률 제1894호), 수원의 함양과 수해방제에 관련된 사항을 규정하는 사방사업법(1962년 법률 제977호) 및 산림법(1961년 법률 제81호), 수질보전에 관련된 사항을 규정하는 하수도법(1966년 법률 제1825호), 환경정책기본법(1990년 법률 제4257호), 수질환경보전법(1990년 법률 제4260호), 폐기물관리

법(1986, 법률 제3904), 도시계획법(1971, 법률 제2291호), 물의 개발·이용에 관한 사업절차 내지 사업주체에 관한 법으로서 수도법(1961년 법률 제939호), 한국수자원 공사법(1987년 법률 제3997호), 농촌 근대화촉진법(1970년 법률 제2199호), 전원개발에 관한 특별법(1978년 법률 제3131호) 등이 있다.

이수(利水)와 치수(治水)는 상호 밀접하게 관련되어 있을 뿐만 아니라 수질보전은 본래 이수에 관련된 것이지만 수질오염의 심화에 따라 그 중요성이 강조되고 있음을 감안할 때, 이와 같은 물에 관한 입법의 다양성과 그 상호관련성은 종합관리의 차원에서 체계화되어야 한다. 이를 위해서는 각종 수법의 상위법으로서 국가의 물에 관한 기본정책이념 내지 질학, 관계기관의 권한과 책임의 한계, 장기종합계획과 관련계획의 수립 및 조정체계, 유역별 종합관리 차원에서의 기본원칙 등을 포괄하는 기본법이 제정되고 각종 법령은 기본법상의 제원칙과 현실여건에 부응하도록 정비되어야 할 것이다.

### 3. 2. 수질관리 정책

1990년대에 들어와서 대형 수질오염사고와 음용수 수질문제가 제기되면서 수질보전정책에 대한 논의가 활발히 전개되었고 특히 수질·수량관리가 서로 다른 정부 부처에서 다루어지는 이원적 행정체제에 대한 비판이 대두되었다. 이에 따라 시대별 많은 변화가 있었으며 물관리 정책의 시대적 특징을 Table 17에 도표화하였다.

Table 17. 물관리 정책의 시대적 특징(물관리체제 개편 및 관련법제 개선방안 연구, 2005최동진)

시기	1980년대 이전	1990년대	2000년대
특징	대규모 수자원 개발	수질관리의 중요성 대두	수계별 통합관리 도입
주요 정책	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 다목적댐의 개발</li> <li>· 광역상수도 건설</li> <li>· 하천개수사업 가속</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 안정적 물공급능력 확보</li> <li>· 환경기초시설 확대</li> <li>· 수질규제기준의 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 동강댐 개발포기</li> <li>· 수질오염총량관리제 도입</li> <li>· 홍수총량관리제 검토</li> </ul>
관리 체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 하천법제정(61)</li> <li>· 건설부 수자원국 신설(61)</li> <li>· 한국수자원개발공사(67)</li> <li>· 한강 홍수통제소(74)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 환경처 신설(90)</li> <li>· 환경부로 발전(94)</li> <li>· 상하수도국 환경부로 이관(94)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 4대강 특별법 제정</li> <li>· 4대강 수계관리 위원회 설치</li> <li>· 소방방재청의 설치</li> </ul>

### 3. 2. 1. 수질관리의 행정체계

물 관리는 단일 기구나 조직에 의해서만 이루어지는 것이 아니라 상호 유기적인 협조와 활동에 의해서 이루어진다. 이러한 차원에서 물의 효과적인 관리를 위한 기구가 설치되어 활발하게 활동하고 있다. 우리나라는 1960년 이전까지는 농업 중심에서 물 관리체계가 이루어져 왔으며, 그 이후는 산업근대화 작업과 더불어 물의 가치가 자유재에서 경제재의 개념으로 바뀌면서 물의 효율적인 관리의 필요성이 점차 절실해지기 시작하였다. 특히 물을 사용하기 위한 수요가 급증하면서 수자원개발이 활발해 지고 또한 관리측면에서 보다 효과적인 시설운영이 필요함은 물론 급기야 수량뿐만 아니라 수질측면에서 보다 안전한 관리가 요청되고 있다. 이와 관련하여 국내에서 물을 다루기 위한 기구들이 필요하게 되었으며, 이들 관련기구를 살펴보면 Figure 6과 같다.

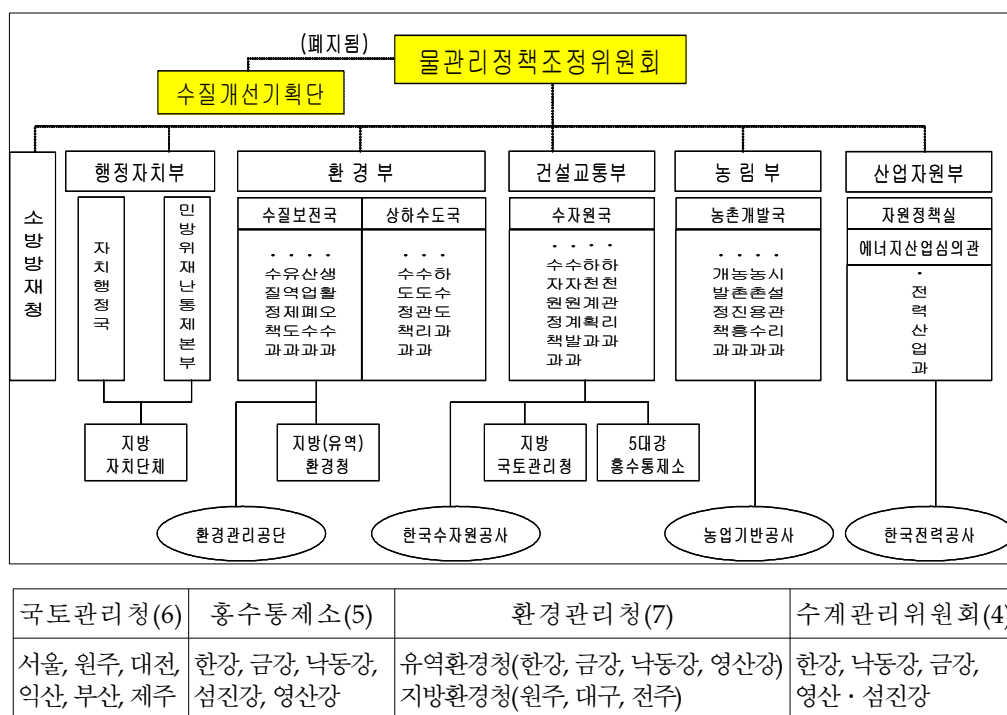


Figure 6. 담수관리 조직체계

먼저 건교부의 경우 부내에 수자원국을 두고 있으며 각 지방에는 서울·원주·대전·이리 및 부산에 지방청을 두고 있다. 한편 건교부 직할로 중앙홍수통제소를 두고 그 산하에 한강·낙동강·섬진강 및 금강에 통제소를 두어 하천을 관리하고 있으며, 역시 건교부 직할인 건설시험소에서 수공·하천·항 및 댐 등에 관한 업무를 수행하고 있다. 또한 건교부 산하에는 한국수자원공사가 설립되어 주요 하천의 관리와 댐의 건설은 물론 그 관리까지 맡고 있다.

