

수자원 고갈에 따른 빗물의 효율적 이용 방안<1>

이성호 | 환경공학박사
경기도환경기술인협의회장
세명대학교 환경공학과 교수



1. 서론

1.1 목적 및 필요성

최근에 선진외국에서는 인류의 지속 가능한 발전을 위하여 빗물 모으기(Rain water Harvesting)의 빗물 이용을 기초로 한 새로운 패러다임을 가진 물관리에 관심을 가지고 있는 추세이다.

하늘에서 내린 빗물을 우리가 관리하기에 따라 원망의 대상이 되기도 하고 고마움의 대상이 되기도 한다. 빗물을 잘만 관리하면 우리에게 경제적으로 도움을 주고 생활을 윤택하게 해줄 수 있는 하늘이 주시는 은총이라고 생각할 수도 있다. 앞으로 우리 나라에서는 빗물 이용에 관한 여러 가지 정책적, 기술적 연구들이 필요하다고 생각한다. 그 중에서 가장 중요한 것은 국민들의 빗물에 대한 인식전환이다.

21세기는 물부족사태가 예상되고 있고 UN은 물부족과 수질오염을 방지하고 물의 소중함을 되새기기 위해 1992년 11월에 “세계 물의 날”을 제정하였다. 또한 1995년 8월 스웨덴에서 개최된 “국제 물 심포지엄”에서

날로 심각해지는 물문제에 대하여 “21세기의 국제간 분쟁 원인은 물이 될것이다”라고 경고하였으며 오늘날 전 세계 인구의 40%에 해당하는 사람들이 먹는 물로 고통을 받고 있는 상황이다.

우리나라도 예외가 아니며 1960년대 이후 계속된 경제개발계획에 의해 대도시로의 인구 집중이 가속화되고 경제 및 산업 발전에 따른 경제 및 산업발전에 따른 생활수준의 향상으로 인하여 물수요의 급격한 증가를 초래하였다. 그 동안 물은 경제발전과정을 거치면서 아무런 제약없이 개발되어 우리들에게 무한정으로 공급될 수 있는 자원으로 인식되어 왔다. 이러한 물이 앞으로 부족하게 되어 우리들의 생활을 위협할 정도로 고갈된다고 전망되고 있고, 현재도 갈수기에는 일부지역에서 제한급수를 실시하는 상습적인 물부족현상이 발생하고 있다. 이미 우리나라는 90년대 이후 1인당 이용가능량이 1,470톤밖에 되지 않아 UN의 국가별 분류결과에 의하여 물부족국가로 전락한 상태로서 앞으로 물소비량을 적극적으로 줄이지 않으면 물기근국가로 될 위기에 처해있다. 이를 나타내기도 하듯이 1996년 “물관리 종합대책”에 의하면 2006년까지 물수요는 약 22.6% 증가하는데 비해 물공

급은 7.6%밖에 증가하지 않아 약 45,000만톤/년의 물이 부족하게 되고, 더욱이 2011년에는 1997년의 수돗물 총량의 약 30%에 달하는 200,000만톤/년의 물이 부족할 것으로 예상되고 있어 이에 대비한 물관리 대책이 시급한 상태이다.

이에 대한 대책으로 수자원 확보를 위하여 새로운 수자원을 개발하거나 현재 이용가능한 수자원의 이용 촉진을 위해 오염으로부터 수자원을 보호하기 위하여 한정된 수원을 효율적으로 이용하는 방안이 다각적으로 이루어지고 있다. 이러한 물부족 문제를 풀어나가기 위해서는 효율적인 물관리만이 이러한 난관을 극복해 나갈 수 있을 것이다.

수자원의 효율적인 이용방안 중에서 빗물의 이용과 함께 수자원의 확보뿐만 아니라 21세기의 물부족사태를 대비한 현시점에서 물부족에 강하게 대처할 수 있는 물관리 대책이라 할 수 있다. 일반적으로 도시에서 용수를 확보하기 위하여 도시에서 멀리 떨어진 상수원에서 소비자까지 수도관을 매설하여야 하기 때문에 엄청난 시설비가 소요된다. 그러나 빗물을 이용하면 수돗물 생산에 필요한 시설도 줄일 수 있고 특히 빗물을 이용하면 수돗물 생산에 필요한 시설도 줄일 수 있다.

우리나라는 수자원의 효율적 이용측면에서 빗물이용시설의 역할은 그 중요성이 커질 것으로 예상되고 있다.

그러나 정부의 수자원관리 시책에도 불구하고 지금까지 물의 유효이용 측면에서 빗물이용에 관련된 연구나 실적이 적으므로 향후 빗물 이용에 관한 연구과제나 빗물 이용시설의 보급을 위하여 정부나 각 지방 자치단체에서는 적극적으로 추진해야 할 것이다.

