

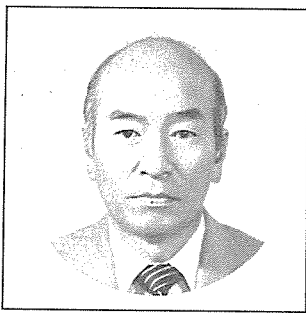
“水質관리-믿고 마실 수 있어야”

用水공급과 水道水質관리의 방향
權 肅 杓 〈韓國水道연구소 所長〉

水系別로 科學的인 관리대책 시급
金 元 滿 〈漢陽大工大 교수·都市工學〉

用水공급과 水道水質관리의 方向

“水源오염 근절과 水質基準강화를...”



權 肅 杓

(韓國水道연구소 所長 · 前 延世大 교수)

물의 중요성

지구상의 모든 생물은 물이 없이는 생존할 수 없다. 모든 생물의 조직과 장기는 대부분이 물로 구성되어 있을 뿐만 아니라 생리현상, 신진대사에도 물이 관여하고 있으며, 식량이 되는 농작물, 축산물, 해산물도 물에 의해서 생산되고 있으므로 물은 계속 공급되지 않으면 안된다. 또 모든 산업에서도 물은 필수적인 자원이다.

그러므로 태고로부터 인류는 물을 따라 이동하고 풍부한 수자원이 공급되는 지역에서 문화가 발전해 왔다. 역사적으로 세계 3대 문화발상지라고 알려진 황하문화, 나일강변의 이집트문화, 티그리스·유프라테스 강변의 메소포타미아 문화는 풍부한 수자원이 문화발전의 기반이 되었으며, 우리나라에서도 고대로부터 대부분의 도시는 대하천변에서 발전하였다.

그러나 지구상에서 생물이 필요로하는 담수량은 한정되어 있다. 지구상의 물은 대부분이

바닷물이고 육상식물이 필요로 하는 담수는 극히 일부분에 지나지 않으며 降水量의 일부가 지하수, 하천수, 호수를 이루고 있다. 그러므로 강우량이 적거나 강우기가 심하게 遍在되어 있어 갈수기가 계속되는 지역에서는 물이 극도로 고갈되어 도시 산업발전은 불가능하게 된다.

우리나라의 수자원 이용현황

우리나라의 연간 강우량은 평균 1,159mm로써 1,140억^m의 비교적 우량이 많다. 그러나 강우기가 심하게 편재되어 있어 7~8월에 강우량의 약 60%가 내리고 홍수를 수반하여 막대한 수자원이 유실되고 그밖의 계절에는 渴水期가 계속되어 평상시 하천유출량은 총강우량의 22.5%인 257억^m에 지나지 않는다.

이와같이 미약한 평상시 유출량중에서 실제로 하천수의 이용량은 167억^m(총 수자원량의 14.6%, 평상시 유출량의 약 65%)에 이르고 있으며 부족한 물을 지하수에서 16억^m, 댐에서

65억 m³를 취수하여 공급하고 있다(1988).

물의 수요량은 1988년에 생활용수 45억 m³(18%), 공업 용수 23억 m³(9%), 농업 용수 121억 m³(49%), 하천유지용수 59억 m³(24%)으로 총 248억 m³가 소비되었다. 이 용수 수요량은 인구, 도시, 산업의 증가·발전에 따라 계속 증가하고 있으며, 1991년에는 약 25%가 증가한 317.7억 m³가 소요될 것으로 전망하고 있다. 물수요가 가장 많이 증가하는 용도는 산업용수로서 불원간에 생활용수 수요를 증가하게 될 것으로 전망하고 있다.

물의 수요가 늘어나는 한편으로는 하천유량이 한정되어 있어 물수요에 비례해서 물이 공급되지 못하므로 물부족 현상은 해가 갈수록 심각해지고 수자원개발을 위해서 댐, 저수지를 계속 건설하고 수자원이 부족한 지역은 광역상수도계획을 통해서 전국 158개 도시에 용수를 공급할 계획을 추진하고 있으나, 댐適地는 적고 송수거리가 멀어지면서 경제성이 떨어져 수자원개발은 이제 한계에 다다랐다.