다음으로 환경부에서는 전국 하천의 수질관리 및 감시 업무와 하천의 생태계 보전 등에 관한 업무를 담당하고 있으며 보건복지부에서는 국민건강과 관련한 음용수 수질기준 설정 및 농어촌 간이급수시설 업무를 관장하고 있다. 그리고 행정자치부에서는 지방자치단체의 지방하천관리, 지방상수도 및 하수도업무의 지도·감독업무를 수행하고 있다. 기타 농림부에서는 직할기관으로서 농업기반공사가 있어 농지개발은 물론 농업용수확보와 간척사업에 의한 대규모 수리사업 등을 추진하고 있으며, 산업자원부에서는 직할기관으로서 한국전력공사가 있어 발전전용시설의 건설 및 관리업무를 담당하고 있다.

### 3. 2. 2. 수질환경기준

수질환경기준을 수역별·항목별로 설정하고 있다. 수역별로는 하천·호소·해역으로 구분하고, 항목별로는 건강보호기준과 생활환경기준으로 구분한다. 수질환경기준은 하천·호소에 공통적으로 적용되는 건강항목(9개 항목)과 하천(5개 항목)·호소(7개 항목)에 달리 적용되는 생활환경 항목으로 구분되며, 생활환경항목은 수질상태에 따라 5등급으로 구분된다. 수역별 환경기준은 하천의 경우 전국 하천을 195개구간으로 획정하여 이 중 120개 구간(61%)은 I등급, 50개구간(25%)은 II등급, 9개구간(4%)은 III등급, 8개구간(4%)은 IV등급, 8개 구간(4%)은 V등급으로 설정·고시하고 있으며, 호소의 경우 40개 호소를 선정하여 이중 33개소는 I등급, 3개소는 II등급, 4개소는 III 등급으로 설정·고시하고 있다. 또한 해역은 3개 등급(I~III)으로 구분하여 등급에 따라 각각 차등적으로 수질기준을 설정하여 놓고 있다.



환경기준 달성을 위하여 전국 195개 하천구간과 40개 호소를 대상으로 수질 목표 등급과 목표달성 기간을 설정하여 놓고 있으며, 담당 행정기관은 이를 수질관리의 목표로 삼고 있다.

### 3. 2. 3. 수질규제기준

수질관리목표를 달성하기 위한 규제 수단으로 생활하수 · 산업폐수 · 축산폐수 등에 대한 오염물질 배출기준을 설정하고 있다. 폐수배출 허용기준과 방류수 수질기준이 있다. 폐수배출허용기준은 개별 배출업소에 적용되는 규제기준으로서 환경기준과 하천의 자정능력을 감안하여 설정하는 것이 원칙이다. 이러한 오염물질 배출기준은 오염물질의 증가와 환경기술의 발전수준 등을 고려하여 단계적으로 강화되고 있다. 생활하수의 경우, 도시화된 지역에 설치되는 하수처리장의 방류수 기준과 비도시화 지역의 개별건축물에 설치되는 오수처리시설의 방류수 기준으로 구분된다. 전자는 수질환경보전법에서, 후자는 오수 · 분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률에서 지역에 따라 차등적으로 규정하고 있다.

한편 1996년부터 BOD, COD, SS에 대한 배출허용기준을 강화하였으며 1997년부터는 호소의 부영양화 방지를 위하여 환경부장관이 지정 · 고시한 지역의 배출시설에 대해서는 총질소(N), 총인(N) 항목에 배출허용기준을 적용하고 있다. 1998년에는 폐수배출허용기준적용지역 지정현황을 재검토한 후 일부 불합리하게 지정된 지역을 합리적으로 조정하여 개정고시(환경부고시 제1999-2호, 배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역 지정)하였다.

향후에도 산업여건의 변화, 폐수처리기술의 발전, 국민의 욕구 등 제반 여건을 반영하여 배출허용기준 적용항목수의 확대, 배출허용기준 적용지역의 조정 등 제도적 보완을 지속적으로 추진해 나갈 예정이다.

### 3. 3. 지하수 관리 기본계획

#### 3. 3. 1. 지하수관리 기본계획의 기초

##### 3. 3. 1. 1. 지하수관리 기본계획의 의의와 성격

지하수법 제6조에 근거한 법정 계획으로서 지하수의 개발·이용 및 보전·관리에 관한 국가의 최상위 계획으로서 제4차 국토종합계획(2000~2020)에서 제시된 국가목표인 “맑은 물의 안정적 공급”과 수자원장기종합계획(Water Vision 2020)의 기본 이념인 “건전한 물활용과 안전하고 친근한 물환경 조성”의 실현을 위한 지하수 정책방향의 제시하였다. 지하수법뿐만 아니라 다른 법률에 의하여 관리되는 먹는샘물, 온천수 등 모든 지하수를 포함하는 통합 지하수관리 계획이며, 우리나라 지하수의 체계적인 조사 및 개발과 합리적인 이용·보전을 위한 중장기 계획으로 일선 관계기관의 지하수 관리의 기본지침이 된다.

Figure 7에는 지하수관리 기본계획과 다른 관리계획과의 관계를 나타내었으며 Table 18에서는 지하수관리 기본계획의 추진경위를 나타내었다.

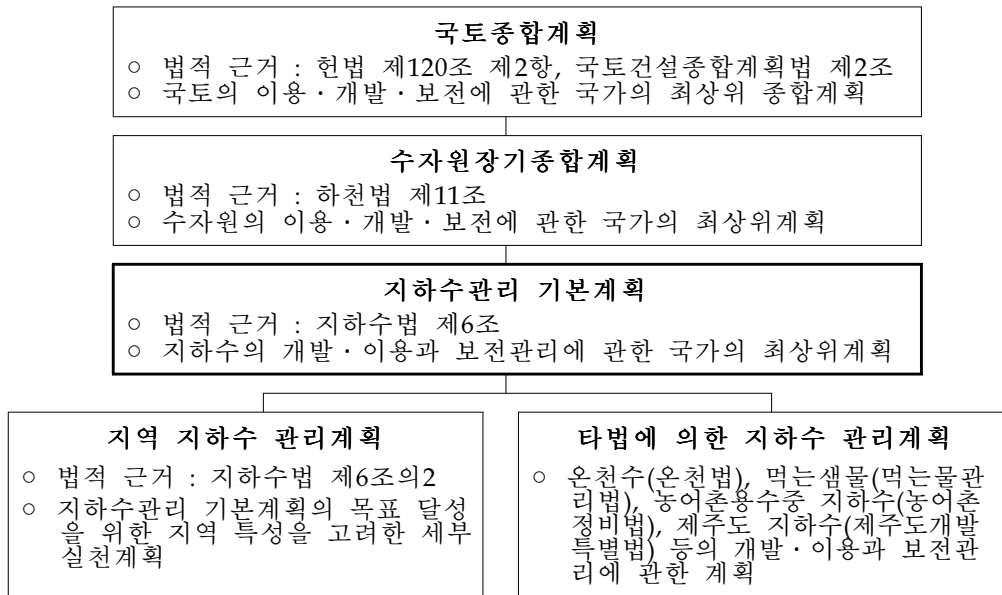


Figure 7. 지하수관리 기본계획과 다른 관리계획과의 관계

Table 18. 계획의 추진경위

구 분	내 용
1993. 12. 10	지하수법 제정(법률 제4599호)
1996. 12.	지하수관리 기본계획 수립(목표 년도 : 2011년)
1997. 1. 13	지하수법 1차 개정(법률 제5286호) - 허가제 도입 등
1999. 3. 31	지하수법 2차 개정(법률 제5955호) - 행정규제 완화
2000. 8. 12	지하수관리 기본계획 보완 수립 착수
2001. 1. 16	지하수법 3차 개정(법률 제6368호) - 오염지하수 정화 등 수질관리 강화
2001. 11. 8~9	지하수관리 정책 세미나 개최 - 지방자치단체 및 지하수조사전문기관을 대상으로 보완계획 초안 설명
2001. 11. 30	지방자치단체 및 지하수조사전문기관 의견 수립 완료
2002. 2. 19	중앙 관계부처 협의 완료
2002. 7. 24	환경부의 “지하수 수질관리 및 정화계획(안)” 건교부 통보
2002. 11. 6	지속가능발전위원회 사전검토 완료
2002. 12. 6	중앙지하수관리위원회 심의 완료