1.2 물유효이용의 접근

1.2.1. 물유효이용의 필요성

최근 수자원개발시설의 건설에는 주민이해, 생태계보전, 등으로 인하여 점점 장기간이 필요하게 되는 성향이 나타나고 있고 이와 함께 댐 등의 건설적지의 감소들에서

수자원개발의 효율도 저하되고 있다. 이에 대해 물수요는 전과 다름없이 계속해서 증대되고 있으며 특히 물수급의 불균형이 큰 지역중의 하나인 수도권에서는 도시용수의 대부분은 불안정한 지표수 취수에 의존하고 있으므로 지표수의 오염이나 가뭄에 취약한 물수급구조로 형성되어 있다.

이러한 상황에서 도시의 물자립도를 높이기 위해서는 도시용수는 기존 급수시설의 누수의 방지나 유수율의 향상 등에서 앞으로 유효이용을 도모하여야 하며 더욱이 물을 사용하는 이용자측면에서의 노력도 당연히 필요하다.

물의 유효이용은 이러한 물수급의 불균형을 해소하는 것 이외에 아래에 제시되어 있는 관점에서 물을 사용하는 측면의 낭비적인 물이용을 줄이고 물이용용도의 목적에 맞추어 합리적인 물공급시스템으로 전환·개선해 나감으로써 가능하다.

- 1) 정수장 등의 물공급시설은 수요의 피크에 맞추어 계획되기 때문에 시설비용을 저감시키기 위해서는 상수사용량을 억제하여 수요량을 줄이는 것이 유효하다는 것.
- 2) 물은 수요자에게 대부분 위치에너지를 이용하여 공급되고 있으므로 저지대는 송수나 배수에 대량의 에너지가 필요한 경우도 있고 정수처리나 폐수처리에도 많은 에너지가 필요한 경우도 있고 정수처리나 폐수처리에도 많은 에너지가 소비되고 있는 것.
- 3) 댐건설은 수몰지역의 주민이 이전해야 하며 또한 환경생태계를 보전할 수 없다는 것.
- 4) 물은 지역환경이나 생태계를 유지시켜 주는 중요한 역할을 담당하고 있으므로 물유효이용에 의하여 자연환경에 미치는 영향을 되도록 경감시켜야 한다는 것.
- 5) 물사용량의 증대는 비출량과 오염부하량이 증대될 뿐만 아니라 처리시설 및 처리비가 증대된다는 것.

빗물이용시설을 적용할 경우에는 수자원의 유효이용·

확보, 자연환경보전 측면에서 대도시를 중심으로 물수급이 부족한 지역을 중심으로 도입을 검토하여야 하며 공공성, 안정성, 관리성, 경제성 등을 고려하여 해당건물에 최적인 시스템을 선정해야 한다.

빗물 이용시스템은 반재용수의 확보, 빗물유출을 저감 등의 효과도 있다. 그러므로 이들 시설은 대도시와 물부족 지역을 중심으로 적용하여 확대할 경우에 물부족 현상을 해소시켜 앞으로 물관리대책에서 중요한 역할을 할 것으로 예상된다.

빗물이용의 목적 및 효과는 다음과 같다.

- 1) 빗물을 이용하면 상수의 사용량을 감소시킬 수 있으며 물부족지역에 물수급의 불균형의 간격을 완화시키는 대책이 된다.
- 2) 도시지역 등에 절수대책이 되며 수자원의 유효이용 추진사업에 큰 도움이 된다.
- 3) 빗물이용시설을 설치하여 처리수를 상수대신에 이용하는 이용자는 상수급수제한기간에도 어느 정도 대처가 가능하다.

2. 수자원 현황 및 물 수급 전망

2.1 수자원현황과 문제점

2.1.1. 수자원 현황

우리나라의 물상황은 <표 2-1>에 나타난 바와 같이 연평균 강수량은 1,274mm로서 세계평균 973mm의 약 1.3배에 달하여 양적으로는 풍부하게 보이지만 1인당 연간 강수량이 약 2,755톤으로서 세계평균 22,096톤의 12.5%에 불과한 실정이다.

<표 2-1> 우리나라 및 세계 각국의 강수량 비교

구 분	한국	일본	미국	영국	중국	캐나다	세계평균
연평균강수량(mm)	1,274	1,405	982	753	578	318	973
연평균강수량(t)	2,755	4,227	34,270	3,147	4,446	105,437	22,096

*출처: 수자원 편람 1998, 건설교통부, 한국수자원공사

더구나 강수량의 시기별, 지역별 분포의 변화가 심하여 제주도의 경우 연평균 강수량이 1,600mm, 남해안 일부는 1,500mm인데 비하여 경북내륙지방은 1,000mm에 불과한 지역도 있다. 또한 강수량의 연도별 변화 폭이 클 뿐 아니라 지형특성도 외국과 비해 매우 불리한 여건으로 하천의 유역면적은 좁고 유로연장이 짧으며 산지가 많아 천경사도 급한 편이어서 강수가 비교적 짧은 시간에 바다로 유출되므로 물관리에 어려움을 겪고 있다. 이들 상황은 우리나라의 수자원이 상대적으로 얼마나 한정되어 있는지를 보여주고 있다.