水資源의 오염

하천의 수량은 한정되어 있는데 용수 수요량이 급속히 증대하면 이것에 비례해서 하수와 폐수의 발생량이 증가하고, 이 오염된 오수가 다시 하천이나 지하수에 유입되어 귀중한 수원이 오염된다. 수원의 수질오염은 하수나 산업폐수에 포함된 오염물 이외에도 도시, 농촌, 공업 지역에서 배출되고 폐기물(쓰레기)과 지표수와 농경지에서 배출되는 오수에 의해서도 오염된다. 또 이들 오수와 같이 하천에 유입되는 營養鹽類에 의해서 富營養化현상이 빈번히 발생한다.

하천이나 지하수에 침입된 오염물에는 많은 종류의 무기, 유기물과 미생물이 포함되어 있다. 이들 오염물은 그 종류에 따라 물속에서 서서히 분해, 산화, 희석, 흡착, 침전, 증발등의 화학적, 물리적, 생물학적 작용에 의해서 淨化된다(자정작용). 이때에 오염물질의 종류에 따라서

는 정화되지 않는 것도 있고 오히려 수중생물체나 底質에 蓄積되어 농축되는 종류도 있다. 오염물은 자정작용에 필요한 충분한 시간이 주어지지 않을 때에는 水質汚染이 발생된다.

①도시하수 중에는 가정에서 유출되는 주방하수, 정화조방류수, 산업폐수, 지표수가 포함되어 있는데 이들 오수 중에는 다량의 유기물, 중성세제, 廢油, 무기염류가 함유되어 있고, 때로는 병원미생물, 土砂, 유해한 폐기물도 포함되어 있어 이것이 하천에 유입되면 하천수질을 오염시킨다.

유기물은 수중에서 분해되면서 溶存酸素(DO)를 소비함으로써 물의 자정능력이 떨어지는데 DO의 포화도의 40~50%가 상실되면 유기물은 嫌氣性分解를 일으켜서 부패하여 암모니아, 황화수소등 가스가 발생하고 악취가 난다. 특히 수심이 깊은 저수지에서는 이러한 현상이 빈번히 나타난다. 또 혐기성상태에서는, 底質에 불용성상태로 축적되어 있는 철분, 망간, 기타 중금속류와 인분이 용출되어 수질을 더욱 악화시킨다.

하수에 포함된 중성세제는 0.4~0.5ppm 이상에서는 水温에 따라 수표면에 심한 泡膜을 형성하고 혼탁물의 침전과 물의 공기접촉을 방해하여 정화작용은 억제되고 오염을 지속시킨다. 중성세제 중에서 生分解가 어려운 硬性洗劑(ABS 등)는 장시간 수중에 잔류하여 수질을 악화시킨다. 軟性洗劑는 경성세제에 비해서 분해속도가 비교적 빠르나 역시 수시간~수일이 걸리므로 그 기간은 경성세제와 같이 수질을 악화시킨다. 중성세제에 빌더(Builder)로 첨가되어 있는 인산염(Phosphate)은 중성세제와 같이 하천에 유입하여 부영양화의 원인이 된다. 도시의 도로, 세차장, 기계공장 등에서 유출되는 폐유는 하천에서 油膜을 형성하여 물에서 악취가 나며 물의 공기접촉을 방해하여 자정작용을 억제한다.

도시하수와 같이 유출되는 병원세균(병원성 대장균, 장티브스, 이질, 콜레라, 간염바이러스, 자이알디아(Giardia), 아데노바이러스(Adenovi-