### 3. 3. 1. 2. 기존 지하수관리 기본계획의 평가

'96년 수립 기존 계획의 기본 목표는 지역적인 지하수 부존특성, 지하수 수위/수질 변동 특성 및 이용실태 등에 대한 조사·연구의 활성화와 지하수분야 투자 확대로 체계적인 지하수 관리의 기반 마련함이며, 수자원장기종합계획과 연계한 지하수 이용계획 수립과 지하수 고갈과 오염 등을 방지할 수 있도록 보전계획을 수립하여 합리적인 지하수 관리 도모하기 위함이다. 계획의 성과로 수자원의 한 축으로서 지하수의 중요성에 관한 인식 제고하였으며, 지하수 기초조사 및 수문지질도 작성, 지하수 관측망 설치·운영 등 국가차원의 체계적인 지하수 조사 및 관측사업을 시행하기 위해 23개 지역에 대한 지하수 기초조사 완료, 국가지하수 관측망 202개소 설치, 지하수 수질측정망 1,965개소 지정·운영(2001년말 현재) 하였다. 또한 지하수 관련 정보의 통합관리 및 공유체계 구축을 위해 국가 지하수정보관리시스템 개발 완료('99년), 2000년부터 지속적으로 개발된 시스템 성능 개선, 데이터베이스 확장 및 정보 제공 하여 지하수 담당공무원의 직무교육을 통한 업무 수행능력 배양하였으며 '지하수 허가·신고제', '지하수 영향조사제도' 및 '지하수 오염유발시설의 관리 및 정화 의무' 등 지하수 고갈 및 오염방지를 위한 관리체제를 도입하였다.

'96년 수립된 지하수관리 기본계획은 지하수에 대한 인식 제고, 체계적인 지하수 관리 기반 마련 등의 측면에서 상당한 성과를 거두었다. 수자원으로서 지하수의 중요성과 보전관리의 필요성에 대한 정부 및 국민의 인식 제고하였으며, 지하수개발 허가제 도입, 지하수보전구역 지정관리제도 개선, 지하수 오염유발시설의 관리 강화, 오염지하수 정화 의무 도입 등 지하수 관리 제도 및 법령의 개선하였고, 지역적인 지하수 부존특성, 이용실태 및 오염현황 등 보다 체계적인 지하수 관리에 필요한 기초자료 획득하였다. 반면 지하수 관련 자료의 양적·질적 부족으로 인한 계획 수립의 제약성과 예산 확보 미흡에 따른 사업 추진 실적 저조 등 계획의 실효성 측면에서 일부 미흡한 것으로 평가된다. 지역별로 지하수의 부존 및 산출특성에 대한 기초조사와 장기 관측자료가 불충분할 뿐만 아니라 자료의 신뢰도 또한 다소 미흡하였으며 먹는샘물, 온천수 등 다른 법률에 의하여 관리되는 지하수에 대한 기본계획의 구속력 미비로 해당부분의 관리 계획이 없거나 미흡하였다. 안정적

인 재원 확보제도 미비로 인한 지하수사업 추진 실적 저조하여 당초 '97년부터 2011년까지 총 1,860억원 투자계획중 2001년까지 287억원 투자하였다. 지하수 기초조사는 '97년부터 2001년까지 12개 지역 7.0천㎢ 조사(당초 32개 지역 16.5천㎢ 계획 대비 48% 수준) 하였으며 국가지하수관측망은 2001년까지 202개소 설치(당초 310개소 설치 계획 대비 65%)하였다. 지하수관리의 실무를 담당하고 있는 지방자치단체 또한 조직 및 예산 취약으로 지하수 관리사업 추진 미흡하였다.

향후에는 지하수법뿐만 아니라 다른 법률에 의하여 관리되는 먹는샘물, 온천수 등 모든 지하수를 포함하는 통합 계획으로서 지하수관리 기본계획의 위상을 강화해야 한다.

### 3. 3. 1. 3. 지하수관리 기본계획 보완의 배경

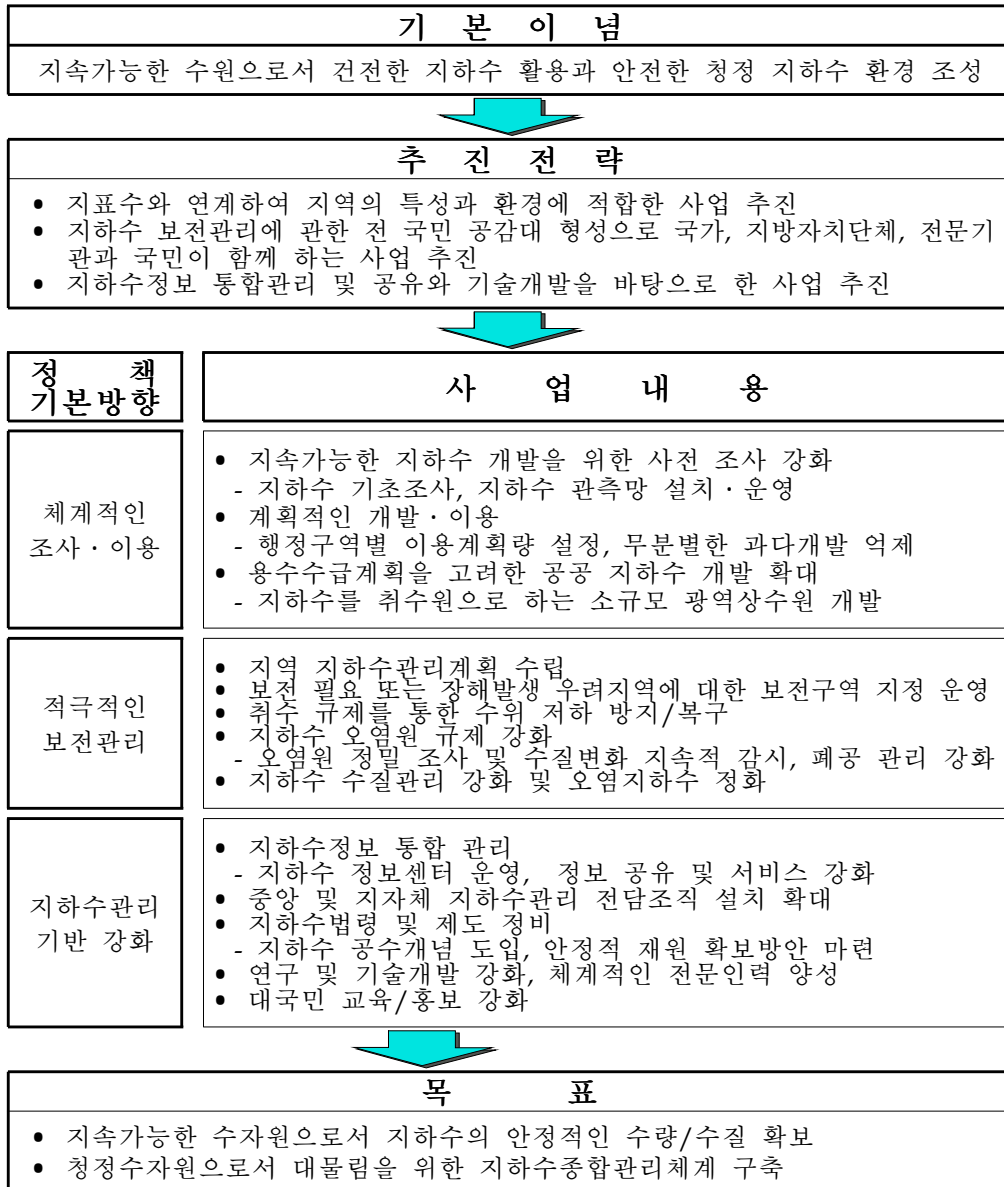
1997. 1 지하수법 전문개정 등 3차에 걸친 지하수법 개정에 의한 제도적 여건 변화와 그간의 지하수관련 자료 축적에 따라 지하수관리 기본계획의 기본방향과 전략 재정립이 필요하고 2001. 7 확정·수립된 수자원장기종합계획과 연계하여 효율적인 지하수 이용을 도모하고 수자원 여건 변화에 대응하는 지하수 정책방향과 전략 및 세부계획 마련 필요하다. 지하수에 대한 사회 전반의 관심과 인식이 증대하고 다양해짐에 따라 사회구성원간의 조화를 도모하고 다양한 의견을 포괄적으로 수용할 수 있는 지하수계획의 수립 필요하다.