건설교통부가 1996년에 작성한 국내 물수급 전망을 나타내면 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 국내 용수수급 전망

구분	1994년	2001년	2011년
용수수요	301	337	367
용수공급	324	344	347
여유분	23	7	-20
예비율(%)	7.7	2.1	-5.5

*출처: 수자원 장기종합계획, 건설교통부, 1996.

1996년도에 작성된 전망에서는 2001년에는 총 용수수요는 연간 337억톤, 용수공급은 344억톤으로 물수급 예비율이 2.1%로 낮아지거나 2011년에는 용수공급능력은 크게 향상되지 못하는 반면 용수수요는 10년간 30억톤/년이 늘어나 5.5%의 물부족을 예상하고 있다.

또한 과거의 용수증가 패턴과 향후 용수증가를 생활용수, 공업용수, 농업용수, 유지용수로 구분하여 용도별로 나타내면 <표 2-3>와 같다.

1994년 현재 국내 용수사용을 사용목적별로 분류하면 총 301억톤 중에서 농업용수가 50%인 149억톤으로서 가장 많은 비중을 차지하고 생활용수가 62억톤인 21%, 공업용수는 26억톤인 8%, 그리고 기타 하천유지용수가 약 65억톤으로 21%이다. 용수수요는 2001년에 1994년을 기준으로 하여 11.7%, 2011년에는 21.7%가 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 2-3〉 용수사용 용도별 용수 수요 현황 및 전망

구분	총계	생활용수	공업용수	농업용수	유지용수
1978	159	19	7	102	31
1981	179	27	10	111	31
1988	249	42	24	147	36
1991	282	49	25	151	57
1994	301	62	26	479	64
2001	337	74.4	38.7	150.3	73.6
2011	366.5	87.1	45.4	151.5	85.5
증가율(%)	21.7	40.2	80.0	1.8	27.2

〈표 2-3〉에서 보면 1994년부터 2011년까지 증가하는 66억톤 중 공업용수의 증가로 인한 것이 약 20억톤으로 40%정도로 증가하는 것으로 예측하였다. 전체 용수 사용량 중에서 공업용수가 차지하는 비중은 1978년 4.4%를 차지하였으나 1994년 현재 8.6%가 되었고 그 후에는 경제규모를 반영하여 2011년에 12.4%까지 증가하는 것으로 예상하고 있다.

이러한 용수수요증가에 대해 우리나라 수자원정책을 살펴보면 1965년 “수자원종합개발 10개년 계획(1966~2011년)”을 통하여 진행되어왔다. 유역종합개발계획(1970~1981년)을 통하여 진행되어왔다.

이들 계획은 식량증산과 급속한 공업화와 도시화를 뒷받침할 수 있는 용수를 안정적으로 확보하는데 최우선의 목표를 두었고, 주로 대규모 댐을 건설함으로써 그것을 달성하고자 하였다. 댐 건설을 통한 수자원확보정책에 대해서는 과거 전 세계는 도시의 물수요증대에 대한 대책으로 지금까지 36,000개의 대형 댐을 건설하여 발전, 관개, 산업에 필요한 물을 공급해왔다. 우리나라도 지난 수십 년 동안 새로운 댐을 만들거나 강물을 끌어오는 수자원개발의 방법으로 물 수요 증대에 대처해왔다. 현재 댐을 거치지 않고 바다로 흘러 들어가는 강은 드물며 나머지 강도 머지않아 댐 건설로 유량이 통제될 것이다. 그러나 시간이 지남에 따라 댐 건설을 통한 수자원 확보는 더욱 어려워지고 댐 건설비용도 증가하였을 뿐만 아니라 환

경에 미치는 피해도 더욱 커지게 되었다. 이러한 여건의 영향으로 댐 건설은 세계적으로 크게 줄었다. 미국의 경우 1951년부터 1977년까지 연평균 360개가 건설되었으나 그 후 10년 동안에는 절반수준인 약 170개가 세워졌다. 호주와 북미, 서유럽에는 댐을 만들거나 강물을 끌어다 쓸 수 있는 곳이 별로 남아있지 않으며 개발도상국의 경우에도 사회적 생태적인 피해 때문에 재검토되고 있는 실정이다. 대형 댐 건설 비용을 지원해온 세계은행도 1992년 이후에는 더 이상의 댐 건설 비용을 지원하지 않고 있다. 그러나 물의 수요는 점점 증가하는데 비해 물 공급의 확대는 더욱 어려워지고 있으며 지하수원의 고갈, 지하수면의 하강과 공급량을 훨씬 초과하는 수요 등은 물 부족을 나타내고 있는 중요한 조짐이다. 특히 더욱 우려되는 것은 물과 관련된 환경문제이다. 물의 친환경적인 역할과 그곳에 살고 있는 생물종을 무시한 채 댐을 만들고 물길을 변경하고 오염시켜 전 세계의 습지, 삼각주, 호수, 하천의 서식지가 파괴되었다.