〈표-1〉 각국 수도 수질기준 비교		(<는 이하, >는 이상)				
각 국		한 국	일 본	미 국	W H O	비 고
항 목	색 도	<5도	<5°	<15°	-	
외관 취미	탁 도	<2도	<2°	<5°	-	
	미	무	무	무	-	
	취	무	무	<3°	-	
	기	무	무			
화 학 물 질	암모니아 - N	<0.5mg / l	-	-	-	
	아질산성 - N	-	<10mg / l	-	-	
	질산성 - N	<10 g / l	<10mg / l	<45mg / l	<40mg / l	
	염소이온	<150mg / l	<200mg / l	<250mg / l	<200mg / l	방사선물질 미국
	과망간산카리소비량	<10mg / l	<10mg / l	-	<10mg / l	226Ra <3 PC / 8
	시안(화합물)	불검출	불검출	<0.01mg / l	<0.0mg / l	90Sr <10
	수은	불검출	불검출	<0.05mg / l	<0.05mg / l	총β <1,000
	유기인	불검출	불검출	-	-	90Sr는 α방사가 없음
	동 (Cu)	<1mg / l	<1mg / l	<1.0mg / l	<1.0mg / l	
	철 (Fe)	<0.3mg / l	<0.3mg / l	<0.3mg / l	<0.3mg / l	
	불소 (F)	<1mg / l	<0.8mg / l	<1mg / l	<0.7~1.2mg / l	
	연 (Pb)	<0.1mg / l	<0.1mg / l	<0.005mg / l	<0.1mg / l	
	아연 (Za)	<1mg / l	<0.1mg / l	<5.0mg / l	<5.0mg / l	
	크롬 6 가 (Cr)	<0.05mg / l	<0.05mg / l	<0.05mg / l	<0.05mg / l	
	비소 (As)	<0.05mg / l	<0.05mg / l	<0.01mg / l	<0.2mg / l	
	망간 (Mn)	<0.3mg / l	<0.3mg / l	<0.05mg / l	<0.1mg / l	
	페놀류	<0.005mg / l	<0.005mg / l	<0.001mg / l	<0.001mg / l	
	칼슘 (Ca)	l	-	-	<75mg / l	
	마그네슘 (Mg)	-	-	-	<50mg / l	
	총경도	<300mg / l	<300mg / l	-	100~5000mg / l	
	수소이온농도 (PH)	5.8~8.5	5.8~8.5	-	7.0~8.5	
	중발잔유물	<500mg / l	<500mg / l	<500mg / l	-	
	황산이온 (So ₄)	<200mg / l	-	<250mg / l	<200mg / l	
	세레늄 (Se)	-	-	<0.01mg / l	<0.05mg / l	
	바륨 (B ₂)	-	-	<1.0mg / l	-	
	카드뮴 (Cd)	<0.01mg / l	<0.01mg / l	<0.01mg / l	<0.01mg / l	
	음이온계면활성제 (ABS)	<0.5mg / l	<0.05mg / l	<0.5mg / l	-	
	잔유염소 (Cl ₂)	>0.2mg / l < 1.5mg / l (부결합염소)	<0.1mg / l	>0.5~ 0.110mg / l	-	
	카본·클로로포름·추출물 (CCE)	-	-	<0.04	<0.2~0.5	
	카본·알코올·추출물 (CAE)	-	-	<0.10	-	
트리하로메탄 (TTHM)	-	<0.1mg / l	<0.1mg / l	<0.1mg / l		
미생물	일 반 세 균 수 <100mg / ml	<100mg / ml	-	-		
대 장 균 균	50cc에서 불검출	50cc에서 불검출	양성율 <10%	<MPN100		

〈표 - 1〉 미국, 캐나다 음료수중 농약함량기준 (mg / l) (ND는 불검출)

농 약 명	미 국	카 나 다	
		기 준	최고허용한계
Aldrin	0.017	ND	0.017
Chlordane	0.003	ND	0.003
DDT	0.042	ND	0.042
Dieldrin	0.017	ND	0.017
Endrin	0.001	ND	0.001
Heptachlor	0.018	ND	0.018
Heptachlor eposide	0.018	ND	0.018
Lindane	0.056	ND	0.056
chlor	0.035	ND	0.035
Organic phosphate			
Plus Canbamates	0.100	ND	0.100
Toxaphene	0.005	ND	0.005
Herbicides (eg, 2,4-D : 2,4,5-T : 2, 4, 5-TP)	0.100	ND	0.100

rus) 등 수인성 전염병균(水因性傳染病菌)은 하천수중에서 수일, 수주일 생존할 수 있어서 병원균으로 오염된 하천수를 이용하는 지역에서 수인성 전염병이 폭발적으로 발생하는 사례가 있다.

도시 지표수에는 도로의 분진이 포함되어 있는데 이 분진 중에는 자동차 배기에 함유된 多環芳香屬炭化水素가 있고 이 물질중에는 발암성과 變異原性이 있는 물질도 있다. 또 자동차 부레이크라이닝, 타이어, 아스팔트의 마모분진등도 있어 발암성인 석면이나 유기물질이 하천에 유입하여 수질을 오염시킨다.

또 도시에서 오물처리장, 쓰레기 매립지에서 대량의 침출수(Leachate)가 배출되고 상수도정수장, 하수처리장에서도 슬러지(Sludge)와 오수가 유출된다.

②산업폐수에는 각종 공장폐수, 축산시설폐수 등이 배출되는데 공장폐수는 업종에 따라 배출 오염물은 다르지만 일반적으로 熱水-冷却水, 金屬類, 폐유, 酸, 알칼리, 有機溶媒, 有害化合物(PCB, 농약, 불소화합물 등)이 대량, 농후한

상태로 배출되어 하천수, 지하수를 오염시킨다.