지하수 현안 문제점으로는 '94년부터 지하수법을 제정, 시행하고 국가적인 차원의 관리를 실시하고 있으나 전담조직 및 인력 미비, 투자 부족 등으로 현재까지 체계적인 관리 미흡하며 지역별로 지하수의 부존 및 산출특성에 대한 기초조사와 지하수에 대한 장기관측자료 부족하고 지하수 부존 특성을 고려하지 않은 일부 무분별한 지하수 개발과 많은 폐공의 발생으로 지하수의 고갈과 수질 악화 초래하였다. 또한 제일 중요한 것은 지하수에 대한 국민의 인식 부족하여 지하수의 소유권에 대한 명확한 개념 규정 미비로 아직까지 국민의 대다수가 사수(私水)로 인식하여 지하수 개발의 남발 및 폐공 방치 초래하였다.

3. 3. 1. 4. 지하수관리 기본계획의 목표와 특징

지하수관리 기본계획의 기본이념부터 목표까지 Figure 8에 나타내었다.

Figure 8. 계획의 목표



보완 계획의 특징은 청정수자원으로서 지하수 환경의 적극적 보전을 중시하기 위해 지하수 오염 유발시설, 폐공 등 지하수 오염원에 대한 관리 강화를 통한 지하수의 수질 오염 예방 정책 제시 하고 이미 오염된 지하수는 청정수자원으로서의 기능을 회복할 수 있도록 정화계획 수립하는 것이다. 또한 대용량 지하수 개발 유망지점을 대상으로 지표수와 연계한 체계적인 지하수 개발 추진을 위해 장래 물 부족에 대비하여 용수공급의 안정성 및 효율성을 제고할 수 있도록 댐 개발 및 광역상수도 건설과 연계한 보조 및 예비수원 확보 차원의 체계적인 지하수 개발 전략을 제시 하며 국가, 지방자치단체, 국민이 함께 참여하는 지하수 정책 추진을 위해 중앙정부 주도의 계획수립방식에서 탈피하여 지방자치단체 및 각계각층의 의견을 수렴하여 계획에 반영함으로써 지하수 정책의 합리적 수립과 효율적 집행을 위한 제도적 기반 구축하는 것이다.

계획의 기간은 목표 년도를 2011년으로 하며 매 5년마다 또는 필요시 수정·보완한다.

### 3. 3. 1. 5. 지하수 관리의 기본원칙

지하수는 보전·관리를 우선으로 하고, 철저한 사전조사 및 평가를 거쳐 부존 특성과 이용 실태를 고려하여 지속가능토록 체계적으로 개발·이용한다. 수질을 고려하여 암반 지하수 등 양질의 지하수는 음용 위주로 개발·이용하며 지하수의 개발·이용 시에는 수질오염, 주변환경에 미치는 영향을 최소화하도록 지하수오염방지 대책을 사전에 수립, 시행하고 지속가능한 개발·이용이 되도록 지하수 수질을 적정히 관리한다.

### 3. 3. 1. 6. 지하수 관리 현황

국내 지하수는 지하수법 등 다수의 관련법에 따라 건설교통부, 환경부 등 5개 중앙 부처 및 지자체에서 소관 업무별로 관리한다. 건교부에서 지하수법을 제정('93.12)하여 지하수 정책을 총괄 관리하며 시·도는 광역적 지하수 관리(지하수 관련업체 관리 등)를 시·군·구는 실무적인 지하수 관리(지하수개발 인·허가

등)를 하고 있다.

Table 19에서는 지하수 관련 법령 현황을 나타내었다.

Table 19. 지하수 관련 법령 현황

법령	제정년도 (최근개정)	대상	규정 내용	소관처
지하수법	'93.12.10 (2001.1.16)	타법 규제 받지 않는 모든 지하수	· 지하수의 적절한 개발·이용과 보 전·관리에 관한 사항 · 지하수 시설의 허가·신고 사항 · 지하수수질보전과 정화에 관한 사항	건교부  환경부
온천법	'82.3.2 (2001.1.26)	온천수	· 25℃이상의 온수 개발을 위한 굴착 허가, 온천지구 지정	행자부
먹는물관리법	'95.1.5 (2000.1.7)	먹는샘물	· 먹는샘물 제조업을 하고자 하는 자는 허가	환경부
농어촌정비법	'94.12.22 (2002.1.14)	농업용수	· 농림부장관은 농어촌용수이용 합리 화 계획에 따라 용수개발 · 신고, 허가에 대한 규정 없음	농림부
민방위기본법	'75.7.25 (2000.1.12)	지하 양수시설	· 민방위계획에 따라 지하양수시설 설치 또는 정비	행자부
주택건설촉진법	'77.12.31 (2000.12.29)	공동주택 비상급수시설	· 제33조에 의한 사업계획 승인을 받 은 경우에는 지하수개발 허가·신고 를 받은 것으로 의제	건교부
국방군사시설 사업에관한법률	'91.1.14 ('97.1.13)	국방군사 시설(지하수)	· 군사목적상 필요한 지하수시설	국방부
제주도개발 특별법	'91.12.31 (2002.1.26)	제주도지역	· 제주도에서 지하수를 개발하는 자는 도지사의 허가	건교부



## 제 4 장 수질관리의 개선방향

### 4. 1. 우리나라 수질관리의 문제점

첫째, 우리나라의 물 정책은 그 동안에 물을 많이 공급하는데 치중했고 물을 절약하는 정책이 없었다. 변소와 부엌을 비롯하여 우리의 주택구조는 물을 최대한 많이 쓰도록 만들어 졌고, 아파트 단지나 도시나 산업공단 등에서도 물 재활용정책이 없었다. 그리고 상수관의 누수를 방지하기 위한 진지한 노력도 없었다. 물 값이 싸기 때문에 결국은 물 사용을 부추기는 역할을 할 수밖에 없었다. 특히 산업용 물 값이 너무 싸기 때문에 산업폐수의 증가율이 경제성장률을 앞서게 되는 결과를 낳게 되었다. 산업개발계획을 하는데 있어서 생태학적으로 물을 올바르게 사용하도록 하는 개념이 없었기에 수계에 물이 모자랄 정도로 공장을 짓는다든지, 하천의 상류에 오염이 심한 공단을 조성한다든지 하는 과오를 범하게 되었다.

