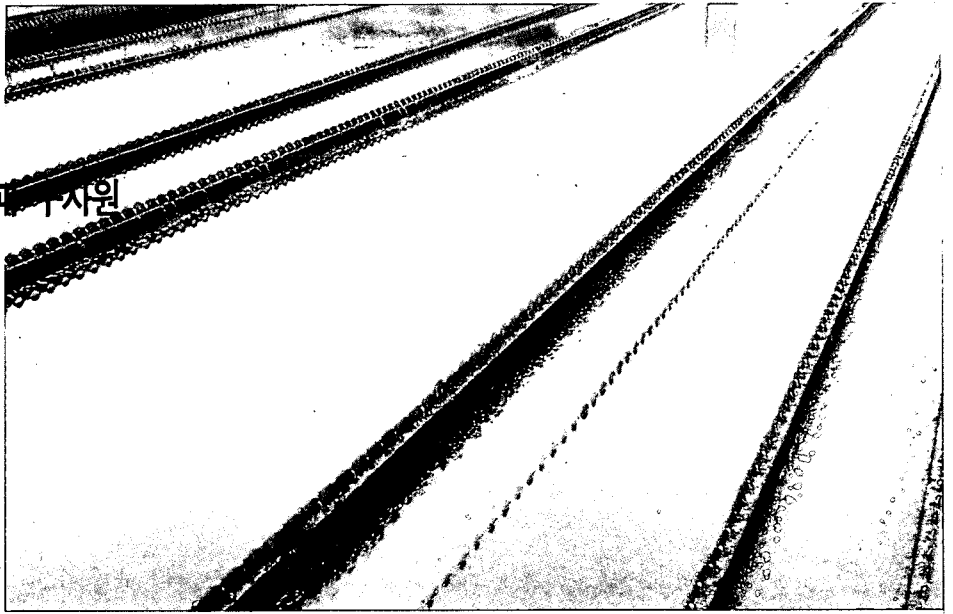


4

기획특집  
먹는물 관리법과 수자원



# 하수의 적절한 관리, 활용 및 개선방향

지난 한해 동안 발생한 상수원 오염문제와 이에 따른 수돗물 불신 문제는 정부의 물관리 다원화 체계를 일원화하는 정책으로 추진 시키기 위한 기구조직개편에 까지 도달하게 될 정도의 심각성을 띠었다.

현재 더욱더 상수원 오염문제를 가중시키고 있는 것은 가뭄으로 인한 유량저하에서 부터오는오염부하량의 증가이다.

이에 공공수역인 하천, 호소, 바다등의 수질이 나빠지고 있으며 상수원의 오염에 따른 수돗물 약취등의 음용수에 까지 그 영향을 미치고 있다.

국내 주요 강들의 오염원은 대부분이 가정하수에 있다고 한다.

그러므로 상수원 및 수질의 적정관리는 하수의 적절한 관리에서 오고 또한 중수도의 활용이 필요시되는 이때에 “하수의 적절한 관리, 활용 및 개선방향”에 대해 살펴 보고자 한다.



김갑수 / 서울시정개발연구원 도시환경연구부장

# 1. 서 언

94년 1월초, 91년 폐놀오염사고가 발생한 후 3년만에 또 공단폐수 또는 분뇨유입에 의한 것으로 보이는 낙동강상수원에서 암모니아성 질소 오염사고가 발생했다. 이 오염사고로 수돗물을 마신 마산·창원시 등 경남지역 주민들이 구토와 설사증세를 일으키는가 하면 경북 달성군 논공면 달성공단내 2백20여 입주업체 및 근로자, 주민들은 몇일 칸이나 수돗물을 사용하지 못하는 등 큰 불편을 겪고 있다고 보도가 된 후 계속해서 전국의 상수원 등이 오염되어 심각한 수돗물파동을 겪고 있다고 보도되었다.

지난해 1월에는 낙동강상수원수 오염, 3월에는 한강물을 취수하고 있는 서울구의정수장의 이상악취 사건, 4월에는 영산강상수원 오염 문제등으로 거의 매일 보도되고 있

공공수역의 수질보전을 도모하기 위해서는 공장, 사업장의 배출규제와 아울러 생활하수 대책을 진행시키는 것이 중요한 과제로 되어 있다. 왜냐하면 생활하수 대책의 기본은 하수도정비이지만 1994년말 현재 하수처리인구보급율은 전국 평균으로서 39%이다. 따라서 생활하수의 BOD총부하의 7할 정도를 차지하고 있는 생활잡배수(부엌, 목욕탕, 세탁, 세면기)가 미처리로서 공공수역에 방류되고 있으며 이것이 공공수역 오염의 큰 원인중 하나이다.

는 상수원오염문제와 수돗물불신 문제로 정부의 물관리 다원화체계를 일원화하는 정책으로 추진시키기 위하여 기구조직을 개편시켰다.

즉, 그 대책으로서는 건설부의 상하수도국 및 보건사회부의 음용수관리를 환경부로 이관시켰으며 정부는 상수원의 수질개선을 위해 7개 지방환경청을 수계별 관리청으로 개편하고, 또한 한강수질검사를 비롯한 4개 검사를 두어 효율적인 각 수계관리를 할 수 있도록

조치를 강구했다. 정부는 이밖에도 정수방법의 개선, 단속체제의 강화, 처리시설의 확충, 건설중인 폐수처리장의 조기완공 등도 약속했다. 이 모두가 수질개선을 위해서는 반드시 필요한 대책들임에 틀림이 없다. 그러나 아무리 좋은 대책을 세우더라도 실천에 옮기지 않으면 아무런 소용이 없으며, 반대로 더욱더 공공수역(하천, 호수, 바다 등)은 나빠지기 마련이다.

이러한 상황속에서 우리나라 하

〈표 1〉 주거형태별 생활하수의 원단위

구 분		1986	1991	1996	2001	
가정하수	수거식 변소가옥	용수량( $l/人 \cdot 日$ )	140	170	190	210
		하수량( $l/人 \cdot 日$ )	120	145	160	180
		BOD( $g/人 \cdot 日$ )	16	19	21	24
		SS( $g/人 \cdot 日$ )	12	15	17	20
	수세식 변소가옥	용수량( $l/人 \cdot 日$ )	170	205	230	255
		하수량( $l/人 \cdot 日$ )	155	185	205	230
		BOD( $g/人 \cdot 日$ )	32	36	40	44
		SS( $g/人 \cdot 日$ )	19	23	27	31
	아파트	용수량( $l/人 \cdot 日$ )	200	245	270	300
		하수량( $l/人 \cdot 日$ )	180	220	245	270
		BOD( $g/人 \cdot 日$ )	43	48	53	58
		SS( $g/人 \cdot 日$ )	25	30	35	40
영업 및 공공하수	용수량( $m^3/日 \cdot ha$ )	55	67	75	82	
	하수량( $m^3/日 \cdot ha$ )	44	54	60	66	
	BOD( $kg/日 \cdot ha$ )	175	20	21	22	
	SS( $kg/日 \cdot ha$ )	11	12	13	147	

자료: 전국 주요수계의 오염원에 관한 조사 연구(1차) 보고서, 한국수자원공사(1990)

〈표 2〉 지역별 생활하수원단위 요약(91 기준)

(단위 : g/인·일)