열수는 공장, 발전소에서 배출되는 냉각수를 말하는데 수온이 높은 폐수가 하천에 유입되면 하천수의 수온이 상승하여 용존산소(DO)가 감소되고 유기물의 부패가 촉진되며 수중의 生物分布가 변화하여 어류의 분포가 변한다.

중금속은 금속제련소, 금속(비철금속 포함)공업, 화학공업, 피혁공업, 도료공업, 도금공장 등에서 배출되는 수은, 카드뮴, 아연, 크롬, 니켈, 동, 비소, 납 등의 鹽類인데 이것이 하천에 유입하면 중금속은 저질, 浮遊生物, 어류에도 흡수축적되어 생물에 독성을 나타낸다. 또 중금속 염류로 오염된 물을 음료수로 공급하면 인체에도 축적되고 농업용수로 사용하면 농토에 흡수·축적되고 농작물에도 흡수되어 이 농작물을 먹는 인체에 흡수된다.

과거에 일본 니이가다현(新潟縣), 진쓰천(神通川) 유역에서는 아연제련소에서 버린 폐광석(스력)에서 카드뮴이 용출되어 하천수가 오염되었는데, 이 물을 하류에서 농업용수로 사용함으로써 농토에 카드뮴이 축적되고 다시 벼, 쌀에 흡수되었다. 이 오염된 쌀을 약 35년간 먹고 있던 주민들(주로 중년여성) 사이에서 다수의 만성 카드뮴중독증환자(이따이 이따이병)가 발생하여 많은 사상자가 나타났다.

수은은 극미량의 수질오염에서도 이것이 수중에서 有機水銀으로 전환되고 수중의 부유생물에 흡수·농축되어 이것을 잡아먹는 어패류(魚貝類)에 더욱 흡수·농축되어 유독해진다. (日本「미나마타」수은중독사건). 이들 중금속은 오염도가 극히 낮은 상태에서도 生物體內에 흡수·축적되므로 장기만성중독의 원인이 된다. 폐유는 정유공장, 기계정비공업, 세차장, 인쇄소 등에서 다량 배출되어 하천에서 유막을 형성하고 악취가 나며 심하면 어류를 斃死시킨다.

산·알칼리는 기계공장, 화학공장 등에서 대량 배출되는데 이것이 하천수의 液性(酸)을 변화시켜 水中生物의 생육을 억제하며 도수관을 부식시켜 도시급수에 막대한 손상을 준다. 또 산성(PH6 이하)에서는 저질에 축적된 망간

(Manganese), 철, 중금속을 용출시켜 수질오염의 원인이 된다.

그 밖에 세탁, 전자공업에서는 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 트리클로로에탄과 같은 有機溶媒가 폐수와 같이 배출되는데 이것은 음료수중에 미량오염에서도 장기간에 걸쳐 암을 유발하는 것으로 알려져 있고, 전기부품공장, 플라스틱제품공장 등에서는 유독한 PCB (poly-chlorinated biphenyls), 인산비료공장, 알미늄제련공장에서는 불소화합물이 배출된다. 그리고 농약제조공장에서는 농약과 農藥製造中間體, 중성제제공장에서 중성제제와 인산분이 배출된다.

이들 PCB와 농약중에서 有機鹽素系 農藥은 중금속과 같이 저질, 수중생물 체내에 흡수·농축되어 독성을 나타낸다. 불소화합물은 음료수에 1.5ppm 이상 함유되면 치아를 침식하여 반치(斑齒)를 형성하고 어린이들의 치아, 뼈형성을 방해하여 軟骨症을 유발하기도 한다.

축산폐수에는 다량의 부패성유기물(가축의 분뇨)과 질소, 燐분이 함유되어 있고 때로는 人畜共通傳染病菌이 혼입되어 있어 하천수, 지하수에 침입하면 악취가 나고 부패, 부영양화의

원인이 된다.

③農耕地流出水에는 비료성분과 농약이 포함된다. 비료성분중에서 특히 인분·질소분의 유출량이 많아서 이들 영양염류가 하천에 유입되어 대체로 인분이 20mg/m³ 이상이 되면 부영양화가 유발되기 쉽다.