이러한 상황에서 우리나라도 최근 들어 대규모 댐 건설로 인한 부작용으로 방대한 수몰지역의 발생과 주민이주 대책, 막대한 투자비 소요, 환경파괴, 주민피해로 인한 지역갈등의 문제등이 지적되고 있고 1992년 유엔환경개발 회의와 세계적 관심이 물 부족문제와 환경친화적 수자원 이용문제에 집중되면서 1997년부터 시행된 수자원 장기종합계획(1997~2011년)에 환경친화적 수자원개발 및 관리를 계획기조로 수정하였고 이전에는 볼 수 없었던 용수 수요관리의 강화를 기본방침의 하나로 설정해 놓고 있다.

이에 중수도 설치, 절수기기 설치, 수도요금실화, 노후 관교체, 산업체 물재활용 등 정책수단별 물절약 대책을 종합적으로 추진, 2006년에는 연간 7억 9000만톤을 절약할 방침이며 이는 전체 수돗물 생산량(58억 4000만톤)의 13.5%에 해당하는 것으로 섬진강댐(350만톤) 2개를 건설하는 것보다 효과가 큰 것이다. 그러나 아직 수 요관리정책의 실효를 거두지 못하고 있는 실정이며 앞으로 상당한 시간과 노력이 필요할 것으로 판단된다.

2.1.2. 가뭄현황

기상이변으로 예상된 강우량보다 적게 내려 가뭄이 발생하고 있으며 여름뿐만 아니라 겨울에도 강우량이 적어 농사에 많은 피해를 주고 있다. 가뭄은 홍수피해와는 다르게 공간적으로 대규모 지역에서 발생한다. 또한 시간적으로 장기간 점진적으로 전개되기 때문에 기상학적으로 강수부족기간이 지속되어도 실제로 가뭄을 체감하게 될 시기는 이미 가뭄이 장기간 전개되어 피해가 발생하기 시작한다. 따라서 일반적으로 모든 사람들이 공감할 수 있는 가뭄의 정의를 내리기는 어렵고 정의를 내린다고 해도 가뭄을 바라보는 시각에 따라 다르기 때문에 실용적이지 못한 점이 있다. 그러나 일반적으로 가뭄은 상당히 큰 지역에서 식물, 동물, 인간들에게 해로운 영향을 주는 장기간 수분이 부족한 상황을 말한다.

건설교통부의 “가뭄기록조사(1995년)”에 의하면 과거 대규모 가뭄피해가 발생한 연도는 1967~1968년, 1976~1977년, 1981~1982년, 1987~1988년, 1994~1995년의 총 5회로서 자료보유연도가 30년~40년을 임을 고려하면 전국적 또는 국지적인 가뭄 발생 빈도는 약 7년정도로 나타나고 있다. 1967년부터 1968년까지의 연속가뭄에 의하여 50년빈도의 큰 가뭄에 해당하는 피해가 발생하여 그 피해액만 7009억원에 달하였다. 또한 1994년에는 5월~7월의 3개월간의 강우량이 연평균 강우량의 18%에 불과하여 극심한 가뭄이 발생하였다.

2.2 물수급 전망

2.2.1. 인구변화 전망

인구에 대한 장래추정은 해당지역의 물수요공급을 전망하는데 중요하다. 장래 인구는 환경부가 1998년에 발표한 “전국수도종합계획” 보고서에서 제시한 추정값을 사용하여 수정·적용하는 것으로 하였으며 <표 2-7>에 1996년을 기준으로 하여 과거 10년 인구자료와 함께 정

리하여 나타내었다. 서울특별시의 인구는 전국수도종합 계획 보고서에서는 2006까지 계속 증가하여 11,900천 명을 정점으로 하여 매년 감소하고 있어 서울시는 2011년 인구지표를 상주인구 1,000만명으로 설정해 놓고 있으므로 여기서는 서울시 인구를 수정된 지수곡선식에 의해 2011년의 인구지표를 1,000만명으로 정하고 2001년, 2006년의 인구를 다시 추정하였다. 또한 서울시인구가 줄어드는 만큼 전국 인구가 줄어드는 것이 아니라 서울시 인구분산정책에 의하여 인구가 주변의 신도시로 이주한 것이므로 경기도 인구는 그만큼 증가하는 것으로 예측하였다.

우리나라의 과거 인구변화는 1987년의 42,082천명에서 1996년에는 46,424천명으로 1.15%/년씩 계속 증가한 것으로 나타났으며 그 후 인구변화는 1.3%/년씩 증가하여 2006년에 50,541천명으로 되는 것으로 추정하였다. 시의 인구변화를 살펴보면 대구, 인천, 광주, 대전광역시 1%/년 이상의 인구증가율로 계속 증가하는 것으로 추정하여 대도시로 인구가 집중되는 것으로 나타났다. 이에 대해 도의 경우에는 경기도와 경상남도가 높은 인구증가율로 예측하였으며 특히 경기도는 5.1%/년으로 우리나라 시·도중에서 가장 크게 증가하는 것으로 추정하였는데 이는 서울시의 인구분산정책에 의하여 경기도의 신도시로 인구가 이동하기 때문인 것으로 이러한 현상은 아마도 계속될 것으로 예측하고 있다.