정부는 우리의 물 사용량을 현재 535 lpcd에서 2020년까지 760 lpcd로 올려서 세계 최대의 물 사용 국가가 되겠다는 계획을 가지고 있다. 그래서 그 증가 분만큼은 다목적 댐을 20개정도 더 만들어 충당하겠다고 한다. 외채를 빌려서 큰 댐을 짓고 거기서 나오는 물을 팔아서 사업비를 충당하겠다는 것은 가장 안이하게 물 문제를 해결하겠다는 발상이다. 물을 더 많이 공급하면 물은 더 쓰게 마련이며, 물을 더 많이 쓰면 물은 더 오염될 것이 뻔하다. 그리고 새는 상수관에다가 물을 더 보내면 물은 더 샌다. 그렇게 해서 물은 쉽게 쓰겠지만 그 돈은 다 국민들의 빚으로 남을 뿐이다. 대신에 그 돈으로 물을 아끼도록 집 구조를 개선하고, 아파트 단지들에 중수도 시스템을 만들고, 공장들이 물 재활용을 완전히 하여 무방류 시스템으로 갈 수 있도록 투자를 하는 것이 훨씬 더 보람 있고 효과적인 것이다.

둘째로는, 우리나라 수질관리의 목표가 너무 낮다는 점이다. 예를 들어 우리나라의 음용수 수질기준을 보면 외국의 기준과 비교하여 거의 모든 항목에서 가장 느슨한 기준치를 채택하고 있다. 선진국에서 음용수의 기준이라는 것은 다른 오염물질은 아무것도 없고 한가지의 독성물질만을 가지고 실험한 결과에 기초해서 만들

어진 것이다. 그런데 낙동강과 같은 우리나라의 하천에서는 수많은 오염물질들이 포함되어 있어서 기준이 더 강화되어야 하는데도 불구하고 오히려 더 느슨한 기준을 수질관리의 목표로 삼고 있다.

우리나라의 폐수 배출허용기준도 느슨하다. 종말하수처리장이나 폐수처리장의 경우 BOD 기준이 30 ppm 이지만 개별 공장의 기준은 100 내지 150 ppm 이다. 청계천 썩은 물의 평균 BOD 가 100 ppm 인 사실에 비추어 보면 우리나라 도시나 공단의 지천들이 왜 모두 하수도처럼 오염되었는지를 짐작할 수 있을 것이다. 일본의 경우 지방에 따라 다르지만 지방조례에 의하면 대개의 기준이 20 내지 30 ppm 미만이다. 미국의 경우는 더 엄격하다. New Jersey 주의 예를 들자면 워치나 공장의 종류에 따라 다르지만 대부분 5 내지 15 ppm 이다. 북한에서는 기준이 잘 지켜지리라고 믿기는 어렵지만 어쨌거나 폐수배출허용기준은 BOD로 2 혹은 3 ppm 이라고 대외적으로 내세우고 있다<sup>3)</sup>.

그리고 기준을 적용하는 방법도 문제이다. 기준이라는 것은 특별한 명시가 없는 한 언제 어디서라도 달성되어야 한다. 정부에서는 공장 팔당댐의 연평균 수질을 가지고 몇 급수라고 주장하지만 우리는 일년간 수질을 평균해서 마시는 것이 아니고 매순간 매순간 물이 오는대로 마실 수밖에 도리가 없다. 그래서 팔당댐의 물은 언제 마시더라도 안전하도록 관리가 되어야만 한다. 일본 기타큐슈시의 폐수배출허용기준은 BOD 가 20 ppm 이지만 방류수의 평균 수질은 8 ppm 에 지나지 않아 최악의 경우에도 기준을 달성할 수 있도록 대비하고 있다. 우리나라에서 장소와 시간에 따른 평균 수질을 가지고 기준치와 비교평가하는 것은 잘못이다.

세 번째로 지적할 수 있는 것은 환경투자가 적었다는 사실이다. 우리나라 중앙정부의 환경투자는 지금까지 전 예산의 0.1 - 0.2 % 에 불과했다. 여기에 비하여 OECD 의 평균은 0.5 - 1 % 이다. 뿐만 아니라 선진국들은 과거 환경개선의 전기를 마련할 동안에는 한때 5 % 까지도 투자를 했었다. 우리나라 기업의 환경투자도 지난 10년간 0.5 - 1.3 %에 불과했다. OECD 의 평균은 우리의 10 배 수준이다. 일본은 1970년대에 환경에 집중적으로 투자를 했는데 그 때 전 기업의 평균

---

3) 정회성, 북한의 환경문제와 남북 환경협력의 추진방안, 한국환경기술개발원, KETRI /1995/RE-12, p. 46, 1995.

투자율이 20 %에 이르렀다. 특히 환경오염이 심한 화학산업의 경우에는 50 % 까지 투자한 것으로 보고되고 있다<sup>4)</sup>. 꼭 같은 '맑은 물 대책'이 수질오염 파동이 일어날 때마다 꼭 같이 되풀이되는 이유는 그 대책을 실시할 수 있는 예산을 제대로 내놓지 않았기 때문이다.

네 번째는 우리나라의 환경사업이 외형적인 실적을 올리기에만 급급했지 그 실제 내용은 부실하게 진행되었다는 점을 지적할 수 있다. 환경부에서는 93년 37%에 지나지 않는 하수처리율을 97년까지 73%로 올린다고 발표하였다. 이러한 하수처리율은 일본의 36% 보다는 훨씬 높은 수치이다. 그런데도 불구하고 일본에서는 가장 오염이 심한 공단의 지천이라 할지라도 낚시를 할 수 있는 수준이고 우리나라의 도시에서는 거의 모든 지천들이 다 하수도처럼 되어 있다. 그 이유가 무엇인가? 하수가 하수처리장으로 흘러가지 않기 때문이다. 최근에 지은 공단이나 도시에서 분류식으로 하수관과 우수관을 따로 묻었는데, 알고 보면 거의 모든 관들이 다 오점이 되어 우수관으로 하수가 흘러가고 하수관으로 우수가 흘러드는 형편이다. 그리고 오래된 하수관들은 또 터져서 새고 있다. 상수관의 누수율이 거의 40%에 육박하는 현실에 비추어 볼 때 하수관이 오점되거나 누수되어 새어나가는 비율이 이보다 훨씬 더 크리라는 것은 뻔하다. 외국에서는 하수관이 직접 하수처리장으로 연결되지 않고 우리처럼 하천으로 빠진 것은 하수처리율을 0으로 친다.