농약은 독성이 강한 有機燐系農藥(파라치온, DDVP, EPN 등), 잔류성이 강한 유기염소계 농약(DDT, BHC등) 카바메이트계 등이 있으나 이들 농약중 맹독성, 잔류성농약, 수질오염성 농약은 대부분이 사용금지되고 현재는 416종이 사용되고 있으며, 이중 32종이 고독성농약이고 맹독성농약은 파라치온과 테믹 2종뿐이다. 그러나 과거에 대량 사용한 잔류성농약인 DDT, BHC, EPN 등이 토양, 저질, 어류체내에 아직도 검출되고 있다.

④하천수 저수지에 유입되는 지표수, 하수, 산업폐수는 다량의 유기물, 질소분,인분 등 營養鹽類가 포함되어 있어 이것이 하천, 저수지에 유입하여 점차로 영양염류의 농도가 높아지면 藻類 그밖의 미생물이 급속히 번식한다. 이 현상을 富營養化 現象(Eutrophication)이라고 하며 綠藻類, 矽藻類가 번식하여 葉綠素(Chlorophy

〈표-2〉 연도별 수원시설 현황(1981~1984)

연		도		1981	1982	1983	1984
全 國 計				7,507.539	8,075.530	8,386.050	9,497.770
사 업 지 구	시 설 용 량 전 국 대 비 보 할	1,274.659	1,276.460	1,368.190	1,443.270		
		17.2	15.8	16.3	17.0		
		(100)	(100)	(100)	(100)		
하 천 표 류 수	사 용 량 보 할	234.790	170.970	193.240	131.040		
		(18.1)	(13.4)	(14.1)	(11.5)		
		287.260	314.960	346.260	379.110		
하 천 복 류 수	사 용 량 보 할	922.2	(24.7)	(25.3)	(33.1)		
		581.390	703.950	737.160	536.310		
		(44.9)	(55.2)	(53.9)	(46.9)		
지 하 수	사 용 량 보 할	138.439	47.700	49.890	84.220		
		(10.7)	(3.7)	(3.7)	(7.4)		
		52.780	38.850	41.640	12,550		
용 천 수	사 용 량 보 할	(4.1)	(3.0)	(3.0)	(1.1)		

上水道(建設部) 1982~1985 [()내는 당해연도의 수원비율]

ll-a)가 증가하여 물이 혼탁해지고 악취와 이상한 맛이 난다.

또 산소가 부족한 深部에서는 유기물의 부패, 糸狀菌 아크티노마이세스(Actinomyces)가 번식하여 취기가 심해진다. 부영양화가 심해지면 이 물을 취수하여 여과할 때에 여과막이 형성되어 여과속도가 떨어지고 상수도 정수과정에서 장애를 받는다. 또 부영양화된 원수에는 유기물이 증가하여 상수 정수과정에서 염소소독하면 발암성물질(carcinogen)인 THM₅(트리하로메탄류)과 같은 유기염소화합물이 생성된다.

⑤도시나 공업지역에서 大氣汚染이 심해지면 대기중에 아황산가스, 질소산화물이 산화하여 생성된 황산, 질산이 바람을 타고 이동하면서 빗물에 흡수되어 酸性雨가 되어 낙하한다. 산성우가 내리는 지역의 하천, 저수지의 수질은 산성으로 변한다. 산성수질에서는 底質에 불용성 상태로 축적되어 있는 철, 망간, 중금속염류를 용출시켜 수질을 악화시킨다.

또 산성수(PH 6.0 이하)는 수중생물을 멸살하고 부식성이 강하여 수도시설을 부식하는 결과를 가져온다.

〈표-3〉 중요 효소(저수지) 부영양화상태 및 전망

저수지	년도	총인 (mg/m ³)	엽록소-α (mg/m ³)	투명도 (m)	영양상태
팔당호	1986	41.1	15.9	1.2	부영양
	1991	60.2	27.7	0.8	"
	2001	93.3	52.3	0.5	"
의암호	1980	28.5	9.4	1.7	부영양
	1991	40.0	15.3	1.2	"
	2001	60.6	28.0	0.8	"
충주호	1986	24.3	7.4	2.0	중영양
	1991	31.2	10.7	1.5	중~부영양
	2001	47.4	19.6	1.0	"
안동호	1986	36.6	13.5	1.3	부영양
	1991	56.3	28.4	0.9	"
	2001	90.0	47.6	0.5	"
합천호	1991	39.6	15.1	1.2	부영양
	1996	51.6	22.2	0.9	"
	2001	68.9	33.7	0.7	"
대청호	1986	14.8	3.6	3.2	중영양
	1991	18.9	5.2	2.5	"
	2001	27.8	9.0	1.7	중~부영양
옥정호	1986	7.0	1.2	6.8	부~중영양
	1991	8.3	1.6	5.6	"
	2001	10.7	2.3	4.4	빈~중영양
안산호	1986	485.5	570.5	0.10	부영양
	1991	632.7	837.4	0.08	"
	2001	1,024.4	1,682.6	0.05	"
삼교호	1986	292.4	196.2	0.21	"
	1991	419.0	460.9	0.11	"
	2001	583.1	744.0	0.09	"