그 외의 부산 및 울산광역시와 강원도, 충청도, 경상도, 제주도는 1%미만의 낮은 증가율로 인구가 증가되거나 거의 변화가 없는 것으로 추정하였으며 서울특별시를 비롯하여 전라북도와 전라남도는 앞으로 인구가 계속해서 감소하는 것으로 추정하였다.

2.2.2. 물수급현황

우리나라에서 사용하고 있는 물은 용도별로 나누면 생활용수, 공업용수, 농업용수, 하천유지용수로 구분된다. 이 중에서 생활용수 및 공업용수는 상수도로 대부분이 공급

하고 있으므로 상수도공급량을 파악하는 것으로 하였다.

생활용수는 1인 1일 최대급수량을 추정하고 여기에 급수인구를 고려하여 산출하였다. 그리고 공업용수는 한국수자원공사에서 공급하는 공업용수도와 각 지방자치단체에서 공급하는 지방상수도 그리고 하천수나 지하수의 자체개발에 의한 전용공업용수도로 구성되어 있고 광역상수도과 지방상수도를 포함하는 일반수도에 의한 공급비율은 40.1%이고 공업용수도에 의한 공급비율은 44.1%이며 자체개발비율은 15.8%이다.

'96년도 소비된 총 물수량은 21,302천 m^3 /일이며 이 중에서 서울특별시가 24.9%를 차지하고 있고 6개 광역시는 32.7%를, 그리고 9개 도에서는 42.4%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 용도별로는 생활용수가 17,089천 m^3 /일로서 총 물수량의 80.2%를 차지하고 있으며 생활용수 중에서 서울특별시가 5,250천 m^3 /일인 30.7%의 소비량을 보여 생활용수를 가장 많이 사용하였으며 다음으로는 경기도가 2,715천 m^3 /일인 15.9%를 소비하여 생활용수의 약 50%정도를 서울시와 경기도에서 소비한 것을 알 수 있다. 이에 대해 공업용수는 총 물수량의 19.8%인 4,214천 m^3 /일을 차지하고 있으며 이 중에서 울산광역시가 26.3%인 1,110천 m^3 /일로서 시·도 중에서 가장 많은 공업용수를 사용한 지역으로 나타났다.

2.2.3. 물수급 전망

가) 물수요 전망

우리나라 생활용수 및 공업용수의 물수량 변화는 1996년도의 총 물수량 21,302천 m^3 /일에 비하여 2001년도에는 25.1%가 증가하여 26,644천 m^3 /일로 추정되며 2006년에는 43.6%가 증가하여 30,600천 m^3 /일의 용수의 수요가 있을 것으로 예측되었다. 각 시·도별 장래 물수량을 살펴보면 서울특별시가 2001년과 2006년이 각각 5,146천 m^3 /일, 5,325천 m^3 /일로 가장 많고 다음은 경기도로서 2001년과 2006년이 각각

5,324천 m^3 /일, 6,796천 m^3 /일로 추정되어 다른 지역에 비해 물수량이 크게 되는 것에 반해 제주도는 물수량이 2001년에 358천 m^3 /일이고 2006년에는 393천 m^3 /일로 상당히 작을 것으로 예측되었다.

나) 물수급 전망

우리나라의 지방상수도, 광역상수도 및 공업용수도를 모두 포함한 용수공급능력은 취수시설 용량기준으로 25,323천 m^3 /일이다. 이 중에서 지방상수도시설은 전체의 56.3%에 해당하는 용수를 공급하고 있으며 광역상수는 30.8%를 공급하고 있고 공업용수에 의해서는 전체의 12.9%가 공급되고 있다. 한국수자원공사에서 운영 중인 광역상수도과 공업용수도에 의한 공급능력을 살펴보면 광역상수도는 15개소로 7,794천 m^3 /일이고 공업용수도는 11개소로 3,260천 m^3 /일이며 지방상수도의 공급능력은 1996년에 14,269천 m^3 /일이지만 앞으로 시설노후 및 수질의 문제로 인한 폐쇄예정을 고려하면 기존 지방상수도에 의한 공급능력은 점차 감소하여 2006년에는 13,964천 m^3 /일로 될 것으로 추정되고 있다. 따라서 기존 수도시설에 의한 용수공급능력은 적으나 앞으로 점차 감소하게 되어 앞으로 높은 증가율을 보일 것으로 예측되는 수요량을 충족시키기에는 상당히 부족하게 될 것으로 나타났다.