마지막으로 지적할 수 있는 것은 물을 꼭 맑혀야겠다는 정부의 의지가 결여되었다는 점이다. 수질을 개선해야만 하겠다는 의지가 있으면 수질이 개선될 수 있는 사업만 하고 악화시킬 수 있는 사업은 하지 말아야 한다. 그러나 지금까지 우리나라는 어떤 사업이건 수질이 미미할 정도로 조금밖에 더 안 더러워진다는 것만 증명하면 사업이 허가가 되었다. 지금까지의 환경영향평가가 다 그런 방식으로 진행된 것이다. 결과적으로 우리나라는 수질을 조금 밖에 더 악화시키지 않는 그런 사업들이 계속 모이고 모여서 해가 갈수록 수질이 자꾸 더 악화되어 왔을 뿐이다. 그 동안 10조원 이상을 쓰고도 물이 더 나빠졌다는 말은, 정책을 잘만 썼으면 돈을 안 쓰고도 수질의 악화를 막을 수 있었던 것을 방치했다는 뜻과 같다. 그

---

4) 김정옥, "21세기를 대비한 환경정책," 한국의 2001년 설계, 한국경제신문사, p. 254, 1995.

것은 수질을 개선하겠다는 의지가 실지로는 없었다는 뜻과 같다. 하수처리장을 지어서 처리하는 것보다는 하천변에 위락시설 앉히고 골프장 건설하고 도시나 공단을 개발해서 오염이 더 빠른 속도로 늘어났기 때문이다.

## 4. 2. 수질관리 대책

### 4. 2. 1. 수질감시체계의 확립

OECD 가업에 따른 각종 환경기준의 선진화에 대비하여 수질환경기준과 배출허용기준의 강화가 필요하다. 수질환경기준은 WHO에서 권장하는 수질기준 항목을 고려하여 신규항목을 포함시키는 노력이 필요하다. 그리고 수계별 수질예측모형을 개발하여 운영함으로써 수질환경기준의 현실 적합성을 높여야 한다.

현재 운행중인 수질측정망의 경우 수질측정지점수가 절대적으로 부족하다. 이미 수질오염이 심각한 상태임을 감안하면 조속한 시일 내에 확충이 이루어져야 할 것이다. 또한 현재의 수질 측정망만으로는 돌발적인 상수원 수질오염사고로 인한 피해를 막을 수 없다. 수질오염으로 인한 직접적인 피해를 줄이기 위해서는 상수원으로 이용되는 하천과 호소에 대한 수질 자동 측정망의 확대 설치가 필요하다.

아울러 생물을 이용한 조기경보체계의 도입이 시급하다. 자동수질측정을 체계적으로 관리해야 한다. 하수처리시설의 확충과 운영의 내실화를 위해서는 기존의 불량 하수관거에 대한 정비도 필요하다. 또한 분뇨처리의 효율화를 위해서는 기존 분뇨처리장의 현대화에 역점을 두어야 하며, 축산폐수의 경우는 축산폐수 공동처리장의 확충과 함께 분뇨의 퇴비화를 활성화하기 위한 기술과 재정지원이 이루어져야 한다.

수질을 개선시키기 위하여 막대한 예산을 투입하여 오·폐수처리장을 건설하여 운영하고 있으나 형식적으로 운영되어 예산만 낭비하는 결과를 초래한 경우가 많다. 이와 같이 폐·오·하수처리장의 관리와 운영이 제대로 이루어지지 않으면 아무리 많은 폐·오·하수처리장이 확충되더라도 수질개선을 기대하기는 어렵다.

대규모의 환경기초시설 신설에 앞서 기존 처리시설이 정상 가동되지 않는 원인을 면밀히 파악하여 문제점을 해결하는 것이 시급하다. 이 경험을 바탕으로 새로운 시설을 설계 · 시공하여야만 예산낭비를 막고 투자효과를 극대화시킬 수 있을 것이다.

또한 환경기초시설의 적절한 운영과 관리체계의 전문화를 위해서는 환경기초시설 전문 대행관리체제의 도입을 고려할 필요가 있으며, 관련 종사자에 대한 재교육이 지속적으로 이루어져야 한다. 정부와 기업, 대학의 협력을 진지하게 모색하기 위해서는 우선적으로 환경전문인력에 대한 데이터베이스를 작성하여 적재적소에 연구인력을 폭넓게 활용해야 한다.

#### 4. 2. 2. 상수원의 안정적 확보와 관리의 체계화

무엇 보다 중요한 것은 일반 국민의 식수원인 수돗물의 수질을 개선하는 것이다. 수량이 보장되지 않고는 걱정할 수질관리가 불가능하며 수질관리가 되지 않은 수자원은 그 양이 풍부하더라도 이용가치가 별로 없기 때문이다. 이에 따라 수량과 수질관리를 종합적으로 다룰 수 있는 물관리 정책의 통합이 필요하다.

그 동안 수자원의 안정적 확보를 위해서 하천상류에 다목적 댐이나 취수원을 건설하여 관로를 통해 도시 및 공단에 용수를 공급하는데 중점이 주어졌다. 그러나 이러한 수자원확보를 위한 대규모 다목적댐의 건설로 인하여 하천 하류지역의 수량감소와 자정능력의 상실 등 여러 가지 환경적인 부작용이 초래됨으로써 수질 오염이 심화되는 문제를 일으키게 되었다. 따라서 상수원수의 안정적 확보를 위해서는 다목적댐 건설보다는 지역의 자연적 특성에 맞는 소형댐 건설이 바람직하다 하겠다. 우리의 경우 연중 강수량의 2/3가 여름철에 집중되어 있으므로 이를 적절히 저장하는 저수시설의 마련이 필요하다. 한편 용수의 수요관리 차원에서 상수도의 유수율 향상이 필요한데, 이를 위해서는 노후관 및 취수 정수시설의 개량 등 수도배관 체계를 개선하여 수돗물 낭비요인을 제거할 필요가 있다.

그리고 수자원의 절약과 수질오염예방 차원에서 중수도제도의 정책과 보급확대가 이루어져야 하는데, 이를 위해서는 일정규모 이상의 시설에 대한 중수도 시설

설치의 의무화와 설치자에 대한 지원이 있어야 한다.

지표수의 공급확대에는 한계가 있는 만큼 수원의 다변화 차원에서 지하수 개발 노력이 중요하다. 그리고 녹지공간 확보를 통한 자연 함수량의 제고 노력도 상수원 공급확대 측면에서 중요하며, 해수를 담수화시키는 기술개발도 수자원 확보차원에서 앞으로 해결해야 할 중요한 과제이다.

#### 4. 2. 3. 지하수관리의 체계화

지하수는 그 보전을 원칙으로 하면서 지표수 공급이 곤란한 지역이나 가뭄에 대비하여 비상상수원으로 확보·개발하는 것이 필요하다. 환경부가 전국의 도시, 농촌, 공단 등의 지하수를 대상으로 13종의 유해물질에 대해 수질을 조사한 결과 조사 대상의 17%가 발암물질, 청색증을 일으키는 질산성 질소, 중금속 등 각종 유해물질로 오염된 것으로 나타났다.