〈표-4〉 전국 수계별 수질오염 현황 (1987) (평균 BOD : mg/ℓ)

한 강		낙 동 강		금 강		영 산 강		섬 진 강		만 경 강	
지 점	오염도	지 점	오염도	지 점	오염도	지 점	오염도	지 점	오염도	지점점	오염도
춘천(댐)	1.2	봉 회	1.3	옥 천	1.2	담 양	1.7	섬진강(댐)	1.5	고 산	1.0
소양(댐)	1.2	안 동	1.2	대 청	1.3	광 주	20.1	곡 성	1.3	삼 래	4.1
의암(댐)	1.1	상 주	1.5	청 원	1.9	금 성	4.2	구 래	1.3	김 제	5.6
청 평	1.3	구 미	1.5	연 기	2.7	함 평	4.2	하 동	1.4		
영 율	1.2	외 관	2.0	공 주	2.3	무 안	1.8				
단 양	1.2	달 성	1.5	부 여	2.9						
충 주	1.4	고 령	9.8								
중 원	1.2	남 지	3.7								
여 주	1.6	삼랑진	3.3								
팔 당	1.6	물 금	3.6								
구 의	1.4	구 포	3.7								
독 도	2.4										
보 광	2.9										
노 량	4.3										
선 유	4.0										
영 등	4.4										
행 포	8.2										

하천수질오염 방지 대책

하천의 수질오염을 방지하기 위해서 건설부, 보건사회부, 환경청에서 도시하수처리장, 오물처리장을 건설하거나 환경청에서 산업폐수처리를 의무화하고 감시·감독을 하고 있으나 아직도 전국 하수처리율은 약 25%에 머무르고 있고, 또 하수처리장(전국 16개소)의 방류수는 하천유량에 비해서 상당히 높은 오염부하를 보이고 있어 충분한 自淨능력을 기대할 수 없다. 또 현재 하수처리법으로는 중성세제, 인, 질소등 부영양화의 원인이 되는 영양염류와 농약 등의 고도제거처리는 크게 기대할 수 없다.

산업폐수의 처리도 배출업소(전국 8,148개업소)의 기술부족, 시설미비, 또는 불법방류 등으로 유해오염물 배출량은 감소되지 않고 있다. 특히 상류지역의 농공단지, 축산장등에서 나오는 폐수는 상류수역의 수질을 오염시키는 중요한 요인이 되고 있다.

최근에 조사한 전국 지천(支川)은 오물퇴적

과 수질오염이 극심하여 이것이 하천의 심한 오염을 유발하고 있으며, 주요도시의 상수(上水)중에서도 트리하로메탄, 그 밖의 발암성물질이 검출되고 그 농도가 WHO의 권고기준을 초과하는 경우도 있다. 이러한 상황에서 양질의 풍부한 수자원을 확보하고 전국적인 균형발전을 이루기 위해서는 청정수역에 댐, 저수지개발과 광역상수도계획이 불가피하게 된다.

하천수질은 종합적, 체계적관리대책이 마련되어야 하며 수질에 직접·간접으로(또 장치에) 영향을 미치는 여러 원인을 정밀히 파악하여 수질변화를 예측(Simulation)하여 그 수역의 하천수 이용목적에 적합한 수질기준을 설정하여 단계적인 기술적, 행정적인 관리계획이 수립되어야 한다.

이때에 유역내의 오염원을 파악하고 유입되는 오염의 자정능력을 파악하여야 한다.

오염원은 가정하수, 공장폐수, 광산폐수, 축산장폐수와 같은 點汚染源으로 부터의 오염물별 負荷量과 도시누수유출수, 농경지유출수, 자연녹지로 부터의 배수, 매립지침출수와 같은 非點

汚染源으로부터의 오염부하량을 조사하고 이들 오염물이 하천수역에 유입할 때까지의 疏達率과 하천에서의 정화과정을 파악하여 각 수역의 오염도가 추정된다.