항목	구분	서울 <sup>1)</sup>	부산 <sup>2)</sup>	광주 <sup>3)</sup>	청주 <sup>4)</sup>	진주 <sup>5)</sup>	춘천 <sup>6)</sup>	구미 <sup>7)</sup>	용인 <sup>8)</sup>
BOD	잡배수	38.4*	21.1	24.5	30	28	31	23.3	22.5
	분뇨	19 <sup>9)</sup>	20	19.0	19	19	19	19	19
	계	57.4	41.1	43.5	49	47	50	42.3	41.5
SS	잡배수	—	19.3	17.5	19	20	20	13.3	22.5
	분뇨	—	30	35.0	45	35	35	45	30
	계	35.8	49.3	52.5	64	55	55	47.8	52.5
하수발생량(ℓ/인·일)		252.5	147.5	195	160	210	141	192	113

주) \*는 추정치임

자료 : 1) 정재기의, 가정오수의 오염부하량원단위에 관한 조사연구(1986)

- 2) 부산직할시, 부산직할시 하수도 기본계획 변경 보고서(1993)
- 3) 광주직할시, 광주직할시 하수도정비 기본계획 변경 보고서(1992)
- 4) 청주시, 청주시 하수처리장 기본설계 보고서(1986)
- 5) 진주시, 건설부, 중소도시 하수처리장 건설사업 타당성 조사연구(1982)
- 6) 춘천시, 춘천시 하수도정비 기본계획(1985)
- 7) 구미시, 구미시 하수도 기본계획 재정비(1992)
- 8) 용인군, 용인 하수도정비 기본계획(1990)
- 9) 서울시 수도권 광역 하수처리 기본계획 보고서(1977)

수의 적절한 관리, 활용 및 개선방향에 관하여 검토, 고찰해 보고자 한다.

## 2 생활하수 배출량 및 오염부하량

공공수역의 수질보전을 도모하기 위해서는 공장, 사업장의 배출규제와 아울러 생활하수 대책을 진행시키는 것이 중요한 과제로 되어 있다. 왜냐하면 생활하수 대책의 기본은 하수도정비이지만 1994년말 현재 하수처리인구보급율은 전국 평균으로서 39%이다. 따라서 생활하수의 BOD총부하의 7할 정도를 차지하고 있는 생활잡배수(부엌, 목욕탕, 세탁, 세면기)가 미처리로서 공공수역에 방류되고 있으며 이것이 공공수역 오염의 큰 원인중 하나이다.

그 때문에 생활하수처리시설의 정비를 지역의 실정에 맞추어 계획적으로 추진함과 동시에 각 가정에서의 발생원 대책, 지역에서의 실천 활동의 대책 및 지방공공단체에 의한 계도보급사업의 실시 등을 종합적으로 추진할 필요가 있다.

생활하수라는 것은 분뇨와 일상 생활에 따라서 배출되는 부엌, 세탁, 목욕탕 등으로부터의 오수를 말하며 생활잡배수라는 것은 생활하수중 분뇨를 포함시키지 않는 것을 말한다. 생활하수의 발생부하량은 그 지역의 생활수준, 지역특성 및 주거형태별로 다르다.

수자원공사의 연구보고서(전국 주요 수계의 오염원에 관한 조사 연구(1차) 보고서, 1990)에 따른 한강, 낙동강유역의 가정에서의 주거형태별 및 영업용 오수의 오염물질 배출량을 〈표 1〉에 나타냈다. 이 자

료에서 알 수 있지만 각 주거형태별로 용수사용량이 매년 증가하는 추세를 나타내고 있으며, 그에 따라 1인 1일당의 배출하수량 및 오염부하량도 증가하고 있다.

수거식(재래식)변소 가옥에서의 하수량 원단위는 1986년 현재 120ℓ/인·日에서 2001년 180ℓ/인·日로 증가하며, BOD부하 원단위는 1986년 현재 16g/인·日에서 2001년 24g/인·日로, SS부하 원단위는 1986년 현재 12g/인·日에서 2001년 20g/인·日로 증가하는 것으로 되어 있다.

수세식 변소 가옥에서의 하수량 원단위는 1986년 현재 155ℓ/인·日에서 2001년 230ℓ/인·日로 증가하며, BOD부하 원단위는 1986년 현재 32g/인·日에서 44g/인·日로, SS부하 원단위는 1986년 현재 19g/인·日에서 2001년 31g/인·日로

증가하는 것으로 되어 있다.

아파트에서의 하수량원단위는 1986년 현재 200ℓ/人·日에서 2001년 300ℓ/人·日로 증가하며, BOD 부하 원단위는 1986년 현재 43g/人·日에서 2001년 58g/人·日로, SS 부하 원단위는 1986년 현재 25g/人·日에서 2001년 40g/人·日로 증가하는 것으로 되어 있다.

이와 같이 아파트에서의 하수발생량 및 오염부하량이 단독주택보다 많이 나오는 것은 수세화율 및 생활양식의 차이로 인한 것으로 사료된다.

주거형태별 하수원단위에 대한 비교는 한국수자원공사(1990)의 보고서에서 인용할 수 있다(표 1)참조). 단독주택을 수거식변소 가옥과 수세식변소 가옥으로 나누었고, 공동주택으로 아파트를 대상으로 한 것인데, 발생하수량 및 BOD, SS부하량 원단위가 수거식 단독주택<수세식 단독주택<아파트 순으로 나타났다. 이들 원단위는 생활수준의

향상과 더불어 부하량 증가율도 수거식 가옥<수세식 가옥<아파트 순으로 아파트 주거형태가 오염부하량 증가가 클 것으로 예견하고 있다. 한편 아파트 주거형태라 하여도 평수, 위치 등에 따라 상당한 차이가 나고 있음을 정량적으로 입증한 연구결과가 보고되어 있는데, 서울, 부산, 광주, 청주, 진주, 춘천, 구미, 용인지역을 예로 한 지역별 하수원단위를 정리한 것이 <표 2>이다. 하수발생량은 소도시지역에 비해 대도시로 갈수록 크게 증가하는 것을 보이고 있다. 이는 상수급수량

의 경향과 일치한다. 그러나 BOD, SS 등의 오염부하량 원단위는 지역에 따른 변화폭이 상대적으로 적다. 전체적으로 잡배수와 분뇨로 나누어 볼 때, 우리나라의 경우 분뇨쪽이 차지하는 비율이 상당히 큰 것으로 평가된다.

## 2.1 물사용 용도별 하수원단위

가정에서 배출되는 생활하수는 용도별로 부엌, 세탁, 화장실, 목욕 및 청소 등에서 배출되는 오수로 나누어질 수 있는데, 각 용도별로

<표 3> 가정의 생활하수에서 발생하는 오염부하량 원단위

구 분		BOD	CODcr	TSS	T-N	NH <sub>4</sub> -N	T-P	PO <sub>4</sub> -P
주방	부하량	7.5	13.08	4.64	0.461	0.057	0.137	0.098
	구성비	17.90	16.07	8.17	5.34	1.89	8.24	7.50
세탁	부하량	5.31	11.49	3.71	0.2	0.023	0.012	0.007
	구성비	12.67	14.12	6.53	2.32	0.76	0.72	0.54
청소	부하량	1.64	4.63	1.62	0.3	0.034	0.024	0.02
	구성비	3.91	5.69	2.85	3.47	1.13	1.44	1.53
목욕	부하량	1.46	2.31	0.82	0.063	0.008	0.009	0.001
	구성비	3.48	2.84	1.44	0.73	0.27	0.54	0.077
세면	부하량	2.13	2.02	1.09	0.04	0	0.02	0.01
	구성비	5.08	2.48	1.92	0.46	0	1.20	0.77
화장실	부하량	23.87	47.84	44.90	7.57	2.89	1.46	1.17
	구성비	56.96	58.79	79.08	87.68	95.95	87.85	89.59
계	부하량	41.91	81.37	56.78	8.634	3.012	1.662	1.306
	구성비	100	100	100	100	100	100	100