이와 같이 지하수 오염이 심각하기 때문에 더 많은 유해물질 기준에 의한 지하수 오염 실태를 정밀 조사함으로써 현실에 맞는 수질기준을 제정하고 지하수 수질 측정망을 확대 운영할 필요가 있다. 그러나 현행 「지하수법」에는 지하수의 수질기준이 제정되지 않았고, 현행 음용수 수질 기준을 생수의 수질기준에 거의 그대로 적용하고 있으므로 「지하수법」을 빠른 시간 내에 보완하여야 한다.

특히 사전의 완벽한 관리체계의 정비 없이 생수의 시판이 허용됨으로써 부작용이 심각하게 나타나고 있다. 무분별한 대규모의 지하수 개발로 지하수의 수질이 현저히 악화되고 있으므로 지하수 수질관리를 위한 관련 법규를 정비해야 한다. 즉 생수 원료가 되는 원수에 대한 적절한 수질기준 마련과 채취·생산·유통과정에 대한 감독기준을 마련해야 한다.

또한 지하수 채취를 위한 판정의 7096 정도가 아무렇게나 방치하여 지하수 오염을 가중시키고 있는 것으로 나타나고 있다. 지하수에 대한 전국적인 전산망을 구축하여 종합적인 관리체계를 갖추고 폐공에 대한 주민신고체계를 도입하는 방안도 필요하다. 아울러 가장 큰 오염원인 매립장 침출수가 지하수로 들어오는 것을 막기 위한 대책을 마련하고 지하수 개발 영향평가제를 실시할 필요가 있다.

#### 4. 2. 4. 오염자 부담 원칙의 강화

많은 기업들이 지금까지 환경오염의 토대 위에서 부를 축적해 왔다 해도 과언이 아니다. 현시점부터는 물 이용자들의 자발적인 개선 노력을 유도하는 경제적 유인제도의 활성화가 중요하다. 「환경정책기본법」에 오염자의 비용부담 원칙이 명시되어 있지만 그것의 적용범위가 제한적이다. 현재의 배출부과금 제도를 확대하여 기업으로 하여금 더 이상 오염물질을 배출할 수 없는 환경을 조성해야 한다.

현재 수도물의 경우 수익자 부담 원칙에 따라 상수원수를 이용하는 주민이 상수원으로 유입되는 폐수의 처리비용을 부담하고있다. 이렇게 되면 강 하류에 거주하는 주민들은 이미 오염으로 더럽혀진 강물을 마시면서도 이의 정화비용에 들어가는 비용을 또다시 부담하게 됨으로써 이중의 부담을 지게 된다.

따라서 상수원을 오염시키는 오·폐수에 대해서는 폐수를 버리는 주민이나 기업체가 오염자 부담 원칙에 의하여 오염분담금을 내도록 해야 한다. 이와 같이 수자원이용을 둘러싼 주체간 지역간 갈등문제를 자율적 협상을 통해 해결할 수 있도록 비용분담체계가 개선될 경우에 오염주체는 자신들의 경제적 부담을 줄이기 위해서 배출되는 오·폐수의 양을 줄일 수밖에 없을 것이다.

그리고 양·하수도 요금에는 생산 및 처리비용이 적절히 반영되어야 하며, 단위 사용량 및 처리량당 요금이 증가하는 누진율의 채택이 필요하다. 아울러 업종별·지역별 특성, 계절별·시간대별 상수이용량, 하수 발생량을 고려하여 요금을 차등 적용할 필요가 있다. 특히 용수사용량이 많은 기업에 대해서는 오염 부하량의 감소정도에 따라서 그에 상응하는 경제적 인센티브를 제공할 필요가 있다.

#### 4. 2. 5. 오염된 생태계의 복원

일단 오염된 생태계를 되살리기는 대단히 어려운 일이다. 폐·하수 처리시설의 확충이나 정수 처리시설의 개선만으로는 파괴된 생태계를 복원할 수 없다. 그러나 물 오염의 심각성과 국민들의 안전한 수도물에 대한 욕구를 감안할 때 하천이나 호소 등 수중 생태계의 복원기술을 개발하는 것이 시급하다.

파괴된 생태계의 복원 없이는 상수원 수질을 근본적으로 개선할 수 없기 때문에 수층과 퇴적토 내에 축적된 오염물질을 제거하거나, 수질을 악화시키는 유해생물이 자라지 못하도록 하는 기술을 개발하여야 한다. 이를 위해서는 전국의 수중 생태계에 대한 생태학적 기초조사가 선행되고, 이를 바탕으로 각 생태계 특성에 맞는 생태계 복원기술을 개발하여야 한다.



## 제 5 장 결 론

우리나라가 현재와 같은 수질오염문제를 겪게 된 것은 1970년대 산업발전이 두드러지면서이다. 1990년대 많은 수질사고를 지나오면서 2000년대에는 각종 규제나 정책에 의해 일부 개선되어지고 있는 것은 사실이나 수질오염 억제책으로 활용되어지는 면이 대부분이며 개선방안으로 활용되기에는 역부족이었다.

4대강 주요지점은 1997년 이후에 전반적으로 수질이 개선되고 있는데 이는 그동안의 환경기초시설 확충, 4대강 특별대책수립등의 수질개선 노력의 효과가 나타난 것으로 보이나 주요 도시 하류에는 생활하수 및 폐수로 인한 오염급증이 심한 상황이고, 호소의 수질은 대부분Ⅱ~Ⅲ급수 수준으로 조류발생빈도가 1994년이후로부터 상승하고 있는 추세이다. 주요연안 수질오염도는 전체적으로 2등급의 상태를 유지하고 있으나 일부지역에서는 매년 적조가 발생한다. 지하수는 수질기준초과율이 점차 낮아지고 있는 추세에 있으며 개발가능성이 높다.

우리나라는 용수공급을 주로 지표수에 의존하였으나, 지표수의 오염, 댐에 의한 용수공급의 한계 및 물소비량의 증가 등으로 인하여 지하수의 이용량이 증가하고 있으며, 2004년말 현재 지하수 개발·이용시설은 1,234천개에 달한다. 지하수 총이용량은 2004년말 기준 우리나라의 연간 지하수 개발가능량 117억 $m^3$ /년에 비하여 32.1%(37억 $m^3$ /년, 지하염수 제외)에 머물러, 장래 물부족에 대비한 대체수원으로서 지하수의 가치가 매우 높음을 알 수 있다.

국제인구행동연구소(PAI)에서는 2000. 8. 23 “People in the Balance: Population and Natural Resources at the Turn of the Millennium” 열번째 보고서를 내면서 물부족인구가 현재 5억명 정도에서 2025년에는 32억명으로 4배이상 늘어날 것이라 경고했다.

우리나라의 물 사용량이 현재 535 lpcd(liter/capita-day)에 이른다. 미국을 제외하고는 북중미나 유럽, 아시아나 남미, 아프리카 어디와 비교해도 우리의 물 사용량이 너무 많은 편이다. 이에 적극적인 수질오염 방지 및 수자원 확보가 절실히 필요하다. 특히 수질오염은 대기오염과는 달리 수질보전시설의 가동을 통해 오염

원이 외부로 확산되는 것을 비교적 용이하게 차단할 수 있는 특성이 있다. 수질개선을 효과적으로 이룩하기 위한 산업폐수 및 생활하수 관리 정책방안을 제시하면 다음과 같다.