오염을 감소시키기 위해서는 용수목적에 적절한 用水水質基準을 정하여 하천수질이 용수 수질기준을 초과할 경우에는 지천과 상류로부터의 오염부하량을 삭감하게 된다.

오염부하량의 삭감은 상류·지천에서 유지되어야 할 水質環境基準을 설정하여 계속 측정하여 기준달성여부와 기준초과의 원인(배출원과 배출량)을 감시하고 판단한다.

오염부하를 삭감하는 기술적 대책으로서는 현재 전국 16개 하수처리장을 확장하는 동시에 기타 도시·공업지역에도 대폭 증설할 필요가 있다. 또 공업단지와 공업이 밀집한 지역에서는 산업폐수와 생활하수를 합병종말처리하고 시설을 설치·운영하여야 한다. 또 분뇨처리장은 도시·농촌 다같이 조속히 설치·운영하여 오물의 하천 유입을 봉쇄한다.

산업폐수는 배출량은 도시하수에 비해서 양적으로 적다고 하더라도 오염도가 도시하수보다 월등 심하고 「유해오염물」의 종류도 다양하므로 국제대상산업도 대폭 확대(배출량과 업종) 적용하고 배출허용규제도 강화하여야 한다.

현재 우리나라의 산업장폐수 배출허용기준에는 인분, 농약, 용매등이 포함되어 있지 않고 또한 濃度基準이므로 희석해서 방출시키는 경우도 있어 總量基準이 적용되어야 한다.

기술적으로 긴급히 요청되는 것은 하수·폐수의 처리기술이 대규모처리장에 치중되어 외국에서 과거부터 사용되어 오던 활성오니법등에서 탈피하여 소규모배수처리와 새로운 효율적인 처리법이 개발되어야 한다.

끝으로 하천수질오염은 상류에 댐을 건설하여 각목적으로 配水함으로써 하류하천의 維持用水가 제한되어 유량이 감소하는 것도 큰 원인이 된다. 따라서 하류하천의 유지용수를 적절히 유지되도록 댐방류수관리가 요망된다.

상수도 수원과 수질

우리나라의 상수도는 거의 지표수, 하천수를 수원으로 하고 있다. 그러나 이들 하천수에는 유역의 인구증가, 도시화, 산업의 발달 등으로 하수, 산업폐수의 유입량이 증가하고 또 표지이용이 증대하면서 토사유출, 비료, 농약으로 오염된 지표수가 대량 유입되면서 오염이 심화되고 있다.

수질오염을 유발하는 오염물의 종류도 새로운 공업기술, 농업기술, 생활용품의 개발과 더불어 증가해 가고 있다. 이러한 새로운 오염물(未規制汚染物, none-criteria pollutants)중에는 과거에 수질기준으로 규정한 오염물보다 더욱 유독하거나 용수이용에 장애가 되는 물질들도 있어 미국, 일본등에서는 이들 미규제오염물의 피해를 조사하여 排出規制를 강화하고 있다.

우리나라의 하천 및 湖沼의 수질기준은 수자원의 이용목적에 따라 상수원수 1~3급, 수산용수 1~2급, 공업용수 1~3급, 농업용수, 그 밖의 자연환경보전, 수영용수, 생활환경보전 등 목적

〈표-5〉 상수보호구역지정현황(1987)

시	도	별	지 정 개 소	지정면적(km ²)
합	계		363	1,276.6
서	울	시	-	-
부	산	시	1	95.0
대	구	시	6	54.1
인	천	시	-	-
광	주	시	2	14.3
경	기	도	28	780.2
강	원	도	13	76.2
충	청	북	19	109.9
충	청	남	14	89.9
전	라	북	27	60.3
전	라	남	26	100.9
경	상	북	73	70.3
경	상	남	49	2.8
제	주	도	10.5	2.8

(건설부 상하수도국 1987)