(단위 : 부하량 g/인·일, 구성비 %)

〈표 4〉 문헌상에 보고된 오염부하량 원단위

(단위 : g/인 · 일)

항 목	SS	COD <sub>Mn</sub>	BOD	T-N	PO <sub>3</sub> -
동택(호라사와, 1962)	36.9	9.1	35.4		-
토목연구소(1968)	41.8	-	39.5	-	
건설성하수도부(1967)	27.4	-	43.6	12.0	1.4*
토목연구소(1971)	46.1		46.6	8.0	2.8
부전(우끼타, 1970)	-	-	-	13.9-16.3	1.7-1.4*

주 : \*표시는 T-P기준임

자료 : 주택단지에서의 중수도방식의 개발연구, 일본주택공단건축부(1977)

배출되는 오수는 그 특성에 따라 그 유량과 오염부하량이 각각 다른데, 가정에서 발생하는 용도별 오염부하량 원단위 및 구성비를 〈표 3〉에 보인다. 주방, 세탁, 청소, 목욕, 세면 등의 잡배수에 비하여 화장실(분뇨)로부터의 오염부하량이 BOD, SS의 경우 각각 57%, 79%를 차지하고 있어, 일본의 경우보다 분뇨부하량이 상당히 높다. 단, TN 및 TP부하량도 약 87%가 분뇨에 기인하고 있음을 알 수 있다.

## 2. 2. 일본의 하수 원단위

문헌상에 보고되어 있는 주택단지의 수질 원단위를 〈표 4〉에 정리하였다. 일본의 芝山(시바야마)團地 내 주요 수질항목의 원단위를 살펴보면, BOD 43g/인 · 일(COD 18g/인 · 일), SS 39g/인 · 일, TN 13g/인 · 일, PO<sub>4</sub> 5g/인 · 일 정도로 조사되었다. 한편 문헌상에 조사된 자료(평균 수질 원단위)에 의하면 BOD 42g/인 · 일(COD 10g/인 · 일), SS 32g/인 · 일, TN 13g/인 · 일, PO<sub>4</sub> 2g/인 · 일로서 일본의 지산단지의 조사자료와 거의 유사한 경향을 보이고 있다.

松井(마쓰이) 등이 조사한 上田市(우에다시) K아파트단지에 거주

하고 있는 88세대에 대한 잡배수 발생량 및 오락부하 원단위의 실제적인 조사를 실시하였는데 실험결과는 〈표 5〉와 같다. 계절별 발생량은 추계와 동계에 비하여 춘계와 하계에 더 많이 발생하는 것으로 나타났는데, 하계가 동계에 비하여 약 15%정도 더 많이 발생하였다. 계절에 따른 부하량은 큰 변화가 없는 것으로 나타났고 주별로는 평일에 비하여 휴일에 발생량 및 부하량이 높게 나타났다. 그리고 K단지에서 측정된 원단위는 기존문헌에서 알려져 있는 수치와 거의 일치하고 있었다.

## 3 공공수역의 오염원인 및 투자 애로요인 분석

우리나라의 하천 및 호수는 더이상 방치할 수 없는 상태이다. 오염물질로 인해 썩은 물은 시민의 건강을 위협하는 단계이며 식수로 쓸 수 있는 물은 점점 줄어들고 있는 실정이다. 한강을 비롯한 공공수역을 오염시키는 주범은 가정에서 발생하는 생활하수(수세식변소오수, 세탁, 취사, 목욕)가 전체 오염부하량의 약 70%를 차지하고 있다.

따라서 공공수역을 보전하고 회복시키기 위해서는 하수도사업에

대한 투자의 필요성을 절실히 느끼면서도 이에 대한 투자가 활발하지 못한 투자 애로요인을 분석하면 다음과 같다.

첫째, 사회간접자본 시설중에 하수도 사업에 대한 투자 우선순위가 낮다는 점을 들 수 있다. 하수처리장의 건설과 운영의 주체가 지방정부인데 지방정부로서는 제한된 예산범위내에서 사업수행의 가지적인 효과가 큰 도로나 주택, 공원 등의 사업수행에 더 큰 비중을 두게 되며, 주민들의 선호도 또한 하수도 사업보다는 도로나 주택등이 사업시행을 선호하게 되어 활발한 투자가 되지 못하고 있다.

한편 일본의 전국 시 · 정 · 촌(우리나라의 시 · 읍 · 면)에서의 의식조사(1984. 3)에 의하면 〈그림 1〉과 같이 하수도분야에 대한 사회간접자본의 투자비 확충이 긴급하고 장기적으로 중요하다는 것을 알 수 있다.

둘째, 하수도사업은 시설비 뿐만 아니라 처리장의 경우 계속 운전하고 유지관리를 해야 하며 이를 위해 투자가 필요하고 또한 전문인력이 필요한 사업인 반면 하수도 시설은 혐오시설로 간주되고 있어 시설의 운전과 유지관리를 위한 하수도 사용료의 징수와 전문인력의 확

보에 제한이 있다는 점이다.

우리나라는 도시의 규모에 따라 <표 6>과 같이 0%에서부터 80%까지 차등을 두어 국고보조를 해주고 있는데 이는 처리장과 차집관거에 대한 지원이어서 필요한 관거의 건설이나 개보수와 처리장의 유지관리에 대해서는 국고보조가 없어 하수도사업 총지출에 대한 국고보조는 11.5%에 불과하여 하수도사업의 수행에 따른 지방재정의 부담이 너무 크다. 한편, 1992년부터 새로 실시되고 있는 하수처리시설 건설을 위한 국고보조에 대하여 검토해보면 지방양여법 도입(주세 60%, 전화세 100%, 토지초과이득세 50%)에 의해 <표 7>과 같이 일부의 사회간접시설의 확충재원으로 이용하고 있다. 즉 지방양여세 수입중에서 중앙정부가 서울시 및 직할시를 제외한 시·읍·면에 대해 <표 7>과 같이 하수처리시설 투자재원을 지원하고 있다. 여기에서 제안하고 싶은 것은 맑은 물 공급대책을

한강을 비롯한 공공수역을 오염시키는 주범은 가정에서 발생하는 생활하수(수세식변소오수, 세탁, 취사, 목욕)가 전체 오염부하량의 약 70%를 차지하고 있다.

따라서 공공수역을 보전하고 회복시키기 위해서는 하수도사업에 대한 투자의 필요성을 절실히 느끼면서도 이에 대한 투자가 활발하지 못한 실정이다.

위해서는 도로건설에 대한 비율을 10%정도 낮추고 그 대신 수질오염 방지사업비를 27%로 높이는 방법과 하수도요금을 상향조절하고 또한 휘발유에 1% 정도의 환경오염 부담금제도를 도입하여 빠른 시일 내에 하수처리시설 등 간선 및 지선 관거정비를 하기 위한 투자재원을 확충할 필요가 있다고 생각된다.

셋째, 하수도사업의 효과를 계량화하여 제시하기가 어렵다는 점을 들 수 있다. 어떤 사회간접자본에 대한 투자기준 우선순위를 높이기 위해 사업의 효과를 경제적인 자료

에 의해 계량하여 투자의 효율성을 제시하는 것이 필요하지만 하수도사업의 효과는 국민보건위생의 향상이나 자연환경보전의 차원에서 장기적으로 나타나기 때문에 효과를 계량화하기가 어렵다.