용수 수요량 추정결과 목표 년도인 2006년의 생활용수 수요량은 23,607천 m^3 /일, 공업용수 수요량은 6,993 m^3 /일로 총 30,600 m^3 /일인 것으로 나타났다. 반면 1996년 기준 시설용량은 지방상수도시설이 14,269 m^3 /일이고 광역상수도시설은 7,794 m^3 /일, 그리고 공업용수도시설이 3,260 m^3 /일로서 총 25,323 m^3 /일의 용량을 보유하고 있으나 폐쇄용량 305 m^3 /일을 고려하게 되면 2006년에는 5,582 m^3 /일의 용수공급능력기 부족하게 되는 것으로 나타났으며 이것은 1996년의 공급시설용량의 22%에 해당하는 용수량이다. 이에 2006년까지 폐쇄용량을 고려하고 기존의 공급시설로 용수공급이 가능한 시·도를 살펴보면 서울특별시, 부산광역시 2지

역뿐이며 그 외의 5개 광역시와 9개도 모두 용수가 부족한 것으로 나타나 전국 대부분이 물부족을 겪을 것으로 예상되고 있다. 이 중에서 특히 용수부족이 예상되는 지역은 경기도지역으로서 2006년 6,796㎥/일의 용수수요가 예상되나 기존의 시설은 3,690천㎥/일로서 54% 정도의 공급능력만을 가지고 있어 3,106천㎥/일의 상당량의 물이 부족할 것으로 나타났다.

이러한 물부족 현상은 2011년에도 계속될 것으로 전망되고 있는데 건설교통부의 수도정비기본계획(1997년)에 의하면 용수보족량은 2001년에는 6,080천㎥/일로 추정되어 1996년의 시설용량의 24%에 해당하는 용수가 부족할 것으로 예상되고 있는데 이러한 경향은 2011년에는 인구증가와 생활수준의 향상 및 산업화에 따라 생활용수와 공업용수에 대한 수요가 지속적으로 증가하는 것에 기인한 것이며 현재 건설 중인 시설을 포함하더라도 용수부족은 심각할 것으로 예상하고 있다.

2.2.4. 상수 대체 가능량

가) 가정용수와 영업용수

가정용수는 가옥의 구조, 생활수준, 주거인구 등에 따라 다르며 각 용도별 사용수량 또한 이들 인자에 의해 큰 영향을 받는다. 우리나라 용수사용량 중에서 가정용수가 차지하는 비율은 시·도별 정확한 자료가 없어 계산하기 어렵지만 환경부의 전국수도종합계획(1998년)에 의하면 일반적으로 가정용수는 상수사용량의 60%를 차지하고 있는 것으로 제시되어 있다. 또한 영업용으로 사용되는 용수량도 이용목적, 이용형태, 빌딩의 규모, 업종 등에 따라 다르지만 상수도 사용량 중 영업용수의 사용비율은

가정용수의 약 48%정도라고 제시하고 있다.

중수도 및 빗물을 전국 시·도에 수도물을 대신해서 공급할 경우에 고려할 수 있는 대표적인 용도로는 수세식 화장실용수를 들 수 있다. 건교부와 환경부자료에 의하면 우리나라에서 사용되는 가정용수의 양은 1일 인당 207.0L이며 사용되는 용도를 순서대로 살펴보면 수세식 화장실용수, 음료 및 취사, 세탁용수가 각각 27%, 21%, 20%로서 높은 비율을 차지하고 있음을 알 수 있다. 미국의 경우 1일 1인당 가정용수의 양은 279.9L로 보고되고 있으며 이 중에서 화장실 용수가 26.1%로서 가장 많이 사용되고 있고 세탁용수, 샤워 및 목욕용수가 그 다음 비율로 많이 사용되고 있다. 한편, 독일의 경우 샤워 및 목욕, 화장실, 세탁용수의 순서로 가정용수가 이용되고 있으며 1일 1인당 130.0L를 쓰고 있는 것으로 나타났다. 이와 같이 수세식 화장실용수, 세탁용수, 샤워 및 목욕이 전체의 60~75%를 차지하고 있으며 특히 이 중에서 3개국 모두 화장실용수의 비율이 높은 것이 특징이라는 것을 알 수 있다. 그러므로 이 세 용도에서 중수도나 빗물이용의 도입을 고려할 경우에 신체적으로 직접 접촉이 없는 화장실용수가 가능할 것이다.

용수사용량 중에서 수세식 화장실용수의 수요량은 용도별 무사용비율을 조사하여 파악할 수 있다 기존에 조사된 자료중에서 건설부의 “중수도 기술개발 방안연구”에서 제시하고 있는 수세식 화장실용수비율을 나타내면 <표 2-4>과 같다.

수세식 화장실용수 사용비율은 가정용이 27%, 업무용은 50%, 그리고 영업용에서는 25%가 일반적으로 적용되고 있다. 영업용시설의 각 용도별 사용수량도 이들 인자에 상당한 영향을 받으며 일본의 경우 영업용으로 사용

<표 2-4> 가정용수와 영업용수의 용도별 사용수량 비율

건물용도	목욕	세탁	세차·살수	화장실	청소	주방	기타	합계
일반가정	14	20	3	27	100			
사무용 빌딩	-	-	8	55	3	18	16	100
영업용 시설	-	-	-	25	-	-	-	-

*출처 : 건설부, 중수도 기술개발 방안 연구, 1994.