첫째로 기업의 자발적인 친수질보전적 행위를 유도하기 위해 수질배출부과금제도를 강화해야 한다. 현행 정책에는 기업이 자발적으로 오염물질을 적게 배출하거나 수자원을 절약하여 사용하도록 유도하는 장치가 부족하고 주로 제도적인 규제에 주로 의존해 왔다. 그러나 보니 수질배출부과금제도는 배출허용기준을 위반한 기업에 대한 벌과금적 성격이 강하며, 배출허용기준 이하로 오염물질의 배출억제를 유도하는 효과는 매우 낮다. 또한, 배출허용기준이 개별업체가 배출할 수 있는 오염물질의 농도를 기준으로하기 때문에 배출 총량에 대한 관리는 이루어지고 있지 않다. 기존의 배출허용기준은 사회전체가 수용할 수 있는 적정배출규제기준을 고려한 것이 아니므로 개별업체가 배출허용기준을 준수할지라도 배출업체의 수가 증가할 경우 사회 전체의 오염은 악화된다. 이처럼 부적정한 배출규제기준하에서 배출허용기준 이하로 배출하는 시설은 오염물질의 배출이 합법화되고 있다. 따라서 배출적정요율의 부담금을 부과함으로써 개별기업들이 자발적으로 수질오염문제의 해결에 참여할 수 있는 경제적인 유인을 제공할 필요가 있다.

둘째로 배출된 수질오염 물질의 효과적인 처리체계가 정비되어야 한다. 수질오염 산업자체가 수질오염자로서 부정되어야 하는지 아니면 배출된 오염물질을 효과적으로 처리하는 수질관리체계가 미비하기 때문에 수질오염이 발생하는 것인지의 여부가 먼저 분석되지 않으면 안된다. 또한 수질기준 및 방류수 수질기준을 강화할 필요가 있다. 일부러 타국과 비교하지 않더라도 수질오염을 확대만 시키지 않으면 된다는 인식에서 벗어나서 오염수준을 낮추기 위한 정부의 노력이나 의지가 있었는지는 다시 생각해 봐야 할 문제이다. 또한 유수율을 높이기 위해 노후관 및 취수/정수시설의 개량등 수도배관 체계를 개선하여 낭비요인을 제거할 필요가 있다.

셋째로 생활부문에서도 수자원에 대한 수요감소를 유도할 수 있는 경제적 유인이 도입되어야 한다. 물사용량을 현재 535lpcd에서 760lpcd로 증가시키기 위한 계획도 좋지만 수질오염 및 물부족에 대한 인식을 강화하여 다른나라 수준이하로

사용량을 낮출수 있는 요인이 필요하다. 중수도사용이나 우수를 활용 할 시에 대한 적극적인 경제적지원이나, 정부보조를 해줄수도 있다. 또한 현재의 법규를 개선하여 생활용수중 변기수량을 조절하거나 식수가 아닌 세척/세차등의 용수기준을 변경 할 수도 있을 것이다.

넷째로는 수질관리에 있어서 지방자치단체의 역할 강화이다. 수질오염물질은 종류가 매우 다양하고 지역성을 강하게 지니고 있다. 한강수계 권역의 대부분의 폐수배출업체가 공업단지에 입지하지 않으므로 이를 효과적으로 관리하기 위해선 지역실정에 보다 밝은 지방자치단체의 역할이 강조된다. 또한 직할하천 위주로 시행되어 온 지금까지의 수질보전 정책에서 벗어나 도시 내 하천의 수질보전에 관심을 기울이기 위해서도 지방자치단체의 역할을 필수적이다. 현행 수질관련 법에서는 일정규모 이상의 배출시설에 대해 규제를 가하고 있다. 그 규모에 미달하는 소규모공장, 소규모축산시설, 하천변 소규모 음식점 및 숙박업소 등은 개별적으로 오염의 부하량을 파악하는 것이 쉽지 않지만 그 집합적 총량은 상당히 클 것이 틀림없다. 수질보전과 관련하여 비점오염원, 다수의 소규모 공장 및 불법 무등록 공장에 대한 통제에 있어서 지방자치단체의 적극적인 참여가 매우 중요한 역할을 할 것이다. 나아가서 장차 수질관리정책의 방향은 수질관련 기초시설의 설치뿐만 아니라 이미 설치된 시설의 정상적인 가동이 더 중요한 과제로 등장할 것으로 예상되는 바 공장의 수질관리 및 감독의 강화를 위한 지방자치단체의 역할이 중요하다.

## 참 고 문 헌

- 건교부/수자원공사, 2003, 2004 지하수 조사연보
- 환경부, 2003, 2004 상수도 통계
- 환경부, 2003, 2006 환경통계연감, 환경백서
- 국립환경연구원, 2003, 물환경 종합정보(창간호)
- 건교부, 2002, 2003지하수관리 기본계획
- 건설기술연구원, 2003 물관리체계 개편방안
- 김세원, 2005, 먹는 샘물과 먹는 물 공동시설의 수질현황 및 관리 방안에 대한 연구, 연세대학교 보건환경대학원 환경공학 공학석사 논문
- 김광임, 『산업폐수 및 생활하수 처리현황과 대책』, 94환경사회단체포럼 "생명의 물 어떻게 할것인가"
- 정희성, 1995, 북한의 환경문제와 남북 환경협력의 추진방안, 한국환경기술개발원, KETRI
- 김정욱, "21세기를 대비한 환경정책," 한국의 2001년 설계, 한국경제신문사
- 최동진, 2005, 물관리체계 개편 및 관련법제 개선방안 연구
- 
- <http://www.me.go.kr/> 환경부
- <http://www.ilovewater.or.kr/> 물사랑홈페이지
- <http://www.emc.or.kr/> 환경관리공단
- <http://www.kowaco.or.kr> 한국수자원공사
- <http://www.gims.go.kr/> 국가지하수정보센터
- <http://www.kossge.or.kr/> 한국지하수도양환경학회
- <http://www.nier.go.kr/> 국립환경과학원
- <http://ciesmc.kfem.or.kr/> 시민환경연구소 수질연구센터

## ABSTRACT

### The Current Status of Water Quality Management and the Improvement Strategies in Korea

Kim Sang Han

Dept. of Environmental Engineering

The Graduate School

Yonsei University

This thesis investigated the current status of water pollution in Korea and the water quality management efforts performed by the government. The effective strategies to improve water quality were also suggested.

Since the 1970s, our country have emphasized the economic growth, resulting in the annual average growth rate of 13%. At the cost of economic development, the industrial waste water has been increased by 13% every year since the 1980s. The average rainfall in Korea is 1.283mm per year, which is relatively abundant but the rainfall is concentrated in a specific region and season. Due to this reason, it is difficult to manage the water resources in Korea. Since 2000s, to improve the water quality, the government have made some efforts such as establishing new regulations and water control systems. Nevertheless, the water pollution have not been improved as the current government plans.

At the present time, the various water quality management authorities have been being unified into one authority which has establishing essential plans for managing groundwater, wastewater, and river waters . Particularly, the water surveillance system, the raw water management for the drinking water, and

the control of wastewater effluents are good examples for improving the water quality.

For the effective improvement of water quality in the future, the more systematic and powerful control for the industrial and domestic wastewater should be made. The penalty for the excess wastewater effluents should be strongly reinforced, the appropriate campaign and policy should be set up to reduce the water usage, and the wastewater treatment process should be further improved. In addition, the local governments in all regions should also participate to improve water quality.

-----

Key Words : water pollution, environmental pollution, water resource, water quality management policy, groundwater