하수도사업 효과의 계량화는 하수도부문의 투자범위내에서도 제한된 예산을 어떻게 적정하게 우선순위를 정하여 투자해야 가장 높은 효과가 있는가를 나타내는 데에도 활용될 수 있는데 아직 이에 대해서는 명확한 방안이 제시되지 못하고 있다.

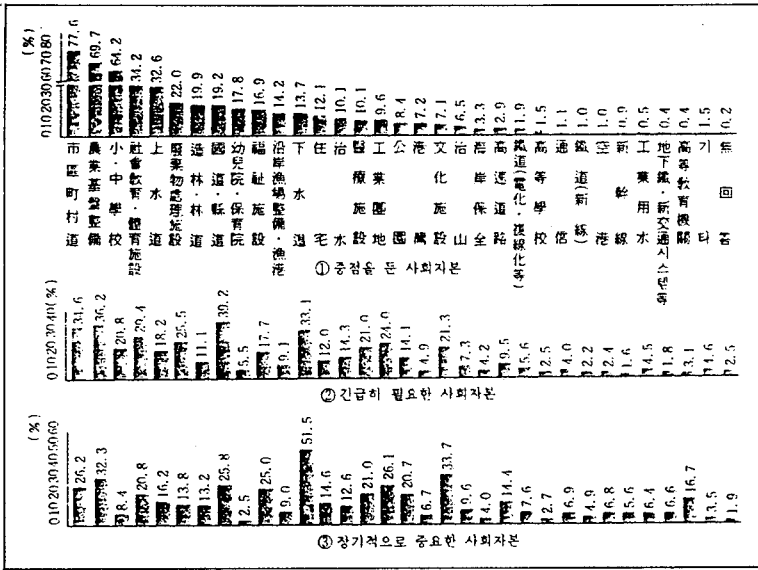
<표 5> 일본의 K0아파트단지 생활집배수의 원단위

(단위: 수량은 l/인·일, 그 외는 g/인·일)

계	절	수량	SS	BOD	COD	TOC	T-N	T-P	MBAS	Cl <sup>-</sup>
층계	최대치	205	26	40	13	16	1.9	.031	4.0	4.9
	최소치	170	12	25	9.0	11	1.2	0.16	1.7	3.2
	평균치	190	17	30	12	13	1.6	0.25	2.7	4.0
하계	최대치	238	16	29	12	15	1.8	0.27	4.0	8.4
	최소치	175	10	22	9.4	13	1.1	0.22	1.7	4.6
	평균치	200	13	25	11	14	1.5	0.25	3.1	5.7
추계	최대치	230	17	35	14	-	1.8	0.29	4.2	8.7
	최소치	158	12	23	11	-	1.3	0.19	2.1	4.1
	평균치	185	14	30	13	-	1.4	0.25	2.8	5.4
동계	최대치	187	16	35	14	15	1.4	0.22	4.8	5.4
	최소치	157	9.5	24	9.5	11	1.0	0.15	3.0	3.6
	평균치	168	11	28	12	13	1.2	0.18	3.6	4.6
년간	평균치	186	14	28	12	13	1.4	0.23	3.0	4.9

자료: 가정집배수의 오염부하 원단위, 용수와 폐수, Vol.29, No.2, 1987

<그림 1> 일본에서의 장래의 지역상에 관한 전국市·町·村的  
의식조사(1984. 3)



<표 6> 하수처리장건설 투자재원 비율

구분	종래	'90 이후
서울	국고(0%)	국고(0%)
직할시	국고(30%)	국고(0%)
도청소재지	국고(50%), 시비(50%)	국고(60%), 도비(20%), 시비(20%)
중소도시	국고(70%), 시·군비(30%)	국고(80%), 도비(10%), 시·군비(10%)

사업효과를 계량화하기가 어렵다는 것은 투자의 필요성을 결정하는데 있어서 투자의 효율성을 고려하기 보다는 사회기반시설로서 반드시 우선적으로 갖추어져야 한다는 관념에 의해 투자가 결정되어야 하기 때문에 투자가 저조할 수밖에 없다고 본다.

넷째, 하수도사업의 수혜자는 불특정 다수이고 하수도사업의 건설이나 유지관리에 대한 비용부담자와 수혜자가 다를 가능성이 많은 사업으로서 자기 지방의 하수도사업의 수행에 따른 수혜자가 자신들 보다는 하류부 지역의 주민들이 될 경우가 많아 지방도시 단위로 사업수행이 어렵다는 점이 고려되어야

하며, 경우에 따라서는 수계별로 광역화하여 하수도사업을 추진하는 것도 필요하다고 볼 수 있다.

#### 4. 수질관리, 이용 및 개선방안

##### 4.1 수질관리

1) 하수처리장업무를 맡은 공무원들이 책임감을 가지고 할 수 있도록 획기적인 대책을 세워야 하며

또한 맡은 바 책임을 다할 수 있도록 독려하고 밀어주어야 한다.

2) 상수원을 오염시키는 주범은 전술한 것처럼 생활하수이기 때문에 빨리 하수도보급율을 높일 필요가 있다. 그러나 하수처리장건설기간은 규모에 따라 차이가 있으나 상당한 시일(3~5년 정도)이 소요되기 때문에 처리장이 건설되기까지 오수정화시설의 방류수질 및 처리프로세스의 법적 인 강화를 통하여 오수정화시설에 의하여 처리하여 상수원 및 공공수역을 보전하고 회복시켜야 한다.

즉, 상수원보호구역, 폐쇄성수역, 호소법지정지역 등 특정지역에 해당되는 곳에 방류시키는 경우, 예를 들면 5인 가족이 살고 있는 단독주택에 대한 수세식변소오수 및 생활잡배수를 동시에 처리하여 공공수역으로 방류할 수 있도록 하여야 한다. 상수원보호구역과 같은 특정지역의 수질보전을 도모하기 위해서 오수정화시설의 설치를 의무화할 필요가 있으며 분뇨정화조 대신 오수정화시설을 설치하여야 하는 곳에서는 주민의 부담을 덜어주기 위해서 설치비용의 약 70%에 해당되는 금액을 정부 및 지방자치단체 등에서 보조할 수 있는 제도 또한 개선이 필요한 것으로 생각된다. 오수정화시설 및 분뇨정화조에 대한 설치기준 및 방류수질을 더욱더 세분화하여 공공수역의 수질보전 및 맑은 물 공급대책에 주력해야 된다

<표 7> 지방암여세 수입에 의한 사회간접자본시설 확충 비율

- 수질오염방지사업비 : 17%
- 농어촌개발사업비(정주권) : 11.5%
- 청소년육성비 : 1%
- ① 하수처리장 : 72%
- ② 관거 : 11%
- ③ 분뇨 : 10%
- ④ 오염하천정화사업 : 7%

고 생각한다.