되는 용수중에서 잡용수도의 비율은 건물의 특성에 딸 15%~61%로써 비교적 널리 분포하며 전체적으로 볼 때 평균 총사용수량의 30%정도를 차지하는 것으로 알려져 있다. 수도물로 공급되는 생활용수에서 중수도나 빗물로 대체 가능한 양은 2001년도에는 가정용수가 3,299천㎥/일, 영업용수가 1,466천㎥/일로 추정되고 2006년도에는 가정용수가 3,824천㎥/일, 영업용수가 1,700천㎥/일로 예측되었다. 이 대체 가능량은 계산에 의해 추정된 것이지만 중수도가 확대 실시될 경우 계획년도 2001년과 2006년에 생활용수로 공급되는 수도물 중에서 최대한 4,765천㎥/일~5,524천㎥/일에 해당하는 용수량을 저감할 수 있다는 것은 의미가 있다고 할 수 있다.

그러나 가정용의 화장실은 일반적으로 하루 중에 사람이 거주하는 동안에만 사용되고 있고 중수도시설을 개별로 설치하는 데는 경제적, 기술적 측면에서 어려움이 많으므로 중수도나 빗물이용을 도입할 경우에는 공급용도의 적용타당성에 대해서 신중하게 검토한 후 결정하여야 할 것이다.

나) 공업용수

공업용수의 중수도나 빗물로 대체가능량 양은 재이용율에 직접적으로 영향을 받는다. 우리나라와 수자원사정이 비슷한 일본에서는 60년대 초부터 물을 많이 소비하는 업종에 대한 공업용수의 합리화를 도모하기 시작하여 현재는 공업용수의 재이용율이 업종에 따라 다르지만 평균 75.6%에 이르고 있다.

〈표 2-13〉에 일본의 업종별 공업용수중에서 재이용되고 있는 용수율을 나타내었다.

우리나라는 전체 상수도사용량 중에서 공업용수 시설 비율은 약 4.5%이다. 공업용수중에서 재이용량에 대한 구체적인 자료가 없으므로 1989년 일본에서의 공업용수 재이용 비율의 50% 정도를 적용하여 본 계획 년도인 2001년과 2006년의 중수도나 빗물로 대체가능한 양을 계산하여 나타내면 〈표 2-14〉와 같다.

공업용수, 지방상수도, 공업용수도로 공급되고 있는 공

업용수중에서 중수도로 대체가능한 양은 2001년도에는 3,139천㎥/일이며 2006년도에는 3,497천㎥/일로 계산되어 이론적이기는 하지만 중수도나 빗물로 공업용수를 공급할 때에는 계획 년도 2001년과 2006년에 생활용수로 공급되는 용수량을 최대한 3,139천㎥/일~3,497천㎥/일을 저감할 수 있을 것으로 예측되었다.

다) 상수 총 대체가능량

생활용수와 공업용수 중에서 중수도나 빗물로 대체가능한 총량은 2001년도가 7,905천㎥/일이며 2006년도에는 9,021천㎥/일로 계산되었다. 이 양은 계산으로 추정된 것으로 실질적으로 완전하게 실시되기 어려운 점이 있지만, 1996년 공급능력에 대한 2001년과 2006년의 용수부족량을 충분히 보충할 수 있는 양으로 중요한 대체수자원으로 적용가능성이 크다는 점에서 의미가 있다고 판단된다.

3. 빗물이용에 대한 법과 제도

3.1 빗물이용 관련법

우리나라의 빗물이용관련법은 2001년 수도법이 개정됨에 따라 새로이 첨가되었으며 내용은 크게 이용시설과 이용량 요금감면으로 구분된다.

우리나라 빗물이용시설에 관련된 법규에 대해 나타내면 〈표 3-1〉과 같다.

〈표 3-1〉빗물이용시설에 관련된 법규

관련내용	규정항목	관련법
이용시설	빗물이용시설의 정의	수도법 제3조 제14호의 2
	빗물이용시설의 설치	수도법 제11조의3
	빗물이용시설의 설치기준 및 관리	수도법시행규칙중개정령 제4조의3
이용량 요금감면	설치비용지원, 수도요금 감면	수도법 제11조의3 제3항

*참고 : 수도법은 수도에 관한 종합적인 계획을 수립하고 수도를 적정하고 합리적으로 설치·관리함으로써 공중위생의 향상과 생활환경의 개선에 이바지함을 목적으로 한다.

수도법에서는 빗물이용시설의 정의, 빗물이용시설의 설치, 빗물이용시설의 설치기준 및 관리, 그리고 빗물이용시설의 설치비용 지원에 대해 규정하고 있다. 또한 지방자치단체의 조례에 의하여 수도요금을 감면할 수 있는 근거를 마련하고 있다.