별로 PH, BOD, COD, SS, DO, 대장균군수를 정하고, 사람의 건강보호를 위하여 카드뮴, 납, 6가크롬, 비소, 수은과 같은 유해 금속이온농도와 시안, 유기인, PCB 등 유독물농도의 허용한계를 규정하고 하천수역에 따라 기준등급을 정하고 있다. 그러나 WHO, 미국 EPA, 일본에서는 이들 기준항목(오염물종류) 이외에 수도원수와 수도수중의 4염화탄소($<3\mu\text{g}/\text{l}$ 이하), 트리클로로에틸렌($<10\mu\text{g}/\text{l}$ 이하), 트리클로로에틸렌($30\mu\text{g}/\text{l}$ 이하), 1,1,1-트리클로로에탄($300\mu\text{g}/\text{l}$ 이하)를 잠정가이드라인치(tentative guideline)로 정하여 권고하고 있으며, 일본은 저수지의 부영양화의 피해가 증가하면서 1982년 12월 「호소의 질소 및 인에 관한 환경기준」을 환경청고시(제140호)로 공고하여 수자원이용 목적에 따라 全窒素, 全磷의 기준치를 정하고 그 중 특히 수도수원(1, 2, 3급)인 1,400개 호소에 대해서는 全窒素 $0.2\text{mg}/\text{l}$, 全磷 $0.01\text{mg}/\text{l}$ 이하로 유지하도록 규정하고 그 대책을 촉구하고 있다.

우리나라의 상수도수의 수질기준(음용수의 수질기준: 공중위생법 제30조, 시행규칙 제47조, 보건사회부령 제744호 1984. 3.15)에서 일반오염항목은 일본, 미국, WHO의 수질기준과 대체로 같으나 특수 오염물(유기염소화합물, THM-트리할로메탄, 농약류등)에 대한 규정은 없다.

각국의 수도수 수질기준을 비교하면 다음 표에서 보는 바와 같다 <표-1>.

우리나라의 上水源이 하천에서 점차로 댐, 저수지로 바뀌어가는 것은 하천의 유량이 고르지 못하고 갈수기에는 취수가 어려울 뿐만 아니라 대부분의 하천이 중류로부터 오염이 심화되어 정수과정에도 지장이 있고 급수수질에도 오염이 나타나기 때문이다 <표-2>.

이미 전국 상수원이 되고 있는 대부분의 중요 湖沼는 봄~가을철에 부영양화가 유발되고 있으며<표-3>, 전국중요하천에는 중류에서부터 상수원수 2급(BOD 3ppm 이상)을 초과하고 하류는 3급(BOD 6ppm 이상)을 초과하여 현재 전국 상수정수장의 정수과정으로는 음용수수질

기준을 초과하는 결과를 보이고 있다<표-4>.

상수도 수질관리와 운영방안

상수도의 수질은 음용수 수질기준에 적합하게 유지되어야 한다. 그리고 음용수 수질기준 이상으로 유해한 오염물에 함유되어서는 안된다. 그러기 위해서는 수원-정수과정-급수의 전과정에 대해서 수질검사를 계속 실시하고 안전한 수원이 보장되어야 한다. 먼저 용수목적에 따라 수원의 수질기준을 설정하고 수질을 오염시키는 배출원으로부터의 하수·폐수 배출량을 엄격히 규제하여야 한다. 수원의 수질기준은 미규제오염물까지를 추가하여 장차 汚染負荷가 증가할 것을 예측하여 정한다. 오염배출원의 배출규제는 수원수질에 직접 영향을 미치는 지역 내에 국한하여 이 지역을 水源保護區域으로 지정하고 있으나(전국 상수도 급수도시 약 600개 도시중 수원보호구역이 지정된 물은 363개소에 불과), 장차 오염배출원과 배출량, 그리고 배출오염물의 종류도 증가할 것을 예측하고 수원보호지역은 확대지정되어야 하고 그 지역내의 도시·공장 등 배출오염량을 더욱 강력히 규제하여야 한다(환경보전법 제36호) <표-5>.

호소, 저수지의 부영양화가 더욱 빈번히 발생하므로 1988년 재정된 湖沼水質基準에 따라 질소, 磷分の 유입을 규제하여야 하고 저수지의 성층현상(Stratification)으로 유발되는 유기물들의 부패현상과 철, 망간의 용출을 방지하기 위해서 水層轉倒施設을 설치하거나 조류번식을 억제하는 대책을 수립하여야 한다.

끝으로 상수정수과정은 현재 취수-응집-침전-여과-염소소독과 같은 간단한 물리적 방법을 적용하고 있으나 이 방법은 발암성물질인 THMs가 생성되는 결함이 있고 또한 이 방법으로 정화되지 않는 臭味, 발암성유기물, 농약, 중성세제 등을 제거하기 위한 활성탄, 오존, 과산화염소처리 등 새로운 정수방법을 도입, 개선하고 노후된 정수, 도수시설을 조속히 개선하여야 한다.