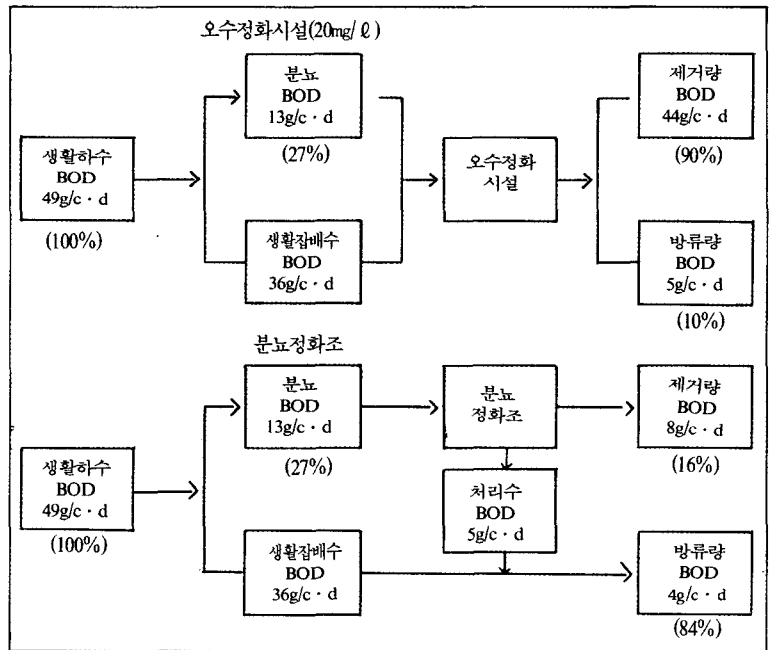
그러나 최근 수도권 일원에 용수를 공급하는 팔당호 주변이 오·폐수·분뇨 및 축산폐수로 인한 환경기준 유지가 곤란하다고 판단하여 '92년 12월에 환경처가 수질보전을 위한 특별호소수질관리구역으로 지정하였고, 또한 91. 9. 9일자로 오수·분뇨 및 축산폐수에 관한 법률시행령이 대통령령으로 공포됨에 따라 동시행령 및 시행규칙에 근거한 방류수 수질기준을 만족할 수 있는 시설을 설치하기 위하여 처리공법 중에서 임호프탱크법을 제외시켰다. 또한 방류수질도 <표 8>과 같이 특정지역에 대하여 BOD방류수질을 30mg/ℓ 이하로 강화시켰다. 그러나 필자의 생각으로서는 상수원보호구역으로 방류되는 오수정화시설에 대해서는 국민들에게 안심하고 마실 수 있는 맑은 물을 공급하기 위해서는 오수정화시설 설치 규모 이하인 음식점 및 유흥업소 등에 대해서도 골프장의 오수정화시설 방류수수질기준과 같은 BOD 10mg/ℓ 이하로 낮출 필요가 있다고 생각한다.

그러나 93년 9월 1일 조선일보에 의하면 팔당상수원 특별대책지역 내의 연면적 8백m<sup>2</sup> 또는 바닥면적

상수원을 오염시키는 주범은 생활하수이기 때문에 빨리 하수도보급을 높일 필요가 있다. 그러나 하수처리장건설기간은 규모에 따라 차이가 있으나 상당한 시일(3~5년 정도)이 소요되기 때문에 처리장이 건설되기까지 오수정화시설의 방류수질 및 처리프로세스의 법적인 강화를 통하여 오수정화시설에 의하여 처리하여 상수원 및 공공수역을 보전하고 회복시켜야 한다.

4백m<sup>2</sup> 이하의 4,750개 업소(음식점, (22,000m<sup>3</sup>)를 간이정화조 또는 아무 소형위락시설)에서 배출되는 오수 런 처리를 거치지 않은 채 팔당호

<그림 2> 오수정화시설과 분뇨정화조와의 처리효율 비교



<표 8> 개정후의 방류수 수질기준

지역	항 목	정화조	오수정화시설(1일 처리용량)		
			100m <sup>3</sup> 미만/d	100~200 <sup>3</sup> /d	200m <sup>3</sup> 이상/d
특정 지역	BOD제거율(%)	65이상	-	-	-
	BOD(mg/ℓ)	100이하	300이하	300이하	300이하
기타 지역	BOD제거율(%)	50이상	-	-	-
	BOD(mg/ℓ)	-	1000이하	800이하	600이하

- 토양침투 처리방법에 의한 기준
  - 1차 처리장치에 의한 부유물질 : 55%이상 제거
  - 1차 처리장치를 거쳐 토양침투 시킬때 부유물질량 : 250mg/ℓ 이하
- 골프장의 오수정화시설 방류수 수질기준 : BOD 10mg/ℓ



에 그대로 유입되어 호수의 부영양화 및 상수원수를 오염시키키고 있는 실정이라고 보도하고 있다.

이와 같은 수질오염에도 불구하고 이곳 주민들은 오수정화시설 설치에 의무조항이 아니어서 처벌을 받지 않기 때문에 돈을 들여가며 갖출 필요가 없다는 반응이다.

반면에 환경처관계자는 현재의 규정상 소형음식점등의 하수처리 는 전적으로 업소들의 양심에 맡길 수밖에 없다며 주민들의 협조를 부탁하고 있으나 법을 강화하고 또한 오수정화시설 시설투자에 대한 국고보조를 하여 상수원보호구역에 대한 오염원을 삭감시켜야 한다고 생각한다.

오수정화시설의 장점은 <그림 2>와 같이 하수도와 동등의 오염부하 삭감효과, 시간적, 장소적 선택의 자유도가 크며 비용효율이 큰 것을 들 수 있기 때문에 공공하수도가 설치되기 이전의 시설로서 많이 확대하여 보급시킬 필요가 있다고 생각한다.

#### 4.2 중수도

##### 4.2.1 중수도의 정의

중수도는 종래 학술적으로 사용되어오던 용어로서 1991.12.14 법률 제4429호로 개정된 수도법에서 처음으로 실정법상의 용어로 정의되고 있다.

즉, 개정된 수도법 제3조(정의)

<표 9> 연도별 수돗물 증가추이

구 분	'62	'67	'72	'77	'82	'87	'92
공급능력(만톤/일)	62	123	280	482	808	1,261	1,879
1인당급수량(ℓ/일)	102	110	177	228	270	311	385
상수도보급율(%)	18	25	38	51	59	70	80

제14호에서 “중수도”라 함은 「사용한 수돗물을 생활용수·공업용수등으로 재활용할 수 있도록 다시 처리하는 시설을 말한다」라고 정의하고 있다.

수도법에서 정하고 있는 중수도의 개념은 학술적으로 사용되고 있는 중수도의 범위중 주로 쓰고 버린 수돗물의 재이용에 국한된다고 할 수 있다.

##### 4.2.2 중수도의 용도

수돗물의 여러가지 용도중에서 식용을 제외한 전 용도에 대하여 중수도를 도입할 수 있다.

그러나 입을 통하여 섭취되는 식용수 및 취사용수와 피부와의 접촉을 피할 수 없는 목욕용수, 세수·세면용수, 세탁용수등은 심리적 거부감과 세균, 바이러스 감염등의 위생상 불안감 때문에 중수도에 의한 물공급 대상으로는 적당하지 못하다.

따라서 중수도의 용도는 다음과 같은 범위로 한정된다고 볼 수 있다.

- ① 수세식 변소용수
- ② 에어컨·냉각용 보급수
- ③ 청소용수
- ④ 세차용수
- ⑤ 살수용수
- ⑥ 조정용수(연못, 분수 등)
- ⑦ 소방용수

중수도는 일반적으로 사용량이 많고 이용자와 접촉을 피하기 쉬운

수세식 변소용수, 에어컨·냉각용수·청소용수, 세차용수로 주로 사용되고 있다.

##### 4.2.3 중수도의 도입효과

<표 9>와 같이 늘어나는 물사용량에 비하여 강우의 계절적 편중으로 이용가능한 물자원의 총량은 한정되어 있어 공급량을 늘려나가는 데는 한계가 있으므로 장래의 물부족에 대처하기 위해 서는 물을 아껴써야 하며 쓰고 버린 수돗물을 재이용하는 중수도 제도의 도입이 불가피하게 되는 것이다.