빗물이용시설 관련 법적, 제도적 규정을 내용을 구체적으로 설표보면 다음과 같다.

3.2 빗물이용시설에 관한 규정

빗물이용시설에 대해서는 우리나라 수도법에 정의를 내려놓고 있으며 이를 나타내면 다음과 같다.

2001년 개정된 수도법에는 빗물이용시설에 대한 규정이 있다.

수도법 빗물이용시설 수도법 (2001.3.28 법률 제 6449호)

수도법 시행령 (2001.9.23, 대통령령 제17381호)

수도법 시행규칙 (2001.10.4, 환경부령 제114호)

3.2.1 수도법 제3조 (정의)

빗물이용시설이라 함은 빗물을 모아 생활용수·조경용수·공업 등으로 이용할 수 있도록 처리하는 시설을 말한다.

정의하고 있으며 즉, 건물의 옥상이나 지붕 등에서 흙통을 통해 배출되는 빗물을 그대로 버리지 않고 집수하고 적절하게 처리하여 재이용하는 시설을 말한다.

3.2.2 수도법 제11조의3 (빗물이용시설의 설치)

가) 종합운동장, 실내체육관 등 지붕면적이 넓은 시설물중 대통령이 정하는 시설물을 신축(대통령령이 정하는 규모이상으로 증축, 개축 또는 재축하는 경우를 포함한다)하고자 하는 자는 빗물이용시설을 설치, 운영하여야 한다.

나) 빗물이용시설의 시설기준 및 관리 그 밖의 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

다) 국가 및 지방자치단체는 빗물이용시설을 설치한 시설물의 소유자에 대하여 그 빗물이용시설의 설치비용을 지원할 수 있으며, 지방자치단체는 조례가 정하는 바에 따라 수도요금을 경감할 수 있다.

3.2.3 수도법 제15조의3 (빗물이용시설의 설치대상)

가) 법 제11조의3 제1항에서 “대통령령이 정하는 시설물”이라 함은 체육시설의 설치,이용에 관한 법률시행령 별표 1에 의한 운동장 또는 체육관으로서 지붕면적이 2천400제곱미터 이상이고, 관람석 수가 1천400석 이상인 시설물을 말한다.

나) 법 제11조의3 제1항에서 “대통령령이 정하는 규모”라 함은 지붕면적이 2천400제곱미터이고 관람석 수가 1천400석인 경우를 말한다.

3.2.4 수도법 시행규칙개정령 제4조의3 (빗물이용시설의 시설기준 등)

1) 제11조의3 제2항의 규정에 의한 빗물이용시설은 다음 각호의 시설을 갖추어야 한다.

가) 지붕에 떨어지는 빗물을 모을 수 있는 집수시설.

나) 비가 내리기 시작한 후 처음 내린 빗물을 배제할 수 있는 시설이거나 빗물에 섞여있는 이물질 제거할 수 있는 여과장치 등 처리시설.

다) 처리시설에서 처리된 빗물을 일정기간 저장할 수 있는 빗물저류조로서 다음 각 목의 요건을 갖춘 것.

제곱미터 단위로 표시한 지붕면적에 0.05미터를 곱한 규모 이상의 용량, 물의 증발이나 이물질이 섞이지 아니하도록 되어 있어야 하며 햇빛을 차단할 구 있는 구조, 내부청소에 적합한 구조.

야 한다.

가) 음용 등 다른 용도에 사용되지 아니하도록 배관의 색을 다르게 하고 표시를 분명히 하여야 한다.

라) 처리한 빗물을 화장실등 빗물을 사용하는 곳으로 운반할 수 있는 펌프, 송수관, 배수관 등 송, 배수시설.

나) 제1항 각호의 시설은 연 2회 이상 주기적으로 점검하고 이물질 제거 등 청소를 하여야 한다.

2) 제2조 제2항의 규정은 제1항 각호의 시설에 준용한다.

4) 빗물이용시설의 관리자는 관리대장을 만들어 빗물 사용량, 누수 및 정상가동 점검, 청소일시 등을 기재하여야 한다. <다음호에 계속>

3) 빗물이용시설은 다음 각호의 기준에 따라 관리하여

회 고

제17회 '대한민국 환경기술장' 추천안내

●**시장목적** : 환경일선에서 깨끗한 환경을 위해 노력하고 있는 환경기술인들의 공로를 기리고, 권익과 지위향상을 위해 시장하고자 함.

●**시장대상** :

1. 산업현장에서 근무하고 있는 “한국환경기술인연합회” 소속 회원
2. 환경오염방지를 위해 노력하고 있는 환경산업체 대표 및 직원
3. 환경오염방지 신기술을 개발한 연구기관 및 연구원

●**시장일시** : 2005년 10월 10일(제1회 환경기술인의 날 기념식 행사시)

●**추천마감** : 2005년 8월 31일 17:00 한

●**문 의** : 연합회 사무국 (02)852-2291

*자세한 내용은 연합회 홈페이지 및 '환경기술인' 지 9페이지 참조