중수도를 도입할 경우에는 수돗물의 공급량을 줄일 수 있으므로 수도시설을 늘리는 대신 그 투자에 산을 깨끗한 수돗물 생산에 투입할 수 있게 되고, 또 원수공급량이 줄어들므로 댐건설 등 수자원개발 수요도 감소되며 결과적으로 하수발생량도 감소되어 수질보전 효과도 가져올 수 있게 된다.

또 갈수시에 대도시의 물부족 상황에 효과적으로 대처할 수 있는 탄력성을 확보하게 되며 아울러 국민들에게 물자원의 중요성을 인식시키고 물의 절약의식을 심어줄 수 있는 계기도 되는 것이다.

##### 4.2.4 중수도 개발의 경제성

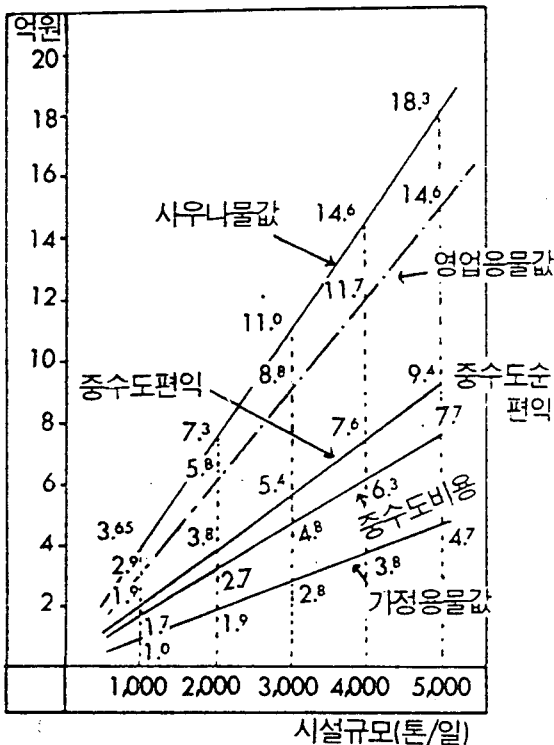
중수도제도의 도입을 촉진하기 위해서는 중수도의 경제성을 확보하는 것이 무엇보다 중요하다. 시설부지의 확보, 2중 배관으로 인한 건

축물 건설비용상승등이 경제적 부담을 고려해야 한다.

정부의 물가안정 시책의 일환으로 인상이 억제되고 있는 현행 수도요금체계 아래서 중수도의 경제성이 어느 정도인지를 서울시의 예를 들어 분석해보면 <그림 3>에서 보는 바와 같이 중수도 생산비가 가정용 수도물값이 1.6~1.8배에 달하여 중수도를 설치 관리하는 민간경제적 관점에서 경제성이 없으나 수원 개발비, 상수도 건설비 및 하수처리비 절감액등 사회적 비용을 고려하는 공경제적 관점에서는 경제성이 있는 것으로 나타났다.

그러나 요금이 비싼 영업용 수도물을 사용하는 경우(호텔, 백화점 등)에는 공경제 뿐 아니라 사경제적 관점에서 경제성이 있는 것으로

<그림 3> 수도물 공급업종별 중수도 개발비 비교



중수도를 도입할 경우에는 수도물의 공급량을 줄일 수 있으므로 수도시설을 늘리는 대신 그 투자예산을 깨끗한 수도물 생산에 투입할 수 있게 되고, 또 원수공급량이 줄어들므로 댐건설 등 수자원개발 수요도 감소되며 결과적으로 하수발생량도 감소되어 수질보전 효과도 가져올 수 있게 된다.

<표 10> 롯데월드의 중수도 운영결과에 대한 경제성 평가

연간생산량(톤)	292,395	연간절감액(천원)	220,173
처리비용(원/톤)	397	투자비(천원)	590,000
차액(원/톤)	수돗물값 - 중수도생산가 (1,150 - 397 = 753)	회수기간	투자비 ÷ 연감절감비 = 2.7년

나타나고 있다. 그동안 수년간 가동 운영중인 롯

데월드의 중수도 운영결과에 대한 경제성을 분석하여 보면 <표 10>과 같다.

이 시스템의 일일 최대처리량(시설용량)은 1,850톤이며 1992년도 사용실적을 보면 연간 292,395톤으로서 일일 평균 약 800톤을 생산하여 시설용량 대비비용을 43.2%에 머물고 있어 예비율을 감안하더라도 현재로서는 이용율이 낮은 편이다.

가동실적을 기준으로 하여 투자액과 상수요금절감액을 단순 비교하여 보면 1992년도 연간 중수생산량은 292,395톤이었고 연간 절감액(중수 생산량 × 톤당 수도물단가 - 톤당 중수단가)은 2억 2천 17만원으로 나타나고 있어 투자비 5억 9천만원은 2.7년(32개월)만에 회수되어 경제성이 있는 것으로 분석된다.

#### 4.2.5 금후의 대책방안

급속히 늘어나는 물수요량을 언제까지나 공급량을 늘려 대처할 수는 없는 일이다. 그것은 이용 가능

한 물자원의 수량이 한정되어 있고 물자원 개발비용이 기하급수적으로 높아가고 있기 때문이다.

따라서 중수도제도를 도입하여 물공급의 원활을 기하는 것은 물공급 정책의 하나로서 유효한 수단이 되는 것이다.

그러나, 국내의 경험과 기술 축적이 낮은 현 단계에서 중수도시설을 확대보급하는데는 많은 어려움이 따른다. 중수도 제도도입의 법적·제도적 장치는 마련되었으나 앞으로 해결해야 할 문제도 또한 산적되어 있으며 그중 몇가지를 열거하면 다음과 같다.

- ① 중수도의 관공개발
- ② 중수도 수급모델 개발
- ③ 하수처리수의 재이용방안연구

### 4.3 하수도

#### 4.3.1 현황 및 문제점

1) 우리나라의 하수처리장은 1993년만 현재 전국에 43개가 가동되고 있으며, 그 처리방법은 표준활성슬러지법(2차처리)이 대부분이다.

즉, 이러한 수처리방법으로서 BOD 및 SS는 약 90%이상 제거되나 부영양화의 주요제한인자인 질소 및 인이 10~30% 정도밖에 처리되지 않기 때문에 상수원보호구역, 폐쇄성 수역 등에서는 질소 및 인을 제거하기 위한 고도처리(3차처리)가 필요하다. 일본에서는 1993년말 현재 전국에 928개소의 하수처리장이 건설되어 가동되고 있으며 그중 고도처리를 하고 있는 곳이 54개소나 되며, 또한 기존의 표준활성슬러지공법을 개조하여 추가로 질소 및

인을 처리하는 곳도 많다고 알려져 있다.

하수처리분야에서 고도처리란 용어는 활성슬러지법을 주로 한 종래의 2차처리에 의한 처리수의 수질을 더욱 향상시키는 모든 처리법을 가리키는데 사용된다. 그러므로 통상 2차처리 후에 행해지는 물리·화학적처리 프로세스를 가리키는 3차처리보다는 넓은 의미를 갖는다.

일본에서는 다음의 경우에 하수처리장에서 고도처리가 적용되고 있다.

- ① BOD, COD의 수질항목으로 대표되는 수질환경기준의 유지, 달성을 위해 처리의 고도화가 필요한 경우의 호소
- ② 호소 등의 정체수역에서 부영양화가 문제가 되는 경우
- ③ 처리수의 재이용에 고도의 처리수질이 요구되는 경우이다.

2) 기존 하수관거가 계획적인 도시개발에 의한 설계, 시공에 의하여 건설되지 않고 도시의 확장에 따라 관거를 연장 증설함에 따라 유출계수의 증대등으로 인하여 계획우수유출량 증가에 따른 기존하수관거의 용량이 부족하며, 하수관거 부설이 적정구배보다 완만한 경우가 있어 하수의 지체현상이 발생하고 있다.

#### 3) 하수관거 오접합

최근에 건설된 대단위 택지개발지구를 중심으로 분류식 하수도가 보급되어 있으나 분류식 지역의 상당부분이 우·오수관이 잘못 연결되어 있으며 또한 재개발 등에 의해 소규모로 개발된 분류식지역도 최종방류를 공공수역으로 직접 방류하지 않고 합류식 하수관거에 연결시키고 있어 하수처리장 운영시

분류식화에 의한 효과를 기대하기 어려운 실정이다.

#### 4) 유입수질 저하

① 우천시 계획우수량에 의해서 결정된 관거 단면의 과대로 인하여 청천시 오수의 관내 유속이 저하되며 이에 따라 침전이 일어나 하수처리장 유입 하수의 오염부하가 계획수질에 비해 떨어지고 있다.

② 하수천화된 도시하천에서의 하수차집 및 미정비된 합류식 하수관망체계 및 관거의 노후화 등으로 인한 불명수 과다 유입으로 처리장 유입하수의 수질저하에 따른 하수처리 효율감소와 처리수량의 증가로 인하여 하수처리장의 운영비 증가를 초래하고 있다.

③ 하수처리장이 건설되어 가동된 상태에서 완벽한 하수관거가 정비되지 않아 처리구역내의 선시공된 분뇨정화조와 공동주택단지 오수정화시설이 그대로 운전됨에 따라 수질부하가 저하되고 있다.

5) 지하수 및 불명수에 의한 유입 하수량 과다

#### 6) 시설물별 유지관리

현재 가동중인 처리장의 경우 유지관리 요원의 전문성 부족, 인력 확보의 어려움, 건설관련회사와의 보수방법에 대한 계획부재, 외화로 도입된 외국산 기계정비 적기보수의 어려움 및 기계장비의 마모에 따른 기계저하 등 유지관리상 여러가지 문제가 발생하고 있다.

#### 7) 관거 노후 및 시공불량

관거가 부설되지 오래된 것으로 판단되는 도심지 하수관거의 노후 및 이로 인한 접합부의 불량시공

등으로 다량의 지하수가 유입되고 있으며 하수도 시설외의 지하매립 물 설치에 따른 관리기간의 협조미흡으로 인한 하수관거내로의 지장물 통과 등 불법점용 및 훼손 등이 발생한다.

8) 유지관리의 소홀

하수도 시설에 대한 인식부족 및 유지관리의 소홀 등으로 맨홀 및 물받이, 관거내 토사 및 쓰레기를 투기하므로써 표면수의 집수불량 및 관거내 하수 정체로 인한 배수 불량 및 악취발생의 원인이 되고 있다.

4.3.2 개선 및 대책방안

1980년대에 들어와서 대도시 위주의 하수처리장 건설시대를 맞았던 우리나라로서는 향후 여전에 부합되는 하수도시설의 확충을 유도하기 위해서는 다음과 같은 과제들이 해결되어야 할 것이다.

1) 하수관망의 정비

하수종말처리장이 설계수질 및 용량이 유입될 수 있도록 하기 위해서는 하수관거 정비가 시급한 실정이다. 또한 하수배제방식이 합류식이든 분류식이든 관거를 통한 분뇨의 직송체계를 갖추는 것이 무엇보다 시급하고 중요한 일로서 우리나라 하수관망의 실태와 가로망, 지하매설물 설치상황을 고려할 때 다음과 같은 관거정비방식이 제안될 수 있다.

- ① 기존의 관거는 분뇨를 받아들이는 것을 전제로 한 것이 아니기 때문에 우수전용관으로 사용하고 별도의 우수전용관을 단계적으로 실시해 나가는 방식
- ② 기존의 관거를 분뇨의 유송이

현재, 시급도시에 중점적으로 건설하고 있는 표준활성오니법에 의한 하수처리방식은 중·대규모시설 및 운전조건이 알맞을 경우 처리수질 및 안정성 등에서 신뢰성이 높다는 장점을 지니고 있으나 반면에 방대한 에너지소비, 넓은 부지, 또한 다량의 잉여오니가 발생하는 단점이 있기 때문에 앞으로는 도시규모와 특성, 하수관망의 상태, 방류수역의 이용도, 기술인력과 운전관리비의 가용성 등을 고려하여 적합하수처리방식의 연구개발이 필요하다.

가능하고 우수소통이 원활한 합류식관으로 이용 가능하도록 관경, 구배의 조정과 취기방지장치, 월류대책, 지하수 침입방지등을 추구해 나가는 방식

- ③ 신도시, 신시가지의 개발시에는 원칙적으로 우수, 오수의 완전한 분류식 하수관망 체계 확립

2) 하수처리기술개발

현재, 시급도시에 중점적으로 건설하고 있는 표준활성오니법에 의한 하수처리방식은 중·대규모시설 및 운전조건이 알맞을 경우 처리수질 및 안정성 등에서 신뢰성이 높다는 장점을 지니고 있으나 반면에 방대한 에너지소비, 넓은 부지, 또한 다량의 잉여오니가 발생하는 단점이 있기 때문에 앞으로는 도시규모와 특성, 하수관망의 상태, 방류수역의 이용도, 기술인력과 운전관리비의 가용성 등을 고려하여 적합하수처리방식의 연구개발이 필요하다

- ① 수처리기술 개발
  - 폐쇄성수역에 대한 부영양화 방지대책
  - 소규모 읍면 및 지역처리프로세스(Community Plant) 개발
  - 효율적이고 경제적인 오수정

화시설(합병정화조)개발

- 무회석분뇨처리기술 개발
- Bioreactor를 이용한 고효율처리기술 개발
- 에너지절약·저가격화
- 처리시설의 Compact화
- 처리수질의 고도화
- 유가자원의 회수
- 하수처리수의 재이용
- 유지관리의 용이
- 유용미생물의 발견

② 슬러지의 처리·분

- 혐기성 소화조의 기능개선에 관한 연구
- 보다 효율적인 탈수기 개발
- 탈수케익의 비료화(Composting)
- 탈수케익의 토양개량재 이용
- 탈수케익의 감량화를 위한 소각로 개발과 소각화 및 용융 Slag의 재이용 기술 개발

3) 하수도시설의 활용

- 하수처리장을 복개하여 그린공원이나 스포츠 시설용지로 확충
- 하수처리장의 지하건설에 의한 상부 주차장시설 및 공원화

4) 하수처리장 전문운영요원의 양성 및 교육

- 계획적인 하수처리장 실무교육에 의한 전문성 제고
- 복리후생문제 해결로 인한 근

## 5 가정에서의 발생원 대책

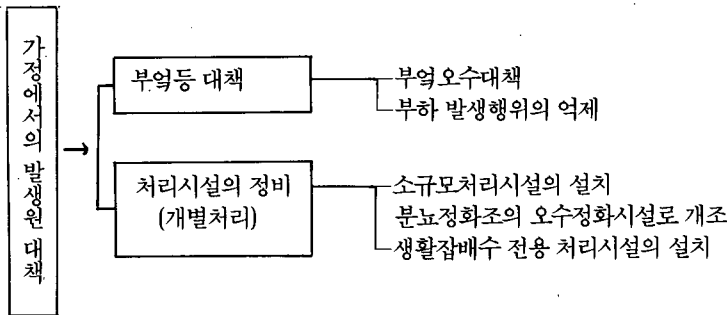
### 5.1 발생원 대책의 진행방법

가정에서의 발생원 대책 진행방법은 <그림 4>와 같이 크게 분류할 수 있다.

1) 반상회 등을 통한 주민의식 계도를 위한 시책

- ① 주민의 의식계도의 필요성
- ② 의식계도를 위한 시책
  - 공공수역의 수질보전을 위한 팜플렛이나 포스타의 작성과 배포
  - 상·하수질관계의 영화, 비디오 및 슬라이드의 상영
  - 하수처리시설의 견학회의 개최
  - 폐식용유 등의 하수도 유입방지를 위한 고형화재 개발 및 종이봉투 등의 배포

<그림 4> 발생원 대책의 진행방법



<표 11> 부업여과지 및 망에 의한 제거율(%)

항 목	부업여과지	망(스타킹)
SS	52.1	30.9
COD	7.0	2.8
질소함유량	21.5	15.0
인함유량	4.1	2.0
유 분	40.7	29.3

- 주부등을 대상으로 공공수역의 오염원인 및 하수처리시설 등에 관한 앙케이트 조사
- 시·읍·면 및 구청단위로 구성된 강연회나 심포지움의 개최
- 2) 가정에서의 가능한 대책
  - ① 부업에서의 대책
    - 먹을 양만 조리
    - 가능한 음식물찌꺼기 적게 발생
    - 폐식용유의 적정처리(고형화시킨 후에 신문지등에 싸서 쓰레기로 배출)
    - 음식물찌꺼기 및 殘茶 등은 쓰레기로서 배출하든지 집에 정원에 있는 경우 땅에 묻어 비료로서 이용
    - 부업용 여과지 및 망(스타킹)에 의한 SS, COD, 질소, 인 및 유분 등의 제거(일본에서의 실제 이용한 결과를 소개하면 <표 11>과 같다.

- 물의 절약
- ② 세탁시의 대책
  - 무인세제 및 고체세탁비누 사용
  - 세탁기 이용시 1차 세탁 후 탈수하여 세제를 가능한 제거하면서 행굴 경우 약 50ℓ 절수가 가능하다.
  - 세제의 적정량 사용
  - ③ 목욕탕 대책
    - 남은 물을 세탁, 청소 및 살수용으로 이용하면 약 90ℓ 절수가 가능하다.
    - 샤워시에는 필요한 양만큼만 이용하고 그외에는 수도꼭지를 잠그는 것이 좋다.
    - ④ 세차시 양동이를 이용하면 약 30ℓ 필요하나 호스를 이용하면 약 240ℓ가 들기 때문에 8배 절수가 가능하다.

## 6 결 언

깨끗한 공공수역을 만들고 쾌적한 불환경을 보전하기 위해 정부당국의 노력이 절대적으로 필요하지만 시민에게 기대되는 역할은 점점 높아진다고 생각할 수 있다.

이러한 점에서 시민 한사람, 한사람이 인간과 환경과의 관계에 대해 깊이 이해를 해서 바른 지식에 바탕을 둔 바람직한 환경형성을 향해 행동할 것이 요구되어지고 있고 또한 다음세대의 환경보전을 담당할 청소년에 대한 환경교육도 중요하다.

이를 위해서는 환경보전의식을 조성하여 시민들로 하여금 참여를 유도하는 각종 홍보교육자료를 제작·홍보함으로써 환경교육의 세계화와 환경논리관을 확립시키며

민간기업에 대한 환경홍보추진을 유도해야 한다. 시민에 대한 홍보교육에 있어서 시민에게 이해시키기 쉬운 시청각 교재 작성, 자원활동의 활성화, 시민강좌 개최의 실시에 의한 학습참여기회 조성 등을 조직적, 체계적으로 추진하는 것이 중요하다.

무엇보다도 물의 중요성 및 위기에 대한 시민들의 올바른 이해로 물을 깨끗하게 사용하며 물 환경을 보전할 수 있는데 이를 위해서는 시민들에 대한 홍보 및 교육을 통해 다음과 같이 물에 대한 의식전환이 필요하다.

• 물은 더이상 자유재가 아니며 오랜기간 막대한 투자에 의해 우리에게 공급되는 값진 경제재라는 인

식을 확산시켜 나가야 한다.

• 물자원은 오염될 경우 오염된 물을 후손에게 물려주어야 한다.

환경을 지키는 것은 정부당국의 노력과 함께 성숙한 시민의식에 달려 있음을 고려하면 평소에 물을 아끼고 소중히 다루어 오염이 되지 않도록 하는 시민적 노력이 절대적으로 요청된다.

물환경보전 정책을 과학적 합리적으로 추진하기 위해서는 환경보전에 관한 정보를 정비, 수집, 처리, 제공하기 위한 정보시스템을 확립하는 것이 무엇보다도 중요하다.

1. 상수도, 건설부, 1993

2. 이젠 실적을 보여라, 경향신문 사설, 94. 1.16
3. 물, 조선일보 94. 1.21
4. 김성탁, 중수도 도입시책, 환경보전, 12~16, 1994. 3
5. 김갑수, 하수도현황 및 문제점, 서울시정연포럼, 9~20, 제5호 1993.
6. 김갑수, 한강수질관리방안, 수도 43~56, 제63호, 1993. 6
7. 김갑수, 공공수역의 수질보전과 회복을 위한 소고, 건설기술정보, 제86호 31~37, 1991.
8. 환경처, 하수발생량 절감 방안 등에 관한 연구, 1994
9. 김갑수, 도시와 물, 제13권, 제5호 2~11, 도시정보, 1994

## 환경보전지 구독에 대한 안내

본 협회에서는 그동안 환경보전홍보의 일환으로 매월 “환경보전”지를 발간하여 회원사, 공공기관, 민간단체 및 주요인사에게 무료로 배부하여 왔습니다.

그러나 무료 배부되는 부수가 점차 늘어나면서 협회보 제작하는데 따른 부담이 뒤따르고 있는 실정이므로 협회보의 내실을 기하고 기술, 정보정책 및 홍보지로의 면모를 갖추어 오는 '95년도부터 무료배부를 줄이게 된 것을 깊이 양해하여 주시기 바랍니다.

이에 따라 구독을 희망하시는 분께서는 협회 개인회원제도가 있으니 동회원에 입회하여 협회사업에 적극후원하여 더 좋은 “환경보전”지 발간에 협조하여 주시기 바랍니다.

아래 개인회원가입에 대한 내용을 참조하시기 바랍니다.

- 회원가입대상 : 환경전문가, 국가환경기술자격 소지자, 교수, 교사, 대학생, 연구기관임직원, 환경에 관심을 갖고 있는 개인 등...
- 회원에 대한 혜택
  - ① 협회보 및 제 간행물 제공
  - ② 환경관련 세미나 초청 안내
  - ③ 기타 자료 요청 적극 협조
- 개인회원 가입비 : 5,000원    • 연회비 : 15,000원
- 문의처 : 본회 및 각시·도지부 (본지 협회안내란 참조)